

吸引プラズマ法を用いた 精密加工技術の開発

SATテクノロジー・ショーケース2019

■ はじめに

プラズマは、ラジカルやイオン等の活性種により材料に対する高い加工性を有することが知られている。近年、細管内にガスを導き、細管を囲む電極から高周波電力を与えてプラズマ化し、ガスの出口に置かれた材料に細く絞られたプラズマを吹き付けて局所加工を行うマイクロプラズマ技術が注目されている。一方で、この細管内では、ガスの流れに対して電極の上流側にもプラズマが分布することが報告されている¹⁾。新堀らは、この細管の上流側のプラズマをガスの入り口まで導き、入り口近傍に置かれた材料をエッチングできることを明らかにした²⁾。このプラズマを「吸引プラズマ法」と呼ぶ。吸引プラズマ法は、図1(a)に示すようにマスクレスで細管内径程度の局所加工が可能である。エッチングレートも速く、525 μm 厚のSi基板を25分以内で貫通出来る。本研究では、吸引プラズマ法の特徴を活かした精密加工技術の確立に取り組んでいる。その手始めとして、半導体材料を深掘り加工し、ミクロンからサブミクロンの薄膜(ダイアフラム)構造を作製することを試みた。ダイアフラム構造を作製するためには、プラズマが基板を貫通する直前にプラズマ加工を停止させる必要がある。そこで、敢えて低エッチングレートでエッチングするための条件と、吸引プラズマ法に適したエッチング終点検出技術とを検討し、SiおよびSi基板上に保持されたSiO₂ダイアフラム構造を作製することに成功したので報告する。

■ 活動内容

・低エッチングレートのための実験条件の検討

放電に用いられる高周波電力、エッチングに用いるガスと希釈用ガスとの混合比を変えながら、これらのパラメータが、吸引プラズマの維持、そしてSiやSiO₂のエッチングレートに与える影響を調べ、低エッチングレートで加工する条件を検討した。その結果、およそそのエッチングレートを350nm/sから6nm/sの範囲に設定することが可能となった。

・プラズマ発光の透過を利用したエッチング終点検出技術

通常のSi基板は可視光に対しては不透明であるが、厚さがミクロンオーダーになると可視光を透過する。従って、吸引プラズマによる加工中にSi基板を加工面の裏側からカメラでモニタリングすれば、厚さがミクロンオーダーになった際に基板を透過するプラズマ発光を検出できる。この現象をエッチングの終点検出に応用した。その結果Si基板を貫通する直前でエッチングを停止させることが可能と

なり、加工孔底部に厚さ1 μm から10 μm の様々な厚さを有するSiのダイアフラム構造を作製することに成功した。

・吸引プラズマ法によるSiO₂ダイアフラム構造作製への試み

次に、280nm厚のSiO₂膜を持つ380 μm 厚のSi基板をSi側からエッチングし、SiO₂のダイアフラム構造の作製を試みた。このSiO₂薄膜はSiよりもエッチングレートが高く厚さもサブミクロンであるため、より精密なエッチングの終点検出が必要となる。そこで厚いSi基板部では高速でエッチング加工し、SiO₂膜付近では低速でエッチング加工した。SiO₂は可視光に対して透明であるため、透過するプラズマ発光が一定の強度となった時点をエッチングの終点とした。図1(b)は試作したSiO₂ダイアフラム構造を備えたSi基板の断面SEM像である。加工孔の開口径は約1.2mmで、加工孔の底には大きさ50 μm 、厚さ約70~120nmのダイアフラム構造を確認した。

■ 今後の展望

吸引プラズマ法を用いて、SiおよびSiO₂ダイアフラム構造を作製できる精密加工技術を開発した。本技術は、ダイアフラム構造をマスクレスエッチングで一度に作製できるため、同構造を応用したセンサなどのMEMSデバイスの試作に必要なコスト・期間を圧縮できると期待される。

■ 関連情報等(特許関係、施設)

(参考文献)

- 1) H Yoshiki et al.: J. Vac. Soc. Jpn., **53**, 165 (2010).
- 2) S. Shimbori et al.: J. Vac. Soc. Jpn., **53**, 234 (2010).
- 3) R. Kanou et al.: J. Vac. Soc. Jpn., **60**, 148 (2017).

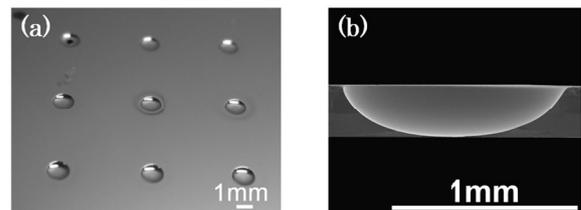


図1(a) 吸引プラズマ法によるマスクレスエッチング後のSi基板、図1(b) SiO₂ダイアフラム構造を備えたSi基板断面のSEM像³⁾

代表発表者 狩野 諒(かのう りょう)
所属 株式会社三友製作所
問合せ先 〒319-1225 茨城県日立市石名坂町 2-43-4
TEL:0294-33-9931 FAX:0294-33-9932
Email : kano@sunyou-ss.co.jp

■キーワード: (1)プラズマ
(2)精密加工
(3)ダイアフラム構造

■共同研究者: 宮脇 淳(国立研究開発法人
産業技術総合研究所)
菅 洋志(千葉工業大学)