

反応性ガスクラスターインジェクションによる 高アスペクト比エッチングに向けた研究

Study of high-aspect-ratio etching with reactive gas cluster injection

京大院工¹, 岩谷産業², 京大メディアセンター³

○瀬木利夫¹, 荘所正², 小池国彦², 青木学聡³, 松尾二郎¹

Grad. Sch. of Eng., Kyoto Univ.¹, Iwatani Corp.², ACCMS, Kyoto Univ.³

°Toshio Seki¹, Tadashi Syojo², Kunihiro Koike², Takaaki Aoki³, 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。反応性ガスクラスターインジェクションプロセスは、反応性の高い三フッ化塩素(ClF_3)ガス等からなる中性クラスターを試料表面に照射し、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 等を高速に異方性エッチングする加工法である。これを用いることにより、ダメージの極めて少ない高速で高精度な加工を実現し、TSV や MEMS 加工等に応用できると考えられている。また、本技術は通常のプラズマエッチングでは加工困難な斜め方向のエッチングも可能であり、従来の概念にとらわれない微細加工が可能になると考えられる。一方で最近では 3 次元 NAND メモリアレイの作成などのために 50:1 を超える非常に高いアスペクト比のエッチング加工が求められている。反応性ガスクラスターインジェクションではこれまでにアスペクト比 10 程度のラインパターンエッチングに成功しているが[1]、さらなる高アスペクト比エッチングに向けて導入ガス圧、ノズル-基板間距離、基板温度などを変化させ、エッチング特性評価を行ったので報告する。

図 1 は、 ClF_3 中性クラスタービームを用いてラインパターン Al マスク(L/S: $2.5\mu\text{m}/0.5\mu\text{m}$)付き Si 基板を室温にて 80 分間エッチングしたサンプルの SEM 像である。 ClF_3 中性クラスタービームは、Ar で 9%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、ノズルへの導入ガス圧は 0.9MPa であった。照射の際には、サンプルを $20\times 20\text{mm}^2$ の範囲でメカニカルスキャンし、均一照射を図っている。図 1 に示すようにノズル-基板間距離 $L_t=70\text{mm}$ の場合、サイドエッチが大きく発生してアスペクト比は 12 程度にとどまっているが、 $L_t=220\text{mm}$ ではサイドエッチが抑制され、アスペクト比も 20 を超えるまで改善された。このことから反応性ガスクラスターインジェクションプロセスによるエッチングのさらなる高アスペクト比化が可能であると期待される。発表当日には導入ガス圧依存や基板温度依存も含めて詳細を発表する。

※本研究の一部は、科研費(15H04157)の助成により行われた。

[1] H. Yamamoto *et al.*, Microelectronic Engineering 141 (2015) 145–149.

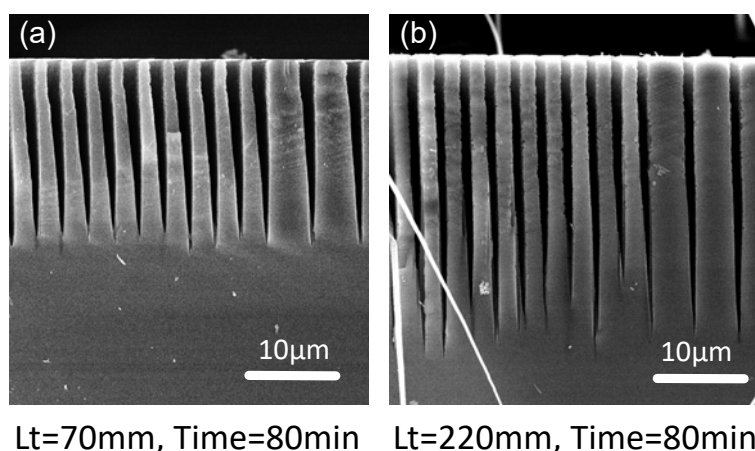


Fig. 1 : Cross sectional SEM image of Si wafer with Al pattern after ClF_3 -Ar neutral cluster irradiation.