



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201013361 A1

(43)公開日：中華民國 99 (2010) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：098115865

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 05 月 13 日

(51)Int. Cl. : **G05F1/67 (2006.01)**

(30)優先權：2008/05/14 美國 12/152,491
2009/04/17 美國 61/170,578

(71)申請人：國家半導體公司 (美國) NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION (US)
美國

(72)發明人：張劍輝 ZHANG, JIANHUI (CN)；達貝利 阿里 DJABBARI, ALI (US)；利斯 傑
安帕羅 LISI, GIANPAOLO (IT)

(74)代理人：林志剛

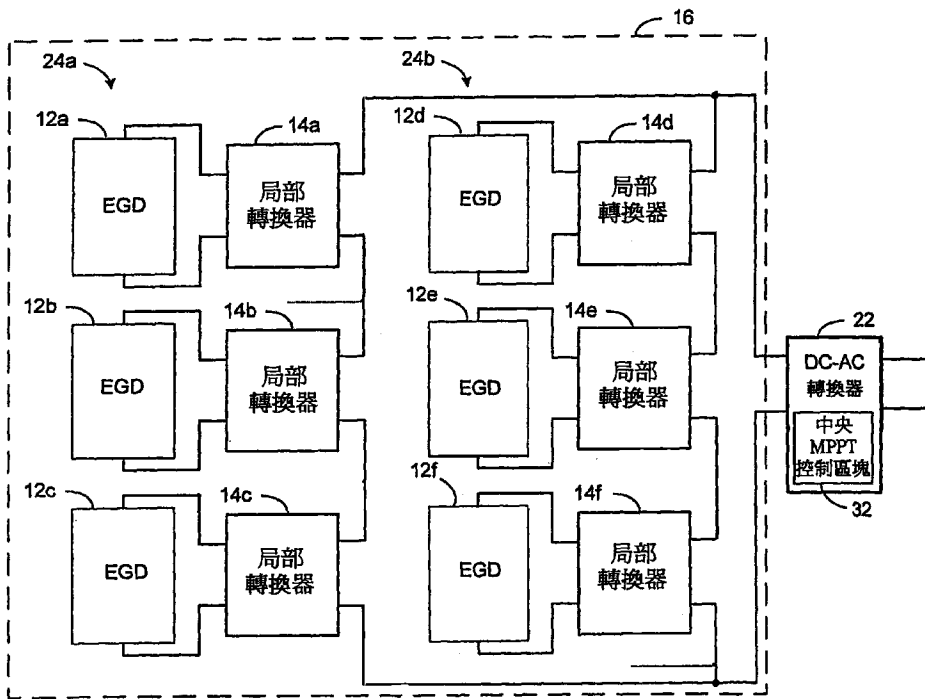
申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：12 共 80 頁

(54)名稱

將局部最大功率點追蹤整合入具有集中式最大功率點追蹤的能量產生系統內之系統與方法
SYSTEM AND METHOD FOR INTEGRATING LOCAL MAXIMUM POWER POINT TRACKING
INTO AN ENERGY GENERATING SYSTEM HAVING CENTRALIZED MAXIMUM POWER POINT
TRACKING

(57)摘要

提供一種將局部最大功率點追蹤 (MPPT) 整合入具有集中式 MPPT 的能量產生系統內的系統。該系統包含一系統控制迴路及多數個局部控制迴路。該系統控制迴路包含一系統操作頻率，且各該局部控制迴路包含一對應的局部操作頻率。各該局部操作頻率係與該系統操作頻率以至少一段預定距離分隔。對於一特定實施例而言，對應於各該局部控制迴路的操作頻率的穩定時間比對應於該系統操作頻率的時間常數至少快五倍。



10：能量產生系統

12a~12f：能量產生裝置

14a~14f：局部轉換器

16：能量產生陣列

22：DC-AC 轉換器

24a~24b：串

32：中央 MPPT 控制區塊



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201013361 A1

(43)公開日：中華民國 99 (2010) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：098115865

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 05 月 13 日

(51)Int. Cl. : **G05F1/67 (2006.01)**

(30)優先權：2008/05/14 美國 12/152,491

2009/04/17 美國 61/170,578

(71)申請人：國家半導體公司 (美國) NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION (US)
美國

(72)發明人：張劍輝 ZHANG, JIANHUI (CN)；達貝利 阿里 DJABBARI, ALI (US)；利斯 傑
安帕羅 LISI, GIANPAOLO (IT)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：12 共 80 頁

(54)名稱

將局部最大功率點追蹤整合入具有集中式最大功率點追蹤的能量產生系統內之系統與方法

SYSTEM AND METHOD FOR INTEGRATING LOCAL MAXIMUM POWER POINT TRACKING
INTO AN ENERGY GENERATING SYSTEM HAVING CENTRALIZED MAXIMUM POWER POINT
TRACKING

(57)摘要

提供一種將局部最大功率點追蹤 (MPPT) 整合入具有集中式 MPPT 的能量產生系統內的系統。該系統包含一系統控制迴路及多數個局部控制迴路。該系統控制迴路包含一系統操作頻率，且各該局部控制迴路包含一對應的局部操作頻率。各該局部操作頻率係與該系統操作頻率以至少一段預定距離分隔。對於一特定實施例而言，對應於各該局部控制迴路的操作頻率的穩定時間比對應於該系統操作頻率的時間常數至少快五倍。

六、發明說明：

交互參照之相關申請案

本申請案係主張 2008 年 5 月 14 日提出申請之美國專利申請案第 12/152491 號之部份延續案之優先權，其發明名稱爲「METHOD AND SYSTEM FOR PROVIDING LOCAL CONVERTERS TO PROVIDE MAXIMUM POWER POINT TRACKING IN AN ENERGY GENERATING SYSTEM」。該專利申請案係讓與予本申請案的受讓人。於此，以參考資料方式合併該專利申請案中所揭示的標的物，如同在此完整提出。

本申請案係有關於同時申請的美國專利申請案第 ___ 號（代理人案號 P07168P01），其發明名稱爲「METHOD AND SYSTEM FOR PROVIDING MAXIMUM POWER POINT TRACKING IN AND ENERGY GENERATING SYSTEM」。該專利申請案係讓與予本申請案的受讓人。於此，以參考資料方式合併該專利申請案中所揭示的標的物，如同在此完整提出。

【發明所屬之技術領域】

揭示內容大致上係有關於能量產生系統。更明確而言，揭示內容係有關於將局部最大功率點追蹤整合入具有集中式最大功率點追蹤的能量產生系統內之系統與方法。

【先前技術】

相對於習知的非再生、會污染的能量來源（如煤或是石油）而言，太陽能及風力提供可再生且不會污染的能量來源。因此，太陽能及風力已成為日益重要的可轉換為電能的能量來源。對於太陽能而言，排列成陣列的光伏打面板通常提供用以轉換太陽能為電能的裝置。類似的陣列可用於收集風力或是其他自然的能量來源。

在操作光伏打陣列時，通常使用最大功率點追蹤（MPPT）以自動地判定應在何種電壓或是電流操作該陣列，以在特定溫度及太陽輻射產生最大功率輸出。儘管當陣列在理想條件（亦即，對於陣列中之各個面板有相同的輻射、溫度及電性特徵）時，對於整體陣列而言，實施 MPPT 相當簡單，但當有不匹配或是部份被遮蔽的情況下，對於整體陣列之 MPPT 則更為複雜。在此情況中，因為不匹配的陣列的多峰功率對電壓特徵的相對最佳條件，MPPT 技術不能提供精確的結果。因此，該陣列面板中僅有一些能理想地操作。因為對於包含數排面板的陣列而言，最無效率的面板會決定整體面板的電流及效率，如此則造成產生功率的劇烈下降。

因此，某些光伏打系統對陣列中的各面板提供一 DC-DC 轉換器。各該 DC-DC 轉換器執行 MPPT 以搜尋其之對應面板的最大功率點。然而，目前提出的使用分散式 MPPT 處理的系統一般不打算在 DC-AC 轉換級一起使用集中式 MPPT 控制與分散式 MPPT 控制。反之，使用分散式 MPPT 或是集中式 MPPT 其中任一者。如此，各個面板中

的嵌設於 DC-AC 級中的 MPPT 控制器及 DC-DC 轉換器中的 MPPT 控制器的設計仍為使用兩種 MPPT 控制類型的系統的問題。

若 DC-DC 轉換器缺少容許不同類型的 MPPT 控制連同工作的明確特徵，則該等 DC-DC 轉換器僅適合用於不具集中式 MPPT 控制的操作。特別是，分散式 MPPT 控制與集中式 MPPT 控制之間的作用可能會造成系統震盪，且會造成面板操作於遠離其最大功率點。且，若在兩種不同的 MPPT 控制器之間未同步，則 DC-DC 轉換器可能會在 DC-AC 級開始操作之前就開始操作。在此種情況中，DC-AC 級不能分散或是轉換由 DC-DC 轉換器所提供的功率，使線電壓無限量增加，且有可能對系統的某些構件造成損害。更進一步，若在 MPPT 控制器之間不會通訊，則會造成孤立現象，如此會造成 DC-AC 級停止擷取功率，而 DC-DC 轉換器持續產生功率。如此會造成 DC-AC 級的輸入電壓不受控制地成長。

【發明內容及實施方式】

在此份專利文件中，以下所述之圖 1 到 12 及用於描述本發明之原理的各種實施例僅用於說明而不應解釋為限制本發明之範圍。熟知本技藝者當可知，本發明之原理能應用於任何類型的合適配置的裝置或是系統。

圖 1A 為根據揭示內容之一實施例，顯示一能量產生系統 10，其將局部最大功率點追蹤（MPPT）整合入集中

式 MPPT。能量產生系統 10 包含多數個能量產生裝置 (EGD) 12，各耦接至對應的局部轉換器 14，EGD 12 及對應的局部轉換器 14 合併形成能量產生陣列 16。所述之光伏打系統 10 亦包含耦接至局部轉換器 14 之 DC-AC 轉換器 22，且其可用以從局部轉換器 14 接收電流及電壓。

對於一特定實施例而言，如揭示內容所述，能量產生系統 10 可包含光伏打系統，且能量產生裝置 12 可包含光伏打 (PV) 面板。然而，應了解者為，能量產生系統 10 可包含合適種類的任何其他能量產生系統，例如風力渦輪系統、燃料電池系統等。對於此等實施例而言，能量產生裝置 12 可包含風力渦輪、燃料電池等。且，能量產生系統 10 可為接地系統或是浮動系統。

陣列 16 中之 PV 面板 12 係設置於串 24 上，對於所述之實施例而言，陣列 16 包含兩個串 24，各串 24 包含三個面板 12。然而，應了解者為，陣列 16 可包含任意合適數目的串 24，且各串 24 可包含任意合適數目的面板 12。且對於所述之實施例而言，各串 24 中之面板 12 設置為串聯連接。因此，各個局部轉換器 14 之輸出電壓仍然相近於其輸入電壓，而供給高電壓至 DC-AC 轉換器 22 之輸入埠，對於某些實施例而言，其可操作在輸入電壓為 150 V 到 500 V 之間。因此，不需要以變壓器為基礎的轉換器（例如在並聯構造串中所使用者），產生實現高效率及低成本的局部轉換器 14 的能力。

各個 PV 面板 12 能將太陽能轉換為電能。各個局部轉

換器 14 係耦接至對應的面板 12，且能重新塑造面板 12 造成的電壓對電流的輸入關係，使陣列 16 之面板 12 產生的電能可為負載（未顯示於圖 1A 中）所利用。DC-AC 轉換器 22 係耦接至陣列 16，且能將局部轉換器 14 產生的負載直流（DC）轉換為交流（AC），負載可耦接至 DC-AC 轉換器 22。DC-AC 轉換器 22 包含中央 MPPT 控制區塊 32，其能藉由校準陣列 16 之 MPP 提供集中式 MPPT。

MPPT 自動判定陣列 16 或面板 12 應操作之電壓或是電流，以對特定溫度及太陽輻射產生最大功率輸出。儘管當陣列在理想條件（亦即，對於陣列中之各個面板有相同的輻射、溫度及電性特徵）時，對於整體陣列而言，實施集中式 MPPT 相當簡單，但當有不匹配或是部份被遮蔽的情況下，對於整體陣列之 MPPT 則更為複雜。在此情況中，因為不匹配的陣列 16 的多峰功率對電壓特徵的相對最佳條件，MPPT 技術不能提供精確的結果。因此，該陣列 16 的面板 12 中僅有一些能理想地操作，造成功率產生劇烈下降。因此，為了解決此問題，各個局部轉換器 14 能對其對應的面板 12 提供局部 MPPT。以此方式，無論是在理想的或是不匹配或是被遮蔽的條件下，各個面板 12 皆能操作於自有的最大功率點（MPP）。對於其中能量產生裝置 12 包含風力渦輪的實施例而言，MPPT 可用於調整風力渦輪的葉片間距。亦應了解者為，MPPT 可用於最佳化包含其他種類的能量產生裝置 12 的系統 10。

能量產生系統 10 對整體系統 10 設置受中央 MPPT 控

制區塊 32 控制的系統控制迴路，且對各個面板 12 設置由對應的局部轉換器 14 控制的局部控制迴路。該等迴路的操作頻率至少分離一段預定距離，以避免系統震盪，且避免面板 12 操作遠離其之 MPP。對於一實施例而言，系統控制迴路為閉迴路系統，其包含陣列 16、中央 MPPT 控制區塊 32、DC-AC 轉換器 22。此外，各個局部控制迴路為閉迴路系統，其包含一面板 12 及對應的局部轉換器 14。

對於某些實施例而言，各個局部轉換器 14 設計成使轉換器 14 之局部控制迴路的穩定時間較系統控制迴路的時間常數為快。在一特定實施例中，各個局部控制迴路之穩定時間至少比系統控制迴路的時間常數快五倍。因此，在穩定狀態，面板 12 組成的陣列 16 可作為 DC-AC 轉換器 22 之電源，其能量為各個面板 12 之最大可用能量之總和。同時，中央 MPPT 控制區塊 32 可實施正規的最佳化演算法，最後，中央 MPPT 控制區塊 32 可將串電壓設定為最大化局部轉換器 14 之效能之值。

以此方式，可避免由系統控制迴路及局部控制迴路之間的動態反應造成的系統震盪。此外，面板 12 一般可在其 MPP 操作。又，可在系統及局部迴路之間使之同步，以避免無限制增加的串電壓可能會造成的損害。最後，可避免孤立 DC-AC 轉換器 22，其會使 DC-AC 轉換器 22 停止吸收能量，並造成無法控制的輸入電壓成長。

圖 1B 為根據揭示內容之一實施例，顯示能夠為集中式控制的能量產生系統 100。能量產生系統 100 包含多數

個能量產生裝置 (EGD) 102，其各耦接至對應的局部轉換器 104，能量產生裝置 102 及局部轉換器 104 一起形成能量產生陣列 106。對於一特定實施例而言，如揭示內容所述，能量產生系統 100 可包含光伏打系統，且能量產生裝置 102 包含光伏打 (PV) 面板。然而，應了解者為，能量產生系統 100 可包含任何其他合適種類的能量產生系統，例如風力渦輪系統、燃料電池系統等。對於該等實施例而言，能量產生裝置 102 可包含風力渦輪、燃料電池等。且，能量產生系統 100 可為接地系統或是浮動系統。

所述之光伏打系統 100 包含中央陣列控制器 110，且亦包含 DC-AC 轉換器 112，或用於系統 100 係操作為併聯型系統的情況中的其他合適的負載。然而，應了解者為，系統 100 可藉由耦接陣列 106 至電池充電器或是其他合適的能量儲存裝置而非 DC-AC 轉換器 112，而操作為獨立型系統。

陣列 106 中之 PV 面板 102 係排列於串 114 中。對於所述實施例而言，陣列 106 包含兩個串 114，各個串 114 包含三個面板 102。然而，應了解者為，陣列 106 可包含任何合適數目的串 114，且各個串 114 可包含任何合適數目的面板 102。亦對於所述的實施例而言，各個串 114 中之面板 102 為串聯連接。因此，供給高電壓至 DC-AC 轉換器 112 之輸入埠時，各個局部轉換器 104 之輸出電壓仍接近其輸入電壓。且對於某些實施例而言，DC-AC 轉換器 112 操作的輸入電壓為介於 150 V 到 500 V 之間。因此，

不需要用於並聯構造的串中之變壓器於基礎的轉換器，如此則造成實現高效能及低成本的局部轉換器 104 的能力。

各個 PV 面板 102 能夠將太陽能轉換為電能。各個局部轉換器 104 係耦接至對應的面板 102，且能重新塑造面板 102 供應的輸入電壓對電流的輸入關係，使陣列 106 之面板 102 產生的電能可為負載（未顯示於圖 1B 中）所利用。DC-AC 轉換器 112 係耦接至陣列 106，且能將局部轉換器 104 產生的負載直流（DC）轉換為交流（AC），負載可耦接至 DC-AC 轉換器 112。

最大能量點追蹤（MPPT）自動判定面板 102 應操作之電壓或是電流，以對特定溫度及太陽輻射產生最大功率輸出。儘管當陣列 106 在理想條件（亦即，對於陣列 106 中之各個面板 102 有相同的輻射、溫度及電性特徵）時，對於整體陣列 106 而言，實施集中式 MPPT 相當簡單。然而，當例如有不匹配或是部份被遮蔽的情況下，對於整體陣列 106 之 MPPT 則更為複雜。在此情況中，因為不匹配的陣列 106 的多峰功率對電壓特性的相對最佳條件，MPPT 技術不能提供精確的結果。因此，該陣列 106 中僅有一些面板 102 能理想地操作，使得產生能量急遽下降。因此，為了解決此問題，各個局部轉換器 104 可對其對應的面板 102 提供局部 MPPT。在此方式中，不論在理想的或是不匹配或是被遮蔽的情況下，各個面板 102 皆可操作在其自有的最大能量點（MPP）。對於其中能量產生裝置

102 包含風力渦輪的實施例而言，MPPT 可用於調整風力渦輪的葉片間距。亦應了解者為，MPPT 可用於最佳化包含其他種類的能量產生裝置 102 的系統 100。

中央陣列控制器 110 耦接至陣列 106，且能夠透過有線連接（例如串聯或是並聯匯流排）或是無線連接與陣列 106 通訊。中央陣列控制器 110 可包含診斷模組 120 及/或控制模組 125。診斷模組 120 能監控光伏打系統 100，而控制模組 125 能控制光伏打系統 100。

診斷模組 120 能從陣列 106 中之各個局部轉換器 104 接收用於局部轉換器 104 的局部轉換器資料及用於局部轉換器 104 對應的面板 102 的裝置資料。此處所使用之「裝置資料」表示面板 102 之輸出電壓、輸出電流、溫度、輻射、輸出功率等。相似地，「局部轉換器資料」表示局部轉換器輸出電壓、局部轉換器輸出電流、局部轉換器輸出功率等。

診斷模組 120 亦能夠在系統 100 上產生報告，且提供報告予操作者。舉例而言，診斷模組 120 能夠顯示裝置資料及局部轉換器資料其中一些或是全部予操作者查看。此外，診斷模組 120 能夠提供裝置資料及局部轉換器資料其中一些或是全部予控制模組 125。診斷模組 120 亦能夠以任何合適的方式分析資料，並提供分析結果予操作者及/或控制模組 125。例如，診斷模組 120 能夠根據任何合適的時限，例如每小時、每天、每星期、或是每個月，判定各個面板 102 的統計資料。

診斷模組 120 亦能夠對陣列 106 提供錯誤監控。根據自局部轉換器 104 所接收的資料，診斷模組 120 可辨識一個或更多個具有瑕疵的面板 102，例如失敗的面板 102、失效的面板 102、被遮蔽的面板 102、髒污的面板 102 等。當應更換、修復、或是清潔具有瑕疵的面板 102 時，診斷模組 120 亦可通知操作者。

控制模組 125 能夠藉由傳送控制信號至一個或更多個局部轉換器 104 而實際地控制陣列 106。例如，控制模組 125 可傳送繞行控制信號至對應的面板 102 失效的特定局部轉換器 104。繞行控制信號促使局部轉換器 104 繞過面板 102，有效地自陣列 106 移去面板 102 而不會影響在相同串 114 中之其他面板 102（如同被繞過的面板 102）的操作。

此外，控制模組 125 能夠傳送控制信號至一個或更多個局部轉換器 104，其引導局部轉換器調整其之輸出電壓或是電流。對於某些實施例而言，局部轉換器 104 的 MPPT 功能可移至中央陣列控制器 110。對於該等實施例而言，控制模組 125 亦可校準各個面板 102 之 MPP，及根據校準而傳送轉換比例命令至各個局部轉換器 104，以使各個面板 102 操作於其自有的 MPP，如控制模組 125 所判定者。

控制模組 125 亦可自操作者接收指令並啟動指令。例如，操作者可引導控制模組 125 系統 100 為併聯型或是獨立型，且控制模組 125 可藉由將系統 100 設為併聯或是獨

立該系統 100 而回應操作者。

因此，藉由利用中央陣列控制器 110，光伏打系統 100 以面板為基礎可提供更佳的利用。且，系統 100 藉由可混合不同來源，而增加彈性。中央陣列控制器 110 亦對整個系統 100 提供較佳的保護及資料收集。

圖 2 為根據揭示內容之一實施例，顯示局部轉換器 204。局部轉換器 204 可表示圖 1A 中之局部轉換器 104 其中之一個，或是表示圖 1B 中之局部轉換器 104 其中之一個，然而，應了解者為，局部轉換器 204 能在不脫離揭示內容的範圍中，以任何合適的方式設於能量產生系統中。此外，儘管所示者為耦接至稱為 PV 面板的能量產生裝置 202，應了解者為，局部轉換器 204 可耦接至 PV 面板的單一電池或是光伏打陣列的面板子組合，或是耦接至另一能量產生裝置 202，例如風力渦輪、燃料電池等。

局部轉換器 204 包含功率級 206 及局部控制器 208，其更包含 MPPT 模組 210 及選用的通訊介面 212。功率級 206 可包含 DC-DC 轉換器，其能從 PV 面板 202 接收面板電壓及電流做為輸入，並重新塑造輸入的電壓對電流關係，以產生輸出電壓及電流。

局部控制器 208 的通訊介面 212 能提供局部轉換器 204 及中央陣列控制器（例如圖 1B 中之中央陣列控制器 110）之間的通訊通道。然而，對於局部轉換器 204 不與中央陣列控制器通訊的實施例而言，可以省略通訊介面 212。

MPPT 模組 210 能從面板 202 接收面板電壓及電流作為輸入，且若所使用的演算法有需要，可從功率級 206 接收輸出電壓及電流。根據該等輸入，MPPT 模組 210 能提供信號，以控制功率級 206。在此方式中，局部控制器 208 之 MPPT 模組 210 能對於 PV 面板 202 提供 MPPT。

藉由提供 MPPT，MPPT 模組 210 將對應的面板 202 保持於實質上固定的操作點（亦即，對應於面板 202 之最大功率點的固定電壓 V_{pan} 及電流 I_{pan} ）。因此，對於給定的固定太陽輻射而言，在穩定狀態中，若局部轉換器 204 對應於面板 202 之相對或是絕對最大功率點，則局部轉換器 204 之輸入功率是固定的（亦即， $P_{pan} = V_{pan} \cdot I_{pan}$ ）。此外，局部轉換器 204 具有相對高的效能，因此，輸出功率幾乎等於輸入功率（亦即， $P_{out} \doteq P_{pan}$ ）。

圖 3 為根據揭示內容之一實施例，顯示局部轉換器 204 之細部。對於此實施例而言，功率級 206 實現為單一電感、四開關同步升降切換調節器，且 MPPT 模組 210 包含功率級調節器 302、MPPT 控制區塊 304、及兩個類比到數位轉換器（ADC）306 及 308。

ADC 306 能夠縮放及量子化類比面板電壓 V_{pan} 及類比面板電流 I_{pan} ，以分別產生數位面板電壓及數位面板電流。應了解者為，儘管所述為面板電壓及面板電流，對於任何合適的能量產生裝置 202（例如風力渦輪、燃料電池等）而言， V_{pan} 可稱為輸出裝置電壓且 I_{pan} 可稱為輸出裝置電流。耦接至 MPPT 控制區塊 304 及通訊介面 212 的 ADC

306 亦能夠提供數位面板電壓及電流至 MPPT 控制區塊 304 及通訊介面 212。相似地，ADC 308 能夠縮放及量子化類比輸出電壓及類比輸出電流，以分別產生數位輸出電壓及數位輸出電流。亦耦接至 MPPT 控制區塊 304 及通訊介面 212 的 ADC 308 能提供數位輸出電壓及電流信號至 MPPT 控制區塊 304 及通訊介面 212。通訊介面 212 能提供 ADC 306 所產生的數位面板電壓及電流信號及 ADC 308 所產生的數位輸出電壓及電流信號至中央陣列控制器。

耦接至功率級調節器 302 的 MPPT 控制區塊 304 能自 ADC 306 接收數位面板電壓及電流，及自 ADC 308 接收數位輸出電壓及電流。根據該等數位信號其中至少一些。MPPT 控制區塊 304 能產生用於功率級調節器 302 的轉換比例命令。轉換比例命令包含用於功率級調節器 302 的轉換比例，以在操作功率級 206 時使用。對於 MPPT 控制區塊 304 能根據數位面板電壓及電流（而非根據數位輸出電壓及電流）而產生轉換命令的實施例而言，ADC 308 僅提供數位輸出電壓及電流至通訊介面 212，而不會至 MPPT 控制區塊 304。

對於某些實施例而言，功率級調節器 302 包含升降模式控制邏輯及數位脈衝寬度調節器。此功率級調節器 302 能藉由根據 MPPT 控制區塊 304 所提供的轉換比例產生脈衝寬度調變（PWM）信號，而在不同模式中操作功率級 206，MPPT 控制區塊 304 可校準用於功率級 206 之 PWM 信號的轉換比例。

功率級調節器 302 耦接至功率級 206，且能藉由使用工作週期及一模式來操作功率級 206，而根據 MPPT 控制區塊 304 所產生的轉換比例操作功率級 206，工作週期及一模式係根據轉換比例而判定。對於功率級 206 實現為升降轉換器之實施例而言，功率級 206 之可能模式包含降級模式、升級模式、升降模式、旁通模式及停止模式。

對於此實施例而言，當轉換比例 CR 落在升降範圍內時，功率級調節器 302 能在升降模式中操作功率級 206；當轉換比例 CR 小於升降範圍時，功率級調節器 302 能在降級模式中操作功率級 206；當轉換比例 CR 大於升降範圍時，功率級調節器 302 能在升級模式中操作功率級 206。升降範圍包含實質上等於 1 的值。例如，對於一特定實施例而言，升降範圍包含 0.95 到 1.05。當功率級 206 為降級模式時，若 CR 小於最大降級轉換比例 $CR_{buck,max}$ ，功率級調節器 302 能以降級構造操作整個功率級 206。相似地，若 CR 大於最小升級轉換比例 $CR_{boost,min}$ ，功率級調節器 302 能以升級構造操作整個功率級 206。

最後，當轉換比例大於 $CR_{buck,max}$ 且小於 $CR_{boost,min}$ 時，功率級調節器 302 能交替地在降級構成及升級構成中操作功率級 206。在此情況中，功率級調節器 302 可實施分時多工，以在降級構成及升級構成之間交替。因此，當轉換比例更接近 $CR_{buck,max}$ 時，功率級調節器 302 在降級構成中操作功率級 206 較在升級構成中操作功率級 206 為頻繁。相似地，當轉換比例更接近 $CR_{boost,min}$ 時，功率級

調節器 302 在升級構成中操作功率級 206 較在降級構成中操作功率級 206 為頻繁。當轉換比例靠近 $CR_{buck,max}$ 及 $CR_{boost,min}$ 之間的中間點時，功率級調節器 302 在降級構成中操作功率級 206 與在升級構成中操作功率級 206 的頻率不相上下。例如，當功率級 206 為在升降模式中時，功率級調節器 302 可平均地在降級構成及升級構成中交替操作功率級 206。

對於所述實施例而言，功率級 206 包含四個開關 310a-d，及電感 L 及電容 C。對於某些實施例而言，開關 310 可包含 N-通道功率 MOSFET。對於一特定實施例而言，該等電晶體可包含矽上的氮化鎵裝置。然而，應了解者為，在不脫離揭示內容範圍之內，開關 310 可為其他適合的方式實現。此外，功率級 206 可包含一個或更多個驅動器（未顯示於圖 3 中），以驅動開關 310（例如電晶體之閘極）。例如，對於一特定實施例而言，第一驅動器可耦接至功率級調節器 302 及電晶體 310a 及 310b 之間，以驅動電晶體 310a 及 310b 之閘極，第二驅動器可耦接至功率級調節器 302 及電晶體 310c 及 310d 之間，以驅動電晶體 310c 及 310d 之閘極。對此實施例而言，功率級調節器 302 所產生之 PWM 信號供應至驅動器，根據該等 PWM 信號，分別驅動其個別的電晶體 310 之閘極。

對於所述之實施例而言，在操作功率級 206 中，功率級調節器 302 能產生數位脈衝，以控制功率級 206 的開關 310。對於下述實施例而言，開關包含電晶體。對於降級

構成而言，功率級調節器 302 關閉電晶體 310c 並開啓電晶體 310d。然後，脈衝交替地開啓及關閉電晶體 310a 及電晶體 310b，使功率級 206 操作爲降級調節器。對此實施例而言，電晶體 310a 之工作週期等於工作週期 D ，其係包含於 MPPT 控制區塊 304 所產生的轉換比例命令中。對於升級模式而言，功率級調節器 302 開啓電晶體 310a 及關閉電晶體 310b。脈衝交替地開啓及關閉電晶體 310c 及電晶體 310d，以使功率級 206 操作爲升級調節器。對此實施例而言，電晶體 310c 之工作週期等於 $1-D$ 。

對於升降模式而言，功率級調節器 302 在降級及升級構成之間實施分時多工，如上述。功率級調節器 302 產生用於電晶體 310a 及 310b 的降級開關對的控制信號，及用於電晶體 310c 及 310d 的升級開關對的控制信號。電晶體 310a 的工作週期固定於對應 $CR_{buck,max}$ 的工作週期，電晶體 310c 的工作週期固定於對應 $CR_{boost,min}$ 的工作週期。經過一段指定時間期間的降級構成及升級構成操作之間的比例爲與 D 呈線性比例。

當輸出電壓接近面板電壓時，功率級 206 係操作於升降模式中。在此情況中，對於所述實施例而言，電感電流漣波及電壓切換造成的應力遠小於 SEPIC 及習知的升降轉換器。且，相較於習知的升降轉換器，所述的功率級 206 可達到更高的效能。

對於某些實施例而言，如以下將與圖 4A 一同詳細敘述者，MPPT 控制區塊 304 能操作在以下四個模式其中之

一個：休眠模式、追蹤模式、保持模式、及旁通模式。當面板電壓少於預定的初級臨限電壓時，MPPT 控制區塊 304 可操作在休眠模式中。在休眠模式中，MPPT 控制區塊 304 使電晶體 310a-d 關閉。例如，對於某些實施例而言，當 MPPT 控制區塊為休眠模式時，MPPT 控制區塊 304 能產生轉換比例命令，其促使功率級調節器 302 關閉電晶體 310a-d。因此，功率級 206 係在停止模式，且面板 202 被繞過，如此則能有效地避免移除使用面板 202 之光伏打系統中之面板 202。

當面板電壓升高到高於初級臨限電壓時，MPPT 控制區塊 304 操作於追蹤模式。在此模式中，MPPT 控制區塊 304 對面板 202 實施最大功率點追蹤，以判定功率級調節器 302 之最佳轉換比例。且在此模式中，功率級調節器 302 會取決於目前產生的轉換比例命令，而將功率級 206 置於降級模式、升級模式、或是升降模式中。

此外，對於某些實施例而言，MPPT 控制區塊 304 亦可包含停止暫存器，其可藉由系統之操作者或是任何合適的控制程式（例如設於中央陣列控制器中之控制程式）修改，以強制 MPPT 控制區塊 304 保持功率級 206 為停止模式。對於此實施例而言，除非（i）面板電壓超出初級臨限電壓，及（ii）停止暫存器表示 MPPT 控制區塊 304 會將功率級 206 移出停止模式，否則 MPPT 控制區塊 304 不會開始操作於追蹤模式中。

當 MPPT 控制區塊 304 找出最佳轉換比例時，MPPT

控制區塊 304 可操作於保持模式一段預定期間的時間。在此模式中，MPPT 控制區塊 304 可繼續提供在追蹤模式中被判定為最佳轉換比例之相同的轉換比例予功率級調節器 302。且在此模式中，如在追蹤模式中，功率級 206 係取決於轉換比例命令所提供的最佳轉換比例，而處於降級模式、升級模式、或是升降模式中。在經過預定期間的時間之後，MPPT 控制區塊 304 可恢復為追蹤模式，以確保最佳的轉換比例不會改變，或是若面板 102 之條件改變，可找出新的最佳轉換比例。

如連同圖 5-8 之以下更詳盡的說明，當光伏打陣列中之各個面板（例如面板 202）被均勻照亮，且面板 202 之間沒有不匹配時，中央陣列控制器可設置 MPPT 控制區塊 304 與功率級 206 為旁通模式。在旁通模式中，對於某些實施例而言，電晶體 310a 及 310d 為開啓，電晶體 310b 及 310c 為關閉，以使面板電壓等於輸出電壓。對於其他實施例而言，功率級 206 可包含選用的開關 312，功率級 206 可將輸入埠耦接至輸出埠，以使輸出電壓等於面板電壓。在此方式中，當不需要局部 MPPT 時，實質上可自系統移除局部轉換器 204，藉此藉由減少有關局部轉換器 204 之損失，而最大化效能，並增加壽命。

因此，如上述，MPPT 控制區塊 304 能操作於休眠模式中，且將功率級 206 置於繞過面板 202 的停止模式。MPPT 控制區塊 304 亦能操作於追蹤模式或是保持模式。不論在何種模式中，MPPT 控制區塊 304 能將功率級 206

置於降級模式、升級模式、及升降模式其中之一個模式中。最後，MPPT 控制區塊 304 能操作於旁通模式中，且將功率級 206 置於旁通模式中，在旁通模式中，會繞過局部轉換器 204，容許面板 202 直接耦接至陣列中的其他面板 202。

藉由以此種方式操作局部轉換器 204，包含面板 202 之面板串的串電流與個別的面板電流無關。反之，係藉由串電壓及總串功率來設定串電流。此外，沒有被遮蔽的面板 202 可繼續操作於最高功率點，不用考慮串中之其他面板的部份被遮蔽的條件。

對於一替換性實施例而言，當 MPPT 控制區塊 304 找出最佳轉換比例時，當最佳轉換比例對應於功率級 206 的升降模式時，MPPT 控制區塊 304 可不操作於保持模式而是操作於旁通模式中。在升降模式中，輸出電壓接近面板電壓。因此，面板 202 可藉由繞過局部轉換器 204 而操作於接近其最大功率點，如此則增加效能。如前述之實施例，MPPT 控制區塊 304 定期地自旁通模式恢復為追蹤模式，以驗證最佳轉換比例是否落於升降模式範圍之內。

對於某些實施例而言，MPPT 控制區塊 304 能逐漸調整用於功率級調節器 302 之轉換比例，而非正常的階式變化，以避免加諸於功率級 206 之電晶體、電感、及電容的應力。對於某些實施例而言，MPPT 控制區塊 304 能實現不同的 MPPT 技術，以調整面板電壓或是傳導率，而非調整轉換比例。此外，MPPT 控制區塊 304 可調整參考電壓

，而非調整轉換比例，以用於動態的輸入電壓調節。

此外，MPPT 控制區塊 304 能致能功率級 206 之停止模式及其他模式之間的相對快速及平滑的轉折。MPPT 控制區塊 304 可包含非揮發性記憶體，其能儲存前一最大功率點狀態，例如轉換比例等。對於此實施例而言，當 MPPT 控制區塊 304 轉換到休眠模式時，最大功率點狀態係儲存於此非揮發性記憶體中。當 MPPT 控制區塊 304 其後回歸到追蹤模式時，所儲存的最大功率點狀態可用作為初始的最大功率點狀態。在此方式中，對功率級 206 而言，停止及其他模式之間的轉換時間可明顯減少。

對於某些實施例而言，MPPT 控制區塊 304 亦能對局部轉換器 204 提供過功率且/或過電壓保護。因為信號 V_{pan} 及 I_{pan} 經由 ADC 306 向前饋入 MPPT 控制區塊 304，MPPT 控制方塊 304 嘗試擷取最大功率。若功率級 206 輸出有開路電路，則局部轉換器 204 之輸出電壓達到最大值。因此，對於過功率保護而言，局部轉換器 204 之輸出電流可用作為開啓及關閉 MPPT 控制區塊 304 的信號。對此實施例而言，若輸出電流下降到太低，則可由 MPPT 控制區塊 304 設定轉換比例，以使面板電壓幾乎等於輸出電壓。

對於過電壓保護而言，MPPT 控制區塊 304 可對轉換比例命令具有 MPPT 控制區塊 304 不會超過的最大轉換比例。因此，若轉換比例持續高於最大轉換比例，則 MPPT 控制區塊 304 將轉換比例限制於最大值。如此則能確保輸

出電壓不會增加到超過對應的最大值。最大轉換比例的值可為固定性的或是適應性的。舉例而言，可藉由感應面板電壓及根據功率級 206 的轉換比例來計算對應於轉換比例的次一程式化值的輸出電壓之估計值，而達成適應性的轉換比例限制。

此外，對於所述的實施例而言，功率級 206 包含選用的單向開關 314。當功率級 206 為停止模式時，包含選用的開關 314 以容許面板 202 被繞過，藉此自陣列移除面板 202，並容許其他面板 202 繼續操作。對於特定的實施例而言，單向開關 314 可包含二極體。然而，應了解者為，在不脫離揭示內容的範圍之內，單向開關 314 可包含任何其他合適類型的單向開關。

圖 4A 為根據揭示內容之一實施例，顯示在局部轉換器 204 中實現 MPPT 之方法 400。方法 400 之實施例僅為說明性。可在不脫離揭示內容的範圍之內，實現方法 400 的其他實施例。

方法 400 以 MPPT 控制區塊操作在休眠模式中作為開始（步驟 401）。例如，MPPT 控制區塊可產生轉換比例命令，以促使功率級調節器 302 關閉電晶體 310a-d 或是功率級 206，藉此將功率級 206 置於停止模式，且繞過面板 202。

當在休眠模式中時，MPPT 控制區塊 304 監控面板電壓 V_{pan} ，並比較面板電壓與初級臨限電壓 V_{th} （步驟 402）。例如，ADC 306 可將面板電壓自類比信號轉換為數位

信號，並將數位信號提供至 MPPT 控制區塊 304，其儲存有初級臨限電壓，以與數位面板電壓作比較。

只要面板電壓保持在初級臨限電壓之下（步驟 402），MPPT 控制區塊 304 就持續操作於休眠模式中。此外，如上述，當停止暫存器表示功率級 206 保持為停止模式時，MPPT 控制區塊 304 保持於休眠模式中。然而，一但面板電壓超出初級臨限電壓（步驟 402），MPPT 控制區塊 304 產生用以操作功率級 206 的轉換比例命令，轉換比例命令包含初始的轉換比例（步驟 403）。例如，對於一實施例而言，MPPT 控制區塊 304 以轉換比例 1 作為開始。或者，MPPT 控制區塊 304 能儲存在前一追蹤模式所判定的最佳轉換比例。對於此實施例而言，MPPT 控制區塊 304 可將轉換比例初始化為與先前判定的最佳轉換比例相同。且，MPPT 控制區塊 304 所產生的轉換比例命令供應至功率級調節器 302，其使用初始轉換比例操作功率級 206。

此時，MPPT 控制區塊 304 監控面板電流 I_{pan} 及輸出電流 I_{out} ，並比較面板電流及輸出電流與臨限電流 I_{th} （步驟 404）。例如，ADC 306 可將面板電流自類比信號轉換為數位信號，並將數位面板電流供應至 MPPT 控制區塊 304，ADC 308 可將輸出電流自類比信號轉換為數位信號，且供應數位輸出電流至 MPPT 控制區塊 304，其儲存用以與數位面板電流及數位輸出電流作比較的臨限電流。只要電流 I_{pan} 及 I_{out} 其中至少之一個仍維持低於臨限電流（

步驟 404)，MPPT 控制區塊 304 就會持續監控電流位準。然而，一但該等電流皆超出臨限電流（步驟 404），則 MPPT 控制區塊 304 開始操作於追蹤模式中，其包含初始化設定追蹤變數 T 為 1，且初始化一計數器（步驟 406）。

儘管未示於圖 4A 的方法 400 中，應了解者為，在追蹤模式中時，MPPT 控制區塊 304 可繼續監控面板電壓，及比較面板電壓與少於初級臨限電壓的次級臨限電壓。若面板電壓減少到低於次級臨限電壓，則 MPPT 控制區塊 304 恢復為休眠模式。藉由使用少於初級臨限電壓的次級臨限電壓，MPPT 控制區塊 304 對雜訊免疫，如此則能避免 MPPT 控制區塊 304 經常在休眠及追蹤模式之間作切換。

在設定追蹤變數之值及初始化計數器之後，MPPT 控制區塊 304 計算用於面板 202 之初始功率（步驟 408）。例如，ADC 306 可提供數位面板電流及面板電壓信號（ I_{pan} 及 V_{pan} ）至 MPPT 控制區塊 304，其後，MPPT 控制區塊 304 將此等信號相乘，以判定裝置（或是面板）功率（ $I_{pan} \cdot V_{pan}$ ）的初始值。

在計算初始功率之後，MPPT 控制區塊 304 以第一方向修改轉換比例，並產生包含修改過的轉換比例的轉換比例命令（步驟 410）。例如，對於某些實施例而言，MPPT 控制區塊 304 可增加轉換比例。對於其他實施例而言，MPPT 控制區塊 304 可減少轉換比例。在經過一段時間使

系統穩定之後，MPPT 控制區塊 304 計算用於面板 202 的目前功率（步驟 412）。舉例而言，ADC 306 可提供數位面板電流及面板電壓信號至 MPPT 控制區塊 304，其後，MPPT 控制區塊 304 將此等信號相乘，以判定面板功率之目前值。

然後，MPPT 控制區塊 304 比較現在計算的功率與先前計算的功率，其為初始功率（步驟 414）。若目前功率大於先前功率（步驟 414），則 MPPT 控制區塊 304 以與先前修改的相同方向修改轉換比例，並產生更新的轉換比例命令（步驟 416）。對於某些實施例而言，以等量增加將轉換比例修改得更高或是更低。對於其他實施例而言，轉換比例能以線性或是非線性增量而修改得更高或是更低，以最佳化系統響應。例如，對於某些系統而言，若轉換比例與最佳值差距甚大，則隨著愈益靠近最佳值，較佳者為先使用較大的增量，然後再使用較小的增量。

MPPT 控制區塊 304 亦判定追蹤變數 T 是否等於 1，表示因為轉換比例在先前計算之前已經改變過，轉換比例以與先前計算相同的方向改變（步驟 418）。因此，當 T 等於 1 時，面板功率增加，其與轉換比例的先前改變是相同方向。在此情況中，在給系統一段時間使其穩定之後，MPPT 控制區塊 304 再次計算面板 202 之目前功率（步驟 412），並比較目前功率與先前功率（步驟 414）。然而，若 MPPT 控制區塊 304 判定 T 不等於 1，表示因為轉換比例在先前計算之前已經改變過，轉換比例以與先前計算相

反的方向改變（步驟 418），則 MPPT 控制區塊 304 設定 T 為 1，並增加計數器（步驟 420）。

然後，MPPT 控制區塊 304 判定計數器是否超出計數器臨限值 C_{th} （步驟 422）。若目前計數器之值未超出計數器臨限值（步驟 422），在給系統一段時間使其穩定之後，MPPT 控制區塊 304 再次計算面板 202 之目前功率（步驟 412），並比較目前功率與先前功率（步驟 414），以判定面板功率是增加中或是減少中。

若 MPPT 控制區塊 304 判定目前功率並未大於先前功率（步驟 414），則 MPPT 控制區塊 304 以與先前修改相反的方向修改轉換比例，並產生更新的轉換比例命令（步驟 424）。MPPT 控制區塊 304 亦判定追蹤變數 T 是否等於 2， T 若等於 2 則表示因為轉換比例在先前計算之前已經改變過，以與先前計算相反的方向修改轉換比例（步驟 426）。在此情況中，在給系統一段時間使其穩定之後，MPPT 控制區塊 304 再次計算面板 202 之目前功率（步驟 412），並比較目前功率與先前功率（步驟 414）。

然而，若 MPPT 控制區塊 304 判定 T 不等於 2，表示因為轉換比例在先前計算之前已經改變過，以與先前計算相同的方向修改轉換比例（步驟 426），則 MPPT 控制區塊設定 T 為 2，並增加計數器（步驟 428）。然後 MPPT 控制區塊 304 判定計數器是否超出計數器臨限值 C_{th} （步驟 422），如上述。

若計數器未超出計數器臨限值（步驟 422），表示轉

換比例在第一方向及第二方向中已交替地改變數次，此次數大於計數器臨限值，MPPT 控制區塊 304 找出對應於面板 202 之最大功率點的最佳轉換比例，且 MPPT 控制區塊 304 開始操作於保持模式（步驟 430）。

在保持模式中時，MPPT 控制區塊 304 可設定計時器並重新初始化計數器（步驟 432）。當計時器屆期（步驟 434），MPPT 控制區塊 304 可恢復為追蹤模式（步驟 436），並計算目前功率（步驟 412），以比較目前功率與 MPPT 控制區塊 304 在追蹤模式中最後計算的功率（步驟 414）。以此方式，MPPT 控制區塊 304 可確保不會改變最佳轉換比例，或當面板 202 之條件改變時，可找出不同的最佳轉換比例。

儘管圖 4A 顯示用於追蹤能量產生裝置 202 之最大功率點的方法 400 的範例，但可對方法 400 作出各種變更。例如，儘管係參考光伏打面板而描述方法 400，但方法 400 可用於其他能量產生裝置 202，例如風力渦輪、燃料電池等。更進一步，儘管係參照圖 3 之 MPPT 控制區塊 304 而描述方法 400，但應了解者為，在不脫離揭示內容的範圍之內，方法 400 可用於任何合適地設置的 MPPT 控制區塊。此外，對於某些實施例而言，在步驟 430 中，若 MPPT 控制區塊 304 判定最佳轉換比例相當於功率級 206 的升降模式，MPPT 控制區塊 304 可操作於休眠模式而非保持模式。對於該等實施例而言，休眠模式之後，計時器屆期的時間與保持模式的計時器的時間可以相同或是不同。

。且，儘管係以一連串的步驟顯示，但方法 400 中之步驟可以重疊、平行發生、發生多次、或是以不同順序發生。

圖 4B 為根據揭示內容之另一實施例，顯示在局部轉換器 204 中實現 MPPT 之方法 450。對於一特定實施例而言，圖 4B 之方法 450 可對應於圖 4A 之方法 400 其中一部份。例如，方法 450 所述之步驟一般係對應於方法 400 之步驟 403、408、410、412、414、416、及 424。然而，方法 450 包含除了該等步驟之外的額外細節。對於另一特定實施例而言，方法 450 可獨立於方法 400 實施，且不限於上述之方法 400 的實現方法。此外，如方法 400，以下所述之方法 450 僅為說明性。在不脫離揭示內容的範圍之內，可實現方法 450 之其他實施例。

方法 450 以包含步驟 452、454、及 456 的開機組作為開始。剛開始，MPPT 控制區塊 304 設定轉換器轉換比例 M 為最小轉換比例 $M_{\min}$ （步驟 452）。然後，MPPT 控制區塊 304 設定先前轉換器轉換比例 M_{old} 為 M ， M_{old} 為用於前一 MPPT 反覆之轉換比例，並對於目前的 MPPT 反覆設定轉換比例 M 為 $M_{old} + \Delta M$ ，其中 ΔM 為各個反覆之間的轉換比例的增加差量（步驟 454）。若在此步驟中所設定之 M 值少於初始轉換比例 M_{start} 的值，以用於實施 MPPT（步驟 456），然後， M_{old} 及 M 皆如上述更新，使兩者皆增加 ΔM （步驟 454）。一旦 M 值達到或超過 M_{start} 之值（步驟 456），則開機組就完成，且方法進行至步驟 458。

MPPT 控制區塊 304 設定 M 值為 M_{start} ，並設定「符號」之值為 1，符號之值表示 MPPT 處理中的各次反覆的 MPPT 擾動方向（步驟 458）。在此時，MPPT 控制區塊 304 感測 ADC 306 供應的輸入電壓及電流（ V_{in} 及 I_{in} ），並感測 ADC 308 供應的輸出電壓及電流（ V_{out} 及 I_{out} ）（步驟 460）。MPPT 控制區塊 304 亦計算平均的輸入電壓及電流（ $V_{in\ av}$ 及 $I_{in\ av}$ ），及平均的輸出電壓及電流（ $V_{out\ av}$ 及 $I_{out\ av}$ ），之後，以 $V_{in\ av} \times I_{in\ av}$ 計算輸入功率（步驟 460）。

對於某些實施例而言，平均的輸入電壓及電流及平均的輸出電壓及電流係在 MPPT 擾動間隔的第二個一半計算。對於具有 50 MHz 時脈的特定實施例而言，輸入電壓及電流可在 12.5 kHz 取樣，且在 750 Hz 計算平均的輸入電壓及電流及平均的輸出電壓及電流。

然後，在致能 MPPT 處理之前，MPPT 控制區塊 304 判定溫度及電流是否為可接受的（步驟 462）。對於一特定實施例而言，MPPT 控制區塊 304 包含當溫度超出預定臨限值時，能接收過熱信號的過熱接腳。對此實施例而言，當過熱信號表示已超出臨限值時，MPPT 控制區塊 304 判定溫度為不能接受的。

對於一特定實施例而言，MPPT 控制區塊 304 可藉由比較輸出電流 I_{out} 與平均的輸入電流 $I_{in\ av}$ 與最小電流臨限值的上限 $I_{min\ hi}$ 而判定電流是否為可接受的，以確保輸出電流及平均的輸入電流在開始 MPPT 處理之前為足夠，

且藉由比較平均的輸出電流 $I_{out\ av}$ 與最大的輸出電流 $I_{out\ max}$ ，以確保平均的輸出電流不會太高。對此實施例而言，當輸出電流及平均的輸入電流均大於最小電流臨限值的上限，及當平均的輸出電流小於最大輸出電流時，MPPT 控制區塊 304 判定電流為可接受的。或者，當輸出電流或是平均的輸入電流少於最小電流臨限值的上限，或是當平均的輸出電流大於最大的輸出電流時，MPPT 控制區塊 304 判定電流為不可接受的。

對於一特定實施例而言，MPPT 控制區塊 304 亦可包含過電流接腳，當平均的輸出電流超出最大的輸出電流時，過電流接腳能接收過電流信號。例如，可經由電阻式分壓器指定最大輸出電流之值予過電流接腳。然後，當超出最大輸出電流時，過電流接腳會接收過電流信號。

當 MPPT 控制區塊 304 判定溫度且/或電流為不可接受時（步驟 462），重設 M 值為 M_{start} ，且重設「符號」值為 1（步驟 458）。當在溫度太高而設定 M 值為 M_{start} 時通常會造成遠離 MPPT 而操作面板 202，從而減少轉換器 204 所傳送的功率。此外，可將 M_{start} 選擇為最小化局部轉換器 204 之損失的操作點。例如，對於一特定實施例而言，可選擇 M_{start} 為 1。因此，當溫度為無法接受的太高時，回歸 M_{start} 一般會造成因為功率減少而使溫度下降。此外，當輸出短路電路造成平均的輸出電流太高時，設定 M 值為 M_{start} 會造成面板電壓強制設為零。

當 MPPT 控制區塊 304 判定溫度及電流皆為能接受時

(步驟 462)，則致能 MPPT 處理。對於上述之特定實施例而言，當溫度及平均的輸出電流皆夠低，且輸出電流及平均的輸入電流皆夠高時，MPPT 控制區塊 304 判定溫度及電流為可接受的。如此則造成局部轉換器 204 及 DC-AC 轉換器 22 或 112 之間的開機及停止同步的能力。對於此實施例而言，在開機時，各個局部轉換器 204 為固定的轉換比例，且操作於此狀態一段時間，此時間足以使系統 10 或 100 成為穩定狀態。若 DC-AC 轉換器 22 或 112 未在此時開始其操作，則局部轉換器 204 會快速充電其之電容到固定電壓。例如，此固定電壓可由開路的面板電壓及初始轉換比例 M_{start} 給定。一旦達到此狀態，則局部轉換器 204 之輸入及輸出電流為虛擬的零。

對於此實施例而言，可藉由感測局部轉換器 204 之輸出（或是輸入）電流及僅在感測電流超出特定臨限值時容許 MPPT 而提供同步。當 DC-AC 轉換器 22 或 112 開始正規操作時，局部轉換器 204 之輸出（或是輸入）電流超過最小的臨限值，且所有的局部轉換器 204 在 DC-AC 轉換器 22 或 112 開始其 MPPT 操作的同時開始其 MPPT 操作。同樣的，當由於任何原因而中斷 DC-AC 轉換器 22 或 112 時（例如孤立），相同技術可使局部轉換器 204 同步停止。

對於圖 4B 之方法 450 而言，MPPT 處理以先前輸入功率 P_{in_old} 設定為目前輸入功率 P_{in} 作為開始（步驟 464）。因此，在剛開始時，先前輸入功率設定為步驟 460 所計

算之輸入功率之值。MPPT 控制方塊 304 設定 M 值為 $M_{old} + \text{符號值} \times \Delta M$ ，然後將 M_{old} 之值設定為 M （步驟 466）。因此，以符號值所指定的方向將轉換比例調整 ΔM ，藉由將 M_{old} 值改變為相同值，可在後續的反覆中可使用最終的轉換比例。

接著，MPPT 控制區塊 304 判定轉換比例 M 是否落在預定範圍之內，及平均的輸出電壓是否太高。對於所述之實施例而言，當轉換比例少於最大轉換比例 M_{max} 且大於最小轉換比 M_{min} 時，轉換比例為落在預定範圍之內。且對於所述實施例而言，當平均的輸出電壓超出最大輸出電壓 $V_{out\ max}$ 時，平均的輸出電壓視為太高。

因此，若 M 大於 M_{max} 或是 $V_{out\ av}$ 大於 $V_{out\ max}$ （步驟 468），則 MPPT 控制區塊 304 將符號值設定為 -1（步驟 470），其會使（若繼續進行之）MPPT 處理之後續反覆中的轉換比例減少，如以下更詳盡說明。相似地，若 M 小於 M_{min} （步驟 472），則 MPPT 控制區塊 304 設定符號值為 1（步驟 474），其會造成（若繼續進行之）MPPT 處理之後續反覆中的轉換比例增加，如以下更詳盡說明。

因此，當平均的輸出電壓大於最大輸出電壓時（步驟 470），並非簡單的關閉轉換級中的開關，而是容許局部轉換器 204 繼續操作，且能藉由 MPPT 控制區塊 304 減少轉換比例而避免局部轉換器 204 超出最大輸出電壓。如此的優點在於即使在一般會造成平均的輸出電壓超出某些構件的額定電壓的極大不匹配條件下，仍能容許能量收集。

此時，MPPT 控制區塊 304 感測 ADC 306 供應的輸入電壓及電流（ V_{in} 及 I_{in} ），並感測 ADC 308 供應的輸出電壓及電流（ V_{out} 及 I_{out} ）（步驟 476）。MPPT 控制區塊 304 亦計算平均的輸入電壓及電流（ $V_{in\ av}$ 及 $I_{in\ av}$ ），及平均的輸出電壓及電流（ $V_{out\ av}$ 及 $I_{out\ av}$ ），之後，以 $V_{in\ av} \times I_{in\ av}$ 計算輸入功率（步驟 476）。

然後，MPPT 控制區塊 304 判定目前的輸入功率 P_{in} 是否大於先前的輸入功率 $P_{in\ old}$ ，其係在前一反覆中計算（步驟 478）。若目前的輸入功率並未大於先前的輸入功率（步驟 478），則 MPPT 控制區塊 304 藉由設定符號值為（-符號 old ）改變「符號」之值，其中符號 old 為乘以 -1 之前的目前符號值（步驟 480）。因此，在 MPPT 處理的後續反覆中，比起若 MPPT 處理繼續下去的目前反覆，轉換比例以不同的方向修改，如以下更詳細說明。

若目前的輸入功率大於先前的輸入功率（步驟 478），則 MPPT 控制區塊 304 保持「符號」之值（步驟 482）。因此，在 MPPT 處理的後續反覆中，比起若 MPPT 處理繼續下去的目前反覆，轉換比例以相同的方向修改，如以下更詳細說明。

MPPT 控制區塊 304 判定溫度及電流是否為繼續 MPPT 處理所能接受的（步驟 484）。對於上述之特定實施例（其中 MPPT 控制區塊 304 包含過熱接腳）而言，當過熱信號表示已超出臨限值時，MPPT 控制區塊 304 可判定溫度為不能接受的。

對於一特定實施例而言，MPPT 控制區塊 304 可藉由比較輸出電流 I_{out} 及平均的輸入電流 $I_{in, av}$ 與最小電流臨限值下限 $I_{min, low}$ ，判定電流是否為可接受的，以確保在繼續 MPPT 處理之前，輸出電流及平均輸入電流皆夠高，且藉由比較平均輸出電流 $I_{out, av}$ 與最大輸出電流 $I_{out, max}$ ，以確保平均的輸出電流不會太大。對此實施例而言，當輸出電流且 / 或平均的輸入電流大於最小電流臨限值下限，且當平均的輸出電流少於最大輸出電流時，MPPT 控制區塊 304 判定此電流為可接受的。或者，當輸出電流及平均的輸入電流皆少於最小電流臨限值的下限，或當平均的輸出電流大於最大輸出電流時，MPPT 控制區塊 304 判定此電流為不可接受的。藉由使用最小電流臨限值的上限以致能 MPPT 處理（步驟 462）及使用最小電流臨限值的下限停止 MPPT 處理（步驟 484），如此，MPPT 控制區塊 304 可避免 MPPT 處理多次開始及停止，若輸出及平均的輸入電流接近用於致能及停止 MPPT 處理的單一電流臨限值時，有可能發生 MPPT 處理的多次開始及停止。

當 MPPT 控制區塊 304 判定溫度且 / 或電流為不能接受時（步驟 484），停止 MPPT 處理。此時，將 M 值重設為 M_{start} ，並將「符號」值重設為 1（步驟 458），且此方法如前述般繼續。當 MPPT 控制區塊 304 判定溫度及電流皆為可接受時（步驟 484），先前輸入功率之值 $P_{in, old}$ 設定為目前輸入功率之值 P_{in} （步驟 464），且 MPPT 控制區塊 304 開始 MPPT 處理之後續反覆，如前述。

儘管圖 4B 為顯示實現對能量產生裝置 202 之 MPPT 之方法 450，但可對於方法 450 作出各種變更。例如，儘管係參照光伏打面板而說明方法 450，但方法 450 可用於其他能量產生裝置 202，例如風力渦輪、燃料電池等。更進一步，儘管係參照圖 3 之 MPPT 控制區塊 304 而說明方法 450，但應了解者為，在不脫離揭示內容的範圍之內，方法 450 可用於任何適當設置的 MPPT 控制區塊中。且，雖然所示者為一連串的步驟，但方法 450 中之步驟可重疊、平行發生、發生多次、或是以不同順序發生。對於一特定實施例而言，應了解者為，在 MPPT 處理中，並非在各次反覆中僅實施一次，而是可不斷地藉由 MPPT 控制區塊 304 實施步驟 484 中之有關溫度及電流的可接受性判定。

圖 5 為根據揭示內容之一實施例，顯示能量產生系統 500，能量產生系統 500 包含多數個能量產生裝置 502 及中央陣列控制器 510，中央陣列控制器 510 能對於能量產生系統 500 在集中式及分散式 MPPT 之間作選擇。對所述之實施例而言，能量產生系統指的是光伏打系統 500，光伏打系統 500 包含光伏打面板 502 組成之陣列，光伏打面板 502 各耦接至一局部轉換器 504。

各個局部轉換器 504 包含一功率級 506 及一局部控制器 508。此外，對於某些實施例而言，可經由選用的內部開關（例如開關 312）繞過各個局部轉換器 504。被繞過時，局部轉換器 504 之輸出電壓實質上等於其輸入電壓。以此方式，有關局部轉換器 504 之操作的損失可被最小化。

甚至被消除（當不需要局部轉換器 504 時）。

除了中央陣列控制器 510 之外，系統 500 之實施例亦包含轉換級 512、方格 514、及資料匯流排 516。中央陣列控制器 510 包含一診斷模組 520、一控制模組 525 及一選用的轉換級（CS）最佳化器 530。此外，所述的實施例對轉換級 512 設置整體控制器 540。然而，應了解者為，整體控制器 540 可設於中央陣列控制器 510 中，而非設於轉換級 512 中。且，CS 最佳化器 530 可設於轉換級 512 中，而非設於中央陣列控制器 510 中。

對於某些實施例而言，面板 502 及局部轉換器 504 代表圖 1B 之面板 102 及局部轉換器 104，且/或代表圖 2 或 3 的面板 202 及局部轉換器 204，中央陣列控制器 510 可代表圖 1B 之中央陣列控制器 110，且/或轉換級 512 可代表圖 1B 之 DC-AC 轉換器 112。此外，診斷模組 520 及控制模組 525 可分別代表圖 1B 之診斷模組 120 及控制模組 125。然而，應了解者為，系統 500 之構件能以任何合適的方式實現。轉換級 512 可包含 DC-AC 轉換器、電池充電器、或其他能量儲存裝置，或任何其他合適的構件。方格 514 可包含能夠根據光伏打系統 500 產生的能量而操作的任何合適的負載。

各個局部控制器 508 能經由資料匯流排 516 或者經由無線連接，提供對應的面板 502 之資料及局部轉換器資料予中央陣列控制器 510。根據該資料，診斷模組 520 能判定面板 502 是否操作在準理想的條件下，亦即，面板 502

不會不匹配，且被實質上均勻地照亮。在此情況中，診斷模組 520 能促使控制模組 525 將系統 500 置於集中式 MPPT (CMPPT) 模式中。爲了要完成此種狀態，控制模組 525 能經由資料匯流排 516 傳送停止信號至各個局部控制器 508，以藉由操作局部轉換器 504 於旁通模式中，而停止局部轉換器 504。控制模組 525 亦能傳送致能信號至整體控制器 540。

在旁通模式中，局部控制器 508 不再實施 MPPT，且功率級 506 的輸出電壓實質上等於面板 502 之面板電壓。因此，可以最小化有關於操作局部轉換器 504 之損失，並能最大化系統 500 之效能。當局部轉換器 504 爲操作在旁通模式中時，整體控制器 540 能對面板 502 組成的陣列實施 CMPPT。

診斷模組 520 亦能判定某些面板 502 是否被遮蔽或是不匹配（亦即，與陣列中的其他面板 502 相比，某些面板 502 具有不同特徵）。在此情況中，診斷模組 520 能促使控制模組 525 將系統 500 置於分散式 MPPT (DMPPT) 模式中。爲了要完成此狀態，控制模組 525 能經由資料匯流排 516 傳送致能信號至各個局部控制器 508，以藉由容許局部轉換器 504 之正規操作，而致能局部轉換器 504。控制模組 525 亦能傳送停止信號至整體控制器 540。

當某些面板 502 被遮蔽時，診斷模組 520 亦能判定某些被遮蔽的面板 502 爲部份被遮蔽。在此情況中，除了促使控制模組 525 將系統 500 置於 DMPPT 模式中之外，診

斷模組 410 亦能對系統 500 實施完全診斷掃描，以確保部份被遮蔽的面板 502 之局部控制器 508 可找到真正的最大功率點，而非局部最大值。對於其中能量產生裝置 502 包含風力渦輪的實施例而言，診斷模組 520 能判定是否因為改變風力圖案、丘陵、或是其他阻擋風的構造，或是其他影響風力條件而造成某些風力渦輪「被遮蔽」。

在圖 6 及 7A-C 中說明光伏打系統 500 被部份遮蔽的情況。圖 6 顯示在部份被遮蔽的情況下的光伏打陣列 600。圖 7A-C 為顯示對應於圖 6 之三個光伏打面板的電壓對功率特性的圖 700、705、及 710。

所述的陣列具有三個設有光伏打面板的串 610。在串 610c 中的三個面板被標示為面板 A、面板 B、及面板 C。應了解者為，此等面板可代表圖 5 之面板 502 或是在任何其他合適地設置的光伏打系統中的面板。某些面板被遮蔽區域 620 完全覆蓋或是部份覆蓋。

在所述之實施例中，面板 A 被完全照亮，而面板 B 被遮蔽區域 620 部份遮蔽，面板 C 被遮蔽區域 620 完全遮蔽。圖 7A 中之圖 700 中的電壓對功率特性對應於面板 A，圖 7B 中之圖 705 的電壓對功率特性對應於面板 B，且圖 7C 中之圖 710 的電壓對功率特性對應於面板 C。

因此，如圖 705 所示，被部份遮蔽的面板 B 具有與實際最大功率點 725 不同的局部最大值 720。中央陣列控制器 510 之診斷模組 520 能判定面板 B 被部份遮蔽，並實施完全診斷掃描，以確保面板 B 係為其之局部控制器 508 在

其實際最大功率點 725 操作，而非局部最大點 720。取代操作在實際最大功率點（例如點 725），而操作在局部最大功率點（例如點 720）的面板 502 被稱為「不足實施」的面板 502。

對於一特定實施例而言，診斷模組 520 可如下辨識被部份遮蔽的面板 502。首先，診斷模組 520 假設面板 1、...、N 為所考慮的具有相同特性的陣列中之面板 502 之子組合，其具有相同的特性，並假設 $P_{pan,i}$ 為屬於組合 [1、...、N] 的第 i 個面板 502 的輸出功率。因此，

$$P_{pan,max} \geq P_{pan,i} \geq P_{pan,min},$$

其中 $P_{pan,max}$ 為最佳實施面板 502 之輸出功率， $P_{pan,min}$ 為最差實施面板 502 之輸出功率。

診斷模組 520 亦藉由下式定義一變數 φ_i ：

$$\varphi_i = \frac{P_{pan,max} - P_{pan,i}}{P_{pan,max}}$$

第 i 個面板 502 全部或是部份被遮蔽的機率可由下式表示：

$$\rho_i = k\varphi_i = \frac{k(P_{pan,max} - P_{pan,i})}{P_{pan,max}}$$

其中，k 為少於或是等於 1 的常數。接著是：

$$\rho_{min} \leq \rho_i \leq \rho_{max}$$

$$\text{其中，} \rho_{min} = \frac{k(P_{pan,max} - P_{pan,max})}{P_{pan,max}} = 0 \text{ 且 } \rho_{max} = \frac{k(P_{pan,max} - P_{pan,min})}{P_{pan,max}}。$$

診斷模組 520 亦定義 (ρ_{DMPPT}) 為機率函數 (ρ_{max}) 之最小值，使 DMPPT 為必須。因此，若 (ρ_{max}) 大於

(ρ_{DMPPT})，則會致能 DMPPT。此外，將(ρ_{diag})定義為機率函數(ρ_{max})之最小值，以使診斷函數為必須，其係用以判定被部份遮蔽的任何面板 502 是否操作於其之 MPP。因此，若(ρ_{max})大於(ρ_{diag})，則診斷模組 520 將面板 502 辨識為被部份遮蔽，且會對於辨識出的面板 502 實施掃描。

對於相對很小的面板 502 的不匹配而言，診斷模組 520 依然可致能 DMPPT，但對於更大的不匹配，診斷模組 520 亦能實施完全診斷掃描。就本身而言，(ρ_{DMPPT})之值通常小於(ρ_{diag})之值。

因此，對於某些實施例而言，當(ρ_{max}) < (ρ_{DMPPT})時，診斷模組 520 能判定系統 500 應操作於 CMPPT 模式，當(ρ_{DMPPT}) < (ρ_{max}) < (ρ_{diag})時，系統 500 應操作於 DMPPT 模式中，且當(ρ_{max}) > (ρ_{diag})時，系統 500 應連同完全診斷掃描操作於 DMPPT 模式中。

對於該等實施例而言，完全診斷掃描可包含($\rho_j > \rho_{diag}$)的各面板 j 的電壓對功率特性的完整掃描。診斷模組 520 可個別地根據中央陣列控制器 510 所給定的時序而掃描各面板 502 之特性。在此方式中，轉換級 512 可持續正常地操作。

當系統 500 操作於 DMPPT 模式中時，CS 最佳化器 530 能最佳化轉換級 512 的操作點。對於一實施例而言，轉換級 512 的操作點可設定為常數。然而，對於使用 CS 最佳化器 530 的實施例而言，可藉由 CS 最佳化器 530 最

佳化轉換級 512 的操作點。

對於一特定實施例而言，CS 最佳化器 530 能如下述判定轉換級 512 之最佳化操作點。對於第 i 個功率級 506 而言，將其工作週期定義為 D_i ，並將其轉換比例定義為 $M(D_i)$ 。功率級 506 設計成具有標稱轉換比例 M_0 。因此，盡可能地接近於 M_0 而操作功率級 506 能夠提供較高的效率，減少壓力，並減少輸出電壓飽和的可能性。對於包含階式升降轉換器的功率級 506 而言， M_0 可為 1。

因此，最佳化的原理可定義如下：

$$\frac{\sum_{i=1}^N M(D_i)}{N} = M_0$$

則，

$$\sum_{i=1}^N M(D_i) = \sum_{i=1}^N \frac{I_{pan,i}}{I_{out,i}} \eta_i \approx \frac{1}{I_{LOAD}} \sum_{i=1}^N I_{pan,i}$$

其中， $I_{pan,i}$ 是第 i 個功率級 506 的輸入電流， $I_{out,i}$ 是第 i 個功率級 506 的輸出電流， η_i 是第 i 個功率級 506 的效率， I_{LOAD} 是轉換級 512 的輸入電流。因此，最佳化的原理可重新撰寫如下：

$$I_{LOAD} = \frac{\sum_{i=1}^N I_{pan,i}}{N M_0}$$

CS 最佳化器 530 可藉由在轉換級 512 的輸入埠使用標準電流模式控制技術而達成最佳化，使轉換級 512 的輸入電流設定為 I_{LOAD} 。

圖 8 為根據揭示內容之一實施例，顯示對於能量產生

系統 500 選擇集中式 MPPT 或分散式 MPPT 的方法 800。方法 800 之實施例僅為說明性。可在不脫離揭示內容的範圍之內實現方法 800 的其他實施例。

方法 800 以診斷模組 520 設定計時器作為開始（步驟 802）。診斷模組 520 可使用計時器以循環方式而觸發方法 800 的初始化。然後，診斷模組 520 分析能量產生系統 500 中的能量產生裝置，例如面板 502（步驟 804）。例如，對於某些實施例而言，診斷模組 520 可藉由計算各個面板 502 的面板功率 P_{pan} 而分析面板 502，然後根據 P_{pan} 的該等計算值判定數個其他值，如以上有關圖 5 所述。舉例而言，診斷模組 520 可判定計算值 P_{pan} 的最大值及最小值（分別為 $P_{pan,max}$ 及 $P_{pan,min}$ ），接著使用該等最大值及最小值以計算各面板 502 之面板 502 為完全或部份遮蔽的機率（ ρ ）。診斷模組 520 也可以判定所計算機率的最大值（ ρ_{max} ）。

在分析面板 502（步驟 804）之後，診斷模組 520 可判定光伏打系統 500 是否操作於準理想的條件下（步驟 806）。例如，對於某些實施例而言，診斷模組 520 可將計算出面板 502 被遮蔽的機率之最大值（ ρ_{max} ）與預定 DMPP 臨限（ ρ_{DMPPT} ）作比較。若 ρ_{max} 小於 ρ_{DMPPT} ，則面板 502 之最大輸出功率及最小輸出功率夠接近，因此，可將面板 502 之間的不匹配視為極小，且系統 500 可視為操作於準理想狀態。同樣地，如果 ρ_{max} 不小於 ρ_{DMPPT} ，則面板 502 的最大輸出功率及最小輸出功率相差夠大，使

得面板 502 之間的不匹配的機率不能視為極小，且系統 500 被視為未在準理想條件下操作。

若診斷模組 520 判定系統 500 沒有操作於準理想條件下（步驟 806），則控制模組 525 致能局部控制器 508（步驟 808），並停止整體控制器 540（步驟 810），藉此將系統 500 設於 DMPPT 模式中。因此，在此情況中，局部控制器 508 對各個面板 502 實施 MPPT。

因為是對於面板 502 之間具有相對很小不匹配情況而使用 DMPPT 模式，則即使當被遮蔽的面板 502 的機率為低（但不是極低）時，診斷模組 520 可判定系統 500 為沒有操作於準理想條件下。因此，在進入 DMPPT 模式之後，診斷模組 520 判定被遮蔽的面板 502 的機率是否為高（步驟 812）。例如，診斷模組 520 可將面板 502 被遮蔽的機率（ $\rho_{\max}$ ）與預定的診斷臨限（ ρ_{diag} ）作比較。如果 $\rho_{\max}$ 大於 ρ_{diag} ，則面板 502 的最大輸出功率及最小輸出功率相差夠大，使面板 502 之間的不匹配的機率視為相對之下極高，因此，至少一個面板 502 被遮蔽的機率很高。

若面板 502 被遮蔽的機率很高（步驟 812），則診斷模組 520 對於有可能被遮蔽的任何一個面板 502 實施完全特性掃描（步驟 814）。例如，診斷模組 520 可藉由對於各個面板 502 比較面板被遮蔽的機率（ ρ ）與診斷臨限（ ρ_{diag} ）。如果一特定面板 502 的 ρ 大於 ρ_{diag} ，則特定面板 502 的輸出功率與系統 500 中之一面板 502 之最大輸出功率相差夠大，則特定面板 502 至少被部份遮蔽的機率相

對很高。

在實施完全特性掃描時，診斷模組 520 可根據中央陣列控制器 510 所提供之時序，對於有可能被遮蔽的各個面板 502 個別地實施電壓對功率特性掃描。在此方式中，轉換級 512 可繼續在掃描期間正常地操作。

若在實施任何完全特性掃描的期間中，診斷模組 520 判定任一面板 502 為不足實施（即，操作於局部最大功率點（MPP），例如局部 MPP 720，而非實際的 MPP，例如 MPP 725），則控制模組 525 可對於該等不足實施的面板 502 提供校正（步驟 816）。

在此時，或是若面板 502 被遮蔽的機率不高（步驟 812），診斷模組 520 判定計時器是否屆期（步驟 818），表示方法 800 必須再次被初始化。一但計時器屆期（步驟 818），診斷模組 520 即重設計時器（步驟 820），並開始再次分析面板 502（步驟 804）。

若診斷模組 520 判定系統 500 操作於準理想條件下（步驟 806），則控制模組 525 停止局部控制器 508（步驟 822）並致能整體控制器 540（步驟 824），藉此將系統 500 設於 CMPPT 模式中。因此，在此情況中，整體控制器 540 對整個系統 500 實施 MPPT。

且在此時，診斷模組 520 判定計時器是否屆期（步驟 818），表示方法 800 必須再次被初始化。一但計時器屆期（步驟 818），診斷模組 520 即重設計時器（步驟 820），並開始再次分析面板 502（步驟 804）。

儘管圖 8 已顯示在集中式及分散式 MPPT 之間作選擇的方法 800 的範例，但可對於方法 800 作出各種變更。例如，儘管係配合光伏打系統而描述方法 800，但方法 800 仍可用於其他能量產生系統 500，例如風力渦輪系統、燃料電池系統。更進一步，儘管係配合圖 5 之系統 500 而描述方法 800，應了解者為，在不脫離揭示內容的範圍之內，方法 800 可用於任何合適地設置的能量產生系統。此外，儘管所示者為一連串步驟，但方法 800 中之步驟可重疊、平行發生、發生多次或是以不同順序發生。

圖 9 為根據揭示內容之一實施例，顯示用以在能量產生系統中啟動及停止一局部轉換器 904 之局部控制器 908 之系統 900。系統 900 包含能量產生裝置 902（被稱為光伏打面板 902），及局部轉換器 904。局部轉換器 904 包含功率級 906、局部控制器 908 及啟動器 910。

局部轉換器 904 可表示圖 1B 中之局部轉換器 104、圖 2 或 3 中之局部轉換器 204 其中之一個，且/或圖 5 之局部轉換器 504 其中之一個，然而，應了解者為，在不脫離揭示內容的範圍之內，局部轉換器 904 可實現在任何合適設置能量產生系統中。因此，應了解者為，系統 900 可串聯耦接且/或是並聯耦接至其他類似的系統 900，以形成能量產生陣列。

對於所述實施例而言，啟動器 910 係耦接於面板 902 及局部控制器 908 之間。對於某些實施例而言，啟動器 910 能根據面板 902 的輸出電壓而啟動及停止局部控制器

908。當面板 902 的輸出電壓太低時，啓動器 910 能提供實質上爲零的供給電壓至局部控制器 908，藉此關閉局部控制器 908。當面板 902 的輸出電壓較高時，啓動器 910 能提供非零的供給電壓至局部控制器 908，以使局部控制器 908 爲運作。

應了解者爲，除了提供供給電壓至局部控制器 908 之外，啓動器 910 能以任何合適的方式啓動及停止局部控制器 908。例如，對於一替換性實施例而言，啓動器 910 可設定局部控制器 908 的一個或更多個接腳，以啓動及停止局部控制器 908。對於另一替換性實施例而言，啓動器 910 能將第一個預定值寫入局部控制器 908 中的第一個暫存器，以啓動局部控制器 908，並將第二個預定值（根據特定實施手段而可與第一個預定值相同或是不同）寫入局部控制器 908 中的第一個暫存器或是第二個暫存器，以停止局部控制器 908。

因此，系統 900 不使用電池或是外部電源就能使局部轉換器 904 自發性操作。當太陽輻射夠高時，輸出面板電壓 V_{pan} 增加到使啓動器 910 開始產生非零的供給電壓 V_{cc} 的位準。此時，局部控制器 908 且 / 或中央陣列控制器（未顯示於圖 9 中）可開始實施啓動程序，例如暫存器的初始化，面板 902 之間的初步電壓比較，類比到數位轉換器校準，時脈同步或是時脈插入，功率級 906 及 / 或是中央陣列控制器的同步啓動等。相似地，在停止系統 900 之前，可實施停止程序，例如在單獨應用情況中，與備份單元

的同步化，與功率級 906 的同步停止等。在該等停止程序期間中，啟動器 910 仍能保持本身為啟動的。

此外，對於某些實施例而言，啟動器 910 能夠對局部轉換器 904 提供過功率保護。如上述與圖 3 相關之說明，為局部控制器 208 的一部份的 MPPT 控制區塊 304 可提供過功率保護。然而，作為包含啟動器 910 之系統之替換性實施例，反而是啟動器 910 能提供此種保護功能。因此，對於此替換性實施例而言，若輸出電流下降到太低，則啟動器 910 可能會關閉局部控制器 908 的 MPPT 功能，使面板電壓 V_{pan} 幾乎等於輸出電壓 V_{out} 。

圖 10 為根據揭示內容之一實施例，顯示系統 900 之裝置電壓隨著時間而改變的圖 920。對於光伏打面板 902 而言，在太陽輻射位準在啟動器 910 的電壓啟動位準（ V_{t-on} ）附近震盪的情況中，使用相同的電壓啟動位準作為電壓停止位準（ V_{t-off} ）會產生不想要的系統 900 多次啟動及停止。因此，如圖 920 所示，使用較低的電壓停止位準，以避免此種現象。藉由使用較低的電壓停止位準，系統 900 可維持一致的啟動，直到太陽輻射位準充分下降使得面板電壓下降到低於電壓啟動位準為止。因此，可避免頻繁的啟動及停止，而對系統 900 提供雜訊免疫。

對於某些實施例而言，在面板電壓超出使局部控制器 908 啟動的電壓啟動位準之後，若面板電壓下降至低於電壓啟動位準，則局部控制器 908 開始停止程序，以能夠比面板電壓持續下降到低於電壓停止位準時更快速地停止。

此外，對於某些實施例而言，在到達電壓停止位準之前，在某些情況中，局部控制器 908 能關閉啓動器 910 及其本身。

圖 11 為根據揭示內容之一實施例，顯示啓動器 910。對此實施例而言，啓動器 910 包含電源 930、多數個電阻 R_1 、 R_2 、 R_3 及二極體 D 。電阻 R_1 及 R_2 串聯耦接至電源 930 的輸入節點 (IN) 及地面之間。二極體及電阻 R_3 串聯耦接至電源 930 的輸出節點 (OUT) 及節點 940 之間，電阻器 R_1 及 R_2 在節點 940 耦接。此外，電源 930 的停止節點 (SD) 亦耦接至節點 940。

電源 930 能在輸入節點接收面板電壓 V_{pan} ，並在輸出節點產生對於局部控制器 908 之供應電壓 V_{cc} 。若電源 930 之控制電路所判定的停止節點的電壓位準超出規定的電壓 V_0 ，則電源 930 的停止節點致能電源 930 的操作，且若停止節點的電壓位準下降到低於規定的電壓 V_0 ，則停止節點停止電源 930 的操作。

當電源 930 關閉時，二極體不會導通，且中止節點的電壓以下式表示：

$$V_{SD,t-on} = V_{pan} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

當電壓 $V_{SD,t-on}$ 超出值 V_0 時，二極體開始導通，且停止節點的電壓變成：

$$V_{SD,t-off} = V_{pan} \frac{R_2 // R_3}{R_1 + R_2 // R_3} + (V_{cc} - V_d) \frac{R_1 // R_2}{R_3 + R_1 // R_2}$$

其中， V_d 為二極體壓降，且 $x // y = \frac{xy}{x+y}$ 。當電壓 $V_{SD,t-off}$ 下降

到低於 V_0 時，電源 930 被關閉。因此可根據電阻 $R1$ 、 $R2$ 及 $R3$ 的電阻值判定開啓及關閉電壓臨限值。

圖 12 為根據揭示內容之一實施例，顯示用以啓動及停止局部轉換器 904 之方法 1200。方法 1200 之實施例僅為說明性。可在不脫離揭示內容的範圍內實現方法 1200 的其他實施例。

方法 1200 以能量產生裝置或是面板 902 操作於開路條件作為開始（步驟 1202）。在此條件中，因為面板 902 輸出的面板電壓太低，所以啓動器 910 並未啓動局部轉換器 908。啓動器 910 監控面板電壓（ V_{pan} ）直到面板電壓超出電壓啓動位準（ V_{t-on} ）為止（步驟 1204）。

一旦啓動器 910 判定面板電壓已超出電壓啓動位準（步驟 1204），則啓動器 910 藉由開啓局部控制器 908 開始啓動局部轉換器 904（步驟 1206）。例如，啓動器 910 可藉由對於局部控制器 908 產生非零的供給電壓 V_{cc} ，而開始啓動局部轉換器 904。對其他實施例而言，啓動器 910 可藉由設定局部控制器 908 的一個或更多個接腳，或是藉由將第一個預定值寫入局部控制器 908 之第一個暫存器中，而開始啓動局部轉換器 904。然後局部控制器 908 及/或中央陣列控制器對局部轉換器 904 實施啓動程序（步驟 1208）。例如，啓動程序可包含暫存器的初始化，面板 902 之間的初步電壓比較，類比到數位轉換器校準，時脈同步化或是插入，包含功率級 906 的一連串面板的同步啓動等。

局部控制器 908 以預定的轉換比例操作功率級 906 (步驟 1210) , 直到操作串中的其他功率級 906 為止 (步驟 1212) 。一但串中的各個面板 902 具有一操作中的功率級 906 (步驟 1212) , 局部控制器 908 將面板電流 (I_{pan}) 及啓動電流位準 (I_{min}) 予以比較 (步驟 1214) 。若面板電流大於啓動電流位準 (步驟 1214) , 則局部控制器開始正常地操作 (步驟 1216) 。因此, 局部控制器 908 開始對於功率級 906 實施 MPPT。

在此方式中, 可自動同步化能量產生系統中的全部局部控制器 908 的啓動。此外, 若僅有光伏打系統中的面板 902 之子組合產生高得足以啓動該啓動器 910 的電壓, 則可在各功率級 906 中包含單向開關 (例如開關 314) , 以容許操作其餘的面板 902。

局部控制器 908 持續比較面板電流與啓動電流位準 (步驟 1218) 。若面板電流少於啓動電流位準 (步驟 1218) , 則局部控制器 908 設定一停止計時器 (步驟 1220) 。然後, 局部控制器 908 重新以預定的轉換比例操作功率級 906 (步驟 1222) 。然後局部控制器 908 及/或是中央陣列控制器對於局部轉換器 904 實施停止程序 (步驟 1224) 。例如, 停止程序可包含在單獨應用的情況中, 與備份單元的同步化, 與功率級 906 之同步停止等。

然後局部控制器 908 判定停止計時器是否屆期 (步驟 1226) 。如此則容許面板電流上升到超過啓動電流位準的時間。因此, 局部控制器 908 為停止預作準備, 但等待以

確保應實際執行停止。

因此，只要停止計時器尚未屆期（步驟 1226），局部控制器 908 仍會將面板電流與啟動電流位準予以比較（步驟 1228）。若面板電流持續保持在少於啟動電流位準（步驟 1228），則局部控制器 908 繼續等待停止計時器屆期（步驟 1226）。若在計時器屆期（步驟 1226）之前，面板電流變成大於啟動電流位準（步驟 1228），則局部控制器 908 藉由對功率級 906 實施 MPPT 而能再次正常地操作（步驟 1216）。

然而，若在面板電流少於啟動電流位準時（步驟 1228），停止計時器屆期（步驟 1226），則局部控制器 908 關閉功率級 906 及局部控制器 908，且再次在開路條件之下操作面板 902（步驟 1230）。對於某些實施例而言，啟動器 910 可藉由產生零供應電壓 V_{cc} 予局部控制器 908 而完成局部轉換器 904 的停止。對於其他實施例而言，啟動器 910 可藉由設定局部控制器 908 的一個或更多個接腳，或是藉由將第二個預定值寫入局部控制器 908 中的第一個暫存器或是第二個暫存器，而完成局部轉換器 904 的停止。在此時，啟動器 910 再次監控面板電壓，直到面板電壓超出電壓啟動位準為止（步驟 1204），重新初始化啟動處理。

儘管圖 12 顯示者為用以啟動及停止局部轉換器 904 的方法 1200 的範例，但可對方法 1200 作出各種變更。例如，儘管係以光伏打面板來說明方法 1200，但方法 1200

可用於其他能量產生裝置 902，例如風力渦輪、燃料電池等。更進一步，儘管係參照圖 9 之局部控制器 908 及啓動器 910 來說明方法 1200，應了解者爲，在不脫離揭示內容的範圍內，局部控制器 908 及啓動器 910 可用於任何合適地配置的能量產生系統。且，儘管如圖所示者爲一連串的步骤，但方法 1200 中之步骤可以重疊，平行發生，發生多次，或是以不同順序發生。

儘管上述說明係參照特定實施例，但應了解者爲，所述之某些構件、系統及方法可用於水平電泳槽（sub-cell）、單一電池、面板（亦即，電池陣列）、面板陣列及/或是面板陣列組成的系統。舉例而言，儘管上述之局部轉換器各連接於一面板，但相似的系統可實施爲一局部轉換器連接於面板中之各個電池，或是一局部轉換器連接於各排面板。此外，上述之某些構件、系統及方法可用於除了光伏打裝置之外的其他能量產生裝置，例如風力渦輪、燃料電池等。

有益者爲提出用於此份專利文件中之某些字詞及片語的定義。「耦接」的術語及其衍生物指的是兩個或更多個構件之間的直接或是間接通訊，無論該等構件是否爲彼此實際接觸。「傳送」、「接收」、及「通訊」的術語及其衍生物包含直接及間接通訊。「包括」及「包含」的術語及其衍生物表示包含但不限於。「或是」的術語是包含性的，表示及/或是。「各個」的術語表示所指的項目中之至少一個子組合的其中每一個。「相關於」及「與其相關

」的片語及其衍生物表示用以包含、包含在內、與之互聯、包含、包含在內、連接至或連接於、耦接至或耦接於、與其通訊、與其協同合作、插入、並列、接近於、接合至或接合於、具有、具有某種特性等。

儘管已利用特定實施例及相關的方法說明揭示內容，但熟知本技藝者當可輕易了解對此等實施例及方法的代換及組合。因此，上述例示性實施例之說明並不是用以界定或是限制揭示內容。可在不脫離揭示內容的精神及範圍內，其他變更、取代、及輪替亦有可能，如後附之申請專利範圍所定義。

【圖式簡單說明】

爲了對揭示內容及其特徵有更完整的了解，參照以下伴隨附圖的說明，在附圖中：

圖 1A 爲根據揭示內容之一實施例，顯示一能量產生系統，其可將局部最大功率點追蹤（MPPT）整合入集中式 MPPT；

圖 1B 爲根據揭示內容之一實施例，顯示可爲集中控制的能量產生系統；

圖 2 爲根據揭示內容之一實施例，顯示圖 1A 或圖 1B 之局部轉換器；

圖 3 爲根據揭示內容之一實施例，顯示圖 2 之局部轉換器之細部；

圖 4A 爲根據揭示內容之一實施例，顯示用以在圖 2

之局部轉換器中實現 MPPT 之方法；

圖 4B 為根據揭示內容之一實施例，顯示用以在圖 2 之局部轉換器中實現 MPPT 之方法；

圖 5 為根據揭示內容之一實施例，顯示一能量產生系統，其包含一中央陣列控制器，其能為該能量產生系統在集中式 MPPT 及分散式 MPPT 之間作選擇；

圖 6 為根據揭示內容之一實施例，顯示部份被遮蔽的情況下的圖 5 之陣列；

圖 7A-C 為顯示對應於圖 6 的三個光伏打面板的電壓對功率特性；

圖 8 為根據揭示內容之一實施例，顯示為圖 5 之能量產生系統在集中式 MPPT 及分散式 MPPT 之間作選擇的方法；

圖 9 為根據揭示內容之一實施例，顯示啟動及關閉能量產生系統中的局部轉換器之局部控制器的系統；

圖 10 為根據揭示內容之一實施例，顯示裝置電壓隨著時間改變之範例；

圖 11 為根據揭示內容之一實施例，顯示圖 9 之啟動器；及

圖 12 為根據揭示內容之一實施例，顯示用以啟動或是關閉圖 9 之局部轉換器之方法。

【主要元件符號說明】

10：能量產生系統

- 12：能量產生裝置
- 14：局部轉換器
- 16：能量產生陣列
- 22：DC-AC 轉換器
- 24：串
- 32：中央 MPPT 控制區塊
- 100：能量產生系統
- 102：能量產生裝置
- 104：局部轉換器
- 106：能量產生陣列
- 110：中央陣列控制器
- 112：DC-AC 轉換器
- 120：診斷模組
- 125：控制模組
- 202：能量產生裝置
- 204：局部轉換器
- 206：功率級
- 208：局部控制器
- 210：MPPT 模組
- 212：通訊介面
- 302：功率級調節器
- 304：MPPT 控制區塊
- 306、308：類比到數位轉換器
- 310a-d：開關

400：方法

450：方法

500：能量產生系統

502：能量產生裝置

504：局部轉換器

508：局部控制器

510：中央陣列控制器

512：轉換級

514：方格

516：資料匯流排

520：診斷模組

525：控制模組

530：轉換級最佳化器

540：整體控制器

600：光伏打陣列

610：串

620：遮蔽區域

800：方法

900：能量產生系統

902：能量產生裝置

904：局部轉換器

906：功率級

908：局部控制器

910：啓動器

201013361

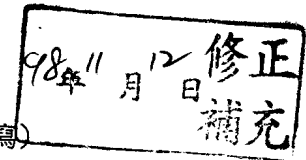
930：電 源

940：節 點

1200：方 法

發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)



※申請案號：98115865

※申請日：98年05月13日

※IPC分類：G05F 1/67 (2006.01)

一、發明名稱：(中文／英文)

將局部最大功率點追蹤整合入具有集中式最大功率點追蹤的能量產生系統內之系統與方法

System and method for integrating local maximum power point tracking into an energy generating system having centralized maximum power point tracking

二、中文發明摘要：

提供一種將局部最大功率點追蹤 (MPPT) 整合入具有集中式 MPPT 的能量產生系統內的系統。該系統包含一系統控制迴路及多數個局部控制迴路。該系統控制迴路包含一系統操作頻率，且各該局部控制迴路包含一對應的局部操作頻率。各該局部操作頻率係與該系統操作頻率以至少一段預定距離分隔。對於一特定實施例而言，對應於各該局部控制迴路的操作頻率的穩定時間比對應於該系統操作頻率的時間常數至少快五倍。

三、英文發明摘要：

七、申請專利範圍：

1. 一種用以將局部最大功率點追蹤 (MPPT) 整合入具有集中式 MPPT 的能量產生系統的系統，包含：

一系統控制迴路，包含一系統操作頻率；及

多數個局部控制迴路，各該局部控制迴路包含一對應的局部操作頻率，其中，各該等局部操作頻率與該系統操作頻率分隔開至少一預定距離。

2. 如申請專利範圍第 1 項的系統，其中，該系統控制迴路包含一閉迴路系統，且各該等局部控制迴路包含一閉迴路系統。

3. 如申請專利範圍第 1 項的系統，其中，該系統控制迴路包含一陣列的能量產生裝置及一 DC-AC 轉換器，該 DC-AC 轉換器包含能對該陣列提供 MPPT 的一中央 MPPT 控制區塊。

4. 如申請專利範圍第 1 項的系統，其中，各該局部控制迴路包含一能量產生裝置及一局部轉換器，該局部轉換器能對該能量產生裝置提供 MPPT。

5. 如申請專利範圍第 1 項的系統，其中，該系統操作頻率包含該系統控制迴路之一對應的時間常數。

6. 如申請專利範圍第 5 項的系統，其中，各該等局部操作頻率包含該局部控制迴路之一對應的穩定時間，其對應於該局部操作頻率。

7. 如申請專利範圍第 6 項的系統，其中，各該局部控制迴路的該穩定時間較該系統控制迴路的該時間常數為

快。

8. 如申請專利範圍第 6 項的系統，其中，各該局部控制迴路的該穩定時間比該系統控制迴路的該時間常數快至少五倍。

9. 一種用以將局部最大功率點追蹤 (MPPT) 整合入具有集中式 MPPT 的能量產生系統的系統，包含：

一系統控制迴路，包含一陣列的能量產生裝置及一 DC-AC 轉換器，該 DC-AC 轉換器包含一中央 MPPT 控制區塊，其能對該陣列提供 MPPT，其中，該系統控制迴路能基於一系統操作頻率而操作；及

多數個局部控制迴路，各該局部控制迴路包含該等能量產生裝置之其中一個以及能對該能量產生裝置提供 MPPT 的一局部轉換器，其中，各該等局部控制迴路能基於一對應的局部操作頻率而操作，且其中各該等局部操作頻率與該系統操作頻率分隔開至少一預定距離。

10. 如申請專利範圍第 9 項的系統，其中，該系統控制迴路包含一閉迴路系統，且各該等局部控制迴路包含一閉迴路系統。

11. 如申請專利範圍第 9 項的系統，其中，該系統操作頻率包含該系統控制迴路之一對應的時間常數。

12. 如申請專利範圍第 11 項的系統，其中，各該等局部操作頻率包含該局部控制迴路之一對應的穩定時間，其對應於該局部操作頻率。

13. 如申請專利範圍第 12 項的系統，其中，各該局

部控制迴路的該穩定時間較該系統控制迴路之該時間常數為快。

14. 如申請專利範圍第 12 項的系統，其中，各該局部控制迴路的該穩定時間比該系統控制迴路的該時間常數快至少五倍。

15. 一種用以將局部最大功率點追蹤（MPPT）整合入具有集中式 MPPT 的能量產生系統的方法，包含：

提供一系統控制迴路，該系統控制迴路包含一系統操作頻率，及

提供多數個局部控制迴路，各該局部控制迴路包含一對應的局部操作頻率，其中，各該等局部操作頻率與該系統操作頻率分隔開至少一預定距離。

16. 如申請專利範圍第 15 項的方法，其中，該系統操作頻率包含該系統控制迴路之一對應的時間常數。

17. 如申請專利範圍第 16 項的方法，其中，各該等局部操作頻率包含該局部控制迴路之一對應的穩定時間，其對應於該局部操作頻率。

18. 如申請專利範圍第 17 項的方法，其中，各該局部控制迴路之該穩定時間較該系統控制迴路之該時間常數為快。

19. 如申請專利範圍第 17 項的方法，其中，各該局部控制迴路之該穩定時間比該系統控制迴路之該時間常數快至少五倍。

20. 如申請專利範圍第 15 項的方法，其中，該系統

控制迴路包含一陣列的能量產生裝置及一 DC-AC 轉換器，該 DC-AC 轉換器包含一中央 MPPT 控制區塊，其能對該陣列提供 MPPT，且其中各該局部控制迴路包含該等能量產生裝置之其中一個以及一局部轉換器，該局部轉換器能對該能量產生裝置提供 MPPT。

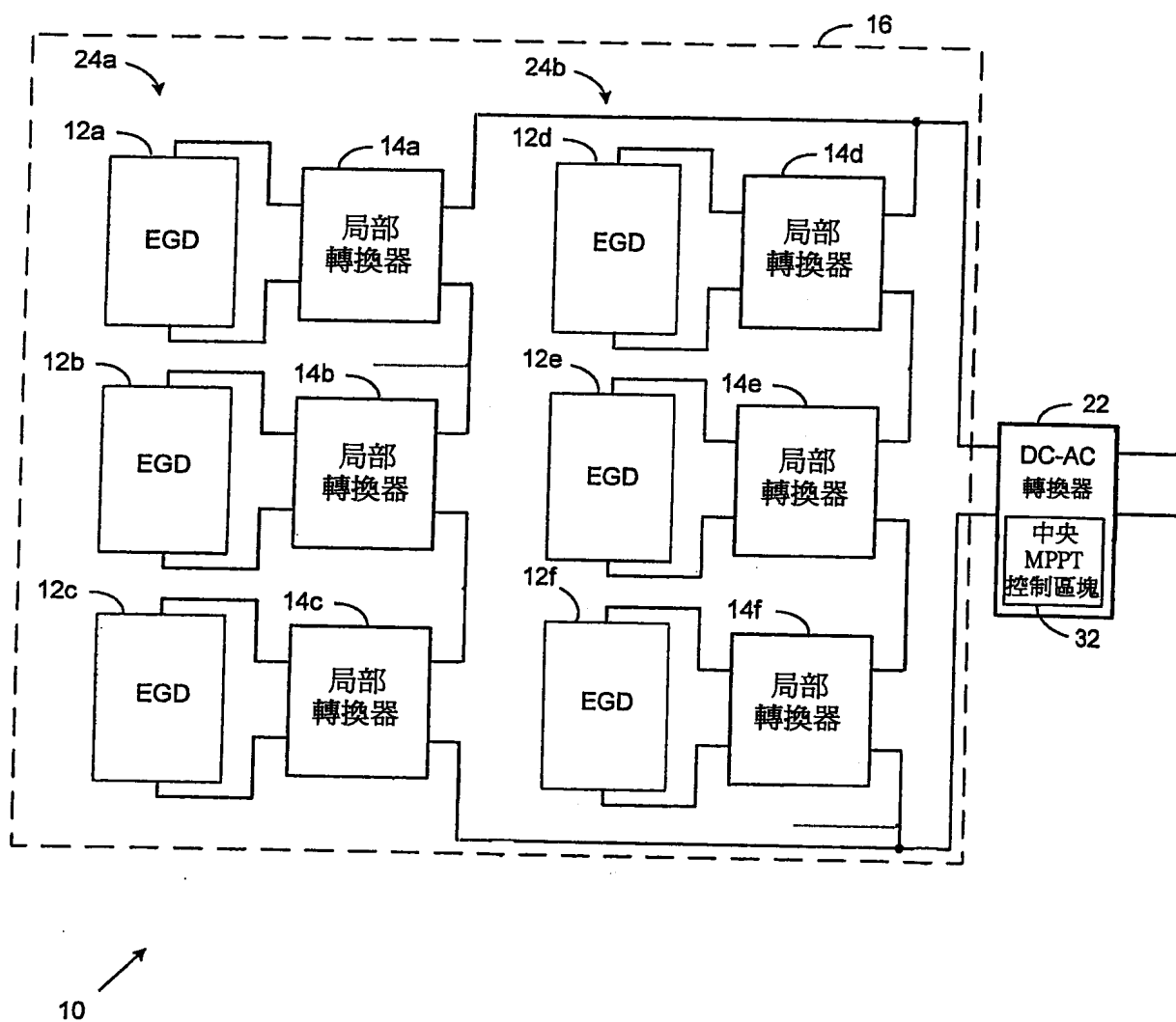


圖 1A

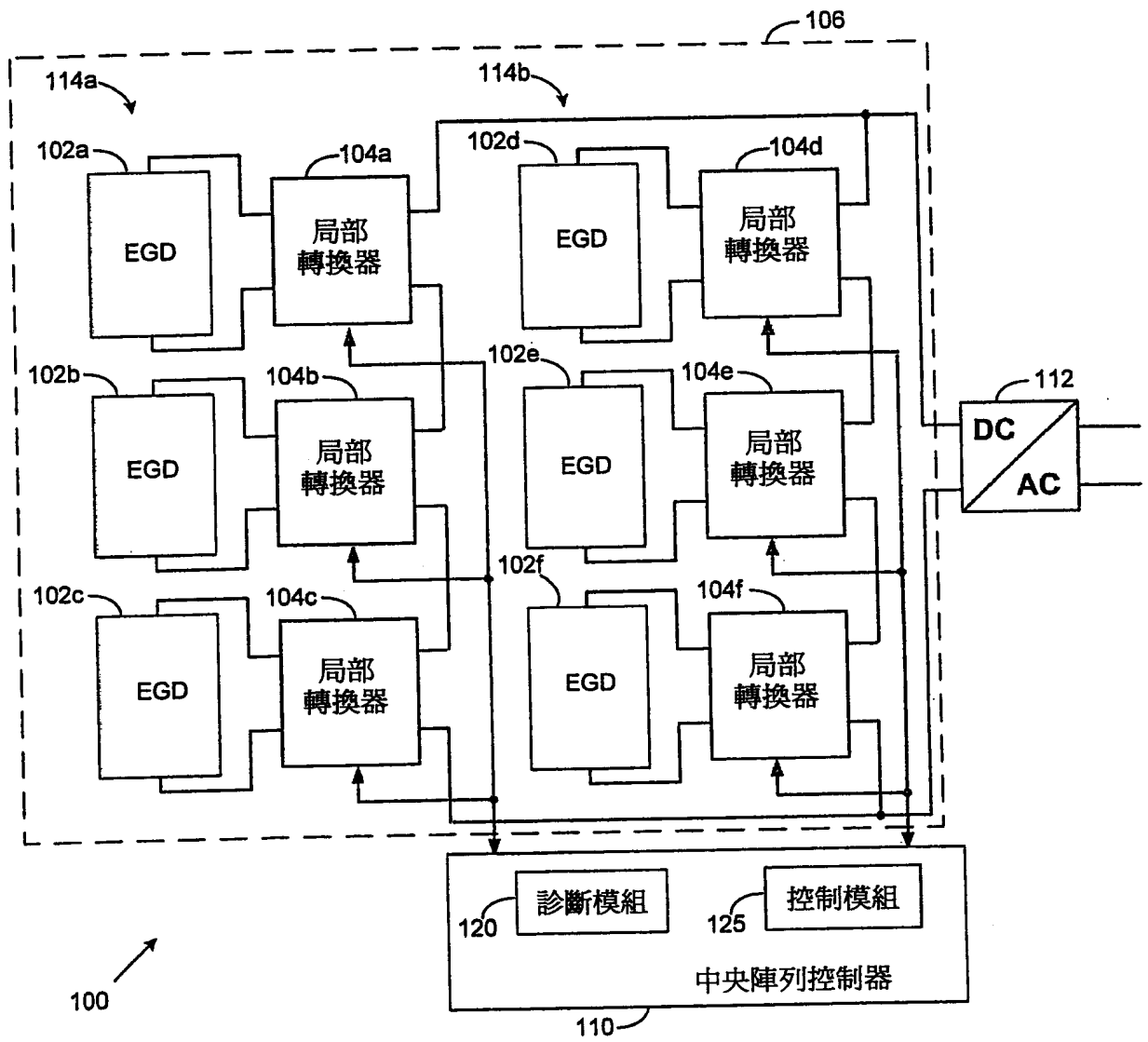


圖 1B

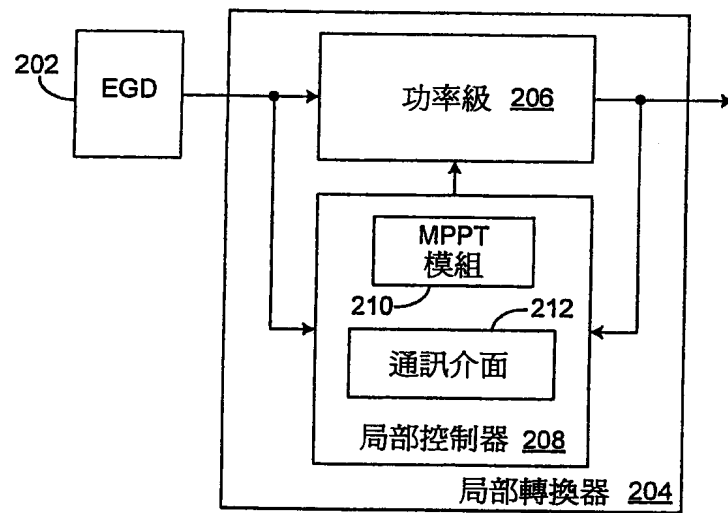


圖2

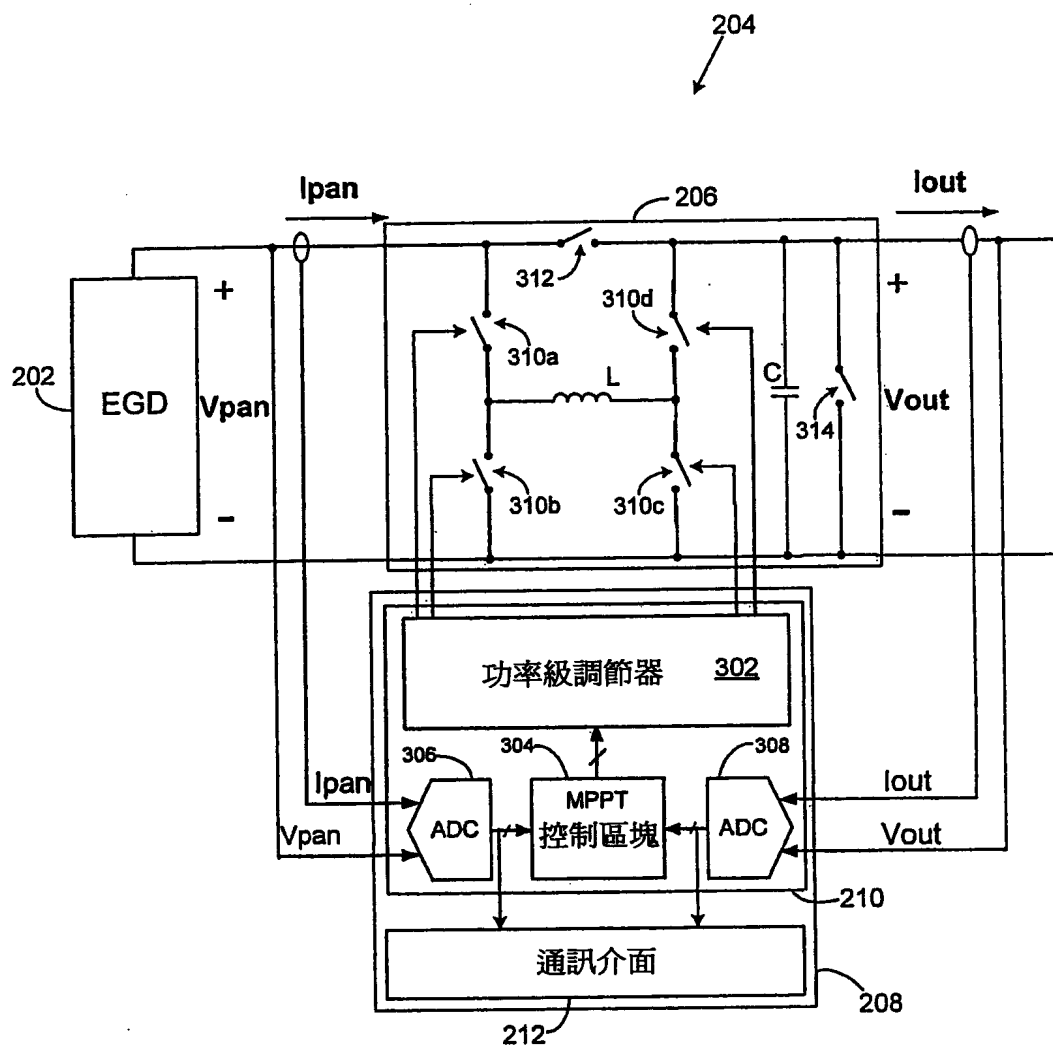


圖3

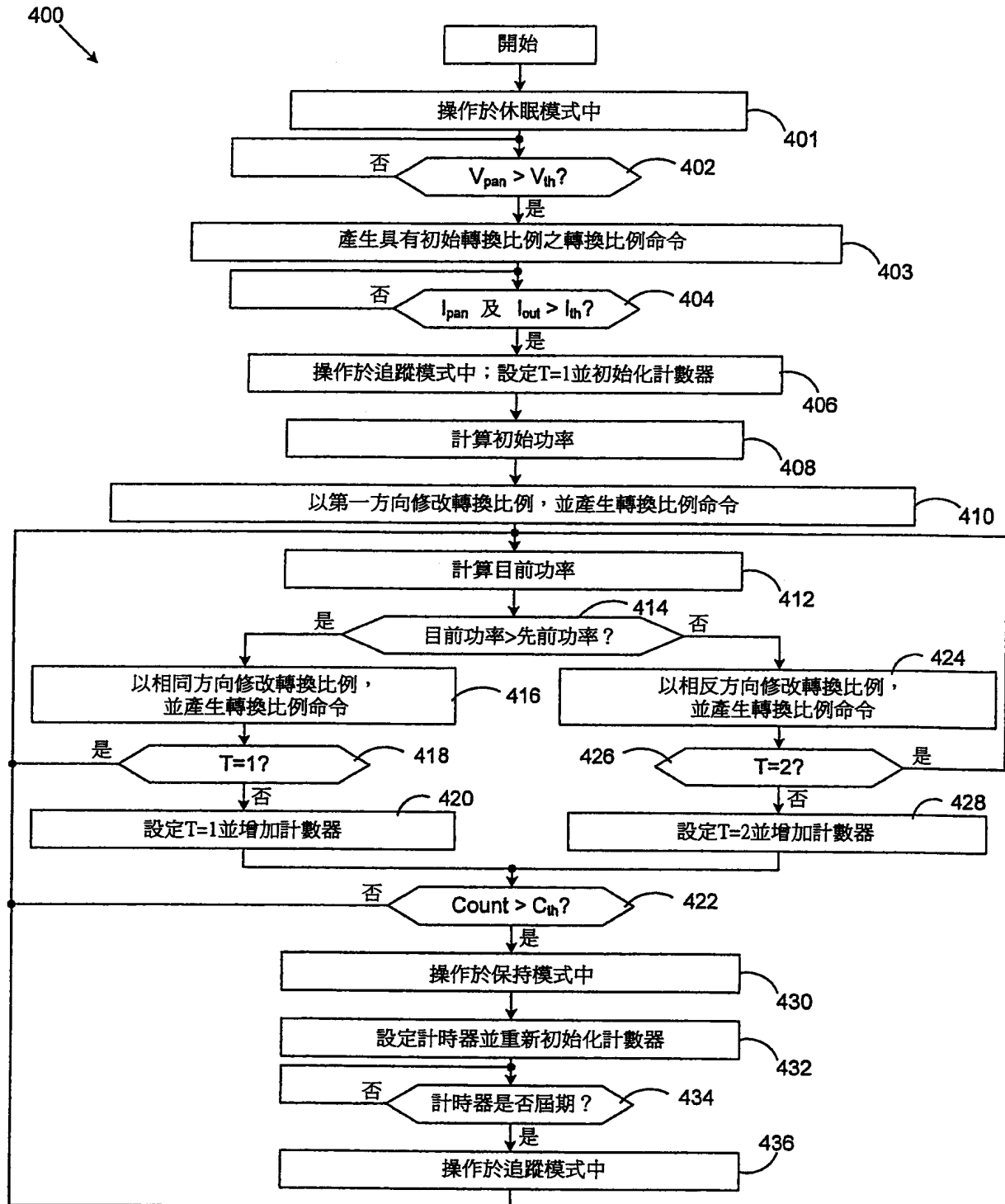


圖 4A

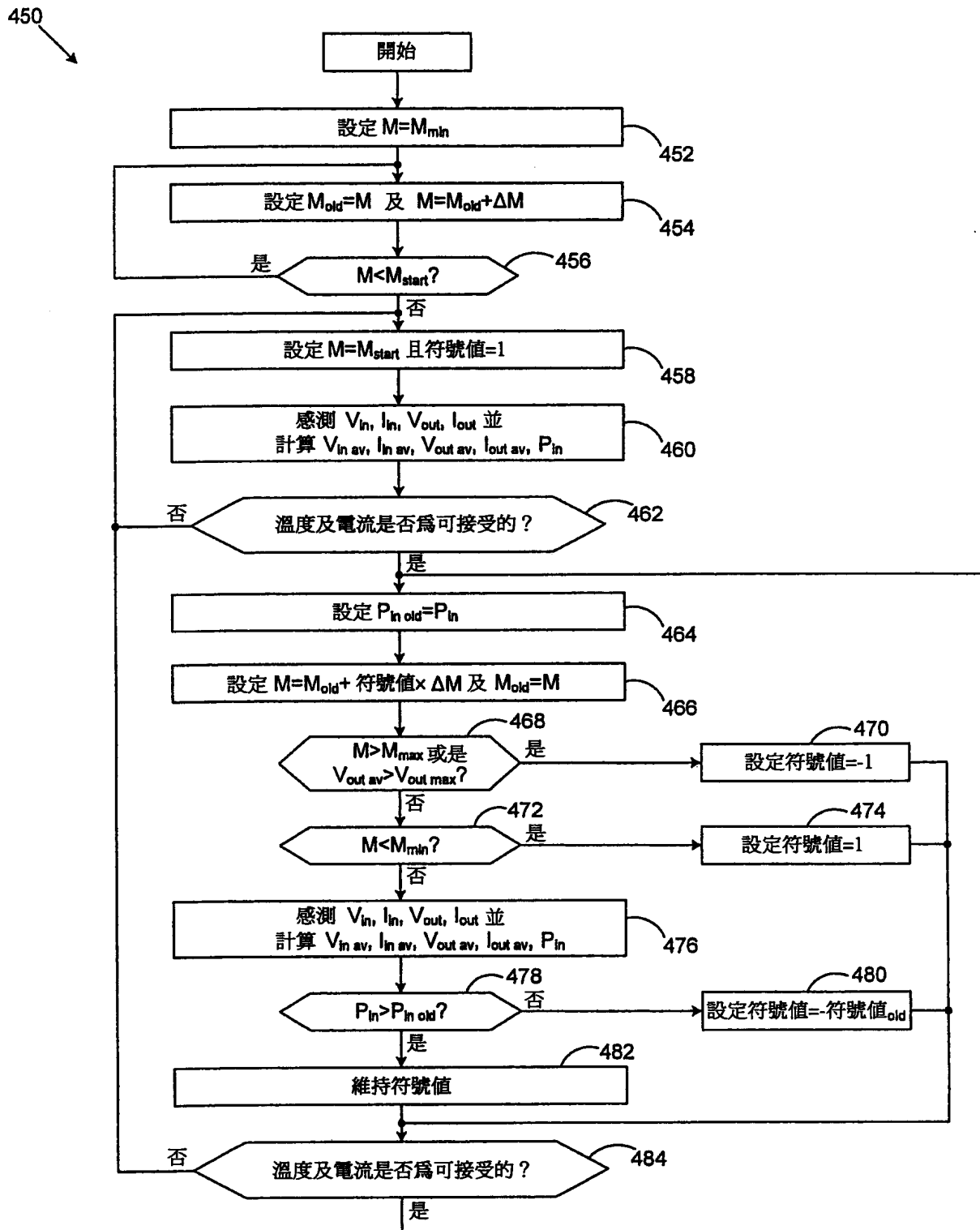


圖 4B

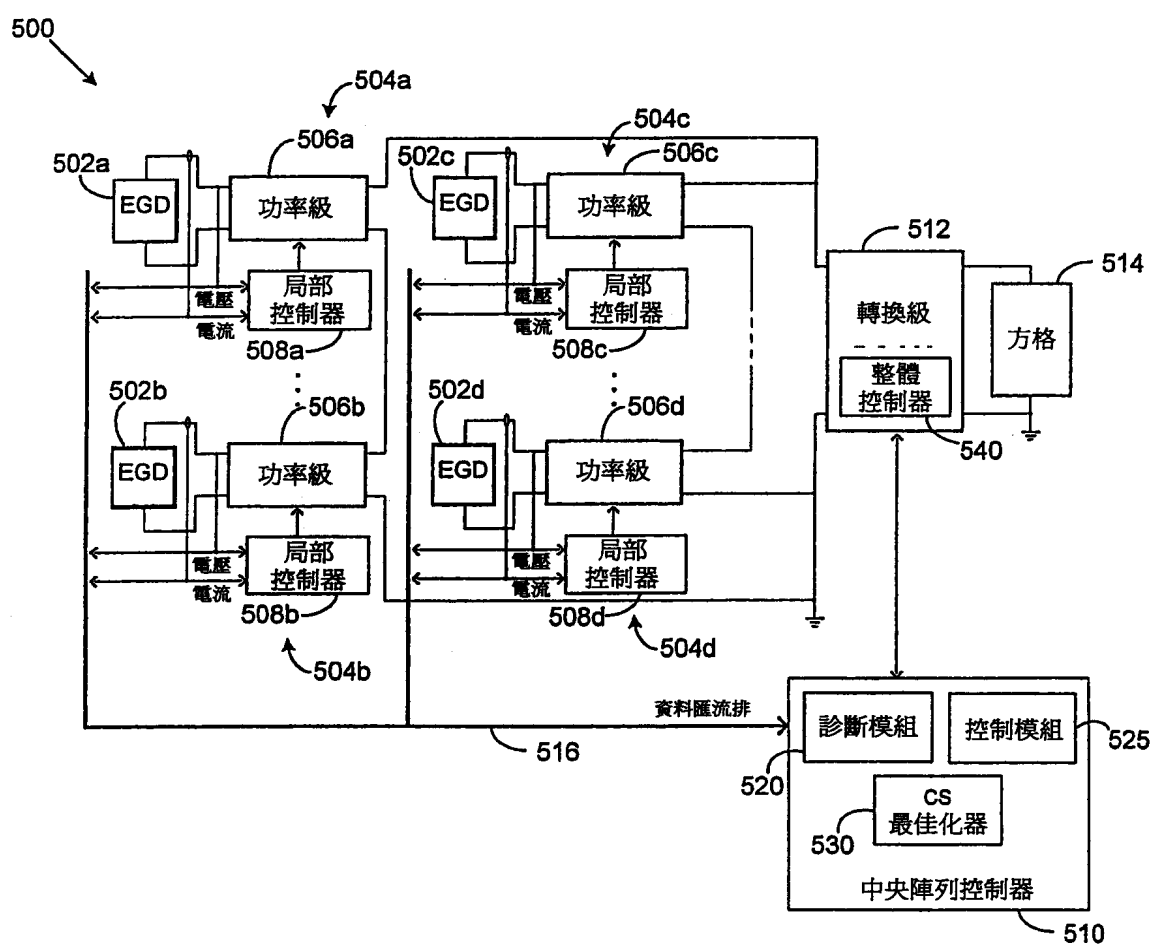


圖5

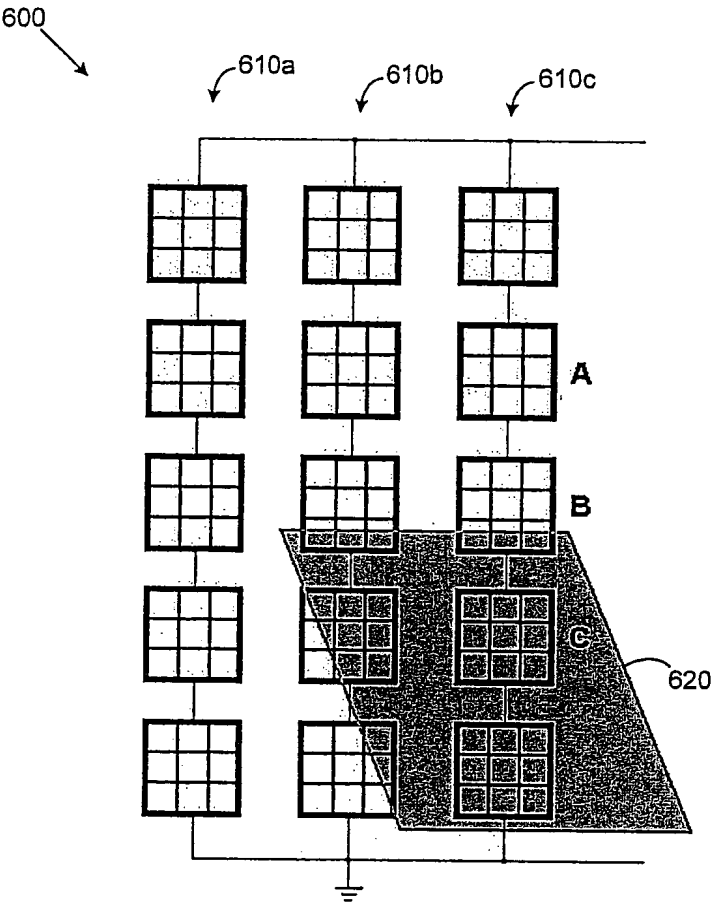


圖 6

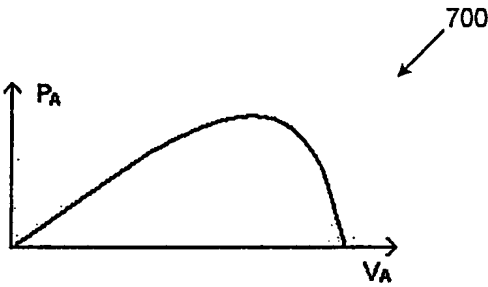


圖 7A

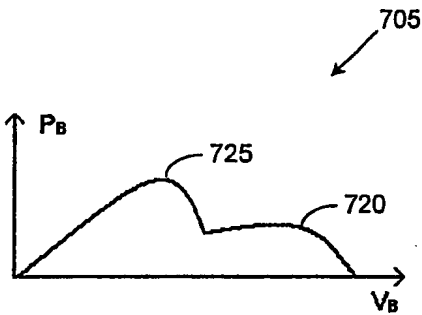


圖 7B

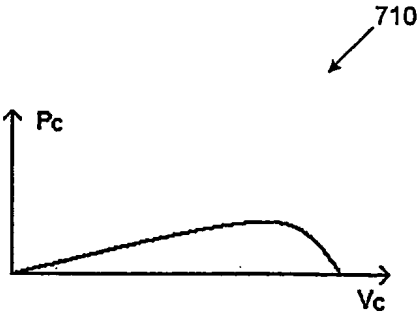


圖 7C

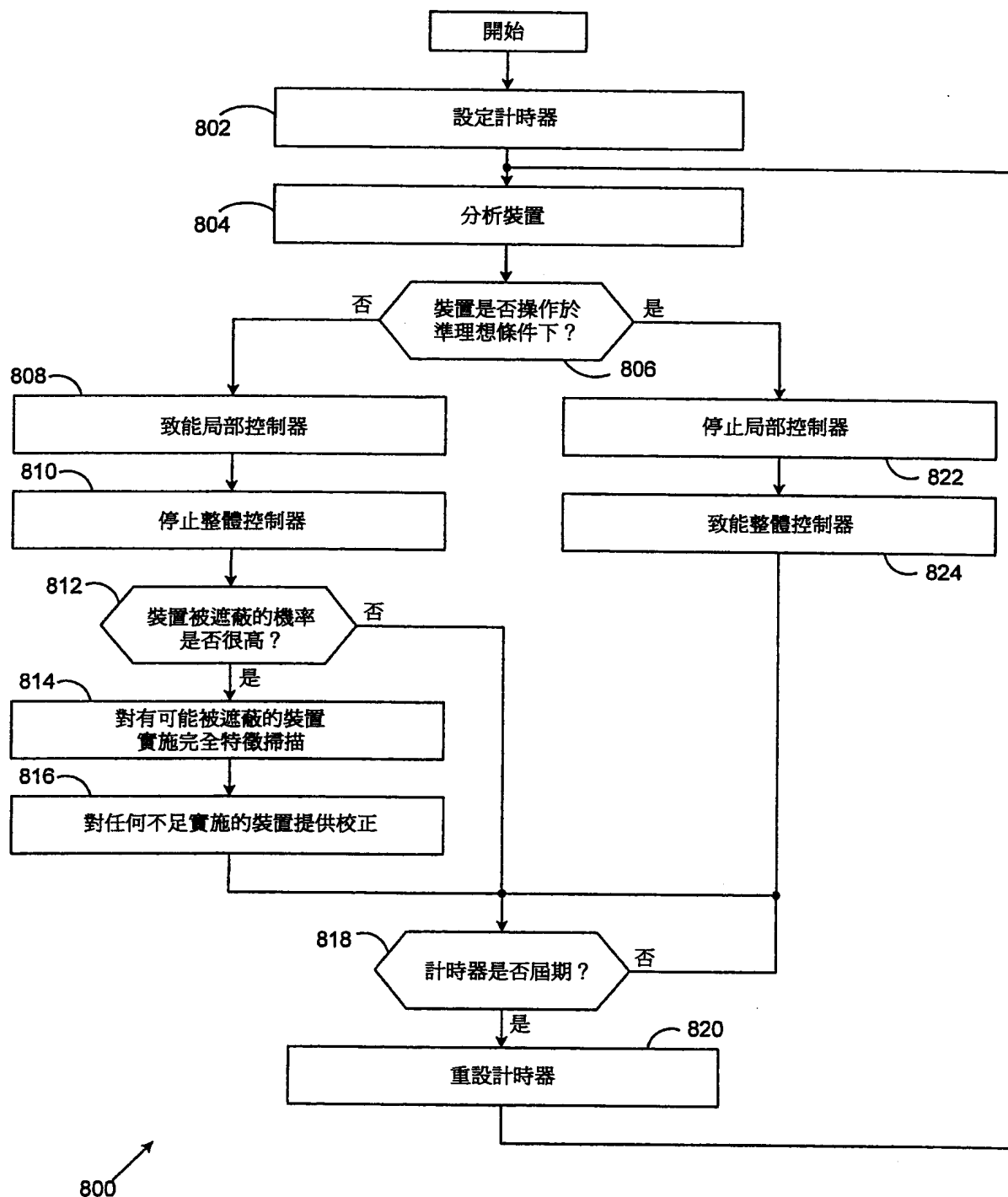


圖 8

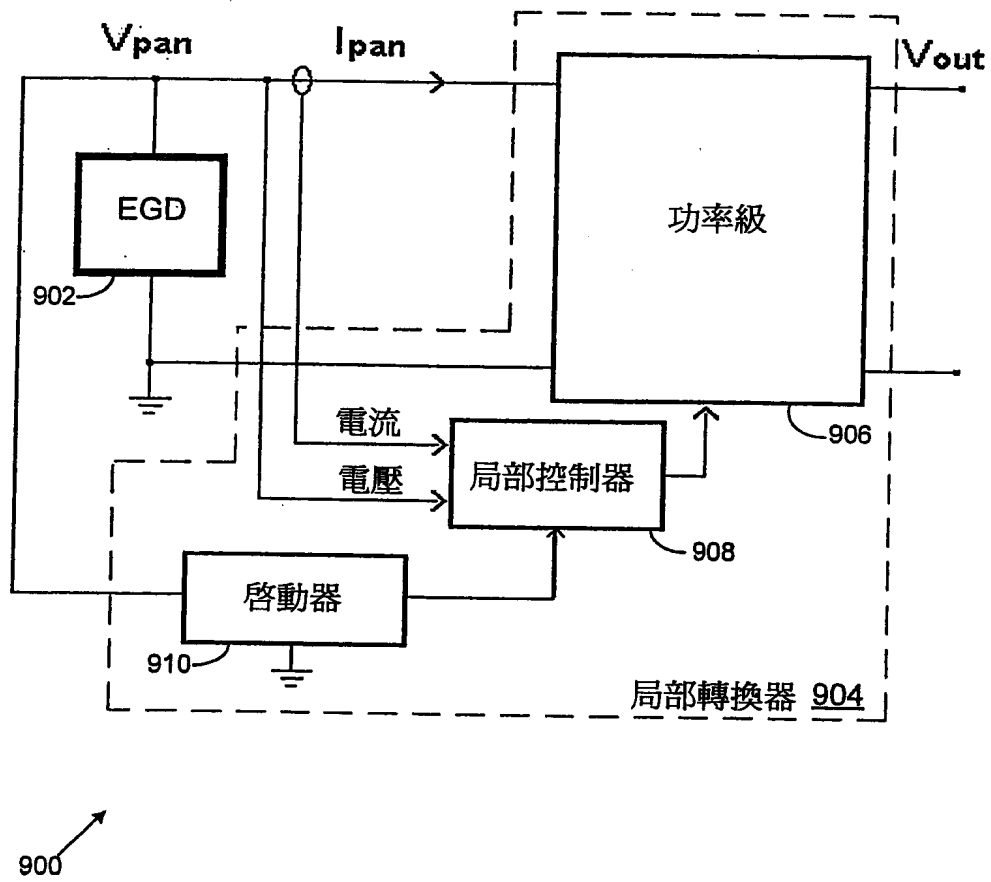


圖 9

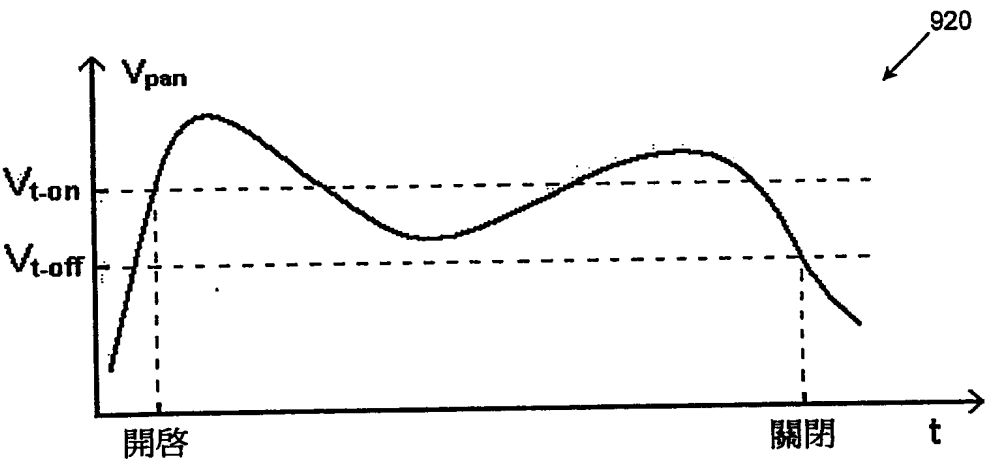


圖 10

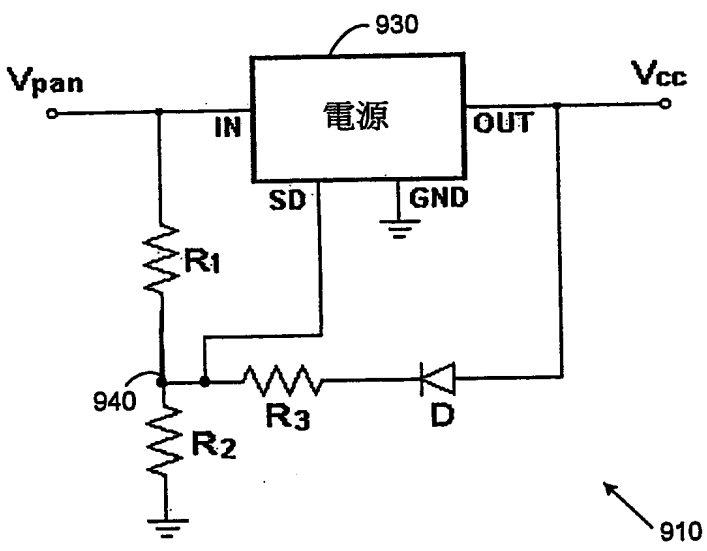


圖 11

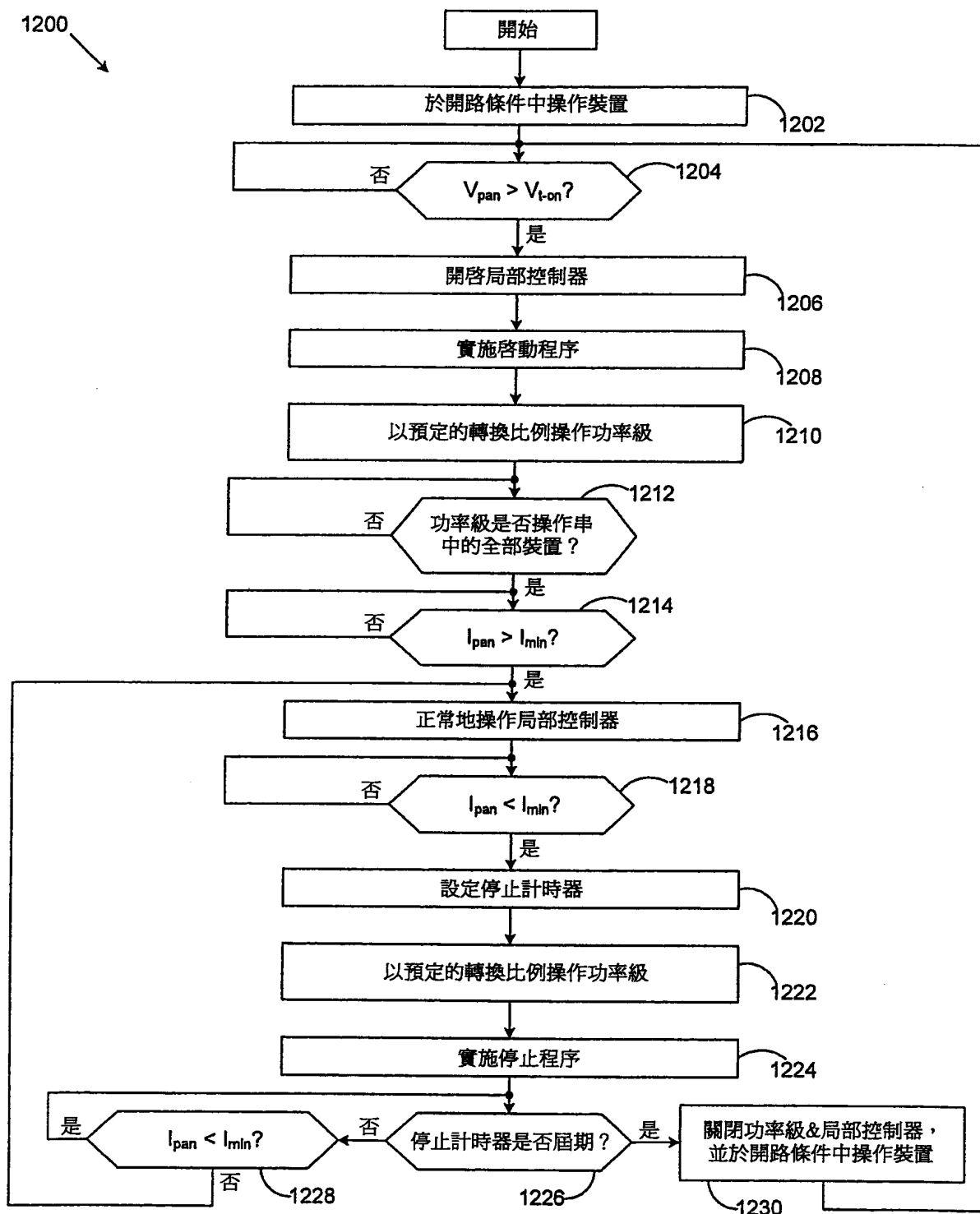


圖12

四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第 (1A) 圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

10：能量產生系統

12a~12f：能量產生裝置

14a~14f：局部轉換器

16：能量產生陣列

22：DC-AC 轉換器

24a~24b：串

32：中央 MPPT 控制區塊

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