

小型モータは、ファインメカ製品のなかにあつて単に物を動かす原動力としてだけでなく、製品の軽薄短小化や高精度化に不可欠なキー部品である。そのため、小型モータには力以外に資質が要求されるようになった。これを実現するために、モータの構成方法や駆動方法の見直し、および構成する部品や材料の改良が進んだ。

当社が実用化した最近の例として、①モータ構成要素のステータ部とロータ部を分離配置して構造を簡素化した、②新素材を使用しモータを高速化した、③モータを薄型化するコイル製法などがある。

Small motors serve not only as the motive power of fine mechanism products, but also as key factors in realizing miniaturization and high accuracy of such products. In this context, small motors are required to provide performance features in addition to motive power. To achieve this, we have re-examined the structures and operating methods of motors and improved the parts and materials used.

This paper introduces three examples that have recently been put in to practical use: (1) a simplified motor structure by separating the stator and the rotor, (2) a high-speed motor incorporating new materials, and (3) a new coil method to make motors thinner.

1 まえがき

ファインメカ製品に使用される小型モータは、製品を駆動する原動力であるばかりでなく、製品の軽薄短小化や機能に重大な影響を与える。一般に、ファインメカ製品は磁気や光などの媒体を利用した記録装置や印刷装置である。そのなかでモータは、発生する回転力を利用してテープやディスクを直接駆動する用途以外にも、回転を利用した情報などの伝達に用いられるようになった。したがって、搭載するモータには単なる力ではなく、回転の質が要求されるようになった。

ファインメカ製品に搭載される代表的なモータへの要求性能を表1に示す。このなかで共通する内容は、低コストおよび性能の向上である。特に製品の記憶容量やデータ処理速度を向上させるため、モータを高速で回転する要求や、

きれいな画像や印字を得るために、決められた回転数で精度よく回転することが要求されている。また、製品の使い勝手のうえからは、モータの小型・薄型化や低消費電力化も要求されている。

ここでは、これらの要求に答えるために開発したモータの実用化例を紹介する。

2 モータと製品の一体化

ビデオのシリンダモータは、映像信号の記録と再生を受けもつシリンダを回転するモータである。モータは1,800 rpm

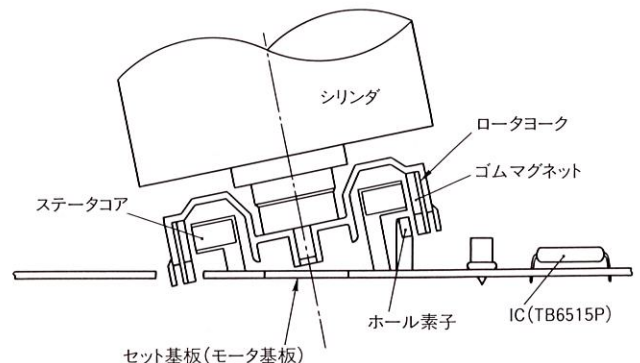


図1. ビデオシリンダモータの構造 モータ基板はセット基板と一体化されている。

Structure of cylinder motor for VCR

表1. モータへの要求性能
Required specifications for motors

製品	モータ種別	要求性能
ビデオ	シリンダ	高速化, 低回転むら, 低振動, 低騒音, 低コスト, メカデッキとの複合化
	キャプスタン	薄型, 低消費電力, 低回転むら
ハードディスク装置	スピンドル	高速化, 低振動, 耐衝撃性向上, 非同期ふれ低減
CD-ROM	スピンドル	高速化, 低振動, テーブルふれ低減, 低コスト
複写機	スキャナ	高速化, 速度変動率低減

の一定速度で回転し、低振動、低騒音、低回転むらが要求される。図1は、家庭用ビデオ A-BF1 に搭載されているメカデッキ一体シリンダモータ⁽¹⁾の構造である。このシリンダモータはビデオテープの走行系のなかで用いられており、記録密度を向上させるため、シリンダはメインベース面に対して約13°の傾きをもって配置されている。このモータの特徴は、ロータ部とステータ部が分離しているところである。ロータ部はゴムマグネットとその外周に配置するロータヨークで構成されており、シリンダに取り付けられ、シリンダの回転を可能にする。

ステータは、モータ基板と一体化されたセット基板にほかの回路部品と一っしょに取り付けられている。ステータコアの絶縁はアウトサート成形で樹脂を被覆した。同時にセット基板にステータを斜めに取り付けるための取付け台も一体に成形した。そのほかに、セット基板にはモータ駆動に必要なロータの位置を検出するホール素子と駆動ICが取り付けられた。ロータ部とステータ部は、それぞれ製品の組立て工程のなかで個々に組み立てられ、組上がり状態で初めてモータとしての機能を果たした。完成したモータを取り付けるのではなく、製品の一部にモータ要素が組み込まれており、これまでモータに電源を供給するために必要であった配線材料やコネクタなどの、機能とは直接関係のない部品が省略できた。また、組立て品質も向上するなどのメリットが生まれた。

このモータは、駆動方法についても新方式⁽²⁾を採用した。三相のブラシレスDCモータとして駆動するが、これまで三相コイルの通電切り換えに3個必要であったホール素子を1個にするため、駆動IC(TB6515P)を新規に開発した。図2に開発した駆動ICの回路構成を示す。このICは、ロータ位置信号の検出にくふうが必要であり、マグネットに特殊な着磁(全周をNが23極、Sが1極に磁化する)を行った。図3にホール素子出力信号とその処理波形を示す。N極でFG(Frequency Generator)と呼ばれる回転制御信号とコ

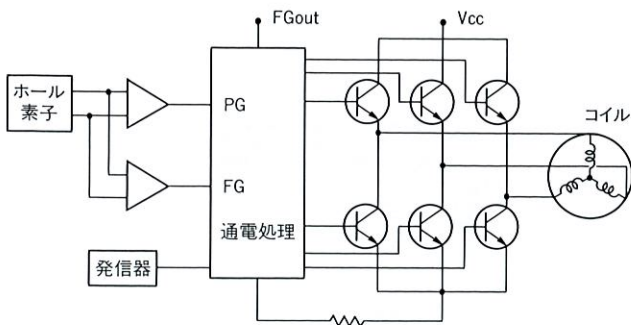


図2. モータ駆動IC(TB6515P)の回路構成 1センサでモータ駆動と回転数信号や位相切換え信号の取出しが可能。

Block diagram of motor driver IC

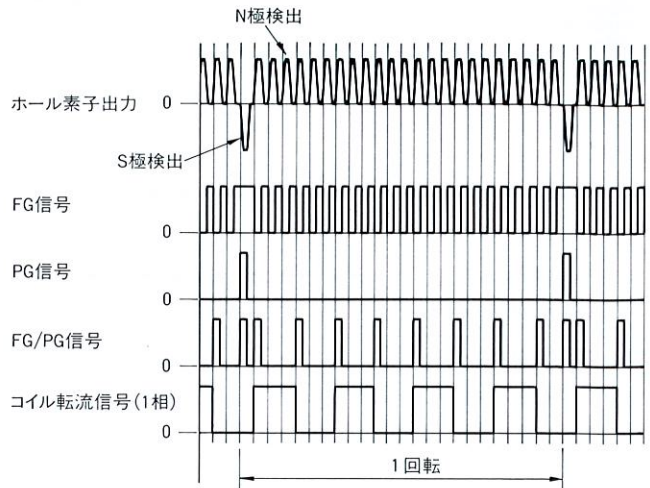


図3. ホール素子出力と処理信号のタイミングチャート N 23 極, S 1 極の特殊着磁を検出し, FG, PG, コイル転流信号を取り出す。 Output signal of Hall element and timing chart

イルの転流信号, S 極でビデオの記録の位相切換えに必要なである1回転に1回のPG(Pulse Generator)信号を取り出すことができた。

3 モータの高速化

複写機は、アナログ機からデジタル機へと機能を拡大中であり、製品に要求される印字速度や画質を向上させるためには、ポリゴンミラー(回転多面鏡)を回転するスキャナモータの性能を向上させる必要がある。スキャナモータは、図4に示す光学系の中でレーザービームを感光ドラム上に走査するために用いられる。解像度を維持しながらも印字速度を向上させるには、モータを高速にするか、ポリゴンミラーの面数をアップする必要がある。

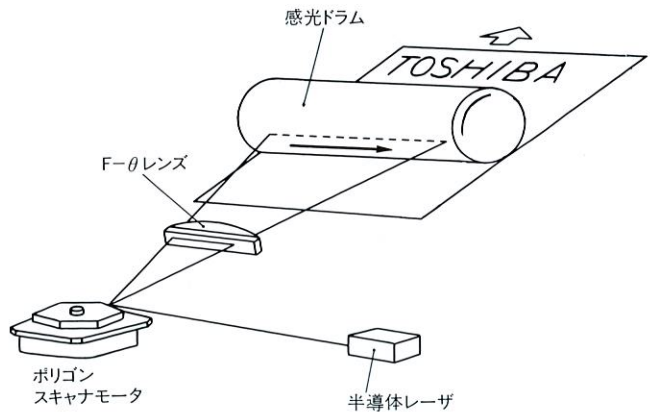


図4. ポリゴンミラー用スキャナモータの光学系 ポリゴンミラー用スキャナモータを回転して、高速印字する。

Optical system of scanner motor for polygon mirror

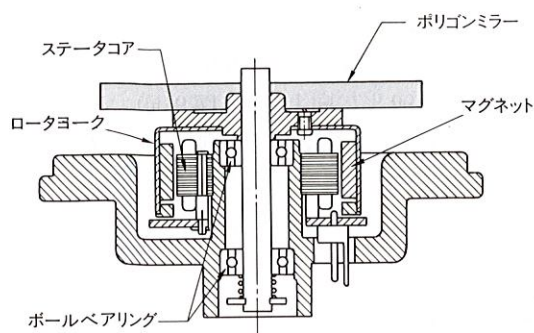


図5. スキャナモータの構造 セラミックボールを使用した高速モータ。

Structure of scanner motor for polygon mirror

図5は複写機“プリマージュ38”(毎分38枚印刷可能、A4サイズ)に搭載されたモータ⁽³⁾である。内接円φ66の8面大型ポリゴンミラー(出力20W相当)を25,748rpmの高速で回転することができるモータである。モータはアウトロータ構造のブラシレスDCモータである。

回転軸にはポリゴンミラーとマグネットを取り付けたロータヨークが取り付けられている。これが、ボールベアリングで支えられて、ステータ部の外周を回転する構造である。モータの高速化のポイントは軸受である。従来のスチールボールを使用したボールベアリングに代わり、セラミックボールを使用することで寿命10,000時間を保証することができた。セラミックボールはφ2.8mmの窒化ケイ素製で、スチールボールに比べて、硬度が高くボールの摩耗が少ない。従来のモータに比べて5倍の寿命を達成することができた。

さらに、このモータは回転精度を向上させるために、ボールベアリングの構造も変更した。スキャナモータの回転速度変動は印字品質に影響を与える。回転速度が変動すると、印字のゆがみを生ずる。この原因は、高速回転時にボールベアリングに封入されているグリスの飛散であり、こ

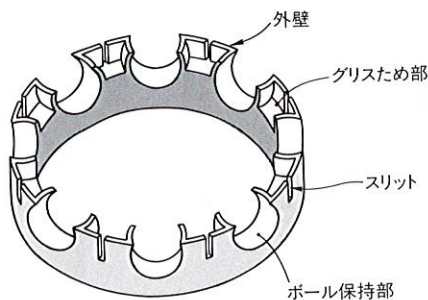
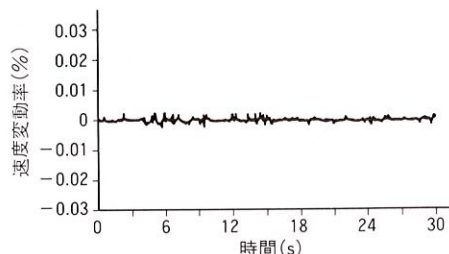


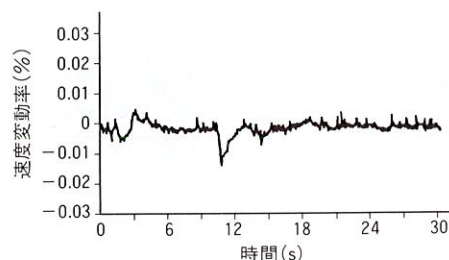
図6. ボールベアリングのリテーナ構造 グリス飛散防止の外壁を設けてある。

Ball bearing retainer

れを防止するために、図6に示すようにボールベアリングのリテーナに外壁を設けてグリスの飛散を防止する構造⁽⁴⁾を採った。この構造を採用した場合の速度変動率の時間に対する変化を、従来のボールベアリングと比較したものを図7に示す。このリテーナを採用した場合には速度変動の少ない安定した性能を示した。



(a)リテーナ外壁付ボールベアリング



(b)従来ボールベアリング

図7. 速度変動率の変化 時間に対する速度変動率の変化を従来リテーナと比較する。

Changes in speed fluctuations vs. time

4 モータの薄型・低消費電力化

モータを小型・薄型化し、省電力化するために、モータの構成要素であるコイルに注目してその高密度化を図った。従来のコイルは銅線を巻いたものであり、線材が丸いために巻けばどうしてもコイルの間にすき間ができた。このすき間をなくすためには、素材の形状を角形にすればよく、銅はくを巻いたコイルが必要とされた。また、ステータとロータを面対向する薄型モータの使用にあたっては、コイルを平面上に複数個配置する必要があった。これらの理由から、薄型でかつ高密度に巻かれたコイルを製作する目的で、銅はくを巻いたコイルを輪切りにするという方法を開発した。スライスコイル⁽⁵⁾と呼ぶこのコイル製法を図8に示す。

まず、接着剤を片面に塗布した銅はくを扇形状に巻き成形固着する(図8(a))。これを並べて樹脂で一体モールドしコイルブロックを作る(図8(b))。そして、金属ワイヤを用いて切断した(図8(c))。金属ワイヤの数量を増加することで同時に多数個の切断ができ、コイルの厚みも0.5mmま

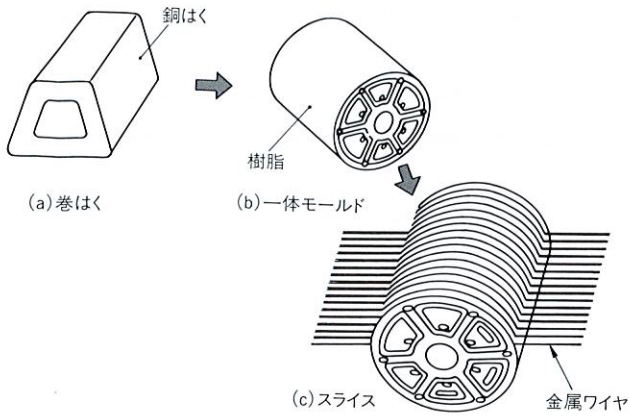


図8. スライスコイルの製法 銅はくを巻き切断してコイルを作る。
Slice coil manufacturing method

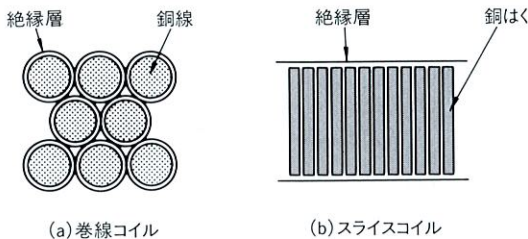


図9. コイル占積率の比較 従来コイルに比べて占積率が高い。
Comparison of conventional coil and slice coil

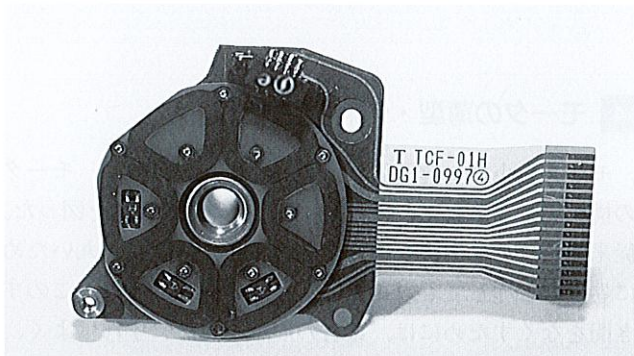


図10. スライスコイルの実装 スライスコイルと部品が実装されたステータ。
Slice coil mounted on printed circuit board

で薄くすることができた。また、巻線の導体占積率は図9に示すように従来の巻線コイル(図9(a))が65%であったのに比べて、80~90%に向上した(図9(b))。このコイルは、複合化されているため実装にも有利になる。実際に、8mmビデオのキャプスタンモータに採用されており、その実装例を図10に示す。他の実装部品と同一工程で実装された。

5 あとがき

ファインメカ製品に搭載された小型モータの実用例を紹介した。製品の機能を満たすためのモータ構成を追及すると最終的な姿は製品との一体化である。配線やコネクタなどむだな部品を取り除き、製品全体として部品点数の削減が可能になるからである。今回ビデオシリンダモータで採用した方法は、他の製品にも普及すると考えられる。またモータの性能を向上させるためには、モータ構成材料の見直しが必要になる。新素材などの有効活用や製造方法を見直し、部品レベルからの性能向上が必要である。

今後も、製品サイドから小型モータに対し、さらに小型化したり高機能化の要求があると考えられる。これらに対応した新しいモータを開発する所存である。

文 献

- (1) 森長 薫, 他: 家庭用ビデオのメカニズム技術, 東芝レビュー, 49, 7, pp.507-510 (1994)
- (2) 特開平 3-164088
- (3) 岸本 功: 玉軸受レーザービームスキャナモータ, '96モータ技術シンポジウム, 日本能率協会 A-3-1, pp.1-10 (1996)
- (4) 特開平 4-344144
- (5) 伊東哲也: スライスコイル, 第12次技術フォーラム, 日本能率協会 (1993)



長竹 和夫 Kazuo Nagatake

生産技術研究所小形モータ開発センター部長。
小型モータの研究開発に従事。日本機械学会, 電気学会会員。

Manufacturing Engineering Research Center



伊東 哲也 Tetsuya Itoh

生産技術研究所小形モータ開発センター主任研究員。
小型モータの研究開発に従事。電気学会会員。

Manufacturing Engineering Research Center