

位置決め機能内蔵サーボドライバ "DrvM シリーズ"

Driver with Built-in Position Controller "DrvMII Series"

高 向 英 行^{*1} 永 山 望^{*1}
 TAKAMUKU Hideyuki NAGAYAMA Nozomu
 勝 淳一郎^{*1} 今 村 奈秀子^{*1}
 KATSU Jun-ichiro IMAMURA Nahoko

プログラム運転機能を含む位置決め機能を内蔵したサーボドライバDrvMIIを開発した。本器は接点I/Oインタフェースの他に、3種のフィールドネットワーク(DeviceNet , PROFIBUS-DP , CC-Link)に対応している。本器を使用することで、ネットワークを介してPLCなどの上位機器と直接省配線で接続され、多様な情報交換が可能である。また位置決め機能を内蔵することにより、制御性及び位置検出分解能が向上した。分解能は最大で1回転当たり400万パルスである。

We have developed servo driver DrvMII series that has a built-in position controller with programmable mode. For field networks such as DeviceNet, PROFIBUS-DP and CC-Link, DrvMII can realize positioning controls without any other position controllers. Consequently, direct connection between the driver and PLCs can make wires saved and acquire the communication exchanging data. Moreover, DrvMII has upgraded the encoder resolution up to 4,000,000 pulse/rev.

1. はじめに

ダイレクトドライブモータ DYNASERV* , 及びニアモータ LINEARSERV* は、精密な位置決めを行うサーボアクチュエータであり、それぞれドライバ部とモータ部で構成されている。

従来のサーボドライバの上位機器とのインタフェースは、パルス列及びアナログ電圧による位置指令情報や、速度指令情報が主であり、専ら位置決めのためのモーションコントロール機能は上位機器に委ねてきた。(図1参照)

近年、ユーザからは、位置決め機能の内蔵と、フィールドネットワークへの対応が強く要求されるようになり、フィールドネットワーク対応の位置決め機能内蔵サーボドライバDrvMIIシリーズを開発した。モータ部は現用のDM, DR, LMシリーズがそのまま接続可能である。

2. 機能・特長

本器の使用例を図2に、特長を以下に示す。表1, 表2に、仕様を示す。

(1) 位置決め機能内蔵

NC言語に準じて記述したプログラムを実行するプログラム運転や、テーブル用途に便利なインデックス(角度割り出し)運転を可能とした。

(2) 操作性の向上

サーボ調整のパラメータ化を推進し、上位インタフェースやプログラム内からの参照・変更を可能とした。Windows上で動作する支援ツールにより、ビジュアルな動作デバッグが可能である。

(3) 3種類のフィールドネットワークに対応

従来からの接点インタフェースの他に、

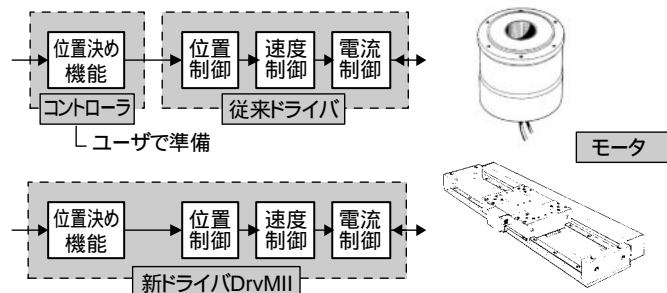
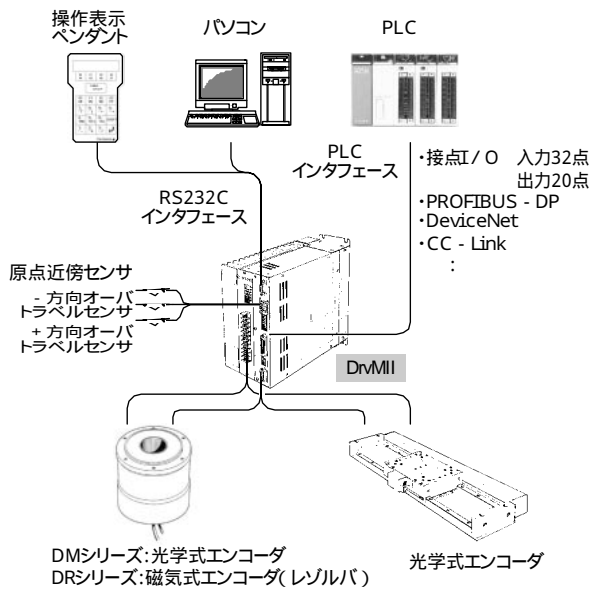


図1 位置決め機能の位置付け

*1 横河エム・エー・ティー株式会社



DeviceNet, PROFIBUS-DP, CC-Linkの3種類の代表的なフィールドネットワークに対応している。

(4) 位置検出分解能の向上

従来のサーボドライバから置換えるだけで、モータを替えることなく分解能が2倍ないし4倍に向上できる。

(5) 小型・軽量化

位置決め機能を内蔵した上で、小型・軽量化を実現し、環境調和型製品設計を行った。
従来機種比、体積： $\frac{3}{4}$ 、質量： $\frac{3}{5}$

3. 構成

サーボドライバは図3に示すように、三相インバータにより電流増幅を行うパワーモジュールと、制御全般を司るコントロールボードと、上位機器との制御情報をやりとりするためのインタフェースボードとで、構成される。インタフェースボードは、選択実装される。

3.1 エンコーダ信号処理と速度制御、位置制御

エンコーダからの信号は $\alpha(t)$ で表現され、回転角 θ 、移動距離 X に対して、スリットピッチ毎に位相が2ずつずれていく位相変調信号である。

$$\alpha(t) = A \cdot \sin(2\pi f \cdot t + 2\pi \theta / p) \text{ DYNASERV}$$

$$A \cdot \sin(2\pi f \cdot t + 2\pi X / X_p) \text{ LINEARSERV}$$

A : 振幅 f : 周波数 3.125 kHz t : 時間
 : 回転角 p : スリットピッチ
 X : 移動距離 X_p : スリットピッチ

表1 DrvM 仕様一覧1

	回転型 (DYNASERV)	直動型 (LINEARSERV)
位置検出分解能	標準DMAシリーズ:4096000 pls/rev 標準DMBシリーズ:2621440 pls/rev 小径扁平 :2621440 pls/rev 標準DRAシリーズ :1638400 pls/rev 標準DRBシリーズ :1015808 pls/rev 標準DREシリーズ :1228800 pls/rev 高速DRBシリーズ :557056 pls/rev 高速DREシリーズ :638976 pls/rev	標準高剛性シリーズ :0.05 μm 高速 高速・高剛性シリーズ :0.25 μm
座標系	回転座標, 直線座標選択可	
指令単位座標	パルス 角度 (1/100度) 角度 (1/1000度) 角度 (1/10000度) ユーザ設定単位	パルス 長さ (10 μm) 長さ (1 μm) 長さ (0.1 μm) ユーザ設定単位
運転単位	指令単位, インデックス単位A, インデックス単位B	

表2 DrvM 仕様一覧2

上位インタフェース	RS232Cインタフェース (シングルチャネル通信, マルチチャネル通信) PLCインタフェース (4種類のなかから注文時に選択可能) 接続I/O PROFIBUS-DP, CC-Link, DeviceNet	
方式	I-PD位置制御 (位置:積分比例制御, 速度:比例制御) 各種フィードフォワード機能 (位置, 速度, 加速度) 各種標準フィルタ (速度指令フィルタ, 速度フィードバックフィルタ, 一次遅れフィルタ) オプションフィルタ (ノッチフィルタ2チャンネル)	
制御調整	位置制御帯域: 1 Hz - 32 Hz, 速度制御帯域: 5 Hz - 200 Hz 位置積分リミット設定 各種フィードフォワードパーセンテージ (位置, 速度, 加速度) 各種標準フィルタ設定 速度指令フィルタ帯域, 速度フィードバックフィルタ使用 / 不使用 帯域, 一次遅れフィルタ設定 オプションフィルタ設定 (ノッチフィルタ帯域)	
加減速制御	台形移動 加速曲線 減速曲線個別選択可 減速時間 減速時間個別設定可 (対最大速度) カム曲線移動 カム曲線選択 (標準部品 8種, ユーザ部品 8種) オーバーライド変化時加速曲線 減速曲線個別選択可 オーバーライド変化時加速時間 減速時間個別設定可 (対オーバーライド100%) 送り時間設定 or 最大速度設定 リアルタイムオーバーライド可, インタロック可	
運転機能	ジョグ移動動作 テスト運転, オートチューニング運転, 原点復帰運転, 信号サーチ運転, インデックス運転A, インデックス運転B, テーブル参照運転, プログラム運転, MDI運転	
プログラム運転	プログラムブロック数:1000, プログラム数:100 (固定プログラム10を含む) プログラム中でパラメータ変更, モニタ参照可能 制御文としてif文, for文, while文, サブプログラム呼び出し可能 変数: 記憶変数50, 非記憶変数50 を使用したプログラム記述が可能 ステップ実行, 繰り返し実行可能	
保護機能	エンコーダ・レトルバ異常, パワーモジュール異常 (過電圧, 過電流), 主電源異常, 過負荷, 速度過大, 位置偏差過大, ハードオーバーラベルソフトオーバーラベル (直線座標時のみ)	
モニタ	アナログ信号モニタ (速度, 汎用トルク / 推力指令) 汎用モニタは 設定によりモニタ内容を選択 (位置偏差, テスト動作応答, 位置指令値, 位置現在値, 位置指令差分値) デジタル信号モニタ (整定信号) 上位インタフェースによる内部情報のモニタ	
その他	M機能 (2桁) Windows上で動作するサポートソフトウェア支援ツール (オプション) 操作表示ペンダント (オプション) 接続可能	

位置情報は、位相を 25.6 MHzで計数・処理し、1スリットピッチ当り 8192の分解能を得ている。

速度情報は、周期を 25.6 MHzで計数し検出している。速度検出分解能を上げるために、カウンタにより検出できないデジタル読み取り誤差分を、アナログ回路とA/Dで検出し、補正している。

制御動作は、速度制御を比例制御 (P) で行い、位置制御は積分比例制御 (I-PD) である。

位置決め機能が制御系と密接になったことで、フィードフォワード制御動作もよりよく機能し、位置決め動作における整定特性が改善された。

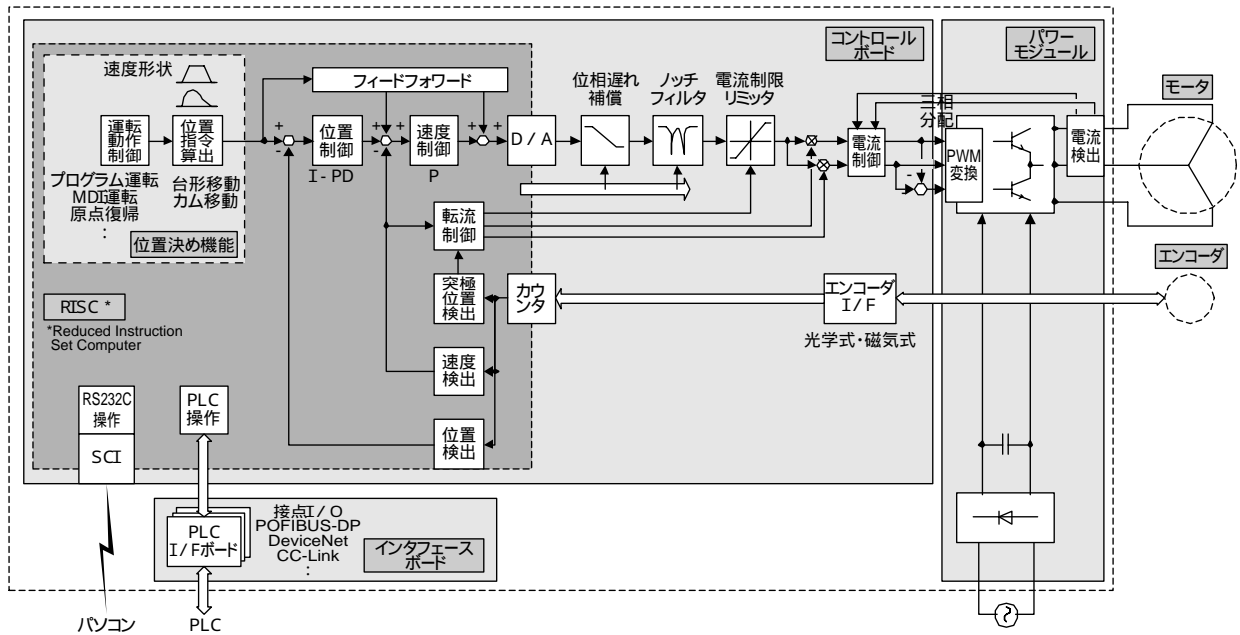


図3 内部構成

3.2 サーボドライバの内部状態の表現

ドライバの内部状態は、"#123"というように#と数字で表される変数として表現される。サーボドライバの内部状態としては、サーボ調整や動作条件などをユーザが設定するパラメータ、座標値や動作状態などを示しているモニタ、更に、サーボドライバ自身では意味付けされてなくユーザが自由に使用できる変数などがある。ユーザが自由に使用できる変数は、プログラムでの演算やフロー制御、段取り替えのための数値の記憶などに有用である。

これらは、上位機器からフィールドネットワークやRS232C通信経路で、変更・参照することができる。

3.3 位置決め機能

位置決め機能は、目標位置までの時々刻々の位置指令値を算出生成する位置指令算出部と、予め登録されたプログラムや上位機器からの命令に従って、位置決め指令を逐次発行する運転動作制御部から構成される。

位置指令算出部には、台形移動方式とカム曲線移動方式の2種類がある。

台形移動方式では、加減速時間の設定、及び加減速曲線(等加速度またはS字曲線)を、それぞれ独立に設定できる。

カム曲線移動方式では、内蔵している8種類のカム曲線の他に、ユーザが自作したカム曲線を8

種類登録し、動作させることができる。

いずれもリアルタイムオーバライド(一時の変更)に対応しており、動作中の速度が変更できる。

運転動作制御部には、プログラム、インデックス運転

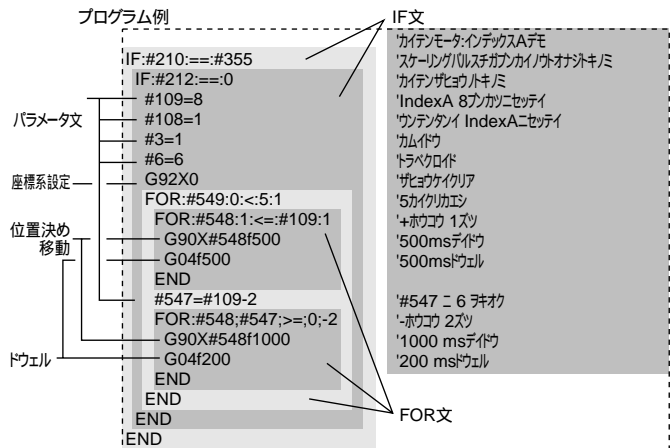
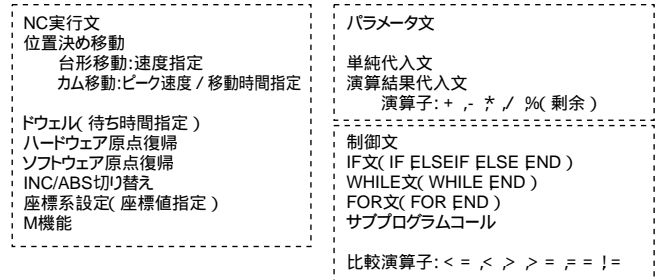


図4 プログラム言語仕様とその例

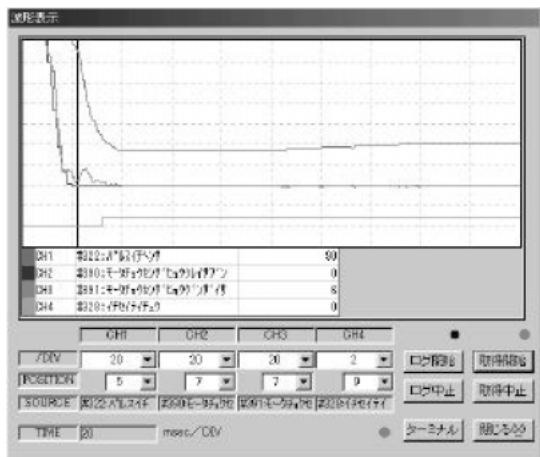


図5 波形表示画面

モードや、テーブル参照運転モード及びMDI運転モードがある。その他に、サーボ調整のためにオートチューニング運転モードが用意されている。

制御プログラムの例を図4に示す。NC実行文では、位置決め移動，ドwell(待ち時間設定)，座標系操作，M機能(補助機能)を表現する。パラメータ文では，パラメータ変更やモニタ参照の他に，プログラム内で用いる変数操作を表現し，代入と二項演算が可能である。制御文では，プログラムの流れを表現し，IF文，WHILE文，FOR文の他，別のプログラムを呼び出すことができる。

3.4 操作性

標準搭載されたRS232Cインタフェースにより，パソコンのWindows上で動作する支援ツールから，サーボドライバを操作することができる。支援ツールでは，プログラムの作成や保守，パラメータの保守，カム曲線の作成や保守ができる。更にサーボ調整の支援，サーボドライバのパラメータやモニタの変化をグラフ表示する波形表示機能を持っている。

波形表示機能は，サーボドライバの内部状態を時間軸でトレンド表示するものであり，ビジュアルなデバッグを可能にしている。観測できるものは"#xxx"で表現できるもの全てであり，トリガ条件を設定でき，4チャンネルのデータを取得できる。図5に波形表示例を示す。図では，位置決め移動の減速終了前後の位置偏差や速度応答を表示しているが，この機能を用いて整定時間の確認や再調整などを行うことができる。

3.5 フィールドネットワーク対応

従来，上位機器(PLC)と位置決め機能を持った機器とは，接点I/O(パラレルI/O)で接続されていた。近年，産業機器においても，シリアル通信によるオープンな

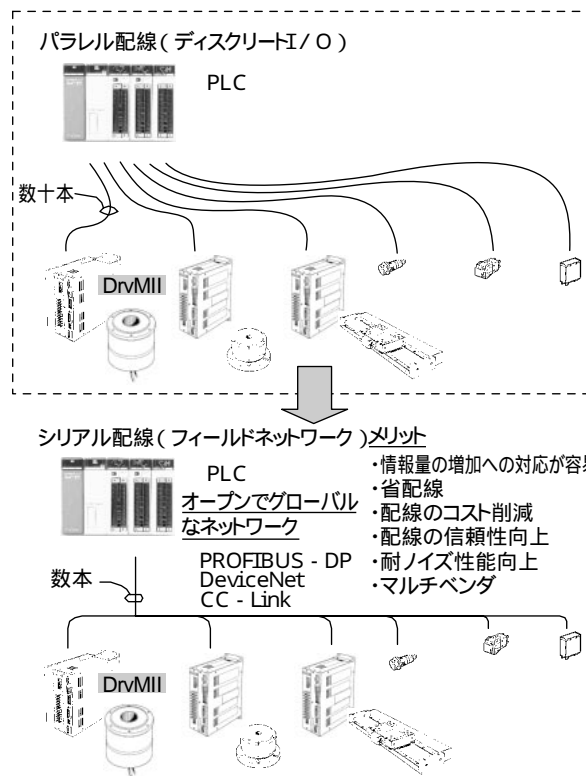


図6 フィールドネットワークのメリット

ネットワーク化が広まりつつある。サーボドライバ DrvM シリーズは，こうした動きにあわせて，従来からの接続に対応した接点I/Oの他に，北米，ヨーロッパ，日本で主流になりつつある3種類のネットワーク DeviceNet，PROFIBUS-DP，CC-Linkに対応できるようにした。(図6)

接点I/O対応製品の入力32点，出力20点に対し，フィールドネットワーク対応製品は接点数換算で，入力192点，出力192点の情報交換ができ，上位機器による動作制御や状態監視が容易になっている。

4. おわりに

M形サーボドライバの後継機として開発したDrvMシリーズについて紹介した。最新の技術を用いて小形，軽量，高精度化すると共に，産業界に広く使われ出した3種のフィールドバスにも対応できるようにした。

本器が使われる製造現場においては，生産システムの高効率化を目指したCIM(Computer Integrated Manufacturing)化が急速に推進されており，そこにおける装置の自動化，工場の自動化の一助になれば幸甚である。

* DYNASERV，LINEARSERVは，横河電機 株 社の登録商標です。