

課題番号 : F-20-NM-0041  
 利用形態 : 技術代行  
 利用課題名(日本語) : 抵抗測定 TEG 試作  
 Program Title (English) : Fabrication of Test Element Group for Metal Resistivity Measurement  
 利用者名(日本語) : 池尻将拓  
 Username (English) : M. Ikejiri  
 所属名(日本語) : 東京エレクトロン株式会社  
 Affiliation (English) : Tokyo Electron Limited  
 キーワード/Keyword : ナノエレクトロニクス、電気計測、金属膜、Test Element Group(TEG)、ケルビン測定

## 1. 概要(Summary)

半導体デバイス世代が進むに従い、配線抵抗は増大している。これはスケールリングによる配線断面積の減少と電子の平均自由行程よりも配線幅や金属膜の結晶粒サイズが小さくなってきており界面散乱や粒界散乱による抵抗率増加が原因であると推察される。金属の抵抗率を下げるためには、Drude の式(1)に示されるように、前述の電子の散乱源の影響をなくし移動度を大きくすること、キャリア密度を上げることが重要である。

$$\rho = \frac{1}{e\mu n} \quad (1)$$

ここで  $\rho$  は抵抗率、 $e$  は素電荷、 $\mu$  は移動度、 $n$  はキャリア密度である。

一般に金属は引張応力が印加されると抵抗は増加し、圧縮応力が印加されると抵抗が減少することが知られており、ひずみゲージはこの性質を利用している。

Fig. 1 にある金属に圧縮応力を印加した場合のフェルミレベルにおける電子状態密度(DOS)の変化を第一原理計算で求めた結果を示す。なお縦軸は応力なしの状態を基準にし規格化した。この計算結果では圧縮応力が印加された際に金属内部では伝導に寄与する電子状態密度(キャリア密度  $n$ ) が 2 倍ほど増加していることが確認で

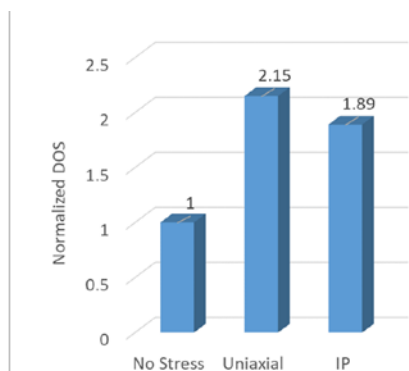


Fig.1 Normalized electronic density of states estimated by first-principles calculation at Fermi level for a certain metal with and without compressive stresses, which are under Uniaxial and Hydrostatic press (IP).

きる。計算から得られた予測を検証するために、薄膜金属の抵抗測定用の Test Element Group(TEG)を作成し、応力印加による抵抗変化について評価することを目的とする。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

多元スパッタ装置(i-miller)

### 【実験方法】

弊社にて Si 基板上に熱酸化膜を 100 nm 成膜した後、金属膜を 5 ~100 nm を成膜した。その後、シンター処理を除く全ての工程は NIMS にて実施する。まずハードマスクとして 50 nm SiO<sub>2</sub> を多元スパッタ装置で成膜した。試料はリソグラフィ工程を経てハードマスク加工および金属膜加工を行い、層間膜として 100 nm SiO<sub>2</sub> 膜を再度多元スパッタ装置で成膜し、コンタクトリソグラフィ、コンタクトホール開口エッチングをし、メタルスパッタにてパッドメタルとして Ti/TiN/Al/TiN の金属積層膜を成膜する。最後に、コンタクトパッドを形成した後に 400°C 4 % H<sub>2</sub> 雰囲気で行う。TEG 作成後は、弊社にて応力印加なし、引張応力および圧縮応力印加状態での金属膜の抵抗を 4 端子 Kelvin 測定を行い、各種応力印加下での金属膜の抵抗を計測する予定である。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

現在、TEG 作成中であるため抵抗データの取得までに至っていない。TEG 作成工程はハードマスク形成まで進捗している。

## 4. その他・特記事項(Others)

技術支援者: 渡辺 英一郎 (NIMS 微細加工 PF)

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

6. 関連特許(Patent) なし。