



(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 I559818 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 11 月 21 日

(21)申請案號：102101723

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 01 月 17 日

(51)Int. Cl. : *H05H1/02 (2006.01)**H05H1/10 (2006.01)**H05H1/11 (2006.01)**H01L21/67 (2006.01)**H01L21/3065(2006.01)*

(30)優先權：2012/01/18 日本

2012-008019

(71)申請人：東京威力科創股份有限公司 (日本) TOKYO ELECTRON LIMITED (JP)

日本

(72)發明人：橫田聰裕 YOKOTA, AKIHIRO (JP)；伊藤悅治 ITO, ETSUJI (JP)；檜森慎司

HIMORI, SHINJI (JP)

(74)代理人：林秋琴；何愛文

(56)參考文獻：

TW 314685

TW 511398

JP 9-115882A

JP 2011-60885A

審查人員：鄭敬偉

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：13 共 37 頁

(54)名稱

基板處理裝置

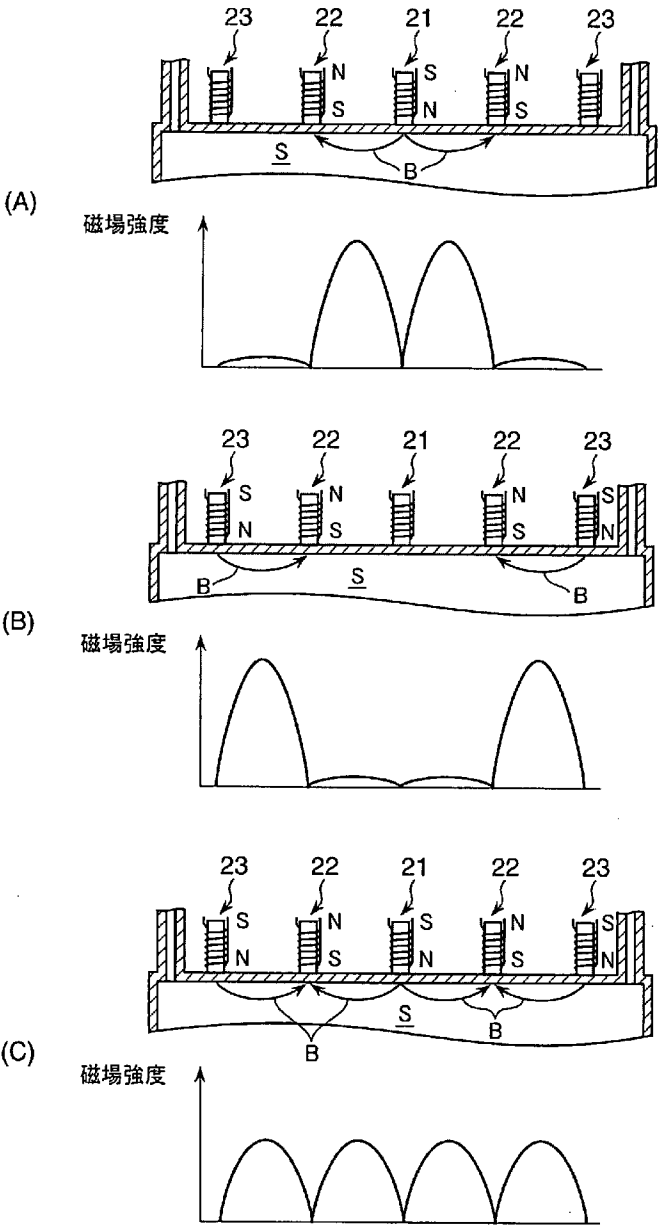
(57)摘要

本發明之課題在於提供一種可容易變更處理空間之電漿密度分布的基板處理裝置。

一種基板處理裝置，係在被供給高頻電力之晶座與對向於該晶座而配置之上部電極之間的處理空間產生電場，使用源於該電場而產生之電漿來對載置在晶座之晶圓施以電漿處理；其中上部電極在和處理空間成為相反側之上面配置有複數電磁石，各電磁石相對於和晶圓中心呈對向之上部電極之中心係配置成為放射狀。

指定代表圖：

【圖 3】



符號簡單說明：

21 . . . 中央部對向群

22 . . . 周緣部對向群

23 . . . 外側對向群

B . . . 磁場

S . . . 處理空間

公告本

發明摘要

※ 申請案號：102101723

※ 申請日：102-01-17

※IPC 分類：H05H 1/02 (2006.01)

H05H 1/10 (2006.01)

H05H 1/11 (2006.01)

H01L 21/67 (2006.01)

H01L 21/3065 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

基板處理裝置

【中文】

本發明之課題在於提供一種可容易變更處理空間之電漿密度分布的基板處理裝置。

一種基板處理裝置，係在被供給高頻電力之晶座與對向於該晶座而配置之上部電極之間的處理空間產生電場，使用源於該電場而產生之電漿來對載置在晶座之晶圓施以電漿處理；其中上部電極在和處理空間成為相反側之上面配置有複數電磁石，各電磁石相對於和晶圓中心呈對向之上部電極之中心係配置成為放射狀。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 3(A)~(C)。

【本代表圖之符號簡單說明】：

21	中央部對向群
22	周緣部對向群
23	外側對向群
B	磁場
S	處理空間

【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)

基板處理裝置

【技術領域】

本發明係關於一種使用磁場來控制電漿密度分布之基板處理裝置。

【先前技術】

以往，已知有於存在電場之處理空間產生磁場來控制電漿密度分布之基板處理裝置。此基板處理裝置係於導入了處理氣體之處理空間中，藉由起因於電場以及磁場而產生之勞倫茲力使得電子進行漂移運動來和處理氣體之分子、原子產生衝撞，結果產生了電漿。

例如，以往之磁控電漿處理裝置係具備有在腔室外側以環狀配置之複數異向性區段柱狀磁石所構成之雙極環磁石，讓此等複數異向性區段柱狀磁石所致磁化方向逐漸地錯開而全體上形成圖 11 所示般一樣的水平磁場 B(例如參見專利文獻 1)。此外，圖 11 係從上方觀看以往之磁控電漿處理裝置之圖(俯視圖)，磁場方向之基端側以 N 表示，前端側以 S 表示，與此等錯開 90°之位置以 E 以及 W 表示。

但是，如此之雙極環磁石所形成之水平磁場 B 在圖中僅成為從 N 到 S 朝向一方向之水平磁場，此外，此磁控電漿處理裝置之電場係從上往下形成，故電子會因勞倫茲力而從 E 朝向 W 進行漂移運動，其結果，E 側之電漿密度低、W 側之電漿密度高而產生不均勻之電漿密度分布。

對應於此，雖使得雙極環磁石沿著圓周方向來旋轉而改變電子之漂移運動方向，但實際上僅以雙極磁石之旋轉無法在廣範圍內使得電漿密度分布均勻化。

此外，已知有具備圖 12 所示旋轉磁石之以往之磁控蝕刻裝置。

此磁控蝕刻裝置 120 係具備有：處理室 121；上部電極 122 以及下部電極 123，係於該處理室 121 內在上下方向上對向配置；大致圓板狀之磁石 124，係於上部電極 122 之上方且可於外部進行旋轉的方式來配置；以及高

頻電源 125，係對於上部電極 122 以及下部電極 123 之間的空間供給高頻電力；而於處理室 121 內配置晶圓 W(例如參見專利文獻 2)。

設置於上部電極 122 上方且外部之磁石 124 係於處理室 121 內形成沿著晶圓 W 表面之磁場 B。磁石 124 係藉由馬達等驅動機構(未圖示)而在和晶圓 W 表面成為平行的水平面內以所希望之旋轉速度來旋轉，藉此產生和施加於處理室 121 內空間的電場 E 成為交叉之磁場 B。

於此磁控蝕刻裝置 120，若取時間平均則於晶圓 W 上方之電漿密度會均勻化，但電漿密度於每瞬間仍然不均。此外，起因於勞倫茲力之荷電粒子例如電子之漂移運動會使得晶圓 W 表面上之電漿密度以及蝕刻速度(蝕刻速率)沿著一方向而減少，電位(VDC)則相反地增加。亦即，電漿密度變得不均勻且電位變得不均勻，於晶圓 W 兩端產生分別為正極、負極之帶電區域(充電現象)。

是以，為了解決專利文獻 1、專利文獻 2 當中電漿密度不均勻，本申請人提議了一種於處理空間針對晶圓 W 中心產生對稱磁場之電漿處理裝置。具體而言，如圖 13 所示般，電漿處理裝置 130 係於對向於晶圓 W 之處理室 131 上面針對晶圓 W 中心以複數環狀配置多數永久磁石 132，於各永久磁石 132 調整朝向晶圓 W 之磁極而於處理空間產生從晶圓 W 中心以放射狀分布之磁場 B(例如參見專利文獻 3)。藉此，由於電子藉由勞倫茲力而於晶圓 W 上方相對於該晶圓 W 中心以旋繞方式進行漂移運動，故電漿密度不會沿著一方向而單純地減少或是增加，電漿相對於晶圓 W 中心呈對稱分布。其結果，可解決電漿密度之不均勻。

先前技術文獻

專利文獻 1 日本專利 3375302 號公報

專利文獻 2 日本專利 3037848 號公報

專利文獻 3 日本專利 4107518 號公報

【發明內容】

另一方面，有時變更施於晶圓 W 之電漿處理條件之際，處理空間之電漿密度分布會出現變化。是以，有時需要藉由變化於處理室內產生之磁場分布(磁束密度或磁束方向)來校正電漿密度之偏動。

但是，上述專利文獻 3 之電漿處理裝置，由於磁場 B 之產生上使用永久磁石 132，為了變化處理室內之磁束密度，必須變更永久磁石 132 對處理室之位置。在進行永久磁石 132 之位置變更時，例如必須進行磁石驅動機構之搭載等，而使得電漿處理裝置之構成複雜化。此外，為了變化處理室內之磁束朝向，必須變更各磁石在處理室側之磁極。但是，永久磁石 132 無法自由地變更磁極。亦即，對於適用採上述專利文獻 3 之永久磁石的磁場之電漿處理裝置而言，難以對應於處理空間之電漿密度分布變化來得到最適合的磁場分布。

本發明之目的在於提供一種基板處理裝置，可得到處理空間之電漿密度分布最適化的磁場分布。

為了達成上述目的，申請專利範圍第 1 項之基板處理裝置，係於被供給高頻電力之下部電極與對向於該下部電極而配置之上部電極之間的處理空間處產生電場，使用源於該電場而產生的電漿來對載置於該下部電極之基板施以電漿處理者；其特徵在於：於該上部電極具備有在和該處理空間成為相反側之上面所配置之複數電磁石，各該電磁石相對於和該基板中心呈對向之該上部電極的中心係配置成放射狀。

申請專利範圍第 2 項之基板處理裝置，係於申請專利範圍第 1 項之基板處理裝置中，該複數電磁石係區分為複數電磁石群，該每個電磁石群係控制各該電磁石所產生之磁場強度以及/或是該電磁石之磁極。

申請專利範圍第 3 項之基板處理裝置，係於申請專利範圍第 1 或 2 項之基板處理裝置中，該複數電磁石係區分為第 1 電磁石群、第 2 電磁石群以及第 3 電磁石群，該第 1 電磁石群係由對向於該基板中央部之該電磁石所構成，該第 2 電磁石群係由對向於該基板周緣部之該電磁石所構成，該第 3 電磁石群係由未對向於該基板、而相對於該上部電極之中心在比該第 2 電磁石群配置於更外側之該電磁石所構成；該第 1 電磁石群之各該電磁石在該處理空間側之磁極相同，該第 2 電磁石群之各該電磁石在該處理空間側之磁極相同，該第 3 電磁石群之各該電磁石在該處理空間側之磁極相同。

申請專利範圍第 4 項之基板處理裝置，係於申請專利範圍第 3 項之基板處理裝置中，該第 1 電磁石群以及該第 2 電磁石群之各該電磁石係相互

以等間隔配置，該第 3 電磁石群之各該電磁石係以該上部電極之中心為中心而配置為圓環狀。

申請專利範圍第 5 項之基板處理裝置，係於申請專利範圍第 4 項之基板處理裝置中，該第 3 電磁石群之該電磁石分別產生之全磁束為該第 1 電磁石群以及該第 2 電磁石群之該電磁石分別產生之全磁束的 8~12 倍。

申請專利範圍第 6 項之基板處理裝置，係於申請專利範圍第 1 至 5 項中任 1 項之基板處理裝置中，因應於施加在該基板之該電漿處理內容來變更各該電磁石所產生之磁場之磁場強度以及/或是該電磁石之磁極。

為了達成上述目的，申請專利範圍第 7 項之基板處理裝置，係於被供給高頻電力之下部電極與對向於該下部電極而配置之上部電極之間的處理空間處產生電場，使用源於該電場而產生之電漿來對載置於該下部電極之基板施以電漿處理；其特徵在於：具備有：複數電磁石，係於該上部電極配置在和該處理空間成為相反側之上面處；第 1 高頻電源，係連接於該下部電極而供給第 1 頻率之高頻電力；以及第 2 高頻電源，係連接於該下部電極而供給較該第 1 頻率來得高之第 2 頻率之高頻電力；當該第 1 高頻電源供給該第 1 頻率之高頻電力之際，各該電磁石於該處理空間不產生磁場；當該第 2 高頻電源供給該第 2 頻率之高頻電力之際，各該電磁石係於該處理空間產生磁場。

為了達成上述目的，申請專利範圍第 8 項之基板處理裝置，係於被供給高頻電力之下部電極與對向於該下部電極而配置之上部電極之間的處理空間產生電場，使用源於該電場而從含氟氣體所產生之電漿來於基板形成貫通孔亦即進行 TSV 處理；該上部電極具備有在和該處理空間成為相反側之上面所配置之複數電磁石；各該電磁石所產生之磁場係使得該處理空間中對向於該基板周緣部之部分的磁場強度大於該處理空間中對向於該基板中央部之部分的磁場強度。

依據本發明，在基板處理裝置之上部電極的和處理空間成為相反側之上面配置複數電磁石。由於各電磁石相對於和基板中心對向之上部電極中心呈放射狀配置，故於處理空間可產生從基板中心以放射狀分布之磁場。再者，可藉由控制往各電磁石流動之電流朝向與大小，來輕易地控制所產

生之磁場的磁場強度與磁束朝向。其結果，能得到處理空間之電漿密度分布最適化的磁場分布。

【圖式簡單說明】

圖 1 係示意顯示本發明之第 1 實施形態之基板處理裝置構成之圖，圖 1(A)係基板處理裝置之截面圖，圖 1(B)係沿著圖 1(A)中留白箭頭來觀看基板處理裝置之上部電極之圖。

圖 2 係用以說明於圖 1 之基板處理裝置所產生之電場以及磁場導致之電子漂移運動之圖，圖 2(A)係圖 1 之基板處理裝置之截面圖，圖 2(B)係沿著圖 2(A)中留白箭頭來觀看基板處理裝置之上部電極之圖。

圖 3 係用以說明各電磁石之處理空間側的磁極與處理空間中所產生之磁場強度的關係之圖。

圖 4 係用以說明各電磁石之處理空間側的磁極與處理空間中所產生之磁場強度的關係之圖。

圖 5 係示意顯示本發明之第 2 實施形態之基板處理裝置構成之截面圖。

圖 6 係用以說明本實施形態之基板處理裝置實行其一部分之 TSV 處理之製程圖。

圖 7 係用以說明本實施形態之基板處理裝置實行其一部分之 TSV 處理之製程圖。

圖 8 係示意顯示本發明之第 3 實施形態之基板處理裝置構成之圖，圖 8(A)係截面圖，圖 8(B)係沿著圖 8(A)中留白箭頭觀看基板處理裝置之上部電極之圖。

圖 9 係顯示圖 8 之基板處理裝置對晶圓施以蝕刻處理之際之蝕刻速率之圖，圖 9(A)係顯示處理空間中未產生磁場之情況，圖 9(B)係處理空間中產生放射狀磁場之情況。

圖 10 係說明圖 8 之基板處理裝置中變更中央部對向群、周緣部對向群以及外側對向群之各電磁石在處理空間側之磁極的情況之計算結果之圖，圖 10(A)係顯示蝕刻速率分布，圖 10(B)係顯示磁束密度分布。

圖 11 係顯示以往之磁控電漿處理裝置之水平磁場圖。

圖 12 係示意顯示以往之磁控蝕刻裝置構成之截面圖。

圖 13 係示意顯示解決以往電漿密度不均勻之電漿處理裝置構成之截面圖。

【實施方式】

以下，針對本發明之實施形態參見圖式來說明。

首先，針對本發明之第 1 實施形態之基板處理裝置做說明。

圖 1 係示意顯示本實施形態之基板處理裝置構成之圖，圖 1(A)顯示基板處理裝置之截面圖。圖 1(B)係沿著圖 1(A)中留白箭頭來觀看基板處理裝置之上部電極之圖。本基板處理裝置係對於作為基板之半導體元件用晶圓(以下簡稱為「晶圓」)W 施以電漿處理(例如乾式蝕刻處理)。

圖 1(A)中，基板處理裝置 10 具有收容例如直徑為 300mm 之晶圓 W 的圓筒狀腔室 11(處理室)，於該腔室 11 內在下方配置有用以載置晶圓 W 之圓柱狀晶座 12(下部電極)，對向於該晶座 12 之腔室 11 的天花板部係構成上部電極 13，晶座 12 與上部電極 13 之間構成處理空間 S。

基板處理裝置 10 係於利用未圖示之排氣裝置減壓過之處理空間 S 產生電漿而以該電漿對於載置在晶座 12 之晶圓 W 施以電漿處理。

腔室 11 內之晶座 12 係經由第 1 匹配器 15 而連接著第 1 高頻電源 14，並經由第 2 匹配器 17 連接著第 2 高頻電源 16，第 1 高頻電源 14 係將高頻率例如 60MHz 之高頻電力供給到晶座 12，第 2 高頻電源 16 係將低頻率例如 3.2MHz 之高頻電力供給到晶座 12。藉此，晶座 12 發揮下部電極之作用。此外，第 1 匹配器 15 以及第 2 匹配器 17 係調整阻抗來使得高頻電力對晶座 12 之供給效率最大化。

於晶座 12 之上部周緣部係以該晶座 12 之中央部分朝圖中上方突出的方式形成段差。於該晶座 12 之中央部分前端配置有內部具有靜電電極板之陶瓷所構成之靜電夾(未圖示)。靜電夾係利用庫倫力或是強森-拉貝克(Johnsen-Rahbek)力來吸附保持晶圓 W。

於晶座 12 之上部周緣部之段差處，聚焦環 18 係以將吸附保持在靜電夾的晶圓 W 加以包圍之方式載置於晶座 12 之段差。聚焦環 18 係由矽(Si)或是碳化矽(SiC)所構成，可將處理空間 S 之電漿分布區域從晶圓 W 上擴大

到該聚焦環 18 上。夾持晶座 12 與處理空間 S 而對向之腔室 11 的天花板部處連接著處理氣體導入管 19，該處理氣體導入管 19 係將處理氣體導入處理空間 S。

基板處理裝置 10 係使得處理氣體從處理氣體導入管 19 導入到處理空間 S，而利用從第 1 以及第 2 高頻電源 14、16 供給到晶座 12 之高頻電力來於處理空間 S 內產生圖中留白箭頭方向(亦即從晶座 12 朝向上部電極 13)上之電場 E。電場 E 係激發被導入之處理氣體的分子、原子來產生電漿。此時，電漿中之自由基係浮遊移動到晶圓 W，電漿中之陽離子係藉由第 1 以及第 2 高頻電源 14、16 供給至晶座 12 的高頻電力而被拉向進入晶圓 W，對該晶圓 W 施以電漿處理。

此外，基板處理裝置 10 在上部電極 13 之和處理空間 S 成為相反側的上面 13a 具備有配置成為大致放射狀的多數電磁石 20。各電磁石 20 具有由鐵心所構成之棒狀軛鐵 20a、以及捲繞於該軛鐵 20a 側面而兩端被引出之導線所構成之線圈 20b。藉由控制器(未圖示)來控制流經電磁石 20 之線圈 20b 的電流值與電流朝向，可使得該電磁石 20 所產生之全磁束或磁束朝向做任意變化。

基板處理裝置 10 如圖 1(B)所示般，多數之電磁石 20 可區分為：中央部對向群 21(第 1 電磁石群)，係由對向於晶圓 W 中心之電磁石 20 所構成；周緣部對向群 22(第 2 電磁石群)，係由相對於和晶圓 W 中心呈對向之上部電極 13 之中心 C(以下稱為「上部電極中心 C」)以圓環狀配置、且對向於晶圓 W 之周緣部的複數電磁石 20 所構成；以及外側對向群 23(第 3 電磁石群)，係由相對於上部電極中心 C 呈圓環狀配置、且相較於周緣部對向群 22 係配置於外側而未與晶圓 W 對向之複數電磁石 20 所構成。基板處理裝置 10 係以周緣部對向群 22 之各電磁石 20 中在處理空間 S 側之磁極全部成為相同的方式來控制流經各電磁石 20 之線圈 20b 的電流朝向，並以外側對向群 23 之各電磁石 20 中在處理空間 S 側之磁極全部成為相同的方式來控制流經各電磁石 20 之線圈 20b 的電流朝向。

於本實施形態，圖中之中央部對向群 21 係由 1 個電磁石 20 所構成，但即便是相對於與晶圓 W 中心呈對向之上部電極中心 C 以圓環狀配置之複

數電磁石 20 所構成亦無妨。

此外，沿著圖 1(A)中之留白箭頭而從處理空間 S 側來觀看基板處理裝置 10 之上部電極 13 的情況，由於上部電極 13 不具有穿透性，原本並無法觀看到配置於上部電極 13 之上面 13a 的各電磁石 20，但於圖中為了便於說明各電磁石 20 之配置，於本實施形態係將上部電極 13 視為具有穿透性，各電磁石 20 之配置可透過上部電極 13 來目視確認，而於後述之圖 2(B)或圖 8(B)也同樣。

圖 2 係用以說明起因於圖 1 之基板處理裝置中所產生之電場以及磁場導致電子漂移運動之圖，圖 2(A)係圖 1 之基板處理裝置之截面圖，圖 2(B)係沿著圖 2(A)中留白箭頭觀看基板處理裝置之上部電極之圖。

基板處理裝置 10 係例如圖 2(A)所示般，將中央部對向群 21 之電磁石 20 在處理空間 S 側的磁極設定為 N 極，將周緣部對向群 22 以及外側對向群 23 之各電磁石 20 在處理空間 S 側之磁極設定為 S 極，則從中央部對向群 21 朝向周緣部對向群 22 或外側對向群 23 以放射狀產生磁場 B。此時，如上述般，由於在處理空間 S 產生了電場 E，故處理空間 S 中之電子會由於起因於電場 E 以及磁場 B 之勞倫茲力而漂移。具體而言，圖 2(B)中從近側往深處產生電場 E，且相對於上部電極中心 C 以放射狀產生磁場 B，故電子依佛來明左手定律，在以上部電極中心 C 為中心之圓周的切線方向上受到加速度而以上部電極中心 C 為中心沿著圓狀之電子軌跡 D 進行旋繞。此時，旋繞之電子會和處理空間 S 中之處理氣體之分子或原子產生衝撞而生成電漿。其結果，沿著圓狀之電子軌跡 D 產生圓環狀之電漿。

另一方面，電場以及磁場所致電子漂移運動之速度 v_{gE} 係以下述式(1)表示。

$$v_{gE} = E/B \dots (1)$$

依據上述式(1)，若電場 E 強度一定，則磁場 B 之強度(磁場強度)愈大，電子漂移運動之速度會愈為降低。若電子漂移運動之速度降低，由於電子滯留於特定部位之時間變長，故該部位之電子密度會上升。其結果，由於電子與處理氣體之分子或原子的衝撞機會增加，故該部位之電漿密度會上升。亦即，若藉由電磁石 20 使得特定部位之磁場強度變大，則可提高該部

位之電漿密度。

從而，藉由調整中央部對向群 21、周緣部對向群 22 以及外側對向群 23 之各電磁石 20 在處理空間 S 側之磁極，可變化於處理空間 S 所產生之磁場 B 形態而於所希望之部位做出高磁場強度之部分，而可提高該所希望之部位之電漿密度。

圖 3 以及圖 4 係用以說明各電磁石之處理空間側之磁極與處理空間中所產生之磁場強度的關係之圖。

圖 3(A)係顯示將中央部對向群 21 的電磁石 20 在處理空間 S 側之磁極設定為 N 極，將周緣部對向群 22 的各電磁石 20 在處理空間 S 側之磁極設定為 S 極，且不對於外側對向群 23 的各電磁石 20 之線圈 20b 進行通電而不產生磁束之情況。

於此情況，磁場 B 會從中央部對向群 21 往周緣部對向群 22 來產生，於中央部對向群 21 與周緣部對向群 22 之間之磁場強度成為最大，而可提高中央部對向群 21 與周緣部對向群 22 之間的電漿密度。

圖 3(B)係顯示未對於中央部對向群 21 之電磁石 20 的線圈 20b 進行通電而不產生磁束，將周緣部對向群 22 之各電磁石 20 在處理空間 S 側之磁極設定為 S 極，且將外側對向群 23 之各電磁石 20 在處理空間 S 側之磁極設定為 N 極之情況。

於此情況，磁場 B 從外側對向群 23 往周緣部對向群 22 來產生，於外側對向群 23 與周緣部對向群 22 之間之磁場強度成為最大，故可提高外側對向群 23 與周緣部對向群 22 之間的電漿密度。

圖 3(C)係顯示將中央部對向群 21 之電磁石 20 在處理空間 S 側之磁極設定為 N 極，將周緣部對向群 22 之各電磁石 20 在處理空間 S 側之磁極設定為 S 極，且將外側對向群 23 之各電磁石 20 在處理空間 S 側之磁極設定為 N 極之情況。

於此情況，磁場 B 從中央部對向群 21 往周緣部對向群 22 來產生、且從外側對向群 23 往周緣部對向群 22 來產生，於中央部對向群 21 與周緣部對向群 22 之間、以及外側對向群 23 與周緣部對向群 22 之間之磁場強度相對地變大，而可提高中央部對向群 21 與周緣部對向群 22 之間、以及外側

對向群 23 與周緣部對向群 22 之間的電漿密度。

圖 4(A)係顯示將中央部對向群 21 之電磁石 20 在處理空間 S 側之磁極設定為 N 極、周緣部對向群 22 之各電磁石 20 在處理空間 S 側之磁極設定為 S 極、且外側對向群 23 之各電磁石 20 在處理空間 S 側之磁極設定為 S 極之情況。

於此情況，磁場 B 從中央部對向群 21 往周緣部對向群 22、外側對向群 23 來產生，由於在中央部對向群 21 與周緣部對向群 22 之間出現磁場 B 重疊故磁場強度成為最大，且於外側對向群 23 與周緣部對向群 22 之間之磁場強度相對變大，而可提高中央部對向群 21 與周緣部對向群 22 之間、以及外側對向群 23 與周緣部對向群 22 之間之電漿密度。此外，由於電漿密度因應於磁場強度而變化，故相較於外側對向群 23 與周緣部對向群 22 之間之電漿密度，中央部對向群 21 與周緣部對向群 22 之間之電漿密度會來得較高。

圖 4(B)係顯示將中央部對向群 21 之電磁石 20 在處理空間 S 側之磁極設定為 N 極、將周緣部對向群 22 之各電磁石 20 在處理空間 S 側之磁極設定為 N 極、且將外側對向群 23 之各電磁石 20 在處理空間 S 側之磁極設定為 S 極之情況。

於此情況，由於磁場 B 從中央部對向群 21、周緣部對向群 22 往外側對向群 23 產生，於外側對向群 23 與周緣部對向群 22 之間出現磁場 B 重疊，故磁場強度成為最大，且由於在中央部對向群 21 與周緣部對向群 22 之間之磁場強度相對變大，而可提高中央部對向群 21 與周緣部對向群 22 之間、以及外側對向群 23 與周緣部對向群 22 之間的電漿密度。此外，於此情況，相較於中央部對向群 21 與周緣部對向群 22 之間之電漿密度，外側對向群 23 與周緣部對向群 22 之間之電漿密度會來得較高。

圖 4(C)係顯示將中央部對向群 21 之電磁石 20 在處理空間 S 側之磁極設定為 N 極、未對於周緣部對向群 22 之各電磁石 20 之線圈 20b 進行通電而不產生磁束、且將外側對向群 23 之各電磁石 20 在處理空間 S 側之磁極設定為 S 極之情況。

於此情況，磁場 B 從中央部對向群 21 往外側對向群 23 來產生，於中

央部對向群 21 與外側對向群 23 之間(具體而言在周緣部對向群 22 之對向部)之磁場強度成為最大，而可提高周緣部對向群 22 之對向部的電漿密度。

依據本實施形態之基板處理裝置 10，由於在上部電極 13 處，在和處理空間 S 成為相反側之上面 13a 具有配置成為大致放射狀之複數電磁石 20，而可於處理空間產生從晶圓 W 中心以放射狀分布之磁場 B，並藉由改變流經各電磁石 20 之電流朝向或大小，而可輕易地控制所產生之磁場 B 之磁束密度與磁束朝向。其結果，可得到處理空間之電漿密度分布成為最適化之磁場分布。

處理空間 S 之電漿密度分布可因應於電漿處理之內容(例如處理氣體之種類、高頻電力之功率、頻率)來改變，可藉由使用基板處理裝置 10 來實現所希望之電漿密度分布。例如，欲於處理空間 S 實現均勻電漿密度分布之情況，若為僅藉由電場 E 所產生之電漿密度分布成為在處理空間 S 之中央部的電漿密度變高之分布，則只要如上述圖 3(B)或圖 4(B)之情況般，使得外側對向群 23 與周緣部對向群 22 之間的磁場強度成為最大來提高於外側對向群 23 以及周緣部對向群 22 之間的電漿密度即可。藉此，可使得僅由電場 E 所產生之電漿密度分布(在處理空間 S 之中央部為密)以及由磁場 B 所產生之電漿密度分布(在處理空間 S 之周緣部為密)相重疊來實現均勻的電漿密度分布。

此外，若僅藉由電場 E 所產生之電漿密度分布成為在處理空間 S 之周緣部的電漿密度變高之分布，只要如上述圖 3(A)、圖 4(A)之情況般，使得中央部對向群 21 以及周緣部對向群 22 之間的磁場強度成為最大來提高中央部對向群 21 以及周緣部對向群 22 之間的電漿密度即可。藉此，僅由電場 E 所產生之電漿密度分布(在處理空間 S 之周緣部為密)以及藉由磁場 B 所產生之電漿密度分布(在處理空間 S 之中央部為密)會重疊而可實現均勻的電漿密度分布。

亦即，於基板處理裝置 10，因應於施加在晶圓 W 之電漿處理條件來變更各電磁石 20 所產生之磁場之磁場強度以及/或是電磁石 20 之磁極，藉此，於變更施加於晶圓 W 之電漿處理條件之際，可控制磁場 B 之產生條件來實現分別對於變更前以及變更後之電漿處理條件為最適當的電漿密度分布。

其次，針對本發明之第 2 實施形態之基板處理裝置來說明。

本實施形態其構成、作用係和上述第 1 實施形態基本相同，故針對重複之構成、作用省略說明，以下僅針對不同構成、作用來說明。

圖 5 係示意顯示本實施形態之基板處理裝置之構成的截面圖。

圖 5 中，基板處理裝置 24 係具備供給高頻電力之 3 個高頻電源。具體而言，第 1 高頻電源 25 經由第 1 匹配器 26 而連接於晶座 12，第 2 高頻電源 27 經由第 2 匹配器 28 而連接於晶座 12，且第 3 高頻電源 29 經由第 3 匹配器 30 而連接於晶座 12，第 1 高頻電源 25 係將例如 40MHz 之高頻電力供給至晶座 12，第 2 高頻電源 27 係將例如 100MHz 之高頻電力供給至晶座 12，且第 3 高頻電源 29 係將例如 3.2MHz 之高頻電力供給至晶座 12。

基板處理裝置 24 係因應於電漿處理條件而從第 1 高頻電源 25、第 2 高頻電源 27 以及第 3 高頻電源 29 對晶座 12 供給高頻電力。此外，對於晶座 12 亦可不從 3 個高頻電源 25、27、29 供給高頻電力，例如，可從選自 3 個高頻電源 25、27、29 當中的 1 個或是 2 個高頻電源供給高頻電力。於本實施形態，3 個高頻電源 25、27、29 係連接於晶座 12，但晶座 12 亦可連接 4 個以上之高頻電源，再者，晶座 12 亦可不連接高頻電源，而是對於上部電極連接高頻電源來從該上部電極將高頻電力供給至處理空間 S。

另一方面，例如，如日本特開 2007-266533 號公報所揭示般，對於晶座等下部電極供給高頻電力而在低壓下生成高密度電漿之際，若為了對應於近年加工微細化要求而使得高頻電力之頻率變高，則由該高頻電力所生之高頻電流會集中於上部電極、下部電極之中心部，於處理空間所生成之電漿密度在處理空間之中央部也會較處理空間之周緣部來得變高，其結果，施加於晶圓 W 之電漿處理之面內均勻性降低之問題會成為焦點。

於本實施形態，為了對應於上述高頻電源頻率變高之情況所發生之電漿密度的不均勻分布，係因應於對晶座 12 所供給之高頻電力之頻率來控制各電磁石 20 以變化所產生之磁場之磁場強度以及/或是電磁石 20 之磁極。

例如，當第 2 高頻電源 27 將 100MHz 之高頻電力供給至晶座 12 之情況，於處理空間 S 之中央部會產生密的電漿密度分布，對應於此，例如上述圖 3(B)或圖 4(B)之情況般，將周緣部對向群 22 之各電磁石 20 在處理空

間 S 側之磁極設定為 S 極、且將外側對向群 23 之各電磁石 20 在處理空間 S 側之磁極設定為 N 極，或是，將中央部對向群 21 之電磁石 20 在處理空間 S 側之磁極設定為 N 極、將周緣部對向群 22 之各電磁石 20 在處理空間 S 側之磁極設定為 N 極、且將外側對向群 23 之各電磁石 20 在處理空間 S 側之磁極設定為 S 極。藉此，可於外側對向群 23 與周緣部對向群 22 之間產生磁場強度成為最大之磁場 B，可藉由該磁場 B 而於處理空間 S 之周緣部產生密的電漿密度分布。

其結果，可使得於處理空間 S 之中央部的密電漿密度分布與於周緣部的密電漿密度分布相重疊，可於處理空間 S 實現均勻的電漿密度分布。

當第 1 高頻電源 25 將 40MHz 之高頻電力供給於晶座 12 之情況，由於在處理空間 S 會產生相對地均勻的電漿密度分布，為避免該電漿密度分布因磁場 B 而紊亂，乃不對於中央部對向群 21、周緣部對向群 22 以及外側對向群 23 之所有的電磁石 20 之線圈 20b 進行通電以避免產生磁場 B。

依據本實施形態之基板處理裝置 24，當第 2 高頻電源 27 將 100MHz 之高頻電力供給至晶座 12 之情況，乃於外側對向群 23 與周緣部對向群 22 之間產生磁場強度成為最大之磁場 B，當第 1 高頻電源 25 將 40MHz 之高頻電力供給至晶座 12 之情況，乃不對於所有的電磁石 20 之線圈 20b 進行通電以避免產生磁場 B，故不論對於晶座 12 所供給之高頻電力之頻率為何，可於處理空間 S 實現均勻的電漿密度分布，從而，可防止電漿處理之晶圓 W 的面內均勻性降低。

上述基板處理裝置 24 之第 3 高頻電源 29 係將 3.2MHz 之高頻電力供給至晶座 12，但第 3 高頻電源 29 也可將 13MHz 之高頻電力供給至晶座 12。

其次，針對本發明之第 3 實施形態之基板處理裝置來說明。

於本實施形態，其構成、作用係和上述第 1 實施形態基本相同，故針對重複之構成、作用係省略說明，以下針對不同構成、作用來說明。

圖 6 以及圖 7 係用以說明本實施形態之基板處理裝置實行其一部分之 TSV(Through Silicon Via)處理之製程圖。所謂 TSV 處理乃為了獲得構成半導體元件而積層之晶片間的電性連接，而在晶片之矽層形成貫通通孔來得到立體配線構造之處理方法。

首先，於晶圓 W 表面形成電晶體 31，而於形成有該電晶體 31 之晶圓 W 上進而形成層間絕緣膜 32(圖 6(A))。

其次，於層間絕緣膜 32 上形成配線構造 33。此配線構造 33 乃於層間絕緣膜 32 上使得配線層 34 以及絕緣膜 35 交互地積層複數層，並貫通絕緣膜 35 來形成用以實現將上下配線層 34 間做電性連接之配線的導通孔 36(圖 6(B))。

其次，將晶圓 W 上下倒轉而經由光反應性接著劑 G 來和支撐晶圓 SW 做貼合藉以構成貼合晶圓 LW。支撐晶圓 SW 乃當對於晶圓 W 內面 Wb 做磨削而薄化之時可補強該薄化後之晶圓 W 以防止翹曲之作為支撐體的基板，例如係由厚度為數 $10\mu\text{m}$ 之矽板或是石英玻璃所構成。再者，將貼合晶圓 LW 支撐在例如磨削裝置所具備之支撐件處而將晶圓 W 內面 Wb 磨削至磨削前之厚度 T1 成為既定厚度 T2(例如 $50\sim 200\mu\text{m}$)為止(圖 6(C))。

其次，對晶圓 W 之內面 Wb 塗布阻劑(未圖示)，進而藉由曝光、顯影來形成導通孔形成用阻劑圖案(未圖示)，對該貼合晶圓 LW 以後述基板處理裝置 39 來施以乾式蝕刻處理，而形成例如直徑為 $1\sim 10\mu\text{m}$ 之導通孔 V。再者，將貼合晶圓 LW 之內面 Wb 所殘存之阻劑利用後述基板處理裝置 39 所實行之電漿清洗處理來去除(圖 7(A))。此外，導通孔 V 之深度相當於將晶圓 W 之內面 Wb 加以磨削而薄化後之晶圓 W 的基體本身厚度，例如為 $50\sim 200\mu\text{m}$ 。

其次，於導通孔 V 之內周面形成例如聚醯亞胺所構成之絕緣膜 37，而在內周面被絕緣膜 37 所被覆之導通孔 V 內以例如電鍍法來形成貫通電極 38(圖 7(B))。

其次，例如藉由照射紫外光(UV 光)來降低接著劑 G 之接著力後，將支撐晶圓 SW 從晶圓 W 上剝除，則可得到經薄化且形成有貫通電極 38 之晶圓 W 所構成之晶片 P(圖 7(C))。

圖 8 係示意顯示本實施形態之基板處理裝置構成之圖，圖 8(A)為截面圖，圖 8(B)為沿著圖 8(A)中之留白箭頭來觀看基板處理裝置之上部電極之圖。本基板處理裝置係對於晶圓施以電漿處理，例如施以上述圖 6 以及圖 7 之 TSV 處理之乾式蝕刻處理或電漿清洗處理。

於圖 8(A)中，基板處理裝置 39 具備有配置在上部電極 13 之上部 13a 的 2 種類之多數電磁石 40 以及電磁石 41。各電磁石 40 具有圓棒狀軛鐵 40a、以及捲繞於該軛鐵 40a 側面之線圈 40b，各電磁石 41 也和電磁石 40 同樣地具有圓棒狀軛鐵 41a、以及捲繞於該軛鐵 41a 側面之線圈 41b。

於電磁石 40，軛鐵 40a 係由直徑 6.5~7.5mm 之鐵心所構成，側面則纏繞銅線達 180~200 圈而構成線圈 40b。此外，於電磁石 41，軛鐵 41a 係由直徑 26~28mm 之鐵心所構成，側面則纏繞銅線達 1300~1500 圈而構成線圈 41b。

電磁石 40 與電磁石 41 係藉由控制對線圈 40b 或是線圈 41b 所流經之電流值或電流朝向，而可變化電磁石 40 或電磁石 41 所產生之全磁束或磁束朝向。

一般電磁石所產生之全磁束係以下述式(2)表示。

$$\text{全磁束} = \text{磁動勢} / \text{磁阻} \quad \dots (2)$$

全磁束乃從做為鐵心之軛鐵一端所產生之全部磁力線之量，單位係以 Wb(韋伯)表示，磁動勢即所謂的於磁氣電路中產生磁束之力，單位係以 AT(安匝)表示。磁動勢具體上係以捲繞於軛鐵之線圈的捲繞數與流經該線圈之電流之乘積來表示。從而，線圈之捲繞數愈多、流經該線圈之電流值愈大，則磁動勢會變得愈大。此外，磁阻乃表示磁束於磁氣電路中流動難易度之指標，係以下述式(3)表示。

$$\text{磁阻} = \text{磁路長度} / (\text{磁導率} \times \text{磁路截面積}) \quad \dots (3)$$

磁路長度為軛鐵長度，磁導率為軛鐵之磁導率，磁路截面積為軛鐵之截面積。從而，軛鐵愈長、軛鐵之直徑愈小，則磁阻會愈大。

關於電磁石 40 以及電磁石 41，雖軛鐵 40a 以及軛鐵 41a 之長度相同，軛鐵 40a 以及軛鐵 41a 之磁導率相同，流經線圈 40b 以及線圈 41b 之電流值大致相同(線圈 40b 係流經以峰值計為 0.78A 之電流，線圈 41b 係流經以峰值計為 0.70A 之電流)，但由於線圈 41b 之捲繞數多於線圈 40b 之捲繞數，故電磁石 41 之磁動勢較電磁石 40 之磁動勢來得大，軛鐵 41 之直徑較軛鐵 40 之直徑來得大，從而電磁石 41 之磁阻較電磁石 40 之磁阻來得小。從而，電磁石 41 所產生之全磁束較電磁石 40 所產生之全磁束來得大，具體而言，

電磁石 41 所產生之全磁束成為電磁石 40 所產生之全磁束的 8~12 倍。

基板處理裝置 39 係如圖 8(B)所示般其電磁石 40 以及電磁石 41 區分為：由對向於晶圓 W 中心之複數電磁石 40 所構成之中央部對向群 42(第 1 電磁石群)、以包圍該中央部對向群 42 的方式配置之複數電磁石 40 所構成之周緣部對向群 43(第 2 電磁石群)、以及相對於上部電極中心 C 呈圓環狀配置、且相對於周緣部對向群 43 配置於外側而未和晶圓 W 對向之複數電磁石 41 所構成之外側對向群 44(第 3 電磁石群)。於中央部對向群 42 以及周緣部對向群 43，各電磁石 40 相對於上部電極 13 之半徑方向以及圓周方向分別相互以等間隔配置，且排列為大致放射狀。此外，外側對向群 44 之各電磁石 41 沿著上部電極 13 之圓周方向排列為一重環狀。此外，於圖 8(A)以及圖 8(B)中，中央部對向群 42 之各電磁石 40 係以虛線表示。

中央部對向群 42 係由從上部電極中心 C 到其中心之距離為 74.4mm(圖 8(B)中以 L1 表示)以下之複數電磁石 40 所構成，周緣部對向群 43 係由從上部電極中心 C 到其中心之距離大於 74.4mm、且為 148.8mm(圖 8(B)中以 L2 表示)以下之複數電磁石 40 所構成，外側對向群 44 係由從上部電極中心 C 到其中心之距離 L3 為 190mm(圖 8(B)中以 L3 表示)之複數電磁石 41 所構成。此外，於圖 8(A)以及圖 8(B)中，中央部對向群 42 之各電磁石 40 係以虛線表示。

於中央部對向群 42 以及周緣部對向群 43，係以各電磁石 40 在處理空間 S 側之磁極全部成為相同的方式設定流經各電磁石 40 之線圈 40b 的電流朝向，於外側對向群 44 係以各電磁石 41 在處理空間 S 側之磁極全部成為相同的方式設定流經各電磁石 41 之線圈 41b 的電流朝向。

另一方面，當處理氣體使用含氟氣體以及氧氣之混合氣體(例如 SF_6 氣體以及 O_2 氣體之混合氣體)，從該處理氣體產生電漿而對晶圓 W 施以 TSV 處理之情況，處理空間 S 之中央部的電漿密度會較處理空間 S 之周緣部的電漿密度來得高，結果，如圖 9(A)所示般，晶圓 W 中央部之蝕刻速率會變得高於晶圓 W 周緣部之蝕刻速率。

於本實施形態之基板處理裝置 39，對應於此係將中央部對向群 42 之電磁石 40 在處理空間 S 側之磁極設定為 N 極，將周緣部對向群 43 之各電磁

石 40 在處理空間 S 側之磁極以及外側對向群 44 之各電磁石 40 在處理空間 S 側之磁極設定為 S 極。

於此情況，如圖 8(A)以及圖 8(B)所示般，從中央部對向群 42 往周緣部對向群 43 或外側對向群 44 產生放射狀之磁場 B。關於產生之磁場 B，如上述般，由於外側對向群 44 之各電磁石 41 所產生之全磁束相較於中央部對向群 42 或周緣部對向群 43 之各電磁石 40 所產生之全磁束來得大，乃成為處理空間 S 周緣部之磁場強度大於處理空間 S 中央部之磁場強度的磁場 B，而成為於大致外側對向群 44 之附近(亦即處理空間 S 之周緣部)之磁場強度為最大之磁場 B(參見後述圖 10(B))。

此時，由於藉由第 1 高頻電源 14 對於晶座 12 所供給之高頻電力而於圖 8(B)產生從近側朝向深處之電場 E，故電子依弗萊明左手定律以上部電極中心 C 為中心沿著圓狀電子軌跡 D 進行旋繞，但由於處理空間 S 之周緣部的磁場強度成為最大，故於處理空間 S 之周緣部會有許多電子進行旋繞，結果於處理空間 S 之周緣部生成許多電漿而提高電漿密度。藉此，伴隨於蝕刻處理所產生之電漿密度分布(在處理空間 S 之中央部為密)、以及因基板處理裝置 39 所產生之磁場 B 而產生之電漿密度分布(在處理空間 S 之周緣部為密)相重疊而可實現均勻的電漿密度分布。

圖 9(B)係顯示圖 8 之基板處理裝置 39 一邊產生磁場 B、一邊對晶圓 W 施以蝕刻處理之際的蝕刻速率分布圖。

如圖 9(B)所示，於蝕刻處理之際，若基板處理裝置 39 係將中央部對向群 42 之電磁石 40 在處理空間 S 側之磁極設定為 N 極，將周緣部對向群 43 之各電磁石 40 在處理空間 S 側之磁極以及外側對向群 44 之各電磁石 40 在處理空間 S 側之磁極設定為 S 極來產生磁場 B，則於晶圓 W 之前面可實現大致均勻的蝕刻速率。

圖 10 係說明於基板處理裝置 39 變更中央部對向群 42、周緣部對向群 43 以及外側對向群 44 之各電磁石 40、電磁石 41 在處理空間 S 側之磁極的情況之計算結果圖，圖 10(A)表示蝕刻速率之分布，圖 10(B)表示磁束密度分布。

細虛線顯示所有的電磁石 40、電磁石 41 不產生磁束之情況(比較例 1)。

細實線顯示將中央部對向群 42 之各電磁石 40 在處理空間 S 側之磁極設定為 N 極、周緣部對向群 43 之各電磁石 40 在處理空間 S 側之磁極設定為 S 極、且外側對向群 44 之各電磁石 41 不產生磁束之情況(比較例 2)。粗虛線係顯示將中央部對向群 42 之各電磁石 40 在處理空間 S 側之磁極設定為 N 極、周緣部對向群 43 之各電磁石 40b 不產生磁束、且將外側對向群 44 之各電磁石 41 在處理空間 S 側之磁極設定為 S 極之情況(實施例 1)。粗實線係表示將中央部對向群 42 之各電磁石 40 在處理空間 S 側之磁極設定為 N 極、將周緣部對向群 43 之各電磁石 40 在處理空間 S 側之磁極設定為 S 極、且將外側對向群 44 之各電磁石 41 在處理空間 S 側之磁極設定為 S 極之情況(實施例 2)。

從圖 10(B)之實施例 1 以及實施例 2 可知，中央部對向群 42 之各電磁石 40 在處理空間 S 側之磁極設定為 N 極，且將外側對向群 44 之各電磁石 41 在處理空間 S 側之磁極設定為 S 極，可得到在處理空間 S 之周緣部、具體而言在晶圓 W 略為外側之從晶圓 W 中心起算 150~160mm 之範圍得到磁場強度(各圖係以磁束密度來取代顯示)成為最大之磁場 B。

此外，據推測，如實施例 1 以及實施例 2 所示般之所以於晶圓 W 面內可實現大致均勻之蝕刻速率，乃因將外側對向群 44 設置於未和晶圓 W 相對向之部位(具體而言為晶圓 W 外側)，而可於晶圓 W 之略外側得到磁場強度成為最大之磁場 B，從而，在處理空間 S 之和晶圓 W 對向之部分的整體區域可使得電漿密度大致均勻之故。

此外，據推測，實施例 2 之磁場強度從處理空間 S 之中心(晶圓 W 中心)往處理空間 S 之周緣部(距離晶圓 W 中心 150~160mm 之範圍)未逐漸地上升、尤其在和周緣部對向群 43 對向之部分(從晶圓 W 中心起算 70~100mm 之範圍)形成段差乃是因為周緣部對向群 43 之各電磁石 40 在處理空間 S 側之磁極與外側對向群 44 之各電磁石 41 在處理空間 S 側之磁極同樣為 S 極，由周緣部對向群 43 之各電磁石 40 所產生之磁束與由外側對向群 44 之各電磁石 41 所產生之磁束出現相互抵銷之故。

依據本實施形態之基板處理裝置 39，配置於上部電極 13 之上面 13a 的 2 種類之多數電磁石 40 以及電磁石 41 被區分為對向於晶圓 W 中心之中央

部對向群 42、包圍該中央部對向群 42 之周緣部對向群 43、以及相對於周緣部對向群 43 配置於外側而未和晶圓 W 對向之外側對向群 44，而產生處理空間 S 之周緣部之磁場強度大於處理空間 S 之中央部之磁場強度的磁場 B，而可改善因 TSV 處理所產生之處理空間 S 之中央部較處理空間 S 之周緣部來得變高之電漿密度分布。

於上述基板處理裝置 39，雖將中央部對向群 42 之各電磁石 40 在處理空間 S 側之磁極設定為 N 極、且將外側對向群 44 之各電磁石 41 在處理空間 S 側之磁極設定為 S 極，但只要中央部對向群 42 之各電磁石 40 在處理空間 S 側之磁極與外側對向群 44 之各電磁石 41 在處理空間 S 側之磁極為相反，則可產生處理空間 S 之周緣部之磁場強度大於處理空間 S 之中央部之磁場強度的磁場 B，故也可將中央部對向群 42 之各電磁石 40 在處理空間 S 側之磁極設定為 S 極、且將外側對向群 44 之各電磁石 41 在處理空間 S 側之磁極設定為 N 極。

上述基板處理裝置 39，係以搭配圖 9(A)所示位於距離晶圓 W 中心約 75mm 附近之蝕刻速率的反曲點的方式使得中央部對向群 42 以從電極中心 C 到其中心之距離為 74.4mm 為止的電磁石 40 所構成，而周緣部對向群 43 以從電極中心 C 到其中心之距離大於 74.4mm 之電磁石 40 所構成。亦即，中央部對向群 42 與周緣部對向群 43 之交界設定為距離電極中心 C 為 74.4mm，但中央部對向群 42 與周緣部對向群 43 之交界可變更，為了得到處理空間 S 之電漿密度分布成為最適之磁場 B 的分布，該交界亦可做變更。

此外，複數電磁石 40 無須僅區分為中央部對向群 42 以及周緣部對向群 43，為了將伴隨於蝕刻處理所產生之電漿密度分布以磁場 B 所產生之電漿密度分布來補正而實現均勻的電漿密度分布，複數電磁石 40 可區分為 1 個或是 3 個以上之電磁石群，而得到處理空間 S 之電漿密度分布成為最適之磁場 B 分布。

此外，中央部對向群 42 以及周緣部對向群 43 之交界變更、電磁石群之數量變更係藉由控制器來對於流經各電磁石 40 之線圈 40b 的電流值或是電流朝向進行控制以變更各電磁石 40 所產生之磁場 B 強度以及/或是各電磁石 40 之磁極來進行。

以上，針對本發明係使用上述各實施形態來說明，但本發明不限定於上述各實施形態。

【符號說明】

B	磁場
D	電子軌跡
E	電場
S	處理空間
W	晶圓
10,24,39	基板處理裝置
11	腔室
12	晶座
13	上部電極
14	第 1 高頻電源
16	第 2 高頻電源
20,40,41	電磁石
21,42	中央部對向群
22,43	周緣部對向群
23,44	外側對向群

【生物材料寄存】

無

【序列表】(請換頁單獨記載)

無

申請專利範圍

1. 一種基板處理裝置，係於被供給高頻電力之下部電極與對向於該下部電極而配置之上部電極之間的處理空間處產生電場，使用源於該電場而產生的電漿來對載置於該下部電極之基板施以電漿處理者；其特徵在於：於該上部電極具備有在和該處理空間成為相反側之上面所配置之複數電磁石，各該電磁石相對於和該基板中心呈對向之該上部電極的中心係配置成放射狀；
各該電磁石具有棒狀的軀鐵；
該複數電磁石係區分為複數電磁石群，該每個電磁石群係控制各該電磁石所產生之磁場強度或是該電磁石之磁極；
一個該電磁石群之各該電磁石之該軀鐵的直徑係不同於其他該電磁石群之各該電磁石之該軀鐵的直徑。
2. 如申請專利範圍第 1 項之基板處理裝置，其中各該電磁石之該軀鐵的側面纏繞有銅線；一個該電磁石群之各該電磁石之該軀鐵的該銅線之纏繞數係不同於其他該電磁石群之各該電磁石之該軀鐵的該銅線之纏繞數。
3. 如申請專利範圍第 1 項之基板處理裝置，其中該複數電磁石係區分為第 1 電磁石群、第 2 電磁石群以及第 3 電磁石群，該第 1 電磁石群係由對向於該基板中央部之該電磁石所構成，該第 2 電磁石群係由對向於該基板周緣部之該電磁石所構成，該第 3 電磁石群係由未對向於該基板、而相對於該上部電極之中心在比該第 2 電磁石群配置於更外側之該電磁石所構成；
該第 1 電磁石群之各該電磁石在該處理空間側之磁極相同，該第 2 電磁石群之各該電磁石在該處理空間側之磁極相同，該第 3 電磁石群之各該電磁石在該處理空間側之磁極相同。
4. 如申請專利範圍第 3 項之基板處理裝置，其中該第 3 電磁石群之各該電磁石之該軀鐵的直徑係大於該第 1 電磁石群以及該第 2 電磁石群之各該電磁石之該軀鐵的直徑；

該第 3 電磁石群之各該電磁石之該軛鐵的該銅線之纏繞數係多於該第 1 電磁石電磁石群以及該第 2 電磁石群之各該電磁石之該軛鐵的該銅線之纏繞數。

5. 如申請專利範圍第 3 項之基板處理裝置，其中該第 1 電磁石群以及該第 2 電磁石群之各該電磁石係相互以等間隔配置，該第 3 電磁石群之各該電磁石係以該上部電極之中心為中心而配置為圓環狀。
6. 如申請專利範圍第 5 項之基板處理裝置，其中該第 3 電磁石群之該電磁石分別產生之全磁束為該第 1 電磁石群以及該第 2 電磁石群之該電磁石分別產生之全磁束的 8~12 倍。
7. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之基板處理裝置，係因應於施加在該基板之該電漿處理內容來變更各該電磁石所產生之磁場之磁場強度以及/或是該電磁石之磁極。
8. 一種基板處理裝置，係於被供給高頻電力之下部電極與對向於該下部電極而配置之上部電極之間的處理空間處產生電場，使用源於該電場而產生之電漿來對載置於該下部電極之基板施以電漿處理；其特徵在於：具備有：

複數電磁石，係於該上部電極配置在和該處理空間成為相反側之上面處；

第 1 高頻電源，係連接於該下部電極而供給第 1 頻率之高頻電力；以及
第 2 高頻電源，係連接於該下部電極而供給較該第 1 頻率來得高之第 2 頻率之高頻電力；

當該第 1 高頻電源供給該第 1 頻率之高頻電力之際，各該電磁石於該處理空間不產生磁場；

當該第 2 高頻電源供給該第 2 頻率之高頻電力之際，各該電磁石係於該處理空間產生磁場。

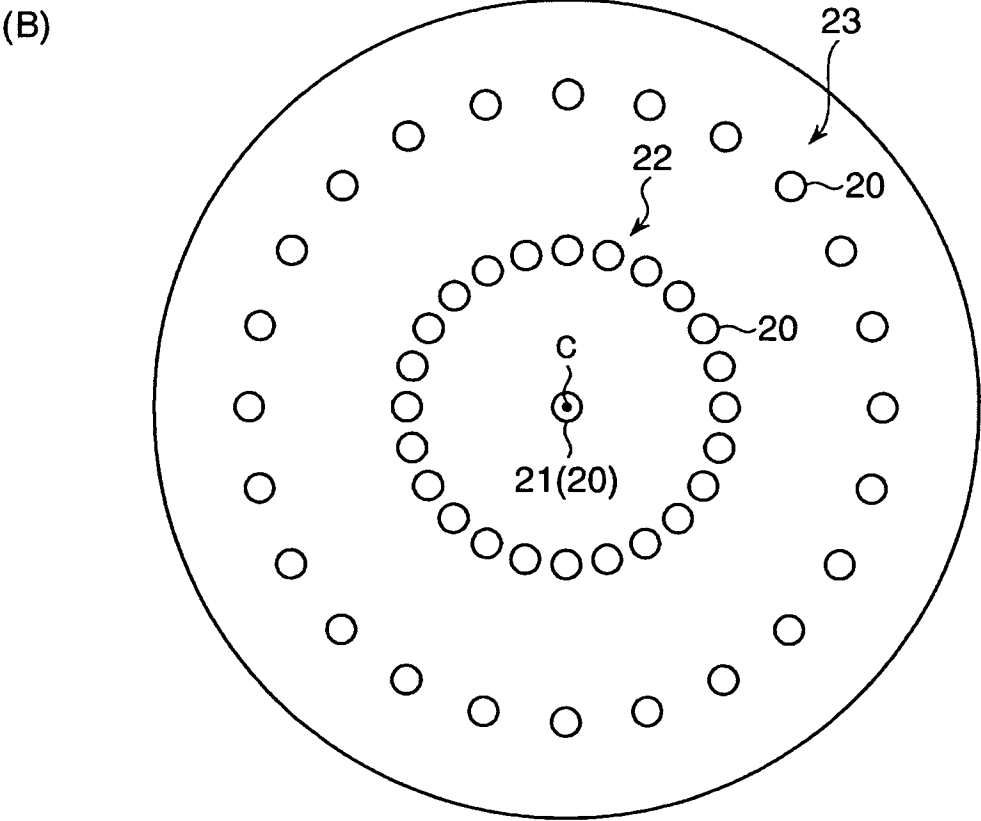
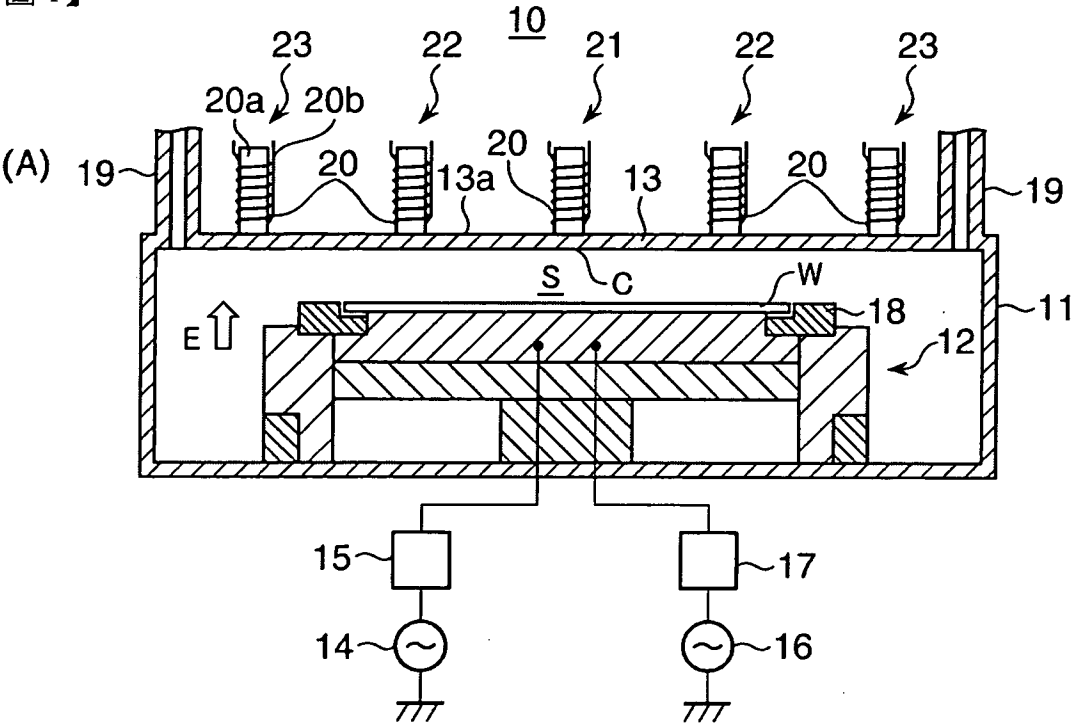
9. 如申請專利範圍第 8 項之基板處理裝置，其中該複數電磁石係區分為第

1 電磁石群、第 2 電磁石群以及第 3 電磁石群，該第 1 電磁石群係由對向於該基板中央部之該電磁石所構成，該第 2 電磁石群係由對向於該基板周緣部之該電磁石所構成，該第 3 電磁石群係由未對向於該基板、而相對於該上部電極之中心在比該第 2 電磁石群配置於更外側之該電磁石所構成；

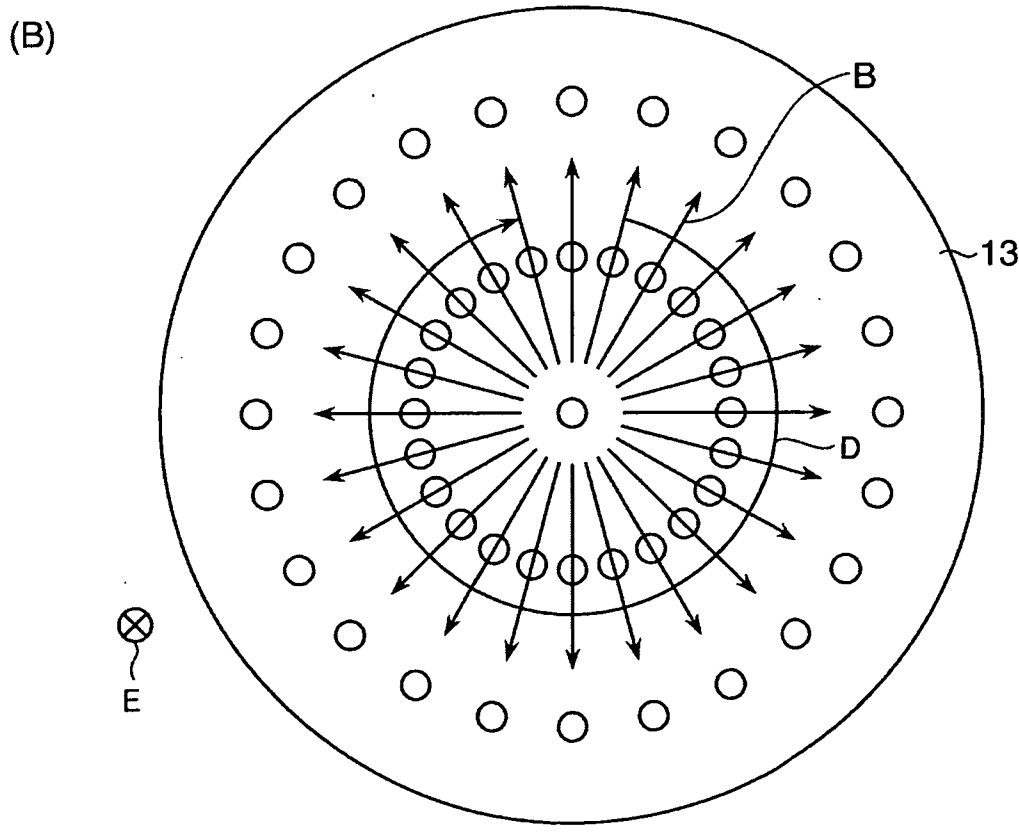
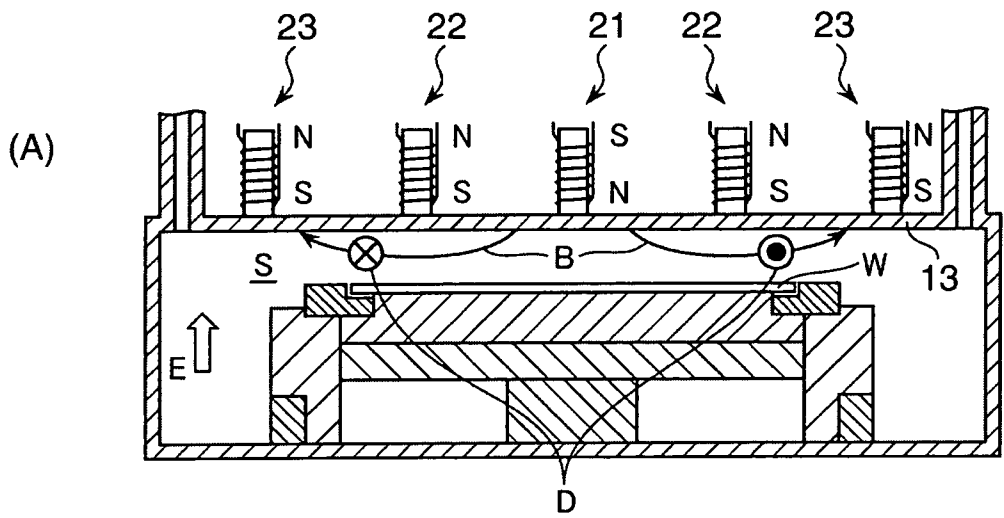
該第 2 高頻電源供給該第 2 頻率之高頻電力之際，係以控制器進行控制來產生出於該第 2 電磁石群與該第 3 電磁石群之間的磁場強度成為最大的磁場。

圖式

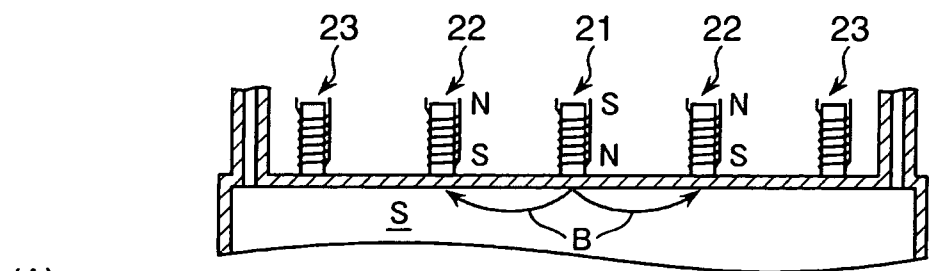
【圖 1】



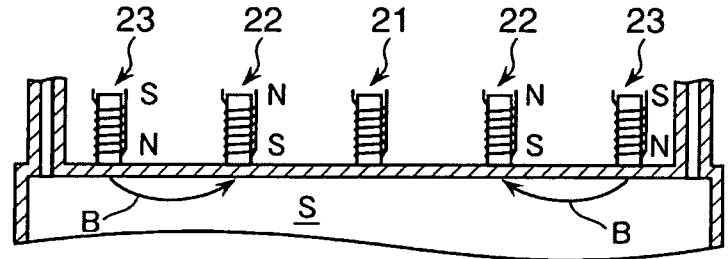
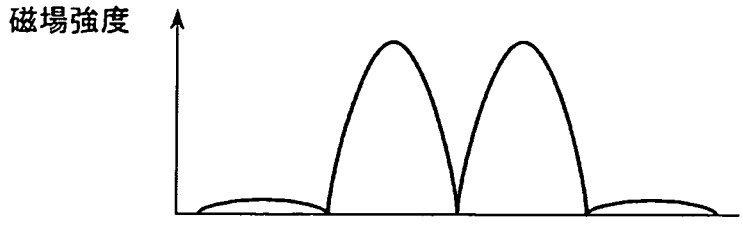
【圖 2】



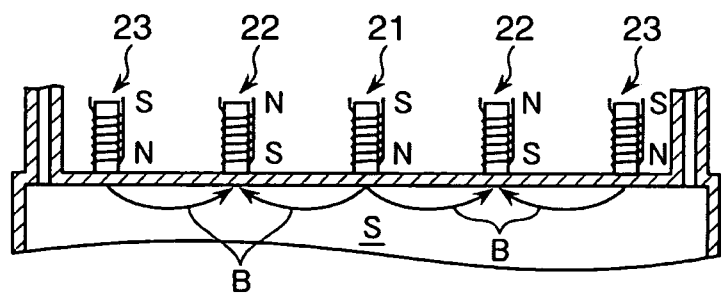
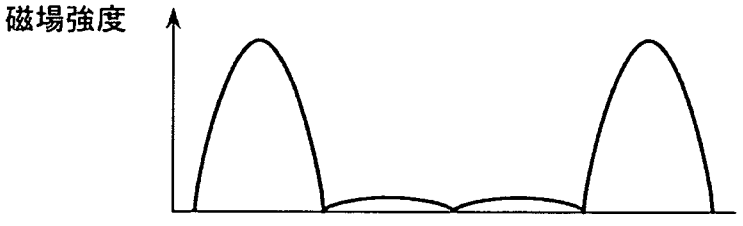
【圖 3】



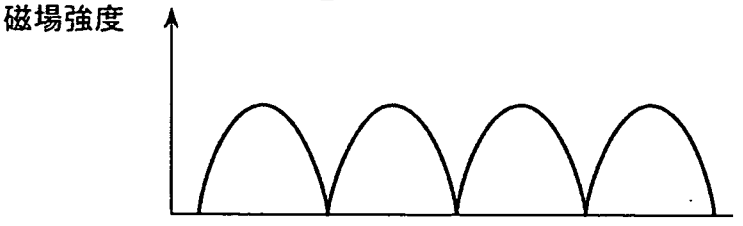
(A)



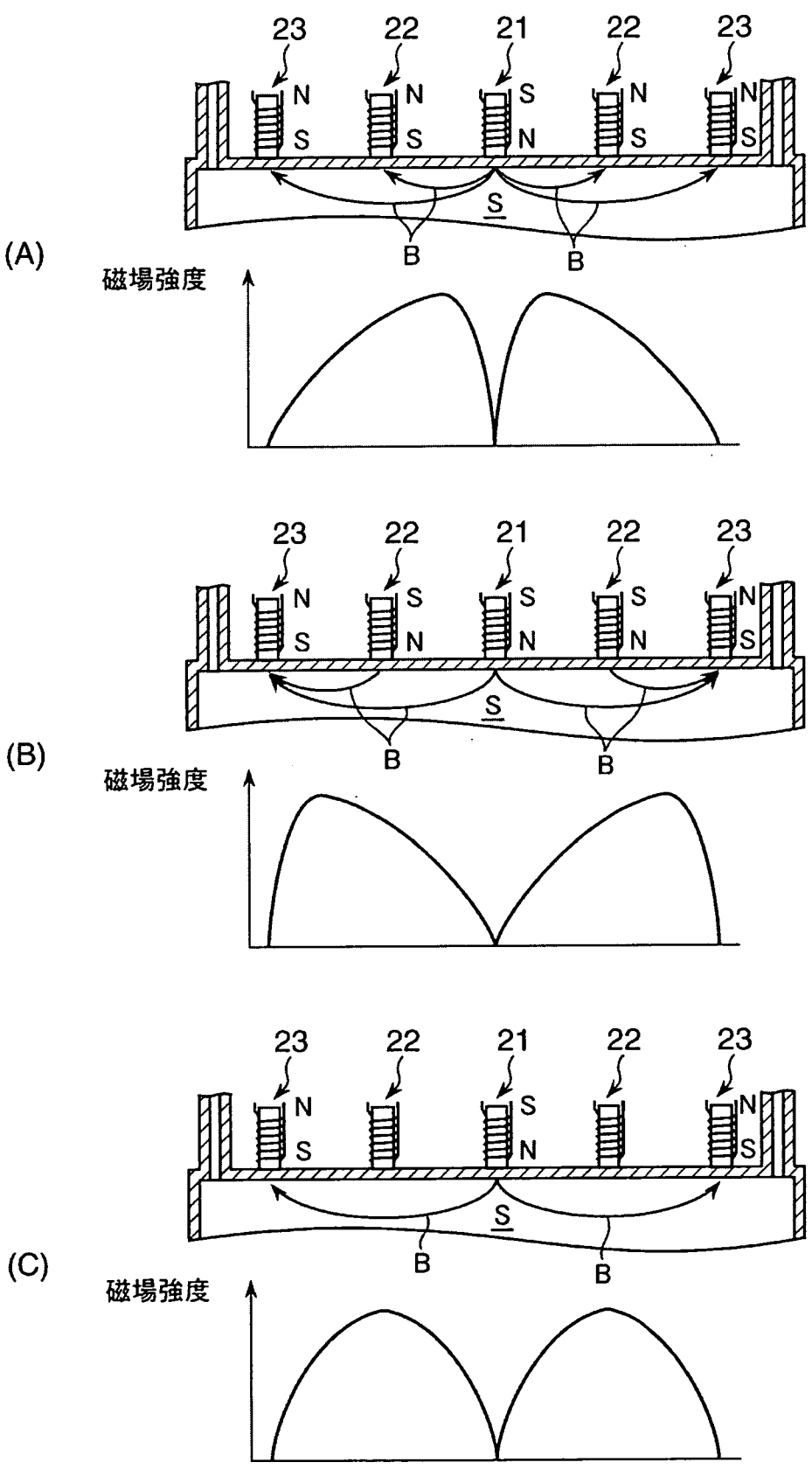
(B)



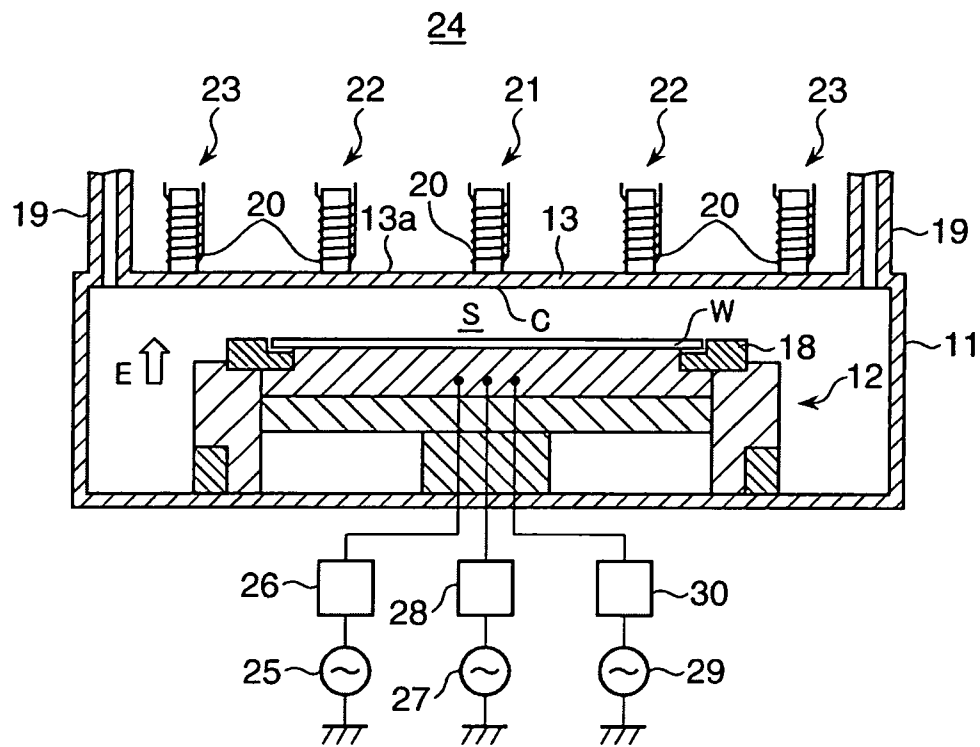
(C)



【圖 4】

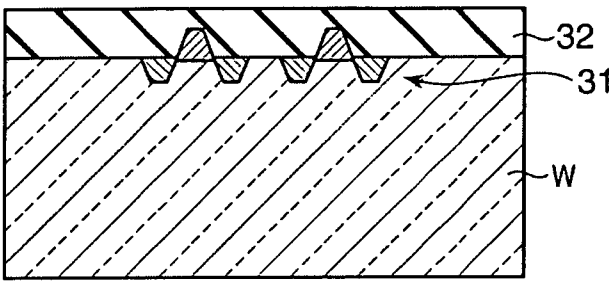


【圖 5】

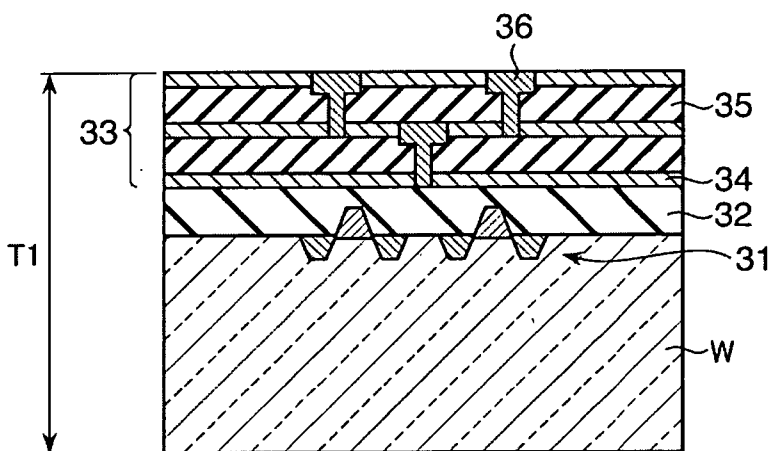


【圖 6】

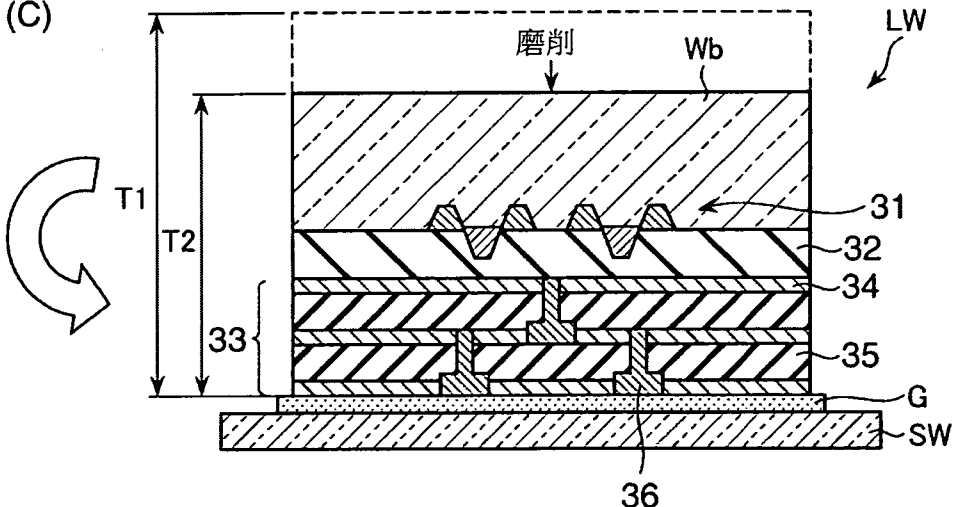
(A)



(B)

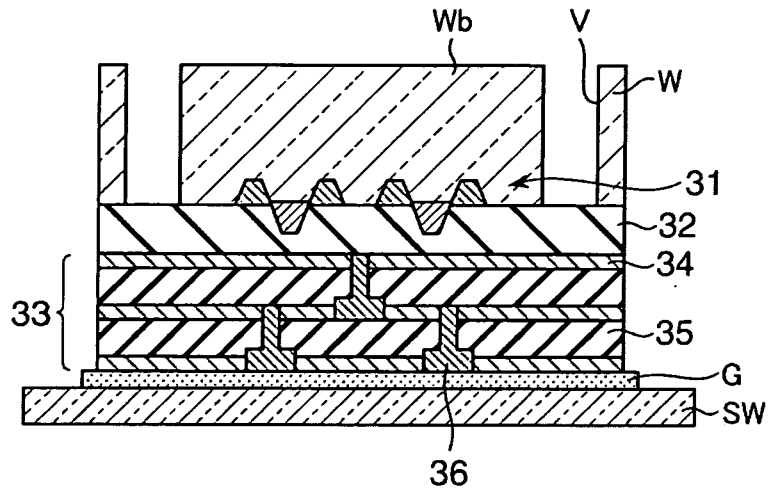


(C)

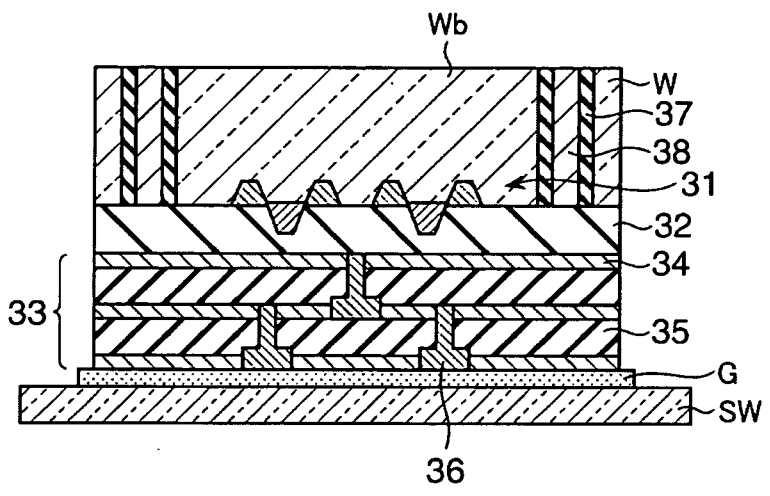


【圖 7】

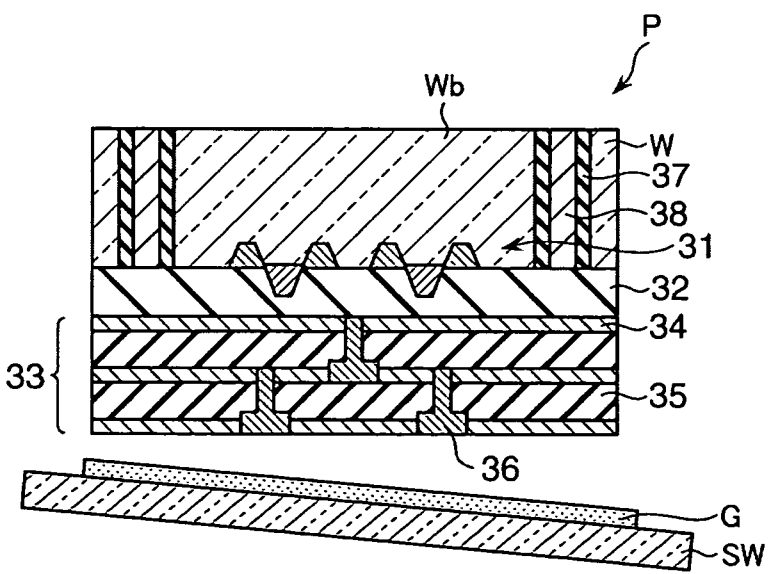
(A)

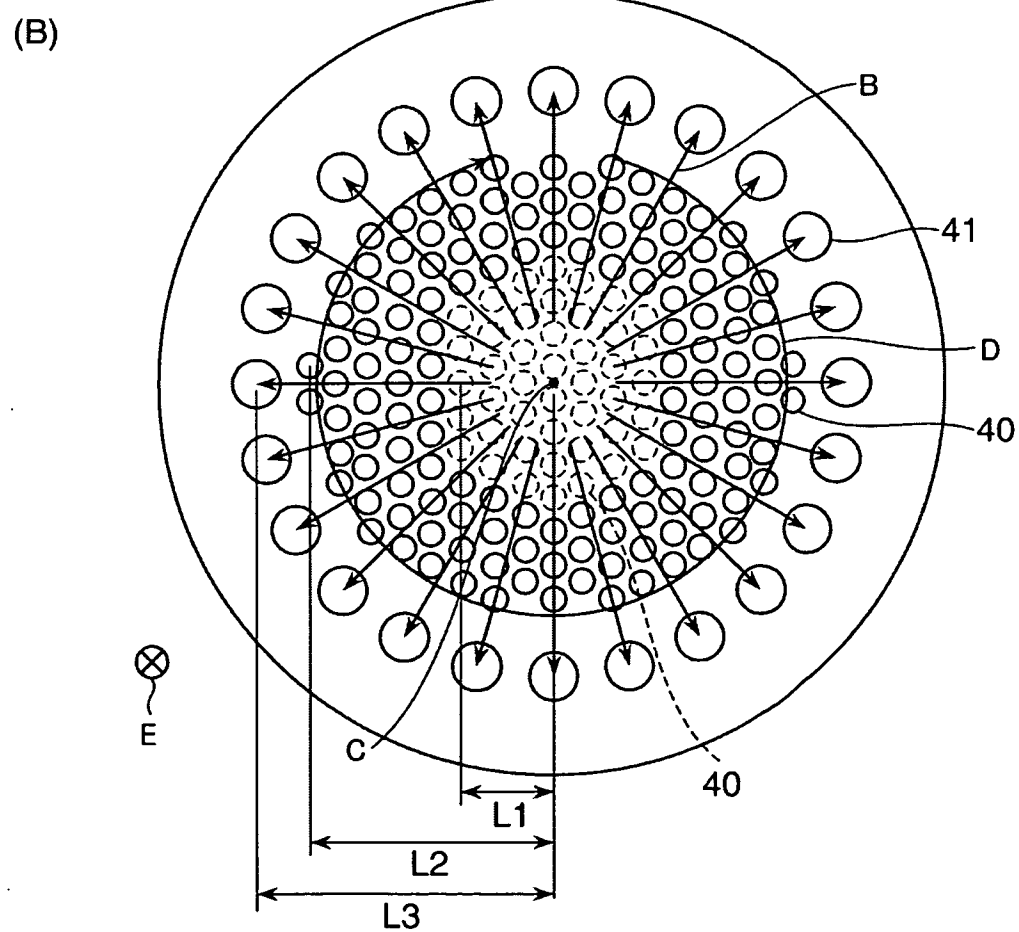


(B)

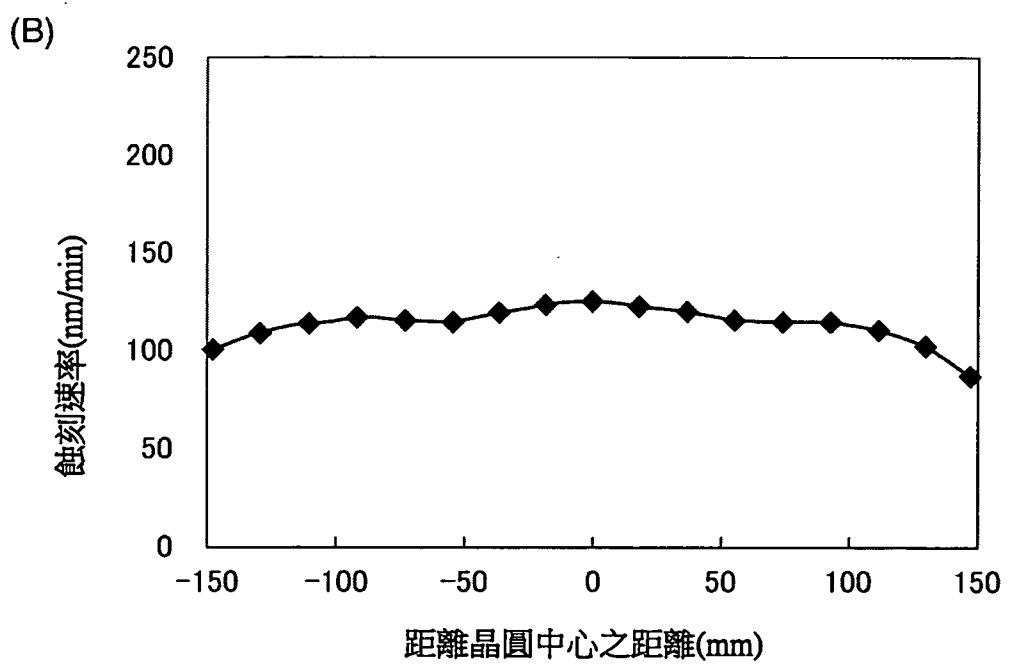
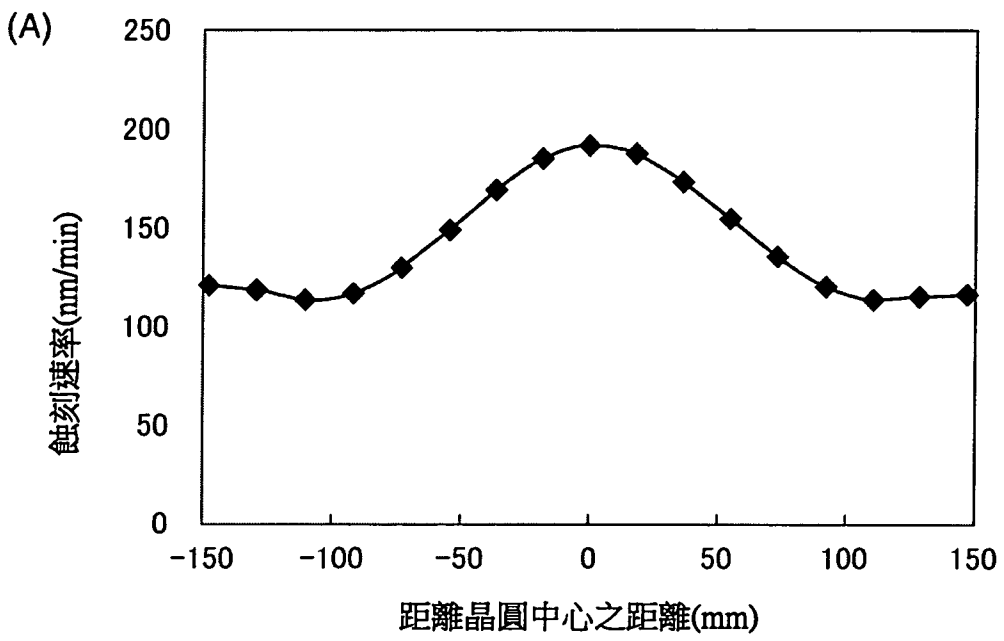


(C)

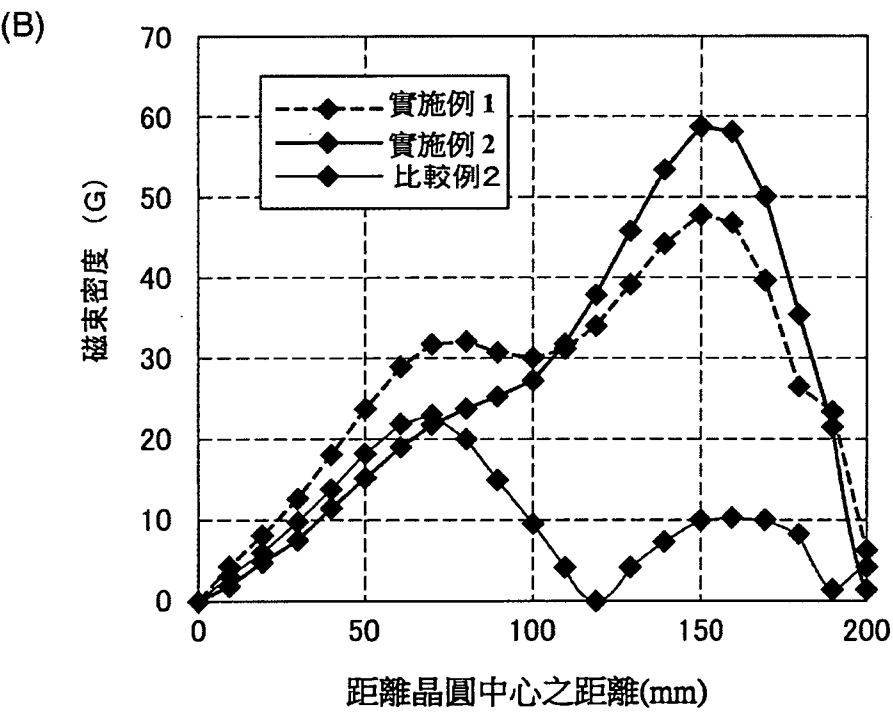
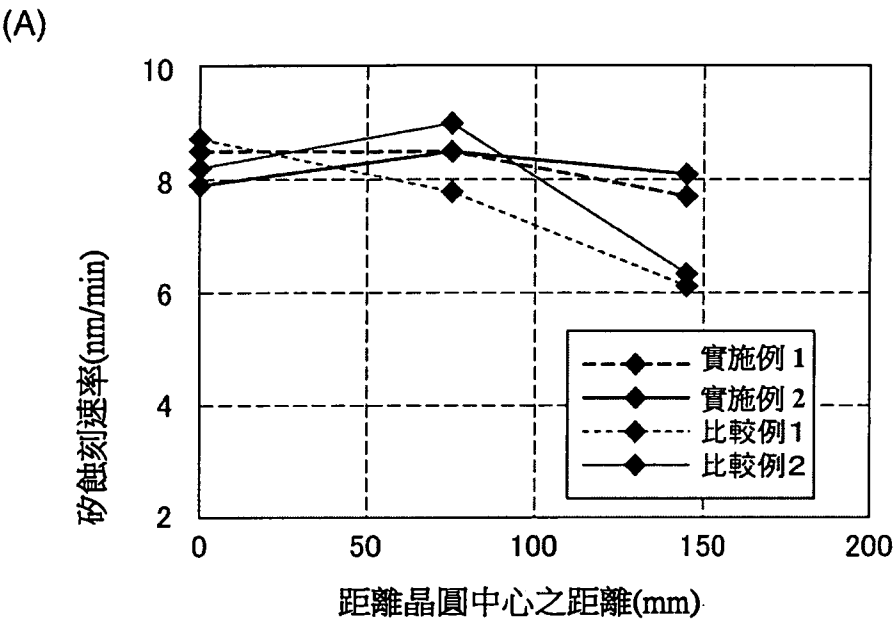




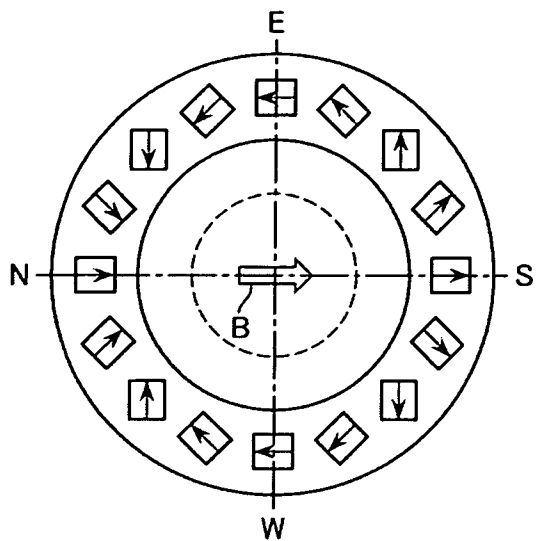
【圖 9】



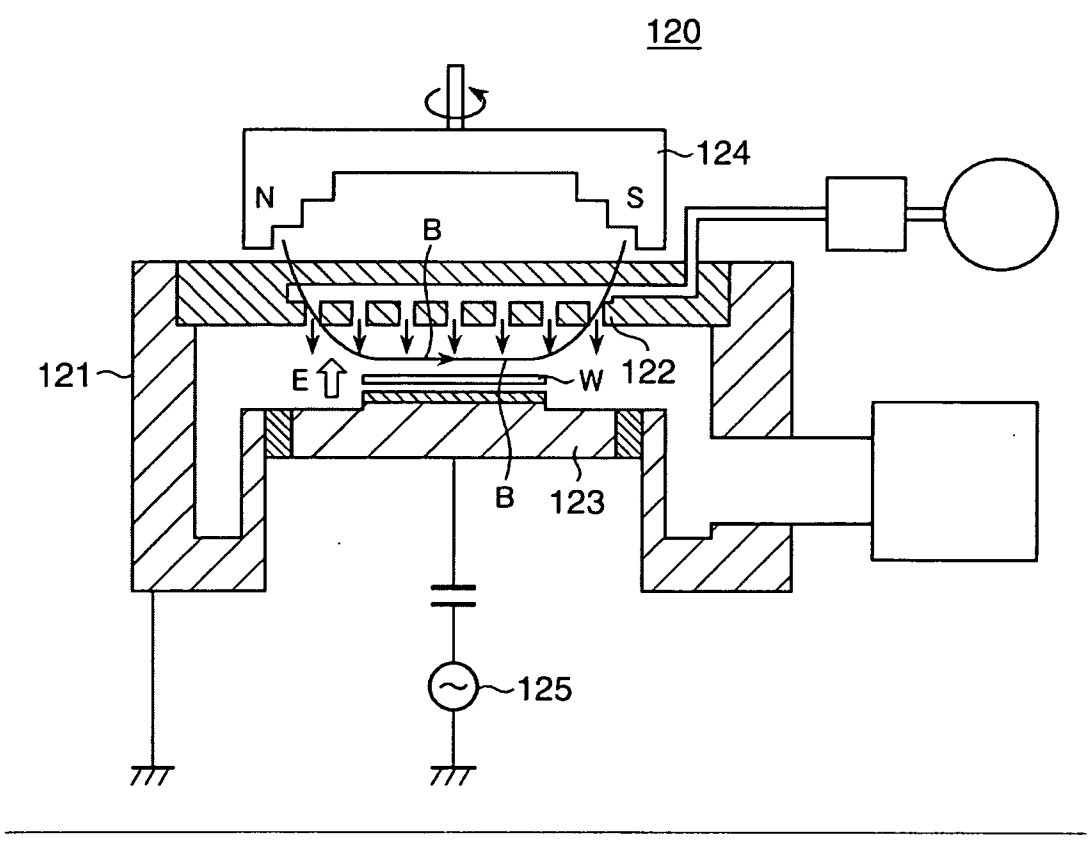
【圖 10】



【圖 11】



【圖 12】



【圖 13】

