

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：96113216

※申請日期：96.4.14

※IPC 分類：H07L 31/02 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

電漿沉積裝置及製造太陽電池的方法

PLASMA DEPOSITION APPARATUS AND METHOD FOR MAKING
SOLAR CELLS

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商席立卡科技公司

SILICA TECH, LLC

代表人：(中文/英文)

史帝夫 菲利浦

PHILLIPS, STEVEN

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國紐約州白原市緬因街199號

199 MAIN STREET, SUITE 706, WHITE PLAINS, NEW YORK 10671,
U.S.A.

國籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 莫迪 A 艾斯拉米
ASLAMI, MOHD A.
2. 吳達
WU, DAU

國 籍：(中文/英文)

1. 美國 U.S.A.
2. 美國 U.S.A.

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2006年04月14日；60/791,883

2. 美國；2006年06月22日；60/815,575

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種用以製造光伏打模組或太陽電池之程序。

【先前技術】

由於石油價格持續上漲而其他能源仍然有限，因此傳統燃料燃燒之排放給全球氣候變暖帶來越來越大的壓力。需要找到並使用替代性的能源，例如太陽能，因為其係免費能源而且不會產生二氧化碳氣體。為此，許多國家正在增加其對安全而可靠的長期電源之投資，尤其係"綠色"或"清潔"能源。然而，儘管太陽電池(亦稱為光伏打電池或模組)已歷經多年開發，但其使用仍很有限，因為此等電池或模組之製造成本仍然較高，從而使得難以與藉由傳統燃料產生的能量競爭。

目前，單晶矽太陽電池具有最佳的能量轉換效率，但其亦具有最高的製造成本。替代的係薄膜矽，儘管其不具有如單晶電池一樣高的效率，但其生產成本便宜得多。因此，有可能將其用於低成本的光伏打發電。其他類型的薄膜材料，例如二硒化銅銦鎳("CIGS")亦顯示頗有希望的結果而且其效率接近單晶矽，且成本更低，但是並未低至足以與傳統燃料有效競爭之程度。

製造費用之部分原因在於此等程序之沉積速率較低而頗為耗時。例如，藉由存在高濃度氫氣之條件下的矽烷電漿輝光放電來形成所需矽層之典型程序獲得約 20 A/s 或 0.12

微米/分鐘之一沉積速率。在另一範例中，用以形成高品質i型矽層之典型的電漿化學汽相沉積("CVD")方法獲得約15 A/s或0.09微米/分鐘之一已報告的沉積速率。在另一範例中，典型的化學汽相傳輸("CVT")方法使用碘蒸汽作為一傳輸介質來沉積多晶矽，獲得最高至約3微米/分鐘之膜生長速率。

與矽太陽電池技術類似，已努力使用不同技術來製造CIGS型太陽電池。在一嘗試中，藉由使用各種先驅物結構在一個兩階段程序中製造CIGS型太陽電池，此係稱為硒化技術。已努力對硒化技術加以改良。在此一嘗試中，已知一個兩階段程序，其藉由將磁電管濺鍍技術與一輸送機系統結合起來用於製造一薄膜。在另一嘗試中使用一汽相再結晶程序來製造CIGS薄膜。該再結晶程序係用作該程序之第二步驟，而且其替代先前技術所教導之硒化程序。在另一嘗試中，藉由使用在一溶液中的電化學沉積並接著進行物理汽相沉積來製造CIGS膜。此技術生產一總體轉換效率為13.6%之CIGS型太陽電池。

除了為高效率製造上述類型之太陽電池所作之努力外，還為高效率地製造其他類型之太陽電池(例如多接面太陽電池)而作了額外的努力。此等類型之太陽電池具有不同材料的多層構造。該等不同材料具有不同帶隙，而其會吸收各種波長的太陽能。因此，此等類型之太陽電池覆蓋一更廣的太陽光譜而可以提高該太陽電池之效率。為了高效率地生產此等類型之太陽電池，已作了一定努力。在一此

類努力中，採用非晶矽及二硒銅銦("CIS")及其合金來製造多接面太陽電池。但是，此製程非常複雜而且需要不同類型的設備，從而使得生產此等類型的太陽電池較為昂貴。生產CIS層或CIGS層之某些範例包括藉由溶液生長、濺鍍或蒸發之方式來沉積此等層。而且，矽層係藉由增強型電漿化學汽相沉積方式來沉積。

如上面所提到，製造薄膜太陽電池需要一沉積技術來沉積所需要之層，而降低製造成本之最有效方式係提高沉積速率。電漿增強型化學汽相沉積("PECVD")之已報告的最佳沉積速率約為5 A/秒，而矽烷電漿輝光放電之沉積速率為20 A/秒。

此外，除沉積速率緩慢外，在太陽電池之製造中另一常見的緩慢程序步驟包括：為形成半導體材料之p-n接面而併入p型及n型摻雜劑。此步驟一般係在該薄膜層已沉積後在極緩慢擴散的爐中實行，從而進一步減緩高效率生產太陽電池之整個程序。

此外，對於製造CIGS薄膜之程序，該程序一般使用兩個或更多階段。在該程序中額外步驟之目的係將此等元件沉積或調整成獲得該等CIGS薄膜之所需或最佳的組成比率及相位結構。在該第一步驟中，已使用各種技術來累積所需要的膜厚度而讓濃度比率相對較接近設計值。此等步驟之組合抑制高效率地進行一用以製造CIGS薄膜之製程。

與為解決此等問題所作的嘗試相關之資訊可參見以下美國專利案：1997年7月8日頒予Li等人的第5,646,050號；

1999年8月24日頒予Li等人的5,942,049；2000年8月8日頒予Nishimoto等人的6,100,466；2001年4月10日頒予Madan等人的6,214,706；2001年8月28日頒予Wang等人的6,281,098；1992年8月25日頒予Chen等人的5,141,564；1989年1月17日頒予Ermer等人的4,798,660；1990年4月10日頒予Pollock等人的4,915,745；2000年4月11日頒予Kushiya等人的6,048,442；2001年7月10日頒予Morel等人的6,258,620；2003年2月11日頒予Beck等人的6,518,086；1991年9月3日頒予Eberspacher等人的5,045,409；1994年10月18日頒予Tuttle等人的5,356,839；1995年8月15日頒予Noufi等人的5,441,897；1995年7月25日頒予Albin等人的5,436,204；1998年3月24日頒予Bhattacharya等人的5,730,852；1998年9月8日頒予Bhattacharya等人的5,804,054；1999年2月16日頒予Bhattacharya等人的5,871,630；1999年11月2日頒予Bhattacharya等人的5,976,614；2000年9月19日頒予Arya等人的6,121,541；以及2002年4月9日頒予Arya等人的6,368,892。

【發明內容】

藉由本申請案中所揭示的用以製造太陽電池之電漿沉積裝置及方法來解決上述問題並實現一技術進展。該新穎程序使用一電感耦合的電漿火炬來製造薄膜太陽電池。其具有一較高沉積速率，而且其可以係設計為一連續的流程以使其可以明顯降低該薄膜之製造成本。藉由將一輸送機系統用於一連續的線上程序，此程序可以將所需要的薄膜沉

積於一基板(例如玻璃、可撓性金屬或高溫聚合物材料)上。

該新穎的電感耦合電漿沉積程序提供一測量出較高的沉積速率，從而使得製造成本降低甚多。用以製造太陽電池之新穎的電漿沉積裝置及方法之另一主要方面係在該薄膜沉積期間同時併入此類正及/負摻雜材料，從而從該等製造步驟中消除另一很緩慢而成本昂貴的程序。

該電感耦合電漿火炬之一優點係其具有很高的沉積速率("DR")。為額外地提高效率並節省製造成本，可以將一或多個電感耦合電漿火炬聚合在一起以提供一組電感耦合電漿火炬來形成與一輸送機系統整合之沉積模組。其係一具有高沉積速率及輸出速率之簡易而多功能的生產系統。

此外，用以製造太陽電池之新穎電漿沉積裝置及方法可以在該基板從一沉積模組或沉積室移動到另一沉積模組或沉積室上時容易地將所需材料注入正確的沉積模組並將所設計的層沉積於一輸送機系統上。或者，用以製造太陽電池之新穎電漿沉積裝置及方法由於在每一循環引入不同的化學物質而使得該太陽電池能夠進入及重新進入相同的沉積模組。

另外，當藉由此一用以製造太陽電池之新穎的電漿沉積裝置及方法來摻雜該薄膜時，實現對摻雜劑分佈之直接控制以及比典型擴散程序更佳之濃度輪廓。該裝置及方法還可以對能量轉換效率與化學特性及物理特性產生很大影響。此外，使用一沉積程序而非擴散程序來製造p型或n型

摻雜薄膜，不僅提供更佳的控制及更均勻的摻雜劑分佈，而且其還消除該兩步驟程序，產生一更高的生產率。

而且，用以製造太陽電池之新穎的電漿沉積裝置及方法滿足對生產高品質太陽電池(包括將品質i型層最佳化)之挑戰。用於低接觸電阻、高內建電位及高透明度(以減少不必要的光學損失)之摻雜的p及n型層及用以製造太陽電池的本發明之新穎電漿沉積裝置及方法適應此類要求。

在一特徵中，用以製造太陽電池之新穎電漿沉積裝置及方法可以使用包含銅、銦、鎳及硒組成元素(其係注入電漿火焰以形成一CIGS薄層)之材料。在另一特徵中，用以製造太陽電池之電漿沉積裝置及方法可以使用適當設計的銅、銦、鎳及硒之比率來注入該電漿火焰而形成該CIGS薄膜。

【實施方式】

圖1解說包括一定位於一基板104(其係受支撐於一輸送機106上)上的電感耦合電漿火炬102之一電漿沉積裝置之一具體實施例100。在此具體實施例中，該電感耦合電漿火炬102係瞄準下方以將一反應產物沉積於該基板104上。在另一具體實施例中，該電感耦合電漿火炬102可以係相對於該基板104以另一方式或方向瞄準或定向。該電感耦合電漿火炬102由兩個石英管組成：一外部石英管108與一較短的內部石英管110，其係顯示為附著於一不銹鋼室112。

輸送機106具有一定義為與圖3所示箭頭方向對齊之縱

軸。輸送機106可以係一靜止平臺或一移動輸送機。較佳的係，其為一或數個基板104提供支撐並於一所需距離(此係依據所使用的電感耦合電漿火炬102)處將該等基板提供給該電感耦合電漿火炬102。進一步，輸送機106可先沿該輸送機之縱軸將該等基板104移動一距離，然後再停止該等基板之移動以沉積一反應產物，下面將作進一步說明。

一般地，該外部石英管108及該內部石英管110之直徑及高度或長度可以係與該外部石英管108及內部石英管110的所需應用適配之任何尺寸。較佳的係，該內部石英管108之長度比該外部石英管108更短。而且，該外部石英管108之直徑較佳的係在從約50毫米("mm")至90 mm範圍內，而高度係在從180 mm至約400 mm範圍內。更佳的係，該外部石英管108之直徑約為70 mm，而高度或長度約為200 mm。較佳的係，該內部石英管110之直徑較佳的係在從約50 mm至約70 mm範圍內，而高度係在從120 mm至約180 mm範圍內。更佳的係，該內部石英管110之直徑約為60 mm，而高度約為150 mm。

該電感耦合電漿火炬102進一步包括位於該外部石英管108之下部部分周圍之一銅電感線圈114。該線圈114包含直徑大致在從約56 mm至約96 mm範圍內的複數個繞組116。較佳的係，該複數個繞組116之直徑約為82 mm。一般地，該複數個繞組116係彼此間距開一足以供該電感耦合電漿火炬102操作之距離。較佳的係，該複數個繞組116係彼此間距開約6 mm。此外，該外部石英管108與該線圈

114之間的一間隙可在從約2 mm至約10 mm範圍內。而且，該線圈114的最下部部分與該基板104之間的距離係指定為"L"，其在從約30 mm至約55 mm範圍內。

該電感耦合電漿火炬102進一步包括一對注入埠118，該對注入埠118係連接至一將先驅物來源化學物質載送至該電感耦合電漿火炬102之先驅物來源化學線(未顯示)。藉由使用該內部石英管110，該電漿形成氣體將具有一旋流圖案。將透過該等注入埠118注入用以沉積半導體薄膜材料(例如矽)之來源化學物質，該等注入埠118較佳的係位於該電感耦合電漿火炬102之下部側附近而朝 $V=0$ 位置瞄準(其原因與頒予Gousskov等人的美國專利案第6,253,580號與頒予Gousskov等人的美國專利案第6,536,240號相同，此等兩案皆係以引用的方式併入於此)。在一具體實施例中，該等注入埠118係連接至該電感耦合電漿火炬102。在另一具體實施例中，該等注入埠118並非連接至該電感耦合電漿火炬，而係連接至如本文所述本發明之另一結構元件。在一具體實施例中，該電感耦合電漿火炬102係一電感耦合電漿火炬。該等注入埠118包含石英管，該石英管之直徑較佳的係在從約3 mm至約10 mm範圍內，更佳的係約5 mm，但還可以結合該電感耦合電漿火炬102使用其他尺寸之管直徑。在此具體實施例中，一對注入埠118係彼此橫跨成對徑定位。在本發明之另一具體實施例中，可以使用對稱配置的三個或更多埠。

進一步，電感耦合電漿火炬102包括連接至一電漿氣體

供應線(未顯示)之一對電漿氣體入口120，該電漿氣體供應線將電漿氣體載送至該電感耦合電漿火炬102。該等電漿氣體入口120進入處於實質上相同高度之電感耦合電漿火炬102。較佳的係，此等電漿氣體入口120包含直徑為5 mm之不銹鋼管，但在一範圍內的直徑皆足以用於此目的。

該電感耦合電漿火炬102還具有一冷卻劑入口122與冷卻劑出口124。在使用期間，一冷卻劑(例如水)穿過該冷卻劑入口122，在該不銹鋼室112內旋環，並透過該冷卻劑出口124退出。舉例而言，該冷卻入口122及冷卻出口124較佳的係由不銹鋼形成而直徑為5 mm。

電漿氣體入口120、冷卻劑入口122及冷卻劑出口124較佳的皆係形成於一不銹鋼室112中。舉例而言，該室112較佳的係一邊長為80 mm之不銹鋼方形組塊，而高度約為40 mm。該室112係安裝至支撐支架(未顯示)上。

一高頻率產生器(未顯示)係電性連接至該線圈114，以 5.28 ± 0.13 MHz之頻率、最高60 kW之可變功率輸出給該線圈114供電。在一具體實施例中，該產生器係IG 60/5000型號，可從德國Fritz Huettinger Electronic GmbH購買。此產生器受一50 Hz、三相、380 V電源供應驅動來給該電感耦合電漿火炬102加電。

為了覆蓋一更寬的沉積寬度，將一群電感耦合火炬102放置在一起以形成一沉積模組200。圖2顯示由一組電感耦合電漿火炬102組成之一沉積模組之一具體實施例200。除高沉積速率以外，該沉積模組200還提供均勻的沉積厚

度。作為一範例，該沉積模組200由直徑為70 mm之電感耦合電漿火炬102與直徑為35 mm之兩個較小的電感耦合電漿火炬102'組成。在此具體實施例中，沉積模組200將產生均勻厚度之一240 mm的沉積寬度。在一沉積模組中可以使用電感耦合電漿火炬102之其他配置及尺寸以針對一特定應用提供一所需沉積寬度。

在一具體實施例中，該等電感耦合電漿火炬102包含一列。在另一具體實施例中，該等電感耦合電漿火炬102包含兩列或更多列，而且係定位於如圖2所示之一交錯配置中以作重疊或在該基板104上提供該反應產物之均勻沉積。可以看出，此等列較佳的係與該輸送機106之縱軸成橫向。在本發明之另一具體實施例中，該等列係配置於另一組態中以在該基板104上提供該反應產物之均勻沉積。

沉積模組200可以係間距開一距離(如圖3中進一步顯示)，或者其可以係彼此相鄰，取決於所需應用。此外，每一沉積模組200可以先將一特定的反應產物沉積於一特定的基板104上，然後再將該基板104移動至一後續沉積模組200以沉積一或多個相同或不同的反應產物。在一具體實施例中，一沉積模組200可以沉積一類材料或反應產物，而另一沉積模組200可沉積另一類材料或反應產物。為累積層厚度，可以使用多個沉積模組200來沉積相同材料。取決於設計，可以從定位於該輸送機106正上方之不同的沉積模組200沉積固有或摻雜的材料。

圖3解說包括一用以封閉複數個沉積模組200的沉積室

302之一電漿沉積裝置之一具體實施例300。由於沿該輸送機106而定位之若干沉積模組200，故此具體實施例提供一連續的沉積程序。該等箭頭指示該輸送機106之縱向移動方向314。該等四個沉積模組200係排列於該沉積室內部以提供一系列連續的沉積程序。該沉積室302包括一入口304與一出口306。一入口氣體簾幕308位於該入口304，而一出口氣體簾幕310位於該出口306，從而將外部環境與該沉積室302之內部隔離。入口304與出口306可以係適應一所需應用之任何形狀或設計。該等氣體簾幕308與310較佳的係包含一惰性氣體，例如氬。某些額外的範例性氣體包括氦、氖、氫、氙、氦及氬。

該沉積室302進一步包括一排氣系統312，其具有用以從該沉積室302移除副產物氣體、煙霧及顆粒之排氣埠(未顯示)。該排氣系統312控制該沉積室302內的部分壓力以確保最佳的沉積條件。對該沉積室內302內的部分壓力之控制可進一步包括提供一負壓力，例如真空。在另一具體實施例中，可在處於或接近大氣壓力控制該部分壓力。可以按一特定應用之需要而採用任何數目之排氣埠。較佳的係，該沉積室302係由防爆材料還有射頻遮蔽材料製成以保護工作者。

參考圖4及圖5解說由一組電感耦合電漿火炬102組成之一沉積模組之一具體實施例400及具體實施例500。如圖所示，沉積模組400由直徑為70 mm之五個電感耦合電漿火炬102組成。在一沉積模組中可以使用電感耦合電漿火炬102

之其他配置及尺寸以針對一特定應用提供一所需沉積寬度。例如，沉積模組500由直徑為70 mm之三個電感耦合電漿火炬102組成。在此等具體實施例中，沉積模組400及500將產生均勻厚度之一約240 mm的沉積寬度。

在一具體實施例中，一沉積模組可以包括一列電感耦合電漿火炬102。在另一具體實施例中，一沉積模組可以包括數列電感耦合電漿火炬102。沉積模組400與500包括兩列電感耦合的電漿火炬102，該等兩列電感耦合的電漿火炬102係定位於如圖4及5所示之一交錯配置中用於重疊，從而使得該反應產物在該基板104上均勻沉積。可以看出，電感耦合電漿火炬102之此等列實質上係與該輸送機106之縱軸成橫向。在本發明之另一具體實施例中，電感耦合電漿火炬102之該等列可以係配置於另一組態中使得該反應產物在該基板104上提供一所需的沉積結果。

在如圖4所示之沉積模組400中，兩個電感耦合電漿火炬102係顯示為相對於該輸送機106的縱向移動方向314而在三個電感耦合電漿火炬102之尾向。該等兩個尾向電感耦合電漿火炬102之中心至中心距離係顯示為距離402，而該等三個正向電感耦合電漿火炬102之中心至中心距離係顯示為距離404。另外，該等兩列電感耦合電漿火炬102之間的中心至中心距離係顯示為距離406。在一具體實施例中，該距離402及404約為80 mm，而距離406約為100 mm。此外，在振盪振幅或距離408(下面進一步說明)約為80 mm，提供一320 mm總均勻沉積寬度。此比先前在較少

電感耦合電漿火炬102所獲得者多出30%之寬度。

同樣，在圖5所示之沉積模組500中，一電感耦合電漿火炬102係顯示為相對於該輸送機106的縱向移動方向314而在二個電感耦合電漿火炬102之尾向。該等兩個正向電感耦合電漿火炬102之間的中心至中心距離係顯示為距離502。另外，該等兩列電感耦合電漿火炬102之間的中心至中心距離係顯示為距離504。在一具體實施例中，該距離502約為80 mm，而該距離504約為100 mm。應注意，由於沉積模組500與沉積模組200及400相比使用較少的電感耦合電漿火炬102，因此該等電感耦合電漿火炬102之間的間距較大。此外，在振盪振幅或距離508(下面進一步說明)約為80 mm，提供一240 mm總均勻沉積寬度。此具體實施例提供的沉積寬度與具體實施例200中大致相同，但電感耦合電漿火炬102之數目較少。

為使得能夠均勻地沉積覆蓋一基板104，沉積模組400及500在實質上與該輸送機106的縱向移動方向314成橫向之一方向408上振盪。因此，沉積模組400及500之電感耦合電漿火炬102係橫跨該基板104而來回振盪，而同時支撐該基板並令其沿該輸送機106之縱向移動方向314移動。另一方面，該等沉積模組400及500在其振盪運動期間與該基板104保持一固定距離。另一方面，該等模組400及500與該基板104之間的距離可能係可變的。此振盪沉積覆蓋使得在一沉積操作期間能夠使用更少的電感耦合電漿火炬102。藉由使用更少的電感耦合電漿火炬102，可使得該等

電感耦合電漿火炬102彼此間距開的距離與沉積模組200的電感耦合電漿火炬102之間距相比更大。

該振盪或往復運動係設定成在一基板104上提供反應產物之最佳沉積。此振盪或往復運動具有一振幅及一可變或固定之速度以提供所需沉積結果。該等沉積模組400及500之振盪運動之振幅一般係定義為其在相對於該輸送機106或基板104之橫向方向408上從側至側振盪或往復之距離。較佳的係，沉積模組400將以與距離402或404(取決於哪一距離更大)相等之一振幅振盪或往復。關於沉積模組500，其將以與距離502相等之一振幅振盪或往復。此等係範例性振幅，而可以使用其他振幅來獲得一所需沉積結果。

另外，沉積模組400及500將以一所需頻率振盪或往復。該頻率一般係定義為該等沉積模組400及500在一給定時間橫跨一基板104或輸送機106來回振盪之次數。此外，由於該振盪或往復運動，沉積模組400及500將以一所需速度橫跨一基板104或輸送機106來回行進。

另外，可能由該輸送機106之速度來進一步決定該振盪運動之速度及頻率。例如，若該輸送機106之速度較慢，則該振盪運動之速度及頻率亦可能較慢。相反，若該輸送機106之速度較快，則該振盪運動之速度及頻率亦可能較快。此外，若該輸送機106之速度改變而該振盪運動之速度及頻率保持固定，則在該基板104上將獲得該反應產物之不同厚度。而且，若在一特定的沉積模組上採用較少的電感耦合電漿火炬102，則其在該橫向方向408上之振幅可

能更大。相反，若在一特定的沉積模組上採用較多的電感耦合電漿火炬102，則其在該橫向方向408上之振幅可能更小。

沿該橫向方向408之振盪運動之此等特徵組合起來在一基板104上提供一反應產物之一所需沉積結果。此等特徵係在該沉積程序之前或期間設定或調整以獲得所需沉積結果。例如，沉積模組400包括的電感耦合電漿火炬102比沉積模組500更少，因此該等距離502及504之間距可能大於沉積模組400之距離402、404、406。由於此等距離更大而電感耦合電漿火炬102更少，因此沉積模組500之振盪運動可具有比沉積模組400更大之速度及頻率。該振盪運動之所有此等特徵皆可以係針對一特定應用而最佳化以在一特定基板104上提供一反應產物之一最佳沉積厚度。一般地，該振幅等於該等沉積模組400及500之行進距離(如本文所述)，而該頻率時間等於一完整的振盪循環所用時間。因此，可以藉由將該振幅除以該頻率時間來計算一振盪速度。

該等距離402、404及406可能相同或不同，取決若干因素，其中包括：所需沉積速率及覆蓋、沉積厚度、沉積均勻度、輸送機106之速度、所使用的電感耦合電漿火炬102之數目、該等電感耦合電漿火炬102之方位及類似因素。同樣，該等距離502及504可能相同或不同，取決於此等因素。

沉積模組400與500可以係類似於沉積模組200而間距開

一距離(如圖3所示)，或者其可以係彼此相鄰，此係由所需應用決定。此外，每一沉積模組200、400及500可以先將一特定的反應產物沉積於一特定基板104上，然後該基板104再移動至一後續沉積模組200以沉積一或多個相同或不同的反應產物。在一具體實施例中，一沉積模組200、400及500可以沉積一類材料或反應產物，而另一沉積模組200、400及500可以沉積另一類材料或反應產物。為累積層厚度，可以使用多個沉積模組200、400及500來沉積相同材料。取決於該設計，可從定位於該輸送機106正上方之不同的沉積模組200、400及500沉積固有或摻雜的材料。

在本發明之另一具體實施例中，每一沉積模組之該等列可以彼此相對而振盪或往復。例如，參考圖4，包含前部列之三個前部電感耦合電漿火炬102可以相對於沉積模組400之後部列之兩個電感耦合電漿火炬102而振盪或往復。一方面，在該等兩個後部電感耦合電漿火炬102振盪或往復經過該距離或振幅402時該等三個前部電感耦合電漿火炬102保持靜止。另一方面，該等三個前部電感耦合電漿火炬102振盪或往復經過該距離或振幅404，而同時該等兩個後部電感耦合電漿火炬102保持靜止。另一方面，該等前部三個電感耦合電漿火炬102可振盪或往復經過該距離或振幅404之一半，而該等後部兩個電感耦合電漿火炬102振盪或往復經過該距離或振幅402之一半，以提供所需沉積覆蓋。

同樣，參考圖5，包含該前部列之二個前部電感耦合電漿火炬102可以相對於沉積模組500之後部列之電感耦合電漿火炬102而振盪或往復。因此，電感耦合電漿火炬102之該等列相對於在一特定沉積模組內的電感耦合電漿火炬102之其他列而振盪或往復。一方面，包含該前部列之兩個前部電感耦合電漿火炬102可以相對於沉積模組400的後部列之兩個電感耦合電漿火炬102而振盪或往復。一方面，在該等後部電感耦合電漿火炬102振盪或往復經過一距離或振幅時，該等兩個前部電感耦合電漿火炬102保持靜止。另一方面，該等兩個前部電感耦合電漿火炬102振盪或往復經過該距離或振幅502，而同時該等後部電感耦合電漿火炬102保持靜止。另一方面，該等前部兩個電感耦合電漿火炬102可振盪或往復經過該距離或振幅508之一半，而該後部電感耦合電漿火炬102振盪或往復經過一距離或振幅之一半，以提供所需沉積覆蓋。

在本發明之另一具體實施例中，一電感耦合電漿火炬102可以係如上所述而振盪。在此具體實施例中，該輸送機16將以一逐級方式運動而非一連續運動來移動。例如，該輸送機106將令該基板104相對於該沉積模組移動一距離，而接著該沉積模組會橫跨該基板104從一側開始而橫越至該基板104之另一側進行振盪或往復。然後，該輸送機106會令該基板104移動另一距離而停止以便該沉積模組對該基板表面作另一橫越。每一級之距離取決於該電感耦合電漿火炬102之直徑。在本發明之另一方面，當該輸送

機連續或逐級移動時，一單一的或複數個電感耦合電漿火炬102可橫跨一基板104作數次振盪或往復而同時於每一行程沉積一特定的反應產物。

在該電感耦合電漿火炬102存在之條件下該等先驅物氣體源之反應來產生該反應產物。該電感耦合電漿火炬102較佳的係使用一惰性電漿源氣體來形成該電漿，其中在該先驅物氣體源與該電感耦合電漿火炬102之間發生反應以將該反應產物沉積於該基板104上。某些範例性的電漿源氣體包括矽烷、氫、甲烷、乙硼烷、三甲硼、磷化氫及其混合物。該先驅物氣體源可包括以下物質或者係此等物質之額外形式：例如，氣體、蒸汽、氣溶膠、小顆粒或粉末。例如，可以藉由讓該等電感耦合電漿火炬102振盪或往復覆蓋一1米或更寬之寬度並繼續移動該輸送機以獲得任何所需的沉積長度，來沉積數微米厚度之薄膜。

該反應產物較佳的係一單一元素、化合物或者元素混合物或化合物，並包括元素及化合物，如銅、銦、鎵、硒、矽、固有的I型層、p型摻雜矽層及n型摻雜矽。在一具體實施例中，該反應產物係存在於太陽電池中之一二硒銅銦鎵("CIGS")層。

典型的太陽電池將具有一p-i-n或n-i-p層結構。另外，用於該矽太陽電池之一個別層可以係藉由以下化學物質形成。

對於固有矽(i型層)，矽烷(SiH_4)係此等矽層之最常用材料。此外，還向該氣體流添加氫(H_2)氣以形成所需要的Si:

H i型層。對於p型摻雜矽，舉例而言，可以使用一 SiH_4 、 CH_4 及 B_2H_6 氣體混合物或一 SiH_4 、 H_2 及三甲硼烷 $\text{B}(\text{CH}_3)_3$ 氣體混合物。對於n型摻雜矽，舉例而言，可以使用一 SiH_4 及 PH_3 氣體混合物或一 SiH_4 、 H_2 及 PH_3 氣體混合物。

該基板104可能係任何所需尺寸，包括在太陽電池之技術中眾所皆知之該些尺寸。較佳的係，該基板係由一(例如)氧化錫塗布玻璃(例如，由Asahi公司生產)或鉬塗布玻璃(例如Corning 1737))製成。

除本電漿沉積裝置之上述方面及具體實施例外，本發明進一步包括用以製造此等太陽電池之方法。圖6解說一此類程序之一具體實施例600之一流程圖。在步驟602中，將一基板104或複數個基板104放置於一輸送機106上。在步驟604中，將該輸送機106之溫度控制為該反應產物在該基板104上的最佳沉積之一適當溫度。在步驟606中，將該沉積室302內的部分壓力控制為提供最佳壓力以將該反應產物沉積到該基板104上。

在步驟608中，啟動該電感耦合電漿火炬102。此步驟可包括啟動該電漿氣體供應向該等電漿氣體入口120之流動以及隨後藉由向該電感線圈114供電而進行的電漿點火。此外，步驟608還可包括選擇欲用於在該基板104或複數個基板104上沉積期間產生所需反應產物之先驅物氣體源。步驟608還可包括在(例如)沉積模組200中使用所有其他電感耦合電漿火炬102中的複數個電漿火炬之情況下啟動所有該等其他電感耦合電漿火炬102。

在步驟610中，該電感耦合電漿火炬102將該反應產物沉積到該基板104上。在步驟612中，就是否欲藉由該電感耦合電漿火炬102來沉積一反應產物之另一層作一查詢。若在步驟612中的回應為"否"，則該程序終止。若對此查詢之回應係"是"，則在步驟613中作另一查詢。若對步驟613中的查詢之回應係"否"，則該程序進行到步驟616，在該步驟616中可以先調整該電感耦合電漿火炬102與該基板104之間的距離，然後再沉積反應產物之另一薄膜層。較佳的係，在此步驟後接著返回到步驟610。如上所述，步驟610可包括同時藉由一或多個電感耦合電漿火炬102來均勻地沉積該薄膜反應產物層。若對在步驟613中的查詢之回應為"是"，則在步驟614中該輸送機106將該基板104或複數個基板104一直移動至沉積模組200之下一電感耦合電漿火炬102或複數個電感耦合電漿火炬102，並將下一反應產物層沉積於該基板104或複數個基板104上。較佳的係，該程序接著往回進行到步驟102，在步驟102中關於是否欲將另一反應產物層沉積到該基板104或複數個基板104上作另一查詢。重複此程序直至已將所需數目及類型及厚度的反應產物沉積到該基板104或複數個基板104上。

圖7解說另一此類程序之一具體實施例700之一流程圖。在步驟702中，啟動該輸送機106，而在步驟704中將該輸送機106之溫度控制為該反應產物在該基板上的最佳沉積之一適當溫度。在步驟706中，將該沉積室302內的壓力控制為提供最佳的壓力以將該反應產物沉積到該基板104

上。

在步驟708中，啟動該電感耦合電漿火炬102或複數個電感耦合電漿火炬102。此步驟可包括啟動該電漿氣體供應向該等電漿氣體入口120之流動以及隨後藉由向該電感線圈114供電而進行的電漿點火。此外，步驟708還可包括選擇欲用於在該基板104或複數個基板104上沉積期間產生所需反應產物之先驅物氣體源。

在步驟710中，將該先驅物氣體源注入該電感耦合電漿火炬102或複數個電感耦合電漿火炬102。在一具體實施例中，可以藉由離線測量已藉由一反應產物層來沉積的基板104之厚度、組成及/或效能來設定或最佳化該先驅物氣體源之流動。若該厚度、組成及/或效能超出設計標準，則可以相應地調整該先驅物氣體源及/或該先驅物氣體源之流動速率。在步驟712中，穩定該電感耦合電漿火炬102或複數個電感耦合電漿火炬102之電漿火焰。

在步驟714中，就是否欲啟動及穩定額外的電感耦合電漿火炬102或複數個電感耦合電漿火炬102作一查詢。若是，則該程序較佳的係返回步驟708以啟動該電感耦合電漿火炬102或複數個電感耦合電漿火炬102或沉積模組200。若對步驟714中的查詢之回答係"否"，則在步驟716中作另一查詢。在此查詢中，可以啟動並穩定額外的沉積模組200。若對此查詢之回答係"否"，則該程序較佳的係進行到步驟718，在步驟718中將該等基板104裝載到該輸送機106上。接下來進行步驟720，在步驟720中可以調整

該電感耦合電漿火炬102或複數個電感耦合電漿火炬102與該等基板104之間的距離。

在步驟722中，該等沉積模組200之電感耦合電漿火炬102或複數個電感耦合電漿火炬102將該反應產物沉積到該基板104上。在步驟724中，就是否欲藉由該電感耦合電漿火炬102或複數個電感耦合電漿火炬102來沉積一反應產物之另一層作一查詢。若在步驟724中的回應為"否"，則該程序較佳的係終止。若在步驟724中的回應係"是"，則在步驟726中作另一查詢。在步驟726中，就是否欲將一不同的反應物薄膜層沉積於基板104上作一查詢。若對此查詢之回應為"否"，則較佳的係該程序返回步驟720以調整該電感耦合電漿火炬102或複數個電感耦合電漿火炬102與該基板104或複數個基板104之間的距離，接下來在步驟722中沉積另一反應產物層。若對步驟726中的查詢之回應為"是"，則在步驟728中該輸送機106較佳的係將該基板104或複數個基板104一直移動至下一電感耦合電漿火炬102或複數個電感耦合電漿火炬102或沉積模組200。然後，在步驟730中，該電感耦合電漿火炬102或複數個電感耦合電漿火炬102將下一反應產物層沉積於該基板104或複數個基板104上或沉積模組200將下一反應產物層沉積於該基板104或複數個基板104上。

在步驟732中，就是否欲沉積另一反應物薄膜層作另一查詢。若對此查詢之回應係"是"，則該程序較佳的係返回步驟726。若對此查詢之回應為"否"，則該程序較佳的係

終止，而從該輸送機106移除該基板104或複數個基板104。

在用以製造太陽電池之本方法之另一方面，可以在上面未說明的其他時間從該程序移除該等基板104，以測量該沉積程序之厚度、組成及/或效能來決定是否欲調整任何上述程序參數，例如輸送機溫度、沉積室壓力、先驅物氣體源之組成及/或該先驅物氣體源向該電感耦合電漿火炬102或複數個電感耦合電漿火炬102或沉積模組200之一或多者之流動速率。

圖8解說另一此類程序之一具體實施例800之一流程圖。在步驟802中，啟動該輸送機106，而在步驟804中將該輸送機106之速度及溫度控制為該反應產物在該基板104上的最佳沉積之一適當溫度。在步驟806中，將該沉積室302內的壓力控制為將該反應產物沉積到該基板104上提供最佳的壓力。

在步驟808中，啟動該電感耦合電漿火炬102或複數個電感耦合電漿火炬102。此步驟可包括啟動該電漿氣體供應向該等電漿氣體入口120之流動以及隨後藉由向該電感線圈114供電而進行的電漿點火。此外，步驟808還可包括選擇欲用於在該基板104或複數個基板104上沉積期間產生所需反應產物之先驅物氣體源。

在步驟810中，一或多個該等沉積模組400及500係進行橫向振盪或往復以提供一足以橫跨該基板104或複數個基板104提供所需沉積覆蓋之振幅、速度及頻率。在步驟812

中，將該先驅物氣體源注入該電感耦合電漿火炬102或複數個電感耦合電漿火炬102。在一具體實施例中，可以藉由離線測量已藉由一反應產物層來沉積的基板104之厚度、組成及/或效能來設定或最佳化該先驅物氣體源之流動。若厚度、組成及/或效能超出設計標準，則可以相應地調整該先驅物氣體源及/或該先驅物氣體源之流動速率。穩定該電感耦合電漿火炬102或複數個電感耦合電漿火炬102之電漿火焰。

在步驟814中，就是否欲藉由該電感耦合電漿火炬102或複數個電感耦合電漿火炬102來沉積另一反應產物層作一查詢。若在步驟814中的回應為"否"，則該程序較佳的係終止。若在步驟814中的回應係"是"，則在步驟815中作另一查詢。在步驟815中，就是否欲將一不同的反應物薄膜層沉積於基板104上作一查詢。若對此查詢之回應為"否"，則較佳的係該程序返回步驟818以調整該電感耦合電漿火炬102或複數個電感耦合電漿火炬102與該基板104或複數個基板104之間的距離，接下來在步驟812中沉積另一反應產物層。若對步驟815中的查詢之回應為"是"，則在步驟816中該輸送機106較佳的係將該基板104或複數個基板104一直移動至沉積模組400及500之下一電感耦合電漿火炬102或複數個電感耦合電漿火炬102。然後，在步驟814、815、818及812中，該電感耦合電漿火炬102或複數個電感耦合電漿火炬102或沉積模組400及500將下一反應產物層沉積於該基板104或複數個基板104上。

在用以製造太陽電池之本方法之另一方面，可以在上面未說明的其他時間從該程序移除該等基板104，以測量該沉積程序之厚度、組成及/或效能來決定是否欲調整任何上述程序參數，例如輸送機溫度、沉積室壓力、先驅物氣體源之組成及/或該先驅物氣體源向該電感耦合電漿火炬102或複數個電感耦合電漿火炬102或沉積模組400及500中的一或多者之流動速率。

儘管上文之說明目前係視為用以製造太陽電池之電漿沉積裝置及方法之較佳具體實施例，但應瞭解本電漿沉積裝置可以係具體化為其他特定形式而不脫離其精神或本質特徵。例如，可以使用上面未說明之額外的電漿火炬或不同的沉積模組組合，而不脫離用以製造太陽電池之本電漿沉積裝置及方法之精神或本質特徵。因此，本具體實施例在各方面皆應視為解說性而非限制性。本發明之範疇係由隨附申請專利範圍而非前述說明來指示。

【圖式簡單說明】

圖1解說依據本發明之一具體實施例用以製造太陽電池之電漿沉積裝置之一斷面側視圖；

圖2解說依據本發明之一具體實施例顯示相對於一基板之電漿沉積火炬的相鄰列之一電漿沉積裝置俯視圖；

圖3解說依據本發明之一具體實施例包括一沉積室之電漿沉積裝置之一俯視圖；

圖4解說依據本發明之另一具體實施例顯示相對於一基板之電漿沉積火炬的相鄰列之一電漿沉積裝置之一俯視

圖；

圖5解說依據本發明之另一具體實施例顯示相對於一基板之電漿沉積火炬的相鄰列之一電漿沉積裝置之一俯視圖；

圖6解說依據本發明之一具體實施例用以製造太陽電池之一程序之一流程圖；

圖7解說依據本發明之一具體實施例用以製造太陽電池之另一程序之一流程圖；以及

圖8解說依據本發明之另一具體實施例之用以製造太陽電池之另一程序之一流程圖。

【主要元件符號說明】

102	電感耦合電漿火炬
102'	電感耦合電漿火炬
104	基板
106	輸送機
108	外部石英管
110	內部石英管
112	一不銹鋼室
114	電感線圈
116	繞組
118	注入埠
120	電漿氣體入口
122	冷卻劑入口
124	冷卻劑出口

200	具體實施例/沉積模組
300	具體實施例
302	沉積室
304	入口
306	出口
308	入口氣體簾幕
310	出口氣體簾幕
312	排氣系統
400	沉積模組
500	沉積模組

五、中文發明摘要：

本發明揭示一種用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其包含：一輸送機，其具有用以支撐至少一基板之一縱軸；至少兩個模組，每一模組具有用以將一層反應產物沉積於該至少一基板上之至少一電漿火炬，該至少一電漿火炬之位置與該至少一基板有一距離；一室，其係用以容納該輸送機與該等至少兩個模組；以及一排氣系統。在另一具體實施例中，用以製造太陽電池之電漿沉積裝置包含：支撐構件，其係用以支撐一基板；供應構件，其係用以供應反應物；電漿火炬構件，其係用以將一產物沉積於該基板上，該電漿火炬構件之位置與該基板有一距離；以及振盪構件，其係用以令該電漿火炬構件相對於該基板而振盪。

六、英文發明摘要：

A plasma deposition apparatus for making solar cells comprising a conveyor having a longitudinal axis for supporting at least one substrate; at least two modules each having at least one plasma torch for depositing a layer of a reaction product on the at least one substrate, the at least one plasma torch located a distance from the at least one substrate; a chamber for containing the conveyor and the at least two modules; and an exhaust system. In another embodiment, the plasma deposition apparatus for making solar cells comprises: means for supporting a substrate; means for supplying reactants; plasma torch means for depositing a product on the substrate, the plasma torch means located a distance from the substrate; and means for oscillating the plasma torch means relative to the substrate.

十、申請專利範圍：

1. 一種用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其包含：
支撐構件，其係用以支撐一基板；
供應構件，其係用以供應反應物；以及
電漿火炬構件，其係用以將一產物沉積於該基板上，
該電漿火炬構件之位置與該基板有一距離。
2. 如請求項1之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該等所沉積的太陽電池係矽薄膜太陽電池。
3. 如請求項1之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該等所沉積的太陽電池係二硒銅銦鎳(CIGS)薄膜太陽電池。
4. 如請求項1之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該等反應物可以係從由一氣體、蒸汽、氣溶膠、小顆粒及粉末組成的群組中選擇之一形式。
5. 如請求項1之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該電漿形成氣體係氫氣。
6. 如請求項1之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該產物係藉由從矽烷、氫、甲烷、乙硼烷、三甲硼、磷化氫及其混合物中選擇之一氣體來產生。
7. 如請求項1之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該產物係由反應物產生，該等反應物包含從由銅、銦、鎳、硒及其混合物組成的群組中選擇之化學物質。
8. 如請求項1之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該基板係從由氧化錫塗布玻璃與鉬塗布玻璃組成之群組

中選擇。

9. 如請求項1之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中介於該電漿火炬構件與該基板之間的距離約為30至55 mm。
10. 一種用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其包含：
 - 一輸送機，其具有一用以支撐至少一基板之縱軸；
 - 至少兩個模組，每一模組具有用以將一層反應產物沉積於該至少一基板上之至少一電漿火炬，該至少一電漿火炬之位置與該至少一基板有一距離；
 - 一室，其係用以容納該輸送機與該等至少兩個模組；以及
 - 一排氣系統。
11. 如請求項10之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該室進一步包含：
 - 一入口與一入口氣體簾幕，其用以將該室與該室之該外部環境隔離；以及
 - 一出口與一出口氣體簾幕，其係用以將該室與該室之該外部環境隔離。
12. 如請求項11之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該等氣體簾幕包含從由氫、氬、氦及其混合物組成的群組中選擇之一惰性氣體。
13. 如請求項10之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該排氣系統進一步包含：
 - 排氣埠，其係用以從該室移除副產物氣體及顆粒。

14. 如請求項10之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該排氣系統控制該室內之該部分壓力。
15. 如請求項10之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該至少一電漿火炬係配置於一系列中，該列係與該輸送機之該縱軸成橫向，以將該反應產物沉積於該至少一基板上。
16. 如請求項10之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該輸送機受到溫度控制以保持該反應產物在該至少一基板上之最佳沉積溫度。
17. 如請求項10之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該至少一電漿火炬係一電感耦合電漿火炬。
18. 如請求項10之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該等至少兩個模組在該室內的不同位置將該反應產物沉積於該複數個基板上。
19. 如請求項10之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該輸送機將該至少一基板從該入口移動至該出口。
20. 如請求項10之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該輸送機令該至少一基板相對於該等至少兩個模組而移動，以提供一連續的沉積程序。
21. 如請求項10之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該反應產物包括從該等至少兩個模組的不同模組沉積之一n型摻雜劑與一p型摻雜劑。
22. 如請求項10之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該反應產物包括從該等至少兩個模組的不同模組沉積之

至少兩個不同的反應產物。

23. 如請求項10之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該等至少兩個模組沿該輸送機將該反應產物串列地沉積於該至少一基板上。

24. 如請求項10之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該等太陽電池係從由p-i-n與n-i-p型分層結構組成的群組中選擇。

25. 一種用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其包含：

一輸送機，其具有一用以支撐至少一基板之縱軸；

一模組，其具有與該縱軸成橫向的至少一高頻率電感耦合電漿火炬之一第一列，以將一層反應產物沉積於該至少一基板之一表面之至少一軸之實質上所有處，該等至少一高頻率電漿火炬包含：

一電感線圈，其包圍該等至少一高頻率電感耦合電漿火炬中的每一者，該電感線圈之位置與該至少一基板有一距離；

一電漿氣體源，其係連接至該等至少一高頻率電感耦合電漿火炬；

該層反應產物之一先驅物化學源，其係連接至該等至少一高頻率電感耦合電漿火炬；

一室，其係用以容納該輸送機及該模組；以及

一排氣系統。

26. 如請求項25之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其進一步包含位置與至少一高頻率電漿火炬之該第一列相鄰

的至少一高頻率電漿火炬之一第二列，以將一層反應產物層沉積於該至少一基板之一表面之至少一軸之實質上所有處。

27. 如請求項25之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該線圈與該至少一基板之間的該距離介於約30至55 mm之間。

28. 如請求項26之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該等至少一高頻率電漿火炬進一步包含：

至少一注入埠，其係連接至該先驅物氣體源以將該先驅物氣體源注入該至少一高頻率電感耦合電漿火炬。

29. 如請求項25之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該等至少一高頻率電感耦合電漿火炬包含：

一外部石英管；

一內部石英管；以及

一室，其將該外部石英管與該內部石英管連接，其中該電漿氣體源係連接至該室以在該外部石英管與該內部石英管之間提供該電漿氣體源。

30. 如請求項29之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該外部石英管之長度約為180至400 mm。

31. 如請求項29之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該外部石英管之直徑約為50至90 mm。

32. 如請求項29之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該內部石英管之長度約為120至180 mm。

33. 如請求項29之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中

該內部石英管之直徑約為50至70 mm。

34. 如請求項25之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該電感線圈包含複數個繞組，該複數個繞組之直徑大於該外部石英管之直徑且係彼此間距開約2至10 mm之距離。

35. 如請求項25之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該電感線圈與該至少一基板之間的該距離介於約30至55 mm之間。

36. 如請求項25之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其進一步包含一連接至該電感線圈之高頻率產生器。

37. 如請求項25之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中至少一高頻率電漿火炬之該第一列與至少一高頻率電漿火炬之該第二列彼此相對而振盪。

38. 一種用以在一沉積室中於一基板上形成一太陽電池層之方法，其包含：

支撐該基板；

提供包含一線圈之一高頻率電感耦合電漿火炬，該電感耦合電漿火炬係選擇成能夠沿該基板之一側之該表面區域而定位，該線圈與該基板分離一30至55 mm之距離；

將本質上由一惰性氣體組成之一電漿氣體引入該高頻率電感耦合電漿火炬以在該線圈內形成一電漿；

將一先驅物化學源注入該高頻率電感耦合電漿火炬；
以及

將該電感耦合電漿火炬之一反應產物與該先驅物氣體源沉積到該基板上，而同時保持該基板與該線圈之間的間距。

39. 如請求項38之用以在一基板上形成一太陽電池層之方法，其進一步包含調整該室內之該部分壓力。

40. 如請求項38之用以在一基板上形成一太陽電池層之方法，其進一步包含排空該室內之該部分壓力。

41. 如請求項38之用以在一基板上形成一太陽電池層之方法，其進一步包含控制該室內之該部分壓力。

42. 如請求項38之用以在一基板上形成一太陽電池層之方法，其進一步包含控制該基板之該溫度以保持該反應產物在該基板上之最佳沉積溫度。

43. 如請求項38之用以在一基板上形成一太陽電池層之方法，其中該反應產物係從由純淨與摻雜的矽及二硒銅銦鎳(CIGS)薄膜層組成之群組中選擇。

44. 一種用以在一沉積室中於至少一基板上形成一太陽電池層之方法，其包含：

在具有一縱軸之一輸送機上支撐該至少一基板；

提供沿該輸送機之該縱軸彼此間距開之至少兩個模組，該等至少兩個模組中的每一模組具有至少一電漿火炬以將一反應產物沉積於該至少一基板上，該至少一電漿火炬之位置與該至少一基板有一距離，該至少一電漿火炬包含一線圈，該電感耦合電漿火炬係選擇成能夠沿該基板之一側之該表面區域而定位，該線圈與該基板分

離一30至55 mm之距離；

將本質上由一惰性氣體組成之一電漿氣體引入該高頻率電感耦合電漿火炬以在該線圈內形成一電漿；

將一先驅物化學源注入該高頻率電感耦合電漿火炬；

將該電感耦合電漿火炬之一反應產物與該先驅物氣體源沉積到該基板上，而同時保持該基板與該線圈之間的間距；以及

沿該縱軸傳輸該至少一基板。

45. 如請求項44之用以在一基板上形成一太陽電池層之方法，其進一步包含調整該室內之該部分壓力。

46. 如請求項44之用以在一基板上形成一太陽電池層之方法，其進一步包含排空該室內之該部分壓力。

47. 如請求項44之用以在一基板上形成一太陽電池層之方法，其進一步包含控制該室內之該部分壓力。

48. 如請求項44之用以在一基板上形成一太陽電池層之方法，其進一步包含控制該基板之溫度以保持該反應產物在該基板上之最佳沉積溫度。

49. 如請求項44之用以在一基板上形成一太陽電池層之方法，其中該反應產物係從由純淨與摻雜的矽及二硒銅銦鎵(CIGS)之薄膜層組成之群組中選擇。

50. 一種用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其包含：

支撐構件，其係用以支撐一基板；

供應構件，其係用以供應反應物；

電漿火炬構件，其係用以將一產物沉積於該基板上，

該電漿火炬構件之位置與該基板有一距離；以及

振盪構件，其係用以令該電漿火炬構件相對於該基板而振盪。

51. 如請求項50之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該等所沉積的太陽電池係矽薄膜太陽電池。
52. 如請求項50之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該等所沉積的太陽電池係二硒銅銦鎳(CIGS)薄膜太陽電池。
53. 如請求項50之電漿沉積裝置，其中該等反應物可以係從由一氣體、蒸汽、氣溶膠、小顆粒及粉末組成的群組中選擇之一形式。
54. 如請求項50之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該電漿形成氣體係氫氣。
55. 如請求項50之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該產物係藉由從矽烷、氫、甲烷、乙硼烷、三甲硼、磷化氫及其混合物中選擇之一氣體來產生。
56. 如請求項50之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該產物係由反應物產生，該等反應物包含從由銅、銦、鎳、硒及其混合物組成的群組中選擇之化學物質。
57. 如請求項50之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中該基板係從由氧化錫塗布玻璃與鉬塗布玻璃組成之群組中選擇。
58. 如請求項50之用以製造太陽電池之電漿沉積裝置，其中介於該電漿火炬構件與該基板之間的距離約為30至55

mm。

59. 一種用以在一沉積室中於至少一基板上形成一太陽電池層之方法，其包含：

支撐一基板；

供應反應物；

藉由一電漿火炬構件將一產物沉積於該基板上，該電漿火炬構件之位置與該基板有一距離；以及

令該電漿火炬構件相對於該基板而振盪。

60. 如請求項59之用以在至少一基板上形成一太陽電池層之方法，其中該等所沉積的太陽電池係矽薄膜太陽電池。

61. 如請求項59之用以在至少一基板上形成一太陽電池層之方法，其中該等所沉積的太陽電池係二硒化銅銦鎵(CIGS)薄膜太陽電池。

62. 如請求項59之用以在至少一基板上形成一太陽電池層之方法，其中該等反應物可以係從由一氣體、蒸汽、氣溶膠、小顆粒及粉末組成的群組中選擇之一形式。

63. 如請求項59之用以在至少一基板上形成一太陽電池層之方法，其中該電漿形成氣體係一氫氣。

64. 如請求項59之用以在至少一基板上形成一太陽電池層之方法，其中該產物係藉由從矽烷、氫、甲烷、乙硼烷、三甲硼、磷化氫及其混合物中選擇之一氣體來產生。

65. 如請求項59之用以在至少一基板上形成一太陽電池層之方法，其中該產物係由反應物產生，該等反應物包含從由銅、銦、鎵、硒及其混合物組成的群組中選擇之化學

物質。

66. 如請求項 59 之用以在至少一基板上形成一太陽電池層之方法，其中該基板係從由氧化錫塗布玻璃與鉬塗布玻璃組成之群組中選擇。

67. 如請求項 59 之用以在至少一基板上形成一太陽電池層之方法，其中該電漿火炬構件與該基板之間的該距離約為 30 至 55 mm。

十一、圖式：

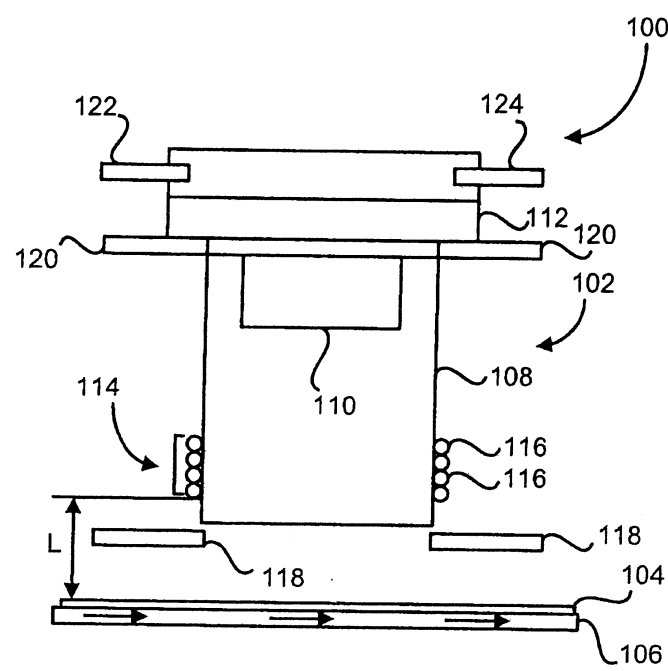


圖 1

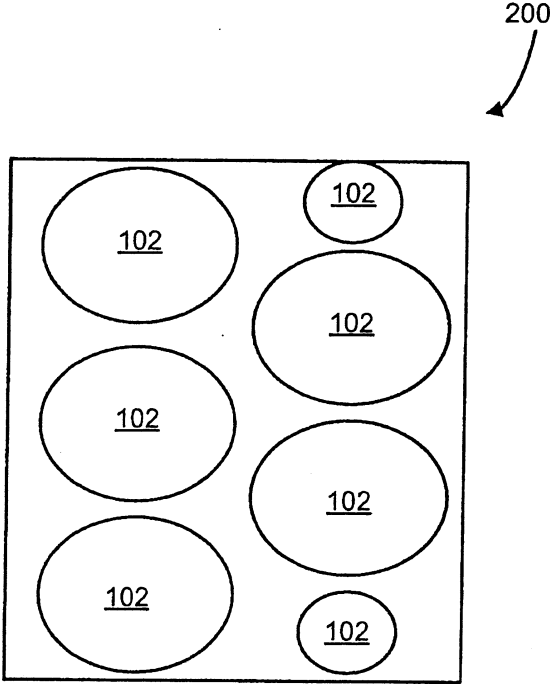


圖 2

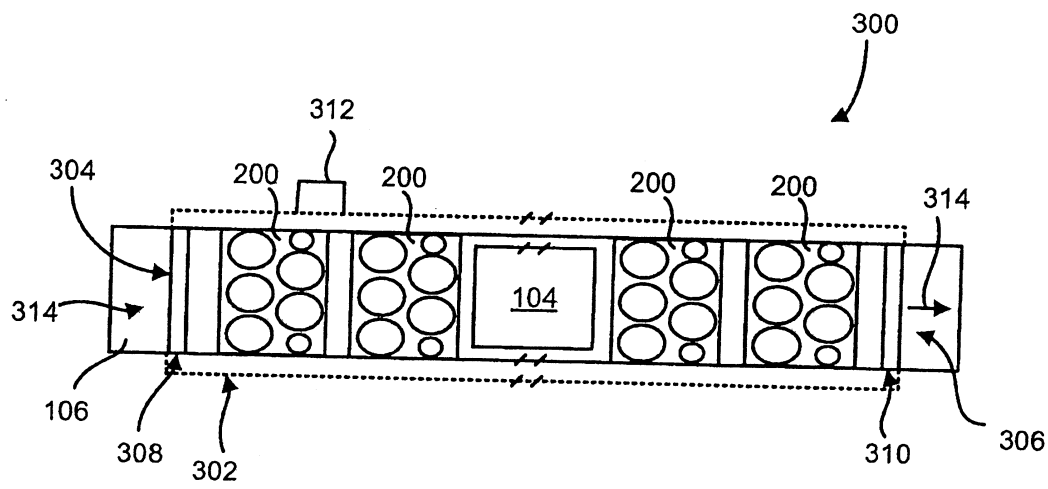


圖 3

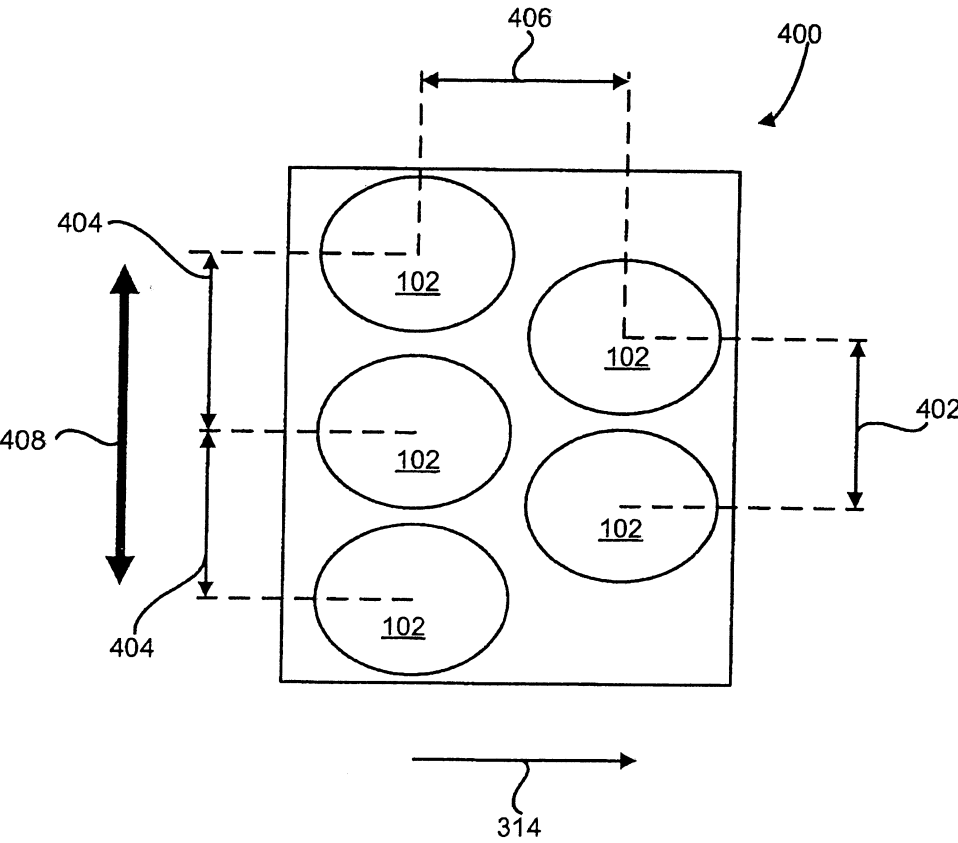


圖 4

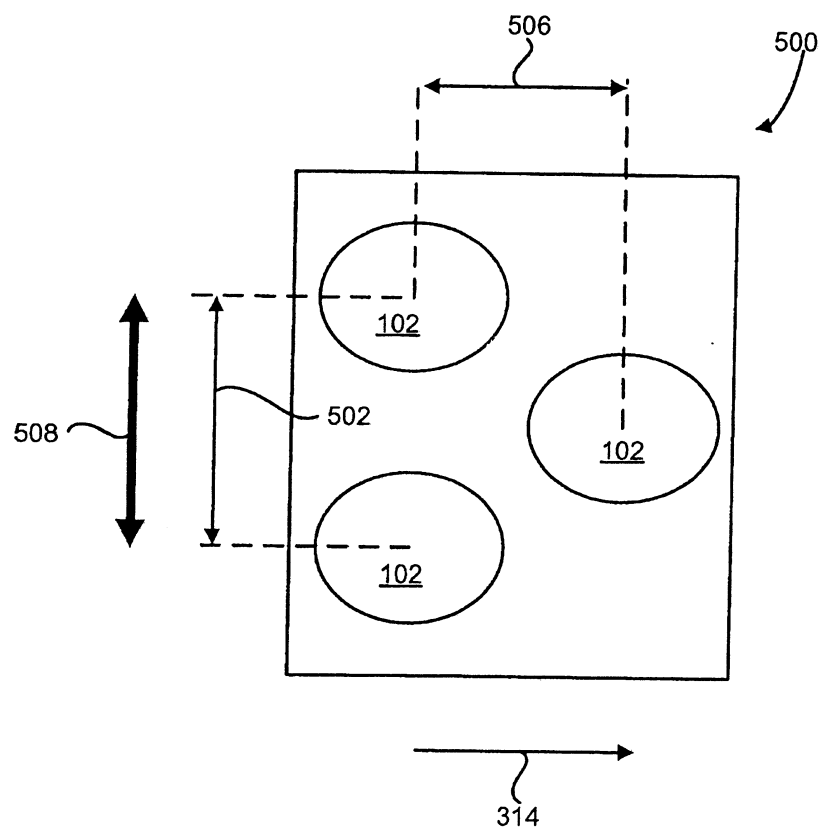


圖 5

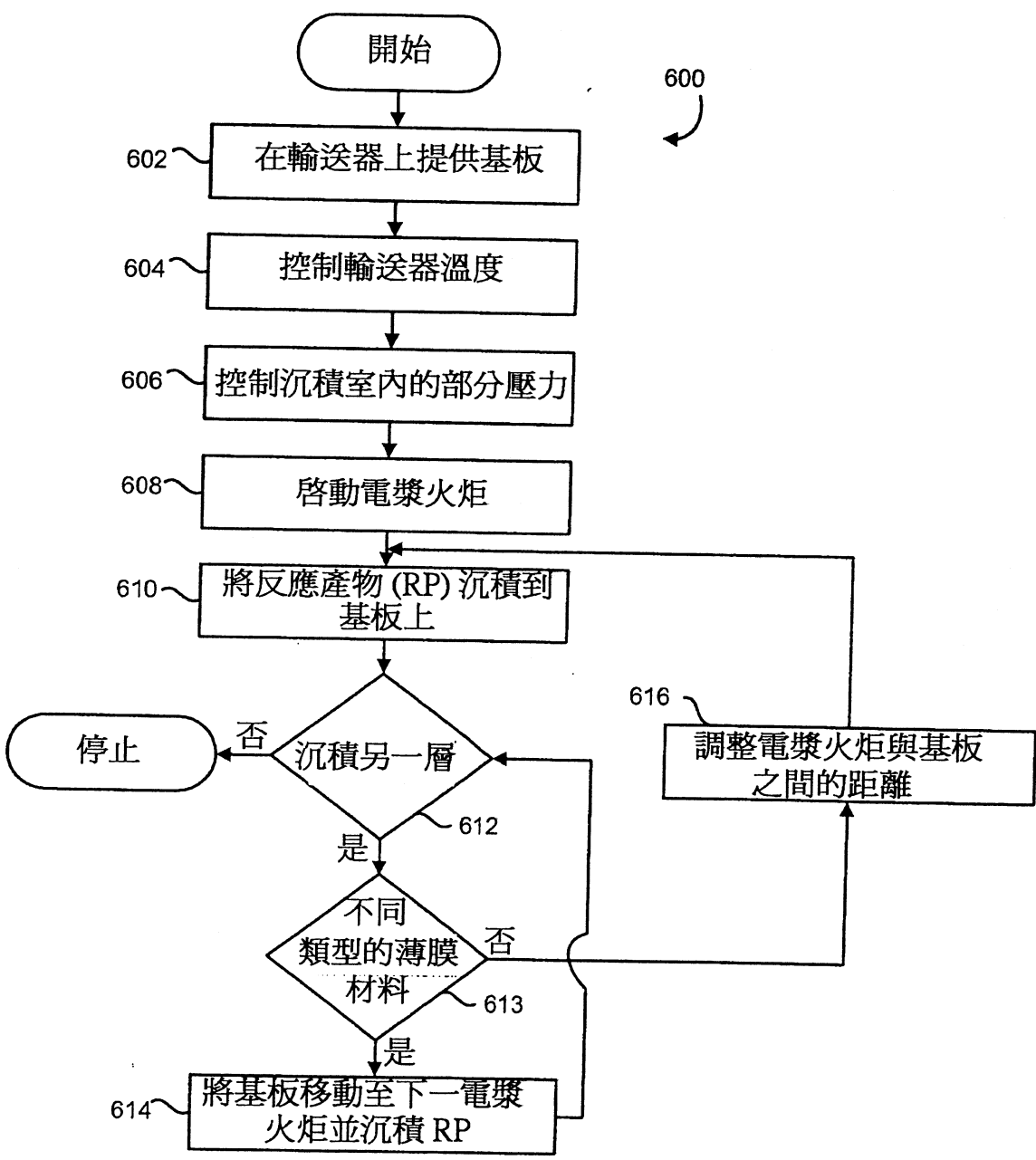


圖 6

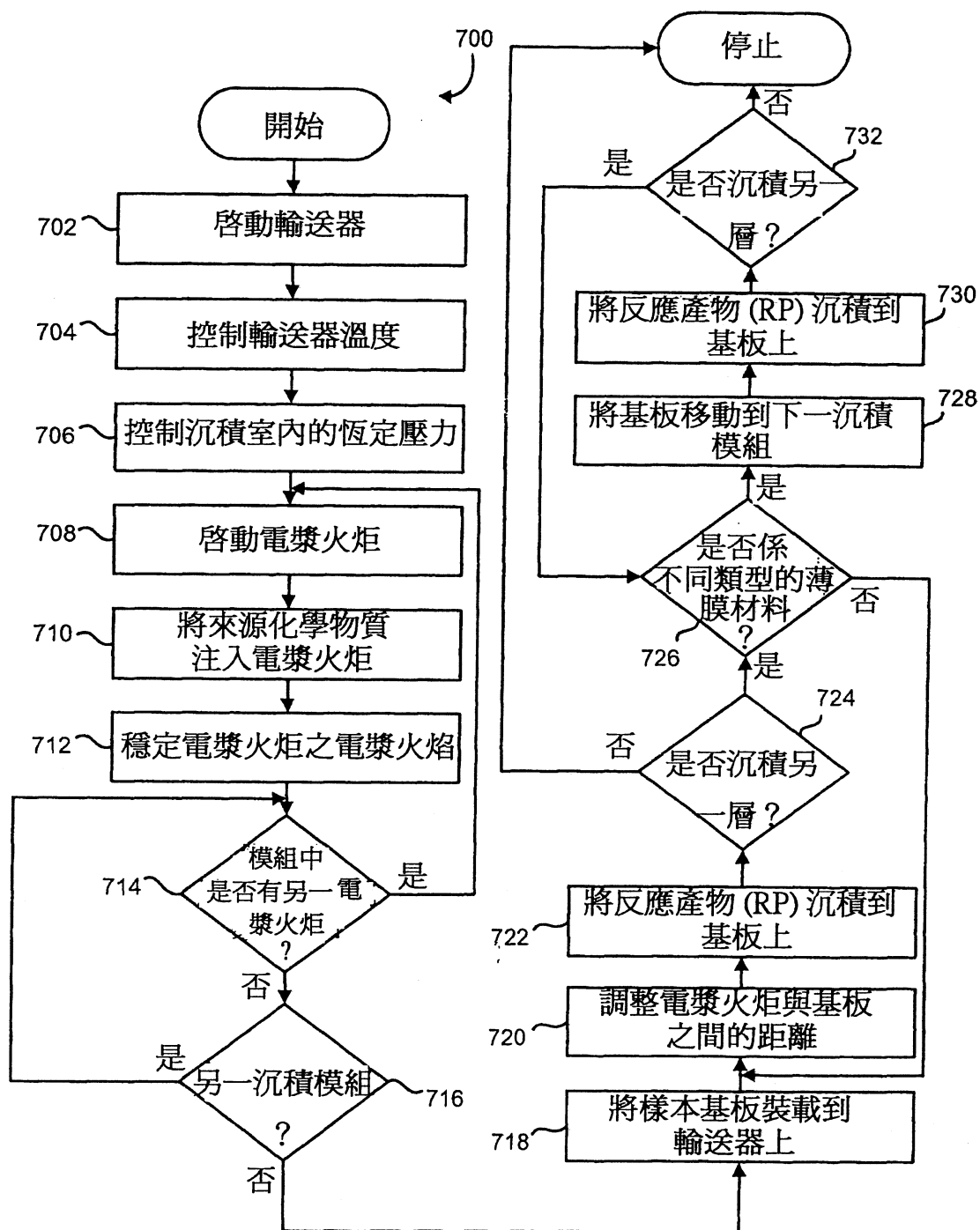


圖 7

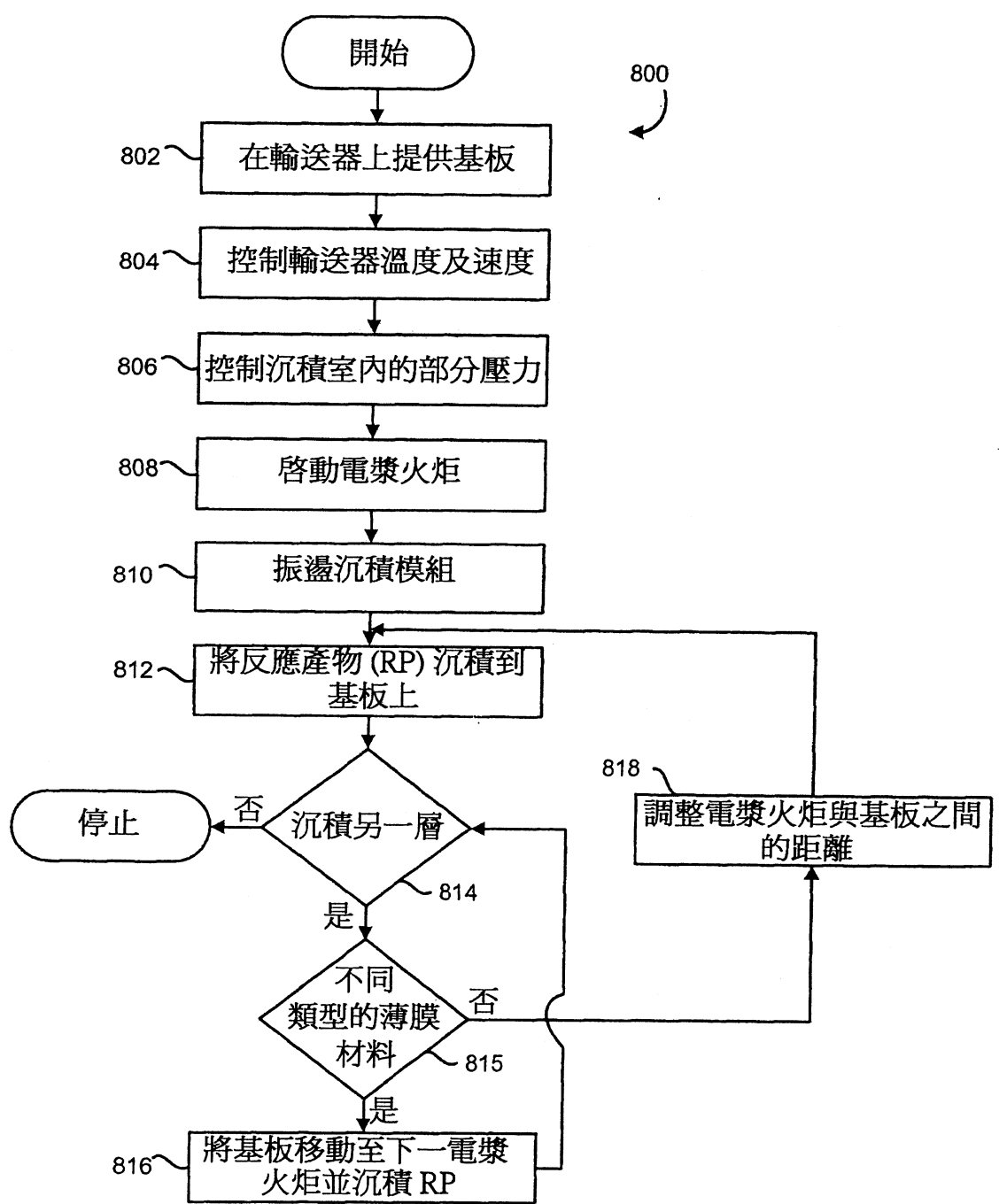


圖 8

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

102	電感耦合電漿火炬
104	基板
106	輸送機
108	外部石英管
110	內部石英管
112	一不銹鋼室
114	電感線圈
116	繞組
118	注入埠
120	電漿氣體入口
122	冷卻劑入口
124	冷卻劑出口

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)