

三フッ化塩素ガスによる 4H-SiC ウェハエッチング分布の均一化

Improvement of etching rate profile of 4H-SiC wafer by using ClF₃ gas

横国大院工¹, 関東電化工業², 産総研³

奥山将吾¹, 〇川崎稜平¹, 倉島圭祐¹, 羽深等¹, 高橋至直², 加藤智久³

Yokohama Nat. Univ.¹, Kanto Denka Kogyo², AIST³ Shogo Okuyama¹, 〇Ryohei Kawasaki¹

Keisuke Kurashima¹, Hitoshi Habuka¹, Yoshinao Takahashi², Tomohisa Kato³

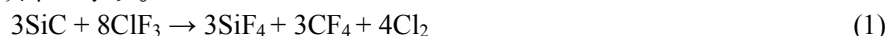
E-mail: habuka-hitoshi-ng@ynu.ac.jp

1. 緒言

半導体炭化ケイ素(SiC)は、エネルギー損失を低減するために電力制御用半導体に利用され始めている。既往の研究[1-5]において、その製造工程における SiC ウェハのエッチングを高速化するため、三フッ化塩素(ClF₃)ガスを用いて直径 50 mm の SiC ウェハをエッチングする装置を作製し、検証してきた。その装置において、ガス分散盤の孔の大きさと配置に因ると考えられる、エッチング速度分布の不均一性という課題がある。本研究では、計算を用いたガス分散盤の設計の結果[6]を基にして、孔径を 3 mm から 1.1 mm に、孔配置を同心円状から格子状に変更することにより単結晶 4H-SiC ウェハのエッチング速度分布の改善を試みたので、その結果を報告する。

2. 実験

Fig. 1 にエッチング装置とガス分散盤を示す。装置上部の 2 か所から大気圧において ClF₃ ガスを導入し、ガス分散盤を通過した後に直径 50 mm の単結晶 4H-SiC ウェハの C 面をエッチングする構造である。ClF₃ ガスと SiC の反応式を以下に示す。



装置内に導入した ClF₃ ガスは、流量 0.3 slm、濃度 100%とし、ウェハ温度は 500°C、ウェハ回転数は 10 rpm とした。ウェ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の値を算出した。

3. 結果と考察

エッチング前に鏡面であった 4H-SiC ウェハは、エッチング後においても鏡面を維持した。

Fig. 2 に、変更前(同心円状配置、孔径 3 mm ϕ)のガス分散盤の結果(青線)と、変更後(格子状配置、孔径 1.1 mm ϕ)のガス分散盤の結果(赤線)を示す。変更前は、ウェハ中心から外側に近づくに従ってエッチング速度が減少する傾向が認められたが、変更後はウェハ中心から外側に近づくに従ってエッチング速度が大きくなる傾向が確認された。エッチング速度分布の値は 40.3% から 13.5% に減少した。これは孔径を小さくしたことにより、ガス分散盤中心部の孔へのガスの流れ込みが減少し、相対的に外側へより多くのガスが流れたために、ウェハ外側のエッチング速度が増加し、均一性が向上したことが考えられる。

4. 結論

SiC ウェハエッチング装置のガス分散盤の孔を小さくし、格子状に配置することにより、エッチング速度分布が改善されたことが認められた。

5. 文献

- [1] 矢島大里, 羽深等, 加藤智久, SiC 及び関連半導体研究第 22 回講演会, A-6(2013).
- [2] 中込健, 矢島大里, 羽深等, 加藤智久, 先進パワー半導体分科会第 1 回講演会, P-32(2014).
- [3] 中込健, 矢島大里, 羽深等, 加藤智久, 応用物理学会第 75 回秋季学術講演会, 18p-A17-11(2014).
- [4] 中込健, 矢島大里, 羽深等, 加藤智久, 応用物理学会第 76 回秋季学術講演会, 15a-1A-7(2015).
- [5] 奥山将吾, 羽深等, 高橋至直, 加藤智久, 応用物理学会第 78 回秋季学術講演会, 7a-A201-3(2017).
- [6] 倉島圭祐, 奥山将吾, 羽深等, 高橋至直, 加藤智久, 先進パワー半導体分科会第 3 回講演会, P-7(2016).

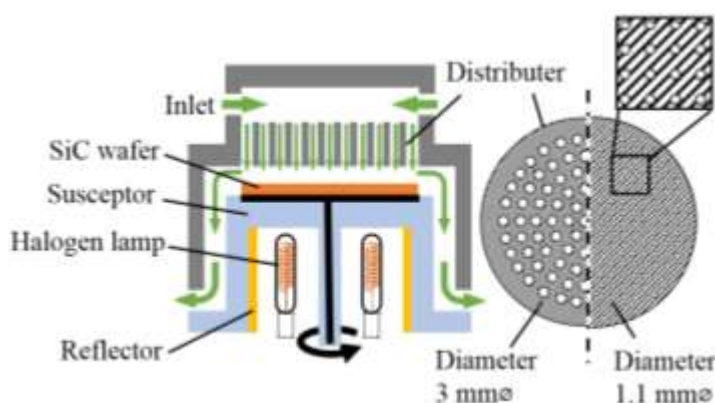


Fig. 1 Schematic of SiC wafer dry etcher (cross-sectional view) and gas distributor.

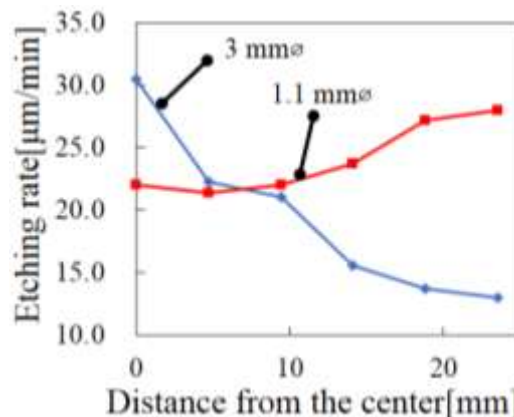


Fig. 2 Etching rate profile using pin-hole diameter of 3 and 1.1 mm ϕ .