



室蘭工業大学

学術資源アーカイブ

Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive



ZnO透明導電膜の低温成膜プロセス技術の開発

メタデータ	言語: jpn 出版者: 室蘭工業大学地域共同研究開発センター 公開日: 2016-12-08 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 植杉, 克弘, 古川, 雅一, 鈴木, 撰 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/00009100

ZnO 透明導電膜の低温成膜プロセス技術の開発

植杉 克弘^{*1}, 古川 雅一^{*2}, 鈴木 撰^{*3}

Development of a Low-Temperature-Deposition Technique of Transparent Conducting ZnO Films

Katsuhiro UESUGI, Masakazu FURUKAWA and Setsu SUZUKI

1 はじめに

近年、液晶ディスプレイやプラズマディスプレイといったフラットパネルディスプレイの高性能化、大画面化が進んでいる。フラットパネルディスプレイにおいて透明導電膜は不可欠なコア材料であり、現在は錫を添加した酸化インジウム(In_2O_3 , ITO)が主に透明電極として用いられている。しかし ITO の主原料であるインジウムの資源問題が顕在化してきており、その代替材料として酸化亜鉛(ZnO)が注目されている。現在、スパッタ法やイオンプレーティング法により低抵抗な ZnO の成膜が可能になってきたが、これらの手法では基板表面への高いエネルギーを持った粒子の衝突やイオン照射による表面ダメージなどの問題がある。そのため基板や表面へのダメージが少なく、大面積の ZnO 薄膜が形成できるプロセス技術の開発が重要である。本研究では、中性原子である酸素ラジカルを酸素原料として用い、それと有機金属亜鉛材料分子を気相で反応させて ZnO を堆積させる、ラジカル化学気相成長(CVD)法の開発を試みたので報告する。

2 実験方法

現有するラジカル CVD 装置に、有機金属亜鉛材料のジメチル亜鉛($\text{Zn}(\text{CH}_3)_2$)またはジエチル亜鉛($\text{Zn}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$)を供給できる機構を作製した。基板には Si(100)とスライドガラスを用い、脱脂洗浄してラジカル CVD 装置に導入した。3 分間酸素ラジカルのみを基板表面に供給して清浄化した後に、有機金属亜鉛材料を 20 秒間供給して ZnO の成膜を行った。実験条件は、チャンバー内圧力 133Pa、マイクロ波投入電力 3kW、酸素流量 3slm とした。亜鉛材料はアルゴンをキャリアガスに用いて基板に供給し、流量は 2sccm である。基板温度を 50 ~ 200°C と変化させて ZnO 膜を堆積し、X 線回折(XRD)、原子間力顕微鏡(AFM)、透過測定により特性を評価した。

3 実験結果

基板温度 50°C で作製した試料の表面は白濁したが、100°C 以上では透明な膜が作製できた。図 1 に、Si(100)基板上に成膜した試料の X 線回折プロファイルの基板温度依存性を示す。基板の Si(400)回折ピークの他に、低角度側にウルツ鉱構造の ZnO 結晶からの回折に対応するピークが観測され、 ZnO 結晶が成膜できていることが確認できた。基板温度が高くなるにつれ $\text{ZnO}(002)$ 回折ピーク強度が大きくなり、 ZnO の c 軸配向性が高

*1 電気電子工学科

*2 地域共同研究開発センター 客員教授

*3 (株)半導体プロセス研究所

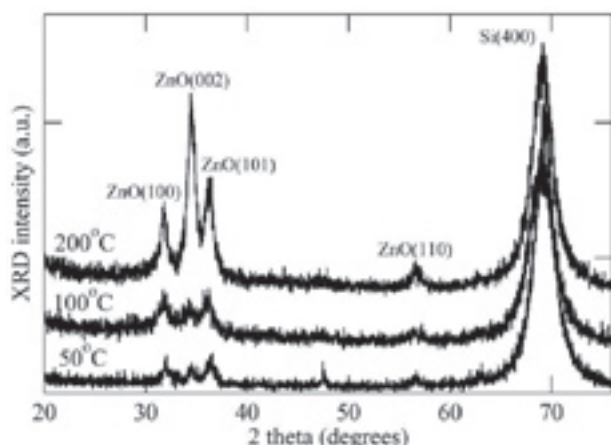


図1 X線回折プロファイルの基板温度依存性

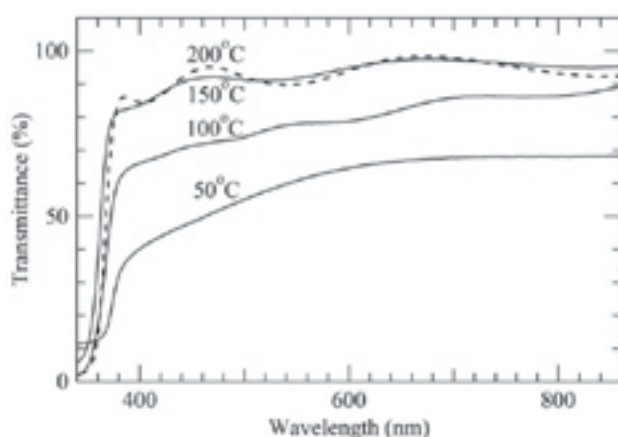


図2 透過スペクトルの基板温度依存性

なることがわかる。また、表面平坦性も大幅に高くなっていくことが AFM 観察によりわかった。100~200°Cでの ZnO 堆積速度は約 4.3nm/s でほぼ一定のため、亜鉛材料分子は基板温度による熱分解でなく、酸素ラジカルとの反応により分解して ZnO が形成されており、基板温度が高くなるにつれ表面マイグレーションが促進され結晶性が向上したと考えられる。

スライドガラス基板上に堆積した ZnO 薄膜の透過スペクトルを図2に示す。低い基板温度で作製した試料は白濁しやすく透過率が低いですが、150°C以上で成膜すると可視光領域における透過率が90%以上の ZnO 薄膜が作製できることがわかった。また、吸収端から求めた ZnO 薄膜のバンドギャップは3.4eVであり、文献値とほぼ同じ値が得られた。

4 おわりに

本研究では、プラズマ中で生成される高密度の酸素ラジカルを選択的に用い、基板表面近傍の気相中で有機金属亜鉛原料分子を分解して ZnO を堆積させるプロセス技術の開発を行った。200°C以下の低い成長温度領域で、可視域透過率90%以上の良質な ZnO 薄膜が作製できることを確認した。今後は、亜鉛材料と酸素ラジカルの供給量とその比の制御による結晶性の改善と、アルミニウムやガリウムなどの有機金属材料を供給してドーピングによる伝導度制御を行うことにより、ZnO 透明導電膜が実現できると考えられる。

謝辞

本研究に関して、多くの助言、提案を電気電子工学科半導体デバイス研究室の福田永教授にいただいた。また、本研究は研究室の高田真君、今村哲也君、東海林春樹君と行った。北海道立工業技術センターの菅原智明博士には透過測定を行っていただいた。本研究にご協力いただいた方々に深く感謝いたします。