

プリント基板形成技術によるフラットモータの開発

北海道立工業試験場 ○片山直樹 中西洋介 斎藤隆之 飯野潔 赤沼正信
 (株)コスモメカニクス 岩谷公明

要 旨

モータの電機子となる巻き線を絶縁樹脂上に形成した銅回路で代替するフラット形状のコアレスモータを開発した。めっき、エッチング、写真製版等のプリント回路形成技術により、高密度な電機子回路を形成し、磁気回路と組み合わせたコアレスモータの構造および特性評価結果について報告する。

1. はじめに

一般的なモータはコアとなる鉄心に銅線をコイル状に巻き付け、周囲に磁石を配置したシリンダ形状であり、重く、容積も大きいため、各種の電動機械・装置を小型化・軽量化するうえで課題となっている。また、モータの形状や出力等の仕様はモーターメーカーにおいて標準化されており、ユーザの要求にフレキシブルに対応できないのが現状である。

本研究では、電子部品を搭載するプリント配線板の形成技術を用いることにより、小型・軽量で、ユーザ仕様にフレキシブルに対応できる高出力フラットモータの開発を目指した。ここでは、開発したモータの構造と性能特性等について報告する。

2. モータの構造と加工プロセス

本モータは直流ブラシ付コアレスモータである。図1にモータの外観および内部を、図2にその構造を示す。コアレス構造のディスク型電機子が中央に位置し、その両側に配置した永久磁石とヨークによって磁気回路を構成している。直流電源からブラシと整流子を介して電機子に電流を供給している。N、Sを交互に並べた磁石の極性に応じて、電流の向きを整流子によって切り替えることにより、継続的な電磁力を得ている。一般的なモータの電機子は被覆銅線をコアにコイル状に巻きつけているが、本モータはめっき、エッチング、写真製版等を組み合わせたプリント配線板形成技術によって絶縁板上に銅回路を形成することでコイルを代替した。

3. モータの特性

電機子回路の導体厚さによるエッチング加工性とモータ特性を評価した。基材の銅板厚(18~175 μm)とめっき厚(25 μm 、50 μm)によって導体厚を43~225 μm として試験に供した。図3にエッチング加工した銅回路の断面写真を示す。銅の厚みが薄い場合は、回路のトップとボトムの幅は

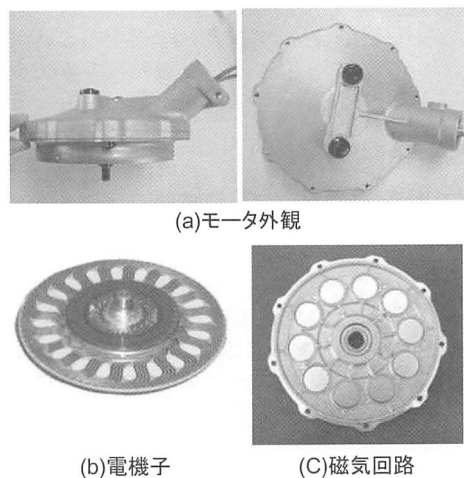


図1 コアレスモータ

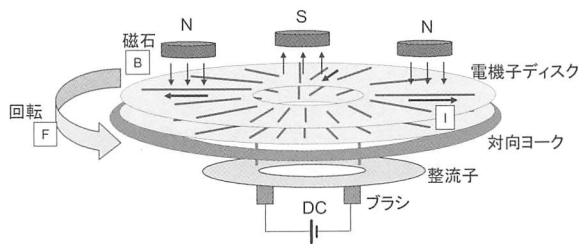


図2 モータの構造

ほぼ同じであるが、銅の厚みが増えるほど、ボトムの幅が大きく、トップが細ることが確認された。これはボトムの銅が溶解されるまでにレジストフィルム下の銅がサイドエッチングされるためであり、銅の厚みに応じてエッチングファクターを考慮したマスクフィルム設計が必要であることが確認された。

銅の厚みとモータの出力および効率の関係を図4に示す(印可電圧25V時)。導体厚43 μm では出力が100W程度であるのに対し、導体厚を225 μm にすると200W以上となり、導体厚が増えるほど、出力と効率が向上することが明らかとなった。これは導体厚が増えることで、電機子回路の

抵抗が小さくなることにより、銅損が減少するためである。

導体厚が厚いと安定したモータ特性が得られるが、材料コストやエッチング等のプロセスコストが増大することから、仕様に応じた材料選択が必要であると考えられる。

モータの構成を電機子導体厚 155 μm 、磁気回路をネオジウム・鉄・ボロン磁石 ($\phi 20\text{mm}$ 、厚さ 4mm) として、入力と出力の関係を評価した。印可電圧 36V における特性を図 5 および図 6 に示す。無負荷回転数は約 5,000rpm、無負荷電流 1A 以下、最大効率 75%、出力 250W 以上の特性を有している。同様の構成で、印可電圧を変えたときのトルク-回転数の関係を図 7 に示す。トルクに対して直線的に回転数は降下し、このトルク-回転数線は印可電圧に応じて、ほぼ平行移動しており、無負荷回転数と印可電圧との比は約 140rpm/V であった。

本構成によるモータ重量は 950g であり、重量当たりの出力が大きい扁平型のコアレスモータが実現できた。

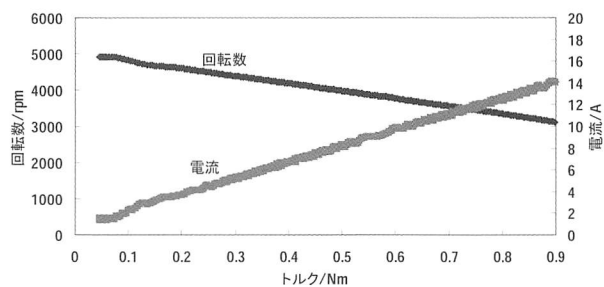


図 5 モータ特性 (トルク-回転数、電流)

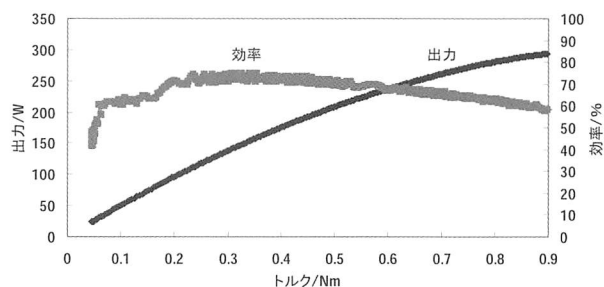


図 6 モータ特性 (トルク-出力、効率)

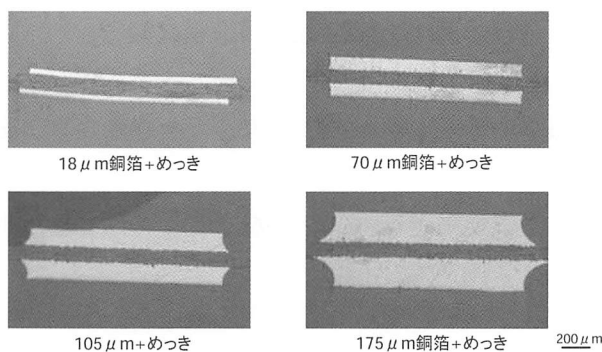


図 3 電機子回路の導体断面

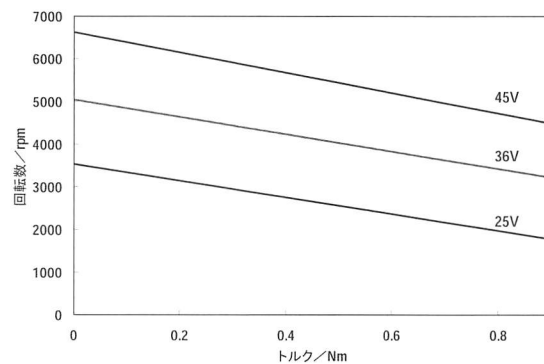


図 7 印可電圧とトルク-回転数

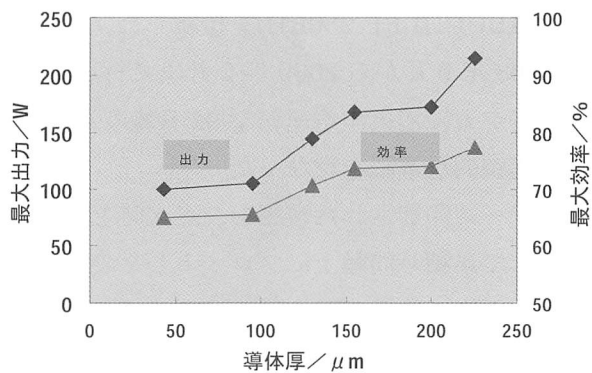


図 4 導体厚とモータ特性

4. おわりに

めっき、エッチング、写真製版等を複合したプリント回路形成技術により、フラット形状のコアレスモータを開発し、電機子回路の加工特性やモータの性能特性を明らかにした。

本モータはフラット形状で小型、軽量、高出力を特徴としていることから、モータを搭載する製品の小型・軽量化、製品設計の自由度の向上、ダイレクトドライブ化等の価値を提供することができる。現在、本モータを搭載した小型エンジン代替機器を製品化している。