

MEMS 技術を応用した磁気風式ガスレートジャイロセンサの研究開発

加工技術課 小幡 勤

1 緒言

MEMS技術は圧力センサやインクジェットなどの製品で中心として応用、利用されてきた。近年、携帯機器の急速な普及と高機能化に伴って、慣性量、音声などの情報を取り込むためのセンサとして利用されるようになり、MEMSの市場は拡大してきた。とくに、慣性センサに代表される加速度センサや角速度センサ（ジャイロ）は、従来の圧力センサやインクジェットが横ばいになっているのに比べ、成長し続けているMEMS分野の一つである。これら慣性センサの弱点の一つは、可動部を有することに起因する耐衝撃性の点にある。仕様上は、数千Gの加速度に耐えられるよう設計してあるが、予測されていない様な形態の衝撃が加わると破壊が起こってしまうことがある。唯一ガスレートジャイロセンサは、そのような可動部を有さないため耐衝撃性に優れるが、原理上ガス流を生成するポンプ等が必要である。本研究は、磁気現象を利用したポンプを必要としない小型ガスレートジャイロセンサを開発するものである。磁気現象には、磁気嵐現象、磁気風現象があるが、本研究では後者を応用することとした。

2 検出原理

図1に本センサの概略を示す。ガスレートは流路に形成されるフローセンサによってモニターされる。流路に生成されるガス流は、ノズルより放出され、直線の流路を通り、フローセンサによる流量計に到達する。ガス流はZ軸周りの回転が加わるとコリオリ力により、その進路が偏向する。それによりフローセンサの温度にアンバランスが生じることから、それをブリッジ回路で検出してやれば、角速度量が得られる。通常は、ここで利用するガス流は、ピエゾポンプなどを利用して発生させる。しかしこの方法だと、センサが大型化する、脈動の影響があるなどデメリットも多い。そこで本研究では、センサ内のガス自身を駆動源として機能することを考えた。気体のうち、酸素や窒素酸化物は常磁性を有するため、磁界に引き寄せられる性質が

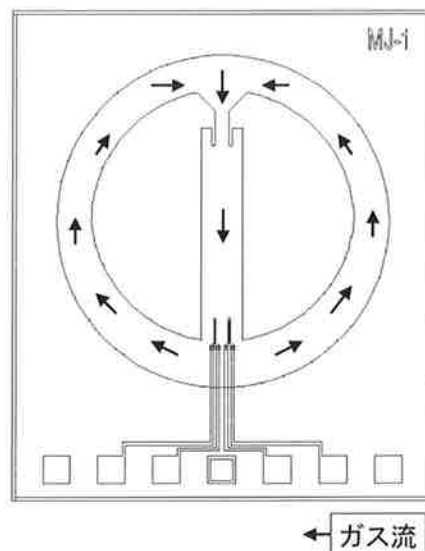


図1 センサの概略

ある。磁界に引き寄せられたガスは、暖めると磁化を失うのでうまく流路を形成すると圧力差による循環を形成する。本研究ではこの現象を利用して、ガスレートセンサを構成している。検出用センサは、熱線型フローセンサでありガスを暖めて磁化を無くすためにも利用される。

3 センサの試作

センサは、シリコンとガラスで構成される。流路はエッチングにより形成、フローセンサはシリコン、チタン薄膜等で形成した。試作したセンサを図2に示す。ドライエッチングにより形成された流路、フローセンサを有するシリコン基板をガラス基板でサンドイッチしている。大きさは6mm×6mm×1mmである。試作は、当センターが保有する1インチ角プロセスにて行い、ガス封止までを終わった時点で、ダイシングとパッケージングを行った。

4 評価

試作したセンサは、手で振るなどの簡易的な方法で出力を確認した。センサの抵抗値が約1kΩ前後であったので、金属被膜抵抗器などと組み合わせて、ブリッジ回路を形成した。なお、今回の評価ではオフセット調

整及びアンプによる増幅は行っていない。

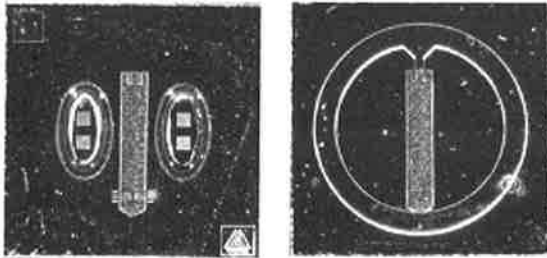


表 裏
図2 試作したセンサ

4-1 加速度感度

試作したセンサに加速度を加えた評価が表1である。磁石が無い場合、加速度出力が観察される。これは、フローセンサ上で暖められたガスが、加速度によって質量分布が変化することに起因する。また磁石を設置した場合に同様の加速度を加えたが、磁石が無い場合に比べ変化量が小さかった。これは、流路内のガス流によりG感が減衰しているためと思われ、若干のガス密度変化に反応したものである。

4-2 角速度感度

角速度の評価結果を表2に示す。これは椅子に座ってセンサを手を持ち、椅子を回転させた際の出力である。回転方向によって、出力が増減することが確認された。

以上の結果より、慣性量のセンシングが可能であることがわかった。しかし、ブリッジ回路の出力が実用的な数mVに対して非常に小さい。これはフローセンサを構成しているチタンのTCRが実測1200ppm/°C程度と低いことが原因の一つである。

5 結言

本研究では、駆動ポンプを必要としないガスレートジャイロの試作を行った。試作したセンサは、出力は小さいものの回転運動に起因すると思われる出力が確認できた。今後、さらに試作を行い、出力が角速度検出によるものかどうかを見極める必要がある。

「謝辞」

本研究は、平成19年度科学技術振興機構・重点地域研究開発推進プログラム、シーズ発掘試験研究に基づき行われた。

	フローセンサ並び方向 左加速度	フローセンサ並び方向 右方向加速度
磁石なし	-0.02mV	0.02mV
磁石あり	0mV	0mV

表1 加速度による簡易評価 (X軸)

	左回転	右回転
S1 抵抗値	↑	↓
S2 抵抗値	↓	↑
出力	↓	↑
磁石なし (実験値)	-0.01mV	0.02mV
磁石あり (実験値)	-0.03mV	0.04mV

表2 回転入力による簡易評価

キーワード：MEMS、ガスレート、角速度、磁気

Development of Gas rate gyroscope by magnetic wind method

Process Engineering Department ; Tsutomu OBATA

Gas rate gyroscope sensor was developed using Silicon MEMS technology. Paramagnetic gas like Oxygen is draw to magnetic field. This gyroscope system is applied the phenomenon to sensing system. The manufactured sensor detected the acceleration and angular rate although the output was very low.