【147】

氏　名（国籍）	サンカール　ビジェイ　カルシック（イ ン ド）
学 位 の 種 類	博　　士（工　　学）
学 位 記 番 号	博　甲　第　4610　号
学位授与年月日	平成 20 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	数理物質科学研究科
学 位 論 文 題 目	**Structure, magnetic properties and spin polarization of quaternary Heusler alloys** （四元ホイスラー合金の微細構造と磁気特性及びスピン分極率に関する研究）

主　査	筑波大学教授（連係）	Ph. D.	宝　野　和　博
副　査	筑波大学教授（連係）	理学博士	宇　治　進　也
副　査	筑波大学教授	工学博士	喜　多　英　治
副　査	名古屋大学教授	工学博士	浅　野　秀　文

論　文　の　内　容　の　要　旨

The realization of universal memory has stimulated active research interest in the search for spintronics materials with high spin polarization and integrated magnetism into semiconductor devices. Half metallic ferromagnetic (HMF) materials with 100% spin polarization possess a unique band structure that exhibits a semi-conducting gap for the minority spin-down and a metallic behavior for the majority spin-up states. Currently, the most promising high spin polarized HMF materials with high Curie temperature are believed to be $L2_1$ type Co based full Heusler alloys.

We prepared samples of polycrystalline bulk quaternary $Co_2Cr_{1-x}Fe_xAl$, $Co_2Cr_{1-x}V_xAl$, $Co_2Fe_{-1-x}V_xAl$ and $Co_2Cr_xFe_{1-x}Si$ Heusler alloys with different concentrations by arc-melting the constituent elements with 99.9% purity in an *Ar* atmosphere. Also, we fabricated $Co_2Cr_xFe_{1-x}Si$ thin films on oxidized *Si* and *MgO* (100) substrates by DC magnetron sputtering in an ultra high vacuum chamber.

The structure, magnetic properties and spin polarization of bulk quaterhary $Co_2Cr_{1-x}Fe_xAl$, $Co_2Cr_{1-x}V_xAl$, $Co_2Fe_{1-x}V_xAl$ and $Co_2Cr_xFe_{1-x}Si$ Heusler alloys have been summarized. The $Co_2Cr_{1-x}Fe_xAl$ alloys phase separates into disordered A2 and $B2/L2_1$ structure for the lower concentration and forms a single phase B2 structure with 17% A2-type disorder. The spin polarization of $Co_2Cr_{1-x}Fe_xAl$ alloys determined by PCAR decreases from P=0.62 at x=0.0 to P=0.58 at x=1.0 lower than theoretical prediction owing to the presence of disorders. The addition of vanadium stabilizes the $L2_1$ Structure, exhibiting 20-40% A2-type and 40% B2-type disorders for $Co_2Cr_{1-x}V_xAl$, $Co_2Fe_{1-x}V_xAl$ alloys. The spin polarization of these alloys lie between P=0.5 and 0.54 owing to the structural disorders. For the $Co_2Cr_xFe_{1-x}Si$ alloys, we observed an interesting doping effect that increases the spin polarization from P=0.57 (x=0.0) to P=0.65 (x=0.02), one of the highest values measured by PCAR owing to an improvement in the ordering, a possible increase in the majority DOS and the shift in the Fermi level to the center of the minority-spin band gap. The $Co_2Cr_xFe_{1-x}Si$ thin films fabricated on oxidized Si and MgO (001) substrates also indicates a high spin polarization (P>0.65) at Fermi level and quite promising candidate for spintronic applications.

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は点接触アシドレーフ反射法を用いてバルク強磁性合金のスピン分極率を測定した結果を報告したもので，室温でのハーフメタル性の期待されているホイスラー合金に注目し，合金元素を一部置換した4元系ホイスラー合金のスピン分極率の変化を系統的に測定することにより，スピントロニクスデバイス応用に有望と考えられるホイスラー合金を提案した。同時にこれらの合金の磁気特性の測定，微細構造の解析を行い，スピン分極率と合金構造の関連を調査した。研究を開始した磁気トンネル接合用電極材料として注目されていた $Co_2Cr_{1-x}Fe_xAl$ 合金においては，実験的に求められるスピン分極率が理論予測よりも大きく下回ることを見いだし，これはこの合金系において強磁性・常磁性の相分離が起こることに原因があることを突き止めた。さらにL21規則度を向上させるために $Co_2Cr_{1-x}Fe_xAl$，$Co_2Cr_{1-x}V_xAl$，$Co_2Fe_{1-x}V_xAl$ 合金を系統的に調査したが，L21規則度の向上に伴う分極率の上昇は見いだされなかった。$Co_2Cr_xFe_{1-x}Si$ 合金においてはCrの微量置換により大きくスピン分極率が向上することを見いだし，この合金がスピントロニクスデバイス用強磁性ハーフメタルとして有望であることを提案している。

本研究は近年益々重要性の高まっているスピントロニクスの発展に材料科学的な観点から貢献するものであり，博士（工学）の学位を授与するに相当すると判断される。

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。