

＊課題番号 : F-12-UT-0033  
 ＊支援課題名 (日本語) : 超音波支持ギャップ内圧力測定プロジェクト  
 ＊Program Title (in English) : Pressure distribution measurement for ultrasonic suspension gap  
 ＊利用者名 (日本語) : 高崎正也  
 ＊Username (in English) : Masaya Takasaki  
 ＊所属名 (日本語) : 埼玉大学理工学研究科  
 ＊Affiliation (in English) : Saitama University

＊概要 (Summary) :

スクイーズ膜効果を利用したスクイーズ軸受はよく知られており、超音波振動板とわずかな空隙を持って対向した面に対して反発力が働く。我々は境界条件によっては逆に吸引力が働く（上方から支持する）ことを実験的に示した。今回のプロジェクトではこのメカニズム解明のための局所圧力センサの開発を目的としており、センサにより圧力分布の測定が可能となる。このような測定は未だ達成されておらず、関連分野の研究者に有益な情報を提供することができる。また、「境界」で起こっている事象を明らかにし、原理を理解できるため、目的にあわせて「支持機構」を設計することが可能となり、シート状物体の搬送など産業応用も期待することができる。さらに、将来的には Fig. 1 に示すように、センサアレイとすることで、1度の計測で空隙内の圧力分布を知ることができる。

＊実験 (Experimental) :

使用機器 :

- 高速大面積電子線描画装置
- マスク・ウェーハ自動現像装置群
- 光リソグラフィ装置
- 4インチ高真空 EB 蒸着装置
- シリコン深掘りエッチング装置
- クリーンドラフト潤沢超純水付 を利用した。

今回のプロジェクトでは、プロトタイプセンサを製作して評価実験を行った。Fig. 2 にセンサの製作プロセスを示す。(1)両面研磨シリコンウエハの両面にアルミニウム膜を形成し、一方にポリイミド膜を形成し、他方にフォトレジストをスピコートする。(2)上面のアルミニウム膜をエッチングし、深掘りエッチングのためのマスクとする。(3)シリコン基板エッチング。(4)フォトレジストを除去する。完成したプロトタイプ圧力センサを Fig. 3 に示す。

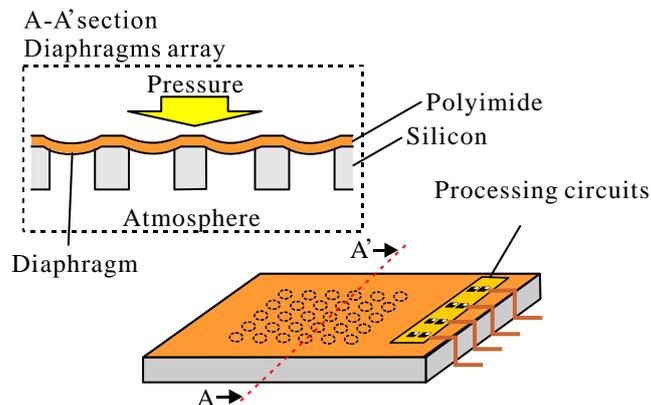
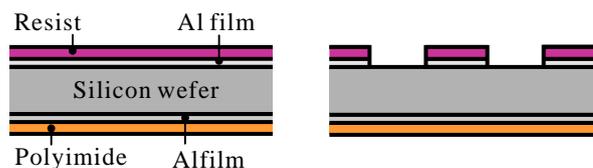


Fig. 1 Concept of diaphragm pressure sensor array



- (1) Metal evaporation and coating photoresist and polyimide
- (2) Exposure, development and etching
- (3) RIE etching
- (4) Removing photoresist

Fig. 2 Fabrication process of prototype diaphragm pressure sensor

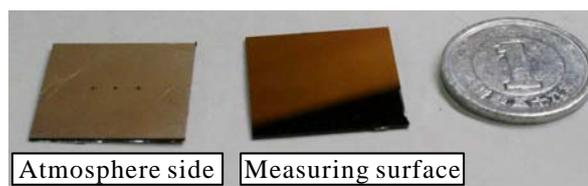


Fig. 3 Fabricated prototype diaphragm pressure sensor

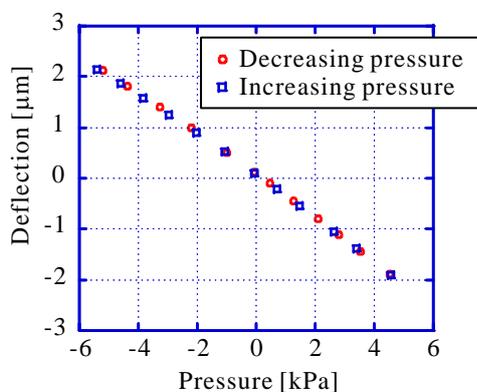
＊結果と考察 (Results and Discussion) :

プロトタイプ圧力センサの圧力校正を行った。圧力は

マノメータを用いて測定した。水の密度を  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>], 重力加速度を  $g$  [m/s<sup>2</sup>], 大気圧  $P_0$  [kPa], 印加した圧力  $P_a$  [kPa], 液面差  $h$  [m] とし, 式(1)を用いて印加した圧力を算出した。

$$P_a - P_0 = \rho gh \quad (1)$$

印加する圧力を +6[kPa] から減少, -6[kPa] から増大させ, 圧力とたわみの関係を取得した。校正した結果を Fig.4 に示す。この範囲ではヒステリシスは見られず高い線形性を示している。また, このセンサのレンジが先行研究において行われた圧力測定のレンジ内であることから, このセンサを用いての測定が可能である。



**Fig. 4 Relationship between Pressure and Deflection**

※その他・特記事項 (Others) :

今後, センサを案内するステージを製作し, センサを動かしながら圧力を測定することで, ギャップ内の圧力分布を観測していく。

共同研究者等 (Coauthor) :

千田 竜太郎 埼玉大学理工学研究科

論文・学会発表

(Publication/Presentation) :

千田 竜太郎, 千野 翔太, 石野 裕二, 水野 毅, 高崎 正也, 「超音波支持におけるギャップ内圧力測定の検討」, 第25回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム, 2013年5月

関連特許 (Patent) :

出願 1 件