

氏名(本籍)	たか くら けんいちろう 高倉 健一郎 (熊本県)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博甲第2887号
学位授与年月日	平成14年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	工学研究科
学位論文題目	Si(001)基板上への半導体 β -FeSi ₂ 連続膜の成長と電気・光学特性の研究
主査	筑波大学教授 工学博士 長谷川 文 夫
副査	筑波大学教授 工学博士 川 辺 光 央
副査	筑波大学教授 工学博士 村 上 浩 一
副査	筑波大学助教授 工学博士 秩 父 重 英
副査	産業技術総合研究所主任研究員 理学博士 牧 田 雄之助

論文の内容の要旨

本論文は、 β -FeSi₂を発光受光素子として利用するために、Si(001)基板上に高品質 β -FeSi₂連続膜を成長させることを目的として、多層膜法及び同時蒸着法、MBE法にて成長を行い、その β -FeSi₂膜の電気、光学特性を調べたものである。

多層膜法によってSi(001)基板上に β -FeSi₂膜の成長に於いては、アニールによる β -FeSi₂の凝集を抑制するために、FeとSiの多層膜を固いSiO₂保護膜で覆うことが必要であった。SiO₂保護膜と、RDE法で成長した[100]配向 β -FeSi₂膜をテンプレートとして導入することで、Si(001)基板上に[100]配向 β -FeSi₂連続膜が得ている。ホール測定の結果、 β -FeSi₂の伝導型がSi過剰側(Si/Fe=2.0,1.9)ではn型に、Fe過剰側(Si/Fe=1.8-1.5)ではp型になることが分かった。これらの β -FeSi₂膜の高温伝導特性から、n型及びp型 β -FeSi₂膜で、それぞれ二種類のドナー($E_D=0.21, 0.07$ eV)及びアクセプタ($E_A=0.19, 0.10$ eV)準位があることを明らかにしている。フィッティングの結果、これらの準位密度は 10^{20}cm^{-3} 以上と見積もられ、準位の起源は原料の純度99.99%のFe中に含まれる不純物よりも点欠陥であると結論している。アニール後の β -FeSi₂膜の移動度の最高値は、n型で $6900\text{cm}^2/\text{Vs}$ (@約50K)、p型で $13000\text{cm}^2/\text{Vs}$ で、これまで報告されている移動度の最大値よりも2-3倍、通常報告されている値より2桁以上大きかった。

電子銃の投入パワー及びEIESセンサーで、Si及びFeの蒸着速度を制御することで、SiとFeの同時蒸着を行った。Si(001)基板上に470℃で直接MBE成長を試みたが、多結晶 β -FeSi₂しか成長できなかった。しかし、RDE法で成長した[100]配向の β -FeSi₂テンプレートを用いることで、多層膜法と同様に、470℃で[100]配向の β -FeSi₂連続膜をMBE成長することが出来た。さらに、アニール後のキャリア密度は、Si/Fe多層膜法で成長した場合と比べて減少した。この膜の吸収スペクトルは直接遷移と間接遷移の一つずつを考えることでフィッティングすることが出来た。77Kでの間接遷移端の大きさは、フォノンに吸収されるエネルギーを30meVと考えると約0.78eVで、 β -FeSi₂膜のキャリア密度の温度特性から見積もられたバンドギャップの値(0.80eV)とほぼ一致した。

FeとMnを同時に蒸着するRDE法でp型不純物であるMnドーブを試みた。Mnドーブ β -FeSi₂膜は[100]配向して成長したがMnを過剰にドーブするとMnSi_{1.7}が析出した。Mnドーブによって α 軸の格子定数と抵抗率が減

少し、MnはFe原子と置換してキャリアを放出していると考えられる。

以上から、[100]配向 β -FeSi₂テンプレートとSiO₂保護膜を用いることでSi(001)基板上に高品質 β -FeSi₂連続膜が成長出来ることが分かった。このことから、 β -FeSi₂は発光素子としてだけでなく、太陽電池などへの応用も期待されることを示した。そのためにも、今後、 β -FeSi₂膜中のSi/Fe比を制御したり、不純物ドーピングすることで β -FeSi₂膜のp-n接合を実現することが必要である。

審 査 の 結 果 の 要 旨

内容も物理的解析も発表もしっかりしている。しかし、著者がこれらの結果を得るためのリーダーシップをもっと取ってくれたら、文句のない学位論文だったと思う。

よって、著者は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。