

●新規透明電極用スパッタリングターゲット材料の開発

アドバンストマテリアル研究所 新規ターゲットグループ

秋池 良
土田 裕也
召田 雅実
倉持 豪人

1. はじめに

近年、スマートフォンやタブレットなどの小型端末が普及したことで、端末メーカーによる製品の高性能化が進められている。これら端末の主な改良点は、電話やPCとしての性能以外に小型端末特有の可搬性、人間の直観的動作に追随可能な応答性である。前者はサイズや重量の小型化や軽量化により達成され、後者はタッチパネルディスプレイの高いセンサー感度が必要となる。

図1にタブレット端末の代表的な構造を示す。現在のタブレットの構造はPC部分とタッチパネル部分に分けることができ、小型軽量化に対する取り組みとして主にタッチパネル部分の構造を変更するアプローチが採られている。

これまでに報告されている典型的なタッチパネル構造を模式的に図2に示す¹⁾。(a)は現行品のタッチパネルディスプレイの構造、(b)はITO膜付ガラスをITO膜付フィルムとした構造、(c)はディスプレイ基板の内部もしくは上部にタッチパネル構造を造り込んで一体化したインセル型もしくはオンセル型と呼ばれる構造である。

これまで、タッチパネル用透明電極材料には、主に酸化スズ添加酸化インジウム (ITO) 膜が用いられてきた。しかしながら、ITO膜は低抵抗と高透過率を両立するために膜を結晶化させなければならないという制約があり²⁾、このときに150℃以上のプロセス温度が必要となる³⁾。

ところが、新たなタッチパネル構造である(b)と(c)では、透明電極材料の成膜時のプロセス温度に制約が生じる。すなわち、(b)ではフィルム基板をタッチパネル基板として用いるため、プロセス温度はフィルム基板の融点、もしくはそのガラス転移点以下に抑制する必要がある。他方(c)では、表示パネルに直接タッチパネルを形成、一体化した構造であるため、液晶を封じたセルに直接透明電極材料を成膜することになり¹⁾、プロセス温度は液晶分子の分解温度以下に制限される。したがって、(b)、(c)いずれの構造を用いる場合でも、プロセス温度を現行より低く抑える必要がある。

さらに、タッチ位置を認識するセンサー部分は、人間の目に認識されてはならないため、可視光領域において、高い透過率が必要である。このため、膜厚は20～50nm程度に抑えねばならないという制限があ

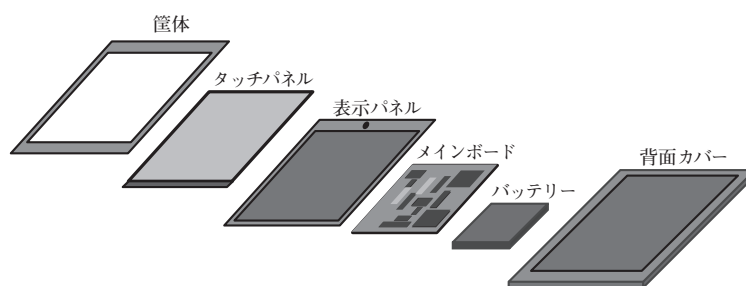


図1 タブレット端末の構造模式図

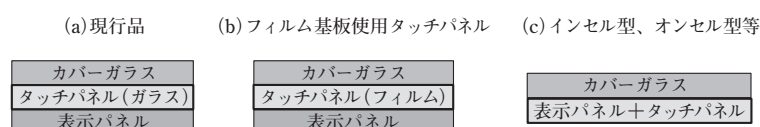


図2 タッチパネルの構造模式図

る²⁾。

このような課題を解決するために、我々は、現行よりも低温プロセスにおいて、十分に低い電気抵抗と高い可視光透過性を、膜厚 20 ~ 50nm 程度の超薄膜で両立可能な新規透明電極用酸化インジウム系ターゲット材料（以下、新規開発材料）の開発を行った。本稿では、新たに開発した透明電極用ターゲット材料を用いて作製した膜特性を中心に紹介する。

2. 開発材料の特徴

[1] 電気特性

図 3 に各サイズのタッチパネルに用いられる透明電極材料への要求特性を示す⁴⁾。現在用いられている最も標準的なタブレットのサイズは 7 ~ 10 インチであることから、要求されるシート抵抗は、上述したプロセス温度の制限下で 100 Ω/\square 以下である。この値を目標値に設定した。

現在用いられている ITO 膜および新規開発材料を用いて作製した薄膜（以下、新規開発膜）の電気抵抗を比較した。成膜は、室温にて DC マグネトロンスパッタ法で行い、膜厚は 30nm とした。スパッタガスは Ar と O₂ を使用し、成膜後に大気中で 60 分間加熱処理した。このときの加熱処理温度は、PET（ポリエチレンテレフタレート）や PEN（ポリエチレンナフタレート）などのフィルム基板の実使用温度が 130°C ~ 170°C であり、PC（ポリカーボネート）のガラス転位点が 150°C であることを考慮して 140°C とした⁵⁾。

表 1 に電気抵抗を示す。現在用いられている ITO

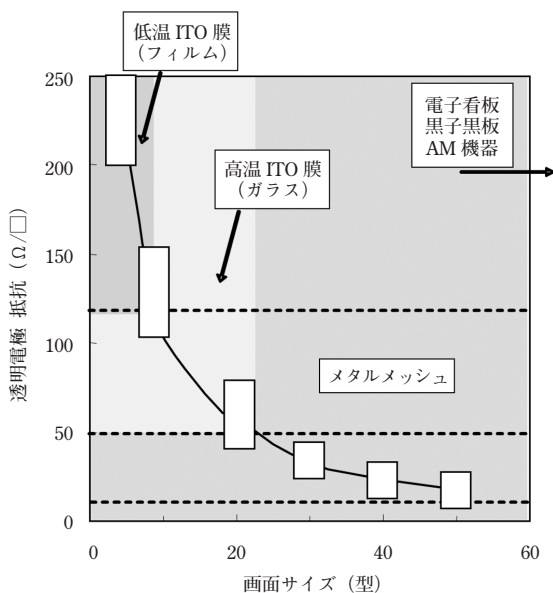


図 3 タッチパネルの各サイズに対する透明導電膜の要求特性

表 1 新規開発膜の電気抵抗

	シート抵抗 (Ω/\square)	抵抗率 ($\Omega \cdot \text{cm}$)
新規開発膜	97	2.9E-04
ITO	117	3.5E-04

膜の場合、上記の加熱処理温度で電気抵抗は 100 Ω/\square を下回ることなく、新たなタッチパネル構造に必要な性能としては十分ではない。一方、新規開発膜は、加熱処理温度 140°C で電気抵抗は 97 Ω/\square であり、100 Ω/\square 以下を達成した。

[2] 光学特性

図 4 に新規開発膜の透過スペクトルを示す。比較のために、現在用いられている ITO 膜（加熱処理 180°C、電気抵抗 95 Ω/\square ）の透過スペクトルも示した。スペクトルは基板を含めた透過率で、膜厚は 30nm である。新規開発膜と ITO 膜の透過率を比較すると、可視光領域において、透過率はほぼ同等の高い透過率を示していることがわかる。これは、新規開発膜が ITO 膜と同等の光学特性を 140°C で発現可能であることを意味する。

また、バンドギャップ由来の、紫外光領域における吸収端位置は同程度であることから、バンド吸収に起因する色味については両者で違いはなく、現行品同様の取り扱いが可能である。

さらに、分光エリプソメトリーにより、図 4 で用いた薄膜の屈折率と消衰係数を測定した。新規開発膜の波長 550nm における屈折率は約 2.0 であり、ITO 膜とほぼ同等である。

また、新規開発膜の消衰係数は、波長 550nm において 0.0015 であり、前記 ITO 膜の 0.013 の 1/10 程度の値であった。この値は、一般的な ITO 膜で報告されている値 (0.003 ~ 0.004) と比較しても 1/2 以下

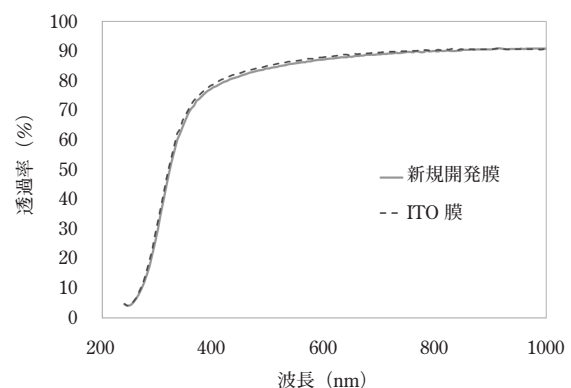


図 4 新規開発膜の透過スペクトル

である⁶⁾。これは、新規開発膜の入射光に対する吸収が、現在用いられているITO膜と比較して著しく小さいことを意味しており、反射以外の光学損失が非常に小さいことを示すものである。

タッチパネルにおいて、このような特性は、前述したセンサー部分の視認性向上以外に、いくつかの利点が挙げられる。

まず、隣接する液晶ディスプレイの輝度を損なわないという利点が考えられる⁶⁾。さらにその結果として、液晶ディスプレイの黒と白のコントラストを大きくすることができ、発色性の向上に寄与する等の、ディスプレイの高精細化に欠かせない利点となる可能性がある⁷⁾。

[3] 薄膜の信頼性

新たな構造を有したタッチパネルは、前述したように高い可搬性を有した端末に用いられるため、使用される環境も様々な国や地域の屋外である。これに加えて、常に人肌の接触があるため、熱や水分にさらされやすい環境である。したがって、そのような環境下での安定動作が要求される。この安定性を確認するため、新規開発膜の耐久性試験を実施した。試験方法は、薄膜を温度85℃、湿度85%の大気に晒したときの電気抵抗の経時変化を観測する方法をとった。

図5に電気抵抗変化割合の結果を示す。新規開発膜と現在用いられているITO膜では、400時間後に大きな差は見られず、新規開発膜は高い耐久性を有していることがわかる。

3. 円筒型ターゲットの開発

当社は、これまでに高品質のITOプレーナーターゲットを中心にスパッタリングターゲットを製造・販売してきた。さらに、近年、市場からの要求も高まり

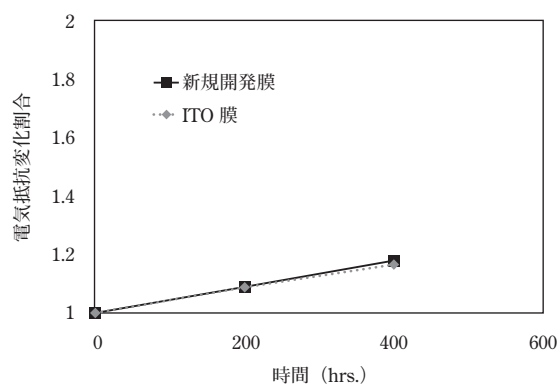


図5 新規開発膜の加速劣化試験結果



図6 当社円筒ターゲット

つつある高品質なITO円筒ターゲットの開発にも成功している(図6)。

円筒ターゲットはプレーナーターゲットと比較して、以下の利点がある。

- ・ターゲット全面がエロージョンとなるため、利用効率が高い。
- ・高投入パワーが可能であるため、成膜速度が速い。
- ・成膜時の異常放電現象が少なく、安定性に優れる。

したがって、円筒ターゲットは高生産性が要求される市場用途に適していると考えられる。

本稿で紹介した新規透明電極用ターゲット材料は、プレーナーターゲットのみならず、このような特徴を有する円筒ターゲットの製造が可能である。

4. まとめ

我々は、タッチパネル用途として、新たな酸化インジウム系透明電極用ターゲット材料を開発した。このターゲット材料を用いて作製した薄膜は、現在用いられているITO膜と比較して、低温プロセスで低抵抗化が可能であり、その抵抗値は7～10インチサイズのタッチパネルに適用可能な100Ω/□を下回る電気抵抗を示した。さらに光学特性として、可視光領域においてITO膜と同等の高い透過率を示した。また、電気抵抗の耐久性についても現行のITO膜と同等であり、高い安定性を有している。

以上のような特性を有する新規開発膜を作製可能な新規開発ターゲットは、新たなタッチパネル構造への適用に加え、有機基材を用いた電子機器全般での使用が期待される。

参考文献

- 1) 富士経済、2013 タッチパネルと構成部材市場の

将来展望 上、14 (2013)

- 2) 日経B P社、タッチパネル最前線 2013-2014、109 (2012)
- 3) オーム社、透明導電膜の技術 改訂3版、178 (2014)
- 4) 中谷健二、日経エレクトロニクス、4.15、75 (2013)
- 5) 日経B P社、タッチパネル最前線 2013-2014、105 (2012)
- 6) Y. S. Jung, Thin. Solid. Film., 467, 36 (2004)
- 7) 日経B P社、タッチパネル最前線 2013-2014、26 (2012)