

CW レーザー結晶化 Si 薄膜における変形双晶の Schmid 因子計算 Schmid Factor of the Deformation Twinning in the CW Laser Crystallized Si Film

Sasaki Consulting¹, 奈良先端大², [○]佐々木 伸夫^{1, 2}, Muhammad Arif², 浦岡 行治²

Sasaki Consulting¹, NAIST², [○]Nobuo Sasaki^{1, 2}, Muhammad Arif², Yukiharu Uraoka²

E-mail: sassasaki@yahoo.co.jp

(初めに)

Si 薄膜の CW レーザーラテラル結晶化では、ラテラル成長の閾値パワー付近で、面方位は表面方向だけでなく、スキャンおよびスキャン垂直方向にも {100} 配向を示す [1, 2]。<100> 方向のスキャン方向からの薄膜内回転角を θ ($0 < \theta < \pi/4$) とすると、低照射パワーで $\theta = 0$ であるが、パワーを増やすと、表面に垂直な <100> 軸のまわりに $\theta = 18.5$ 、 26.5 、 33.5 度と回転した結晶が得られる [3]。さらに、照射パワーを増やすと、{211} の表面配向を持つドメインが出現する [3]。この {211} ドメインは、変形双晶で発生したと考えられる [3]。ダイヤモンド格子では、変形双晶は、{111} のすべり面上での、 $(1/6)$ <112> のバーガスベクトルを持つ Shockley 部分転位の運動により発生することが知られている。変形双晶を引き起こす原因となる応力は、液相から固相への相転移に伴う Si の体積膨張により固液界面に平行に発生する圧縮応力と考えられる。そこで、スキャン方向に垂直に {100} 面が成長した場合 ($\theta = 0$) と、回転角が最大となる {110} 面が成長した場合 ($\theta = \pi/4$) について、分解せん断応力の大きさを決める Schmid 因子の計算を行った。

(結果と考察)

表面に垂直方向に [100] をとり、スキャン方向に $(0\bar{1}0)$ 面を持つ結晶が成長した場合、固化に伴う圧縮応力の方向は [001] となる。また、スキャン方向に $(0\bar{1}1)$ 面を持つ結晶が成長した場合には、圧縮応力方向は [011] となる。すべり面と部分転位のすべり方向の 12 種類の独立な組み合わせにつき、最大の Schmid 因子を計算すると、スキャン方向の結晶面が {110} の時は 0.471 で、{100} の時は 0.236 を得た。従って、スキャン方向に {100} 面配向している結晶では変形双晶が起こりにくいことが明らかとなった。また、実験的に、変形双晶 が起きる前の成長直後の θ の値は、双晶と表面の交叉線がスキャン方向となす角の測定より求められる。測定結果によると、 θ が 45 度と 35 度の結晶のみで変形双晶が発生している。表面に垂直な軸のまわりの薄膜内回転を止めれば、変形双晶の発生も抑制できることがわかる。

(結論)

CW レーザー結晶化において、<100> 結晶方位のスキャン方向からの膜内回転角 θ が 33.5 度以下の膜では変形双晶が見られない事は、Schmid 因子で理解できる。双晶を発生させる応力の原因は、固化に際しての体積膨張である。薄膜内回転を何らかの方法で止めれば、双晶発生も抑制される。

(参考文献)

- [1] N. Sasaki et al., SID 2016 (San Francisco, May 22-27, 2016) Digest Tech. Papers, p.1317 (2016).
- [2] N. Sasaki et al., Thin Solid Films, 631, 112 (2017).
- [3] N. Sasaki et al., Ext. Abstr. Solid State Devices and Materials 2018 (Tokyo, Sept. 9-13) p.773 (2018).