

課題番号 : F-16-UT-0158  
利用形態 : 技術代行  
利用課題名(日本語) : SiO<sub>2</sub>上に成膜された金属パターンの応力剥離  
Program Title (English) : Stress peeling of patterned metal film on the SiO<sub>2</sub>/Si substrate  
利用者名(日本語) : 佐藤喜郎  
Username (English) : Y. Sato  
所属名(日本語) : 市光工業株式会社  
Affiliation (English) : ICHIKOH INDUSTRIES, LTD.

## 1. 概要(Summary)

近年、パワーモジュールの消費電力増大と共に省スペース化の需要が高まっている。通常のディスクリート素子を実装する基板として、主にガラエポ基板が用いられているがパターン精度や放熱性においてパワーモジュールの高密度実装には適していない。そこで、高いパターン精度が期待できるフォトリソグラフィ技術とシリコン基板を用いて次のことを行った。シリコン基板は、導電性を有するため熱酸化膜を施したSiO<sub>2</sub>上に回路パターンを形成することになる。しかしながら、パワーデバイスでは、パターンの抵抗値を下げるために厚膜の通電層が必要となり、SiO<sub>2</sub>と金属膜との剥離が懸念される。そこで、両者の強固な密着力を得るための手法と検討を行った。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

光リソグラフィ装置 MA-6

高密度汎用スパッタリング装置

### 【実験方法】

熱酸化膜付シリコン基板(4 inch)上にフォトリソパターンを形成した後に、RF スパッタにより Ti(X nm)/Ni(Y nm)/Cu(500 nm)の順に成膜した(基板加熱は 100 °C)。その後、物理的にリフトオフを行うためのテープを用いてピールテストを行い成膜した金属膜が剥離しないかを観察した。粘着力は 1N/20 mm 程度を用いた。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

金属膜の膜厚は、① X:30 nm, Y100 nm ② X:50 nm, Y200 nmとした。Fig. 1 にピールテスト後の写真を記載する。TiおよびNiの膜厚を厚くすることでTiとSiO<sub>2</sub>の界面で剥離する結果となった。

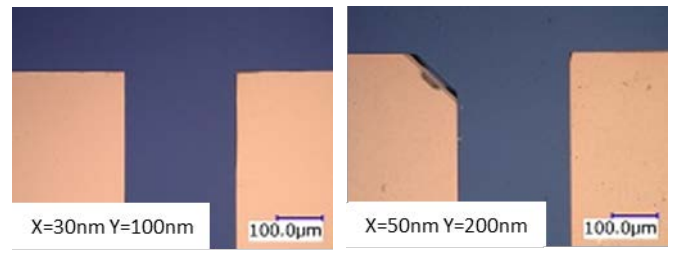


Fig. 1: Metal peeling test. Ti(X nm) / Ni(Y nm) / Cu(500 nm).

金属膜のSiO<sub>2</sub>に対する密着力について、例えば、バックプレッシャー、注入ガスの圧力、スパッタ出力などの要因がある。しかしながら、今回の場合、これらの値はほぼ同等であり、当てはまらない。なお、使用しているシリコン基板は開封直後にフォトリソを行っている。そこで熱応力について考える。熱応力は、温度差、ヤング率、線膨張係数と比例関係にある。また、SiO<sub>2</sub>, Ti, Ni, Cuの線膨張係数およびヤング率は、それぞれSiO<sub>2</sub> (0.5 × 10<sup>-6</sup>/°C, 70 GPa)、Ti (8 × 10<sup>-6</sup>/°C, 116 GPa)、Ni(13 × 10<sup>-6</sup>/°C, 200 GPa)、Cu(16 × 10<sup>-6</sup>/°C, 120 GPa)である。SiO<sub>2</sub>の線膨張係数は金属に比べて一桁小さいため、この界面でのひずみの差が密着力に関係していると推測される。次に、膜厚方向のひずみを考える。熱応力に対して、ひずみが生じた場合、基板の反りが生じる。膜厚方向のひずみは、中立軸までの曲率半径に反比例し、膜厚に比例することで近似できる。つまり、厚い金属膜では応力が大きくなるのが理解できる。よって、同一のスパッタ条件下におけるSiO<sub>2</sub>上の金属膜の成膜は、膜厚が厚くなればなるほど密着力の低下に繋がるのが予想される。

## 4. その他・特記事項(Others)

本課題を実施するにあたり、機器の技術支援を頂きました東京大学学術支援専門職員の水島彩子研究員に深く感謝致します。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation) なし。

6. 関連特許(Patent) なし。