

事業項目名：高速シリコンディープエッチング装置を使ったMEMS音響センサの開発

共同研究者：北海道大学大学院情報科学研究科 館野 高教授

公益財団法人 J K A 平成27年度公設工業試験研究所等における機械設備拡充事業等補助事業により当研究所に導入した高速シリコンディープエッチング装置 (MUC21-SRE/0 (住友精密工業株)) を活用して、北海道大学大学院情報科学研究科 館野 高教授と共同研究を行いました。

最終的な研究目的は、事故や病気で失った聴覚機能を人工的に補綴する聴覚中枢系補綴器の開発ですが、本共同研究では、まずは齧歯類実験動物をターゲットにして、その可聴域 (10 ~ 60 kHz) に共振周波数をもつ圧電MEMS音響センサの設計・試作・評価を行いました。

MEMS用設計・解析支援ソフト「MemsONE」を用いて、圧電体薄膜を塗布するダイアフラムの振動モード解析を行った。解析結果からダイアフラムの形状、サイズを決定しました。Siデバイス層の厚さ30 μm のSilicon On Insulator (SOI) 基板を使用することとした。図1に同センサの上面図と断面図を示します。

フォトリソグラフィを主としたMEMS微細加工技術を使って、MEMS音響センサを試作しました。Siデバイス層の厚さ30 μm のSOI基板から、熱酸化、Al下部電極形成、P(VDF/TrFE)強誘電 (圧電) 体薄膜の製膜 (厚さ0.8 μm)、Au/Cr上部電極の形成、裏面から、シリコン高速ディープエッチング装置を使ってSiバルク層 (厚さ369mm) を垂直にエッチング除去し、所望の径をもつダイアフラムの形成に成功しました。ダイアフラムの直径は2.0~6.5 mmの範囲でチャンネル (Ch) 1~9と9通り作製しました。図2に試作したセンサの表面、裏面の顕微鏡写真、断面SEM画像を示します。同図より、概ね設計通り試作できたと言えます。シリコン高速ディープエッチング装置のように、シリコンの結晶方位に依存することなく垂直に深くエッチングできることで、所望の形状、大き

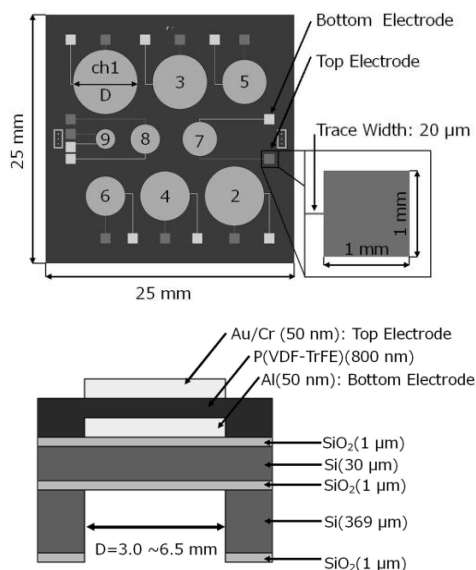


図1、音響センサの上面図と断面図

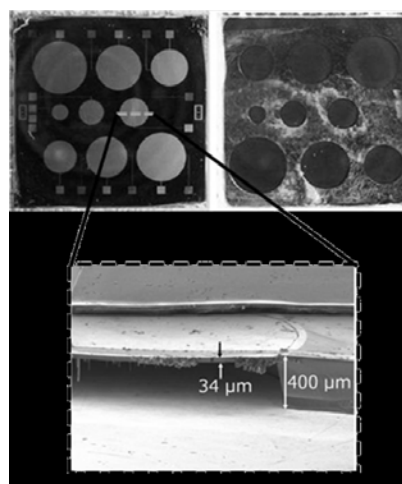


図2、試作した音響センサの表面、裏面、断面 SEM 画像

さをもつダイアフラムが形成でき、今回の音響センサの試作が可能になっています。

図3に、ダイアフラムの振動特性を示しています。Ch1～8において、MemsONEをつかった振動モード解析で求めた共振周波数とほぼ同じ周波数で共振していることが分かりました。

受信感度については、Ch1において、80dB SPL 9.3 kHzの音信号に対して、14 mVの出力電圧が生じ、受信感度は70mV/Paとなり、齧歯類実験動物をターゲットにした音響センサとして十分であることが分かりました。

以上の成果については、平成28年3月23日に、北海道大学大学院情報科学研究科 修士課程2年生 岩城遼氏が、電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会 (NC2-1-B-32) にて報告しました。図1～3は、信学技報 Vol. 115, No. 514, pp. 179-184 (2016) (copyright(c) 2006 IEICE) から抜粋しました。

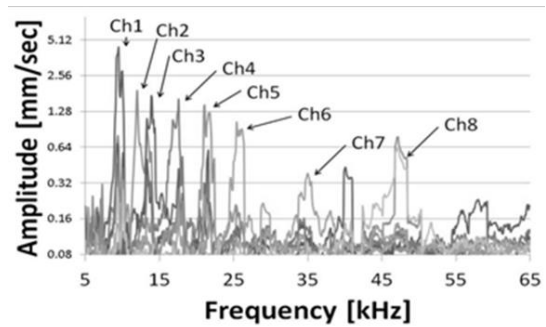


図3、試作した音響センサの周波数依存性