



(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 I859683 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 10 月 21 日

(21)申請案號：111150586

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 12 月 29 日

(51)Int. Cl. : **H02M7/48 (2007.01)**

(30)優先權：2022/08/02 世界智慧財產權組織 PCT/JP2022/029664

(71)申請人：日商三菱電機股份有限公司 (日本) MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION
(JP)

日本

(72)發明人：渡辺章太 WATANABE, SHOTA (JP)；吉野浩行 YOSHINO, HIROYUKI (JP)；小
鹿聡士 OJIKI, SATOSHI (JP)

(74)代理人：洪澄文；洪茂

(56)參考文獻：

TW	201603472A	CN	101411051A
EP	2383877A1	JP	2004-7941A
JP	2006-238630A	JP	2013-240161A
WO	2011/024137A1	WO	2021/100116A1

審查人員：林迺信

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：15 共 35 頁

(54)名稱

電力轉換裝置

(57)摘要

本發明提供一種具有三個以上單相變流器的電力轉換裝置，其目的為抑制大型化、高成本化。本發明之電力轉換裝置（1）係具有：三個以上的單相變流器（2），係將直流電力分別轉換為交流電力；及控制部（4），係控制單相變流器；該電力轉換裝置（1）係在將各個單相變流器之輸出電壓的絕對值設為電壓絕對值，且將電壓絕對值的最小值設為最小電壓值時，至少一個單相變流器的電壓絕對值係設定為最小電壓值之 2 的累乘倍或 3 的累乘倍的值，至少另一個單相變流器的電壓絕對值係設定為最小電壓值之包含小數之實數倍的值。

指定代表圖：

- 符號簡單說明：
- 1:電力轉換裝置
 - 2:單相變流器
 - 3:直流電源
 - 4:控制部
 - 5:變流器群
 - 10:負載

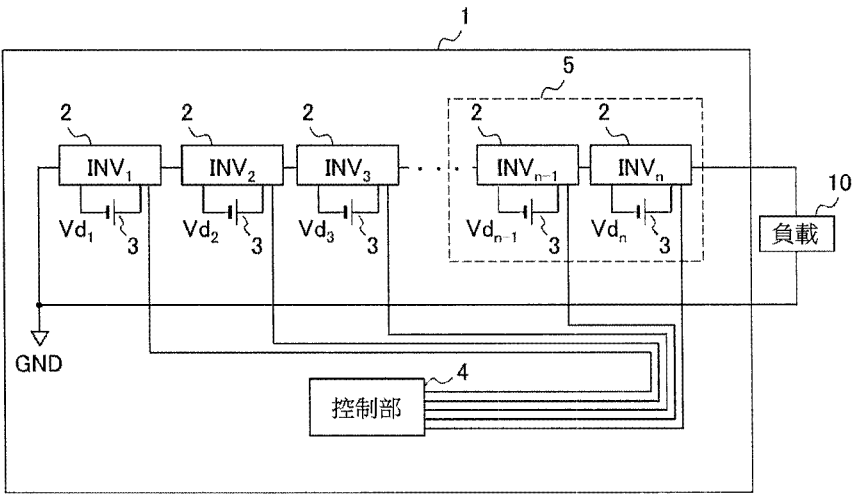


圖1



I859683

【發明摘要】

公告本

【中文發明名稱】 電力轉換裝置

【中文】

本發明提供一種具有三個以上單相變流器的電力轉換裝置，其目的為抑制大型化、高成本化。本發明之電力轉換裝置(1)係具有：三個以上的單相變流器(2)，係將直流電力分別轉換為交流電力；及控制部(4)，係控制單相變流器；該電力轉換裝置(1)係在將各個單相變流器之輸出電壓的絕對值設為電壓絕對值，且將電壓絕對值的最小值設為最小電壓值時，至少一個單相變流器的電壓絕對值係設定為最小電壓值之2的累乘倍或3的累乘倍的值，至少另一個單相變流器的電壓絕對值係設定為最小電壓值之包含小數之實數倍的值。

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 1:電力轉換裝置
- 2:單相變流器
- 3:直流電源
- 4:控制部
- 5:變流器群
- 10:負載

【發明說明書】

【中文發明名稱】 電力轉換裝置

【技術領域】

【0001】 本案係關於一種電力轉換裝置。

【先前技術】

【0002】 作為電力轉換裝置之一，已知有一種不需要大電容的輸出濾波器而可輸出平滑的交流波形於負載的分級控制型的電力轉換裝置。分級控制型的電力轉換裝置係以串聯連接複數個單相變流器（inverter）之方式構成。作為習知之分級控制型的電力轉換裝置，已揭示了一種將複數個單相變流器之各者之輸出電壓的絕對值分別設為大致 2^K 倍（ $K=0、1、2、\dots$ ）的電力轉換裝置。此電力轉換裝置係將複數個單相變流器分別輸出之電壓的總和電壓進行分級控制而輸出於負載（例如參照專利文獻1）。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0003】 專利文獻1：日本專利特開2004-7941號公報

【發明內容】

[發明所欲解決的問題]

【0004】 當在習知的電力轉換裝置中輸出接近額定值之較高之電壓的正弦波時，由於可組合多數個單相變流器的輸出電壓等級而形成波形，故可形成接近正弦波之平滑的交流波形。然而，在習知的電力轉換裝置中輸出較低之電壓的正弦波時，由於為了形成波形所組合之單相變流器之輸出電壓等級的數量

變少，故會有無法形成平滑之交流波形的問題。

【0005】 本案係有鑑於解決上述的問題而研創者，其目的為提供一種具有複數個單相變流器的電力轉換裝置，該電力轉換裝置係在輸出較低之電壓的交流波形時亦可形成平滑的交流波形。

[用以解決問題的手段]

【0006】 本案的電力轉換裝置係具有：三個以上的單相變流器，係將直流電力分別轉換為交流電力；及控制部，係控制單相變流器。再者，三個以上的單相變流器係串聯連接，在將各個前述單相變流器之輸出電壓的絕對值設為電壓絕對值，且將電壓絕對值的最小值設為最小電壓值時，至少一個單相變流器的電壓絕對值係設定為最小電壓值之2的累乘倍或3的累乘倍的值，至少另一個單相變流器的電壓絕對值係設定為最小電壓值之包含小數之實數倍的值。

[發明功效]

【0007】 本案的電力轉換裝置係由於三個以上之單相變流器之至少一個單相變流器的電壓絕對值設定為最小電壓值之2之累乘倍或3的累乘倍的值，至少另一個單相變流器的電壓絕對值設定為最小電壓值之包含小數之實數倍的值，故當輸出較低之電壓的交流波形時亦可形成平滑的交流波形。

【圖式簡單說明】

【0008】

圖1係顯示實施形態1之電力轉換裝置的構成圖。

圖2係實施形態1之電力轉換裝置之單相變流器的構成圖。

圖3係實施形態1之電力轉換裝置的構成圖。

圖4係顯示實施形態1之電力轉換裝置中之整體輸出電壓的說明圖。

圖5係實施形態1之比較例之電力轉換裝置的構成圖。

圖6係顯示實施形態1之比較例之電力轉換裝置中之整體輸出電壓的說明圖。

圖7係顯示實施形態1之電力轉換裝置中之整體輸出電壓的說明圖。

圖8係實施形態1之電力轉換裝置的構成圖。

圖9係顯示實施形態1之電力轉換裝置中之整體輸出電壓的說明圖。

圖10係實施形態2之電力轉換裝置的構成圖。

圖11係顯示實施形態2之電力轉換裝置中之整體輸出電壓的說明圖。

圖12係實施形態3之電力轉換裝置的構成圖。

圖13係實施形態3之電力轉換裝置的構成圖。

圖14係顯示實施形態3之電力轉換裝置中之整體輸出電壓的說明圖。

圖15係顯示實現實施形態1至3之電力轉換裝置之控制部之硬體構成的圖。

【實施方式】

【0009】 以下參照圖式詳細地說明用以實施本案之實施形態的電力轉換裝置。另外，各圖中相同符號係顯示了相同或相等部分。

【0010】 實施形態1

圖1係實施形態1之電力轉換裝置的構成圖。本實施形態的電力轉換裝置1係串聯連接有三個以上的單相變流器2。在圖1所示的電力轉換裝置1中，係串聯連接有 INV_1 、 INV_2 、 INV_3 、 INV_{n-1} 、 INV_n 的 n 個單相變流器2。在此， n 係自然數。在單相變流器2中分別連接有直流電源3。例如將連接於 INV_n 之單相變流器2之直流電源3的輸出電壓標示為 V_{d_n} 。各個單相變流器2係將從直流電源3所供給的直流電力轉換為經過分級控制後的交流電力。在各個單相變流器2中，係連接有控制部4。控制部4係控制各個單相變流器2，並且將各個單相變流器2之輸出電壓的總和作為整體輸出電壓而輸出於負載10。在本實施形態的電力轉換裝置1中，係具有由二個以上單相變流器之串聯連接所構成的變流器群5。在圖1所示的電

力轉換裝置1中，係由 INV_{n-1} 的單相變流器和 INV_n 的單相變流器構成了變流器群5。變流器群5的詳細內容將於後說明。

【0011】 圖2係本實施形態之電力轉換裝置之單相變流器的構成圖。各個單相變流器2係具有由四個開關（switching）元件11、12、21、22和電容器（condenser）23所構成的全橋接（full bridge）電路。在四個開關元件11、12、21、22中，係分別逆並聯連接有二極體（diode）。開關元件11、12、21、22係例如為IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor；絕緣閘雙極電晶體）、MOSFET（Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor；金屬氧化半導體場效應電晶體）等。當使用MOSFET於四個開關元件11、12、21、22時，除了前述之逆並聯連接的二極體外，可用MOSFET的內接二極體（body diode）來替代。在電容器23的兩端，係分別連接有輸入端子6a和6b。在輸入端子6a和6b之間係連接有直流電源。在構成一方之橋接電路的開關元件11與開關元件12之間係連接有輸出端子7a，在構成另一方之橋接電路的開關元件21與開關元件22之間係連接有輸出端子7b。在輸出端子7a與7b之間係連接有其他單相變流器2或負載10。

【0012】 另外，圖2所示的單相變流器雖具有四個開關元件，但不限定於此。例如，亦可為了高耐電壓化而將各個開關元件以複數個開關元件的串聯連接來構成，亦可為了大電流化而將各個開關元件以複數個開關元件的並聯連接來構成。

【0013】 各個單相變流器2係可使正電壓、負電壓和零電壓輸出於輸出端子7a與7b之間。在此，輸出端子7a與7b之間之電壓的方向，係將輸出端子7b的電位比輸出端子7a的電位更高的情形定義為正電壓。例如，假設直流電源的正極端子連接於輸入端子6b側，負極端子連接於輸入端子6a側。單相變流器2係透過將開關元件11和22設定為導通（on），且將開關元件12和21設定為關斷（off），而將正電壓輸出於輸出端子7a與7b之間。此外，單相變流器2係透過將開關元件

11和22設定為關斷，且將開關元件12和21設定為導通，而將負電壓輸出於輸出端子7a與7b之間。再者，單相變流器2係透過將開關元件11和21設定為導通，或者，將開關元件12和22設定為導通，而將零電壓輸出於輸出端子7a與7b之間。

【0014】 另外，從單相變流器2之輸入端子6a、6b至存在於輸出端子7a、7b之間的開關元件、配線等的電阻成分係假定為可忽視的位準，從而單相變流器的輸出電壓係假設與直流電源的電壓相同。因此，以下將單相變流器的輸出電壓假設為直流電源的電壓進行說明。

此外，當針對單相變流器2之輸出電壓的比率進行說明時，係假設為單相變流器2之輸出電壓之絕對值的比率。

【0015】 在本實施形態的電力轉換裝置中，考慮將變流器群5視為一個單相變流器的情形，亦即考慮將連接於變流器群5之直流電源的合計電壓視為連接於一個單相變流器之直流電源的電壓的情形。在該情形下，連接於各個單相變流器之直流電源的電壓，係在將最小電壓值的比率設為1時，設定為最小電壓值之2的累乘倍或3的累乘倍的比率。另外，在本實施形態中，係針對連接於各個單相變流器之直流電源的電壓設定為3之累乘倍的比率之電力轉換裝置進行說明。

【0016】 在圖1所示的電力轉換裝置中，連接於各個單相變流器之直流電源的電壓係有如下的關係成立。

$$\begin{aligned} Vd_1 : Vd_2 : Vd_3 : \bullet \bullet \bullet : Vd_{n-1} + Vd_n \\ = 3^0 : 3^1 : 3^2 : \bullet \bullet \bullet : 3^{n-2} \end{aligned}$$

在此， $Vd_{n-1} + Vd_n$ 係分別連接於構成變流器群5之 INV_{n-1} 、 INV_n 之單相變流器之直流電源之電壓的合計。此外， Vd_{n-1} 和 Vd_n 的至少一方係例如被設定4.5等，包含比前述最小電壓值之比率1更小之位數的比率。以下，為了方便起見，將包含比前述最小電壓值之比率1更小之位數的比率稱為最小電壓值之包含小數之實

數倍的值。在此，所謂包含小數的實數，係指小數點以下存在0以外之數值的實數，例如1.5、2.6、3.65等值。

【0017】 以下，茲舉由四個單相變流器所構成的電力轉換裝置為例進行說明。

圖3係本實施形態之由四個單相變流器所構成之電力轉換裝置的構成圖。圖3所示的電力轉換裝置1係具有： INV_1 、 INV_2 、 INV_3 、 INV_4 的四個單相變流器2；及分別連接於單相變流器2的四個直流電源3。再者，若將四個直流電源3的電壓分別設為 V_{d1} 、 V_{d2} 、 V_{d3} 、 V_{d4} ，則設定為 $V_{d1}=V_0$ 、 $V_{d2}=3V_0$ 、 $V_{d3}=4.5V_0$ 、 $V_{d4}=4.5V_0$ 。在此， V_0 係連接於單相變流器之直流電源的最小電壓值。亦即，係 $V_{d1} : V_{d2} : V_{d3} : V_{d4}=1 : 3 : 4.5 : 4.5$ 。因此，在圖3所示的電力轉換裝置1中，係由 INV_3 的單相變流器和 INV_4 的單相變流器構成了變流器群5。再者，在此電力轉換裝置1中， $V_{d1} : V_{d2} : V_{d3}+V_{d4}=3^0 : 3^1 : 3^2 (=1 : 3 : 9)$ 成立。此外， V_{d3} 和 V_{d4} 係設定為最小電壓值之包含小數之實數倍的值。

【0018】 圖4係顯示本實施形態之電力轉換裝置中之整體輸出電壓的說明圖。圖4係顯示了相對於整體輸出電壓之各個單相變流器所輸出之電壓的組合。在圖4中，電壓比率係顯示四個直流電源的電壓比率，整體輸出電壓係相對於前述電壓比率之最小比率1之整體輸出電壓的比。此外，在圖4中，「+」係顯示從所相符之單相變流器輸出正電壓，「-」係顯示輸出負電壓，空欄係顯示輸出零電壓。例如，其顯示了當整體輸出電壓為2.5時，電壓比率1之 INV_1 的單相變流器輸出正電壓，電壓比率3之 INV_2 的單相變流器輸出負電壓，電壓比率4.5之 INV_3 的單相變流器輸出正電壓，電壓比率4.5之 INV_4 的單相變流器輸出零電壓（ $1-3+4.5+0=2.5$ ）。

【0019】 圖5係本實施形態之比較例之電力轉換裝置的構成圖。圖3所示之本實施形態的電力轉換裝置，係當將變流器群視為一個單相變流器時，由三個

單相變流器所構成。因此，圖5所示之比較例的電力轉換裝置1，係具有INV₁、INV₂、INV₃的三個單相變流器2、及分別連接於單相變流器2的三個直流電源3。再者，若假設三個直流電源3的電壓分別為V_{d1}、V_{d2}、V_{d3}，則設定為V_{d1}=V₀、V_{d2}=3V₀、V_{d3}=9V₀。亦即，在比較例的電力轉換裝置1中，V_{d1}：V_{d2}：V_{d3}=3⁰：3¹：3² (=1：3：9) 成立。圖6係顯示本實施形態之比較例之電力轉換裝置中之整體輸出電壓的說明圖。

【0020】 茲比較圖4所示之本實施形態之電力轉換裝置中的整體輸出電壓、和圖6所示之比較例之電力轉換裝置中的整體輸出電壓。關於整體輸出電壓的最大值，本實施形態的電力轉換裝置和比較例的電力轉換裝置均同樣為13。然而，若以分級階層來比較，在本實施形態的電力轉換裝置中係可將整體輸出電壓為0至13之間以22分割的分級階層來輸出，相對於此，在比較例的電力轉換裝置中係可將整體輸出電壓為0至13之間只能以13分割的分級階層來輸出。亦即，在比較例的電力轉換裝置中，只能以最小電壓值之整數倍的分級階層來輸出整體輸出電壓。相對於此，在本實施形態的電力轉換裝置中，若整體輸出電壓為0至9的範圍，則可以最小電壓值之0.5倍的分級階層來輸出整體輸出電壓。

【0021】 例如，在本實施形態之電力轉換裝置和比較例的電力轉換裝置中，比較輸出以3V₀為峰值之正弦波的情形。在本實施形態的電力轉換裝置中，係可以整體輸出電壓為0、±0.5V₀、±1V₀、±1.5V₀、±2V₀、±2.5V₀、±3V₀之合計十三個分級階層來形成正弦波。相對於此，在比較例之形態的電力轉換裝置中，只能以整體輸出電壓為0、±1V₀、±2V₀、±3V₀之合計七個分級階層來形成正弦波。

【0022】 本實施形態的電力轉換裝置係具有將直流電力分別轉換為交流電力的三個以上單相變流器、和將分級控制信號分別傳送至單相變流器的控制部，在將各個單相變流器之輸出電壓的最小值設為最小電壓值時，至少一個單

相變流器的輸出電壓係設定為最小電壓值之3之累乘倍的值，而至少另一個單相變流器的輸出電壓係設定為最小電壓值之包含小數之實數倍的值。因此，本實施形態的電力轉換裝置係在輸出較低之電壓的交流波形時亦可形成平滑的交流波形。

【0023】 此外，在本實施形態的電力轉換裝置中，由於具有以二個以上之單相變流器之串聯連接所構成的變流器群，故可減小施加於構成變流器群之各個單相變流器的直流電壓。因此，可使用耐電壓較小的電子零件作為構成單相變流器的開關元件和電容器。電子零件一般而言，耐電壓愈小的零件，電力損耗愈低，響應速度愈快。透過使用耐電壓較小的電子零件，從而可實現電力轉換裝置的小型化、低損耗化、高速化等。

【0024】 另外，在本實施形態的電力轉換裝置中，雖係於輸出電壓最大之單相變流器的位置設置了變流器群，但設置變流器群的位置不限定於該位置。例如，在圖3所示之本實施形態的電力轉換裝置中，雖係於圖5所示之比較例之電力轉換裝置中之電壓比率為9之單相變流器的位置設置了變流器群，但亦可在比較例之電力轉換裝置中之電壓比率為3之單相變流器的位置設置變流器群。惟，從上述之減小施加於構成變流器群之各個單相變流器之直流電壓的觀點而言，變流器群較佳為設置於輸出電壓最大之單相變流器的位置。此外，本實施形態的電力轉換裝置雖具備有一個變流器群，但亦可具備複數個變流器群。例如，在圖3所示之本實施形態的電力轉換裝置中，可將電壓比率為3的單相變流器置換為變流器群。

【0025】 如圖4所示，在本實施形態的電力轉換裝置中將整體輸出電壓從1切換為1.5、從1.5切換為2時，變流器群中所含之INV₃之單相變流器的輸出從零輸出切換為正電壓輸出，從正電壓輸出切換為零電壓輸出。如此，在本實施形態的電力轉換裝置中，會有變流器群5中所含之單相變流器的開關次數增加而使

開關損耗增加的可能性。當開關損耗變為問題的情形下，例如在負載電流或負載電力變大的重負載動作時，亦能夠不使用變流器群中所含的單相變流器，而透過僅使用設定為最小電壓值之3之累乘倍之輸出電壓的單相變流器來減低開關損耗。如此，亦能夠依據負載狀況來考慮輸出波形的平滑性、和低開關損耗的優先順位，以切換動作模式之方式進行對應。

【0026】 另外，在本實施形態的電力轉換裝置中，係將變流器群中所含之複數個單相變流器的輸出電壓設成相同。此時，可將進行開關的單相變流器在變流器群5之中交換。例如，在圖4所示之本實施形態的電力轉換裝置中，在輸出以 $13V_0$ 為峰值的正弦波時，輸出 $4.5V$ 之 INV_3 之單相變流器的開關次數，係比同樣輸出 $4.5V$ 之 INV_4 之單相變流器的開關次數更多。此時，可使整體輸出電壓為 $0V_0$ 至 $5V_0$ 之間之 INV_3 之單相變流器的開關，在下一周期的正弦波中交替為 INV_4 之單相變流器的開關。或者，亦可在相同周期的正弦波中，使 INV_3 和 INV_4 的單相變流器交互地開關。透過使之以此方式動作，從而可防止開關損耗集中於一個單相變流器。

【0027】 在本實施形態的電力轉換裝置中，變流器群中所含之複數個單相變流器的輸出電壓亦可不同。例如，在圖3所示之本實施形態的電力轉換裝置中，亦可將已設定為 $V_{d1} : V_{d2} : V_{d3} : V_{d4} : 1 : 3 : 4.5 : 4.5$ 者，設定為 $V_{d1} : V_{d2} : V_{d3} : V_{d4} : 1 : 3 : 4.33 : 4.66$ 。圖7係顯示以此方式設定之本實施形態之電力轉換裝置中之整體輸出電壓的說明圖。如圖7所示，藉由將變流器群5中所含之複數個單相變流器的輸出電壓設定為不同的值，在本實施形態的電力轉換裝置中係可將整體輸出電壓為0至13之間以32分割的分級階層來輸出。如此，將變流器群中所含之複數個單相變流器之輸出電壓設定為不同之值的電力轉換裝置，相較於將變流器群中所含之複數個單相變流器之輸出電壓設定為相同之值的電力轉換裝置，可使分級階層的分割數更增加。另外，輸出電壓係以可等間隔地輸

出為理想。例如，可透過將最小電壓值之包含小數之實數倍之小數點以下的值如圖3所示設為 $1/2$ 而可輸出 $1/2$ 刻度的電壓，亦可如圖7所示透過設定為 $1/3$ 或 $2/3$ 而輸出 $1/3$ 刻度的電壓。

【0028】 至此所說明之本實施形態的電力轉換裝置，係以二個單相變流器構成了變流器群的電力轉換裝置。構成變流器群之單相變流器的個數亦可為三個以上。圖8係本實施形態之電力轉換裝置的構成圖。圖8所示之本實施形態的電力轉換裝置1，係具有 INV_1 、 INV_2 、 INV_3 、 INV_4 、 INV_5 的五個單相變流器2、和分別連接於單相變流器2的五個直流電源3。再者，若將五個直流電源3的電壓分別設為 V_{d1} 、 V_{d2} 、 V_{d3} 、 V_{d4} 、 V_{d5} ，則設定為 $V_{d1}=V_0$ 、 $V_{d2}=3V_0$ 、 $V_{d3}=2.5V_0$ 、 $V_{d4}=3V_0$ 、 $V_{d5}=3.5V_0$ 。亦即，在圖8所示的電力轉換裝置1中，變流器群5係由 INV_3 、 INV_4 、 INV_5 的三個單相變流器所構成。再者，在此電力轉換裝置1中， $V_{d1} : V_{d2} : V_{d3}+V_{d4}+V_{d5}=3^0 : 3^1 : 3^2 (=1 : 3 : 9)$ 成立。此外， V_{d3} 和 V_{d5} 係設定為最小電壓值之包含小數之實數倍的值。

【0029】 圖9係顯示以此方式設定之本實施形態之電力轉換裝置中之整體輸出電壓的說明圖。如圖9所示，藉由使變流器群5中所含之單相變流器的個數增加，在本實施形態的電力轉換裝置中即可將整體輸出電壓為0至13之間以24分割的分級階層來輸出。另外，如圖4所示，變流器群5中所含之單相變流器的個數為二個之電力轉換裝置中的分級階層為22分割。如此，將變流器群中所含之單相變流器的個數設定為三個的電力轉換裝置，相較於將變流器群中所含之單相變流器的個數設定為二個的電力轉換裝置，可使分級階層的分割數更增加。

【0030】 另外，在圖8所示之本實施形態的電力轉換裝置中，分別連接於變流器群中所含之三個單相變流器之直流電源的電壓設定為 $2.5V_0$ 、 $3V_0$ 、 $3.5V_0$ 。如此，在圖8所示的電力轉換裝置中，變流器群中所含之三個直流電源中的一個，係設定為最小電壓值之整數倍的電壓。在本實施形態的電力轉換裝置中，

分別連接於變流器群中所含之單相變流器之所有直流電源的電壓，不需設定為最小電壓值之包含小數之實數倍的值。

【0031】 如上所述，在具有將直流電力分別轉換為交流電力的三個以上的單相變流器、和將分級控制信號分別傳送至單相變流器的控制部的電力轉換裝置中，構成由複數個單相變流器所構成的變流器群，且變流器群中所含之單相變流器之輸出電壓的合計、與未包含於變流器群中之單相變流器之輸出電壓的比係設定為3的累乘倍。再者，變流器群中所含之至少一個單相變流器的輸出電壓，係設定為單相變流器之輸出電壓之最小電壓值之包含小數之實數倍的值。以此方式構成的電力轉換裝置，係在輸出較低之電壓的交流波形時亦可形成平滑的交流波形。

【0032】 此外，以此方式構成的電力轉換裝置係可減小施加於變流器群中所含之單相變流器的直流電壓。因此，可使用耐電壓較小的電子零件作為構成單相變流器的開關元件和電容器，可實現電力轉換裝置的小型化、低損耗、高速化等。

【0033】 實施形態2

在實施形態1中，係已說明了連接於各個單相變流器之直流電源之電壓設定為3之累乘倍之值的電力轉換裝置。在實施形態2中，係說明連接於各個單相變流器之直流電源之電壓設定為2之累乘倍之值的電力轉換裝置。

【0034】 本實施形態之電力轉換裝置的構成，係與實施形態1之圖1所示之電力轉換裝置的構成相同。惟，本實施形態的電力轉換裝置係在圖1所示的電力轉換裝置中，於連接於各個單相變流器之直流電源的電壓，係有如下的關係成立。

$$\begin{aligned} Vd_1 : Vd_2 : Vd_3 : \bullet \bullet \bullet : Vd_{n-1} + Vd_n \\ = 2^0 : 2^1 : 2^2 : \bullet \bullet \bullet : 2^{n-2} \end{aligned}$$

在此， $V_{d_{n-1}}+V_{d_n}$ 係分別連接於構成變流器群5之 INV_{n-1} 、 INV_n 之單相變流器之直流電源之電壓的合計。此外， $V_{d_{n-1}}$ 和 V_{d_n} 的至少一方係設定為最小電壓值之包含小數之實數倍的值。

【0035】 以下，列舉由四個單相變流器所構成的電力轉換裝置進行說明。

圖10係本實施形態之由四個單相變流器所構成之電力轉換裝置的構成圖。圖10所示的電力轉換裝置1係具有 INV_1 、 INV_2 、 INV_3 、 INV_4 的四個單相變流器2、和分別連接於單相變流器2的四個直流電源3。再者，若將四個直流電源3的電壓分別設為 V_{d_1} 、 V_{d_2} 、 V_{d_3} 、 V_{d_4} ，則設定為 $V_{d_1}=V_0$ 、 $V_{d_2}=2V_0$ 、 $V_{d_3}=1.5V_0$ 、 $V_{d_4}=2.5V_0$ 。在此， V_0 係連接於單相變流器之直流電源的最小電壓值。亦即，係 $V_{d_1} : V_{d_2} : V_{d_3} : V_{d_4}=1 : 2 : 1.5 : 2.5$ 。因此，在圖10所示的電力轉換裝置1中，係由 INV_3 和 INV_4 構成了變流器群5。再者，在此電力轉換裝置1中， $V_{d_1} : V_{d_2} : V_{d_3}+V_{d_4}=2^0 : 2^1 : 2^2 (=1 : 2 : 4)$ 成立。此外， V_{d_3} 和 V_{d_4} 係設定為最小電壓值之包含小數之實數倍的值。

【0036】 圖11係顯示本實施形態之電力轉換裝置中之整體輸出電壓的說明圖。圖11係顯示了相對於整體輸出電壓之各個單相變流器所輸出之電壓的組合。如圖11所示，在本實施形態的電力轉換裝置中，可得知整體輸出電壓至6為止，可用最小電壓值之一半的電壓值來調整分級階層。從此觀之，即使在連接於各個單相變流器之直流電源的電壓設定為2之累乘倍之值的電力轉換裝置中，亦可透過設置變流器群而於輸出較低之電壓的交流波形時亦可形成平滑的交流波形。

【0037】 如上所述，在具有將直流電力分別轉換為交流電力之三個以上之單相變流器、和將分級控制信號分別傳送至單相變流器之控制部的電力轉換裝置中，構成由複數個單相變流器所構成的變流器群，且變流器群中所含之單相變流器之輸出電壓的合計、與未包含於變流器群中之單相變流器之輸出電壓的

比係設定為2的累乘倍。再者，變流器群中所含之至少一個單相變流器的輸出電壓，係設定為單相變流器之輸出電壓之最小電壓值之包含小數之實數倍的值。以此方式構成的電力轉換裝置，係在輸出較低之電壓的交流波形時亦可形成平滑的交流波形。

【0038】 此外，以此方式構成的電力轉換裝置係可減小施加於變流器群中所含之單相變流器的直流電壓。因此，可使用耐電壓較小的電子零件作為構成單相變流器的開關元件和電容器，可實現電力轉換裝置的小型化、低損耗、高速化等。

【0039】 實施形態3

圖12係實施形態3之電力轉換裝置的構成圖。本實施形態的電力轉換裝置1係串聯連接有 $k+m+1$ 個的單相變流器2。在此， k 係自然數， m 係0以上的整數。惟， $k+m$ 係2以上。於單相變流器2中，分別連接有直流電源3。例如，將連接於 INV_n 之單相變流器2之直流電源3的輸出電壓標示為 Vd_n 。各個單相變流器2係將從直流電源3所供給的直流電力轉換為經過分級控制後的交流電力。在各個單相變流器2中，係連接有控制部4。控制部4係控制各個單相變流器2，並且將各個單相變流器2之輸出電壓的總和作為整體輸出電壓而輸出於負載10。

【0040】 另外，在本實施形態的電力轉換裝置中，與實施形態1同樣地，單相變流器的輸出電壓係設為與直流電源的電壓相同。因此，以下將單相變流器的輸出電壓假設為直流電源的電壓進行說明。在本實施形態的電力轉換裝置中，將單相變流器之輸出電壓的最小值設為 V_0 。再者，假設 $Vd_1=V_0$ 。

【0041】 在連接於從 INV_1 至 INV_k 之單相變流器之直流電源的電壓中，係有如下的關係成立。

$$Vd_1 : Vd_2 : Vd_3 : \dots : Vd_k = 3^0 : 3^1 : 3^2 : \dots : 3^{k-1}$$

【0042】 再者，連接於 INV_{k+1} 之單相變流器2之直流電源3的輸出電壓 Vd_{k+1}

係設定為如下的範圍。

$$V_{d1} + V_{d2} + V_{d3} + \dots + V_{dk} \\ < V_{d_{k+1}} < V_{d1} + V_{d2} + V_{d3} + \dots + V_{dk} + V_{d1}$$

【0043】 再者，在連接於從 INV_{k+1} 至 INV_{k+m+1} 之單相變流器之直流電源的電壓中，係有如下的關係成立。

$$V_{d_{k+1}} : V_{d_{k+2}} : V_{d_{k+3}} : \dots : V_{d_{k+m+1}} = 3^0 : 3^1 : 3^2 : \dots : 3^m$$

另外， m 係0以上的整數，亦可將 m 設為0。此時，上述 INV_{k+1} 的單相變流器成為輸出最大之輸出電壓的單相變流器。

【0044】 以下列舉由四個單相變流器所構成的電力轉換裝置進行說明。

圖13係本實施形態之由四個單相變流器所構成之電力轉換裝置的構成圖。圖13所示的電力轉換裝置1，係在圖12所示的電力轉換裝置中設定為 $k=2$ 、 $m=1$ 的構成。圖13所示之電力轉換裝置1係具有 INV_1 、 INV_2 、 INV_3 、 INV_4 的四個單相變流器2、分別連接於單相變流器2的四個直流電源3。再者，若將四個直流電源3的電壓分別設為 V_{d1} 、 V_{d2} 、 V_{d3} 、 V_{d4} ，則設定為 $V_{d1}=V_0$ 、 $V_{d2}=3V_0$ 、 $V_{d3}=4.5V_0$ 、 $V_{d4}=13.5V_0$ 。在此， V_0 係連接於單相變流器之直流電源的最小電壓值。亦即，係 $V_{d1} : V_{d2}=3^0 : 3^1 (=1 : 3)$ 。再者， V_{d3} 係比 $V_{d1}+V_{d2}=4V_0$ 大，且為比 $V_{d1}+V_{d2}+V_{d1}=5V_0$ 更小的 $4.5V_0$ 。亦即， V_{d3} 係設定為最小電壓值之包含小數之實數倍的值。再者， $V_{d3} : V_{d4}=3^0 : 3^1 (=1 : 3)$ 。

【0045】 圖14係顯示本實施形態之電力轉換裝置中之整體輸出電壓的說明圖。圖14係顯示了相對於整體輸出電壓之各個單相變流器所輸出之電壓的組合。如圖14所示，在本實施形態的電力轉換裝置中，可得知整體輸出電壓至18為止，可用最小電壓值之一半的電壓值來調整分級階層。從此觀之，本實施型態之電力轉換裝置係在輸出較低之電壓的交流波形時亦可形成平滑的交流波形。

【0046】 另外，在本實施形態的電力轉換裝置中， V_{d3} 係設定為最小電壓值之4.5倍的值。因此，整體輸出電壓的分級階層成為最小電壓值之0.5倍的間隔。包含小數之實數倍之值之小數點以下的值係不限定於0.5。例如， V_{d3} 係可設定為最小電壓值之4.3倍的值或4.7倍的值。惟，如圖14所示，由於整體輸出電壓之分級階層的間隔成為一定，故較佳為將包含小數之實數倍之值之小數點以下的值設為0.5。

【0047】 如圖14所示，當在本實施形態的電力轉換裝置中將整體輸出電壓整體輸出電壓從4.5切換為5、從5切換為5.5時，輸出最大電壓之INV₄之單相變流器的輸出從零輸出切換為正電壓輸出、從正電壓輸出切換為零輸出。如此，在本實施形態的電力轉換裝置中，會有輸出最大電壓之單相變流器之開關次數增加而使開關損耗增加的可能性。當開關損耗變為問題的情形下，例如在負載電流或負載電力變大的重負載動作時，亦能夠不使用輸出最大電壓的單相變流器，而透過僅使用設定為最小電壓值之3之累乘倍之輸出電壓的單相變流器來減低開關損耗。如此，亦能夠依據負載狀況來考慮輸出波形的平滑性、和低開關損耗的優先順位，以切換動作模式之方式進行對應。

【0048】 至此說明之本實施形態的電力轉換裝置係單相變流器之輸出電壓之比為3之累乘倍的構成。在本實施形態的電力轉換裝置中，單相變流器之輸出電壓的比亦可為2的累乘倍。此時，在圖12所示之本實施形態的電力轉換裝置中，係有如下的關係成立。另外，此時亦將單相變流器之輸出電壓的最小值設為 V_0 。再者，假設 $V_{d1}=V_0$ 。

【0049】 在連接於從INV₁至INV_k之單相變流器之直流電源的電壓中，係有如下的關係成立。

$$V_{d1} : V_{d2} : V_{d3} : \dots : V_{dk} = 2^0 : 2^1 : 2^2 : \dots : 2^{k-1}$$

【0050】 再者，連接於INV_{k+1}之單相變流器2之直流電源3的輸出電壓 $V_{d_{k+1}}$

係設定為如下的範圍。

$$Vd_1+Vd_2+Vd_3+\bullet\bullet\bullet+Vd_k$$
$$<Vd_{k+1}<Vd_1+Vd_2+Vd_3+\bullet\bullet\bullet+Vd_k+Vd_1$$

【0051】 再者，在連接於從INV_{k+1}至INV_{k+m+1}之單相變流器之直流電源的电壓中，係有如下的關係成立。

$$Vd_{k+1} : Vd_{k+2} : Vd_{k+3} : \bullet\bullet\bullet Vd_{k+m+1}=2^0 : 2^1 : 2^2 : \bullet\bullet\bullet : 2^m$$

【0052】 在以此方式構成的電力轉換裝置中，亦可在輸出較低之電壓的交流波形時形成平滑的交流波形。

【0053】 另外，控制部4係如圖15所示之硬體的一例，由處理器(processor) 100和記憶裝置101所構成。記憶裝置雖未圖示，但具備隨機存取記憶體(random access memory)等揮發性記憶裝置、和快閃記憶體(flash memory)等非揮發性的輔助記憶裝置。此外，亦可具備硬碟(hard disk)等輔助記憶裝置以取代快閃記憶體。處理器100係執行從記憶裝置101輸入的程式。此時，從輔助記憶裝置經由揮發性記憶裝置而輸入程式於處理器100。此外，處理器100亦可將演算結果等資料輸出於記憶裝置101的揮發性記憶裝置，亦可經由揮發性記憶裝置而保存資料於輔助記憶裝置。

此外，控制部4亦可為FPGA(Field-Programmable Gate Array，現場可程式閘陣列)、MCU(Micro Controller Unit，微控制器單元)等數位控制器。或者，控制部4亦可設為類比(analogue)電路和數位控制器混合而成的構成。

【0054】 本案雖記載了各種例示的實施形態，但一個或複數個實施形態所記載之各種特徵、態樣、和功能不限定於特定之實施形態的應用，亦可單獨地、或以各種組合方式應用於實施形態。

因此，未例示的無數個變形例均被設想為是在本案所揭示之技術的範圍內。例如，設想包含要使至少一個構成要素變形的情形、要追加的情形或要省

略的情形，再者，抽出至少一個構成要素且與其他實施形態的構成要素組合的情形。

【符號說明】

【0055】

1:電力轉換裝置

2:單相變流器

3:直流電源

4:控制部

5:變流器群

6a,6b:輸入端子

7a,7b:輸出端子

10:負載

11,12,21,22:開關元件

23:電容器

100:處理器

101:記憶裝置

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種電力轉換裝置，係具有：三個以上的單相變流器，係將直流電力分別轉換為交流電力；及控制部，係控制三個以上的前述單相變流器；

三個以上的前述單相變流器係串聯連接，在將各個前述單相變流器之輸出電壓的絕對值設為電壓絕對值，且將前述電壓絕對值的最小值設為最小電壓值時，至少一個前述單相變流器的前述電壓絕對值係設定為前述最小電壓值之2的累乘倍或3的累乘倍的值，至少另一個前述單相變流器的前述電壓絕對值係設定為前述最小電壓值之包含小數之實數倍的值。

【請求項2】如請求項1之電力轉換裝置，係具有一個以上由二個以上之前述單相變流器的串聯連接所構成的變流器群，且未包含於前述變流器群之前述單相變流器的前述電壓絕對值係設定為前述最小電壓值之2的累乘倍或3的累乘倍之值，前述變流器群中所含之至少一個前述單相變流器的前述電壓絕對值係設定為前述最小電壓值之包含小數之實數倍的值。

【請求項3】如請求項2之電力轉換裝置，其中前述變流器群中所含之至少一個前述單相變流器的前述電壓絕對值係各個前述單相變流器之前述電壓絕對值的最大值。

【請求項4】如請求項2或請求項3之電力轉換裝置，其中構成前述變流器群之前述單相變流器之前述電壓絕對值的合計係比未包含於前述變流器群之前述單相變流器的前述電壓絕對值大。

【請求項5】如請求項1之電力轉換裝置，其中前述最小電壓值之包含小數之實數倍之小數點以下的值係 $1/3$ 或 $1/2$ 或 $2/3$ 。

【請求項6】如請求項1之電力轉換裝置，在將 k 設為自然數、 m 設為0以上的整數時， $k+m$ 係2以上，前述電力轉換裝置係具有 $k+m+1$ 個的前述單相變流器；

k 個前述單相變流器的前述電壓絕對值係設定為前述最小電壓值之2的累乘

倍或3的累乘倍之值，另一個前述單相變流器的前述電壓絕對值係設定為比前述k個單相變流器之前述電壓絕對值的總和更大且比在前述k個單相變流器之前述電壓絕對值的總和加上前述最小電壓值後的值更小的值，其他m個前述單相變流器的前述電壓絕對值係設定為另一個前述單相變流器之前述電壓絕對值之2的累乘倍或3的累乘倍之值。

【請求項7】如請求項6之電力轉換裝置，其中另一個前述單相變流器的前述電壓絕對值係設定為在前述k個單相變流器之前述電壓絕對值的總和加上前述最小電壓值之 $1/2$ 後的值。

【請求項8】如請求項2之電力轉換裝置，其中前述最小電壓值之包含小數之實數倍之小數點以下的值係 $1/3$ 或 $1/2$ 或 $2/3$ 。

【請求項9】如請求項3之電力轉換裝置，其中前述最小電壓值之包含小數之實數倍之小數點以下的值係 $1/3$ 或 $1/2$ 或 $2/3$ 。

【請求項10】如請求項4之電力轉換裝置，其中前述最小電壓值之包含小數之實數倍之小數點以下的值係 $1/3$ 或 $1/2$ 或 $2/3$ 。

【發明圖式】

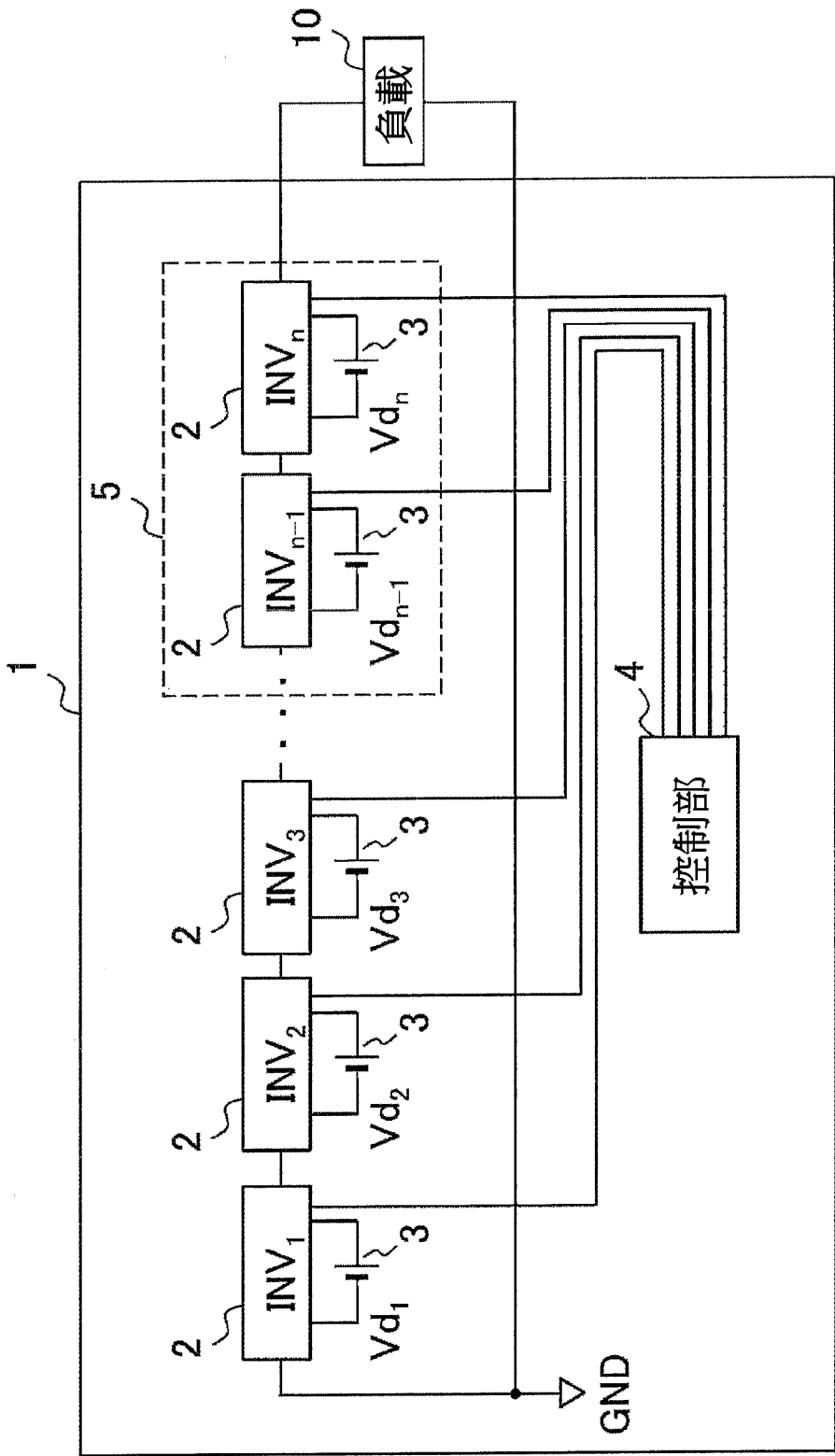


圖1

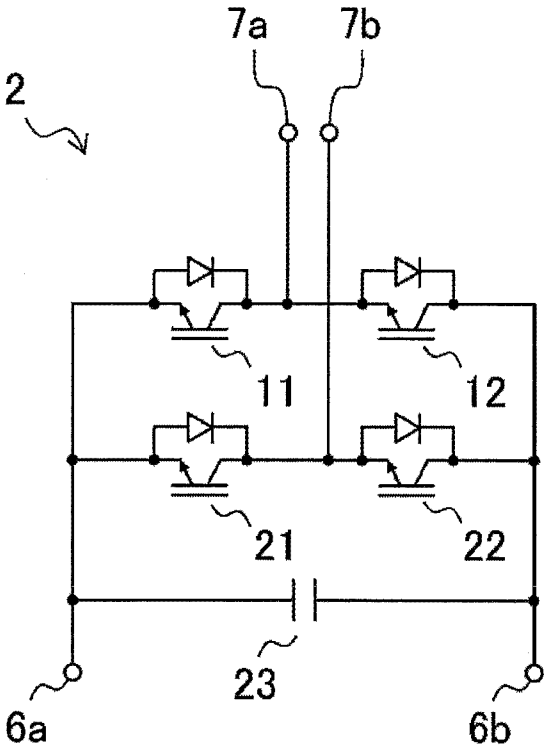


圖2

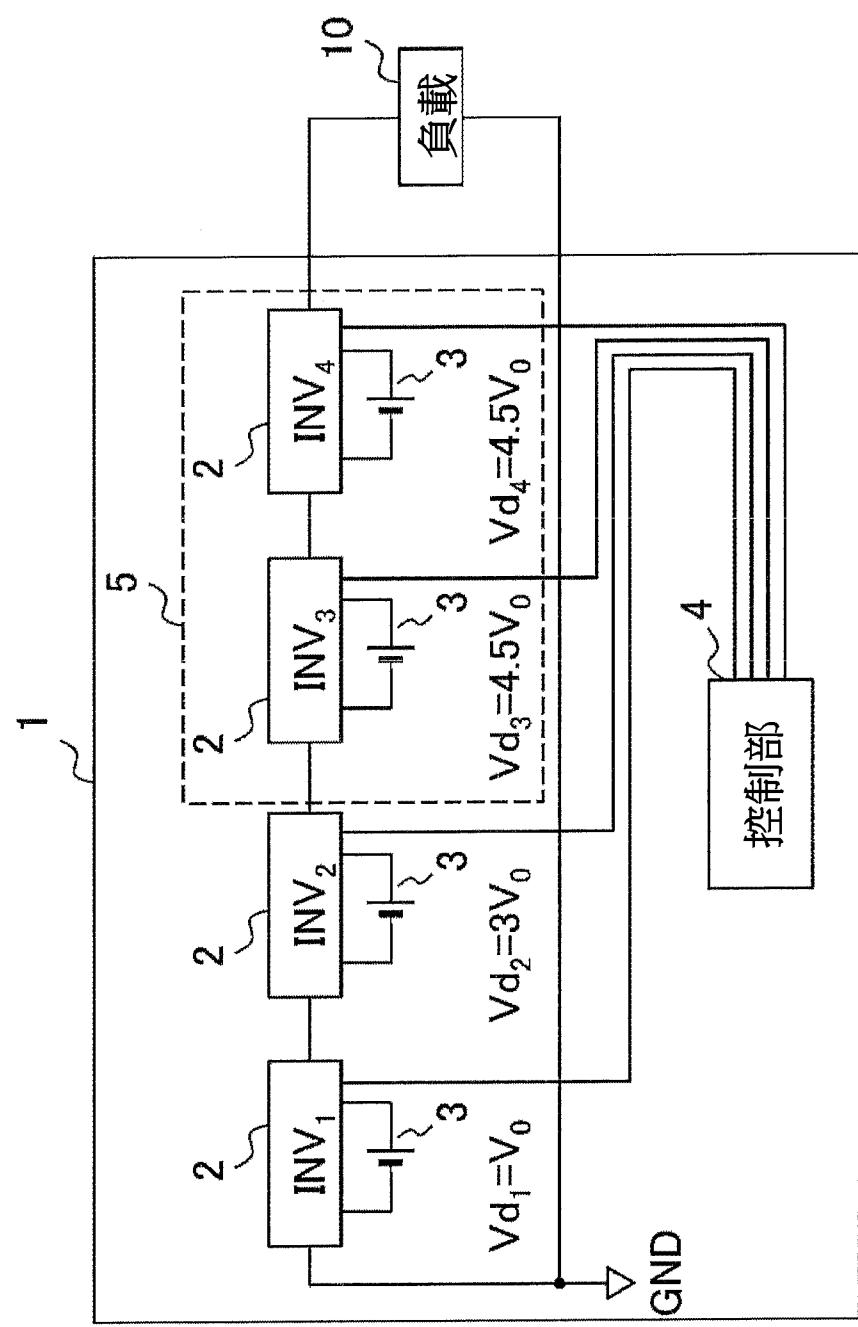


圖3

分級 階層	整體輸出 電壓	電壓比率			
		1	3	4.5	4.5
0	0				
1	0.5	—	—	+	
2	1	+			
3	1.5		—	+	
4	2	—	+		
5	2.5	+	—	+	
6	3		+		
7	3.5	—		+	
8	4	+	+		
9	4.5			+	
10	5	—	—	+	+
11	5.5	+		+	
12	6		—	+	+
13	6.5	—	+	+	
14	7	+	—	+	+
15	7.5		+	+	
16	8	—		+	+
17	8.5	+	+	+	
18	9			+	+
19	10	+		+	+
20	11	—	+	+	+
21	12		+	+	+
22	13	+	+	+	+

圖4

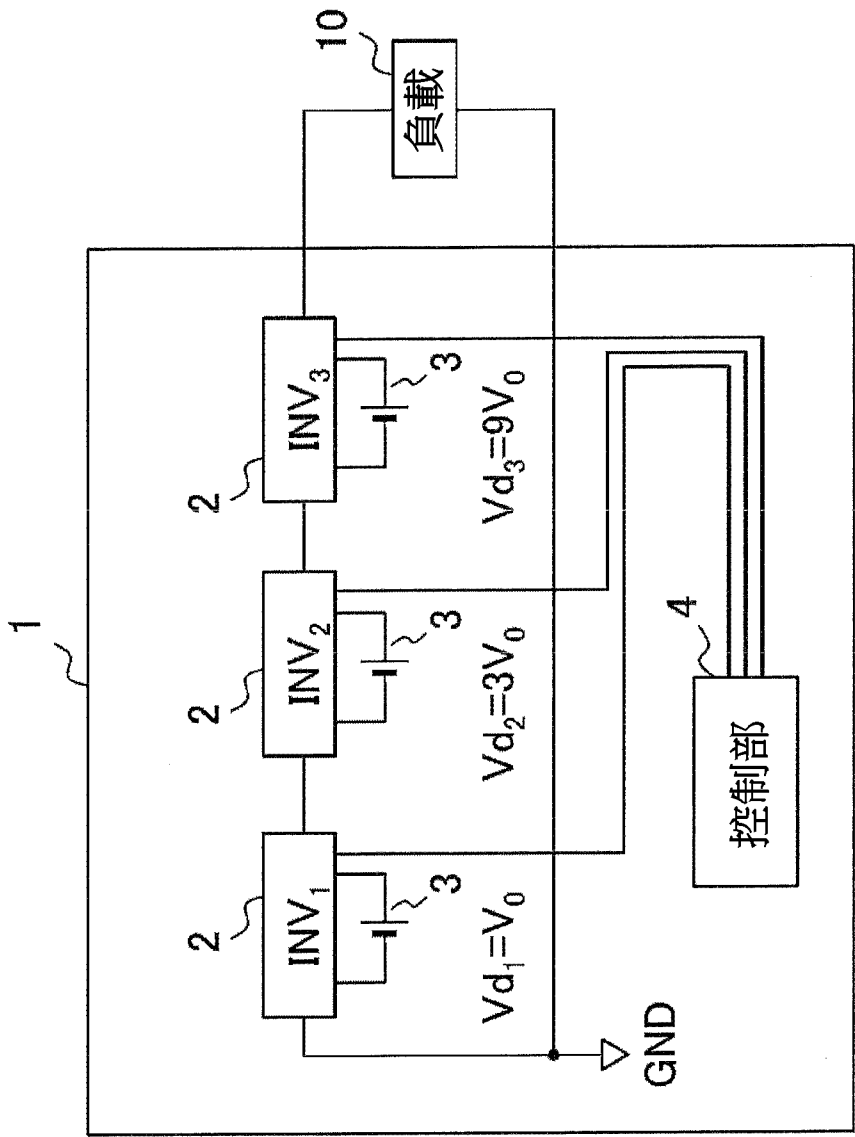


圖5

分級 階層	整體輸出 電壓	電壓比率		
		1	3	9
0	0			
1	1	+		
2	2	—	+	
3	3		+	
4	4	+	+	
5	5	—	—	+
6	6		—	+
7	7	+	—	+
8	8	—		+
9	9			+
10	10	+		+
11	11	—	+	+
12	12		+	+
13	13	+	+	+

圖6

分級 階層	整體輸出 電壓	電壓比率			
		1	3	4.33	4.66
0	0				
1	0.33	-	-	+	
2	0.66	-	-		+
3	1	+			
4	1.33		-	+	
5	1.66		-		+
6	2	-	+		
7	2.33	+	-	+	
8	2.66	+	-		+
9	3		+		
10	3.33	-		+	
11	3.66	-			+
12	4	+	+		
13	4.33			+	
14	4.66				+
15	5	-	-	+	+
16	5.33	+		+	
17	5.66	+			+
18	6		-	+	+
19	6.33	-	+	+	
20	6.66	-	+		+
21	7	+	-	+	+
22	7.33		+	+	
23	7.66		+		+
24	8	-		+	+
25	8.33	+	+	+	
26	8.66	+	+		+
27	9			+	+
28	10	+		+	+
29	11	-	+	+	+
30	12		+	+	+
32	13	+	+	+	+

圖7

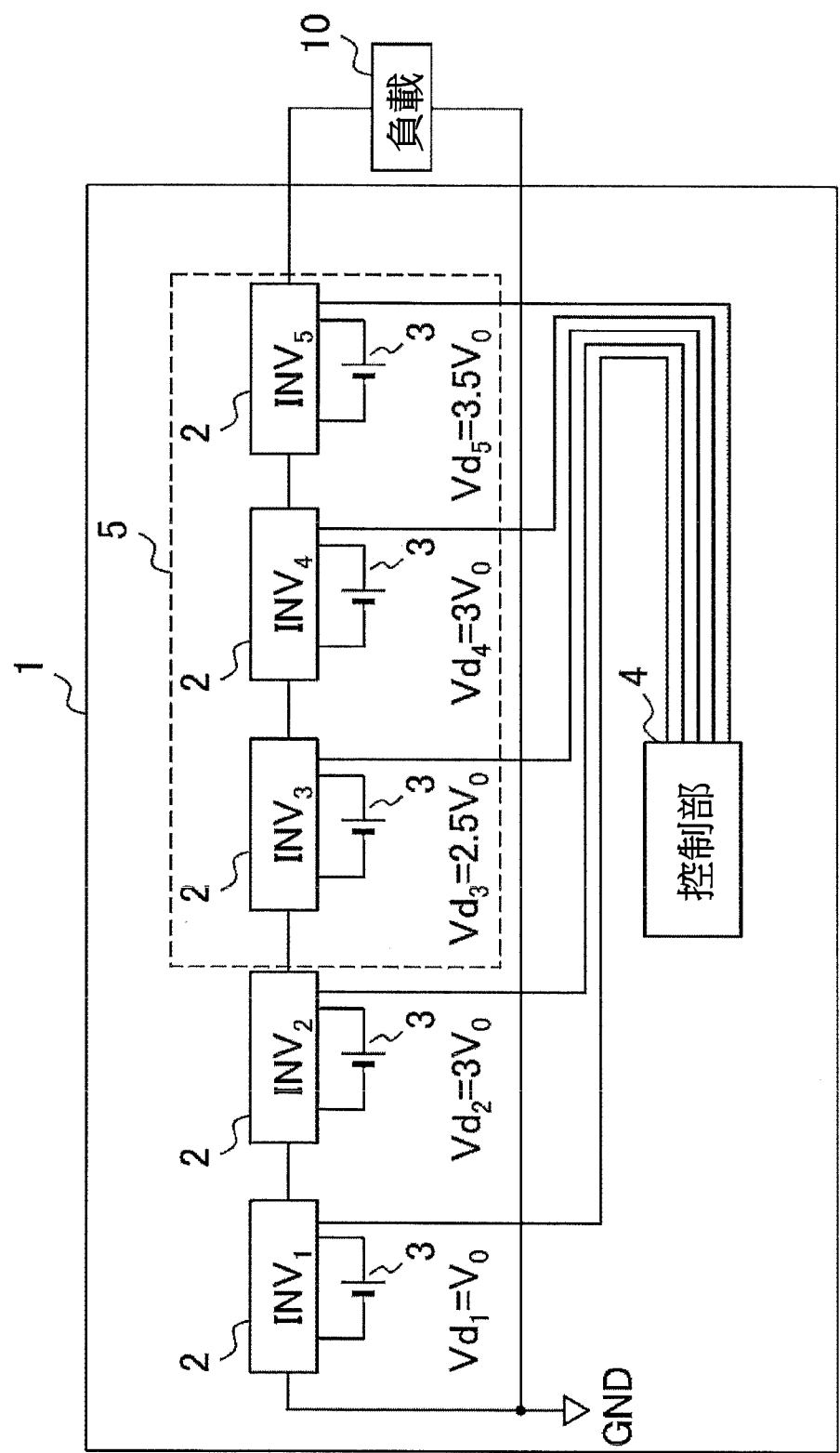


圖8

分級 階層	整體輸出 電壓	電壓比率				
		1	3	2.5	3	3.5
0	0					
1	0.5		—			+
2	1	+				
3	1.5	—		+		
4	2	—	+			
5	2.5			+		
6	3		+			
7	3.5					+
8	4	+	+			
9	4.5	+				+
10	5	—	+		+	
11	5.5		+	+		
12	6		—	+	+	
13	6.5		+			+
14	7	+	+		+	
15	7.5	+	+			+
16	8	—		+	+	+
17	8.5	—	+		+	+
18	9			+	+	+
19	9.5		+		+	+
20	10	+		+	+	+
21	10.5	+	+		+	+
22	11	—	+	+	+	+
23	12		+	+	+	+
24	13	+	+	+	+	+

圖9



分級 階層	整體輸出 電壓	電壓比率			
		1	2	1.5	2.5
0	0				
1	0.5	－		＋	
2	1	＋			
3	1.5			＋	
4	2		＋		
5	2.5				＋
6	3	＋	＋		
7	3.5		＋	＋	
8	4			＋	＋
9	4.5		＋		＋
10	5	＋		＋	＋
11	5.5	＋	＋		＋
12	6		＋	＋	＋
13	7	＋	＋	＋	＋

圖11

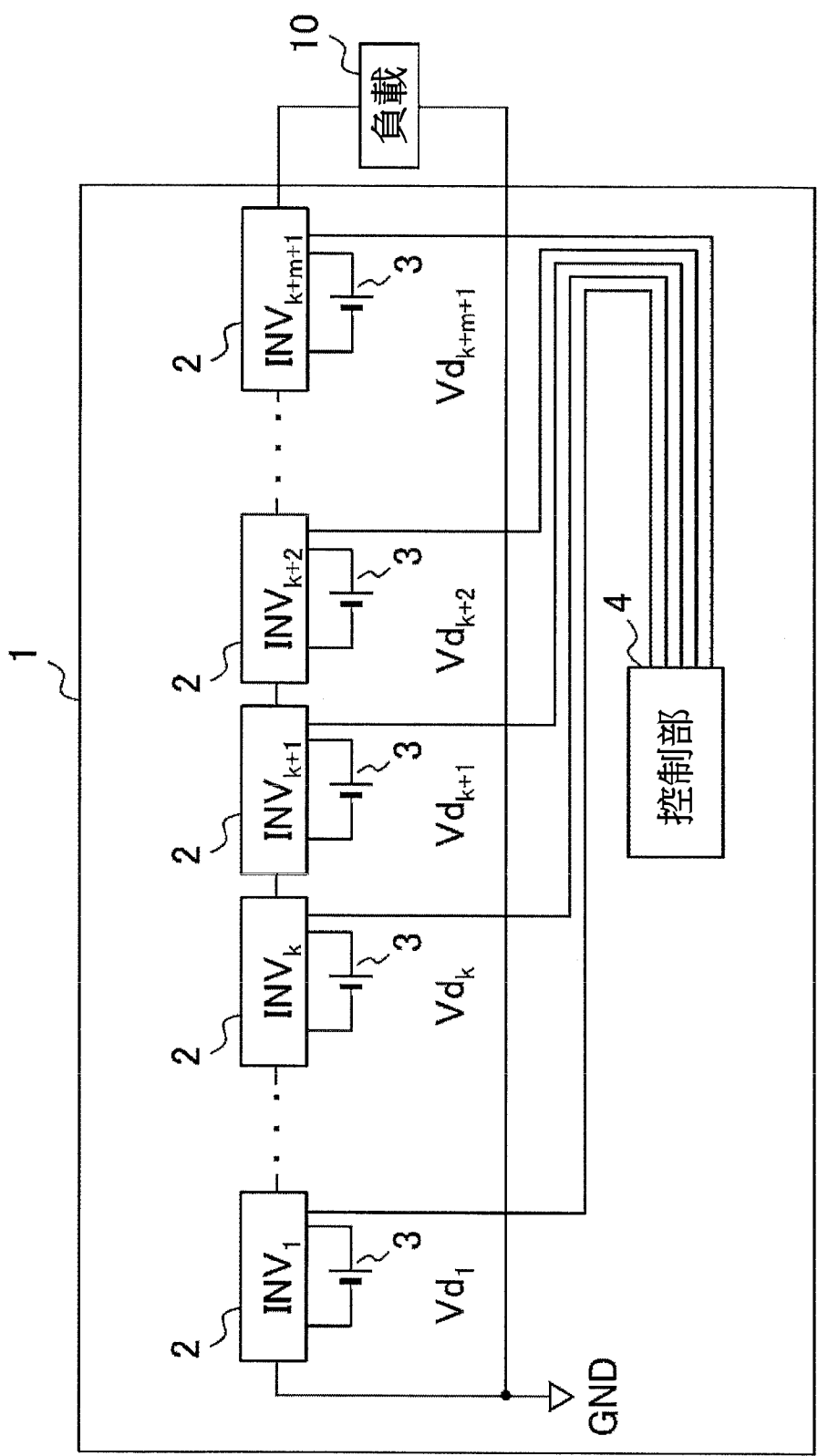


圖12

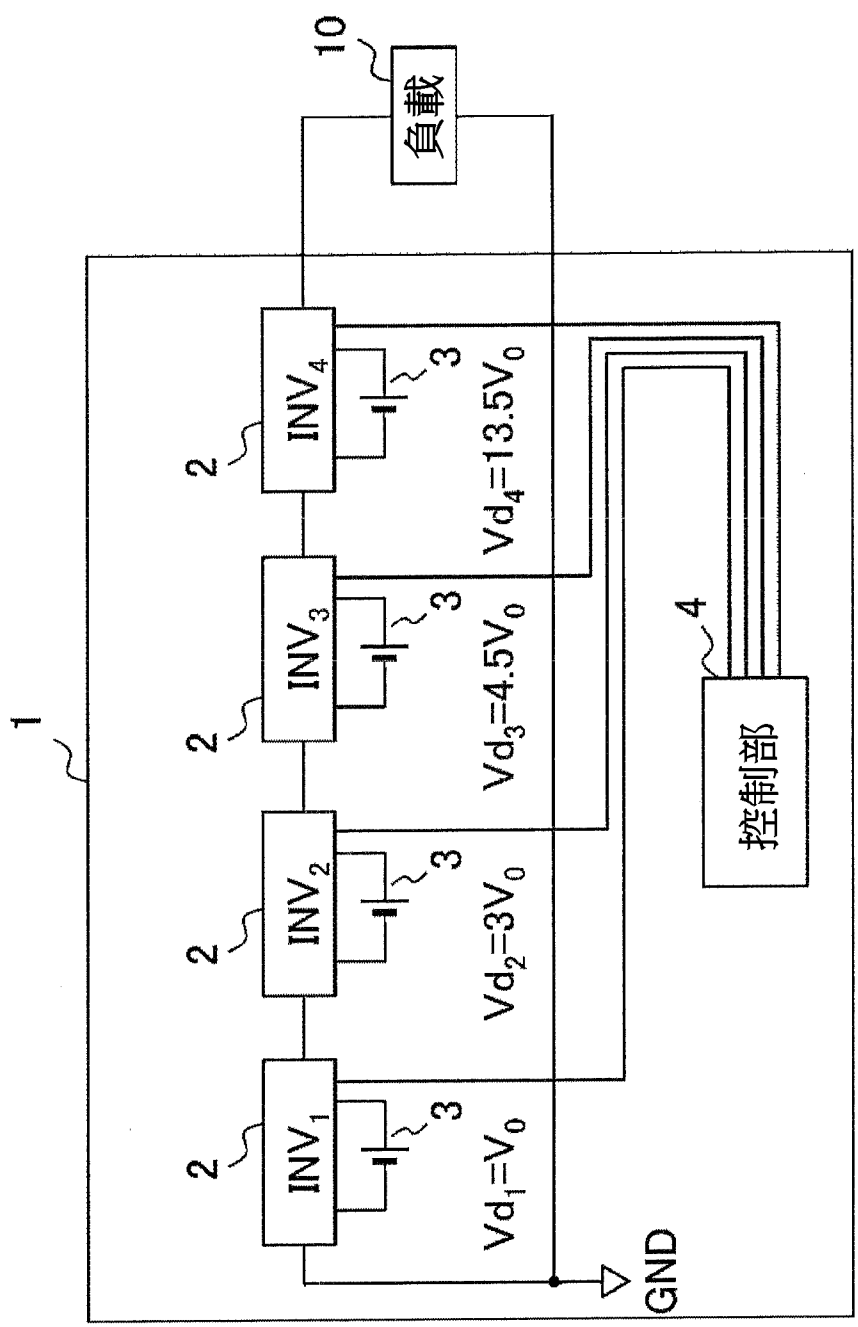


圖13

分級 階層	整體輸出 電壓	電壓比率				整體輸出 電壓	分級 階層
		1	3	4.5	13.5		
0	0					10.5	21
1	0.5	-	-	+		11	22
2	1	+				11.5	23
3	1.5		-	+		12	24
4	2	-	+			12.5	25
5	2.5	+	-	+		13	26
6	3		+			13.5	27
7	3.5	-		+		14	28
8	4	+	+			14.5	29
9	4.5			+		15	30
10	5	-	-	-	+	15.5	31
11	5.5	+		+		16	32
12	6		-	-	+	16.5	33
13	6.5	-	+	+		17	34
14	7	+	-	-	+	17.5	35
15	7.5		+	+		18	36
16	8	-		-	+	19	37
17	8.5	+	+	+		20	38
18	9			-	+	21	39
19	9.5	-	-		+	22	40
20	10	+		-	+		

圖14

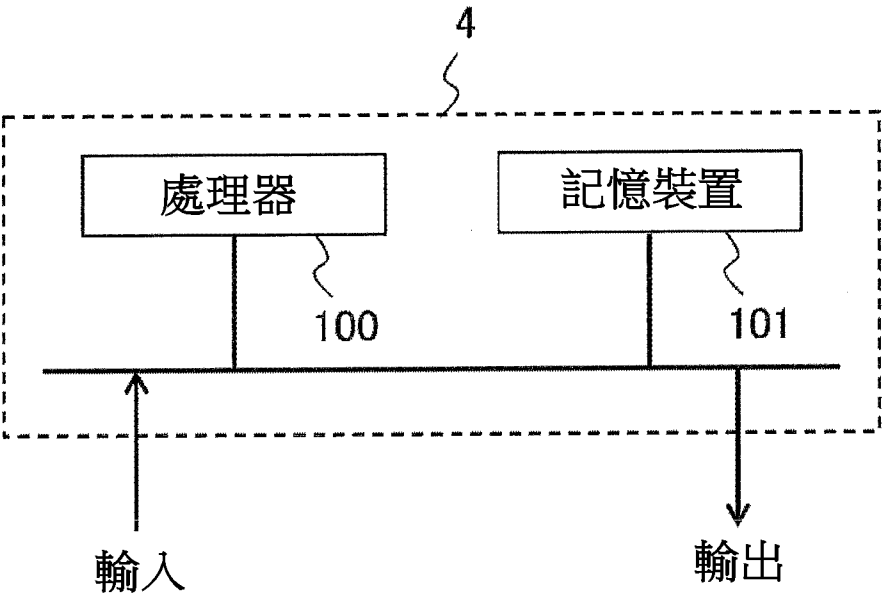


圖15