

Title	シリコン界面および蒸着薄膜の電気伝導および拡散現象に関する研究
Author(s)	湯川, 元信
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45957
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"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	湯川元信
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 19659 号
学位授与年月日	平成 17 年 3 月 25 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	シリコン界面および蒸着薄膜の電気伝導および拡散現象に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 尾浦憲治郎
	(副査) 教授 森田 清三 教授 吉野 勝美 教授 栖原 敏明 教授 八木 哲也 助教授 片山 光浩

論文内容の要旨

半導体材料として極めて重要な Si 結晶に焦点を当て、極めて薄く Ag を蒸着した場合の Si と金属膜の界面に生じる電気伝導現象や Si 表面に生じる電気伝導異方性について研究した。また、LSI の微細化が進む中で、Cu 配線や Cu 電極の導入が進められているが、Cu を Si 上に安定に存在させるためのバッファ層として、Ag を介在させた場合の効果についても研究した。さらに、実用的な観点から、Si 基板上に微細加工される赤外線イメージセンサー用の素子について、蒸着温度を低く抑えて成膜した薄膜の性能について研究した。

超高真空中において、初期蒸着界面形成過程を SEM により観測した。また、Si 基板上に蒸着された Ag 薄膜の表面抵抗について、室温 (300 K) と低温 (50 K) において、Ag 薄膜の増加に対する表面抵抗の変化を測定した。その結果、室温においては、Ag 膜厚 0~20 nm の範囲において薄膜の抵抗はほぼ一定値を示し、その後、膜厚の増加と共に単調かつ急激に減少した。低温の場合は、膜厚が 2 nm を越えると、抵抗値は膜厚の増加につれて単調に減少することが観測された。

Ag/Si (100) 系について Ag 蒸着表面の抵抗を測定した。Ag 膜厚 0~5 nm の範囲において、表面抵抗が膜厚の増加につれて変動する特性を示した。この現象は Ag と Si の結合による量子効果によって生じているものと考えられる。

通常の製法による Si (ステップ有り) の表面抵抗を測定し、角度特性 (異方性) があることを見いだした。測定の再現性を確認し、180 度周期と 360 度周期の周期性があることを観測した。一方、non-step Si 表面についても同様の測定を実施したが、周期性はほとんど見られなかった。

Cu/Ag/Si 系において、金属である Ag をバッファ層として、Cu が Si 上に安定に存在できる Ag の膜厚や膜質、蒸着時の温度、蒸着後の経過時間などについて研究した。室温蒸着においては Ag の膜厚が 30 nm を越えると、Cu の拡散防止効果が現れた。蒸着後 6 ヶ月を経過しても蒸着時の状態は保持されていた。蒸着時の温度が 300°C の場合は、Cu は Si 内部へ深く拡散した。

赤外線イメージセンサーは抵抗温度係数が大きな薄膜を利用する。ペロブスカイト構造を持つ薄膜をスパッタ法により、製造工程における温度制限を考慮して作製し、必要な抵抗温度特性を得た。薄膜組成は酸素を除き焼結体ターゲットの元素組成とほぼ同組成となりターゲットの組成により制御できること、成膜時の基板温度は高いほど良質な結晶が成長し、比抵抗も低くなることなどがわかった。

論文審査の結果の要旨

本論文は半導体材料として極めて重要な Si 結晶に焦点を当て、極めて薄く Ag を蒸着した場合の Si と金属膜の界面に生じる電気伝導現象や Si 表面に生じる電気伝導異方性について研究している。また、LSI の微細化が進む中で、Cu 配線や Cu 電極の導入が進められているが、Cu を Si 上に安定に存在させるためのバッファ層として、Ag を介在させた場合の効果についても研究している。さらに、実用的な観点から、Si 基板上に微細加工される赤外線イメージセンサー用の素子について、蒸着温度を低く抑えて成膜した薄膜の性能について研究している。

本論文は 8 章より構成されており、各章の概要は以下のとおりである。

第 1 章においては、研究の目的および意義について述べ、各章の概要を述べている。

第 2 章においては、実験に使用した装置および実験方法について概要を述べている。

第 3 章においては、初期蒸着界面形成過程を SEM により観測し、また、Si 基板上に蒸着された Ag 薄膜の表面抵抗について、室温 (300 K) と低温 (50K) において、Ag 薄膜の増加に対する表面抵抗の変化を測定した結果について述べている。

第 4 章においては、Ag/Si (100) 系について Ag 蒸着表面の抵抗を測定し、Ag 膜厚 0~5 nm の範囲において、表面抵抗が膜厚の増加につれて変動する特性を示している。この現象は Ag と Si の結合による量子効果によって生じているものと考えられる。

第 5 章においては、通常の製法による Si (ステップ有) の表面抵抗を測定し、角度特性があることを見だし、180 度周期と 360 度周期の周期性があることを観測している。non-step Si 表面についても同様の測定をして、周期性が無いことを見いだしている。

第 6 章については、Cu/Ag/Si 系において、Cu が Si 上に安定に存在できる Ag バッファ層の膜厚や膜質、蒸着時の温度、蒸着後の経過時間などについて研究している。

第 7 章においては、赤外線イメージセンサーとして、ペロブスカイト構造を持つ薄膜をスパッタ法により、製造工程における温度制限を考慮して作製し、必要な特性を得ている。

第 8 章においては、本研究において得られた結果を総括している。

本研究は近い将来 LSI の微細化がさらに進んだ場合に配線や電極の設計に対する重要な指針を与えるものと考えられる。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。