

# 有機EL向け平坦ITO膜形成用ターゲットの開発

内 海 健 太 郎  
伊 藤 謙 一  
寺 岡 秀 樹

## Development of an ITO Target Suitable for Spike-less ITO films for Organic EL Display Use

Kentaro UTSUMI

Kenichi ITOH

Hideki TERAOKA

Polycrystalline ITO films prepared by the sputtering method usually contains some spikes on the surface, which are considered to cause the dark spot defects organic electro-luminescence (EL) displays. Therefore, there is a strong market demand for the targets that can reduce the spikes on ITO thin films. In the present study, we have developed a new ITO target named ITO-SL. By replacing conventional ITO targets with the improved one, the ITO thin films of reduced spikes can be produced without adding any change to the ongoing process and the production system in use.

### 1. はじめに

近年の情報化社会の発展にともない、マンーマシーンインターフェイスである表示機器の多様化が進んでいる。長年使用されていたCRT (Cathode Ray Tube) にLCD (Liquid Crystal Display) が加わり、さらにPDP (Plasma Display Panel)、OELD (Organic Electro Luminescence Display) が実用化されている。中でもOELDは、自発光のため視認性に優れ、薄型、軽量、高速応答、高視野角、高コントラストといった特徴を有しており、今後の市場拡大が期待されている。OELDの構造は、バッシブタイプと呼ばれる帯状に直交させた透明電極と背面電極からなるX-Yのマトリクス構造のもとアクティブタイプと呼ばれる薄膜トランジスタ(TFT)を用いた構造のものに大別される。いずれの場合も高精細化や高速応答化に対応するため、透明陽極には低い抵抗率が要求され、主としてITO (Indium Tin Oxide) 膜が使用されている。ITO薄膜の製造方法としては、大面積への均一成膜が容易

で、高品質な膜が得られる条件範囲が広いといった理由から、ITOターゲットを用いたスパッタリング法が主流となっている。

現在、OELDの問題としてダークスポット不良が取り上げられている。ダークスポットとは、OELDを長時間使用した場合に画素上に現れる黒点を意味しており、表示品質を劣化、短寿命化の原因となるためその低減が望まれている。ダークスポットの形成原因としては、

ITO薄膜表面のスパイク状突起

薄膜形成時に付着したパーティクル

外部から滲入した水分

などが考えられている。

ITO薄膜上のスパイク状突起とは、Fig. 1のAFM像(a: 鳥瞰図、b: 鳥瞰図上のA-A'における断面図)に示す高さ25~30nmの突起であり、スパッタリング法により形成された結晶質ITO薄膜に数多く認められるものである。

このようなスパイク状突起を低減させるため、

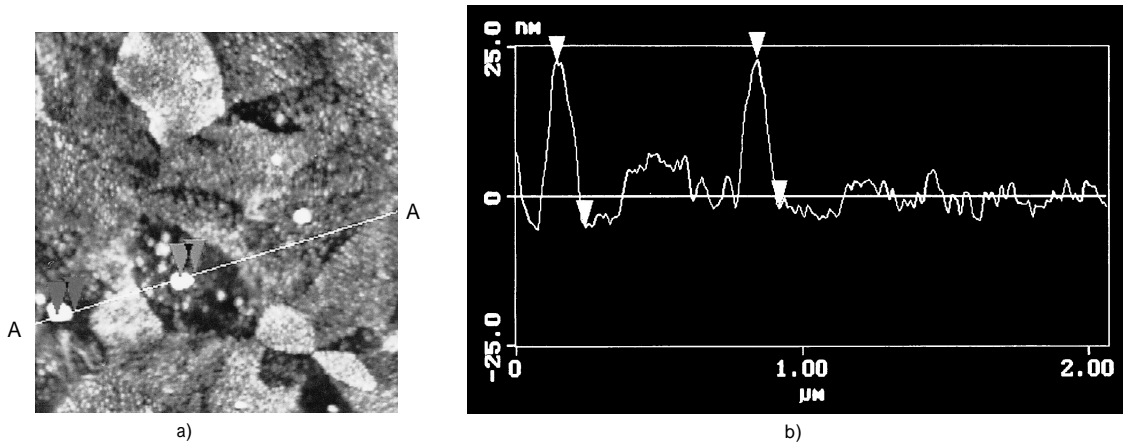


Fig. 1 AFM image of typical ITO thin film prepared by sputtering : a) Top view and b) Cross sectional analysis.

$\text{In}_2\text{O}_3$  -  $\text{ZnO}$ 系<sup>1)</sup>などの新規組成の膜を用いたり、イオンプレーティング法などにより平坦な膜を得ようとする試みがなされている。しかし、いずれの場合においても材料またはプロセスの変更が必要とされ、LCDで培われてきた技術、経験を有効利用できないというデメリットがあった。

本稿では、当社で有機ELディスプレイ用として開発した、現有の装置およびプロセスを変更せずに使用可能なスパイク状突起低減用ITOターゲット(グレード名: ITO-SL)の特徴について概説する。

## 2. ITO薄膜の表面状態

スパッタリング法を用いて形成されたITO薄膜は、Fig. 2のFE-SEM像に示すように、規則的な表面微細構造を有する結晶粒から構成されている。また、これらは四角形、三角形および長方形の粒子が集まった領域に分かれており、四角形の領域は(100)、三角形の領域は(111)、長方形の領域は(110)に配向した粒子によって形成されている<sup>2)</sup>。これら、同一の配向性を持った粒子が集まった一つの領域をドメインと呼

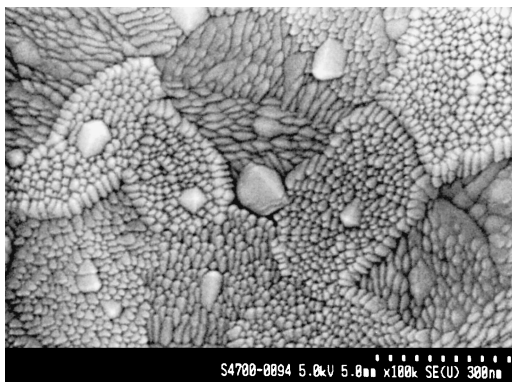


Fig. 2 FE-SEM image of typical ITO thin film prepared by sputtering.

んでいる。

Fig. 2において周囲の粒子よりも一段と大きく成長した粒子がスパイク状突起である。このスパイク状突起は、特定の配向を持ったドメインに限定して発生するのではなく、3種類の全てのドメインにおいて発生していることがわかる。さらに、スパイク状突起の形状は、その突起が属するドメインを構成する粒子の形状と一致している(三角形の突起は、三角形の粒子が集めたドメインに形成されている)ことから、スパイク状突起は、ある特定の結晶方位を有しているのではなく、ドメインの中の1つの粒子が異常成長して形成されていることを示唆している。

## 3. 実験方法

90 [wt. %] の酸化インジウムと10 [wt. %] の酸化スズを混合・調製してITO粉末を得た。得られた混合粉末を、鑄込み成形し、Cold Isostatic Pressing (CIP) 処理した後、焼成することにより通常のITO焼結体を作製した。以下、本ターゲットをConventional ITOと呼ぶ。また、上記製造工程の内、粉末調製工程と焼成工程を制御することにより、スパイク低減用ターゲットを作製した。以下、本ターゲットをITO-SLと呼ぶ。なお、焼成はいずれのターゲットにおいても常圧酸素雰囲気焼結炉を用いて実施した。

得られた焼結体を4 [インチ] × 7 [インチ] × 6 [mm] に加工した後、無酸素銅製のバックングプレート上にボンディングしてターゲットとした。

成膜は、ロードロックタイプのDCマグネトロンスパッタリング装置を用いて、コーニング#1737基板上に行った。スパッタリング条件をTable 1に示す。

薄膜の抵抗率は四探針法を用いて測定した。また、透過率はW-Beam方式の分光光度計を用い、コーニング#1737ガラス基板をリファレンスとし、薄膜単身

Table 1 Sputtering conditions

Substrate temperature	200
DC power density	3.3W/cm <sup>2</sup>
Sputtering gasses	Ar, Ar + O <sub>2</sub>
Sputtering pressure	5mTorr
Target - Substrate distance	10cm
Magnetic flux on the target surface	1000Gauss

の透過率を測定した。

薄膜の表面状態は、AFM(Atomic Force Microscope)を用いて観察した。

#### 4. 実験結果

##### 〔1〕成膜速度

成膜速度の酸素分圧依存性をFig. 3に示す。従来のITOと同等の値が得られている。この結果から、例えばインラインスパッタ装置にITO-SLを用いた場合、投入DC電力、タクトタイムなどのプロセス条件を変更することなく、成膜可能なことが示された。

##### 〔2〕抵抗率

一般に、薄膜の抵抗率は成膜中に導入する酸素ガスの分圧に依存し、ある酸素分圧で極小値を持つ。このときの酸素分圧を最適酸素分圧と呼ぶ。最適酸素分圧で成膜して得られた膜抵抗率の膜厚依存性をFig. 4に示す。ITO-SLターゲットを用いた場合、Conventional

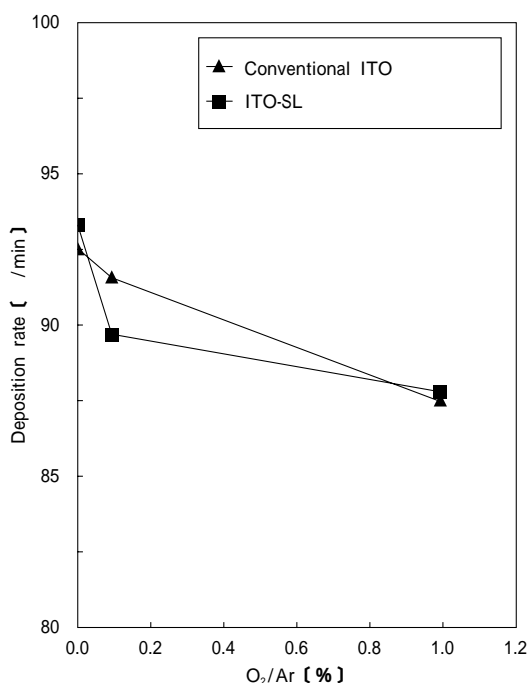


Fig. 3 The dependence of deposition rate on O<sub>2</sub>/Ar.

ITOターゲットに比べて若干の抵抗率の増加が認められた。しかし、膜厚150nmにおいて139 [μ · cm]となっており、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZnO系の450 [μ · cm]<sup>1)</sup>や無加熱成膜により得られたITO膜500 [μ · cm]<sup>3)</sup>と比べると遥かに低い値が得られている。ITO膜に対して低い抵抗率が要求されるパッシブタイプのOELDには、特に有効と考えられる。

また、いずれのターゲットを用いた場合においても、膜厚の増加にともない抵抗率が低下している。これは一般的に見られる現象で、膜厚の増加による結晶性の向上や成膜時間の増加による基板温度の上昇による影響と考えられている。

##### 〔3〕透過率

最適酸素分圧で成膜した膜の可視光透過率の測定結果をFig. 5に示す。いずれのターゲットを用いても同様の透過率を得られている。ITO-SLターゲットを採用しても、可視光透過率に影響を与えないことが示された。

##### 〔4〕表面状態

最適酸素分圧で成膜した膜の表面状態をFig. 6 - a (Conventional ITO)およびFig. 6 - b (ITO-SL)に示す。いずれの膜においても明瞭なドメイン構造が観察されており、ドメイン構造に基づく膜表面の凸凹には、差は認められていない。しかしながら、ITO-SL

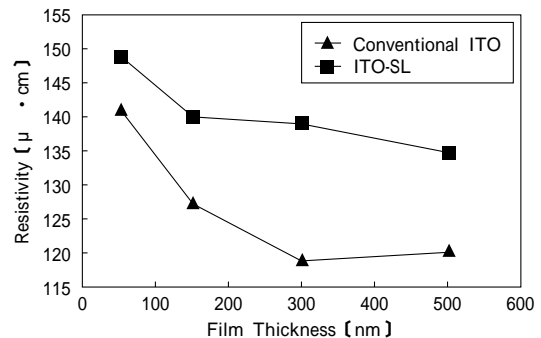


Fig. 4 The dependence of resistivity on film thickness.

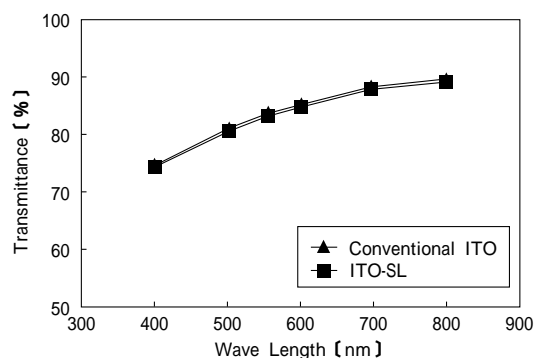


Fig. 5 Transmittance.

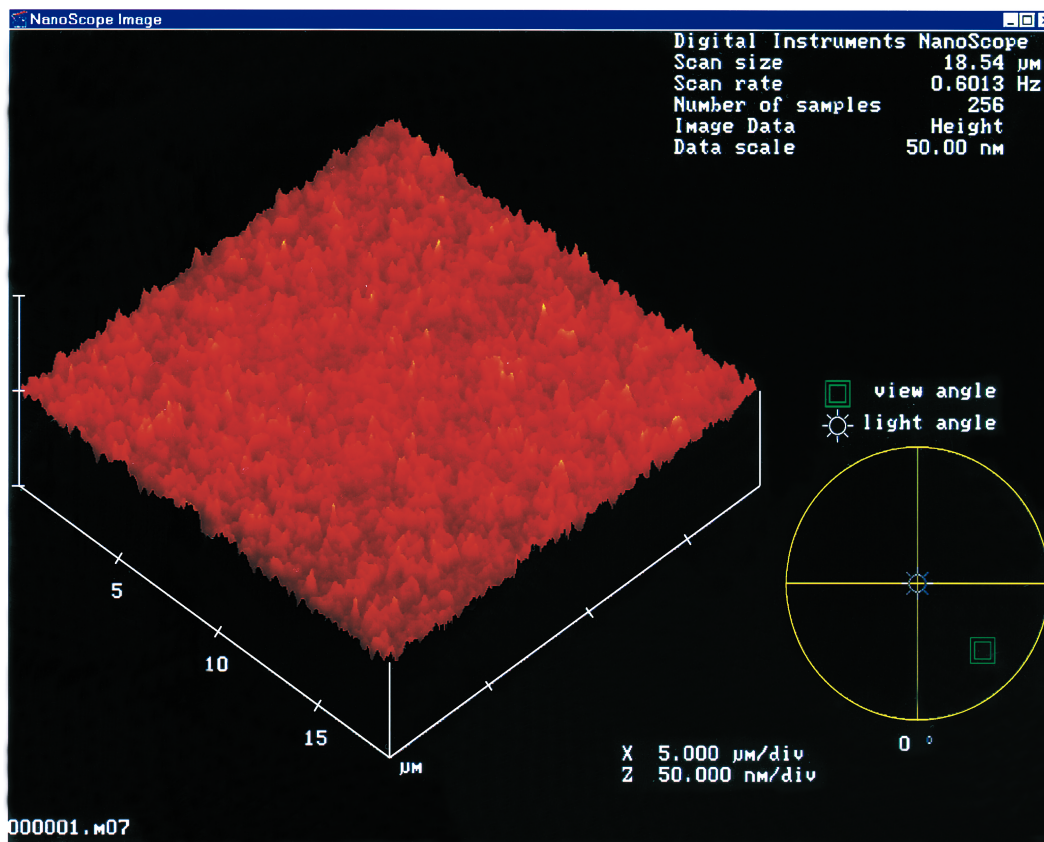
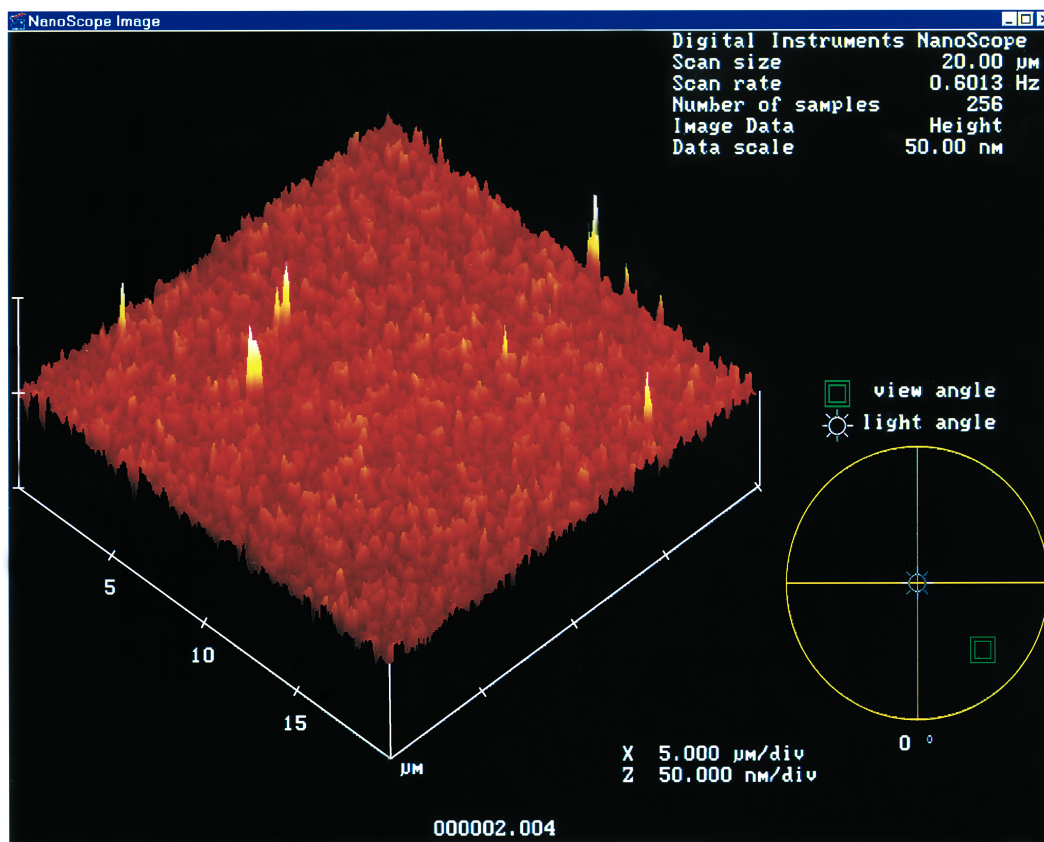


Fig. 6 AFM image of ITO thin film : a)Conventional ITO and b)ITO-SL.

ターゲットを用いることにより、Conventional ITOターゲットを用いた場合に見られるような20~30nmの高さを持つスパイク状突起を低減できることが明らかとなった。

このように、ITO-SLを用いることによりITO薄膜上のスパイクを低減できるので、OLEDにおけるダークスポット不良の低減が期待される。

## 5. ま と め

ITO薄膜上に形成されるスパイク状突起を低減可能なITO-SLターゲットを開発した。本ターゲットを従来のターゲットに置き換えることにより、プロセスお

よび装置を変更することなく、また、ITO薄膜の抵抗率、透過率を大きく損なうことなく、スパイク状突起の低減が可能となる。

## References

- 1) 井上 一吉：日本学術振興会166委員会第6回研究会資料、28(1998)
- 2) 亀井 雅之、安井 至：セラミックス33、816(1988)
- 3) 木村 浩、渡辺 弘、石原 哲、鈴木 義雄、伊藤 孝：真空、30(6)16(1987)

### 著 者

氏名 内 海 健太郎  
Kentaro UTSUMI  
入社 昭和61年4月1日  
所属 東京研究所  
新材料・無機分野  
主任研究員

### 著 者

氏名 伊 藤 謙 一  
Kenichi ITOH  
入社 平成3年4月1日  
所属 東京研究所  
新材料・無機分野  
副主任研究員

### 著 者

氏名 寺 岡 秀 樹  
Hideki TERAOKA  
入社 平成8年4月1日  
所属 東京研究所  
新材料・無機分野  
副主任研究員