

K6-69

## 積層セラミック技術を用いた電磁誘導式 MEMS マイクロ発電機の作製プロセス

## Process of MEMS Electromagnetic Induction type Micro-Generator Using Multilayer Ceramic Technology

○西達也<sup>2</sup>, 飯塚茜<sup>1</sup>, 高藤美泉<sup>1</sup>, 金子真人<sup>2</sup>, 齊藤健<sup>3</sup>, 内木場文男<sup>3</sup>  
Tatsuya Nishi<sup>2</sup>, Akane Iizuka<sup>1</sup>, Minami Takato<sup>1</sup>, Masato Kaneko<sup>2</sup>, Ken Saito<sup>3</sup>, Fumio Uchikoba<sup>3</sup>

Abstract: This paper is described about process for the MEMS electromagnetic induction type micro-Generator using with multilayer ceramic technology. Our research has been focused on the electromagnetic induction type generator to obtain high current property. The planer structure coil can be implemented using multilayer ceramic technology. We fabricated the MEMS turbines by photolithography process and the planar structure coil by multilayer ceramic technology. They were combined into micro-generator with 1.92  $\mu$ VA output. The dimensions of the generator were 3.6 $\times$ 3.4 $\times$ 3.5 mm.

## 1. はじめに

携帯機器の小型化に伴い, 小型な電源への要求が高まりつつある。そこで新たな電源として Power MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) が注目されている。Power MEMS は高いエネルギー密度を得ることができる高性能な電源として期待されている。Power MEMS を用いた発電機の発電方式は一般的に静電方式がよく用いられる。静電方式は高い発電量を得るのは難しいが MEMS 加工が平面構造を基本とすることから, 作製が容易なためである。一方大型発電機に用いられる電磁誘導方式は高い発電量を期待できる。しかし, 電磁誘導式で用いられる磁性金属の加工や巻線の立体構造は MEMS には不向きである。そのため MEMS では電磁誘導式が用いられてこなかった。そこで我々は高い発電量を得られる電磁誘導方式の MEMS マイクロ発電機の実現を目指した。磁気回路部分は積層セラミック技術を用いることで作製を試みた。タービン部分はフォトリソグラフィプロセスを用いて作製を行い, それらを組み合わせることで MEMS マイクロエアタービンを作製した。以下に電磁誘導式 MEMS マイクロ発電機的设计と作製工程について報告する。

## 2. MEMS マイクロ発電機的设计概要

発電機は, 上部はガスを送ることにより磁石を回転させるタービン部分と下部はコイルが配線された磁気回路で構成した。タービン部分の作製にはフォトリソグラフィプロセス用シリコンを加工した。Figure 1(a) にタービン部分の構造を示す。タービン部分は 7 層で構成され, ガスを送るための流路を上下にわけて上部 1 層から 4 層は回転駆動用の流路, 5 層から 7 層はロータの摩擦を減らすための空気軸受用の流路を構成した。外形寸法は 3 $\times$ 3 $\times$ 3mm とした。タービンの動翼であるロータの直径は 1590 $\mu$ m, 翼の

高さは 200 $\mu$ m, 枚数は 20 枚とした。ロータの下部には外形 1.5mm, 内径 0.4mm, 厚さ 0.37mm, 磁束密度 150mT の径方向に着磁したサマリウムコバルト磁石を装着した。各層には組み立てのアライメント用に, ガイドピンとガイドホールを設けた。

磁気回路部分は磁性体に比透磁率 900 のフェライトを用い, シート工法で作製した。内部導体には銀を用いた。Figure 1(b) に構造図を示す。形状は磁束を取り込みやすい馬蹄形とした。外形寸法は 3.5 $\times$ 3.5 $\times$ 1.2mm, 層数は全 24 層とし, コイル配線した層が 10 層, その上部と下部に 10 層と 4 層ずつの磁性体層で構成した。コイルは左右 2ヶ所に約 9 回巻ずつ, 計 18 回巻きとした。フェライトは焼成すると収縮や, 反り等の歪みが発生するため大きめに設計し, はめ合いの幅は 200 $\mu$ m 余裕を持たせた。

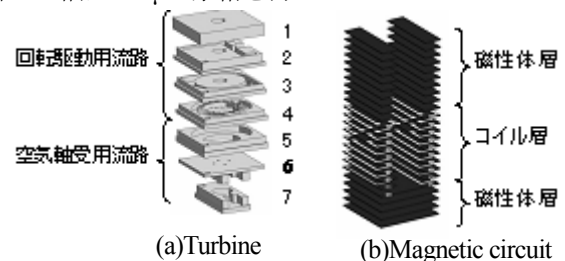


Figure 1. Schematic drawing of component

## 3. 作製工程

## 3.1. タービン部分の作製

Figure 2(a) に本研究で用いたフォトリソグラフィプロセスを示す。高アスペクト比や 200 $\mu$ m 以上の深堀エッチングの場合はまず Al を成膜した。低アスペクト比のエッチングの場合はローム&ハース社製の S1830 を使用し, スピンコートで第一段階 500rpm, 5s, 第二段階 3000rpm, 30s の条件で塗布した。高アスペクト比や深堀エッチングの場合は東京応化工業社製の OFPR800LB を使用しスピンコートで第一段階 300rpm, 5s, 第二段階 3000rpm, 30s の条件で塗

