



(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 I538227 B

(45) 公告日：中華民國 105 (2016) 年 06 月 11 日

(21) 申請案號：103108813

(22) 申請日：中華民國 103 (2014) 年 03 月 12 日

(51) Int. Cl. : **H01L31/0216(2014.01)**

(30) 優先權：2013/03/12 美國 61/777,329

2014/03/07 美國 14/200,045

(71) 申請人：片片堅俄亥俄州工業公司 (美國) PPG INDUSTRIES OHIO, INC. (US)

美國

(72) 發明人：波辛 亞當 D POLCYN, ADAM D. (US)；金裘 亞許圖希 GANJOO, ASHTOSH

(US)；麥克卡米 詹姆士 W MCCAMY, JAMES W. (US)

(74) 代理人：陳長文

(56) 參考文獻：

TW 201142053A US 2003/0175557A1

US 2011/0100424A1

審查人員：陳光輝

申請專利範圍項數：16 項 圖式數：3 共 25 頁

(54) 名稱

具有抗反射塗層之光伏打電池

PHOTOVOLTAIC CELL HAVING AN ANTIREFLECTIVE COATING

(57) 摘要

本發明係關於光伏打電池，其包含具有第一表面及第二表面之透明基板。透明導電氧化物塗層存在於該透明基板之第二表面上方。光伏打塗層存在於該透明導電氧化物塗層上方。該光伏打電池亦包含存在於該透明基板之第一表面上方之抗反射塗層。該抗反射塗層自該透明基板之第一表面起按順序包含：第一層，其包含一或多種金屬氧化物，例如錫酸鋅；第二層，其包含一或多種金屬氧化物，例如二氧化矽及氧化鋁；第三層，其包含一或多種金屬氧化物，例如錫酸鋅；及第四層，其包含一或多種金屬氧化物，例如二氧化矽。

The present invention relates to a photovoltaic cell that includes a transparent substrate that has a first surface and a second surface. A transparent conductive oxide coating resides over the second surface of the transparent substrate. A photovoltaic coating resides over the transparent conductive oxide coating. The photovoltaic cell also includes an antireflective coating that resides over the first surface of the transparent substrate. The antireflective coating includes, in order from the first surface of the transparent substrate: a first layer that includes one or more metal oxides, for example, zinc stannate; a second layer that includes one or more metal oxides, for example, silica and alumina; a third layer that includes one or more metal oxides, for example, zinc stannate; and a fourth layer that includes one or more metal oxides, for example, silica.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 1 . . . 光伏打電池
- 11 . . . 透明基板
- 14 . . . 第一表面
- 17 . . . 第二表面
- 20 . . . 透明導電氧化物塗層
- 23 . . . 光伏打塗層
- 26 . . . 背電極
- 29 . . . 背基板
- 32 . . . 抗反射塗層
- 35 . . . 第一層
- 38 . . . 第二層
- 41 . . . 第三層
- 44 . . . 第四層
- 47 . . . 光化輻射源

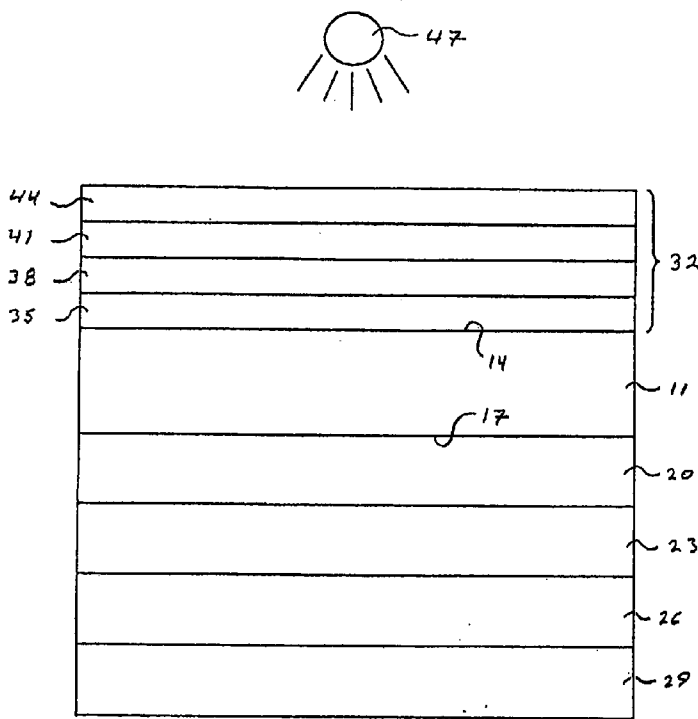


圖 1

發明摘要

※ 申請案號：103108817

※ 申請日：103.7.12

※IPC 分類：H01L 31/0216 (2018.01)

【發明名稱】

具有抗反射塗層之光伏打電池

PHOTOVOLTAIC CELL HAVING AN ANTIREFLECTIVE
COATING

【中文】

本發明係關於光伏打電池，其包含具有第一表面及第二表面之透明基板。透明導電氧化物塗層存在於該透明基板之第二表面上方。光伏打塗層存在於該透明導電氧化物塗層上方。該光伏打電池亦包含存在於該透明基板之第一表面上方之抗反射塗層。該抗反射塗層自該透明基板之第一表面起按順序包含：第一層，其包含一或多種金屬氧化物，例如錫酸鋅；第二層，其包含一或多種金屬氧化物，例如二氧化矽及氧化鋁；第三層，其包含一或多種金屬氧化物，例如錫酸鋅；及第四層，其包含一或多種金屬氧化物，例如二氧化矽。

【英文】

The present invention relates to a photovoltaic cell that includes a transparent substrate that has a first surface and a second surface. A transparent conductive oxide coating resides over the second surface of the transparent substrate. A photovoltaic coating resides over the transparent conductive oxide coating. The photovoltaic cell also includes an antireflective coating that resides over the first surface of the transparent substrate. The antireflective coating includes, in order from the first surface of the transparent substrate: a first layer that includes one or more metal oxides, for example, zinc stannate; a second layer that includes one or more metal oxides, for example, silica and alumina; a third layer that includes one or more metal oxides, for example, zinc stannate; and a fourth layer that includes one or more metal oxides, for example, silica.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（1）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 1 光伏打電池
- 11 透明基板
- 14 第一表面
- 17 第二表面
- 20 透明導電氧化物塗層
- 23 光伏打塗層
- 26 背電極
- 29 背基板
- 32 抗反射塗層
- 35 第一層
- 38 第二層
- 41 第三層
- 44 第四層
- 47 光化輻射源

【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】

具有抗反射塗層之光伏打電池

PHOTOVOLTAIC CELL HAVING AN ANTIREFLECTIVE
COATING

【技術領域】

本發明係關於光伏打電池，其包含具有其上具有抗反射塗層之第一表面、其上具有透明導電氧化物塗層之第二表面的透明基板及透明導電氧化物塗層上方之光伏打塗層。

【先前技術】

光伏打電池(例如太陽能電池)通常包含具有面向輻射源(例如太陽)之前表面及後表面之透明基板。通常在透明基板之後表面上提供以下序列之層且遠離該後表面延伸：頂電極、窗口層、吸收層、背電極(back electrode)及背載體。除提供載體外，透明基板保護堆疊在其後表面上之各層免於可源自例如濕度及機械影響之損害。

太陽能電池之電效率部分取決於實際上向下穿過透明基板後表面上各層之堆疊的入射輻射之量。通常，某一百分比之入射輻射自透明基板之前表面或在該表面處反射。當入射輻射在前表面處反射時，可向下穿過層之後堆疊之輻射量減小，且太陽能電池之電效率相應地降低。

業內期望研發出使得與其透明基板相關之入射輻射之反射減少或最少之光伏打電池。業內將進一步期望該等新研發之光伏打電池在操作條件(例如在暴露於天氣及磨損)下維持入射光化輻射之該減少或最少的反射。

【發明內容】

本發明提供光伏打電池，其包含：(a) 透明基板，其包括第一表面及第二表面，其中第一表面及第二表面彼此對置；(b) 透明導電氧化物塗層，其存在於透明基板之第二表面上方；(c) 光伏打塗層，其存在於透明導電氧化物塗層上方，其中透明導電氧化物塗層插入透明基板之第二表面與光伏打塗層之間；及(d) 抗反射塗層，其在透明基板之第一表面上方。抗反射塗層包括：(i) 第一層，其包括選自鋅氧化物、銦氧化物、錫氧化物、其兩者或更多者之組合及其兩者或更多者之金屬合金氧化物之金屬氧化物，其中第一層存在於透明基板之第一主表面上方；(ii) 第二層，其包括二氧化矽及視情況氧化鋁，其中第二層存在於第一層上方；(iii) 第三層，其包括選自鋅氧化物、銦氧化物、錫氧化物、其兩者或更多者之組合及其兩者或更多者之金屬合金氧化物之金屬氧化物，其中第三層存在於第二層上方；及(iv) 第四層，其包括二氧化矽及視情況氧化鋁，其中第四層存在於第三層上方。

【圖式簡單說明】

圖1係本發明光伏打電池之代表性剖視圖；

圖2係本發明之另一光伏打電池之代表性剖視圖；且

圖3係包含兩個本發明光伏打電池之光伏打模組之代表性示意性剖視圖。

在未按比例之圖1-3中，相同的參考符號表示相同的組件及結構特徵。

【實施方式】

如本文所使用之空間或方向術語(例如「左」、「右」、「內部」、「外部」、「上方」、「下方」及諸如此類)係指如圖式中所展示之本發明。然而，應理解，本發明可設想多種替代性定向，且因此該等術語

不應視為具有限制性。

除非在操作實例(若存在)中或另外指明，否則本說明書及申請專利範圍中所使用之表示成份量、反應條件、處理參數、物理特徵、尺寸及諸如此類之所有數值皆應理解為在所有情況下經術語「約」修飾。因此，除非指明相反之情形，否則下列說明書及申請專利範圍中所闡釋之數值皆可端視本發明尋求獲得之期望特性而變化。

此外，最低限度且並非企圖將等效教義之應用限於申請專利範圍之範疇，每一數值應至少根據所報告有效數位的數值且藉由使用普通舍入技術來解釋。此外，本文所揭示之所有範圍皆應理解為涵蓋其中所包含之開始及結束範圍值以及任何及所有子範圍。例如，所述範圍「1至10」應視為包含介於(且包含)最小值1與最大值10之間的任何及所有子範圍；即，以最小值1或較大值開始且以最大值10或較小值結束之所有子範圍，例如，1至3.3、4.7至7.5、5.5至10及諸如此類。

如本文所使用之術語「在上方形成」、「在上方沈積」、「存在於上方」或「在上方提供」意指於表面上形成、沈積或提供但未必與其直接(或鄰接)接觸。例如，在基板或基板表面「上方形成」或「存在於其上方」之塗層並不排除存在位於所形成(或所鑒定)塗層與基板間之一或多個相同或不同組成之其他塗層或膜。

如本文所使用之術語「插入」及相關術語(例如「插入……之間」)意指存在或定位於一或兩個元件(例如層)之間，但未必與其直接接觸(或鄰接)，所鑒定元件(例如一層)插入其間。

如本文所使用之術語「可見區」及相關術語(例如「可見光」)意指具有介於380 nm至780 nm範圍內之波長之電磁輻射。

如本文所使用之術語「光化輻射」意指能夠在材料中產生反應(例如(但不限於)產生光伏打塗層)以產生電之電磁輻射。

如本文所使用之術語「紅外區」及相關術語(例如「紅外輻射」)

意指具有介於大於780 nm至100,000 nm範圍內之波長之電磁輻射。

術語「紫外區」及相關術語(例如「紫外輻射」)意指具有介於100 nm至小於380 nm範圍內之波長之電磁能。

本文中所提及之所有文件(例如(但不限於)已頒佈專利及專利申請案)應視為其全文皆「以引用方式併入本文中」。

除非清楚且明確地限於一個指示物，否則如本文所使用之冠詞「一(a、an)」及「該」包含複數個指示物。

如本文所使用之術語「透明」意指具有在期望波長範圍(例如可見光)內大於0%至100%之透射率。如本文所使用之術語「半透明」意指允許電磁輻射(例如可見光)透射但使此電磁輻射擴散或散射。如本文所使用之術語「不透明」意指具有在期望波長範圍(例如可見光)內基本上為0% (例如0%)之透射率。

根據一些實施例且參考圖式之圖1，本發明之光伏打電池1包含包括相對於彼此對置之第一表面14與第二表面17之透明基板11。透明基板11之第一表面14可面向光化輻射源47之對面(或面向)光化輻射源47。光化輻射源可選自當穿過本發明之光伏打電池時產生電之人工電磁輻射源及/或天然電磁輻射源。光化輻射源可選自其之人工電磁輻射源之實例包含(但不限於)電燈(例如白熾燈、螢光燈、發光二極體)及稀有氣體燈(例如氙氣燈)。天然電磁輻射源之實例包含(但不限於)直接太陽能輻射、反射太陽能輻射及/或放大太陽能輻射。

光伏打電池1進一步包含存在(或定位)於透明基板11之第二表面17上方之透明導電氧化物塗層20。透明導電氧化物塗層20可鄰接透明基板11之第二表面17。

光伏打電池1進一步包含存在於透明導電氧化物塗層20上方之光伏打塗層23，以使得透明導電氧化物塗層20插入透明基板11之第二表面17與光伏打塗層23之間。光伏打塗層23可鄰接透明導電氧化物塗層

20。

本發明之光伏打電池可進一步包含定位(或存在)於光伏打塗層上方之背電極。非限制性參考圖1，光伏打電池1包含定位於光伏打塗層23上方之背電極26。背電極26與光伏打塗層23可彼此鄰接。本發明光伏打電池之背電極進一步詳細闡述於下文中。

本發明之光伏打電池可另外包含定位(或存在)於背電極上方之背基板。非限制性參考圖1，光伏打電池1進一步包含定位於背電極26上方之背基板29。背基板29與背電極26可彼此鄰接。本發明光伏打電池之背基板進一步詳細闡述於下文中。

本發明之光伏打電池包含存在於透明基板之第一表面上方之抗反射塗層。非限制性參考圖1，光伏打電池1進一步包含定位於透明基板11之第一表面14上方之抗反射塗層32。抗反射塗層32包含包括選自以下各項之金屬氧化物之第一層35：鋅氧化物、鋯氧化物、錫氧化物、其兩者或更多者之組合及其兩者或更多者之金屬合金氧化物。第一層35存在於透明基板11之第一表面14上方。第一層35與第一表面14可彼此鄰接。

進一步參考圖1，抗反射塗層32包含包括二氧化矽及視情況氧化鋁之第二層38。第二層38存在於抗反射塗層32之第一層35上方。抗反射塗層32之第二層38與第一層35可彼此鄰接。

進一步參考圖1，抗反射塗層32包含包括選自以下各項之金屬氧化物之第三層41：鋅氧化物、鋯氧化物、錫氧化物、其兩者或更多者之組合及其兩者或更多者之金屬合金氧化物。第三層41存在於抗反射塗層32之第二層38上方。抗反射塗層32之第三層41與第二層38可彼此鄰接。

進一步參考圖1，抗反射塗層32包含包括二氧化矽及視情況氧化鋁之第四層44。第四層44存在於抗反射塗層32之第三層41上方。抗反

射塗層32之第四層44與第三層41可彼此鄰接。

本發明光伏打電池之透明基板可包含或自例如(但不限於)以下材料製造：有機聚合物，例如熱塑性、熱固性或彈性聚合物材料；玻璃，例如無機玻璃；陶瓷；及其兩者或更多者之組合、複合物或混合物。適宜材料之其他實例包含(但不限於)塑膠基板(例如丙烯酸聚合物，例如聚丙烯酸酯；聚甲基丙烯酸烷基酯，例如聚甲基丙烯酸甲酯、聚甲基丙烯酸乙酯、聚甲基丙烯酸丙酯及諸如此類；聚胺基甲酸酯；聚碳酸酯；聚對苯二甲酸烷基酯，例如聚對苯二甲酸乙二酯(PET)、聚對苯二甲酸丙二酯、聚對苯二甲酸丁二酯及諸如此類；含有聚矽烷之聚合物；或用於製備該等材料之任何單體之共聚物或其任何混合物)；陶瓷基板；玻璃基板；或上述任一者之混合物或組合。

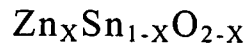
透明基板可包含習用鈉鈣矽酸鹽玻璃、硼矽酸鹽玻璃或鑲鉛玻璃。玻璃可為透明玻璃。「透明玻璃」意指無色或無色彩玻璃。另一選擇為，玻璃可為有色或彩色玻璃。玻璃可為退火或熱處理玻璃。如本文所使用之術語「熱處理」意指回火、彎曲、熱強化或層壓。玻璃可具有任何類型(例如習用浮製玻璃)，且可為具有任何光學特性(例如任何值之可見透射率、紫外透射率、紅外透射率及/或總太陽能透射率)之任何組成。透明基板可選自例如浮製透明玻璃或可為有色或彩色玻璃。儘管並不限於本發明，適用於透明基板之玻璃之實例闡述於美國專利第4,746,347號；第4,792,536號；第5,030,593號；第5,030,594號；第5,240,886號；第5,385,872號；及第5,393,593號中。透明基板可具有任何期望尺寸，例如長度、寬度、形狀或厚度。對於一些實施例，透明基板可為大於0 mm至10 mm厚，例如1 mm至10 mm厚或1 mm至5 mm厚，或小於4 mm厚，例如3 mm至3.5 mm厚或3.2 mm厚。此外，對於一些實施例，透明基板可具有任何期望形狀，例如平坦、彎曲、拋物線形或諸如此類。

透明基板可在550奈米(nm)之參考波長及3.2 mm之參考厚度下具有高可見光透射率。「高可見光透射率」意指在550 nm下在3.2 mm之參考厚度下透明基板之可見光透射率大於或等於85%，例如大於或等於87%，例如大於或等於90%，例如大於或等於91%，例如大於或等於92%，例如大於或等於93%，例如大於或等於95%。透明基板可選自其之玻璃之其他非限制性實例包含(但不限於)彼等揭示於美國專利第5,030,593號及第5,030,594號中者。透明基板可選自其之玻璃之非限制性實例包含(但不限於) Starphire®、Solarphire®、Solarphire® PV、Solargreen®、Solextra®、GL-20®、GL-35™、Solarbronze®、CLEAR及Solargray®玻璃，其皆可自Pittsburgh, Pa之PPG Industries公司購得。

抗反射塗層之第一及第三層各自獨立地包含選自以下各項之金屬氧化物：鋅氧化物、銦氧化物、錫氧化物、其兩者或更多者之組合(或混合物)及其兩者或更多者之金屬合金氧化物。抗反射塗層之第一及第三層可各自獨立地包含鋅氧化物、錫氧化物、其組合及其金屬合金氧化物。抗反射塗層之第一及第三層可各自獨立地包含鋅/錫合金氧化物或鋅/錫氧化物混合物(或組合)。鋅/錫合金氧化物可自磁控濺鍍真空沈積鋅及錫之陰極獲得，該陰極可包含10 wt.%至90 wt.%之量之鋅及90 wt.%至10 wt.%之量之錫，其中重量%在每一情形下係基於存在於陰極中之鋅及錫的總重量。抗反射塗層之第一及第三層可各自獨立地包含包括10 wt.%至90 wt.%之量之鋅及90 wt.%至10 wt.%之量之錫的鋅/錫合金氧化物，其中重量%在每一情形下係基於存在於層中之鋅及錫的總重量。

對於一些實施例，抗反射塗層之第一及第三層各自獨立地包含鋅及錫之呈錫酸鋅形式之金屬合金氧化物。如本文所使用之術語「錫酸鋅」意指由下式(I)表示之材料或組合物：

式(I)



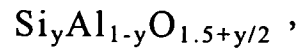
參考式(I)，下標x在大於0至小於1之範圍內變化。例如，下標x可大於0且可係大於0至小於1間之任何分數或小數。出於非限制性說明之目的，若 $x=2/3$ ，則式1為 $\text{Zn}_{2/3}\text{Sn}_{1/3}\text{O}_{4/3}$ ，對於一些實施例其闡述為「 Zn_2SnO_4 」。對於一些實施例，抗反射塗層之第一及第三層各自獨立地包含呈一或多種如由式(I)表示之形式之錫酸鋅。

抗反射塗層之第二及第四層各自獨立地包含二氧化矽及視情況氧化鋁。抗反射塗層之第二及第四層可各自獨立地包含大於0 wt.%至小於或等於100 wt.%之量之二氧化矽。抗反射塗層之第二及第四層可各自獨立地包含：1 wt.%至99 wt.%之氧化鋁及99 wt.%至1 wt.%之二氧化矽；或5 wt.%至95 wt.%之氧化鋁及95 wt.%至5 wt.%之二氧化矽；或10 wt.%至90 wt.%之氧化鋁及90 wt.%至10 wt.%之二氧化矽；或15 wt.%至90 wt.%之氧化鋁及85 wt.%至10 wt.%之二氧化矽；或50 wt.%至75 wt.%之氧化鋁及50 wt.%至25 wt.%之二氧化矽；或50 wt.%至70 wt.%之氧化鋁及50 wt.%至30 wt.%之二氧化矽；或70 wt.%至90 wt.%之氧化鋁及30 wt.%至10 wt.%之二氧化矽；或75 wt.%至85 wt.%之氧化鋁及25 wt.%至15 wt.%之二氧化矽，例如88 wt.%氧化鋁及12 wt.%二氧化矽；或65 wt.%至75 wt.%之氧化鋁及35 wt.%至25 wt.%之二氧化矽，例如70 wt.%氧化鋁及30 wt.%二氧化矽；或60 wt.%至小於75 wt.%之氧化鋁及大於25 wt.%至40 wt.%之二氧化矽。根據一些實施例，抗反射塗層之第二及第四層各自獨立地包含40 wt.%至15 wt.%之氧化鋁及60 wt.%至85 wt.%之二氧化矽，例如85 wt.%二氧化矽及15 wt.%氧化鋁。

抗反射塗層之第二及第四層可各自獨立地包含二氧化矽與氧化鋁之組合。抗反射塗層之第二及第四層可各自獨立地自以下各項來濺

鍍：兩個陰極，例如一個由矽構成且一個由鋁構成；或含有矽及鋁二者之單一陰極。對於一些實施例，抗反射塗層之第二及第四層中二氧化矽及氧化鋁之組合可在每一情形下獨立地由下式(II)表示，

式(II)



參考式(II)，下標 y 可自大於0至小於1變化。

在光伏打電池之實例性抗反射塗層中，第一層包括錫酸鋅；第二層包括二氧化矽及氧化鋁；第三層包括錫酸鋅；且第四層包括二氧化矽。

在光伏打電池之抗反射塗層之另一些實例中，第一層係由錫酸鋅組成；第二層係由二氧化矽及氧化鋁組成；第三層係由錫酸鋅組成；且第四層係由二氧化矽組成。

光伏打電池之抗反射塗層之第二層可在各情形下基於第三層之總重量包含70重量%至95重量%之量之二氧化矽及5重量%至30重量%之量的氧化鋁。

光伏打電池之抗反射塗層之第二層(若需要)係在各情形下基於第三層之總重量由70重量%至95重量%之量之二氧化矽及5重量%至30重量%之量的氧化鋁組成。

對於光伏打電池之抗反射塗層，且根據一些實例性實施例：第一層具有15 nm至22 nm、例如18.5 nm之厚度；第二層具有22 nm至33 nm、例如27 nm之厚度；第三層具有95 nm至143 nm、例如119 nm之厚度；且第四層具有75 nm至115 nm、例如93 nm之厚度。

根據本發明之另一些實施例，對於光伏打電池之抗反射塗層：第二層厚度對第一層厚度之比率為1:1至2:1，例如1.46 : 1；第三層厚度對第一層厚度之比率為6:1至7:1，例如6.43 : 1；且第四層厚度對第一層厚度之比率為4.5:1至5.5:1，例如5.14 : 1。

本發明光伏打電池之抗反射塗層可自濺鍍真空沈積形成。對於另一些實施例，抗反射塗層之各層係獨立地自濺鍍真空沈積形成。本發明光伏打電池之抗反射塗層可自磁控濺鍍真空沈積形成。對於一些其他實施例，抗反射塗層之各層係獨立地自磁控濺鍍真空沈積形成。抗反射塗層之各層之濺鍍真空沈積(例如磁控濺鍍真空沈積)可使用一或多個陰極(或靶)實施，諸如本文先前所述。

本發明光伏打電池之抗反射塗層提供期望物理特性，包含(但不限於)：耐濕性，例如根據IEC 61215之要求，在85%相對濕度下在85℃下通過濕度測試達1年；耐凍融性，例如通過60個凍融循環；耐磷酸性，例如根據EN 1096-2所測定；及耐磨性，例如根據EN 1096-2所測定。

本發明光伏打電池之透明導電氧化物塗層可包含至少一層，其中透明導電氧化物塗層之每一層獨立地包含：矽之氧化物、氮化物、碳化物及碳氧化物中之至少一者；鋁之氧化物、氮化物、碳化物及碳氧化物中之至少一者；銦之氧化物、氮化物、碳化物及碳氧化物中之至少一者；錫之氧化物、氮化物、碳化物及碳氧化物中之至少一者；銻之氧化物、氮化物、碳化物及碳氧化物中之至少一者；及其兩者或更多者之組合。

對於一些實施例，光伏打電池之透明導電氧化物塗層中之至少一層包含銻錫氧化物及/或氧化錫。

光伏打電池之透明導電氧化物塗層可包含：包含銻錫氧化物及/或氧化錫之第一層；及包含氧化錫之第二層。透明導電氧化物塗層之包含銻錫氧化物及/或氧化錫之第一層可插入透明基板與包含氧化錫之第二層之間。對於一些實施例，透明導電氧化物塗層之包含銻錫氧化物及/或氧化錫之第一層鄰接透明基板之第二表面，且包含氧化錫之第二層鄰接包含銻錫氧化物及/或氧化錫之第一層。

非限制性參考圖式之圖2，光伏打電池3之透明導電氧化物層20包含第一層50及第二層53。第一層50插入第二層53與透明基板11之第二表面17之間。第一層50具有低於第二層53之電阻率，且相應地第二層53具有高於第一層50之電阻率。對於一些實施例，第一層50包含銻錫氧化物及/或氧化錫，且第二層53包含氧化錫。根據另一些實施例，第一層50包含氧化錫，且第二層53包含氧化錫。對於一些實施例，第一層50鄰接透明基板11之第二表面17，且第一層50與第二層53彼此鄰接。根據一些實施例，透明導電氧化物層20之第一層50具有250奈米至1250奈米之厚度，且透明導電氧化物層20之第二層53具有50奈米至250奈米之厚度。

透明導電氧化物層之每一層可包含一或多種摻雜物。摻雜物之實例包含(但不限於)氟、銻、鎳、鋁、銻及/或硼。

透明導電氧化物塗層可藉由化學氣相沈積方法來形成。透明導電氧化物塗層之每一層可獨立地藉由一或多種化學氣相沈積方法來形成。可用化學氣相沈積(CVD)方法之實例包含(但不限於)燃燒CVD、電漿輔助CVD、遠距電漿輔助CVD及雷射輔助CVD。對於一些實施例，CVD製程可使用適宜前驅物材料來實施，例如單丁基三氯化錫、氫氧化銻、三氯化銻、羧酸銻(例如苯甲酸銻)及用於形成氟摻雜物之三氟乙酸。

透明導電氧化物層之每一層可獨立地具有以下厚度：50奈米(nm)至3000 nm，或100 nm至2500 nm，或200 nm至2000 nm，或該等所列舉較低及較高值之任何組合。

本發明光伏打電池之光伏打塗層可包含至少一個包括以下各項之層：碲化鎘；硫化鎘；視情況進一步包含銻、硒及硫中之至少一者之銅及銻的合金；及其兩者或更多者之組合。對於一些實施例，銅及銻之合金包含：以基於合金之總重量0至50重量%之量存在之銻；及

以基於合金之總重量0至50重量%之量存在之硒及硫的總量，其中硒對硫之重量比為0:1至1:0。對於一些實施例，銅及銦之合金為銅-銦-鎵-二硒化物(CIGS)。

光伏打塗層之每一層可獨立地具有以下厚度：10奈米(nm)至6000 nm，或50 nm至5500 nm，或100 nm至5000 nm，或該等所列舉較低及較高值之任何組合。

光伏打塗層可包含包括n型材料之第一層及包括p型材料之第二層。包含n型材料之第一層可插入透明導電氧化物塗層與包含p型材料之第二層之間。(光伏打塗層之)包含n型材料之第一層及透明導電氧化物塗層彼此鄰接，且包含p型材料之第二層與包含n型材料之第一層可彼此鄰接。

出於非限制性說明之目的且參考圖2，光伏打電池3之光伏打塗層23包含包括n型材料之第一層56及包括p型材料之第二層59。第一層56插入透明導電氧化物層20與第二層59之間。第一層56可插入透明導電氧化物塗層20之第二層53與第二層59之間。對於一些實施例，光伏打塗層23之第一層56可鄰接透明導電氧化物塗層20，且對於另一些實施例鄰接透明導電氧化物塗層20之第二層53。光伏打塗層23之第二層59與第一層56可彼此鄰接。第一層56可具有10奈米(nm)至200 nm之厚度，且第二層59可具有300 nm至4000 nm之厚度。根據另一些實施例，第一層56為可選層，且具有0 nm至200 nm之厚度。

根據一些實施例，包含光伏打塗層23之n型材料之第一層53包含硫化鎘。包含光伏打塗層23之p型材料之第二層59可包含碲化鎘及/或銅-銦-鎵-二硒化物(CIGS)。對於一些實施例，光伏打塗層23之第二層59基本上係由作為p型材料之碲化鎘構成。

光伏打塗層可包含至少一個包含矽之層。光伏打塗層之矽可包含非晶型矽、單晶矽、多晶矽及其兩者或更多者之組合。

對於本發明之一些實施例，光伏打塗層可包含至少一層包含多晶矽。為非限制性說明之目的且參考圖1，光伏打塗層23係由包含多晶矽之單一層界定。

本發明之光伏打電池可進一步包含背電極，例如背電極26，如本文先前所述。背電極可自任何可支撐(或攜載)由光伏打電池產生之光伏打電流的材料製造。背電極可由一或多種可支撐(或攜載)由具有最小電阻損失之光伏打電池產生之光伏打電流的材料構成。背電極可包含導電材料，例如(但不限於)一或多種導電金屬、一或多種導電金屬氧化物、一或多種導電有機聚合物、一或多種導電碳材料、一或多種導電無機玻璃，及其兩者或更多者之組合。

對於背電極，導電金屬之實例包含(但不限於)鋁、鉬、鎢、鈳、銻、銱、銻、鉍、鈦、鋼、鎳、鉑、銀、金、其兩者或更多者之合金(例如KOVAR鎳-鈷鐵合金)及/或其兩者或更多者之組合。可與背電極一起使用或用於形成背電極之導電金屬氧化物之實例包含(但不限於)氧化錫、氮化鈦、氧化錫、氟摻雜之氧化錫、經摻雜之氧化鋅、鋁摻雜之氧化鋅、鎵摻雜之氧化鋅、硼摻雜之氧化鋅、銦-鋅氧化物，及其兩者或更多者之組合。導電碳材料之實例包含(但不限於)金屬-碳黑填充之氧化物、石墨-碳黑填充之氧化物、碳黑-碳黑填充之氧化物、超導碳黑填充之氧化物，及其兩者或更多者之組合。可與背電極一起使用或用於形成背電極之導電有機聚合物之實例包含(但不限於)有機聚合物組合物，其包含至少足以使有機聚合物組合物導電之量的導電添加劑，例如導電顏料，例如導電碳黑及/或導電碳奈米管。可與背電極一起使用或用於形成背電極之導電無機玻璃之實例包含(但不限於)具有導電金屬納入其中及/或以一或多層施加在其至少一個表面上之無機玻璃，其中導電金屬係選自本文先前所述者。

本發明之光伏打電池可進一步包含背基板，例如背基板29，如

本文先前所闡述。背基板可選自一或多種製造透明基板(例如透明基板11)之材料，如本文先前所闡述。對於一些實施例，背基板係自非透明材料製造，例如(但不限於)非透明有機聚合物、金屬、金屬合金、非透明無機玻璃及其兩者或更多者之組合。可製造背基板之有機聚合物之其他實例包含(但不限於)胺基甲酸酯聚合物、(甲基)丙烯酸聚合物、氟聚合物、聚苯并咪唑、聚醯亞胺、聚四氟乙烯、聚醚醚酮、聚醯胺-醯亞胺、聚苯乙烯、交聯聚苯乙烯、聚酯、聚碳酸酯、聚烯烴(例如聚乙烯、聚丙烯及乙烯與丙烯之共聚物)、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯、聚四氟乙烯、耐綸(nylon) 6,6、乙酸丁酸纖維素、乙酸纖維素、剛性乙烯基、塑膠化乙烯基及其兩者或更多者之組合。對於一些實施例，可製造背載體之金屬之實例包含(但不限於)：鐵金屬，例如不銹鋼及/或鐵；銅；鋁；鈦；及其兩者或更多者之組合。

透明導電氧化物塗層20、光伏打塗層23及背電極26可在透明基板11之第二表面17上形成，且藉助插入背基板29與背電極26間之包含一或多個夾子(未展示)及/或黏著劑(未展示)之框架保持背基板29與背電極26接觸。黏著劑可包含一或多層，且可選自業內公認之黏著劑，例如(但不限於)矽黏著劑。黏著劑材料之實例包含(但不限於)伸乙基乙酸乙烯酯(EVA)、聚矽氧、矽膠、環氧化物、聚二甲基矽氧烷(PDMS)、RTV聚矽氧橡膠、聚乙炔基丁醛(PVB)、熱塑性聚胺基甲酸酯(TPU)、聚碳酸酯、丙烯酸彈性物、氟聚合物、胺基甲酸酯材料及其兩者或更多者之組合。聚矽氧黏著劑之其他實例包含(但不限於) Q型聚矽氧、倍半矽氧烷、D型聚矽氧及/或M型聚矽氧。

透明導電氧化物塗層與透明基板之第二表面可彼此鄰接，且本發明之光伏打電池可不含介於透明導電氧化物塗層與透明基板之第二表面間之一或多層，例如一或多個黏著層。

對於另一些實施例，背電極26、光伏打塗層23及透明導電氧化

物塗層20係在背基板29上形成，且藉助插入透明基板11之第二表面17與透明導電氧化物塗層20間之包含一或多個夾子(未展示)及/或黏著劑(未展示)之框架保持透明基板11與透明導電氧化物塗層20接觸。對於該等實施例，黏著劑經選擇以使其不吸收(或僅吸收最少的)可由光伏打電池轉換成電流之電磁輻射。黏著劑之實例包含本文先前所列舉之彼等類別及實例。

本發明亦係關於包含本發明之兩個或更多個光伏打電池之光伏打總成或模組。對於光伏打總成或模組，其每一光伏打電池電連接至其至少另一個光伏打電池。對於本發明光伏打總成之一些實施例，至少一個第一光伏打電池藉由至少一個電連接件連接至第二光伏打電池，該電連接件係與以下各項電接觸：(i) 第一光伏打電池之背電極；及(ii) 第二光伏打電池之透明導電氧化物塗層。

出於非限制性說明之目的且參考圖3，光伏打模組4包含本發明之兩個光伏打電池1(a)及1(b)。光伏打電池1(a) (其可稱為第一光伏打電池)與光伏打電池1(b) (其可稱為第二光伏打電池)彼此電連接。進一步非限制性參考圖3，藉由與其電接觸之導電連接件62將光伏打電池1(a)之背電極26電連接至光伏打電池1(b)之透明金屬氧化物塗層20。

與不包含本發明抗反射塗層之相當光伏打電池相比，本發明之光伏打電池減少因反射所致之入射光損失。出於非限制性說明之目的，相當光伏打電池(其不包含本發明之抗反射塗層)具有入射太陽光之至少4%、例如4%至10%之反射損失。出於進一步非限制性說明之目的，本發明之光伏打電池具有入射太陽光之以下反射損失：小於4%，例如小於3%、或小於2%、或小於1%、或小於0.5%、或小於0.25%、或小於0.1%。

彼等熟習此項技術者將容易地瞭解，可在不背離上述描述中所揭示之概念下對本發明作出修改。因此，本文詳細闡述之具體實施例

僅出於說明之目的而非限制本發明之範疇，本發明之範疇係隨附申請專利範圍所給予之全寬度及其任何及所有等效內容。

【符號說明】

1	光伏打電池
1(a)	光伏打電池
1(b)	光伏打電池
4	光伏打模組
11	透明基板
14	第一表面
17	第二表面
20	透明導電氧化物塗層
23	光伏打塗層
26	背電極
29	背基板
32	抗反射塗層
35	第一層
38	第二層
41	第三層
44	第四層
47	光化輻射源
50	第一層
53	第二層
56	第一層
59	第二層
62	導電連接件

申請專利範圍

1. 一種光伏打電池，其包括：
 - (a) 包括第一表面及第二表面之透明基板，其中該第一表面與該第二表面彼此對置；
 - (b) 透明導電氧化物塗層，其存在於該透明基板之第二表面上方；
 - (c) 光伏打塗層，其存在於該透明導電氧化物塗層上方，該透明導電氧化物塗層插入該透明基板之第二表面與該光伏打塗層之間；及
 - (d) 抗反射塗層，其在該透明基板之第一表面上方，其中該抗反射塗層包括，
 - (i) 第一層，其包括選自以下之金屬氧化物：鋅氧化物、銦氧化物、錫氧化物、其兩者或更多者之組合及其兩者或更多者之金屬合金氧化物，該第一層存在於該透明基板之第一表面上方，
 - (ii) 第二層，其包括二氧化矽及氧化鋁，該第二層存在於該第一層上方，其中該第二層包括70重量%至95重量%之量之二氧化矽及5重量%至30重量%之量的氧化鋁，
 - (iii) 第三層，其包括選自以下之金屬氧化物：鋅氧化物、銦氧化物、錫氧化物、其兩者或更多者之組合及其兩者或更多者之金屬合金氧化物，該第三層存在於該第二層上方，及
 - (iv) 第四層，其包括二氧化矽及視情況氧化鋁，該第四層存在於該第三層上方；在各情形下基於該第三層總重量。
2. 如請求項1之光伏打電池，其中對於該抗反射塗層，
該第一層包括錫酸鋅，

該第二層包括二氧化矽及氧化鋁，

該第三層包括錫酸鋅，及

該第四層包括二氧化矽。

3. 如請求項1之光伏打電池，其中對於該抗反射塗層，
 - 該第一層具有15 nm至22 nm之厚度，
 - 該第二層具有22 nm至33 nm之厚度，
 - 該第三層具有95 nm至143 nm之厚度，及
 - 該第四層具有75 nm至115 nm之厚度。
4. 如請求項1之光伏打電池，其中對於該抗反射塗層，
 - 該第二層厚度對該第一層厚度之比率為1:1至2:1，
 - 該第三層厚度對該第一層厚度之比率為6:1至7:1，及
 - 該第四層厚度對該第一層厚度之比率為4.5:1至5.5:1。
5. 如請求項1之光伏打電池，其中該抗反射塗層係由該第一層、該第二層、該第三層及該第四層組成，且
 - 該第一層係由錫酸鋅組成，
 - 該第二層係由二氧化矽及氧化鋁組成，
 - 該第三層係由錫酸鋅組成，及
 - 該第四層係由二氧化矽組成。
6. 如請求項1之光伏打電池，其中該抗反射塗層係由濺鍍(sputtering)真空沈積形成。
7. 如請求項1之光伏打電池，其中該透明導電氧化物塗層包括至少一層，其中該透明導電氧化物塗層之各層獨立地包括：矽之氧化物、氮化物、碳化物及碳氧化物(oxycarbide)中之至少一者；鋁之氧化物、氮化物、碳化物及碳氧化物中之至少一者；銦之氧化物、氮化物、碳化物及碳氧化物中之至少一者；錫之氧化物、氮化物、碳化物及碳氧化物中之至少一者；銻之氧化物、

氮化物、碳化物及碳氧化物中之至少一者；及其兩者或更多者之組合。

8. 如請求項7之光伏打電池，其中該透明導電氧化物塗層包括包含銦錫氧化物及氧化錫中至少一者之第一層及包含氧化錫之第二層，其中包括銦錫氧化物及氧化錫中至少一者之該第一層插入該透明基板與包括氧化錫之該第二層之間。
9. 如請求項1之光伏打電池，其中該透明導電氧化物塗層係由化學氣相沈積形成。
10. 如請求項1之光伏打電池，其中該光伏打塗層包括包含n型材料之第一層及包含p型材料之第二層，其中包括該n型材料之該第一層插入該透明導電氧化物塗層與包括該p型材料的該第二層之間。
11. 如請求項10之光伏打電池，其中包括該n型材料之該第一層包括硫化鎘，及包括該p型材料之該第二層包括碲化鎘。
12. 如請求項1之光伏打電池，其中該光伏打塗層包括至少一層包括矽。
13. 如請求項12之光伏打電池，其中該光伏打塗層包括至少一層包括多晶矽。
14. 如請求項1之光伏打電池，其中該透明基板包括有機聚合物、無機玻璃及其組合。
15. 如請求項1之光伏打電池，其進一步包括背電極 (back electrode)，該背電極位於該光伏打塗層上方。
16. 如請求項15之光伏打電池，其進一步包括背基板 (back substrate)，該背基板位於該背電極上方。

圖式

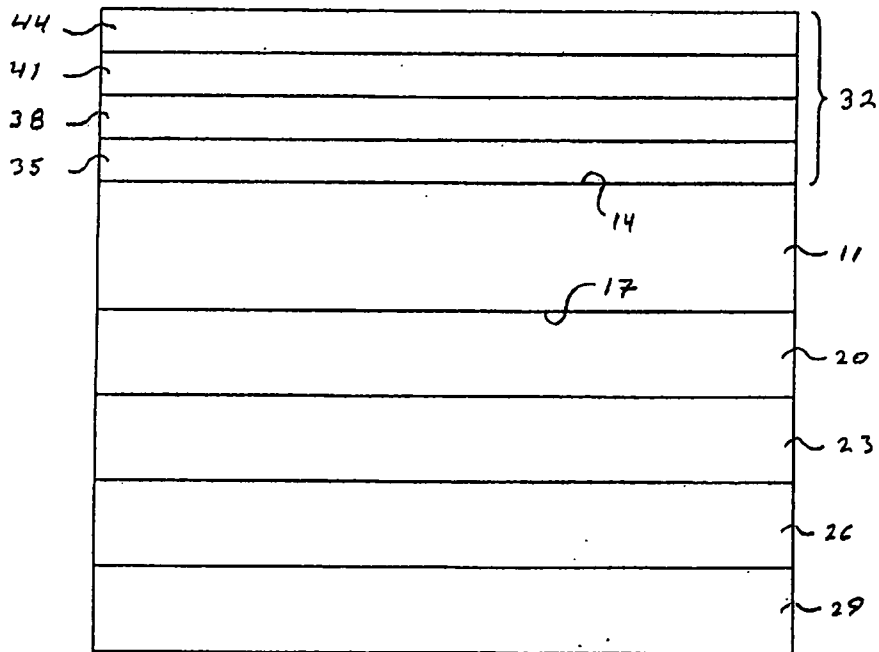
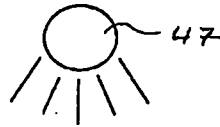


圖 1

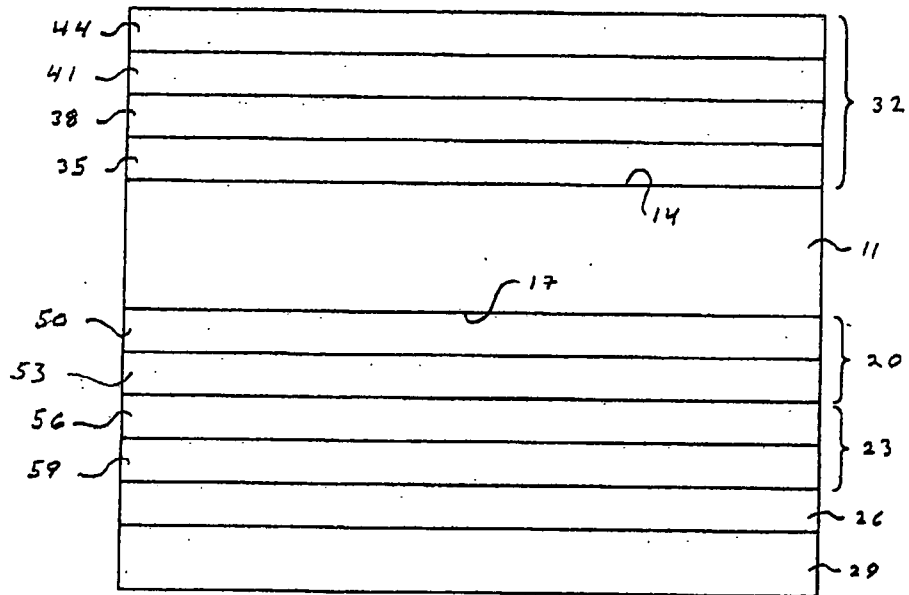
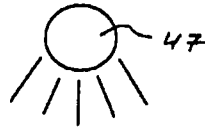
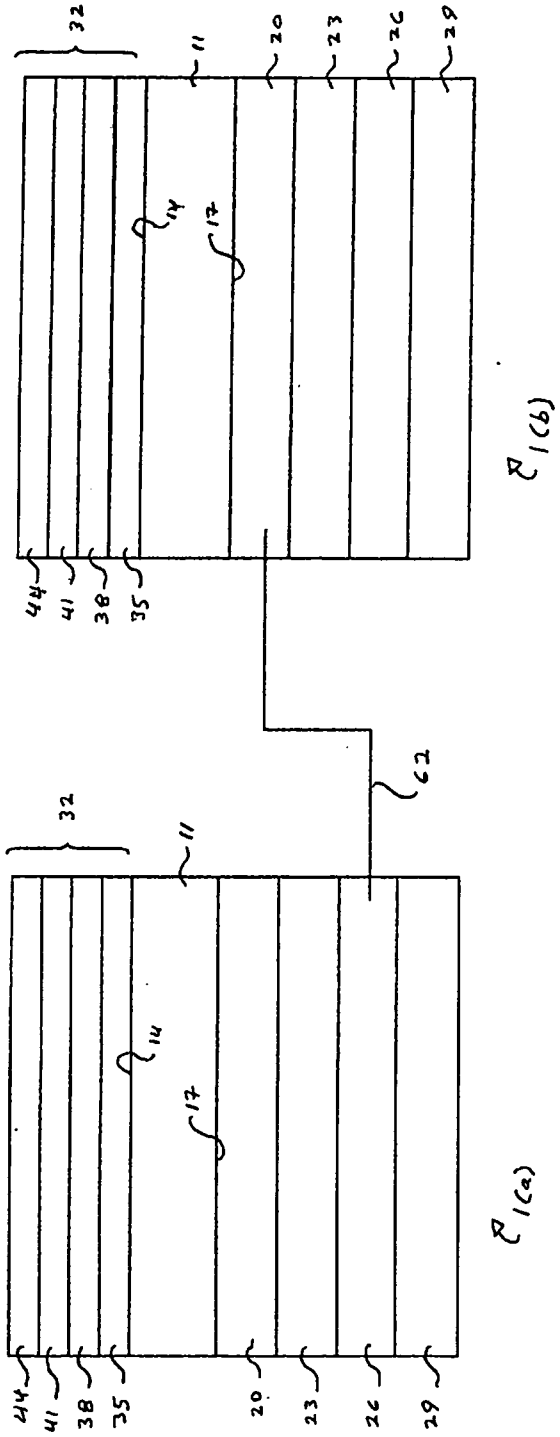
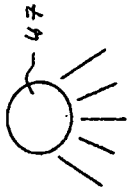


圖 2



14

圖 3