

中性クラスター速度計測技術の開発

Development of neutral cluster velocity measurement technology

京大院工¹, 阪大院工アトミックデザイン研究センター²

○瀬木利夫¹, 唐橋一浩², 青木学聡¹, 松尾二郎¹

Kyoto Univ.¹, Center for Atomic and Molecular Technologies, Osaka Univ.²,

○Toshio Seki¹, Kazuhiro Karahashi², Takaaki Aoki¹, and Jiro 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(CIF₃)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]。このように CIF₃ 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。これまでのクラスターイオンビームの研究から CIF₃ クラスターによる Si エッチングの場合、CIF₃ 1 分子あたりのスパッタ率はサイズによらず CIF₃ 1 分子あたりのエネルギーに大きく依存することが分かっており、スパッタ率を増大し CIF₃ の利用効率を上げるためには 1 分子あたりのエネルギーを増大する必要があると考えられる。従って中性クラスターによる高速・無損傷表面処理加工技術の高効率化やより広い分野への応用の実現のためには、基板に対して損傷を与えない 0.1~1eV/atom 程度の範囲でエネルギー制御されたクラスタービーム形成技術の開発が必要と考えられる。

クラスターのエネルギー制御としてはソースガスに He を混合することにより中性クラスターが持つ初期エネルギーを増大させる方法が考えられる。この方法の場合、He 混合比により初期エネルギーを変化できると考えられが、エネルギー制御を行うためには、その混合比とエネルギーの関係を計測する必要がある。そこで今回は中性クラスターのエネルギー計測技術の開発を行った。中性クラスターのエネルギー計測はその速度を計測することにより行う。図 1 に、中性クラスターの速度計測システムの概要を示す。ノズルから生成された中性クラスタービームをチョッパーによりパルス化し、ある距離をおいて設置された四重極質量分析器により目的原子が到来した時間を計測する。このシステムを用いて様々な He 混合条件におけるクラスターの速度を計測し、クラスター生成において He 混合することによりエネルギー増大効果が得られることが分かった。

[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)

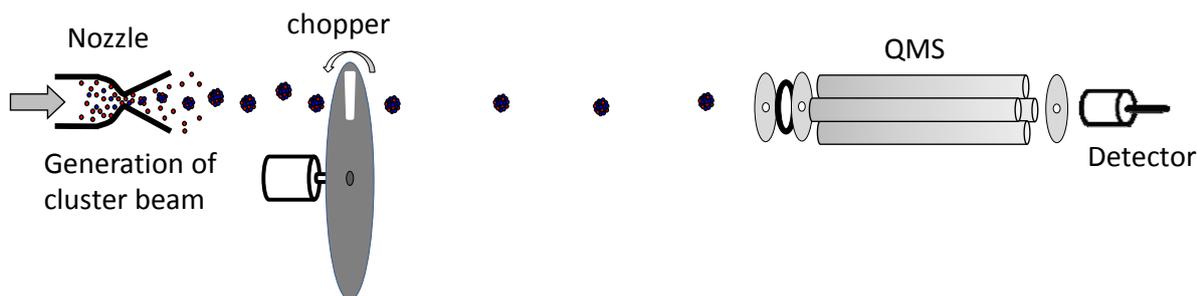


Fig.1 : Schematic diagram of neutral cluster velocity measurement system.