



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I569003 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 02 月 01 日

(21)申請案號：103141979

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 12 月 03 日

(51)Int. Cl. : G01N21/62 (2006.01)

G01N21/63 (2006.01)

G01N22/00 (2006.01)

G01R31/26 (2014.01)

(30)優先權：2013/12/03 日本

2013-250412

2014/05/20 日本

2014-104629

(71)申請人：神戶製鋼所股份有限公司 (日本) KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (KOBE STEEL, LTD.) (JP)

日本

(72)發明人：林和志 HAYASHI, KAZUSHI (JP)；川上信之 KAWAKAMI, NOBUYUKI (JP)；三木綾 MIKI, AYA (JP)；釘宮敏洋 KUGIMIYA, TOSHIHIRO (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 201226892A

JP 2009-164393A

JP 2012-33857A

US 6653850B2

審查人員：黃彥豪

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：13 共 47 頁

(54)名稱

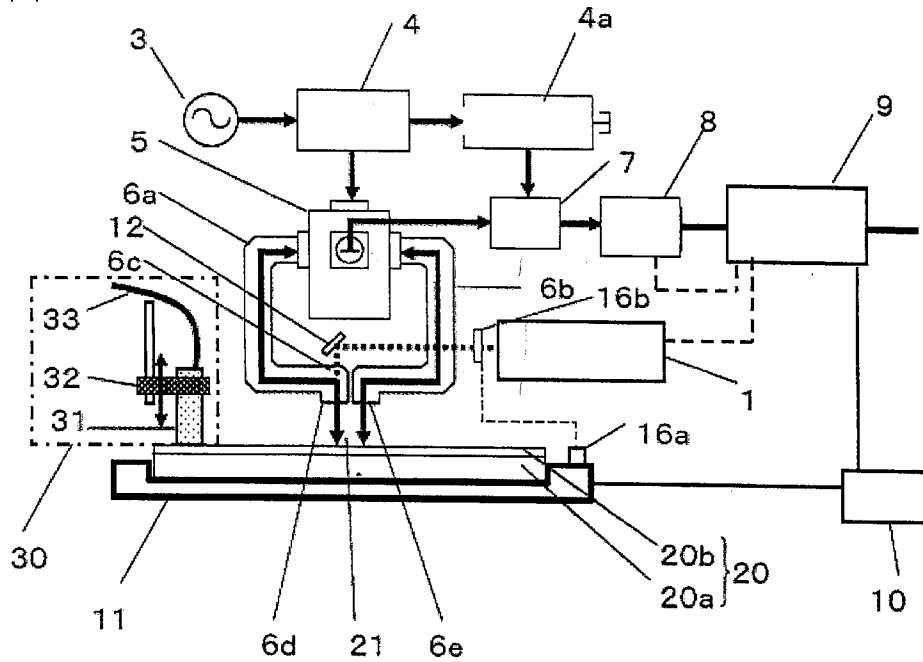
氧化物半導體薄膜之評估方法及氧化物半導體薄膜之品質管理方法以及上述評估方法所使用的評估元件及評估裝置

(57)摘要

本發明係提供正確且簡便地測量氧化物半導體薄膜之電阻率，並予以評估・預測・推算之方法，及氧化物半導體之品質管理方法。與本發明有關之氧化物半導體薄膜之評估方法包含：第 1 工程，其係對形成有氧化物半導體薄膜之試料照射激發光及微波，測量藉由照射上述激發光而變化的上述微波從上述氧化物半導體薄膜而來的反射波之最大值之後，停止照射上述激發光，並測量停止照射上述激發光之後的上述微波從上述氧化物半導體薄膜而來的反射波之反射率之變化；和第 2 工程，其係從上述反射率之變化算出與停止照射激發光之後可見的緩慢衰減對應的參數，並評估上述氧化物半導體薄膜之電阻率。

指定代表圖：

圖 13



符號簡單說明：

- 1 . . . 激發光照射手段
- 3 . . . 微波照射手段
- 4 . . . 方向性結合器
- 4a . . . 相位調整器
- 5 . . . 魔 T
- 6a . . . 第 1 導波管
- 6b . . . 第 2 導波管
- 6c . . . 微小開口
- 6d、6e . . . 開口部
- 7 . . . 反射微波強度檢測手段
- 8 . . . 訊號處理裝置
- 9 . . . 評估手段
- 10 . . . 平台控制器
- 11 . . . X-Y 平台
- 12 . . . 光路變更手段
- 16a . . . 輸出調整用功率監視器
- 16b . . . 輸出調整手段
- 20 . . . 試料
- 20a . . . 基板
- 20b . . . 氧化物半導體薄膜
- 21 . . . 激發光照射區域
- 30 . . . 電阻率測量手段
- 31 . . . 電阻率測量頭
- 32 . . . 升降手段
- 33 . . . 測量值傳輸線

發明摘要

※申請案號：103141979

※申請日：103 年 12 月 03 日

※IPC 分類：G01N 21/62 (2006.01)

G01N 21/63 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

G01N 23/00 (2006.01)

G01R 31/26 (2014.01)

氧化物半導體薄膜之評估方法及氧化物半導體薄膜之
品質管理方法以及上述評估方法所使用的評估元件及
評估裝置

【中文】

本發明係提供正確且簡便地測量氧化物半導體薄膜之電阻率，並予以評估・預測・推算之方法，及氧化物半導體之品質管理方法。與本發明有關之氧化物半導體薄膜之評估方法包含：第 1 工程，其係對形成有氧化物半導體薄膜之試料照射激發光及微波，測量藉由照射上述激發光而變化的上述微波從上述氧化物半導體薄膜而來的反射波之最大值之後，停止照射上述激發光，並測量停止照射上述激發光之後的上述微波從上述氧化物半導體薄膜而來的反射波之反射率之變化；和

第 2 工程，其係從上述反射率之變化算出與停止照射激發光之後可見的緩慢衰減對應的參數，並評估上述氧化物半導體薄膜之電阻率。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(13)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- | | |
|------------|----------------|
| 1：激發光照射手段 | 3：微波照射手段 |
| 4：方向性結合器 | 4a：相位調整器 |
| 5：魔T | 6a：第1導波管 |
| 6b：第2導波管 | 6c：微小開口 |
| 6d、6e：開口部 | 7：反射微波強度檢測手段 |
| 8：訊號處理裝置 | 9：評估手段 |
| 10：平台控制器 | 11：X-Y平台 |
| 12：光路變更手段 | 16a：輸出調整用功率監視器 |
| 16b：輸出調整手段 | 20：試料 |
| 20a：基板 | 20b：氧化物半導體薄膜 |
| 21：激發光照射區域 | 30：電阻率測量手段 |
| 31：電阻率測量頭 | 32：升降手段 |
| 33：測量值傳輸線 | |

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

氧化物半導體薄膜之評估方法及氧化物半導體薄膜之品質管理方法以及上述評估方法所使用的評估元件及評估裝置

【技術領域】

[0001] 本發明係關於液晶顯示器或有機 EL 顯示器等之顯示裝置所使用之薄膜電晶體 (TFT: Thin Film Transistor) 之半導體層用氧化物，即是氧化物半導體薄膜之評估方法及品質管理方法以及上述評估方法所使用之評估元件及評估裝置。詳細而言係關於以非破壞之方式來判定，評估氧化物半導體薄膜之片電阻或比電阻（以下，有稱為「電阻率」之情形）的技術。

【先前技術】

[0002] 為非晶系的非晶質氧化物半導體薄膜比起泛用之非晶矽因具有高載子移動率，且光學帶隙大，可以在低溫成膜，故被期待適用於要求大型、高解析度、高速驅動之下一代顯示器或耐熱性低之樹脂基板等。

[0003] 即使在氧化物半導體薄膜中，尤其由銦 (In)、鎵 (Ga)、鋅 (Zn) 及氧 (O) 所組成之非晶質氧化物半導體薄膜（以下，有稱為「In-Ga-Zn-O」或「IGZO」

之情形) 因具有非常高之載子移動率，故適合被使用。例如非專利文獻 1 及 2 中，揭示有成為活性層之 TFT 之半導體層使用原子%比為 $\text{In} : \text{Ga} : \text{Zn} = 1.1 : 1.1 : 0.9$ 之氧化物半導體薄膜。再者，在專利文獻 1 中，揭示有包含 In 、 Zn 、 Sn 、 Ga 等之元素，和 Mo ， Mo 對非晶質氧化物中之全金屬原子數的原子組成比率為 $0.1 \sim 5$ 原子%之非晶質氧化物，在實施例中，揭示有在 IGZO 添加有 Mo 之活性層的 TFT。

[0004] 但是，已知氧化物半導體薄膜由於在成膜工程及之後的熱處理所產生各種偏差會使得其特性產生變化。例如，由於在成膜工程中產生的格子缺陷或膜中之氬使得支配 TFT 特性之載子濃度變化很多，TFT 特性容易產生偏差。因此，在顯示裝置等之製造工程中，從提升生產性之觀點來看，以評估成膜的氧化物半導體薄膜之特性，並反饋其結果而調整製造條件來進行膜質之品質管理為重要。

[0005] 作為以往之氧化物半導體薄膜之特性評估方法，通常在氧化物半導體薄膜形成閘極絕緣膜或鈍化絕緣膜，藉由微影法或使用金屬遮罩之微細加工進行特定大小之電極設置，並且測量霍爾效應，且測量移動率或載子密度等之特性。

[0006] 但是，在需要上述般之電極設置的特性評估方法中，花費用以電極設置之時間或成本。再者，藉由進行電極設置，有在氧化物半導體薄膜產生新的缺陷之虞。

從提升製造良率等之觀點來看，要求不需要電極設置的特性評估方法之確立。

[0007] 再者，在進行電極設置之以往的評估方法中，有空間分解能差，測量大型之玻璃基板需要巨大的工作量等之問題。

[0008] 於是，以不用電極設置，並以非接觸之方式來管理氧化物半導體膜之膜質的方法而言，在專利文獻 2 中揭示有藉由微波光導電衰減法定性地且定量地評估氧化物半導體薄膜之移動率的方法。

〔先前技術文獻〕

〔專利文獻〕

[0009]

〔專利文獻 1〕日本特開 2009-164393 號公報

〔專利文獻 2〕日本特開 2012-33857 號公報

〔非專利文獻〕

[0010]

〔非專利文獻 1〕固體物理，VOL44、P621（2009）

〔非專利文獻 2〕Nature、VOL432、P488（2004）

【發明內容】

〔發明所欲解決之課題〕

[0011] 本發明係鑒於上述情形而創作出，其目的在於提供正確且簡便地測量氧化物半導體薄膜之電阻率，並予以評估・預測・推算之方法，及氧化物半導體薄膜之品

質管理方法。

[0012] 本發明之另外的目的在於提供上述評估方法所使用之評估元件及評估裝置。

〔用以解決課題之手段〕

[0013] 為了解決上述課題而創作出的本發明之氧化物半導體薄膜之評估方法的特徵在於包含：第 1 工程，其係對形成有氧化物半導體薄膜之試料照射激發光及微波，測量藉由照射上述激發光而變化的上述微波從上述氧化物半導體薄膜而來的反射波之最大值之後，停止照射上述激發光，並測量停止照射上述激發光之後的上述微波從上述氧化物半導體薄膜而來的反射波之反射率之時間性的變化；和第 2 工程，其係從上述反射率之時間性的變化算出與停止照射激發光之後可見的緩慢衰減對應的參數，並評估上述氧化物半導體薄膜之電阻率。

[0014] 在本發明之較佳實施型態中，上述電阻率為片電阻或比電阻。

[0015] 在本發明之較佳實施型態中，上述第 2 工程係從上述反射率之變化，算出與停止照射激發光後可見 $0.1 \sim 10 \mu s$ 的緩慢衰減對應的參數，並評估上述氧化物半導體薄膜之電阻率。

[0016] 在本發明之較佳實施型態中，上述氧化物半導體薄膜包含從由 In、Ga、Zn 及 Sn 所構成之群中被選擇出之至少 1 種以上之元素。

[0017] 在本發明之較佳實施型態中，上述氧化物半導體薄膜被成膜在閘極絕緣膜之表面。

[0018] 在本發明之較佳實施型態中，上述氧化物半導體薄膜在其表面具有保護膜。

[0019] 再者，為了解決上述課題而創作出之本發明的氧化物半導體薄膜之品質管理方法的主旨在於半導體製造工程中之任一工程適用上述氧化物半導體薄膜之評估方法。

[0020] 再者，本發明也包含半導體製造工程中之任一工程使用上述品質管理方法之氧化物半導體薄膜之品質管理裝置。

[0021] 再者，為了解決上述課題而創作出之本發明之評估元件之主旨在於被使用於上述中之任一所記載之評估方法，且為在基板上形成有氧化物半導體薄膜的評估元件。

[0022] 在本發明之較佳實施型態中，上述氧化物半導體薄膜被直接形成在基板之表面。

[0023] 在本發明之較佳實施型態中，上述氧化物半導體薄膜被直接形成在閘極絕緣膜之表面。

[0024] 在本發明之較佳實施型態中，在上述氧化物半導體薄膜之表面形成保護膜。

[0025] 再者，為了解決上述課題而創作出之本發明之評估裝置係在基板上配列複數上述中之任一所記載之評估元件。

[0026] 而且，本發明中也包含上述氧化物半導體薄膜之評估方法所使用的裝置之較佳實施型態，上述氧化物半導體薄膜之評估方法所使用之裝置之主旨具備：

對形成有氧化物半導體薄膜之試料之測量部位，照射激發光而在上述氧化物半導體薄膜中生成電子-電洞對的激發光照射手段；

對上述試料之測量部位，照射微波的微波照射手段；

檢測出藉由照射上述激發光而變化之上述微波從上述試料而來的反射微波強度的反射微波強度檢測手段；及

根據上述反射微波強度檢測手段之檢測資料而評估上述試料之電阻率的手段。

[0027] 再者，上述氧化物半導體薄膜之評估裝置也以具備有電阻測量手段為較佳實施態樣，該電阻測量手段具有電阻率測量頭，和上述電阻率測量頭之升降手段。

〔發明之效果〕

[0028] 若藉由本發明時，可以正確且簡便地評估・預測・測量氧化物半導體薄膜之電阻率。

[0029] 藉由半導體製造工程中之任一工程適用本發明之評估方法，可在 TFT 之製造過程中進行氧化物半導體薄膜之品質管理。

[0030] 若藉由本發明時，也提供上述各工程所使用之評估元件及評估裝置。

【圖式簡單說明】

[0031]

圖 1 為表示微波衰減波形之一例的圖示。

圖 2 為表示實施例 1 及 2 所使用之氧化物半導體 TFT 之構造の概略圖。

圖 3 為表示與本發明有關之評估元件之構成之一例の概略圖。

圖 4 為表示與本發明有關之評估元件之其他構成之一例の概略圖。

圖 5 為表示與本發明有關之評估元件之其他構成之一例の概略圖。

圖 6 為表示與本發明有關之評估元件之其他構成之一例の概略圖。

圖 7 為表示與本發明有關之評估元件之其他構成之一例の概略圖。

圖 8 為表示與本發明有關之評估元件之其他構成之一例の概略圖。

圖 9 為表示與本發明有關之評估元件之其他構成之一例の概略圖。

圖 10 為表示與本發明有關之評估裝置之構成之一例の概略圖。

圖 11 係表示實施例 1 中，式 (1) 中之 B 值和片電阻之關係の曲線圖。

圖 12A 為表示實施例 2 之結果の曲線圖，表示基板上

之各測量點中之比電阻和式（1）中之 B 值之關係的曲線圖。

圖 12B 為表示實施例 2 之結果的曲線圖，表示基板上之各測量點中之比電阻和相關係數之關係的曲線圖。

圖 13 為表示與本發明有關之評估裝置之一例的概略說明圖。

【實施方式】

[0032] 與本發明有關之氧化物半導體薄膜之評估方法包含：第 1 工程，其係對形成有氧化物半導體薄膜之試料照射激發光及微波，測量藉由照射上述激發光而變化的上述微波從上述氧化物半導體薄膜而來的反射波之最大值之後，停止照射上述激發光，並測量停止照射上述激發光之後的上述微波從上述氧化物半導體薄膜而來的反射波之反射率之時間性的變化；和第 2 工程，其係從上述反射率之時間性的變化算出與停止照射激發光之後可見的緩慢衰減對應的參數，並評估上述氧化物半導體薄膜之電阻率。作為上述電阻率，可舉例片電阻（ $\Omega \cdot \text{cm}/\square$ ）或比電阻（ $\Omega \cdot \text{cm}$ ）。比電阻係片電阻乘以膜厚。

[0033] 即是，本發明係利用上述專利文獻 2 所記載之微波光導電衰減法。詳細而言，本發明之特徵在於藉由上述專利文獻 2 之方法所取得之微波之衰減中，於停止照射激發光後可見之緩慢的微波衰減波，即是微波衰減之程度，由於氧化物半導體薄膜之傳導帶下之缺陷能水準而受

到很大的影響，因此發現當解析該區域之訊號時，作為可正確且簡便地評估・預測・測量有關氧化物半導體薄膜之電阻率及載子濃度之資訊的指標極為有用。

[0034] 在本說明書中之上述「與停止照射激發光後可見之緩慢衰減對應的參數」中之「緩慢衰減」係指於停止照射激發光後的特定範圍之時間之意。具體時間由於氧化物半導體之種類等不同而有所不同，難以定義成一種意思，大概係指停止照射激發光後的 $0.1\mu\text{s}$ 以上 $10\mu\text{s}$ 以下的時間。較理想之時間範圍為停止照射激發光後 $0.15\mu\text{s}$ 以上 $2.0\mu\text{s}$ 以下，更理想為 $0.2\mu\text{s}$ 以上 $1.0\mu\text{s}$ 以下。

[0035] 並且，通常「緩慢衰減」之狀態由於試料之氧化物半導體之種類等不同而有所不同。因此，如下述說明般，由於停止照射激發光後之反射率衰減變慢，即是也包含衰減波形之傾斜變小後之微波反射率之範圍之意。於與停止照射激發光之同時急速衰減之區域之後被觀察到之持有某一定傾斜的衰減，若以例如兩對數坐標在可視為略直線之範圍下適當設定即可，不需要全部限定在相同範圍。因為依據成為測量對象之氧化物半導體薄膜的狀態，上述時間範圍可適當調整之故。

[0036] 針對上述「緩慢衰減」使用圖 1 進行更詳細說明。圖 1 為表示微波光導電衰減法中之過剩載子密度之變化之樣子的圖示。圖 1 之縱軸與微波之反射率對應。圖中， T_0 為激發光之脈波雷射寬度。當對氧化物半導體膜試料照射激發光時，生成被氧化物半導體薄膜吸收的過剩載

子，即是激發載子。此時，過剩載子密度增加之同時，其消失速度也增加，但是當載子注入速度和消失速度相等之時，過剩載子密度成為一定峰值。而且，當該過剩載子之生成和消滅之速度相等之時，成為飽和而維持一定之值。已知的係當在該其狀態下停止照射激發光時，由於過剩載子之再結合、消滅，過剩載子減少，最終返回至激發光照射前之值。

[0037] 如圖 1 所示般，微波從氧化物半導體薄膜而來的反射波之反射率表示暫時最大值，但是與停止照射激發光之同時急速衰減。之後，雖然持有可見某一定傾斜之衰減可見，但是該傾斜大概與上述「與停止照射激發光後可見之緩慢衰減對應的參數」對應。

[0038] 具體而言，作為上述傾斜，例如可舉出上述範圍之時間和反射波強度，即是反射率之傾斜、對反射波強度進行對數變換之值相對於對上述範圍之時間進行對數變換之值的傾斜等。在後述之實施例中，使用式（1）中之 B 值。並且，如上述般，該傾斜也包含停止照射激發光後之反射率衰減變慢之傾斜。

[0039] 以下，詳細說明本發明之評估方法。如重覆說明般，本發明因利用微波光導電衰減法，故本發明所使用之裝置必須對為試料之氧化物半導體薄膜照射激發光及微波，可以檢測出藉由照射其激發光而變化之微波從試料而來之反射波的強度。作為如此之裝置，可舉出例如之後詳述的圖 13 所示之裝置或上述專利文獻 2 之圖 1 所示壽

命測量裝置。上述專利文獻 2 之裝置之說明因在上述專利文獻 2 詳細敘述，故若參照此即可。但是，本發明所使用之裝置並不限定於此。

[0040] 首先，準備形成有氧化物半導體薄膜之試料。

[0041] 作為上述氧化物半導體薄膜，適合使用包含從由 In、Ga、Zn 及 Sn 所構成之群中被選擇出之至少 1 種以上之元素之非晶質之氧化物半導體薄膜。即使該些元素單獨含有亦可，即使併用兩種以上亦可。具體而言，可舉出例如 In 氧化物、In-Sn 氧化物、In-Zn 氧化物、In-Sn-Zn 氧化物、In-Ga 氧化物、Zn-Ga 氧化物、In-Ga-Zn 氧化物、Zn 氧化物等。

[0042] 上述氧化物半導體薄膜之厚度以數十 nm～500nm 程度為佳。針對上述厚度之上限，較理想為 200nm 以下，更理想為 100nm 以下。再者，針對上述厚度之下限，較理想為 10nm 以上，更理想為 30nm 以上。

[0043] 本發明所使用之上述試料係在基板上形成上述氧化物半導體薄膜者。上述基板可以使用本發明之技術領域中通常所使用之各種基板，例如可以使用例如厚度 0.7mm 左右，大小超過被稱為第 1 代至第 10 代的數 10cm^2 至數 m^2 的液晶顯示裝置用之玻璃基板等。

[0044] 對如此之試料，照射激發光及微波。

[0045] 如使用上述圖 1 進行說明般，雖然當照射對氧化物半導體薄膜試料所照射之激發光時，被氧化物半導

體薄膜吸收而生成過剩載子，但是當該過剩載子之生成和消滅之速度相等時，成為飽和而維持一定之值。當在該狀態下停止照射激發光時，由於過剩載子之再結合、消滅，過剩載子減少，最終返回至激發光照射前之值。

[0046] 在本發明中，藉由解析過剩載子密度之變化，可判定氧化物半導體薄膜之載子濃度，進而可以評估電阻率，即是片電阻或比電阻，應係根據下述之理由。

[0047] 被照射至氧化物半導體薄膜試料之微波係藉由存在於氧化物半導體薄膜之載子所產生之電漿振動而被反射。該反射率係依存於氧化物半導體薄膜中之載子密度。但是，在穩定狀態之氧化物半導體薄膜中，不存在可以實用性地觀測微波反射之水準的載子數。但是，當照射激發光時，在膜中生成過剩載子，藉由該過剩載子之電漿振動，增加微波之反射率。另外，藉由停止照射激發光，隨著過剩載子數減少，微波之反射率也減少。

[0048] 一般而言，矽半導體等中之載子係因在能帶中存在於傳導帶下部之淺施子能階而產生。此時之能階在傳導帶下為數十 meV 程度，在室溫附近幾乎活化。另外，雖然已知在穩定狀態下之氧化物半導體薄膜中之載子同樣係因在能帶中存在於傳導帶下部之淺施子能階而產生，但是氧化物半導體中，其位準為 0.1~0.2eV 程度，比較深。因此，藉由激發光之照射所產生之過剩載子除了被激發之電洞和電子再結合之情形外，有暫時被該施子能階捕獲而再釋放之情形。該捕獲及再釋放之比例依存於在

能帶中存在於傳導帶下部之淺施子能階的量。因此，針對藉由照射激發光所生成之過剩載子，藉由追隨激發光停止後被觀測到之消滅過程，依此可以解析施子能階之大小的影響。並且，雖氧化物半導體薄膜之比電阻係以電荷和自由電子和移動度之積表示，但若構成該氧化物半導體薄膜之金屬元素之組成相同，氧化物半導體薄膜之移動度則不太變化。例如，IGZO 之移動度大約 $10\text{cm}^2/\text{VS}$ 程度。依此，在微波光導電衰減法中被觀測之微波之反射率之變化，即是過剩載子密度之變化大概與載子濃度及電阻率相關。

[0049] 並且，在氧化物半導體般之非晶質之半導體材料中，例如非晶質矽、IGZO 等般具有傳導帶～施子能階之間具有連續的位準。此時，在微波光導電衰減法中被觀測到之載子之消滅過程可以理解成在各位準間之各個的載子遷移行為重疊。其結果，比起在一個位準間的遷移，衰減過程在某程度長的範圍被觀測到。再者，此時之時間依存性相對於時間具有乘方之關係。

[0050] 因此，於上述第 1 工程後，藉由算出與在大概 $0.1\sim 10\mu\text{s}$ 之範圍所涉及的時間範圍可見之緩慢衰減對應之參數，可以判定氧化物半導體薄膜之載子密度。其結果，可以評估片電阻、比電阻等之電阻率。

[0051] 以上，針對與本發明有關之氧化物半導體薄膜之評估方法予以詳細敘述。

[0052] 本發明也包含將上述評估方法適用於半導體

製作工程中之任一工程中而進行氧化物半導體薄膜之品質管理之方法。如此一來，藉由將上述評估方法適用於上述製造工程中之任一工程，因可以反饋評估氧化物半導體薄膜之電阻率，即是片電阻或比電阻之結果，調整製造條件等而可以進行膜質之管理，故可以適當地進行氧化物半導體之品質管理。

[0053] 在此，上述「任一工程」係指半導體製造工程中之任意工程之意。若藉由本發明者之研究結果時，就以會對應力耐性造成影響的製造工程而言，得到有（i）閘極絕緣膜之成膜工程，（ii）氧化物半導體薄膜之成膜工程，（iii）上述氧化物半導體薄膜成膜後之熱處理（以下，有稱為「預退火處理」之情形）工程，（iv）能被形成氧化物半導體薄膜之表面之保護膜之成膜工程等之見解，例如，若該些工程適用上述評估方法時，可以精度佳地管理氧化物半導體薄膜之品質。

[0054] 在此，上述保護膜（以下，有稱為「鈍化絕緣膜」之情形）包含用以直接保護氧化物半導體薄膜之表面的保護膜（以下，有稱為「蝕刻停止層」之情形），及用以更保護該保護膜之表面的保護膜（以下，有稱為「最終保護膜」之情形）之雙方。

[0055] 具體而言，即使對例如基板上形成閘極絕緣膜之後，或不形成閘極絕緣膜而直接形成氧化物半導體薄膜，之後立即進行上述評估亦可。或是，即使對形成在基板上或閘極絕緣膜上的氧化物半導體薄膜，藉由例如氧或

水蒸氣進行預退火處理之後，進行上述評估方法亦可，或是即使於形成鈍化絕緣膜之前進行亦可。並且，上述評估方法即使在上述製造工程之一工程以單點進行亦可，即使以二以上之工程之複數點進行亦可。如後者般，藉由二以上之工程適用本發明之評估方法，可以測量氧化物半導體薄膜之面內分佈，即是面內中之片電阻或比電阻之偏差。

[0056] 在本發明中，例如於在基板上形成氧化物半導體薄膜之情形；於形成閘極絕緣膜之後，在其上方形成氧化物半導體薄膜之情形；於形成氧化物半導體薄膜之後，進行退火處理之情形，並且即使於氧化物半導體薄膜之形成前形成閘極絕緣膜亦可即使不形成亦可；或者，於上述中之任一者中之後，在所取得之氧化物半導體薄膜上形成保護膜之情形，並且也包含用以更保護該保護膜之最終保護膜；或者，之後進行熱處理（以下，稱為「後退火」）之情形等，可以適用本發明之評估方法。

[0057] 若使用本發明之評估方法時，在氧化物半導體薄膜之材料開發階段，可簡易且短時間，並且低成本地評估各種組成或濃度之氧化物半導體薄膜之應力耐性。再者，若使用本發明之評估方法時，在液晶顯示裝置等之製造生產線，因可以在線上以短時間評估氧化物半導體薄膜之電特性，並且以非接觸型來執行，故可以使良率變高等地提升生產性，可以適當地進行氧化物半導體之品質管理。

[0058] 本發明也包含上述中之任一者所記載之評估

方法所使用之評估元件。上述評估元件係在基板上形成氧化物半導體薄膜，係由與上述 (i) ~ (iv) 之工程等所代表之「任一工程」對應之構成所構成。

[0059] 具體而言，例如可舉出 (a) 氧化物半導體薄膜被直接形成在基板表面者；(b) 氧化物半導體薄膜直接被形成在閘極絕緣膜之表面者；(c) 上述 (a) 或上述 (b) 之氧化物半導體薄膜之表面被形成例如圖 8 所記載之蝕刻停止層，或包含圖 6 所記載之最終保護膜等之保護膜者等。

[0060] 本發明之評估元件係如上述 (a) 或上述 (b) 所記載般，在基板或閘極絕緣膜之表面直接形成氧化物半導體薄膜為重要。即是，在氧化物半導體薄膜之正下方不存在例如閘極電極等之金屬電極。當在氧化物半導體薄膜之正下方存在閘極等時，因閘極電極之自由載子的電子多達 10^{18}cm^{-3} 以上，故相對上述微波之反射率，該閘極電極之影響成為優勢之故。

[0061] 圖 3~9 表示與本發明有關之評估元件之構成之一例。如圖 3~9 所示般，在氧化物半導體薄膜之正下方不設置金屬電極。

[0062] 其中，例如圖 3 係在玻璃基板 41 等之基板上依序形成閘極絕緣膜 42 及氧化物半導體層 43。並且，無進行氧化物半導體薄膜之圖案製作。

[0063] 圖 4 係在玻璃基板 41 等之基板上依序形成閘極絕緣膜 42 及氧化物半導體層 43 之後，圖案製作氧化

物半導體層 43。

[0064] 圖 5 係在玻璃基板 41 等之基板上依序形成閘極絕緣膜 42、被圖案製作之氧化物半導體層 43 及被圖案製作之保護膜之蝕刻停止層 44。

[0065] 圖 6 係在玻璃基板 41 等之基板上依序形成閘極絕緣膜 42、被圖案製作之氧化物半導體層 43 及被圖案製作之保護膜的蝕刻停止層 44、最終保護膜 48。

[0066] 圖 7 為在玻璃基板 41 等之基板上形成氧化物半導體層 43。

[0067] 圖 8 係在玻璃基板 41 等之基板上依序形成閘極絕緣膜 42、氧化物半導體層 43 及為保護膜之蝕刻停止層 44。

[0068] 圖 9 係在玻璃基板 41 等之基板上依序形成氧化物半導體層 43，及為保護膜之蝕刻停止層 44。

[0069] 並且，本發明也包含在基板上配置複數上述中之任一所記載之評估元件之評估裝置。

[0070] 圖 10 為上述評估裝置之構成之一例的概略圖。如圖 10 所示般，在量產線上被使用之玻璃基板 52，規則性地配列設置有複數評估元件 51。藉由使用如此之評估裝置，可以測量氧化物半導體薄膜之品質管理，具體而言為基板面內分佈，即是在面內的電阻率之偏差，或基板間分佈，即是在基板間之電阻率之偏差。

[0071] 以下，針對本發明之實施型態，使用圖面進行詳細說明。但是，本發明之評估裝置並不限定於以下之

構成，可以適當追加變更。

[0072] 圖 13 為表示上述氧化物半導體薄膜之評估方法所使用之裝置之構成之一例的概略圖。圖 13 所示之評估裝置具備對在基板 20a 形成氧化物半導體薄膜 20b 之試料 20 之測量部位照射激發光而在氧化物半導體薄膜中生成電子-電洞對之激發光照射手段 1；對該試料 20 之測量部位照射微波之微波照射手段 3；檢測出藉由照射激發光而變化之微波從試料 20 而來的反射微波之強度的反射微波強度檢測手段 7；根據上述反射微波強度檢測手段之檢測資料而評估試料 20 之電阻率的手段，藉由該構成，可以在相同裝置測量・評估反射率之變化和電阻率。

[0073] 激發光照射手段 1 具有輸出照射至試料 20 之激發光的光源，藉由激發光之照射使氧化物半導體薄膜中產生電子-電洞對。最佳為具有輸出屬於氧化物半導體薄膜之帶隙以上之能量的光源。藉由輸出氧化物半導體薄膜之帶隙以上之能量，因可以有效率地產生載子，高敏感度地進行測量，故為理想。作為激發光照射手段 1，若例如光源使用紫外線雷射即可。具體而言，為將波長 349nm、功率 1μJ/pulse、脈衝寬 15ns 左右、光束徑 1.5mm 左右之脈波狀之紫外光，例如 YLF 雷射等第三諧波等當作激發光而予以射出的脈波雷射等之半導體雷射等。

[0074] 再者，激發光照射手段 1 係將從評估手段 9 被傳送出（圖中之虛線）之時序訊號之輸出當作觸發器而輸出激發光（以下，激發光包含「脈波光」之意）。並且

，時序訊號同時也對訊號處理裝置 8 傳送。再者，從激發光照射手段 1 被輸出之激發光可以藉由輸出調整用功率監視器 16a 和輸出調整手段 16b 而調整輸出。

[0075] 從激發光照射手段 1 被輸出之激發光例如以鏡等之光路變更手段（以下，稱為「鏡」）12 被反射，並且藉由無圖示之聚光雷射等之聚光手段（以下，稱為「聚光透鏡」）而被聚光，通過被設置在第 1 導波管 6a 之微小開口 6c，並通過位於接近其第 1 導波管 6a 之試料 20 之端部的開口部 6d，對試料 20 之例如直徑 5~10 μ m 左右之測量部位照射。如此一來，鏡 12 及聚光透鏡聚光從激發光照射手段 1 被輸出之激發光而引導至試料 20 之測量部位。依此，在試料 20 中之測量部位之微小激發光照射區域 21，產生激發載子。

[0076] 微波照射手段 3 為輸出照射至試料 20 之測量部位的微波之微波照射手段。該微波照射手段 3 可舉出例如頻率 26GHz 之剛氏二極體（Gunn diode 等）之微波振盪器。

[0077] 方向性結合器 4 係對微波照射手段 3 被輸出之微波進行 2 分歧。分歧後之一方之輸出波（以下，稱為「第 1 微波 Op1」）被傳送魔 T（5）側，另一方之輸出波（以下，稱為「第 2 微波 Op2」）被傳送至相位調整器 4a、反射微波強度檢測手段 7 之 LO 輸入端。該方向性結合器 4 採用例如 10dB 耦合器等。

[0078] 魔 T（5）係對第 1 微波 Op1 進行 2 分歧，並

且對被 2 分歧之第 1 微波各個試料 20 輸出反射波各個的差訊號 Rt1（以下，有稱為「反射波差訊號」之情形）及和訊號。

[0079] 藉由魔 T（5）被 2 分歧之微波 Op1 之一方（以下，稱為「第 1 主微波 Op11」），係藉由被連接於其魔 T（5）之第 1 導波管 6a，被引導至試料 20 之包含激發部的測量部位而從其前端之開口部 6d 被放射。依此，第 1 主微波 Op11 被照射至試料 20 之測量部位。並且，第 1 導波管 6a 除了當作放射上述第 1 主微波 Op11 之天線（以下，有稱為「導波管天線」之情形）的功能外，也發揮以其前端開口部 6d 捕捉被照射至測量部位之第 1 主微波 Op11 之反射波，並折返引領至魔 T（5）的功能。

[0080] 另外，藉由魔 T（5）被 2 分歧之第 1 微波 Op1 之另一方（以下，稱為第 1 副微波 Op12），係藉由被連接於其魔 T（5）之第 2 導波管 6b，被引導至包含試料 20 之測量部位附近，即是被引導至不包含藉由激發光所產生之激發部的部分而從其前端之開口部 6e 被放射。依此，第 1 副微波 Op12 被照射至試料 20 之測量部位附近。並且，第 2 導波管 6b 除了當作放射第 1 副微波 Op12 之導波管天線的功能外，也發揮以其前端開口部 6e 捕捉被照射至測量部位附近之第 1 副微波 Op12 之反射波，並折返引領至魔 T（5）的功能。在此，第 1 導波管 6a 引導微波之路徑長，和第 2 導波管 6b 引導微波之路徑長微相同路徑長相等。

[0081] 再者，藉由第 1 導波管 6a 及第 2 導波管 6b，被引導至魔 T (5) 之兩個反射波，即是 2 分歧後之第 1 微波 Op11、Op12 分別反射至試料 20，即是反射波差訊號 Rt1 藉由其魔 T (5) 被輸出，被傳送至反射微波強度檢測手段 7 之 RF 輸入端。

[0082] 反射微波強度檢測手段 7 係藉由混合第 2 微波 Op2 及反射波差訊號 Rt1，輸出檢波訊號 Sg1。該檢波訊號 Sg1 為表示反射波差訊號 Rt1 之強度，例如被照射至試料 20 之第 1 微波 Op1 之反射波之強度之一例的訊號，被擷取至訊號處理裝置 8。反射波差訊號 Rt1 係藉由激發光照射至利用基板保持部被保持在特定位置之試料 20，其強度產生變化。如此一來，反射微波強度檢測手段 7 為檢測出反射波差訊號 Rt1 之強度者，即使設置有混合器、輸入微波而輸出因應其強度之電訊號即是電流或電壓等的微波檢測器（以下，有稱為「檢波器」之情形）以當作該反射微波強度檢測手段 7 亦可。

[0083] 藉由反射微波強度檢測手段 7 所檢測出之反射波差訊號 Rt1 之強度藉由對試料 20 之測量部位照射激發光而變化。具體而言，反射波差訊號 Rt1 之強度藉由激發光之照射暫時性地變強之後衰減。再者，測量部位越多雜質或缺陷等，反射波差訊號 Rt1 之強度之峰值變小，其衰減時間即是載子壽命也變短。

[0084] 在此，針對藉由照射激發光（脈波光）而變化之反射波差訊號 Rt1 之強度，與從其峰值產生起至停止

照射激發光後可見的緩慢衰減對應之參數，成為評估試料 20 之電阻率的指標。

[0085] 訊號處理裝置 8 檢測出藉由反射微波強度檢測手段 7 所檢測出之反射波差訊號 R_{t1} 之強度之變化之峰值 S_p ，將其檢測結果傳送至評估手段 9 之裝置。更具體而言，訊號處理裝置 8 係將來自評估手段 9 之時序訊號之輸入當作觸發器而在特定時間監視反射波差訊號 R_{t1} 之變化，並檢測出在期間所取得之反射波差訊號 R_{t1} 之位準之最高值以作為反射波差訊號 R_{t1} 之強度之變化的峰值 S_p 。在此，訊號處理裝置 8 具備對反射波差訊號 R_{t1} 施予延遲處理之延遲電路，以特定取樣頻率依序對延遲處理後之訊號檢測出訊號強度，從其檢測值之變化檢測出反射波差訊號 R_{t1} 之強度之變化的峰值 S_p 。

[0086] 作為評估手段 9，可以使用 CPU、記憶部、輸入輸出訊號之界面等之電腦，並藉由 CPU 實行特定之程式，實行各種處理。

[0087] 例如，評估手段 9 係對激發光照射手段 1 及訊號處理裝置 8 輸出表示激發光之輸出時序的時序訊號，並且擷取藉由訊號處理裝置 8 所檢測出之反射波差訊號 R_{t1} 之峰值 S_p 而記錄於該評估手段 9 所具備之記憶部。被記錄之檢測資料的反射波差訊號 R_{t1} 被用於試料 20 之電阻率之評估。

[0088] 再者，平台控制器 10 係依來自評估手段 9 之指令，控制 X-Y 平台 11，進行試料 20 中之測量部位之定

位控制。

[0089] 在 X-Y 平台 11 之上側設置有無圖示之試料台。試料台為由鋁、不鏽鋼或鐵等之金屬或其他導體所構成之板狀導體構件。在其上側設置無圖示之基板保持部，並且在其基板保持部之上方，載置試料 20。依此，試料台被配置在與對試料 20 照射上述第 1 微波 Op11、Op12 之側相反側即是試料 20 之下側。

[0090] 基板保持部為對試料台被固定在其上側之固形之介電體。基板保持部為被插入至基板和試料台之間的固形介電體，其材質為例如玻璃或陶瓷等之折射率比較大之介電體。依此，將基板保持部當作媒質之微波之波長變短，基板保持部可以採用厚度更薄且輕量者。

[0091] 以上，若藉由用以評估本發明之電阻率的構成，藉由從激發光照射手段 1 被照射之激發光，在氧化物半導體薄膜中生成光激發載子，並且藉由從微波照射手段 3 被照射之微波之電場，光激發載子運動，其運動狀態藉由半導體中之雜質、缺陷等之存在而受到影響。因此，利用反射微波強度檢測手段 7 檢測出從試料而來的反射微波之強度，並利用評估手段 9 如先前說明般地解析過剩載子濃度之變化，依此可以判定氧化物半導體薄膜之載子濃度，並評估電阻率。此時，藉由評估手段 9 控制由 X-Y 平台 11 等所構成之平台之位置，亦可進行用以判定特定範圍之電阻率的映射測量。

[0092] 並且，藉由本發明之上述評估裝置具備電阻

測量手段，不僅上述電阻率之評估，可以提供在生產線以短時間評估氧化物半導體薄膜之電特性的裝置。在上述電阻率之評估中，雖然係所謂的根據緩慢衰減而評估電阻率者，從本發明者之研究結果，可知緩慢之衰減係因氧化物半導體薄膜之膜中缺陷而引起，根據上述微波光導電衰減法所測量，評估的電阻率依膜中缺陷之多寡也產生變化。

[0093] 再者，有即使氧化物半導體薄膜之電阻率在同一面內也因汙染或雜質等而引起不同之情形，由於測量處不同使得值具有偏差。因此，為了進行氧化物半導體薄膜更適當之品質管理，用以評估氧化物半導體薄膜之膜中缺陷之微波光導電測量處和用以評估膜表面缺陷之電阻率測量處略相同為重要。

[0094] 然而，若上述評估裝置具備有電阻測量手段，僅適當移動 X-Y 平台，即可簡便並且正確地測量略相同處。因此，若液晶顯示裝置等之製造生產線使用設置有電阻測量手段之上述評估裝置時，大大提升生產性，並且可以進行氧化物半導體薄膜更適當之品質管理。

[0095] 根據圖 13 針對設置有電阻測量手段之裝置構成進行說明。圖 13 為根據上述說明之微波光導電衰減法而測量，評估反射率之變化和電阻率之裝置具備有電阻率測量手段 30 的裝置。雖然不限定具體之設置處，但是以設置成可藉由如上述般使 X-Y 平台 11 移動，在與氧化物半導體薄膜之微波光導電測量處略相同之處，藉由電阻率測量手段 30 可以測量電阻率為佳。電阻率測量手段 30 理

想上具有電阻率測量頭 31，和電阻率測量頭 31 之升降手段 32。可以藉由電阻率測量手段 30 測量試料 20 之電阻率。

[0096] 電阻率測量頭 31 具備雙重環電極等之測量用探針等配合電阻值之電阻率測量手段，可以藉由以 JIS K6911 為基準之測量法而測量試料 20 之電阻率。再者，電阻率測量頭 31 為在直線上配置有針狀之 4 根電極的頭部，可以藉由以 JIS K7194 為基準之四探針法進行電阻測量。

[0097] 再者，電阻率測量頭 31 之升降手段 32 係於測量試料 20 之電阻率之時，使電阻率測量頭下降至期待之位置的升降機構。作為測量電阻率之手段，可以使用各種眾知之電阻率測量裝置。例如，於使用三菱化學 Analytech 公司製造之 Hiresta（註冊商標）等之電阻測量裝置之時，以相當於電阻率測量頭 31 之探針與試料 20 之表面接觸之方式，利用升降手段 32 使下降而測量電阻率之後，若使上升成探針和試料 20 成為非接觸狀態即可。所測量到之電阻率可以透過測量值傳輸線 33 而被送至例如具有與評估手段 9 相同之構成之無圖示的評估手段而進行評估。除此之外，JANDEL 製探針頭等之電阻測量裝置也同樣可以評估。

[0098] 本申請案根據 2013 年 12 月 3 日申請之日本國專利申請第 2013-250412 號及 2014 年 5 月 20 日申請之日本國專利申請第 2014-104629 號主張優先權之利益。將日本專利申請第 2013-250412 號及日本國專利申請第

2014-104629 號之說明書整體內容併入於本案作為參考。

〔實施例〕

[0099] 以下，舉出實施例更具體性地說明本發明，但是本發明並不藉由下述實施例被限制，亦能夠在可符合前、後敘述之主旨的範圍下追加變更而加以實施，該些任一者皆包含在本發明之技術範圍中。

[0100]

（實施例 1）

在本實施例中，因對根據微波光導電衰減法所算出之氧化物半導體薄膜，在此對 InGaZnO、IGZO 之參數，和片電阻值之相關關係進行評估，故進行以下之實驗。

[0101]

（1）試料之製作

首先，準備直徑 100mm×厚度 0.7mm 之康寧公司製造的 EAGLEXG 作為玻璃基板。在玻璃基板上，以下述條件藉由濺鍍法形成屬於氧化物半導體薄膜之 IGZO。在本實施例中，使氧化物半導體薄膜之膜質變化之目的下，使濺鍍時之氧添加量變化。

濺鍍裝置：ULVAC 股份有限公司製造「CS-200」

濺鍍靶之組成：InGaZnO₄〔原子比為 In：Ga：Zn=1：1：1〕

基板溫度：室溫

氧化物半導體層之膜厚：200nm

氧添加量： $O_2 / (Ar + O_2) =$ 體積比為 0%、4%、8%、12%、16%、20%

氣壓：1mTorr

[0102] 接著，謀求氧化物半導體薄膜之膜質之改善，即是提升移動度、開關性能、動作時之特性的安定性等之 TFT 特性，改變預退火處理之條件，具體而言改變預退火時間而製作各種試料。具體而言，作為欲退火處理條件，在大氣中將欲退火溫度固定在 350°C ，將預退火時間設為 0 分鐘而不執行處理，使以 5 分鐘、30 分鐘、60 分鐘、120 分鐘變化而取得各種試料。

[0103] 針對如此所取得之各試料，進行微波光導電衰減法中之「與照射激發光後可見的緩慢衰減對應之參數」之測量。具體而言，使用具有上述專利文獻 2 之圖 1 所示之構成的裝置，具體而言使用 KOBELCO 科研公司製造：LTA-1820SP），利用以下之條件實施微波光導電衰減法，測量反射率之變化。

[0104]

雷射波長：349nm 之紫外光

脈波寬度：15ns

脈波能：1 $\mu\text{J/pulse}$

光束直徑：1.5mm ϕ

在 1 測量中的脈波數=64 射擊

裝置：KOBELCO 科研公司製造 LTA-1820SP

[0105] 而且，針對上述試料，另外使用三菱化學

Analytech 公司製造之 Hiresta 來測量片電阻。並且，該片電阻之測量係用以評估藉由微波光導電衰減法所進行的電阻率之評估，和實際測量的片電阻之測量值的相關關係。

[0106] 圖 11 表示根據上述微波光導電衰減法所測量之結果。圖中，縱軸為片電阻，橫軸為根據藉由微波光導電衰減法所取得之反射率-測量時間之關係所算出之參數，即是在本發明中規定之「與緩慢衰減對應之參數」。詳細而言，該參數相當於以下式 (1) 表示反射率和測量時間之關係之時的「B」值（傾斜）。在本實施例，以測量時間 $x = 0.5 \sim 2.5 \mu s$ ，算出在上述測量時間之範圍的傾斜（-B）。

[0107]

【數 1】

$$y = Ax^{-B} \quad (x : \text{測定時間}, y : \text{反射率}) \quad \dots \text{式 (1)}$$

[0108] 藉由上述圖示，可知片電阻和上述 B 值相關。詳細而言，片電阻隨著從 10^2 變高至 10^7 上述 B 值（絕對值）也變大，以該值為境界，當片電阻更高時，上述 B 值（絕對值）變小。再者，藉由上述圖示，可知上述 B 值（絕對值）受到濺鍍時之氧添加量或預退火時間等之影響。

[0109] 若藉由本發明者之基礎實驗，上述 B 值（絕對值）藉由各種處理之最佳化而增大，密集在某一點。而且，得到當其值接近被密集之值時，具有良好之 TFT 特性的見解。依此，以上述 B 值具有最大值之方式，若適當

地調整濺鍍時之氧添加量或預退火時間等之條件時，可期待發揮良好的 TFT 特性。

[0110]

(實施例 2)

在本實施例中，因對根據微波光導電衰減法所算出之氧化物半導體薄膜，在此對 InGaZnO、IGZO 之參數，和片電阻值之相關關係進行評估，故進行以下之實驗。

[0111]

(1) 試料之製作

首先在玻璃基板（康寧公司製造 EAGLE XG，直徑 100mm×厚度 0.7mm）上以下述條件利用濺鍍法形成當作氧化物半導體薄膜之 IGZO。濺鍍裝置：ULVAC 股份有限公司製造「SMD-450」濺鍍靶之組成：InGaZnO₄〔原子比為 In：Ga：Zn=1：1：1〕

基板溫度：室溫

氧化物半導體層之膜厚：40nm

氧添加量：體積比為 O₂ / (Ar+O₂) =4%

氣壓：1mTorr

[0112] 接著，將試料在大氣中以預退火溫度 350℃，預退火時間 60 分鐘進行熱處理。在如此所取得之各試料中，針對基板上之任意的測量處，具體而言以等間隔配置之合計 21 點之測量處，進行微波光導電衰減法中之「與照射激發光後可見之緩慢衰減度對應的參數」之測量。微波光導電衰減法之測量條件係與上述實施例 1 相同，作為

上述參數，使用上述「B」值。但是，在本實施例中，使式（1）之測量時間 x 分別變化成 $0.5 \sim 1.5\mu\text{s}$ 、 $0.5 \sim 1\mu\text{s}$ 、 $1 \sim 1.5\mu\text{s}$ 、 $1.5 \sim 2\mu\text{s}$ 之時的傾斜，即是測量上述 B 值。

[0113] 而且，針對上述試料，另外使用三菱化學 Analytech 公司製造之 Hiresta 來測量比電阻。並且，該片電阻之測量係用以評估藉由微波光導電衰減法所進行的電阻率之評估，和實際測量的比電阻之測量值的相關關係。

[0114] 圖 12A 表示上述結果。圖中，橫軸對應於各測量點 P-1～P-21，縱軸表示各測量點中之 B 值。並且，縱軸之刻度係以 0.2 刻度從下依序為 $-1.2 \sim 0.4$ 。

[0115] 藉由上述圖示，在測量時間 $x = 0.5 \sim 1\mu\text{s}$ ， $0.5 \sim 1.5\mu\text{s}$ 中，各測量中之比電阻和上述 B 值之間的偏差小，對此當成為測量時間 $x = 1 \sim 1.5\mu\text{s}$ 時，上述偏差變大，當成為 $1.5 \sim 2\mu\text{s}$ 時，該偏差更為明顯。

[0116] 並且，作為算出以上述所求出之 B 值之時的假設函數，求出式（1）和所測量之微波之反射率之衰減波形之相關係數。該值越接近 1，式（1）和衰減波形之測量值之相關性越高，具體而言表示擬合性高。即是，表示所算出之 B 值當作氧化物半導體薄膜之特性評估參數更適當。另外，該值越接近 0，式（1）和衰減波形之測量值之相關性越低，具體而言表示擬合性低。即是，表示所算出之 B 值當作氧化物半導體薄膜之特性評估參數不適當至不妥當。圖 12B 中，橫軸係與各測量點 P-1～P-21，縱軸為上述相關係數。並且，縱軸之刻度係以 0.1 刻度從下

依序為 $0 \sim 1$ 。

[0117] 藉由該圖示，在測量時間 $x = 0.5 \sim 1\mu\text{s}$ 、 $0.5 \sim 1.5\mu\text{s}$ 中，各測量點中之上述相關係數為約 1，對此當成為測量時間 $x = 1 \sim 1.5\mu\text{s}$ 時，相關係數降低至約 $0.5 \sim 0.8$ 附近，當成為測量時間 $x = 1.5 \sim 2\mu\text{s}$ 時，相關係數成為約 0。此係由於測量中之雜訊影響而從直線關係偏離之意。其結果也與上述圖 12A 之結果一致。即是，在上述圖 12A 中，偏差小的 $x = 0.5 \sim 1.5\mu\text{s}$ 之區域中，圖 12B 中之相關係數成為約 1，對此在上述圖 12A 中，能看見偏差大的 $x = 1.5 \sim 2\mu\text{s}$ 區域中，圖 12B 中之相關係數成為約 0。

[0118] 藉由該結果，在本實驗之條件下，證實作為本發明規定之「與緩慢衰減對應之參數」，若採用測量時間 $x = 0.5 \sim 1.5\mu\text{s}$ 之傾斜的 B 值時，可以間接地精度佳評估氧化物半導體薄膜之比電阻。

[0119] 並且，根據微波光導電衰減法所算出之緩慢衰減，和氧化物半導體薄膜之片電阻及比電阻的相關關係藉由與 Hiresta 比較而被確認。

[0120]

（實施例 3）

使用在上述微波光導電衰減法評估裝置（KOBELCO 科研公司製造 LTA-1820SP）組裝上述電阻測量裝置（三菱化學 Analytech 公司製造：Hiresta）之裝置而與上述實施例 2 相同藉由微波光導電衰減法進行 B 值解析，並且藉由電阻測量裝置進行比電阻之測量。

[0121] 具體而言，使用圖 13 所示之構成的裝置，使用圖中電阻率測量手段 30 以外所構成之微波光導電衰減法評估裝置（KOBELCO 科研公司製造：LTA-1820SP），以與上述實施例 2 相同之條件實施微波光導電衰減法，測量反射率之變化。接著，使用圖 13 中之電阻率測量手段 30 之構成，即是在電阻率測量頭 31 設置有使該測量頭上下移動之升降手段 32 之電阻率測量裝置（三菱化學 Analytech 公司製造：Hiresta），以與上述實施例 2 相同之條件，測量比電阻。於測量比電阻之時，藉由升降手段 32 使電阻率測量頭 31 下降而使電阻率測量頭 31 接觸於氧化物半導體薄膜 20b 而進行測量，測量後，藉由升降手段 32 使電阻率測量頭 31 上升而從氧化物半導體薄膜 20b 離開，進行試料之更換。其結果，與實施例 2 相同觀察到相關關係。尤其於使用實施例 3 之裝置時，如實施例 2 般比起另外測量比電阻之時，可以更正確地評估相關關係。再者，B 值如圖 11 所示般，雖然表示以最佳點密集在一點（此時絕對值成為最大），但是有僅以 B 值無法判斷電阻比該點高之時或低之時的情形。在如此之時，對試料之相同處以微波衰減法測量反射率之變化，並且使用電阻率測量裝置來測量電阻，以兩方法之測量結果來進行比較，依此更正確並且可以評估其絕對值。

【符號說明】

[0122]

- 1：激發光照射手段
- 3：微波照射手段
- 4：方向性結合器
- 4a：相位調整器
- 5：魔 T
- 6a：第 1 導波管
- 6b：第 2 導波管
- 6c：微小開口
- 6d、6e：開口部
- 7：反射微波強度檢測手段
- 8：訊號處理裝置
- 9：評估手段
- 10：平台控制器
- 11：X-Y 平台
- 12：光路變更手段
- 16a：輸出調整用功率監視器
- 16b：輸出調整手段
- 20：試料
- 20a：基板
- 20b：氧化物半導體薄膜
- 21：激發光照射區域
- 30：電阻率測量手段
- 31：電阻率測量頭
- 32：升降手段

- 33：測量值傳輸線
- 41：玻璃基板
- 42：閘極絕緣膜
- 43：氧化物半導體層
- 44：保護膜（蝕刻停止層）
- 45：閘極電極
- 46：源極電極
- 47：汲極電極
- 48：最終保護膜
- 49：接觸孔
- 50：氧化物半導體層之尺寸
- 51：評估元件
- 52：玻璃基板（母玻璃）
- 53：顯示器
- 54：照射激發光
- 55：停止照射激發光
- 56：衰減波形
- 57：峰值

申請專利範圍

1. 一種氧化物半導體薄膜之評估方法，其特徵在於包含：

第 1 工程，其係對形成有氧化物半導體薄膜之試料照射激發光及微波，測量藉由照射上述激發光而變化的上述微波從上述氧化物半導體薄膜而來的反射波之最大值之後，停止照射上述激發光，並測量停止照射上述激發光之後的上述微波從上述氧化物半導體薄膜而來的反射波之反射率之時間性的變化；和

第 2 工程，其係從上述反射率之時間性的變化算出與於停止照射激發光之後可見的緩慢衰減對應的參數，並評估上述氧化物半導體薄膜之電阻率。

2. 如請求項 1 所記載之氧化物半導體薄膜之評估方法，其中

上述電阻率為片電阻或比電阻。

3. 如請求項 1 或 2 所記載之氧化物半導體薄膜之評估方法，其中

上述第 2 工程係從上述反射率之變化，算出與於停止照射激發光後 $0.1 \sim 10 \mu\text{s}$ 可見的緩慢衰減對應的參數，並評估上述氧化物半導體薄膜之電阻率。

4. 如請求項 1 或 2 所記載之氧化物半導體薄膜之評估方法，其中

上述氧化物半導體薄膜包含從由 In、Ga、Zn 及 Sn 所構成之群中被選擇出之至少 1 種以上之元素。

5. 如請求項 1 或 2 所記載之氧化物半導體薄膜之評估方法，其中

上述氧化物半導體薄膜被成膜在閘極絕緣膜之表面。

6. 如請求項 1 或 2 所記載之氧化物半導體薄膜之評估方法，其中

上述氧化物半導體薄膜在其表面具有保護膜。

7. 一種氧化物半導體薄膜之品質管理方法，其特徵在於：

半導體製造工程中之任一工程適用如請求項 1 或 2 所記載之評估方法。

8. 一種評估元件，其係被使用於如請求項 1 所記載之評估方法，在基板上形成有氧化物半導體薄膜。

9. 如請求項 8 所記載之評估元件，其中

上述氧化物半導體薄膜被直接形成在基板之表面。

10. 如請求項 8 所記載之評估元件，其中

上述氧化物半導體薄膜被直接形成在閘極絕緣膜之表面。

11. 如請求項 8 或 9 所記載之評估元件，其中

在上述氧化物半導體薄膜之表面形成保護膜。

12. 一種評估裝置，其係在基板上配列複數如請求項 8 或 9 所記載之評估元件。

13. 一種氧化物半導體薄膜之評估裝置，係用於如請求項 1 或 2 所記載之氧化物半導體薄膜之評估方法的裝置，其特徵在於具備：

對形成有氧化物半導體薄膜之試料之測量部位，照射激發光而在上述氧化物半導體薄膜中生成電子-電洞對的激發光照射手段；

對上述試料之測量部位，照射微波的微波照射手段；

檢測出藉由照射上述激發光而變化之上述微波從上述試料而來的反射微波強度的反射微波強度檢測手段；及

根據上述反射微波強度檢測手段之檢測資料而評估上述試料之電阻率的手段。

14. 如請求項 13 所記載之氧化物半導體薄膜之評估裝置，其中

上述氧化物半導體薄膜之評估裝置具備電阻測量手段，該電阻測量手段具有：

電阻率測量頭；和

上述電阻率測量頭之升降手段。

圖 式

圖 1

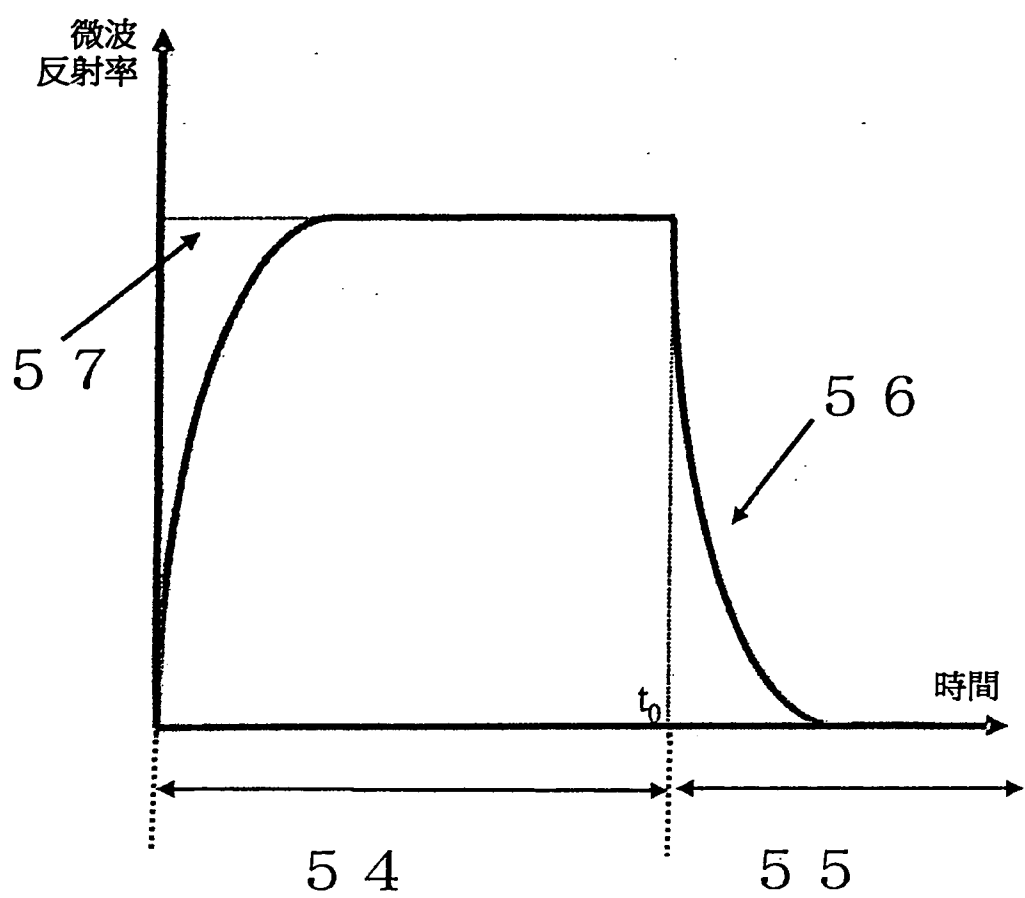


圖 2

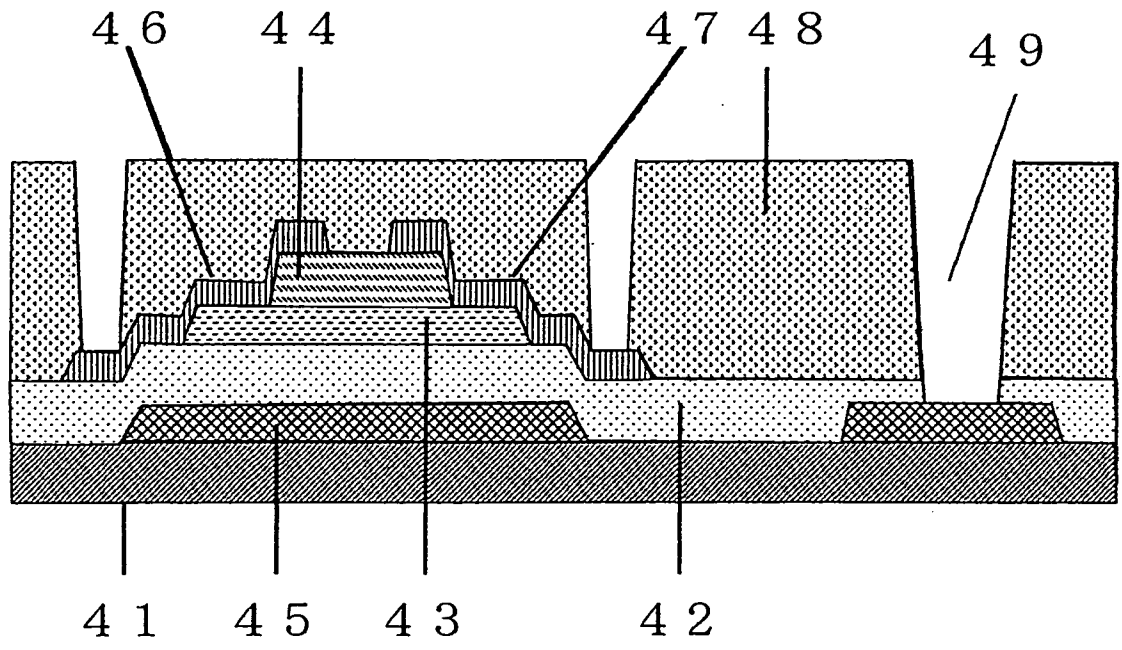


圖 3

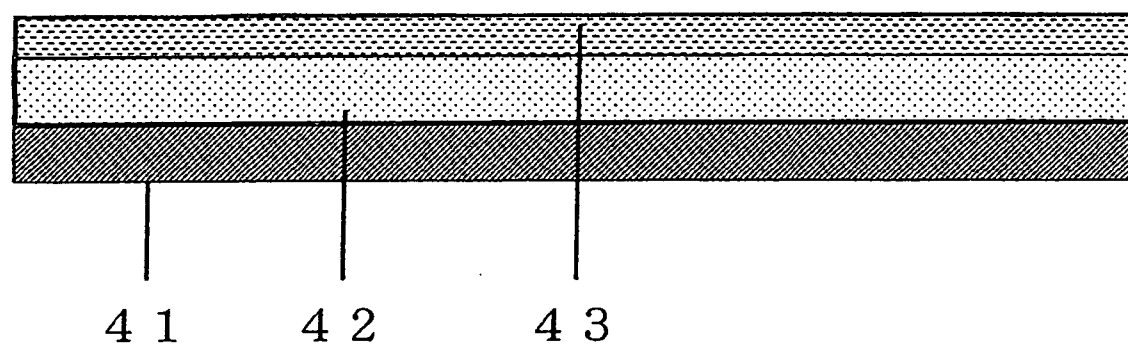


圖 4

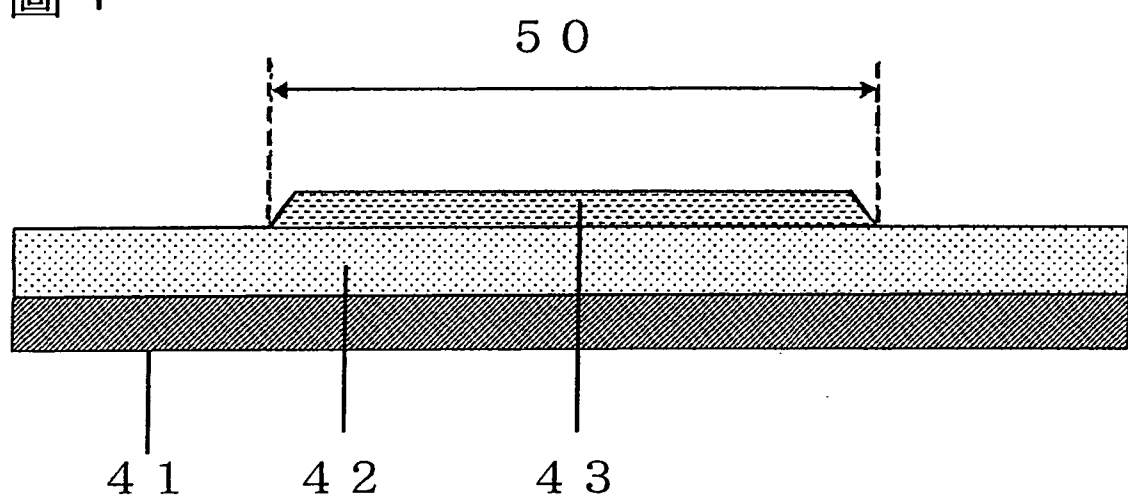


圖 5

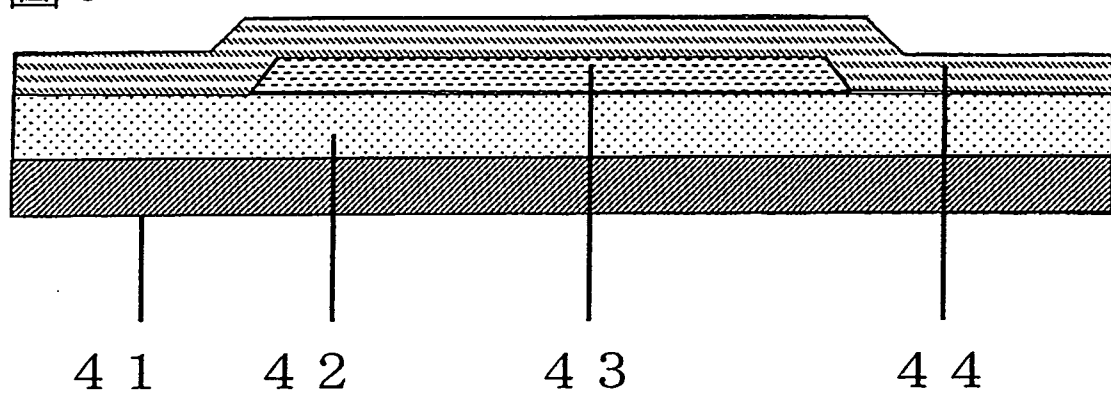


圖 6

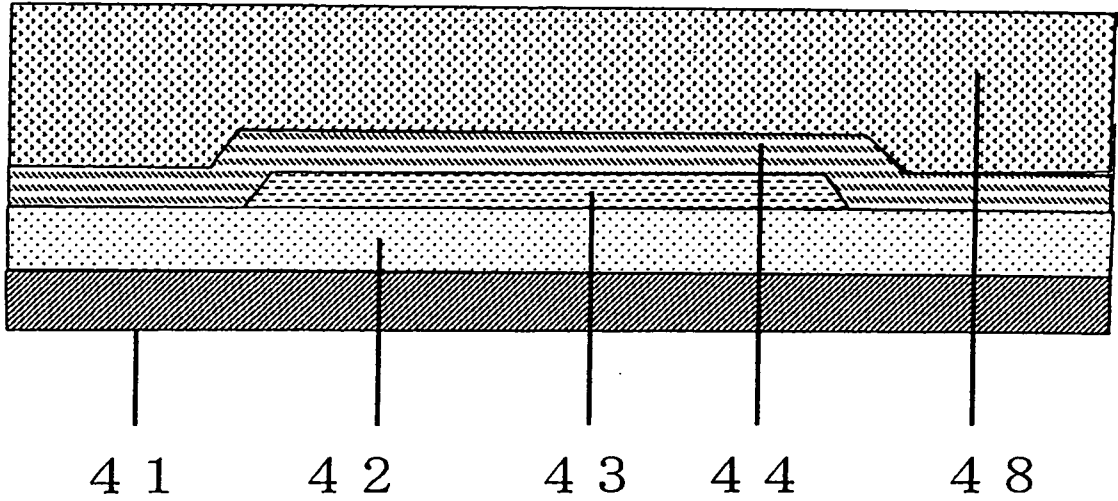


圖 7

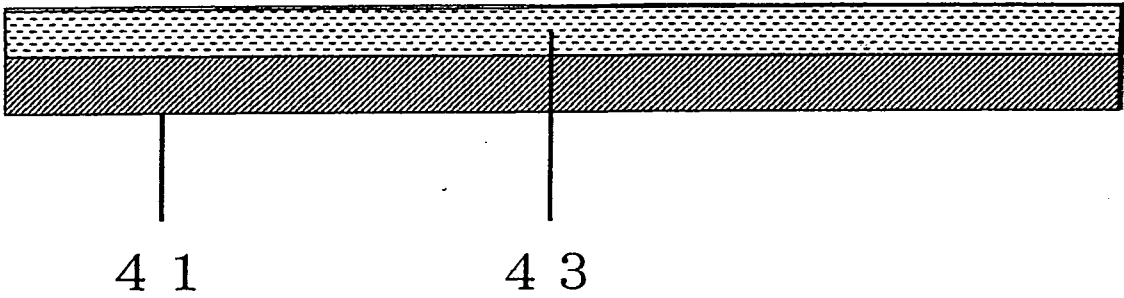


圖 8

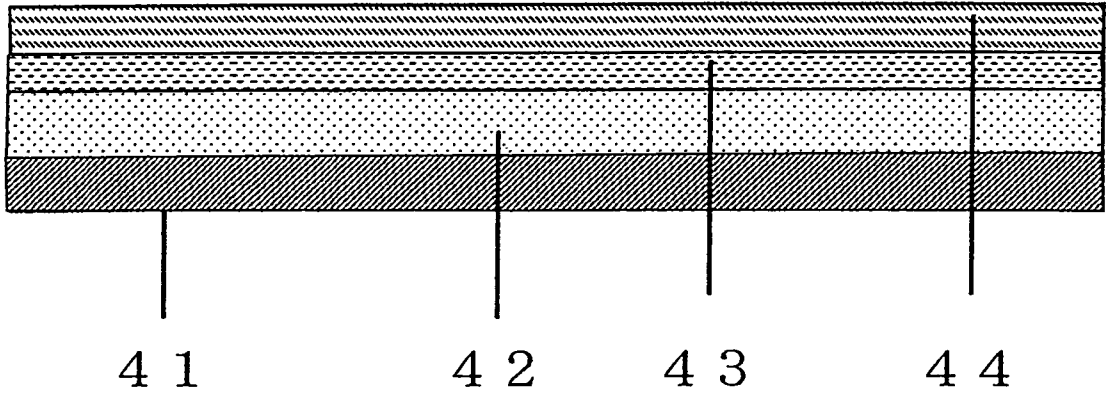


圖 9

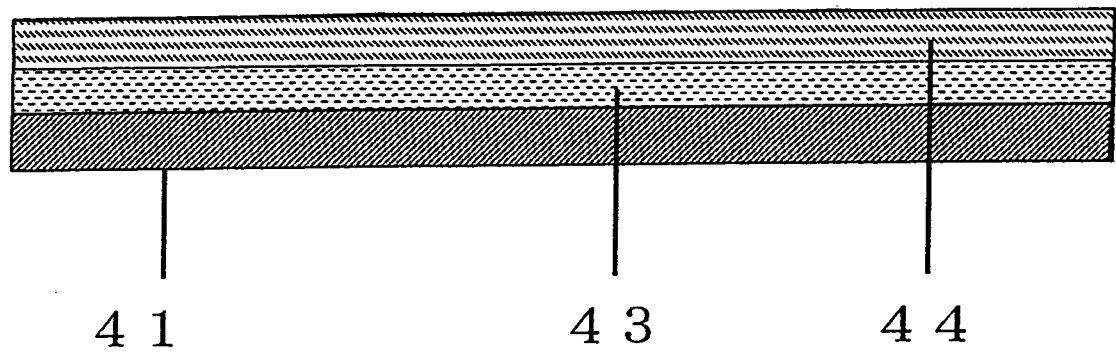


圖 10

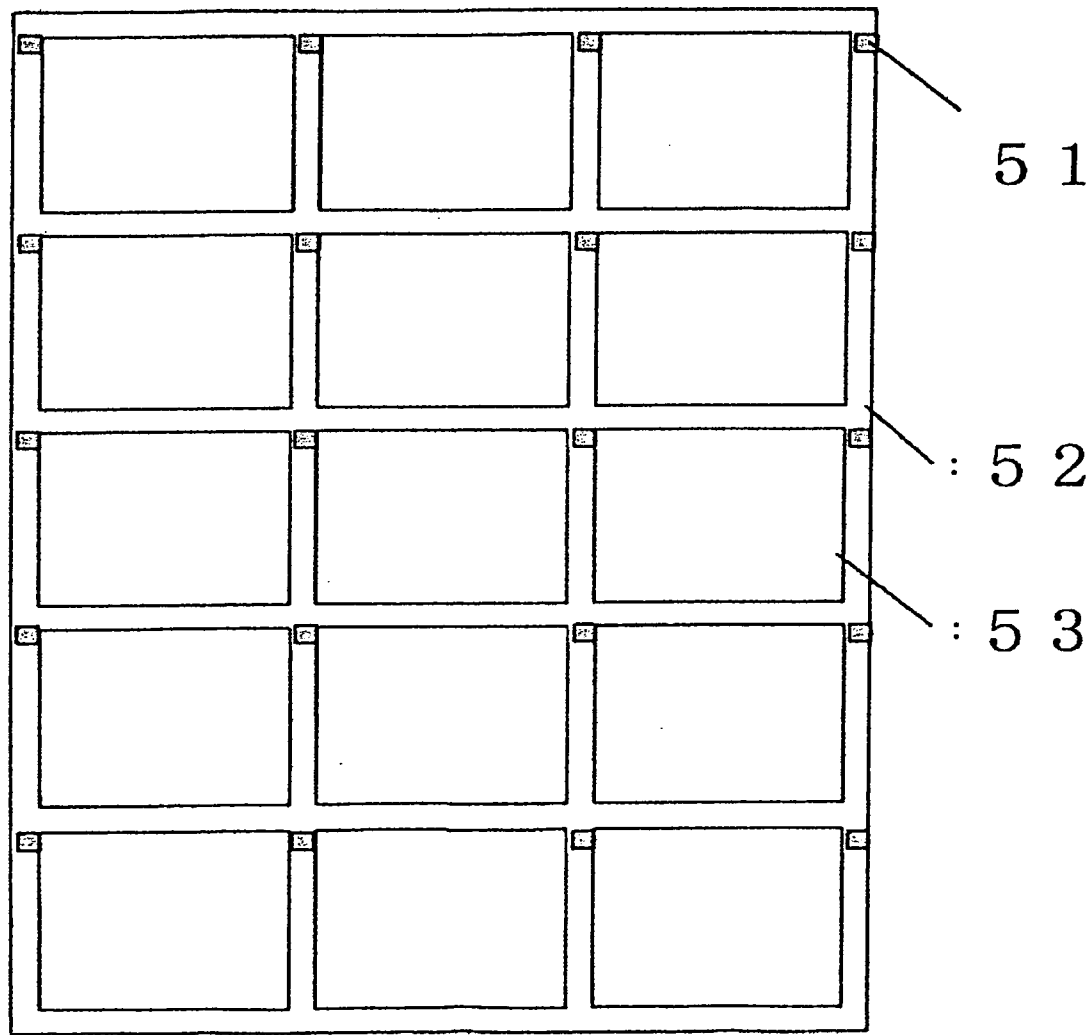


圖 11

低 ← 片電阻 ($\Omega \cdot \text{cm}$) → 高

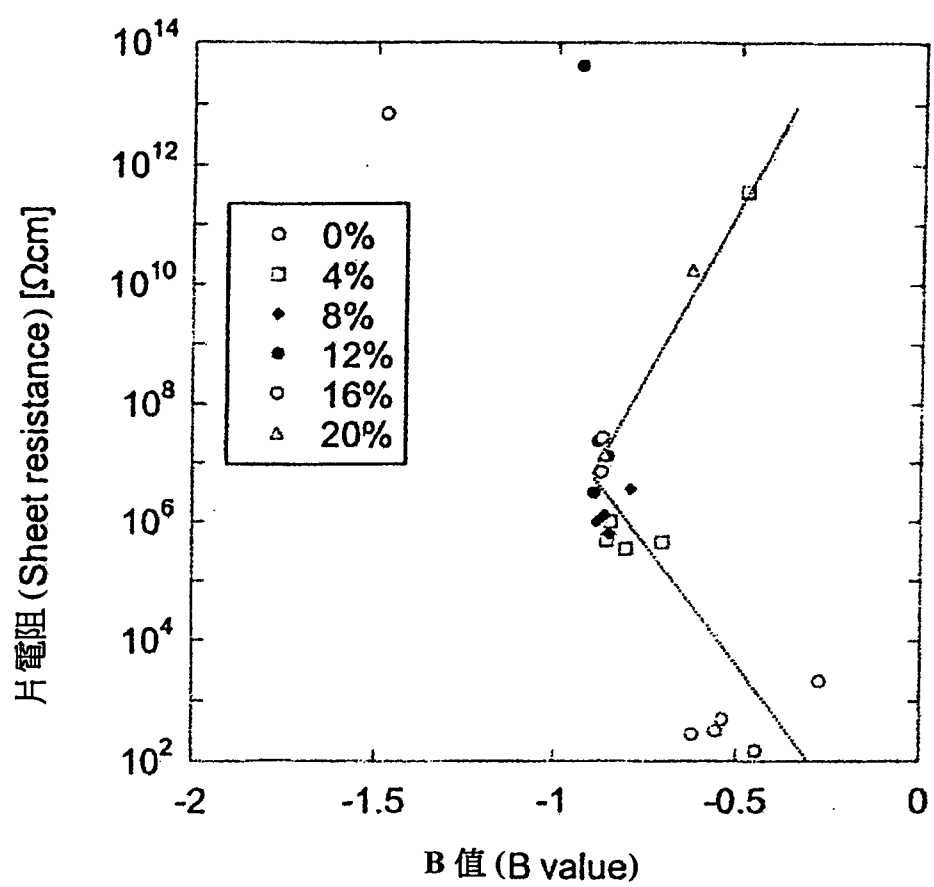
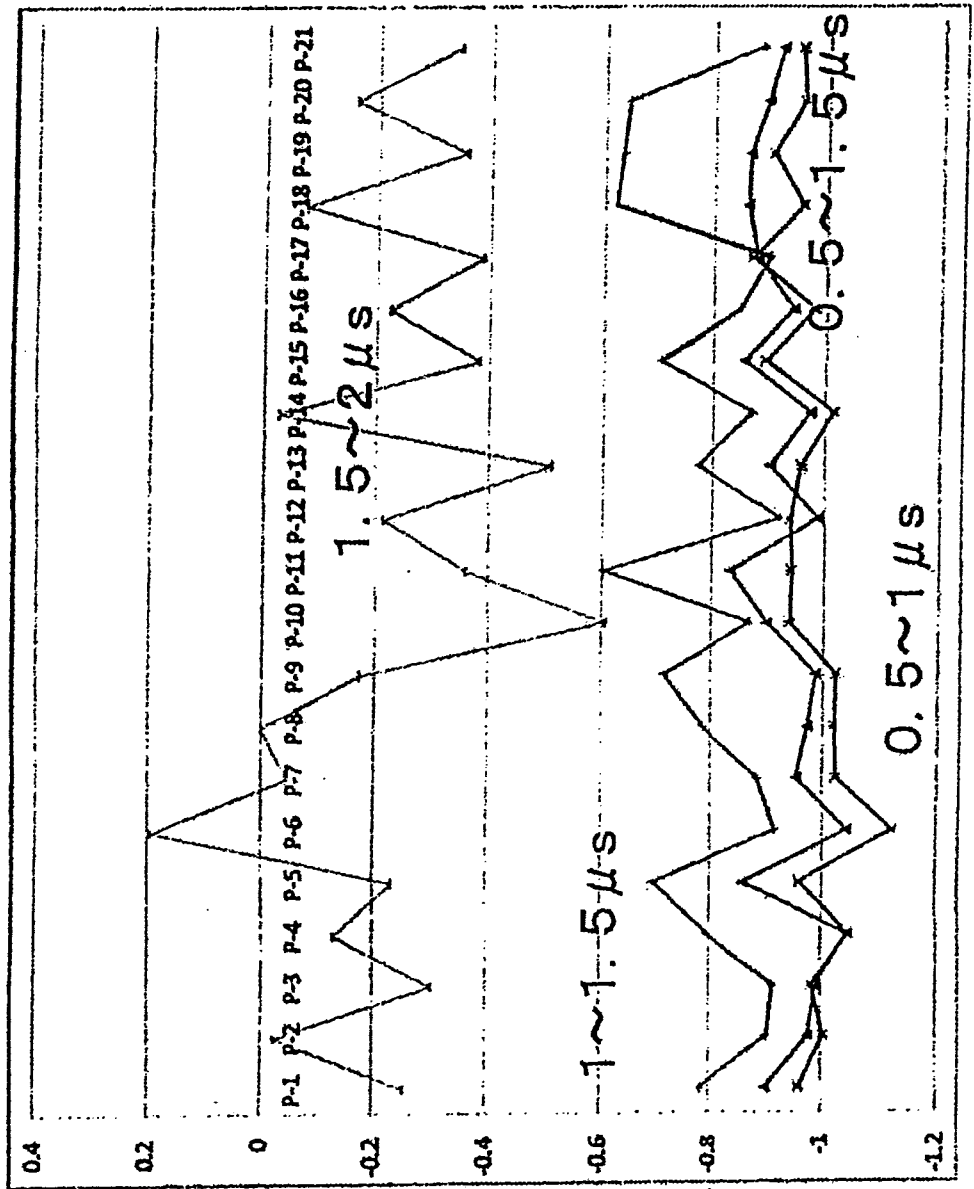


圖 12A



電阻

比電阻

圖 12B

