

課題番号 : F-17-NU-0018
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 高時間応答マイクロ壁面せん断応力センサの開発
 Program Title (English) : Development of fast response micro wall shear stress sensor
 利用者名(日本語) : 岩野耕治
 Username (English) : K. Iwano
 所属名(日本語) : 名古屋大学大学院工学研究科
 Affiliation (English) : Graduate school of Engineering, Nagoya University
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置, 成膜・膜堆積, 膜加工・エッチング

1. 概要(Summary)

乱流により壁面摩擦力が発生するメカニズムを解明するためには, 数十 μm の空間スケール, 数 kHz の時間スケールで空間的, 時間的に変動する壁面せん断応力を精度良く測定することが必要不可欠である. そこで本研究では, 高空間・高時間分解能を有するマイクロメートルサイズの壁面せん断応力センサの開発を目的としている.

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】 両面露光用マスクアライナ、スパッタリング装置一式

【実験方法】

Fig.1 に本研究で製作した熱式マイクロセンサの概略図を, Fig.2 にその断面図を示す. 本センサは, 厚さ 350 μm のシリコンウェハの基板の上に薄膜金属として 10 nm の厚さのクロム(Cr)と厚さ 250 nm の白金(Pt)をスパッタリングにより積層したものである. 昨年度は白金ではなく金を使用していたが, 温度ドリフトを抑えるためにセンサ金属を金から白金に変更した. センサのサイズは幅 3 μm , 長さ 0.3 mm(抵抗値は約 20 Ω)である. この薄膜金属に電流を流して加熱部として使用する. また熱容量を小さくし, 時間応答性の向上を図るため, 表面を酸化膜(SiO_2)で覆い, 加熱部下はシリコン基板をエッチングし, 厚さを 1 μm の酸化膜のみとしている. 本センサは加熱された金属薄膜の温度を一定に保つための定温度型回路とともに用い, 流体による加熱部の熱拡散によって変化するセンサの出力値を, 壁面せん断応力値に変換することで計測を行う. 本センサを二次元チャンネルの底面に設置し, 壁面乱流による摩擦応力変動を測定した.

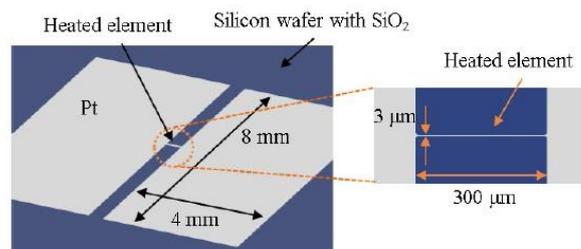


Fig.1 Enlarged view of heated element of the sensor.

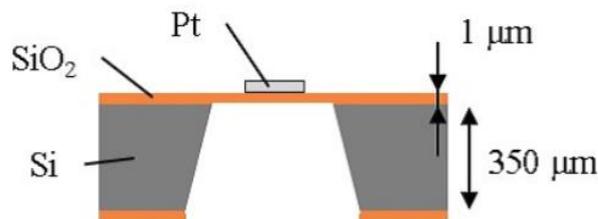


Fig.2 A cross section of the sensor.

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig.3 に異なる 3 つの壁面摩擦速度 U_τ における壁面摩擦応力 τ_w のパワースペクトル E_{τ_w} を示す. Fig.1~3 には本研究で製作したセンサに加えて, 直接数値計算(DNS)により得られた結果を合わせて示す. Fig.3 より, 100 Hz 程度までは実験値と DNS による計算値は良く一致していることがわかる. しかしながら, それ以上の周波数では実験値は DNS による計算値よりも小さな値を取ることがわかる. これは, 本研究で製作したセンサが熱式であるため, シリコン基板への熱伝導により応答性が低下しているためであると考えられる.

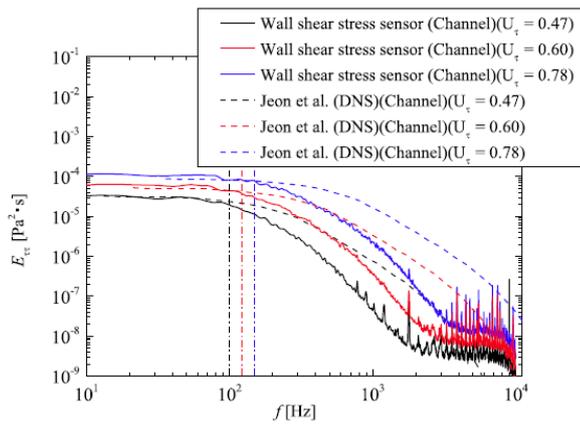


Fig.3 Power spectrum of wall shear stress fluctuation

4. その他・特記事項 (Others)

・参考文献

(1) Jeon et al., Space-time characteristics of the wall shear-stress fluctuations in a low-Reynolds-number channel flow, Phys. Fluids, vol. 11 (1999), pp.3084-3094.

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

なし.

6. 関連特許 (Patent)

なし.