三フッ化塩素ガスを用いた直径 200 mm 炭化ケイ素ウェハエッチング装置の設計

Dry etcher design for 200 mm-diameter SiC wafer by using CIF₃ gas

横国大院工¹, 関東電化工業², 産総研³

⁰川崎稜平¹,羽深等¹,高橋至直²,加藤智久³

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

^ORyohei Kawasaki¹, Hitoshi Habuka¹, Yoshinao Takahashi², Tomohisa Kato³

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

1. 緒言

エネルギー損失低減のために半導体炭化ケイ素 (SiC)を利用したパワーデバイスの需要が拡大し、これに対応するためにデバイスの生産性向上が望まれ ている。生産性向上の方法の一つとしてウェハの大 ロ径化が挙げられるが、SiC 結晶が極めて硬い性質を もつことにより、大口径化に伴って機械加工による 研削などの工程時間が大幅に延びることが予想され る。そ

そこで、化学反応を利用して SiC ウェハを高速で 均一にエッチングする技術[1-5]の開発が期待されて いる。既往の研究[1-5]において、三フッ化塩素(CIF3) ガスを用いて直径 50 mm の SiC ウェハをエッチング する装置を製作し、検証してきた。その結果、次のこ とが確認されている。

(1)ウェハ表面のエッチング速度は、そこに届くガス の量に依存する

ウェハ全体にガスを広げるためにガス分散盤を 日いる場合、その孔径は小さい方が効果的である。 以上を参考にして、本研究では CIF3 ガスを用いた直径 200 mm の SiC ウェハエッチング装置を設計し、
数値計算により評価したのでその結果を報告する。 2. 計算

2. 前骨 設計した装置の構造を 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 ために二重のガス分散構造をもつ。上側の構造をガ ス分散盤 I、下側の構造をガス分散盤 II とした。ガス は、ガス分散盤 Iにより装置の始に大声く広げられ、 ガス分散盤IIを通じてSiCウェハ表面に届く。 ウェ ハ表面において起こる CIF3 ガスと SiC の反応を以下 に示す[6]。

(1) $3SiC + 8ClF_3 \rightarrow 3SiF_4 \uparrow + 3CF_4 \uparrow + 4Cl_2 \uparrow$ 窒素(N₂)と ClF₃の混合ガスを総流量 60 slm、ClF₃ ガス濃度 20%で装置内に導入した。圧力を大気圧、 ウェハ温度を 500℃、ウェハ回転数を 10 rpm として 軸対称の二次元解析を行った。ウェハ上のエッチン グ速度の最大値を MAX、最小値を MIN とし、100× (MAX-MIN)/(MAX+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

5. 結果と考発 Fig. 2 に、CIF₃ガス濃度 20%、総流量 60 slm において計算した 4H-SiC ウェハ(C 面)上のエッチング速度分布を示す。エッチング速度は4µm/min 程度と予測された。エッチング速度はウェハ中心へ向かうほど小さくなる傾向が予測され、エッチング速度分布(%)は 6%程度と予測された。これはガスがガス分散 盤 II 上側を装置端から中心に向かって流れることに お田オスレをうられ、CIE ガスの供給やガス分散 起因すると考えられ、CIF3 ガスの供給やガス分散盤 II の構造を最適化することにより調整できると期待 される。

Fig.3に装置内の ClF₃ガス濃度(mol/m³)分布を示す。 ガス分散盤Ⅱ上側の中心から外側に向かって気相の 温度分布によるものと考えられる ClF₃ガス濃度の低下が予測されたが、SiC ウェハ表面付近においてはウ エハと平行な等濃度線が確認された。

4. 結論

ClF₃ガスを用いた直径 200 mm の SiC ウェハエッ チング装置を設計し、数値計算により評価した。ClF3

ガス濃度 20%においてエッチング速度は 4 µm/min 程 度と予測された。エッチング速度分布は 6%程度と予 測され、CIF3 ガスの供給やガス分散盤 II の構造を最 適化することにより調整できると期待される。 5. 参考文献

[1] 矢島大里 他, 応用物理学会第73回秋季学術講演 会, 12p-H7-3 (2012).

- [2] D. Yajima et al., Materials Science Forum, 738, 778-780 (2014).
- [3] D. Yajima et al., Materials Science Forum, 553, 821-823 (2015).
- [4] K. Nakagomi et al., Materials Scinece Forum, 897, 383-386 (2017).
- [5] S. Okuyama et al., ECS J. Solid State Sci. Technol., 6, P582 (2017).
- [6] Y. Miura et al., Jpn. J. Appl. Phys. 46, 7875 (2007).



Fig. 2 Etching rate of C-face 4H-SiC by ClF₃ gas (Calculation).



Fig. 3 ClF₃ gas distribution in the etcher (Calculation) (CIF₃:20%, Total:60 slm).