

ClF_3 中性クラスタービームによる反応性エッチングの高速化

High-speed Reactive Etching with ClF_3 Neutral Cluster Beam

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

Kyoto Univ.¹, Iwatani Corp.², ○T. Seki¹, Y. Yoshino², T. Senoo², K. Koike², T. Aoki¹, and J. Matsuo¹

E-mail: seki@sakura.nucleng.kyoto-u.ac.jp

数個から数万の原子・分子の集団であるクラスターを用いると、固体表面に衝突した際の多体衝突効果や高密度照射効果により、単原子では実現できないような励起プロセスが可能となる。実際に反応性の高い三フッ化塩素(ClF_3)ガスの中性クラスタービームを用いると、クラスターが生成時に持つ運動エネルギーのみで単結晶 Si を高速に異方性エッチングできることはすでに報告している[1]。中性クラスター生成時の運動エネルギーは ClF_3 1 分子あたりでは 0.2eV 以下であり、非常に低エネルギーでソフトな表面励起が実現できると考えられ、物理的なエッチングが起これば、Si に対するレジストのエッチング選択比は 1:1000 以上を示した。さらに、中性ビームによる加工プロセスのため、プラズマなどを用いた加工の際に問題となるチャージアップによるダメージは生じない。このように ClF_3 中性クラスタービームを用いると、ダメージの極めて少ない高速で高精度な異方性エッチングが可能であり、TSV や MEMS 加工等に応用できると考えられる。しかし、本技術の実用化を目指すためにはエッチングの高速化や大面積化を行う必要があり、ノズルや照射条件の最適化によるエッチングの高速化技術、また、マルチノズル等による大面積処理技術の検討が必要と考えられる。今回はノズルや照射条件の最適化によるエッチングの高速化について検討したので報告する。

図 1 に、 ClF_3 クラスターイオンビームを用いて Si 単結晶 (100) 基板を室温にてエッチングした際のエッチング速度の導入ガス圧依存性を示す。また、ノズルと Si 基板間の距離(Lt)を変化させた結果も同時に示す。 ClF_3 クラスタービームは、Ar で 6%に希釈された ClF_3 ガスをノズルを通して真空中に噴出させて生成した。 ClF_3 クラスタービームによるエッチング速度は、導入ガス圧に強い依存性を示すが、同じ導入ガス圧でもノズルと Si 基板間の距離(Lt)が小さくなるとエッチング速度は急激に増加することが分かる。このことは中性ビームによるエッチングに於いては、ノズルから基板までの距離を適切に設定することが重要であることを示している。

※本研究の一部は、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] 瀬木他、第 58 回応用物理学関係連合講演会 26a-KX-5, 07-084 (2011)

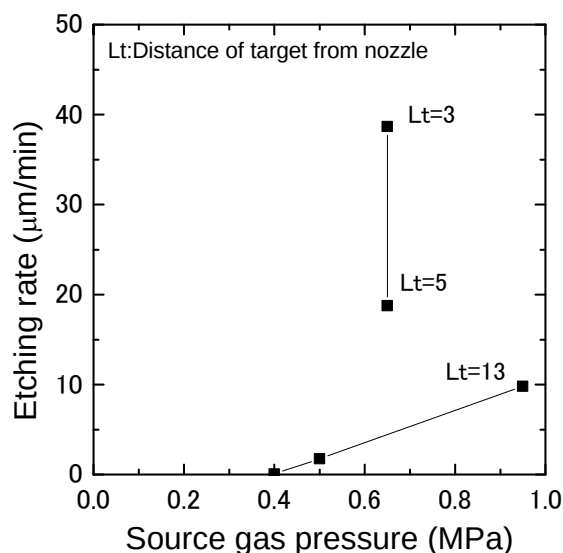


Fig.1 : Etching rate of Si with ClF_3 neutral cluster beam.