

- ※課題番号 : F-12-TU-0068
- ※支援課題名 (日本語) : 先端融合領域イノベーション創出拠点形成プログラム「マイクロシステム融合研究開発」
- ※Program Title (in English) : Creation of innovation centers for advanced interdisciplinary research areas Program
- ※利用者名 (日本語) : 佐藤 史朗
- ※Username (in English) : Shiro Satoh
- ※所属名 (日本語) : 東北大学 マイクロシステム融合研究開発センター
- ※Affiliation (in English) : Microsystem Integration Center, Tohoku University

※研究概要 (Summary) :

目的は、赤外センサー用真空パッケージングを、CMOS プロセスに完全に整合した方式で実現するため、擬似的な構造を用いて接合実験を行い、本実験で採用した方式の可能性を確認することである。

具体的には、赤外センサー用の CMOS プロセスで作成された回路基板、センサーへの入力用光学素子が形成された Si 基板同士を金属接合し、真空封止を実現する。

CMOS プロセスコンパチのため、最高接合温度はバックエンドプロセス温度 (400°C) 以下でなければならない。また、後工程のリフロー温度 (約 230°C) にさらされるため、その温度に耐える必要がある。利用できる金属は、CMOS プロセスで利用する金属の、Al、Cu、Ge に限られ、それ以外は汚染の観点から利用できない。

本研究開発では、材料及びプロセスコスト面も考慮し、材料として Al を、プロセスとして熱圧着のみを用いた。また、上記課題に応えるため、Al スパッタ膜が接合表面に形成された表面は井桁状構造で、断面は下駄状構造を有する 20mm² の Si ウェハと、封止性評価のためホール状のキャビティが形成されてダイヤフラムが形成された、接合表面に Al スパッタされた 20mm² の Si ウェハの熱圧着接合を 400°C 以下で試みた。

Al と Al の固相接合は、接合する Al 同士の相互拡散により実現される。しかし、Al は容易に酸化されるため、酸化膜が形成されていない Al 面同士を接合するためには酸化膜を事前に除去する必要があるが、その酸化膜除去は難しく、除去工程を接合前に入れるとプロセスコストアップとなる。

Al は塑性変形しやすいため、強い圧力を加えることで変形し、すべり面が容易に形成され酸化膜の無い Al 面を露出させることができる。接合される両 Al 面同士を接触させ外側から圧力を印加させることですべりを起こさせ、露出した新規な Al 面同士を接触させて接合を実現できると推測している。

※実験 (Experimental) :

Si ウェハへの井桁状構造および SOI ウェハへのキャビティー形成は STS 製 DeepRIE 装置で行った。

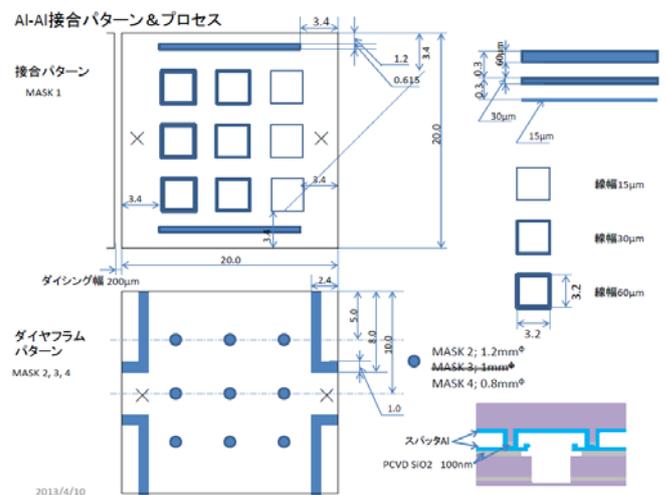


図1 接合ウェハ用マスクパターン、および接合後の断面模式図

Al のスパッタ成膜は冷却型のシバウラ製スパッタ装置で実施した。また、熱圧着は SUSS の接合装置を用いて実施した。

井桁状の構造を有する Si 基板およびキャビティーが形成され、ダイヤフラムが作成された Si 基板の平面パターン、及び、両基板の接合後の断面の模式図を図1に示す。また、代表的な接合条件を図2に示す。接合は真

空状態で実施した。本条件では接合温度 395°C、接合圧力 81.3MPa、接合時間 3 時間である。

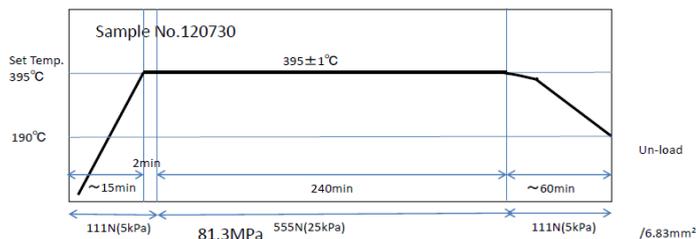


図2 接合温度及び時間プロフィール

※結果と考察 (Results and Discussion) :

図3に示すように、良好な接合が実現し、接合後 22 時間経過後も、9 個のキャビティー中 7 個のダイヤフラムがへこんでおり、真空封止が実現できている。

120730 Al-Al 封止接合 接合後22時間

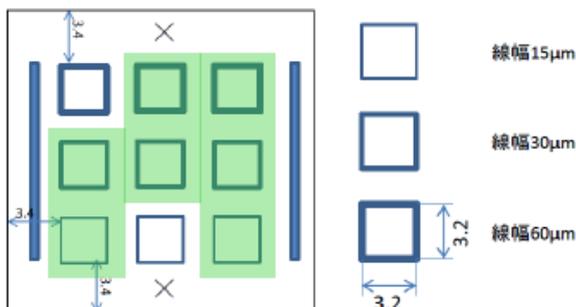
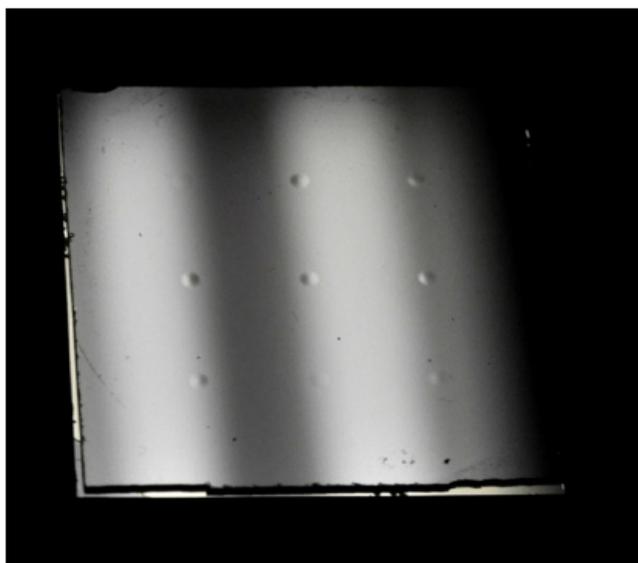


図3 接合後のキャビティー側ウェハの表面写真、および接合箇所 (緑色) 表示図

期初のもくろみ通り、特別な酸化膜除去を行わずに、熱圧着だけで接合が実現できることが明らかとなっ

た。また、それによる真空封止は長時間持続できることが明らかとなった。

接合機構は、Al 同士が圧力により強く変形し、すべりにより生じた新規な、酸化膜の無い Al 同士の接触により固相拡散が生じて接合したと思われ、当初の予測通りと思われる。

※その他・特記事項 (Others) :

今後の課題としては、接合可能な温度範囲を明らかにすること、より薄い Al や短い時間での接合を実現することなどである。