

高周波マグネトロンスパッタで成膜した MoSi_2 -Si 複合体薄膜の電気的特性と結晶構造

Electrical Characteristics and Crystal Structure for MoSi_2 -Si Composite Thin Films Deposited by rf Magnetron Sputtering

○谷本 峻吾, 下薗 宏祐, 佐藤 祐喜, 大鉢 忠, 吉門 進三 (同志社大院理工)

○Shungo Tanimoto, Kosuke Shimozono, Yuuki Sato, Tadashi Ohachi, Shinzo Yoshikado (Doshisha Univ.)

E-mail: syoshika@mail.doshisha.ac.jp

【はじめに】現在発熱体として利用されている2珪化モリブデン(MoSi_2)に耐酸化性能の付加のために珪素(Si)を添加し、高周波マグネトロンスパッタ法により耐酸化性能の高い複合薄膜 (MoSi_X , $2.00 \leq X \leq 2.60$, X はターゲットの組成)の成膜・評価を行ってきた。以下の事柄がおおよそ分かっている: 試料の結晶構造は6方晶($2.00 \leq X < 2.4875$), 未知相あるいは未知相と6方晶の混晶 ($2.4875 \leq X \leq 2.60$) が出現する。また作製した試料を 1000°C 以上で高真空中で熱処理をすると正方晶に相転移する。抵抗率 $\rho(T)$ の温度係数は、フォノンによる散乱過程ではGrüneisen-Bloch (GB) 理論で説明され、ホッピング伝導過程はMott 等により提案されたvariable range hopping (VRH) 理論で説明できる。VRHモデルの各パラメータは6方晶と未知相で不連続的に変化するが、両構造に共通の伝導過程であり、さらに正方晶においても存在する。未知相のホール係数 R_H の大きさが温度に比例して増加することはホッピング伝導の伝導種が温度に対して増加するために、ホール効果に寄与するキャリア密度が減少するためである。6方晶のホール係数では伝導種は正孔が支配的であり、GBおよびVRH伝導過程の両過程が支配的である。未知相では伝導キャリア種が電子であり、VRH伝導過程が支配的である。正方晶は伝導種が電子および正孔の少なくとも2種類であり、それらの加重平均値が測定されている。ゼーベック係数の測定を行い、キャリア種について解析を行った。今回は作製した試料の結晶構造解析特に極点図測定を行い薄膜の配向性について検討したので報告する。

【実験方法】Mo と Si のモル比が $\text{Mo} : \text{Si} = 1 : X$ ($2.00 \leq X \leq 2.50$) となる MoSi_2 と Si の混合粉末をターゲットとし、RF マグネトロンスパッタにより単結晶サファイア基板 (c 面) 上に MoSi_X 薄膜を成膜した。放電周波数 13.56 MHz, 放電電力 200 W, Ar ガス圧力 0.27 Pa, 基板温度 700°C , 放電時間 2 h とした。成膜後の試料の抵抗率, ホール係数の温度依存性, X 線回折測定 ($2\theta - \omega$), 極点図)を行った。

【実験結果・考察】 $2\theta - \omega$ 測定より $2.00 \leq X \leq 2.4$ は6方晶のみ, $X=2.4875, 2.5$ は6方晶・未知相の混合相であった。Fig. 1 および Fig. 2 はそれぞれ $\text{MoSi}_{2.00}$, $\text{MoSi}_{2.30}$ の $2\theta=39^\circ$ における(110)面の極点図測定結果である。 $\text{MoSi}_{2.00}$ は $\psi=6^\circ$, $\phi=7^\circ$ の位置に最大ピークが観測され、(110) 面が c 軸よりずれて配向していることが示唆される。また、ピークが鋭く他の場所に大きなピークがないことより、(110) 面はエピタキシャルに近い成長をしていると考えられる。 $\text{MoSi}_{2.30}$ は過剰に添加した Si が結晶構造に影響を与え、ブロードな回折ピークが観測されたと考えられる。また、 $\text{MoSi}_{2.10}$ の試料の(110) 面の極点図測定結果は Fig.1 の $\text{MoSi}_{2.00}$ とほとんど同様の結果になった。これより、 $\text{MoSi}_{2.10}$ は添加した Si が結晶構造に影響を与えていないことが示唆された。 MoSi_X ($2.00 \leq X \leq 2.50$) の極点図測定結果について講演当日発表する予定である。

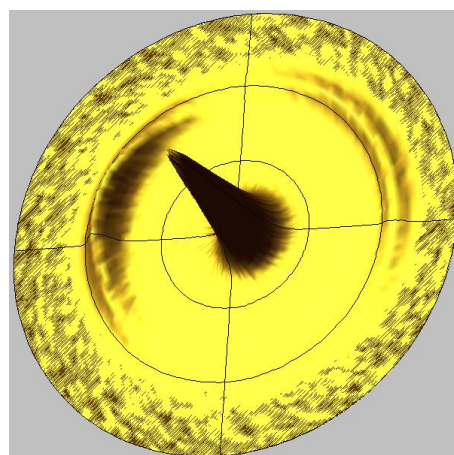


Fig.1. Pole figure for $\text{MoSi}_{2.00}$ thin film.

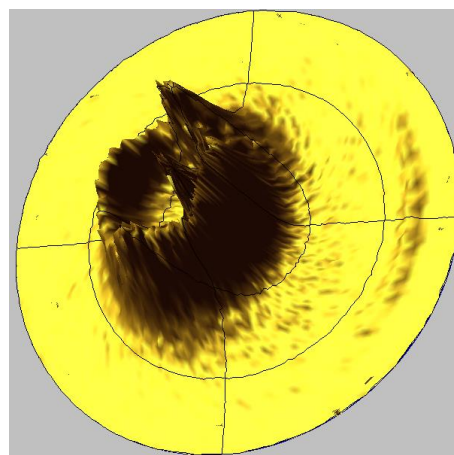


Fig.2. Pole figure for $\text{MoSi}_{2.30}$ thin film.