

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：P6132839

※申請日期：P6.9.4

※IPC 分類：H05H 1/44

一、發明名稱：(中文/英文)

高頻電源裝置及高頻功率供給方法

HIGH FREQUENCY POWER SOURCE DEVICE AND SUPPLY METHOD OF HIGH FREQUENCY POWER

二、申請人：(共 2 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

1. 巴爾工業股份有限公司

PEARL KOGYO CO., LTD.

2. 中微半導體設備(亞洲)有限公司

ADVANCED MICRO-FABRICATION EQUIPMENT, INC. ASIA

代表人：(中文/英文)

1. 木戶千榮子(木戶千榮子) / KIDO, CHIEKO

2. 尹志堯 / YIN, GERALD

住居所或營業所地址：(中文/英文)

1. 日本國大阪府大阪市住之江區南加賀屋 3 丁目 8 番 13 號

8-13, Minamikagaya 3-Chome, Suminoe-Ku, Osaka-Shi, Osaka, Japan

2. 英屬開曼群島格蘭特開曼喬治鎮南教堂街阿格蘭屋郵政信箱 309GT

P.O. Box 309GT, Uglan Houses, South Church Street, George Town, Grand Cayman, British Cayman Islands

國籍：(中文/英文) 1. 日本國 / JAPAN 2. 英國 / UK

三、發明人：(共 5 人)

姓名：(中文/英文)

1. 早野英一 / HAYANO, EIICHI

2. 中村剛 / NAKAMURA, TAKESHI

3. 前川泰範 / MAEKAWA, YASUNORI

4. 飯塚浩 / IIZUKA, HIROSHI

5. 陳金元 / CHEN, JINYUAN

國籍：(中文/英文)

1. 至 4. 日本國 / JAPAN

5. 美國 / U. S. A.

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 日本國；2006 年 11 月 22 日；特願 2006-314962（主張優先權）

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

本發明係提供一種可精確度佳且在短時間內對有效產生電漿的高頻功率進行控制且予以供給的高頻電源裝置及高頻功率供給方法。

本發明之高頻電源裝置係至少具備：對電漿處理室 5 供給第 1 頻率 f_1 之高頻功率的第 1 高頻電源部 11、以及對電漿處理室 5 供給第 2 頻率 f_2 ($f_1 > f_2$) 之高頻功率的第 2 高頻電源部 71，而第 1 高頻電源部 11 具備：將第 1 頻率之高頻功率進行振盪，且頻率為可變的第 1 高頻振盪部 16；接收第 1 高頻振盪部 16 的輸出，且將其功率予以放大的第 1 功率放大部 15；對反射波進行外差式檢波之外差式檢波部 13；以及接收由外差式檢波部 13 所檢波的訊號及行波訊號，而對第 1 高頻振盪部 16 之振盪頻率以及第 1 功率放大部 15 之輸出進行控制的第 1 控制部 14。

六、英文發明摘要：

This invention provides a high frequency power source device and a supply method of high frequency power capable of controlling and supplying in good accuracy and in a short time high frequency power being effective for generating plasma.

The high frequency power source device of the present invention at least comprises a first high frequency power source section (11) and a second high frequency power source section (71) for respectively supplying the high frequency power of first frequency (f_1) and second frequency (f_2) ($f_1 > f_2$) to a plasma processing room (5), which further comprises a first high frequency oscillation section (16), of which the frequency is variable, for oscillating a high frequency power of the first frequency in the first high frequency power source section (11), a first power amplifying section (15) which receives the output of the first high frequency oscillation section (16) and amplifies the power, a heterodyne detecting section (13) for detecting in heterodyne a reflection wave, and a first controlling section (14) which receives a traveling-wave signal and a signal detected by the heterodyne detecting section (13) and controls the oscillation frequency of the first high frequency oscillation section (16) and the output of the first power amplification section (15).

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

5	電漿處理室
5a、5b	平行電極板
10	高頻電源裝置
11	第 1 高頻電源部
12	第 1 方向性耦合器
13	反射波第 1 外差式檢波部
14	控制基板(第 1 控制部)
15	功率放大部(第 1 功率放大部)
16	振盪部(第 1 高頻振盪部)
71	第 2 高頻電源部
95	阻抗匹配部
f_1	第 1 頻率
f_2	第 2 頻率
f_3	頻率
S_1	頻率控制訊號
S_2	輸出控制訊號
S_a	來自方向性耦合器之反射波輸出訊號
S_b	外差式檢波之訊號
S_c	來自方向性耦合器之行波輸出訊號

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

本案無化學式。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種高頻電源裝置及高頻功率供給方法，更具體而言，係關於一種供用於製作半導體裝置等之電漿處理用的高頻電源裝置及高頻功率供給方法。

【先前技術】

DRAM(Dynamic Random Access Memory，動態隨機存取記憶體)、SRAM(Static Random Access Memory，靜態隨機存取記憶體)、快閃記憶體(flash memory)、光半導體晶片等半導體裝置係經由在半導體基板上形成半導體層疊膜，藉由蝕刻將各部位穿孔且充填金屬膜等而作電性連接，而且設置包圍預定區域的溝槽，充填氧化膜而予以絕緣等製程(process)所製成。在將層疊膜蝕刻而形成孔穴或溝槽的製程中雖使用各種蝕刻方法，但是利用電漿所進行的處理由於可進行深且陡急之高縱橫比(aspect ratio)的蝕刻，因此用在製造大部分的半導體裝置。

電漿係在電漿產生裝置內導入用以產生電漿的氣體，在該裝置供給高頻功率而形成高頻電場，而在高頻電場內產生電漿。為了在半導體層疊膜形成高縱橫比之陡急且深的孔穴，必須以良好跟隨性對應控制指令在電漿處理室進行高頻功率的供給，而且以優異控制性進行低密度至高密度之各密度水平的電漿的產生、穩定維持及消滅(停止)作業。此外，與蝕刻處理毫無關連，在形成上述半導體裝置之氧化膜或氮化膜方面，亦使用電漿處理。對於如上所述

之電漿處理裝置之高頻功率供給的控制性係在達成半導體裝置之小型化(高精細化)及高性能化方面為重要因素，因此自以往就已開始致力改善。

關於對電漿處理室供給高頻功率的控制，在高頻電源裝置中，係採取以下二個控制手法。(1)其一係對反射波(反射高頻功率 P_r)進行檢波而反饋至功率放大器的手法。亦即，係一種將由正在供給高頻功率的電漿處理裝置返回的反射波藉由方向性耦合器(Directional Coupler)分為入射波(入射或行波(前進波, traveling wave)高頻功率: P_f)來進行檢波，並反饋至功率放大器的方法，且為控制高頻功率本身的手法。(2)另外之一係由阻抗匹配器(impedance matching device)對所供給之高頻功率進行匹配的手法。阻抗匹配器係具備：用以檢測高頻功率之電壓與電流之相位差 ϕ 及阻抗 Z 的檢測部；由電容 C 及電感 L 所構成的阻抗匹配部；以及以將由檢測部所檢測出的相位差設為零，而且使電壓與電流的比成為傳送線路之特性阻抗的方式，自動調整上述電容 C 及電感 L 的伺服馬達控制部。伺服馬達控制部亦可使用標度盤機構(dial mechanism)而以手動進行控制。使用阻抗匹配器的方法係對用以將所供給的高頻功率有效利用在電漿產生之效率進行控制的手法。藉由上述(1)及(2)，以圖對用在產生電漿之高頻功率供給進行控制。

但是，關於上述(2)藉由阻抗匹配進行的控制會有以下問題產生。在電漿處理裝置中，在電漿產生的前後，負載

阻抗會急遽大幅變動。因此，即使使用伺服馬達機構而藉由阻抗匹配器來取得匹配(matching)，跟隨速度亦不足夠，因而產生各種不良情形。亦即，由於受到伺服馬達之慣性等影響，因而在縮短調整時間方面有所限制，結果，產生無法快速穩定產生電漿的情形。此外，在某些情形下，會有即使產生電漿，亦會在中途停止的問題。為了解決該問題，已提出一種方法係另外設置將高頻振盪部的振盪頻率設為可變，而且檢測在電漿處理室內之電漿產生的電漿產生檢測器，當利用該電漿產生檢測部檢測出產生電漿時，使高頻振盪部之振盪頻率變化成預先決定之預定的固定頻率，在電漿產生中係利用該固定頻率進行振盪(專利文獻 1)。在電漿產生前係採用接收來自阻抗匹配部之相位差檢測器的相位差訊號，且以使相位差為零的方式改變高頻振盪部之振盪頻率的手法。根據該方法，在電漿產生後，可立即電子式調整為最適之固定頻率而供給高頻功率，而可進入穩定狀態。在產生電漿後，高頻振盪器係以固定頻率進行振盪，且藉由阻抗匹配器以圖匹配。

此外，在上述(1)之將反射波反饋至高頻放大器的方法中會有以下問題發生。對於電漿處理室的電極，係對基板附近之離子運動進行控制，而不僅對電漿產生用的高頻功率進行控制，因此低頻率之離子控制用高頻功率會重疊施加。因此，來自電漿處理室的反射波係將用以產生電漿之高頻的高頻訊號與供離子控制用之低頻率的反射波加以混合，而由包含調變波(modulation wave)及諧波(harmonic)

的頻譜(spectrum)所形成。亦即，以用以產生電漿的高頻的高頻訊號為中心，產生包含只分離上述離子控制用高頻功率之頻率份的側峰峰值(side peak)的頻譜，由於無法將該等峰值分離進行檢波，因此形成功率放大器之控制的誤差要因。為了解決上述問題，已提出一種方法係使用頻率比供產生電漿用的高頻功率較低的頻率，而且該頻率比供離子控制用之高頻的頻率較高的預定頻率的高頻，來進行外差式檢波(heterodyne detection)(專利文獻 2)。根據該外差式檢波法，在上述頻率之高頻訊號的周圍產生形成僅分離供離子控制用之高頻的頻率份的側峰峰值的頻譜，而且由該頻譜中選出具有頻率的高頻訊號的濾波器(filter)係可藉由簡單構成來實現。藉由該外差式檢波法，可無誤差地捕捉反射波的高頻訊號，而將輸出訊號傳送至功率放大器。

(專利文獻 1)日本特開平 9-161994 號公報

(專利文獻 2)日本特開 2003-179030 號公報

【發明內容】

(發明所欲解決之課題)

但是，在半導體裝置的製造廠商中，係持續不斷追求小型化(高精細化)及高性能化，因此，經常需要一種可在短時間內穩定產生更大部分狀態下的電漿之控制性高的高頻電源裝置。本發明之目的在提供一種更進一步提高控制性的高頻電源裝置及高頻功率供給方法。

(用以解決課題之手段)

本發明之高频電源裝置係至少具備：對電漿處理室供給第 1 頻率之高频功率的用以產生且控制電漿的第 1 高频電源部、以及對電漿處理室供給低於第 1 頻率之第 2 頻率之高频功率的用以控制離子的第 2 高频電源部。在該高频電源裝置中，其特徵為：在第 1 高频電源部中具備：將第 1 頻率之高频功率進行振盪，且頻率為可變的第 1 高频振盪部；接收第 1 高频振盪部的輸出，且將其功率予以放大的第 1 功率放大部；輸入有來自電漿處理室之反射波及來自第 1 功率放大部之行波的第 1 方向性耦合器；將來自第 1 方向性耦合器的反射波訊號進行外差式檢波的反射波第 1 外差式檢波部；以及接收由反射波第 1 外差式檢波部所檢波的訊號以及來自第 1 方向性耦合器的行波訊號，而對第 1 高频振盪部之振盪頻率以及前述第 1 功率放大部之輸出進行控制的第 1 控制部；在前述第 2 高频電源部中具備：第 2 高频振盪部，將前述第 2 頻率之高频功率進行振盪，且頻率為可變；第 2 功率放大部，接收前述第 2 高频振盪部的輸出，且將其功率予以放大；第 2 方向性耦合器，輸入有來自前述電漿處理室之反射波及來自前述第 2 功率放大部之行波；反射波第 2 檢波部，將來自前述第 2 方向性耦合器的反射波訊號進行檢波；以及第 2 控制部，接收由前述反射波第 2 檢波部所檢波的檢波訊號以及來自前述第 2 方向性耦合器的行波訊號，而對前述第 2 高频振盪部之振盪頻率以及前述第 2 功率放大部之輸出進行控制。

根據上述構成，接收高精確度的外差式檢波訊號，第

1 控制部係將振盪頻率之最適化與功率放大之最適化，在考慮到兩者之相互影響等之後，可藉由電子機構在瞬間進行。因此，可按照外部操作而精確度佳地進行實際上對於電漿內之高頻功率的供給，而且可提升其跟隨速度。亦即，在本發明中，第 1 高頻電源部及第 2 高頻電源部均需要設置阻抗匹配部，但是在藉由該阻抗匹配部之伺服馬達機構對電容(capacitance)等進行控制之前，可藉由電子機構在瞬間控制振盪頻率且取得匹配。而且，由於將投入至電漿之高頻功率的效率、及該高頻功率的輸出等雙方在瞬間均予以最適化，因此，藉由振盪頻率的最適化而使高頻功率之供電效率提升的結果，可將功率放大部之功率元件的容許功率容量抑制為較低。

此外，藉由上述構成，當將用以控制基板附近之離子動作的離子控制用高頻功率作為第 2 高頻功率連同第 1 高頻功率供給至電漿處理室時，可藉由電子機構，在藉由阻抗匹配部之伺服馬達機構瞬間進行控制之前，精確度佳地將第 2 高頻功率的頻率及功率值予以最適化而可提高電漿的穩定性。電漿係必須在對象範圍內滿足電氣中性條件，當其均衡被破壞時，雖會引起不穩定要因，但是藉由上述構成來控制第 2 高頻電源部，藉此可精確度佳且在短時間內對電漿(電漿密度、電漿壓力、電漿溫度等)進行控制。此外，當第 2 頻率較低時，並不需要針對第 2 頻率之反射波進行外差式檢波等，而可利用簡單構成的濾波器精確度佳地進行檢波，並進行頻率控制。此外，針對第 2 高頻電

源部所配置的阻抗匹配部的伺服馬達機構係藉由上述頻率控制而減少使用頻度。可縮小第 2 功率放大部之功率元件的容許功率容量亦與第 1 高頻電源部相同。其中，行波訊號可自第 2 方向性耦合器直接輸入至第 2 控制部，亦可通過濾波器等行波第 2 檢波部而輸入至第 2 控制部。

在製作上述經高精細化後的半導體裝置時，必須精確度佳地進行特別低的電漿密度的控制，但是當為低電漿密度時，由於亦調整投入功率，因此來自電漿處理室之反射波的主峰值會變低，而容易產生與側峰峰值的強度相等或較低的情形。此外，由於如上所示進行振盪頻率的控制，因此反射波的主峰值亦視狀況而使頻率移位(shift)。在如上所示的情形下，外差式檢波尤其有效發揮功能，且可精確度佳地對該進行頻率移位為較低的主峰值進行檢波，第 1 控制部係接收該外差式檢波訊號，而可對適於在阻抗匹配部進行匹配的頻率發出指令。因此，反射波會變得更低，但是儘管如此，根據該變低之強度之反射波的外差式檢波訊號，第 1 控制部係可在短時間內實現最適振盪頻率及功率放大之高頻功率的供電。在製作高精細化之半導體裝置時，提高所有種類之電漿的控制性(跟隨速度、精確度及以結果而言所得之穩定性)係極為重要的，但是在特別低的電漿密度下的較高控制性很重要，藉由使用本發明中之外差式檢波與頻率控制，可適當製作高精細化半導體裝置。

此外，雖屬理所當然，惟由於藉由外差式檢波進行反射波的檢波，而提升檢波訊號的可靠性，因此可僅信賴該

檢波訊號而對振盪頻率及輸出進行控制。結果，並不需要另外配備例如其他檢測裝置（電漿產生探測裝置等）。其中，行波訊號係可由第 1 方向性耦合器直接輸入至第 1 控制部，亦可通過濾波器等行波第 1 檢波部而輸入至第 1 控制部。

此外，亦可構成為：在上述第 1 高頻電源部具備行波第 1 外差式檢波部，該行波第 1 外差式檢波部係將來自第 1 方向性耦合器的行波訊號進行外差式檢波，由第 1 控制部接收該行波訊號之外差式檢波訊號。藉由該構成，調變波或諧波成分亦混入來自第 1 方向性耦合器的行波訊號，即使會有變成雜訊而受到影響之虞，亦可精確度佳地進行行波訊號的檢波，而可精確度佳地進行功率放大的控制。

此外，上述反射波第 2 檢波部係對反射波訊號進行外差式檢波的反射波第 2 外差式檢波部，第 2 控制部係接收由該反射波第 2 外差式檢波部所檢波的訊號，而對第 2 高頻振盪部之振盪頻率以及前述第 2 功率放大部之輸出進行控制。藉由該構成，當更加提高第 1 高頻電源部之頻率，且隨之提高第 2 高頻電源部之頻率時，藉由即使是在第 2 高頻電源部中亦對反射波進行外差式檢波，即可接收精確度佳的反射波訊號，而將穩定維持電漿所需的第 2 高頻功率有效率且在瞬間提供至電漿處理室。

此外，亦可構成為：在上述第 2 高頻電源部具備行波第 2 外差式檢波部，該行波第 2 外差式檢波部係將來自第 2 方向性耦合器的行波訊號進行外差式檢波，由第 2 控制

部接收該行波訊號之外差式檢波訊號。藉由該構成，當更加提高第 1 高頻電源部之頻率，且隨之提高第 2 高頻電源部之頻率時，雖然會有在第 2 高頻電源部之行波訊號中亦混入調變波或諧波等雜訊之虞，但是藉由對該行波訊號進行外差式檢波，可精確度佳地檢測出第 2 高頻電源部之行波訊號，而可提高功率放大的輸出精確度。

此外，復具備 1 個或 2 個以上用以將高頻功率供給至上述電漿處理室的高頻電源部，該 1 個或 2 個以上之高頻電源部係輸出頻率與第 1 及第 2 頻率不同的高頻功率。藉由該構成，可進行精確度更高之高頻功率的供給，而可有助於製造經高精細化後的半導體裝置。

此外，上述 1 個或 2 個以上之高頻電源部之至少 1 個高頻電源部係可具備：在反射波訊號及行波訊號之中至少對反射波訊號進行外差式檢波之外差式檢波部；以及接收由該外差式檢波部所檢波的反射波訊號，而對該高頻電源部之振盪頻率及輸出進行控制的控制部。藉由該構成，可更加精細地進行對電漿處理室供給高頻功率，而可提升該控制之適應性及精確度。

本發明之高頻功率供給方法係對電漿處理室至少供給第 1 頻率之第 1 高頻功率以及低於該第 1 頻率之第 2 頻率之第 2 高頻功率。該方法之特徵為具備：分別利用第 1 高頻電源部將第 1 高頻功率進行功率放大，且利用第 2 高頻電源部將第 2 高頻功率進行功率放大且供給至電漿處理室的步驟；於第 1 高頻電源部中，將來自電漿處理室之反射

波進行外差式檢波的步驟；接收經外差式檢波之反射波訊號及第 1 高頻功率之行波訊號，而對第 1 高頻電源部中之振盪頻率及功率放大進行控制的步驟；於第 2 高頻電源部中，將來自電漿處理室之反射波訊號及第 2 高頻功率之行波訊號進行檢波的步驟；以及接收經檢波之反射波訊號及行波訊號，而對第 2 高頻電源部中之振盪頻率及功率放大進行控制的步驟。

根據上述方法，於第 1 高頻電源部中，可將反射波之外差式檢波訊號作為供對功率放大器進行反饋與阻抗匹配之用的控制訊號使用，且在伺服馬達機構之匹配之前，先在阻抗匹配部藉由該伺服馬達機構以圖匹配，且藉由電子機構，可在瞬間且高精確度地同時進行振盪頻率及高頻功率值之最適化。此外，於第 2 高頻電源部中，亦可藉由電子機構，在瞬間且高精確度地同時進行振盪頻率及高頻功率值之最適化。因此，可比習知技術更進一步精確度佳地對應電漿（電漿密度、電漿壓力、電漿溫度等）的變動而在瞬間供給最適之高頻功率。如上所示之高頻功率的供給方法對於所有種類之電漿的穩定產生極為有效，但是可藉由外差式檢波，精確度佳地接收來自特別低密度之電漿產生中之處理室的反射波，而在瞬間實現最適之功率放大及振盪頻率。藉由提升高頻功率供給的效率，使所需之功率放大受到抑制，因此利用容許功率容量更小的功率放大裝置即已足夠。

（發明之效果）

根據本發明之高頻電源裝置及高頻功率供給方法，可進行用以在瞬間且以良好精確度供給有效產生各種電漿之高頻功率的控制。可提高對所有種類之電漿供給高頻功率的控制性(跟隨速度、精確度及以結果而言所得之穩定性)，但是其中亦可提高在低密度電漿之高頻功率之供給的控制性，因此對於半導體裝置之小型化(高密度化)極為有效。

【實施方式】

(實施形態 1)

第 1 圖係顯示本發明實施形態 1 之高頻電源裝置 10 的方塊圖。於第 1 圖中，自第 1 高頻電源部 11 供給第 1 頻率 f_1 的高頻功率至電漿處理室 5，而且自第 2 高頻電源部 71 供給低於第 1 頻率的第 2 頻率 f_2 的高頻功率至電漿處理室 5。在第 1 圖中係例示電漿處理室 5 為具備電極板 5a 與電極板 5b 的平行平板電漿處理室，但若為供給高頻功率而產生電漿者，則可為任何裝置形式，此外在第 1 圖中，進行電漿處理的基板(例如半導體晶圓)係裝設在電極板 5b，但是亦可裝設在電極板 5a。第 1 頻率的高頻功率係在上述 2 塊平行平板 5a、5b 之間形成高頻電場，且在該處導入氣體而形成電漿。此外，第 2 頻率的高頻功率係為了控制電極板附近之離子的動作所供給之離子控制用高頻功率。第 1 頻率 f_1 為 60MHz 左右(由第 1 控制部 14 所控制，在預定範圍內為可變)，第 2 頻率 f_2 為 2MHz 左右，但第 1 及第 2 頻率可為更高，亦可為更低。在本實施形態中，第

2 頻率可為可變，亦可非為可變。此外，在第 1 圖中係顯示頻率 f_3 的高頻電源部(未圖示)連接於電極板，但是亦可連接直流電源部(因此 $f_3=0$)或頻率 f_3 的高頻電源部。藉此可構成 3 頻率合成型的高頻電源裝置。但是，可不設置該頻率 f_3 的高頻電源部，亦可為第 1 及第 2 頻率之 2 頻率合成型的高頻電源裝置。

第 1 高頻電源部 11 係具備：將上述第 1 頻率 f_1 的高頻進行振盪，而控制頻率之頻率為可變的第 1 高頻振盪部 16；以及將第 1 高頻振盪部 16 振盪的高頻功率予以放大的第 1 功率放大部 15。此外，具備：用以控制第 1 高頻振盪部 16 之振盪頻率及第 1 功率放大部 15 之放大率的第 1 控制部 14；以及用以將來自電漿處理室 5 的反射波訊號藉由第 1 方向性耦合器 12 自入射波(行波)分開，而與利用局部振盪器(未圖示)予以振盪的預定頻率的訊號相混合，且轉換成低頻率而進行檢波的第 1 外差式檢波部 13。當必須與用以進行容後說明之行波訊號的外差式檢波的「行波第 1 外差式檢波部」有所區別時，上述第 1 外差式檢波部 13 係記載為「反射波第 1 外差式檢波部」，且亦予以圖示，但若過於繁雜時，則省略反射波，而僅記載「第 1 外差式檢波部 13」。

在第 1 外差式檢波部 13 係經由第 1 方向性耦合器 12 而輸入將第 1 頻率 f_1 的高頻功率與第 2 頻率 f_2 的高頻功率予以混合的反射波 S_a ，且轉換成低於外差式檢波的頻率。藉此輸出由帶通濾波器(band pass filter)所選出的訊號

S_b 。關於第 1 外差式檢波部 13 之詳細構成，容後說明。第 1 控制部 14 係接收經外差式檢波後之反射訊號 S_b 及來自第 1 方向性耦合器 12 的行波(入射波)訊號 S_c 。根據該等所接收到的訊號 S_b 、 S_c 進行運算，且發出對第 1 高頻振盪部 16 的頻率控制訊號 S_1 以及對第 1 功率放大部 15 的輸出控制訊號 S_2 。在第 1 方向性耦合器 12 雖自第 1 功率放大部 15 輸入行波(入射波)，但該入射波訊號 S_c 係如上所述被輸入至第 1 控制部 14。

除了第 1 高頻電源部 11 以外，另外具備上述之供離子控制用的第 2 高頻電源部 71。該第 2 高頻電源部 71 係包含頻率振盪器(未圖示)，但在本實施形態中，振盪頻率可為可變，亦可非為可變，亦可為例如如習知之高頻電源裝置所示，進行功率放大器之放大率的控制，其他控制則以阻抗匹配部取得匹配的類型。

第 1 高頻電源部 11 與第 2 高頻電源部 71 係分別使阻抗匹配部 35、95 介在其中而連接於電漿處理室 5 之上部電極 5a。第 1 高頻電源部 11 由於可以抑制反射波強度的方式在瞬間控制振盪頻率，因此可不設置設在電漿處理室 5 與第 1 高頻電源部 11 之間的阻抗匹配部 35 中的伺服馬達控制機構，或者亦可設置伺服馬達控制機構。在電漿處理室 5 雖會產生第 1 及第 2 頻率之高頻功率之調變波及諧波，但與第 1 圖之電漿處理室 5 產生關連而顯示其一部分的頻譜。產生第 1 頻率 f_1 的主峰值(main peak)、因在其周圍分離第 2 頻率份的調變波所得之側峰峰值(side

peak)、第 2 頻率 f_2 之主峰值以及該等諧波之頻譜。

接著，以第 1 外差式檢波部 13 為主體，併同第 2 圖就第 1 高頻電源部 11 加以說明。於第 2 圖中，水晶(晶體)振盪器 13a 係輸出頻率 $f_m (= 10.7\text{MHz})$ 的訊號 H_1 ，利用混波器 (DBM: Double Balanced Mixer, 雙平衡混波器) 13b 與由振盪器(第 1 高頻振盪部) 16 所振盪出的第 1 頻率 $f_1 (= 60\text{MHz})$ 的訊號 H_2 相混合，而產生 49.3、60.7 及 70.3MHz 的訊號。透過低通濾波器 (low pass filter) 僅取出其中的 49.3MHz 的訊號成分，且作為 H_3 予以輸出。在混波器 (DBM) 13c 係輸入有該訊號 H_3 、以及由第 1 方向性耦合器 12 所分開的來自電漿處理室 5 的反射波訊號 S_a ，自混波器 13c 則係輸出合成訊號 H_4 。合成訊號 H_4 係包含在 10.7MHz 的主峰值附近具有 8.7MHz 及 12.7MHz 之側峰峰值的頻譜，在該 10.7MHz 的主峰值反映出反射波 S_a 的資訊。水晶振盪器 13a、混波器 13b、低通濾波器、混波器 13c、帶通濾波器 13d 及振盪部 16 的一部分係形成第 1 外差式檢波部 13。

所謂外差式檢波，係指產生在第 1 頻率 f_1 之高頻訊號加減預定頻率 f_m (在第 2 圖的情形下為 10.7MHz) 所得之頻率 $f_1 \pm f_m$ ($f_1 > f_m > f_2$) 的高頻訊號，取出 $f_1 + f_m$ (和成分) 或 $f_1 - f_m$ (差成分) 的訊號，與上述反射波相混合，而在頻率 f_m 的周圍轉換成包含具有側峰峰值之頻譜者而進行檢波。在第 2 圖顯示取出差成分 $f_1 - f_m$ 所使用的情形，但亦可使用和成分 $f_1 + f_m$ 。在經轉換的頻譜中，其頻率比 (f_m / f_2) 變小，約為 5 ($= 10.7 / 2$)，自側峰峰值分離主峰值(頻

率 f_0) 的濾波器係可利用簡單構成予以製作。根據上述頻率 f_0 (10.7MHz) 的主峰值，可進行振盪頻率及功率放大率的控制。如上所述，以簡單構成的帶通濾波器 13d 所選出的主峰值為訊號 S_b 。接收上述檢波訊號及來自第 1 方向性耦合器 12 的入射波訊號 S_c ，第 1 控制部(控制基板)14 係在進行運算之後，分別將頻率控制訊號 S_1 輸入至第 1 高頻振盪部(振盪部)16，而且將輸出控制訊號 S_2 輸入至功率放大器(第 1 功率放大部)15。其中，上述之對電漿處理室 5 供給高頻功率係就將第 1 高頻功率(60MHz 程度)與第 2 高頻功率(2MHz 程度)進行供電的類型加以說明，但亦可形成為在上述第 1 高頻功率與第 2 高頻功率另外同時供給直流或高頻的功率(稱為第 3 高頻功率)的 3 頻率合成類型。此外，亦可為同時將 4 頻率進行供電的 4 頻率合成類型。接著，不僅上述的 2 頻率合成類型，在關於 3 頻率以上合成類型的檢波中，係至少對反射波訊號進行外差式檢波，而可用在振盪頻率及輸出的控制。更且，如現在說明般，亦可對行波訊號進行外差式檢波，而用在振盪頻率及輸出的控制。

上述之經外差式檢波後的檢波訊號 S_b 係例如反映電漿氣體種類或氣體壓力變更時、貫穿孔貫穿後的負載阻抗(電漿)急遽變動時的狀態變動而發生變動。控制基板(第 1 控制部)14 係順應該檢波訊號 S_b 的變動，而可將上述振盪部(第 1 高頻振盪部)中之振盪頻率及功率放大率雙方皆立即最適化。

因此，電漿產生後係以固定頻率進行振盪，電漿產生中若與有賴於藉由阻抗匹配器進行匹配的習知方式(習知方式 1)相比較，可非常迅速且精確度佳地對應在電漿處理中所產生的變動(電漿密度、電漿壓力、電漿溫度等的變動)。此外，以往將經外差式檢波後的訊號用在控制功率放大器，與有賴於阻抗匹配器之伺服馬達機構以圖匹配的其他習知方式(習知方式 2)相比較，可以非常短的時間內對應電漿狀態的急遽變動。

如上所述之提升對於電漿處理中之變動的適應性的結果，根據本發明之高頻電源裝置及高頻功率供給方法，由於提升電漿(電漿密度、電漿壓力、電漿溫度等)的控制性(對應速度、精確度、電漿穩定操作)，因此可穩定且高精細地設置半導體裝置之高縱橫比的接觸孔或溝渠(trench)等。由於其中亦可提高高頻功率對低電漿密度之電漿的控制性，因此非常有益於製作高精細化半導體裝置。

在本實施形態之第 1 高頻電源部 11 中，由於第 1 控制部 14 係將振盪頻率與功率放大等雙方予以最適化，因此藉由頻率控制可在瞬間取得阻抗匹配，且由於減少所需的功率放大程度，因此可縮小功率放大器的容許功率容量，且可刪減功率放大裝置的費用。此外，由於減少使阻抗匹配部 35 的伺服馬達機構驅動的頻度，因此可延長藉由伺服馬達機構所驅動的真空可變電容器(variable condenser)的使用壽命。此外在某些情形下，可從阻抗匹配部 35 中免除伺服馬達機構，而有效刪減費用。其中，上述阻抗匹配部

35 之伺服馬達機構係可事先配置，或者亦可無須特別將功率放大裝置予以小容量化。

第 3 圖及第 4 圖係顯示於實施形態中不僅為了對反射波訊號進行外差式檢波，就連對行波訊號亦進行外差式檢波，而設置行波第 1 外差式檢波部 18 之例。行波第 1 外差式檢波部 18 的構成係如第 4 圖所示，與第 2 圖之反射波第 1 外差式檢波部 13 的構成相同，配置用以將來自振盪部 16 的高頻訊號與水晶振盪器 18a 的訊號予以混合的混波器 18b，於混波器 18c 中將來自該混波器 18b 的訊號混合在來自第 1 方向性耦合器 12 的行波訊號。藉由該混合，可獲得低頻率的峰值，藉由簡單構成的帶通濾波器 18d，可精確度佳地進行行波訊號的檢波。結果，即使在行波已混入諧波或調變波的情形下，亦可正確掌握行波的功率值，而可極為適當地進行功率放大率的控制。此外，如第 3 圖中顯示為頻率 f_3 所示，亦可將直流或高頻的功率（第 3 高頻功率）同時供給至電漿處理室的電極板 5b。藉此可構成 3 頻率合成類型的高頻功率供給裝置。再者，亦可同時供給其他頻率的高頻功率而構成 4 頻率合成類型的裝置。在關於該等 3 頻率以上合成類型的檢波中，係可至少對反射波訊號進行外差式檢波，而用在振盪頻率及輸出的控制。此外，關於行波訊號亦可進行外差式檢波，而用在振盪頻率及輸出的控制。

（實施形態 2）

第 5 圖係顯示用在本發明實施形態 2 之高頻電源裝置

的第 2 高頻電源部 71 的方塊圖。在用以供給電漿產生用之高頻功率的第 1 高頻電源部係使用與實施形態 1 相同者。在實施形態 1 中，供離子控制用的高頻電源部 71 若可供給頻率低於第 1 頻率的高頻功率，則可為任何高頻電源。但是，在本實施形態中，所具有的特徵在於：設置用以控制供離子控制用之高頻電源部的振盪部(第 2 高頻振盪部)76 之振盪頻率以及功率放大器(第 2 功率放大部)75 之輸出的控制基板(第 2 控制部)74，該第 2 控制部 74 係將頻率控制訊號 K_1 以及輸出控制訊號 K_2 分別輸入至振盪部 76 及功率放大器 75。供離子控制用之高頻功率係用在進行在供電漿產生用之電極板拉入電漿中之離子的離子拉入控制中。電漿雖然維持電氣中性條件，但是上述離子的拉入係必須確保電氣中性條件，若欠缺該離子控制時，即會增加不穩定性。因此，供離子控制用之第 2 高頻功率之供給的控制對於電漿(電漿密度、電漿壓力、電漿溫度等)的穩定維持係非常重要的。

於第 5 圖中，供離子控制用之較低的第 2 頻率(例如 2MHz)的高頻功率係利用第 2 功率放大器 75 予以放大，且通過第 2 方向性耦合器 72，經由阻抗匹配部 95(參照第 1 圖、第 3 圖)而供給至電漿處理室。來自電漿處理室的反射波係由第 2 方向性耦合器 72 予以分開，且通過低頻濾波器 73a 而輸入至控制基板(第 2 控制部)74。來自電漿處理室的反射波係包含：上述較低之第 2 頻率之單獨峰值的頻譜、以及由自第 1 高頻電源部所供給之較高之第 1 頻率(例

如 60MHz) 的主峰值及位於第 2 頻率之間隔的側峰峰值所構成的頻譜。由如上所述的訊號中選擇第 2 頻率之單獨峰值的低頻濾波器係可利用簡單構成予以製作。用以進行反射波之檢波的第 2 檢波部係由低頻濾波器 73a 所構成。所選出之反射波之單獨峰值的訊號係被輸入至控制基板(第 2 控制部)74。

通過第 2 方向性耦合器 72 之行波功率之路徑的訊號係由與上述反射波之頻譜相同的頻譜所形成，利用低頻濾波器 73b 輕易選擇低頻率的單獨峰值，行波(入射波)之單獨峰值訊號係被輸入至控制基板(第 2 控制部)74。控制基板 74 係根據反射波訊號及行波訊號來進行運算，分別將頻率控制訊號 K_1 輸入至振盪部(第 2 高頻振盪部)76、而且將輸出控制訊號 K_2 輸入至功率放大器(第 2 功率放大部分)75。

根據上述構成，可按照電漿狀態(電漿密度、電漿壓力、電漿溫度等)的變動，將為了進行接近電漿中之電極板之位置的離子控制所供給的離子控制用高頻功率立即對應且控制為最適頻率及最適功率值。以往完全沒有在離子控制用高頻電源中進行頻率控制的想法。但是，藉由上述構成，由於提升電極板附近之離子控制中的跟隨速度及精確度，因而即使在電漿處理中發生很多不穩定要因，亦可立即對應而穩定維持電漿狀態。

此外，對於第 2 高頻電源部所配置之阻抗匹配部之伺服馬達機構係藉由上述頻率控制而減少使用頻度。因此，可延長由伺服馬達機構所驅動之真空可變電容器的使用壽

命，此外在預定情形下可無須設置伺服馬達機構。此外，亦可與第 1 高頻電源部同樣地縮小第 2 功率放大器之容許功率容量。

上述第 5 圖中之反射波功率由於頻率為 1.8MHz 至 2.2 MHz，因此，可藉由低頻濾波器 73a 精確度佳地進行檢波。但是，當例如第 1 高頻電源部的振盪頻率變得更高，且供離子控制用之第 2 高頻功率的頻率亦變為數十 MHz 時，若僅利用上述低頻濾波器 73a 並無法精確度佳地進行檢波。結果，亦會產生根據錯誤的反射波訊號而進行錯誤的控制的情形。當第 2 高頻功率的頻率變高時，最好係於第 2 高頻電源部 71 中亦進行外差式檢波。第 6 圖係顯示配置有用以將來自第 2 方向性耦合器 72 之反射波訊號進行外差式檢波之反射波第 2 外差式檢波部 83 的第 2 高頻電源部 71 的構成例。如此即使是在第 2 高頻電源部 71 中，亦可藉由將反射波訊號進行外差式檢波來進行高精確度之反射波的檢波，且根據該外差式檢波訊號，在瞬間進行第 2 高頻功率之供給的最適化，且可以高精確度實現電漿穩定化所需之離子控制。此外，於第 2 高頻電源部 71 中，並非僅對反射波訊號進行外差式檢波(參照第 6 圖)，而係如第 7 圖所示亦對來自第 2 方向性耦合器 72 的行波訊號進行外差式檢波，藉此可更加精確度佳且適度地進行在第 2 高頻電源部 71 之功率放大器的輸出控制。

(實施例)

接著，顯示使用第 2 圖所示之第 1 高頻電源部 11 及第

5 圖所示之第 2 高頻電源部 71，而於第 1 高頻電源部之 A 點(訊號 S_a)及 B 點(訊號 S_b)中(參照第 1 圖及第 2 圖)，測定反射波訊號之頻譜所得的結果。第 8 圖係顯示在電漿氣體使用 NF_3 ，當壓力為 150mTorr、行波功率為 1kW 時之反射波訊號的頻譜圖。A 點係進行外差式檢波之前，反射波功率為 20W。此時，反射波之主峰值為 61.4MHz，雖高於遠離 2MHz 左右的側峰峰值，但是難以與側峰峰值分離並取入。以往，由於使用該狀態的反射波訊號用在功率放大的反饋，因此造成亦取入側峰峰值而接收到錯誤的反射波訊號。此外，第 9 圖係顯示同樣在 A 點之反射波訊號的頻譜圖，但是電漿壓力較低，為 70mTorr 的情形。此時，主峰值為 59.65MHz，等於或稍微低於側峰峰值。較低的電漿壓力在微細加工中非常重要，但是由於主峰值變低，因此反射波訊號變得特別容易產生誤差而容易進行錯誤的控制。

此外，將第 1 圖中第 1 控制部 14 由第 1 方向性耦合器 12 所接收的行波訊號 S_c 的頻譜顯示於第 10 圖。第 1 方向性耦合器 12 中之行波與反射波的分離並不充分，因此會在行波訊號 S_c 會重疊反射波訊號，且被認為與反射波訊號 S_a 為相同的側峰峰值。但是，與反射波訊號 S_a 不同地，主峰值的強度係比側峰峰值較高，因此在檢波時難以產生較大的誤差。但是，側峰峰值的影響越可完全忽視，主峰值的強度就越不高。

將已進行外差式檢波之在 B 點的反射波訊號 S_b 的頻譜顯示於第 11 圖。電漿的條件等係與第 8 圖的情形相同。根

據第 11 圖，主峰值係位於約 10.6MHz，側峰峰值係藉由帶通濾波器 13d 予以去除。因此，為 10mW 之較小的反射波功率，而且受到頻率控制，因此第 1 高頻功率之主峰值的頻率會進行移位(shift)，但是在進行外差式檢波後的訊號並不會進行頻率移位，而可精確度佳地僅接收第 1 高頻功率的反射波訊號，且根據該反射波訊號，第 1 控制部係可立即實現最適之振盪頻率及功率放大。此外，就行波訊號而言其藉由進行外差式檢波，而提高檢波的精確度，結果，亦可確實提高控制的精確度。尤其，為了在半導體裝置設置高縱橫比之接觸孔等，對於低電漿壓力之電漿之控制性較高之高頻功率的供給係極為重要，但是藉由上述第 11 圖所示之外差式檢波訊號，可精確度佳地檢測反射波強度，而可立即執行最適控制。

此外，根據上述本發明的方法，可立即取得阻抗匹配，而可有效供給高頻功率至電漿，因此可將功率放大裝置予以小容量化。此外，由於減少阻抗匹配部之伺服馬達機構的使用頻度，因此可延長真空可變電容器的使用壽命，且在某些情形下，可將真空可變電容器作為固定電容器而免除伺服馬達機構。

本說明書所揭示之實施形態的所有內容應視為例示，而非限制者。本發明的範圍係藉由申請專利範圍予以揭示，而非如上所述之說明，且包含與申請專利範圍均等的涵義以及範圍內的所有變更。

(產業上之可利用性)

藉由使用本發明之高頻電源裝置及高頻功率供給方法，可在自電漿產生至停止為止的總期間，精確度佳地接收高頻訊號，且在短時間內將供電漿產生用之高頻功率的頻率及功率放大經常控制成為最適者。雖然有益於所有種類之電漿之穩定產生的控制性，但是其中低密度電漿的控制性佳，因此期待尤其有助於各種半導體裝置的小型化。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係顯示本發明實施形態 1 之高頻電源裝置的方塊圖。

第 2 圖係顯示第 1 圖之高頻電源裝置之第 1 高頻電源部的方塊圖。

第 3 圖係顯示本發明實施形態 1 之高頻電源裝置之變形例的方塊圖。

第 4 圖係顯示第 3 圖之高頻電源裝置之第 1 高頻電源部的行波第 1 外差式檢波部的方塊圖。

第 5 圖係顯示本發明實施形態 2 之高頻電源裝置之第 2 高頻電源部的方塊圖。

第 6 圖係顯示本發明實施形態 2 之高頻電源裝置之第 2 高頻電源部之變化例的方塊圖。

第 7 圖係顯示本發明實施形態 2 之高頻電源裝置之第 2 高頻電源部之其他變化例的方塊圖。

第 8 圖係顯示在進行外差式檢波前之反射波訊號的頻譜圖(壓力 150mTorr)。

第 9 圖係顯示在進行外差式檢波前之反射波訊號的頻

譜圖(壓力 70mTorr)。

第 10 圖係顯示在進行外差式檢波前之行波訊號的頻譜圖。

第 11 圖係顯示在進行外差式檢波後之反射波訊號的頻譜圖(壓力 150mTorr)。

【主要元件符號說明】

5	電漿處理室
5a、5b	平行電極板
10	高頻電源裝置
11	第 1 高頻電源部
12	第 1 方向性耦合器
13	反射波第 1 外差式檢波部
13a	水晶振盪器
13b、13c	混波器(DBM)
13d	帶通濾波器
14	控制基板(第 1 控制部)
15	功率放大部(第 1 功率放大部)
16	振盪部(第 1 高頻振盪部)
18	行波第 1 外差式檢波部
18a	水晶振盪器
18b、18c	混波器(DBM)
18d	帶通濾波器
35	阻抗匹配部
71	第 2 高頻電源部

72	第 2 方向性耦合器
73a、73b	低頻濾波器
74	控制基板(第 2 控制部)
75	功率放大器(第 2 功率放大部分)
76	振盪部(第 2 高頻振盪部)
83	反射波第 2 外差式檢波部
88	行波第 2 外差式檢波部
95	阻抗匹配部
f_1	第 1 頻率
f_2	第 2 頻率
f_3	頻率
H_1	水晶振盪器之輸出訊號
H_2	來自第 1 高頻振盪部之輸出訊號
H_3	來自混波器之輸出訊號
H_4	來自混波器之輸出訊號
K_1	在第 2 高頻電源部的頻率控制訊號
K_2	在第 2 高頻電源部的輸出控制訊號
S_1	頻率控制訊號
S_2	輸出控制訊號
S_a	來自方向性耦合器之反射波輸出訊號
S_b	外差式檢波之訊號
S_c	來自方向性耦合器之行波輸出訊號

十、申請專利範圍：

1. 一種高頻電源裝置，係至少具備：對電漿處理室供給用以產生且控制電漿的第 1 頻率之高頻功率的第 1 高頻電源部、以及對電漿處理室供給用以控制離子的低於第 1 頻率之第 2 頻率之高頻功率的第 2 高頻電源部者，其特徵為：

在前述第 1 高頻電源部中具備：

第 1 高頻振盪部，將前述第 1 頻率之高頻功率進行振盪，頻率為可變；

第 1 功率放大部，接收前述第 1 高頻振盪部的輸出，且將其功率予以放大；

第 1 方向性耦合器，輸入來自前述電漿處理室之反射波及來自前述第 1 功率放大部之行波；

反射波第 1 外差式檢波部，將來自前述第 1 方向性耦合器的反射波訊號進行外差式檢波；以及

第 1 控制部，接收由前述反射波第 1 外差式檢波部所檢波的訊號以及來自前述第 1 方向性耦合器的行波訊號，而對前述第 1 高頻振盪部之振盪頻率以及前述第 1 功率放大部之輸出進行控制；

在前述第 2 高頻電源部中具備：

第 2 高頻振盪部，將前述第 2 頻率之高頻功率進行振盪，且頻率為可變；

第 2 功率放大部，接收前述第 2 高頻振盪部的輸出，且將其功率予以放大；

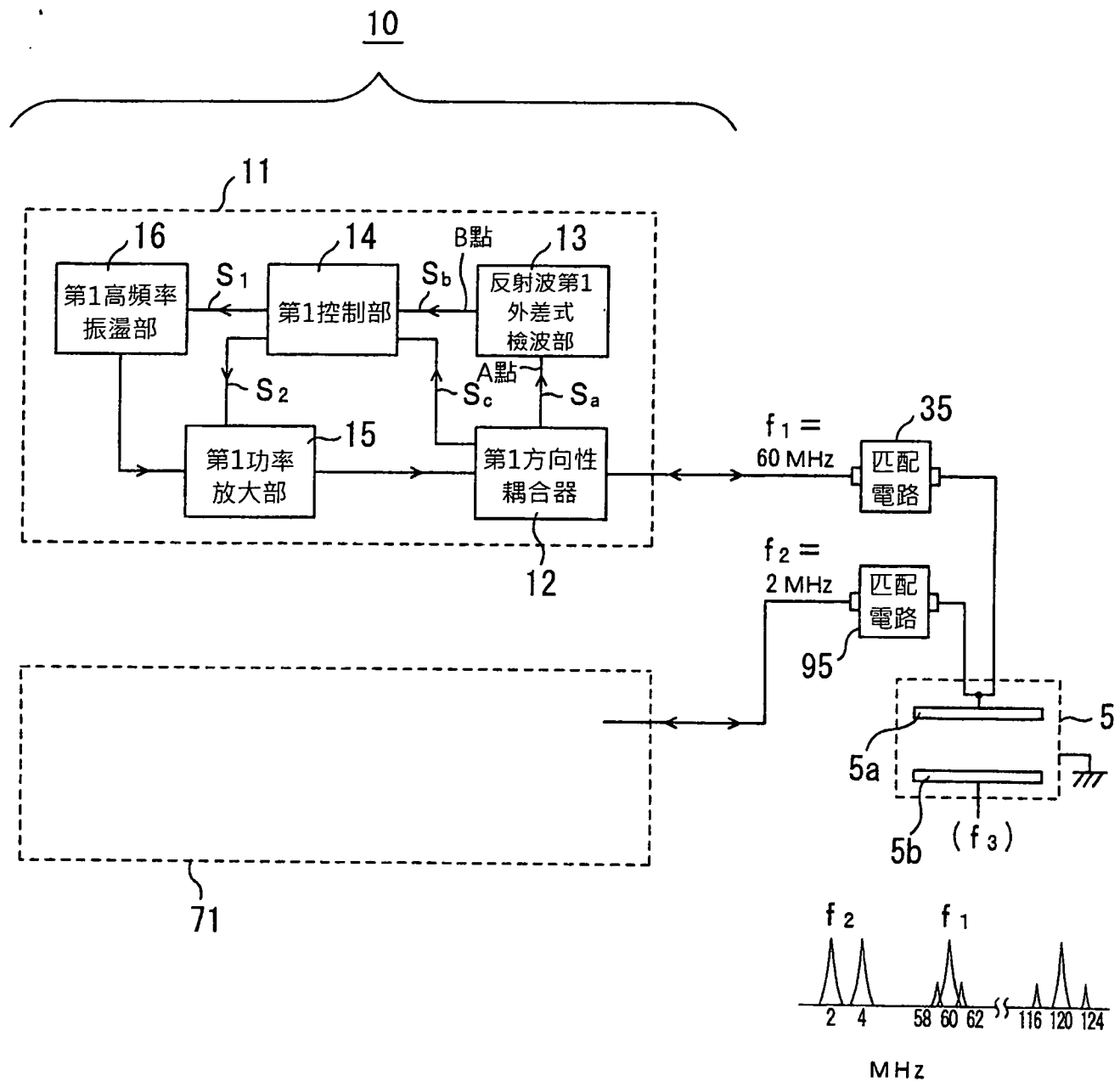
第 2 方向性耦合器，輸入有來自前述電漿處理室之反射波及來自前述第 2 功率放大部之行波；

反射波第 2 檢波部，將來自前述第 2 方向性耦合器的反射波訊號進行檢波；以及

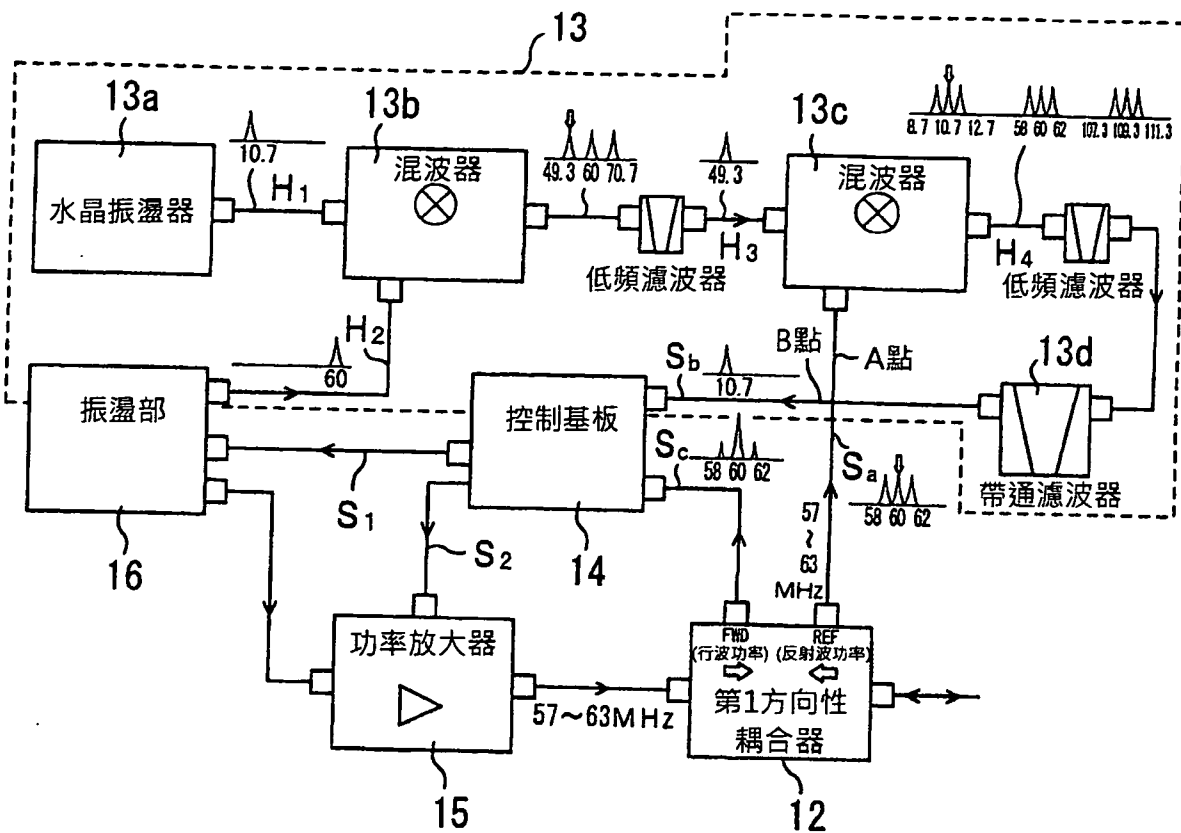
第 2 控制部，接收由前述反射波第 2 檢波部所檢波的檢波訊號以及來自前述第 2 方向性耦合器的行波訊號，而對前述第 2 高頻振盪部之振盪頻率以及前述第 2 功率放大部之輸出進行控制。

2. 如申請專利範圍第 1 項之高頻電源裝置，其中，在前述第 1 高頻電源部具備行波第 1 外差式檢波部，該行波第 1 外差式檢波部係將來自前述第 1 方向性耦合器的行波訊號進行外差式檢波，由前述第 1 控制部接收該行波訊號之外差式檢波訊號。
3. 如申請專利範圍第 1 項之高頻電源裝置，其中，前述反射波第 2 檢波部係對前述反射波訊號進行外差式檢波，前述第 2 外差式檢波部，前述第 2 控制部係接收由該反射波第 2 外差式檢波部所檢波的訊號，而對前述第 2 高頻振盪部之振盪頻率以及前述第 2 功率放大部之輸出進行控制。
4. 如申請專利範圍第 3 項之高頻電源裝置，其中，在前述第 2 高頻電源部具備行波第 2 外差式檢波部，該行波第 2 外差式檢波部係將來自前述第 2 方向性耦合器的行波訊號進行外差式檢波，由前述第 2 控制部接收該行波訊號之外差式檢波訊號。

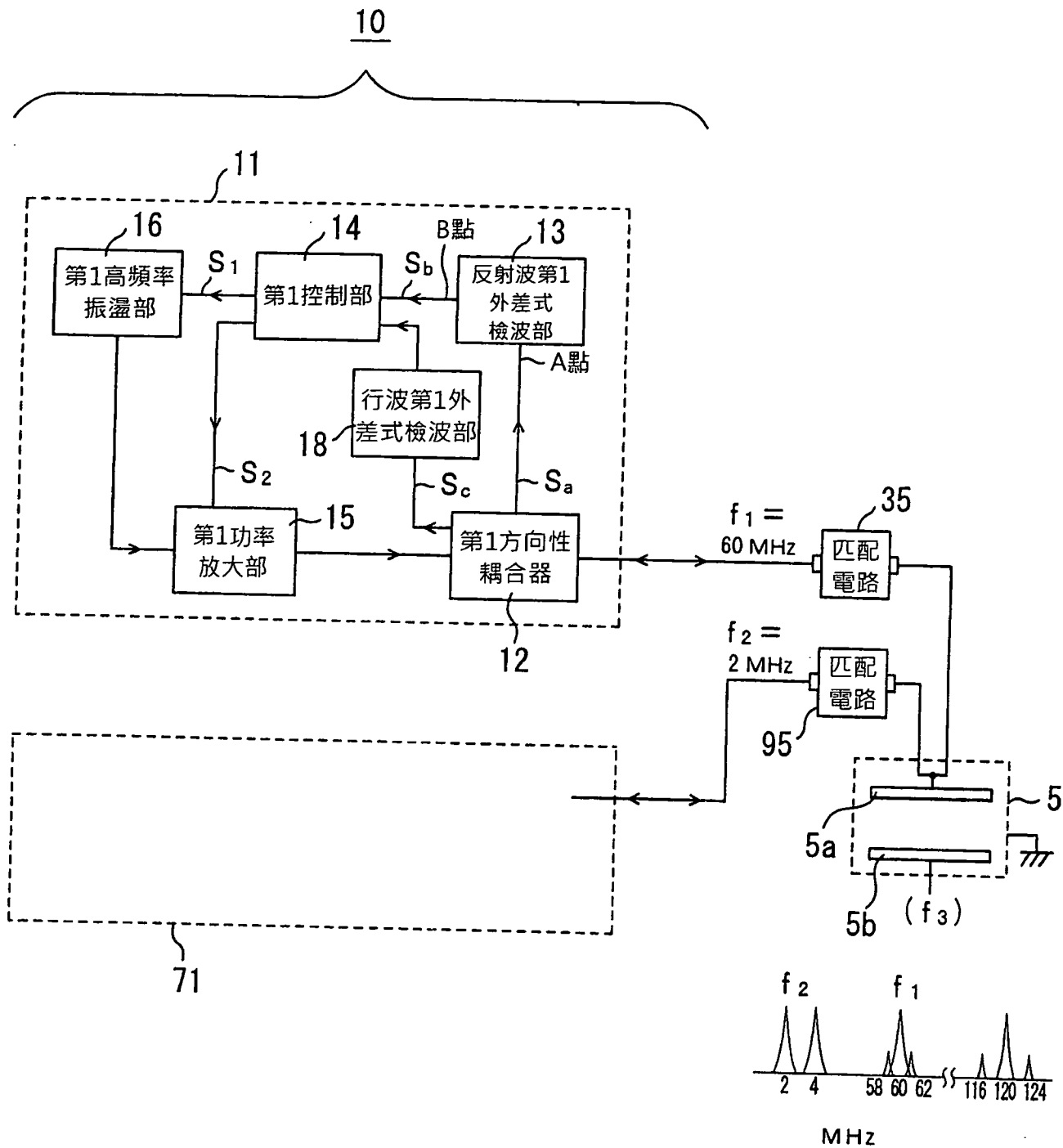
5. 如申請專利範圍第 1 項至第 4 項中任一項之高頻電源裝置，其中，復具備 1 個或 2 個以上用以將高頻功率供給至前述電漿處理室的高頻電源部，該 1 個或 2 個以上之高頻電源部係輸出頻率與前述第 1 及第 2 頻率不同的高頻功率。
6. 如申請專利範圍第 5 項之高頻電源裝置，其中，前述 1 個或 2 個以上之高頻電源部之至少 1 個高頻電源部係具備：在反射波訊號及行波訊號之中至少對反射波訊號進行外差式檢波之外差式檢波部；以及接收由該外差式檢波部所檢波的反射波訊號，而對該高頻電源部之振盪頻率及輸出進行控制的控制部。



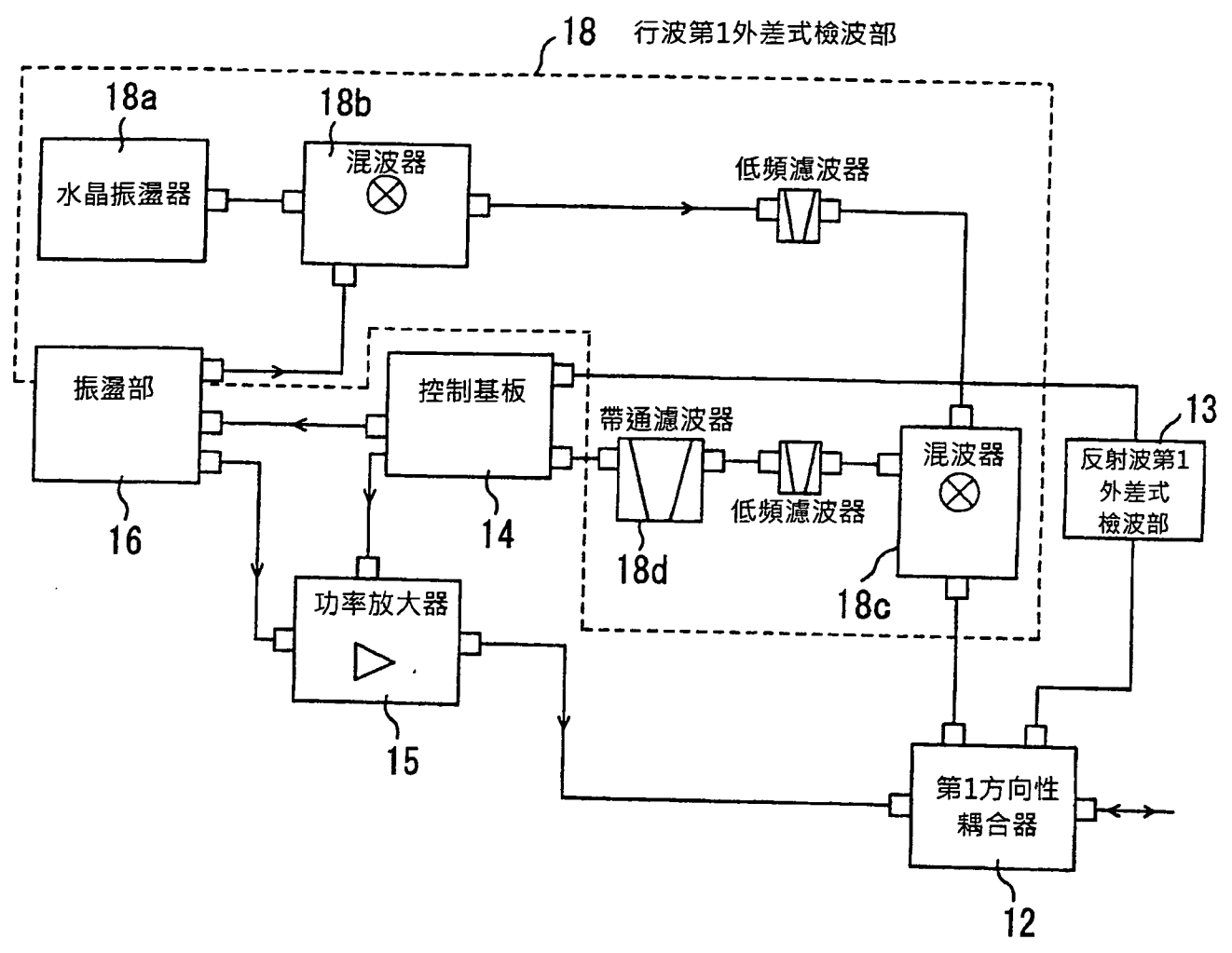
第1圖



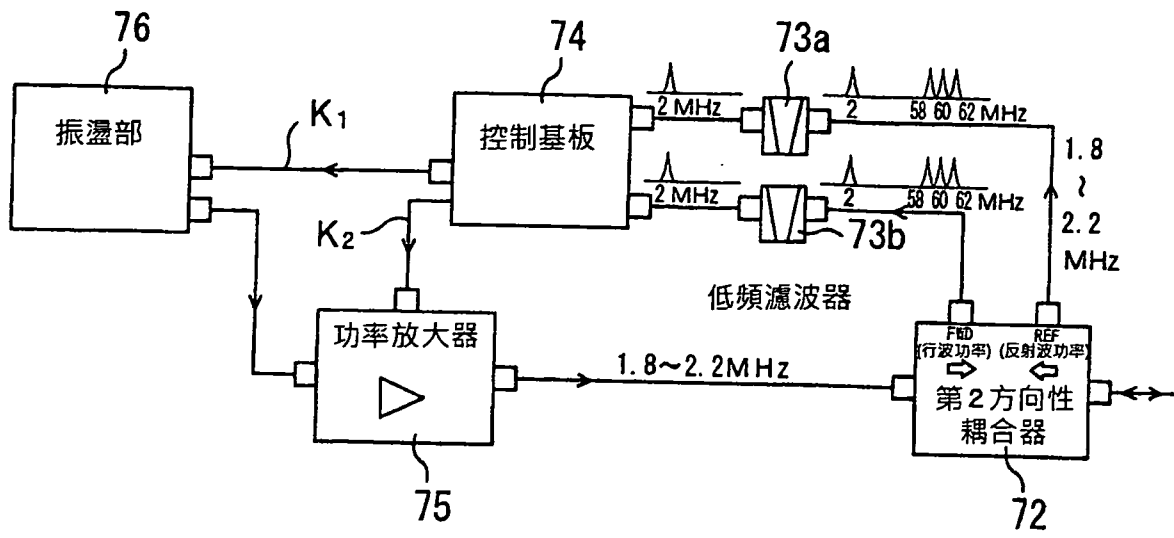
第2圖



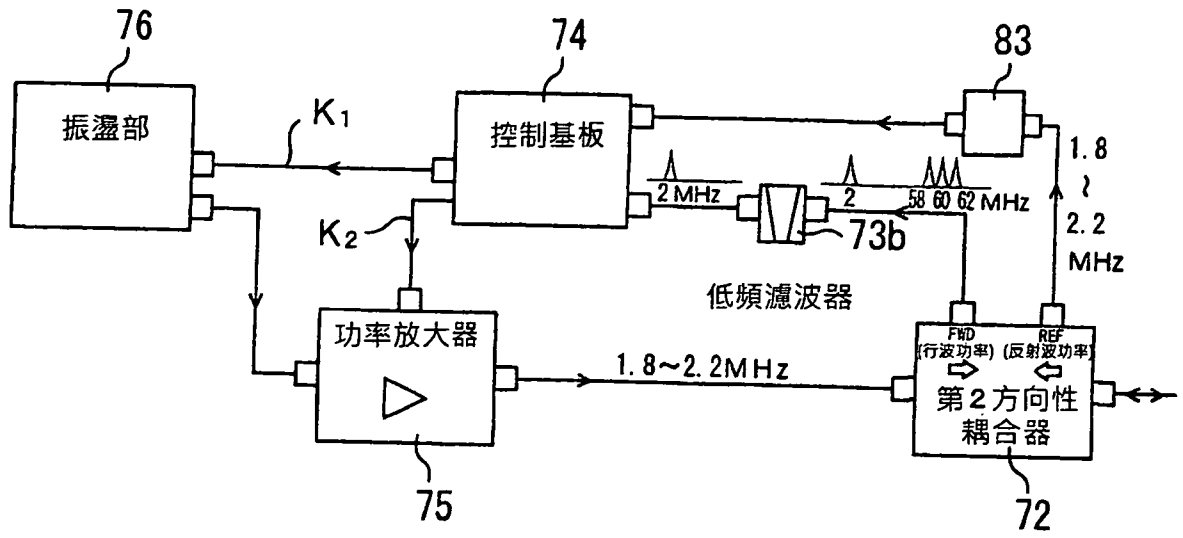
第3圖



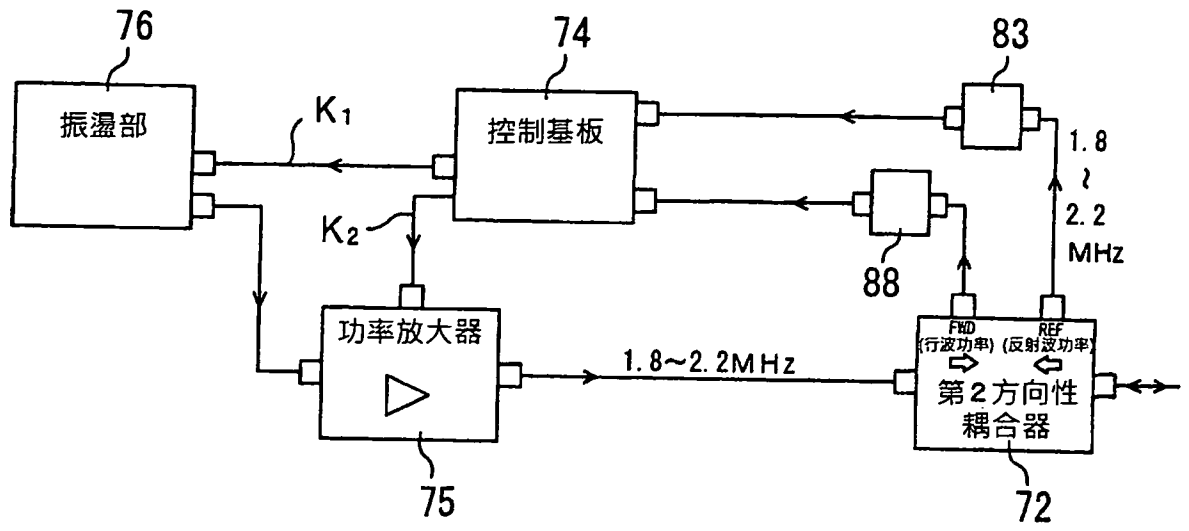
第4圖



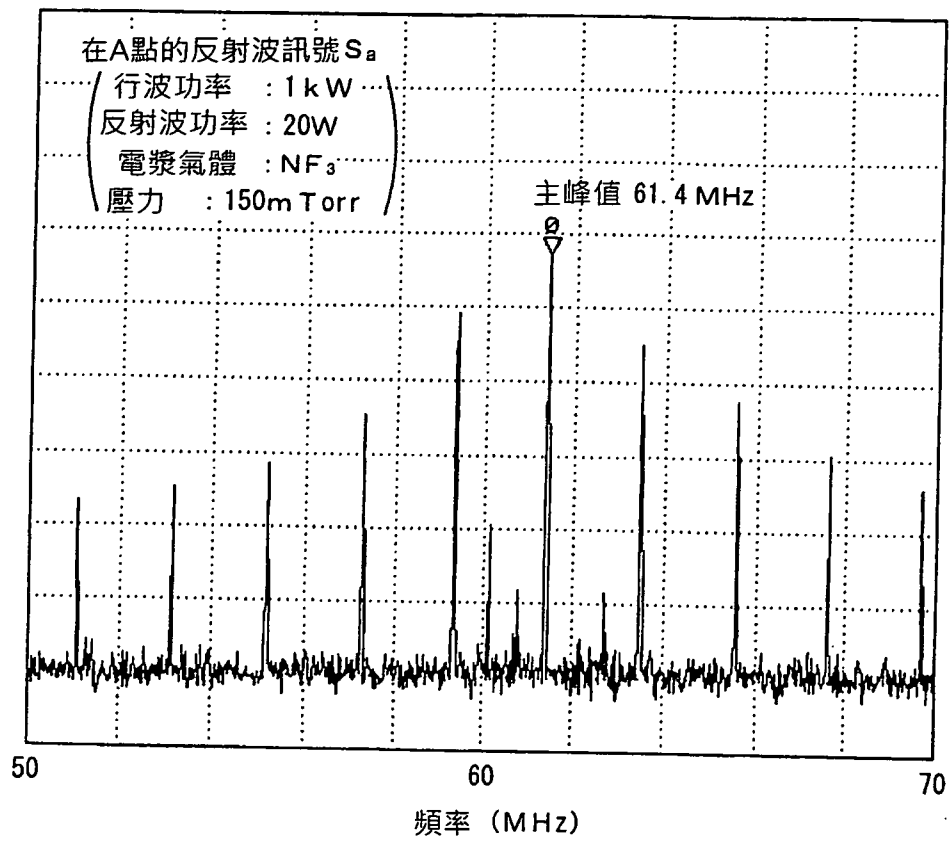
第5圖



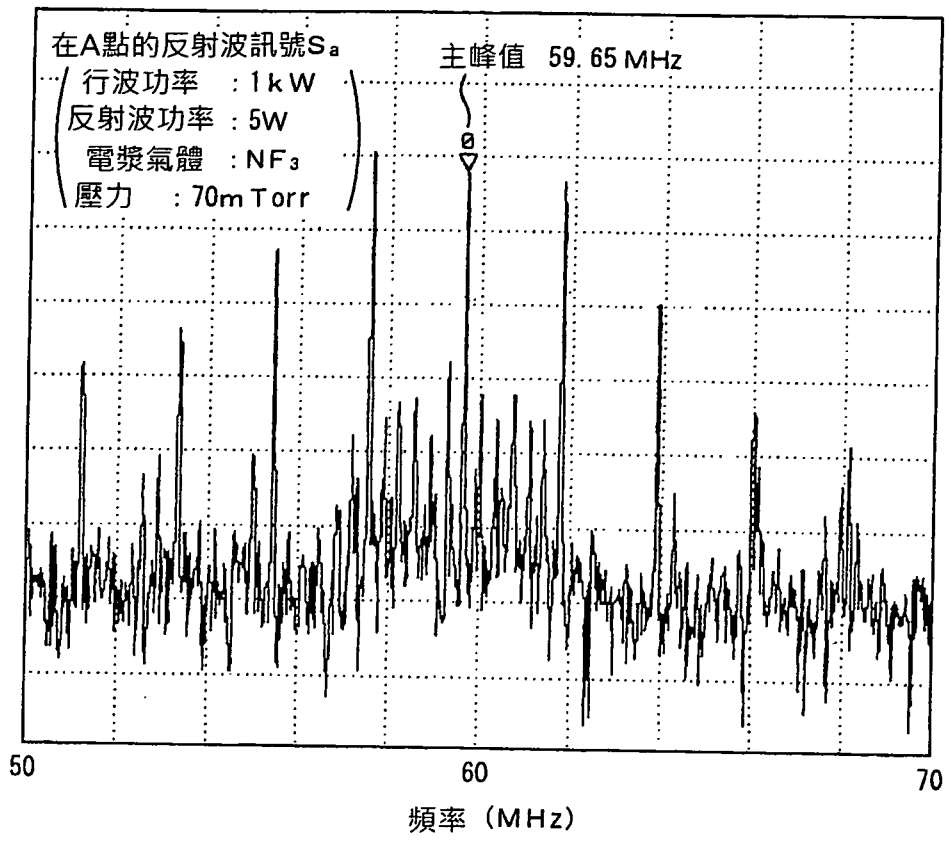
第6圖



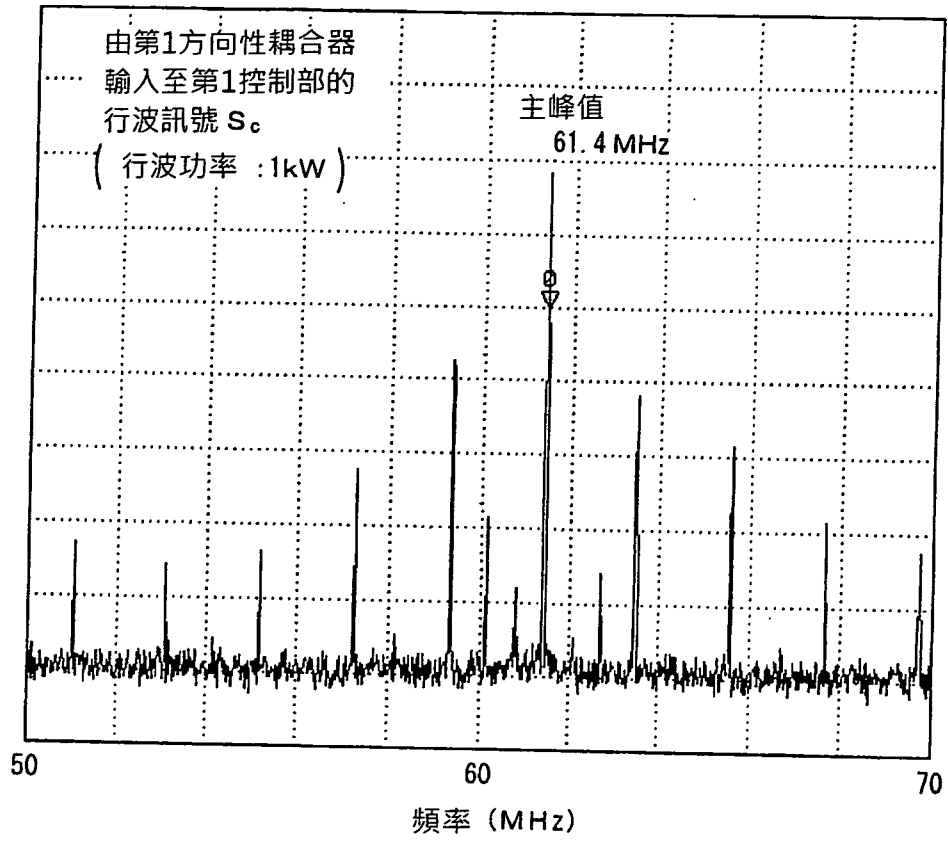
第7圖



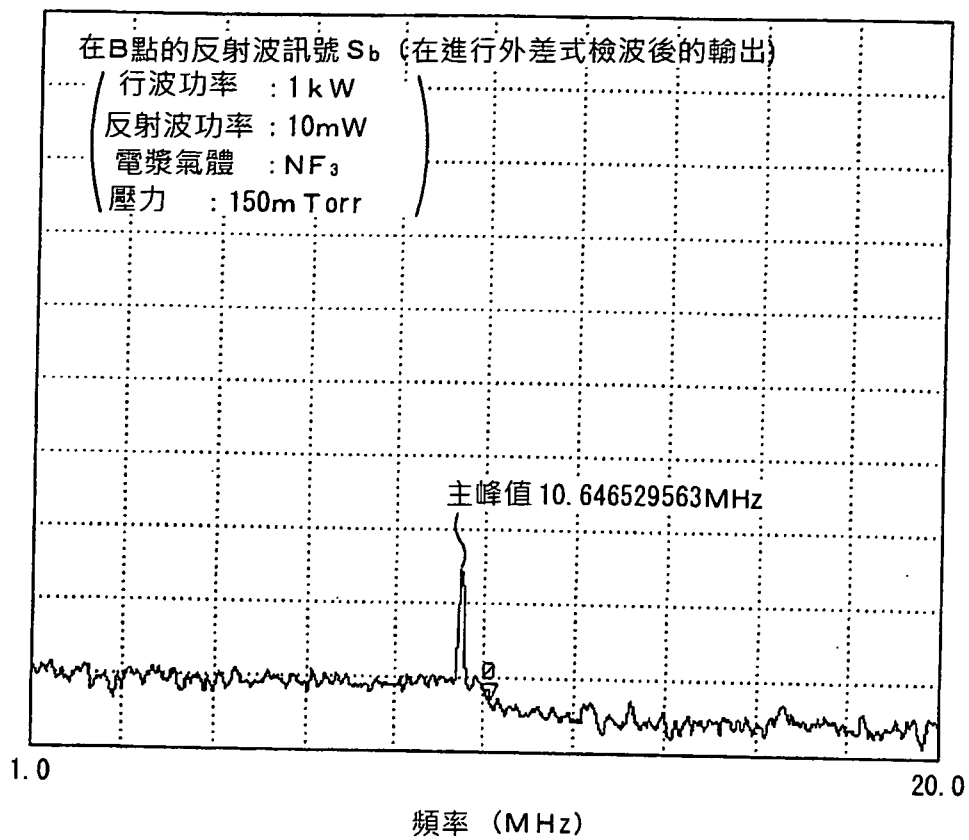
第8圖



第9圖



第10圖



第11圖