



(21) 申請案號：107135842 (22) 申請日：中華民國 107 (2018) 年 10 月 11 日  
 (51) Int. Cl. : **H02M7/00 (2006.01)** **H02J1/00 (2006.01)**  
 (30) 優先權：2017/10/27 美國 15/796,506  
 (71) 申請人：朗天科技股份有限公司 (中華民國) LT LIGHTING (TAIWAN) CORP. (TW)  
 新竹市香山區中華路 4 段 518 號 10 樓  
 (72) 發明人：徐文泰 SHUY, GEOFFREY WEN TAI (TW)；廖炤達 LIAO, JAU DAR (TW)；賴信  
 成 LAI, HSIN CHEN (TW)；鍾鋒澤 CHUNG, FENG TSE (TW)；韓修文 HAN, HSIU  
 WEN (TW)  
 (74) 代理人：李世章；秦建譜  
 申請實體審查：有 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：9 共 65 頁

(54) 名稱

光伏電廠

PHOTOVOLTAIC POWER STATION

(57) 摘要

一座光伏電站，其至少包含一個交流電力生產單元。此交流電力生產單元包含一個由直流發電機，提供直流電力的電能儲存器。此電能儲存器除了可用來儲能當作緩衝以外，同時改善了光伏電站輸送電能至電網的效能。不論是否使用電能儲存器，截耦器均可用來防止因電能互相抵消所造成的電廠輸送至電網電力變少。當光伏電站在進行系統整合時，我們發現在遵循電網規範下，所使用之直流/交流逆變器，它的製造廠商所宣告的額定功率是不可以當作其直流/交流電力轉換能力的。

A photovoltaic (PV) power station includes at least one AC power production unit. The AC power production unit includes an energy reservoir that is supplied with DC energy from a DC power generator, such as PV panels. The energy reservoir is used as a buffer to store energy, and improve the efficiency of the PV power station. Whether or not an energy reservoir is used, decoupler devices may be used to prevent power annihilation that can decrease the amount of power delivered by the power station to the grid. In system integration for a PV power station, it is found that the declared rating of DC/AC converter in power grid convention should not be taken as the power conversion capability.

指定代表圖：

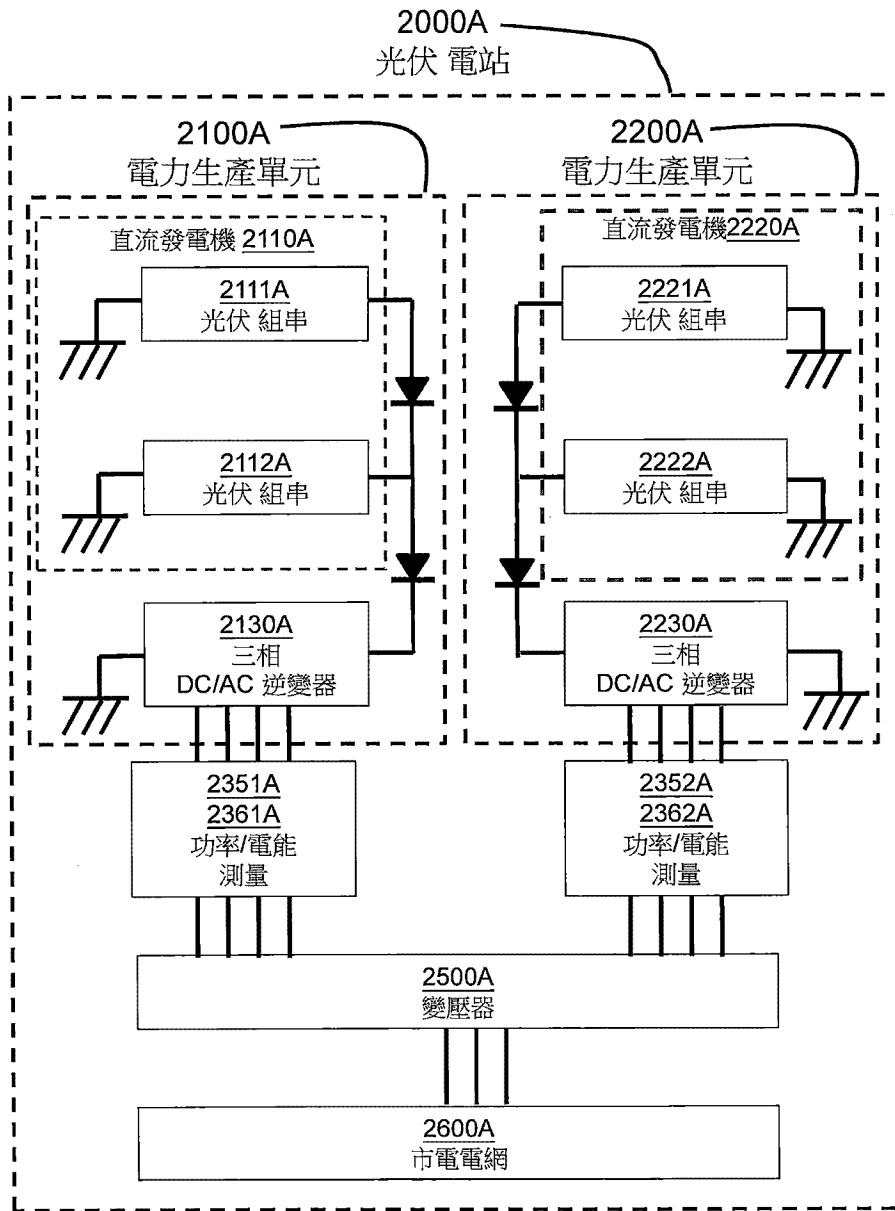


圖 2A

符號簡單說明：

- 2000A . . . 光伏電站
- 2100A . . . 電力生產單元
- 2110A . . . 直流發電機
- 2111A . . . 光伏組串
- 2112A . . . 光伏組串
- 2130A . . . 三相 DC/AC 逆變器
- 2200A . . . 電力生產單元
- 2220A . . . 直流發電機
- 2221A . . . 光伏組串
- 2222A . . . 光伏組串
- 2230A . . . 三相 DC/AC 逆變器
- 2351A . . . 三相 AC 瓦特計
- 2352A . . . 三相 AC 瓦特計
- 2361A . . . 電度表
- 2362A . . . 電度表
- 2500A . . . 變壓器
- 2600A . . . 市電電網

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 光伏電廠

【英文發明名稱】 PHOTOVOLTAIC POWER STATION

### 【技術領域】

【0001】 本發明係有關於一種光伏電廠。

### 【先前技術】

【0002】 光伏（PV）發電站將太陽能轉換成電力。然後將產生的電力提供給電網。不能提供持續恆定的光照強度是太陽光能源（即，所接收的太陽光）的特性。因此，這種光伏電站中的光伏電力發電機都會加入一個發電優化部件（也稱為“優化器”）。其中一種優化器被命名為“最大功率點追蹤器（MPPT）”（或“MPPT部件”），MPPT是用來追蹤瞬間的最大發電功率（MPPP）的電壓值來控制光伏電站的操作。這種方式在本文中稱之為“盲目的遵循MPPT”。MPPT通常是軟體或韌體；用來持續尋找並追蹤伴隨太陽能源因時間變動強度所產生的最大發電功率之電壓值。

【0003】 本專利的主張範圍不只是解決上述任何實際案例的缺點或其使用環境。應該說，本背景敘述僅提供實施案例被應用的領域之一而已。

### 【發明內容】

【0004】 本文描述的實施例直接涉及一種儲能系統，此系

統包括儲能器和系統控制器。當DC能量放電給DC/AC逆變器時，儲能器則接受來自DC電源的DC能量來充電。系統控制器節制從儲能器放電到DC/AC逆變器的DC能量，來使儲能器儲存入的DC電能與與放出(給DC/AC逆變器)的電能幾乎互相平衡。因為這樣的設計會讓儲能器瞬間充電量和放電量幾乎是平衡的，所以相對於不是瞬間平衡的高充電量和高放電量，所需的儲能器容量可以變得非常小。以太陽能電站為例，當儲能器接收發電站產生全部或大部分電荷情況下，這種控制器設計在充電和放電量很高的狀態下就變的很有利。即使在太陽能電站中非常大的輸送電流下，這種控制器也能讓儲能器在電站的應用技術上變得確實可行。

**【0005】** 系統控制器包括偵測模組，判定模組和訊息傳輸模組，偵測模組被配置為測量儲能器中電能存儲的容量。判定模組被配置用來評估所測量出儲能器存儲的電能容量是否要進行儲存電力大小的調整。訊息傳輸模組被配置為當判定模組確定要執行儲存電力大小調整時，將執行調整的指令編譯為訊息碼，並將訊息碼傳送入DC/AC逆變器。

**【0006】** 本結論綜述的提供是為了以簡化的方式介紹一些概念，這些概念將在後面的具體實施方式中進一步描述。本結論綜述的目的，不在界定本專利主張範圍的關鍵特性或基本特性，也不是用在幫助確定所要求保護的專利主張範圍。

#### **【圖式簡單說明】**

**【0007】** 為讓本揭露之上述和其他目的、特徵、優點與實

施例能更明顯易懂，所附圖式之說明如下：

圖1A至1C表述在太陽能電站中將截耦部件與儲能器結合使用的不同架構；

圖2A表述在實驗中所設置的電站架構圖，其中存在兩個傳統設置的AC電力生產單元，並且每個電力生產單元具有個別測量輸出的功率計和千瓦時計(電度計)；

圖2B表述在圖2A修改之後的發電站架構圖，其中包括截耦裝置和儲能器，用在驗證可輸出增強的電力給電網；

圖3表述存在兩個電力輸送通道的發電站架構圖，一個輸送通道調用儲能器，另一個輸送通道不調用儲能器；

圖4表述代表圖3實施例的廣義的電站架構圖；

圖5表述了藉由使用儲能器輸送電力的電站架構圖；

圖6表述代表圖5實施例的廣義電站架構圖；

圖7表述了太陽能電站的架構圖；

圖8表述根據本文原理描述的最大能量使用點追蹤 (MEUPT) 控制器的架構圖； 以及

圖9表述了圖8 MEUPT控制器配置在太陽能電站系統中的架構圖。

### 【實施方式】

**【0008】** 下文係舉實施例配合所附圖式進行詳細說明，但所提供之實施例並非用以限制本揭露所涵蓋的範圍，而結構運作之描述非用以限制其執行之順序，任何由元件重新組合之結構，所產生具有均等功效的裝置，皆為本揭露所涵蓋的範圍。

另外，圖式僅以說明為目的，並未依照原尺寸作圖。為使便於理解，下述說明中相同元件或相似元件將以相同之符號標示來說明。

**【0009】** 美國專利公告 US2016/0036232 和 US2017/0149250A1（本文內容是參考兩專利公告，加以整合後敘述於此）揭露了使用盲目遵循MPPT的光伏電能系統，只能將部分的發電能量提供給電網。這些專利公告也教導，為了能有效地擷取電力供做使用的能量，電力擷取裝置必須能與前后設備匹配，才能達到有效率且高效益的擷取所生產的電能。此外，這些專利公告還揭露；一些相關部件也應該進行特性匹配以調節和/或輸送擷取的電力，才能有效使用擷取來的電力。

**【0010】** 這些專利公告還強調了一個事實；即除了發電端的效率之外，能量使用效率絕對不可避免地也會取決於用需求端的電力需求。甚至進一步揭露，在任何能源系統中，即使符合能量和電荷守恆，典型的電力消耗量也不一定等於電力生產量。

**【0011】** 參考引用專利公告的倡議，電力系統必須使用“最大電能使用點（或MEUPT 部件）”追蹤技術，來取代MPPT(最大發電量電壓追蹤)技術。這樣的優化器在本文稱為“MEUPT優化器”。根據所引用的專利公告，MEUPT優化器被設計能夠捕獲專利公告中所提到的“剩餘電能”。剩餘電能定義是“已產生的電力中，未被擷取和(/或)輸送到電網以供利用的電能”。本文所引用的專利公告中所用“剩餘電能”的定義，

與上述定義也是相同的。

【0012】 MEUPT優化器可以被設計成將捕獲的剩餘電能暫時存儲在儲能器內；然後調整並將這些電能輸送到電網加以使用。因此，將MEUPT優化器併入電站時，就能提高光伏電站的電力銷售收入。

【0013】 第一節：MEUPT優化器的功能

【0014】 根據 US2016/0036232 和 US2017/0149250A1 (“參考專利公告”)中描述的原理，本文揭露的”MEUPT優化器”實施例中包括剩餘電力擷取器，儲能器和MEUPT控制器。MEUPT控制器是與電力擷取器和DC/AC逆變器協同運作。雖然專業術語中“功率”和“能量”(儘管代表的物理是完全不相同)在電力專業領域中經常是互換使用。因此，除非另有說明，否則兩者在本文中具有相同的含義。

【0015】 電力擷取器從電站生產的DC電源擷取一個初始脈動電力。所擷取的初始電力必須遵循電網的交流電要求。換句話說，所擷取的初始脈動電力具有變動的正弦電壓，擁有遵循電網電壓範圍的峰值電壓。此外，電力(與電壓的平方成正比)採取與電網同步(具有相同相位和頻率)的波形( $\sin^2(\omega t)$ 或 $\cos^2(\omega t)$ )。

【0016】 另一方面，剩餘電力擷取器會擷取剩餘脈動電力，而剩餘脈動電力是生產的DC電力減去初始脈動電力。換句話說，這個剩餘脈動電力是在將初始脈動電力提供給電網之後剩餘的電力。與提供給電網的初始脈動電力相比，剩餘脈動電力具有90度的相位差。由於這個90度相位差，剩餘脈動電

力就不能立即轉換成交流電供應到同一對電纜，因此必須用儲能器來暫時存儲剩餘(脈動)電力，在儲存之後，儲能器儲存的能量再提供給DC/AC逆變器；使存儲的剩餘電能能夠被轉換成與同一對電纜之電力同步（具有相同的相位和頻率）的AC電力。

**【0017】** MEUPT控制器被設計能夠測量儲能器內的存入能量水平；並且估算儲能器中可以被擷取的存儲能量大小；再將該信息傳遞給連接的DC/AC逆變器，讓恰當的儲存能量由DC/AC逆變器擷取出去。然後，被擷取的存儲能量，以恰當的脈動電力形式轉換成AC電力後提供給對電纜。因此，當併入MEUPT優化器時，光伏電站可以將幾乎所有生產的電能提供給電網。相反的，根據引用專利公告內容；在沒有MEUPT優化器的情況下，PV電站所產生的電力/電能，僅能夠向電網提供少於一半生產的電能。

**【0018】** 第二節：用MEUPT改進的傳統光伏電站

**【0019】** 太陽能電站通常是數百萬瓦(MW)的功率等級。傳統上，當太陽能電站宣告的額定功率為 $x$  MW（其中 $x$ 是某個正值）時，這意味著所有太陽能板組串的直流發電額定值的總和為 $x$  MW。這種傳統太陽能電站也配備有三相DC/AC逆變器，所有的逆變器製造商都宣稱DC電力轉換成AC電力的能力不會大於 $x$  MW。而此原則是根據遵循MPPT運行的傳統電站所得到的結論。

**【0020】** 換句話說，額定 $x$  MW的傳統光伏電站由 $x$  MW個光伏太陽能板串併而成，將太陽能轉換為DC電力。這個產

生直流電被三相DC/AC逆變器擷取並轉換成遵循所有電網AC電力需求的適當AC電力來提供給電網。這個提供給電網的AC電力在本文也被稱為“初始脈動電力”。這裡再強調一下，所有製造商都宣稱DC/AC逆變器的直流電轉換的交流電能力不會大於x百萬瓦，這也是太陽能板產業宣告所安裝的太陽能板的總直流發電量。

**【0021】** 根據所引用的兩份專利公告US2016/0036232和US2017/0149250A1中的推論，上述的電站中，剩餘的脈動電力是確切存在，是太陽能板組串產生的直流電力總量中減去初始脈動電力（由電力擷取器提取）時所剩餘的電力。換句話說，該剩餘電力與初始脈動電力具有大約90度的相位差。

**【0022】** 因為剩餘的脈動電力與電網電力相位差約90°，所以這個剩餘的脈動電力不能被直接調節並轉換成交流電，提供給同一對電纜。根據所引用的專利公告中公開的原理，儲能器所暫時儲存的能量是包括相位差90度的剩餘脈動電力的電能（當剩餘脈動電力被存儲時即代表剩餘電能）。在剩餘電能儲存在儲能器後，剩餘電能就可以充當供給DC/AC逆變器的DC電能。然後將該剩餘電能轉換成遵守所有電網規範（包括與電網同步）的AC電力，讓產生的AC電力可以被提供給同一對電纜。

**【0023】** 第三節：防止從儲能器洩漏能量

**【0024】** 在詳細說明MEUPT優化器的儲能器設計之前，本文首先需闡述一個重要議題。具體而言，太陽能板組串在黃昏時可能會有非常高的電阻，但是當中午太陽光正強時，太

太陽能板組串可以明顯的在來與回的方向上傳導電流。因此，儲存在儲能器中的電能可能會在白天洩漏，去加熱太陽能板。如果添加截耦二極管到每組太陽能板組串，就可以讓電力確實的從每個太陽能板組串輸出給該儲能器以充電，而儲能器中的電能卻不會回流到太陽能板中。圖1A，1B和1C描述有配置截耦結構所完成的不同類儲能器系統。

**【0025】 第四節：儲能器的設計考量**

**【0026】** 圖1A描繪了儲能器1300A的架構圖，該儲能器被設計為暫時存儲由太陽能板組串1100A產生的剩餘(直流)電力，即將1100A生產的DC電力轉換為AC電力減去由DC/AC逆變器1200A實際拮取的電力後，所導致的剩餘電力存入這個儲能器。逆變器轉換後的交流電再通過變壓器1500A提供給電網1600A。剩餘電力則通過截耦二極管組1400A，由儲能器1300A去接收剩餘的脈動電力。在一個實施案例中，該儲能器1300A被設計為可暫時存儲1百萬瓦光伏電站的剩餘電能約2分鐘。

**【0027】** 舉一個例子，假設初始能源可保持恆定強度(PV組串1100A的電力生產保持固定強度，所以可允許一個1MW發電機恆定的發電)2分鐘。對於下面的分析，初始和剩餘的脈動電力都具有相同的週期性波形，但初始和剩餘電力有90度的相位差。首先，讓我們來看看如何使用強制方式(蠻力法)來設計儲能器。請記住儲能器的目的是暫時存儲剩餘電能，以便DC/AC逆變器可以稍後轉換此存儲的剩餘電能。

**【0028】** 參考的專利公告中的討論，對於典型的傳統PV電

站，剩餘電能與產生的DC電能的估計比率大於0.5。為了分析方便，讓我們假設光伏電站有1百萬瓦光伏太陽能板組串；並將直流電轉換成交流電，以提供電網50赫茲和380伏交流電的線路電壓。在這種情況下，一個電力週期的持續時間大約等於0.01秒，三相總電流量高達 $1,000,000 / (380/1.732)$ ，其中1.732是3的平方根值。該比率是峰值電壓與線電壓(線間相電壓或三相交流電中的“相電壓”)之間的關係。儲存該發電站的電力週期中與剩餘電能相關的電荷，將需要大約 $8V \text{ Faradays}$  ( $0.5 * 0.01 * 1,000,000 / (380/1.732)$ )的等效充電容量，其中“V”是AC電網允許的電壓差；也就是設計的儲能器在充電前後之電壓差。

**【0029】** 為了最大化光伏電站的使用能量，在一些實施例中，MEUPT優化器的操作電壓應在PV電站最大產生功率的電壓的75%左右。換句話說，在MEUPT優化器的那些實施例，將觀察到75%的最大功率的對應電壓範圍內。測得的“電流-電壓”對應值表明這個電壓範圍通常約在80伏。當選擇該電壓範圍作為儲能器的充電/放電電壓範圍(即  $V = 80$  伏特)時，在每百萬瓦每個電力週期下(其中電力週期約持續0.01秒)，儲能器的電容量約為0.1法拉。

**【0030】** 如果設計考慮是要存儲超過兩(2)分鐘所累積的最大剩餘電能，則所需的等效電容量等於1MW光伏電站的1200法拉( $100 * 120 * 0.1$ )。本文稱這個所需的等效電容量為“最大總電容量”，且相關的儲能量被稱為“儲能器最大總電容量”或“最大總剩餘電能”。

【0031】 如果僅使用薄膜電容器來滿足所需的電容量，那麼為滿足該電容量所需的薄膜電容器容量將會過大而不符實際需求，並且成本非常高。因此，僅由薄膜電容器組成的儲能器是不符合現實需求的。

【0032】 若用蠻力法的變形設計方式，將法拉第器件（例如電池）整合到儲能器設計中以減小體積和容量。從發明人的詳細分析顯示，對於具有薄膜電容器和法拉第器件的儲能器，所需的電容量範圍在技術上是實際可行的。然而，使用這樣的儲能器成本仍然太高，並不利於實際獲利。除非，電池的價格保持在相同於現有的性能時，又可以下降到原售價的至少1/3。

【0033】 若使用電解電容器可以顯著降低所需的投資成本。然而，由於這種電容器的壽命相對較短，會造成長期運營成本大為增加。所以，目前使用電解電容器也是不符合現實的。因此，蠻力法並不能達到經濟效益有利的設計，並滿足儲能器所需的最大電容量要求。

【0034】 這裡描述的原理使用發明人觀察到的以下事實來解決這個問題：

（1）大多數現有的DC/AC逆變器可以輕易的在一秒內上升或下降3%的功率；而現有500 kW DC/AC逆變器在工作期間則可以輕易的在一秒內升降大於10 kW。

（2）粗略觀察一個典型的一百萬瓦光伏電站；每天早上從零功率開始發電，且在日常的正常運作中很少發電量超過10千瓦/秒。

(3) 百萬瓦級光伏發電站（額定功率大於1百萬瓦）偶爾會在電力脈衝期間的短時間內發生大於每秒10千瓦的突增電力。然而與MW級發電站產生的每日總能量相比，這短暫爆發（或甚至每秒100千瓦的較大爆發）的能量是微不足道的。

**【0035】** 基於以上的三個事實，發明人確定：（1）每天早上每個太陽能板組串的發電量從零開始；且（2）光伏發電機不能即時產生全功率。因此，剩餘脈動電力不會立即上升到發電最大值。換句話說，剩餘脈動電力上升速率通常比DC/AC逆變器電力轉換的上升速率大得多。而且，任何短暫脈衝增大的能量對於額定1百萬瓦或更高的光伏電站的能量收集都不會是一個重大問題。

**【0036】** 因此，本專利倡議設計一個可用來能夠取代儲存最大總剩餘電能的儲能器，這裡所描述的原理是建議設計一個儲存淨能量的儲能器，該淨能量（大約超過2分鐘）等於輸入到儲能器中的剩餘電能和DC/AC逆變器從儲能器中提取出的能量差。在本文中，這個能量差稱為“最大剩餘電能差”。這個最大剩餘電能差的大小遠小於最大總剩餘電能。因此這種較小的儲能器便更容易設計；在技術上是可行，且符合成本要求。

**【0037】** 圖1B描繪了一個架構，象徵性的說明所產生的剩餘電力儲存在儲能器1300B，剩餘電力即從一組太陽能板組串1100B產生的電力中減去DC/AC逆變器1201B擷取的電力所剩下儲存在儲能器1300B的電力。同時，另一個DC/AC逆變

器1202B接受MEUPT控制器1310B的指示，以接收來自儲能器1300B的DC電能（包含剩餘電力），讓1202B所接受的電能與儲存在儲能器中的剩餘電力幾乎等量。DC/AC逆變器1201B和1202B兩者同時個別將接收到的DC電能轉換為AC電力，並且通過相同的變壓器1500B將該AC電力提供給同一對電纜1600B。如此一來，儲能器1300B的設計與圖1A中所示的儲能器1300A相比，1300B的淨能量儲存負擔可以減少到非常小的容量。

**【0038】** 圖1C是按圖1B中描繪的配置修改而來，但與圖1B中的配置仍具有幾乎相同的性能。如圖1C所示，由光伏太陽能組串1100C產生的DC電力通過一組二極管1400C儲存至儲能器1300C。兩個DC/AC逆變器1201C和1202C由MEUPT控制器1310C指示，（合計）接收來自儲能器1300C的總DC輸出電力，此輸出電力則近乎等於由光伏太陽能組串所產生輸入給儲能器的DC電能。因此，對儲能器1300C的輸入和輸出電力中，只要非常小的淨輸入電力就可以維持儲能器穩定的電容量。1201C和1202C兩者則同時再將接收到的DC電力個別轉換成AC電力，然後經過同一個變壓器1500C，供應給同一對電纜1600B。

**【0039】** 總之，如圖1B所示（當截耦正確時），在產生的DC電力通過電力擷取器提取（可以內建作為DC/AC逆變器1201B的一個模組）之後，可以用脈動電力形式將剩餘電力擷取和存儲在儲能器，保存該剩餘脈動電力。另一個DC/AC逆變器1201B被設計成從儲能器1300B中提取大致相等的電能

量以減少儲存在儲能器中淨剩餘電能。因此，一個相對較小容量的儲能器就適合此儲能設計的需求。

**【0040】** 同樣的，如圖1C所示（當截耦設計正確時），儲能器1300C可以接收來自光伏組串1100C所有產生的DC電力。然後，由DC/AC逆變器1201C和1202C提取脈動電力，同時剩餘電能（剩餘電力）的形式為90度相位差之剩餘脈動電力，也被動地存儲在儲能器1300C內。如圖中所顯示，該剩餘電能也自然地被擷取，和自然的存儲在儲能器1300C中。

**【0041】** 採用圖1B（或圖1C）中描繪的任一設計架構中的儲能器都可以提供作為MEUPT優化器的儲能器；可以暫時儲存90度相位差的小能量淨剩餘電能。如此原先最大總電容量儲存的困難任務就可轉移給正確設計的MEUPT控制器解決。

**【0042】** 第五節：MEUPT控制器的必要功能

**【0043】** MEUPT控制器應該可以設計到能夠引導相關的DC/AC逆變器穩妥的從儲能器中抽取恰當的能量，所抽取的能量約相等接近於充入儲能器中的剩餘電能大小。這樣的作法，可以將存入儲能器的淨能量最小化；並保持儲能器維持在均衡而恰當的儲電容量下，穩定運行系統。如此運行時，僅需要設計成在短時間間隔內，將充電的剩餘電力超過DC/AC逆變器所抽取的電能，存入給儲能器；或由儲能器內提取不足的電能給DC/AC逆變器。利用這種調控平衡的設計，就可以使用小容量儲能器。

**【0044】** 使用一個如上所述，有調控能力的控制器，淨能

量就能夠設計在可控制的小範圍內。只要讓運作時間間隔設計的足夠長，而且使DC/AC逆變器運作功率的上升或下降能夠快速正確地匹配剩餘電能的變動；就能在儲能器容量顯著降低的同時，還可以確保系統穩定的運行。如此一來，儲能器的容量預估可以減少到最大總剩餘電能的0.001倍。每百萬瓦光伏電站的儲能器容量需求則少於2法拉第就夠了；這麼一來，即使用薄膜電容器當作儲能器，都可找到適合可行的薄膜電容規格來使用。本文將用第十二到十四節來描述如何使用一個適當的MEUPT控制器案例。

**【0045】 第六節：電容器/電池的儲能器組合**

**【0046】** 另外一個考量因素；當使用持續使用良好的薄膜電容器10至15年，仍能保持其原始電容的80%以上，而良好的電池持續使用時間最多5年，能保有約70%的初始電容量。因此，發明者建議儲能器設計應小心淨能量平衡以優化系統經濟效益。此外，儲能器中的容量需夠大到可以始終維持系統穩定運行。從設計的模擬顯示，依照目前薄膜電容器和電池的價格，1百萬瓦光伏電站的典型20年儲能優化設計，應可採用0.1至1法拉第薄膜電容器以及大約50安培小時便宜的標準車用電池的組串，讓儲能器在適當的工作電壓下運作。

**【0047】 第七節：防止PV組串中的電力相互湮滅**

**【0048】** 如前所述，圖1B和圖1C中所應用的截耦技術，允許太陽能板組串對儲能器充電；而且阻止電力從儲能器倒流回PV太陽能板組串。當恰當地應用截耦二極管時，該技術不僅防止了從儲能器通過PV太陽能板組串洩漏電能，而且還

可以防止發明人發現的另一個不好現象。這種現象在本文中  
被稱為“PV組串之間的相互電力湮滅現象”，或“相互電力湮滅  
現象”或“電力湮滅現象”。

**【0049】** 當許多光伏組串並聯時收集產生的電力時，常會  
發生這種電力湮滅現象。當並聯的不同光伏組串彼此有相當  
的I-V特性差異時，或者有不同光電轉換效率，和/或者有不同的  
最大功率生產電壓時，這種現象就會特別明顯。

**【0050】** 舉例來說，這些並聯組中有一部分太陽能板被陰  
影遮蔽時，陰影下的PV組串將具有比非陰影區的PV串有更低  
的光電轉換效率。換句話說，由於不同區域投射的陰影，即  
使在一天中的同一時間，這些太陽能板組串也會具有相當的  
I-V特性差異。將這些太陽能板組串並聯時，轉換效率高的太  
陽能板組串會將其部分產生的電力是放電到效率較低的太陽  
能板組串，導致部分PV太陽能板組串中的電力生產被抵銷。  
發明人已經通過實驗證實了這種現象。這些實驗還顯示，當光  
伏太陽能板組串接入正確截耦後，就可以防止這種不良現象。

**【0051】** 此外，發明者的實驗還證實，當並聯連接的光伏  
組串，個別組串具有非常不同的最大功率生產電壓時，也會發  
生電力湮沒現象。例如，假設有兩個並聯的太陽能板串；其  
中一個由15個串接的太陽能板組成，而另一個由19個串接的  
太陽能板組成。實驗證明19個串接太陽能板所產生的電力確  
定會通過15個串接的太陽能板組串來釋放電力，而導致電力湮  
滅現象。實驗結果顯示，上述並聯的兩個組串所接收到的實  
際電力，可減少到只有19個串接太陽能板組所產生的一半電

力。但當正確截耦時，從上述兩個並聯的光伏組串接收到的電力可以恢復到19個串接太陽能板組串生產電力的約1.53倍。上述實驗顯示：（a）確實存在相互電力湮滅現象；和（b）正確的截耦技術可以防止這種電力湮滅現象。

**【0052】** 在另一個實驗中，光伏電站設置為兩個電力生產單元；每個單元由85個相同製造商、相同型號的太陽能板串並聯組成。兩個電力生產單元中都各配置有五（5）個並聯的光伏組串以收集所產生的DC能量。每個光伏組串配置了兩組15個串接太陽能板，兩組19個串接太陽能板，與一組17個串接太陽能板。當在中午高空並且天空晴朗無陰雲時，實驗將這10組太陽能板組串的最大功率的生產電壓分開測量，最大電力生產電壓的最低值是420伏，最高則為610伏。這現象告訴我們，這些並聯的太陽能板組串即使在相同的晴空下，仍會有非常不同的最大功率生產電壓。

**【0053】** 每組電力生產單元經由不同的DC/AC逆變器將收集的DC電力轉換為AC電力。為了測量每組生產單元中生產的電能和電力，每個生產單元中每個DC/AC逆變器的AC輸出端各連接了一個電度表和一個瓦特計。然後將這些單元連接到變壓器以提供電網AC電力。在36天的運作時間內，兩台瓦特計的72個讀數每天讀兩次，確認幾乎是一樣的，並且在36天結束時，從兩個電度表的讀數也是一致的，這段實驗可以證明這兩個電力生產單元（包括兩套量測儀表），可以確認是足夠一致與相同的。

**【0054】** 然後將一個電力生產單元修改為配置成4組並

聯，每組21個串聯的太陽能板組串（其中1個面板不使用）。而另一個電力生產單位維持上述知原來的5組並聯的太陽能板組串不修改。然後在正午晴空時量測產生的電力，修改過的電力生產單元，一般為未修改過的電力生產單位的4.1倍以上發電量。然後我們從兩個千瓦小時計的讀數中得出的六十（60）天提供的累計能量測量值。修改後的電力生產單位提供的電力，是未修改的電力生產單位3.38倍。上述實驗明確地證明；在並聯的光伏組串中確實存在相互電力湮滅現象，特別是對於並聯組串中個別組串具有非常不同I-V特性，或差異很大的最大功率生產電壓。

**【0055】** 總而言之，根據本文所述正確截耦技術的原理可以防止儲能器向太陽能板組串渲洩電能；也可以防止PV組串之間的電力湮滅現象。

**【0056】** 第八節：剩餘電能存在的證明實驗

**【0057】** 在說明MEUPT優化器設計之前，此章節文章的描述，可參考專利公告 US2016/0036232 和 US2017/0149250A1中的預測，在確切證明這些PV電站中剩餘電能存在的實驗。重申一下，在所引用的專利中，剩餘電能的定義是指已生產的電能，但未被提取和/或使用之前，就轉變為熱的電能。具體而言，在光伏電站中，“剩餘電能”包括在DC電能生產中，所有未被三相DC/AC逆變器被擷取並轉換為AC電力之電能。而MEUPT優化器是設計來捕獲/使用這些未被擷取的剩餘電能(剩餘能量)。以下為實驗設計和逐步執行方法的描述。

**【0058】** 圖2A描繪了PV電站2000A中，包括2個AC電力生產單元2100A和2200A的設置。而2100A和2200A都採用盲目的遵循MPPT的電力生產架構；並向電網2600A提供三相AC電力。AC電力生產單元2100A由DC發電機2110A和三相DC/AC(15KW)逆變器2130A組成。AC電力生產單元2200A由DC發電機2220A和三相DC/AC(15kW)逆變器2230A組成。發電機2110A使用2個並聯的PV組串2111A和2112A來產生DC電力。發電機2220A使用另外兩個並聯的太陽能板組串2221A和2222A來產生直流電力。4個並聯的PV組串中的每一串，由25個太陽能板串聯組成；每個太陽能板能夠在正午和晴朗天空下都能產生250W的電力。

**【0059】** DC發電機2110A將DC電力供應給三相DC/AC逆變器2130A；而DC發電機2220A則向三相DC/AC逆變器2230A供應DC電力。這兩個逆變器2130A和2230A將供應的DC電力轉換成三相AC電力。在該實驗中，電力生產單元2100A和2200A的AC輸出功率分別通過兩個三相AC瓦特計2351A和2352A來測量。這兩個發電單元2100A，2200A的交流發電量(仟瓦\*小時)也分別由(仟瓦小時計)電度表2361A，2362A來測定。這些產生的三相AC電力，則通過變壓器2500A提供給電網2600A。在光伏電站運行狀況下；7天內測量兩個AC電力生產單元2100A和2200A的生產電能。

**【0060】** 兩個千瓦小時計的讀數每天在相同時段內都顯示相同的讀值；這證明了這兩個電力生產單位2100A和2200A的所有元件(包括用於測量的兩組儀器)基本上都是相同且可

信的。之後，兩個AC電力生產單元2200A保持不變，而另一個AC電力生產單元2100A被修改為如圖2B左側所示的2100B配置。

**【0061】** 將圖2A中電力生產單元2200A架構修改得到圖2B的電力生產單元2200B。圖2B中的元件；2351B，2361B，2352B，2362B，2500B，2600B對應圖2A的元件，就是2351A，2361A，2352A，2362A，2500A，2600A。此外，儘管圖2B中的電力生產單元2100B的配置與圖2A的電力生產單元2100A的配置不同，但圖2B的電力生產單元2100B中的一些元件與包含在圖2A的電力生產單元2100A中的元件是相同的。例如，圖2的光伏組串2111B和2112B分別與圖2A的光伏組串2111A和2112A是相同的。同樣的，圖2B的DC/AC逆變器2130B與圖2A的DC/AC逆變器2130A是相同的。

**【0062】** 下段章節中的六（6）個步驟是用來描述如何修改電力生產單元2100A的架構成為2100B的架構，2100B就如同圖2B的左邊所配置的架構。步驟1是在太陽能板組串2111B和2112B，與盲目遵循MPPT的三相DC/AC逆變器2130B之間增加一組截耦二極管2311B的配置。步驟2是增加一組儲能器2410B配置在2100B的架構中。步驟3再將儲能器2410B通過另一組截耦二極管2312B和開關SW1，連接到DC/AC逆變器2130B的DC輸入端。步驟4根據所設計的MEUPT控制器2420B的方向，將另一個三相DC/AC逆變器2130S（20kW）添加配置到2100B架構內，用來操控逆變器2130S。步驟5是將DC/AC逆變器2130S通過另一組截耦二極管2313B和開關

SW2，連接到儲能器2410B。步驟6是通過開關SW3將逆變器2130S的輸出端連接到功率計2351B和電度計2361B上。注意，注意，本文中所引用的“截耦二極管組，可以是二極管領域中稱為“阻斷二極管”的二極管種類。另外，圖1B中所配置的開關SW1，SW2和SW3，讓2100B可以依照實驗設計的執行步驟，在適當的時機，將相關器件導入實驗（或從實驗中除去）中。

**【0063】** 配置調整後第一晚；將SW2和SW3開關切換成斷路，SW1切換成通路。這樣，逆變器2130B和2230B在第二天一早就可以開始運作。該系統在這個狀況下進行第一天的全天候操作，而這一天量測電力產生單元2100B和2200B的兩個電力輸出的電表2351B和2352B都顯示當天累計讀數是相同的。另外，測量儲能器2410B端電壓的升高可以看出，儲能器2410B一早就開始充電。就如電度表2361B和2362B的當天累計讀數所示，這兩個發電單元2100B和2200B向三相AC電網提供相等的電能量。這個實驗步驟確實證明，所增加的截耦二極管組2311B和儲能器2410B不會改變發電單元2100B的功率和生產電能量。

**【0064】** 開關SW1，SW2和SW3在第一天操作（第二夜）後的晚上都切換成通路。逆變器2130B和2230B在第二天凌晨也開始運作，而逆變器2130S在逆變器2130B和2230B開始運行後大約15分鐘內，以較低功率運作。之後，逆變器2130S大約每2分鐘增加DC/AC轉換功率；這個增加轉換功率的過程與所設計的儲能控制程序是一致的。兩個電力生產單元2100B和

2200B整天下來直到接近日落所提供給三相電網的電能，可以在第二天結束時，由兩個電度表的讀數得出。結果，電度表2351B（對於單元2100B）的當日累計增加讀數達到了電度表2352B（對於單元2200B）當日累計增加讀數的兩倍多。因此，上述實驗結果顯示，從配置調整後的發電單元2100B所提供給電網的一天累計增加電能是未調整的發電單元2200B所提供累積增加電能的兩倍多。之後接下來的連續六天，開關SW1，SW2和SW3仍一直保持通路，而調整的電力生產單元2100B每天提供給電網的電能，也一直是電力生產單元2200B的兩倍多。

**【0065】** 在這六天實驗後的晚上，斷開SW2和SW3開關的通路。在開關SW2和SW3保持斷路期間的連續5天內，從發電單元2100B和2200B每天所提供給電網的電能，又返回到相同的供電量。其後的晚上再次將SW2和SW3切換成通路。並且在隨後的連續5天內保持開關SW2和SW3在通路的情況下運作，發電單元2100B每天所測量的每天累積供電電能再次變得比發電單元2200B的每天累計供電電能增加一倍以上。

**【0066】** 如前文所說明；執行這個實驗則可以毫無疑問地證實；專利公告（US2016/0036232和US2017/0149250A1）中所提出的預測；在PV電站中確有剩餘電能的存在。特別是在光伏電站中，當產生的直流電力被三相DC/AC逆變器擷取提供給電網後，還是有剩餘電能存在。而其所發明/設計的MEUPT優化器可以捕獲並利用這些剩餘電能，來增加提供給電網的電力。

**【0067】** 第九節：MEUPT優化器設計的幾種配置架構

**【0068】** 配置調整後的電力生產單元2100B（如圖2B中所描述）可以當做配置MEUPT優化器併入PV電力生產單元的一個案例。在這種架構下，MEUPT優化器包括三組截耦二極管組2311B，2312B和2313B；儲能器2140B和MEUPT控制器2320B。請注意，在下文中，截耦二極管組被稱為“截耦部件”。

**【0069】** 如前文所述及圖2B所示；這個MEUPT優化器模塊的連接方式。請注意在這個實施例中，剩餘電能是被儲能器2410B以被動方式擷取的。另一個電力擷取器則是包括在三相DC/AC逆變器2130S中的一個模塊，這個電力擷取器是擷取儲存在儲能器2410B中的電能來提供給三相交流電網。逆變器2130S轉換得到的AC電力大小，由MEUPT控制器2320B去調節。恰當的設計可以使得充入儲能器2410B的電力與從儲能器2410B放電的電力幾乎平衡。因此，在某個時段內，存入儲能器的“淨”電力可以被操控去盡可能地減小。較小的淨電力有可以使用較小的儲能器2410B的優點，但付出的代價是MEUPT控制器2320B要能執行更嚴格、更快速的充/放電能的管理要求。

**【0070】** 圖3中描繪了另一個實施例，該實施例闡述了包含MEUPT優化器的光伏電站3000的配置，該MEUPT優化器僅包括一個AC電力生產單元3100，3100使用500kW太陽能板組串3110，將太陽能轉換成DC電力。換句話說，AC電力生產單元3100包括DC發電模組3110和三相DC/AC（500kW）

逆變器3130。發電模組3110使用80列並聯的太陽能板組串來產生DC電力。80列太陽能板組串中的每一列都是由25個太陽能板串聯組成；依製造廠商的宣告值，每個面板在中午和晴朗天空下，都可以生產250W直流電力。注意，該DC發電模組3110在本文中稱為500kW發電機（ $80 * 25 * 250W = 500kW$ ）；而這個光伏電站則也被稱為500千瓦光伏電站。

**【0071】** 如圖3所示，發電機3110通過截耦部件3311向三相DC/AC逆變器3130（製造廠商宣稱500KW逆變器）提供DC電力。發電機3110也經過截耦部件3312向儲能器3410提供充電的直流電能。因此，儲能器3410被動地收取剩餘電能。然後通過截耦部件3313提供DC電力（或放電）給另一個三相DC/AC逆變器3130S（製造廠商宣稱為500kW）。逆變器3130依循MPPT優化器來運作，而逆變器3130S則依循MEUPT控制器來運作。逆變器3130和3130S將分別提取發電機3110的DC電力轉換成三相AC電力，再通過相同的變壓器3500輸送給電網（同一對電纜）3600。

**【0072】** 前方描述所引用的DC/AC逆變器在使用上可以分為兩種類型；即，一種直接接收光伏太陽能板組串所生產的直流電的類型，另一種則從儲能器接收直流電的類型。在本文和以下實施方法詳細描述中，有需要區分逆變器的類型時，從光伏太陽能板組串接收DC電力的類型稱為“PS DC/AC逆變器”；而從儲能器接收DC電力的另一類型則稱為“ER DC/AC逆變器”。當在本專利公告中使用三相DC/AC逆變器的情況若有需要區分時，逆變器也同樣被分類，在本文中分別

稱為“PS 三相DC/AC逆變器”和“ER 三相DC/AC逆變器”。

**【0073】** 從更廣義的層次來闡述；如圖4的配置所示，其中的MEUPT優化器為 $x$  MW 光伏電站進行優化，該光伏電站是一個正確設置的太陽能板組串，具有 $x$  MW的額定發電能力。所生產的DC電力經過截耦裝置4311，供應給製造商宣稱“ $y$  MW”的“PS 三相DC/AC逆變器”4130擷取。未擷取的剩餘電力則通過另一個截耦裝置4312送入儲能器4410來擷取及存儲。所存儲的剩餘電能通過另一個截耦部件，由另一個製造商宣稱 $z$  MW“ER 三相DC/AC逆變器”4130S，將4410儲能器的DC電能轉換成AC電力。逆變器4130由MPPT優化器來調控，而另一個逆變器4130S由MEUPT控制器來調控。兩個逆變器都將適量的直流電轉換為三相交流電；並且經由相同的變壓器4500向電網4600提供三相AC電力。請注意，在此實施例的配置中 $x = y = z = 0.5$ 。

**【0074】** 圖5描繪了將MEUPT優化器併入大型光伏電站中的另一實施例。該發電站配備額定功率0.5MW太陽能板組串5110，和兩個宣稱500kW三相DC/AC逆變器5130和5130S。此實施例闡述了MEUPT優化器的另一種配置。光伏電站5000可以被看作包含一個AC電力生產單元（本文中也稱為“AC電力生產單元5100”）。AC電力產生單元5100含有DC發電機5110，是由一組額定功率500KW的太陽能板組串，和兩個三相DC/AC（每個被宣稱為500KW）逆變器5130和5130S所組成。發電機5110則使用80組並聯的太陽能板組串生產DC電力。並聯的每組組串由25個太陽能板串聯組成，每個

太陽能板具有額定功率250W的電力生產能力。儲能器5410通過截耦部件5311從發電機5110接收DC電力。兩個三相DC/AC逆變器5130和5130S分別通過兩個截耦二極管部件從儲能器5410接收DC電力，兩個截耦部件則包括用在逆變器5130的截耦部件5312，以及用在逆變器5130S的截耦部件5313。逆變器5130和5130S是由MEUPT控制器調控，從儲能器5410拮取適量的電力，將DC電力轉換為三相AC電力，再經由變壓器5500提供給電網5600。

**【0075】** 為了能更廣義地闡述圖5中的配置：應用MEUPT優化器對一個 $x$  MW光伏電站進行優化。該光伏電站具有一個AC電力生產單元，生產單元含有太陽能板組串，具有總額定功率 $x$  MW的DC發電能力。直流發電機則通過截耦部件給儲能器充電。儲能器再通過兩組獨立的截耦部件，分別提供直流電給兩個三相DC/AC逆變器。製造商宣稱兩個“ER 三相DC/AC逆變器”的轉換能力為 $z_1$  與  $z_2$ ，合計為 $z_1 + z_2 = z$  MW。這兩個逆變器都藉由MEUPT控制器調控，將適量的DC電力轉換為三相AC電力。兩個逆變器產生的AC電力再通過同一個變壓器提供給同一對電纜。上面所描述的配置則重繪在圖6中顯示。請注意，在該配置中 $x = 0.5$ ， $y = 0$ ， $z = 1$ 。

**【0076】** 此章節的說明將比較圖4和圖6中所描繪的兩種配置。在圖4中描繪的配置中，DC發電機供應DC電力給製造商宣稱的 $y$  MW發電能力的“PS 三相DC/AC逆變器”。並將剩餘電力充電到儲能器中。圖4中儲能器提供直流電力給逆變器製造商宣稱額定功率為 $z$  MW的“ER 三相DC/AC逆變器”。在

圖6所示的配置中沒有“PS 三相DC/AC逆變器”（即  $y = 0$ ），所有生產的DC電力會通過截耦部件充電到儲能器中；而儲能器通過兩組獨立的截耦部件將DC電力提供給兩個“ER 三相DC/AC逆變器”。因此，在圖3的配置中  $x = y = z = 0.5$ ；在圖6的配置中  $x = 0.5$ ， $y = 0$ ， $z = 1$ 。在圖6的另一個實施例中，則沒有儲能器6410，取而代之的由太陽能板組串6110通過截耦部件6311直接向逆變器6130提供DC電力。

**【0077】** 直到目前所描述的，MEUPT優化器唯一剩下的設計重點是：確定太陽能板組串的額定能力代表性參數和逆變器額定能力代表性參數兩者之間，功率匹配優化的關係。具體而言，就是在優化條件下確認  $x$ ， $y$ 和 $z$ 的値之間的關係。必須在此提醒，在第二節所述中， $y + z$ 的總和値通常不會大於傳統光伏電站中的 $x$ 値。

**【0078】** 另外要注意， $x$ 值的定義為光伏組串的額定DC電力生產能力的MW發電量； $y$ 値設定為製造商所宣稱，從PV組串供應的DC電能經“PS 三相DC/AC逆變器”轉換的總(MW)發電量；而 $z$ 値設定為製造商宣稱，由儲能器提供的DC電能，經“ER 三相DC/AC逆變器”轉換的總(MW)發電量。

**【0079】** 舉例來說，在圖6中  $x$ 等於0.5，表示製造商宣稱的光伏電站總發電量為0.5MW； $y$ 等於0，表示沒有安裝“PS 三相DC/AC逆變器”； $z$ 等於1，這代表製造商宣稱的兩個“ER 三相DC/AC逆變器”的合計總額定能力是1 MW；是兩個逆變器接收來自儲能器的DC電力，並將DC電能轉換成三相AC電力合併後的結果。請注意，在上述兩種配置中， $y + z$ 的値不小

於x值的2倍。除非另有說明，文中所述之“額定能力”也可稱為設備的“額定功率”。

**【0080】 第十節：功率匹配優化的關係**

**【0081】** 由於不同的（工業）領域，太陽能板額定功率的定義與DC/AC逆變器的額定功率定義不同。太陽能板的額定功率定義為太陽能板在正午晴朗的天空中太陽正射時可以產生的最大直流電力。太陽能板製造商則使用特定類型的照明燈具（這裡稱為“標準燈具”）垂直照射通過穿過太陽能板表面的光通量，來模擬正午晴朗天空的正射日照。因此，製造商宣稱電力生產能力的確是非常接近真正的直流發電機的發電能力。本發明人進行的實驗也證實了上述推論。因此判斷光伏太陽能板組串的總直流發電能力的宣告值是可信的；因此在本文中描述太陽能板組串的額定功率時，我們就不加註“製造商宣稱的能力”。在另一方面，DC/AC逆變器製造業是根據傳統電力產業的規範來定義DC/AC逆變器的額定功率，在此被稱為“電網規範”。該規範和DC/AC逆變器能力的定義詳述如下。

**【0082】** AC電力產業強制實行一個規範（叫做電網規範），來確保所架構的三相AC電力能夠實現所宣稱的電力輸送能力。三相AC電網電力由3或4條電力線組成，可以將電力線間每對電力線視作為一相，提供隨時間變化之正(/餘)弦波電壓和電流，隨時間變化的弦波在本文中又被稱為“時變函數”。電網規範將宣稱的電壓值規格定義為電力線所能承受的“標準”最大電壓（稱為“線電壓”）。同樣的，在此規格中宣稱的最大電流是指電力線所能承載的最大電流（稱為“最大相電

流”）。當器件製造要符合電網慣例時，器件規格中宣稱的電壓是所有相關元件應承受的最大電壓。同樣，該器件的規格中宣稱的最大電流是，連接到一對電力線中與同一相的所有相關組件的最大電流承載能力。這些相關組件的電壓和電流的時變函數也需要符合AC電網中每一相的正(/餘)弦函數。

**【0083】** 再重述如下；三相DC/AC逆變器的指定電壓定義為三相電源的線電壓；規定的最大電流是定義為對每一相位中的一對電力線能承受的最大電流承載能力；而指定的最大功率則定義為三相可承受的最大功率能力總和。換句話說，當符合電網規範時，每相的電力線和連接的電力設備，就應能傳送所規定最大功率的三分之一(1/3)，換句話說，三相DC/AC逆變器製造商“宣稱的額定功率”是 $3 * U * I$ ，其中U是相電壓，I是相電流。每對電力線能以及相關的電力器件夠承受 $U * I$ 電力，或“製造商宣稱額定功率”的1/3；當符合電網規範時，連接到一對電力線的每個模塊也需要能承載或輸送所宣稱的1/3額定功率。

**【0084】** 就用一個三相DC/AC逆變器為例，其設定規格是“AC電壓= 315VAC；最大電流為 916安培；最大功率輸出等於 500 kW”。規格中“交流電壓等於315 VAC”應理解為：“該逆變器的輸出交流線電壓為315伏。或者，當三相間平衡時，每相的相電壓U是 $U = 315/1.732 = 181.9$ 伏（其中1.732是3的平方根，它是線電壓與相電壓的比率）。設定的“最大電流= 916安培”則理解為電力線和每相中的所有元件都設計可確保 $I = 916$ 安培的載流能力。設定的“最大輸出功率= 500kW”；應

理解為每個DC/AC轉換階段的所有部件的最大DC/AC逆變轉換和電力傳送能力=  $U * I = 181.9 * 916 = 500/3 \text{ KW}$ ；3個轉換相位的相關模塊的總最大電力轉換能力和輸出能力是每相的總和， $3 * U * I = 3 * 181.9 * 916 = 500 \text{ kW}$ ，這是“製造商宣稱的額定功率”的定義(=  $3 * U * I$ )，符合前一段所述之電網規範。

**【0085】** 三相DC/AC逆變器中的3個相嚴格的具有120度相位差而相互關聯。換句話說，當一對電源線（相位）提供 $U * I \sin^2(\omega t)$ 的時變功率函數；第二個相的時變功率函數是則提供 $U * I \sin^2(\omega t + 120^\circ)$ ；第三個相則提供 $U * I \sin^2(\omega t - 120^\circ)$ 的時變功率函數。也就是說，此三相中的每對電力線提供三個相互關聯的脈動交流電力系統具有嚴格的關聯性，他們是不可以隨便變動的。請注意，逆變器電力在這種嚴格的關聯限制下；本文發現並證明逆變器的DC/AC電力轉換能力 $P(t)$ 不等於所設定的“製造商宣稱的額定功率”。本文推導的逆變器電力轉換能力 $P(t)$ 是時間的函數，並且是根據電網規範所定義的三相AC功率限制，所推導而得出來的逆變器電力轉換能力。

**【0086】** 換句話說，逆變器的DC/AC電力轉換能力 $P(t)$ ；是必須從3個相位的時變功率輸出之和推導得出的；它們之間有嚴格相關聯的120°相位差；並且必須符合 $\sin^2(\omega t)$ 或 $\cos^2(\omega t)$ 的平方正弦隨時間振蕩的電力波形式；還必須與電網同步（有相同的相位和頻率），使角頻率 $\omega$ 成為恆定常數。

**【0087】** 現在，讓我們推導出三相DC/AC逆變器的時變電力轉換能力 $P(t)$ 。他的每一相DC/AC逆變轉換都是時間的函數。所以這個三相DC/AC逆變器的電力轉換能力是 $P(t) = U * I * (\sin^2(\omega t) + \sin^2$

$(\omega t + 120^\circ) + \sin^2(\omega t - 120^\circ)$ 。如上所述， $U$ 是相電壓， $I$ 是相電流， $\omega$ 是電網的固定角頻率。此外，數學公理可以證明 $\sin^2(\omega t + 120^\circ) + \sin^2(\omega t - 120^\circ) = \cos^2(\omega t) + 1/2$ 。因此，作為時間函數的三相DC/AC逆變器的電力轉換能力 $P(t)$ 的推導是： $P(t) = U * I * (\sin^2(\omega t) + \sin^2(\omega t + 120^\circ) + \sin^2(\omega t - 120^\circ)) = U * I * (\sin^2(\omega t) + \cos^2(\omega t) + 1/2) = U * I * (1 + 1/2) = 3/2 (U * I)$ 。

**【0088】** 如上推導的結果，三相中這些嚴格相關的三個脈動電力串的功率總和是常數。也就是說，這三對電力線的總輸出功率是恆定的。或者說三個相位相關的三個單相DC/AC逆變模組的功率總和是常數 $(3/2 U * I)$ 。但是，該常數僅等於“宣稱的功率能力 $(3U * I)$ ”的一半 $(1/2)$ 。這是當符合電網規範時，三相逆變器的功率轉換能力與三相DC/AC逆變器”製造商宣稱的功率能力”之間的關係。

**【0089】** 請注意，如前所述，當符合電網規範時，三相DC/AC逆變器的“製造商宣稱的額定功率”或前方所提及的“製造商宣稱的功率能力”是 $3 * U * I$ 。把它與上面推導的DC/AC轉換能力 $P(t) = 3/2 (U * I)$ 拿來相比對；就可以很明顯地顯示，三相DC/AC逆變器的DC/AC電力轉換能力只有“製造商宣稱功率能力”的一半。

**【0090】** 就如前述的例子；如果使用那個三相DC/AC逆變器。他們宣稱的設定“交流電壓= 315 VAC；最大相電流= 916 安培；最大功率輸出= 500 kW”。我們首先向製造廠商確認他所宣稱的最大功率500kW的確等於 $3 * U * I$ ，其中 $U$ 是從指定的線電壓所得到的相電壓， $I$ 是宣稱的最大電流。而依據上

述的推導，這個三相DC/AC逆變器的電力轉換能力只等於 $3/2 * U * I = 250 \text{ kW}$ 。這個DC/AC電力轉換能力也經過單向之 $U * I$ 測試結果而證實。

**【0091】** 參數 $x$ ， $y$ 和 $z$ （如本文所定義的）的功率匹配優化的關係是 $(y + z)$ 的值應不小於 $2x$ 的值。相關光伏電站由 $x \text{ MW PV}$ 太陽能板組串組成；和包括具有 $y \text{ MW}$ 的總“製造商宣稱功率”的“PS三相直流/交流逆變器”；包括具有 $z \text{ MW}$ 的總“製造商宣告功率能力”的“ER三相DC/AC逆變器”。“PS三相DC/AC逆變器”和“ER三相DC/AC逆變器”可以由一個或多個MPPT控制器操控，或由一個或多個MEUPT控制器操控。但為了遵循MEUPT的優化要求，最好所有DC/AC逆變器都通過MEUPT控制器操控。

**【0092】** 第十一節：總結

**【0093】** 圖7概要式的描述PV太陽能電站7000的配置。發電站包括佈置在太陽能板組串7100中的 $x \text{ MW}$ 的所有太陽能板。太陽能板組串7100中產生的DC電力，通過截耦器件7201，提供DC電力輸入到一組三相DC/AC逆變器7301；並通過截耦部件7202，將剩餘電力充電到儲能器7400中。儲能器7400通過截耦部件7203提供DC電力輸入給一組三相DC/AC逆變器7302。兩個三相DC/AC逆變器7301和7302的AC電力輸出通過變壓器7500，把升壓後的三相AC電力提供給電網7600。逆變器7301的“製造商宣稱能力”的總功率是 $y \text{ MW}$ 。逆變器7302的“製造商宣告能力”的總功率是 $z \text{ MW}$ 。而 $(y + z)$ 的值不小於 $2x$ 的值。請注意，當使用類似的配置來

描述第二節所述之傳統光伏電站時， $(y + z)$  值通常是不會大於 $x$ 值。因此，當有上述設計的殘餘電力儲能器，而且 $(y + z)$  值的設計大於 $x$ 或甚至更好的 $1.1 x$ 時；這就意味著可以捕獲一些剩餘電能以增強提供給電力電網的電能。

**【0094】** 逆變器 7301 和 7302 都可以由本文前述的 MEUPT 控制器操控。在某些實施例中，MEUPT 控制器可以操控一些，一個或不操控逆變器。此外，在某些實施例，發電配置中可以省略 7201, 7202 和 7203 其中的一個或一些截耦模組。PV 太陽能板組串 7100 提供 DC 電力輸入給逆變器 7301。因此，7301 在本文中稱為“PS 逆變器”。儲能器 7400 提供 DC 電力輸入給逆變器 7302。因此，7302 在本文中稱為“ER 逆變器”。總“製造商宣稱額定功率”和總“製造商宣稱的發電能力”的術語在本文中簡稱為“宣告功率”。

**【0095】** 再一次來解說圖 7 中所描繪的部件與配置：PV 電站 7000 包括  $x$  MW 太陽能板組串 7100 作為 DC 發電機。DC 發電機 7100 通過截耦部件 7201，提供給  $y$  MW 的“PS 轉換器”7301；並且通過另一個截耦部件 7202 將剩餘電力充電到儲能器 7400 內。7400 通過截耦部件 7203，提供給“宣告功率”為  $z$  MW 的“ER 逆變器”7302。所有三相 DC/AC 逆變器 7301 和 7302 的三相 AC 輸出電力則通過變壓器 7500，將轉換的三相 AC 電力提供給電網 7600。在一些實施例中， $(y + z)$  值不小於  $2x$  值。然而，當有上述殘餘電力儲能器，而且  $(y + z)$  值大於  $x$  值時，該設計可以由電網上銷售電能的增加而獲得一部分利益。

**【0096】** 根據本文描述的原理；一個MEUPT優化器可以對含有一個或多個AC電力生產單元的小型PV電站或大型PV電站提供服務。此外，通過適當設計的截耦部件，可以防止儲能器能量通過PV太陽能板組串洩漏。此外，通過適當設計的截耦部件，可以避免發明者所發現的“相互電力湮滅”現象。而且，儲能器可以在“PS逆變器”的電能提取之後，用來擷取接收剩餘電能，或者在任何能量擷取過程之前接收所有產生的DC能量。最後，以上所描述的MEUPT優化器設計也能夠為含有單相DC/AC逆變器配置的PV電站提供服務。

**【0097】** 第十二節：MEUPT控制器的設計限制

**【0098】** 圖8顯示了MEUPT控制器8000（也稱為“系統控制器”），作為圖2B的MEUPT控制器2320B的代表案例。MEUPT控制器8000包括3個可執行組件：偵測模組8100，判定模組8200和訊息傳輸模組8300。

**【0099】** 偵測模組8100測量儲能器8400中存儲的能量水平。儲能器的例子有圖2B中的儲能器2410B，圖3中的儲能器3410，圖4中的儲能器4410，圖5中的儲能器5410。圖6中的儲能器6410和圖7中的儲能器7410。

**【0100】** 由一個判定模組8200來決定恰當的功率抽取大小，這樣做能正確地將充入儲能器8400的電力以及從8400擷取出的電力維持在幾乎平衡，而使存入的“淨”電力幾乎為零。

**【0101】** 訊息傳輸模組8300將上述判定的恰當抽取電力大小的編碼訊息傳送到剩餘電力擷取的DC/AC逆變器8500進行解讀並執行編碼訊息，使得逆變器們可以在指定的電力抽取

大小下連續運作，讓儲能器輸出的電力與充入的電力幾乎平衡。從儲能器8400抽取電能的逆變器8500的例子有圖2B中的逆變器2130S，圖3中的逆變器3130S，圖4中的逆變器4130S，圖5中的逆變器5130S，圖6中的逆變器6130S，圖7中的逆變器7302。

**【0102】** 為了讓MEUPT的優化器產生經濟效益，MEUPT控制器的設計需要考慮以下參數和變數，（1）儲能器8400的儲能容量；（2）DC/AC逆變器8500轉換功率的上升/下降速度；（3）太陽能板的電流-電壓特性；（4）光伏電站所在地的氣候；（5）MEUPT控制器與剩餘DC/AC逆變器會如何一起協同工作，來讓儲能器的充電電力與從儲能器抽取的電力之間的差異達到最小化（或平衡）。只有在考慮到所有前述參數和變數，才能為每個光伏電站或者某個電站中的任一組光伏組串，設計出實用的客制化MEUPT控制器。

**【0103】** 第十三節：如何設計MEUPT控制器

**【0104】** 在實際的應用上，為每個PV電站或者它的每組PV組串去設計客制化的MEUPT控制器是不經濟的。另一方面，當客製化設計控制器是不被允許時；想設計出一款MEUPT控制器能適合所有PV組串或電站來使用，是非常困難的。但是，可以運用的是；儲能器的端電壓可以被視為受5個參數和變數綜合影響的量測值。因此，當選擇MEUPT儲能器的端電壓作為判斷參數時，上述5個設計參數可以相對地分開為兩部分來考量。

**【0105】** 我們當將測量的端電壓與一組現場設定的“標準

電壓間隔”進行比對之後；發明人清楚地知道，系統當下執行的DC電力擷取和DC/AC轉換電力大小，在執行之當下可以量化為三個DC電力擷取情況（1）太低，（2）太高，或（3）剛好。因此，MEUPT控制器設計工作可以分開成為1）一般工業控制器，加上2）客製化的現場設定“標準電壓間隔”表（後面簡稱為“電壓間隔表”）來完成。

**【0106】** 一旦為某個PV電站構建了現場設定的電壓間隔表；電壓間隔表就可以與工業控制器去協同工作，來完成所需的MEUPT控制器功能。如圖8所示，其中工業控制器包括偵測模組，判定模組以及訊息傳輸模組。在這種情況下，偵測模組8100用來測量儲能器8400的端電壓。判定模組8200用來比對測得的電壓與電壓間隔表；以便確定適當的電力擷取量與充電電力量達到幾乎平衡。訊息傳輸模組8300再將上述確定的恰當電力擷取大小的訊息編碼傳送到擷取剩餘電力的DC/AC逆變器；使得逆變器可以在這個指定擷取電力大小下連續操作，讓儲能器8400的電力輸入和輸出接近平衡。如此，可以使存入的”淨”電力幾乎為零。

**【0107】** 在一個實施例中，MEUPT控制器8000的偵測模組8100被設計成即時地測量剩餘電力儲能器8400的端電壓。而判定模組8200仍然可以被設計成在某個指定的時間間隔中執行端電壓與標準電壓之間的比對（測量的電壓與電壓間隔表的比較）。此比對結果可能分為以下列三種情況之一：

(1)如果測量的電壓和電壓間隔表的比對顯示電力擷取的過低，則控制器8000可以（通過訊息傳輸模組8300）要求三相DC/AC逆變器8500轉換到下一個指定的時間間隔時增加電力擷取；

(2)如果測量的電壓和電壓間隔表的比對顯示電力擷取過高，則控制器8000可以（通過訊息傳輸模組8300）要求三相DC/AC逆變器8500轉換到下一個指定的時間間隔時減少電力擷取；

(3)如果測量的電壓和電壓間隔表的比對，顯示電力擷取是恰好，則控制器8000可以要求三相DC/AC逆變器8500在下一次指定時間間隔時(至少到下次比較發生為止)，維持相同的電力擷取。

**【0108】** 當DC/AC逆變器的電力擷取/轉換的調整步調足夠小時，上述設計可以應用在所有類型儲能器以及它的儲電容量； 可以適用於所有類型DC/AC逆變器擷取電力時功率上/下調整的變化速度； 可以適用於各種太陽能板組串的電流-電壓特性； 並且可以適用於所有不同區域光伏電站的氣候。最重要的是控制器可以指示三相DC/AC逆變器在抽取儲能器電力時，進行極微小的快速調節。

**【0109】** 典型傳統的集中式三相DC/AC逆變器在被指示時，是可以在非常小的調節步驟下快速操作。它已有配備一個通信管道，在本領域中稱為“干接盒”（本文中引用此稱呼）。干接盒通常是一組藉由光訊號的6-bit通信管道。我們可以藉由一種編碼 - 解碼技術，來通過干接盒控制超過6個電力擷取

大小的通信管道。該技術允許傳輸多達26位階變化訊息，即64階訊息來控制所指定擷取電力大小。通過多達64個調整電力擷取大小，就可以很容易地在技術上實現儲能器輸入能量和輸出能量所需的淨平衡接近零的需求。

**【0110】 第十四節：結合MEUPT優化器的PV電站**

**【0111】** 如圖9所揭示，一個PV電站9000包含有MEUPT控制器9210的MEUPT優化器9200，MEUPT控制器9200則包含3個可執行組件；即，偵測模組9211，用以測量剩餘儲能器9400的端電壓；判定模組9212，用於測量電壓與光伏電站的電壓間隔表進行比對；訊息傳輸模組9213藉由訊息傳輸模組4213通知三相DC/AC逆變器4502升高，下降或保持在相同電力擷取大小。圖9的模組9211，9212和9213分別是圖8中組件8100，8200和8300的示範案例。圖9的儲能器9400是圖8的儲能器8400的示範案例。逆變器9502是圖8的逆變器8500的示範例。

**【0112】** PV電站9000還包含PV太陽能板組串9100。太陽能板組串9100將太陽能轉換為DC電力；通過截耦部件9320，將產生的DC電力輸送到剩餘電能儲能器9400。9400通過截耦部件9330將DC電力輸送給三相DC/AC逆變器9502。圖9的太陽能板組串9100，是將集中的DC電能來源提供給儲能器充電，它的例子可以是圖2B中的太陽能板組串2111A和2111B，圖3中的太陽能板組串3110，圖4中的太陽能板組串4110，圖5中的太陽能板組串5110和圖7中的太陽能板組串7110，圖9的截耦部件9320的例子可以是圖2B中的截耦

部件2312B，圖3中的截耦部件3312，圖4中的截耦部件4312，圖5中的截耦部件5311，圖6中的截耦部件6311和圖7中的截耦部件7202的實施例。圖9的截耦部件9330是圖2B中的截耦部件2313B，圖3中的截耦部件3313，圖4中的截耦部件4313，圖5中的截耦部件5313，圖6中的截耦部件6313和圖7中的截耦部件7203。

**【0113】** 如本文所述，用MEUPT控制器9210指示三相DC/AC逆變器9502從儲能器9400擷取恰當的電力以平衡來自太陽能板組串9100對儲能器充電的輸入電力；導致儲能器9400中充電或輸出電力”淨”值接近於零。因此，一個小型儲能器9400對PV電站就可以變成為正確的設計。DC/AC逆變器所轉換輸出的AC電力，則通過變壓器9600，在將升壓後的AC電力輸送給連接的電網9700。

**【0114】** 本文所使用的“可執行組件”術語是應用在跟圖8和9相關的領域。而“可執行組件”術語，對計算機領域的一般技術人員是很清楚認知的結構名稱。至於”計算”的定義可以是軟體，硬體，韌件或其組合的結構。例如，當以軟件實現時，本(計算機)領域的一般技術人員的認知，可執行組件的結構則可以包括在計算系統上執行的軟件目標，程序，方法，包括是否此結構的系統計算堆中存在這樣的可執行組件，或者可執行組件存在於計算機可讀的存儲介質上。

**【0115】** 在下面的一個案例中，本專業領域中一般技術人員可認知到；執行組件的結構存在於計算機可讀的存儲介質上時，由計算系統的一個或多個處理器解讀（例如，藉由處理器

線程)，導引計算系統去執行功能。這種結構可以是直接由處理器進行計算機可讀功能（當可執行組件是二進制的，即是這種情況）。或者，該結構可以被架構為可解讀和/或編譯（無論是在單階還是在多階中），便產生可由處理器直接解譯的這種二進制檔案。當使用“可執行組件”術語時，可執行組件的案例結構在計算機領域的一般技術人員養成教育訓練，是可以被完全理解掌握的。

**【0116】** 本領域一般技術人員術語對“可執行組件”的充分理解，還可包括僅在硬體或韌體中獨佔或接近獨佔下實現的結構，譬如現場可程式陣列（FPGA）內，特定應用的積體電路（ASIC）或任何其他特用的電路。因此，術語“可執行組件”是用於計算機領域的一般技術人員清楚認知的結構術語，無論是以軟體，硬體或是兩者的組合來實現。

**【0117】** 本發明可體現在其它具體形式而不背離其精神或本質特徵。所述實施例在所有方面都僅是用來說明，而非限制性的考慮。因此，本發明的專利範圍，由附加的權利主張決定，而不是由前方描述指出。其中的含義和權利主張地等效範圍內的所有改變，都包括在其權力要求範圍之內。

**【0118】** 雖然本揭露已以實施方式揭露如上，然其並非用以限定本揭露，任何本領域具通常知識者，在不脫離本揭露之精神和範圍內，當可作各種之更動與潤飾，因此本揭露之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

**【符號說明】**

【0119】

- 1100B：太陽能板組串
- 1100C：光伏太陽能組串、光伏組串
- 1201B：DC/AC逆變器
- 1201C：DC/AC逆變器
- 1202B：DC/AC逆變器
- 1202C：DC/AC逆變器
- 1300A：儲能器
- 1300B：儲能器
- 1300C：儲能器
- 1310B：MEUPT控制器
- 1310C：MEUPT控制器
- 1400C：二極管C
- 1500B：變壓器
- 1500C：變壓器
- 1600B：電纜
- 2000A：PV電站
- 2100A：發電單元、電力生產單元、電力產生單元
- 2100B：發電單元、電力生產單元、電力產生單元
- 2110A：發電機
- 2111A：太陽能板組串、光伏組串
- 2111B：太陽能板組串、光伏組串
- 2112A：光伏組串
- 2112B：太陽能板組串、光伏組串

- 2130A：逆變器
- 2130B：逆變器
- 2130S：逆變器
- 2140B：儲能器
- 2200A：發電單元、電力生產單元
- 2200B：發電單元、電力生產單元
- 2220A：發電機
- 2221A：太陽能板組串
- 2222A：太陽能板組串
- 2230A：逆變器
- 2230B：逆變器
- 2311B：截耦二極管、截耦二極管組、截耦部件
- 2312B：截耦二極管、截耦二極管組、截耦部件
- 2313B：截耦二極管、截耦二極管組、截耦部件
- 2320B：MEUPT控制器
- 2351A：三相AC瓦特計
- 2351B：功率計、電度表
- 2352A：三相AC瓦特計
- 2352B：電度表
- 2361A：電度表
- 2361B：電度計
- 2362A：電度表
- 2362B：電度表
- 2410B：測量儲能器

2420B : MEUPT 控制器  
2500A : 變壓器  
2600A : 電網  
3000 : 光伏電站  
3100 : AC 電力生產單元  
3110 : DC 發電模組  
3110 : 太陽能板組串  
3110 : 發電模組  
3110 : 發電機  
3130 : 逆變器  
3130S : 逆變器  
3311 : 截耦部件  
3312 : 截耦部件  
3313 : 截耦部件  
3410 : 儲能器  
3500 : 變壓器  
3600 : 電網  
4110 : 太陽能板組串  
4130 : PS 三相DC/AC 逆變器  
4130S : ER 三相DC/AC 逆變器  
4213 : 訊息傳輸模組  
4311 : 截耦裝置  
4312 : 截耦部件、截耦裝置  
4313 : 截耦部件

- 4410：儲能器
- 4500：變壓器
- 4502：三相DC/AC逆變器
- 4600：電網
- 5000：光伏電站
- 5100：AC電力生產單元
- 5110：DC發電機、發電機
- 5130：逆變器
- 5130S：逆變器
- 5311：截耦部件
- 5312：截耦部件
- 5313：截耦部件
- 5410：儲能器
- 5500：變壓器
- 5600：電網
- 6110：太陽能板組串
- 6130：逆變器
- 6130S：逆變器
- 6311：截耦部件
- 6313：截耦部件
- 6410：儲能器
- 7000：PV太陽能電站、PV電站、DC發電機
- 7100：DC發電機
- 7100：PV太陽能板組串

7100：太陽能板組串  
7201：截耦部件  
7201：截耦器件  
7202：截耦部件  
7203：截耦部件  
7301：PS逆變器  
7301：三相DC/AC逆變器  
7301：三相DC/AC逆變器  
7301：逆變器  
7302：ER逆變器  
7302：三相DC/AC逆變器  
7302：逆變器  
7400：儲能器  
7410：儲能器  
7500：變壓器  
7600：電網  
8000：MEUPT控制器  
8000：控制器  
8100：偵測模組  
8200：判定模組  
8300：訊息傳輸模組  
8400：剩餘電力儲能器  
8400：儲能器  
8500：逆變器

- 9000 : PV 電站
- 9100 : PV 太陽能板組串、太陽能板組串
- 9200 : MEUPT 控制器
- 9210 : MEUPT 控制器
- 9211 : 偵測模組
- 9212 : 判定模組
- 9213 : 訊息傳輸模組
- 9320 : 截耦部件
- 9330 : 截耦部件
- 9400 : 剩餘電能儲能器、剩餘儲能器
- 9502 : 三相DC/AC 逆變器
- 9502 : 逆變器
- 9600 : 變壓器
- 9700 : 電網
- SW1 : 開關
- SW2 : 開關
- SW3 : 開關

201918008

**【發明摘要】****【中文發明名稱】** 光伏電廠**【英文發明名稱】** PHOTOVOLTAIC POWER STATION**【中文】**

一座光伏電站，其至少包含一個交流電力生產單元。此交流電力生產單元包含一個由直流發電機，提供直流電力的電能儲存器。此電能儲存器除了可用來儲能當作緩衝以外，同時改善了光伏電站輸送電能至電網的效能。不論是否使用電能儲存器，截耦器均可用來防止因電能互相抵消所造成的電廠輸送至電網電力變少。當光伏電站在進行系統整合時，我們發現在遵循電網規範下，所使用之直流/交流逆變器，它的製造廠商所宣告的額定功率是不可以當作其直流/交流電力轉換能力的。

**【英文】**

A photovoltaic (PV) power station includes at least one AC power production unit. The AC power production unit includes an energy reservoir that is supplied with DC energy from a DC power generator, such as PV panels. The energy reservoir is used as a buffer to store energy, and improve the efficiency of the PV power station. Whether or not an energy reservoir is used, decoupler devices may be used to prevent power annihilation that

can decrease the amount of power delivered by the power station to the grid. In system integration for a PV power station, it is found that the declared rating of DC/AC converter in power grid convention should not be taken as the power conversion capability.

**【指定代表圖】第2A圖**

**【代表圖之符號簡單說明】**

- 2000A：光伏電站
- 2100A：電力生產單元
- 2110A：直流發電機
- 2111A：光伏組串
- 2112A：光伏組串
- 2130A：三相DC/AC逆變器
- 2200A：電力生產單元
- 2220A：直流發電機
- 2221A：光伏組串
- 2222A：光伏組串
- 2230A：三相DC/AC逆變器
- 2351A：三相AC瓦特計
- 2352A：三相AC瓦特計
- 2361A：電度表
- 2362A：電度表
- 2500A：變壓器

2600A：市電電網

## 【發明申請專利範圍】

【第 1 項】 一種光伏電站，至少由一個交流電力生產單元所組成的，而其中任何一個此種交流電力生產單元包含：

一部直流發電機，是由  $x\text{MW}$  太陽能組串所構成，其中  $x$  是個正數值；

一部或多部第一種三相直流/交流逆變器，它的製造廠商所宣告的總額定功率為  $y\text{MW}$ ，此第一種三相直流/交流逆變器接受由直流發電機所提供的直流電力，並將所接受的直流電力轉換成交流電力，此交流電力再經由變壓器升壓後送至電網；

一部能量儲存器，用來接收至少一些在直流發電機已生產而未萃取的剩餘直流電力；以及

一部或多部第二種三相直流/交流逆變器，它的製造廠商所宣告的總額定功率為  $z\text{MW}$ ，其中  $z$  是一個正值，此第二種三相直流/交流逆變器從電能儲存器接受直流電力，並將從能量儲存器所接受的直流電力轉換成交流電力，此交流電力再經由變壓器升壓後送至電網，數值  $y$  與  $z$  的總和大於  $x$ 。

【第 2 項】 如申請專利範圍第 1 項所述之光伏電站，數值  $y$  與  $z$  的總和大於  $2x$ 。

【第 3 項】 如申請專利範圍第 1 項所述之光伏電站，數值  $y$  與  $z$  的總和在  $1.1x$  與  $2x$  之間。

【第 4 項】 如申請專利範圍第 1 項所述之光伏電站，數

值  $y$  小於  $x$ 。

【第 5 項】如申請專利範圍第 1 項所述之光伏電站，數值  $z$  大於  $x$ 。

【第 6 項】如申請專利範圍第 1 項所述之光伏電站，其至少有一個交流電力生產單元可以是一種多重交流電力生產單元組，此多重交流電力生產單元組中的每一個單元的數值  $(y+z)$  與  $x$  比例是相同的。

【第 7 項】如申請專利範圍第 1 項所述之光伏電站，更可由至少下列部件之一所組成：

一個第一種截耦器，直流發電機經過第一種截耦器提供直流電力給第一種三相直流/交流逆變器(組)；

一個第二種截耦器，直流發電機經過第二種截耦器提供直流電力給電能儲存器；以及

一個第三種截耦器，電能儲存器經過第三種截耦器提供直流電力給第二種三相直流/交流逆變器(組)。

【第 8 項】如申請專利範圍第 1 項所述之光伏電站，更可由至少下列部件之二所組成：

一個第一種截耦器，直流發電機經過第一種截耦器提供直流電力給第一種三直流/交流相逆變器(組)；

一個第二種截耦器，直流發電機經過第二種截耦器提供直流電力給電能儲存器；以及

一個第三種截耦器，電能儲存器經過第三截耦器提供直流電力給第二種三相直流/交流逆變器(組)。

**【第 9 項】** 如申請專利範圍第 1 項所述之光伏電站，更可由下列部件所組成：

一個第一種截耦器，直流發電機經過第一種截耦器提供直流電力給第一種三相直流/交流逆變器(組)；

一個第二種截耦器，直流發電機經過第二種截耦器提供直流電力給電能儲存器；以及

一個第三種截耦器，電能儲存器經過第三種截耦器提供直流電力給第二種三相直流/交流逆變器(組)。

**【第 10 項】** 如申請專利範圍第 1 項所述之光伏電站，第一種三相直流/交流逆變器(組)在運作時會使用一部 MEUPT 控制器。

**【第 11 項】** 如申請專利範圍第 10 項所述之光伏電站，第二種三相直流/交流逆變器(組)在運作時共同使用一部 MEUPT 控制器。

**【第 12 項】** 如申請專利範圍第 1 項所述之光伏電站，第二種三相直流/交流逆變器(組)在運作時共同使用一部 MEUPT 控制器。

**【第 13 項】** 一種光伏電站，其至少由一個交流電力生

產單元所組成，而其中任何一個交流電力生產單元包含：

一部直流發電機，是由  $x$  MW 太陽能組串所組成的，其中  $x$  是個正數值；

一部電能儲存器，用來接收至少一些由直流發電機所生產的直流電力；以及

一部或多部三相直流/交流逆變器(組)，它的製造廠商所宣告的總額定功率為  $z$  MW，其中  $z$  是一個正值，此三相直流/交流逆變器接受由電能儲存器所提供的直流電力，並將從電能儲存器所接受的直流電力轉換成交流電力，此交流電力再經由變壓器升壓後送至電網，並且安排數值  $z$  大於  $1.1x$ 。

**【第 14 項】** 如申請專利範圍第 13 項所述之光伏電站，所安排之數值  $z$  大於  $2x$ 。

**【第 15 項】** 如申請專利範圍第 13 項所述之光伏電站，其至少有一個交流電力生產單元可以是一種多重交流電力生產單元組，此多重交流電力生產單元組中的每一個單元的數值  $z$  與  $x$  比例是相同的。

**【第 16 項】** 如申請專利範圍第 13 項所述之光伏電站，其更可由下列部件所組成：

一個截耦器，電能儲存器會經過此截耦器提供直流電力給三相直流/交流逆變器(組)。

**【第 17 項】** 如申請專利範圍第 13 項所述之光伏電站，

更可由下列部件所組成：

一個截耦器，直流發電機會經過此截耦器提供直流電力給電能儲存器。

**【第 18 項】** 如申請專利範圍第 13 項所述之光伏電站，可增加下列部件所組成：

一個第一種截耦器，直流發電機經過第一種截耦器提供直流電力給電能儲存器；以及

一個第二種截耦器，電能儲存器經過第二種截耦器提供直流電力給三相直流/交流逆變器(組)。

**【第 19 項】** 如申請專利範圍第 13 項所述之光伏電站，至少有一部三相直流/交流逆變器在運作時共同使用一部 MEUPT 控制器。

**【第 20 項】** 一種光伏電站，其至少由一個交流電力生產單元所組成的，而其中任何一個此種交流電力生產單元包含：

一部或多部三相直流/交流逆變器，這些直流/交流三相逆變器接受直流發電機所提供的直流電力，並將所接受的直流電力轉換成交流電力，此交流電力再經由變壓器升壓後送至電網；以及

一個截耦器，直流發電機經過此截耦器提供直流電力給三相直流/交流逆變器。

圖式

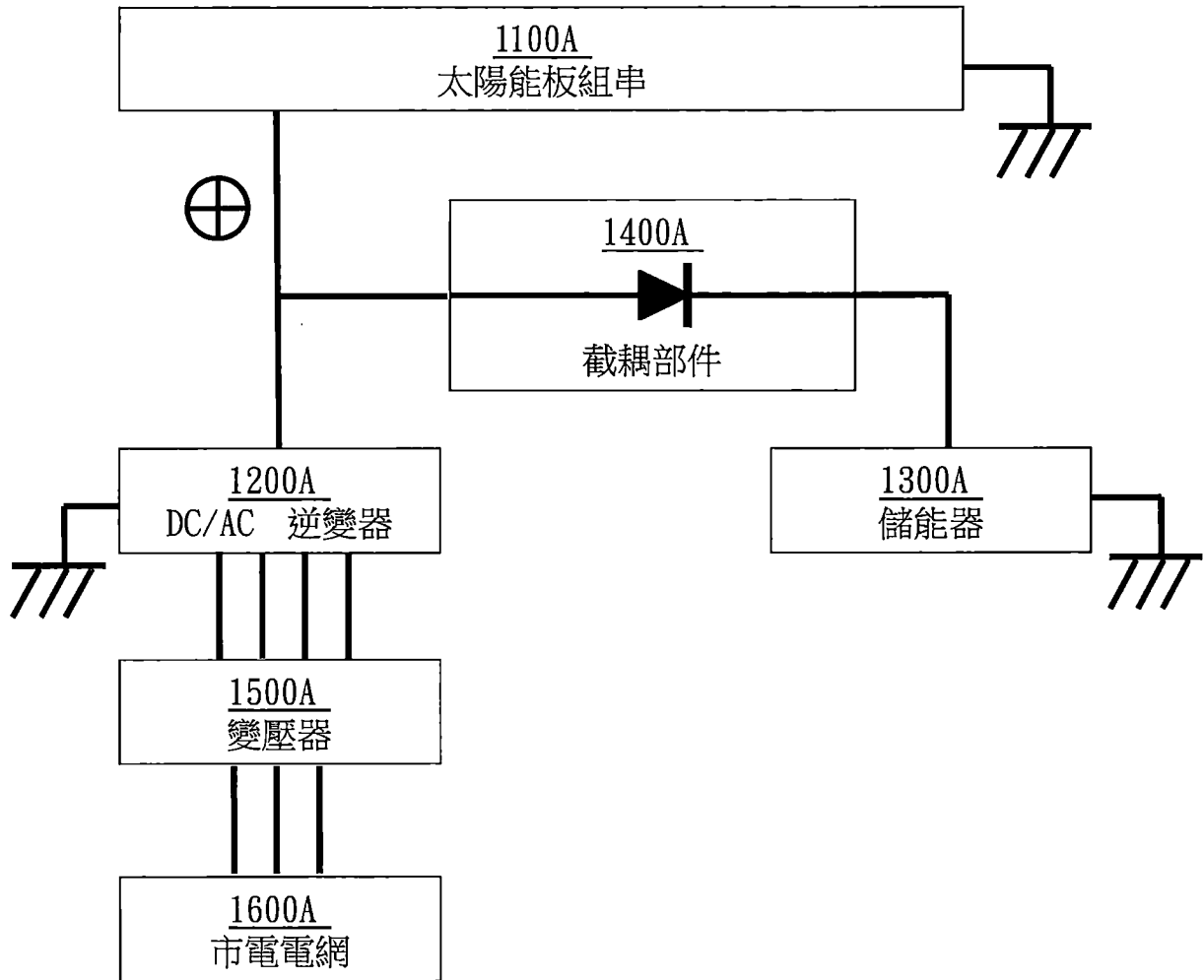


圖 1A

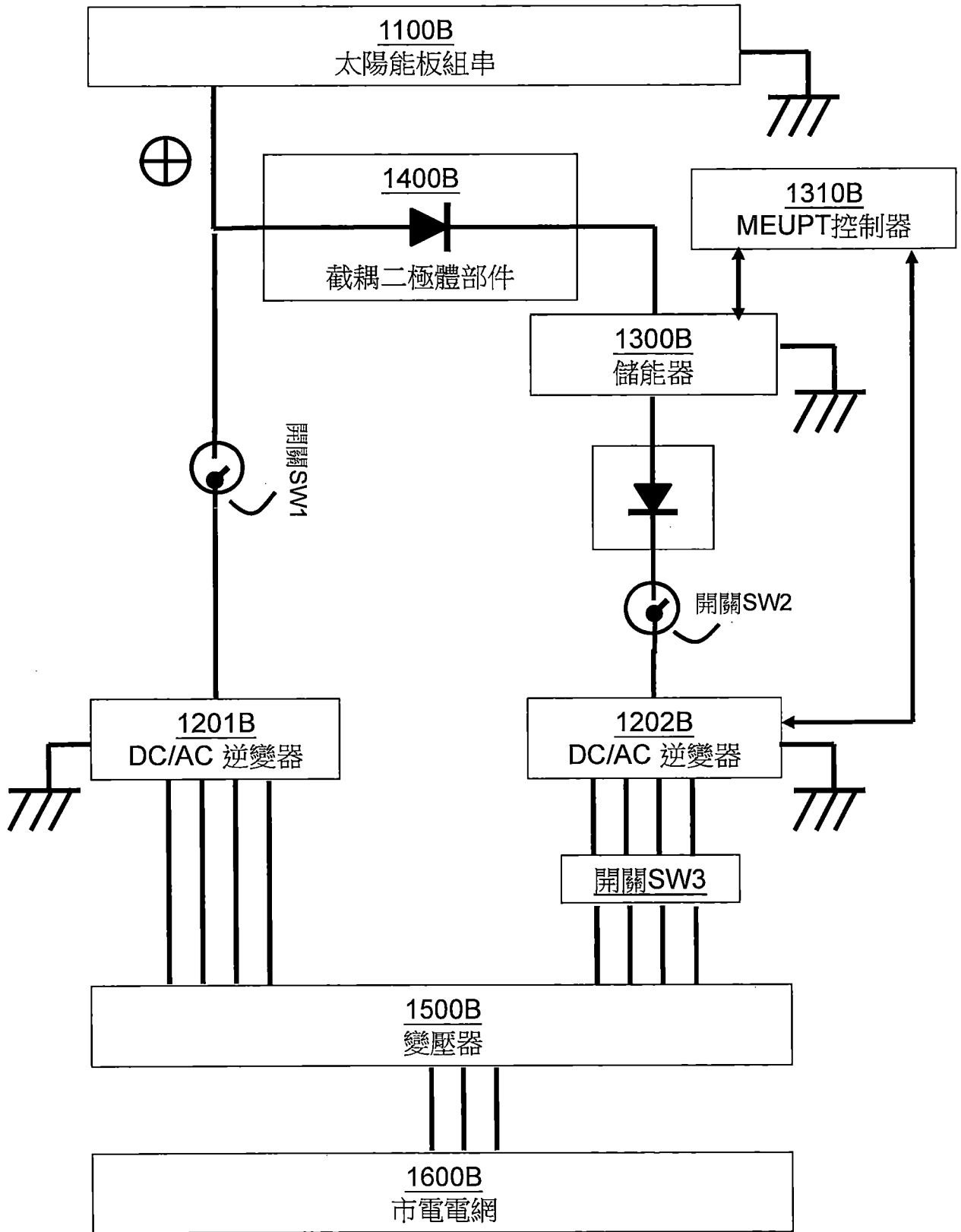


圖 1B

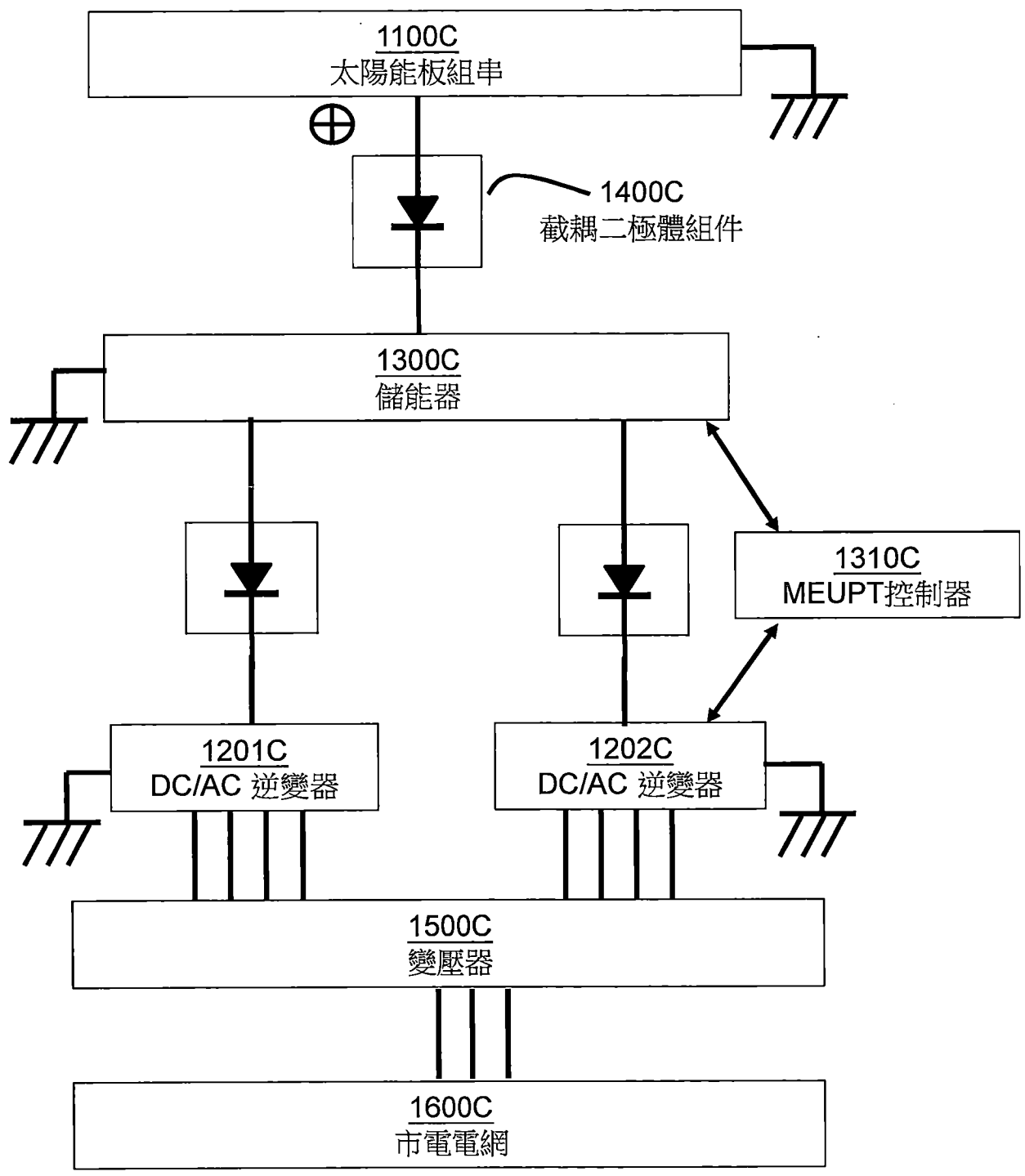


圖 1C

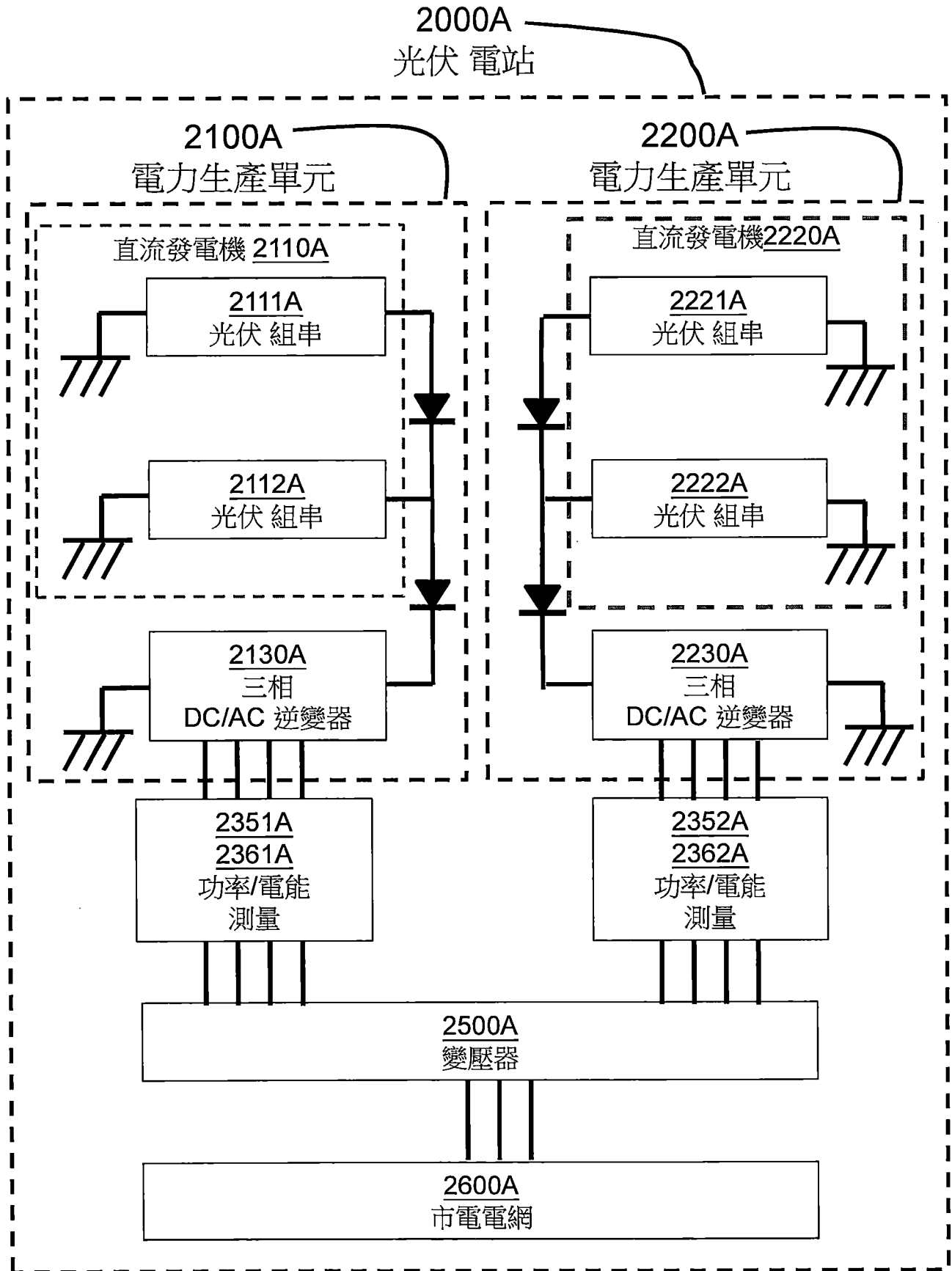


圖 2A

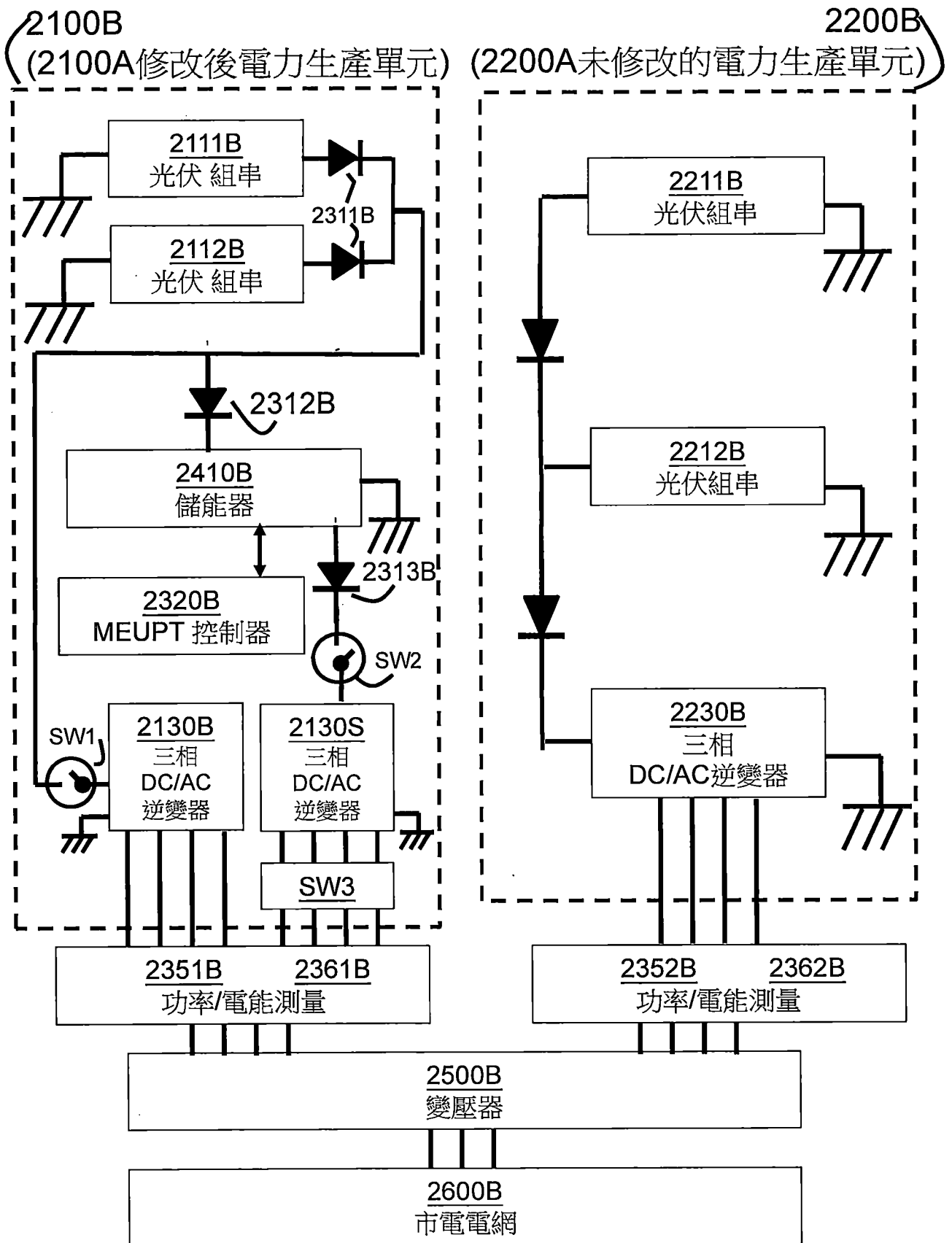


圖 2B

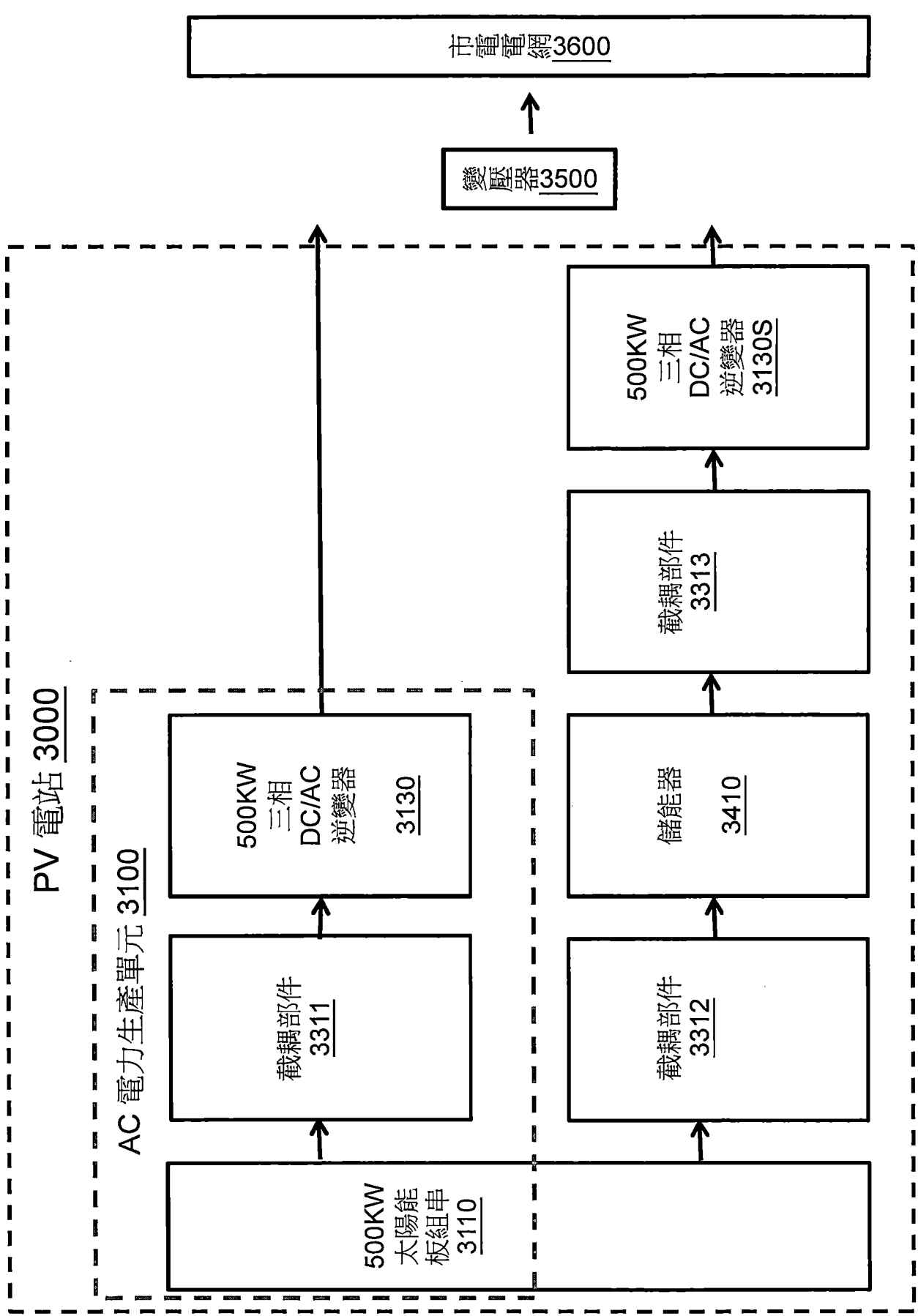


圖 3

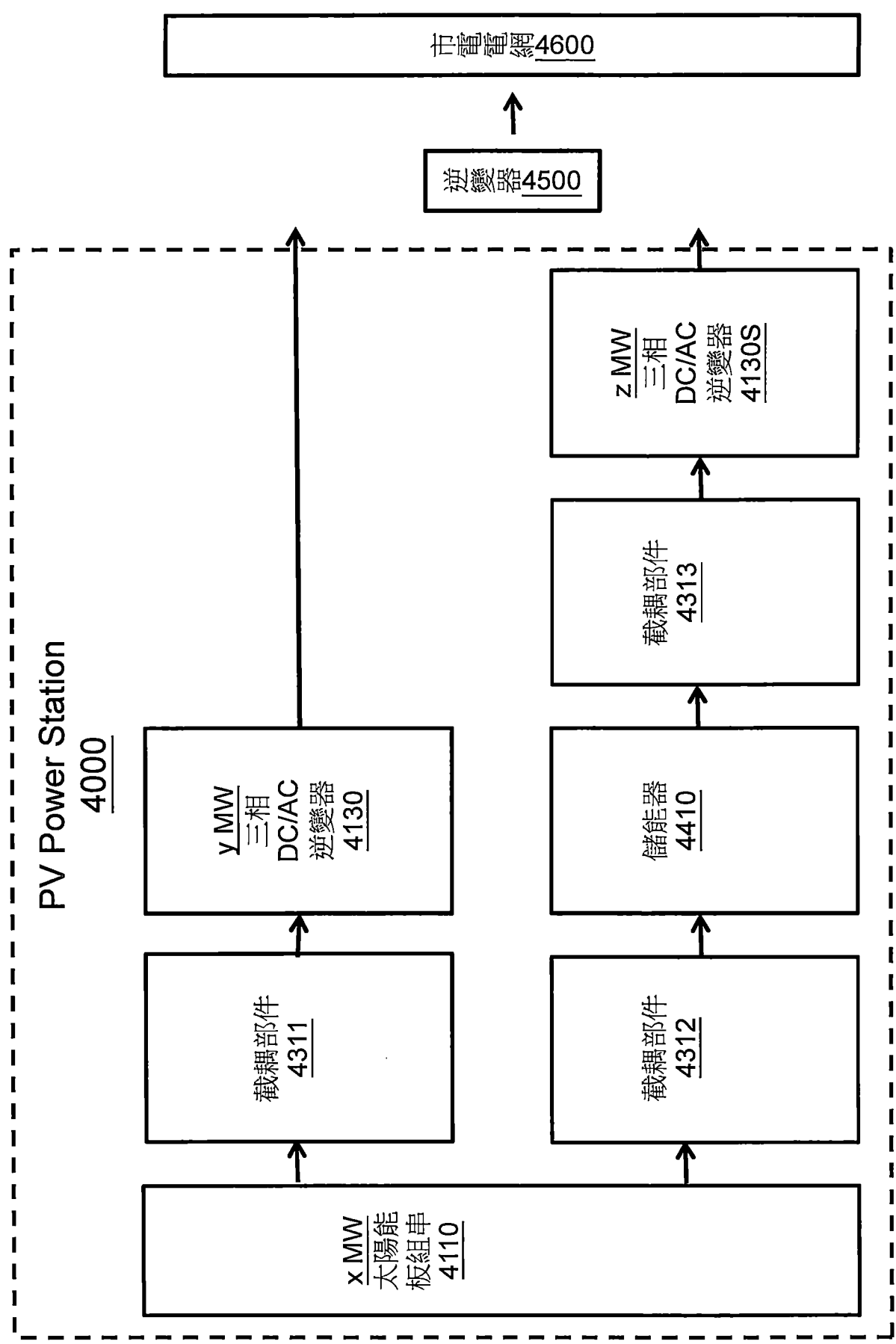


圖 4

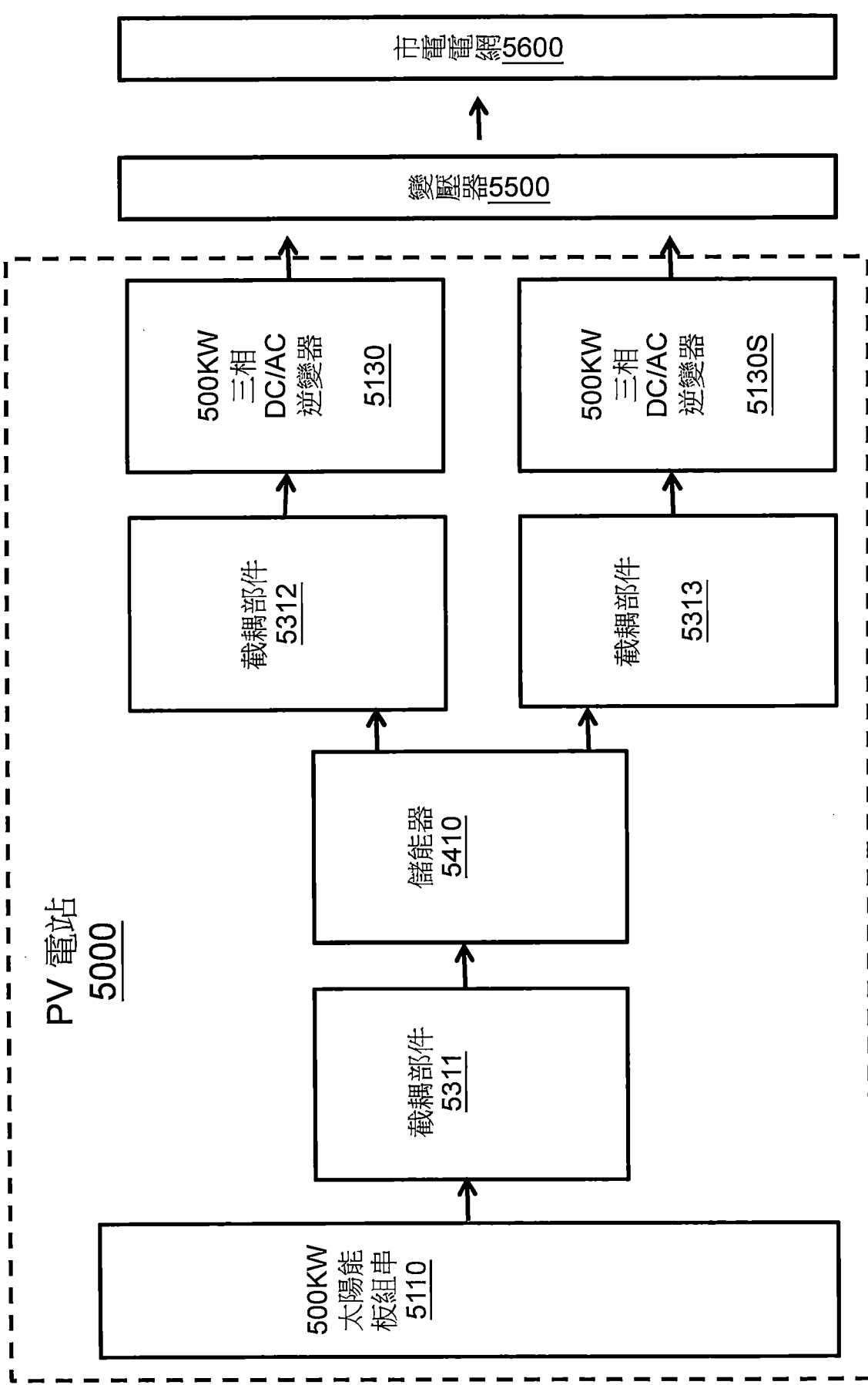


圖 5

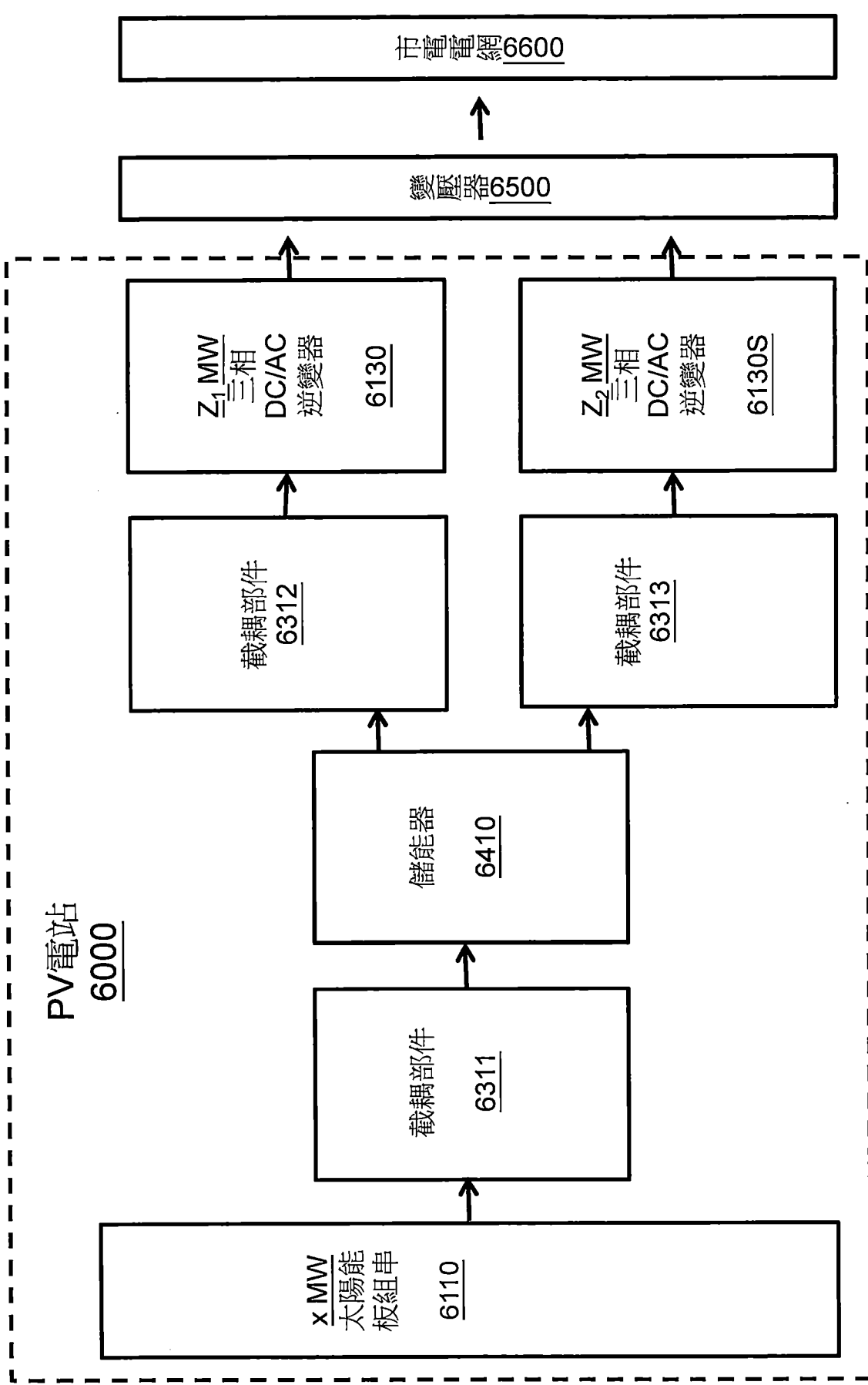


圖 6

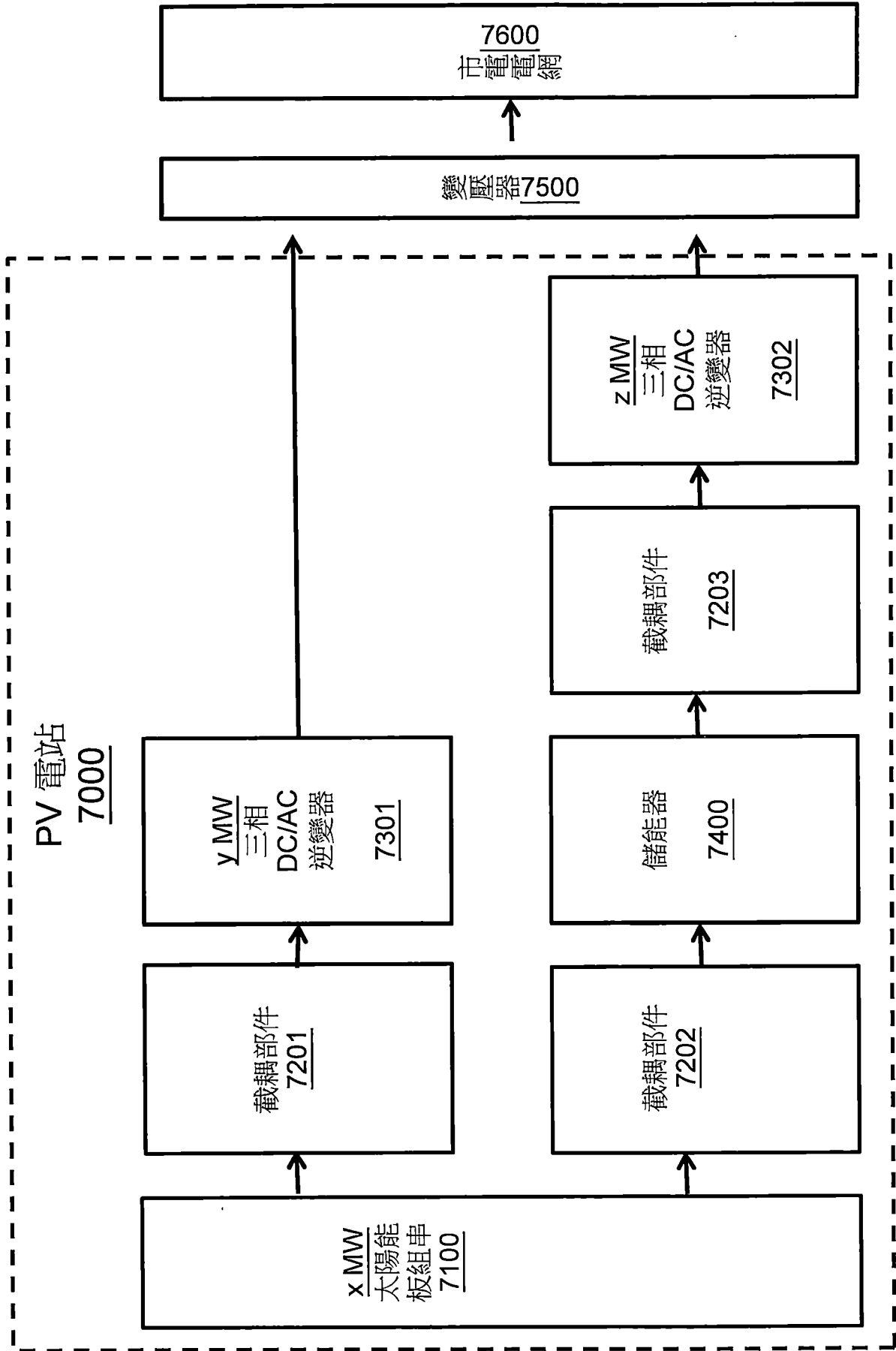


圖 7

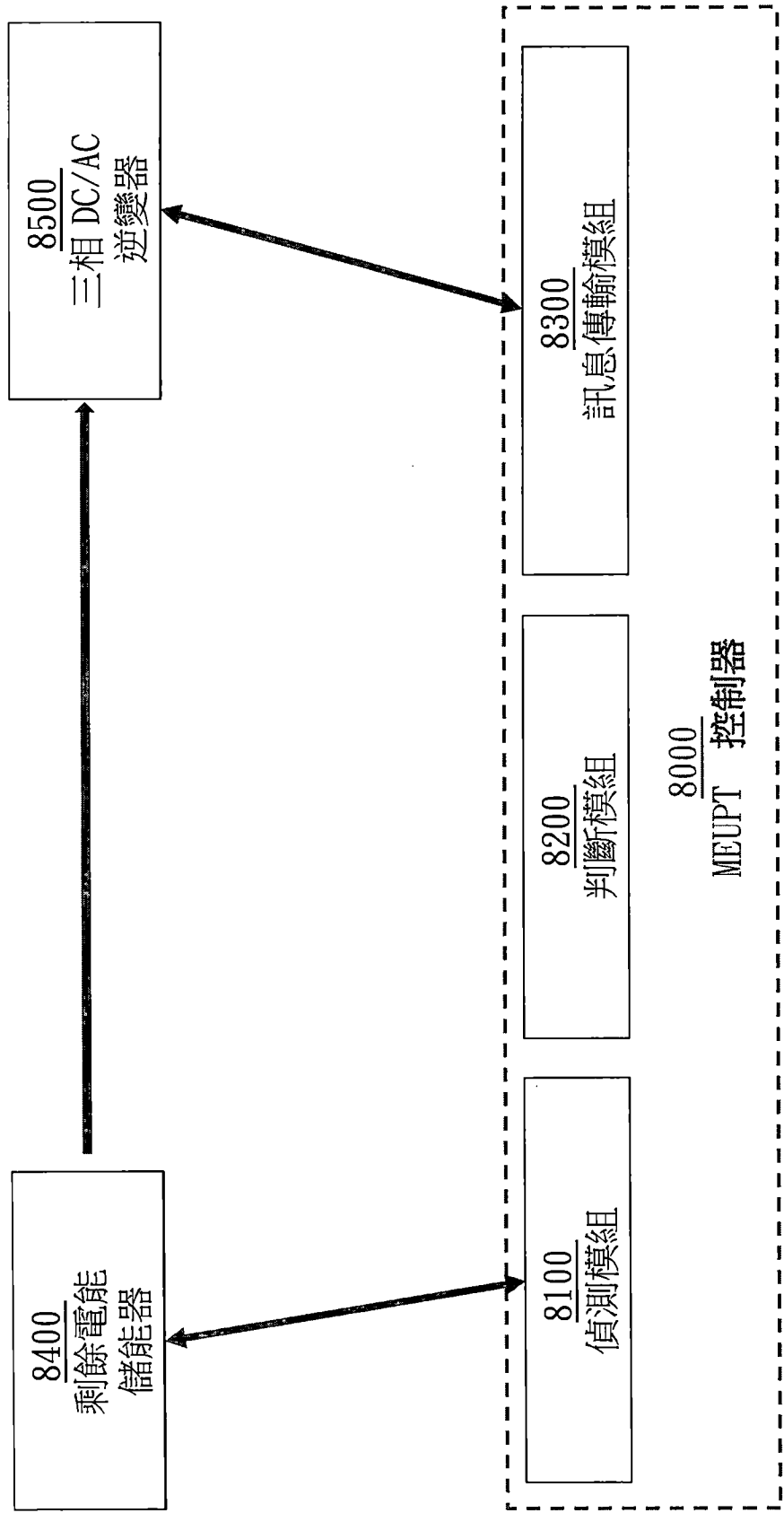


圖 8

9000

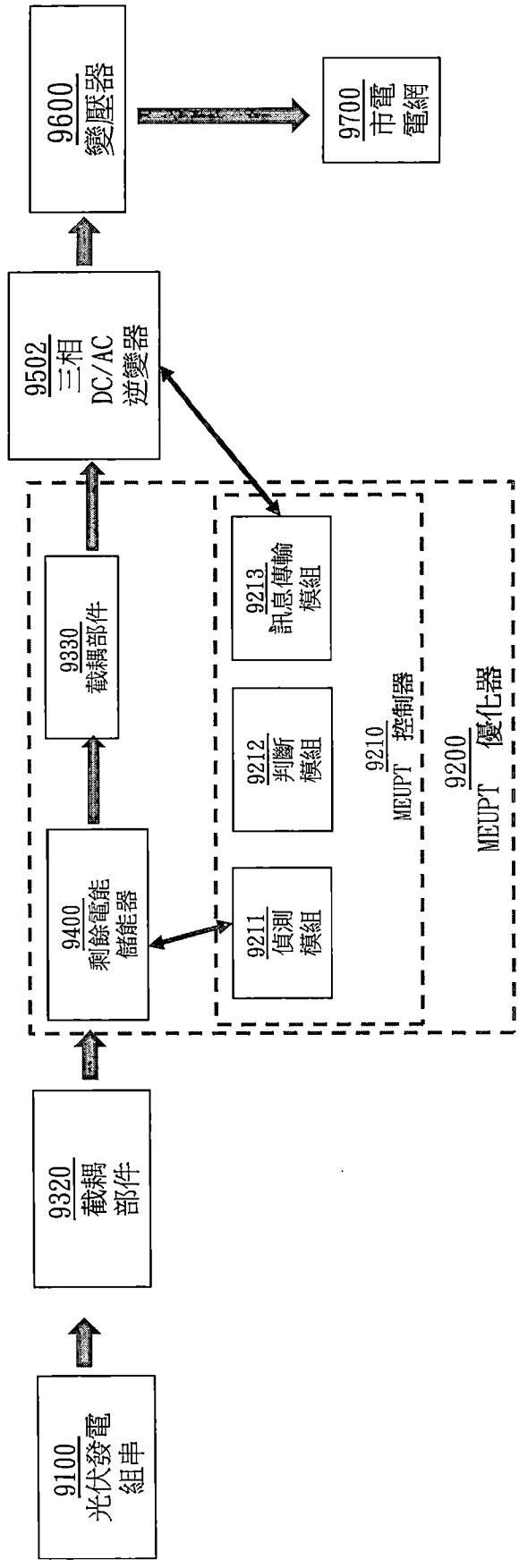


圖 9