

三フッ化塩素ガスによる 4H-SiC ウエハエッチング速度と分布の調整方法

Rate and profile optimization of 4H-SiC wafer etching using ClF₃ gas

横国大院工¹, 関東電化工業², 産総研³

入倉健太¹, 林優也¹, 羽深等¹, 高橋至直², 加藤智久³

Yokohama Nat. Univ.¹, KANTO DENKA KOGYO², AIST³

Kenta Irikura¹, Masaya Hayashi¹, Hitoshi Habuka¹, Yoshinao Takahashi², Tomohisa Kato³

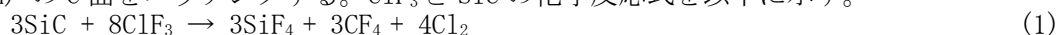
E-mail: habuka-hitoshi-ng@ynu.ac.jp

[緒言]

半導体炭化ケイ素(SiC)は電力制御用半導体素子に利用され、エネルギー損失を低減するために効果を上げている。SiC ウエハの生産性を上げるために、前報[1]においては、三フッ化塩素(ClF₃)ガスを用いて直径 50 mm の SiC (C 面) ウエハ全体を素早くエッチングする挙動を調べ、ガス流量により速度と分布が大きく変わることを報告した、本研究においては、ガス濃度と総流量による効果を更に詳細に調べて全体像を捉えたので報告する。

[実験]

Fig. 1 に本研究に用いたエッチング装置の断面図とガス分散盤を示す。窒素(N₂)ガスと ClF₃ガスを大気圧において装置上部から導入する。混合ガスは、ガス分散盤を通過した後に単結晶 4H-SiC ウエハ(直径 50 mm)の C 面をエッチングする。ClF₃と SiC の化学反応式を以下に示す。



混合ガスの総流量は 0.3~3 slm、ClF₃ガスの濃度は 10~50%、ウエハ温度は 500°C、ウエハ回転数は 10 rpm とした。ウエハ中心からの距離を半径とする同心円状のエッチング速度を求め、その最大値と最小値を用いて

$$\text{エッチング速度分布 (\%)} = 100 \times (\text{最大値} - \text{最小値}) / (\text{最大値} + \text{最小値}) \quad (2)$$

によりエッチング速度分布の値を算出した。

[結果と考察]

Fig. 2 に、総ガス流量を 0.3~3 slm の範囲におけるエッチング速度の値を示す。流量を一定にした時には ClF₃ガス濃度が大きいほど、濃度を一定にした時には流量が多いほど、エッチング速度が大きくなる傾向が示されている。50%においては 1slm においても毎分 25 μm を超えるエッチング速度が得られている。

図中の括弧内の数値はエッチング速度分布を示している。これら試料においてほぼ共通に、外周側のエッチング速度が大きくなる傾向であった。ClF₃ガス濃度を一定にした場合、流量の増大と共にエッチング速度分布が小さくなる傾向にあることが示された。ClF₃ガス濃度 20%、総流量 2.5slm 時にはエッチング速度分布は 2%程度であった。流量を一定にした場合には、ClF₃ガス濃度が大きい方がエッチング速度分布が小さくなる傾向であることが分かった。前報[1]に同様に、これらの挙動が生じた主な理由は、内外周のエッチング速度差を保ったまま、エッチング速度が全体に大きくなることにありと考える。

[結論]

4H-SiC ウエハのエッチングを素早く進める条件を得ることを目的とし、ClF₃ガス濃度と総流量による効果を調査した。その結果、ClF₃ガスによるエッチング速度を大きくすることにより、4H-SiC ウエハ C 面のエッチング速度分布を小さくできる可能性が示された。

[文献]

[1] 入倉健太ら, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会 21a-E311-7 (2019).

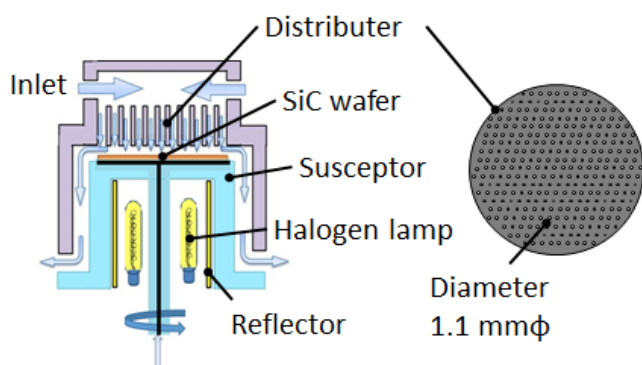


Fig. 1 Schematic of SiC wafer dry etcher (cross-sectional view) and gas distributor.

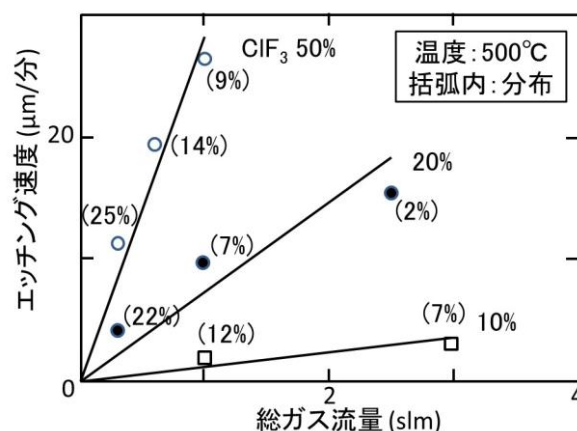


Fig. 2 SiC etching rate at various ClF₃ concentrations and total gas flow rate