

課題番号	: F-17-WS-0090
利用形態	: 機器利用
利用課題名(日本語)	: UAV 搭載を目標とした MEMS 技術を利用した熱線流速計の開発
Program Title (English)	: Development of Hot-Wire Anemometer using MEMS technologies
利用者名(日本語)	: <u>横山太一</u>
Username (English)	: <u>T. Yokoyama</u>
所属名(日本語)	: 早稲田大学大学院 基幹理工学研究科 機械科学専攻
Affiliation (English)	: Graduate School of Fundamental Science and Engineering, Waseda University,
キーワード/Keyword	: 熱線流速計、UAV、MEMS、リソグラフィ・露光、成膜・膜堆積、エッチング

1. 概要(Summary)

近年、小型の無人航空機(Unmanned Aerial Vehicles: UAV)の発達に伴い、UAV への搭載を視野に入れた熱線流速計の開発がすすめられている。本研究では Al を材料とし、中空構造の熱線流速計の設計を実施、フォトマスクの作製とプロセス設計を行った。それを元に、早稲田大学 ナノライフ創新研究機構のクリーンルーム及び MEMS 機器を用い、熱線流速計を作製し、その特性を評価した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

両面マスクアライナ
電子ビーム蒸着装置
Deep-RIE 装置

【実験方法】

Fig. 1 に示す熱線流速計を CAD を使用して設計した。材料は Al とし、線幅は $10\ \mu\text{m}$ とした。Al 線は Si 基板からの絶縁を保つため、 SiO_2 膜上に作製するプロセスとした。CAD 図面からフォトマスクを作製した。

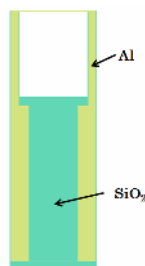


Fig. 1 CAD design of MEMS Hot-Wire Anemometer.

次に厚さ $200\ \mu\text{m}$ の $\phi 100\ \text{mm}$ 、 $1\ \mu\text{m}$ の SiO_2 膜を持つ Si 基板の上にスピナーを使用し、LOR 10B と TSMR V90LB 27CP からなる二層レジストを作製した。作製したフォトマスクを用いて両面マスクアライナで露光し、

NMD3 にて現像、アンダーカットの入ったレジスト形状を作製した。

その後、電子ビーム蒸着装置を用い、レジスト及び SiO_2 膜上に $1.8\ \mu\text{m}$ の Al を蒸着、リフトオフを行い、Al パターンを作製した。

同様に AZ P4620 をスピナーで塗布し、Si 基板上にレジストを作製した。両面マスクアライナにて露光、NMD3 にて現像し、レジストをマスクにして BHF (16 %) により SiO_2 膜のウェットエッチングを行った。

エッチングを行った SiO_2 をマスクにして、Deep-RIE 装置を使用して Si の深掘りエッチングを行った。以上のプロセスを経て、熱線流速計を完成させた。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

MEMS 製作技術を利用し、熱線流速計の試作を行った。Fig. 2 に試作した熱線流速計の Al 線の顕微鏡写真を示す。熱線の幅は目標幅 $10\ \mu\text{m}$ に対し、 $9.54\ \mu\text{m}$ と 4.6 %ほど狭い。抵抗値に関しては $6.59\ \Omega$ の目標値に関しては、 $8.53\ \Omega$ と 29.4 %ほど大きい。抵抗値の増加分が熱線幅の縮小分を上回ったという事実は、気泡などの原因によりそれ以外の要因で熱線の実質幅が縮小していた事を示唆する。

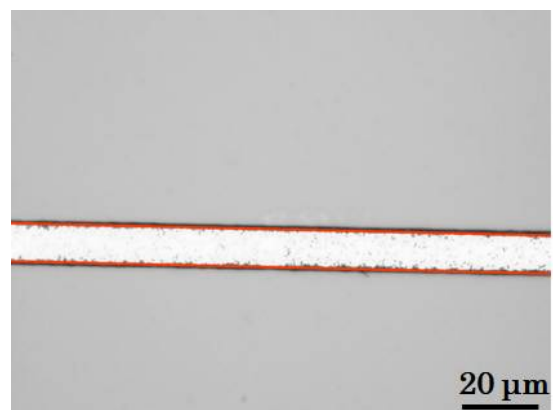


Fig. 2 Micrograph of a Hot-Wire.

試作した熱線流速計を使用し、キャリブレーション試験を行った結果を Fig. 3 に示す。最大誤差 7.7 %、平均誤差 3.4 %の結果が得られた。

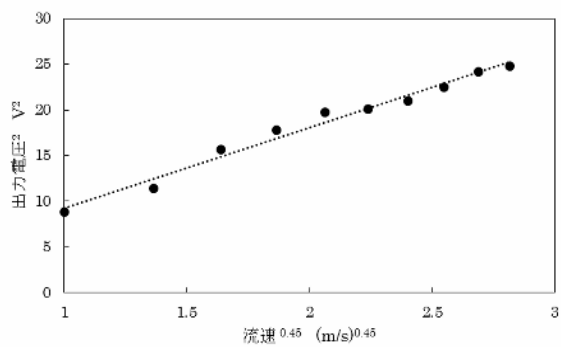


Fig. 3 Calibration of Hot-wire Anemometer.

4. その他・特記事項 (Others)

なし。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許 (Patent)

なし。