



(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 I556464 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 11 月 01 日

(21)申請案號：100119695 (22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 06 月 03 日

(51)Int. Cl. : H01L31/18 (2006.01) H01L31/042 (2014.01)

(30)優先權：2010/06/03 美國 12/793,617

(71)申請人：努渥孫公司(美國) NUVOSUN, INC. (US)

美國

(72)發明人：皮爾斯 大衛 B PEARCE, DAVID B. (US)；海曲曼 布魯斯 D HACHTMANN, BRUCE D. (US)；龔立廣 GONG, LIGUANG (US)；維勒力 湯瑪士 M VALERI, THOMAS M. (US)；霍勒斯 丹尼斯 R HOLLARS, DENNIS R. (US)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

(56)參考文獻：

TW	200913291A	JP	2008-509564A
JP	2008-294383A	US	4328293
US	5474621	US	2007/0065962A1
US	2008/0227236A1		

審查人員：陳伯宜

申請專利範圍項數：27 項 圖式數：9 共 40 頁

(54)名稱

互連薄膜太陽能電池之方法、形成一太陽能電池模組之方法及與太陽能電池一起使用之電流收集格柵

METHOD FOR INTERCONNECTING THIN FILM SOLAR CELLS, METHOD FOR FORMING A SOLAR CELL MODULE AND CURRENT COLLECTION GRID FOR USE WITH SOLAR CELLS

(57)摘要

本發明提供一種互連薄膜太陽能電池以形成太陽能電池模組之改良方法，該方法包括使用由一薄金屬條形成之一平坦金屬網以在一薄膜太陽能電池上方提供一電流收集格柵。該方法對於在沈積在撓性基板上之薄膜太陽能電池之間形成互連特別有用。網元件之矩形橫截面形狀與圓形橫截面之元件提供之小切向面積相比提供與太陽能電池之增加的電接觸面積。可將網元件製作得更高而非更寬以改良導電性而不成比例地增大遮蔽損失。可將各種塗層施加至網以改良其性能，提供耐腐蝕性及改良其表面外觀。

An improved method for interconnecting thin film solar cells to form solar cell modules is provided, the method comprising using a flat metallic mesh formed from a thin metallic strip to provide a current collection grid over a thin film solar cell. The method is particularly useful for forming interconnections between thin film solar cells deposited on flexible substrates. The rectangular cross sectional shape of the mesh elements provides an increased area of electrical contact to the solar cell compared to the small tangential area provided by elements of circular cross section. Mesh elements can be made higher rather than wider to improve conductivity without proportionally increasing shading loss. Various coatings can be applied to the mesh to improve its performance, provide corrosion resistance, and improve its cosmetic appearance.

指定代表圖：

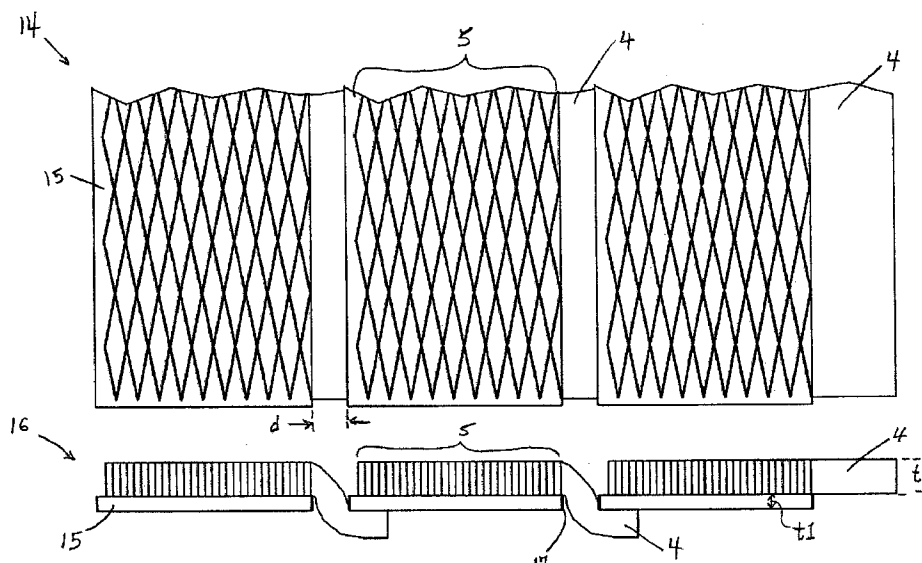


圖 4

符號簡單說明：

- 4 . . . 突片區域/固體區域
- 5 . . . 網
- 14 . . . 平面圖
- 15 . . . 薄膜太陽能電池
- 16 . . . 橫截面示意圖
- 17 . . . 介電質邊緣塗層
- d . . . 距離
- t . . . 網厚度
- t1 . . . 電池厚度

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號： 100119695

※申請日： 100.6.3

※IPC 分類：H01L 31/8 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

H01L 31/82 (2014.01)

互連薄膜太陽能電池之方法、形成一太陽能電池模組之方法及與太陽能電池一起使用之電流收集格柵

Method for interconnecting thin film solar cells, method for forming a solar cell module and current collection grid for use with solar cells

二、中文發明摘要：

本發明提供一種互連薄膜太陽能電池以形成太陽能電池模組之改良方法，該方法包括使用由一薄金屬條形成之一平坦金屬網以在一薄膜太陽能電池上方提供一電流收集格柵。該方法對於在沈積在撓性基板上之薄膜太陽能電池之間形成互連特別有用。網元件之矩形橫截面形狀與圓形橫截面之元件提供之小切向面積相比提供與太陽能電池之增加的電接觸面積。可將網元件製作得更高而非更寬以改良導電性而不成比例地增大遮蔽損失。可將各種塗層施加至網以改良其性能，提供耐腐蝕性及改良其表面外觀。

三、英文發明摘要：

An improved method for interconnecting thin film solar cells to form solar cell modules is provided, the method comprising using a flat metallic mesh formed from a thin metallic strip to provide a current collection grid over a thin film solar cell. The method is particularly useful for forming interconnections between thin film solar cells deposited on flexible substrates. The rectangular cross sectional shape of the mesh elements provides an increased area of electrical contact to the solar cell compared to the small tangential area provided by elements of circular cross section. Mesh elements can be made higher rather than wider to improve conductivity without proportionally increasing shading loss. Various coatings can be applied to the mesh to improve its performance, provide corrosion resistance, and improve its cosmetic appearance.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(4)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

4	突片區域/固體區域
5	網
14	平面圖
15	薄膜太陽能電池
16	橫截面示意圖
17	介電質邊緣塗層
d	距離
t	網厚度
t1	電池厚度

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明大致係關於電互連太陽能電池以形成一太陽能模組，且更具體言之係關於形成在撓性或剛性基板上之薄膜太陽能電池。

本說明書中所述之所有公開案、專利案及專利申請案係以引用的方式全部併入本文中，該引用的程度就如同已特定地及個別地將各個公開案、專利案或專利申請案之整體揭示內容以引用的方式併入一般。

【先前技術】

目前撓性基板上之薄膜太陽能電池限於一薄金屬箔(通常為不鏽鋼)上之非晶矽及金屬或聚醯亞胺箔上之銅銦鎳碲(CIGS)。當前，薄膜碲化鎘(CdTe)太陽能電池僅製作在玻璃上，但是正在研究一撓性基板實施例。為了用於太陽能發電系統中，所有類型之太陽能電池必須與其他類似太陽能電池串聯電互連以提高電壓位準及使可能另外因高電流而發生之 I^2R 損失最小化。沈積在大剛性玻璃板上之電池通常使用在不同製程步驟之間及特定位置上施加之一刻劃系統以跨整個板互連電池。此程序稱作「單體整合」。此一方法因刻劃放置及深度兩者所需之精度而難以在撓性基板上實施。此外，撓性基板使捲軸式處理成為可能，若過程被中斷以實施刻劃操作則捲式處理在經濟上變得不理想，即使其可以很簡單地完成。薄膜太陽能電池沈積在類似於矽晶圓之剛性玻璃或金屬晶圓上較不常見。

習知結晶或多晶矽太陽能電池係形成在個別晶圓上，該等太陽能電池隨後必須互連。電流收集格柵及匯流排條通常藉由用銀墨(其隨後在高溫(約700°C之量級)下固化)網版印刷一圖案而形成。矽電池具有由氮化矽製成之一抗反射塗層，其係透明但不導電。在固化階段期間，銀滲入氮化矽塗層並與矽電池形成一歐姆接觸。常見格柵圖案由分隔開幾毫米之一系列筆直及平行細線(其等係用垂直於細線圖案延伸之兩個或三個更寬的線(匯流排條)分開)組成。所得結構提供匯流排條上之一表面，可藉由習知焊接或接合方法將互連「Z」突片附接至該表面。電池電流係藉由相對較窄格柵收集並傳輸至相對較寬的匯流排條，該等匯流排條隨後成為至下一電池之連接點。「Z」突片結構提供電池之間之一撓性互連，其有助於減小因使用期間之熱膨脹及收縮而造成之損壞。此方法優於單體整合之優點在於可在模組構建前對電池性能進行檢測及分類。依此方式，模組性能不受串中之最低性能電池的限制。

應用至薄膜撓性太陽能電池之網版印刷方法的成功率有限。至少存在與本方法相關之兩個問題。首先，薄膜電池無法承受充分固化銀墨所需的高溫。由於較低固化溫度，墨載體及溶劑之一些保留在格柵線結構中，導致金屬顆粒無法完全熔合在一起。此等結果之兩者使格柵線及匯流排條的導電性降低且限制至印刷匯流排條之可焊性。或者，可使用導電環氧樹脂製作互連，但是通常劣於焊接。第二，由於有用撓性基板之表面加工通常比玻璃或矽晶圓之

表面加工粗糙得多，故存在更多缺陷，若允許導電墨流入缺陷則缺陷可能成為分流點。可藉由首先印刷導電性小得多之材料(諸如碳墨)以初始填充任何缺陷，且隨後在其上方印刷銀墨而稍微緩解此問題。由於缺少完美印刷配準之任何事物導致額外遮蔽損失以及增大的電位分流，故難以達成始終如一的良好效果。此外，材料及設備的成本相對較高。

以引用的方式全文併入本文中之美國專利第5,474,621號提出使用金屬導線作為格柵，但是用足夠長度之碳纖維塗佈導線以避免被壓出缺陷或降低此機率。在此方法中，導線係在薄膜非晶矽太陽能電池被層壓為模組之過程期間附接至薄膜非晶矽太陽能電池之頂部電極(透明導電氧化物、或TCO)。在實踐中，首先印刷一基於碳之墨圖案之先前技術方法用碳纖維取代，碳纖維更不容易導致膜/基板缺陷中之分流且同時提供防止持續不變的重分流電流之熔斷型保護。必須選擇導線大小及間隔以攜帶電池所產生之電流而不產生明顯的電阻損失。

以引用的方式全文併入本文中之美國專利第4,260,429號及第4,283,591號教示用含有導電顆粒之聚合物塗佈導線之方法。此等方法之限制為因分佈中之較小導電顆粒而仍然存在缺陷所致分流之問題。以引用的方式全文併入本文中之美國專利第6,472,594號教示此等方法之改良。

最近，以引用的方式全文併入本文中之Wudu等人之美國專利申請公開案第2010/0043863號(「Wudu」)教示一解

決方案，其中一跡線(或導線)圖案首先係形成在一透明載體上且隨後施加至太陽能電池。Wudu之各種教示係展示在圖1a、圖1b及圖1c中。在圖1a中，一導線520a係以一蛇形圖案施加至一載體550。圖案之末端上之導線之迴路僅保留在載體之一邊緣上但是實質延伸經過載體之相對邊緣。當施加至電池時，載體覆蓋電池之作用區域，同時延伸迴路提供一區域以與下一電池電接觸。載體及Wudu之導線之橫截面詳圖係展示在圖1b中。載體550由兩種材料組成，一透明聚合物板550a(舉例而言，一薄PET板)及一熱固性黏著劑550b。導線520係部分嵌入黏著劑中且由塗佈有一保護性及低導電材料520B(如鎳)之一普通導線520A(舉例而言，銅)組成。圖1c展示被層壓至太陽能電池510之頂部透明導電層510b後之載體及Wudu之導線。聚合物板之變形產生一力，其固持導線使之與太陽能電池510之頂部導電層電接觸。當此結構被層壓至一玻璃頂板(未展示)時，需要一額外黏著劑(舉例而言，EVA)層。黏著劑必須夠厚以圍繞導線幾何形填充。

雖然上述Wudu構造展現本技術之一改良，尤其係在免除墨及導電材料出現缺陷之問題方面之改良，但是其仍具有非所要之三個特徵。舉例而言，Wudu之圓形導線520僅沿著圖1c中所示之正切線1所示之小區域與電池接觸。此在實踐中難以在製造環境中始終如一地保持低接觸電阻。另一問題在於必須十分精確地控制熱黏著劑550b之厚度。若熱黏著劑太薄，則無法完全填充圍繞導線之空間；若太

厚，則其潛流於圓導線下方以足夠壓力抬高導線並破壞其至電池之電接觸。Wudu之另一問題在於兩層載體表示額外材料，此導致製造成本增加。

因此需要經改良之互連系統及方法。

【發明內容】

在本發明之一態樣中，提供一種互連薄膜太陽能電池之改良方法，該方法包括使用由一金屬條形成之一平坦網以在一太陽能電池(本文中亦稱作「光伏打電池」)上方形成一電流收集格柵。

在本發明之另一態樣中，提供一種薄膜太陽能電池之電流收集格柵，該電流收集格柵包含以最小遮蔽損失提供高電流收集效率之一平坦金屬網。在實施例中，電流收集格柵包括用於接觸一太陽能電池之一導電表面之一薄平坦金屬網，薄平坦金屬網包括導線狀元件，導線狀元件係接合為一圓形、三角形、正方形、矩形、梯形、五邊形、或六邊形組態。電流收集格柵進一步包括鄰近薄平坦金屬網之一突片區域，突片區域係用於形成一電連接至一鄰近太陽能電池。

在本發明之又一態樣中，提供一種互連太陽能電池之方法，其降低至電池之接觸電阻並減小層壓期間潛流力量值。

在本發明之又一態樣中，提供互連太陽能電池之方法，其比由銀導電墨製成之印刷格柵線更經濟。在一實施例中，互連薄膜太陽能電池之一方法包括將一薄平坦金屬網

附接至一第一薄膜太陽能電池以在第一薄膜太陽能電池上形成一電流收集格柵。接下來，將具有所附接之薄平坦金屬網之第一薄膜太陽能電池連接至具有一平坦金屬網之一第二薄膜太陽能電池以形成第一薄膜太陽能電池與第二薄膜太陽能電池之間之一串聯電連接。連續薄膜太陽能電池係連接至具有所附接之平坦金屬網連接之第一薄膜太陽能電池及第二薄膜太陽能電池以形成一電整合串之互連薄膜太陽能電池。接下來，將該串互連薄膜太陽能電池整合入一太陽能電池模組中。

在本發明之又一態樣中，提供形成太陽能電池模組之方法，該方法包括使來自一第一捲之一薄平坦金屬網與來自一第二捲之一薄膜太陽能電池接觸，其中該薄平坦金屬網包含接合為一圓形、三角形、正方形、矩形、梯形、五邊形、或六邊形組態之導線狀元件。

熟習此項技術者在閱讀下文中較佳實施例(其等圖解說明在圖式之數個圖中)之詳細描述後將更瞭解本發明之此等及其他目的、特徵及優點。

【實施方式】

於隨附申請專利範圍中說明本發明之新穎特徵。藉由參考說明闡釋性實施例(其中利用本發明之原理)之下文詳細描述及隨附圖式(其等不一定按比例繪製)可更好地瞭解本發明之特徵及優點。

雖然本文已展示並描述本發明之較佳實施例，但是熟習此項技術者瞭解此等實施例僅舉例而言而提供。熟習此項

技術者現可想到不脫離本發明之許多變動、變更及替代。應瞭解在實踐本發明中可利用本文所述之本發明之實施例之各種替代例。

網互連及太陽能電池模組

在本發明之一態樣中，提供與太陽能電池(本文中亦稱作「光伏打電池」)一起使用之電流收集格柵。電流收集格柵(本文中亦稱作「網互連」)係經組態以形成至太陽能電池之接觸。本發明之實施例之網互連可用入射光使頂部接觸干涉(遮蔽損失)最小化，同時改良至一太陽能電池之一頂部導電層之電接觸。

在實施例中，提供用於從一太陽能電池收集電流之一格柵。電流收集格柵包括用於接觸一太陽能電池(本文中亦稱作「光伏打電池」)之一導電表面之一薄平坦金屬網。薄平坦金屬網包括導線狀元件，導線狀元件係接合為一圓形、三角形、正方形、矩形、梯形、五邊形、或六邊形組態。導線狀元件可具有圓形(或實質圓形)橫截面。電流收集格柵進一步包括鄰近薄平坦金屬網之一突片區域。該突片區域係經組態以形成一電連接至一鄰近太陽能電池。在一實施例中，各導線狀元件之寬度係介於約0.001英吋與0.01英吋之間，或約0.002英吋與0.006英吋之間。在一實施例中，薄平坦金屬網係由銅形成。在一實施例中，薄平坦金屬網係由鍍鎳銅形成。

現參考圖式，其中所有圖中相同元件符號指代相同零件。應瞭解其中的圖及結構不一定按比例繪製。

圖2展示由平坦金屬網形成之電流收集格柵之平面俯視圖(左圖)及橫截面側視圖(右圖)。雖然此等網係用與撓性薄膜太陽能電池一致之大小比例圖解說明，但是應瞭解其等可以針對剛性晶圓電池按比例調整為更為方形(例如，正方形)之比例。格柵2a及3a兩者皆包含用於製作互連至下一電池之一固體區域4(本文中亦稱作「突片」及「突片區域」)，及形成類似大小之一電池之電流收集格柵之一網區域5。網區域包含具有正方形或矩形橫截面形狀之小尺寸之經連接之導線狀元件6。在一實施例中，網之大多數為開放空間。區域4a表示網之一區域或可取代一固體突片用於製作互連(至一鄰近電池)。標注橫截面圖2b及3b中之相同區域。在此等實例中，網不考慮塗佈其他材料；然而，視需要之塗層將在下文中討論。平面圖2a及3a大致按比例調整成寬度「W1」及「W2」通常分別為幾英吋，舉例而言，諸如2英吋及3英吋。在此標度下，突片4之寬度可為約半英吋，而網區域4a可為高至5之寬度(即電池寬度)之任何寬度。但是，為清楚起見，橫截面圖2b及3b被圖解說明為相比於寬度「W1」及「W2」極大地擴大厚度「t」。厚度「t」以及網元件6可為一英吋之千分之一(「密耳」)之量級。在一實施例中，厚度「t」可介於3密耳與5密耳之間。由於突片區域4提供覆蓋太陽能電池之網區域與用於互連之部分之間之一可見隔斷，故其在整個討論中係依此方式展示。但是，如前所述，實際上不一定在所有應用中皆具有一固體突片區域。

在各種實施例中，網之寬度「W1」及「W2」取決於跨電池之寬度之網之電流攜帶能力。此格柵設計不像更傳統的矽太陽能電池利用一樣使用特定匯流排條。而是網之橫截面及線之密度決定所產生之電流在跨電池寬度流動時所遇到的電阻。在本設計中，可考慮將傳統匯流排條均分為格柵線。有鑑於此，針對一給定箔厚度稍微在尺寸上限制電池之寬度。對於幾密耳厚度之箔，幾英吋之量級之一電池寬度將適於一良導體，諸如銅。可維持約4%或更小之遮蔽損失。相同厚度之箔變寬需要網線之寬度增大，但是遮蔽損失隨後將亦增大。非常寬的電池之遮蔽損失可能變得非常大。但是，可針對相同網元件寬度增大箔之厚度，實現更寬電池而不犧牲遮蔽損失。網之長度可相對較長，但不可超過其等須裝配之模組之長度或寬度。具有高至約6英吋之寬度及從約6英吋長至超過18英吋長之長度之電池處於為了獲得正常大小之模組之電壓之所要值之一合理範圍。明顯的是，網可用於在剛性(即晶圓)或撓性基板上互連薄膜太陽能電池，但是其在捲式處理中可對撓性基板尤其有用。由於網可製作或切割為許多長度，故便於由一捲金屬帶形成網及重新捲起網供以後使用。

圖式中存在數個顯著特徵。第一網5具有從窄菱形2a至幾乎完全正方形3a之開放圖案。開口之特性長度「l」類似於習知格柵線之間隔，舉例而言，3至6毫米之量級。網之淨電阻因其元件之互連而低於類似幾何形之習知格柵。在網中存在從任何點至突片之多條路徑，而對於習知格

柵，僅存在一單一線。一給定長度之一網之總電阻與元件至突片之連接之橫截面面積之總和成比例，該總電阻可藉由變更網之規模而變更。因此，一固體突片僅提供比單獨使用網更穩固之互連區域，但是其不在網之平面中提供任何減小的電阻。此外，網之元件非由「編織」導線製成，但是共面。圖2b及3b指示網係平坦，具有與突片實質相同之厚度。與網之互連亦可提供類似於矽電池中所使用之「Z」突片連接類似的一些應變消除。現討論製作此一網之一方法。在此圖式及隨後圖式中相同元件標注一致。

如圖3所示，本發明中所使用之網可由寬度為「W3」之一條金屬箔7構建。在特定實施例中，金屬箔係由銅、鎳、金、銀、鉑、鈮、鋁、鈹、銻、鉬及鎢之一者或多者形成。在一實施例中，金屬箔係由銅形成。舉例而言，金屬箔可為一銅箔。作為另一實例，金屬箔可為一鎳塗佈之銅箔。一般尺寸與上文針對圖2之元件所述之尺寸相容。條狀物可具有適於其將施加之太陽能電池之大小之一長度或其可為捲形式之帶狀。舉例而言，條狀物7為具有約0.6英吋之一寬度及約5密耳之一厚度之一銅箔或一鍍鎳銅箔(鎳鍍層未展示)。

繼續參考圖3，形成圖2之網5之第一步驟係沿著條狀物7之一邊緣衝出一系列線性狹縫(區域5a)，突片區域4保持為固體。如前所述，突片4亦可為網，在此情況中條狀物7之初始寬度可小得多，因此節省材料。圖3中之放大圖展示區域5a中之線性衝孔8具有大致與前文所述之圖2中之網相

同之特性長度「1」。在狹縫8之間留下非常小的間隙9(5至10密耳之量級)，該等間隙隨後成為網元件之連接點。注意各列狹縫8與鄰接列線性偏移達距離「1」之一半。在此實例中，存在放置為間隔5密耳之20列狹縫，提供狹縫區域5b之總寬度(如所指示)為0.1英吋且留下突片4之一寬度為0.5英吋。

繼續參考圖3，10為穿過A-A之狹縫條之一橫截面，其中如之前圖2所示，為清楚起見厚度「t」被擴大。厚度「t」可介於約0.001英吋與0.01英吋之間，諸如例如0.005英吋。W3可介於約0.1英吋與1英吋之間，諸如例如0.600英吋。由於橫截面穿過狹縫之間之間隙9，故僅標注每兩相隔之狹縫8。實際上，一網元件之橫截面為正方形(例如，5密耳x5密耳)，但是其在圖3中被高度扭曲。實際上厚度「t」可增大，同時狹縫間隔保持相同，產生一較高矩形元件，其可具有較低電阻而幾乎不增加遮蔽損失。因此，可根據需要在不對遮蔽損失產生不利影響的情況下調諧電阻。

繼續參考圖3進行討論，截面圖11表示即使已施加鍍層至條狀物7，條狀物7在開縫操作前仍可施加許多視需要之塗層。舉例而言，覆蓋區域5a之朝陽側之一塗層12a可為一簡單暗表面塗層以使得網在一成品模組中較不明顯，同時突片區域上的塗層12b可為一焊料或一B階段導電環氧樹脂或對形成用於互連電池之一導電接合有用之其他塗層。舉例而言，層12b可為低熔點共熔錫合金，其在約

118°C下熔化。在層壓至一模組期間，溫度超過118°C導致焊料熔化並接合網至電池之透明頂部電極形成極好的歐姆接觸。此一焊料層應非常薄或僅斷續地塗佈在網上以減小缺陷中分流的機率。一B階段環氧樹脂將更加堅硬且較不易填充可能導致分流的缺陷。在電池側上，塗層13a可類似於用於形成一連接至下方太陽能電池之透明導電頂部塗層之塗層12b，而塗層13b可為具有額外防腐蝕性質之一塗層。在一替代實施例中，塗層13b可省略。在開縫(具有或無視需要之塗層)後，網係藉由將狹縫區域5a展開為圖2之網5而形成。此操作可在各線或各對線衝孔時完成或可使用展開模。最細緻的開縫操作可使網元件稍微旋轉出初始條狀物之平面。展開後重新捲起網可保證良好的平坦品質。若起始條狀物為無鍍層之粗銅，則整個展開網及突片可在使用前鍍鍍。展開後鍍鍍之一優點在於網之所有側面皆被電鍍。此外，應瞭解本文所述之在開縫前施加至條狀物之塗層亦可在其形成後施加至網。但是，開縫前施加至條狀物從製造角度看更方便且更經濟。

圖4圖解說明使用本發明之實施例之平坦金屬網之任意長度之互連撓性薄膜太陽能電池15之一截面之一平面14。包含一對應橫截面16，其展示電連接之基本細節。為清楚起見，網上之可能的視需要塗層之所有均已省略。應瞭解圖並非按比例繪製。太陽能電池15之厚度包含撓性金屬箔基板，因為作用膜在此規模下極其薄。相對於電池及網之寬度擴大電池15之間之距離「d」，且相對於圖16中之太陽

能電池及網之各自寬度擴大其等之厚度。突片4因額外擴大之距離「d」而相對於網寬度看似比正常寬。但是，如所示，電池厚度「t1」及網厚度「t」對於特定應用已足夠。在一實施例中，「t1」為約2密耳且「t」為約5密耳。展示電池15具有一介電質邊緣塗層17，該塗層在突片4(固體或網)彎曲從下方接合至鄰接電池之背側時防止電池電短路。由於在此圖解中電池被視為沈積在一金屬箔基板(舉例而言不鏽鋼)上，基板可用作為電池之背面電極。由於背面接觸面積相對較大，故可用特定電阻並非極低之許多材料達成一低的總電阻。金屬填充環氧樹脂為此等類型之材料之一些之實例。若基板為一薄介電質(如聚醯亞胺箔)或一玻璃晶圓，則突片4將須窄得多並在鄰接電池之頂部上附接在曝露的背面電極之一區域上。

圖5係圖解說明模組構建期間當將一撓性薄膜太陽能電池19層壓至向陽玻璃時簡單施加圖2之一未經塗佈金屬網元件6至一撓性薄膜太陽能電池19之一橫截面示意圖。18a展示一正方形元件6且18b展示高於18a中所示之元件但具有相同寬度之一元件。如前所述，可針對一給定開縫寬度將圖3之金屬條7製作得更厚以在僅稍微增大遮蔽損失的情況下減小網電阻。18b圖解說明此實施例且除高度以外針對18a所述之所有特徵同樣適用於18b。繼續參考18a討論，撓性薄膜太陽能電池19包含一撓性基板19a(金屬箔)、電池之主動零件19b，及透明導電氧化物(TCO)層19c，網元件必須建立良好的電接觸至該透明導電氧化物(TCO)層

19c。圖並未按比例繪製。玻璃比網元件6厚25倍，而電池元件19b及19c比網薄。對於上述實例，元件6可為約5平方密耳且電池基板19a可為約2密耳厚。

繼續參考圖5，在18a中，一金屬網可如前所述製作並使用一透明熱固性或熱塑性材料20(如工業標準乙烯醋酸乙烯酯(EVA)或類似功能性之一材料)層壓在一撓性太陽能電池19與一玻璃板之間。在一實施例中，若EVA以板之形式供應及使用，則可選擇一最小厚度確保圍繞網元件6之適當填充而不留下孔隙，而同時允許玻璃在網上施加壓力。因此，玻璃與網之間之間隔21可保持非常小，符合形成一良好接合的要求。若如在18b中增大網之高度，則將可能需要一更厚的EVA板以達成適當層壓。針對大致相同之遮蔽損失，明顯的是，網幾何形與先前技術圖1c相比在元件6與TCO層19c之間提供一大得多之電接觸面積22。

圖6展示闡釋網元件6之使用之圖。23a及23b展示在特定情況中可能較佳之兩個實施例。由於熟習此項技術者可開發許多其他可行的塗層組合，故本文所示之實施例不應解釋為限制本發明之範疇。實例23a展示一網元件6，塗層24a及24b在網形成前施加至金屬條之各側。在一實施例中，網元件6可由銅形成，銅提供高導電性及適中的成本。在一實施例中，銅可塗佈有耐氧化及耐腐蝕之一材料。電鍍數微米厚之鎳或錫通常為此等情況之許多之良好選擇。特定言之對於薄膜太陽能電池，需要與TCO層接觸之塗層24a以防止銅與TCO反應及劣化TCO。雖然金或其

他貴金屬之一些可提供所需的功能性，但是鎳或錫可更經濟地提供所需功能性。層24b可與24a相同或可不同，因為在玻璃介面上通常不存在腐蝕問題。在網形成後諸如用(舉例而言)鎳或錫電鍍該網更方便。在此一實施例中，可用相同材料塗佈網元件6之所有四個側面。圖式中未明確指示實施例之此擴展。

繼續參考圖6，23b中的網元件6係圖解闡釋為具有與上述相同之塗層24a，但是24b係經選擇以接近地匹配太陽能電池之顏色之一表面塗層，故在一模組中網在視覺上不明顯。其可如一暗色漆般簡單或為元件6之材料之一更複雜暗色陽極電鍍層。在此實施例中，層25表示一導電接合層，其將具有其視需要之塗層24a之網元件6固定至TCO層19c。層25可包含一導電B階段環氧樹脂、一低溫焊料、或如前所述之其他導電接合層。在一實施例中，若層25包含具有約118°C之一熔點之錒錫共熔合金，則塗層24a可省略，因為層25亦可作為網元件6與TCO層19c之間之一耐腐蝕障壁。

雖然可針對循序單個太陽能電池施加藉由逐個截面形成網而實踐本發明，但是該過程中至少可併入一定程度的自動化。圖7示意地圖解闡釋一捲網26及一捲太陽能電池材料27如何藉由(舉例而言)一組滾筒28連續地接合以形成具有一層壓網格柵之一條連續太陽能電池材料。如前所述，可加熱滾筒28以接合一低溫焊料或固化施加至網之一B階段導電環氧樹脂材料。該捲網及該捲電池可各具有一保護

性交錯材料層(未展示)，其須在層壓步驟前剝離。在一實施例中，如圖4所示，突片4必須突出在電池材料上方且僅網區域5覆蓋電池。隨後將材料條切割為預定(或所要)長度「L」之個別太陽能電池，隨後在將個別太陽能電池層壓為模組之前基於電性能對其等進行檢測及分類。

參考圖8，展示根據本發明之一實施例之從一金屬條形成網之一替代方式。與圖3相比，金屬條7之寬度「W4」為「W3」的兩倍且狹縫區域29之寬度為5a之兩倍。此在網區域29之各側上產生一突片4，該突片4可與圖3中之相應突片大小相同。圖8中之詳細參數(諸如狹縫長度、間隔及間隙)可與圖3中的相同。狹縫區域展開以形成網亦遵循前述程序。此「雙倍寬網」之優點在於現有一固體突片4存在在網之各側上，如圖7所示其可使產生一捲網材料之過程更易於完成且隨後在一層壓過程中更方便處置。在此一情況中，圖7所示之該捲電池材料27同樣須在寬度上翻倍。

圖9展示層壓至雙倍寬度之撓性太陽能電池材料之一雙倍寬度之格柵網。對於個別電池或切割自一連續捲之個別電池，必須沿著中心虛線30切割雙倍寬材料以形成各具有前述電池之尺寸之兩個電池。

形成太陽能電池模組之方法

在本發明之一態樣中，提供互連薄膜太陽能電池模組之方法。方法包括由一薄金屬條形成具有一互連區域之一薄平坦金屬網，薄平坦金屬網包含導線狀元件。在一實施例

中，導線狀元件之各者具有一矩形橫截面形狀。接下來，將薄平坦金屬網附接至一第一薄膜太陽能電池以在第一薄膜太陽能電池上形成一電流收集格柵。接下來，將第一薄膜太陽能電池(具有所附接之平坦金屬網)連接至具有一平坦金屬網之一第二薄膜太陽能電池，藉此在第一薄膜太陽能電池與第二薄膜太陽能電池之間形成一串聯電連接。在一實施例中，持續連接連續的薄膜太陽能電池至具有所附接之平坦金屬網之第一薄膜太陽能電池及第二薄膜太陽能電池以形成一串電整合之互連薄膜太陽能電池。接下來，將整合薄膜太陽能電池串之一者或多者整合入太陽能電池模組中。

在一實施例中，薄金屬條之厚度係介於約0.002英吋與0.010英吋之間。在一實施例中，薄平坦金屬條包括元素銅或一銅合金。在一實施例中，銅可與銀、金、鉻、鋅、錫之一者或多者形成合金。在一實施例中，薄平坦金屬條可包含一或多個塗層，諸如一鎳塗層或一錫塗層。

在一實施例中，薄平坦金屬網可包含一互連區域。在一實施例中，薄平坦金屬網可包含導線狀元件。在一實施例中，導線狀元件係以提供導線狀元件之間之間隔之一方式接合，諸如具有圓形、三角形、正方形、矩形、梯形、五邊形、六邊形、或其他幾何橫截面形狀之間隔。舉例而言，導線狀元件可具有一矩形橫截面形狀。在一實施例中，導線狀元件之各者之寬度係介於約0.001英吋與0.01英吋之間，或介於0.002英吋與0.006英吋之間。

在一實施例中，可用一導電環氧樹脂(諸如例如B階段導電環氧樹脂)將薄平坦金屬網附接至第一薄膜太陽能電池。在另一實施例中，可用低熔點焊料將薄平坦金屬網附接至第一薄膜太陽能電池。

在一實施例中，薄平坦金屬網與第一薄膜太陽能電池之組合寬度係介於約1.5英吋與6.0英吋之間。

在實施例中，薄金屬網至少部分覆蓋太陽能電池。在一實施例中，薄金屬網覆蓋太陽能電池之一實質部分。在一實施例中，薄金屬網覆蓋太陽能電池至少高至三側上之太陽能電池之邊緣之大約1毫米。在一實施例中，在連接至一鄰近太陽能電池之太陽能電池之側上，薄金屬網突出在太陽能電池上方達突片區域之寬度，其可作為一固體區域或更多網區域。

由於薄金屬網須跨一太陽能電池攜帶整個電池電流至下一太陽能電池，故電阻須保持為足夠低以使 I^2R 損失最小化。在特定實施例中，選擇薄金屬網之尺寸以使 I^2R 損失及遮蔽損失最小化。在一實施例中，太陽能電池越寬網橫截面面積須增大越多以充分攜帶所產生之增大電流。較大橫截面之網增加模組之遮蔽損失。在一實施例中，在約6英吋之一電池寬度下，可達成遮蔽損失為約5%之充足導電性。

在一實施例中，用鎳(Ni)電鍍薄平坦金屬網。舉例而言，薄平坦金屬網可由銅形成並用Ni電鍍。此可為一金屬網提供理想的導電性，同時(若未免除)使金屬網曝露至外

部環境時的腐蝕最小化。

在一實施例中，在一薄撓性基板(諸如一箔基板)上形成第一薄膜太陽能電池。在一實施例中，撓性箔基板包括不鏽鋼。在實施例中，可藉由薄膜沈積，諸如例如原子層沈積(ALD)、化學氣相沈積(CVD)、或分子束磊晶(MBE)形成第一薄膜太陽能電池。

在其他實施例中，形成一太陽能電池模組之方法包括使來自一第一捲之一薄平坦金屬網與來自一第二捲之一薄膜太陽能電池接觸(見圖7)，其中薄平坦金屬網包含接合為一圓形、三角形、正方形、矩形、梯形、五邊形、六邊形、或其他幾何形組態之導線狀元件。在一實施例中，連續使來自第一捲之薄平坦金屬網及來自第二捲之薄膜太陽能電池彼此接觸。在一實施例中，在處於第一捲及第二捲下游之一組滾筒(見例如圖7之滾筒28)的協助下使來自第一捲之薄平坦金屬網與來自第二捲之薄膜太陽能電池接觸。

在一實施例中，薄平坦金屬網覆蓋薄膜太陽能電池之一實質部分。在實施例中，將具有薄平坦金屬網之薄膜太陽能電池分為個別薄膜太陽能電池。隨後可將個別薄膜太陽能電池連接(例如串聯)以形成一太陽能電池模組。在實施例中，在一導電環氧樹脂或一低熔點焊料的協助下將薄平坦金屬網附接至薄膜太陽能電池。舉例而言，可在使薄平坦金屬網與薄膜太陽能電池彼此接觸時將薄平坦金屬網附接至薄膜太陽能電池。此可(舉例而言)藉由在使薄平坦金屬網與薄膜太陽能電池接觸前提供一導電環氧樹脂或低熔

點焊料達成。

在一實施例中，薄平坦金屬網實質覆蓋薄膜太陽能電池之一頂部表面。在一實施例中，在薄平坦金屬網實質覆蓋薄膜太陽能電池之一頂部表面的情況下，網之導線狀元件係經配置及組態以使與薄膜太陽能電池(在使用時)相關之遮蔽損失最小化，同時使至薄膜太陽能電池之一頂部導電表面之接觸最大化。在此方面，可選擇導線狀元件之大小(例如導線直徑)及導線狀元件接合之方式(例如，接合以產生正方形、矩形、或梯形空間)以使遮蔽損失最小化，同時使至薄膜太陽能電池之頂部表面之接觸最大化。

雖然本文已展示並描述本發明之較佳實施例，但是熟習此項技術者瞭解此等實施例僅舉例而言而提供。熟習此項技術現可想到不脫離本發明之許多變動、變更及替代。應瞭解在實踐本發明中可利用本文所述之本發明之實施例之各種替代例。希望下文申請專利範圍界定本發明之範疇且藉此涵蓋此等申請專利範圍之範疇內之方法及結構及其等之等效物。

【圖式簡單說明】

圖1a示意地圖解說明先前技術中將一導線施加至一載體板以形成沈積在一撓性基板上之一薄膜太陽能電池之一電流收集格柵；

圖1b係展示附接至一載體板之一導線之一先前技術實施例之一橫截面詳圖；

圖1c係展示層壓至一撓性薄膜太陽能電池之一導線及載

體板之一先前技術實施例之一橫截面詳圖；

圖2展示根據本發明之一實施例之一平坦金屬網之兩個實例之平面圖及橫截面圖；

圖3係一金屬條或帶之一示意圖，其圖解說明根據本發明之一實施例之一平坦金屬網之製造；

圖4係展示根據本發明之一實施例之一串互連電池之一截面之一平面圖及圖解說明互連之細節之一對應橫截面圖之一示意圖；

圖5係展示根據本發明之一實施例之層壓至一撓性薄膜太陽能電池之一平坦金屬網之正方形及矩形元件之一第一實施例之一橫截面圖；

圖6係展示根據本發明之一實施例之一平坦金屬網之元件之兩個替代實施例之一橫截面圖，其中塗層在網衝孔及展開前施加至金屬條；

圖7展示根據本發明之一實施例之施加網至撓性太陽能電池材料，其中兩者皆施配自捲材且連續地層壓在一起；

圖8係描繪根據本發明之一實施例之由一雙倍寬金屬條製造一雙重寬網構件之一替代方法之一示意圖；及

圖9展示根據本發明之一實施例之展開為一雙倍寬網後之圖8之金屬條，該雙倍寬網係施加至雙倍寬之太陽能電池材料且隨後切割為兩個單獨電池。

【主要元件符號說明】

- | | |
|----|--------|
| 2a | 平面圖/格柵 |
| 2b | 橫截面圖 |

- 3a 平面圖/格柵
- 3b 橫截面圖
- 4 突片區域/固體區域
- 4a 網區域
- 5 網
- 5a 區域
- 6 未經塗佈金屬網元件
- 7 金屬條
- 8 狹縫/線性衝孔
- 9 間隙
- 10 圖
- 11 圖
- 12a 塗層
- 12b 塗層
- 13a 塗層
- 13b 塗層
- 14 平面
- 15 薄膜太陽能電池
- 16 橫截面
- 17 介電質邊緣塗層
- 18a 橫截面
- 18b 橫截面
- 19 撓性薄膜太陽能電池
- 19a 撓性基板

- 19b 電池之主動零件
- 19c 透明導電氧化物(TCO)層
- 20 透明熱固性或熱塑性材料
- 21 間隔
- 22 電接觸面積
- 23a 橫截面
- 23b 橫截面
- 24a 塗層
- 24b 塗層
- 25 層
- 27 太陽能電池材料
- 28 滾筒
- 29 狹縫區域
- 30 中心虛線
- 510 太陽能電池
- 510b 頂部透明導電層
- 520 圓形導線
- 520a 導線
- 520A 普通導線
- 520B 保護性及低導電材料
- 550 載體
- 550a 透明聚合物板
- 550b 熱固性黏著劑
- d 距離

l	特性長度
t	網厚度
t1	電池厚度
W1	寬度
W2	寬度
W3	寬度
W4	寬度

七、申請專利範圍：

1. 一種互連薄膜太陽能電池之方法，其包括：

(a)將一薄平坦金屬網附接至一第一薄膜太陽能電池以在該第一薄膜太陽能電池上形成一電流收集格柵，其中該薄平坦金屬網具有一突片區域；

(b)將該突片區域下彎並且在具有一平坦金屬網的一第二薄膜太陽電池的一背側之下從而將具有該所附接之薄平坦金屬網之該第一薄膜太陽能電池連接至該第二薄膜太陽能電池以在該第一薄膜太陽能電池與該第二薄膜太陽能電池之間形成一串聯電連接；

(c)將連續的薄膜太陽能電池連接至具有該等所附接之平坦金屬網的突片區域之該第一薄膜太陽能電池及該第二薄膜太陽能電池以形成一串電整合之互連薄膜太陽能電池；及

(d)將該串互連薄膜太陽能電池整合為一太陽能電池模組。

2. 如請求項1之方法，其進一步包括在將該薄平坦金屬網附接至該第一薄膜太陽能電池前由一薄平坦金屬條形成該薄平坦金屬網。

3. 如請求項2之方法，其中該薄平坦金屬條之厚度係介於約0.002英吋與0.010英吋之間。

4. 如請求項2之方法，其中該薄平坦金屬條包括銅。

5. 如請求項2之方法，其中該薄平坦金屬條包含一或多個塗層。

6. 如請求項5之方法，其中該一或多個塗層包含鎳。
7. 如請求項5之方法，其中該一或多個塗層包含錫。
8. 如請求項1之方法，其中該薄平坦金屬網包含一互連區域。
9. 如請求項1之方法，其中該薄平坦金屬網包含導線狀元件，該等導線狀元件接合為一正方形、矩形、或梯形組態。
10. 如請求項9之方法，其中該等導線狀元件之各者之寬度係介於約0.002英吋與0.006英吋之間。
11. 如請求項1之方法，其中用一導電環氧樹脂將該薄平坦金屬網附接至該第一薄膜太陽能電池。
12. 如請求項1之方法，其中用一低熔點焊料將該薄平坦金屬網附接至該第一薄膜太陽能電池。
13. 如請求項1之方法，其中該薄平坦金屬網與該第一薄膜太陽能電池之組合寬度係介於約1.5英吋與6.0英吋之間。
14. 如請求項1之方法，其中用鎳電鍍該薄平坦金屬網。
15. 如請求項1之方法，其中將該第一薄膜太陽能電池沈積在一薄撓性箔基板上。
16. 如請求項15之方法，其中該薄撓性箔基板包括不鏽鋼。
17. 一種形成一太陽能電池模組之方法，其包括：
使來自一第一捲之一薄平坦金屬網與來自一第二捲之一薄膜太陽能電池接觸，
其中該薄平坦金屬網包含接合為一圓形、三角形、正

- 方形、矩形、梯形、五邊形、或六邊形組態之導線狀元件。
18. 如請求項17之方法，其中該薄平坦金屬網覆蓋該薄膜太陽能電池之一實質部分。
 19. 如請求項17之方法，其進一步包括將具有該薄平坦金屬網之該薄膜太陽能電池劃分為個別薄膜太陽能電池。
 20. 如請求項19之方法，其進一步包括將個別薄膜太陽能電池串聯連接以形成一太陽能電池模組。
 21. 如請求項17之方法，其進一步包括在一導電環氧樹脂或一低熔點焊料的協助下將該薄平坦金屬網附接至該薄膜太陽能電池。
 22. 如請求項17之方法，其中使來自該第一捲之該薄平坦金屬網與來自該第二捲之該薄膜太陽能電池接觸包括使該薄平坦金屬網及該薄膜太陽能電池穿過處於該第一捲及該第二捲下游之一組滾筒。
 23. 一種與太陽能電池一起使用之電流收集格柵，其包括：
 - 一薄平坦金屬網，其係用於接觸一太陽能電池之一導電表面，該薄平坦金屬網包括導線狀元件，該等導線狀元件係接合為一圓形、三角形、正方形、矩形、梯形、五邊形、或六邊形組態；及
 - 鄰近該薄平坦金屬網之一突片區域，該突片區域用於形成一電連接至一鄰近太陽能電池。
 24. 如請求項23之電流收集格柵，其中該等導線狀元件之各者之寬度係介於約0.001英吋與0.01英吋之間。

25. 如請求項24之電流收集格柵，其中該等導線狀元件之各者之寬度係介於約0.002英吋與0.006英吋之間。
26. 如請求項23之電流收集格柵，其中該薄平坦金屬網係由銅形成。
27. 如請求項26之電流收集格柵，其進一步包括該薄平坦金屬網上方之一層鎳。

八、圖式：

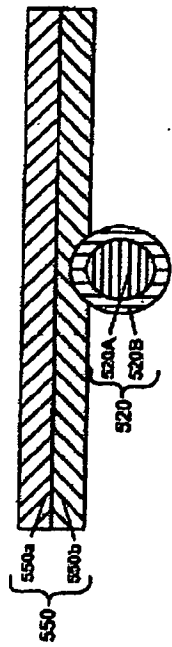


圖 1b

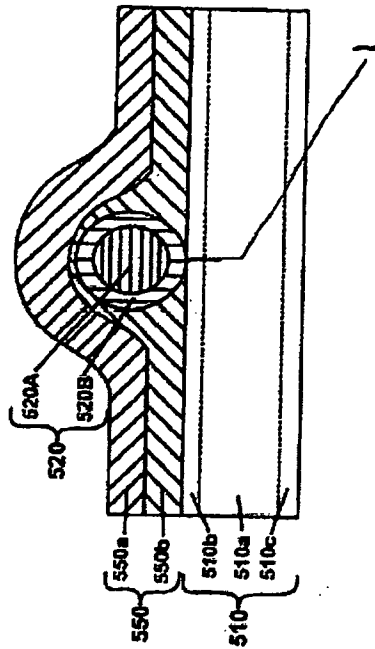


圖 1c

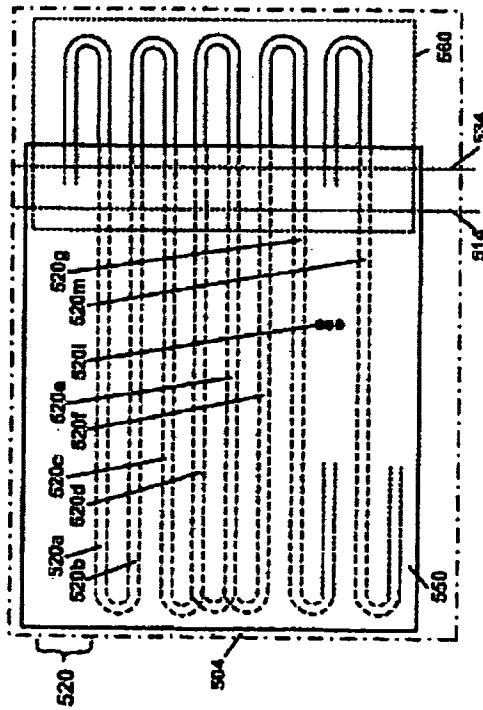


圖 1a

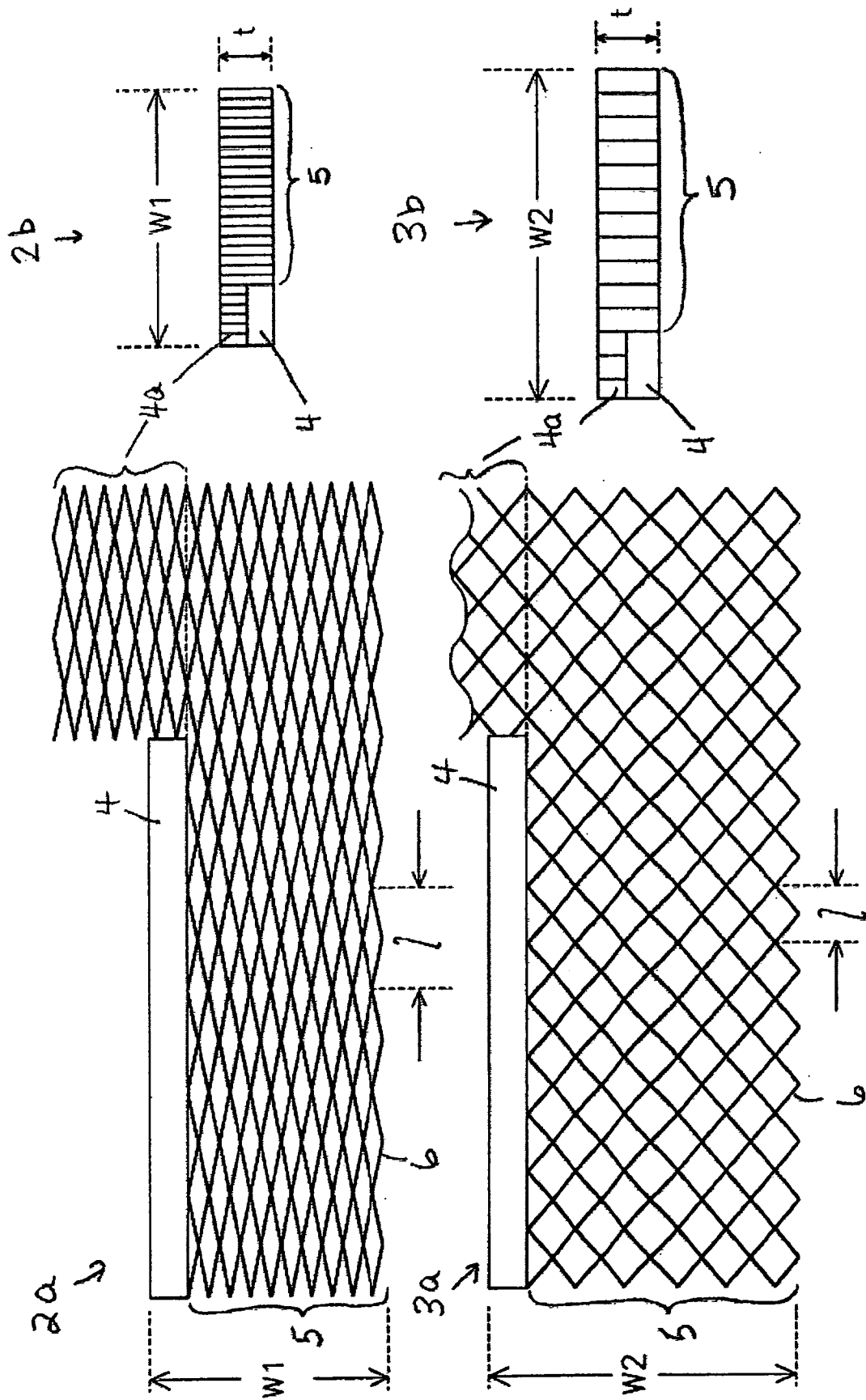


圖 2

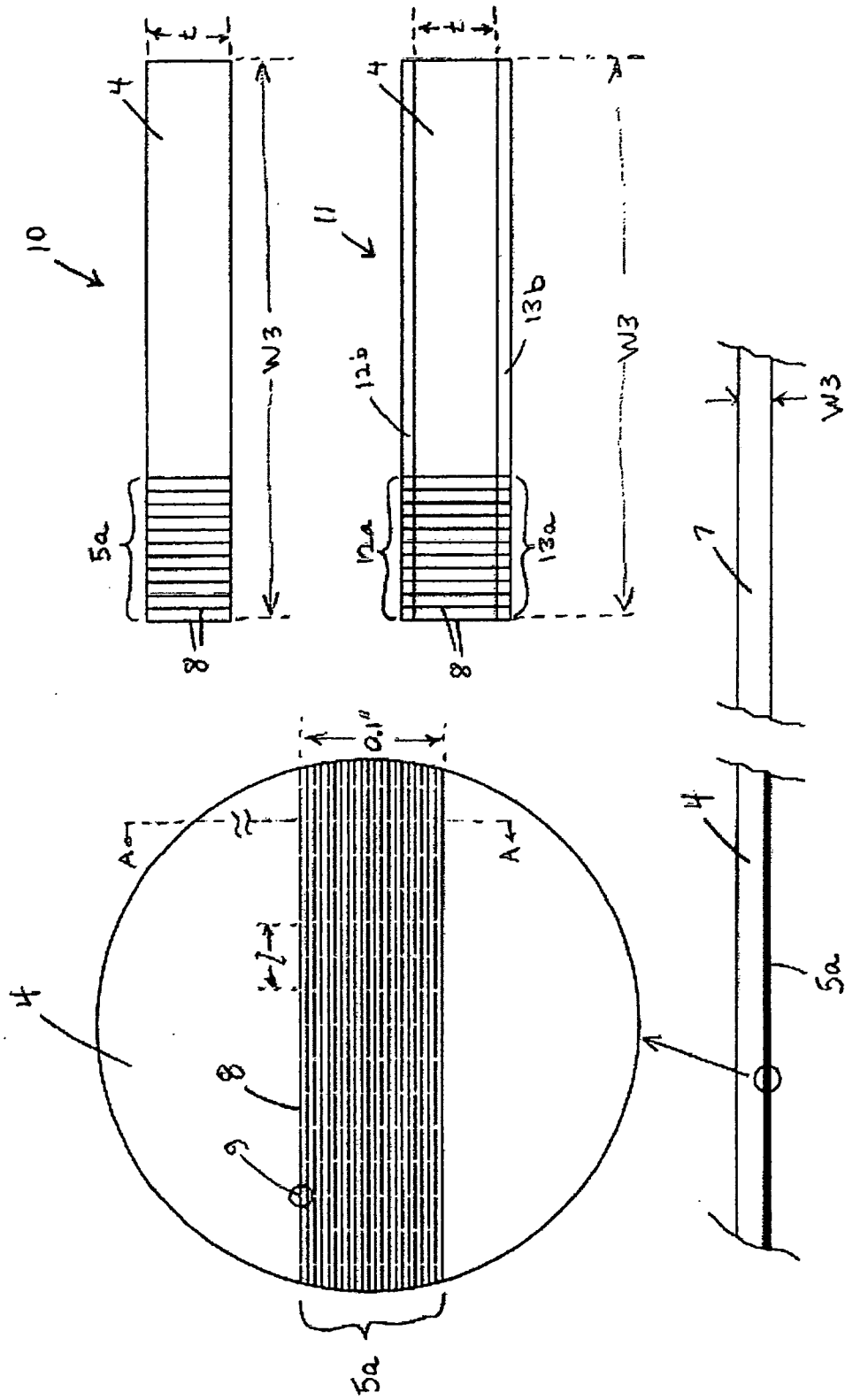


圖 3

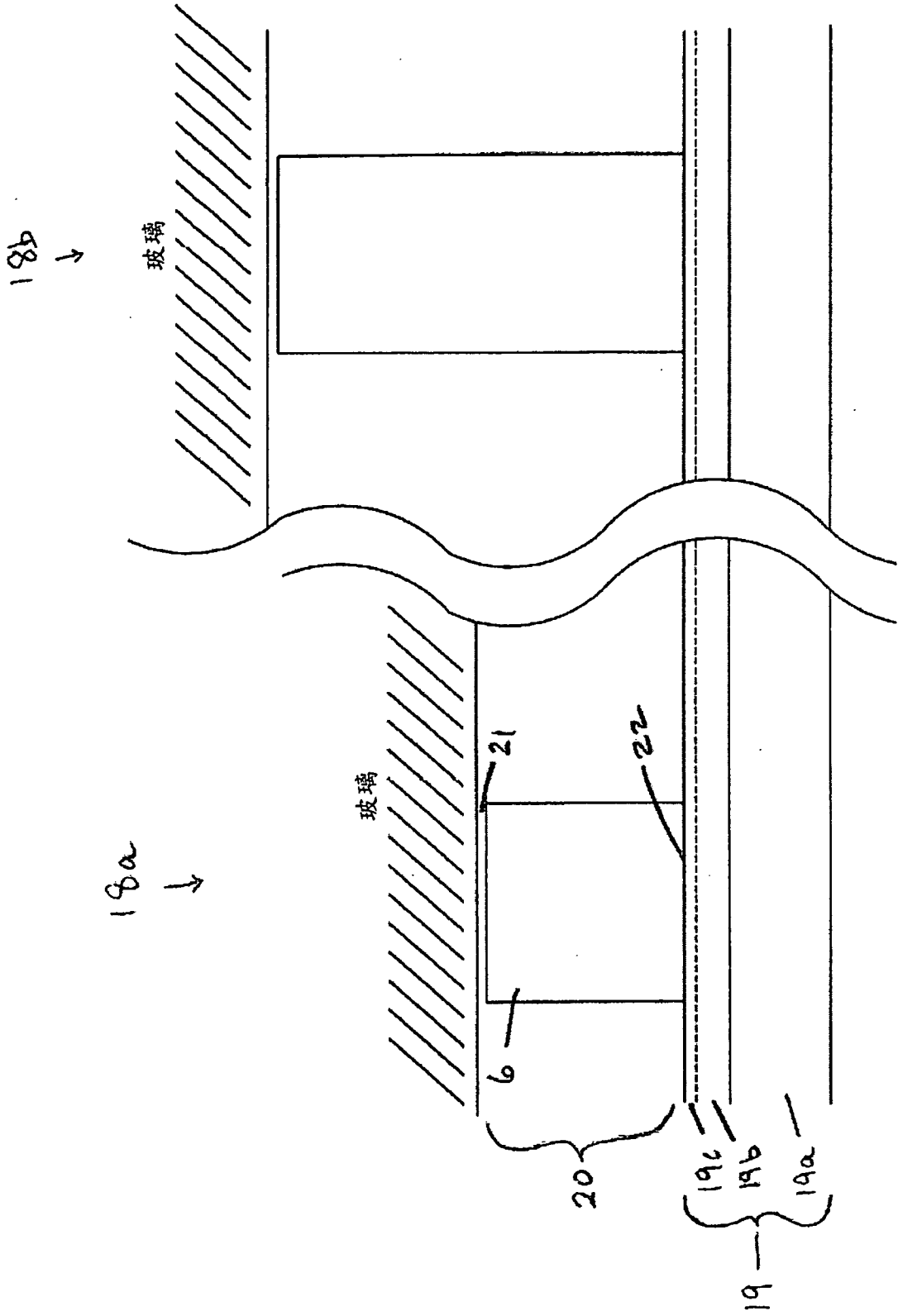


圖 5

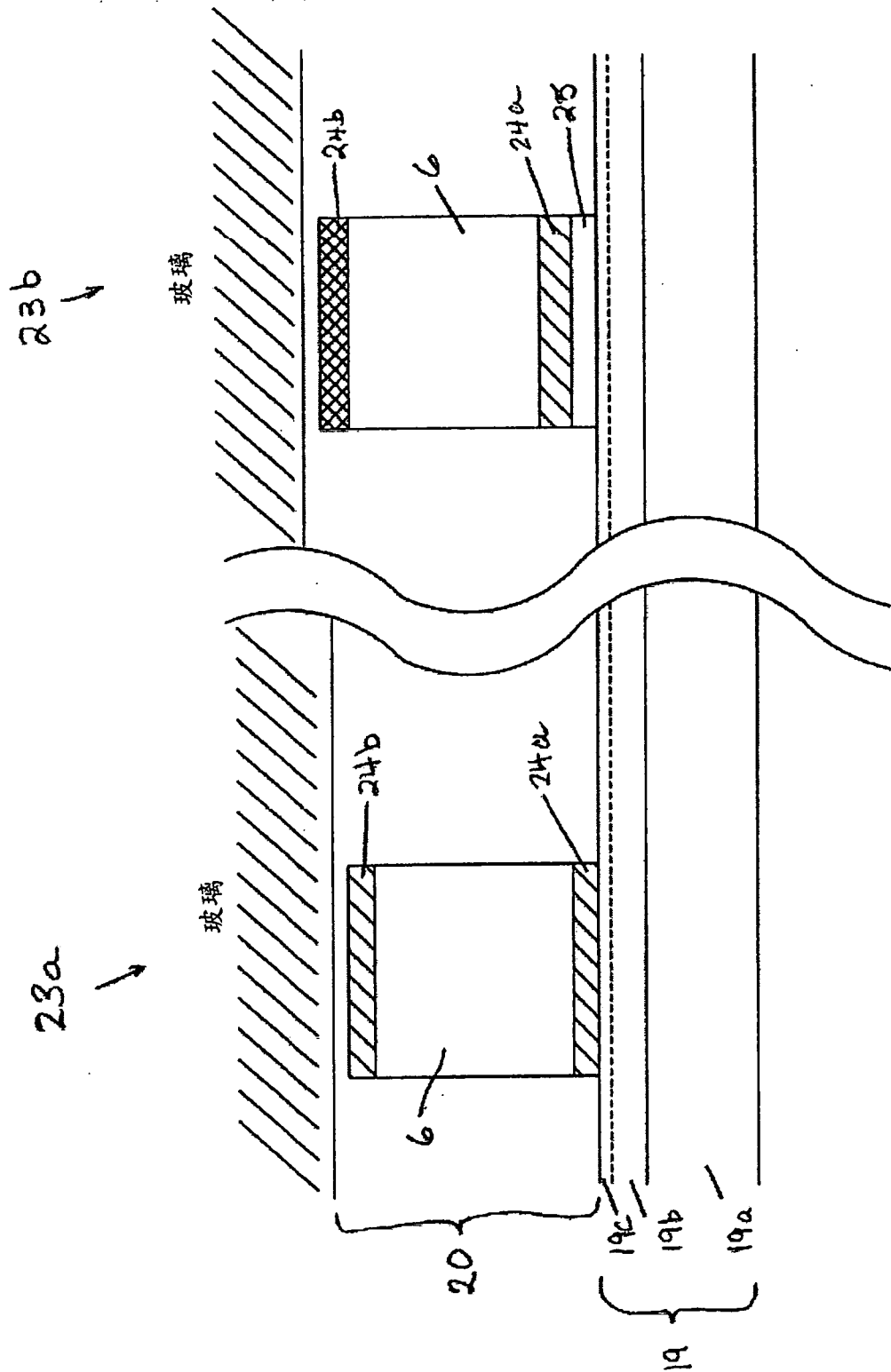


圖6

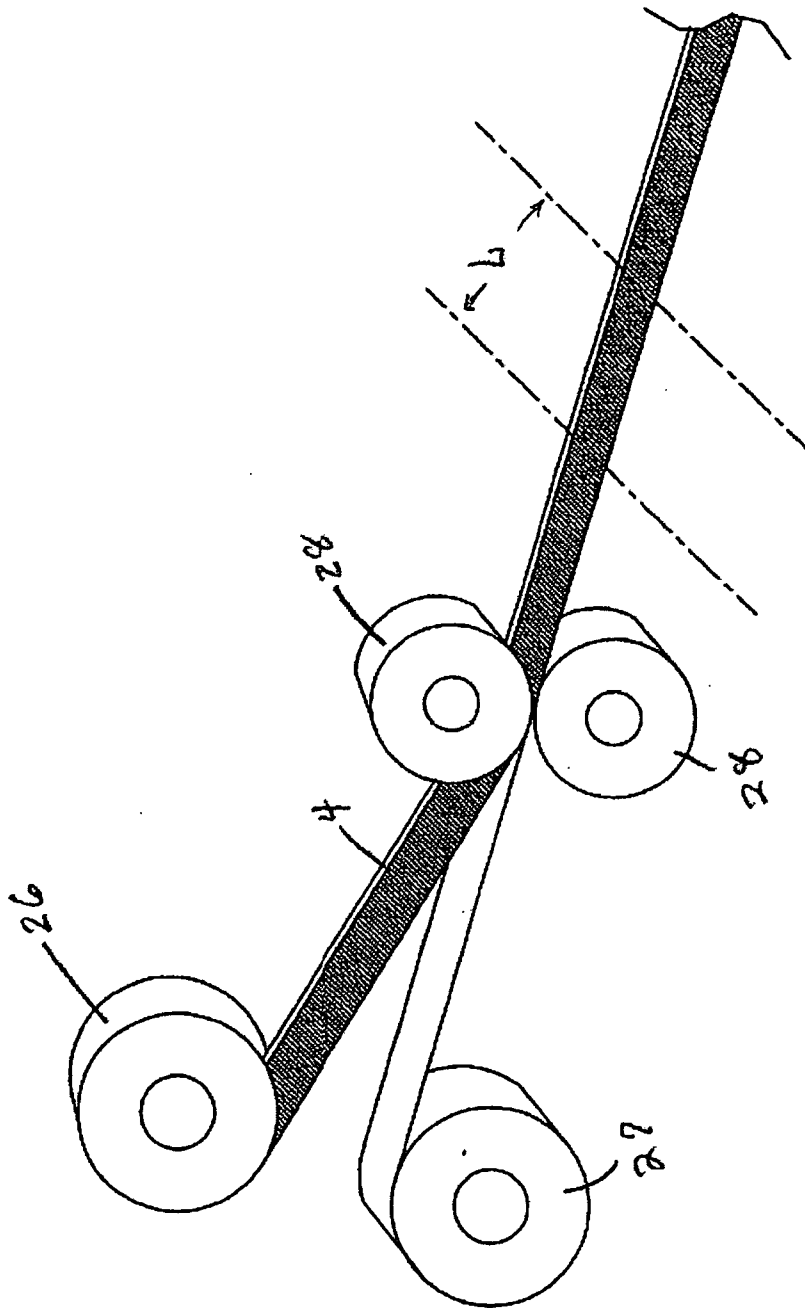


圖 7

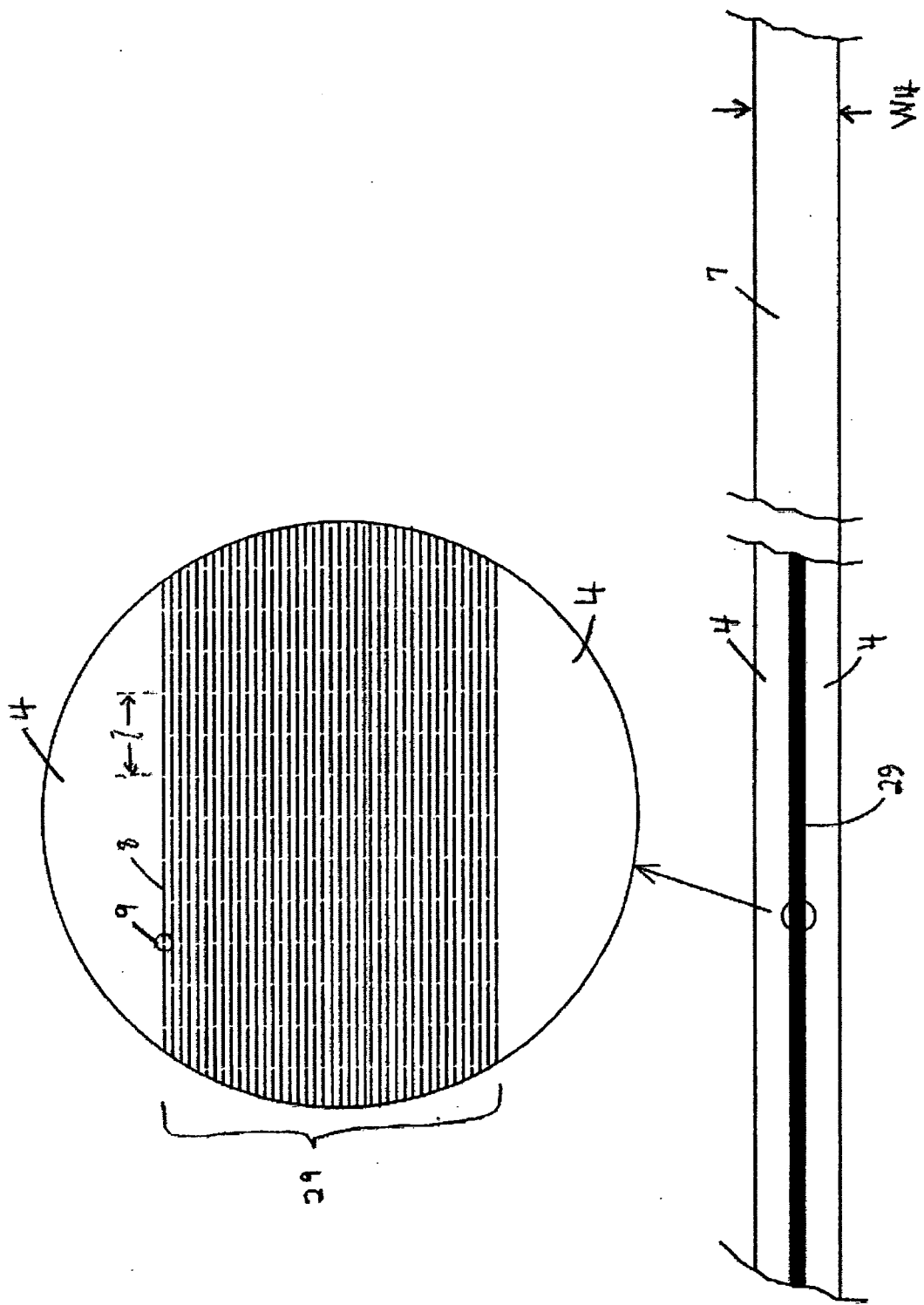


圖 8

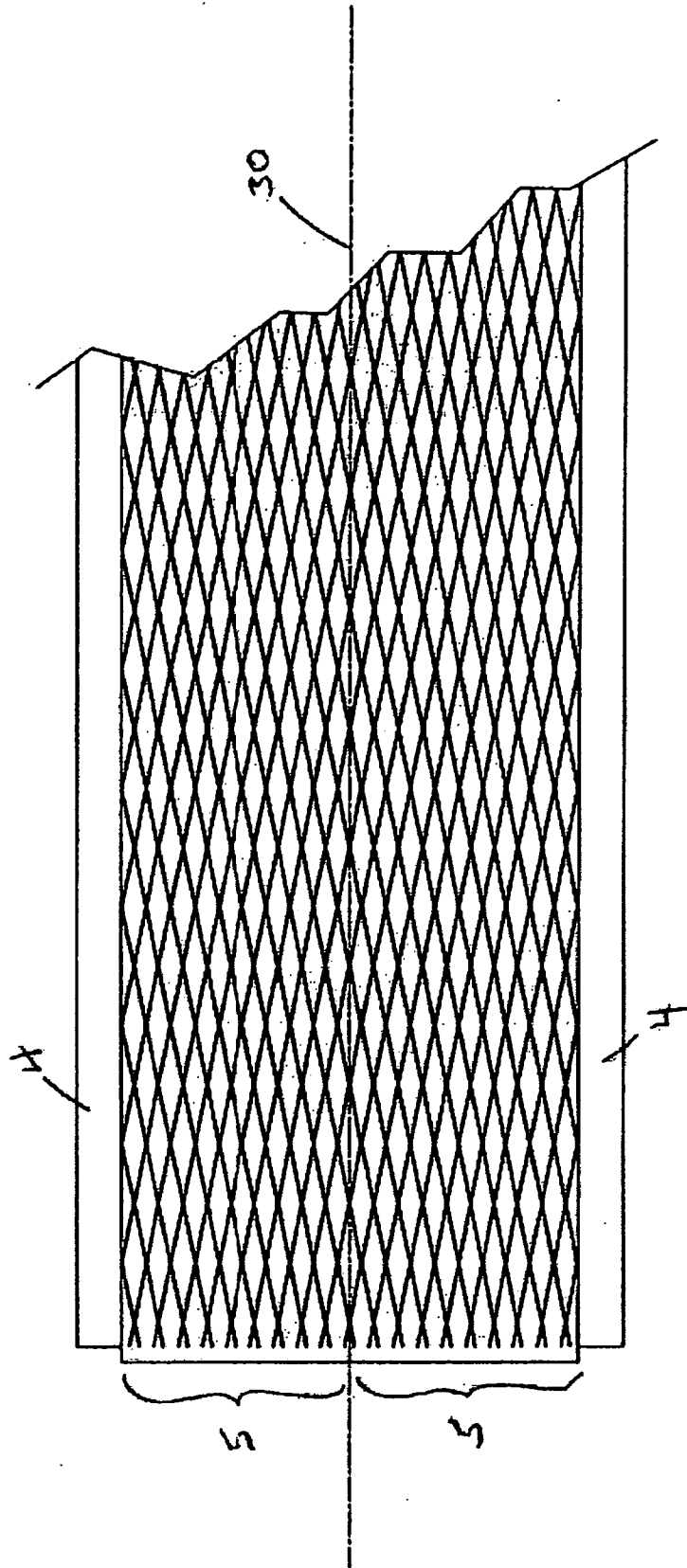


圖 9