

三フッ化塩素ガスによる大口径炭化ケイ素ウェハエッチング技術

Large diameter SiC wafer dry etching using ClF₃ gas

横国大院工¹, 関東電化工業², 産総研³

川崎稜平¹, 謝林生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

Ryohei Kawasaki¹, Linsheng Xie¹, Masaya Hayashi¹, Hitoshi Habuka¹, Yoshinao Takahashi², Tomohisa Kato³

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

1. 緒言

半導体炭化ケイ素(SiC)を利用したパワーデバイスの生産性を向上させるためにウェハの大口径化が挙げられる。極めて硬い性質をもつ SiC 結晶の大口径ウェハを素早く加工するために、前報[1]では、ClF₃ ガスを用いた直径 200 mm の SiC ウェハエッチング装置の設計思想を検討した。本報では、高速エッチングの可能性について数値計算により詳細に検討したので詳細を報告する。

2. 計算

装置の構造を Fig. 1 に示す。円形の装置内に、上側から導入したガスをウェハ全体に広げるために上側にガス分散盤 I を、下側にガス分散盤 II を設けた。ガスは、ガス分散盤 I により装置の端に大きく広げられた後、ガス分散盤 II の細孔を通過する。SiC ウェハ表面に届いた後、以下の化学反応によりエッチングが生じる。



窒素(N₂)と ClF₃ の混合ガスを総流量 30~90 slm、ClF₃ ガス濃度 20 と 90% を想定した。圧力を大気圧、ウェハ温度を 500°C、ウェハ回転数を 10 rpm とした。計算負荷低減のためにガス分散盤 II を多孔質体で代替し、併せて全体の 8 分の 1 対称の周期境界条件を仮定した。ウェハ中心からの距離に対応した円周上の平均エッチング速度の最大値を MAX、最小値を MIN とし、 $100 \times (\text{MAX} - \text{MIN}) / (\text{MAX} + \text{MIN})$ の式によりエッチング速度分布[%]を算出した。

3. 結果と考察

Fig. 2 に、総流量 30~90 slm、ClF₃ ガス濃度 20~90vol%、ウェハ温度 500°C における平均エッチング速度と ClF₃ ガス濃度の関係を示す。平均エッチング速度は濃度 20vol% において 4 μm/min 程度、濃度 90vol% において 16 μm/min 程度と予測された。エッチング速度は ClF₃ ガス濃度に比例すると考えられる。

Fig. 3 に、総流量 30~90 slm、ClF₃ ガス濃度 20vol%、ウェハ温度 500~1000°C における平均エッチング速度を示す。平均エッチング速度は温度 500~700°C まで温度増加と共に大幅に増え、温度 800~1000°C において増大が穏やかになると予測された。

Fig. 4 に総流量 60 slm、ClF₃ ガス濃度 20vol%、ウェハ温度 500~1000°C におけるエッチング速度分布を示す。温度増加と共にウェハ外周側のエッチング速度が大きくなると予測された。エッチング速度分布は温度 500°C のときに 5.6%(最小)、温度 1000°C のときに 38.3%(最大)になると予測された。

4. 結論

ClF₃ ガスを用いた直径 200 mm 用 SiC ウェハのエッチング速度を検討した。エッチング速度を向上させるためには、ClF₃ ガス濃度とウェハ温度を増加させることが効果的であると予測された。その際、高温においてはエッチング速度分布が大きくなる可能性がある。

参考文献

[1] 川崎稜平, 羽深等, 高橋至直, 加藤智久, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会, 21a-E311-6(2019).

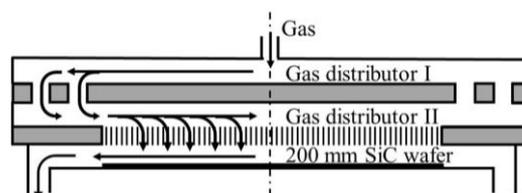


Fig. 1 Cross section of the etcher for 200 mm-diameter SiC wafer.

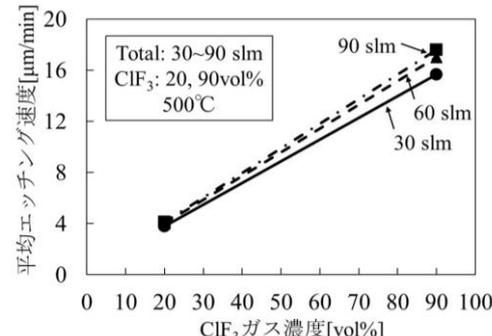


Fig. 2 Etching rate of C-face 4H-SiC by ClF₃ gas at various gas flow rates and concentrations.

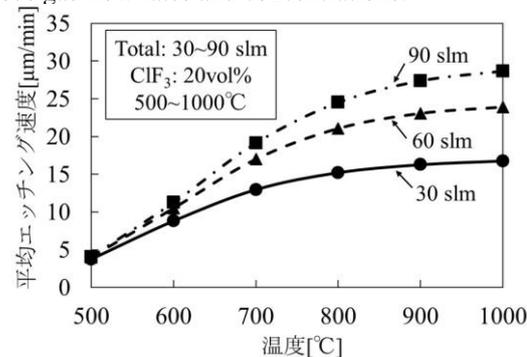


Fig. 3 Etching rate profile at various gas flow rates and temperatures.

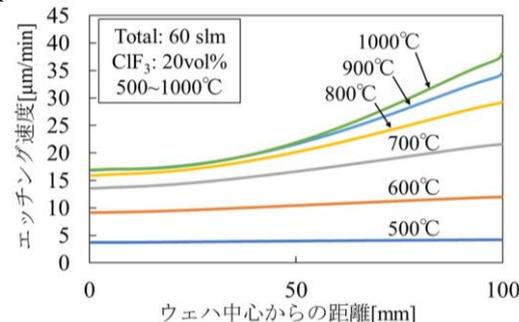


Fig. 4 Etching rate profile at various temperatures.