



(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 I845384 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 06 月 11 日

(21)申請案號：112127733

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 07 月 25 日

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

H02M7/44 (2006.01)

H02J3/38 (2006.01)

(30)優先權：2022/08/02

世界智慧財產權組織

PCT/JP2022/029665

(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：吉野浩行 YOSHINO, HIROYUKI (JP)；小鹿聰士 OJIKI, SATOSHI (JP)；渡辺章

太 WATANABE, SHOTA (JP)；岩路寛康 IWABUKI, HIROYASU (JP)

(74)代理人：洪澄文；洪茂

(56)參考文獻：

TW I375394B

TW I601352B

TW 201722015A

CN 111969878B

JP 2011-155786A

JP 2012-147559A

JP 2019-176708A

US 2017/0163171A1

US 2018/0131290A1

審查人員：廖天佑

申請專利範圍項數：17 項 圖式數：40 共 88 頁

(54)名稱

電力轉換裝置

(57)摘要

本發明之目的為在具有三個以上之單相逆變器的電力轉換裝置中，抑制大型化、高成本化。本發明之電力轉換裝置（1）係具有將直流電力轉換為交流電力的三個以上的單相逆變器（2）、及控制單相逆變器的控制部（4），三個以上的單相逆變器係串聯連接著，當將單相逆變器之輸出電壓的絕對值設為電壓絕對值時，三個以上的前述單相逆變器係包含下列而構成：至少二個第一共通單相逆變器，係輸出電壓絕對值相同之第一共通電壓；及至少一個單相逆變器，係輸出電壓絕對值比第一共通電壓小的電壓。

指定代表圖：

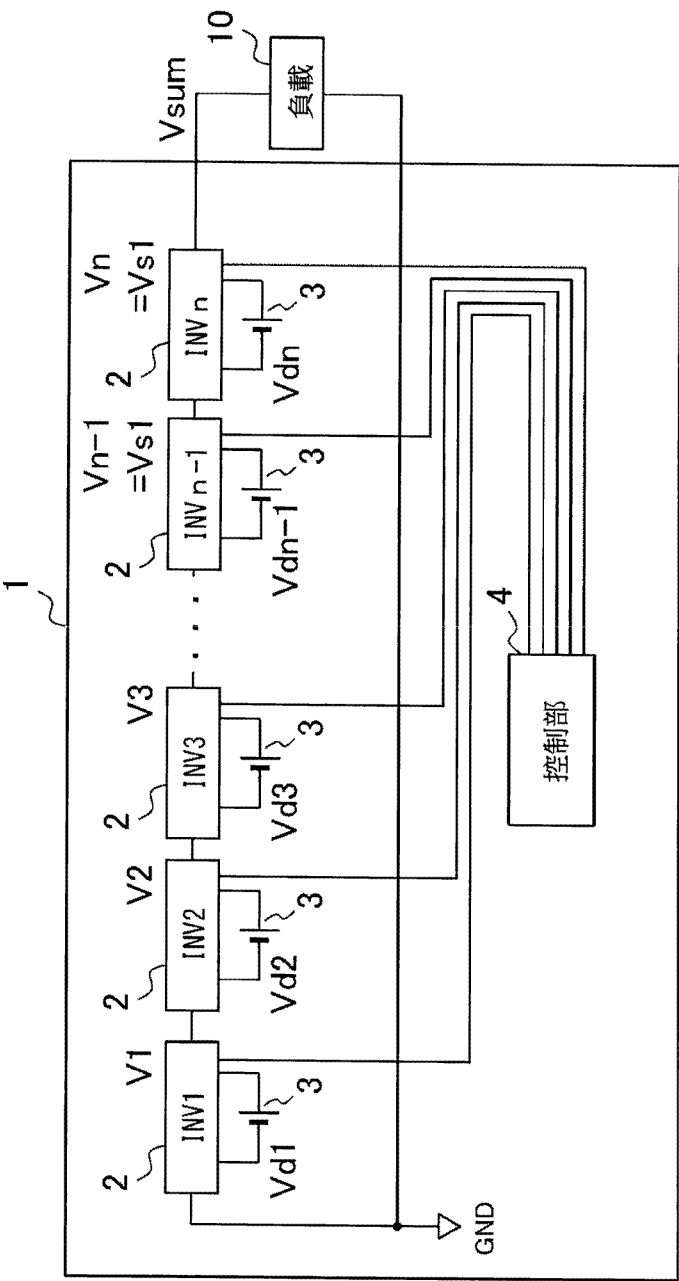


圖 1

符號簡單說明：

- 1:電力轉換裝置
- 2:單相逆變器
- 3:直流電源
- 4:控制部
- 10:負載



I845384

【發明摘要】

【中文發明名稱】 電力轉換裝置

【中文】

本發明之目的為在具有三個以上之單相逆變器的電力轉換裝置中，抑制大型化、高成本化。本發明之電力轉換裝置（1）係具有將直流電力轉換為交流電力的三個以上的單相逆變器（2）、及控制單相逆變器的控制部（4），三個以上的單相逆變器係串聯連接著，當將單相逆變器之輸出電壓的絕對值設為電壓絕對值時，三個以上的前述單相逆變器係包含下列而構成：至少二個第一共通單相逆變器，係輸出電壓絕對值相同之第一共通電壓；及至少一個單相逆變器，係輸出電壓絕對值比第一共通電壓小的電壓。

【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:單相逆變器

3:直流電源

4:控制部

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】 作為電力轉換裝置的一種來說，已知有一種不需要大容量的輸出濾波器即可對於負載輸出平滑之交流波形之階層控制型的電力轉換裝置。階層控制型的電力轉換裝置係由複數個單相逆變器（inverter）串聯連接而構成。作為習知之階層控制型的電力轉換裝置來說，已揭示了一種將複數個單相逆變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逆變器分別輸出之電壓的總和電壓進行階層控制並輸出至負載（例如參照專利文獻1）。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0003】 日本特開2004-7941號公報

【發明內容】

[發明所欲解決的問題]

【0004】 然而，在習知的電力轉換裝置中，由於將複數個單相逆變器之各者之輸出電壓的絕對值分別設為大致 2^K 倍，故包含有輸出較大之電壓的單相逆變器。因此，最大之輸出電壓的單相逆變器會大型化，並且用以抑制單相逆變器之效率降低的散熱器等亦變得大型。結果，在習知的電力轉換裝置中，會有

大型化、高成本化的問題。

【0005】 本案係為了解決上述的問題而研創者，其目的為提供一種在具有複數個單相逆變器的電力轉換裝置中，可抑制大型化、高成本化的電力轉換裝置。

[用以解決問題的手段]

【0006】 本案的電力轉換裝置係具有：三個以上的單相逆變器，係分別將直流電力轉換為交流電力；及控制部，係控制單相逆變器。再者，在本案的電力轉換裝置中，三個以上的單相逆變器係串聯連接著，當將單相逆變器之輸出電壓的絕對值設為電壓絕對值時，三個以上的單相逆變器係包含有輸出電壓絕對值相同之第一共通電壓的至少二個第一共通單相逆變器、及輸出電壓絕對值比第一共通電壓小之電壓的至少一個單相逆變器而構成，控制部係將單相逆變器之輸出電壓的總和電壓輸出至負載。

[發明功效]

【0007】 依據本案的電力轉換裝置，由於三個以上的單相逆變器係包含有輸出電壓絕對值相同之第一共通電壓的至少二個第一共通單相逆變器、及輸出電壓絕對值比第一共通電壓小之電壓的至少一個單相逆變器而構成，故可抑制電力轉換裝置的大型化、高成本化。

【圖式簡單說明】

【0008】

圖1係實施形態1之電力轉換裝置的構成圖。

圖2係實施形態1之電力轉換裝置中之控制部及單相逆變器的構成圖。

圖3係顯示實施形態1之電力轉換裝置中之單相逆變器之控制之例的說明圖。

圖4係顯示實施形態1之電力轉換裝置中之四個單相逆變器之輸出電壓波形和整

體之輸出電壓波形的說明圖。

圖5係顯示實現實施形態1之電力轉換裝置中之階層等級之輸出之四個單相逆變器之組合的說明圖。

圖6係顯示實施形態1之比較例之電力轉換裝置中之四個單相逆變器之輸出電壓波形和整體之輸出電壓波形的說明圖。

圖7係顯示實現實施形態1之比較例之電力轉換裝置中之階層等級之輸出之四個單相逆變器之組合的說明圖。

圖8係將實施形態1之電力轉換裝置之電壓構成作成表的說明圖。

圖9係將實施形態1之電力轉換裝置之電壓構成作成表的說明圖。

圖10係顯示實現實施形態2之比較例之電力轉換裝置中之四個單相逆變器之輸出電壓波形和整體之輸出電壓波形的說明圖。

圖11係顯示實現實施形態2之電力轉換裝置中之階層等級之輸出之四個單相逆變器之組合的說明圖。

圖12係顯示實施形態2之電力轉換裝置中之四個單相逆變器之輸出電壓波形和整體之輸出電壓波形的說明圖。

圖13係顯示實現實施形態2之電力轉換裝置中之階層等級之輸出之四個單相逆變器之組合的說明圖。

圖14係將實施形態2之電力轉換裝置之電壓構成作成表的說明圖。

圖15係將實施形態2之電力轉換裝置之電壓構成作成表的說明圖。

圖16係實施形態3之電力轉換裝置的構成圖。

圖17係實施形態3之電力轉換裝置之輸出檢測部的電路圖。

圖18係實施形態3之電力轉換裝置之輸出檢測部的電路圖。

圖19係實施形態3之電力轉換裝置之階層控制信號產生部的構成圖。

圖20係顯示實現實施形態3之電力轉換裝置中之階層等級之輸出之四個單相逆

變器之組合的說明圖。

圖21係顯示實施形態3之電力轉換裝置中之四個單相逆變器之輸出電壓波形的說明圖。

圖22係顯示實現實施形態4之電力轉換裝置中之階層等級之輸出之四個單相逆變器之組合的說明圖。

圖23係顯示實施形態4之電力轉換裝置中之控制方法的流程圖。

圖24係實施形態4之電力轉換裝置中之切換分散處理的說明圖。

圖25係顯示實現實施形態4之電力轉換裝置中之階層等級之輸出之四個單相逆變器之組合的說明圖。

圖26係實施形態4之電力轉換裝置中之切換分散處理的說明圖。

圖27係實施形態5之電力轉換裝置的構成圖。

圖28係顯示實現實施形態5之電力轉換裝置中之階層等級之輸出之四個單相逆變器之組合的說明圖。

圖29係將實施形態5之電力轉換裝置之電壓構成作成表的說明圖。

圖30係將實施形態5之電力轉換裝置之電壓構成作成表的說明圖。

圖31係顯示實現實施形態6之電力轉換裝置中之階層等級之輸出之四個單相逆變器之組合的說明圖。

圖32係顯示實施形態6之電力轉換裝置中之控制方法的流程圖。

圖33係實施形態6之電力轉換裝置中之切換分散處理的說明圖。

圖34係顯示實現實施形態6之電力轉換裝置中之階層等級之輸出之四個單相逆變器之組合的說明圖。

圖35係實施形態7之電力轉換裝置的構成圖。

圖36係實施形態7之電力轉換裝置之階層控制信號產生部的構成圖。

圖37係顯示實施形態7之電力轉換裝置中之控制方法的流程圖。

圖38係實施形態7之電力轉換裝置中之直流電源之電壓調整的說明圖。

圖39係實施形態7之電力轉換裝置中之直流電源之電壓調整的說明圖。

圖40係顯示實現實施形態1至7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，在各圖中相同符號係顯示相同或相等部分。

【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。本實施形態之電力轉換裝置1係串聯連接有三個以上的單相逆變器2。在圖1所示的電力轉換裝置1中，係串聯連接了INV1、INV2、INV3、．．．INVn-1、INVn的n個單相逆變器2。在此，n係自然數。在單相逆變器2中係分別連接有直流電源3。茲將連接於INVn之單相逆變器2之直流電源3的輸出電壓設為Vdn。各個單相逆變器2係將從直流電源3供給的直流電力轉換為經階層控制後的交流電力。茲將INV1之單相逆變器2之電壓輸出時之發生電壓的絕對值設為V1、INV2之單相逆變器2之電壓輸出時之發生電壓的絕對值設為V2、INVn之單相逆變器2之電壓輸出時之發生電壓的絕對值設為Vn。另外，以下將單相逆變器2之電壓輸出時之發生電壓的絕對值稱為電壓絕對值。在各個單相逆變器2中係連接有控制部4。控制部4係控制各個單相逆變器2，並且控制為將各個單相逆變器2之輸出電壓的總和作為整體輸出電壓Vsum而從電力轉換裝置1輸出至負載10。另外，本實施形態的電力轉換裝置1，作為其可對應之負載10的種類來說，有低電阻負載、電容性負載、感應性負載及由該等組合而成的負載等廣及各個種類的負載。

【0011】 在本實施形態的電力轉換裝置1中，複數個單相逆變器2中之二個單相逆變器的電壓絕對值被設定為相同的第一共通電壓Vs1。在圖1所示的電力

轉換裝置1中， INV_{n-1} 之單相逆變器的電壓絕對值 V_{n-1} 和 INV_n 之單相逆變器的電壓絕對值 V_n 被設定為相同的 V_{s1} 。茲將電壓絕對值被設定為第一共通電壓的單相逆變器稱為第一共通單相逆變器。第一共通電壓 V_{s1} 係被設定為比其他單相逆變器之電壓絕對值 V_1 、 V_2 、 V_3 、 $\dots$ 、 V_{n-2} 之最小值更大的值。二個單相逆變器係可同時輸出第一共通電壓 V_{s1} 。

【0012】 圖2係本實施形態之電力轉換裝置中之控制部及單相逆變器的構成圖。 INV_m 的單相逆變器2係具有四個切換元件23（ Q_{mNL} 、 Q_{mNH} 、 Q_{mPL} 及 Q_{mPH} ）的全橋逆變器（full bridge inverter）。在此， m 係1至 n 的自然數。此全橋逆變器係由一個半橋逆變器（half bridge inverter）21和另一個半橋逆變器22所構成，該半橋逆變器21係由二個切換元件 Q_{mNL} 和 Q_{mNH} 所構成，該另一個半橋逆變器22係由二個切換元件 Q_{mPL} 和 Q_{mPH} 所構成。在半橋逆變器21、22中，係連接有圖2之箭頭所示之方向成為正電壓之輸出電壓 V_{dm} 的直流電源3。在直流電源3與 INV_m 的單相逆變器2之間，係可設置電容器（capacitor）。

【0013】 INV_m 的單相逆變器2係輸出圖2之箭頭所示之方向成為正電壓之電壓絕對值為 V_m 的電壓。另外，在本實施形態中，於從直流電源3至單相逆變器2之輸出端子間所存在的切換元件、配線等的電阻成分係假定為可忽視的位準，從而設為 INV_m 之單相逆變器2的輸出電壓 V_m 係與直流電源3的輸出電壓 V_{dm} 相同。

【0014】 在圖2中，四個切換元件23係被顯示作為MOSFET（Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor，金屬氧化半導體場效應電晶體）。切換元件23係除MOSFET以外，亦可為電晶體、IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor，絕緣閘雙極電晶體）等。此外，在圖2中，一個切換元件23雖由一個零件構成，但為了確保耐電壓和耐電流，一個切換元件23亦可藉由將複數個切換元件予以串聯連接、並聯連接或串聯與並聯的混合連接方式來構成。

【0015】 在INV_m之單相逆變器2的二個半橋逆變器21、22中係從控制部4被輸入有閘極驅動信號。控制部4係由階層控制信號產生部41和閘極驅動器(gate driver) 42所構成。階層控制信號產生部41係產生用以階層控制INV_m之單相逆變器2的階層控制信號SmN和SmP。階層控制信號SmN和SmP係被輸入於閘極驅動器42。閘極驅動器42係藉由空載時間(dead time)產生部43(DTmN和DTmP)將空載時間分別賦予至階層控制信號SmN和SmP。再者，閘極驅動器42係將從閘極驅動信號輸出部44(GOmNL、GOmNH、GOmPL和GOmPH)位準偏移後的階層控制信號作為閘極驅動信號而輸出至二個半橋逆變器21、22。二個半橋逆變器21、22係藉由閘極驅動信號而實施閘極驅動。

【0016】 另外，在圖2中，控制部4係顯示了以一個閘極驅動器42驅動二個半橋逆變器的構成。控制部4亦可具備有二個驅動一個半橋逆變器的閘極驅動器。此外，在圖2中，階層控制信號產生部41係為了各個半橋逆變器的控制用而分別輸出了一串階層控制信號SmN和SmP。作為另一個構成，階層控制信號產生部41亦可產生階層控制信號SmN和SmP和使該等邏輯反轉後的信號，且為了各個半橋逆變器的控制用而分別輸出二串階層控制信號。此時，亦可去除閘極驅動器42的空載時間產生部43(DTmN和DTmP)，在對於已被階層控制信號產生部41邏輯反轉後的階層控制信號賦予了空載時間的狀態下輸出各個階層控制信號。

【0017】 圖3係顯示本實施形態中之INV_m之單相逆變器之控制之例的說明圖。圖3係顯示了構成INV_m之單相逆變器之四個切換元件23(QmNL、QmNH、QmPL及QmPH)之各者相對於階層控制信號SmN和SmP之導通(on)狀態和關斷(off)狀態的變化、以及INV_m之單相逆變器之輸出電壓V_m的變化。另外，在圖3中，各個信號係在省略了空載時間的狀態下顯示。

【0018】 如圖3所示，當階層控制信號SmN和SmP均為低位準(L)時，各

個半橋逆變器之低壓（low side）側之切換元件 Q_{mNL} 和 Q_{mPL} 成為導通狀態，高壓（high side）側的切換元件 Q_{mNH} 和 Q_{mPH} 成為關斷狀態， INV_m 的單相逆變器成為非電壓輸出狀態（ $V_m=0V$ ）。當階層控制信號 S_{mN} 為低位準（L）、 S_{mP} 為高位準（H）時，半橋逆變器之低壓側的切換元件 Q_{mNL} 為導通狀態，切換元件 Q_{mPL} 成為關斷狀態，半橋逆變器之高壓側的切換元件 Q_{mNH} 為關斷狀態，切換元件 Q_{mPH} 成為導通狀態。因此，單相逆變器成為電壓輸出狀態，輸出電壓 V_m 成為 $+V_{dm}$ （正電壓）。當階層控制信號 S_{mN} 為高位準（H）、 S_{mP} 為低位準（L）時，半橋逆變器之低壓側的切換元件 Q_{mNL} 為關斷狀態，切換元件 Q_{mPL} 成為導通狀態，半橋逆變器之高壓側的切換元件 Q_{mNH} 為導通狀態，切換元件 Q_{mPH} 成為關斷狀態。因此，單相逆變器成為電壓輸出狀態，輸出電壓 V_m 成為 $-V_{dm}$ （負電壓）。

【0019】 圖2所示的單相逆變器係可切換輸出電壓 V_m 之極性而予以輸出之情形的構成。當為將僅單極性的輸出電壓輸出於負載之電力轉換裝置的情形下，單相逆變器的構成不限定於圖2所示者。例如，當為只要輸出正電壓即可的電力轉換裝置的情形下，亦可去除圖2中之半橋逆變器21之高壓側的切換元件 Q_{mNH} 而設為開路（open）狀態，而且使低壓側之切換元件 Q_{mNL} 的汲極和源極端子間為短路狀態（亦可去除 Q_{mNL} ），僅以半橋逆變器22來構成單相逆變器。

【0020】 以下說明本實施形態之電力轉換裝置的控制方法。為使說明更易於明瞭，茲舉由四個單相逆變器所構成的電力轉換裝置為例進行說明。此外，作為比較例，亦一併說明四個單相逆變器之輸出電壓之電壓絕對值的比為1：2：4：8的電力轉換裝置。

【0021】 圖4係顯示了在本實施形態的電力轉換裝置中，將使用了正弦波作為輸出電壓指示波形時之 V_1 、 V_2 、 V_3 和 V_4 分別予以輸出之四個單相逆變器的輸出電壓波形、和經階層控制後之整體輸出電壓 V_{sum} 之波形的說明圖。此外，

圖5係以表顯示了實現本實施形態之電力轉換裝置中之階層等級之輸出之四個單相逆變器之電壓絕對值 $V1$ 、 $V2$ 、 $V3$ 和 $V4$ 之組合的說明圖。在本實施形態的電力轉換裝置中，四個單相逆變器之電壓絕對值 $V1$ 、 $V2$ 、 $V3$ 和 $V4$ 的比係 $1:2:4:4$ 。此外，以整體輸出電壓 V_{sum} 的最大電壓成為 $\pm 130V$ 之方式設定了 $V1$ 、 $V2$ 、 $V3$ 和 $V4$ 。具體而言，係 $V1=11.81V$ 、 $V2=23.63V$ 、 $V3=V4=47.27V$ 。亦即，四個單相逆變器中之二個單相逆變器的電壓絕對值被設定為相同的第一共通電壓 $V_{s1}=47.27V$ 。在圖5所示的表中，係將四個單相逆變器分別接收到電壓絕對值 $V1$ 、 $V2$ 、 $V3$ 和 $V4$ 之輸出指示的狀態標記為「1」、未接收到輸出指示的狀態標示為「0」。此外，各個單相逆變器係於在輸出電壓指示的波形為正電壓的期間接收到輸出指示「1」時輸出正電壓，於在輸出電壓指示的波形為負電壓的期間接收到輸出指示「1」時輸出負電壓。

【0022】 圖6係顯示了在比較例的電力轉換裝置中，將使用了正弦波作為輸出電壓指示波形時之 $V1$ 、 $V2$ 、 $V3$ 和 $V4$ 分別予以輸出之四個單相逆變器的輸出電壓的波形、和經階層控制後之整體輸出電壓 V_{sum} 之波形的說明圖。此外，圖7係以表顯示了實現比較例之電力轉換裝置中之階層等級之輸出之四個單相逆變器之電壓絕對值 $V1$ 、 $V2$ 、 $V3$ 和 $V4$ 之組合的說明圖。在比較例的電力轉換裝置中，四個單相逆變器之電壓絕對值 $V1$ 、 $V2$ 、 $V3$ 和 $V4$ 的比係 $1:2:4:8$ 。此外，以整體輸出電壓 V_{sum} 的最大電壓成為 $\pm 130V$ 之方式設定了 $V1$ 、 $V2$ 、 $V3$ 和 $V4$ 。具體而言，係 $V1=8.66V$ 、 $V2=17.33V$ 、 $V3=34.66V$ 、 $V4=69.33V$ 。

【0023】 在圖4和圖5所示之本實施形態的電力轉換裝置中，於單相逆變器之中電壓絕對值變為最大者係輸出被設定為第一共通電壓 $V_{s1}=47.27V$ 之 $V3$ 和 $V4$ 的二個單相逆變器。若考慮一般的MOSFET之切換元件的耐壓調測，輸出 $V3$ 和 $V4$ 之單相逆變器之MOSFET的切換元件必須具有 $60V$ 以上的耐壓者。此外，至於輸出電壓次高之 $V2$ （ $23.63V$ ）的單相逆變器，亦以使用與輸出 $V4$ 之單相逆變

器相同之MOSFET的切換元件，以防止因為切換速度和延遲特性之不同所導致之Vsum波形的精度惡化為理想。從以上觀之，在本實施形態的電力轉換裝置中，係針對輸出V3和V4的二個單相逆變器，需要具有60V以上之耐壓之MOSFET的切換元件。

【0024】 相對於此，在圖6和圖7所示之比較例的電力轉換裝置中，於單相逆變器之中電壓絕對值變為最大者係輸出被設定為69.33V之V4的單相逆變器。因此，在比較例的電力轉換裝置中，輸出V4之單相逆變器之MOSFET之切換元件的耐電壓為60V，尚有不足，若考慮MOSFET之切換元件的耐壓調測，必須具有80V的耐壓者。此外，至於輸出電壓次高之V3（34.66V）的單相逆變器，亦以使用與輸出V4之單相逆變器相同之MOSFET的切換元件，以防止Vsum波形的精度惡化為理想。從以上觀之，在比較例的電力轉換裝置中，係針對輸出V3和V4的二個單相逆變器，需要具有80V以上之耐壓之MOSFET的切換元件。

【0025】 另外，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，V1和V2係低電壓，故關於輸出V1和V2之單相逆變器之MOSFET的切換元件，亦可使用耐電壓為30V的低電壓MOSFET。

【0026】 若以圖4和圖6來比較輸出V4之單相逆變器的輸出電壓波形，則在屬於輸出電壓指示波形之正弦波之一周期中輸出V4之單相逆變器的切換次數，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均相同。然而，由於本實施形態之電力轉換裝置之V4的電壓係比較例之電力轉換裝置之V4的電壓小，故本實施形態之電力轉換裝置係可比比較例的電力轉換裝置更減低切換損耗。

【0027】 此外，若以圖4和圖6來比較輸出V3之單相逆變器的輸出電壓波形，則本實施形態之電力轉換裝置之V3的電壓係比較例之電力轉換裝置之V3之電壓的1.36倍。然而，在屬於輸出電壓指示波形之正弦波之一周期中輸出V3之

單相逆變器的切換次數，本實施形態之電力轉換裝置為4次，相對於此，比較例的電力轉換裝置則為12次。若考慮切換次數和電壓值之雙方，關於輸出V3之單相逆變器的切換元件，本實施形態的電力轉換裝置亦可比比較例的電力轉換裝置更降低切換損耗。

【0028】 如此，在本實施形態的電力轉換裝置中，三個以上的單相逆變器係包含有輸出電壓絕對值相同之第一共通電壓的至少二個第一共通單相逆變器、及輸出電壓絕對值比第一共通電壓小之電壓的至少一個單相逆變器而構成。因此，本實施形態的電力轉換裝置係可使用耐壓比比較例之電力轉換裝置低的MOSFET的切換元件。此外，本實施形態的電力轉換裝置係可使用耐壓低的MOSFET的切換元件，故導通電阻比比較例的電力轉換裝置小，因此可減低導通損耗。再者，本實施形態的電力轉換裝置係比比較例的電力轉換裝置更可減低切換損耗。由於連接於第一共通單相逆變器之直流電源的電壓亦變低，故例如並聯連接於直流電源，且配置於第一共通單相逆變器內之電容器等亦可使用耐壓低的元件。結果，本實施形態的電力轉換裝置係可用小型的單相逆變器和小型的散熱器來構成，故可抑制電力轉換裝置的大型化、高成本化。

【0029】 另外，第一共通電壓必須非為單相逆變器之電壓絕對值的最小值。這是因為當第一共通電壓被設定為單相逆變器之電壓絕對值的最小值時，只要未大幅地減少階層數，就無法將單相逆變器之輸出的最大電壓予以低電壓化之故。在本實施形態的電力轉換裝置中，由於將第一共通電壓設定為單相逆變器之電壓絕對值的最大值，故可在不使階層數大幅地減少下抑制電力轉換裝置的大型化、高成本化。

【0030】 在至此為止的說明中，係以由四個單相逆變器所構成的電力轉換裝置作為本實施形態的電力轉換裝置進行了說明。本實施形態的電力轉換裝置，係由三個以上的單相逆變器構成即可。以下，針對由三個至五個單相逆變

器所構成之本實施形態的電力轉換裝置的特性進行說明。另外，作為比較，亦一併說明將複數個單相逆變器之輸出電壓的絕對值分別設為大致 2^K 倍（ $K=0、1、2、\dots$ ）之比較例之電力轉換裝置的特性。

【0031】 圖8係將由三至五個單相逆變器所構成之本實施形態之電力轉換裝置的電壓構成作成表的說明圖。在圖8的表中，係顯示了V1至V5之電壓比率和V1至V5的電壓。V1至V5的電壓係以整體輸出電壓Vsum成為 $\pm 130V$ 之方式設定。如圖8所示，在比較例的電力轉換裝置中，係被設定為V1：V2：V3：V4：V5=1：2：4：8：16。

【0032】 在本實施形態的電力轉換裝置中，實施例1至實施例8的電力轉換裝置係由五個單相逆變器所構成，實施例9的電力轉換裝置係由三個單相逆變器所構成，實施例10的電力轉換裝置係由四個單相逆變器所構成。在實施例1的電力轉換裝置中係被設定為V1：V2：V3：V4：V5=1：2：4：8：8。在實施例2的電力轉換裝置中係被設定為V1：V2：V3：V4：V5=1：2：5：9：9。在實施例3的電力轉換裝置中係被設定為V1：V2：V3：V4：V5=1：2：6：10：10。在實施例4的電力轉換裝置中係被設定為V1：V2：V3：V4：V5=1：2：7：11：11。在實施例5的電力轉換裝置中係被設定為V1：V2：V3：V4：V5=1：2：2：2：2。在實施例6的電力轉換裝置中係被設定為V1：V2：V3：V4：V5=1：2：4：4：4。在實施例7的電力轉換裝置中係被設定為V1：V2：V3：V4：V5=1：3：9：14：14。在實施例8的電力轉換裝置中係被設定為V1：V2：V3：V4：V5=1：3：5：5：5。在實施例9的電力轉換裝置中係被設定為V1：V2：V3=1：2：2。在實施例10的電力轉換裝置係被設定為V1：V2：V3：V4=1：2：2：2。實施例1至實施例10的電力轉換裝置，係均以電壓比率包含1和2、或電壓比率包含1和3之方式構成。

【0033】 圖8所示之實施例1至實施例10之電力轉換裝置中之單相逆變器

的最大電壓，係比較例之電力轉換裝置中之單相逆變器的最大電壓小。因此，實施例1至實施例10的電力轉換裝置，係可使用耐壓比較例之電力轉換裝置低之MOSFET的切換元件。

【0034】 在此，在實施例2和實施例7中，會有為了實現各階層控制而在複數個單相逆變器中需要在相同的時間有不同之極性的電壓輸出的情形。例如，在實施例2中，輸出電壓絕對值之比率為1之V1的單相逆變器係輸出負電壓，輸出電壓絕對值之比率為5之V3的單相逆變器係輸出正電壓，從而可實現階層等級4（ $5-1=4$ ）。此外，在實施例7中，輸出電壓絕對值之比率為1之V1的單相逆變器係輸出負電壓，輸出電壓絕對值之比率為3之V2的單相逆變器係輸出負電壓，輸出電壓絕對值之比率為9之V3的單相逆變器係輸出正電壓，從而可實現階層等級5（ $9-3-1=5$ ）。

【0035】 如此，在圖8所示之實施例1至實施例10的電力轉換裝置中，係可在各個最大階層等級以下的範圍內對於負載輸出交流電力。在此，相對於電壓絕對值的最小比率1，將第一共通電壓的比率設為J，比率比J小之電壓絕對值之比率的總和設為K。例如，在實施例2中，係 $J=9$ 、 $K=1+2+5=8$ ，J與K的關係為 $J=K+1$ 。此外，在實施例7中，係 $J=14$ 、 $K=1+3+9=13$ ，J與K的關係為 $J=K+1$ 。如此，在實施例1至實施例10的電力轉換裝置中， $J=K+1$ 的關係均成立。透過使此種關係成立，從而本實施形態的電力轉換裝置係可避免實現各階層等級之輸出之組合的重複，而可用更少個數的單相逆變器來構成，並且可使用耐壓比較例之電力轉換裝置低的MOSFET的切換元件，故可抑制電力轉換裝置的大型化、高成本化。

另外，此J與K的關係，在實施例9之由三個單相逆變器所構成的電力轉換裝置、及實施例10之由四個單相逆變器所構成的電力轉換裝置中亦成立。此J與K的關係，係在由六個以上之單相逆變器所構成的電力轉換裝置中亦成立。

【0036】 在實施例1至實施例10的電力轉換裝置中，係將單相逆變器之最大的輸出電壓設為第一共通電壓。在本實施形態的電力轉換裝置中，第一共通電壓亦可非為單相逆變器之最大的輸出電壓。

【0037】 圖9係將由五個單相逆變器所構成之本實施形態之電力轉換裝置的電壓構成作成表的說明圖。在圖9的表中，係顯示了V1至V5的電壓比率和V1至V5的電壓。V1至V5的電壓係以整體輸出電壓Vsum成為 $\pm 130\text{V}$ 之方式設定。另外，在圖9中，亦顯示了被設定為 $V1 : V2 : V3 : V4 : V5 = 1 : 2 : 4 : 8 : 16$ 之比較例的電力轉換裝置。

【0038】 在圖9所示之實施例11的電力轉換裝置中係被設定為 $V1 : V2 : V3 : V4 : V5 = 1 : 2 : 2 : 2 : 4$ 。在實施例12的電力轉換裝置中係被設定為 $V1 : V2 : V3 : V4 : V5 = 1 : 2 : 4 : 4 : 8$ 。在實施例13的電力轉換裝置中係被設定為 $V1 : V2 : V3 : V4 : V5 = 1 : 3 : 5 : 5 : 10$ 。在實施例11至實施例13的電力轉換裝置中，第一共通電壓非為單相逆變器之最大的輸出電壓。

【0039】 圖9所示之實施例11至實施例13之電力轉換裝置中之單相逆變器的最大電壓，係比較例之電力轉換裝置中之單相逆變器的最大電壓小。因此，實施形態11至實施例13的電力轉換裝置係可使用耐壓比較例之電力轉換裝置低的MOSFET的切換元件。

【0040】 另外，在圖9所示之實施例11至實施例13的電力轉換裝置中， $J=K+1$ 的關係亦成立。例如，在實施例12中，係 $J=4$ 、 $K=1+2=3$ ， $J=K+1$ 。

【0041】 實施形態2

在實施形態1的電力轉換裝置中，在相對於電壓絕對值的最小比率1，將第一共通電壓的比率設為J，比率比J小之電壓絕對值之比率的總和設為K時， $J=K+1$ 的關係成立。在實施形態2中，係針對 $J=2K+1$ 之關係成立的電力轉換裝置進行說明。

【0042】 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。在本實施形態的電力轉換裝置中，複數個單相逆變器的輸出電壓係與實施形態1的電力轉換裝置不同。另外，為使說明更易於明瞭，茲舉由四個單相逆變器所構成的電力轉換裝置為例進行說明。

【0043】 圖10係顯示了在本實施形態的電力轉換裝置中，將使用了正弦波作為輸出電壓指示波形時之V1、V2、V3和V4分別予以輸出之四個單相逆變器的輸出電壓波形、和經階層控制後之整體輸出電壓Vsum之波形的說明圖。此外，圖11係以表顯示了實現本實施形態之電力轉換裝置中之階層等級之輸出之四個單相逆變器之電壓絕對值V1、V2、V3和V4之組合的說明圖。在本實施形態的電力轉換裝置中，四個單相逆變器之電壓絕對值V1、V2、V3和V4的比係1：2：7：7。此外，以整體輸出電壓Vsum的最大電壓成為 $\pm 130\text{V}$ 之方式設定了V1、V2、V3和V4。具體而言，係 $V1=7.64\text{V}$ 、 $V2=15.29\text{V}$ 、 $V3=V4=53.52\text{V}$ 。亦即，四個單相逆變器中之二個單相逆變器的電壓絕對值被設定為相同的第一共通電壓 $Vs1=53.52\text{V}$ 。在圖11所示的表中，係將四個單相逆變器分別接收到電壓絕對值V1、V2、V3和V4之輸出指示的狀態標記為「1」或「-1」、未接收到輸出指示的狀態標示為「0」。各個單相逆變器係於在輸出電壓指示的波形為正電壓的期間接收到輸出指示「1」時輸出正電壓，接收到輸出指示「-1」時輸出負電壓，於在接收到輸出指示「-1」時輸出正電壓。此外，各個單相逆變器係於在輸出電壓指示的波形為負電壓的期間接收到輸出指示「1」時輸出負電壓，接收到輸出指示「-1」時輸出正電壓。

【0044】 在本實施形態的電力轉換裝置中，四個單相逆變器之電壓絕對值V1、V2、V3和V4的比係1：2：7：7。此時， $J=7$ 、 $K=3$ ， $J=2K+1$ 的關係成立。在實施形態1之圖4和圖5所示的電力轉換裝置中，四個單相逆變器之電壓絕對值V1、V2、V3和V4的比係1：2：4：4。在此電力轉換裝置中， $J=K+1$ 的關係成立。

此外，在此電力轉換裝置中，最大階層等級為11。相對於此，在 $J=2K+1$ 之關係成立之本實施形態的電力轉換裝置中，最大階層等級成為17。因此，本實施形態之電力轉換裝置係可實現比實施形態1的電力轉換裝置更多的最大階層等級。

【0045】 本實施形態之電力轉換裝置中之單相逆變器的最大電壓係比實施形態1所示之比較例之電力轉換裝置中之單相逆變器的最大電壓小。因此，本實施形態的電力轉換裝置係可使用耐壓比比比較例之電力轉換裝置低之MOSFET的切換元件，可減低導通損耗。

【0046】 若以圖6和圖10來比較將輸出V4之單相逆變器的輸出電壓波形，則在屬於輸出電壓指示波形之正弦波之一周期中輸出V4之單相逆變器的切換次數，在本實施形態的電力轉換裝置和比較例的電力轉換裝置中係相同。然而，由於本實施形態之電力轉換裝置之V4的電壓係比比比較例之電力轉換裝置之V4的電壓小，故本實施形態之電力轉換裝置係可比比較例的電力轉換裝置更減低切換損耗。

【0047】 此外，若以圖6和圖10來比較輸出V3之單相逆變器的輸出電壓波形，則本實施形態之電力轉換裝置之V3的電壓係比較例之電力轉換裝置之V3之電壓的1.54倍。然而，在屬於輸出電壓指示波形之正弦波之一周期中輸出V3之單相逆變器的切換次數，本實施形態之電力轉換裝置為4次，相對於此，比較例的電力轉換裝置則為12次。若考慮切換次數和電壓值之雙方，關於輸出V3之單相逆變器的切換元件，本實施形態的電力轉換裝置亦可比比比較例的電力轉換裝置更降低切換損耗。

【0048】 另外，若以圖6和圖10來比較輸出V1和V2之單相逆變器的輸出電壓波形，則在屬於輸出電壓指示波形之正弦波之一周期中輸出V1和V2之單相逆變器的切換次數，本實施形態之電力轉換裝置係比比比較例的電力轉換裝置更多。然而，由於V1和V2係遠比V3和V4更低的電壓，故輸出V1和V2之單相逆變

器的切換損耗，係比輸出V3和V4之單相逆變器的切換損耗小。因此，四個單相逆變器之所有的切換損耗，本實施形態之電力轉換裝置係比比較例的電力轉換裝置更小。

【0049】 圖12係顯示了在本實施形態的電力轉換裝置中，將使用了正弦波作為輸出電壓指示波形時之V1、V2、V3和V4分別予以輸出之四個單相逆變器的輸出電壓的波形、和經階層控制後之整體輸出電壓Vsum之波形的說明圖。此外，圖13係以表顯示了實現比較例之電力轉換裝置中之階層等級之輸出之四個單相逆變器之電壓絕對值V1、V2、V3和V4之組合的說明圖。在本實施形態的電力轉換裝置中，四個單相逆變器之電壓絕對值V1、V2、V3和V4的比係1：3：9：9。此外，以整體輸出電壓Vsum的最大電壓成為 $\pm 130\text{V}$ 之方式設定了V1、V2、V3和V4。具體而言，係 $V1=5.91\text{V}$ 、 $V2=17.72\text{V}$ 、 $V3=V4=53.18\text{V}$ 。亦即，四個單相逆變器中之二個單相逆變器的電壓絕對值被設定為相同的第一共通電壓 $V_{s1}=53.18\text{V}$ 。

【0050】 在本實施形態的電力轉換裝置中，四個單相逆變器之電壓絕對值V1、V2、V3和V4的比係1：3：9：9。此時， $J=9$ 、 $K=4$ ， $J=2K+1$ 的關係成立。在 $J=2K+1$ 之關係成立之本實施形態的電力轉換裝置中，最大階層等級成為22。因此，本實施形態之電力轉換裝置係可實現比實施形態1的電力轉換裝置更多的最大階層等級。

【0051】 本實施形態之電力轉換裝置中之單相逆變器的最大電壓係比實施形態1所示之比較例之電力轉換裝置中之單相逆變器的最大電壓小。因此，本實施形態的電力轉換裝置係可使用耐壓比比較例之電力轉換裝置低之MOSFET的切換元件，可減低導通損耗。

【0052】 在至此為止的說明中，係以由四個單相逆變器所構成的電力轉換裝置作為本實施形態的電力轉換裝置進行了說明。本實施形態的電力轉換裝置

係由三個以上的單相逆變器構成即可。以下，針對由三個至五個單相逆變器所構成之本實施形態之電力轉換裝置的特性進行說明。另外，作為比較，亦一併說明將複數個單相逆變器之輸出電壓的絕對值分別設為大致 2^K 倍（ $K=0、1、2、\dots$ ）之比較例之電力轉換裝置的特性。

【0053】 圖14係將由三至五個單相逆變器所構成之本實施形態之電力轉換裝置的電壓構成作成表的說明圖。在圖14的表中，係顯示了V1至V5之電壓比率和V1至V5的電壓。V1至V5的電壓係以整體輸出電壓Vsum成為 $\pm 130\text{V}$ 之方式設定。如圖14所示，在比較例的電力轉換裝置中，係被設定為V1：V2：V3：V4：V5=1：2：4：8：16。

【0054】 在本實施形態的電力轉換裝置中，實施例14至實施例18的電力轉換裝置係由五個單相逆變器所構成，實施例19的電力轉換裝置係由三個單相逆變器所構成，實施例20的電力轉換裝置係由四個單相逆變器所構成。在實施例14的電力轉換裝置中係被設定為V1：V2：V3：V4：V5=1：2：7：7：7。在實施例15的電力轉換裝置中係被設定為V1：V2：V3：V4：V5=1：2：7：21：21。在實施例16的電力轉換裝置中係被設定為V1：V2：V3：V4：V5=1：3：3：3：3。在實施例17的電力轉換裝置中係被設定為V1：V2：V3：V4：V5=1：3：9：9：9。在實施例18的電力轉換裝置中係被設定為V1：V2：V3：V4：V5=1：3：9：27：27。在實施例19的電力轉換裝置中係被設定為V1：V2：V3=1：3：3。在實施例20的電力轉換裝置中係被設定為V1：V2：V3：V4=1：3：3：3。實施例14至實施例20的電力轉換裝置，係均以電壓比率包含1和2、或電壓比率包含1和3之方式構成。

【0055】 圖14所示之實施例14至實施例20之電力轉換裝置中之單相逆變器的最大電壓，係比比較例之電力轉換裝置中之單相逆變器的最大電壓小。因此，實施例11至實施例20的電力轉換裝置，係可使用耐壓比比較例之電力轉換

裝置低之MOSFET的切換元件。

【0056】 此外，在實施例14至實施例20的電力轉換裝置中， $J=2K+1$ 的關係成立。因此，在單相逆變器之最大電壓為相同程度的條件下，實施例11至實施例20之電力轉換裝置，係可實現比實施形態1之電力轉換裝置更多的最大階層等級。另外，被設定為 $V1 : V2 : V3 : V4 : V5=1 : 3 : 9 : 9 : 9$ 之實施例17的電力轉換裝置，其最大階層等級為31且與比較例的最大階層等級同等，而且在三個單相逆變器的電壓絕對值中，最大電壓為37.74V，其成為比較例之最大電壓67.1V的大約一半。因此，實施例17的電力轉換裝置相對於比較例的電力轉換裝置，其MOSFET的導通損耗和切換損耗的減低功效最大。如此，透過在電壓絕對值的比率中包含1、3和9，而且將成為比率9的電壓設定為第一共通電壓，從而可實現更多的階層等級，而且可獲得小型且低成本的電力轉換裝置。

【0057】 在實施例14至實施例20的電力轉換裝置中，係將單相逆變器之最大的輸出電壓設為了第一共通電壓。在本實施形態的電力轉換裝置中，第一共通電壓係亦可非為單相逆變器之最大的輸出電壓。

【0058】 圖15係將由五個單相逆變器所構成之本實施形態之電力轉換裝置的電壓構成作成表的說明圖。在圖15的表中，係顯示了V1至V5的電壓比率和V1至V5的電壓。V1至V5的電壓係以整體輸出電壓 V_{sum} 成為 $\pm 130V$ 之方式設定。另外，在圖15中，亦顯示了被設定為 $V1 : V2 : V3 : V4 : V5=1 : 2 : 4 : 8 : 16$ 之比較例的電力轉換裝置。

【0059】 在圖15所示之實施例21的電力轉換裝置中係被設定為 $V1 : V2 : V3 : V4 : V5=1 : 2 : 7 : 7 : 14$ 。在實施例22的電力轉換裝置中係被設定為 $V1 : V2 : V3 : V4 : V5=1 : 3 : 3 : 3 : 9$ 。在實施例23的電力轉換裝置中係被設定為 $V1 : V2 : V3 : V4 : V5=1 : 3 : 9 : 9 : 18$ 。在實施例21至實施例23的電力轉換裝置中，第一共通電壓係非為單相逆變器之最大的輸出電壓。

【0060】 圖15所示之實施例21至實施例23之電力轉換裝置中之單相逆變器的最大電壓，係比較例之電力轉換裝置中之單相逆變器的最大電壓小。因此，實施例21至實施例23的電力轉換裝置係可使用耐壓比較例之電力轉換裝置低的MOSFET的切換元件。

【0061】 實施形態3

在實施形態1和2的電力轉換裝置中，整體輸出電壓 V_{sum} 的階層等級係以電壓絕對值之最小比率1的單位進行階層控制。另外，為了方便起見，將電壓絕對值之最小比率1的單位表現為1段。實施形態3的電力轉換裝置係將複數個單相逆變器的至少一個單相逆變器進行PWM（Pulse Width Modulation，脈衝寬度調變）控制，從而將整體輸出電壓 V_{sum} 的階層等級等價地以比1段小的單位進行階層控制。

【0062】 圖16係本實施形態之電力轉換裝置的構成圖。本實施形態的電力轉換裝置係在實施形態1之圖1所示之電力轉換裝置的構成中追加了輸出檢測部5、和AD轉換器（Analog to Digital Converter，類比數位轉換器）6。輸出檢測部5係檢測輸出至負載10的電壓或電流的至少一方，且輸出負回授用信號。另外，以下，將負回授用信號記載為OFB（Output Feedback，輸出反饋）。AD轉換器6係將從輸出檢測部5輸出的OFB轉換為數位的負回授用信號，且將此數位的負回授用信號輸出至控制部4。另外，以下，將轉換為數位後的負回授用信號記載為OFB_{adc}。惟，當後述之設置於控制部4之內部的第一減算部由類比電路構成時，亦可不具有AD轉換器6。

【0063】 圖17係檢測輸出於負載之電壓之輸出檢測部的電路圖。輸出檢測部5係設置於單相逆變器2與輸出至負載10的輸出端子之間。輸出檢測部5係具有由運算放大器（Operational Amplifier）51和複數個電阻52所構成的差動電路。輸出檢測部5係從被施加於負載的電壓檢測差動電壓而輸出OFB。

【0064】 圖18係檢測流動於負載之電流之輸出檢測部的電路圖。輸出檢測部5係設置於單相逆變器2與輸出至負載10之輸出端子之間。輸出檢測部5係具有：電流偵測電阻53，係相對於負載10串聯連接；及差動電路，係由運算放大器51和複數個電阻52所構成。輸出檢測部5係從電流偵測電阻53之兩端的電壓檢測差動電壓而輸出OFB。另外，電流偵測電阻53亦可設於負載10與接地電位（GND）之間。

【0065】 本實施形態之電力轉換裝置1的輸出檢測部5，係具備了圖17和圖18所示之電路之至少一方的電路。當輸出檢測部5檢測輸出於負載10之電壓和電流的兩方時，係可具備圖17和圖18所示之電路的兩方。另外，圖17和圖18所示之輸出檢測部的構成係一例，只要是例如使用變壓器的構成等可檢測出輸出至負載之電壓或電流之至少一方的構成，則亦可為其他構成。

【0066】 圖19係本實施形態之電力轉換裝置之階層控制信號產生部的構成圖。本實施形態之階層控制信號產生部41係具備：輸出值指示部401、第一減算部402、補償部403、輸出極性判定部404、絕對值化處理部405、整數化處理部406、第二減算部407、脈衝寬度調變部408、加算部409、及階層控制信號轉換部410。

【0067】 輸出值指示部401係例如輸出正弦波等輸出值指示波形Oref。第一減算部402係輸出從輸出值指示波形Oref減去了負回授用信號OFB_{adc}後的差分信號Osub。補償部403係對於差分信號Osub輸出使用比例演算、積分演算或微分演算等進行補償後的補償差分信號Ocmp。輸出極性判定部404係輸出從補償差分信號Ocmp判定整體輸出電壓Vsum之極性是正還是負後的輸出極性指示信號Opol。絕對值化處理部405係輸出經將補償差分信號Ocmp予以絕對值化後的絕對值化信號Oabs。整數化處理部406係輸出經將絕對值化信號Oabs予以整數化後的整數化信號Oint。第二減算部407係輸出從絕對值化信號Oabs減去整數化

信號Oint後的小數值信號Odec。脈衝寬度調變部408係對於小數值信號Odec以載波頻率進行脈衝寬度調變而產生小數部PWM信號dPMW，且輸出該小數部PWM信號dPMW。加算部409係輸出在整數化信號Oint加算小數部PWM信號dPMW後的輸出電壓控制信號Ocnt。階層控制信號轉換部410係根據輸出極性指示信號Opol和輸出電壓控制信號Ocnt，而輸出用以對於各單相逆變器的切換元件進行切換控制的階層控制信號SmN和SmP（ $m=1、2、\dots、n$ ）。

【0068】 輸出值指示波形Oref係當要輸出於負載的目標為電壓波形時係輸出電壓指示波形。當要輸出於負載的目標為電流波形時，輸出值指示波形Oref係輸出電流指示波形。此外，當要輸出於負載的目標為電力波形時，輸出值指示波形Oref係可為輸出電壓指示波形和輸出電流指示波形的兩方，亦可為電力指示波形。

【0069】 茲針對以此方式構成之電力轉換裝置的動作進行說明。另外，以下茲舉由四個單相逆變器所構成之電力轉換裝置為例進行說明。

圖20係以表顯示了實現本實施形態之電力轉換裝置中之階層等級之輸出之四個單相逆變器之電壓絕對值V1、V2、V3和V4之組合的說明圖。在本實施形態的電力轉換裝置中，四個單相逆變器之電壓絕對值V1、V2、V3和V4的比係1：2：4：4。此外，以整體輸出電壓Vsum的最大電壓成為 $\pm 130\text{V}$ 之方式設定了V1、V2、V3和V4。具體而言，係 $V1=11.81\text{V}$ 、 $V2=23.63\text{V}$ 、 $V3=V4=47.27\text{V}$ 。亦即，四個單相逆變器中之二個單相逆變器的電壓絕對值被設定為相同的第一共通電壓Vs1=47.27V。在此，針對被指示為要輸出整體輸出電壓Vsum的階層等級為7（+82.67V）至8（+94.48V）之間的位準時之電力轉換裝置的動作進行說明。

【0070】 圖21係顯示了被指示為要輸出整體輸出電壓Vsum的階層等級為7與8之間的位準時之四個單相逆變器的輸出電壓波形。此外，作為比較，顯示了無PWM控制之情形和有PWM控制之情形的輸出電壓波形。在圖21中，當無

PWM控制的情形下，整體輸出電壓 V_{sum} 係無法表現階層等級7與8之間的階層，在此電壓區間中係以階層等級7與8之間的1段變化。相對於此，當有PWM控制的情形下，在階層等級7中之各單相逆變器的輸出狀態 $V1="1"$ 、 $V2="1"$ 、 $V3="1"$ 、 $V4="0"$ 、和階層等級8中之各單相逆變器的輸出狀態 $V1="0"$ 、 $V2="0"$ 、 $V3="1"$ 、 $V4="1"$ 中，可用載波頻率之倒數的周期單位來切換該組合。亦即，將輸出 $V1$ 、 $V2$ 、 $V4$ 的三個單相逆變器同時進行PWM控制。結果，整體輸出電壓 V_{sum} 的電壓脈衝，係被控制導通和關斷為使平均值接近輸出值指示波形 O_{ref} 所指示的電壓。

【0071】 另外，為了以 V_{sum} 作為電壓脈衝進行控制，同時要進行PWM控制之單相逆變器的所需個數，係依輸出值指示波形 O_{ref} 所指示之階層等級的段數而不同。例如，在圖20中，當使整體輸出電壓 V_{sum} 在階層等級0與1之間作為二值的電壓脈衝變化時，只要以輸出 $V1$ 之一個單相逆變器進行PWM控制即可。此外，當使整體輸出電壓 V_{sum} 在階層等級1與2之間作為二值的電壓脈衝變化時，只要將輸出 $V1$ 和 $V2$ 之二個單相逆變器同時進行PWM控制即可。

【0072】 在以此方式構成的電力轉換裝置中，係可對於階層控制加上PWM控制，從而等價地以比1段小的電壓解析度而將整體輸出電壓 V_{sum} 進行階層控制。

【0073】 實施形態4

在對於實施形態3所說明的階層控制加上了PWM控制的電力轉換裝置中，三個以上之單相逆變器2中之至少二個第一共通單相逆變器的電壓絕對值係被設定為相同的第一共通電壓 V_{s1} 。另外，以下，茲舉在由四個單相逆變器所構成的電力轉換裝置中，具有二個第一共通單相逆變器的電力轉換裝置為例進行說明。在此電力轉換裝置中，依整體輸出電壓 V_{sum} 的輸出波形而定，會有一方之第一共通單相逆變器之PWM控制的切換次數變多，另一方之第一共通單相逆變

器之PWM控制的切換次數變少，或不切換的情形。在此情形下，切換損耗將會集中在一方的第一共通單相逆變器。實施形態4的電力轉換裝置係控制為使被設定為第一共通電壓 V_{s1} 的二個第一共通單相逆變器中的切換次數變得大致均等。另外，本實施形態之電力轉換裝置的構成係與實施形態3之電力轉換裝置的構成相同。

【0074】 圖22係以表顯示了實現本實施形態之電力轉換裝置中之階層等級之輸出之四個單相逆變器之電壓絕對值 $V1$ 、 $V2$ 、 $V3$ 和 $V4$ 之組合的說明圖。在本實施形態的電力轉換裝置中，四個單相逆變器之電壓絕對值 $V1$ 、 $V2$ 、 $V3$ 和 $V4$ 的比係 $1:2:4:4$ 。此外，以整體輸出電壓 V_{sum} 的最大電壓成為 $\pm 130V$ 之方式設定了 $V1$ 、 $V2$ 、 $V3$ 和 $V4$ 。具體而言，係 $V1=11.81V$ 、 $V2=23.63V$ 、 $V3=V4=47.27V$ 。在此，當被指示了要輸出整體輸出電壓 V_{sum} 之階層等級為3與4之間的位準時，僅由屬於第一共通單相逆變器之輸出 $V3$ 的單相逆變器輸出，而屬於第一共通單相逆變器之輸出 $V4$ 的單相逆變器則不輸出。亦即，僅輸出 $V3$ 的單相逆變器進行PWM控制的切換動作，而輸出 $V4$ 的單相逆變器則不進行PWM控制的切換動作。本實施形態的電力轉換裝置，係控制為要使集中於一方之第一共通單相逆變器的切換動作分散至另一方的第一共通單相逆變器。另外，以下，將使切換動作分散在複數個第一共通單相逆變器之間的處理稱為切換分散處理。

【0075】 圖23係顯示本實施形態之電力轉換裝置中之控制方法的流程圖。圖23係顯示圖19所示之階層控制信號轉換部410開始單位周期之處理時之動作的流程圖。另外，唯有圖23的流程圖，設為由 r 個第一共通單相逆變器所構成的電力轉換裝置。

【0076】 當處理開始時，階層控制信號轉換部410係在步驟S01中取得輸出電壓控制信號 O_{cnt} 。接著，階層控制信號轉換部410係在步驟S02中設定初始狀態。在步驟S02中，階層控制信號轉換部410係將 r 個第一共通單相逆變器所有的

輸出均設定為關斷，且將第一共通單相逆變器之向上控制計數器uCT設定為1，第一共通單相逆變器之向下控制計數器dCT設定為1，參數h和j設定為0。另外，步驟S02中之初始狀態的設定係僅在開始最初之單位周期的處理時實施，在下一個控制周期中則保持前次的值。

【0077】 接著，階層控制信號轉換部410係在步驟S03中，根據輸出電壓控制信號Ocnt而判別輸出從關斷切換為導通之第一共通單相逆變器的個數g。接著，階層控制信號轉換部410係在步驟S04中判定h是否與g相等。當在步驟S04中被判定為h與g相等時（YES（是）），階層控制信號轉換部410係前進至步驟S05，將h設定為0。當在步驟S04中判定為h與g不相等時（NO（否）），階層控制信號轉換部410係前進至步驟S06，且對於h加算1後而設定新的h。

【0078】 前進至步驟S06的階層控制信號轉換部410係在步驟S07中，使第uCT個之第一共通單相逆變器的輸出為導通。再者，階層控制信號轉換部410係在步驟S08中，於uCT等於r時將uCT設定為1，於uCT比r小時將對於uCT加算1後而設定新的uCT。接著，階層控制信號轉換部410係返回步驟S04。

【0079】 前進至步驟S05的階層控制信號轉換部410係在步驟S09中，根據輸出電壓控制信號Ocnt而判別輸出從導通切換為關斷之第一共通單相逆變器的個數i。接著，階層控制信號轉換部410係在步驟S10中，判定i是否與j相等。當在步驟S10中被判定為i與j相等時（YES），階層控制信號轉換部410係前進至步驟S11，將j設定為0。當在步驟S10中被判定為i與j不相等時（NO），階層控制信號轉換部410係前進至步驟S14，對於j加算1後而設定新的j。

【0080】 前進至步驟S14的階層控制信號轉換部410係在步驟S15中，使第dCT個之第一共通單相逆變器的輸出為關斷。再者，階層控制信號轉換部410係在步驟S16中，於dCT與r相等時將dCT設定為1，於dCT比r小時對於dCT加算1後而設定新的dCT。接著，階層控制信號轉換部410係返回步驟S10。

【0081】 前進至步驟S11的階層控制信號轉換部410係在步驟S12中，根據輸出極性指示信號Opol而判別階層控制信號的極性。接著，階層控制信號轉換部410係在步驟S13中輸出階層控制信號SmN和SmP（ $m=1、2、\dots、n$ ）。

【0082】 階層控制信號轉換部410係進行此控制，從而可使切換動作分散在複數個第一共通單相逆變器之間。圖24係由四個單相變流器所構成之電力轉換裝置中之切換分散處理的說明圖。圖24係在圖22所示之由四個單相逆變器所構成的電力轉換裝置中，使整體輸出電壓Vsum作為階層等級3與4之間之二值的電壓脈衝變化時之例。另外，在圖24中，亦一併顯示了不進行切換分散處理的情形。

【0083】 如圖22所示，分別輸出V3和V4之第一共通單相逆變器的輸出狀態，於階層等級為3時係V3=“0”、V4=“0”，於階層等級為4時係V3=“1”、V4=“0”。因此，當在3與4之間切換階層等級時，只有輸出V3的第一共通單相逆變器需要切換輸出狀態。如圖24所示，當不進行切換分散處理時，輸出V3之第一共通單相逆變器的輸出雖以載波頻率之倒數的周期變化，但輸出V4之第一共通單相逆變器的輸出未變化。

【0084】 相對於此，當進行切換分散處理時，輸出V3之第一共通單相逆變器的輸出電壓脈衝，被交替地分開在輸出V3的第一共通單相逆變器和輸出V4的第一共通單相逆變器產生。進行切換分散處理時之整體輸出電壓Vsum的波形，係與不進行切換分散處理時之整體輸出電壓Vsum的波形相同。亦即，當在本實施形態之電力轉換裝置中將階層等級在3與4之間切換時，透過由曾倚靠輸出V3之第一共通單相逆變器的切換動作進行切換分散處理，從而均等地被分散至輸出V3和V4之第一共通單相逆變器的各者。在使整體輸出電壓Vsum作為階層等級3與4之間之二值的電壓脈衝變化的期間中，相對於切換分散處理前之切換分散處理後之輸出V3之單相逆變器的切換次數係變為大致一半。因此，可防止

切換損耗集中於一方之第一共通單相逆變器。

【0085】 茲針對在本實施形態的電力轉換裝置中進行切換分散處理的功
效進一步地說明。

圖25係以表顯示了實現本實施形態之電力轉換裝置中之階層等級之輸出之
四個單相逆變器之電壓絕對值V1、V2、V3和V4之組合的說明圖。在本實施形態
的電力轉換裝置中，四個單相逆變器之電壓絕對值V1、V2、V3和V4的比係1:2:
4:4。此外，以整體輸出電壓Vsum的最大電壓成為±130V之方式設定了V1、V2、
V3和V4。具體而言，係V1=11.81V、V2=23.63V、V3=V4=47.27V。

【0086】 如圖25所示，分別輸出V3和V4之第一共通單相逆變器的輸出狀
態，於階層等級為7時係V3=“1”、V4=“0”，於階層等級為8時係V3=“1”、V4=“1”。
因此，當在7與8之間切換階層等級時，只有輸出V4的第一共通單相逆變器需要
切換輸出狀態。

【0087】 圖26係由四個單相逆變器所構成之電力轉換裝置中之切換分散
處理的說明圖。圖26係在圖25所示之由四個單相逆變器所構成的電力轉換裝置
中，使整體輸出電壓Vsum作為階層等級7與8之間之二值的電壓脈衝變化時之
例。另外，在圖26中，亦一併顯示了不進行切換分散處理的情形。如圖26所示，
當不進行切換分散處理時，輸出V3之第一共通單相逆變器的輸出雖固定而未變
化，但輸出V4之第一共通單相逆變器的輸出則以載波頻率之倒數的周期變化。

【0088】 相對於此，當進行切換分散處理時，輸出V4之第一共通單相逆
變器所輸出的電壓脈衝，成為脈衝寬度更寬的電壓脈衝而被交替地分開在輸出
V3的第一共通單相逆變器和輸出V4的第一共通單相逆變器產生。進行切換分散
處理時之整體輸出電壓Vsum的波形，係與不進行切換分散處理時之整體輸出電
壓Vsum的波形相同。亦即，當在本實施形態之電力轉換裝置中將階層等級在7
與8之間切換時，透過由曾倚靠輸出V4之第一共通單相逆變器的切換動作進行切

換分散處理，從而均等地被分散至輸出V3和V4之第一共通單相逆變器的各者。在使整體輸出電壓Vsum作為階層等級7與8之間之二值的電壓脈衝變化的期間中，相對於切換分散處理前之切換分散處理後之輸出V4之單相逆變器的切換次數係變為大致一半。因此，可防止切換損耗集中於一方之第一共通單相逆變器。

【0089】 如此，在本實施形態的電力轉換裝置中，第一共通單相逆變器係分別以包含一個以上的切換元件之方式構成，前述控制部係使二個以上之第一共通單相逆變器中各自所含之切換元件之每單位時間的切換次數的差為最小。因此，可防止切換損耗集中於特定的第一共通單相逆變器。

【0090】 另外，在本實施形態的電力轉換裝置中，當輸出值指示波形Oref為正弦波時，係可藉由切換分散處理而使一周期內之各第一共通單相逆變器的切換次數均等。

【0091】 此外，本實施形態之切換分散處理係以適用於在實施形態3中所說明之使用了PWM控制之電力轉換裝置中之情形的波形進行了說明。本實施形態中的切換分散處理，亦可適用於不使用PWM控制的電力轉換裝置。例如，當關於輸出值指示波形Oref為階層等級反復切換為7和8之附DC偏移之斜坡波形的電力轉換裝置的情形下，可應用本實施形態的切換分散處理。

【0092】 在本實施形態中，係以具有二個第一共通單相逆變器的電力轉換裝置說明了切換分散處理的功效。如圖23之流程圖所示，本實施形態的切換分散處理亦可適用於具有三個以上之第一共通單相逆變器的電力轉換裝置。

【0093】 如至此為止的說明所述，本實施形態之電力轉換裝置係可使切換次數分散於複數個第一共通單相逆變器，故可防止切換損耗集中於一個第一單相逆變器。結果，本實施形態的電力轉換裝置係可使用小型的散熱器等而可抑制大型化、高成本化。

【0094】 實施形態5

圖27係實施形態5之電力轉換裝置的構成圖。本實施形態之電力轉換裝置1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。在本實施形態的電力轉換裝置1中，四個以上之單相逆變器2中之二個單相逆變器的電壓絕對值係被設定為相同的第一共通電壓 V_{s1} ，並且另二個單相逆變器的電壓絕對值係被設定為相同的第二共通電壓 V_{s2} 。第一共通電壓 V_{s1} 係被設定為比各單相逆變器之各電壓絕對值 V_1 、 V_2 、 V_3 、 $\dots$ 、 V_{n-2} 之最小值大的值。此外，第二共通電壓 V_{s2} 係被設定為比第一共通電壓 V_{s1} 小的電壓。在圖27所示的電力轉換裝置1中， INV_{n-1} 之單相逆變器的電壓絕對值 V_{n-1} 、和 INV_n 之單相逆變器的電壓絕對值 V_n 係被設定為相同的 V_{s1} 。再者， INV_1 之單相逆變器的電壓絕對值 V_1 、和 INV_2 之單相逆變器的電壓絕對值 V_2 係被設定為相同的 V_{s2} 。茲將電壓絕對值被設定為第一共通電壓的單相逆變器稱為第一共通單相逆變器，電壓絕對值被設定為第二共通電壓的單相逆變器稱為第二共通單相逆變器。

【0095】 以下針對本實施形態之電力轉換裝置的控制方法進行說明。為使說明更易於明瞭，茲舉由四個單相逆變器所構成的電力轉換裝置為例進行說明。

【0096】 圖28係以表顯示了實現本實施形態之電力轉換裝置中之階層等級之輸出之四個單相逆變器之電壓絕對值 V_1 、 V_2 、 V_3 和 V_4 之組合的說明圖。在本實施形態的電力轉換裝置中，四個單相逆變器之電壓絕對值 V_1 、 V_2 、 V_3 和 V_4 的比係 $1:1:3:3$ 。此外，以整體輸出電壓 V_{sum} 的最大電壓成為 $\pm 130V$ 之方式設定了 V_1 、 V_2 、 V_3 和 V_4 。具體而言，係 $V_1=V_2=16.25V$ 、 $V_3=V_4=48.75V$ 。亦即，四個單相逆變器中之二個單相逆變器的電壓絕對值被設定為相同的第一共通電壓 $V_{s1}=48.75V$ ，另二個單相逆變器的電壓絕對值被設定為相同的第二共通電壓 $V_{s2}=16.25V$ 。當相對於電壓絕對值的最小比率1，將第一共通電壓的比率設為 J ，比率比 J 小之電壓絕對值之比率的總和設為 K 時，在實施形態中， $J=K+1$ 的關係成立。

【0097】 在實施形態1之圖7所示之比較例的電力轉換裝置中，電壓絕對值成為最大之單相逆變器的輸出電壓為69.33V。相對於此，在本實施形態的電力轉換裝置中，電壓絕對值成為最大之單相逆變器的輸出電壓為48.75V。因此，本實施形態的電力轉換裝置係與實施形態1的電力轉換裝置同樣地可使用耐壓比比比較例之電力轉換裝置低之MOSFET的切換元件。此外，本實施形態的電力轉換裝置係與實施形態1的電力轉換裝置同樣地可減低輸出電壓絕對值V3和V4之單相逆變器的切換損耗。

【0098】 在至此為止的說明中，係以由四個單相逆變器所構成的電力轉換裝置作為本實施形態的電力轉換裝置進行了說明。本實施形態的電力轉換裝置係由四個以上的單相逆變器構成即可。以下，針對由五個單相逆變器所構成之本實施形態之電力轉換裝置的特性進行說明。另外，作為比較，亦一併說明將複數個單相逆變器之輸出電壓的絕對值分別設為大致 2^K 倍（ $K=0、1、2、\dots$ ）之比較例之電力轉換裝置的特性。

【0099】 圖29係將由五個單相逆變器所構成之本實施形態之電力轉換裝置的電壓構成作成表的說明圖。在圖29的表中，係顯示了V1至V5的電壓比率和V1至V5的電壓。V1至V5的電壓係以整體輸出電壓 V_{sum} 成為 $\pm 130V$ 之方式設定。如圖29所示，在比較例的電力轉換裝置中，係被設定為V1：V2：V3：V4：V5=1：2：4：8：16。

【0100】 在本實施形態的電力轉換裝置中，實施例24至實施例29的電力轉換裝置係由五個單相逆變器所構成。在實施例24的電力轉換裝置中係被設定為V1：V2：V3：V4：V5=1：1：1：4：4。在實施例25的電力轉換裝置中係被設定為V1：V2：V3：V4：V5=1：1：3：3：3。在實施例26的電力轉換裝置中係被設定為V1：V2：V3：V4：V5=1：1：3：6：6。在實施例27的電力轉換裝置中係被設定為V1：V2：V3：V4：V5=1：1：1：7：7。在實施例28的電力轉換

裝置中係被設定為 $V1 : V2 : V3 : V4 : V5 = 1 : 1 : 3 : 11 : 11$ 。在實施例29的電力轉換裝置中係被設定為 $V1 : V2 : V3 : V4 : V5 = 1 : 1 : 5 : 5 : 5$ 。在實施例24至實施例29的電力轉換裝置中，第一共通電壓係被設定為電壓絕對值的最大值，第二共通電壓係被設定為電壓絕對值的最小值。

【0101】 圖29所示之實施例24至實施例29之電力轉換裝置中之單相逆變器的最大電壓，係比較例之電力轉換裝置中之單相逆變器的最大電壓小。因此，實施例24至實施例29的電力轉換裝置係可使用耐壓比較例之電力轉換裝置低之MOSFET的切換元件。

【0102】 在此，相對於電壓絕對值的最小比率1，將第一共通電壓的比率設為J，比率比J小之電壓絕對值之比率的總和設為K。在實施例24至實施例26的電力轉換裝置中，係 $J=K+1$ 。在實施例27至實施例29的電力轉換裝置中，係 $J=2K+1$ 。

【0103】 另外，在圖29所示之實施例24至實施例29的電力轉換裝置中，第二共通電壓係被設定為電壓絕對值的最小值。在本實施形態的電力轉換裝置中，第二共通電壓亦可非為電壓絕對值的最小值。

【0104】 圖30係將由五個單相逆變器所構成之本實施形態之電力轉換裝置的電壓構成作成表的說明圖。在圖30的表中，係顯示了V1至V5的電壓比率和V1至V5的電壓。V1至V5的電壓係以整體輸出電壓 V_{sum} 成為 $\pm 130V$ 之方式設定。如圖30所示，在比較例的電力轉換裝置中，係被設定為 $V1 : V2 : V3 : V4 : V5 = 1 : 2 : 4 : 8 : 16$ 。

【0105】 在本實施形態的電力轉換裝置中，實施例30至實施例33的電力轉換裝置係由五個單相逆變器所構成。在實施例30的電力轉換裝置中係被設定為 $V1 : V2 : V3 : V4 : V5 = 1 : 2 : 2 : 6 : 6$ 。在實施例31的電力轉換裝置中係被設定為 $V1 : V2 : V3 : V4 : V5 = 1 : 3 : 3 : 8 : 8$ 。在實施例32的電力轉換裝置中係

被設定為 $V1 : V2 : V3 : V4 : V5 = 1 : 2 : 2 : 11 : 11$ 。在實施例33的電力轉換裝置中係被設定為 $V1 : V2 : V3 : V4 : V5 = 1 : 3 : 3 : 15 : 15$ 。在實施例30至實施例33的電力轉換裝置中，第一共通電壓係被設定為電壓絕對值的最大值，第二共通電壓係被設定為非為電壓絕對值之最小值的電壓值。

【0106】 圖30所示之實施例30至實施例33之電力轉換裝置中之單相逆變器的最大電壓係比比較例之電力轉換裝置中之單相逆變器的最大電壓小。因此，實施例30至實施例33的電力轉換裝置係可使用耐壓比比較例之電力轉換裝置低之MOSFET的切換元件。

【0107】 在此，相對於電壓絕對值的最小比率1，將第一共通電壓的比率設為J，比率比J小之電壓絕對值之比率的總和設為K。在實施例30至實施例31的電力轉換裝置中係成為 $J=K+1$ 。在實施例32至實施例33的電力轉換裝置中係成為 $J=2K+1$ 。

【0108】 實施形態6

實施形態6的電力轉換裝置係在對於在實施形態3中所說明的階層控制中加上了PWM控制的電力轉換裝置中，複數個單相逆變器2中之至少二個第一共通單相逆變器的電壓絕對值被設定為相同的第一共通電壓 V_{s1} ，而其他單相逆變器2中之至少二個第二共通單相逆變器的電壓絕對值被設定為相同的第二共通電壓 V_{s2} 。另外，以下，茲舉在由四個單相逆變器所構成的電力轉換裝置中，具有二個第一共通單相逆變器、和二個第二共通單相逆變器的電力轉換裝置為例進行說明。在此電力轉換裝置中，依整體輸出電壓 V_{sum} 的輸出波形而定，會有一方之第二共通單相逆變器之PWM控制的切換次數變多，另一方之第二共通單相逆變器之PWM控制的切換次數變少，或不切換的情形。在此情形下，切換損耗將會集中在一方的第二共通單相逆變器。本實施形態的電力轉換裝置係控制為使被設定為第二共通電壓 V_{s2} 的二個第二共通單相逆變器中的切換次數變得大致

均等。

【0109】 圖31係以表顯示了實現本實施形態之電力轉換裝置中之階層等級之輸出之四個單相逆變器之電壓絕對值V1、V2、V3和V4之組合的說明圖。在本實施形態的電力轉換裝置中，四個單相逆變器之電壓絕對值V1、V2、V3和V4的比係1：1：3：3。此外，以整體輸出電壓Vsum的最大電壓成為±130V之方式設定了V1、V2、V3和V4。具體而言，係V1=V2=16.25V、V3=V4=48.75V。在此，茲舉被指示了要輸出整體輸出電壓Vsum之階層等級為0至1之間的位準的情形、以及被指示了要輸出整體輸出電壓Vsum之階層等級為1至2之間的位準的情形為例進行說明。

【0110】 當被指示了要輸出整體輸出電壓Vsum之階層等級為0至1之間的位準時，僅由屬於第二共通單相逆變器之輸出V1的單相逆變器輸出，而屬於第二共通單相逆變器之輸出V2的單相逆變器則不輸出。亦即，僅輸出V1的單相逆變器進行PWM控制的切換動作，而輸出V2的單相逆變器則不進行PWM控制的切換動作。

【0111】 當被指示了要輸出整體輸出電壓Vsum之階層等級為1至2之間的位準的情形下，如圖31所示，分別輸出V1和V2之第二共通單相逆變器的輸出狀態，於階層等級為1時係V1=“1”、V2=“0”，於階層等級為2時係V1=“1”、V2=“1”。因此，當在1與2之間切換階層等級時，只有輸出V2的第二共通單相逆變器需要切換輸出狀態。本實施形態的電力轉換裝置係控制為使集中於一方之第二共通單相逆變器的切換動作分散於另一方的第二共通單相逆變器。

【0112】 圖32係顯示本實施形態之電力轉換裝置中之控制方法的流程圖。圖32係顯示階層控制信號轉換部410開始單位周期之處理時之動作的流程圖。另外，唯有圖32的流程圖，設為由s個第二共通單相逆變器所構成的電力轉換裝置。

【0113】 當處理開始時，階層控制信號轉換部410係在步驟S21中取得輸出電壓控制信號Ocnt。接著，階層控制信號轉換部410係在步驟S22中設定初始狀態。在步驟S22中，階層控制信號轉換部410係將s個第二共通單相逆變器所有的輸出均設定為關斷，且將第二共通單相逆變器之向上控制計數器uCT2設定為1，第一共通單相逆變器之向下控制計數器dCT2設定為1，參數k和m設定為0。另外，步驟S22中之初始狀態的設定係僅在開始最初之單位周期的處理時實施，在下一個控制周期中則保持前次的值。

【0114】 接著，階層控制信號轉換部410係在步驟S23中，根據輸出電壓控制信號Ocnt而判別輸出從關斷切換為導通之第二共通單相逆變器的個數a。接著，階層控制信號轉換部410係在步驟S24中判定k是否與a相等。當在步驟S24中被判定為k與a相等時（YES），階層控制信號轉換部410係前進至步驟S25，將k設定為0。當在步驟S24中判定為k與1不相等時（NO），階層控制信號轉換部410係前進至步驟S26，且對於k加算1後而設定新的k。

【0115】 前進至步驟S26的階層控制信號轉換部410係在步驟S27中，使第uCT2個之第二共通單相逆變器的輸出為導通。再者，階層控制信號轉換部410係在步驟S28中，於uCT2等於s時將uCT2設定為1，於uCT2比s小時對於uCT2加算1後而設定新的uCT2。接著，階層控制信號轉換部410係返回步驟S24。

【0116】 前進至步驟S25的階層控制信號轉換部410係在步驟S29中，根據輸出電壓控制信號Ocnt而判別輸出從導通切換為關斷之第二共通單相逆變器的個數b。接著，階層控制信號轉換部410係在步驟S30中，判定m是否與b相等。當在步驟S30中被判定為m與b相等時（YES），階層控制信號轉換部410係前進至步S31，將m設定為0。當在步驟S30中被判定為m與b不相等時（NO），階層控制信號轉換部410係前進至步驟S34，對於m加算1後而設定新的m。

【0117】 前進至步驟S34的階層控制信號轉換部410係在步驟S35中，使第

dCT2個第二共通單相逆變器的輸出為關斷。再者，階層控制信號轉換部410係在步驟S36中，於dCT2與s相等時將dCT2設定為1，於dCT2比s小時對於dCT2加算1後而設定新的dCT2。接著，階層控制信號轉換部410係返回步驟S30。

【0118】 前進至步驟S31的階層控制信號轉換部410係在步驟S32中，根據輸出極性指示信號Opol而判別階層控制信號的極性。接著，階層控制信號轉換部410係在步驟S33中輸出階層控制信號SmN和SmP（ $m=1、2、\dots、n$ ）。

【0119】 階層控制信號轉換部410係進行此控制，從而可使切換動作分散在複數個第二共通單相逆變器之間。圖33係在由四個單相逆變器所構成之電力轉換裝置中之切換分散處理的說明圖。圖33係在由圖31所示之四個單相逆變器所構成的電力轉換裝置中，使整體輸出電壓Vsum從階層等級0變化為2時之例。在圖33中，為於期間1係使階層等級從0變化為1，於期間2係使階層等級從1變化為2時之使之作為二值之電壓脈衝變化時之例。另外，在圖33中，係一併顯示了不進行切換分散處理的情形。

【0120】 如圖31所示，分別輸出V1和V2之第二共通單相逆變器的輸出狀態，於階層等級為0時係V1=“0”、V2=“0”，於階層等級為1時係V1=“1”、V2=“0”，於階層等級為2時係V1=“1”、V2=“1”。因此，當在0與1之間切換階層等級時，只有輸出V1的第二共通單相逆變器需要切換輸出狀態。此外，當在1與2之間切換階層等級時，輸出V1的第二共通單相逆變器的輸出狀態未變化，相對於此，僅輸出V2的第二共通單相逆變器需要切換輸出狀態。

【0121】 如圖33所示，當在期間1中不進行切換分散處理時，輸出V1之第二共通單相逆變器的輸出係以載波頻率之倒數的周期變化，但輸出V2的第二共通單相逆變器則不輸出。

【0122】 相對於此，當在期間1中進行切換分散處理時，輸出V1之第二共通單相逆變器的輸出電壓脈衝，被交替地分開在輸出V1的第二共通單相逆變器

和輸出V2的第二共通單相逆變器產生。進行切換分散處理時之整體輸出電壓Vsum的波形，係與不進行切換分散處理時之整體輸出電壓Vsum的波形相同。亦即，當在本實施形態之電力轉換裝置中將階層等級在0與1之間切換時，透過由曾倚靠輸出V1之第二共通單相逆變器的切換動作進行切換分散處理，從而均等地被分散至輸出V1和V2之第二共通單相逆變器的各者。在期間1中，相對於切換分散處理前之切換分散處理後之輸出V1之單相逆變器的切換次數係變為大致一半。因此，可防止切換損耗集中於一方之第二共通單相逆變器。

【0123】 此外，如圖33所示，當在期間2中不進行切換分散處理時，輸出V1之第二共通單相逆變器的輸出係固定，輸出V2之第二共通單相逆變器的輸出係以載波頻率之倒數的周期變化。

【0124】 相對於此，當在期間2中進行切換分散處理時，輸出V2之第二共通單相逆變器所輸出的電壓脈衝，係成為脈衝寬度更寬的電壓脈衝而被交替地分開在輸出V1的第二共通單相逆變器和輸出V2第二共通單相逆變器產生。進行切換分散處理時之整體輸出電壓Vsum的波形，係與不進行切換分散處理時之整體輸出電壓Vsum的波形相同。亦即，當在本實施形態之電力轉換裝置中將階層等級在1與2之間切換時，透過由曾倚靠輸出V2之第二共通單相逆變器的切換動作進行切換分散處理，從而均等地被分散至輸出V1和V2之第二共通單相逆變器的各者。在期間2中，相對於切換分散處理前之切換分散處理後之輸出V2之單相逆變器的切換次數係變為大致一半。因此，可防止切換損耗集中於一方之第二共通單相逆變器。

【0125】 如此，在本實施形態的電力轉換裝置中，第二共通單相逆變器係分別以包含一個以上的切換元件之方式構成，前述控制部係使二個以上之第二共通單相逆變器中各自所含之切換元件之每單位時間的切換次數的差為最小。因此，可防止切換損耗集中於特定的第二共通單相逆變器。

【0126】 另外，在本實施形態的電力轉換裝置中，當輸出值指示波形 O_{ref} 為正弦波時，係可藉由切換分散處理而使一周期內之各第一共通單相逆變器的切換次數均等。

【0127】 此外，本實施形態之切換分散處理係以適用於在實施形態3中所說明之使用了PWM控制之電力轉換裝置之情形的波形進行了說明。本實施形態中的切換分散處理，亦可適用於不使用PWM控制的電力轉換裝置。例如，當關於輸出值指示波形 O_{ref} 為階層等級反復切換為0和1、或1和2之斜坡波形的電力轉換裝置的情形下，可應用本實施形態的切換分散處理。

【0128】 在本實施形態中，係以具有二個第二共通單相逆變器的電力轉換裝置說明了切換分散處理的功效。如圖32之流程圖所示，本實施形態的切換分散處理亦可適用於具有三個以上之第二共通單相逆變器的電力轉換裝置。

【0129】 在本實施形態的電力轉換裝置中，已針對了當階層等級從0切換為1時、及階層等級從1切換為2時，第二共通單相逆變器之切換次數的分散處理進行了說明。此切換分散處理亦可應用於其他階層等級的切換。亦即，切換分散處理亦可應用在於複數個第二共通單相逆變器之中，存在有於階層等級的切換時需要切換動作的第二共通單相逆變器和不需要切換動作的第二共通單相逆變器的情形。

【0130】 圖34係以表顯示了實現本實施形態之電力轉換裝置中之階層等級之輸出之四個單相逆變器之電壓絕對值 $V1$ 、 $V2$ 、 $V3$ 和 $V4$ 之組合的說明圖。在本實施形態的電力轉換裝置中，四個單相逆變器之電壓絕對值 $V1$ 、 $V2$ 、 $V3$ 和 $V4$ 的比係與圖31相同。

【0131】 如本實施形態之圖31所示，圖34所示的第一群組（第1G）係階層等級在0與1之間變化的情形或階層等級在1與2之間變化的情形，可對於第二共通單相逆變器應用切換分散處理。此外，圖34所示的第二群組（第2G），係

階層等級在3與4之間變化的情形或階層等級在4與5之間變化的情形。在該第二群組中，當階層等級在3與4之間變化的情形下，僅輸出V1的第二共通單相逆變器需要切換輸出狀態。此外，當在4與5之間切換階層等級時，輸出V1的第二共通單相逆變器的輸出狀態未變化，相對於此，僅輸出V2的第二共通單相逆變器需要切換輸出狀態。因此，在該第二群組中，亦與第一群組同樣地，可對於第二共通單相逆變器應用切換分散處理。基於相同的理由，在圖34所示的第三群組（第3G）中，亦與第一群組同樣地，可對於第二共通單相逆變器應用切換分散處理。

【0132】 此外，在本實施形態的電力轉換裝置中，對於第一共通單相逆變器亦可應用切換分散處理。例如，圖34所示的第四群組（第4G）係階層等級在2與3之間變化的情形。在該第四群組中，於階層等級在2與3之間變化的情形下，僅輸出V3的第一共通單相逆變器需要切換輸出狀態。因此，在該第四群組中，係可對於第一共通單相逆變器應用切換分散處理。此外，圖34所示的第五群組（第5G）係階層等級在5與6之間變化的情形。當在5與6之間切換階層等級時，輸出V3的第一共通單相逆變器的輸出狀態未變化，相對於此，僅輸出V4的第一共通單相逆變器需要切換輸出狀態。因此，在該第五群組中，亦與第四群組同樣地，可對於第一共通單相逆變器應用切換分散處理。

【0133】 如此，在具備第一共通單相逆變器和第二共通單相逆變器的電力轉換裝置中，可對於第一共通單相逆變器和第二共通單相逆變器的至少任一方應用切換分散處理，從而可防止切換損耗集中於特定的單相逆變器。

【0134】 實施形態7

在實施形態3之圖19所示之電力轉換裝置的階層控制信號產生部中，依從輸出值指示部401所輸出之輸出值指示波形Oref之波形的形狀而定，會有在第一共通單相逆變器的一部分需要更多之切換次數的情形。實施形態7的電力轉換裝置

係在維持著各單相逆變器之電壓絕對值之比率的狀態下，於第一共通單相逆變器的至少一者中，以切換元件之每單位時間之切換次數成為最小或臨限值以下之方式調整各單相逆變器之直流電源的輸出電壓。

【0135】 圖35係本實施形態之電力轉換裝置的構成圖。此外，圖36係本實施形態之電力轉換裝置之階層控制信號產生部的構成圖。本實施形態的階層控制信號產生部41係實施形態3之圖19所示的階層控制信號產生部中，於輸入於階層控制信號轉換部410的信號中追加了輸出值指示波形Oref。再者，階層控制信號轉換部410係對於複數個直流電源3分別輸出屬於該輸出電壓Vd1、Vd2、．．．Vdn之各者之目標電壓的直流電壓控制信號V1cnt、V2cnt、．．．Vncnt。

【0136】 圖37係顯示本實施形態之電力轉換裝置中之控制方法的流程圖。圖37係顯示階層控制信號轉換部410開始單位周期之處理時之動作的流程圖。當處理開始時，階層控制信號轉換部410係在步驟S41中，判別所輸入的輸出值指示波形Oref是否為初次，或在輸出值指示波形Oref中是否有變更指示。當在步驟S41中輸出值指示波形Oref被判定為初次、或被判定在輸出值指示波形Oref中有變更指示時（YES），階層控制信號轉換部410係前進至步驟S42，將W設定為0。接著，階層控制信號轉換部410係在步驟S43中，根據輸出值指示波形Oref而決定接著的五個項目。第一個項目係選擇成為切換次數之計數對象的第一共通單相逆變器。茲將所選擇的單相逆變器稱為計數對象逆變器。第二個項目係決定目標切換次數（tCT）。第三個項目係決定直流電源之輸出電壓的調整方向。在此，所謂輸出電壓的調整方向，係指要使電壓增加還是要使電壓減少。第四個項目係決定直流電源之輸出電壓的調整次數（LMT）。第五個項目係決定整體輸出電壓Vsum之最大值的調整電壓解析度。

【0137】 當在步驟S41中輸出值指示波形Oref被判定為非為初次、或被判定為在輸出值指示波形Oref中無變更指示時（NO），階層控制信號轉換部410

係前進至步驟S44。階層控制信號轉換部410係在步驟S44中接收輸出電壓控制信號Ocnt。接著，階層控制信號轉換部410係在步驟S45中，測量在步驟S43中所選擇之計數對象逆變器之輸出電壓波形之一周期限的切換次數（swCT）。接著，階層控制信號轉換部410係在步驟S46中，判定swCT是否為tCT以下。當在步驟S46中判定swCT為tCT以下時（YES），階層控制信號轉換部410係前進至步驟S47。階層控制信號轉換部410係在步驟S47中，維持直流電源的目標電壓。

【0138】 當在步驟S46中判定為swCT比tCT大時（NO），階層控制信號轉換部410係前進至步驟S48。階層控制信號轉換部410係在步驟S48中，判定W是否為LMT以上。當在步驟S48中判定W為LMT以上時（YES），階層控制信號轉換部410係前進至步驟S47。當在步驟S48中判定W比LMT小時（NO），階層控制信號轉換部410係前進至步驟S49，且對於W加算1後而設為新的W。接著，階層控制信號轉換部410係在步驟S50中，變更直流電源的目標電壓。最後，階層控制信號轉換部410係在步驟S51中，分別輸出屬於直流電源之目標電壓之直流電壓控制信號V1cnt、V2cnt、．．．Vncnt。

【0139】 階層控制信號轉換部410係進行此控制，從而可選擇作為切換次數之計數對象的第一共通單相逆變器，且以所選擇之第一共通單相逆變器的切換次數成為最小或臨限值以下之方式，在維持著各單相之電壓絕對值之比率的状态下調整各直流電源的輸出電壓。

【0140】 圖38係由四個單相逆變器所構成之電力轉換裝置中之直流電源之電壓調整的說明圖。在本實施形態的電力轉換裝置中，四個單相逆變器之電壓絕對值V1、V2、V3和V4的比係1：2：4：4。因此，第一共通單相逆變器係輸出V3和V4的單相逆變器。此外，（A）初次係以整體輸出電壓Vsum之最大電壓成為±130V之方式，設定了V1、V2、V3和V4。具體而言，係V1=11.81V、V2=23.63V、V3=V4=47.27V。

【0141】 在圖38中，係顯示了輸出值指示波形Oref為正弦波，峰值為 $\pm 90\text{V}$ 之輸出電壓指示波形的情形。惟，穩態時係連續地輸出正弦波，但依負載的變動狀況等而定，會有要瞬間地指示 $\pm 130\text{V}$ 之輸出電壓的情形。作為切換次數之計數對象的第一共通單相逆變器，係設為僅輸出V4的單相逆變器的一個。如前所述之在正弦波之輸出值指示波形Oref之一周期內之構成輸出V4之單相逆變器之所有切換元件的目標切換次數係設定為0次。直流電源之輸出電壓的調整方向，係以使之從初次的值增加的方向調整。各直流電源之輸出電壓的調整次數（LMT）係設為10次。當無法以10次以內的調整而實現目標切換次數為0次的切換次數時，結束各直流電源的電壓調整，維持為在最終次所調整的值。此外，各直流電源的電壓調整，整體輸出電壓Vsum的最大值（（A）初次係130V）的調整電壓解析度係設為5V。

【0142】 如圖38所示，（A）初次係以整體輸出電壓Vsum成為 $\pm 130\text{V}$ 之方式，設定為V1=11.81V、V2=23.63V、V3=V4=47.27V。在於實施形態3中所說明之電力轉換裝置中實施PWM控制時，在（A）初次的狀態中，將整體輸出電壓Vsum的等價電壓控制為屬於正弦波之正側峰值的+90V時，將作為階層等級7（82.73V）和階層等級8（94.55V）之二值的電壓脈衝進行PWM控制。

【0143】 圖39圖係本實施形態之電力轉換裝置中之直流電源之電壓調整的說明圖。在前述之正弦波之輸出值指示波形Oref中，例示了指示屬於正側峰值之+90V附近之輸出之部分的詳細內容。在圖39中，當指示了輸出值指示波形Oref為+90V附近的輸出時，將可輸出整體輸出電壓Vsum為+90V的等價電壓之二值之電壓脈衝的輸出期間設為期間1。當圖39之（A）初次的情形下，如前所述之二值的階層等級係7與8之間。此外，當圖39之（B）調整後的情形下，如前所述之二值的階層等級係6與7之間。

【0144】 如圖39所示，當（A）初次的情形下，於期間1中係控制為輸出

階層等級7與8之間之二值的電壓脈衝。如圖38所示，當階層等級為7與8之間的情形下，V4的輸出狀態分別為“0”與“1”。因此，屬於第一共通單相逆變器之輸出V4之單相逆變器的切換次數變多。如圖39所示，當（A）初次的情形下，在各電壓絕對值中，包含V4的第一共通電壓為最大的電壓。因此，當（A）初次的情形下，輸出V4之單相逆變器的切換損耗變大。

【0145】 如前所述，在本實施形態中係於正弦波之輸出值指示波形Oref的一周期內，構成輸出V4之單相逆變器的所有切換元件的目標切換次數係設為0次。因此，從圖39之（A）初次的狀態，依照圖37所示的流程圖，進行各直流電源之輸出電壓的調整控制。如前所述，在本實施形態中，係將各直流電源之輸出電壓的調整次數（LMT）設為10次。圖39係顯示了在進行10次圖37所示之控制流程之處理的期間，輸出V4之單相逆變器之目標切換次數達到了0次的情形。以下，藉由各直流電源的輸出電壓調整，將目標切換次數之達成及維持著的狀態表示為（B）調整後。

【0146】 如圖38所示，在（B）調整後的狀態下，係以整體輸出電壓Vsum之最大電壓成為145V之方式，進行了各單相逆變器之變壓絕對值（=各直流電源的電壓）V1至V4的設定。在本實施形態中，係設為可用5V單位調整整體輸出電壓Vsum，故在實施了3次圖37所示之控制流程的處理之後，輸出V4之單相逆變器的切換次數即成為了目標切換次數的0次。

【0147】 在圖38中，（B）調整後之各直流電源的電壓（=電壓絕對值）係V1=13.18V、V2=26.36V、V3=V4=52.72V。若著眼於屬於第一共通電壓的V3和V4，則相對於（A）初次的狀態為5.45V的增加，所調整的電壓增加幅度較小。此外，由圖38可得知，在（B）調整後的狀態下，當將整體輸出電壓Vsum的等價電壓控制為屬於正弦波之正側峰值+90V的情形下，將作為階層等級6（79.09V）與階層等級7（92.27V）之間之二值的電壓脈衝進行PWM控制。

【0148】 從圖39可得知，當（B）調整後的情形下，在期間1中係控制為輸出階層等級6與7之間之二值的電壓脈衝。從圖38可得知，當階層等級為6與7之間的情形下，V4的輸出狀態係分別為“0”與“0”。因此，輸出第一共通電壓之V4的單相逆變器係在期間1和正弦波之Oref的一周期中，切換次數成為0次。如此一來，當進行指示要輸出輸出值指示波形Oref為 $\pm 90\text{V}$ 之峰值電壓之正弦波作為穩態波形時，可將作為切換次數之計數對象所設定之輸出V4之單相逆變器的切換次數設為目標切換次數的0次。結果，可大幅減低輸出V4之單相逆變器的切換損耗。

【0149】 在本實施形態中，係顯示了作為計數對象的第一共通單相逆變器為輸出V4的單相逆變器，且相對於構成輸出V4之單相逆變器之所有切換元件的總切換次數設定目標切換次數之例。計數對象亦可設為構成第一共通單相逆變器之一部分之切換元件的切換次數。或者，如圖39之波形所例示，亦可將設為計數對象之第一共通單相逆變器之輸出電壓脈衝的次數設定為目標次數。

【0150】 此外，在本實施形態中，雖已說明了設為計數對象的第一共通單相逆變器為一個的情形，但例如亦可在正弦波等之輸出值指示波形Oref的1周期中，將複數個第一共通單相逆變器的合計切換次數設定為目標切換次數。

【0151】 再者，在本實施形態中，雖已顯示了在使各直流電源之電壓增加的方向上的調整例，但亦可依據輸出值指示波形Oref的波形而以使電壓減少的方向調整、或者在預先規定的調整次數內一面交叉電壓之減少和增加的方向性，一面靠近目標的切換次數。

【0152】 另外，在本實施形態中，雖已例示了將目標切換次數設為最小值之0次的情形，但亦可將目標切換次數設為臨限值以下，臨限值可設定為例如3次等。

【0153】 此外，在本實施形態中，係顯示了根據圖37所示的流程圖而調整

各直流電源之電壓之例。當穩態地以高頻率輸出之輸出值指示波形Oref的波形已決定時，係可於事前利用手動或自動方式進行圖37所示的控制，而以在穩態之波形的輸出時成為目標切換次數之方式，預先設定各直流電源的電壓。

【0154】 再者，在本實施形態中，雖以在實施形態3中所示之使用了PWM控制之電力轉換裝置中的波形例進行了說明，但亦可應用於不使用PWM控制的電力轉換裝置。作為一例，當輸出值指示波形Oref為在前述（A）初次之狀態下於階層等級為7與8之間反復切換之附DC偏移之斜坡波形的情形下，係可應用本實施形態之直流電源的電壓控制。

【0155】 如至此為止之說明所述，本實施形態的電力轉換裝置係可在維持著所構成之各單相逆變器之電壓絕對值之比率的狀態下，以作為對象之第一共通單相逆變器之切換次數成為最小或臨限值以下之方式調整各單相逆變器之直流電源的輸出電壓，或是預先設定各直流電源的輸出電壓。結果，減低輸出電壓較大之單相逆變器的切換損耗，而可達成更小型化、低成本化之電力轉換裝置的提供。

【0156】 另外，控制部4係如圖40所示之硬體的一例，由處理器(processor)100和記憶裝置101所構成。記憶裝置係具備未圖示之隨機存取記憶體（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，亦可具備硬碟的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所輸入的程式。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係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將資料保存於輔助記憶裝置中。

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亦可為在第一減算部402和輸出極性判定部404中使用了運算放大器、比較器等類比電路之混合有類比電路和數位控制器的構成。

【0157】 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中所記載的各種特徵、態樣、及功能不限定於特定的實施形態的適用，亦可單獨地或以各種組合應用於實施形態。

因此，未例示之無數個變形例，均應認定為在本案所揭示的技術範圍內。例如，包含變更至少一個構成要素的情形、追加的情形或省略的情形，更包含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】

【0158】

- 1:電力轉換裝置
- 2:單相逆變器
- 3:直流電源
- 4:控制部
- 5:輸出檢測部
- 6:AD轉換器
- 10:負載
- 21,22:半橋逆變器
- 23:切換元件
- 41:階層控制信號產生部
- 42:閘極驅動器
- 43:空載時間產生部
- 44:閘極驅動信號輸出部

51:運算放大器
52:電阻
53:電流偵測電阻
100:處理器
101:記憶裝置
401:輸出值指示部
402:第一減算部
403:補償部
404:輸出極性判定部
405:絕對值化處理部
406:整數化處理部
407:第二減算部
408:脈衝寬度調變部
409:加算部
410:階層控制信號轉換部
dCT,dCT2:向下控制計數器
dPMW:小數部PWM信號
Oabs:絕對值化信號
Ocmp:補償差分信號
Ocnt:輸出電壓控制信號
Odeci:小數值信號
OFBadc:負回授用信號
Oint:整數化信號
Opol:輸出極性指示信號

Oref:輸出值指示波形

Osub:差分信號

QmNH,QmNL,QmPH,QmPL:切換元件

SmN,SmP:階層控制信號

uCT,uCT2:向上控制計數器

V1cnt,V2cnt, . . . Vncnt:直流電壓控制信號

Vdm:輸出電壓

Vn:電壓絕對值

Vs1:第一共通電壓

Vs2:第二共通電壓

Vsum:整體輸出電壓

V1,V2,V3,V4:電壓絕對值

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種電力轉換裝置，係具有：三個以上的單相逆變器，係分別將直流電力轉換為交流電力；及控制部，係控制前述單相逆變器；

前述單相逆變器係串聯連接著，當將前述單相逆變器之輸出電壓的絕對值設為電壓絕對值時，三個以上的前述單相逆變器係包含有輸出前述電壓絕對值相同之第一共通電壓的至少二個第一共通單相逆變器、及輸出前述電壓絕對值比前述第一共通電壓小之電壓的至少一個單相逆變器而構成，前述控制部係控制為將前述單相逆變器之前述輸出電壓的總和電壓輸出至負載。

【請求項2】 如請求項1之電力轉換裝置，其中前述第一共通電壓係前述單相逆變器之前述電壓絕對值之中最大的值。

【請求項3】 如請求項1或2之電力轉換裝置，其中前述單相逆變器係切換前述電壓絕對值的極性而輸出。

【請求項4】 如請求項1之電力轉換裝置，在前述單相逆變器之前述電壓絕對值的比中，當將最小之前述電壓絕對值的比率設為1、前述第一共通單相逆變器之前述第一共通電壓的比率設為J、前述電壓絕對值的比比J小之前述單相逆變器之前述電壓絕對值之比率的總和設為K時， $J=K+1$ 成立。

【請求項5】 如請求項4之電力轉換裝置，其中前述單相逆變器係四個以上；

四個以上的前述單相逆變器係包含輸出前述電壓絕對值比前述第一共通電壓小之電壓的至少二個單相逆變器；

且構成為在前述四個以上之前述單相逆變器之前述電壓絕對值的比中，當將最小之前述電壓絕對值的比率設為1、前述第一共通單相逆變器之前述第一共

通電壓的比率設為 J 、前述電壓絕對值的比比 J 小之前述單相逆變器之前述電壓絕對值之比率的總和設為 K 時， $J=K+1$ 成立；

前述電壓絕對值之比比 J 小之前述單相逆變器之前述電壓絕對值的比係分別不同。

【請求項6】 如請求項4之電力轉換裝置，其中前述單相逆變器係五個以上；

五個以上的前述單相逆變器係包含：至少二個第二共通單相逆變器，係輸出前述電壓絕對值比前述第一共通電壓小而且相同的第二共通電壓；及至少一個單相逆變器，係輸出前述電壓絕對值比前述第一共通電壓小而且與前述第二共通電壓不同的電壓；

且構成為在五個以上之前述單相逆變器之前述電壓絕對值的比中，當將最小之前述電壓絕對值的比率設為 1 、前述第一共通單相逆變器之前述第一共通電壓的比率設為 J 、前述電壓絕對值的比比 J 小之前述單相逆變器之前述電壓絕對值之比率的總和設為 K 時， $J=K+1$ 成立；

前述五個以上之單相逆變器中之除前述第一共通單相逆變器和前述第二共通單相逆變器以外之單相逆變器之電壓絕對值的比係彼此不同。

【請求項7】 如請求項4之電力轉換裝置，其中前述單相逆變器係五個以上；

五個以上的前述單相逆變器係包含：至少二個第二共通單相逆變器，係輸出前述電壓絕對值比前述第一共通電壓小而且相同的第二共通電壓；

且構成為在五個以上之前述單相逆變器之前述電壓絕對值的比中，當將最小之前述電壓絕對值的比率設為 1 、前述第一共通單相逆變器之前述第一共通電

壓的比率設為 J 、前述電壓絕對值的比比 J 小之前述單相逆變器之前述電壓絕對值之比率的總和設為 K 時， $J=K+1$ 成立；

前述第一共通單相逆變器的數量和前述第二共通單相逆變器的數量係彼此不同。

【請求項8】 如請求項1之電力轉換裝置，在前述單相逆變器之前述電壓絕對值的比中，當將最小之前述電壓絕對值的比率設為1、前述第一共通單相逆變器之前述第一共通電壓的比率設為 J 、前述電壓絕對值的比比 J 小之前述單相逆變器之前述電壓絕對值之比率的總和設為 K 時， $J=2K+1$ 成立。

【請求項9】 如請求項8之電力轉換裝置，其中前述單相逆變器係四個以上；

四個以上的前述單相逆變器係包含：至少二個單相逆變器，係輸出前述電壓絕對值比前述第一共通電壓小的電壓；

且構成為在前述四個以上之前述單相逆變器之前述電壓絕對值的比中，當將最小之前述電壓絕對值的比率設為1、前述第一共通單相逆變器之前述第一共通電壓的比率設為 J 、前述電壓絕對值的比比 J 小之前述單相逆變器之前述電壓絕對值之比率的總和設為 K 時， $J=2K+1$ 成立。

【請求項10】 如請求項1、4、8中任一項之電力轉換裝置，在前述單相逆變器之前述電壓絕對值的比中，當將最小之前述電壓絕對值的比率設為1時，前述控制部係對於至少一個前述單相逆變器進行PWM控制，而將前述總和電壓以比比率1小的電壓解析度進行控制。

【請求項11】 如請求項1、4、8中任一項之電力轉換裝置，其中前述第一共通單相逆變器係分別包含有一個以上的切換元件而構成，前述控制部係使二個

以上之前述第一共通單相逆變器中各自所含之前述切換元件之每單位時間的切換次數的差為最小。

【請求項12】如請求項1、4、8中任一項之電力轉換裝置，在前述單相逆變器之前述電壓絕對值的比中，當將最小之前述電壓絕對值的比率設為1時，於前述單相逆變器之前述電壓絕對值之比率之中至少包含有1和2、或1和3之方式構成。

【請求項13】如請求項1或8之電力轉換裝置，在前述單相逆變器之前述電壓絕對值的比中，當將最小之前述電壓絕對值的比率設為1時，於前述單相逆變器之前述電壓絕對值之比率之中至少包含有1和3和9，比率9的前述電壓絕對值為前述第一共通電壓。

【請求項14】如請求項1或8之電力轉換裝置，其中前述單相逆變器係包含有至少二個第二共通單相逆變器而構成，該至少二個第二共通單相逆變器係輸出比前述第一共通電壓小之前述電壓絕對值相同的第二共通電壓。

【請求項15】如請求項6或7之電力轉換裝置，其中前述第二共通電壓係四個以上之前述單相逆變器之電壓絕對值的最小值。

【請求項16】如請求項6或7之電力轉換裝置，其中前述第二共通單相逆變器係分別包含有一個以上的切換元件而構成，前述控制部係使二個以上之前述第二共通單相逆變器中各自所含之前述切換元件之每單位時間的切換次數的差為最小。

【請求項17】如請求項11之電力轉換裝置，在複數個前述單相逆變器中係分別連接有供給直流電力的複數個直流電源，前述控制部係在根據施加於前述負載的目標電壓、或供給至前述負載的目標電流、或供給至前述負載之目標電

力的至少一者而控制複數個前述直流電源的輸出電壓，在維持著複數個前述單相逆變器之各者之前述電壓絕對值之比率的狀態下，於前述第一共通單相逆變器的至少一者中，使構成前述第一共通單相逆變器之一個以上之前述切換元件之每單位時間的總切換次數為最小。

【發明圖式】

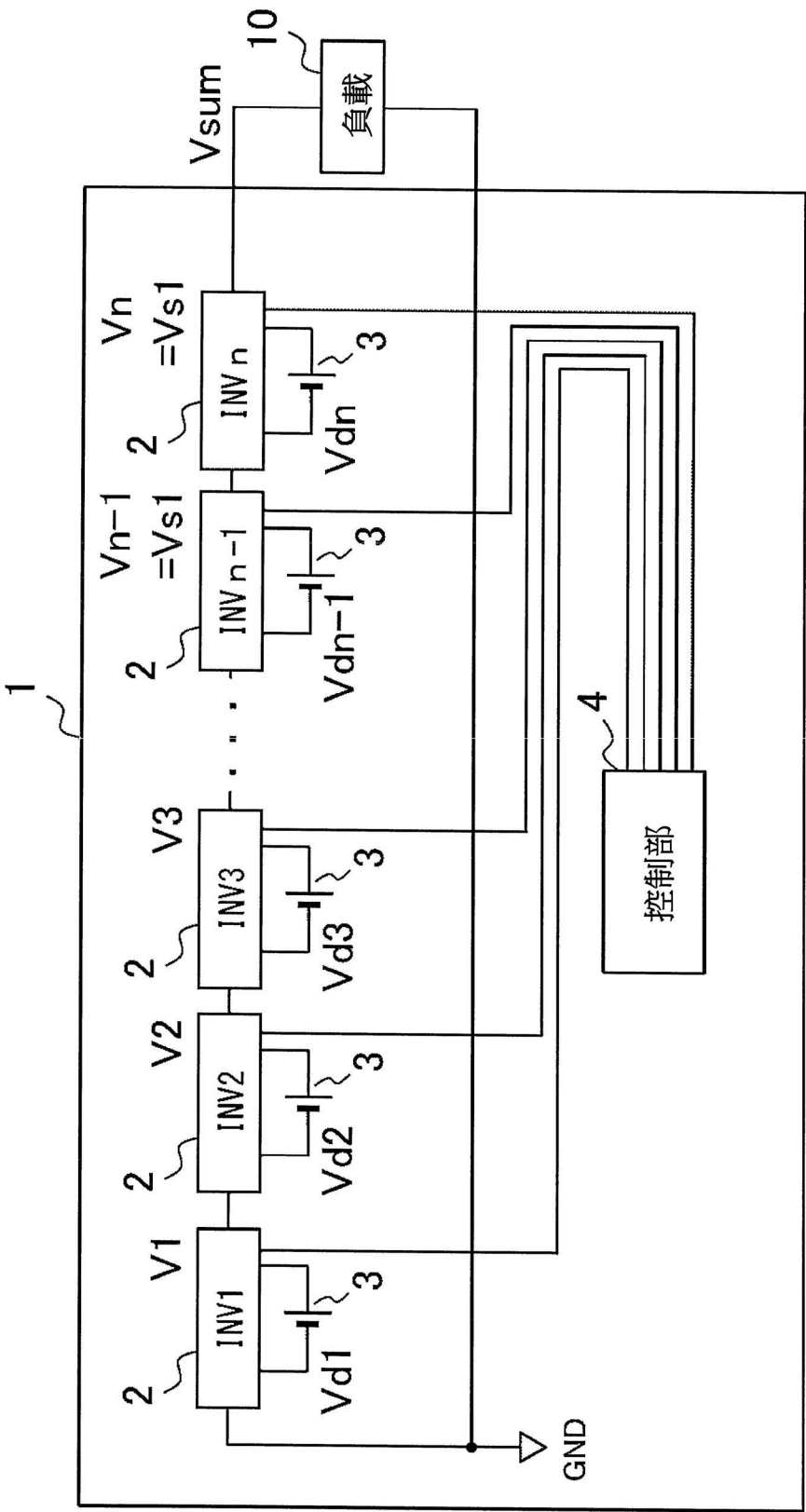


圖 1

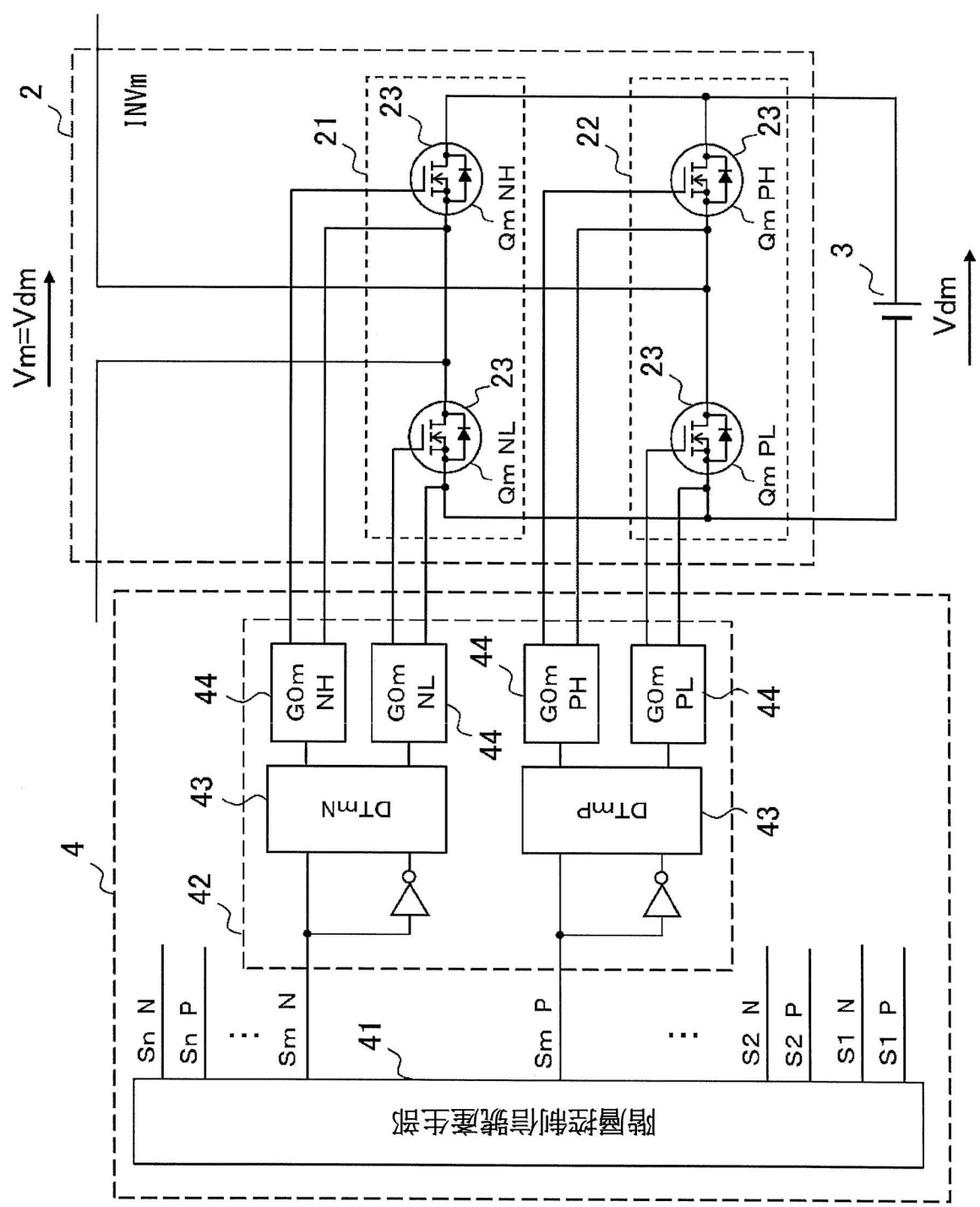


圖2

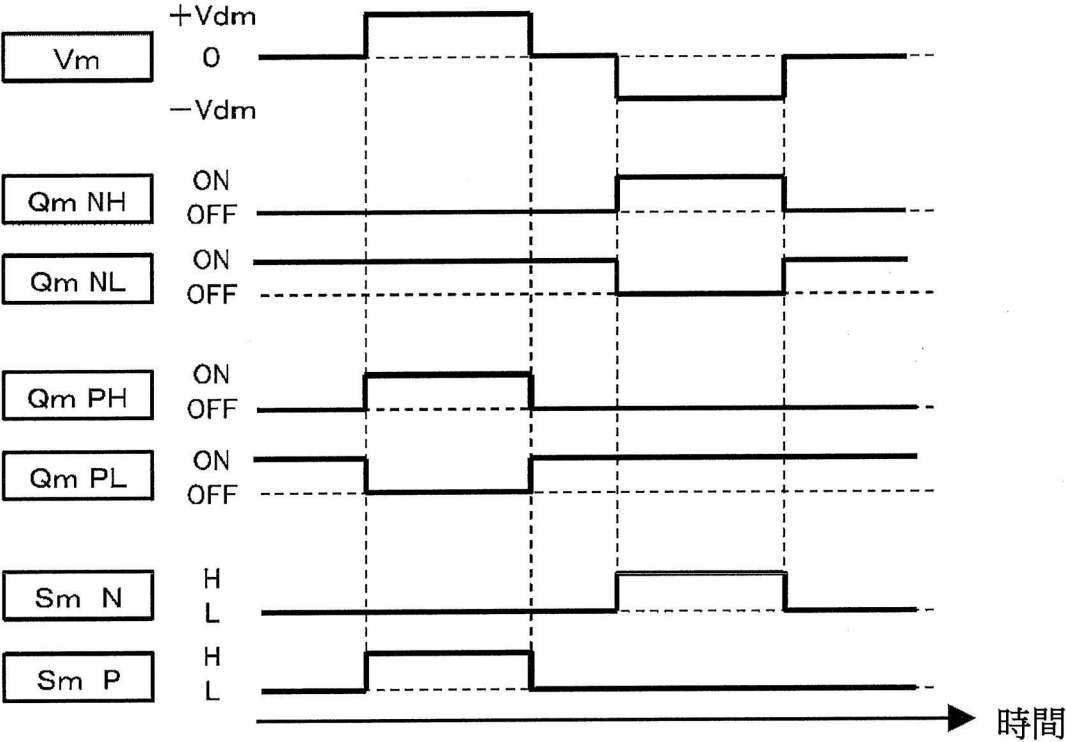


圖3

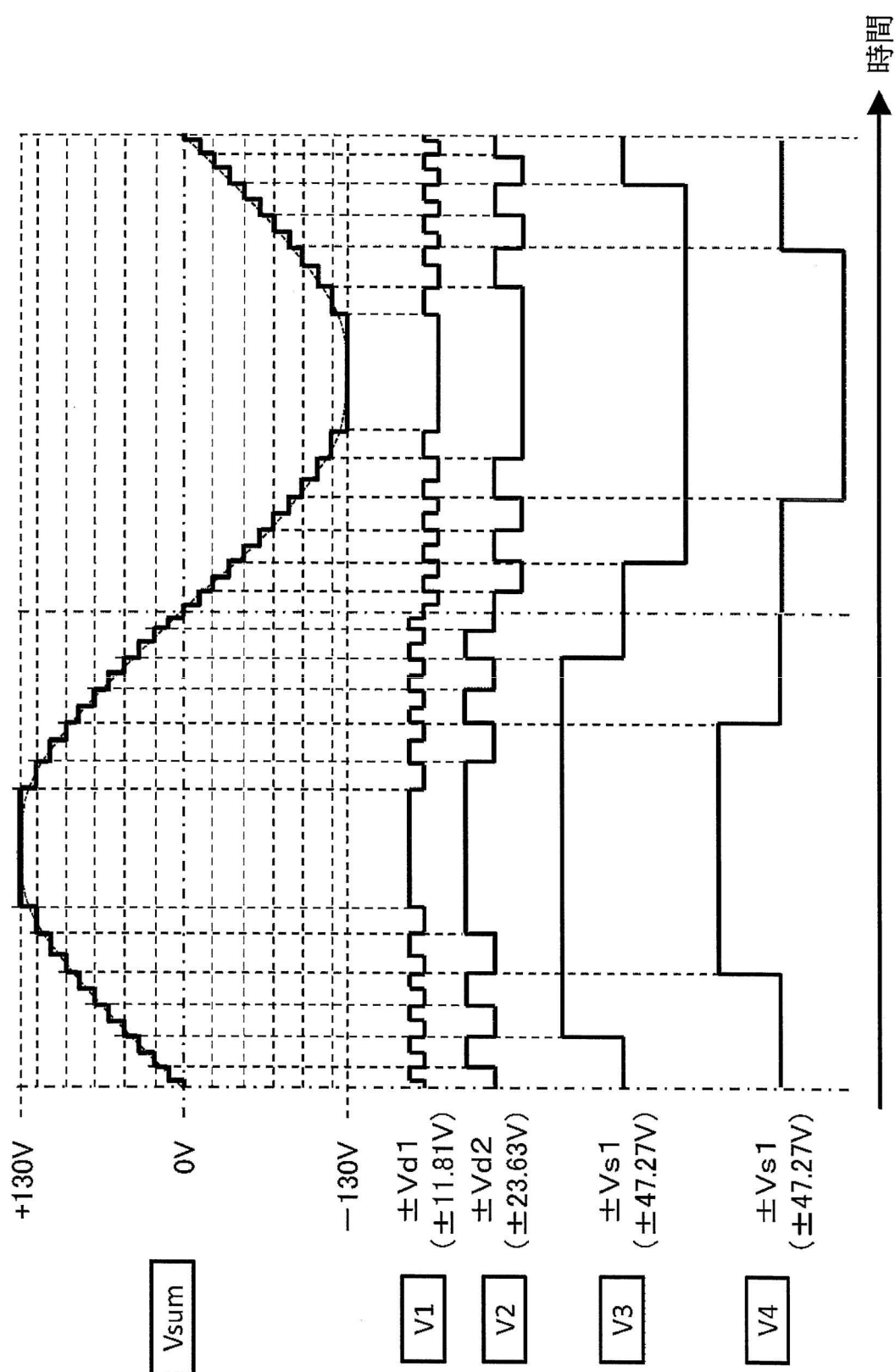


圖 4

階層 等級	V 1	V2	V3	V4
	11.81V	23.63V	47.27V	47.27V
	比率			
	1	2	4	4
0	0	0	0	0
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	1	1	0	0
4	0	0	1	0
5	1	0	1	0
6	0	1	1	0
7	1	1	1	0
8	0	0	1	1
9	1	0	1	1
10	0	1	1	1
11	1	1	1	1

圖5

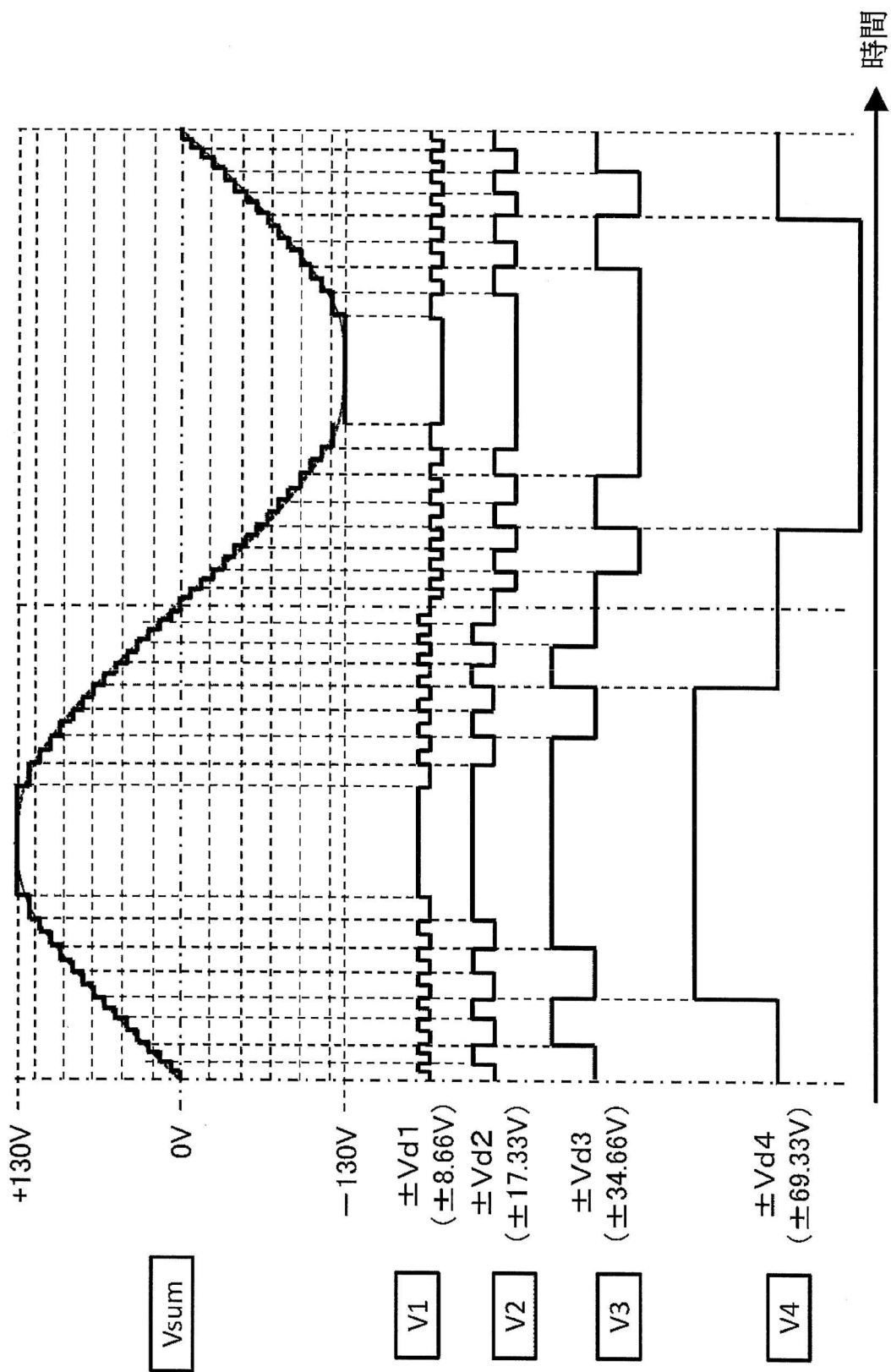


圖6

階層 等級	V 1	V2	V3	V4
	8.66V	17.33V	34.66V	69.33V
	比率			
	1	2	4	8
0	0	0	0	0
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	1	1	0	0
4	0	0	1	0
5	1	0	1	0
6	0	1	1	0
7	1	1	1	0
8	0	0	0	1
9	1	0	0	1
10	0	1	0	1
11	1	1	0	1
12	0	0	1	1
13	1	0	1	1
14	0	1	1	1
15	1	1	1	1

圖7

	最大階層 等級	V1至V5比率					V1至V5電壓 (V)					
		V1	V2	V3	V4	V5	V1	V2	V3	V4	V5	
比較例	31	1	2	4	8	16	4.19	8.39	16.77	33.55	67.10	
實施例1	23	1	2	4	8	8	5.65	11.30	22.61	45.22	45.22	
實施例2	26	1	2	5	9	9	5.00	10.00	25.00	45.00	45.00	
實施例3	29	1	2	6	10	10	4.48	8.97	26.90	44.83	44.83	
實施例4	32	1	2	7	11	11	4.06	8.13	28.44	44.69	44.69	
實施例5	9	1	2	2	2	2	14.44	28.89	28.89	28.89	28.89	
實施例6	15	1	2	4	4	4	8.67	17.33	34.67	34.67	34.67	
實施例7	41	1	3	9	14	14	3.17	9.51	28.54	44.39	44.39	
實施例8	19	1	3	5	5	5	6.84	20.53	34.21	34.21	34.21	
實施例9	5	1	2	2			26.00	52.00	52.00			
實施例10	7	1	2	2	2			18.57	37.14	37.14		

圖8

圖9

	最大階層 等級	V1至V5比率						V1至V5電壓 (V)				
		V1	V2	V3	V4	V5		V1	V2	V3	V4	V5
比較例	31	1	2	4	8	16		4.19	8.39	16.77	33.55	67.10
實施例11	11	1	2	2	2	4		11.82	23.64	23.64	23.64	47.27
實施例12	19	1	2	4	4	8		6.84	13.68	27.37	27.37	54.74
實施例13	24	1	3	5	5	10		5.42	16.25	27.08	27.08	54.17

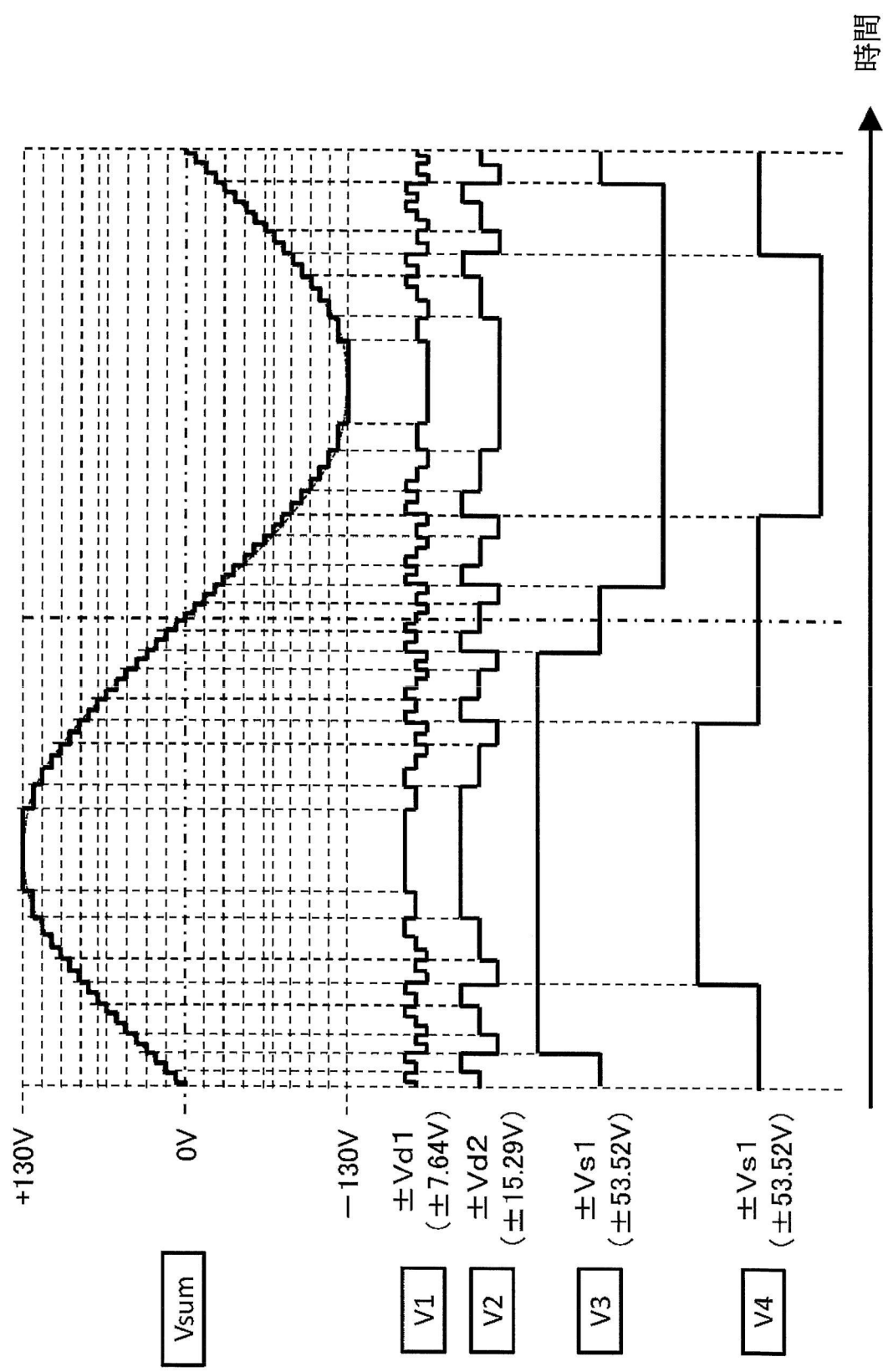


圖 10

階層 等級	V 1	V2	V3	V4
	7.64V	15.29V	53.52V	53.52V
	比率			
	1	2	7	7
0	0	0	0	0
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	1	1	0	0
4	-1	-1	1	0
5	0	-1	1	0
6	-1	0	1	0
7	0	0	1	0
8	1	0	1	0
9	0	1	1	0
10	1	1	1	0
11	-1	-1	1	1
12	0	-1	1	1
13	-1	0	1	1
14	0	0	1	1
15	1	0	1	1
16	0	1	1	1
17	1	1	1	1

圖 11

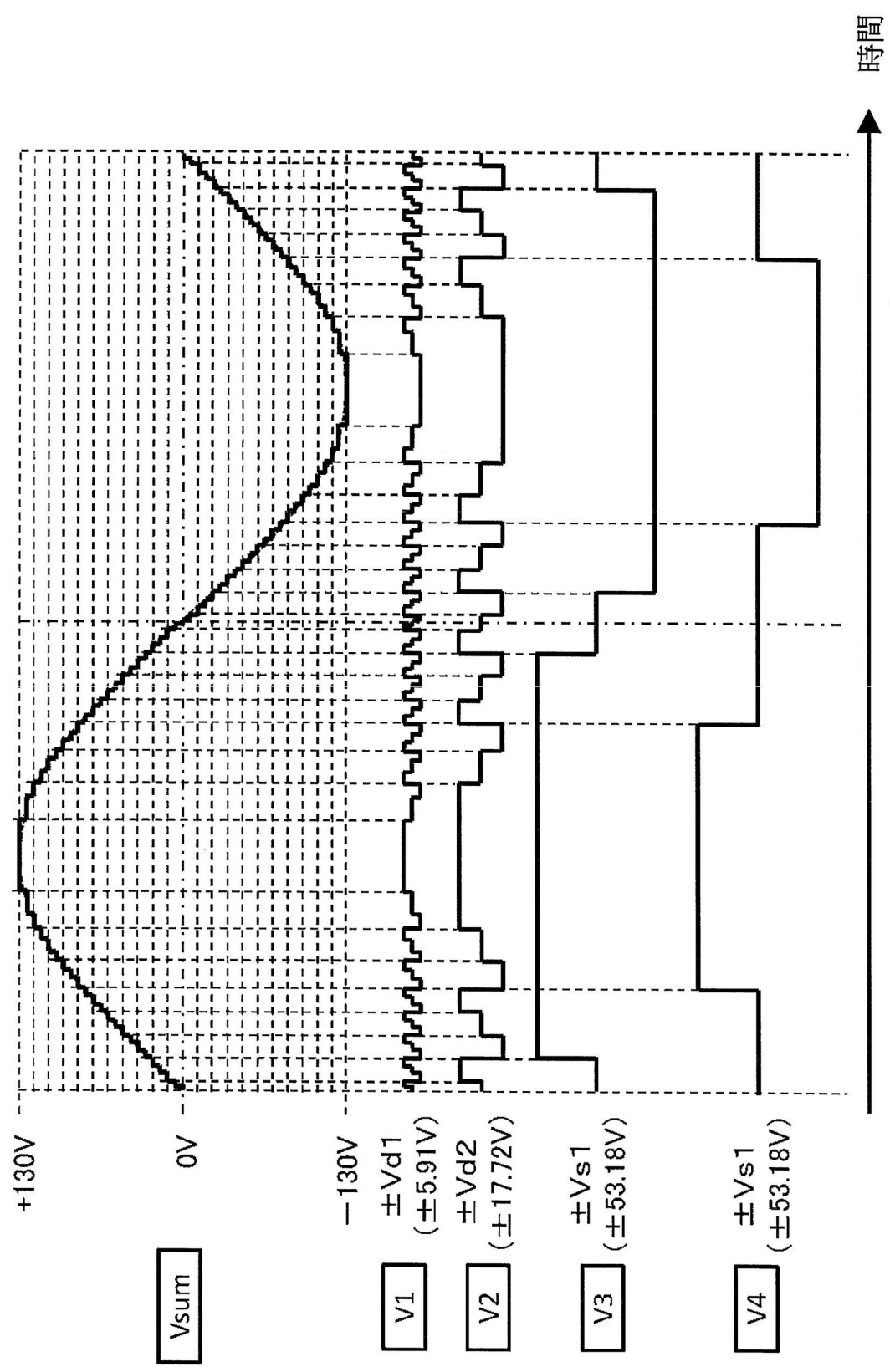


圖12

階層 等級	V 1	V2	V3	V4
	5.91V	17.72V	53.18V	53.18V
	比率			
	1	3	9	9
0	0	0	0	0
1	1	0	0	0
2	-1	1	0	0
3	0	1	0	0
4	1	1	0	0
5	-1	-1	1	0
6	0	-1	1	0
7	1	-1	1	0
8	-1	0	1	0
9	0	0	1	0
10	1	0	1	0
11	-1	1	1	0
12	0	1	1	0
13	1	1	1	0
14	-1	-1	1	1
15	0	-1	1	1
16	1	-1	1	1
17	-1	0	1	1
18	0	0	1	1
19	1	0	1	1
20	-1	1	1	1
21	0	1	1	1
22	1	1	1	1

圖13

	最大階層 等級	V1至V5比率					V1至V5電壓 (V)					
		V1	V2	V3	V4	V5	V1	V2	V3	V4	V5	
比較例	31	1	2	4	8	16	4.19	8.39	16.77	33.55	67.10	
實施例14	24	1	2	7	7	7	5.42	10.83	37.92	37.92	37.92	
實施例15	52	1	2	7	21	21	2.50	5.00	17.50	52.50	52.50	
實施例16	13	1	3	3	3	3	10.00	30.00	30.00	30.00	30.00	
實施例17	31	1	3	9	9	9	4.19	12.58	37.74	37.74	37.74	
實施例18	67	1	3	9	27	27	1.94	5.82	17.46	52.39	52.39	
實施例19	7	1	3	3	/		18.57	55.71	55.71	/		
實施例20	10	1	3	3	3	/		13.00	39.00	39.00	/	

圖 14

	最大階層 等級	V1至V5比率						V1至V5電壓 (V)				
		V1	V2	V3	V4	V5		V1	V2	V3	V4	V5
比較例	31	1	2	4	8	16		4.19	8.39	16.77	33.55	67.10
實施例21	31	1	2	7	7	14		4.19	8.39	29.35	29.35	58.71
實施例22	19	1	3	3	3	9		6.84	20.53	20.53	20.53	61.58
實施例23	40	1	3	9	9	18		3.25	9.75	29.25	29.25	58.50

圖15

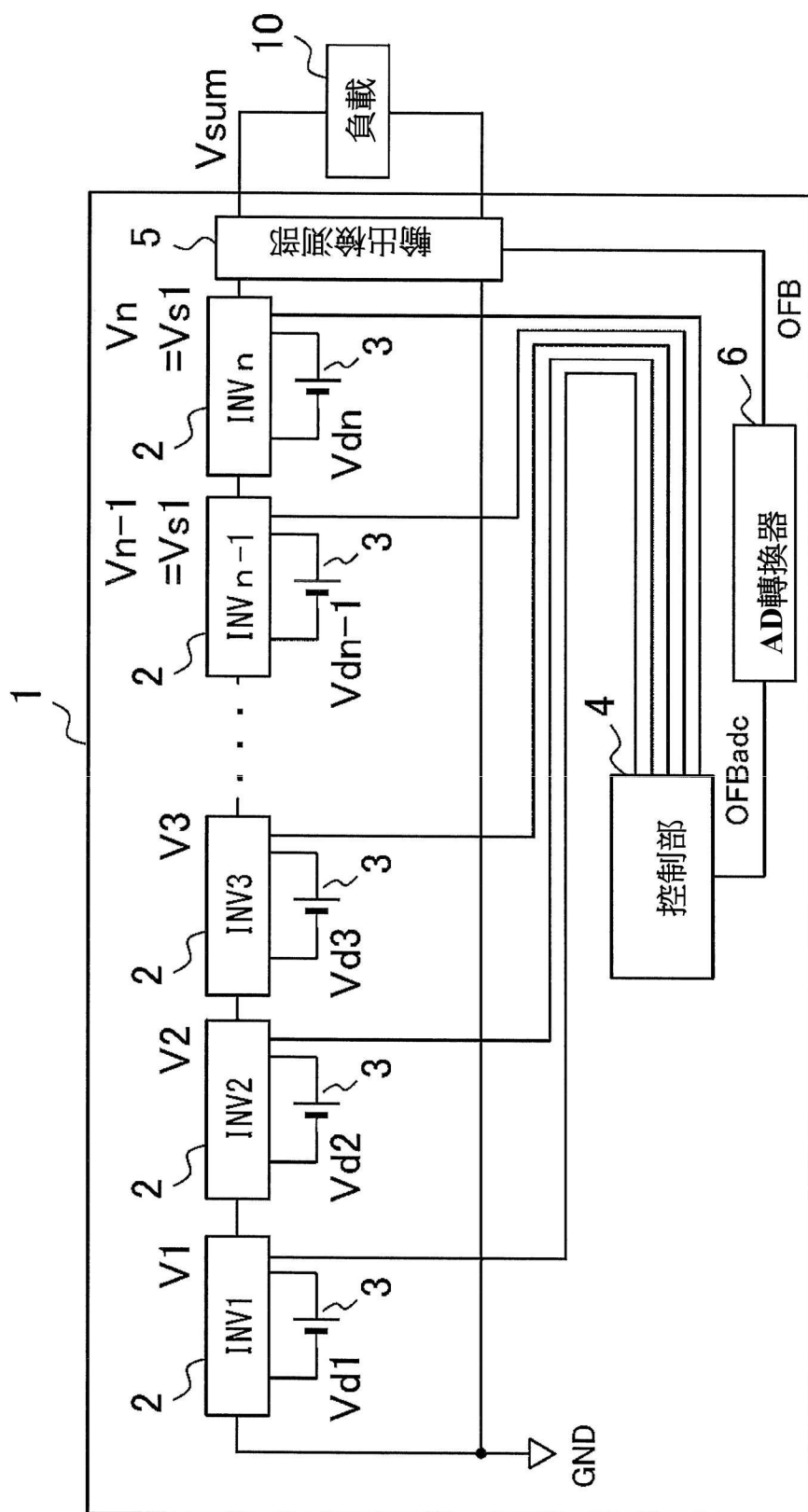


圖 16

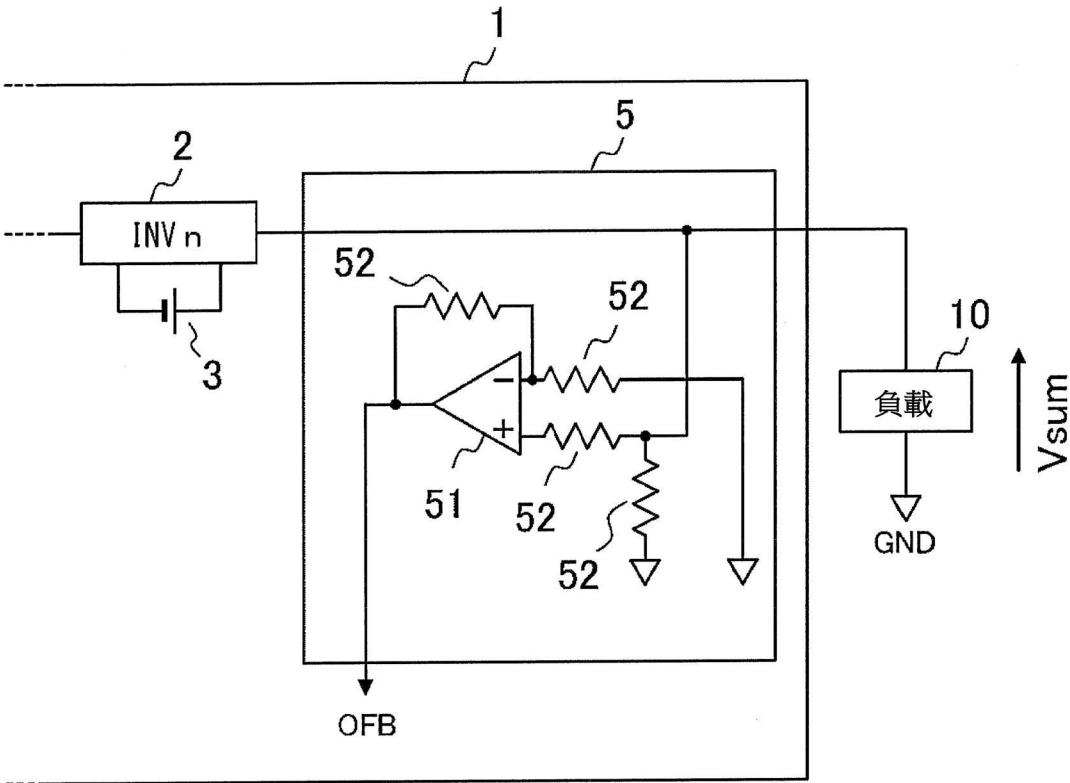


圖 17

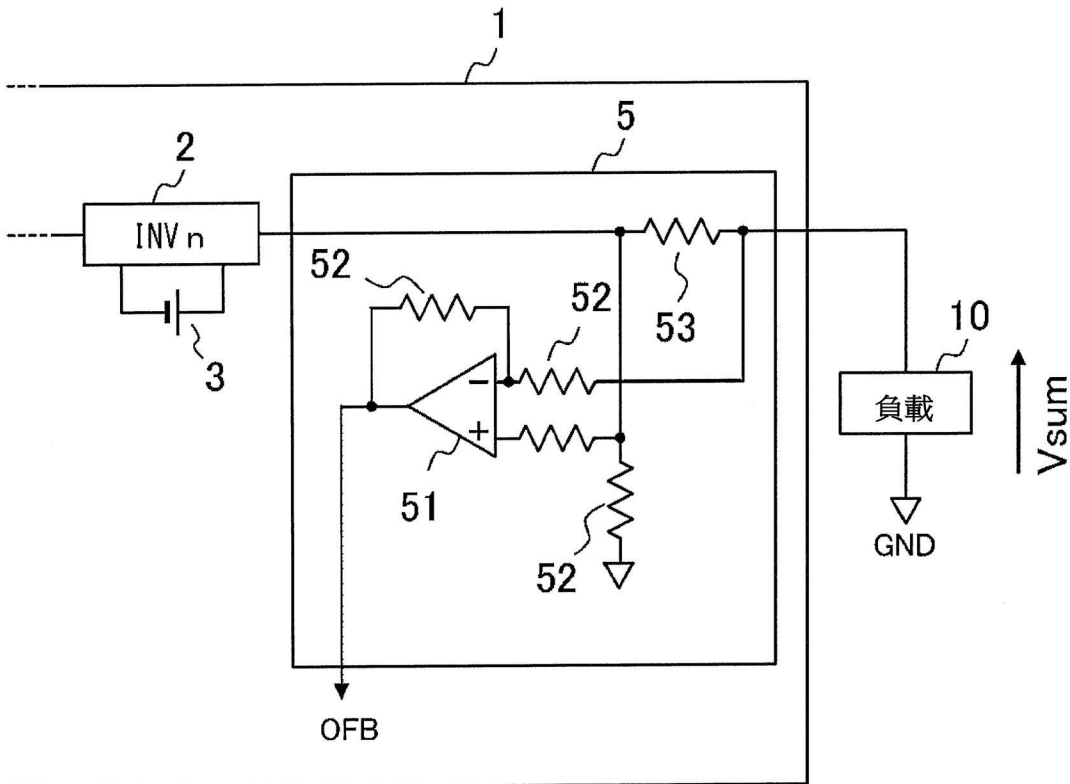


圖 18

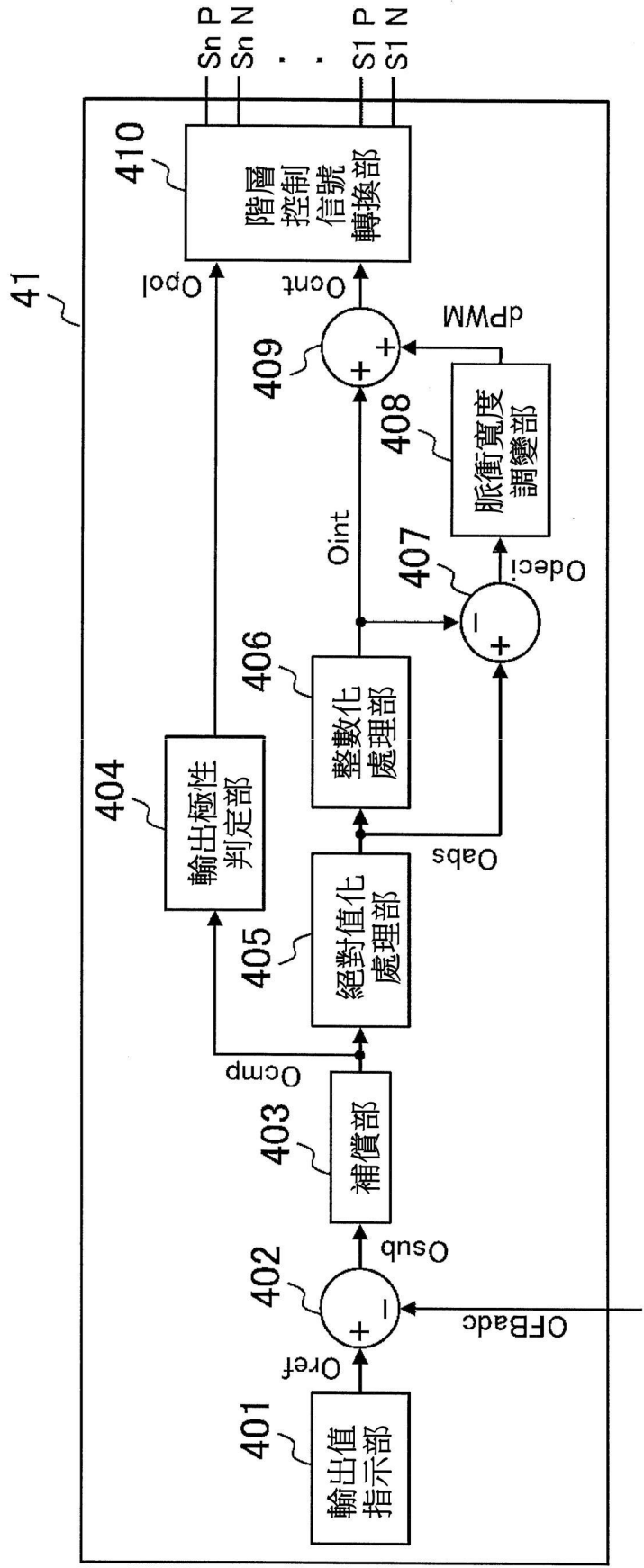


圖 19
第 18 頁，共 35 頁(發明圖式)

階層 等級	V1	V2	V3	V4
	11.81V	23.63V	47.27V	47.27V
	比率			
	1	2	4	4
0	0	0	0	0
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	1	1	0	0
4	0	0	1	0
5	1	0	1	0
6	0	1	1	0
7	1	1	1	0
8	0	0	1	1
9	1	0	1	1
10	0	1	1	1
11	1	1	1	1

圖20

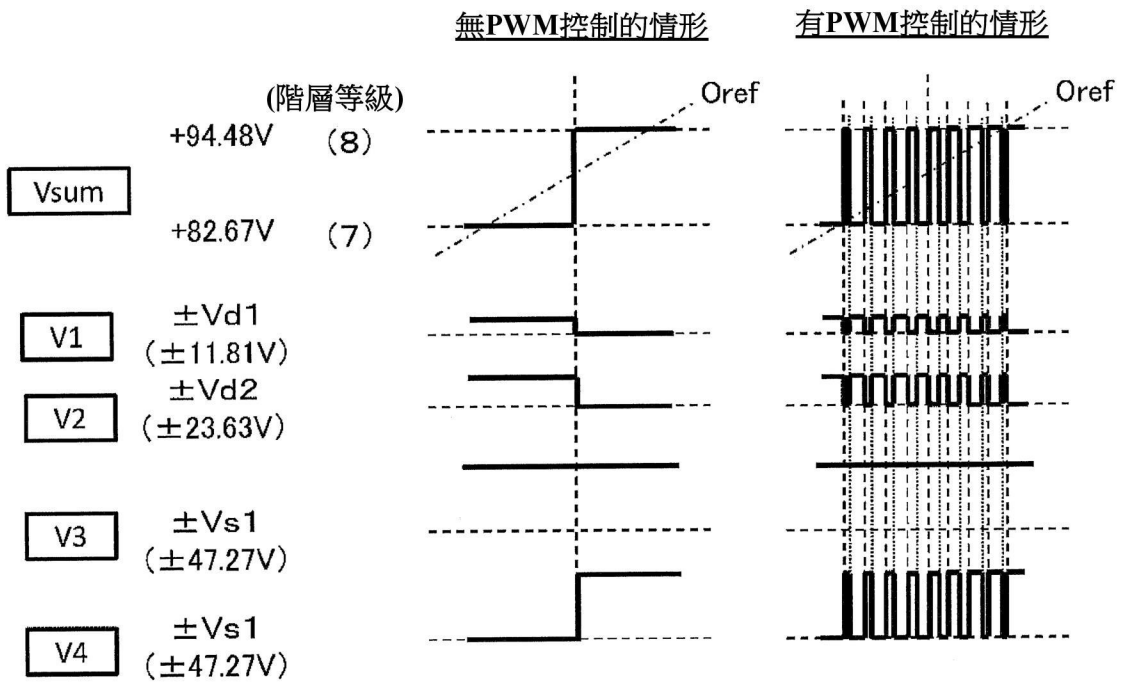


圖21

階層 等級	V 1	V2	V3	V4
	11.81V	23.63V	47.27V	47.27V
	比率			
	1	2	4	4
0	0	0	0	0
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	1	1	0	0
4	0	0	1	0
5	1	0	1	0
6	0	1	1	0
7	1	1	1	0
8	0	0	1	1
9	1	0	1	1
10	0	1	1	1
11	1	1	1	1

圖22

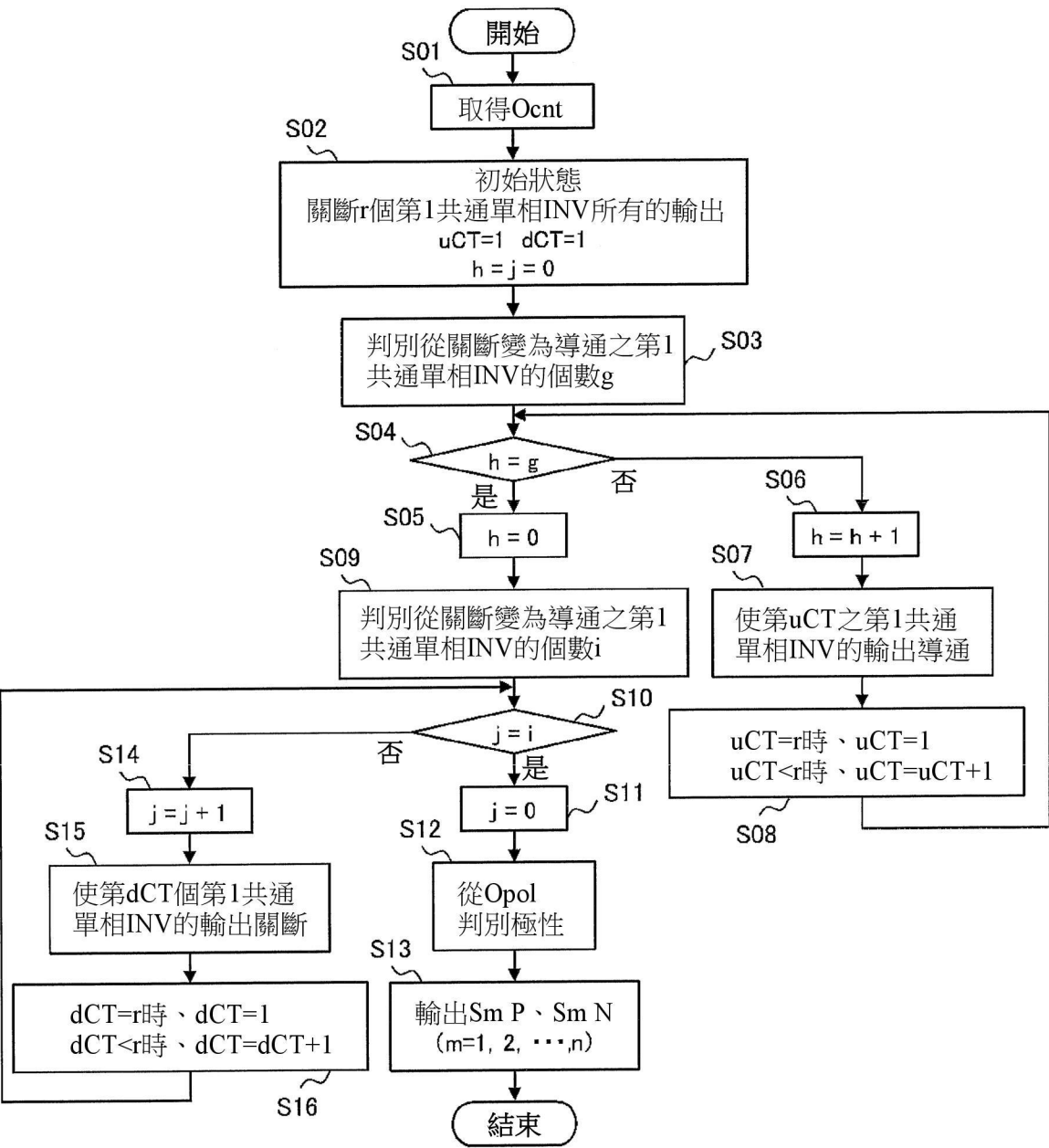


圖23

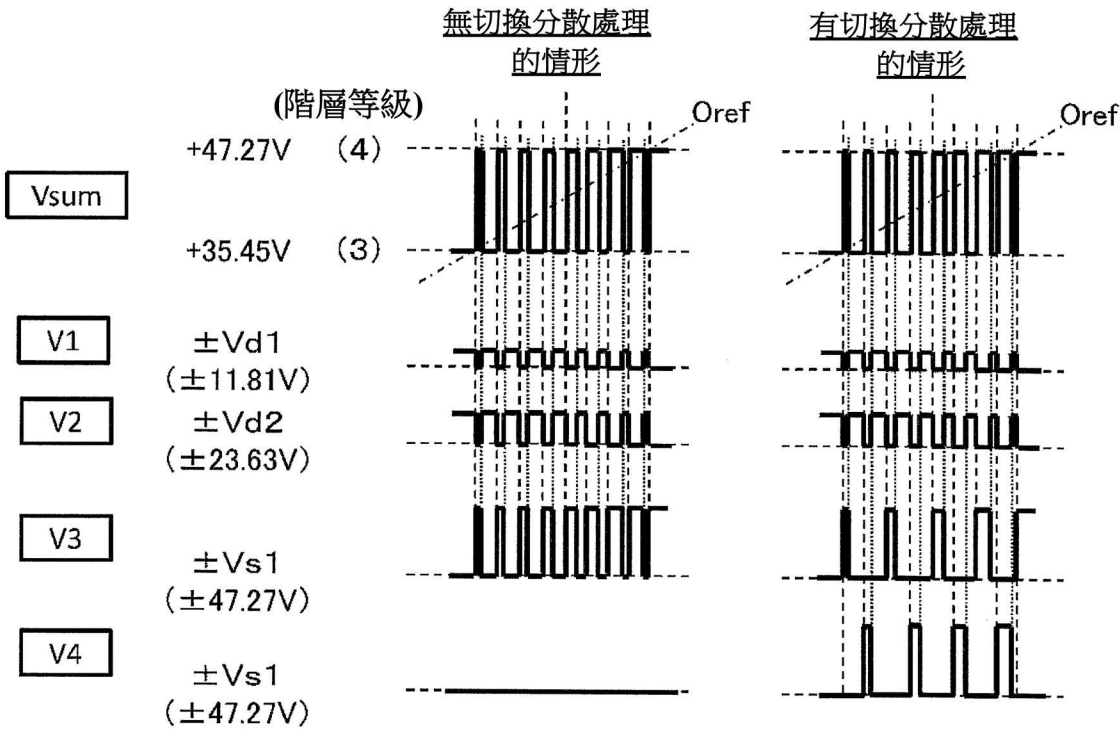


圖24

階層等級	V 1	V 2	V 3	V 4
	11.81V	23.63V	47.27V	47.27V
	比率			
	1	2	4	4
0	0	0	0	0
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	1	1	0	0
4	0	0	1	0
5	1	0	1	0
6	0	1	1	0
7	1	1	1	0
8	0	0	1	1
9	1	0	1	1
10	0	1	1	1
11	1	1	1	1

圖25

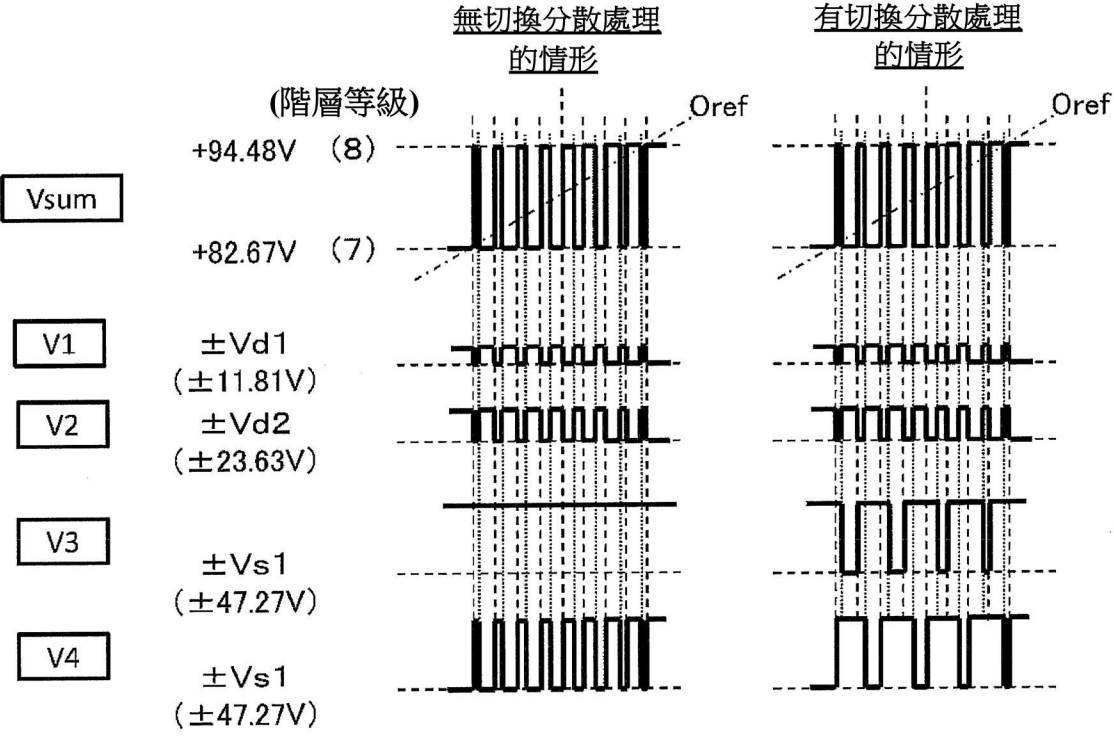


圖26

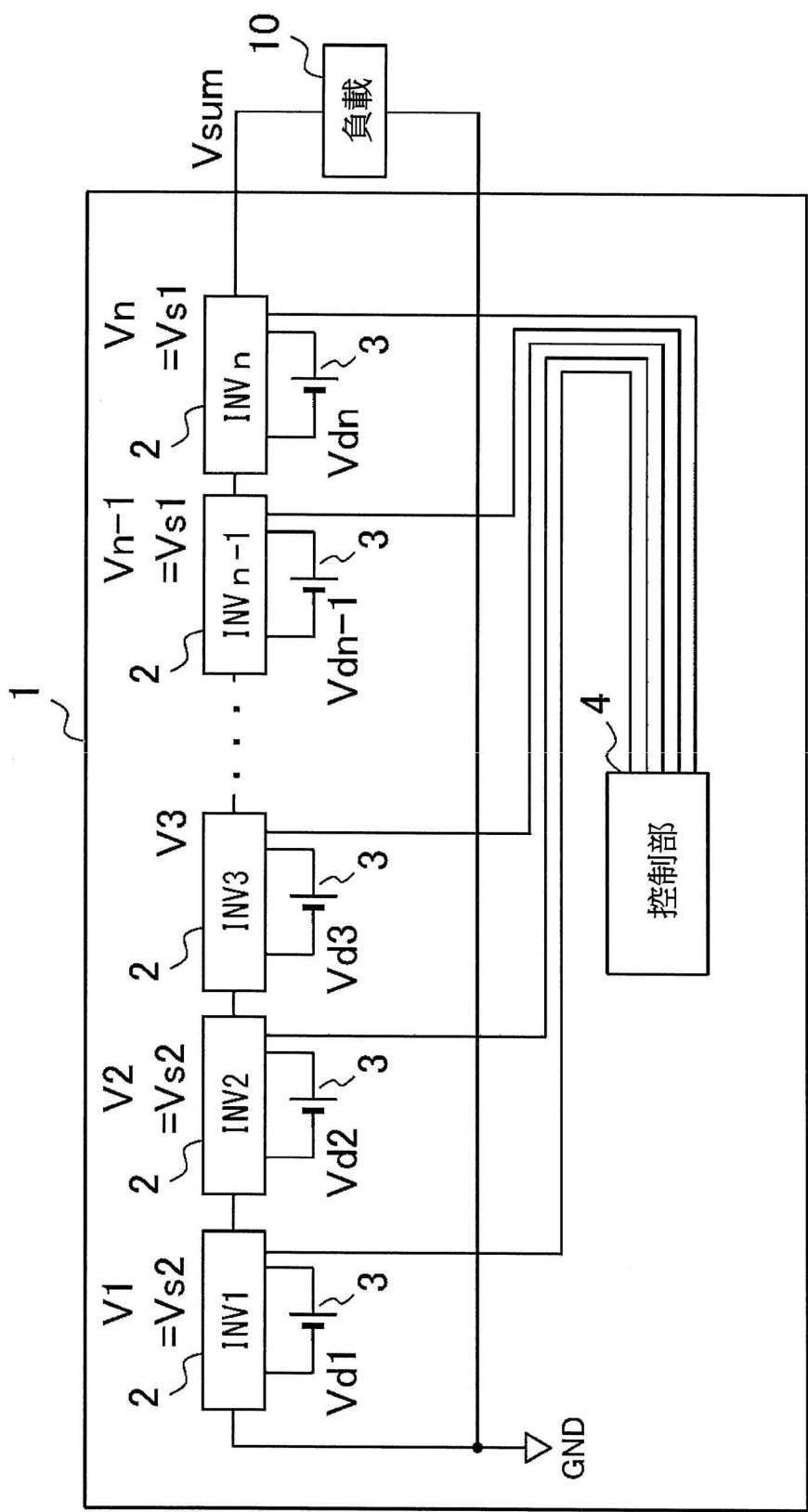


圖27

階層 等級	V 1	V2	V3	V4
	16.25V	16.25V	48.75V	48.75V
	比率			
	1	1	3	3
0	0	0	0	0
1	1	0	0	0
2	1	1	0	0
3	0	0	1	0
4	1	0	1	0
5	1	1	1	0
6	0	0	1	1
7	1	0	1	1
8	1	1	1	1

圖28

	最大階層 等級	V1至V5比率					V1至V5電壓 (V)				
		V1	V2	V3	V4	V5	V1	V2	V3	V4	V5
比較例	31	1	2	4	8	16	4.19	8.39	16.77	33.55	67.10
實施例24	11	1	1	1	4	4	11.82	11.82	11.82	47.27	47.27
實施例25	11	1	1	3	3	3	11.82	11.82	35.45	35.45	35.45
實施例26	17	1	1	3	6	6	7.65	7.65	22.94	45.88	45.88
實施例27	17	1	1	1	7	7	7.65	7.65	7.65	53.53	53.53
實施例28	27	1	1	3	11	11	4.81	4.81	14.44	52.96	52.96
實施例29	17	1	1	5	5	5	7.65	7.65	38.24	38.24	38.24

圖29

	最大階層 等級	V1至V5比率						V1至V5電壓 (V)				
		V1	V2	V3	V4	V5		V1	V2	V3	V4	V5
比較例	31	1	2	4	8	16		4.19	8.39	16.77	33.55	67.10
實施例30	17	1	2	2	6	6		7.65	15.29	15.29	45.88	45.88
實施例31	23	1	3	3	8	8		5.65	16.96	16.96	45.22	45.22
實施例32	27	1	2	2	11	11		4.81	9.63	9.63	52.96	52.96
實施例33	37	1	3	3	15	15		3.51	10.54	10.54	52.70	52.70

圖30

階層 等級	V1	V2	V3	V4
	16.25V	16.25V	48.75V	48.75V
	比率			
	1	1	3	3
0	0	0	0	0
1	1	0	0	0
2	1	1	0	0
3	0	0	1	0
4	1	0	1	0
5	1	1	1	0
6	0	0	1	1
7	1	0	1	1
8	1	1	1	1

圖31

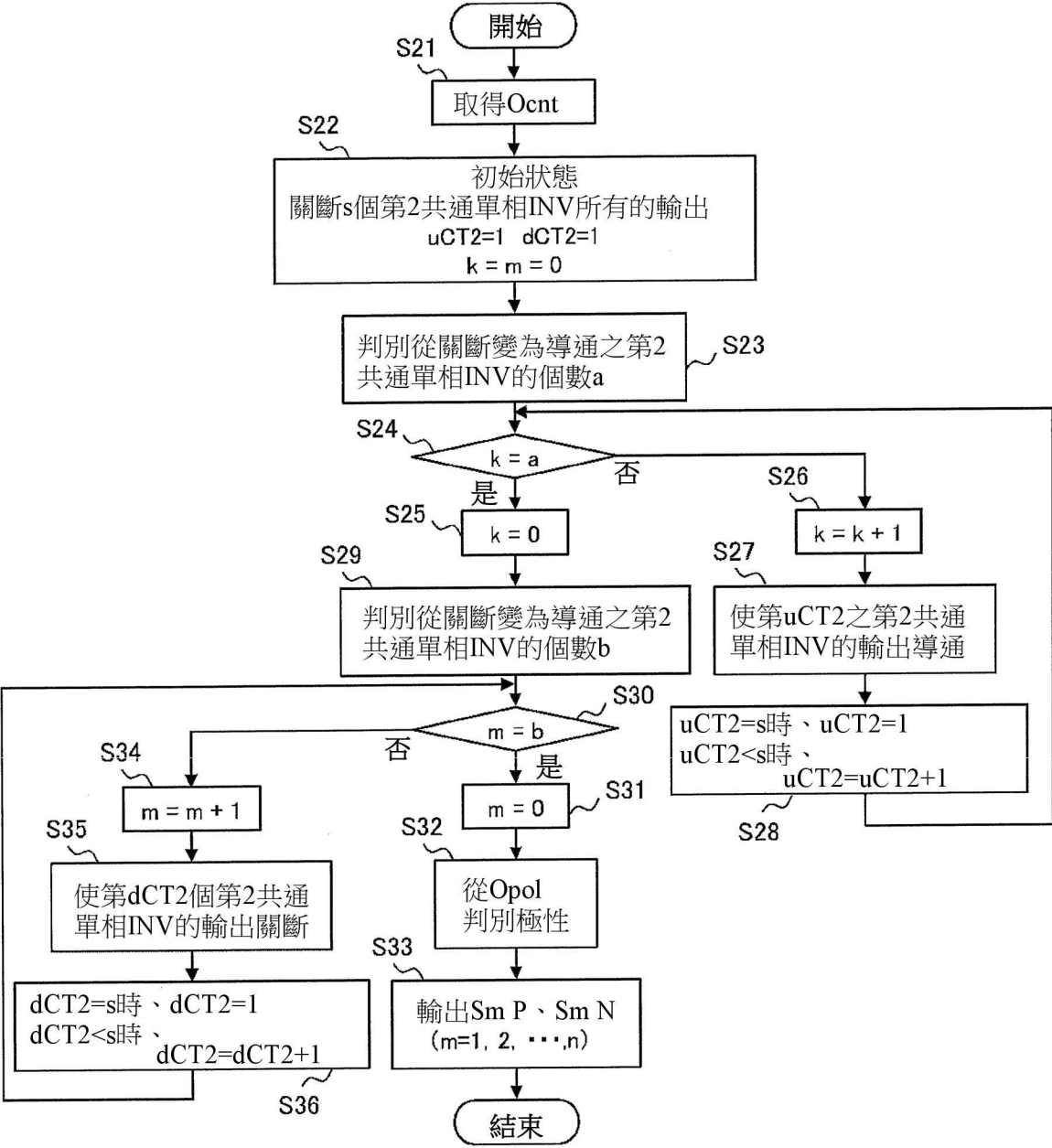


圖32

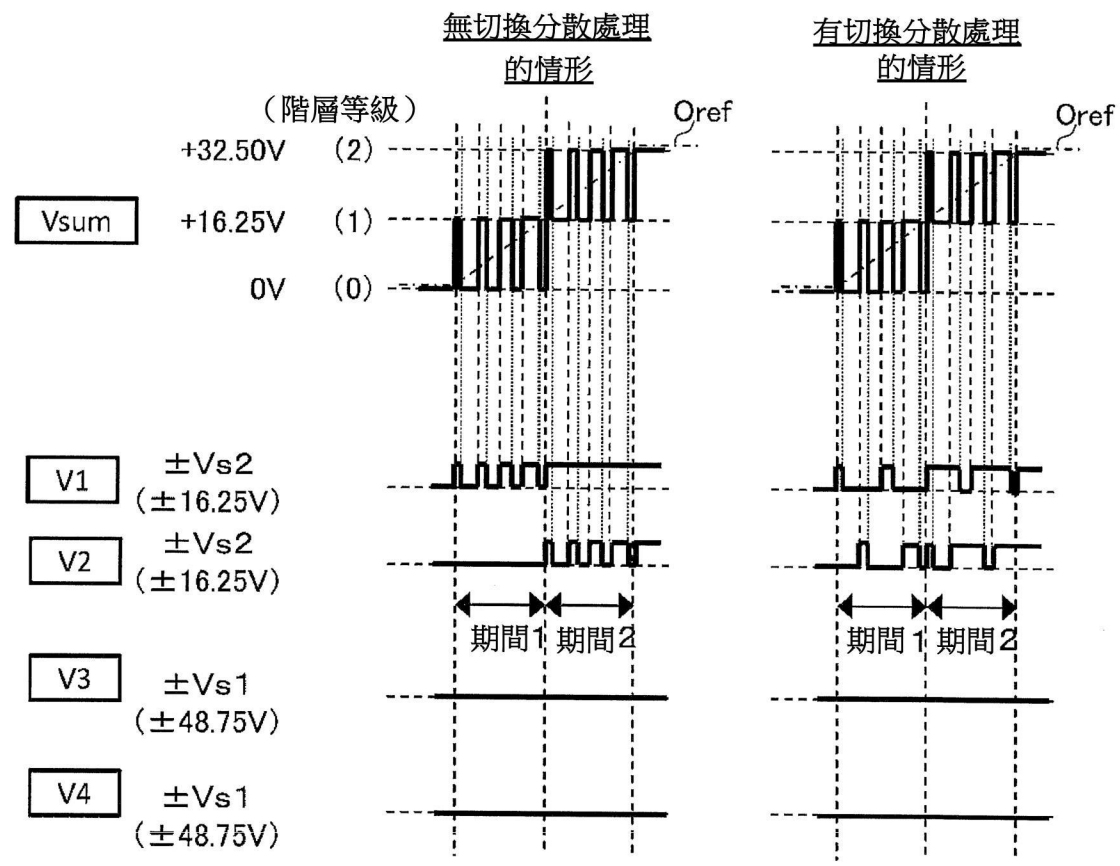


圖33

第二共通單相INV 切換分散

階層等級	V1	V2	V3	V4
	16.25V	16.25V	48.75V	48.75V
	比率			
	1	1	3	3
第1G	0	0	0	0
	1	0	0	0
	2	1	0	0
第2G	3	0	1	0
	4	1	1	0
	5	1	1	0
第3G	6	0	1	1
	7	1	1	1
	8	1	1	1

第4G

第5G

第一共通單相INV 切換分散

圖34

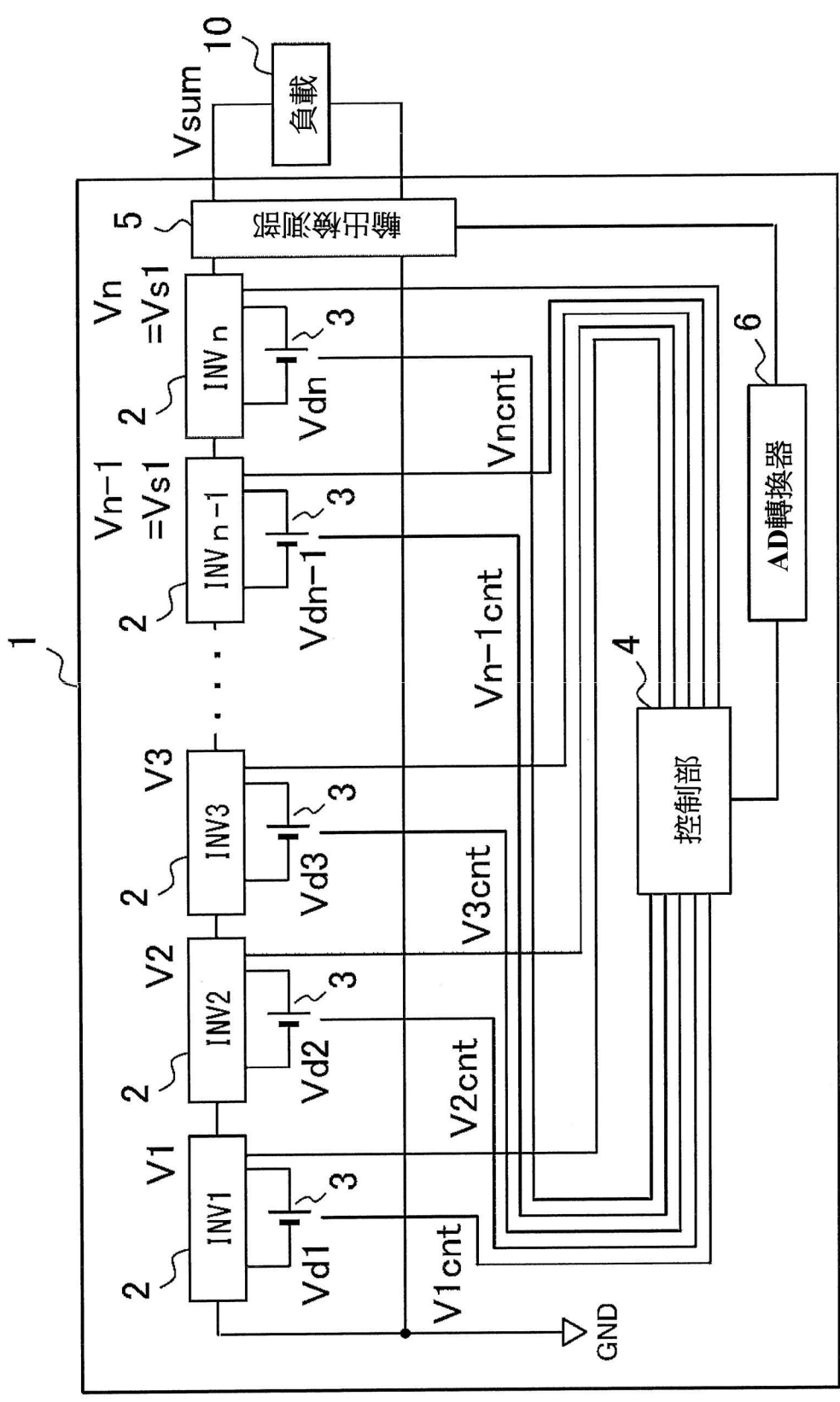


圖35

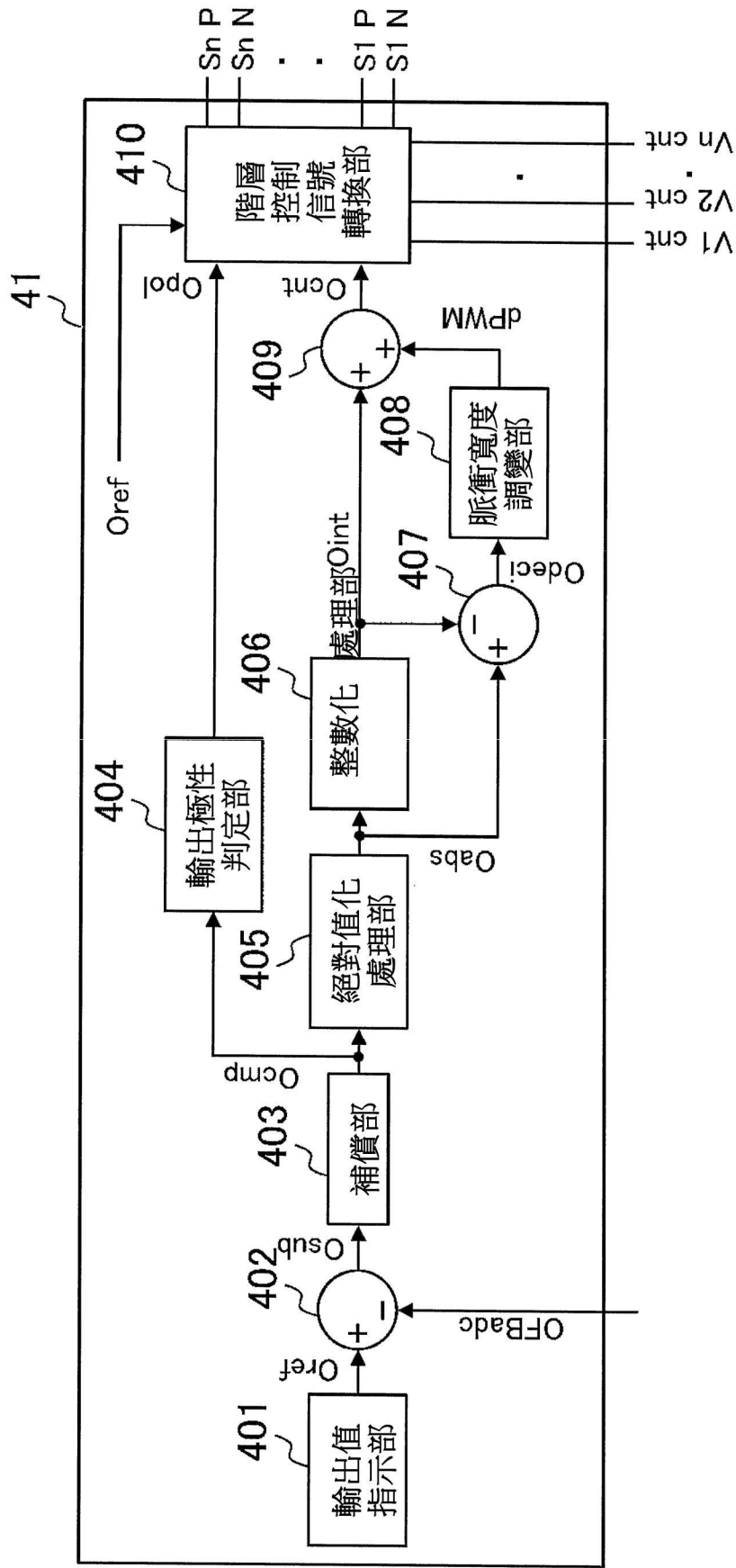


圖36

第 32 頁，共 35 頁(發明圖式)

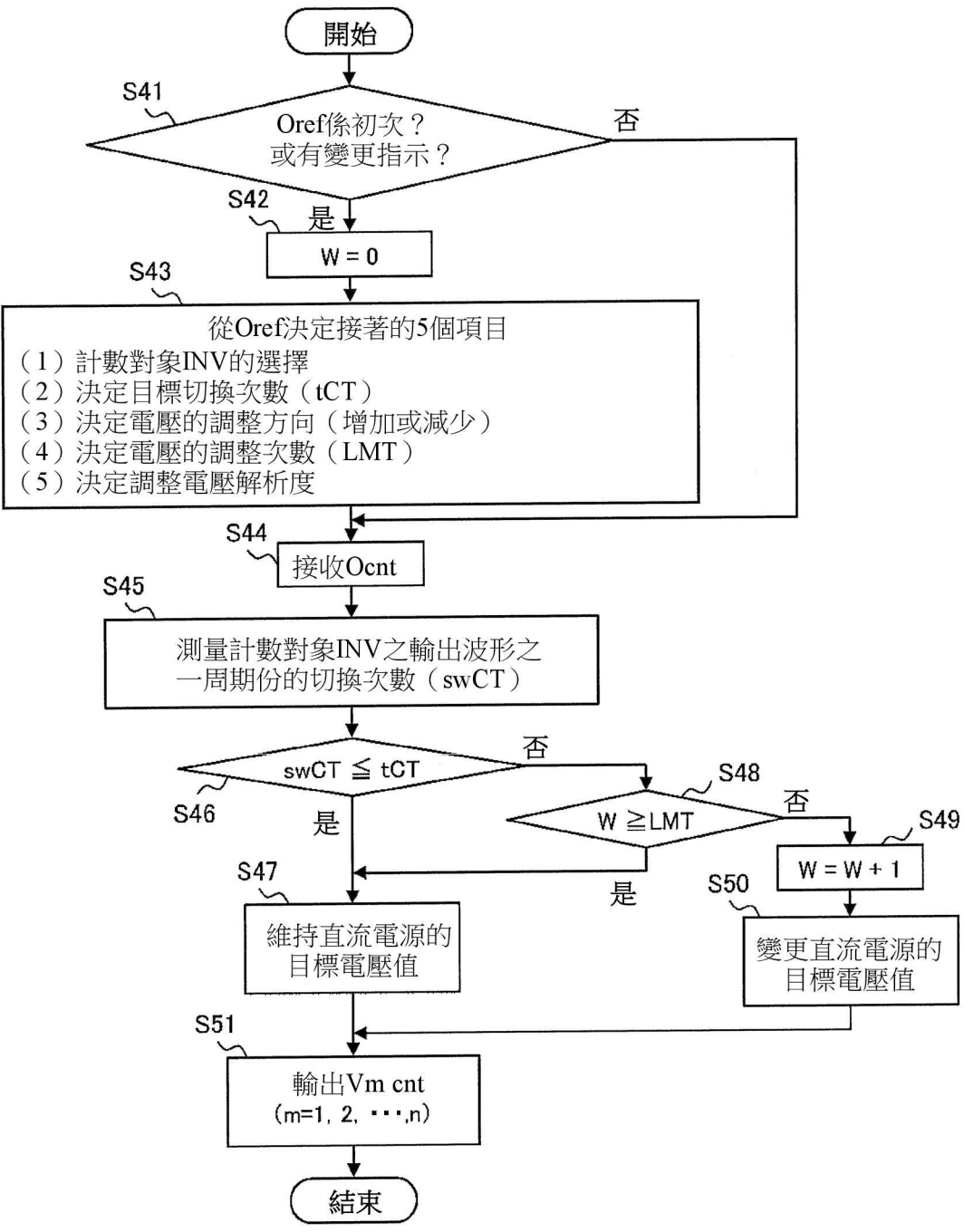


圖37

階層 等級	電壓絕對值	V 1	V2	V3	V4
	(A) 初次	11.81V	23.63V	47.27V	47.27V
	(B) 調整後	13.18V	26.36V	52.72V	52.72V
	比率	1	2	4	4
0		0	0	0	0
1		1	0	0	0
2		0	1	0	0
3		1	1	0	0
4		0	0	1	0
5		1	0	1	0
6		0	1	1	0
7		1	1	1	0
8		0	0	1	1
9		1	0	1	1
10		0	1	1	1
11		1	1	1	1

初次	調整後
Vsum最大值	
130V	145V
Vsum	
59.09	65.91
70.91	79.09
82.73	92.27
94.55	105.45
106.36	118.64

圖38

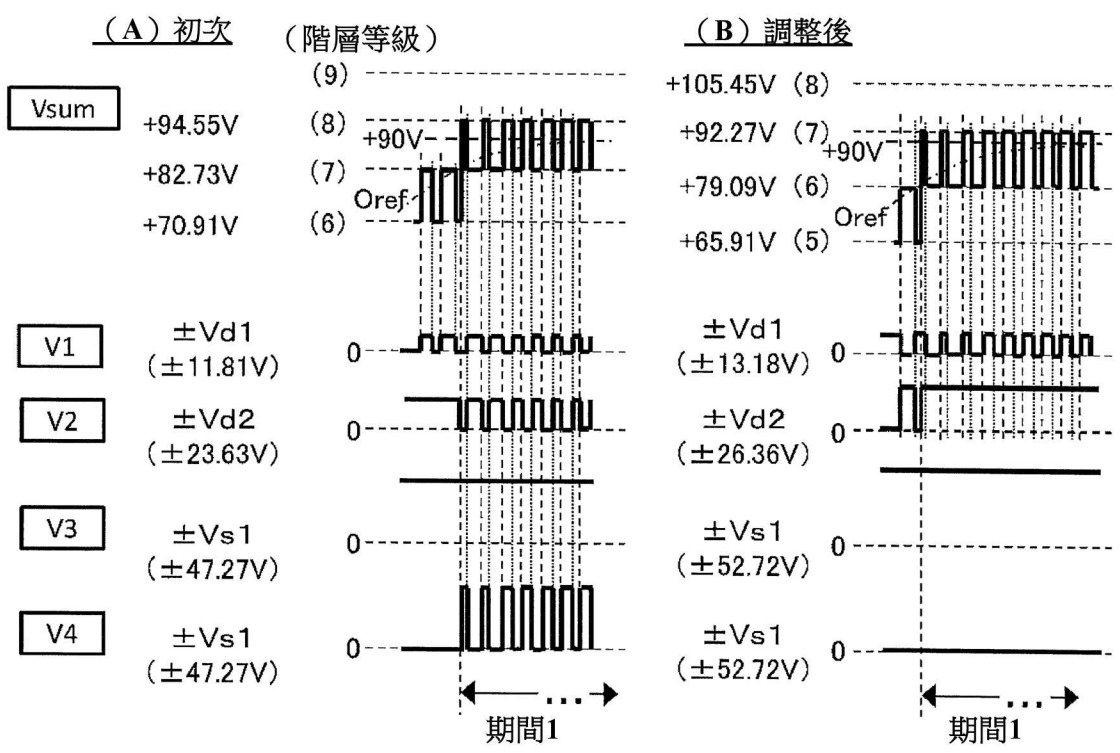


圖39

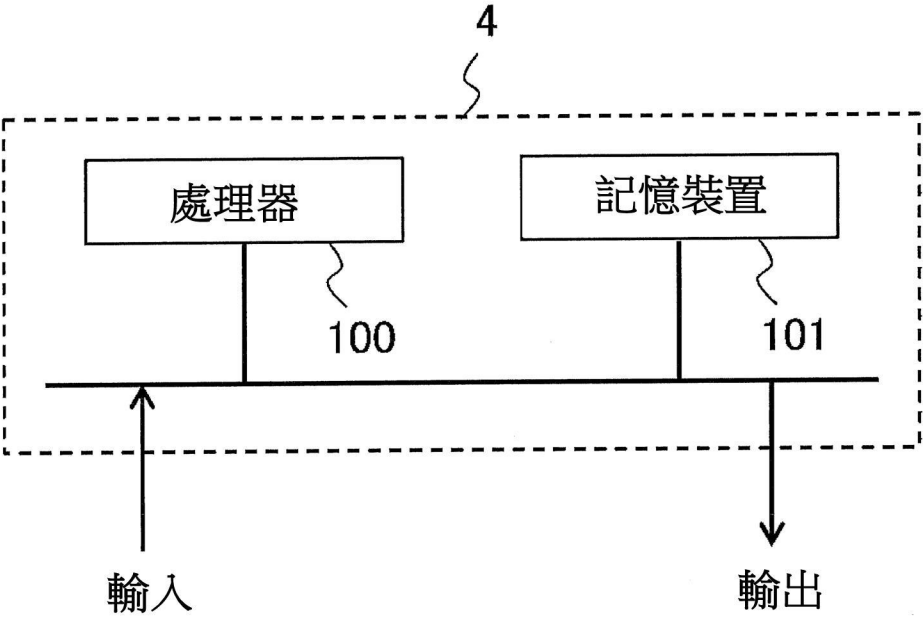


圖40