

Title	VLSIプロセスにおけるコンタクト界面反応、および耐熱性コンタクト形成方法に関する研究
Author(s)	小川, 真一
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/38362">http://hdl.handle.net/11094/38362</a>
DOI	
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

氏 名	小 川 真 一
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 0 4 0 6 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 4 年 9 月 22 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	VLSIプロセスにおけるコンタクト界面反応, および耐熱性コンタクト形成方法に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 平 木 昭 夫 (副査) 教 授 白 藤 純 嗣 教 授 青 木 亮 三

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、VLSIを製造するうえで必要とされる $n^+$ poly-Si/ $n^+$ Si, 高融点金属シリサイド/Si, Ti/Si基板コンタクトを研究対象として取り上げ、高分解能断面TEM(透過電子顕微鏡)観察と2nm径程度の微小領域EDS(エネルギー分散X線解析)法の同時評価技術を用いて界面反応を明らかにし、コンタクト界面構造と、電気特性との相関について調べ、低抵抗オーミックコンタクトを工業的な手法を用いて界面微細構造制御により実現する方法について論じたものである。

本論文は7章から構成されている。

第1章では、本研究の背景であるVLSI製造において必要とされるコンタクト形成の重要性、課題について述べ、これまでのコンタクト形成に関する研究の概要を示した。

第2章では、コンタクト界面の評価方法として、TEMと微小領域(2nm径)のEDS法を同時に用いる評価方法の可能性を実証した。

第3章では、poly-Si/Si基板コンタクトについて述べ、界面自然酸化膜のコンタクト特性に与える影響、界面自然酸化膜の改質によるコンタクト特性の制御について述べた。

第4章では、シリサイド/Si基板コンタクト、W/シリサイド/Si基板コンタクトについて界面反応のシリサイド材料、プロセス依存性を示し、900°Cに耐える配線、コンタクト構造を示した。

第5章では、Ti/Si基板コンタクト界面反応に関して、とくに界面反応層の結晶性に注目し、電気的コンタクト特性、およびコンタクト直下のp-n接合の経時変化、いわゆる信頼性との相関について議論した。

第6章では、本研究で確立されたコンタクト界面制御技術を、VLSIテスト素子に適用して得られたデバイス特性について説明した。

第7章では、これらの研究結果を総括して本研究の結論を述べた。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、現在の VLSI 製造において大きな課題となっている低抵抗オーミックコンタクト形成を目的として界面反応の観点から研究結果をまとめたもので、その主な成果を要約すると次のとおりである。

- 1) 高分解能断面 TEM 観察と同時に空間位置分解能2nm以下で2nm径領域の EDS 分析を行なえる技術を確立し、この手法が VLSI 素子のコンタクト界面反応の解析に有効であることを示している。これを SIMS, AES など他の物理的解析手法と併用し、コンタクトでの界面反応が電気特性に大きく影響することを明らかにしている。
- 2) poly-Si/n<sup>+</sup>Si 基板コンタクトにおいて、界面に存在する自然酸化膜は熱処理条件によって凝集すること、及び界面近傍への Si イオン注入は界面反応の開始温度を低減することを明らかにしている。また、電気的コンタクト特性は界面自然酸化膜を破壊することにより改善されるので、工業的手法として界面近傍への Si イオン注入と低温熱処理により低抵抗オーミックコンタクトを形成できることを示している。
- 3) W/シリサイド/Si 基板コンタクトにおいて、シリサイドを構成する金属材料、組成比はともに界面反応に大きく影響を与えることを明らかにしている。チタンシリサイドは窒素不純物を含有せしめることにより耐熱性が向上することを発見し、工業的手法として W と Si 基板との間に反応抑制層として窒化したチタンシリサイド層を形成することにより、900°C で安定な W 配線/シリサイド/Si 基板構造の低抵抗オーミックコンタクトが形成できることを示している。
- 4) Ti/Si 単結晶基板コンタクトにおいて、スパッタ法による Ti 推積直後ですでに界面に nm オーダーの厚さの非晶質 Ti-Si 相互拡散層が形成される。この非晶質 Ti-Si 相互拡散層は熱処理により厚さ方向に成長し Si 基板界面での組成は常に TiSi<sub>2</sub> であること、また 460°C 以上で Si 基板界面から局所的に C49 構造 TiSi<sub>2</sub> の結晶成長が始まることを明らかにしている。Ti/Si 単結晶基板界面のバリアハイトは Si 基板に接するこの TiSi<sub>2</sub> の結晶性に依存し、バリアハイトは結晶化とともに減少することを示して、工業的なプロセス手法として Ti/Si コンタクト界面を熱処理により結晶化させて低抵抗オーミック高信頼性コンタクトを形成できることを明らかにしている。
- 5) 本研究で開発した耐熱性コンタクト形成技術を用い世界に先駆けて3層レベルの積層3次元回路素子の試作に成功し、これら耐熱性コンタクト形成技術が次世代 VLSI 素子の製造に適用できるレベルであることを明らかとしている。

以上のように本論文は、VLSI プロセスにおけるコンタクト界面反応、耐熱性低抵抗オーミックコンタクト形成に関して有益な基礎的知見を与えたので、界面物性工学、半導体素子工学の分野で貢献するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。