

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。携帯機器やゲーム機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。本研究では、磁気風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した。昨年度はセンサの出力を検出したものの、製造プロセスが固まっておらず、歩留まりや信頼性に課題が残った。本年はその課題の解決を目標に試作を行った。

2 課題と対策

センサはシリコン、ガラス、フィルムから構成される 3 層構造となっている。構造体とセンサを作製したシリコン基板をガラスとフィルムで挟み込むことで、センサ内に気体を閉じ込めている。よってセンサの出力は、ガラスあるいはシリコン樹脂が付いたフィルムを貫通させて電極取り出しすることで得られる。貫通加工はフィルムに行うのが簡単であるが、センサとなる素子がフィルムに張り付いてしまうことで破壊する恐れがある。よって、ガラス側に加工をおこなって、常磁性ガス雰囲気中でフィルムによるガス封止を行う必要がある。通常ガラスへの穴空けはサンドブラストな

どに代表される機械的な加工によって実現されるが、基礎実験的にはコストがかかるためフッ酸によるガラスエッチングを検討した。フッ酸によるガラスエッチングは、バイオセンサをはじめとして様々なアイテムで利用されており、本研究でそのプロセス開発を行うことは新たなアイテムのプロセス開発ということでも意味がある。

フッ酸のエッチングの場合、ガラスをそのままマスクングのできる耐性レジストがないため、ガラスに Au/Cr 薄膜をスパッタ蒸着し、その上にネガレジストでパターン形成して、エッチングを行うという手法がとられる。しかし、真空プロセスと高いコスト負担が必要で基礎的試験プロセスとしては効率が悪いものとなっている。本研究ではこれを解決するために、粘着フィルムによるエッチングマスクの作製を検討した（図 1）。粘着フィルムは CAD で描かれたエッチングパターンに従い、カッティングプロッタで加工した。カッティングプロッタは民生用の低価格機器を選択したが、今回のような 1mm 程度のパターン形成には十分な性能を示した。カッティングされた粘着シートは、ガラスに貼り付け、濃フッ酸に浸漬させエッチングを行った。

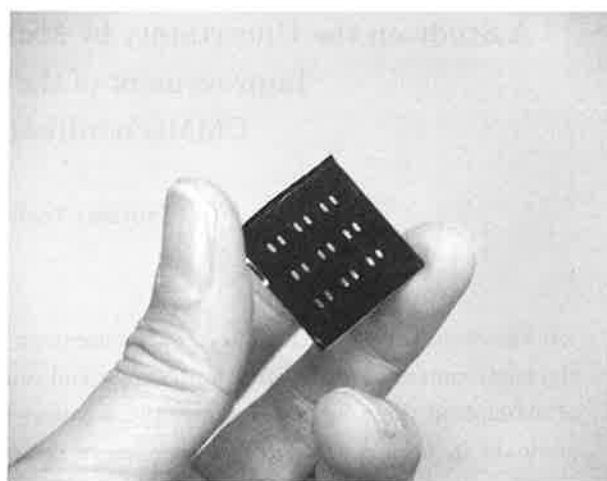


Fig.1 Glass with the mask for HF etching

3 評価結果

サンプルは50%のconc.HFが入ったPFA製ビーカーにいれ、揺動を行いながらエッチングした。エッチングしたガラスは、0.3mmの厚みで約20分弱くらいの時間でエッチングが完了した。加工形状は、ウエットエッチング特有のテーパ形状であったが、特に問題となるような事象は見られなかった。粘着テープは、ガラスに密着しているため多少剥離しにくいように思われたが、割れることなく取り除くことができた。

4 センサの試作

エッチングしたガラスは、シリコン基板とアライメントを行い、陽極接合法によって接着した。接着自体は特に問題なかったが、センシングに利用するチタン配線部で接合不良が見られた。しかしながらこれは、配線部の膜厚が接合用ガラスの流動性を上回るものであったことにより起こったもので、今回のガラスエッチング方法そのものに起因するものではない。

組み立てたセンサはダイシングを行い、パッケージ

にワイヤーボンドした。センサは動作確認のため、5Vの電源を持つブリッジ回路に組み込み、出力をテスターでモニターした。試作したセンサには、ドリフトと見られるふらつきがみられ、左右に速く振ると出力が徐々に上昇していくような挙動が見られた。これは、配線部の接合不良に起因する気密不良によるものと思われる、設計でのノズル→センサ→戻り→ノズルのプロセスが機能していないものと思われる。

5. 結言

従来より実験用簡易なエッチングプロセスが求められていたウエットによるガラスエッチングについて新しい方法を開発した。アライナーによるパターン合わせも可能であり、今後他のアイテムにも応用していく。

又試作したセンサは、気密不良により所望の動作は得られなかった。今後配線方法等を検討していく。

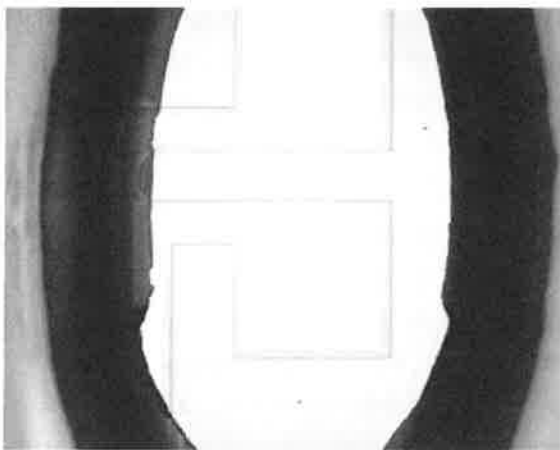


Fig.2 Through hole

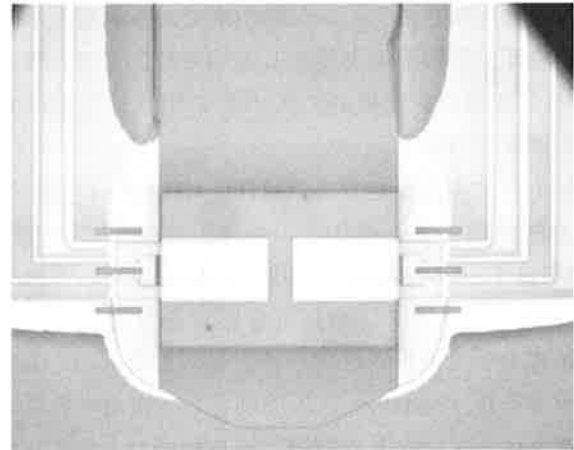


Fig.3 Flow Sensor and trace line
(bad glass/silicon bonding)

Development of Gas rate gyroscope by magnetic wind method

Process Engineering Department ; Tsutomu OBATA

Gas rate gyroscope sensor was developed using Silicon MEMS technology. This item has three-layer structure with a silicon and two glasses. The through holes were made in glass substrate for deriving from the electrode on the silicon. This study provided the nonconventional method to make glass etching easy.