I491170

(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 I491170 B**

(45)公告日： 中華民國 104 (2015) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：103105206 (22)申請日： 中華民國 103 (2014) 年 02 月 18 日

(51)Int. Cl.： ***H03F3/217 (2006.01)*** ***H03F1/30 (2006.01)***
H05H1/46 (2006.01)

(30)優先權：2013/08/22 日本 2013-172073

(71)申請人：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：譲原逸男 YUZURIHARA, ITSUO (JP)；相川諭 AIKAWA, SATOSHI (JP)；大間亮介 OHMA, RYOSUKE (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW	M324347U	JP	2002-515665A
JP	2003-516014A	JP	2006-262121A
US	5479134	US	2012/0037616A1

審查人員：陳明德

申請專利範圍項數：3 項 圖式數：15 共 49 頁

(54)名稱

D級放大器

CLASS D AMPLIFIER

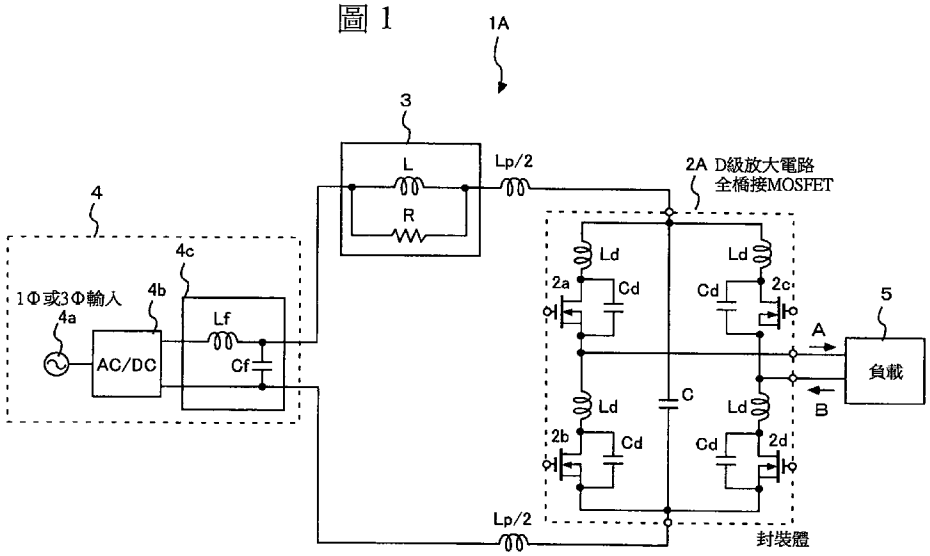
(57)摘要

在 D 級放大器中抑制在高頻 RF 領域的振動現象，且減低突波電壓。在 D 級放大電路的電源側連接振動吸收電路，藉由 D 級放大電路、及相連接的振動吸收電路，等效構成振動電路，將振動吸收電路所具備的電阻形成為振動電路的衰減電阻，藉此進行振動現象的抑制及突波電壓的減低。振動吸收電路係由電阻與電感的 RL 並聯電路所構成。振動吸收電路及 D 級放大電路係構成振動電路，振動吸收電路的電阻係在高頻 RF 領域中構成振動電路的衰減電阻。

In a Class D amplifier, an oscillating phenomenon in a high-frequency RF domain is suppressed and a surge voltage is reduced.

An oscillation absorption circuit is connected to a Class D amplifier at power side, and the Class D amplifier and the oscillation absorption circuit equivalently constitute an oscillation circuit. A suppress of an oscillating phenomenon and a reducing of a surge voltage are performed by operating a resistance of the oscillation absorption circuit as an attenuation resistance. The oscillation absorption circuit comprises a RL parallel circuit of a resistance and an inductance. The oscillation circuit comprises the oscillation absorption circuit and the Class D amplifier, and the resistance of the oscillation absorption circuit operates as the attenuation resistance of the oscillation circuit in a high-frequency RF domain.

圖 1



1A・・・D 級放大裝置

2A・・・D 級放大電路

2a-2d・・・切換元件

3・・・振動吸收電路

4・・・直流電源

4a・・・交流源

4b・・・轉換器

4c・・・低通濾波器

5・・・負載

C・・・旁路電容器

Cd・・・電容

Cf・・・平滑電容器

L・・・電感

Ld・・・配線電感

Lp・・・引線電感

R・・・電阻

公告本

發明摘要

※申請案號：103105206

※申請日：103 年 02 月 18 日　　※IPC 分類：H03F 3/217 (2006.01)
H03F 1/30 (2006.01)
H05H 1/46 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

D 級放大器

Class D amplifier

【中文】

[課題]在 D 級放大器中抑制在高頻 RF 領域的振動現象，且減低突波電壓。

[解決手段]在 D 級放大電路的電源側連接振動吸收電路，藉由 D 級放大電路、及相連接的振動吸收電路，等效構成振動電路，將振動吸收電路所具備的電阻形成為振動電路的衰減電阻，藉此進行振動現象的抑制及突波電壓的減低。振動吸收電路係由電阻與電感的 RL 並聯電路所構成。振動吸收電路及 D 級放大電路係構成振動電路，振動吸收電路的電阻係在高頻 RF 領域中構成振動電路的衰減電阻。

【英文】

In a Class D amplifier, an oscillating phenomenon in a high-frequency RF domain is suppressed and a surge voltage is reduced.

An oscillation absorption circuit is connected to a Class D amplifier at power side, and the Class D amplifier and the oscillation absorption circuit equivalently constitute an oscillation circuit. A suppress of an oscillating phenomenon and a reducing of a surge voltage are performed by operating a resistance of the oscillation absorption circuit as an attenuation resistance. The oscillation absorption circuit comprises a RL parallel circuit of a resistance and an inductance. The oscillation circuit comprises the oscillation absorption circuit and the Class D amplifier, and the resistance of the oscillation absorption circuit operates as the attenuation resistance of the oscillation circuit in a high-frequency RF domain.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

1A：D級放大裝置

2A：D級放大電路

2a-2d：切換元件

3：振動吸收電路

4：直流電源

4a：交流源

4b：轉換器

4c：低通濾波器

5：負載

C：旁路電容器

Cd：電容

Cf：平滑電容器

L：電感

Ld：配線電感

Lp：引線電感

R：電阻

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

D 級放大器

Class D amplifier

【技術領域】

[0001] 本發明係關於 D 級放大器，尤其係關於具備有以切換元件所形成的全橋接電路或半橋接電路的 D 級放大器。

【先前技術】

[0002] 藉由切換動作，將直流電源的直流轉換成高頻交流的高頻電源已為人所知。以該高頻電源而言，已知藉由 D 級放大電路(Class D: IEC 國際基準 IEC60268-3 4 classes of operation)所致之 D 級高頻電源。

[0003] D 級高頻電源係以 RF 電力放大元件形成全橋接電路或半橋接電路，將該 RF 電力放大元件作為切換元件而以一定的能率(Duty)的 RF 閘極訊號進行切換動作，藉此將直流電源的直流轉換成高頻交流，將所得的高頻交流作為高頻行進波電力而供給至負載。D 級高頻電源藉由脈衝驅動模式或連續驅動模式來進行輸出調整。在脈衝驅動模式中，係交替具有：藉由 RF 閘極訊號，使 RF 電力放大元件進行切換動作，且輸出 RF 輸出的 ON 區間；及

未進行切換動作而未輸出 RF 輸出的 OFF 區間的兩區間的驅動態樣，藉由改變作為 ON 區間與 OFF 區間之時間比率的能率(Duty)，來調整 RF 輸出的輸出電力。ON 區間與 OFF 區間的能率係可藉由脈衝控制訊號的 ON 區間與 OFF 區間的能率(Duty)來控制。其中，RF 意指高頻。

[0004] 圖 11 係藉由習知已知之橋接電路構成所致之 RF 頻帶的 D 級放大電路的構成例。其中，在此係顯示藉由 MOSFET 的切換元件構成全橋接電路之例。D 級放大電路係將透過配線電感 La 及被設在 D 級放大電路的封裝體的引線的引線電感 Lp 而由直流電源部被供給的直流轉換成高頻交流而供給至負載。

[0005] 在切換頻率不高的低頻 RF 領域中，為了抑制 MOSFET 呈 ON-OFF 時所發生的突波電壓，在封裝體的外部的引線間連接旁路電容器 C_2。

[0006] 藉由旁路電容器 C_2 所為之突波電壓抑制，在低頻 RF 領域中，MOSFET 呈 ON 時之汲極-源極電壓的上升時間(rise time)、及 MOSFET 呈 OFF 時之汲極-源極間電壓的下降時間(fall time)較慢、或 MOSFET 的電流變化(di/dt)較小，因此 MOSFET 的低頻 RF 領域的切換損失會大於高頻 RF 頻帶的切換損失所致者。

[0007] 此外，藉由將旁路電容器 C_2 設定為較大，MOSFET 的切換損失發揮阻尼電阻的作用，而亦達成抑制藉由配線電感 La 所致之共振現象的效果。

[0008] 圖 12(a)係顯示圖 11 所示之 D 級放大電路由

ON 切換成 OFF 時的等效電路，圖 12(b)係顯示低頻 RF 領域的 D 級放大電路的汲極-源極電壓的概略。等效電路中的 r 係表示切換損失，Lp 係表示封裝體的引線電感，Cd 係表示封裝體內的電容。

[0009] 在低頻 RF 領域中，D 級放大電路的特性方程式係可以 2 次系表示，衰減係數 ζ 係以 $\zeta=r/2\cdot(2Cd/Ld)^{1/2}$ 表示。切換損失 r 係作為阻尼電阻來發揮作用，將衰減係數 ζ 設為大於 1 的值，如圖 12(b)所示，將 MOSFET 進行 ON-OFF 切換時的汲極-源極電壓的振動衰減。

[0010] 另一方面，在切換頻率較高的高頻 RF 領域中所使用的 MOSFET 係高速動作，因此 MOSFET 的電流變化(di/dt)會變大。圖 13 係顯示高頻 RF 領域的 D 級放大電路之例。其中，圖 13 中以虛線包圍的電路係表示後述之緩衝電路。圖 14(a)係顯示圖 13 所示之高頻 RF 領域的 D 級放大電路(除了緩衝電路以外的電路構成)由 ON 切換成 OFF 時的等效電路，圖 14(b)係顯示高頻 RF 領域的 D 級放大電路(除了緩衝電路以外的電路構成)的汲極-源極電壓的概略。等效電路中的 La 係表示封裝體外的配線電感，Lp 係表示封裝體的引線電感，Cd 係表示封裝體內的電容。

[0011] 在高頻 RF 領域中，封裝體內的配線電感 Ld 或電容 Cd 係成為不可忽視的值，因此在設在封裝體之外部的旁路電容器 C_2 中，係無法抑制 MOSFET 的汲極-源極的突波電壓。

[0012] 此外，如圖 14(a)的等效電路所示，經高速化的 MOSFET 的切換損失小，在高頻 RF 領域的 D 級放大電路中，由於不存在切換損失 r，因此未作為阻尼電阻來發揮作用。因此，如圖 14(b)中的 C、D 所示，無法獲得抑制汲極-源極電壓的振動的效果，共振現象繼續發生。圖中的 C 係顯示切換元件由 OFF 切換成 ON 時的電壓的振動狀態，發生突波電壓。此外，圖中的 D 係顯示切換元件由 ON 切換成 OFF 時的電壓的振動狀態。在任何切換時，均為所發生的振動狀態係持續至下一個切換時為止。

[0013] 如圖 14(b)所示，若在 MOSFET 的汲極-源極間發生突波電壓時，除了直流交流轉換的效率降低以外，會發生因突波電壓的過電壓而發生元件破壞的問題。

[0014] 在與封裝體的外部相連接的旁路電容器 C_2 中，並無法吸收引線電感 Lp 或封裝體內的配線電感 Ld 的突波能量來防止流入至 MOSFET。

[0015] 以高頻 RF 領域的對策而言，已知一種除了在負載側附加隔離器或 3dB 耦合器等以外，為了抑制因封裝體外部的電感所致之固有振動，將由 Csu 及 Rsu 的串聯電路所成之 CR 緩衝電路連接在供給線間的構成。

[0016] 此外，已知一種構成係在封裝體內，對構成半橋接電路的切換元件的串聯電路並聯連接旁路電容器，對切換時的電流脈衝的發生，避免供給電壓的電壓降低，並且阻止因電流峰值所致之切換元件的破壞的構成(專利文獻 1)。

[0017] 圖 15 係顯示在半橋接電路並聯連接旁路電容器的構成例圖。旁路電容器 C_3 係並聯連接在構成半橋接電路的切換元件的串聯電路所構成。

[0018] 在 D 級放大器的封裝體內設置旁路電容器的構成中，被指出會有藉由切換元件及旁路電容器，形成電流路徑，且藉由電流路徑中的線路電感與切換元件的輸出電容，形成振盪電路的問題，D 級放大器對電漿製程並不適用(專利文獻 1 的段落〔0012〕)。在專利文獻 1 中係提出藉由限制在旁路電容器流通的電流路徑的長度，來減小電感，藉由使振盪頻率移位至高頻率而使衰減較為容易(專利文獻 1 的段落〔0016〕)。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[0019]

[專利文獻 1]日本特開 2008-228304 號公報(段落〔0012〕、段落〔0016〕)

【發明內容】

(發明所欲解決之課題)

[0020] 在高頻 RF 領域的 D 級放大器中，對形成橋接電路的切換元件呈 ON/OFF 時所發生的突波電壓或共振現象的問題，以往係如前所述，採用在封裝體外部連接旁路電容器或緩衝電路的對策、或在封裝體內連接旁路電容器的對策等。

[0021] 但是，在封裝體外部設置旁路電容器的對策中，會有無法吸收封裝體的引線電感 Lp 或封裝體內的配線電感 Ld 的能量的問題，在封裝體外設置 CR 緩衝電路的對策中，則會有因直流電源所具備的平滑電容器 Cf(圖13)的影響而無法獲得振動吸收的效果的問題。

[0022] 在 D 級放大器的封裝體內設置旁路電容器的構成中，對於振盪的問題，提出藉由限制在旁路電容器流通的電流路徑的長度來減小電感的構成，但是 D 級放大器的封裝體內的電流路徑的設計係由於受到與其他元件的配置等的限制，因此會有難以自由設計的課題。

[0023] 如上所述，具備藉由切換元件所形成之橋接電路的高頻 RF 領域的 D 級放大器係具有振動現象及突波電壓的課題。

[0024] 在使用高頻 RF 領域的 D 級放大器作為電漿發生裝置用的 RF 電源時，因電漿的未著火狀態或 RF 電源與電漿負載之間的電長度等，形成為沒有負載的有效成分的狀態，電路的衰減係數變小，而容易發生較大的振動，因此會有 D 級放大器的使用變難的情形。

[0025] 因此，本案發明之目的在解決前述習知的問題，在 D 級放大器中抑制在高頻 RF 領域的振動現象，減低突波電壓。

[0026] 此外，目的在無須限制 D 級放大器的封裝體內的電流路徑的長度，而抑制在高頻 RF 領域的振動現象，且減低突波電壓。

(解決課題之手段)

[0027] 本案發明係鑑於上述課題，在 D 級放大電路的電源側連接振動吸收電路，藉由 D 級放大電路、及相連接的振動吸收電路，等效構成振動電路，將振動吸收電路所具備的電阻形成為振動電路的衰減電阻，藉此進行振動現象的抑制及突波電壓的減低。

[0028] 本案發明之 D 級放大裝置係由 D 級放大電路及振動吸收電路所構成。D 級放大電路係在封裝體內具備有：至少具備 1 個切換元件的串聯電路的橋接電路、及對橋接電路的切換元件的串聯電路作並聯連接的旁路電容器，在 D 級放大器的電源輸入端連接振動吸收電路。

[0029] 振動吸收電路係除了連接於 D 級放大電路的正電壓側的電源輸入端或負電壓側的電源輸入端的任一者之外，亦可連接於 D 級放大電路的正電壓側及負電壓側之雙方的電源輸入端。

[0030] 振動吸收電路係由電阻與電感的 RL 並聯電路所構成。所連接的振動吸收電路及 D 級放大電路係構成振動電路，振動吸收電路的電阻係在高頻 RF 領域中構成振動電路的衰減電阻。

[0031] 構成振動吸收電路的電感係在 D 級放大電路流通比振動吸收電路的共振頻率為更低的低頻率成分(直流份)。透過電感來流通低頻率成分，藉此振動吸收電路不會發生因電阻份所致之電力損失，而可將低頻率成分

(直流成分)供給至 D 級放大電路。

[0032] 另一方面，構成振動吸收電路的電阻或電阻與電容器的 RC 串聯電路係在 D 級放大電路流通比振動吸收電路的共振頻率為更高的高頻率成分。振動吸收電路係透過電阻而在 D 級放大電路流通共振頻率以上的高頻成分(交流成分)，藉此可使振動吸收電路的電阻 R，作為將因 D 級放大電路的振動現象所致之振動衰減的阻尼電阻來發揮作用。

[0033] 因此，本案發明所具備的振動吸收電路係將包含共振頻率成分的高頻 RF 領域中的振動衰減所需之電力消耗所使用的電阻份，無須調整 D 級放大電路的封裝體的構成，而可藉由連接至封裝體外的電路而實質上進行構裝。

[0034]

(振動吸收電路之構成例)

D 級放大電路處於動作狀態時，將 ON 狀態的切換元件形成為路徑的一部分而在 D 級放大電路內形成電流路徑，藉由該電流路徑上的配線阻抗及作並聯連接的旁路電容器，形成共振電路。在此，配線阻抗係以配線電感及切換元件的汲極-源極間的電容的串聯電路表示。

[0035] 與 D 級放大電路相連接的振動吸收電路的電阻係對在 D 級放大電路內所形成的共振電路作等效性並聯連接而構成振動電路。電阻係構成振動電路的衰減電阻，抑制高頻 RF 領域的振動現象，減低突波電壓。

[0036] 構成振動吸收電路的電阻的電阻值係將旁路電容器的值設定為參數。更詳言之，在以振動吸收電路的電阻、與 D 級放大電路的旁路電容器、與由 D 級放大電路的配線電感及切換元件的電容的串聯電路所成之配線阻抗，等效地以 RLC 並聯電路表示的 2 次振動系的振動電路中，振動吸收電路的電阻的值係可根據將衰減係數與共振頻率的積除以旁路電容器的值所得的值來設定。

[0037] 振動電路的共振頻率係構成橋接電路的各電橋臂的配線阻抗的配線電感及切換元件的電容的積的平方根的倒數的值。

[0038]

(D 級放大電路)

構成 D 級放大電路的切換元件的橋接電路係除了形成為以 2 個切換元件的串聯電路所形成的半橋接電路以外，可形成為將 2 個切換元件的串聯電路並聯連接所形成的全橋接電路。

[0039] 在半橋接電路及全橋接電路的任何橋接電路中，亦在切換元件進行 ON 動作時的電流路徑上形成同樣的共振電路，因此連接有振動吸收電路之本案發明之 D 級放大裝置係達成相同的作用。

(發明之效果)

[0040] 如以上說明所示，藉由本案發明之 D 級放大裝置，可在 D 級放大器中抑制在高頻 RF 領域的振動現

象，且減低突波電壓，此外，無須限制 D 級放大器的封裝體內的電流路徑的長度，即可抑制在高頻 RF 領域的振動現象，且減低突波電壓。

【圖式簡單說明】

[0041]

圖 1 係用以說明本案發明之 D 級放大裝置的第 1 構成例的圖。

圖 2 係用以說明本案發明之 D 級放大裝置的第 2 構成例的圖。

圖 3 係用以說明本案發明之 D 級放大裝置的第 3 構成例的圖。

圖 4 係顯示本案發明之振動吸收電路的構成例的圖。

圖 5 係用以說明本案發明之振動吸收電路及 D 級放大電路的電路構成圖。

圖 6 係用以說明本案發明之振動吸收電路的 L 及 R 的設定的流程圖。

圖 7 係顯示本案發明之振動吸收電路及 D 級放大電路中的頻率關係。

圖 8 係用以說明習知構成之實施例的圖。

圖 9 係用以說明本案發明之第 1 實施例的圖。

圖 10 係用以說明本案發明之第 2 實施例的圖。

圖 11 係習知已知之橋接電路構成所致之 RF 頻帶的 D 級放大電路的構成例。

圖 12 係顯示 D 級放大電路的等效電路、及低頻 RF 領域的 D 級放大電路的汲極-源極電壓的概略的圖。

圖 13 係顯示高頻 RF 領域的 D 級放大電路例的圖。

圖 14 係顯示高頻 RF 領域的 D 級放大電路的等效電路、及高頻 RF 領域的 D 級放大電路的汲極-源極電壓的概略的圖。

圖 15 係顯示在半橋接電路並聯連接旁路電容器的構成例的圖。

【實施方式】

[0042] 以下一面參照圖示，一面詳加說明本案發明之實施形態。

以下係針對本案發明之 D 級放大裝置，使用圖 1～3，顯示 D 級放大裝置的構成例，使用圖 4，顯示本案發明之振動吸收電路的概略構成，使用圖 5～7，顯示振動吸收電路的 L、R、及旁路電容器 C 的設定例，使用圖 8～圖 10，顯示實施例。

[0043]

〔D 級放大裝置的構成例〕

(D 級放大裝置的第 1 構成例)

圖 1 係用以說明本案發明之 D 級放大裝置的第 1 構成例的圖。在圖 1 中，D 級放大裝置 1 係具備有：D 級放大電路 2A、及與 D 級放大電路 2A 的電源輸入端相連接的振動吸收電路 3。

[0044] D 級放大電路 2A 係具備有：藉由切換元件 2a 與切換元件 2b 的串聯電路、及切換元件 2c 與切換元件 2d 的串聯電路所構成的全橋接電路；及對 2 個串聯電路作並聯連接的旁路電容器 C，形成為將該等設在同一封裝體內的構成。

[0045] 切換元件 2a～2d 係可藉由例如 MOSFET 所構成，藉由根據來自未圖示的控制電路的控制訊號的 ON/OFF 控制，將對負載 5 的電流路徑進行切換。例如，將切換元件 2a 及切換元件 2d 形成為 ON 狀態，將切換元件 2b 及切換元件 2c 形成為 OFF 狀態，藉此形成以由 D 級放大電路 2A 朝向負載 5 的箭號 A 所示方向的電流路徑，相反地，將切換元件 2a 及切換元件 2d 形成為 OFF 狀態，將切換元件 2b 及切換元件 2c 形成為 ON 狀態，藉此形成以由 D 級放大電路 2A 朝向負載 5 的圖中箭號 B 所示方向的電流路徑。藉由該切換元件的 ON/OFF 狀態的切換，使供給至負載 5 的電流方向反轉。

[0046] D 級放大電路 2A 係透過配線而將切換元件 2a～2d 配置在封裝體內的基板上的構成，因此具有藉由配線所致之配線阻抗。配線阻抗係可在構成橋接電路的各切換元件中，以切換元件的配線所具有的配線電感 Ld 與切換元件的電容 Cd 的串聯電路表示。切換元件的電容 Cd 若為 MOSFET 時為汲極-源極間的電容份。

[0047] 振動吸收電路 3 係連接在 D 級放大電路 2A 與直流電源 4 之間，將直流電源 4 的直流電流供給至 D 級放

大電路 2A。振動吸收電路 3 係由電阻 R 與電感 L 的 RL 並聯電路所構成。

[0048] 在與振動吸收電路 3 相連接的 D 級放大電路 2A 的電源輸入端設有引線，在圖中係以引線電感 Lp 表示引線的電感成分。

[0049] 直流電源 4 係將以交直轉換所得之直流供給至 D 級放大裝置 2A 的電源。直流電源 4 係具備有：交流源 4a、藉由交直轉換來輸出直流的 AC/DC 轉換器 4b、及由 AC/DC 轉換器 4b 的直流輸出將高頻率成分除外的低通濾波器 4c。圖示之直流電源的構成為一例，並非侷限於該構成。

[0050]

(D 級放大裝置的第 2 構成例)

圖 2 係用以說明本案發明之 D 級放大裝置的第 2 構成例的圖。第 1 構成例的 D 級放大裝置 1A 係在 D 級放大電路 2A 中將切換元件 2a～2d 形成為全橋接構成的構成，相對於此，第 2 構成例的 D 級放大裝置 1B 係在 D 級放大電路 2B 中藉由切換元件 2a、2b 的串聯電路而形成為半橋接構成的構成。

[0051] D 級放大電路 2B 係具備有：藉由切換元件 2a 與切換元件 2b 的串聯電路、與電容器 2e、2f 的串聯電路所構成的半橋接電路；及對切換元件的串聯電路作並聯連接的旁路電容器 C，形成為將該等設在同一封裝體內的構成。

[0052] 經串聯連接的切換元件 2a、2b 係可藉由例如 MOSFET 所構成，藉由根據來自未圖示的控制電路的控制訊號的 ON/OFF 控制，來切換在負載 5 流通的電流路徑。例如，將切換元件 2a 形成為 ON 狀態，將切換元件 2b 形成為 OFF 狀態，藉此形成透過電容器 2f 以由 D 級放大電路 2B 朝向負載 5 的圖中箭號 A 所示方向的電流路徑，相反地，將切換元件 2a 形成為 OFF 狀態，將切換元件 2b 形成為 ON 狀態，藉此形成透過電容器 2e 以由 D 級放大電路 2B 朝向負載 5 的圖中箭號 B 所示方向的電流路徑。藉由該切換元件的 ON/OFF 狀態的切換，使供給至負載 5 的電流方向反轉。

[0053] 其他振動吸收電路 3、直流電源 4、負載 5、及引線電感 Lp 的構成係與圖 1 所示之 D 級放大裝置 2A 的構成相同。

[0054]

(D 級放大裝置的第 3 構成例)

圖 3 係用以說明本案發明之 D 級放大裝置的第 3 構成例的圖。第 3 構成例的 D 級放大裝置 1C 係在第 1 構成例的 D 級放大裝置 1A 的構成或第 2 構成例的 D 級放大裝置 1B 中，將振動吸收電路 3 連接在 D 級放大電路的正電壓側的電源輸入端與負電壓側的電源輸入端之雙方的構成。

[0055] 振動吸收電路 3A 係被連接在 D 級放大電路 2A 的正電壓側的電源輸入端與直流電源 4 的正電壓側之間，振動吸收電路 3B 係被連接在 D 級放大電路 2A 的負

電壓側的電源輸入端與直流電源 4 的負電壓側之間，將直流電源 4 的直流電流供給至 D 級放大電路 2A。若以電阻 R 與電感 L 構成用以構成圖 1 所示第 1 構成的振動吸收電路 3 的 RL 並聯電路時，藉由第 3 振動吸收電路 3A、3B，同樣地使其作用振動抑制特性時，振動吸收電路 3A 及振動吸收電路 3B 係由電阻 R/2 與電感 L/2 的 RL 並聯電路所構成。

[0056] 此外，將振動吸收電路 3 與 D 級放大電路 2A 的電源輸入端相連接的引線的引線電感係分別形成為 Lp/2。

[0057] 其他直流電源 4、負載 5 的構成係與圖 1 所示之 D 級放大裝置 2A 的構成相同。

[0058]

〔振動吸收電路的構成〕

圖 4 係顯示振動吸收電路 3 的構成例者。振動吸收電路 3 係除了連接於 D 級放大電路的正電壓側的電源輸入端或負電壓側的電源輸入端的任一者以外，可連接於 D 級放大電路的正電壓側及負電壓側之雙方的電源輸入端。

[0059] 圖 4 係顯示以電阻 R 與電感 L 的 RL 並聯電路構成振動吸收電路 3 之例。以下說明振動吸收電路 3 由電阻 R 與電感 L 的 RL 並聯電路所構成的情形。

[0060] 所連接的振動吸收電路及 D 級放大電路係構成振動電路，振動吸收電路的電阻係在高頻 RF 領域中構成振動電路的衰減電阻。

[0061] 本案發明之 D 級放大裝置係為了抑制 D 級放大電路的共振現象的發生，並且促使振動現象的衰減，將電阻份等效地導入至 D 級放大電路內。本案發明之 D 級放大裝置係為了在 D 級放大電路內導入電阻份 R，使用振動吸收電路，除了直流成分 I_{DC} 之外，將交流成分 I_{AC} 供給至 D 級放大電路內。

[0062] 在直流電源進行直交轉換所得之直流電流係除了直流成分以外，還包含通過低通濾波器的交流成分，D 級放大電路的主要動作係藉由直流成分來進行。振動吸收電路 3 係在 D 級放大電路流通直流成分 I_{DC}，並且為了在 D 級放大電路內導入電阻份 R，除了直流成分 I_{DC} 之外，還供給交流成分 I_{AC}。

[0063] 振動吸收電路 3 係通過電感 L，在 D 級放大電路流通比振動吸收電路(RL 並聯電路)的共振頻率 ωo(=R/L)為更低的低頻率成分(直流份)，通過電阻 R，在 D 級放大電路流通比振動吸收電路的共振頻率 ωo 為更高的高頻率成分。

[0064] 振動吸收電路 3 係通過電感 L，在 D 級放大電路 2 流通比振動吸收電路 3 的共振頻率 ωo(=R/L)為更低的低頻率成分(直流成分)。藉由透過電感 L 來流通低頻率成分，振動吸收電路 3 係不會發生因電阻 R 所致之電力損失，而可將低頻率成分(直流成分)供給至 D 級放大電路 2。

[0065] 另一方面，振動吸收電路 3 的電阻 R 係在 D

級放大電路 2 流通比振動吸收電路 3 的共振頻率 ωo 為更高的高頻率成分，振動吸收電路 3 係透過電阻 R 而在 D 級放大電路 2 流通共振頻率 ωo 以上的高頻成分(交流成分)。

[0066] D 級放大電路 2 係以 D 級放大電路中包含共振頻率的高頻 RF 領域的驅動頻率 ω 進行驅動。在此，將由振動吸收電路 3 供給至 D 級放大電路 2 的高頻成分的頻帶，形成為包含 D 級放大電路 2 的驅動頻率 ω 的高頻 RF 領域的頻帶，藉此使振動吸收電路 3 的電阻 R 作為將因 D 級放大電路的振動現象所致之振動衰減的阻尼電阻來發揮作用。

[0067] 藉此，振動吸收電路 3 係將在 D 級放大電路中包含共振頻率的高頻 RF 領域中振動衰減所需之電力消耗所使用的電阻份 R，無須調整被收納在封裝體內的 D 級放大電路 2 內的配線等的構成，而可藉由連接至封裝體外的振動吸收電路而實質上進行構裝。

[0068] 此外，振動吸收電路 3 的電阻 R 在 D 級放大電路中，係對包含 D 級放大電路的共振振動的共振頻率成分的高頻率成分，作為使振動衰減的阻尼電阻來發揮作用，但是在振動吸收電路中，係對直流成分不會發生電力損失。

[0069] 因此，本案發明之振動吸收電路 3 係在包含 D 級放大電路的共振頻率成分的高頻 RF 領域中的驅動頻率中，將振動衰減所需之電力消耗所使用的電阻份，無須

調整封裝體內的 D 級放大電路的配線等的構成，即可藉由連接至封裝體外的振動吸收電路而實質上進行構裝。

[0070]

〔振動吸收電路的 L、R 及旁路電容器 C 的設定例〕

說明振動吸收電路的 L、R 及旁路電容器 C 的設定例。

[0071] 振動吸收電路的 L、R 的值係除了藉由電路模擬進行設定以外，針對藉由近似所求出的等效電路，計算暫定值，將該暫定值作為初期值，藉由電路模擬來進行設定。以下說明根據藉由近似所求出的等效電路的暫定值的計算例。

[0072]

(設定例：可忽視引線阻抗 Lp 的頻率領域)

設定例係在可忽視引線阻抗 Lp 的頻率領域的設定例。圖 5 係用以說明振動吸收電路及 D 級放大電路的電路構成圖及等效電路。

[0073] 圖 5(a)係顯示將切換元件全部形成為 OFF 狀態的情形。此外，使用 D 級放大裝置作為對電漿發生裝置的 RF 電源時，負載 5 係成為電漿負載。負載 5 係在電漿為未著火狀態之時，負載係形成為開放狀態(開路(open)狀態)，有效成分係成為 0。此外，依 D 級放大裝置與電漿發生裝置的電極之間的電長度，D 級放大電路 2 係負載成為開放狀態(開路狀態)或短路狀態(short 狀態)。

[0074] 其中，當 D 級放大電路 2 處於動作狀態時，

係透過 ON 狀態的切換元件，在 D 級放大電路內形成電流路徑，藉由電流路徑上的配線阻抗及並聯連接的旁路電容器，形成共振電路。配線阻抗係包含配線電感 Ld 及切換元件的汲極-源極間的電容 Cd 的串聯電路。

[0075] 圖 5(b)係顯示在圖 5(a)的電路構成中，振動吸收電路 3 及 D 級放大電路 2 的等效電路。其中，在此係當將驅動頻率設為 ω、振動吸收電路的電阻及電感設為 R、L、引線電感設為 Lp 時，藉由選定為 $\omega \cdot L \gg \omega \cdot Lp$、$R \gg \omega \cdot Lp$，可省略引線電感 Lp。沒有圖 5(a)的電路構成的負載的有效成分的狀態(開放狀態)係以圖 5(b)所示之等效電路的衰減係數為最小，且發生大的振動的條件。

[0076] 在圖 5(b)的等效電路中，振動吸收電路 3 的電阻 R 係對以 D 級放大電路 2 所形成的共振電路作等效性並聯連接而構成振動電路。電阻係構成振動電路的衰減電阻，抑制高頻 RF 領域的振動現象，減低突波電壓。

[0077] 構成振動吸收電路 3 的電阻 R 的電阻值係設定旁路電容器 C 的值作為參數。更詳言之，在以振動吸收電路 3 的電阻 R、與 D 級放大電路 2 的旁路電容器 C、與由 D 級放大電路 2 的配線電感 Ld 及切換元件的電容 Cd 的串聯電路所成之配線阻抗，等效地以 RLC 並聯電路表示的 2 次振動系的振動電路(圖 5(b))中，振動吸收電路 3 的電阻 R 的電阻值係可根據將衰減係數 ζ 與共振頻率 ωn 的積除以旁路電容器 C 的值所得的值來設定。

[0078] 振動電路的共振頻率 ωn 係構成用以構成 D 級

放大電路的橋接電路的各電橋臂的配線阻抗的配線電感 Ld 及切換元件的電容 Cd 的積(Ld · Cd)的平方根$(Ld \cdot Cd)^{1/2}$ 的值。

[0079] 上述關係係對針對圖 5(b)的等效電路所得之 4 次特性方程式 F，針對

[數式 1]

$$F = s^4 + \frac{1}{CR}s^3 + \frac{1}{L_dC_d}s^2 + \frac{1}{L_dCC_dR}s + \frac{1}{LL_dCC_d} = 0 \quad \cdots (1)$$

$C \gg Cd$ ...(2)

$L \gg Ld$ ...(3)

的條件、及驅動頻率 ω，適用

$\omega o = R/L \gg \omega$ ...(4)

$\omega \ll 1/(C \cdot R) = \omega m$ ...(5)

的條件，藉此可使其近似以下的 2 次特性方程式。

[0080] 其中，ωo 係振動吸收電路(RL 並聯電路)的共振頻率，ωm 係振動吸收電路的 R 與旁路電容器 C 的串聯電路的共振頻率。此外，ω 係驅動頻率，ωn 係由振動吸收電路與全橋接電路所成之振動電路的共振頻率。

[數式 2]

$$F = s^2 + \frac{r}{L_p}s + \frac{1}{2L_pC_d} \quad \cdots (6)$$

[0081] 在此，2 次振動系的一般式係以下式(7)表示。

$$s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2 \quad \cdots (7)$$

[0082] 藉由在式(6)及式(7)中比較係數，振動電路的共振頻率 ωn、衰減係數 ζ 係成為如下。

[數式 3]

$$\omega_n = \frac{1}{\sqrt{L_d C_d}} \quad \cdots (8)$$

[數式 4]

$$\zeta = \frac{CR}{2\sqrt{L_d C_d}} \quad \cdots (9)$$

[0083] 此外，振動吸收電路的電阻 R 係以下式(10)表示。

[數式 5]

$$R = \frac{2\zeta\omega_n}{C} \quad \cdots (10)$$

[0084] 振動吸收電路的電阻 R 的值係可根據式(8)～(10)，由配線電感 Ld、切換元件的電容 Cd 及旁路電容器 C 來求出。衰減係數 ζ 係可藉由形成為小於 1 的值，來使振動衰減，且可設定例如 0.05～0.8 左右為目標。

[0085] 以一例而言，列舉驅動頻率 ω 為 f=40.68MHz 的全橋接電路的情形。

以已知的常數而言，係形成為：

L=300nH

C=720ρF

Ld=20nH

Cd=125ρF，

若設為 ζ=0.5 時，衰減電阻 R 係成為 2.2Ω。

[0086] 此外，頻率的條件係滿足：

$R/(2\pi L) \ll f \ll 1/(2\pi CR)$

$=1.2MHz \ll 40.68MHz < (fn=100MHz) \ll 10000MHz$。

[0087] 使用圖 6 的流程圖，說明將 L、R 設為未知，

Ld、Cd、及C設為已知，k_1、k_2、及ζ設為參數，來設定未知的L及R之例。

[0088] 為了根據前述2次振動系來決定，形成為

$C \gg Cd$ ...(2)

$L \gg Ld$ ...(3)

$\omega o = R/L \gg \omega$ ...(4)

$\omega \ll 1/(C \cdot R) = \omega m$ ...(5)

的設定條件，將共振頻率ωn及衰減係數ζ，以

[數式 6]

$$\omega_n = \frac{1}{\sqrt{L_d C_d}} \quad \cdots (8)$$

[數式 7]

$$\zeta = \frac{CR}{2\sqrt{L_d C_d}} \quad \cdots (9)$$

來決定(S1)。

[0089] 使用參數 k_1、k_2，以下式表示設定條件(4)、(5)(S2)。

[數式 8]

$$R/L = \frac{1}{k1\sqrt{L_d C_d}} \quad \cdots (11)$$

[數式 9]

$$CR = \frac{\sqrt{L_d C_d}}{k2} \quad \cdots (12)$$

[0090] 決定參數 k_1、k_2、ζ(=1/2k_1)(S3)且決定旁路電容器C的值。其中，旁路電容器C的值係根據在D級放大電路所求之設計條件來設定(S4)。

[0091] 在共振頻率 ωn 的式(8)及衰減係數 ζ 的式(9)

中代入參數 k_1、k_2 及旁路電容器 C 的值，藉此算出振動吸收電路的電阻 R 及電感 L(S5)，來設定 D 級放大裝置的 L、C、R(S6)。其中，若在 S4 中預先決定振動吸收電路的電感 L 時，亦可在 S5 中算出振動吸收電路的電阻 R 及旁路電容器 C。

[0092] 其中，圖 7 係顯示設定例中的頻率關係。圖 7(a)係顯示振動吸收電路中的頻率關係。比振動吸收電路(RL 並聯電路)的共振頻率 ωo 為更低的直流成分係通過振動吸收電路的電感 L 而被供給至 D 級放大電路，比共振頻率 ωo 為更高的交流成分係通過振動吸收電路的電阻 R 而被供給至 D 級放大電路。

[0093] 此外，圖 7(b)係顯示在 D 級放大電路的頻率關係。驅動頻率 ω 係根據切換元件的切換動作的周期而定，如前所述，為滿足 $R/L \ll \omega \ll 1/CR$、及 $R \gg \omega \cdot Lp$ 的條件的頻率範圍。

[0094]

〔實施例〕

以下說明本案發明之實施例。以下係比較本案發明之第 1 實施例及第 2 實施例、及習知構成的實施例，說明藉由本案發明之構成所致之在高頻 RF 領域的振動現象的抑制、及突波電壓的減低的效果。

[0095] 各實施例的驅動頻率及電路常數係如以下所示。

驅動頻率 f=40MHz

振動吸收電路的電感 L=300nH

旁路電容器 C=0pF(開放)(習知構成的實施例)

=1μF(本案發明之第 1 實施例)

=720pF(本案發明之第 2 實施例)

D 級放大電路的配線電感 Ld=10nH

D 級放大電路的電容 Cd=125pF

振動吸收電路的電阻 R=∞(開放)(習知構成的實施例)

=1.5Ω(本案發明之第 1 實施例)

=1.5Ω(本案發明之第 2 實施例)

負載阻抗=26+j15Ω

[0096]

(藉由習知構成所得之實施例)

使用圖 8，說明習知構成之實施例的直流電壓 Vdd、及汲極-源極電壓 Vds。在此所示之實施例係未具備有本案發明之振動吸收電路及旁路電容器之習知構成之例。

[0097] 在藉由習知構成所得之實施例中，顯示被施加至 D 級放大電路的直流電壓 Vdd 及汲極-源極電壓 Vds，圖 8(a)、(c)係顯示直流電壓 Vdd，圖 8(b)、(d)係顯示汲極-源極電壓 Vds，圖 8(c)、(d)係放大顯示閘極訊號由 ON 狀態變化至 OFF 狀態之變化前後的狀態。其中，圖 8 所示之矩形狀的驅動訊號及正弦波狀的振動訊號的周期係為方便說明而以模式顯示者，並非為顯示實際的周期者。

[0098] 直流電壓 Vdd 係在閘極訊號被施加至橋接電

路的 ON 區間，係顯示一定電壓，在閘極訊號由 ON 狀態切換成 OFF 狀態後，係如圖 8(a)、(c)所示發生振動。

[0099] 在被施加閘極訊號的 ON 區間，矩形狀的驅動訊號被施加至切換元件，進行切換元件的切換動作。汲極-源極電壓 Vds 係藉由驅動訊號的施加而成為矩形狀的周期訊號。

[0100] 在閘極訊號切換成 OFF 狀態後，為了停止切換元件的切換動作，驅動訊號的施加係被停止。較佳為藉由該驅動訊號的停止，汲極-源極電壓 Vds 的周期訊號即停止。但是，在習知構成中，由於未設置振動吸收電路及旁路電容器，因此在將閘極訊號設為 OFF 狀態的 OFF 區間，亦因自激而繼續汲極-源極電壓 Vds 的振動。若汲極-源極電壓 Vds 的振動繼續時，在 OFF 區間中，亦會有無須切換元件的切換動作停止而繼續進行的情形，而未進行正常的切換動作。

[0101]

(本案發明之第 1 實施例)

使用圖 9，說明本案發明之第 1 實施例之直流電壓 Vdd、及汲極-源極電壓 Vds。在此所示之實施例係顯示具備有本案發明之振動吸收電路及旁路電容器，如上所述，將振動吸收電路的電阻 R 設為 1.5Ω，旁路電容器 C 設為 1μF 的情形。

[0102] 在本案發明之第 1 實施例中，係顯示被施加至 D 級放大電路的直流電壓 Vdd 及汲極-源極電壓 Vds，

圖 9(a)、(c)係顯示直流電壓 Vdd，圖 9(b)、(d)係顯示汲極-源極電壓 Vds，圖 9(c)、(d)係放大顯示閘極訊號由 ON 狀態變化成 OFF 狀態的變化前後的狀態。其中，圖 9 所示之矩形狀的驅動訊號及正弦波狀的振動訊號的周期係為方便說明而以模式顯示者，並非為顯示實際的周期者。

[0103] 直流電壓 Vdd 係在閘極訊號被施加至橋接電路的 ON 區間，係顯示一定電壓，閘極訊號由 ON 狀態切換成 OFF 狀態後，係如圖 9(a)、(c)所示進行振動變動，但是振動的振幅與習知構成的情形相比較為較小，以預定的時間常數衰減。

[0104] 在被施加閘極訊號的 ON 區間，矩形狀的驅動訊號被施加至切換元件，進行切換元件的切換動作。汲極-源極電壓 Vds 係藉由驅動訊號的施加而形成為矩形狀的周期訊號。閘極訊號切換成 OFF 狀態後，驅動訊號的施加即被停止。停止該驅動訊號時，在汲極-源極電壓 Vds 雖會發生突波電壓，但是所發生的突波電壓與在習知構成中所發生的周期訊號相比較，振幅為較小，以預定的時間常數衰減。

[0105] 藉此，汲極-源極電壓 Vds 的振動並未繼續而被減低，在閘極訊號為 OFF 區間，切換元件的切換動作係停止，且進行正常的切換動作。

[0106]

(本案發明之第 2 實施例)

使用圖 10，說明本案發明之第 2 實施例之直流電壓

Vdd、及汲極-源極電壓 Vds。在此所示之實施例係顯示具備有本案發明之振動吸收電路及旁路電容器，如上所述，將振動吸收電路的電阻 R 設為 1.5Ω，旁路電容器 C 設為 720pF 的情形。

[0107] 在本案發明之第 2 實施例中，係顯示被施加至 D 級放大電路的直流電壓 Vdd 及汲極-源極電壓 Vds，圖 10(a)、(c)係顯示直流電壓 Vdd，圖 10(b)、(d)係顯示汲極-源極電壓 Vds，圖 10(c)、(d)係放大顯示閘極訊號由 ON 狀態變化成 OFF 狀態的變化前後的狀態。其中，圖 10 所示之矩形狀的驅動訊號及正弦波狀的振動訊號的周期係為方便說明而以模式顯示者，並非為表示實際的周期者。

[0108] 直流電壓 Vdd 係在閘極訊號被施加至橋接電路的 ON 區間，係顯示一定電壓，閘極訊號由 ON 狀態切換至 OFF 狀態後，如圖 10(a)、(c)所示，振動的振幅與本案發明之第 1 實施例相比較為較小，以更小的時間常數衰減而呈安定。

[0109] 在被施加閘極訊號的 ON 區間，矩形狀的驅動訊號被施加至切換元件，進行切換元件的切換動作。汲極-源極電壓 Vds 係藉由驅動訊號的施加而成為矩形狀的周期訊號。閘極訊號切換成 OFF 狀態後，停止驅動訊號的施加。停止該驅動訊號時，在汲極-源極電壓 Vds 雖會發生突波電壓，但是所發生的突波電壓與本案發明之第 1 實施例的突波電壓相比較，振幅較小，且以更小的時間常數衰減。

[0110] 藉此，汲極-源極電壓 Vds 的振動係比第 1 實

施例更加減低，閘極訊號在 OFF 區間，切換元件的切換動作係停止，且進行正常的切換動作。

[0111] 藉由本案發明之第 1 實施例及第 2 實施例，在連接旁路電容器的 D 級放大電路中，藉由連接預定的電路常數的振動吸收電路，可減低突波電壓，且使振動有效衰減。

[0112] 其中，上述實施形態及變形例中的記述為本案發明之 D 級放大器之一例，本案發明並非限定於各實施形態，可根據本案發明之主旨作各種變形，並非將該等由本案發明之範圍中排除。

[產業上可利用性]

[0113] 本案發明之 D 級放大器係可適用於對電漿負載的電力供給。可適用於製造半導體、液晶、太陽光面板等薄膜的成膜裝置、雷射振盪器等。

【符號說明】

[0114]

1、1A、1B、1C：D 級放大裝置

2、2A、2B：D 級放大電路

2a-2d：切換元件

2e、2f：電容器

3、3A、3B：振動吸收電路

4：直流電源

4a：交流源

4b：轉換器

4c：低通濾波器

5：負載

C：旁路電容器

C_2、C_3：旁路電容器

Cd：電容

Cf：平滑電容器

I_{AC}：交流成分

I_{DC}：直流成分

k_1、k_2、k_3、k_4：參數

L：電感

La：配線電感

Ld：配線電感

Lp：引線電感

r：切換損失

R：電阻

Vdd：直流電壓

Vds：汲極-源極電壓

ζ：衰減係數

ω：驅動頻率

ωn：共振頻率

ωm：共振頻率

ωo：共振頻率

第 103105206 號　　民國 104 年 1 月 12 日修正 P.1-2

申請專利範圍

1.一種 D 級放大裝置，其特徵為：

具備有：

D 級放大電路，其係在封裝體內具備有：至少具備 1 個切換元件的串聯電路的橋接電路、及對前述切換元件的串聯電路作並聯連接的旁路電容器；及

振動吸收電路，其係被連接在前述 D 級放大器的電源輸入端，

前述振動吸收電路係由電阻與電感的 RL 並聯電路所構成，

在前述振動吸收電路及前述 D 級放大電路所構成的振動電路中，前述振動吸收電路的電阻的電阻值係設定前述旁路電容器的值作為參數，構成衰減電阻。

2.如申請專利範圍第 1 項之 D 級放大裝置，其中，構成前述振動吸收電路的電阻的電阻值係在以前述電阻、與前述旁路電容器、與由配線電感及切換元件的電容的串聯電路所成之前述配線阻抗的並聯電路所表示的 2 次振動系的振動電路中，根據將衰減係數與共振頻率的積除以前述旁路電容器的值所得的值的值，

前述振動電路的共振頻率係構成橋接電路的各電橋臂的配線阻抗的配線電感及切換元件的電容的積的平方根的值。

3.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之 D 級放大裝置，其中，前述橋接電路係由 2 個切換元件的串聯電路所形成

的半橋接電路、或將 2 個切換元件的串聯電路作並聯連接所形成的全橋接電路。

圖式

圖 1

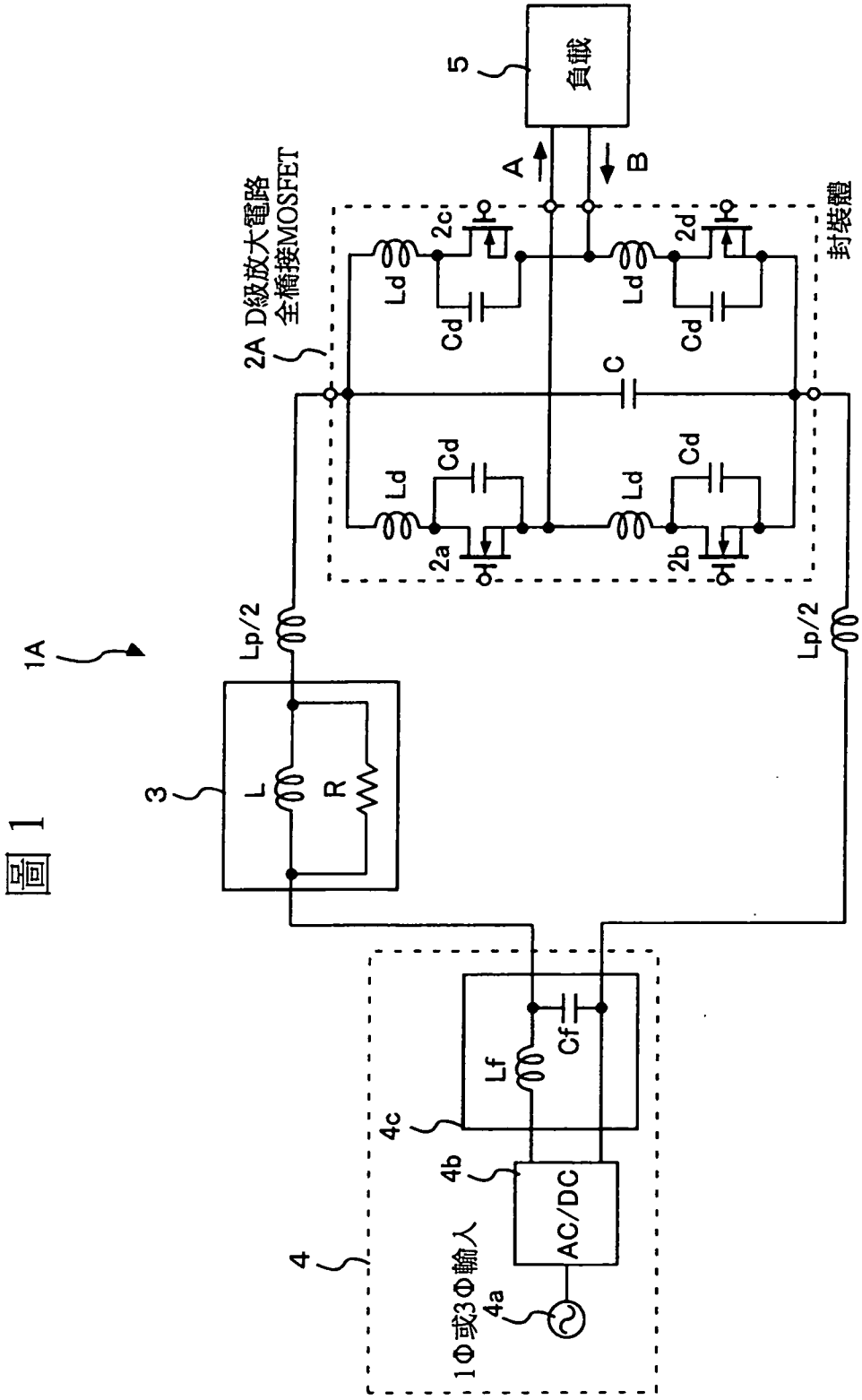

1A
5
負載
A
B
2A D級放大電路
全橋接MOSFET
封裝體
2c
2d
Ld
Cd
C
2a
2b
Lp/2
3
L
R
4
4c
Lf
Cf
4b
AC/DC
1Φ或3Φ輸入
4a

圖 2

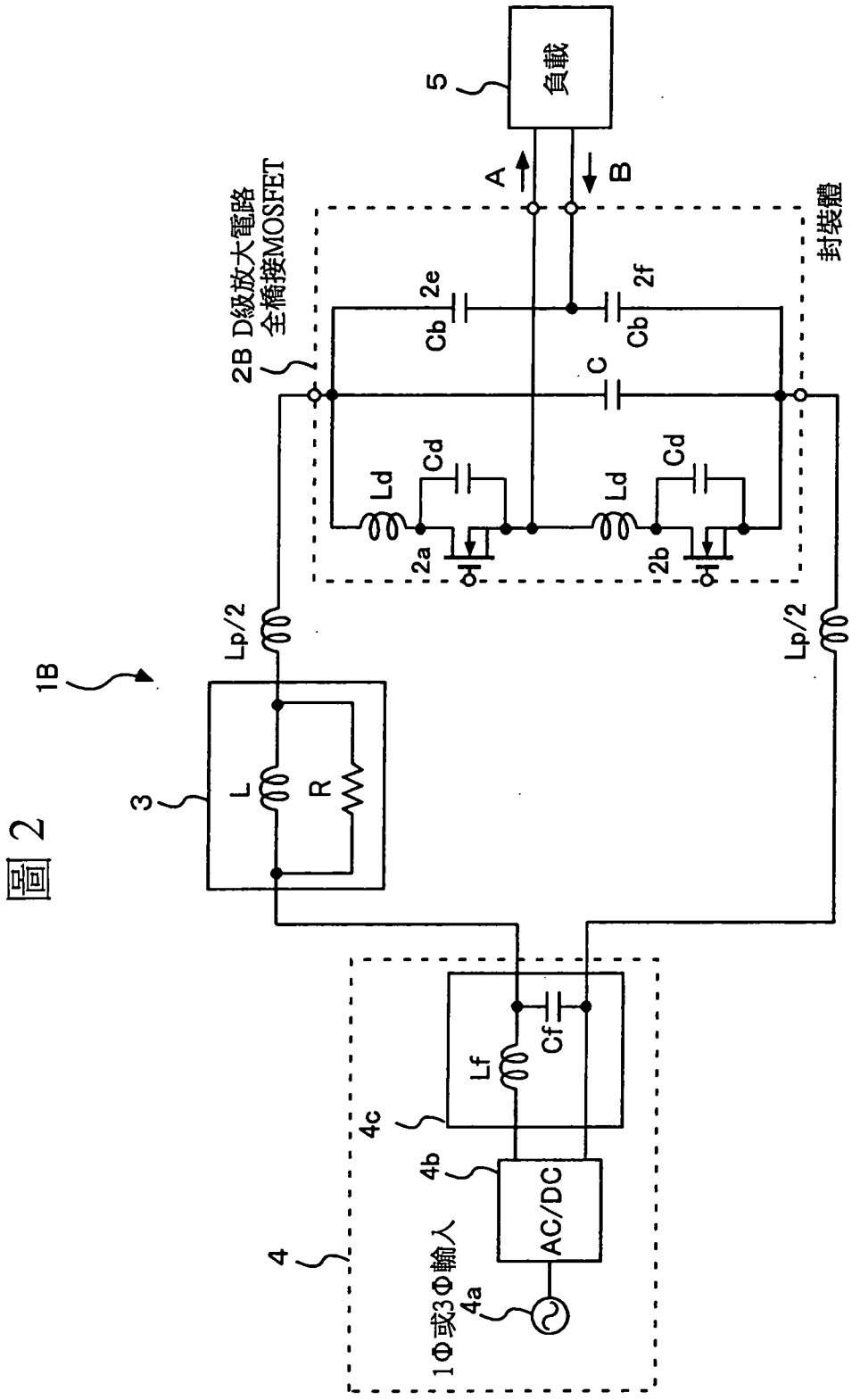

1B
3
L
R
Lp/2
2B D級放大電路
全橋接MOSFET
封裝體
5
負載
A
B
2e
Cb
2f
Cb
C
Ld
Cd
Ld
Cd
2a
2b
Lp/2
4
4c
Lf
Cf
4b
AC/DC
1Φ或3Φ輸入
4a

圖 3

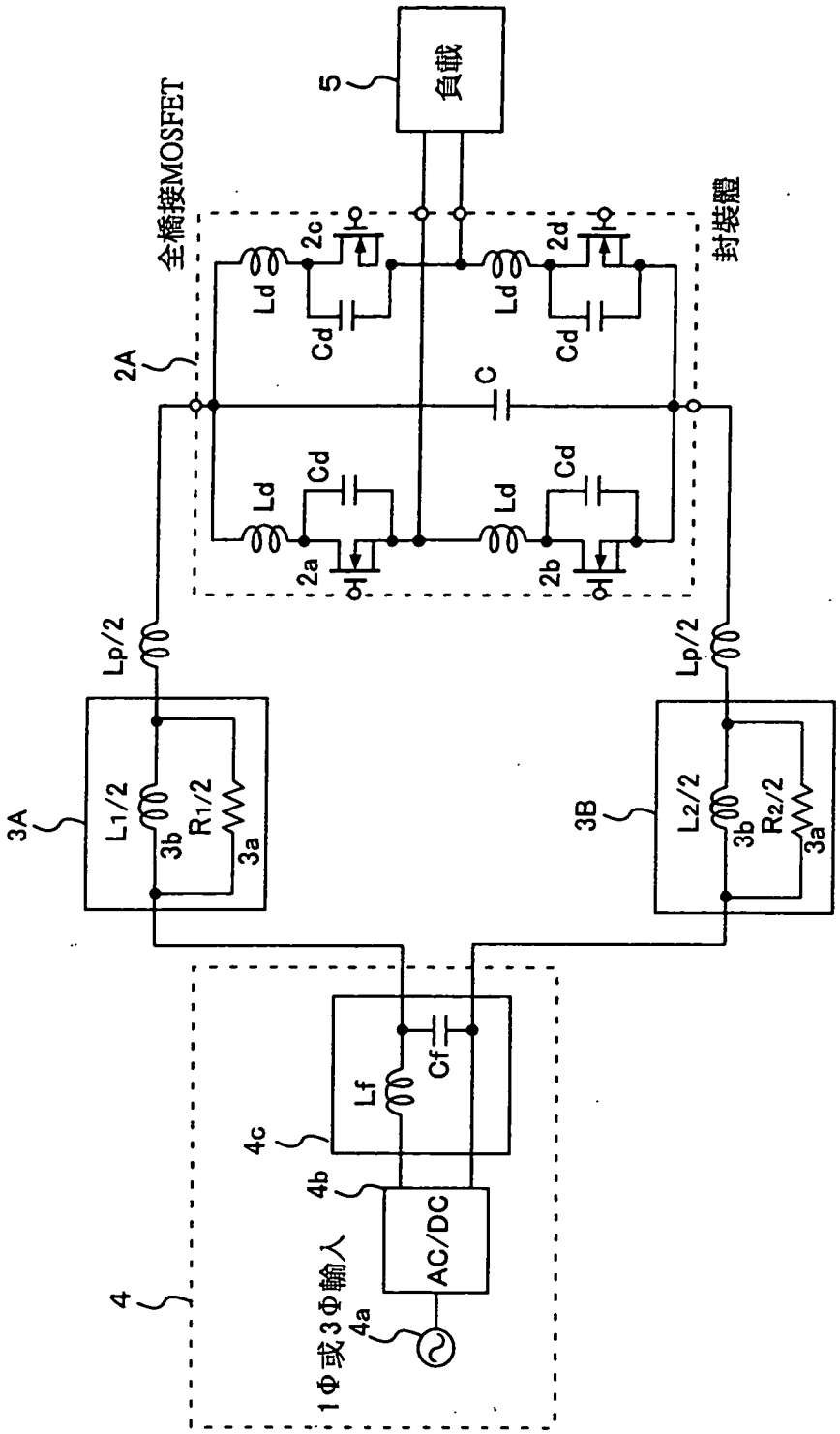

1C
負載
5
全橋接MOSFET
封裝體
2A
2a
2b
2c
2d
Ld
Cd
C
Lp/2
3A
3B
L1/2
R1/2
L2/2
R2/2
3a
3b
4
4a
4b
4c
1Φ或3Φ輸入
AC/DC
Lf
Cf

圖 4

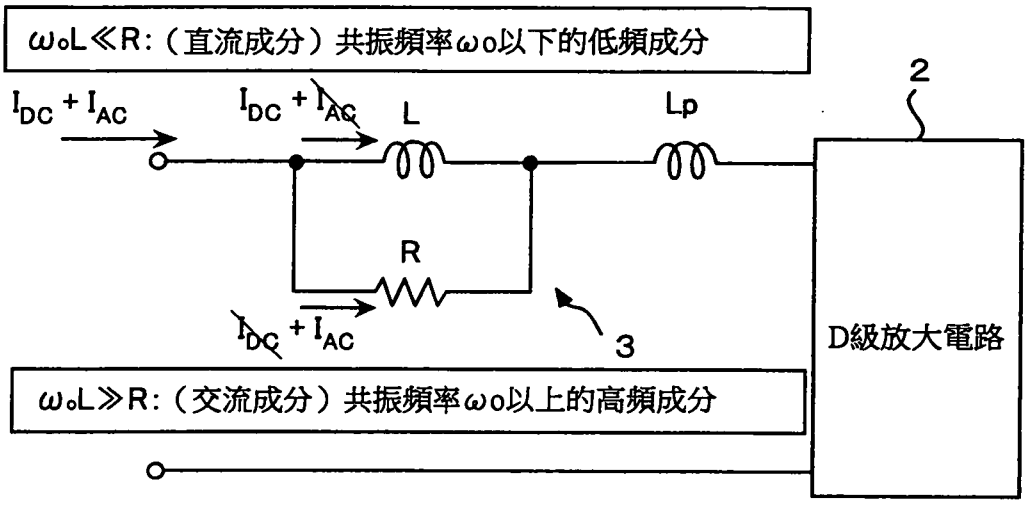

ωoL≪R:（直流成分）共振頻率ωo以下的低頻成分
IDC + IAC
IDC + IAC
L
Lp
2
R
IDC + IAC
3
D級放大電路
ωoL≫R:（交流成分）共振頻率ωo以上的高頻成分

圖 5

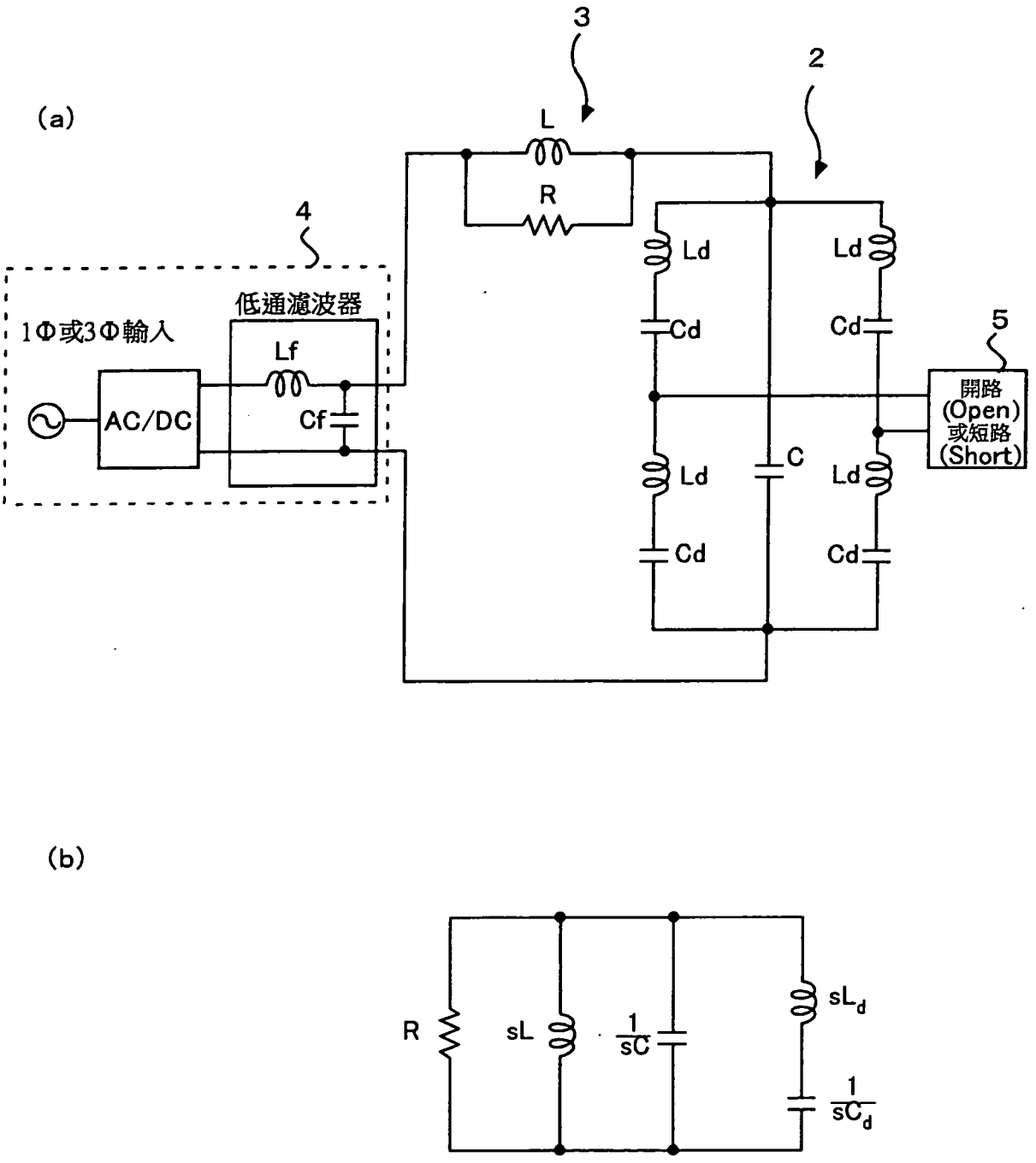

(a)
3
2
L
R
4
Ld
Cd
Ld
Cd
低通濾波器
1Φ或3Φ輸入
Lf
5
AC/DC
Cf
開路
(Open)
或短路
(Short)
Ld
C
Ld
Cd
Cd
(b)
R
sL
1/sC
sL_d
1/sC_d

圖 6

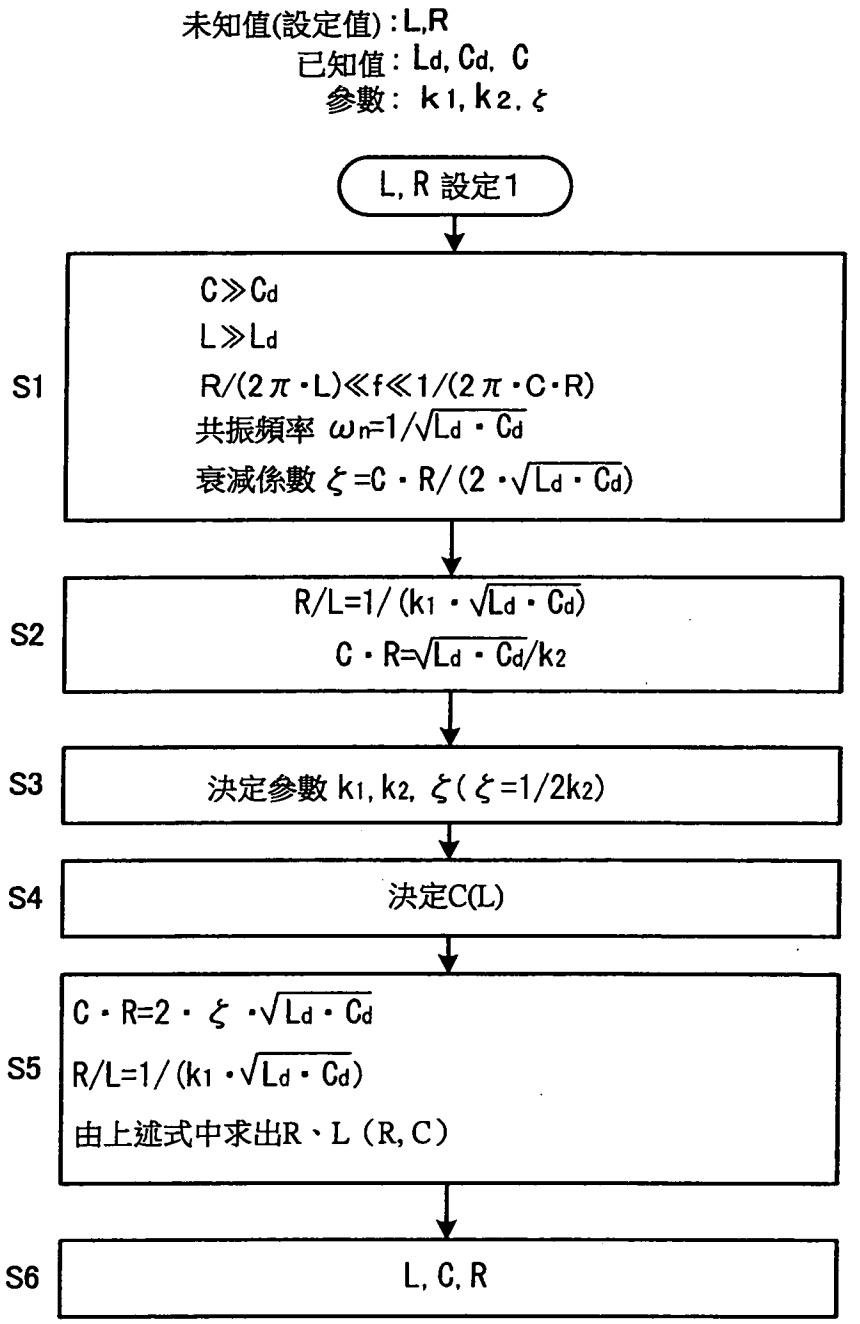

未知值(設定值)：L,R
已知值：Ld, Cd, C
參數：k1, k2, ζ
L, R 設定1
S1
C≫Cd
L≫Ld
R/(2π·L)≪f≪1/(2π·C·R)
共振頻率 ωn=1/√(Ld·Cd)
衰減係數 ζ=C·R/(2·√(Ld·Cd))
S2
R/L=1/(k1·√(Ld·Cd))
C·R=√(Ld·Cd)/k2
S3
決定參數 k1, k2, ζ(ζ=1/2k2)
S4
決定C(L)
S5
C·R=2·ζ·√(Ld·Cd)
R/L=1/(k1·√(Ld·Cd))
由上述式中求出R、L（R, C）
S6
L, C, R

圖 7

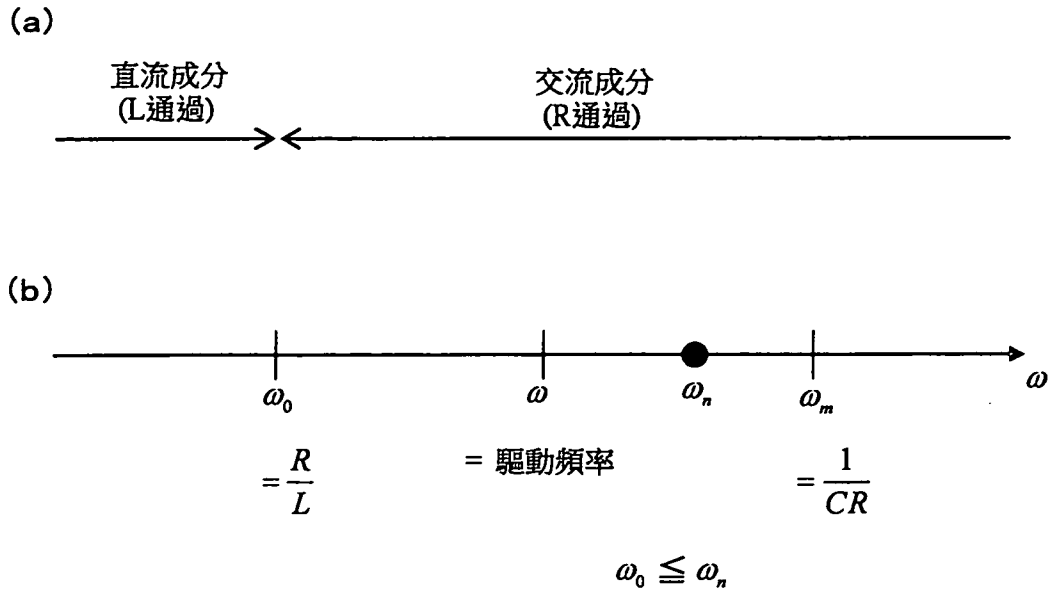

(a)
直流成分
(L通過)
交流成分
(R通過)
(b)
ω_0
ω
ω_n
ω_m
ω
$=\frac{R}{L}$
= 驅動頻率
$=\frac{1}{CR}$
$\omega_0 \leqq \omega_n$

圖 8

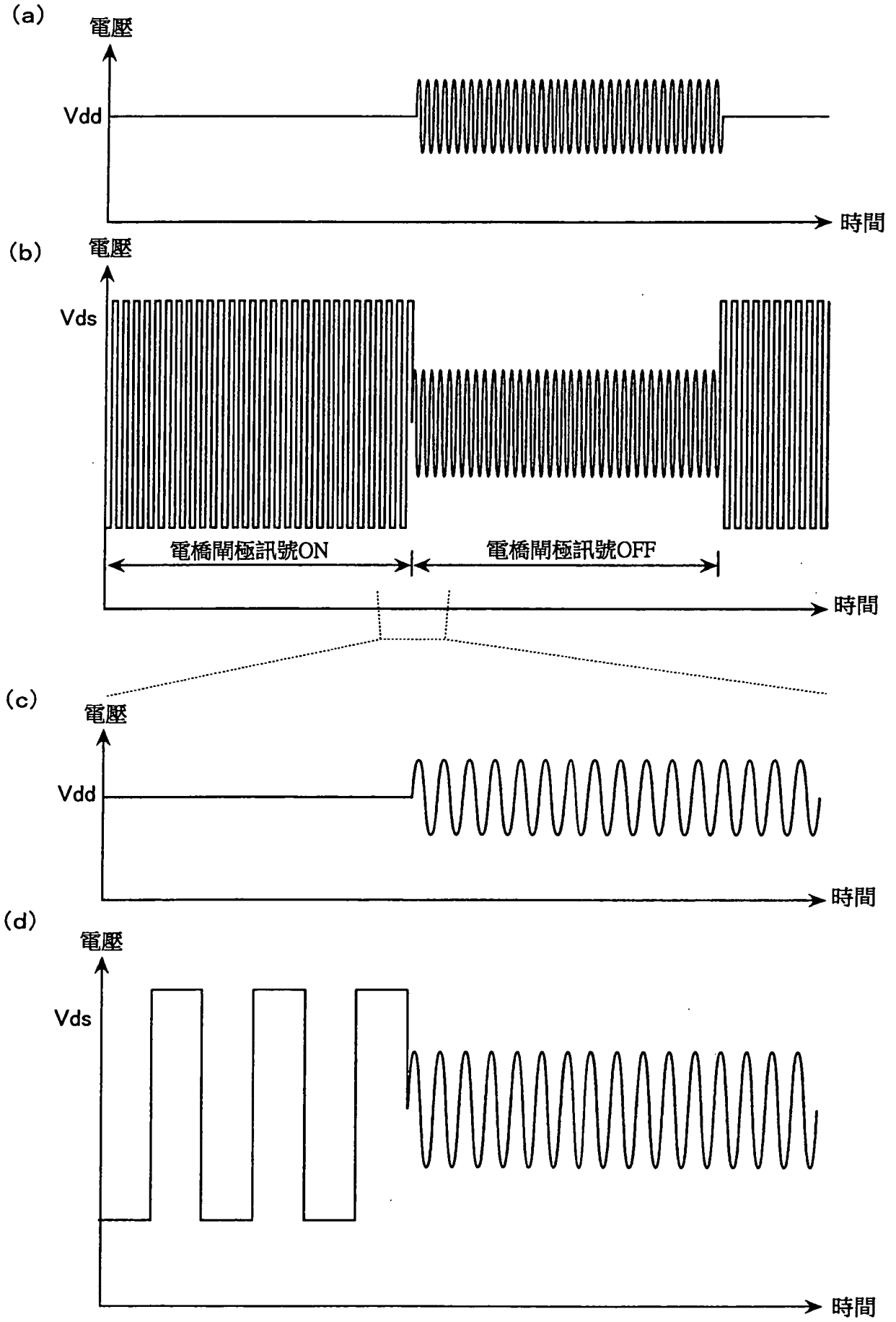


圖 9

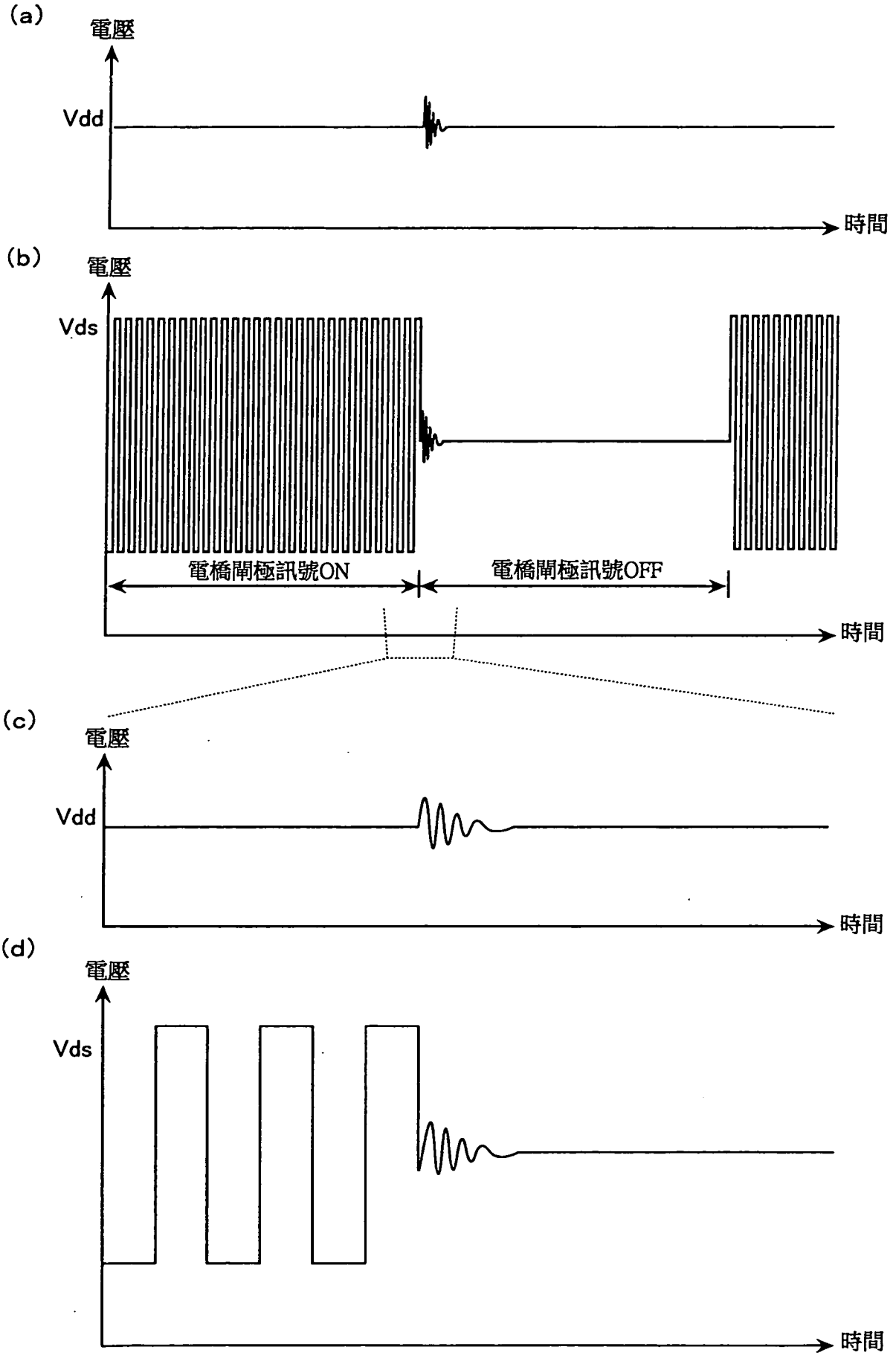


圖 10

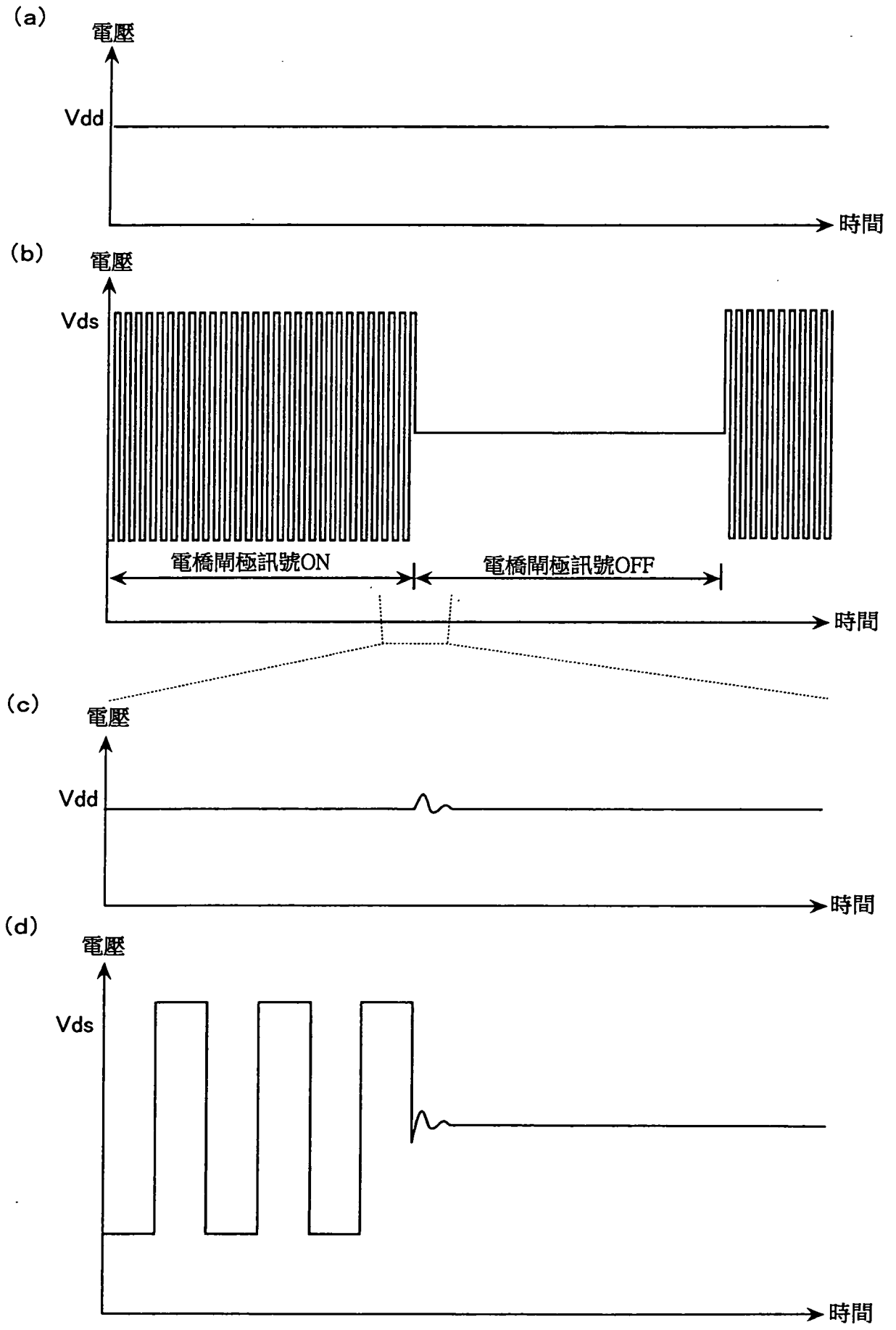


圖 11

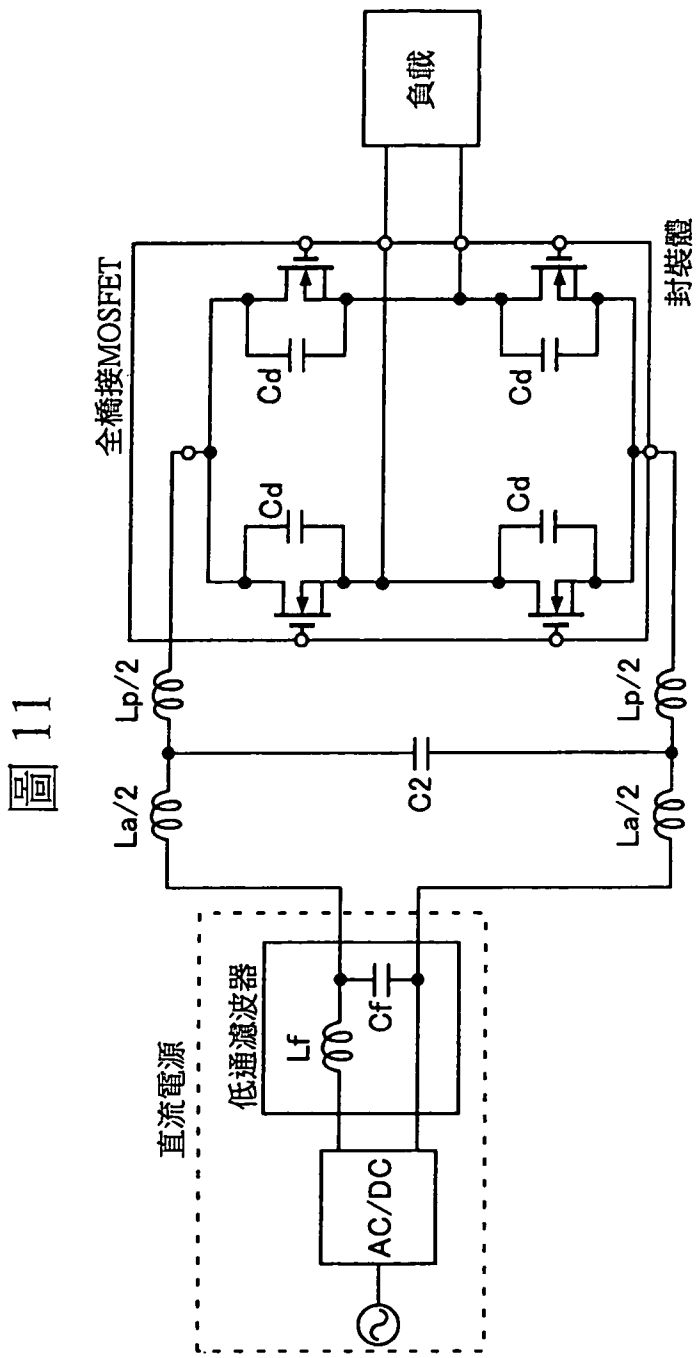
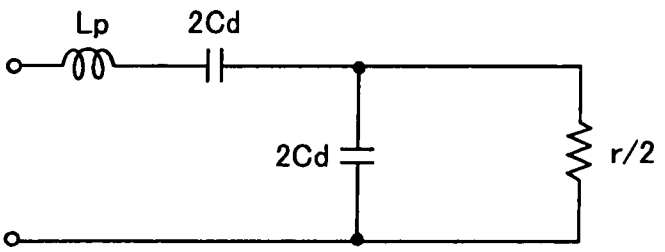
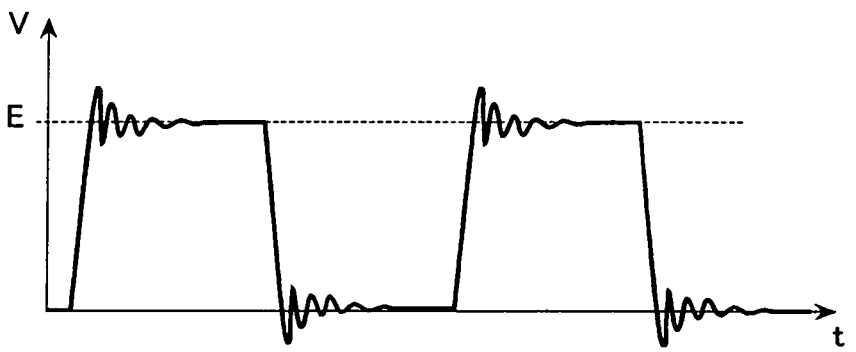

負載
封裝體
全橋接MOSFET
Cd
Cd
Cd
Cd
Lp/2
Lp/2
C2
La/2
La/2
直流電源
低通濾波器
Lf
Cf
AC/DC

圖 12



(a) 動作中(ON→OFF時)的等效電路



(b) 低頻RF領域D級放大電路的汲極-源極電壓

圖 13

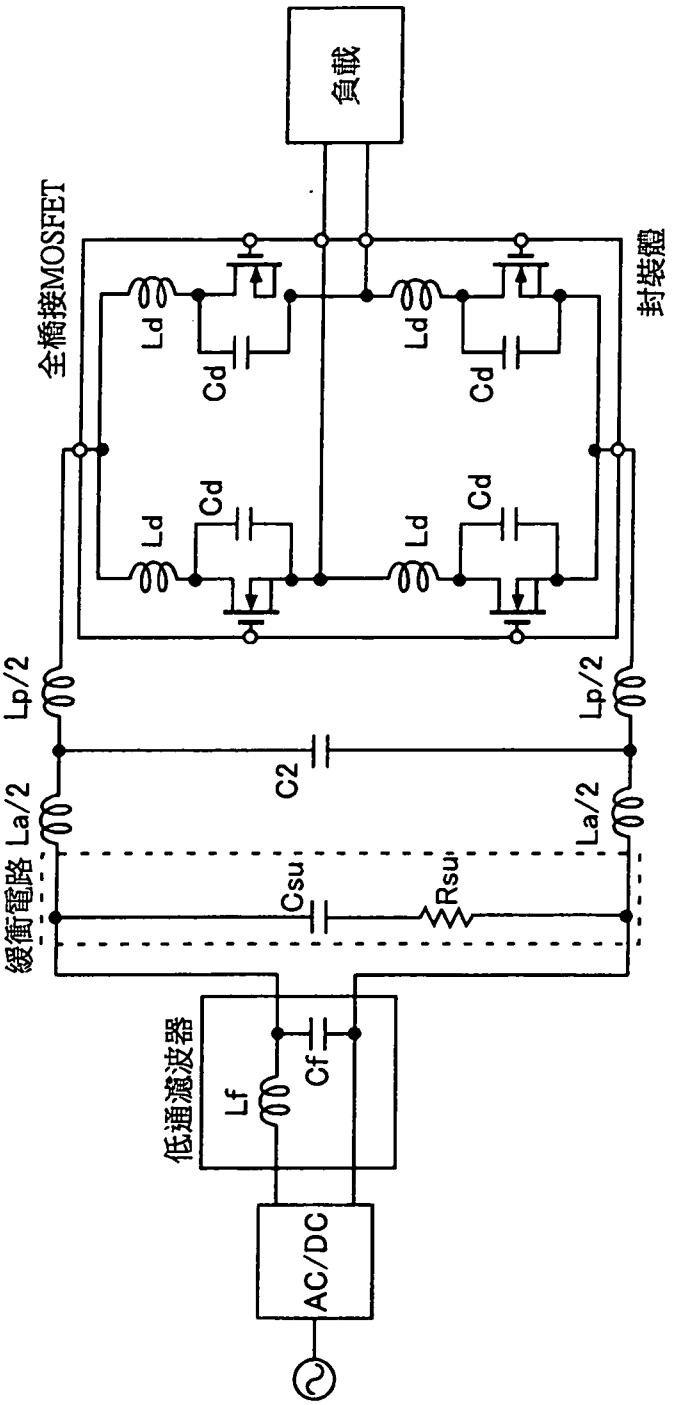
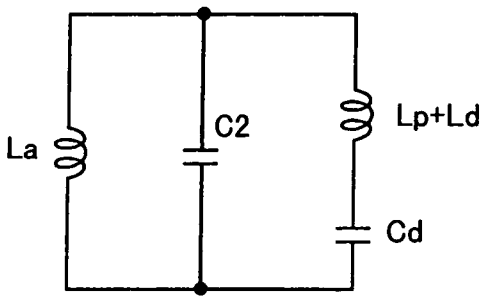
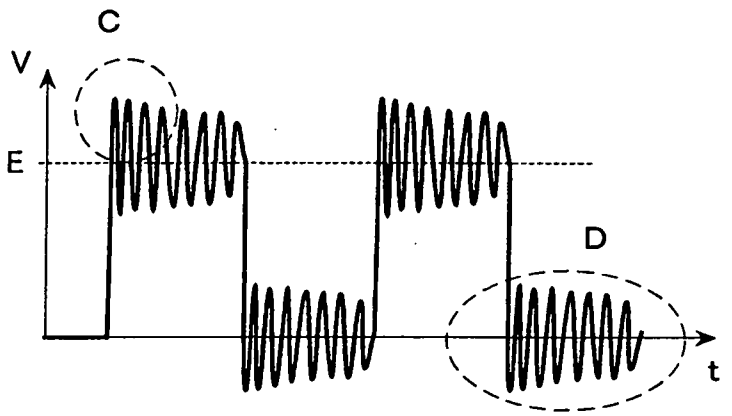


圖13 經高頻化之全橋接D級放大電路

圖 14



(a) 高頻RF頻帶的等效電路



(b) 高頻RF頻帶D級放大電路的汲極-源極電壓波形

圖 15

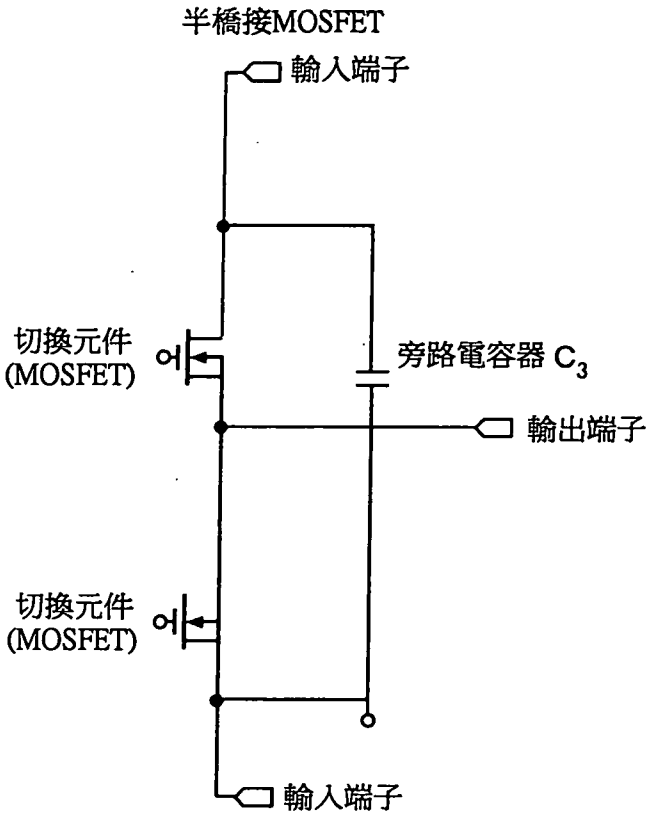


圖15 具備有旁路電容器C_3之半橋接MOSFET