

平成12年1月24日

電子・情報工学専攻	学籍番号	957353
申請者氏名	劉 正新	

指導教官氏名	英 貢 教授 藤井 壽崇 教授 太田 昭男 教授
--------	--------------------------------

論文要旨

論文題目	レーザーアブレーションによる鉄シリサイド薄膜の作製及びその諸特性に関する基礎研究
------	--

本研究はレーザーアブレーションによる鉄シリサイド薄膜の作製と結晶相の制御を行い、薄膜の結晶構造、光吸収特性、電気特性、 $\text{FeSi}_2/\text{Si}$  ヘテロ構造の整流性、光電効果等の諸特性を研究した。

レーザーアブレーションによる鉄シリサイド薄膜を作製するには、鉄及び鉄とシリコンの複合ターゲットを用いた。鉄を加熱されたシリコン基板上に堆積する方法では、堆積温度  $600^\circ\text{C}$  から  $700^\circ\text{C}$  の範囲が単相  $\beta\text{-FeSi}_2$  の作製に適していた。  $550^\circ\text{C}$  より低い温度では  $\text{FeSi}$  が混入し、  $800^\circ\text{C}$  以上になると、金属相の  $\alpha\text{-FeSi}_2$  が現れた。鉄を室温で堆積した後にアニールを加える二段階方式は、単相の  $\beta\text{-FeSi}_2$  の作製に利点はなかった。鉄とシリコンの複合ターゲットを用いて、鉄とシリコンを相互に堆積する方法については、  $450^\circ\text{C}$  から  $600^\circ\text{C}$  の堆積温度範囲で単相の  $\beta\text{-FeSi}_2$  を作製できなかった。アニール効果については、X線回折 (XRD) の測定結果から、薄膜の結晶構造に変化が見られなかった。従って、鉄のターゲットを用いて、加熱されたシリコン基板上に堆積する方法は鉄シリサイド薄膜の作製に有利であった。

$600^\circ\text{C}$  では単相の  $\beta\text{-FeSi}_2$  薄膜が形成でき、  $800^\circ\text{C}$  では薄膜中に金属相  $\alpha\text{-FeSi}_2$  が混入することと、後で述べるように  $800^\circ\text{C}$  で作製した鉄シリサイド薄膜の光電効果がよいことから、本研究では  $600^\circ\text{C}$  と  $800^\circ\text{C}$  で作製した薄膜の諸特性を調べた。

SEM で観察してみると、  $600^\circ\text{C}$  と  $800^\circ\text{C}$  で作製した鉄シリサイド薄膜とシリコン基板との界面がきれい分けられており、しかし、  $800^\circ\text{C}$  の場合、場所によって変化し、島状になる傾向があった。

$600^\circ\text{C}$  で作製した  $\beta\text{-FeSi}_2$  薄膜の吸収係数は光子エネルギー  $0.8\text{eV}$  から増え始め、  $0.95\text{eV}$  以上の光子に対し吸収係数が  $10^5\text{cm}^{-1}$  大きくなった。吸収特性から、薄膜は直接遷移型半導体で、光学バンドギャップが  $0.89\text{eV}$  であることが分かった。これは、他の方法で作製した薄膜の結果とあっていた。  $800^\circ\text{C}$  で作製した薄膜は長波長へ広がって吸収が強くなった。これは薄膜中に金属  $\alpha$  相が混入したためであった。

$600^\circ\text{C}$  で作製した  $\beta\text{-FeSi}_2/\text{Si}$  ヘテロ構造は p-n 接合整流性を示し、これは van der Pauw 測定の結果から、  $\beta\text{-FeSi}_2$  は p 型半導体であることと一致した。  $I$ - $V$  特性は Si 基板の抵抗率が小さくなるにつれて、立ち上がり電圧が小さく、同じ逆方向バイアスでリーク電流が大きくなり、  $0.02\Omega\text{cm}$  の基板を用いると、整流性が示されなかった。高い温度  $800^\circ\text{C}$  で作製した  $\text{FeSi}_2/\text{Si}$  は逆な整流性を示した。これは何か Si 基板中に拡散して、Si の伝導型が変わった。また、  $I$ - $V$  特性は基板抵抗率によって異なり、  $2500$ 、  $0.02\Omega\text{cm}$  の基板とのヘテロ構造は整流性が示されなかった。

$\text{FeSi}_2/\text{Si}$  ヘテロ構造は  $\text{AM1.5}(100\text{mW}/\text{cm}^2)$  の擬似太陽光の照射で、短絡電流密度と開放電圧は基板抵抗率及び堆積温度に依存し、  $6\Omega\text{cm}$  の基板は  $800^\circ\text{C}$  で最大値が得られた。極性は  $I$ - $V$  特性と一致して、  $600^\circ\text{C}$  では  $\beta\text{-FeSi}_2$  側が正で、  $800^\circ\text{C}$  では逆になった。さらに、  $300\sim 1100\text{nm}$  の範囲で短絡光電流密度の分光感度を測定した。  $600^\circ\text{C}$  で作製した  $\beta\text{-FeSi}_2/\text{Si}$  ヘテロ構造は  $1000\text{nm}$  付近にピークがあり、Si 側の感度は  $\beta\text{-FeSi}_2$  側より約 290 倍大きかった。製膜温度は  $800^\circ\text{C}$  になると、  $\text{AM1.5}(100\text{mW}/\text{cm}^2)$  の結果と同じ傾向を示し、感度が大きくなり、特に  $\text{FeSi}_2$  側に照射した場合は  $600^\circ\text{C}$  より約 130 倍上がった。  $\text{FeSi}_2$  側の感度は  $1000\text{nm}$  付近にピークがあり、Si 側の感度は広い波長範囲に広がって、  $900\text{nm}$  付近に  $270\text{mA}/\text{W}$  のピークがあった。