

課題番号 : F-18-WS-0034
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : MEMS 熱線流速計プローブの開発
 Program Title (English) : Development of MEMS hot-wire anemometer
 利用者名(日本語) : 惣中康太
 Username (English) : K. Sounaka
 所属名(日本語) : 早稲田大学大学院基幹理工学研究科
 Affiliation (English) : Graduate school of Fundamental Science and Engineering, Univ of Waseda
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、成膜・膜堆積、リフトオフ、熱線流速計

1. 概要(Summary)

熱線流速計は小型かつ軽量で空間分解能が高い流速計として用いられている。80年代からは設計自由度が高いMEMS技術を使用した熱線流速計プローブの開発が行われている。また小型無人航空機技術の発展から、ドローンに搭載する熱線流速計の開発も行われている。UAV(Unmanned Aerial Vehicle)に搭載し、流速測定を行うことを想定すると、1本のプローブを順次移動して測定したい全ての点を繰り返し計測する従来の方法が適用できなくなる。そこで本研究では、多点計測可能かつ、MEMS技術を利用することで従来よりも小型かつ安価な熱線流速計プローブの開発を目指した。そしてプローブ製作後、小型吸込み式風洞を用いて流速測定を行い、測定精度の確認を行った。

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、プラズマ処理装置

【実験方法】

熱酸化膜 $1\mu\text{m}$ の4インチシリコン基板にアルミニウムを蒸着するためのリフトオフパターンをリソグラフィで作製。UV露光は時間1.3secで行い、NMD-3を用いて現像を行った。次にEB蒸着装置で膜厚 $2\mu\text{m}$ のアルミニウムを蒸着し、アセトン、IPA、リムーバー1165を用いてリフトオフを行った。その後シリコン基板から各プローブ素子を分離するためにDeep-RIEを用いてSiエッチングを行った。

製作したプローブを用いて、小型吸込み式風洞において風速1-10m/sの速度域でキャリブレーション試験を行い、測定精度の調査を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

$10\mu\text{m}$ の幅で蒸着したアルミニウム線のSEM画像をFig.1にシリコン基板に配置したプローブのCAD図を

Fig.2に示す。

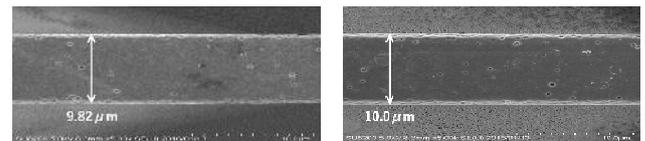


Fig.1 Pictures of Al wire by SEM (left:minimum, right:maximum)

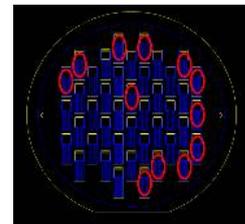


Fig.2 Probe layout drawing

熱線3本の複線型プローブを設計し、熱線の間隔3種類のプローブを各14個、計42個シリコン基板に配置し加工を行った。製作過程で破損したのは12個で歩留まり71.4%を達成した。完成したプローブで行ったキャリブレーション試験の結果をFig.3に示す。

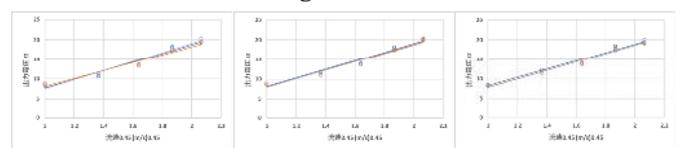


Fig.3 Results of calibration test

Kingの法則に則ってフィッティングを行い、各熱線間隔、熱線において誤差5%以下であることを確認した。また風速5m/sまで測定可能で風速6m/s以上になると断線が確認された。

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。