



(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 I505620 B

(45) 公告日：中華民國 104 (2015) 年 10 月 21 日

(21) 申請案號：101113021

(22) 申請日：中華民國 101 (2012) 年 04 月 12 日

(51) Int. Cl. : H02M5/22 (2006.01)

H02M1/08 (2006.01)

(30) 優先權：2011/05/10 日本

2011-105701

(71) 申請人：安川電機股份有限公司 (日本) KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI (JP)
日本

(72) 發明人：山本榮治 YAMAMOTO, EIJI (JP)

(74) 代理人：林志剛

(56) 參考文獻：

JP 11-18489A

JP 2005-168197A

US 7782643B2

US 2010/0091534A1

WO 2006/112275A

WO 2009/013992A

審查人員：彭極富

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：13 共 59 頁

(54) 名稱

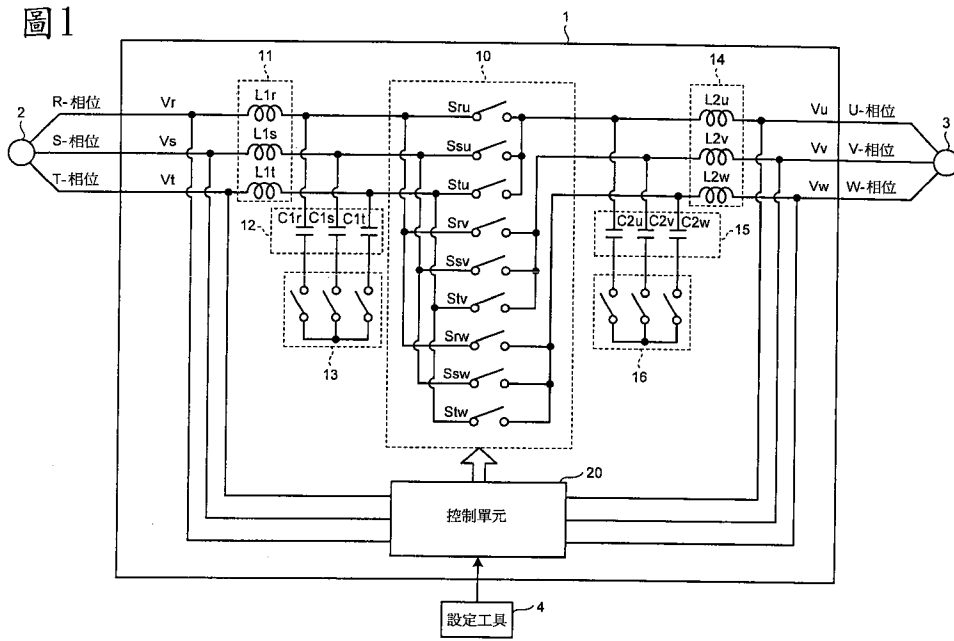
矩陣轉換器

MATRIX CONVERTER

(57) 摘要

根據一具體實施例之一矩陣轉換器包含一控制單元，控制單元產生負載側相間電壓中之一最高相間電壓，其係藉由控制連接相關於該最高相間電壓之相位以及相關於 AC 電源側相間電壓中之一最高相間電壓之相位的雙向開關。此外，控制單元產生負載側相間電壓中之一中間相間電壓，其係藉由控制連接相關於該中間相間電壓之相位以及相關於 AC 電源側相間電壓中之一中間相間電壓之相位的雙向開關。

A matrix converter according to an embodiment includes a control unit generates a highest phase-to-phase voltage among load side phase-to-phase voltages by controlling bidirectional switches that connect phases with respect to the highest phase-to-phase voltage and phases with respect to a highest phase-to-phase voltage among AC-source side phase-to-phase voltages. Moreover, the control unit generates a middle phase-to-phase voltage among the load side phase-to-phase voltages by controlling bidirectional switches that connect phases with respect to the middle phase-to-phase voltage and phases with respect to a middle phase-to-phase voltage among the AC-source side phase-to-phase voltages.



- 1 . . . 矩陣轉換器
- 2 . . . AC 電源
- 3 . . . 負載
- 4 . . . 設定工具
- 10 . . . 功率轉換單元
- 11 . . . 輸入側反應器群組
- 12 . . . 輸入側電容器群組
- 13 . . . 輸入側開關
- 14 . . . 輸出側反應器群組
- 15 . . . 輸出側電容器群組
- 16 . . . 輸出側開關
- 20 . . . 控制單元

圖 1

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：101113021

※申請日：101年04月12日

※IPC分類：

H02M 5/22 (2006.01)
H02M 1/08 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

矩陣轉換器

Matrix converter

二、中文發明摘要：

根據一具體實施例之一矩陣轉換器包含一控制單元，控制單元產生負載側相間電壓中之一最高相間電壓，其係藉由控制連接相關於該最高相間電壓之相位以及相關於AC電源側相間電壓中之一最高相間電壓之相位的雙向開關。此外，控制單元產生負載側相間電壓中之一中間相間電壓，其係藉由控制連接相關於該中間相間電壓之相位以及相關於AC電源側相間電壓中之一中間相間電壓之相位的雙向開關。

三、英文發明摘要：

A matrix converter according to an embodiment includes a control unit generates a highest phase-to-phase voltage among load side phase-to-phase voltages by controlling bidirectional switches that connect phases with respect to the highest phase-to-phase voltage and phases with respect to a highest phase-to-phase voltage among AC-source side phase-to-phase voltages. Moreover, the control unit generates a middle phase-to-phase voltage among the load side phase-to-phase voltages by controlling bidirectional switches that connect phases with respect to the middle phase-to-phase voltage and phases with respect to a middle phase-to-phase voltage among the AC-source side phase-to-phase voltages.

四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

1：矩陣轉換器

2：AC電源

3：負載

4：設定工具

10：功率轉換單元

11：輸入側反應器群組

12：輸入側電容器群組

13：輸入側開關

14：輸出側反應器群組

15：輸出側電容器群組

16：輸出側開關

20：控制單元

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本文所討論之具體實施例係關於一矩陣轉換器。

【先前技術】

矩陣轉換器可抑制諧波電流且可有效地使用再生的電力，因此受到注意作為一新的功率轉換器。矩陣轉換器例如包括連接一 AC 電源之個別相位及一負載之個別相位的複數個雙向開關，並藉由控制這些雙向開關並直接地切換 AC 電源的每一相位電壓而輸出任意的電壓及頻率至負載。

矩陣轉換器對雙向開關執行 PWM 控制並控制其傳導率，使得負載側電壓一般係低於 AC 電源側電壓。然而，近年來，提出了一矩陣轉換器，其具有造成負載側電壓高於 AC 電源側電壓的一升壓功能。

舉例來說，在國際公開號 WO2006/112275 中所描述之矩陣轉換器包括在一 AC 電源之個別相位上的反應器、雙向開關、及與連接至一負載之輸出之個別相位連接的電容器。在藉由控制雙向開關而使反應器之雙向開關側端之間短路後，矩陣轉換器連接二或多個反應器至電容器。因此，造成負載側電壓高於 AC 電源側電壓的一升壓功能係實現於矩陣轉換器中。

在矩陣轉換器中，需要容易地執行雙向開關的控制。

具體實施例之一態樣的一目的為提供能夠容易地實施

雙向開關之控制的矩陣轉換器，不論是否存在一升壓功能。

【發明內容】

根據一具體實施例之一矩陣轉換器包含一功率轉換單元及一控制單元。功率轉換單元包括連接一 AC 電源之每一相位及一負載之每一相位的複數個雙向開關。控制單元產生負載側相間 (phase-to-phase) 電壓中之一最高相間電壓，其係藉由控制連接相關於該最高相間電壓之相位以及相關於 AC 電源側相間電壓中之一最高相間電壓之相位的雙向開關。此外，控制單元產生負載側相間電壓中之一中間相間電壓，其係藉由控制連接相關於中間相間電壓之相位以及相關於 AC 電源側相間電壓中之一中間相間電壓之相位的雙向開關。

根據一具體實施例的一態樣，在可提供能夠簡單地執行雙向開關的控制之矩陣轉換器中可獲得效果。

【實施方式】

在下文中，將基於圖式詳細描述根據具體實施例之矩陣轉換器。本發明並不限於此具體實施例。

[矩陣轉換器的組態]

首先，將參考圖 1 解釋根據具體實施例之矩陣轉換器的組態。圖 1 為描述根據具體實施例之矩陣轉換器 1 之組

態的圖式。如圖 1 所示，根據具體實施例之矩陣轉換器 1 係設置於 AC 電源 2 及負載 3 之間。

矩陣轉換器 1 可執行在 AC 電源 2 及負載 3 之間的雙向功率轉換，此外可執行 AC 電源 2 及負載 3 之間的升壓 (boosting) 及降壓 (bucking)。在矩陣轉換器 1 中，功率轉換的方向係例如基於來自設定工具 4 的設定而決定。就負載 3 而言，AC 產生器或 AC 馬達可為負載 3 的其中一範例。在下文中，AC 電源 2 側係描述為一輸入側，而負載 3 側係描述為一輸出側。

如圖 1 所示，矩陣轉換器 1 包括功率轉換單元 10、輸入側反應器群組 11、輸入側電容器群組 12、輸入側開關 13、輸出側反應器群組 14、輸出側電容器群組 15、輸出側開關 16、及控制單元 20。

功率轉換單元 10 包括複數個雙向開關 S_{ru} 、 S_{su} 、 S_{tu} 、 S_{rv} 、 S_{sv} 、 S_{tv} 、 S_{rw} 、 S_{sw} 、及 S_{tw} (下文中，在某些情況中將統稱作雙向開關 S)，其連接 AC 電源 2 之個別相位及負載 3 之個別相位。雙向開關 S_{ru} 、 S_{su} 、及 S_{tu} 分別連接 AC 電源 2 之 R-相位、S-相位、及 T-相位至負載 3 的 U-相位。雙向開關 S_{rv} 、 S_{sv} 、及 S_{tv} 分別連接 AC 電源 2 之 R-相位、S-相位、及 T-相位至負載 3 的 V-相位。雙向開關 S_{rw} 、 S_{sw} 、及 S_{tw} 分別連接 AC 電源 2 之 R-相位、S-相位、及 T-相位至負載 3 的 W-相位。

雙向開關 S 例如可包含兩個單向開關元件的反平行連接。半導體開關 (例如絕緣閘極雙極性電晶體 (IGBT))

為開關元件的一範例。每一半導體開關係藉由輸入一信號至半導體開關之閘極而開啓/關閉，藉此控制電流的方向。

輸入側反應器群組 11 包括第一反應器 $L1r$ 、 $L1s$ 、及 $L1t$ （下文中，在某些情況中將統稱作第一反應器 $L1$ ）。第一反應器 $L1r$ 係設置以連接於 AC 電源 2 之 R-相位與雙向開關 Sru 、 Srv 、及 Srw 之間。第一反應器 $L1s$ 係設置以連接於 AC 電源 2 之 S-相位與雙向開關 Ssu 、 Ssv 、及 Ssw 之間。第一反應器 $L1t$ 係設置以連接於 AC 電源 2 之 T-相位與雙向開關 Stu 、 Stv 、及 Stw 之間。

輸入側電容器群組 12 包括第一電容器 $C1r$ 、 $C1s$ 、及 $C1t$ （下文中，在某些情況中將統稱作第一電容器 $C1$ ）。第一電容器 $C1r$ 係設置以連接於第一反應器 $L1r$ 與輸入側開關 13 之間。第一電容器 $C1s$ 係設置以連接於第一反應器 $L1s$ 與輸入側開關 13 之間。第一電容器 $C1t$ 係設置以連接於第一反應器 $L1t$ 與輸入側開關 13 之間。

輸入側開關 13 為將第一電容器 $C1r$ 、 $C1s$ 、及 $C1t$ （其一端係連接至雙向開關 S ）的另一端彼此連接之開關。亦即，當輸入側開關 13 為開啓，第一電容器 $C1r$ 、 $C1s$ 、及 $C1t$ 的另一端係彼此連接，而當輸入側開關 13 為關閉，第一電容器 $C1r$ 、 $C1s$ 、及 $C1t$ 的另一端之每一者為開路。

輸出側反應器群組 14 包括第二反應器 $L2u$ 、 $L2v$ 、及 $L2w$ （下文中，在某些情況中將統稱作第二反應器 $L2$ ）。

第二反應器 $L2u$ 係設置以連接於負載 3 之 U-相位與雙向開關 Sru 、 Ssu 、及 Stu 之間。第二反應器 $L2v$ 係設置以連接於負載 3 之 V-相位與雙向開關 Srv 、 Ssv 、及 Stv 之間。第二反應器 $L2w$ 係設置以連接於負載 3 之 W-相位與雙向開關 Srw 、 Ssw 、及 Stw 之間。

輸出側電容器群組 15 包括第二電容器 $C2u$ 、 $C2v$ 、及 $C2w$ （下文中，在某些情況中將統稱作第二電容器 $C2$ ）。第二電容器 $C2u$ 係設置以連接於第二反應器 $L2u$ 與輸出側開關 16 之間。第二電容器 $C2v$ 係設置以連接於第二反應器 $L2v$ 與輸出側開關 16 之間。第二電容器 $C2w$ 係設置以連接於第二反應器 $L2w$ 與輸出側開關 16 之間。

輸出側開關 16 為將第二電容器 $C2u$ 、 $C2v$ 、及 $C2w$ （其一端係連接至雙向開關 S ）的另一端彼此連接之開關。亦即，當輸出側開關 16 為開啓，第二電容器 $C2u$ 、 $C2v$ 、及 $C2w$ 的另一端係彼此連接，而當輸出側開關 16 為關閉，第二電容器 $C2u$ 、 $C2v$ 、及 $C2w$ 的另一端之每一者為開路。

[矩陣轉換器 1 的操作模式]

接著，將解釋矩陣轉換器 1 的操作模式。矩陣轉換器 1 具有四種操作模式，即 A-模式、B-模式、C-模式、及 D-模式，如以下表格 1 所示。

表格 1

模式	操作
A	從輸入側至輸出側的降壓操作
B	從輸入側至輸出側的升壓操作
C	從輸出側至輸入側的降壓操作
D	從輸出側至輸入側的升壓操作

矩陣轉換器 1 針對每一操作模式切換輸入側開關 13 及輸出側開關 16 的狀態。特別地，控制單元 20 根據依照以下表格 2 所執行的操作模式，執行輸入側開關 13 及輸出側開關 16 的開啓/關閉控制。

表格 2

模式	輸入側開關	輸出側開關
A	開啓	關閉
B	關閉	開啓
C	關閉	開啓
D	開啓	關閉

[矩陣轉換器 1 的升壓操作]

接著，將解釋矩陣轉換器 1 的升壓操作。升壓操作係執行於表格 2 所示的 B-模式及 D-模式。在此具體實施例中，以 B-模式中的操作為範例，以解釋升壓操作。在下文中，在首先解釋基本升壓操作後，將解釋特定的升壓操作，以便於理解。

在 B-模式中，由控制器單元 20 設定輸入側開關 13 為關閉且設定輸出側開關 16 為開啓。因此，在 B-模式中，

矩陣轉換器 1 將等效於圖 2 所示的電路。圖 2 為在 B-模式中電路組態的說明圖式。在 B-模式中，輸入側開關 13 係設定為關閉，以避免產生不必要的短路電流。

在設定輸入側開關 13 及輸出側開關 16 後，控制單元 20 將第一反應器 L1 之雙向開關 S 側端彼此連接。舉例來說，控制單元 20 開啓雙向開關 S_{ru} 及 S_{su} 。因此，第一反應器 L1r 及 L1s 的雙向開關 S 側端係經由雙向開關 S_{ru} 及 S_{su} 而彼此連接。因此，AC 電源 2 的 R-相位及 S-相位經由第一反應器 L1r 及 L1s 而短路，使得短路電流流動，且磁能係累積於第一反應器 L1r 及 L1s 中。在此具體實施例中，在升壓操作過程中，雙向雙側開關 S_{tu} 係由控制單元 20 保持於開啓狀態。

接著，控制單元 20 釋放累積在第一反應器 L1 中的磁能至第二電容器 C2 作為電能。舉例來說，當藉由開啓雙向開關 S_{ru} 及 S_{su} 而累積磁能於第一反應器 L1r 及 L1s 中，控制單元 20 關閉雙向開關 S_{su} 及 S_{ru} 並開啓雙向開關 S_{sv} 及 S_{rw} 。因此，累積於第一反應器 L1r 及 L1s 中的磁能係分別釋放至第二電容器 C2v 及 C2w 作為電能。因此，由升壓截波器的原理，在 V-相位及 W-相位之間的相間電壓的絕對值變得大於在 R-相位及 S-相位之間的相間電壓的絕對值，藉此而執行升壓。

在此方式中，在 B-模式的升壓操作中，由於累積在第一反應器 L1 中的磁能係累積於第二電容器 C2 作為電能，雙向開關 S 係受到控制以建立從第一反應器 L1 至第二電

容器 C2 的電流路徑。

在 D-模式的升壓操作也由類似於 B-模式的控制而執行。特別地，控制單元 20 執行從輸出側至輸入側之功率轉換的升壓操作，其藉由將累積於第二反應器 L2 中的磁能累積於第一電容器 C1 作為電能。

圖 3 所示的控制係作為對矩陣轉換器 1 之升壓操作的簡單理解。圖 3 為描述雙向開關 S 在 B-模式（其為升壓操作）中之控制範例的圖式。在圖 3 所示的控制中，最高輸出相間電壓（在下文中係描述為最高輸出相間電壓 V_{ohigh} ）以及中間輸出相間電壓（在下文中係描述為中間輸出相間電壓 V_{omid} ）係由具有圖 3 所示強度關係之 R-相位、S-相位、及 T-相位之三個輸入相位電壓 V_r 、 V_s 、及 V_t 所產生。

圖 3 所示的區段 L 可劃分為區 La 至區 Li 的 9 個期間，如圖 4 所示。圖 4 為圖 3 所示區段 L 之放大圖。在區 La 至區 Li 之在開啓狀態的雙向開關 S 與電流路徑之間的關係顯示於以下的表格 3 中。輸出相間電壓 V_{uw} 為最高輸出相間電壓 V_{ohigh} 且輸出相間電壓 V_{vw} 為中間輸出相間電壓 V_{omid} 。

表格 3

區	要開啓的開關	從R-相位至T-相位流動的電流	從S-相位至T-相位流動的電流
La, Li	S _{rw} , S _{sw} , S _{tw}	V _r →L1 _r →S _{rw} →S _{tw} →L1 _t →V _t	V _s →L1 _s →S _{sw} →S _{tw} →L1 _t →V _t
Lb, Lh	S _{rw} , S _{su} , S _{tw}	V _r →L1 _r →S _{rw} →S _{tw} →L1 _t →V _t	V _s →L1 _s →S _{su} →C2 _u →C2 _w →S _{tw} →L1 _t →V _t
Lc, Lg	S _{rw} , S _{su} , S _{sv} , S _{tw}	V _r →L1 _r →S _{rw} →S _{tw} →L1 _t →V _t	V _s →L1 _s → [S _{su} →C2 _u /S _{sv} →C2 _v] (電流劃分) →C _w →S _{tw} →L1 _t →V _t
Ld, Lf	S _{ru} , S _{sv} , S _{tw}	V _r →L1 _r →S _{ru} →C2 _u →C2 _w →S _{tw} →L1 _t →V _t	V _s →L1 _s →S _{sv} →C2 _v →C2 _w →S _{tw} →L1 _t →V _t
Le	S _{rw} , S _{ru} , S _{rv} , S _{tw}	V _r →L1 _r → [S _{ru} →C2 _u /S _{rv} →C2 _v] (電流劃分) →C _w →S _{tw} →L1 _t →V _t	V _s →L1 _s →S _{sw} →S _{tw} →L1 _t →V _t

在表格 3 所示的區 Lc 及 Lg 中，如圖 5 所示，從 S-相位至 T-相位的電流係劃分為流經雙向開關 S_{su} 及第二電容器 C2_u 的第一路徑以及流經雙向開關 S_{sv} 及第二電容器 C2_v 的第二路徑。圖 5 為描述電流在區 Lc 及 Lg 流動之路徑的圖式。

此外，在表格 3 所示的區 Le 中，從 R-相位至 T-相位的電流係劃分為流經雙向開關 S_{ru} 及第二電容器 C2_u 的第一路徑以及流經雙向開關 S_{rv} 及第二電容器 C2_v 的第二路徑。

在劃分成第一路徑及第二路徑的情況中，操作不會變成基本升壓截波器（其不會假設電流劃分）的操作。因此，無法執行基於決定升壓比例之基本升壓截波器之基本規則的升壓控制，因而執行一補償程序，其使控制方法變得複雜。此外，舉例來說，在 A-模式的降壓操作中，最高

輸出相間電壓 V_{ohigh} 及中間輸出相間電壓 V_{omid} 係由三個輸入相位所產生，使得雙向開關 S 的控制變得複雜。

因此，在 A-模式及 B-模式中，根據具體實施例的矩陣轉換器 1 由兩個輸入相位產生最高輸出相間電壓 V_{ohigh} 及中間輸出相間電壓 V_{omid} 。再者，在 C-模式及 D-模式中，矩陣轉換器 1 由兩個輸出相位以類似方式產生最高輸入相間電壓（在下文中係描述為最高輸入相間電壓 V_{ihigh} ）及中間輸入相間電壓（在下文中係描述為中間輸入相間電壓 V_{imid} ）。因此，在矩陣轉換器 1 中，可解決上述的電流劃分狀態，且雙向開關 S 的控制將變得簡單。

由控制單元 20 在升壓操作中執行之雙向開關 S 的控制將參考圖式特別地解釋於下。圖 6 及圖 7 為描述輸入相位之電壓及輸入區段之間關係的圖式，且圖 8 為描述藉由圖 1 所示控制單元 20 之雙向開關 S 之控制的範例的圖式。B-模式及 D-模式為類似的操作，除了輸入及輸出的關係相反，因此本文係解釋 B-模式中的操作作為範例。

在 A-模式及 B-模式中，如圖 6 所示，區段係劃分為輸入區段 E_0 至 E_{11} ，其為絕對值的強度關係在 R-相位、S-相位、及 T-相位之三個輸入相位電壓之間未改變的期間，亦即採最大絕對值的相位、採中間絕對值的相位、及採最小絕對值的相位未改變。控制單元 20 包括一表格，由其選擇將描述於後之對應輸入電壓之相位 θ_a 的任何輸入區段 E_0 至 E_{11} 。接著，控制單元 20 偵測輸入電壓的相位 θ_a ，並基於輸入電壓的相位 θ_a 而判斷輸入相位電壓 V_r 、

V_s 、及 V_t 的狀態屬於輸入區段 E_0 至 E_{11} 中之哪個輸入區段。

此外，如圖 7 所示，區段可基於藉由加入預定相位差 θ_b 至輸入電壓的相位 θ_a 所獲得之一相位而劃分為輸入區段 E_0' 至 E_{11}' 。輸入區段 E_0' 至 E_{11}' 為絕對值的強度關係在電壓 $V_{r'}$ 、 $V_{s'}$ 及 $V_{t'}$ 沒有改變的時段，其中電壓 $V_{r'}$ 、 $V_{s'}$ 及 $V_{t'}$ 相對輸入相位電壓 V_r 、 V_s 及 V_t 具有相位差 θ_b 。

輸入功率因數可藉由將一區段劃分為輸入區段 E_0' 至 E_{11}' 而調整。舉例來說，輸入功率因數可藉由設定相位差 θ_b 為 -90° 而設定為零。在此情況中，控制單元 20 包括一表格，由其選擇對應輸入電壓之相位 θ_a 的任何輸入區段 E_0' 至 E_{11}' 。接著，控制單元 20 偵測輸入電壓的相位 θ_a ，並藉由基於由加入相位差 θ_b 至輸入電壓的相位 θ_a 所獲得之一相位而參考一表格，判斷電壓 $V_{r'}$ 、 $V_{s'}$ 、及 $V_{t'}$ 的狀態屬於輸入區段 E_0' 至 E_{11}' 中之哪個輸入區段。

亦即，控制單元 20 可基於藉由加入預定相位差 θ_b 至輸入電壓的相位 θ_a 所獲得之一相位而選擇最高輸入相間電壓 V_{ihigh} 及中間輸入相間電壓 V_{imid} 。再者，控制單元 20 可基於藉由加入預定相位差 θ_b 至輸入電壓 V_r 、 V_s 及 V_t 的相位 θ_a 所獲得之一相位而判斷輸入相位電壓 V_r 、 V_s 及 V_t 間的強度關係及中間相位電壓之極性。

在此方式中，控制單元 20 基於輸入電壓的相位 θ_a 判斷電壓的狀態屬於輸入區段 E_0 至 E_{11} 或輸入區段 E_0' 至 E_{11}' 中的哪一區段。在下文中，針對控制單元 20 判斷來

自輸入區段 E0 至 E11 之輸入區段的情況作出解釋，然而，控制也在控制單元 20 判斷來自區段 E0'至 E11'-之輸入區段的情況中以類似方式執行。

在判斷輸入區段後，控制單元 20 開啓雙向開關 S，其連接最高輸入相間電壓 V_{ihigh} 輸入的相位至輸出最高輸出相間電壓 V_{ohigh} 的相位。舉例來說，考慮一情況：輸入區段為圖 6 所示的輸入區段 E1 且 U-相位及 W-相位間之相間電壓為最高輸出相間電壓 V_{ohigh} 。在輸入區段 E1 中，最高輸入相間電壓 V_{ihigh} 輸入的相位為 R-相位及 T-相位。因此，如圖 8 所示，控制單元 20 開啓執行 U-相位及 R-相位之間連接的雙向開關 S_{ru} ，並開啓執行 W-相位及 T-相位之間連接的雙向開關 S_{tw} 。

此外，控制單元 20 開啓雙向開關 S，其連接中間輸入相間電壓 V_{imid} 輸入之相位至輸出中間輸出相間電壓 V_{omid} 的相位。舉例來說，考慮以下情況：輸入區段為圖 6 所示之輸入區段 E1，且 V-相位及 W-相位之間的相間電壓為中間輸出相間電壓 V_{omid} 。在輸入區段 E1 中，中間輸入相間電壓 V_{imid} 輸入之相位為 S-相位及 T-相位。因此，如圖 8 所示，控制單元 20 開啓執行 V-相位及 S-相位之間連接的雙向開關 S_{sv} ，並開啓執行 W-相位及 T-相位之間連接的雙向開關 S_{tw} 。

圖 9 為圖 8 所示區段 T11 的放大圖。如圖 9 所示，圖 8 所示的一脈衝循環可劃分為 5 個區，即區 a 至區 e。圖 8 所示的範例係描述 $T1 > T2$ 的情況。取決於輸入及輸出的關

係，關係可變成 $T1 < T2$ ，然而只有輸出最高輸出相間電壓 V_{ohigh} 及中間輸出相間電壓 V_{omid} 的期間變得不同，且以下將解釋 $T1 > T2$ 的情況，以便於理解。

在 B-模式中，所要開啓之雙向開關 S 與電流路徑之間的關係顯示於表格 4 之區 a 至區 e 中。輸出相間電壓 V_{uw} 爲最高輸出相間電壓 V_{ohigh} ，而輸出相間電壓 V_{vw} 爲中間輸出相間電壓 V_{omid} 。

表格 4

區	要開啓之開關	從R-相位至T-相位流動的電流	從S-相位至T-相位流動的電流
a, e	S _{rw} , S _{sw} , S _{tw}	V _r →L _{1r} →S _{rw} →S _{tw} →L _{1t} →V _t	V _s →L _{1s} →S _{sw} →S _{tw} →L _{1t} →V _t
b, d	S _{ru} , S _{sw} , S _{tw}	V _r →L _{1r} →S _{ru} →C _{2u} →C _{2w} →S _{tw} →L _{1t} →V _t	V _s →L _{1s} →S _{sw} →S _{tw} →L _{1t} →V _t
c	S _{ru} , S _{sv} , S _{tw}	V _r →L _{1r} →S _{ru} →C _{2u} →C _{2w} →S _{tw} →L _{1t} →V _t	V _s →L _{1s} →S _{sv} →C _{2v} →C _{2w} →S _{tw} →L _{1t} →V _t

如表格 4 所示，電流從第一反應器 L₁ 流至第二電容器 C₂，而無被劃分至任何區 a 至 e。特別地，在累積磁能於區 a 至 e 之第一反應器 L_{1r} 及 L_{1s} 中後，磁能係從第一反應器 L_{1r} 釋放至第二電容器 C_{2u} 作爲在區 b 及 d 中的電能。此外，在區 c 中，磁能係從第一反應器 L_{1r} 釋放至第二電容器 C_{2u} 作爲電能，且磁能係從第一反應器 L_{1s} 釋放至第二電容器 C_{2v} 作爲電能。

此外，相較於圖 4 所示之區 L_a 至 L_i 中之切換控制，在圖 9 所示之區 a 至 e 中之矩陣轉換器 1 的切換控制可顯

著地降低在一脈衝循環中所執行之雙向開關 S 的控制次數。因此，可執行雙向開關 S 的簡單控制。

在此方式中，根據具體實施例的矩陣轉換器 1 藉由在 B-模式（其為一升壓操作）之一輸入相間電壓而產生最高輸出相間電壓 v_{ohigh} 及中間輸出相間電壓 V_{omid} 之每一者，以解決上述的電流劃分狀態且可輕易地執行雙向開關 S 的控制。此外，在 D-模式（其為一升壓操作）的情況中，矩陣轉換器 1 藉由在類似方式中的一輸出相間電壓而產生最高輸入相間電壓 V_{ihigh} 及中間輸入相間電壓 V_{imid} ，以消除上述電流劃分狀態且可輕易地執行雙向開關 S 的控制。

[控制單元 20 的組態]

矩陣轉換器 1 之控制單元 20 的組態將特別地解釋如下。圖 10 為描述圖 1 所示控制單元 20 之組態的圖式。如圖 10 所示，控制單元 20 包括輸入電壓偵測單元 21、輸出電壓偵測單元 22、電壓指令產生單元 23、升壓/降壓開關單元 24、及 PWM 信號產生單元 25。

輸入電壓偵測單元 21 偵測在輸入側的電壓。特別地，輸入電壓偵測單元 21 偵測在 AC 電源 2 之 R-相位、S-相位、及 T-相位之個別相位與第一反應器 L1 之間的連接點之 AC 電源 2 之相間電壓 V_{rs} 、 V_{st} 、及 V_{tr} （在下文中係描述為輸入相間電壓 V_{rs} 、 V_{st} 、及 V_{tr} ）的數值。輸入相間電壓 V_{rs} 為 R-相位與 S-相位之間的電壓、輸入相間

電壓 V_{st} 為 S-相位與 T-相位之間的電壓、且輸入相間電壓 V_{tr} 為 T-相位與 R-相位之間的電壓。此外，輸入電壓偵測單元 21 偵測輸入電壓的相位 θ_a 。

輸出電壓偵測單元 22 偵測在輸出側的電壓。特別地，輸出電壓偵測單元 22 偵測在負載 3 之 U-相位、V-相位、及 W-相位之個別相位與第二反應器 L2 之間的連接點之負載 3 之相間電壓 V_{uv} 、 V_{vw} 、及 V_{wu} （在下文中係描述為輸出相間電壓 V_{uv} 、 V_{vw} 、及 V_{wu} ）的數值。輸出相間電壓 V_{uv} 為 U-相位與 V-相位之間的電壓、輸出相間電壓 V_{vw} 為 V-相位與 W-相位之間的電壓、且輸出相間電壓 V_{wu} 為 W-相位與 U-相位之間的電壓。此外，輸出電壓偵測單元 22 偵測輸出電壓的相位 θ_c 。

電壓指令產生單元 23 基於由設定工具 4（參考圖 1）所設定之功率轉換方向資訊 K_d 而決定功率轉換方向。特別地，電壓指令產生單元 23 基於功率轉換方向資訊 K_d 以決定功率轉換係藉由參照在 AC 電源 2 側之電壓而產生電壓至負載 3 側（下文中稱作輸出方向功率轉換）而執行、或是藉由參照在負載 3 側之電壓而產生電壓至 AC 電源 2 側（下文中稱作輸入方向功率轉換）而執行。

此外，電壓指令產生單元 23 根據電壓設定數值 K_v 、頻率設定數值 K_f 、及功率轉換方向資訊 K_d 而產生一電壓指令，並將其輸出至 PWM 信號產生單元 25 及升壓/降壓開關單元 24。電壓設定數值 K_v 及頻率設定數值 K_f 為由設定工具 4 設定於電壓指令產生單元 23 中的資訊。

舉例來說，當功率轉換方向資訊 K_d 為指示輸出方向功率轉換的資訊，電壓指令產生單元 23 根據電壓設定數值 K_v 及頻率設定數值 K_f 產生輸出電壓指令 V_u^* 、 V_v^* 、及 V_w^* 。亦即，電壓指令產生單元 23 產生輸出電壓指令 V_u^* 、 V_v^* 、及 V_w^* ，其造成在輸出側的電壓對應根據電壓設定數值 K_v 及頻率設定數值 K_f 的電壓。

另一方面，當功率轉換方向資訊 K_d 為指示輸入方向功率轉換的資訊，電壓指令產生單元 23 根據電壓設定數值 K_v 及頻率設定數值 K_f 產生輸入電壓指令 V_r^* 、 V_s^* 、及 V_t^* 。亦即，電壓指令產生單元 23 產生輸入電壓指令 V_r^* 、 V_s^* 、及 V_t^* ，其造成在輸入側的電壓對應根據電壓設定數值 K_v 及頻率設定數值 K_f 的電壓。

升壓/降壓開關單元 24 從四個操作模式（參考前述之表格 1）（即 A-模式、B-模式、C-模式、及 D-模式）選擇任一操作模式，且通知 PWM 信號產生單元 25 指示在所選操作模式上之資訊 IM 的資訊。

藉由升壓/降壓開關單元 24 之操作模式的選擇係基於以下而執行：功率轉換方向資訊 K_d 、輸入相間電壓 V_{rs} 、 V_{st} 、及 V_{tr} 的數值、及輸出相間電壓 V_{uv} 、 V_{vw} 、及 V_{wu} 的數值。升壓/降壓開關單元 24 從電壓指令產生單元 23 獲得功率轉換方向資訊 K_d 、從輸入電壓偵測單元 21 獲得輸入相間電壓 V_{rs} 、 V_{st} 、及 V_{tr} 的數值、以及從輸出電壓偵測單元 22 獲得輸出相間電壓 V_{uv} 、 V_{vw} 、及 V_{wu} 的數值。

當功率轉換方向資訊 K_d 為輸出方向功率轉換，升壓/降壓開關單元 24 基於輸入相間電壓 V_{rs} 、 V_{st} 、及 V_{tr} 之數值而偵測輸入電壓數值 V_a 。特別地，升壓/降壓開關單元 24 設定輸入相間電壓 V_{rs} 、 V_{st} 、及 V_{tr} 中之最大絕對值為輸入電壓數值 V_a 。

此外，當功率轉換方向資訊 K_d 為輸出方向功率轉換，升壓/降壓開關單元 24 從輸出電壓指令 V_u^* 、 V_v^* 、及 V_w^* 計算輸出相間電壓指令 V_{uv}^* 、 V_{vw}^* 、及 V_{wu}^* 。特別地，升壓/降壓開關單元 24 藉由 $V_u^* - V_v^*$ 而獲得輸出相間電壓指令 V_{uv}^* 、藉由 $V_v^* - V_w^*$ 而獲得輸出相間電壓指令 V_{vw}^* 、以及藉由 $V_w^* - V_u^*$ 而獲得輸出相間電壓指令 V_{wu}^* 。接著，升壓/降壓開關單元 24 設定輸出相間電壓指令 V_{uv}^* 、 V_{vw}^* 、及 V_{wu}^* 中之最大絕對值為輸出電壓指令數值 V_b^* 。

當功率轉換方向資訊 K_d 指示輸出方向功率轉換且根據輸入電壓數值 V_a 的數值 V_c 為輸出電壓指令數值 V_b^* 或更多，則升壓/降壓開關單元 24 選擇 A-模式。「根據輸入電壓數值 V_a 的數值 V_c 」為用以判斷根據電壓設定數值 K_v 的數值是否可由一降壓操作設定為輸出相位之電壓的一數值。舉例來說，當可由降壓操作產生之輸出電壓的最大數值為相關於輸入電壓數值 V_a 之 $V_a \times k_1$ ，「根據輸入電壓數值 V_a 的數值 V_c 」係設定為 $V_a \times k_1$ 於升壓/降壓開關單元 24 中。

再者，當功率轉換方向資訊 K_d 指示輸出方向功率轉

換且根據輸入電壓數值 V_a 的數值 V_c 小於輸出電壓指令數值 V_b^* ，則升壓/降壓開關單元 24 選擇 B-模式。

另一方面，當功率轉換方向資訊 K_d 為輸入方向功率轉換，升壓/降壓開關單元 24 基於輸出相間電壓 V_{uv} 、 V_{vw} 、及 V_{wu} 而偵測輸出電壓數值 V_b 。特別地，升壓/降壓開關單元 24 設定輸出相間電壓 V_{uv} 、 V_{vw} 、及 V_{wu} 中之最大絕對值為輸出電壓數值 V_b 。

此外，當功率轉換方向資訊 K_d 為輸入方向功率轉換，升壓/降壓開關單元 24 從輸入電壓指令 V_r^* 、 V_s^* 、及 V_t^* 計算輸入相間電壓指令 V_{rs}^* 、 V_{st}^* 、及 V_{tr}^* 。特別地，升壓/降壓開關單元 24 藉由 $V_r^*-V_s^*$ 而獲得輸入相間電壓指令 V_{rs}^* 、藉由 $V_s^*-V_t^*$ 而獲得輸入相間電壓指令 V_{st}^* 、以及藉由 $V_t^*-V_r^*$ 而獲得輸入相間電壓指令 V_{tr}^* 。接著，升壓/降壓開關單元 24 設定輸入相間電壓指令 V_{rs}^* 、 V_{st}^* 、及 V_{tr}^* 中之最大絕對值為輸入電壓指令數值 V_a^* 。

當功率轉換方向資訊 K_d 指示輸入方向功率轉換且根據輸出電壓數值 V_b 的數值 V_d 為輸入電壓指令數值 V_a^* 或更多，則升壓/降壓開關單元 24 選擇 C-模式。「根據輸出電壓數值 V_b 的數值 V_d 」為用以判斷根據電壓設定數值 K_v 的數值是否可由一降壓操作設定為輸入相位之電壓的一數值。舉例來說，當可由降壓操作產生之輸入電壓的最大數值為相關於輸出電壓數值 V_b 之 $V_b \times k_2$ ，「根據輸出電壓數值 V_b 的數值 V_d 」係設定為 $V_b \times k_2$ 於升壓/降壓開關單元 24 中。

再者，當功率轉換方向資訊 K_d 指示輸入方向功率轉換且根據輸出電壓數值 V_b 的數值 V_d 小於輸入電壓指令數值 V_a^* ，則升壓/降壓開關單元 24 選擇 D-模式。

在此方式中，升壓/降壓開關單元 24 判斷根據輸入電壓數值 V_a 的數值 V_c 與輸出電壓指令數值 V_b^* 之間的強度關係以及根據輸出電壓數值 V_b 的數值 V_d 與輸入電壓指令數值 V_a^* 之間的強度關係。接著，升壓/降壓開關單元 24 基於判斷結果及功率轉換方向資訊 K_d 而判斷 A-模式、B-模式、C-模式、及 D-模式中之任何操作模式。

PWM 信號產生單元 25 根據操作模式且依照表格 2 中的規則而執行輸入側開關 13 及輸出側開關 16 的開啓/關閉控制。再者，PWM 信號產生單元 25 從升壓/降壓開關單元 24 獲得指示由升壓/降壓開關單元 24 所選擇之操作模式的資訊，並根據操作模式而產生 PWM 信號。接著，PWM 信號產生單元 25 輸出所產生的 PWM 信號至功率轉換單元 10。

舉例來說，當在一操作模式上的資訊指示 A-模式或 B-模式，PWM 信號產生單元 25 從輸入電壓偵測單元 21 獲得輸入相間電壓 V_{rs} 、 V_{st} 、及 V_{tr} 的數值以及輸入電壓的相位 θ_a 。接著，PWM 信號產生單元 25 基於所獲得的資訊判斷輸入相位的狀態屬於輸入區段 E0 至 E11 中的哪一輸入區段。此外，如稍後將描述，PWM 信號產生單元 25 基於輸出電壓指令 V_u^* 、 V_v^* 、及 V_w^* 判斷輸出電壓指令的狀態屬於輸出區段 F0 至 F5（參考圖 13，其將描述於後

) 中的哪一輸出區段。接著，如稍後將描述，PWM 信號產生單元 25 基於所判斷的輸入區段及輸出區段而產生開啓/關閉雙向開關 S 的 PWM 信號。

另一方面，當在一操作模式上的資訊指示 C-模式或 D-模式，PWM 信號產生單元 25 從輸出電壓偵測單元 22 獲得輸出相間電壓 V_{uv} 、 V_{vw} 、及 V_{wu} 的數值以及輸出電壓的相位 θ_c 。接著，PWM 信號產生單元 25 讀取輸出相間電壓 V_{uv} 、 V_{vw} 、及 V_{wu} 分別作為輸入相間電壓 V_{rs} 、 V_{st} 、及 V_{tr} ，並判斷輸出相位的狀態屬於圖 7 所示之輸入區段 E0 至 E11 中的哪一輸入區段。此外，PWM 信號產生單元 25 讀取輸入電壓指令 V_r^* 、 V_s^* 、及 V_t^* 分別作為輸出電壓指令 V_u^* 、 V_v^* 、及 V_w^* ，並判斷輸入電壓指令 V_r^* 、 V_s^* 、及 V_t^* 的狀態屬於圖 13 所示之輸出區段 F0 至 F5 中的哪一輸出區段。接著，如稍後將描述，PWM 信號產生單元 25 基於所判斷的輸出區段及輸入區段而產生開啓/關閉雙向開關 S 的 PWM 信號。

PWM 信號產生單元 25 產生調節波及載波，且藉由比較其而產生開啓/關閉功率轉換單元 10 之雙向開關 S 的 PWM 信號。圖 11 及圖 12 為藉由圖 10 所示之 PWM 信號產生單元 25 之 PWM 信號的產生方法之範例性圖式。

當在操作模式上的資訊指示 A-模式或 B-模式，如圖 11 所示，PWM 信號產生單元 25 藉由比較載波 CW1 及調節波 MW1 而產生針對最高輸出相間電壓 V_{ohigh} 的 PWM 信號 SP1。此外，PWM 信號產生單元 25 藉由比較載波

CW2 及調節波 MW2 而產生針對中間輸出相間電壓 V_{omid} 的 PWM 信號 SP2。

當在操作模式上的資訊指示 C-模式或 D-模式，如圖 12 所示，PWM 信號產生單元 25 藉由比較載波 CW3 及調節波 MW3 而產生針對最高輸入相間電壓 V_{ihigh} 的 PWM 信號 SP3。此外，PWM 信號產生單元 25 藉由比較載波 CW4 及調節波 MW4 而產生針對中間輸入相間電壓 V_{imid} 的 PWM 信號 SP4。

PWM 信號產生單元 25 根據表格 5 產生載波 CW1 至 CW4 及調節波 MW1 至 MW4 之振幅。

表格 5

模式	載波電壓的振幅	調節波電壓的強度
A	輸入電壓偵測數值	輸出相間電壓指令
B	輸出相間電壓指令	輸入電壓偵測數值
C	輸出電壓偵測數值	輸入相間電壓指令
D	輸入相間電壓指令	輸出電壓偵測數值

當操作模式為 A-模式，如表格 5 所示，PWM 信號產生單元 25 根據輸入電壓偵測數值 V_{in1} 而調整載波 CW1 的振幅，且根據輸入電壓偵測數值 V_{in2} 而調整載波 CW2 的振幅。輸入電壓偵測數值 V_{in1} 為輸入相間電壓 V_{rs} 、 V_{st} 、及 V_{tr} 中之最大絕對值，且輸入電壓偵測數值 V_{in2} 為輸入相間電壓 V_{rs} 、 V_{st} 、及 V_{tr} 中之第二大絕對值。

此外，以類似上述升壓/降壓開關單元 24 的方式，PWM 信號產生單元 25 從輸出電壓指令 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* 產

生輸出相間電壓指令 V_{uv}^* 、 V_{vw}^* 、及 V_{wu}^* 。PWM 信號產生單元 25 設定輸出相間電壓指令 V_{uv}^* 、 V_{vw}^* 、及 V_{wu}^* 中之最大絕對值為最高輸出相間電壓指令 V_{ohigh}^* ，並設定輸出相間電壓指令 V_{uv}^* 、 V_{vw}^* 、及 V_{wu}^* 中之第二大絕對值為中間輸出相間電壓指令 V_{omid}^* 。接著，如表格 5 所示，PWM 信號產生單元 25 基於最高輸出相間電壓指令 V_{ohigh}^* 的瞬時數值而調整調節波 MW1 的強度，並基於中間輸出相間電壓指令 V_{omid}^* 的瞬時數值而調整調節波 MW2 的強度。

再者，當操作模式為 A-模式，PWM 信號產生單元 25 開啓輸入側開關 13 並關閉輸出側開關 16。因此，由第一反應器 L1 及第一電容器 C1 所組成的濾波器電路係形成於 AC 電源 2 與功率轉換單元 10 之間。

在 A-模式中，基於降壓截波器的原理決定開啓期間 T_{on} 及關閉期間 T_{off} 。亦即，雙向開關 S 係控制使得開啓期間 T_{on} 及關閉期間 T_{off} 具有由從 PWM 信號產生單元 25 輸出之 PWM 信號之以下方程式 (1) 及 (2) 所示的關係。

$$(T_{on1}+T_{off1})/T_{on1}=V_{in1}/V_{ohigh}^* \quad (1)$$

$$(T_{on2}+T_{off2})/T_{on2}=V_{in2}/V_{omid}^* \quad (2)$$

T_{on1} ：當產生最高輸出相間電壓 V_{ohigh} 的開啓期間
 T_{on}

T_{off1} ：當產生最高輸出相間電壓 V_{ohigh} 的關閉期間
 T_{off}

T_{on2} : 當產生中間輸出相間電壓 V_{omid} 的開啓期間

T_{on}

T_{off2} : 當產生中間輸出相間電壓 V_{omid} 的關閉期間

T_{off}

當操作模式在 B-模式，PWM 信號產生單元 25 從輸出電壓指令 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* 產生輸出相間電壓指令 V_{uv}^* 、 V_{vw}^* 、及 V_{wu}^* 。PWM 信號產生單元 25 設定輸出相間電壓指令 V_{uv}^* 、 V_{vw}^* 、及 V_{wu}^* 中之最大絕對值為輸出相間電壓指令 V_{o1}^* ，並設定輸出相間電壓指令 V_{uv}^* 、 V_{vw}^* 、及 V_{wu}^* 中之第二大絕對值為輸出相間電壓指令 V_{o2}^* 。如表格 5 所示，PWM 信號產生單元 25 分別基於輸出相間電壓指令 V_{o1}^* 及輸出相間電壓指令 V_{o2}^* 而調整載波 CW1 及載波 CW2 的振幅。

此外，PWM 信號產生單元 25 基於最高輸入相間電壓指令 V_{ihigh} 的瞬時數值而調整調節波 MW1 的強度，並基於中間輸入相間電壓指令 V_{imid} 的瞬時數值而調整調節波 MW2 的強度。舉例來說，當輸入相位的狀態屬於圖 6 所示的區段 E0，最高輸入相間電壓指令 V_{ihigh} 為輸入相間電壓 V_{rt} 的絕對值，而中間輸入相間電壓指令 V_{imid} 為輸入相間電壓 V_{rs} 的絕對值。因此，在此情況中，PWM 信號產生單元 25 基於輸入相間電壓 V_{rt} 的瞬時絕對值而調整調節波 MW1 的強度，並基於輸入相間電壓 V_{rs} 的瞬時絕對值而調整調節波 MW2 的強度。

此外，當操作模式為 B-模式，PWM 信號產生單元 25

關閉輸入側開關 13 並開啓輸出側開關 16。因此，形成了由第一反應器 L1、雙向開關 S、及第二電容器 C2 所組成的升壓電路。

在 B-模式中，基於升壓截波器的原理決定開啓期間 T_{on} 及關閉期間 T_{off} 。亦即，雙向開關 S 係控制使得開啓期間 T_{on} 及關閉期間 T_{off} 具有由從 PWM 信號產生單元 25 輸出之 PWM 信號之以下方程式 (3) 及 (4) 所示的關係。

$$T_{off3}/(T_{on3}+T_{off3})=V_{ihigh}/V_{o1} \quad (3)$$

$$T_{off4}/(T_{on4}+T_{off4})=V_{imid}/V_{o2} \quad (4)$$

T_{on3} ：當產生最高輸入相間電壓 V_{ihigh} 的開啓期間
 T_{on}

T_{off3} ：當產生最高輸入相間電壓 V_{ihigh} 的關閉期間
 T_{off}

T_{on4} ：當產生中間輸入相間電壓 V_{imid} 的開啓期間
 T_{on}

T_{off4} ：當產生中間輸入相間電壓 V_{imid} 的關閉期間
 T_{off}

當操作模式為 C-模式，如表格 5 所示，PWM 信號產生單元 25 分別根據輸出電壓偵測數值 V_{o1} 及輸出電壓偵測數值 V_{o2} 而調整載波 CW3 及 CW4 的振幅。輸出電壓偵測數值 V_{o1} 為輸出相間電壓 V_{uv} 、 V_{vw} 、及 V_{wu} 中之最大絕對值，且輸入電壓偵測數值 V_{o2} 為輸出相間電壓 V_{uv} 、 V_{vw} 、及 V_{wu} 中之第二大絕對值。

以類似上述升壓/降壓開關單元 24 的方式，PWM 信號產生單元 25 從輸入出電壓指令 V_r^* 、 V_s^* 、 V_t^* 產生輸入相間電壓指令 V_{rs}^* 、 V_{st}^* 、及 V_{tr}^* 。PWM 信號產生單元 25 設定絕對值為輸入相間電壓指令 V_{rs}^* 、 V_{st}^* 、及 V_{tr}^* 中之最大者為輸入相間電壓指令 V_{ihigh}^* ，並設定絕對值為輸入相間電壓指令 V_{rs}^* 、 V_{st}^* 、及 V_{tr}^* 中之第二大者為輸入相間電壓指令 V_{imid}^* 。接著，PWM 信號產生單元 25 基於最高輸入相間電壓指令 V_{ihigh}^* 的瞬時數值而調整調節波 MW3 的強度，並基於中間輸入相間電壓指令 V_{imid}^* 的瞬時數值而調整調節波 MW4 的強度。

再者，當操作模式為 C-模式，PWM 信號產生單元 25 關閉輸入側開關 13 並開啓輸出側開關 16。因此，由第二反應器 L2 及第二電容器 C2 所組成的濾波器電路係形成於功率轉換單元 10 與負載 3 之間。在 C-模式中，以類似 A-模式的方式，基於降壓截波器的原理決定開啓期間 T_{on} 及關閉期間 T_{off} 。

當操作模式為 D-模式，PWM 信號產生單元 25 從輸入出電壓指令 V_r^* 、 V_s^* 、 V_t^* 產生輸入相間電壓指令 V_{rs}^* 、 V_{st}^* 、及 V_{tr}^* 。PWM 信號產生單元 25 設定絕對值為輸入相間電壓指令 V_{rs}^* 、 V_{st}^* 、及 V_{tr}^* 中之最大者為輸入相間電壓指令 V_{i1}^* ，並設定絕對值為輸入相間電壓指令 V_{rs}^* 、 V_{st}^* 、及 V_{tr}^* 中之第二大者為輸入相間電壓指令 V_{i2}^* 。PWM 信號產生單元 25 分別根據輸入相間電壓指令 V_{i1}^* 及輸入相間電壓指令 V_{i2}^* 而調整載波 CW3 及 CW4 的振幅

此外，PWM 信號產生單元 25 基於最高輸出相間電壓 V_{ohigh} 的瞬時數值而調整調節波 MW3 的強度，並基於中間輸出相間電壓指令 V_{omid} 的瞬時數值而調整調節波 MW4 的強度。舉例來說，最高輸出相間電壓 V_{ohigh} 為輸出相間電壓 V_{uw} ，且中間輸出相間電壓指令 V_{omid} 為輸出相間電壓 V_{uv} 。在此情況中，PWM 信號產生單元 25 基於輸出相間電壓 V_{uw} 的瞬時數值而調整調節波 MW3 的強度，並基於輸出相間電壓 V_{uv} 的瞬時數值而調整調節波 MW4 的強度。

此外，當操作模式為 D-模式，PWM 信號產生單元 25 開啓輸入側開關 13 並關閉輸出側開關 16。因此，形成了由第二反應器 L2、雙向開關 S、及第一電容器 C1 所組成的升壓電路。在 D-模式中，以類似 B 模式的方式，基於升壓截波器的原理決定開啓期間 T_{on} 及關閉期間 T_{off} 。

將參考圖 13 特別地解釋相間電壓指令。在下文中，將解釋功率轉換方向資訊 K_d 指示輸出方向功率轉換的例子作為一範例。換言之，在 A-模式或 B-模式中之操作的情況將解釋作為一範例。圖 13 為輸出相間電壓指令之說明圖。

如圖 13 所示，PWM 信號產生單元 25 藉由使用輸出電壓指令 V_u^* 、 V_v^* 、及 V_w^* 的數值將一區段劃分為輸出區段 F0 至 F5，其中輸出相間電壓 V_{uv} 、 V_{vw} 、及 V_{wu} 的絕對值的強度關係未改變。接著，PWM 信號產生單元 25

基於輸入相位電壓 V_r 、 V_s 、及 V_t 及輸出電壓指令 V_u^* 、 V_v^* 、及 V_w^* 的數值而產生圖 13 所示的輸出相間電壓指令 A 及 B。

輸出相間電壓指令 A 為當輸入相位電壓（下文中為中間輸入相位電壓 V_{im} ）（其電壓值為輸入相位電壓 V_r 、 V_s 、及 V_t 之間的中間）為正電壓時所選擇之輸出相間電壓指令。舉例來說，在圖 13 所示的輸出區段 F0 中，當中間輸入相位電壓 V_{im} 為正電壓，PWM 信號產生單元 25 產生輸出相間電壓指令 V_{uw}^* 及輸出相間電壓指令 V_{vw}^* 作為相間電壓指令 A。

另一方面，輸出相間電壓指令 B 為當中間輸入相位電壓 V_{im} 為負電壓時所選擇之輸出相間電壓指令。舉例來說，在圖 13 所示的輸出區段 F0 中，當中間輸入相位電壓 V_{im} 為負電壓，PWM 信號產生單元 25 產生輸出相間電壓指令 V_{vu}^* 及輸出相間電壓指令 V_{wu}^* 作為相間電壓指令 B。

在圖 13 所示的輸出區段 F0 中之 PWM 信號的產生將以在 B-模式中的操作作為一範例而作詳細描述。在輸出區段 F0 中的輸出相間電壓指令與輸入區段 E0 至 E11 之間的關係將描述於表格 6 中。在輸出區段 F0 中，PWM 信號產生單元 25 根據表格 6 執行雙向開關 S 的開啓/關閉控制。舉例來說，PWM 信號產生單元 25 儲存資訊於表格 6 所示的表格，且基於資訊執行雙向開關 S 的開啓/關閉控制。

表格 6
升壓模式/輸出區段 F0 (U>V>W)

輸入區段	電壓指令	輸出界相		關閉期間	開啓期間
區段 E0 ($V_r > V_s > V_t, V_s < 0$)	電壓指令 B	最高	W-U	Sru, Stw	Sru, Stw
		中間	V-U	Sru, Ssu	Sru, Ssv
區段 E1 ($V_r > V_s > V_t, V_s > 0$)	電壓指令 A	最高	U-W	Srw, Stw	Sru, Stw
		中間	V-W	Ssw, Stw	Ssv, Stw
區段 E2 ($V_s > V_r > V_t, V_r < 0$)	電壓指令 A	最高	U-W	Ssw, Stw	Ssu, Stw
		中間	V-W	Srw, Stw	Srv, Stw
區段 E3 ($V_s > V_r > V_t, V_r < 0$)	電壓指令 B	最高	W-U	Ssu, Stw	Ssu, Stw
		中間	V-U	Sru, Ssu	Srv, Ssu
區段 E4 ($V_s > V_t > V_r, V_t < 0$)	電壓指令 B	最高	W-U	Sru, Ssu	Srw, Ssu
		中間	V-U	Ssu, Stw	Ssu, Stv
區段 E5 ($V_s > V_t > V_r, V_t > 0$)	電壓指令 A	最高	U-W	Srw, Ssw	Srw, Ssu
		中間	V-W	Srw, Stw	Srw, Stv
區段 E6 ($V_t > V_s > V_r, V_s > 0$)	電壓指令 A	最高	U-W	Srw, Stw	Srw, Stw
		中間	V-W	Srw, Ssw	Srw, Ssv
區段 E7 ($V_t > V_s > V_r, V_s < 0$)	電壓指令 B	最高	W-U	Sru, Stw	Srw, Stw
		中間	V-U	Ssu, Stw	Ssv, Stw
區段 E8 ($V_t > V_r > V_s, V_r < 0$)	電壓指令 B	最高	W-U	Ssu, Stw	Ssw, Stw
		中間	V-U	Sru, Stw	Srv, Stw
區段 E9 ($V_t > V_r > V_s, V_r > 0$)	電壓指令 A	最高	U-W	Ssw, Stw	Ssw, Stw
		中間	V-W	Srw, Ssw	Srv, Ssw
區段 E10 ($V_r > V_t > V_s, V_t > 0$)	電壓指令 A	最高	U-W	Srw, Ssw	Sru, Ssw
		中間	V-W	Ssw, Stw	Ssw, Stv
區段 E11 ($V_r > V_t > V_s, V_t < 0$)	電壓指令 B	最高	W-U	Ssu, Sru	Srw, Ssu
		中間	V-U	Stw, Sru	Stw, Sru

舉例來說，在輸出區段 F0 中，當輸入相位電壓 V_r 、 V_s 、及 V_t 於屬於輸入區段 E0 的狀態，如表格 6 所示，S-相位電壓 V_s （其為中間輸入相位電壓 V_{im} ）為一負電壓。在此情況中，PWM 信號產生單元 25 選擇輸出相間電壓指令 B，並產生輸出相間電壓指令 V_{wu}^* 作為最高輸出相間電壓指令以及產生輸出相間電壓指令 V_{vu}^* 作為中間輸出相間電壓指令。因此，最高輸出相間電壓 V_{ohigh} 變成在 W-相位及 U-相位之間，且中間輸出相間電壓 V_{omid} 變成

在 V-相位及 U-相位之間。

此外，在輸入區段 E0 中，最高輸入相間電壓 V_{ihigh} 為輸入相間電壓 V_{rt} ，且中間輸入相間電壓 V_{imid} 為輸入相間電壓 V_{rs} 。因此，在輸出區段 F0 及輸入區段 E0 的情況中，PWM 信號產生單元 25 執行雙向開關 S 的連接控制程序（下文中係描述為切換控制程序），如下文所示。

首先，PWM 信號產生單元 25 開啓雙向開關 S_{ru} 、 S_{su} 、及 S_{tu} ，且累積磁能於圖 9 所示之區之第一反應器 L_{1s} 及 L_{1t} 中。雙向開關 S_{ru} 在圖 9 所示之所有區 a 至 e 中保持在開啓狀態。

接著，在圖 9 所示的區 b 至 d 中，為了連接 R-相位及 T-相位（最高輸入相間電壓 V_{ihigh} 係輸入至其）至 U-相位及 W-相位（其為最高輸出相間電壓 V_{ohigh} ），PWM 信號產生單元 25 關閉雙向開關 S_{tu} 且開啓雙向開關 S_{ru} 及 S_{tw} 。由於雙向開關 S_{ru} 已經在開啓狀態，PWM 信號產生單元 25 開啓雙向開關 S_{tw} 以連接 T-相位及 W-相位。雙向開關 S_{tw} 係由從 PWM 信號產生單元 25 輸出的 PWM 信號 SP1 所開啓。因此，累積於第一反應器 L_{1t} 的磁能係釋放至第二電容器 C_{2w} 作為電能，使得 T-相位的電壓被升壓並輸出至 W-相位。

此外，在圖 9 所示的區 c 中，為了連接 R-相位及 S-相位（中間輸入相間電壓 V_{imid} 係輸入至其）至 U-相位及 W-相位（其為中間輸出相間電壓 V_{omid} ），PWM 信號產生單元 25 關閉雙向開關 S_{su} 且開啓雙向開關 S_{ru} 及 S_{sv}

。由於雙向開關 S_{ru} 已經在開啓狀態，PWM 信號產生單元 25 開啓雙向開關 S_{sv} 以連接 S-相位及 V-相位。雙向開關 S_{sv} 係由從 PWM 信號產生單元 25 輸出的 PWM 信號 SP2 所開啓。因此，累積於第一反應器 L_{1s} 的能量係釋放至第二電容器 C_{2v} 作為電能，使得 S-相位的電壓被升壓並輸出至 V-相位。

此外，在輸出區段 F0 中，當輸入相位電壓 V_r 、 V_s 、及 V_t 在輸入區段 E1，S-相位電壓 V_s （其為中間輸入相位電壓 V_{im} ）為一正電壓。在此情況中，PWM 信號產生單元 25 選擇輸出相間電壓指令 A，並產生輸出相間電壓指令 V_{uw}^* 作為最高輸出相間電壓指令以及產生輸出相間電壓指令 V_{vw}^* 作為中間輸出相間電壓指令。因此，最高輸出相間電壓 V_{ohigh} 變成在 U-相位及 W-相位之間，且中間輸出相間電壓 V_{omid} 變成在 V-相位及 W-相位之間。

此外，在輸入區段 E1 中，最高輸入相間電壓 V_{ihigh} 為輸入相間電壓 V_{rt} ，且中間輸入相間電壓 V_{imid} 為輸入相間電壓 V_{st} 。因此，在輸出區段 F0 及輸入區段 E1 的情況中，PWM 信號產生單元 25 執行雙向開關 S 的切換控制程序，如下文所示。

首先，PWM 信號產生單元 25 開啓雙向開關 S_{rw} 、 S_{sw} 、及 S_{tw} ，且累積磁能於圖 9 所示之區之第一反應器 L_{1r} 及 L_{1s} 中。雙向開關 S_{tw} 在圖 9 所示之所有區 a 至 e 中保持在開啓狀態。

接著，在圖 9 所示的區 b 至 d 中，為了連接 R-相位及

T-相位（最高輸入相間電壓 V_{ihigh} 係輸入至其）至 U-相位及 W-相位（其為最高輸出相間電壓 V_{ohigh} ），PWM 信號產生單元 25 關閉雙向開關 S_{rw} 且開啓雙向開關 S_{ru} 及 S_{tw} 。由於雙向開關 S_{tw} 已經在開啓狀態，PWM 信號產生單元 25 開啓雙向開關 S_{ru} 以連接 R-相位及 U-相位。雙向開關 S_{ru} 係由從 PWM 信號產生單元 25 輸出的 PWM 信號 SP1 所開啓。因此，累積於第一反應器 L_{1r} 的磁能係釋放至第二電容器 C_{2u} 作為電能，使得 R-相位的電壓被升壓並輸出至 U-相位。

此外，在圖 9 所示的區 c 中，為了連接 S-相位及 T-相位（中間輸入相間電壓 V_{imid} 係輸入至其）至 V-相位及 W-相位（其為中間輸出相間電壓 V_{omid} ），PWM 信號產生單元 25 關閉雙向開關 S_{sw} 且開啓雙向開關 S_{sv} 及 S_{tw} 。由於雙向開關 S_{tw} 已經在開啓狀態，PWM 信號產生單元 25 開啓雙向開關 S_{sv} 以連接 S-相位及 V-相位。雙向開關 S_{sv} 係由從 PWM 信號產生單元 25 輸出的 PWM 信號 SP2 所開啓。因此，累積於第一反應器 L_{1s} 的磁能係釋放至第二電容器 C_{2v} 作為電能，使得 S-相位的電壓被升壓並輸出至 V-相位。

此外，在輸入區段 E2 至 E11 中，以類似的方式，PWM 信號產生單元 25 釋放累積於第一反應器 L_1 中的磁能至第二電容器 C_2 作為電能，並升壓輸入相位的電壓且將其輸出至輸出相位。

在此方式中，PWM 信號產生單元 25 根據輸入相位電

壓之間的強度關係及中間輸入相位電壓的極性而執行雙向開關 S 之狀態的切換。因此，PWM 信號產生單元 25 可開啓連接最高輸入相間電壓 V_{ihigh} 所輸入之相位至爲最高輸出相間電壓 V_{ohigh} 之相位的雙向開關 S，並開啓連接中間輸入相間電壓 V_{imid} 所輸入之相位至爲中間輸出相間電壓 V_{omid} 之相位的雙向開關 S。

此外，當切換輸入區段或輸出區段，PWM 信號產生單元 25 藉由在輸出區段切換之前及之後執行雙向開關 S 之狀態的切換而正確地執行升壓操作，如下所示。在下文中，在首先特別地解釋在 B-模式中之升壓操作的輸入區段切換之後將特別地解釋輸出區段切換作爲一範例。

(輸入區段切換)

當切換輸入區段，PWM 信號產生單元 25 開始從在原始輸入區段中之雙向開關 S 的其中一連接狀態（其對應在切換輸入區段中之雙向開關 S 的一連接狀態）切換。

舉例來說，考慮從輸入區段 E0 至輸入區段 E1 的輸入區段之切換。表格 7 描述當輸出電壓指令在輸出區段 F0 時，在圖 9 所示之輸入區段 E0 或 E1 之每一區 a 至 e 中之要被開啓的雙向開關。在表格 7 的每一框中，在「/」左側所描述的雙向開關 S 爲在輸入區段 E0 中要被開啓的雙向開關，而在「/」右側所描述的雙向開關 S 爲在輸入區段 E1 中要被開啓的雙向開關 S。

表格 7

	區 a	區 b	區 c	區 d	區 e
要開啓之 雙向開關	Sru/Srw	Sru/Sru	Sru/Sru	Sru/Sru	Sru/Srw
	Ssu/Ssw	Ssu/Ssw	Ssv/Ssv	Ssu/Ssw	Ssu/Ssw
	Stu/Stw	Stw/Stw	Stw/Stw	Stw/Stw	Stu/Stw

如表格 7 所示，在區 c 中所有雙向開關 S 的狀態在輸入區段 E0 與輸入區段 E1 之間為相同。表格 7 中的陰影線框指示雙向開關 S 的狀態在輸入區段 E0 與輸入區段 E1 之間為相同。

因此，PWM 信號產生單元 25 從原始輸入區段 E0 的區 c 開始輸入區段的切換，其中雙向開關 S 的連接狀態對應切換輸入區段 E1 之區 c 中連接狀態。為執行控制，PWM 信號產生單元 25 例如使用如表格 8 所示的表格。

表格 8

	區 a	區 b	區 c	區 d	區 e
要開啓之 雙向開關	Sru	Sru	Sru	Sru	Srw
	Ssu	Ssu	Ssv	Ssw	Ssw
	Stu	Stw	Stw	Stw	Stw
輸入區段	E0			E1	

在此方式中，當切換輸入區段，PWM 信號產生單元 25 開始從一區的切換，其中在切換之後，雙向開關 S 的連接狀態對應在相同區中的連接狀態。以此程序，矩陣轉換器 1 可正確地執行升壓操作。

此外，舉例來說，當輸出電壓指令在輸出區段 F0，考慮從輸入區段 E1 至輸入區段 E2 之輸入區段的切換。表格 9 描述在圖 9 所示之輸入區段 E1 及 E2 中之每一區 a 至 e 中要被開啓的雙向開關 S。在表格 9 中的每一框，在「/」左側所描述的雙向開關 S 為在輸入區段 E1 中要被開啓的雙向開關 S，而在「/」右側所描述的雙向開關 S 為在輸入區段 E2 中要被開啓的雙向開關 S。

表格 9

	區 a	區 b	區 c	區 d	區 e
要開啓之 雙向開關	S _{rw} /S _{rw}	S _{ru} /S _{su}	S _{ru} /S _{su}	S _{ru} /S _{su}	S _{rw} /S _{rw}
	S _{sw} /S _{sw}	S _{sw} /S _{sw}	S _{sv} /S _{rv}	S _{sw} /S _{sw}	S _{sw} /S _{sw}
	S _{tw} /S _{tw}	S _{tw} /S _{tw}	S _{tw} /S _{tw}	S _{tw} /S _{tw}	S _{tw} /S _{tw}

如表格 9 所示，在區 a 及 e 中之所有雙向開關 S 的狀態在輸入區段 E1 及輸入區段 E2 之間為相同。因此，當雙向開關的連接狀態從電壓未輸出至負載 3 側之區切換至電壓輸出至負載 3 側之區時，PWM 信號產生單元 25 執行輸入區段的切換。在電壓輸出至負載 3 側之區，累積於第一反應器 L1 中的能量係釋放，且升壓操作可藉由根據在轉移至區的時序之輸入區段切換雙向開關 S 而正確地執行。

舉例來說，在當輸入區段從輸入區段 E1 切換至輸入區段 E2 的情況中，切換係執行於從輸入區段 E1 的區 a 轉移至輸入區段 E1 的區 b 之時序。為執行此控制，PWM 信號產生單元 25 例如使用如表格 10 所示的表格。

表格 10

	區 a	區 b	區 c	區 d	區 e
要開啓之 雙向開關	Srw	Ssu	Ssu	Ssu	Srw
	Ssw	Ssw	Srv	Ssw	Ssw
	Stw	Stw	Stw	Stw	Stw
對應的輸入區段	E1	E2			

此外，當雙向開關 S 的連接狀態從電壓輸出至負載 3 側之區切換至電壓未輸出至負載 3 側之區時，PWM 信號產生單元 25 可執行輸入區段的切換。在電壓未輸出至負載 3 側之區，累積於第一反應器 L1 中的磁能係釋放，且升壓操作可藉由根據在轉移至區的時序之輸入區段切換雙向開關 S 而正確地執行。

舉例來說，當輸出電壓指令在輸出區段 F0，在輸入區段從輸入區段 E1 切換至輸入區段 E2 的情況中，切換係執行於從輸入區段 E1 的區 d 轉移至輸入區段 E1 的區 e 之時序。為執行此控制，PWM 信號產生單元 25 例如使用如表格 11 所示的表格。

表格 11

	區 a	區 b	區 c	區 d	區 e
要開啓之 雙向開關	Srw	Sru	Sru	Sru	Srw
	Ssw	Ssw	Ssv	Ssw	Ssw
	Stw	Stw	Stw	Stw	Stw
輸入區段	E1				E2

如上述，當切換輸入區段，矩陣轉換器 1 的 PWM 信號產生單元 25 選擇在區 a 至 e 中對升壓操作具有最小影響的區，並執行切換至切換輸入區段中之一對應區。因此，針對輸入區段切換，PWM 信號產生單元 25 包括有關輸入區段之切換的 12 種情況之每一者之輸出電壓指令之 6 個輸出區段 F0 至 F5 的總共 72 個表格。因此，可正確地執行升壓操作。

(輸出區段切換)

在上文中，切換輸入區段之情況係解釋作為一範例，且在切換輸出區段的情況中，雙向開關 S 之狀態的切換係藉由選擇在區 a 至區 e 中對升壓操作具有最小影響的一區而以類似的方式執行。

在輸出區段 F1 中之輸出電壓指令與輸入區段 E0 及 E1 之間的關係係顯示於表格 12 中。

表格 12
升壓模式/輸出區段 F1 ($V > U > W$)

輸入區段	電壓指令	輸出界相		關閉期間	開啓期間
區段 E0 ($V_r > V_s > V_t, V_s < 0$)	電壓指令 B	最高	W-V	Srv, Stv	Srv, Stw
		中間	U-V	Srv, Ssv	Srv, Ssu
區段 E1 ($V_r > V_s > V_t, V_s > 0$)	電壓指令 A	最高	V-W	Srw, Stw	Srv, Stw
		中間	U-W	Ssw, Stw	Ssu, Stw
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

當切換一輸出區段，PWM 信號產生單元 25 開始從在

原始輸出區段中之雙向開關 S 的其中一連接狀態（其對應在切換輸出區段中之雙向開關 S 的一連接狀態）切換。

舉例來說，在輸入區段 E1 中，考慮從輸出區段 F0 至輸出區段 F1 的輸出區段切換。在此情況中，在每一輸出區段 F0 及 F1 之圖 9 所示的每一區 a 至 e 中之要被開啓的雙向開關 S 係顯示於表格 13 中。在表格 13 的每一框中，以類似於表格 7 的方式，在「/」左側所描述的雙向開關 S 為在輸出區段 F0 中要被開啓的雙向開關 S，而在「/」右側所描述的雙向開關 S 為在輸出區段 F1 中要被開啓的雙向開關 S。

表格 13

	區 a	區 b	區 c	區 d	區 e
要開啓之 雙向開關	Srw/Srw	Sru/Srv	Sru/Srv	Sru/Srv	Srw/Srw
	Ssw/Ssw	Ssw/Ssw	Ssv/Ssu	Ssw/Ssw	Ssw/Ssw
	Stw/Stw	Stw/Stw	Stw/Stw	Stw/Stw	Stw/Stw

在輸入區段 E1 中，當從輸出區段 F0 切換至輸出區段 F1，如表格 13 所示，在區 a 及 e 中所有雙向開關 S 的狀態在輸出區段 F0 與輸出區段 F1 之間為相同。在區 a 及 e 中，雙向開關 S 係在電壓未輸出的狀態中。表格 13 中的陰影線框指示雙向開關 S 的狀態在輸出區段 F0 與輸出區段 F1 之間為相同。

因此，在輸入區段 E1 中，當執行從輸出區段 F0 至輸出區段 F1 之輸出區段的切換，PWM 信號產生單元 25 從

原始輸出區段 F0 之區 a 轉移雙向開關 S 的狀態至切換輸出區段 F1 的區 b。此外，PWM 信號產生單元 25 也可從原始輸出區段 F0 之區 d 轉移雙向開關 S 的狀態至切換輸出區段 F1 的區 e。為執行控制，以類似上述的方式，針對輸出區段切換，PWM 信號產生單元 25 包括有關輸出區段之切換的 6 種情況之每一者之 12 個輸出區段 E0 至 E11（其為輸入電壓的區段）的總共 72 個表格。

在輸出區段切換的情況中，以類似於輸入區段切換的情況之方式，某些輸出區段係在雙向開關 S 在一區之輸出電壓之狀態的狀態中，其中所有雙向開關 S 的狀態在切換之前及之後為相同。在此一輸出區段中，當從電壓輸出至負載 3 側之一狀態切換至電壓未輸出至負載 3 側之一狀態，PWM 信號產生單元 25 執行輸出區段的切換。此外，當從電壓未輸出至負載 3 側之一狀態切換至電壓輸出至負載 3 側之一狀態，PWM 信號產生單元 25 執行輸出區段的切換。

（降壓操作及升壓操作之間的切換）

在上文中，針對當輸入區段或輸出區段在 B-模式中切換時執行雙向開關 S 在預定時序之狀態的切換而做出解釋，然而，在從降壓操作轉移至升壓操作的情況中，雙向開關 S 之狀態的切換也可於預定時序執行。這點將特別描述於下。

在此具體實施例中，作為一範例，將解釋在輸入區段

E1 及輸出區段 F0 的情況中之從 A-模式至 B-模式之切換的切換控制程序。表格 14 描述在輸出區段 F0 之輸出電壓指令與輸入區段 E0 及 E1 之間的關係。

表格 14
降壓模式/輸出區段 F0 ($U > V > W$)

輸入區段	電壓指令	輸出界相		關閉期間	開啓期間
區段 E0 ($V_r > V_s > V_t, V_s < 0$)	電壓指令 B	最高	W-U	Sru, Srw	Sru, Stw
		中間	V-U	Sru, Srv	Sru, Ssv
區段 E1 ($V_r > V_s > V_t, V_s > 0$)	電壓指令 A	最高	U-W	Stu, Stw	Sru, Stw
		中間	V-W	Stv, Stw	Ssv, Stw
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

當從降壓操作切換至升壓操作，PWM 信號產生單元 25 開始在切換前從雙向開關 S 之其中一連接狀態之切換，其對應在切換後之雙向開關 S 之一連接狀態。

舉例來說，在輸入區段 E1 及輸出區段 F0 的情況中，在圖 9 所示之每一區 a 至 e 之 A-模式及 B-模式中要被開啓的雙向開關 S 係描述於表格 15 中。以類似表格 7 的方式，在表格 15 的每一框中，在「/」左側所描述的雙向開關 S 為在 A-模式中要被開啓的雙向開關 S，而在「/」右側所描述的雙向開關 S 為在 B-模式中要被開啓的雙向開關 S。

表格 15

	區 a	區 b	區 c	區 d	區 e
要開啓之 雙向開關	Sru/Sru	Sru/Sru	Sru/Sru	Sru/Sru	Sru/Sru
	Srv/Ssu	Srv/Ssu	Ssv/Ssv	Srv/Ssu	Srv/Ssu
	Srw/Stu	Stw/Stw	Stw/Stw	Stw/Stw	Srw/Stu

當在輸入區段 E0 及輸出區段 F0 之狀態中從 A-模式切換至 B-模式，如表格 15 所示，在區 c 之雙向開關 S 的狀態在 A-模式及 B-模式之間完全相同。表格 15 中的陰影線框指示雙向開關 S 的狀態在 A-模式及 B-模式之間為相同。

因此，當從 A-模式切換至 B-模式，PWM 信號產生單元 25 開始在切換前從 A-模式之區 c 的切換，其中雙向開關 S 的連接狀態對應切換後在 B-模式之區 c 中的連接狀態。

為執行此控制，PWM 信號產生單元 25 例如使用如表格 16 所示的表格。PWM 信號產生單元 25 根據表格 2 在區 c 開始之後區 d 開始之前執行從 A-模式至 B-模式的切換。

表格 16

	區 a	區 b	區 c	區 d	區 e
要開啓之 雙向開關	Sru	Sru	Sru	Sru	Sru
	Srv	Srv	Ssv	Ssu	Ssu
	Srw	Stw	Stw	Stw	Stu
模式	A-模式			B-模式	

舉例來說，在輸入區段 E0 及輸出區段 F0 之狀態中從 B-模式切換至 A-模式的情況中，控制為相同。在此情況中，PWM 信號產生單元 25 例如使用如表格 17 所示的表格。PWM 信號產生單元 25 根據表格 17 在區 c 開始之後區 d 開始之前執行從 B-模式至 A-模式的切換。

表格 17

	區 a	區 b	區 c	區 d	區 e
要開啓之 雙向開關	Sru	Sru	Sru	Sru	Sru
	Ssu	Ssu	Ssv	Srv	Srv
	Stu	Stw	Stw	Stw	Srw
模式	B-模式			A-模式	

在此方式中，在從降壓操作切換至升壓操作的情況中及在與其相反的情況中，PWM 信號產生單元 25 開始在切換前從雙向開關 S 之其中一連接狀態的切換，其根據一表格對應在切換後雙向開關 S 之一連接狀態。PWM 信號產生單元 25 包括總共 144 個表格，其為在升壓操作及降壓操作之間的切換所必需，針對由 12 個輸入區段 E0 至 E11 及 6 個輸出區段 F0 至 F5 所決定之 72 種情況，相關於每一升壓 → 降壓切換及降壓 → 升壓切換。以此程序，矩陣轉換器 1 可快速地執行從降壓操作至升壓操作的轉換。

此外，在上文中，解釋了相關於 B-模式的切換控制程序，然而 PWM 信號產生單元 25 可以類似的方式執行相關於 D-模式的切換控制程序。因此，在 D-模式中，可正確

地執行升壓操作。此外，從 C-模式至 D-模式的轉移以及從 D-模式至 C-模式的轉移可快速地執行。

再者，PWM 信號產生單元 25 可以類似相關於 B-模式及 D-模式之切換控制程序而執行相關於 A-模式及 C-模式的切換控制程序。因此，在每一模式中的切換控制程序可以類似的方式執行，以避免切換控制程序整體上太過複雜。

如上述，根據具體實施例之矩陣轉換器 1 的控制單元 20 開啓雙向開關 S，其將輸入相間電壓中最高相間電壓所輸入之相位連接至輸出相間電壓中最高相間電壓之相位。此外，控制單元 20 開啓雙向開關 S，其將輸入相間電壓中之中間相間電壓所輸入之相位連接至輸出相間電壓中之中間相間電壓之相位。因此，可輕易地執行雙向開關 S 的控制。

此外，在輸出方向功率轉換的情況中，控制單元 20 根據在輸入側之相位電壓之間的強度關係以及在輸入側之中間相位電壓之極性而執行雙向開關 S 之狀態的切換。接著，控制單元 20 在切換前從雙向開關 S 之其中一連接狀態開始雙向開關 S 之狀態的切換，其對應切換後之雙向開關 S 之一連接狀態。因此，舉例來說，在升壓操作的情況中，可正確地執行升壓控制。

此外，在輸入方向功率轉換的情況中，控制單元 20 根據在輸出側之相位電壓之間的強度關係以及在輸出側之中間相位電壓之極性而執行雙向開關 S 之狀態的切換，且

在切換前從雙向開關 S 之其中一連接狀態開始雙向開關 S 之狀態的切換，其對應切換後之雙向開關 S 之一連接狀態。因此，舉例來說，在升壓操作的情況中，可正確地執行升壓控制。

【圖式簡單說明】

當藉由參考詳細說明並與所附隨圖式一同考慮而對本發明有較佳的理解，可容易地獲得本發明之更完整的理解及其許多伴隨的優點，其中：

圖 1 為描述根據具體實施例之矩陣轉換器之組態的圖式；

圖 2 為在 B-模式中之電路組態的說明圖式；

圖 3 為描述雙向開關在升壓操作中之控制範例的圖式；

圖 4 為圖 3 所示區段 L 之放大圖；

圖 5 為描述電流在表格 3 之區 L_c 及 L_g 流動之路徑的圖式；

圖 6 及圖 7 為描述輸入相位電壓及輸入區段之間關係的圖式；

圖 8 為描述藉由圖 1 所示控制單元之雙向開關之控制的範例的圖式；

圖 9 為圖 8 所示區段 T11 的放大圖；

圖 10 為描述圖 1 所示控制單元之組態的圖式；

圖 11 及圖 12 為藉由圖 10 所示之 PWM 信號產生單元

之 PWM 信號的產生方法之範例性圖式；以及
圖 13 為相間電壓指令之說明圖。

【主要元件符號說明】

- 1：矩陣轉換器
- 2：AC 電源
- 3：負載
- 4：設定工具
- 10：功率轉換單元
- 11：輸入側反應器群組
- 12：輸入側電容器群組
- 13：輸入側開關
- 14：輸出側反應器群組
- 15：輸出側電容器群組
- 16：輸出側開關
- 20：控制單元
- 21：輸入電壓偵測單元
- 22：輸出電壓偵測單元
- 23：電壓指令產生單元
- 24：升壓/降壓開關單元
- 25：PWM 信號產生單元

七、申請專利範圍：

1. 一種矩陣轉換器，包含：

一功率轉換單元，包括連接一 AC 電源之每一相位及一負載之每一相位的複數個雙向開關；以及

一控制單元，控制該雙向開關，其中

該控制單元產生負載側相間（phase-to-phase）電壓中之一最高相間電壓，其係藉由重複控制連接相關於該複數個雙向開關中之該最高相間電壓之相位以及相關於 AC 電源側相間電壓中之一最高相間電壓之相位的雙向開關所產生之第 1 脈衝群組，且該控制單元產生該負載側相間電壓中之一中間相間電壓，其係藉由重複控制連接相關於該複數個雙向開關中之該中間相間電壓之相位以及相關於該 AC 電源側相間電壓中之一中間相間電壓之相位的雙向開關所產生之第 2 脈衝群組。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之矩陣轉換器，其中該控制單元根據在該 AC 電源側上之相位電壓之間的一強度關係以及在該 AC 電源側上一中間相位電壓的極性而執行該雙向開關之一連接控制程序的切換，且在對應該切換之後之該雙向開關之一連接狀態的切換前，從該雙向開關之其中一連接狀態開始該連接控制程序的切換。

3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項所述之矩陣轉換器，其中該控制單元根據在該負載側上相位電壓之間的一強度關係以及在該負載側上一中間相位電壓的極性而執行該雙向開關之一連接控制程序的切換，且在對應該切換之後之該

雙向開關之一連接狀態的切換前，從該雙向開關之其中一連接狀態開始該連接控制程序的切換。

4.如申請專利範圍第 1 或 2 項所述之矩陣轉換器，更包含：

複數個第一反應器，各連接於該 AC 電源之一對應相位及該功率轉換單元之間；

複數個第二反應器，各連接於該負載之一對應相位及該功率轉換單元之間；

複數個第一電容器，經由一第一開關而連接於該 AC 電源側上之該功率轉換單元的相位之間；以及

複數個第二電容器，經由一第二開關而連接於該負載側上之該功率轉換單元之相位之間，其中

該控制單元藉由控制該第一開關、該第二開關、及該雙向開關而執行該 AC 電源側及該負載側之間的一升壓操作及一降壓操作。

5.如申請專利範圍第 4 項所述之矩陣轉換器，其中該控制單元根據在該負載側上相位電壓之間的一強度關係而執行該雙向開關之一連接控制程序的切換，且在對應該切換之後之該雙向開關之一連接狀態的該切換前，或者當該雙向開關之一連接狀態從電壓未輸出至該負載側之一狀態切換至電壓輸出至該負載側之一狀態時，或者當該雙向開關之一連接狀態從電壓輸出至該負載側之一狀態切換至電壓未輸出至該負載側之一狀態時，從該雙向開關之其中一連接狀態開始該連接控制程序的切換。

6.如申請專利範圍第 4 項所述之矩陣轉換器，其中該控制單元開啓該第一開關及該第二開關中之連接至一升壓側的一開關且關閉連接至一降壓側的一開關。

7.如申請專利範圍第 5 項所述之矩陣轉換器，其中該控制單元開啓該第一開關及該第二開關中之連接至一升壓側的一開關且關閉連接至一降壓側的一開關。

8.如申請專利範圍第 4 項所述之矩陣轉換器，其中當該雙向開關之一連接狀態從電壓輸出至該負載側之一狀態切換至電壓未輸出至該負載側之一狀態時，該控制單元執行該升壓操作及該降壓操作中之一操作至另一操作的切換。

9.如申請專利範圍第 1 項所述之矩陣轉換器，其中該控制單元基於加入一預定相位差至該 AC 電源側上之一相位電壓之一相位所獲得之一相位，選擇該 AC 電源側相間電壓中之一最高相間電壓以及該 AC 電源側相間電壓中之一中間相間電壓。

10.如申請專利範圍第 2 項所述之矩陣轉換器，其中該控制單元基於加入一預定相位差至該 AC 電源側上之一相位電壓之一相位所獲得之一相位，判斷在該 AC 電源側上之相位電壓之間的一強度關係以及該中間相位電壓之極性。

圖1

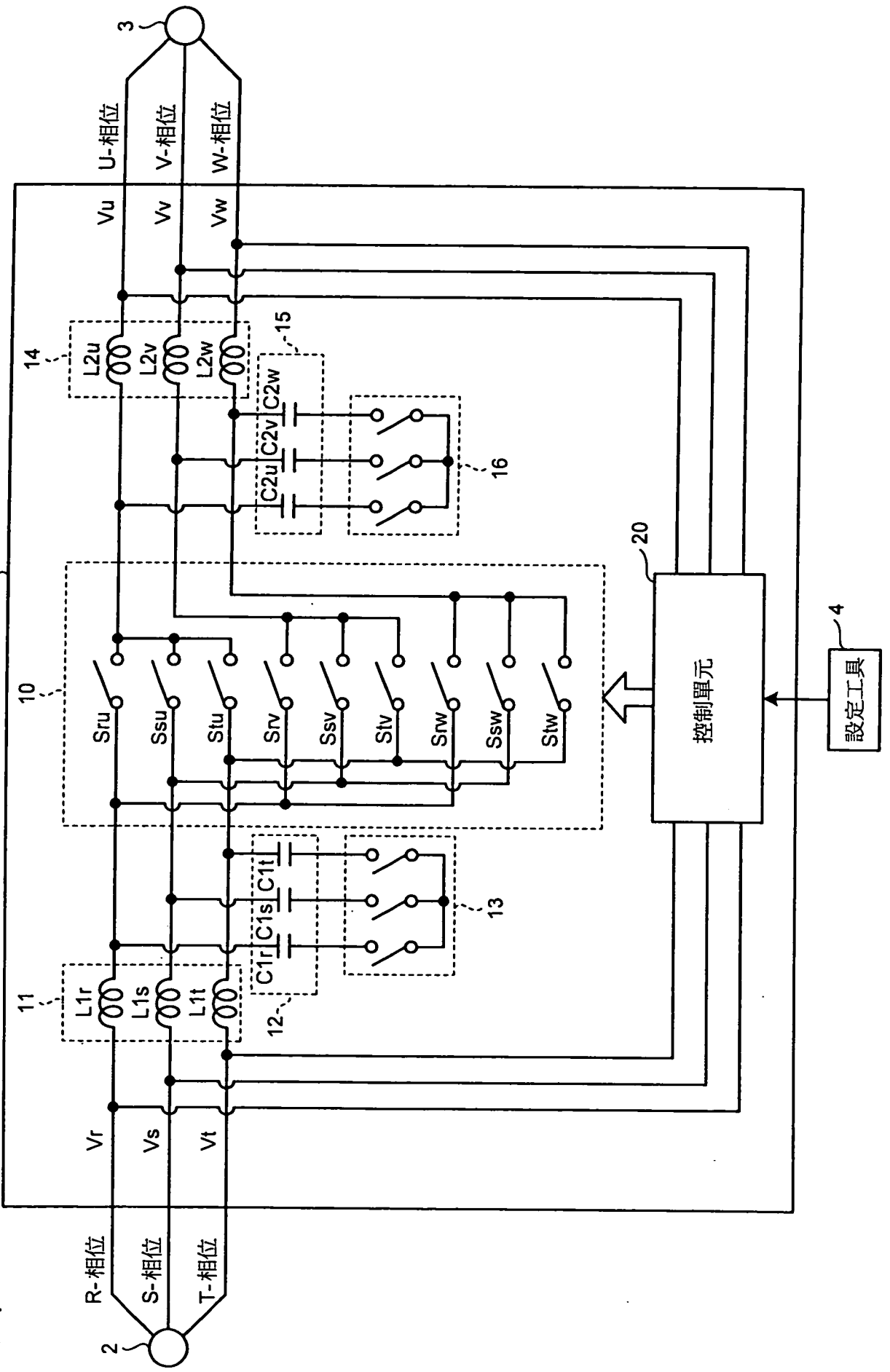


圖 2

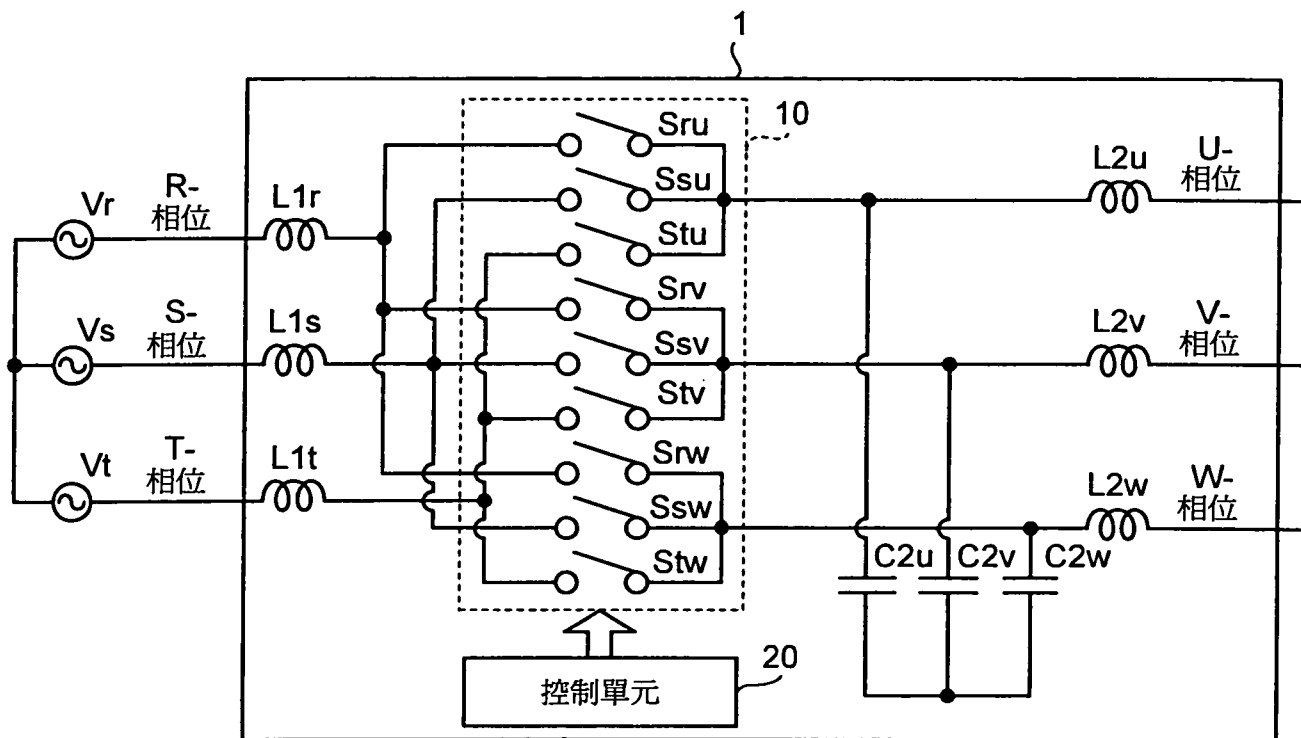


圖 3

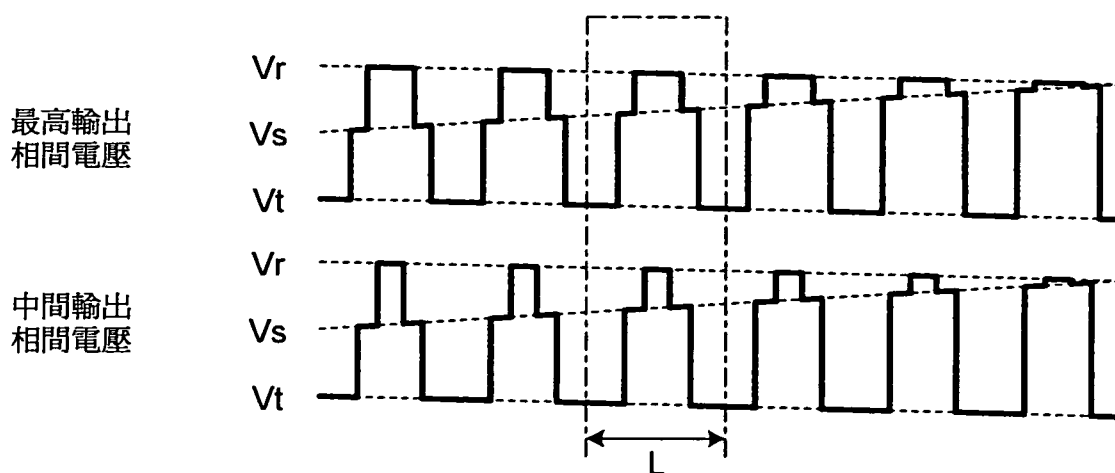


圖4

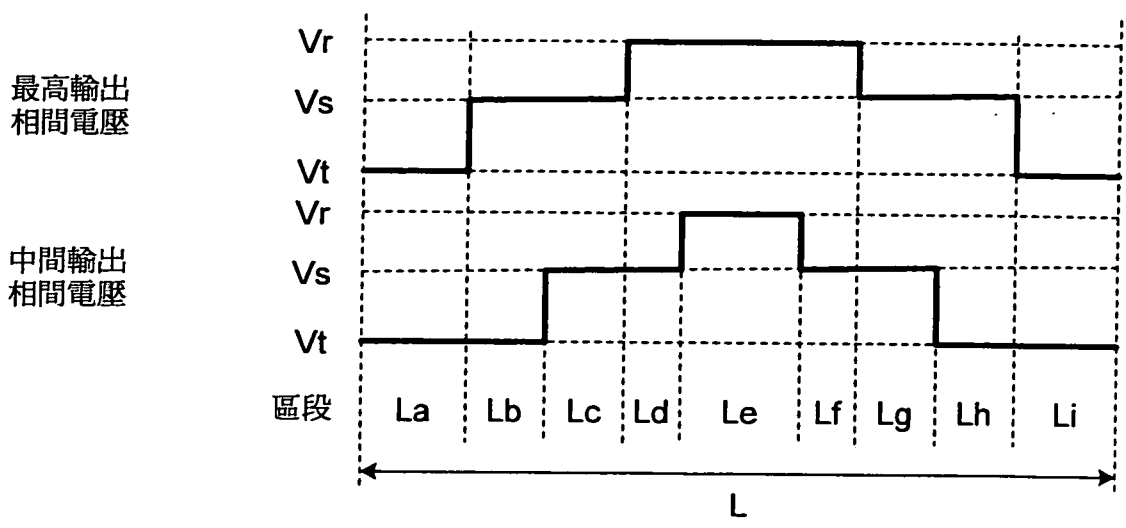


圖5

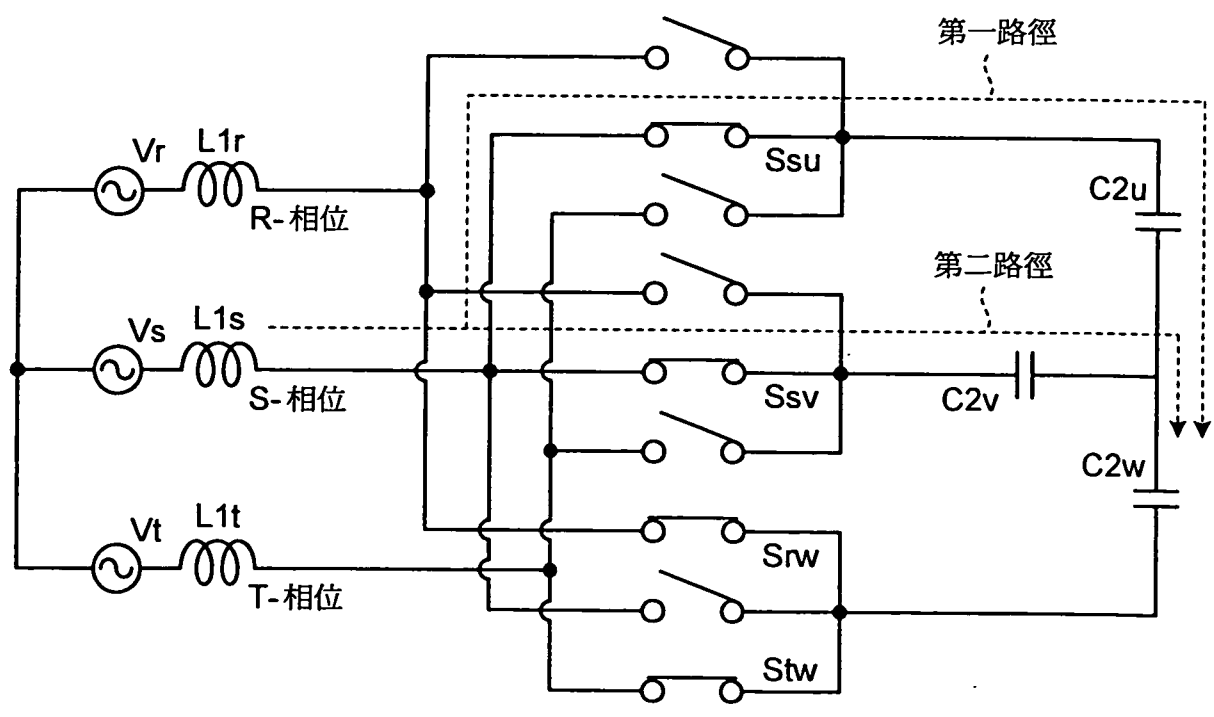


圖6

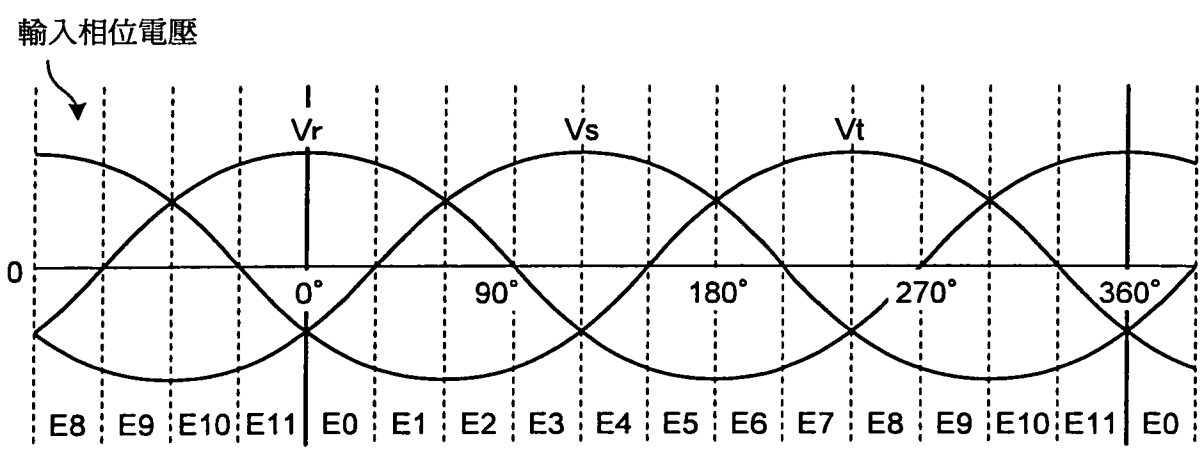


圖7

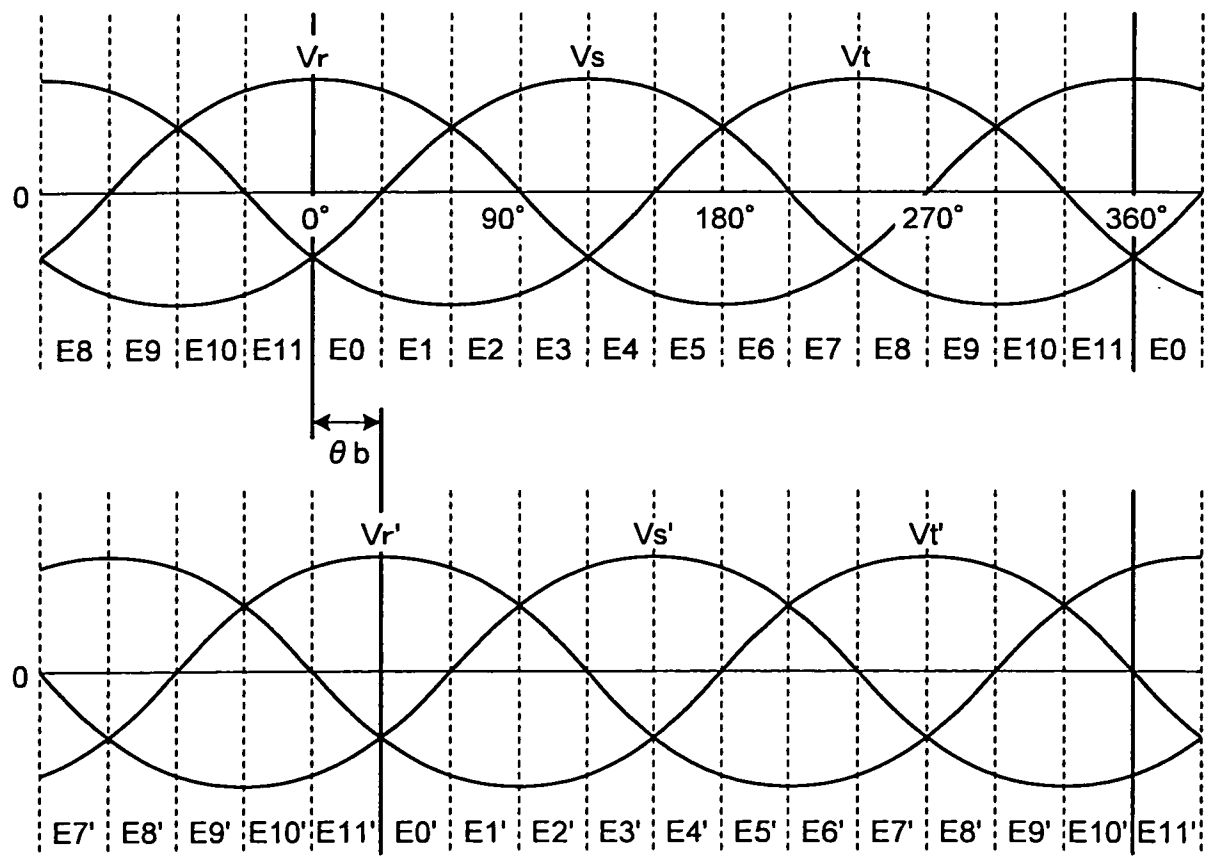


圖8

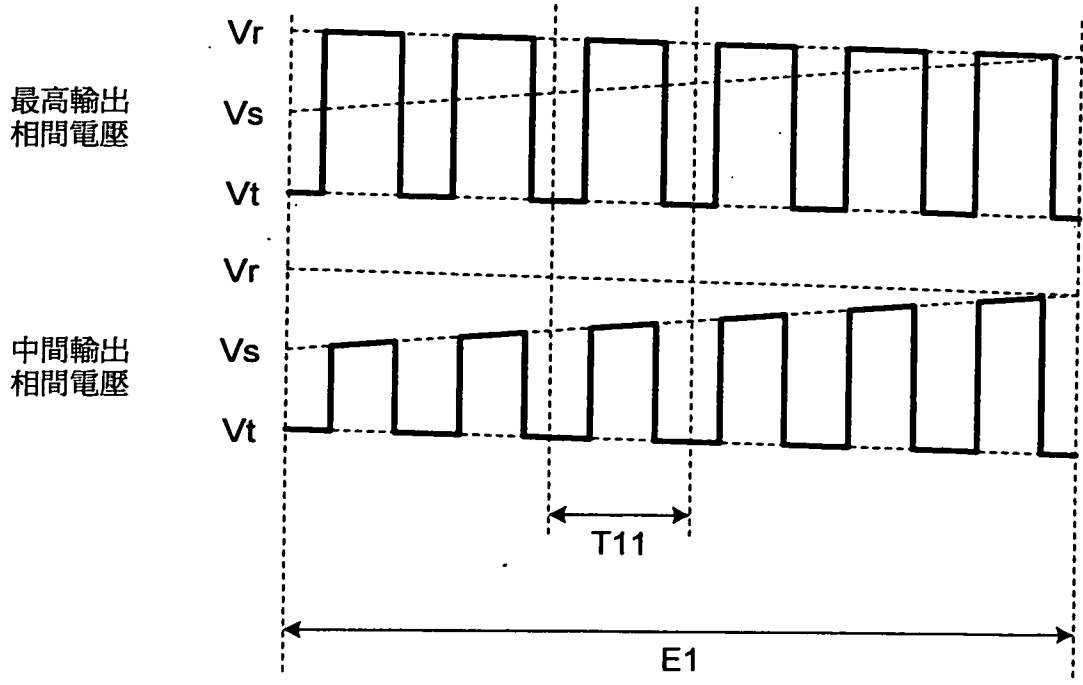


圖9

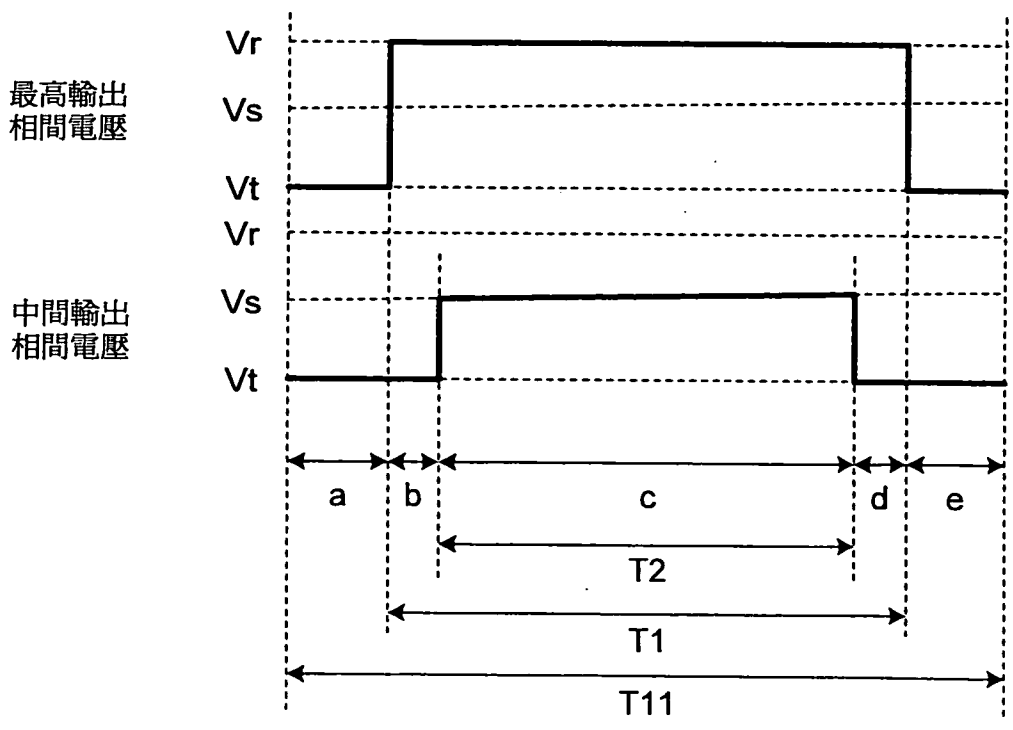


圖 10

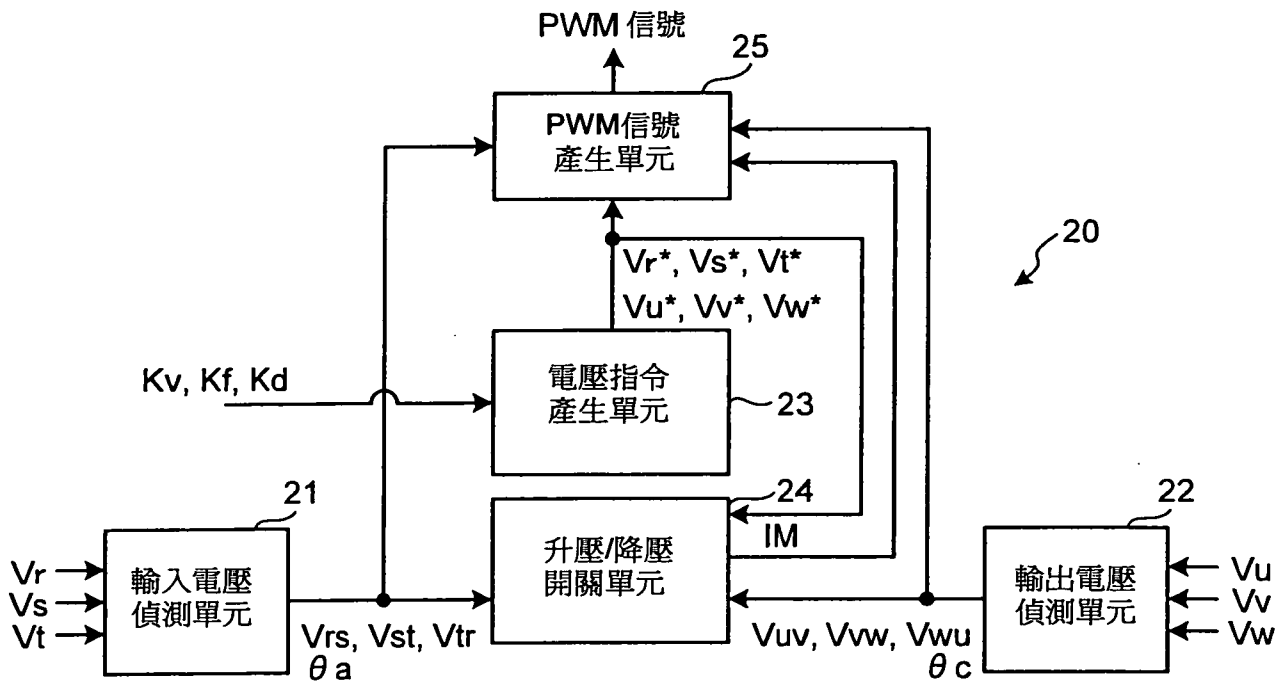


圖 11

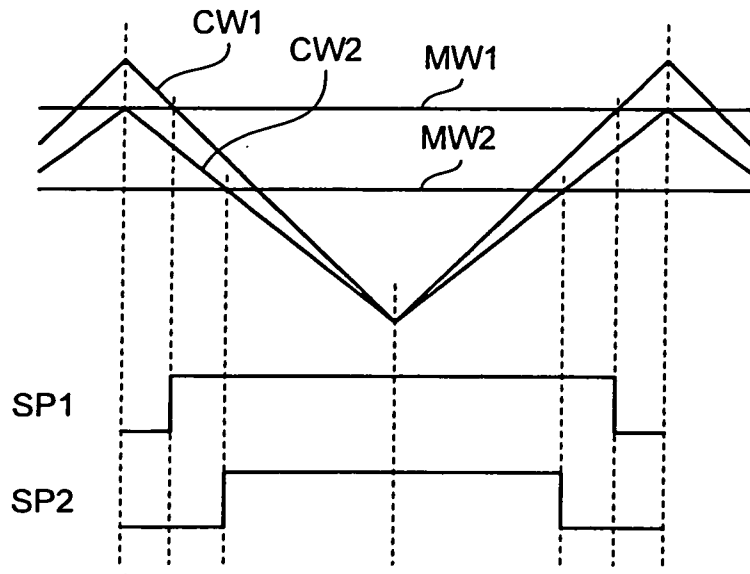


圖 12

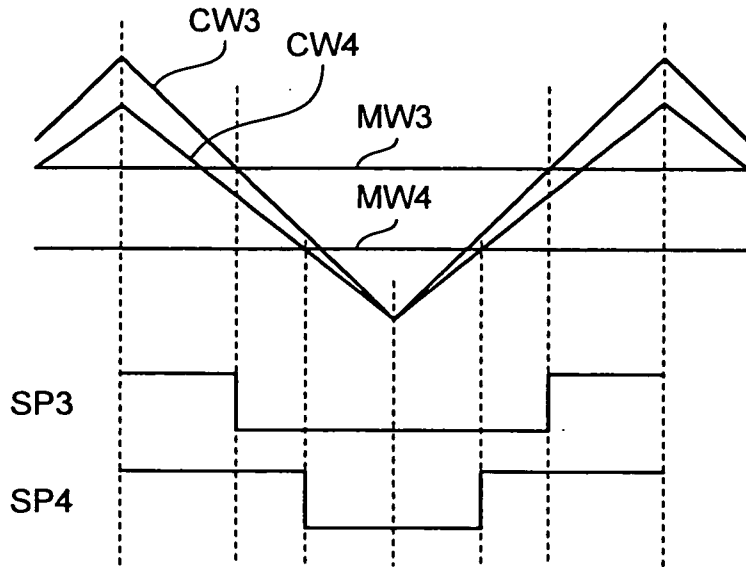


圖13

