

公告本

416117

| | |
|------|------------|
| 申請日期 | 87.3.4 |
| 案 號 | 87103130 |
| 類 別 | 401L 21/68 |

89年3月27日
修正
補充

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

第87103130號

發明專利說明書

修正本
修正日期：89年3月

| | | | |
|--------|--|--|--------|
| 一、發明人稱 | | 中文 單晶陶瓷靜電卡盤 | 416117 |
| | | 英文 MONOCRYSTALLINE CERAMIC ELECTROSTATIC CHUCK | 裝 |
| 二、發明人 | | 姓名 哈洛德·赫契恩 | 訂 |
| | | 國籍 加拿大 | 線 |
| | | 住、居所 美國加州聖荷西市馬提克大道3094號 | |
| 三、申請人 | | 姓名 (名稱) 美商·應用材料股份有限公司 | |
| | | 國籍 美國 | |
| | | 住、居所 (事務所) 美國加州聖大克萊拉包爾街3050號 | |
| | | 代表人姓名 約瑟夫 J. 斯威尼 | |

條款委員會示
89年3月27日所提之

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

公告本

416117

| | |
|------|------------|
| 申請日期 | 87.3.4 |
| 案 號 | 87103130 |
| 類 別 | 401L 21/68 |

89年3月27日
修正
補充

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

第87103130號

發明專利說明書

修正本
修正日期：89年3月

| | | | |
|--------|--|--|--------|
| 一、發明人稱 | | 中文 單晶陶瓷靜電卡盤 | 416117 |
| | | 英文 MONOCRYSTALLINE CERAMIC ELECTROSTATIC CHUCK | 裝 |
| 二、發明人 | | 姓名 哈洛德·赫契恩 | 訂 |
| | | 國籍 加拿大 | 線 |
| | | 住、居所 美國加州聖荷西市馬提克大道3094號 | |
| 三、申請人 | | 姓名 (名稱) 美商·應用材料股份有限公司 | |
| | | 國籍 美國 | |
| | | 住、居所 (事務所) 美國加州聖大克萊拉包爾街3050號 | |
| | | 代表人姓名 約瑟夫 J. 斯威尼 | |

條款委員會示
89年3月27日所提之

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

(由本局填寫)

| |
|-----------|
| 承辦人代碼： |
| 大類： |
| I P C 分類： |

A6

B6

本案已向：

美 國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： 有 無主張優先權
 1997.3.6 08/812,194
 1997.8.29 08/920,423

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

有關微生物已寄存於： ，寄存日期： ，寄存號碼：

五、發明說明(1)

交叉參考

本案為1997年3月6日提出申請之美國專利申請案第08/812,194號，名稱「靜電卡盤之具有整合一體黏合互連電路之單晶陶瓷塗層」(併述於此以供參考)之部分連續案。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

背景

本發明係關於處理過程中固持基材之靜電卡盤。

靜電卡盤用於處理腔室固持半導體基材如矽晶圓。典型靜電卡盤包含由介電層覆蓋的電極。單極性卡盤中，當卡盤電極由電壓加電偏壓，及腔室內帶電電漿於基材感應靜電荷時產生靜電吸力。雙極性卡盤包含雙極性電極，其相對於彼此加電偏壓而產生靜電吸力。

靜電卡盤產生的靜電吸力也具有不同類型。如第1a圖示意舉例說明，卡盤10a具有一層具高電阻的介電層11，結果當相反靜電荷積聚於基材12及卡盤電極13時導致庫倫靜電力。庫倫靜電力以方程式說明為：

$$F = 1/2 \epsilon_0 \epsilon_r (V/t)^2 A$$

此處 ϵ_0 及 ϵ_r 分別為真空之介電常數及介電層11之相對介電常數，V為施加於電極13之電壓，A為電極面積，及t為介電層厚度。

參照第1b圖，當低電阻或洩漏介電層15與基材12間之氣隙或界面14具有界面接觸電阻遠大於介電層15電阻時，亦即當介電層15電阻典型由約 10^{11} 至約 10^{14} 歐姆/厘米時，於卡盤10b出現強森雷貝克(Johnsen-Rahbek)靜電吸力。游

五、發明說明(2)

離靜電荷於施加電場遷移通過介電層15，積聚於介電層15與基材12間之界面。積聚於界面之電荷產生電位下降，以下式表示：

$$F = 1/2 \epsilon_0 (V/\lambda)^2 A$$

此處 表示基材12與低電阻介電層15間之界面14之接觸電阻。強森雷貝克靜電吸力典型高於庫倫力提供之力，原因為介電層15偏極化與積聚於界面14之游離電荷組合而增強靜電力。如此提供更強勁電力，更牢固固持基材12於卡盤，也改良界面的傳熱率。又卡盤使用之低電壓可減少充電對基材12上活性裝置傷害的可能。

覆蓋卡盤電極13之介電層11，15典型包含一層薄聚合物膜如聚醯亞胺黏著於電極，例如揭示於Shamouilian等之美國專利第08/381,786號，名稱「附有服貼絕緣膜之靜電卡盤」，申請日1995年1月31日(併述於此以供參考)。但固持於卡盤上的基材常斷裂或缺損形成具有銳利緣的斷片而刺穿聚合物膜，暴露出電極。介電層甚至單一針孔暴露出電極也可能引起電極與電漿間之電弧放電而需要更換整個卡盤。聚合物於溶蝕性處理環境下，例如使用含氧氣體及電漿處理壽命有限。又，聚合物或用於黏著聚合物膜至卡盤之黏著劑常無法於超過1000°C之升溫工作。

多晶陶瓷也曾用於形成介電層來提供較高耐刺穿性及較高溫度性能，例如述於Niori之美國專利第5,280,156號；Watanabe等之美國專利第4,480,284號；「氧化鋁靜電卡盤之電阻率與靜電力間之關係」Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 32

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明 (3)

，Part 1，No. 2，(1993)；或「添加二氧化鈦於還原氣氛燒製之氧化鋁陶瓷之電阻率及顯微結構」J. of the Am. Cer. Soc. of Japan Intl. Ed.，Vol.101，No. 10，pp. 1107-1114，1993年7月(併述於此以供參考)。陶瓷介電層典型包含低導電率多晶陶瓷如 Al_2O_3 與 TiO_2 之混合物或 BaTiO_3 。但多晶陶瓷如攪雜 TiO_2 之 Al_2O_3 常具有隨溫度改變之電阻，於高溫具有低電阻或不足電阻。又，多晶陶瓷包含小顆粒或晶體其典型直徑為0.1至50微米，及具有含玻璃材料混合物之晶粒邊界將晶粒固持在一起。當此種陶瓷層暴露於溶蝕環境例如含氟電漿時，電漿蝕刻去除晶粒邊界區，引起陶瓷晶粒於基材處理過程中鬆脫及片落。基材對卡盤磨蝕也造成陶瓷晶粒由卡盤片落。此等粒狀陶瓷晶粒汙染基材及/或處理腔室，並減少由該基材生產的積體電路晶片產量。

包含單晶陶瓷薄晶圓且由少數相當大陶瓷晶體製成的介電層也常用於覆蓋電極。例如Atari等之美國專利申請案第5,413,360號敘述一種由單晶陶瓷晶圓覆蓋介電板上的電極組成的靜電卡盤。Atari教示使用黏結劑或高溫接合方法接合單晶陶瓷晶圓至卡盤電極。另一例中，Sherman之美國專利第5,535,090號，申請日1994年3月3日，揭示一種靜電卡盤包含單晶陶瓷晶圓小段使用高溫真空黃銅附有適當黃銅化合金黏著於電極表面。例如鉑層可濺鍍於單晶陶瓷層，鉑糊用於黏著單晶陶瓷層至金屬電極。

此種卡盤的問題係來自於其結構，其典型包含單一相

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

八

訂

線

五、發明說明(4)

當薄的單晶陶瓷晶圓以一層黏合材料黏合至金屬電極，及由另一種材料製成的金屬板或介電板支撐。黏合過程中或卡盤用於溶蝕處理環境期間，單晶陶瓷晶圓與電極間之熱膨脹不匹配可能導致黏合失敗。又，黏合材料典型為以金屬為主的材料，當卡盤用於反應性處理過程中，黏合材料被熱分解或化學分解，引起卡盤故障及處理過程中基材移動或未對正。薄單晶陶瓷晶圓及電極也因熱膨脹係數不匹配產生應力，而於高溫時與支撐作用的介電板或金屬板分離。出現另一問題，原因為用於容納冷卻劑或供應氮氣至基材下方界面的槽道、通道或其它中空空間難以於脆性硬質薄的單晶陶瓷層成形。用於形成真空成形的一連串機製或鑽孔步驟期間，脆性層常裂開或缺損結果損失卡盤。也難以於單晶陶瓷晶圓準確機製精細孔隙或切槽。

習知卡盤之又另一問題來自於單晶陶瓷晶圓製法。一個方法亦即柴克拉斯基(Czochralski)類型方法中，單晶陶瓷大晶體使用種晶晶體安裝於模具上由熔融氧化鋁抽取。抽取出材料冷卻及固化形成大型定向晶體柱。其後柱經切片形成單晶陶瓷晶圓。另一種俗稱EFG方法(緣界定、膜進料、增長方法)之方法教示於例如Le Bella等之美國專利第3,701,636號及第3,915,662號(併述於此以供參考)。此等方法中，使用模具例如於毛細管內接觸熔融氧化鋁的環形環由熔融氧化鋁抽取。熔融氧化鋁於管內藉毛細力升高，模具提供一個種晶面，由此種晶面可增長單晶陶瓷晶體。但藉此等方法增長的單晶陶瓷晶體大小受模具開口大小尺

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

八
訂
一
線

五、發明說明(5)

寸所限，無法增長大尺寸卡盤所需大單晶陶瓷晶體。該製法也生產具有相對小晶粒及小晶面瑕疵的晶體。又，抽取過程中抽取出晶體可能扭曲回轉而產生非定向而有小晶面的結晶結構。

希望有一種單晶陶瓷製造的卡盤，其具有熱膨脹不匹配減少，於電漿環境之溶蝕速率低，及半導體處理過程中產生的顆粒減少。也希望用於卡盤之單晶陶瓷可於高工作溫度較佳超過約1000°C 提供穩定可靠的電氣性質。又希望有預定形狀之切槽，長槽及通道供容納冷卻流體或氮氣於卡盤本體內供調節基材及卡盤溫度。

概述

本發明之靜電卡盤包含單晶陶瓷材料，其具有較少溶蝕，對顆粒的產生較有抗性，及於高工作溫度提供可靠穩定的電氣性質。靜電卡盤包含單晶陶瓷單片具有接納面供接受基材。一個電極包埋於單晶陶瓷單片供產生靜電力供靜電固持基材。延伸貫穿晶片之電連接器用於供應電壓而操作電極。較佳單晶陶瓷包含直徑約0.5至約10厘米之大晶體，其於單一晶相學方向大體彼此定向。卡盤電極包含於陶瓷板誘生的晶格缺損圖樣，攪雜劑於陶瓷板之圖樣，或導電金屬製成的電極。單晶陶瓷卡盤可於升溫工作而極少或未污染基材。

靜電卡盤之另一態樣包含單晶陶瓷層覆蓋下方介電層上的一個網孔電極。單晶陶瓷包含大晶體，其大體彼此定向，及其具有積體黏合互連電路其延伸貫穿網孔電極之孔

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

八
訂
線

五、發明說明(6)

口而直接黏合至下方介電層。較佳單晶陶瓷層直接黏合至下方介電層，大體不含任何黏著層。此外，一或多層單晶陶瓷層及下方介電層係由藍寶石單晶製成。

可用於調節基材溫度之靜電卡盤之又另一態樣包含介電件，其具有一個電極包埋於其中及一個接納面供接受基材。介電件包含流體管道供循環傳熱流體於卡盤。較佳流體管道包含距接納面距離 D_1 之第一流道，及距接納面距離 D_2 之第二流道，距離 D_1 大於距離 D_2 。較佳第一流道毗鄰流體入口其供應傳熱流體給管道，及第二道毗鄰流體出口其移出傳熱流體。距離 D_1 充分大於距離 D_2 而可補償傳熱流體循環通過卡盤時溫度的升高或冷卻。一個態樣中，流體管道包含矩形剖面其中軸係與接納面夾角。另一個態樣中，流體管道包含螺形管道由流體入口朝向接納面升高至流體出口。又另一個態樣中，周邊內緣及外緣，內緣距接納面之距離為 D_{IN} ，外緣距接納面之距離為 D_{OT} ，距離 D_{IN} 與距離 D_{OT} 之差經選擇而維持跨越卡盤接納面之傳熱速率大體均勻。

靜電卡盤可藉多種方法製造，包括黏合多片單晶陶瓷板形成完整單片結構，或方向性固化熔融陶瓷，或移動毛細管方法而於電極上種晶單晶層。第一種方法使用多片單晶陶瓷板如藍寶石及於一或多片單晶陶瓷板上形成電極。單晶陶瓷板彼此黏合而形成單片結構，電極包埋於其中。單晶陶瓷板可藉施用含氧化鋁之黏結化合物至單晶陶瓷板及加熱處理黏結化合物而彼此黏合。較佳黏結化合物包含

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

八
訂
線

五、發明說明(7)

氧化鋁與低共熔成分之低共熔混合物，低共熔混合物具有熔點低於約2000°C。

另一種形成靜電卡盤之方法中，陶瓷材料於模具內熔化形成熔融陶瓷，模具具有靜電卡盤之內部形狀。一或多個電極模型，通道模型及管道模型固持於熔融陶瓷內，及一個種晶晶體維持與熔融陶瓷接觸。熔融陶瓷經方向性冷卻而形成單晶陶瓷包含大體彼此定向的大晶體，及其中包埋有電極、通道模型或管道模型。然後單晶陶瓷內之一或多個電極、通道或管道成形模型經適當處理，例如於氧化加熱處理或濕化學蝕刻過程，形成具有電極及分別容納傳熱流體或氣體之通道或管道之單晶陶瓷單片。該方法提供一種中間產物，包含整體單片單晶陶瓷其中包埋一或多個可化學溶蝕模型，模型經成形而形成通道及管道。

另一種形成靜電卡盤之方法中，陶瓷材料於熔體貯器內熔化形成熔融陶瓷。毛細管設置於熔體貯器內，毛細管包含於熔體貯器之熔融陶瓷入口，及毗鄰工作件表面(例如固持於介電層上的網孔電極)之出口。出口包含具有種晶面及第一高度之前緣，及具有比第一高度更小的第二高度之後緣。毛細管出口跨越工作件表面移動，毛細管前緣於後緣前方移動而沉積熔融陶瓷層於工作件表面上。熔融陶瓷材料抽取通過毛細管及藉前緣種晶面上的種晶晶體種晶。熔融陶瓷層具有大體由第一高度與第二高度之差控制厚度 t 。冷卻時，種晶熔融陶瓷層形成包含大晶體大體彼此定向之單晶陶瓷層。較佳毛細管及工作件表面於單晶陶

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

八
訂

線

五、發明說明 (8)

瓷層沉積過程中連續加熱。

附圖

本發明之此等特點、態樣及優點參照後文說明、隨附之申請專利範圍及舉例說明本發明之實例之附圖將更易明瞭，附圖中：

第1a圖(先前技術)為使用庫倫靜電力工作的靜電卡盤之示意圖；

第1b圖(先前技術)為使用強森雷貝克靜電力工作的靜電卡盤之示意圖；

第2a圖為本發明之靜電卡盤一個具體例之示意剖面側視圖；

第2b圖為本發明之靜電卡盤另一個具體例之示意剖面側視圖；

第3圖為包含本發明之單極性卡盤之處理腔室之示意剖面側視圖；

第4圖為包含本發明之雙極性卡盤之處理腔室之示意剖面側視圖；

第5a至5e圖為示意剖面圖顯示本發明之較佳流體管道配置；

第6a至6d圖為示意剖面圖顯示使用熔融陶瓷於槽內之方向性固化製造第2a圖之靜電卡盤之連續步驟；

第7a至7c圖為用於形成第2b圖之靜電卡盤之預切割單晶陶瓷板及電極之總成之分解示意剖面圖；

第8a圖為包含單晶陶瓷層覆蓋於下方介電層上的網孔

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

代
訂
線

五、發明說明(9)

電極之靜電卡盤具體例之示意剖面側視圖；及

第8b圖為適合形成第8a圖之靜電卡盤之裝置之示意剖面側視圖。

說明

本發明係關於一種靜電卡盤20，其包含單晶陶瓷單片25之整體結構，其包含相當大的陶瓷晶體30於單一晶相學方向彼此定向，如第2a圖之示例說明。單晶陶瓷材料之靜電卡盤20包含一個接納面35供接受基材40及一或多個電極45包埋於其中，及位於接納面下方。如第2a圖所示，當經由延伸貫穿單片結構25的電連接器50施加電壓至電極45時，靜電卡盤20以靜電方式固持基材40於接納面35。

單晶陶瓷單片25提供整塊化學成份均質的組合物其用於積體電路製造具有若干優點。一般用於單晶材料之「單晶」一詞用於此處，表示材料包含數個(典型為10個或更少)大陶瓷晶體30其於同一晶相學方向定向，亦即具有彼此對正的密勒(miller)指數之晶相學平面。單晶陶瓷大晶體30典型平均直徑為約0.5至約10厘米，及更典型為1至5厘米。相反地，習知多晶陶瓷材料具有直徑約0.1微米至50微米之小晶粒或晶體，其縮小因數至少約 10^5 至約 10^7 。單片結構25之大陶瓷晶體30大體於相同單一晶相學方向定向，提供暴露面含有極少或無雜質或玻璃狀晶粒邊界區，其如同小晶粒及晶體可於溶蝕性含鹵素環境下快速溶蝕。單片25之接納面35之連續均質且均勻晶相學結構於溶蝕環境下較少溶蝕或產生顆粒，及提供相對穩定電阻，其於較高

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明 (10)

溫不會改變，不像多晶陶瓷卡盤之接納面。

單晶陶瓷單片 25 之高度定向晶體具有電阻率夠高而可電絕緣電極。單片 25 之電阻率較佳為約 1×10^8 至約 1×10^{20} 約歐姆/厘米，及更佳為約 1×10^{11} 至約 1×10^{13} 歐姆/厘米；可調整而提供適合形成庫倫靜電卡盤(高電阻)或強森雷貝克靜電卡盤(低電阻)之電阻。單片 25 可減少處理過程之顆粒產生，於溶蝕性含鹵素電漿環境提供絕佳耐溶蝕性，及由於存在有陶瓷大晶體故於高溫具有一致電阻值。適當單晶陶瓷材料包含單晶 Al_2O_3 , AlN , BaTiO_3 , BeO , BN , CaO , LaB_6 , MgO , MoSi_2 , Si_3N_4 , SiO_2 , Ta_2O_5 , TiB_2 , TiN , TiO_2 , TiSi_2 , VB_2 , W_2B_3 , WSi_2 , ZrB_2 或 ZrO_2 。較佳陶瓷單片 25 包含單晶藍寶石，其為單晶型氧化鋁於溶蝕環境特別鹵素電漿環境具有化學耐性及溶蝕耐性。單晶藍寶石也具有極高熔點，許可用於超過 1000°C 甚至超過 2000°C 之高溫用途。陶瓷單片 25 也可與適當攪雜劑混合而提供所需電氣性質如電阻率及介電崩潰強度。例如純藍寶石之電阻率約 1×10^{14} 歐姆/厘米，藍寶石可混合 1 至 3 重量% 二氧化鈦而提供 1×10^{11} 至 1×10^{13} 歐姆/厘米之較低電阻率，其更適合用於強森雷貝克型靜電卡盤。

靜電卡盤 20 之電極 45 包含攪雜劑材料圖樣，晶格瑕疵圖樣或包埋於陶瓷單片 25 之金屬結構之一。適當金屬電極 45 可由銅、鎳、鉻、鋁、鉬及其組合製成。較佳具體例中，電極 45 包含熔點至少約 2200°C 之耐火金屬俾輔助靜電卡盤 20 之製造，電極厚度為約 1 微米至約 100 微米，及更典型

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

六

訂

線

五、發明說明 (1)

1微米至50微米。至於直徑為200至300毫米(6至8吋)之基材40，電極45典型覆蓋總面積約7,000至約70,000平方毫米。較佳電極45包含小孔口，其尺寸(i)夠小而可使電極於施加電壓時產生均勻靜電場而固持基材40，及又(ii)夠大而可使單晶陶瓷單片25經由延伸貫穿孔口的互連電路接合形成強力內聚結構。用於電連接電極45至卡盤電壓供應源55之電連接器50包含一根電引線60其延伸貫穿陶瓷單片25及一個電接點65於引線末端。典型電引線60長度為約10毫米至約50毫米，及電引線寬度為約0.2毫米至約10毫米。

參照第3圖，將就固持半導體基材於電漿處理腔室70敘述本發明之含單極性電極45之靜電卡盤20之作業。第3圖示例說明之處理腔室70為CENTURA 5200氧化物蝕刻腔室，市面上得自加州聖塔卡拉應用材料公司，述於共同讓與的美國專利申請案第07/941,507號，申請日1992年9月8日(併述於此以供參考)。處理腔室70典型包括處理氣體供應源75，供經由氣體配給器80將處理氣體引進處理腔室內，及一個節流排放口85，供由處理腔室排放氣態副產物。電漿係使用電漿產生器耦合電場至處理腔室70而由處理氣體形成。電漿產生器包含當藉線圈電源95供電時可於處理腔室70形成電感場之電感線圈90。另外處理腔室70包含處理電極100，105，當由處理電極電源110供電時用於處理腔室內產生電容電場。處理電極100可為卡盤20(未顯示)作為電極45的相同電極或如第3圖所示，於靜電卡盤下方

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

五、發明說明(12)

之個別電極。藉電極100，105形成的電容電場垂直基材40平面並可加速電感形成的電漿物種朝向基材40之速度。施加於處理電極100，105及或電感線圈之電壓頻率係於RF範圍，典型由約50 kHz至約60 MHz，更典型為約13.56 MHz。施加於線圈90或處理電極100，105之RF電壓功率典型為約100至約5000瓦。電感線圈90與處理電極100，105之組合用於控制電漿離子之密度及能量為較佳。

工作中，處理腔室 70 抽真空及維持於低於大氣壓，機械臂(未顯示)運送基材 40 由移轉載荷閘室(也處於低於大氣壓)通過開縫閥進入處理腔室 70。機械臂將基材 40 置於升降機指(未顯示)梢端，升降機指藉氣動升降機制升高而延長高於靜電卡盤 20 接納面 35 約 2 至 5 厘米。氣動機制下降基材 40 至接納面 35 上，靜電卡盤 20 之電極 45 藉卡盤電壓供應源 55 相對於基材加電偏壓。施加於第 3 圖所示單極性電極 45 之電壓使靜電荷積聚於電極及覆蓋電極之單晶陶瓷材料。處理腔室 70 之電漿提供具有相反極性之帶電物種其積聚於基材 40。積聚的相反靜電荷導致靜電吸力而以靜電方式固持基材 40 於靜電卡盤 20。處理完成時，經由於關閉供應給電極 45 之電壓後，散逸固持基材於靜電卡盤上的殘餘電荷而以電氣方式由靜電卡盤 20 去耦合或解除卡吸。然後氣動升降裝置升高升降機銷，其升降基材 40 而使基材可藉機械臂移動。典型關閉卡吸電壓供應源 55，及卡吸電極 45 接地而去除積聚的電荷。基材 40 可經由接觸接地導體而電接地，或經由於較低功率形成電漿而提供由基材至處理腔

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

卷之二

五、發明說明 (3)

室 70 接地壁面的導電路徑。

如第 4 圖示例說明，可用於本靜電卡盤 20 之處理腔室 70 之另一實例，包含 RPS 處理腔室，市面上亦得自應用材料公司。此種處理腔室 70 中，電漿係使用微波產生器總成 115 產生，總成包含微波施用器 120，微波調諧總成 125 及磁控管微波產生器 130。適當微波施用器 120 包含微波導波管設置於遠方腔室之處理氣體流徑，如由 Herchen 等述於應用材料公司之美國專利申請案第 08/499,984 號，名稱「基於微波電漿之施用器」，申請日 1995 年 7 月 10 日(併述於此以供參考)。處理腔室 70 示例說明之靜電卡盤 20 包含雙極性電極 45a, 45b，其包括至少兩個大體共面的電極，電極可產生大體相等的靜電夾緊力。雙極性電極 45a, 45b 形成相反的半圓或內環及外環電極而其間有電隔離空隙。雙極性電極 45a, 45b 藉施加差異電位至電極而於基材 40 誘生相反靜電荷，其可以靜電方式固持基材於靜電卡盤 20。

較佳具體例中，傳熱氣體供應源 135 提供傳熱氣體給靜電卡盤 20 之接納面 35 而控制基材 40 之溫度。本具體例中，陶瓷單片 25 包含氣體通道 140 供容納傳熱氣體於靜電卡盤 20，進氣口 145 供提供傳熱氣體至氣體通道，及通氣口 150 由通道延伸至接納面 35 供提供傳熱氣體至基材 40 下方之接納面 35。作業期間，傳熱氣體流經進氣口 145，進入氣體通道 140，流出通氣口 150，至接納面 35 下方。基材 40 覆蓋及密封通氣口 150 於接納面 35 而減少傳熱氣體由基材 40 下方洩漏。傳熱氣體介於基材 40 與靜電卡盤 20 間提供足夠傳

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明(4)

熱速率而維持基材於恆溫。典型傳熱氣體為惰性氣體，例如以約5至約30托耳(Torr)供應之氮氣或氩氣。

本發明之另一態樣中，如第4圖示意說明，流體系統用於調節靜電卡盤20及基材40溫度。須注意流體系統可用於固持基材40之任何擰體而非限於包含單晶陶瓷材料之靜電卡盤20，其僅用作本發明此一態樣之示例說明例。流體系統包含(i)流體管道160供容納或循環傳熱流體於靜電卡盤20之接納面35下方，(ii)流體入口165供供應傳熱流體至管道160，及(iii)流體出口170供由靜電卡盤20去除或排放傳熱流體。較佳流體管道160包埋於靜電卡盤20而更能控制靜電卡盤20溫度，特別當靜電卡盤係由具有低熱導之陶瓷材料例如氧化鋁或藍寶石製成時尤為如此。作業期間流體供應源175供應冷卻的或加熱的流體至流體管道160之流體入口165。流體泵送入流體入口165，循環通過流體管道160而加熱或冷卻靜電卡盤20(視流體與靜電卡盤間之溫差而定)，經由流體出口170流出。由於位於靜電卡盤20內側，流體管道160提供比較習知流體系統更低的溫度調整反應時間及更高的傳熱速率，習知流體系統中使用流體控制靜電卡盤下方之個別金屬基座溫度，此處介於基座熱阱與基材間有較多熱阻抗。

如第5a圖示例說明，較佳靜電卡盤20本體之流體管道160包含第一流道180距接納面35為第一距離D₁，及第二流道185距接納面為第二距離D₂。距離D₁與D₂之差ΔD經選擇而提供由接納面35至管道160之均勻傳熱速率，雖然流

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明 (5)

體通過靜電卡盤時被加熱或冷卻亦如此。距離 D_1 比較距離 D_2 夠大或夠小而可補償當流體流經靜電卡盤20時之溫度變化。換言之，距離 D_1 充分大於或小於距離 D_2 而補償流體溫度 ΔT 之任何差異，否則造成傳熱速率與接納面35之其餘部分不等。一個具體例中，如第5a圖所示，第一流道180毗鄰流體入口165，而第二流道185毗鄰流體出口170，較為接近接納面35。此種配置可補償接納面35與進入卡盤20本體之溫差 ΔT 大於接納面35與流出卡盤20之流體間之溫差。欲於卡盤20接納面維持大體均勻溫度，流體入口165比較流體出口170更遠離接納面35。例如第5a圖所示之配置包含流體管道160，其成形為螺形管道當由流體入口165前進至流體出口170時朝向接納面35升高，距離 D_1 充分大於距離 D_2 而提供跨越接納面35之均勻傳熱速率。

附有第一及第二流道180，185之流體管道160經由補償跨越靜電卡盤20之生熱或熱導而更準確控制基材40溫度，此乃含有不同材料或內部結構之陶瓷卡盤之特殊問題，例如電極、通道及管道具有不同的熱阻抗。第一及第二流道180，185如業界人士顯然易知可包含任何適當結構供形成連續管道160通過靜電卡盤20，其將提供跨越接納面35之所需溫差或均勻度。例如，流體管道160包括分立段，具有多面體或矩形剖面位於接納面35下方，相對於接納面成銳角或頓角之節段，或連續管道其由靜電卡盤20之周邊部朝向中部螺形升高，反之亦然。

卡盤20之另一具體例中，跨越固持於接納面35之基材

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

線

五、發明說明 (6)

40上的溫度變化進一步經由控制距離 D_{IN} 與距離 D_{OT} 間之差控制， D_{IN} 為接納面35與流體管道160之徑向內部間距， D_{OT} 為接納面35與流體管道之徑向外外部或周邊部間距。距離 D_{IN} 與 D_{OT} 間之差係基於接納面35之平衡溫度之差選擇，可用於合併距離 D_1 與距離 D_2 或獨立設計流體管道160。例如第5b圖顯示一種管道，此處距離 D_{IN} 及 D_{OT} 及距離 D_1 及 D_2 經調整而達成跨越接納面35及基材40之溫度均勻。第5c及5e圖示例說明額外流體管道160，包含於靜電卡盤20周邊之外圓周直徑 D_{OT} ，其比較接近靜電卡盤中心之內圓周直徑 D_{IN} 更接近接納面35。流體管道160之配置可提供由靜電卡盤20周緣部之傳熱速率增高，可用於周緣部之作業比較中部更熱的穩態或平衡溫度時，故冷卻流體可於比較中心更高的冷卻速率冷卻周緣部。另外，當靜電卡盤20的中部比周緣部更熱時，流體管道160具有第5d圖所示形狀，此處靠近靜電卡盤中心之內圓周直徑 D_{IN} 比較外圓周直徑 D_{OT} 更接近接納面35，距離 D_{IN} 小於距離 D_{OT} 。

一個較佳具體例中，流體管道160包含環形環，其延伸於靜電卡盤20周邊，具有矩形剖面其中軸相對於接納面35之平面傾斜，如第5b至5d圖所示。環形環相對於接納面35之夾角取向經選擇而維持由周邊至中心跨越接納面35之溫度大體均勻。環形環具有內周緣距接納面35之距離 D_{IN} ，及外周緣距接納面35之距離 D_{OT} 。第5e圖所示之另一具體例中，流體管道160包含一或多條流道其具有圓形剖面且以靜電卡盤20之垂直中軸為軸形成上升螺旋形。如業界人

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明 (17)

士顯然易知，其它相當流體管道結構及構型亦屬於本發明之範圍。

靜電卡盤20之製法包含熔化成形及種晶方法，其產生大晶體30之整體結構其由電極45包埋於其中。熔化過程使用含熱模具200之裝置供熔化陶瓷材料形成熔融陶瓷，如第6a圖所示。熱模具200之側壁藉習知加熱器205加熱，延伸貫穿模具或包裹模具周圍。模具200較佳由可均勻濕潤熔融陶瓷材料之材料製成，因為熔融陶瓷不可被模具材料溶解污染，具高熔點及化學性質安定。供製造藍寶石製成的靜電卡盤20，模具200較佳由鋁等材料製成，其具有熔點2617°C，可均勻濕潤熔融氧化鋁，具有低電阻率，及與熔融氧化鋁之化學相容性高。含傳熱流體如水或氮氣之冷卻管(未顯示出)也設置於模具邊緣而提供經控制的散熱源。

一或多個可化學分解模型210a-d，其成形而形成靜電卡盤20之氣體通道140，進氣口145，通氣口150及流體管道160。可化學分解模型210a-d及靜電卡盤20之電極45或雙極性電極45a，45b藉氧化鋁纖維懸浮於熔融陶瓷材料或由氧化鋁塊支撐。

熔融陶瓷於模具200內固化過程中，種晶晶體215接觸熔融陶瓷面而種晶或凝核增長單晶陶瓷於熔融陶瓷材料。種晶晶體215典型包含組成與熔融陶瓷材料相同的晶體。因種晶晶體215具有定向晶相學結構，故可作為種晶或凝核面而引發單晶陶瓷結構增長。然後熔融陶瓷面緩慢冷卻

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明 (8)

，同時模具200側壁及底部藉加熱器205連續加熱。如此可使熔融陶瓷進行方向性固化，並由種晶晶體215向外增長而形成單晶結構其服貼並限於模具200之內部形狀。模具200及熔融陶瓷之溫度係藉控溫系統220控制，控溫系統連續加熱模具200之側壁及底部，同時熔融陶瓷由模具表面朝向底面冷卻。緩慢減少施熱至熔融材料可使熔融陶瓷形成大的高度定向晶體30。

冷卻後，單晶陶瓷材料之固化陶瓷單片25由模具200去除及處理而去除可化學分解模型210a-d，介於陶瓷晶體30間形成管道及通道而未破壞靜電卡盤20。可化學分解模型210a-d係藉適當化學品如強硝酸浴蝕刻，陶瓷單片25浸沒於其中約24小時。另外可化學分解模型210a-d可由石墨等材料製成，該材料可經由單純於含氧氣氛下加熱陶瓷單片25至約700°C高溫歷約120分鐘藉氧化去除。當氧化用以除可化學分解模型210a-d時，須小心防止非期望的電極45氧化。例如當電極45由耐火金屬製成時，電極模型須以惰性氣體沖洗或滌氣以防電極氧化或裂開。

若干不同方法可用於形成靜電卡盤20之電極45。例如如第6a-6c圖示例說明，耐火金屬電極210c, d，懸浮於熔融陶瓷內變成包埋於單晶單片結構25。適當電極包括例如使用習知黏合、衝鍛或壓製方法由金屬箔形成的電極；金屬線以互連圖樣接合形成導電線網，或金屬板蝕刻形成所需電極圖樣。另外，電極也可經由改變呈預定圖樣之單晶陶瓷單片25之晶格結構，而於晶體結構上形成導電電極圖

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表
一

訂

線

五、發明說明⁽¹⁹⁾

樣形成。此種方法中，使用雷射聚焦於陶瓷單片25內側將晶格瑕疵引進單晶陶瓷。適當雷射方法可使用強度 10^8 瓦/平方厘米之Nd YAG雷射，其掃描過單晶陶瓷而於單晶陶瓷內部形成導電晶格瑕疵。晶格瑕疵典型包含異位，原子由其最初結晶位置移動至間質或其它晶格位置。又另一種方法中，經由以適當攪雜劑攪雜陶瓷單片25形成電極45而提供所需電氣性質如電阻率及介電崩潰強度。例如藍寶石單晶陶瓷材料可於施用作為電極45之導電圖樣攪雜0.1至5重量%二氧化鈦。習知微影術及離子植入法也可用以於藍寶石層上形成攪雜劑圖樣層。

靜電卡盤20之另一具體例包含多片單晶陶瓷板225彼此黏合形成靜電卡盤本體，如第2b圖所示。電極45包埋於靜電卡盤20，電連接器50延伸貫穿一或多片單晶陶瓷板225而供應電壓給電極。典型單晶陶瓷板225之厚度為約0.1至1厘米及更佳0.1至0.25厘米(0.04至0.10吋)，單晶陶瓷板間有多個黏合區典型厚度為約0.0001至0.0050吋。陶瓷單片25包含約2至約30片單晶陶瓷板225。一或多片單晶陶瓷板225於其中機製(i)氣體通道140，(ii)進氣口145，及(iii)通氣口150而提供傳熱氣體至基材40下方之接納面35。單晶陶瓷板225也可機製流體管道160，流體入口165，及流體出口170。單晶陶瓷板225彼此對照而使氣體通道140，進氣口145及通氣口150形成連續氣體分布路徑；而流體管道160，流體入口165及流體出口170於靜電卡盤20形成個別連續流徑。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

卷之二

五、發明說明(20)

現在敘述包含多片單晶陶瓷板225之靜電卡盤20之製法示例說明於第5a至5c圖。習知晶體增長方法例如柴克拉思基(Czochralski)方法或EFG方法，其中由熔融陶瓷種晶的陶瓷單晶用來增長大直徑單晶陶瓷單一晶體。單晶陶瓷單晶切割成多片單晶陶瓷板225，包含大體相對於彼此定向的大氧化鋁晶體30。包含金屬結構，攪雜劑圖樣，或晶格瑕疵圖樣之電極45如前述形成於一或多片單晶陶瓷板225上。單晶陶瓷板225彼此黏合，使用包含氧化鋁及低共熔成分之混合物之低共熔黏合化合物230形成陶瓷單片25。黏合化合物230經選擇而提供含氧化鋁黏合，其匹配單晶陶瓷板225之熱膨脹係數，用於相對低溫熔化。低共熔成分一詞表示添加物或添加物混合物其與氧化鋁形成低共熔或玻璃狀系統，具有熔點顯著低於純氧化鋁熔點，較佳低於約2000°C及更佳低於約1550°C。較佳低共熔成分包含例如 B_2O_3 ， P_2O_5 及 SiO_2 。

數種不同方法可用以於一片單晶陶瓷板225上形成金屬電極45。一種方法中，由圖樣之電阻層形成於一片單晶陶瓷板225上，及金屬沉積於電阻紋路間(例如藉電鍍或濺鍍沉積)形成電極45結構。適當電阻材料包括杜邦公司製造的「雷斯同(RISTON)」及習知微影術方法述於VLSI世代之矽處理，第一卷：處理技術，第12，13及14章，作者Stanley Wolf及Richard N. Tauber，晶格出版社，加州(1986年)(併述於此以供參考)。另外電極45可使用習知PVD，CVD或溶液沉積法例如金屬CVD或濺鍍蝕刻沉積於藍寶

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表
訂

訂

線

五、發明說明(21)

石板上的金屬層製造。習知微影術及蝕刻方法用於蝕刻沉積金屬成為所需電極構型。電極45亦可經由以預先界定的圖樣改變陶瓷晶圓之晶格結構形成導電電極圖樣，或經由以適當攪雜劑攪雜單晶陶瓷而提供所需電氣性質如電阻率及介電崩潰強度，而於由單晶陶瓷柱上切下的單晶陶瓷晶圓形成。

如第8a圖所示，根據本發明之靜電卡盤20之又另一具體例，包含單晶陶瓷層235覆蓋於下方介電層245上的網孔電極240，網孔電極具有預先界定的孔口195貫穿其中。下方介電層245可由單晶陶瓷層235之相同材料或不同陶瓷材料製成。網孔電極240為加導電圖樣之電極。單晶陶瓷層及下方介電層245之適當材料包括 Al_2O_3 , BeO , SiO_2 , Ta_2O_5 , ZrO_2 , CaO , MgO , TiO_2 , BaTiO_3 , AlN , TiN , BN , Si_3N_4 , ZrB_2 , TiB_2 , VB_2 , W_2B_3 , LaB_6 , MoSi_2 , WSi_x 或 TiSi_x 。較佳單晶陶瓷層235及下方介電層245包含藍寶石。更佳單晶陶瓷層235之厚度 t 至少為約有圖樣網孔電極240間之孔口195直徑之3倍以減少電場由電極展開。

較佳單晶陶瓷層235又包含整合一體黏合的互連電路190其延伸貫穿網孔電極240之孔口195與下方介電層245形成整體結構。整合一體黏合之互連電路190包含單晶材料柱具有大定向晶體30其大體不含黏著劑直接黏合至下方介電層245。當熔融陶瓷材料施用於網孔電極240暴露面時形成柱。熔融材料滲入網孔電極240之孔口195內，及與下方介電層245熔合形成連續以化學方式黏合之陶瓷結構包圍

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

線

五、發明說明(22)

整個網孔電極。較佳網孔電極240之孔口195之大小，夠小而可使網孔電極於施加電壓時，產生均勻靜電場供固持基材40，而又夠大可使整合一體黏合之互連電路190形成的於其中牢固黏合單晶陶瓷層235至下方介電層245。經由使用整合一體黏合之互連電路190免除使用黏合劑接合習知靜電卡盤20之介電層，可於高工作溫度，超過約1000°C，常超過2000°C提供更穩定可靠的電氣性質。去除黏著劑也可提供於高度溶蝕性電漿環境之改良耐溶蝕性。

第8a圖包含單晶陶瓷層235之靜電卡盤20之製法將說明如下。如第8b圖所示，晶體增長裝置包含熔體貯器250供熔化陶瓷材料形成熔融陶瓷。熔體貯器250被陶瓷纖維絕緣體255包圍，及包括習知加熱器205例如鎢絲或鎳鉻合金絲裹於熔體貯器周圍。熔體貯器250典型由可忍受陶瓷材料之高熔點之防蝕性材料製成，例如鉬具有熔點2617°C。典型陶瓷材料熔點常超過1000°C，例如氧化鋁之軟化點為2015°C，二氧化矽為1200°C至1700°C，及二氧化鈦為1840°C。

剛性毛細管260設置於熔體貯器250之熔融陶瓷內。毛細管260直徑係基於貯器250內熔化的特定陶瓷材料之毛細表面張力選擇。毛細管260之典型直徑由約0.2至約2毫米。由於毛細管內產生毛細力將熔融陶瓷材料沿毛細管長度拉上，故剛性毛細管260可自行填滿，供進料熔融陶瓷層至工作件表面265上，例如一或多個網孔電極240之暴露面。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

線

五、發明說明⁽²³⁾

毛細管260包含入口270浸沒於貯器之熔融陶瓷內，及出口275毗鄰工作件表面265，例如電極暴露面。出口275具有(1)前緣280具有第一高度及種晶面285，及(2)後緣290具有小於第一高度之第二高度。沉積於工作件表面265上之單晶陶瓷層235厚度 t 係由出口275之前緣與後緣280, 290之高度差，亦即第一高度與第二高度差決定。毛細管260出口275於某個方向移動橫跨工作件表面265，使毛細管260前緣280移動於後緣290前方，而於工作件表面上沉積一層熔融陶瓷層。熔融陶瓷層藉毛細力拉過毛細管260，及藉前緣280之種晶面285種晶而於工作件表面265上形成單晶陶瓷層235。

熔融陶瓷層沉積於靜電卡盤20之電極暴露面期間形成整合一體黏合的互連電路190，熔融陶瓷材料流過網孔電極240之孔口195而直接黏合恰位於網孔電極之敞開孔口195下方的介電層245接面區。所得結構可免除使用黏著劑黏合電極下方之介電層245至覆蓋電極的單晶陶瓷層235。

較佳毛細管260及工作件表面265溫度藉控溫系統維持均勻，其可於沉積單晶陶瓷層235期間加熱毛細管及工作件表面。加熱工作件表面265許可共面陶瓷層合併而流入彼此內部形成大體覆蓋整個工作件表面的一層連續陶瓷層。控溫系統包含熱屏，加熱及/或冷卻系統及控溫器300。熱屏包含陶瓷纖維絕緣柱255包圍毛細管260，及陶瓷纖維絕緣箱295包圍工作件表面265，適當陶瓷絕緣材料包括ZIRCAR纖維，市面上得自ZIRCAR公司。較佳陶瓷絕緣

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

線

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
表
線

五、發明說明(24)

體之加熱線圈連接至閉合迴路控溫器300而控制毛細管及工作件表面265溫度。冷卻管305含有傳熱流體如水或氮氣也可設置於毛細管260及工作件表面265周圍而提供快速散熱來源(未顯示)。單晶陶瓷層235之增長速率可經由減少熱損失及經由使用控溫系統減少沉積層的熱震而增至最大。

毛細管260較佳由化學性質穩定，具有高熔點及可以小於約90°的接觸角均勻濕潤熔融陶瓷材料之材料製成。適當高溫材料為鉬。鉬也均勻濕潤熔融氧化鋁，具有低反應性及高度與熔融氧化鋁的化學相容性。

毛細管260高度愈高，則沉積於工作件表面265上之熔融陶瓷層內形成的機械不穩定及擾動愈少。但毛細管260之最大許可高度係依據毛細管內部之熔融陶瓷材料的表面張力及密度決定。大半陶瓷材料具有高表面張力，低接觸角及低密度，可使毛細升高相當高。對鉬毛細管內之熔融氧化鋁而言，毛細管260之適當高度高於熔體貯器250之熔體表面至少約25毫米及更佳至少約50毫米。

毛細管260出口275包含具有種晶面285之前緣280。種晶面285和種晶或凝核由熔融陶瓷材料增長單晶陶瓷層235。種晶面285典型包含與單晶陶瓷材料相同材料的種晶晶體215，及作為引發單晶陶瓷層235於工作件表面265上增長的種晶或凝核面。

毛細管260出口275無須匹配待藉單晶陶瓷層235覆蓋之該區形狀，因為當出口跨越工作件表面移動時，出口

五、發明說明 (25)

沉積熔融陶瓷材料帶於工作件表面265上。多條陶瓷材料帶沉積過程中，工作件表面265連續加熱至接近沉積其上之陶瓷材料之熔點之溫度，使多條帶流入彼此內部形成跨越工作件表面265之連續均勻陶瓷層。各熔融陶瓷帶寬度對應於出口275寬度及帶高度 t 對應於界定出口的前緣及後緣280及290之高度差。

毛細管260及工作件表面265相對於彼此移動而沉積均勻熔融陶瓷材料層於電極上。典型熔融陶瓷材料移動通過毛細管260之速率為約10至100厘米/分鐘；毛細管出口275之移動速度據此調整而提供所需厚度 t 之單晶陶瓷材料於工作件表面265上。較佳工作件表面265係以夠低速度移動跨越毛細管260出口275而提供機械穩定的熔體界面。因毛細管260係固定於熔體貯器250，管內熔融陶瓷材料底部及晶體增長界面相對於熔體貯器皆相當固定。另外毛細管260出口275連同周圍熱屏移動跨越工作件表面265。彼此堆疊的多層單晶陶瓷材料可沉積於工作件表面265上。

雖然已經參照某些較佳具體例說明本發明之細節，但多種其它具體例對業界人士顯然易知。例如單晶陶瓷可藉晶粒增長多晶陶瓷材料或其它適當熔體形成方法製造。又電極及其他成形件可藉其它方法成形，例如鑽孔或機製單晶陶瓷及嵌置所需成形件及模型。因此隨附之申請專利範圍之精髓及範圍並非局限於此處敘述之較佳具體例。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
表
線

五、發明說明(26)

元件標號對照

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表一
訂
線

| | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| 10a, 10b | 卡盤 | 135 | 傳熱氣體供應源 |
| 11 | 介電層 | 140 | 氣體通道 |
| 12 | 基材 | 145 | 進氣口 |
| 13 | 電極 | 150 | 通氣口 |
| 14 | 界面 | 160 | 流體管道 |
| 15 | 介電層 | 165 | 流體入口 |
| 20 | 靜電卡盤 | 170 | 流體出口 |
| 25 | 單晶陶瓷單片 | 175 | 流體供應源 |
| 30 | 大陶瓷晶體 | 180, 185 | 流道 |
| 35 | 接納面 | 200 | 模具 |
| 40 | 基材 | 205 | 加熱器 |
| 45 | 電極 | 210 | 可化學分解模型 |
| 50 | 電連接器 | 215 | 種晶晶體 |
| 55 | 卡盤電壓供應源 | 220 | 控溫系統 |
| 60 | 電引線 | 225 | 單晶陶瓷板 |
| 65 | 電接觸 | 230 | 低共熔黏合化合物 |
| 70 | 處理腔室 | 235 | 單晶陶瓷層 |
| 75 | 處理氣體供應源 | 240 | 網孔電極 |
| 80 | 氣體配給器 | 245 | 下方介電層 |
| 85 | 排放口 | 250 | 熔體貯器 |
| 90 | 電感線圈 | 255 | 陶瓷纖維絕緣柱 |
| 95 | 線圈電源 | 260 | 毛細管 |
| 100, 105 | 處理電極 | 265 | 工作件表面 |
| 110 | 處理電極電源 | 270 | 入口 |
| 115 | 微波產生器總成 | 275 | 出口 |
| 120 | 微波施用器 | 280 | 前緣 |
| 125 | 微波調諧總成 | 285 | 種晶面 |
| 130 | 磁控管微波產生器 | 290 | 後緣 |

五、發明說明(27)

295 陶瓷纖維絕緣箱

305 冷卻管

300 控溫器

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表一
訂
線

四、中文發明摘要（發明之名稱：單晶陶瓷靜電卡盤）

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

一種固持基材(40)於處理腔室(70)之靜電卡盤(20)，包含一片單晶陶瓷單片(25)附有電極(45)包埋於其中，供當施加電壓時以靜電方式固持基材(40)。陶瓷單片(25)係由一塊單晶陶瓷經熔體成形過程形成，或多片單晶陶瓷板(225)彼此黏合製成。另一具體例中，本發明係針對一種靜電卡盤包含一層單晶陶瓷層(235)覆蓋下方介電層(245)上之網目電極(240)。電連接器(50)延伸貫穿單晶陶瓷單片(25)或下方介電層(245)而供應電壓給電極(45)。較佳單晶陶瓷單片結構(25)及單晶陶瓷層(235)包含單晶藍寶石及電極45包含耐火金屬。也敘述替代的冷卻系統。

英文發明摘要（發明之名稱： MONOCRYSTALLINE CERAMIC ELECTROSTATIC CHUCK)

An electrostatic chuck 20 for holding a substrate 40 in a process chamber 70, comprises a monocrystalline ceramic monolith 25 with an electrode 45 embedded therein for electrostatically holding the substrate 40 upon application of a voltage thereto. The ceramic monolith 25 is made from a single piece of monocrystalline ceramic formed by a melt forming process, or a plurality of monocrystalline ceramic plates 225 bonded to one another. In another embodiment, the invention is directed to an electrostatic chuck comprising a monocrystalline ceramic layer 235 covering a mesh electrode 240 on an underlying dielectric layer 245. An electrical connector 50 extends through the monocrystalline ceramic monolith 25 or the underlying dielectric layer 245 to supply a voltage to the electrode 45. Preferably, the monocrystalline ceramic monolith structure 25 and the monocrystalline ceramic layer 235 comprise monocrystalline sapphire and the electrodes 45 comprise a refractory metal. Alternative cooling systems are also described.

六、申請專利範圍

1. 一種靜電卡盤，其係由單晶陶瓷製成，具有一個接納面供接受基材，一個電極包埋於單晶陶瓷內部，及一個電連接器延伸貫穿單晶陶瓷供供應電壓給電極供以靜電方式固持基材於處理腔室。
2. 如申請專利範圍第1項之靜電卡盤，其特徵為該單晶陶瓷包含直徑由0.5至10厘米之大晶體單片，晶體係大體單一晶相學方向定向。
3. 如申請專利範圍第2項之靜電卡盤，其特徵為該單晶陶瓷包含 Al_2O_3 ， AlN ， BaTiO_3 ， BeO ， BN ， CaO ， LaB_6 ， MgO ， MoSi_2 ， Si_3N_4 ， SiO_2 ， Ta_2O_5 ， TiB_2 ， TiN ， TiO_2 ， TiSi_2 ， VB_2 ， W_2B_3 ， WSi_2 ， ZrB_2 或 ZrO_2 中之一者或多者；及該電極包含下列任一者：(i)具有熔點至少約 2200°C 之耐火金屬，(ii)攪雜劑於單晶陶瓷板之圖樣，或(iii)晶格瑕疵於單晶陶瓷板之圖樣。
4. 如申請專利範圍第3項之靜電卡盤，其特徵為該單晶陶瓷主要由藍寶石製成。
5. 如申請專利範圍第4項之靜電卡盤，其特徵為該單晶陶瓷包含下列至少一者：(i)整體單片結構，或(ii)多片單晶陶瓷板彼此黏合。
6. 如申請專利範圍第5項之靜電卡盤，其特徵為該等單晶陶瓷板係藉黏合化合物黏合，黏合化合物包含氧化鋁與低共熔成分之低共熔混合物，低共熔混合物之熔點低於約 2000°C 。
7. 如申請專利範圍第5項之靜電卡盤，其特徵為其中一或

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表一
訂
線

六、申請專利範圍

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

卷一 訂線

多片單晶陶瓷板包含切槽及孔隙，其共同合作而界定(i)盛裝傳熱氣體之氣體通道，(ii)提供傳熱氣體至氣體通道之進氣口，及(iii)由氣體通道延伸至接納面供提供傳熱氣體至基材下方之通氣口。

8. 如申請專利範圍第1項之靜電卡盤，其又包含一條流體管道供循環傳熱流體通過其中，該流體管道包含至少一種下列特點：

- (1)具有中軸係與接納面夾角之剖面；
- (2)一條管道由流體入口至流體出口朝向接納面升高；
- (3)第一流道距接納面之距離為 D_1 及第二流道距接納面之距離為 D_2 ，距離 D_1 係大於距離 D_2 ；
- (4)第一流道毗鄰流體入口及第二流道毗鄰流體出口；或
- (5)周邊內緣及外緣，內緣距接納面之距離為 D_{IN} 及外緣距接納面之距離為 D_{OT} ，距離 D_{IN} 與距離 D_{OT} 間之差選擇為可維持跨越卡盤接納面大體均勻傳熱速率。

9. 一種製造靜電卡盤之方法，該方法包含下列步驟：

- (a)於模具熔化陶瓷材料形成熔融陶瓷，該模具具有靜電卡盤之內部形狀；
- (b)固持電極模型、通道模型或管道模型中之一或多者於熔融陶瓷；
- (c)維持種晶晶體接觸熔融陶瓷；
- (d)冷卻熔融陶瓷形成單晶陶瓷包含大體彼此定向

六、申請專利範圍

的大晶體及具有電極、通道或管道模型包埋於其中；及

(e)處理電極、通道或管道模型之一或多者而形成其中含有電極、通道或管道之單晶陶瓷單片。

10. 如申請專利範圍第9項之方法，其特徵為該等電極模型係由耐火金屬製成，及管道及通道模型係由可被蝕刻去除的可化學分解材料製成，或可被氧化而未傷害周圍單晶陶瓷之可氧化材料製成。

11. 一種形成單晶靜電卡盤之方法，該方法包含下列步驟：

(a)形成多片單晶陶瓷板包含直徑由0.5至10厘米之大晶體，大晶體係大體於單一晶相學方法取向；

(b)介於單晶陶瓷板間及板上形成一個電極；及

(c)彼此黏合單晶陶瓷板而形成其中包埋有電極之單晶陶瓷單片附有電連接器延伸出單晶陶瓷單片之外。

12. 如申請專利範圍第11項之方法，其特徵為該等單晶陶瓷單板係由藍寶石製成，且經由對單晶陶瓷板施加黏合化合物彼此黏合，該黏合化合物包含氧化鋁與低共熔成分之低共熔混合物，低共熔混合物具有熔點低於約2000°C，及加熱處理黏合化合物。

13. 如申請專利範圍第11項之方法，其特徵為該電極係由至少一個下列步驟形成：

(i)附著網孔電極至單晶陶瓷板；

(ii)沉積金屬層於單晶陶瓷板上及蝕刻沉積的金

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

卷一 訂線

六、申請專利範圍

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表一 訂線

屬層；或

(iii)形成電阻紋路圖樣於單晶陶瓷板上及沉積金屬介於電阻紋路間。

14. 如申請專利範圍第13項之方法，其特徵為該電極包含熔點至少約 2200°C 之耐火金屬。

15. 如申請專利範圍第14項之方法，其特徵為該電極包含一個網孔電極具有孔口，孔口尺寸夠小而使電極可以靜電方式牢固固持基材，及又夠大可使黏合化合物於孔口將單晶陶瓷板彼此牢固黏合。

16. 一種固持基材於處理腔室之靜電卡盤，該靜電卡盤包含：

(a)一個介電件，有電極包埋於其中及接納面供接納基材；及

(b)一條流體管道供循環傳熱流體於介電件。

17. 如申請專利範圍第16項之靜電卡盤，其中該流體管道包含至少一種下列特點：

(1)具有中軸係與接納面夾角之剖面；

(2)一條管道由流體入口至流體出口朝向接納面升高；

(3)第一流道距接納面之距離為 D_1 及第二流道距接納面之距離為 D_2 ，距離 D_1 係大於距離 D_2 ；

(4)第一流道毗鄰流體入口及第二流道毗鄰流體出口；或

(5)周邊內緣及外緣，內緣距接納面之距離為 D_{IN} 及

六、申請專利範圍

外緣距接納面之距離為 D_{OT} ，距離 D_{IN} 與距離 D_{OT} 間之差選擇為可維持跨越卡盤接納面大體均勻傳熱速率。

18. 如申請專利範圍第17項之靜電卡盤，其特徵為該第一距離 D_1 充分大於第二距離 D_2 ，而補償卡盤於處理腔室作業期間傳熱流體流經管道時傳熱流體溫度的升高。
19. 一種調節固持於撐體表面之基材溫度之方法，該方法包含下列步驟：供應傳熱流體通過第一流道其距接納面之距離為 D_1 ，及由第二流道移開傳熱流體，第二流道距接納面之距離為 D_2 ，距離 D_1 係大於距離 D_2 。
20. 如申請專利範圍第19項之方法，其特徵為距離 D_1 充分大於距離 D_2 而可補償當傳熱流體流經管道時管道內傳熱流體之溫度之升高。
21. 一種支撐基材於處理腔室之介電件，該介電件包含一個接納面供接受基材，一條流體管道包埋於介電件內供循環傳熱流體於接納面下方。
22. 如申請專利範圍第21項之介電件，其特徵為該流體管道包含至少一種下列特點：
 - (1) 具有中軸係與接納面夾角之剖面；
 - (2) 一條管道由流體入口至流體出口朝向接納面升高；
 - (3) 第一流道距接納面之距離為 D_1 及第二流道距接納面之距離為 D_2 ，距離 D_1 係大於距離 D_2 ；
 - (4) 第一流道毗鄰流體入口及第二流道毗鄰流體出口；或

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表一
訂
線

六、申請專利範圍

- (5)周邊內緣及外緣，內緣距接納面之距離為 D_{IN} 及外緣距接納面之距離為 D_{OT} ，距離 D_{IN} 與距離 D_{OT} 間之差選擇為可維持跨越卡盤接納面大體均勻傳熱速率。
23. 一種固持基材於處理腔室之靜電卡盤，該靜電卡盤包含一層單晶陶瓷層覆蓋於下方介電層上的網孔電極，該單晶陶瓷層包含大體彼此定向之大晶體，具有整合一體黏合的互連電路其延伸通過網孔電極之孔口而直接黏合至下方介電層。
24. 如申請專利範圍第23項之靜電卡盤，其特徵為該單晶陶瓷層係大體未含黏著劑直接黏合至下方介電層。
25. 如申請專利範圍第24項之靜電卡盤，其特徵為單晶陶瓷層或下方介電層之一或多層係由藍寶石製成。
26. 一種於工作件表面上形成單晶陶瓷層之方法，該方法包含下列步驟：
- (a)於熔體貯器熔化陶瓷形成熔融陶瓷；
 - (b)設置一根毛細管於熔體貯器之熔融陶瓷內，該毛細管包含一個於貯器的入口及一個毗鄰工作件表面的出口，該出口包含具有第一高度及種晶面的前緣及具有小於第一高度之第二高度的後緣；
 - (c)移動毛細管出口跨越工作件表面，使前緣移動於後緣前方而於工作件表面上沉積抽取通過毛細管的熔融陶瓷層，藉前緣之種晶面種晶，及該層厚度 t 大體由第一與第二高度之差異控制；及
 - (d)冷卻經種晶之熔融陶瓷層而形成包含大晶體大

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表一
訂
線

六、申請專利範圍

體彼此定向之單晶陶瓷層。

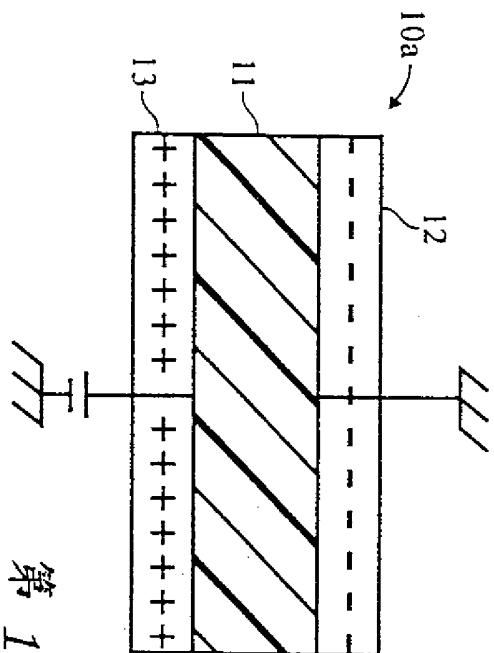
27. 如申請專利範圍第26項之方法，其特徵為前緣之種晶面包含單晶陶瓷之種晶晶體，及工作件表面於單晶陶瓷層之沉積過程中被連續加熱。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝訂線

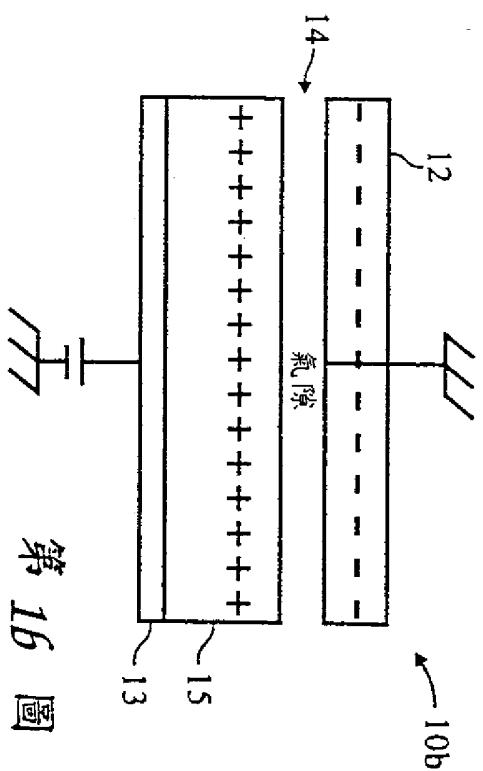
告 本

87103130



第 1a 圖

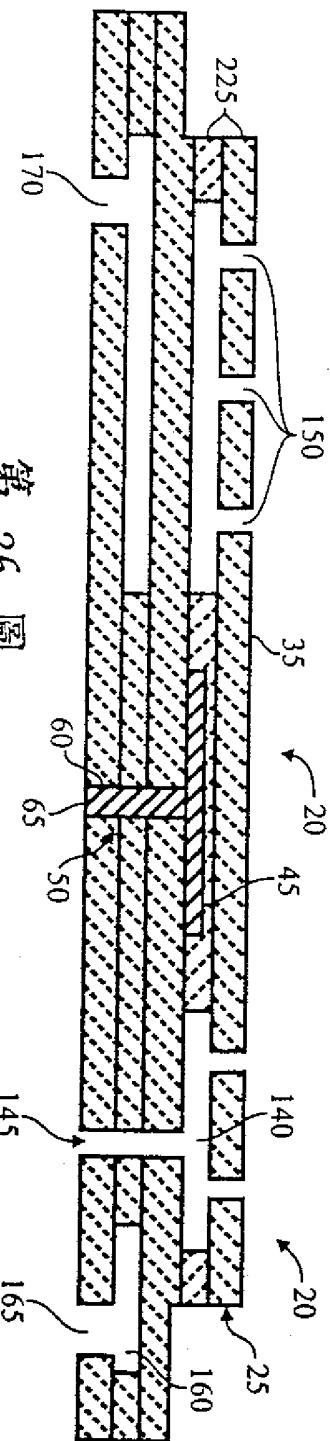
(習知技術)



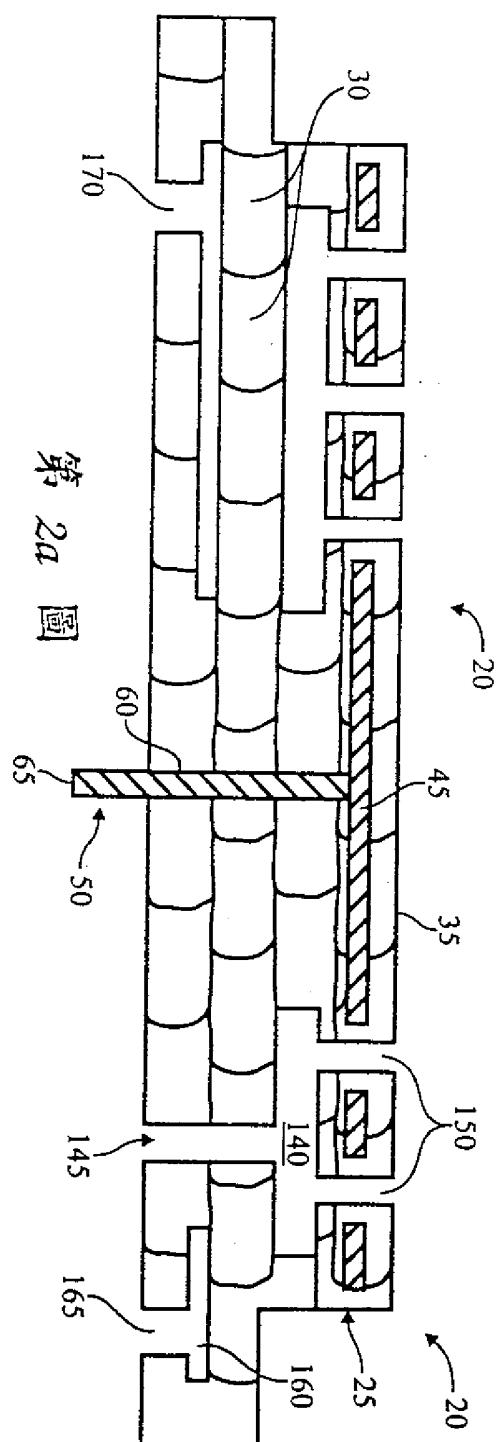
第 1b 圖

(習知技術)

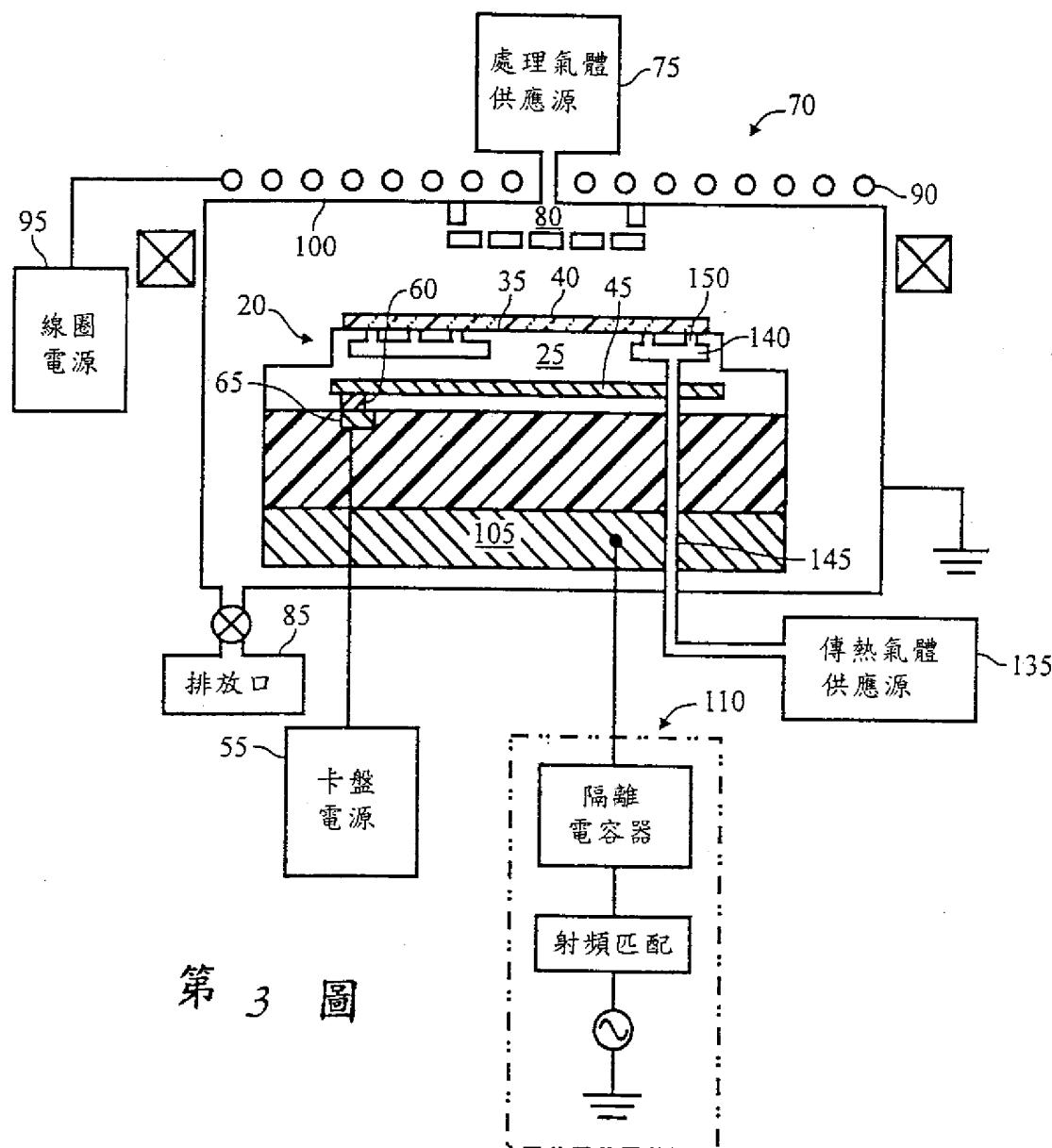
416117



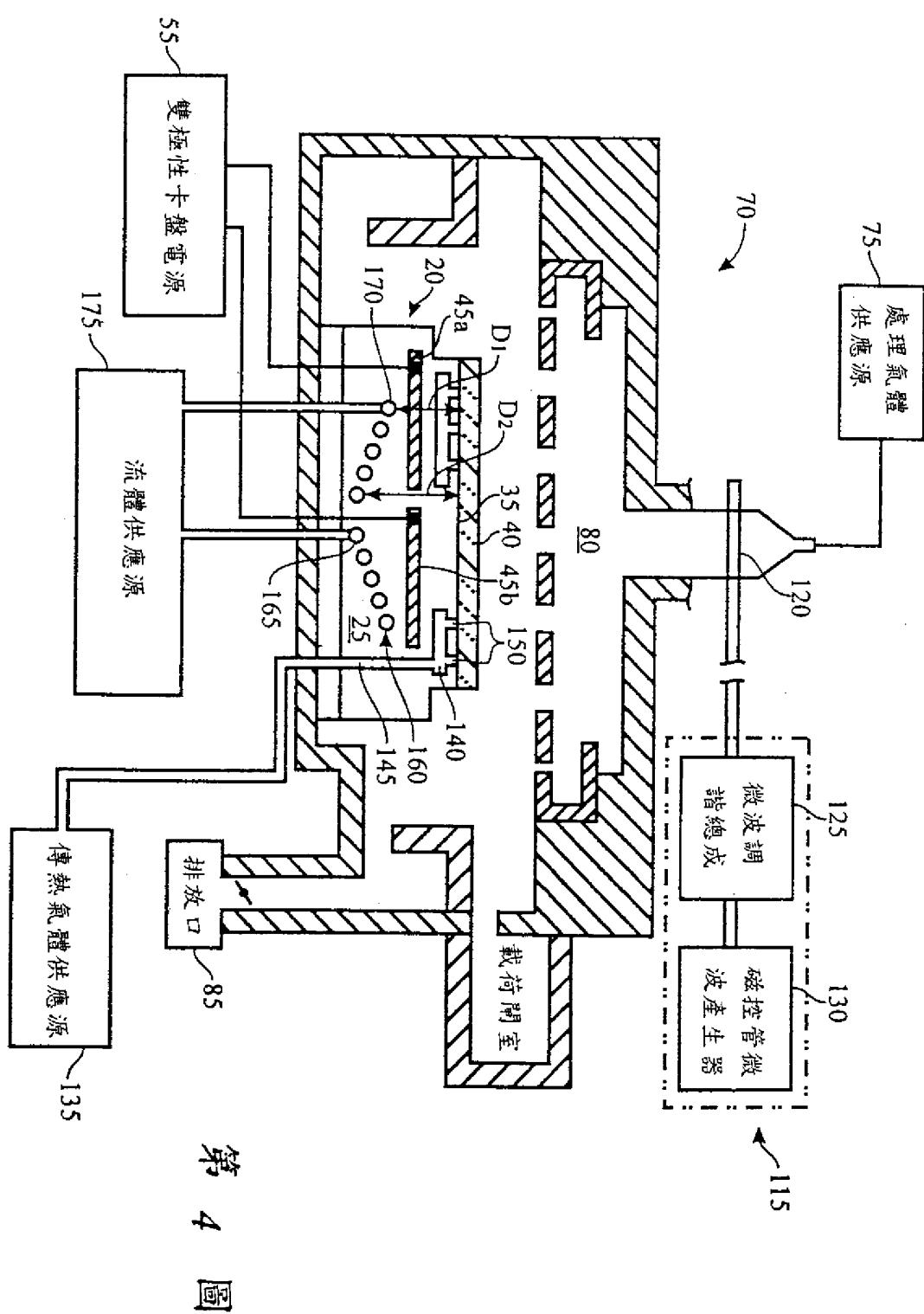
第 26 圖



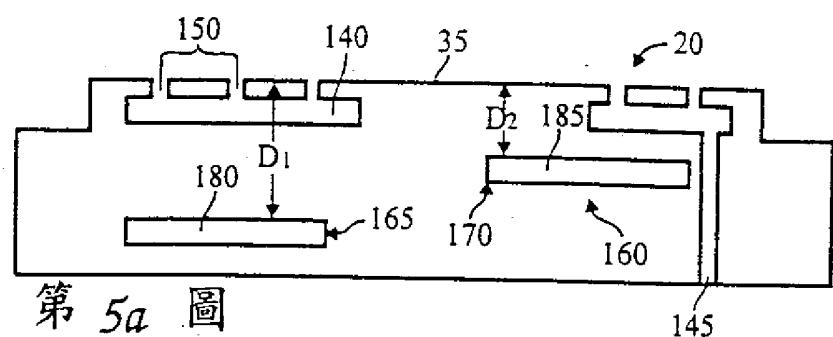
第 2a 圖



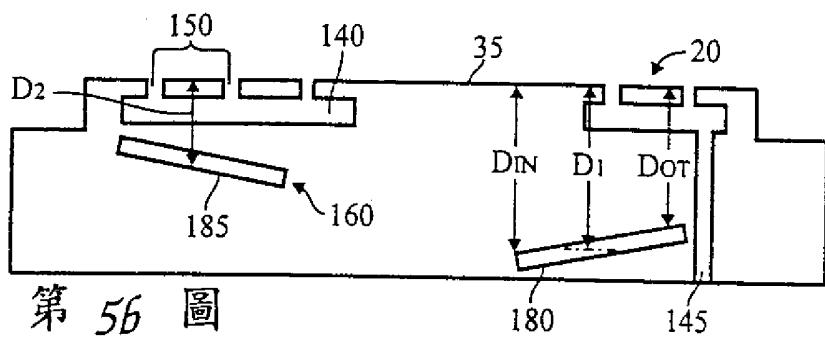
第 3 圖



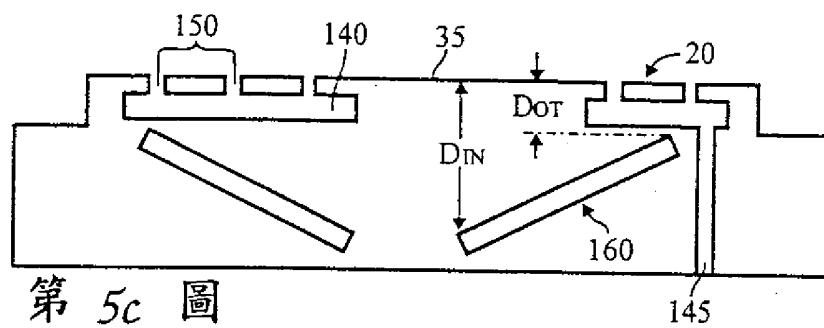
第 4 圖



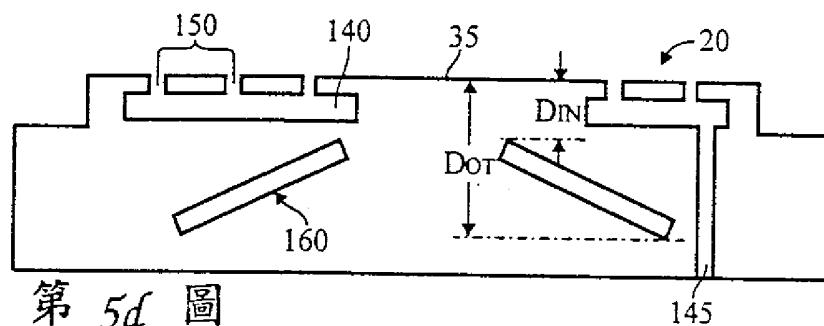
第 5a 圖



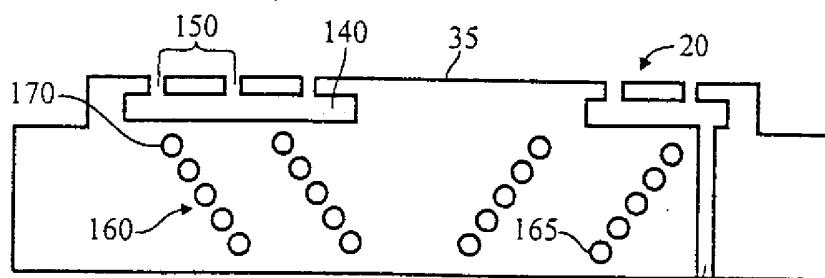
第 5b 圖



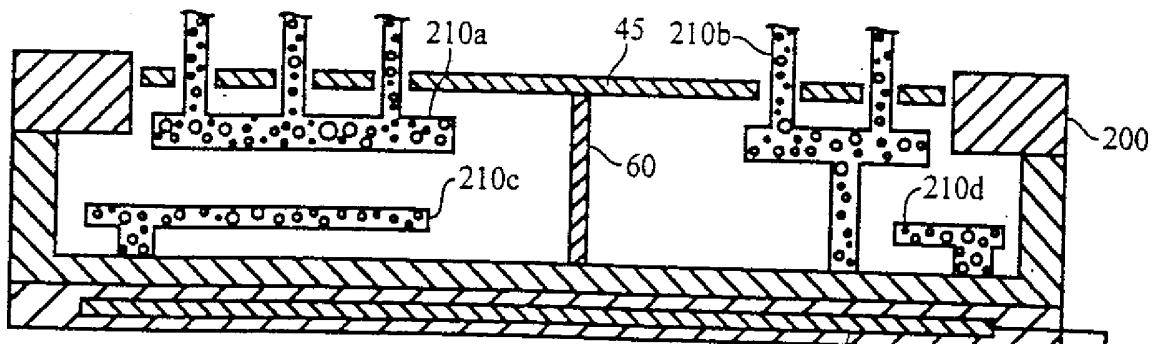
第 5c 圖



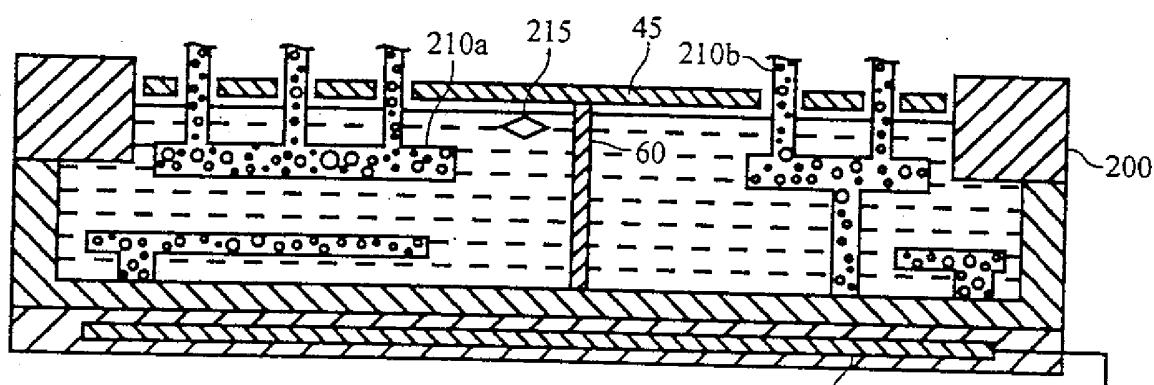
第 5d 圖



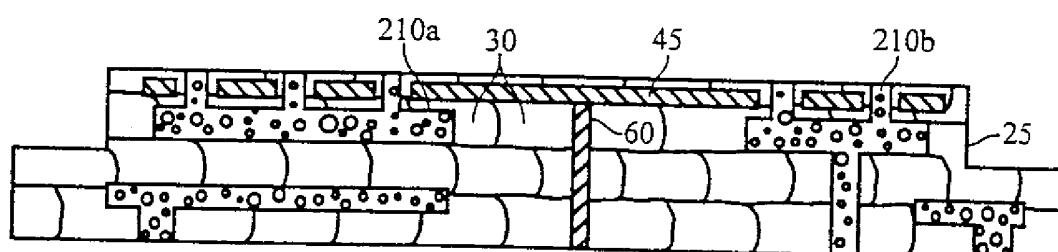
第 5e 圖



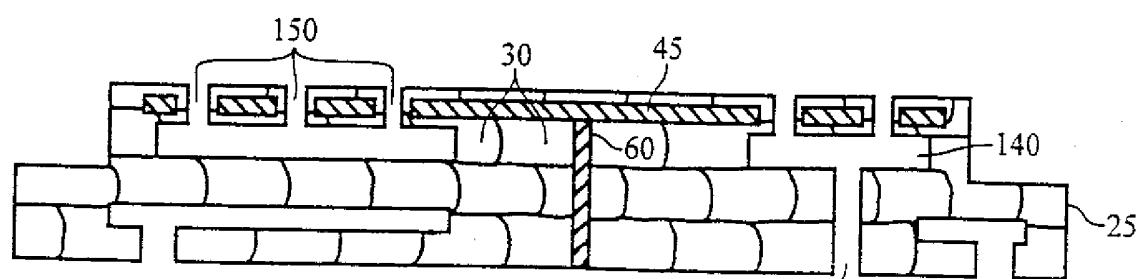
第 6a 圖



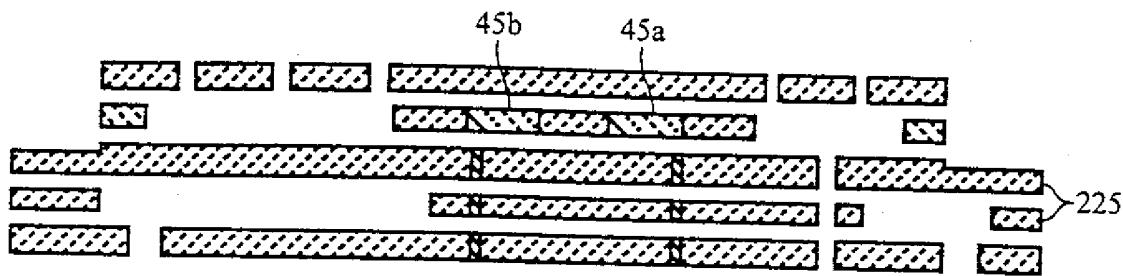
第 6b 圖



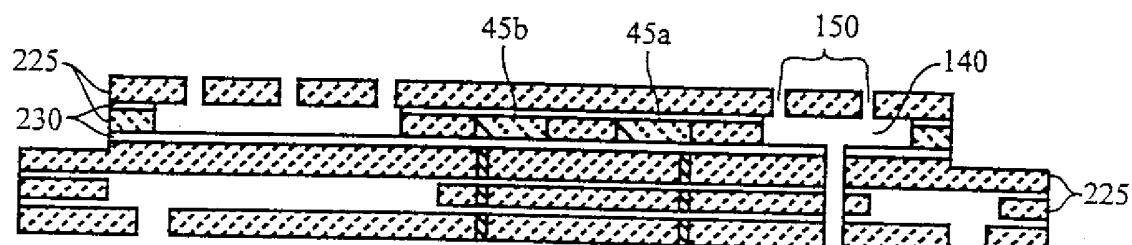
第 6c 圖



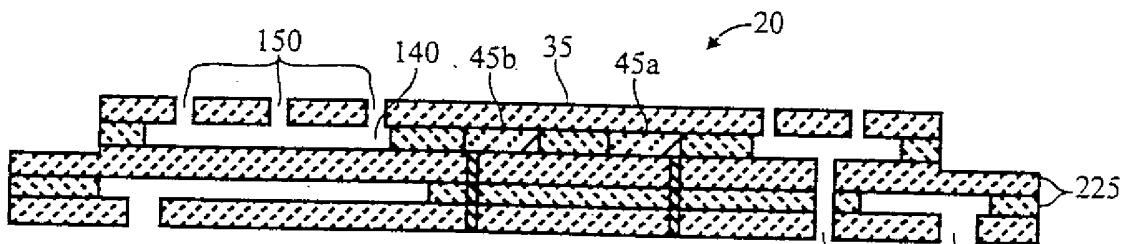
第 6d 圖



第 7a 圖

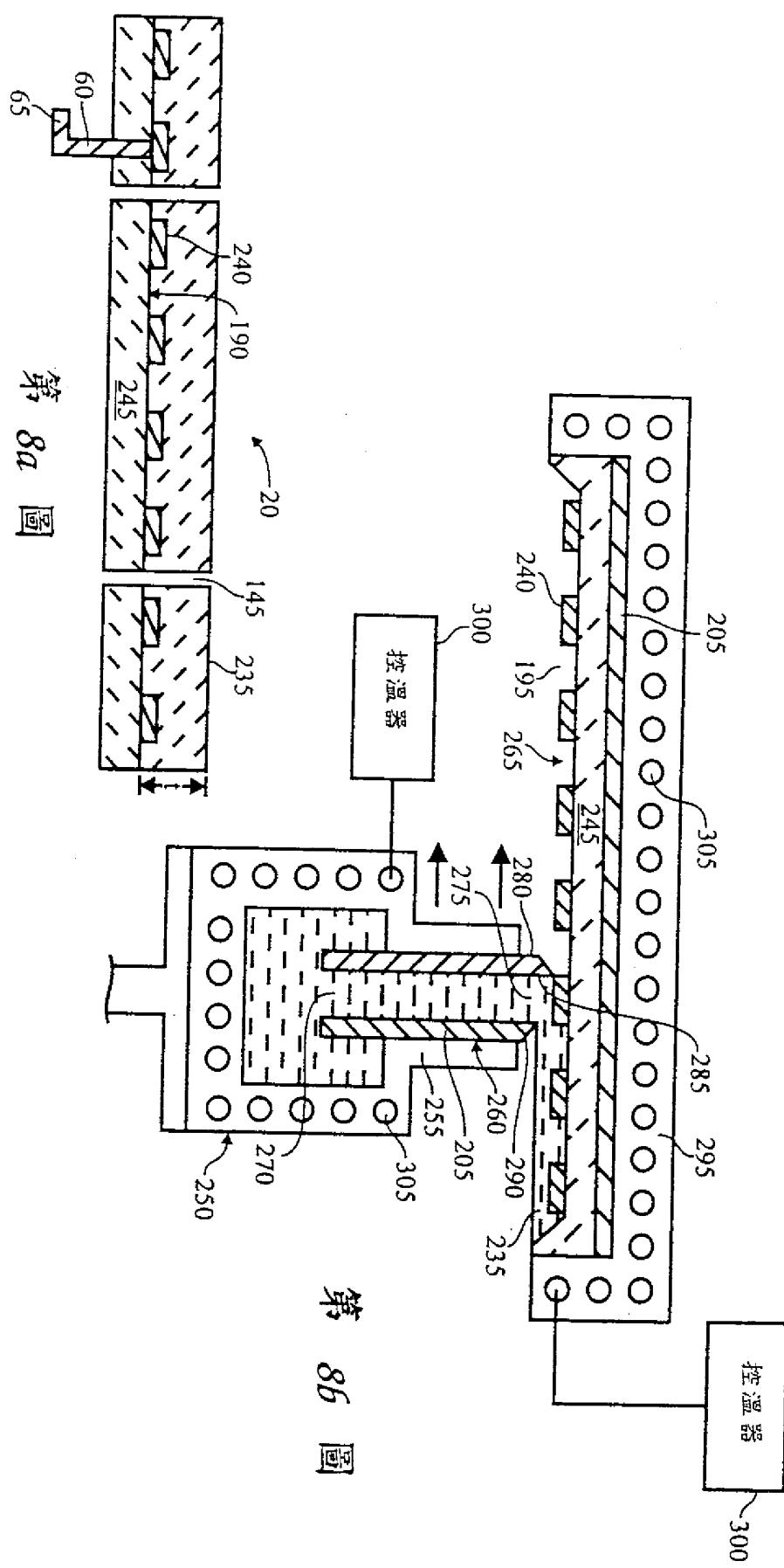


第 7b 圖



第 7c 圖

416117



第 8a 圖

第 8b 圖