

Title	反応性スパッタ法を用いたSi基板上へのY組成制御 YSZ薄膜のヘテロエピタキシャル成長
Author(s)	渡部, 幹雄
Citation	
Issue Date	1997-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	none
URL	http://hdl.handle.net/10119/2401
Rights	
Description	Supervisor:堀田 将, 材料科学研究科, 修士

反応性スパッタ法を用いた Si 基板上への Y 組成制御 YSZ 薄膜のヘテロエピタキシャル成長

渡部 幹雄 (堀田研究室)

【はじめに】 ZrO_2 に安定化剤である Y_2O_3 を添加してできるイットリア安定化ジルコニア ($\text{YSZ}:(\text{ZrO}_2)_{1-x}(\text{Y}_2\text{O}_3)_x$) の薄膜を FET のゲート材料として用いる場合、YSZ 薄膜中の酸素空孔に起因したイオン伝導が、電気的特性上問題となる。酸素空孔は、Zr と Y の価数の違いにより発生するので、YSZ 薄膜中の Y 組成を減少させることにより、この問題を解決できる可能性がある。本研究では、電子デバイスレベルの YSZ 薄膜の形成を最終目的として、反応性マグネトロンスパッタ法を用いて、Si 基板上に Y 組成を変化させた YSZ 薄膜を堆積し、Y 組成と結晶性および電気的特性の関係を調べ、検討した。

【実験】RCA 洗浄後に極薄熱酸化膜を形成した n-Si(100) 基板上に、約 0.5 nm の $\text{Zr}_{1-x}\text{Y}_x$ 合金薄膜を堆積後、反応性スパッタ法により YSZ 薄膜を堆積した。ターゲットとして、直径 98 mm の Zr 金属円板上に、6 個の 10 mm × 10 mm の Y 小片を直径 62 mm の円周上に配置したものをを用いた。また、ターゲット近傍にあるソレノイドコイルに流す電流値によって高密度プラズマ領域が変化することを利用して、YSZ 薄膜中の Y 組成制御を行なった。

【結果および考察】ソレノイド電流を 0.6 A から 2.0 A へと増加させることで、YSZ 薄膜中の Y/(Y+Zr) 比は 19.7 at.% から 1.2 at.% へと単調に減少した。YSZ 薄膜の結晶構造は、XRD 測定および RHEED 観察から、Y/(Y+Zr) 比が 2.3 ~ 19.7 at.% の試料では立方晶であり、1.2 at.% の試料では、基板との界面近傍が立方晶であるものの、その他の部分は単斜晶であることがわかった。図に、膜厚 100 nm の YSZ 薄膜層をもつ、Al/YSZ/Si/Al 試料の電気容量-電圧 (C-V) 特性を示す。いずれの C-V 曲線もイオンドリフト型を示しているが、Y/(Y+Zr) 比が 9.4 at.% から 2.3 at.% へと減少するにつれて、その幅は広がる傾向にあることがわかる。これは、Y 組成の減少につれ、酸素空孔が減少するという予想に反している。この理由として、本来、低い Y 組成では、薄膜の結晶構造が室温において単斜晶で安定となるにも関わらず、この場合には、Si 基板の影響を受けて立方晶構造を保っていることにより、膜中に大きな応力や歪みが生じているためではないかと考えている。これに対し、Y/(Y+Zr) 比が 1.2 at.% の試料では、C-V 曲線のヒステリシス幅が狭まっており、イオンドリフトが抑えられていることがわかる。これは、薄膜の大部分の結晶構造が室温で安定な単斜晶に変化したために、膜中にかかる応力や歪みが緩和されたためであると考えている。

【おわりに】Y/(Y+Zr) 比が 1.2 at.% の YSZ 薄膜では、薄膜の大部分が単斜晶であることが確認され、良好な C-V 特性が得られた。成膜中のプラズマダメージの低減や堆積速度の抑制などを試みることで、さらなる膜質の改善が期待できる。

図は 平成 8 年度修士論文研究発表要旨集参照

keywords

Si, YSZ, ヘテロエピタキシャル成長, 反応性スパッタ, Y 組成制御