

多軸インテリジェントサーボアンプ「PQ」の開発

宮田 繁二郎
Shigejiro Miyata

荒川 宣男
Nobuo Arakawa

竹内 伸吾
Shingo Takeuchi

荘田 秀直
Hidenao Shouda

伊藤 直弘
Naohiro Itou

小池 宏明
Hiroaki Koike

1. まえがき

FA分野で使用されるサーボアクチュエータは、小型、長寿命、低価格、高性能、高機能、安全、をキーワードに開発が進められてきた。使用するモータについては容量域の拡大や速度域の拡大などにより市場の要求に応えるとともに、種類も従来の回転型に加えリニア型が実用化段階に入り、広がりを増している。

一方モータを駆動するサーボアンプに対する要求も多様化の一途をたどっている。とりわけ最近の製品では、上記のさまざまなモータを制御する機能、性能の向上に加え、電源仕様の多様化や、省エネルギーに対する取り組みなども考慮し、小型、低価格化に対応するための技術開発が必須である。さらに、使用者の立場に立つと、実際に応用される機械の構成から制御する軸が1つだけ(以下「単軸」という。)の用途と複数軸(以下「多軸」という。)を制御する用途があるが、実際はそのほとんどが「多軸」用途である。従来、汎用的な「多軸サーボアンプ」を設計しようとしても、インタフェースや機能の標準化などがネックとなり実現できなかった。しかし、サーボシステムオープン化の流れにより、インタフェースや多軸制御機能に対する要求が徐々に標準化され、実用段階に入ってきている。

本稿では、サーボアンプに対する多様な要求に応える一提案として、新たに開発した多軸インテリジェントサーボアンプ「PQ」を紹介する。

2. 多軸アンプ開発の背景

従来、「多軸サーボアンプ」とは、軸数や容量が限られた特定の機械用に、集合化をはかったり一体化するなど、サイズやコスト面でメリットを出せるように工夫されたサーボアンプを示す。しかしこの場合、専用のサーボアンプやコントローラを製作する必要があり、ソフトウェアも複雑化することにより開発期間は増大して行く。使用者側にコントローラ開発のための時間的余裕がない場合、コントローラメーカーからコントローラを購入して使用することが多い。この時、コントローラのアーキテクチャがオープン化されなければ、必然的にコントローラメーカーが提供するサーボモータや「多軸サーボアンプ」を購入せざるを得ず、使用者側に選択の余地はなかった。したがって、多くのユーザは、多軸用途でも単に汎用の単軸アンプを集合しただけの多軸システムを構成せざるをえず、本来の「多軸サーボアンプ」のメリットを生かせない事例も多かった。すなわち使用者にとっては、オープン化され、しかもシステムとしてみた場合メリットのある「多軸サーボアンプ」が必要なのである。

3. 「多軸サーボアンプ」のメリットと技術的な課題

「多軸サーボアンプ」は、使用する機械により構成や容量を上手に組み合わせることによって、単軸アンプでは実現できない多くのメリットを生み出す。しかし、

多軸アンプを多くの使用者が容易に使用できるようにするためには、解決しなければならないいくつかの技術的な課題がある。以下に多軸アンプを構成した時の利点と、実現させるための技術や課題を述べる。

(1) 省スペース、低コスト化

複数軸に対し、電源部や制御回路、機構部品などを共用することで、小型化、ローコスト化がはかれる。また、最近のマイクロプロセッサ技術の向上により、内外部ともに高速通信を用いて複数軸の制御ができるようになってきた。

(2) 省配線化

多軸アンプでは、単軸アンプを使用したときに必要な各軸アンプ間の配線や上位コントローラ間の配線を、バックプレーンなどにより「あらかじめ配線する」という一体化構成をとることで、従来アンプ外部でユーザが行っていた配線を省くことができる。しかし、バックプレーンにより、アンプの形状や組み合わせが機構面から制約されてしまうという欠点もある。

(3) 省エネルギー

多軸用途の場合、すべての軸が同じ動作をすることはほとんどないので、力行動作と回生動作が同時に発生した場合は、共通の直流主回路電源に接続されているアンプ間でエネルギーの授受が発生するため、省エネルギーでの運転が可能となる。

(4) オープン化への対応

オープン化を推進すると、サーボアンプは大きく2極化すると考えられる。先ず一方は、PWMインバータ機能だけのいわゆるPWMアンプの方向である。そしてもう一方は、アンプのインテリジェント化(AI化)である。前者の場合、上位システム(コントローラなど)への制御依存性が高く、高性能、高機能を実現させるために、コントローラは必然的に高価なものとなる。後者の場合、PC(パーソナルコンピュータ)とサーボアンプをフィールドエリアネットワークで接続することにより、究極的には専用ボードが不要(モーションカードレス)のシステムとなる。この場合、多軸制御機能に対応し、さらにオープン化されたアーキテクチャを持ったインタフェースが必須条件となる。

4. 「PQ」開発のコンセプト

コンセプトは、1996年に発表したマルチインタフェース宣言にもとづき、**オープンインタフェース仕様に最適な小型、低価格の多軸アンプ**とした。

上記のコンセプトにもとづき、多軸アンプの技術的な課題を解決するため、設計方針は、

- (1) 小容量と、中、大容量では構造面で背反要求があるため分けて設計することとし、それぞれの特長を活かす。
- (2) 世界の市場で販売できるような機能、性能を持たせる とともに、デザイン面でも魅力のある商品とする。
- (3) 上位のシステムにとってメリットのある機能をアンプに持たせることにより、多軸システム全体としてのトータルコストを低減する。

などである。

5. 「PQ」の特徴

以上の設計方針にもとづき開発した「PQ」アンプは、インテリジェントサーボアンプの第一歩である。つまり、従来の多軸アンプに見られるような、単なる小型化、低コスト化だけを目的としたものではなく、システム全体として真にメリットが出せる製品である。また、IEC規格で標準化されたフィールドバスであるSERCOSを使用することにより、オープン化への対応を実現した。これにより、従来特定の用途でしか実現できなかった多軸アンプシステムの構築を、さまざまな用途で実現できる。以下に具体的特徴について述べる。

(1) 2種類の多軸アンプのシリーズ化

「PQ」は多軸一体型インテリジェントアンプ「PQ」TypeR(写真1)と、多軸分散型イ

ンテリジェントアンプ「PQ」TypeM(写真2)の2種類をシリーズ化し、小容量域での小型化への要求と、中、大容量域における豊富なバリエーションへの要求を実現させた。

「PQ」TypeRは、アンプの各ユニットをラックマウント方式でコンパクトに一体化することによって、省スペース、低コスト化を実現した。モータは1kW×4軸までが接続可能である。

分散型多軸インテリジェントアンプ「PQ」TypeMは、電源(PSユニット)、多軸制御部(MCユニット)、ドライブ部(AMPユニット)から構成される。このうちドライブ部は、1kWから22kWまで必要に応じ4軸まで組み合わせできる分散型で、システム構成の自由度を向上させた。多軸制御部(MCユニット)とドライブ部(AMPユニット)間の配線は、シリアル通信を使用することで省配線化をはかった(図1)。

(2) デザイン

「PQ」アンプの開発にあたっては企画当初から、世界の市場に向け販売することを意識して開発した。この結果「PQ」TypeR、「PQ」TypeMとも、機能性を優先させながら、商品のコンセプトが明確なデザインになった。

(3) オープン化、ネットワーク化

ユーザとのインタフェースは、国際規格IEC61491で標準化されたSERCOSを採用した。したがって、この規格に適合したコンポーネントであれば、自由に選択してシステム構築ができる。さらに、従来の単軸アンプの組み合わせでは、SERCOSの光リンクケーブルを各軸に接続しなければならなかったが、「PQ」では光リンクケーブルは1箇所接続するだけでよい(図2)。これにより低コストを実現するとともに、従来ユーザがプログラミングしていた各軸間のアラーム処理シーケンスなども多軸アンプが一括制御を行うので、ユーザプログラムの軽減ができる。

(4) マルチアクチュエータ対応

同期型ブラシレスサーボモータは勿論のこと、誘導型モータ、リニアモータにも対応させた。

(5) 電源のバリエーション

「PQ」TypeMの電源(PSユニット)には、降圧コンバータ(400V入力)、電源回生コンバータ、抵抗回生コンバータの各ユニットを用意した。目的により使い分けできる。

(6) 汎用I/O内蔵

システム構成上多くの場合I/Oユニットが必要となる。従来、I/Oユニットは、別途I/Oドライバを用いるかフィールドバス上に追加し対応することが常識的になっていたが、「PQ」では入力32ch(各軸8ch×4)、出力32ch(各軸8ch×4)の汎用I/Oをアンプに標準装備した。また、オプションとして別のI/Oモジュールを4ノード分接続できる。

(7) 欧米市場に対応

欧米市場に対応させるため、CE自己宣言のほか、UL、CSA規格に適合させる。また、汎用I/Oには、欧州に多いプラスコモン配線と、米国に多いマイナスコモン配線が共用できる回路方式を採用し、使いやすさを向上させた。

(8) トータルソリューション

「PQ」アンプは、単軸の「PZ」アンプ、Industrial PC「S-MAC PC」、オブジェクト指向の制御言語「AML」など、当社の製品との組み合わせによる競合力のあるトータルソリューションの提案ができる。

6. PQの機能

(1) SERCOSで対応している主な機能と簡単な説明

・割り出し機能(モジュロ)

割り出し装置用の機能で、リニア系座標を、ロータリー系座標に変更する。1回転あたりの座標の大きさを任意に設定できるほか、指定した回転座標上の目標位置に、近回りして位置決めするなどの機能を持つ。内部エンコーダと外部エンコーダの入力(2ch)に対し使用できる。

・計測機能(プロービング)

離散系で制御されるコンベアとワークの位置関係を補正するような場合、ワークの位置を検出するセンサからの出力をアンプのI/Oに入力し、エンコーダの位置データをラッチすることで、ワークの実位置とコンベアの位置関係を知ることができる。絶縁型入力で、各軸2チャンネル用意されている。

・原点復帰機能(ホーミング)

エンコーダのZチャンネル、ホームスイッチ、Zチャンネルとホームスイッチ、プリセットの4つのパターンから選択できる。従来、コントローラを經由して原点復帰していたが、アンプに内蔵することで簡単に原点復帰ができる。

(2)リアルタイムオートチューニング機能

動作中に負荷イナーシャを推定し、最適なゲインパラメータにリアルタイムで変更するようにし、ユーザにとって煩わしいチューニングをなくした。チューニングのレベルを11段階に分けてある。

(3)フルクローズ制御対応

フルクローズループが組めるように、外部エンコーダの入力(インクリメンタル用と、アブソリュート用)を2軸分用意した。

(4)振動抑制機能

機械系の振動を抑制するために、ローパスフィルタや、ノッチフィルタを標準装備している。

(5)制御則切替え

目的に合わせて、位置のPID制御や、速度ループでのPI、I-P制御などが用意されている。

7. むすび

FAIにおけるオープン化、マルチインタフェース対応への要求は、欧米を中心にますます高まってきている。時代の要請に応える多軸アンプとして「PQ」は第一歩を踏み出したばかりである。今後、さらに多軸アンプにおける制御性の向上と高機能の追求をはかり、お客様の期待に応えられる製品を開発していきたい。

宮田 繁二郎

1978年入社

サーボシステム事業部設計第1部

サーボアンプの開発、設計に従事。

荒川 宣男

1982年入社

サーボシステム事業部ソフト開発部

サーボアンプの開発、設計に従事。

竹内 伸吾

1985年入社

サーボシステム事業部サーボ技術部

サーボアンプの開発、設計に従事。

荘田 秀直

1990年入社

サーボシステム事業部設計第1部

サーボアンプの開発、設計に従事。

伊藤 直弘
1991年入社
サーボシステム事業部設計第1部
サーボアンプの開発、設計に従事。

小池 宏明
1988年入社
サーボシステム事業部設計第1部
サーボアンプの開発、設計に従事。



写真1 「PQ」Type R



写真2 「PQ」Type M

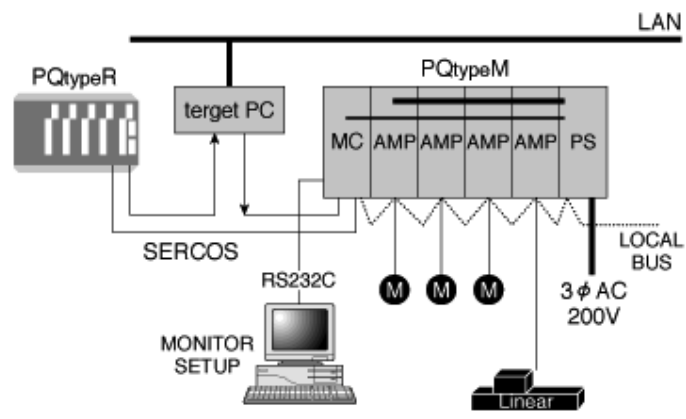


图1 「PQ」構成例

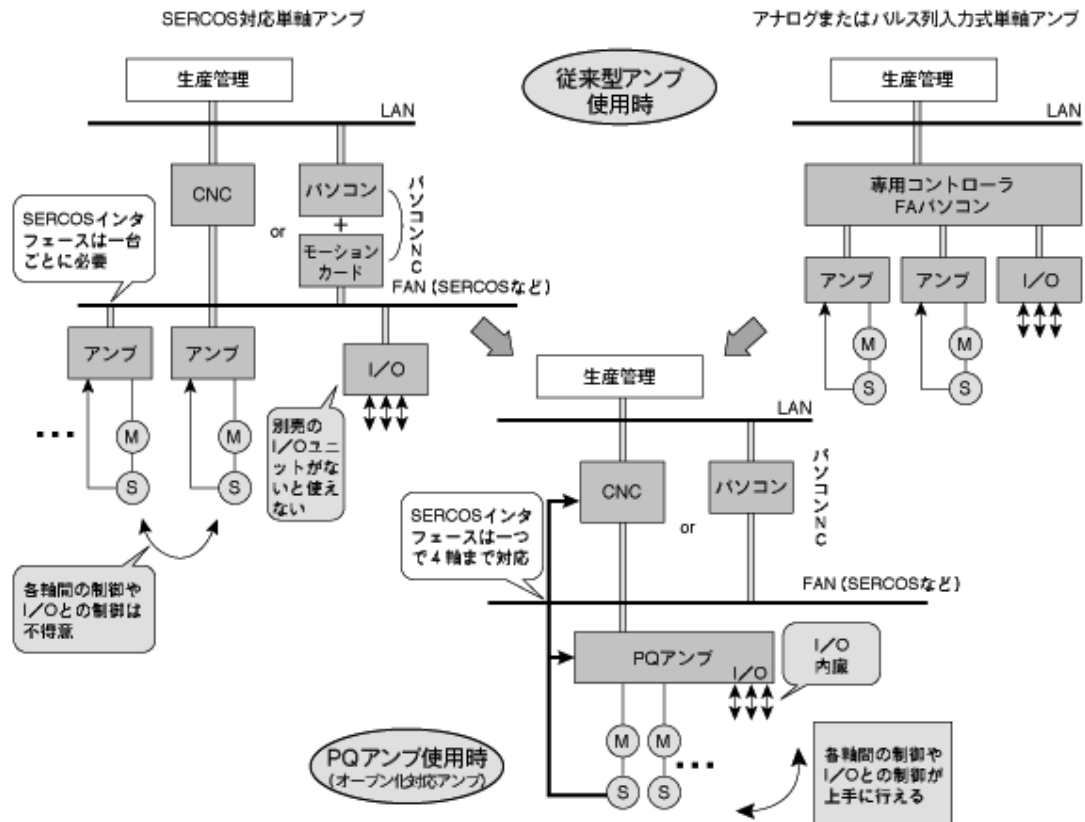


図2 従来型アンプとPQアンプの構成例比較