

### (3) 狭所機械物理センサの開発研究 (電磁型平面スパイラルマイクロ距離センサの開発)

研究代表者 工学部 栗林 勝利

#### 研究目的

近年、工場や発電所において、距離センサ(近接センサ、位置センサ)の役割が高まっている。そして、その距離センサは、ロボットへの影響を軽減するためや、狭所でも使用できるよう、小型、軽量化が求められている。そして、距離センサの多くは電磁気式であるため、距離センサの小型、軽量化には、コイルの小型、薄型化が必要不可欠である。コイルは、その形状の違いから、ソレノイド型と平面スパイラル型との2つに分けられるが、平面スパイラル型の方が構造が単純で、小型化、薄型化に適している。

平面スパイラルコイルは、これまで、ウエットエッチングやメッキ法を用いて製作されたものが報告されている。しかし、それらは、コイルの巻き数を増やすことに限界があるという欠点があった。そこで、現在、メッキ法で製作した平面スパイラルコイルを積み重ねた積層型平面スパイラルコイルが報告されている。しかし、それは、平面スパイラルコイルを積み重ねる行程が複雑であるという欠点がある。

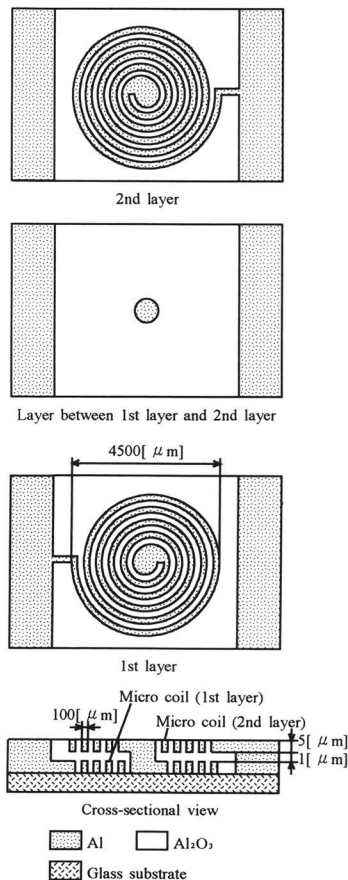


Fig. 1 Design

そこで、我々は、Alの陽極酸化による積層型平面スパイラルマイクロコイルの製作方法を提案する。Alの陽極酸化のマイクロマシンへの導入は、これまで、マイクロアクチュエータが報告されているだけで、マイクロセンサへの応用は初めてである。

#### 研究成果

Fig. 1に、製作し、2層型平面スパイラルマイクロコイルのデザインを示す。ただし、実際に製作したコイルの1層当たりの巻き数は、10である(図は簡略化)。

Fig. 2に、2層型平面スパイラルマイクロコイルの製作工程を示す。

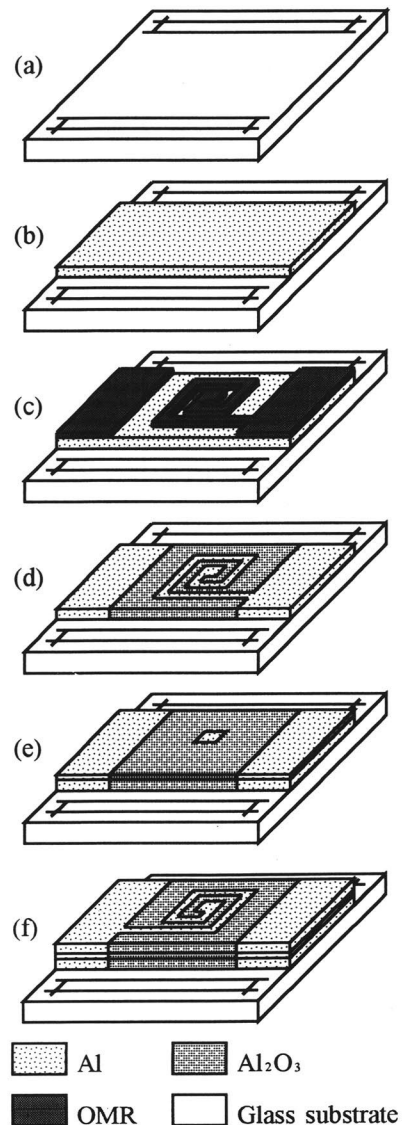


Fig. 2 Fabrication process

1. 位置合わせ用マークの製作  
Al のスパッタ  
OMRのパターニング  
Al のウエットエッチング  
OMRの除去 (Fig. 2(a))
2. 第1層の製作  
Al のスパッタ (Fig. 2(b))  
OMRのパターニング (Fig. 2(c))  
Al の陽極酸化  
OMRの除去 (Fig. 2(d))
3. 第1層と第2層の中間層の製作  
Al のスパッタ  
OMRのパターニング  
Al の陽極酸化  
OMRの除去 (Fig. 2(e))
4. 第2層マイクロコイルの製作  
Al のスパッタ  
OMRのパターニング  
Al の陽極酸化  
OMRの除去 (Fig. 2(f))

Fig. 3 に第1層、Fig. 4 に第1層と第2層の中間層、Fig. 5 に第2層、Fig. 6 に全体の写真をそれぞれ示す。

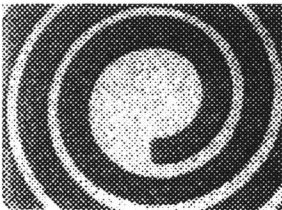


Fig. 3 1st layer

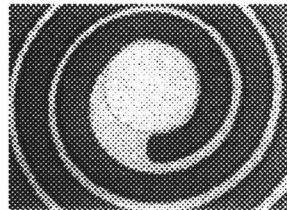


Fig. 4 Layer between 1st layer and 2nd layer

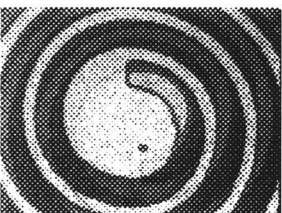


Fig. 5 2nd layer

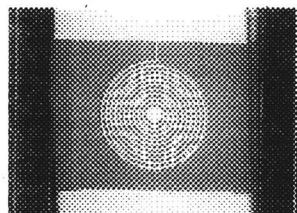


Fig. 6 Total photograph

Al の陽極酸化によって製作した1層型平面スパイラルマイクロコイルと2層型平面スパイラルマイクロコイルと2層型平面スパイラルコイルの特性実験を行った。実験は、交流電圧 (1 [MHz]) を加えたコイルに Al 板をちかづけ、電圧変化を測定した。ただし、コイルのインダクタンスの変化を効率よく電気信号におきかえるため、1 アクティブのブリッジ回路を構成し、測定をおこなった。Fig. 7 に実験結果を示す。

Fig. 7 より、Al の陽極酸化により製作したマイクロコイルは距離センサとして機能することが証明された。また、1層型よりも2層型の方が電圧変化が大きいことから、Al の陽極酸化により、コイルを積層化することの優位性が証明された。

### 産業技術への貢献

金属配管内クラック検査や管内移動ロボットの衝突防止距離センサとしての応用が期待される。

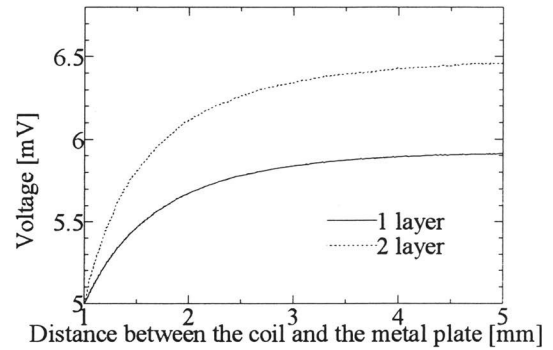


Fig. 7 Characteristic of the micro coil

### 研究発表

- 1) K. Muraki, K. Kuribayashi : "New Fabrication Method of Multiple-Layer Micro Coil Using Anodic Oxidized aluminum", ICAM'98, Vol.2, pp.484-488 (1998)
- 2) 村木健一、栗林勝利：「Alの陽極酸化による積層型マイクロコイルの試作と特性」；日本機械学会講演集、No.995-1 ('99-3、中国・四国支部第37期総会・講演会)、p.315-316 (1999)

### グループメンバー

氏名	所属	職 (学年)
栗林 勝利	工・機械	教授
清水 聖治	工・機械	助手
植田 哲生	理工・機械	D 2
王 磊	理工・機械	D 1
丁先 和	理工・機械	D 1
長谷川 暁	理工・機械	M 2
村木 健一	理工・機械	M 2
生中 直行	理工・機械	M 2
樽本 哲也	理工・機械	M 1
藤井 達也	理工・機械	M 1

### 連絡先

TEL : 0836-35-9412 FAX : 0836-35-9926  
E-mail : kkuriba@po.cc.yamaguchi-u.ac.jp