

Integration of Wet Etching Membrane Micro-Arrays

大学院自然科学研究科	教授	久保田 弘
”	後期課程	宗 勇樹
”	前期課程	宮本 康生
”	後期課程	西 優弥
”	後期課程	林 直毅
キヤノン株式会社		市川 武史
”		松本 繁幸

1. はじめに

高性能な触覚センサ開発には、超高密度なマイクロスケールの圧力センサ群を配置する必要があることに加え、そのひとつひとつのセンサは微細であっても高感度であることが求められる。ピエゾ抵抗型メンブレン圧力センサは、MEMS技術を用いることにより微細に加工することが容易であり、微細加工による感度劣化も少ない。なぜならば、そのセンサ感度は、容量型のようにメンブレン面積に強く依存することではなく、メンブレン端に集中する応力によるピエゾ抵抗変化で決まるからである。容量型においてセンサ感度を決定するものはキャパシタンスの変化率であり、これはセンサを構成するメンブレンサイズの4乗に比例する。これに対しピエゾ抵抗型では、センサ感度を決定する因子はピエゾ抵抗の抵抗率変化であり、メンブレンサイズの2乗に比例する。よって、メンブレン幅がある程度大きい領域では、容量型のセンサはピエゾ抵抗型よりも大きなセンサ感度を有しているが、あるメンブレン幅 a_c より小さい領域では、この関係が逆転し、ピエゾ抵抗型の方が容量型よりもセンサ感度が大きくなる。例えば、メンブレンの厚さ $1\mu\text{m}$ 、容量型の電極間の間隙を $1\mu\text{m}$ として計算すると、 a_c は $50\mu\text{m}$ 程度となる。このことから、 $50\mu\text{m}$ 以下のメンブレンサイズのセンサを高密度に集積する場合にはピエゾ抵抗型圧力センサを用いる必要があるといえる。しかし、そのメンブレン作製に深掘りエッチングを用いるため、センササイズが小さくなるほどメンブレン端の形成位置にばらつきが生じるという問題がある。特に量産性の高い異方性ウェットエッチングを用いた場合、この精度を保證するエッチング条件の均一性を得ることが困難となる。メンブレン端の形成位置のばらつきは、そのメンブレン端のピエゾ抵抗に対する相対位置のずれを発生し、センサ感度の低下に加えて高密度に集積したセンサ間に感度ばらつきが生じる。そこで本稿では、過去に我々が開発したレチクルフリー露光装置(RFE)を用いて、ばらつきを持ったメンブレン端にピエゾ抵抗パターンを合わせこみ、補正しながら形成することで、超小型かつ高感度なマイクロスケール圧力センサを超高密度で実装する方法を提案し、その効果について検証した。これは超高密度なマイクロスケール圧力センサを指先の指紋ピッチ程度に配置した触覚センサを目指すものである。

2. むすび

あらかじめ異方性ウェットエッチングにより作製し、ばらつきを持ったメンブレン端位置に、ピエゾ抵抗の位置をレチクルフリー露光方式(RFE)によって調整して作製することで、高感度で高密度、かつ感度ばらつきの小さい圧力センサを超高密度に実装することが可能である。これによって、指紋のピッチ程度の触覚センサアレイの作製に道が開けた。本方法ではメンブレン作製のための異方性ウェットエッチング(WEP)は完全に独立したプロセスである。ピエゾ抵抗パターン位置がレチクルフリー露光方式(RFE)によりメンブレン端に位置合わせされるため、WEPのエッチング精度に対して厳格な要求はない。設計感度に近い感度をもつセンサの歩留まりも劇的に向上する。RFEプロセスを用いることにより低コスト、高スループットのWEPを正確な位置合わせ精度が必要なMEMSプロセスにさえ適用することができるであろう。