

## 2軸ステッパーモータコントローラドライバー モデル : **SMD210**

取扱説明書 **1.2版**

プログラム 1.76 版用 著作権 2015年以降維持



**テクノロジーリンク株式会社**  
TECHNOLOGY LINK, LTD.

〒171-0022 東京都豊島区南池袋 3-18-35  
OK ビル 2 階

Tel: 03-5924-6750 Fax: 03-5924-6751

E-mail: [sales@technology-l.com](mailto:sales@technology-l.com)

URL: <http://www.technology-link.jp>

## 1. 目 次

### 2. インストレーション

#### 2:1 装置受領時チェック

#### 2:2 装置の設置.

取付

. 換気.

主電源への接続と接地.

#### 2:3 安全ヒューズ.

#### 2:4 モータ線の真空フィードスルーへの結線.

フィードスルーへの要求.

リード線の区別と相互結線.

F18VCF 或いはMLF18Fとの結線.

モータ引き出し線の他社製フィードスルーへの結線準備

回転方向の反転.

#### 2:5 真空フィードスルーとコントローラ・ドライバとの結線

AML社ケーブル使用の場合

特注ケーブル使用.の場合

モータとコントローラ・ドライバとの結線のチェック

モータの回転方向の反転.

### 3. 操 作.

#### 3:1 フロントパネルの表示とコントロール.

モータ動作表示.

モータ温度表示

モードスイッチ.

ステップスイッチ.

ジョイスティックコネクタ

最高速度.

#### 3:2 内部制御 (リンク).

ボーレートの設定.

チェックサムを有効化.

モータ相電流を設定.

#### 3:3 ジョイスティックとパネルコントロールを使った手動操作.

手動操作での限界.

バランスがとれていない負荷のための保持トルク設定

s. 遠隔操作と手動操作間の相互関係.

#### 3:4 ホストコンピュータによるプログラミングと制御.

#### 3.5 加速度プロファイル.

#### 3.6 ステップレートと分解能

#### 3.7 ステップ分割 (ミニステップ)

#### 3:8 ユーザ入力とリミットスイッチ.

移動終点とホーム位置.

ホームコマンド.

エンドリミットスイッチの機能と活

用. ユーザ入力信号.

#### 3:9 ユーザ出力信号.

#### 4. 真空環境適合ステッパーモータ(VCSM)の操作.

##### 4:1 操作温度と実行時間.

##### 4:2 ガス放出とベークアウト.

##### 4:3 共振.

負荷イナーシャ、摩擦及びドライバ特性による効果.  
共振のコントロール.

##### 4:4 VCSM活用のメカニズム

回転 (位置制御 ).

回転 (速度制御 ).

搬送機構.

リニアガイド.

減速ギア.

ベアリング.

構成部品の在庫.

##### 4:5 モータ近傍の地場強度.

##### 4:6 低電力消費テクニック.

##### 4.7 VCSMの起こり得る破損原因

ベアリング破損.

モータ内のゴミ.

過熱.

#### 5. SMD210のプログラミング.

##### 5:1 SMD210 デモンストレーションプログラム.

デモプログラムのスタート

プログラム編集ウィンドウの活用.

U直接指令ウィンドウの活用.

##### 5:2 SMD210 応用プログラムに関する一般事項

SMD210 内蔵プログラム.

加速度コマンドの活用

ミニステップコマンドの活用.

スルーレートコマンド.

低次ステップレートと保持コマンド

2軸モータ制御.

多重-SMD210 システム

プログラムデバッグ

緊急停止

温度上限オーバー

可動範囲終端.

#### 6. トラブルシューティング.

##### 付属品 A

##### コネクタ.

A.1 主電源コネクタ.

A.2 モータコネクタ.

A.3 リモートコネクタ.

A.4 熱電対コネクタ

A.5 リミットコネクタ.

A.6 ユーザコネクタ.

##### 付属資料 B

B.1 ホストコンピュータコマンド.

B.2 SMD210 応答.

B.3 直接とプログラムコマンドにて

B.4 SMD210 位置情報.

B.5 コマンドサマリー.

B.6 エラーコード

## 2. インストール

### 2.1 装置受領時チェック

装置受領に際して、梱包資材を全て取り除き、納品リストに記載された項目が全て含まれていることを確認してください。もし、破損したり、欠品があった場合は当社或いは、お買い求め頂いた販売代理店へ報告してください。梱包資材は当社の装置の保護の為に、特別に考案したものです、従って保存しておけば将来搬送等の際に役立ちます。

### 2.2 1 置の接地.

#### ◆ 取り付け

本装置は標準19インチラックへの装着が最適です。ラックの1U ( 1ユニット、1.75", 44.5mm) のスペースが必要です。装置正面パネルの取り付け穴は装置をラックに取り付けるための固定穴で、装置の重さを支える支持ジグ等無しで装置が固定できます。裏面側固定及びいろいろなユニットのアレンジ用にはラックメーカのサポートを活用してください。支持用ブラケットは裏面近くの側面のM3タップ穴にねじで固定できるようになっています。これらの取り付け穴用に付属品がついている場合は、使用するねじはケースを6ないし8 mm 貫通するものを使用してください。

#### ◆ 排気.

装置は裏面パネルに取り付けられたファンとケースの右側面の換気口を通して換気しています。装置は大気温度は40℃での運転に耐えるように設計されていますが、長時間での信頼性を維持するためには、極力低い温度環境での仕様をお勧めします。もし、同じラックに熱を大量に放出する他の機器がある場合は、その機器から極力離してください。

#### ◆ 主電源への結線と接地

主電源の結線は IEC CEE22 パターンコネクタで結線します。



装置は付属のスタッドを使用して接地しなければなりません。万一、接地結線がされていない場合に、外部の高電圧源が不注意で、主電源が結線されていない状態で、他のリード線に結線された場合は、操作作業者に危険な衝撃が及ぶことがあります。真空装置では接地結線は一般遵守事項です。

### 2.3 安全フューズ.

主電源ヒューズの定格は裏面パネルのヒューズホルダーの近くに印刷されています。交換の際は、20mm x5mmサイズの同タイプ、同定格の対サージ対策ヒューズを使用してください。このようなヒューズは電流定格の隣に「T」マークが付いています。Tマークが付いていてもセラミックフューズは一般的には適していません。スペアヒューズをヒューズホルダーに常備するよう注意書きがしてあります。スペアヒューズは主電源コネクタと一緒に入っています。ホルダーの奥のヒューズが回路に繋がっています。ヒューズ交換の際は、主電源は遮断して下さい。

## 2:4 モータと真空フィードスルーの結線

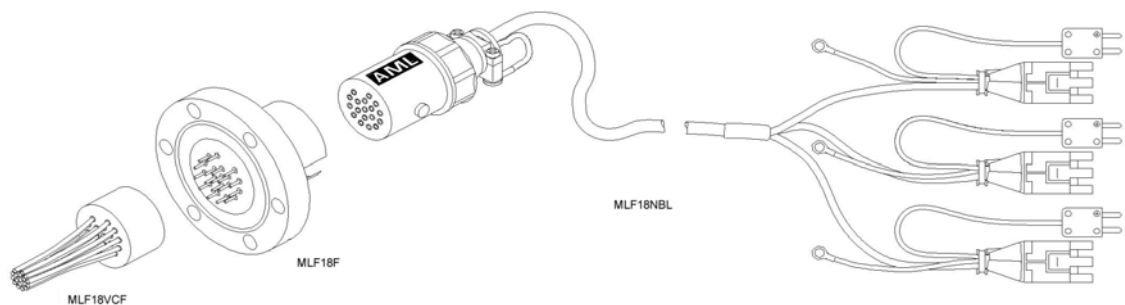
### ◆ フィードスルーの必要条件

各モータは6本のフィードスルーピンが必要です。熱電対が組み込まれたフィードスルーを使う必要はありません。互換性がないフィードスルーでエラーが発生しても、材料の温度差は5°以下です。

AML社製フィードスルーモデルMLF18Fがお勧めです。お勧めの理由は1.5mmの圧着端子がモータのリード線にぴったりで、簡単に装着ができるためです。

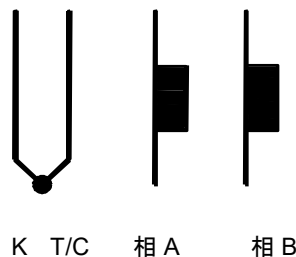
MLF18F は 18本の 1.5 mm 金メッキされたフィードスルーピンがあり、1式で3個のモータ結線ができます。内部ベアリング可能なタイプのモデルMLF18VCF も用意されています。モータリード線の圧着端子がそのまま挿入できます。これは回路短絡の危険性を著しく減少してくれ、組み込みが非常に便利になります。モータもコネクタ付でご注文頂けます。

AML社では18-wayの、選別外部リード付タイプ、モデル MLF18NBLはコントローラ・ドライバモデルSMD210に直接結線出来ます。このリードをご使用頂くと EU EMC Directive 89/336/EEC規格適合となります。大気側コネクタモデル MLF18AC はユーザが独自のケーブルを使用される場合のために用意されています。



### - リード線の識別と相互結線

リード線の識別と結線は至って簡単です。2相の巻き線のチェックには分解能が1オームの抵抗系があれば済みます。一番安価なタイプのマルチメータが最適です。



リード線は地色ポリイミドでフィルム巻きの銀メッキされたOFHC(無酸素銅)銅線で、1.5mmの圧着端子が着いています。(OFHC=Oxygen-free high conductivity copper無酸素高導電率銅)。

モータ相リード線は熱電対のリードよりずっと太いです。耐放射線モータの場合は撚線リードです。2相の識別は抵抗値測定で行います。モータタイプにより異なり、3ないし15オームの範囲です。2相巻き線と熱電対やモータケースとの電氣的導通はありません。抵抗値のほとんどがモータ巻き線によるもので、事実上リードの短絡には影響しません。兩位相リード線をドライバ端子へ結線してください。フィードスルーからドライバまでの抵抗値は2, 3オーム以下でなければなりません。

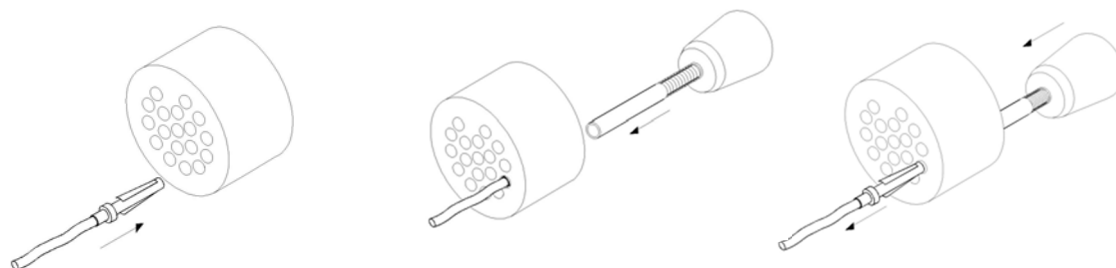
熱電対ワイヤは相リード線よりずっと細いです。熱電対はモータから絶縁されています。熱電対自体の抵抗値は納入時の長さで50 から60 オームです。長さに比例しますので、短ければ抵抗値も減ります。アルメル線は弱い磁性体なので、同封の磁石で識別できます。コントローラ側でアルメルリードは「Alume1、N、ーまたは青印字」とマークされた端子に結線してください。一方クロメルリードは「Chromel、P、+ または茶色印字」マークへ結線してください。

温度測定は高精度の必要はありませんので、熱電対タイプのフィードスルーや延長ワイヤは入りません。もし、高精度温度適合材料が使用される場合は正しく結線されなければなりません。

#### ◆ MLF18VCF または MLF18F への結線

圧着端子を直にフィードスルー（例えばMLF18VCF を使わないで、）へ結線する場合はフィードスルーに結線する前にワイヤを擦って銅製のガスケットを通すことを忘れないでください。短絡防止のために圧着端子をPTFE（ポリ4フッ化エチレン）スリーブで絶縁してください。（PTFE =テフロン、ポリ4フッ化エチレン）。

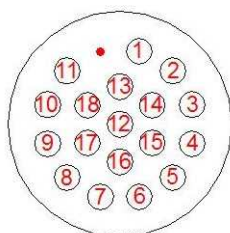
もし、モデルMLF18VCF を使用される場合は、圧着端子の引き抜き工具を使用されると便利です。  
RSコンポーネント社の在庫品番号モデル466-876が最適且つ安価です。



ピン / ソケット挿入 1

ピン / ソケット引き抜き 2

以下の規則に従って結線してください。これはMLF18NBLと互換リード線配置です。下のダイアグラムはコネクタの裏面またはフィードスルーの真空側から見たものです。



	線色	モータ 1	モータ 2	モータ 3
A+ 相	緑色	1	7	13
A- 相	灰色	3	9	15
B+ 相	黒色	2	8	14
B- 相	白色	4	10	16
熱電対 +	茶色	5	11	17
熱電対 -	青色	6	12	18

#### ◆ 他社製フィードスルーとモータのリードの結線の準備

リードに装着されている圧着端子を切り取って被服を剥いてください。標準モータはポリイミドフィルムで巻かれたリード付きで、耐放射線モータタイプの場合はラッカーでコーティングしたリードに適合します。

ポリイミドは丈夫で且つ柔軟で、摩耗が無いので、絶縁を剥がすのが大変です。最も簡単なポリイミドのフィルムの剥き方は鋭利なナイフでリングカットして絶縁シリンダをワイヤ端に向かって引き抜くことです。ナイフで導線の表面に傷が着かないよう注意してください。耐放射線リードの場合は、ラッカーコーティングを鋭利なナイフで削いで剥がしてください。両タイプも高速回転ストリッパーで処理できますが、熱によるストリッパーは使用しないでください。

フィードスルーに接続する前にワイヤを銅製のガスケットに擦って通すことを忘れないでください。

#### ◆ 回転方向の反転

モータ相が同じではないので50%の確率で希望する回転方向に合っていない場合が生じます。回転方向を反転するにはいずれかの相を入れ替えてください。

真空システムを閉じる前に、ドライバ、結線、モータとの連携動作が適正かどうか確認してください。

## 2:5 真空フィードスルーとコントローラ・ドライバー感の結線.

### ◆ AMLケーブル使用

モデルMLF18 キットユーザはベーキングできるコネクタをフィードスルーの大気側に結線し、他端のコネクタをSMD210に接続するだけです。各熱電対コネクタがモータパワーコネクタと同じような番号のソケットコネクタに接続されていることを確かめてください。MLF18 ケーブルはシールドケーブルです。

### ◆ ユーザ制作ケーブル使用

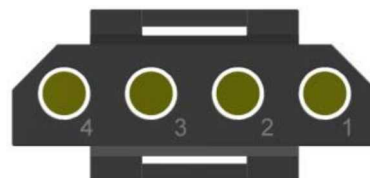
熱電対はアクセサリキットの中のコネクタを使ってKタイプの延長ケーブルで、装置に接続してください。熱電対用の延長ケーブルはすぐに用意できます。普通はベークアウト領域で使用しますが、安価なので、どこで使っても構いません。

極性があるか確認し、**アルメルワイヤ**をコネクタピンの"-".マークのところへ接続してください。熱電対の信号電圧は非常に小さいので干渉を引き起こさない注意が必要です。絶縁された熱電対のワイヤまたは、延長ケーブルは電源ケーブルから回ってくる磁気誘導を避けるためにツイストにしてください。

ドライバの電流と電圧は小さいので、相ワイヤは比較的細い線径でも良いです。16/0.2mm ( 0.5mm<sup>2</sup> or AWG20 ) がお勧めです。各相のワイヤを対で全長に渡ってツイストにして干渉を防いでください。全体をシールドする(シールドケーブル)がおすすめです。

三つ叉のモータコネクタのピン結線は2組の任意に指定された巻き線を表示してあります。

コネクタ	ワイヤ	線色
1	$\Phi_A$	灰色
2	$\Phi_A$	ミドリ色
3	$\Phi_B$	黒色
4	$\Phi_B$	白色



### ◆ モータとドライバの結線を確認してください.

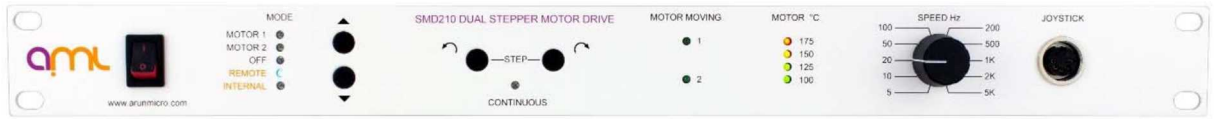
真空システムを閉鎖する前に、ドライバ、結線、モータ組み合わせ動作が正常かどうか確認してください。最も簡単なチェック方法はコントローラ・ドライバSMD210に結線する前に、モータと熱電対のコネクタのピン間の抵抗値を計ることです。モータコネクタのピン#1とピン#2間のおおよその巻き線抵抗値計ってください。もし、ケーブルが数メートル長いと抵抗値は2.3オーム高いかもしれません。同じようにして、ピン#3とピン#4間の抵抗値も計ってください。ピン#1と#3間は開放(OPEN)でなければなりません。モータの両相の巻き線回路と真空チャンバーのグラウンドが開放(Open) 担っているかどうか確認してください。熱電対のピン間の抵抗値は数10分の1オームです。また、モータコネクタ間は開放(open)でなければなりません。ドライバへ再結線したらジョイスティックまたはステップ送りと方向スイッチを使って操作の練習をしてください。

### ◆ モータ回転方向の反転

モータ相が一致する確率は50%なので、モータ回転方向は望んだ向き或いは従来の勘による判断から変更しなければならない可能性が有ります。反転するには、いずれかの相の配線を入れ替えるだけです。



### 3. 操 作.



#### 3:1 正面パネルの表示と制御.

##### ◆ モータ稼働状態表示.

緑のLED "Motor Moving(モータ動作中)" はモータが励磁されている間は点灯しています。LEDは各ステップで50ミリセカンド点灯し、ステップレートが低くなったら点滅します。両方のLEDは装置に電源が投入された直後すぐに5回短い時間点滅します。

##### ◆ モータ温度表示

一列に並んだ4個のLEDは "モータ温度"を示します。各LEDは現在選択されたモータが脇に印刷された温度を超えたことを示しています。モータ温度が100℃以下の場合にはどのLEDも点灯しません。モータ温度が175℃を超えると赤いLED が点灯します。(モータベークアウトプログラム中を除いて)プログラムの実行が停止し、モータへの電力が遮断されます。

##### ◆ モードセクター

上下にフリップするスイッチによりドライバがどのように制御されるかを指定します。以下の3制御要素が指定されます。

Motor 1	フロントパネル/ジョイスティック制御又はモータ 1
Motor 2	フロントパネル/ジョイスティック制御又はモータ 2
OFF	モータへの励磁オフ
REMOTE	リモートPCプログラム制御(通常電源投入時状態)
INTERNAL	コントローラ内保存プログラムにて操作

"Internal (内部制御)" に切り替わると内部ストアプログラムが一度実行されます。

"Remote(リモート制御)"に切り替わると、装置はシリアルインターフェースによる外部指令に応答します。

"Manual(手動操作)" のいずれか"Motor 1" 及び"Motor 2"に切り替わると、選択されたモータが正面パネルのステップスイッチにて或いはジョイスティックにて制御されます。

"Off(遮断)" に切り替わると、モータがプログラム動作中でも、モータ励磁が即時遮断されます。もし、モータが手動操作中であれば、いずれかの"step(ステップ)" スイッチが開放された時点で、励磁が遮断されます。

##### ◆ステップスイッチ

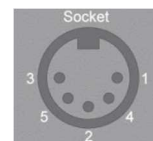
これらの押しボタンスイッチは選択されたモータを手動で、表示された回転方向へ動かす為に使用されます。"Step(ステップ)" ボタンを押すと1ステップ動作します。押し続けると、その後0.5秒後に規定の最高速度まで加速始めます。モータが動作中に他のスイッチが切り替わっても、変更はモータが停止するまで無視されます。"Step" ボタンを繰り返し、少しずつ押し、押し毎に1ステップずつ動作します。1ステップは1/8ミニステップで動作します。そして、各ステップ動作終了後50ミリセカンドの間パワーが維持されます。もし、装置に保存された保持時間のパラメータがシリアルインターフェースを経由で(PC等にて)変更されていたら、変更後のパラメータ(トルク)にて保持されます。詳細は section 5ご参照ください。



#### ◆ ジョイスティックコネクタ

AML社ジョイスティック モデルSMDJ をこのコネクタに接続するとジョイスティックでステップ送りができます。ジョイスティックを使っても正面パネルの"Step" スイッチは操作できます。

ユーザ仕様ジョイスティックをご使用の場合は : 3, 5 番ピンを CW、3, 2 番ピンを CCW へ結線して下さい。



#### ◆ 最大速度スイッチ

これは手動操作時のモータのスルーレートコントロールセットです。スイッチの位置が以下のセットに対応します。

5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000 ステップ/ 秒

モータが動作中にスイッチを可変して大幅に速度を変更することができます。固定加速度と遅延プロファイルを作成する際は100ステップ/秒以上の速度が使用されます。理由はモータの反応に遅れがあるために、スイッチが切れても切れた時点からモータが僅かながら回転続けるための対策です。モータのタイプや負荷状況にも拠りますが、スイッチで設定された速度より早く回転していないこともあり得ます。

1000ステップ/秒以下の速度では滑らかな動作が得られるためにミニステップが使用されます。

速度、加速度及びミニステップ送り速度は手動操作では変更できません。

### 3:2 内部制御 (リンク).

装置出荷時は**ポーレートが9600、チェックサム不能及びモータ相電流は1.0アンペア**に設定されています。これらの確認や変更するには、以下の要領に従ってください。

電源コネクタを取り外してください。そして装置の側面の小さなねじを外してください。注記: 装置正面から見て右側に排気窓があります。注意してカバーを上方向へ取り外してください。

#### ◆ ポーレートの設定

ブリッジリンク BR0, BR1 及び BR2 を探してください。右側の回路基板の右端にあります。ブリッジのリンク (ジャンパー)を以下のチャートに従って追加または取り外してください。

ポーレート	BR0	BR1	BR2
19200	L	L	L
9600		L	L
4800	L		L
2400			L
1200	L	L	
600		L	
300	L		
110			

#### ◆ チェックサムの有効化

チェックサムはユーザアプリケーションプログラムが要求した場合のみ有効になります。チェックサムはAML社デモプログラムまたはターミナルと一緒に使用する場合は常に無効です。

右側のPCBの右側にあるCHK(チェックサム) リンクの場所を見つけて下さい。CHKマーキングに隣り合った右側の対のピンからジャンパーピンを取り外して、左側の対に差し替えて下さい。

#### ◆ モータ位相電流の設定

装置は位相電流が1アンペアに設定されて出荷されています。モータの推奨初期位相電流は1アンペアです(全ての結線が接続状態にて)。大抵の用途ではこれより低い位相電流にて駆動可能です。これによりガス負荷を低減することが出来ます。

正面パネルから焼く5 cm離れた所に配置している左側のプリント基板の2個の結線 LK2 及びLK3 を見つけて下さい。各結線端子の対のピンがジャンパーで 100, 200, 200 及び 500mA 結線されるのが理想的です。合計相電流に隣接してマークされた各結線端子を結線することで電流が追加されます。ここを調整することにより電流を100mA単位で減らすことが出来ます。



**両方の結線端子の設定は同じ電流設定でなければなりません。**

予備の結線端子はリレーの横の "LKPARK" に保存されています。

装置内の結線端子に異物が混じっていたり、結線がゆるんだりしていないか確認して下さい。カバー元の正しい位置に戻してねじ止めしてください。供給されたねじよりも長いねじは使用しないでください。

### 3:3 ジョイスティックを使用した手動操作とパネル制御

3:1章で述べたコントローラを使った真空適合ステッパモータの操作は直接操作についての説明でした。

#### ◆ 手動制御の限界

設定できる速度の種類が限られ加速度やミニステップ移動速度は固定です。これら要素はたくさんお用途にどのように適合するか妥協点です。大型モータや高負荷モータは高速では動作できません。またモータの大きな慣性荷重は加速性能に追従でき無いかもしれません。シリアルインターフェースにて操作やプログラミングに柔軟性が得られることは大きな意味があり、SMD210が目的とする操作の要点です。ローカル操作はプログラム運転する前の機械的初期位置合わせに使用されるだけです。

#### ◆ バランスが取れていない負荷用の保持トルク設定

相電流が遮断されたときにモータが回転する可能性がある、バランスが取れていない負荷の場合、永久保持トルクが手動操作で設定出来るかもしれません。シリアルインターフェースを介して、又は修正された保存プログラムを稼働して、保持トルクを修正することが出来ます。初期設定の保持パラメータは装置電源が遮断される際に保存されます。

#### ◆ 遠隔操作と手動操作の相互引き継ぎ

遠隔操作から手動操作に戻る際には加速度やミニステップの初期値は全てリセットされます。保持パラメータは、しかしながらプログラムにセットすることで、維持されます。

### 3:4 ホストコンピュータによるプログラミング或いは制御

一般に SMD210 装置は単独操作にて、或いはRS-232C 互換インターフェースによる制御にてプログラムされます。RS-232C リモートコネクタへの接続については付録Aに記述されています。用意されているコマンドやプロトコルの全リストは付録Bに記載されています。

ホストコンピュータではデータの送受信のために装置の設定と同様1スタートビット、奇数パリティ、7データビット及び2ストップビット、また同じ通信ボーレートに設定されなければなりません。装置は出荷時のボーレートは9600に設定されています。

ダウンロードできるSMD2100デモプログラムの単独操作にて、応用プログラムの開発やデバック作業に必要な機能は充分に得られます。

ホストコンピュータによる制御が必要なユーザは実際の応用プログラムの開発作業を行う前にSMD210デモプログラムを使ってコマンドに慣れて頂くことをお勧めします。

### 3.5 加速度プロファイル

プログラム制御下で、指数関数上の加速度/遅延テーブルは加速度コマンド(X)が実行されればいつでも作成されます。コマンドにて開始/停止時速度、スルー速度及び加速度/遅延プロファイルでのステップ数を決めることが出来ます。テーブル最初の周波数は開始/停止時速度  $f_0$ 、それに続くステップ周波数  $f_n$  が以下の式にて計算されます。

$$f_n = f_{n-1} + \frac{f_s - f_{n-1}}{N * 0.13 + 0.6}$$

ここで、

$f_n$  = ステップ周波数  
 $f_{n-1}$  = 以前のステップ周波数 ( $f_n$ ) 又は第一ステップなら開始速度  
 $f_s$  = スルー速度  
 $N$  = ランプ内のステップ数

スルー速度に達する迄に加速した合計時間は反復して計算される場合もあります。

例:

(X) コマンドパラメータ = 開始速度 100, スルー速度 = 1000, ランプ内ステップ数 = 50

STEP 1  $f_n = 100$

STEP 2  $f_n = 100 + \frac{1000 - 100}{50 * 0.13 + 0.6}$   
 $= 226.76$

STEP 3  $f_n = 226.76 + \frac{1000 - 226.76}{50 * 0.13 + 0.6}$   
 $= 335.67$

ステップ数	1	2	3	4-49	50
ステップ周波数 (Hz)	100.00	226.76	335.67	----	999.47
ステップ幅 (Sec)	0.01	$4.410 \times 10^{-3}$	$2.979 \times 10^{-3}$	----	$1.001 \times 10^{-3}$
ランプ時間 (Sec)	0.01	$1.441 \times 10^{-2}$	$1.739 \times 10^{-2}$	----	$7.066 \times 10^{-2}$

合計時間 = 0.07066 seconds.

SMD210 内のプロセッサはこのテーブルを計算するのに数秒かかるかもしれません。そのために加速度コマンド(X)はプログラム開始時にのみ使用されるのが望ましいです。プログラム内でスルー速度を変更する為に、スルーコマンド(T)が使用される場合が有ります。その結果テーブルを再計算する必要なく低速にて加速が終了することになります。加速度パラメータは装置が電源遮断されたり、手動操作へ切り替わった際は初期値に再保存されます。

現在のパラメータはV5コマンドにて調べられます。戻ってきたパラメータは最後に実行されたXコマンド(SMD210へ送信された最後のコマンドではないかもしれません)のものか初期値のパラメータです。

### 3.6 ステッピングレート分解能

ステッピングレートはクリスタル制御クロック周波数**1.8432MHz**にて決まります。任意のステップ幅はクロック周波数を整数値で分割して作られます。この後ステッピングレートの分解能は低速度時に良くなります。100から6000迄の領域の平均誤差は**0.008%**で、**0.3%**を超えることはありません。

10 Hz以下の低速動作は通常プログラムループ内でステップ毎に実行されるシングルステップコマンドや遅延コマンドでプログラムされます。シングルステップの実行間隔（時間）は加速度コマンド(**X**)にて定義された開始速度の逆数です。ステップのトータル時間を得るために、これに保持コマンド(**h**)で定義された時間パラメータとプログラム遅延時間を加算しなければなりません。SMD210の内部実行遅延は無視できるほど僅かで得られた全体の周波数精度はクリスタルの精度に近いものです。

### 3.7 STEP 分割 (ミニステッピング)

低周波数でのモータ制御のためにステップ幾つかの小さなステップに再分割しなければなりません。真空適合モータにおいてステップ分割が使用される唯一の理由は低周波共鳴と振動低減のためです。これらの用途案件については以下の第4章で説明されます。

以下のテーブルは初期値設定値です。

ステップレート (秒 <sup>-1</sup> )	分割
≥ 500	1
200 - 499	2
100 - 199	4
5 - 99	8

ミニステップコマンド, M, は変移周波数を変更するのに使用されます。初期値は装置が電源遮断されたり手動操作へ切り替へられる度に再保存されます。

現在のパラメータはV5コマンドにて調べられます。戻ってきたパラメータは最後に実行されたXコマンド(SMD210へ送信された最後のコマンドではないかもしれませんが)のものか初期値のパラメータです。

SMD210 はステップ位置中間に有るモータを維持することは出来ません。

### 3:8 ユーザ入力とリミットスイッチ活用

以下解説の信号とSMD210とのリミット及びユーザコネクタを介しての結線は付録Aに記述されています。

全てのユーザ入力とストロークエンド(リミット)入力はバイアス抵抗が付いており、外部接続されると「ハイレベル」と定義されます。これらの接点が閉じて「ユーザ」又は「リミット」コネクタの「ロジックグランド」との結線部が「ローレベル」と定義されます。これらの入力でオープン回路電圧は約+3.5V、閉回路電流は1ミリアンペア以下で、スイッチが閉じると0.1Vの電圧が掛かります。質の良い金メッキのスイッチ或いは飽和状態が良いNPNTランジスタがこの条件を満たします。0 から+5Vの範囲外の電圧はこれらの入力には使用出来ません。SMD210にはリミットにもユーザコネクタにも使用していません。

装置によってはスイッチのディバウンシングが起こります。これによりスイッチが閉じてプログラムが認識するまでに30 ms (ミリ秒)掛かります。これらの動作には普通の速度でも数ステップが起こっています。スイッチがもし、一度でクリアできれば理想的です。最大20ステップ/秒まで試行します。

#### ◆ ストローク端

ストローク端(リミット)入力、EOT+ と EOT- は装置が機械的な最端リミットに到達するのを防ぐのが目的です。EOT+ sは時計回りの回転にて到達するストローク端近傍を意味しており、EOT- は反時計回りの近傍位置です。この機能を有した検出デバイス(通常カム又はランプにて動作するスイッチ) はストローク端に近づきそこで、EOT入力が「ローレベル」ならないように、つまりスイッチがEOT位置を超えて行き過ぎてから作動するようなことがないように接続しなければなりません。AML社モータの保護用にはEOTは不要です。機械限界点へ向かっても損傷を受けることは有りません。

もし、ジョイスティック或いは正面パネルからの操作中にEOT に達したら、モータは加速プロファイルから減速開始して停止し、駆動電流は遮断されます。EOT入力が「ローレベル」の状態では逆方向への決められた許容された距離動作のみが可能です。

もし、命令又はプログラムの実行中に EOT に達したら、実行は終了します(ホームコマンドは除く)。モータは減速し加速度プロファイルに従って停止します。駆動電流は遮断されます。エラーコード、E7+ 又はE7-, がRS232を経由して報告されます。EOT入力が「ローレベル」の間リミットから離れる動作のみ可能です。

#### ◆ ホームコマンド

H+ コマンドはEOT+へ向かってモータが時計回りに回転します。EOT+入力が「ローレベル」になったら、加減速パラメータを使って減速して停止します。EOTの位置はスルー速度や加減速パラメータの数値によってはオーバーシュートすることがあります。EOT+ 信号が「ハイレベル」になった後、モータは逆回転して正確に8ステップ戻ります。EOT 位置では、モータ速度は30 ステップ/秒以下の速度で移動しますので、スイッチのチャタリング動作は単一ステップ間となります。H- コマンドによりEOT-位置検出に同じような一連の動作をすることがあります。通常 'H' コマンドの次には 'f' コマンドが続きます。これは位置表示カウンタをプリセットする為のコマンドです。

#### ◆ EOTスイッチの機能と場所

EOT スwitchは機械部がEOTリミットを超えている状態では閉じていなければなりません。Switchの場所は機械部が最高速度から機械的な制約無しに減速するだけの十分なスペースが無ければなりません。EOTスイッチが作動してから、チャタリングの30ミリ秒で動く距離を考慮しなければなりません。これらの条件が合って、機械部がEOTリミットを通過する間に位置カウンタ内容が保存されます。ホームコマンドを実行した残りの位置はスイッチが許す限り繰り返します。

UHV-適合マイクロスイッチは市販ありますが、現行タイプはかさばります。他の真空内スイッチや精密変位センサーがありますが、価格が高くなります。

#### ◆ ユーザ入力

ユーザ入力はメカニズムとの位置関係があり、その他イベントや処理を伴ったプログラムの部分の開始、停止或いは同期操作と関係します。SMD210のユーザ出力は最適駆動リレーバッファを通して他の入力の駆動用に使用されます。このタイプの同期制御のプログラムは慎重に構築して相互作用が予期される場合や遅延により駆動出力がチャタリングにより解除される以前に完了してしまう場合などが生じないか入力を調べる必要が有ります。

### 3:9 ユーザ出力.

ユーザ出力は外部機器の切り替えやプリグラムの進行表示などに仕様出来ます。

ユーザ出力は約+0.4 V で「クリア」状態で、約+3.5 Vで「設定」状態になります。ソース抵抗値は100  $\Omega$ です。 外部 5 v 直接駆動CMOS ロジック (例 74HC デバイス) 又は 直列 >1k $\Omega$  のベース抵抗を持った弱信号 NPN トランジスタにて仕様出来るようになっています。リレー用には適していません。これらの出力には電圧は架けられません。

ユーザ出力は直列2K $\Omega$  , 2  $\Omega$  抵抗をロジックグランドに繋いで、低電流LED表示器を駆動できます。これにより「設定」状態電圧が減少します。

ユーザ出力はユーザ入力に直接接続してはいけません。



## 4. 真空環境適合ステッパーモータ(VCSM) 操作

ここでは当マニュアルの読者はUHVに詳しく、またUHV機器の取扱に慣れておられることを前提にさせていただきます。

真空適合ステッパーモータを成功裏に活用するためには発熱と機械特性についての理解が必要です。大気中でのモータ活用の際の冷却が真空環境では効果が得られません。過去のBシリーズモータの登場以前は、連続運転は出来ませんでした。

稼働時間の延長はさておいて、低温下での操作ではモータの排ガス性能は改善されます。最小限の稼働時間とモータ駆動電流について考慮が必要です。アプリケーションに取って出来る限り大きいサイズのモータの選定にて長時間の稼働及びモータ発熱や排ガスの低減が可能となります。

可能な限りの平均の取れた荷重での機械設計、或いはシステム上の静的摩擦の調整か又はモータ停止時のトルクの調整にて保持トルクを発生するための相電流の維持が要らなくなります。'h' コマンドが脱出回転力と回り止めトルクとの間で、相電流を下げ、保持トルクを発生するために使用されます。4.6章の電源消費低減方法に関する説明を参照ください。

例えば、真空蒸着やインプラントなどの連続運転が必要な多くの用途の為に、間欠的に低い反復性と短いステッピング間隔により均一性を保った性能が得られます。

ステッパーモータは分解するとロータの永久磁石が部分的に非磁化されて永久的にトルクが落ちてしまうので分解しないで下さい。

### 4:1 操作温度と稼働時間

AML社モータの推奨最高操作温度は内蔵のKタイプ熱電対で測って175°Cです。

現行のCシリーズ、Dシリーズモータはモータがフランジにて固定されている状態での代表的な操作状況を時間軸で公表しています。中程度の相電流にて注意してやれば連続運転も予定通り可能です。高電流での運転時はモータ端に追加の熱放出版を追加すると時間延長出来ます。

AML モータは77K での走査が最適です。低温での稼働に適していると考えられています。と言うのは、低温での巻き線抵抗が小さく、モータの効率が常温時よりずっと高くなります。SMD210に正常な負荷となるように、各モータ巻き線には直列で数オームの抵抗が結線されなければなりません。モータリードは低温では非常にもろくなるので曲げてはいけません。全ての材質の機械及び電気特性は常温に戻れば回復します。

### 4:2 排ガスとベーキング

新品のモータは排ガスが有ります。大抵はポリイミドに滞留した水蒸気が原因です。この材質はミクロンサイズの孔があり、水分はすぐに発散するので、数時間で排ガス量も落ち着きます。排ガス率はモータが稼働開始して自分の発熱により加速します。

200°Cでのベーキングが可能です。この温度で24時間ベークし続けると、通常排ガスは最小になります。

モータは通常ベーキング温度が最も頻繁に制御される、真空壁からある程度の距離を取ってところで稼働します。もし、ベーキング中にモータ内蔵の熱電対が示す温度が、ベーキング間隔が終わりに近づいても十分に高くなければモータに駆動電流を流して175°Cまで上げる方法もとられます。このために良く取られる方法は付録に記載されている"b" コマンドを使う方法です。これは兩位相が励磁され、モータがハーフステップの位置で静止するためです。この方法で他の真空機器が冷えて行く間モータを熱く保ち、モータ上に結露するのを防ぐことが出来るので、推奨されます。内部の赤外線ヒータをベーキングに使用する場合はモータに直接放射光が当たらないようにシールドし、ベーキング中にモータを稼働させて所要の温度に達するようにすることをお勧めします。

回復不可能なモータ結線の絶縁劣化は約230°Cで起こり始め、これに伴いモータからは温度が低くても大量の排ガスが放出される場合があります。

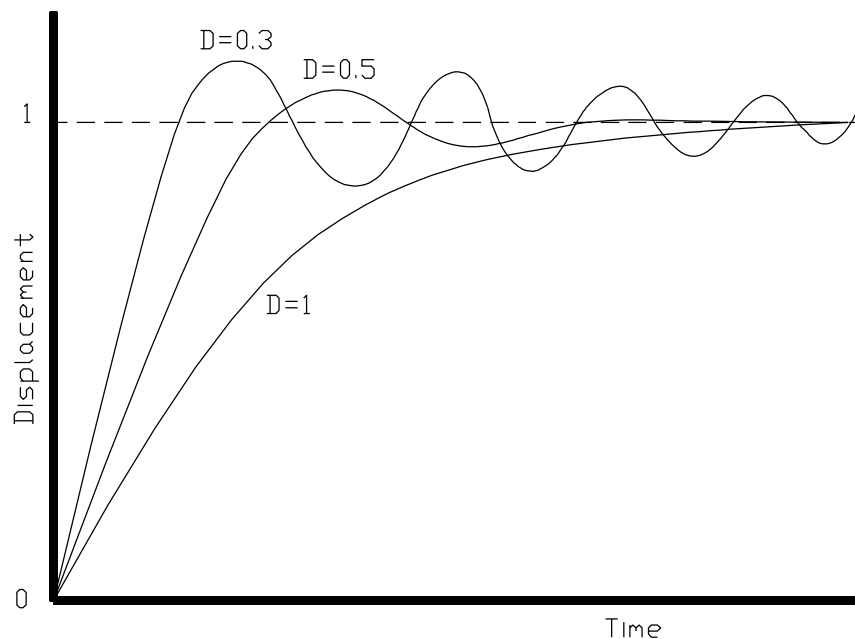


#### 4:3 共振(レゾナンス).

ステッパーマータは歴史的なセカンドオーダーシステムで一つ或いは二つの自然共振周波数を持っています。これらは無負荷モータで50 から100 Hz 領域に存在します。Oこれらの領域近くのステップレートでの操作の場合は共振が励起されます。その結果出力トルクが低下したり,不安定なステップ動作になったりします。もう一つの共振は1 - 2kHz 領域にありますが,これは通常実用上の問題になることはありません。

##### ◆ 慣性負荷、摩擦及び駆動特性

1次(低次)共振周波数は厳密に解説できません。と言うのは、摩擦や慣性負荷、モータ温度或いは駆動特性によって変化するからです。慣性負荷を接続すると共振が減りダンピング要素も減少します。負荷摩擦でダンピングが増加します。それは、SMD210の駆動回路が制御された相電流を発生するからで、これは大きなダンピングを発生します。電圧源であり、モータ巻き線に伝達され、また、その他抵抗にてダンピング要素を下げるための電流が決定されます。モータの単一ステップ応答でのダンピング変更効果が以下のダイアグラムに示されています。



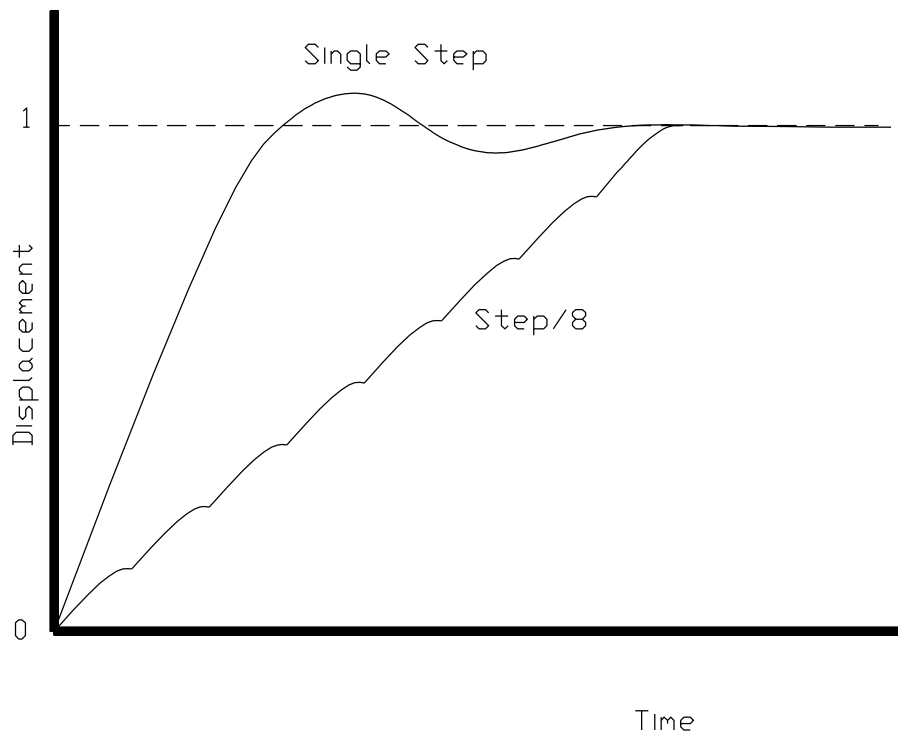
#### ◆ 共振制御

共振の最も簡単な制御方法はモータの共振周波数に近い領域での使用を避けることです。慣性負荷が小さい場合は、通常モータの始動時の周波数は300 Hzを超えています。完全に1次共振領域を避けることができます。通常、共振はモータ速度が共振周波数領域で、加速或いは減速しているときは問題ではありません。

低速或いは大きな慣性負荷下での操作が必要な場合はSMD210のステップ分割機能(ミニステップ)が役に立ちます。効果的にステップ分割要素にてステップレートを増やし、共振を起こすステップ移行振幅を減らすことができます。そのことが、以下のダイアグラムに示されています。ミニステップングでは両方の相が励起されるので巻き線間の幾つかのエネルギー交換のプロセスが生じます。これはシングルステップモードでは生じないがダンピング要素が増加します。

特に難しいケースの場合、ステップ分割の切り替え(ミニステップモード)にてステップ周波数を変更することが有効です。

単一ステップの代表的なモータ応答と単一ステップが8個のミニステップに分割された場合のモータ応答が以下のダイアグラムに示されています。



#### 4:4 VCSMを活用するためのメカニズム

以下の章は上記トピックスの紹介で、様々なタイプのメカニズムのための主要な機械的且つ真空に関する考え方についての序章です。メカニズムと真空達成テクニックのための作業知識です。AML社では標準的な一連のメカニズムの供給していますが、ユーザ特別仕様に変更したり、特別設計のメカニズムや構成要素の供給も行います。

##### ◆ 回転 (位置制御)

モータシャフトに結合した負荷イナーシャはモータのロータイナーシャに比較して小さいのが理想です。モータイナーシャの2乃至3倍までの負荷イナーシャまでは、無負荷モータでの最高シャフト速度や加減速と大きな違い無く駆動可能です。モータイナーシャの約10倍の負荷イナーシャは絶対同期を取ることで駆動可能です。ミニステップや加減速パラメータを慎重に設定しなければなりません。大きな負荷イナーシャの駆動には減速ギアが必要です。

水平面での回転でなければ、負荷が大きい場合は回転軸の中心に架かるようにしなければいけません。

モータシャフトでの角度分解能は $1.8^\circ$  シングルステップに制限されます。ステップ内の残りの位置は負荷摩擦とモータ上の負荷の残りがどれくらい架かっているか拠って決まります。もし、ロータ位置が通常のステップ位置から $\theta^\circ$ ずれているとすると戻りトルクは約 $\sin(100 \times \theta)^\circ$ に比例して増加します。半分のステップ位置での最大トルクは戻り止めトルクか、保持トルクのどちらかで、モータのパワーがどれだけ残っているかに拠ります。静的なトルクと不均衡な負荷によるトルクが分かっている場合は、残り位置の誤差は上記概算式を使って推測することが出来ます。モータベアリングの摩擦は非常に小さいので、完全に無負荷のC17.2モータは静止状態から300Hzの最高速度は上がっても希望の位置から $0.2^\circ$ 以内に停止します。

角度分解能は減速ギアにて改選されます。以下に解説します。

##### ◆ 回転 (速度制御)

幾つかの用途で回転負荷の正確な位置はあまり重要ではありません、或いは他の方法で減衰することが出来ます。しかし、回転速度は非常に正確に制御されなければなりません。ビーム遮断器やサンプル回転器などがこの種の用途です。増加した慣性負荷によりモータの分割動作が理想的に滑らかに行われず、モータイナーシャの約1000倍までの負荷が長い減速ランプを使って制御出来ます。上記荷重の場合は幾つかのステップは加源速時に失われますが、一定のステッピング周波数での精密同期は簡単に得られ確認出来ます。

大きな回転負荷の場合はバランスを取る必要が有ります。少なくともモータシャフトへ架かっているトルクがモータのディテントルク以下になるようにならなければなりません。モータトルクの要求は負荷を加速する際に必要なトルクで決まります。

大きな慣性負荷の例は直径20 cmの均一断面の1.5Kgの円盤です。これは直にモータC17.2に結合され真空内で30 RPMで連続回転します。

##### ◆ 搬送

搬送はリードねじとナット、ワイヤーとドラム、ラックとピニオンなどのメカニズムを使用して実行されます。どの機構を採用するかは精度、搬送長、要求推力と速度な殿条件により決まります。

リードねじをベースとした搬送系は数キログラムの推力とステップ毎に数ミクロンの分解能が得られます。精密級のリードねじは実際に300mmまで用意されています。モータとリードねじ間のバックラッシュ押さえギア機構により1ミクロンの分解能が得られます。バックラッシュ押さえナットは垂直運動時には普通使いません。もし、従来のナットとリードねじを使った場合、負荷は摩擦で決まります。特に、リードねじとモータシャフト間に減速ギアが使用されている場合は反射負荷慣性が減少する為に顕著になります。潤滑の制約とUHV機構による低速動作により静的摩擦は動的な摩擦よりもずっと大きな値となります。ナットに最適な材質はリン青銅で、リードねじにはダイヤモンドのようなコーティングされたステンレススティール(DLC)が最適です。DLC真空中での摩擦係数は比重に低いです。リードねじ表面の純二硫化モリブデン層のバニシ仕上げ又はスパッターリングは摩擦や摩耗を減らすに役立つでしょう。研磨された台形ねじで、これらの材質間の代表的摩擦係数は0.1で、代表的効率は40%です。リードねじの摩擦熱により発生するガス負荷は通常モータのガス負荷より幾分か少ないです。高価で一般的ではありませんが、リードねじのコーティングを二珪化モリブデンか二珪化タングステンコーティングに変更することで減少することが出来ます。

循環ボールナットの真空用途が近年可能になってきました。これによって非常に高価ですがずっと高い効率が得られるようになりました。これらは摩擦が小さいためにガス負荷が小さいので、数10キログラムの力を要する場合に活用されます。バックラッシュが極小くなるようにボールは選別されて装填されています。組み込まれるリードねじは特殊で従来のものより長いものが出てくるようになりました。

ドラムやラック駆動における摩擦損失は従来のリードねじ駆動よりも低く、通常イナーシャがほとんどを占めていると考えられています。ラック&ピニオン駆動は数100mm ストローク動作に適していて、巻き線・ドラム機構では数メートルまで駆動可能です。負荷が重い場合の代替駆動系はスパイク状のステンレススティールベルトと対のプーリーです。これらの代替搬送系の繰返し精度やバックラッシュはねじ駆動方式に比較して悪いです。

#### ◆ リニアガイド

低価格の搬送メカニズムにはステンレススティールロッド上で動作するシンプルなブッシュを使用することが出来ます。PEEK 材のような新しい炭素強化ポリマー材がブッシュ用に適しています。AML LCT-シリーズ搬送ステージはこのタイプです。 注記:PEEK ポリエーテルエーテルケトン材

'V' 溝ローラとトラックとクロスローラガイドがもっと精密な搬送系に適しています。前者は1メートルストロークで任意の長さで最も全長が短く出来る利点があります。クロスローラライドはもっと剛性が高く、高負荷に耐えられますが、価格が高価です。両タイプも予圧調整が出来ます。'V' ローラは負荷ベアリングの表面が小さく、回転接触部が一点だけなので、高負荷が架かかると摩耗が大きくなり易くなります。AML社のモデル LST やモデル LSC シリーズはこのタイプに所属する小型の製品の例です。

#### ◆ 減速ギア

減速ギアと対になった慣性負荷は減速率の平方根に比例して小さくなります。ここで、減速ギアは負荷との釣り合いのために使用されます。負荷の釣り合いを取るために減速ギアを仕様する場合は、モータ歯車とかみ合った平歯車は通常負荷イナーシャよりずっと大きく且つ歯車径が極力小さい事が重要です。機械上の共振を制振するために、ギアトレインにはバックラッシュ防止ギアと標準のピニオンを使用しなければなりません。UHV 環境で使用されるギアは潤滑無しでも低摩擦であることと異種物質の接触にて冷間圧接が生じない設計が必要です。そのためには回転表面に窒化イオン注入、或いはギアに完全な窒化チタンコーティングするのが効果的な方法です。そのほか好ましい材質として全てステンレススティールにて歯車列を構成することです。

#### ◆ ベアリング

UHV 環境で使用されるベアリングはシールドされていないステンレススティール製の保持器と軸受でなければなりません。ボールは他の材質にてステンレススティールコーティングされるか無垢のセラミック材でなければいけません。代替法としては、軸受けにPTFE合成材(ボールが移動するように設計された)全ステンレス材ベアリングが最適です。

#### ◆ 構成要素の供給体制

UHV ベアリングは少量ではなかなか入手困難です。AML社ではベアリングの他にもAML社モータを応用したメカ装置を構築されるお客様のためのコンポーネントを在庫しております。

### 4:5 モータ近辺の磁場

モータは50ミリテスラ(500ガウス)以上の磁場強度では操作してはいけません。磁場が存在している間性能に影響を受けます。これよりかなり大きな磁場が掛かると部分的にロータが非磁化されトルクが落ちます。AML社へ返送頂ければ、非磁化されたモータを再磁化する事ができます。

モータの漏洩磁場はモータの円筒状の表面から軸方向に1 cmのところでモータが通電していない状態で、1ミリテスラ(10ガウス)程度のレベルです。この交流駆動要素のなかに相周波数と数KHzのハーモニックが加わります。磁場はミューメタルや同様の透磁性の高い金属ホイールにてモータの側面で数ミリガウス以下まで遮蔽することが簡単にできます。しかしながら、シャフトの延長線上ではもっと難しい状況です。機器の近くでは残留磁場についての早めに考慮されることをお勧めします。

#### 4:6 低電力技術

小さなメカニズムの設計では、正確に知られていない幾つかの要素や、大きな許容値が求められる状況で許容値を満たしていないと言った要素があります。その結果得られるトルクが要求値を超えないように控えめな設計が必要です。幾つかの許容値を超えた要件については、稼働時間を長くしたり、様々な方法で真空内での排ガスを削減したりで代替対応することができます。組み合わせる場合は改良が非常に重要になります。

以下の大抵の調整工程でモータ或いはメカ装置は現実的代表的な操作条件の元で操作され、パラメータを通常のステッピング操作が不可能になるまでの間で調整が求められます。不規則なステッピング状態が一目瞭然です。ケーブルをモータシャフトに巻き付けても役に立つ目印です。SMD210の遠隔操作とコマンド構成に慣れて頂くのが前提です。

モータパワーを下げるためにいろんな用途で用いられるテクニックです。

1. モータを500Hz 及び 2kHzのステップレート間で動かしてください。可能であれば、この間での設定が最も電動効果が高くなります。
2. 速度を減らしてイナーシャ依存の荷重に合わせる
3. 相電流を段階的に減らして一定の相分割のための電流値よりも20%程小さくなるまで下げる。加速度のパラメータに何らかの調整が必要になるかもしれません。
4. 冷却方式の調整。モータの温度を下げる事により巻き線抵抗値が下がり効果が増します。

毎秒数百ステップ以下の操作で十分な用途の場合は上記の方法を超えた以下のテクニックを使って下さい。期待する効果は各ステップ動作をできるだけ迅速に完了し、モータパワーを極力小さく減らす事によって、各ステップが数ミリ秒で完了すれば低速での電源消費の節約が次第に向上してきます。始める前に操作要領書を良く読んで理解してから始めて下さい。

5. スループートをスタート速度と同じに設定し、モータがスタートできる最も速い速度が決定するまで、一定の早さで速度を上げて下さい。速度を上げながら予想したレゾナンス(共振)範囲を通過する際にモータが例えそれ以上の領域では難なくスタートしても、その範囲ではスタートしないかもしれないので、注意してください。

モータを確実にスタートできる最も早い速度単一ステップで'+1' 或いは '-1' と動かすと、数ミリ秒或いはもっと遅れが生じます。単一ステップ状態では相電流が、単一ステップ動作完了後「h」コマンドに従って減少します。これはパワーが減少した時にダンピング要素が減少した結果です。従って、幾つかのパラメータの実験では安定性を増すために十分なマージンを持たせることが要求されます。

次のプログラムセグメントは「h」パラメータの最適化に役に立ちます。これでモータシャフトがゆっくり一回転します。各ステップ状態が観察できます。

B	1	モータ 1
X	s,s,1	加速度パラメータ (上記の様に設定)
h	xx,y	保持時間とトルクパラメータの設定
L	0	ループ開始
+	1	1ステップ
D	100	遅延時間 0.1 秒
L	200	ループ 200 回 (シャフト1回転)

負荷のバランスが悪い場合はトルクパラメータを小さい数値に設定してください。そうするとどの位置でも負荷をしっかり保持します。そうじゃない場合はゼロ(0)に設定してください。保持時間パラメータを最大の99ミリ秒に設定してください。ステッピング動作が不安定ならばトルクパラメータを増やして下し。保持時間を徐々に減らして不安定になるポイントを見つけてください。保持時間パラメータを約20%増やして次にトルクパラメータを減らしてください。

#### 4:7 VCSMに損傷をきたす可能性がある原因

真空モータは分解される前に脱磁し修理洗浄後に再度着磁されます。この理由から修理はAMLへご返送頂く事になります。以下の注記事項は最も一般的な問題点を回避するガイドラインと診断に関するアドバイスです。

##### ◆ ベアリング損傷

ベアリング内のセラミックボールは非常に強固ですが、スチールボールよりも割れやすいです。モータシャフトを下にして落下した場合いくつかのボールが壊れるかもしれません。損傷状況は目視でも観察できる場合がありますが、手でシャフトを回すと回転が滑らかでない箇所が分かります。

##### ◆ モータに不純物が混入。

排気ポンプ穴やベアリングギャップ等から異物がモータへ混入することもあります。磁性材分子は特に排気口から吸着し易くロータとステータのギャップに溜まりやすくなります。これはロータが一回転で一カ所か或いは数カ所スティック（滞り）を生じます。これは特定方向への回転でのみ生じることがあります。大きい容量のモータだと運良くそれらをすりつぶしてゴミにしてしまうトルクがあります。

このタイプの問題の主な原因はユーザにてシャフトを改造されることです。これはモータの内部をきれいなポリエチレンバッグでシールし、加工中に注意深く観察すれば避けられます。突き出たシャフトを洗浄し、バッグを開ける前に磁石で磁性材分子を取り除いて下さい。モータを取り外すか、同様なシールを施すかで、近くの構成要素にヤスリがけや穴明け加工をする場合は汚染を防いで下さい。

##### ◆ 過熱

モータは電磁機械特性には影響しなくても、過熱して 230°C に達するとその前後でかなりの量のガス負荷を生じます。巻き線の色が変色していなければ巻き線再処理にて真空特性は非常に改善されます。もし、巻き線の色が金色—茶色よりも黒ずんでいると、モータは修理不可能です。極端な場合、モータケースから絶縁物質が剥離し黄色い粉として蒸着する場合や排気ポンプと並んでいる冷却表面からの汚染も考えられます。

真空内ではモータは非常に早く過熱状態になります。当社のコントローラSMD210を正しくご使用されれば過熱状態に成ることは希です。決して相電流値が1Aを超えるドライバの使用はしないでください。また、モータ温度が175°Cを表示したら、駆動電流をすぐに遮断してください。



## 5. SMD210のプログラミング

### 5.1 SMD210 デモ用プログラム

RS232ケーブルを使ってSMD210(Remoteコネクタ)をコンピュータ(PC)のシリアルポート(COMM)へ結線してください。アクセサリキットに含まれる、Dサブ9 ピンオスメスケーブル(ストレート結線)を使用してください。SMD210 は(チェックサム)を無効に設定してください。全ての SMD210 ボーレートがプログラムでサポートされていますが、1,200ボー以上の通信レートで使用されることをお勧めします。SMD210 は出荷時9600 ボー、チェックサム無効に設定されています。

#### ◆ デモソフト開始

SMD210 に電源投入後「Motor Moving」LEDが5回点滅することを確認してください。モード選択スイッチで「Remote」を選択してください。

プログラムを実行してください。

オプションメニューで「COM port」を選択し、ご希望のボーレートとCOMポートを選択し、OKをクリック

「SMD2メニューコマンドウィンドウ」で、F とタイプして下さい。

SMD210 は「YES」又はエラーメッセージが帰って来ますが、いずれの場合でも通信機能は正常に構築されました。

コマンドウィンドウを閉じて下さい。

#### ◆ プログラム編集スクリーンとコマンドウィンドウ

コマンドウィンドウは主にコマンドを直に実行するときに使用します。実行は一度に1コマンドです。プログラム編集スクリーンはプログラムを作成したり編集用に使用され、作成後SMD210へ送信され実行されます。実行はコマンドウィンドウの「E」コマンドを使うか、SMD210パネルの「Internal」選択するかで実行されます。

#### ◆ プログラム編集スクリーンの使い方

初めてのユーザはプログラム編集スクリーンでいろいろなコマンドについて慣れて頂かなければなりません。各コマンドのシンタックス(構文)はデモプログラムで取り扱います。次のプログラムラインをハイライトし「Return」を押すと用意されたコマンドが表示されます。コマンドとコマンドに対して許される引数(パラメータ)の範囲内のポップアップウィンドウアドバイスを選んで下さい。コメントがプログラムに入ることもあります。このウィンドウで編集したプログラムはSMD210へダウンロードされファイルへ保存されます。

ジャンプ命令は目的(ジャンプ先)のライン番号を含んでいます。プログラム編集時はジャンプ命令にて命令ラインの挿入や取り消しにてこれらの番地が変更されることもあります。対象番地は自動的に変更されます。

#### ◆ コマンドウィンドウの使い方

「コマンドウィンドウ」にて使用される主要なコマンドは「E」と「K」コマンド(SMD210に保存されたプログラムの実行、終了)、SMD210のステータスを報告する「±」及び「V」による単純な動作です。このマニュアルの「付属B」のコマンド集テーブルに「D」で表示された直接実行可能なコマンドだけがこのウィンドウにて実行可能です。例えば、ジャンプは許可されません。各コマンドのシンタックス(構文)は「リターン」キーが押された後でSMD210にてチェックされ、各コマンドは「Yes」「Busy」などのメッセージを返したり、幾つかの明確な返答やエラーメッセージを返します。

プログラミングモードは「P」コマンドを使用して入ったり、終了したりできます。各コマンドはこのモードがSMD210メモリー内にいることを宣言した後に入り増すが、実行されません。各コマンドエントリに対してSMD210からのいかなる応答があっても同様です。プログラミングモードから出たら「Yes」又は幾つかのエラーメッセージが帰って来ます。最初の検出されたエラーのみ報告されます。ユーザがシンタックスやSMD210モータコントロールプログラムの命令に完全に馴染むまではこのモードの使用はお勧め致しません。



## 5:2 SMD210 応用プログラムの一般的な注意事項

コマンドやステッパーモータ操作方法への知識は有していると仮定して以下の説明を行います。

### ◆ SMD210 在留プログラム

SMD210 メモリー内には一度に一つのプログラムが在留しているものとします。各ダウンロードされたプログラムは直前に滞在したプログラムを消去します。いかなる在留加速度、ミニステップ或いは保持パラメータもダウンロードして有効なプログラムにて上書きされることはありません。これらのパラメータはSMD210が遮断時に初期値セットに切り替わるか、マニュアルモードに切り替わる際は上書きされます。パラメータの現状リストは「V5」コマンドにて問い合わせ(確認)できます。

単一プログラムの在留の制約は条件的ジャンプやプログラムの違ったセクションの選択のためのユーザ入力にて克服できます。

### ◆ 加速度コマンドの使い方

加速度パラメータ(X)はプログラム初期でいかなる動作命令が来る前に宣言しなければなりません。さもなければ、加速度ランプが計算されている間プログラムの実行中に遅れが生じます。プログラムの最初にもし計算の遅れが許容されない場合は、別のプログラムにて加速度を宣言し、ダウンロードしアプリケーションプログラムの前に実行してください。このコマンドはプログラム内で使用する最高スルーレート(速度)を規定しなければなりません。理由は、スルーレートは何度も要求される毎にランプが再計算されることなく他の小さな速度に変更される可能性があります。

### ◆ ミニステップコマンドの使い方

ミニステップパラメータ(M)はいかなる動作コマンドが来る前にプログラムの始めに宣言しなければなりません。さもなければ、プログラム実行中に加速度ランプが計算されている間の遅れが生じます。もし、プログラムははじめの計算遅れが許容されない場合は、別のプログラムにて変更する速度を宣言し、ダウンロードしアプリケーションプログラムの前に直ちに実行してください。

ミニステップはコマンドの実行時間には影響しません。

ミニステップレートは現実的な値にしてください。ミニステップ周波数はステップ周波数とステップ分解能にて作られたパラメータです。例えば、モータ動作、100ステップ/sec、1/4ステップ動作で400ミニステップ/sec。無負荷のC14.1モータに約500Hzより大きなミニステップ周波数を指定しないでください。このモータの場合は250Hz以下ではハーフステップを使用してください。これ以上の周波数は効果が無くトルクの減少を生じる場合があります。ミニステップ変移周波数は大きなモータや負荷イナーシャの大きなモータには低くしなければなりません。

初速とミニステップ転移速度の間には相互作用があります。初速(Xコマンドにて指定)がミニステップ転移速度よりも大きい場合は、ミニステップは転移が二度と起きない速度に指定しなければなりません。

### ◆ スルーレートコマンド

スルーレートは加速度ランプがTコマンドで宣言した速度にて打ち切られる事があります。新しいスルー速度が宣言される際は、実行の遅れは生じないので、ランプの再計算の必要はありません。ミニステップ及び加速度命令の実行はこれらのコマンドの引数により現在のスルー速度が入れ替わる事があります。

#### ◆ 低速ステップングと保持コマンド

保持コマンド(h)機能にて、単一ステップや動作を伴う最後のステップ後の動作の際にパワーが減少するようになっています。保持時間はコマンドの実行時間に追加されます。

単一ステップは従って、初速と保持速度の繰り返しと同じ時間で完了します。単一ステップと遅れ時間でプログラムループを構築することで、保持コマンドは初速までのレート of 全てのステップが有効になります。最低の多重ステップスルー速度(X)は10Hzなので、これはまた、多重ステップングの周波数範囲を拡張して、最高の遅れ時間65.535秒を持って、 $15 \times 10^{-3}$ まで落とした方法になります。低周波数遅れコマンドはカスケード(順次継承)するかループにする事ができます。

X100,1000,20	初速 100Hz, スルーレート1kHz. 加速度 20 ステップ
M 200,200,200	
h0,2	保持時間 0, 次のステップまで電流減少
L0	ループスタート
+1	1 ステップ時計回り動作
D990	990 ミリ秒遅れ
L100	ループ 100 回

このケースでは、単一ステップは10ミリ秒で実行されプログラム100ステップの実行は1秒です。

#### ◆ 2軸モータ制御

2軸モータが駆動される場合は永久トルク保持はできません。

各モータは個別のカウンターを持っています。現在駆動中のモータのカウンターのみ何らかのコマンドにて確認したり、変更が可能です。

駆動が最初のモータから別のモータへ変更された場合最初のモータに蓄えられたエネルギーを除去する為に100ミリ秒の遅れが生じます。従って、モータ間で駆動を切り替える事は必要最小限が望ましいです。

動作コマンドが実行される前に、駆動するモータを選ぶようにプログラムを組む訓練することをお勧めします。

SMD210にて2軸モータの異なった駆動条件の差を小さくするには限界があります。そのためには同じ電流での操作が必要です。従ってリンクして選択されます。唯、一組の加速度とミニステップパラメータがあり、各モータにとって同一であっても、モータが切り替わる毎に計算上の遅れを再定義しなければなりません。またモータが代わっても遅れが生じ無くても、唯一の「保持」パラメータセットしかありません。

#### ◆ 多軸SMD210 システム

最も単純な制御方法はホストコンピュータによる各SMD210とのシリアル通信で、個々のコマンドをシーケンスで送る方法です。SMD210が非常に長い時間或いは完了する時間が分からない様なコマンドを実行完了した時のステータスコマンドが(Vx)です。

SMD210 単独(PC使用しないで)他のSMD210を制御する場合はユーザ出力にスレーブのSMD210の入力を、バッファを介して接続して制御できます。ユーザ入力 は マスターコントローラ の出力をディバウンスし少なくとも50ミリ秒以内にスレーブユニットの初期化のためにクリアされます。同じ入力を経由した連鎖が数10ミリ秒以内に発生する場合はスレーブプログラム内の小さな遅れを吸収します。SMD210のユーザ出力は装置の電源が遮断される際に、装置の入切のシーケンスが予期せぬ動作をしないよう、クリア状態になります。このタイプのインターフェースでのハンドシェイキングは余りお勧めではありません。

#### ◆ プログラムデバッグ

プログラム内の組み込み状態コマンド(Vx)は、プログラム内に多重の経路がある場合は、とても役に立つツールです。他の方法としては、効率の高いLED 2k2 オームシリーズが0Vに結線されていますが、ユーザ出力にて駆動することができます。LED は論理出力に他の目的が生じればバッファすることができます。

#### ◆ 緊急停止

プログラムが稼働中にモータを最も早く停止するためには「Program (プログラム) / Manual (マニュアル)」スイッチを「Off (オフ)」位置にしてください。或いは、「Kill」コマンドを送って下さい。いずれの場合もモータは数ステップ分オーバーシュートするかもしれませんが、その際位置表示カウンタが小さなエラーを含んでいるかもしれません。装置電源遮断では電源のフィルターに蓄えられたエネルギーがなくなるまでモータは停止しません。

#### ◆ 温度制限オーバー

もし、モータの温度が175°Cを超えたら、状態メッセージがSMD210から送信されます。プログラムは実行を停止し、駆動電流は直ちに遮断されます。モータは数ステップ分オーバーシュートするかもしれないので、位置表示カウンタは僅か誤差を含んでいるかもしれません。

#### ◆ ストロークエンド

進行方向のストロークエンド入力がローレベルになると、Hコ (ホーム) コマンドが実行されない限りプログラムの実行が停止します。状態メッセージがSMD210から送信されます。もし、物理的なエンドストップに到達しない限り位置カウンタは正常状態を保ちます。

## 6. トラブルシューティング.

### ◆ モータが回転しない

モータがプログラム/手動スイッチにて選択されたモータに対応したコネクタに結線されているか確認してください。「最高速度」コントロールがほぼ中間位置に設定されているか確認してください。

温度表示が175°C以下になっているかチェックして下さい。

「Step (ステップ)」を押して、モータ動作表示LEDを観察してください。もし、点滅するようであれば、モータ結線を確認してください。もし、点滅しなければ、装置のスイッチを切って、数秒後に再度電源を入れてください。両方のモータLEDが短く数秒間点滅し続ければ、次に「Step (ステップ)」を再度押してください。

### ◆ 温度表示 > 175°.

熱電対が使用中のモータソケットに正しく接続されているかどうかチェックしてください。

もしプログラム稼働直後にこのエラーが発生したら、いかなる動作コマンドが出される前に、プログラムがどちらのモータを使用するように定義しているか確認してください。

装置の熱電対回路は熱電対が断線の場合は高温表示(>175°C) がされるように調整してあります。熱電対の結線状態をコネクタ ピンのところで確認してください。熱電対ワイヤは比較的高抵抗を持っており、数十から数百オームある場合があります。熱電対のソケットでのワイヤが結線されたらモータ温度LEDが消灯するのを確認してください。

通常モータ温度は大気中、室温にて100°Cを超えることはありません。正しい熱電対の活用は真空中でのモータを保護するために必要なことです。

### ◆ モータが唸るが回らない

全部のモータ結線を確認してください。モータコネクタのピン間で電気抵抗をチェックし、使用するモータ結線内では一定であることを確認してください。モータは時々結線が正しくない場合でも動くことがあります。

プログラムコントロールを使用する場合は仕様値内のスタート/ストップ速度と加速度ランプ内のステップ数が妥当な数値か確認してください。手動コントロールを使用する場合は「最高速度」制御が高すぎない値に設定されているか確認してください。

### ◆ 特定速度や位置でのモータ停止及び唸り

全部のモータ他結線を確認してくださいそれからモータコネクタのピン間の電気抵抗が使用するモータ内では一定であることを確認してください。モータは時々結線が正しくない場合でも動く場合があります。

もし、モータ結線が正しいなら、これは共振によるものです。4.3章の一般共鳴の項を参照ください。

### ◆ 高速でのモータの停止や唸り

AML社モータの最高速度はSMD210の最大駆動速度よりも低いです。モータの最高速度は不可によっても低くなります。到達出来る最高速度は加速度ランプのステップ数を増やして速度を上げていくことで達成出来ます。

### ◆ 特定速度でモータが逆回転.

全モータの結線を確認してください。モータコネクタのピン間電気抵抗が使用するモータ間で一定であることを確認してください。モータは時々結線が正しくない場合でも動く場合があります。

もし、モータ結線が正しいなら、これは共振によるものです。4.3章の一般共鳴の項を参照ください。

### ◆ モータが逆回転 reversed.

正しく結線され駆動されているモータはモータ取付ねじ側からみた指定の方向へ回転します。回転方向が逆回転するのは結線が1相入れ替わっている場合があります。

◆ **ホストコンピュータとの通信が取れない。**

SMD210 が「リモート」に設定されているかどうか確認してください。

SMD210が電源投入時に「モータ動作中」LEDが5回点滅するか確認してください。正しい通信

ポートが使用されているかチェックしてください。

リモートケーブルをチェックしてください。これは 9 way の D 型 オス と メス の コネクタ です。貫通型です。

ボーレートやパリティ、スタートとストップビット数がコンピュータ側とSMD210側で一致しているかどうかをチェックしてください。

◆ **プログラムの実行にプログラムされていない遅れが生じる**

ダウンロードされたプログラムの実行前に、SMD210は加速度ランプの個々のステップの実行時間を計算しなければなりません。これは1秒間ほどかかります。もし他のランプ、或いはミニステップの変換速度が特定の部分であるならば、プログラムを通して実行する方法は計算中に遅れが生じます。この方法はお勧め出来ません。

動作シーケンスは加速と減速ランプを実行します。スタート時の速度の設定に拠っては、モータが連続動作中に短時間停止するかもしれません。もし、ゼロではない保持時間が設定されるとモータは保持時間停止します。

◆ **ホームコマンドが終了しない**

使用中のモータのEOT信号が故障していないか確認してください、故障していると実行中に発生します。

◆ **ループやジャンプを使ったプログラムを持ったプログラム**

ジャンプして出るのか、入るのか確認してください。

ユーザ入力を使用する場合は結線とスイッチ状態をチェックしてください。

◆ **シングルステップ送りが不安定**

スタート速度が速すぎるかもしれません。保持時間が少なすぎるかもしれません。保持電流が低すぎるかもしれません。

## 付録

### 結線

必要なコネクタは装置と一緒に納品されるアクセサリキットの中に入っています。

#### ◆ A.1 主電源コネクタ

これは雌の IEC CEE22 タイプで、通常装置と一緒に納品されるアクセサリキットに入っていますが、モールドされたリード線一体型13アンペア用です。これは英国国内用プラグです。ヨーロッパ、北米、アジア向けのコネクタは別のケースにて供給されます。

1英国仕様から別のコネクタスタイルへ変換が必要な場合は、操作員の安全を考慮して正しく結線されていることを確認してください。ワイヤのからコードは以下の用になっています。-

茶	ラインブルー
青	ニュートラル
緑と黄	アース

#### ◆ A.2 モータコネクタ

Tこれらは装置と一緒にアクセサリキットに入って、部品2キットで納品されます。両方とも 4 ピン ITT "トライデント" 角形オスタイプでFarnell(ファネル社製)です。

ケーブル取付プラグ	TST04PA00
フード	TST04AH00
圧着ピン (4 式必要)	T2P16MCILZ

ピン配線:

コネクタ	ピン	モータ	相
	1	A	
	2	A	
	3	B	
	4	B	

#### ◆ A.3 リモートコネクタ

これは 9 way "D" タイプのメスコネクタです。ピン番号付けは9way「ストレート貫通」オス-メスケーブルがPCと一緒に使うのに満足出来るように配列しています。そして、SMD210デモプログラムと適合ケーブルがこの目的で装置と一緒に提供されます。使用されたピン配置と信号名は以下の通りです。

3	受信データ
2	送信データ
5	信号グランド

受信データラインはコンピュータの送信データに接続されていて、送信データはコンピュータの受信データラインに結線されています。もし、ユーザがBIOSを使ってアプリケーションプログラムを作る場合はケーブル端のピン4と6をリンクしなければなりません。

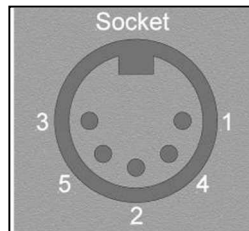
#### ◆ A.4 熱電対コネクタ

これはミニチュアフラットK タイプコネクタです。例えば、研究設備タイプの FMTC-K-M 等です。.

#### ◆ A.5 リミットコネクタ

これは 5-ピンの DIN オーディオコネクタで、ラッチ付きタイプでも無いタイプでも使えます。これらの入力の説明は第 3:8にあります。

裏面パネルのピン配置は以下のようになっています。

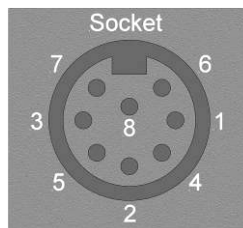


ピン 2	EOT +1 (モータ 1)
4	EOT - 1 (モータ 1)
1	EOT +2 (モータ 2)
3	EOT - 2 (モータ 2)
5	ロジックグランド

#### ◆ A.6 ユーザコネクタ

これは 8-ピン DIN オーディオコネクタで、ラッチ付きタイプでも無いタイプでも使えます。これらの入力の説明は第 3:8にあります。

裏面パネルのピン配置は以下のようになっています。



ピン 1	ユーザ出力 3
2	ユーザ出力 2
3	ユーザ出力 1
4	ユーザ入力 3
5	ユーザ入力 2
6	ユーザ入力 1
7	ロジックグランド
8	空



## 付録 B

### ◆ B.1 ホストコンピュータコマンド

リモートコンピュータからSMD210を制御する場合は3 芯シリアルリンクが必要です。ボーレートは上記3:2章で説明したように内部で選択出来るようになっています。文字列は1スタートビット、1 奇数パリティビット、7データビット及び2ストップビットで構成されます。コマンドは以下のASCIIフォーマットにてSMD210へ送信されます。

コマンド	引数	チェックサム	キャリッジリターン
XX	XX XX XX XX	XX	0D
例:	+500← = 2B 35 30 30 0D	(チェックサム無し)	
	2B 35 30 30 C0 0D	(チェックサム有り)	

- I. 全コマンドは単一文字で、大文字と小文字では別の意味になります。
- II. 引数 (使える場合) は更に多くの桁で構成されます。ある引数は送り方向を定義するのに '+' 又は '-' 文字が必要です。1引数以上の引数が必要な場合は、引数は ',' 文字によって分離されます。
- III. チェックサムはコマンドや引数のASCII値を追加することで形成され、結果を7ビットのASCII文字に切り詰められます。(例えば、2B+35+30+30 = C0)。もし内部のCHK リンクがピンの右端ペアーに入れられたら、チェックサム機能は使用されないで、この文字も不要です。このリンクでSMD210のターミナルからの直接コントロールが出来るようになります。
- IV. 全コマンドはキャリッジリターン (ASCII 0D) で終了します。

### ◆ B.2 SMD210 応答

SMD210 は以下のフォーマットの文字列を持ったコマンドに返答します。

応対	引数	チェックサム	キャリッジリターン
XX	XX XX XX	XX	0D

返答はthe response is one of 'Y' (Ready – 次のコマンド処理準備完了), 'B' (Busy – コマンドは処理不可) 又は 'Ex' (Error, ここで x はどのタイプのエラーかを示します)。チェックサム文字は、もし内部CHKリンクがピンの右端ペアーに入れられる送信されません。二つのSMD210 コマンド、V と Q, はそれぞれのコマンド解説にあるように異なった応答をします。

### ◆ B.3 直接及びプログラミングコマンド

SMD210 プログラムは正面パネル制御を「Internal」にセットするか又は実行コマンドを送信すること実行されるコマンドリストです。プログラムは最大1000バイトまで許容し、Loop(ループ)、Jump(ジャンプ)、Wait(待機)とUntil(範囲)等のコマンドを使用すると繰り返し作業や外部入力への応答ができます。プログラムが実行されている間に、リモートコンピュータから受け付けられるコマンドはKとZだけです。これらはプログラム終了コマンドです。他のコマンドを送ってもBusy(受付不可)が返ってきます。コマンドが直接制御或いはプログラム制御で実行された後は受付可能になります。でも、幾つかのコマンドは単一モードの時のみ適用可能です。以下のコマンド一覧表にはコマンドタイプは D, P 或いは両方が記載されています。

SMD210 メモリー内のプログラムは機械の電源遮断後に保持され、各モータの位置情報も同じく維持されます。

### ◆ B.4 SMD210 位置情報

SMD210 は各モータのステップ位置カウンタ、値が -8,388,608 から+8,388,607を保持します。T これらの値は連続値で、つまり +8,388,607 へ達すると、次は 8,388,608, -8,388,607 と続きます。カウンタ内の正の増分値は時計回り動作に対応します。

◆ **B.5 コマンド一覧表**

コマンドと引数		タイプ	概説
±	xxxxxx	DP	特定方向へXステップ移動 (1 - 999999) 例 <b>+2400</b> ←
A	x	DP	ユーザ出力設定 (1, 2 又は 3) 例 <b>A3</b> ←
B	x	DP	モータ選択 (1 又は 2) 例 <b>B1</b> ← 常にこのコマンドはプログラムの初期辺りで使ってください。それ以外に必要な場合のみ使用してください。
b		D	選択したモータのベークイング。両相とも表示温度 < 175 °C の場合に駆動電流が流れます。モータは電流が流れると約半分のステップ位置だけ動作し、場合により戻ります。K コマンドで終了。
C	x	DP	ユーザ出力をクリア (1, 2 又は 3) 例 <b>C1</b> ←
D	xxxxx	DP	xxxxx ミリセカンド(ms) 遅延 (1 - 65535) 例 <b>D100</b> ←
E		D	RAM内プログラムを実行
F		D	フィードバック状態 応答: <b>Y</b> 又は <b>B</b> 又は <b>Ex</b> . ( <b>Yes</b> 又は <b>Busy</b> 又は <b>Error</b> メッセージ)
f	±xxxxxxxx	DP	プリセット位置カウンタ 例 <b>f2000828</b> ←
G	±xxxxxxxx	DP	特定位置へ移動 例. <b>G-9600</b> ←
g	±	D	特定方向へ無限に移動 例 <b>g+</b> ←
g	±xU	DP	ユーザ入力 (X=1,2 又は 3) がロー(L) 又はハイ(H)になるまで特定方向へ移動
			例 <b>g-3H</b> ←
H	±	DP	ホーム検出。モータはEOT入力が高レベルになるまで動作。モータは減速して止まり、移動方向が反転。EOTが検出される位置に近づいたらモータは<30 ステップ/秒でステップ送りしてEOTが高レベルになって更に8ステップ進んで停止します。ポジションカウンタは通常このコマンド実施後ゼロセットされます。 例 <b>H-</b> ←
h	xx,y	DP	保持時間とトルクパラメータ設定。相電流は全ての動作の最後のステップが完了してxx(0~99)ミリ秒後減少します。保持トルクパラメータy (0 ~ 7)はその間の相電流の減少値を指定します。減少した相電流は大凡サイン(y/7 x 90) <sup>°</sup> x (リンクで設定された電流値)となります。初期値パラメータは 50,0. 初期値は装置が電源遮断された場合のみ保存されます。全てのダイナミックパラメータの電流設定は <b>V5</b> コマンド問い合わせできます。 例 <b>h10,2</b> ← 注意事項：保持電流は永続的に維持されます (0 になる場合もあります)
I	x	DP	両軸の位置表示カウンタを初期化してゼロ表示(X= 1)、全てのユーザ出力 (X=2) 又は両方 (カウンタとユーザ出力) (X=3) をクリア。 例 <b>I3</b> ←

J	xxx,yÚ	P	ユーザ入力y(1,2 又は3)がハイレベル(H) 又はローレベル(L) ならば、命令番号 xxx (1 から N)へジャンプ。 例 <b>J1,24H</b> ←
j	xxx	P	命令番号 xxx (1 to N)へジャンプ。 例. <b>j102</b> ←
K		DP	実行中のプログラム停止. このコマンドはホストコンピュータから出されるプログラム停止命令です。プログラムに組み込むことも出来ます。コマンドをシリアルインターフェース経由で受け取ったときにもしモータが動いていたら、モータは即時に停止し、遅延が生じないようにしなければなりません。そうしないと位置カウンタの内容がエラーになる場合が有ります。
L	0	P	ループ開始. このコマンドの後には <b>Lxxx</b> コマンドが続かなければなりません。コマンド間の実行回数を定義します。 例 <b>L0</b> ← <b>+100</b> ← <b>D5</b> ← <b>L5</b> ←
L	xxx	P	'L0' コマンド xxx 回 (1 to 255)が処理されたら、プログラムが実行されます。ループは10レベルまでネスティング出来ます。ジャンプ ( <b>j</b> 又は <b>J</b> ) によってループに入ったり抜け出たりするのはお勧め出来ません。
M	b4,b2,b1	DP	特定のステップ分割のために最小ステップレートを決めて下さい。例 <b>M50,100,200</b> ← この意味は50 Hz以下のステップレートで1/8ステップ、50 Hz以上で1/4ステップ、100Hz以上で1/2ステップそして200Hz以上でフルステップ実行することです。初期の移動速度は100,200,500で、装置の電源投入時や手動操作へ切り替わった時に更新されます。SMD210プログラムはこのコマンドが実行される際に新しい加速度テーブルを計算します。これは数秒掛かります。動的なパラメータの電流設定はV5コマンドで問い合わせが出来ます。 ミニステップ動作に関しては <b>3:7</b> と <b>4:3章参照</b>
P		D	プログラミングモードの入力 /終了。P コマンドに続くコマンドは実行されませんが、SMD210のRAMに保存されます。プログラムはもう一度Pコマンドが来ると終了します。Eコマンド又はプログラム上/手動スイッチで「内部」に切り替えるかでプログラムを実行してください。
Q		D	RAMにプログラムリスト作成。プログラムはダウンロードされたフォーマットにてエコー返しをします。もし、プログラムにエラーが見つかったらリストは「Y」又は「E3.xxx」にて終了します。最初に見つかったエラーだけ報告されます。
T	xxxx	DP	現在のスルー速度をステップ/秒で設定 (10-6000) してください。許容範囲は直前に宣言された「X」コマンド内の特定範囲に限られます。このコマンドは加速度ランプが再計算される原因にはなりません。現在のスルー速度が後続の「X」又は「M」コマンドで書き換えられます。 例 <b>T3000</b> ← 全てのダイナミックパラメータはV5コマンドで問い合わせることが出来ます。
U	xÚ	P	開始からユーザ入力 X (1から3) がハイレベル (H) 又はローレベル (L) になるまで繰り返します。例 <b>U2L</b> ←
V	1	DP	位置情報をカウンターへ 送信と応答 <b>V±xxxxxxx</b>
V	2	DP	ユーザ I/O ステータスを送信 応答.= <b>Vxx</b> . 最初の桁が示すのは入力のバイナリ状態で、2桁目が示すのは出力です。ステータスは各入力又は出力ラインに割り当てられた値の総和です。セット時は I/O 3 = 4 , I/O 2 = 2 及び I/O 1 = 1. クリアされたときは全ての I/O = 0

V	3	DP	温度状態を送信 応答: <b>V&lt;100C</b> 又は <b>V100C</b> 又は <b>V125C</b> 又は <b>V150C</b> 又は <b>V175C</b> <b>SMD210</b> 正面パネル上に表示.
V	4	DP	ソフトウェアバージョン番号送信 代表的応答: <b>V1.72</b>
V	5	DP	ダイナミックパラメータ送信. 応答: <b>X: 100,200,100</b> <b>T: 2000</b> <b>M: 100,200,500</b> <b>h: 50,0</b> <b>注意事項</b> : Tこれらのパラメータの保存値はX, T, M及びh コマンドが <b>実行</b> されると修正されますが、これらを含んだプログラムがダウンロードされる時は修正されません。
W	xÚ	P	ユーザ入力 X (1,2 又は3)がローレベル (L) 又はハイレベル (H) になるまで待機 例 <b>W3←</b>
X	ssss, tttt, rrrr	DP	加速 /減速パラメータコマンド。 ランプ r (1 - 1 5 9 9) に 開始 /停止速度 s (10 から 6000 ), スルー速度 t ( 10 から 6000 ) 及びステップ数をセットして下さい。 t は s よりも大きい値でなければなりません。 <b>SMD210</b> はこのコマンドが実行されるときに新しい加速度テーブル計算します。このために数秒かかる場合があります。 初期値パラメータ100, 2000, 100 は装置の電源が投入されると保存されます。 全てのダイナミックパラメータの現在設定値は <b>V5</b> コマンドで問い合わせできます。 <b>R</b> このコマンドの詳細説明や代表的な使い方は第 <b>3:5, 4:3</b> 及び <b>5:2</b> を参照してください。
Z		D	減速ランプにより滑らかに停止します。

#### ◆ B.6 エラーコード

E1	パリティチェック又はチェックサムエラー
E2	リミット外又は要求無しコマンド引数
E3,xxx	ダウンロードプログラムエラー(xxx = ライン数)
E4	実行不可能コマンド
E5	温度 175° Cオーバー
E7	ストロークエンド入力「ローレベル」
E8	ネスティング深度許容外
E9	プログラム容量過大

END.