



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I631810 B

(45)公告日：中華民國 107 (2018) 年 08 月 01 日

(21)申請案號：103119556

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 06 月 05 日

(51)Int. Cl. : H02M7/5387 (2007.01)

H02M1/42 (2007.01)

(30)優先權：2013/06/11 日本

2013-122665

(71)申請人：住友電氣工業股份有限公司 (日本) SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.
(JP)

日本

(72)發明人：綾井直樹 AYAI, NAOKI (JP) ; 阿比留健志 ABIRU, KENJI (JP) ; 奧村俊明
OKUMURA, TOSHIAKI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 457760

CN 101950985A

JP 2002-374681A

JP 2003-348768A

US 2007/0216323A1

WO 2006/033142A1

WO 2012/132948A1

審查人員：林迺信

申請專利範圍項數：13 項 圖式數：18 共 73 頁

(54)名稱

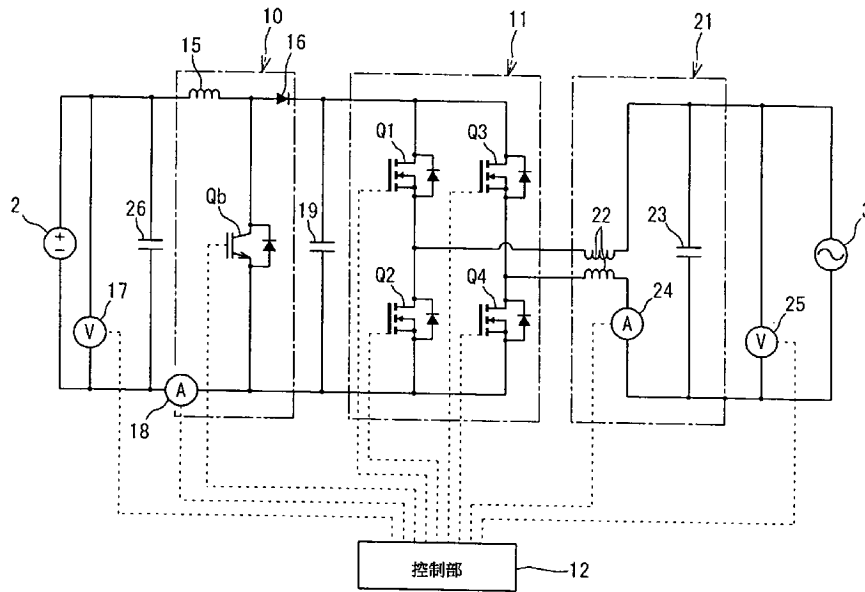
換流裝置

(57)摘要

一種換流裝置，包含：把直流電源所輸出的直流電力之直流輸入電壓值予以升壓之升壓電路、把從該升壓電路所給予之電力變換成交流電力之換流電路、控制升壓電路及換流電路之控制部、以及被設在把變換過的交流電力輸出到交流系統的電路之電抗器；其中，根據直流電力的輸入電力值及交流系統的電壓值求取輸出電流目標值，根據該輸出電流目標值求取換流電路的電流目標值及電壓目標值而控制換流電路，同時，利用根據與換流電路共通的電流目標值及電壓目標值、以及直流輸入電壓值，求取升壓電路的電流目標值而控制升壓電路的方式，控制交流電力的輸出。

指定代表圖：

圖 2



符號簡單說明：

- 2 . . . 太陽光發電面板
- 3 . . . 商用電力系統
- 10 . . . 升壓電路
- 11 . . . 換流電路
- 12 . . . 控制部
- 15 . . . 直流電抗器
- 16 . . . 二極體
- 17 . . . 第 1 電壓感測器
- 18 . . . 第 1 電流感測器
- 19 . . . 電容(平滑電容)
- 21 . . . 濾波電路
- 22 . . . 交流電抗器
- 23 . . . 電容(輸出平滑電容)
- 24 . . . 第 2 電流感測器
- 25 . . . 第 2 電壓感測器
- 26 . . . 電容
- Q1~Q4、Qb . . . 切換元件

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

換流裝置

【技術領域】

[0001] 本發明為有關用以把來自太陽光發電等的直流電源之直流電力變換成交流電力之換流裝置者。

【先前技術】

[0002] 以往，使用著具備有用以把來自太陽能電池或蓄電池等的直流電源之輸入電力變換成交流電力，同時把變換過的交流電力重疊到商用電力等的交流系統之系統連接功能之換流裝置。

這樣的換流裝置具備：用以把輸入電力的電壓予以升壓之升壓電路、以及把升壓電路的輸出變換成交流電力之換流電路。

[0003] 上述換流裝置中，提案有：以在應輸出的交流電力內，使輸入電源的電壓僅在比交流系統電壓的絕對值還要低的期間於升壓電路進行切換動作，在其他的期間，使升壓電路的切換動作停止的方式，減低因換流電路及升壓電路之切換所致的損失，可以以更高的效率輸出電力之換流裝置（例如，參閱專利文獻 1）。

〔先前技術文獻〕

〔專利文獻〕

[0004]

[專利文獻 1]日本特開 2000-152651 號專利公報

【發明內容】

〔發明欲解決之課題〕

[0005] 在上述般的換流裝置中，相互比較交流系統電壓的絕對值與輸入電壓，在為一致的瞬間，在升壓電路與換流電路相互切換高頻切換的期間。但是，如此在交流系統電壓的絕對值與輸入電壓一致的瞬間，有關高頻切換動作，從升壓電路切換到換流電路的話，換流電路的輸入電壓會不足，是有於輸出電流發生畸變的情況。

[0006] 控制成換流電路的輸出電壓與系統電壓同步的話，在交流系統電壓的絕對值與輸入電壓為相互一致的瞬間，即便升壓電路與換流電路之高頻切換的期間，不會發生有對換流電路的輸入電壓為不足的期間的緣故，於輸出電流不會發生畸變。但是，此時交流電抗器的兩端電壓變成與交流電壓同相，流動到交流電抗器的電流相位變成相對於交流系統的電壓相位延遲了 90 度的相位。因此，透過交流電抗器而輸出，被重疊到交流系統的交流電力的電流相位，變成相對於交流系統電壓延遲 90 度。作為該結果，恐有無法輸出準據於系統連接的規定之電力之虞。

[0007] 而且，在上述換流裝置，用以把升壓電路的輸出電流或直流電抗器的電流波形整形成指定的波形與大

可以輸出同步到交流系統的畸變少的交流電流。

【圖式簡單說明】

[0013]

[圖 1]為表示具備有關第 1 實施型態的換流裝置之系統的其中一例之方塊圖。

[圖 2]為換流裝置的電路圖之其中一例。

[圖 3]為控制部之方塊圖。

[圖 4]為表示利用模擬求出直流輸入電壓檢測值（縱軸為[V]）、及升壓電路電流檢測值（縱軸為[A]）的時程變化的結果之其中一例之圖表。

[圖 5]為表示平均化處理部所進行之平均化直流輸入電壓檢測值 V_g 之際的樣態之圖。

[圖 6]為用以說明控制處理部的控制處理之控制方塊圖。

[圖 7]為表示升壓電路及換流電路的控制處理之流程。

[圖 8] (a) 為表示控制處理部在回饋控制中所求出的升壓電路電流指令值、及利用模擬求出依此進行控制的情況之升壓電路電流檢測值的結果之其中一例之圖表；

(b) 為表示控制處理部在回饋控制中所求出的升壓電路電壓目標值、及利用模擬求出依此進行控制的情況之升壓電路電壓檢測值的結果之其中一例之圖表（電壓的縱軸為[V]、電流的縱軸為[A]）。

[圖 9]表示換流輸出電壓指令值（縱軸為[V]）之其中一例之圖。

[圖 10]（a）為比較升壓電路用載波、與升壓電路用參考波之圖表；（b）為用以驅動升壓電路控制部所生成之切換元件 Qb 之驅動波形。

[圖 11]（a）為比較換流電路用載波、與換流電路用參考波之圖表；（b）為用以驅動換流電路控制部所生成之切換元件 Q1 之驅動波形；（c）為用以驅動換流電路控制部所生成之切換元件 Q3 之驅動波形。

[圖 12]為表示參考波、及各切換元件的驅動波形之其中一例，並同時表示換流裝置所輸出的交流電力的電流波形之其一例之圖（電壓的縱軸為[V]、電流的縱軸為[A]）。

[圖 13]（a）為表示從換流電路所輸出的交流電壓、商用電力系統、及交流電抗器的兩端電壓之各自的電壓波形之圖表；（b）為表示在交流電抗器流動之電流波形的圖表。

[圖 14]為有關第 2 實施方式的換流裝置的電路圖之其中一例。

[圖 15]為比較第 2 實施方式之換流電路用載波、與參考波之圖表。

[圖 16]為表示第 2 實施方式之參考波、及各切換元件 Qb、Q1~Q4 的驅動波形之其中一例，並同時表示換流裝置所輸出的交流電力的電流波形（縱軸為[A]）之其中一

如，

令前述升壓電路的電流目標值為 I_{in}^* ，

令前述換流電路的電流目標值及電壓目標值分別為 I_{inv}^* 及 V_{inv}^* ，

令前述升壓電路的電壓目標值為 V_o^* ，

令前述直流輸入電壓值為 V_g ，

令在前述平滑電容流動的電流為 I_c 時，

$$I_{in}^* = \frac{\{ (I_{inv}^* \times V_{inv}^*) + I_c \times V_o^* \}}{V_g}。$$

[0024] (8) 而且，在前述 (3) 之換流裝置中，例如，

令前述升壓電路的電流目標值為 I_{in}^* ，

令前述換流電路的電流目標值及電壓目標值分別為 I_{inv}^* 及 V_{inv}^* ，

令前述平滑電容的電容值為 C ，

令前述升壓電路的電壓目標值為 V_o^* ，

令前述直流輸入電壓值為 V_g ，

令該換流裝置的電力損失為 P_{Loss} 時，

$$I_{in}^* = \frac{\{ (I_{inv}^* \times V_{inv}^*) + C \times (dV_o^*/dt) \times V_o^* + P_{Loss} \}}{V_g}。$$

[0025] (9) 而且，在前述 (3) 之換流裝置中，例如，

令前述升壓電路的電流目標值為 I_{in}^* ，

令前述換流電路的電流目標值及電壓目標值分別為

I_{inv}^* 及 V_{inv}^* ,

令前述升壓電路的電壓目標值為 V_o^* ,

令前述直流輸入電壓值為 V_g ,

令在前述平滑電容流動的電流為 I_c ,

令該換流裝置的電力損失為 P_{Loss} 時 ,

$$I_{in}^* = \frac{\{ (I_{inv}^* \times V_{inv}^*) + I_c \times V_o^* + P_{Loss} \}}{V_g} .$$

[0026] (10) 而且，在前述 (4) ~ (9) 之任一換流裝置中，前述控制部，係選擇前述直流輸入電壓值、及前述換流電路的電壓目標值中絕對值較大的一方作為前述升壓電路的電壓目標值，同時，

令前述電抗器的電感為 L_a 時，把前述換流電路的電壓目標值 V_{inv}^* ,

作為 $V_{inv}^* = V_a + L_a (d I_{inv}^* / dt)$ 而求出者為佳。

[0027] 前述 (10) 的情況，控制部，係控制成：前述換流電路的電壓目標值的絕對值，在輸出比直流輸入電壓值還要高的部分之電壓之際使升壓電路動作，前述換流電路的電壓目標值的絕對值，在輸出比直流輸入電壓值還要低的部分的電壓之際使換流電路動作的緣故，可以藉由換流電路而抑制降低進行降壓之電力的電位差，同時減低因升壓電路的切換所致的損失，可以以更高效率輸出交流電力。更進一步，升壓電路及換流電路，係一同根據控制部所設定之電壓目標值進行動作的緣故，即便進行兩電路

的高頻切換期間交互切換的動作，可以抑制從換流裝置所輸出的交流電流發生相位錯位或畸變。

[0028] (11) 而且，在前述(1)～(10)之任一換流裝置中，前述控制部，係根據從對來自前述直流輸入電壓值及前述電源所給予的直流電力之直流輸入電流值分別做複數次測定的結果所求出之前述直流輸入電壓值及前述直流輸入電流值之個別的平均值，進行前述電源中最大功率點追蹤控制者為佳。

該情況，即便在因電源所致之直流電力變動而不安定的情況下，控制部把直流輸入電壓值及直流輸入電流值作為平均值並可以得到良好精度。其結果，可以適宜地控制電源，可以有效果地抑制作為換流裝置的效率下降。

[0029] (12) 而且，藉由變換部等之阻抗的變動，在於電源所輸出到變換部之直流電力的電壓或電流發生變動的情況下，其變動週期，與交流系統的 $1/2$ 週期一致。

從而，在前述(11)之換流裝置中，前述直流輸入電壓值及直流輸入電流值之各個平均值，乃是在前述交流系統之 $1/2$ 週期的整數倍期間之間，從對各個前述直流輸入電壓值及直流輸入電流值以比前述交流系統之 $1/2$ 週期還要短的時間間隔進行複數次測定的結果所得到的值者為佳；該情況下，即便直流輸入電壓值及直流輸入電流值週期性變動，可以精度良好地求出直流輸入電壓值及直流輸入電流值。

[0030] (13) 而且，在(1)～(12)之換流裝置

中，可以從前述交流系統把直流電力輸出到前述電源。亦即，在換流電路的電流目標值（ I_{inv}^* ）與電壓目標值（ V_{inv}^* ）之間相互把相位錯開 180 度的話，也可以以相同的電流目標值（ I_{in}^* ）的控制從交流系統朝電源之逆方向輸出。

[0031]

《詳細的實施方式》

以下、有關本發明之實施方式，一邊參閱圖面一邊說明之。

[0032]

[1. 第 1 實施型態]

[1.1 有關全體構成]

圖 1 為表示具備有關第 1 實施型態的換流裝置之系統的其中一例之方塊圖。圖中，於換流裝置 1 的輸入端，連接作為直流電源之太陽光發電面板 2；於輸出端，連接著交流之商用電力系統 3。該系統，係把太陽光發電面板 2 所發電之直流電力變換成交流電力，進行輸出到商用電力系統 3 之連結運轉。

[0033] 換流裝置 1 具備：給予太陽光發電面板 2 所輸出的直流電力之升壓電路 10、把從升壓電路 10 所給予的電力變換成交流電力輸出到商用電力系統 3 之換流電路 11、以及控制該兩電路 10、11 的動作之控制部 12。

[0034] 圖 2 為換流裝置 1 的電路圖之其中一例。

升壓電路 10 具備：利用直流電抗器 15、二極體 16、

[0040] 第 2 電流感測器 24 及第 2 電壓感測器 25，係把檢測過的系統電壓檢測值 V_a （交流系統的電壓值）及換流電流檢測值 I_{inv} 輸出到控制部 12。尚且，第 2 電流感測器 24，係如圖般，是可以設在電容 23 的前段，但也可以設在電容 23 的後段。

控制部 12，係根據這些系統電壓檢測值 V_a 及換流電流檢測值 I_{inv} 、與上述之直流輸入電壓檢測值 V_g 、升壓電路電流檢測值 I_{in} ，控制升壓電路 10 及換流電路 11。

[0041]

〔 1.2 有關控制部 〕

圖 3 為控制部 12 之方塊圖。控制部 12，係如圖 3 所示般，功能性具有：控制處理部 30、升壓電路控制部 32、換流電路控制部 33、及平均化處理部 34。

控制部 12 之各功能，係其一部分或全部可藉由硬體電路而構成；或者是其一部分或全部亦可以藉由電腦執行軟體（電腦程式）的方式來實現。實現控制部 12 的功能之軟體（電腦程式），是被儲存在電腦的記憶裝置（圖示省略）。

[0042] 升壓電路控制部 32，係根據來自控制處理部 30 所給予的指令值及檢測值，控制升壓電路 10 的切換元件 Q_b ，使對應到前述指令值的電流的電力輸出到升壓電路 10。

而且，換流電路控制部 33，係根據來自控制處理部 30 所給予的指令值及檢測值，控制換流電路 11 的切換元

件 Q1~Q4，使對應到前述指令值的電流的電力輸出到換流電路 11。

[0043] 於控制處理部 30，給予直流輸入電壓檢測值 V_g 、升壓電路電流檢測值 I_{in} 、系統電壓檢測值 V_a 及換流電流檢測值 I_{inv} 。

控制處理部 30，係由直流輸入電壓檢測值 V_g 及升壓電路電流檢測值 I_{in} 演算輸入電力 P_{in} 及其平均值 $\langle P_{in} \rangle$ 。

控制處理部 30 具有：根據輸入電力平均值 $\langle P_{in} \rangle$ ，設定直流輸入電流指令值 I_g^* （之後說明）後對太陽光發電面板 2 進行 MPPT 控制，同時分別對升壓電路 10 及換流電路 11 進行回饋控制之功能。

[0044] 直流輸入電壓檢測值 V_g 及升壓電路電流檢測值 I_{in} 是被給予到平均化處理部 34、及控制處理部 30。

[0045] 平均化處理部 34 具有：把從第 1 電壓感測器 17 及第 1 電流感測器 18 所給予之直流輸入電壓檢測值 V_g 及升壓電路電流檢測值 I_{in} ，每隔預先設定之指定的時間間隔進行取樣，求取個個的平均值，把平均化過的直流輸入電壓檢測值 V_g 及升壓電路電流檢測值 I_{in} 給予到控制處理部 30 之功能。

[0046] 圖 4 為表示利用模擬求出直流輸入電壓檢測值 V_g 、及升壓電路電流檢測值 I_{in} 的時程變化的結果之其中一例之圖表。

而且，直流輸入電流檢測值 I_g ，為比起電容 26 更在

輸入側所檢測出的電流值。

[0047] 如圖 4 所示，直流輸入電壓檢測值 V_g 、升壓電路電流檢測值 I_{in} 、及直流輸入電流檢測值 I_g ，係了解以系統電壓的 $1/2$ 的週期進行變動。

[0048] 如圖 4 所示般，直流輸入電壓檢測值 V_g 、及直流輸入電流檢測值 I_g 週期性變動的理由為如下所述。亦即，升壓電路電流檢測值 I_{in} ，係對應到升壓電路 10、及換流電路 11 的動作，以交流週期的 $1/2$ 週期大致從 0A 到峰值進行大幅變動。為此，以電容 26 是無法完全去除變動分量，直流輸入電流檢測值 I_g 變成包含以交流週期的 $1/2$ 週期而變動的成分之脈流。另一方面，太陽光發電面板係藉由輸出電流變化輸出電壓。

為此，於直流輸入電壓檢測值 V_g 所發生之週期性的變動，為換流裝置 1 所輸出之交流電力的 $1/2$ 週期。

[0049] 平均化處理部 34，係為了抑制上述之週期性的變動所致的影響，平均化直流輸入電壓檢測值 V_g 及升壓電路電流檢測值 I_{in} 。

[0050] 圖 5 為表示平均化處理部 34 所進行之平均化直流輸入電壓檢測值 V_g 之際的樣態之圖。

[0051] 平均化處理部 34，係在從某時序 t_1 開始，一直到時序 t_2 為之之間的期間 L 中，每隔預先被設定之指定的時間間隔 Δt ，對於所給予的直流輸入電壓檢測值 V_g 進行複數次取樣（圖中、黑點的時序），求出所得到之複數個直流輸入電壓檢測值 V_g 的平均值。

[0052] 在此，平均化處理部 34，係設定期間 L 成為商用電力系統 3 的週期長度之 $1/2$ 的長度。而且，平均化處理部 34，係把時間間隔 Δt ，設定成比商用電力系統 3 的 $1/2$ 週期的長度還要十分短的期間。

經此，平均化處理部 34，係可以對與商用電力系統 3 的週期同步而週期性變動之直流輸入電壓檢測值 V_g 的平均值，盡可能縮短取樣的期間，並精度良好地進行求取。

尚且，取樣的時間間隔 Δt ，係例如，可以設定成商用電力系統 3 的週期的 $1/100 \sim 1/1000$ ，或者是，20 微秒 \sim 200 微秒等。

[0053] 尚且，平均化處理部 34，係可以預先記憶期間 L ，也可以從第 2 電壓感測器 25 取得系統電壓檢測值 V_a 後根據商用電力系統 3 的週期設定期間 L 。

而且，在此，把期間 L 設定成商用電力系統 3 的週期長度之 $1/2$ 的長度，但期間 L 至少設定成商用電力系統 3 的 $1/2$ 週期的話，可以精度良好地求取直流輸入電壓檢測值 V_g 的平均值。直流輸入電壓檢測值 V_g ，係如上述般，藉由升壓電路 10、及換流電路 11 的動作，以商用電力系統 3 的週期長度之 $1/2$ 的長度週期性變動。

因此，在有必要把期間 L 設定的更長的情況下，如所謂商用電力系統 3 之 $1/2$ 週期的 3 倍或 4 倍那般，可以把期間 L 設定成商用電力系統 3 之 $1/2$ 週期的整數倍。藉此，以週期單位掌握電壓變動。

[0054] 如上述，升壓電路電流檢測值 I_{in} 也與直流輸

入電壓檢測值 V_g 同樣，以商用電力系統 3 的 $1/2$ 週期週期性變動。

因此，平均化處理部 34，係藉由如圖 5 所示之與直流輸入電壓檢測值 V_g 同樣的方法，求取升壓電路電流檢測值 I_{in} 的平均值。

控制處理部 30，係個別對直流輸入電壓檢測值 V_g 的平均值及升壓電路電流檢測值 I_{in} 的平均值，每隔期間 L 逐次求取。

[0055] 平均化處理部 34，係把求到的直流輸入電壓檢測值 V_g 的平均值及升壓電路電流檢測值 I_{in} 的平均值，給予到控制處理部 30。

[0056] 在本實施方式中，如上述般，平均化處理部 34 求出直流輸入電壓檢測值 V_g 的平均值（直流輸入電壓平均值 $\langle V_g \rangle$ ）及升壓電路電流檢測值 I_{in} 的平均值（升壓電路電流平均值 $\langle I_{in} \rangle$ ），控制處理部 30 係使用這些值，一邊對太陽光發電面板 2 進行 MPPT 控制，一邊控制升壓電路 10 及換流電路 11 的緣故，即便在因太陽光發電面板 2 所致的直流電流變動而不安定的情況下，控制部 12 可以精度良好地得到來自太陽光發電面板 2 的輸出，並作為去除了因換流裝置 1 的動作所致的變動分量之直流輸入電壓平均值 $\langle V_g \rangle$ 及升壓電路電流平均值 $\langle I_{in} \rangle$ 。其結果，可以適宜地進行 MPPT 控制，可以效果地抑制太陽光發電面板 2 的發電效率下降。

[0057] 而且，如上述般，藉由換流裝置 1 的動作，

在太陽光發電面板 2 所輸出之直流電力的電壓（直流輸入電壓檢測值 V_g ）或電流（升壓電路電流檢測值 I_{in} ）發生有變動的情況下，其變動週期，與換流電路 11 所輸出之交流電力的 $1/2$ 週期（商用電力系統 3 的 $1/2$ 週期）一致。

這一點，在本實施方式中，在設定成商用電力系統 3 的週期長度之 $1/2$ 的長度的期間 L 之間，分別對直流輸入電壓檢測值 V_g 及升壓電路電流檢測值 I_{in} ，以比交流系統的 $1/2$ 週期還要短的時間間隔 Δt 做複數次取樣，從其結果求取直流輸入電壓平均值 $\langle V_g \rangle$ 及升壓電路電流平均值 $\langle I_{in} \rangle$ 的緣故，即便直流電流的電壓及電流週期性變動，也可以一邊盡可能縮短取樣的期間，一邊精度良好地求取直流輸入電壓平均值 $\langle V_g \rangle$ 及升壓電路電流平均值 $\langle I_{in} \rangle$ 。

[0058] 控制處理部 30，係根據上述之輸入電力平均值 $\langle P_{in} \rangle$ ，設定直流輸入電流指令值 I_g^* ，根據該設定過的直流輸入電流指令值 I_g^* 及上述值，求取分別對升壓電路 10 及換流電路 11 之指令值。

控制處理部 30 具有：把所求出的指令值給予到升壓電路控制部 32 及換流電路控制部 33，分別對升壓電路 10 及換流電路 11 進行回饋控制之功能。

[0059] 圖 6 為用以說明利用控制處理部 30 之升壓電路 10、及換流電路 11 的回饋控制之控制方塊圖。

控制處理部 30，係作為用以進行換流電路 11 的控制

之功能部，具有：第 1 演算部 41、第 1 加法器 42、補償器 43、及第 2 加法器 44。

而且，控制處理部 30，係作為用以進行升壓電路 10 的控制之功能部，具有：第 2 演算部 51、第 3 加法器 52、補償器 53、及第 4 加法器 54。

[0060] 圖 7 為表示升壓電路 10 及換流電路 11 的控制處理之流程。於圖 6 所示之各功能部，係以執行在於圖 7 所示之流程所表示之處理的方式，控制升壓電路 10 及換流電路 11。

以下、依據圖 7，說明升壓電路 10 及換流電路 11 的控制處理。

[0061] 首先，控制處理部 30，係求取現在狀態的輸入電力平均值 $\langle P_{in} \rangle$ （步驟 S9），與前次演算時的輸入電力平均值 $\langle P_{in} \rangle$ 做比較，設定直流輸入電流指令值 I_g^* （步驟 S1）。尚且，輸入電力平均值 $\langle P_{in} \rangle$ ，係根據下述式（1）來求取。

$$\text{輸入電力平均值 } \langle P_{in} \rangle = \langle I_{in} \times V_g \rangle \quad \dots (1)$$

[0062] 尚且，式（1）中、 I_{in} 為升壓電路電流檢測值， V_g 為直流輸入電壓檢測值（直流輸入電壓值）；使用乃是藉由平均化處理部 34 而被平均化過的值之直流輸入電壓平均值 $\langle V_g \rangle$ 及升壓電路電流平均值 $\langle I_{in} \rangle$ 。

而且，有關式（1）以外之於以下所示之控制之各個式子中，升壓電路電流檢測值 I_{in} 、及直流輸入電壓檢測值 V_g ，係使用尚未被平均化之瞬時值。

而且，「 $\langle \rangle$ 」表示括弧內的值的平均值。以下為相同。

[0063] 控制處理部 30，係把設定過的直流輸入電流指令值 I_g^* ，給予到第 1 演算部 41。

於第 1 演算部 41，除了直流輸入電流指令值 I_g^* 之外，也給予直流輸入電壓檢測值 V_g 、系統電壓檢測值 V_a 。

[0064] 第 1 演算部 41，係根據下述式 (2)，演算作為換流裝置 1 之輸出電流指令值的平均值 $\langle I_a^* \rangle$ 。

輸出電流指令值的平均值

$$\langle I_a^* \rangle = \langle I_g^* \times V_g \rangle / \langle V_a \rangle \quad \dots (2)$$

[0065] 更進一步，第 1 演算部 41，係根據下述式 (3)，求取輸出電流指令值 I_a^* (輸出電流目標值) (步驟 S2)。

在此，第 1 演算部 41，係求取輸出電流指令值 I_a^* 作為與系統電壓檢測值 V_a 同相位之正弦波。

輸出電流指令值

$$I_a^* = (\sqrt{2}) \times \langle I_a^* \rangle \times \sin \omega t \quad \dots (3)$$

[0066] 如以上般，第 1 演算部 41，係根據輸入電力平均值 $\langle P_{in} \rangle$ (直流電力的輸入電力值) 及系統電壓檢測值 V_a ，求取輸出電流指令值 I_a^* 。

接著，第 1 演算部 41，係如下述式 (4) 所示般，演算乃是用以控制換流電路 11 的電流目標值之換流電流指令值 I_{inv}^* (換流電路的電流目標值) (步驟 S3)。

換流電流指令值

$$i_{inv}^* = i_a^* + s C_a V_a \quad \dots (4)$$

[0067] 但是，式（4）中， C_a 為電容 23（輸出平滑電容）的電容值； s 為拉普拉斯運算子。

上述式（4），使用以時間 t 的微分來表現的話，為

$$i_{inv}^* = i_a^* + C_a \times (d V_a / dt) \quad \dots (4a)$$

。而且，檢測在電容 23 所流動的電流，把其作為 I_{ca} 的話，為

$$i_{inv}^* = i_a^* + i_{ca} \quad \dots (4b)$$

在式（4）、（4a）、（4b）中，右邊第 2 項，為考慮在濾波電路 21 的電容 23 流動的電流而進行加法運算過的值。

尚且，輸出電流指令值 i_a^* ，係如上述式（3）所示般，被求出且作為與系統電壓檢測值 V_a 同相位之正弦波。亦即，控制處理部 30，係控制換流電路 11，使得換流裝置 1 所輸出之交流電力的電流 i_a （輸出電流）與系統電壓（系統電壓檢測值 V_a ）同相位。

[0068] 第 1 演算部 41 求出換流電流指令值 i_{inv}^* 的話，把該換流電流指令值 i_{inv}^* 給予到第 1 加法器 42。

換流電路 11，係藉由該換流電流指令值 i_{inv}^* ，而被回饋控制。

[0069] 於第 1 加法器 42，除了換流電流指令值 i_{inv}^* 之外，給予現在狀態的換流電流檢測值 i_{inv} 。

第 1 加法器 42，係演算換流電流指令值 i_{inv}^* 、與現

在狀態的換流電流檢測值 I_{inv} 的差量，把該演算結果給予到補償器 43。

[0070] 補償器 43 給予有上述差量的話，根據比例常數等，求取使該差量收斂並把換流電流檢測值 I_{inv} 作為換流電流指令值 I_{inv}^* 所得之換流電壓參考值 $V_{inv\#}$ 。補償器 43，係以把該換流電壓參考值 $V_{inv\#}$ 給予到換流電路控制部 33 的方式，於換流電路 11，以依照了換流電壓參考值 $V_{inv\#}$ 的電壓 V_{inv} 使電力輸出。

換流電路 11 所輸出的電力，係在藉由第 2 加法器 44 減掉系統電壓檢測值 V_a 之下給予到交流電抗器 22，作為新的換流電流檢測值 I_{inv} 而被回饋。接著，藉由第 1 加法器 42 再度演算換流電流指令值 I_{inv}^* 與換流電流檢測值 I_{inv} 之間的差量，與上述同樣，根據該差量控制換流電路 11。

[0071] 如以上般，換流電路 11，係藉由換流電流指令值 I_{inv}^* 、與換流電流檢測值 I_{inv} ，進行回饋控制（步驟 S4）。

[0072] 另一方面，於第 2 演算部 51，除了直流輸入電壓檢測值 V_g 、系統電壓檢測值 V_a 之外，給予第 1 演算部 41 所演算出的換流電流指令值 I_{inv}^* 。

第 2 演算部 51，係根據下述式（5），演算換流輸出電壓指令值 V_{inv}^* （換流電路的電壓目標值）（步驟 S5）。

考慮無效電力及電力損失 P_{Loss} 的方式，可以更嚴謹地求取 I_{in}^* 之值。

[0079] 尚且，在電容 19 的電容值 C 及電力損失 P_{Loss} 相比於 $(I_{inv}^* \times V_{inv}^*)$ 為十分小的情況下，下述式 (8) 成立。根據該式 (8)，可以簡樸化演算處理，可以縮短演算時間。

升壓電路電流指令值

$$I_{in}^* = (I_{inv}^* \times V_{inv}^*) / V_g \dots (8)$$

[0080] 第 2 演算部 51，係求取升壓電路電流指令值 I_{in}^* 的話，把該升壓電路電流指令值 I_{in}^* 給予到第 3 加法器 52。

升壓電路 10，係藉由該升壓電路電流指令值 I_{in}^* ，而被回饋控制。

[0081] 於第 3 加法器 52，除了升壓電路電流指令值 I_{in}^* 之外，給予現在狀態的升壓電路電流檢測值 I_{in} 。

第 3 加法器 52，係演算升壓電路電流指令值 I_{in}^* 、與現在狀態的升壓電路電流檢測值 I_{in} 的差量，把該演算結果給予到補償器 53。

[0082] 補償器 53 給予有上述差量的話，根據比例常數等，求取使該差量收斂並把升壓電路電流檢測值 I_{in} 作為升壓電路電流指令值 I_{in}^* 所得之升壓電路電壓參考值 $V_{bc\#}$ 。補償器 53，係以把該升壓電路電壓參考值 $V_{bc\#}$ 給予到升壓電路控制部 32 的方式，於升壓電路 10，以依照了升壓電路電壓參考值 $V_{bc\#}$ 的電壓 V_o 使電力輸出。

升壓電路 10 所輸出的電力，係在藉由第 4 加法器 54 減掉直流輸入電壓檢測值 V_g 之下給予到直流電抗器 15，作為新的升壓電路電流檢測值 I_{in} 而被回饋。接著，藉由第 3 加法器 52 再度演算升壓電路電流指令值 I_{in}^* 與升壓電路電流檢測值 I_{in} 之間的差量，與上述同樣，根據該差量控制升壓電路 10。

[0083] 如以上般，升壓電路 10，係藉由升壓電路電流指令值 I_{in}^* 、與升壓電路電流檢測值 I_{in} ，進行回饋控制（步驟 S8）。

[0084] 在上述步驟 S8 之後，控制處理部 30，係根據上述式（1），求取現在狀態的輸入電力平均值 $\langle P_{in} \rangle$ （步驟 S9）。

[0085] 控制處理部 30，係與前次演算時的輸入電力平均值 $\langle P_{in} \rangle$ 相比較後，設定直流輸入電流指令值 I_g^* ，使得輸入電力平均值 $\langle P_{in} \rangle$ 成為最大值（追蹤到最大電力點）。

[0086] 藉由以上，控制處理部 30，係一邊對太陽光發電面板 2 進行 MPPT 控制，一邊控制升壓電路 10 及換流電路 11。

[0087] 控制處理部 30，係如上述般，藉由電流指令值對換流電路 11 及升壓電路 10 進行回饋控制。

圖 8 (a) 為表示控制處理部 30 在上述回饋控制中所求出的升壓電路電流指令值 I_{in}^* 、及利用模擬求出依此進行控制的情況之升壓電路電流檢測值 I_{in} 的結果之其中一

例之圖表；（b）為表示控制處理部 30 在上述回饋控制中所求出的升壓電路電壓目標值 V_o^* 、及利用模擬求出依此進行控制的情況之升壓電路電壓檢測值 V_o 的結果之其中一例之圖表。

[0088] 如圖 8（a）所示般，了解到升壓電路電流檢測值 I_{in} ，係藉由控制處理部 30，依照升壓電路電流指令值 I_{in}^* 而被控制。

而且，如圖 8（b）所示般，升壓電路電壓目標值 V_o^* ，係藉由上述式（6）而求取的緣故，換流輸出電壓指令值 V_{inv}^* 的絕對值，為變化成：大致在成為直流輸入電壓檢測值 V_g 以上的期間，是仿效到換流輸出電壓指令值 V_{inv}^* 的絕對值，在此以外的期間是仿效到直流輸入電壓檢測值 V_g 。

了解到升壓電路電壓檢測值 V_o ，係藉由控制處理部 30，依照升壓電路電壓目標值 V_o^* 而被控制。

[0089] 圖 9 為表示換流輸出電壓指令值 V_{inv}^* 之其中一例之圖。圖中，縱軸表示電壓；橫軸表示時間。虛線表示商用電力系統 3 的電壓波形；實線表示換流輸出電壓指令值 V_{inv}^* 的波形。

換流裝置 1，係藉由依照圖 7 的流程之控制，把於圖 9 所示之換流輸出電壓指令值 V_{inv}^* 作為電壓目標值而輸出電力。

因此，換流裝置 1，係輸出依照於圖 9 所示之換流輸出電壓指令值 V_{inv}^* 的波形之電壓的電力。

[0090] 如圖所示般，兩波係電壓值及頻率為相互大致相同，但換流輸出電壓指令值 V_{inv}^* 的相位方面，是相對於商用電力系統 3 的電壓相位而數次相位超前。

[0091] 本實施方式的控制處理部 30，係如上述般，在執行升壓電路 10 及換流電路 11 的回饋控制中，把換流輸出電壓指令值 V_{inv}^* 的相位，相對於商用電力系統 3 的電壓相位相位超前約 3 度。

使換流輸出電壓指令值 V_{inv}^* 的相位相對於商用電力系統 3 的電壓相位而相位超前的角度，為數次的話是可以的；如後述般，在與商用電力系統 3 的電壓波形之間求取差量時所得到的電壓波形，是被設定在成為相對於商用電力系統 3 的電壓波形前進 90 度的相位的範圍內。例如，被設定在比 0 度大且比 10 度小的範圍內。

[0092] 使上述相位超前的角度，係如上述式 (5) 所示般，藉由系統電壓檢測值 V_a 、交流電抗器 22 的電感 L_a 、及換流電流指令值 I_{inv}^* 決定。在這之內，系統電壓檢測值 V_a 、交流電抗器 22 的電感 L_a ，為控制對象外的固定值緣故，使相位超前的角度，藉由換流電流指令值 I_{inv}^* 而決定。

換流電流指令值 I_{inv}^* ，係如上述式 (4) 所示般，藉由輸出電流指令值 I_a^* 而決定。該輸出電流指令值 I_a^* 變得越大的話，換流電流指令值 I_{inv}^* 之相位超前的成分會增加，換流輸出電壓指令值 V_{inv}^* 的超前角（使相位超前的角度）變大。

與升壓電路用參考波 $V_{bc\#}$ ，以在乃是直流電抗器 15 的兩端電壓的目標值之升壓電路用參考波 $V_{bc\#}$ 成為升壓電路用載波以上的部分為開啟、在成為載波以下的部分為關閉的方式，生成用以驅動切換元件 Q_b 的驅動波形。

[0102] 圖 10 (b) 為用以驅動升壓電路控制部 32 所生成之切換元件 Q_b 之驅動波形。圖中，縱軸為電壓，橫軸為時間。橫軸表示成與圖 10 (a) 的橫軸一致。

該驅動波形表示切換元件 Q_b 的切換動作，以給予到切換元件 Q_b 的方式，可以執行依照該驅動波形的切換動作。驅動波形係構成以電壓為 0 伏特來關閉切換元件的開關、以電壓為為正電壓來開啟切換元件的開關之控制命令。

[0103] 升壓電路控制部 32 生成驅動波形，使得：在換流輸出電壓指令值 V_{inv*} 的絕對值成為直流輸入電壓檢測值 V_g 以上的期間 $W1$ 進行切換動作。因此，在直流輸入電壓檢測值 V_g 以下的範圍，控制切換元件 Q_b 成使切換動作停止。

而且，各脈衝寬度，係藉由乃是三角波之升壓電路用載波的切片來決定。因此，電壓為較高的部分越多的話脈衝寬度越大。

[0104] 如以上般，升壓電路控制部 32，係以升壓電路用參考波 $V_{bc\#}$ 調變升壓電路用載波，生成用以表示切換的脈衝寬度之驅動波形。升壓電路控制部 32，係根據所生成的驅動波形，對升壓電路 10 的切換元件 Q_b 進行

PWM 控制。

[0105] 在設置有與二極體 16 並列且導通於二極體的順方向之切換元件 Q_{bu} 的情況下，切換元件 Q_{bu} 使用反轉成切換元件 Q_b 的驅動波形之驅動波形。但是，為了防止切換元件 Q_b 與切換元件 Q_{bu} 同時導通，在切換元件 Q_{bu} 的驅動脈衝從關閉轉移到開啟時，設有 1 微秒程度的截止時間。

[0106] 圖 11 (a) 為比較換流電路用載波、與換流電壓參考值 $V_{inv\#}$ 的波形之圖表。圖中，縱軸表示電壓；橫軸表示時間。尚且，也在圖 11 (a) 中，為了理解容易，把換流電路用載波的波長延的比實際還長而表示著。

[0107] 換流電路控制部 33 所生成的換流電路用載波，其振幅中央為 0 伏特的三角波，其單側振幅被設定成升壓電路電壓目標值 V_o^* (電容 23 的電壓目標值)。因此，換流電路用載波的振幅 A_2 ，具有：直流輸入電壓檢測值 V_g 之 2 倍 (500 伏特) 的期間、與商用電力系統 3 的電壓之 2 倍 (最大 576 伏特) 的期間。

而且，頻率，係藉由因控制處理部 30 所致的控制命令等，利用換流電路控制部 33 被設定成指定的工作比。

[0108] 尚且，升壓電路電壓目標值 V_o^* ，係如上述般，換流輸出電壓指令值 V_{inv^*} 的絕對值，為變化成：大致在成為直流輸入電壓檢測值 V_g 以上的期間 W_1 ，是仿效到換流輸出電壓指令值 V_{inv^*} 的絕對值，於在此以外的期間之期間 W_2 ，是仿效到直流輸入電壓檢測值 V_g 。因

控制部 32 使升壓電路 10 的切換動作停止。因此，在直流輸入電壓檢測值 V_g 以下的期間，升壓電路 10，係不會對太陽光發電面板 2 所輸出的直流電力之直流輸入電壓值升壓，而輸出到換流電路 11。

[0116] 而且，本實施方式的換流電路控制部 33，係使電力輸出，使得在交流電抗器 22 所流動的電流一致於換流電流指令值 I_{inv}^* 。其結果，在換流輸出電壓指令值 V_{inv}^* 為大致 $-V_g \sim +V_g$ 的期間 W2 (圖 11)，於換流電路 11 進行切換動作。亦即，在換流輸出電壓指令值 V_{inv}^* 的絕對值為直流輸入電壓檢測值 V_g 以下的期間，於換流電路 11 進行切換動作。

因此，換流電路 11，係在升壓電路 10 停止切換動作之間，進行切換動作，輸出近似於換流輸出電壓指令值 V_{inv}^* 的交流電力。

尚且，換流電路用參考波 $V_{inv}^\#$ 、與換流輸出電壓指令值 V_{inv}^* 近似的緣故，在圖 11 (a) 中是重複著。

[0117] 另一方面，在換流輸出電壓指令值 V_{inv}^* 的電壓大致成為 $-V_g \sim +V_g$ 的期間 W2 以外的期間，換流電路控制部 33，使換流電路 11 的切換動作停止。在這之間，於換流電路 11，利用升壓電路 10 給予被升壓的電力。因此、停止著切換動作的換流電路 11，係不用降壓從升壓電路 10 所給予的電力，而進行輸出。

[0118] 亦即，本實施方式的換流裝置 1，係以進行切換動作使升壓電路 10 與換流電路 11 交互切換，並把各自

所輸出的電力予以重疊的方式，輸出近似於換流輸出電壓指令值 V_{inv}^* 的電壓波形之交流電力。

[0119] 如此，在本實施方式中，是被控制成：換流輸出電壓指令值 V_{inv}^* 的絕對值，在輸出比直流輸入電壓檢測值 V_g 還要高的部分的電壓之際使升壓電路 10 動作；換流輸出電壓指令值 V_{inv}^* 的絕對值，在輸出比直流輸入電壓檢測值 V_g 還要低的部分的電壓之際使換流電路 11 動作。因此，換流電路 11，是不用把藉由升壓電路 10 而被升壓的電力予以降壓的緣故，可以把對電壓予以降壓之際的電位差抑制下來的緣故，減低因升壓電路的切換所致的損失，可以以更高效率輸出交流電力。

更進一步，升壓電路 10 及換流電路 11，係一塊根據控制部 12 所設定的換流輸出電壓指令值 V_{inv}^* （電壓目標值）而動作的緣故，在以交互切換所輸出的升壓電路的電力、與換流電路的電力之間，可以抑制錯位或畸變的產生。

[0120] 圖 12 為表示參考波、及切換元件的驅動波形之其中一例，並同時表示換流裝置 1 所輸出的交流電力的電流波形之其中一例之圖。

在圖 12 中，表示著從最上段依順，把換流電路的參考波 $V_{inv\#}$ 及載波、切換元件 Q1 的驅動波形、升壓電路的參考波 $V_{bc\#}$ 及載波、切換元件 Qb 的驅動波形、及換流裝置 1 所輸出的交流電力的電流波形的指令值及實測值，予以顯示之圖表。這些各圖表的橫軸，係表示時間，並表

對於商用電力系統 3 而數次相位超前著，但電流相位，係相對於商用電力系統 3 的電流相位而一致。

因此，如於圖 12 的最下段所示之圖表般，換流裝置 1 所輸出的電流波形，係與商用電力系統 3 的電壓相位一致。

[0130] 其結果，可以輸出與商用電力系統 3 的電壓同相位之交流電流的緣故，可以抑制該交流電力的電力因數下降。

[0131]

[2. 第 2 實施型態]

圖 14 為有關第 2 實施方式的換流裝置 1 的電路圖之其中一例。

與本實施方式的第 1 實施方式之相異點，乃是使用 IGBT 作為換流電路 11 的切換元件 Q1~Q4 這一點。其他的構成，與第 1 實施方式相同。

[0132] 在本實施方式中，換流電路控制部 33 是使用與在上述第 1 實施方式所使用的換流電路用載波相異之載波。

圖 15 為比較第 2 實施方式之換流電路用載波、與參考波之圖表。圖中，縱軸表示電壓；橫軸表示時間。

參考波、及升壓電路用載波，係與第 1 實施方式同樣。

另一方面，本實施方式的換流電路用載波，乃是下限值為 0 伏特、上限值被設定成升壓電路電壓目標值 V_o^* 之

三角波。

而且在該情況下，換流電路控制部 33，係有關於切換元件 Q1 的驅動波形，是藉由換流電路用參考波 $V_{inv\#}$ 與換流電路用載波之比較所生成，有關切換元件 Q3 的驅動波形，是藉由換流電路用參考波 $V_{inv\#}$ 的反轉波與換流電路用載波之比較所生成。

[0133] 也在本實施方式的情況下，換流電路控制部 33（升壓電路控制部 32），係比較換流電路用載波（升壓電路用載波）與換流電路用參考波 $V_{inv\#}$ ，以在乃是電壓目標值之換流電路用參考波 $V_{inv\#}$ （或反轉波）成為換流電路用載波（升壓電路用載波）以上的部分為開啟、在成為載波以下的部分為關閉的方式，生成用以驅動切換元件的驅動波形。

[0134] 圖 16 為表示第 2 實施方式之各切換元件 Qb、Q1~Q4 的驅動波形之其中一例，並同時表示換流裝置 1 所輸出之交流電力的電流波形之其中一例之圖。

在圖 16 中，表示著從最上段依順，把切換元件 Q1 的驅動波形、切換元件 Q4 的驅動波形、切換元件 Q3 的驅動波形、切換元件 Q2 的驅動波形、切換元件 Qb 的驅動波形、及換流裝置 1 所輸出的交流電力之電流波形予以顯示之圖表。這些各圖表的橫軸，係表示時間，並表示成相互一致。

[0135] 在本實施方式中，在換流電路用參考波 $V_{inv\#}$ 的電壓為 $-V_g \sim +V_g$ 的範圍內，被控制成切換元件 Q1 與切

換元件 Q3 進行切換。

也在本實施方式中，了解到了如圖所示般，升壓電路 10 的切換元件 Qb 之切換動作的期間、與換流電路 11 的切換元件 Q1~Q4 之切換動作的期間，係被控制成相互交替切換。

[0136] 而且，本實施方式的換流裝置 1 所輸出的交流電力之電流波形，係如圖 16 所示般，成為與商用電力系統 3 的電壓相位一致者。因此，與上述第 1 實施方式同樣，可以輸出相對於商用電力系統 3 電流相位為同相位之交流電力，抑制該交流電力的電力因數下降。

[0137]

[3. 第 3 實施型態]

圖 17 為有關第 3 實施方式的換流裝置 1 的電路圖之其中一例。

本實施方式與第 1 實施方式之相異點，為具備檢測升壓電路 10 與換流電路 11 之間的中間電壓之第 3 電壓感測器 27 這一點。其他的構成，與第 1 實施方式相同。

[0138] 在上述第 1 實施方式中，把升壓電路電壓目標值 V_o^* （中間電壓的目標值）作為載波的振幅，但在本實施方式中，是把以第 3 電壓感測器 27 所檢測出的電壓檢測值 V_o 用在載波的振幅。

[0139] 圖 18 為表示第 3 實施方式之參考波、及切換元件的驅動波形之其中一例，並同時表示換流裝置 1 所輸出的交流電力之電流波形之其中一例之圖。

在圖 18 中，表示著從最上段依順，把換流電路的參考波 $V_{inv\#}$ 及載波、切換元件 Q1 的驅動波形、升壓電路的參考波 $V_{bc\#}$ 及載波、切換元件 Qb 的驅動波形、及換流裝置 1 所輸出的交流電力的電流波形的指令值 I_{a^*} 及實測值 I_a ，予以顯示之圖表。這些各圖表的橫軸，係表示時間，並表示成相互一致。

[0140] 如圖所表示般，了解到了也在本實施方式中，輸出電流的實測值 I_a 係控制成與指令值 I_{a^*} 一致。

而且，了解到升壓電路 10 的切換元件 Qb 之切換動作的期間、與換流電路 11 的切換元件 Q1 之切換動作的期間，係被控制成大致相互交替切換。

[0141] 而且，如本實施方式般，藉由使用電壓檢測值 V_o 到載波的振幅的方式，太陽光發電面板 2、或商用電力系統 3 的電壓變動時的響應變得更快，可以安定化換流裝置 1 的輸出電流。

[0142]

[4. 附注]

尚且，有關上述實施方式之各個模擬，被確認到即便使用了實體機器檢驗也得到同樣的結果。

尚且，應考慮到此次揭示之實施方式係全部的特點皆為例示而並非為有所限制者。本發明的範圍，其意圖並非僅為上述之意涵，而是包含到藉由申請專利範圍所明示、與申請專利範圍均等之意涵、及在範圍內之全部的變更。

【符號說明】

[0143]

- 1：換流（inverter）裝置
- 2：太陽光發電面板
- 3：商用電力系統
- 10：升壓電路
- 11：換流電路
- 12：控制部
- 15：直流電抗器
- 16：二極體
- 17：第 1 電壓感測器
- 18：第 1 電流感測器
- 19：電容（平滑電容）
- 21：濾波電路
- 22：交流電抗器
- 23：電容（輸出平滑電容）
- 24：第 2 電流感測器
- 25：第 2 電壓感測器
- 26：電容
- 27：電壓感測器
- 30：控制處理部
- 32：升壓電路控制部
- 33：換流電路控制部
- 34：平均化處理部

41 : 第 1 演算部

42 : 第 1 加法器

43 : 補償器

44 : 第 2 加法器

51 : 第 2 演算部

52 : 第 3 加法器

53 : 補償器

54 : 第 4 加法器

Q1 ~ Q4、Qb : 切換元件

※申請案號：103119556

※申請日：103年06月05日

※IPC分類：H02M 7/5387 (2007.01)
H02M 1/42 (2007.01)

【發明名稱】(中文/英文)

換流裝置

【中文】

一種換流裝置，包含：把直流電源所輸出的直流電力之直流輸入電壓值予以升壓之升壓電路、把從該升壓電路所給予之電力變換成交流電力之換流電路、控制升壓電路及換流電路之控制部、以及被設在把變換過的交流電力輸出到交流系統的電路之電抗器；其中，根據直流電力的輸入電力值及交流系統的電壓值求取輸出電流目標值，根據該輸出電流目標值求取換流電路的電流目標值及電壓目標值而控制換流電路，同時，利用根據與換流電路共通的電流目標值及電壓目標值、以及直流輸入電壓值，求取升壓電路的電流目標值而控制升壓電路的方式，控制交流電力的輸出。

【英文】

圖式

圖 1

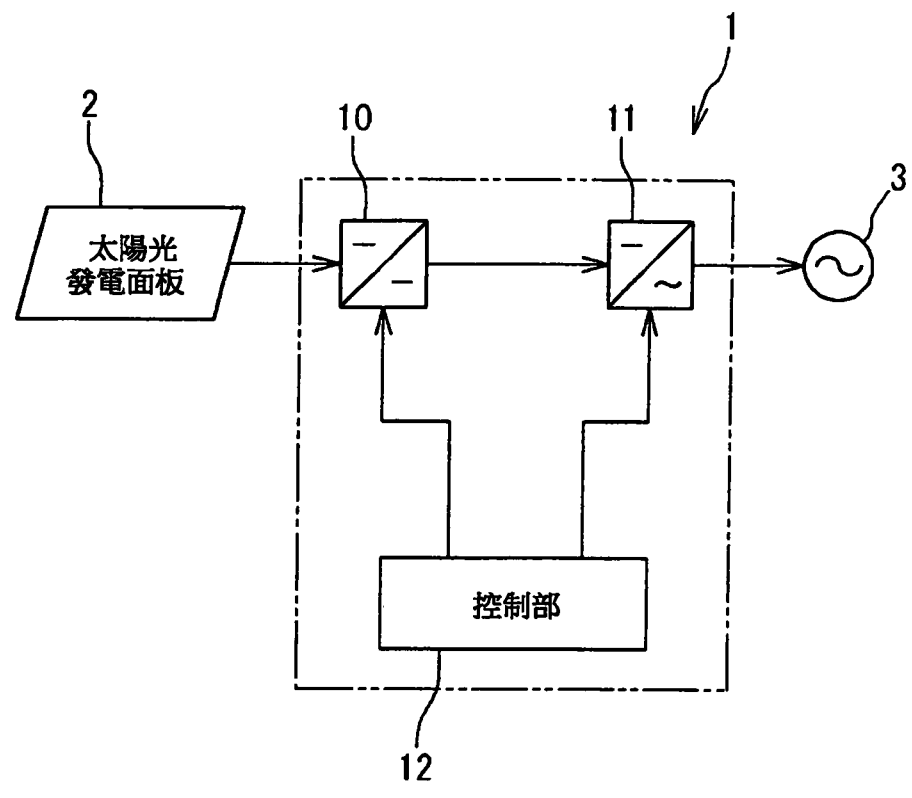


圖 2

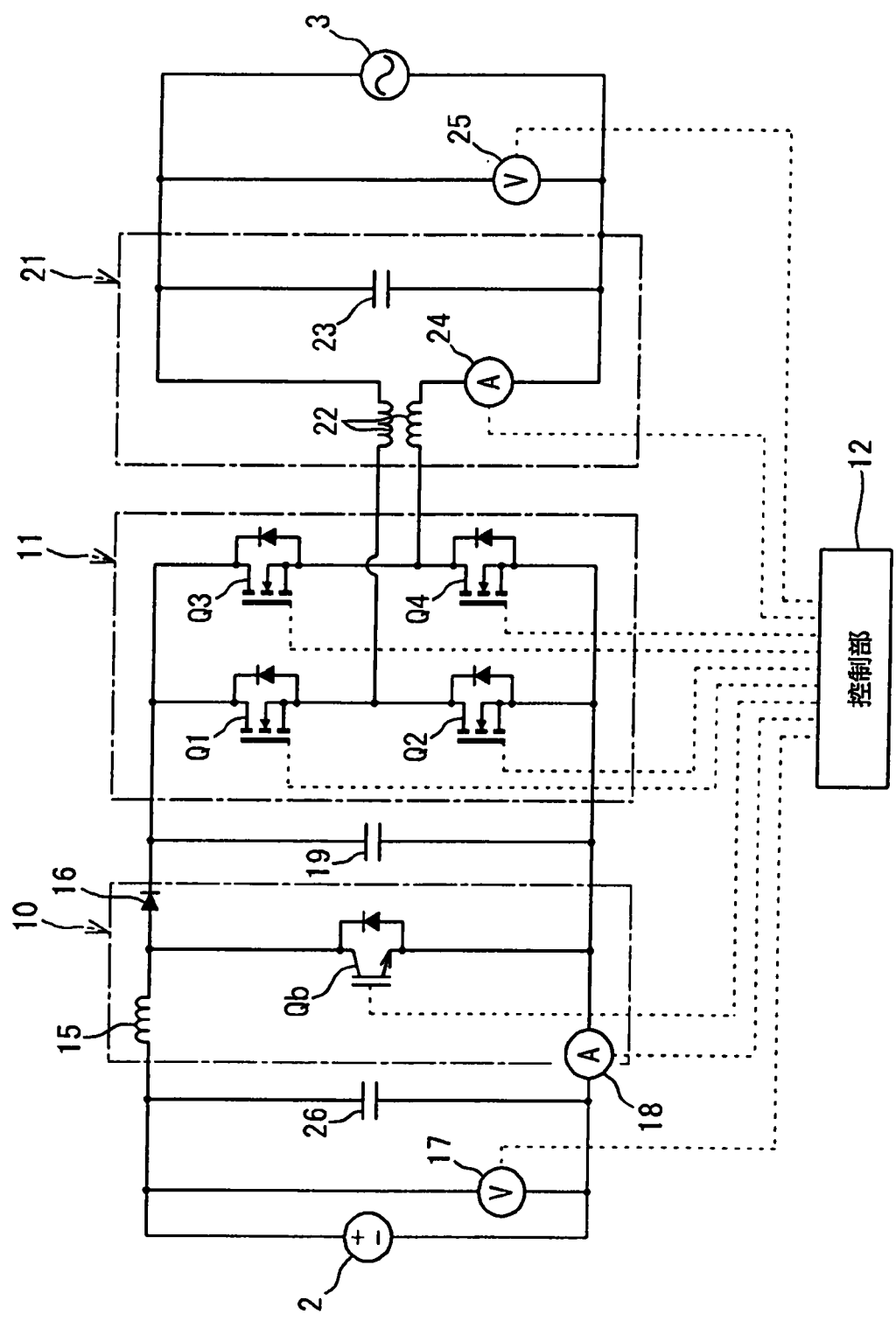


圖 3

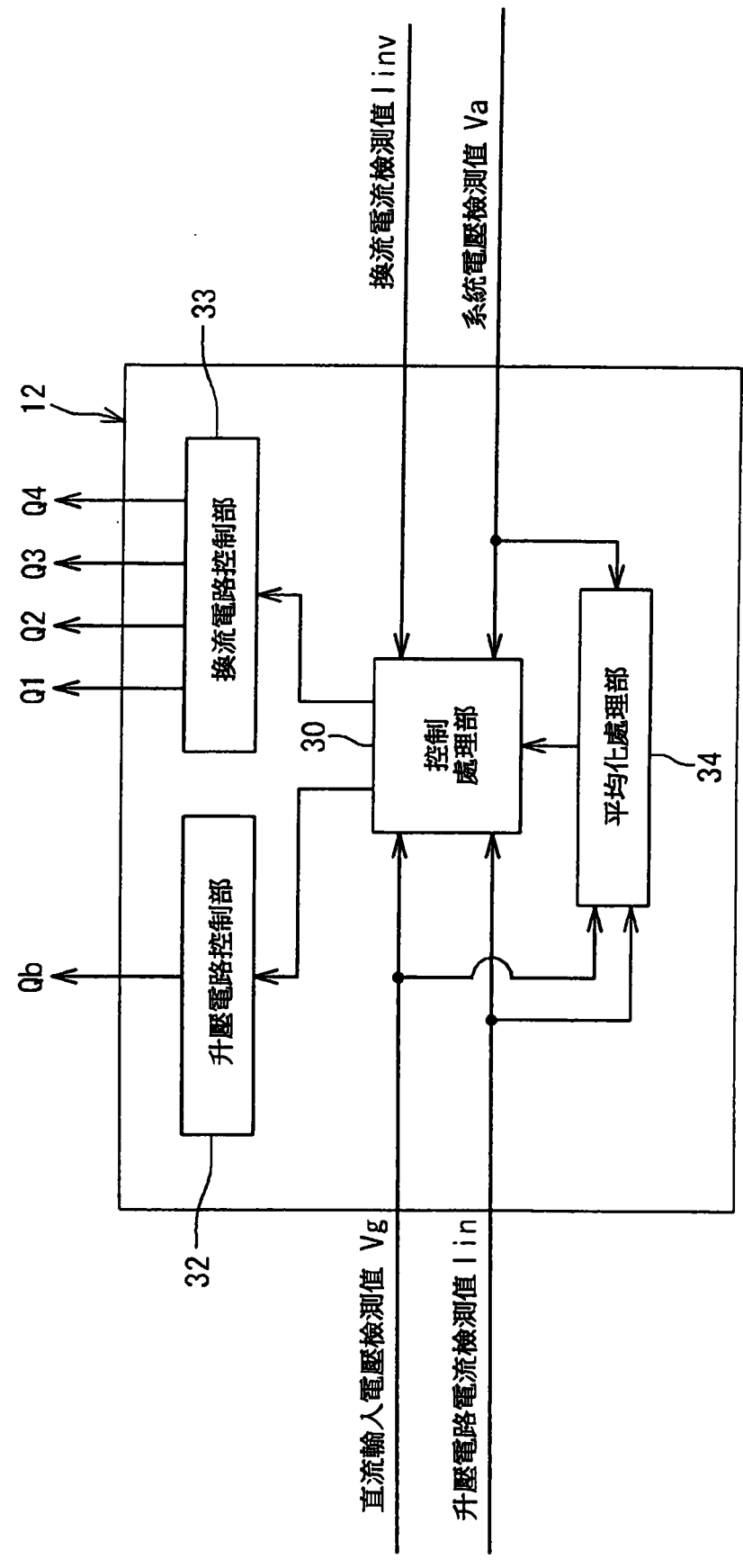
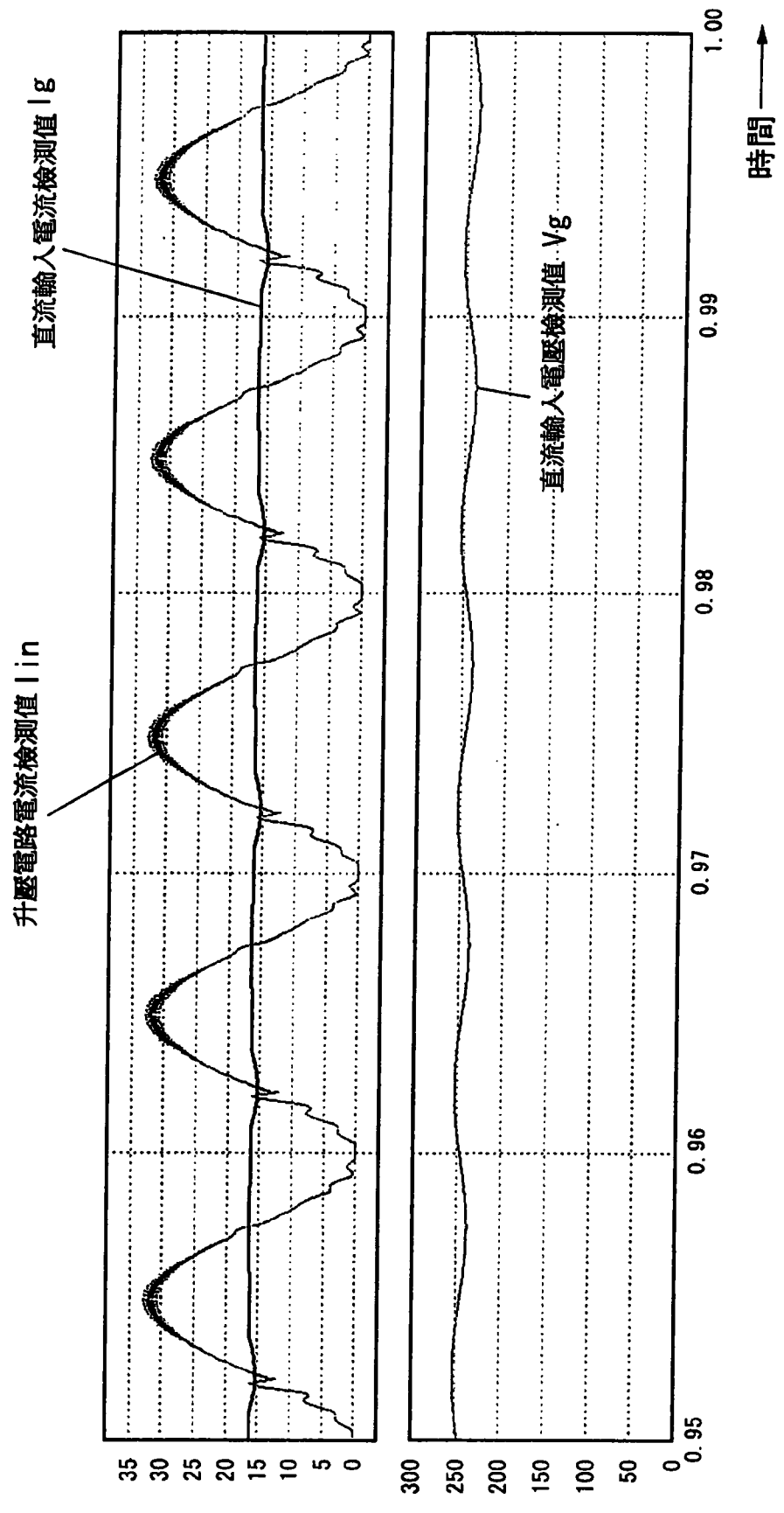


圖 4



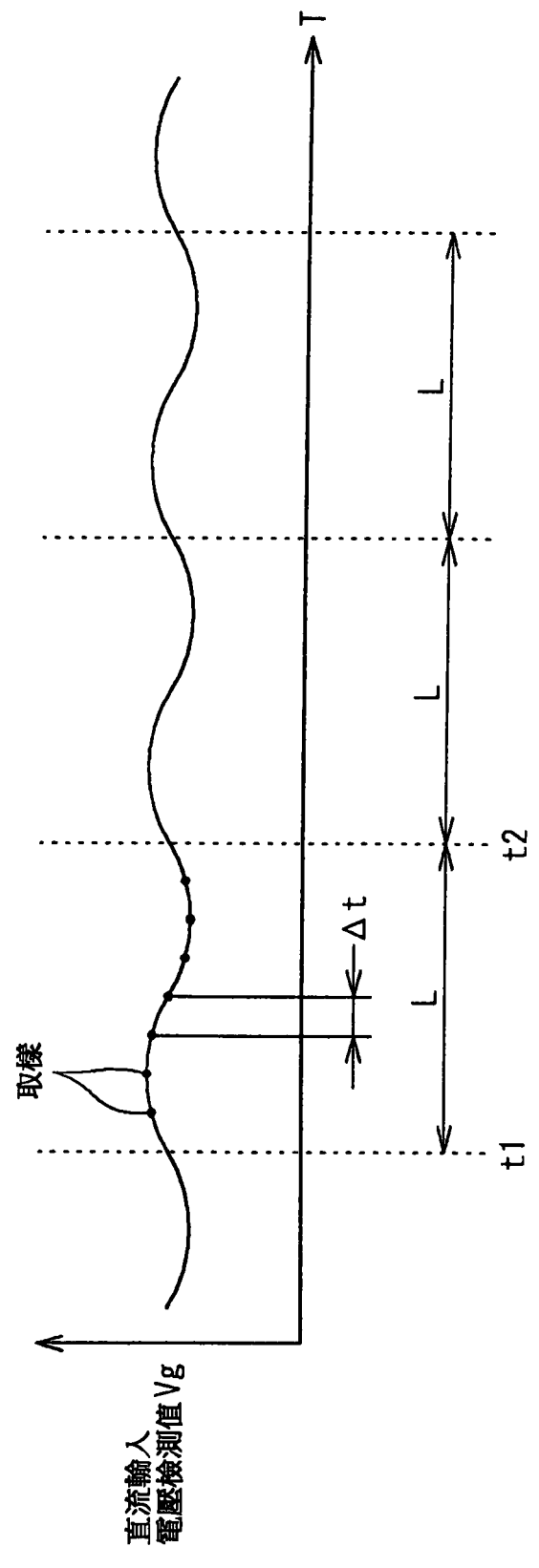


圖 5

圖 6

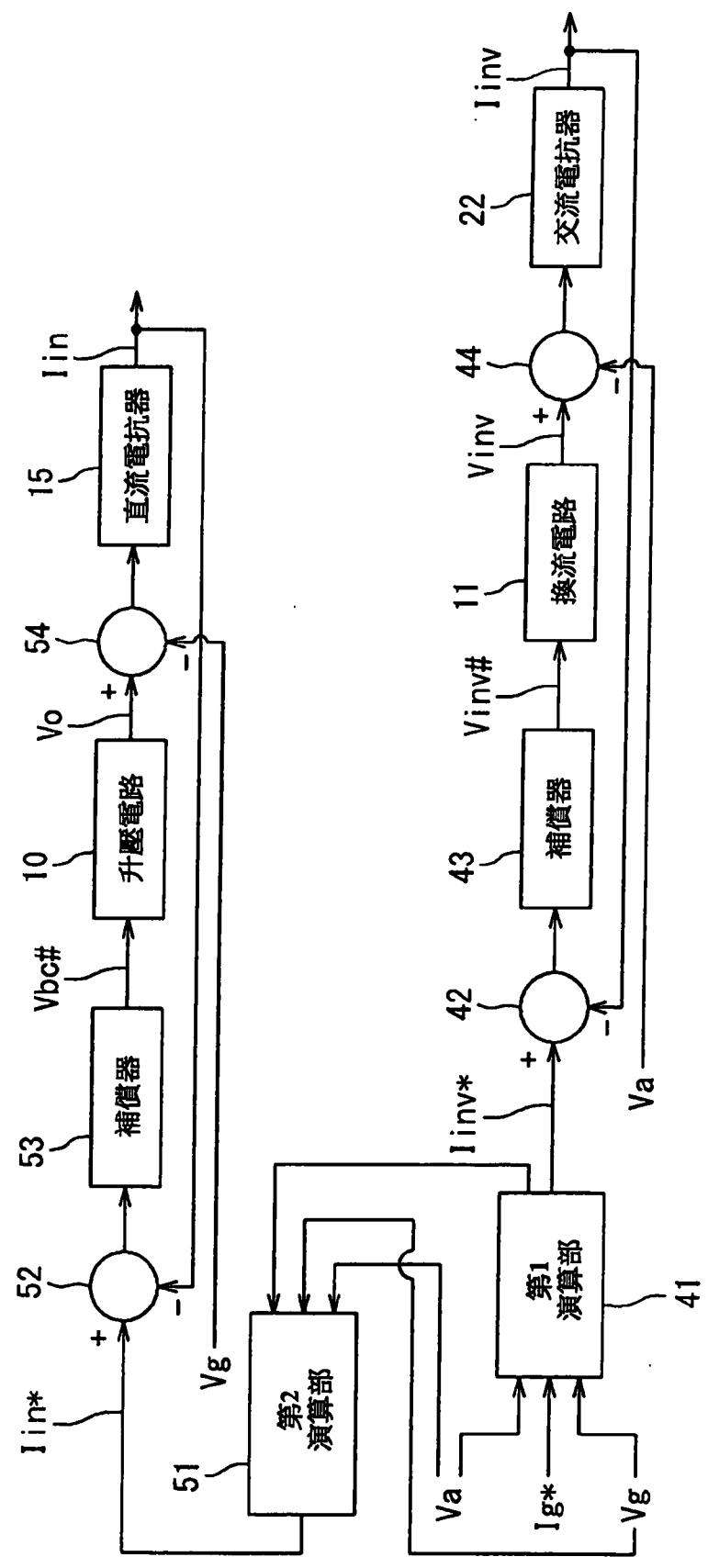


圖 7

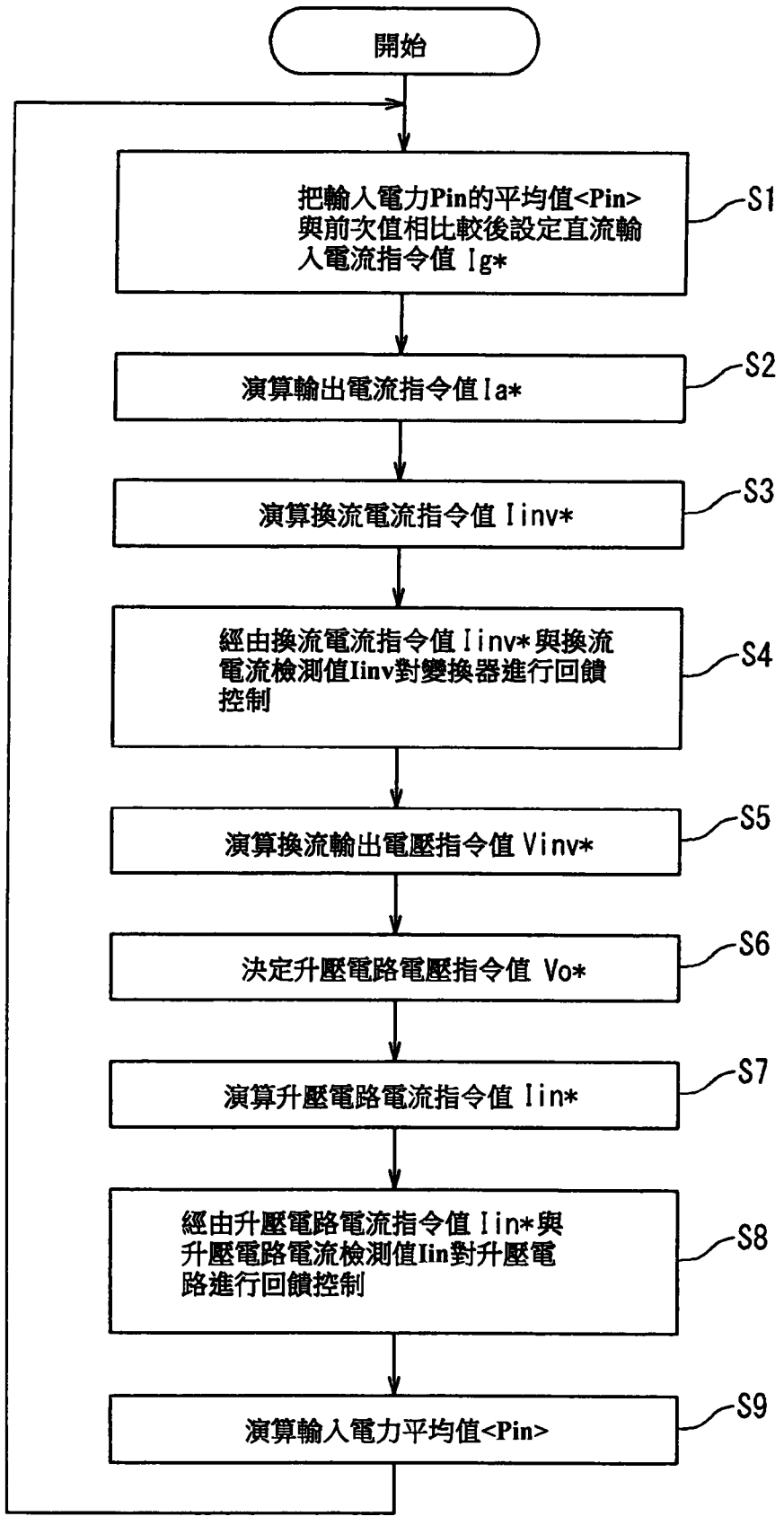


圖 8

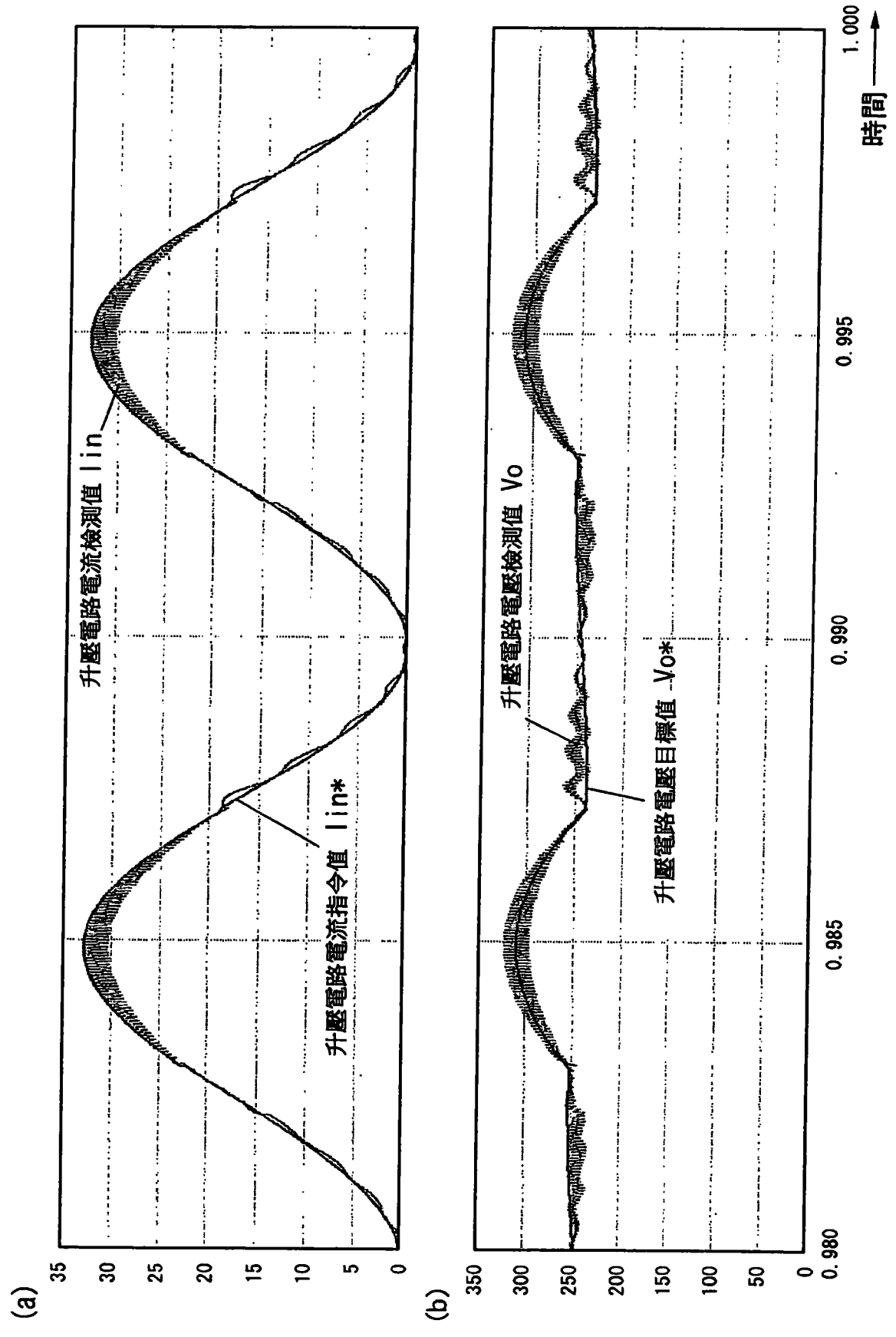


圖 9

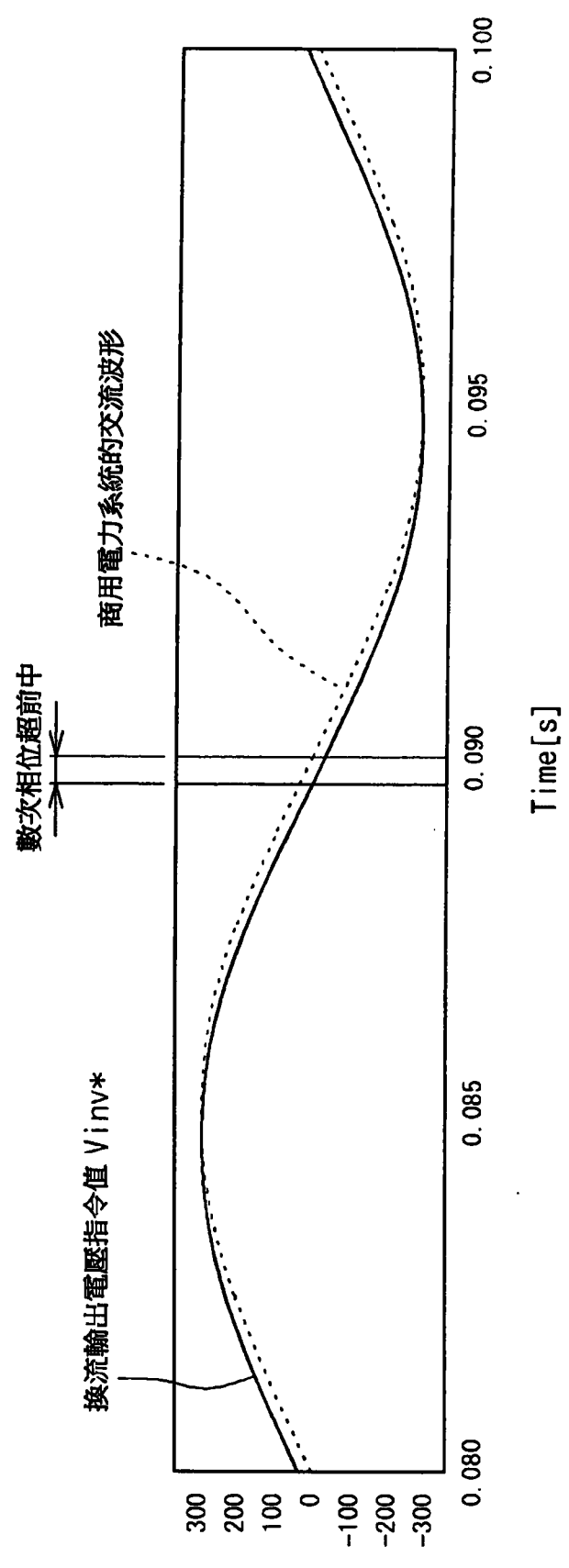


圖 10

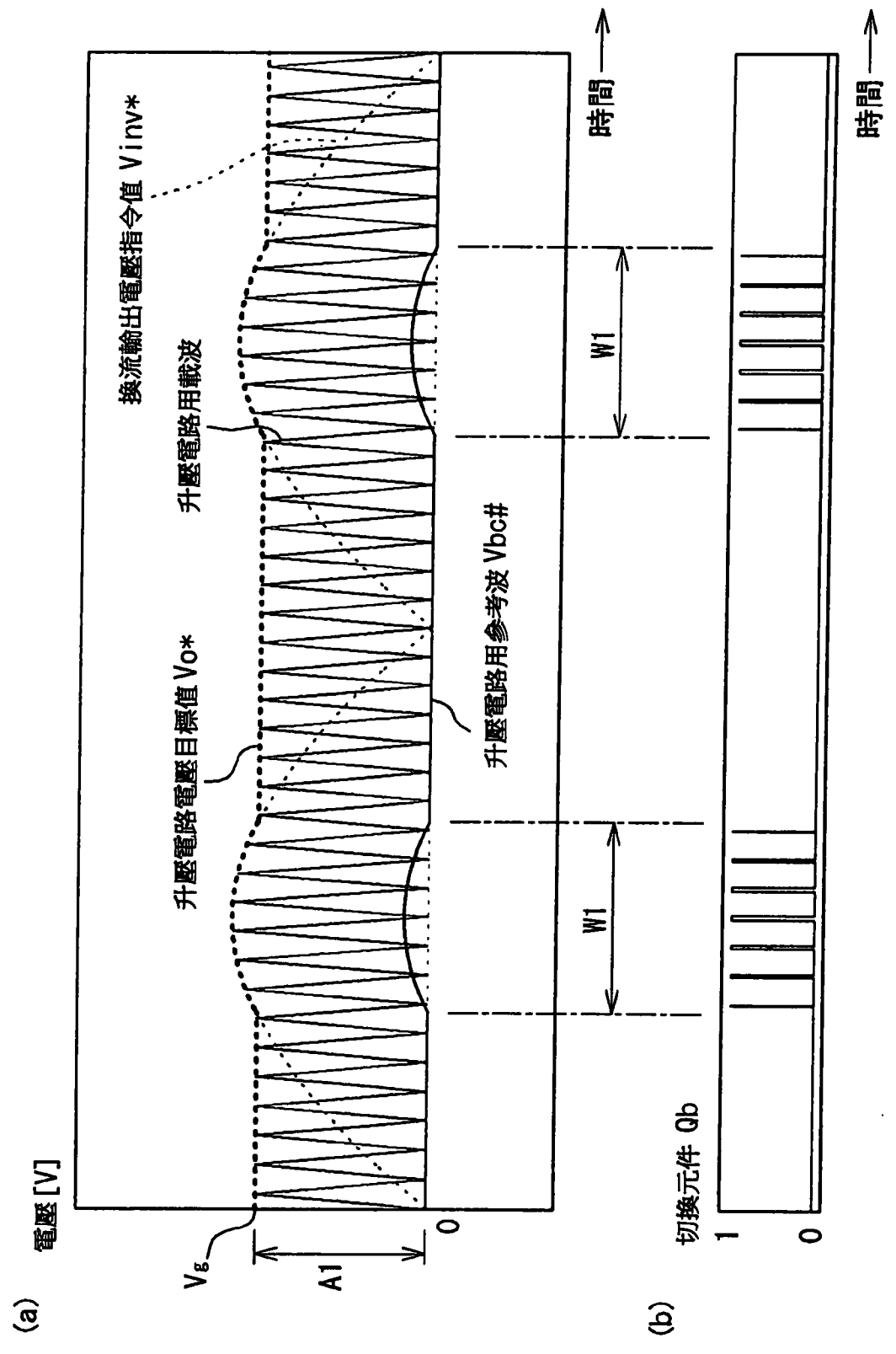


圖 11

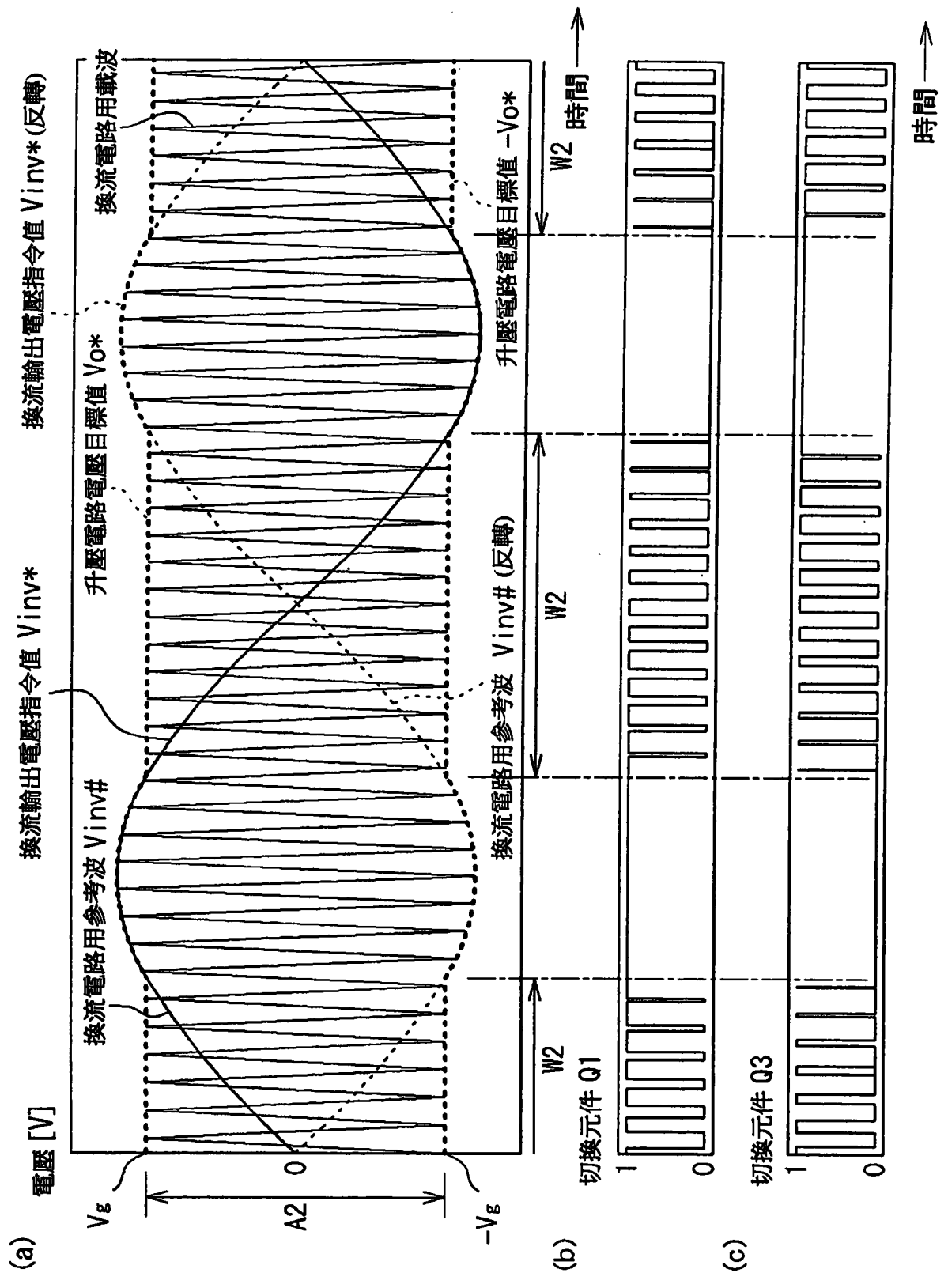


圖 12

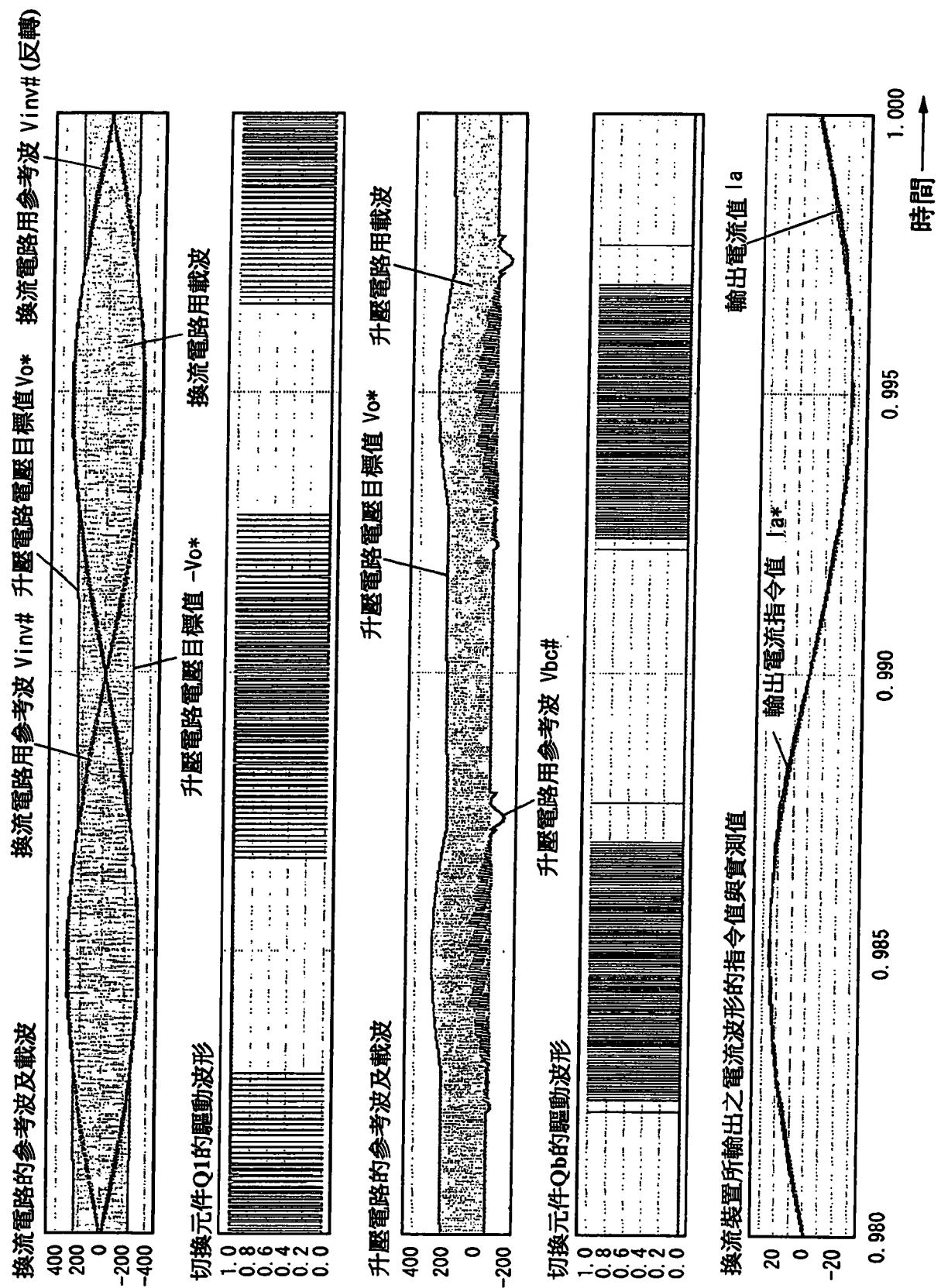


圖 13

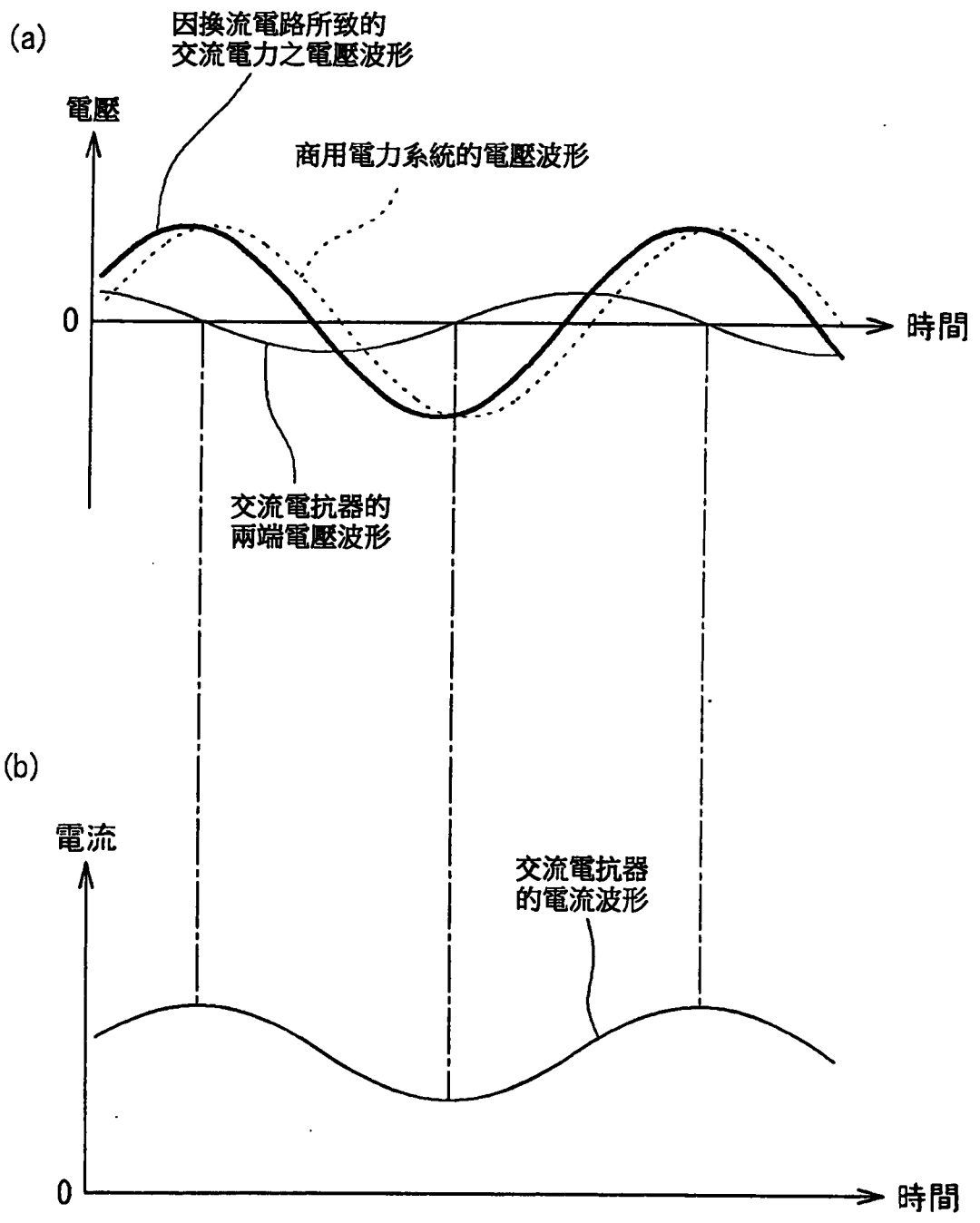


圖 14

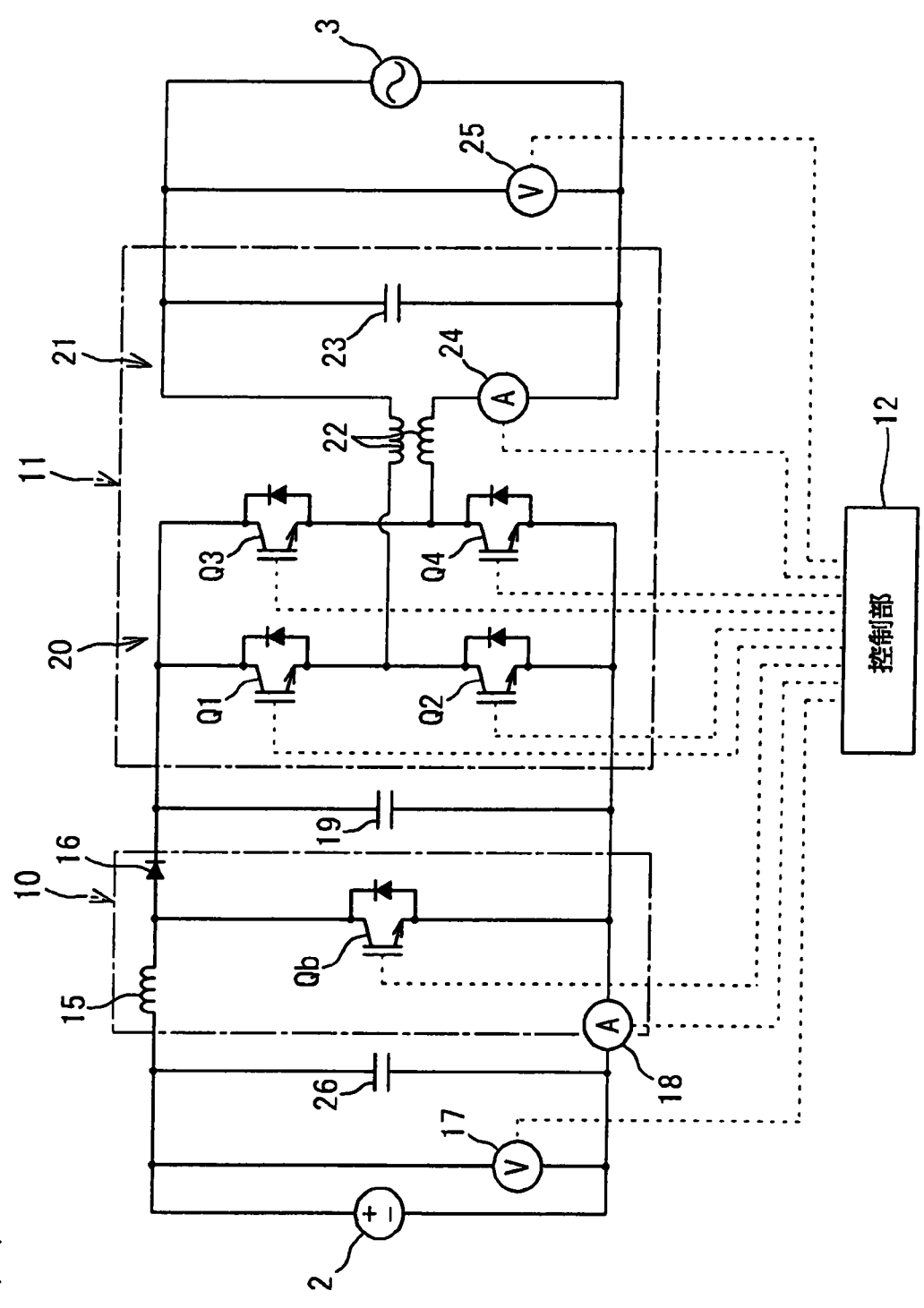


圖 15

電壓 [V]

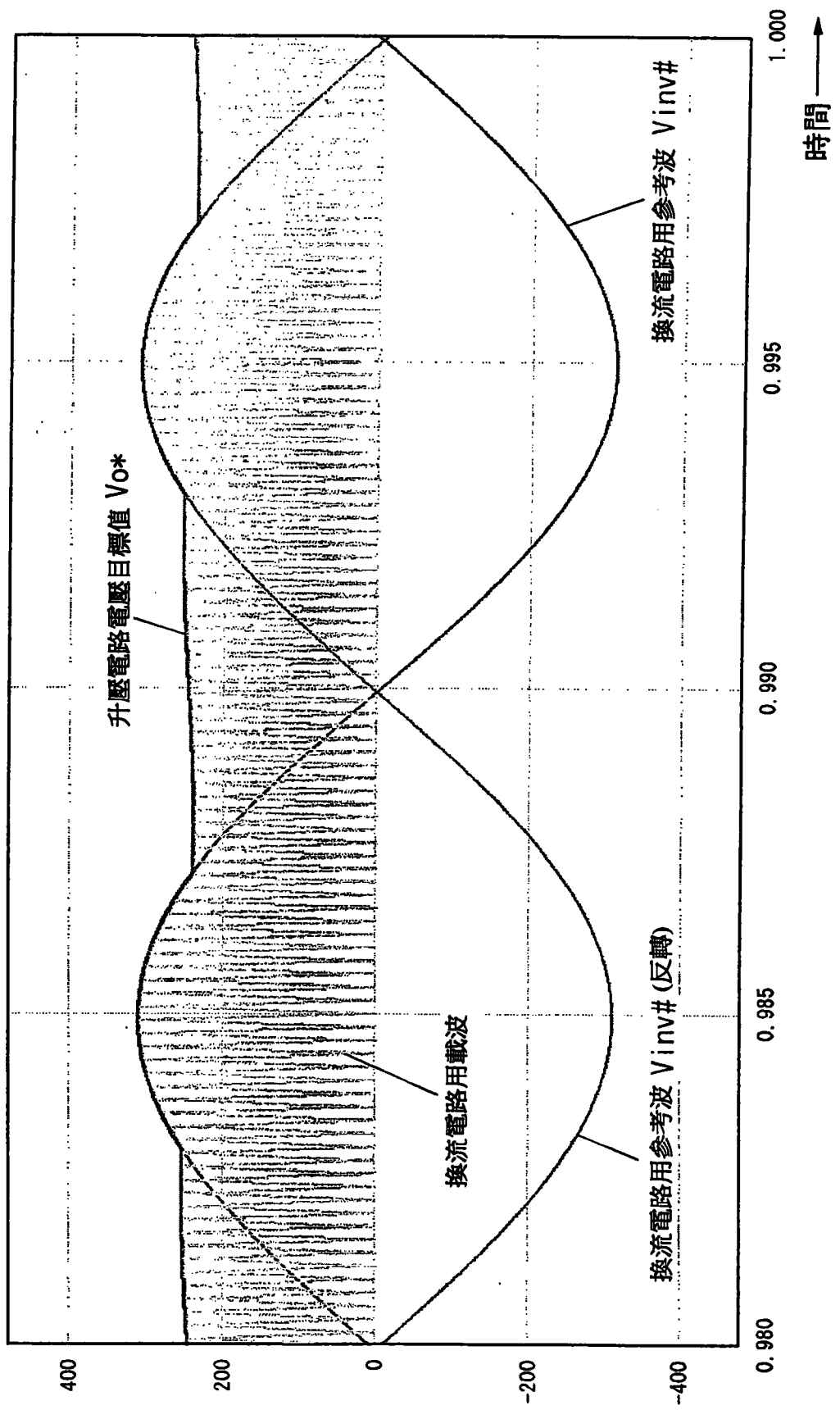


圖 16

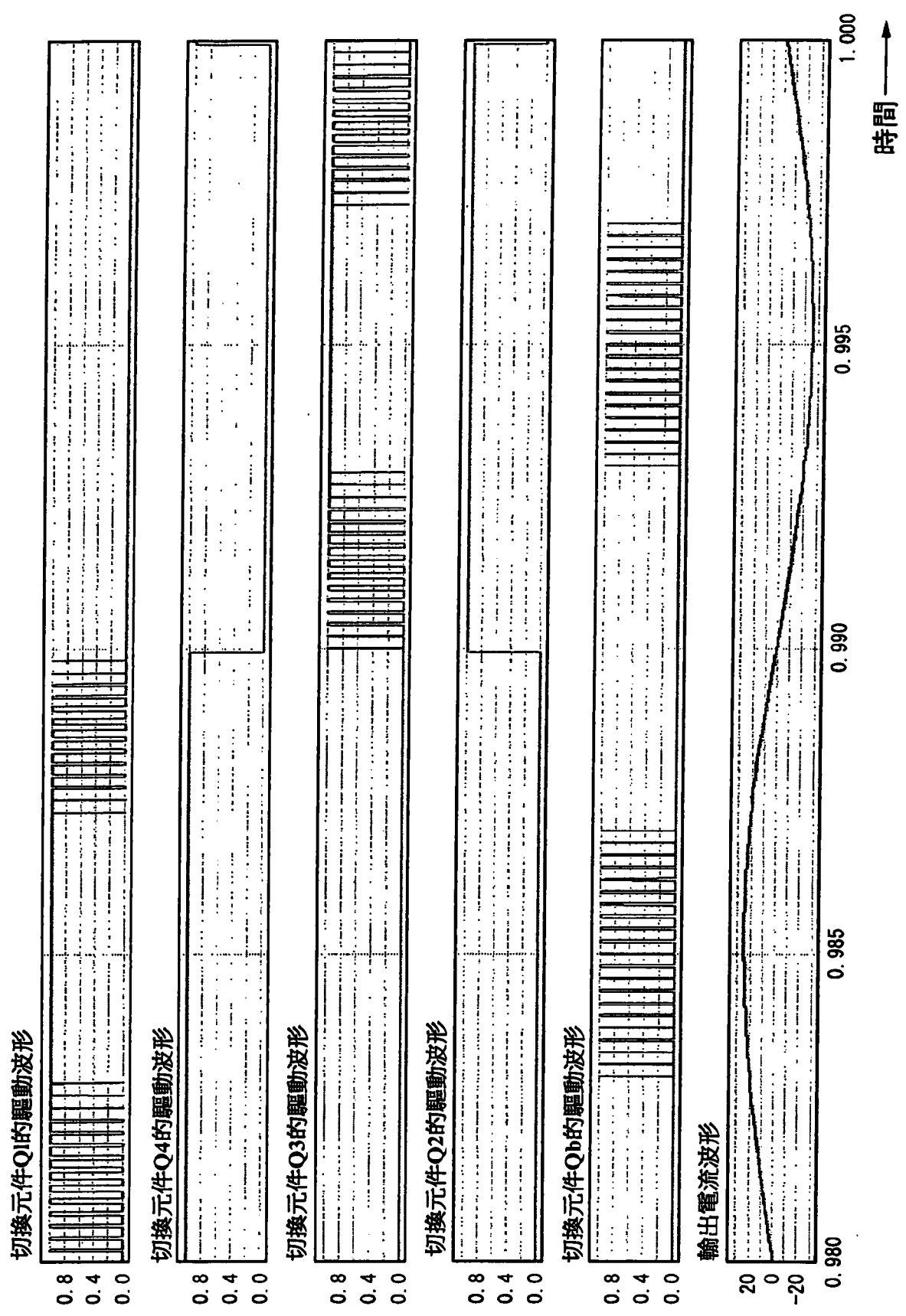


圖 17

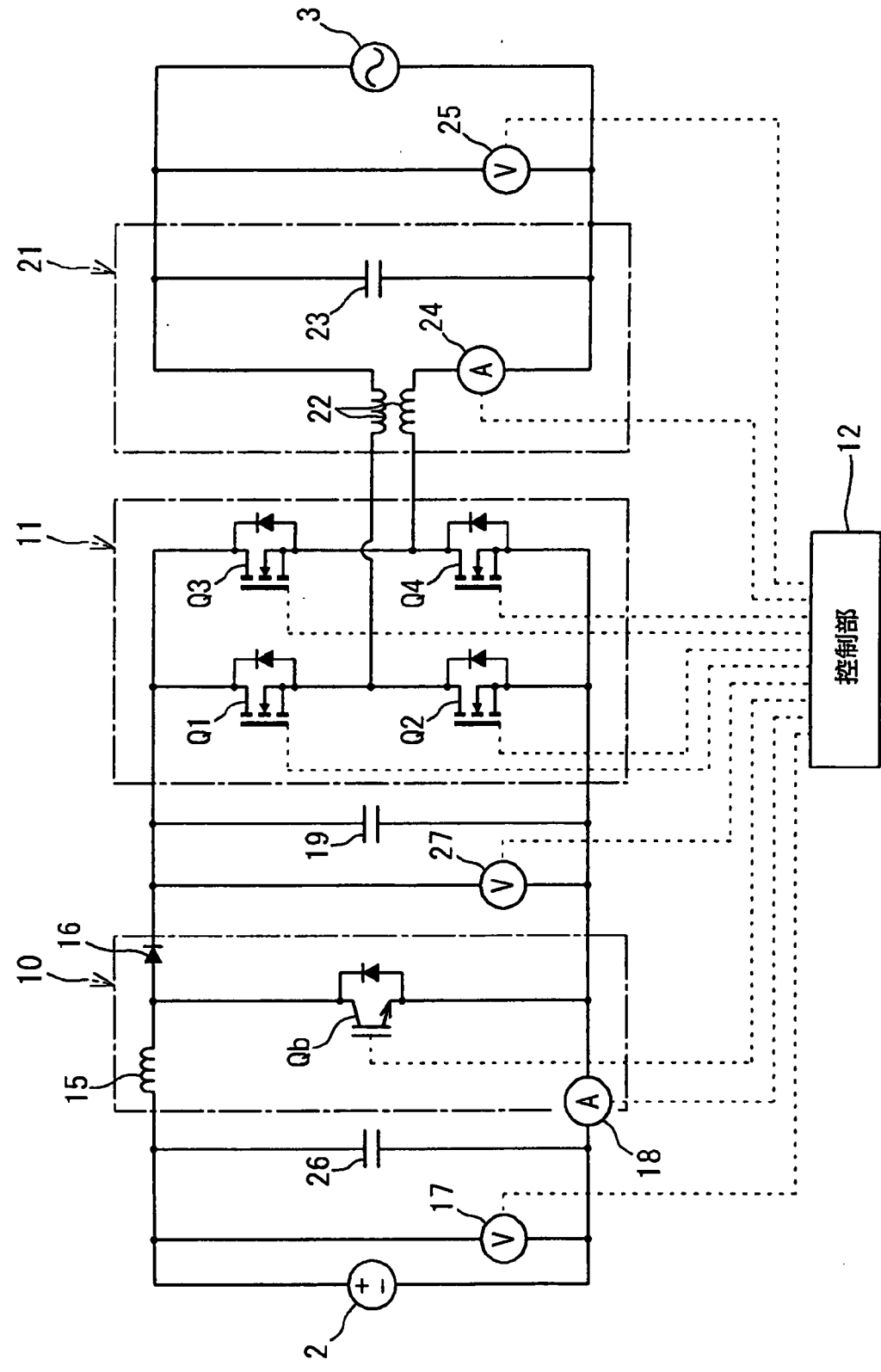
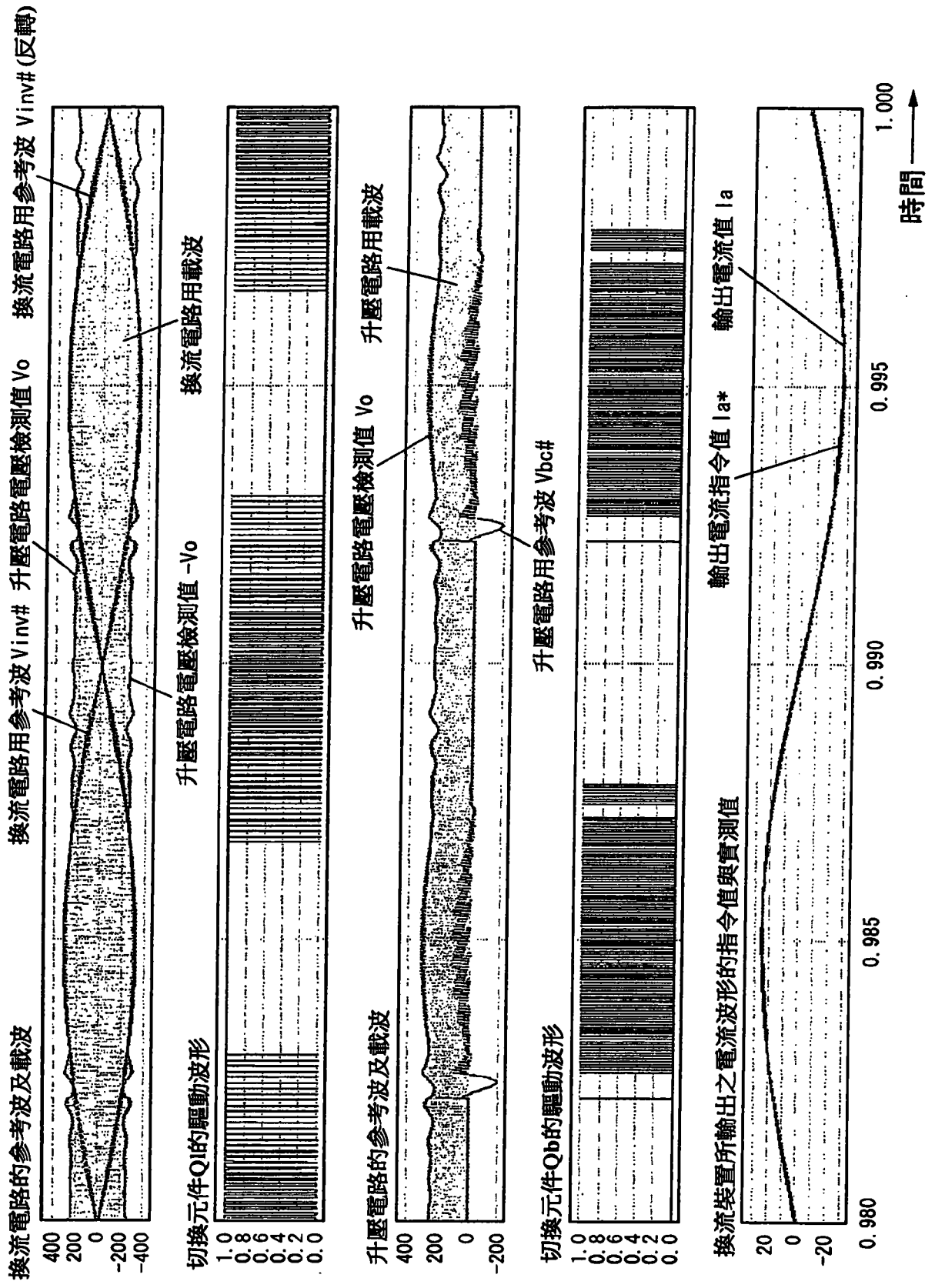


圖 18



【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(2)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

2：太陽光發電面板

3：商用電力系統

10：升壓電路

11：換流電路

12：控制部

15：直流電抗器

16：二極體

17：第1電壓感測器

18：第1電流感測器

19：電容（平滑電容）

21：濾波電路

22：交流電抗器

23：電容（輸出平滑電容）

24：第2電流感測器

25：第2電壓感測器

26：電容

Q1～Q4、Qb：切換元件

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

小之升壓參考波，為對換流器參考波乘上系統電壓的絕對值與輸入電壓的比例所求出的正弦平方波。亦即，並沒有考慮到交流電抗器所致的交流電壓的相位錯位、與流動在中間電容（配置在升壓電路與換流電路之間的電容）的電流分量。為此，在輸出對系統電壓同步之畸變少的電流方面，把所謂與乃是換流器參考波之正弦波相比、讓乃是升壓參考波之正弦平方波其相位還要更前進而推出、並經由輸出電流的大小使該推出量變化之所謂複雜的控制，予以組合是有必要的。

[0008] 更進一步，在上述換流裝置中，藉由升壓電流或直流電抗器電流的監視結果，把大小被控制之乃是正弦平方波之升壓參考波，作為直接與三角波比較後把升壓用切換元件的開啟時間予以控制之閘極訊號，但在該方法中，是無法得到目的的波形與大小之輸出電流。

[0009] 而且，在上述換流裝置中，在系統電力之一半的週期內使升壓電路的輸出電流大大變化的緣故，即便把被連接到輸入側的平滑電容的容量變得相當大，輸入電流也不會完全變成直流電流，變成重疊了變動分量的脈流是避免不了的。因此，如太陽能電池般，在特定的電流值中，連接擷取有輸出電力為最大之最佳動作點之電源的話，控制在太陽能電池的最佳動作點這件事是有困難的。

[0010] 本發明乃是有鑑於這樣的事情所為者，其目的在於提供有一種換流裝置，係設有各自部分地停止升壓電路與換流電路的高頻切換動作的期間，更進一步也在進

行高頻切換的期間，藉由把升壓比、降壓比抑制在必要最低限度的方式，可以輸出有：減低功率半導體元件的切換損失與電抗器的鐵損，而實現高的轉換效率，同時不關聯到輸出、畸變少且同步於系統電壓之高的電力因數之交流電流。

〔解決課題之手段〕

[0011] 本發明為一種透過電抗器連接到交流系統之換流裝置，係具備：把電源所輸出的直流電力變換成交流電力，透過前述電抗器把變換過的交流電力輸出到前述交流系統之變換部、以及進行前述變換部的控制之控制部。更進一步前述變換部具備：把前述直流電力的直流輸入電壓值予以升壓之升壓電路、以及把從前述升壓電路所提供的電力變換成交流電力之換流電路。而且，前述控制部，係利用根據前述直流電力的輸入電力值及前述交流系統的電壓值求出輸出電流目標值，根據該輸出電流目標值求出前述換流電路的電流目標值及電壓目標值而控制前述換流電路，並且根據與前述換流電路共通的電流目標值及電壓目標值、以及前述直流輸入電壓值，求出前述升壓電路的電流目標值而控制前述升壓電路那般地，控制前述交流電力的輸出。

〔發明效果〕

[0012] 根據本發明的換流裝置，以高的轉換效率，

例之圖。

[圖 17]為有關第 3 實施方式的換流裝置 1 的電路圖之其中一例。

[圖 18]為表示第 3 實施方式之參考波、及切換元件的驅動波形之其中一例，並同時表示換流裝置所輸出的交流電力的電流波形之其一例之圖（電壓的縱軸為[V]、電流的縱軸為[A]）。

【實施方式】

[0014]

《實施方式之要旨》

作為本發明的實施方式之要旨，至少包含以下者。

[0015] (1) 此為一種透過電抗器連接到交流系統之換流裝置，係具備著：把電源所輸出的直流電力變換成交流電力，透過前述電抗器把變換過的交流電力輸出到前述交流系統之變換部、以及進行前述變換部的控制之控制部。接著前述變換部具備著：把前述直流電力的直流輸入電壓值予以升壓之升壓電路、以及把從前述升壓電路所提供的電力變換成交流電力之換流電路。而且，前述控制部，係利用根據前述直流電力的輸入電力值及前述交流系統的電壓值求出輸出電流目標值（ I_a^* ），根據該輸出電流目標值求出前述換流電路的電流目標值（ I_{inv}^* ）及電壓目標值（ V_{inv}^* ）而控制前述換流電路，並且根據與前述換流電路共通的電流目標值（ I_{inv}^* ）及電壓目標值

(V_{inv}^*)、以及前述直流輸入電壓值 (V_g)，求出前述升壓電路的電流目標值 (I_{in}^*) 而控制前述升壓電路那般地，控制前述交流電力的輸出。

[0016] 藉由上述構成的換流裝置的控制部所控制之變換部，係常態性可以對電抗器提供根據了換流電路的電流目標值及電壓目標值的輸出。控制部，係不直接依存於交流系統的電壓值而在換流裝置側決定目標值，根據於此可以在升壓電路及換流電路進行期望的動作。從而，控制部可以控制成：使作為比起前述交流系統的電壓相位還要數次相位超前的電壓相位之交流電力，輸出到前述變換部。

亦即，使變換部所輸出的交流電力之電壓相位比起交流系統的電壓相位還要數次相位超前的緣故，可以把電抗器的兩端電壓的相位，相對於交流系統的電壓相位前進 90 度相位。電抗器的電流相位，係相對於該電壓相位延遲 90 度的緣故，通過電抗器而被輸出的交流電力之電流相位，係相對於交流系統的電流相位而同步。

其結果，相對於交流系統電流相位可以輸出同相位的交流電力的緣故，可以抑制該交流電力的電力因數下降。

[0017] 尚且，前述 (1) 之換流裝置，係例如，得以具有列舉於以下的 (2) ~ (9) 之具體的樣態。

[0018] (2) 例如在前述 (1) 的換流裝置中，在前述升壓電路與前述換流電路之間設有平滑電容，根據在基於前述換流電路的電流目標值及電壓目標值所得之電力目標值予以外加了通過前述平滑電容之無效電力之值、與前述

直流輸入電壓值，求出前述升壓電路的電流目標值者為佳。

該情況，除了換流電路的電力目標值外，還考慮到無效電力，可以更正確地決定升壓電路的電流目標值。

[0019] (3) 而且，在前述(1)的換流裝置中，在前述升壓電路與前述換流電路之間設有平滑電容，根據在基於前述換流電路的電流目標值及電壓目標值所得之電力目標值予以外加了通過前述平滑電容之無效電力及前述換流電路之電力損失之值、與前述直流輸入電壓值，求出前述升壓電路的電流目標值者為佳。

該情況，除了換流電路的電力目標值外，還考慮到無效電力及考慮到電力損失，可以更嚴謹地決定升壓電路的電流目標值。

[0020] (4) 而且，在前述(1)之換流裝置中，例如，在前述電抗器的後段設有輸出平滑電容，

令前述升壓電路的電流目標值為 I_{in}^* ，

令前述換流電路的電流目標值及電壓目標值分別為 I_{inv}^* 及 V_{inv}^* ，

令前述輸出電流目標值為 I_a^* ，

令前述輸出平滑電容的電容值為 C_a ，

令前述交流系統的電壓值為 V_a ，

令前述直流輸入電壓值為 V_g 時，

$$I_{in}^* = (I_{inv}^* \times V_{inv}^*) / V_g,$$

$$I_{inv}^* = I_a^* + C_a \times (dV_a / dt)。$$

該情況、可以考慮到在輸出平滑電容流動的電流而決

定換流電路的電流目標值及升壓電路的電流目標值。

[0021] (5) 而且，在前述 (1) 之換流裝置中，例如，在前述電抗器的後段設有輸出平滑電容，

令前述升壓電路的電流目標值為 I_{in}^* ，

令前述換流電路的電流目標值及電壓目標值分別為 I_{inv}^* 及 V_{inv}^* ，

令前述交流系統的電壓值為 V_a ，

令前述直流輸入電壓值為 V_g ，

令前述輸出電流目標值為 I_a^* ，

令在前述輸出平滑電容流動的電流為 I_{ca} 時，

$$I_{in}^* = (I_{inv}^* \times V_{inv}^*) / V_g,$$

$$I_{inv}^* = I_a^* + I_{ca}。$$

該情況、可以考慮到在輸出平滑電容流動的電流而決定換流電路的電流目標值及升壓電路的電流目標值。

[0022] (6) 而且，在前述 (2) 之換流裝置中，例如，

令前述升壓電路的電流目標值為 I_{in}^* ，

令前述換流電路的電流目標值及電壓目標值分別為 I_{inv}^* 及 V_{inv}^* ，

令前述平滑電容的電容值為 C ，

令前述升壓電路的電壓目標值為 V_o^* ，

令前述直流輸入電壓值為 V_g 時，

$$I_{in}^* = \frac{\{ (I_{inv}^* \times V_{inv}^*) + C \times (dV_o^*/dt) \times V_o^* \}}{V_g}。$$

[0023] (7) 而且，在前述 (2) 之換流裝置中，例

IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) 等所構成的切換元件 Qb ; 構成升壓截波電路。

於升壓電路 10 的輸入側，設有：第 1 電壓感測器 17、第 1 電流感測器 18、及用以平滑化的電容 26。

第 1 電壓感測器 17，係檢測太陽光發電面板 2 所輸出並輸入到升壓電路 10 之直流電力的直流輸入電壓檢測值 V_g (直流輸入電壓值)，且輸出到控制部 12。第 1 電流感測器 18，係檢測乃是流動到直流電抗器 15 的電流之升壓電路電流檢測值 I_{in} (直流輸入電流值)，且輸出到控制部 12。尚且，為了檢測直流輸入電流檢測值 I_g ，於電容 26 的前段，亦可更進一步設有電流感測器。

控制部 12 具有：演算來自直流輸入電壓檢測值 V_g 及升壓電路電流檢測值 I_{in} 的輸入電力 P_{in} ，進行對太陽光發電面板 2 之 MPPT (Maximum Power Point Tracking : 最大功率點追蹤) 控制之功能。

[0035] 而且，升壓電路 10 的切換元件 Qb，係如後述般，被控制成：在與換流電路 11 之間進行切換動作之期間進行交互地切換。因此，升壓電路 10，在進行著切換動作的期間，把升壓過的電力輸出到換流電路 11；在停止著切換動作的期間，不升壓太陽光發電面板 2 所輸出並輸入到升壓電路 10 之直流電力的直流輸入電壓值而輸出到換流電路 11。

[0036] 在升壓電路 10、與換流電路 11 之間，連接平滑用的電容 19 (平滑電容)。

換流電路 11 具備著利用 FET (Field Effect Transistor) 所構成的切換元件 Q1 ~ Q4 。這些切換元件 Q1 ~ Q4 構成全波橋式電路。

各切換元件 Q1 ~ Q4 被連接到控制部 12 ，利用控制部 12 而可以被控制。控制部 12 ，是對各切換元件 Q1 ~ Q4 的動作進行 PWM 控制。經此，換流電路 11 ，把從升壓電路 10 所給予的電力變換成交流電力。

[0037] 換流裝置 1 ，係在換流電路 11 、與商用電力系統 3 之間具備著濾波電路 21 。

濾波電路 21 構成具備著：2 個交流電抗器 22 、與設在交流電抗器 22 的後段之電容 23 (輸出平滑電容) 。濾波電路 21 ，具有：除去被包含在從換流電路 11 所輸出的交流電力之高頻成分之功能。利用濾波電路 21 而被除去的高頻成分之交流電力，給予到商用電力系統 3 。

[0038] 如此，升壓電路 10 及換流電路 11 ，係構成：把太陽光發電面板 2 所輸出的直流電力變換成交流電力，把變換過的交流電力，透過濾波電路 21 朝商用電力系統 3 輸出之變換部。

[0039] 而且，於濾波電路 21 ，連接著用以檢測乃是利用換流電路 11 所輸出的電流值之換流電流檢測值 I_{inv} (流動到交流電抗器 22 之電流) 之第 2 電流感測器 24 。更進一步，在濾波電路 21 、與商用電力系統 3 之間，連接著用以檢測商用電力系統 3 側的電壓值 (系統電壓檢測值 V_a) 之第 2 電壓感測器 25 。

換流輸出電壓指令值

$$V_{inv*} = V_a + s L_a I_{inv*} \dots (5)$$

[0073] 但是，式（5）中， L_a 為交流電抗器的電感， s 為拉普拉斯運算子。

上述式（5），使用以時間 t 的微分來表現的話，為

$$V_{inv*} = V_a + L_a \times (d I_{inv*} / dt) \dots (5a)$$

在式（5）、（5a）中，右邊第 2 項，為考慮在交流電抗器 22 的兩端所發生的電壓而加法運算過的值。

如此，在本實施方式中，讓換流電路 11 所輸出的交流電力的電流相位與系統電壓檢測值 V_a 同相位般地，根據乃是用以控制換流電路 11 的電流目標值之換流電流指令值 I_{inv*} ，設定換流輸出電壓指令值 V_{inv*} （電壓目標值）。

[0074] 求取換流輸出電壓指令值 V_{inv*} 的話，如下述式（6）所示般，第 2 演算部 51 比較直流輸入電壓檢測值 V_g 、與換流輸出電壓指令值 V_{inv*} 之絕對值，決定較大的那一方為升壓電路電壓目標值（升壓電路電壓指令值） V_o^* （步驟 S6）。

升壓電路電壓目標值

$$V_o^* = \text{Max} (V_g, V_{inv*} \text{的絕對值}) \dots (6)$$

[0075] 更進一步，第 2 演算部 51，係根據下述式（7），演算升壓電路電流指令值 I_{in*} （步驟 S7）。

升壓電路電流指令值

$$I_{in*} = \{ (I_{inv*} \times V_{inv*}) + (s C V_o^*) \times V_o^* \} / V_g \dots (7)$$

[0076] 但是，在式（7）中，C 為電容 19（平滑電容）的電容值；s 為拉普拉斯運算子。

上述式（7），使用以時間 t 的微分來表現的話，為

$$I_{in}^* = \frac{\{ (I_{inv}^* \times V_{inv}^*) + C \times (dV_o^* / dt) \times V_o^* \}}{V_g} \quad \dots (7a)$$

而且，檢測在電容 19 所流動的電流並把其作為 I_c 的話，為

$$I_{in}^* = \frac{\{ (I_{inv}^* \times V_{inv}^*) + I_c \times V_o^* \}}{V_g} \quad \dots (7b)$$

[0077] 在式（7）、（7a）、（7b）中，被加法運算到換流電流指令值 I_{inv}^* 、與換流輸出電壓指令值 V_{inv}^* 之積的項，乃是考慮了通過電容 19 之無效電力之值。亦即，利用加到換流電路 11 的電力目標值，並考慮無效電力的方式，可以更正確地求取 I_{in}^* 之值。

[0078] 更進一步，預先測定換流裝置 1 的電力損失 P_{Loss} 的話，上述式（7a），可以表示成如以下般。

$$I_{in}^* = \frac{\{ (I_{inv}^* \times V_{inv}^*) + C \times (dV_o^* / dt) \times V_o^* + P_{Loss} \}}{V_g} \quad \dots (7c)$$

同樣，上述式（7b），可以表示成如以下般。

$$I_{in}^* = \frac{\{ (I_{inv}^* \times V_{inv}^*) + I_c \times V_o^* + P_{Loss} \}}{V_g} \quad \dots (7d)$$

該情況下，經由加到換流電路 11 的電力目標值，並

[0093] 輸出電流指令值 I_a^* 係從上述式 (2) 而被求得的緣故，使上述相位超前的角度，係藉由直流輸入電流指令值 I_g^* 而被調整。

本實施方式的控制處理部 30，係如上述般，設定直流輸入電流指令值 I_g^* ，使得換流輸出電壓指令值 V_{inv}^* 的相位，相對於商用電力系統 3 的電壓相位相位超前約 3 度。

[0094]

[1.3 有關升壓電路及換流電路的控制]

升壓電路控制部 32 控制升壓電路 10 的切換元件 Q_b 。而且，換流電路控制部 33 控制換流電路 11 的切換元件 $Q_1 \sim Q_4$ 。

[0095] 升壓電路控制部 32 及換流電路控制部 33，係分別產生升壓電路用載波及換流電路用載波，以乃是來自控制處理部 30 所給予的指令值之升壓電路電壓參考值 $V_{bc\#}$ 、及換流電壓參考值 $V_{inv\#}$ 調變這些載波，生成用以驅動各切換元件之驅動波形。

[0096] 升壓電路控制部 32 及換流電路控制部 33，係以根據上述驅動波形控制各切換元件的方式，使近似於升壓電路電流指令值 I_{in}^* 、及換流電流指令值 I_{inv}^* 的電流波形的交流電力輸出到升壓電路 10 及換流電路 11。

[0097] 圖 10 (a) 為比較升壓電路用載波、與升壓電路電壓參考值 $V_{bc\#}$ 的波形之圖表。圖中，縱軸表示電壓；橫軸表示時間。尚且，在圖 10 (a) 中，為了容易理

解，把升壓電路用載波的波長延的比實際還長而表示著。

升壓電路控制部 32 所生成之升壓電路用載波，乃是極小值為「0」之三角波，振幅 $A1$ 被當作是從控制處理部 30 所給予的升壓電路電壓目標值 V_{o^*} 。

而且，升壓電路用載波的頻率，係藉由控制處理部 30 的控制命令，利用升壓電路控制部 32 被設定成指定的工作比。

[0098] 尚且，升壓電路電壓目標值 V_{o^*} ，係如上述般，換流輸出電壓指令值 V_{inv^*} 的絕對值，為變化成：大致在成為直流輸入電壓檢測值 V_g 以上的期間 $W1$ ，是仿效到換流輸出電壓指令值 V_{inv^*} 的絕對值，在此以外的期間是仿效到直流輸入電壓檢測值 V_g 。因此，升壓電路用載波的振幅 $A1$ 也隨著升壓電路電壓目標值 V_{o^*} 而變化。

[0099] 尚且，在本實施方式中，直流輸入電壓檢測值 V_g 為 250 伏特，商用電力系統 3 的電壓振幅為 288 伏特。

[0100] 升壓電路電壓參考值 $V_{bc\#}$ 的波形（以下，也稱為升壓電路用參考波 $V_{bc\#}$ ），為控制處理部 30 根據升壓電路電流指令值 I_{in^*} 所求得的值，在換流輸出電壓指令值 V_{inv^*} 的絕對值比直流輸入電壓檢測值 V_g 還要大的期間 $W1$ ，為正的值。升壓電路用參考波 $V_{bc\#}$ ，係在期間 $W1$ ，讓升壓電路電壓目標值 V_{o^*} 近似成為波形狀的波形，相對於升壓電路用載波而交叉。

[0101] 升壓電路控制部 32，係比較升壓電路用載波

此，換流電路用載波的振幅 A_2 也隨著升壓電路電壓目標值 V_o^* 而變化。

[0109] 換流電壓參考值 $V_{inv\#}$ 的波形（以下，也稱為換流電路用參考波 $V_{inv\#}$ ），為控制處理部 30 根據換流電流指令值 i_{inv}^* 所求得的值，被設定成大致與商用電力系統 3 的電壓振幅（288 伏特）相同。因此，換流電路用參考波 $V_{inv\#}$ ，係在電壓值為 $-V_g \sim +V_g$ 的範圍的部分，相對於換流電路用載波而交叉。

[0110] 換流電路控制部 33，係比較換流電路用載波與換流電路用參考波 $V_{inv\#}$ ，以在乃是電壓目標值之換流電路用參考波 $V_{inv\#}$ 成為換流電路用載波以上的部分為開啟、在成為載波以下的部分為關閉的方式，生成用以驅動切換元件 $Q_1 \sim 4$ 的驅動波形。

[0111] 圖 11 (b) 為用以驅動換流電路控制部 33 所生成之切換元件 Q_1 之驅動波形。圖中，縱軸為電壓，橫軸為時間。橫軸表示成與圖 11 (a) 的橫軸一致。

換流電路控制部 33，係生成驅動波形，使得換流電路用參考波 $V_{inv\#}$ 的電壓在 $-V_g \sim +V_g$ 的範圍 W_2 下進行切換動作。因此，在其以外的範圍，控制切換元件 Q_1 使得切換動作停止。

[0112] 圖 11 (c) 為用以驅動換流電路控制部 33 所生成之切換元件 Q_3 之驅動波形。圖中，縱軸為電壓，橫軸為時間。

換流電路控制部 33，係有關於切換元件 Q_3 ，是比較

圖中以虛線所表示的換流電路用參考波 $V_{inv\#}$ 的反轉波、與載波，生成驅動波形。

也在該情況下，換流電路控制部 33，係生成驅動波形，使得換流電路用參考波 $V_{inv\#}$ （之反轉波）的電壓在 $-V_g \sim +V_g$ 的範圍 W2 下進行切換動作。因此，在其以外的範圍，控制切換元件 Q3 使得切換動作停止。

[0113] 尚且，換流電路控制部 33，係有關於切換元件 Q2 的驅動波形，是生成使切換元件 Q1 的驅動波形反轉者，有關於切換元件 Q4 的驅動波形，是生成使切換元件 Q3 的驅動波形反轉者。

[0114] 如以上般，換流電路控制部 33，係以換流電路用參考波 $V_{inv\#}$ 調變換流電路用載波，生成用以表示切換的脈衝寬度之驅動波形。換流電路控制部 33，係根據所生成的驅動波形，對換流電路 11 的切換元件 Q1~Q4 進行 PWM 控制。

[0115] 本實施方式的升壓電路控制部 32，係使電力輸出，使得在直流電抗器 15 所流動的電流一致於升壓電路電流指令值 I_{in*} 。其結果，在換流輸出電壓指令值 V_{inv*} 的絕對值大致成為直流輸入電壓檢測值 V_g 以上的期間 W1（圖 10），於升壓電路 10 進行切換動作。升壓電路 10，係在期間 W1 輸出電力，使得把直流輸入電壓檢測值 V_g 以上的電壓近似到換流輸出電壓指令值 V_{inv*} 的絕對值。另一方面，在換流輸出電壓指令值 V_{inv*} 的絕對值大致成為直流輸入電壓檢測值 V_g 以下的期間，升壓電路

示成相互一致。

[0121] 如圖所表示般，了解到輸出電流的實測值 I_a 被控制成與指令值 I_a^* 一致。

而且，了解到升壓電路 10 的切換元件 Q_b 之切換動作的期間、與換流電路 11 的切換元件 $Q_1 \sim Q_4$ 之切換動作的期間，係被控制成大致相互交替切換。

[0122] 而且，在本實施方式中，如圖 8 (a) 所表示般，升壓電路係被控制成在直流電抗器 15 所流動的電流一致於根據上述式 (7) 所求得的電流指令值 I_{in}^* 。其結果，升壓電路與換流電路的電壓成為於圖 8 (b) 所示的波形，具有分別停止升壓電路 10、及換流電路 11 的高頻切換動作的期間，可以進行大致交互的切換動作之運轉。

[0123]

[1.4 有關被輸出之交流電力的電流相位]

本實施方式的升壓電路 10 及換流電路 11，係藉由控制部 12 所致的控制，把近似於換流輸出電壓指令值 V_{inv}^* 之電壓波形的交流電力，輸出到被連接到其之後段的濾波電路 21。換流裝置 1，係透過濾波電路 21 輸出交流電力到商用電力系統 3。

[0124] 在此，換流輸出電壓指令值 V_{inv}^* ，係如上述般，藉由控制處理部 30，生成作為相對於商用電力系統 3 的電壓相位而數次相位超前之電壓相位。

從而，升壓電路 10 及換流電路 11 所輸出的交流電壓，也作為相對於商用電力系統 3 的電壓相位而數次相位

超前之電壓相位。

[0125] 這麼一來，於濾波電路 21 的交流電抗器 22（圖 2）的兩端，其中一方成為有關升壓電路 10 及換流電路 11 的交流電壓；另一方成為有關與商用電力系統 3 相互數次電壓相位錯位的電壓。

[0126] 圖 13（a），為表示從換流電路 11 所輸出的交流電壓、商用電力系統 3、及交流電抗器 22 的兩端電壓之各自的電壓波形的圖表。圖中，縱軸表示電壓；橫軸表示時間。

如圖所示般，有關到交流電抗器 22 的兩端相互數次電壓相位錯位的電壓的話，交流電抗器 22 的兩端電壓，係成為有關到交流電抗器 22 的兩端之相互數次電壓相位錯位的電壓彼此間的差量。

[0127] 因此、如圖所示般，交流電抗器 22 之兩端電壓的相位，為相對於商用電力系統 3 的電壓相位前進 90 度的相位。

[0128] 圖 13（b）為表示在交流電抗器 22 所流動的電流波形之圖表。圖中，縱軸表示電流；橫軸表示時間。橫軸表示成與圖 13（a）的橫軸一致。

交流電抗器 22 的電流相位，係相對於該電壓相位延遲 90 度。因此、如圖所示般，通過交流電抗器 22 而被輸出的交流電力的電流相位，變成相對於商用電力系統 3 的電流相位而同步。

[0129] 從而，換流電路 11 所輸出的電壓相位，係相

申請專利範圍

1. 一種透過電抗器而被連接到交流系統之換流裝置，係具備：

把電源所輸出的直流電力變換成交流電力，把變換過的交流電力，透過前述電抗器輸出到前述交流系統之變換部；及

進行前述變換部的控制之控制部，

前述變換部具備：

升壓電路，其係把前述直流電力的直流輸入電壓值，升壓成包含有交流波形的絕對值的一部分之電壓；及

換流電路，其係把從前述升壓電路所給予的電力變換成交流電力；

有關前述控制部，係：

根據前述直流電力的輸入電力值及前述交流系統的電壓值求取輸出電流目標值，根據該輸出電流目標值求取前述換流電路的電流目標值及電壓目標值而控制前述換流電路，並且

利用根據與前述換流電路共通之電流目標值及電壓目標值、以及前述直流輸入電壓值，求取前述升壓電路的電流目標值而控制前述升壓電路這般，控制前述交流電力的輸出，而且，於前述升壓電路及前述換流電路，具有交互高頻切換動作停止期間。

2. 如請求項 1 之換流裝置，其中，

在前述升壓電路與前述換流電路之間設有平滑電容，

根據在基於前述換流電路的電流目標值及電壓目標值所得之電力目標值予以外加了通過前述平滑電容之無效電力之值、與前述直流輸入電壓值，求出前述升壓電路的電流目標值。

3. 如請求項 1 之換流裝置，其中，

在前述升壓電路與前述換流電路之間設有平滑電容，

根據在基於前述換流電路的電流目標值及電壓目標值所得之電力目標值予以外加了通過前述平滑電容之無效電力及該換流裝置之電力損失之值、與前述直流輸入電壓值，求出前述升壓電路的電流目標值。

4. 如請求項 1 之換流裝置，其中，

在前述電抗器的後段設有輸出平滑電容，

令前述升壓電路的電流目標值為 I_{in}^* ，

令前述換流電路的電流目標值及電壓目標值分別為 I_{inv}^* 及 V_{inv}^* ，

令前述輸出電流目標值為 I_a^* ，

令前述輸出平滑電容的電容值為 C_a ，

令前述交流系統的電壓值為 V_a ，

令前述直流輸入電壓值為 V_g 時，

$$I_{in}^* = (I_{inv}^* \times V_{inv}^*) / V_g ,$$

$$I_{inv}^* = I_a^* + C_a \times (dV_a / dt) 。$$

5. 如請求項 1 之換流裝置，其中，

在前述電抗器的後段設有輸出平滑電容，

令前述升壓電路的電流目標值為 I_{in}^* ，

令前述換流電路的電流目標值及電壓目標值分別為 I_{inv}^* 及 V_{inv}^* ，

令前述交流系統的電壓值為 V_a ，

令前述直流輸入電壓值為 V_g ，

令前述輸出電流目標值為 I_a^* ，

令在前述輸出平滑電容流動的電流為 I_{ca} 時，

$$I_{in}^* = (I_{inv}^* \times V_{inv}^*) / V_g ,$$

$$I_{inv}^* = I_a^* + I_{ca} .$$

6. 如請求項 2 之換流裝置，其中，

令前述升壓電路的電流目標值為 I_{in}^* ，

令前述換流電路的電流目標值及電壓目標值分別為 I_{inv}^* 及 V_{inv}^* ，

令前述平滑電容的電容值為 C ，

令前述升壓電路的電壓目標值為 V_o^* ，

令前述直流輸入電壓值為 V_g 時，

$$I_{in}^* =$$

$$\{ (I_{inv}^* \times V_{inv}^*) + C \times (d V_o^* / dt) \times V_o^* \} / V_g .$$

7. 如請求項 2 之換流裝置，其中，

令前述升壓電路的電流目標值為 I_{in}^* ，

令前述換流電路的電流目標值及電壓目標值分別為 I_{inv}^* 及 V_{inv}^* ，

令前述升壓電路的電壓目標值為 V_o^* ，

令前述直流輸入電壓值為 V_g ，

令在前述平滑電容流動的電流為 I_c 時，

$$I_{in*} = \{ (I_{inv*} \times V_{inv*}) + I_c \times V_{o*} \} / V_g$$

8. 如請求項 3 之換流裝置，其中，
 令前述升壓電路的電流目標值為 I_{in*} ，
 令前述換流電路的電流目標值及電壓目標值分別為 I_{inv*} 及 V_{inv*} ，

令前述平滑電容的電容值為 C ，
 令前述升壓電路的電壓目標值為 V_{o*} ，
 令前述直流輸入電壓值為 V_g ，
 令該換流裝置的電力損失為 P_{Loss} 時，

$$I_{in*} = \{ (I_{inv*} \times V_{inv*}) + C \times (dV_{o*}/dt) \times V_{o*} + P_{Loss} \} / V_g$$

9. 如請求項 3 之換流裝置，其中，
 令前述升壓電路的電流目標值為 I_{in*} ，
 令前述換流電路的電流目標值及電壓目標值分別為 I_{inv*} 及 V_{inv*} ，

令前述升壓電路的電壓目標值為 V_{o*} ，
 令前述直流輸入電壓值為 V_g ，
 令在前述平滑電容流動的電流為 I_c ，
 令該換流裝置的電力損失為 P_{Loss} 時，

$$I_{in*} = \{ (I_{inv*} \times V_{inv*}) + I_c \times V_{o*} + P_{Loss} \} / V_g$$

10. 如請求項 4~9 中任 1 項之換流裝置，其中，

前述控制部，係選擇前述直流輸入電壓值、及前述換流電路的電壓目標值中絕對值較大的一方作為前述升壓電路的電壓目標值，同時，

令前述電抗器的電感為 L_a 時，把前述換流電路的電壓目標值 V_{inv*} ，

作為 $V_{inv*} = V_a + L_a (d I_{inv*} / dt)$ 而求出。

11. 如請求項 1~9 中任 1 項之換流裝置，其中，

前述控制部，係根據從對來自前述直流輸入電壓值及前述電源所給予的直流電力之直流輸入電流值分別做複數次測定的結果所求出之前述直流輸入電壓值及前述直流輸入電流值之個別的平均值，進行前述電源中最大功率點追蹤控制。

12. 如請求項 11 之換流裝置，其中，

前述直流輸入電壓值及直流輸入電流值之各個平均值，乃是從在前述交流系統的 $1/2$ 週期的整數倍期間之間，把前述直流輸入電壓值及直流輸入電流值分別以比前述交流系統的 $1/2$ 週期還要短的時間間隔做複數次測定之結果所得到的值。

13. 如請求項 1~9 中任 1 項之換流裝置，其中，

該換流裝置為從前述交流系統輸出直流電力到前述電源者。