

高速回転式ミスト化学気相成長法による 高均一酸化亜鉛エピタキシャル薄膜の大気圧下形成

情報電気電子工学専攻 博士前期課程 田之上 博信
情報電気電子工学専攻 博士前期課程 谷口 卓矢
情報電気電子工学専攻 博士前期課程 中村 昭平
機械システム工学専攻 准教授 吉川 浩行
機械システム工学専攻 准教授 宗像 瑞恵
熊本県産業技術センター 研究主幹 永岡 昭二
情報電気電子工学専攻 教授 中村 有水

【1、研究の背景】 現行の青色発光ダイオード (LED) は、有機金属化学気相成長法 (MOCVD) による窒化ガリウムの結晶成長を基に作製されており、高性能な LED であるが高価なのが難点である。この LED は、材料としてはガリウムの他に、枯渇が懸念されているインジウムも用いられ、これらは高価な希少金属である。また、MOCVD は、高価で危険な有機金属ガスを用いており真空装置も必要なため、装置価格やランニングコストも高価となる。そこで、我々は、低コスト LED の作製を目指して、作製法として水溶液を原料として、大気圧で成膜可能なミスト化学気相成長法 (ミスト CVD) を用い、豊富に存在し低コストな材料である酸化亜鉛 (ZnO) を基に、研究を推進している。

【2、研究の目的】 既に我々は、基板上でミスト流路が高さ方向に狭いファインチャンネル方式ミスト CVD を用いて、ZnO の単結晶化に成功しているが、その工業化には基板面内の膜厚や膜質を均一化する必要が有る。そこで、流体力学の研究者に相談したところ、高速回転による均一化の可能性が示唆されたため、ミスト CVD では、世界初の高速回転式装置を開発することとなった。以下に、その研究成果を示す。

【3、研究結果と考察】 通常のファインチャンネル方式ミスト CVD では、基板面に対して平行方向にミストを流すため、基板面内でミストに温度勾配が生じ、膜厚も不均一となる。これに対して、高速回転式装置ミスト CVD では、基板を上側に設置し、基板の下側からミストを垂直方向に流す構造とした (図1)。これにより、低速回転時は均一化の効果は少ないが、高速回転時 (1000rpm) は、流体力学的な効果により、2インチ基板上にて、 $\pm 2\%$ 以内の高均一な膜厚分布を有する ZnO 単結晶薄膜の形成が示された (図2)。また、X線回折 (θ - 2θ 法、 ϕ スキャン、ロッキングカーブ) やフォトルミネッセンスにおいて、結晶品質を評価したところ、高均一である事が示された (図3)。

【4、まとめ】 大気圧で成膜可能なミスト CVD において、膜厚や膜質を均一化できる高速回転式ミスト CVD 装置を開発し、最適条件において形成した ZnO 薄膜の評価を行ったところ、膜厚・膜質とも高均一である事が示された。なお、本研究成果は、既に特許として成立しており、関連の結果は幾つかの論文にも記載されている。また、ごく最近では、本成果はミスト CVD 関連の研究者からも注目されている。

【謝辞】 工研センターでは、技術部の佐藤徹哉氏を始めとする多くの方々、X線回折測定や電子顕微鏡による表面観察などで大変お世話になり、研究の推進に多大なる貢献をして頂き、深く感謝している次第である。

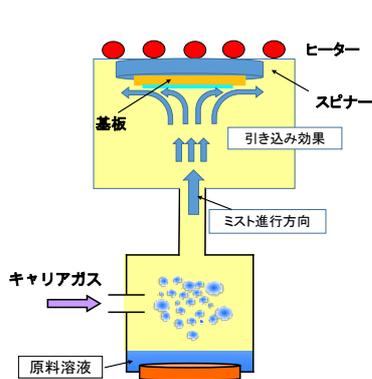


図1 高速回転式ミスト CVD 装置

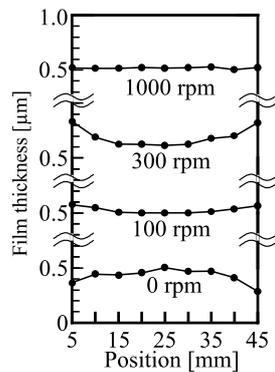


図2 膜厚分布の高均一化
1000rpm では $\pm 2\%$ 以内

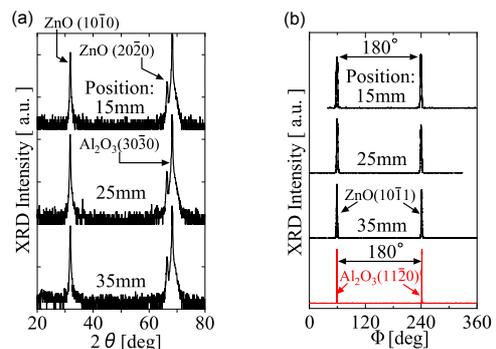


図3 X線回折測定による結晶品質の高均一化
(a) θ - 2θ 法、(b) ϕ スキャン