

ClF_3 クラスターストリームによる大面積 Si エッチング技術

Technique of Wide Area Si Etching with ClF_3 Cluster Beam

岩谷産業¹, 京大理工² °吉野裕¹, 妹尾武彦¹, 小池国彦¹, 瀬木利夫², 青木学聡², 松尾二郎²

Iwatani Corp.¹, Kyoto Univ.², °Y. Yoshino¹, T. Senoo¹, K. Koike¹, T. Seki², T. Aoki², and J. Matsuo²

E-mail: yoshino-yu@iwatani.co.jp

TSV や MEMS 加工等においては、高い材料選択比を持ち、かつ高速で高精度な異方性エッチングが要求されている。従来より広く用いられているプラズマを利用した異方性エッチングの場合、低いエッチング速度、マスクとの選択比の不足、高アスペクト加工における加工精度の低下に加えて、チャージアップによるデバイスへのダメージの問題が顕在化している。そこで我々は、電荷を持たない超音速中性クラスターストリームが持つ高い直進性を利用した低損傷高精度高速加工プロセスを提案している^[1]。

これまでに、単結晶 Si に対しては、単体クラスターストリームノズルから発生させた ClF_3 (三フッ化塩素) と Ar との混合ガスによる中性クラスターストリームを照射することで、 $30\mu\text{m}/\text{min}$ 以上の高速エッチングが可能であること、添加ガスを加えることでさらなるエッチング速度の向上が可能であることを示してきた^[2]。しかしながら、単体ノズルでは、スポット加工しか行えないという課題を有していた。

本研究では、この課題を解決するために、9 本のノズルを一体とした複本数 (9 連) ノズルと可動ステージを搭載した、スキャン加工可能な試験装置を試作し、大面積化処理に対する検討を行っている。

図 1 に本装置で照射した単結晶 Si 基板 (6 インチ) の画像を示す。照射条件は ClF_3 濃度 6% (Ar 希釈)、ノズル一次側圧力 $0.9\text{MPa}(\text{abs})$ 、チャンバー圧力約 20Pa 、ステージ移動エリア x 方向 $=140\text{mm}$ ・y 方向 $=100\text{mm}$ 、移動速度 x 方向 $=30\text{mm}/\text{sec}$ ・y 方向 $=0.02\text{mm}/\text{sec}$ である。9 連ノズルにおいても ClF_3 クラスターストリームによる Si エッチングが可能であり、大面積処理が可能であることが判明した。図 2 に PR パターン付 Si 基板の断面 SEM 像を示す。照射条件は上記と同様であり、ステージ移動エリアのみ x 方向 $=60\text{mm}$ ・Y 方向 $=5\text{mm}$ とした。本条件ではサイドエッチングが非常に大きく、高いアスペクトが得られなかった。単体ノズルにおける同様の条件による照射では、アスペクト 10 程度のエッチングが実現できていたことから、ノズルの複本数化に伴い総流量が増大しているため、チャンバー内圧力が上昇し、これによりパターン内貯留ガスの排気が不十分であるためと考えられる。今後は 9 連ノズルによる高アスペクト加工実現に向けた照射条件の最適化を行っていく予定である。

本研究は、科学技術振興機構「研究成果最適展開支援プログラム」の助成により行われた。

[1]吉野他、第 72 回応用物理学学術講演会 2a-M-5(2011)

[2]吉野他、第 59 回応用物理学関係連合講演会 17p-A6-12(2012)



Fig.1 Scanning effect of ClF_3 cluster etching by multiple nozzles. (6inch wafer)

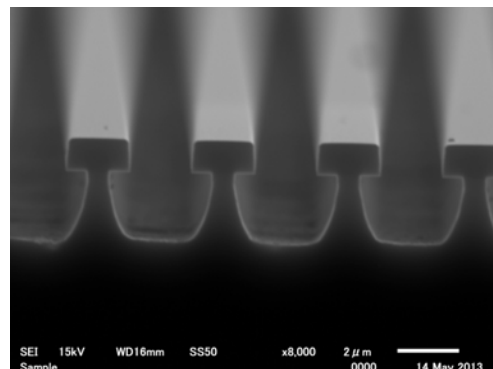


Fig.2 SEM image of PR pattern/Si sample etching with ClF_3 cluster by the multiple nozzles.