

課題番号 : F-17-UT-0097
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法(SCFD)での無残留応力 Cu 薄膜の製作
Program Title (English) : Fabrication of residual stress-free Cu film by supercritical fluid deposition
利用者名(日本語) : 藤田翔太郎
Username (English) : Shotaro Fujita
所属名(日本語) : 東京大学大学院工学系研究科
Affiliation (English) : School of Engineering, the University of Tokyo
キーワード/Keyword : 表面処理、成膜・膜堆積、超臨界流体薄膜堆積(SCFD)、膜加工・エッチング

1. 概要(Summary)

ピエゾ抵抗型圧力センサは、自動車や家電製品、医療機器など幅広い分野で利用されている。現在は、シリコン基板を薄くエッチングしたダイヤフラムの上にひずみゲージを作製した構造がおもに用いられている。ダイヤフラムは表裏で圧力差が生じるとたわむため、たわみ量をひずみゲージで計測する。しかし我々は、同じ圧力差でもよりたわみ量の大きいカンチレバー構造(長さ・幅がともに 100 μm 程度、厚さが数百 nm)を用いた、より高感度な圧力センサを提案している。ここで、ひずみゲージは通常イオン拡散・注入により作製するが、より多様なセンサ構造に対応するため、金属薄膜の堆積による作製を目指す。しかし真空蒸着などの物理的製膜法では、金属原子の表面拡散が不十分なため薄膜内に強い残留応力が発生し、圧力差のない元の状態でもカンチレバーが反ってしまう。一方化学的製膜法では、一般に高温製膜するため冷却時に熱ひずみが発生し、やはりカンチレバーが変形する。そこで我々は、比較的低温で製膜でき膜厚の面内均一性に優れた超臨界流体薄膜堆積法(SCFD)を用いて、金属薄膜内の残留応力の低減を検討している。しかし、SCFD で製膜した薄膜の残留応力に関してはほとんど研究されていない。本研究では、Si 基板に SCFD で Cu を製膜し、応力測定用試料を作製した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

クリーンドラフト潤沢超純水付

【実験方法】

Si 基板上への Cu-SCFD においては、製膜前の基板前処理による表面の酸化膜や有機物の除去が特に重要であることが分かっている。そのため、製膜直前にアンモニア過水洗浄(APM、アンモニア水:過酸化水素水:純水 = 1:1:1、170 $^{\circ}\text{C}$)およびフッ酸洗浄(HF、フッ酸:純水 =

1:4)を行った。それぞれの洗浄後には 200 $^{\circ}\text{C}$ でバークし、残留した水分を除去した。洗浄後に速やかに SCFD 製膜装置に導入し Cu 製膜した。SCFD 製膜はバッチ式で行い、 H_2 ガスを混合した超臨界 CO_2 流体を用いて 200 $^{\circ}\text{C}$ で 10 分間製膜した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に示すように、APM 洗浄および HF 洗浄した Si 基板上に SCFD で全面均一に Cu 製膜できた。断面走査型電子顕微鏡(SEM)像から、Cu 膜厚は 100 nm 程度であった。



Fig. 1 (Left) Si substrate before and after Cu-SCFD. (Right) Cross-sectional SEM image of the Cu-deposited sample.

4. その他・特記事項(Others)

共同研究者:情報理工学系研究科 高橋英俊

競争的資金:「超臨界流体堆積法を用いた MEMS 圧力センサの製作」、豊田理化学研究所 2017 年度年度豊田理研スカラー共同研究

謝辞:Si 基板の前処理をしてくださった微細加工プラットフォーム東大拠点の太田悦子学術支援専門職員に感謝いたします。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。