



Title	フラットパネルディスプレイにおける透明電極の酸化錫形成現象と低温接合に関する研究
Author(s)	米田, 聖人
Citation	大阪大学, 2015, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/52184">https://doi.org/10.18910/52184</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

## 論文内容の要旨

氏名 ( 米田 聖人 )

## 論文題名

フラットパネルディスプレイにおける透明電極の酸化錫形成現象と低温接合に関する研究

## 論文内容の要旨

本研究では、10兆円規模の巨大市場を持つ液晶ディスプレイの低価格化並びに高精細化の要望に対する解決方策として、低抵抗SnO<sub>2</sub>系透明電極とSn系低温固相接合に着目し、それらに共通して問題となっている酸化錫膜の性状・形成メカニズムを明らかにすることを目的とした。本論文は以下の6章より構成されている。

第1章では、液晶ディスプレイの課題とその解決方策、さらに問題となる酸化錫の概要を述べ、本研究の目的、論文の構成を示した。

第2章では、573 K以内の基板上に高速成膜される薄膜酸化錫の特性評価を行った。電子ビームプラズマ蒸着、マグネトロンスパッタリング成膜で形成される酸化錫膜に関しては、比抵抗を支配する因子は成膜時の酸素分圧、熱処理の有無、基板加熱の有無であり、それぞれの影響を明らかにすることで最適成膜条件を見出すことが出来た。

第3章では、結晶性向上が比抵抗に密接に関わっていることから、新しくSnO<sub>2</sub>シード基板を提案し、結晶性向上を試みた。その結果、シード基板上20 nmほどは従来のガラス基板と同様、アモルファス酸化錫相が形成されるが、その相はわずかな規則構造を有する自己形成型のバッファ相であることが明らかとなった。また、その規則構造が結晶成長の種となり、そのアモルファス相の上に結晶性の高い膜が得られることも初めて見出した。このようにして得られたSnO<sub>2</sub>薄膜の比抵抗は $1.7 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{m}$ と、スパッタ膜では世界トップレベルであり、ITOに替わる高生産性高品質低抵抗なSnO<sub>2</sub>系透明電極の実現可能性を示すことが出来た。

第4章では、狭ピッチ接続が可能なSn系低温固相接合の実現に向けて、固相接合の阻害因子であるSn表面の自然酸化膜に着目し、その構造や形成メカニズムを明らかにした。すなわち、Sn表面に自然形成される酸化錫は下地のSnの結晶格子に沿ったコヒーレント成長するSnO<sub>2</sub> (融点: 1353 K) であり、膜厚が厚くなるとSnとSnO<sub>2</sub>の間にそれらのミスフィットを緩和するアモルファス状のバッファ酸化錫が形成することを明らかにした。

第5章では、表面酸化皮膜を有するSn系低温固相接合について検討した。その結果、上述の酸化皮膜が薄い場合には、453 K、0.37 MPaの低温低加圧でも局所的に破壊が認められ、部分的な接合が達成できることを明らかにした。このようにして達成された部分的な接合を拡大させるために、新しくSn-Ag系多層薄膜を用いた接合プロセスを検討した。その結果、453 K、0.37 MPaの低温低加圧固相接合が大部分で達成され、液晶ディスプレイのみならず、様々な狭ピッチ接合部に実用できる可能性を示すことが出来た。

第6章では、本研究で得られた知見を取りまとめ、本論文の総括を行った。

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 ( 米 田 聖 人 )			
論文審査担当者	(職)	氏	名
	主 査	教 授	平 田 好 則
	副 査	教 授	藤 本 公 三
	副 査	教 授	廣 瀬 明 夫
	副 査	准教授	岩 田 剛 治

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、液晶ディスプレイへの低抵抗 SnO<sub>2</sub>系透明電極の適用ならびに Sn 系低温固相接合の実現を目指し、酸化錫膜の性状を実験的に調べ、形成現象を明らかにするとともに、得られた知見を低温固相接合へ適用した結果をまとめている。

主な研究成果を要約すると、次のようになる。

- (1) 電子ビームプラズマ蒸着ならびにマグネトロンスパッタリング成膜で形成される酸化錫膜の比抵抗は、成膜時の酸素分圧、熱処理、基板加熱に大きく支配されることを明らかにしている。
- (2) 比抵抗に及ぼす結晶性の影響を検討し、SnO<sub>2</sub> シード基板を適用することで、SnO<sub>2</sub> 薄膜の比抵抗を  $1.7 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{m}$  まで低下させることに成功し、生産性が高く、高品質で低抵抗な SnO<sub>2</sub> 系透明電極の実現可能性を示している。
- (3) シード基板を適用しても、従来のガラス基板と同様、アモルファス酸化錫相が形成されるが、その相はわずかな規則構造を有する自己形成型のバッファ相であることを明らかにしている。さらに、その規則構造が結晶成長の種となり、アモルファス相の上に結晶性の高い膜が得られることを見出している。
- (4) 狭ピッチ接続が可能な Sn 系低温固相接合の実現に向けて、固相接合の阻害因子である Sn 表面の自然酸化膜の構造と形成メカニズムを検討している。すなわち、Sn 表面に自然形成される酸化錫は下地の Sn の結晶格子に沿ったコヒーレント成長する SnO<sub>2</sub> であり、膜厚が厚くなると Sn と SnO<sub>2</sub> の間にそれらのミスフィットを緩和するアモルファス状のバッファ酸化錫が形成されることを明らかにしている。
- (5) 453 K、0.37 MPa の低温・低加圧の固相接合において、表面酸化皮膜が薄い場合には局所的に酸化物の破壊が認められ、部分的な接合が達成できることを明らかにしている。接触面全体にわたって接合を達成させるために、Sn-Ag 系多層薄膜を用いた接合プロセスを検討し、その有効性を明らかにしている。

以上のように、本論文は液晶ディスプレイに多用されている ITO に代わる透明電極材料として SnO<sub>2</sub> に着目し、その低抵抗化を達成するための成膜条件と酸化物形成現象を明らかにしており、学術的に重要な成果を上げている。併せて、低温・低加圧の固相接合プロセスを検討し、様々な狭ピッチ接合部に実用できる可能性を示している。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。