

高アスペクトシリコン加工に対応した有磁場 VHF プラズマのエッチング特性

Etching Characteristic of Magnetic VHF Plasma for High Aspect Ratio Silicon-etch

日立ハイテク ○岩瀬 拓, 横川 賢悦, 荒瀬 高男, 平田 昭, 森 政士

Hitachi High-Technologies Corp.,

○Taku Iwase, Kenetsu Yokogawa, Takao Arase, Akira Hirata, Masahito Mori

E-mail: taku.iwase.tu@hitachi.com

背景と目的

半導体デバイスの集積化, 微細化の進展により, 近年では 3D-NAND メモリに代表されるように三次元の集積化が注目を集めている[1]。三次元の集積化では非常にアスペクトの高いホールもしくはトレンチの形成が必要になる。また, STI (Shallow Trench Isolation)加工では微細化に伴ってアスペクトの増大が顕在化している。高アスペクト加工では, 数十 nm 以下の寸法でアスペクト 20 以上のホールまたはトレンチを Poly-Si 単層膜もしくは Poly-Si と絶縁膜 (SiO_2 , SiN) が交互に数十層重なった積層膜などに形成する。高アスペクト加工には高いウェハバイアスと高圧力領域が有利と考えられているが, マスク加工には低圧低バイアス領域が有利な場合もある。したがって, Sub-Pa 数十 Pa 程度の広い動作圧力域と数百〜数 kV の広いイオンエネルギー制御域で均一性が保障された加工技術が求められている。

高バイアス印加に適した平行平板型のエッチング装置において, 放電に 200 MHz 高周波電力を用いて生成されたプラズマには① Sub-Pa 域を含む広い圧力領域でプラズマ生成が可能, ②垂直加工に有利な CF 系ガスの過剰解離を抑えた中密度域のプラズマが得られる, ③プラズマ電位が低いためイオンエネルギーの制御域が広い, という特徴がある。そのため, 高アスペクト加工に適していると考えられる。そこで, 本研究では 200 MHz によって放電するエッチング装置において, プラズマ密度分布を制御し, Poly-Si および酸化膜の両方に対応した広いプロセス領域で均一性を得る検討を行った。

実験方法

Poly-Si 等の加工向けに Cl_2 , HBr ガスに対応するため, 天板のガス導入部を誘電体とした。プラズマ密度分布の制御には電磁相互作用を用いる方法を検討した。放電部周辺に配置したコイルによって軸対称な発散磁場を発生させる。コイル電流の制御による磁界と 200 MHz

の電界の相互作用によってプラズマの生成効率や分布が制御できる[2]。このコイル電流制御によるエッチレートの均一性制御を Poly-Si および酸化膜の両プロセスに対して検討した。Poly-Si は Cl_2 ガス, SiO_2 はフルオロカーボンガスを主とするプロセスでそれぞれ評価した。

結果と結論

図 1 に示すように, コイル電流による磁場強度の調整によって Poly-Si のエッチレートの面内分布を制御して凹〜凸に制御できることがわかった。この磁場による制御性を用いて, 圧力 0.2 ~ 10 Pa, ウェハバイアス 0.1 ~ 4.0 kW, いずれの条件においても, Poly-Si のエッチレート面内ばらつきは $\pm 3\%$ 以下の均一性を確認した。さらに, SiO_2 のエッチングにおいても同様に実用条件で $\pm 3\%$ 以下の均一性を得ることができた。以上の結果から, Poly-Si 加工, SiO_2 加工がともに広いプロセス領域で均一性を得られることを実証した。

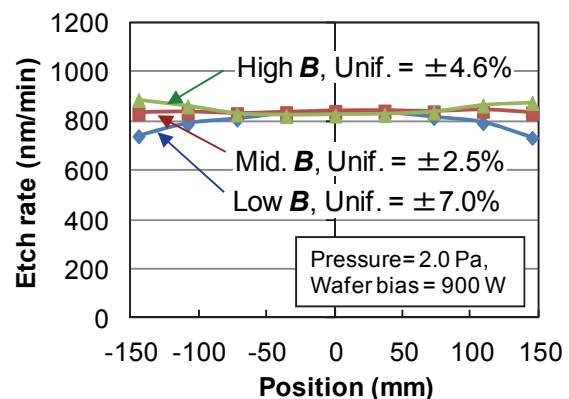


FIG. 1. A relation between magnetic field (B) and etch rate in-plane distribution. Poly-Si was etched with Cl_2 gas at 2.0 Pa pressure applying 900 W wafer bias.

参考文献:

- [1] H. Tanaka *et al.*, *Symposium on VLSI Technology Digest of Technical Papers*, pp. 14-15 (2007).
- [2] K. Yokogawa, *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **47**, pp. 6854-6857 (2008).