

スマートポジションモータシステム

省エネ・省資源を実現した位置検出機能付きブラシレス DC モータ及び位置制御システムです。

日本特許第 5742025 号 発明名称「加減速・停止制御用ブラシレス DC モータ」が、平成 28 年度関東地方発明表彰において、神奈川県発明協会会長賞を受賞しました。

低消費電力、小型化、軽量化

エトリアでは、従来のステッピングモータの機能・性能を損なわず、DC モータで低消費電力、小型、軽量を実現する技術を開発し、2012 年 2 月発売のカラー複合機 imagio MP C5002 シリーズに搭載しました。本技術では、ステッピングモータ特有の脱調現象、高周波異音や低周波振動の問題なども解決し、さらにモータの温度上昇も大幅に低減することができました。また脱調の心配がないためモータの自由な動きの実現も可能になりました。

- 従来機の 2 ステッピングモータ(1、2)を DC モータに置き換えた効果
モータの消費電力量、容積、重量を 50%以上削減することに成功しました。

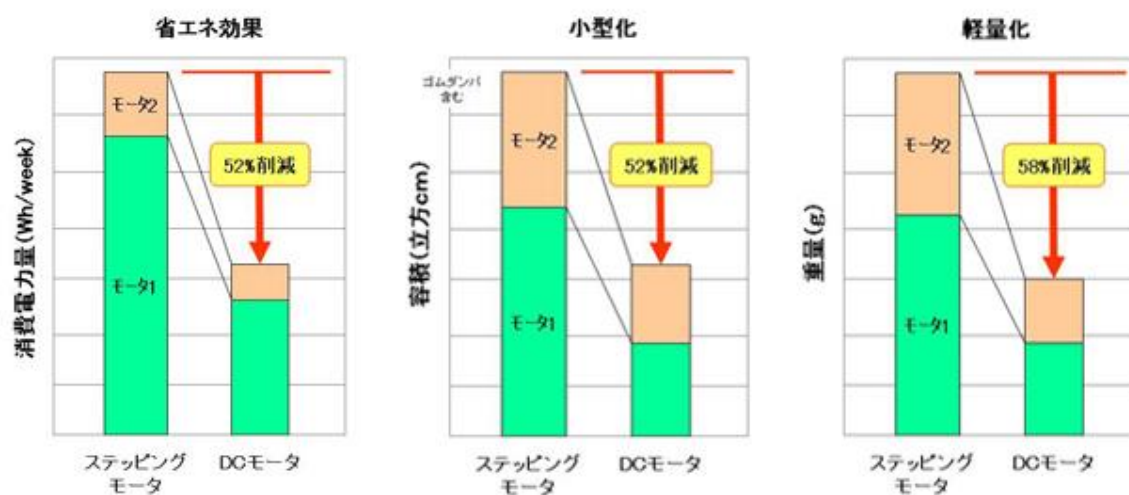


図1.フルカラー複合機への DC モータ搭載効果

※ 消費電力量: [国際エネルギースタープログラム](#)の測定法に基づく、1週間分の消費電力量 (Wh)

各種モータ方式の特徴比較

従来からエトリアでは下記の種類のモータを使用していますが、ブラシレス DC モータはステップングモータに比べて、効率、重量、大きさの面で優位な特徴を持ちますが、位置決め機能を実現するためには、センサやフィードバック制御が必要です。

また、ステップングモータをオープンループ制御で駆動する場合、脱調を回避するために、実際のメカ負荷トルクに対し大きなマージン(安全率)で出力電流を設定します。このため大きな電力損出が生じます。

エトリアでは、このブラシレス DC モータの制御システムを新たに開発しました。

モータ種別	ステップングモータ	ブラシレス DCモータ	ブラシ付き DCモータ
エネルギー効率	30%	70%	50%
重量	重い	軽い	軽い
大きさ比較	やや大きい	小さい	ケースバイケース
耐久性	◎	◎	△(ブラシ磨耗)
位置決め機能	◎ (制御不要、容易)	△ (センサ・制御が必要)	△ (センサ・制御が必要)
主な用途	OA、産業機器	広範囲	広範囲

表1.エトリアで従来から使用しているモータの特徴
(注意:ステップングモータは定電流駆動、オープンループ制御)

単軸駆動制御システム

位置制御用エンコーダ付きブラシレス DC モータと駆動システムの特徴をご紹介します。

1. 新型ブラシレス DC モータの特徴

- エンコーダセンサ、モータドライバをモータ基板に搭載したモーター一体化構成になっています。
- インナーローター型 DC モータで、低イナーシャ化、低コギングトルク化で加減速性能と位置決め性能を向上しています。
- ステップングモータ同等の分解能エンコーダを搭載し2相ステップングモータの1-2相励磁と同じ分解能にしています。
(400 パルス/回転出力(45LPI、100 パルスセンサの4逓倍出力))また、回転数を2倍で使うことでW1-2相分解能と同じになります。
- モータ巻き線仕様、形状の共通化、インターフェース互換など、モータ仕様の集約化を図っています。

2. 高速デジタル制御アルゴリズムを開発

制御回路は低価格マイコンを採用しながらも、高精度制御を実現した独自の制御アルゴリズムファームウェアを搭載しています。

また、フェールセーフアルゴリズムも搭載し安全性にも十分配慮しています。

制御パラメータは最大4種類設定が可能で、制御 IC の集約化にも配慮しています。

3. 従来のステッピングモータと互換な指令信号インターフェース

パルス(クロック)入力タイプのステッピングモータドライバと互換なインターフェースを用意し、上位システムの変更無しでマイナーチェンジ機種への展開が可能です。

【従来方式】ステッピングモータ駆動



【新方式①】スマートポジションモータ単軸駆動

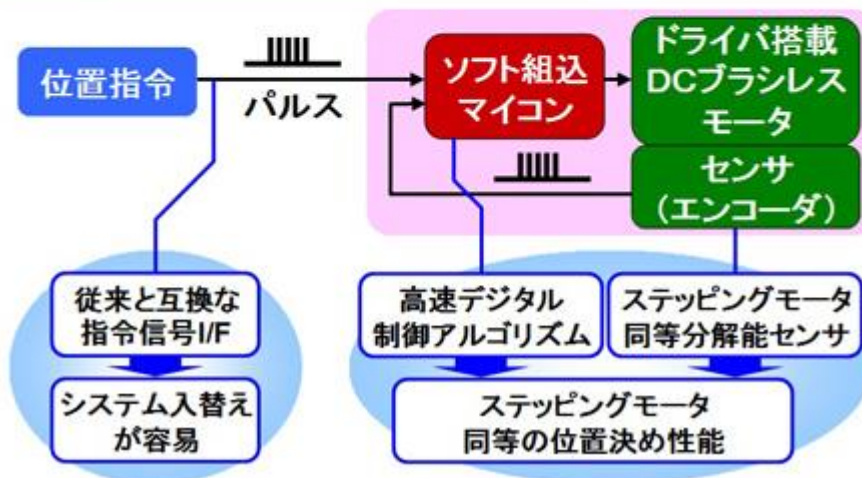


図2. ステッピングモータと DC モータ駆動システム比較

ブラシレス DC モータの紹介動画：単軸動作

動画 URL: <https://youtu.be/b0zm48JwgUU>

多軸駆動制御システム

複数のモータを同時独立に制御できる多軸制御システムを開発し、2013年5月発売のカラー複合機 [RICOH MP C8002/C6502 シリーズ](#)、ならびに [RICOH MP C6003/C5503/C4503/C3503/C3003 シリーズ](#) に搭載しました。その後継機、および周辺機器にも採用されています。

周辺機器については、ドキュメントフィーダー、フィニッシャー、大量給紙トレイなどの用紙搬送用モータに搭載されています。

1. 多軸駆動制御システム

従来、1マイコンで1モータを制御する方式から、複数個のモータを同時に制御する方式に対応するため、5軸制御タイプと8軸制御タイプの2種類のカスタム制御ICを開発しました。

また、スマートポジションモータの特徴である省エネ・省資源効果を多数個使用機種へも展開可能となり、より大きな省エネ・省資源効果が低コストで実現することができました。

2. 多軸駆動制御システムの特徴

- 複数個のモータを同時に独立で制御することができます。(動画は4軸駆動の例)
- モータ動作指令にはコマンド入力方式を採用しています。
加速・等速・減速、停止に至る一連のプロファイル生成と追従制御を1コマンドで処理できます。
- 1軸マイコン制御に比べ、位置・速度追従性能を更に向上させた高速デジタル制御アルゴリズムを新規に開発し搭載しています。
- エンコーダカウント性能が向上し、高速回転あるいは高分解能エンコーダに対応できます。
- モータ動作状況のロギングデータを取得することで、PC1台で評価・解析ができます。商品開発効率アップ(開発期間短縮、開発工数低減)に大きく寄与します。

【新方式②】スマートポジションモータ多軸駆動

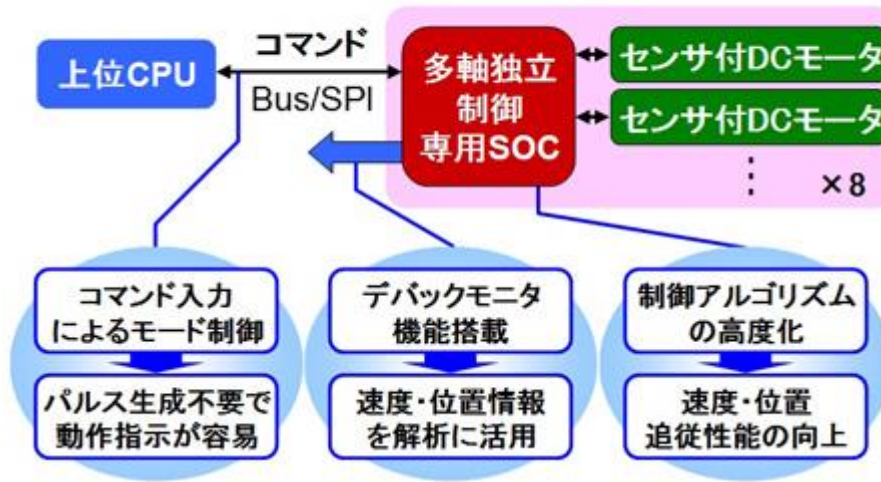


図3. スマートポジションモータ多軸制御システム

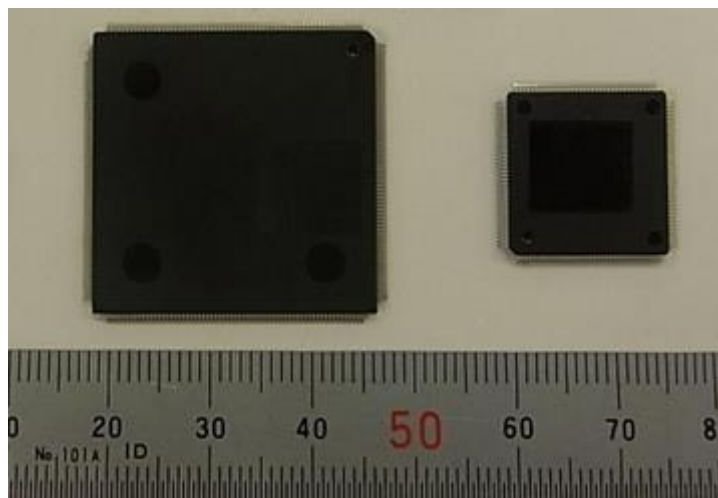


図4. カスタム制御 IC 8軸対応タイプ(左)と5軸対応タイプ(右)

ブラシレス DC モータの紹介動画 : 4軸動作

動画 URL: <https://www.youtube.com/watch?v=IDLL7aM-Lek>

エンコーダレス位置検出機能付きブラシレス DC モーター

エンコーダレスで回転位置検出を実現したブラシレス DC モータドライバ IC と、このドライバ IC を搭載したインナーロータブラシレス DC モータを開発し、2014 年 10 月発売のデジタルモノクロ複合機 [RICOH MP6054/5054/4054 シリーズ](#)、[RICOH MP3554/2554 シリーズ](#) に初搭載しました。その後継機として 2017 年 1 月に発売されたデジタルモノクロ複合機 [RICOH MP6055/5055/4055/3555/2555 シリーズ](#)、および周辺機器にも搭載しています。また、デジタルカラー複合機としては、2016 年 5 月発売の [RICOH MP C6004/C5504/C4504/C3504/C3004 シリーズ](#)、および周辺機器に搭載しています。

1. エンコーダレス位置検出機能付きブラシレス DC モータドライバ IC

ホール素子信号からエンコーダ信号を生成するブラシレス DC モータドライバ IC を開発しました。従来、エンコーダのような位置検出センサとモータドライバ IC は別部品でしたが、機能を一体化したモータドライバ IC にしたことで省スペース化や低コスト化、環境ロバスト性向上を実現しています。このドライバ IC を搭載したモータを使用することで、光学式エンコーダでは懸念のあった使用環境への展開が可能となりました。スマートポジションモータシステムの特徴である省エネ・省資源効果を、より多くの製品・機種に、より低コストで展開することができます。

【スマートポジションモータ構成比較】

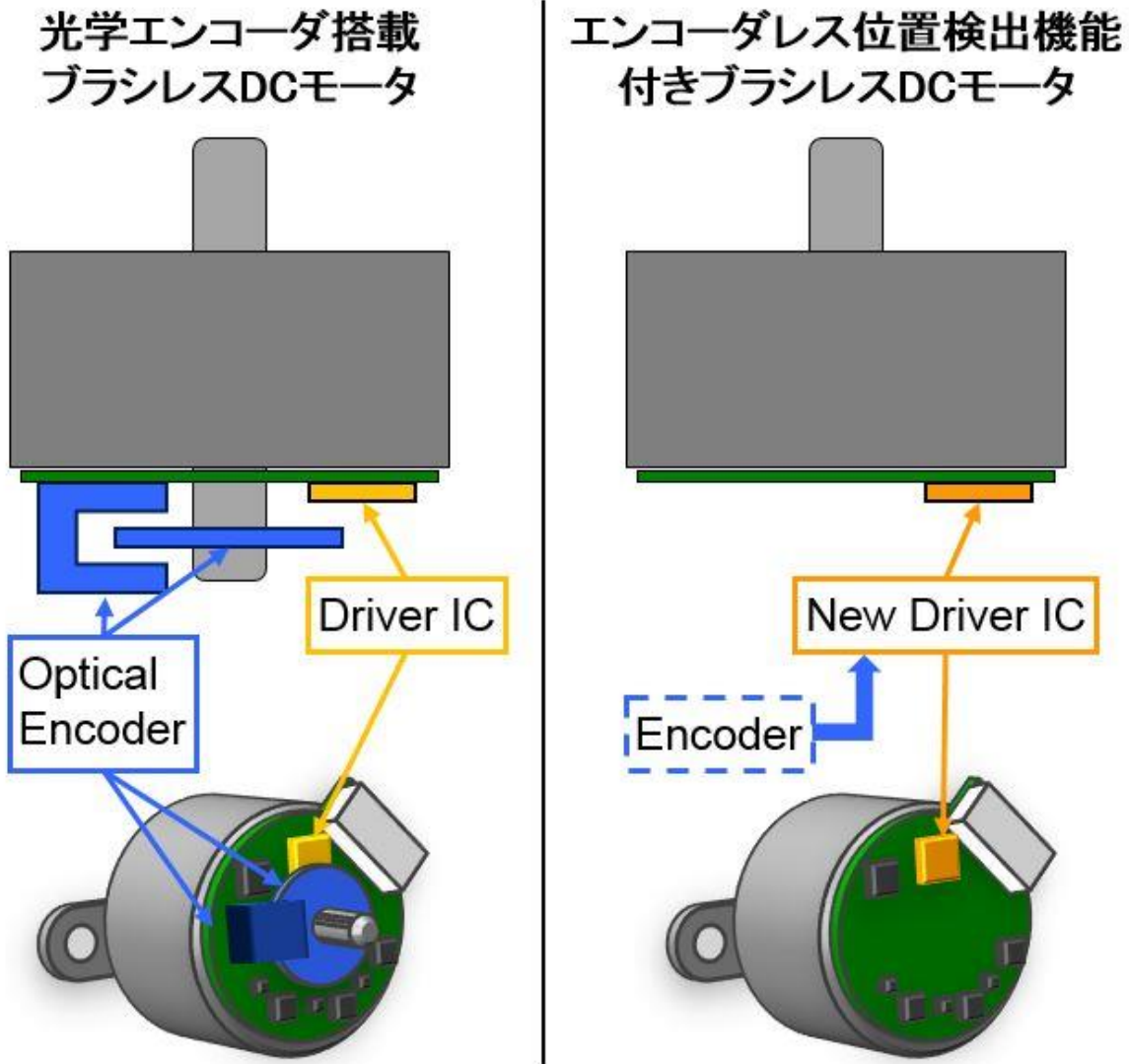


図 5. 構成比較図(左: 光学エンコーダ付き、右: エンコーダレスのブラシレス DC モータ)

2. モータドライバ IC の特徴

- 回転位置検出機能とブラシレス DC モータプリドライバ機能を一体化した、1チップ IC 構成になっています。
- 既存のホール素子を活用した回転位置検出のため、新たなセンサは不要です。
- 回転位置検出機能が付加されても、ドライバ IC の大きさは従来のプリドライバと同等(5mm×5mm)です。

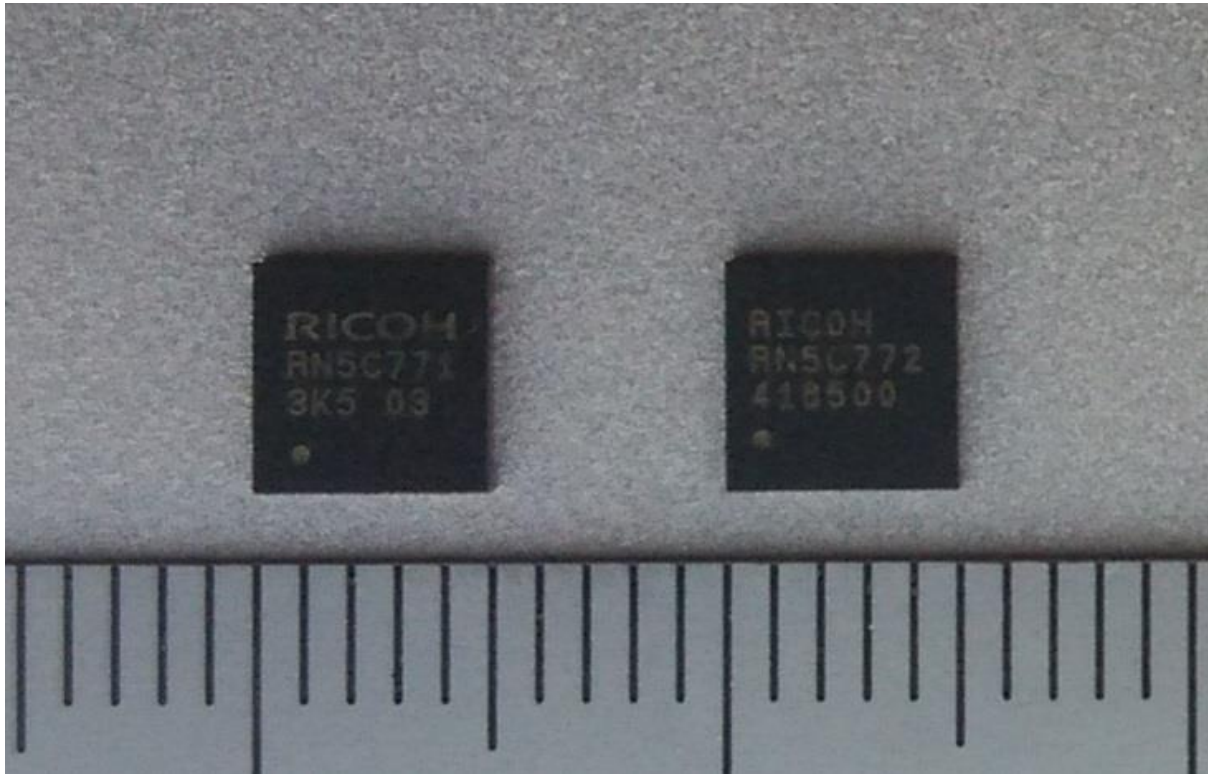


図 6. 新開発モータドライバ IC (左:RN5C771、右:RN5C772)

3. 採用のメリット

- 光学式エンコーダが無いことで、埃や紙粉、油、トナー、インクミスト環境などに対する環境ロバスト性に優れ、モータ使用場所の拡大に貢献できます。
- 光学式エンコーダが無いことで、モータ使用温度の上限も高くなり、高温環境下での使用や連続駆動に対する温度上昇余裕が増えています。
- 光学式エンコーダコードホイールとエンコーダセンサが不要となり、モータ薄型化が実現できました。
- 分解能は、360 パルス/回転出力 (RN5C771) と、720 パルス/回転出力 (RN5C772 は 360 パルス/720 パルス選択可能) に対応できます。

本技術の分類:材料/デバイス

製品情報(リコーのホームページ)

デジタルフルカラー複合機

[RICOH IM C8000/C6500](#)

[RICOH IM C6000/C5500/C4500/C3500/C3000/C2500](#)

[RICOH IM C2000](#)

[RICOH MP C8003/C6503](#)

[RICOH MP C8002/C6502](#)

[RICOH MP C6004/C5504/C4504/C3504/C3004](#)

[RICOH MP C6003/C5503/C4503/C3503/C3003](#)

製品情報(リコーのホームページ)

デジタルモノクロ複合機

[RICOH IM 9000/8000/7000](#)

[RICOH IM 6000/5000/4000/3500/2500](#)

[RICOH MP 9003/7503/6503](#)

[RICOH MP 6055/5055/4055/3555/2555](#)

[RICOH MP 6054/5054/4054](#)

[RICOH MP 3554/2554](#)

製品情報(リコーのホームページ)

カラープロダクションプリンター

[RICOH Pro C7210S/C7200S](#)

[RICOH Pro C9210/C9200](#)

[RICOH Pro C5310S/C5300S](#)

[RICOH Pro 8320S/8310S/8300S](#)

[RICOH Pro C7110S/C7110/C7100S](#)

[RICOH Pro C5110S/C5100S](#)

テクニカルレポート

- [ブラシレス DC モーター低コスト位置制御技術\(PDF:9P/874KB\)](#)

以上