

低抵抗 ZnO 系透明導電膜の低温成膜スパッタリング 実用化技術

育成研究：JSTイノベーションサテライト岩手 平成17年度採択課題
「スパッタ法による ZnO 系透明導電膜の実用化技術の開発」

代表研究者：岩手大学 工学部・電気電子工学科
教授 道上 修



■ 研究概要

ZnO 系透明導電膜は、ポスト ITO の位置付けに止まらず、新たな製品の創生が期待される。本研究では、大面積成膜、量産性に優れたスパッタリング法での実用化を目的に、ZnO 系に適するのスパッタ条件を追及すると共に ZnO 系焼結ターゲットを開発し、将来のフレキシブルデバイスに適應できる 50℃で低抵抗薄膜が得られる低温成膜技術を可能にした。

■ 研究内容、研究成果

透明導電膜 ZnO はポスト ITO (In と Sn の酸化物) の位置づけにあり、ZnO 系薄膜の実用化への試みがなされている。本研究では、スパッタリングにより ZnO 系透明導電膜の成膜技術確立し、資源的に豊富な ZnO 系透明導電膜の企業化への道を切り拓くことを目的としている。

ITO 仕様のスパッタリング装置で ZnO 系透明導電膜を作製した場合、抵抗の低い薄膜が得られず、スパッタ法による大型薄膜の生産に至っていない。スパッタ法で薄膜を作製する場合、薄膜特性は、スパッタ条件と薄膜の原料となる焼結ターゲットの性能に大きく左右されるため、双方は高品質薄膜作製の両輪となっている。本研究では、良質薄膜が得られるスパッタプラズマ環境を明らかにするため、1mサイズの大型スパッタ装置を試作し、種々の条件で薄膜を作製した。一方、低抵抗薄膜が得られる焼結ターゲットを開発するため、多くの元素添加と種々の焼結条件（9 元素添加、添加量、バインダ、仮焼結温度・回数、本焼結温度、焼結雰囲気等）を調べ、低抵抗薄膜が得られる独自の焼結ターゲット及び作製法を開発した。開発したターゲットを用いて、最適なスパッタ条件により、50℃の低温成膜で、比抵抗 $\rho = 3.9 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$ を得、フレキシブルデバイスへの展開の可能性を見出した。また、開発したターゲットを大型量産スパッタリング装置（ターゲット電極長：1－2m）での生産を狙い、大型電極用の角型焼結ターゲットを試作し、現状機能で得られる ZnO 系薄膜の特性評価を行うため、現在、薄膜作製に入った段階に来ている。今後は、量産機の現状機能および焼結ターゲットの課題を抽出し、電極の一部改造とターゲットの焼結条件の改良を行い、ZnO 系透明導電膜の生産技術の確立に繋げて行く。

■ 今後の展開、将来の展望

企業化に向けた主たる課題は、次の3点である。

- ①実用機用焼結ターゲットの生産技術の確立
- ②大型・量産用スパッタリング装置（実用機）による成膜技術の確立
- ③ZnO 系薄膜用プラスチック基板の開発

焼結ターゲットについては、連続成膜が可能な焼結密度を実現し、共同研究企業の成膜需要に応え得る生産性の確保を第一の目標とする。大型成膜技術については、ITO 仕様の実用機での限界を把握し、改造必要性の有無を判断した後、ZnO 系薄膜の作製仕様を明確化し、成膜注文を受けつつ、独自の ZnO 系製品の開発を図る。これら前2者については、市場調査を行いつつ、これまでの延長線上で課題の解決を図る計画である。一方、プラスチック基板については、素材自身の研究も必要（硬さ、熱膨張率、表面处理、密着性、厚み等）なことから、プラスチックの専門企業との連携で研究開発を進める計画である。上記3点の課題は約1年で解決する計画である。



図1 実用スパッタ装置搭載用焼結ターゲット
開発した B-Ga-ZnO 焼結ターゲット。実験用では丸型、実用機用では角型ターゲットが使用されている。

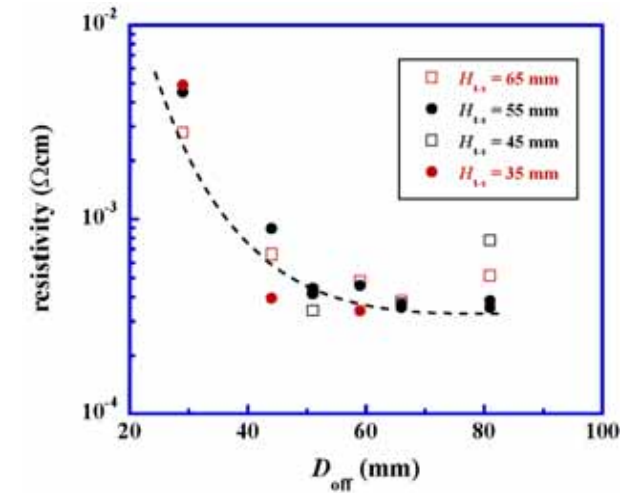


図2 比抵抗率（薄膜）の基板位置依存性
Doff：ターゲットからの偏心距離
Hts：ターゲット面からの高さ



図3 ZnO 系薄膜で試作したモノクロ液晶ディスプレイ
開発したエッチング液でのパターンニングで 100 μm パターンが明瞭に確認されている。5 μm パターンも実現できている。

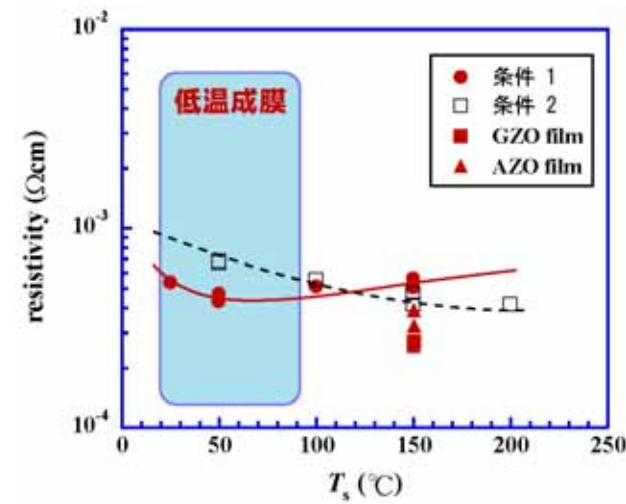


図4 比抵抗率（薄膜）の基板温度依存性
ZnO 系ターゲットを使用して、50℃で低抵抗薄膜を実現した（プラスチック用低温成膜）。

■ 研究体制

- ◆ 代表研究者
岩手大学 工学部・電気電子工学科 教授 道上 修
- ◆ 研究者
小田島聡（JST 研究員）、太田靖之（JST 研究員）
越後谷淳一（岩手大学 教授）
- ◆ 共同研究機関
株式会社倉元製作所

■ 研究期間

平成18年 1月 ～ 平成20年 9月