Ir(001) 基板上にエピタキシャル成長したダイヤモンド薄膜の微細構造

青山学院大学理工学部附置機器分析センター 中村 新一

青山学院大学理工学部電気電子工学科 澤 邊 厚 仁

青山学院大学理工学研究科電気電子工学専攻(現在: 本田技術研究所) 桑 原 潤 史

Fig. 1 Ir(001) 表面にエピタキシャル成長した 45 μm 厚ダイヤモンド膜の表面および断面構造 (SEM 像).

Fig. 2 Ir(001) 表面にエピタキシャル成長した 8 μm 厚ダイヤモンド膜の断面 TEM 像.

(a) Ir 下地膜/ダイヤモンド成長膜の断面 TEM 観察

入射方向 // Dia [110], Ir [110]
(b) 界面部の電子線回折像

(c) 界面部の格子像

Fig. 3 Ir とダイヤモンド膜の界面の断面観察および結晶関係.

高機能炭素系薄膜の候補としてダイヤモンド膜は次世代光エレクトロニクス材料として特に注目されている. 当大学では大面積・高品質エピタキシャル膜の作製および技術開発を行っており, 単結晶 MgO(001) 基板表面にエピタキシャル成長した Ir を下地として用いると, その表面にダイヤモンドが炭化物層を介することなく直接エピタキシャル成長し, その結晶性は非常に優れていることを明らかにしている⁽¹⁾.

Fig. 1 に多電極直流プラズマ CVD 法により Ir 下地膜表面に 45 μm 膜厚のダイヤモンド薄膜を成長させた試料の SEM 像を示す. 本試料は {111} で劈開が可能で, その劈開面が現れていることが判った. またその面に膜成長にともなう粒成長と思われる末広りの縦縞模様が存在した.

Fig. 2 はほぼ同条件で 8 μm 膜厚の薄膜を成長させた場合の断面 TEM 像を示す. これより, Ir 下地膜側において結晶欠陥である転位が高密度に発生していることが認められた. この結晶欠陥は両者の格子不整合

により発生したミスフィット転位と言える. この近傍では亜粒界(sub-boundary)または小傾角粒界を持つ連続膜となっているが, 膜成長にともない柱状構造を呈して成長すると考えられる. この亜粒界を起点として劈開が起こると思われる.

ここでは示していないが 45 μm 膜厚のダイヤモンド薄膜もほぼ同等の連続膜であった. また SEM 像 (Fig. 1) において形成後の最表面には柱状成長にともなう高低差のある表面凹凸も見られた.

Fig. 3(a) は Ir/Dia 界面部の高倍像を示したものであるが, ダイヤモンド膜中にはミスフィット転位の他に (111) 双晶も確認された. このように界面には結晶欠陥が存在するが, Fig. 3(b) と (c) に示す電子線回折像と格子像より, 両者にエピタキシャルな結晶関係が見られた⁽²⁾. またダイヤモンド膜は Ir 表面から直接成長しており, Ir 下地との密着性は良好であると推測される.

文 献

- (1) A. Sawabe, T. Yamada, H. Okamura, M. Katagiri and K. Suzuki: New Diamond and Frontier Carbon Technology, **12** (2002), 343.
- (2) A. Sawabe *et al.*: in preparation.

(2004年 8 月 20 日受理)

Microstructure of Epitaxially Grown Diamond Thin Films on Ir(001); Shin-ichi Nakamura*, Atsuhito Sawabe**, Junji Kuwabara** (*Center for Instrumental Analysis, Aoyama Gakuin University, Tokyo. **Department of Electrical Engineering and Electronics, Aoyama Gakuin University, Tokyo)

Keywords: diamond thin film, epitaxial growth, chemical vapor deposition, iridium

TEM specimen preparation: Focused Ion Beam method (FB-2000A) TEM-utilized: JEM-4010 (400 kV) SEM-utilized: JSM-6301F (20 kV)