

\*課題番号 : F-12-TU-0071  
\*支援課題名 (日本語) : 単結晶 Si の piezoresistive 効果を用いた応力・ひずみセンサの開発と銅配線周辺に発生する残留応力の計測・評価  
\*Program Title (in English) : Development of the Strain Sensor using Piezoresistive Effect for Single-Crystalline Si and Measurement of the Residual stress around Copper Interconnections  
\*利用者名 (日本語) : 古屋亮輔  
\*Username (in English) : Ryosuke Furuya  
\*所属名 (日本語) : 東北大学 大学院工学研究科  
\*Affiliation (in English) : Graduate School of Engineering, Tohoku University

#### ※研究概要 (Summary) :

従来、ナノスケールで残留応力を製造プロセス中に一貫して定量的に計測する方法は存在しなかった。そのため、最終製品において特性のばらつきが生じた際に、百数十に及ぶ製造工程の中から問題となる工程を特定することは困難であった。そこで、本研究では半導体製造プロセスを通じたナノスケールでの定量的な残留応力計測技術の確立を目的として、単結晶 Si の piezoresistive 効果を用いた応力・ひずみセンサを開発する。特に本研究では、銅配線周辺に発生する残留応力変動の計測・評価を試みる。

#### ※実験 (Experimental) :

記入内容

Si 基板上に熱酸化によって SiO<sub>2</sub> 膜を堆積させ、SiO<sub>2</sub> をエッチングし、センサ形状を作製する。不純物として P(リン) をイオン注入法によって Si 基板上に注入する。続けて、SiO<sub>2</sub> の堆積とエッチングによって、センサのコンタクト部を作製し、再度 P(リン) を注入する。スパッタリングによって、Al を堆積させ、エッチングすることで配線を作製する。最後に保護膜として、SiO<sub>2</sub> をプラズマ CVD によって堆積させ、計測用の電極パッド部をエッチングによって作製する。

使用した主な装置

イナートオープン (シンター炉), 両面アライナ, 酸化炉 (半導体用), アニール炉, 中電流イオン注入装置, LPCVD(SiO<sub>2</sub>), 住友精密 PECVD, アネルバス

パッタ装置, 芝浦スパッタ装置, アネルバスパッタ装置, 膜厚計, 4 探針測定装置

#### ※結果と考察 (Results and Discussion) :

前述の作製方法により、4 inch ウエハ 1 枚に、146 個の 1 cm 角チップ状にしたひずみセンサを作製することに成功した。作製したひずみセンサの概観を以下の図 1,2 に示す。ひずみ測定のために、ひずみを負荷しない状態でプローバーによって作製したセンサの初期の電気抵抗を測定した。その結果、初期の電気抵抗は、目標抵抗値(約 3000 Ω)よりも約 1000 倍も高い抵抗値となってしまった。さらに時間によってセンサの電気抵抗が大きくゆらぐという事象も確認されたため、現時点において高感度なひずみ測定ができない可能性が高いと考えられる。そのため、高感度なひずみ測定を目指し、このセンサの高抵抗化の問題を解決する必要がある。

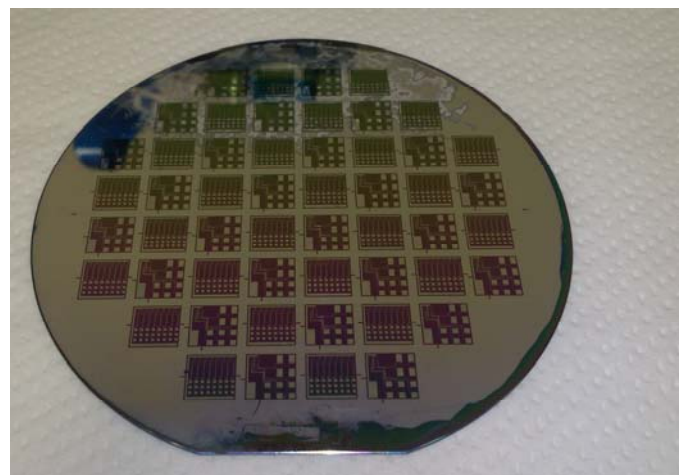


図 1, 4inch ウエハに作製したひずみセンサ

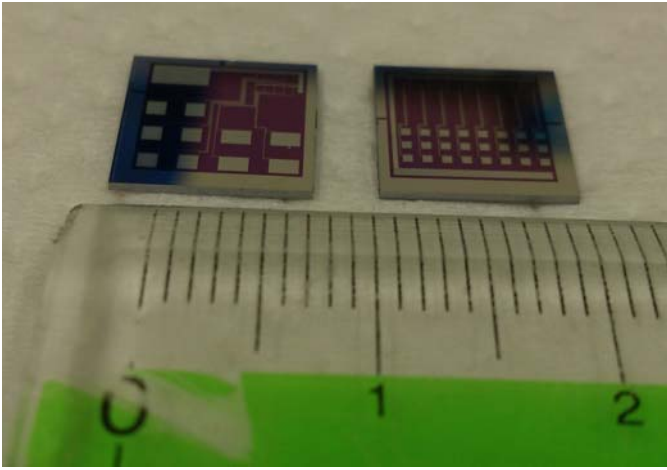


図 2, 1 cm 角に切り出したひずみセンサチップ

※その他・特記事項 (Others) :

今後の課題として、センサの高抵抗化の原因を突き止める必要がある。原因はさまざま考えられるため、一つ一つの原因を明らかにしていく。

・参考文献

1. 岸宏樹, 鈴木研, 三浦英生, 日本機械学会東北支部第 45 期総会・講演会講演論文集, No.2010-1, pp.34-35.
2. 中平航太, 岸宏樹, 鈴木研, 三浦英生, 第 24 回エレクトロニクス実装学会春季講演大会講演論文集, pp. 40-41, (2010).
3. 佐々木拓也, 上田啓貴, 三浦英生, 日本機械学会論文集 (A 編), Vol. 75, NO. 755(2009), pp. 831-838.