

三フッ化塩素ガスによる 4H-SiC ウエハエッチング

速度分布におけるガス流量の効果

Effect of total gas flow rate on etching rate uniformity improvement over 4H-SiC wafer 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, 奥山将吾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, Shogo Okuyama¹, Hitoshi Habuka¹, Yoshinao Takahashi², Tomohisa Kato³

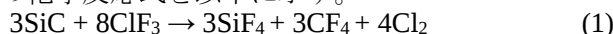
E-mail: habuka-hitoshi-ng@ynu.ac.jp

[緒言]

半導体炭化ケイ素(SiC)は、エネルギー損失を低減するために電力制御用半導体素子に利用されている。これまでの研究[1-6]において、三フッ化塩素(ClF₃)ガスを用いて直径 50 mm の SiC ウエハ全体を素早くエッチングできる装置を作製し、検証してきた。この装置におけるエッチング速度分布は、装置内全体におけるガス流れに対応するため、ガス流れを考察し、そのプロセス条件を改善する必要がある。そこで、本研究では総ガス流量を大きくすることにより、単結晶 4H-SiC ウエハ(C 面)全体に亘るエッチング速度分布を平坦化することを試みた。その詳細を報告する。

[実験]

Fig. 1 にエッチング装置とガス分散盤を示す。窒素と ClF₃ の混合ガスを装置上部の 2 か所から大気圧において導入し、ガス分散盤を通過した後に直径 50 mm の単結晶 4H-SiC ウエハの C 面をエッチングする構造である。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, 1 slm とし、ClF₃ ガスの濃度は 20~100%、ウエハ温度は 500°C、ウエハ回転数は 10 rpm とした。総ガス流量増大の効果を確かめるため、初めに ClF₃ ガス濃度 20%においてエッチングを試みた。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(MAX)と最小値(MIN)を用いて

$$\text{エッチング速度分布} = 100 \times (\text{MAX} - \text{MIN}) / (\text{MAX} + \text{MIN}) \quad (2)$$

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、総ガス流量が 0.3 slm の場合と 1 slm の場合のエッチング速度分布を示す。総ガス流量を大きくすることにより、エッチング速度は中心から外周端まで傾きを保ったまま 4 μm/min から 9 μm/min に増大した。既往の研究[1]に報告されている挙動と同様に、ClF₃ ガス流量の増大と共にエッチング速度は増大した。エッチング速度分布の値を見積もったところ、22%から 7%に減少したことが分かった。これは、総ガス流量増大によってエッチング速度が増大し、(2)式において、分子である(MAX-MIN)が一定のまま、分母である(MAX+MIN)が大きくなったためエッチング速度分布の値が小さくなったと考えられる。

[結論]

ClF₃ ガス濃度を保ったまま総ガス流量を大きくすることにより、エッチング速度は増大し、エッチング速度分布の値は低下した。

[文献]

- [1] H. Habuka, "Etching of Silicon Carbide Using Chlorine Trifluoride Gas", in "Physics and Technology of Silicon Carbide Devices", Ed: Y. Hijikata, Chapter 4, pp.99-129, InTech, (Vienna, Austria, 2012).
- [2] 矢島大里ら, SiC 及び関連半導体研究第 22 回講演会, A-6(2013).
- [3] 中込健ら, 先進パワー半導体分科会第 1 回講演会, P-32(2014).
- [4] 中込健ら, 応用物理学会第 76 回秋季学術講演会, 15a-1A-7(2015).
- [5] 倉島圭祐ら, 先進パワー半導体分科会第 3 回講演会, P-7(2016).
- [6] 奥山将吾ら, 応用物理学会第 78 回秋季学術講演会, 7a-A201-3(2017)

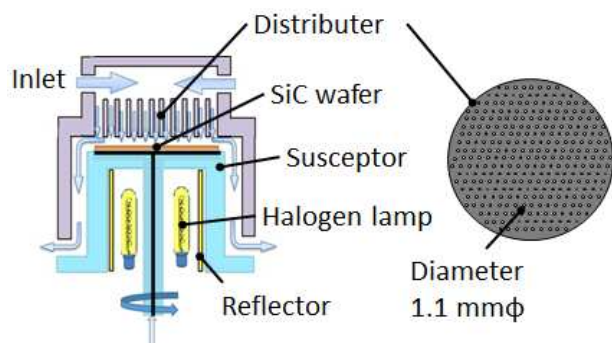


Fig. 1 Schematic of SiC wafer dry etcher (cross-sectional view) and gas distributor.

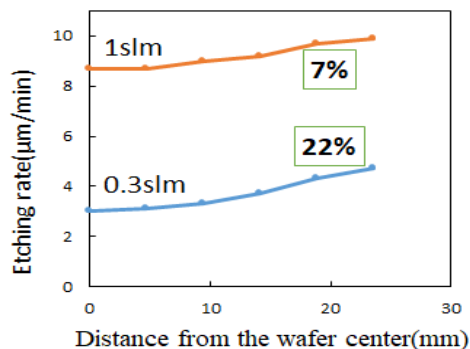


Fig. 2 SiC etching rate profile