



(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 I816965 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 10 月 01 日

(21)申請案號：109100284

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 01 月 06 日

(51)Int. Cl. : H02M9/02 (2006.01)

H02M1/34 (2007.01)

H02M7/48 (2007.01)

(30)優先權：2019/01/24 日本

2019-010637

(71)申請人：日商京三製作所股份有限公司 (日本) KYOSAN ELECTRIC MFG. CO., LTD. (JP)
日本(72)發明人：讓原逸男 YUZURIHARA, ITSUO (JP)；安達俊幸 ADACHI, TOSHIYUKI (JP)；米
山知宏 YONEYAMA, TOMOHIRO (JP)；宮寄洸一 MIYAZAKI, KOICHI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

EP 0969587A2

US 6043636A

US 2015/0085534A1

審查人員：黃文謙

申請專利範圍項數：7 項 圖式數：9 共 49 頁

(54)名稱

直流脈衝電源裝置

(57)摘要

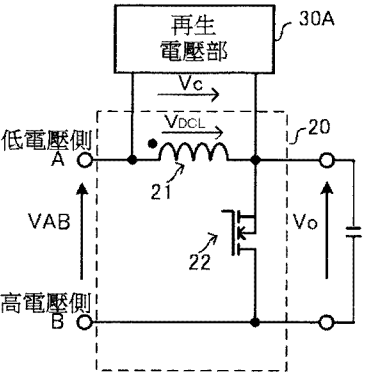
[課題] 在直流脈衝電源裝置中，提高升壓電路之脈衝輸出之輸出電壓。

[解決手段] 直流脈衝電源裝置具備直流電源、藉由被連接於直流電源的升壓截波電路產生脈衝輸出的脈衝部，和被連接於升壓截波電路之直流電抗器的電壓重疊部。電壓重疊部係在升壓截波電路之輸出電壓疊加重疊電壓部分。脈衝部係將藉由電壓重疊部被疊加重疊電壓部分的輸出電壓予以脈衝輸出。藉由將重疊電壓部分疊加於升壓截波電路之脈衝輸出，提高升壓截波電路之脈衝輸出的輸出電壓。

The DC pulse power supply device comprises a DC power supply, a pulse unit that generates a pulse output by a boost chopper circuit connected to the DC power supply, and a voltage superimpose unit connected to a DC reactor of the boost chopper circuit. The voltage superimpose unit superimposes a superimposed voltage on the output voltage of the boost chopper circuit. The pulse unit outputs a pulse of the output voltage on which the superimposed voltage is superimposed by the voltage superimpose unit. The output voltage of the pulse output of the boost chopper circuit is increased by superimposing the superimposed voltage on the pulse output of the boost chopper circuit.

指定代表圖：

(a)



符號簡單說明：

20:脈衝部

21,21a:直流電抗器

21b:第2 直流電抗器

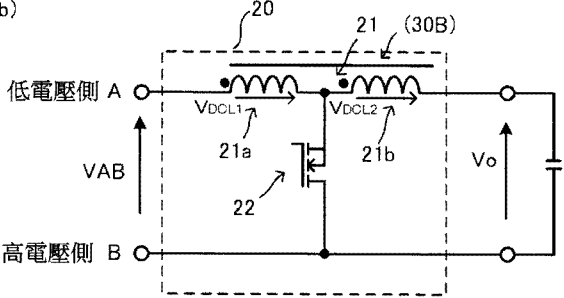
22:開關元件

30:電壓重疊部

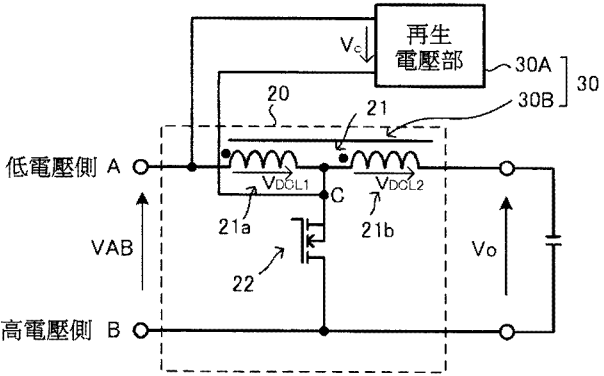
30A:再生電壓部

30B:電抗器電壓部

(b)



(c)



【圖 1】



I816965

【發明摘要】

【中文發明名稱】

直流脈衝電源裝置

【英文發明名稱】

DC PULSE POWER SUPPLY DEVICE

【中文】

【課題】在直流脈衝電源裝置中，提高升壓電路之脈衝輸出之輸出電壓。

【解決手段】直流脈衝電源裝置具備直流電源、藉由被連接於直流電源的升壓截波電路產生脈衝輸出的脈衝部，和被連接於升壓截波電路之直流電抗器的電壓重疊部。電壓重疊部係在升壓截波電路之輸出電壓疊加重疊電壓部分。脈衝部係將藉由電壓重疊部被疊加重疊電壓部分的輸出電壓予以脈衝輸出。藉由將重疊電壓部分疊加於升壓截波電路之脈衝輸出，提高升壓截波電路之脈衝輸出的輸出電壓。

【 英文 】

The DC pulse power supply device comprises a DC power supply, a pulse unit that generates a pulse output by a boost chopper circuit connected to the DC power supply, and a voltage superimpose unit connected to a DC reactor of the boost chopper circuit. The voltage superimpose unit superimposes a superimposed voltage on the output voltage of the boost chopper circuit. The pulse unit outputs a pulse of the output voltage on which the superimposed voltage is superimposed by the voltage superimpose unit. The output voltage of the pulse output of the boost chopper circuit is increased by superimposing the superimposed voltage on the pulse output of the boost chopper circuit.

【指定代表圖】第(1)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

20:脈衝部

21,21a:直流電抗器

21b:第2直流電抗器

22:開關元件

30:電壓重疊部

30A:再生電壓部

30B:電抗器電壓部

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

直流脈衝電源裝置

【英文發明名稱】

DC PULSE POWER SUPPLY DEVICE

【技術領域】

【0001】本發明係關於對負載供給脈衝輸出的直流脈衝電源裝置。

【先前技術】

【0002】直流脈衝電源裝置輸出的脈衝輸出係以數 Hz~數百 kHz 重複直流電壓之接通狀態和斷開狀態的高頻輸出。

【0003】直流脈衝電源裝置係作為對電漿產生用裝置、脈衝雷射激發、放電加工機等之負載供給脈衝輸出的電源裝置使用。在將直流電源裝置使用於電漿產生用裝置之情況，對電漿產生腔室內之電極間供給脈衝輸出，使電極間之放電所致的電漿點燃，維持產生的電漿。

【0004】圖 9(a)表示直流脈衝電源裝置之一構成例。在直流脈衝電源裝置中，已知有具備升降截波器電路作為產生脈衝波形之電路的構成。直流脈衝電源裝置 100 係由直流電源 110 和升壓截波電路 120 構成，對負載 130 供給將

藉由升壓截波器電路 120 使直流電源 110 之直流電壓升壓後的脈衝輸出(專利文獻 1、2)。

【0005】圖 9(b)表示升壓截波器電路之構成例(專利文獻 3)。升壓截波器電路 120 係在直流電源側和負載側之間串聯連接電感器 121，相對於負載側並聯連接開關元件 122 而構成，形成因應開關元件 122 之接通期間和斷開期間之工作比而被升壓的脈衝輸出。在該接通/斷開動作，在電感器 121 之直流電抗器儲存因應接通期間之時間寬的能量，形成因應儲存能而被升壓的振幅之脈衝輸出。脈衝輸出雖然係確定藉由開關元件之接通/斷開期間之工作比而被升壓的振幅，但有超過藉由在開關元件 122 之斷開時產生的振動等而被設定的振幅之情況。

【0006】在電抗器和開關元件之串聯電路構成之升壓截波電路中，已知有開關元件 Q1 之兩端連接電抗器 Lr 和二極體 D1 和電容器 C1 之串聯電路，在電抗器 Lr 之兩端連接主動箝位電路之開關元件 Q2 和電容器 C2 之串聯電路，藉由主動箝位電路，使升壓截波電路之開關元件 Q1 進行零電壓切換(ZVS)的構成(專利文獻 4)。

【0007】再者，在專利文獻 4 之構成中，在開關元件 Q1、Q2，被施加在輸出電壓 V_o 加算主動箝位電路之電容器 C2 之充電電壓的電壓。此時，記載有以施加電壓不超過開關元件 Q1、Q2 之耐壓之方式，由磁耦合的兩個電抗器(第 1 電抗器 L1-1、第 2 電抗器 L1-2)構成升壓截波電路之電抗器，藉由被儲存於第 2 電抗器 L1-2 的能量，使主動箝位

電路之電容器 C2 放電的構成。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【 0008 】

[專利文獻 1] 日本特開平 8-222258 號公報 (圖 1、段落 0012)。

[專利文獻 2] 日本特開 2006-6053 號公報 (圖 1)

[專利文獻 3] 日本特開平 1-252165 號公報 (圖 1)

[專利文獻 4] 日本特開 2012-178952 號公報 (圖 1、圖 9)

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

【 0009 】 在對電漿產生腔室內之電極間供給直流脈衝電源裝置輸出的脈衝輸出，使電極間之放電所致的電漿點燃之時，脈衝輸出之輸出電壓越高，在點燃性越具有優勢。

【 0010 】 因升壓截波電路之脈衝輸出藉由開關元件之接通/斷開期間之工作比而確定被升壓的振幅，故為了提高脈衝輸出之輸出電壓必須提高工作比，且為了成為高工作比，需要縮短斷開期間之時間寬。

【 0011 】 再者，在使用專利文獻 4 之構成的主動箝位電路的構成中，因主動箝位電路之電容器之充電電壓被施加至開關元件側，無助於高電壓之輸出電壓，故無法提高脈衝輸出之輸出電壓。

【0012】本發明係解決上述以往的問題點，其目的在於直流脈衝電源裝置中，提高升壓截波電路之脈衝輸出之輸出電壓。

[用以解決問題之技術手段]

【0013】本發明之直流脈衝電源裝置係藉由在升壓截波電路之脈衝輸出重疊再生電壓及/或電抗器電壓，提高升壓截波電路之脈衝輸出之輸出電壓。

【0014】本發明之直流脈衝電源裝置具備直流電源、藉由被連接於直流電源的升壓截波電路產生脈衝輸出的脈衝部，和被連接於升壓截波電路之直流電抗器的電壓重疊部。電壓重疊部係在升壓截波電路之輸出電壓疊加重疊電壓部分而提升電壓。脈衝部係將藉由電壓重疊部被疊加重疊電壓部分的輸出電壓予以脈衝輸出。

【0015】電壓重疊部具備複數型態。第1型態之電壓重疊部為再生電壓部，第2型態之電壓重疊部為電抗器電壓。

【0016】第1型態之電壓重疊部可以使用再生部而構成。再生部係將升壓截波電路之輸出電壓箝位至設定電壓，在升壓截波電路之直流電抗器疊加箝位電壓之再生電壓以作為重疊電壓部分，同時將超過設定電壓之電壓再生至直流電源。

【0017】第2型態之電抗器電壓部係疊加藉由與構成升壓截波電路之直流電抗器磁耦合而被第2直流電抗器感

應到的感應電壓之電抗器電壓作為重疊電壓部分。

【0018】本發明之直流電源裝置中，作為電壓重疊部，可以設為具備第1型態之再生電壓部的構成、具備第2型態之電抗器電壓的構成，及具備第1型態之再生電壓部和第2型態之電抗器電壓部之兩個電壓重疊部之第3型態的構成。

【0019】圖1係用以說明本發明之直流脈衝電源裝置具備的脈衝部及電壓重疊部之概略構成的圖，圖1(a)表示具備再生電壓部之構成作為電壓重疊部之第1型態，圖1(b)表示具備電抗器電壓部之構成作為電壓重疊部之第2型態，圖1(c)表示具備再生電壓部和電抗器電壓部之構成作為電壓重疊部之第3型態。

【0020】

第1型態：

在圖1(a)中，脈衝部20具備由直流電抗器21和開關元件22之串聯電路構成的升壓截波電路，具備在脈衝部20之脈衝輸出之輸出電壓疊加再生電壓的再生電壓部30A作為第1型態之電壓重疊部。再生電壓部30A被並聯連接於直流電抗器21之兩端間，將直流電抗器21之電抗器電壓 V_{DCL} 施加至電容器電壓 V_c 。脈衝部20之脈衝輸出之輸出電壓 V_o 成為電容器電壓 V_c 被疊加於直流電源之直流電壓 V_{AB} 的 $(V_{AB}+V_c)$ 。

【0021】再生電壓部30A可以設為在升壓截波電路之直流電抗器21之兩端間並聯連接再生部的構成。再生部係

將直流電抗器 21 之電抗器電壓內，超過設定電壓之電壓部分再生至直流電源。再生部係構成使被並聯連接於直流電抗器之兩端的電容器之充電電壓成為箝位電壓之箝位電路，並且將超過箝位電壓之電壓再生至直流電源。再生電壓部 30A 係將再生部之箝位電壓亦即設定電壓之再生電壓當作重疊電壓部分疊加於脈衝輸出之輸出電壓。

【0022】在第 1 型態中，如圖 1(a) 所示般，將升壓截波電路之開關元件 22 之源極 S 側連接於直流電抗器 21 之負載側的端部。在該型態中，將直流電抗器 21 之全電抗器電壓輸入至再生電壓部 30A，根據與再生電壓部 30A 之設定電壓的比較，進行再生動作。

【0023】

第 2 型態：

在圖 1(b) 中，脈衝部 20 具備由直流電抗器 21a 和開關元件 22 之串聯電路構成的升壓截波電路，具備在脈衝部 20 之脈衝輸出之輸出電壓疊加電抗器電壓作為重疊電壓部分的第 2 型態之電抗器電壓部 30B。

【0024】電抗器電壓部 30B 具備與直流電抗器 21a 磁耦合，並且被連接於直流電抗器 21a 之輸出端側的第 2 直流電抗器 21b，藉由與直流電抗器 21a 磁耦合而被第 2 直流電抗器 21b 感應到的電抗器電壓 $VDCL2$ 作為重疊電壓部分被施加於脈衝輸出之輸出電壓。脈衝部 20 之脈衝輸出之輸出電壓 V_o 成為第 1 直流電抗器電壓 $VDCL1$ 和第 2 直流電抗器電壓 $VDCL2$ 被疊加於直流電源之直流電壓 VAB 的 $(VAB +$

VDCL1+VDCL2)。

【0025】在第2型態中，如圖1(b)所示般，藉由直流電抗器21a和被磁耦合的第2直流電抗器21b，構成串聯電路，將升壓截波電路之開關元件22之源極S側連接於直流電抗器21a和第2直流電抗器21b之串聯電路之抽頭。

【0026】

第3型態：

在圖1(c)中，脈衝部20具備由直流電抗器21a和開關元件22之串聯電路構成之升壓截波電路，具有在脈衝部20之脈衝輸出之輸出電壓疊加再生電壓的第1型態之再生電壓部30A，和在脈衝部20之脈衝輸出之輸出電壓疊加電抗器電壓的第2型態之電抗器電壓部30B。

【0027】再生電壓部30A被並聯連接於直流電抗器21a之兩端間，將直流電抗器21a之電抗器電壓VDCL1施加至電容器電壓Vc。電抗器電壓部30B具備與直流電抗器21a磁耦合，並且被連接於直流電抗器21a之輸出端側的第2直流電抗器21b，藉由與直流電抗器21a磁耦合而被第2直流電抗器21b感應到的電抗器電壓VDCL2作為重疊電壓部分被施加於脈衝輸出之輸出電壓。

【0028】脈衝部20之脈衝輸出之輸出電壓Vo係藉由第1型態之再生電壓部30A在直流電源之直流電壓VAB疊加電容器電壓Vc而成為(VAB+Vc)，而且，藉由第2型態之電抗器電壓部30B在直流電源之直流電壓VAB疊加電抗器電壓VDCL2而成為(VAB+Vc+VDCL2)。

【 0029 】

(脈衝部)

脈衝部 20 具備由被串聯連接於直流電源和負載之間的直流電抗器 21a，和相對於負載被並聯連接的開關元件 22 構成的升壓截波電路。構成電壓重疊部 30 之再生電壓部 30A 係輸入直流電抗器 21a 之電抗器電壓 $VDCL$ ，將超過作為設定電壓的再生輸入電壓 V_{in} 的過剩電壓部分 ($VDCL - V_{in}$) 再生至直流電源。再生輸入電壓 V_{in} 相當於電容器電壓 V_c 。另外，在圖 1 中，以 A、B 表示直流電源側之端子。

【 0030 】 在脈衝部 20 中，於升壓截波電路之接通動作時，儲存能被儲存於直流電抗器 21a，在斷開動作時，藉由該儲存能，在直流電抗器 21a 產生電抗器電壓。電抗器電壓藉由重複升壓截波電路之接通動作和斷開動作而升壓。

【 0031 】

(再生電壓部)

再生電壓部 30A 係在電抗器電壓 $VDCL$ 不超過設定電壓之情況不進行再生，在超過設定電壓之情況，將超過設定電壓之電壓部分再生至直流電源。依此，升壓截波電路之升壓被箝位至設定電壓，過剩電壓之產生被抑止。

【 0032 】 設定電壓係由再生電壓部 30A 之再生輸入電壓 V_{in} 設定，在直流電抗器 21a 之電抗器電壓 $VDCL$ 不超過再生電壓部 30A 之再生輸入電壓 V_{in} 之情況，不進行再生，在超過再生電壓部 30A 之再生輸入電壓 V_{in} 之情況，針對超

過的電壓部分(VDCL1-Vin)被再生至直流電源側。規定再生動作的設定電壓亦即再生電壓部30A之再生輸入電壓Vin可以根據直流電源之直流電壓VAB，以及再生電壓部30A之電路構成而設定。

【0033】再生電壓部30A之一構成例，具備相對於脈衝部20之電抗器電壓被並聯連接之電容器，和對電容器兩端之電容器電壓進行直流交流轉換的逆變器電路，和對逆變器電路之交流電壓進行變壓的變壓器，和對變壓器的交流電壓進行整流的整流器，整流器之輸出端被連接於直流電源。

【0034】變壓器之變壓比決定電容器之兩端電壓和直流電源之電壓的電壓比。因再生電壓部30A之電容器電壓藉由直流電源之電壓和變壓器之變壓比而決定，故再生電壓部30A係將該電容器電壓作為再生輸入電壓Vin之設定電壓而進行再生動作之開始及停止之動作。因設定電壓依存於直流電源之電壓及變壓器之變壓比，故可以藉由改變變壓器之變壓比，變更設定電壓。藉由變更設定電壓，可以變更升壓截波電路中的箝位電壓，並且變更再生動作之動作電壓。

【0035】電容器電壓之設定除了變更再生電壓部30A具備的變壓器之變壓比之外，可以藉由控制逆變器電路之輸出而進行。作為逆變器電路之輸出控制，雖然有例如PWM控制或相位移位控制，但是若為控制逆變器電路之輸出的方式時則不限於此。

【0036】在升壓截波電路中，直流電抗器 21a 被連接於直流電源和升壓截波電路之開關元件 22 之源極 S 側之間。升壓截波電路之開關元件 22 之源極 S 側連接於直流電抗器 21a 之負載側之端部或直流電抗器 21 之抽頭。

【0037】

(直流電抗器之型態)

直流電抗器 21a 及第 2 直流電抗器 21b 可以設為將線圈設為單匝的型態，或多匝的型態。在單匝所致的型態中，可以由無抽頭自耦變壓器或附抽頭變壓器構成磁耦合之兩個直流電抗器。在多匝所致的型態中，可以由多繞組變壓器構成磁耦合之兩個直流電抗器。

[發明之效果]

【0038】如上述說明般，若藉由本發明時則可以在直流脈衝電源裝置中，提高升壓截波電路之脈衝輸出的輸出電壓。

【圖式簡單說明】

【0039】

[圖 1] 為用以說明本發明之直流脈衝電源裝置之升壓截波電路及電壓重疊部(再生電壓部、電抗器電壓部)之構成例的圖。

[圖 2] 為用以說明本發明之直流脈衝電源裝置之第 1 構成例的圖。

[圖 3] 為用以說明本發明之直流脈衝電源裝置之第 1 構成例之電壓狀態的圖。

[圖 4] 為用以說明本發明之直流脈衝電源裝置之脈衝輸出時之輸出電壓 V_o 的圖。

[圖 5] 為用以說明本發明之直流脈衝電源裝置之再生部之構成例的圖。

[圖 6] 為用以說明本發明之直流脈衝電源裝置之第 2 構成例的圖。

[圖 7] 為用以說明本發明之直流脈衝電源裝置之第 3 構成例的圖。

[圖 8] 為用以說明本發明之直流脈衝電源裝置之第 4 構成例的圖。

[圖 9] 為用以說明以往之直流脈衝電源裝置、升壓截波電路之構成例的圖。

【實施方式】

【0040】本發明之直流脈衝電源裝置係藉由在升壓截波電路之脈衝輸出疊加用以使再生電壓及/或電抗器電壓升壓的電壓，提高升壓截波電路之脈衝輸出之輸出電壓。

【0041】針對本發明之直流脈衝電源裝置，使用圖 2~圖 8 說明第 1 構成例~第 4 構成例。

【0042】第 1 構成例係在升壓截波電路之直流電抗器之兩端連接再生電壓部的構成，第 2 構成例係將與升壓截波電路之直流電抗器瓷耦合之第 2 直流電抗器設為電抗器

電壓部的構成，第3、4構成例係具備連接於升壓截波電路之直流電抗器之兩端的再生電壓部，和與升壓截波電路之直流電抗器磁耦合之第2直流電抗器構成的電抗器電壓部的構成。第2、3構成例係將磁耦合的兩個直流電抗器設為附抽頭自耦變壓器的構成，第4構成例係將磁耦合的兩個直流電抗器設為多繞組變壓器的構成。再者，針對再生的電抗器電壓，將第1~第4構成例係將直流電源之低電壓側之電壓設為基準電壓。

【0043】

[直流脈衝電源裝置之第1構成例]

使用圖2及圖3、4說明本發明之直流脈衝電源裝置之第1構成例及電壓狀態。

【0044】本發明之直流脈衝電源裝置具備直流電源部(DC部)10、將藉由被連接於直流電源部10之升壓截波電路產生的脈衝輸出供給至負載4的脈衝部20A、將在脈衝部20A產生的過剩的電壓上升部分再生至直流電源部10側的再生部40，和控制直流電源部10、脈衝部20A及再生部40的控制電路部50，經由輸出配線3將脈衝輸出供給至負載4。在圖2中，作為負載4，雖然表示電漿產生裝置之例，但是負載4不限定於電漿產生裝置，即使適用於脈衝雷射激發、放電加工機等亦可。第1構成例之直流脈衝電源裝置1具備的再生部40構成再生電壓部30A，並且將脈衝部20A之過剩電壓上升部再生至直流電源部10側。

【0045】

(直流電源部)

直流電源部(DC部)10具備將交流電源2之交流電壓整流至直流電壓的整流器11、吸收並抑制在整流時產生的過渡性產生的尖峰狀的高電壓的緩衝電路12、將直流電壓轉換成交流電壓的單相逆變器電路13、將單相逆變器電路13之交流電壓電壓轉換成特定電壓值的單相變壓器14、將在單相變壓器14被電壓轉換的交流電壓整流成直流電壓的整流器11，和將兩端電壓設為直流電源部之直流電壓的電容器16(CF)。電容器16之一端被接地，在另一端形成負電壓之低電壓。另外，在圖2所示的構成中，作為負載4，表示電漿產生裝置之電容負載的例。在此，因接地電漿產生裝置之一端而供給負電壓，故直流電源部10表示產生負電壓之脈衝輸出的構成。

【0046】單相逆變器電路13係藉由來自控制電路部50之控制訊號進行開關動作，將直流電壓轉換成特定頻率的交流電壓。構成直流電源部10的整流器11、15、緩衝電路12、單相逆變器電路13、單相變壓器14之各電路要素可以設為一般皆知的任意電路構成。

【0047】

(脈衝部)

脈衝部20A係藉由升壓截波電路從直流電壓生成脈衝波形。升壓截波電路具備被串聯連接於直流電源側和負載側之間的直流電抗器21A，和相對於負載側被並聯連接的開關元件(Q1)22，和驅動開關元件22之接通/斷開動作的

驅動電路 23。直流電抗器 21A 係由無抽頭自耦變壓器構成的直流電抗器 21a 構成。脈衝部 20A 之直流電源側具備被接地的端子 B 和作為低電壓側的負電壓的端子 A。圖示之開關元件 22 表示 FET 之例，將源極 S 側連接於低電壓側，將汲極 D 側連接於接地電壓側，在閘極 G 側被輸入來自驅動電路 23 之驅動訊號。

【0048】控制電路部 50 為了使升壓截波電路動作，對應於目標之脈衝輸出，生成決定開關元件 22 之接通期間和斷開期間之時間寬或工作比的訊號，同時根據直流電源部 10 之輸出端之電壓及電流，生成控制訊號。

【0049】驅動電路 23 係根據控制電路部 50 之控制訊號將驅動訊號輸出至開關元件 22 之閘極 G，進行開關元件 22 之接通/斷開動作。

【0050】開關元件 22 之源極 S 側被連接於直流電抗器 21a 之負載側，開關元件 22 之汲極 D 側被接地。開關元件 22 為接通狀態之時，直流電抗器 21a 之負載側被接地，電流從端子 B 經由處於接通狀態的開關元件 22 及直流電抗器 21a 而流至端子 A。此時，在直流電抗器 21a 被儲存電磁能。接著，當開關元件 22 從接通狀態切換至斷開狀態時，藉由被儲存於直流電抗器 21a 的儲存能，在直流電抗器 21a 產生電抗器電壓 V_{DCL} 。升壓截波電路係藉由重複開關元件 22 之接通動作和斷開動作，因應接通/斷開時間之工作比而使輸出電壓 V_o 上升。

【0051】

(再生部)

本發明之直流脈衝電源裝置之第1構成例具備再生電壓部30A作為電壓重疊部30。圖2係針對具備再生部40作為再生電壓部30A的構成例而予以表示。

【0052】再生部40係將升壓截波電路之直流電抗器之電抗器電壓之內，超過設定電壓之電壓部分再生至直流電源。再生部40具備二極體41、電容器42(C1)、逆變器電路43、變壓器44、整流器45。

【0053】電容器42(C1)之一端被連接於直流電抗器21a之負載側端部，另一端經由二極體41被連接於直流電抗器21a之直流電源側端部，被施加在直流電抗器21a產生的電抗器電壓。電容器42(C1)之電容器電壓VC1根據直流電源之直流電壓VAB及變壓器之變壓比而決定，在變壓器44之變壓比為(n2：n1)之情況，成為 $VC1=(n2/n1) \times VAB$ 之設定電壓。二極體41係以從脈衝部20A朝向再生部40之電容器42(C1)之方向作為順向而連接，在直流電抗器21a之電抗器電壓VDCL超過電容器42(C1)之電容器電壓VC1之情況，針對電抗器電壓VDCL超過電容器42(C1)之電容器電壓VC1的電壓部分，藉由再生部40進行再生。

【0054】因此，再生部40係將電容器42(C1)之電容器電壓VC1設為臨界值而進行再生動作，並且在脈衝輸出時，作為將直流電抗器21a之電抗器電壓VDCL1施加至電容器電壓VC1之定電壓源而發揮作用。

脈衝輸出之輸出電壓Vo成為電容器電壓VC1被疊加於

直流電源之直流電壓 V_{AB} 的 $(V_{AB}+V_{C1})$ 。另外，電容器電壓 V_{C1} 係與圖 1 之再生輸入電壓 V_{in} 對應的電壓。

【0055】因電容器電壓 V_{C1} 係由 $(n_2/n_1) \times V_{AB}$ 設定，故脈衝輸出之輸出電壓 V_o 成為 $(n_2/n_1) \times V_{AB}$ 被疊加於直流電源之直流電壓 V_{AB} 的 $(V_{AB}+(n_2/n_1) \times V_{AB})$ 。電容器電壓 V_{C1} 之 $(n_2/n_1) \times V_{AB}$ 可以藉由變更變壓器 44 之變壓比 $(n_2 : n_1)$ 變更電壓值，脈衝輸出之輸出電壓 V_o 可以藉由變更變壓器 44 之變壓比 $(n_2 : n_1)$ 而提升。

【0056】電容器電壓 V_{C1} 之設定除了變更再生部 40 具備的變壓器 44 之變壓比之外，可以藉由控制逆變器電路 43 之輸出而進行。作為逆變器電路 43 之輸出控制，雖然有例如 PWM 控制或相位移位控制，但是若為控制逆變器電路之輸出的方式時則不限於此。

【0057】再者，在圖 2 所示之電路構成中，再生部 40 係一端被連接於脈衝部 20A 之低電壓側輸入端的構成，以低電壓側之電壓(負電壓)為基準而將直流電抗器 21a 之電抗器電壓 V_{DCL} 作為再生輸入電壓 V_{in} 進行再生。

【0058】逆變器電路 43 係在電容器 42 側之直流電壓和變壓器 44 側之交流電壓之間進行直流交流轉換，根據直流電源之直流電壓 V_{AB} 將電容器 42(C1)之電容器電壓 V_{C1} 保持在一定電壓，並且在電抗器電壓 V_{DCL} 超過電容器 42(C1)之電容器電壓 V_{C1} 之情況，將其超過的電壓部分轉換成交流而再生至直流電源部側。藉由電容器電壓 V_{C1} 被保持於一定電壓，直流電抗器 21a 之電抗器電壓 V_{DCL} 被箝

位至電容器電壓 V_{C1} 。逆變器電路 43 可以由例如開關元件之橋接電路構成。開關元件之開關動作藉由來自控制電路部 50 之控制訊號 α 被控制。

【0059】變壓器 44 係根據變壓比調變直流電源部 10 之直流電壓 V_{AB} 和電容器 42(C1) 之電容器電壓 V_{C1} 之電壓比率。在變壓器 44 之變壓比為 $(n2 : n1)$ 之情況，直流電壓 V_{AB} 和電容器電壓 V_{C1} 之間的電壓關係係以 $V_{C1} = (n2/n1) \times V_{AB}$ 表示。

【0060】整流器 45 係將變壓器 44 側之交流電壓整流成直流電源部 10 側之直流電壓。整流器 45 之直流側端子被連接於直流電源部 10 之端子 A、B，再生時，將再生後的電壓再生至直流電源部 10，在不進行再生之期間，將電容器 42(C1) 之電容器電壓 V_{C1} 保持於根據直流電壓 V_{AB} 的電壓。

【0061】另外，再生部 40 之構成若為具備將直流電抗器 21a 之兩端電壓箝位至特定電壓的功能，及將超過特定電壓之電力部分再生至直流電源側的功能的構成時，則不限於上述構成。

【0062】

(直流脈衝電源裝置之電壓狀態)

針對直流脈衝電源裝置之電壓狀態，使用圖 3 及圖 4 予以說明。在圖 3 中，圖 3(a) 表示開關元件 22 之接通狀態(on)和斷開狀態(off)，圖 3(b) 表示直流電抗器 21a 之電抗器電壓 V_{DCL} ，圖 3(c) 表示開關元件 22 之汲極-源極電壓 V_{DS} ，圖

3(d)表示輸出電壓 V_o 。

【0063】以下，圖中之 $S1 \sim S14$ 表示各階段之接通狀態及斷開狀態。標示 $S1$ 、 $S3$ 、 $\dots$ 、 $S13$ 之奇數號碼的狀態係表示開關元件 22 為接通狀態 (on)，標示 $S2$ 、 $S4$ 、 $\dots$ 、 $S14$ 之偶數號碼的狀態表示開關元件 22 為斷開狀態 (off)。

【0064】

(i) 接通狀態 ($S1$ 、 $S3$ 、 $\dots$ 、 $S13$)：

因開關元件 22 處於接通狀態 (圖 3(a))，直流電抗器 21a 之負側之端子被接地，開關元件 22 之汲極-源極電壓 V_{DS} 之電壓成為 0 (圖 3(c))，直流電抗器 21a 之電抗器電壓 V_{DCL} 成為直流電源之直流電壓 V_{AB} (圖 3(c))。在輸出電壓 V_o 出現與汲極-源極電壓 V_{DS} 對應的電壓部分 (圖 3(d))。

【0065】

(ii) 斷開狀態 ($S2$ 、 $S4$ 、 $\dots$ 、 $S14$)：

針對斷開狀態，對電抗器電壓 V_{DCL} 到達至再生動作之臨界值亦即電容器電壓 V_{C1} 之前的狀態 ($S2$ 、 $S4$ 、 $S6$) 和到達至電容器電壓 V_{C1} 之後的狀態 ($S8$ 、 $S10$ 、 $S12$ 、 $S14$) 進行說明。

【0066】

(ii-1) $S2$ 、 $S4$ 、 $S6$ 之狀態

開關元件 22 處於斷開狀態 (圖 3(a))，由於釋放被儲存於直流電抗器 21a 的儲存能，產生電抗器電壓 V_{DCL} 。電抗器電壓 V_{DCL} 之電壓值每次從接通狀態切換至斷開狀態之時上升。在該電壓上升，因電抗器電壓 V_{DCL} 不到達至再

生部之電容器電壓 $VC1$ ，故不進行再生。另外，在圖 3 中，表示負側之電壓值增加的狀態(圖 3(b))。

【0067】開關元件 22 之汲極-源極電壓 V_{DS} 之電壓雖然成為因應電抗器電壓 $VDCL$ 的電壓，逐漸增加，但是不到達至再生部之電容器電壓 $VC1$ 。另外，在圖 3 中，表示負側之電壓值增加的狀態(圖 3(c))。在輸出電壓 V_o ，電抗器電壓 $VDCL$ 被疊加於直流電源部之直流電壓 V_{AB} 的電壓部分被輸出(圖 3(d))。

【0068】

(ii-2) $S8$ 、 $S10$ 、 $S12$ 、 $S14$ 之狀態

與 $S2$ 、 $S4$ 、 $S6$ 之狀態相同，開關元件 22 處於斷開狀態(圖 3(a))，由於被儲存於直流電抗器 21a 的儲存能釋放，產生電抗器電壓 $VDCL$ 。在 $S8$ 、 $S10$ 、 $S12$ 、 $S14$ 之狀態，因電抗器電壓 $VDCL$ 之電壓值到達至電容器電壓 $VC1$ ，故電抗器電壓 $VDCL$ 之電壓值被箝位至電容器電壓 $VC1$ ，抑制更多的電壓上升。在圖 3(b)中，以實線表示的電抗器電壓 $VDCL$ 表示被箝位至電容器電壓 $VC1$ 之狀態，以虛線表示的電抗器電壓 $VDCL$ 表示不被箝位至電容器電壓 $VC1$ 之情況以作為比較例。

【0069】開關元件 22 之汲極-源極電壓 V_{DS} 之電壓成為因應電抗器電壓 $VDCL$ 的電壓，被保持在再生部之電容器電壓 $VC1$ 之電壓。在圖 3(d)中，以實線表示的汲極-源極電壓 V_{DS} 表示被箝位至電容器電壓 $VC1$ 之狀態，以虛線表示的汲極-源極電壓 V_{DS} 表示不被箝位至電容器電壓 $VC1$ 之

情況以作為比較例。另外，在圖 3 中，表示負側之電壓值增加的狀態(圖 3(c))。

【0070】在輸出電壓 V_o ，直流電源部之直流電壓 V_{AB} 加上電抗器電壓 V_{DCL} 的電壓部分被輸出。因電抗器電壓 V_{DCL} 被箝位，故輸出電壓 V_o 被保持在一定電壓(圖 3(d))。

【0071】圖 4(a)表示第 1 構成例中在再生狀態的輸出電壓 V_o 。直流脈衝電源裝置係將升壓截波電路之切換週期當作脈衝週期 T 而將輸出電壓 V_o 之脈衝輸出予以輸出。脈衝輸出具有在脈衝週期 T 內開關元件成為接通狀態之接通期間 T_{on} ，和開關元件成為斷開狀態之斷開期間 T_{off} 。接通期間 T_{on} 之輸出電壓 V_o 係與汲極-源極電壓 V_{DS} 對應的電壓值。

【0072】另外，雖然斷開期間 T_{off} 之輸出電壓 V_o 成為電抗器電壓 V_{DCL} 被疊加於直流電源之直流電壓 V_{AB} 的 $(V_{AB}+V_{DCL})$ ，但是因電抗器電壓 V_{DCL} 被箝位至電容器電壓 V_{C1} ，故成為 $(V_{AB}+V_{C1})$ 。因直流電壓 V_{AB} 及電容器電壓 V_{C1} 為一定電壓，故脈衝輸出之輸出電壓 V_o 被保持在一定電壓。

【0073】

(再生部之構成例)

使用圖 5 說明本發明之直流脈衝電源裝置之再生部所具備的逆變器電路之電路構成例。

【0074】再生部 40 包含將電容器 42(C1)之電容器電壓

VC1之直流電壓直流交流轉換而獲得的交流電壓輸出至變壓器44的逆變器電路43。逆變器電路43具備由開關元件QR1~QR4構成的橋接電路43a，和生成根據控制訊號 α 驅動開關元件QR1~QR4之驅動訊號的驅動電路43b。另外，在此，雖然作為橋接電路43a，表示全橋接電路之例，但是即使使用半橋接電路或多相逆變器電路亦可。

【0075】

[直流脈衝電源裝置之第2構成]

本發明之直流脈衝電源裝置之第2構成具備直流電源部(DC部)10、將藉由被連接於直流電源部10之升壓截波電路產生的脈衝輸出供給至負載4的脈衝部20B、被設置在脈衝部20B內的電抗器電壓部30B、和控制脈衝部20B的控制電路部50，將脈衝輸出經由輸出配線3供給至負載4。

【0076】使用圖6針對本發明之直流脈衝電源裝置之第2構成例予以說明。第2構成例中，以具備電抗器電壓部30B以取代再生電壓部30A之構成的點與第1構成例不同，其他構成與第1構成例相同。以下，針對與第1構成例不同的構成予以說明，省略其他共同構成的說明。

【0077】第1構成例之升壓截波電路具備的構成直流電抗器21A的直流電抗器21a係由無抽頭自耦變壓器構成。對此，第2構成例之直流電抗器21B具備直流電抗器21a和被磁耦合的第2直流電抗器21b，以附抽頭自耦變壓器取代第1構成例之升壓截波電路之無抽頭自耦變壓器構成。附抽頭自耦變壓器所致的直流電抗器21B係將被磁耦合的直

流電抗器 21a 和第 2 直流電抗器 21b 直流連接的構成。直流電抗器 21a 之一端被連接於直流電源之低電壓側之端子 A，第 2 直流電抗器 21b 之一端被連接於負載側，直流電抗器 21a 和第 2 直流電抗器 21b 之連接點之抽頭點被連接於開關元件 22 之源極 S 端。

【0078】開關元件 22 為接通狀態之時，直流電抗器 21B 之抽頭點被接地，電流從端子 B 經由處於接通狀態的開關元件 22 及直流電抗器 21B 之直流電抗器 21a 而流至端子 A。此時，在直流電抗器 21a 被儲存電磁能。

【0079】接著，當開關元件 22 從接通狀態切換成斷開狀態之時，根據藉由被儲存於直流電抗器 21B 之直流電抗器 21a 的儲存能而流動的電抗器電流 i_L ，在直流電抗器 21a 產生電抗器電壓 $VDCL1$ ，在第 2 直流電抗器 21b 產生電抗器電壓 $VDCL2$ 。升壓截波電路係藉由重複開關元件 22 之接通動作和斷開動作，與第 1 構成例相同使輸出電壓 V_o 上升。

【0080】直流電抗器 21a 之電抗器電壓 $VDCL1$ 和第 2 直流電抗器 21b 之電抗器電壓 $VDCL2$ 之電壓比，成為與直流電抗器 21a 和第 2 直流電抗器 21b 之電感比之比率對應的值。直流電抗器 21B 之直流電抗器 21a 和第 2 直流電抗器 21b 之附抽頭單匝線圈之匝數比設為 $n_{1p} : n_{2p}$ 之情況，直流電抗器 21a 之電抗器電壓 $VDCL1$ 和第 2 直流電抗器 21b 之電抗器電壓 $VDCL2$ 之電壓比 ($VDCL1/VDCL2$) 成為匝數比 (n_{1p}/n_{2p})。

【0081】輸出電壓 V_o 成為直流電抗器 21a 之電抗器電

壓 $VDCL1$ 和第 2 直流電抗器 21b 之電抗器電壓 $VDCL2$ 被疊加於直流電源之直流電壓 VAB 的電壓 ($V_o = VAB + VDCL1 + VDCL2$)。第 2 直流電抗器 21b 之電抗器電壓 $VDCL2$ 係以磁耦合的直流電抗器 21a 和第 2 直流電抗器 21b 之匝數比 ($n1p/n2p$) 決定，以 $VDCL2 = VDCL1 \times (n2p/n1p)$ 表示。

因此，因輸出電壓 V_o 成為

$$\begin{aligned} V_o &= VAB + VDCL1 + VDCL2 \\ &= VAB + VDCL1 + VDCL1 \times (n2p/n1p) \\ &= VAB + (1 + (n2p/n1p)) \times VDCL1, \end{aligned}$$

故可以藉由匝數比 ($n2p/n1p$) 提高脈衝輸出之輸出電壓。

【0082】圖 4(b) 係在第 2 構成例中表示輸出電壓 V_o 。直流脈衝電源裝置係將升壓截波電路之切換週期當作脈衝週期 T 而將輸出電壓 V_o 之脈衝輸出予以輸出。脈衝輸出具有在脈衝週期 T 內開關元件成為接通狀態之接通期間 T_{on} ，和開關元件成為斷開狀態之斷開期間 T_{off} 。接通期間 T_{on} 之輸出電壓 V_o 係與電抗器電壓 $VDCL2$ 對應的電壓值。

【0083】另外，斷開期間 T_{off} 之輸出電壓 V_o 成為直流電抗器 21a 之電抗器電壓 $VDCL1$ 和第 2 直流電抗器 21b 之電抗器電壓 $VDCL2$ 被疊加於直流電源之直流電壓 VAB 的 ($VAB + VDCL1 + VDCL2$)。

【0084】

[直流脈衝電源裝置之第 3 構成]

本發明之直流脈衝電源裝置之第 3 構成具備直流電源

部(DC部)10、將藉由被連接於直流電源部10之升壓截波電路產生的脈衝輸出供給至負載4的脈衝部20B、對直流電抗器施加重疊電壓部分的再生電壓部30A、被設置在脈衝部20B內的電抗器電壓部30B、和控制直流電源部10及脈衝部20B的控制電路部50，將脈衝輸出經由輸出配線3供給至負載4。

【0085】使用圖7針對本發明之直流脈衝電源裝置之第3構成例予以說明。第3構成例中，以具備再生電壓部30A和電抗器電壓部30B之構成的點和第1及第2構成例不同，其他構成與第1及第2構成例相同。以下，針對再生電壓部30A及電抗器電壓部30B，省略其他共同構成的說明。第3構成例具備再生電壓部30A和電抗器電壓部30B作為電壓重疊部。

【0086】

(再生電壓部30A)

再生電壓部30A與第1構成例相同藉由再生部構成。圖7之構成例表示具備再生部40作為再生電壓部30A的構成例。

【0087】再生部40係作為將升壓截波電路之直流電抗器之電抗器電壓之內，超過設定電壓的電壓部分再生至直流電源，並且在脈衝輸出時，將設定電壓以相對於直流電抗器21a的電抗器電壓VDCL1施加至電容器電壓VC1的再生電壓部30A而發揮功能。再生部40具備二極體41、電容器42(C1)、逆變器電路43、變壓器44、整流器45。

【0088】電容器 42(C1)之一端被連接於直流電抗器 21a 之負載側端部，另一端經由二極體 41 被連接於直流電抗器 21a 之直流電源側端部，被施加在直流電抗器 21a 產生的電抗器電壓。電容器 42(C1)之電壓 V_{C1} 根據直流電源之直流電壓 V_{AB} 及變壓器之變壓比而決定，在變壓器 44 之變壓比為 $(n2 : n1)$ 之情況，成為 $V_{C1} = (n2/n1) \times V_{AB}$ 之設定電壓。二極體 41 係以從脈衝部 20A 朝向再生部 40 之電容器 42(C1)之方向作為順向而連接，在直流電抗器 21a 之電抗器電壓 V_{DCL} 超過電容器 42(C1)之電容器電壓 V_{C1} 之情況，針對電抗器電壓 V_{DCL} 超過電容器 42(C1)之電容器電壓 V_{C1} 的電壓部分，藉由再生部 40 進行再生。

【0089】因此，再生部 40 係將電容器 42(C1)之電容器電壓 V_{C1} 設為臨界值而進行再生動作，並且在脈衝輸出時，作為將直流電抗器 21a 之電抗器電壓 V_{DCL1} 施加至電容器電壓 V_{C1} 之定電壓源而發揮作用。脈衝輸出之輸出電壓 V_o 成為電容器電壓 V_{C1} 和直流電抗器電壓 V_{DCL2} 被疊加於直流電源之直流電壓 V_{AB} 的 $(V_{AB} + V_{C1} + V_{DCL2})$ 。另外，電容器電壓 V_{C1} 係與圖 1 之再生輸入電壓 V_{in} 對應的電壓。

【0090】因電容器電壓 V_{C1} 係由 $(n2/n1) \times V_{AB}$ 設定，故脈衝輸出之輸出電壓 V_o 成為 $(n2/n1) \times V_{AB}$ 被疊加於直流電源之直流電壓 V_{AB} 的 $(V_{AB} + (n2/n1) \times V_{AB})$ 。電壓 $(n2/n1) \times V_{AB}$ 可以藉由變更變壓器 44 之變壓比 $(n2 : n1)$ 變更電壓值，脈衝輸出之輸出電壓 V_o 可以藉由變更變壓器 44 之變壓

比($n_2 : n_1$)而提升。

【0091】

(電抗器電壓部 30B)

電抗器電壓部 30B 係與第 2 構成例相同的構成，藉由附抽頭自耦變壓器構成。

【0092】 電抗器電壓部 30B 係藉由具備與直流電抗器 21a 磁耦合的第 2 直流電抗器 21b 的直流電抗器 21c，直流電抗器 21a 和第 2 直流電抗器 21b 由附抽頭自耦變壓器構成。附抽頭自耦變壓器所致的直流電抗器 21c 係將被磁耦合的直流電抗器 21a 和第 2 直流電抗器 21b 直流連接的構成。直流電抗器 21a 之一端被連接於直流電源之低電壓側之端子 A，第 2 直流電抗器 21b 之一端被連接於負載側，直流電抗器 21a 和第 2 直流電抗器 21b 之連接點被連接於開關元件 22 之源極 S 端。

【0093】 開關元件 22 為接通狀態之時，直流電抗器 21c 之抽頭點被接地，電流從端子 B 經由處於接通狀態的開關元件 22 及直流電抗器 21b 之直流電抗器 21a 而流至端子 A。此時，在直流電抗器 21a 被儲存電磁能。

【0094】 當開關元件 22 從接通狀態切換成斷開狀態之時，根據藉由被儲存於直流電抗器 21c 之直流電抗器 21a 的儲存能而流動的電抗器電流 i_L ，在直流電抗器 21a 產生電抗器電壓 V_{DCL1} ，在第 2 直流電抗器 21b 產生電抗器電壓 V_{DCL2} 。升壓截波電路係藉由重複開關元件 22 之接通動作和斷開動作，使輸出電壓 V_o 上升。

【0095】直流電抗器 21a 之電抗器電壓 $VDCL1$ 和第 2 直流電抗器 21b 之電抗器電壓 $VDCL2$ 之電壓比，成為與直流電抗器 21a 和第 2 直流電抗器 21b 之電感比之比率對應的值。直流電抗器 21C 之直流電抗器 21a 和第 2 直流電抗器 21b 之附抽頭單繞線圈之匝數比設為 $n1p : n2p$ 之情況，直流電抗器 21a 之電抗器電壓 $VDCL1$ 和第 2 直流電抗器 21b 之電抗器電壓 $VDCL2$ 之電壓比 ($VDCL1/VDCL2$) 成為匝數比 ($n2p/n1p$)。

【0096】輸出電壓 V_o 成為再生電壓部 30A 所致的直流電抗器 21a 之電抗器電壓 $VDCL1$ 和電抗器電壓部 30B 所致的第 2 直流電抗器 21b 之電抗器電壓 $VDCL2$ 被疊加於直流電壓 VAB 的電壓 ($V_o = VAB + VDCL1 + VDCL2$)。

【0097】直流電抗器 21a 之電抗器電壓 $VDCL1$ 係藉由再生電壓部 30A 被箝位至電容器電壓 $VC1$ 之一定電壓，在以再生部構成再生電壓部 30A 之情況，電容器電壓 $VC1$ 根據變壓器之變壓比，以 $VC1 = (n2/n1) \times VAB$ 設定，再者，第 2 直流電抗器 21b 之電抗器電壓 $VDCL2$ 根據磁耦合的直流電抗器 21a 和第 2 直流電抗器 21b 之匝數比 ($n2p/n1p$) 而決定，以 $VDCL2 = VDCL1 \times (n2p/n1p)$ 表示。

【0098】因此，藉由再生電壓部 30A 和電抗器電壓部 30B，輸出電壓 V_o 成為

$$\begin{aligned} V_o &= VAB + VDCL1 + VDCL2 \\ &= VAB + VC1 + VC1 \times (n2p/n1p) \\ &= VAB + (1 + (n2p/n1p)) \times VC1 \end{aligned}$$

$$=VAB+(1+(n2p/n1p))\times(n2/n1)\times VAB$$

$$=VAB[1+\{1+(n2p/n1p)\}\times(n2/n1)\}]\circ$$

【0099】升壓截波電路係以工作比Duty使開關動作進行接通/斷開動作，升壓直流電源之直流電壓VAB，而生成 $(VAB/(1-Duty))$ 之電壓值的脈衝輸出。上述輸出電壓Vo係藉由升壓截波電路之脈衝輸出電壓 $(VAB/(1-Duty))$ 和再生部之電容器C1之電容器電壓VC1之關係，成為以下之兩個輸出狀態。

【0100】

(1)升壓截波電路之電壓 $(VAB/(1-Duty))$ 大於再生部之電容器C1之電容器電壓VC1之情況：

該電壓狀態相當於 $VAB/(1-Duty) \geq VC1(=(n2/n1) \times VAB)$ 之情況，此時之輸出電壓Vo藉由下式表示，

$$Vo=VAB+VC1+VDCL2=VAB+VC1+(n2p/n1p)\times VC1。$$

在此情況，因電容器電壓VC1以 $VC1=(n2/n1)\times VAB$ 表示，故可以藉由變壓器之變壓比 $(n2/n1)$ 所致的電壓上升，和直流電抗器DCL之匝數比 $(n2p/n1p)$ 所致的電壓上升的兩個，使輸出電壓Vo上升。

【0101】(2)升壓截波電路之電壓 $(VAB/(1-Duty))$ 大於再生部之電容器C1之電容器電壓VC1之情況：

該電壓狀態相當於 $VAB/(1-Duty) < VC1(=(n2/n1) \times VAB)$ 之情況，此時之輸出電壓Vo藉由下式表示，

$$Vo=VAB/(1-Duty)+(n2p/n1p)\times Duty \times VAB/(1-Duty)。$$

在此情況，可以藉由直流電抗器DCL之匝數比 $(n2p/$

$n1p$)所致的電壓上升使輸出電壓 V_o 上升。

【0102】依此，脈衝輸出之輸出電壓 V_o 可以藉由再生部之變壓器 ($n2/n1$) 及直流電抗器 21a 和第 2 直流電抗器 21b 之匝數比 ($n2p/n1p$)，提高脈衝輸出之輸出電壓。

【0103】圖 4(c) 表示第 3 構成例中在再生狀態的輸出電壓 V_o 。直流脈衝電源裝置係將升壓截波電路之切換週期當作脈衝週期 T 而將輸出電壓 V_o 之脈衝輸出予以輸出。脈衝輸出具有在脈衝週期 T 內開關元件成為接通狀態之接通期間 T_{on} ，和開關元件成為斷開狀態之斷開期間 T_{off} 。接通期間 T_{on} 之輸出電壓 V_o 係與電抗器電壓 $VDCL2$ 對應的電壓值。

【0104】另外，斷開期間 T_{off} 之輸出電壓 V_o 成為電容器電壓 $VC1$ 和第 2 直流電抗器 21b 之電抗器電壓 $VDCL2$ 被疊加於直流電源之直流電壓 VAB 的 ($VAB+VC1+VDCL2$)。

【0105】

[直流脈衝電源裝置之第 4 構成]

本發明之直流脈衝電源裝置之第 4 構成與第 3 構成相同，具備直流電源部 (DC 部) 10、將藉由連接於直流電源部 10 之升壓截波電路產生脈衝輸出，且供給至負載 4 的脈衝部 20C，和控制直流電源部 10、脈衝部 20C 及再生部 40 的控制電路部 50，作為電壓重疊部，具備再生電壓部 30A 及電抗器電壓部 30B，將脈衝輸出經由輸出配線 3 供給至負載 4。

【0106】使用圖 8 針對本發明之直流脈衝電源裝置之

第4構成例予以說明。第4構成例在電抗器電壓部30B之構成中與第3構成例不同，其他構成與第1、第2構成例相同。以下，針對與第3構成例不同的構成予以說明，省略其他共同構成的說明。

【0107】構成第3構成例之電抗器電壓部30B之直流電抗器21C係由附抽頭自耦變壓器構成。對此，構成第4構成例之電抗器電壓部30B的直流電抗器21D係由多繞組變壓器構成，以取代第3構成例之升壓截波電路之附抽頭自耦變壓器。

【0108】多繞組變壓器所致的直流電抗器21D係並聯連接被磁耦合之直流電抗器21a和第2直流電抗器21b的構成。直流電抗器21a之一端被連接於直流電源部之低電壓側之端子A，另一端被連接於開關元件22之源極S端。第2直流電抗器21b之一端被連接於直流電源之低電壓側的端子A，另一端被連接於負載側。

【0109】當開關元件22為接通狀態之時，直流電抗器21D之直流電抗器21a之開關元件22側之端部被接地，電流從端子B經由處於接通狀態之開關元件22及直流電抗器21a而流至端子A。此時，在直流電抗器21a被儲存電磁能。

【0110】接著，當開關元件22從接通狀態切換成斷開狀態之時，根據藉由被儲存於直流電抗器21D之直流電抗器21a的儲存能而流動的電抗器電流 i_L ，在直流電抗器21a產生電抗器電壓 $VDCL1$ ，在第2直流電抗器21b藉由與直流電抗器21a的磁耦合產生電抗器電壓 $VDCL2$ 。升壓截波電

路係藉由重複開關元件 22 之接通動作和斷開動作，與第 1、2 構成例相同使輸出電壓 V_o 上升。

【0111】直流電抗器 21a 之電抗器電壓 $VDCL1$ 和第 2 直流電抗器 21b 之電抗器電壓 $VDCL2$ 之電壓比，成為與直流電抗器 21a 和第 2 直流電抗器 21b 之電感比之比率對應的值。直流電抗器 21D 之直流電抗器 21a 和第 2 直流電抗器 21b 之附抽頭單繞線圈之匝數比設為 $(n1p : n2p)$ 之情況，直流電抗器 21a 之電抗器電壓 $VDCL1$ 和第 2 直流電抗器 21b 之電抗器電壓 $VDCL2$ 之電壓比 $(VDCL1/VDCL2)$ 成為匝數比 $(n1p/n2p)$ 。

【0112】在輸出電壓 V_o ，第 2 直流電抗器 21b 之電抗器電壓 $VDCL2$ 被疊加於直流電源之直流電壓 VAB 的電壓 $(V_o = VAB + VDCL2)$ 被輸出，脈衝輸出之輸出電壓 V_o 與第 2 構成例相同，以下式表示

$$\begin{aligned} V_o &= VAB + VDCL2 \\ &= VAB + VC1 \times (n2p/n1p) \\ &= VAB + (n2p/n1p) \times VC1 \\ &= VAB + (n2p/n1p) \times (n2/n1) \times VAB \\ &= VAB \{ 1 + (n2p/n1p) \} \times (n2/n1) \}。 \end{aligned}$$

【0113】另外，在上述實施型態及變形例中之記述係與本發明有關之直流脈衝電源裝置之一例，本發明並不限定於各實施型態，可根據本發明之主旨而做各種變形，並不將該些從本發明之範圍排除。

[產業上之利用可能性]

【0114】本發明之直流脈衝電源裝置除適用作為對電漿產生裝置供給電力的電力源之外，可以當作對脈衝雷射激發、放電加工機等之負載供給脈衝輸出的電源裝置使用。

【符號說明】

【0115】

1:直流脈衝電源裝置

2:交流電源

3:輸出配線

4:負載

10:直流電源部

11:整流器

12:緩衝電路

13:單相逆變器電路

14:單相變壓器

15:整流器

16:電容器

20,20A,20B,20C,20D:脈衝部

21,21A,21B,21C,21D,21a:直流電抗器

21b:第2直流電抗器

22:開關元件

30:電壓重疊部

30A:再生電壓部

30B:電抗器電壓部

40:再生部

41:二極體

42:電容器

43:逆變器電路

43a:橋接電路

43b:驅動電路

44:變壓器

45:整流器

50:控制電路部

100:直流脈衝電源裝置

110:直流電源

120:升壓截波電路

121:電感器

122:開關元件

123:二極體

124:電阻

QR1~QR4:開關元件

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種直流脈衝電源裝置，具備：

直流電源，和藉由被連接於上述直流電源的升壓截波電路產生脈衝輸出的脈衝部，該直流脈衝電源裝置之特徵在於，

具備被並聯連接於上述升壓截波電路之直流電抗器的電壓重疊部，上述電壓重疊部具備將電壓再生至上述直流電源的再生電壓部，

上述再生電壓部具備再生部，該再生部係將升壓截波電路之輸出電壓箝位至設定電壓，將上述設定電壓當作重疊電壓部分予以疊加，同時再生上述直流電抗器之電抗器電壓內的超過設定電壓之電壓部分，

上述電壓重疊部係將上述設定電壓設為可變更，將該可變更的設定電壓當作重疊電壓部分而疊加於脈衝輸出。

【請求項 2】如請求項 1 之直流脈衝電源裝置，其中上述再生部具備：

電容器，其相對於上述脈衝部之電抗器電壓被並聯連接；

逆變器電路，其係將上述電容器之電容器電壓進行直流交流轉換；

變壓器，其係對上述逆變器電路之交流電壓進行變壓；及

整流器，其係對上述變壓器之交流電壓進行整流，

將上述設定電壓設為上述電容器之兩端電壓，再生超

過該兩端電壓之電壓部分，

藉由上述變壓器之電壓比，將上述重疊電壓部分設為可變更。

【請求項3】一種直流脈衝電源裝置，具備：

直流電源，和藉由被連接於上述直流電源的升壓截波電路產生脈衝輸出的脈衝部，該直流脈衝電源裝置之特徵在於，

具備被連接於上述升壓截波電路之直流電抗器的電壓重疊部，

上述電壓重疊部具備構成上述升壓截波電路的直流電抗器，和藉由被磁耦合的第2直流電抗器構成的電抗器電壓部，

上述電抗器電壓部係將上述直流電抗器和上述第2直流電抗器之電壓設為可變更，當作重疊電壓部分而疊加於脈衝輸出。

【請求項4】如請求項3之直流脈衝電源裝置，其中上述直流電抗器之一端被連接於上述直流電源之輸出端，

上述第2直流電抗器之一端被連接於上述脈衝部之輸出端，

直流電抗器和第2直流電抗器之連接點被連接於上述升壓截波電路之作為開關元件的場效電晶體(FET)的源極側，

藉由直流電抗器和第2直流電抗器之匝數比，將上述

重疊電壓部分設為可變更。

【請求項 5】一種直流脈衝電源裝置，具備：

直流電源，和藉由被連接於上述直流電源的升壓截波電路產生脈衝輸出的脈衝部，該直流脈衝電源裝置之特徵在於，

具備被連接於上述升壓截波電路之直流電抗器的電壓重疊部，

上述電壓重疊部具備：

再生電壓部，其係被連接於上述升壓截波電路之直流電感器之兩端間，將直流電感器之電感器電壓內的超過設定電壓之電壓部分再生至上述直流電源部，和

電抗器電壓部，其係由與上述直流電抗器磁耦合的第 2 直流電抗器構成，

上述重疊電壓部分係將上述再生電壓部具備的再生部之設定電壓，及電抗器電壓部具備的第 2 直流電抗器之電壓，當作重疊電壓部分而疊加於脈衝輸出。

【請求項 6】如請求項 1、2、5 中之任一項之直流脈衝電源裝置，其中

上述再生部係一端被連接於上述脈衝部之低電壓側之輸入端，將以上述低電壓側之電壓為基準的直流電抗器之電抗器電壓設為再生輸入電壓。

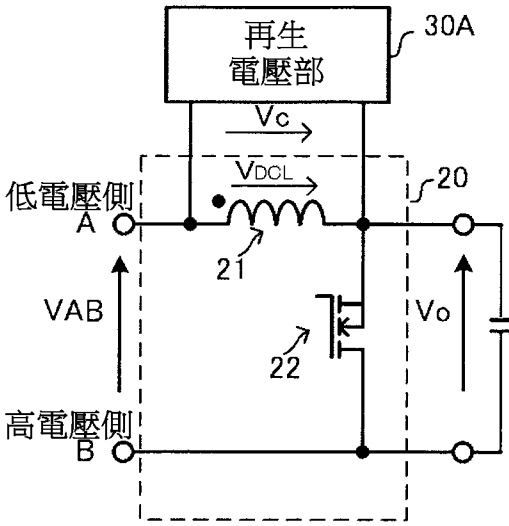
【請求項 7】如請求項 3～5 中之任一項之直流脈衝電源裝置，其中

上述直流電抗器及上述第 2 直流電抗器係由附抽頭自

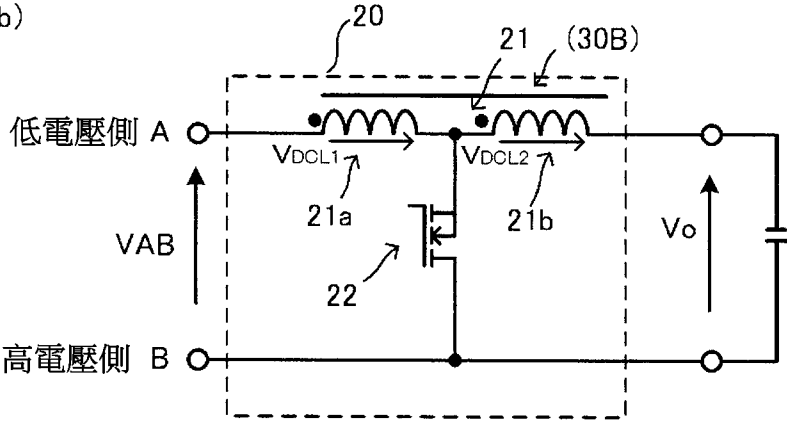
耦變壓器或多繞組變壓器構成。

【發明圖式】

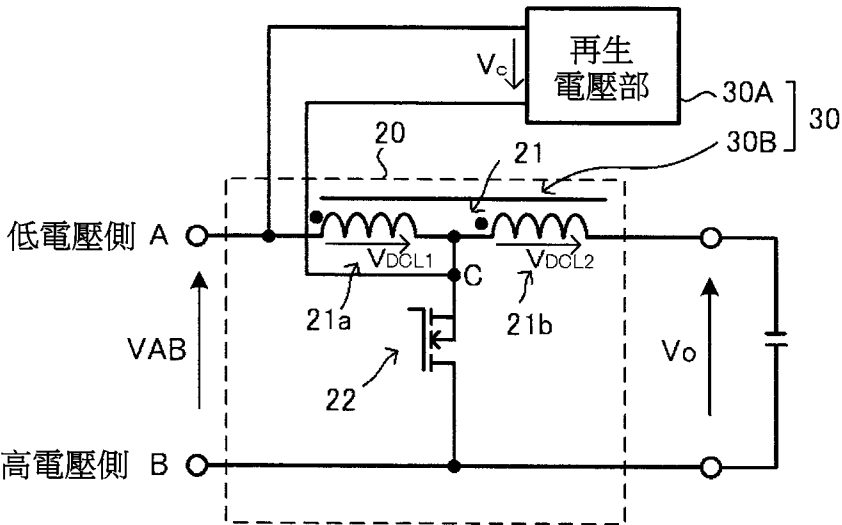
(a)



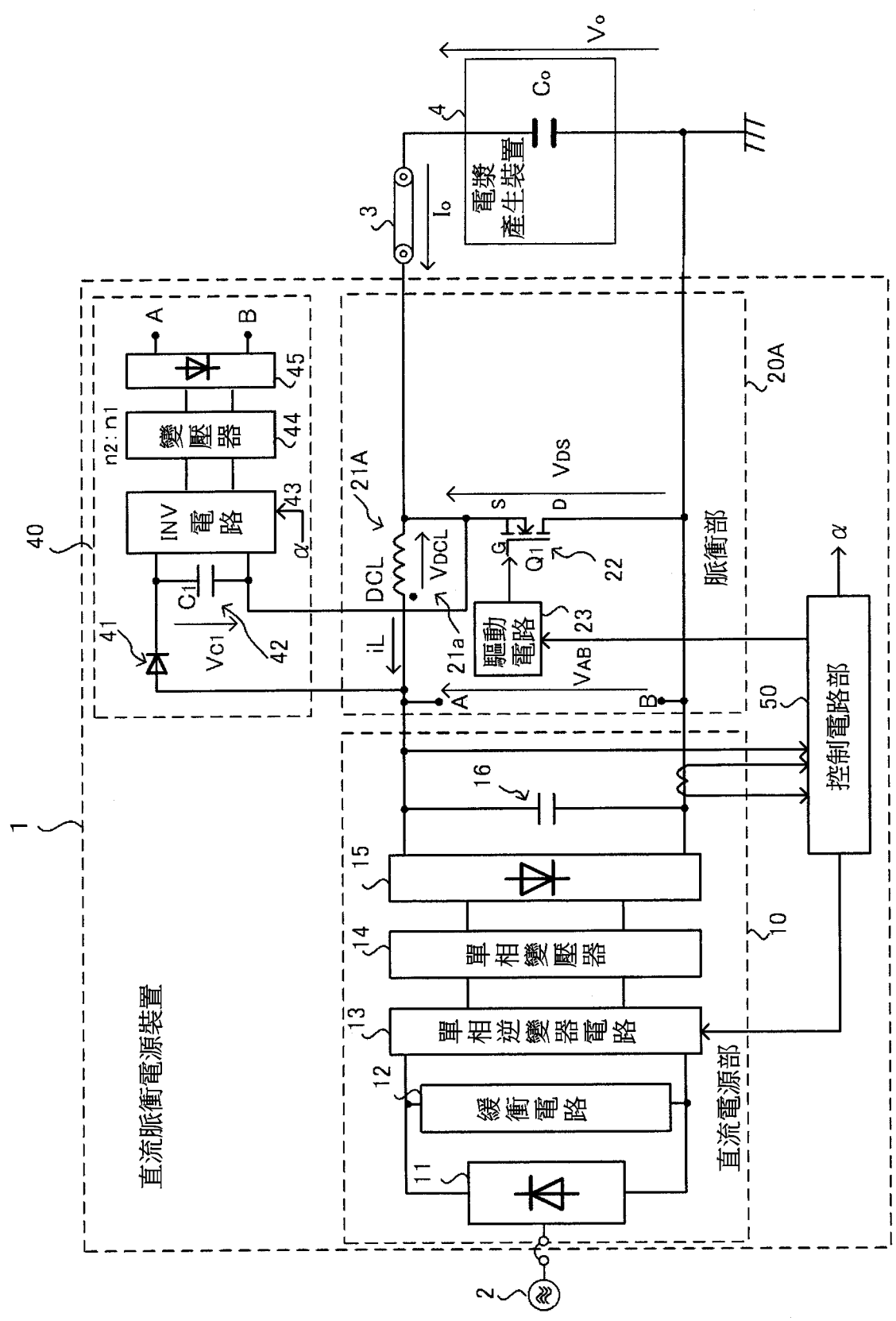
(b)



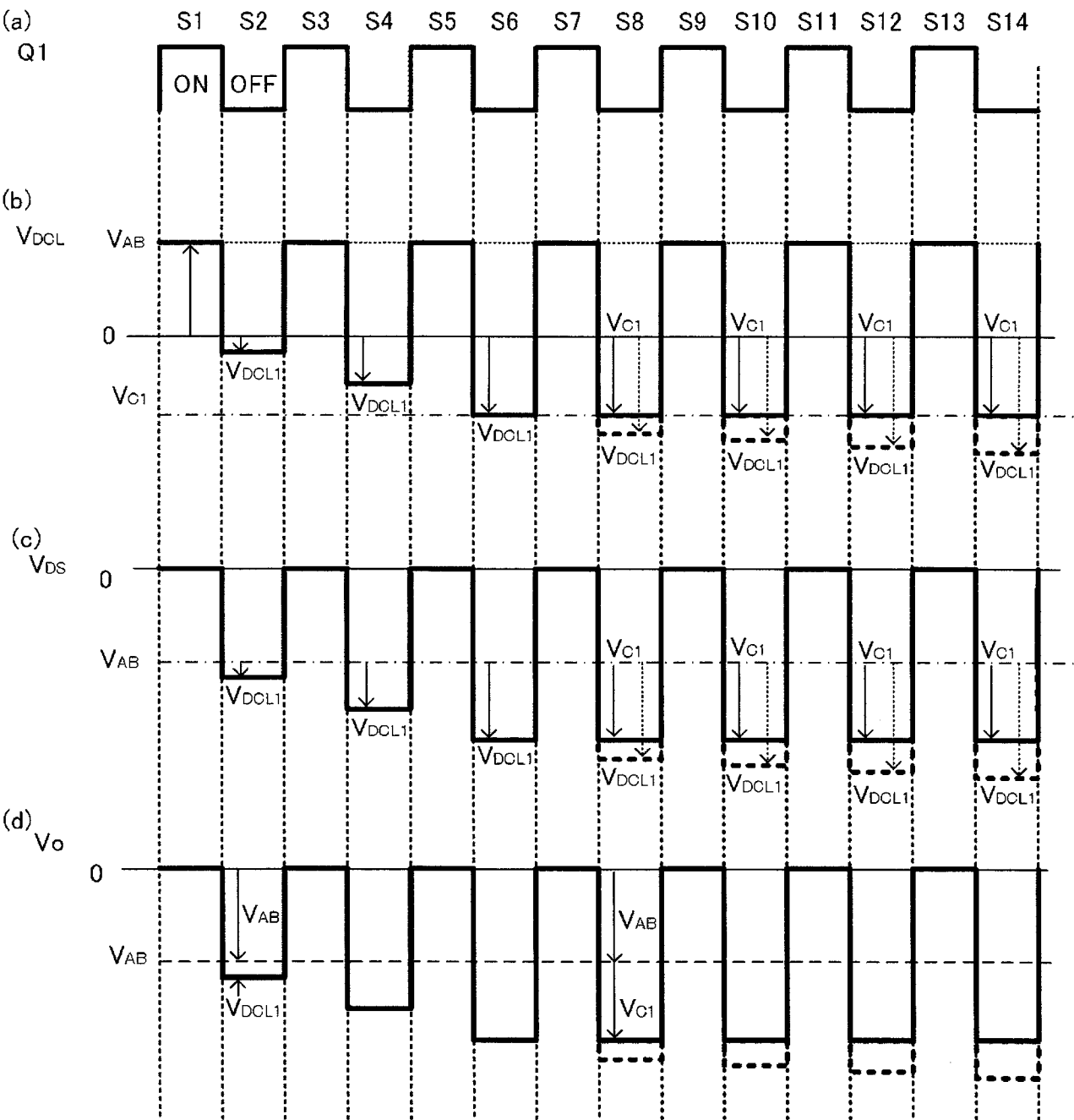
(c)



【圖 1】

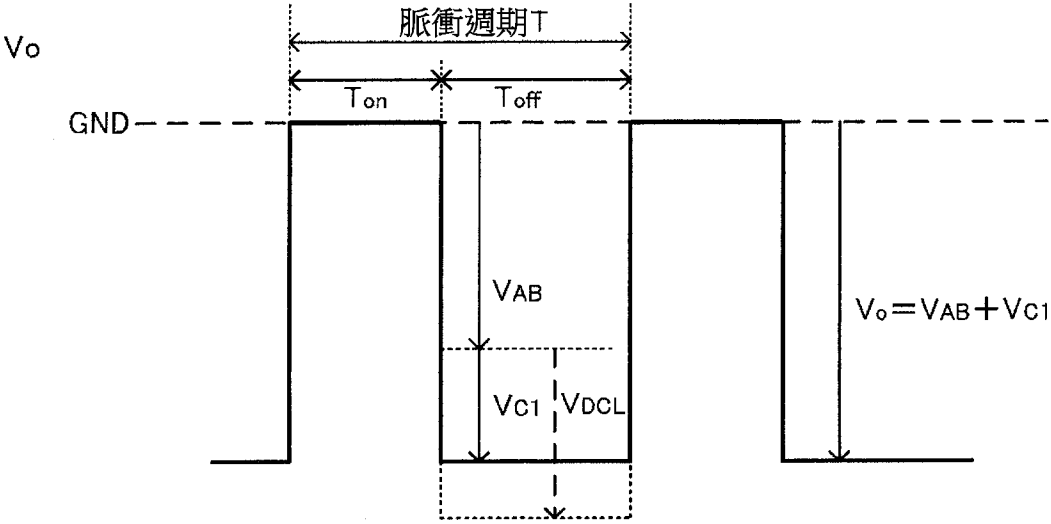


【圖 2】

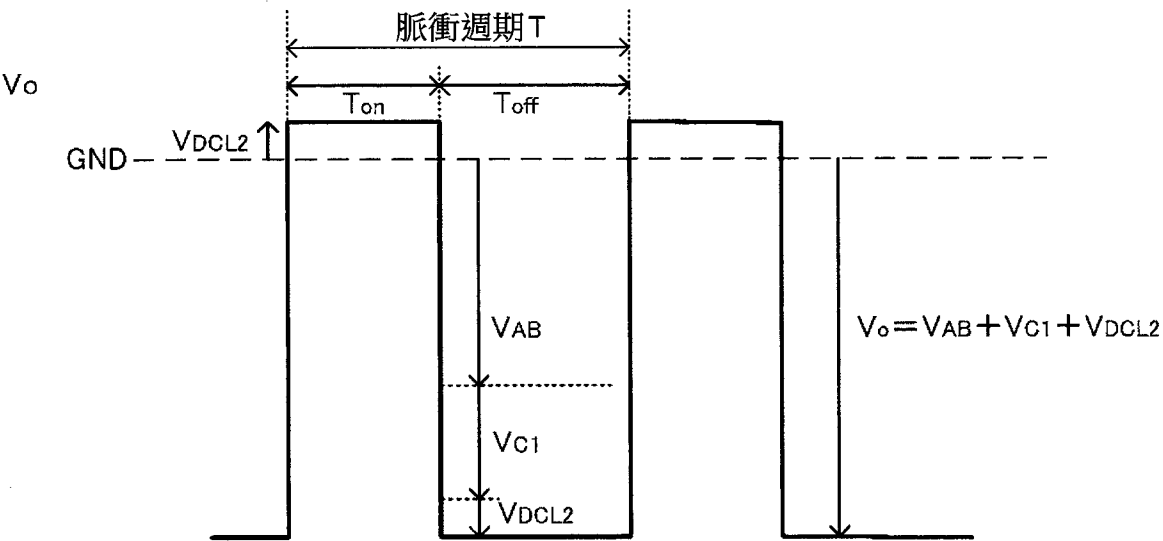
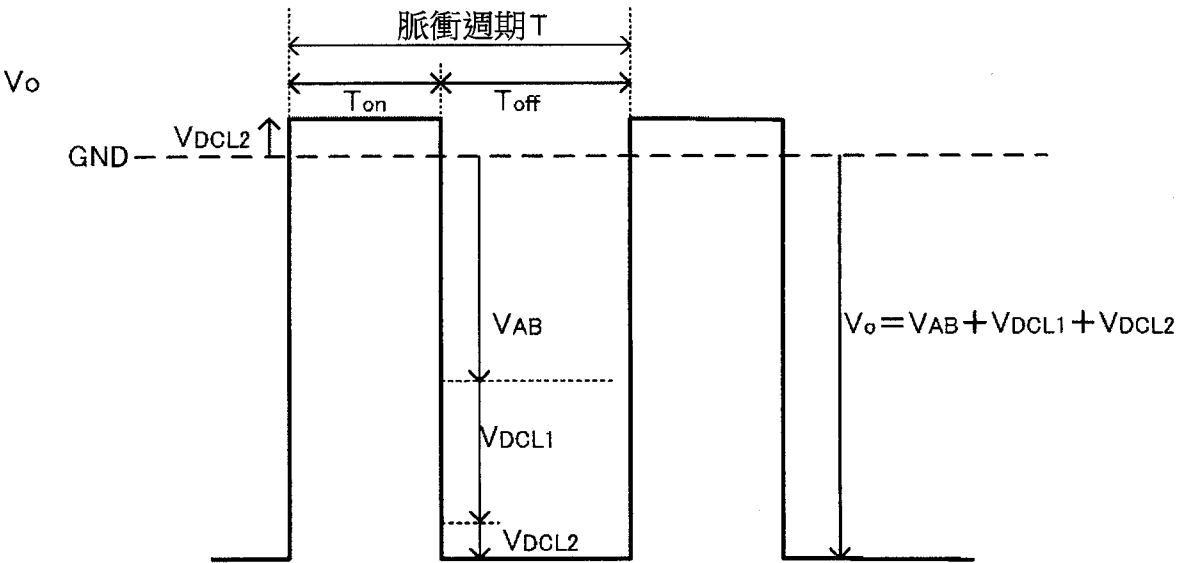


【圖 3】

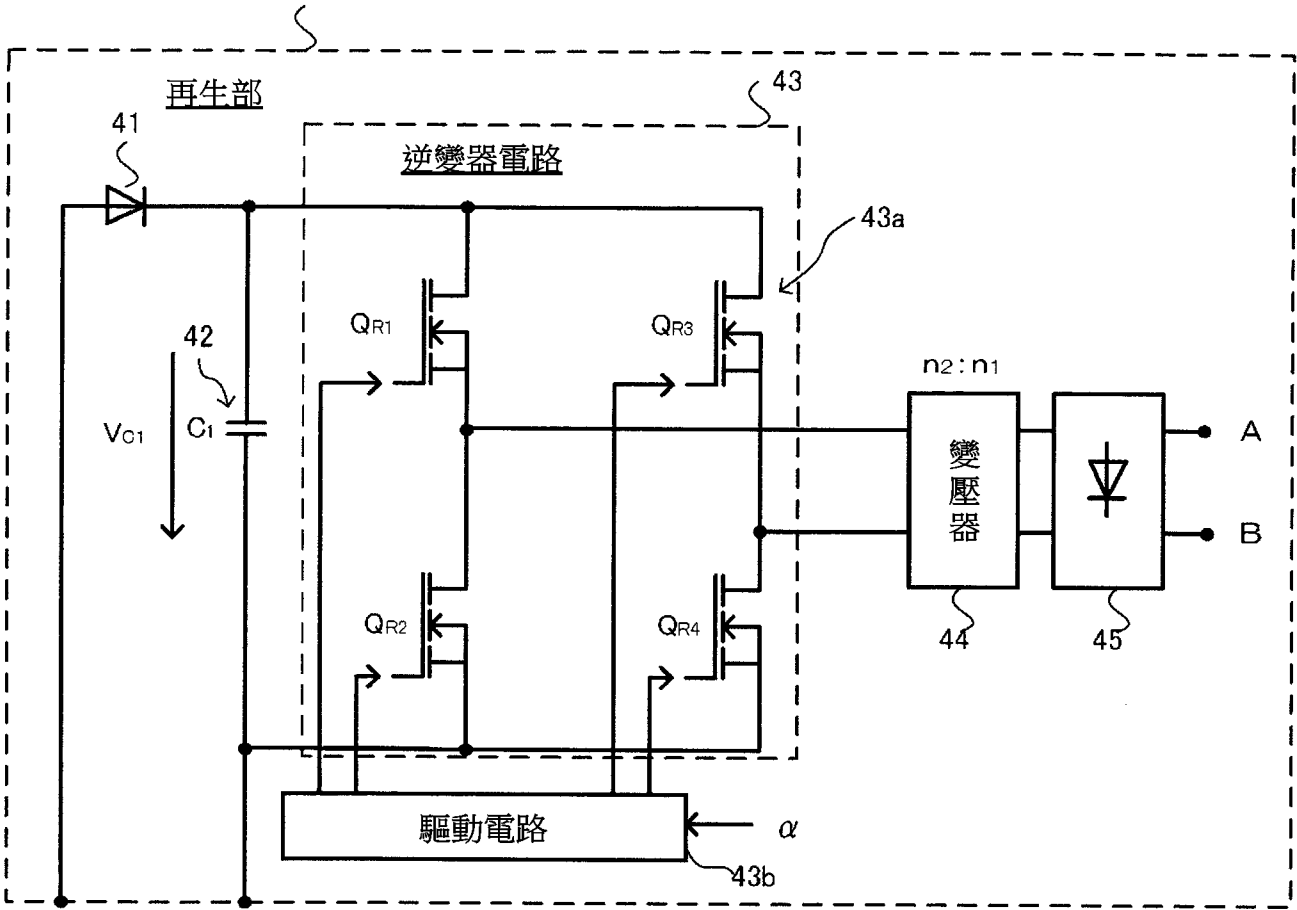
(a)



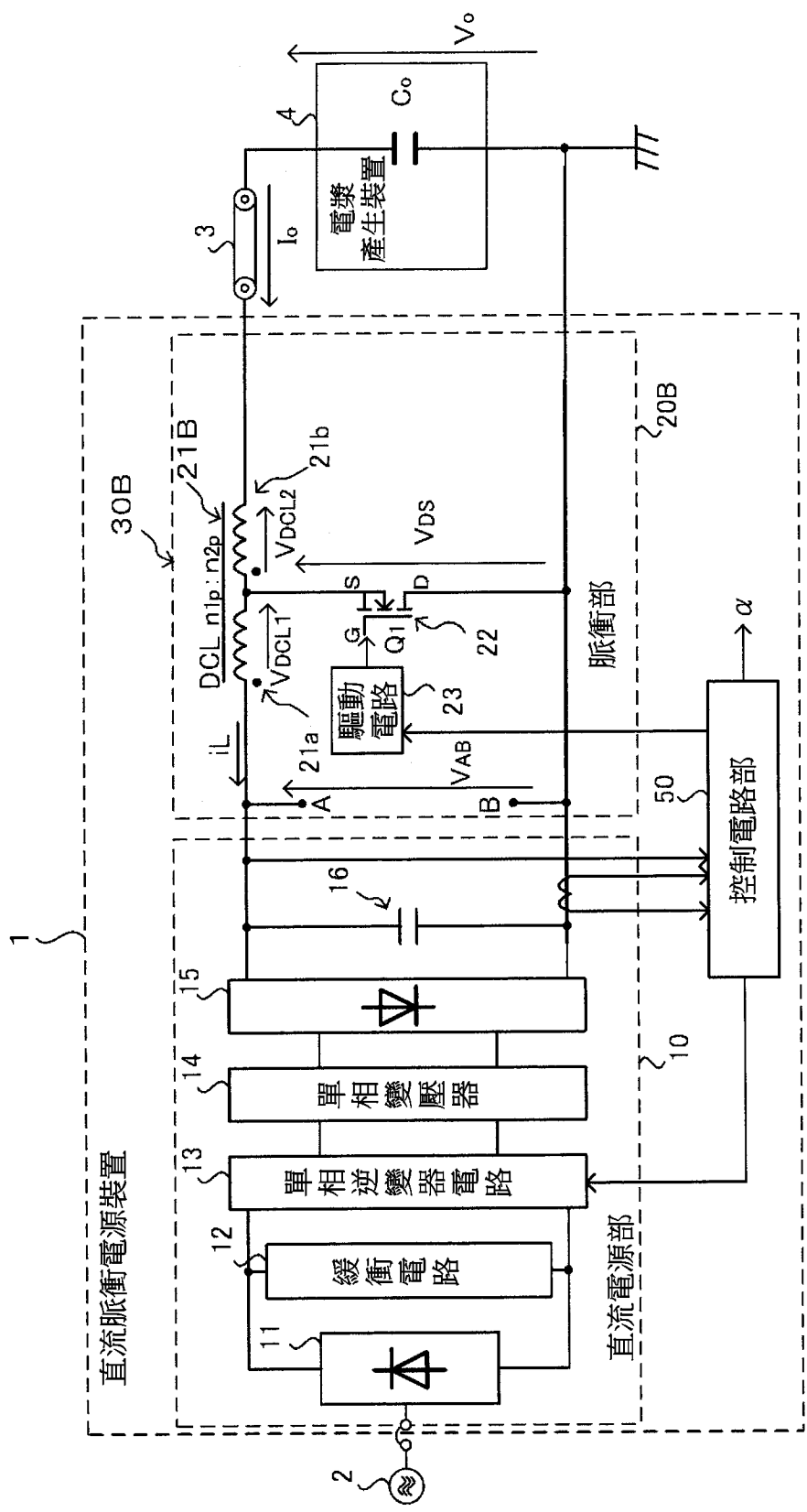
(b)



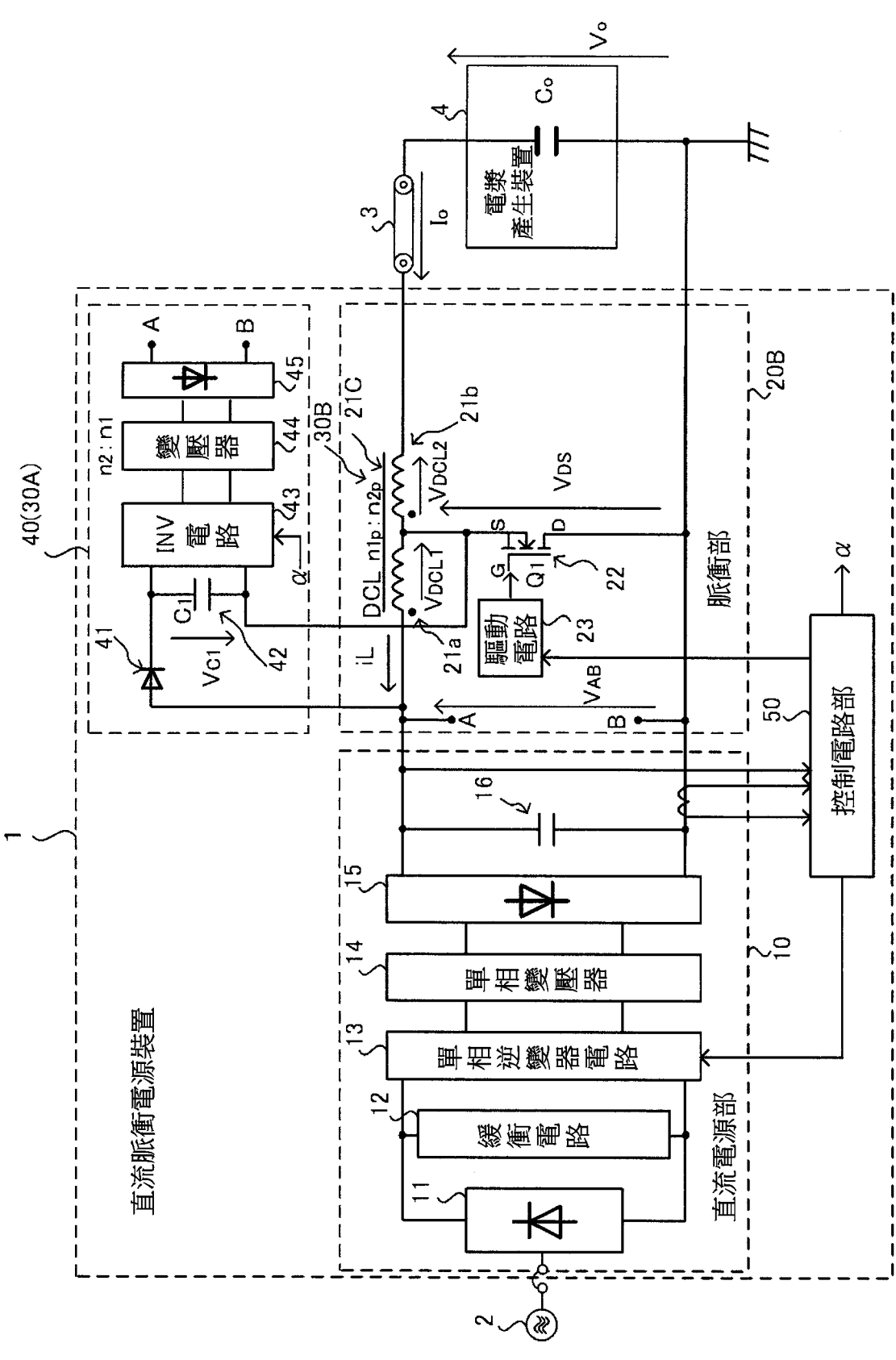
【圖 4】



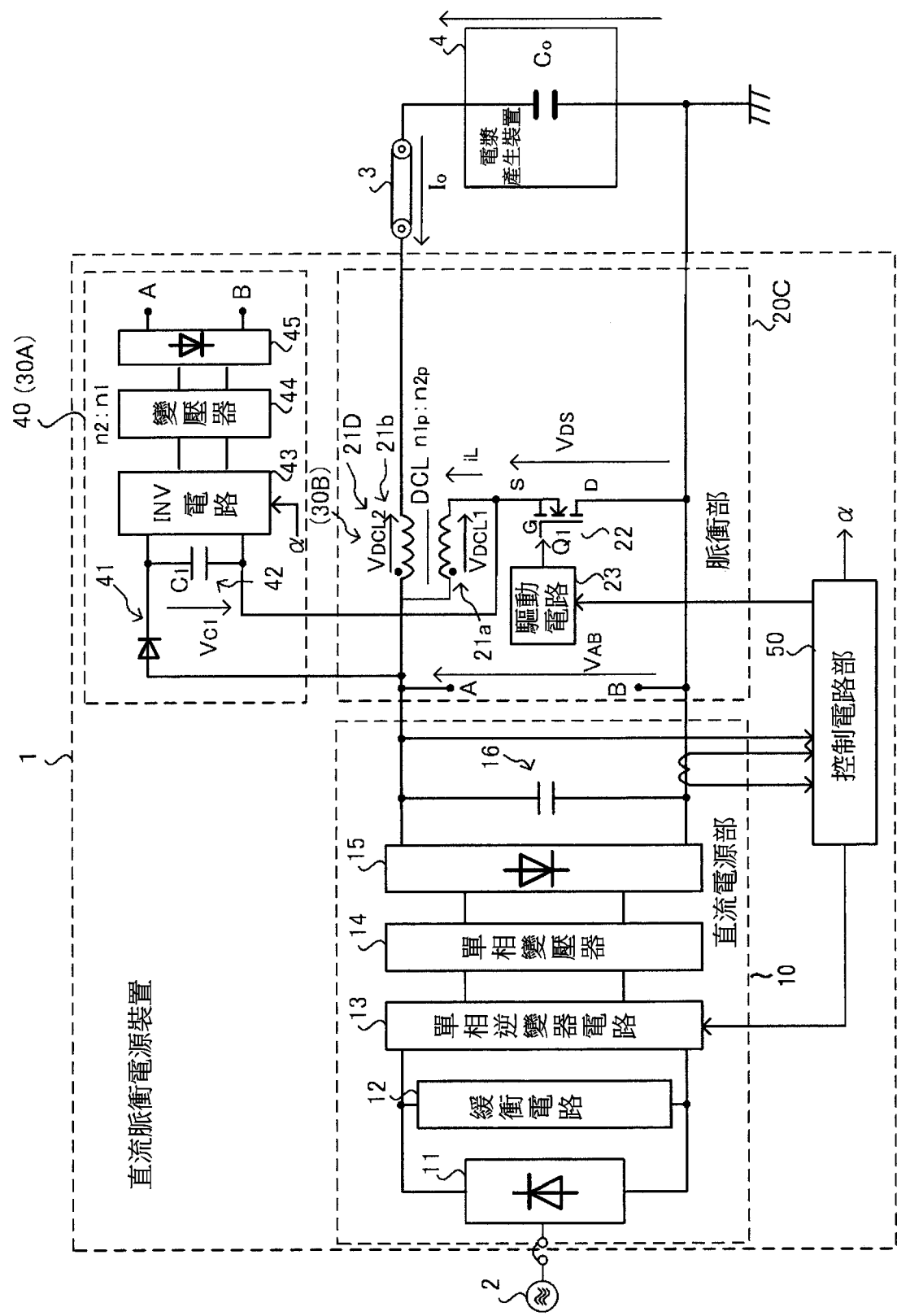
【圖 5】



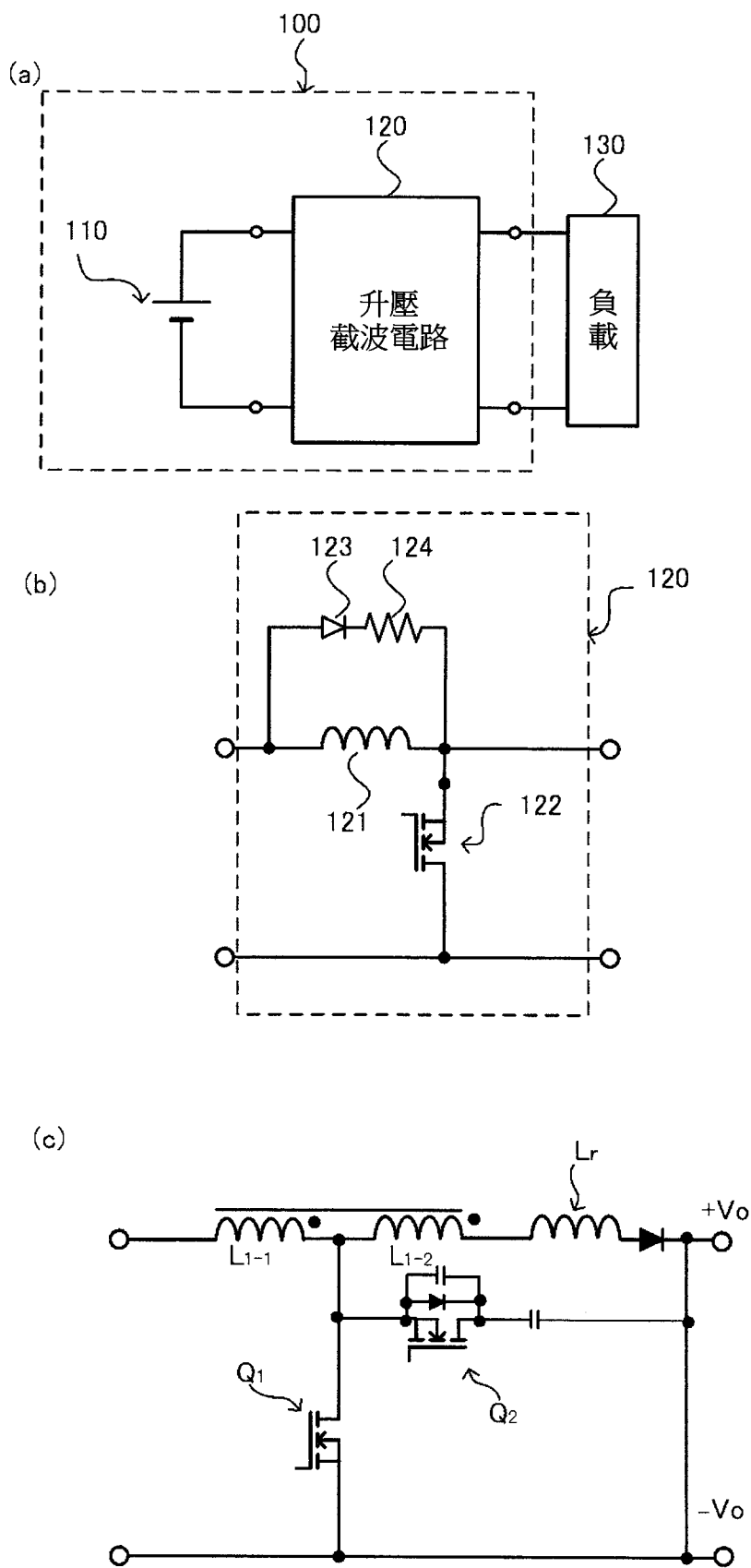
【圖6】



【圖 7】



【圖 8】



【圖 9】