



Title	シリコンウェハの直接接合技術とその応用デバイスに関する研究
Author(s)	藤野, 誠二
Citation	大阪大学, 1995, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/39621">https://hdl.handle.net/11094/39621</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	藤 野 誠 二
博士の専攻分野の名称	博 士 (工学)
学 位 記 番 号	第 1 2 1 5 7 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 7 年 11 月 27 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第2項該当
学 位 論 文 名	シリコンウェハの直接接合技術とその応用デバイスに関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教授 浜川 圭弘 (副査) 教授 蒲生 健次 教授 奥山 雅則 助教授 岡本 博明

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は著者が1988年以来、(株)日本自動車部品総合研究所、日本電装株式会社・基礎研究所において行ってきたシリコンウェハの直接接合技術とその応用デバイスに関する研究成果をまとめたもので、6章より構成されている。

最初にシリコンウェハの直接接合技術について研究の歴史的背景および現在に至るまでの開発動向の概略、この技術を適用した各種デバイスを概観し、本研究の目的、意義を明らかにしている。

第2章では従来の直接接合技術において問題であった接合界面の電気抵抗増加が自然酸化膜の存在であることを明らかにし、親水性処理法として conc-HF 処理を提案し、接合界面には微小な析出物であっても酸化物層が介在しない直接接合を実現している。次に接合温度を低温化させた時に問題となるボイド発生が接合界面に存在する過剰な水分子であることを踏まえ、この水分子を吸収させる非晶質層を介した直接接合法を提案し、ボイド発生の抑制効果を明らかにしている。またこの非晶質層を介した直接接合法が多結晶シリコン膜との接合においてもボイド発生が抑制できることを示している。さらにシリコンウェハ直接接合の水素結合に着目し、アルミニウムとシリコンを対象とした異種材料の直接接合が可能であることを示している。

第3章では1000V以上の高耐圧バイポーラパワートランジスタについて、耐圧構造寸法が増大しないペベル構造を選定し、先に提案した自然酸化膜を介さない直接接合法を用いてこの構造を実現している。さらに直接接合法を適用することで、低抵抗層から高抵抗層に至る濃度プロファイルを急峻にすることが可能となり、ON抵抗を15%低減できることを示している。

第4章ではパワーデバイスと制御回路を複合1チップ化するインテリジェントパワーICについて、部分的に誘電体分離領域を持つ部分SOI構造を提案し、先に提案した自然酸化膜を介さない直接接合法と酸化膜埋め込み技術を用いてこの構造を実現している。パワーデバイス動作時の発熱に起因する制御回路部の温度上昇を評価することで、部分SOI構造の優位性を明らかにしている。また制御回路に対する電気的干渉に関して、SOI領域底部にシールド層を挿入することで耐ノイズ性が改善できることを示している。以上の結果を踏まえて、マイクロコンピュータを内蔵したインテリジェントパワーICを試作し、システムとしての安定動作を実証している。

第5章では高速・低消費電力LSIとして期待される超薄膜SOI-CMOSのしきい値電圧制御に関して、SOI基板の埋め込み酸化膜内部に電極を形成したフローティングバックゲート構造を提案し、先に提案した非晶質層を介した直接接合法を用いてこの構造を実現している。フローティングバックゲートへの電荷注入量を変化させることで、しきい値電圧を最適値に制御できることを示し、回路レベルでのスピード向上を実証している。

以上、本研究ではシリコンウェハの直接接合技術について、接合界面における電気抵抗を増加させない直接接合、接合温度の低温化、異種材料の直接接合に取り組み、その結果を踏まえてパワーデバイスと超薄膜SOIデバイスに適用し、その性能向上を達成した。

### 論文審査の結果の要旨

固体電子工学の進歩を振り返ってみると、トランジスタの誕生にみる各種の半導体デバイスの固体化に継いで、これらの機能素子とその動作回路をシリコン基板上に一挙に作りつける集積化回路技術の出現は、今日のエレクトロニクス技術を築き上げるうえで重大なイノベーションであった。過去20年、このシリコンモノリシック集積回路の設計と製造技術の進歩は目覚ましく、日を追ってその集積密度と処理能力の規模は巨大化の一途をたどり、ICからLSIそしてVLSIへと発展してきた。しかしながらこれらはすべて微小信号の演算制御の処理であり、エネルギーを必要とするパワーICとか、材料の異なるレーザーや光ICとの一体化は不可能であった。本研究はこうした技術的ニーズに対応する基礎研究の一環として進められてきたシリコンウェハならびに異種材料の直接接合をめざした一連の組織的基礎研究をまとめたものである。

本論文ではシリコンウェハの直接接合についての沿革を述べたあと、第2章では、親水処理による表面自然酸化膜を介さない直接接合法について研究を行っている。接合部に生じるボイドが過剰な水分子によるこを見い出し、この水分子を表面非晶質層に吸収することによりボイド発生を抑えた新接合技術を確立した。さらに、接合面にある水素結合の結合角と接合距離の柔軟性に着目し、シリコンと金属などの異種材料接合する低温プロセス技術を開発し、その実用化技術を確立した。

第3章では、前章で開発した直接接合技術を縦型の高耐圧パワートランジスタに適用し、接合部に発生する高電界をベベル構造にすることにより緩和した新構造素子を開発し、これまで不可能と考えられてきた優れた制御性を持つ1500Vで動作するパワーデバイスを実現し、これを実用化した。次いで、第4章では制御用集積回路を直接接合でシリコンウェハー上に形成されたSOI(Silicon on Insulator)上に作製し、さらに前章の高耐圧パワートランジスタを近接して配置した1チップのインテリジェントパワーICを試作し、パワートランジスタによる温度上昇を抑えた安定なパワー制御性と高いノイズ耐性を保有する新デバイスを開発した。第5章ではSiO<sub>2</sub>層を介した直接接合と精密ポリッシングにより形成したSi超薄膜構造SOI上にCMOSデバイスを高集積化し、高速性や耐熱性の向上に成功した。

以上のように、本論文の研究成果は、シリコンウェハの直接接合技術の基礎とそのデバイス応用に先駆的な貢献をしたものであり、パワーICや新しいIC製作の基礎技術に新しい技術的展開をもたらそうとするもので、博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。