論文内容の要旨

博士論文題目 携帯機器用液晶ディスプレイデバイスの

高信頼性化に関する研究

氏名 河北哲郎

(論文内容の要旨)

本論文は液晶用ディスプレイデバイスの信頼性に関する研究をまとめたものである。ここではアクティブ型液晶ディスプレイを取り上げ、その構成要素である薄膜トランジスタのデバイス信頼性と駆動用 LSI の接続信頼性について研究したものをまとめた。

最近の携帯電子機器の動向は携帯電話に代表されるように高機能化が進む反面、小型化、軽量化、薄型化がますます加速されてきている。またその使用環境はパソコンの場合とは全く異なり、非常に厳しいものとなっている。従って、携帯機器の信頼性を議論する場合は半導体デバイスそのものの信頼性と、それらを機器に搭載する実装技術における接続信頼性の両面から議論することがきわめて重要になってきている。

液晶パネルに使用する薄膜トランジスタにおいては高い電気特性と信頼性を両立できるデバイスとして Gate Over-lapped Lightly Doped Drain (GOLD) 構造

に着目した。このデバイス構造は従来構造である Light Doped Drain(LDD)より高い駆動能力があり、直流ストレスに対する耐性の高い構造であることを明らかにした。このメカニズムをホットエレクトロンの発光解析やシミュレーション解析を行い、これまで水平方向の電界解析でしか議論されていなかったが、本研究ではじめて縦方向の電界解析を導入することでホットエレクトロンの新たな挙動を見つけ出した。これによって GOLD 構造ではホットエレクトロンの発生が素子内部で起こり、劣化が電子に与える影響を抑制できるという新しい劣化抑制モデルを示した。

駆動用の LSI を液晶パネルに搭載する実装技術に TCP(Tape Carrier Package)技術がある。この技術の接合信頼性を決定づける構成技術として突起電極(バンプ)形成技術と、突起電極と駆動用 LSI の電極とを接合する Au-Al 接合技術に着目した。突起電極形成技術においては突起電極硬度が信頼性を決定づける重要なパラメーターであり、この硬度は結晶(グレイン)構造で制御できることをつきとめた。突起電極と駆動用 LSI の電極との接合では、接合部に形成される金属間化合物を制御することが信頼性を左右し、接合初期に金属間化合物 Au_4Al を最適な膜厚で形成し、接合強度劣化の主原因となる金属間化合物 Au_2Al を発生させないことが重要になる。また、金属間化合物の観点から接合強度の劣化メカニズムも明らかにした。

低温ポリシリコンを用いた GOLD 構造薄膜トランジスタは、今後ますます高機能化が進み、SOP(System on Panel)化が加速されていく中、携帯機器用ディスプレイとしての適用が大きく期待できる。また液晶駆動用 LSI の実装技術における信頼性技術に関しては、現在多くの液晶ディスプレイ機器、さらには高い信頼性レベルが要求されている携帯機器にも適用され、商品化されている。

氏名	河北 哲郎
----	-------

(論文審査結果の要旨)

最近の携帯電子機器は小型化、軽量化、薄型化がますます加速されてきている。携帯機器の信頼性を議論する場合は半導体デバイスそのものの信頼性と、それらを機器に搭載する実装技術における接続信頼性の両面から議論することがきわめて重要になってきている。

本論文は液晶用ディスプレイデバイスの信頼性に関して、アクティブ型液晶ディスプレイを取り上げ、その構成要素である薄膜トランジスタのデバイス信頼性と駆動用 LSI の接続信頼性について研究したものをまとめたものであり、以下の重要な知見が得られた。

1. 液晶パネルに使用する薄膜トランジスタにおいては高い電気特性と信頼性を両立できるデバイスとして Gate Over-lapped Lightly Doped Drain (GOLD) 構造に着目した。このデバイス構造は従来構造である Light Doped Drain (LDD) より高い駆動能力があり、直流ストレスに対する耐性の高い構造であることを明らかにした。このメカニズムをホットエレクトロンの発光解析やシミュレーション解析を行い、これまで水平方向の電界解析でしか議論されていなかったが、本研究ではじめて縦方向の電界解析を導入することでホットエレクトロンの新たな挙動を見つけ出した。これによって GOLD 構造ではホットエレクトロンの発生が素子内部で起こり、劣化が電子に与える影響を抑制できるという新しい劣化抑制モデルを示した。

2. 駆動用の LSI を液晶パネルに搭載する実装技術に TCP (Tape Carrier Package) 技術がある。この技術の接合信頼性を決定づける構成技術として突起電極 (バンプ) 形成技術と、突起電極と駆動用 LSI の電極とを接合する Au-Al 接合技術に着目した。突起電極形成技術においては突起電極硬度が信頼性を決定づける重要なパラメータであり、この硬度は結晶 (グレイン) 構造で制御できることをつきとめた。突起電極と駆動用 LSI の電極との接合では、接合部に形成される金属間化合物を制御することが信頼性を左右し、接合初期に金属間化合物 Au_4Al を最適な膜厚で形成し、接合強度劣化の主原因となる金属間化合物 Au_2Al を発生させないことが重要になる。また、金属間化合物の観点から接合強度の劣化メカニズムも明らかにした。低温ポリシリコンを用いた GOLD 構造薄膜トランジスタは、今後ますます高機能化が進み、SOP (System on Panel) 化が加速されていく中、携帯機器用ディスプレイとしての適用が大きく期待できる。

以上のように、本論文は c-Si 薄膜太陽電池の可能性を十分に示した結果であると考えられる。得られた新しい知見と成果は、学術上価値が高いのみならず工学的応用としても大変有益である。よって、審査委員一同は、本論文が博士 (工学) の学位論文として価値あるものと認めた。