

## 基板温度制御による有機 Low- $k$ 膜のエッチング形状制御

### Control Etching Profile of Organic Low- $k$ Film by Controlling Substrate Temperature

名大院工<sup>1</sup>, °福永 裕介<sup>1</sup>, 堤 隆嘉<sup>1</sup>, 竹田 圭吾<sup>1</sup>, 石川 健治<sup>1</sup>,  
近藤 博基<sup>1</sup>, 関根 誠<sup>1</sup>, 堀 勝<sup>1</sup>

Nagoya Univ.<sup>1</sup>, °Yusuke Fukunaga<sup>1</sup>, Takayoshi Tsutsumi<sup>1</sup>, Keigo Takeda<sup>1</sup>, Kenji Ishikawa<sup>1</sup>,  
Hiroki Kondo<sup>1</sup>, Makoto Sekine<sup>1</sup>, Masaru Hori<sup>1</sup>

E-mail: fukunaga.yuusuke@b.mbox.nagoya-u.ac.jp

**はじめに** : 先端 ULSI の配線では 20 nm 未満の微細パターンを高精度に加工する必要がある。このような超微細加工では、エッチングメカニズムを理解した上で、プラズマエッチング種のラジカル密度やその反応確率に影響を与える基板温度などの内部パラメータを制御することが重要である。そこで我々は非接触型高精度基板温度計測システムを利用してエッチング中の基板温度の変化を詳細にモニタし、基板温度に合わせて実時間で内部パラメータ (ラジカル密度比) を制御することで加工精度を高めることに成功している。<sup>1)</sup> 今回、エッチング中の基板温度を一定に制御することで高精度加工を試みたので報告する。

**実験** : 二周波容量結合型プラズマ装置を用い、 $H_2/N_2$  プラズマによってトレンチ幅 65 nm の有機 Low- $k$  膜 (SiLK<sup>TM</sup>) をエッチングした。ウェハ温度は周波数領域型低コヒーレンス干渉計により実時間計測した。<sup>2)</sup> 下部電極に RF (2 MHz)、上部電極に VHF (100 MHz) を印加し、プラズマ生成を On/Off することで基板温度を所望の温度範囲になるように制御した。静電チャック付きの下部電極の温度は 20°C に設定し、基板下には He を導入した。また、総プラズマ生成 (エッチング) 時間は 90 秒間とした。

**結果と考察** : Fig. 1 (b) に基板温度を 25~30°C に制御してエッチングしたパターンの断面 SEM 像を示す。Fig. 1 (a) に示した基板温度制御のない場合では、90 秒間のプラズマ照射により基板温度は初期温度 20°C から 56°C まで上昇した。Fig.1 から求めたボーイング量(B-A)は、それぞれ 13 nm と 8 nm であった。基板温度を一定の範囲に制御することで、特にトレンチ側壁部でのラジカルと被加工物との反応速度の制御が可能となる。これまで、温度上昇とともに水素ラジカル密度比を低減するなどラジカル密度比による形状制御を報告してきたが<sup>1)</sup>、基板温度を高精度実時間モニタしながら、プラズマ On/Off により制御することがナノメートルレベルの形状制御に有効であることがわかった。講演では、以上を踏まえたエッチングプロセスの自律型制御手法についても議論する。

#### 参考文献

- 1) H. Yamamoto et al., Jpn. J. Appl. Phys. **51** (2012) 016401.
- 2) T. Tsutsumi et al., Appl. Phys. Lett. **103**, (2013) 182102.

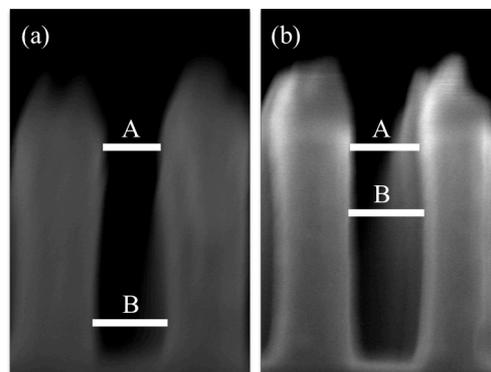


Fig. 1 SEM image of etching profile: (a) without temperature control, (b) with temperature control.