

ミニマルファブを用いた3軸ピエゾ抵抗型加速度センサの感度低下要因についての検討

Investigation of Factors that Degrade the Sensitivity of three-axes Piezo-resistive Accelerometer in Minimal-Fab Process

ミニマルファブ推進機構¹, 産業技術総合研究所², (株)Hundred Semiconductors³

○小粥 敬成¹, 関藤 竜平¹, 田中 宏幸², 居村 史人³, 谷島 孝¹, 原 史朗^{1,2,3}

MINIMAL¹, AIST², and Hundred³,

Hiroshige Kogayu¹, Ryuhei Sekifuji¹, Hiroyuki Tanaka², Fumito Imura³, Takashi Yajima¹, and Shiro Hara^{1,2,3}

E-mail: hiroshige-kogayu@minimalfab.com

【背景・目的】MEMS デバイスの多品種少量性は、我々が実用化したミニマルファブに適していることから、当初から装置の開発と共に MEMS デバイスの開発も進めてきた[1]–[4]。最近では、ボッシュプロセスによる深掘りエッチング技術がミニマルファブでも開発された[5]ので、ピエゾ抵抗型加速度センサを試作してきた[6]–[9]。これらの試作において、3軸加速度センサでは、x 軸方向と y 軸方向は 90 度回転させた対称の形状であるが、x 軸/y 軸方向で同等の感度が得られないという課題があった。それに対しウェハ表と裏のパターンのズレが原因と推定し、改善を行ってきた。そこで今回は感度低下要因をより明確化するため、パターンのズレ量と感度の関係を定量化することを試みた。また、評価にあたっては市販の加振器による加速度評価システムを用いず、より簡便で安価に評価できる方法を検討した。本稿ではその試作内容と感度低下要因について実験を行った結果を報告する。

【作製・評価方法】試作したプロセスは図1に示すようにBOX酸化膜をストップパにしてウェハ表面からのエッチングとウェハ裏面からのエッチングを行ない梁端部に設置したピエゾ抵抗が適正に機能しない領域が出てくる。これが感度低下を招く要因と考え、今回は図2に示すように裏面を意図的にずらしたパターンを設計して試作を行なった。裏面を x 方向に+10 μm ずらした例を示している(図3は試作後の外観)。振動評価については図6に示すように振動スピーカを用いて自作し、比較対象として市販の加速度センサも取付け、L 字型治具に試作した 3 軸加速度センサを装着してセットアップを行なった。測定はアンプに周波数 150Hz の正弦波を入力し手動で加速度を調整して、オシロスコープの FFT 機能を用いて、市販の加速度センサの出力値に対する 3 軸加速度センサの x 方向及び y 方向の出力電圧から感度を求めた。

【結果と考察】図7に表裏のパターンズレ量と感度の関係を示す。プロットはズレ量の設計値[μm]として(x,y)=(0,0)、(+10,0)、(0,+5)、(0,+10)の4種類のものであるが、横軸は図4、5に示すウェハ内に8個配置したズレ量確認プロセス TEG の測定データを基準として、MEMS チップのウェハ内の位置でのズレ量を補正して絶対値を取ったズレ量である。ズレ量が大きくなるに従って感度が低下する傾向であり、この場合の感度はズレ量 1 μm あたり 0.0055mV/(VG)低下し、またピエゾ抵抗の長さは 25 μm であることからズレ量 25 μm で感度はほぼゼロとなったと考えられる。ただし感度のばらつきには、このズレ量の他に、本プロセスでは梁の厚さ(=SOI 層の厚さ)のコントロールを研磨で行なっており、ウェハ面内の SOI 層厚さばらつきも1つの要因である可能性がある。

<参考文献>

- [1] 原史朗, クンパアンソマワ, 「ミニマルファブの開発とそのデバイスプロセス」, 応用物理, 83(5), 380 (2014).
 - [2] クンパアンソマワ, 「ミニマルファブにおけるデバイスプロセス開発事例」, クリーンテクノロジー, Vol.23, No.12 (2014).
 - [3] Y. X. Liu et al., Jpn. J. Appl. Phys. 57, 06HD03-1-6, 2018.
 - [4] Tuan Anh Phan, 他, 第78回応用物理学会秋季学術講演会 6p-C21-13(2017).
 - [5] 田中宏幸, 他, 第79回応用物理学会秋季学術講演会 21p-233-7(2018).
 - [6] 小粥敬成, 他, 第68回応用物理学会春季学術講演会 19p-Z24-5(2021).
 - [7] 小粥敬成, 他, 第69回応用物理学会春季学術講演会 24a-E102-6(2022).
 - [8] 小粥敬成, 他, 第83回応用物理学会秋季学術講演会 20p-A406-13(2022).
 - [9] 小粥敬成, 他, 第70回応用物理学会春季学術講演会 15p-B410-2(2023).
- 謝辞: この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の助成事業 (JPNP12004) の結果得られたものです。

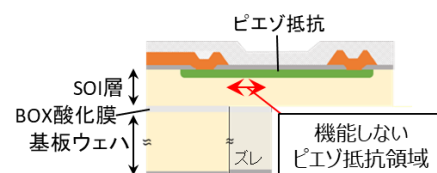


図1. 梁端部断面図

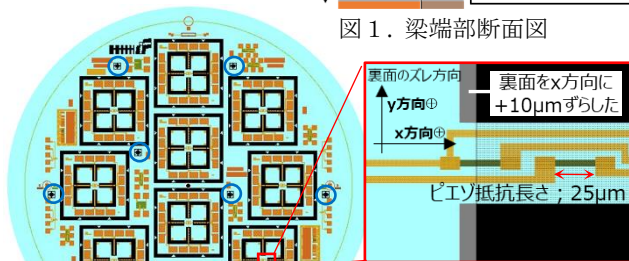


図2. 梁端部レイアウト図



図4. ウェハレイアウト図

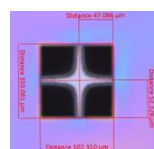


図5. ズレ量確認プロセス TEG

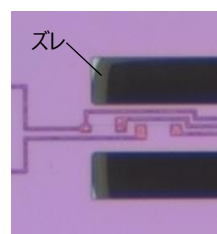


図3. 梁端部の外観

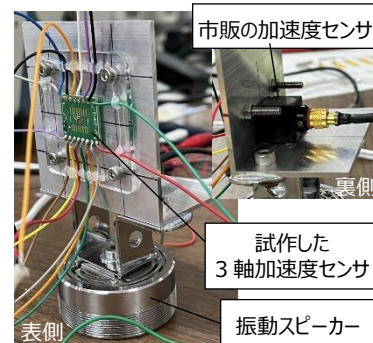


図6. 自作した評価セットアップ

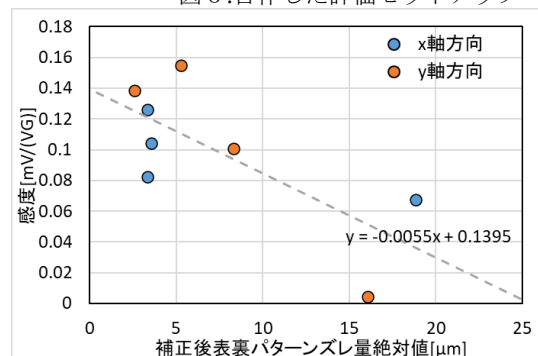


図7. 表裏のパターンズレ量と感度の関係