

補間機能付き 2 軸モータコントロール I C

MCX312 取扱説明書

2001.01.11	初版
2009.10.16	改訂
2010.03.24	改訂
2011.07.26	改訂
2012.01.26	改訂
2014.10.03	改訂
2016.07.22	改訂

はじめに

このたびは、MCX312をご検討いただき、ありがとうございます。ICのご使用につきましては、本マニュアルを十分にお読みいただいた上、信号電圧、信号タイミング、動作パラメータ値などにおいて、正しくご使用になられますよう、お願い申し上げます。

輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、それらの法令の定めるところにより必要な手続きを行ってください。本ICを大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、その他軍事用途の目的で使用しないでください。また、本ICを国内外の法令及び規則により製造、使用、販売を禁止されている機器に使用することはできません。

■ ICの取り扱い

本ICはCMOSデバイスです。強い静電気によって、ゲートの絶縁破壊を起こす場合があります。本ICの取扱いは、必ず、人体、ハンドリング器具、作業台などに帯電している静電気を除去した状態で行ってください。絶縁性の高いクッション材やプラスチック板などの上には、けっして置かないようにしてください。

■ 技術情報

重要なお知らせが記載されておりますので、ご使用前に、本書巻末にあります「付録B 技術情報」を必ずご覧下さい。

本書の記載内容は、2012年1月現在のものです。今後、機能の向上などのため予告なしに変更する場合があります。

■ 本書で使用する特殊用語

アクティブ	ある信号において、その信号の持つ機能が有効な状態であること。
ドライブ	パルス列入力のサーボモータ、あるいはステッピングモータのドライバ（駆動装置）に対し、モータを回転させるためのパルスを出力する動作。
定量ドライブ	ある指定されたパルス量だけパルス出力するドライブ。
連続ドライブ	停止要因がアクティブになるまで無限にドライブパルスを出し続けるドライブ。
CW	時計方向（clockwiseの省略文字）。
CCW	反時計方向（counterclockwiseの省略文字）。
補間ノード	連続補間を構成する1つ1つの補間ドライブ。
加加速度	単位時間当たりの加速度／減速度の増加／減少率。文字の表現は加速度の増加率ですが、加速度の減少率、減速度の増加率、減速度の減少率も含めます。
2の補数	2進数における負の値の表現方法。（例）16ビット長のデータでは、-1はFFFFh、-2はFFFEh、-3はFFFDh、… -32768は8000hで表現します。
引きずりパルス	加減速定量ドライブの減速時において、初速度まで達してもまだ指定のドライブパルスを出し終えておらず、初速度で出力する残りのドライブパルス。

■ 本書で使用する特殊文字記号

n○○○○	X, Yの各軸の信号名をn○○○○と記述しています。この"n"はXおよびYを表します。
↑	信号がLowレベルからHiレベルに変化するときの立ち上がりエッジ。
↓	信号がHiレベルからLowレベルに変化するときの立ち下がりエッジ。
/	"または"の意味で使用。（例）加速／減速では… = 加速または減速では…

1. 概要	1
2. 機能説明	4
2.1 定量ドライブと連続ドライブ	4
2.1.1 定量ドライブ	4
2.1.2 連続ドライブ	5
2.2 速度カーブ	5
2.2.1 定速ドライブ	5
2.2.2 直線加減速ドライブ	6
2.2.3 非対称直線加減速ドライブ	7
2.2.4 S字加減速ドライブ	8
2.2.5 ドライブパルス幅と速度精度	10
2.3 ポジション管理	12
2.3.1 論理位置カウンタと実位置カウンタ	12
2.3.2 コンペアレジスタとソフトリミット	12
2.3.3 位置カウンタの可変リング	13
2.3.4 外部信号による実位置カウンタのクリア	13
2.4 補間	15
2.4.1 2軸直線補間	15
2.4.2 円弧補間	16
2.4.3 2軸ビットパターン補間	18
2.4.4 線速一定	21
2.4.5 連続補間	23
2.4.6 加減速ドライブでの補間	25
2.4.7 補間ステップ送り（コマンド、外部信号）	27
2.4.8 マルチチップ多軸補間	28
2.5 割り込み	31
2.6 その他の機能	32
2.6.1 外部信号によるドライブ操作（手動パルサー）	32
2.6.2 パルス出力方式の選択	34
2.6.3 パルス入力方式の選択	34
2.6.4 ハードリミット	35
2.6.5 サーボモータドライブ対応の信号	35
2.6.6 緊急停止	35
2.6.7 ドライブ状態の出力	36
2.6.8 汎用入出力信号	36
2.6.9 入力信号フィルタ	37
3. 端子配置と各信号の説明	38
4. リード／ライトレジスタ	43
4.1 16ビットデータバスのレジスタアドレス	43
4.2 8ビットデータバスのレジスタアドレス	45
4.3 WR0 コマンドレジスタ	46
4.4 WR1 モードレジスタ1	46
4.5 WR2 モードレジスタ2	47
4.6 WR3 モードレジスタ3	49
4.7 WR4 アウトプットレジスタ	50
4.8 WR5 補間モードレジスタ	50
4.9 WR6,7 ライトデータレジスタ1,2	51
4.10 RR0 主ステータスレジスタ	51
4.11 RR1 ステータレジスタ1	52
4.12 RR2 ステータレジスタ2	53
4.13 RR3 ステータレジスタ3	54
4.14 RR4,5 インプットレジスタ1,2	55
4.15 RR6,7 リードデータレジスタ1,2	55
5. 命令一覧	56

6. データ書き込み命令			58
6.1 レンジ 設定	R		58
6.2 加加速度 設定	K		59
6.3 加速度 設定	A		59
6.4 減速度 設定	D		60
6.5 初速度 設定	SV		60
6.6 ドライブ速度 設定	V		60
6.7 出力パルス数／補間終点 設定	P		61
6.8 マニュアル減速点 設定	DP		61
6.9 円弧中心点 設定	C		61
6.10 論理位置カウンタ 設定	LP		62
6.11 実位置カウンタ 設定	EP		62
6.12 COMP+レジスタ 設定	CP		62
6.13 COMP-レジスタ 設定	CM		62
6.14 加速カウンタオフセット 設定	AO		63
6.15 NOP (軸切り換え用)			63
7. データ読み出し命令			64
7.1 論理位置カウンタ 読み出し	LP		64
7.2 実位置カウンタ 読み出し	EP		64
7.3 現在ドライブ速度 読み出し	CV		64
7.4 現在加減速度 読み出し	CA		64
7.5 マルチチップ直線補間の終点最大値 読み出し	MX		65
8. ドライブ命令			66
8.1 +方向定量ドライブ			66
8.2 -方向定量ドライブ			66
8.3 +方向連続ドライブ			67
8.4 -方向連続ドライブ			67
8.5 ドライブ開始ホールド			67
8.6 ドライブ開始フリー／終了ステータスクリア			67
8.7 ドライブ減速停止			68
8.8 ドライブ即停止			68
9. 補間命令			69
9.1 2軸直線補間ドライブ			69
9.2 CW円弧補間ドライブ			69
9.3 CCW円弧補間ドライブ			70
9.4 2軸ビットパターン補間ドライブ			70
9.5 Bレジスタ書き込み可			70
9.6 Bレジスタ書き込み不可			71
9.7 Bデータスタック			71
9.8 Bデータクリア			71
9.9 補間シングルステップ			71
9.10 減速有効			72
9.11 減速無効			72
9.12 補間割り込みクリア			72
9.13 マルチチップ直線補間の終点最大値クリア			72
10. 入出力信号接続例			73
10.1 68000CPUとの接続例			73
10.2 Z80CPUとの接続例			73
10.3 H8CPUとの接続例			74
10.4 モーションシステム構成例			75
10.5 ドライブパルス出力回路例			75
10.6 リミット等の入力信号の接続例			76
10.7 エンコーダ入力信号の接続例			76
11. 制御プログラム例			77

1 2. 電気的特性	80
12.1 DC特性	80
12.2 AC遅延特性	81
12.2.1 クロック	81
12.2.2 CPUリード／ライトサイクル	81
12.2.3 BUSYN信号	82
12.2.4 SCLK／出力信号遅延	82
12.2.5 入力パルス	83
12.2.6 汎用入出力信号	83
1 3. 入出力信号タイミング	84
13.1 パワーオンタイミング	84
13.2 ドライブ開始／終了時	85
13.3 補間ドライブ時	85
13.4 ドライブ開始フリー	85
13.5 ドライブ即停止	85
13.6 ドライブ減速停止	86
1 4. 外形寸法	87
1 5. 保管と推奨実装条件	88
1 6. 仕様まとめ	89
付録A 速度カーブプロファイル	A1
付録B 技術情報	B1

1. 概要

MCX312は、1チップで2軸の、パルス列入力のサーボモータ、ステッピングモータを位置決め制御（positioning control）、補間ドライブ（interpolation drive）、または速度制御（speed control）するICです。次の機能を備えています。

■ 独立2軸ドライブ

1チップで2軸のモータを独立に制御することができます。独立ドライブでの機能は2軸とも全く同等です。定速ドライブ、直線加減速ドライブ、S字加減速ドライブなどを両軸同じように操作することができます。

■ 速度制御

ドライブ速度は1PPSから最高4MPPSまで出力でき、定速ドライブ、直線加減速ドライブ、S字加減速ドライブが可能です。加減速ドライブでは自動減速とマニュアル減速の2通りが可能です。出力されるドライブパルスの速度精度は、設定値に対して±0.1%以下です（CLK=16MHz標準時）。また、ドライブ中に、ドライブ速度を自由に変えることができます。

■ 非対称直線加減速ドライブ

加加速度と減速度が異なる台形加減速ドライブにおいても自動減速が可能です。マニュアルで減速開始ポイント設定する必要があります。

■ S字加減速ドライブ

各軸ともドライブ中の加速／減速ではS字加減速を行わせることができます。S字加減速は加加速度および減速度を一次直線で増加／減少する方式をとっていますので、速度カーブは2次の放物線加速／減速となります。また、定量ドライブにおいては、独自の方法によりS字加減速中の三角波形も防止しています。

■ 2軸直線補間

2軸直線補間ドライブを行わせることができます。補間座標範囲は現在位置から-8,388,607～+8,388,607です。指定直線に対する位置誤差は全補間範囲内で±0.5LSBです。補間速度は1PPS～4MPPSです。

■ 円弧補間

円弧補間ドライブを行わせることができます。補間座標範囲は現在位置から-8,388,608～+8,388,607です。指定円弧曲線に対する位置誤差は全補間範囲内で±1LSBです。補間速度は1PPS～4MPPSです。

■ 2軸ビットパターン補間

上位CPUで演算されたビットパターン化された補間データをパケット（ある決まった量のデータのかたまり）で受け取り、指定されたドライブ速度で補間パルスを連続的に出力する補間ドライブです。この機能を用いることにより上位CPUで作られた様々な補間カーブを描くことができます。

■ 連続補間動作

直線補間→円弧補間→直線補間→…というように、補間ドライブを各々の補間モードごとに止めずに、連続して行わせることができます。連続補間時のドライブ速度は最高2MHzまでです。

■ 線速一定制御

線速一定制御は、補間を行っている軸の合成速度を常に一定にする機能です。2軸同時にドライブパルスが出るときは2軸のパルス周期を1.414倍にすることができます。

■ ポジション管理機能

全軸とも、ドライブパルス出力をIC内部で管理する論理位置カウンタと、外部エンコーダからのパルスを管理する実位置カウンタの2個の32ビットポジションカウンタを備えています。

■ コンペアレジスタとソフトリミット機能

論理位置カウンタまたは実位置カウンタとの位置の大小比較を行うための32ビットコンペアレジスタを各軸2個持っています。ドライブ中にこれらのコンペアレジスタと論理／実位置カウンタとの大小関係をステータスで読みとることができ、大小関係が変化したときに割り込みを発生させることもできます。また、この2個のコンペアレジスタをソフトリミットとして動作させることも可能です。

■ 入力信号フィルタ

IC内部に、各入力信号の入力段に積分型のフィルタを装備しています。いくつかの入力信号ごとに、フィルタ機能を有効にするか、信号をスルーで通すかを設定できます。また、フィルタの時定数は、8種類の中から1つを選択することができます。

■ 外部操作信号

各軸は、外部信号によって、+/-方向の定量ドライブ、連続ドライブ、または手動パルサーモードでのドライブをさせることができます。この機能により、全軸のマニュアルのJOG送りなどにおいても、上位CPUのタスクを軽減し、スムーズに動作させることができます。

■ 原点サ一チ用入力

ドライブを途中で減速停止させるための外部入力信号を各軸3点持っています。この入力信号を割り当てることにより、原点近傍高速サーチ、原点サーチ、エンコーダZ相サーチ などを行うことができます。

■ サーマモータ用各種信号

2相エンコード信号、インポジション、アラームなどのサーボモータドライバ出力信号を入力できます。

■ 割り込み発生機能

各軸とも、加減速ドライブ中の定速開始時、定速終了時、ドライブ終了時、位置カウンタとコンペアレジスタの大小関係が変化したときなど、様々な要因で割り込みを発生させることができます。また連続補間、ビットパターン補間では、次データ要求の割り込み発生も行います。

■ リアルタイムモニタ機能

ドライブ中に現在の論理位置、実位置、ドライブ速度、加速度、加減速状態（加速中、定速中、減速中）などをリアルタイムで読み出すことが可能です。

■ 8ビット／16ビットバス対応

上位CPUとのデータバスは、8ビット、16ビットの両方とも接続が可能です。

図 1.1 に、本 I C の機能ブロック図を示します。全く同機能を持つ、X、Y の 2 軸の制御部と、補間演算を行う回路ブロックから構成されています。補間ドライブでは、X 軸の基本パルス発振のタイミングで補間演算が行われます。定速ドライブでも加減速ドライブでも行うことができます。 図 1.2 は、各 X、Y 軸の軸制御部の機能ブロック図を示しています。

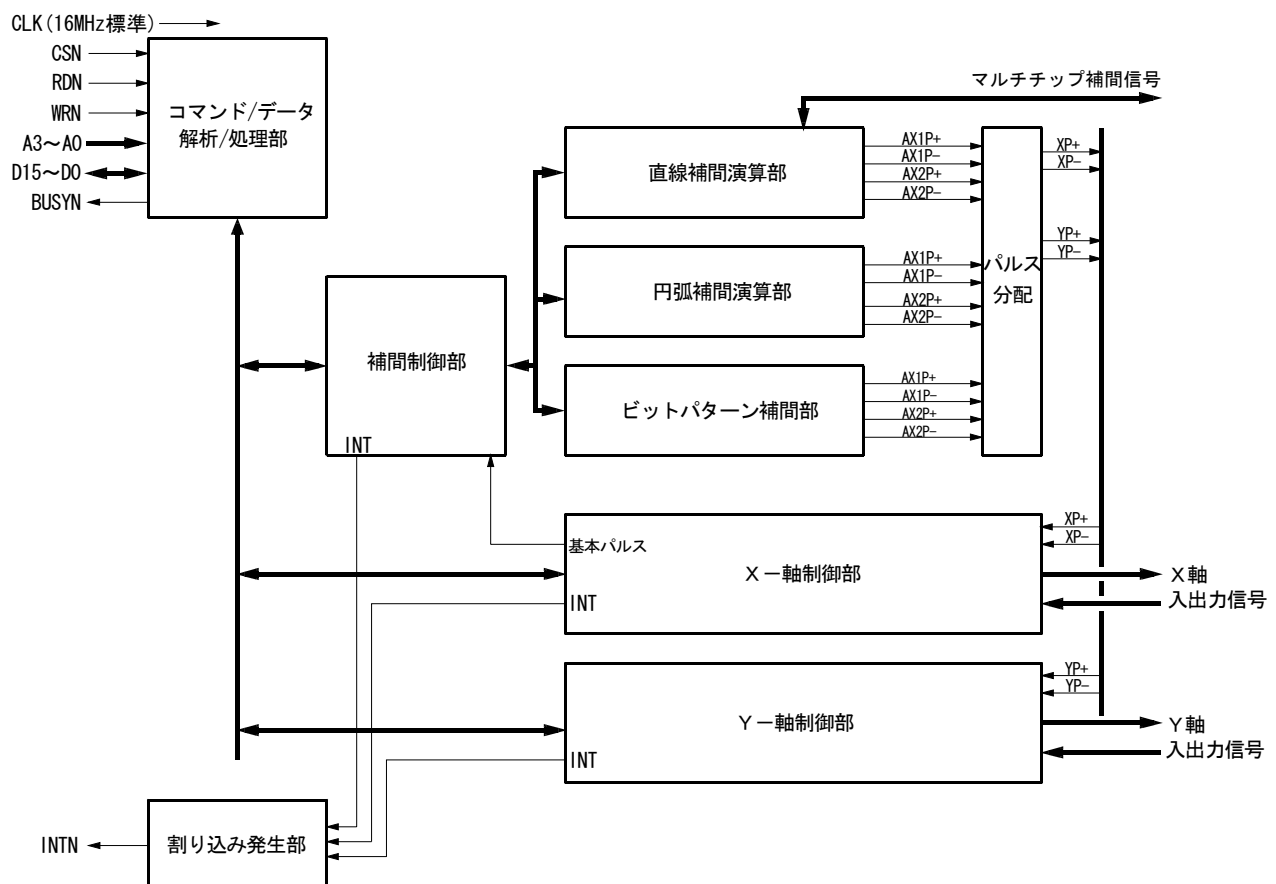
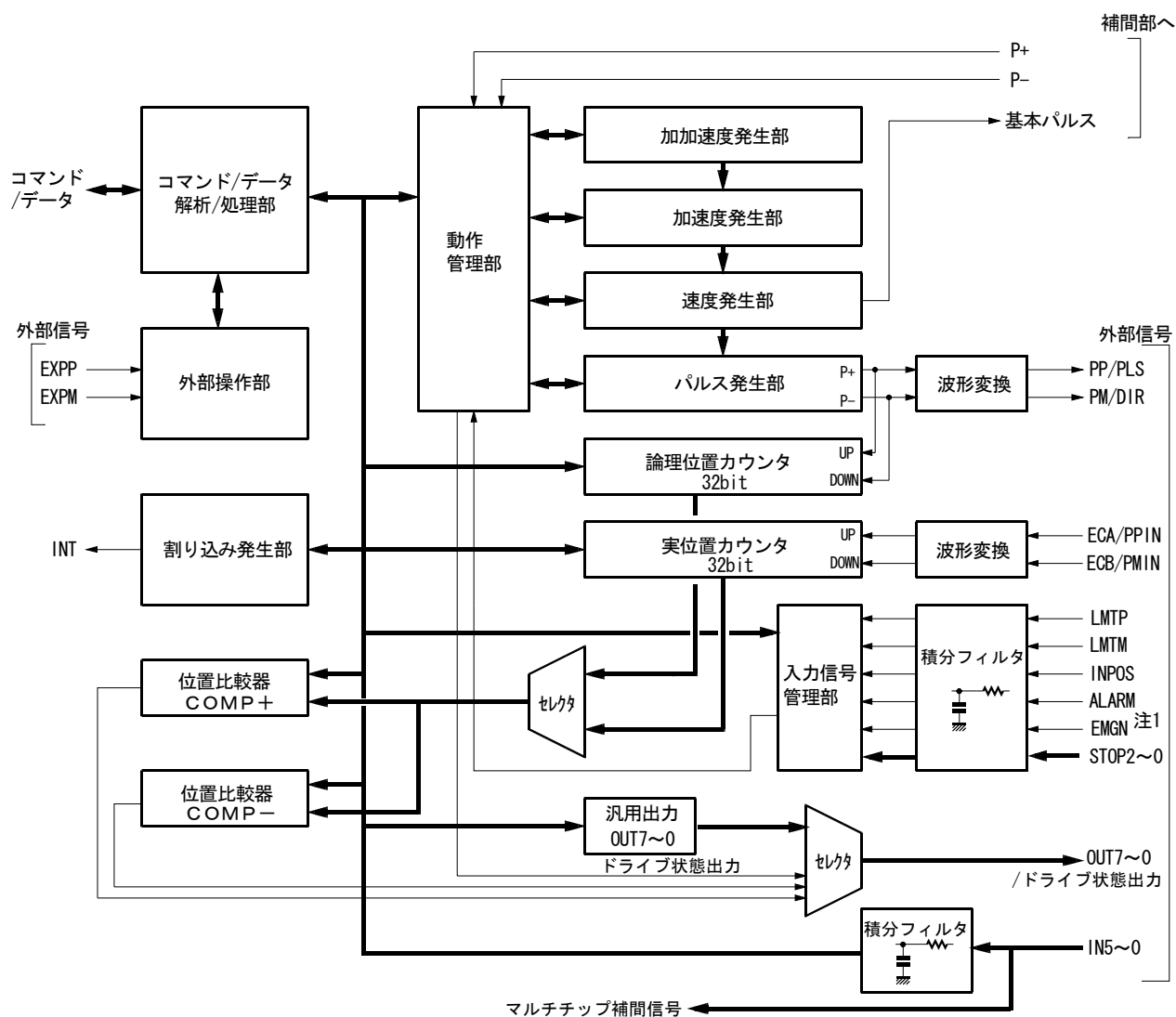


図1.1 MCX312 機能ブロック図



注1. EMGNは全軸共通です。

図1.2 軸制御部機能ブロック図

2. 機能説明

2.1 定量ドライブと連続ドライブ

各軸のドライブパルス出力は、基本的に、＋方向／－方向の定量ドライブ命令、または連続ドライブ命令で行います。

2.1.1 定量ドライブ

定量ドライブは、指定の出力パルス数だけ、定速または加減速ドライブします。移動対象物を決められた位置に移動させるときなど、ある定まった量の動作を行わせたいときに使用します。

加減速での定量ドライブの動作は、図2.1に示すように、出力パルスの残りが、加速時に消費されたパルス数より小さくなると減速を開始し、指定の出力パルスを出力し終わるとドライブを終了します。

定量ドライブを加減速で行うには、次のパラメータを設定する必要があります。

- | | |
|----------|-----|
| ● レンジ | R |
| ● 加／減速度 | A/D |
| ● 初速度 | SV |
| ● ドライブ速度 | V |
| ● 出力パルス数 | P |

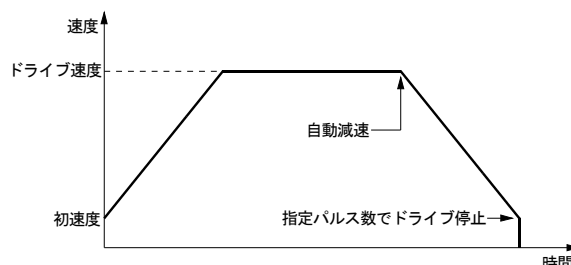


図2.1 定量ドライブ

■ ドライブ途中の出力パルス数の変更

定量ドライブの途中で出力パルス数を変更することができます。

加減速でドライブ中、出力パルスの残りが加速時のパルスより少なくなり、減速に入っているときに出力パルス数を変更された場合は、再び加速を始めます（図2.3）。

また、変更した出力パルス数が、すでに出し終えたパルス数より小さい場合は、即停止します（図2.4）。

S字加減速では、図2.3のような減速時に変更がかかると正しいS字カーブを描くことができませんので、ご注意ください。

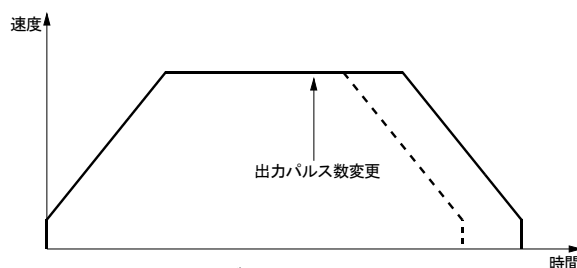


図2.2 ドライブ途中の出力パルス数変更

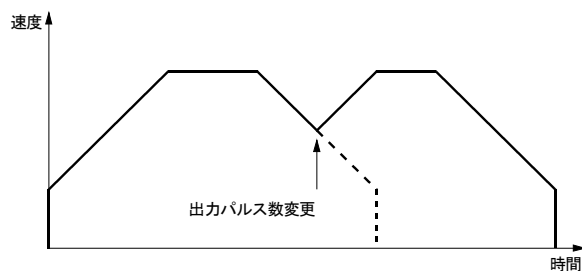


図2.3 減速時の出力パルス数変更

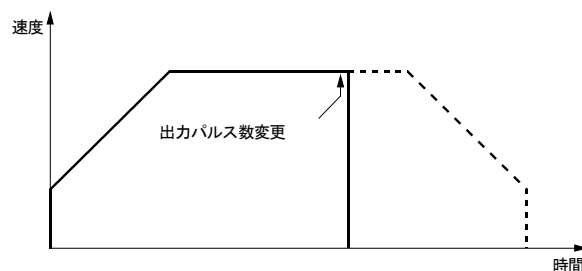


図2.4 出力されたパルスより少ないパルス数に変更

■ 加減速定量ドライブにおけるマニュアル減速

加減速の定量ドライブでは、通常、図2.1に示すように、ICが計算した減速点から自動減速しますが、この減速点をマニュアルで指定することもできます。下記のような場合には、自動減速点がはずれてきたり、まったく算出できなくなりますので、マニュアルで減速点を指定しなければなりません。

- 直線加減速定量ドライブにおいて、ドライブ途中に速度変更をたびたび行う。
- 円弧補間、ビットパターン補間、連続補間を加減速で行う。

マニュアル減速のモードにするには、WR3レジスタのD0ビットを1にし、マニュアル減速点設定命令(07h)によって減速点をセットします。その他の操作は、通常の定量ドライブと同様です。

■ 加減速定量ドライブにおける加速カウンタオフセット

加減速の定量ドライブの動作では、加速時に、加速で消費されるパルスを加速カウンタでカウントします。設定されている出力パルス数の残りが加速カウンタの値より少なくなると減速を開始し、減速には加速と同じパルス数を出力するようにしています。

加速カウンタオフセットは、この加速カウンタに指定のオフセット値を加算します。右図2.5に示すように、オフセット値を正の値で大きくするほど、自動減速ポイントが手前に移動してきますので、減速終了時の初速度での引きずりが長くなります。また、オフセット値を負の値でセットすると初速度まで落ちきらずに停止する傾向になります。

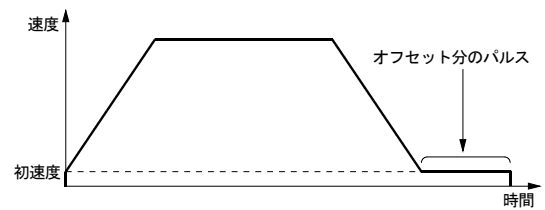


図2.5 加速カウンタオフセット

加速カウンタオフセットは、リセット時、8にセットされます。通常の直線加減速ドライブを行う場合には、このパラメータを再設定する必要はほとんどありません。非対称台形加減速やS字加減速の定量ドライブで、ドライブ終了時の引きずりパルスが問題になるときや、速度が初速度まで落ちきらないときなどに、加速カウンタオフセットを適当な値にセットして補正します。

2.1.2 連続ドライブ

連続ドライブは、上位からの停止命令、または外部からの停止信号がアクティブになるまで、連続してドライブパルスを出し続けます。原点サーチ、スキッピングジョグ送り、あるいは速度制御でモータを回転させるときなどに使用します。

停止命令には、減速停止命令と、即停止命令があります。また、外部からの減速／即停止信号は各軸STOP2～STOP0の3点が用意されています。各々の信号は、有効／無効、アクティブレベルをモード設定することができます。

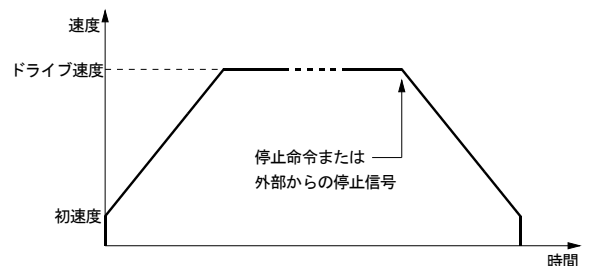


図2.6 連続ドライブ

■ 連続ドライブによる原点検出動作

エンコーダZ相信号、原点信号、原点近傍信号などをnSTOP2～0に割り当てます。（エンコーダZ相信号はnSTOP2に割り当ててください。）各軸のWR1レジスタのD5～0ビットで各信号の有効／無効、論理レベルを設定します。高速サーチの場合は、加減速で連続ドライブを行います。有効に設定した信号がアクティブレベルになると減速停止します。低速サーチの場合は、定速で連続ドライブを行います。有効に設定した信号がアクティブレベルになると即停止します。

連続ドライブを加減速で行うには、出力パルス数以外は、定量ドライブと同様のパラメータを設定する必要があります。

2.2 速度カーブ

各軸のドライブパルス出力は、基本的に、＋方向／－方向の定量ドライブ命令、または連続ドライブ命令で行いますが、これらのドライブを、モード設定あるいは動作パラメータの値によって、定速、直線加減速、非対称直線加減速、S字加減速の速度カーブにすることができます。

2.2.1 定速ドライブ

定速ドライブは、常に一定の速度でドライブパルスを出します。

本ICでは、ドライブ速度を初速度以下に設定すると加減速ドライブは行われず、始めから、一定速ドライブになります。

原点サーチや、エンコーダのZ相サーチなど、信号を検出したら即停止させたい時は、加減速ドライブを行わず、始めから低スピードの定速ドライブを行います。

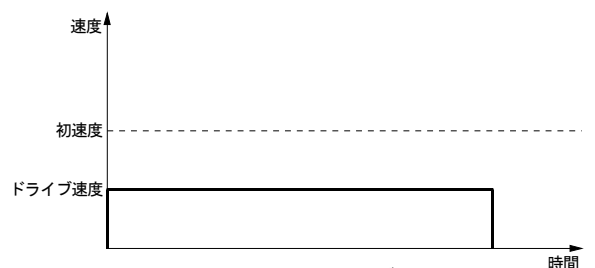


図2.7 定速ドライブ

定速ドライブを行うには、次のパラメータを設定する必要があります。○印は必要に応じて。

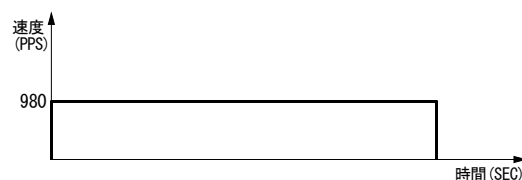
- レンジ R
- 初速度 SV
- ドライブ速度 V
- 出力パルス数 P ; 定量ドライブのとき使用します。

■ パラメータ設定例

右図のように980PPSで、定速ドライブします。

レンジ R=8,000,000 ; 倍率=1
 初速度 SV=980 ; 初速度 ≥ ドライブ速度
 ; の値を設定
 ドライブ速度 V=980

各パラメータについては6章を参照してください。



2.2.2 直線加減速ドライブ

直線加減速ドライブは、ドライブ開始の初速度から、指定の加速度の一次直線でドライブ速度まで加速します。

定量ドライブでは、加速度と減速度が同じ値の場合は、加速時に消費するパルスがカウントされ、出力パルスの残りが加速パルスより少なくなると減速を開始します（自動減速）。減速時は、指定の減速度の一次直線で初速度まで減速します。

加速中に減速停止がかかったとき、また定量ドライブにおいて、出力パルス数が、ドライブ速度までの加速で必要とするパルス数に満たない場合は、図2.8のように加速途中から減速します。三角防止モードにすると出力パルス数が少なくてもこのような三角波形を台形波形にすることができます。下記の定量ドライブの三角防止の項を参照してください。

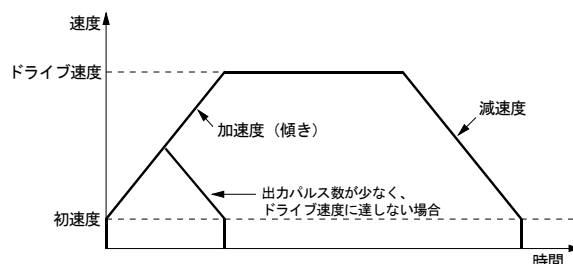


図2.8 直線加減速ドライブ

直線加減速ドライブを行うには、次のパラメータを設定する必要があります。○印のパラメータは必要に応じて設定します。

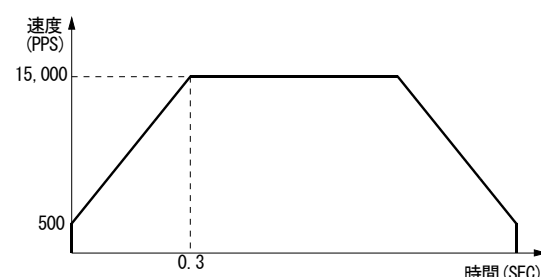
- レンジ R ; A ; 加速度および減速度
- 加速度 A ; D ; 加速度/減速度個別設定のときの減速度です。
- 減速度 D
- 初速度 SV
- ドライブ速度 V
- 出力パルス数 P ; 定量ドライブのとき使用します。

■ パラメータ設定例

右図のように、初速度:500PPSで、ドライブ速度:15,000PPSまでを0.3秒で直線加速/減速します。

レンジ R=4000000 ; 倍率=2
 加速度 A=193 ; (15000-500)/0.3=48333PPS/SEC
 ; (48333/125)/2=193
 初速度 SV=250 ; 500/2=250
 ドライブ速度 V=7500 ; 15000/2=7500

各パラメータについては6章を参照してください。



■ 定量ドライブの三角防止

三角防止機能は、直線加減速の定量ドライブにおいて、出力パルス数が少なくても、三角波形を防止する機能です。本 I C は、加速中に加速時と減速時に消費するパルス数が総出力パルス数の1/2を越えると加速を停止し定速域に入ります。従って出力パルスがいくら少なくても出力パルス数の1/2が定速域になります。三角防止機能は、リセット時には有効になっていません。WR3レジスタのD5ビットを1にセットすると有効になります。

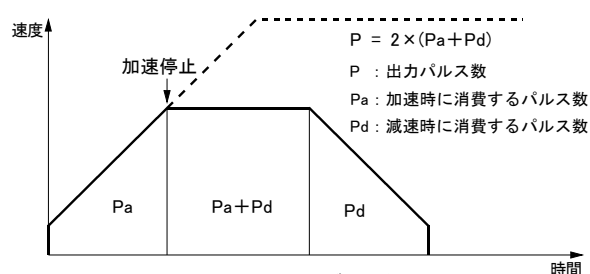


図2.9 直線加減速ドライブの三角防止

【注意】 定量ドライブ以降で連続ドライブおよび円弧補間を行なう場合には、その前にWR3/D5ビットは0に戻してください。

2.2.3 非対称直線加減速ドライブ

半導体ウェーハのスタッキング装置など、垂直方向に対象物を動かす場合、対象物に対して重力加速度が加わるために上下移動の加速度と減速度を変えたい場合があります。

本 I C は、このように加速度と減速度の異なる非対称直線加減速の定量ドライブにおいても自動減速させることができます。あらかじめ計算によってマニュアル減速点を設定しておく必要はありません。図2.10は、加速度より減速度が大きい例、図2.11は減速度より加速度が大きい例ですが、このような非対称の直線加減速においても、出力パルス数 P と、各速度パラメータ値から減速開始点を I C 内部で算出します。

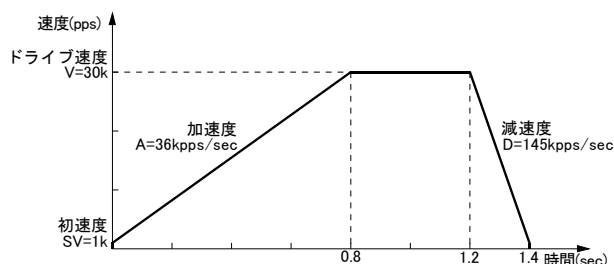


図2.10 非対称直線加減速ドライブ（加速度<減速度）

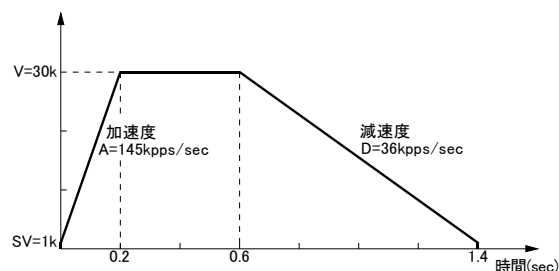


図2.11 非対称直線加減速ドライブ（加速度>減速度）

非対称直線加減速の定量ドライブにおいて自動減速させるには、減速度設定値を有効にするためにWR3レジスタのD1(DSNDE)ビットを1にセットし、加減速定量ドライブにおける減速を自動減速にするために同じWR3レジスタのD0(MANLD)は0にセットします。

WR3/D1 (DSNDE)	1	; 減速度設定値有効
WR3/D0 (MANLD)	0	; 加減速定量ドライブの減速を自動減速

さらに、通常の直線加減速ドライブを行うのと同様に、次のパラメータを設定する必要があります。

- レンジ R
- 加速度 A
- 減速度 D
- 初速度 SV
- ドライブ速度 V
- 出力パルス数 P

【注意】

- 加速度>減速度（図2.11）の場合、加速度と減速度の比率に次のような条件があります。
また、この場合はドライブ速度を2MPPS以下で使用してください。

$$D > A \times \frac{V}{4 \times 10^6}$$

ただし CLK=16MHz

例えば、ドライブ速度 V=100kpps とすると、減速度 D は加速度 A の値の 1/40 より大きな値にしなければなりません。1/40 より小さくすることはできません。

- 加速度>減速度（図2.11）の場合、加速度 A と減速度 D の比率が大きくなればなるほど引きずりパルスが多くなります（A/D=10 倍で最大 10 パルス程度）。引きずりパルスが問題になる場合には、①初速度を上げる、②加速カウンタオフセットにマイナス値をセットする、等で対処します。

2.2.4 S字加減速ドライブ

本ICは、ドライブ速度の加速および減速時において、加速度／減速度を一次直線で増加／減少させることにより、速度のS字カーブを作り出します。

S字加減速ドライブは、図2.12に示すような動作で行います。

ドライブが開始されると、加速時では、加速度が0から指定値(A)まで、指定の加加速度(K)で直線増加します。従って、このときの速度カーブは、2次の放物線曲線になります(a区間)。加速度が指定値(A)に達すると、加速度はその値を維持します。このときの速度カーブは直線で加速することになります(b区間)。目的のドライブ速度(V)と現在速度との差が、加速度を増加したときに消費した速度分より少なくなると、加速度は0に向かって減少を始めます。減少の割合は増加時と同じで、指定の加加速度(K)で直線で減少します。このときの速度カーブは2次の放物線になります(c区間)。このように加速において加速度が一定になる部分を持つ場合、本書では部分S字加速といえます。

一方、a区間において、加速度が指定値(A)に達する前に、目的のドライブ速度(V)と現在速度との差が、加速度を増加したときに消費した速度分より少なくなると、b区間がなくなり、aからc区間に移行します。このように、加速において加速度が一定になる部分がない加速を完全S字加速といえます。

部分S字加速、完全S字加速の速度カーブの例は、後記のパラメータ設定例および付録Aを参照してください。

速度の減速時においても、加速と同様に、減速度を一次直線で増加／減少させて、速度のS字カーブを生成します(d, e, f区間)。また、連続ドライブ途中でドライブ速度が変更した場合の加速／減速においても、同様の動作を行います。

S字加減速ドライブを行わせるには、nWR3レジスタのD2ビットを1にし、次のパラメータを設定する必要があります。

- レンジ R
- 加加速度 K
- 加速度 A ; 加速度および減速度が、0からこの値まで直線的に増加します。
- 減速度 D ; 加速度／減速度個別設定のとき、減速度の指定値になります。
- 初速度 SV
- ドライブ速度 V

- 出力パルス数 P ; 定量ドライブのとき使用します。

■ 定量ドライブでの三角波形防止機能

直線加減速ドライブでは、定量ドライブで、出力パルスがドライブ速度までの加速に必要なパルスに満たない場合や、加速時に減速停止させたときは、速度カーブが三角波形となります。S字加減速ドライブでは、このような場合においても、速度カーブの滑らかさを保つために、次のような方式をとっています。

初速度を0としたとき、加速度をある加加速度で時間tまで増加させます。この時、時間tにおける速度は、

$$v(t) = at^2$$

で表せます。よって、0から時間tまでに消費するパルス数は、0から時間tまで速度v(t)を積分した値ですから、

$$p(t) = 1/3 \times at^3$$

となります。この値は、加加速度の値に関係なく、 $at^2 \times t$ (図中の一ますのパルス数)の1/3であることを表しています。

定量ドライブにおいて、0から時間tまで加速度をある加加速度で増加させ、時間tから同じ加加速度で加速度を減少させます。加速度が0になったら、減速時も同様に、同じ加加速度で増加／減少を行うと、全体で消費されるパルス数は、図の示すように、

$$1/3 + 2/3 + 1 + 2/3 + 1 + 1/3 = 4 \text{ ます目分}$$

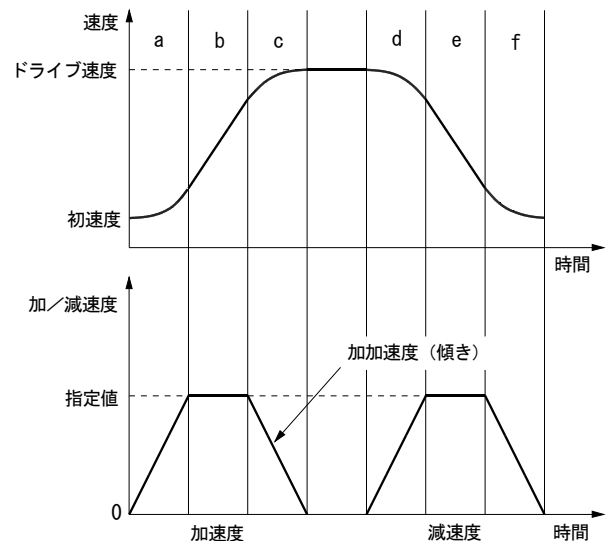


図2.12 S字加減速ドライブ

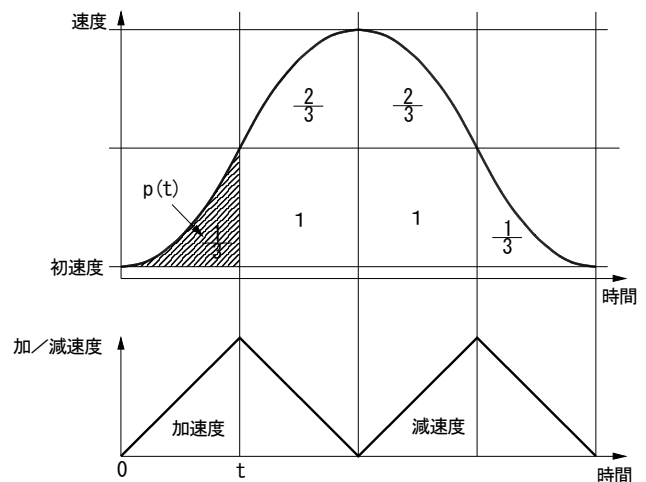


図2.13 放物線加減速の1/12則

のパルス数になります。従って、始めの0から時間tまでのパルス数（1/3ます目）は全体のパルス数の1/12になります。

以上の理由により、本ICでは、S字加減速の定量ドライブにおいて、加速度増加時のパルスが総出力パルスの1/12より大きくなると、加速度減少に移行し、図のような速度カーブを描くようにしています。[1/12則]
しかし、この方式は、厳密には初速度=0のとき理想のカーブになります。初速度は、実際は0にはできませんので、図中の速度0から初速度までのパルス数が余ることになり、この分はピーク速度時に出力されることになります。

また、加速度が定加速度域においては、詳しい記述は省かさせていただきますが、加速時の出力パルスが総出力パルスの1/4になると加速度減少を始めるようにしています。[1/4則]

■ 減速停止での三角波形防止機能

直線加減速ドライブでは、加速時に減速停止させたときは、速度カーブが三角波形となります。

S字加減速ドライブでは、速度カーブの滑らかさをあくまで重視しますので、図2.14のように加速時に減速停止がかかった場合、すぐ減速に移行せず、加速度をいったん0まで減少させて、それから減速に移行します。

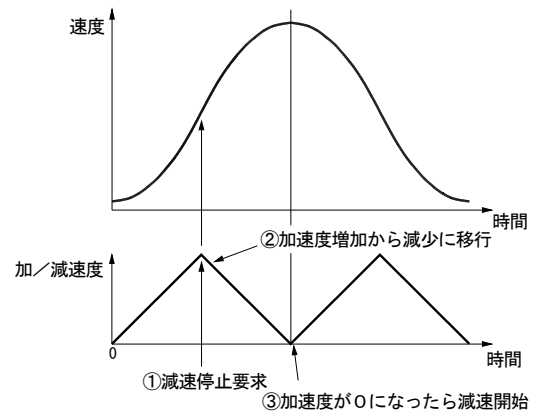


図2.14 S字加減速における加速時の減速停止

■ S字加減速ドライブ時の注意事項

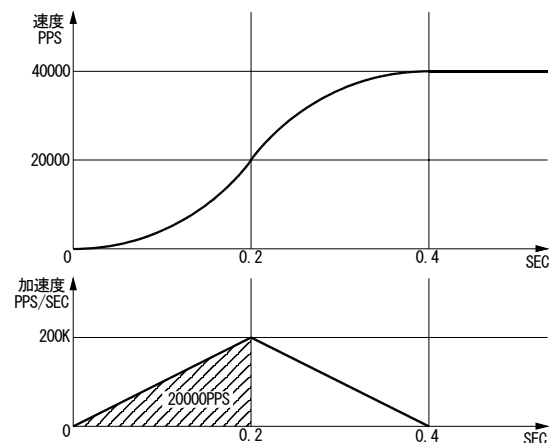
- S字加減速の定量ドライブにおいて、ドライブ速度をドライブ途中で変更することはできません。
- S字加減速の定量ドライブにおいて、減速時に出力パルス数を変更すると正しいS字カーブを描くことができません。
- 円弧補間、ビットパターン補間、連続補間は、S字加減速では、ドライブできません。
- S字加減速の定量ドライブを行なう時、初速度を非常に低く（設定値で100以下に）設定すると、ドライブ終了時に尻切れ（速度が初速度まで落ちきらないうで目的位置に到達しドライブを終了する現象）や、引き摺り（速度が目的位置手前で初速度に落ちてその後目的位置まで初速度で引き摺る現象）が発生する場合があります。初速度の設定値は100以上の値を設定して下さい。
- S字加減速の定量パルスドライブにおいて、指定の速度に到達しない場合があります。

■ パラメータ設定例1（完全S字加減速）

右図に示すように、40KPPSまでを0.4秒で、完全S字加速で立ち上げる例です。

まず、計算上、初速度は0として無視します。
完全S字加速ですので、0.4秒の1/2の0.2秒で、速度を40000PPSの1/2の20000PPSまで上げて、残りの0.2秒で40000PPSまで上げることになります。このとき、加速度は、0.2秒まで直線増加しますが、このときの積分値（斜線の面積）が、立ち上げる速度20000PPSに相当します。従って、0.2秒時点の加速度は、 $20000 \times 2 / 0.2 = 200\text{KPPS/SEC}$ となり、加速度の増加率である加加速度は、 $200\text{K} / 0.2 = 1000\text{KPPS/SEC}^2$ となります。

完全S字加減速の場合は、速度カーブは、加加速度だけで決まりますので、加/減速度は、部分S字にならないように、200KPPS/SEC以上の値を設定しておきます。



レンジ	R=800000	;	倍率=10
加加速度	K=625	;	$((62.5 \times 10^6) / 625) \times 10$
		;	$= 1000 \times 10^3 \text{ PPS/SEC}^2$
加速度	A=160	;	$125 \times 160 \times 10 = 200 \times 10^3 \text{ PPS/SEC}$
初速度	SV=100	;	$100 \times 10 = 1000 \text{ PPS}$
ドライブ速度	V=4000	;	$4000 \times 10 = 40000 \text{ PPS}$

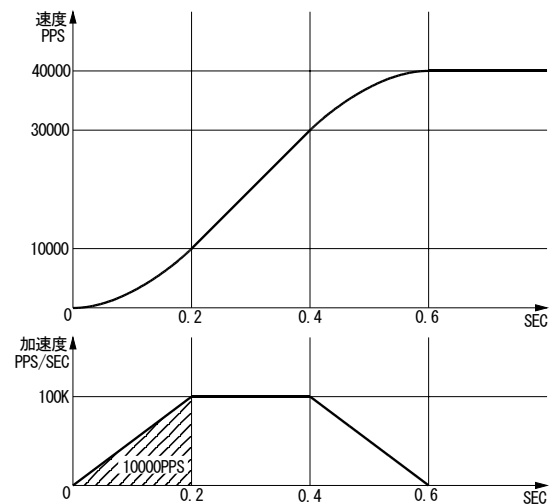
各パラメータについては6章を参照してください。

■ パラメータ設定例 2（部分S字加減速）

右図に示すように、10KPPSまでを0.2秒で放物線加速し、10KPPSから30KPPSまでを0.2秒間、直線加速し、残りの30KPPSから40KPPSを0.2秒で放物線加速する部分S字加速の例です。

上記の例と同様に、初速度は0として無視します。
 始めの10000PPSまでの加速において、加速度は0.2秒まで直線増加します。このときの積分値（斜線の面積）が、立ち上げる速度10000PPSに相当します。従って、0.2秒時点の加速度は、 $10000 \times 2 / 0.2 = 100000 \text{ PPS/SEC}^2$ となり、加速度の増加率である加加速度は、 $100K / 0.2 = 500K \text{ PPS/SEC}^2$ となります。

レンジ R=800000 ; 倍率=10
 加加速度 K=1250 ; $((62.5 \times 10^6) / 1250) \times 10$
 ; $= 500 \times 10^3 \text{ PPS/SEC}^2$
 加速度 A=80 ; $125 \times 80 \times 10 = 100 \times 10^3 \text{ PPS/SEC}$
 初速度 SV=100 ; $100 \times 10 = 1000 \text{ PPS}$
 ドライブ速度 V=4000 ; $4000 \times 10 = 40000 \text{ PPS}$



2.2.5 ドライブパルス幅と速度精度

■ ドライブパルスのパルス比率

各軸の+方向／-方向のドライブパルスにおいて、ドライブ速度によって決まるパルス周期の時間は、演算上の誤差±1 SCLK（CLK=16MHzのとき±125nSEC）はありますが、基本的にはHiレベルとLowレベルに50%づつ振り分けられます。例えば、下図に示すように、R=8000000、V=1000（倍率=1、ドライブ速度=1000PPS）に設定すると、ドライブパルスは、Hiレベル幅=500μS、Lowレベル幅=500μS、周期=1.00 mSのパルスを出力します。



図2.15 ドライブパルス出力（1000PPS）

しかし、加減速ドライブの加速時においては、1つのドライブパルスを出している間にもドライブ速度は上昇していきますので、Lowレベルのパルス幅がHiレベルより短くなります。逆に、減速時においては、Lowレベルのパルス幅がHiレベルより長くなります。

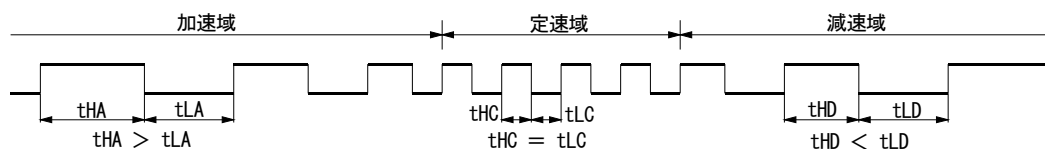


図2.16 加減速ドライブ時のドライブパルス幅比較

■ ドライブ速度の精度

本 I C では、ドライブパルスを生成する回路は、すべて入力クロック信号 (CLK) を内部で 2 分周した SCLK で動作しています。CLK 入力値が、標準の 16MHz であれば、SCLK は 8 MHz になります。ある周波数のドライブパルスを生成しようとする場合、もし、ジッターのない均一な周波数のドライブパルスを作ろうとすると、下表に示すように、SCLK の周期の整数倍の周期を持った周波数しか作り出すことができません。

	ドライブ速度 (PPS)		ドライブ速度 (PPS)		ドライブ速度 (PPS)		ドライブ速度 (PPS)
2	4.000 M	11	727 K	95	84,211	995	8040
3	2.667 M	12	667 K	96	83,333	996	8032
4	2.000 M	13	615 K	97	82,474	997	8024
5	1.600 M	14	571 K	98	81,632	998	8016
6	1.333 M	15	533 K	99	80,808	999	8008
7	1.143 M	16	500 K	100	80,000	1000	8000
8	1.000 M	17	471 K	101	79,208	1001	7992
9	889 K	18	444 K	102	78,431	1002	7984
10	800 K	19	421 K	103	77,670	1003	7976
		20	400 K	104	76,923	1004	7968

これでは任意のドライブ速度を設定することができなくなります。そこで、本 I C では、次の例に示すような方式により、任意のドライブ速度を出力するようにしています。

レンジ設定値：R=80,000 (倍率=100)、ドライブ速度設定値：V=4900 とすると、 $4900 \times 100 = 490$ KPPS のドライブパルス出力ですが、上記の表に示すように、均一な周波数で 490KPPS を出力することはできません。そこで、下図 2.17 に示すように、SCLK の 16 整数倍の 500KPPS の周波数と 17 整数倍の 471KPPS の周波数を合成して出力しています。490KPPS の周期は、SCLK (8MHz) の周期の 16.326 倍なので、SCLK の 16 倍周期のパルスと 17 倍周期のパルスを 674 : 326 の比率で出力し、単位時間当たりの平均周期が 16.326 になるようにしています。



図2.17 SCLK周期に対する490KPPSドライブパルスの周期

この方式により、指定された速度のドライブパルスを精度良く出力することができます。速度倍率を上げるほど、指定できるドライブ速度は粗くなりますが、本 I C では、速度倍率を上げても、指定した速度に対する実際に出力されるドライブパルスの速度精度は、±0.1%以下におさえています。

ドライブパルスをオシロスコープで観測すると、ドライブパルスの周期が SCLK の周期の整数倍でないときには、上図のように、パルス周期に 1 SCLK (125nSEC) の時間差が生じますので、これがジッターのように見えますが、本 I C は、この 1 SCLK の時間差によって正しいドライブ速度を作り出しています。この 1 SCLK の時間差は、モータを回す場合、負荷の慣性に吸収され、ほとんど問題になりません。

2.3 ポジション管理

下図2.18は、1軸分のポジション管理部の回路ブロック図です。各軸とも、現在位置を管理のための32ビットアップダウンカウンタを2個と、現在位置を大小比較するためのコンペアレジスタを2個持っています。

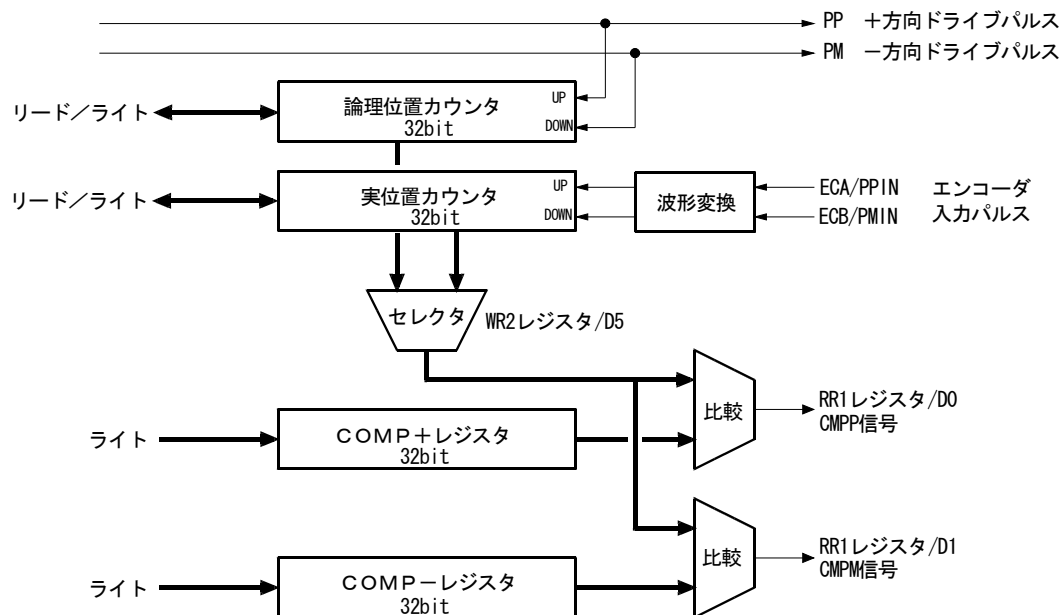


図2.18 ポジション管理部ブロック構成

2.3.1 論理位置カウンタと実位置カウンタ

論理位置カウンタは、+方向/-方向のドライブ出力パルスをIC内部でカウントします。+方向1パルスで1カウントアップ、-方向1パルスで1カウントダウンします。

一方、実位置カウンタはエンコーダなど外部からの入力パルスをカウントします。入力パルスを2相信号にするか、独立2パルス（カウントアップ/ダウン）信号にするかをコマンドで選択することができます。2.6.3節を参照してください。

両カウンタとも、CPUからのデータの書き込み/読出しは常時可能です。カウント範囲は、-2,147,483,648～+2,147,483,647です。負の値は2の補数で扱います。リセット時の内容は不定です。

2.3.2 コンペアレジスタとソフトリミット

各軸は、図2.18に示すように、論理位置カウンタまたは実位置カウンタと大小比較ができる2個の32ビットレジスタ（COMP+、COMP-）を持っています。

2個のコンペアレジスタの比較対象を論理位置カウンタにするか、実位置カウンタにするかWR2レジスタのD5（CMPSEL）ビットで選択します。

COMP+レジスタは主に、論理/実位置カウンタに対して、ある範囲の上限を検出するためのレジスタです。論理/実位置カウンタがCOMP+レジスタの値より大きくなると、RR1レジスタのD0（CMP+）ビットが1になります。一方、COMP-レジスタは、論理/実位置カウンタに対して、ある範囲の下限を検出するためのレジスタです。論理/実位置カウンタがCOMP-レジスタの値より小さくなると、RR1レジスタのD1（CMP-）ビットが1になります。図2.19は、COMP+レジスタ値=10000、COMP-レジスタ値=-1000をセットした例です。

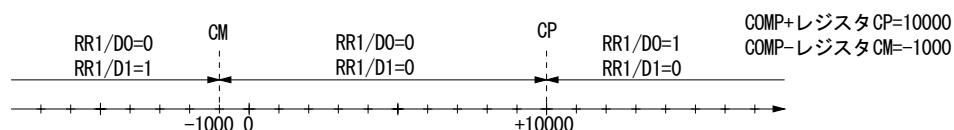


図2.19 COMP+/-レジスタ設定例

COMP+レジスタとCOMP-レジスタを、それぞれ+方向/−方向のソフトウェアリミットとして機能させることができます。WR2レジスタのD0, D1 (SLMT+, SLMT−) ビットを 1 にして、ソフトウェアリミットを有効にすると、ドライブ中に論理/実位置カウンタがCOMP+より大きくなると減速停止し、RR2レジスタのD0 (SLMT+) ビットに 1 が立ちます。このエラー状態は、一方方向のドライブ命令を実行して、論理/実位置カウンタがCOMP+レジスタより小さくなると解除されます。COMP-レジスタの一方方向についても同様です。

COMP+レジスタとCOMP-レジスタは常時書き込み可能です。リセット時の内容は不定です。

2.3.3 位置カウンタの可変リング

論理位置カウンタおよび実位置カウンタは32ビット長のアップダウンリングカウンタです。従って通常は、32ビット長の最大値であるFFFFFFFFhから+方向へカウントアップすると値が0に戻ります。また、0の値から−方向へカウントダウンするとFFFFFFFFhに戻ります。可変リング機能はこのリングカウンタの輪の最大値を任意の値に設定する機能です。位置決め軸が直線運動ではなく、1回転すると元の位置に戻るような回転運動をする軸の位置管理をする場合に便利な機能です。

可変リング機能を有効にするには、WR3レジスタのD6 (RING) ビットを 1 にセットし、論理位置カウンタの最大値をCOMP+レジスタに、実位置カウンタの最大値をCOMP-レジスタに設定します。

例えば、10,000パルスで1回転する回転軸の場合、次のように設定します。

- ①可変リング機能を有効にするためにWR3/D6ビットに1をセット。
- ②論理位置カウンタの最大値としてCOMP+レジスタに9,999 (270Fh) を設定。
- ③実位置カウンタも使用する場合はCOMP-レジスタに9,999 (270Fh) を設定。

このときのカウント動作は、

- +方向へカウントアップ時には、…→9998→9999→0→1→…となります。
- −方向へカウントダウン時には、…→1→0→9999→9998→…となります。

【注意】

- 可変リング機能の有効/無効は各軸ごとに設定しますが、論理位置カウンタと実位置カウンタはそれぞれ個別に有効/無効を設定できません。
- 可変リング機能を有効にするとソフトリミット機能は使用できません。

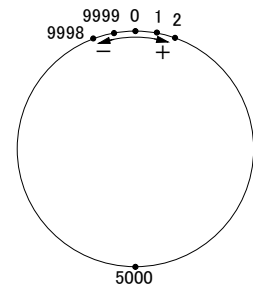


図2.20 位置カウンタリング最大値9999の動作

2.3.4 外部信号による実位置カウンタのクリア

原点出しにおけるZ相サーチを行わせるとき、Z相信号のアクティブレベルの立ち上がりで実位置カウンタをクリアさせる機能です。

通常、原点出しは原点近傍信号、原点信号、エンコーダZ相信号などをnSTOP2~0信号に割り当て、連続ドライブを実行することにより行います。指定の信号がアクティブになるとドライブが停止しますので、その後CPU側から論理位置/実位置カウンタをクリアします。しかしZ相をサーチするドライブ速度を低速にしてもサーボ系あるいは機械系の遅れから発生するZ相検出の位置ずれが問題になる場合に本機能を使用すると便利です。

エンコーダZ相サーチ時にZ相信号で実位置カウンタをクリアするには、図2.21に示すようにZ相信号をnSTOP2信号に割り当てます。

以下に実位置カウンタクリアを伴うZ相サーチのモード、コマンド設定の手順を記述します。

①レンジ、初速度を設定。

②Z相サーチのドライブ速度を設定。

ドライブ速度を初速度より低い値に設定すると、加減速ドライブは行われませんが、Z相を検出するとドライブパルスは即停止します。

③STOP2信号の有効とアクティブレベルを設定。

WR1/D5 (SP2-E) : 1, D4 (SP2-L) : 0 (Lowアクティブ) 1 (Hiアクティブ)

④STOP2信号による実位置カウンタクリアを有効に設定。

WR1/D6 : 1

⑤+方向または一方方向連続ドライブ命令を発行。

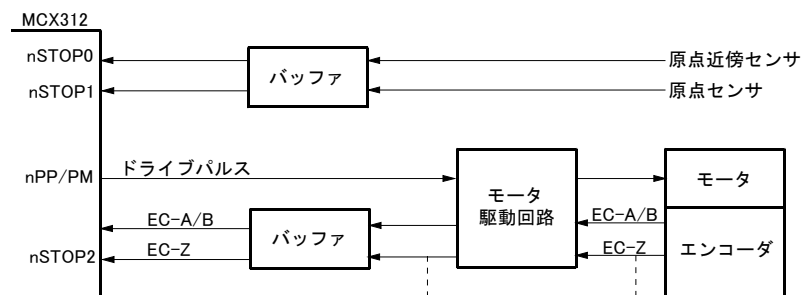


図2.21 STOP2信号による実位置カウンタクリアの信号接続例

以上の操作を行うと、図2.22に示すように、指定方向にドライブを開始し、Z相信号がアクティブレベルになると、ドライブパルスが停止するとともに、実位置カウンタはZ相信号アクティブレベルの立ち上がりでクリアされます。

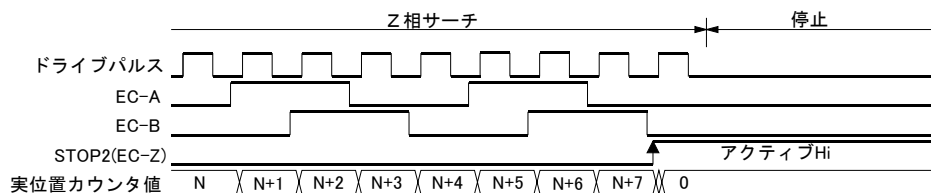


図2.22 STOP2信号による実位置カウンタクリアの動作例

【注意】

- 実位置カウンタをクリアできる信号はnSTOP2信号のみです。nSTOP1, 0信号ではクリアできません。
- nSTOP2信号のアクティブレベル幅は入力信号フィルタが無効の場合、4 CLKサイクル以上が必要です。入力信号フィルタが有効の場合は、入力信号遅延の倍以上の時間が必要です。
- Z相サーチは、位置検出精度を上げるために、必ず一方の方向からの検出を行うことを推奨します。
- 実位置カウンタクリア機能を有効にするために、WR1レジスタのD6, 5, 4の設定を行う時、すでにnSTOP2信号がアクティブレベルになっている場合は、WR1/D6, 5, 4を設定した時点でも実位置カウンタがクリアされます。

【注意】実位置カウンタクリア機能を使用する場合は、必ずSTOP2信号に対して入力信号フィルタ（2.6.9節参照）を有効にしてください。信号をスルーで通すと、1Cの不具合のため、クリアされない場合があります。

2.4 補間

本 I C は、X、Y 2 軸の直線補間、円弧補間、ビットパターン補間ドライブを行うことができます。

補間ドライブでは、X 軸に設定された速度パラメータ値によって発生する基本パルスのタイミングで各軸の補間演算が行われます。従って、補間命令を発行する前に、X 軸の初速度、ドライブ速度等のパラメータが設定されていなければなりません。

各々の補間命令に必要なパラメータをセットし、補間ドライブ命令を WR0 コマンドレジスタに書き込むと、補間ドライブは開始されます。補間ドライブ中は、RR0 主ステータスレジスタの D8 (I-DRV) ビットが 1 になり、ドライブが終了すると 0 に戻ります。また、補間ドライブ中は、D1 (Y-DRV)、D0 (X-DRV) ビットにも 1 が立ちます。

補間演算は、直線補間、円弧補間、ビットパターン補間ともに、最高 4 MPPS まで行えます。ただし、連続補間のときは、最高 2 MPPS までです。

● 補間時のオーバーランリミット等のエラー

補間ドライブにおいても、ドライブする各軸のハードリミット、ソフトリミットは作動します。補間ドライブ中、いずれの軸のリミットがアクティブになっても、補間ドライブは停止します。エラーで停止した場合は、RR0 (主ステータスレジスタ) の D5 (Y-ERR)、D4 (X-ERR) エラービットを確認し、1 が立っていれば、その軸の RR2 (エラーレジスタ) を読み出します。

【注意】円弧補間、およびビットパターン補間では、+ 方向 / - 方向いずれの方向のハードリミット、およびソフトリミットがアクティブになっても補間が停止する場合があります。従って、円弧補間、およびビットパターン補間によるリミット領域からの脱出はできませんので、ご注意ください。

● サーボモータ用インポジション信号の対応

補間ドライブにおいても、X、Y 各軸のインポジション信号 (nINPOS) を有効にすると、補間ドライブ終了後、両軸の nINPOS 信号がアクティブレベルになるのを待ってから、RR0 レジスタの D8 (I-DRV) ビットが 0 に戻ります。

2.4.1 2 軸直線補間

直線補間は、現在座標に対する終点座標をセットし、2 軸直線補間命令 (30h) を書き込むと実行されます。

直線補間は、図 2.23 に示すように、現在座標から終点座標に向かって、直線補間を行います。

終点座標は、現在位置に対する相対値でそれぞれの軸の出力パルス数にセットします。出力パルス数は、各軸独立で動かすときは、符号無しでセットしますが、補間ドライブのときは、現在位置に対する終点座標を相対値でセットしますので、注意してください。

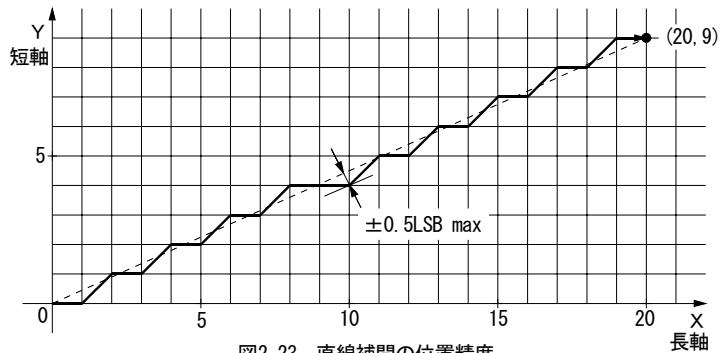


図2.23 直線補間の位置精度

指定直線に対する位置精度は、図 2.23 に示すように、全補間範囲内で ± 0.5 LSB です。

右図 2.24 は、直線補間のドライブパルス出力例です。セットされた終点の値のなかで絶対値が最も大きい軸が長軸となり、補間ドライブ中は、常にパルスを出します。他の軸は短軸となり、直線補間演算結果により、パルスを出さず、出さないときがあります。

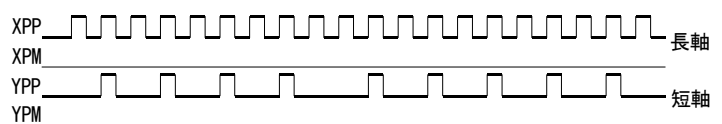


図2.24 終点(X:20,Y:9)のドライブパルス出力例

直線補間の座標範囲は符号付き 24 ビット長です。各軸とも現在位置から $-8,388,607 \sim +8,388,607$ の範囲で補間することができます。(注意: $-8,388,608$ はセットできません)

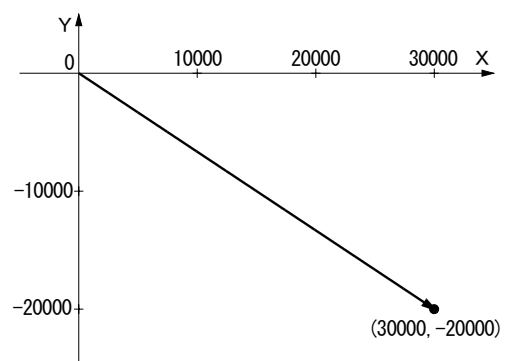
■ 2 軸直線補間ドライブの例

X、Y 軸について、現在位置から終点座標 (X: +30000, Y: -20000) まで直線補間します。補間ドライブ速度は、初速度: 500 PPS、加減速度: 40,000 PPS/SEC、ドライブ速度: 5,000 PPS の直線加減速ドライブとします。

WR6 ← 1200h 51bit ; レンジ: 8,000,000 (倍率: 1)
WR7 ← 007Ah 51bit
WR0 ← 0100h 51bit

WR6 ← 0140h 51bit ; 加減速度: 40,000 PPS/SEC
WR0 ← 0102h 51bit ; $40000/125/1 = 320$

WR6 ← 01F4h 51bit ; 初速度: 500 PPS
WR0 ← 0104h 51bit



WR6 ← 1388h ライト ; ドライブ速度 : 5000 PPS
 WR0 ← 0105h ライト

WR6 ← 7530h ライト ; 終点X軸 : 30000
 WR7 ← 0000h ライト
 WR0 ← 0106h ライト

WR6 ← B1E0h ライト ; 終点Y軸 : -20000
 WR7 ← FFFFh ライト
 WR0 ← 0206h ライト

WR0 ← 003Bh ライト ; 減速有効
 WR0 ← 0030h ライト ; 2軸直線補間ドライブ

2.4.2 円弧補間

X, Y 2 軸の円弧補間ドライブを行います。

円弧補間は、現在座標（始点）に対する円弧の中心座標、および終点座標をセットし、CW円弧補間命令か、CCW円弧補間命令を書き込むことで実行されます。中心座標、および終点座標の指定は、現在座標（始点）に対する相対値でセットしますのでご注意ください。

CW円弧補間は、現在座標から、終点座標に向かって、中心座標を中心に時計方向に、また、CCW円弧補間は、反時計方向に円弧を描きます。終点を (0, 0) にすると、真円を描くことができます。

円弧補間の演算では、図2.26に示すように、X軸とY軸による平面を、中心座標を中心に、0～7の8つの象限に分けています。図に示すように、0象限では、円弧上を移動する補間座標(x, y)は、常にY軸の絶対値の方がX軸の絶対値より小さくなります。絶対値の値が小さい軸の方を短軸とすると、1、2、5、6象限はX軸が短軸になり、0、3、4、7象限はY軸が短軸になります。短軸は、その象限の間、ドライブパルスを常に出力し、長軸は、円弧補間演算結果によって、パルスを出したり出さなかったりします。

図2.27は、現在座標から中心(-11, 0)、終点(0, 0)の指定で、半径11の真円を描かせた例です。また、図2.28にそのときのドライブパルス出力を示します。

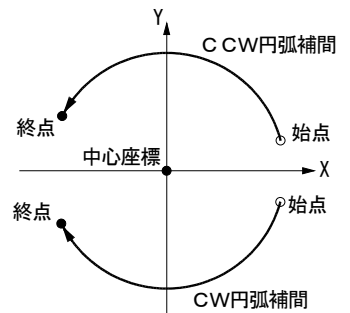


図2.25 CW/CCW円弧補間

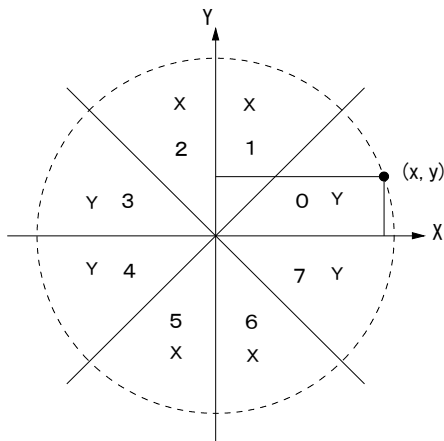


図2.26 円弧補間演算の0～7象限と短軸

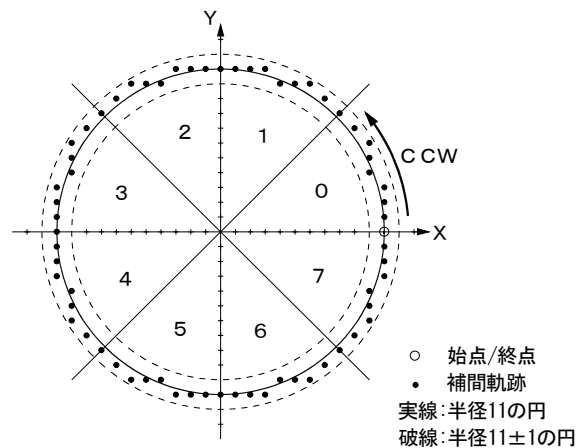


図2.27 円弧補間例

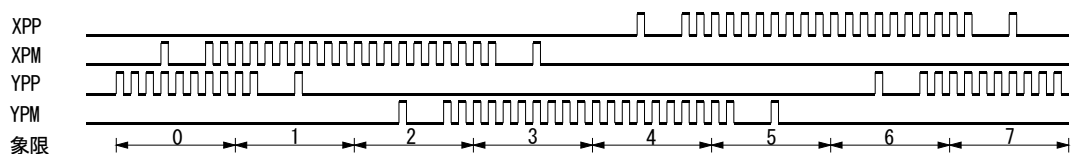


図2.28 円弧補間ドライブパルス出力例

■ 終点判定

円弧補間は、補間ドライブ開始前の現在座標を（0、0）として、中心座標の値によって、半径が決まり、円弧の軌跡を描いていきます。円弧演算の誤差は、補間座標範囲を通じて、±1LSBありますので、指定した終点必ず円弧の軌跡上にあるとは限りません。そこで、本 I C では、終点のある象限において、終点の短軸の値と等しくなったときに、円弧補間終了と判断しています。

図2.29は、現在位置(0,0)から中心(-200,500)、終点(-702,299)で、C C W円弧補間したときの例です。現在位置(0,0)と中心(-200,500)から決まる半径によってC C W方向に補間していきます。指定の終点(-702,299)は、中心との位置関係から、4象限にあります。補間が4象限に入ると、Y軸が短軸となりますので、Y軸の値が終点(-702,299)の299に達したときに補間終了と判断します。

補間座標範囲は現在位置から-8,388,608～+8,388,607です。指定円弧曲線に対する位置誤差は全補間範囲内で±1LSBです。補間速度は1PPS～4MPPSです。

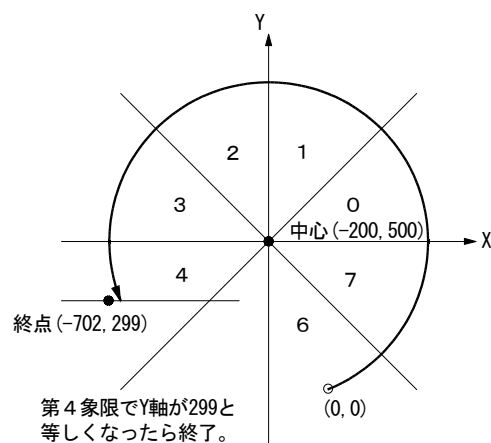
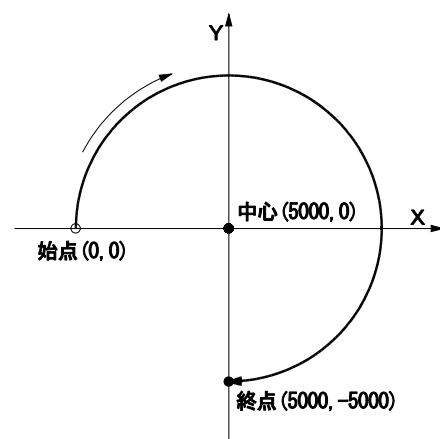


図2.29 円弧補間終了判定の例

■ CW円弧補間ドライブの例

X、Y軸について、現在位置（始点）から中心(X:5000,Y:0)、終点(X:5000,Y:-5000)でCW円弧補間します。補間ドライブ速度は、1000PPSの定速ドライブとし、線速一定モードで補間します。

WR5 ← 0100h 51t	; 線速一定モード
WR6 ← 0900h 51t	; レンジ : 4,000,000 (倍率 : 2)
WR7 ← 003Dh 51t	
WR0 ← 0100h 51t	
WR6 ← 4DC0h 51t	; 2軸線速一定のためレンジ :
WR7 ← 0056h 51t	; 4,000,000 × 1.414 = 5,656,000
WR0 ← 0200h 51t	
WR6 ← 01F4h 51t	; 初速度 : 500 × 2 = 1000 PPS
WR0 ← 0104h 51t	
WR6 ← 01F4h 51t	; ドライブ速度 : 500 × 2 = 1000 PPS
WR0 ← 0105h 51t	
WR6 ← 1388h 51t	; 中心 X : 5000
WR7 ← 0000h 51t	
WR0 ← 0108h 51t	
WR6 ← 0000h 51t	; 中心 Y : 0
WR7 ← 0000h 51t	
WR0 ← 0208h 51t	
WR6 ← 1388h 51t	; 終点 X : 5000
WR7 ← 0000h 51t	
WR0 ← 0106h 51t	
WR6 ← EC78h 51t	; 終点 Y : -5000
WR7 ← FFFFh 51t	
WR0 ← 0206h 51t	
WR0 ← 0032h 51t	; CW円弧補間ドライブ



2.4.3 2軸ビットパターン補間

上位CPUで作成したビットパターン化された補間データをパケット（ある決まった量のデータのかたまり）で受け取り、指定されたドライブ速度で補間パルスを連続的に出力する補間ドライブです。

ビットパターン補間では、X、Y各軸の＋方向、－方向のドライブパルスを1ビット1パルスで、それぞれのレジスタにセットします。ドライブパルスを出すときは“1”、出さないときは“0”にセットします。

例えば、右図2.30のような軌跡を描く場合、X＋方向、X－方向、Y＋方向、Y－方向のそれぞれのドライブパルスを出すときは“1”、出さないときは“0”とすると、ビットパターンデータは、下のようになります。

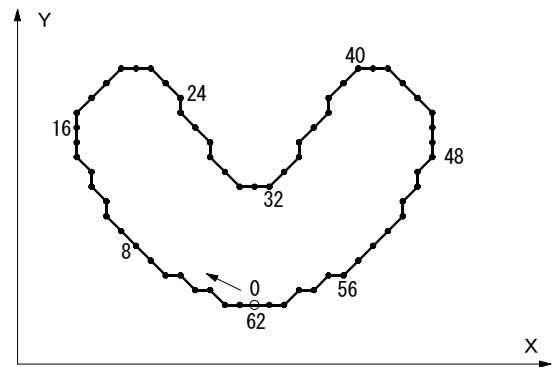


図2.30 ビットパターン図形例

```

←56←←48←←40←←32←←24←←16←←8←←0
01000000 00000000 00011111 11011011 11110110 11111110 00000000 00000000 :XPP(X＋方向)
01111111 11110101 00000000 00000000 00000000 00000000 00101011 11111111 :XPM(X－方向)
00000000 00000000 00000000 11111111 00000000 00001111 11111111 11010100 :YPP(Y＋方向)
00001010 11111111 11111100 00000000 00111111 11000000 00000000 00000000 :YPM(Y－方向)

```

図2.31は、ビットパターン補間のX軸のレジスタ構成を表しています。

BP1Pレジスタ、BP1Mレジスタは、上位CPUからビットパターンデータを書き込む16ビットレジスタです。（8ビットバスの際は、Lバイト、Hバイトに分けて書き込みます。）＋方向の16ビットのビットデータはBP1Pレジスタに、－方向のデータはBP1Mレジスタに書き込みます。ビットパターン補間が開始されると、D0から順に、ドライブパルスとして吐き出されていきます。

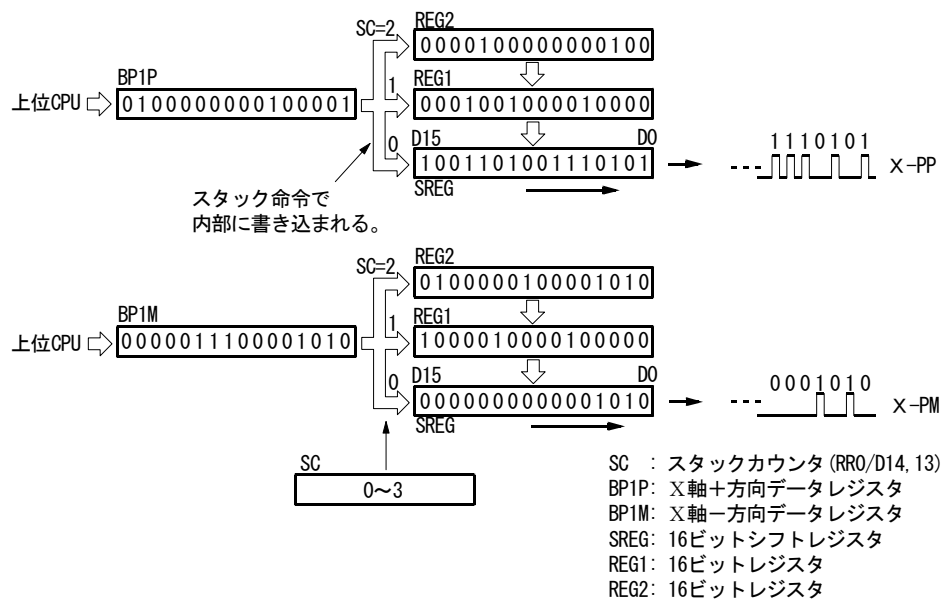


図2.31 ビットパターン補間のレジスタ構成（X軸分）

スタックカウンタ(SC)はビットパターンデータの蓄積量をカウントするカウンタで、0から3まで変化します。RR0レジスタのD14, 13ビットがスタックカウンタの値を示しています。スタックカウンタ(SC)は、データが書き込まれていないときは0を示しており、上位CPUからのBPデータスタック命令により1ずつ増加します。BP1P、BP1Mレジスタにセットされたデータは、BPデータスタック命令によって、内部の16ビットシフトレジスタ(SREG)、または2個の16ビットレジスタ(REG1, REG2)のいずれかに書き込まれます。このとき、スタックカウンタSC=0のときはSREGに、SC=1のときはREG1に、SC=2のときはREG2に書き込まれます。データが書き込み終わると、スタックカウンタ(SC)は1つ増加します。

2 軸ビットパターン補間命令により、ビットパターン補間が開始されると、X、YともX軸からの基本パルスに従って、16ビットシフトレジスタ(SREG)のD0ビットの値によってドライブパルスを出力していきます。D0の値が“1”のときはドライブパルスが出力され、“0”のときは出力されません。シフトレジスタの16ビットがすべて出力し終わるとレジスタREG1のデータがシフトレジスタに、レジスタREG2のデータがREG1に移り、スタックカウンタ(SC)が1つ減少します。

上位CPUは、スタックカウンタ(SC)が3になると、それ以上、ビットパターンデータを内部にスタックできませんが、補間ドライブが開始されると、ドライブパルスの吐き出しにともなって、スタックカウンタ(SC)の値が3→2→1と減少しますので、再びデータを書き込むことができます。スタックカウンタ(SC)=0は、補間ドライブ終了を意味しますので、連続してビットパターン補間する場合は、SC=2または1の間に次のデータをセットしなければなりません。SCの値が2から1に変わったとき上位CPUに対して割り込みを発生し、データ書き込みを要求することもできます。

■ 補間ドライブ速度の制限

ビットパターン補間のドライブ速度は、本IC側は最高4MHzまで可能です。しかし、ビット数が48ビットを越える場合には、CPUは補間ドライブ中にデータを補充していかなければなりませんので、補間ドライブ速度は、CPUのパターンデータのセットアップに要する時間に依存することになります。

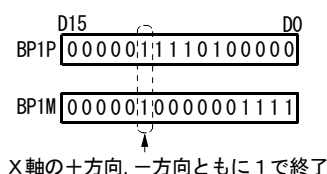
例えば、2軸ビットパターン補間で、CPU側が4×16ビットの演算とデータセット、およびBPデータスタック命令の発行で100μSECかかるとすると、補間ドライブ速度は1/(100μSEC/16)=160KPPS以下の速度でなければなりません。

■ ビットパターン補間の終了

ビットパターン補間は、次の2通りの方法で終了します。

① X軸データに終了コードを書き込む。

X軸の+方向、-方向のビットデータをともに“1”にすると、ビットパターン補間終了と判断します。



終了コードを検出すると、スタックカウンタ(SC)は強制的に0になり、以降にスタックされたビットパターンデータがあれば、それらはすべて無効となります。

② データ書き込みを中止する。

BPデータスタック命令による内部レジスタへのビットパターンデータの書き込みを中止すると、すべてのビットパターンデータをドライブパルスとして吐き出したのち、SC=0となり、補間ドライブを終了します。

■ 停止命令による補間ドライブ中断

ビットパターン補間ドライブ中にX軸に対して、即停止命令、あるいは減速停止命令を書き込むと、補間ドライブは停止します。再度、ビットパターン補間命令を書き込むと、ビットパターン補間を続けることができます。停止命令によってドライブを停止し、そのまま補間を終了する場合は、必ず、BPデータクリア命令によって、以降に書き込まれたデータをすべてクリアしてください。

■ ハードリミット、ソフトリミットによる停止

補間ドライブ中は、いずれの軸のハードリミット、ソフトリミットがアクティブになっても、補間ドライブは停止します。そのまま補間を終了する場合は、必ず、BPデータクリア命令によって、以降に書き込まれたデータをすべてクリアしてください。ビットパターン補間では、+方向/-方向いずれの方向のハードリミット、およびソフトリミットがアクティブになっても補間が停止する場合があります。従って、ビットパターン補間によるリミットオーバ領域からの脱出はできませんので、ご注意ください。

■ ビットパターンデータ書き込みレジスタ

16ビットバスおよび8ビットバスにおける、X軸、Y軸のビットパターンデータ書き込みレジスタのアドレスをそれぞれ下表に示します。

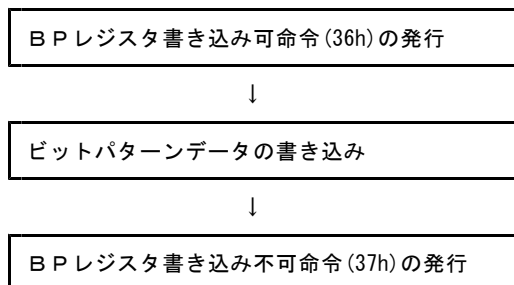
16ビットデータバスのビットパターンデータ書き込みレジスタのアドレス

アドレス A2 A1 A0			レジスタ名	内 容	通常時の同一アドレスのレジスタ
0	0	0			WR 0
0	0	1			nWR 1
0	1	0	B P 1 P	X 軸 +方向データレジスタ	nWR 2
0	1	1	B P 1 M	X 軸 -方向データレジスタ	nWR 3
1	0	0	B P 2 P	Y 軸 +方向データレジスタ	WR 4
1	0	1	B P 2 M	Y 軸 -方向データレジスタ	WR 5

8ビットデータバスのビットパターンデータ書き込みレジスタのアドレス

アドレス A3 A2 A1 A0				レジスタ名	内 容
0	1	0	0	B P 1 P L	X 軸 +方向データレジスタ 下位バイト
0	1	0	1	B P 1 P H	X 軸 +方向データレジスタ 上位バイト
0	1	1	0	B P 1 M L	X 軸 -方向データレジスタ 下位バイト
0	1	1	1	B P 1 M H	X 軸 -方向データレジスタ 上位バイト
1	0	0	0	B P 2 P L	Y 軸 +方向データレジスタ 下位バイト
1	0	0	1	B P 2 P H	Y 軸 +方向データレジスタ 上位バイト
1	0	1	0	B P 2 M L	Y 軸 -方向データレジスタ 下位バイト
1	0	1	1	B P 2 M H	Y 軸 -方向データレジスタ 上位バイト

ビットパターンデータ書き込みレジスタは、nWR2～WR5レジスタと同じアドレスです。本 I C がリセットされたときには、ビットパターンデータレジスタへのデータ書き込みはできません。データ書き込みは次の手順で行います。



【注意】ビットパターンデータの書き込み終了後、B P レジスタ書き込み不可命令 (37h) を発行しないと、バンクが切り換わったままの状態になっていますので、nWR2～WR5レジスタへの書き込みができません。必ずこの命令を発行してください。

■ ビットパターン補間ドライブ例

図2.30のビットパターン図形例を、1000PPSの定速ドライブ、線速一定モードで補間します。

WR5 ← 0100h 5ビット ; 線速一定

WR6 ← 0900h 5ビット ; 速度パラメータ設定

WR7 ← 003Dh 5ビット ; レンジ：4,000,000 (倍率：2)

WR0 ← 0100h 5ビット

WR6 ← 4DC0h 5ビット ; 線速一定のためのレンジ：
WR7 ← 0056h 5ビット ; $4,000,000 \times 1.414 = 5,656,000$

WR0 ← 0200h 5ビット

WR6 ← 01F4h 5ビット ; 初速度： $500 \times 2 = 1000$ PPS

WR0 ← 0104h 5ビット

WR6 ← 01F4h 5ビット ; ドライブ速度： $500 \times 2 = 1000$ PPS

WR0 ← 0105h 5ビット

WR0 ← 0039h 5ビット ; BPデータクリア

WR0 ← 0036h 5ビット ; BPレジスタ書き込み可

BP1P ← 0000h 5ビット ; ポイント0～15 X軸+方向
BP1M ← 2BFFh 5ビット ; X軸-方向
BP2P ← FFD4h 5ビット ; Y軸+方向
BP2M ← 0000h 5ビット ; Y軸-方向
WR0 ← 0038h 5ビット ; BPデータスタック

BP1P ← F6FEh 5ビット ; ポイント16～31 X軸+方向
BP1M ← 0000h 5ビット ; X軸-方向
BP2P ← 000Fh 5ビット ; Y軸+方向
BP2M ← 3FC0h 5ビット ; Y軸-方向
WR0 ← 0038h 5ビット ; BPデータスタック

BP1P ← 1FDBh 5ビット ; ポイント32～47 X軸+方向
BP1M ← 0000h 5ビット ; X軸-方向
BP2P ← 00FFh 5ビット ; Y軸+方向
BP2M ← FC00h 5ビット ; Y軸-方向
WR0 ← 0038h 5ビット ; BPデータスタック

WR0 ← 0034h 5ビット ; 2軸ビットパターン補間
; ドライブ開始

J1 RRO /D14, 13 リード ; スタックカウンタが2以下に
D14=D13=1ならJ1ヘッジャンプ ; なるまで待つ。

BP1P ← 4000h 5ビット ; ポイント48～61 X軸+方向
BP1M ← 7FF5h 5ビット ; X軸-方向
BP2P ← 0000h 5ビット ; Y軸+方向
BP2M ← 0AFFh 5ビット ; Y軸-方向
WR0 ← 0038h 5ビット ; BPデータスタック

WR0 ← 0037h 5ビット ; BPレジスタ書き込み不可

J2 RRO /D8 リード ; 補間ドライブ終了まで待つ。
D8=1ならJ2ヘッジャンプ

(注1)

注1：連続にBPデータが続く場合は、ここを繰り返す。

■ 割り込みを用いたビットパターン補間ドライブ

ビットパターン補間ドライブでは、ドライブ中に、スタックカウンタ(SC)の値が2から1に変わったとき上位CPUに対して割り込みを発生し、データ書き込みを要求することができます。割り込みを発生させるには、WR5レジスタのD15ビットを1にします。これでビットパターン補間ドライブを開始すると、スタックカウンタ(SC)の値が2から1に変わったとき、INTN出力信号がLowレベルに落ちます。上位CPUの割り込み処理ルーチンでは、スタックカウンタ(SC)の値を確認します。ビットパターン補間のデータ要求であれば、16ビットまたは32ビットのパターンデータを書き込みます。BPデータスタック命令を書き込むと割り込みは解除されます。

補間ドライブで発生させた割り込みは、補間割り込みクリア命令(3Dh)を書き込んでも解除できます。また、INTN出力信号をLowのままにしておいても、補間ドライブが終了すると解除され、hi-Zに戻ります。

2.4.4 線速一定

線速一定制御は、補間を行っている軸の合成速度を常に一定にする機能です。

図2.32は、2軸補間の軌跡を示しています。X軸からの基本パルスに従って各軸がドライブパルスを出力していきますが、図に示すように、X、Y軸両方ともドライブパルスが出力されるときは、1軸だけのドライブパルス出力に比べて、1.414倍長い距離を移動することになります。従って、常に両軸の合成速度を一定にする必要があるときは、両軸ともドライブパルスが出力されるときの速度を1軸だけの速度の $1/1.414$ にしなければなりません。

線速一定にするには、まず、WR5レジスタのD9, D8ビットを0, 1にします。そして、Y軸のレンジパラメータ値をX軸のレンジパラメータの1.414倍の値に設定しておくと、1軸だけのドライブパルス出力時にはX軸のレンジパラメータ値が使用されて、2軸両軸がドライブパルスを出力するときには、自動的にY軸のレンジパラメータ値が使用されて、パルス周期が1.414倍にのびます。

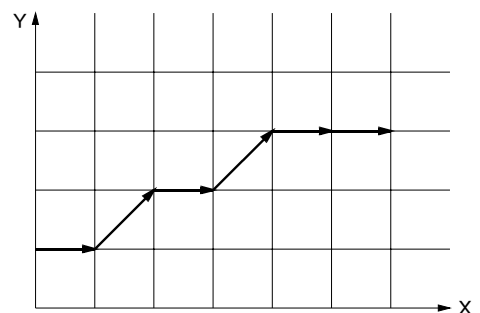


図2.32 2軸補間例

■ 線速一定の補間ドライブ例

下記のように、X軸、Y軸において、1000PPSの定速ドライブ、線速一定モードで直線補間を行うと、図2.33に示すようなドライブパルスが出力されます。

WR5 ← 0100h 5ビット ; 線速一定	WR6 ← 03E8h 5ビット ; 終点X値
WR6 ← 0900h 5ビット ; X軸速度パラメータ設定	WR7 ← 0000h 5ビット ;
WR7 ← 003Dh 5ビット ; レンジ : 4,000,000 (倍率 : 2)	WR0 ← 0106h 5ビット
WR0 ← 0100h 5ビット	WR6 ← 0190h 5ビット ; 終点Y値
WR6 ← 4DC0h 5ビット ; 線速一定のためのレンジ :	WR7 ← 0000h 5ビット ;
WR7 ← 0056h 5ビット ; $4,000,000 \times 1.414 = 5,656,000$	WR0 ← 0206h 5ビット
WR0 ← 0200h 5ビット	WR0 ← 0030h 5ビット ; 2軸直線補間開始
WR6 ← 01F4h 5ビット ; 初速度 : $500 \times 2 = 1000$ PPS	
WR0 ← 0104h 5ビット	
WR6 ← 01F4h 5ビット ; ドライブ速度 : $500 \times 2 = 1000$ PPS	
WR0 ← 0105h 5ビット	

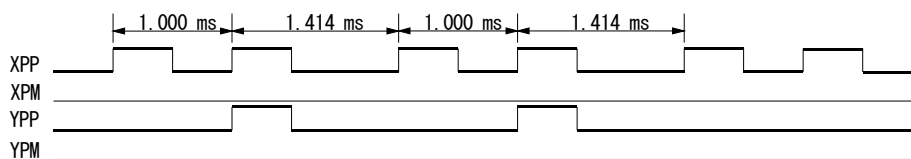


図2.33 2軸補間線速一定のパルス出力例 (線速度:1000pps)

【注意】両軸ドライブパルス出力時、パルス周期が1.414倍にのびるときは、ドライブパルスのHiレベルの幅はそのまま、Lowレベルだけがのびて、パルス1周期全体で1.414倍になります。(ドライブパルス出力が、正論理の設定のとき)

2.4.5 連続補間

連続補間は、直線補間→円弧補間→直線補間→…というように、各々の補間ノードを、ドライブを停止しないで、連続して補間を行う動作です。

連続ドライブは、現在実行している補間ドライブの間に、次の補間ドライブのパラメータデータ、および補間命令を書き込むことによって、連続した補間ドライブを実現します。従って、すべての補間ノードは、そのドライブ開始から終了までの時間が、次の補間ノードのデータ、および命令をセットする時間以上あることが必要です。

右図は、連続補間の操作手順を示しています。

連続補間では、RR0レジスタのD9(CNEXT)ビットを使用します。このビットは補間ドライブ中、次の補間ノードのデータおよび補間ドライブ命令の書き込み可／否を示します。1は書き込み可、0は書き込み不可を示します。ドライブ停止時には、0になっており、補間ドライブが開始されると直ちに1になって、次の補間ノードのデータおよび補間ドライブ命令が書き込み可能となります。次の補間ノードの補間ドライブ命令が書き込まれると、0（書き込み不可）に戻り、次の補間ノードがドライブを開始すると再び1となって、次の次の補間ノードのデータおよび補間ドライブ命令の書き込みが可能となります。

■ 割り込みを用いた連続補間

WR5レジスタのD14ビットは、連続補間のときの割り込み許可／禁止を設定するビットです。このビットを1にすると、RR0レジスタのD9(CNEXT)ビットが1（書き込み可）になったとき、INTN出力信号がLowレベルに落ちます。上位CPUの割り込み処理ルーチンでは、RR0レジスタのD9(CNEXT)ビットを確認します。1（書き込み可）であれば、次の補間ノードのデータおよび補間ドライブ命令を書き込みます。連続補間の割り込みの場合は、次の補間ドライブ命令を書き込むとINTN信号はhi-Zに戻ります。次補間ノードのデータ書き込みの前に、補間割り込みクリア命令(3Dh)を発行して、割り込みを解除することも可能です。

また、補間割り込みは、補間ドライブが終了すると強制的に解除され、INTN信号は、hi-Zに戻ります。

■ 連続補間中のエラー発生

連続補間のドライブ途中でリミットオーバーラン等のエラーが発生すると、現在ドライブ中の補間ノードで停止します。停止した補間ノードでは、ドライブ中に次のノードのデータおよび補間命令をセットしていますが、この補間命令は無効になります。

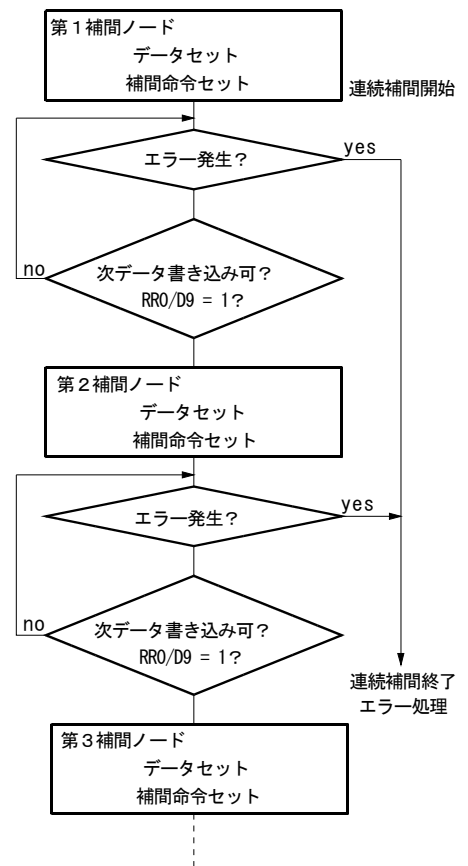
また、各補間ノードのデータおよび補間命令のセットの前にエラーチェックが行われていないと、エラーで停止したのちに、直ちに2つ先の補間ノードから実行されることになりますので、各補間ノードのデータおよび補間命令のセットの前には、必ずエラーチェックを行い、エラーであれば、連続補間のループから抜け出すようにしておかなければなりません。

■ 連続補間の注意事項

- 各補間ノードは必要なデータをセットしたのちに、補間命令をセットします。逆にしないでください。
- 連続補間のドライブ速度は最高2MHzまでです。
- すべての補間ノードをドライブする時間は、補間軸のエラーチェック、次の補間ノードのデータおよび命令をセットする時間以上あることが必要です。
もし、次の補間ノードのデータをセットしている間に、現在の補間ノードのドライブが終了した場合には、RR0レジスタのD9(CNEXT)ビットは0になりますが、次の補間ノードのドライブ命令が書き込まれると、いったん停止後に、続けて連続補間が行われることになります。
- 連続補間のなかに円弧補間がある場合、円弧補間は終点の短軸値が真値より±1LSBずれる場合がありますので、各ノードの誤差が累積しないように、あらかじめ各々の円弧補間の終点を確認してから、連続補間を組み立ててください。
- 連続補間では、2/3軸直線補間での全軸の終点が0や、円弧補間での両方の軸の中心点がともに0など、いずれの軸もドライブパルスが出力されないデータセットはできません。このようなデータがセットされると正常に補間動作を行なうことができません。

■ 連続補間例

図2.34は、(0,0)を始点として、ノード1から、2、3……ノード8までを連続補間する例です。ノード1、3、5、7は直線補間で、ノード2、4、6、8は半径1500の1/4円です。補間速度は、1000PPSの定速ドライブで、線速を一定にします。



WR5 ← 0100h ライト ; 線速一定
 WR6 ← 0900h ライト ; 速度パラメータ設定
 WR7 ← 003Dh ライト ; レンジ : 4,000,000 (倍率 : 2)
 WR0 ← 0100h ライト
 WR6 ← 4DC0h ライト ; 2軸線速一定のためのレンジ :
 WR7 ← 0056h ライト ; $4,000,000 \times 1.414 = 5,656,000$
 WR0 ← 0200h ライト
 WR6 ← 01F4h ライト ; 初速度 : $500 \times 2 = 1000$ PPS
 WR0 ← 0104h ライト

WR6 ← 01F4h ライト ; ドライブ速度 : $500 \times 2 = 1000$ PPS
 WR0 ← 0105h ライト

WR6 ← 1194h ライト ; 終点X値:4500
 WR7 ← 0000h ライト ;
 WR0 ← 0106h ライト
 WR6 ← 0000h ライト ; 終点Y値:0
 WR7 ← 0000h ライト ;
 WR0 ← 0206h ライト
 WR0 ← 0030h ライト ; 2軸直線補間

J1 RR0 /D5,4 リード ; x,y軸にエラーがあれば
 D5orD4 =1ならERRORへジャンプ ; エラー処理へ
 RR0 /D9 リード ; 次のノードデータ
 D9 = 0 ならJ1へジャンプ ; 書き込み可 待ち

WR6 ← 0000h ライト ; 中心X値:0
 WR7 ← 0000h ライト ;
 WR0 ← 0108h ライト
 WR6 ← 05DCh ライト ; 中心Y値:1500
 WR7 ← 0000h ライト ;
 WR0 ← 0208h ライト
 WR6 ← 05DCh ライト ; 終点X値:1500
 WR7 ← 0000h ライト ;
 WR0 ← 0106h ライト
 WR6 ← 05DCh ライト ; 終点Y値:1500
 WR7 ← 0000h ライト ;
 WR0 ← 0206h ライト
 WR0 ← 0033h ライト ; CCW円弧補間

A 処理

WR6 ← 0000h ライト ; 終点X値:0
 WR7 ← 0000h ライト ;
 WR0 ← 0106h ライト
 WR6 ← 05DCh ライト ; 終点Y値:1500
 WR7 ← 0000h ライト ;
 WR0 ← 0206h ライト
 WR0 ← 0030h ライト ; 2軸直線補間

A 処理

⋮

以下node4~8についても同様に行う。

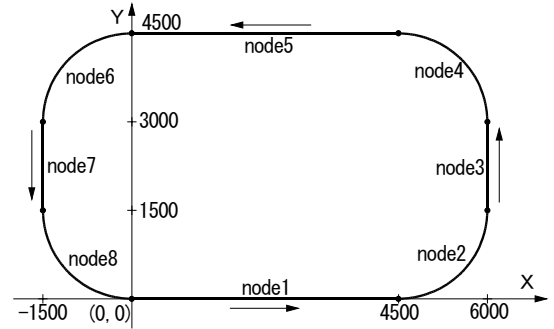


図2.34 連続補間軌跡の例

2.4.6 加減速ドライブでの補間

補間は、通常、定速ドライブで行いますが、本 I C では、直線加減速ドライブ、または S 字加減速ドライブ（直線補間のみ）で行うことも可能です。

補間ドライブでは、連続補間においても加減速ドライブを可能にするために、減速有効命令 (3Bh)、減速無効命令 (3Ch) 使用します。減速有効命令は、補間ドライブにおいて、自動減速、またはマニュアル減速を有効にする命令で、減速無効命令は、それを無効にする命令です。リセット時には無効になっています。加減速で単独の補間ドライブをするときには、ドライブ開始前に、必ず減速有効状態にしてください。ドライブの途中で減速有効命令を書き込んでも有効になりません。

■ 2 軸直線補間の加減速ドライブ

2 軸直線補間では、直線加減速ドライブおよび S 字加減速ドライブが可能です。また、減速については、自動減速とマニュアル減速の両方が可能です。

マニュアル減速の場合は、終点座標の X、Y 各軸の値のなかで絶対値が最も大きい値を X 軸のマニュアル減速点として設定します。例えば、終点 (X:-20000, Y:60000) までの 2 軸直線補間を行う場合、減速に必要とするパルス数を仮に 5000 とすると、Y 軸の終点の絶対値が X 軸より大きいので、 $60000 - 5000 = 55000$ を X 軸のマニュアル減速点にセットします。

直線補間の加減速ドライブの例は、2.4.1 の 2 軸直線補間ドライブの例を参照してください。

■ 円弧補間、ビットパターン補間の加減速ドライブ

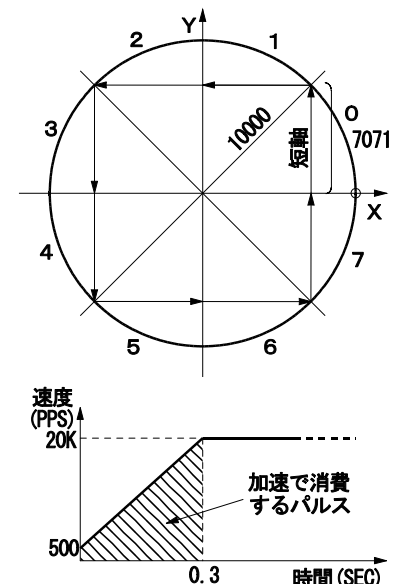
円弧補間、ビットパターン補間では、マニュアル減速での直線加減速ドライブのみが可能です。S 字加減速ドライブや、自動減速は使用できません。

いま、右図に示すような、半径 10000 の真円の軌跡を直線加減速ドライブで描く例を取り上げます。

円弧補間は自動減速できませんので、マニュアル減速点を、あらかじめ求める必要があります。

半径 10000 の円は、0 から 7 象限すべてを通過します。各象限において、短軸となる軸は常にパルスを出力しますので、短軸側は 1 象限当たり $10000 / \sqrt{2} = 7071$ パルス出力することになります。従って、円全体の基本パルスのパルス数は、 $7071 \times 8 = 56568$ となります。

また、初速度を 500PPS とし、ドライブ速度 20000PPS までを 0.3 秒で直線加速させようとする、加速度は $(20000 - 500) / 0.3 = 65000 \text{ PPS/SEC}$ となり、加速時に消費されるパルス数は 右下図の斜線部の面積 になりますので、 $(500 + 20000) \times 0.3 / 2 = 3075$ となります。よって、減速度と加速度を同じとすれば、マニュアル減速点は $56568 - 3075 = 53493$ に設定すれば良いことになります。【注意】線速一定モードでは、この計算式は成り立ちません。



WR3 ← 0001h 5ビット ; 減速開始点 : マニュアル

WR6 ← 8480h 5ビット ; レンジ : 2,000,000 (倍率 : 4)

WR7 ← 001Eh 5ビット

WR0 ← 0100h 5ビット

WR6 ← 0082h 5ビット ; 加速度 :

WR0 ← 0102h 5ビット ; $130 \times 125 \times 4 = 65000 \text{ PPS/SEC}$

WR6 ← 007Dh 5ビット ; 初速度 : $125 \times 4 = 500 \text{ PPS}$

WR0 ← 0104h 5ビット

WR6 ← 1388h 5ビット ; ドライブ速度 :

WR0 ← 0105h 5ビット ; $5000 \times 4 = 20000 \text{ PPS}$

WR6 ← D8F0h 5ビット ; 中心 X : -10000

WR7 ← FFFFh 5ビット

WR0 ← 0108h 5ビット

WR6 ← 0000h 5ビット ; 中心 Y : 0

WR7 ← 0000h 5ビット

WR0 ← 0208h 5ビット

WR6 ← 0000h ライト ; 終点 X : 0
 WR7 ← 0000h ライト
 WR0 ← 0106h ライト

 WR6 ← 0000h ライト ; 終点 Y : 0
 WR7 ← 0000h ライト
 WR0 ← 0206h ライト

 WR6 ← D0F5h ライト ; マニュアル減速点 : 53493
 WR7 ← 0000h ライト
 WR0 ← 0107h ライト

 WR0 ← 003Bh ライト ; 減速有効
 WR0 ← 0033h ライト ; C C W円弧補間ドライブ

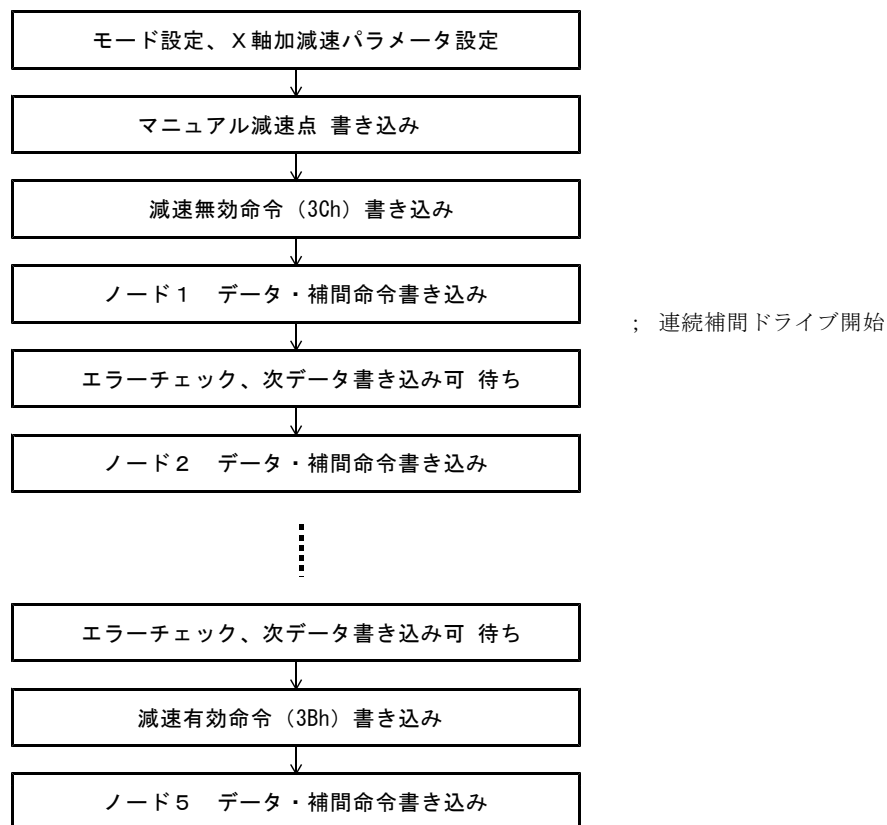
■ 連続補間の加減速ドライブ

連続補間においても、マニュアル減速での直線加減速ドライブのみが可能です。S字加減速ドライブや、自動減速は使用できません。

連続補間では、あらかじめマニュアル減速点を設定しておかなければなりません。このマニュアル減速点は減速を行う最終ノードで出力されるX軸からの基本パルスに対する値を設定します。

連続補間では、はじめ減速を無効にして、補間ドライブを開始します。減速させる最終補間ノードの補間命令書き込みの手前で、減速有効命令を書き込みます。最終補間ノードのドライブに入ると減速有効状態になり、最終補間ノードの開始からカウントしているX軸の基本パルスのパルス数がマニュアル減速点の値を越えたときに減速が開始されます。

例えば、補間ノード1から5までである連続補間において、最終ノード5でマニュアル減速させる場合には、次のような流れになります。



● マニュアル減速点は、ノード5開始からのX軸の基本パルスのパルス数に対する値ですので、ご注意ください。例えば、減速パルスが2000消費されるとして、ノード5で出力される基本パルスの総パルス数が5000とすれば、 $5000 - 2000 = 3000$ をマニュアル減速点に設定します。

● 減速を開始してから停止するまでは、必ず1つのノード内でなければなりません。すなわち、減速停止させる最終補間ノードは、X軸から出力される基本パルスの総数が、減速に消費するパルス数以上あることが必要です。

2.4.7 補間ステップ送り（コマンド、外部信号）

補間ドライブを、1パルスごとのステップ送りする動作です。コマンドで行う方法と外部信号で行う方法があります。外部信号を用いればX軸からの基本パルスではなく、外部信号に同期した補間ドライブも可能です。

ステップ送りのときは、X軸は定速ドライブに設定します。各軸から出力されるドライブパルスのHiレベル幅は、X軸で設定するドライブ速度によって決まるパルス周期の1/2の値になります。Lowレベル幅は次のコマンドまたは外部信号が来るまでのびることになります。図2.35は、外部信号による補間ステップ送りの例です。X軸の初速度を500PPS、ドライブ速度を500PPSの定速ドライブに設定すると、出力されるドライブパルスのHiレベル幅は1mSECになります。（ドライブパルスが正論理の場合）

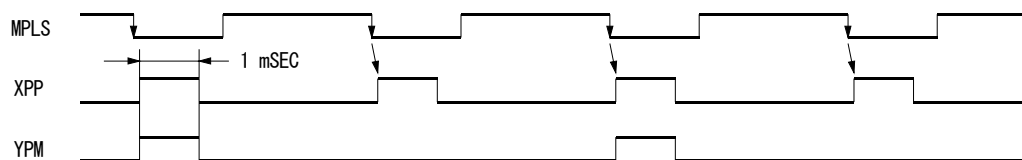


図2.35 外部信号(MPLS)による補間ステップ送りの例（ドライブ速度:500PPS）

■ コマンドによる補間ステップ送り

補間ドライブをステップ送りするコマンドとして、補間シングルステップ（3Ah）命令があります。WR5レジスタのD13ビットを1にすると、コマンドによる補間ステップ送りが可能になります。以下に操作手順を記述します。

①WR5レジスタのD13ビットを1にする。

コマンドによる補間ステップモードになります。

②X軸の初速度とドライブ速度を同じ値で設定する。

初速度とドライブ速度を同じ値にすると定速ドライブになります。このときの速度値はシングルステップ命令を書き込むサイクルよりも速い速度に設定しなければなりません。例えば、シングルステップ命令を最高1mSECのサイクルで書き込む可能性があるならば、初速度とドライブ速度を1000PPSより速い値に設定します。

③補間のデータをセットする。（終点、中心点など）

④補間命令を書き込む。

補間命令を書き込んでもコマンドによる補間ステップモードになっていますので、各軸のドライブパルスは、まだ出力されません。

⑤補間シングルステップ（3Ah）命令を書き込む。

補間演算の結果のドライブパルスが各軸から出力されます。補間ドライブが終了するまで、シングルステップ（3Ah）命令を書き込みます。

補間ステップ送りを途中で中止する場合は、X軸に対して、即停止命令（27h）を書き込み、ドライブ速度での1パルス周期以上のタイムディレイをおいた後、再度、補間シングルステップ命令を書き込むと、ドライブが停止します。

補間ドライブ終了後に書き込まれた補間シングルステップ命令は、無効になります。

■ 外部信号による補間ステップ送り

MPLS信号(70)は、補間ドライブをステップ送りするための外部入力信号です。この信号は汎用入力信号XIN5と兼用の信号端子です。WR5レジスタのD12ビットを1にすると、MPLS信号による補間ステップ送りが可能になります。MPLS入力信号は、通常、Hiレベルにしておきます。外部信号による補間ステップモードでは、Lowレベルへの↓で補間ステップ送りが行われます。

以下に操作手順を記述します。

①WR5レジスタのD12ビットを1にする。

外部信号(MPLS)による補間ステップモードになります。

②X軸の初速度とドライブ速度を同じ値で設定する。

初速度とドライブ速度を同じ値にすると定速ドライブになります。このときの速度値は、コマンドの場合と同様に、MPLSのLowパルスのサイクルよりも速い速度に設定しなければなりません。

③補間のデータをセットする。（終点、中心点など）

④補間命令を書き込む。

補間命令を書き込んでも外部信号による補間ステップモードになっていますので、各軸のドライブパルスは、まだ出力されません。

⑤MPLS入力にLowレベルパルスを入力する。

パルスの立ち上がりから2～5 CLK後に、補間ドライブパルスが各軸から出力されます。

MPLSのLowレベルパルス幅は4 CLK以上必要です。また、MPLSのパルス周期は、X軸に設定したドライブ速度の周期よりも、必ず長くなければなりません。

補間ドライブが終了するまで、MPLSのLowレベルパルスを繰り返します。

補間ステップ送りを途中で中止する場合は、X軸に対して、即停止命令（27h）を書き込み、ドライブ速度での1パルス周期以上のタイムディレイをおいた後、再度、MPLSのLowレベルパルスを入力すると、ドライブが停止します。（手っ取り早く、ソフトリセットをかけてしまう方法もあります。）

補間ドライブ終了後のMPLSのLowパルスの入力は、無効になります。

【注意】MPLSのLowパルスをメカニカル接点で生成する場合は、フィルタ機能を有効にするなどしてチャタリングを取り除いてください。

2.4.8 マルチチップ多軸補間

本ICを複数チップ使用して多軸の直線補間を行う機能です。図2.36は、3チップ使用して6軸の直線補間を行う場合の接続例です。メインチップはサブチップに対して、補間ドライブの同期パルスを送出する役割を持っています。

図に示すように、8本のマルチチップ補間用信号（MPLS, MCLK, MERR, MINP, MDT3～0）をチップ間で各々接続して、680Ωの抵抗でプルアップします。これらの信号は汎用入力信号（XIN5～2, YIN5～2）と兼用になっていますので、汎用入力信号としては、使用できなくなります。各信号は次のような働きをします。

- MDT3～0: 各チップ、各軸の終点データの転送。
(メイン→サブ)
- MCLK: MD3～0データ転送のクロック。
(メイン→サブ)
- MPLS: 補間ドライブの同期パルス。
(メイン→サブ)
- MERR: エラー発生。
(サブ→メイン)
- MINP: インポジション待ち。
(サブ→メイン)

以下、複数チップによる直線補間の手順を記述します。

①マルチチップ補間のモード設定

WR5レジスタのD11, 10ビットでメインまたはサブチップの指定をします。

WR5/D11	WR5/D10	設定内容
0	0	マルチチップ補間を行わない。
0	1	メインチップ
1	0	サブチップXY（X, Y軸ともに使用）
1	1	サブチップX（X軸のみ使用）

サブチップXに指定すると、そのチップのY軸は、マルチチップ補間時に、独立して使用することができます。ただし、YIN5～2信号は汎用入力としては使用できません。

各軸のリミット信号のモード設定、サーボモータ対応信号のモード設定などは、通常の独立ドライブと同様に行います。

②速度パラメータ設定

補間のドライブ速度を設定します。すべての軸の中で終点が最も長い軸がこのドライブ速度になります。

メインチップおよび各サブチップのX軸に速度パラメータを下表のように設定します。各チップのY軸の速度パラメータは設定する必要はありません。加減速ドライブを行わない場合は、加速度と減速度は設定する必要はありませんが、初速度とドラ

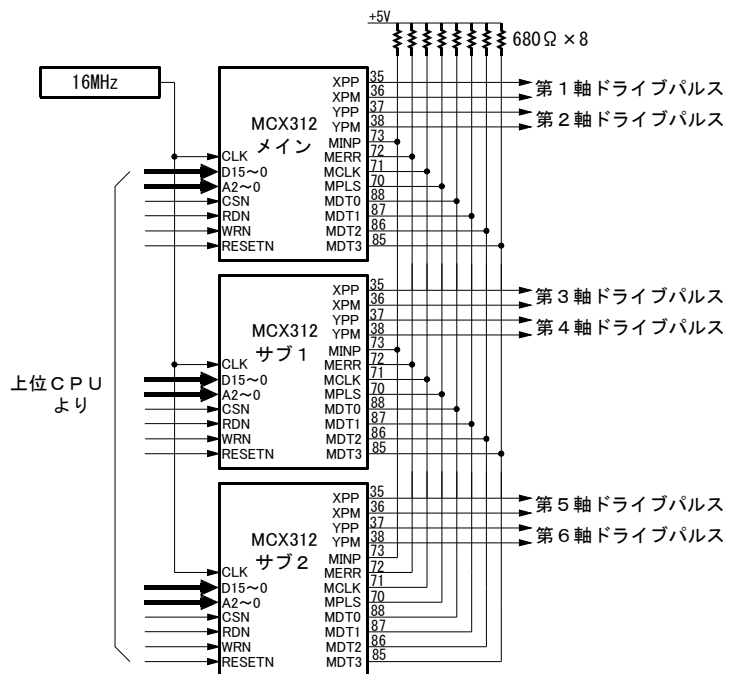


図2.36 マルチチップによる多軸補間の信号接続例

イブ速度は同じ値を設定してください。

速度パラメータ		メインチップ X 軸	サブチップ X 軸
レンジ	R	要設定	メインのレンジと同じ値を設定
加加速度	K	S 字加減速の場合、要設定*1	不要
加速度	A	加減速の場合、要設定	不要
減速度	D	加減速の場合、要設定	不要
初速度	SV	要設定（定速の場合はドライブ速度と同じ値）	メインのドライブ速度と同じ値を設定
ドライブ速度	V	要設定	メインのドライブ速度と同じ値を設定

*1：S 字加減速は、WR3/D2 (SACC) ビットを 1 に設定します。

マルチチップ補間のドライブ速度は、2Mpps以下で行ってください。

③各軸の終点データの設定

各軸に対して、終点データを、現在値からの相対値で書き込みます。

多軸の直線補間を行う場合には、一般に、すべての軸の終点データの中の最大値が、各軸の直線補間演算において必要となります。本 IC は、高速の連続直線補間を可能にするために、各軸の終点データをセットすると自動的に最大値が生成されるようにしています。CPUでの最大値の算出と各軸への最大値の設定は必要ありません。

ある軸に終点データが書き込まれると、その書き込まれたチップから、マルチチップ補間用信号（MCLK, MDT3~0）を通して、他のチップに終点データが転送されます。このデータ転送には、約 2 μ sec（CLK=16MHz時）かかります。従って、各軸の終点データの書き込みの間隔はこの時間より短くできません。通常の CPU では、この時間より長くなりますので、ソフト的に遅延を入れる必要はありません。各チップはマルチチップ補間用信号（MCLK, MDT3~0）から終点データを受け取ると、自チップ内の終点最大値レジスタの値と絶対値比較して、その値より大きければ、終点最大値レジスタの値を絶対値で更新します。

終点最大値レジスタは、リセット時および補間ドライブ命令開始直後に値が 0 にクリアされます。また、終点最大値クリア命令（3Eh）でもクリアできます。終点最大値は、14h 命令（X 軸指定）で読み出すことができますので、全軸の終点データ書き込み後に、正しく最大値が生成されているか確認することもできます。補間ドライブが開始されると、最大値は 0 にクリアされますのでご注意ください。

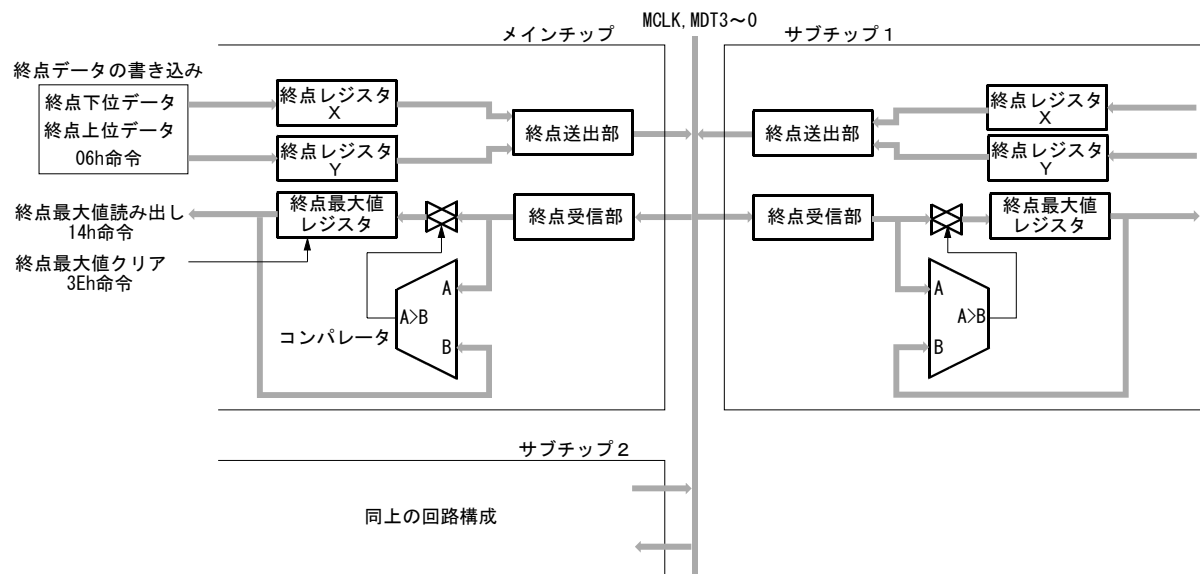


図2.37 マルチチップ補間の終点データの受け渡し

終点最大値は補間ドライブのたびにクリアされるので、次に行う補間の終点が前の補間と同じ値であっても、必ず設定する必要があります。

④直線補間ドライブ命令発行

それぞれのサブチップに対して、直線補間命令（30h）を発行します。続いて、メインチップに対して直線補間命令（30h）を発行します。メインチップをサブより先に発行すると正常に動作しません。加減速ドライブを行う場合は、必ず、補間ドライブ命令発行前に、メインチップに対して減速有効命令（3Bh）を発行しておく必要があります。



メインチップに30h命令が発行されると、直ちに補間ドライブが開始され、メインチップは、MPLS信号から各サブチップに対して補間ドライブの同期パルスの送出を開始します。

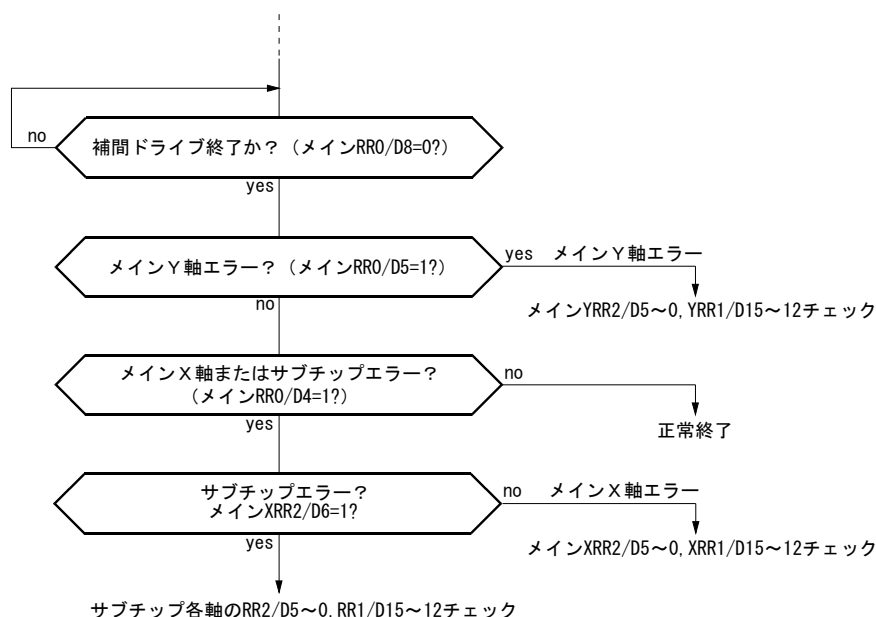
⑤補間終了

補間ドライブ中はメインチップRR0/D8 (I-DRV) ビットが1になります。補間ドライブが終了するとこのビットが0に戻ります。各軸のインポジションを有効に設定した場合には、有効にしたすべての軸のINPOS信号がアクティブレベルになるのを待ってからメインチップRR0/D8 (I-DRV) ビットが0に戻ります。

⑥エラーの発生とチェック

補間ドライブ中に、メインチップの各軸にエラーが発生すると各軸のRR2レジスタのD5～0ビットのどれかが1になるとともに、RR0レジスタのD5, 4 (Y-ERR, X-ERR) ビットが1になります。また、サブチップの各軸においてエラーが発生すると、サブチップはマルチチップ補間用信号のMERR信号をLowアクティブにしてメインチップにエラー発生を伝えます。メインチップではエラーを受信すると、X軸のRR2レジスタのD6 (MULT) ビットが1になるとともに、RR0レジスタのD4 (X-ERR) ビットが1になります。メインチップは、エラーが発生するとサブチップに対して補間ドライブ同期パルスの送出を停止しますので、全軸が即停止します。

補間ドライブ終了後のエラーチェックの例を下图に示します。



サブチップでエラーが発生すると、サブチップ側はメインからの補間ドライブの同期パルスが停止し、ドライブ途中のままになっています。エラー解析後、各サブチップに対して、ソフトリセットをかけて、初期の状態に戻してください。

マルチチップ補間では、サブチップの軸の進行方向と逆のリミット信号がアクティブになってもエラーとなり、補間ドライブが停止します。リミットエラーが起きた場合には、独立のドライブでリミットオーバーから脱出してください。

■ マルチチップ直線補間の連続補間

マルチチップの場合も、単一チップの2軸補間と同様に、直線補間を連続して行うことができます。補間ドライブが開始されると、メインチップのRR0/D9 (CNEXT) ビットが直ちに1になります。D9 (CNEXT) ビット=1を確認したら、次ノードの各軸の終点データを書き込み、各チップに直線補間命令 (30h) を書き込みます。

■ マルチチップ直線補間の連続補間設定例

プログラム例が11章の後に記載されています。参照してください。

【マルチチップ補間の注意】

- マルチチップ補間用信号 (MPLS, MCLK, MERR, MINP, MDT3~0) の配線は、できるだけ短く配線して、他の信号と交錯しないようにしてください。お客様の回路システムにおいて、ジャンパー切り替えなどにより汎用入力信号と兼ねることは避けてください。
- マルチチップ補間では、メインチップの 2 軸でのみ線速一定にすることができます。この場合、メイン Y 軸のレンジを X 軸値の 1.414 倍の値に設定します。
- 連続補間ではインポジションは無効のままにしておいてください。

2.5 割り込み

割り込みの発生は、X、Y 各軸から発生させる割り込みと、補間ドライブのビットパターン補間および連続補間時に発生させる割り込みがあります。

CPU に対する割り込み信号は、INTN 信号 1 本です。従って、下図に示すように、各軸からの割り込み信号、およびビットパターン補間、連続補間からの割り込み信号は、すべて IC 内で OR されています。

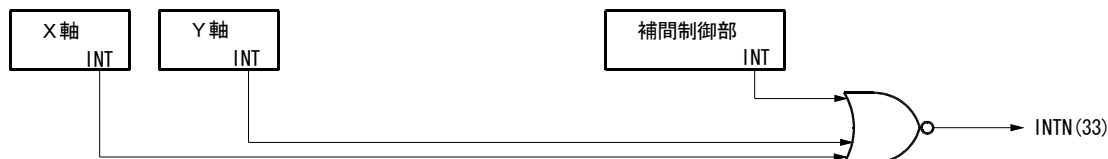


図2.40 IC内の割り込み信号経路

各軸の割り込み要因、および補間ドライブ時の割り込み要因は、すべて割り込み許可／禁止を設定することができます。リセット時にはすべて禁止状態になります。

■ X、Y 軸の割り込み

下表は、X、Y 軸から発生させる割り込み要因です。

許可/禁止設定 nWR1 レジスタ	発生の有無 nRR3 レジスタ	割り込み発生要因
D9 (P ≥ C-)	D1 (P ≥ C-)	論理／実位置カウンタがCOMP-レジスタ値 (CM) を越えて大きくなった。
D10 (P < C-)	D2 (P < C-)	論理／実位置カウンタがCOMP-レジスタ値 (CM) を越えて小さくなった。
D11 (P < C+)	D3 (P < C+)	論理／実位置カウンタがCOMP+レジスタ値 (CP) を越えて小さくなった。
D12 (P ≥ C+)	D4 (P ≥ C+)	論理／実位置カウンタがCOMP+レジスタ値 (CP) を越えて大きくなった。
D13 (C-END)	D5 (C-END)	加減速ドライブで、定速域でのパルス出力を終了した。
D14 (C-STA)	D6 (C-STA)	加減速ドライブで、定速域でのパルス出力を開始した。
D15 (D-END)	D7 (D-END)	ドライブが終了したとき。

それぞれの割り込み要因は、nWR1 レジスタで割り込み発生の許可 (1) / 禁止 (0) を設定します。ドライブを開始して、割り込み許可の要因が真になると、nRR3 レジスタのその要因のビットが 1 になり、割り込み出力信号 (INTN) が Low レベルになります。上位 CPU が割り込みを発生させた軸の RR3 レジスタを読み出すと、RR3 レジスタの 1 の立っているビットは 0 にクリアされ、割り込み出力信号 (INTN) は Hi-Z に戻ります。

■ 補間ドライブの割り込み

許可/禁止設定 WR5レジスタ	発生の確認 RR0レジスタ	割り込み発生要因 () 内は割り込みクリア方法
D14 (CIINT)	D9 (CNEXT)	連続補間ドライブで次補間ノードのデータと補間ドライブ命令が書き込み可能となった。(次の補間ドライブ命令を書き込むと割り込みはクリアされる。)
D15 (BPINT)	D14, 13 (BPS1, 0)	ビットパターン補間において、スタックカウンタ (SC) の値が2から1に変わり、次のBPデータのスタックが可能となった。(BPデータをスタックすると割り込みはクリアされる。)

補間ドライブで発生させた割り込みは、補間割り込みクリア命令(3Dh)を書き込んでも解除できます。また、INTN出力信号をLowのままにしておいても、補間ドライブが終了すると解除され、hi-Zに戻ります。

補間ドライブの割り込み使用方法については、ビットパターン補間、連続補間の節を参照してください。

2.6 その他の機能

2.6.1 外部信号によるドライブ操作

定量ドライブや連続ドライブを、コマンドではなく、信号入力によって、起動する機能です。システムで制御するモータの軸が多くなると、各軸のジョグ送りなどのマニュアル操作を1つのCPUがすべて行おうとすると、CPUの負担が大きくなり、十分な応答ができなくなる可能性があります。本ICでは、外部信号によるドライブ操作機能によって、これらのCPUの負担を軽減することができます。また、手動パルサーのエンコーダ2相信号を入力して、各軸のジョグ送りを行うことができます。

各軸ともnEXPPとnEXPMの2つの操作信号入力を持っています。定量ドライブモード、連続ドライブモードでは、nEXPP信号は+方向、nEXPM信号は-方向のドライブ操作をします。WR3レジスタのD4, 3ビットで、定量ドライブにするか、連続ドライブを設定します。また、定量ドライブあるいは連続ドライブに必要なパラメータは、コマンドによる起動と同様、あらかじめ設定しておきます。nEXPPとnEXPM信号は通常Hiレベルにしておきます。手動パルサーモードでは、nEXPP入力にA相信号を、nEXPM入力にB相信号を接続します。

■ 定量ドライブモード

WR3レジスタのD4, 3ビットを1, 0にセットし、ドライブに必要な速度パラメータ、出力パルス数を設定します。nEXPP信号をHiレベルからLowレベルに落とすと、その↓で+方向の定量ドライブが起動します。nEXPM信号の場合も同様で、HiレベルからLowレベルに落とすと、その↓で-方向の定量ドライブが起動します。各入力操作信号のLowレベル幅は、最小4 CLKサイクル以上必要です。ドライブが完了しない前に、再度信号を立ち下げても無効になります。

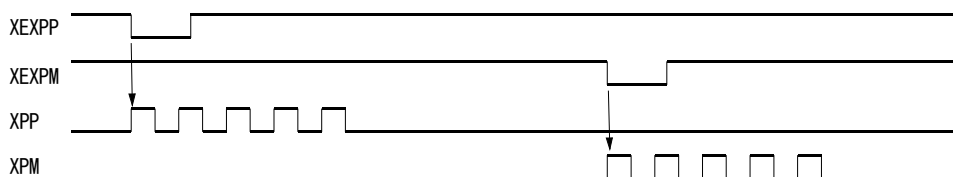


図2.41 外部操作信号による出力パルス5の定量ドライブの例

■ 連続ドライブモード

WR3レジスタのD4, 3ビットを0, 1にセットし、ドライブに必要な速度パラメータを設定します。nEXPP信号をHiレベルからLowレベルに落とすと、Lowレベルの期間、連続して+方向のドライブパルスを出力します。nEXPP信号をLowからHiレベルに戻すと、加減速ドライブのときは減速停止、定速ドライブのときは即停止します。nEXPM信号の場合も、同様にして、-方向のドライブパルスを連続して出力します。

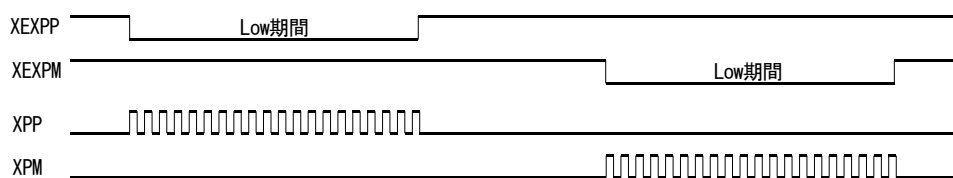


図2. 42 外部操作信号による連続ドライブの例

■ 手動パルサーモード

WR3レジスタのD4, 3ビットを1, 1にセットし、ドライブに必要な速度パラメータ、出力パルス数を設定します。エンコーダのA相信号をnEXPP入力に、B相信号をnEXPM入力に接続します。nEXPM信号がLowレベルでnEXPP信号の↑で+定量ドライブが起動します。また、nEXPM信号がLowレベルでnEXPP信号の↓で-定量ドライブが起動します。出力パルス数の設定が1であればnEXPP信号の各↑↓で1つのドライブパルスを出力します。出力パルス数の設定がPであればP個のドライブパルスを出力します。

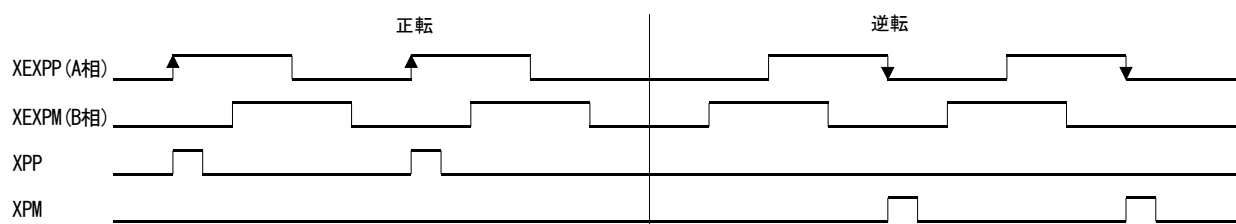


図2. 43 手動パルサーによる出力パルス1のドライブの例

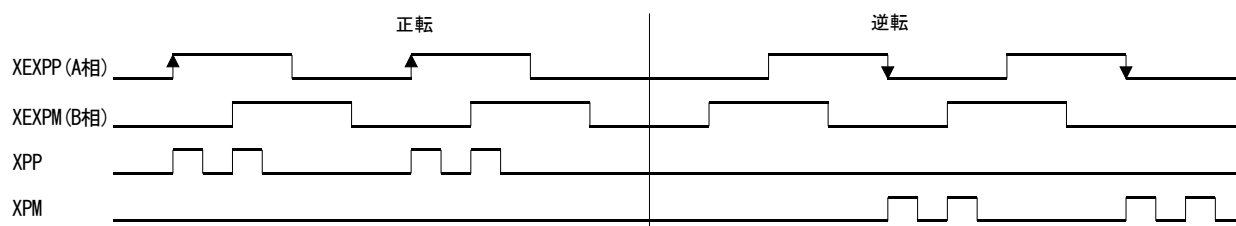


図2. 44 手動パルサーによる出力パルス2のドライブの例

nEXPP信号の↑↓から次の↑↓の間にP個のドライブパルスを出力し終えるために、速度パラメータはつぎの条件で設定します。

$$V \geq F \times P \times 2$$

V : ドライブ速度 (pps)

P : 出力パルス

F : 手動パルサーエンコーダの最高速時の周波数 (Hz)

例えば、手動パルサーの最高速周波数をF=500Hzとし、出力パルスをP=1をすると、ドライブ速度は、V=1000pps以上の値に設定する必要があります。また、加減速ドライブは行いませんので初速度SVはドライブ速度Vと同じ値に設定します。ただし、駆動モータがステッピングモータの場合は、モータの自起動周波数を超えない範囲内でドライブ速度を設定します。

2.6.2 パルス出力方式の選択

ドライブ出力パルスは、下表に示す2つのパルス出力方式を選択することができます。独立2パルス方式では、+方向ドライブ時にはnPP/PLSに、-方向ドライブ時にはnPM/DIRにドライブパルスを出力します。また、1パルス方式では、nPP/PLSがドライブパルスを出力し、nPM/DIRには方向信号が出力されます。

(パルス／方向とも正論理設定時)

パルス出力方式	ドライブ方向	出力信号波形	
		nPP/PLS信号	nPM/DIR信号
独立2パルス方式	+方向ドライブ出力時		Lowレベル
	-方向ドライブ出力時	Lowレベル	
1パルス方式	+方向ドライブ出力時		Lowレベル
	-方向ドライブ出力時		Hiレベル

パルス出力方式の選択は、WR2レジスタのD6 (PLSMD) ビットをセットします。

また、パルス出力、方向出力とも、論理レベル選択することができます。、WR2レジスタのD7 (PLS-L)、D8 (DIR-L) ビットで選択します。

【注意】1パルス方式の場合は、パルス信号(nPLS)と方向信号(nDIR)が出力されるタイミングを、13.2、13.3節で確認してください。

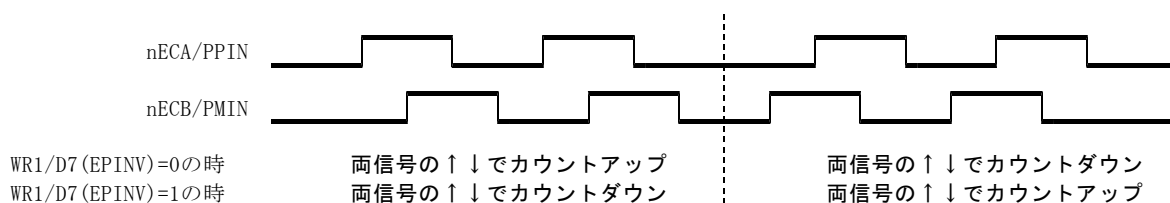
2.6.3 パルス入力方式の選択

実位置カウンタのアップ／ダウンカウント入力となるエンコーダパルス入力は、2相パルス入力にするか、アップ／ダウンパルス入力にするかを選択することができます。

■ 2相パルス入力モード

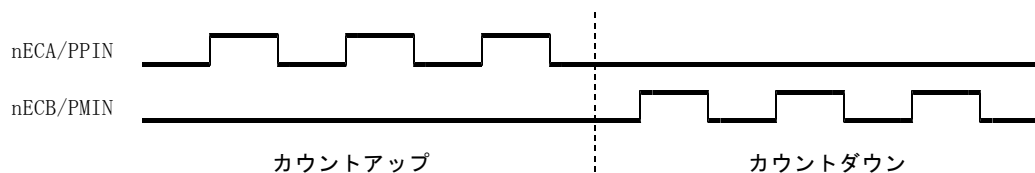
WR2レジスタのD9 (PINMD) ビットを0にセットすると2相パルス入力モードになります。リセット時 (WR1/D7=0) には、正論理パルスでA相が進んでいるときはカウントアップし、B相が進んでいるときはカウントダウンします。両信号の↑、↓でカウントアップ、ダウンします。実位置カウンタ増減反転ビット (WR1/D7) を1にすると、実位置カウンタのアップダウン動作が逆になります。

また、2相パルス入力モードでは、入力パルスを1／2、1／4に分周させることもできます。



■ アップダウンパルス入力モード

WR2レジスタのD9 (PINMD) ビットを1にセットするとアップ／ダウンパルス入力モードになります。nECA/PPINが、カウントアップ入力に、nECB/PMINがカウントダウン入力になります。それぞれ、正パルスの↑でカウントします。



パルス入力方式の選択はWR2レジスタのD9 (PINMD) ビットで、エンコーダ2相パルス入力の分周比はD11, 10 (PIND1, 0) ビットでセットします。

【注意】入力パルスのパルス幅、パルス周期などに時間規定があります。12章12.2.5入力パルスを参照してください。

2.6.4 ハードリミット信号

ハードウェアリミット信号(nLMTP, nLMTM)は、＋方向、－方向のドライブパルスをそれぞれ抑止する信号入力です。

リミット信号の論理レベルと、リミット信号がアクティブになったとき減速停止させるか即停止させるかはコマンドで選択することができます。WR2レジスタのD3, 4(HLMT+, HLMT-)、D2(LMTMD)ビットで設定します。

2.6.5 サーボモータドライバ対応の信号

サーボモータドライバとの接続のための入力信号として、インポジション（位置決め完了）信号を入力するnINPOSと、アラーム信号を入力するnALARMがあります。各々の信号は有効／無効および論理レベルを設定することができます。設定は、WR2レジスタのD15～12ビットで行います。

nINPOS入力信号は、サーボモータドライバのインポジション（位置決め完了）信号に対応します。有効に設定すると、ドライブ終了後、nINPOS入力信号がアクティブになるのを待ってから、RR0主ステータスレジスタのn-DRVビットが0に戻ります。

nALARM入力信号は、サーボモータドライバからのアラーム信号を受信します。有効に設定すると、nALARM入力信号を常に監視し、アクティブ状態の場合はRR2レジスタのD4(ALARM)ビットに1が立ちます。ドライブ中であれば、ドライブを即停止します。

これらのサーボモータドライバ用入力信号は、RR5, 6レジスタでその状態を常時読み出すことができます。

サーボモータドライバに対する偏差カウンタクリア、アラームリセットなどの出力信号は、汎用出力信号nOUT7～0を割り当てて実現することができます。

2.6.6 緊急停止

本I Cは、X Y両軸のドライブを緊急停止させるための入力信号として、EMGN信号があります。EMGN信号は、通常Hiレベルにしておきます。Lowレベルに落とすと、ドライブ中の全軸が即停止し、全軸のRR2レジスタのD5(EMG)ビットが1になります。EMGN信号は、論理レベルを選択することができませんので、ご注意ください。

C P U側からX Y両軸に対して緊急停止をかけるには、次の方法があります。

- ① 2軸に対して、同時に即停止命令を発行する。
WR0レジスタに、X Y軸両方を指定して、即停止命令(27h)を書き込みます。
- ② ソフトウェアリセットをかける。
WR0レジスタに、8000hを書き込むとソフトウェアリセットがかかります。

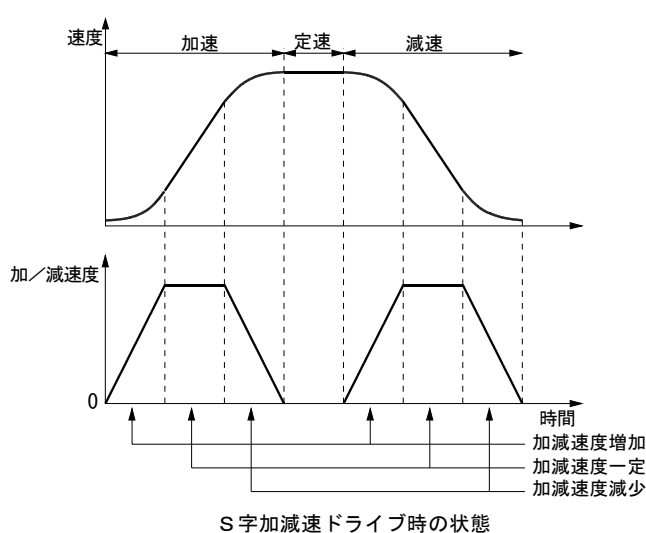
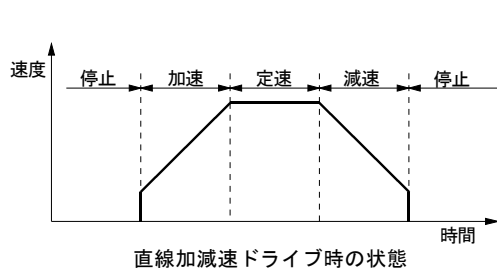
2.6.7 ドライブ状態の出力

各軸のドライブ状態出力は、主ステータスレジスタRR0と、各軸のステータスレジスタnRR1の各ビットに出力されます。また、ドライブ状態出力は、信号としても出力することができます。ただし汎用出力信号と端子を共用しています。ドライブ状態出力信号に出すには、nWR3レジスタのD7(OUTSL)ビットを1にセットします。リセット時には0になっていますので、汎用出力(nOUT7~0)端子になっています。

ドライブ中／停止の状態はRR0レジスタD1,0(n-DRV)ビットと、nOUT4/DRIVE信号に出力されます。

各軸のドライブ中のドライブ速度の加速／定速／減速の状態は各軸のRR1レジスタのD2(ASND), D3(CNST), D4(DSND)ビットと、nOUT5/ASND、nOUT6/CNST、/nOUT7/DSND信号に出力されます。また、S字加減速ドライブにおける加減速度の増加／一定／減少の状態は、RR1レジスタのD5(AASND), D6(ACNST), D7(ADSND)ビットとnOUT0/ACASND、nOUT1/ACDSND信号に出力されます。

ドライブ状態	ステータスレジスタ (アクティブ時：1)	出力信号 (アクティブ時：Hi)
ドライブ	RR0/D1,0 (n-DRV)	nDRIVE
加速	nRR1/D2 (ASND)	nASND
定速	nRR1/D3 (CNST)	nCNST
減速	nRR1/D4 (DSND)	nDSND
加減速度増加	nRR1/D5 (AASND)	nACASND
加減速度一定	nRR1/D6 (ACNST)	—
加減速度減少	nRR1/D7 (ADSND)	nACDSND



2.6.8 汎用入出力信号

本ICは、各軸とも、nIN5~0の6本の汎用入力信号とnOUT7~0の8本の汎用出力信号を持っています。ただし、nIN5~2は、マルチチップ補間用信号と端子を共用していますので、マルチチップ補間を行う場合には使用できません。また、nOUT7~0は、位置比較出力、ドライブ状態出力と端子を共用していますので、それらの出力を使用する場合は使用できません。

X軸のXIN5~0信号状態はRR4レジスタのD13~8に、Y軸のYIN5~0信号状態はRR5レジスタのD13~8にそれぞれ表示されます。Lowレベルが0、Hiレベルが1になります。また、nIN5~0信号はIC内部に入力信号フィルタ機能が付いています。2.6.9節を参照してください。

X軸のXOUT7~0信号は、WR4レジスタのD7~0の各ビットに、Y軸のYOUT7~0信号は、WR4レジスタのD15~8の各ビットに、出力レベルの値をセットすると出力されます。0をセットするとLowレベルが、1をセットするとHiレベルが出力されます。リセット時には、WR4レジスタの各ビットはクリアされ、すべての出力はLowレベルになります。

汎用出力信号は、モータドライバの励磁OFF、偏差カウンタクリア、アラームリセットなどに使用することができます。

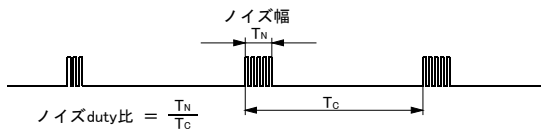
2.6.9 入力信号フィルタ

本ICは、IC内部において、各入力信号の入力段に積分型のフィルタを装備しています。図2.45はX軸の各入力信号のフィルタ構成を示していますが、Y軸についても同様の回路を持っています。フィルタの時定数は、図中のT発振回路によって決まりますが、nWR3レジスタのD15～13 (FL2～0) ビットで8種類の時定数の中から1つを選択することができます。そして、同じnWR3レジスタのD12～8 (FE4～0) ビットによって、いくつかの入力信号ごとに、フィルタ機能を有効にするか、信号をスルーで通すかを設定できます。リセット時にはnWR3レジスタのすべてのビットは0クリアされますので、すべての入力信号はフィルタ機能が働かず、スルーの状態になっています。

フィルタの時定数は下表に示すように、8段階の中から選択します。時定数を上げると除去可能な最大ノイズ幅は上がりますが、信号の遅延時間が大きくなりますので、適切な値を設定します。通常は、FL2～0を2または3の値に設定することをお勧めします。

FL2～0	除去可能な最大ノイズ幅*1	入力信号遅延
0	1.75 μ SEC	2 μ SEC
1	224 μ SEC	256 μ SEC
2	448 μ SEC	512 μ SEC
3	896 μ SEC	1.024mSEC
4	1.792mSEC	2.048mSEC
5	3.584mSEC	4.096mSEC
6	7.168mSEC	8.192mSEC
7	14.336mSEC	16.384mSEC

*1：ノイズ幅



ノイズduty比（信号上にノイズが発生する時間比率）が、いかなる時においても1/4以下であることが条件です。

各入力信号のフィルタ機能を有効にするか、スルーにするかは下表に示すようにnWR3レジスタのD12～8 (FE4～0) ビットで設定します。各ビットに1をセットすると、その信号のフィルタ機能が有効になります。

指定ビット	フィルタ有効の信号
nWR3/D8 (FE0)	EMGN*2 nLMTP nLMTM nSTOP0 nSTOP1
D9 (FE1)	nSTOP2
D10 (FE2)	nINPOS nALARM
D11 (FE3)	nEXPP nEXPM
D12 (FE4)	nIN0 nIN1 nIN2 nIN3 nIN4 nIN5

*2：EMGN信号はX軸のWR3レジスタD8ビットで設定します。

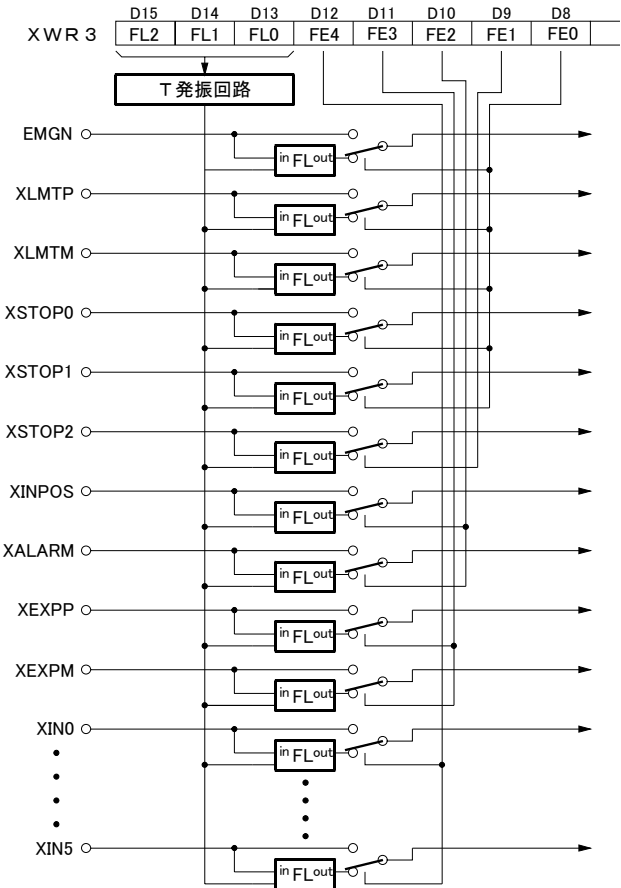
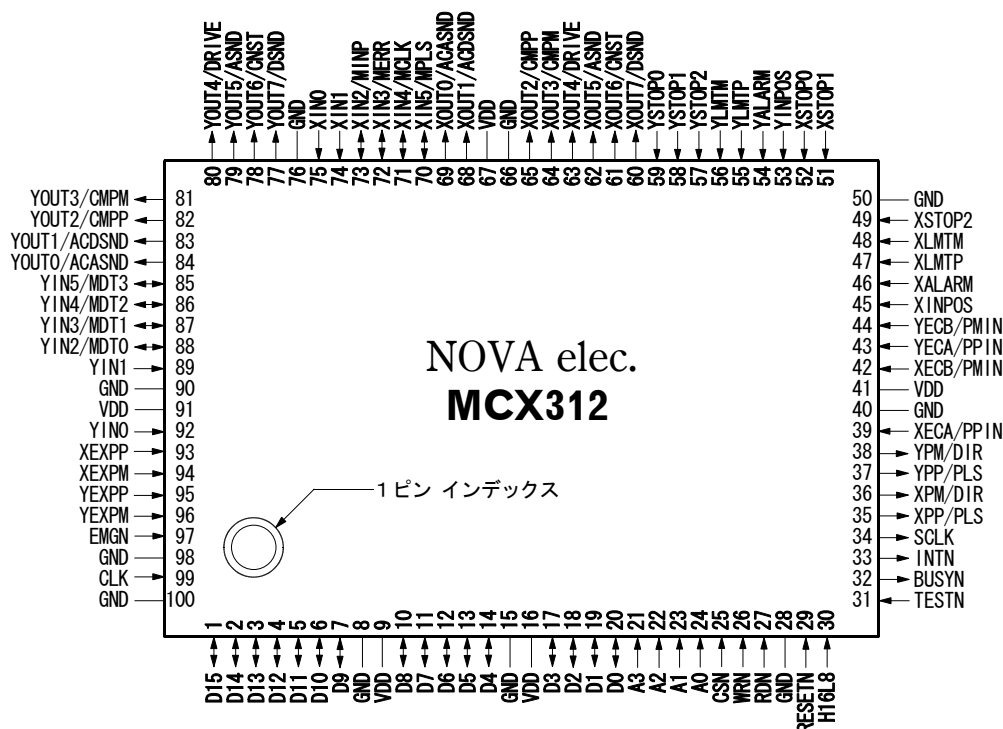


図2.45 入力信号フィルタ回路 概念図

3. 端子配置と各信号の説明



100pin QFP 外形：23.8×17.8 mm リードピッチ：0.65 mm
パッケージの詳細寸法は14章に記載されています。

■ 信号の説明

信号名の X○○○、Y○○○はそれぞれX軸、Y軸の入出力信号です。また、n○○○の “n”は、X、Yを表現しています。
入/出力回路は本章の後に説明されていますので参照してください。－F－記号の付いた入力信号は本IC内部入力段に積分フィルタ回路を持っています。フィルタ機能については2.6.9節を参照してください。

信号名	端子番号	入／出力回路	信号の説明
CLK	99	入力A	Clock：本ICの内部同期回路を動作させるクロック信号です。周波数16.000MHzのクロックを入力します。ドライブ速度、加／減速度、加加速度はこのクロックの周波数に依存します。16MHz以外の周波数を入力する場合は速度設定値、加減速設定値などが異なってきます。
D15～D0	1～7, 10～14, 17～20	双方向A	Data Bus：3ステート双方向の16ビットデータバスです。システムのデータバスに接続します。CSN=Lowで RDN=Low のとき出力状態になります。これ以外のときはハイインピーダンスの入力状態になっています。 データバスを8ビットで使用する場合は上位D15～D8は使用しませんので、D15～D8を高抵抗（100KΩ程度）で＋5Vにプルアップしてください。
A3～A0	21, 22, 23, 24	入力A	Address：上位CPUが本ICのリード／ライトレジスタを選択するためのアドレス信号です。 データバスを16ビットで使用する場合は、A3は使用しません。
CSN	25	入力A	Chip Select：本ICをI/Oデバイスとして選択するための入力信号です。本ICをリード／ライトアクセスするとき、Lowレベルにします。

信号名	端子番号	入／出力回路	信号の説明
WRN	26	入力 A	Write Strobe : 本 I C のライトレジスタに書き込みを行うときに Low にします。WRN が Low の期間は CSN および A3～A0 が確定していなければなりません。WRN が ↑ のとき、データバスの内容がライトレジスタにラッチされるので、WRN の ↑ の前後は D15～D0 の値が確定していなければなりません。
RDN	27	入力 A	Read Strobe : 本 I C のリードレジスタからデータを読み出すときに Low にします。CSN を Low にし RDN を Low にすると、RDN が Low の期間だけ、A3～A0 のアドレス信号によって選択されたリードレジスタのデータがデータバスに出力されます。
RESETN	29	入力 A	Reset : 本 I C をリセット（初期化）する信号です。CLK が 4 サイクル以上の間 RESETN を Low にするとリセットされます。電源投入時には、必ず本 I C を RESETN 信号でリセットしなければなりません。 【注意】 CLK が入力されていないと RESETN を Low にしてもリセットされません。
H16L8	30	入力 A	Hi=16bit, Low=8bit : 16 ビットデータバス／8 ビットデータバスを選択します。Hi レベルにすると 16 ビットデータバスになり I C 内のリードライトレジスタを 16 ビットでアクセスします。また、Low レベルにすると、データバスは D7～D0 の 8 ビットのみ有効となり、内部リード／ライトレジスタを 8 ビットでアクセスします。
TESTN	31	入力 A	Test : 内部回路の動作テストを行うための端子です。Low にすると、思わぬ動きをしますので、必ずオープンか +5 V にプルアップしておいてください。
BUSYN	32	出力 B	Busy : 現在書き込まれた命令を処理中であることを示します。命令が書き込まれると、その命令を処理（コマンド解析）している間、最小 2 CLK 最大 4 CLK の間 Low になります。BUSYN が Low の間は命令が書き込まれても実行されません。命令書き込みから 4 CLK（CLK=16MHz で 250 nSEC）以内に次の書き込みを行う高速 CPU の場合に使用します。
INTN	33	出力 B	Interrupt : 上位 CPU に対する割り込み要求信号です。いずれかの割り込み要因により割り込みが発生すると INTN は Low レベルになります。割り込みが解除されると、Hi-Z に戻ります。
SCLK	34	出力 A	System Clock : 入力クロック信号 CLK を 2 分周した出力クロック信号です。本 I C 内のすべての同期回路は、このクロックに同期して動作します。各軸の出力信号を外部でラッチする場合に、使用することができます。 【注意】 SCLK は、RESETN 信号が Low の間は、出力されません。
XPP/PLS YPP/PLS	35 37	出力 A	Pulse +/Pulse : + 方向のドライブパルスを出力します。リセット時の状態は Low レベルになっており、ドライブ動作に入ると、デューティ 50 %（定速時）の正パルスが出力されます。正パルス／負パルスはモード選択できます。 また、モード選択で、1 パルス方式が選択された場合には、本端子よりドライブパルスが出力されます。
XPM/DIR YPM/DIR	36 38	出力 A	Pulse -/Direction : - 方向のドライブパルスを出力します。リセット時の状態は Low レベルになっており、ドライブ動作に入ると、デューティ 50 %（定速時）の正パルスが出力されます。正パルス／負パルスはモード選択できます。 また、モード選択で、1 パルス方式が選択された場合には、本端子は方向信号となります。
XECA/PPIN YECA/PPIN	39 43	入力 A	Encoder-A/Pulse+in : エンコーダ A 相信号の入力です。B 相信号とともに、I C 内部でアップ／ダウンパルスに変換され、実位置カウンタのカウント入力になります。また、モード選択を、アップ／ダウンパルス入力に選択すると、本端子はアップパルス入力となり、入力パルスの ↑ で、実位置カウンタがカウントアップされます。
XECB/PMIN YECB/PMIN	42 44	入力 A	Encoder-B/Pulse-in : エンコーダ B 相信号の入力です。A 相信号とともに、I C 内部でアップ／ダウンパルスに変換され、実位置カウンタのカウント入力になります。また、モード選択を、アップ／ダウンパルス入力に選択すると、本端子はダウンパルス入力となり、入力パルスの ↑ で、実位置カウンタがカウントダウンされます。
XINPOS YINPOS	45 53	入力 A — F —	Inposition : サーボモータドライバのインポジション（位置決め完了）出力に対応する入力信号です。有効／無効、論理レベルはコマンドで設定できます。有効に設定すると、ドライブ終了後、この信号がアクティブになるのを待ってから、主ステータスレジスタの n-DRV ビットが 0 に戻ります。

信号名	端子番号	入／出力回路	信号の説明
XALARM YALARM	46 54	入力 A ー F ー	Servo Alarm : サーボモータドライバのアラーム出力に対応する入力信号です。有効／無効、論理レベルはモード選択することができます。有効にすると、この信号がアクティブレベルになっているとRR2レジスタのALARMビットに1が立ちます。
XLMT+ YLMT+	47 55	入力 A ー F ー	Over Run Limit + : +方向のオーバーランリミット信号です。+方向のドライブパルス出力中に、この信号がアクティブになるとドライブは減速停止または即停止します。フィルタ機能無効の場合、2 CLK以上のアクティブパルス幅が必要です。減速停止／即停止、論理レベルをモード選択することができます。また、この信号がアクティブレベルになると、RR2レジスタのHLMT+ビットに1が立ちます。
XLMT- YLMT-	48 56	入力 A ー F ー	Over Run Limit - : -方向のオーバーランリミット信号です。-方向のドライブパルス出力中に、この信号がアクティブになるとドライブは減速停止または即停止します。フィルタ機能無効の場合、2 CLK以上のアクティブパルス幅が必要です。減速停止／即停止、論理レベルをモード選択することができます。また、この信号がアクティブレベルになると、RR2レジスタのHLMT-ビットに1が立ちます。
XSTOP2~0 YSTOP2~0	49, 51, 52 57, 58, 59	入力 A ー F ー	Stop2~0 : ドライブを途中で減速停止または即停止させるための各軸3本の入力信号です。原点サーチ動作の入力信号として使用します。フィルタ機能無効の場合、2 CLK以上のアクティブパルス幅が必要です。STOP2~0それぞれについて有効／無効、論理レベルを設定することができます。また、信号状態はRR4/RR5レジスタで常時読み出すことができます。また、nSTOP2信号はモード設定により信号の↑で実位置カウンタ値をクリアする機能がありますのでエンコーダZ相信号の入力に適しています。
XOUT7/DSND YOUT7/DSND	60 77	出力 A	Universal Output7/Descend : 汎用出力信号です。XOUT7~0出力は、WR4レジスタのD7~0に、またYOUT7~0出力は、WR4レジスタのD15~8に1/0データを書き込むことによって、Hi/Lowにします。リセット時はLowになります。モード選択で、ドライブ状態出力モードにすると、本端子は減速ドライブ状態を表す出力信号になります。ドライブ命令実行中、減速状態になると、Hiになります。
XOUT6/CNST YOUT6/CNST	61 78	出力 A	Universal Output6/Constant : 汎用出力信号です。操作はnOUT7と同様です。モード選択で、ドライブ状態出力モードにすると、本端子は定速ドライブ状態を表す出力信号になります。ドライブ命令実行中、定速状態になると、Hiになります。
XOUT5/ASND YOUT5/ASND	62 79	出力 A	Universal Output5/Ascend : 汎用出力信号です。操作はnOUT7と同様です。モード選択で、ドライブ状態出力モードにすると、本端子は加速ドライブ状態を表す出力信号になります。ドライブ命令実行中、加速状態になると、Hiになります。
XOUT4/DRIVE YOUT4/DRIVE	63 80	出力 A	Universal Output4/Drive : 汎用出力信号です。操作はnOUT7と同様です。モード選択で、ドライブ状態出力モードにすると、本端子はドライブ状態を表す出力信号になります。ドライブパルスを出力中はHiになります。サーボモータ用のnINPOS信号を有効にしている場合は、nINPOSがアクティブになるまで、DRIVE信号はHiになっています。
XOUT3/CMPP YOUT3/CMPP	64 81	出力 A	Universal Output3/Compare- : 汎用出力信号です。操作はnOUT7と同様です。モード選択で、ドライブ状態出力モードにすると、論理／実位置カウンタがCOMP-レジスタより小さい時Hiレベルに、大きい時Lowレベルになります。
XOUT2/CMPP YOUT2/CMPP	65 82	出力 A	Universal Output2/Compare+ : 汎用出力信号です。操作はnOUT7と同様です。モード選択で、ドライブ状態出力モードにすると、論理／実位置カウンタがCOMP+レジスタより大きい時Hiレベルに、小さい時Lowレベルになります。
XOUT1/ACDSND YOUT1/ACDSND	68 83	出力 A	Universal Output1/Acceleration Descend : 汎用出力信号です。操作はnOUT7と同様です。モード選択で、ドライブ状態出力モードにすると、本端子はS字加減速の加速度または減速度が減少するときにHiになります。
XOUT0/ACASND YOUT0/ACASND	69 84	出力 A	Universal Output0/Acceleration Ascend : 汎用出力信号です。操作はnOUT7と同様です。モード選択で、ドライブ状態出力モードにすると、本端子はS字加減速の加速度または減速度が増加するときにHiになります。

信号名	端子番号	入／出力回路	信号の説明
XIN5/MPLS YIN5/MDT3	70 85	双方向B －F－	Universal Input5/：汎用入力信号です。X軸のXIN5～0信号状態はRR4レジスタのD13～8に、Y軸のYIN5～0信号状態はRR5レジスタのD13～8にそれぞれ表示されます。Lowレベルが0、Hiレベルが1です。 マルチチップ多軸補間を行うときは、この信号をチップ間で接続し、680Ωの抵抗で+5Vにプルアップします。 また、MPLS入力信号は外部補間パルスのときのパルス入力になります。本信号の↓で1パルス分の補間演算が起動し、各軸の補間パルスが1パルス出力されます。
XIN4/MCLK YIN4/MDT2	71 86	双方向B －F－	Universal Input4/：汎用入力信号です。読み出しはnIN5と同様です。 マルチチップ多軸補間を行うときは、この信号をチップ間で接続し、680Ωの抵抗で+5Vにプルアップします。
XIN3/MERR YIN3/MDT1	72 87	双方向B －F－	Universal Input3/：汎用入力信号です。読み出しはnIN5と同様です。 マルチチップ多軸補間を行うときは、この信号をチップ間で接続し、680Ωの抵抗で+5Vにプルアップします。
XIN2/MINP YIN2/MDT0	73 88	双方向B －F－	Universal Input2/：汎用入力信号です。読み出しはnIN5と同様です。 マルチチップ多軸補間を行うときは、この信号をチップ間で接続し、680Ωの抵抗で+5Vにプルアップします。
XIN1 YIN1	74 89	入力A －F－	Universal Input1/：汎用入力信号です。読み出しはnIN5と同様です。
XIN0 YIN0	75 92	入力A －F－	Universal Input0/：汎用入力信号です。読み出しはnIN5と同様です。
XEXPP YEXPP	93 95	入力A －F－	External Operation +：外部から＋方向のドライブを起動する信号です。外部定量ドライブモードにすると、本信号の↓で＋定量ドライブが起動します。また、外部連続モードにすると、本信号がLowレベルの間、＋連続ドライブが行われます。
XEXPM YEXPM	94 96	入力A －F－	External Operation -：外部から－方向のドライブを起動する信号です。外部定量ドライブモードにすると、本信号の↓で－定量ドライブが起動します。また、外部連続モードにすると、本信号がLowレベルの間、－連続ドライブが行われます。
EMGN	97	入力A －F－	Emergency Stop：全軸のドライブを緊急停止させる入力信号です。この信号をLowレベルにすると、補間ドライブも含め、全軸のドライブが即停止し、各軸のRR2レジスタのEMGビットに1が立ちます。フィルタ機能無効の場合、2CLK以上のLowレベルパルス幅が必要です。 【注意】この信号は、論理レベルを選択することはできません。
GND	8, 15, 28, 40, 50, 66, 76, 90 , 98, 100		グラウンド（0V）端子です。必ず、10本すべての端子を接続してください。
VDD	9, 16, 41, 67, 91		+5V電源端子です。必ず、5本すべての端子を接続してください。

■ 入／出力回路

入力 A	高抵抗（数十KΩ～数百KΩ）でVDDにプルアップされた、TTLレベルのシュミットトリガ入力です。CMOS、TTLいずれも接続可能です。使用しない場合は、オープンか、+5Vにプルアップしてください。 －F－記号の付いた信号は本IC内部入力段に積分フィルタ回路を持っています。フィルタ機能については2.6.9節を参照してください。
出力 A	CMOSレベルの出力です。4mA駆動バッファ（Hiレベル出力電流$I_{OH}=-4mA$で$V_{OH}=2.4V_{min}$、Lowレベル出力電流$I_{OL}=4mA$で$V_{OL}=0.4V_{max}$）ですので、LSTTLであれば10個まで駆動できます。
出力 B	オープンドレイン出力です。4mA駆動バッファ（Lowレベル出力電流$I_{OL}=4mA$で$V_{OL}=0.4V_{max}$）です。使用する場合は、高抵抗で+5Vにプルアップしてください。
双方向 A	入力側は、TTLレベルのシュミットトリガ入力です。IC内部で高抵抗でプルアップされておらず、ハイインピーダンスです。データ信号は、信号ラインがハイインピーダンスにならないよう、システム全体でデータバスを高抵抗でプルアップしてください。 D15～D8を使用しないときは、高抵抗（100KΩ程度）で+5Vにプルアップしてください。双方向ですので、直接プルアップより、高抵抗を入れた方が無難です。 出力側は、CMOSレベルの出力です。8mA駆動バッファ（Hiレベル出力電流$I_{OH}=-8mA$で$V_{OH}=2.4V_{min}$、Lowレベル出力電流$I_{OL}=8mA$で$V_{OL}=0.4V_{max}$）です。
双方向 B	入力側は、高抵抗（数十KΩ～数百KΩ）でVDDにプルアップされた、TTLレベルのシュミットトリガ入力です。出力側は、オープンドレイン出力になっていますが通常はOFFしています。マルチチップ多軸補間を行うとき出力側が作動します。マルチチップ多軸補間で、チップ間で信号を接続するときは、配線をできるだけ短くし、他の信号線と交錯しないようにしてください。 －F－記号の付いた信号は本IC内部入力段に積分フィルタ回路を持っています。フィルタ機能については2.6.9節を参照してください。

■ 回路設計上の注意

(1) デカップリングコンデンサ

本ICのVDDとGND間に、高周波特性の良い0.1 μ F程度のデカップリングコンデンサを1～2個入れてください。

(2) 端子インダクタンスによるリングングノイズ

出力端子のもつインダクタンスと出力に接続される負荷容量の共振によって、出力信号の立ち上がり、立ち下がりでリングングノイズが発生する場合があります。接続する次段の回路が誤動作するほどリングングノイズが大きい場合には、10～100PF程度の負荷容量を接続して、リングングをおさえることができます。

(3) 伝送路の反射

出力A、Bおよび双方向A、Bタイプの出力時は、負荷容量を20～50PFとした場合、信号の立ち上がり、立ち下がり時間が約3～4nsになりますので、配線の長さが60cmくらいから、反射の影響が著しくなってきます。配線路の長さは、できるだけ短くしてください。

4. リード／ライトレジスタ

この章では、CPUが各軸を制御するためにアクセスするリード／ライトレジスタについて、詳細に記述します。
ビットパターン補間用レジスタ（BP1P/M, BP2P/M）については、2.4.3節のビットパターン補間を参照してください。

4.1 16ビットデータバスのレジスタアドレス

下表に示すように、16ビットデータバスを使用する場合は、16ビットのリード／ライトレジスタをアクセスするアドレスが8あります。

■ 16ビットデータバスにおけるライトレジスタ

すべてのレジスタは16ビット長です。

アドレス A2 A1 A0	レジスタ記号	レジスタ名	内 容
0 0 0	WR0	コマンドレジスタ	軸指定、命令コードのセット。
0 0 1	XWR1 YWR1	X軸モードレジスタ1 Y軸モードレジスタ1	各軸の外部減速停止信号の論理レベル、有効／無効の設定。 各軸の割り込みの許可／禁止の設定。実位置カウンタのモード設定。
0 1 0	XWR2 YWR2	X軸モードレジスタ2 Y軸モードレジスタ2	各軸のリミット信号のモード設定。ドライブパルスのモード設定。 エンコーダ入力信号のモード設定。サーボモータ用信号の論理レベル、有効／無効の設定。実位置カウンタの動作モード設定。
	BP1P	B P 1 P レジスタ	ビットパターン補間X軸＋方向ビットデータのセット。
0 1 1	XWR3 YWR3	X軸モードレジスタ3 Y軸モードレジスタ3	各軸のマニュアル減速、減速度個別、S字加減速モードの設定。 外部操作モードの設定。入力信号フィルタの設定。
	BP1M	B P 1 M レジスタ	ビットパターン補間X軸－方向ビットデータのセット。
1 0 0	WR4	アウトプットレジスタ	汎用出力nOUT7～0のセット。
	BP2P	B P 2 P レジスタ	ビットパターン補間Y軸＋方向ビットデータのセット。
1 0 1	WR5	補間モードレジスタ	軸指定。線速一定モード、ステップ送りモード、割り込みの設定。
	BP2M	B P 2 M レジスタ	ビットパターン補間Y軸－方向ビットデータのセット。
1 1 0	WR6	ライトデータレジスタ1	ライトデータ下位16ビット（D15～D0）のセット。
1 1 1	WR7	ライトデータレジスタ2	ライトデータ上位16ビット（D31～D16）のセット。

● 上表で示すように、XY各軸とも、WR1、WR2、WR3（モードレジスタ1,2,3）を持っています。これらのレジスタへは、同一アドレスで書き込みを行うことになります。どの軸のモードレジスタに書き込むかは、直前に書き込んだ命令の軸指定によって決まります。あるいは、軸指定したNOP命令を直前に書き込むことによって、書き込みたい軸を選択します。

● ビットパターン補間用のビットデータレジスタBP1P、BP2P、BP1M、BP2Mは、リセット直後は、書き込むことができません。これらのレジスタへの書き込みは、BPレジスタ書き込み可命令（36h）を発行すると、可能になります。BPレジスタ書き込み可命令（36h）を発行後は、nWR2～3の書き込みができなくなりますので、ビットパターン補間でビットデータの書き込みが終わったら、BPレジスタ書き込み不可命令（37h）を発行しておく必要があります。

● リセット時は、nWR1、nWR2、nWR3、WR4、WR5レジスタはすべてのビットが0にクリアされます。その他のレジスタは不定です。

■ 16ビットデータバスにおけるリードレジスタ

すべてのレジスタは16ビット長です。

アドレス A2 A1 A0	レジスタ記号	レジスタ名	内 容
0 0 0	RR0	主ステータスレジスタ	各軸のドライブ、エラー状態を表示。 補間のドライブ、連続補間次データ可、円弧補間の象限、B P補間の スタックカウンタの表示。
0 0 1	XRR1 YRR1	X軸ステータスレジスタ1 Y軸ステータスレジスタ1	位置：COMPレジスタ比較、加速状態、加加速状態の表示 終了ステータスの表示。
0 1 0	XRR2 YRR2	X軸ステータスレジスタ2 Y軸ステータスレジスタ2	エラー発生要因の表示。
0 1 1	XRR3 YRR3	X軸ステータスレジスタ3 Y軸ステータスレジスタ3	割り込み発生要因の表示。
1 0 0	RR4	インプットレジスタ1	X軸入力信号の状態表示
1 0 1	RR5	インプットレジスタ2	Y軸入力信号の状態表示
1 1 0	RR6	リードデータレジスタ1	リードデータ下位16ビット（D15～D0）の表示。
1 1 1	RR7	リードデータレジスタ2	リードデータ上位16ビット（D31～D16）の表示。

● ライトレジスタと同様に、X Y各軸とも、RR1、RR2、RR3（各軸ステータスレジスタ1, 2, 3）を持っています。これらのレジスタは、同一アドレスで読み出しを行うことになります。どの軸のステータスレジスタに読み出すかは、直前に書き込んだ命令の軸指定によって決まります。あるいは、軸指定したNOP命令を直前に書き込むことによって、読み出したい軸を選択します。

4.2 8ビットデータバスのレジスタアドレス

8ビットデータバスでアクセスする場合は、16ビットレジスタを上位バイト、下位バイトに分けてアクセスします。下表において、****Lは16ビットレジスタ****の下位バイト（D7～D0）、****Hは16ビットレジスタ****の上位バイト（D15～D8）を示しています。コマンドレジスタ（WR0L, WR0H）だけは、かならず上位バイト（WR0H）を先に、下位バイト（WR0L）を後から書き込みます。

■ 8ビットデータバスにおけるライトレジスタ

アドレス A3 A2 A1 A0	ライトするレジスタ
0 0 0 0	WR0L
0 0 0 1	WR0H
0 0 1 0	XWR1L, YWR1L
0 0 1 1	XWR1H, YWR1H
0 1 0 0	XWR2L, YWR2L, BP1PL
0 1 0 1	XWR2H, YWR2H, BP1PH
0 1 1 0	XWR3L, YWR3L, BP1ML
0 1 1 1	XWR3H, YWR3H, BP1MH
1 0 0 0	WR4L, BP2PL
1 0 0 1	WR4H, BP2PH
1 0 1 0	WR5L, BP2ML
1 0 1 1	WR5H, BP2MH
1 1 0 0	WR6L, BP3PL
1 1 0 1	WR6H, BP3PH
1 1 1 0	WR7L, BP3ML
1 1 1 1	WR7H, BP3MH

■ 8ビットデータバスにおけるリードレジスタ

アドレス A3 A2 A1 A0	リードするレジスタ
0 0 0 0	RR0L
0 0 0 1	RR0H
0 0 1 0	XRR1L, YRR1L
0 0 1 1	XRR1H, YRR1H
0 1 0 0	XRR2L, YRR2L
0 1 0 1	XRR2H, YRR2H
0 1 1 0	XRR3L, YRR3L
0 1 1 1	XRR3H, YRR3H
1 0 0 0	RR4L
1 0 0 1	RR4H
1 0 1 0	RR5L
1 0 1 1	RR5H
1 1 0 0	RR6L
1 1 0 1	RR6H
1 1 1 0	RR7L
1 1 1 1	RR7H

4.3 WR0 コマンドレジスタ

I C内の各軸に対して、軸指定をして、命令を書き込むレジスタです。レジスタは、軸を指定するビット、命令コードをセットするビット、およびコマンドリセットビットから成っています。

このレジスタに軸指定、および命令コードを書き込むと、その命令は直ちに実行されます。ドライブ速度の設定などのデータ書き込み命令は、あらかじめ、WR6,7レジスタにデータが書き込まれていなければなりません。また、データ読出し命令は、このコマンドレジスタに命令を書き込むと、内部回路からRR6,7レジスタにデータがセットされます。

8ビットデータバスときは、必ず上位バイト(H)を先に、下位バイト(L)を後から書き込みます。下位バイトを書き込むと、先に指定された軸に対して、直ちに命令が実行されます。

すべての命令コードの命令処理に要する時間は、最大で250nSEC (CLK=16MHzの場合) です。この間は、次の命令を書き込まないでください。出力信号BUSYNは、この命令処理に要している時間だけ、Lowレベルになります。

WR0	H								L							
	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	RESET	0	0	0	0	0	Y	X	0	0						
	軸指定								命令コード							

D5~0 命令コードをセットします。命令コードは5章以降の各命令の説明をご覧ください。

D9~8 命令を実行する軸を指定します。各軸のビットに1を立てるとその軸が指定されます。軸の指定は、1軸とは限りません。同時に複数の軸に対して同じ命令を発行したり、同じパラメータ値を書き込むことができます。ただし、データ読出し命令の場合は1軸のみで指定してください。

補間関係の命令では、軸指定のビットは、すべて0にしてください。

D15 RESET 本I Cをコマンドでリセットするビットです。このビットを1にして、他のビットはすべて0で、コマンドを書き込むと、本I Cはリセットされます。コマンド書き込み後、最大で875nSEC (CLK=16MHzの場合) の間、BUSYN信号がLowレベルに落ちます。この間は、本I Cのレジスタに対してアクセスできません。

8ビットデータバスの場合は、WR0H (=80h) の書き込みでリセットがかかります。

RESETビットは、通常の命令書き込みでは、必ず0にしておきます。

その他のビットは必ず0にしてください。1にすると、I C内部回路のテスト命令が起動し、思わぬ動作をする場合があります。

4.4 WR1 モードレジスタ1

モードレジスタ1はX, Y軸各々が個別に持っています。どの軸のモードレジスタに書き込むかは、直前に書き込んだ命令の軸指定によって決まります。あるいは、軸指定したNOP命令を直前に書き込むことによって、書き込みたい軸を選択します。

モードレジスタ1は、ドライブ途中で減速停止/即停止させる入力信号STOP2~STOP0の有効/無効と有効の論理レベルを設定するビットと、割り込み要因ごとに割り込みの許可/禁止を設定するビットなどから成ります。

SP2~SP0を有効にして、定量ドライブ、または連続ドライブでドライブを開始すると、指定のSTOP信号が設定してある論理レベルになると、ドライブは減速停止または即停止します。加減速ドライブであれば減速停止、定速ドライブであれば即停止します。

WR1	H								L							
	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	D-END	C-STA	C-END	P≥C+	P<C+	P<C-	P≥C-	SMOD	EPINV	EPCLR	SP2-E	SP2-L	SP1-E	SP1-L	SP0-E	SP0-L
	割り込み許可/禁止								ドライブ停止入力信号							

D5,3,1 SPm-E ドライブ停止入力信号STOPmの有効/無効を設定するビットです。 0 : 無効 1 : 有効

D4,2,0 SPm-L 入力信号STOPmの有効の論理レベルを設定するビットです。 0 : Lowで停止、1 : Hiで停止

D6 EPCLR nSTOP2信号によってドライブが停止したとき実位置カウンタをクリアします。このビットを1にすると、ドライブ中にnSTOP2信号がアクティブレベルに変化したとき、ドライブが停止するとともに実位置カウンタ(E P)がクリアされます。D5(SP2-E)ビットは1をセットし、D4(SP2-L)ビットには有効レベルを設定しなければなりません。

D7 EPINV 実位置カウンタの増減を反転させます。

D7 (EPINV)	入力パルスモード	実位置カウンタの増減
0	A/B相モード	A相が進んでいるときカウントアップする。 B相が進んでいるときカウントダウンする。
	アップダウンパルスモード	PPINパルス入力するときカウントアップする。 PMINパルス入力するときカウントダウンする。
1	A/B相モード	B相が進んでいるときカウントアップする。 A相が進んでいるときカウントダウンする。
	アップダウンパルスモード	PMINパルス入力するときカウントアップする。 PPINパルス入力するときカウントダウンする。

D8 SMOD S字加減速ドライブのとき、指定のドライブ速度に到達することを優先させたいときに1にします。

以下のビットは割り込み許可／禁止ビットで、1にすると割り込み許可、0にすると割り込み禁止になります。

D9 P≥C- 論理／実位置カウンタの値がCOMP-レジスタの値を越えて大きくなったとき、割り込みが発生します。

D10 P<C- 論理／実位置カウンタの値がCOMP-レジスタの値を越えて小さくなったとき、割り込みが発生します。

D11 P<C+ 論理／実位置カウンタの値がCOMP+レジスタの値を越えて小さくなったとき、割り込みが発生します。

D12 P≥C+ 論理／実位置カウンタの値がCOMP+レジスタの値を越えて大きくなったとき、割り込みが発生します。

D13 C-END 加減速ドライブ時に、定速域でパルス出力を終了したとき、割り込みが発生します。

D14 C-STA 加減速ドライブ時に、定速域でパルス出力を開始したとき、割り込みが発生します。

D15 D-END ドライブが終了したとき、割り込みが発生します。

リセット時には、D15～D0は、すべて0にセットされます。

4.5 WR 2 モードレジスタ 2

モードレジスタ 2 は X、Y 軸各々が個別に持っています。どの軸のモードレジスタに書き込むかは、直前に書き込んだ命令の軸指定によって決まります。あるいは、軸指定した NOP 命令を直前に書き込むことによって、書き込みたい軸を選択します。

モードレジスタ 2 は、リミット入力信号のモード設定、ドライブパルスのモード設定、エンコーダ入力信号のモード設定、およびサーボモータ用信号の論理レベル、有効／無効の設定を行います。

WR 2	H								L							
	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	INP-E	INP-L	ALM-E	ALM-L	PIND1	PIND0	PINMD	DIR-L	PLS-L	PLSMD	CMPSL	HLMT-	HLMT+	LMTMD	SLMT-	SLMT+

D0 SLMT+ COMP+レジスタを＋方向のソフトウェアリミットとして有効にするか否かを設定します。1にすると有効、0にすると無効になります。
有効にすると、＋方向のドライブ中に論理／実位置カウンタがCOMP+レジスタの値を超えて大きくなると減速停止します。また、RR2レジスタのD0 (SLMT+) ビットに1が立ちます。この状態でさらに＋方向のドライブ命令を書き込んでも、実行されません。
注意：位置カウンタを可変リングモードで動作させる場合には、ソフトウェアリミットを使用することができません。

D1 SLMT- COMP-レジスタを－方向のソフトウェアリミットとして有効にするか否かを設定します。1にすると有効、0にすると無効になります。
有効にすると、－方向のドライブ中に論理／実位置カウンタがCOMP-レジスタの値を超えて小さくなると減速停止します。また、RR2レジスタのD1 (SLMT-) ビットに1が立ちます。この状態でさらに－方向のドライブ命令を書き込んでも、実行されません。

D2 LMTMD ハードウェアリミット (nLMT+, nLMTM入力信号) がアクティブになったときのドライブ停止方式を設定します。0にすると即停止、1にすると減速停止します。

D3 HLMT+ ＋方向リミット入力信号 (nLMT+) の論理レベルを設定します。0：Lowでアクティブ、1：Hiでアクティブ

D4 HLMT- －方向リミット入力信号 (nLMTM) の論理レベルを設定します。0：Lowでアクティブ、1：Hiでアクティブ

4.6 WR3 モードレジスタ3

モードレジスタ3はX、Y軸各々が個別に持っています。どの軸のモードレジスタに書き込むかは、直前に書き込んだ命令の軸指定によって決まります。あるいは、軸指定したNOP命令を直前に書き込むことによって、書き込みたい軸を選択します。

モードレジスタ3は、マニュアル減速、減速度個別、S字加減速モード、外部操作モードの設定と、入力信号のフィルタ設定などを行います。

WR3	H								L							
	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	FL2	FL1	FL0	FE4	FE3	FE2	FE1	FE0	OUTSL	VRING	AVTRI	EXOP1	EXOP0	SACC	DSNDE	MANLD

- D0 MANLD** 加減速定量ドライブにおける減速を自動減速にするか、マニュアル減速にするかを設定します。
0：自動減速 1：マニュアル減速
マニュアル減速モードにした場合は、マニュアル減速点が設定されていなければなりません。
- D1 DSNDE** 加減速ドライブの減速時の減速度を、加速度の値にするか個別の減速度の値にするかを設定します。
0：加速度の値を使用。 1：減速度の値を使用。
- 0に設定すると、加減速ドライブの加速度と減速度は同じ加速度の値を使用することになります。
1に設定すると、加速時は加速度の値、減速時には減速度の値を使用することになります。
非対称台形加減速ドライブを行うときには、このビットを1にします。
- D2 SACC** 直線加減速／S字加減速の設定をします。 0：直線加減速（台形） 1：S字加減速
S字加減速の場合は、加加速度（K）が設定されていなければなりません。
- D4,3 EXOP1,0** 外部入力信号（nEXPP, nEXPM）によるドライブ操作を設定します。

D4	D3	
0	0	外部入力信号によるドライブ操作無効
0	1	連続ドライブモード
1	0	定量ドライブモード
1	1	手動パルサーモード

連続ドライブモードでは、nEXPP信号のLowレベルの期間、連続して＋方向のドライブパルスを出力します。
nEXPM信号の場合も同様に－方向のドライブパルスを連続して出力します。
定量ドライブモードでは、nEXPP信号をHiレベルからLowレベルに落とすと、その↓で＋方向の定量ドライブが起動します。nEXPM信号の場合も同様に、－方向の定量ドライブが起動します。
手動パルサーモードでは、nEXPM信号がLowレベルで、nEXPP信号の↑で＋方向の定量ドライブが起動します。
また、nEXPM信号がLowレベルで、nEXPP信号の↓で－方向の定量ドライブが起動します。

- D5 AVTRI** 定量ドライブの直線加減速（台形）における三角波形を防止します。 0：無効、1：有効。
【注意】定量ドライブ以降で連続ドライブを行なう場合には、その前にWR3/D5ビットは0に戻してください。
- D6 VRING** 論理位置カウンタおよび実位置カウンタの可変リング機能を有効にします。 0：無効、1：有効。
- D7 OUTSL** 出力信号nOUT7～0を汎用出力として使用するか、ドライブ状態を出力するかを選択をします。

0：汎用出力として使用します。WR4レジスタの各ビットの設定がnOUT7～0端子に出力されます。
1：nOUT7～0に下表に示すドライブ状態を出力します。

信号名	出力内容
nOUT0/ACASND	S字加減速の加速度または減速度が増加するときにHiになります。
nOUT1/ACDSND	S字加減速の加速度または減速度が減少するときにHiになります。
nOUT2/CMPP	論理／実位置カウンタがCOMP+レジスタより大きいときHiレベルに、小さいときLowレベルになります。
nOUT3/CMPM	論理／実位置カウンタがCOMP-レジスタより小さいときHiレベルに、大きいときLowレベルになります。
nOUT4/DRIVE	ドライブパルスを出力中にHiになります。
nOUT5/ASND	ドライブ命令実行中、加速状態になると、Hiレベルになります。
nOUT6/CNST	ドライブ命令実行中、定速状態になると、Hiレベルになります。
nOUT7/DSND	ドライブ命令実行中、減速状態になると、Hiレベルになります。

D12～8 FE4～0 入力信号のフィルタ機能を有効にするか、信号をスルーで通すかを指定します。1：有効、0：スルー

指定ビット	フィルタ有効の信号
D8 FE0	EMGN* ² nLMTP nLMTM nSTOP0 nSTOP1
D9 FE1	nSTOP2
D10 FE2	nINPOS nALARM
D11 FE3	nEXPP nEXPM
D12 FE4	nIN0 nIN1 nIN2 nIN3 nIN4 nIN5

*2：EMGN信号はX軸のWR3レジスタD8ビットで設定します。

D15～13 FL2～0 入力信号のフィルタの時定数を指定します。

FL2～0	除去可能な最大ノイズ幅	入力信号遅延
0	1.75 μ SEC	2 μ SEC
1	224 μ SEC	256 μ SEC
2	448 μ SEC	512 μ SEC
3	896 μ SEC	1.024mSEC
4	1.792mSEC	2.048mSEC
5	3.584mSEC	4.096mSEC
6	7.168mSEC	8.192mSEC
7	14.336mSEC	16.384mSEC

リセット時には、D15～D0は、すべて0にセットされます。

4.7 WR 4 アウトプットレジスタ

X、Y軸の汎用出力信号nOUT7～0の出力を設定するレジスタです。各軸8本の出力信号を1つの16ビットレジスタにまとめています。単に16ビット汎用出力としても使用できます。各ビットに0をセットすると、Lowレベルが、1をセットするとHiレベルが出力されます。

WR 4	H								L							
	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	YOUT7	YOUT6	YOUT5	YOUT4	YOUT3	YOUT2	YOUT1	YOUT0	XOUT7	XOUT6	XOUT5	XOUT4	XOUT3	XOUT2	XOUT1	XOUT0

リセット時には、D15～D0は、すべて0にセットされ、nOUT7～0出力信号は、すべてLowレベルになります。

4.8 WR 5 補間モードレジスタ

補間ドライブを行うための線速一定モード、マルチチップ補間モード、補間ステップ送りモード、補間時割り込みの設定を行います。

WR 5	H								L							
	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	BPINT	CIINT	CMPLS	EXPLS	MLT1	MLT0	LSPD1	LSPD0	0	0	0	0	0	0	0	0
	割り込み		ステップ送り		マルチチップ		線速一定									

D9,8 LSPD1,0 補間ドライブの線速一定モードを設定します。

D9	D8	動作モード
0	0	線速一定無効
0	1	2軸線速一定
1	0	(設定不可)
1	1	(設定不可)

2軸線速一定モードの場合は、Y軸のレンジ(R)をX軸Rの1.414倍の値に設定します。

D11, 10 MLT1, 0 マルチチップ補間モードを設定します。

D11	D10	設定内容
0	0	マルチチップ補間を行わない。
0	1	メインチップ
1	0	サブチップXY (X, Y軸ともに使用)
1	1	サブチップX (X軸のみ使用)

D12 EXPLS 1にすると、補間ドライブを外部信号(MPLS)でステップ送りするモードになります。

D13 CMPLS 1にすると、補間ドライブをコマンドでステップ送りするモードになります。

D14 CIINT 連続補間時の割り込み発生の許可／禁止を設定します。0：禁止 1：許可

D15 BPINT ビットパターン補間時の割り込み発生の許可／禁止を設定します。0：禁止 1：許可

リセット時には、D15～D0は、すべて0にセットされます。

4.9 WR 6, 7 ライトデータレジスタ 1, 2

データ書込み命令のデータをセットするレジスタです。WR6レジスタにはライトデータ下位16ビット (WD15～WD0)、WR7レジスタにはライトデータ上位16ビット (WD31～WD16) をセットします。

WR 6	H								L							
	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	WD15	WD14	WD13	WD12	WD11	WD10	WD9	WD8	WD7	WD6	WD5	WD4	WD3	WD2	WD1	WD0

WR 7	H								L							
	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	WD31	WD30	WD29	WD28	WD27	WD26	WD25	WD24	WD23	WD22	WD21	WD20	WD19	WD18	WD17	WD16

データ書込み命令は、まず、各々の命令で指定されているデータ長のデータをこれらのライトデータレジスタに書き込みます。ライトデータレジスタWR6, 7 (8ビットデータバスの場合はWR6L, WR6H, WR7L, WR7H) は、どれから先に書いてもかまいません。その後、コマンドレジスタに命令コードを書き込むと、ライトデータレジスタの内容が、内部の各々のレジスタに取り込まれます。

書き込まれる数値データはすべてバイナリー (2進数) です。また、負の値は2の補数で扱います。

各々の命令のデータは、必ず、指定されているデータ長で設定してください。例えば、円弧補間の終点は、演算可能なデータ範囲が-8,388,608～+8,388,607の符号付き24ビットですが、データ長は4バイトですので、符号付き32ビットで設定してください。

リセット時には、WR6, WR7レジスタの内容は、不定です。

4.10 R R 0 主ステータスレジスタ

各軸のドライブ、エラー状態を表示します。また、補間ドライブ、連続補間次データ可、円弧補間の象限、B P補間のスタックカウンタを表示します。

R R 0	H								L							
	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	-	BPSC1	BPSC0	ZONE2	ZONE1	ZONE0	CNEXT	I-DRV	0	0	Y-ERR	X-ERR	0	0	Y-DRV	X-DRV
												各軸のエラー		各軸のドライブ		

D1, 0 n-DRV 各軸のドライブ状態を表します。このビットに1が立っているときは、その軸がドライブパルスを出力中であることを示しています。0のときはその軸がドライブを終了していることを示しています。

サーボモータ位置決め完了用入力信号のnINPOSを有効に設定しているときは、ドライブパルスを出力後、nINPOS信号がアクティブになってから0に戻ります。

D5, 4 n-ERR 各軸のエラー発生状態をまとめて表示します。すなわち、各軸のRR2レジスタのエラービット (D6～D0)、およびRR1レジスタのエラー終了ビット (D15～D12) のうち、どれか1つでも1が立つと、このビットが1になります。

す。

- D8 I-DRV 補間ドライブ状態を表します。このビットに1が立っているときは、補間ドライブパルスを出力中であることを示しています。
- D9 CNEXT 連続補間次データ書き込み可能を表します。連続補間ドライブで、このビットが1になると、次のノードのためのパラメータデータ、および補間命令を書き込むことが可能になります。
- D12~10 ZONEm 円弧補間ドライブにおいて、現在ドライブ中の象限を示します。

D12	D11	D10	現在ドライブ中の象限
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5
1	1	0	6
1	1	1	7

- D14, 13 BPSC1, 0 ビットパターン補間ドライブにおいて、スタックカウンタ(SC)の値を示します。

D14	D13	スタックカウンタ(SC)の値
0	0	0
0	1	1
1	0	2
1	1	3

ビットパターン補間のドライブ中、SC=3のときは、ビットデータスタックが満杯を表しています。SC=2のときは、各軸16ビット補充できます。SC=1のときは、各軸16ビット×2回補充できます。SC=0はビットデータをすべて出力し終え、ドライブが終了したことを表します。

4.11 R R 1 ステータスレジスタ 1

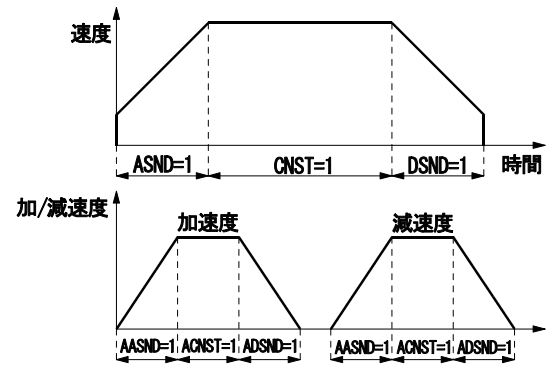
ステータスレジスタ1はX、Y軸各々が個別に持っています。どの軸のステータスレジスタを読み出すかは、直前に書き込んだ命令の軸指定によって決まります。あるいは、軸指定したNOP命令を直前に書き込むことによって、読み出したい軸を選択します。

ステータスレジスタ1は、論理／実位置カウンタとCOMP±レジスタの大小比較、加減速ドライブの加速状態、S字加減速の加減速状態を表示します。また、ドライブ終了ステータスを表示します。

R R 1	H								L							
	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	EMG	ALARM	LMT-	LMT+	—	STOP2	STOP1	STOP0	ADSND	ACNST	AASND	DSND	CNST	ASND	CMP-	CMP+
ドライブ終了ステータス																

- D0 CMP+ 論理／実位置カウンタとCOMP+レジスタの大小関係を示します。
 1 : 論理／実位置カウンタ ≥ COMP+レジスタ
 0 : 論理／実位置カウンタ < COMP+レジスタ
- D1 CMP- 論理／実位置カウンタとCOMP-レジスタの大小関係を示します。
 1 : 論理／実位置カウンタ < COMP-レジスタ
 0 : 論理／実位置カウンタ ≥ COMP-レジスタ

- D2 ASND 加減速ドライブで、加速のとき 1 になります。
- D3 CNST 加減速ドライブで、定速のとき 1 になります。
- D4 DSND 加減速ドライブで、減速のとき 1 になります。
- D5 AASND S 字加減速ドライブで、加速度／減速度が増加するとき 1 になります。
- D6 ACNST S 字加減速ドライブで、加速度／減速度が一定のとき 1 になります。
- D7 ADSND S 字加減速ドライブで、加速度／減速度が減少するとき 1 になります。



- D10～8 STOP2～0 ドライブが、外部減速停止信号 (nSTOP2～0) によって停止したとき、1 になります。
- D12 LMT+ ドライブが、+方向リミット信号 (nLMTP) によって停止したとき、1 になります。
- D13 LMT- ドライブが、-方向リミット信号 (nLMTM) によって停止したとき、1 になります。
- D14 ALARM ドライブが、サーボモータ用アラーム信号 (nALARM) によって停止したとき、1 になります。
- D15 EMG ドライブが、緊急停止信号 (EMGN) によって停止したとき、1 になります。

■ドライブ終了ステータスビットについて

ドライブ終了ステータスビットは、ドライブを終了させた要因情報を保持するビットです。定量ドライブ、または連続ドライブは次にあげる要因により終了します。

- ① 定量ドライブにおいて、出力パルスをすべて出し終えたとき。
- ② 減速停止、または即停止命令が書き込まれたとき。
- ③ ソフトウェアリミットが有効設定でアクティブになったとき。
- ④ 定量／連続ドライブにおいて、減速停止させる外部信号 (nSTOP2, 1, 0) が有効設定でアクティブになったとき。
- ⑤ リミット入力信号 (nLMTP, nLMTM) がアクティブになったとき。
- ⑥ nALARM信号が有効設定でアクティブになったとき。
- ⑦ EMGN信号がLowレベルになったとき。

ここで、①②の要因については上位CPUが管理できることであり、③の要因については、ドライブ終了後でも状態が変わることなくRR2レジスタで確認することができます。しかし④～⑦の要因については、ドライブを終了させた原因になったにもかかわらず、ドライブが停止するまで必ずしもアクティブ状態になっているとは限りません。ドライブ終了ステータスビットは、④～⑦の要因について、ドライブを終了させた要因のビットに1が立ち、その後、信号がノンアクティブになってもビット情報を保持します。

ドライブ終了ステータスビットのうち、エラー要因となるD15～D12のビットに1が立つと、RR0主ステータスレジスタのn-ERRビットが、1になります。

ドライブ終了ステータスビットは、次のドライブ命令の書き込みで自動的にクリアされますが、終了ステータスクリア命令 (25h) によっても、クリアすることができます。

4.12 RR2 ステータスレジスタ2

ステータスレジスタ2はX、Y軸各々が個別に持っています。どの軸のステータスレジスタを読み出すかは、直前に書き込んだ命令の軸指定によって決まります。あるいは、軸指定したNOP命令を直前に書き込むことによって、読み出したい軸を選択します。

ステータスレジスタ2は、エラー情報を示すレジスタです。各ビットに1が立つとそのビットのエラーが発生したことを示します。このRR2レジスタのD6～D0のいずれかのビットに1が立つと、RR0主ステータスレジスタのn-ERRビットが1になります。

H								L							
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
-	-	-	-	-	-	-	-	-	MULT	EMG	ALARM	HLMT-	HLMT+	SLMT-	SLMT+

RR2

D0	SLMT+	COMP+レジスタをソフトウェアリミットとして有効にして、+方向ドライブ時に、論理／実位置カウンタがC OMP+レジスタの値より大きくなったとき。
D1	SLMT-	COMP-レジスタをソフトウェアリミットとして有効にして、-方向ドライブ時に、論理／実位置カウンタがC OMP-レジスタの値より小さくなったとき。
D2	HLMT+	+方向リミット信号(nLMTP)がアクティブレベルになっているとき。
D3	HLMT-	-方向リミット信号(nLMTM)がアクティブレベルになっているとき。
D4	ALARM	サーボモータ用アラーム信号(nALARM)が有効設定でアクティブレベルになっているとき。
D5	EMG	緊急停止信号(EMGN)がLowレベルになっているとき。
D6	MULT	このビットはマルチチップ補間時のメインチップX軸のみ意味を持ちます。マルチチップ補間実行中、サブ チップのいずれかの軸でエラーが発生すると1になります。

ドライブ中に進行方向のハード／ソフトリミットが作動すると、ドライブは減速停止または即停止します。停止後の同方向へのドライブ命令は実行されません。

SLMT+/-ビットは、逆方向ドライブ時には、それぞれの条件になっても1になりません。

4.13 R R 3 ステータスレジスタ 3

ステータスレジスタ 3 はX、Y 軸各々が個別に持っています。どの軸のステータスレジスタを読み出すかは、直前に書き込んだ命令の軸指定によって決まります。あるいは、軸指定したNOP 命令を直前に書き込むことによって、読み出したい軸を選択します。

ステータスレジスタ 3 は、割り込みが発生した要因を示すレジスタです。割り込みが発生すると、その割り込み発生要因のビットが1 になります。

割り込みを発生させるには、WR1レジスタで、各要因ごとに、割り込み許可に設定しておきます。

R R 3	H								L							
	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	-	-	-	-	-	-	-	-	D-END	C-STA	C-END	P $\geq$ C+	P<C+	P<C-	P $\geq$ C-	-

D1	P $\geq$ C-	論理／実位置カウンタがCOMP-レジスタ値を越えて大きくなった。
D2	P<C-	論理／実位置カウンタがCOMP-レジスタ値を越えて小さくなった。
D3	P<C+	論理／実位置カウンタがCOMP+レジスタ値を越えて小さくなった。
D4	P $\geq$ C+	論理／実位置カウンタがCOMP+レジスタ値を越えて大きくなった。
D5	C-END	加減速ドライブ時に、定速域でパルス出力を終了した。
D6	C-STA	加減速ドライブ時に、定速域でパルス出力を開始した。
D7	D-END	ドライブが終了した。

ある割り込み要因の割り込みが発生すると、このレジスタのビットが1 になり、割り込み出力信号(INTN)がLowレベルになります。CPU が、割り込みを発生させた軸のこのRR3レジスタを読み出すと、RR3レジスタのビットは0にクリアされ、割り込み出力信号はノンアクティブレベルに戻ります。8 ビットデータバスの場合は、RR3Lレジスタの読み出しでクリアされます。

4.14 RR 4, 5 インพุットレジスタ 1, 2

インพุットレジスタ 1、2 は、各軸の入力信号の状態を直接表示します。入力信号がLowレベルのときは 0、Hi レベルのときは 1 を示します。

これらの入力信号（nLMTP/M信号を除く）をファンクションとして使用しないときは、汎用入力信号として使用できます。

RR 4	H												L			
	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	X-LM-	X-LM+	X-IN5	X-IN4	X-IN3	X-IN2	X-IN1	X-INO	X-ALM	X-INP	X-EX-	X-EX+	EMG	X-ST2	X-ST1	X-ST0

RR 5	H												L			
	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	Y-LM-	Y-LM+	Y-IN5	Y-IN4	Y-IN3	Y-IN2	Y-IN1	Y-INO	Y-ALM	Y-INP	Y-EX-	Y-EX+	-	Y-ST2	Y-ST1	Y-ST0

ビット名	入力信号	ビット名	入力信号
n-ST0	nSTOP0	n-IN0	nIN0
n-ST1	nSTOP1	n-IN1	nIN1
n-ST2	nSTOP2	n-IN2	nIN2
EMG	EMGN	n-IN3	nIN3
n-EX+	nEXPP	n-IN4	nIN4
n-EX-	nEXPM	n-IN5	nIN5
n-INP	nINPOS	n-LM+	nLMTP
n-ALM	nALARM	n-LM-	nLMTM

4.15 RR 6, 7 リードデータレジスタ 1, 2

データ読み出し命令により、内部レジスタのデータがこれらのレジスタにセットされます。RR6レジスタにはリードデータ下位16ビット（RD15～RD0）が、RR7レジスタにはリードデータ上位16ビット（RD31～RD16）がセットされます。

RR 6	H															
	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	RD15	RD14	RD13	RD12	RD11	RD10	RD9	RD8	RD7	RD6	RD5	RD4	RD3	RD2	RD1	RD0

RR 7	H															
	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	RD31	RD30	RD29	RD28	RD27	RD26	RD25	RD24	RD23	RD22	RD21	RD20	RD19	RD18	RD17	RD16

データはすべてバイナリー（2進数）です。また、負の値は2の補数で扱います。

5. 命令一覧

■ データ書き込み命令

コード	命 令	パラメータ記号	データ範囲	データ長
00h	レンジ 設定	R	8,000,000 (倍率:1) ~ 16,000 (倍率:500)	4 バイト
01	加加速度 設定	K	1 ~ 65,535	2
02	加速度 設定	A	1 ~ 8,000	2
03	減速度 設定	D	1 ~ 8,000	2
04	初速度 設定	SV	1 ~ 8,000	2
05	ドライブ速度 設定	V	1 ~ 8,000	2
06	出力パルス数／補間終点 設定	P	出力パルス数 : 0 ~ 268,435,455 補間終点 : -8,388,608 ~ +8,388,607	4
07	マニュアル減速点 設定	DP	0 ~ 268,435,455	4
08	円弧中心点 設定	C	-8,388,608 ~ +8,388,607	4
09	論理位置カウンタ 設定	LP	-2,147,483,648 ~ +2,147,483,647	4
0A	実位置カウンタ 設定	EP	-2,147,483,648 ~ +2,147,483,647	4
0B	COMP+レジスタ 設定	CP	-1,073,741,824 ~ +1,073,741,823	4
0C	COMP-レジスタ 設定	CM	-1,073,741,824 ~ +1,073,741,823	4
0D	加速カウンタオフセット 設定	AO	-32,768 ~ +32,767	2
0F	NOP (軸切り換え用)			

【注意】データ範囲は表記されているデータ長に満たないパラメータもありますが、データを書き込むときには必ず指定のデータ長で書き込んでください。

[パラメータ計算式]

$$\text{倍率} = \frac{8,000,000}{R}$$

$$\text{加加速度 (PPS/SEC}^2\text{)} = \frac{62.5 \times 10^6}{K} \times \frac{8,000,000}{R}$$

$$\text{加速度 (PPS/SEC)} = A \times 125 \times \frac{8,000,000}{R}$$

$$\text{減速度 (PPS/SEC)} = D \times 125 \times \frac{8,000,000}{R}$$

$$\text{ドライブ速度 (PPS)} = V \times \frac{8,000,000}{R}$$

$$\text{初速度 (PPS)} = SV \times \frac{8,000,000}{R}$$

■ データ読み出し命令

コード	命 令	パラメータ記号	データ範囲	データ長
1 0 h	論理位置カウンタ 読み出し	L P	-2, 147, 483, 648 ~ +2, 147, 483, 647	4 バイト
1 1	実位置カウンタ 読み出し	E P	-2, 147, 483, 648 ~ +2, 147, 483, 647	4
1 2	現在ドライブ速度 読み出し	C V	1 ~ 8, 000	2
1 3	現在加減速度 読み出し	C A	1 ~ 8, 000	2
1 4	マルチチップ直線補間の終点最大値読み出し	M X	0 ~ 8, 388, 607	4

■ ドライブ命令

コード	命 令
2 0 h	+方向定量ドライブ
2 1	-方向定量ドライブ
2 2	+方向連続ドライブ
2 3	-方向連続ドライブ
2 4	ドライブ開始ホールド
2 5	ドライブ開始フリー／ 終了ステータスクリア
2 6	ドライブ減速停止
2 7	ドライブ即停止

■ 補間命令

コード	命 令
3 0 h	2 軸直線補間ドライブ
3 1	
3 2	CW円弧補間ドライブ
3 3	CCW円弧補間ドライブ
3 4	2 軸ビットパターン補間ドライブ
3 5	
3 6	B Pレジスタ書き込み可 (注 1)
3 7	B Pレジスタ書き込み不可
3 8	B Pデータスタック
3 9	B Pデータクリア
3 A	補間シングルステップ
3 B	減速有効
3 C	減速無効
3 D	補間割り込みクリア
3 E	マルチチップ直線補間の終点最大値クリア

(注 1) B P : "ビットパターン"の略

【注意】 これ以外の命令コードをコマンドレジスタに書き込まないでください。I C内部回路のテスト命令が起動し、思わぬ動作をする場合があります。

6. データ書き込み命令

データ書き込み命令は、書き込みデータを伴う命令です。ドライブのための、加速度、ドライブ速度、出力パルス数などの動作パラメータを設定します。複数の軸指定をすると、同じデータを指定した軸すべてに、同時にセットすることができます。

データ書き込み命令は、指定のデータ長が2バイトのときはWR6レジスタに、データ長が4バイトのときはWR6, 7レジスタに数値をセットします。そののち、WR0レジスタに軸指定と命令コードを書き込むと実行されます。

WR6, 7ライトデータレジスタにセットする数値データはすべてバイナリー（2進数）です。また、負の値は2の補数で扱います。

各々のデータは、必ず、データ範囲内の値を設定してください。範囲外の値を設定すると、正しいドライブ動作が行われません。

【注意事項】

● データ書き込み命令の命令処理に要する時間は、最大で250nSEC（CLK=16MHzの場合）です。命令を書き込んでからこの間は、次のデータ、命令は書き込まないでください。

● 加速カウンタオフセット（AO）を除く他のすべての動作パラメータは、リセット時は不定です。ドライブに必要なパラメータについては、ドライブ前にならず適切な値を設定してください。

6.1 レンジ設定

命令コード	命 令	パラメータ記号	データ範囲	データ長(バイト)
0 0h	レンジ 設定	R	8,000,000(倍率:1)～16,000(倍率:500)	4

レンジは速度、加減速度、加加速度の倍率を決定するパラメータです。レンジ設定値をRとすると、倍率は次式のようになります。

$$\text{倍率} = \frac{8,000,000}{R}$$

ドライブ速度、初速度、加減速度などのパラメータは、値の設定範囲が1～8000なので、これより高い値にする場合は、倍率を上げなければなりません。

倍率を大きくすると、高速までドライブすることができますが、速度分解能は粗くなります。ご使用になる速度範囲をカバーできる最小の値にしてください。例えば、40K PPS までの速度で使用するのであれば、速度設定範囲が1～8000なので、倍率は5倍あれば良いですから、Rを1,600,000に設定します。

レンジ（R）は、ドライブ中に変更しないでください。速度が不連続に変化します。

6.2 加加速度設定

命令コード	命 令	パラメータ記号	データ範囲	データ長(バイト)
01h	加加速度 設定	K	1 ~ 65,535	2

加加速度^{注1}設定値は、S字加減速における加速度、および減速度の単位時間当たりの増加／減少率を決定するパラメータです。

加加速度の設定値をKとすると、加加速度は次式のようにになります。

$$\text{加加速度 (PPS/SEC}^2\text{)} = \frac{62.5 \times 10^6}{K} \times \underbrace{\frac{8,000,000}{R}}_{\text{倍率}}$$

加加速度設定値（K）の設定範囲が、1 ~ 65,535 ですから、加加速度範囲は次のようになります。

倍率 = 1 のとき、 954 PPS/SEC² ~ 62.5 × 10⁶ PPS/SEC²

倍率 = 500 のとき、 477 × 10³ PPS/SEC² ~ 31.25 × 10⁹ PPS/SEC²

注1：本書では、単位時間当たりの加速度／減速度の増加／減少率を表現するのに、加加速度という単語を使用しています。また、加加速度には、加速度の増加率だけでなく、加速度の減少率、減速度の増加率、減速度の減少率も含めます。

6.3 加速度設定

命令コード	命 令	パラメータ記号	データ範囲	データ長(バイト)
02h	加速度 設定	A	1 ~ 8,000	2

リセット後の通常モードでは、直線加減速ドライブの加速時の加速度、および減速時の減速度となるパラメータです。また、S字加減速ドライブでは、加速度および減速度が、0からこの設定された加速度まで直線的に増加します。図2.12参照。

加速度設定値をAとすると、加速度は次式のようにになります。

$$\text{加速度 (PPS/SEC)} = A \times 125 \times \underbrace{\frac{8,000,000}{R}}_{\text{倍率}}$$

加速度設定値（A）の設定範囲が、1 ~ 8,000 ですから、実際の加速度範囲は次のようになります。

倍率 = 1 のとき 125 PPS/SEC ~ 1 × 10⁶ PPS/SEC

倍率 = 500 のとき、 62.5 × 10³ PPS/SEC ~ 500 × 10⁶ PPS/SEC

6.4 減速度設定

命令コード	命 令	パラメータ記号	データ範囲	データ長(バイト)
03h	減速度 設定	D	1 ~ 8,000	2

加速度／減速度個別設定のモード（WR3レジスタD1=1）での、直線加減速ドライブの減速時の減速度となるパラメータです。また、このモードのS字加減速ドライブでは、減速度が、0からこの設定された減速度まで直線的に増加します。

減速度設定値をDとすると、減速度は次式のようにになります。

$$\text{減速度 (PPS/SEC)} = D \times 125 \times \underbrace{\frac{8,000,000}{R}}_{\text{倍率}}$$

6.5 初速度設定

命令コード	命 令	パラメータ記号	データ範囲	データ長(バイト)
04h	初速度 設定	SV	1 ~ 8,000	2

加減速ドライブの加速開始の速度と減速終了時の速度です。初速度設定値をSVとすると、初速度は次式のようにになります。

$$\text{初速度 (PPS)} = SV \times \underbrace{\frac{8,000,000}{R}}_{\text{倍率}}$$

（直線加減速の場合）

対象モータがステッピングモータの場合は、自起動周波数内の値を設定します。サーボモータの場合でも、あまり低い値を設定すると、定量ドライブの減速終了時に、初速度でドライブを引きずる場合があります。√（加速度）以上の値が適当です。例えば、加減速度＝125000 PPS/SECのときは、√（125000）＝354 PPS以上の値を設定します。

（S字加減速の場合）

S字加減速の定量ドライブを行なう時、初速度を非常に低く（設定値で100以下に）設定すると、ドライブ終了時に尻切れ（速度が初速度まで落ちきらないで目的位置に到達しドライブを終了する現象）や、引き摺り（速度が目的位置手前で初速度に落ちてその後目的位置まで初速度で引き摺る現象）が発生する場合があります。初速度の設定値は100以上の値を設定して下さい。

6.6 ドライブ速度設定

命令コード	命 令	パラメータ記号	データ範囲	データ長(バイト)
05h	ドライブ速度 設定	V	1 ~ 8,000	2

加減速ドライブにおいて定速域に達したときの速度です。定速ドライブでは、始めからこの速度になります。ドライブ速度設定値をVとすると、ドライブ速度は次式のようにになります。

$$\text{ドライブ速度 (PPS)} = V \times \underbrace{\frac{8,000,000}{R}}_{\text{倍率}}$$

このドライブ速度を初速度以下に設定すると加減速ドライブは行われず、始めから、定速ドライブになります。エンコーダのZ相サーチなど、低速でドライブし、検出したら即停止させたい時は、ドライブ速度を初速度以下に設定します。

ドライブ速度は、ドライブ途中でも自由に変更することができます。加減速度ドライブの定速域でドライブ速度を再設定すると、再設定した速度に向かって加速または減速を始め、再設定した速度に達すると再び定速ドライブに移ります。

【注意事項】

- S字加減速の定量ドライブは、ドライブ途中でドライブ速度の変更はできません。また、S字加減速の連続ドライブにおいても、加速中、減速中に速度変更をかけると、正しいS字カーブを描くことができません。定速域で変更するようにしてください。
- 直線加減速の定量ドライブにおいて、ドライブ途中に頻繁にドライブ速度を変更すると、出力パルス終了時の減速で初速度でドライブを引きずる傾向が大きくなります。

6.7 出力パルス数／補間終点設定

命令コード	命 令	パラメータ記号	データ範囲	データ長(バイト)
06h	出力パルス数／補間終点設定	P	出力パルス数 : 0 ~ 268,435,455 補間終点 : -8,388,608~+8,388,607	4

定量ドライブの総出力パルス数です。

直線補間、円弧補間ドライブのときは、各軸の終点を設定します。終点座標は、24ビットで現在位置に対する相対値を符号付きでセットします。

出力パルス数は符号無しで、補間終点は符号付きです。出力パルス数も、補間終点も4バイト長でセットしてください。

出力パルス数は、ドライブ途中で変更することができます。

6.8 マニュアル減速点設定

命令コード	命 令	パラメータ記号	データ範囲	データ長(バイト)
07h	マニュアル減速点 設定	DP	0 ~ 268,435,455	4

マニュアル減速モードの加減速定量ドライブにおける減速点を設定します。

マニュアル減速モードは、WR3レジスタのD0ビットを1にし、減速点は次のように設定します。

$$\text{マニュアル減速点} = \text{出力パルス数} - \text{減速で消費するパルス数}$$

6.9 円弧中心点設定

命令コード	命 令	パラメータ記号	データ範囲	データ長(バイト)
08h	円弧中心点 設定	C	-8,388,608~+8,388,607	4

円弧補間ドライブのときの中心点を設定します。中心座標は、現在位置に対する相対値を符号付きでセットします。

6.10 論理位置カウンタ設定

命令コード	命 令	パラメータ記号	データ範囲	データ長(ビット)
09h	論理位置カウンタ 設定	LP	-2,147,483,648 ~ +2,147,483,647	4

論理位置カウンタの値を設定します。

論理位置カウンタは、+方向/-方向のドライブ出力パルスをアップ/ダウンカウントします。

論理位置カウンタの値は、常時書込み可能です。データ読出し命令で、常時読み出すこともできます。

6.11 実位置カウンタ設定

命令コード	命 令	パラメータ記号	データ範囲	データ長(ビット)
0Ah	実位置カウンタ 設定		-2,147,483,648 ~ +2,147,483,647	4

実位置カウンタの値を設定します。

実位置カウンタは、エンコーダ入力パルスをアップ/ダウンカウントします。

実位置カウンタの値は、常時書込み可能です。データ読出し命令で、常時読み出すこともできます。

6.12 COMP+レジスタ設定

命令コード	命 令	パラメータ記号	データ範囲	データ長(ビット)
0Bh	COMP+レジスタ 設定	CP	-1,073,741,824~+1,073,741,823	4

COMP+レジスタの値を設定します。

COMP+レジスタは、論理/実位置カウンタと大小比較するレジスタで、比較結果はRR1レジスタのD0に、またnOUT2/CMPP信号に出力されます。+方向のソフトウェアリミットとしても使用します。

COMP+レジスタの値は、常時書込み可能です。

6.13 COMP-レジスタ設定

命令コード	命 令	パラメータ記号	データ範囲	データ長(ビット)
0Ch	COMP-レジスタ 設定	CM	-1,073,741,824~+1,073,741,823	4

COMP-レジスタの値を設定します。

COMP-レジスタは、論理/実位置カウンタと大小比較するレジスタで、比較結果はRR1レジスタのD1に、またnOUT3/CMPP信号に出力されます。一方方向のソフトウェアリミットとしても使用します。

COMP-レジスタの値は、常時書込み可能です。

6.14 加速カウンタオフセット設定

命令コード	命 令	パラメータ記号	データ範囲	データ長(バイト)
0 Dh	加速カウンタオフセット 設定	A O	-32,768 ~ +32,767	2

加速カウンタのオフセット値を設定します。

加速カウンタのオフセット値は、リセット時に、8 がセットされます。

6.15 NOP （軸切り換え用）

命令コード	命 令	パラメータ記号	データ範囲	データ長(バイト)
0 Fh	NOP （軸切り換え用）			

命令は何も実行されません。

各軸のWR1～3レジスタ、RR1～3レジスタを選択する軸の切り換えに使用します。

7. データ読み出し命令

データ書込み命令は、各軸のレジスタの内容をリードデータレジスタに読み出す命令です。

WR0レジスタに軸指定とデータ読み出し命令コードを書き込むと、指定のデータがRR6,7レジスタにセットされます。CPUは、RR6,7レジスタを読み出すことによって指定のデータを得ることができます。

読み出しデータは、すべてバイナリー（2進数）です。また、負の値は2の補数で扱います。

【注意事項】

- データ読み出し命令の命令処理に要する時間は、最大で250nSEC（CLK=16MHzの場合）です。命令を書き込んでから、この時間ののち、RR6,7レジスタを読み出してください。
- 軸指定は、かならず1軸のみの指定にしてください。XY両軸指定した場合は、X軸のデータが読み出されます。

7.1 論理位置カウンタ読み出し

命令コード	命 令	パラメータ記号	データ範囲	データ長(バイト)
1 0 h	論理位置カウンタ 読み出し	L P	-2,147,483,648 ~ +2,147,483,647	4

論理位置カウンタの現在値が、RR6,7リードデータレジスタにセットされます。

7.2 実位置カウンタ 読み出し

命令コード	命 令	パラメータ記号	データ範囲	データ長(バイト)
1 1 h	実位置カウンタ 読み出し	E P	-2,147,483,648 ~ +2,147,483,647	4

実位置カウンタの現在値が、RR6,7リードデータレジスタにセットされます。

7.3 現在ドライブ速度 読み出し

命令コード	命 令	パラメータ記号	データ範囲	データ長(バイト)
1 2 h	現在ドライブ速度 読み出し	C V	1 ~ 8,000	2

ドライブ中の現在ドライブ速度の値が、RR6,7リードデータレジスタにセットされます。ドライブ停止時は0になります。データの単位はドライブ速度設定値（V）と同じです。

7.4 現在加減速度 読み出し

命令コード	命 令	パラメータ記号	データ範囲	データ長(バイト)
1 3 h	現在加減速度 読み出し	C A	1 ~ 8,000	2

ドライブ中の現在加速度、または減速度の値が、RR6,7リードデータレジスタにセットされます。ドライブ停止時の読み出しデータは不定です。データの単位は加速度設定値（A）と同じです。

7.5 マルチチップ直線補間の終点最大値 読み出し

命令コード	命 令	パラメータ記号	データ範囲	データ長(バイト)
14h	マルチチップ直線補間の終点最大値 読み出し	MX	0 ~ 8,388,607	4

マルチチップ直線補間するとき、補間終点データの最大値を読み出します。X軸指定で読み出してください。終点最大値は、リセット時および補間ドライブ命令開始直後に値が0にクリアされますのでご注意ください。

8. ドライブ命令

ドライブ命令は、各軸のドライブパルスを出力する命令、およびそれに付随する命令です。書込みデータは伴わず、WR0コマンドレジスタに軸指定と命令コードを書き込むと、直ちに実行されます。複数の軸を指定して、同じ命令を同時に発行することもできます。

ドライブ中は、RR0主ステータスレジスタの各軸のn-DRVビットに1が立ちます。ドライブが終了すると、n-DRVビットは0に戻ります。

サーボモータドライバ用のnINPOS信号を有効に設定しておくと、nINPOS入力信号がアクティブレベルになるのを待ってから、RR0主ステータスレジスタのn-DRVビットは0に戻ります。

【注意事項】

● ドライブ命令の命令処理に要する時間は、最大で250nSEC（CLK=16MHzの場合）です。次の命令を書き込むときは、この時間ののちに行ってください。

8.1 +方向定量ドライブ

命令コード	命 令
2 0 h	+方向定量ドライブ

設定されている出力パルス数を、nPP出力信号にパルス出力します。

ドライブ中は、ドライブパルスを1パルス出力するごとに論理位置カウンタが1つカウントアップします。

ドライブ命令を書き込む前に、出力させたい速度カーブに必要なパラメータと、出力パルス数が正しく設定されていなければなりません。

	レンジ(R)	加加速度(K)	加速度(A)	減速度(A)	初速度(SV)	ドライブ速度(V)	出力パルス(P)
定速ドライブ	○			○	○	○	○
直線加減速ドライブ	○		○	△	○	○	○
非対称直線加減速ドライブ	○		○	○	○	○	○
S字加減速ドライブ	○	○	○	△	○	○	○

△は必要に応じて設定します。

8.2 -方向定量ドライブ

命令コード	命 令
2 1 h	-方向定量ドライブ

設定されている出力パルス数を、nPM出力信号にパルス出力します。

ドライブ中は、ドライブパルスを1パルス出力するごとに論理位置カウンタが1つカウントダウンします。

ドライブ命令を書き込む前に、出力させたい速度カーブに必要なパラメータと、出力パルス数が正しく設定されていなければなりません。

8.3 +方向連続ドライブ

命令コード	命 令
2 2 h	+方向連続ドライブ

停止コマンドまたは指定の外部信号がアクティブになるまで、連続してnPP出力信号にパルス出力します。

ドライブ中は、ドライブパルスを1パルス出力するごとに論理位置カウンタが1つカウントアップします。

ドライブ命令を書き込む前に、出力させたい速度カーブに必要なパラメータが正しく設定されていなければなりません。

8.4 -方向連続ドライブ

命令コード	命 令
2 3 h	-方向連続ドライブ

停止コマンドまたは指定の外部停止信号がアクティブになるまで、連続にnPM出力信号にパルス出力します。

ドライブ中は、ドライブパルスを1パルス出力するごとに論理位置カウンタが1つカウントダウンします。

ドライブ命令を書き込む前に、出力させたい速度カーブに必要なパラメータが正しく設定されていなければなりません。

8.5 ドライブ開始ホールド

命令コード	命 令
2 4 h	ドライブ開始ホールド

ドライブの開始を一時、停止します。

複数の軸のドライブを同時スタートさせるときに使用します。同時スタートさせたい軸に本命令を発行してから、それぞれの軸にドライブ命令を書き込みます。その後、それらの軸に、同時にドライブ開始フリー命令(25h)を書き込むと、全軸同時にドライブを開始します。

ドライブ中に本命令を書き込んでも、ドライブは停止しません。次のドライブ命令がホールドされます。

8.6 ドライブ開始フリー／終了ステータスクリア

命令コード	命 令
2 5 h	ドライブ開始フリー／終了ステータスクリア

① ドライブ開始ホールド命令(24h)によってドライブ開始がホールドされている状態を解除します。

② RR1レジスタのドライブ終了ステータスビットD15～8をクリアします。

8.7 ドライブ減速停止

命令コード	命 令
2 6 h	ドライブ減速停止

ドライブパルス出力を、途中で減速停止させます。

ドライブ速度が初速度より低い場合には、本命令でも即停止します。

補間ドライブ中、X軸に対して、本命令またはドライブ即停止命令を書き込むと、補間ドライブは停止します。
ドライブが停止しているとき書き込んでも無処理となります。

8.8 ドライブ即停止

命令コード	命 令
2 7 h	ドライブ即停止

ドライブパルス出力を、途中で即停止させます。加減速ドライブにおいても、即停止します。

ドライブが停止しているとき書き込んでも無処理となります。

9. 補間命令

補間命令は、2軸直線補間、CW/CW円弧補間、2軸ビットパターン補間、および補間ドライブに付随する命令から成ります。補間命令は、WR0コマンドレジスタのD9, 8ビットの軸指定の必要ありません。0をセットしてください。

いずれの補間を行う場合も、補間ドライブを開始する前にX軸の速度パラメータをセットしておく必要があります。

補間ドライブ中は、RR0主ステータスレジスタのD8(I-DRV)ビットが1になり、ドライブが終了すると0に戻ります。補間ドライブ中は、補間を行っている軸のn-DRVビットにも1が立ちます。

【注意事項】

● 補間命令の命令処理に要する時間は、最大で250nSEC（CLK=16MHzの場合）です。次の命令を書き込むときは、この時間ののちに行ってください。

9.1 2軸直線補間ドライブ

命令コード	命 令
3 0h	2軸直線補間ドライブ

現在座標から終点座標までX，Y軸の直線補間を行います。

ドライブ前に、X，Y軸についてそれぞれ、終点を相対値で出力パルス（P）にセットしておきます。

9.2 CW円弧補間ドライブ

命令コード	命 令
3 2h	CW円弧補間ドライブ

指定の中心座標を中心に、現在座標から終点座標まで時計方向に円弧補間します。

ドライブ前に、X，Y軸についてそれぞれ、現在位置に対する中心点を円弧中心点（C）に、現在位置に対する終点を出力パルス（P）に、相対値でセットしておきます。

終点座標を（0，0）にセットすると、真円を描きます。

9.3 C CW円弧補間ドライブ

命令コード	命 令
3 3 h	C CW円弧補間ドライブ

指定の中心座標を中心に、現在座標から終点座標まで反時計方向に円弧補間します。

ドライブ前に、X、Y軸についてそれぞれ、現在位置に対する中心点を円弧中心点（C）に、現在位置に対する終点を出力パルス（P）に、相対値でセットしておきます。

終点座標を（0，0）にセットすると、真円を描きます。

9.4 2軸ビットパターン補間ドライブ

命令コード	命 令
3 4 h	2軸ビットパターン補間ドライブ

2軸ビットパターン補間をおこないます。

ドライブ前に、X、Y軸の＋方向／－方向のビットデータをセットします。ドライブ前にセットできるビットデータは、各軸各方向とも16×3 = 48ビットまでです。これを越える場合はドライブ中に補充していきます。

9.5 B Pレジスタ書き込み可

命令コード	命 令
3 6 h	B Pレジスタ書き込み可

ビットパターン補間のビットパターンデータを書き込むレジスタ（BP1P/M, BP2P/M）への書き込みを可能にします。

この命令発行により、nWR2～nWR5レジスタへの書き込みはできなくなります。

リセット時には、ビットパターンデータ書き込みレジスタへのデータ書き込みはできません。

9.6 B Pレジスタ書き込み不可

命令コード	命 令
3 7 h	B Pレジスタ書き込み不可

ビットパターン補間のビットパターンデータを書き込むレジスタ（BP1P/M, BP2P/M）への書き込みを不可にします。

この命令発行により、nWR2～nWR5レジスタへの書き込みは、可能になります。

9.7 B Pデータスタック

命令コード	命 令
3 8 h	B Pデータスタック

ビットパターンデータ書き込みレジスタ（BP1P/M, BP2P/M）に書き込まれたビットパターンデータを内部レジスタに移動し蓄積します。

B Pデータスタック命令を発行すると、スタックカウンタ(SC)が1つ増加します。スタックカウンタ(SC)が3になると、それ以上、本命令を発行することはできません。

9.8 B Pデータクリア

命令コード	命 令
3 9 h	B Pデータクリア

内部に蓄積されたビットパターンデータをすべてクリアし、スタックカウンタ(SC)を0にします。

9.9 補間シングルステップ

命令コード	命 令
3 A h	補間シングルステップ

補間ドライブを、1パルスごとのステップ送りします。

WR5レジスタのD13ビットを1にして、コマンドによる補間ステップモードにし、補間ドライブ命令を発行してから、シングルステップを行います。

9.10 減速有効

命令コード	命 令
3 Bh	減速有効

加減速で補間ドライブを行うときの自動減速またはマニュアル減速を有効状態にします。

単独の補間ドライブを加減速で行うときには、ドライブ前にならず本命令を発行する必要があります。連続補間では、はじめ減速を無効にして、補間ドライブを開始します。減速させる最終補間ノードの補間命令書き込みの前で、減速有効命令を書き込みます。

リセット時には、減速無効状態になります。本命令によって減速を有効状態にすると、減速無効命令(3C)が書き込まれるか、リセットするまで有効状態になります。

減速有効／無効は、補間ドライブのときだけ働きます。各軸を独自にドライブするときには、自動減速またはマニュアル減速は常に有効状態です。

9.11 減速無効

命令コード	命 令
3 Ch	減速無効

加減速で補間ドライブを行うときの自動減速またはマニュアル減速を無効状態にします。

9.12 補間割り込みクリア

命令コード	命 令
3 Dh	補間割り込みクリア

ビットパターン補間、または連続補間で発生した割り込みをクリアします。

ビットパターン補間では、WR5レジスタのD15ビットを1にすると、スタックカウンタ(SC)が2から1に変わったときに割り込みが発生します。また、連続補間では、WR5レジスタのD14ビットを1にすると、次の補間ノードのデータおよび補間ドライブ命令の書き込みが可能になると割り込みが発生します。

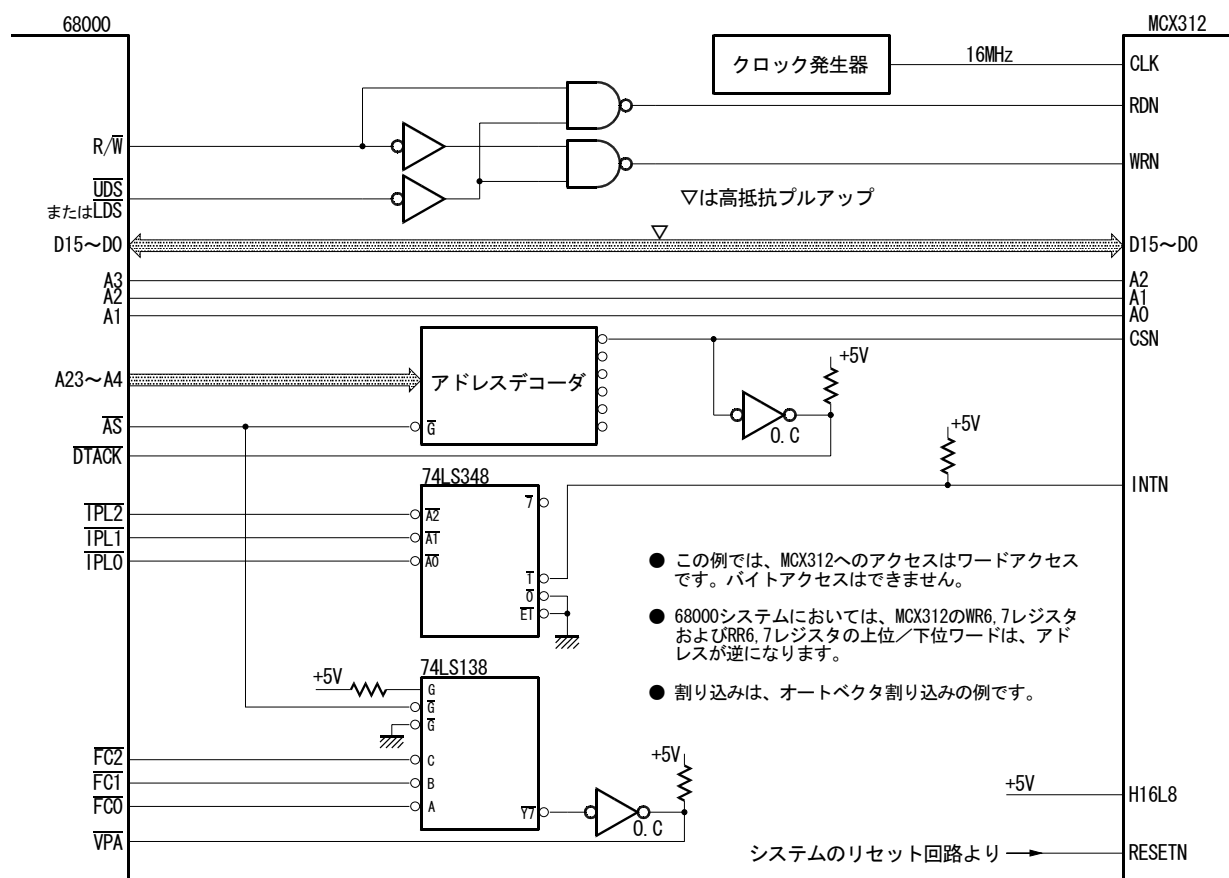
9.13 マルチチップ直線補間の終点最大値クリア

命令コード	命 令
3 Eh	マルチチップ直線補間の終点最大値クリア

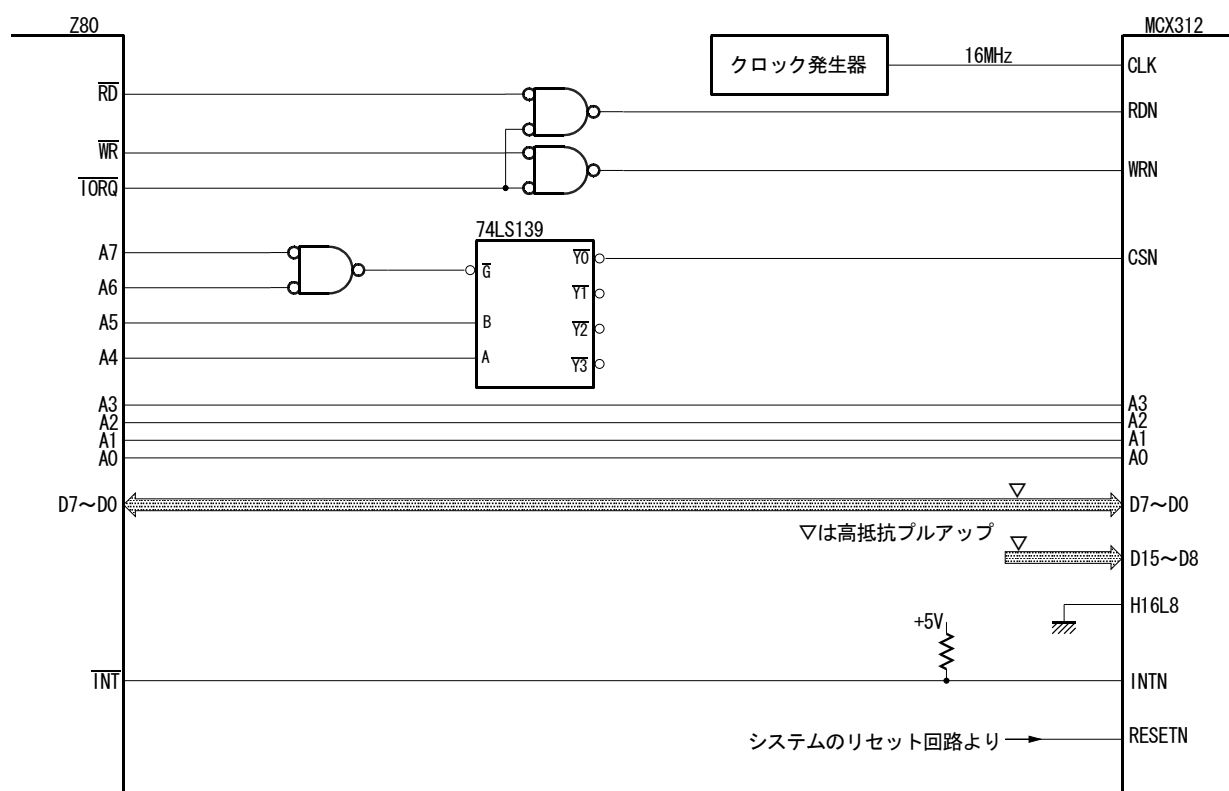
マルチチップ直線補間のとき、補間終点データの最大値をクリアします。

10. 入出力信号接続例

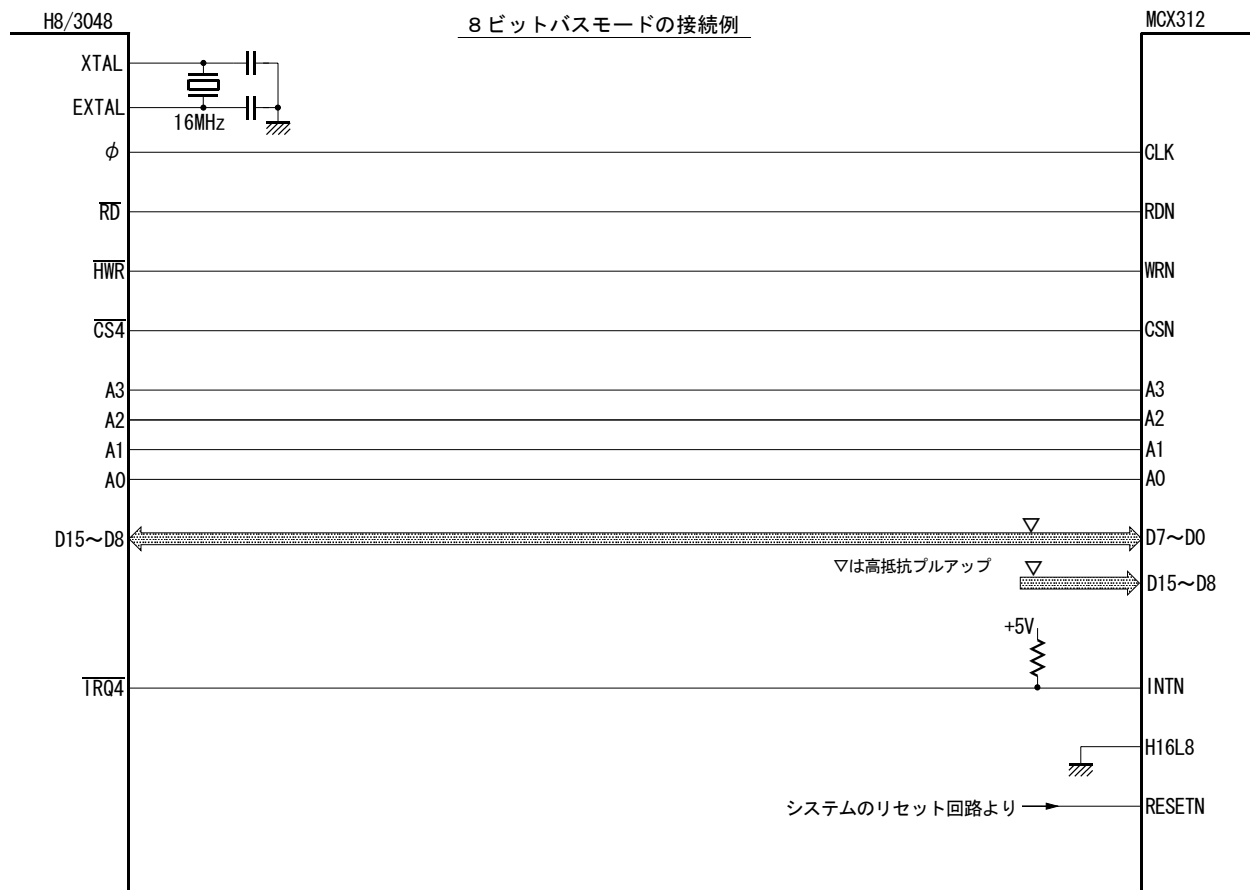
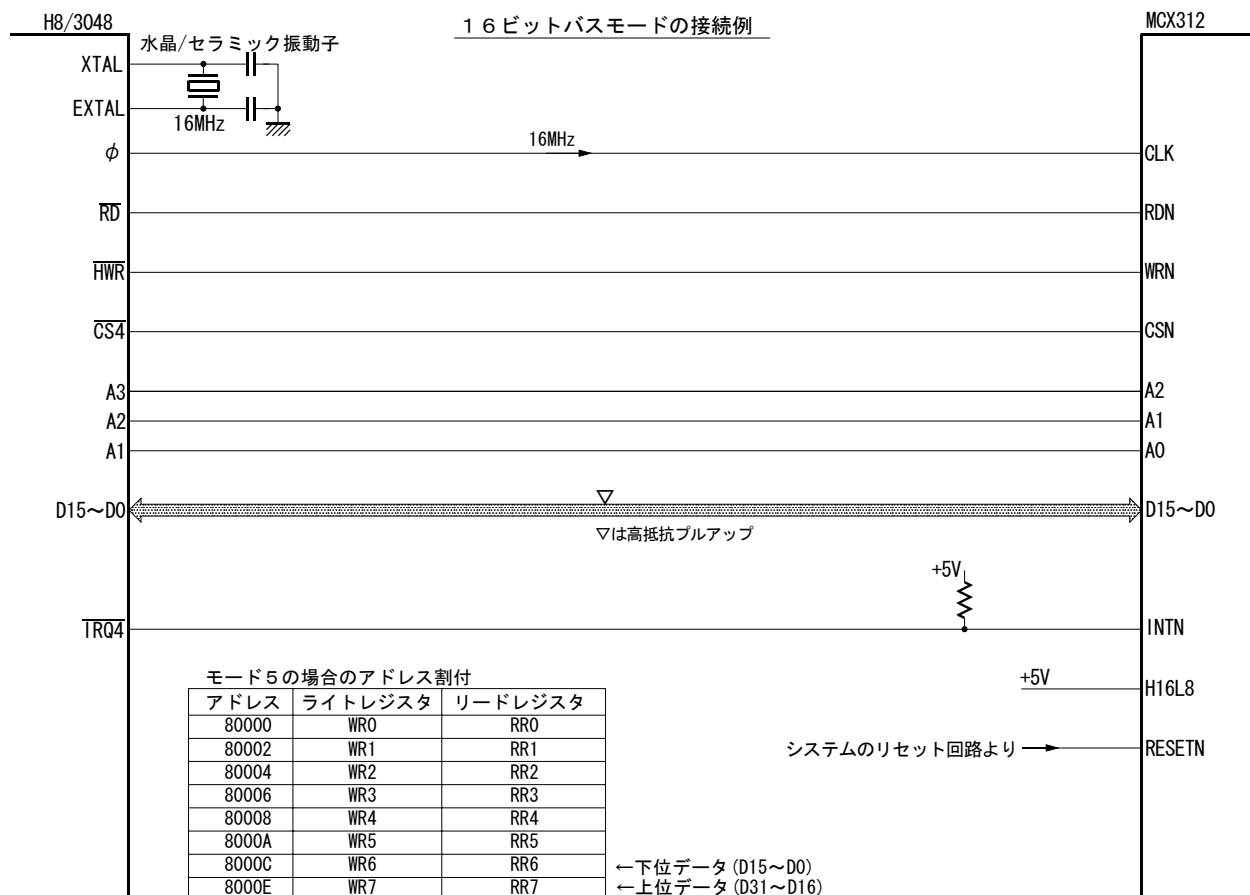
10.1 68000CPUとの接続例



10.2 Z80CPUとの接続例

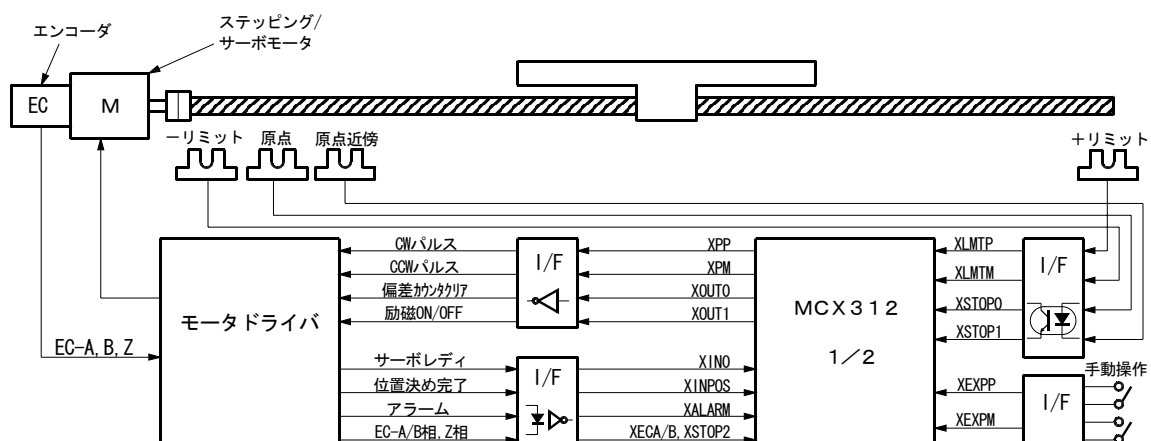


10.3 H8 CPUとの接続例



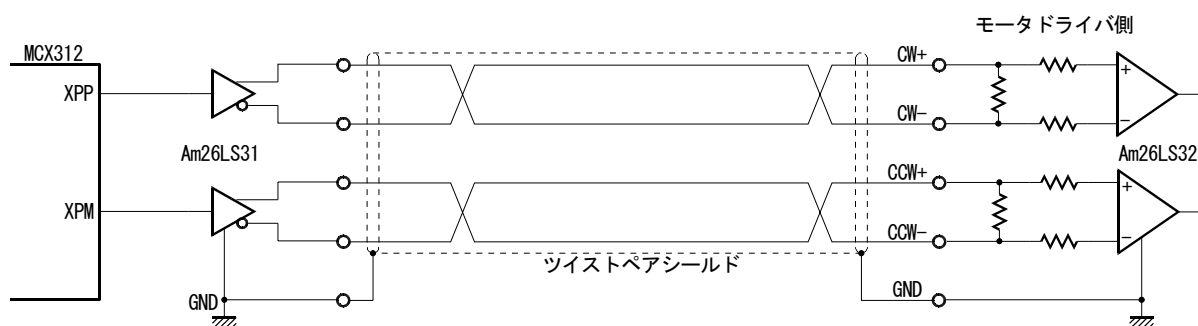
10.4 モーションシステム構成例

下の図は、モーションシステムのX軸分の例を示しています。Y軸すべてについて、同様に構成を取ることができます。

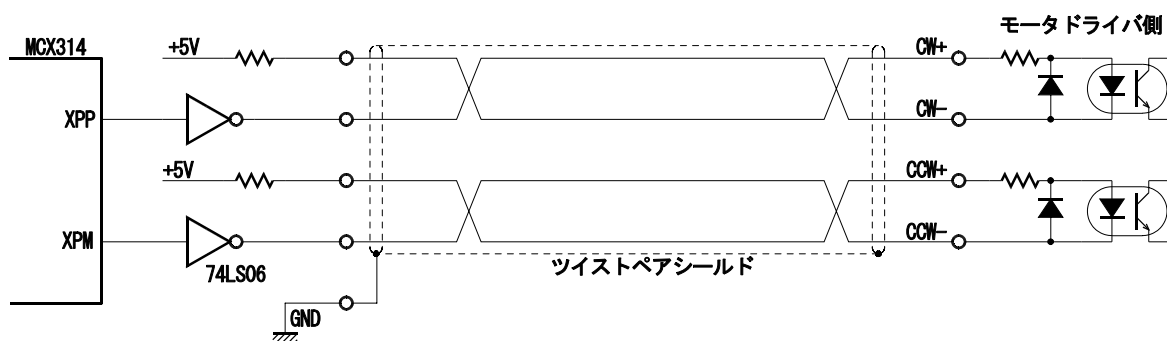


10.5 ドライブパルス出力回路例

■ 差動ラインドライバ出力



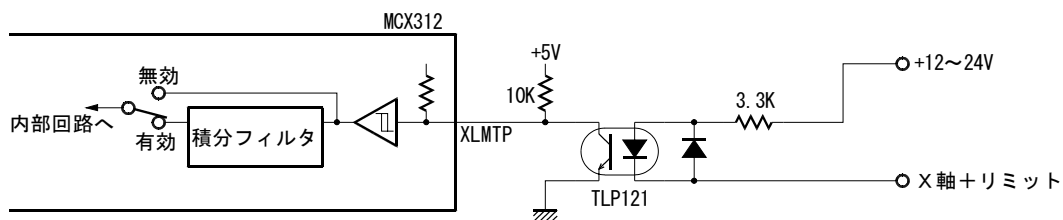
■ オープンコレクタ T T L 出力



ドライブパルス出力信号は、EMCを考慮して、ツイストペアシールド線を使用することをおすすめします。

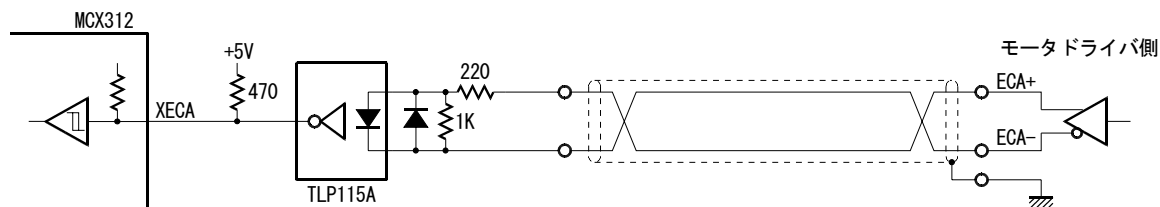
10.6 リミット等の入力信号の接続例

リミット信号等は、通常、配線をかなり引き回す場合が多く、ノイズも乗りやすくなります。フォトカプラだけではノイズを吸収できないことがあります。I C内のフィルタ機能を有効にして、適当な時定数（FL=2, 3）を設定してください。



10.7 エンコーダ入力信号の接続例

下の図は、差動ラインドライバ出力のエンコーダ信号を高速フォトカプラ I Cで受けて、MCX312に入力する回路例です。



1 1. 制御プログラム例

この章では、C 言語による MCX312 の制御プログラム例を示します。1 6 ビットバス構成のプログラムです。

```
#include <stdio.h>
#include <conio.h>

// ----- mcx312 レジスタアドレス定義 -----

#define adr 0x0280 // ベースアドレス

#define wr0 0x0 // コマンドレジスタ
#define wr1 0x2 // モードレジスタ 1
#define wr2 0x4 // モードレジスタ 2
#define wr3 0x6 // モードレジスタ 3
#define wr4 0x8 // アウトプットレジスタ
#define wr5 0xa // 補間モードレジスタ
#define wr6 0xc // 下位ライトデータレジスタ
#define wr7 0xe // 上位ライトデータレジスタ

#define rr0 0x0 // 主ステータスレジスタ
#define rr1 0x2 // ステータスレジスタ 1
#define rr2 0x4 // ステータスレジスタ 2
#define rr3 0x6 // ステータスレジスタ 3
#define rr4 0x8 // インプットレジスタ 1
#define rr5 0xa // インプットレジスタ 2
#define rr6 0xc // 下位リードデータレジスタ
#define rr7 0xe // 上位リードデータレジスタ

#define bp1p 0x4 // B P X 軸 + 方向データレジスタ
#define bp1m 0x6 // B P X 軸 - 方向データレジスタ
#define bp2p 0x8 // B P Y 軸 + 方向データレジスタ
#define bp2m 0xa // B P Y 軸 - 方向データレジスタ

// wreg1(軸指定, データ) ----- ライトレジスタ 1 設定
void wreg1(int axis, int wdata)
{
    outpw(adr+wr0, (axis << 8) + 0xf); // 軸指定
    outpw(adr+wr1, wdata);
}

// wreg2(軸指定, データ) ----- ライトレジスタ 2 設定
void wreg2(int axis, int wdata)
{
    outpw(adr+wr0, (axis << 8) + 0xf); // 軸指定
    outpw(adr+wr2, wdata);
}

// wreg3(軸指定, データ) ----- ライトレジスタ 3 設定
void wreg3(int axis, int wdata)
{
    outpw(adr+wr0, (axis << 8) + 0xf); // 軸指定
    outpw(adr+wr3, wdata);
}

// command(軸指定, 命令コード) ----- 命令書き込み
void command(int axis, int cmd)
{
    outpw(adr+wr0, (axis << 8) + cmd);
}

// range(軸指定, データ) ----- レンジ (R) 設定
void range(int axis, long wdata)
{
    outpw(adr+wr7, (wdata >> 16) & 0xffff);
    outpw(adr+wr6, wdata & 0xffff);
    outpw(adr+wr0, (axis << 8) + 0x00);
}

// acac(軸指定, データ) ----- 加加速度 (K) 設定
void acac(int axis, int wdata)
{
    outpw(adr+wr6, wdata);
    outpw(adr+wr0, (axis << 8) + 0x01);
}

// acc(軸指定, データ) ----- 加減速度 (A) 設定
void acc(int axis, int wdata)
{
    outpw(adr+wr6, wdata);
    outpw(adr+wr0, (axis << 8) + 0x02);
}

// dec(軸指定, データ) ----- 減速度 (D) 設定
void dec(int axis, int wdata)
{
    outpw(adr+wr6, wdata);
    outpw(adr+wr0, (axis << 8) + 0x03);
}

// startv(軸指定, データ) ----- 初速度 (S V) 設定
void startv(int axis, int wdata)
{
    outpw(adr+wr6, wdata);
    outpw(adr+wr0, (axis << 8) + 0x04);
}

// speed(軸指定, データ) ----- ドライブ速度 (V) 設定
void speed(int axis, int wdata)
{
    outpw(adr+wr6, wdata);
    outpw(adr+wr0, (axis << 8) + 0x05);
}

// pulse(軸指定, データ) ----- 出力パルス数/終点 (P) 設定
void pulse(int axis, long wdata)
{
    outpw(adr+wr7, (wdata >> 16) & 0xffff);
    outpw(adr+wr6, wdata & 0xffff);
    outpw(adr+wr0, (axis << 8) + 0x06);
}

// decp(軸指定, データ) ----- マニュアル減速点 (D P) 設定
void decp(int axis, long wdata)
{
    outpw(adr+wr7, (wdata >> 16) & 0xffff);
    outpw(adr+wr6, wdata & 0xffff);
    outpw(adr+wr0, (axis << 8) + 0x07);
}

// center(軸指定, データ) ----- 円弧中心点 (C) 設定
void center(int axis, long wdata)
{
    outpw(adr+wr7, (wdata >> 16) & 0xffff);
    outpw(adr+wr6, wdata & 0xffff);
    outpw(adr+wr0, (axis << 8) + 0x08);
}

// lp(軸指定, データ) ----- 論理位置カウンタ (L P) 設定
void lp(int axis, long wdata)
{
    outpw(adr+wr7, (wdata >> 16) & 0xffff);
    outpw(adr+wr6, wdata & 0xffff);
    outpw(adr+wr0, (axis << 8) + 0x09);
}

// ep(軸指定, データ) ----- 実位置カウンタ (E P) 設定
void ep(int axis, long wdata)
{
    outpw(adr+wr7, (wdata >> 16) & 0xffff);
    outpw(adr+wr6, wdata & 0xffff);
    outpw(adr+wr0, (axis << 8) + 0x0a);
}

// comp(軸指定, データ) ----- COMP+ (C P) 設定
void comp(int axis, long wdata)
{
    outpw(adr+wr7, (wdata >> 16) & 0xffff);
    outpw(adr+wr6, wdata & 0xffff);
    outpw(adr+wr0, (axis << 8) + 0x0b);
}

// compm(軸指定, データ) ----- COMP- (C M) 設定
void compm(int axis, long wdata)
{
    outpw(adr+wr7, (wdata >> 16) & 0xffff);
    outpw(adr+wr6, wdata & 0xffff);
    outpw(adr+wr0, (axis << 8) + 0x0c);
}

// accofst(軸指定, データ) ----- 加速カウンタオフセット (A O) 設定
void accofst(int axis, long wdata)
{
    outpw(adr+wr7, (wdata >> 16) & 0xffff);
    outpw(adr+wr6, wdata & 0xffff);
    outpw(adr+wr0, (axis << 8) + 0x0d);
}
```

```
// readlp(軸指定) ----- 論理位置カウンタ値(LP)読み出し
```

```
long readlp(int axis)
{
    long a;long d6;long d7;
    outpw(adr+wr0, (axis << 8) + 0x10);
    d6 = inpw(adr+rr6);d7 = inpw(adr+rr7);
    a = d6 + (d7 << 16);
    return(a);
}
```

```
// readep(軸指定) ----- 実位置カウンタ値(EP)読み出し
```

```
long readep(int axis)
{
    long a;long d6;long d7;
    outpw(adr+wr0, (axis << 8) + 0x11);
    d6 = inpw(adr+rr6);d7 = inpw(adr+rr7);
    a = d6 + (d7 << 16);
    return(a);
}
```

```
// wait(軸指定) ----- ドライブ終了待ち
```

```
void wait(int axis)
{
    while(inpw(adr+rr0) & axis);
}
```

```
// next_wait() ----- 連続補間次データセット待ち
```

```
void next_wait(void)
{
    while((inpw(adr+rr0) & 0x0200) == 0x0);
}
```

```
// bp_wait() ----- B P 補間次データセット待ち
```

```
void bp_wait(void)
{
    while((inpw(adr+rr0) & 0x6000) == 0x6000);
}
```

```
// homesrch() ----- 全軸 原点サーチ
```

```
void homesrch(void)
{
    // [動作] (1)~(3)X,Y軸とも同じ
    wreg1(0x3,0x0008); // (1)原点信号(STOP1)がOFFしている時
    speed(0x3,2000); // 速度2000PPSで一連続ドライブ。
    if((inpw(adr+rr4) & 0x2) == 0x2) // STOP1信号がONで減速停止。
    {
        command(0x1,0x23);
    }
    if((inpw(adr+rr5) & 0x2) == 0x2)
    {
        command(0x2,0x23);
    }
    wait(0x3);

    wreg1(0x3,0x000c); // (2)速度500PPSで+連続ドライブ。
    speed(0x3,50); // STOP1信号がOFFで即停止。
    command(0x3,0x22);
    wait(0x3);

    wreg1(0x3, 0x0000); // (3)速度4000PPSで一方向に
    speed(0x3,4000); // 100パルス オフセット移動
    pulse(0x3,100);
    command(0x3,0x21);
    wait(0x3);

    lp(0x3,0); // (4) X,Y軸 LP= 0
    wreg2(0x3, 0x0003); // X,Y軸ソフトリミット:ON
    compm(0x1,100000); // X: -1000 ~ +100000
    compm(0x1,-1000); // Y: -500 ~ +50000
    compm(0x2,50000);
    compm(0x2,-500);
}
```

```
// ***** メインルーチン *****
```

```
void main(void)
{
    int count;
    outpw(adr+wr0, 0x8000); // ソフトリセット
    for(count = 0; count < 2; ++count);
}
```

```
command(0x3,0xf); // --- X,Y軸 モード設定 -----
outpw(adr+wr1, 0x0000); // モードレジスタ 1 : 00000000 00000000
outpw(adr+wr2, 0x0000); // モードレジスタ 2 : 00000000 00000000
outpw(adr+wr3, 0x0000); // モードレジスタ 3 : 00000000 00000000
outpw(adr+wr4, 0x0000); // 汎用出力レジスタ : 00000000 00000000
outpw(adr+wr5, 0x0000); // 補間モードレジスタ : 00000000 00000000
```

```
// --- X,Y軸 動作パラメータ初期設定 --
// AO = 0
// R = 800000 (倍率 = 10)
// K = 1010 (加加速度 = 619KPPS/SEC2)
// A = 100 (加/減速度 = 125KPPS/SEC)
// D = 100 (減速度 = 125KPPS/SEC)
// SV= 100 (初速度 = 1000PPS)
// V = 4000 (ドライブ速度 = 40000PPS)
// P = 100000 (出力パルス数 = 100000)
// LP= 0 (論理位置カウンタ = 0)
```

```
homesrch(); // --- X,Y軸 原点サーチ -----
```

```
// --- X,Y 軸 直線加減速ドライブ ---
// A = 200 (加/減速度 = 250KPPS/SEC)
// V = 4000 (ドライブ速度 = 40000PPS)
// xP = 80000
// yP = 40000
// +定量ドライブ
// ドライブ終了待ち
```

```
// --- X 軸 非対称直線加減速ドライブ --
// 加速・減速個別モード
// xA = 200 (加/減速度 = 250KPPS/SEC)
// xD = 50 (減速度 = 62.5KPPS/SEC)
// xV = 4000 (ドライブ速度 = 40000PPS)
// xP = 80000
// +定量ドライブ
// ドライブ終了待ち
// 加速・減速個別モード解除
```

```
// --- X,Y 軸 S 字加減速ドライブ ---
// S 字モード
// K = 1010 (加加速度 = 619KPPS/SEC2)
// A = 200 (加/減速度 = 250KPPS/SEC)
// V = 4000 (ドライブ速度 = 40000PPS)
// xP = 50000
// yP = 25000
// -定量ドライブ
// S 字加減速モード解除
```

```
// ----- 2 軸直線補間ドライブ ---
// 線速一定
// xR = 800000 (倍率 = 10)
// yR = 800000×1.414
// SV= 100 (初速度 = 1000PPS)
// V = 100 (ドライブ速度 = 1000PPS定速)
// xP = +5000 (終点 X= +5000)
// yP = -2000 (終点 Y= -2000)
// 2 軸直線補間
```

```
// ----- C CW円弧補間ドライブ ---
// 線速一定
// xR = 800000 (倍率 = 10)
// yR = 800000×1.414
// SV= 100 (初速度 = 1000PPS)
// V = 100 (ドライブ速度 = 1000PPS定速)
// xC = -5000 (中心 X= -5000)
// yC = 0 (中心 Y= 0 )
// xP = 0 (終点 X= 0 ) 真円
// yP = 0 (終点 Y= 0 )
// C CW円弧補間
```

```
// ----- X,Y 軸 ビットパターン補間
// (図2.30例) ---
// V = 1 (ドライブ速度 = 10PPS 定速)
// ビットパターンデータ書き込み可
```

```
outpw(adr+bp1p, 0x0000); // 0~15 ビットデータ書き込み
outpw(adr+bp1m, 0x2bff);
outpw(adr+bp2p, 0xffd4);
outpw(adr+bp2m, 0x0000);
command(0,0x38); // スタック
```

```
outpw(adr+bp1p, 0xf6fe); // 16~31 ビットデータ書き込み
outpw(adr+bp1m, 0x0000);
outpw(adr+bp2p, 0x000f);
outpw(adr+bp2m, 0x3fc0);
command(0,0x38);
```

```

outpw(adr+bp1p, 0x1fdb); // 32～47 ビットデータ書き込み
outpw(adr+bp1m, 0x0000);
outpw(adr+bp2p, 0x00ff);
outpw(adr+bp2m, 0xfc00);
command(0,0x38);

command(0,0x34); // 2軸B P補間ドライブ開始

bp_wait(); // データ書き込み待ち

outpw(adr+bp1p, 0x4000); // 48～63 ビットデータ書き込み
outpw(adr+bp1m, 0x7ff5);
outpw(adr+bp2p, 0x0000);
outpw(adr+bp2m, 0x0aff);
command(0,0x38);

command(0,0x37); // ビットパターンデータ書き込み不可

wait(0x3); // ドライブ終了待ち

//----- X, Y 軸 連続補間 (図2.34例) ----
speed(0x1,100); // 100 (ドライブ速度 = 1000PPS 定速)

pulse(0x1,4500); // node1
pulse(0x2,0);
command(0,0x33);

next_wait(); // 次データセット待ち
center(0x1,0); // node2
center(0x2,1500);
pulse(0x1,1500);
pulse(0x2,1500);
command(0,0x33);

next_wait(); // node3
pulse(0x1,0);
pulse(0x2,1500);
command(0,0x33);

next_wait(); // node4
center(0x1,-1500);
center(0x2,0);
pulse(0x1,-1500);
pulse(0x2,1500);
command(0,0x33);

next_wait(); // node5
pulse(0x1,-4500);
pulse(0x2,0);
command(0,0x30);

next_wait(); // node6
center(0x1,0);
center(0x2,-1500);
pulse(0x1,-1500);
pulse(0x2,-1500);
command(0,0x33);

next_wait(); // node7
pulse(0x1,0);
pulse(0x2,-1500);
command(0,0x30);

next_wait(); // node8
center(0x1,1500);
center(0x2,0);
pulse(0x1,1500);
pulse(0x2,-1500);
command(0,0x33);

wait(0x3);
}

```

■ マルチチップ直線補間の連続補間プログラム例

```

command(0x3,0xf); //----- チップ1モード設定 -----
outpw(adr+wr1, 0x0000); //モードレジスタ1
outpw(adr+wr2, 0x0000); //モードレジスタ2
outpw(adr+wr3, 0x0000); //モードレジスタ3
outpw(adr+wr4, 0x0000); //汎用出力レジスタ
outpw(adr+wr5, 0x0400); //補間モードレジスタ：メインチップ指定
//----- チップ2モード設定 -----
outpw(adr2+wr1, 0x0000); //モードレジスタ1
outpw(adr2+wr2, 0x0000); //モードレジスタ2
outpw(adr2+wr3, 0x0000); //モードレジスタ3
outpw(adr2+wr4, 0x0000); //汎用出力レジスタ
outpw(adr2+wr5, 0x0800); //補間モードレジスタ：サブX Y 指定

//----- チップ1パラメータ設定 -----
accfst(0x1,0); // = 0
range(0x1,800000); // R = 800000 (倍率 = 10)
acc(0x1,300); // A = 100 (加/減速度 = 125KPPS/SEC)
startv(0x1,100); // SV = 100 (初速度 = 1000PPS)
speed(0x1,6000); // V = 6000 (ドライブ速度 = 60000PPS)
//----- チップ2パラメータ設定 -----
c2accfst(0x1,0); // AO = 0
c2range(0x1,800000); // R = 800000 (倍率 = 10)
c2startv(0x1,6000); // SV = 6000
c2speed(0x1,6000); // V = 6000

command(0x0,0x3e); //max clear
c2command(0x0,0x3e); //max clear
pulse(0x1,10000); // ノード1 x1 終点 = 10000
pulse(0x2,-20000); // ノード1 y1 終点 = -20000
c2pulse(0x1,-40000); // ノード1 x2 終点 = -40000
c2pulse(0x2,40000); // ノード1 y2 終点 = 40000
c2command(0x0,0x30);
command(0x0,0x30);

next_wait();
pulse(0x1,10000); // ノード2 x1 終点 = 10000
pulse(0x2,-20000); // ノード2 y1 終点 = -20000
c2pulse(0x1,-40000); // ノード2 x2 終点 = -40000
c2pulse(0x2,40000); // ノード2 y2 終点 = 40000
c2command(0x0,0x30);
command(0x0,0x30);

next_wait();
pulse(0x1,10000); // ノード3 x1 終点 = 10000
pulse(0x2,-20000); // ノード3 y1 終点 = -20000
c2pulse(0x1,-40000); // ノード3 x2 終点 = -40000
c2pulse(0x2,40000); // ノード3 y2 終点 = 40000
c2command(0x0,0x30);
command(0x0,0x3b); //減速有効
command(0x0,0x30);

wait(0x1);

```

12. 電気的特性

12.1 DC特性

■ 絶対最大定格

項 目	記号	定 格	単位
電源電圧	V_{DD}	-0.3 ~ +7.0	V
入力電圧	V_{IN}	-0.3 ~ $V_{DD}+0.3$	V
入力電流	I_{IN}	±10	mA
保存温度	T_{STG}	-40 ~ +125	°C

■ 推奨動作条件

項 目	記号	定 格	単位
電源電圧	V_{DD}	4.75 ~ 5.25	V
周囲温度	T_a	0 ~ +85	°C

0℃以下の環境で動作させたい場合は、開発元へご相談ください。

■ DC特性

($T_a = 0 \sim +85^{\circ}\text{C}$, $V_{DD} = 5\text{V} \pm 5\%$)

項 目	記号	条 件	最小	標準	最大	単位	備 考
高レベル入力電圧	V_{IH}		2.2			V	
低レベル入力電圧	V_{IL}				0.8	V	
高レベル入力電流	I_{IH}	$V_{IN} = V_{DD}$	-10		10	μA	
低レベル入力電流	I_{IL}	$V_{IN} = 0\text{V}$	-10		10	μA	D15~D0入力信号
		$V_{IN} = 0\text{V}$	-200		-10	μA	D15~D0以外の入力信号
高レベル出力電圧	V_{OH}	$I_{OH} = -1\mu\text{A}$	$V_{DD}-0.05$			V	注 1
		$I_{OH} = -4\text{mA}$	2.4			V	D15~D0以外の出力信号
		$I_{OH} = -8\text{mA}$	2.4			V	D15~D0出力信号
低レベル出力電圧	V_{OL}	$I_{OL} = 1\mu\text{A}$			0.05	V	
		$I_{OL} = 4\text{mA}$			0.4	V	D15~D0以外の出力信号
		$I_{OL} = 8\text{mA}$			0.4	V	D15~D0出力信号
出力リーク電流	I_{OZ}	$V_{OUT}=V_{DD}$ or 0V	-10		10	μA	D15~D0, BUSYN, INTN
シュミットトリガ ヒステリシス電圧	V_H			0.3		V	
消費電流	I_{DD}	$I_{IO}=0\text{mA}$, CLK=16MHz		28	50	mA	

注 1 : BUSYN, INTN出力信号は、オープンドレイン出力ですので、高レベル出力電圧の項目はありません。

■ 端子容量

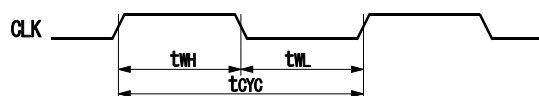
項 目	記号	条 件	最小	標準	最大	単位	備 考
入出力容量	C_{IO}	$T_a=25^{\circ}\text{C}$, $f=1\text{MHz}$			10	pF	D15~D0
入力容量	C_I				10	pF	その他の入力端子

12.2 AC遅延特性

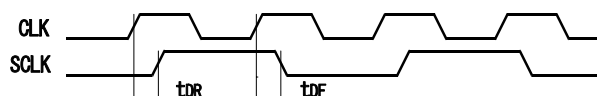
($T_a = 0 \sim 85^\circ\text{C}$, $V_{DD} = +5\text{V} \pm 5\%$, 出力負荷条件 : $85\text{pF} + 1\text{TTL}$)

12.2.1 クロック

■ CLK入力信号



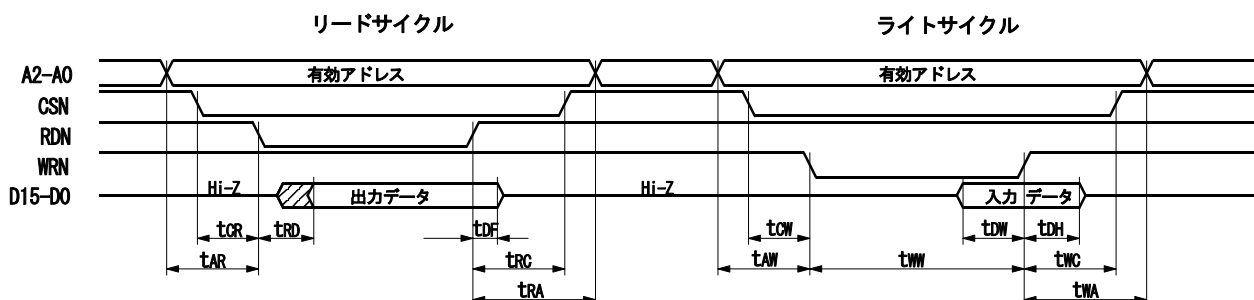
■ SCLK出力信号



● RESETNがLowの期間はSCLKは出力されません。

記号	項 目	最小	最大	単位
tCYC	CLK周期	62.5		nS
tWH	CLK Hiレベル幅	20		nS
tWL	CLK Lowレベル幅	20		nS
tDR	CLK $\uparrow$ $\rightarrow$ SCLK $\uparrow$ 遅延時間		21	nS
tDF	CLK $\uparrow$ $\rightarrow$ SCLK $\downarrow$ 遅延時間		23	nS

12.2.2 CPUリード／ライトサイクル

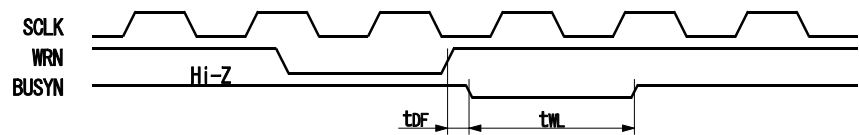


● 上図は、16ビットデータバス ($H16L8=Hi$) のときの信号です。8ビットデータバス ($H16L8=Low$) のときは、図においてアドレス信号がA3～A0、データ信号がD7～D0になります。

● リードサイクル時のデータ信号 (D15～D0) は、RDNとCSNがともにLowになった直後から出力状態になり、RDNがHiに戻った後もtDFの期間、出力状態になっています。バスコンフリクト (衝突) が起きないように注意してください。

記号	項 目	最小	最大	単位
tAR	アドレスセットアップ時間 (to RDN $\downarrow$)	0		nS
tCR	CSNセットアップ時間 (to RDN $\downarrow$)	0		nS
tRD	出力データ遅延時間 (from RDN $\downarrow$)		29	nS
tDF	出力データ保持時間 (from RDN $\uparrow$)	0	30	nS
tRC	CSN保持時間 (from RDN $\uparrow$)	0		nS
tRA	アドレス保持時間 (from RDN $\uparrow$)	0		nS
tAW	アドレスセットアップ時間 (to WRN $\downarrow$)	0		nS
tCW	CSNセットアップ時間 (to WRN $\downarrow$)	0		nS
tWW	WRN Lowレベルパルス幅	50		nS
tDW	入力データセットアップ時間 (to WRN $\uparrow$)	32		nS
tDH	入力データ保持時間 (from WRN $\uparrow$)	0		nS
tWC	CSN保持時間 (from WRN $\uparrow$)	0		nS
tWA	アドレス保持時間 (from WRN $\uparrow$)	5		nS

12.2.3 BUSYN信号



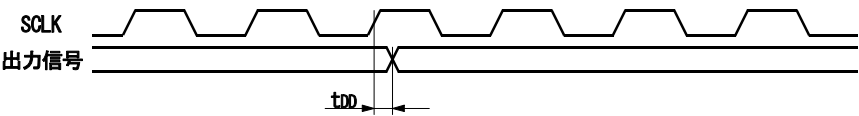
● BUSYN出力信号は、WRNの↑から、最大でSCLK×2サイクルの間、Lowアクティブになります。この間、本ICへのリード／ライトはできません。

記号	項 目	最小	最大	単位
tDF	WRN ↑ → BUSYN ↓ 遅延時間		32	nS
tWL	BUSYN Lowレベル幅		tCYC×4 +30	nS

tCYCはCLKの周期です。

12.2.4 SCLK／出力信号遅延

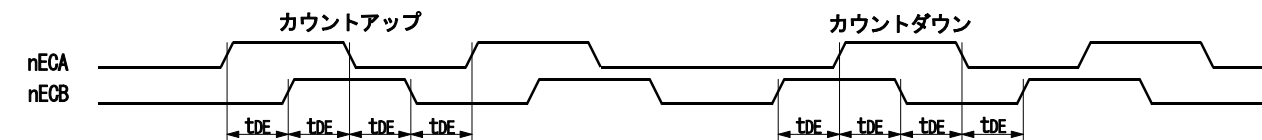
次の出力信号は、常に、SCLK出力信号に同期しています。SCLKの↑でレベルが変化します。
出力信号：nPP/PLS, nPM/DIR, nDRIVE, nASND, nCNST, nDSND, nCMPP, nCMPPM, nACASND, nACDSND



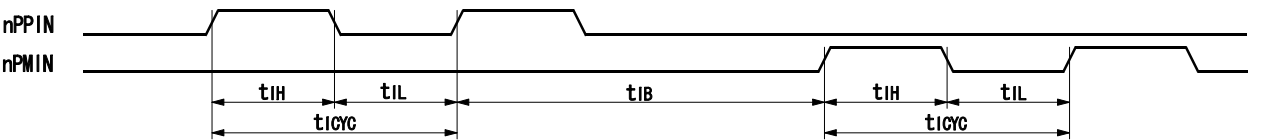
記号	項 目	最小	最大	単位
tDD	SCLK ↑ → 出力信号 ↑ ↓ 遅延時間	0	20	nS

12.2.5 入力パルス

■ 2 相パルス入力モード



■ アップダウンパルス入力モード

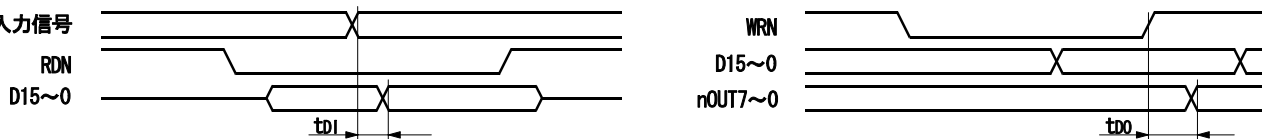


- 2 相パルス入力モードでは、nECA, nECB 入力に変化すると、実位置カウンタは、最大SCLK 4 サイクル後に変化後の値になります。
- アップダウンパルス入力モードでは、nPPIN, nPMIN 入力の↑から最大SCLK 4 サイクル後に、実位置カウンタは、変化後の値になります。

記号	項 目	最小	最大	単位
tDE	nECA, nECB 位相差時間	$tCYC \times 2 + 20$		nS
tIH	nPPIN, nPMIN Hi レベル幅	$tCYC \times 2 + 20$		nS
tIL	nPPIN, nPMIN Low レベル幅	$tCYC \times 2 + 20$		nS
tICYC	nPPIN, nPMIN 周期	$tCYC \times 4 + 20$		nS
tIB	nPPIN ↑ ↔ nPMIN ↑ 時間	$tCYC \times 4 + 20$		nS

12.2.6 汎用入／出力信号

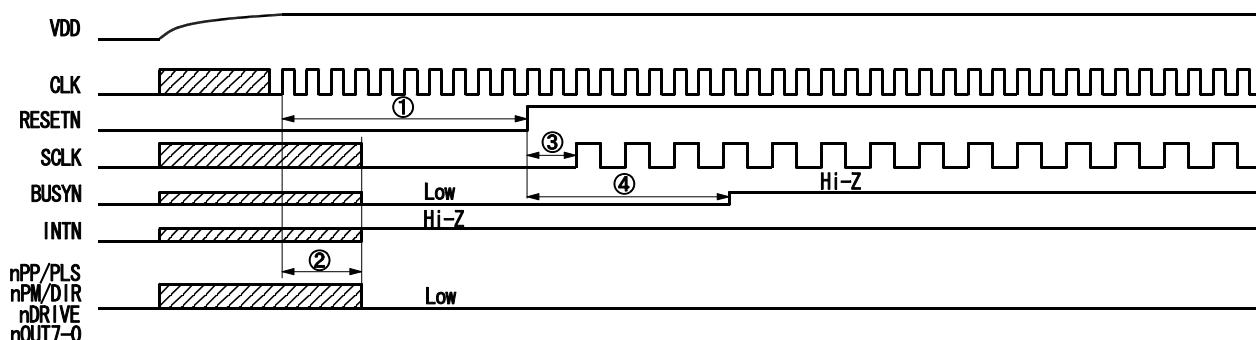
左下図は、入力信号：nIN5～0, nEXPP, nEXPM, nINPOS, nALARMを、RR4, RR5レジスタで読み込んだときの遅延時間を示しています。
右下図は、汎用出力信号データをWR4レジスタに書き込んだときの遅延時間を示しています。



記号	項 目	最小	最大	単位
tDI	入力信号 → データ 遅延時間		32	nS
tDO	WRN ↑ → nOUT7～0 セットアップ時間		32	nS

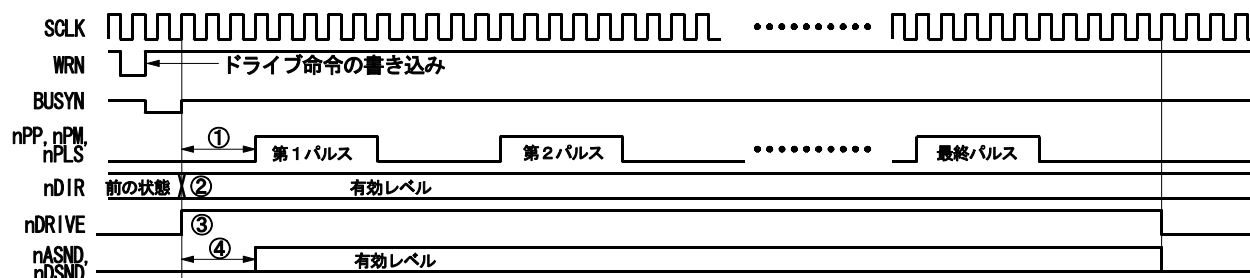
13. 入出力信号タイミング

13.1 パワーオンタイミング



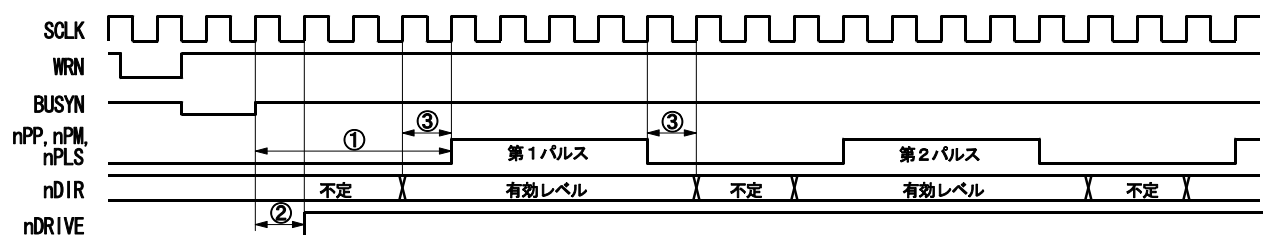
- ① リセット入力信号RESETNは、CLK入力後、CLK×4サイクル以上Lowレベルであることが必要です。
- ② 電源投入時の出力信号は、RESETNがLowレベルであり、CLKが入力されている状態で、最大でCLK×4サイクル後に、上図に示すレベルに確定します。
- ③ SCLKは、RESETNがHiレベルに上がってから、最大でCLK×2サイクル後に、出力されます。
- ④ BUSYNは、RESETNがHiレベルに上がってから、最大でCLK×8サイクルの間、さらにLowレベルになっています。この間、本ICへのリード/ライトはできません。

13.2 ドライブ開始/終了時



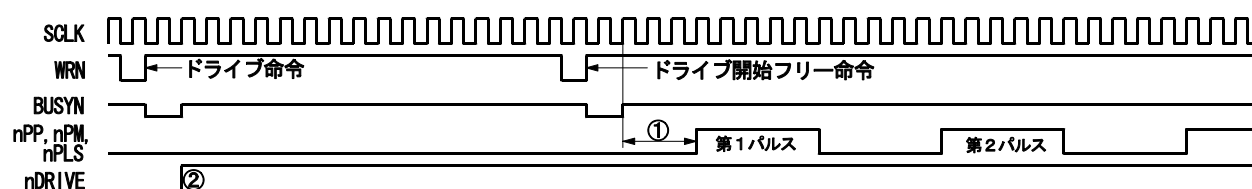
- ① ドライブパルス (nPP, nPM, nPLS) は、本図では正パルスの場合を示しています。BUSYNの↑からSCLK 3サイクル後に第1パルスが出力されます。
- ② ドライブ出力パルス方式を1パルス方式に設定したときのnDIR (方向) 信号は、BUSYNの↑で有効レベルに変化します。ドライブ終了後も次のドライブ命令が書き込まれるまでそのレベルを保持します。ただし、補間ドライブのときは、この限りではありません。
- ③ nDRIVEは、BUSYNの↑でHiレベルになり、最終パルスのLow期間後に、Lowレベルに戻ります。
- ④ nASND, nDSNDは、BUSYNの↑からSCLK 3サイクル後に有効レベルになり、最終パルスのLow期間後に、Lowレベルに戻ります。

13.3 補間ドライブ時



- ① 補間ドライブ時のドライブパルス (nPP, nPM, nPLS) は、BUSYN の↑から SCLK 4 サイクル後に第 1 パルスが出力されます。
- ② nDRIVE は、BUSYN の↑から SCLK 1 サイクル後に Hi レベルになります。
- ③ ドライブ出力パルス方式を 1 パルス方式に設定したときの nDIR (方向) 信号は、補間ドライブ時、ドライブパルスの Hi レベル幅とその前後 SCLK 1 サイクルの間、有効レベルになります。(ドライブパルス：正論理パルスのとき)

13.4 ドライブ開始フリー

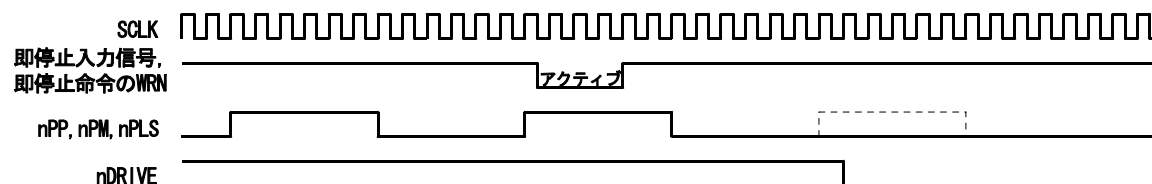


- ① 各軸のドライブパルス (nPP, nPM, nPLS) は、ドライブ開始フリー命令書き込みの BUSYN の↑から SCLK 3 サイクル後に、同時に、第 1 パルスが出力されます。
- ② nDRIVE は、各軸のドライブ命令書き込みの BUSYN の↑で、それぞれ Hi レベルになります。

13.5 ドライブ即停止

即停止入力信号と、即停止命令の動作タイミングです。即停止入力信号は、EMGN、nLMTP/M (即停止モードに設定時)、nALARM です。

即停止入力信号がアクティブレベルになると、または、即停止命令が書き込まれると、現在出力中のドライブパルスを出力したのちに、パルス出力を停止します。



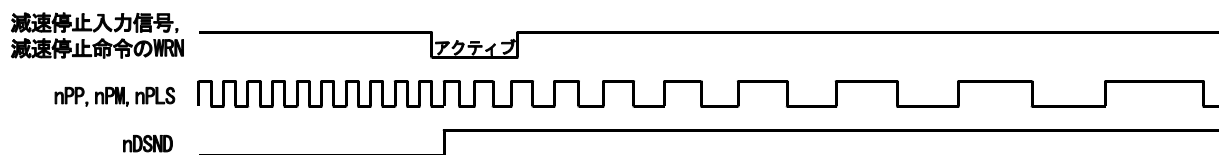
即停止入力信号は、SCLK の↑で I C 内に取り込まれますので、SCLK 1 サイクルより短いアクティブパルスは、受けつけられない場合があります。

入力信号フィルタを有効にすると、フィルタの時定数の値に応じて入力信号は遅延します。

13.6 ドライブ減速停止

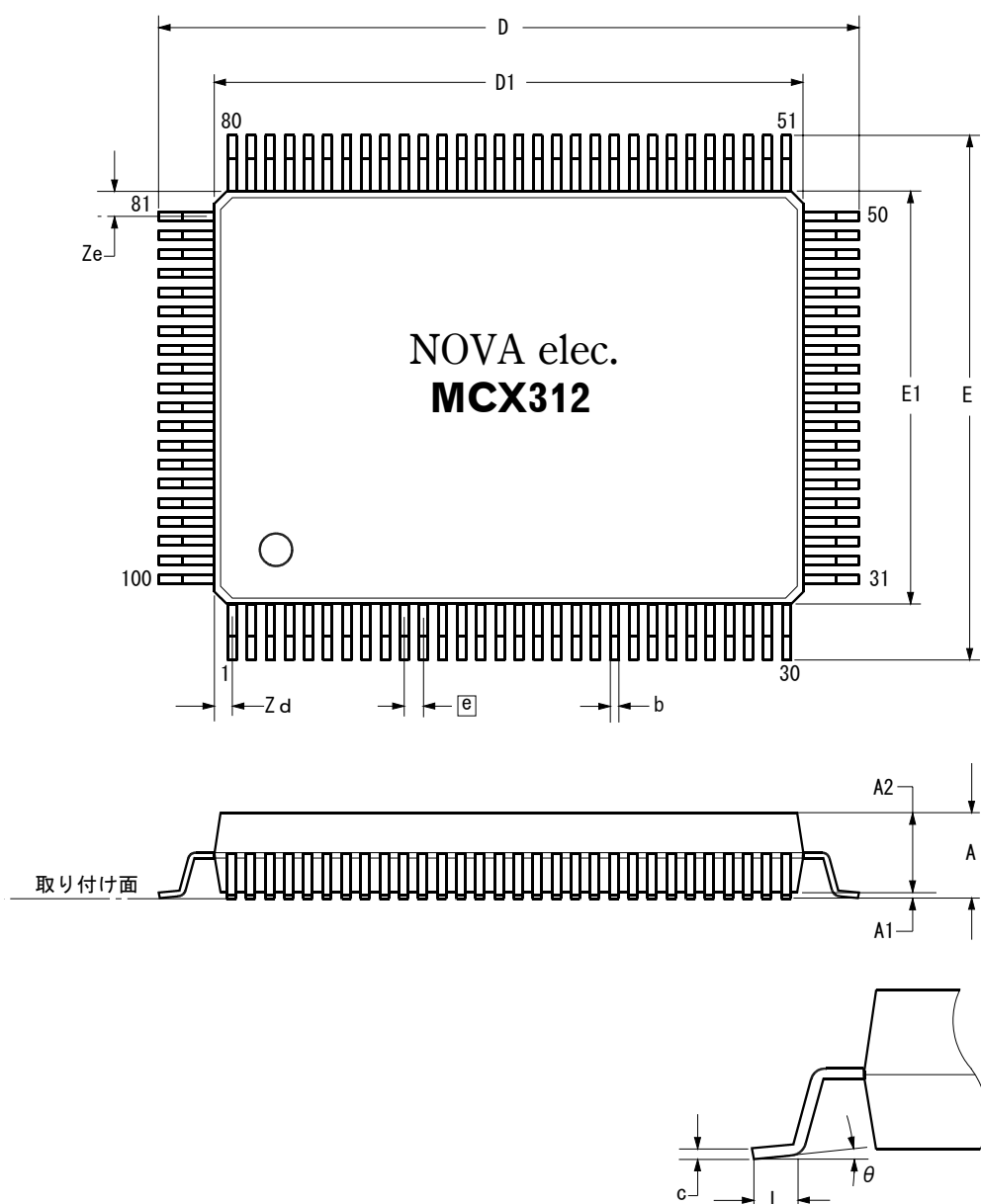
減速停止入力信号と、減速停止命令の動作タイミングです。減速停止入力信号は、nSTOP2~0、nLMTP/M（減速停止モードに設定時）、です。

減速停止入力信号がアクティブレベルになると、または、減速停止命令が書き込まれると、現在出力中のドライブパルスを出力したのちに、減速に移行します。



入力信号フィルタを有効にすると、フィルタの時定数の値に応じて入力信号は遅延します。

1 4. 外形寸法



記号	寸 法 mm			説 明
	最小	標準	最大	
A	—	—	3.05	取り付け面からパッケージ本体最上端部までの高さ
A1	0.09	0.19	0.29	取り付け面からパッケージ本体下端部までの高さ
A2	2.5	2.7	2.9	パッケージ本体の上端から下端までの高さ
b	0.2	0.3	0.4	端子の幅
c	0.10	0.15	0.25	端子の厚さ
D	23.5	23.8	24.1	端子を含むパッケージ長さ方向の最大長
D1	19.8	20.0	20.2	端子を除くパッケージ本体の長さ
E	17.5	17.8	18.1	端子を含むパッケージ幅方向の最大長
E1	13.8	14.0	14.2	端子を除くパッケージ本体の幅
e	0.65			端子ピッチ基準寸法
L	0.6	0.8	1.0	取り付け面に接触する端子の平たん部長さ
Zd	—	0.575	—	長さ方向にある最外部の端子の中心位置からパッケージ本体の最外端部までの長さ
Ze	—	0.825	—	幅方向にある最外部の端子の中心位置からパッケージ本体の最外端部までの長さ
θ	0°			取り付け面に対する端子平たん部角度

1 5. 保管と推奨実装条件

15.1 MCX312の保管と推奨実装条件

15.1.1 本ICの保管について

本ICの保管に際しては以下の項目に対してご注意願います。

- (1) 投げたり落としたりしないでください。包装材が破れて気密性が損なわれる場合があります。
 - (2) 保管は30℃、90%RH 以下の環境で12ヶ月以内に使用して下さい。
 - (3) 有効期限が過ぎていた場合には、排湿処理として125℃で20時間のベーキングを実施してください。
また、有効期限内においても防湿梱包の気密が損なわれている場合には排湿処理を行なってください。
 - (4) 排湿処理の実施に際しては、静電気によるデバイスの破壊防止を行って下さい。
 - (5) 防湿梱包開封後は、30℃/70%RH 以下の環境条件下で保管し、7日以内での実装をお願いします。
- なお、上記許容放置期間を過ぎたICにつきましては、実装前に必ずベーキング処理を実施願います。

15.1.2 はんだごてによる標準実装条件

本ICのはんだごてによる標準実装条件は、以下の通りと致しております。

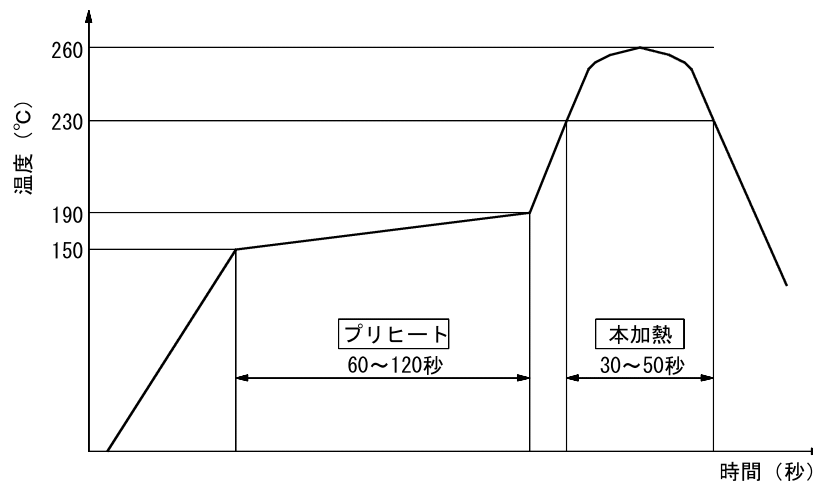
- (1) 実装方法： はんだごて（リード部の加熱のみ）
- (2) 実装条件： 400℃ 各リード3秒以内

15.1.3 リフローによる標準実装条件

本ICのリフローによる標準実装条件は、以下の通りと致しております。

- (1) 実装方法： (a) 温風リフロー（遠中赤外線リフロー併用方法を含む）
(b) 遠中赤外線リフロー
- (2) プリヒート条件： 150～190℃、60～120 秒
- (3) リフロー条件： (a) 最高260℃
(b) 230℃以上、30～50 秒以内
- (4) リフロー回数： 許容保管期間内において2 回まで

なお、実装条件における温度につきましては、パッケージ表面温度を基準と致しております。
温度プロファイルは耐熱温度の上限を示しており、下図プロファイルの範囲内で実装願います。



MCX312標準リフロー耐熱温度プロファイル

16. 仕様まとめ

- 制御軸 2 軸
- CPUデータバス長 16/8ビット選択可能

補間機能

- 2軸直線補間
 - 補間範囲 各軸 -8,388,607~+8,388,607
 - 補間速度 1 ~ 4 MPPS
 - 補間位置精度 ± 0.5 LSB以下（全補間範囲内で）
- 円弧補間
 - 補間範囲 各軸 -8,388,607~+8,388,607
 - 補間速度 1 ~ 4 MPPS
 - 補間位置精度 ± 1 LSB以下（全補間範囲内で）
- 2軸ビットパターン補間
 - 補間速度 1 ~ 4 MPPS（ただしCPUデータセットアップ時間に依存）
- その他の補間機能
 - 線速一定 ● 連続補間 ● 補間ステップ送り（コマンド/外部信号）
 - マルチチップ多軸直線補間

各軸共通仕様

- ドライブ出力パルス（CLK = 16MHz時）
 - 出力速度範囲 1 PPS ~ 4 MPPS
 - 出力速度精度 $\pm 0.1\%$ 以下（設定値に対して）
 - 速度倍率 1 ~ 500
 - S字用加加速度（加減速度の増減率）
 - 954 ~ 62.5×10^6 PPS/SEC²（倍率=1の時）
 - 477×10^3 ~ 31.25×10^9 PPS/SEC²（倍率=500の時）
 - 加/減速度
 - 125 ~ 1×10^6 PPS/SEC（倍率=1の時）
 - 62.5×10^3 ~ 500×10^6 PPS/SEC（倍率=500の時）
 - 初速度
 - 1 ~ 8,000PPS（倍率=1の時）
 - 500PPS ~ 4×10^6 PPS（倍率=500の時）
 - ドライブ速度
 - 1 ~ 8,000PPS（倍率=1の時）
 - 500PPS ~ 4×10^6 PPS（倍率=500の時）
 - 出力パルス数 0 ~ 268,435,455（定量ドライブ）
 - 速度カーブ 定速/直線加減速/放物線S字加減速ドライブ
 - 定量ドライブの減速モード 自動減速（非対称台形駆動時も可能）/マニュアル減速
 - ドライブ中の出力パルス数、ドライブ速度の変更可能
 - 独立2パルス/1パルス・方向 方式選択可能。
 - パルスの論理レベル選択可能。
- エンコーダ入力パルス
 - 2相パルス/アップダウンパルス入力選択可能。
 - 2相パルス 1, 2, 4 通倍選択可能。
- 位置カウンタ
 - 論理位置カウンタ（出力パルス用）カウンタ範囲 -2,147,483,648 ~ +2,147,483,647
 - 実位置カウンタ（入力パルス用）カウンタ範囲 -2,147,483,648 ~ +2,147,483,647
 - 常時書き込み、読み出し可能
- コンペアレジスタ
 - COMP+レジスタ 位置比較範囲 -1,073,741,824 ~ +1,073,741,823
 - COMP-レジスタ 位置比較範囲 -1,073,741,824 ~ +1,073,741,823
 - 位置カウンタとの大小をステータス出力及び信号出力。
 - ソフトウェアリミットとして動作可能。

■ 割り込み機能（補間を除く）

- 割り込み発生要因 位置カウンタ $\geq$ COMP-変化時、位置カウンタ $<$ COMP-変化時、位置カウンタ $<$ COMP+変化時、位置カウンタ $\geq$ COMP+変化時、加減速ドライブ中の定速開始時、加減速ドライブ中の定速終了時、ドライブ終了時。
- いずれの要因に対しても有効／無効選択可能。

■ 外部信号によるドライブ操作

- EXPP、EXPM信号により、+／-方向の定量／連続ドライブが可能。
- 手動パルサーモード（エンコーダ入力）ドライブ可能。

■ 外部減速停止／即停止信号

- STOP0～2 各軸 3 点
- いずれの信号も有効／無効、論理レベルの選択可能。汎用入力としても使用可能。

■ サーボモータ用入力信号

- ALARM（アラーム）、INPOS（位置決め完了）。
- いずれの信号も有効／無効、論理レベルの選択可能。

■ 汎用入出力信号

- IN0～5 各軸 6 点（内 4 点はマルチチップ補間信号と端子兼用）
- OUT0～7 各軸 8 点（ドライブ状態出力信号と端子共用）

■ ドライブ状態信号出力

- DRIVE（ドライブパルス出力中）、ASND（加速中）、CNST（定速中）、DSND（減速中）、CMPP（位置 $\geq$ COMP+）、CMPM（位置 $<$ COMP-）、ACASND（加減速度増加）、ACDSND（加減速度減少）。
- ドライブ状態は、ステータスレジスタでも読み出し可能。

■ オーバランリミット信号入力

- +方向、-方向各 1 点。
- 論理レベル選択可能。アクティブ時、即停止／減速停止選択可能

■ 緊急停止信号入力

- 全軸でEMGN 1 点。Lowレベルで全軸のドライブパルスを即停止。

■ 積分型フィルタ内蔵

- 各入力信号の入力段に積分フィルターを装備。時定数を 8 種類の中から選択可能。

■ 電気的特性

- 動作温度範囲 0 ～ +85℃
- 動作電源電圧 +5V $\pm$ 5% （消費電流 50mA max）
- 入出力信号レベル CMOS、TTL接続可能
- 入力クロック 16.000 MHz（標準）

■ パッケージ

100ピンプラスチックQFP 0.65ピンピッチ
外形サイズ：23.8×17.8×3.05 mm

付録A 速度カーブ プロファイル

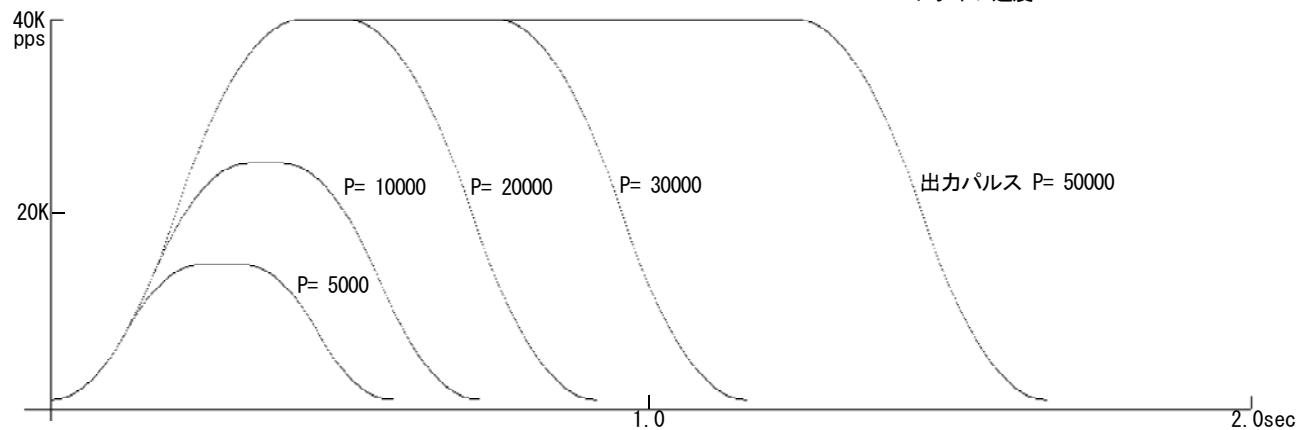
MCX312の各速度パラメータに下記のパラメータ値を設定したときに、出力されるドライブパルスの速度カーブを示します。

完全S字加減速は、加速／減速時において、加速度／減速度一定域を含まず、目的速度までをすべて放物線加速するS字加減速です。また、部分S字加減速は、加速度／減速度一定域(加速／減速が直線の領域)を含むS字加減速です。

■ 40KPPS 完全 S 字加減速

R=800000 (倍率: 10), K=700, (A=D=200), SV=100, V=4000, A0=0
自動減速モード

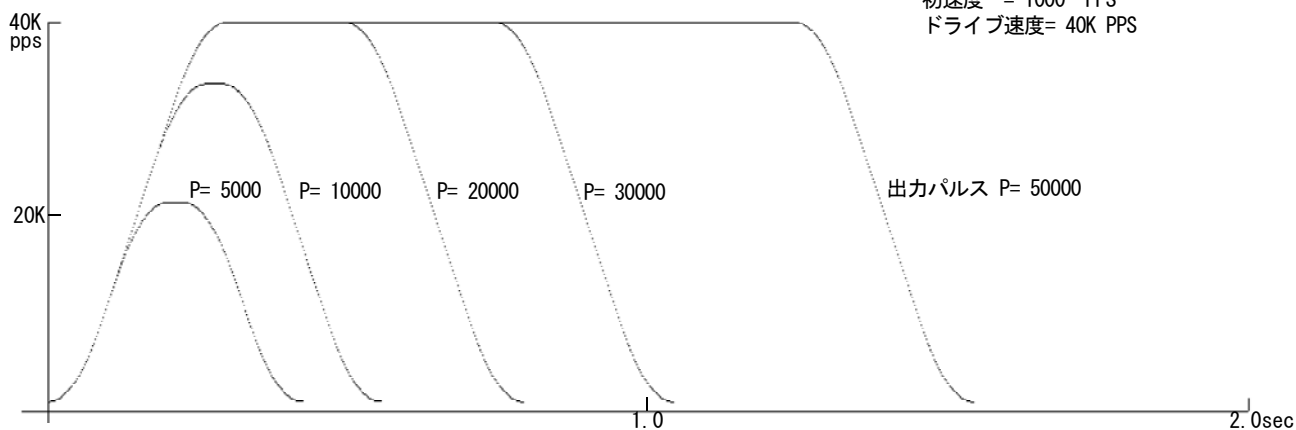
加加速度= 893K PPS/SEC2
(加減速度= 250K PPS/SEC)
初速度 = 1000 PPS
ドライブ速度= 40K PPS



■ 40KPPS 部分 S 字加減速

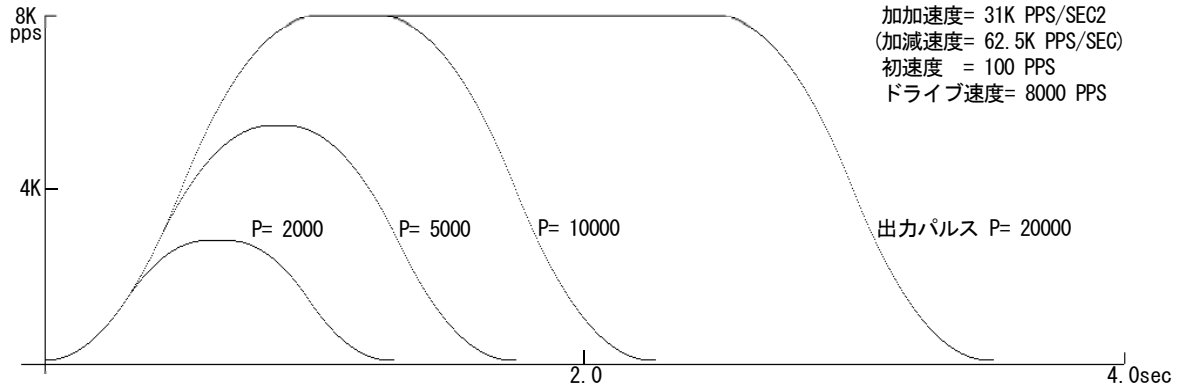
R=800000 (倍率: 10), K=300, A=D=150, SV=100, V=4000, A0=0
自動減速モード

加加速度= 2083K PPS/SEC2
加減速度= 188K PPS/SEC
初速度 = 1000 PPS
ドライブ速度= 40K PPS



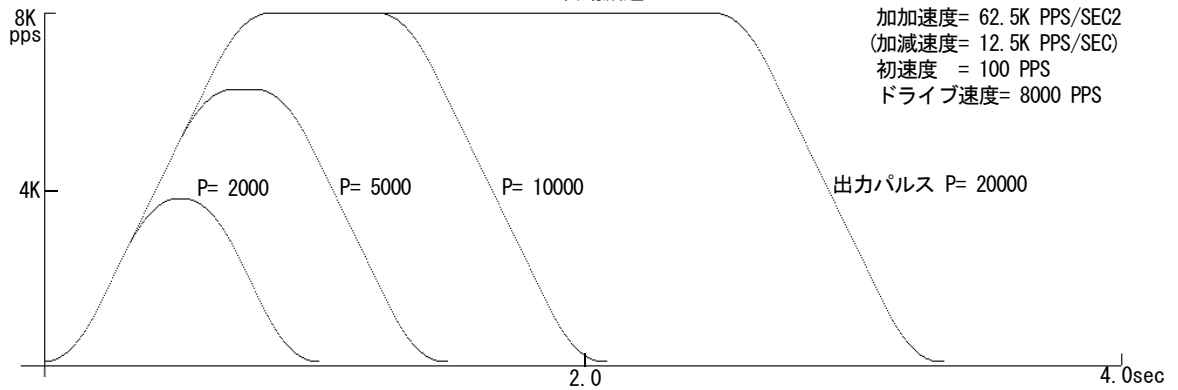
■ 8000PPS 完全S字加減速

R=8000000 (倍率:1), K=2000, (A=D=500), SV=100, V=8000, A0=0
自動減速モード



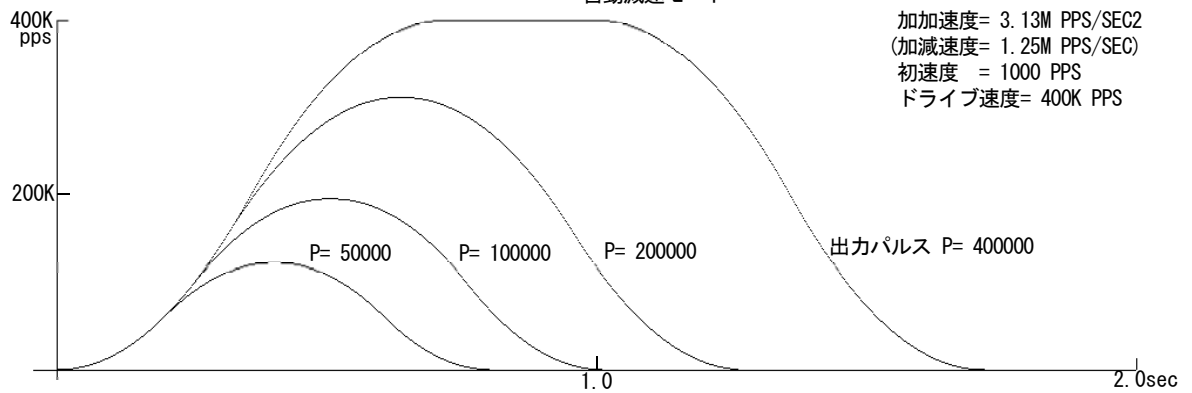
■ 8000PPS 部分S字加減速

R=8000000 (倍率:1), K=1000, A=D=100, SV=100, V=8000, A0=0
自動減速モード



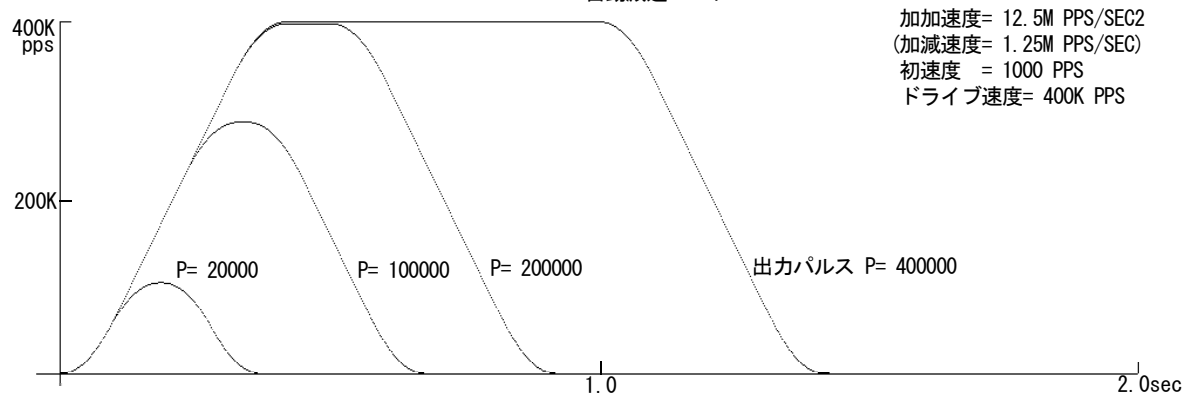
■ 400KPPS 完全S字加減速

R=80000 (倍率:100), K=2000, (A=D=100), SV=10, V=4000, A0=0
自動減速モード



■ 400KPPS 部分S字加減速

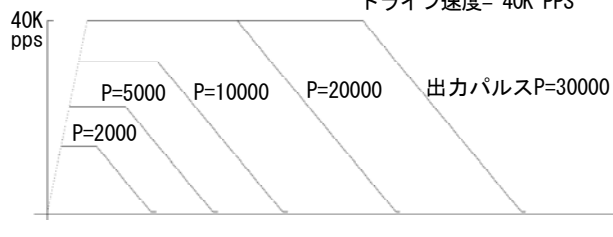
R=80000 (倍率:100), K=500, A=D=100, SV=10, V=4000, A0=0
自動減速モード



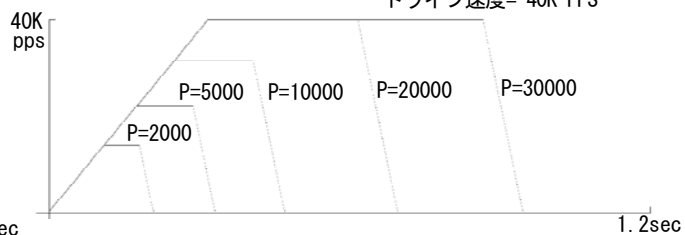
■ 40KPPS 非対称台形加減速

加速・減速度個別：WR3/D1 =1, 三角防止ON：WR3/D5 =1

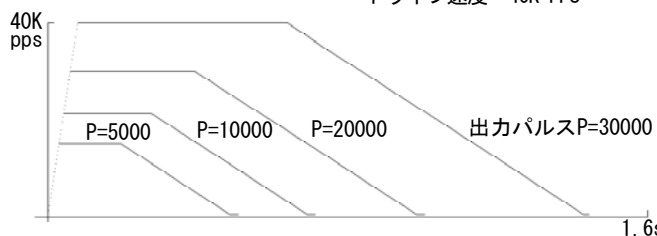
R=800000 (倍率:10), A=400, D=100, SV=50, V=4000, A0=0
 加速度= 500K PPS/SEC
 減速度= 125K PPS/SEC
 初速度= 500 PPS
 ドライブ速度= 40K PPS



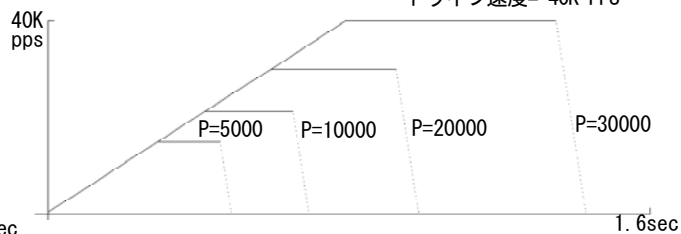
R=800000 (倍率:10), A=100, D=400, SV=50, V=4000, A0=0
 加速度= 125K PPS/SEC
 減速度= 500K PPS/SEC
 初速度= 500 PPS
 ドライブ速度= 40K PPS



R=800000 (倍率:10), A=400, D=40, SV=50, V=4000, A0=0
 加速度= 500K PPS/SEC
 減速度= 50K PPS/SEC
 初速度= 500 PPS
 ドライブ速度= 40K PPS



R=800000 (倍率:10), A=40, D=400, SV=50, V=4000, A0=0
 加速度= 50K PPS/SEC
 減速度= 500K PPS/SEC
 初速度= 500 PPS
 ドライブ速度= 40K PPS



付録B 技術情報

① S字加減速ドライブの注意事項

S字加減速の定量ドライブおよび連続ドライブにおいて、①(ドライブ速度 V - 初速度 SV)の値が、直前に行なったドライブ時の $(V-SV)/2$ より小さい時、かつ②直前に行なったドライブで、ACCカウンタ(IC内部でS字加減速ドライブ時に使用するカウンタ)がドライブ終了時に0に戻らなかった時、の2つの条件が重なった場合に、加速されずに初速度のままドライブが行なわれる不具合な現象が起きます。

[回避方法]

ドライブ開始前に、内部ACCカウンタをクリアする検査用コマンド（マニュアルには記述されていません）を用いて、次のように回避してください。

S字加減速モード(WR3/D2=1)の定量ドライブまたは連続ドライブにおいて、すべてのドライブ命令を発行する直前に44h命令を発行します。

(例)

S字加減速用にモード設定
レンジ (R) 設定
加加速度 (K) 設定
加速度 (A) 設定
初速度 (SV) 設定
ドライブ速度 (V) 設定
出力パルス数 (P) 設定

WR0 ← 軸指定+44h ; バグ回避のための命令

WR0 ← 軸指定+20h ; +方向定量ドライブ

ドライブ終了待ち

⋮

出力パルス数 (P) 設定

WR0 ← 軸指定+44h ; バグ回避のための命令

WR0 ← 軸指定+21h ; 一方方向定量ドライブ

ドライブ終了待ち

⋮

ドライブ速度 (V) 変更

WR0 ← 軸指定+44h ; バグ回避のための命令

WR0 ← 軸指定+22h ; +方向連続ドライブ

ドライブ終了待ち

② コンペアレジスタ使用時の注意事項

位置カウンタとコンペアレジスタ (COMP+, -) の位置比較範囲はマニュアルでは-2, 147, 483, 648~+2, 147, 483, 647 (符号付32ビット) になっておりますが、ICの不具合により実際には -1, 073, 741, 824~+1, 073, 741, 823 (符号付31ビット) の範囲となります。

[対処方法]

-1, 073, 741, 824~+1, 073, 741, 823 を超えた値の比較は避けてください。

③ S字加減速・定量パルスドライブの注意事項

S字加減速の定量パルスドライブにおいて、ドライブ終了間際に下記の①から④のいずれかの動作が行なわれた場合、パラメータの設定する値によっては、連続してパルスを出し続ける不具合な現象が起きる場合があります。

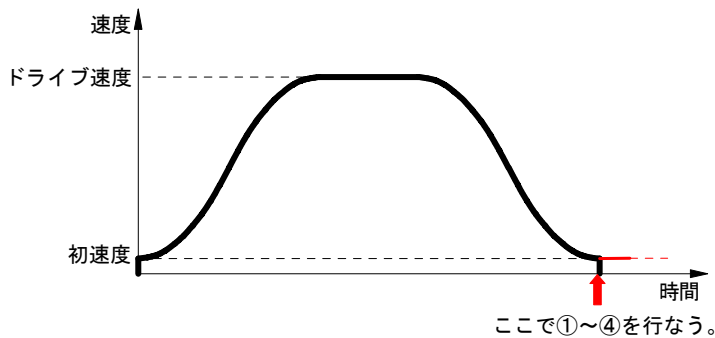


図1 S字加減速 定量パルスドライブの速度波形

- ① ドライブ終了間際に減速停止命令(26h)を発行したとき。
- ② ハードウェアリミット (nLMTP/M 信号) の停止モードを減速停止に設定し(WR2/D2=1)、ドライブを開始させ、ドライブ終了間際に進行方向のリミットがアクティブになったとき。
- ③ ソフトウェアリミットを有効にし(WR2/D0,1=1)、ドライブを開始させ、ドライブ終了間際に進行方向のソフトウェアリミットがアクティブになったとき。
- ④ nSTOP(2~0)信号を有効にし(WR1/D5,3,1)、定量パルスドライブを開始させ、ドライブ終了間際にこれらの信号がアクティブになったとき。

- ・ 台形(直線)加減速ドライブ、定速ドライブでは、本不具合は起きません。
- ・ S字加減速の連続パルスドライブでは、本不具合は起きません。
- ・ 即停止命令、EMGN 信号、即停止モードの LMT 信号、ALARM 信号では、本不具合は起きません。

S字加減速の定量パルスドライブは、ドライブが終了する時、すなわち出力パルスを出し終えるときに、現在速度が初速度に到達するように、また現在加速度が0に到達するようにしています。しかしながら演算精度の問題からすべてのパラメータの組み合わせにおいて、速度＝初速度、加速度＝0にすることができません。この不具合現象は、図2に示すように現在速度が初速度に到達していないで加速度が0の到達してしまった時に、たまたま上記の①から④のいずれかの減速停止要因が働くと発生します。

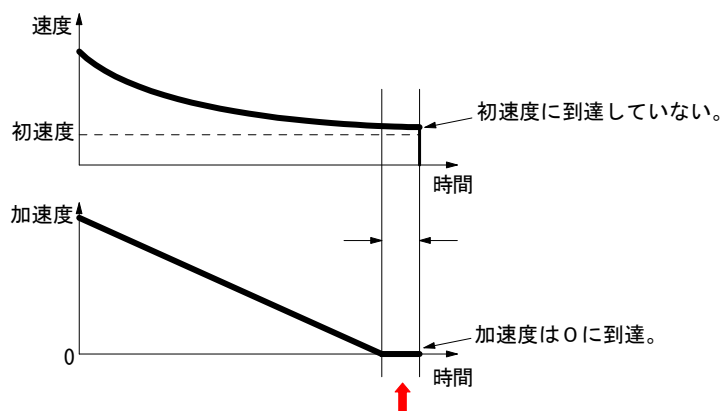


図2 ドライブ終了間際の速度と加速度

I Cの RR1 レジスタからは、加速中(ASND)、定速中(CNST)、減速中(DSND)の加減速状態を読み取ることができますが、この時の加減速状態は次の図3 ようになります。

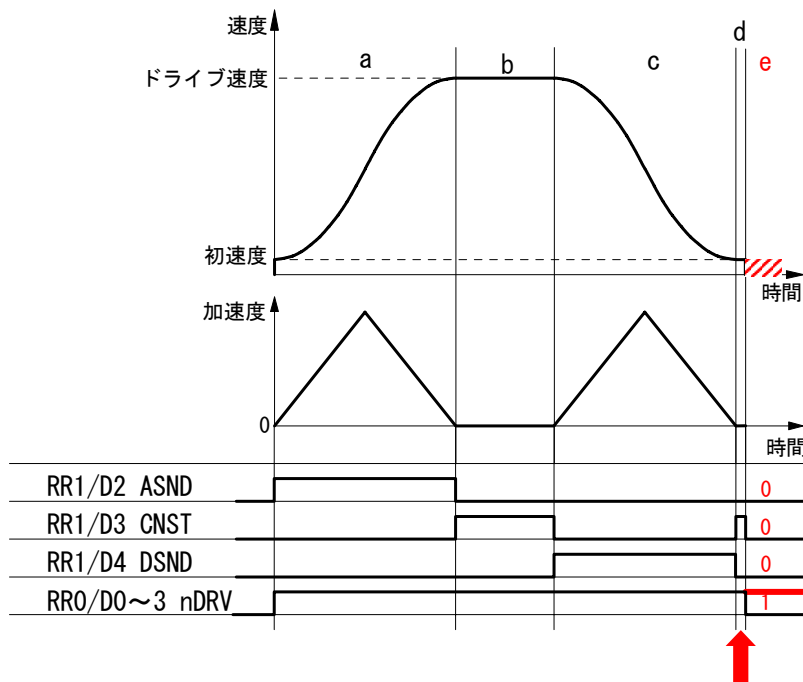


図3 RR1レジスタが示す加減速状態

減速停止要求が入ると不具合が発生する可能性がある区間は図3中dの区間で、この時の加減速状態は定速(CNST=1)を示しています。また不具合（連続してパルスを出す）が発生した場合には、ドライブ中(RR0/nDRV=1)にもかかわらず、ASND,CNST,DSNDはいずれも0となります。

〔回避方法〕

1. 減速停止命令(26h)を発行する場合<①のケース>

基本的には減速が始まったら、減速停止をさせる必要がないわけですから、減速停止命令(26h)の発行を禁止するようにします。減速中であることを知るには通常 nRR1/D4(DSND)を見ますが、図3に示すように、減速停止命令を書くと不具合が発生するのは図3中dの区間です。この区間ではDSNDビットは0になりCNSTビットが1になります。従って、回避策として次の2つの方法を提案させていただきます。

(1) ICからの割り込みを使用できる場合

減速が始まった時に割り込みを発生させて、これ以降ドライブが終了するまでの間、減速停止命令(26h)の発行を禁止する方法です。減速停止命令禁止フラグを用意し、ドライブ開始前にクリアしておきます。ICの定速域終了割り込みを有効にします(WR1/D13(C-END)=1)。定量パルスドライブを開始し、割り込みが入ったならば割り込み処理ルーチン内でRR3/D5(C-END)を読みこのビットが1であれば定速域終了=減速開始ですので、減速停止命令禁止フラグを1にします。さらにドライブ終了間際にもCNST（定速域）が現れる可能性がありますので、ここでWR1/D13=0に戻し、以降はこの割り込みが発生しないようにします。一方タスク内ではこのフラグをみて1ならば減速停止命令の書き込みをしないようにします。

(2) 割り込みを使用しない場合

減速停止をかけたい区間は加速時及び定速時(図3のaとb)ですが、図3に示すように、不具合を起こす区間dも定速区間bと同じ定速状態を示します。しかし現在速度に違いがあり定速区間bでは設定ドライブ速度に近く、不具合を起こす区間dでは初速度に近い値です。従って、ドライブ開始前に初速度とドライブ速度の中間の速度を判定速度 $((\text{ドライブ速度} - \text{初速度})/2 + \text{初速度})$ として求めておき、ドライブ中減速停止命令を発行する時には、加速中(ASND=1)または定速中(CNST=1)で且つ現在速度 $\geq$ 判定速度ならば減速停止命令を発行するようにします。

2 減速停止モードのハードウェアリミット(nLMTP/M 信号)＜②のケース＞

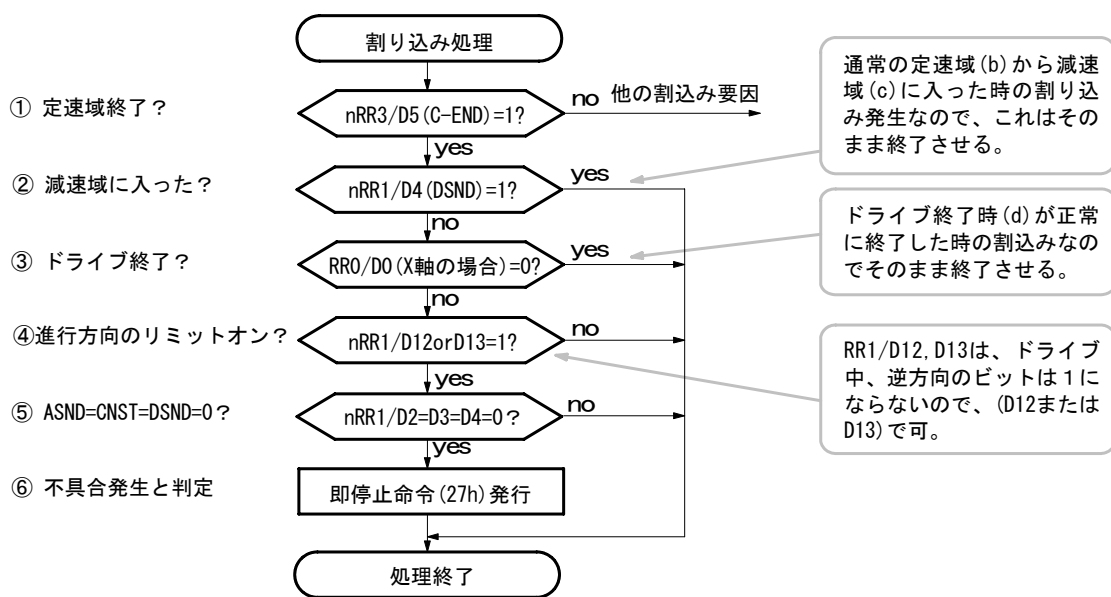
基本的には、S字加減速の定量パルスドライブでは、ハードウェアリミット (nLMTP/M 信号) は即停止モードでのご使用をお願いします。

止もう得ず、即停止モードでの使用ができず、減速停止モードで行なう場合には次の対策をお願いします。多軸を同時制御する場合には、(1)の割り込みによる方法が効果的です。

(1) IC からの割り込みを使用できる場合

割り込みの発生要因として、図 3 に示す S 字加減速の定速域(b 区間)終了を設定することができます。しかしこの割り込みは、図 3 に示すように、ドライブ終了間際に d 区間がある場合、すなわち終了間際に初速度に到達した場合、あるいは加速度が 0 になった場合にも発生します。不具合はドライブ終了間際に、速度が初速度に到達しないで加速度が 0 に落ちた状態で、減速停止要求が発生すると起きますので、必ず d 区間が現れます。d 区間終了時の割り込み発生のタイミングで不具合か否かを判定する方法です。

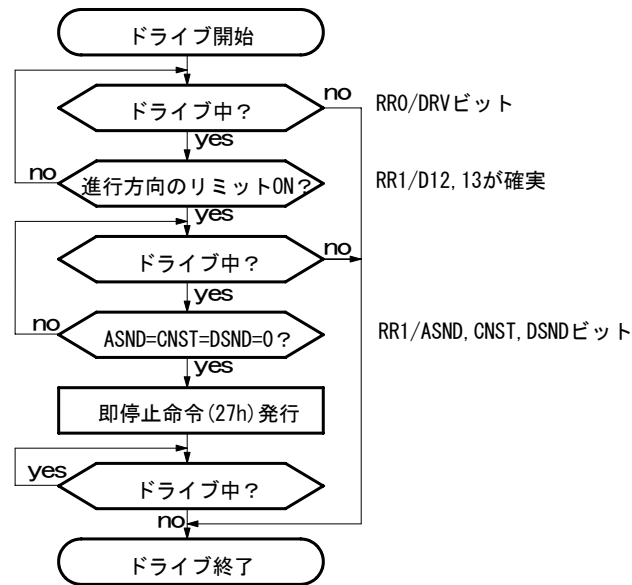
IC の定速域終了割り込みを有効にします(WR1/D13(C-END)=1)。S 字加減速で定量パルスドライブを開始し、割り込みが発生したら、下記の示す割り込み処理を行ないます。



- ① 定速域終了を確認します。ドライブしている軸の RR3/D5(C-END)ビットが 0 の場合は、他の割り込み要因ですので、こちらの割り込み処理を行ないます。
- ② 減速域に入ったか確認します。RR1/D4(DSND)=1 の場合は、図 3 の b 区間から c 区間にはいった時ですから、そのまま処理を終了します。=0 の場合は d 区間終了であること示していますので、③の処理に移ります。
- ③ ドライブの終了を確認します。もしドライブが終了していれば、d 区間も正常に終了したことなので、そのまま処理を終了します。ドライブが終了していない場合は、d 区間が終了したにもかかわらずドライブ状態であることですので、不具合が発生したことがほぼ確定できます。即停止命令をかける前に、次の④と⑤は安全のために確認します。
- ④ ハードリミットがオンしていることを確認します。RR1/D12,D13 ビットはそれぞれ+方向、一方向のリミットが作動すると 1 を示しますので、D12=1 または D13=1 ならば、進行方向のリミットがオンしたと判断します。
- ⑤ 不具合発生時には ASND=CNST=DSND=0 となるので、これを確認します。
- ⑥ 即停止命令を発行します。

(2) IC からの割り込みを使用しない場合

図 3 の d 区間において進行方向のリミットがアクティブになると不具合が発生します(正確には、まれに発生する場合があります)。これを事前に回避する方策はありませんので、不具合が発生したら直ちに停止させる方法を取ることになります。図 3 に示すように不具合が発生すると(e 区間)、ドライブ状態のまま(RR0/nDRV=1)、加減速状態は ASND、CNST、DSND とともに 0 になります。この状態は正常なドライブでは起きません。よって、次のような対策のための処理例を示します。



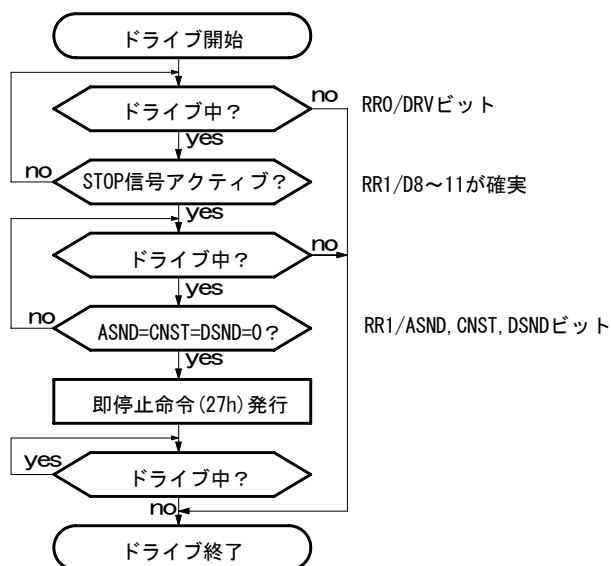
S字加減速の定量パルスドライブを開始したら、タイマー割込みなどで進行方向のリミット信号の状態(RR1/D12,D13)を常に読み出して、リミット信号がアクティブになった場合には、RR1のASND、CNST、DSNDビットを更に常に読み出して、これら3つのビットがすべて0の場合には即停止コマンド(27h)を一回だけ発行してやります。

3 ソフトウェアリミット<③のケース>

定量パルスドライブでは、ドライブ前に、現在位置(論理位置カウンタ値)と出力パルス数の値から目的位置を計算することができます。目的位置がソフトウェアリミットの値を越えている場合にはドライブを行なわないようにして回避します。

4 STOP(2~0)信号による減速停止<④のケース>

STOP(2~0)信号による減速停止は、通常、連続パルスドライブで行なわれます。しかしながら、止もう得ず、S字加減速の定量パルスドライブでSTOP信号による減速停止を行なう場合には、2.2と同様に不具合の発生を事前に回避する方策がありません。次のような対策のための処理例を示します。または、2.2(1)に示すような割り込みを用いる方法も有効です。



④ 連続補間の注意事項

連続補間の次セグメントの補間命令書き込みが、現在セグメントの最終パルス出力中に行われると、連続してパルスを出力し続ける不具合な現象が発生します。

[対処方法]

- CPU の補間データ・命令書き込み処理は、各補間セグメントの最終パルス出力前までに行われるようにしてください。
すなわち、各補間セグメントのドライブ時間内で、CPU の補間データ・命令書き込み処理の時間が十分取れるような、各補間セグメントの出力パルス数およびドライブ速度を設定する必要があります。
- 各補間セグメントの出力パルス数は、必ず 2 パルス以上に設定してください。
出力パルス数 1 の補間セグメントを実行することは出来ません。