

課題番号 : F-15-BA-28
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : スパッタ銀薄膜の特異低温内部摩擦
Program Title (English) : Anomalous Internal Friction Peak of Sputter-Deposited Silver Thin Films
利用者名(日本語) : 猪田健登, 谷本久典
Username (English) : K. Inoda, H.Tanimoto
所属名(日本語) : 筑波大学大学院数理物質科学研究科
Affiliation (English) : Graduate School of Pure and Applied Sciences, University of Tsukuba

1. 概要(Summary)

Ag 薄膜(~100nm 厚)を Si リード基板(~150 μ m)上に成膜した複合振動子系の 80~300K での内部摩擦測定において、大気暴露後の昇温初回測定時に 200K 付近に特徴的な内部摩擦ピークが観測されるが、2 度目以降の同温度域での昇温測定時には消失する。このことは、Ag/Si 複合振動子系に特有なこの内部摩擦ピークは表面や界面での物質吸着が関与していることを示唆する。そこで、Ag/Si 界面、さらには Si 基板表面状態との関係を調べるため、種々の化学処理により異なる表面状態とした Si 基板上に Ag 薄膜を成膜し、内部摩擦測定を行うとともに、筑波大学微細加工プラットホームの装置を利用して Si 表面組織観察を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

電界放射型走査電子顕微鏡(日立ハイテク, SU8020)

【実験方法】

異なる製法・ドーパ量の Si 単結晶棒から研削加工により作製したリード状 Si 単結晶基板(リード部長さ 15mm、厚み約 200 μ m、幅 5mm)を表面有機物除去後、HF-HNO₃ 混合液により表面約 30 μ m を化学研磨した。この化学研磨で表面が黒色化した試料では、さらに KOH 水溶液による化学研磨を行った。比較のために、KOH 水溶液のみによる化学研磨を行った Si 基板も準備した。化学研磨後は、HF による水素ターミネション処理を行った。これら Si 基板表面を FIB-SEM 観察するとともに、Ag 薄膜を成膜後に内部摩擦測定を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

CZ 法で作製された、 2.26×10^{14} cm⁻³ B ドープの Si 基板では、HF-HNO₃ 混合液腐食後に表面が黒色化し、その後に KOH 水溶液腐食により光沢状態となる Si 基板

を用いて作製した Ag/Si 複合振動子に特有な内部摩擦が観察される。HF-HNO₃ 腐食で表面黒色化した Si 基板表面を SEM 観察したものが Fig.1(a)である。電子線プローブマイクロアナライザによる分析で Si 以外は検出できず、黒色化は表面ポーラス構造によるものであることが分かった。この表面状態で Ag 成膜した Ag/Si 複合振動子では特有な内部摩擦ピークは観測されなかった。黒色化した Si 基板を KOH 腐食処理した後の表面 SEM 観察結果を Fig.1(b)に示す。Fig.1(a)のポーラス構造は消失し、異方性エッチングでしばしば形成される逆ピラミッド状凹みの跡が見られた。内部摩擦測定結果との比較から、Fig.1(b)の表面状態が特殊な Ag/Si 界面状態をもたらし、特有な内部摩擦ピークの発現に関与していることが示唆された。

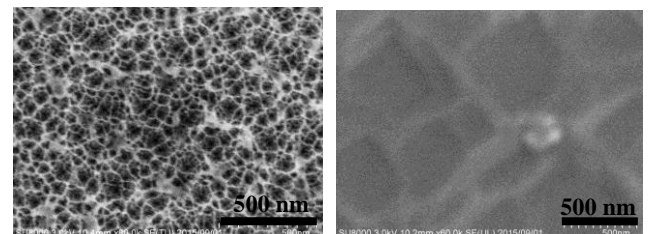


Fig.1 (a) SEM surface image of Si reed (CZ-type, 2.26×10^{14} cm⁻³ B doped) of which surface turned to black by HF-HNO₃ etching and (b) that after following KOH etching.

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) 猪田 健登, 谷本 久典, 「銀薄膜に特有な低温内部摩擦の発現機構」、2015 年日本金属学会秋期講演会(九州大学伊都キャンパス, 2015.9.18)
- (2) 猪田健登, 「銀薄膜/シリコン基板における内部摩擦と界面状態」、修士論文(筑波大学大学院数理物質科学研究科)、2016 年 2 月

6. 関連特許(Patent)

なし。