

# 透明導電膜の作成と特性

ジオマテック株式会社 生産管理部生産技術課 小野寺育男

## Property and Method of Transparent-Conductive Films

Ikuo Onodera

Production Engineering section, GEOMATEC, Co., Ltd.

### 1. はじめに

透明導電膜の本格的な使用は、1975年頃からのLCDへの利用からである。それ以前にも撮像管や電車の運転席の防曇用、電子顕微鏡の窓ガラス等の用途があったが量的には微々たるものであった。LCDの当初の用途としては、デジタルウォッチと電卓が主な物で、セグメント表示だけの物であったが、その後X、Y走査電極を利用した小型のドットマトリクス表示が開発されてからは、急速な表示技術の進歩とともに用途が拡大し、現在に至っている。一方、応用製品としては、ゲーム機が使われ動画の開発も進みポケットテレビ、携帯用テレビが作られた。最近ではカラー化、表示品質の向上と大型化にともない駆動方式の改善と量産技術の開発が盛んである。これらの表示機器に利用される透明導電膜の種類、用途とその製法(真空蒸着、スパッタリング、イオンプレーティング)による膜特性について記す。

### 1. 透明導電膜の種類

導電膜の種類をTable 1に示す。用途によってそれぞれ特性の違いがあるが、金属膜を薄く成膜した物や金属酸化膜と金属膜の積層構造の物、金属酸化膜、非酸化物等がある。現在最も多く利用されている表示機器用としては酸化物系であり、その代表的な物は $\text{In}_2\text{O}_3$ 系と $\text{SnO}_2$ 系である。

### 2. 透明導電膜の用途

透明導電膜の用途をTable 2に示す。電卓や腕時計、バッテリーチャージャー、カセットをはじめとする小型の電源と、外灯、設置時計や山岳地、遠隔地等の観測システム用の電源として、また、小規模ではあるが電源供給用としての太陽電池の利用がある。

表示機器用では、LCD、PDP、ELを利用した時計、電卓、オーディオ等の民生分野からOA機器、医療機器、各種計器のメーター、ポケット・携帯

Table 1 Type of Transparent electrical conductive films.

Type	Material
Metal	Au, Ag, Cu, Ni
Metal /Oxide	$\text{TiO}_2/\text{Ag}/\text{TiO}_2$ , $\text{SnO}_2/\text{Ni}/\text{SnO}_2$ , $\text{Bi}_2\text{O}_3/\text{Au}/\text{Bi}_2\text{O}_3$ , $\text{Pt}/\text{SnO}_2$ , $\text{SnO}_2/\text{Au}/\text{SnO}_2$
Oxide	$\text{SnO}_2$ , $\text{In}_2\text{O}_3$ , CdO, ZnO, TiO, $\text{SnO}_2\text{-Sb}$ , $\text{SnO}_2\text{-WO}_3$ , $\text{In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$ , $\text{In}_2\text{O}_3\text{-Sb}_2\text{O}_3$ , $\text{In}_2\text{O}_3\text{-WO}_3$ , $\text{SnO}_2\text{-F}$ , $\text{In}_2\text{O}_3\text{-Al}$
Non Oxide	$\text{LaB}_6^{\text{①}}$ , TiN, CdS

用・車載用テレビ、ゲーム、それから魚群探知機、ラップトップ・ノートタイプのワープロ、パソコン、掲示用への利用がある。

透明導電膜の特徴として、添加物によるプラズマ反射による  $1.5\sim 2.0\ \mu\text{m}$  以上の波長を反射し、可視光を良く透過する選択性を持っていることから、この特性を利用した分野での利用もある。その他にガス吸着と離脱による膜の抵抗変化を利用するガス・湿度センサーやタッチセンサー、発熱体や防曇用、電磁波遮蔽、帯電防止、等の広範囲な分野で利用されている。現在最も多く利用されている分野としては表示機器用であり、その生産量は国内だけでも  $30\ \text{万}\ \text{m}^2$  前後と推定される。

### 3. 透明導電膜の製法

酸化物系透明導電膜 [ITO<sup>3)</sup>(In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub>). SnO<sub>2</sub>系]の代表的な製法を Table 3 に記す。製法としては、それぞれの導電膜の特性と用途によって化学的製法と物理的製法に区分される。SnO<sub>2</sub>系導電膜は化学的製法を、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>系の膜は物理的製法が一般的である。

#### 3.1 化学的製法

ガラス基板を塩化スズ等の金属塩や有機金属化合物 (SnCl<sub>4</sub>, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SnCl<sub>2</sub><sup>4)</sup>, In/Sn 硝酸塩をアセチルアセトンに溶解した錯体等<sup>5)</sup> に浸漬したり、

ガラス基板にスピナーコートをして、 $200^\circ\text{C}\sim 600^\circ\text{C}$  に加熱焼成する方法や、浸漬法と同様に金属塩、有機金属塩 (SnCl<sub>4</sub><sup>6)</sup> の水溶液、(C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>)<sub>2</sub>SnF<sub>2</sub><sup>7)</sup>, 等使用する。)をあらかじめ数百度 $^\circ\text{C}$  に加熱した基板に吹き付けて、熱分解反応をさせるスプレー法がある。

その他に熱化学反応を利用する熱CVDと、DC, RF, マイクロ波等のプラズマ中における分解、反応を利用するプラズマCVDと、レーザーや紫外線のエネルギーによるガス分子の励起、分解を利用する光CVD等がある。使用する原料はスプレー法と基本的には共通であるがこれらの膜の特性改善としてSbCl<sub>3</sub> (アンチモン)、NH<sub>4</sub>F, P等の添加物が利用される。主にSnO<sub>2</sub>膜の製法として利用されており、熱CVD法がほとんどである。成膜時に高温を必要とするためガラスを含むセラミック系の成膜に用いられる。In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>系での化学的製法ではパイロゾル法<sup>8)</sup>が工業化されている。

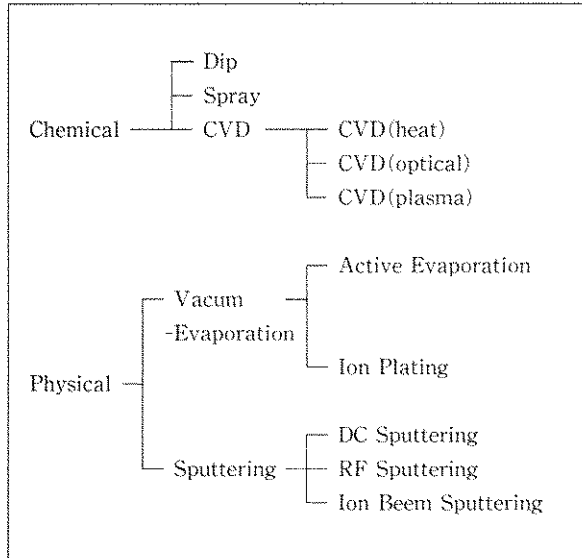
#### 3.2 物理的製法

化学的製法が主にSnO<sub>2</sub>膜の製法であるのに対して、ITO膜の製法として多く利用されている。膜欠陥が少なく比較的低い温度で成膜が可能ならば、プラズマを利用する方法においては、室温成膜が可能であるためその用途も広い。

Table 2 Application of Transparent electrical conductive films.

Properties	Application	
Transparent-conductance	Solar-panel	a-Si SnO <sub>2</sub> /Si-hetero composition
	Display	LCD, PDP, EL
	Heater	Tram, Auto-mobile, Monitor-camera, Panel-heating
	Electromagnetical wave	Cooking-range, Electoron microscope, Cut of Electoromagnetical wave
Selection transparence	Refractance of heat ray	Cooking-oven of energy, Refractive films
Resistance	Electronic-parts	Tactile-panel, Electrode
	Cut of electrification	CRT, Facsimile, Copy
Semiconductor	Sensor	Humidity-sensor, Gas-sensor <sup>2)</sup> (CO, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S, CH <sub>4</sub> )

**Table 3** Method of preparing transparent electrical conductive films.



最もオーソドックスな方法に真空蒸着法がある。真空中で物質を加熱蒸発させて、基板に凝縮させて薄膜化する方法である。ITOは酸素ガスとの反応が起こり易い物質で有ることから、蒸発中に基板加熱と導入ガスの併用で膜を形成する反応蒸着法が用いられる。蒸発源としては、抵抗加熱、電子銃を用いる。

真空蒸着法では低温成膜が不可能であるため、より反応を促進する方法としてプラズマを利用する方法がある。RF、DC、MATTOX法等のイオンプレーティング法である。これらの方法では積極的にイオン化及び反応の促進が可能であり、低温基板にも成膜可能となる。このほかにも、途中に放電域を設けたタイプ(クラスタイオン、多陰極法)、バイアスプローブとの間で放電を起こす(ARE)方法、放電源(イオン源)と蒸発源との間で放電やイオン化を起こす方式(HCD、URプラズマ)など多数ある。

同様にプラズマを利用する方法でスパッタリング法がある。現在プラズマを利用する方法で最も多い方法であり、使用する電源や基板とカソードの位置関係とプラズマの制御方法等の差で種々(DC、RF、3極、イオンビーム)の呼び名がある。

#### 4. ITO膜の作成

現在、透明導電膜の用途で最も多く使用されているのはITO膜である。各種導電膜の中で、可視域での高い透過率と導電性が良い事、エッチング性が容易である事からLCDの電極やPDP、EL等の表示用電極として利用されている。ITO膜の製法として、工業ベースのものは、パイロゾル法(化学的製法)、物理的製法として真空蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法(フィルム等の耐熱温度の低い物への成膜)がある。

##### 4.1 真空蒸着法(反応蒸着法)

真空蒸着法は、ITO膜の成膜方法として、はじめに工業化された製法である。この方法は、 $1 \times 10^{-5}$  torr以下に排気した真空槽に $O_2$ ガスを導入し、雰囲気を保ちながら蒸着する。

蒸着源としては、メタル(In, Sn)を出発材料とする二源蒸発源や、昇華性の良い $In_2O_3$ 、 $SnO$ を用いた二源蒸発源等がある。しかしこれらの方法は、特性的にもあまりよいものは得られていない。その理由としては、Inが膜中に混入して抵抗値を増大させたり、還元により生じた酸素でボードが酸化し膜中に入り込んでしまうからである。また、電子銃を用いても組成コントロールの問題や成膜後で加熱焼成を必要などの点で問題が多く、あまり

すすめられない。これらの問題を最小限にするためには、蒸発源として、プレス成形したITO ( $\text{In}_2\text{O}_3-\text{SnO}_2$ )を電子銃で加熱昇華させる<sup>9)</sup>。この時基板は300°C~400°Cに加熱し、 $\text{O}_2$ 量と蒸着速度を適度にコントロールする事で成膜可能となる。Fig. 1に装置の概略を記す。

### 蒸発と蒸着過程

ITO膜の蒸発と蒸着過程の反応を推定すると、電子ビームの照射で $\text{In}_2\text{O}_3$ は $\text{In}_2\text{O}$ 、 $\text{In}$ と $\text{O}_2$ に分解する。 $\text{In}_2\text{O}$ 、 $\text{In}$ は加熱された基板の表面や、基板に向かう途中で導入された $\text{O}_2$ と再び反応をし $\text{In}_2\text{O}_3-x$ になるものと考えられる。 $\text{SnO}_2$ 膜においても、ビームの照射で $\text{SnO}$ 、 $\text{Sn}$ 、と $\text{O}_2$ に分解すると思われる。反応式を表現するとTable 4のよ

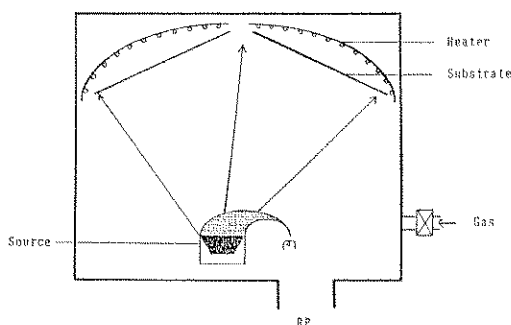


Fig. 1 Schematic diagram of evaporating system.

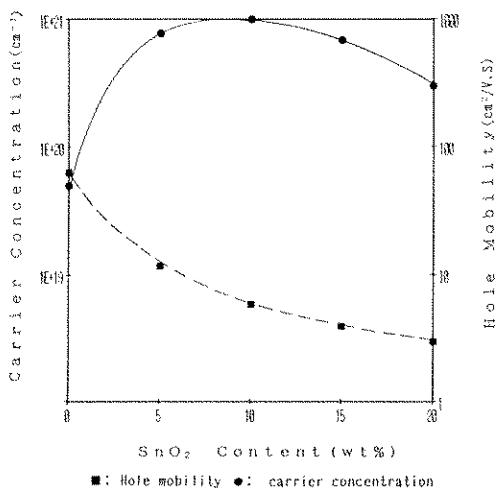


Fig. 2 Variation of carrier concentration and Hole mobility with  $\text{SnO}_2$  contents (substrate temperature: 350°C).

うになるが、成膜条件によっては、 $\text{In}_2\text{O}$ 、 $\text{InO}$ 、や一部は $\text{In}$ の状態が混在しているものと考えられる。膜が形成される段階においても $\text{In}_2\text{O}_3$ には成っておらず酸素が欠乏した状態になっている。

### 蒸着膜の特性

$\text{In}_2\text{O}_3$ は、添加物無しでも酸素空孔によると考えられる導電性 ( $\sim \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ ) 程度の比抵抗を示すが、熱に対する抵抗値の変化や、大気中の放置でも抵抗値が変化してしまい非常に安定性に欠ける。 $\text{Sn}$ 、 $\text{Sb}$ 、 $\text{W}$ 、 $\text{Mo}$ 、等の不純物を添加することにより $\sim \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$  オーダーの比抵抗迄下げることができ、安定性も増す。

この中でも最も効果的に特性に寄与するのは $\text{SnO}_2$ である。 $\text{SnO}_2$ の添加量を振った場合のホール移動度とキャリア濃度をFig-2に示す。キャリア濃度は、 $\text{SnO}_2$ の添加量10 wt%付近迄は増加していき $10^{21} \text{cm}^{-3}$ にも達するが、それ以上添加量を多くしても増加せず下降してくる。多量の不純物の添加は、結晶性を悪くするためキャリア濃度の低下を招く。

ホール移動度は、はじめ数十 $\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ あったものが添加量を増加させていくに従って減少してくる。実際に添加量を変化させて膜を蒸着した時の比抵抗をFig. 3に示す。装置によって多少の違いがあるものの真空蒸着での $\text{SnO}_2$ 添加の最適量は3~5 wt%である。 $\text{SnO}_2$  5 wt%での膜厚と抵抗値の関係をFig. 4に、可視域における分光透過率

Table 4 Reaction formula.

$\text{In}_2\text{O}_3$	$\longleftrightarrow$	$\text{In}_2\text{O} + \text{O}_2$
		↑
$2 \text{In}_2\text{O}_3$	$\longleftrightarrow$	$2 \text{InO} + 2 \text{O}_2$
		↑
$2 \text{In}_2\text{O}_3$	$\longleftrightarrow$	$4 \text{In} + 3 \text{O}_2$
		↑
$2 \text{SnO}_2$	$\longleftrightarrow$	$2 \text{SnO} + \text{O}_2$
		↑
$\text{SnO}_2$	$\longleftrightarrow$	$\text{Sn} + \text{O}_2$

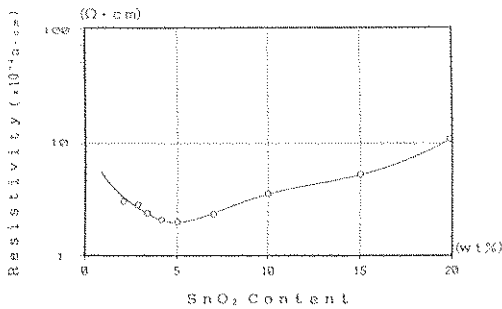


Fig. 3 Variation of resistivity with SnO<sub>2</sub> content.

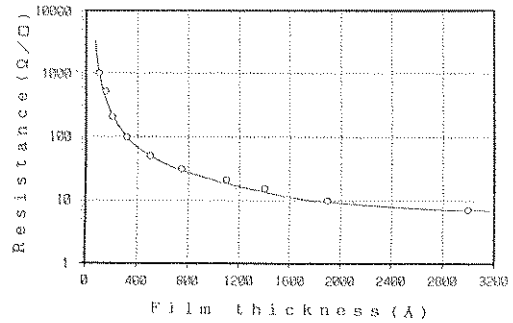


Fig. 4 Thickness dependence of sheet resistance in ITO films (SnO<sub>2</sub> contents: 5wt%).

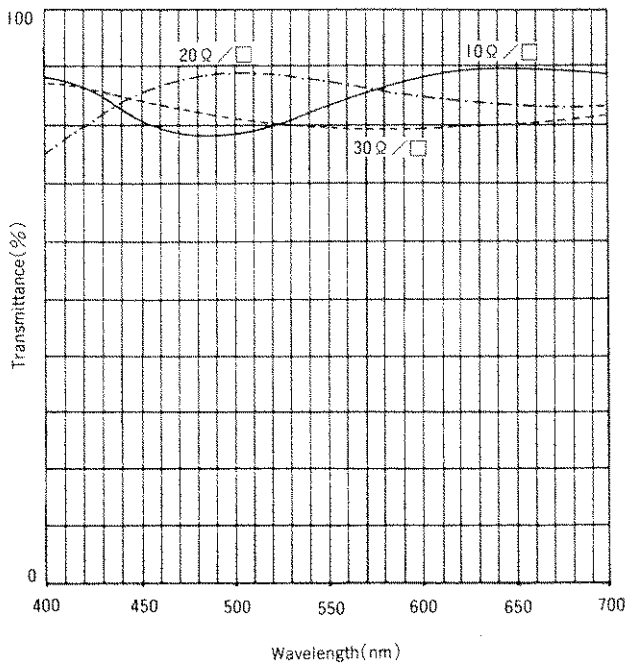


Fig. 5 Spectral transmittance of ITO films. (resistivities: 10 Ω/s, 20 Ω/s, 30 Ω/s.)

の値を Fig. 5 に記す。

#### 透過率と赤外反射

又、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜は SnO<sub>2</sub>·WO<sub>3</sub>、MOO<sub>3</sub> 等の添加で、赤外域の反射が増加する。この特性を生かして熱線カット膜としても利用できる。無添加の In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の吸収端は約 3.7 eV であるが、添加物によってバースタインシフトを生じ 4.0 eV 以上に移動する。これにより紫外域での吸収端のズレが生じ

る。又、可視域での透過が上昇し、5 wt% で最も大きくなる。理由として、自由電子の散乱や結晶性の変化による屈折率の変化と吸収等が考えられる。赤外反射率については、キャリア濃度の増加するほど短波長側に反射帯が移動する。WO<sub>3</sub> や MoO<sub>3</sub> ではホール移動度が SnO<sub>2</sub> を添加した時よりも高く反射の立ち上がり（赤外域での透過の落ち込み）が大きくなるといわれている。よりよい

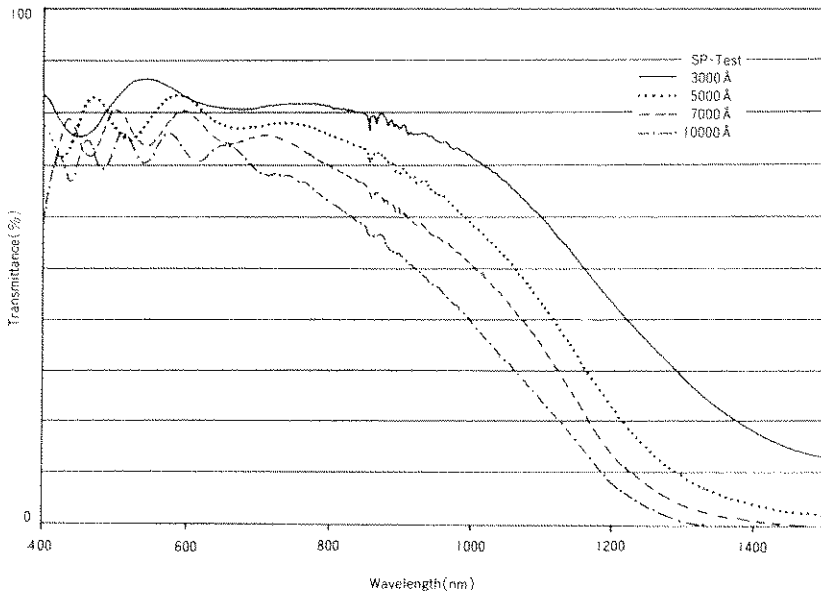


Fig. 6 Spectra transmittance of ITO films.

熱線反射膜を作成するためにはキャリア濃度の増加と、ホール移動度を高める必要がある (Fig. 6).

#### 4.2 スパッタ法

スパッタ法も古くから利用されている技術であるが、マグネトロン方式による高速スパッタリング方式が開発されてからは、広く用いられるようになってきた。特に DC 電源による ITO 膜の作成が可能になってからは、従来の RF スパッタリング法に変わって大きく進展した。ターゲットの焼結技術の進歩も相まって、最近ではターゲットの抵抗値も低くできるようになり、これまで以上に容易に ITO 膜を成膜できるようになった。

ターゲットとしては、メタル合金を使用する方法と酸化物を使用する方法とあり、いずれのでも作成可能である。メタルターゲットを使用してダイレクトに良好な ITO 膜を作る場合は、酸素分圧を高くする必要がある。ターゲット表面が酸化して表面のインピーダンスが上がったり、黒色のブツブツが発生しやすい (Photo. 1)。酸化物ターゲットの場合でも同様の現象があるが、メタルターゲットと比較すると少なく膜の再現性が良い。

#### 膜特性と条件

蒸着膜の  $\text{SnO}_2$  濃度が 5 wt% 前後で比抵抗が極

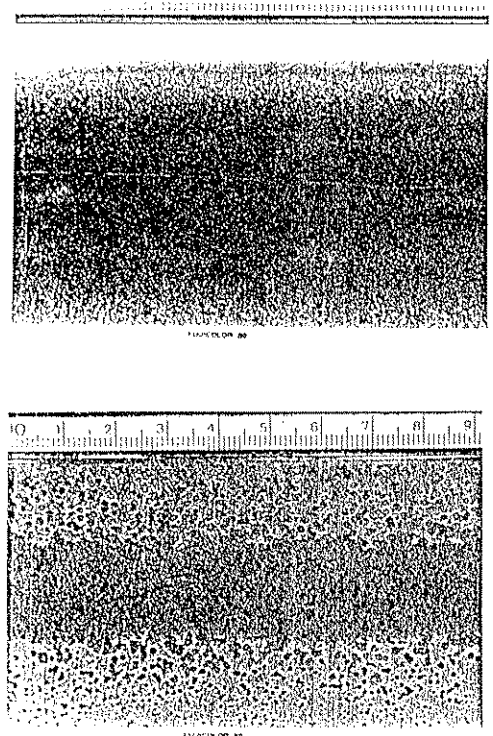


Photo. 1 Surface of target.

小を示すのに対して、スパッタリング法では温度帯によって5~15 wt%の間で極小を示す。低温側では5 wt%、高温側では10 wt%前後が一般的である。また基板温度依存性が高く、温度が高くなるにつれて移動度とキャリア濃度の増加によって比抵抗も低下する。SnO<sub>2</sub>濃度5 wt%と10 wt%の

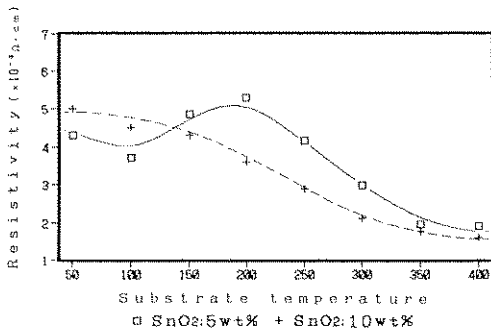


Fig. 7 Substrate temperature dependence of resistivity in ITO films (SnO<sub>2</sub> contents: 5wt%, 10wt%)

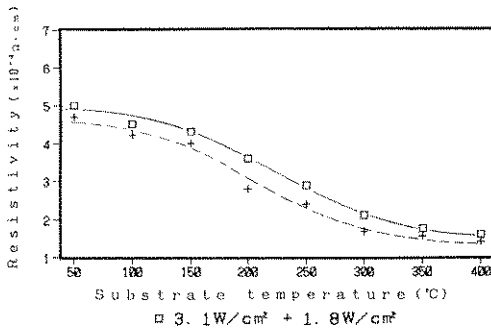


Fig. 8 Variation of resistivity with ITO films (sputter power: 3.1w/cm<sup>2</sup>, and 1.8 w/cm<sup>2</sup>).

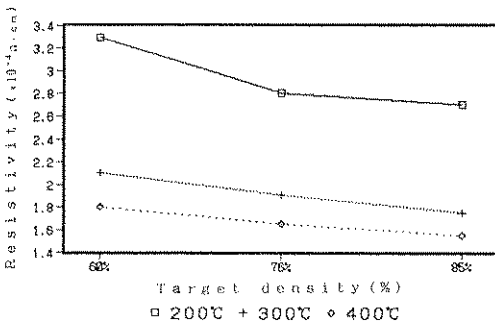


Fig. 9 Target density dependence of resistivity (substrate temperature: 200°C, 300°C, 400°C).

時の温度依存性を Fig. 7 に記す。

パワーによる依存性もあり、投入パワーが小さいほど比抵抗は下がる。理由としてパワーを抑えることにより電圧が低くなり、ターゲットからのプラズマダメージが減少することも一つの原因と考えられる。パワーを変えた場合の各温度帯毎の比抵抗を Fig. 8 に示す。

ターゲットの密度と比抵抗については、密度が増加するに従って低い値を示す。中密度を超高密度にすることにより、10~20%低い比抵抗が得られる。特に基板温度が低い200°Cの方が高温での成膜より効果が大きい (Fig. 9)。高密度ターゲットをスパッタする際、投入電力に対する放電電圧の低下が見られる。原因として、ターゲットのバルク抵抗の低下やターゲット表面のインピーダンスの変化等によるターゲット表面で何らかのプラズマ変化が起こり、電圧が低下してプラズマダメージが減少したと考えられる。同様に放電電圧が低下する現象は、マグネットの磁場を強くすることでも起こることが知られている<sup>10)</sup>。

### 4.3 イオンプレーティング法

イオンプレーティングの種類としては、電源の種類や放電のさせ方で、数多くの発表があり、一部生産ですでに利用されているものもある。ここでは村山方式によるRFイオンプレーティングによるITO膜について簡単に触れてみる。真空蒸着法では単に加熱蒸発だけであるため300°C程度以上の基板加熱を必要とするが、RF放電により積極的にイオン化をさせるため、スパッタリング法と同様に室温でも成膜できる。

装置の概略を Fig. 10 に示す。装置は真空蒸着装置にRF電極 (通常13.56 MHz) を取り付けたものである。成膜は充分排気された真空室にガスを導入し、10<sup>-4</sup>Torr程度に保ち、RF電極 (コイル) に印加し放電させる。放電は電極と真空室内壁との間で起こりプラズマが室内全体に広がる。蒸発源からの蒸発粒子は、コイル状電極のプラズマ中を通過する際にイオン化して、基板に達する。

蒸発源としては、InとSnを別々のソースとして用いる二源蒸発と、スパッタ法と同様にITO (In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub>) を使用して電子銃を用いる方法が

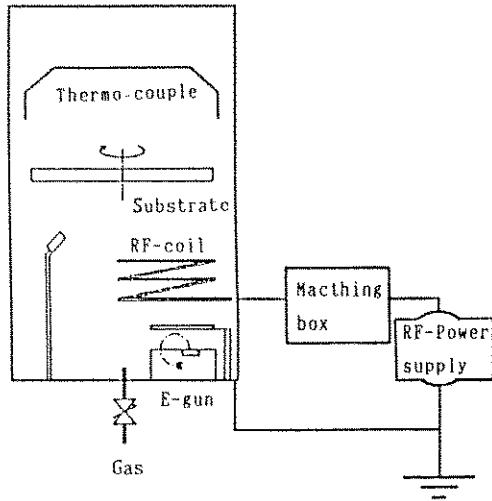


Fig. 10 Schematic diagram of Ion-plating system.

ある、前者はそれぞれのレート独立して制御する必要があり再現性に劣る、ITOを用いる方法の方が再現性が良い。

イオンプレーティング法は、プラズマパワー、レート、基板温度を独立して制御できるメリットがある反面、逆にこれらが膜特性を左右する重要なファクターにもなっているので、管理と条件設定のむずかしさがある。膜特性は、スパッタリング法とよく似た特性を示す。SnO<sub>2</sub>5 wt%と10 wt%での温度帯別の比抵抗を Fig. 11 に示す、各温度帯別のレートと比抵抗の関係を Fig. 12 に、パワー別のレートと比抵抗の関係を Fig. 13 に示す。

## 5. 製法による膜特性

製法による膜特性の違いを Table 5 に示す。

### 5.1 抵抗値

一般的な温度帯においては、真空蒸着、スパッタ、ともに同レベルである。低温での成膜を考えると、蒸着では不可能でありスパッタ、イオンプレーティングが優位である。最近、スパッタの成膜技術が活発で、比抵抗の低い膜が作れるようになってきている。蒸着での低温成膜は、方法としてはプラズマやイオンを利用する方法である。イオン化蒸着や、イオンプレーティング法があり、

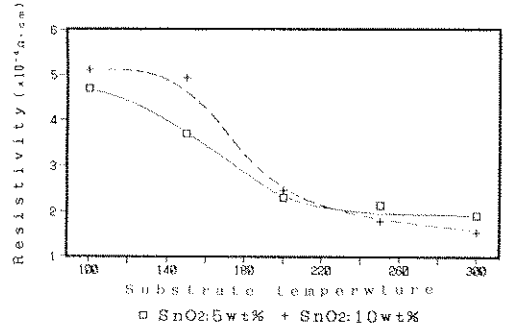


Fig. 11 Variation of resistivity with substrate temperature (SnO<sub>2</sub> contents: 5wt%, 10wt%)

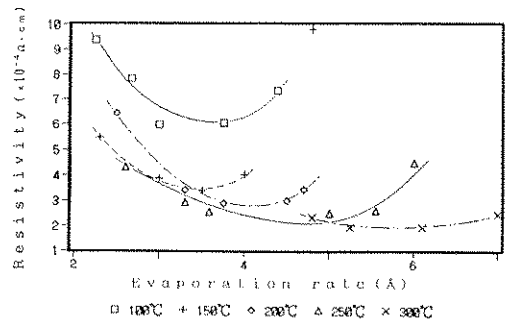


Fig. 12 Effects of evaporation rate on resistivity of ITO films (substrate temperature: 100°C, 150°C, 200°C, 250°C, and 300°C)

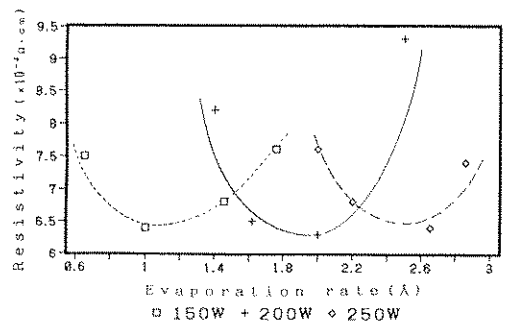


Fig. 13 Effects of evaporation rate on resistivity of ITO films (RF-power: 150W, 200W, and 250W).

盛んに研究されている。

### 5.2 透過率

透過率は真空蒸着、スパッタともにほとんど同じである。屈折率はスパッタがやや高い。

### 5.3 面状態



成膜条件によっても多少異なるが、真空蒸着の膜はグレーンのサイズが大きくスパッタ膜のグレーンは小さい。

#### 5.4 付着力

スパッタ膜が付着力が高いといわれているが、真空蒸着膜の付着力がスパッタ膜におとるとは思えない。

#### 5.5 耐熱性

当社規格 (500°C--30 分間の加熱--大気中) では、真空蒸着膜の方がスパッタ膜よりも変化が少ないが、300°C では同等である。成膜条件によってはスパッタ膜、EB 膜共に変化しやすい膜となる。

#### 5.6 エッチング性

エッチング条件によって異なるのでいちがいに言えないが、真空蒸着膜とプラズマを利用した膜とでは、真空蒸着膜の方がエッチングレートが早い (Fig. 14)。

Table 5 Property of ITO films prepared by evaporation and sputtering.

Property	Evaporation	Sputtering
Resistance	◎	◎
Transmittance	◎	◎
Grain	Large	Small
Adhesion	○	○
Tolerance of heat	◎	○
Etchability	◎	○
Abrasion	○	◎

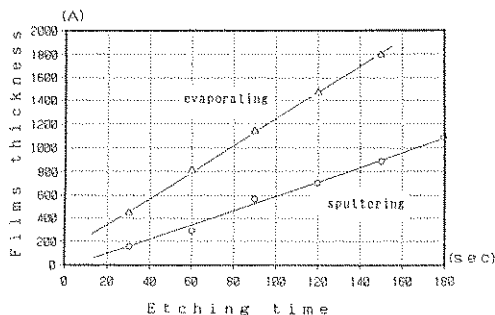


Fig. 14 Films thickness vs etching time (○: sputtering, △: evaporation).

#### 5.7 膜強度

面状態 (グレーン) との関係もありプラズマを利用した膜の方が真空蒸着膜よりも、機械的強度が高い。

#### 6. 透明導電膜への要求特性

透明導電膜に要求される特性としては、透過率が高い、抵抗値が低い、エッチング特性が良い等が上げられる。成膜方法によって若干の差があるものの、実際の使用においては大きな差はみられない。

透過率については、いずれの方法でも大差は無く、現状以上の高い透過率は物理的に不可能である。プラズマを使ったスパッタリング法やイオンプレーティング法での膜は、屈折率がやや高く、アンダーコート膜種と膜厚によって多少の違いがある。セル上がりでの透過率は、ITO 膜とパターン後のオーバーコートや配向膜の屈折率と膜厚で最終的に決定される。このため、セル設計にあった ITO 膜の光学特性が必要となる。

抵抗値についてもいずれの方法でもほぼ同程度の特性が得られるが、カラーフィルターのように低温で成膜しなければならない膜には、プラズマを利用した方法が有利である。真空蒸着法では低温での成膜が不可能である。大型のドットマトリクス表示と微細パターンが要求される現在では、ITO 膜の抵抗は、低い方が望ましい。実際には、セルが出来上がった時点で抵抗の低いままの膜であることが理想的である。

エッチング性については、微細パターンへの対応とエッチングレートが早いことが要求される。スパッタ法やイオンプレーティング法で作られた膜より蒸着法の膜がレートは早い。石橋らの報告では最近スパッタ膜では、スパッタ中に H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub> 等のガスを導入することで従来のエッチングレートより、かなり早い膜ができる報告がなされた<sup>11)</sup>。このことよりエッチングレートの問題はスパッタ法、蒸着法に差がなくなってきているものと考えられる。パターン形状、寸法については、ITO 膜の膜質や膜表面の形状によって、差がでてくる。レジストの密着性の良い膜面であることや、エッチング条件 (時間、液の劣化、液温等) の振れ幅

に充分対応可能な膜でなくてはならない。

このほかには、膜の応力が少ない膜が要求される。ガラス基板では問題にならないが、特にカラーフィルター付き基板では、エッチングを含む後行程でのオーバーコートの際によるシワやクラックの発生が起るため、できるだけストレスの無い膜が要求される。

#### 今後の課題

大型化と、より高精細な表示素子を要求される今後においては、先に述べたように抵抗値が低く、エッチングの容易な膜が必要とされる。このためには、成膜方法をはじめとして、装置、ターゲットの工夫が必要である。またカラー化の進展に伴っては、低温での成膜技術の量産確立が当面の課題である。透明導電膜の表示機器への役割は大きく、より使い勝手の良い膜を作っていかなければならない。

#### 参考文献

- 1) 特公昭 52-30525
- 2) 電子通信学会論文誌'86/6 Vol. J 69-CNo. 6
- 3) 勝部能之, 勝部倭子: 応用物理, 49, 2 (1980)
- 4) H. A. McMaster: USA. 2, 429, 420 (Oct. 1947)
- 5) 特公昭 54-73818
- 6) 特公昭 52-27164
- 7) 特公昭 53-2533

- 8) M. N. Islam and M. O. Hakim: J. Phys. Chem. Solid. 46. 339 (1985)
- 9) 勝部能之, 薄膜ハンドブック. オーム社 (1983)
- 10) J. Vac. Sci. Technol. A 8, (3), May/June 1990
- 11) J. Vac. Sci. Technol. A, Vol. 8, No. 3, May/June 1990

#### 【筆者紹介】



小野寺 育男 (おのぞら いくお)  
昭和44年 松崎真空(株)入社  
現 在 金成工場生産管理部生産技術課勤務

#### Abstract

The demands for transparent conductive films are increasing in the trend toward making display elements thinner and light-weighted. Such films are applied in LCDs of TN, STN, and TFT type, EL, PDP, etc. Types of the transparent conductive films, application and methods of manufacturing the transparent films (Vacuum evaporation method, sputtering method, and partial ionplating method), and their characteristics are described.