

課題番号 : F-18-AT-0138  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 高密度・高速応答熱電対アレイの試作  
Program Title (English) : Trial production of high-speed, high-density thermocouple array  
利用者名(日本語) : 畠中龍太  
Username (English) : R. Hatakenaka  
所属名(日本語) : 国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 研究開発部門 第二研究ユニット  
Affiliation (English) : Japan Aerospace Exploration Agency  
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置, スパッタリング、めっき、真空蒸着

## 1. 概要(Summary)

気液相変化時の蒸発潜熱を利用したスプレー冷却器の除熱過程を理解するためには、基礎的な物理過程として単一液滴の加熱面衝突現象を適切に理解する必要がある。本研究では、加熱面表面の局所的な熱流束分布を測定するための高速度・高密度熱電対アレイとして、2つの手法(線挿入方式[1], リフトオフ法[2])を参考にして試作を行った。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

メッキ装置、電子ビーム真空蒸着装置、スパッタ装置(芝浦)、短波長レーザー顕微鏡[OLS-4100]

### 【実験方法 1: 線挿入方式】

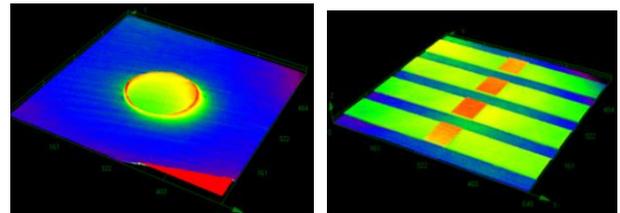
微小孔を開けた純銅板に対して硫酸・過酸化水素水混合液を用いた酸洗い・脱脂洗浄と UV・オゾン処理を施し、別途プラズマ処理を施した被覆コンスタンタン線を挿入し、銅の厚膜めっき(電解銅めっき)を実施して線を機械的に固定した。その後、表面の精密研磨(バフ研磨)を実施した後に Cu 膜および Au 膜(保護膜)をスパッタ成膜した。

### 【実験方法 2: リフトオフ法】

熱酸化処理を行ったシリコン基板に二層レジストを塗布し、パターンを露光/現像した後、電極材料をスパッタにより成膜し、リフトオフを行った(陽極・負極の 2 サイクル実施)。(注: 真空蒸着の場合は今回の使用材料では膜密着性が弱く電極の剥離が発生したためスパッタを採用)

### 【評価方法】

レーザー顕微鏡を用いて 3 次元表面形状を評価し、熱電対としての健全性は市販の熱電対ロガーを用いて評価した。ただし、リフトオフ法で試作した熱電対は規格熱電対では無いため、異なる型の熱電対モードのまま温度変化に対する応答があることのみを確認した。



(a) Wire-insertion (b) Lift-off method

Fig. 1 Surface profiles of thermocouples fabricated by the wire-insertion method<sup>[1]</sup> (a) and the lift-off method<sup>[2]</sup> (b).

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

表面プロファイル(Fig. 1)は、リフトオフ法では成膜した電極材料の厚さ(接点では合計 200 nm)の突起が確認されたのに対し、線挿入方式は(より高精度な平滑面を得られることが期待されたが)線先端付近に 200~400 nm の凹凸が残る結果となった。Fig. 1(a)では線の部分(特に絶縁被膜付近)が凸になっているが、凹凸形状は様々であり、精密研磨技術に問題があると考えられる。熱電対ロガーを用いた確認により、熱電対としての機能は両方式とも問題無いと判断できた。

## 4. その他・特記事項(Others)

### ・参考文献

- [1] 劉維、JST 原子力システム開発・原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ、平成 24 年度成果報告
- [2] 丹下ら、日本機械学会論文集(B編), 75 巻 756 号, pp.1655-1661, 2009.

・本研究は JSPS 科研費 JP16K14166 の助成を受けて行った。

・共同研究者: 東京農工大学 田川義之准教授

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

なし。

## 6. 関連特許(Patent)

なし。