(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5121299号
(P5121299)

(45)発行日　平成25年1月16日(2013.1.16)　(24)登録日　平成24年11月2日(2012.11.2)

(51)Int.Cl.		F I		
H01L 29/786	(2006.01)	H01L	29/78	616V
H01L 21/336	(2006.01)	H01L	29/78	616U
H01L 21/28	(2006.01)	H01L	29/78	619A
H01L 29/417	(2006.01)	H01L	21/28	301R
H01L 29/423	(2006.01)	H01L	29/50	M

請求項の数 10　(全 39 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2007-124037 (P2007-124037)
(22)出願日　平成19年5月9日 (2007.5.9)
(65)公開番号　特開2008-282887 (P2008-282887A)
(43)公開日　平成20年11月20日 (2008.11.20)
審査請求日　平成19年12月19日 (2007.12.19)

前置審査

(73)特許権者　512121945
アルティアム　サービシズ　リミテッド　ライアビリティ　カンパニー
アメリカ合衆国　デラウェア州　19904　ドーバー　グリーンツリー　ドライブ　160　スイート　101
(74)代理人　100147485
弁理士　杉村　憲司
(74)代理人　100147692
弁理士　下地　健一
(72)発明者　小池　淳一
宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号　国立大学法人東北大学内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】液晶表示装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

液晶表示装置を構成するＴＦＴ基板上のＴＦＴ電極において、

ソース電極あるいはドレイン電極が、銅を主体とした層と、該銅を主体とした層を被覆する酸化物からなり、

窒化シリコン（ＳｉＮｘ）層からなるパッシベーション層が前記ソース電極あるいはドレイン電極上に形成されており、

前記酸化物の主成分がＭｎであり、かつ前記酸化物の副成分がＣｕであり、

前記酸化物は、組成式が$Cu_XMn_YSi_ZO$（０＜Ｘ＜Ｙ，０＜Ｚ＜Ｙ）であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項２】

前記ＴＦＴ電極において、前記半導体層と前記ソース電極あるいはドレイン電極とが、オーミック接合していることを特徴とする請求項１に記載の液晶表示装置。

【請求項３】

前記ＴＦＴ電極において、画素電極と前記ソース電極あるいはドレイン電極とが、オーミック接合していることを特徴とする請求項１に記載の液晶表示装置。

【請求項４】

前記画素電極が、ＩＴＯ（酸化インジウム錫）、ＩＺＯ（酸化インジウム亜鉛）あるいはＩＴＺＯ（酸化インジウム錫亜鉛）であることを特徴とする請求項３に記載の液晶表示装置。

【請求項５】
前記銅を主体とした層は、銅合金から形成され、該銅合金の添加元素は、Ｍｎであることを特徴とする請求項１に記載の液晶表示装置。
【請求項６】
前記Ｍｎの添加量が、０．５－２５　ａｔ　％であることを特徴とする請求項５に記載の液晶表示装置。
【請求項７】
前記酸化物が、Ｓｉを含むことを特徴とする請求項１に記載の液晶表示装置。
【請求項８】
液晶表示装置を構成するＴＦＴ基板上のＴＦＴ電極において、ソース電極あるいはドレイン電極が半導体層と窒化シリコン（ＳｉＮｘ）層からなるパッシベーション層に挟持された構造を有し、該ソース電極あるいはドレイン電極は、銅を主成分とした第一の層と、当該第一の層の外周部を被覆する酸化物からなる第二の層からなり、さらに前記第二の層の主成分がＭｎであり、かつ前記第二の層の副成分がＣｕであり、前記第二の層の組成式が、$Cu_XMn_YSi_ZO$（０＜Ｘ＜Ｙ，０＜Ｚ＜Ｙ）であることを特徴とする液晶表示装置。
【請求項９】
前記第一の層は、銅合金から形成され、該銅合金の添加元素は、Ｍｎであることを特徴とする請求項８に記載の液晶表示装置。
【請求項１０】
前記Ｍｎの添加量が、０．５－２５　ａｔ　％であることを特徴とする請求項９に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
液晶表示装置を構成するＴＦＴ基板上のＴＦＴ電極において、ソース電極あるいはドレイン電極が、銅を主体とした層と、該銅を主体とした層を被覆する酸化物からなることを特徴とする液晶表示装置およびその製造方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、薄くて軽量であり、しかも低電圧で駆動できる、消費電力が少ない液晶表示装置（ＬＣＤ）が広く使用されるようになった。そして、この液晶表示装置は、年々大画面化し、ＴＶ画像のような動画を表示するように要求されている。それには、低抵抗で導電性の高い材料によって配線を構成する必要がある。それに応えて、近年では、この用途の配線は、アルミニウム合金よりも低抵抗である、すなわち、導電率のより高い銅（Ｃｕ）を用いて構成されている。
【０００３】
このような、液晶表示装置の大画面化に伴って、ゲート配線材料は、モリブデン合金からアルミニウム合金又はアルミニウムクラッドなどへと変遷してきた。アルミニウム（Ａｌ）には、ヒロック、エレクトロマイグレーション等の問題がある。
【０００４】
例えば、特許文献１に開示されたように、Ａｌ－Ｎｄ合金からなる配線材料が提案され、あるいは、陽極酸化したＡｌ、あるいは、Ｍｏ合金でクラッド化したＡｌ、二層化したＡｌが使用されている。そして、このＡｌＮｄ合金の場合は、抵抗率が５．１μΩ・ｃｍであり、純Ａｌでは２．５μΩ・ｃｍである。
【０００５】
そのため、純Ａｌを実際に用いるには、ヒロック、マイグレーション等の対策として、Ｔｉ／Ａｌ／Ｔｉ／あるいはＭｏ／Ａｌ／Ｍｏの３層構造の配線を用いることになる。これによって、成膜の工程が増えることが問題として残る。

【０００６】
一方で、これらのゲート電極材料よりも低い電気抵抗を有する材料として、銅が注目されるようになった。しかしながら、銅は、ＬＣＤのＴＦＴ基板である、ガラスとの密着性が悪いことに加え、絶縁層を形成する際に、酸化され易いとの問題がある。
【０００７】
そこで、このような問題を解決するために、近年、ＴＦＴ－ＬＣＤでは合金化した銅配線を用いる技術が試みられている。この技術は、合金元素が、基板と反応生成物を形成することによって、基板との密着性を確保し、同時に、添加元素がＣｕ表面で酸化物を形成することによって、Ｃｕの耐酸化性膜として作用することを狙ったものである。
【０００８】
しかし、提案された技術では、狙った特性が十分に発現されていない。すなわち、Ｃｕ中に合金元素が残留することによってＣｕの電気抵抗が高くなり、Ａｌ又はＡｌ合金を用いた配線材料に対する優位性を示すことができなかった。
【０００９】
さらに、特許文献２に示すように、ＴＦＴ－ＬＣＤに銅配線を用いるためには、Ｃｕと基板との間にＭｏ合金膜を形成し、これによって基板との密着性及びバリア性を、確保する技術が考えられている。
【００１０】
しかしながら、この技術では、Ｍｏ合金を成膜する工程が増加すると共に、配線の実効抵抗が増加するという問題がある。さらに、ソース電極及びドレイン電極にはＣｕ単層を用いているが、その安定性には問題が残る。
【００１１】
また、特許文献３には、Ｃｕ配線に関するこれらの問題点を解決するために、Ｃｕの周りにＴａＮ、ＴｉＮ、ＷＮなどの高融点窒化物を形成する技術が提案されている。しかしながら、この技術では、従来の配線材料に比べるとバリア層を形成するための材料と、さらに付加的なプロセスが必要であること、及び高抵抗のバリア層を厚く成膜するため、配線の実効抵抗が上昇するという問題がある。
【００１２】
また、特許文献４には、ＴＦＴ－ＬＣＤの配線にＣｕにＭｇ、Ｔｉ、Ｃｒのうち一種以上の元素を添加することによって密着性と耐酸化性を向上させることが開示されている。しかしながら、添加元素が配線中に残存して配線抵抗が増加するという問題がある。また、添加元素が基板の酸化物を還元し、還元された元素が配線中に拡散して配線抵抗が増大するという問題もある。
【００１３】
特許文献５には、Ｃｕに０．３～１０重量％のＡｇを添加して、耐酸化性の向上を図ることが開示されている。しかしながら、ガラス基板との密着性が改善されておらず、液晶プロセスに耐え得る、十分な耐酸化性が得られないという問題がある。
【００１４】
特許文献６には、密着性を向上させるために、Ｃｕに０．５～５重量％のＴｉ、Ｍｏ、Ｎｉ、Ａｌ、Ａｇのうち少なくとも１種の元素を添加した銅合金が提案されている。しかしながら、添加元素によって配線の電気抵抗が上昇するという問題がある。
【００１５】
特許文献７には、Ｃｕに０．１～３．０重量％のＭｏを添加し、Ｍｏを粒界に偏析させることで、粒界拡散による酸化を抑制することが提案されている。しかしながら、この技術はＣｕの耐酸化性を向上させることは出来るものの、配線抵抗が増加するという問題がある。
【００１６】
特許文献８では、Ｃｕ　に適切な添加元素を添加した銅合金によって、この添加元素が酸化膜を形成して保護被膜となり、Ｃｕの酸化を抑止し、保護被膜を隣接する絶縁層との界面に形成して、相互拡散を抑止する。これによって、高導電性で、かつ、基板との密着

性に優れた銅配線を提供している。さらに、この銅配線を用いた液晶表示装置を提供する。この外添加元素の一つがＭｎであることが好ましいとの示唆がある。しかし、この技術では、液晶表示装置に用いる配線構造、ＴＦＴの電極構造の特徴を具現化するのに十分ではない。

【００１７】

特許文献９では、ＴＦＴ－ＬＣＤに用いるＴＦＴ構造を提案し、Ｃｕ合金をゲート電極に適用した場合、ゲート電極が酸化膜で被覆されるＴＦＴ構造を具体的に提示している。その中で、Ｃｕを第１の金属とすると、第２の金属にはＴｉ，Ｚｒ，Ｈｆ，Ｔａ，Ｎｂ，Ｓｉ，Ｂ，Ｌａ，Ｎｄ，Ｓｍ，Ｅｕ，Ｇｄ，Ｄｙ，Ｙ，Ｙｂ，Ｃｅ，Ｍｇ，Ｔｈ，Ｃｒの中から選ばれた少なくとも１種であると提示している。しかしながら、この第２の金属は本発明の添加元素とは異なる。

【００１８】

これらのいずれの文献においても、ＴＦＴ電極におけるソース電極あるいはドレイン電極構造に言及していない。しかし、該ソース電極あるいはドレイン電極構造には、半導体層あるいは画素電極との高い密着性、使用される環境への耐性、ソース電極あるいはドレイン電極部の電気的接合としての安定性が求められ、液晶表示装置の重要は構成要素である。

【特許文献１】特開２０００－１９９０５４号公報
【特許文献２】特開２００４－１６３９０１号公報
【特許文献３】特開２００４－１３９０５７号公報
【特許文献４】特開２００５－１６６７５７号公報
【特許文献５】特開２００２－６９５５０号公報
【特許文献６】特開２００５－１５８８８７号公報
【特許文献７】特開２００４－９１９０７号公報
【特許文献８】ＷＯ　２００６－０２５３４７
【特許文献９】特許３３０２８９４号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１９】

上述したように、これらの従来技術では、Ｃｕに合金添加元素を添加して半導体層あるいは画素電極との密着性及び耐酸化性を確保する試みがなされたが、いずれの場合も十分な結果が得られていない。また、ＴＦＴ電極におけるソース電極あるいはドレイン電極構造に求められる、半導体層あるいは画素電極との高い密着性、使用される環境への耐性、ソース電極あるいはドレイン電極の電気的接合としての安定性について、十分な結果が得られていない。

【００２０】

特に、文献８では、この銅配線を用いた液晶表示装置が示唆されているが、この示唆された技術のみでは、液晶表示装置に用いるゲート配線構造を具現化するに十分な構成を果たすことができない。また、文献９においては、ゲート電極を被覆する酸化膜は酸素雰囲気中での加熱処理によって形成される第２の金属を主体とする酸化層であることが明示されているが、本発明にあるように、加熱処理によってＣｕ合金とそれが接するＳｉ酸化膜とが反応してソース電極あるいはドレイン電極に酸化被膜を形成して半導体層あるいは画素電極との密着性を確保することは、まったく解明されておらず、その示唆すらない。

【００２１】

すなわち、Ｃｕ合金を成膜する工程を少ないプロセスで実現する、配線の実効抵抗を低下させる、および、半導体層あるいは画素電極との密着性を改善するという、これらの課題の全てを解決することが必要であるが、上述の従来技術では、これらを解決することができず、実際の製品を製造するのは困難である。

【課題を解決するための手段】

【００２２】

本発明は、かかる状況に鑑みてなされたものであって、その課題は、半導体層あるいは画素電極との密着性が高い酸化被膜を形成して、ソース電極あるいはドレイン電極を含む配線材料等の酸化を防止できると共に、アモルファス・シリコンなどの半導体層とパッシベーション層とに挟持されたソース電極あるいはドレイン電極を有するＴＦＴ構造からなる液晶表示装置及びその製造方法を提供することにある。そして、これらの課題を同時に満たし、実際の製造プロセスに適用可能な配線、電極又は端子電極（特に、ソース電極あるいはドレイン電極）を形成することである。

【００２３】

以下に、本発明の目的を達成するための手段（１）～（２５）を例示する。

（１）液晶表示装置を構成するＴＦＴ基板上のＴＦＴ電極において、ソース電極あるいはドレイン電極が、銅を主体とした層と、該銅を主体とした層を被覆する酸化物からなることを特徴とする液晶表示装置。

（２）前記ＴＦＴ電極において、パッシベーション層を有し、該パッシベーション層が前記ソース電極あるいはドレイン電極上に形成されていることを特徴とする前記（１）に記載の液晶表示装置。

（３）前記パッシベーション層が、窒化シリコン（ＳｉＮｘ）層であることを特徴とする前記（２）に記載の液晶表示装置。

（４）前記パッシベーション層が、シリコン酸化物（ＳｉＯｘ）層またはシリコン窒素酸化物（ＳｉＮｙＯｘ）層であることを特徴とする前記（２）に記載の液晶表示装置。

（５）前記パッシベーション層が、有機層であることを特徴とする前記（２）に記載の液晶表示装置。

（６）前記ＴＦＴ電極において、半導体層と前記ソース電極あるいはドレイン電極とが、オーミック接合していることを特徴とする前記（１）に記載の液晶表示装置。

（７）前記ＴＦＴ電極において、画素電極と前記ソース電極あるいはドレイン電極とが、オーミック接合していることを特徴とする前記（１）に記載の液晶表示装置。

（８）前記画素電極が、ＩＴＯ（酸化インジウム錫）、ＩＺＯ（酸化インジウム亜鉛）あるいはＩＴＺＯ（酸化インジウム錫亜鉛）であることを特徴とする前記（７）に記載の液晶表示装置。

（９）前記酸化物の主成分がＭｎであり、かつ前記酸化物の副成分がＣｕであることを特徴とする前記（１）に記載の液晶表示装置。

（１０）前記酸化物は、組成式が$Cu_XMn_YSi_ZO$（０＜Ｘ＜Ｙ，０＜Ｚ＜Ｙ）であることを特徴とする前記（１）に記載の液晶表示装置。

（１１）前記銅を主体とした層は、銅合金から形成され、該銅合金の添加元素は、Ｍｎであることを特徴とする前記（１）に記載の液晶表示装置。

（１２）前記Ｍｎの添加量が、０．５－２５　ａｔ　％であることを特徴とする前記（１１）に記載の液晶表示装置。

（１３）前記酸化物が、ＣｕおよびＳｉを含むことを特徴とする前記（１）に記載の液晶表示装置。

（１４）液晶表示装置を構成するＴＦＴ基板上のＴＦＴ電極において、ソース電極あるいはドレイン電極が半導体層とパッシベーション層に挟持された構造を有し、該ソース電極あるいはドレイン電極は、銅を主成分とした第一の層と、当該第一の層の外周部を被覆する酸化物からなる第二の層からなり、さらに該第二の層の組成式が、$Cu_XMn_YSi_ZO$（０＜Ｘ＜Ｙ，０＜Ｚ＜Ｙ）であることを特徴とする液晶表示装置。

（１５）前記第一の層は、銅合金から形成され、該銅合金の添加元素は、Ｍｎ、Ｚｎ、Ｇａ、Ｌｉ、Ｇｅ、Ｓｒ、Ａｇ、Ｉｎ、Ｓｎ、Ｂａ、Ｐｒ　及びＮｄ　からなる群から選択された少なくとも１種の金属であることを特徴とする前記（１４）に記載の液晶表示装置。

（１６）前記第一の層は、銅合金から形成され、該銅合金の添加元素は、Ｍｎであることを特徴とする前記（１４）に記載の液晶表示装置。

（１７）前記Ｍｎの添加量が、０．５－２５　ａｔ　％であることを特徴とする前記（１

６）に記載の液晶表示装置。
（１８）前記第二の層の主成分がＭｎであり、かつ前記第二の層の副成分がＣｕであることを特徴とする前記（１４）に記載の液晶表示装置。
（１９）前記第二の層が、ＣｕおよびＳｉを含むことを特徴とする前記（１４）に記載の液晶表示装置。
（２０）液晶表示装置を構成するＴＦＴ基板上のソース電極あるいはドレイン電極において、銅を主とした銅合金層をおよそ１５０℃乃至４００℃で加熱処理することによって、該銅合金の添加元素がガラス中の酸化珪素と反応して、該銅合金層の外周部を被覆する酸化物を形成することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。
（２１）前記銅合金層の外周部を被覆する酸化物の膜厚が、１－３０ｎｍであることを特徴とする前記（２０）に記載の液晶表示装置の製造方法。
（２２）有機ＥＬ表示装置を構成するＴＦＴ基板上のＴＦＴ電極において、ソース電極あるいはドレイン電極が半導体層とパッシベーション層に挟持された構造を有し、該ソース電極あるいはドレイン電極は銅を主成分とした第一の層と、当該第一の層の外周部を被覆する酸化物からなる第二の層からなり、さらに該第二の層の組成式が、$Cu_XMn_YSi_ZO$（０＜Ｘ＜Ｙ，０＜Ｚ＜Ｙ）であることを特徴とする有機ＥＬ表示装置。
（２３）前記第一の層は、銅合金から形成され、該銅合金の添加元素は、Ｍｎ、Ｚｎ、Ｇａ、Ｌｉ、Ｇｅ、Ｓｒ、Ａｇ、Ｉｎ、Ｓｎ、Ｂａ、Ｐｒ 及びＮｄ からなる群から選択された少なくとも１種の金属であることを特徴とする前記（２２）に記載の有機ＥＬ表示装置。
（２４）前記第一の層は、銅合金から形成され、該銅合金の添加元素は、Ｍｎであることを特徴とする前記（２２）に記載の有機ＥＬ表示装置。
（２５）前記Ｍｎの添加量が、０．５－２５ ａｔ ％であることを特徴とする前記（２２）に記載の有機ＥＬ表示装置。
【発明の効果】
【００２４】
本発明によれば、配線あるいは電極の電気抵抗率を純銅に近くし、低抵抗とし、かつ、その配線表面にＣｕの酸化を防止すると共に、半導体層あるいは画素電極との密着性が高い酸化被膜層を形成した銅合金の配線あるいは電極を有した液晶表示装置を実現でき、ゲート電圧パルスの伝播遅延に起因する画像のムラを抑えることができる。さらに、配線及び電極の工程を短縮し、ＴＦＴ工程の簡略化に寄与し、製造コスト低減の効果を期待できる。該ソース電極あるいはドレイン電極構造を有することから、半導体層あるいは画素電極との高い密着性が得られ、該被覆酸化物により使用環境から該電極が保護され、高い耐環境性を有し、電気的にはオーミック接合を保持し電気的に接合が安定である。さらに、本発明は有機ＥＬ表示装置に同様の効果をもたらす。
【発明を実施するための最良の形態】
【００２５】
以下、本発明の実施例を、図面に基づき説明する。本実施例において、ＴＦＴ基板上のａ－Ｓｉ ＴＦＴに関する各電極及びマトリックスを構成する配線に、銅合金を適用する技術を説明する。先ず、本発明に利用される液晶表示装置について説明する。
【００２６】
図１は、液晶表示装置（ＬＣＤ：Ｌｉｑｕｉｄ Ｃｒｙｓｔａｌ Ｄｓｉｐｌａｙ）モジュールの断面の概念図を示す。液晶表示装置は大画面化の動向になり、アクティブ・マトリックス方式ＬＣＤが用いられる。それを代表するのが、薄膜トランジスタ（ＴＦＴ：Ｔｈｉｎ Ｆｉｌｍ Ｔｒａｎｓｉｓｔｏｒ）によってＬＣＤを駆動するＴＦＴ－ＬＣＤである。図１はそのＴＦＴ－ＬＣＤモジュールを表す。その構成は、ＬＣＤパネル１、駆動回路２、バックライト３及びシャーシ４からなる。ＬＣＤパネル１は、上下に配置されたＴＦＴ基板１１とカラーフィルタ（ＣＦ）基板１２からなる。
【００２７】
駆動回路２は、外部からＬＣＤパネル１に電気信号を与えて駆動するものである。その

構成は、ＬＣＤドライバＬＳＩ・チップ２１あるいはＬＣＤドライバＬＳＩ、多層プリント板（ＰＣＢ）２２、コントロール回路２３からなる。ＬＣＤドライバＬＳＩチップ２１あるいはＬＣＤドライバＬＳＩは異方性導電性フィルムによってＬＣＤパネルの端子電極と電気的に接続される。それに、バックライト・ユニット３１１および導光板３９が付設され、シャーシ４によってモジュール構造が出来上がる。

【００２８】

図２は、ＬＣＤパネル１の断面の概念図である。ＴＦＴ基板１１とＣＦ基板１２の間隙に液晶層（ＬＣ層）１３が形成される。その間隙は、３～５μｍ程度であり、この間隙寸法は、スペーサ１４をパネル内部に配置して制御する。液晶層は液状であり、周辺のシール１５によって封着される。液晶層では液晶分子の配列を光学結晶として機能するように制御する。基板内面の界面に対して液晶分子を縦あるいは横に配列させる。これを配向という。

【００２９】

その配向膜１７がＴＦＴ基板１１及びＣＦ基板１２の内面、いわゆる、液晶層側に塗布される。さらに、偏向フィルム１８および１９が、ＴＦＴ基板１１及びＣＦ基板１２の外面に配置されている。ＴＦＴ基板には、ＴＦＴ１１１、保持容量（C_S）１１２、画素電極１１３が配置される。ＴＦＴ１１１、保持容量１１２、画素電極１１３が一つの画素の基本構成になる。一つのＬＣＤパネルには、この画素が数１００万個配置される。このため、これらの画素はＴＦＴ基板１１上で配線によって、マトリックス状に接続されている。

【００３０】

対向するＣＦ基板１２には、ブラックマトリクス（ＢＭ）１２１、三原色（赤、緑、青）からなるカラーフィルタ（ＣＦ）１２２、共通電極１２３からなる。共通電極１２３については、通常、ＣＦ基板側に配置されるが、ＩＰＳ液晶（Ｉｎ－Ｐｌａｎｅ　Ｓｗｉｔｃｈｉｎｇ　Ｎｅｍａｔｉｃ　Ｌｉｑｕｉｄ　Ｃｒｙｓｔａｌ）モードでは、ＴＦＴ基板１１に配置される。図３にＩＰＳ液晶の模式図を示す。

【００３１】

図２において、共通電極１２３は透明電極であり、ＩＴＯ（酸化インジウム錫）あるいはＩＺＯ（酸化インジウム亜鉛）あるいはＩＴＺＯ（酸化インジウム錫亜鉛）が用いられる。これを外部に引き出すため、ショート部分１６１によって、ＴＦＴ基板１１に引き出される。各電極は、接続パッド１６２によって駆動回路２と電気的に接続される。また、ＴＦＴ基板１１及びＣＦ基板１２には、光に対して透明性が要求され、硬質ガラスが用いられる。なお、図３に示すＩＰＳ液晶に関しては、ＵＳＰ２，７０１，６９８およびＵＳＰ５，５９８，２８５を参照されたい。

【００３２】

図４は、画素部３１及びＴＦＴ部３２の平面図、断面図　とその等価回路である。各画素はゲート配線３３と信号配線３４に接続している。従って、図４の平面図にみるように、ＴＦＴ部は３種の電極であるゲート電極３５１、ソース電極３５２及びドレイン電極３５３を有する。ドレイン電極３５３はスルーホールを通して画素電極１１３に接続する。

【００３３】

図５の断面図でわかるように、半導体はアモルファス・シリコン（ａ－Ｓｉ）３６であり、ゲート絶縁膜３７は窒化シリコン（SiN_X）あるいはシリコン酸化膜（SiO_x）あるいはそれらの積層膜、または有機物層である。各画素部の等価回路（図６）に表わすと、ＴＦＴの各電極間には寄生容量C_{gs}、C_{gd}、C_{ds}が付加される。対向基板上の共通電極１２３との間には液晶層があり、等価回路ではC_{lc}になる。これと並列に、蓄積容量C_s　が形成されている。

【００３４】

図７、図８、図９には、３種類のａ－Ｓｉ　ＴＦＴ構造を示す、スタガ型であるトップゲート構造、逆スタガ型であるチャネルストッパ構造、逆スタガ型であるチャネルエッチ構造がある。これらの中で、実用上は、図９のチャネルエッチ構造を用いることが多い。

［ゲート電極］

【００３５】

次に、ＴＦＴ電極のゲート配線に銅合金を適用する技術を説明する。アモルファス・シリコンを用いるＴＦＴ電極　では、前記したように、逆スタガ型チャネルエッチ構造を適用することが多い。この場合、ゲート電極はガラス基板上のスパッタ法で成膜し、ウエットエッチングによってパターンを形成する。その場合には、図２６の断面図のように、ゲート電極は機械的ストレスを軽減するためテーパ形状を有する。

【００３６】

本発明に係る銅合金の一つであるＣｕＭｎをゲート電極として用いた場合のＴＦＴ構造を説明する。ガラス基板として、例えば、無アルカリ・ガラスを使用するのが好ましい。無アルカリ・ガラスの組成の一例を以下に示す。

成分	含有率（％）
SiO_2	４９．０
Al_2O_3	１１．０
B_2O_3	１５．０
金属（Ｆｅなど）	２５．０
アルカリ	－

【００３７】

次に、ガラス基板上にＣｕＭｎ合金のスパッタリングによりＣｕＭｎ薄膜を成膜する。膜厚は約２００ｎｍ程度になる。その後に、ガラス基板を微量の酸化性雰囲気中で約２００－４５０℃以上で約３分－５０時間加熱処理することにより、ＭｎがＣｕ中を拡散して、ガラスの界面とＣｕＭｎ　薄膜の表面に２－１０ｎｍの厚みの酸化物層４７を形成する。ゲート電極３５１とガラス基板１１との界面では、ＣｕＭｎ中の添加元素であるＭｎが拡散して、該界面でガラス中のSiO_2と反応し、形成される酸化物は、（Ｃｕ，Ｍｎ，Ｓｉ）O_xになる。この酸化物により、ゲート電極３５１とガラス基板１１との密着性を確保できる。さらに、酸化マンガンMnO_xがＣｕのガラス中への拡散を防止する。

【００３８】

一方、ＣｕＭｎ膜の表面では雰囲気中の酸素と反応して数ｎｍ厚みの酸化物層（Ｃｕ，Ｍｎ）O_xを形成する。その後に、ゲート電極はウエットエッチングによりパターニングされ、その両端はテーパ状になる。さらに、これを微量の酸素雰囲気中で約２００－４５０℃に加熱処理して、同様にテーパ部に酸化物層４７を形成する。

【００３９】

ゲート電極３５１に酸化物層を形成する他の方法を説明する。ゲート電極の形成に続いて、ゲート絶縁膜及び半導体膜であるＳｉＮ／ａ－Ｓｉ／ｎ＋ａ－Ｓｉの三層をプラズマＣＶＤ（ｃｈｅｍｉｃａｌ　ｖａｐｏｒ　ｄｅｐｏｓｉｔｉｏｎ）（以下、単にプラズマＣＶＤという。）によって連続的に成膜する。このときの基板温度は約３００－３５０℃であり、加熱処理に十分な温度である。プラズマＣＶＤ装置に基板を投入する際の基板温度を約３００－３５０℃にし、微量な酸素雰囲気中で酸化物層４７を形成することができる。ガラス基板との界面では前記と同様の酸化物層が形成される。

【００４０】

一方、ゲート電極３５１とゲート絶縁膜３７の界面に形成される酸化物層４７は、最終的に（Ｃｕ，　Ｍｎ，　Ｓｉ）O_X　になる。この酸化物層４７はゲート電極３５１とゲート絶縁膜３７との密着性を確保し、かつ、Ｃｕのゲート絶縁膜３７への拡散を防止できる。また、ゲート絶縁膜３７がＳｉＯＮの場合もあり、このときには、ＣｕＭｎ中を拡散したＭｎはゲート絶縁膜３７の酸素と反応して酸化膜４７を形成する。この場合の酸化膜４７も最終的には前記と同様に、（Ｃｕ，　Ｍｎ，　Ｓｉ）O_X　になる。

【００４１】

このようにして、ＣｕＭｎ合金中のＭｎは拡散して酸化物層４７に固定されることから、ゲート電極３５１は純Ｃｕに近くなる。純Ｃｕの抵抗率が１．７μΩ・ｃｍであるのに

対して、微量の酸素雰囲気中で約２００－２５０℃の加熱処理により、抵抗率２．２μΩ・ｃｍのゲート電極を得ることができる。この値は十分にＡｌの抵抗率よりも低い。ゲート電極３５１はこの状態でゲート配線を形成することから、前記したゲート電圧パルスの伝播遅延を軽減し、その結果、シェーディングによるＬＣＤの明るさのムラを軽減できる。

【００４２】

上記技術は、ガラス基板１１とゲート絶縁膜３７、いわゆる異種の絶縁層に挟持されたゲート電極３５１あるいはゲート配線に銅合金であるＣｕＭｎを適用し、電極を被覆する酸化物層４７を形成し、接する絶縁層であるガラス基板１１及びゲート絶縁膜３７へのＣｕの拡散侵入を防ぎ、かつ、ゲート電極３５１に接する絶縁層との密着性を確保したものである。

【００４３】

さらに、ゲート電極３５１及びゲート配線である銅合金ＣｕＭｎは、Ｍｎが被覆酸化物層４７に拡散することにより純銅に近い状態となり、純銅に近い低抵抗値を実現できる。

【００４４】

さらに、ゲート電極であるＣｕＭｎ層は単層の成膜でよく、被覆する酸化物層４７を形成することにより、純銅に近い低抵抗を実現し、画像のシェーディングを軽減することができる。また、従来のＣｕ配線ではＣｕ合金／純Ｃｕ／Ｃｕ合金の３層を成膜したのに対し、該技術においては銅合金（例えばＣｕＭｎ合金）の単層の成膜でよく、この成膜工程を短縮でき、コスト低減に有効である。

【００４５】

［ソース電極あるいはドレイン電極］

次に、本発明に係わる液晶表示装置を構成するＴＦＴ基板上のＴＦＴ電極において、銅合金（特にＣｕＭｎ）をＴＦＴのソース電極あるいはドレイン電極に適用した本発明について説明する。

【００４６】

本発明に用いられるパッシベーション層としては、例えば、窒化シリコン（ＳｉＮｘ）層、シリコン酸化物（ＳｉＯｘ）層、シリコン窒素酸化物（ＳｉＮｙＯｘ）層または有機層などが挙げられる。該有機層としては、例えば、流動性のよいポリイミドなどが挙げられる。本発明に用いられる半導体層としては、例えば、アモルファス・シリコン（ａ－Ｓｉ）層または不純物を含むアモルファス・シリコン（ｎ＋ａ－Ｓｉ）層などが挙げられる。さらに、本発明に用いられる画素電極としては、例えば、ＩＴＯ（酸化インジウム錫）、ＩＺＯ（酸化インジウム亜鉛）あるいはＩＴＺＯ（酸化インジウム錫亜鉛）などが挙げられる。これらのうち、ＩＴＯ（酸化インジウム錫）を用いることが最も好ましい。ただし、加工性等の問題を解決する上では、ＩＺＯ（酸化インジウム亜鉛）あるいはＩＴＺＯ（酸化インジウム錫亜鉛）が好ましい。

【００４７】

次に、銅合金（例えば、ＣｕＭｎ）をソース電極あるいはドレイン電極として適用する本発明の製造工程について、一例を挙げて説明する。

【００４８】

ＳｉＨ／ａ－Ｓｉ／ｎ＋ａ－Ｓｉからなる３層をドライエッチングによってパターニングした後に、スパッタリングによって　銅合金（例えば、ＣｕＭｎ）を成膜し、これをウエットエッチングによってソース電極あるいはドレイン電極のパターンを形成する。この後に、微量の酸素雰囲気中で約２００－４５０℃の加熱処理をすることにより、ソース電極あるいはドレイン電極を被覆する数ｎｍ厚みの酸化物層として（Ｃｕ，Ｍｎ，Ｓｉ）O_xあるいは（Ｃｕ，Ｍｎ）O_X　を形成する。このとき、半導体層（例えば、ａ－Ｓｉ層）あるいは絶縁層（例えば、ＳｉＮ層）とソース電極あるいはドレイン電極が接する界面では、半導体層（例えば、ａ－Ｓｉ層）あるいは絶縁層（例えば、ＳｉＮ層）に残存する酸素と銅合金（例えばＣｕＭｎ合金）が反応して酸化物層を形成する。

【００４９】

続いて、ＴＦＴのチャネルを形成した後に、パッシベーション膜（例えば、ＳｉＮ層）を基板温度約２５０－３００℃でプラズマＣＶＤによって成膜し、パターニングする。この過程において、基板温度約２５０－３００℃のプロセスを経ることにより、酸化物層は、最終的に数ｎｍ厚みの（Ｃｕ，Ｍｎ，Ｓｉ）O_x になる。または、ソース電極あるいはドレイン電極をパターニングした後、特別の加熱処理をすることなくパッシベーション膜を形成するときは、約２５０－３００℃の基板加熱によってＭｎが拡散し酸化物層が形成されて、ソース電極あるいはドレイン電極に被覆層が形成される。

【００５０】

この結果得られた酸化物層によって、絶縁層及び半導体層と、ソース電極あるいはドレイン電極との密着性が確保される。さらに、半導体層（例えば、ｎ＋ａ－Ｓｉ層）と、ソース電極あるいはドレイン電極との電気的な接続においては、酸化物層が数ｎｍ厚みの高抵抗層として機能するので、電気的な接続においてオーミック接合を阻害することにはならない。

【００５１】

ソース電極あるいはドレイン電極と半導体層（例えば、ｎ＋ａ－Ｓｉ層）との界面において酸化物被膜層が形成されるが、ここでの絶縁膜（例えば、窒化シリコン）と半導体層（例えば、アモルファス・シリコン）とに挟持された銅合金（例えば、ＣｕＭｎ）からなる薄膜は、加熱処理によって絶縁膜（例えば、窒化シリコン）と半導体層（例えば、アモルファス・シリコン）の界面に酸化物層を形成し、その組成は（Ｃｕ，Ｍｎ，Ｓｉ）O_X になる。

【００５２】

さらに、該界面の酸化物層には、ＣｕとＳｉが銅合金薄膜及びシリコン薄膜から相互に拡散しており、これによって、該酸化物層は高抵抗層として作用し、オーミック接合の接続は確保される。さらに、ＴＦＴ基板あるいはＴＦＴ－ＬＣＤパネル完成後のエージングによって、数１０Ｖの電圧が印加されることにより、膜厚が数ｎｍと薄い該酸化物層は絶縁破壊し、結果として該酸化物層の導通が取れて、該酸化物層を介してオーミック接合の接続は確保される。

【００５３】

さらに、ソース電極あるいはドレイン電極は、前記したのと同様に純Ｃｕに近い低抵抗となり、伝播遅延による不具合を軽減できる。さらにまた、銅合金（例えば、ＣｕＭｎ）の単層を成膜することでよく、従来に比較して、成膜工程を短縮し、コスト低減に有効である。

【００５４】

次に、本発明である液晶表示装置におけるＴＦＴ電極のソース電極あるいはドレイン電極の例を、図１０、図１１、図１２および図１３に基づいて説明する。

【００５５】

図１０は、半導体層がアモルファス・シリコン（ａ－Ｓｉ）層３６および不純物を含むアモルファス・シリコン（ｎ＋ａ－Ｓｉ）層４５であって、かつゲート電極３５１の周囲に酸化物層４７を有する場合の、酸化物層４６で被膜されたソース電極およびドレイン電極構造を示した図である。

【００５６】

図１１は、半導体層がアモルファス・シリコン（ａ－Ｓｉ）　層３６および不純物を含むアモルファス・シリコンｎ＋ａ－Ｓｉ層４５であって、ゲート電極３５１の周囲に酸化物層を有さない場合の、酸化物層４６で被膜されたソース電極およびドレイン電極構造を示した図である。

【００５７】

図１２は、半導体層がアモルファス・シリコンａ－Ｓｉ　層３６であって、かつゲート電極３５１の周囲に酸化物層４７を有する場合の、酸化物層４６で被膜されたソース電極およびドレイン電極構造を示した図である。

【００５８】

図１３は、半導体層がアモルファス・シリコンａ－Ｓｉ　層３６であって、ゲート電極３５１の周囲に酸化物層を有さない場合の、酸化物層４６で被膜されたソース電極およびドレイン電極構造を示した図である。

【００５９】

上記に例示した本発明のＴＦＴ電極構造の製造プロセスは、例えば次のとおりである。まず、半導体層（例えば、アモルファス・シリコンａ－Ｓｉ　層３６あるいは不純物を含むアモルファス・シリコンｎ＋ａ－Ｓｉ層）４５の上部面に約１－２ｎｍの薄い酸化シリコン層ＳｉＯｘを形成した後に、銅合金（例えば、ＣｕＭｎ）の薄膜を形成し、約２００℃～３５０℃の熱処理をすることによって、半導体層（例えば、ａ－Ｓｉ層あるいはｎ＋ａ－Ｓｉ層）と銅合金（例えば、ＣｕＭｎ）との中間層にＭｎがＣｕＭｎ層から移動して、ＭｎＯｘを主体とする酸化物層である（Ｍｎ，　Ｃｕ，　Ｓｉ）Ｏｘ　層を数ｎｍの厚みで形成する。

【００６０】

該酸化物層は電気的に高抵抗層であり、半導体層（例えば、アモルファス・シリコン層あるいは不純物を含むアモルファス・シリコン）と銅を主体としたソース電極３５２あるいはドレイン電極３５３との界面は、電気的にオーミック接合として接続される。

【００６１】

該界面に膜厚約１～２ｎｍの薄い該酸化シリコン層ＳｉＯｘを形成する手段としては、オゾン酸化法あるいはプラズマ酸化法などが挙げられる。あるいは、水蒸気の噴霧によって、該アモルファス・シリコンａ－Ｓｉ層あるいは不純物を含むアモルファス・シリコンｎ＋ａ－Ｓｉ層の上部面に水酸化基　（－ＯＨ）　を付着させる手段も有効である。

【００６２】

次に、本発明である上記ＴＦＴ電極構造において、ソース電極あるいはドレイン電極と画素電極（ＩＴＯ）とがオーミック接合していることを実証している図１４、並びにソース電極あるいはドレイン電極と非晶質Ｓｉ（ａ－Ｓｉ）とがオーミック接合していることを実証している図１５について説明する。

【００６３】

本発明であるＴＦＴ電極構造において、ソース電極あるいはドレイン電極構造では、電気的な接合の安定性が求められる。それには、各接合部が電気的にオーミック接合であることが望ましい。本発明になる、銅を主体としたソース電極あるいはドレイン電極は酸化マンガンを主とした酸化物層で被覆されている。このように薄い酸化物層が介在するが、安定したオーミック接合を示す。その実験例を以下に示す。ＴＲＡＮＳＦＥＲ　ＬＥＮＧＴＨ　ＭＥＴＨＯＤ（ＴＬＭ法）で測定した接触抵抗の結果である。

【００６４】

図１４は、Ｃｕ－４ａｔ．％Ｍｎを透明電極（ＩＴＯ）基板上に約２００ｎｍの厚さで成膜したものを示す。基板上には開孔系が約０．５ミリ、孔の端部の距離が約０．５ミリ（孔の中心間の距離は約１ミリ）のモリブデンマスクを置いて、それからＣｕ－Ｍｎを成膜した。よって、丸い電極が等間隔で形成されている。一方、図１５は、Ｃｕ－４ａｔ．％Ｍｎを非晶質Ｓｉ（ａ－Ｓｉ）に成膜したものを示す。

【００６５】

図１４および図１５では、異なる二つの電極にプローバを接触させてＩ－Ｖ特性を測定した結果を示した。電極間の間隔を変えてＩ－Ｖ特性を求めた。この測定結果からコンタクト抵抗値が得ることができた。

【００６６】

図１４は、ＣｕＭｎを薄膜形成した後温度２５０℃で３０分熱処理した場合並びにＣｕＭｎを薄膜形成した後処理を行っていない場合（以下、この条件をＡｓ－ｄｅｐという。）での、ソース電極あるいはドレイン電極（ＣｕＭｎ）と画素電極（ＩＴＯ）との間のＩ－Ｖ特性を示したものである。図１５は、ＣｕＭｎを薄膜形成した後温度２００℃で３０分熱処理した場合並びにＡｓ－ｄｅｐでの、ソース電極あるいはドレイン電極（ＣｕＭｎ）と非晶質Ｓｉ（ａ－Ｓｉ）との間のＩ－Ｖ特性を示したものである。

【００６７】
これらの図においてＩ－Ｖ関係が比例直線であるので、接合がオーミック接合であると実証されている。従って、この図の全ての条件でオーミック接合が成り立っている。
【００６８】
次に、液晶表示装置において、ＴＦＴ－ＬＣＤパネルと駆動回路であるドライバＬＳＩと接続する、外部への引出し用の電極端子に、この銅合金を適用する内容について説明する。液晶表示装置のＴＦＴ－ＬＣＤにおいて、ＣｕＭｎに代表される銅配線を用いたゲート配線及び信号配線の電極端子３３は、後述の製造工程を経ることによって、配線を酸化物４７によって被覆した構造を成す。
【００６９】
この酸化物４７は酸化マンガンを主体としており、これに銅（Ｃｕ）あるいは珪素（Ｓｉ）等が含まれることがある。これによって、大気雰囲気に対して安定であり、さらに、駆動回路との接続性に関してはこの酸化物層４７が数ｎｍの厚みであることから、熱圧着あるいは電圧印加によって十分なコンタクト部の導電性を確保できる。さらに、ガラス等の絶縁物である基板との間に該酸化物を形成し、該基板との高い密着性を有する。
【００７０】
その実施例を図１６乃至図２５に示す。さらに、耐環境性を確保するのは、通常、図１６、図１７のように透明電極７１であるＩＴＯあるいはＩＺＯあるいはＩＴＺＯとの積層構造が採用される。この構造において、この酸化物層４７は厚みが数ｎｍであり、電圧印加によって十分な導電性を確保できる。なお、図２６に図示する構成にすることにより、本発明のＴＦＴ電極の製造方法として、既存の工程をそのまま利用することができるので、製造プロセスを大きく変更することなく実施することが可能になる。
【００７１】
さらにまた、この酸化物層４７は、透明電極７１へのＣｕの侵入を防止する役割を持っており、耐環境性に優れた端子構造を提供する。さらにまた、図１７、１９に示すように、この酸化物層の膜圧が１０ｎｍ～数１０ｎｍである場合には耐環境性の確保が可能であり、銅電極の単層で電極端子を形成できる。この場合、異方性導電フィルムとの電気的な接続は熱圧着によって可能である。さらに、図２０には、パッシベーション層（保護膜）４４を除去した電極端子の構造を示す。
〔オーミック接合〕
【００７２】
本発明であるソース電極あるいはドレイン電極構造では、電気的な接合の安定性が求められる。それには、半導体層との接合部が電気的にオーミック接合であることが望ましい。本発明であるソース電極あるいはドレイン電極は、銅を主体とした合金層を、酸化マンガンを主とした酸化物層で被覆したものである。このように薄い酸化物層が介在し、安定したオーミック接合を示す。それを証明するための実験例を以下に示す。ＴＲＡＮＳＦＥＲ　ＬＥＮＧＴＨ　ＭＥＴＨＯＤ　（ＴＬＭ法）で測定した接触抵抗の結果である。Ｃｕ－４ａｔ．％Ｍｎを透明電極（ＩＴＯ）基板上に２００ｎｍの厚さで成膜した。基板上には開孔系が０．５ミリ、孔の端部の距離が０．５ミリ（孔の中心間の距離は１ミリ）のモリブデンマスクを置いて、それからＣｕ－Ｍｎを成膜した。よって、丸い電極が等間隔で形成されている。
【００７３】
図２１乃至図２４には、異なる二つの電極にプローバを接触させてＩ－Ｖ特性を測定した結果を示した。電極間の間隔を変えてＩ－Ｖ特性を求めた。この測定結果からコンタクト抵抗値が得ることができた。ここで、図２１乃至２４において、Ｉ－Ｖ特性は、各実験パラメータにおいて、直線性を示しており、これはＩＴＯとＣｕＭｎとが、オーミック接合であることを実証しているものである。種々の温度で熱処理した結果においても、同様の結果になっており、オーミック接合が形成されている。ここで、図２１は、熱処理温度１５０℃で処理時間を３０分とした場合のＩ－Ｖ特性を示したものである。図２２は、熱処理温度２００℃で処理時間を３０分とした場合のＩ－Ｖ特性を示したものである。図２

３は、熱処理温度２５０℃で処理時間を３０分とした場合のＩ－Ｖ特性を示したものである。図２４は、熱処理温度３００℃で処理時間を３０分とした場合のＩ－Ｖ特性を示したものである。

【００７４】

これらの種々の温度で熱処理をした場合の結果について、図２５には、コンタクト抵抗を縦軸に、熱処理温度を横軸にプロットしている。熱処理温度の上昇に伴って、バリア層の厚さが増加するため、コンタクト抵抗値も増加する。この結果から、酸化マンガンを主とする酸化物層が介在する銅を主体とした電極と、半導体層あるいは透明電極とはオーミック接合であることを証している。そのため、当初、我々が可能性として考慮していた、トンネル効果ではなく、この実験結果は、電気的なオーミック接合として安定であることを示している。図２５において、熱処理温度２５０℃以上になると、コンタクト抵抗値はほぼ飽和する。そのため、特別な熱処理工程を設けることなく、通常の液晶表示装置の製造工程で、適正なコンタクト抵抗値のソース電極あるいはドレイン電極の形成が可能となる。

【００７５】

また、酸化Ｍｎを主とした酸化物層は、数ナノメーターの厚みであり、電圧の印加によって絶縁破壊がおこり、導電性が生ずるとも考えられる。しかしながら、この絶縁破壊がおこる導電性には、若干の不安定性が残る。本発明の実験結果においては、このような絶縁破壊がおこる接合ではなく、酸化物層の介在するＩＴＯとＣｕＭｎとの接合が、オーミックであることが実証できた。このため、本発明の接合は、電気的に安定であることを示しているものである。

［Ｃｕ合金］

【００７６】

本発明の液晶表示装置に適用する、銅合金における添加元素について説明する。本発明の液晶表示装置に関して、ＴＦＴ－ＬＣＤにおけるゲート配線３３、信号配線３４、ゲート電極３５１、ソース電極３５２及びドレイン電極３５３に適用される、銅合金における添加元素は、酸化物形成自由エネルギーはＣｕより負の大きい値をとり、かつ、Ｃｕ中における添加元素の拡散係数（以下、特に断らない限り単に、拡散係数という。）がＣｕの自己拡散係数より大きい金属である。

【００７７】

添加元素の拡散係数をＣｕの自己拡散係数より大きなものを選択することによって、Ｃｕ表面に速く到達させて、Ｃｕ合金表面に添加元素による酸化被膜層を優先的に形成させることができる。

【００７８】

すなわち、これは、添加元素の拡散係数がＣｕの自己拡散係数より小さいと、添加元素がＣｕ合金表面に到達するまでに相当の時間が必要なために、Ｃｕ合金表面ではＣｕＯ、Cu_2O等のＣｕ酸化被膜層を形成してしまう。

【００７９】

この場合、Ｃｕ酸化被膜層は強固でないために、酸素がＣｕ酸化被膜層の内部に侵入し、Ｃｕ合金内部で添加元素の酸化物を形成する。さらに、Ｃｕの酸化が進行すると金属状態のＣｕが次第に少なくなり、液晶表示装置の配線等に使用されている場合には、電気抵抗が大きくなる。

【００８０】

そこで、本発明に適用する銅合金では、添加元素の拡散係数をＣｕの自己拡散係数より大きなものを選択することによって、この課題の解決を図った。

【００８１】

次に、本発明に適用される銅合金の添加元素を、具体的に説明する。銅合金における添加元素としては、Ｃｕ合金中の添加量が０．１～２５ａｔ　％の範囲で固溶する添加元素が好適である。さらに、Ｃｕ合金中の添加量が０．５～１５ａｔ　％の範囲で固溶する添加元素がより好適である。最も好ましいＣｕ合金中の添加量は、０．５～５ａｔ　％であ

る。Ｃｕ合金中で固溶状態にないと、添加元素が拡散しにくいからである。特に、Ｃｕと金属間化合物を形成すると、添加元素は殆ど拡散しなくなるからである。

【００８２】

さらに、Ｃｕ合金中の添加元素の添加量が０．１ａｔ　％未満では、形成される酸化被膜層が薄くなってＣｕの酸化進行を阻止することができなくなる。一方、添加元素の添加量が２５ａｔ　％を越えると、常温近傍で添加元素の固相が析出することがある。

【００８３】

本発明に適用するＣｕ合金における添加元素は、具体的に、Ｍｎ、Ｚｎ、Ｇａ、Ｌｉ、Ｇｅ、Ｓｒ、Ａｇ、Ｉｎ、Ｓｎ、Ｂａ、Ｐｒ及びＮｄからなる群から選択される、少なくとも１種である。また、添加元素は、Ｍｎ、ＺｎおよびＧａからなる群から選択される少なくとも１種の金属とすることがより好ましい。これらは単独でもよいし、複数の添加元素を同時に適用することもできる。特に、添加元素は、マンガン（Ｍｎ）であることが最も好ましい。Ｃｕ合金には、不可避的に、例えば、Ｓ、Ｓｅ、Ｔｅ、Ｐｂ、Ｓｉ等の不純物が混入する場合があるが、これらについて、例えば銅合金の電気伝導度、引張強度等の低下を招かない限り、許容される。

【００８４】

本発明において、Ｃｕ合金を形成する方法は、特に限定されない。すなわち、電界メッキ法、溶解メッキ法等のメッキ法、真空蒸着法、スパッタリング法等の物理蒸着法を用いることができる。このようにして成膜されたＣｕ合金を熱処理することで酸化被膜層が形成される。

【００８５】

熱処理温度は、例えば、約１５０～４００℃、好ましくは約１５０～３５０℃であり、さらに好ましくは約１５０～３００℃である。本発明において、ＣｕＭｎの配線を形成するために独立した熱処理を行うことも可能であるが、ＣｕＭｎ上にパッシベーション層を形成する時に１５０～４００℃のＣＶＤ処理を行うので、ＣｕＭｎ配線を形成するための独立した熱処理を製造工程から省くことができる。さらに、本発明において、かかるＣＶＤ熱処理温度は１５０～３００℃であることが好ましいが、この温度帯であってもＣｕＭｎ配線の形成が十分可能である。これは、近年のＣＶＤ熱処理温度を下げるという要望に応えるものである。

【００８６】

熱処理時間は、例えば２分～５時間の範囲である。熱処理温度が１５０℃未満では酸化被膜の形成に時間がかかり、生産性が低下する。一方、４５０℃を越えるとＣｕ合金の添加元素が表面に拡散、到達する前に、Ｃｕが酸化して酸化被膜を形成するという問題がある。また、熱処理時間が２分未満では酸化物膜厚が薄く、一方、５時間を越えると酸化物被膜の形成に時間がかかり過ぎる。

【００８７】

次に、本発明の銅合金の１種であるＣｕＭｎにおいて、低抵抗率を実現する一例を示す。熱処理によってＣｕＭｎは、配線あるいは電極本体とそれを被覆する酸化膜層になる。熱処理時間（秒）とその配線本体の抵抗率（μΩ・ｃｍ）との関係を加熱雰囲気中の酸素濃度（ｐｐｍ）をパラメータに実施例を図２７に示す。

【００８８】

図２７の測定では、配線本体の上側の表層部にもＣｕとＭｎとを含む酸化物を形成し、この上層表層部の酸化物層を除去し、Ｃｕ配線本体を露出させてＣｕ配線本体の電気抵抗率を測定した。その結果によると、Ｃｕ配線本体の抵抗率は極めて低く、酸素濃度５０ｐｐｍ、熱処理時間４分において２．２μΩ・ｃｍであり、純粋なＣｕバルク材料の電気抵抗率１．７μΩ・ｃｍに近い値になった。すなわち、ＴＦＴ－ＬＣＤにおいて、低抵抗配線を実現し、画質向上を図るに、十分な数値を実現することができた。

【００８９】

ＣｕＭｎの薄膜からＭｎのほとんどが加熱処理によって逃げ出していまい、酸化物層を形成するので、配線本体は、純銅に近い抵抗率を実現することができるのである。

【００９０】
また、図２８には、同様に、熱処理時間に対する相対抵抗率を加熱時間をパラメータとした実施例を示す。加熱時間１５０℃～４００℃において、加熱時間約２分で低抵抗率に飽和することがわかる。これは、工程時間としては十分に短く、ＴＦＴ－ＬＣＤの製造に十分な数値である。
［シェーディング］
【００９１】
次に、本発明の顕著な効果である、配線の低抵抗化による画像品質の向上のうち、特に、シェーディングの削減効果について、説明する。先ず、ＴＦＴ－ＬＣＤの動作について、具体的に説明する。本発明に用いる表示装置は、画素がマトリックス状に配置されたＬＣＤを用い、これをアクティブ・マトリックス方式（Ａｃｔｉｖｅ　Ｍａｔｒｉｘ）ＬＣＤ（ＡＭ－ＬＣＤ）という。
【００９２】
例えば、デジタルＴＶ用ＴＦＴ－ＬＣＤの場合、フルＨＤ仕様ではその画素数が（１９２０ｘ３）ｘ１０８０になる。すなわち、走査線が１０８０であり、一方、１つの絵素は３原色（赤、緑、青）からなるために、水平方向を３倍し、信号線が５７６０になる。このＴＦＴ－ＬＣＤでは、画素を構成するＴＦＴのゲート電極には、図２９に示すゲート電圧V_Gが印加される。通常、V_Gは１０－１５Ｖとなる。
【００９３】
一方、ソース電極には信号電圧V_Sが印加され、ゲート電圧パルスが走査信号になる。１画面を表示するフレーム周波数を６０Ｈｚとすると、フレーム時間は１６．７ｍｓとなる。線順次走査で１０８０本の走査線を走査すると、ゲート電圧パルス幅は約１６μｓになる。
【００９４】
図２９のように、ゲート電圧パルスの周期は１６．７ｍｓ、パルス幅は約１６μｓである。一方、液晶を駆動するために、ソース電極に印加される信号電圧は、ＬＣＤ駆動電圧V_{lc}を約５Ｖとすると、電圧振幅が２倍の約１０Ｖになる。図２９では、信号電圧と共通電極に印加される共通電圧V_{com}との差分が液晶層駆動電圧V_P（ｔ）になり、これを交流するためにフレーム毎にV_P（ｔ）の極性を反転する、フレーム反転方式での駆動波形の一例を示す。
【００９５】
この場合、ＬＣＤの透過率は信号電圧を電圧変調して、ディスプレイの輝度を変調する。さらに、ゲート電圧パルスがオフの期間（これはほぼフレーム時間に相当する約１６ｍｓになる）は、液晶層駆動電圧は保持される。
【００９６】
この様子を図２９に示す。液晶層駆動電圧は、書き込み時と保持状態からなる。また、ＬＣＤの透過率は液晶層駆動電圧V_P（ｔ）の実効値に依存する。このため、ＬＣＤ駆動電圧V_{lc}は次式のように表わす。

$$\langle Vlc \rangle rms = \frac{1}{2Tf} \sqrt{\int_{t=0}^{2Tf} [Vp(+) - Vcom]^2 \, dt}$$

－－－－－－－－－－　（１）

ところで、ａ－Ｓｉ　ＴＦＴのスイッチング時間は容量負荷を駆動することとａ－Ｓｉの移動度が低く０．３－１．０ｃｍ^2／Ｖ　ｓｅｃであることからμｓ　オーダーである。従って、ゲート電圧　パルス幅１６．７μｓの間にＴＦＴのスイッチ・オンに数μｓを要する。

【００９７】

さらに、液晶層が容量負荷であるために信号電圧の印加に遅れが生ずる。その結果、液晶層駆動電圧$Ｖ_{Ｐ}$（ｔ）の立ち上がりに遅れが生ずることになる。さらに、フルＨＤ仕様のＴＶ用ＴＦＴ－ＬＣＤでは、一つの行に５７６０個の画素が配置されている。ゲート配線には、配線の端部にゲート電圧パルスを印加して、一つの行に配置された複数のＴＦＴを同時に励起する。

【００９８】

このとき、ゲート電圧パルスは、端部から各画素のゲート電極に伝播する。
その伝播速度は、ゲート配線の抵抗値とゲート配線に寄生する電気容量が増大すると遅くなる。これをゲート電圧パルスの伝播遅延という。この伝播遅延が大きくなると、液晶層駆動電圧の書き込み時に書き込みに十分な時間を得られなくなり、各画素の液晶駆動電圧が所定の値に達することが出来なくなる。このため、液晶層の透過率にムラが生じ、すなわち、画面の明るさにムラが生ずる、シェーディングの原因になる。もちろん、上述したＩＰＳ液晶およびＶＡ液晶でも、同様にシェーディングの原因になり得る。

【００９９】

上述のゲート電圧パルスの伝播遅延のモデルを図３０に示す。ゲート配線の各画素毎を抵抗Ｒと寄生容量Ｃとで等価的に表わすことができる。この各段毎のＲＣのゲート電圧パルスの遅延が累積し、終端のノードｎ５７６０では、その伝播遅延が数μｓに達する。

【０１００】

このときのＬＣＤの明るさの分布を模式的に表わすと、ノーマリ・ホワイト・モードのＬＣＤでは、ゲート配線に沿って明るさが徐々に変化し、終端では液晶層駆動電圧が十分でなく、本来の黒表示ではなく、明るくなってしまう。このため、ゲート配線の抵抗値を小さくすることによって、ゲート電圧パルスの伝播遅延が小さくなる。その結果、画面の明るさのムラ、つまりシェーディングが抑えられる。

【０１０１】

本発明では、上述の純銅に近い銅配線を用いることによって、このシェーディングを図示する図３０のように、削減することができる。

【０１０２】

一方、ソース配線ではノード数が１０８０であり、ゲート配線に比較すると伝播遅延の問題は軽い。しかし、ＬＣＤパネルが大画面化するに伴い、ソース配線での伝播遅延が１－３μｓと無視し得ない値になることから、ＣｕＭｎ合金をソース配線に適用して、この伝播遅延を軽減することはＬＣＤ画面の明るさのムラを軽減するのに有効である。

［ガラスとの密着性］

【０１０３】

次に、銅合金ＣｕＭｎとガラスとの密着性について説明する。銅合金ＣｕＭｎによって形成される薄膜配線及び電極は、加熱処理によって形成される酸化物層によって被覆される。

【０１０４】

液晶表示装置において、この配線及びこの電極は、ガラス基板及びこの絶縁層との間で、良好な密着性を有することが必須となる。その密着性は、一般に、テープテストによって判断される。表１に示すように、純Ｃｕ薄膜を絶縁膜$ＳｉＯ_2$上に形成した場合には、密着性が得られずに剥離が生ずる。

【０１０５】

［表１］

表1：絶縁膜SiO_2上のCu及びCu/Mn二層膜のテープテスト結果

材質（膜厚 nm）	加熱処理温度（℃）						
	150℃	200℃	250℃	300℃	350℃	400℃	450℃
Cu(150nm)	×	×	×	×	×	×	×
Cu(150)/Mn(2)積層	△	○	○	○	○	○	○
Cu(150)/Mn(20)積層	△	○	○	○	○	○	○

○：密着性良好　×：剥離あり(密着性不良)　△：一部剥離あり

【０１０６】
一方、ＣｕとＭｎの二層薄膜では、加熱処理によってそれらの界面にＣｕとＳｉとの相互拡散が生じ、それらの界面にはその組成式が$Cu_XMn_YSi_ZO$（０＜Ｘ＜Ｙ，　０＜Ｚ＜Ｙ）からなる酸化物層を形成する。これにより、絶縁層SiO_2　との間で良好な密着性が得られる。

【０１０７】
密着性を評価するテープテスト試験法として、テープをＣｕ薄膜表面につけて、引き剥がす際に薄膜の剥離状態を評価した。テープは、爪で押さえつけるくらい接着させてからはがす。

【０１０８】
この作業を薄膜の同一箇所で１０回程度繰り返し行い、基板と密着しているかどうか確認する。この試験法で、テープテスト試験法の結果を詳細に分析した。

【０１０９】
それによると、ＣｕＭｎ二層薄膜では、２００℃以上の加熱処理によって低い電気抵抗率を示した。一方、密着性に関しては、１５０℃の加熱処理では、一部に剥離が見られた。２５０℃の加熱処理では、加熱時間が３分、３０分、１時間、２０時間、１００時間の全ての条件において良好な密着性を示した。同様に、３５０℃の加熱処理においても良好な密着性を示した。

【０１１０】
Ｃｕ－４ａｔ　％Ｍｎ合金を、ＳｉＯ２基板に成膜して４００℃で３０分熱処理した場合の界面密着強度を純ＣｕとＳｉＯ２の間に、半導体配線で多用されるＴａを形成した場合と比較した例を図３１に示す。密着強度は、ナノスクラッチ法によって測定し、横軸には６ミクロンの距離をスクラッチする時間をプロットし、スクラッチ速度を変化して測定したことを示す。どのスクラッチ速度においても、Ｃｕ－Ｍｎ／ＳｉＯ２の方がＣｕ／Ｔａ／ＳｉＯ２に比べて、大きい荷重を必要とし、密着強度が高いことを示している。

【０１１１】
絶縁膜SiO_2　上のこの配線及びこの電極との界面を成すこの酸化物層では、図３２、図３３に示すように、組成式が$Cu_XMn_YSi_ZO$になり、非晶質である。このように、その界面では、Ｍｎを主体とした酸化物層が形成されることによってＣｕ配線と絶縁層との相互拡散を防止できる。さらにＣｕとＳｉが酸化物層との界面付近で連続的な濃度変化をしており、これによって良好な密着性が得られていると思われる。

【０１１２】
これにより、半導体層あるいは画素電極との密着性が高い酸化被膜を形成して、配線材料等の酸化を防止できると共に、導電率が高い配線、電極又は端子電極（特に、ソース電極あるいはドレイン電極）を備えた液晶表示装置及びその製造方法を提供することができる。そして、これらの課題を同時に満たし、実際の製造プロセスに適用可能な配線、電極又は端子電極（特に、ソース電極あるいはドレイン電極）を形成することが可能となる。
【０１１３】
なお、本実施例では、Ｃｕ－４ａｔ　％Ｍｎ合金をスパッタ装置を用いてガラス基板上に成膜した。その後、純アルゴン雰囲気中において１５０～３５０℃の温度範囲で熱処理を行った。熱処理に要した　時間は１０分から６０分とした。成膜後に熱処理を行わない試料、および熱処理を行った試料において、合金薄膜表面にスコッチテープを貼り付けてテープを剥がすこと　によって、薄膜が剥離するかどうかの評価（テープテスト）を行った。その結果、熱処理を行わない合金薄膜はガラス基板から剥離した。一方で、図３５に示すように、２００℃で２０分以上、あるいは２５０℃以上の温度で１０分以上の熱処理を行った場合は、合金薄膜はガラス基板に密着していた。同様のテープテストを純Ｃｕ薄膜においても行ったところ、全ての熱処理条件で剥離が生じた。このことから、Ｃｕ－Ｍｎ合金を用いて、２００℃以上の温度で熱処理を行うことによって、ガラス基板に対して良好な密着性を示すことが明らかになった。
【０１１４】
図３４に、Ｃｕ－Ｍｎ合金を２５０℃で１０分の熱処理を行った後の断面ＴＥＭ組織を示　す。上がＣｕ－Ｍｎ合金薄膜の部分であり、下がガラス基板である。両層の界面には均一なコントラストを有する反応層が観察される。ＴＥＭに付属のＸ線エネルギー分散分光（ＸＥＤＳ）装置を用いて分析した結果、界面の反応層はＭｎを主体とする酸化物であることが判明した。この酸化物の形成が界面の密着性を改善できた理由である。
【０１１５】
抵抗率を減少するためには、界面層を形成するのに十分なだけのＭｎを添加するのが最適である。例えば、２００ｎｍの合金膜を２５０℃で１０分の熱処理を行う場合には、６ｎｍの厚さの界面層が形成される。界面層に含有されるＭｎ量は約５０％であるので、厚さにして３ｎｍ程度の純Ｍｎが存在するのと同等である。よって、合金に添加されるべきＭｎ濃度は体積比にして３／２００のＭｎとなり、ＣｕとＭｎの密度を考慮すると、Ｃｕ－（１～２）原子％Ｍｎが最適である。合金膜の厚さが１００ｎｍの場合は、この２倍のＭｎ濃度が必要であり、合金膜の厚さが３００ｎｍの場合には、この１．５倍のＭｎ濃度が必要である。
【０１１６】
また、Ｃｕ－Ｍｎ合金をガラス基板に成膜後、各温度で所定の時間の熱処理を行なった後の、テープテストによる密着性評価の結果を、図３５に示す。この図では、剥離が生じたケースはＸとして、場合によっては剥離が起こる場合は△として、剥離が全く生じない場合は○として表示している。なお、純Ｃｕは、全条件で剥離が生じている。図３５から、本発明においては、２５０℃以上の場合に、剥離が全く生じなくなる。
【０１１７】
なお、界面層を形成するのに必要な量以上のＭｎが添加されている合金の場合は、酸素を不可避不純物として含有する高純度Ａｒガス（酸素濃度が０．１ｐｐｍ以下）雰囲気中で熱処理を行えばよい。図３６に３５０℃で熱処理を行った場合のガラス基板上の合金薄膜の抵抗率、ならびに表面に形成されたＭｎ酸化物の厚さの時間変化を示す。図３６に示したように、界面層を形成して合金膜中に残留したＭｎは、純Ａｒ中に含まれる０．１ｐｐｍ以下の酸素と反応して表面に酸化物を形成することによって、合金膜中から排出できる。図３６に示したように、表面のＭｎ酸化物の成長に伴って抵抗率が減少することが明らかになった。３０分の熱処理後の抵抗率は純Ｃｕ薄膜と同等の値まで減少する。この状態での合金膜中のＭｎ濃度をＸＥＤＳで調べたところ、Ｍｎを検出することができず、Ｍｎ酸化物の形成によって余剰　Ｍｎは完全に合金膜中から排出できることが明らかになっ

た。
［製造プロセス］
【０１１８】
本発明の液晶表示装置に関して、ＴＦＴ－ＬＣＤ（ｔｈｉｎ ｆｉｌｍ ｔｒａｎｓｉｓｔｏｒ－ｌｉｑｕｉｄ ｃｒｙｓｔａｌ ｄｉｓｐｌａｙ）の配線材料及び電極材料として用いる、銅合金に係わる酸化物層及び酸化物層の製造プロセスを説明する。
【０１１９】
図３７には、ＴＦＴ製造プロセスの基本を示す。金属、半導体、絶縁体の薄膜５１を成膜し、マスク５２およびレジスト５３を用いたホトエッチングによってパターンを形成する。金属の成膜にはスパッタが用いられ、半導体と絶縁膜の成膜にはＣＶＤ（Ｃｈｅｍｉｃａｌ Ｖａｐｏｒ Ｄｅｐｏｓｉｔｉｏｎ）が用いられる。エッチングには、ドライエッチングあるいはウエットエッチングが用いられる。配線となる金属にはウエットエッチングを用いることが多い。これを、４－５回繰り返して、ＴＦＴを製造する。
【０１２０】
その中から、露光用ホトマスクを５種用いる、５マスクのプロセスを図３８に示す。その順序は、（１）マスク１により、ウエットエッチングに用いてゲートパターンを形成する。（２）マスク２により、ドライエッチングを用いてＳｉＮ／ａ－Ｓｉ／ｎ＋ａ－Ｓｉの３層を一括加工し、パターンを形成する。（３）マスク３によって、ウエットエッチングを用いてソース／ドレイン電極のパターンを形成する。（４）マスク３によって、不純物を含むアモルファス・シリコン（ｎ＋ａ－Ｓｉ）をドライエッチングを用いてチャネルの構造を作る。（５）マスク４によって、パッシベーション層（保護膜）であるＳｉＮ膜をパターニングする。（６）マスク５によって、透明電極であるＩＴＯ（Ｉｎｄｉｕｍ Ｔｉｎ Ｏｘｉｄｅ）膜をパターニングする。これによって、ＴＦＴ基板が製造される。
【０１２１】
図３９に、標準的な５マスクのプロセスによって形成したＴＦＴ構造の断面を示す。図４０に示すように、外部電極となるゲート端子部では、金属薄膜とＩＴＯ膜との積層構造になる。図４１には各画素の平面図を示す。
【０１２２】
本発明に係わる銅合金の添加元素を酸化物層の元素よりも酸化物形成自由エネルギーを負の大きい値にすることによって、上述の酸化物を還元して酸化被膜層を形成することができる。また酸化雰囲気であれば酸化物を還元することなく酸化被膜層を形成することができる。
【０１２３】
そして、本発明に関するＴＦＴ－ＬＣＤの配線材料及び電極材料として適用するＣｕ合金を、酸素を含有する絶縁膜と接触させておくと、その界面でＣｕ合金が拡散してきて添加元素が酸化して酸化被膜層を形成する。
【０１２４】
さらに、絶縁層に含まれる金属元素、Ｃｕ合金中のＣｕ、添加元素がそれぞれ酸化物を形成して一つになって複合酸化物被膜を形成する。例えば、ＴＦＴ基板がSiO_2等の酸化物を含む場合、基板上にＣｕ合金中のゲート配線を設け、これを熱処理すると、ゲート配線を形成するＣｕ合金中の添加元素が、基板とゲート配線の界面に拡散して、基板の酸素と反応して酸化物となり、これによって酸化被膜層を形成する。
【０１２５】
また、例えば、ゲート電極３５１の上には、ＳｉＮＯ等によって構成されたゲート絶縁膜３７が設けられるが、製造過程で加熱処理を施すことで、ゲート電極３５１とゲート絶縁膜３７との界面に（Ｃｕ、Ｓｉ、添加元素）O_xで表される酸化物層を形成する。このようにして、ＴＦＴ－ＬＣＤの配線材料および電極材料として銅合金を用いてその表面に酸化物層を設けることができる。
【０１２６】
本発明に係る液晶表示装置の製造方法を提供する。本発明に係わるＴＦＴ－ＬＣＤのＴ

ＦＴ基板１１の製造において、基板上に、Ｃｕを主成分とし、その表面または基板との界面に、前記Ｃｕに添加した添加元素の酸化物層を形成する銅合金を物理蒸着法又は化学気相成長法によって成膜する工程と、得られた銅合金膜をホトエッチングして各配線及び各電極のうち少なくとも一つを形成する。

【０１２７】

この場合において、前記銅合金は、前記添加元素がＭｎ、Ｚｎ、Ｇａ、Ｌｉ、Ｇｅ、Ｓｒ、Ａｇ、Ｉｎ、Ｓｎ、Ｂａ、ＰｒおよびＮｄからなる群から選択される少なくとも１種の金属であることが好ましい。また、この場合において、前記形成された配線あるいは電極のうち少なくとも一つの表面に酸化物層を形成する工程を有するものとすることができる。

【０１２８】

前記酸化物層形成工程における雰囲気ガスは、１ｐｐｍ以上１００ｐｐｍ以下の酸素を含有するアルゴンなどの不活性ガスが望ましい。さらに、該雰囲気ガス中の酸素濃度は、５～５０ｐｐｍであることが好ましい。あるいは、酸素を不可避不純物として含有するアルゴンガスを用いることもできる。さらにまた、前記酸化物形成工程は、前記配線あるいは電極のうち少なくとも一つを形成した後、１５０～４００℃で、２分～５０時間加熱して、前記配線あるいは電極の少なくとも一つの表面に、前記銅合金における添加元素の酸化物層を形成する工程とすることができる。

【０１２９】

絶縁膜SiO_2 上に、純度９９．９９９９％のＣｕと純度９９．９８％のＭｎからなるＣｕ－２ ａｔ，％ Ｍｎ合金をターゲット材料として用いて、その合金の薄膜を成膜し、１５０℃以上、４５０℃以下の温度で熱処理を施した。その後、オージェ電子分光法によって薄膜表面から深さ方向の組成を分析した。

【０１３０】

さらに、断面試料を作製して、その断面写真を図４２に示す。透過電子顕微鏡とＸ線エネルギー損失分光器（ＥＥＬＳ）を用いて組織観測と組成分析を行った。その結果の一例を図４３に示す。Ｃｕ－Ｍｎ合金と絶縁基板との界面付近及びＣｕ－Ｍｎ合金表面付近においてＭｎを主元素とする安定な酸化物層が数ｎｍ～２０数ｎｍの厚みで形成されている。

【０１３１】

図４４には、熱処理時間に対する酸化物層の膜厚の変化を示す。表２には、ＣｕＭｎ合金中のＭｎ原子濃度、熱処理時間、熱処理温度に対して、得られた酸化物層の膜厚を示す。図３２および３３には、酸化層の組成分布の拡大図を示す。Ｍｎは、酸化物層のほぼ中心にピークを有する分布を示す。Ｃｕは、配線本体側から酸化物層に侵入するが、絶縁膜へのＣｕの侵入を防止していることがわかる。

【０１３２】

［表２］

表2　形成された酸化被覆層の厚み

CuMn合金中の原子濃度（at・%）	熱処理時間（分）	熱処理温度（℃）	
		350℃	450℃
10%	20分	3.2nm	6.1nm
20%	30分	−	8.2nm

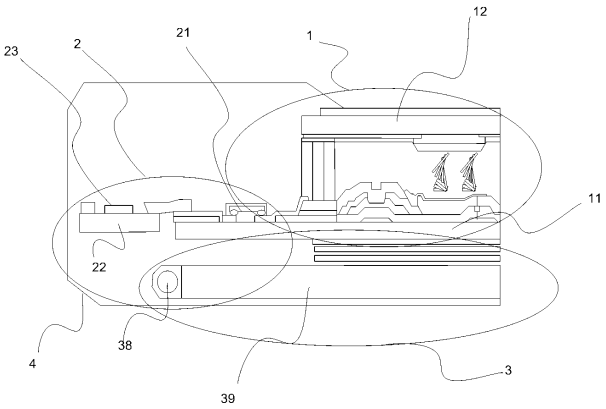
【０１３３】
本発明の液晶表示装置において、この銅合金としてＣｕＭｎを用いる場合、スパッタリング・ターゲットに関する要件を提供する。本発明に係わるＴＦＴ－ＬＣＤでは、特に、ゲート配線での伝播遅延が大きくなる。これを軽減するには、上述のように、銅配線を用い、かつ、純銅に近い低抵抗の配線を実現するのが好ましい。
【０１３４】
図４５は、ＣｕＭｎを用いたゲート配線の断面図を示す。配線本体１７１及び酸化膜被覆層１７２からなる。その図４５中のパラメータａ，ｂ，ｈ，t_1，t_2は各部の寸法を表わす。ａ，ｂは数μｍ－１０数μｍであり、ｈは２００－５００ｎｍ　である。t_1　および　t_2　は２－１０ｎｍ　である。この場合、配線本体１７１純銅に近い抵抗率を実現するには、熱処理によって形成される酸化膜被覆層１７２に含有されるＭｎ量に相当するＭｎ量が、熱処理前の配線本体１７１であるＣｕＭｎに含有されることが好ましい。したがって、スパッタリングのターゲットに含有される添加元素であるＭｎの含有量が規定される。
［有機ＥＬ］
【０１３５】
本発明は、ＴＦＴ型液晶表示装置に限定されるものではなく、有機ＥＬ表示装置にも適用が可能である。本発明に係わる有機ＥＬの一例を図４６に示す。ガラス基板２０１と、このガラス基板２０１上に順次積層された陽極（ＩＴＯ）２０２、ホール輸送層（ＨＴＬ）２０３、発光層（ＥＭＬ）２０４、電子輸送層（ＥＴＬ）２０５及び電子輸送層２０５の上部に配置された陰極２０６から主として構成されている。発光層としては、例えばジアミン類等の有機物が用いられる。陽極２０２と陰極２０６とは電源を介して電極線によって電気的に接続されている。各層の厚さは、例えば、数十ｎｍ程度である。
【０１３６】
有機ＥＬ表示装置には、基板１８１上でマトリックス状に交叉する走査線１９４と信号線１９５及び電源線１９６があり、走査線１９４と信号線１９５と電源線１９６に囲まれた画素領域１９８があり、一例としてこの画素領域１９８に有機ＥＬ素子１９１、駆動ＴＦＴ１９２、スイッチＴＦＴ１９３がある。
【０１３７】
有機ＥＬはガラス基板上に積層された陽極、正孔輸送層、有機発光層、電子輸送層及び陰極とを有する。１画素がＴＦＴ回路と有機ＥＬ素子からなり、複数の画素がマトリック

ス状に配置される、いわゆる、アクティブ・マトリックス有機ＥＬ表示装置である。
【０１３８】
１画素の等価回路を図４７に示す。また、図４８には、この画素の断面図を示す。例えば、ガラス基板１８１上に駆動用ＴＦＴ部１８２と有機ＥＬ素子１８４、ここにＴＦＴの電極１８３、金属からなる陰極１８５及び透明電極１８６があり、この例では光１８７は基板の下部へ発光される。
【０１３９】
アクティブ・マトリックス方式有機ＥＬ表示装置において、アクティブ・マトリックス方式液晶表示装置に発生したゲート電圧パルスの伝播遅延に起因する画像のムラが発生する。それに対処するに、導電率の高い配線材料として銅合金が用いられる。
【０１４０】
本発明の銅合金は、走査線及び信号線に有用である。本発明に係る有機ＥＬ表示装置において、走査線、信号線、電源線及びＴＦＴの電極の少なくとも一つは、銅を主成分とし、配線あるいは電極を被覆した、銅に添加した添加元素の酸化物層を形成する銅合金からなる。その配線の断面は図４５のような構造になる。
【０１４１】
さらにまた、銅合金は、添加元素が銅合金表面に拡散して、添加元素の酸化被膜層が形成される銅合金であってよい。さらにまた、添加元素は、Ｍｎ、Ｚｎ、Ｇａ、Ｌｉ、Ｇｅ、Ｓｒ、Ａｇ、Ｉｎ、Ｓｎ、Ｂａ、ＰｒおよびＮｄからなる群から選択される少なくとも１種の金属とすることができる。また、添加元素は、Ｍｎ、ＺｎおよびＧａからなる群から選択される少なくとも１種の金属とすることがより好ましい。さらに、添加元素をＭｎとすることが最も好ましい。
【０１４２】
さらにまた、外部引き出し電極端子の構造は、図１６あるいは図１７あるいは図１８あるいは図１９あるいは図２０であることが好ましい。
【図面の簡単な説明】
【０１４３】
【図１】液晶表示装置（ＬＣＤ）モジュールの断面の概念図
【図２】ＬＣＤパネルの断面の概念図
【図３】ＩＰＳ液晶の概念図
【図４】画素部及びＴＦＴ部の平面図
【図５】画素部及びＴＦＴ部の断面図
【図６】画素部及びＴＦＴ部の等価回路図
【図７】ＴＦＴの断面図（スタガ型トップゲート構造）
【図８】ＴＦＴの断面図（逆スタガ型チャネルストッパ構造）
【図９】ＴＦＴの断面図（逆スタガ型チャネルエッチ構造）
【図１０】本発明になる画素部及びＴＦＴ部の断面の一例
【図１１】本発明になる画素部及びＴＦＴ部の断面の一例
【図１２】本発明になる画素部及びＴＦＴ部の断面の一例
【図１３】本発明になる画素部及びＴＦＴ部の断面の一例
【図１４】Ｉ－Ｖ特性の測定結果
【図１５】Ｉ－Ｖ特性の測定結果
【図１６】液晶表示装置（ＬＣＤ）モジュールの端子部の断面図
【図１７】液晶表示装置（ＬＣＤ）モジュールの端子部の断面図
【図１８】液晶表示装置（ＬＣＤ）モジュールの端子部の断面図
【図１９】液晶表示装置（ＬＣＤ）モジュールの端子部の断面図
【図２０】液晶表示装置（ＬＣＤ）モジュールの端子部の断面図
【図２１】Ｉ－Ｖ特性の測定結果
【図２２】Ｉ－Ｖ特性の測定結果
【図２３】Ｉ－Ｖ特性の測定結果

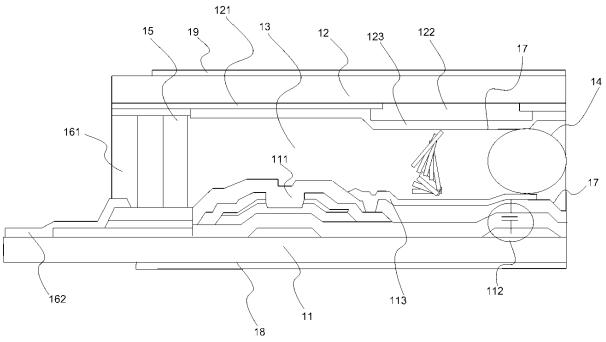
【図２４】Ｉ－Ｖ特性の測定結果
【図２５】Ｉ－Ｖ特性の測定結果
【図２６】画素部及びＴＦＴ部の断面の一例
【図２７】銅合金（ＣｕＭｎ）における抵抗率（１）
【図２８】銅合金（ＣｕＭｎ）における抵抗率（２）
【図２９】ＴＦＴの動作波形図
【図３０】ゲート電圧パルスの伝播遅延のモデル図
【図３１】半導体配線で多用されるＴａを形成した場合と比較した例である。
【図３２】配線構造の組成図
【図３３】配線構造の組成の拡大図
【図３４】ガラス基板上のＣｕ－Ｍｎ合金を２５０℃で２０分の熱処理を行った後の断面ＴＥＭ組織写真
【図３５】Ｃｕ－Ｍｎ合金をガラス基板に成膜後、各温度で所定の時間の熱処理を行なった後の、テープテストによる密着性評価の結果
【図３６】３５０℃で熱処理を行った場合の合金薄膜の抵抗率、ならびに表面に形成されたＭｎ酸化物の厚さの時間変化
【図３７】ＴＦＴ製造プロセスの基本図
【図３８】ＴＦＴ製造の５マスク・プロセス
【図３９】５マスク・プロセスによるＴＦＴの断面図
【図４０】外部へ引き出す電極端子の断面図
【図４１】画素部の平面図
【図４２】配線の酸化物被覆層の断面写真
【図４３】配線の酸化物皮膜層の組成
【図４４】酸化物被覆層の膜厚
【図４５】本発明になる配線構造の断面のモデル図
【図４６】有機ＥＬ素子の断面の一例
【図４７】有機ＥＬディスプレイの画素の等価回路の一例
【図４８】有機ＥＬディスプレイの断面の一例
【符号の説明】
【０１４４】
１　ＬＣＤパネル
２　駆動回路
３　バックライト
４　シャーシ
１１　ＴＦＴ基板
１２　カラーフィルタ基板
１３　液晶層（ＬＣ層）
１４　スペーサ
１５　シール
１７　配向膜
１８　偏光フィルム
１９　偏光フィルム
２１　ＬＣＤドライバＬＳＩ・チップ
２２　多層プリント板（ＰＣＢ）
２３　コントロール回路
３１　画素部
３２　ＴＦＴ部
３３　ゲート配線
３４　信号配線
３６　アモルファス・シリコン（ａ－Ｓｉ）

３７　ゲート絶縁膜
３８　ランプ
３９　導光板
４３　チャネルエッチ部
４４　パッシベーション層（保護膜）
４５　不純物を含むアモルファス・シリコン（ｎ＋ａ－Ｓｉ）
４６　ソース及びドレイン電極の酸化物層
４７　ゲート電極の酸化物層
５１　薄膜
５２　マスク
５３　レジスト
７１　ＩＴＯ膜
１１１　ＴＦＴ
１１２　保持容量（C_S）
１１３　画素電極
１２１　ブラックマトリックス（ＢＭ）
１２２　カラーフィルタ（ＣＦ）
１２３　共通電極
１６１　ショート部分
１６２　接続パッド
１８１　基板
１８２　駆動ＴＦＴ部
１８３　ＴＦＴの電極
１８４　有機ＥＬ素子
１８５　陰極
１８６　陽極（透明電極）
１８７　発光
１９１　有機Ｅｌ素子
１９２　駆動ＴＦＴ
１９３　スイッチＴＦＴ
１９４　走査線
１９５　信号線
１９６　電源線
１９８　画素領域
２０１　ガラス基板
２０２　陽極（ＩＴＯ）
２０３　ホール輸送層（ＨＴＬ）
２０４　発光層（ＥＭＬ）
２０５　電子輸送層（ＥＴＬ）
２０６　陰極
３１１　バックライトユニット
３５１　ゲート電極
３５２　ソース電極
３５３　ドレイン電極

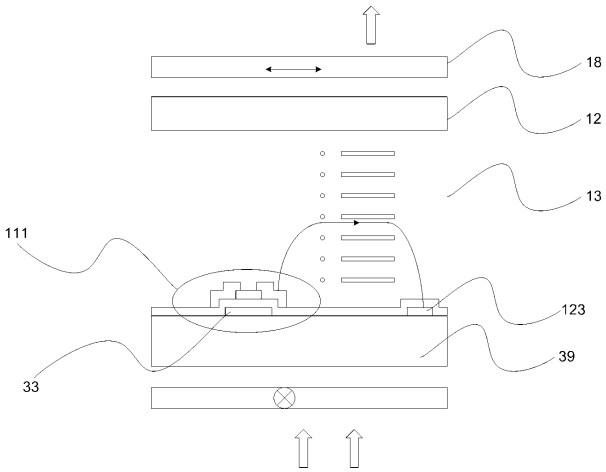
【図１】


12
21
1
2
23
11
22
38
4
39
3

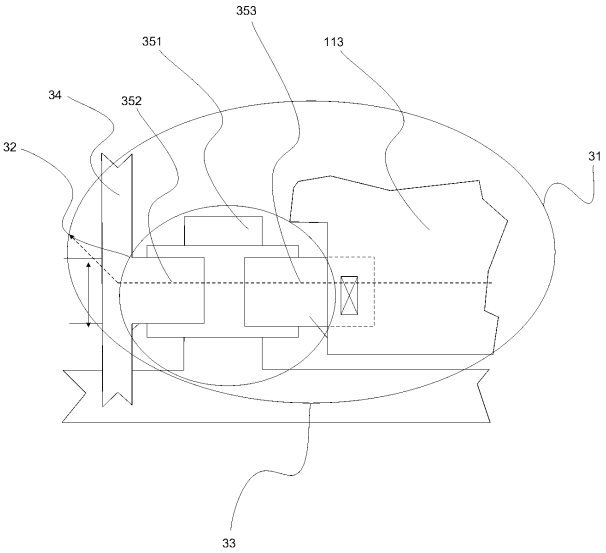
【図２】


121
15
19
13
12
123
122
17
14
161
111
17
162
113
112
18
11

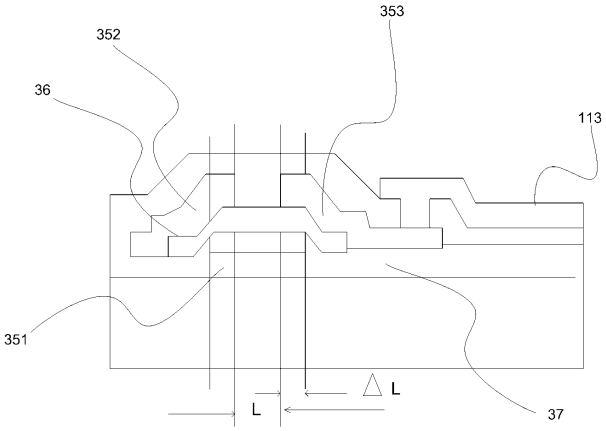
【図３】


18
12
13
111
123
39
33

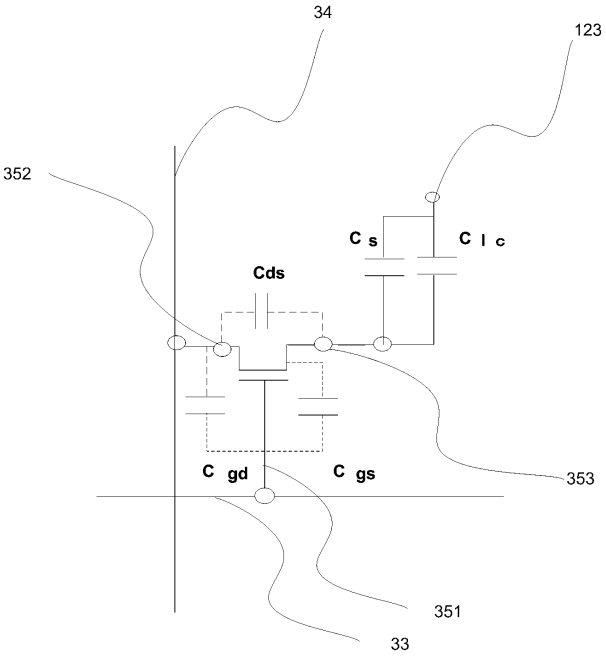
【図４】


353
351
113
34
352
32
31
33

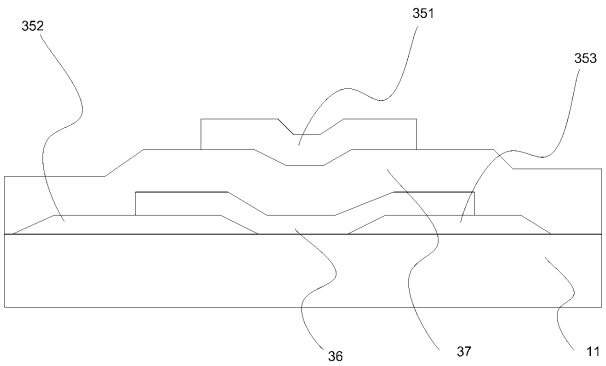
【図５】


353
352
36
113
351
△L
L
37

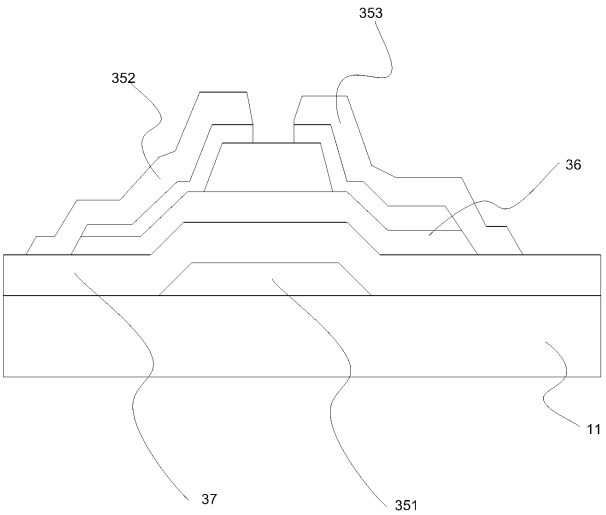
【図６】


34
123
352
Cs
Clc
Cds
Cgd
Cgs
353
351
33

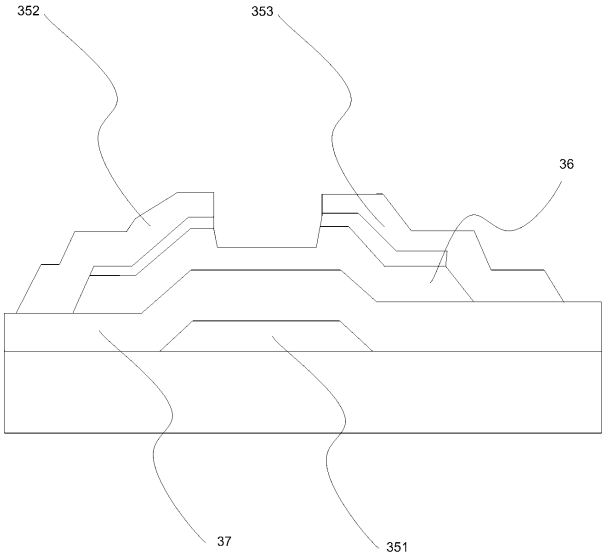
【図７】


352
351
353
36
37
11

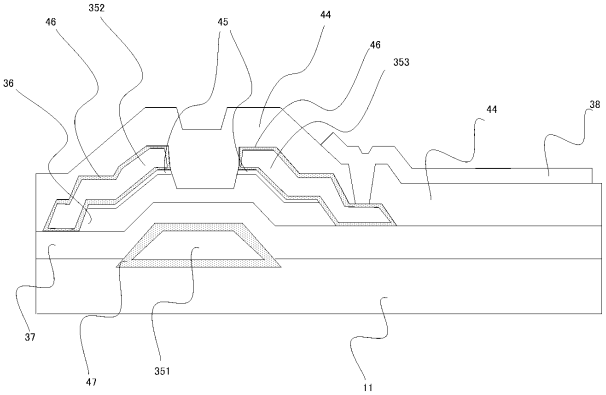
【図８】


353
352
36
11
37
351

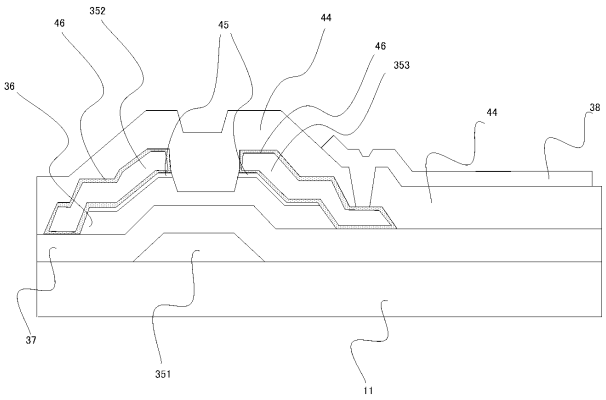
【図９】



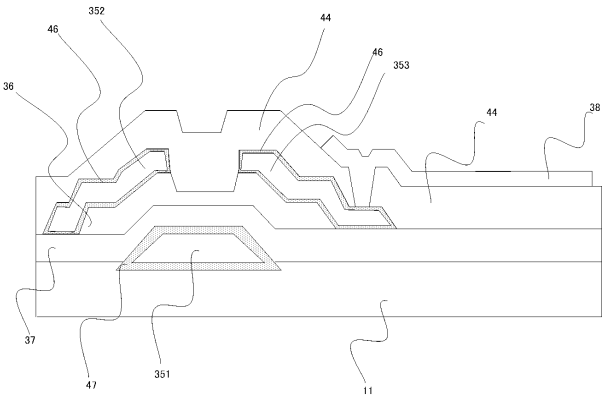
【図１０】



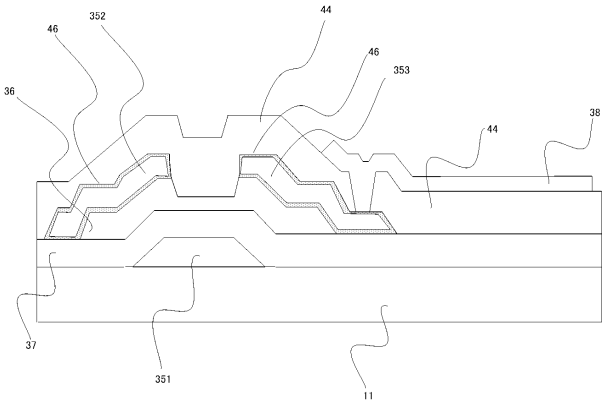
【図１１】



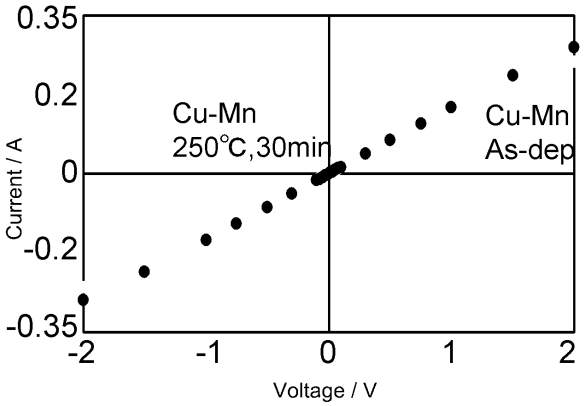
【図１２】



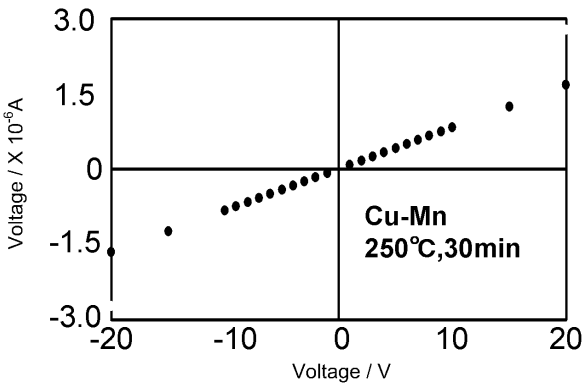
【図１３】



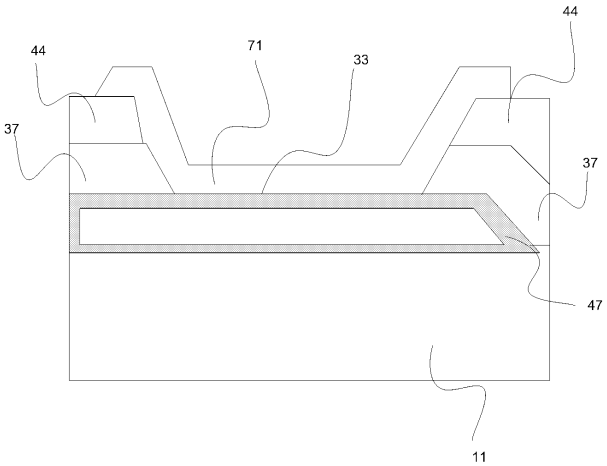
【図１４】



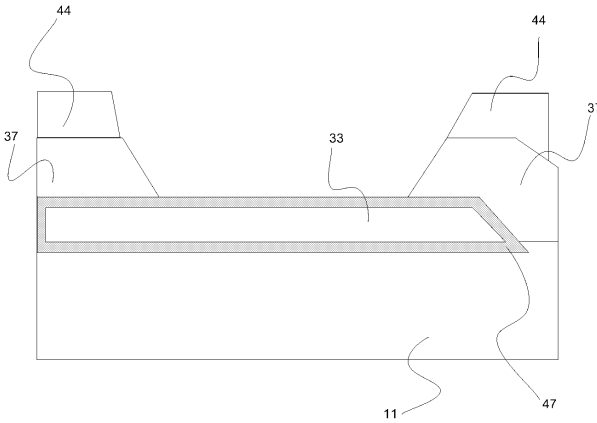
【図１５】



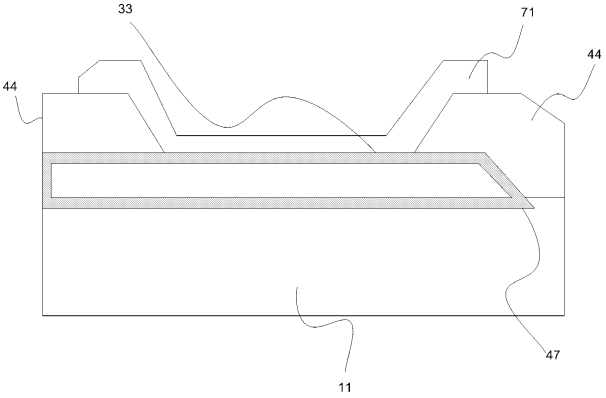
【図１６】



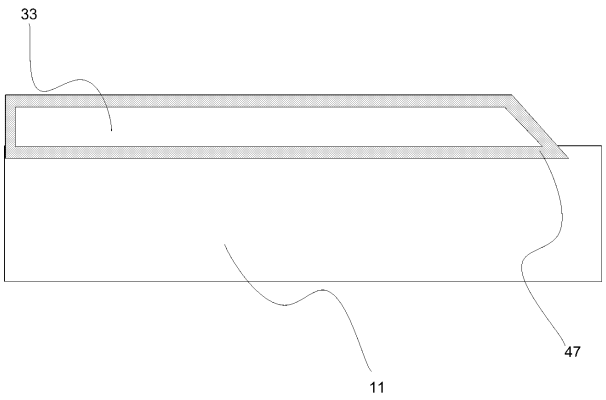
【図１７】



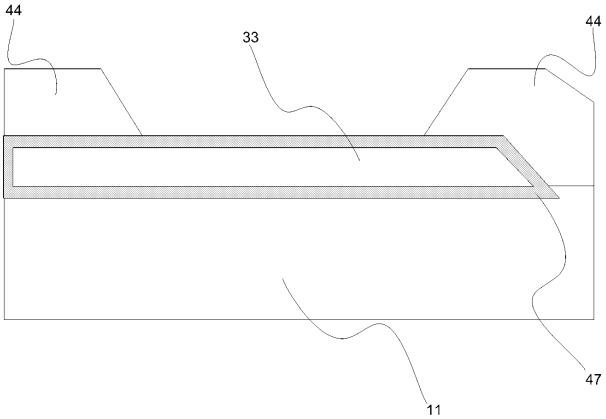
【図１８】



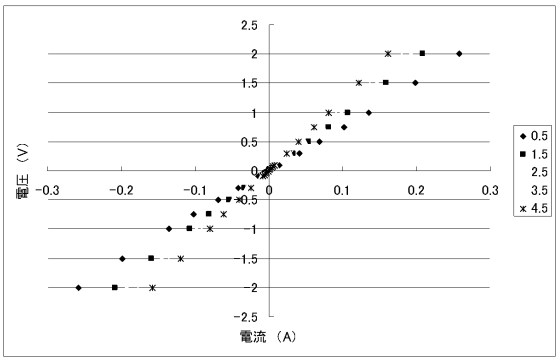
【図１９】



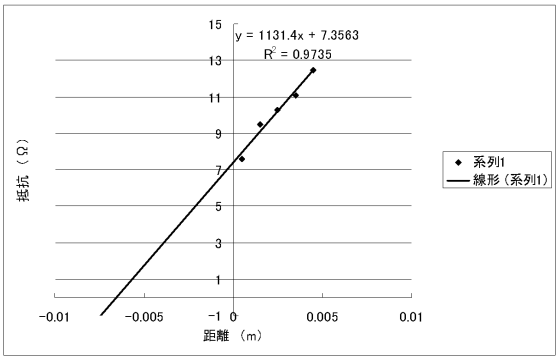
【図２０】



【図２１】

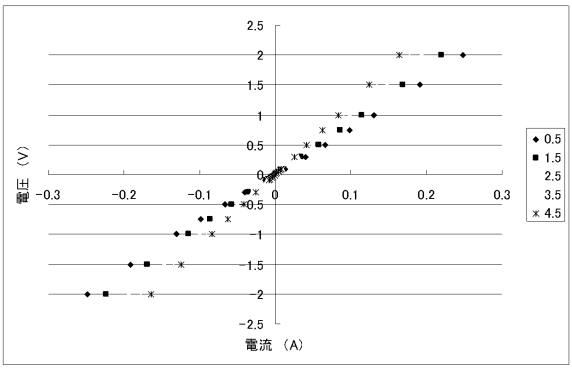


150℃30分熱処理後のI－V特性

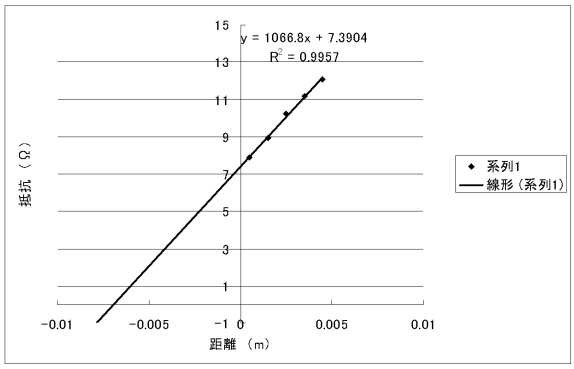


150℃30分熱処理後のI－V特性

【図２２】

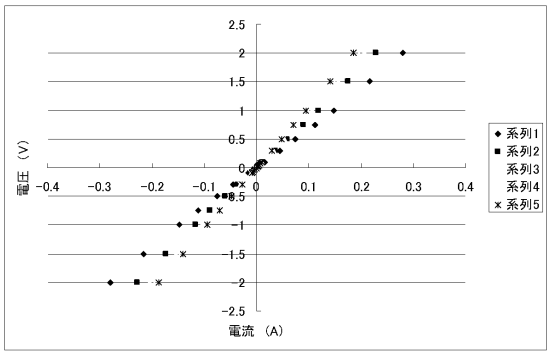


200℃30分熱処理後のI－V特性

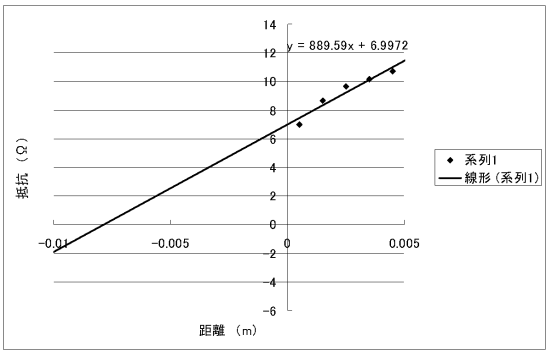


200℃30分熱処理後のI－V特性

【図２３】

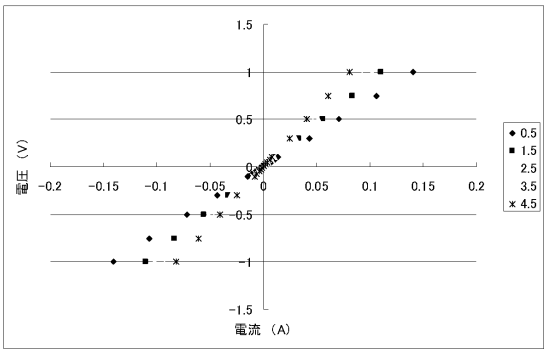


250℃30分熱処理後のI－V特性

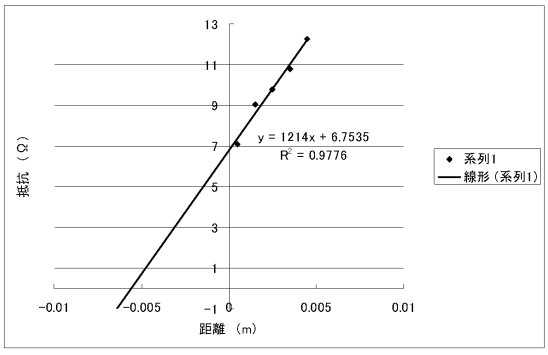


250℃30分熱処理後のI－V特性

【図２４】

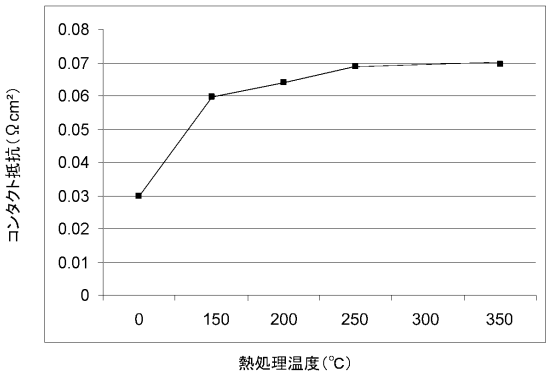


300℃30分熱処理後のI－V特性



300℃30分熱処理後のI－V特性

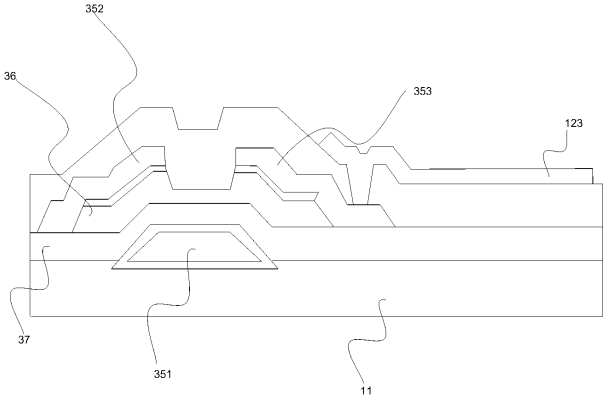
【図２５】



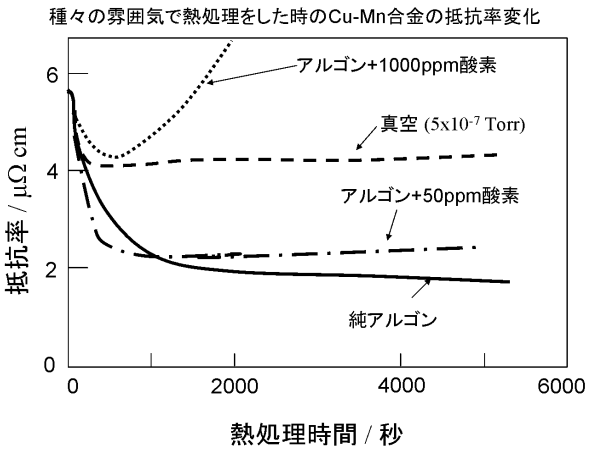
熱処理温度によるコンタクト抵抗の変化

温度 (℃)	ρ (Ωcm²)
0	0.0299
150	0.0598
200	0.0640
250	0.0688
350	0.0694

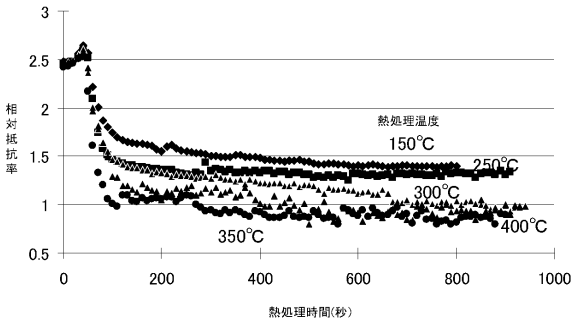
【図２６】



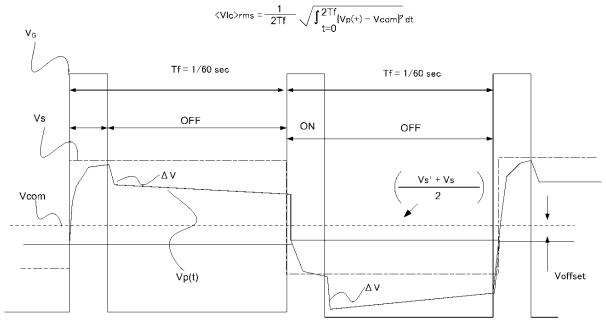
【図２７】



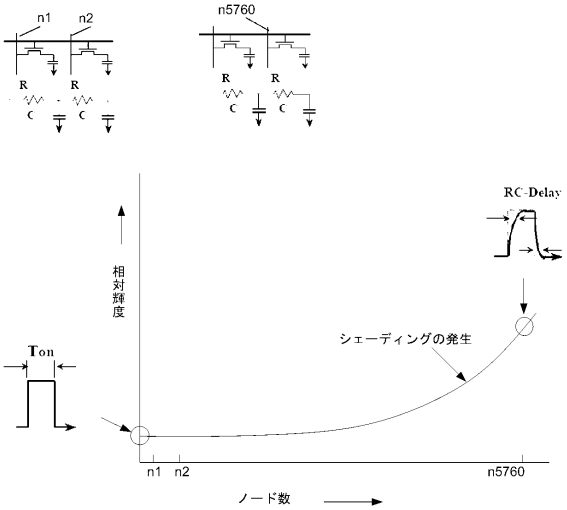
【図２８】



【図２９】

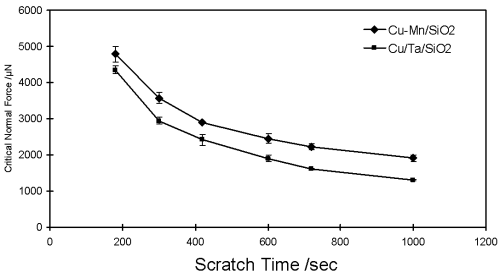


【図３０】

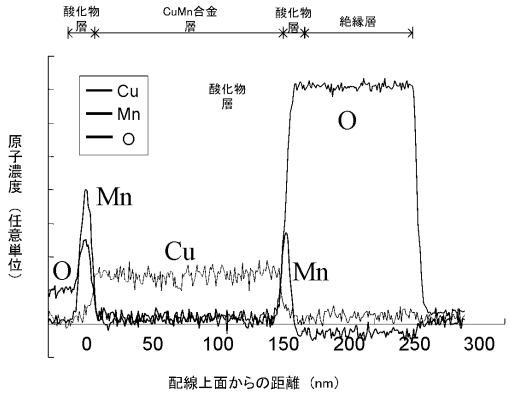


【図３１】

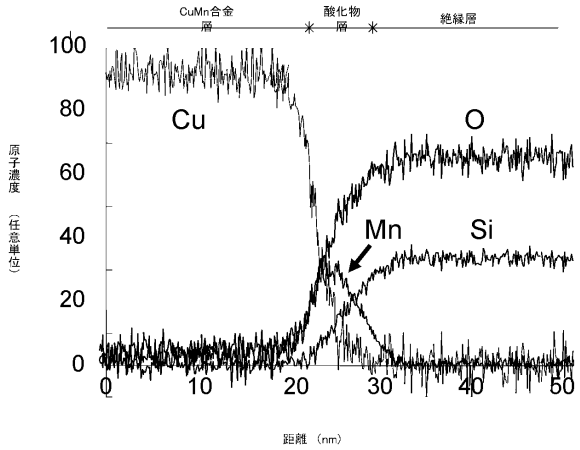
ナノスクラッチ法によって界面剥離に要する荷重値を測定した。スクラッチ時間（速度）を変化してもCu-Mnを剥がすほうがより大きい荷重を要する。



【図３２】



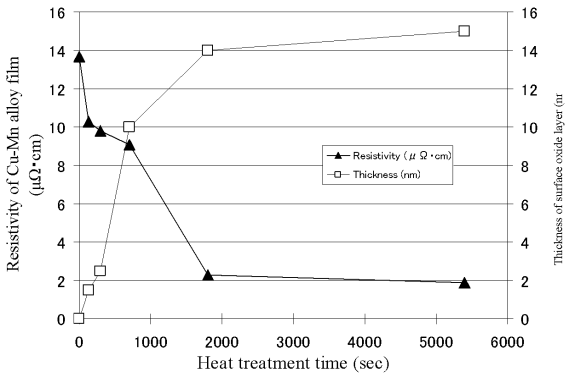
【図３３】



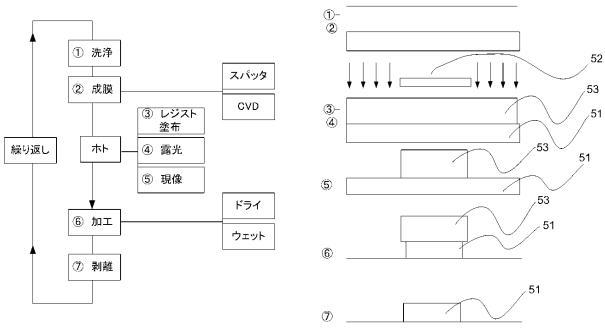
【図３５】

加熱温度(℃) ＼ 加熱時間(分)	10	20	30	60
150	×	×	×	×
200	×	△	○	○
250	○	○	○	○
300	○	○	○	○
350	○	○	○	○

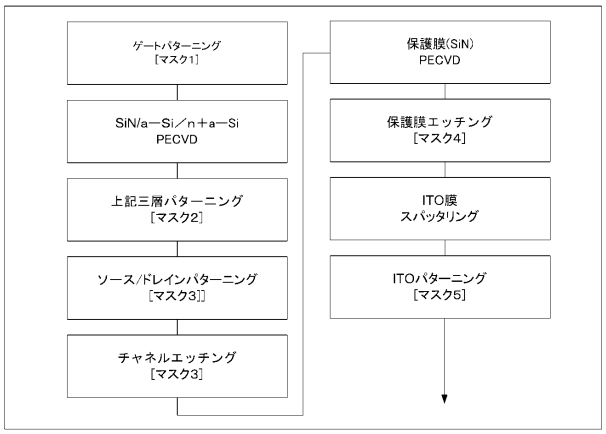
【図３６】



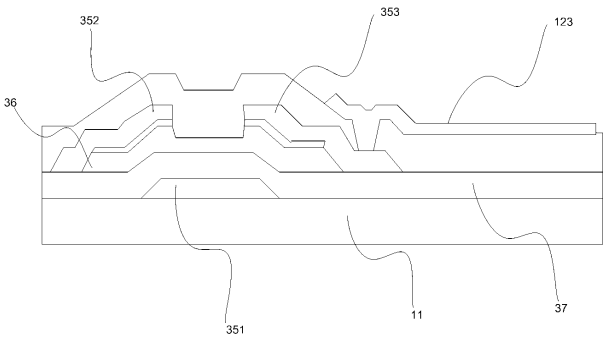
【図３７】



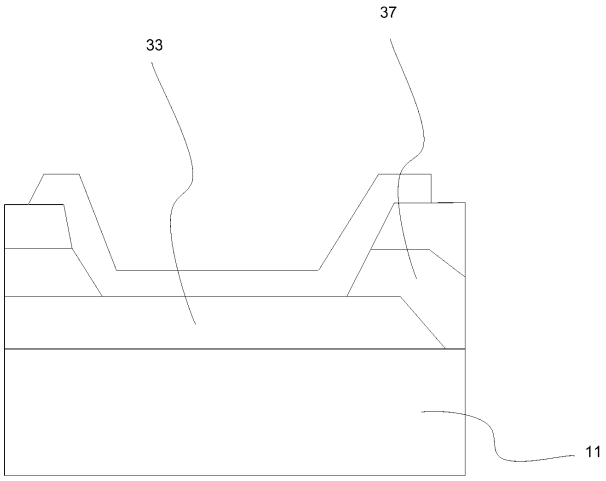
【図３８】



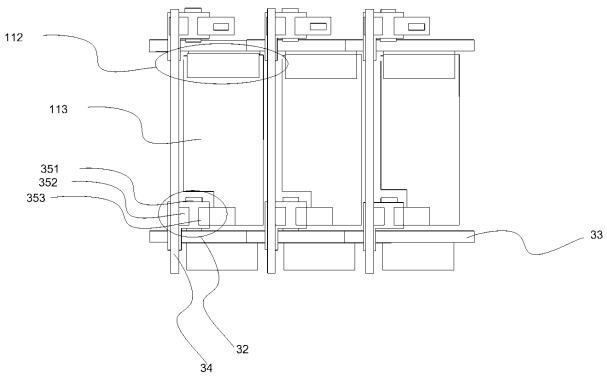
【図３９】



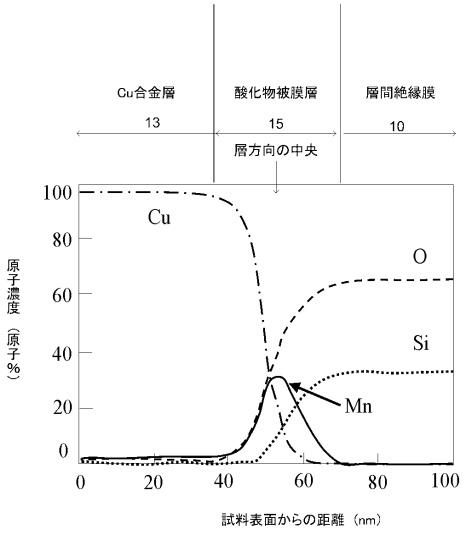
【図４０】



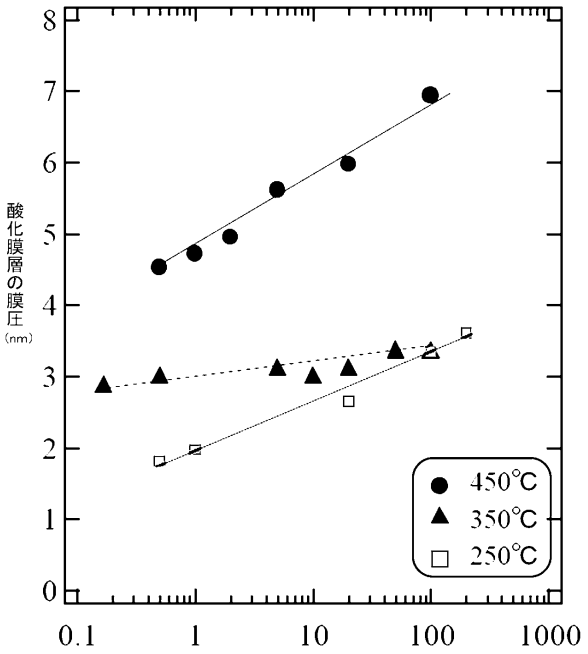
【図４１】



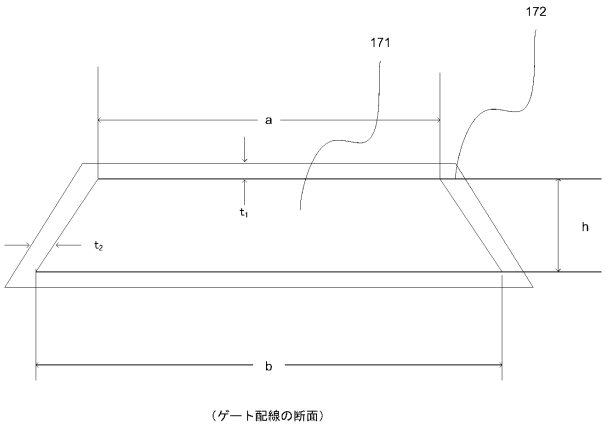
【図４３】



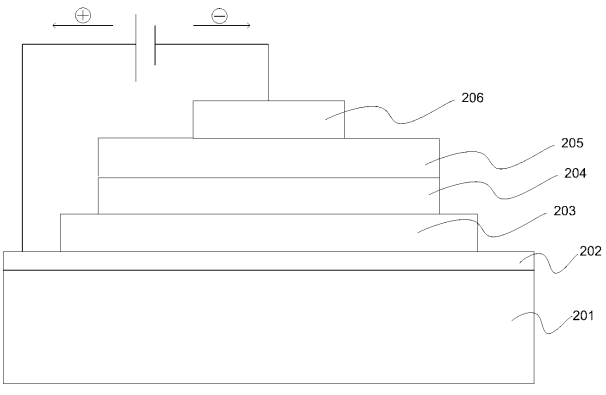
【図４４】



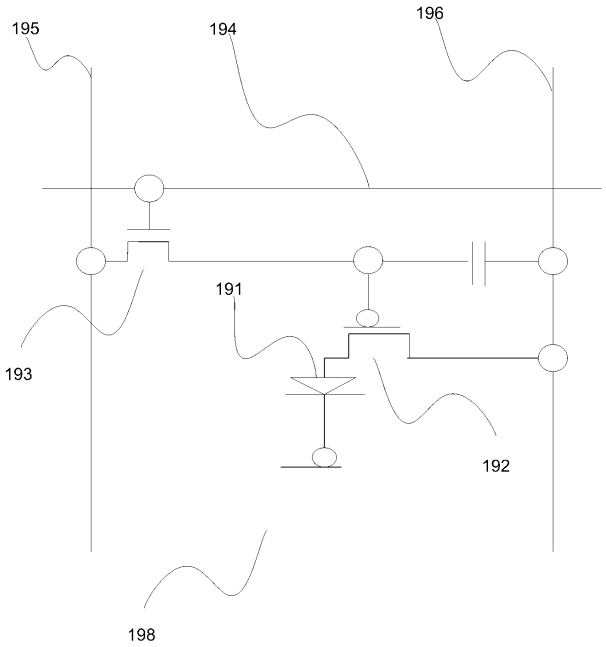
【図４５】



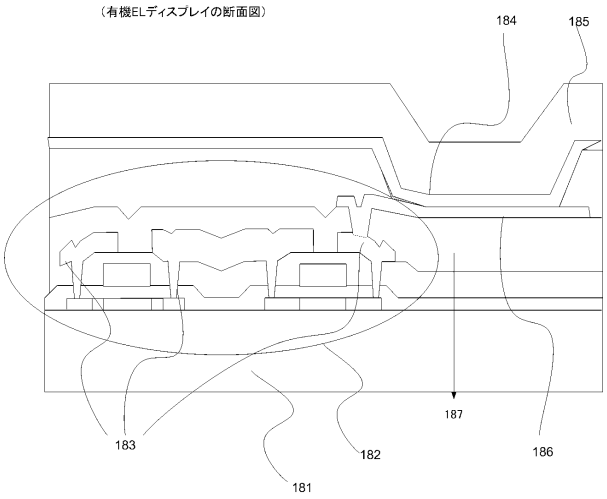
【図４６】



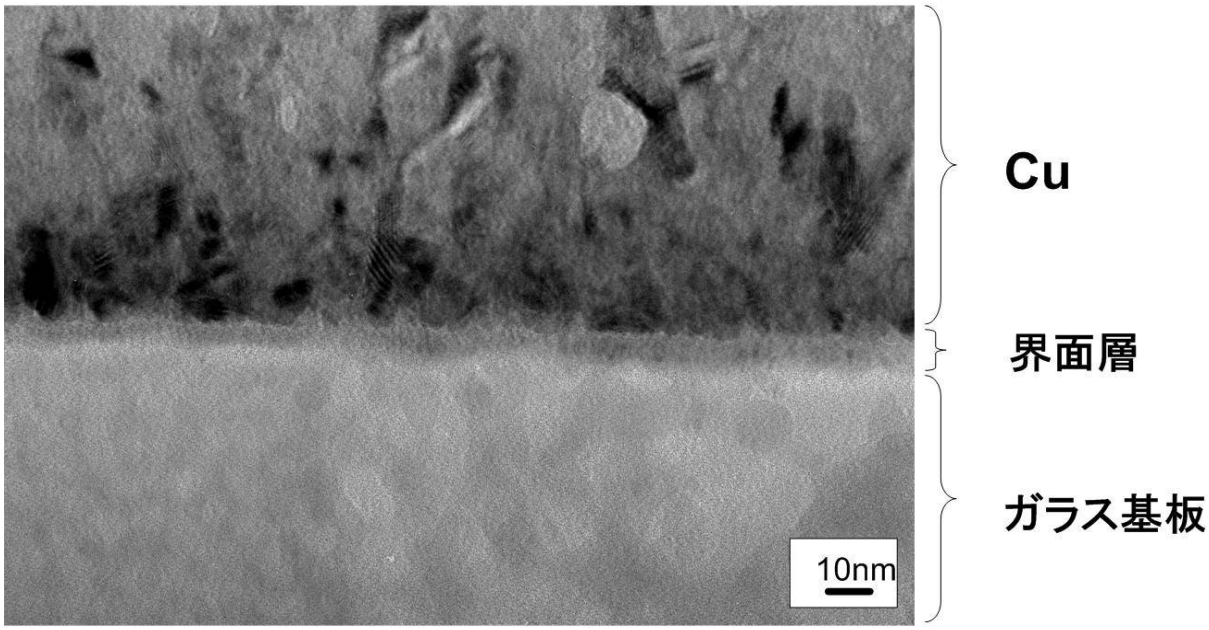
【図４７】


195
194
196
191
193
192
198

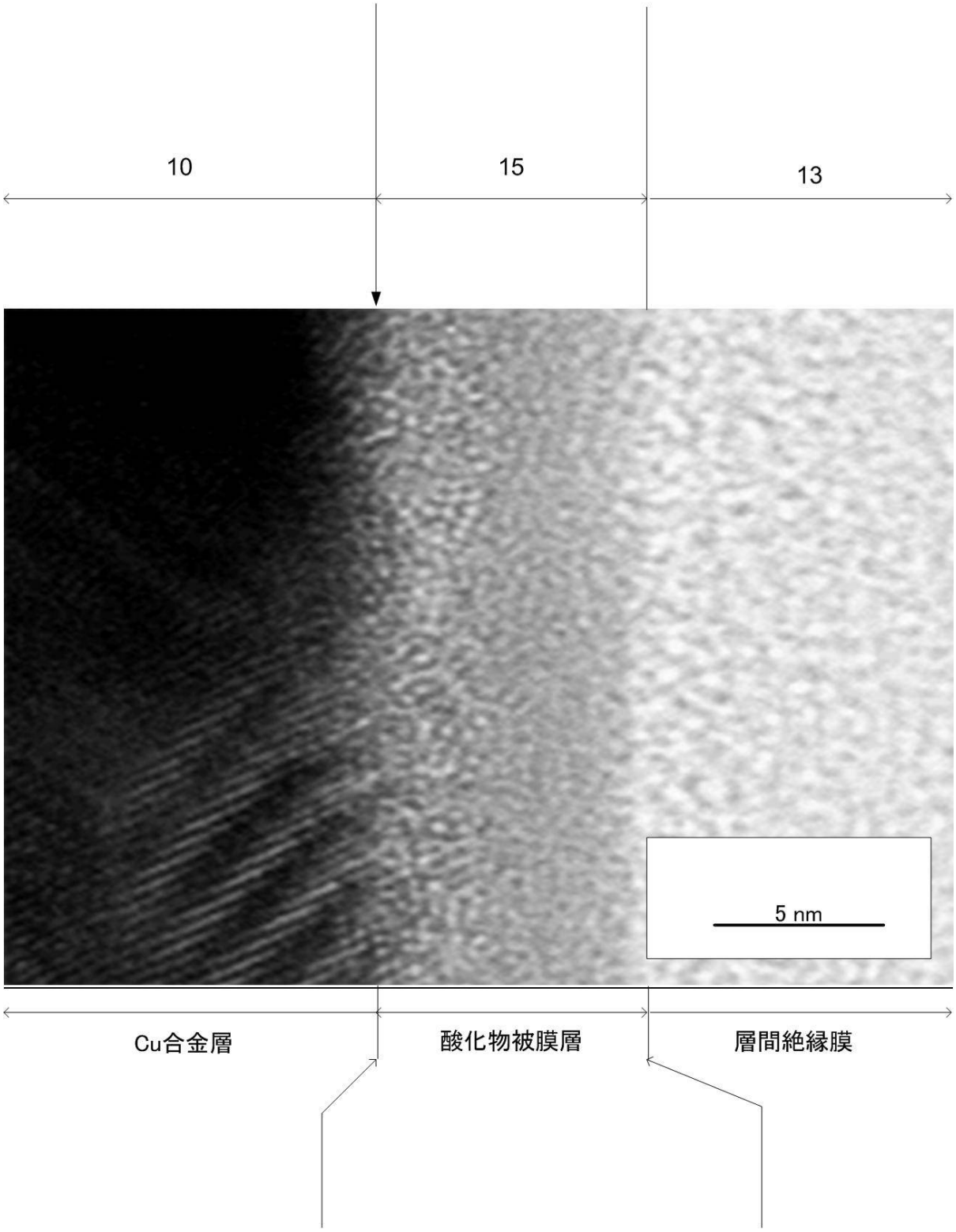
【図４８】


（有機ELディスプレイの断面図）
184
185
187
183
182
186
181

【図３４】



【図４２】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			FI		
H01L	***29/49***	***(2006.01)***	H01L	29/58	G
H01L	***21/3205***	***(2006.01)***	H01L	21/88	M
H01L	***21/768***	***(2006.01)***	G02F	1/1343	
H01L	***23/532***	***(2006.01)***	G02F	1/1368	
G02F	***1/1343***	***(2006.01)***			
G02F	***1/1368***	***(2006.01)***			

(72)発明者　川上　英昭
千葉県千葉市中央区千葉寺町三番地１　　コスモハイム千葉寺３０１号

審査官　鈴木　聡一郎

(56)参考文献　特開２０００－２５２４７２（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００６／０２５３４７（WO，Ａ１）
特開平１１－１９４３６１（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－０７３８６３（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－１７２１５０（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－００５２２０（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－０１７９２６（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－２７４５２４（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－２１５６４９（ＪＰ，Ａ）
特開昭５８－１２４２５４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｌ　２１／２８－２１／２８８
Ｈ０１Ｌ　２１／３２０５
Ｈ０１Ｌ　２１／３３６
Ｈ０１Ｌ　２１／４４－２１／４４５
Ｈ０１Ｌ　２１／７６８
Ｈ０１Ｌ　２３／５３２
Ｈ０１Ｌ　２９／４０－２９／４９
Ｈ０１Ｌ　２９／７８６
Ｈ０１Ｌ　２９／８７２
Ｇ０２Ｆ　　１／１３４３
Ｇ０２Ｆ　　１／１３６８