

公告本

297167

申請日期	85 年 1 月 22 日
案 號	85100723
類 別	H01L 31/062 Int. Cl. 6

A4
C4

297167

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	太陽電池和太陽電池之電極的製造方法
	英 文	
二、發明 人	姓 名	(1) 篠原久人 (2) 師岡久雄 (3) 池尾泉
	國 籍	(1) 日本 (2) 日本 (3) 日本
	住、居所	(1) 日本國山梨縣中巨摩郡甲西町湯沢一四一四 T D K 甲明寮 (2) 日本國山梨縣中巨摩郡甲西町湯沢一四一四 T D K 甲明寮 (3) 日本國山梨縣中巨摩郡甲西町湯沢一四一四 T D K 甲明寮
三、申請人	姓 名 (名稱)	(1) 半導體能源研究所股份有限公司 株式会社半導体エネルギー研究所 (2) 東電化股份有限公司 ティーディーケー株式会社
	國 籍	(1) 日本 (2) 日本
	住、居所 (事務所)	(1) 日本國神奈川縣厚木市長谷三九八 (2) 日本國東京都中央區日本橋一丁目一三番一號
	代 表 人 姓 名	(1) 山崎舜平 (2) 佐藤博

裝

訂

線

207167

申請日期	85 年 1 月 22 日
案 號	85100723
類 別	

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	
	英 文	
二、發明 人	姓 名	(4) 竹之內朱美 (5) 中嶋節男 (6) 荒井康行
	國 籍	(4) 日本 (5) 日本 (6) 日本 (4) 日本國神奈川県藤沢市川名六五二
	住、居所	(5) 日本國神奈川県厚木市長谷九三一一一 フラット厚木三〇六號 (6) 日本國神奈川県厚木市森の里一―二九―六― 二〇二
三、申請人	姓 名 (名稱)	
	國 籍	
	住、居所 (事務所)	
	代 表 人 姓 名	

裝

訂

線

207167

(由本局填寫)

承辦人代碼：

大類：

IPC分類：

A6

B6

本案已向：

國(地區) 申請專利，申請日期：

案號：

，☐有 ☐無主張優先權

日本	1995 年 1 月 9 日	7-017549
日本	1995 年 6 月 19 日	7-176731
日本	1995 年 9 月 5 日	7-252004

☒無主張優先權☒無主張優先權☒無主張優先權

有關微生物已寄存於：

，寄存日期：

，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明(1)

發明背景

本發明關於太陽電池，其中使用非晶或微晶矽薄膜，形成產生光電壓的光電轉換層。本發明關於具有網紋結構之太陽電池的反光電極。再者，本發明關於使用有機樹脂膜做為基底之太陽電池的反光電極。

利用具有光電轉換層的太陽電池，其中使用非晶或微晶矽膜形成至少一個P I N接面。此太陽電池中，入射在太陽電池並穿透而不吸收於光電轉換層的光被設在光入射側位置及反側位置的反光電極反射，再入射在光電轉換層，因而反光電極促進光電轉換層的光吸收。

反光電極由單層膜（鋁（A l）或銀（A g））、透明導電膜（例如氧化銦錫（I T O）合金、氧化鋅（Z n O）、氧化錫（S n O₂）或金屬膜（例如鈦（T i）、鉻（C r）、鎳（N i）、不銹鋼）的疊層、鋁或銀形成。

反光電極具有在所需方向對正做為材料之金屬晶體所形成的不平表面（所謂的網紋結構）。入射在光電轉換層且到達反光電極而不吸入光電轉換層的光在各種方向散射及反射，使得光入射在光電轉換層。藉此試圖增進光吸收效率。

當鋁膜做為反光電極時，99.99%純度的鋁膜在傳統情形由濺射形成於玻璃基底或有機樹脂膜基底上。但此法只可得到幾乎有均勻表面的鋁膜。

不平鋁膜中，由於積分反射（全部反射光的總量）幾

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明(2)

乎包含鏡(方向)反射(反射光的反射角與入射光的入射角相同)，故不能期盼有效利用光。詳言之，不能充分利用入射光的長波長分量。

試圖由沿著所需方向的鋁膜晶體生長得到網紋結構。當鋁做為反光電極且加熱基底而由濺射形成鋁膜時，促進鋁結晶，產生晶粒而得到具有不平形狀的表面。但由於產生晶粒的尺寸和形狀對太陽電池的反光電極而言是大的或不平，故對增進光電轉換效率無效。膜品質不均。

形成的鋁膜中，會生長具有 $1\mu\text{m}$ 直徑之大且異常的晶粒。藉由晶粒產生，在上電極(光入射側電極)與反光電極之間會造成短路。圖5顯示SEI照片，代表大且異常的晶粒產生在傳統方法所形成之鋁膜的情形。

當鋁膜由濺射形成於有機樹脂膜基底上時，由於膜品質降低，故無法得到細微膜品質，反光電極的反光率減小，電阻增加。結果，不能得到有高性能的太陽電池。

發明概要

為解決上述問題，本發明的目標是在構形成於撓性有機樹脂膜基底上之太陽電池反光電極的鋁膜中，增加太陽電池的光電流(光電壓所產生的電流)，得到細微且均勻的網紋結構，有效利用入射光的長波長分量，而得到有高性能的太陽電池。

依據本發明，提供具有基底、反光電極、光電轉換層、透明電極的太陽電池，其中反光電極包含鋁膜，含有做

五、發明說明(3)

為 0.1 至 6.0 % 之雜質元素之矽、鎳、銅的至少一種。

依據本發明，提供具有基底、反光電極、光電轉換層、透明電極的太陽電池，其中反光電極包含含有做為 0.1 至 6.0 % 之雜質元素之矽、鎳、銅之至少一種的第一鋁膜，和形成於第一鋁膜上且無雜質元素的第二鋁膜。

依據本發明，提供具有基底、反光電極、光電轉換層、透明電極的太陽電池，其中反光電極包含含有做為 0.1 至 6.0 % 之雜質元素之矽、鎳、銅之至少一種的鋁膜，和形成於鋁膜上且無雜質元素的銀膜。

依據本發明，提供具有基底、反光電極、光電轉換層、透明電極的太陽電池，其中反光電極包含含有做為 0.1 至 6.0 % 之雜質元素之矽、鎳、銅之至少一種的第一鋁膜，和形成於第一鋁膜上且無雜質元素的第二鋁膜，其中第一鋁膜的平均表面粗糙度為 50 nm 以上。

依據本發明，提供具有基底、反光電極、光電轉換層、透明電極的太陽電池，其中反光電極包含含有做為 0.1 至 6.0 % 之雜質元素之矽、鎳、銅之至少一種的鋁膜，和形成於鋁膜上且無雜質元素的銀膜，鋁膜的平均表面粗糙度為 50 nm 以上。

太陽電池中，最好矽做為雜質元素。玻璃、金屬或有機樹脂膜可做為基底。聚乙烯對酞酸酯、聚乙烯苯二甲酸酯、聚酯醚、聚亞胺、芳族聚醯胺可做為有機樹脂膜材料

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(4)

依據本發明，提供製造太陽電池電極的方法，具有下列步驟：使用含有0.1至6.0之矽、鎳、銅之至少一種的鋁做為靶，由濺射在50至200℃基底溫度的基底上形成鋁膜。

依據本發明，提供太陽電池之電極的製造方法，具有下列步驟：使用含有0.1至6.0之矽、鎳、銅之至少一種的鋁做為靶，由濺射在50至200℃基底溫度的基底上形成具有不平表面的第一鋁膜；在第一鋁膜上形成第二鋁膜和銀膜的其中一個，其中第二鋁膜和鋁膜沒有雜質元素。

太陽電池之電極的製造方法中，最好矽做為雜質元素。玻璃、金屬或有機樹脂膜可做為基底。聚乙烯對酞酸酯、聚乙烯苯二甲酸酯、聚酯磺、聚亞胺、芳族聚醯胺可做為有機樹脂膜材料。

依據本發明，提供太陽電池之電極的製造方法，具有下列步驟：加熱有機樹脂膜基底以從基式釋放氣體；在加熱步驟後，由濺射在50至200℃基底溫度的基式上形成鋁膜。

可使用DC濺射或RF濺射。

依據本發明，提供太陽電池之電極的製造方法，具有下列步驟：加熱有機樹脂膜基底以從基底釋放氣體；在加熱步驟後，使用含有0.1至6.0重量%之雜質元素之矽、鎳、銅之至少一種的鋁做為靶，由濺射在50至

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(5)

200℃基底溫度的基底上形成鋁膜。

上述方法中，矽最好做為雜質元素。

發明人發現，使用含有0.1至6.0重量%（最好0.5至2.0重量%）之雜質元素之矽的鋁做為靶，由濺射在50至200℃（最好70至150℃）基底溫度的基底上形成鋁膜，得到適於太陽電池反光電極之具有不平表面的鋁膜。

（藉由Auger電子分光方法）鋁膜的雜質元素含量為0.1至6.0，宜為0.1至2.0%，0.1至1.0%更佳。當鋁膜的雜質元素含量為1.0%以下時，鋁膜的漫射反射比（積分反射比—鏡（方向）反射比）變高。

圖12顯示做為鋁膜之雜質元素之矽含量與鋁膜漫射反射比的關係（入射光波長是做為標準值的650nm），及鋁靶的矽含量為0.5重量%、1.0重量%、2.0重量%且基底溫度在濺射中為150℃的情形。

當靶的雜質元素含量為0.5重量%、1.0重量%、2.0重量%時，形成鋁膜的雜質元素含量分別是0.2至0.4%（通常0.3%）、0.3至1.0%（通常0.7%）、0.6至1.5（通常1.0%）。

鋁膜的膜厚度增加會增大形成不平表面的晶粒及增加漫射反射比。（見圖16）

最好矽（Si）做為雜質元素。當使用鎳（Ni）、銅（Cu）等時，得到相同效果。使用DC濺射和RF濺

五、發明說明(6)

射得到較佳結果。

鋁膜中，形成具有均勻性的晶粒。晶粒的平均尺寸（直徑）為幾百至幾千Å。晶粒在太陽電池反光電極構成網紋結構凸部，可得到適於反射入射光（特別是長波長光）的尺寸和形狀。

因此，依據本發明，可形成具有細微網紋結構且做為太陽電池反光電極的鋁膜。具有細微網紋結構的鋁膜做為反光電極的太陽電池中，與使用具有均勻表面之傳統鋁膜的情形比較，光電流可增加，光電轉換效率可大為增進。由於可防止晶粒之異常且大的生長，故可防止短路發生在太陽電池的下電極與透明電極之間。

反光電極之凸和凹部的數目隨鋁膜的膜厚度增加而增加，因此形成凸和凹部之鋁晶粒（粒子）的尺寸（直徑）增大。反光電極的凸和凹部增加太陽電池轉換效率。但若凸和凹部變大，則太陽電池的開路電壓等降低。

使用圖8的資料，解釋反光電極的凹凸形狀對太陽電池特性的影響。圖8顯示使用平均表面粗糙度（JIS B0601 Rz所測（10點平均粗糙度））不同之反光電極所產生之太陽電池（AM1.5，100mW/cm²）之光電流（短路電流）和開路電壓的特性。圖8中，短路電流隨凸和凹部變大而增加。這是因為主要由網紋結構所造成的光限制效應增加吸入光電轉換層的光。

從表面粗糙度（凸和凹部的尺寸）約30nm的點降低開路電壓。實施例的接面不均造成開路電壓降低。形成

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明(7)

於具有不平表面(凸和凹部)之反光電極上的光電轉換層有P I N接面結構。薄P型或N型層的表面粗糙度為10至30nm, I型層的表面粗糙度為300至500nm。當基膜有凹凸形狀時,藉由基膜凹凸形狀的影響,形成於基膜上之光電轉換層的膜厚度不均。若不平表面的平均粗糙度等於或大於構成光電轉換層之P型或N型層的厚度,則由於此影響不可忽略,故可造成開路電壓降低。

因此,當構成反光電極之鋁膜的凸和凹部大時,光限制效應增加光電流。但由於開路電壓降低,故轉換效率不能充分增進。在某一情形,提供凸和凹進一步降低轉換效率,因而不能得到有機樹脂膜的效果。

對於此問題,本發明,大致不合雜質元素(雜質元素含量小於0.1%且非故意添加雜質元素)且做為太陽電池反光電極的鋁膜或銀膜形成於具有不平表面且含有0.1至6.0重量%(最好0.5至2.0重量%)之雜質元素之矽的鋁膜上。

藉此,使用不含雜質元素的鋁膜或銀膜,可減小具有不平表面之鋁凹凸形狀的影響。結果,可增加太陽電池開路電壓,因此可增進轉換效率。

製造反光電極中,含有0.1至6.0重量%(最好0.5至2.0重量%)之雜質元素之矽的鋁做為靶,基底溫度為50至200℃,最好是70至150℃。因此,具有不平表面且含有諸如矽之雜質元素的鋁膜由濺射形成於基底上。再者,使用不含雜質元素的鋁或銀做為靶,

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(8)

鋁膜或銀膜形成於具有不平表面的鋁上。

因此，在具有尖銳不平表面且含有矽原子的鋁膜上形成不含雜質元素的鋁膜或銀膜，可形成具有細微不平表面且無尖或大的不平面的太陽電池反光電極。

具有不含雜質元素的鋁膜或銀膜形成於具有不平表面之鋁膜上之反光電極的太陽電池中，短路電流和開路電壓增加，因此與具有傳統不平表面的太陽電池比較，光電轉換效率可大為增進。

當有機樹脂膜基底做為形成構成反光電極之鋁膜的基底時，在鋁膜形成於有機樹脂膜上之前，加熱有機樹脂膜來進行除氣處理，最好在 10^{-1} Pa 以下的真空氣氛。藉中加熱或在此除氣處理的真空氣氛，除去包含在有機樹脂膜之釋放成氣體的成分，例如水。因此，與不進行上述除氣處理的情形比較，細微鋁膜形成於有機樹脂膜上。

聚乙烯對酞酸酯 (PET)、聚乙烯苯二甲酸酯 (PEN)、聚酯砜 (PES)、聚亞胺或芳族聚醯胺可做為有機樹脂膜基底。詳言之，當聚乙烯苯二甲酸酯 (PEN) 基底做為有機樹脂膜時，在 130 至 200°C (140 至 180°C 較佳，約 150°C 更好) 加熱來進行有機樹脂膜基底的除氣處理。最好有機樹脂膜基底的除氣處理在真空氣氛 (1×10^{-1} Pa 以下) 進行。

然後，當加熱時由濺射形成鋁膜，可得具有均勻膜品質的細微鋁膜。當加熱時使用含有雜質元素的鋁做為靶，鋁膜由濺射形成於進行除氣處理的有機樹脂膜基底上，因

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(9)

而相較於不進行除氣處理的情形，可得到具有細微均勻膜品質、適於太陽電池反光電極之不平表面（凸和凹部）、網紋結構的鋁膜。

在鋁膜上形成不含雜質元素的鋁膜或銀膜，有效減小凹凸形狀。

當對有機樹脂膜基底濺射時，由於含氫的氣體在濺射中藉由加熱和真空氣氛而自基底釋放，故阻礙散射到基底之鋁原子的基底附著。因此，相較於未釋放氣體的基底，鋁充分附著，因而形成低密度的鋁膜。

依據本發明，預先藉由有機樹脂膜的除氣處理，防止氣體從基底釋放，因而可形成具有均勻膜品質的細微鋁膜。若基底溫度在除氣處理中增加，則除氣處理時間縮短。

發明人證實在進行除氣處理的有機樹脂膜基底上形成鋁膜，在 50 至 200℃（最好 70 至 150℃）基底溫度使用不含雜質元素的純鋁（99.99%）做為靶，由 RF 濺射可得到具有幾百至幾千 Å 之晶粒尺寸（直徑）、均勻膜品質、網紋結構的細微鋁膜。

圖式簡述

圖 1 顯示用於實施例 1 的輓對輓型磁控管 DC 濺射裝置；

圖 2 顯示太陽電池，其中有網紋結構的鋁膜做為實施例 1 的反光電極；

圖 3 顯示實施例 1 之鋁和傳統鋁膜的漫射反射比比較

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明(10)

結果；

圖 4 顯示實施例的鋁膜做為反光電極之太陽電池和傳統鋁膜做為反光電極之太陽電池（之入射光波長）的收集效率；

圖 5 顯示 S E M 照片，代表大且異常的晶粒產生在傳統方法所形成之鋁膜的狀態；

圖 6 顯示 S E M 照片，代表實施例 1 所形成之鋁膜的表面狀態；

圖 7 顯示漫射反射比（入射光波長為 650 nm，標準值）對鋁膜的膜厚度；

圖 8 顯示反光電極的凹凸形狀尺寸（平均表面粗糙度）和反光電極之光電流和開路電壓的特性；

圖 9 顯示實施例 3 和 4 的太陽電池剖面結構；

圖 10 顯示用於實施例 3 的輥對輥型磁控管 D C 濺射裝置；

圖 11 顯示關於實施例 3 之太陽電池和傳統太陽電池之特性的比較結果；

圖 12 顯示做為鋁膜之雜質元素之矽含量與鋁膜漫射反射比的關係；

圖 13 A 和 13 B 顯示鋁膜的表面 S E M 照片；

圖 14 A 和 14 B 顯示鋁膜的表面 S E M 照片；

圖 15 顯示障壁層是氧化鋅之情形和障壁層是不銹鋼之情形之太陽電池短路電流的比較結果；

圖 16 解釋漫射反射比；

五、發明說明(11)

圖 1 7 顯示平均表面粗糙度與漫射反射比的關係；

圖 1 8 顯示電漿 C V D 裝置；

圖 1 9 顯示本發明之太陽電池的收集效率和反射比對入射光波長；

圖 2 0 顯示實施例之太陽電池和傳統太陽電池的特性比較結果。

較佳實施例詳述

實施例 1

此實施例顯示薄膜太陽電池的例子，使用具有網紋結構且形成於撓性有機樹脂膜基底上的鋁膜做為反光電極。

聚乙烯苯二甲酸酯 (P E N) 膜做為有機樹脂膜基底。輓對輓型磁控管 D C 濺射裝置形成鋁膜。聚乙烯對酞酸酯 (P E T) 、 聚酯砜 (P E S) 、 聚亞胺或芳族聚醯胺可做為有機樹脂膜基底。可進行 R F 濺射。

圖 1 顯示用於實施例 1 的輓對輓型磁控管 D C 濺射裝置。圖 2 顯示具有網紋結構的鋁膜做為實施例 1 之反光電極的太陽電池。

進行除氣處理以除去吸入有機樹脂膜的氣體。

圖 1 之裝置的室 1 中，做為撓性有機樹脂膜基底 5 的 P E N 膜輓 (5 0 至 1 5 0 μ m 厚，在實施例為 7 5 μ m) 經由罐 3 設到退繞機及捲繞機 4，因而由張力固持。設在退繞機 2、罐 3、捲繞機 4 的驅動馬達 (未顯示) 可轉移有機樹脂膜基底 5。旋轉泵 (未顯示) 抽空室 1 到 $1 \times$

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

紙

五、發明說明 (12)

10^{-1} Pa 以下，在實施例為 1×10^{-3} Pa 以下，以得到真空狀態。

諸如金屬模調溫器的罐加熱裝置（未顯示）控制罐 3 的溫度，因而轉動罐 3 來加熱整個有機樹脂膜。有機樹脂膜基底 5 的基底溫度為 130 至 200°C ， 140 至 180°C 較佳，約 150°C 更好。控制基底轉移速度，以保持有機樹脂膜基底 5 的上述基底溫度幾分鐘，最好 5 分鐘以上，因而進行除氣處理。

在有機樹脂膜基底 5 的除氣處理後，室 1 再度在 1×10^{-5} Pa 等級抽空，得到真空狀態。在抽空後，使用加入 1.0 重量 % 之矽原子的鋁靶 6 來放電，然後膜被罐 3 轉移，因而進行 DC 濺射。鎳或銅也可做為加入鋁靶的雜質元素。使用後側的水將靶冷卻。

預濺射（預塗覆）約 30 分鐘。施加功率為 0.8 kW 。濺射氣體為氬（Ar），以 100 sccm 引入室中。濺射壓力設為 0.5 Pa 。

藉由罐 3 的溫控，有機樹脂膜基底 5 的基底溫度為 50 至 180°C ， 70 至 150°C 較佳，在實施例為 150°C 。膜形成速度為 700 至 $7000\text{ \AA}/\text{min}$ ，在實施例為 $700\text{ \AA}$ 。形成 2000 至 $20000\text{ \AA}$ 厚的膜，在實施例為 $2800\text{ \AA}$ 。

鋁膜的膜形成條件例子如下。

T - S 距離 : 85 mm

靶尺寸 : $5 \times 5\text{ 吋}$

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

紙

五、發明說明 (13)

濺射壓力 : 0 . 5 P a
濺射氣體 : 1 0 0 s c c m 的 氬
施加功率密度 : 1 . 6 至 1 0 . 8 $\times 10^{-2}$ W / c m ²
靶 : A l (S i 摻雜 0 至 2 重量 %)
膜預烘焙 : 在 1 5 0 ° C 6 分鐘
基底溫度 : 7 0 至 1 5 0 ° C

形成的鋁膜 1 0 有細微網紋結構。構成凸部之晶體的平均粒度 (直徑) 為幾百至幾千 Å 。形成鋁膜的雜質元素含量為 0 . 9 % 。形成鋁膜的平均表面粗糙度為 6 0 n m 。

圖 6 顯示 S E M 照片，代表實施例 1 所形成之鋁膜的表面狀態。未看到大且異常生長的晶體。

爲了比較，在有機樹脂膜基底 5 的溫度為 7 0 ° C 和 1 5 0 ° C 的情形，形成的鋁膜厚度和晶體生長圖呈現如下。

圖 1 3 A 和 1 3 B 顯示使用加入 0 . 5 重量 % 之矽原子的鋁靶所形成之鋁膜和不加入矽原子的鋁靶所形成之鋁膜的表面 S E M 照片 (在有機樹脂膜基底 5 的溫度設為 7 0 ° C 的情形) 。圖 1 4 A 和 1 4 B 顯示使用加入 0 . 5 重量 % 之矽原子的鋁靶所形成之鋁膜和不加入矽原子的鋁靶所形成之鋁膜的表面 S E M 照片 (在有機樹脂膜基底 5 的溫度設為 1 5 0 ° C 的情形) 。

圖 1 4 A 和 1 5 B 中，當基底溫度增加時，得到有大粒度的晶體，當膜厚度增加時，也得到有大粒度的晶體。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

綴

五、發明說明 (14)

當添加矽原子時，有相同粒度的晶體均勻生長。

因此，有細微網紋結構的鋁膜 10 可形成於撓性有機樹脂膜基底 5 上。構成網紋結構之晶體的粒度隨鋁膜的膜厚度增加而變大。

圖 7 代表漫射反射比（入射光波長為 650 nm，標準值）對鋁膜的膜厚。圖 7 中，在 2000 Å 至 20000 Å 範圍，漫射反射比隨鋁膜的膜厚度增加而增加。

100 至 3000 Å（在實施例約 800 Å）厚的氧化鋅（ZnO）由濺射形成障壁層 11。10 至 500 Å（例如 50 Å）厚的不銹鋼可做為障壁層 11。也可使用鈦（Ti）、鉻（Cr）等。

圖 15 顯示障壁層是氧化鋅（ZnO）之情形和障壁層是不銹鋼之情形之太陽電池的短路電流測量結果。圖 15 中，使用氧化鋅（ZnO）做為障壁層，這是因為它容易吸收光的長波長分量。

形成功率產生層 12。使用非晶矽膜，由電漿化學蒸鍍（CVD）形成 300 Å 厚的 N 型層、3000 Å 厚的 I 型層、200 Å 厚的 P 型層。N 型層和 P 型層可為微晶矽薄膜或具有微晶的非晶矽薄膜。

然後，800 Å 厚的 ITO（氧化銦錫）膜由濺射形成透明電極 13。接線電極由印刷方法形成，然後處理而完成太陽電池。

有網紋結構之實施例的鋁膜與沒有網紋結構的傳統鋁

五、發明說明 (15)

膜 (基底溫度在濺射時為室溫，靶為 99.99% 純鋁) 比較。二者中，使用在 150℃ 進行除氣處理 5 分鐘的基底。

圖 3 顯示實施例 1 之鋁膜和傳統鋁膜的漫射反射比比較結果。漫射反射比是從積分反射比減去鏡 (方向) 反射比所得的值 (見圖 16)。圖 3 中，實施例所形成之鋁膜的漫射反射比大為增加。

圖 4 顯示實施例的鋁膜做為反光電極之太陽電池和傳統鋁膜做為反光電極之太陽電池 (之入射光波長) 的收集效率。圖 4 中，使用實施例的鋁膜做為反光電極來形成太陽電池，入射光之長波長分量 (波長約 500 至 800 nm) 的收集效率可大為增進。

圖 19 顯示鋁膜漫射反射比為 8%、24%、70% 之情形之樣本的收集效率和反射比對入射光波長 (在使用實施例的鋁膜做為反光電極所形成的太陽電池中)。圖 19 中，當漫射反射比大時，長波長分量的收集效率大，長波長分量的反射比小。小反射比代表入射光的有效使用，這是因為用於光電轉換的光量大。

圖 20 顯示實施例之太陽電池和傳統太陽電池的特性比較結果。用於比較之太陽電池的面積為 1 cm²。圖 20 中，相較於傳統太陽電池，實施例之太陽電池的開路電壓雖減少約 1%，但實施例之太陽電池的短路電流增加約 11%。因此，光電轉換效率可增進約 8%。

實施例中，不進行有機樹脂膜基底 5 的除氣處理，當

五、發明說明 (16)

濺射形成鋁膜 (加入 1 . 0 重量 % 的矽原子做為雜質元素) 時 , 生長晶粒而得到網紋結構。但膜品質變差 , 相較於進行除氣處理的情形 , 導電性、光反射比等降低。

實施例 2

此實施例中 , 由 R F 濺射在玻璃基底上形成鋁膜 , 製成太陽電池。基底是 C o m i n g 7 0 5 9 玻璃。此基底置於室中 , 室再抽空到 7×10^{-4} P a 而得到真空狀態。基底溫度為 5 0 至 2 0 0 $^{\circ}\text{C}$, 7 0 至 1 5 0 $^{\circ}\text{C}$ 較佳 , 在實施例為 1 5 0 $^{\circ}\text{C}$ 。

預濺射 (預塗覆) 3 0 分鐘。主濺射 1 0 分鐘。濺射壓力為 0 . 5 P a 。濺射氣體為氬 (A r) , 以 8 5 s c c m 引入。濺射功率為 1 . 3 W / c m ² 。濺射率 (膜形成率) 為 3 0 0 Å / m i n 。

因此 , 加入 1 . 0 重量 % 之矽原子的鋁膜形成 3 0 0 0 Å 厚。鋁膜有細微網紋結構 , 構成凸部之晶體的平均粒度為幾百至幾千 Å 。 1 0 0 至 3 0 0 0 Å (在實施例約 8 0 0 Å) 厚的氧化鋅 (Z n O) 由濺射形成障壁層。

形成功率產生層。使用非晶矽膜 , 由電漿 C V D 形成 3 0 0 Å 厚的 N 型層、 3 0 0 0 Å 厚的 I 型層、 2 0 0 Å 厚的 P 型層。N 型層和 P 型層可為微晶矽薄膜或具有微晶的非晶矽薄膜。

然後 , 8 0 0 Å 厚的 I T O 膜由濺射形成透明電極。

五、發明說明 (17)

接線電極由印刷方法形成，然後處理而完成太陽電池。

因此，使用加入 1 . 0 重量 % 之矽做為雜質元素的鋁靶，使用 R F 濺射所形成的鋁膜（有網紋結構），太陽電池製於玻璃基底上。由於相較於平坦鋁膜做為反光電極的傳統情形，有效吸收光的長波長分量，故光電轉換效率可大增。

實施例 3

此實施例中，有網紋結構的鋁膜和形成其上的銀膜（減小形成於鋁膜表面上的凸和凹部）形成於撓性有機樹脂膜基底上而得到反光電極，使用所得的反光電極產生薄膜太陽電池。

圖 9 顯示實施例 3 之太陽電池的剖面結構。此太陽電池包含有機樹脂膜製的基底 2 0 1、反光電極、非晶矽製的光電轉換層 2 0 6、I T O（氧化銦錫）合金製的透明電極 2 0 7、形成於透明電極 2 0 7 上的輔助電極 2 0 8。反光電極有凹凸形且含有矽原子的鋁膜 2 0 2、不銹鋼製的漫射阻隔層 2 0 3、銀膜 2 0 4、氧化鋅膜 2 0 5，這些膜相疊。可使用不含雜質元素的鋁膜取代銀膜 2 0 4。

輥對輥型磁控管 D C（直流）濺射裝置形成用於太陽電池反光電極的電極膜。有機樹脂膜基底是 7 5 μ m 厚的聚乙烯萘二甲酸酯（P E N）膜。聚乙烯對酞酸酯（P E T）、聚酯砵（P E S）、聚亞胺等也可做為有機樹

五、發明說明 (18)

脂膜基底。也可進行磁控管高頻 (射頻 , R F) 濺射。

圖 1 0 顯示用於實施例 3 的輓對輓型磁控管 D C 濺射裝置。圖 1 0 中 , 5 0 至 1 5 0 μ m (在實施例為 7 5 μ m) 厚且做為撓性有機樹脂膜基底 3 0 5 的 P E N 膜置於室 3 0 1 , 經由罐 3 0 3 設到退繞機 3 0 4 , 因而由張力固持。設在退繞機 3 0 2 、罐 3 0 3 、捲繞機 3 0 4 的驅動馬達 (未顯示) 轉移有機樹脂膜基底 3 0 5 。

靶 3 0 6 - 1 、 3 0 6 - 2 、 3 0 6 - 3 、 3 0 6 - 4 沿著基底轉移方向。設在靶與基底之間的縫隙及要供應的放電功率控制沈積速度。

使用含有 0 . 1 至 6 . 0 重量 % (在實施例為 1 . 0 重量 %) 之雜質元素之矽原子的鋁靶 , 靶 3 0 6 - 1 用來形成具有不平表面的鋁膜。靶 3 0 6 - 2 由不銹鋼製成 , 用來形成漫射阻隔層 , 使形成的鋁膜不與其上的銀膜反應。靶 3 0 6 - 3 由銀製成 , 用來形成減小凹凸形狀的膜。可使用不含雜質元素的鋁取代銀。靶 3 0 6 - 4 由氧化鋅製成 , 用來形成漫射阻隔層 , 使基膜不與其上的矽反應。

諸如旋轉泵的抽空系統 3 0 8 將室 3 0 1 抽空到約 1×10^{-3} P a , 得到真空狀態。在形成膜前 , 進行除氣處理以除去吸入有機樹脂膜之氣氛中的氣體。

罐加熱裝置 3 0 9 控制罐 3 0 3 的溫度 , 因而基底 3 0 5 的轉移和罐 3 的轉動可加熱有機樹脂膜基底 3 0 5 。除氣處理的基底溫度為 1 3 0 至 2 0 0 $^{\circ}$ C , 1 4 0 至

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (19)

180℃較佳，在實施例為150℃。控制基底轉移速度，以將有機樹脂膜基底305的上述基底溫度保持幾分鐘，最好5分鐘以上，而對整個輓狀膜基底進行除氣處理。

在有機樹脂膜基底305的除氣處理後，室301再度在 1×10^{-5} Pa等級抽空，得到真空狀態。在真空抽空後，純氬氣從供氣系統307以100 sccm引入室301。室301由設在抽空系統308的壓力調節單元保持在0.5 Pa壓力。

然後，將直流功率送到靶而產生輝光放電，引發濺射膜形成。進行預濺射（預塗覆），除去黏在靶表面上的污染。實施例中，當轉移有機樹脂膜基底305時，預濺射30分鐘。藉由接到罐303的罐加熱裝置309，控制有機樹脂膜基底305的基底溫度，以保持50至200℃（在實施例為150℃）。

在預濺射後，進行主濺射。直流功率和膜基底轉移速度可調整沈積在有機樹脂膜基底上的膜厚度。

實施例中，由於有不同膜形成速度的膜連續相疊，故當膜基底轉移速度恆定時，調整送到靶的直流功率來控制各層的膜厚度。鋁膜的膜形成速度可設為70至700 nm/min，在實施例為200 nm/min，因而形成1000 nm厚的膜。形成鋁膜的雜質元素含量為0.5%。

鋁膜的平均表面粗糙度為90 nm。圖17顯示平均表面粗糙度與漫射反射比的關係。上述10點平均粗糙度

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

訂

五、發明說明(20)

測量平均粗糙度。圖17中，漫射反射比隨平均粗糙度增加而增加。

不銹鋼膜的膜形成速度可設為1至100nm/min，在實施例為2nm/min，因而形成10nm厚的膜。銀膜的膜形成速度可設為10至500nm/min，在實施例為10nm/min，因而形成100nm厚的膜。

當使用不含雜質元素的鋁取代銀時，膜形成速度為20至50nm/min，例如20nm/min，因而形成100nm厚的膜。

氧化鋅膜的膜形成速度可設為30至250nm/min，在實施例為160nm/min，因而形成80nm厚的膜。

形成光電轉換層。使用圖18的裝置，由電漿CVD在非晶矽層依序形成300Å厚的N型層、5000Å厚的本質I型層、200Å厚的P型層。N型層和P型層可為微晶矽薄膜或有微晶的非晶矽薄膜。

在形成光電轉換層後，800Å厚的氧化銦錫(ITO)合金膜由濺射形成透明電極。ITO膜的薄片電阻為100至1000Ω/平方，因此ITO膜具有如太陽電池之電極的高電阻，因而銀製的柵狀電極在ITO膜上形成輔助電極。

鉛電極形成於反光電極側和透明電極側，處理而完成太陽電池。

五、發明說明 (21)

圖 1 1 顯示光電轉換層 3 之太陽電池與使用凹凸形狀之鋁膜所產生之傳統太陽電池的電流－電壓特性比較結果。如圖 1 1，實施例 3 的太陽電池中，相較於傳統太陽電池，短路電流增加約 0.3 mA，因此為 16.3 mA，開路電壓增加 0.1 V，因此為 0.84 V。開路電壓值與使用沒有凹凸形狀之平坦基底的情形相同。

形成鋁膜（有凹凸形狀且含有矽原子）和銀膜（有減小凹凸形狀的功能）的二層結構做為反光電極，可得此結果。

使用反光電極（有凹凸形狀，疊上含有做為反光電極之矽的鋁膜和其上的銀膜）所產生之實施例 3 的太陽電池中，相較於使用沒有凹凸形狀之反光電極所產生的傳統太陽電池和使用有凹凸形狀之反光電極所產生的傳統太陽電池，光電轉換效率可大增。

當使用不含雜質元素的鋁膜取代銀膜時，類似於銀膜，具有不平表面之鋁膜的凹凸形狀可減小，開路電壓可增進。但由於鋁的光反射比低於銀，故短路電流減小某一程度。因此相較於使用銀的情形，太陽電池的轉換效率降到某一程度。

實施例 4

此實施例中，由磁控管 DC 濺射在玻璃基底上反光電極而製成太陽電池。太陽電池具有與圖 9 相同的結構。基底為 Corning 7059 玻璃。濺射裝置很普通，

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 (22)

及時改變靶而形成反光電極。所需的靶設在反應室，基底轉移並處理，因而膜可連續形成。

形成反光電極。濺射裝置的室中，在放置玻璃基底和加入 0.1 至 6.0 重量% (在實施例為 1.0 重量%) 之雜質元素之矽原子的鋁靶後，室抽空到 1×10^{-4} Pa，得到真空狀態。基底溫度為 50 至 200 °C，70 至 150 °C 較佳，在實施例為 150 °C。

預濺射 (預塗覆) 30 分鐘。然後，進行在基底上形成膜的主濺射。主濺射中，濺射氣體為氬 (Ar)，以 85 sccm 送入室中，使得室的壓力保持在 0.5 Pa。

當 800 W 直流功率施於靶時，得到 100 nm / min 的膜形成速度。因此，藉由 10 分鐘的膜形成，形成 1000 nm 厚且含有矽原子的鋁膜。形成的鋁膜在表面上有凹凸形狀。

在靶改變後，藉由相同方式，1 至 20 nm (在實施例為 10 nm) 厚的不銹鋼膜、10 至 200 nm (在實施例為 100 nm) 厚的銀膜、10 至 300 nm (在實施例為 80 nm) 厚的氧化鋅膜依序相疊。

為形成光電轉換層，使用非晶矽膜，由電漿 CVD 形成 30 nm 厚的 N 型層、500 nm 厚的 I 型層、20 nm 厚的 P 型層。N 型層和 P 型層可為微晶矽薄膜或有微晶的非晶矽薄膜。

80 nm 厚的氧化銦錫 (ITO) 合金膜由濺射形成

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (23)

透明電極。ITO膜的薄片電阻為100至1000Ω／平方，因此ITO膜具有如太陽電池之電極的高電阻，因而銀製的柵狀電極在ITO膜上形成輔助電極。

鉛電極形成於反光電極和透明電極，處理而完成太陽電池。

形成於玻璃基底上之實施例4的太陽電池中，相較於銀膜不形成於有不平表面之鋁膜之傳統太陽電池，開路電壓增加，轉換效率可增進。

如上述，藉由本發明，可形成具有細微網紋結構的鋁膜做為太陽電池反光電極。使用具有細微網紋結構之鋁膜做為反光電極的太陽電池中，相較於使用傳統平坦鋁膜的情形，光電轉換效率可大增。

由於可防止異常且大的晶體生長，故可防止短路發生在太陽電池的透明電極與反光電極之間。

再者，在有網紋結構的鋁膜上形成銀或鋁膜，相較於構成反光電極的鋁膜只有凹凸形狀的情形，可得到有細微網紋結構而無尖銳凹凸形狀的太陽電池反光電極。使用反光電極的太陽電池中，相較於使用有凹凸形狀之反光電極的傳統太陽電池，開路電壓增加，因此光電轉換效率可大增。

再者，當使用有機樹脂膜基底時，可得到有細微且均勻網紋結構的鋁膜。使用鋁膜做為反光電極，有機樹脂膜基底上之太陽電池的光電轉換效率可大增。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

紙

四、中文發明摘要(發明之名稱：

太陽電池和太陽電池之電極的製造方法)

在 50 至 200 °C 基底溫度濺射，使用靶(含鋁的矽)做為 0.1 至 6.0 重量%的雜質元素，鋁膜在太陽電池之光入射側的反側形成反光電極。未加入雜質元素的鋁膜或銀膜形成於上述鋁膜上，得到具有凸和凹形的網紋結構。當使用有機樹脂膜基底時，在形成鋁膜後，除去有機樹脂膜內之諸如水的成分(由加熱和真空氣氛而釋放成氣體)。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

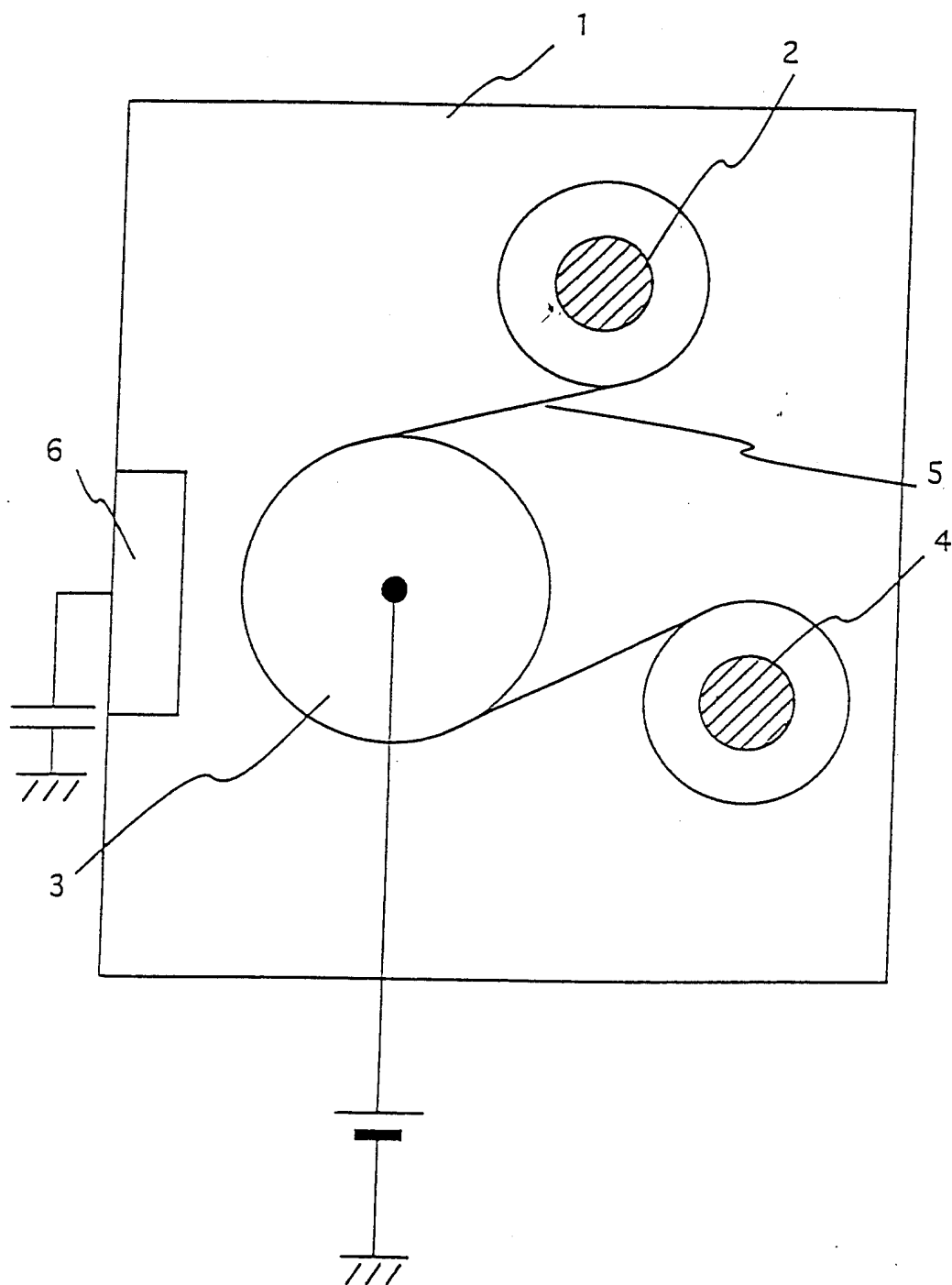
訂

線

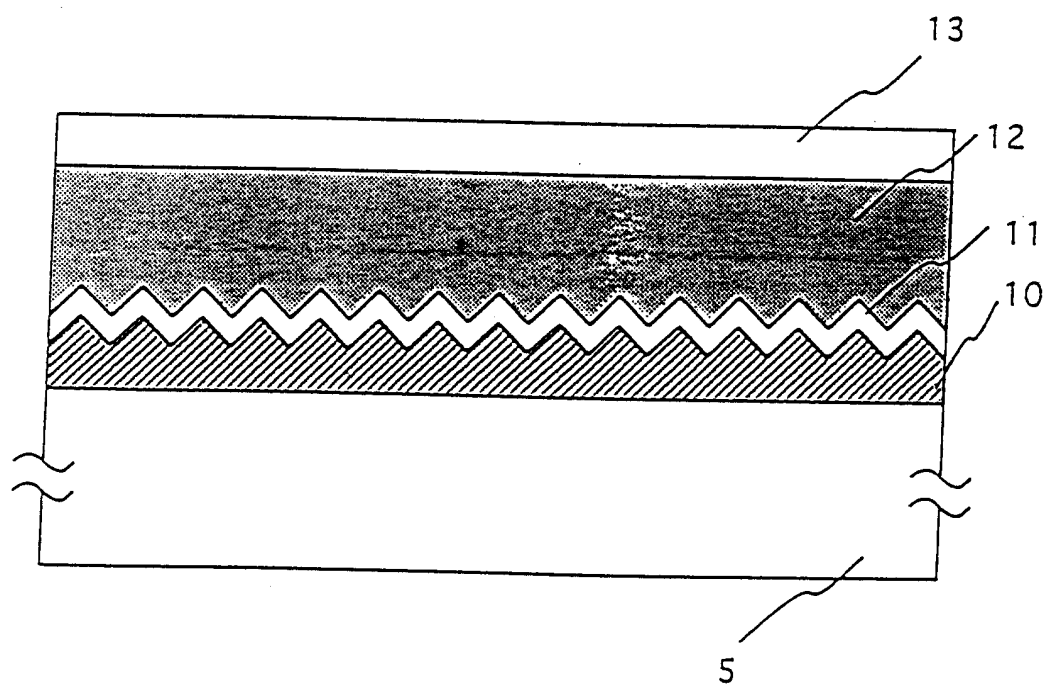
英文發明摘要(發明之名稱：

)

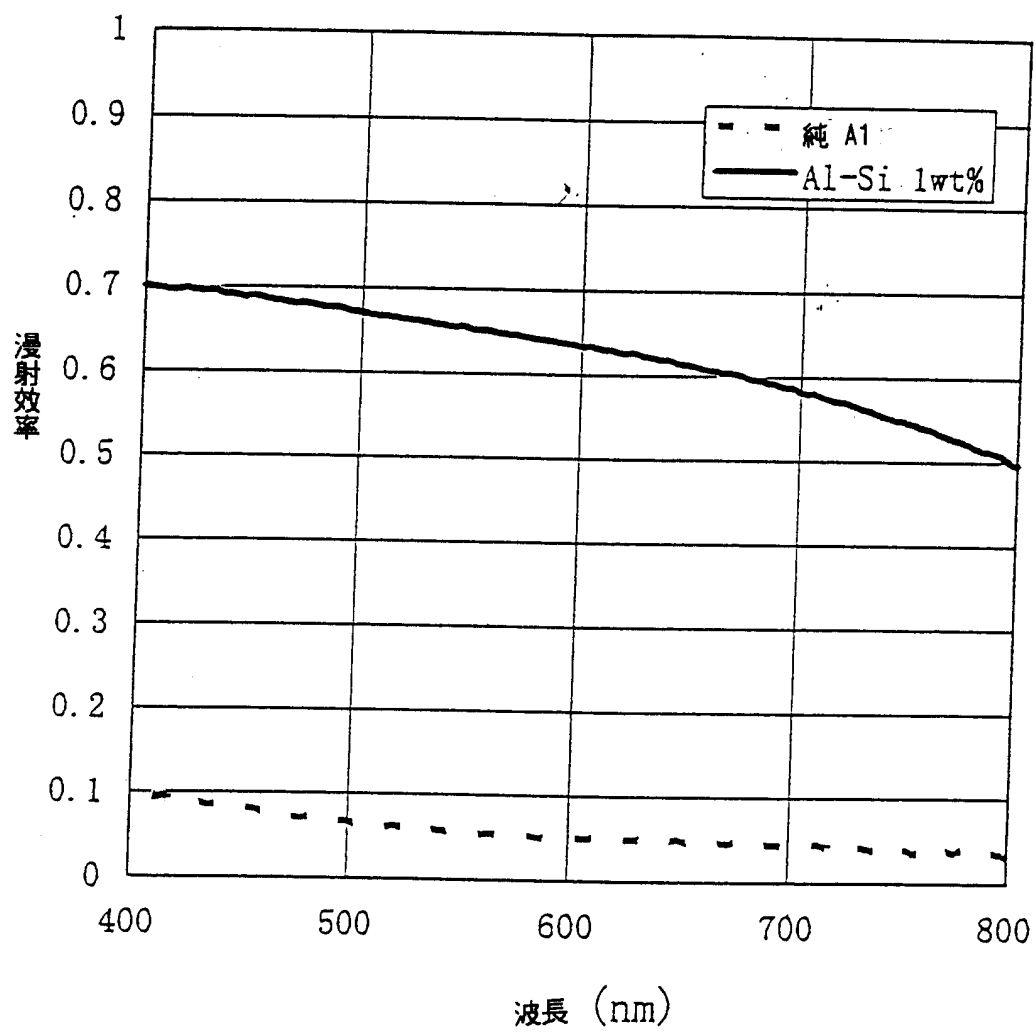
An aluminum film is formed as a photoreflective electrode in the side opposite to the light incident side of a solar cell by sputtering at a substrate temperature of 50 to 200 °C using a target, aluminum containing silicon as an impurity element at 0.1 to 6.0 weight %. An aluminum film or a silver film into which an impurity element is not added is formed on the above aluminum film, to obtain a texture structure having convex and concave shapes. When an organic resin film substrate is used, components (released as a gas by heating and a vacuum atmosphere) such as water within the organic resin film is removed after the aluminum film is formed.



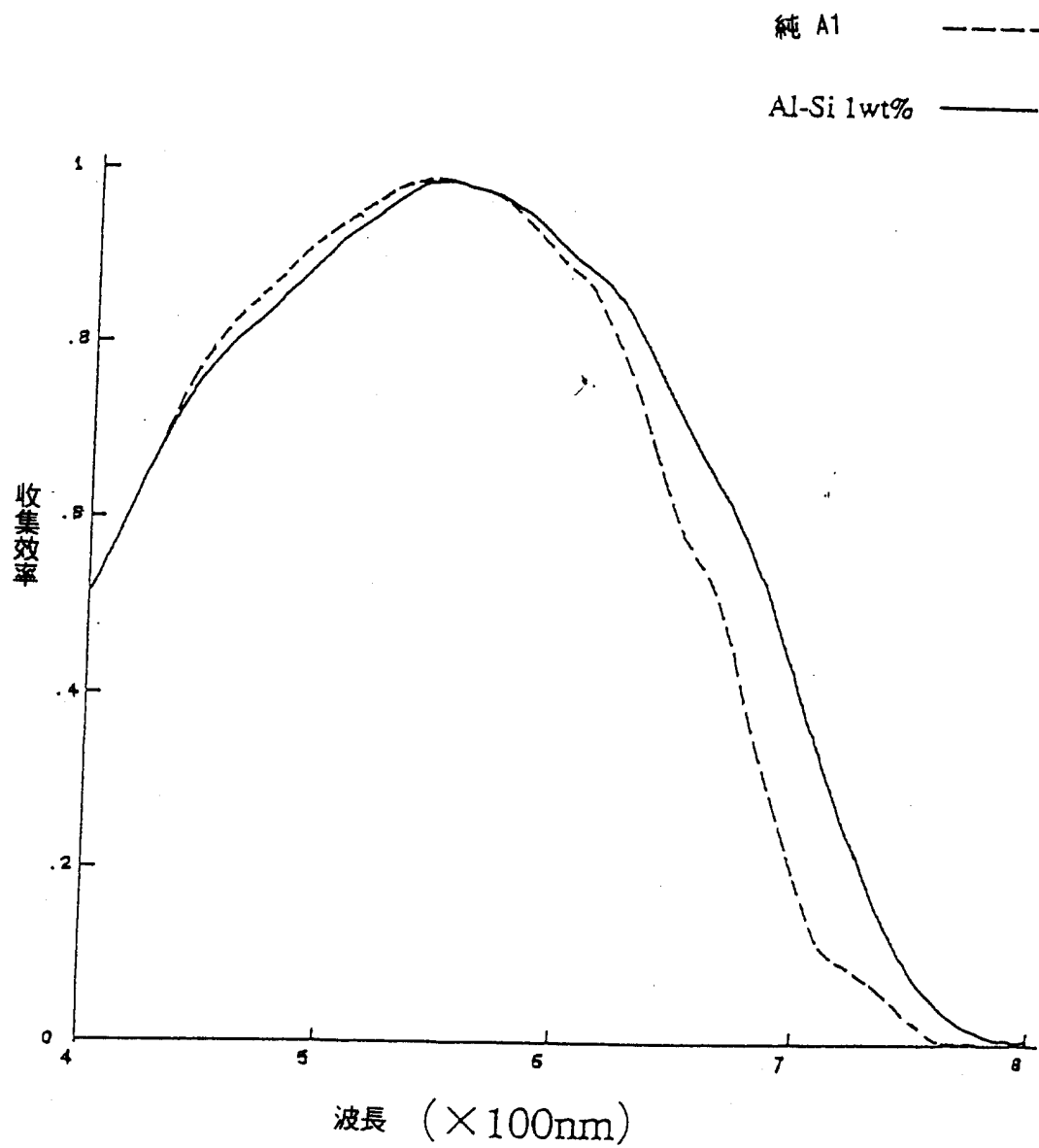
第 1 圖



第 2 圖

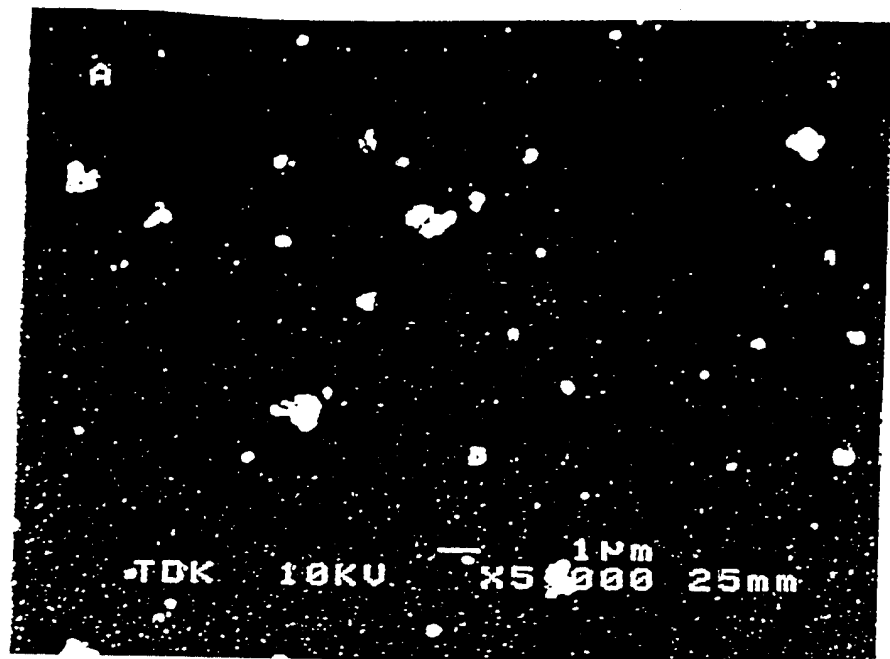


第 3 圖



第 4 圖

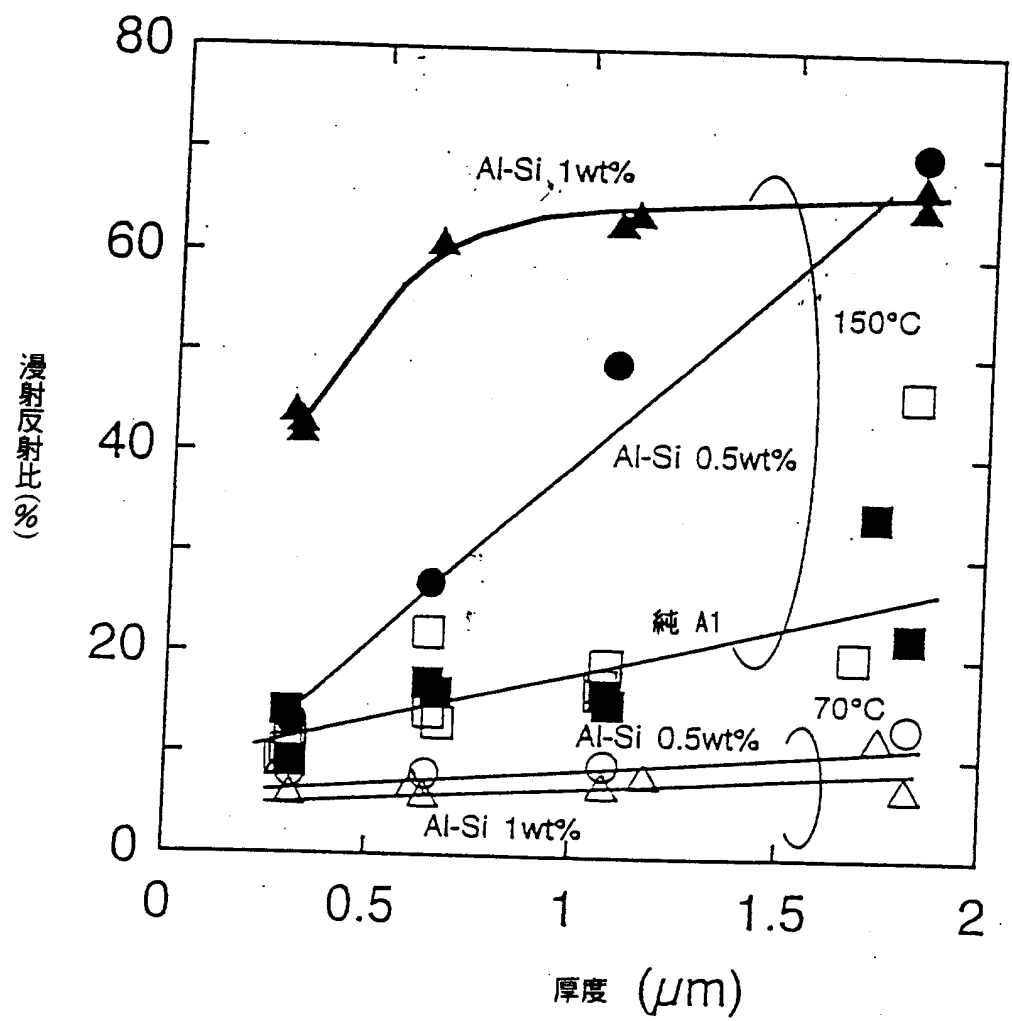
207167



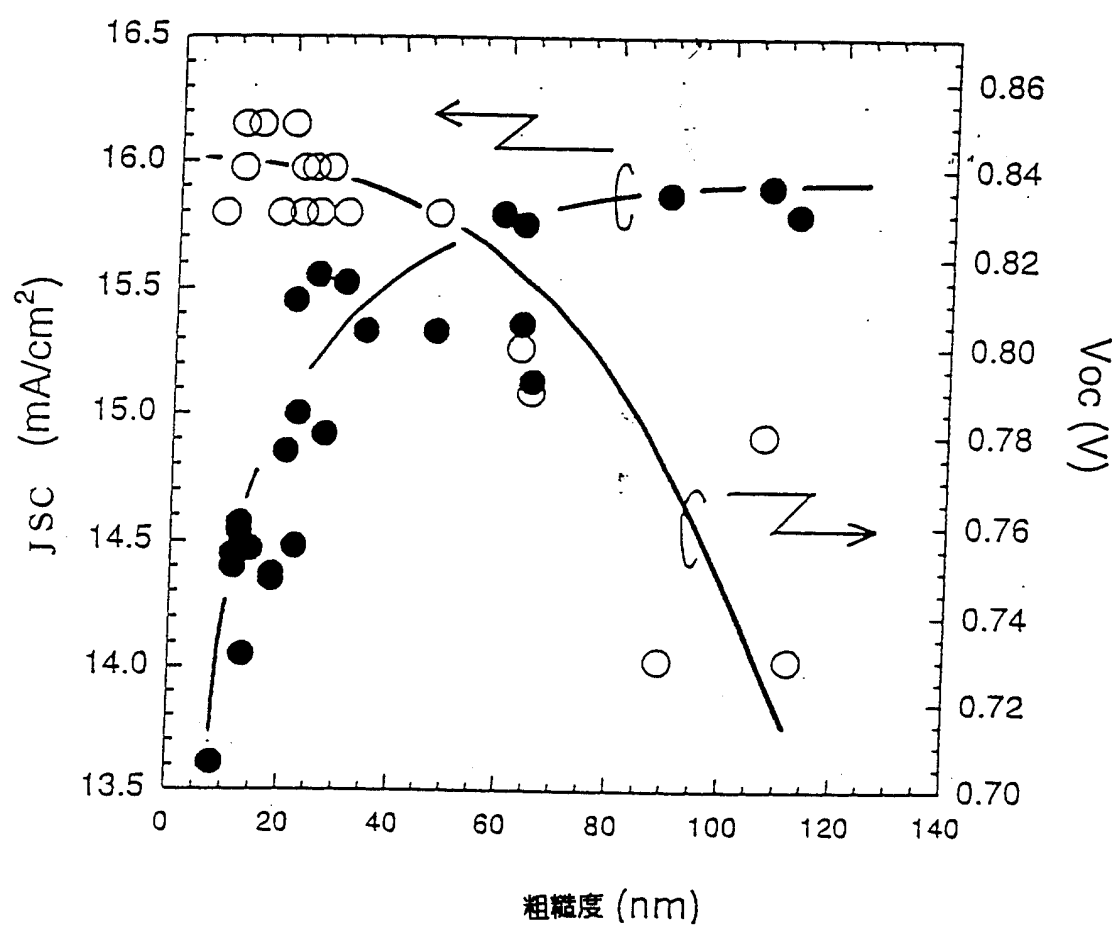
第 5 圖



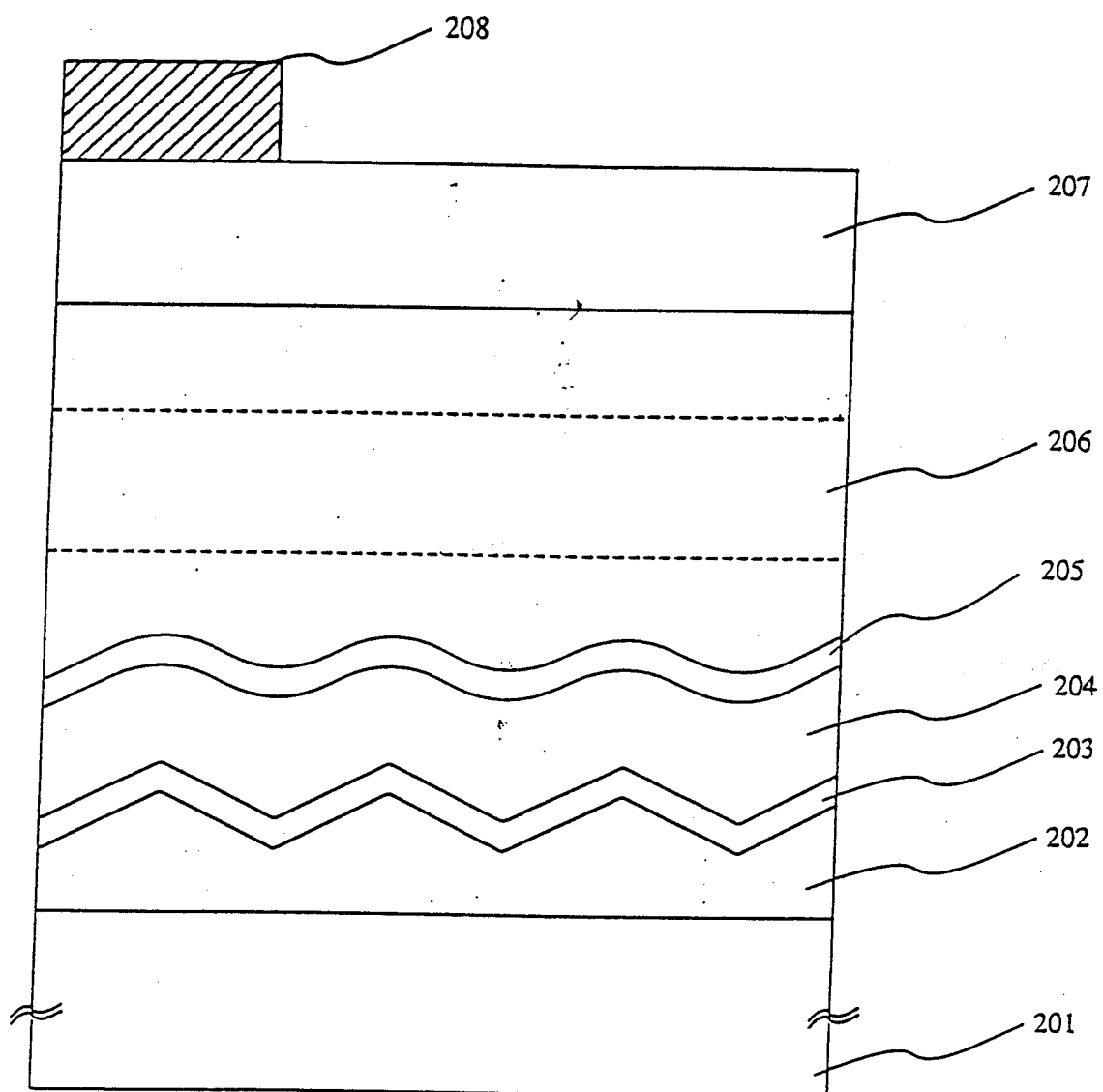
第 6 圖



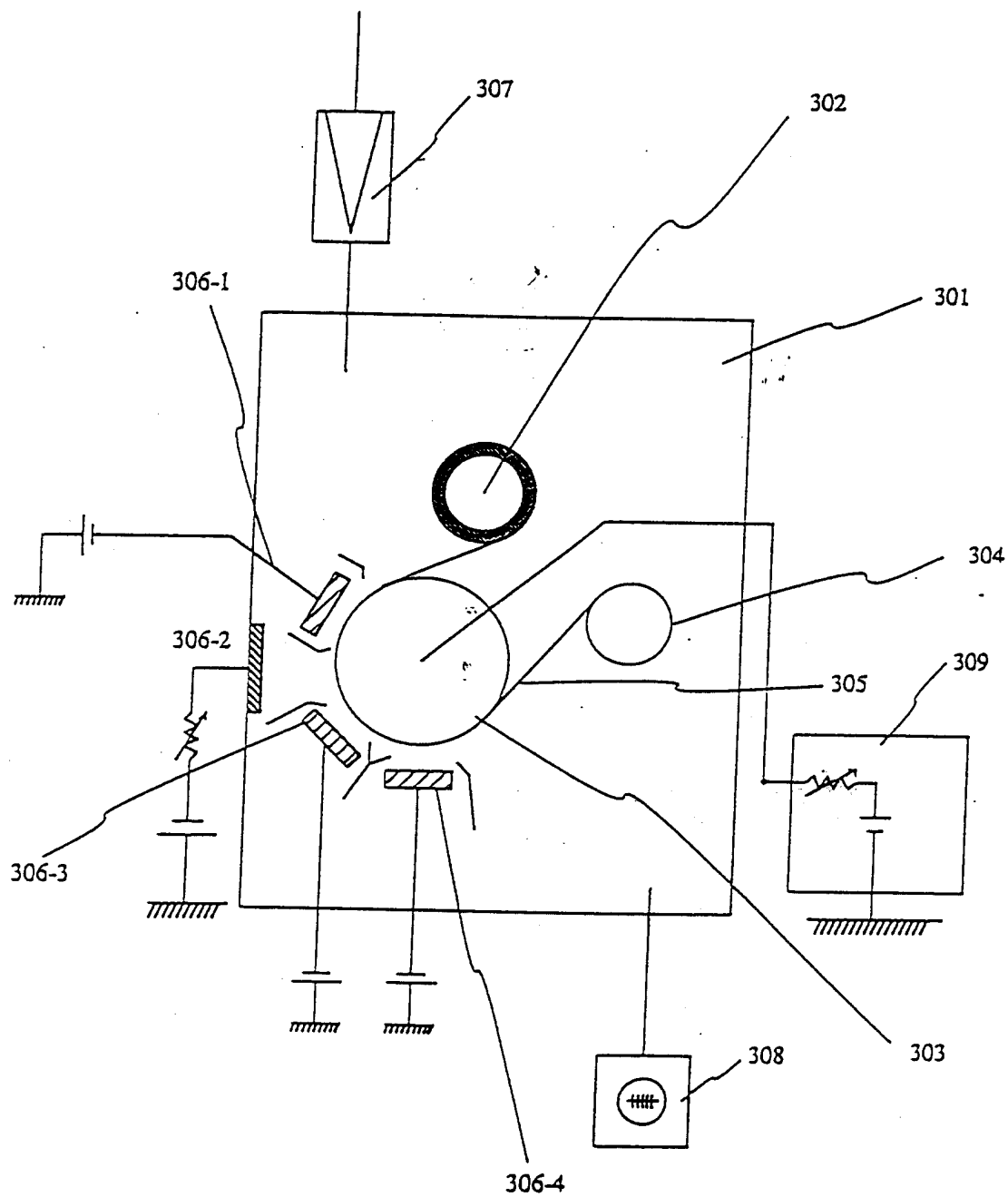
第 7 圖



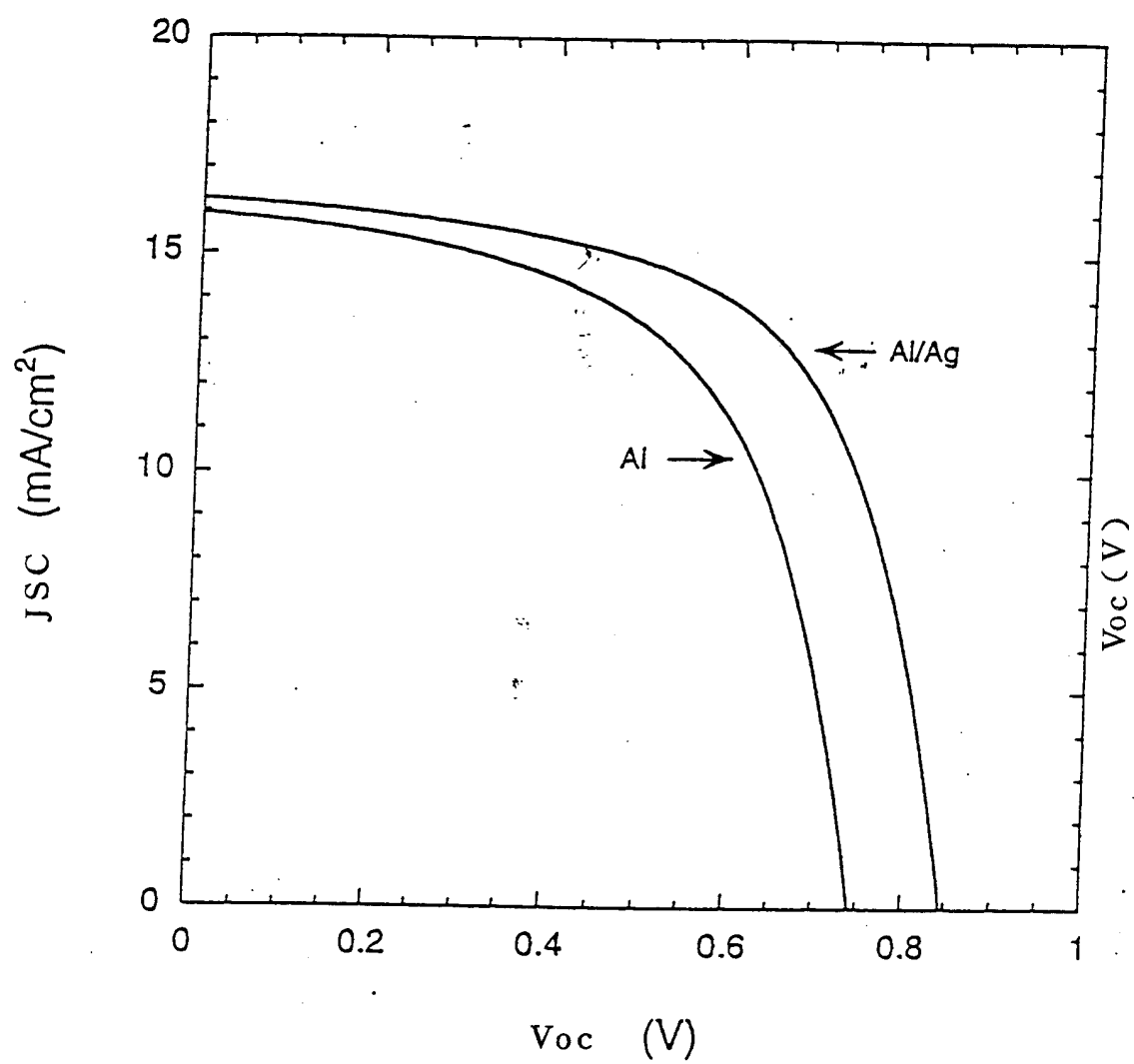
第 8 圖



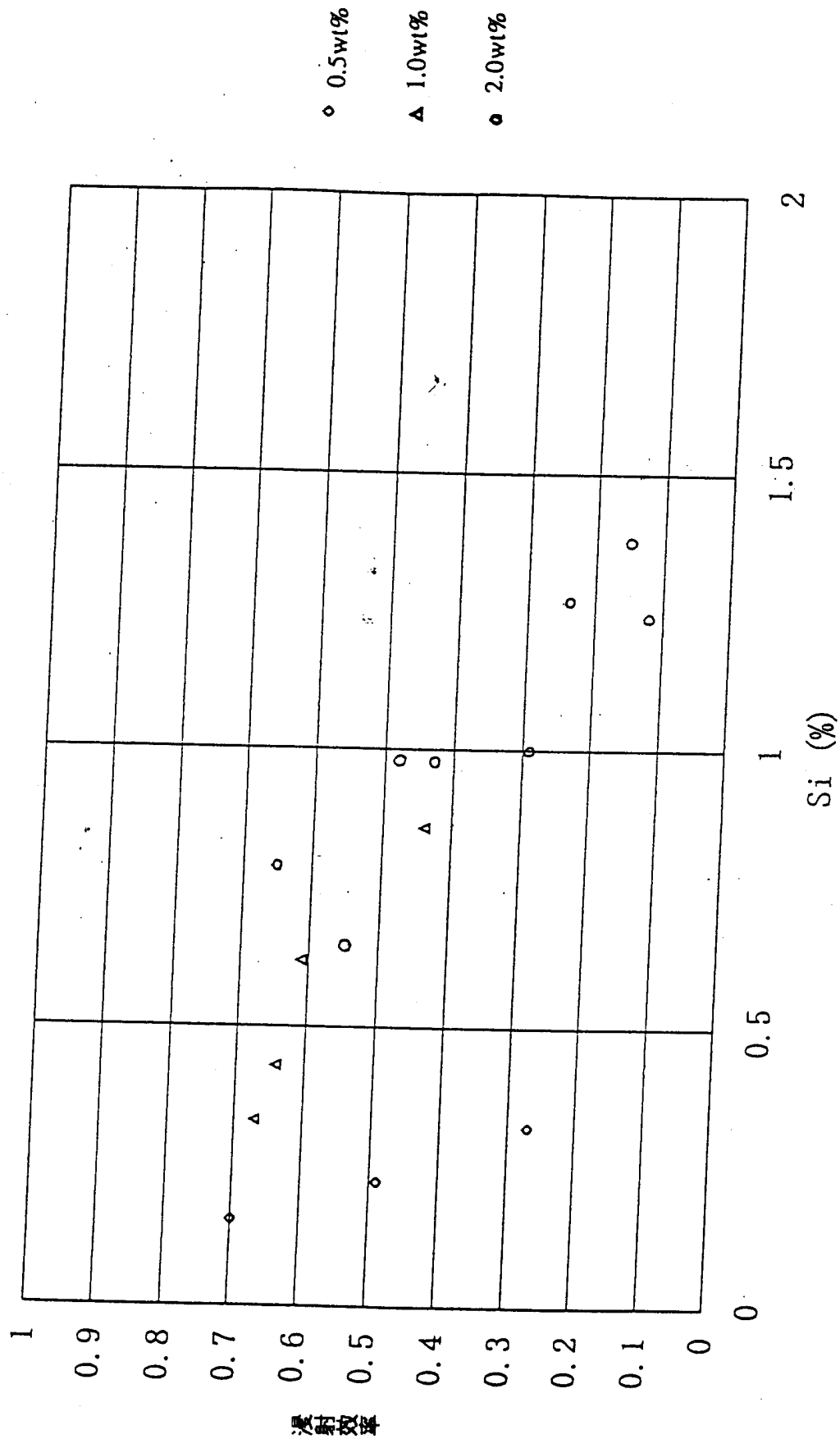
第 9 圖



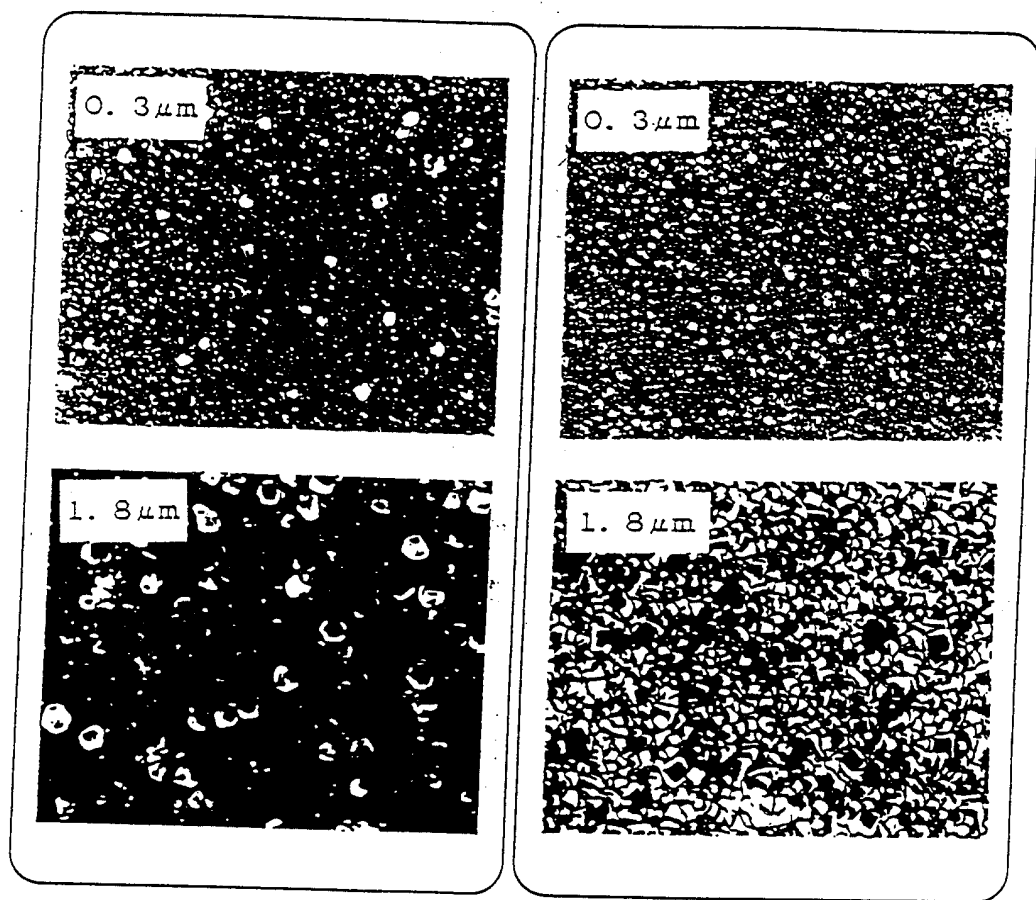
第10圖



第11圖



第12圖



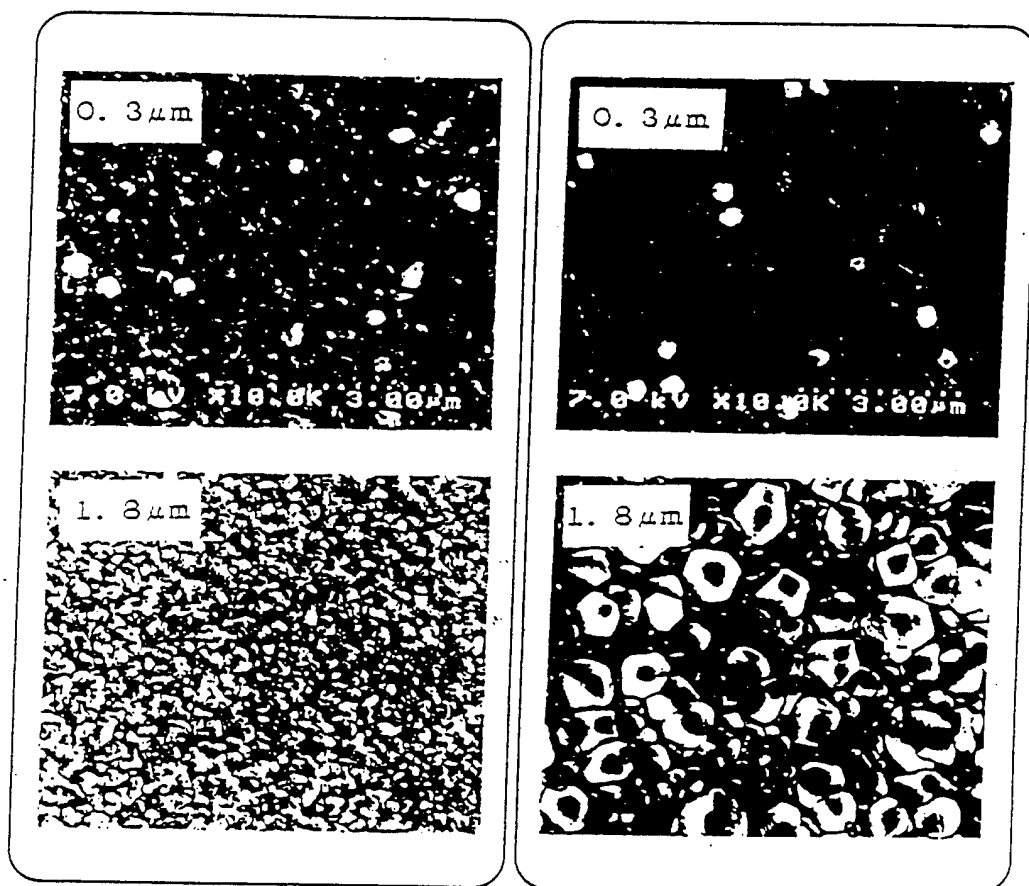
純 Al

Al-Si 0.5wt%

70°C

第13圖A

第13圖B



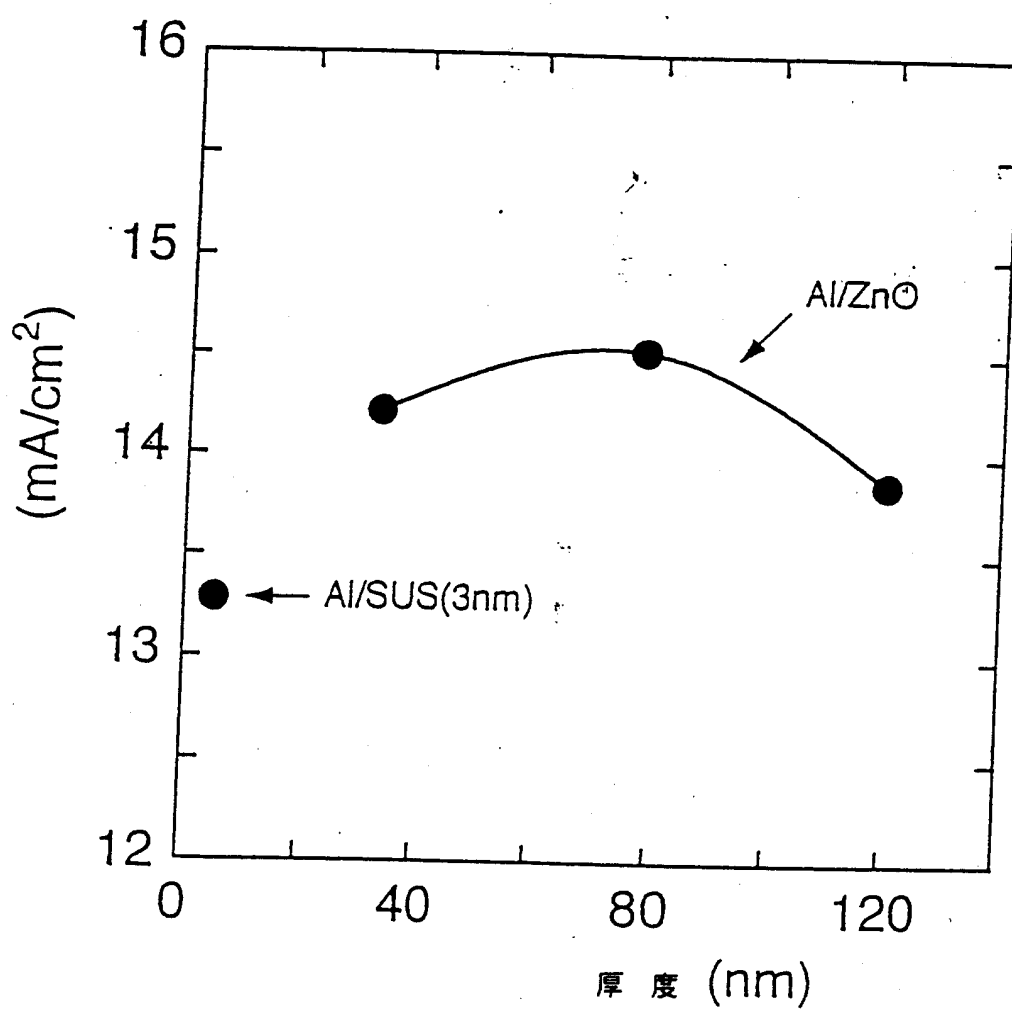
純 Al

Al-Si 0.5wt%

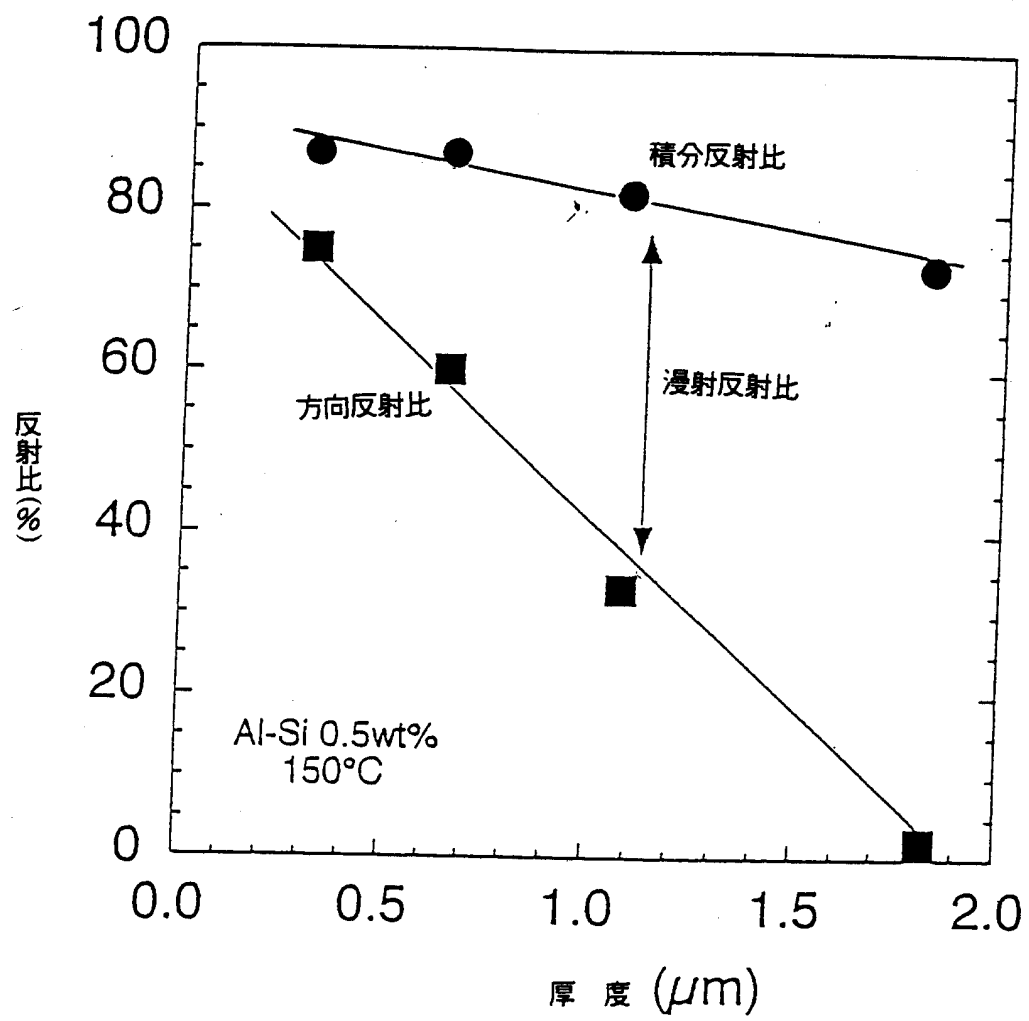
150°C

第14圖A

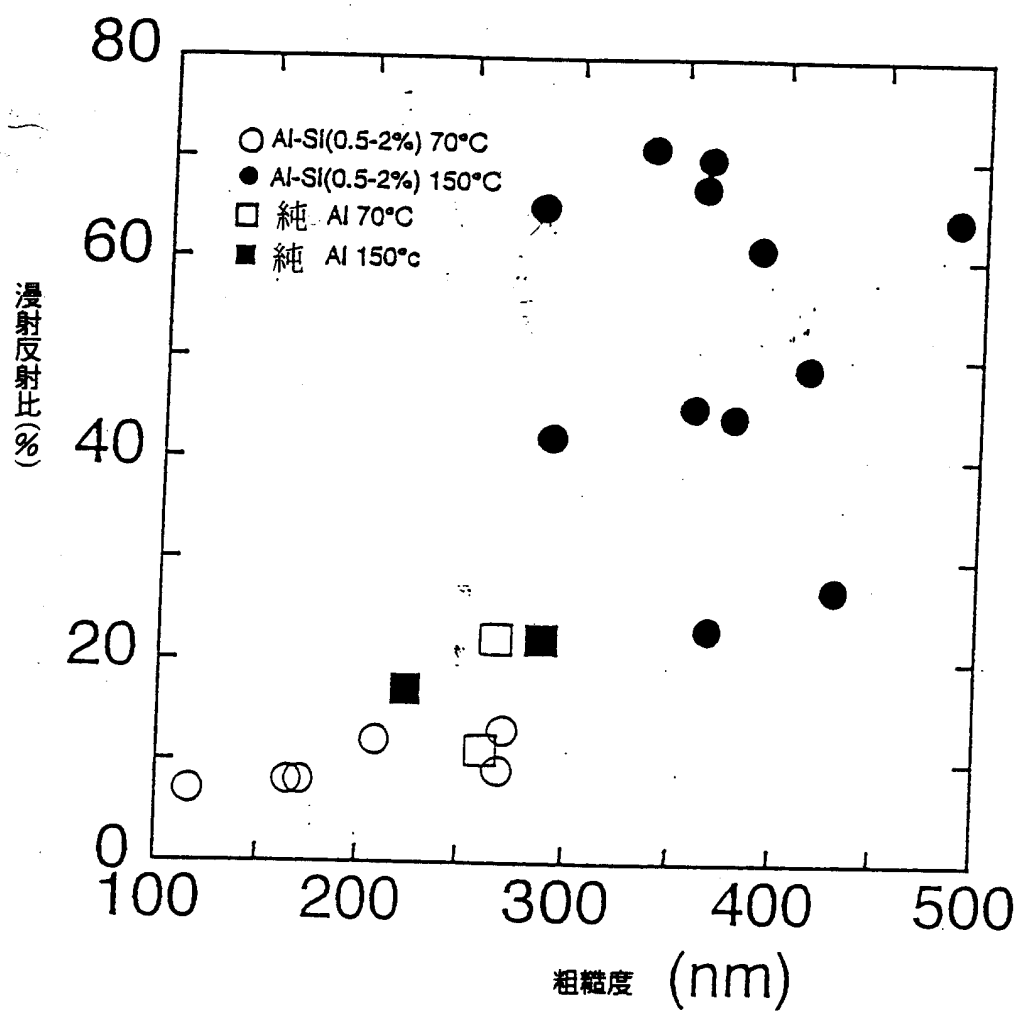
第14圖B



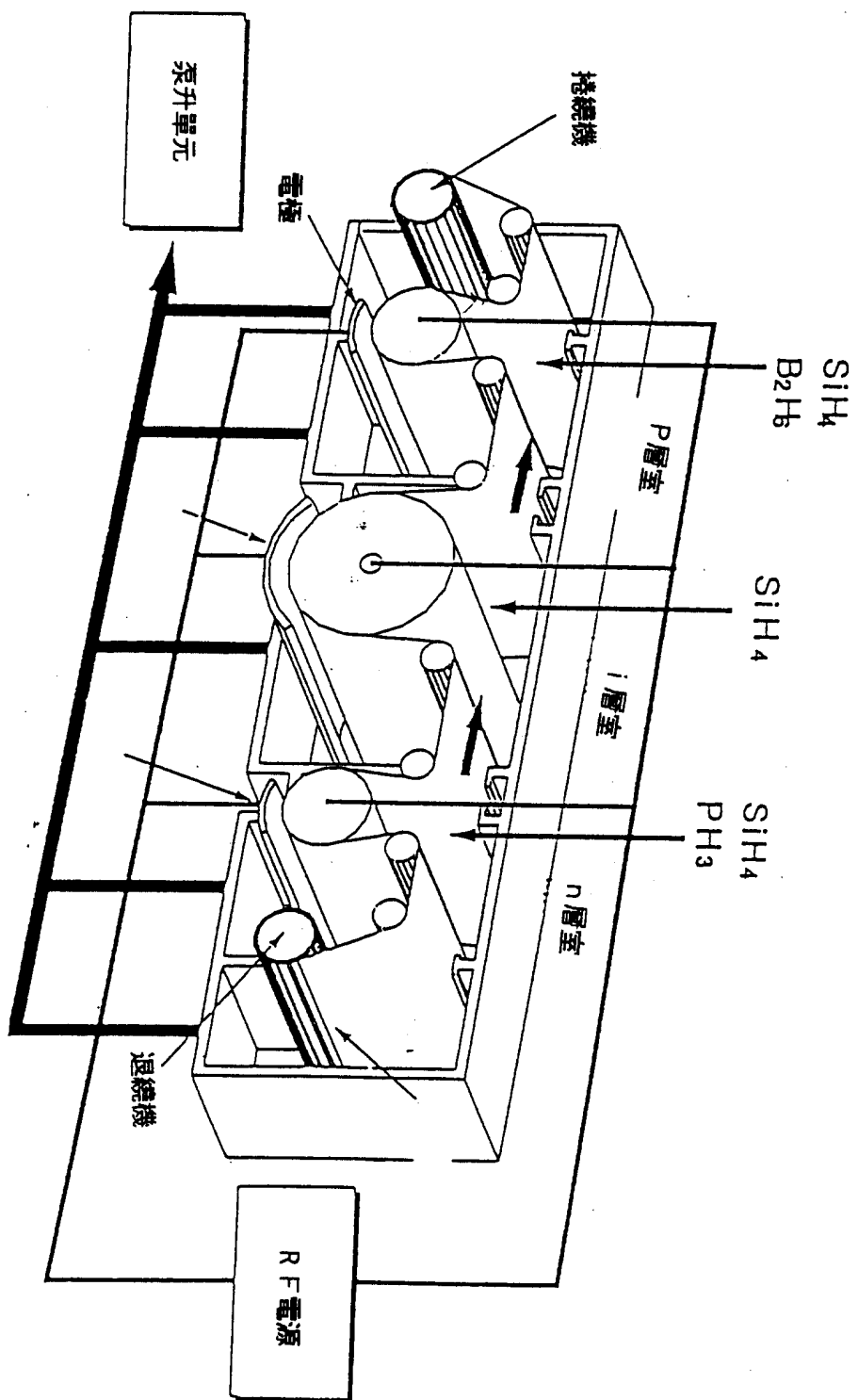
第15圖



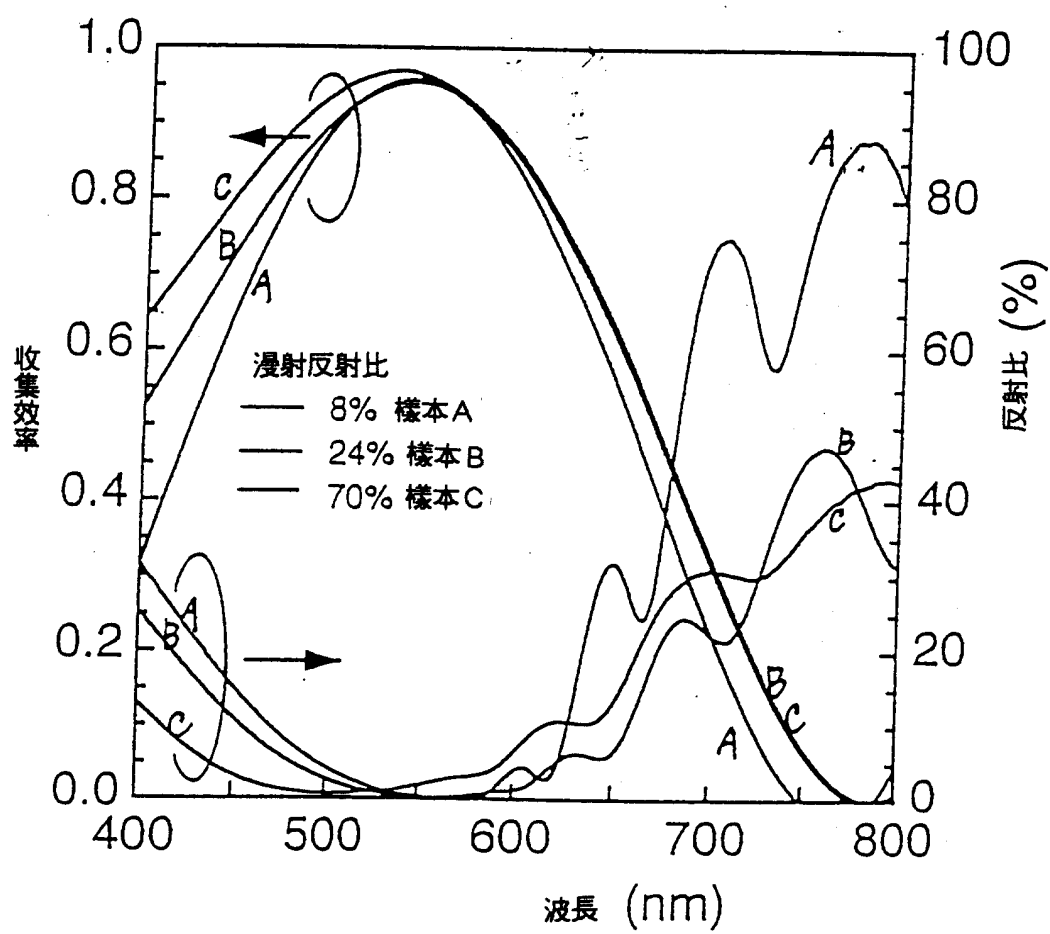
第16圖



第17圖



第18圖



第19圖

	傳統太陽電池	實施例的太陽電池	差(%)
光電轉換效率(%)	7.5	8.1	+ 8
短路電流(A)	15.1	16.8	+ 11
開路電壓(V)	0.84	0.83	- 1
形狀因數	0.584	0.583	- 0.2

第20圖

六、申請專利範圍

1. 一種太陽電池，包括：

基底；

形成於基底上的反光電極；

形成於電極上的光電轉換層；

形成於該層上的透明電極，

其中反光電極具有包含0.1至6.0%雜質元素之矽、鎳、銅之至少一種的第一鋁膜，和形成於第一鋁膜上且不含雜質元素的第二鋁膜，

其中第一鋁膜的平均表面粗糙度在50nm以上。

2. 一種太陽電池，包括：

基底；

形成於基底上的反光電極；

形成於電極上的光電轉換層；

形成於該層上的透明電極，

其中反光電極具有包含0.1至6.0%雜質元素之矽、鎳、銅之至少一種的鋁膜，和形成於鋁膜上且不含雜質元素的鋁膜，

其中鋁膜的平均表面粗糙度在50nm以上。

3. 如申請專利範圍第1項的太陽電池，其中雜質元素為矽。

4. 如申請專利範圍第2項的太陽電池，其中雜質元素為矽。

5. 如申請專利範圍第1項的太陽電池，其中基底包含有機樹脂膜。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

六、申請專利範圍

6. 如申請專利範圍第2項的太陽電池，其中基底包含有機樹脂膜。

7. 如申請專利範圍第5項的太陽電池，其中有機樹脂膜由聚乙烯對酞酸酯、聚乙烯苯二甲酸酯、聚酯砜、聚亞胺、芳族聚醯胺之一構成。

8. 如申請專利範圍第6項的太陽電池，其中有機樹脂膜由聚乙烯對酞酸酯、聚乙烯苯二甲酸酯、聚酯砜、聚亞胺、芳族聚醯胺之一構成。

9. 一種太陽電池之電極的製造方法，包括下列步驟：

使用含有0.1至6.0重量%之矽、鎳、銅之至少一種的鋁做為靶，在50至200℃基底溫度由濺射在基底上形成具有不平表面的第一鋁膜；

在第一鋁膜上形成第二鋁膜和銀膜之一，

其中第一鋁膜的表面平均粗糙度為50nm或更大，第二鋁膜和銀膜之一沒有雜質元素。

10. 如申請專利範圍第9項的方法，其中包含在靶的雜質元素是矽。

11. 如申請專利範圍第9項的方法，其中基底包含有機樹脂膜。

12. 如申請專利範圍第11項的方法，其中有機樹脂膜由聚乙烯對酞酸酯、聚乙烯苯二甲酸酯、聚酯砜、聚亞胺、芳族聚醯胺之一構成。

13. 如申請專利範圍第11項的方法，在形成第一

六、申請專利範圍

鋁膜之前，進一步包括步驟：

加熱有機樹脂膜基底以從基底釋放氣體；

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

始