



(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 I524821 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 03 月 01 日

(21)申請案號：103110469

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 03 月 20 日

(51)Int. Cl. : **H05H1/46 (2006.01)**

(30)優先權：2014/02/04 日本 2014-019060

(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：讓原逸男 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 201352076A

TW 201401937A

US 8391329B2

US 2011/0032047A1

審查人員：鄭敬偉

申請專利範圍項數：6 項 圖式數：24 共 77 頁

(54)名稱

高頻電源裝置及電漿點火方法

RF POWER SUPPLY DEVICE AND METHOD FOR PLASMA IGNITION

(57)摘要

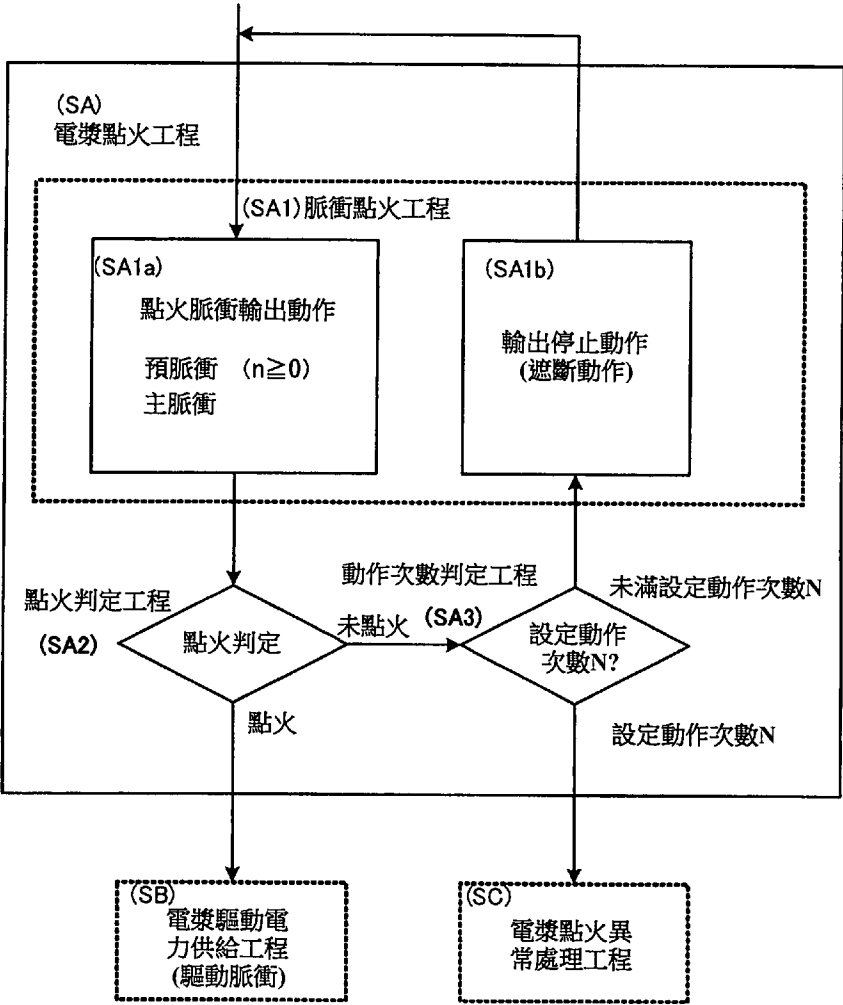
在藉由脈衝驅動的電漿點火中，解決當為了保護高頻電源防止反射波電力而降低行進波時，電漿難以點火的問題點，保護高頻電源以防止反射波電力，並且謀求電漿之確實點火。高頻電源裝置具備供給使電漿點火之脈衝電力的電漿點火工程，和供給維持所產生之電漿的驅動電力的驅動電力供給工程，在電漿點火工程中，藉由促進點火的主脈衝和在主脈衝之前階段被施加，較主脈衝低電力的預脈衝，構成在點火脈衝輸出動作中所施加的點火脈衝，保護高頻電源防止反射波電力並且進行電漿的確實點火。

RF power supply performs a plasma ignition step which supplies a pulse power to ignite plasma and a drive power supply step which supplies a drive power to maintain the plasma.

In the plasma ignition step, an ignition pulse applied in an ignition pulse output operation comprises a main pulse to advance an ignition and a pre-pulse which is applied at a stage power to the main pulse and a power of which is lower than a power of the main pulse. In a plasma ignition driven by pulse, a difficulty of plasma ignition caused by a low progressive wave power in order to protect a RF power supply from a reflective wave power is solved. So that a protection of RF power supply from a reflective wave power and a secure plasma ignition are performed.

指定代表圖：

圖 1



發明摘要

※申請案號：103110469

※申請日：103 年 03 月 20 日

※IPC 分類：H05H1/46 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

高頻電源裝置及電漿點火方法

RF power supply device and method for plasma ignition

【中文】

[課題] 在藉由脈衝驅動的電漿點火中，解決當為了保護高頻電源防止反射波電力而降低行進波時，電漿難以點火的問題點，保護高頻電源以防止反射波電力，並且謀求電漿之確實點火。

[解決手段] 高頻電源裝置具備供給使電漿點火之脈衝電力的電漿點火工程，和供給維持所產生之電漿的驅動電力的驅動電力供給工程，在電漿點火工程中，藉由促進點火的主脈衝和在主脈衝之前階段被施加，較主脈衝低電力的預脈衝，構成在點火脈衝輸出動作中所施加的點火脈衝，保護高頻電源防止反射波電力並且進行電漿的確實點火。

【 英文 】

RF power supply performs a plasma ignition step which supplies a pulse power to ignite plasma and a drive power supply step which supplies a drive power to maintain the plasma.

In the plasma ignition step, an ignition pulse applied in an ignition pulse output operation comprises a main pulse to advance an ignition and a pre-pulse which is applied at a stage power to the main pulse and a power of which is lower than a power of the main pulse. In a plasma ignition driven by pulse, a difficulty of plasma ignition caused by a low progressive wave power in order to protect a RF power supply from a reflective wave power is solved. So that a protection of RF power supply from a reflective wave power and a secure plasma ignition are performed.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：無

【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)

高頻電源裝置及電漿點火方法

RF power supply device and method for plasma ignition

【技術領域】

[0001] 本案發明係關於對電漿等之負載供給高頻電力的高頻電源裝置，及藉由高頻電力供給使電漿點火之電漿點火方法。

【先前技術】

[0002] 在半導體製造裝置或電子元件製造裝置等之電漿處理裝置、CO₂雷射加工機等之電漿產生裝置中，所知的有使用藉由高頻(RF)所生成的電漿。電漿生成所知的有藉由CW驅動(Continuous wave：無調變連續波)或脈衝驅動進行高頻電源(RF電源)。

[0003] 圖 24 為用以說明藉由高頻電源(RF電源)使電漿負載驅動的概略圖。在圖 24 中，從高頻電源(RF電源)100 被輸出的脈衝輸出，經匹配器 101 被供給至電漿處理裝置或 CO₂雷射加工機等之負載 102，生成電漿。

[0004] 在藉由高頻電源(RF電源)之脈衝驅動的電漿生成中，因斷續性地對電漿負載供給脈衝輸出之行進波電壓，故在電漿負載中，電漿重複點燈熄燈。

[0005] 藉由高頻電源之脈衝驅動的脈衝輸出係以數 Hz~數百 kHz 重複導通狀態和斷開狀態的高頻（RF）輸出。高頻（RF）輸出從導通狀態切換至斷開狀態，或從斷開狀態切換至導通狀態之時，即使電漿之脈衝驅動狀態為正常，也過渡性地產生反射波。作為反射波之產生原因，例如有匹配器之固有振動或電漿之點火動作等，高頻（RF）輸出從斷開狀態切換導通狀態之時點起至電漿點火之期間，反射係數 Γ 幾乎成為 1（ $\Gamma \approx 1$ ）而產生不匹配狀態，暫時性地成為全反射狀態。此時，從電漿負載朝向高頻電源產生反射波。在電漿負載側之製程開始時，在電漿不點火之狀態下，有反射波電力一般性地增大之傾向。再者，從導通狀態切換至斷開狀態之時點，至在導通狀態時點下被供給之 RF 之能量消滅為止，殘存殘留反射。

[0006] 當反射波從電漿負載返回至高頻電源時，有由於輸出配線長而決定的駐波之產生，由於反射波之高電壓或反射波之大電流而使得高頻電源所具備的 RF 電力放大元件導致元件破損之情形。

[0007] 為了防止藉由如此之反射波電力而導致元件破損，所知的有根據檢測出反射波之檢測，使高頻電源之輸出（行進波電力）垂下或降低之情形。當為了保護高電源防止反射波電力而降低行進波電力時，因朝負載之施加電壓變低，故依限定氣壓或氣體種類之配方條件不同，有由於電漿之點火失敗使得無法脈衝驅動之問題。

[0008] 作為使電漿點火之構成，所知的有例如以下

之先前技術。

(a) 所知的有在穩定狀態下，除了對電漿供給驅動電力之電源外，設置使產生放電電壓之點火裝置以當作電漿點火用電源的構成。具備點火裝置之高頻電源藉由軟起動功能，不需要用以保護電子元件防止全反射電力的保護功能。(專利文獻 1)

[0009] 再者，所知的有以下技術以作為與電漿點火有關的先前技術。

(b) 部分性地縮短電極間之距離，以使在低功率也容易點火的技術。(專利文獻 2)

(c) 在高頻電源和負載之間連接匹配器(匹配箱)，藉由匹配器之預設功能，在從斷開狀態轉移至導通狀態之電漿點火時，使匹配器之匹配點從導通狀態中之電力安定供給時之匹配點偏離，促進點火電壓(引燃電壓)之產生。(專利文獻 3)

(d) 為容易點火電漿產生裝置內之壓力的技術。(專利文獻 4)

(e) 藉由使行進波電力之能率比從零依序增加至 100%，在增加平均行進波電力之期間，使點火電漿的技術。(專利文獻 5)

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[0010]

[專利文獻 1] 日本特開 2006-1875876 號公報（段落 [0004]、段落 [0037]、段落 [0046]）

[專利文獻 2] 日本特開 2011-134636 號公報（段落 [0008]、段落 [0009]）

[專利文獻 3] 日本特開 2011-119268 號公報（段落 [0034]、段落 [0049]、段落 [0050]）

[專利文件 4] 日本特開 2005-129666 號公報（段落 [0029]）

[專利文獻 5] 國際公開 2011/016266 號公報（段落 [0247]）

【發明內容】

[發明所欲解決之課題]

[0011] 有關上述電漿點火之先前技術有以下之問題。

（a）於使用點火電源之時，除了在穩定狀態下進行電力供給之電源外，因需要另外準備點火電源，故除了有成本增加之問題外，當進行脈衝驅動之時之脈衝訊號的頻率變高時，因點火電源無法對應於高頻，故有需要另外的點火功能之問題。

（b）在部分性地縮短電極間之距離的技術中，需要部分性地提高電極之電場強度而容易放電之電極形狀，除電極形狀開發成本花費大之問題外，也有為了在部分性縮短的電極間集中電場必須考慮到破壞電場之問題。

(c) 在匹配器中，以從匹配點偏離之阻抗條件進行匹配處理之時，因阻抗匹配之時間變長，故有不適合製程短之電漿處理或脈衝驅動之問題外，也有點火前之電漿阻抗與點火時之值大幅度不同時無法點火之問題。

(d) 電漿產生裝置內之壓力調整需要時間之外，有電漿處理產生障礙之虞的問題。

[0012] 並且，(e) 之平均行進波電力之抑制係以不需要匹配電路之不必要的匹配動作，並且使電漿負載安定化為目的（專利文獻 5，段落[0015]），因非以反射波藉由能率比之增加也增加的電漿負載為對象，故並非以保護電漿點火中之高頻電源為目的。

[0013] 如上述般，在電漿點火中，有當為了保護高頻電源防止反射波電力而降低行進波時，難以使電漿點火之問題，對於該電漿點火之困難性，在以往提案之技術中，有不適合於藉由脈衝驅動的電漿點火之問題。

[0014] 在此，本案發明為了解決上述以往之問題點，其目的為在藉由脈衝驅動的電漿點火中，解決當為了保護高頻電源防止反射波電力而降低行進波電力時電漿難以點火的問題點，謀求保護高頻電源以防止反射波電力，並且謀求電漿之確實點火。

[用以解決課題之手段]

[0015] 本案發明係鑒於上述課題，在從高頻電源裝置施加高頻電力而使電漿點火之電漿點火中，高頻電源裝

置具備供給電漿點火之脈衝電力的電漿點火工程，和供給維持所產生之電漿的驅動電力的驅動電力供給工程，在電漿點火之動作中，藉由本案發明特徵性具備的點火脈衝輸出動作解決課題，保護高頻電源防止反射波電力並且進行電漿之確實點火。

[0016] 本案發明之電漿點火工程係在點火脈衝輸出動作中，於未點火產生之平均反射波電力抑制成不會超過反射波電力對高頻電源裝置的容許損失。該平均反射電力之容許損失之抑制，係藉由促進點火的主脈衝，和在主脈衝之前階段被施加，較主脈衝低電力的預脈衝，構成在點火脈衝輸出動作中所施加的點火脈衝而進行

[0017] 預脈衝之平均電力可以藉由構成預脈衝之脈衝輸出之能率比而調整。藉由能率比的平均電力之調整係以藉由預脈衝所生成之反射波電力不會成為超過點火脈衝輸出動作中被容許之電力元件之平均容許損失之程度之方式而進行。抑制藉由點火動作時之不匹配狀態中之平均反射電力，保護高頻電源防止反射波電力。

[0018] 再者，本案發明係在點火脈衝輸出動作中，藉由在依據主脈衝之點火動作的前階段，施加較主脈衝低電力的預脈衝，減少供給至負載之電力而抑制平均反射波電力，並且形成容易電漿點火之氛圍，並使電漿點火之確實性提升。

[0019]

[高頻電源裝置之電漿點火方法]

本案發明之高頻電源裝置之電漿點火方法係從高頻電源裝置施加高頻電力之脈衝輸出而使電漿點火之電漿點火方法，在電漿點火工程中，藉由時間性斷續輸出之脈衝輸出使電漿點火，並藉由該電漿點火工程，使電漿點火之後，在電漿驅動電力供給工程中，供給維持點火的電漿之驅動電力，並進行電漿維持。

[0020] 電漿點火工程具有輸出用以使電漿點火之點火脈衝的點火脈衝輸出動作。在點火脈衝輸出動作中輸出的各點火脈衝，具有屬於小於主脈衝之電力，在主脈衝之前階段輸出的任意個數的預脈衝，和在預脈衝後輸出的最初主脈衝。除點火脈衝動作之外，即使設為具有點火脈衝及僅在特定時間之期間不輸出的輸出停止動作之構成亦可。於具有點火脈衝輸出動作和輸出停止動作之時，於第一次之點火脈衝輸出動作之後，於電漿未點火之時，重複輸出停止動作和點火輸出動作。

[0021] 預脈衝係在點火脈衝輸出動作中，藉由在主脈衝之前階段施加預脈衝，形成容易使電漿點火之氛圍而提升電漿點火之確實性。再者，預脈衝之電力係比主脈衝低的電力，減少供給至負載之電力而抑制平均反射波電力。

[0022] 預脈衝之電力可以藉由能率比進行調整。預脈衝之能率比係將藉由預脈衝之脈衝輸出所產生之全反射波電力之每次點火脈衝輸出動作的平均反射波電力，設定成以限制在構成高頻電源裝置之電力元件之每次點火脈衝

輸出動作之平均容許損失以內或平均容許損失未滿的範圍。

[0023] 在進行點火脈衝輸出動作之期間內，可以任意設定預脈衝之輸出間隔。在點火脈衝輸出動作內，接續於預脈衝而輸出 1 次主脈衝之脈衝輸出。主脈衝之脈衝輸出係藉由依據該主脈衝所產生之全反射波電力之每一點火脈衝輸出動作的平均反射波電力，設定成構成高頻電源裝置之電力元件之每次點火脈衝輸出動作之平均容許損失以內或平均容許損失未滿，可以保護電力元件防止反射波電力。

[0024] 移行至於藉由電漿點火工程點火電漿之後，供給維持點火的電漿之驅動電力的電漿電力供給工程。

[0025] 在電漿驅動電力供給工程中，在電漿點火之狀態下，對電漿負載，供給藉由驅動脈衝或連續輸出而維持電漿之驅動電力。雖然驅動脈衝之脈衝輸出之能率比可以任意選定，但一般而言，選擇大於點火脈衝輸出動作中輸出之點火脈衝之能率比之平均的能率比。再者，連續輸出係藉由將能率比設為 100%而連續驅動來進行。

[0026] 高頻電源裝置實行包含點火脈衝輸出之脈衝點火工程及電漿驅動電力供給工程之各工程而進行電漿之點火及維持。

[0027] 脈衝點火工程除了輸出點火脈衝之點火脈衝動作之外，可以具備不輸出點火脈衝及驅動脈衝之輸出停止動作（遮斷動作）。在點火判定時，當判定在藉由點火

脈衝輸出動作的點火狀態中，電漿為未點火狀態之時，重複輸出停止動作和點火脈衝輸出動作。重複處理之次數藉由設定動作次數 N 而作設定。

[0028] 在點火脈衝輸出動作和輸出停止動作之重複中，以設定動作次數 N 限制點火脈衝輸出動作之次數，僅以設定動作次數 N 次分實行點火脈衝輸出動作之後，於電漿未點火之實，成為點火異常。於將點火脈衝輸出動作重複設定動作次數 N 次之前，電漿成為點火狀態之時，不會判定點火異常地供給驅動電力，且維持電漿。

[0029] 輸出停止動作之時間寬並不限於與點火脈衝輸出動作之時間寬相同寬，可以任意設定。在電漿點火工程中，僅在點火輸出動作之間形成點火脈衝，輸出停止動作之期間停止脈衝輸出。

[0030] 輸出停止動作之期間的脈衝輸出之停止係藉由停止點火脈衝及驅動脈衝之形成而進行之外，可以在點火脈衝輸出動作及輸出停止動作之期間，持續進行點火脈衝及驅動脈衝之形成，並於輸出停止動作之期間藉由遮斷在該期間形成的點火脈衝及驅動脈衝之輸出而進行。

[0031]

[高頻電源裝置]

本案發明之高頻電源裝置為施加高頻電力而使電漿點火之高頻電源裝置，具備高頻輸出之脈衝輸出的脈衝輸出部。

[0032] 脈衝輸出部具備點火脈衝形成部，和驅動脈

衝形成部，該點火脈衝形成部係藉由時間性地斷續輸出之脈衝輸出而使電漿點火的點火脈衝，和驅動脈衝形成部係形成藉由點火脈衝使電漿點火之後，供給維持點火的電漿之驅動電力的驅動脈衝。

[0033] 點火脈衝形成部形成的各點火脈衝具有為小於主脈衝之電力，即在主脈衝之前階段輸出的任意個數個預脈衝，和於預脈衝後輸出的最初之主脈衝，藉由施加預脈衝而成為容易形成電漿之氛圍之後，藉由主脈衝進行電漿點火。

[0034] 再者，預脈衝之電力設為比主脈衝低的電力，減少供給至負載之電力而抑制平均反射波電力。點火脈衝形成部係在預脈衝之脈衝輸出之電力中，將藉由該脈衝輸出而產生之反射電力之平均反射電力設為構成高頻電源之電力元件之容許損失以下或未滿。

[0035] 再者，主脈衝輸係在點火脈衝輸出動作內接續於預脈衝而輸出 1 次的脈衝輸出。主脈衝之脈衝輸出係藉由依據該主脈衝所產生之全反射波電力之每一點火脈衝輸出動作的平均反射波電力，設定成構成高頻電源裝置之電力元件之每次點火脈衝輸出動作之平均容許損失以內或平均容許損失未滿。

[0036] 藉由使預脈衝及未點火狀態之主脈衝之電力低電力化，可以保護電力元件防止反射波電力。

[0037] 脈衝輸出部即使設為具備僅在特定時間停止點火脈衝及驅動脈衝之輸出停止部的構成亦可。輸出停止

部係在施加點火脈衝形成部形成的點火脈衝之後，於電漿點火失敗之時僅在特定時間停止點火脈衝之輸出。

[0038] 在脈衝輸出部具備輸出停止部之構成中，點火脈衝形成部和輸出停止部係於在點火形成部形成的第一次之點火脈衝之輸出後，於電漿未點火之時，重複藉由輸出停止部的點脈衝及驅動脈衝之輸出停止，和在點火脈衝形成部形成的點火脈衝之輸出，執行附近脈衝點火動作而使電漿點火。

[0039] 驅動脈衝形成部係藉由點火脈衝使電漿點火後，供給維持點火的電漿之驅動電力。

[0040] 點火脈衝形成部和輸出停止部係在重複點火脈衝輸出和輸出停止之動作的重複，以設定動作次數限制點火脈衝之動作次數，並實行設定動作次數分之點火脈衝輸出動作之後，於電漿不點火之時停止點火動作。

[0041] 點火脈衝形成部係在點火脈衝之形成中，可以任意設定預脈衝之輸出間隔。

[0042] 輸出停止部係可以任意地設定停止輸出之時間寬。點火脈衝形成部係僅在點火脈衝輸出動作之期間形成點火脈衝，藉由輸出停止部之指令，在輸出停止之時間寬之期間形成點火脈衝及驅動脈衝之形成，依此停止點火脈衝及驅動脈衝之輸出。

[0043] 輸出停止部可以藉由另外的態樣，停止點火脈衝及驅動脈衝之輸出。輸出停止部係在輸出停止中，可以對形成點火脈衝之時間任意設定停止輸出的時間寬，點

火脈衝形成部係在點火脈衝形成部形成點火脈衝之期間，及輸出停止部停止輸出之期間中之任一期間，持續進行點火脈衝及驅動脈衝之形成，在停止輸出之期間，藉由遮斷在該期間形成的點火脈衝及驅動脈衝之輸出而停止點火脈衝及驅動脈衝之輸出。

[0044] 若藉由本案發明時，高頻電源裝置具備在點火脈衝輸出動作中，藉由在主脈衝之點火動作之前階段施加較主脈衝低之電力的預脈衝，降低供給至負載之電力而抑制平均反射波電力，保護高頻電源防止反射波電力之功能，並且形成容易點火電漿之氛圍而提升電漿點火之確實性，且不需要點火電源裝置可以進行點火。

[0045] 藉由調整在電漿點火動作中供給之脈衝電力之能率比，以設定脈衝數規定在點火脈衝期間內輸出之脈衝輸出之脈衝數，具備將在點火脈衝期間產生之反射波電力之每次點火動作期間之平均反射波電力抑制在容許損失內，保護高頻電源防止反射波電力之功能，不需要點火電源裝置，可以進行點火。

[0046] 藉由對點火前之電漿負載供給低電力之點火脈衝，在點火脈衝期間，藉由在不會超過相對於電漿電源裝置之反射波電力的容許損失之狀態下施加藉由電漿未點火產生之反射電力，之後藉由主脈衝使電漿點火，於電漿點火之後，移至驅動電力供給動作。

[0047] 在電漿點火動作中，於不進行點火之時，藉由重複點火動作之工程，促進點火。

[0048] 藉由本案發明之高頻電源裝置之動作不僅在運轉開始時，即使在運轉中由於電漿負載之異常等使產生電源遮斷之後的再起動中亦可以適用。

[發明之效果]

[0049] 如上述說明般，若藉由本案發明之高頻電源裝置之電漿點火法及高頻電源裝置，可以保護高頻電源防止反射波電力以謀求電漿之確實點火。

【圖式簡單說明】

[0050]

圖 1 為用以說明藉由本案發明之高頻電源裝置的電漿點火之概略的構成圖。

圖 2 為用以說明藉由本案發明之高頻電源裝置的電漿點火之概略的訊號圖。

圖 3 為用以說明本案發明之高頻電源裝置之概略構成的訊號圖。

圖 4 為用以說明本案發明之高頻電源裝置之概略構成的構成圖。

圖 5 為用以說明本案發明之高頻電源裝置具備之電力控制部之概略構成的構成圖。

圖 6 為用以說明藉由本案發明之高頻電源裝置的電漿點火之第 1 動作例的流程圖。

圖 7 為用以說明藉由本案發明之高頻電源裝置的電漿

點火之第 1 動作例的構成圖。

圖 8 為用以說明藉由本案發明之高頻電源裝置的電漿點火之第 1 動作例的訊號圖。

圖 9 為用以說明藉由本案發明之高頻電源裝置的電漿點火之第 1 動作例的訊號圖。

圖 10 為用以說明藉由本案發明之高頻電源裝置的電漿點火之第 1 動作例的訊號圖。

圖 11 為用以說明藉由本案發明之高頻電源裝置的電漿點火之第 1 動作例的訊號圖。

圖 12 為用以說明藉由本案發明之高頻電源裝置的電漿點火之第 1 動作例的訊號圖。

圖 13 為用以說明藉由本案發明之高頻電源裝置的電漿點火之第 1 動作例的訊號圖。

圖 14 為用以說明藉由本案發明之高頻電源裝置的電漿點火之第 1 動作例的訊號圖。

圖 15 為用以說明藉由本案發明之高頻電源裝置的電漿點火之第 2 動作例的流程圖。

圖 16 為用以說明藉由本案發明之高頻電源裝置的電漿點火之第 2 動作例的訊號圖。

圖 17 為用以說明藉由本案發明之高頻電源裝置的電漿點火之第 2 動作例的訊號圖。

圖 18 為用以說明藉由本案發明之高頻電源裝置的電漿點火之第 2 動作例的訊號圖。

圖 19 為用以說明在點火動作期間中適應軟起動之時

的訊號圖。

圖 20 為表示本案發明之點火狀態判定之概略構成的圖示。

圖 21 為用以說明點火狀態中之低頻模式和高頻模式之訊號圖。

圖 22 為用以說明未點火狀態中之低頻模式和高頻模式之訊號圖。

圖 23 為用以說明本案發明之點火狀態判定之概略構成的流程圖。

圖 24 為用以說明藉由高頻電源（RF 電源）使電漿負載驅動的概略圖。

【實施方式】

[0051] 以下，針對本發明之實施型態，一面參考圖面一面予以詳細說明。

以下，針對藉由按發明之高頻電源裝置的電漿點火，使用圖 1~圖 3，說明概略動作，使用圖 4 說明高頻電源裝置之概略構成，並使用圖 5 說明高頻電源裝置所具備的電力控制部之概略構成。圖 6~圖 18 為用以說明藉由本案發明之高頻電源裝置之電漿點火之兩個動作例的流程圖及訊號圖。圖 6~圖 14 係點火動作期間之結束時判定點火狀態，重複設定點火動作次數之點火動作期間之動作的例，圖 15~圖 18 係在點火動作期間內判定點火狀態，表示重複設定點火動作次數之點火動作期間的動作之例。圖 19

係用以說明在點火動作期間適應軟起動之時之圖示，圖 20~23 為用以說明判定點火狀態之一構成例的圖示。

[0052] 在藉由本案發明之高頻電源裝置的電漿生成之動作中，作為高頻電源裝置輸出的脈衝輸出，具備在點火脈衝輸出工程中使電漿點火之脈衝輸出之點火脈衝，及在電漿驅動電力供給工程中進行電漿點火後之穩定的電漿生成的驅動脈衝。點火脈衝之脈衝輸出包含主脈衝和在主脈衝之前階段被輸出的預脈衝。

[0053]

[高頻電源裝置之電漿點火之概略動作]

對半導體製造裝置或電子元件製造裝置等之電漿處理裝置，或 CO₂ 雷射加工機等之電漿產生裝置之電漿負載，從高頻電源（RF 電源）裝置藉由脈衝驅動供給高頻輸出（RF 輸出）。脈衝驅動藉由依據特定週期之脈衝訊號而導通/斷開之控制訊號進行控制，並在導通時間內對負載供給高頻電力，並在斷開時間內停止高頻電力之供給，藉由導通/斷開之能率比（時間比率）控制供給至負載之電力。脈衝驅動之控制藉由電力控制部而進行。脈衝驅動之脈衝訊號之週期可以因應供給至電漿負載之高頻輸出（RF 輸出）之頻率而予以設定。

[0054] 在藉由高頻電源（RF 電源）裝置的電漿負載之脈衝驅動中，電漿負載之電漿之點火狀態的判定係可以藉由在高頻電源（RF 電源）和電漿負載之間連接功率感測器，依據該功率感測器，進行從高頻電源（RF 電源）

裝置檢測出朝向電漿負載之行進波電力之電壓（行進波電壓 V_f ）和從電漿負載返回至高頻電源（RF 電源）裝置之反射波電力之電壓（反射波電壓 V_r ）。

[0055] 高頻電源裝置之電力控制部係根據在功率感測器檢測出之行進波電壓 V_f 和反射波電壓 V_r 而控制脈衝驅動。例如，於電漿為正常之點火狀態之時，根據在功率感測器所檢測出之行進波電壓 V_f ，以行進波 V_f 成特定電壓 V_f 之方式，來控制能率比。另外，在電漿為異常狀態之時，電力控制除使高頻輸出垂下之控制外，藉由進行使輸出暫時停止之控制，可以防止高頻電源裝置受到反射波電力所導致之損傷。

[0056] 圖 1~圖 3 為表示從高頻電源裝置施加高頻電力而使電漿點火之時之動作的圖示。並且，（SA）~（SC）、（SA1a）、（SA1b）、（SA2）、（SA3）等之符號表示圖 1~圖 3 所示之各動作。圖 2（a）表示點火脈衝期間及輸出停止期間之動作狀態中之脈衝輸出之能率比，圖 2（b）表示脈衝輸出，圖 2（c）表示反射波，圖 2（d）表示點火判定。

[0057] 並且，圖 2 表示於未點火狀態之後成為點火狀態之時，圖 3 表示於重複 N 次點火脈衝輸出動作工程之後不電漿點火而成為未點火狀態，根據未點火狀態之判定而檢測出異常狀態之情形。

[0058] 本案發明之高頻電源裝置係在對電漿負載之電力供給中，藉由電漿點火工程（SA）進行電漿之點

火，藉由電漿驅動電力供給工程（SB）對點火的電漿供給驅動電力並維持電漿。於點火異常時，藉由點火異常處理工程（SC）進行電力之供給停止或異常表示。電漿點火異常處理工程（SC）並不限於電漿點火工程（SA），即使在電漿驅動電力供給工程（SB）中亦可以適用。

[0059] 電漿點火工程（SA）包含脈衝點火工程（SA1）和點火判定工程（SA2）和動作次數判定工程（SA3）。脈衝點火工程（SA1）具備施加使高頻電力時間性斷續輸出之脈衝輸出，以作為點火電漿之點火脈衝的脈衝點火輸出動作（SA1a），及停止點火脈衝之輸出的輸出停止動作（SA1b）。點火脈衝輸出動作（SA1a）係在點火脈衝期間輸出點火脈衝，輸出停止工程（SA1b）係在輸出停止期間停止點火脈衝及驅動脈衝之輸出，不對負載進行脈衝輸出（圖 2（b））。並且，在如圖 2（b）所示之脈衝輸出中，點火脈衝輸出動作（SA1a）中之主脈衝之脈衝寬小於驅動脈衝之脈衝寬。在圖中，以實線表示主脈衝，以虛線表示相當於驅動脈衝之脈衝。再者，相同在圖 2（b）中，輸出停止動作（遮斷動作）（SA1b）中之以虛線表示的脈衝，表示輸出被停止之狀態的驅動脈衝。以下，在圖 8~14、16、18~19 中，點火脈衝輸出動作及輸出停止動作（遮斷動作）中之實線及虛線與圖 2（b）相同，表示主脈衝及驅動脈衝。

[0060] 在電漿點火工程（SA）中，點火脈衝輸出動作（SA1a）在點火脈衝期間內輸出的點火脈衝，係將以特

定之能率比斷續輸出的高頻電力當作一個脈衝輸出，具備預脈衝及主脈衝。預脈衝為較主脈衝低的電力，在主脈衝前階段被輸出。預脈衝及主脈衝之電力可以藉由脈衝輸出之能率比（圖 2（a））進行調整。

[0061] 預脈衝可以由在點火脈衝期間內事先被設定之設定脈衝數 n 之脈衝輸出來構成。設定脈衝數 n 可以任意設定，各預脈衝之輸出週期也可以任意設定。

[0062] 預脈衝之設定脈衝數 n 可以設為 0 以上。作為設定脈衝數 n ，設定“0”之時，在點火脈衝期間內被輸出之點火脈衝成為僅一個主脈衝。主脈衝除設為與在電漿驅動電力供給工程（SB）中被輸出之驅動脈衝相同之電力外，若在反射波不會損傷電力元件之範圍內，也可以設為較驅動脈衝大的電力。主脈衝及驅動脈衝之電力與預脈衝相同，可以藉由脈衝輸出之能率比來調整。

[0063] 於設定脈衝數 n ，設定“1”之時，輸出一個預脈衝和一個主脈衝作為點火脈衝。於設定脈衝數 n ，設定“2”以上之脈衝數時，輸出複數之預脈衝和一個主脈衝作為點火脈衝。

[0064] 構成點火脈衝之預脈衝及主脈衝之能率比，設定成藉由設定脈衝數 n 之脈衝輸出而產生的全反射電力之每次點火脈衝期間之平均反射波電力，成為構成高頻電源裝置之電力每次點火脈衝期間平均容許損失以內或平均容許損失未滿，依此可以防止由於反射波電力導致電力元件之損傷，並且使電漿點火成為容易。

[0065] 平均反射波電力係藉由在點火脈衝期間內被輸出之脈衝輸出而產生之反射波電力之點火脈衝期間內的平均。平均反射波電力與能率比之增減成正比關係，能率比若變大，平均反射電力也變大，若能率比變小，平均反射波電力也變小。

[0066] 平均損失係藉由在點火脈衝期間內被輸出之脈衝輸出而產生之高頻電源裝置所具備知高頻電力元件之損失分之點火脈衝期間內的損失之平均，平均容許損失為高頻電力元件能容許之平均損失。

[0067] 於平均反射波電力超過平均容許損失之時，有高頻電源裝置藉由反射波電力而破損之虞。藉由能率比設定成平均反射波電力成為平均容許損失以內或平均容許損失未滿，依此在點火脈衝期間之點火脈衝輸出動作中，可以防止由於在未點火狀態下所產生之反射波電力，導致高頻電源裝置之電力元件損傷之情形。

[0068] 本案發明係於點火脈衝期間之點火脈衝輸出動作之結果，判定電漿未點火狀態之時，在接續於點火脈衝期間的輸出停止期間（遮斷期間）中停止點火脈衝及驅動脈衝之輸出。因藉由接續於該點火脈衝期間設置輸出停止期間（遮斷期間），可以以點火脈衝期間為單位而進行點火動作，故可以迴避連續輸出脈衝輸出之時，由於反射波電力累積而超過容許損失而導致高頻電源裝置之電力元件破損之情形。

[0069] 進行輸出停止動作（遮斷動作）（SA1b）之

輸出停止期間（遮斷期間）除設置與點火脈衝期間相同之時間寬外，可以使成為任意的時間寬。遮斷動作係即使在遮斷期間亦可以與點火脈衝期間相同，形成預脈衝及主脈衝，使所形成之預脈衝及主脈衝之輸出遮斷，並且使在該期間所形成之驅動脈衝之輸出遮斷的動作，或是使遮斷期間的預脈衝、主脈衝及驅動脈衝之形成停止的動作，依此停止對負載施加點火脈衝。

[0070] 有無藉由點火脈衝輸出動作之點火可以藉由例如脈衝之反射波來判定。於判定電漿為點火狀態之時（SA2）（圖 2（d））之點火判定之第 2 次之判定時，從電漿點火工程（SA）移至電漿驅動電力供給工程（SB），對電漿負載輸出驅動脈衝，而供給維持電漿之電漿驅動電力。在電漿驅動電力供給工程（SB）中，根據從電漿負載返回至高頻電源裝置側之反射波電壓，進行能率比控制，依此控制電漿驅動電力。

[0071] 在點火判定中，當判定在點火脈衝輸出動作（SA1a）中電漿未點火狀態時（SA2）（圖 2（d））之未點火狀態，之後再次進行點火脈衝輸出動作（SA1a）。點火判定係可以根據再次進行的點火脈衝之內主脈衝所產生的反射波（圖 2（c））之電力而進行。

[0072] 重複實行點火脈衝輸出動作（SA1a）和輸出停止動作（SA1b），並且點火脈衝輸出動作之次數最大僅以設定動作次數 N 進行（SA2）（圖 3（b）、（c））。當判定於設定動作次數 N 之點火動作之結果連

續未點火狀態之時（圖 3（b）），結束電漿點火工程（SA），並輸出電漿點火異常（SC）（圖 3（c））。

[0073] 在電漿驅動電力供給工程（SB）中，維持電漿之驅動電力之供給係可以設為將大於點火脈衝期間內之點火脈衝之能率比之平均的能率比之脈衝輸出當作驅動脈衝而予以輸出的脈衝驅動，或是可以設為輸出相當於 100%之能率比的連續輸出的連續驅動，根據電漿之點火狀態之判定結果，對電漿點火之電漿負載，對維持電漿之驅動電力施加驅動脈衝或連續輸出。

[0074] 以下的表概略性表示上述電漿點火之概略動作中之點火動作、電火判定及驅動電力供給動作之關係。

[表 1]

點火動作	點火判定	驅動電力供給動作
預脈衝（n 次） （n ≥ 0） ----- 主脈衝（1 次）	點火	供給驅動脈衝
	未點火	點火動作 N 次未滿： 輸出停止（供給遮斷） 再點火
		點火動作 N 次： 異常檢測

[0075] 在上述表中，於預脈衝之設定脈衝數 n 為“0”之時，將一個主脈衝當作點火脈衝而予以輸出，於設定脈衝數 n 為“1 以上”之時，將 n 個預脈衝和一個主脈衝當作點火脈衝而予以輸出。在藉由點火脈衝的點火判定中，於判定電漿為點火狀態之時，輸出驅動脈衝而供給驅動電

力。另外，在點火脈衝的點火判定中，判定電漿為未點火狀態之時，重複輸出停止和再點火，於即使藉由設定動作次數 N 之點火動作也不會使電漿點火之時，不用進行再點火而進行異常處理。

[0076]

[高頻電源裝置之概略構成]

圖 4 係說明本案發明之高頻電源裝置之一構成的概略。高頻電源裝置 1 具備輸出脈衝輸出之高頻輸出的高頻輸出部 2，經匹配阻抗之匹配器 101 而對負載 102 輸出高頻輸出。負載 102 可以設為例如在腔室內生成的電漿負載。

[0077] 高頻輸出部 2 具備脈衝輸出部 20，藉由脈衝驅動供給高頻輸出（RF 輸出）。脈衝驅動藉由依據特定週期之脈衝訊號而導通/斷開之控制訊號進行控制，並在導通時間內對負載供給高頻電力，並在斷開時間內停止高頻電力之供給，藉由導通/斷開之能率比（時間比率）控制供給至負載之電力。脈衝驅動之控制藉由電力控制部 3 而進行。

[0078] 高頻輸出可以藉由對直流電力進行脈衝調變而生成。直流電力除從直流電源取得之外，可以對交流電力進行 AC/DC 轉換而取得。高頻輸出部 2 和負載 102 之間之電力之移動在雙向進行，從高頻輸出部 2 朝向負載 102 而供給行進波電力，反射波電力從負載 102 朝向高頻輸出部 2 而返回。藉由該行進波電力和反射波電力之扣

除，負載電力從高頻輸出部 2 朝向負載 102 被供給。

[0079] 高頻電源裝置 1 具備控制高頻輸出部 2 之高頻輸出的電力控制部，及控制電力控制部 3 進行的能率控制之能率比的能率控制部 4，以作為生成高頻的一般構成。再者，高頻電源裝置 1 除上述構成之外，具備檢測出行進波電力之行進波電力檢測部 6，和檢測出反射波電力之反射波電力檢測部 7，和使行進波電力和反射波電力分離的方向性結合器 5。

[0080] 方向性結合器 5 分離行進波電力和反射波電力，並對行進波電力檢測部 6 輸入行進波電力，並將反射波電力輸入至反射波電力檢測部 7。能率比控制部 4 係根據從反射波電力檢測器部 7 所輸入之反射波電力，控能率比。電力控制部 3 係根據從行進波電力檢測部 6 所輸入之行進波電力，及能率控制部 4 所輸入之控制訊號，對高頻輸出部 2 進行能率控制。

[0081] 本發明之高頻電源裝置 1 具備點火判定部 10 以作為判定電漿點火之點火狀態的構成，能率控制部 4 係根據在點火判定部 10 判定之判定結果，進行能率控制，並從電漿點火動作之持續或電漿點火動作，進行電漿驅動移至電力供給動作。再者，脈衝輸出部 20 係根據在點火判定部 10 判定的點火或未點火之判定結果，進行從脈衝點火動作切換至處理停止動作或電漿驅動電力供給工程的動作。

[0082] 圖 5 為用以說明本案發明之高頻電源裝置 1

所具備之電力控制部之一構成例的概略圖。電力控制部 3 係可以設成具備平均行進波電力控制部 3a、峰值行進波電力控制部 3b 及平均處理部 3c。

[0083] 平均處理部 3c 係從在行進波電力檢測部 6 所檢測出之峰值行進波電力求出平均行進波電力，將所求出之平均行進波電力反饋至平均行進波電力控制部 3a。

[0084] 行進波電力檢測部 6 係將所檢測出之峰值行進波電力值送至峰值行進波電力控制部 3b，並且將所檢測出之峰值行進波電力值送至平均處理部 3c。平均處理部 3c 係將所求出之平均行進波電力送至平均行進波電力控制部 3a。

[0085] 反射波電力檢測部 7 係將所檢測出之峰值反射波電力值送至能率控制部 4，能率控制部 4 係因應反射波電力之變動變更在平均行進波電力控制部 3a 進行的能率控制之能率比。

[0086] 平均行進波電力控制部 3a 係將來自平均處理部 3c 之平均行進波電力值當作反饋值而與平均行進波電力指令值做比較，並以平均行進波電力值成為平均行進波電力指令值之方式進行能率控制。

[0087] 平均行進波電力控制部 3a 在一般狀態下將能率比（ON 能率 Don）設為 100%進行連續輸出控制，並藉由從能率控制部 4 送出之控制訊號調整能率控制，切換連續輸出控制和脈衝輸出控制。在此，連續輸出控制係在能率控制將能率比（ON 能率 Don）設為 100%的控制形態，

脈衝輸出控制係在能率控制中，以較 100%小之值進行能率比（ON 能率 Don）的控制型態。

[0088] 該能率控制之調整藉由例如在峰值反射波電力增加之時，將能率比（ON 能率 Don）從 100%切換至小於 100%之特定值，使從連續輸出控制切換至脈衝輸出控制，依此可以抑制平均反射波電力而保護電源。在該負能率控制之調整中，因峰值行進波電力被控制成一定，故匹配器 101 之匹配動作成為安定，朝腔室的電力注入安定。

[0089] 以下，針對高頻電源裝置之電火動作之動作例，針對使電漿之電火狀態之判定時期不同的第 1 動作例和第 2 動作例予以說明。

[0090] 第 1 動作例係以藉由主脈衝之反射波進行電漿之點火判定的例，於藉由主脈衝之反射波判定電漿處於點火狀態之時，移至電漿電力供給工程而輸出驅動脈衝，於判定電漿處於未點火狀態之時，移至輸出停止動作，之後，再次進行脈衝點火工程，於點火脈衝輸出動作之實行次數到達事先設定之設定動作次數 N 之時進行異常處理。

[0091] 第 2 動作例係以藉由預脈衝及主脈衝之反射波進行電漿之點火判定的例，於藉由預脈衝之反射波判定點電漿處於點火狀態之時，不等待主脈衝之輸出，移至電漿電力供給工程而輸出驅動脈衝，於判定電漿處於未點火狀態之時，移至輸出停止動作，之後，再次進行脈衝點火工程，於點火脈衝輸出動作之實行次數到達事先設定之設定動作次數 N 之時進行異常處理。並且，以下，表示高頻

(RF) 輸出開始之後的動作。

[0092]

[高頻電源裝置之點火動作之第 1 動作例]

第 1 動作例係以藉由主脈衝之反射波進行電漿之點火判定的例。使用圖 6 之流程圖、圖 7 之構成圖及圖 8~圖 14 訊號圖說明高頻電源裝置之點火動作之第 1 動作例。圖 7 為用以說明形成預脈衝及主脈衝之構成例的構成圖，圖 8~圖 10 為用以說明輸出 n 個預脈衝之時的訊號圖，圖 11~圖 13 為用以說明不輸出預脈衝之訊號圖。圖 14 為用以說明預脈衝之輸出動作的訊號圖。

[0093] 在圖 6 之流程圖中，於開始高頻 (RF) 輸出後，藉由電漿點火工程 (SA) 進行電漿之點火動作，於電漿點火之後，維持藉由電漿驅動電力供給工程 (SB) 所生成之電漿，並於設定次之脈衝點火動作之後，於電漿點火失敗之時，進行電漿點火異常處理 (SC)。

[0094] 在電漿點火工程 (SA) 中，開始脈衝點火工程 (S1)，並開始點火脈衝輸出動作 (SA1a) (S2)。在點火脈衝訊號動作中，在事先預定之時間寬的點火脈衝期間內輸出特定之設定脈衝數之預脈衝和一個主脈衝。點火脈衝之脈衝輸出係藉由以事先預定高頻之輸出的特定能率比使高頻之輸出導通/斷開而形成。預脈衝之脈衝輸出能率比設定成藉由設定脈衝數之脈衝輸出而產生之全反射電力之每點火脈衝期間之平均反射波電力，成為構成高頻電源裝置之電力元件之每點火期間之平均容許損失以內或

平均容許損失未滿，再者，即使針對主脈衝之脈衝輸出之能率比，藉由主脈衝之脈衝輸出而產生之全反射波電力之每點火脈衝期間之平均反射波電力，設定成構成高頻電源裝置之電力元件之每點火脈衝期間之平均容許損失以內或平均容許損失未滿，依此可以防止由於電力元件之反射波電力所導致之損傷。

[0095] 於設定為“0”以當作預脈衝之設定衝數 n 之時（S3），不輸出預脈衝，藉由主脈衝進行點火動作。主脈衝之能率比與電漿驅動電力供給動作中之驅動脈衝相同，並不限定於能率比，若預脈衝之能率比大，則可以任意設定（S6）。

[0096] 於設定 1 以上之個數當作預脈衝之設定脈衝數 n 之時，輸出被設定的次數之預脈衝（S4）。

[0097] 輸出設定脈衝數之預脈衝，在點火脈衝期間之最後時點，輸出主脈衝（S6），判定電漿之點火狀態。藉由點火判定工程（SA2）的電漿之點火狀態之判定係可以根據例如反射波電壓而進行（S7）。

[0098] 在點火判定工程（SA2）中，於判定電漿處於點火狀態之時，藉由電漿驅動電力供給工程（SB）對電漿狀態之負載施加驅動脈衝而供給電漿驅動電力。另外，於判定電漿不在點火狀態之時，重複脈衝點火工程（SA）（S8）。

[0099] 於脈衝點火工程（SA）之時，點火脈衝輸出動作係重複最大被事先設定的設定動作次數 N 分

（S8）。在動作次數判定工程（SA3）中，於點火脈衝輸出動作之實行次數到達至事先設定之設定動作次數 N 之時，進行電漿點火異常時之處理（SC）以當作電漿點火失敗。

[0100] 於點火脈衝輸出動作之實行次數未滿事先所設定之設定動作次數 N 之時（S8），進行點火脈衝及驅動脈衝之輸出之形成，或停止所形成之脈衝之輸出的輸出停止動作（遮斷動作）（S9），於經過事先所設定之輸出停止期間（遮斷期間）之後（S10），再次進行 S1~S8 之動作。

[0101] 在電漿驅動電力供給工程（SB）中，持續輸出驅動脈衝而對電漿負載供給電漿驅動電力（S11）。在驅動脈衝之持續輸出中，於電漿成為未點火之狀態之時（S12），停止驅動脈衝之輸出（S13）。之後，於進行在點火之時（S14），返回至電漿點火工程（SA）而進行電漿之再點火。

[0102] 在電漿點火異常處理工程（SC）中，停止電漿點火工程（SA）（S21），並顯示點火異常（S22）。

[0103] 圖 7 係用以說明預脈衝和主脈衝之點火脈衝及形成驅動脈衝之脈衝輸出部 20 之構成例的構成圖。圖 7 表示 3 個構成例。

[0104] 圖 7（a）所示之脈衝輸出部 20A 係根據閘極訊號輸出在點火脈衝形成部 22 形成之點火脈衝的構成。點火脈衝形成部 22 具備預脈衝形成手段 22a 和主脈衝形

成手段 22b。預脈衝藉由將在預脈衝形成手段 22a 所形成之預脈衝輸出，根據預脈衝觸發形成手段 21a 之觸發訊號，在脈衝閘極手段 23a 被輸出控制而輸出。再者，主脈衝藉由將在主脈衝形成手段 22b 所形成之主脈衝輸出，根據主脈衝觸發形成手段 21b 之觸發訊號，在脈衝閘極手段 23b 被輸出控制而輸出。預脈衝、主脈衝及驅動脈衝之輸出停止動作可以根據來自輸出停止手段（遮斷手段）24 之控制訊號而進行。驅動脈衝係藉由將在驅動脈衝形成手段 22c 所形成之驅動脈衝輸出，根據電漿點火之判定結果，在脈衝閘極手段 23c 予以輸出控制而被輸出。

[0105] 圖 7 (b) 所示之脈衝輸出部 20B 為藉由點火脈衝形成部 22 而形成點火脈衝及驅動脈衝的構成。點火脈衝形成部 22 具備預脈衝形成手段 22a 和主脈衝驅動脈衝形成手段 22d。預脈衝藉由將在預脈衝形成手段 22a 所形成之預脈衝輸出，根據預脈衝觸發形成手段 21a 之觸發訊號，在脈衝閘極手段 23a 予以輸出控制而被輸出。

[0106] 主脈衝及驅動脈衝係在主脈衝驅動脈衝形成手段 22d 被形成。主脈衝藉由將在主脈衝驅動脈衝形成手段 22d 所形成之主脈衝輸出，根據主脈衝觸發形成手段 21b 之觸發訊號，在脈衝閘極手段 23b 予以輸出控制而被輸出。再者，驅動脈衝係藉由將在主脈衝驅動脈衝形成手段 22d 所形成之驅動脈衝，根據電漿之點火判定，在脈衝閘極手段 23b 予以輸出控制而被輸出。預脈衝、主脈衝及驅動脈衝之輸出停止動作可以根據來自輸出停止手段（遮

斷手段) 24 之控制訊號而進行。

[0107] 圖 7 (c) 所示之脈衝輸出部 20C 為藉由點火脈衝形成部 25 而形成點火脈衝、主脈衝及驅動脈衝的構成。脈衝形成手段 25 係形成預脈衝輸出、主脈衝輸出及驅動脈衝輸出，並根據在脈衝觸發形成手段 21 所形成之觸發訊號而控制所形成的各脈衝輸出。

[0108] 預脈衝、主脈衝及驅動脈衝之輸出停止動作係根據來自輸出停止手段(遮斷手段) 24 之控制訊號而進行，驅動脈衝係藉由根據電漿之點火判定，控制脈衝形成手段 25 之脈衝形成處理而被輸出。

[0109] 以下，針對輸出 n 個預脈衝之時，使用圖 8~圖 10 予以說明。圖 8 表示電漿未點火之狀態，圖 9 表示電漿點火之狀態，圖 10 表示異常檢測之狀態。

[0110] 圖 8 係表示進行點火脈衝輸出動作之結果，電漿成為點火狀態之時的動作例。圖 8 (a) 表示脈衝輸出之能率比，圖 8 (b) 表示脈衝輸出，圖 8 (c) 表示反射波，圖 8 (d) 表示點火判定。

[0111] 圖 8 表示以複數預脈衝和一個主脈衝構成點火脈衝之例。構成點火脈衝之複數的預脈衝之脈衝輸出之能率比，係針對藉由在點火脈衝期間內被輸出之設定脈衝數的脈衝輸出而產生的全反射波電力，設定成每點火脈衝期間之平均反射波電力成為高頻電源裝置之電力元件之每點火脈衝期間之平均容許損失以內或平均容許損失未滿。

[0112] 再者，於預脈衝之後輸出的主脈衝之脈衝輸

出之能率比設定成大於預脈衝之脈衝輸出之能率比。例如，可以設為與驅動脈衝相同程度之能率比。主脈衝之脈衝輸出之能率比係針對藉由脈衝輸出所產生之全反射波電力，設定成每點火脈衝期間之平均反射波電力，成為構成高頻電源裝置之電力元件之每點火期間之平均容許損失以內或平均容許損失未滿。

[0113] 並且，預脈衝和主脈衝之能率比即使針對在點火脈衝期間內藉由預脈衝和主脈衝之兩脈衝輸出而所產生之全反射波電力，設定成每點火脈衝期間之平均反射波電力，成為構成高頻電源裝置之電力元件之每點火脈衝期間之平均容許損失以內或平均容許損失未滿亦可。

[0114] 在點火脈衝期間中輸出的脈衝輸出中，根據點火脈衝期間中之脈衝輸出所產生的反射波（圖 8（c））判定點火判定（圖 8（d））。當從點火判定來判定電漿處於未點火狀態之時，結束點火脈衝期間而移至輸出停止動作（遮斷動作），並停止點脈衝及驅動脈衝之脈衝輸出的輸出。於經過輸出停止期間（遮斷期間）之後，藉下一個點火脈衝期間再開始電漿點火動作。

[0115] 圖 9 係表示進行點火脈衝輸出動作之結果，電漿成為點火狀態之時的動作例。圖 9（a）表示脈衝輸出之能率比，圖 9（b）表示脈衝輸出，圖 9（c）表示反射波，圖 9（d）表示點火判定。

[0116] 在點火脈衝期間中輸出的脈衝輸出中，根據點火脈衝期間中之脈衝輸出所產生的反射波（圖 9

(c)) 判定點火判定 (圖 9 (d)) 。於判定電漿處於點火狀態之時，結束點火脈衝輸出動作而移至電漿驅動電力供給工程，並對電漿負載供給驅動電力。

[0117] 圖 10 係表示進行 N 次點火脈衝輸出動作，並輸出 N 次之主脈衝的結果，預脈衝依然處於未點火狀態之時的動作例。圖 10 (a) 表示脈衝輸出之能率比，圖 10 (b) 表示脈衝輸出，圖 10 (c) 表示反射波，圖 10 (d) 表示點火判定，圖 10 (e) 表示異常檢測訊號。

[0118] 當重複點火脈衝輸出動作和訊號停止動作，判定在設定動作次數的第 N 次之點火脈衝輸出動作中，藉由主脈衝所產生之反射波使得電漿處於未點火狀態之時，判定在電漿產生中有些異常而輸出異常檢測訊號。

[0119] 圖 8~圖 10 係對點火脈衝以預脈衝和一個主脈衝所構成的例，對此圖 11~圖 13 為以一個主脈衝構成點火脈衝的例。

[0120] 圖 11 表示電漿未點火之狀態，圖 12 表示電漿點火之狀態，圖 13 表示異常檢測之狀態。

[0121] 圖 11 (a) 表示脈衝輸出之能率比，圖 11 (b) 表示脈衝輸出，圖 11 (c) 表示反射波，圖 11 (d) 表示點火判定。

[0122] 點火脈衝在點火脈衝期間內具有一個主脈衝，能率比可以設為與例如驅動脈衝之能率比相同程度。

[0123] 於一個主脈衝之點火脈衝所產生之點火動作的結果，判定電漿處於未點火狀態之時，與圖 8 之例相

同，經過輸出停止期間（遮斷期間）之後，再次輸出主脈衝。輸出停止期間（遮斷期間）可以設為任意時間寬，除使與點火脈衝期間相同期間之外，即使設成比點火脈衝期間長的時間寬亦可。

[0124] 圖 12 係表示進行點火脈衝輸出動作之結果，電漿成為點火狀態之時的動作例。圖 12（a）表示脈衝輸出之能率比，圖 12（b）表示脈衝輸出，圖 12（c）表示反射波，圖 12（d）表示點火判定。

[0125] 在點火脈衝期間中輸出的脈衝輸出中，根據點火脈衝期間中之脈衝輸出所產生的反射波（圖 12（c））判定點火判定（圖 12（d））。於判定電漿處於點火狀態之時，結束點火脈衝輸出動作而移至電漿驅動電力供給工程，並對電漿負載供給驅動電力。

[0126] 圖 13 係表示進行 N 次點火脈衝輸出動作，並輸出 N 次之主脈衝的結果，電漿依然處於未點火狀態之時的動作例。圖 13（a）表示脈衝輸出之能率比，圖 13（b）表示脈衝輸出，圖 13（c）表示反射波，圖 13（d）表示點火判定，圖 13（e）表示異常檢測訊號。

[0127] 當重複點火脈衝輸出動作和訊號停止動作，判定在設定動作次數的第 N 次之點火脈衝輸出動作中，藉由主脈衝所產生之反射波使得電漿處於未點火狀態之時，判定在電漿產生中有些異常而輸出異常檢測訊號。

[0128] 圖 14 表示預脈衝之輸出動作例。圖 14（a）～（c）表示複數預脈衝之情形，圖 14（d）～（f）表示不輸

出預脈衝之情形，圖 14 (g) ~ (i) 表示任意設定預脈衝之脈衝間隔之情形。

[0129] 在圖 14 (a) ~ (c) 所示之動作例中，在點火脈衝期間中，根據預脈衝觸發（圖 14 (b)）形成並輸出預脈衝，根據主脈衝觸發（圖 14 (c)）形成並輸出主脈衝。另外，在輸出停止期間中，藉由不輸出預脈衝及主脈衝觸發，停止預脈衝及主脈衝之輸出。再者，在輸出停止期間中，即使針對驅動脈衝也停止輸出。在圖 14 (a) 中，以虛線表示各脈衝之輸出停止狀態。

[0130] 在圖 14 (d) ~ (f) 所示之動作例中，在點火脈衝期間中，藉由不輸出預脈衝觸發（圖 14 (e)）使預脈衝不輸出，根據主脈衝觸發（圖 14 (f)）形成並輸出主脈衝。另外，在輸出停止期間中，藉由不輸出預脈衝及主脈衝觸發，停止預脈衝及主脈衝之輸出。再者，在輸出停止期間中，即使針對驅動脈衝也停止輸出。在圖 14 (d) 中，以虛線表示各脈衝之輸出停止狀態。

[0131] 在圖 14 (g) ~ (i) 所示之動作例中，在點火脈衝期間中，藉由任意設定預脈衝觸發（圖 14 (h)），輸出任意之週期或任意的時間間隔之預脈衝，根據主脈衝觸發（圖 14 (i)）形成並輸出主脈衝。另外，在輸出停止期間中，藉由不輸出預脈衝及主脈衝觸發，停止預脈衝及主脈衝之輸出。再者，在輸出停止期間中，即使針對驅動脈衝也停止輸出。在圖 14 (g) 中，以虛線表示各脈衝之輸出停止狀態。

[0132]

[高頻電源裝置之點火動作之第 2 動作例]

第 2 動作例係在點火脈衝期間內之主脈衝輸出時及預脈衝輸出時進行電漿之點火狀態之判定的例。使用圖 15 之流程圖、圖 16~圖 18 之訊號圖說明高頻電源裝置之點火動作之第 2 動作例。圖 16~圖 18 表示點火脈衝包含複數預脈衝之例。並且，在第 2 動作例中，表示根據判定觸發進行電漿點火狀態之判定的例。

[0133] 於開始高頻（RF）輸出後，藉由電漿點火工程（SA）進行電漿之點火動作，於電漿點火之後，維持藉由電漿驅動電力供給工程（SB）所生成之電漿，並於設定次之脈衝點火動作之後，於電漿點火失敗之時，進行電漿點火異常處理（SC）。

[0134] 在電漿點火工程（SA）中，開始脈衝點火工程後（S1），開始點火脈衝輸出動作（S2）。

[0135] 點火脈衝係在事先預定之時間寬的點火脈衝期間內輸出特定之設定脈衝數之預脈衝和一個主脈衝（S3）。脈衝輸出係藉由以事先預定高頻之輸出的特定能率比使高頻之輸出導通/斷開而形成。預脈衝係在點火脈衝期間內僅以特定之設定脈衝數輸出該脈衝輸出。脈衝輸出之能率比係設定成藉由設定脈衝數之脈衝輸出所產生之全反射波電力之每點火脈衝期間之平均反射波電力，成為構成高頻電源裝置之電力元件之每點火期間之平均容許損失以內或平均容許損失未滿。

[0136] 主脈衝之脈衝輸出之能率比係針對藉由脈衝輸出所產生之全反射波電力，設定成每點火脈衝期間之平均反射波電力，成為構成高頻電源裝置之電力元件之每點火期間之平均容許損失以內或平均容許損失未滿。

[0137] 並且，預脈衝和主脈衝之能率比即使針對在點火脈衝期間內藉由預脈衝和主脈衝之兩脈衝輸出而所產生之全反射波電力，設定成每點火脈衝期間之平均反射波電力，成為構成高頻電源裝置之電力元件之每點火脈衝期間之平均容許損失以內或平均容許損失未滿亦可。

[0138] 於預脈衝之設定數 n 為“0”之時，輸出主脈衝（S3、S6a），判定電漿點火狀態（S7a）。於判定電漿為點火狀態之時，移至電漿驅動電力供給工程（SB）。當判定電漿為未點火狀態之時，藉由輸出停止動作停止點火脈衝及驅動脈衝之輸出（S9）至點火脈衝工程之實行次數成為設定動作次數（S8），於經過輸出停止期間後返回至脈衝點火工程（S1）。

[0139] 於預脈衝之設定脈衝數 n 為“1 以上”之時輸出預脈衝（S4）。當預脈衝之輸出次數未滿設定脈衝數 n 之時（S5），以藉由各預脈衝之反射波判定電漿之點火。電漿之點火判定係可以根據例如反射波電壓而進行（S7b）。此時當判定電漿為點火狀態之時，移至電漿驅動電力供給工程（SB），並判定電漿未點火狀態之時，輸出剩下的預脈衝（S4）。

[0140] 在（S5）之預脈衝之點火狀態的判定中，當

預脈衝之輸出次數到達至設定脈衝數 n 時 (S5)，輸出主脈衝 (S6b)，以主脈衝之反射波判定電漿之點火 (S7c)。此時，當判定電漿為點火狀態之時，移至電漿驅動電力供給工程 (SB)，並於判定為電漿未點火狀態之時，藉由輸出停止動作使點火脈衝及驅動脈衝之輸出停止 (S9)，至點火脈衝工程之實行次數成為設定動作次數 N (S8)，於經過輸出停止期間之後，返回至點火工程 (S1)，再次進行電漿之點火動作。

[0141] 於僅以事先被設定之設定動作次數 N 重複電漿點火動作 (S8)，並於實行次數到達至是先被設定之設定動作次數 N 之時，電漿點火失敗而進行電漿點火異常時之處理 (SC)。

[0142] 在電漿驅動電力供給工程 (SB) 中，持續輸出驅動脈衝而對電漿供給電漿驅動電力 (S11)。在驅動脈衝之持續輸出中，於電漿成為未點火之狀態之時 (S12)，停止驅動脈衝之輸出 (S13)。之後，於進行再點火之時 (S14)，返回至電漿點火工程 (S1) 而進行電漿之再點火。

[0143] 在電漿點火異常處理工程 (SC) 中，停止電漿點火工程 (SA) (S21)，並顯示點火異常 (S22)。

[0144] 以下，針對輸出 n 個預脈衝之時，使用圖 16~圖 18 予以說明。圖 16 表示電漿未點火之狀態，圖 17 表示電漿點火之狀態，圖 18 表示異常檢測之狀態。

[0145] 圖 16 表示點火動作之結果，成為未點火之時

的動作例。圖 16 (a) 表示脈衝輸出之能率比，圖 16 (b) 表示脈衝輸出，圖 16 (c) 表示反射波，圖 16 (d) 表示點火判定，圖 16 (e) 表示進行點火判定的判定觸發。

[0146] 在點火脈衝期間中輸出的脈衝輸出中，在輸出預脈衝及主脈衝之脈衝輸出的時點輸出判定觸發（圖 16 (e)），根據各時點之反射波（圖 16 (c)）判定點火狀態（圖 16 (d)）。於判定電漿處於未點火狀態之時，結束點火脈衝輸出動作而移至輸出停止動作（遮斷動作），停止脈衝之輸出。於經過輸出停止期間（遮斷期間）之後，在下一個點火脈衝期間再開始電漿點火動作。

[0147] 圖 17 表示點火動作之結果，成為點火狀態之時的動作例。圖 17 (a) 表示脈衝輸出之能率比，圖 17 (b) 表示脈衝輸出，圖 17 (c) 表示反射波，圖 17 (d) 表示點火判定，圖 17 (e) 表示進行點火判定的判定觸發。

[0148] 在點火脈衝期間中輸出的脈衝輸出中，在輸出各脈衝輸出之時點輸出判定觸發（圖 17 (e)），根據各時點之反射波（圖 17 (c)）判定點火狀態（圖 17 (d)）。於判定電漿處於點火狀態之時，結束點火脈衝期間而移至電漿驅動電力供給動作，並對電漿負載供給驅動電力。

[0149] 圖 18 係表示在進行 N 次點火脈衝輸出動作，並輸出 N 次之主脈衝的時點，電漿依然處於未點火狀態之

時的動作例。圖 18 (a) 表示脈衝輸出之能率比，圖 18 (b) 表示脈衝輸出，圖 18 (c) 表示反射波，圖 18 (d) 表示點火判定，圖 18 (e) 表示進行點火判定的判定觸發，圖 18 (f) 表示異常檢測訊號。

[0150] 重複點火脈衝輸出動作和訊號停止動作，即使在設定動作次數的第 N 次之點火脈衝輸出動作中，輸出主脈衝之時點中，電漿也處於未點火狀態之時，判定在電漿產生中有些異常而輸出異常檢測訊號。

[0151] 圖 19 係在各點火脈衝期間之點火脈衝中，表示使脈衝輸出之能率比逐漸增加之例。圖 19 所示之例係在圖 8 中所示之例中，使脈衝輸出之能率比逐漸增加。

[0152] 即使在該能率比逐漸增加之時，預脈衝之脈衝輸出之能率比係藉由設定脈衝數之脈衝輸出而產生之全反射波電力之每點火脈衝期間之平均反射波電力，設定成構成高頻電源裝置之電力元件之每點火脈衝期間之平均容許損失以內或平均容許損失未滿，將在點火脈衝期間之最後之時點輸出的主脈衝之脈衝輸出之能率比設定成較預脈衝之能率比大。主脈衝之能率比可以設定成成為在電漿驅動電力供給期間輸出的驅動脈衝之能率比。在點火脈衝期間內，藉由使預脈衝之脈衝輸出之能率比逐漸增加，可以容易點火。

[0153]

[本案發明之電漿之點火判定之概略構成]

針對本案發明之電漿之點火判定，使用圖 20~圖 22

說明概略構成，使用圖 23 之流程圖說明概略工程。

[0154] 本發明之電漿點火判定係根據從電漿負載朝向高頻電源之反射波電壓 V_r 所取得之反射波之產生狀態，而判定電漿負載之電漿之點火狀態、未點火狀態。

[0155] 圖 20 表示本案發明之未點火判定之概略構成。點火判定部 10 具備根據反射波電壓 V_r 之波高值及變動狀態，求出與被施加於高頻電源之 RF 電力放大元件之熱量對應的換算量之換算手段 11，和比較在換算手段 11 所求出之換算量和與 RF 電力放大元件之容許熱量對應的臨界值之比較手段 12。

[0156] 換算手段 11 具備第 1 換算手段 11A 和第 2 換算手段 11B 和第 3 換算手段 11C。

[0157] 第 1 換算手段 11a 輸入在功率感測器所檢測出之反射波電壓 V_r (圖 23 之 S1)，根據反射波電壓 V_r 及反射波電壓 V_r 之持續時間，求出與被施加於高頻電源之 RF 電力放大元件之熱量對應的第 1 換算值 (加熱換算值) (圖 23 之 S2)。

[0158] 第 2 換算手段 11B 係在脈衝驅動之各周期，根據從反射波電壓 V_r 之波高值成為零的經過時間，或從脈衝輸出之施加開始的經過時間，求出與從高頻電源之 RF 電力放大元件釋放出之放熱量的第 2 換算值。

[0159] 根據從反射波電壓 V_r 之波高值成為零的經過時間求出第 2 換算值之態樣中，來自 RF 電力放大元件之放熱量主要為從停止反射波施加至 RF 電力放大元件之狀

態的放熱，設反射波被施加至 RF 電力放大元件之期間略有放熱量而進行換算。

[0160] 另外，根據從脈衝輸出之施加開始的經過時間而求出第 2 換算值之態樣中，也考慮反射波被施加至 RF 電力放大元件之期間的放熱量（圖 23 之 S3）。

[0161] 第 3 換算手段 11C 係根據第 1 換算值和第 2 換算值之差分，求出與被蓄熱於高頻電源之 RF 電力放大元件的蓄熱量對應的第 2 換算值（蓄熱換算量）（圖 23 之 S4）。

[0162] 比較手段 12 係比較在第 3 換算手段 11C 所求出之第 3 換算值和與 RF 電力放大元件之容許熱量對應的臨界值。臨界值相當於保護 RF 電力放大元件之裝置保護檢測位準，當第 3 換算值超過臨界值時，判斷蓄積於 RF 電力放大元件之熱量超過 RF 電力放大元件之裝置保護檢測位準（圖 23 之 S5），判定電漿為未點火狀態（圖 23 之 S6）。

[0163] 當判定電漿為未點火狀態之時，藉由電力控制部進行使高頻輸出（RF 輸出）垂下或停止之控制而進行保護動作（圖 23 之 S7）。

[0164] 在脈衝驅動之一周期內，被施加之加熱量被放熱之結果，在周期之結束時點中，根據是否殘留蓄熱量，來自高頻電源之脈衝驅動的電力供給可以藉由低頻脈衝模式和高頻脈衝模式之兩個脈衝模式來說明。

[0165] 低頻脈衝模式係脈衝驅動之週期間隔的用以

放熱所施加之加熱量的時間寬足夠長，在脈衝驅動之週期之結束時點不殘留蓄熱量之脈衝模式，蓄熱換算量為零。以低頻脈衝模式所換算的蓄熱換算量係從在脈衝驅動之各周期初期值為零開始積算。

[0166] 另外，高頻脈衝模式係脈衝驅動之週期間隔的用以全部放熱所施加之加熱量的時間寬不足，在脈衝驅動之週期之結束時點殘留蓄熱量之脈衝模式，殘存蓄熱換算量。在高頻脈衝模式所換算之續熱換算量係在脈衝驅動之各周期中，將前周期之結束時點的蓄熱換算值當作初期值開始積算。

[0167] 在脈衝輸出之能率比相等，反射波之波高值相等之脈衝驅動之條件下，在脈衝驅動之一周期 T 之長度長且一周期之結束時點殘存的蓄積熱量為零之時，成為低頻脈衝模式，於脈衝驅動之一周期 T 之長度短且一周期之結束時點殘存續熱量之時，成為高頻脈衝模式。

[0168] 以下，使用圖 21 之訊號圖而說明點火狀態中之低頻模式和高頻模式，並使用圖 22 之訊號圖而說明未點火狀態中之低頻模式和高頻模式。

[0169] 在電漿點火狀態中，圖 21 (a) ~ (d) 表示低頻脈衝模式中之行進波電壓 V_f 、反射波電壓 V_r 、蓄熱換算量 H_{ac} 及點火判定訊號 V_{fail} ，圖 21 (e) ~ (h) 係表示高頻脈衝模式中之行進波電壓 V_f 、反射波電壓 V_r 、蓄熱換算量 H_{ac} 及點火判定訊號 V_{fail} 。並且，在此點火判定訊號 V_{fail} 係於判定電漿未點火之時被輸出。

[0170] 行進波電壓 V_f 係在一周期內當時間寬設為 t_1 之 RF_{on} 區間輸出既定頻率之脈衝輸出（圖 21（a），圖 21（e））。於電漿處於正常點火狀態之時，藉由脈衝輸出之上升及下降中之不匹配，產生脈衝狀之反射波電壓 V_r （圖 21（b）、圖 21（f））。

[0171] 在圖 21（c）、圖 21（g）中，蓄熱換算量 H_{ac} 係表示藉由反射波電壓 V_r 施加至 RF 電力放大元件而被蓄積之熱量的換算值，一點鏈線表示對 RF 電力放大元件之熱破損的容許量，表示保護 RF 電力放大元件不受反射波產生破損的裝置保護檢測位準。

[0172] 於電漿處於點火狀態之時，即使在低頻模式及高頻模式中之任一模式中，因蓄熱換算量 H_{ac} 在驅動模式之各一周期內不會到達裝置保護檢測位準，而返回零，故點火判定訊號 V_{fail} （圖 21（d）、（h））不會被輸出，不執行未點火之判定。

[0173] 另外，在電漿未點火狀態中，圖 22（a）～（d）表示低頻脈衝模式中之行進波電壓 V_f 、反射波電壓 V_r 、蓄熱換算量 H_{ac} 及點火判定訊號 V_{fail} ，圖 22（e）～（h）係表示高頻脈衝模式中之行進波電壓 V_f 、反射波電壓 V_r 、蓄熱換算量 H_{ac} 及點火判定訊號 V_{fail} 。並且，在此，表示根據判定觸發進行電漿點火狀態之判定的例。

[0174] 行進波電壓 V_f 係在一周期內當時間寬設為 t_1 之 RF_{on} 區間輸出既定頻率之脈衝輸出（圖 22（a），圖 22（e））。於電漿處於未點火狀態之時，在脈衝輸出被

輸出之 RF_{on} 區間，產生矩形狀之反射波電 V_r （（圖 22（b）、圖 22（f）））。

[0175] 在圖 22（c）、圖 22（g）中，蓄熱換算量 H_{ac} 係表示藉由反射波電壓 V_r 施加至 RF 電力放大元件而被蓄積之熱量的換算值，一點鏈線表示對 RF 電力放大元件之熱破損的容許量，表示保護 RF 電力放大元件不受反射波產生破損的裝置保護檢測位準。

[0176] 於電漿處於未點火狀態之時，在低頻模式中，蓄熱換算量 H_{ac} 係在驅動模式之週期內，到達至裝置保護檢測位準（圖 22（c）），輸出點火判定訊號 V_{fail} （圖 22（d））。並且，在圖 22（c）中，表示在 RF_{on} 區間之結束時點，蓄熱換算量 H_{ac} 到達至裝置保護檢測位準之狀態，在到達 RF_{on} 區間之結束時點之前的時點，蓄熱換算量在 RF_{on} 到達至裝置保護檢測位準，輸出點火判定訊號 V_{fail} 。點火判定訊號 V_{fail} 之輸出表示電漿未點火狀態。

[0177] 再者，在高頻模式中，藉由在複數之週期減少蓄熱，蓄熱換算量 H_{ac} 到達至裝置保護檢測位準（圖 22（g）），輸出點火判定訊號 V_{fail} （圖 22（h））。並且，在圖 22（g）中，表示在第 5 次之週期中蓄熱換算量 H_{ac} 到達至裝置保護檢測位準之狀態，但是蓄熱換算量 H_{ac} 到達至裝置保護檢測位準之頻率依存於反射波電壓 V_r 之波高值及能率比而變化。

[0178] 點火判定之裝置構成除以硬體電路構成之

外，亦可藉由 DSP 或 EPGA 等之數位運算處理而構成，於以軟體進行之時，可以利用儲存有對 CPU 指示 CPU 或點火判定部之處理之程式的記憶體等來構成。

[0179] 並且，在上述實施形態及變形例中之記述係與本案發明有關之電漿之點火狀態判定有關之動作及裝置之一例，本案發明並不限定於各實施形態，可根據本案發明之主旨而做各種變形，並不將該些從本案發明之範圍排除。

[產業上之利用可能性]

[0180] 本案發明之高頻電源裝置可以適用於對電漿負載供給電力，可以適用於製造半導體、液晶、太陽光面板等之薄膜的成膜裝置、CO₂ 雷射加工機等之高頻（RF）的電漿生成。

【符號說明】

[0181]

- 1：高頻電源裝置
- 2：高頻輸出部
- 3：電力控制部
- 3a：平均行進波電力控制部
- 3b：峰值行進波電力控制部
- 3c：平均處理部
- 4：能率控制部

- 5：方向性結合器
- 6：行進波電力檢測部
- 7：反射波電力檢測部
- 10：點火判定出部
- 11：換算手段
- 11A：第 1 換算手段
- 11B：第 2 換算手段
- 11C：第 3 換算手段
- 12：比較手段
- 20：脈衝輸出部
- 20A：脈衝輸出部
- 20B：脈衝輸出部
- 20C：脈衝輸出部
- 21：脈衝觸發形成手段
- 21a：預脈衝觸發形成手段
- 21b：主脈衝觸發形成手段
- 22：點火脈衝形成部
- 22a：預脈衝形成手段
- 22b：主脈衝觸發形成手段
- 22c：驅動脈衝形成手段
- 22d：主脈衝驅動脈衝形成手段
- 23a：脈衝閘極手段
- 23b：脈衝閘極手段
- 23c：脈衝閘極手段

24：輸出停止手段（遮斷手段）

25：脈衝形成手段

101：匹配器

102：負載

Don：能率

H_{ac} ：蓄熱換算量

N：設定脈衝數

N：設定動作次數

T：一周期

V_f ：行進波電壓

V_{fail} ：點火判定訊號

V_r ：反射波電壓

Γ ：反射係數

申請專利範圍

1.一種高頻電源裝置之電漿點火方法，係從高頻電源裝置施加高頻電力而使電漿點火之電漿點火方法，其特徵在於：

上述高頻電源裝置具有藉由時間性斷續輸出之脈衝輸出而使電漿點火的電漿點火工程，和供給維持點火之電漿的驅動電力的電漿驅動電力供給工程，

上述電漿點火工程具有：

脈衝點火工程，其具備輸出使電漿點火之點火脈衝的點火脈衝輸出動作，和停止脈衝輸出的輸出停止動作；和

點火判定工程，其係判定藉由上述點火脈衝輸出動作進行的電漿之點火、未點火，

上述各點火脈衝具有比主脈衝小的電力且在主脈衝之前階段輸出之任意個數的預脈衝，和於上述預脈衝後輸出的最初之主脈衝，

上述最初之主脈衝之後，

上述點火判定工程係

於判定電漿之點火之後，移至上述電漿驅動電力供給工程，供給維持點火之電漿的驅動電力，

於判定電漿之未點火之後，藉由上述輸出停止動作停止脈衝輸出，且返回至上述點火脈衝輸出動作。

2.如請求項 1 所記載之高頻電源裝置之電漿點火方法，其中

在執行上述點火脈衝輸出動作之期間內，上述預脈衝

之輸出間隔自由任意地設定。

3.如請求項 1 或 2 所記載之高頻電源裝置之電漿點火方法，其中

上述預脈衝之脈衝輸出之電力係藉由該脈衝輸出所產生之反射電力的平均反射電力為構成高頻電源之電力元件之容許損失以下或未滿。

4.一種高頻電源裝置，為施加高頻電力而使電漿點火的高頻電源裝置，其特徵在於：

具備輸出高頻輸出之脈衝輸出的脈衝輸出部，

上述脈衝輸出部具備：

點火脈衝形成部，其係形成藉由時間性斷續輸出之脈衝輸出使電漿點火之點火脈衝；

驅動脈衝形成部，其係形成藉由上述點火脈衝使電漿點火後，供給維持點火的電漿之驅動電力的驅動脈衝；及

輸出停止部，其係使脈衝輸出停止，

上述點火脈衝形成部形成具有比主脈衝小的電力且在主脈衝之前階段輸出之任意個數的預脈衝，和於上述預脈衝後輸出的最初之主脈衝，以作為上述點火脈衝，

上述最初之主脈衝之後，

上述驅動脈衝形成部根據電漿之點火判定而供給維持點火之電漿的驅動電力，

上述輸出停止部係根據電漿之未點火判定而停止脈衝輸出，

上述點火脈衝形成部係於上述脈衝輸出停止之後，使

點火脈衝輸出動作再開始。

5.如請求項 4 所記載之高頻電源裝置，其中

上述點火脈衝形成部係在上述點火脈衝之形成中，自由任意地設定上述預脈衝之輸出間隔。

6.如請求項 4 或 5 所記載之高頻電源裝置，其中

上述點火脈衝形成部係在上述預脈衝之脈衝輸出之電力中，使藉由該脈衝輸出所產生之反射電力的平均反射電力成為構成高頻電源之電力元件之容許損失以下或未滿。

圖 式

圖 1

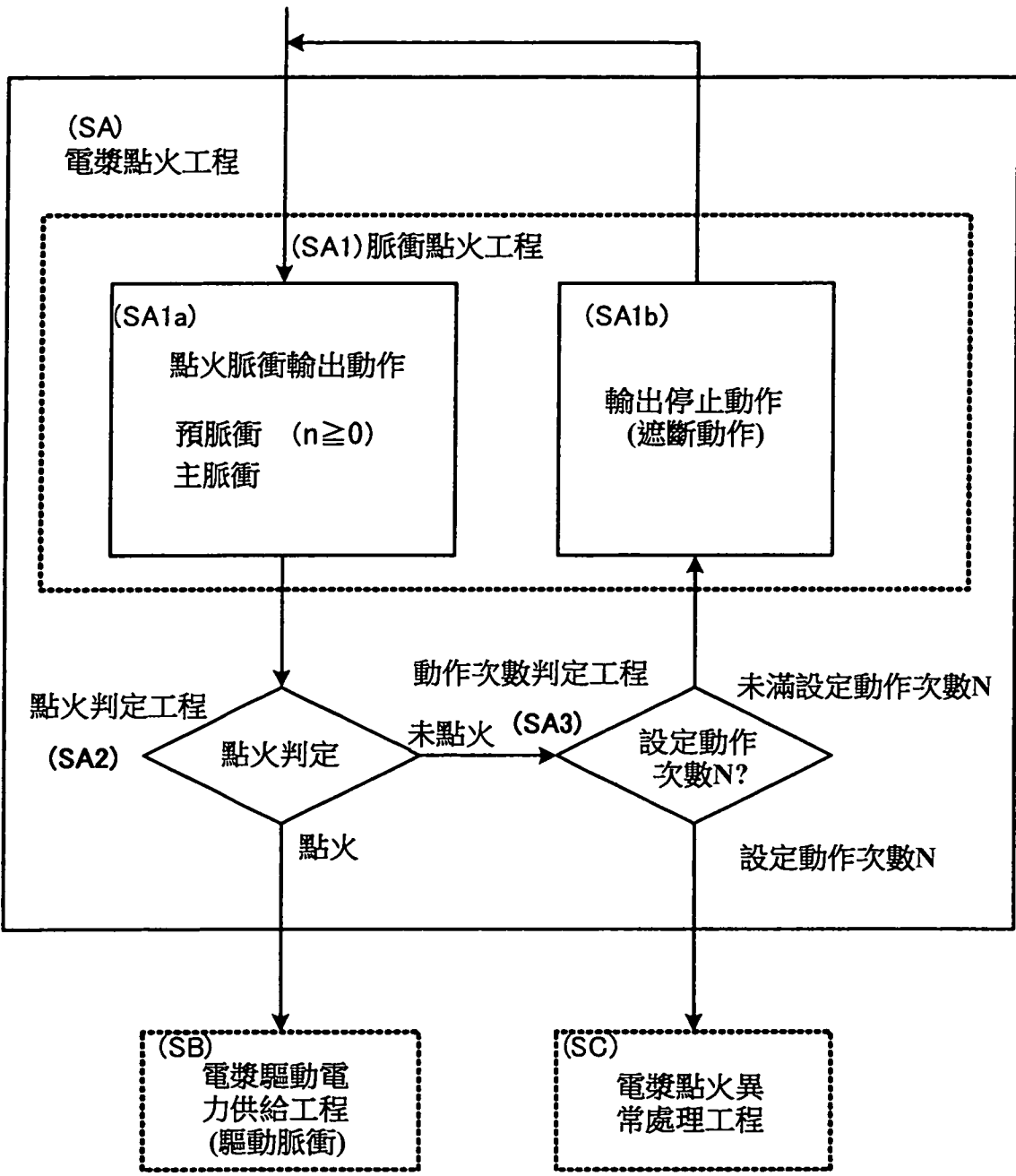


圖 2

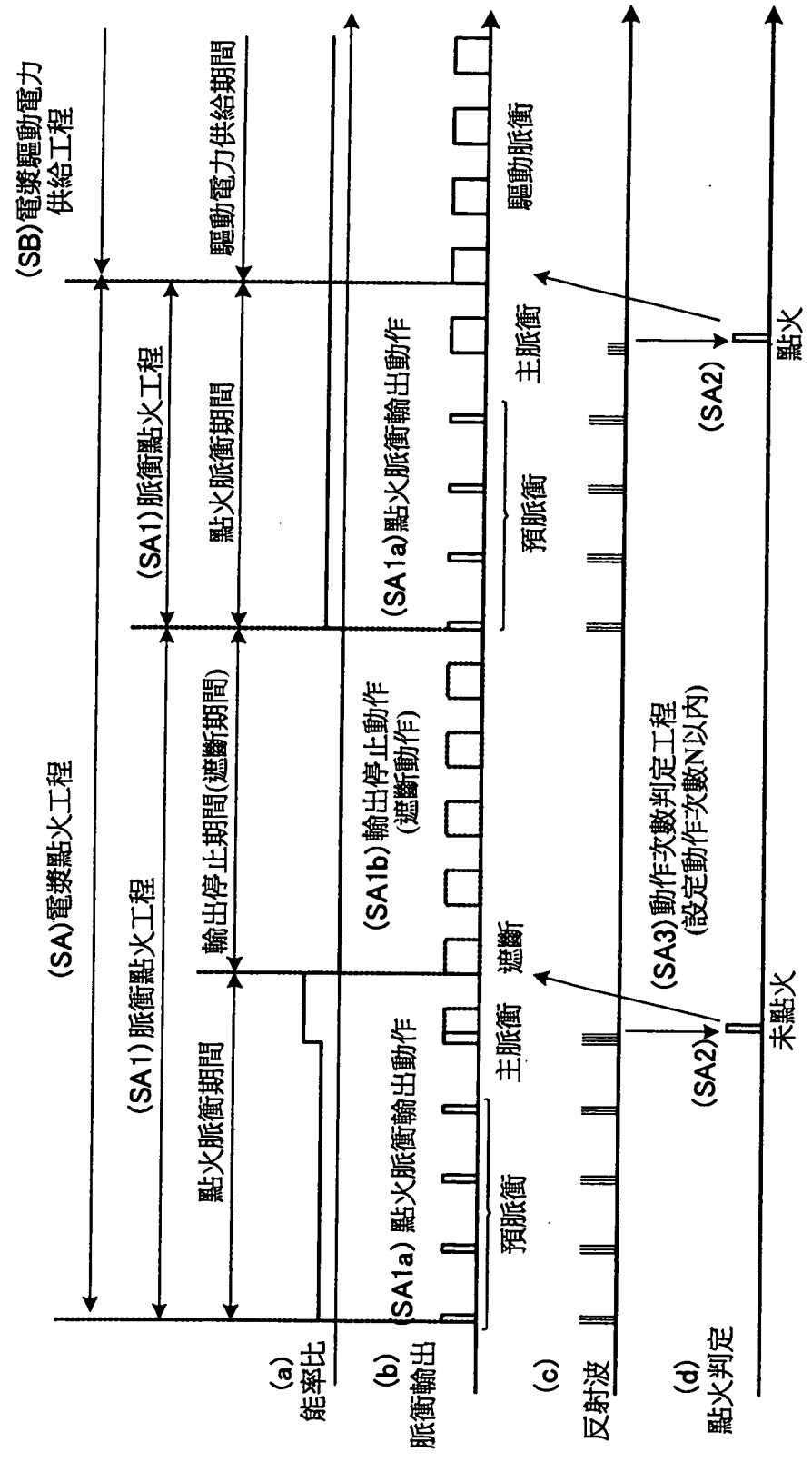


圖 3

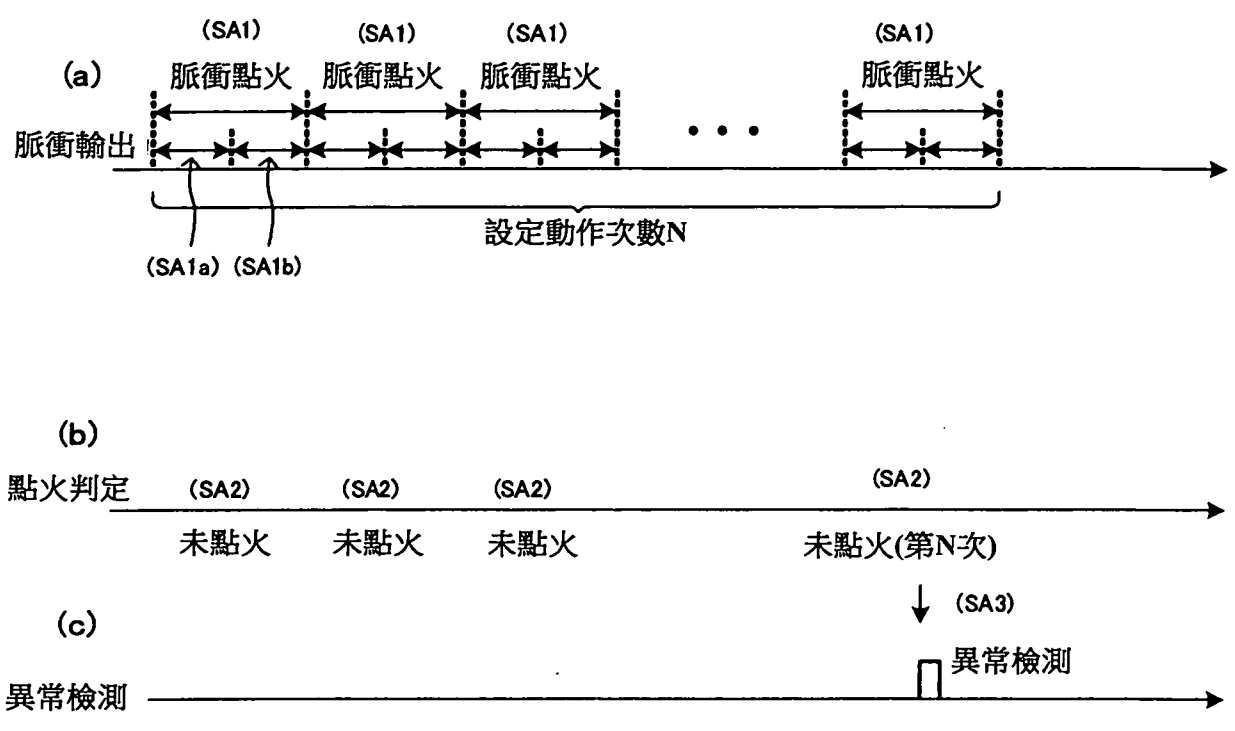


圖 4

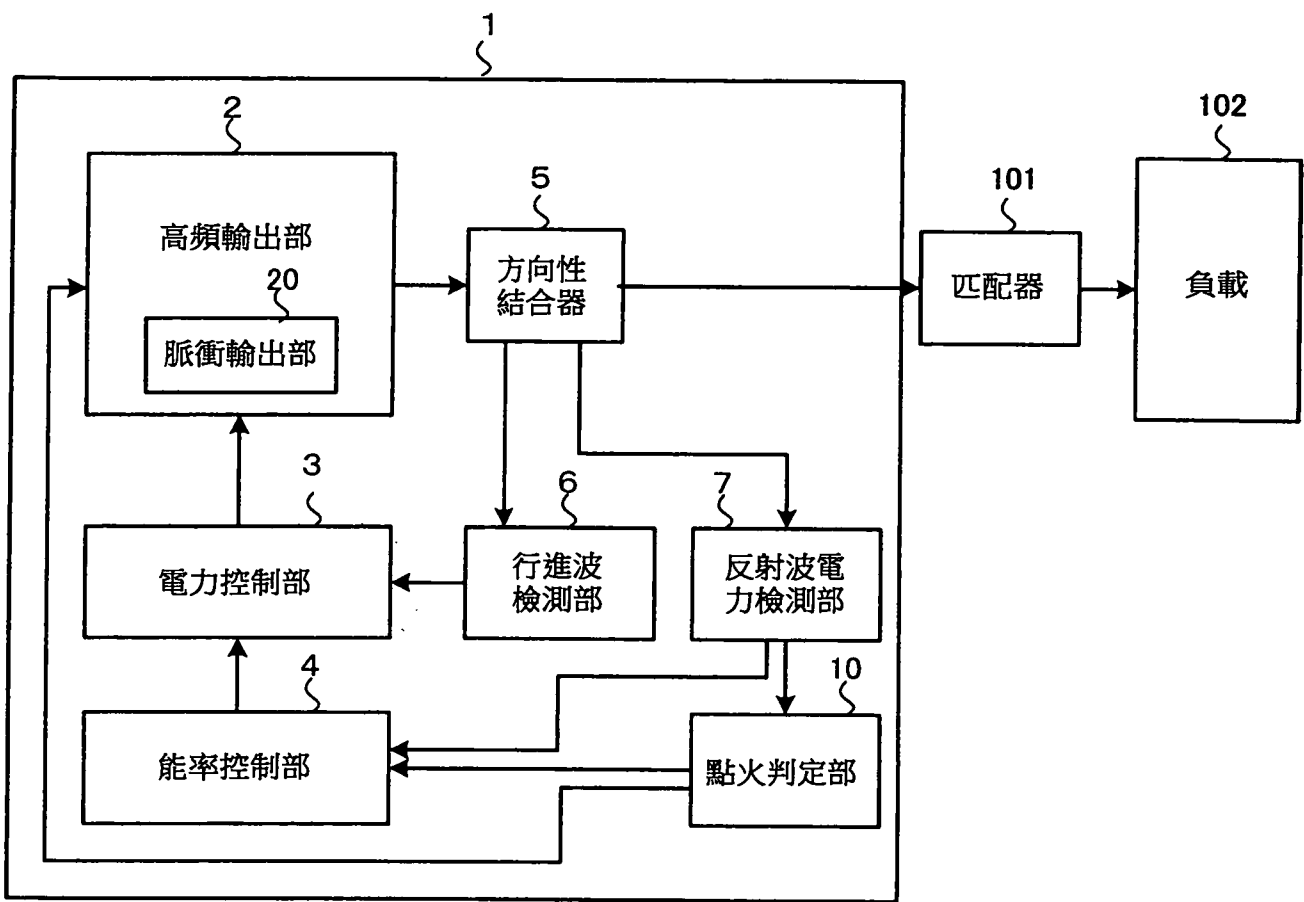


圖 5

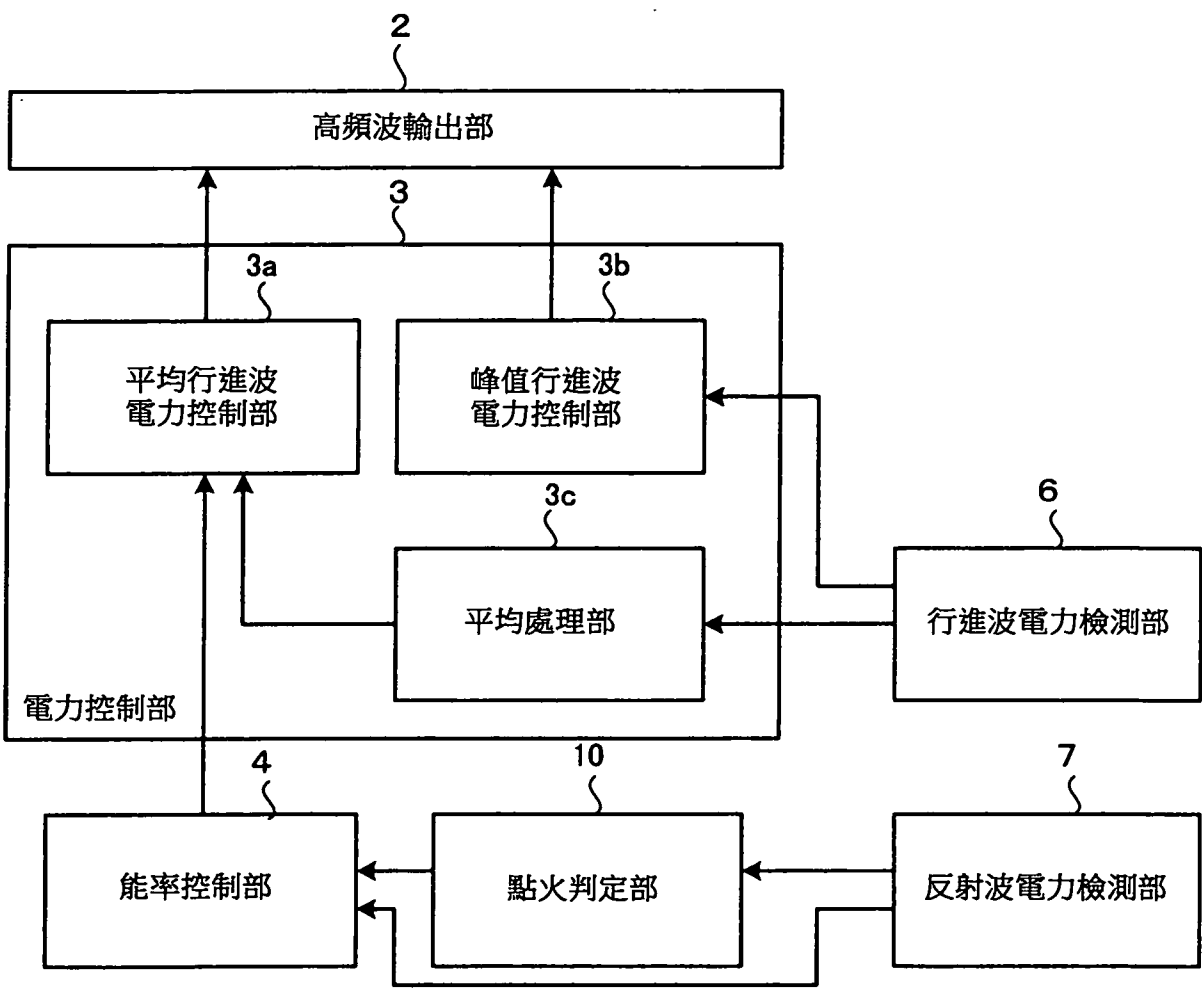


圖 6

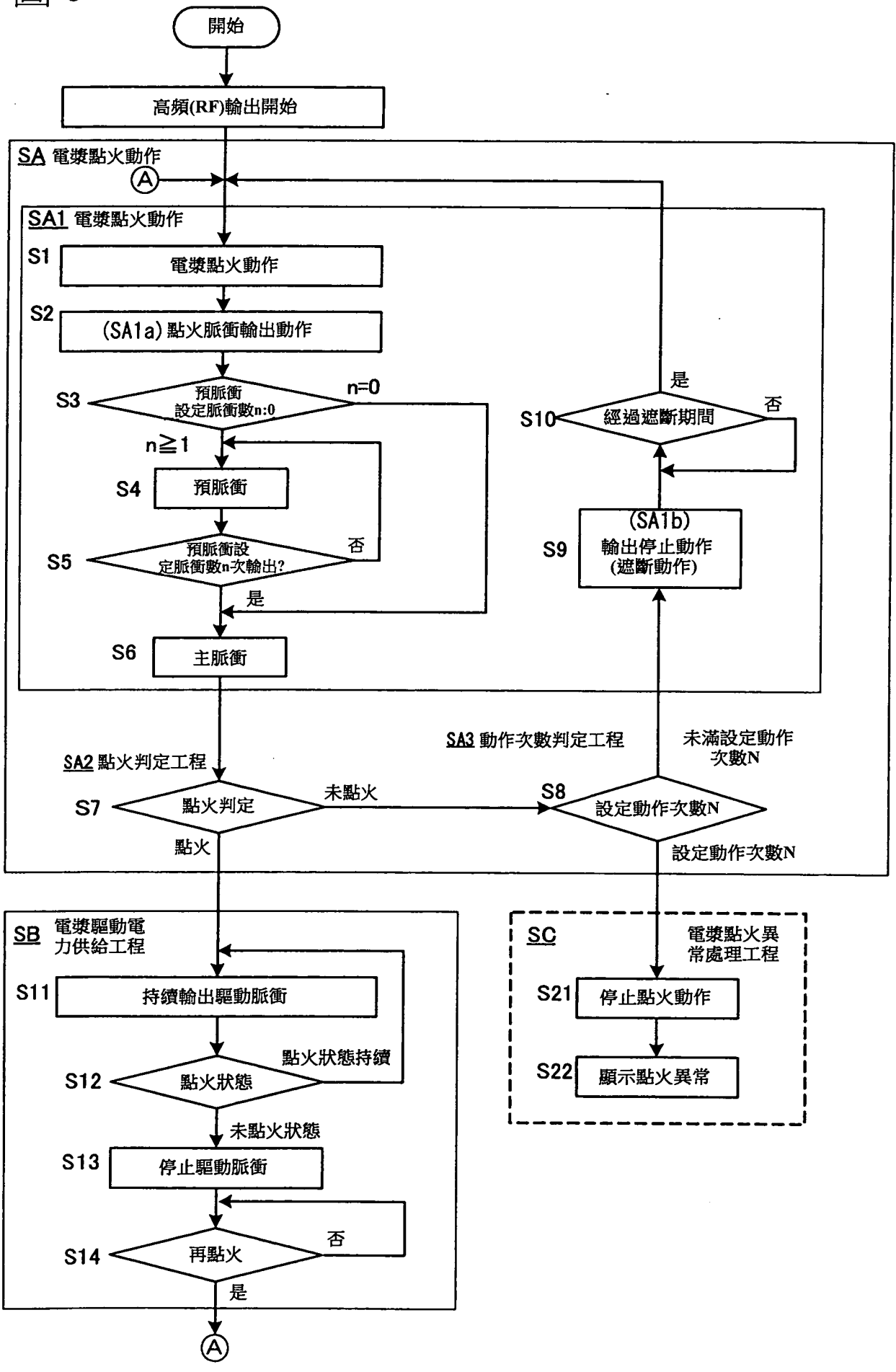


圖 7

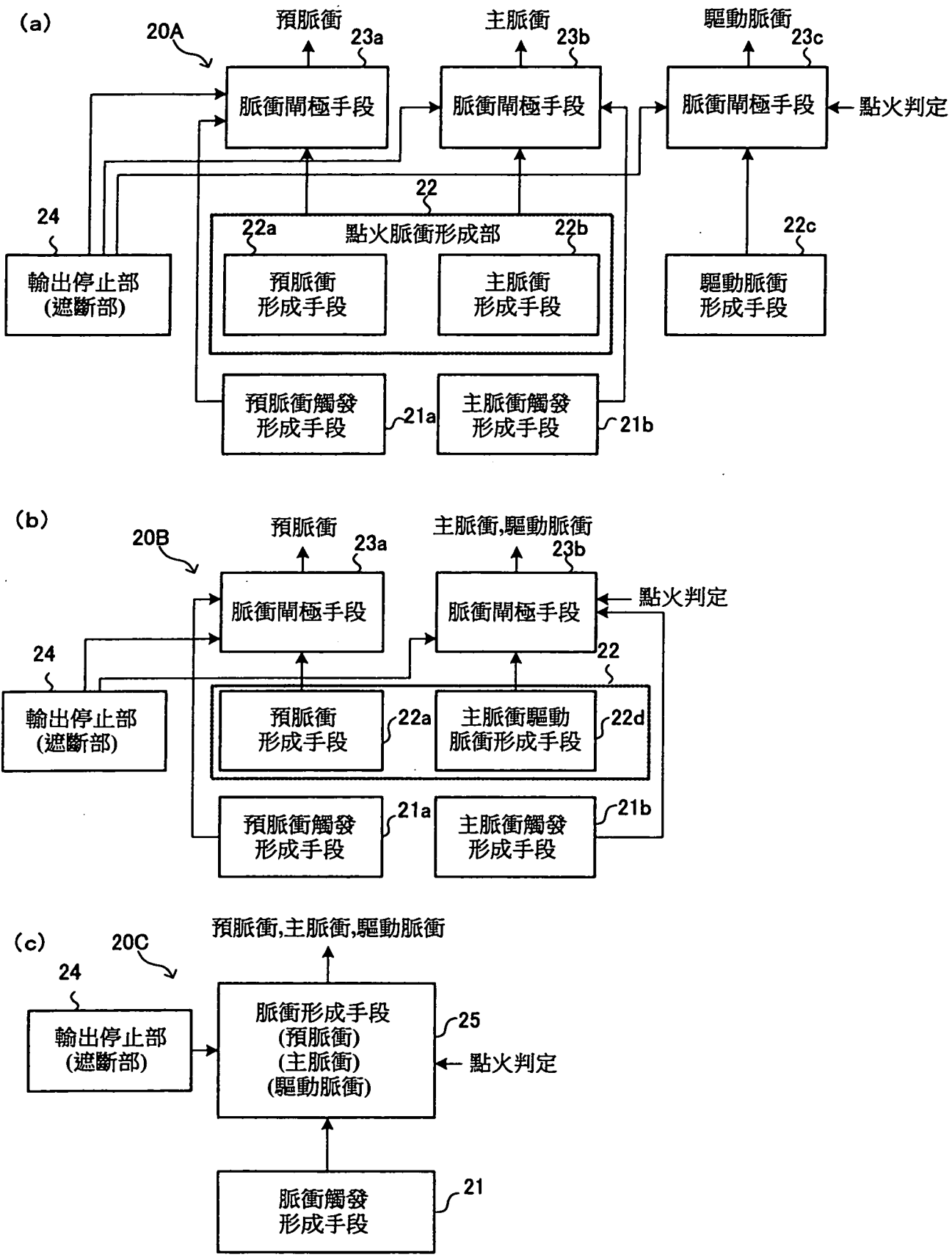


圖 8

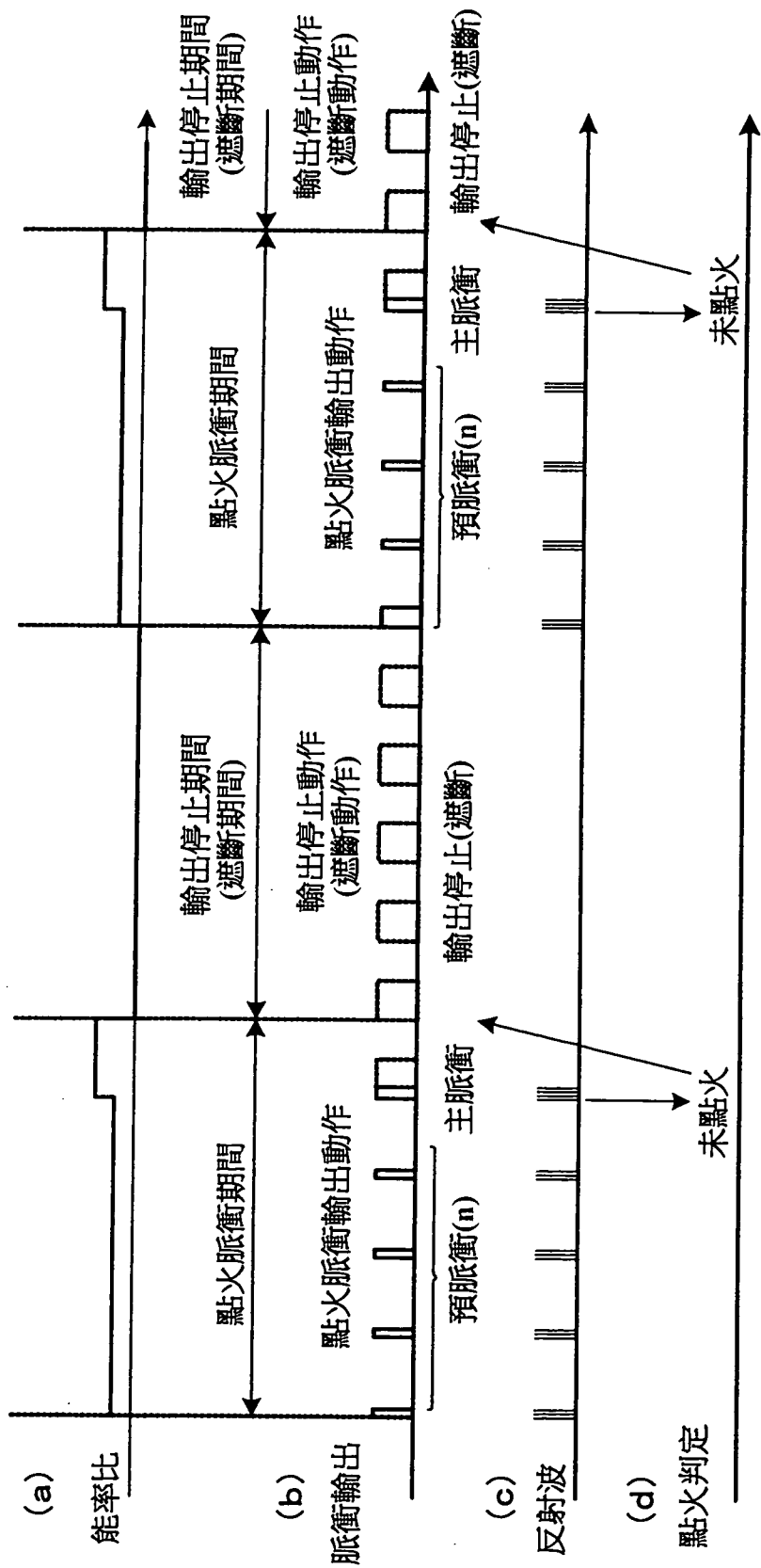


圖 9

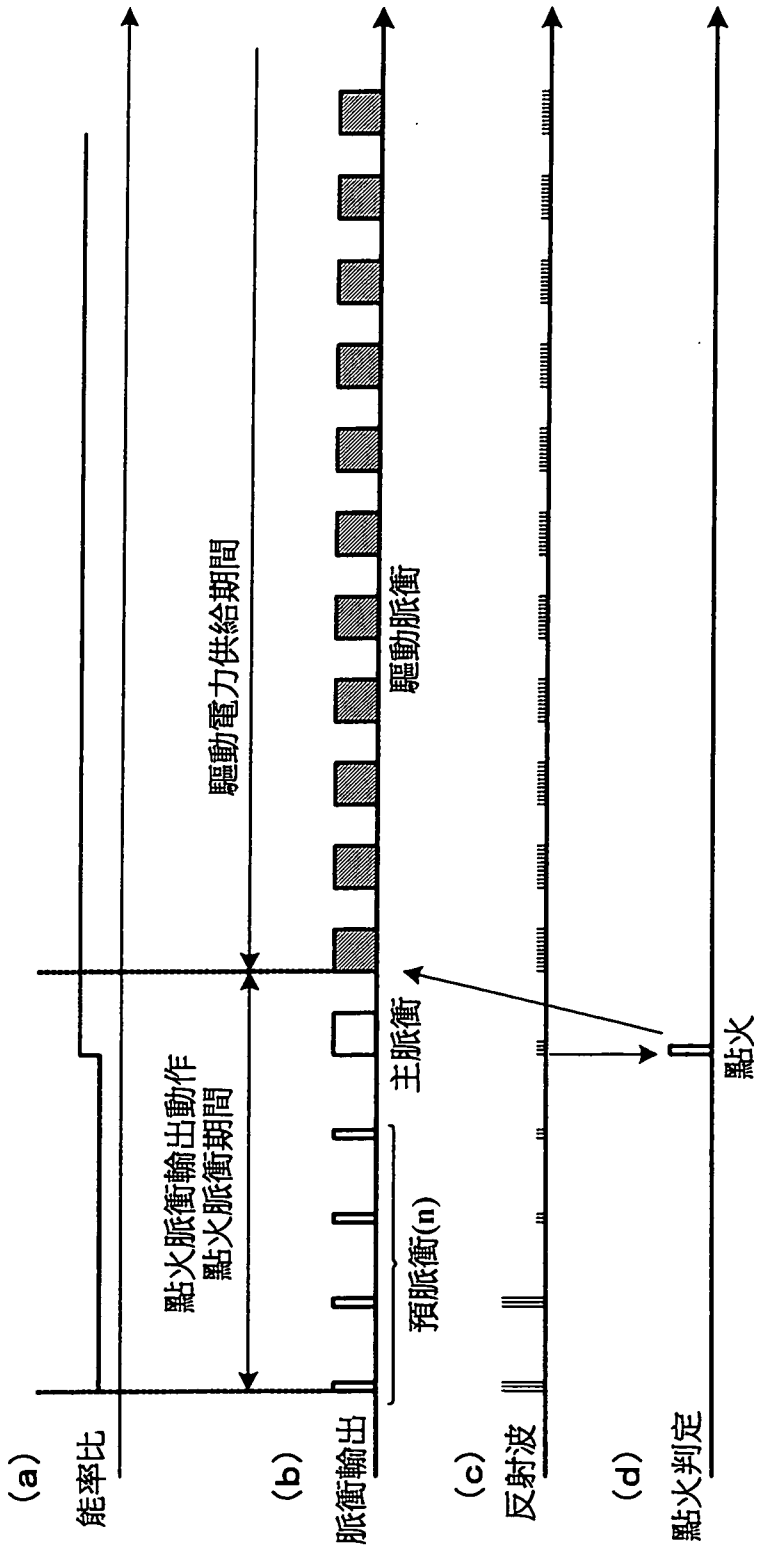


圖 10

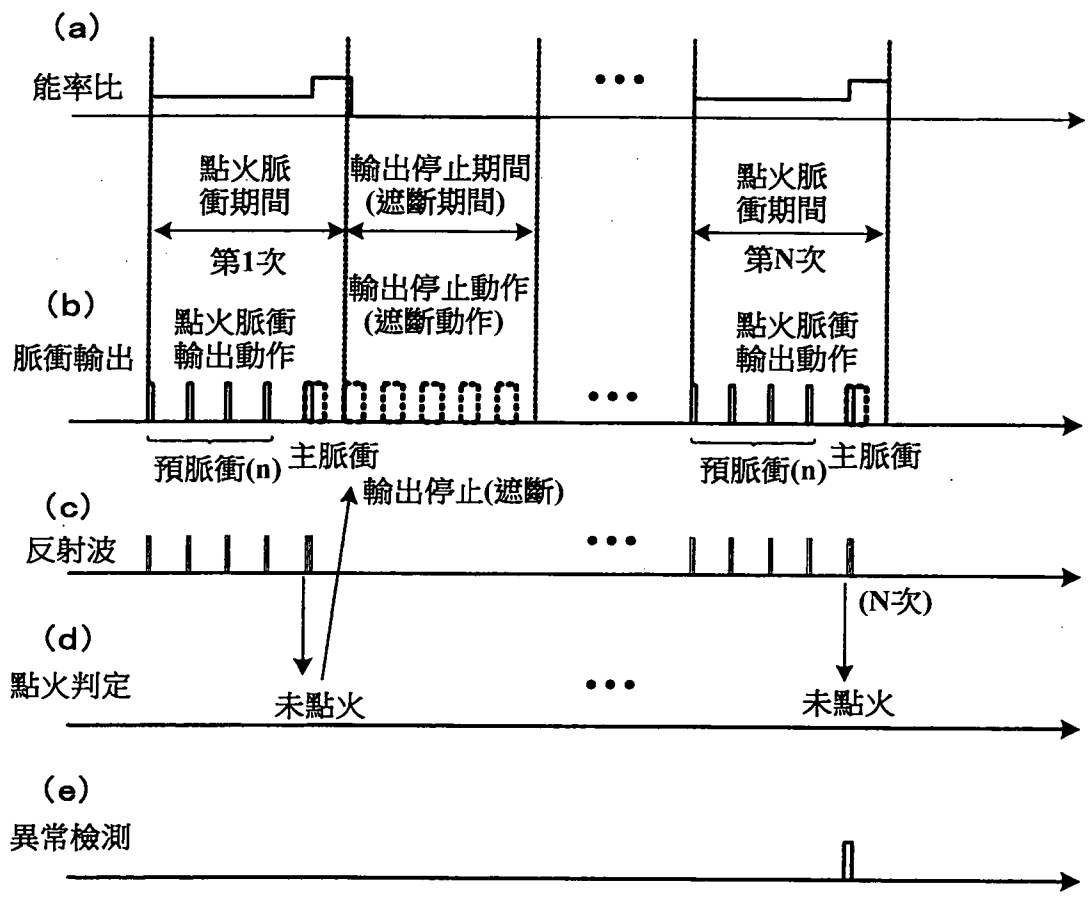


圖 11

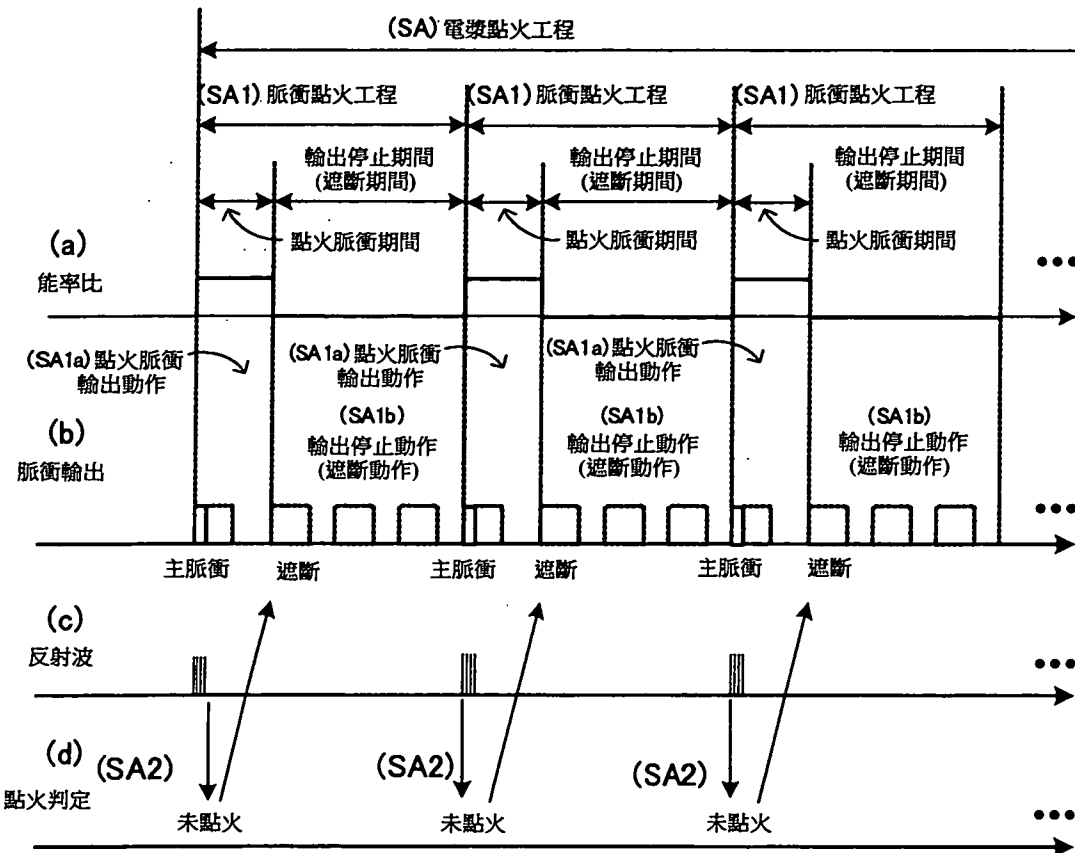


圖 12

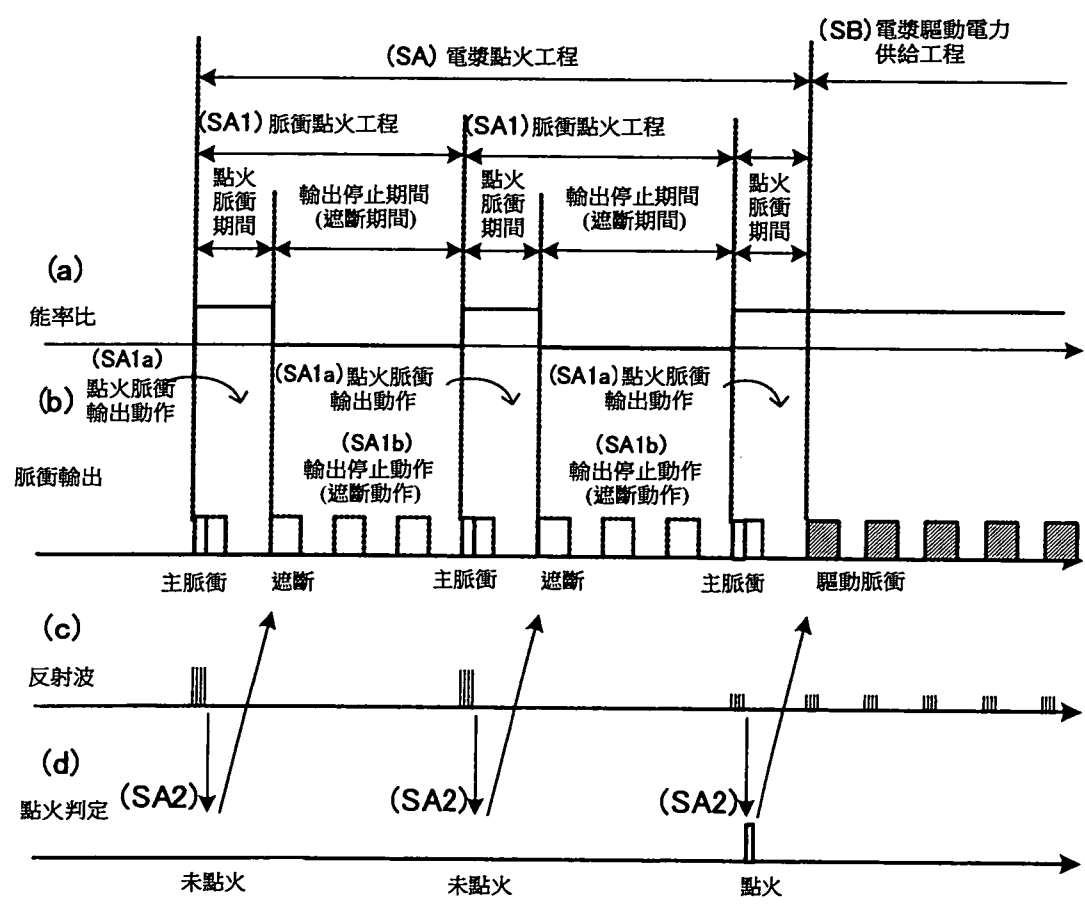


圖 13

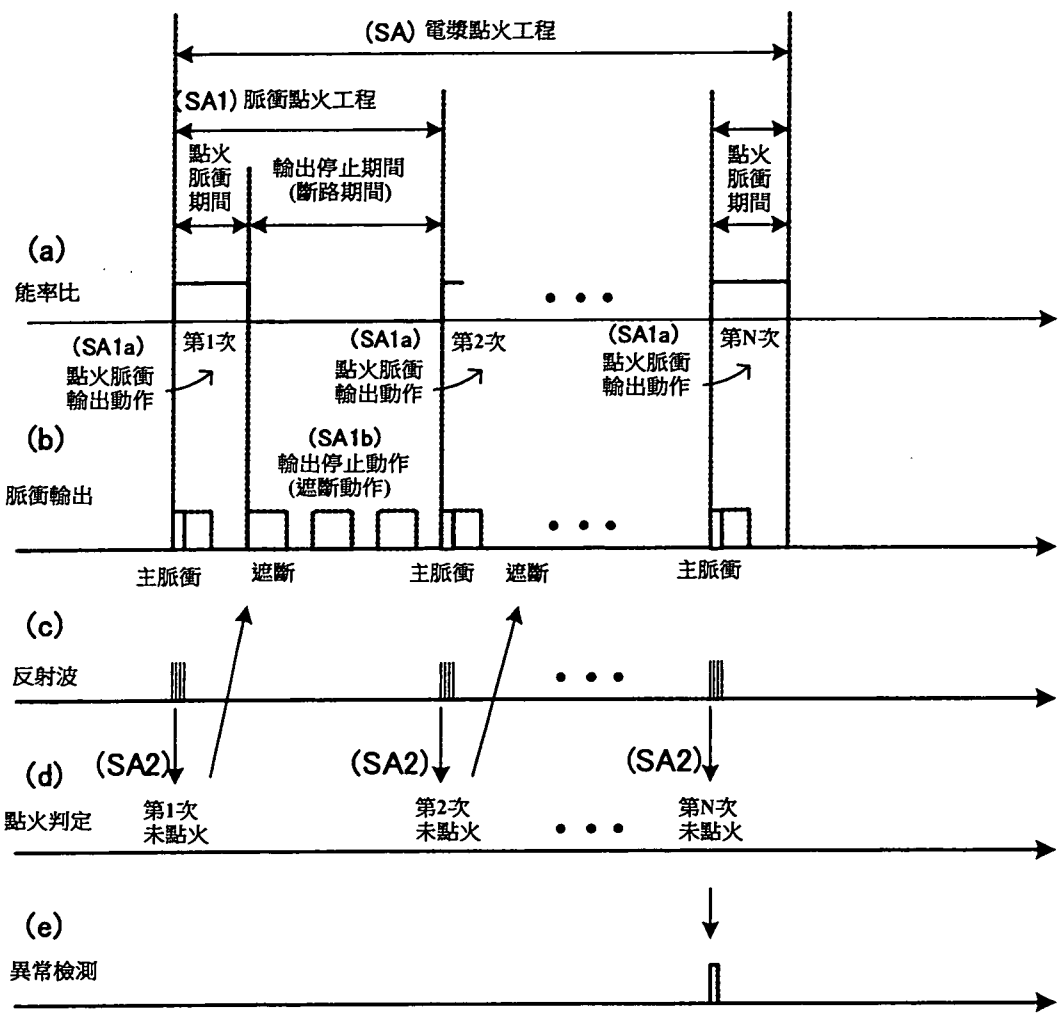


圖 14

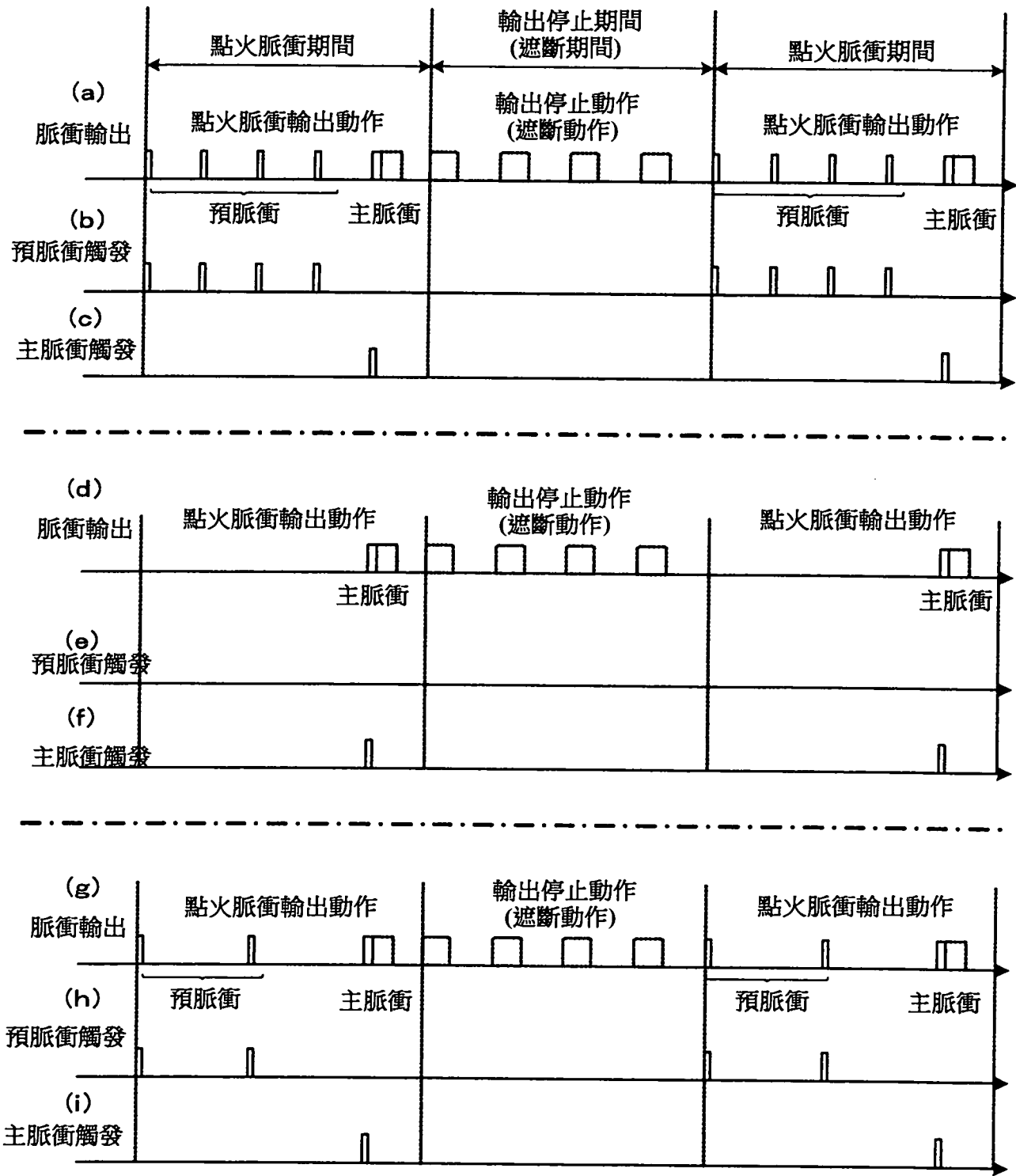


圖 15

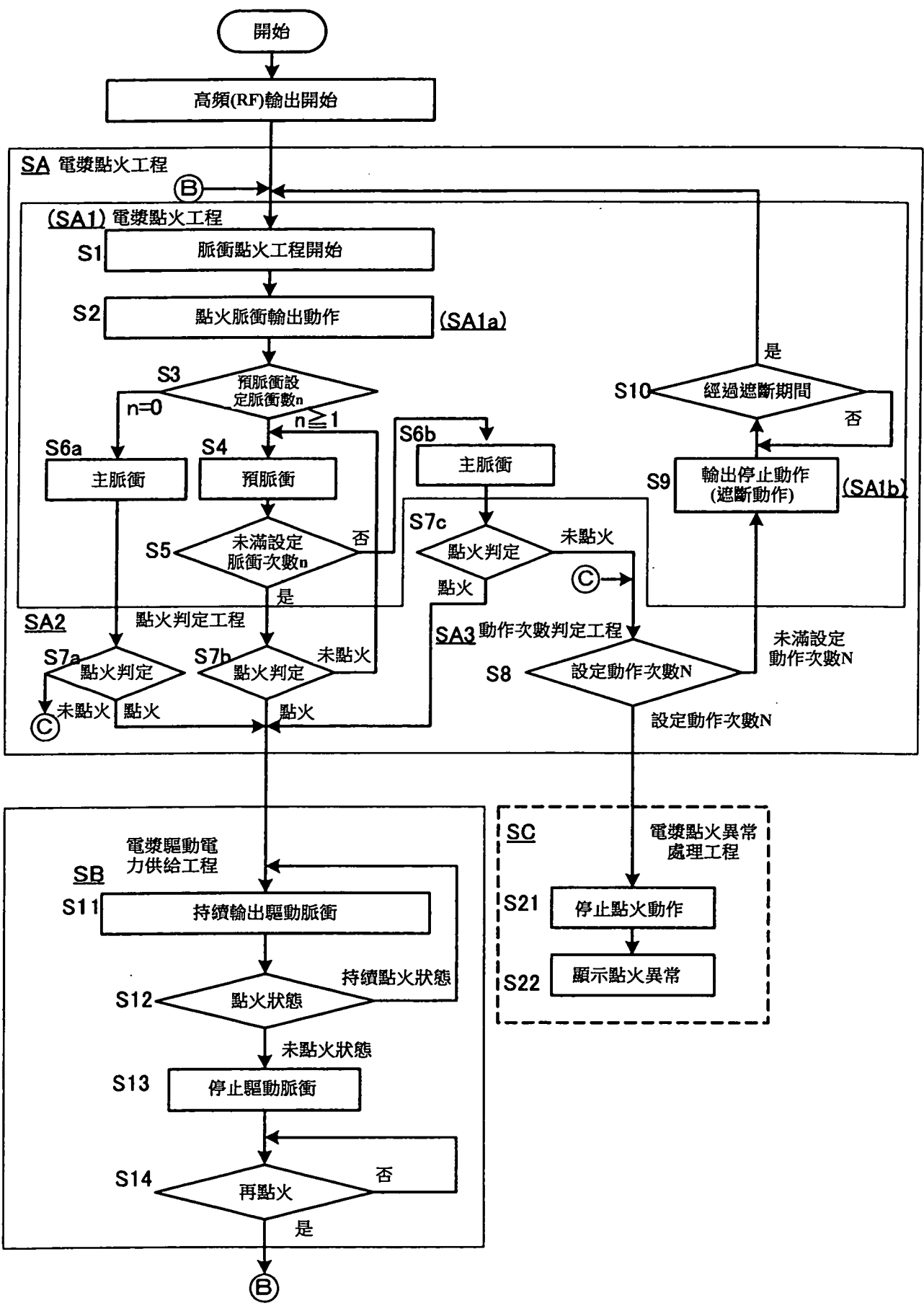


圖 16

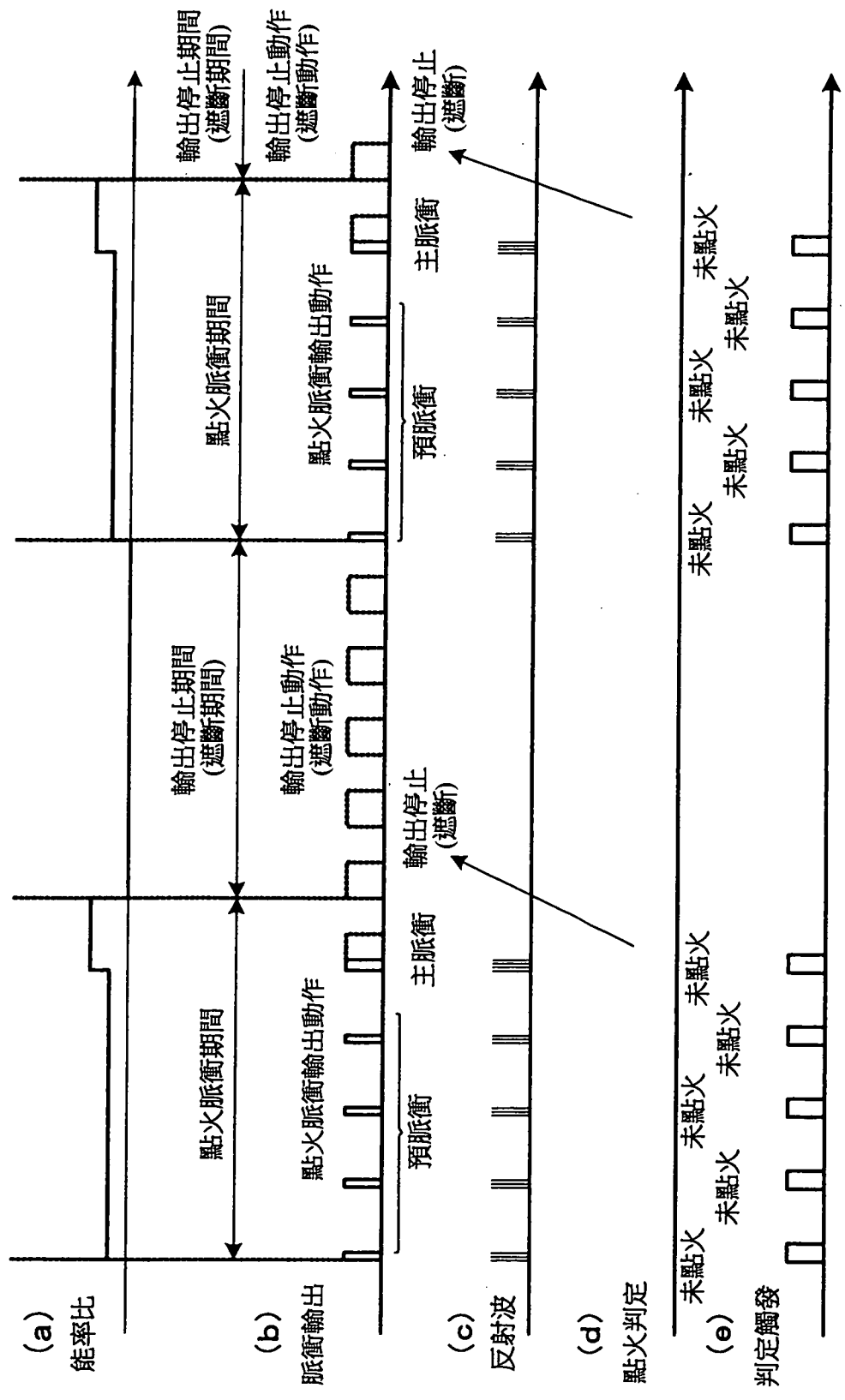


圖 17

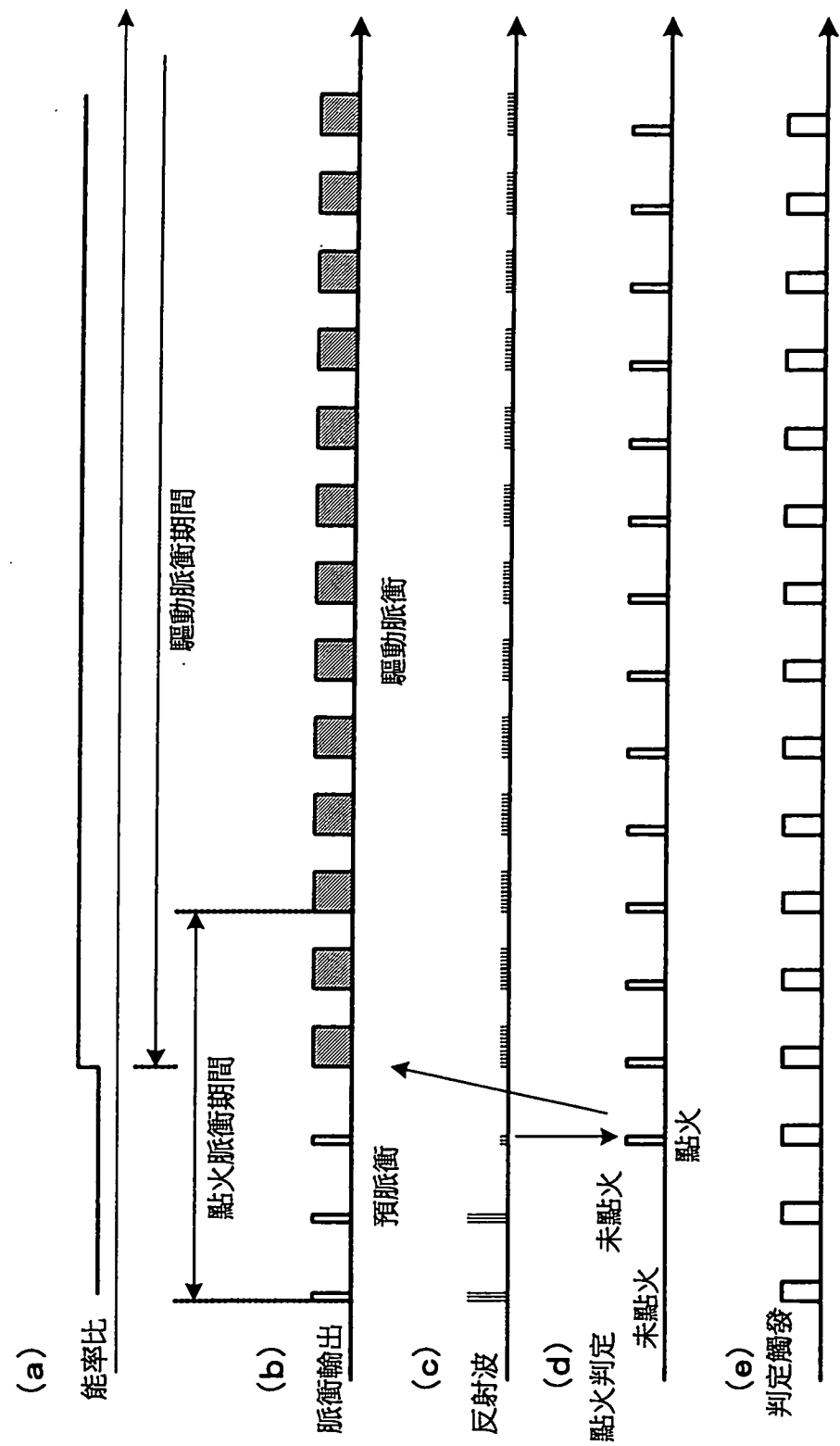


圖 18

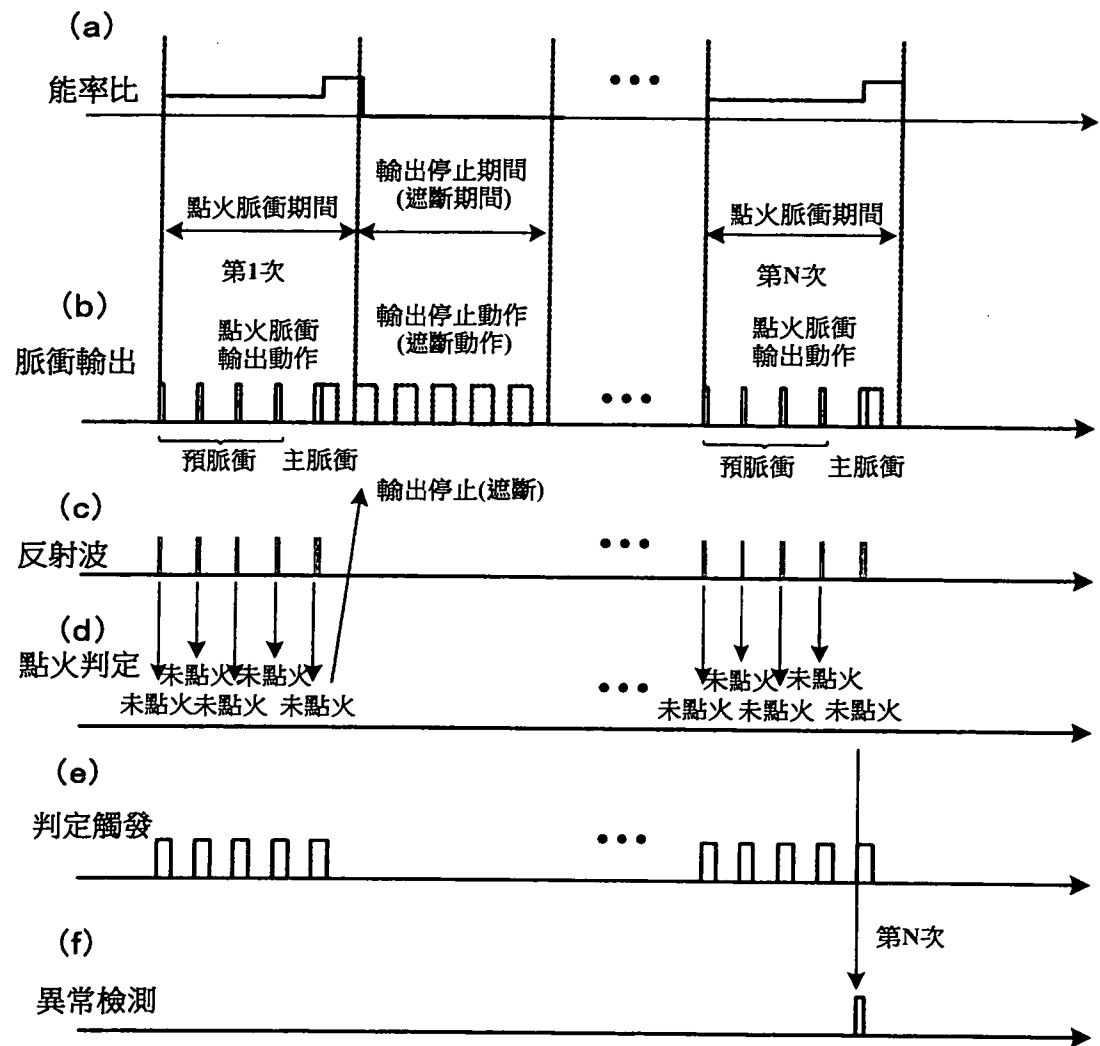


圖 19

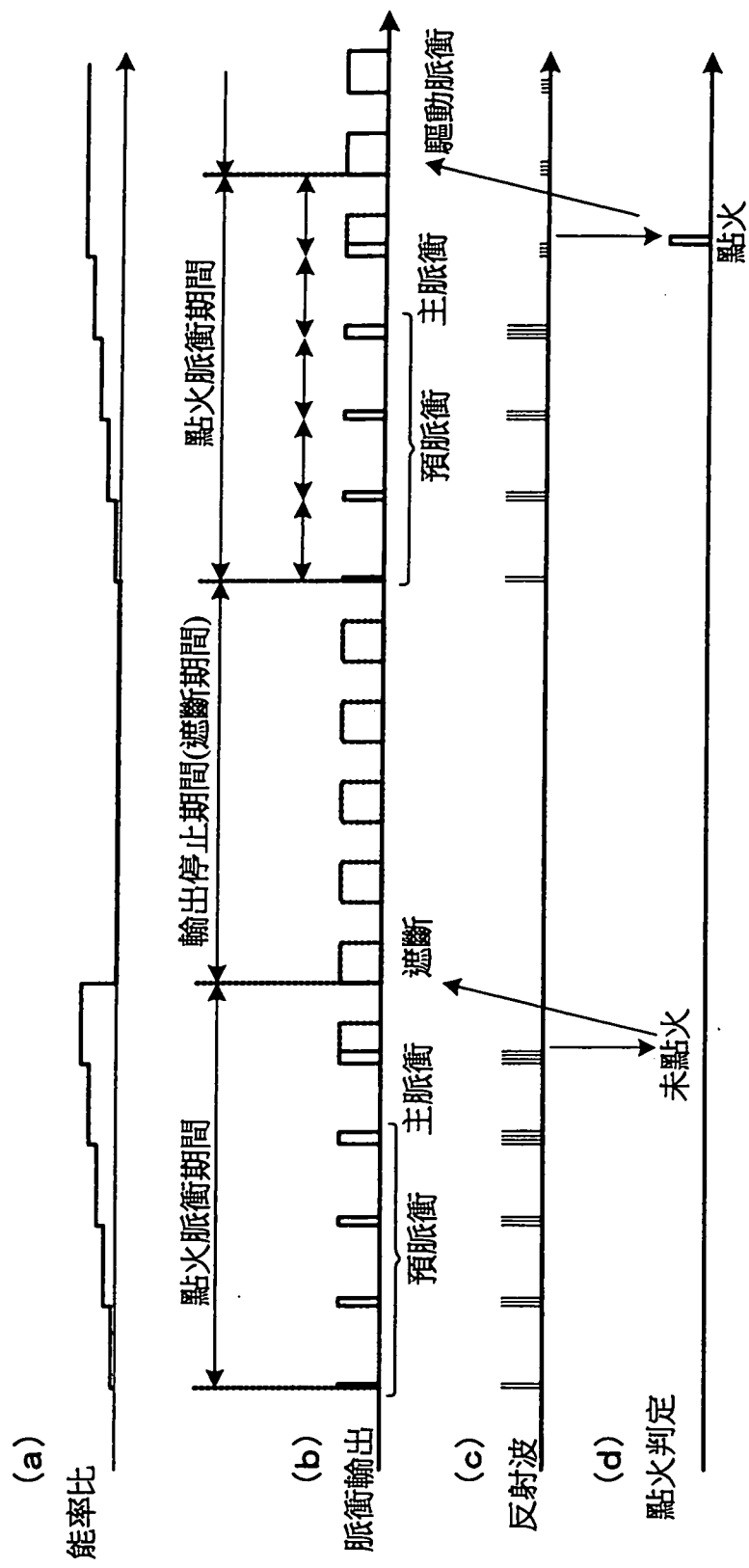


圖 20

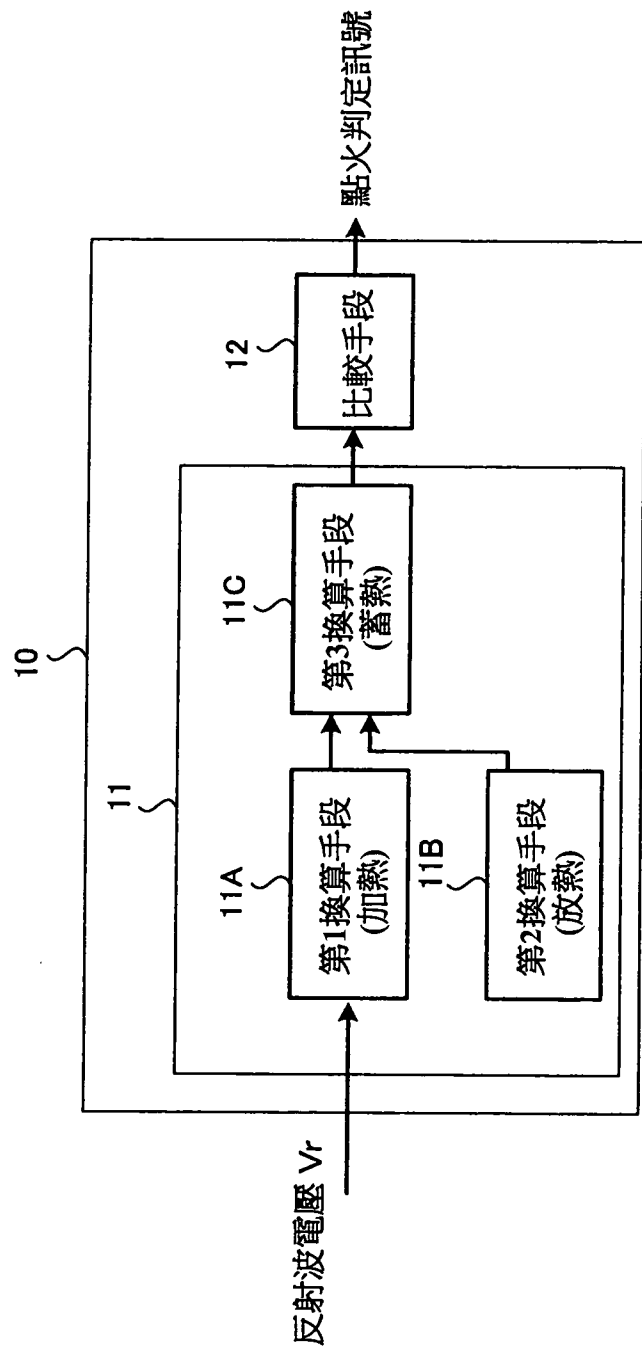


圖 21

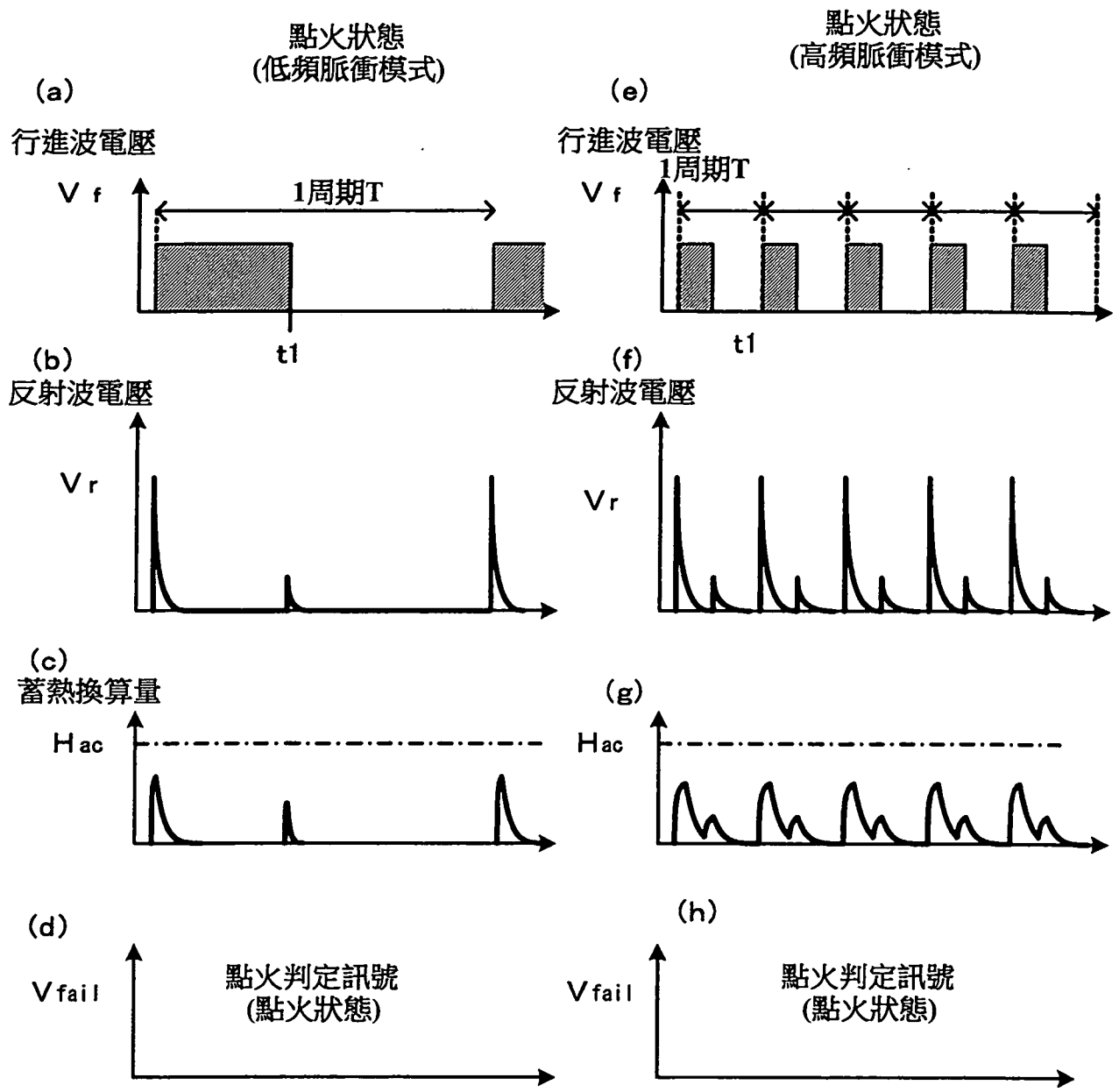


圖 22

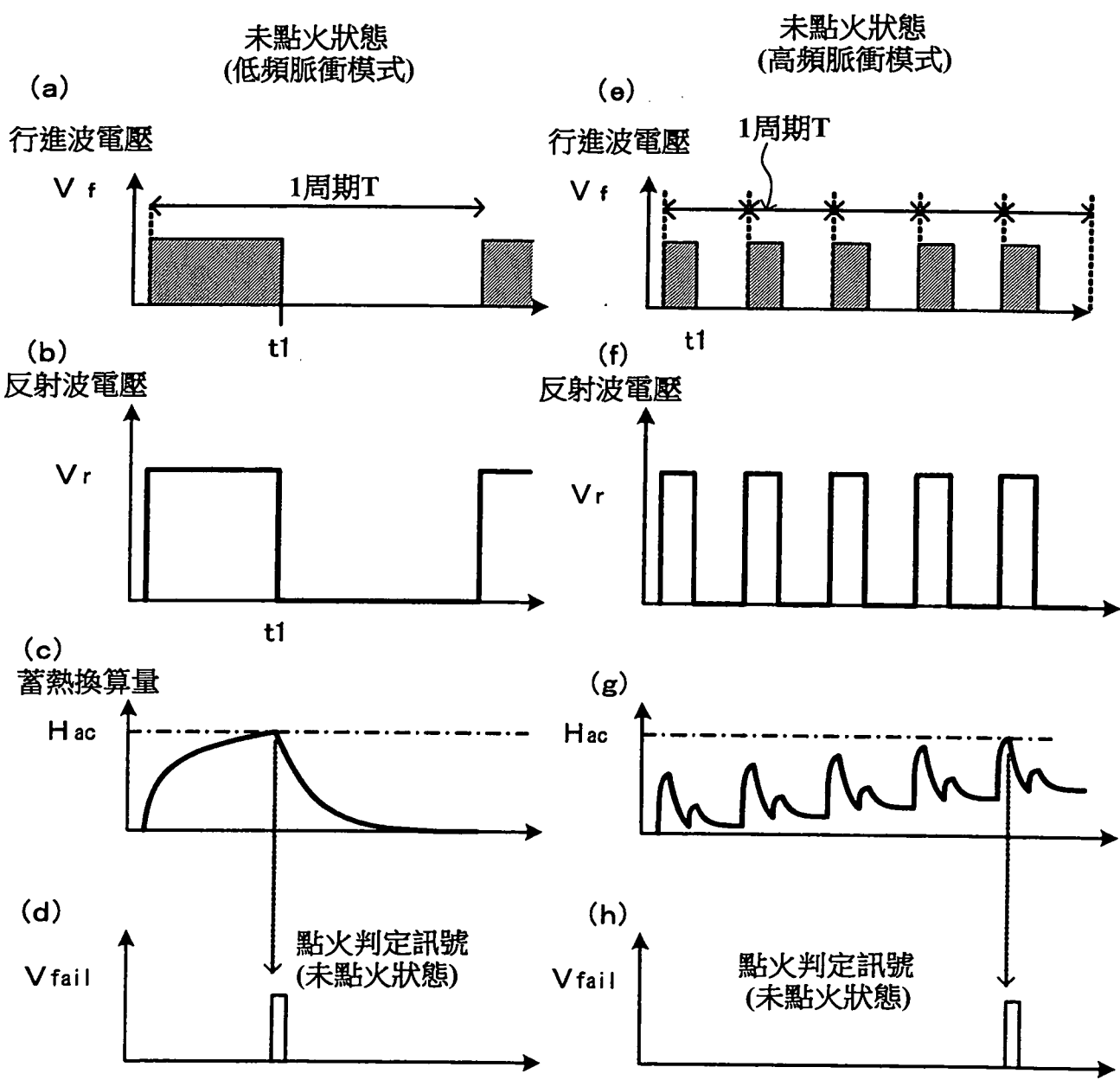


圖 23

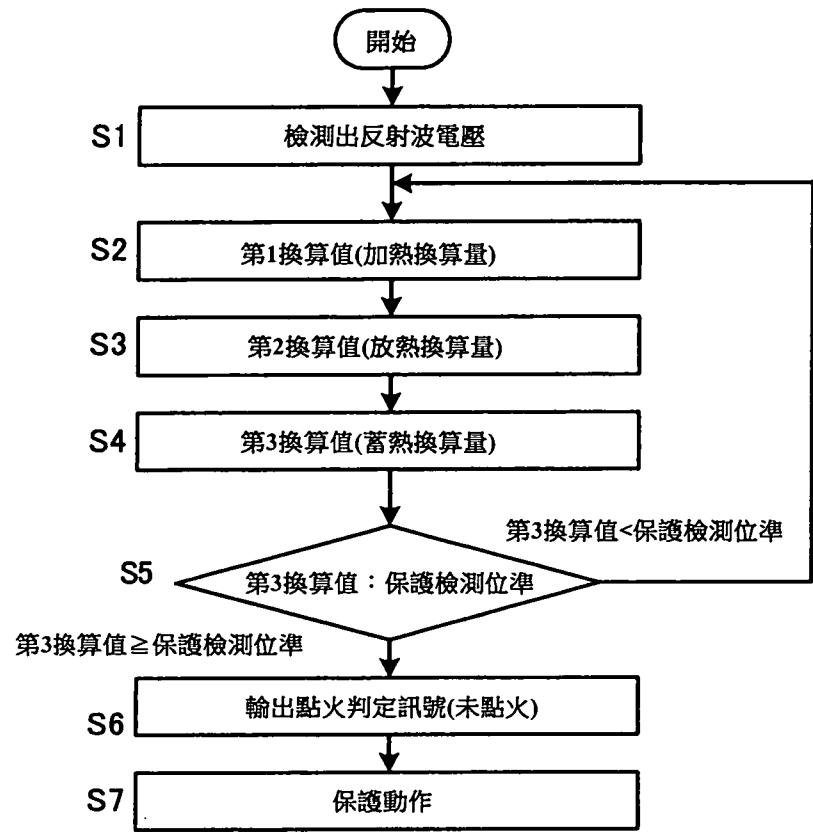


圖 24

