

Title	パルスレーザー堆積法による Si 上への光機能性酸化物薄膜の成長
Author(s)	黒瀬, 英司
Citation	
Issue Date	1996-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	none
URL	http://hdl.handle.net/10119/2244
Rights	
Description	材料科学研究科, 修士

パルスレーザー堆積法による光機能性酸化物薄膜の成長

黒瀬 英司 (五味研究室)

1. 緒言

光コンピュータや光通信の心臓部のデバイスとしてモノリシック光・マイクロ波集積デバイスが注目されているが、Si、GaAs 基板上への結晶構造の全く異なる光機能性材料のヘテロエピタキシャル成長が困難なため未だ達成されていない。本研究の目的は、高真空中膜への汚染の少ないパルスレーザー堆積法 (PLD) によって、光回路では不可欠のアイソレーション機能を持つ $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ (YIG) 結晶膜を Si 上にエピタキシャル成長させる諸条件を明らかにすることにある。このため、YIG 膜を Si 上に直接成長させる可能性の有無、次いで YIG を成長させる際の Si 表面酸化防止、格子整合緩和を兼ねた CeO_2 バッファー層の成長条件を探索した。

2. 実験方法

膜成長は Nd:YAG レーザー ($\lambda=266\text{nm}$) を用いた PLD 法により、水素終端された Si(111) 基板上にパルス周波数 10Hz、 $1\sim 20\text{J}/\text{cm}^{-2}$ で行なった。室温で初期層を堆積した後、基板は室温 $\sim 600^\circ\text{C}$ まで加熱された。作製された膜の評価は XRD、極点図形、RHEED により行なった。

3. 結果と考察

直接 Si 上に堆積した YIG 薄膜はオルソフェライト (YFeO_3) 相を含む多結晶となり、単相は得られなかった。これは主に Y と Fe の堆積比が大きく異なるためである。

CeO_2 は Si とほぼ等しい格子定数を持つ立方晶結晶であるため、Si 上に低温でエピ成長した CeO_2 上には高温でも表面酸化の問題なく YIG が成長する可能性がある。 $\text{CeO}_2(111)$ 膜は Si(111) 上に低温で良好なエピタキシーを示した。図 1 は室温、高真空 ($\sim 3 \times 10^{-7}\text{Torr}$) で初期層 ($\sim 35^\circ$) を堆積させ、その後、基板温度を 200°C まで上げ、酸素 ($5 \times 10^{-5}\text{Torr}$) を導入して成膜した膜の ϕ スキャンである。図より、Si の $[1\bar{1}0]$ に対して CeO_2 の $[1\bar{1}0]$ 軸が 60° 傾いてエピ成長していることが確認できる。図 2 に図 1 で示したエピ膜の SEM 像を示す。また、初期層のみを堆積時間を変えて堆積し、RHEED によって表面の結晶状態を確認したところ、初期層が約 35° では、Si 基板よりの反射が観測されるが、約 70° 以上になると Si よりの反射は消失し、ハローが重なり初期層は非晶質となっていることが明らかとなった。

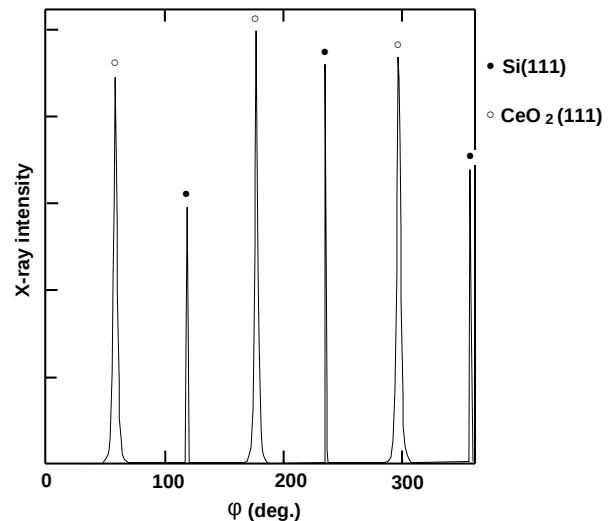


図 1: CeO_2 エピ膜の ϕ スキャン

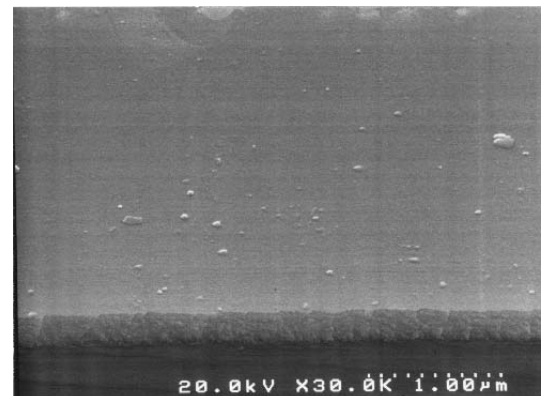


図 2: Si 上に成長した CeO_2 エピ膜の SEM 像

keywords PLD 法, バッファー層, 初期層, ヘテロエピタキシャル成長, CeO_2