

※課題番号 : F-12-TU-0072
※支援課題名 (日本語) : 半導体三次元実装構造製造工程における残留応力計測技術の開発
※Program Title (in English) : Development of residual stress measurement method in semiconductor devices mounted in three-dimensional packages
※利用者名 (日本語) : 鈴木 研
※Username (in English) : Ken Suzuki
※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、トランジスタ製造工程である前工程から、三次元実装工程である後工程まで、一貫して残留応力を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した、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する。今回、単結晶 Si の piezo 抵抗効果を用いた応力・ひずみセンサを開発し、特に、実装工程において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

4 inch ウエハ上に応力・ひずみセンサを作製する工程を以下に示す。

Si 基板上に熱酸化によって SiO₂ 膜を堆積させ、SiO₂ をエッチングし、センサ形状を形成する。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。続いて、SiO₂ の堆積とエッチングによって、センサのコンタクト部を形成し、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パターンを形成する。最後に保護膜として、SiO₂ 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形成し、応力・ひずみセンサを作製した。

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(SiO₂), 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) :

今回、作製しているセンサの形状が複雑かつ微細なため、作製プロセスの条件出しを詳細に行った。

作製中のセンサの光学顕微鏡写真を以下の図 1~3 に示す。図 1 は、センサの形成プロセスにおける、現像後の外観図である。図 2,3 はセンサ部の拡大写真であり、図 2 と図 3 ではセンサのゲージ部の幅が異なっており、図 2 のゲージ部の幅は 500 nm, 図 3 のゲージ部の幅は 700 nm となっている。図 2 より、ゲージ部の幅を 500 nm としてセンサ形状を作製する場合、センサゲージ部のレジストがほとんど除去されていないことが確認された。そこで、センサ構造を修正し、ゲージ部の幅を広くした。図 3 より、ゲージ幅 700 nm では 500 nm よりもゲージ部のレジストが除去されていることがわかる。しかし、図からは読み取りにくい、ゲージ部のレジストを完全には除去しきれなかった。そのため、今後はレジストを完全に除去するために、露光条件や現像条件の見直し、さらにはセンサ形状の見直しを行い、センサの開発を継続していく。

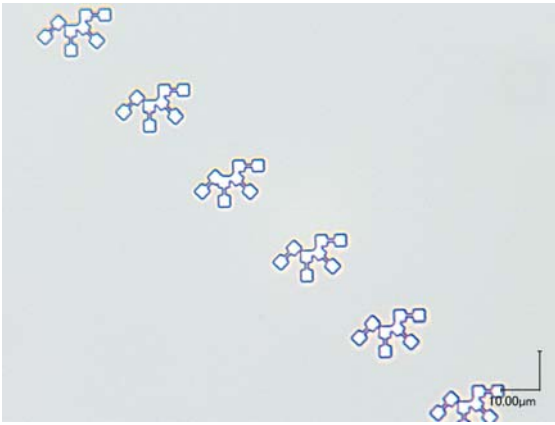


図 1, センサ形成プロセスにおける光学顕微鏡写真

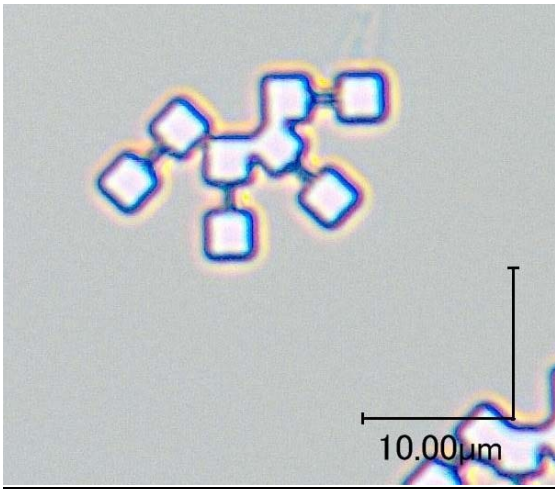


図 2, ゲージ幅 500 nm センサの拡大図

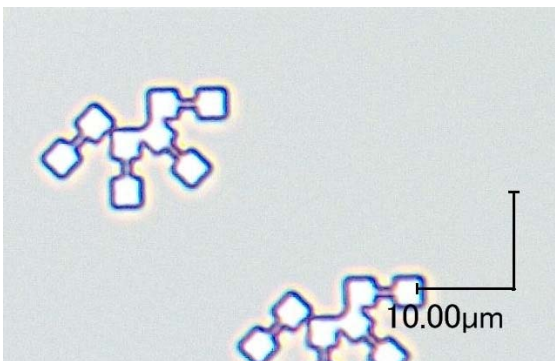


図 3, ゲージ幅 700 nm センサの拡大図

しが必要になる。

・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.

※その他・特記事項 (Others) :

記入内容

・今後の課題

複雑なセンサ形状を形成するために、センサのパターンの露光条件や現像条件、さらにセンサ形状の見直