

深掘り Bosch エッチングプロセスにおけるマスク材料依存性 A Study of dependence of deep Bosch etching process on mask material

○田中 宏幸¹, 野沢 善幸^{2,3}, 速水 利泰^{2,3}, クンブアン ソマワン^{1,2}, 原 史朗^{1,2}
(¹産総研, ²ミナマルファブ推進機構, ³SPP テクノロジーズ)

○H. Tanaka¹, Y. Nozawa^{2,3}, T. Hayami^{2,3}, S. Khumpuang^{1,2}, and S. Hara^{1,2}
(¹AIST, ²MINIMAL, and ³SPPT) E-mail: tanaka.hiroyuki@aist.go.jp

【 背景・目的 】

MEMS 技術は、光通信デバイスや各種センサ類などの他にエネルギーや医療等、幅広い産業への応用が期待されている。ミナマルファブ¹においては、MEMS の基幹技術である深掘りエッチング技術の実用化が、ミナマルファブの MEMS 応用における最重要課題の一つとなっている。

MEMS では、立体的でかつ複雑な形状を有する場合が多く、高度な加工技術が求められている。高品質でより深くエッチングするために、MEMS の基幹技術であるボッシュプロセス²がよく用いられている。我々は、このボッシュプロセスで Si 基板深掘りエッチング手法をミナマルファブに応用すべく、ガス交互供給型のエッチング装置とその深掘りエッチングプロセス技術の開発を行ってきた。

ボッシュプロセスで深掘りエッチングを行うには、長時間のプラズマに晒されても十分な耐性を持つ材料を使用することが重要である。通常、耐プラズマ性の高い厚膜レジストを用いているが Al などのメタルマスクも有効であることがわかってきた。ところが、エッチング特性を調べてみると、同一エッチング条件で処理した場合であっても、マスク材料によってエッチングの進行の仕方には、大きな差異が見られた。これらのエッチングメカニズムについて解析を行ったので報告する。

【 実験結果と考察 】

我々が開発した装置は、シースを発生させて異方性エッチングを行うため、ウェハ基板側からパルスバイアス (2MHz, VPP 0~400V, Duty 比 0~100%) を印加することができるようにしている。ウェハ基板は、メカニカルクランプで固定し、ウェハ裏面からは He を介して室温でウェハ温度上昇を抑えるようにした。

Si 基板の上に 300nm の Al-Si (1w%) 膜をマスク材として 10 μ m と 100 μ m 幅の溝パターンニング後、図 2 の 8sec の Bosch サイクル条件で 48min のエッチングを行ったときの SEM 写真を図 1(a) に示す。100 μ m 溝底部に柱状残渣が観察された。これと同じ条件で、マスク材を厚さ 5 μ m 程度のレジスト膜のみ変更したものを図 1 (b) に示す。この時の 100 μ m 溝底部は下に凸型のエッチング形状になった。これほど大きな相違が見られたことは、マスク材がエッチング特性に大きく関わることを示している。

今回の実験から、マスク材料が異なる場合、最適深掘りエッチング条件は同一とならないことが解かった。当日は、エッチング形状を制御するパラメータ抽出と、レジストマスク品質依存について報告する。

この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の助成事業 (JPNP12004) の結果得られたものです。

< 参考文献 >

- [1] 原 史朗, クンブアン ソマワン, 「ミナマルファブの開発とそのデバイスプロセス」, 応用物理, 83(5), 380 (2014).
- [2] F. Laermer, A. Schilp, K. Funk, M. Offenberger: "Bosch deep silicon etching: Improving uniformity and etch rate for advanced MEMS applications", Proc. 12th International Conf. on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS'99), pp. 211-216 (1999).

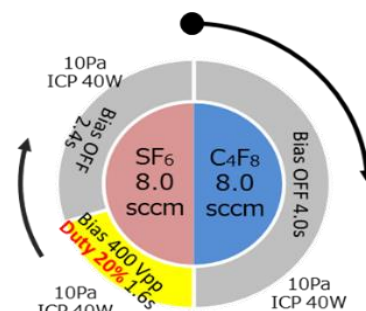


Fig.1 1 cycle time chart in Bosch process with 8 sec period

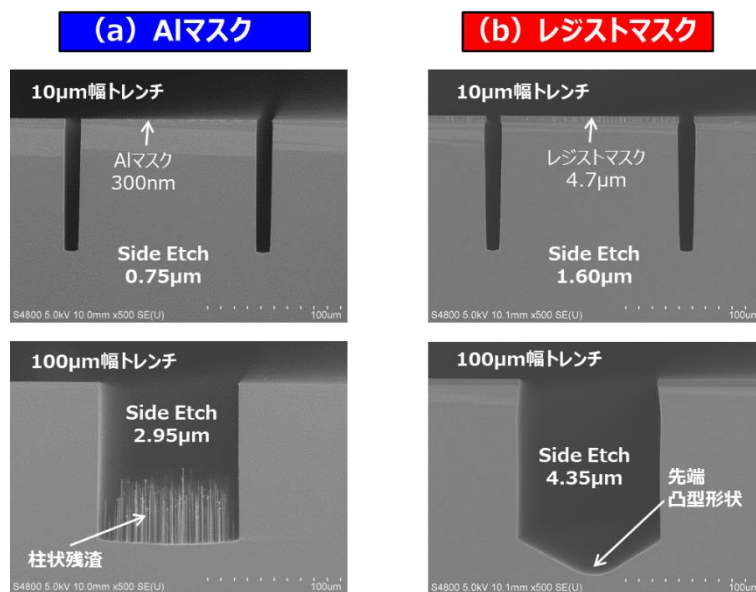


Fig.2 cross-sectional SEM images of trenches of 10 μ m in depth.
Pressure = 10 Pa, Pressure = 3 Pa, ICP power = 40 W, C₄F₈ = Ar = 8.0 sccm,
1 cycle = 8 sec, Bias V_{pp} = 400 V, duty ratio 20 %, Time = 48 min
(a) Al mask, (b) Resist mask