

透光性電磁波シールドシート

キーワード：電磁波シールド、ITO薄膜、スパッタ、プラスチック

概要

最近携帯電話から発生する電磁波による医療機器や電子機器の誤動作の問題、欧州におけるCEマーキング制度の制定などから、電磁波シールドに関する関心が高まってきています。これまで電磁波シールドを材料面から解決するため、プラスチックの筒体に金属をめっきするなどの方法でシールドを行ってきました。しかし光を透過する部分へのシールドについては十分な対策はありませんでした。ここでは電子デバイスの透明電極としてよく用いられているITO(In-Sn合金酸化物)薄膜を透明なプラスチック上にコーティングし、透光性と電磁波シールド効果を合わせ持つ機能材料としてのプラスチックの応用として、透光性電磁波シールドシートの開発について述べます。この方法は真空を利用した薄膜作製技術の応用で、従来のめっきなどの方法では作製が困難なITO薄膜をプラスチック上に室温付近の温度でコーティングするものです。

薄膜作製方法

ITO薄膜の作製は、イオンビームスパッタ装置を用いて行いました。ターゲットにはITO焼結体を用い、酸素ガス中で反応性スパッタ法によりポリカーボネート板(1mm)上に透光性電磁波シールド膜としてのITO薄膜を形成しています。薄膜の特性を制御するた

め、真空槽内に導入する酸素ガスの流量をパラメータにして種々のITO薄膜を作製しました。薄膜の作製条件を表1に示します。

ITO薄膜の特性

透光性電磁波シールド膜としての特性を向上させるためには、光の透過率を大きくすると同時に、膜の電気抵抗を小さくする必要があります。ITO薄膜の特性は膜中に含まれる酸素の割合によって大きく影響されます。

出発材料としてのターゲットはITOの焼結体を用いますが、Arでスパッタを行うと膜中の酸素が減少し、作製された膜は不透明な金属的性質を示します。電気抵抗は小さくなりますが不透明になり、透光性としての機能がなくなります。このため酸素ガス中で反応性スパッタを行います。酸素が膜中に多く入ると光の透過率が大きくなり透光性が向上しますが、一方で電気抵抗が大きくなり電磁波シールド特性が悪くなります。このため電気抵抗値と光の透過率の両特性を満足するITO薄膜の作製条件を見出す必要があります。

表1の結果からわかるように、本実験では酸素流量の値を2sccmにすることにより、透過率~70%)、比抵抗($\sim 1 \times 10^{-3} \text{ cm}$)のITO薄膜を得ることができました。図1にこの条件で作製したITO薄膜による透光性電磁波シールドシートの透過率スペクトルを示します。

表1 ITO薄膜の作製条件と電氣的・光学的特性

| No | Ar分圧 Torr | 酸素分圧 Torr | 酸素流量 SCCM | 加速電圧 V | ヒーム電流 mA | 膜厚 nm | 比抵抗 $\Omega \text{ cm}$ | 面積抵抗 $\Omega \square$ | 透過率 % |
|----|--------------------|----------------------|--------------|-----------|-------------|----------|----------------------------|--------------------------|----------|
| 1 | 1×10^{-4} | 0 | 0 | 1200 | 60 | 450 | 6.7×10^{-4} | 16.0 | 0 |
| 2 | 1×10^{-4} | 2.4×10^{-5} | 1.0 | 1200 | 60 | 420 | 7.8×10^{-4} | 24.5 | 8 |
| 3 | 1×10^{-4} | 4.6×10^{-5} | 2.0 | 1200 | 60 | 430 | 1.1×10^{-3} | 29.3 | 70 |
| 4 | 1×10^{-4} | 5.6×10^{-5} | 2.5 | 1200 | 60 | 480 | 1.9×10^{-3} | 80.0 | 90 |
| 5 | 1×10^{-4} | 6.7×10^{-5} | 3.0 | 1200 | 60 | 500 | 2.7×10^{-3} | 94.5 | 90 |
| 6 | 1×10^{-4} | 9.0×10^{-5} | 4.0 | 1200 | 60 | 490 | 9.5×10^{-3} | 306 | 90 |

この実験で得られたITO薄膜の比抵抗は、電子デバイスの透明電極として使用されているITO薄膜の抵抗値より高い値を示し

ITO薄膜の電磁波シールド効果

ポリカーボネート板上に作製したITO薄膜による透光性電磁波シールドフィルムのシールド効果は、KEC法により測定しました。これは非耐熱性のプラスチック基材の上に製膜することを考慮しているため、基板加熱を行うことなく薄膜作製を行っていることに原因の一つがあるのですが、改善の余地はあります。

図2に電界成分のシールド効果の結果を示します。電界シールド効果は10MHzで約50dB、100MHzで約30dB程度の特性が得られています。

用途

銅やアルミのように低抵抗材料を用いた場合に比較すると特性はまだ不十分ですが、電磁波シールド効果のある程度犠牲にしても、どうしても光の透過性を確保しなければならない場所、例えば電子機器のディスプレイやメーターなどのシールドには有効です。

今後の課題

透光性の電磁波シールドに適した材料開発はいろいろ検討されていますが、まだ何が一番よいのかははっきりわかりません。ITOは透明な導電材料としては最も特性がよい材料ですので、透光性電磁波シールド材料として期待されています。今後、光の透過率を低下させずに電気抵抗をより小さくする方法を見つけていく必要があります。また信頼性に対する評価も必要だと思います。

一方で新しい透明導電材料の開発や、磁界シールド特性のよい材料の開発、またシールドだけではなく電磁波吸収材料の開発も今後の課題として残されています。

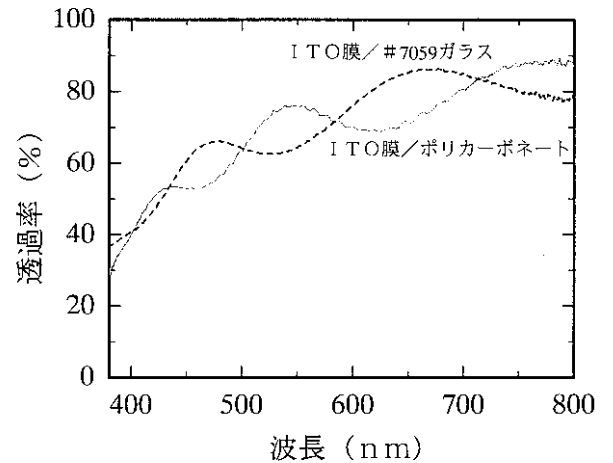


図1 透光性電磁波シールドシートの透過率

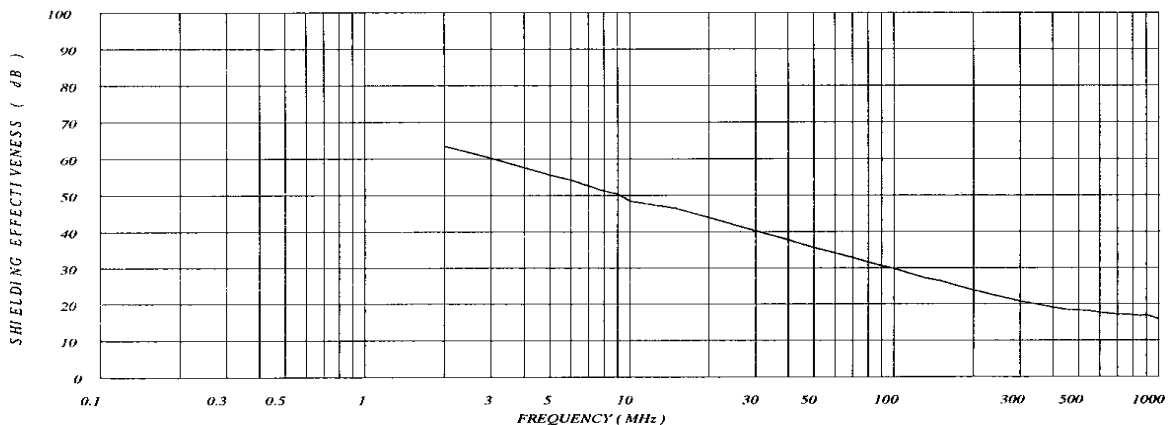


図2 電界シールド効果

本件のお問い合わせがありましたら、情報電子部電子・光材料系 岡本まで。
Phone: 0725-51-2668
(作成者 吉竹正明 / 平成10年6月29日 発行)