



(19)中華民國智慧財產局

(12)新型說明書公告本

(11)證書號數：TW M465724 U

(45)公告日：中華民國 102 (2013) 年 11 月 11 日

(21)申請案號：102204786

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 03 月 15 日

(51)Int. Cl. : **H02P7/06 (2006.01)**

(71)申請人：林茂明(中華民國) (TW)

彰化縣彰化市彰南路 3 段 153 號

吳金增(中華民國) (TW)

彰化縣彰化市互助一街 184 號

(72)新型創作人：徐夫子 (TW)

(74)代理人：高玉駿；楊祺雄

申請專利範圍項數：6 項 圖式數：9 共 21 頁

(54)名稱

三相直流無刷馬達及其驅動電路

(57)摘要

一種三相直流無刷馬達的驅動電路，該馬達之定子三相線圈是三角形繞線，每一相線圈具有一中心接點，該驅動電路包括三個與一直流電源並聯的橋臂和六個阻尼電容，每一橋臂具有一上開關及一下開關，該三相線圈分別與該三個橋臂對應連接；該六個阻尼電容各別對應連接在每一相線圈的該中心接點與直流電源的正、負端之間，使得連接在其中一橋臂的上開關及另一橋臂的下開關之間的該相線圈產生之反電動勢可對連接在該相線圈的該中心接點與直流電源的正、負端之間的阻尼電容充電。

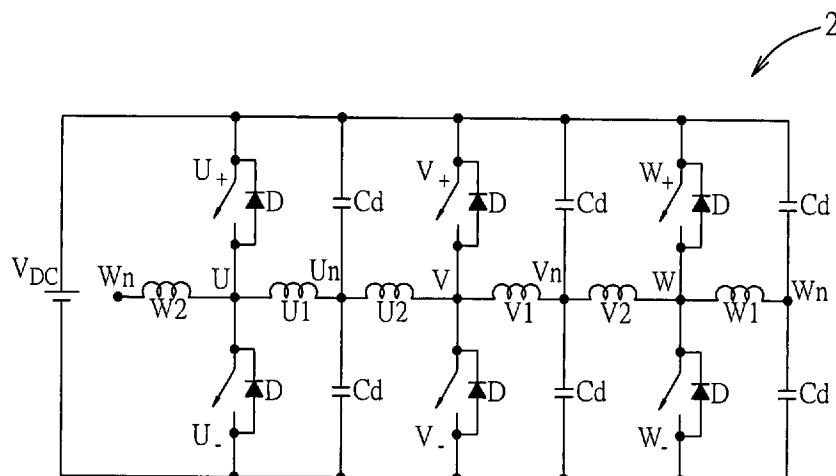


圖6

2 . . . 驅動電路

U1、U2、V1、V2、
W1、W2 . . . 線圈

U、V、W . . . 接點

Un、Vu、Wn . . .
中心接點

U+、V+、W+ . . .
上開關

U-、V-、W- . . . 下
開關

D . . . 飛輪二極體

Cd . . . 阻尼電容

VDC . . . 直流電源

新型摘要

※ 申請案號： 102204786

※ 申請日： 102. 3. 15

※IPC 分類： H02P 7/06 (2006.01)

【新型名稱】 三相直流無刷馬達及其驅動電路

【中文】

一種三相直流無刷馬達的驅動電路，該馬達之定子三相線圈是三角形繞線，每一相線圈具有一中心接點，該驅動電路包括三個與一直流電源並聯的橋臂和六個阻尼電容，每一橋臂具有一上開關及一下開關，該三相線圈分別與該三個橋臂對應連接；該六個阻尼電容各別對應連接在每一相線圈的該中心接點與直流電源的正、負端之間，使得連接在其中一橋臂的上開關及另一橋臂的下開關之間的該相線圈產生之反電動勢可對連接在該相線圈的該中心接點與直流電源的正、負端之間的阻尼電容充電。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖（ 6 ）。

【本代表圖之元件符號簡單說明】：

2 …………… 驅動電路

U1、U2、V1、V2、W1、W2 線
圈

U、V、W 接點

Un、Vn、Wn 中心接點

U+、V+、W+ 上開關

U-、V-、W- 下開關

D …………… 飛輪二極體

Cd …………… 阻尼電容

V_{DC} …………… 直流電源

新型專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【新型名稱】 三相直流無刷馬達及其驅動電路

【技術領域】

【0001】 本新型是有關於一種馬達的驅動電路，特別是指一種三相直流無刷馬達的驅動電路。

【先前技術】

【0002】 參閱圖 1，是習知一種三相直流無刷馬達的驅動電路 1，該三相直流無刷馬達(圖未示)的三相線圈 L_u 、 L_v 、 L_w 是採用 Y 型繞線，其一端相連接(接點 n)，另一端(以下稱接點 U 、 V 、 W)與驅動電路 1 電耦接。驅動電路 1 具有三個與一直流電源 V_{DC} 並聯的橋臂(以下稱 U 相橋臂、 V 相橋臂及 W 相橋臂)，每一橋臂具有一上開關 U^+ 、 V^+ 、 W^+ 、一下開關 U^- 、 V^- 、 W^- 以及複數分別與各該上開關 U^+ 、 V^+ 、 W^+ 、下開關 U^- 、 V^- 、 W^- 反向並聯的飛輪二極體 D ，且三相線圈的 U 、 V 、 W 接點各別對應連接在 U 相橋臂、 V 相橋臂及 W 相橋臂的上開關 U^+ 、 V^+ 、 W^+ 與下開關 U^- 、 V^- 、 W^- 之間。

【0003】 且驅動電路 1 在一基本周期內會控制其中一橋臂，例如 U 相橋臂的上開關 U^+ 導通，並同時控制其中另一橋臂，例如 V 相橋臂的下開關 V^- 導通，使 U 相線圈 L_u 及 V 相線圈 L_v 與直流電源 V_{DC} 導接而產生磁力推動馬達轉子

運轉。

【0004】 又如圖 3 所示，當驅動電路 1 在上述基本周期結束而控制上開關 $U+$ 及下開關 $V-$ 不導通時， U 相線圈 L_u 及 V 相線圈 L_v 上會瞬間產生一反電動勢 e_u 及 e_v ，該等反電動勢 e_u 及 e_v 形成的大電流會循著該 V 相橋臂之與上開關 $V+$ 並聯的飛輪二極體 D 及 U 相橋臂之與下開關 $U-$ 並聯的飛輪二極體 D 對直流電源 V_{DC} 產生高壓衝擊，易造成直流電源 V_{DC} 燒燬。

【0005】 因此，習知的解決方法如圖 4 所示，在驅動電路 1 設置一藉由開關 SW 控制是否與直流電源 V_{DC} 並聯的耗散電阻 R ，以在上開關 $U+$ 及下開關 $V-$ 不導通時，藉由控制耗散電阻 R 與直流電源 V_{DC} 並聯，來降低直流電源 V_{DC} 的電壓，使直流電源 V_{DC} 兩端不致因遭受反電動勢 e_u 及 e_v 的瞬間高壓而燒燬。然而此種做法雖能抑制反電動勢產生的高壓，但卻讓耗散電阻 R 徒然消耗直流電源 V_{DC} 的電力，加速直流電源 V_{DC} 的電力消耗速度，且由於交流型態的反電動勢無法被直流電源 V_{DC} 儲存，無處消耗的結果會導致整個驅動電路 1 產生高溫，並使電池溫度升高而影響電池的使用壽命。

【0006】 此外，相較於 Δ 型繞線， Y 型繞線定子的輸出電流小，使得馬達輸出扭力小，而若採用 Δ 型繞線定子，則輸出電流較大，使得馬達產生扭力大，但線圈產生的反電動勢亦相對變大，將對上述習知驅動電路 1 更為不利，因此習知驅動電路 1 亦無法用以驅動採用 Δ 型繞線定子的

三相直流無刷馬達。

【新型內容】

【0007】 因此，本新型之目的，即在提供一種適於驅動採用 Δ 型繞線定子的三相直流無刷馬達，並可將驅動過程中於線圈上產生的反電動勢回收再利用之三相直流無刷馬刷的驅動電路。

【0008】 於是本新型三相直流無刷馬刷的驅動電路，該三相直流無刷馬達繞設在定子上的三相線圈頭尾相接而形成具有三個接點的三角形繞線，且每一相線圈具有一中心接點，而且該驅動電路與一直流電源電耦接，並包括三個與該直流電源並聯的橋臂以及六個阻尼電容；其中每一橋臂具有一上開關、一下開關、一與該上開關反向並聯的飛輪二極體，以及一與該下開關反向並聯的飛輪二極體，且該三相線圈的三個接點分別對應連接在該三個橋臂的上開關與下開關之間；該六個阻尼電容各別對應連接在每一相線圈的該中心接點與該直流電源的正端之間，以及該中心接點與該直流電源的負端之間，且當其中一橋臂的上開關及另一橋臂的下開關導通，連接在該上開關與該下開關之間的該相線圈會與該直流電源導接而儲能，而當該上開關與該下開關不導通時，該相線圈瞬間產生之一反電動勢會經由與該其中一橋臂的下開關並聯的飛輪二極體，對連接在該相線圈的該中心接點與該直流電源的負端之間的該阻尼電容放電，並經由與該另一橋臂的上開關並聯的飛輪二極體，對連接在該相線圈的該中心接點與該直流電源的正

端之間的該阻尼電容放電。

【0009】 此外，本新型三相直流無刷馬達，被一直流電源驅動，並包含一轉子、一定子及一驅動電路；該定子上繞設有三相線圈，該三相線圈的頭尾相接而形成具有三個接點的三角形繞線，且每一相線圈具有一中心接點；該驅動電路與該直流電源電耦接，並包括：三個與該直流電源並聯的橋臂，每一橋臂具有一上開關、一下開關、一與該上開關反向並聯的飛輪二極體，以及一與該下開關反向並聯的飛輪二極體，且該三相線圈的三個接點分別對應連接在該三個橋臂的上開關與下開關之間；以及六個阻尼電容，其各別對應連接在每一相線圈的該中心接點與該直流電源的正端之間，以及該中心接點與該直流電源的負端之間，且當其中一橋臂的上開關及另一橋臂的下開關導通，連接在該上開關與該下開關之間的該相線圈會與該直流電源導接而儲能並產生磁力推動該轉子轉動；而當該上開關與該下開關不導通時，該相線圈瞬間產生之一反電動勢會經由與該其中一橋臂的下開關並聯的飛輪二極體，對連接在該相線圈的該中心接點與該直流電源的負端之間的該阻尼電容放電，並經由與該另一橋臂的上開關並聯的飛輪二極體，對連接在該相線圈的該中心接點與該直流電源的正端之間的該阻尼電容放電。

【0010】 較佳地，該直流電源是一蓄電池，且當連接在每一相線圈的該中心接點與該直流電源的正端之間的阻尼電容，與連接在該中心接點與該直流電源的負端之間的阻

尼電容兩者串聯的電壓大於該蓄電池的電壓時，該等阻尼電容會對該蓄電池充電。

【0011】較佳地，該驅動電路還包括與一交流電源電耦接的一整流濾波電路，其對該交流電源進行整流濾波以產生該直流電源。

【0012】本新型藉由在驅動電路的每一相線圈的中心接點與直流電源的正端之間，以及中心接點與直流電源的負端之間分別電耦接一阻尼電容，使得線圈因開關切換而產生之反電動勢能適時經由與開關反向並聯的飛輪二極體，對與其電耦接的該等阻尼電容充電，使不致對直流電源產生高壓衝擊，而適於驅動採用 Δ 型繞線定子的三相直流無刷馬達，並且儲存於阻尼電容中的電力還能適時對直流電源 V_{DC} 補充電力，延長直流電源 V_{DC} 的供電時間，並在馬達瞬間需要大扭力輸出時，可以即時提供足夠電力給馬達。

【圖式簡單說明】

【0013】本新型之其他的特徵及功效，將於參照圖式的實施方式中清楚地呈現，其中：

圖 1 是一電路圖，說明習知三相直流無刷馬達的驅動電路；

圖 2 是一電路動作圖，說明習知三相直流無刷馬達的驅動電路的一驅動方式；

圖 3 是一電路動作圖，說明習知三相直流無刷馬達的驅動電路的另一驅動方式；

圖 4 是一電路動作圖，說明習知三相直流無刷馬達的驅動電路還設有一耗散電阻；

圖 5 是一三相線圈繞線示意圖，說明習知採 Δ 型繞線的三相線圈；

圖 6 是一電路圖，說明本新型三相直流無刷馬達的驅動電路的一較佳實施例；

圖 7 是一電路動作圖，說明本實施例三相直流無刷馬達的驅動電路的一驅動方式；

圖 8 是一電路動作圖，說明本實施例三相直流無刷馬達的驅動電路的另一驅動方式；及

圖 9 是一電路圖，說明本新型三相直流無刷馬達的驅動電路的一較佳實施例還包含一整流濾波電路。

【實施方式】

【0014】參閱圖 5 與圖 6，是本新型三相直流無刷馬達的驅動電路的一較佳實施例，其中如圖 5 所示，該三相直流無刷馬達的定子(圖未示)上的三相線圈 L_u 、 L_v 、 L_w 是採用 Δ 型繞線，因此三相線圈 L_u 、 L_v 、 L_w 的頭尾相接而具有三個接點 U 、 V 、 W ，且每一相線圈具有一中心接點 U_n 、 V_n 、 W_n ，而中心接點 U_n 將線圈 L_u 分成 U_1 、 U_2 兩段，中心接點 V_n 將線圈 L_v 分成 V_1 、 V_2 兩段，中心接點 W_n 將線圈 L_w 分成 W_1 、 W_2 兩段。

【0015】如圖 6 所示，該驅動電路 2 與一直流電源 V_{DC} 電耦接，並包括三個與該直流電源 V_{DC} 並聯的橋臂(為方便說明，以下稱 U 相橋臂、 V 相橋臂及 W 相橋臂)以及六個阻

尼電容 C_d ；其中每一橋臂各具有一上開關 U^+ 、 V^+ 、 W^+ 、一下開關 U^- 、 V^- 、 W^- ，與各該上開關 U^+ 、 V^+ 、 W^+ 反向並聯的飛輪二極體 D ，以及與各該下開關 U^- 、 V^- 、 W^- 反向並聯的飛輪二極體 D ，且該三相線圈 L_u 、 L_v 、 L_w 的三個接點 U 、 V 、 W 各別連接在相對應的各該橋臂的上開關與下開關之間，即接點 U 連接在 U 相橋臂的上開關 U^+ 與下開關 U^- 之間，接點 V 連接在 V 相橋臂的上開關 V^+ 與下開關 V^- 之間，接點 W 連接在 W 相橋臂的上開關 W^+ 與下開關 W^- 之間。

【0016】該等阻尼電容 C_d 各別對應連接在每一相線圈 L_u 、 L_v 、 L_w 的該中心接點 U_n 、 V_n 、 W_n 與該直流電源 V_{DC} 的正端之間，以及該中心接點 U_n 、 V_n 、 W_n 與該直流電源 V_{DC} 的負端之間。藉此，如圖 7 所示，當驅動電路 2 在一基本周期內控制其中一橋臂，例如 U 相橋臂的上開關 U^+ 與另一橋臂，例如 V 相橋臂的下開關 V^- 導通時，連接在該上開關 U^+ 與該下開關 V^- 之間的該 U 相線圈 L_u 會經由上開關 U^+ 及下開關 V^- 與直流電源 V_{DC} 導接而產生磁力推動馬達轉子運轉。同時 U 相線圈 L_u 由於與直流電源 V_{DC} 導接而儲能。因此，如圖 8 所示，當該基本周期結束，驅動電路 2 控制該上開關 U^+ 與該下開關 V^- 不導通時，該 U 相線圈的 $U1$ 、 $U2$ 段瞬間會各別產生一反電動勢 V_{u1} 、 V_{u2} ，其中 $U1$ 段上的反電動勢 V_{u1} 所生成的電流會循最短路徑，經由與 U 相橋臂的下開關 U^- 並聯的飛輪二極體 D ，對連接在該 U 相線圈 L_u 的該中心接點 U_n 與直流電源 V_{DC} 的負端之間的該阻

尼電容 C_d 充電，而 U_2 段上的反電動勢 V_{u2} 所生成的電流亦會循最短路徑，經由與 V 相橋臂的上開關 $V+$ 並聯的飛輪二極體 D ，對連接在該 U 相線圈 L_u 的中心接點 U_n 與直流電源 V_{DC} 的正端之間的該阻尼電容 C_d 充電。

【0017】 藉此，由線圈產生之反電動勢所形成的電流將不會流經直流電源 V_{DC} ，除了可避免三相線圈在開關不導通的瞬間產生的高壓反電動勢直接對直流電源 V_{DC} 造成衝擊外，還可將三相線圈產生的反電動勢能量儲存在阻尼電容 C_d 中加以利用而不浪費。且因為由三相線圈產生的交流型態的反電動勢可循飛輪二極體形成的放電路徑對阻尼電容 C_d 充電而釋放能量，使驅動電路 1 不致產生高溫，並使直流電源 V_{DC} ，例如蓄電池不致因遭受高溫而影響其使用壽命。

【0018】 再者，驅動電路 2 會藉由切換三個橋臂的上開關與下開關導通與否，控制三相線圈輪流與直流電源 V_{DC} 導接，以持續推動馬達轉子運轉，因此當每一線圈被由導接狀態切換成不導接狀態時，該線圈產生之反電動勢就會對與其中心接點電耦接的兩個阻尼電容 C_d 充電，且由於每一橋臂之上開關與下開關的切換速度非常快，大約 400Hz，因此本實施例之阻尼電容 C_d 可選用工作頻率，例如 300~1KHz 相當於開關切換頻率之無極性中頻電容。因此，在驅動電路 2 運作的期間，三相線圈會輪流且持續地對與其電耦接的阻尼電容 C_d 充電，使阻尼電容 C_d 一直維持充滿電能的狀態。如此一來，當直流電源 V_{DC} ，例如蓄

電池的電壓低於串聯在直流電源 V_{DC} 正、負兩端之間的兩個阻尼電容 C_d 的電位時，阻尼電容 C_d 即能適時地向直流電源 V_{DC} 充電，而增加直流電源 V_{DC} 的供電時間，若本實施例應用在電動交通載具，例如電動機車上，則可增加電動機車的續航力；而且當馬達瞬間需要大扭力輸出，例如電動機車加速或爬坡時，阻尼電容 C_d 還可即時提供馬達所需電力，讓電動機車產生更有力的操控性能。

【0019】而且，由於本實施例之驅動電路 2 不需使用習知的耗散電阻來降低直流電源 V_{DC} 的電壓，因此還具有省電的效果。

【0020】此外，本實施例的驅動電路 2 除了直接使用直流電源 V_{DC} 外，亦可使用交流電源 AC ，只要如圖 9 所示，在驅動電路 2 的前端再電耦接一整流濾波電路，例如習知的橋式整流濾波電路 20，使對一交流電源 AC 進行整流濾波，以產生一直流電源 V_{dc} 供給後端的電路。

【0021】綜上所述，上述實施例藉由在驅動電路 2 的每一相線圈的中心接點與直流電源的正端之間，以及中心接點與直流電源的負端之間分別電耦接一阻尼電容，使得線圈因開關切換產生之反電動勢能適時經由與開關反向並聯的飛輪二極體，對與其耦接的該等阻尼電容充電，而不致對直流電源產生高壓衝擊，而適於驅動採用 Δ 型繞線定子的三相直流無刷馬達，並且儲存於阻尼電容中的電力還能適時對直流電源 V_{DC} 補充電力，延長直流電源 V_{DC} 的供電時間，並在馬達瞬間需要大扭力輸出時，可以即時提供足

夠電力給馬達，故確實能達成本新型之目的。

【0022】 惟以上所述者，僅為本新型之較佳實施例而已，當不能以此限定本新型實施之範圍，即大凡依本新型申請專利範圍及專利說明書內容所作之簡單的等效變化與修飾，皆仍屬本新型專利涵蓋之範圍內。

【符 號 說 明】

【0023】

2	驅動電路	$U^{+}、V^{+}、W^{+}$	上開關
$U1、U2、V1、V2、W1、W2$	線圈	$U^{-}、V^{-}、W^{-}$	下開關
$U、V、W$	接點	D	飛輪二極體
$U_n、V_n、W_n$	中心接點	Cd	阻尼電容
$L_u、L_v、L_w$	線圈	V_{DC}	直流電源

申請專利範圍

1. 一種三相直流無刷馬達的驅動電路，該三相直流無刷馬達繞設在定子上的三相線圈頭尾相接而形成具有三個接點的三角形繞線，且每一相線圈具有一中心接點，而且該驅動電路與一直流電源電耦接，並包括：

三個與該直流電源並聯的橋臂，每一橋臂具有一上開關、一下開關、一與該上開關反向並聯的飛輪二極體，以及一與該下開關反向並聯的飛輪二極體，且該三相線圈的三個接點分別對應連接在該三個橋臂的上開關與下開關之間；及

六個阻尼電容，其各別對應連接在每一相線圈的該中心接點與該直流電源的正端之間，以及該中心接點與該直流電源的負端之間，且當其中一橋臂的上開關及另一橋臂的下開關導通，連接在該上開關與該下開關之間的該相線圈會與該直流電源導接而儲能，而當該上開關與該下開關不導通時，該相線圈瞬間產生之一反電動勢會經由與該其中一橋臂的下開關並聯的飛輪二極體，對連接在該相線圈的該中心接點與該直流電源的負端之間的該阻尼電容放電，並經由與該另一橋臂的上開關並聯的飛輪二極體，對連接在該相線圈的該中心接點與該直流電源的正端之間的該阻尼電容放電。

2. 如請求項 1 所述的三相直流無刷馬達的驅動電路，其中該直流電源是一蓄電池，且當連接在每一相線圈的該

中心接點與該直流電源的正端之間的阻尼電容，與連接在該中心接點與該直流電源的負端之間的阻尼電容兩者串聯的電壓大於該蓄電池的電壓時，該等阻尼電容會對該蓄電池充電。

3. 如請求項 1 所述的三相直流無刷馬達的驅動電路，還包括與一交流電源電耦接的一整流濾波電路，其對該交流電源進行整流濾波以產生該直流電源。

4. 一種三相直流無刷馬達，被一直流電源驅動並包含：

一轉子；

一定子，其上繞設有三相線圈，該三相線圈的頭尾相接而形成具有三個接點的三角形繞線，且每一相線圈具有一中心接點；及

一驅動電路，其與該直流電源電耦接，並包括：

三個與該直流電源並聯的橋臂，每一橋臂具有一上開關、一下開關、一與該上開關反向並聯的飛輪二極體，以及一與該下開關反向並聯的飛輪二極體，且該三相線圈的三個接點分別對應連接在該三個橋臂的上開關與下開關之間；以及

六個阻尼電容，其各別對應連接在每一相線圈的該中心接點與該直流電源的正端之間，以及該中心接點與該直流電源的負端之間，且當其中一橋臂的上開關及另一橋臂的下開關導通，連接在該上開關與該下開關之間的該相線圈會與該直流電源導接而儲能並產生磁力推動該轉子轉動，而當該上開關

與該下開關不導通時，該相線圈瞬間產生之一反電動勢會經由與該其中一橋臂的下開關並聯的飛輪二極體，對連接在該相線圈的該中心接點與該直流電源的負端之間的該阻尼電容放電，並經由與該另一橋臂的上開關並聯的飛輪二極體，對連接在該相線圈的該中心接點與該直流電源的正端之間的該阻尼電容放電。

5. 如請求項 4 所述的三相直流無刷馬達，其中該直流電源是一蓄電池，且當連接在每一相線圈的該中心接點與該直流電源的正端之間的阻尼電容，與連接在該中心接點與該直流電源的負端之間的阻尼電容兩者串聯的電壓大於該蓄電池的電壓時，該等阻尼電容會對該蓄電池充電。
6. 如請求項 4 所述的三相直流無刷馬達，其中該驅動電路還包括與一交流電源電耦接的一整流濾波電路，其對該交流電源進行整流濾波以產生該直流電源。

圖式

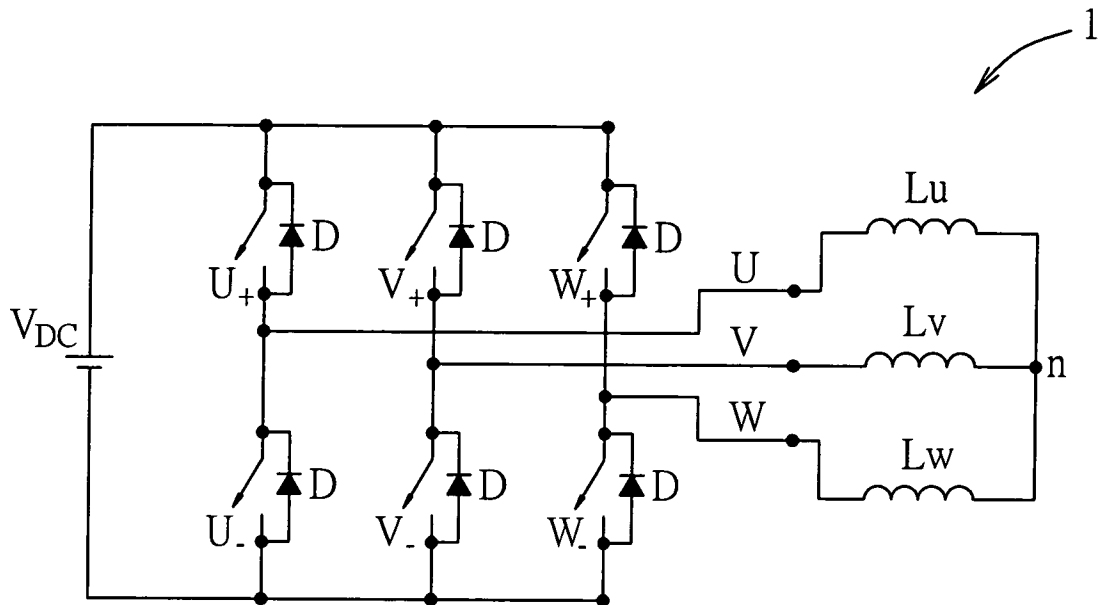


圖1

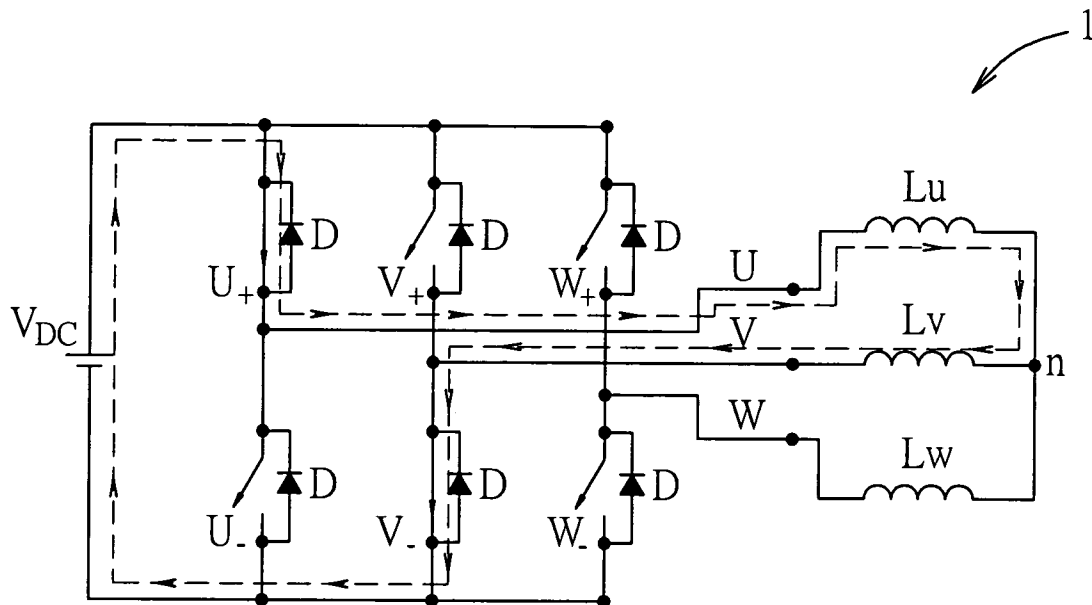


圖2

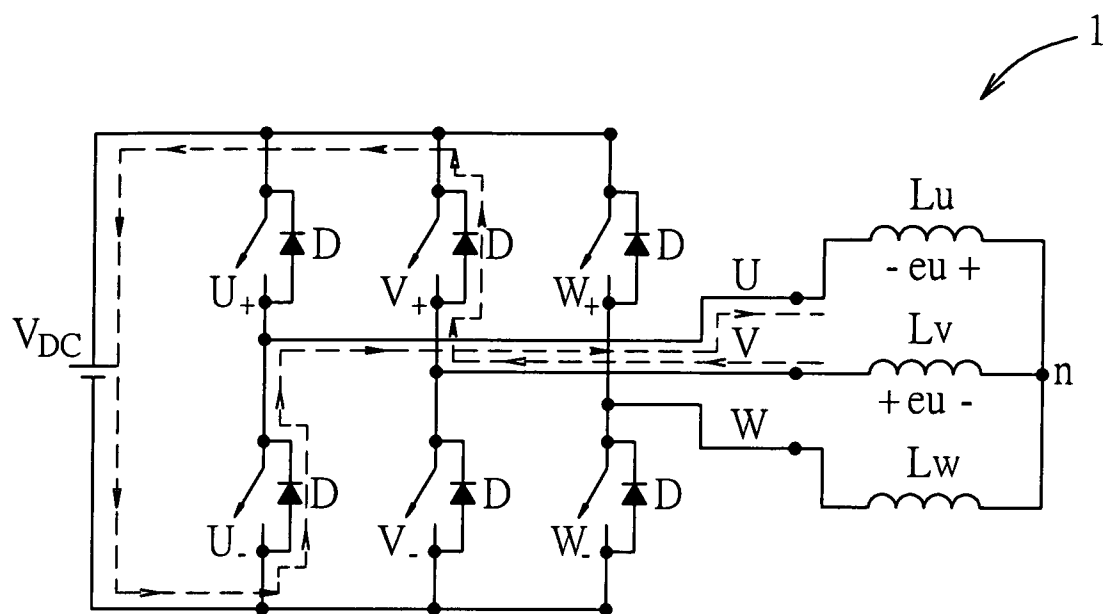


圖3

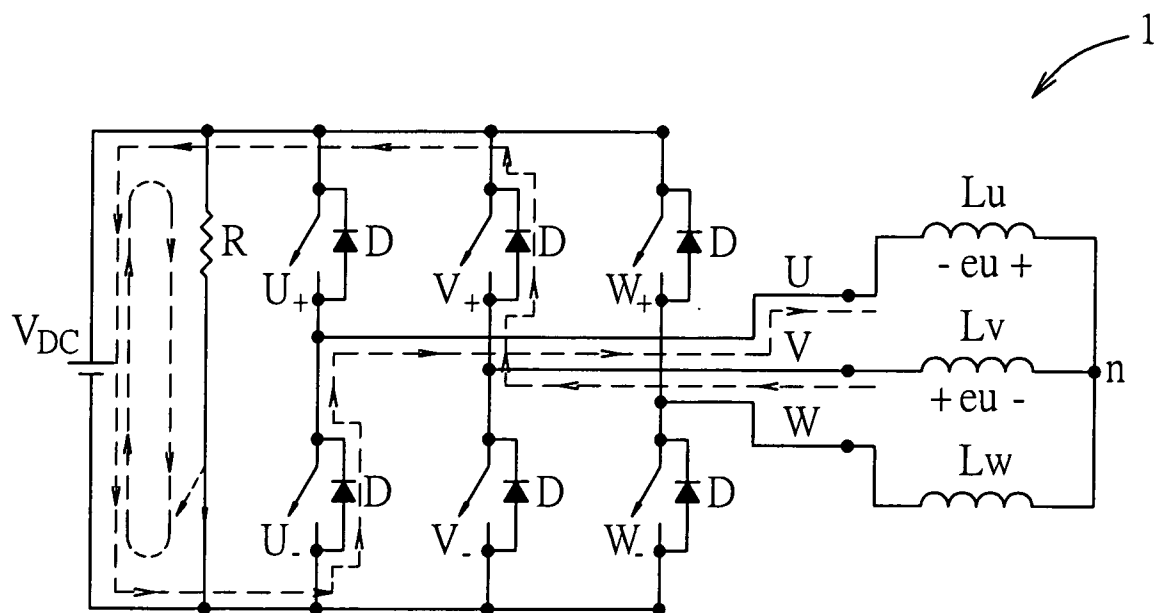


圖4

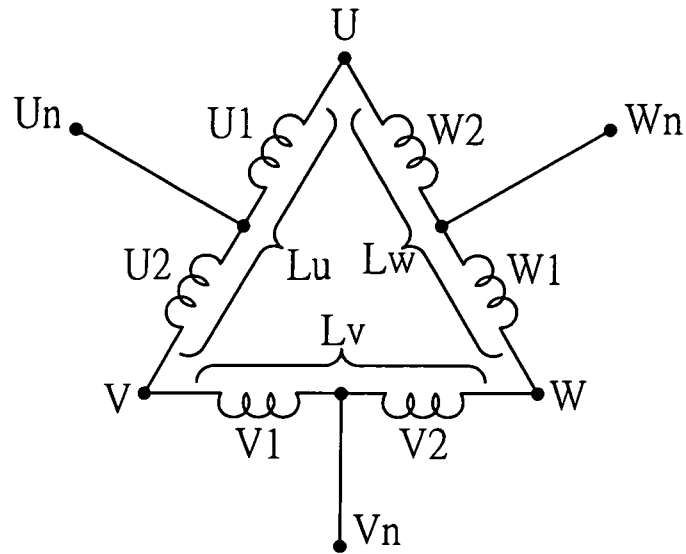


圖5

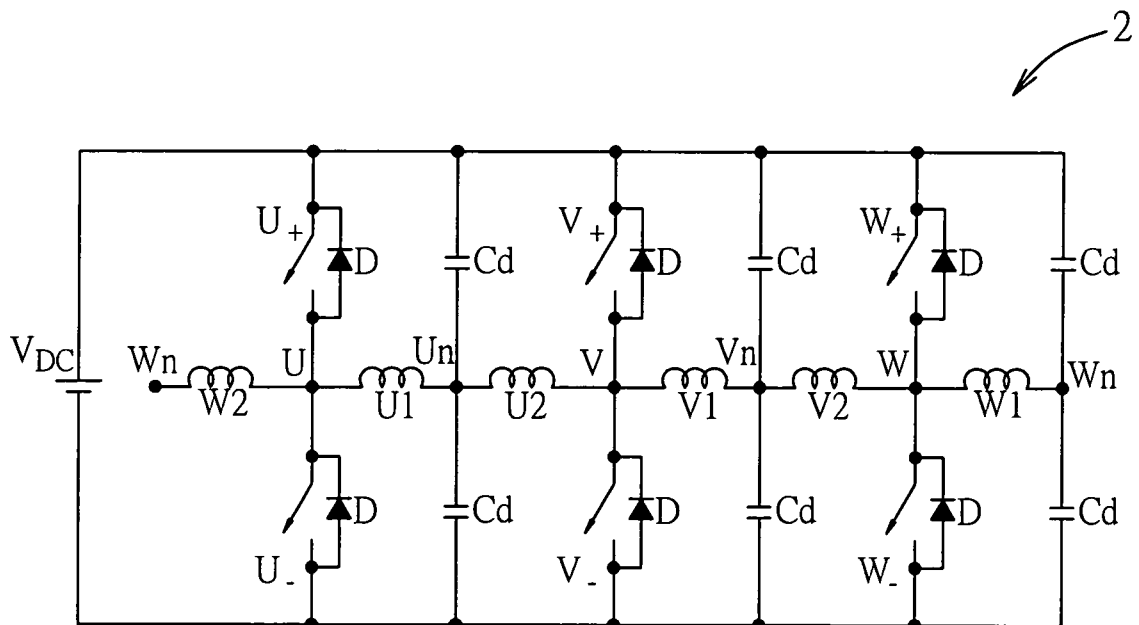


圖6

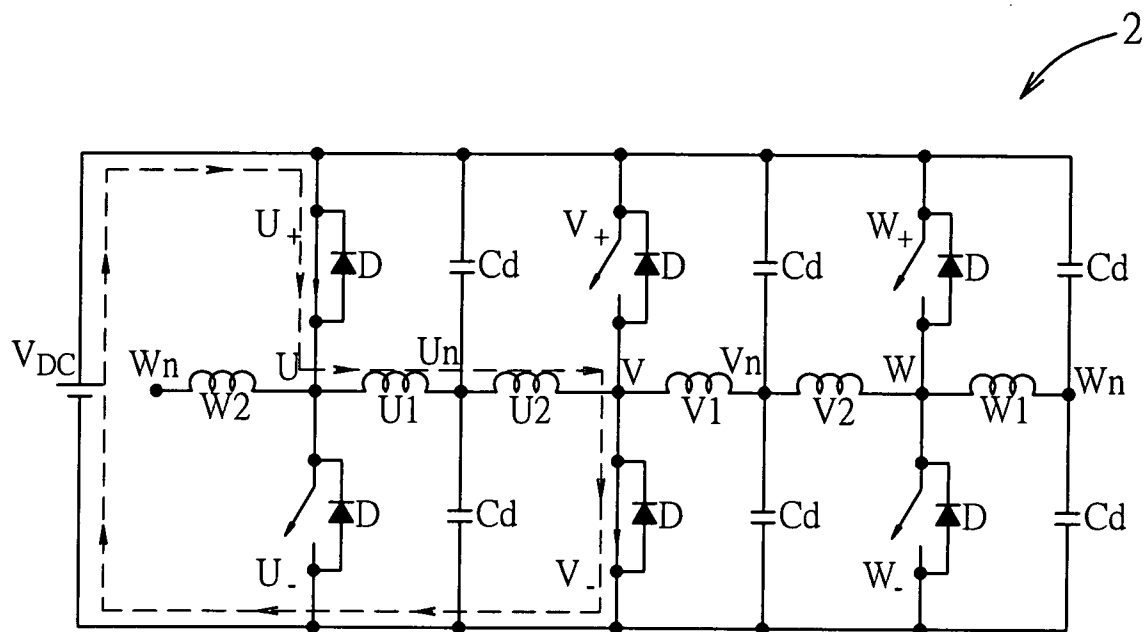


圖7

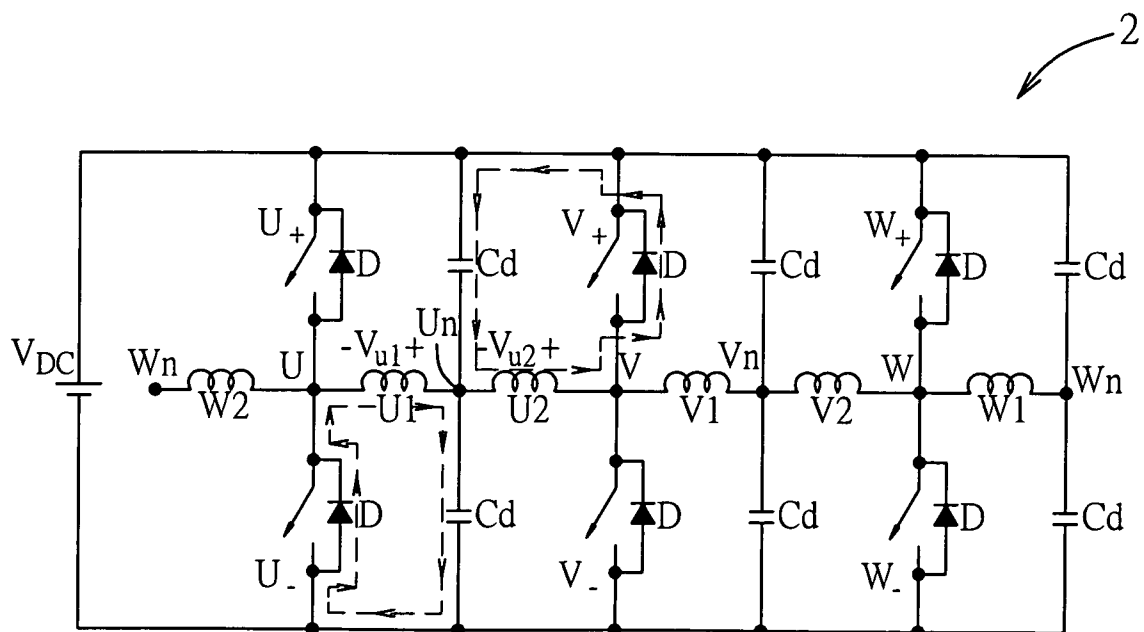


圖8

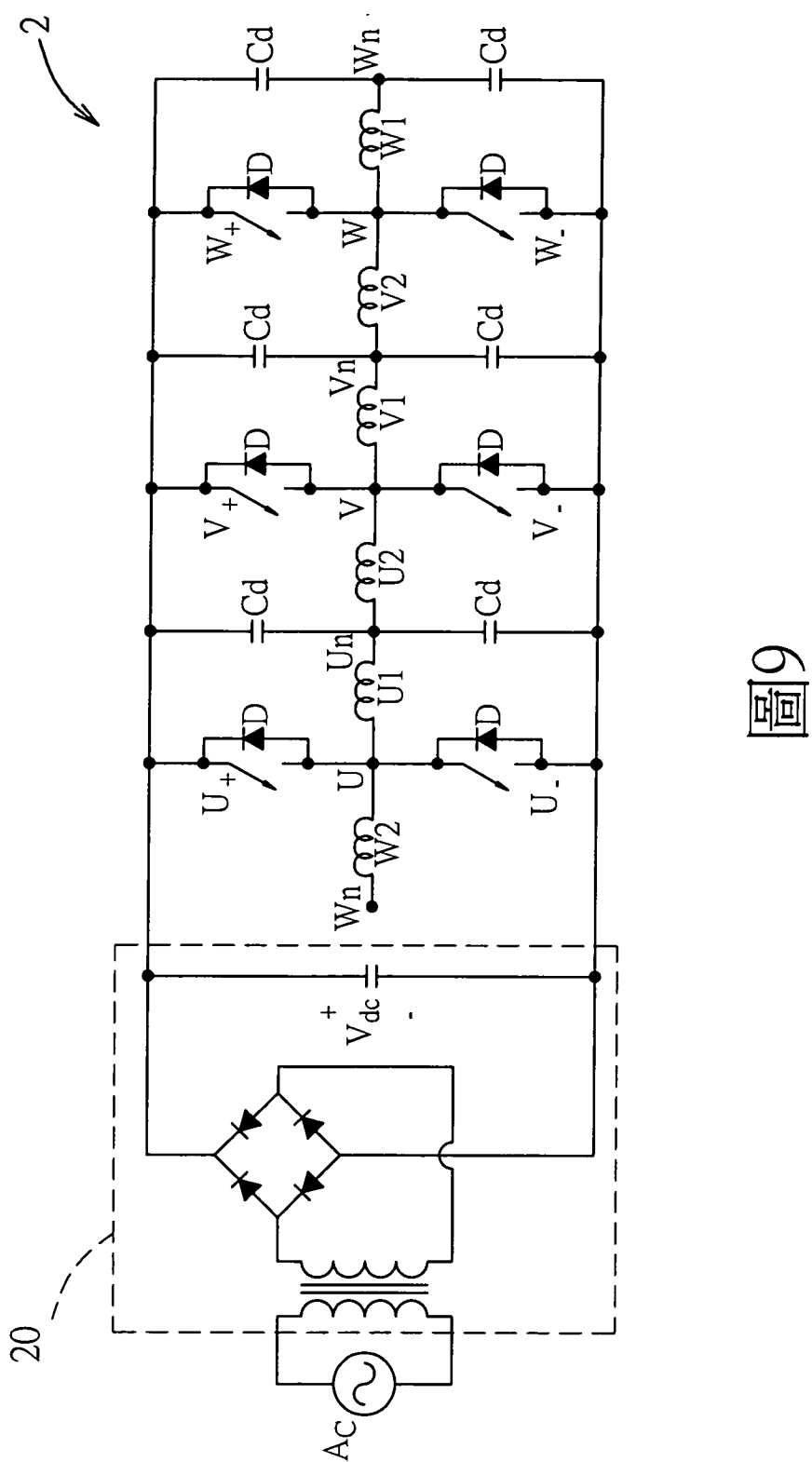


圖9