

課題番号 : F-19-AT-0161
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : 超臨界流体薄膜堆積された銅薄膜を種層とした電解めっきによる高アスペクト比ビアの埋め込みの実現
Program Title (English) : High-aspect via filling by electroplating on SCFD Cu seed layer
利用者名(日本語) : 宇佐美尚人, 肥後昭男, 三田吉郎
Username (English) : N. Usami, A. Higo, Y. Mita
所属名(日本語) : 東京大学大学院工学系研究科電気系工学専攻
Affiliation (English) : Electrical Engineering and Information Systems, The University of Tokyo
キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積、MEMS、超臨界流体薄膜堆積、原子層堆積

1. 概要(Summary)

二酸化炭素に水素、および銅錯体を混合した超臨界流体を用いた銅薄膜の成膜は、高アスペクト比構造上でもコンフォーマルな成膜が可能である。これを銅電解めっきによる高アスペクト比構造の埋め込みの際の種層として利用するために、高密度が期待される原子層堆積されたルテニウムを下地とした超臨界流体薄膜堆積(SCFD)を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

原子層堆積装置[FlexAL]

【実験方法】

Deep RIE によって Si 基板上に作製されたトレンチの表面を熱酸化し、その後原子層堆積装置でルテニウムを成膜した。このルテニウム上に超臨界流体薄膜堆積法によって Cu を成膜し、その後電解めっきを行った。超臨界流体薄膜堆積で使用した実験系は文献[1]に詳しい。

また、これらの薄膜内の応力を調査すべく、回転式 MEMS 応力センサを試作した。この応力センサは薄膜の応力によるシリコンの梁の伸縮をよみとるものである。プロセスとしては、Deep RIE でパターニングされ気相フッ酸エッチングによってリリースされたシリコン上に原子層堆積によってルテニウムを成膜した。その後超臨界流体薄膜堆積を、低温と高温の二種類の成膜温度において行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

ルテニウム上に超臨界流体薄膜堆積された銅薄膜を種層として、電解めっきを行った。めっき後の断面の電子

線頭顕微鏡画像を Fig. 1 に示す。埋め込みが達成されていることがわかる。また、Fig. 2 に応力評価用のテストストラクチャの写真を示す。これを用いることで、超臨界流体薄膜堆積された銅薄膜が、成膜温度によって異なる方向の応力をもつことを示すことができた。

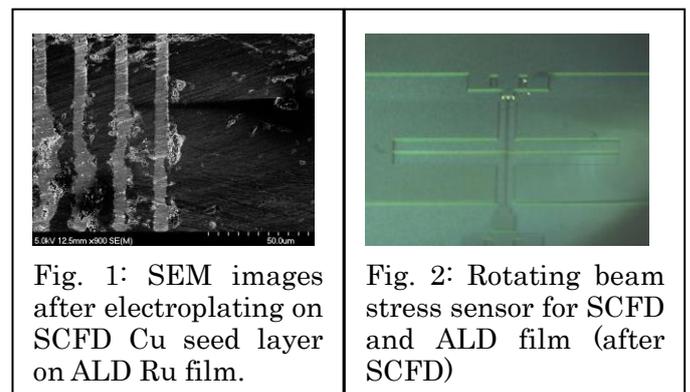


Fig. 1: SEM images after electroplating on SCFD Cu seed layer on ALD Ru film.

Fig. 2: Rotating beam stress sensor for SCFD and ALD film (after SCFD)

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献:

[1] Naoto Usami, Etsuko Ota, Takeshi Momose, Akio Higo, Yoshio Mita, "Influence of Pretreatment on Adhesion Quality of Supercritical-fluid-deposited Cu Film on Si", *Sensors and Materials*, vol. 31, no. 8, pp. 2481--2496, 2019.

・競争的資金名。

日本学術振興会特別研究員奨励費 18J10240
French ANR-16-CE33-0022

また、各プロセスは文部科学省ナノテクノロジー・プラットフォーム東京大学微細加工拠点にご支援を頂きました

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

[1] Naoto Usami, Etsuko Ohta, Akio Higo, Takeshi Momose and Yoshio Mita, " Drop-in test structure

chip to visualize residual stress of Cu
supercritical-fluids-deposition (SCFD)", IEEE
Conference on Microelectronic Test Structures
(ICMTS 2020), Edinburgh, UK

[2] 宇佐美尚人, 太田悦子, 肥後昭男, 百瀬健, 三田
吉郎, “高アスペクト比深掘りトレンチの均一な電解めっき
を可能とする超臨界流体薄膜堆積法で作製された低抵抗
銅薄膜種層”, 「センサ・マイクロマシンと応用システム」
シンポジウム, 2019

6. 関連特許 (Patent)

なし。