



(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 I719400 B

(45)公告日：中華民國 110 (2021) 年 02 月 21 日

(21)申請案號：108103888

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 01 月 31 日

(51)Int. Cl. : **H02M1/42 (2007.01)****H02M7/00 (2006.01)**

(30)優先權：2018/02/07 德國

10 2018 201 925.8

(71)申請人：德商伍爾特電子 e i S o s 有限公司 (德國) WURTH ELEKTRONIK EISOS GMBH & CO. KG (DE)

德國

(72)發明人：莎夏 瑪哈默德 SHOUSHA, MAHMOUD (EG)；霍格 馬汀 HAUG, MARTIN (DE)

(74)代理人：劉法正；尹重君

(56)參考文獻：

TW 201126888A

TW 201220665A

US 9413261B2

WO 2011/052364A1

WO 2017/020189A1

Chen-Yu Hsieh, Mehrdad Moallem, Farid Golnaraghi, "A Simple Bi-directional Bridgeless AC/DC Buck-Boost Converter for Automotive Energy Harvesting" IECON 2014 - 40TH ANNUAL CONFERENCE OF THE IEEE INDUSTRIAL ELECTRONICS SOCIETY, IEEE, 29 October 2014 (2014-10-29), pages 1937-1943

審查人員：曾宏仁

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：12 共 46 頁

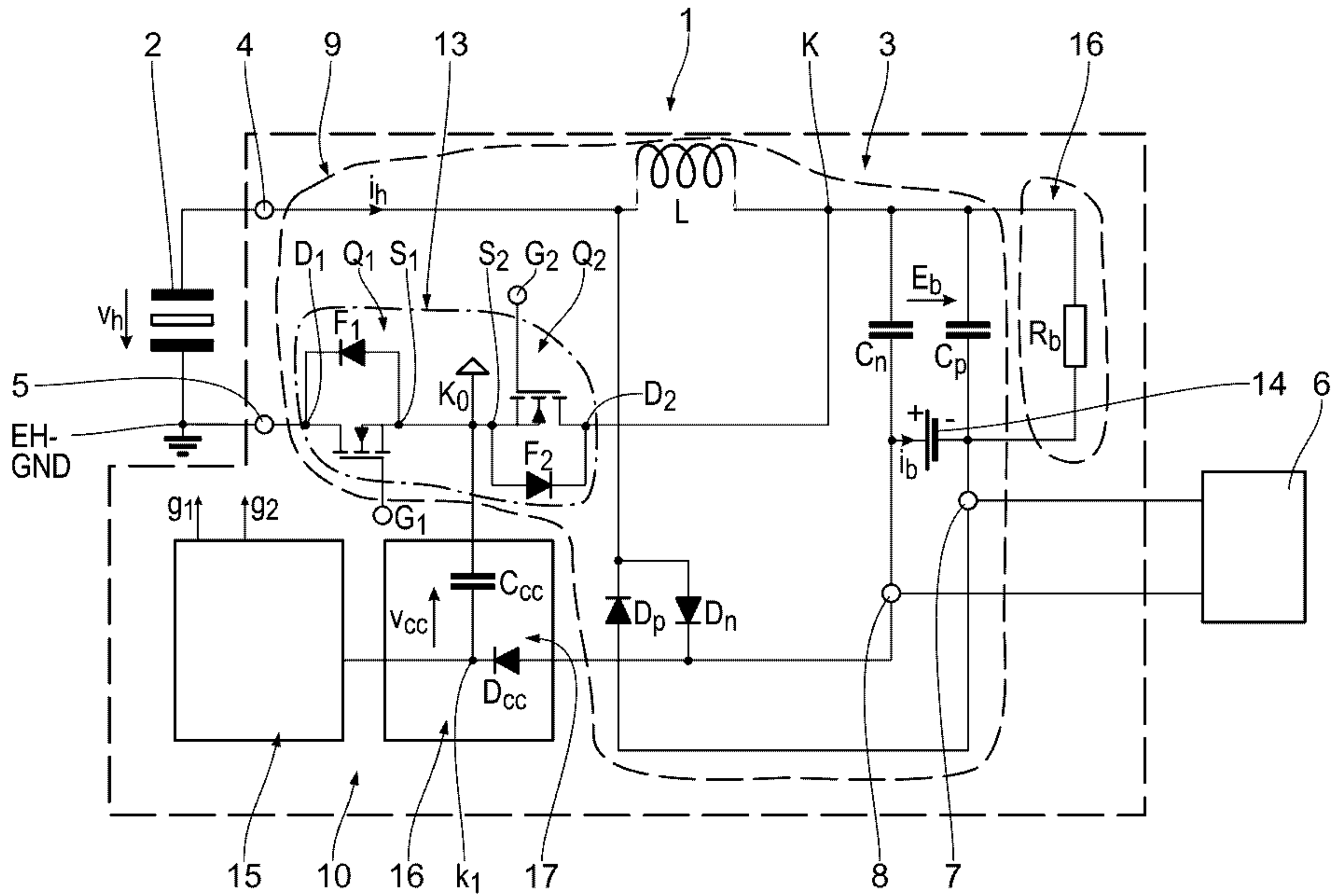
(54)名稱

獲取電能的裝置以及具有這種裝置的能量發生器

(57)摘要

一種用於獲取電能的裝置，其包括整流器和控制裝置。所述整流器包括第一充電電路和第二充電電路，所述第一充電電路用於從所述能量獲取器的正電壓中獲取能量，第二充電電路用於從所述能量獲取器的負電壓中獲取能量。所述充電電路具有共用的線圈和共用的電子開關。此外，每個所述充電電路具有電容器和閉鎖元件。通過所述充電電路共同使用所述線圈，所述裝置簡單且緊湊地構造。此外基於所述單級的交流-直流-轉換並且基於所述控制裝置的最大功率點跟蹤功能高效地獲取能量。

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

- 1:能量發生器
- 2:能量獲取器
- 3:裝置
- 4:第一輸入端子
- 5:第二輸入端子
- 6:負載
- 7:第一輸出端子
- 8:第二輸出端子
- 9:整流器
- 10:控制裝置
- 13:電子開關
- 14:電能存儲器
- 15:控制電路
- 16:供電電路
- 17:充電泵
- C_p:第一電容器
- C_n:第二電容器
- C_{cc}:第三電容器
- D₁、D₂:漏極端子
- D_p:第一閉鎖元件
- D_n:第二閉鎖元件
- D_{cc}:第一二極體
- F₁:第一寄生反相二極體
- F₂:第二寄生反相二極體
- g₁、g₂:控制信號
- G₁、G₂:柵端子
- i_b、i_h:電流
- K:充電節點
- K₀:參考節點
- L:線圈
- Q₁:第一電子開關元件
- Q₂:第二電子開關元件
- R_b:歐姆電阻

I719400

TW I719400 B

S₁:第一源極端子

S₂:第二源極端子

V_{cc}:供電電壓

V_h:交替電壓



I719400

【發明摘要】

【中文發明名稱】

獲取電能的裝置以及具有這種裝置的能量發生器

【中文】

一種用於獲取電能的裝置，其包括整流器和控制裝置。所述整流器包括第一充電電路和第二充電電路，所述第一充電電路用於從所述能量獲取器的正電壓中獲取能量，第二充電電路用於從所述能量獲取器的負電壓中獲取能量。所述充電電路具有共用的線圈和共用的電子開關。此外，每個所述充電電路具有電容器和閉鎖元件。通過所述充電電路共同使用所述線圈，所述裝置簡單且緊湊地構造。此外基於所述單級的交流-直流-轉換並且基於所述控制裝置的最大功率點跟蹤功能高效地獲取能量。

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 1...能量發生器
- 2...能量獲取器
- 3...裝置
- 4...第一輸入端子
- 5...第二輸入端子
- 6...負載
- 7...第一輸出端子
- 8...第二輸出端子
- 9...整流器
- 10...控制裝置
- 13...電子開關
- 14...電能存儲器
- 15...控制電路
- 16...供電電路
- 17...充電泵
- C_p...第一電容器
- C_n...第二電容器
- C_{cc}...第三電容器
- D₁、D₂...漏極端子
- D_p...第一閉鎖元件
- D_n...第二閉鎖元件
- D_{cc}...第一二極體
- F₁...第一寄生反相二極體
- F₂...第二寄生反相二極體
- g1、g2...控制信號
- G₁、G₂...柵端子
- i_b、i_h...電流
- K...充電節點
- K₀...參考節點
- L...線圈
- Q₁...第一電子開關元件
- Q₂...第二電子開關元件
- R_b...歐姆電阻
- S₁...第一源極端子
- S₂...第二源極端子
- v_{cc}...供電電壓
- v_h...交替電壓

【特徵化學式】

(無)

【發明說明書】

【中文發明名稱】

獲取電能的裝置以及具有這種裝置的能量發生器

【技術領域】

5 【0001】發明領域

本發明涉及一種獲取電能的裝置以及具有這種裝置的能量發生器。

【先前技術】

 【0002】發明背景

10 能量獲取是指從移動電氣裝置環境的電源中獲取少量電能，例如從振動或運動中獲取。相應的能量獲取器（Energy Harvester），例如壓電發電機或電磁能量獲取器，提供交變極性（交流電壓）的低電壓，從中獲得盡可能高效的電能並且使之能夠得到利用。

15 【發明內容】

 【0003】發明概要

本發明的目的在於，提供一種簡單且緊湊的裝置，其能夠以有效且可靠的方式獲取電能。該裝置尤其應該能夠從毫伏範圍內的極低電壓中進行電能的有效獲取。

20 【0004】通過一種具有請求項1特徵的裝置來實現該目的。整流器具有：第一充電電路，用於從能量獲取器的施加到輸入端子的正電壓中獲取能量；以及第二充電電路，用於從能量獲取器的施加到輸入端子的負電壓中獲取能量，所述電路具有共用線圈和共用電子開關。在施加正

電壓時，電子開關在第一開關狀態下閉合，使得線圈由於施加的正電壓和流過線圈的電流而存儲能量。第一閉鎖元件在第一開關狀態下防止第一電容器充電。第一閉鎖元件尤其設計為二極體。在隨後的第二開關狀態中，電子開關打開，使得第一電容器借助存儲在線圈中的能量充電。第一閉鎖元件允許在第二開關狀態下充電電流從線圈流到第一電容器。在施加負電壓時，電子開關在第一開關狀態下閉合，使得線圈由於施加的負電壓和流過線圈的電流而存儲能量。第二閉鎖元件在第一開關狀態下防止第二電容器充電。第二閉鎖元件尤其設計為二極體。在隨後的第二開關狀態中，電子開關打開，使得第二電容器借助存儲在線圈中的能量充電。第二閉鎖元件允許在第二開關狀態下充電電流從線圈流到第二電容器。

【0005】由於整流器僅具有唯一一個線圈並且線圈在由充電電路施加正電壓和施加負電壓時是共用的，所以整流器簡單並且緊湊地構造。裝置的成本主要取決於由共用線圈所限定的磁體積。整流器具有恰好一個線圈，從而磁體積限於這唯一一個線圈的體積，進而使得裝置的成本相對較低。此外所施加的交流電壓（AC電壓）在唯一一個步驟中轉換為極性相同的電壓或直流電壓（DC電壓），進而使得電能有效且可靠地獲取。輸入端子並不直接與整流器的二極體連接，進而使得由能量獲取器提供的極低電壓也能夠以簡單有效的方式進行整流並且得以利用。整流器尤其構成為降壓-升壓轉換器（Buck-Boost-Converter）。

【0006】電子開關由這些充電電路共用並以相應的方式使用。電子開關具有至少一個電子開關元件。該至少一個電子開關元件尤其構成為MOSFET，優選構成為自閉鎖n溝道MOSFET。第一開關狀態和隨後的第二開關狀態在時間週期 T_s 上延續。 $T_s = 1/f_s$ 適用於時間週期 T_s ，其中 f_s 表示控制裝置的開關頻率。各個第一開關狀態具有時間 $D \cdot T_s$ ，並且分別相關聯的各個第二開關狀態具有時間 $(1-D) \cdot T_s$ ，其中D表示占空比或占空因數(Duty cycle)。

【0007】如請求項2所述的裝置確保了簡單緊湊的構造以及能量的有效獲取。由線圈和電子開關構成的串聯電路與輸入端子連接。當電子開關閉合時，由線圈和電子開關構成的串聯電路與連接到輸入端子上的能量獲取器一起構成網眼。進而電流基於施加到輸入端子上的電壓而流經線圈，進而使得能量借助於線圈進行存儲。在隨後的第二開關狀態中，電子開關打開，使得線圈與輸入端子之一的連接由於串聯電路而斷開並且進而網眼也中斷。從而在第二開關狀態下第一電容器或第二電容器得以充電。優選地，線圈與第一輸入端子和電子開關連接，並且電子開關與第二輸入端子連接。

【0008】如請求項3所述的裝置確保了高可靠性和高效率。通過兩個電子開關元件串聯連接，避免了寄生電流和由此所引起的損耗。兩個電子開關元件尤其背對背地設置。由此避免了寄生電流引起的損耗和故障。寄生電流尤其由反相二極體（體二極體Body-Diode）引起。由於背對

背佈置，反相二極體具有不同的閉鎖方向。電子開關元件選自場效應電晶體（**n**溝道或**p**溝道）和雙極電晶體（**MPM**或**PMP**）。電子開關元件優選構成為**MOSFET**，尤其是**n**溝道**MOSFET**。

5 **【0009】** 如請求項4所述的裝置確保了簡單構造和高可靠性。電子開關具有至少一個電子開關元件，其具有相關的寄生反相二極體。寄生反相二極體在整流器啟動期間用於向控制裝置提供電能。對此，控制裝置的供電電路連接到整流器，使得線圈、電容器之一、供電電路和寄生反相二極體與連接到輸入端子的能量獲取器一起構成網眼。通過此網眼，即通過寄生反相二極體，供電電路借助施加到輸入端子上的電壓和/或電能存儲器的電壓充電，使得通過供電電路提供供電電壓，以產生控制信號。供電電路尤其與輸出端子之一以及電子開關元件的端子連接。優選地供電電路與第二輸出端子和構成為**MOSFET**的電子開關元件的源極端子連接。電子開關元件的漏極端子優選地與第二輸入端子連接。

20 **【0010】** 如請求項5所述的裝置確保了高可靠性和高效率。電子開關元件串聯連接並具有背對背佈置，使得寄生反相二極體具有相反的閉鎖方向。通過佈置開關元件，進而確保不僅施加負電壓時而且施加正電壓時至少一個反相二極體閉鎖。寄生電流並由此引起的損失進而得以避免。優選地，串聯連接的電子開關元件之間的連接構成控制裝置的參考電勢（接地），使得電子開關元件基於所定

義的參考電勢能夠簡單地進行控制。電子開關元件優選地構成為MOSFET，其與源極端子連接並以這種方式串聯連接。源極端子優選地與控制裝置的供電電路連接，其中在此構成的節點形成參考節點並且連接到參考電勢（接地）。

5 電子開關元件的串聯電路尤其與線圈和第二輸入端子連接。連接到第二輸入端子的電子開關元件的反相二極體尤其具有流通方向，該流通方向指向第二輸入端子。

10 **【0011】** 如請求項6所述的裝置確保了簡單緊湊的構造和能量的有效獲取。當將正電壓施加到輸入端子時，線圈、第一電容器和第一閉鎖元件在第二開關狀態下構成第一網眼，使得在第一開關狀態下存儲在線圈中的能量從線圈傳遞到第一電容器。第一閉鎖元件在第二開關狀態下允許電流從線圈流到第一電容器。

15 **【0012】** 如請求項7所述的裝置確保了簡單緊湊的構造和能量的有效獲取。當將負電壓施加到輸入端子時，線圈、第二電容器和第二閉鎖元件在第二開關狀態下構成第二網眼，使得在第一開關狀態下存儲在線圈中的能量從線圈傳遞到第二電容器。第二閉鎖元件允許在第二開關狀態中電流從線圈流到第二電容器。

20 **【0013】** 如請求項8所述的裝置確保了簡單緊湊的構造。由於第一閉鎖元件和第二閉鎖元件相對於線圈具有不同的流通方向或不同的閉鎖方向，因此整流器能夠以簡單的方式在第一充電電路和第二充電電路之間進行切換。在電子開關打開時，借助閉鎖元件，電流要麼流經第一網眼，

要麼流經第二網眼，第一網眼包括線圈、第一閉鎖元件和第一電容器，第二網眼包括線圈、第二閉鎖元件和第二電容器。閉鎖元件優選構成為二極體。第一閉鎖元件尤其與第一輸入端子和第一輸出端子連接，使得電流能夠從線圈流到第一電容器。第二閉鎖元件尤其與第一輸入端子和第二輸出端子連接，使得電流能夠從線圈流到第二電容器。

【0014】如請求項9所述的裝置確保能量的有效獲取。當將正電壓施加到輸入端子時，第一電容器充電，而將負電壓施加到輸入端子時，第二電容器充電，使得即使施加到輸入端子上的電壓極低，在輸出端子處也提供相對高的輸出電壓。

【0015】如請求項10所述的裝置確保了簡單緊湊的構造。能量獲取器連接到輸入端子上並向它們提供電壓或輸入電壓。在輸出端子處提供輸出電壓，借助輸出電壓能夠運行消耗器或負載。中央充電電路節點能夠簡單地在第一開關狀態下將電能存儲在線圈中並且在隨後的第二開關狀態下借助在線圈中存儲的電能給電容器之一充電，在該中央充電電路節點上連著恰好一個或唯一一個線圈、電子開關和電容器。借助電子開關在開關狀態之間進行切換。借助閉鎖元件在施加正電壓時的第一充電電路和在施加負電壓時的第二充電電路之間進行選擇。當閉鎖元件構成為二極體時，尤其自動地進行選擇。

【0016】如請求項11所述的裝置確保了有效和可靠的能量獲取。電能存儲器借助於電容器充電並存儲獲取的

電能。借助電能存儲器，即使電容器未充電，該裝置也在輸出端提供輸出電壓。此外，借助電能存儲器穩定輸出電壓。電能存儲器優選地與輸出端子連接。通過在電能存儲器中存儲或臨時存儲消耗器或負載不需要的電能，簡單且有效地使用所獲取的能量。

【0017】如請求項12所述的裝置確保能量的可靠獲取。通過在輸出端子連接電壓調節器，向消耗器或負載提供相對恒定的電壓。如果電能存儲器沒有連接到輸出端子，則電壓調節器尤其是有利的。輸出端子的輸出電壓由於電容器的充電狀態的變化而波動，所以電壓調節器有利於穩定輸出電壓。電壓調節器尤其包括直流變壓器（DC-DC轉換器），其輸出側電壓被調節。為此，直流變壓器是電壓調節電路的一部分，電壓調節電路將輸出側的電壓與目標電壓進行比較，並將目標電壓和輸出側電壓之間的電壓偏差饋送給調節器，調節器控制直流變壓器以調節電壓偏差。調節器例如構成為PID調節器。

【0018】如請求項13所述的裝置確保可靠和有效的能量獲取。借助供電電路，可靠地向控制電路提供供電電壓。供電電路尤其設計成，使得供電電壓盡可能恒定。供電電路優選連接在輸出端子之一上並與電子開關連接。供電電路尤其連接到第二輸出端子上並與電子開關的兩個電子開關元件的連接相連接。在此構成的節點用作參考節點並為控制電路提供參考電勢。供電電壓用作控制電路的輸入電壓。控制電路設計成，使得進行所謂的最大功率點跟

蹤（MPPT），進而使得能量獲取得以優化或最大化。為此，控制電路調節占空比 D ，使得在輸入端子上的輸入阻抗基本上對應能量獲取器的內部電阻並且輸入阻抗基本上是純電阻性的，進而使得在輸入端子上的電壓和相關的電流大致同相。

【0019】如請求項14所述的裝置簡單確保可靠和有效的能量獲取。至少一個充電泵形成供電電路，供電電路用於為控制電路提供供電電壓。優選地，如果整流器包括電能存儲器，那麼控制裝置具有恰好一個充電泵。充電泵尤其單級地構成。優選地，如果整流器不包括電能存儲器，那麼控制裝置恰好具有兩個充電泵。恰好兩個充電泵尤其構成為輔助充電泵和主充電泵，其中輔助充電泵用於啟動主充電泵。

【0020】如請求項15所述的裝置確保了簡單的構造和可靠且有效的能量獲取。充電泵尤其單級地構成。優選地，充電泵恰好具有一個二極體和恰好一個電容器。優選地，二極體與第二輸出端子和電容器連接，並且電容器與參考節點連接，參考節點在電子開關的兩個電子開關元件之間構成。參考節點尤其具有用於控制電路的參考電勢。二極體允許電流從第二輸出端子流到參考節點。當整流器不具有電能存儲器時，充電泵尤其形成主充電泵。

【0021】如請求項16所述的裝置確保了簡單的構造和可靠且有效的能量獲取。當將電壓施加到輸入端子時，充電泵、線圈、電容器之一和電子開關元件之一的反相二

極體連同連接到輸入端子的能量獲取器一起構成網眼，網眼能夠啟動充電泵。通過啟動充電泵，提供供電電壓，供電電壓能夠控制電子開關或電子開關元件。進而該裝置可簡單可靠地運行。優選地，節點形成參考節點，該參考節點具有用於控制電路的參考電勢，以產生控制信號。優選地，充電泵與第二輸出端子連接，並且電子開關與線圈和第二輸入端子連接。如果整流器不具有電能存儲器，則充電泵形成主充電泵。

【0022】如請求項17所述的裝置確保了簡單的構造和可靠且有效的能量獲取。充電泵能夠可靠地啟動控制裝置並可靠地產生控制信號以控制電子開關。充電泵尤其形成輔助充電泵，輔助充電泵能夠啟動主充電泵並提供充電電壓。當整流器不具有電能存儲器時，那麼充電泵是尤其有利的。

【0023】如請求項18所述的裝置能夠可靠且有效地獲取能量。輔助充電泵用於啟動主電荷泵，主電荷泵提供用於控制電子開關的充電電壓。輔助充電泵尤其構成為無源單級Villard充電泵。主充電泵優選單級地構成並且包括由二極體和電容器構成的串聯電路。輔助充電泵與主充電泵連接，使得借助於輔助充電泵給主充電泵的電容器充電。為此，輔助充電泵尤其與第一節點連接，該第一節點構成在二極體和主充電泵的電容器之間。

【0024】如請求項19所述的裝置確保了簡單的構造和可靠且有效的能量獲取。充電泵構成為無源單級Villard

充電泵。充電泵尤其形成輔助充電泵，輔助充電泵與主充電泵連接。為此，第四二極體連接到第一二極體和第三電容器之間的連接上，即連接到第一節點上。在施加負電壓時，則第四電容器經由第二二極體充電。為此，第二二極體允許電流從第二輸入端子流到第一輸入端子。在將正電壓施加到輸入端子時，第四電容器經由第三二極體放電，並給第五電容器充電。為此，第三二極體允許電流從第二節點流到第三節點。通過對第五電容器充電，第三節點處的電壓基本上等於輸入端子處的最大電壓的兩倍。經由第四二極體對主充電泵的第三電容器進行充電，使得給第三電容器提供供電電壓。為此，第四二極體允許電流從第五電容器流到第三電容器。

【0025】如請求項20所述的裝置確保了簡單的構造和可靠的能量獲取。歐姆電阻簡化了供電電路的啟動並進而簡化了借助於控制電路用於控制電子開關的供電電壓的供應。供電電路連接到第二輸出端子上，使得第二電容器在啟動供電電路時得以充電。如果整流器具有電能存儲器，那麼電能存儲器的電壓主要施加到第一電容器上，而經由第二電容器的電壓是低的。經由歐姆電阻，第一電容器上的電壓和第二電容器上的電壓之間的電壓差減小，使得供電電路和控制電路能夠安全地運行。為了避免損失，歐姆電阻優選選擇高阻抗。

【0026】如請求項21所述的裝置確保在向輸入端子施加正電壓時有效且可靠的能量獲取。電子開關元件用於

在第一開關狀態和隨後的第二開關狀態之間進行切換。在第一開關狀態中，借助於施加到輸入端子的正電壓將電能存儲在線圈中。為此，電子開關元件在第一開關狀態下閉合。在隨後的第二開關狀態中，借助於存儲的電能對第一電容器充電。電氣開關元件被同步地控制。第一開關序列在時間週期 T_s 上延續。 $T_s = 1/f_s$ 適用於週期 T_s ，其中 f_s 表示控制裝置的開關頻率。第一開關狀態具有時間 $D \cdot T_s$ ，並且第二開關狀態具有時間 $(1-D) \cdot T_s$ ，其中 D 表示占空比或占空因數（Duty cycle）。優選地，借助占空比 D 將輸入阻抗設置在輸入端上。占空比 D 表示第一開關狀態的時間占開關狀態的總時間的比例，即相對時間週期 T_s 。

【0027】如請求項22所述的裝置確保在向輸入端子施加負電壓時有效且可靠的能量獲取。電子開關元件用於在第一開關狀態和隨後的第二開關狀態之間進行切換。在第一開關狀態中，借助於施加到輸入端子的負電壓將電能存儲在線圈中。為此，電子開關元件在第一開關狀態下閉合。在隨後的第二開關狀態中，借助於存儲的電能對第二電容器充電。電氣開關元件同步進行控制。第一開關序列在時間週期 T_s 上延伸。 $T_s = 1/f_s$ 適用於時間週期 T_s ，其中 f_s 表示控制裝置的開關頻率。第一開關狀態具有持續時間 $D \cdot T_s$ ，第二開關狀態具有持續時間 $(1-D) \cdot T_s$ ，其中 D 表示占空比或占空因數（Duty cycle）。優選地，借助占空比 D 在輸入端子處設置輸入阻抗。占空比 D 表示第一開關狀態的時間占開關狀態的總時間的比例，即相對於時間

週期 T_s 。

【0028】如請求項23所述的裝置確保可靠和有效的能量獲取。控制電路簡單地進行所謂的最大功率點跟蹤（MPPT），並因而將獲取的電能優化或最大化。通過比較器實現受控的脈衝寬度調變（開環脈衝寬度調變）。第一比較器和/或第二比較器利用供電電壓運行，供電電壓由供電電路提供。通過適宜地選擇歐姆電阻和/或比較器的電容器簡單進行如下調整，使得輸入阻抗基本上等於能量獲取器的內部電阻，從而借助鋸齒波電壓產生鋸齒波電壓並且產生控制信號。輸入端子的輸入阻抗可借助於占空比 D （Duty cycle）進行調整。占空比 D 表示第一開關狀態的時間占開關狀態的總時間的比例，即相對時間週期 T_s 的比例。第二比較器將鋸齒波電壓尤其與比較電壓進行比較，該比較電壓由分壓器提供，供電電壓施加在分壓器上。分壓器優選構成為純歐姆的並且包括兩個歐姆電阻。

【0029】如請求項24所述的裝置確保有效的能量獲取。輸入阻抗與能量獲取器的阻抗或內阻匹配，使得獲取的電能優化或最大化。換句話說，調節輸入阻抗，使得施加到輸入端子的電壓和相關電流基本上同相。進而進行最大功率點跟蹤（MPPT）。輸入阻抗借助占空比 D （Duty cycle）進行調節。占空比 D 表示第一開關狀態的時間與占第一開關狀態和隨後的第二開關狀態的總時間的比例，即相對時間週期 T_s 。

【0030】本發明的目的還在於提供一種簡單且緊湊

構造的能量發生器，能量發生器能以有效且可靠地獲取電能。能量發生器尤其能夠從毫伏範圍內的極低電壓中實現電能的有效獲取。

5 **【0031】** 通過具有請求項25特徵的能量發生器實現該目的。能量發生器的優點相當於本發明的用於獲取電能的裝置的已述優點。能量發生器例如是壓電能量發生器或壓電發電機和/或電磁能量發生器。優選地，能量發生器是電磁能量發生器（**EMEH： Electro-Magnetic Energy Harvester**）。電磁能量發生器提供相對高的電能。電磁能量發生器的相對低的電壓對於根據本發明的裝置來講不是缺點。

10

【圖式簡單說明】

【0032】 以下多個實施例對本發明的其他特徵、優點和細節進行描述。附圖為：

15 圖1是根據第一實施例的具有電能存儲器的能量發生器的示意圖；

 圖2是由能量獲取器提供的電壓的時間曲線和由控制裝置產生的用於在能量發生器的第一開關狀態和第二開關狀態之間進行切換的控制信號的時間曲線；

20 圖3是用於產生控制信號的控制電路的示意圖，該控制信號用於能量發生器的電子開關；

 圖4是在啟動供電電路以給控制電路提供供電電壓時，能量發生器的等效電路圖；

 圖5是當能量獲取器提供正電壓時，第一電路狀態中

的能量發生器的等效電路圖；

圖6是在第二電路狀態中的能量獲取器的等效電路圖，第二電路狀態是跟在根據圖5所示的第一電路狀態之後；

5 圖7是當能量獲取器提供負電壓時，在第一電路狀態中的能量發生器的等效電路圖；

圖8是在第二電路狀態中的能量獲取器的等效電路圖，第二電路狀態是跟在根據圖7所示的第一電路狀態之後；

10 圖9是根據第二實施例的不具有電能存儲器的能量發生器的示意圖；

圖10是第一充電狀態中的根據圖9所示的能量發生器的控制裝置的供電電路的電路圖；

15 圖11是在第二充電狀態中的供電電路的電路圖；以及
圖12是在第三充電狀態中的供電電路的電路圖。

【實施方式】

【0033】具體實施方式

20 下面將參照圖1至圖8描述本發明的第一實施例。能量發生器1包括能量獲取器2和用於獲得電能的裝置3。能量獲取器2電磁地構成。能量獲取器2以已知和通常的方式構造。能量獲取器2也被稱為能量採集器。裝置3用於電能的利用和獲取，電能由能量獲取器2提供。為此，能量獲取器2連接到裝置3的第一輸入端子4和第二輸入端子5上。能量發生器1用於向負載6提供電能。為此負載6連接到該裝

置3的第一輸出端子7和第二輸出端子8上。能量獲取器2在輸入端子5上與參考電勢連接，參考電勢被稱作為EH-GND（Energy Harvester GND）。

5 【0034】 能量獲取器2提供具有交替極性（AC電壓）的電壓 v_h 。電壓 v_h 隨時間 t 的變化示意地在圖2中示出。以下將具有正極性的電壓 v_{hp} 的一部分稱為 v_{hp} ，將具有負極性的電壓的一部分稱為 v_{hn} 。

10 【0035】 裝置3包括整流器9和相關的控制裝置10。整流器9構成第一充電電路11，充電電路用於從能量獲取器2的施加到輸入端子4、5的正電壓 v_{hp} 中獲取能量。此外，整流器9構成第二充電電路12，第二充電電路用於從能量獲取器2的施加到輸入端子4、5的負電壓 v_{hn} 中獲取能量。

15 【0036】 第一充電電路11包括電子開關13、線圈 L 、第一電容器 C_p 和第一閉鎖元件 D_p 。與之相反，第二充電電路12包括電子開關13、線圈 L 、第二電容器 C_n 和第二閉鎖元件 D_n 。

20 【0037】 線圈 L 與第一輸入端子4和充電節點 K 連接。電子開關13與充電電路節點 K 和第二輸入端子5連接，使得線圈 L 和電子開關13在輸入端子4、5之間串聯連接。第一電容器 C_p 與充電電路節點 K 和第一輸出端子7連接。此外，第一閉鎖元件 D_p 與第一輸入端子4和第一輸出端子7連接，使得第一閉鎖元件 D_p 允許電流從第一輸出端子7流到第一輸入端子4。第一閉鎖元件 D_p 構成為二極體。線圈 L 、第一電容器 C_p 和第一閉鎖元件 D_p 相應地形成第一網眼

M_{p2} 。第二電容器 C_n 與充電電路節點 K 和第二輸出端子 8 連接。此外，第二閉鎖元件 D_n 與第一輸入端子 4 和第二輸出端子 8 連接，使得第二閉鎖元件 D_n 允許電流從第一輸入端子 4 流到第二輸出端子 8。第二閉鎖元件 D_n 構成二極體。線圈 L 、第二閉鎖元件 D_n 和第二電容器 C_n 進而構成第二網眼 M_{n2} 。在此，閉鎖元件 D_p 和 D_n 相對於線圈 L 具有相反的流通方向，使得流經網眼 M_{p2} 和 M_{n2} 中的線圈 L 的電流相反。

【0038】整流器 9 還包括可再充電的電能存儲器 14。電能存儲器 14 連接到第一輸出端子 7 和第二輸出端子 8 上。為此，電能存儲器 14 的負極與第一輸出端子 7 連接，並且其正極與第二輸出端子 8 連接。在輸出端子 7、8 處提供輸出電壓 E_b 。

【0039】電子開關 13 構成由第一電子開關元件 Q_1 和第二電子開關元件 Q_2 構成的串聯電路。電子開關元件 Q_1 和 Q_2 分別構成自鎖 n 溝道 MOSFET。第一開關元件 Q_1 的源極端子 S_1 與參考節點 K_0 連接。參考節點 K_0 定義控制裝置 10 的參考電勢（Control Circuit GND）。第一開關元件 Q_1 的漏極端子 D_1 與第二輸入端子 5 連接。此外，第二開關元件 Q_2 的源極端子 S_2 與參考節點 K_0 連接。第二開關元件 Q_2 的漏極端子 D_2 與充電電路節點 K 連接。參考節點 K_0 的參考電勢確保，當開關元件 Q_1 和 Q_2 接通時，將正控制電壓或控制信號 g_1 和 g_2 相對於相關的源極端子 S_1 和 S_2 施加到開關元件 Q_1 和 Q_2 的柵端子 G_1 和 G_2 上，並且當開關元件 Q_1 和 Q_2

要斷開時，施加負控制電壓或控制信號 g_1 和 g_2 。

5 【0040】第一寄生反相二極體 F_1 平行於第一開關元件 Q_1 構成。第一反相二極體 F_1 相對於源極端子 S_1 和漏極端子 D_1 構成為，使得閉鎖沿第一源極端子 S_1 方向流動的電
10 流。相應地第二寄生反相二極體 F_2 平行於第二開關元件 Q_2 構成。第二反相二極體 F_2 與相對第二源極端子 S_2 和漏極端子 D_2 構成為，使得閉鎖沿第二源極端子 S_2 方向流動的電
15 流。進而反相二極體 F_1 和 F_2 具有相反的閉鎖方向。通過所描述的開關元件 Q_1 和 Q_2 的背對背佈置進而確保，不僅對於施加到電子開關13的正電壓而且對於負電壓，閉鎖至少一個反相二極體 F_1 或 F_2 。由此避免了寄生電流和所產生的損耗。

20 【0041】控制裝置10用於控制電子開關13。控制裝置10具有用於產生控制信號 g_1 和 g_2 的控制電路15和為控制
25 電路15提供供電電壓 v_{cc} 的供電電路16。控制信號 g_1 、 g_2 是控制電壓。

30 【0042】供電電路16具有充電泵17，充電泵包括二極體 D_{cc} 和電容器 C_{cc} 。二極體 D_{cc} 與第二輸出端子8和第一節點 k_1 連接。二極體 D_{cc} 允許電流從第二輸出端子8流到第一節點 k_1 。電容器 C_{cc} 與第一節點 k_1 和參考節點 K_0 連接，使得
35 二極體 D_{cc} 和電容器 C_{cc} 串聯連接。充電泵17單級地構成。供電電壓 v_{cc} 施加在電容器 C_{cc} 上，即在節點 k_1 和參考節點 K_0 之間。

40 【0043】供電電路16還包括歐姆電阻 R_b ，歐姆電阻與

第一電容器 C_p 並聯連接並與充電電路節點 K 和第一輸出端子7連接。

【0044】下述示例性數值適用於整流器9和供電電路16：

- 5
- | | |
|------------------|-----------------|
| 線圈 L 的電感 | $33\ \mu H$ ， |
| 第一電容器 C_p 的電容 | $10\ \mu F$ ， |
| 第二電容器 C_n 的電容 | $10\ \mu F$ ， |
| 電容器 C_{cc} 的電容 | $0.3\ \mu F$ ， |
| 歐姆電阻 R_b 的數值 | $45\ k\Omega$ 。 |

10

【0045】控制電路15包括用於產生鋸齒波電壓 v_s 的第一比較器18和用於產生控制信號 g_1 、 g_2 的第二比較器19，該控制信號用來控制控制電子開關元件 Q_1 、 Q_2 。通過比較器18、19實現受控的脈衝寬度調變（Open-Loop-Pulse-Width-Modulation）。

15

【0046】第一比較器18具有運算放大器20，運算放大器作為運行電勢具有供電電壓 v_{cc} 和參考節點 K_0 的參考電勢。在節點 k_1 上連接有由第一歐姆電阻 R_1 和第二歐姆電阻 R_2 構成的分壓器。第一歐姆電阻 R_1 與參考節點 K_0 連接，與之相反，第二歐姆電阻 R_2 與節點 k_1 連接。在歐姆電阻 R_1 和 R_2 之間，在節點 n_1 處截取電壓 v_x 並將其饋送到運算放大器20的非反相輸入端（正輸入端）。即，節點 n_1 與非反相輸入端連接。運算放大器20的輸出端子經由第三歐姆電阻 R_3 與運算放大器20的反相輸入端（負輸入端）連接。此外，輸出端通過電阻 R_4 與運算放大器20的非反相輸入端連

20

接。電容器 C_1 與運算放大器20的反相輸入端和參考節點 K_0 連接。鋸齒波電壓 v_s 施加在電容器 C_1 上。歐姆電阻 R_3 和電容器 C_1 之間的連接進而限定了節點 n_2 ，在該節點處提供鋸齒波電壓 v_s 。

5 【0047】第二比較器19用於將鋸齒波電壓 v_s 和比較電壓 v_y 進行比較。為此，第二比較器19具有運算放大器21。運算放大器21作為運行電勢具有供電電壓 v_{cc} 和參考節點 K_0 處的參考電勢。第二比較器19包括由歐姆電阻 R_5 和歐姆電阻 R_6 構成的分壓器。該分壓器連接到參考節點 K_0 和節點 k_1 。為此，歐姆電阻 R_5 與參考節點 K_0 連接，與之相反，歐姆電阻 R_6 與節點 k_1 連接。在歐姆電阻 R_5 和 R_6 之間截取比較電壓 v_y 。為此，歐姆電阻 R_5 和 R_6 之間的節點 n_3 與運算放大器21的非反相輸入端（正輸入端）連接。進而比較電壓 v_y 施加在歐姆電阻 R_5 上，即在節點 n_3 和參考節點 K_0 之間。節點 n_2 與運算放大器21的反相輸入端（負輸入端）連接。在運算放大器21的輸出端，提供控制信號 g_1 和 g_2 。控制信號 g_1 和 g_2 施加在開關元件 Q_1 和 Q_2 的柵端子 G_1 、 G_2 上。

15 【0048】控制裝置10構造成，使得在施加正電壓 v_{hp} 的情況下，執行具有第一開關狀態 Z_{1p} 和具有隨後的第二開關狀態 Z_{2p} 的第一開關序列。如下適用第一開關序列：

	Z_{1p}	Z_{2p}
Q_1	1	0
Q_2	1	0

其中1代表開，0代表關。開關狀態 Z_{1p} 在附圖5中進行闡明並且開關狀態 Z_{2p} 在附圖6中進行闡明。

【0049】控制裝置10還被構造成，使得在施加負電壓 v_{hn} 的情況下，執行具有第一開關狀態 Z_{1n} 和具有隨後的第二開關狀態 Z_{2n} 的第二開關序列。如下適用第二開關序列：

	Z_{1n}	Z_{2n}
Q_1	1	0
Q_2	1	0

5 其中1代表開，0代表關。開關狀態 Z_{1n} 在附圖7中進行闡明並且開關狀態 Z_{2n} 在附圖8中進行闡明。

【0050】第一開關序列和第二開關序列均在時間週期 T_s 上延續。 $T_s = 1 / f_s$ 適用時間週期 T_s ，其中 f_s 表示控制裝置10的開關頻率。各個第一開關狀態 Z_{1p} 或 Z_{1n} 具有時間 $D \cdot T_s$ 和各個相關的第三開關狀態 Z_{2p} 或 Z_{2n} 具有時間 $(1-D) \cdot T_s$ ，其中 D 表示占空比或占空因數 (Duty cycle)。

10

【0051】能量發生器1的功能如下：

首先，供電電路16運行，以產生供電電壓 v_{cc} 並提供控制電路15。這在圖4中進行闡明。供電電路16基於單級充電泵17，單級充電泵利用能量獲取器2、線圈 L 和第二電容器 C_n ，以產生足夠的供電電壓 v_{cc} 。根據圖4中所標記的網眼 M_0 如下適用供電電壓 v_{cc} ：

15

$$v_{cc} = v_{cn} + v_L + v_{hmax} - 2 \cdot V_D = E_b + v_{hmax} - 2 \cdot V_D$$

(1)。

其中 E_b 代表輸出電壓或電能存儲器14的電壓， v_{hmax} 代表能量獲取器2的最大電壓， v_L 代表流經線圈 L 的電壓， v_{cn} 代表流經第二電容器 C_n 的電壓以及 V_D 代表流經二極體 D_{cc} 和 F_1 的電壓。電容器 C_{cc} 借助能量獲取器2的電壓 v_h 充

20

電，使得提供足夠的供電電壓 v_{cc} 。歐姆電阻 R_b 確保，電壓 E_b 通過電容器 C_p 和 C_n 進行分配並且防止電壓 E_b 基本完全施加在電容器 C_p 上。進而確保供電電路16的可靠啟動並且避免了電容器 C_p 的超負載。歐姆電阻 R_b 選擇為高阻的，使得由歐姆電阻 R_b 引起的損耗低。

【0052】當提供足夠的供電電壓 v_{cc} 時，控制電路15產生控制信號 g_1 ， g_2 或控制電壓 g_1 、 g_2 ，以控制電子開關元件 Q_1 和 Q_2 。能量獲取器2產生電壓 v_h ，由此產生電流 i_h 。當施加正電壓 v_{hp} 時，控制電路15執行第一開關序列。首先，在第一開關狀態 Z_{1p} 中，開關元件 Q_1 和 Q_2 同步接通，使得電流 i_h 在網眼 M_{p1} 中流經線圈 L 。這在圖5中進行闡明。從而在第一開關狀態 Z_{1p} 中，電能儲存在線圈 L 中。

【0053】在隨後的第二開關狀態 Z_{2p} 中，電子開關元件 Q_1 和 Q_2 打開，使得線圈 L 基於所存儲的能量而驅動網眼 M_{p2} 中的電流並給電容器 C_p 充電。電流 i_p 在網眼 M_{p2} 中流經構成為二極體的第一閉鎖元件 D_p 。電壓 v_{cp} 施加到第一電容器 C_p 上。這在圖6中進行闡明。基於電壓 v_{cp} ，電流 i_b 流動，電流對電能存儲器14進行充電。

【0054】當施加負電壓 v_{hn} 時控制電路15執行第二開關序列。在第一開關狀態 Z_{1n} 中，開關元件 Q_1 和 Q_2 同步接通，使得電流 i_h 在網眼 M_{n1} 中流經線圈 L 並且將電能儲存在線圈 L 中。這在圖7中進行闡明。在第一開關狀態 Z_{1n} 中，電能進而存儲在線圈 L 中。

【0055】在隨後的第二開關狀態 Z_{2n} 中，電子開關元件

Q_1 和 Q_2 打開，使得線圈 L 基於存儲的能量驅動網眼 M_{n2} 中的電流並給電容器 C_n 進行充電。電流 i_n 在網眼 M_{n2} 中流經構成為二極體第二閉鎖元件 D_n 。電壓 v_{cn} 施加到第二電容器 C_n 上。這在圖8中進行闡明。基於電壓 v_{cn} ，電流 i_b 流動，
5 電流給電能存儲器14充電。

【0056】由於在施加正電壓 v_{hp} 並且施加負電壓 v_{hn} 時分別使用唯一一個線圈 L ，所以整流器9簡單且緊湊地構造。由於僅需要唯一一個線圈 L ，成本也降低了。由充電電路11和12共用的線圈 L 不僅是整流器9的一部分，而且還
10 用於啟動供電電路16。由於能量獲取器2的電壓 v_h 在一個級中進行整流，從而借助整流器9優化了電能的獲取。此外，整流器9允許從極低電壓 v_h 中獲取電能。電磁構成的能量獲取器2通常具有1mV至1.2V的電壓，尤其是10mV至750mV的電壓，並且尤其是50mV至500mV的電壓。

【0057】控制裝置10構成為，使得輸入端子4、5處的輸入阻抗 Z_{in} 適合於能量獲取器2，並且所獲取的電能得以優化或最大化。進而能量發生器1或裝置3進行或執行所謂的最大功率點跟蹤（MPPT）。相應地，控制裝置10具有最大功率點跟蹤功能。在此，不需要測量電壓、電流或過
15 零檢測或極性檢測。裝置3以不連續模式（DCM：Discontineous Conduction Mode）運行，並且從能量獲取器2的角度看是可調節的純電阻元件。裝置3的輸入阻抗 Z_{in} 或輸入電阻適合於能量獲取器2的內阻，進而進行最大功率點跟蹤。如下適用於裝置3的輸入阻抗 Z_{in} ：
20

$$Z_{in} = \frac{2 \cdot f_s \cdot L_0}{D^2} \quad (2)$$

其中 L_0 表示線圈 L 的電感數值， f_s 表示開關頻率， D 表示占空比。輸入阻抗 Z_{in} 通過占空比 D 進行調節。

5 【0058】電子開關元件 Q_1 和 Q_2 基於背對背佈置而同步驅動。此外，電子開關元件 Q_1 和 Q_2 在第一開關序列中（即在施加正電壓 v_{hp} 時）並且在第二開關序列中（即在施加負電壓 v_{hn} 時）相應地驅動。這意味著電子開關元件 Q_1 和 Q_2 在各個第一開關狀態 Z_{1p} 或 Z_{1n} 中閉合，與之相反，電子開關元件 Q_1 和 Q_2 在相關的第二開關狀態 Z_{2p} 或 Z_{2n} 中打開。通過參考節點 K_0 與源極端子 S_1 和 S_2 連接，電子開關元件 Q_1 和 Q_2 能夠簡單地直接由控制電路15進行控制。

10 【0059】通過鋪設控制電路15調整輸入阻抗 Z_{in} 。借助比較器18、19實現受控的脈衝寬度調變（Open-Loop-Pulse-Width-Modulation）。第一比較器18經歐姆電阻 R_3 給電容器 C_1 充電，並將電壓 v_x 與施加在電容器 C_1 上的電壓進行比較，使得當經電容器 C_1 的電壓大於電壓 v_x 時，電容器 C_1 放電。進而產生鋸齒波電壓 v_s ，鋸齒波電壓施加在電容器 C_1 上。第二比較器19將鋸齒波電壓 v_s 與比較電壓 v_y 進行比較，並產生控制信號 g_1 和 g_2 。通過將鋸齒波電壓 v_s 與比較電壓 v_y 進行比較，自動確定輸入阻抗 Z_{in} 並且產生控制信號 g_1 和 g_2 ，使得借輸入阻抗 Z_{in} 助於占空比 D 適合於能量獲取器2。因為能量獲取器2能夠在輸入電阻 Z_{in} 在 7Ω 和 13Ω 之間時實現能量獲取的基本最大化，因此不必為確保有效的能量獲取而精確調整能量獲取器2

上的輸入阻抗 Z_{in} 。因此，供電電壓 v_{cc} 的波動不會對能量獲取的效率產生不利影響。占空比 D 和開關頻率 f_s 例如可以通過歐姆電阻 R_6 和電容器 C_1 來設定。

5 【0060】進而控制信號 g_1 和 g_2 在時間上進行如下調整，使得各個第一開關狀態 Z_{1p} 或 Z_{1n} 相對於時間週期 T_s （其中時間 $0 < t < D \cdot T_s$ ）和各個第二開關狀態 Z_{2p} 或 Z_{2n} （其中時間 $D \cdot T_s < t < (1 - D) \cdot T_s$ ）進行調整。

 【0061】借助電壓 v_{cp} 和 v_{cn} ，電能存儲器14充電，電能存儲器提供電壓 E_b 。借助電壓 E_b ，向負載6供應電能。

10 【0062】在下文中，將參照圖9至圖12描述本發明的第二實施例。與第一實施例不同，整流器9沒有電能存儲器。為了啟動供電電路16並為了提供供電電壓 v_{cc} ，供電電路16具有主充電泵17和輔助充電泵22。不需要根據第一實施例所述的歐姆電阻 R_b 。

15 【0063】輔助充電泵22與輸入端子4、5連接。充電泵22構成為無源單級Villard充電泵。第四電容器 C_{b1} 與第一輸入端子4和第二節點 k_2 連接。第二二極體 D_{b1} 與第二輸入端子5和第二節點 k_2 連接，使得二極體 D_{b1} 允許電流從第二輸入端子5流到節點 k_2 。第五電容器 C_{b2} 與第二輸入端子5和第三節點 k_3 連接。第三二極體 D_{b2} 與第二節點 k_2 和第三節點 k_3 連接為，使得第三二極體 D_{b2} 允許電流從第二節點 k_2 流到第三節點 k_3 。第四二極體 D_{b3} 與主充電泵17的第一節點 k_1 連接，使得第四二極體 D_{b3} 允許電流從第三節點 k_3 流到第一節點 k_1 和參考節點 K_0 。主充電泵17根據第一實施例所

20

述的充電泵17構成。

5 【0064】能量發生器1允許在沒有電能存儲器的情況下啟動控制裝置10。為此，首先要運行輔助充電泵22，並且接著借助輔助充電泵22運行主充電泵17。能量獲取器2
通常在激勵之後的幾個循環中提供相對高的電壓 v_h ，該電壓隨後由於阻尼而顯著下降。在這些循環中，輔助充電泵22運行。如果施加負電壓 v_{hn} ，那麼經二極體 D_{b1} 給電容器 C_{b1} 充電。為此，充電電流 i_1 經二極體 D_{b1} 流到電容器 C_{b1} 。有源網眼 M_1 在圖10中進行闡明。

10 【0065】在隨後施加正電壓 v_{hp} 時，具有施加電壓 v_{b1} 的充電的電容器 C_{b1} 和具有電壓 v_{hp} 的能量獲取器2經二極體 D_{b2} 給電容器 C_{b2} 充電。有源網眼 M_2 和經二極體 D_{b2} 的充電電流 i_2 在圖11中進行闡明。如下適用電壓 v_{b2} ：

$$v_{b2} = 2 \cdot v_{hmax} - 2 \cdot V_D \quad (3)。$$

15 其中 v_{hmax} 為能量獲取器2的最大電壓， V_D 代表臨界電壓。

20 【0066】接著經二極體 D_{b3} 對電容器 C_{cc} 充電，從而向控制電路15提供足夠的供電電壓 v_{cc} ，並產生用於控制電子開關元件 Q_1 、 Q_2 的控制信號 g_1 、 g_2 。進而整流器9運行並且輸出電壓 E_b 提高。當 E_b 高於電壓 v_{b2} 時，則輔助充電泵22自動無效。則只有主充電泵17有效。二極體 D_{b3} 將輔助充電泵22與主充電泵17分開，使得只有主充電泵17有效。有源網眼 M_3 和充電電流 i_3 在圖12中進行闡明。如下適用電壓 v_{cc} ：

$$V_{cc} = V_0 + V_{hmax} - 2 \cdot V_D \qquad (4)。$$

其中 v_0 為輸入端子8上的電壓。所有二極體優選構成為肖特基二極體，其具有在0.1到0.2V之間的臨界電壓 V_D 。

5 **【0067】** 在輸出端子7、8處連接有電壓調節器23。電壓調節器23用於穩定電壓 E_b 並在輸出端子7'、8'處提供經調節的輸出電壓 E'_b 。負載6連接到輸出端子7'、8'。輸出端子7、8處的電壓 E_b 由於電容器 C_p 的和 C_n 的充電狀態的變化而波動。電壓調節器23將電壓 E_b 與目標電壓 V_{ref} 進行比較，並在輸出側提供經調節的電壓 E'_b 。為此，電壓調節器10 23包括直流變壓器（DC-DC轉換器），其輸出側電壓 E'_b 被調節。在此，直流變壓器是電壓控制電路的一部分，電壓控制電路將輸出側電壓 E'_b 與目標電壓 V_{ref} 進行比較並且將目標電壓 V_{ref} 和輸出側的電壓 E'_b 之間的電壓差饋送給控制器，該控制器控制直流變壓器以調節電壓差。控制15 器構成為PID控制器。

【0068】 關於能量發生器1的其他結構和其他功能，參考第一實施例的描述。

【符號說明】

【0069】

- 1... 能量發生器
- 2... 能量獲取器
- 3... 裝置
- 4... 第一輸入端子
- 5... 第二輸入端子

- 6... 負載
- 7... 第一輸出端子
- 8... 第二輸出端子
- 7'、8'... 輸出端子
- 9... 整流器
- 10... 控制裝置
- 11... 第一充電電路
- 12... 第二充電電路
- 13... 電子開關
- 14... 電能存儲器
- 15... 控制電路
- 16... 供電電路
- 18... 第一比較器
- 19... 第二比較器
- 20、21... 運算放大器
- 17、22... 充電泵
- 23... 電壓調節器
- C_p... 第一電容器
- C_n... 第二電容器
- C_{cc}... 第三電容器
- C_{b1}... 第四電容器
- C_{b2}... 第五電容器
- D... 占空比
- D₁、D₂... 漏極端子

- D_p... 第一閉鎖元件
- D_n... 第二閉鎖元件
- D_{cc}... 第一二極體
- D_{b1}... 第二二極體
- D_{b2}... 第三二極體
- D_{b3}... 第四二極體
- E_b、E'_b... 輸出電壓
- f_s... 開關頻率
- F₁... 第一寄生反相二極體
- F₂... 第二寄生反相二極體
- g1、g2... 控制信號
- G₁、G₂... 柵端子
- i₁、i₂、i₃、i_b、i_h... 電流
- k₁... 第一節點
- k₂... 第二節點
- k₃... 第三節點
- K... 充電節點
- K₀... 參考節點
- L... 線圈
- M_{p2}... 第一網眼
- M_{n2}... 第二網眼
- n₁、n₂、n₃... 節點
- Q₁... 第一電子開關元件
- Q₂... 第二電子開關元件

- $R_1 \dots$ 第一歐姆電阻
- $R_2 \dots$ 第二歐姆電阻
- $R_3 \dots$ 第三歐姆電阻
- $R_4、R_5、R_6、R_b \dots$ 歐姆電阻
- $S_1 \dots$ 第一源極端子
- $S_2 \dots$ 第二源極端子
- $T_s \dots$ 時間週期
- $V_{b1}、V_{b2}、V_x、V_y \dots$ 電壓
- $V_{cc} \dots$ 供電電壓
- $V_h \dots$ 交替電壓
- $V_{hn} \dots$ 負電壓
- $V_{hp} \dots$ 正電壓
- $V_{ref} \dots$ 目標電壓
- $v_s \dots$ 鋸齒波電壓
- $Z_{in} \dots$ 輸入阻抗
- $Z_{1p}、Z_{1n} \dots$ 第一開關狀態
- $Z_{2p}、Z_{2n} \dots$ 第二開關狀態

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種用於獲取電能的裝置，其包括：
整流器，

5 其具有第一輸入端子和第二輸入端子，用於與能量獲取器連接，

所述整流器具有第一輸出端子和第二輸出端子，用於提供輸出電壓，

10 所述整流器具有第一充電電路，用於從施加到所述輸入端子上的所述能量獲取器的正電壓中獲取能量，所述第一充電電路具有：

電子開關，其中該電子開關包括串聯電路，
所述串聯電路由第一電子開關元件和第二電子開關元件構成，

15 線圈，
第一電容器，和
第一閉鎖元件，

所述整流器具有第二充電電路，用於從施加到所述輸入端子上的所述能量獲取器的負電壓中獲取能量，所述第二充電電路具有：

20 所述電子開關，
所述線圈，
第二電容器，和
第二閉鎖元件，
其中所述線圈連接到所述第一輸入端子和

充電電路節點，

所述電子開關連接到所述第二輸入端子和
所述充電電路節點，

5 所述第一電容器連接到所述充電電路節點
和所述第一輸出端子，

所述第二電容器連接到所述充電電路節點
和所述第二輸出端子，

所述第一閉鎖元件連接到所述第一輸入端
子和所述第一輸出端子，以及

10 所述第二閉鎖元件連接到所述第一輸入端
子和所述第二輸出端子，

控制裝置，用於控制所述電子開關，

其中所述控制裝置包括控制電路和供電電路，所述控
制電路用於產生控制信號和所述供電電路用於為所述控制
15 電路提供供電電壓，

其中所述控制裝置包括用以形成所述供電電路之至
少一個充電泵，

其中所述充電泵與所述輸出端子之一和節點連接，所
述節點在所述電子開關的兩個串聯的所述第一電子開關元
件和所述第二電子開關元件之間。
20

【請求項2】 如請求項 1 的裝置，其中，
所述線圈和所述電子開關串聯連接。

【請求項3】 如請求項 1 或 2 的裝置，其中，
所述電子開關包括至少一個反相二極體，所述反相二

極體與各個電子開關元件並聯連接。

5 【請求項4】 如請求項 1 或 2 的裝置，其中，
與所述第一電子開關元件並聯的第一反相二極體和
與所述第二電子開關元件並聯的第二反向元件具有相反的
閉鎖方向。

 【請求項5】 如請求項 1 或 2 的裝置，其中，
所述線圈、所述第一電容器和所述第一閉鎖元件構成
第一網眼，以將能量從所述線圈傳輸到所述第一電容器。

10 【請求項6】 如請求項 1 或 2 的裝置，其中，
所述線圈、所述第二電容器和所述第二閉鎖元件構成
第二網眼，以將能量從所述線圈傳輸到所述第二電容器。

 【請求項7】 如請求項 1 或 2 的裝置，其中，
所述第一和第二閉鎖元件相對於所述線圈具有不同的
的電流通方向。

15 【請求項8】 如請求項 1 或 2 的裝置，其中，
所述整流器包括電能存儲器，所述電能存儲器連接到
所述輸出端子。

 【請求項9】 如請求項 1 或 2 的裝置，其中，
電壓調節器連接到所述輸出端子。

20 【請求項10】 如請求項 1 或 2 的裝置，其中，
所述充電泵包括串聯電路，所述串聯電路由第一二極
體和第三電容器構成。

 【請求項11】 如請求項 1 或 2 的裝置，其中，
係有一充電泵與所述輸入端子連接。

【請求項12】 如請求項 1 或 2 的裝置，其中，
係有一輔助充電泵與一主充電泵連接，尤其連接到第一節點。

5 【請求項13】 如請求項 1 或 2 的裝置，其中係有一充電泵包括：

第四電容器，所述第四電容器連接於所述第一輸入端子和第二節點，

第二二極體，所述第二二極體連接於所述第二輸入端子和所述第二節點，

10 第五電容器，所述第五電容器連接於所述第二輸入端子和第三節點，

第三二極體，所述第三二極體與所述第二節點和所述第三節點連接，和

15 第四二極體，所述第四二極體與所述第三節點連接。

【請求項14】 如請求項 1 或 2 的裝置，其中，
所述供電電路包括歐姆電阻，所述歐姆電阻與所述第一電容器並聯連接。

20 【請求項15】 如請求項 1 或 2 的裝置，其中，
在將正電壓施加到所述輸入端子上時，所述控制裝置具有第一開關序列，其中如下適用於所述第一開關序列：

	Z_{1p}	Z_{2p}
Q_1	1	0
Q_2	1	0

其中：

Q_1 和 Q_2 代表所述電子開關的兩個串聯連接的所述第一電子開關元件和所述第二電子開關元件，

Z_{1p} 和 Z_{2p} 代表所述第一開關序列的兩個連續的開關狀態，並且

5 1代表開，0代表關。

【請求項16】 如請求項 1 或 2 的裝置，其中，

在將負電壓施加到所述輸入端子上時，所述控制裝置包括第二開關序列，其中如下適用於所述第二開關序列：

	Z_{1n}	Z_{2n}
Q_1	1	0
Q_2	1	0

其中：

10 Q_1 和 Q_2 代表所述電子開關的兩個串聯連接的所述第一電子開關元件和所述第二電子開關元件，

Z_{1n} 和 Z_{2n} 代表所述第二開關序列的兩個連續的開關狀態，並且

1代表開，0代表關。

15 【請求項17】 如請求項 1 或 2 的裝置，其中，

所述控制電路包括第一比較器和第二比較器，所述第一比較器用於產生鋸齒波電壓，所述第二比較器用於產生用於所述電子開關的控制信號。

【請求項18】 如請求項 1 或 2 的裝置，其中，

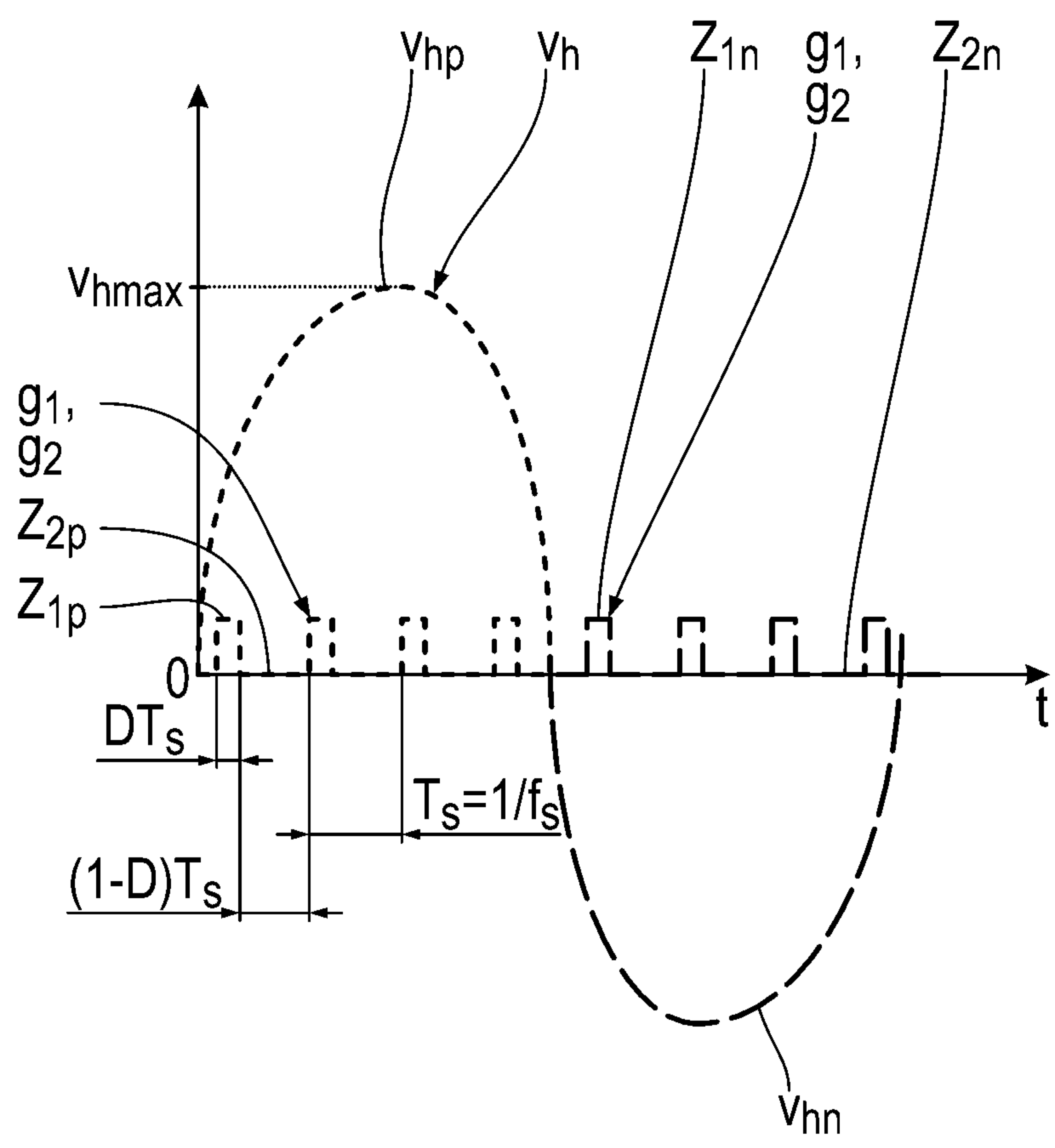
20 所述控制電路乃組構成使得所述第一輸入端子及所述第二輸入端子間的輸入阻抗借助所產生的控制信號能夠適合於所述能量獲取器。

【請求項19】 一種能量發生器，其具有：

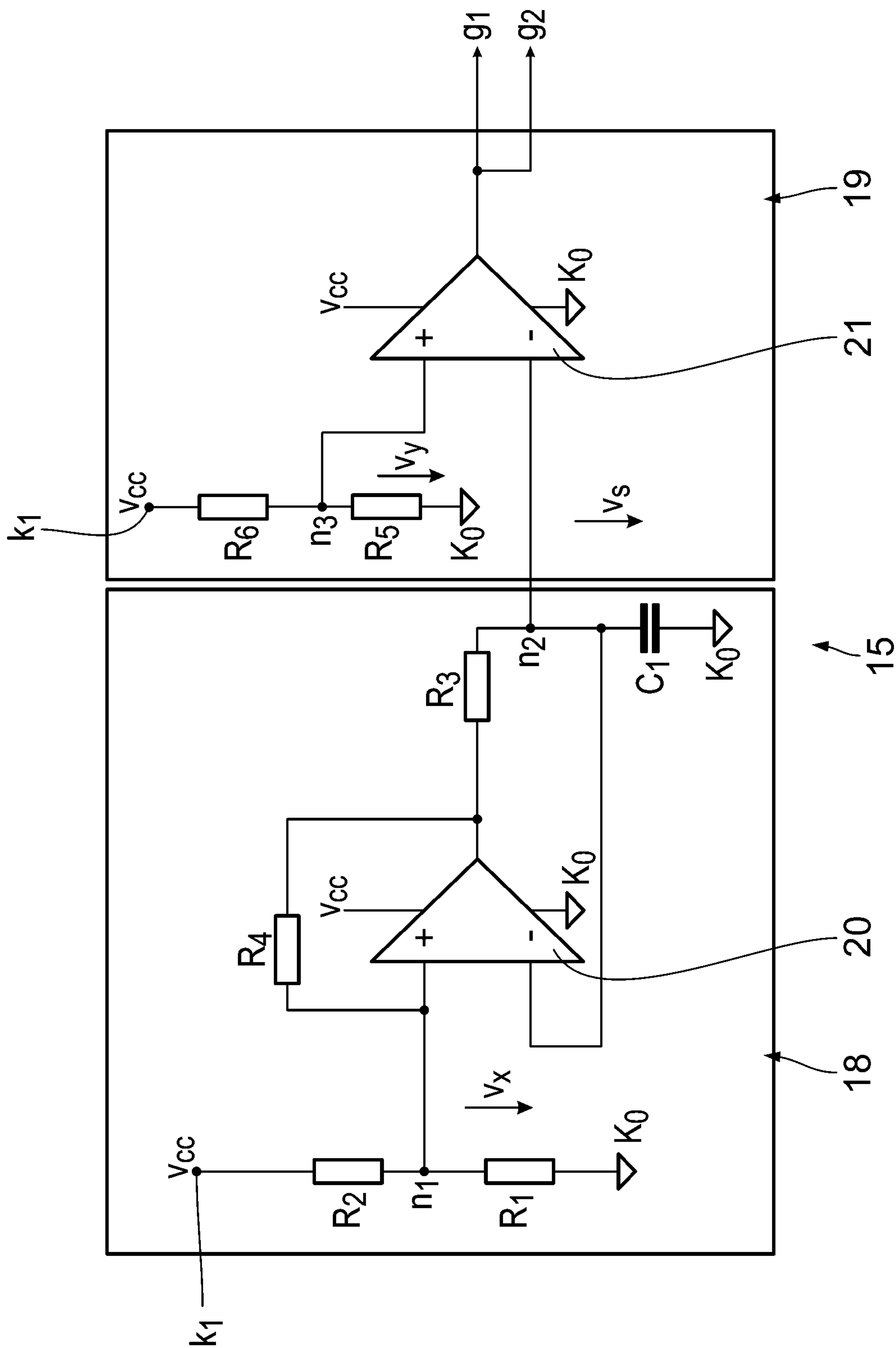
如請求項1至18中任一項所述的裝置，以及

連接到所述第一輸入端子及所述第二輸入端子的能量獲取器，以提供交替電壓。

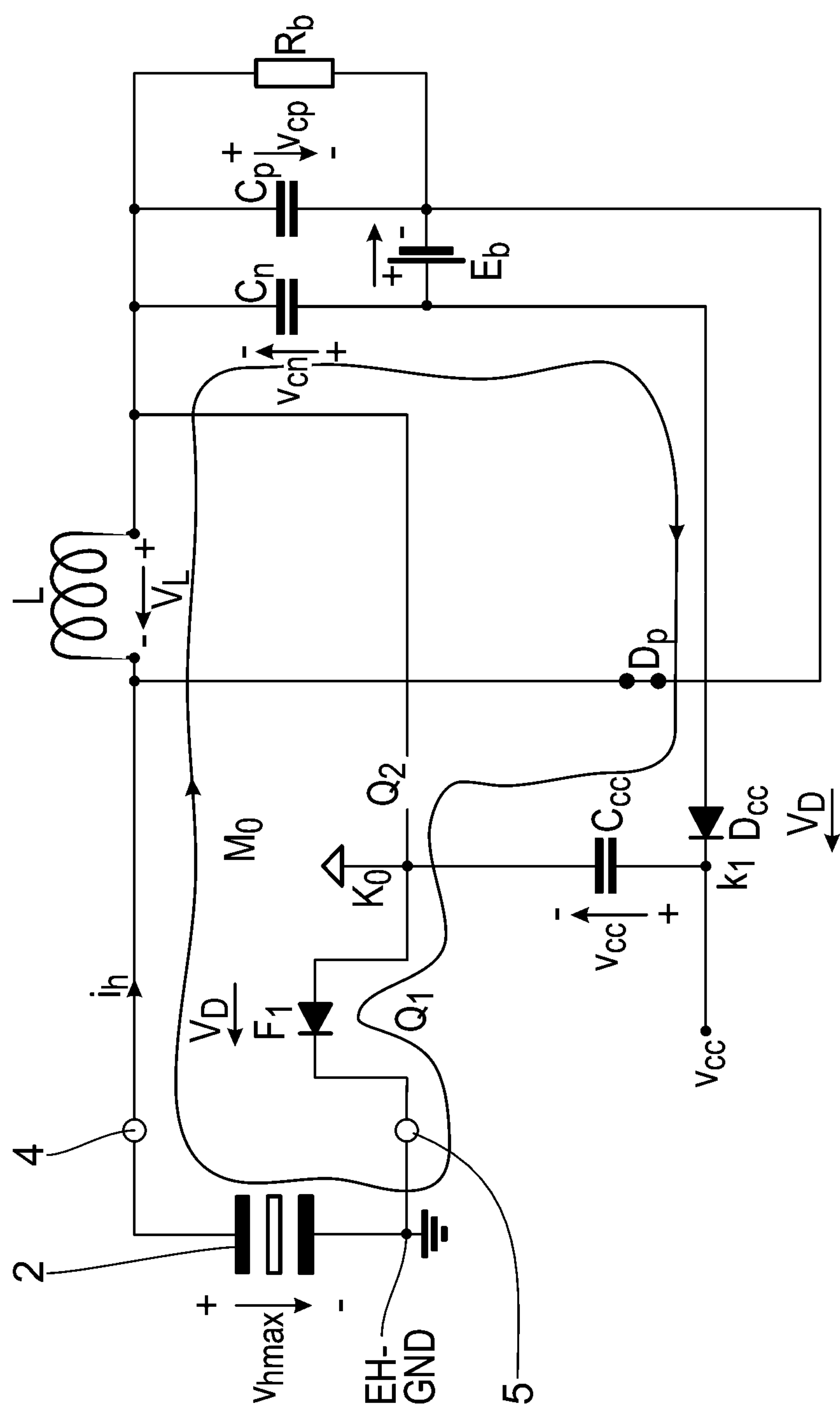


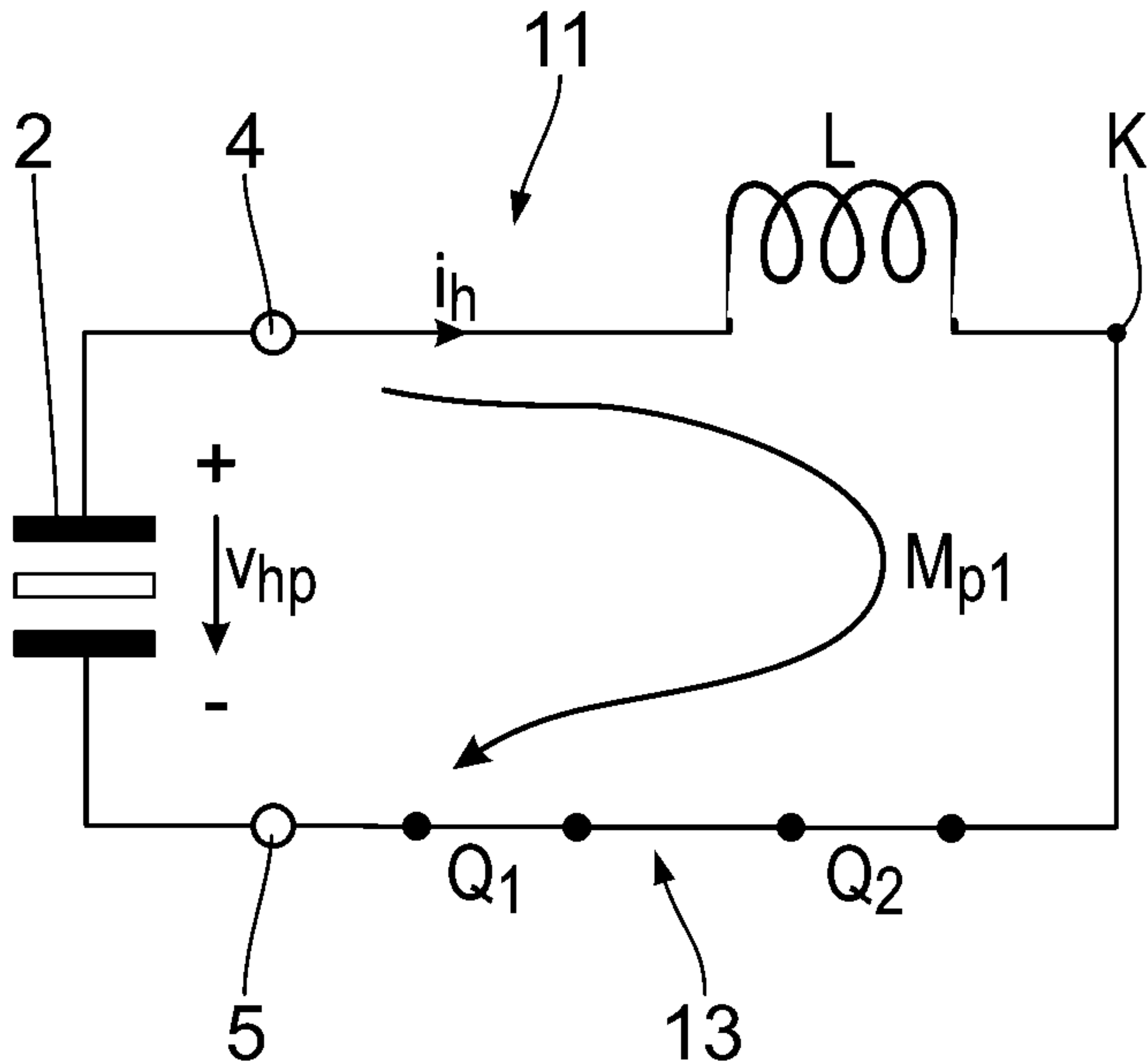


【圖2】

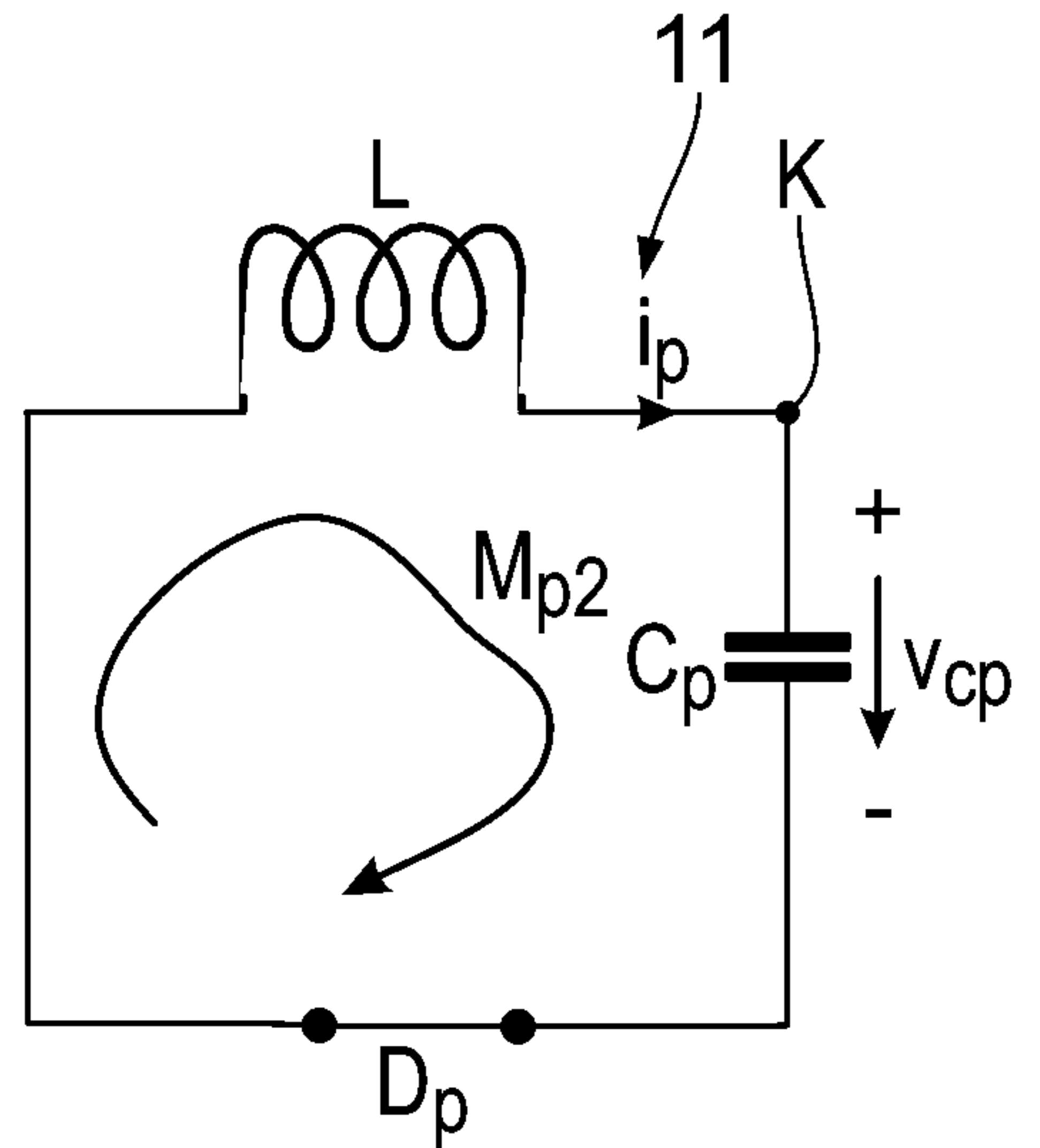


【圖3】

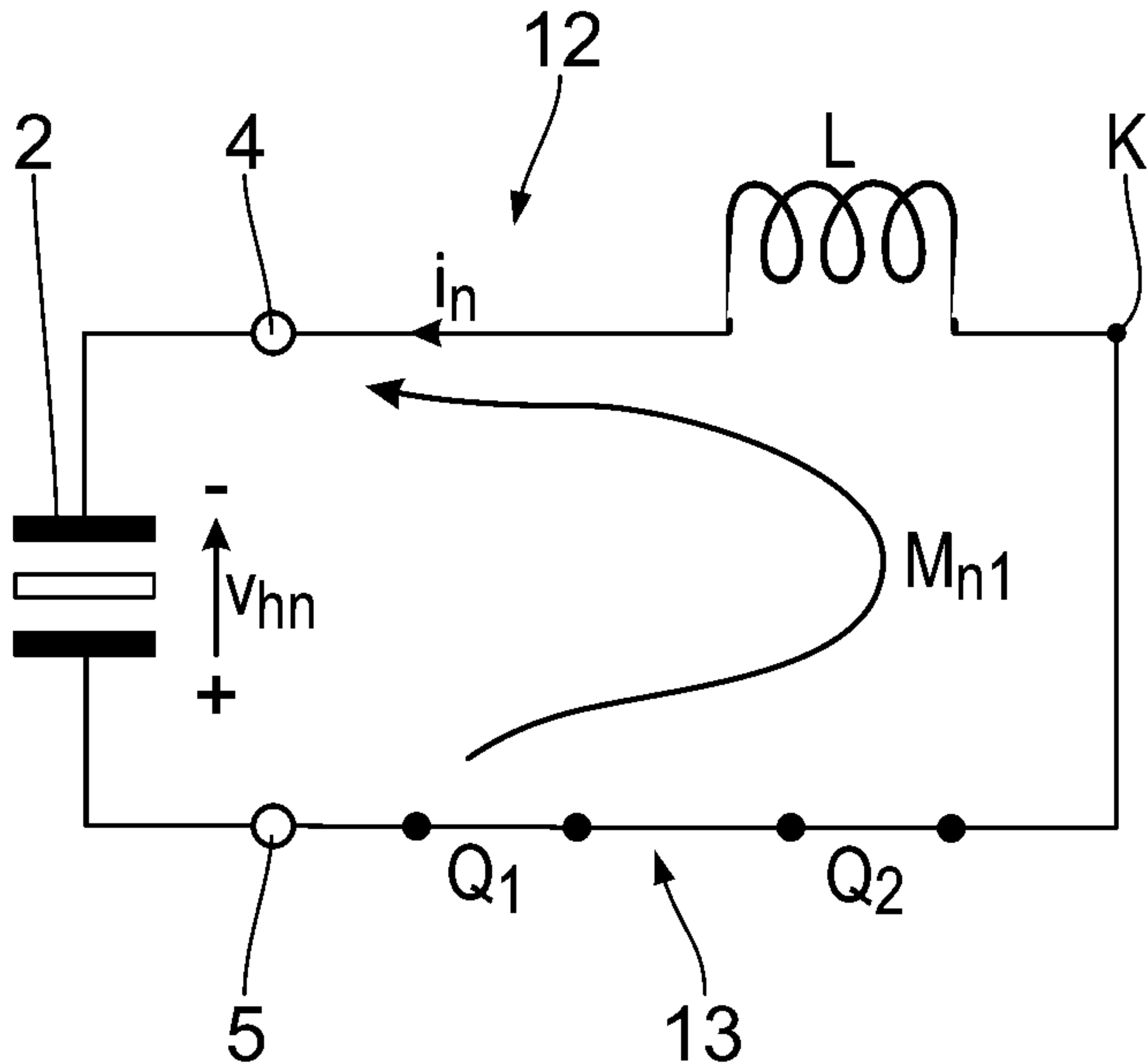


$$Z_{1p} : 0 < t < D \cdot T_S$$


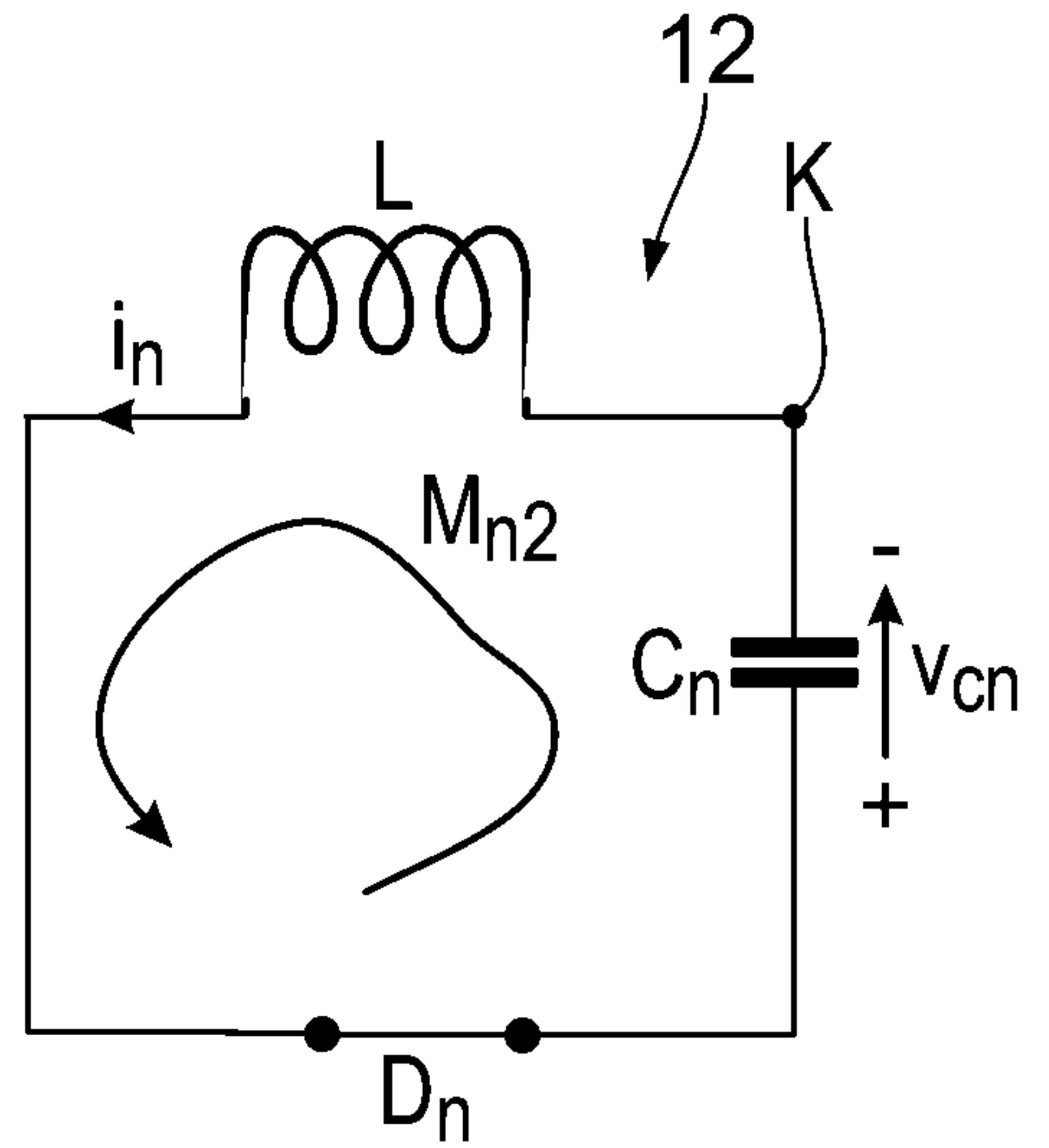
【圖5】

$$Z_{2p} : D \cdot T_S < t < (1-D) \cdot T_S$$


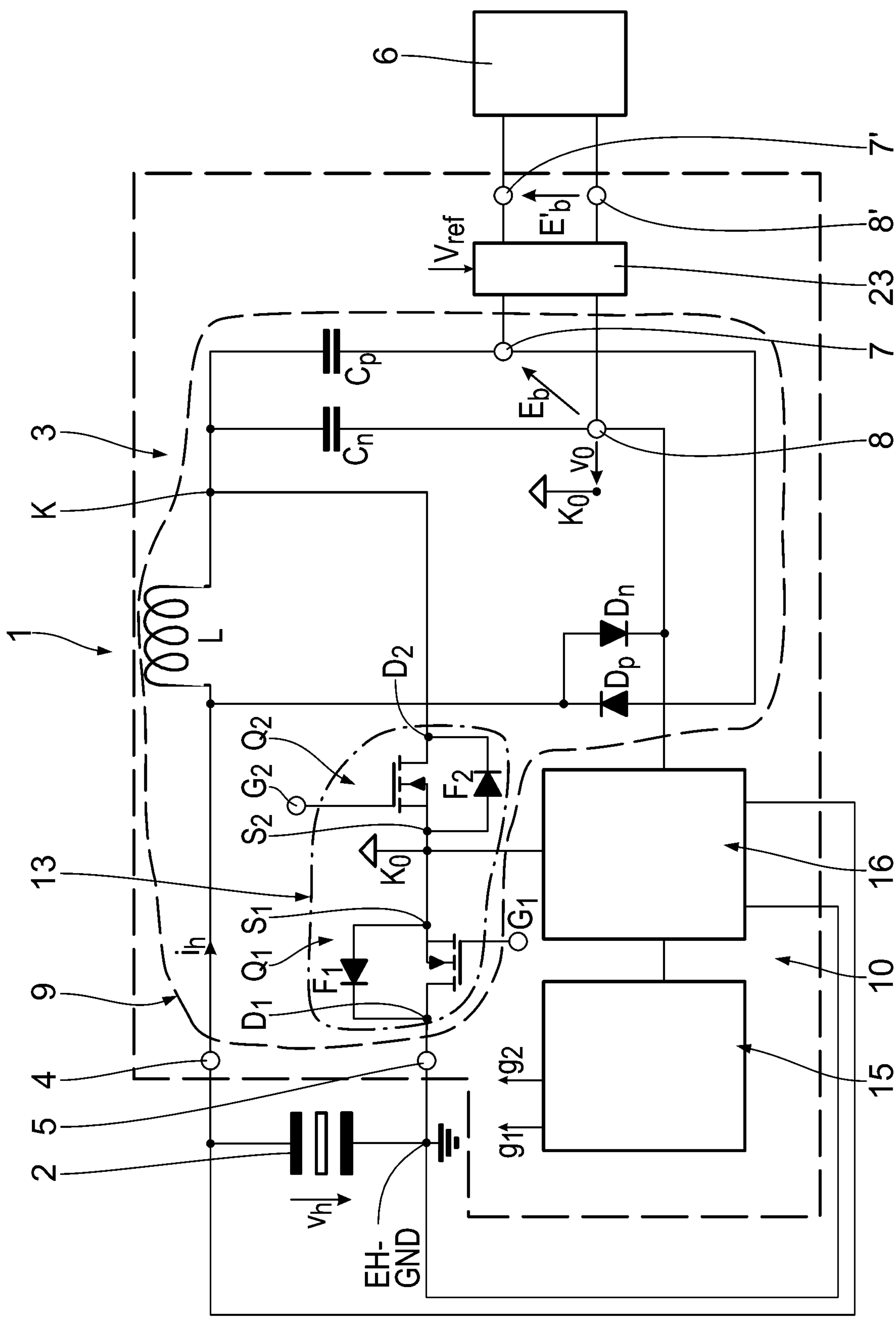
【圖6】

$$Z_{1n} : 0 < t < D \cdot T_S$$


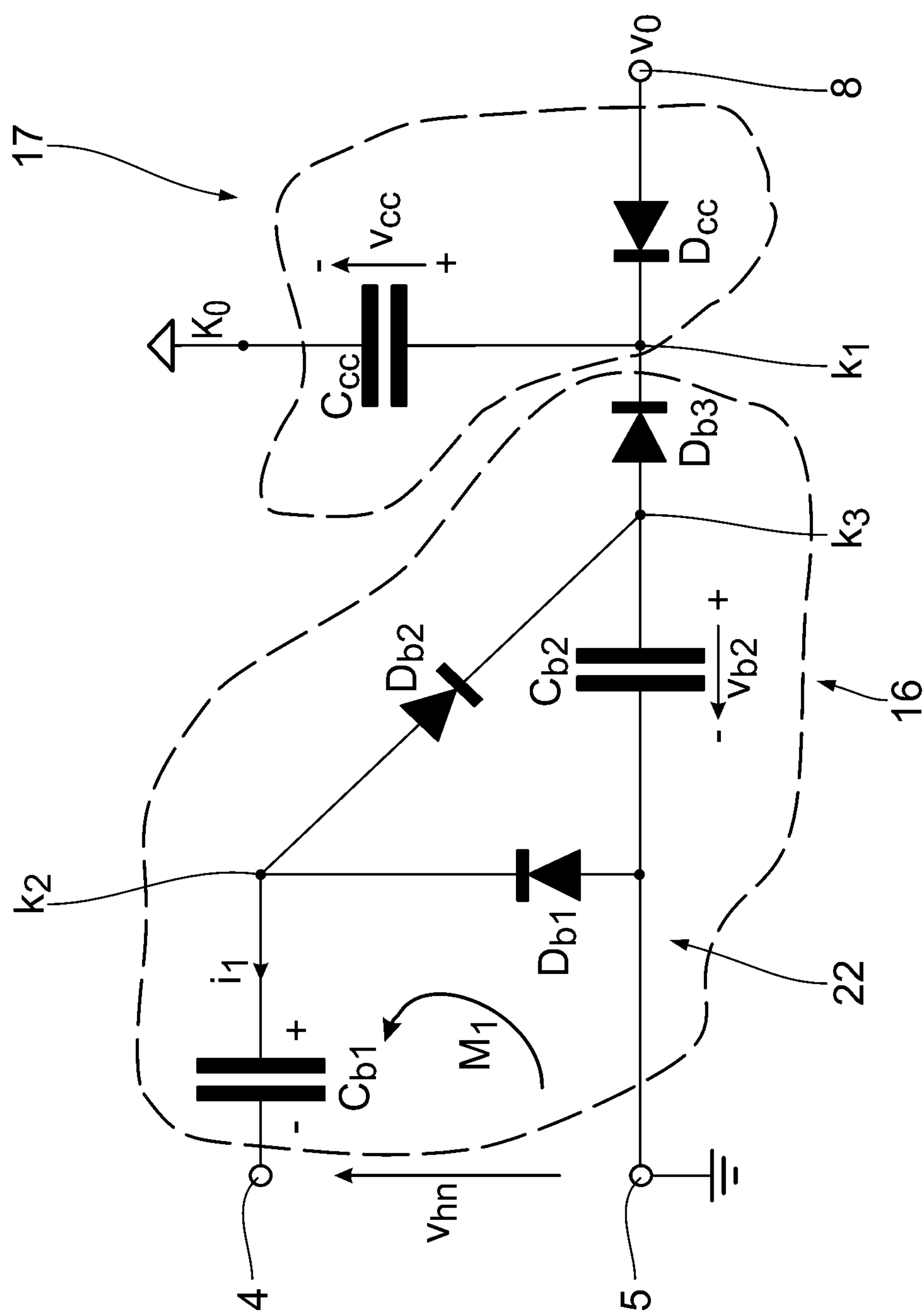
【圖7】

$$Z_{2n} : D \cdot T_S < t < (1-D) \cdot T_S$$


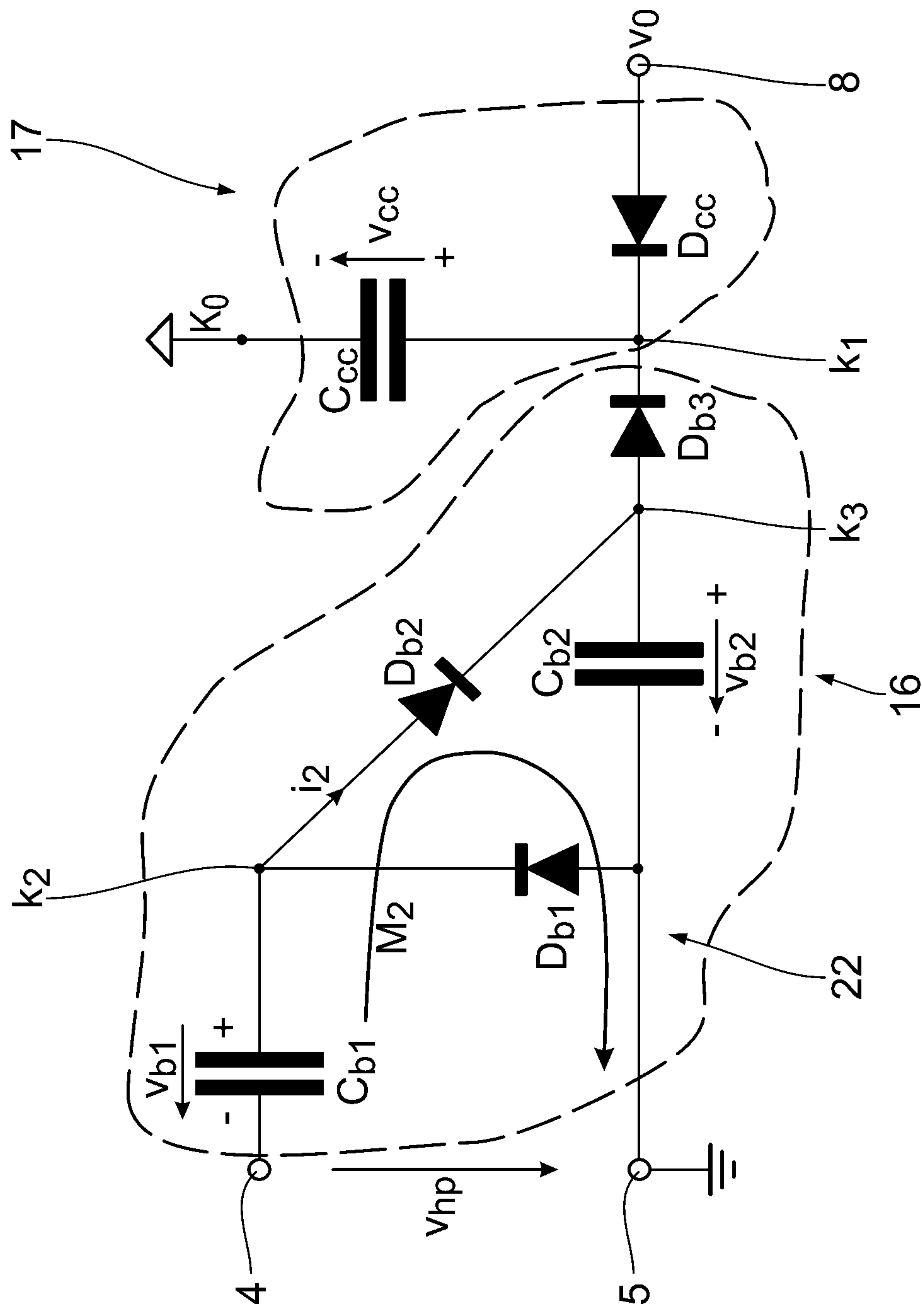
【圖8】



【圖9】



【10回】



【圖11】

