

電子・情報工学専攻		紹介教員氏名	若原 昭浩
申請者氏名	釘 宮 敏 洋		

論 文 要 旨(博士)

論文題目	薄膜トランジスタにおけるAl-Ni合金配線の開発と実用化に関する研究
------	------------------------------------

(要旨 1,200字程度)

液晶パネルの製造コストの削減を実現できる新しい配線構造「透明導電膜In-Sn-O (ITO)薄膜との直接コンタクト (ダイレクトコンタクト) に対応できるAl合金配線」の開発を行った。ITO薄膜とAl合金配線のダイレクトコンタクトができれば、薄膜トランジスタにおけるゲート配線を2層から単層に、ソース・ドレイン配線を3層から2層に低減できるため、高価な高融点金属薄膜の使用量 (層数) の削減と構造簡略化による製造スループットの向上が図れる。

ITO薄膜とのダイレクトコンタクト実現には、ITO薄膜の初期成膜時におけるAl配線表面の酸化現象を抑制することが重要であることを製造プロセスの点から明らかにし、この酸化現象の抑制には、酸化しにくい元素であるAuやAgやNiなどの貴金属が有効であることを示した。こうした添加元素の析出現象に着目、製造プロセス中の熱処理を利用し、元素を析出させること、析出した元素表面はITO薄膜形成時に酸化されないため、ITO薄膜とのダイレクトコンタクトが実現できることを見出した。最終的に、ITO薄膜とのコンタクト抵抗だけでなく、配線性能として必要な電気抵抗率や耐熱性制御を満たすAl合金組成としてAl-2.0at%Ni-0.35at%La合金配線を提案した。

次にITO薄膜とのダイレクトコンタクトがAl合金薄膜中に析出した元素によって実現できることから導電パスが局所的であることが推察され、ナノプローブによるITO薄膜とAl-Ni合金薄膜の析出物であるAl₃Niとの局所導通を測定し、電流導通を確認した。またX-ray photoelectron spectroscopy (XPS)とultraviolet photoelectron spectroscopy (UPS)によるITO薄膜/Al₃Ni析出物界面のバンドダイアグラム評価を行い、オーミックコンタクトが実現できることを示した。また電流導通の起点となるAl₃Ni析出物とその周辺のAlマトリックス界面が製造プロセスであるレジスト剥離工程における弱アルカリ溶液浸せきによって、局所腐食反応を示し、Al₃Ni析出物とAlマトリックス界面にはAl(OH)_x絶縁層が形成され、コンタクト抵抗が劣化することを電気化学的に明らかにした。Al(OH)_x層の形成は弱アルカリ溶液の浸せき時間に大きく依存することも明らかにした。

次にAl₃Ni析出物の微細析出による耐腐食性強化を図った、より実用性の高いAl合金配線の開発を行った。Alマトリックス粒界でのCu析出現象を利用することで、Al₃Niの微細析出が実現できることを見出し、またNi添加量の最小化によって低電気抵抗率が得られる、Al-0.6at%Ni-0.5at%Cu-0.3at%La合金配線を開発した。

最後にソース・ドレイン配線のAl合金薄膜における下地a-Si薄膜との直接コンタクトの検討を行った。これが可能となれば、ソース・ドレイン配線も2層から単相にできるからである。a-Si薄膜表面の酸化抑制を可能にする新しいa-Si薄膜表面処理方法「埋め込み窒化法」を開発し、低コンタクト抵抗を得ることができ、単層配線の可能性を示した。

以上、ITO薄膜とのダイレクトコンタクトを可能にするAl-Ni合金配線を開発し、日本、台湾、中国の液晶パネル製造メーカーにおける量産採用を実現し、テクノロジーマップにおけるトレンドを示すことができた。