



(21)申請案號：112120226 (22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 05 月 31 日
(51)Int. Cl. : **B24B53/017 (2012.01)** **B24B37/34 (2012.01)**
(30)優先權：2022/05/31 美國 63/347,426
(71)申請人：美商恩特葛瑞斯股份有限公司 (美國) ENTEGRIS, INC. (US)
美國
(72)發明人：瓦桑塔古瑪 亞拉文 VASANTHAKUMAR, ARAVIND (SG)；佩魯默爾 辛尼斯
庫瑪 PERUMAL, THINES KUMAR (IN)；古達蒂 蘇巴斯 GUDDATI, SUBHASH
(IN)；里菲 蒙特雷 LEAVY, MONTRAY (US)
(74)代理人：陳長文；張哲倫；陳初梅
(56)參考文獻：
TW 476099B CN 114496833A
US 6110294A US 2015/0183141A1
US 2021/0060624A1
審查人員：徐倉盛
申請專利範圍項數：20 項 圖式數：15 共 61 頁

(54)名稱

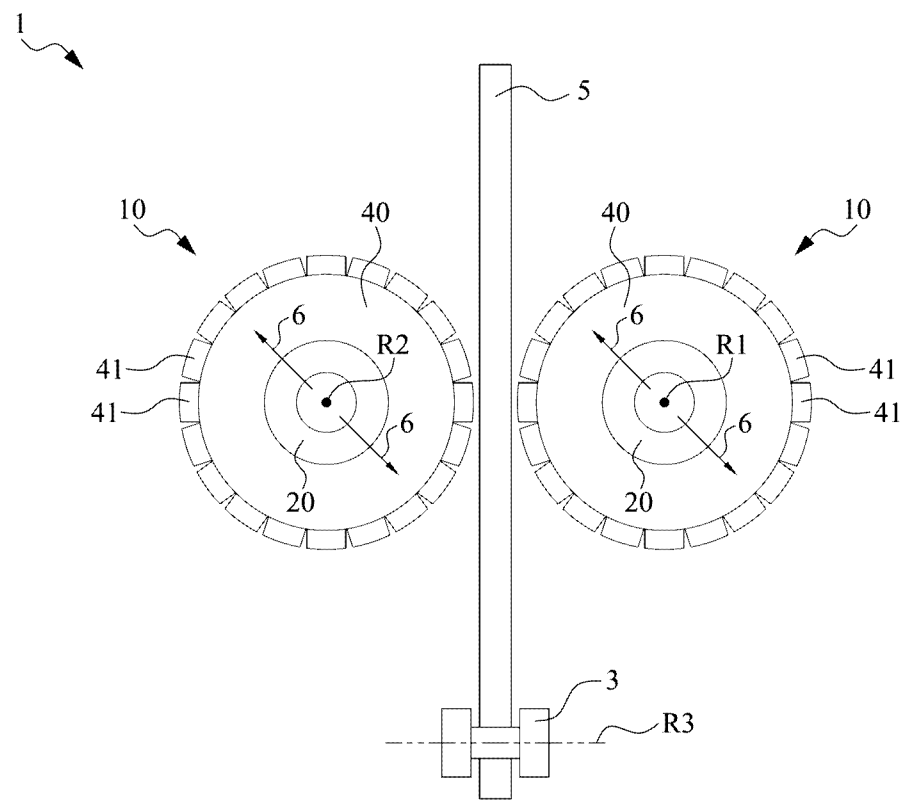
清潔刷及化學機械平坦化設備

(57)摘要

本發明提供一種用於一半導體製造製程之清潔刷。該清潔刷包含一芯及一刷部件。該芯包含一圓周部分及一閉端部分。該圓周部分包圍該清潔刷之一旋轉軸線且界定用於接收一流體之一入口開口。該閉端部分經連接至沿該旋轉軸線與該入口開口對置之該圓周部分之一端。至少一個細長導管經界定於該芯內且與該入口開口流體連通，且該圓周部分包含穿過其以與該細長導管流體連通之複數個出口通道，該等出口通道朝向該閉端部分向外傾斜。該刷部件經連接至該圓周部分之一外表面且覆蓋所有該等出口通道。

A cleaning brush for a semiconductor fabrication process is provided. The cleaning brush includes a core and a brush member. The core includes a circumferential portion and a closed end portion. The circumferential portion surrounds a rotation axis of the cleaning brush and defines an inlet opening for receiving a fluid. The closed end portion is connected to an end of the circumferential portion that is opposite to the inlet opening along the rotation axis. At least one elongated conduit is defined within the core and fluidly communicated with the inlet opening, and the circumferential portion includes a plurality of outlet channels passing therethrough to fluidly communicate with the elongated conduit, the outlet channels being tilted outwardly toward the closed end portion. The brush member is connected to an outer surface of the circumferential portion and covers all of the outlet channels.

指定代表圖：



- 符號簡單說明：
- 1:化學機械平坦化(CMP)後清潔模組
 - 3:輓子
 - 5:半導體晶圓
 - 6:清潔液體
 - 10:清潔刷
 - 20:芯
 - 40:刷部件
 - 41:結節
 - R1:旋轉軸線
 - R2:旋轉軸線
 - R3:旋轉軸線

【圖1】



I861912

【發明摘要】

【中文發明名稱】

清潔刷及化學機械平坦化設備

【英文發明名稱】

CLEANING BRUSH AND CHEMICAL MECHANICAL
PLANARIZATION APPARATUS

【中文】

本發明提供一種用於一半導體製造製程之清潔刷。該清潔刷包含一芯及一刷部件。該芯包含一圓周部分及一閉端部分。該圓周部分包圍該清潔刷之一旋轉軸線且界定用於接收一流體之一入口開口。該閉端部分經連接至沿該旋轉軸線與該入口開口對置之該圓周部分之一端。至少一個細長導管經界定於該芯內且與該入口開口流體連通，且該圓周部分包含穿過其以與該細長導管流體連通之複數個出口通道，該等出口通道朝向該閉端部分向外傾斜。該刷部件經連接至該圓周部分之一外表面且覆蓋所有該等出口通道。

【英文】

A cleaning brush for a semiconductor fabrication process is provided. The cleaning brush includes a core and a brush member. The core includes a circumferential portion and a closed end portion. The circumferential portion surrounds a rotation axis of the cleaning brush and defines an inlet opening for receiving a fluid. The closed end portion is connected to an end of the circumferential portion that is opposite to the inlet opening along the rotation axis. At least one elongated conduit is

defined within the core and fluidly communicated with the inlet opening, and the circumferential portion includes a plurality of outlet channels passing therethrough to fluidly communicate with the elongated conduit, the outlet channels being tilted outwardly toward the closed end portion. The brush member is connected to an outer surface of the circumferential portion and covers all of the outlet channels.

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

1:化學機械平坦化(CMP)後清潔模組

3:輥子

5:半導體晶圓

6:清潔液體

10:清潔刷

20:芯

40:刷部件

41:結節

R1:旋轉軸線

R2:旋轉軸線

R3:旋轉軸線

【發明說明書】

【中文發明名稱】

清潔刷及化學機械平坦化設備

【英文發明名稱】

CLEANING BRUSH AND CHEMICAL MECHANICAL
PLANARIZATION APPARATUS

【技術領域】

【0001】 本發明大體上係關於一種用於在一半導體製造製程中自一半導體基板移除殘留物之清潔刷。特定言之，本發明係關於一種一CMP後清潔製程中之清潔刷。

【先前技術】

【0002】 積體電路可藉由將導電、半導體及絕緣層循序沈積於晶圓上來形成於半導體基板(特定言之，矽晶圓)上。可在沈積各層之後蝕刻電路系統特徵。在沈積及蝕刻一系列層之後，基板之最上表面會變得越來越不平坦。不平坦表面會引起積體電路製造製程之光微影步驟中之問題。

【0003】 為移除及/或拋光一微電子裝置晶圓之特定表面，對半導體基板執行一化學機械拋光(CMP)製程，亦稱為化學機械平坦化。CMP製程係指透過為了表面平坦化及界定金屬互連圖案而實施之化學機械拋光來移除固體層之一方法。在一典型CMP操作中，使用接收一化學活性漿液之一旋轉拋光墊來拋光基板之最外表面。基板經定位於拋光墊上且藉由一固定環來固持於適當位置中。基板及固定環通常安裝於一載體或拋光頭上。由載體頭對基板施加一控制力以使基板緊貼拋光墊。使拋光墊跨基板之表面移動引起材料自基板之表面化學及機械移除。

【0004】 在拋光之後，包含漿液粒子、有機殘留物及/或金屬雜質之污染物可存在於晶圓表面上且必須被移除。若其不被移除，則此污染物會導致後續處理步驟中之各種缺陷(諸如刮痕、腐蝕點等等)，藉此引起積體電路之產品良率降低。因此，需要一種解決上述問題之用於在一CMP製程之後自半導體基板有效移除污染物之系統及方法。

【發明內容】

【0005】 簡言之，本發明提供一種清潔刷，其包含一芯及一刷部件。該芯包含：一圓周部分，其包圍該清潔刷之一旋轉軸線且界定用於接收一流體之一入口開口；及一閉端部分，其經連接至沿該旋轉軸線與該入口開口對置之該圓周部分之一端。至少一個細長導管界定於該芯內且與該入口開口流體連通，且該圓周部分包含穿過其以與該細長導管流體連通之複數個出口通道，該等出口通道朝向該閉端部分向外傾斜。該刷部件經連接至該圓周部分之一外表面且覆蓋所有該複數個出口通道。

【0006】 在另一態樣中，本發明提供一種清潔刷，其包含一芯及一刷部件。該芯包含：一圓周部分，其包圍該清潔刷之一旋轉軸線且界定用於接收一流體之一入口開口；及一閉端部分，其經連接至沿該旋轉軸線與該入口開口對置之該圓周部分之一端。至少一個細長導管界定於該芯內且與該入口開口流體連通，且該圓周部分包含穿過其以與該細長導管流體連通之複數個出口通道。另外，該芯之一第一區、一第二區及一第三區沿自該入口開口至該閉端部分之一方向依序界定，該各自第一、第二及第三區內之該細長導管及該等出口通道之一總流量(以該芯之單位長度計)逐漸減小。該刷部件經連接至該圓周部分之一外表面且覆蓋所有該複數個出口通道。

【0007】 在又一態樣中，本發明提供一種CMP (化學機械平坦化)設備，其包含一CMP模組及一CMP後清潔模組。該CMP模組經組態以對一半導體晶圓執行一CMP製程。該CMP後清潔模組經定位於該CMP模組之一下游處且包含一芯及包圍該芯之一刷材料且經組態以對該半導體晶圓執行一清潔製程。一入口開口、一細長導管及複數個出口通道經配置於該芯中以引導經由該入口開口流入至該芯中之一液體藉由通過該細長導管及該等出口通道而至該刷材料。與該入口開口間隔不同距離之該等出口通道之一第一者及一第二者之至少以下三個參數不同以展現該芯中該液體之一優先流量分佈或一目標流量分佈：(a)該等出口通道之一寬度；(b)該等出口通道之一橫截面形狀；及(c)該等出口通道相對於該芯之一長度方向之一傾斜角。

【圖式簡單說明】

【0008】 在以下詳細描述中，實施例被描述為僅供說明，因為熟習技術者應自以下詳細描述明白各種改變及修改。不同圖中使用之相同元件符號指示類似或相同項目。

【0009】 圖1係根據至少一個實例性實施例之一CMP後清潔模組之一前側透視圖。

【0010】 圖2係根據至少一個實例性實施例之一CMP後清潔模組之一右側透視圖。

【0011】 圖3係根據一第一實例性實施例之一清潔刷之一縱向透視截面圖。

【0012】 圖4係在一刷部件覆蓋芯之外表面時圖3之一區域M1之一放大圖。

【0013】 圖4A係沿圖3之線4A取得之出口通道之一橫向透視截面圖。

【0014】 圖4B係沿圖3之線4B取得之出口通道之一橫向透視截面圖。

【0015】 圖4C係沿圖3之線4C取得之出口通道之一橫向透視截面圖。

【0016】 圖4D係沿圖3之線4D取得之出口通道之一橫向透視截面圖。

【0017】 圖4E展示根據一些實施例之一芯之出口通道之變動組態。

【0018】 圖5係圖3之芯中之一液壓分佈之一模擬結果。

【0019】 圖6係根據一第二實例性實施例之一芯之一縱向透視截面圖。

【0020】 圖7係沿圖6之線A-A取得之芯之一橫向透視截面圖。

【0021】 圖8係沿圖6之線B-B取得之芯之一橫向透視截面圖。

【0022】 圖9係沿圖6之線C-C取得之芯之一橫向透視截面圖。

【0023】 圖10係根據一第三實例性實施例之一芯之一縱向透視截面圖。

【0024】 圖11係在一刷部件覆蓋芯之外表面時圖10之一區域M2之一放大圖。

【0025】 圖12繪示圖3、圖6及圖10之第一、第二及第三實例性實施例之沿芯之一長度方向之出口流量之模擬結果。

【0026】 圖13係根據一第四實例性實施例之一芯之一縱向透視截面圖。

【0027】 圖14係根據一第五實例性實施例之一芯之一縱向透視截面圖。

【0028】 圖15係根據一些實施例之一CMP模組及用於一CMP製程之後的另一半導體製程之一處理工具之一方塊圖。

【實施方式】

【0029】 在以下詳細描述中，參考構成描述之一部分之附圖。在圖式中，除非內文另有指示，否則類似符號通常識別類似組件。此外，除非另有說明，否則各連續圖式之描述可參考來自先前圖式之一或多者之特徵以提供當前實例性實施例之一更清楚背景及一更實質性解釋。此外，[實施方式]、圖式及申請專利範圍中所描述之實例性實施例不意在限制。可在不背離本文中所呈現之標的之精神或範疇之情況下利用其他實施例及作出其他改變。應易於理解，本文中大體上所描述及圖式中所繪示之本發明之態樣可依各種不同組態配置、替代、組合、分離及設計，其等所有明確在本文之考量範圍內。

【0030】 為便於描述，諸如「下面」、「下方」、「下」、「上方」、「在...之上」、「上」、「在...上」及其類似者之空間相對術語在本文中可用於描述一個元件或特徵與另一(些)元件或特徵之關係，如圖中所繪示。除圖中所描繪之定向之外，空間相對術語亦意欲涵蓋裝置在使用或操作中之不同定向。可依其他方式定向設備(旋轉90度或以其他定向)且亦可因此解譯本文中所使用之空間相對描述詞。

【0031】 如本文中所使用，諸如「第一」、「第二」及「第三」之術語描述各種元件、組件、區域、層及/或區段，此等元件、組件、區域、層及/或區段不應受限於此等術語。此等術語可僅用於使元件、組

件、區域、層或區段彼此區分。除非內文清楚指示，否則本文中所使用之諸如「第一」、「第二」及「第三」之術語不隱含一序列或順序。

【0032】 如本文中所使用，術語「近似」、「實質上」、「實質性」及「約」用於描述及說明小變動。當結合一事件或情境使用時，術語可係指其中事件或情境精確發生之例項及其中事件或情境近似發生之例項。

【0033】 本發明之實施例提供具有改良效能之一刷設計，包含跨刷之整個長度之一致及均勻流體分佈。與具有相對於一旋轉軸線垂直延伸之均勻間隔排放出口之一刷相比，此一均勻流體分佈導致刷本身或由刷清潔之基板之一致且減少清潔時間及改良且均勻清潔效能。

【0034】 在一個例示性實施例中，本發明之刷在一CMP（化學機械平坦化）系統中用於移除在一CMP製程中附著至基板之污染物，諸如漿液粒子、有機殘留物及/或金屬雜質。然而，應理解，本發明不限於一CMP系統，且本文中所揭示之各種實施例之刷適用於一半導體製造領域中之其他基板處理工具。例如，刷可用於在一化學蝕刻製程、一磊晶生長製程等等之後清潔一半導體晶圓。

【0035】 根據至少一個實例性實施例，圖1係一CMP後清潔模組1之一前側透視圖，且圖2係CMP後清潔模組1之一右側透視圖。根據本發明之一些實施例，CMP後清潔模組1包含一對清潔刷10及數個輥子3。兩個清潔刷10經組態以清潔一半導體晶圓5之頂面及底面。輥子3經組態以鄰接半導體晶圓5之邊緣且使半導體晶圓5沿一垂直方向旋轉。在一清潔製程期間，兩個清潔刷10經驅動以圍繞旋轉軸線R1及R2旋轉，且一預定外力施加至清潔刷10，使得清潔刷10之表面緊貼半導體晶圓5之表面。同時，

輓子3可圍繞旋轉軸線R3旋轉以驅動半導體晶圓5旋轉。

【0036】 在一些實施例中，如圖1中所展示，清潔刷10包含一芯20及一刷部件40。如圖2中所展示，刷部件40包圍芯20且包含沿刷部件40之整個長度配置之數個結節41。刷部件40之長度L0可大於半導體晶圓5之一直徑W0，且刷部件40可在清潔製程期間跨半導體晶圓5定位，使得一半導體晶圓5之一中心部分及半導體晶圓5之一周邊部分兩者由刷部件40之結節41清潔。然而，應瞭解，可對本發明之實施例作出諸多變動及修改。在一些其他實施例中，刷部件40之長度小於半導體晶圓5之直徑W0，且多個刷部件40用於清潔一半導體晶圓5之頂面及底面。

【0037】 在一些實施例中，如圖2中所展示，CMP後清潔模組1進一步包含一液槽2及一液體管線4。清潔液體6 (諸如表面活性劑及/或去離子水)自一液源2經由液體管線4供應至清潔刷10之一入口埠29。清潔液體6沿芯20流動且經由形成於芯20上之多個孔(如將參考圖3及圖4詳細繪示)均勻分佈於半導體晶圓5之整個表面上，如由圖1中所展示之箭頭6所指示。

【0038】 下文將描述根據一個例示性實施例之清潔刷10之芯20之詳細結構。

【0039】 圖3係根據一第一實例性實施例之清潔刷10之一縱向透視截面圖。為了描述，圖3中未展示清潔刷10之刷部件40。在一個說明性實施例中，芯20具有一第一端21及沿芯20之一縱向方向L與第一端21對置之一第二端22。芯20包含圍繞芯20之旋轉軸線R1形成一中空圓柱形形狀之一圓周部分23。一細長導管26由圓周部分23之一內表面231界定。細長導管26允許清潔液體沿芯20之縱向方向L流動。細長導管26可具有一圓形橫截面且其中心與芯20之旋轉軸線R1對準。替代地，細長導管26可具有一

多邊形橫截面且邊緣相對於芯20之旋轉軸線R1鏡像對稱配置。

【0040】 一入口開口25經形成於第一端21處用於允許清潔液體進入至細長導管26中。一單獨入口埠(諸如圖2中所展示之入口埠29)經連接至入口開口25以促進流體管線4接合至入口開口25。入口埠29可藉由熱能、熔合、黏著劑或卡扣至入口開口25中來接合至芯20。使用此配置，芯20可用於具有不同驅動端及/或流體入口之各種製程工具中，同時使用一單一模具來製造芯20且不改變端配件。

【0041】 芯20進一步包含在芯20之第二端22處連接至圓周部分23之一閉端部分24。芯20之第二端22由閉端部分24密封或封閉且因此不允許清潔液體通過芯20之第二端22。然而，應瞭解，可對本發明之實施例作出諸多變動及修改。在一些其他實施例中，芯20之第一端21及第二端22兩者打開且透過芯之兩端將清潔液體供應至芯20中。替代地，清潔液體經由形成於芯20之第一端處之一開口進入芯20且經由形成於芯20之第二端處之另一開口離開芯20。

【0042】 數個出口通道30經形成於芯20之圓周部分23中且經組態以使清潔液體自細長導管26排放至包圍芯20之刷部件40 (圖1及圖2)。出口通道30之各者穿過芯20之圓周部分23且自圓周部分23之內表面231延伸至外表面232。出口通道30之數個群組依一恆定節距或依變動節距沿芯20之縱向方向L依序配置。各群組之出口通道30圍繞芯20之旋轉軸線R1配置。根據本發明之一個例示性實施例，144個出口通道30形成於芯20之圓周部分23中，且每6個出口通道30分組在一起。例如，如圖3中所展示，群組G0、G1、G2...GN各由圍繞芯20之旋轉軸線R1配置之6個出口通道30組成。

【0043】圖4係在刷部件40覆蓋芯20之外表面232時圖3中所展示之芯20之一區域M1之一放大圖。在一些實施例中，出口通道30之各者具有一上游區段31及兩個或更多個下游區段，諸如第一下游區段32及第二下游區段33。上游區段31自芯20之內表面231延伸且在一遠端313處終止。形成於芯20之內表面231處之上游區段31之端界定出口通道30之一入口孔311。遠端313遠離且不連接至芯20之外表面232。

【0044】在一些實施例中，出口通道30之上游區段31朝向閉端部分24 (圖3)向外傾斜。具體言之，如圖4中所展示，上游區段31之一內壁315以一傾斜角A1相對於圓周部分23之內表面231傾斜。傾斜角A1可在約 20° 至約 80° 之一範圍內，較佳地在約 30° 至約 60° 之一範圍內。在一個例示性實施例中，傾斜角A1係約 45° 。如圖4中所展示，歸因於傾斜配置，出口通道30之入口孔311具有橢圓形形狀。使出口通道30朝向閉端部分傾斜(即，與流動方向對準)之目的係減小流體在芯20中流動之阻力，使得與出口通道垂直於流動方向相比，更多流量自出口通道30離開。

【0045】在一些實施例中，靠近閉端部分24之出口通道30之傾斜角A1變得比靠近入口開口25之出口通道30之傾斜角A1更陡。例如，最靠近入口開口25之群組G0中之出口通道30相對於圓周部分23之內表面231傾斜一第一角度，且最靠近閉端部分24之群組GN中之出口通道30相對於圓周部分23之內表面231傾斜一第二角度。第二角度大於第一角度。在一個例示性實施例中，儘管圖3中未繪示，但第一角度係約 20° 且第二角度係約 80° 。使用此配置，芯20中之流體分佈之均勻性可進一步提高。

【0046】出口通道30之第一下游區段32及第二下游區段33在其內端321及331處連接至上游區段31。第一下游區段32及第二下游區段33分別

自內端321及331沿垂直於芯20之外表面232之一方向延伸，且在形成於芯20之外表面232處之出口孔322及332處終止。在一些實施例中，第一下游區段32之內端321與上游區段31之一中點相交，且第二下游區段33之內端331與上游區段31之遠端313相交。

【0047】 在一些實施例中，出口通道30沿其長度具有一變動橫截面。例如，出口通道30之上游區段31之寬度沿其延伸方向漸縮。具體言之，如圖4中所展示，上游區段31在入口孔311處具有一第一寬度W11且在遠端313處具有一第二寬度W12，且第一寬度W11及第二寬度W12垂直於上游區段31之一延伸軸線E1。第二寬度W12小於第一寬度W11。在另一例示性實施例中，下游區段32之寬度W13及第二下游區段33之寬度W14小於上游區段31之寬度W11或W12。下游區段32之寬度W13及第二下游區段33之寬度W14可不同。例如，下游區段32之寬度W13可窄於第二下游區段33之寬度W14。

【0048】 應瞭解，出口通道30之寬度及出口通道30之數目可變動且不應受限於上述實施例。在一些實施例中，為了流體分佈之一更好均勻性，將默里(Murray)定律應用於細長導管26之一寬度D (圖3)、上游區段31之第一寬度W11及下游區段32及33之寬度W13或寬度W14之設計。例如，寬度D、W11、W13及W14滿足以下方程式(1)及(2)：

$$D^3 = \sum_{k=0}^n k(W11)^3 \dots (1)$$

$$(W11)^3 = \sum_{i=0}^n i(W13)^3 + \sum_{j=0}^n j(W14)^3 \dots (2)$$

其中k係上游區段31之總數，且i係下游區段32之總數，且j係下游區段33之總數。

【0049】 在一些實施例中，出口通道之一上游區段之一橫截面形狀

不同於一下游區段之一橫截面形狀。例如，如圖4A及圖4B中所展示，群組G1 (圖3)中之出口通道30之上游區段31可具有一圓形形狀且對應出口通道中之下游區段32可具有一矩形形狀。在一些實施例中，不同群組中之出口通道30可具有不同橫截面形狀。例如，如圖4C及圖4D中所展示，群組GN (圖3)中之出口通道30之上游區段31可具有一矩形形狀且對應出口通道30之下游區段32可具有一橢圓形形狀。即，群組GN中之出口通道30具有不同於群組G1中之出口通道30之形狀之一形狀。

【0050】 在一些實施例中，只要可獲得一均勻增壓，則出口通道30之幾何結構、形狀及大小可沿芯20之長度選擇性變動。出口通道30之橫截面形狀可選自規則形狀(諸如圖4A至圖4D中所展示之形狀)、不規則形狀及/或非稜形形狀(例如圖4E中所展示之S形、U形、液滴形)或任何其他適合形狀。此外，在其中出口通道具有一矩形形狀之情況中，可導出一矩形通道之寬度與長度之比率，其滿足一CMP後清潔製程之流動要求及增壓目標。

【0051】 在一些實施例中，兩個相鄰群組中之出口通道30依一交錯方式配置。例如，如圖3中所展示，出口通道30之第一群組G1緊鄰出口通道30之第二群組G2定位。第一群組G1中之出口通道30自第二群組G2中之出口通道30偏移。然而，本發明不應受限於上述實施例。兩個鄰近群組中之出口通道30可沿芯20之縱向方向L彼此對準。

【0052】 芯20可由任何化學惰性聚合材料製成，諸如聚合物、共聚物、用於CMP清潔製程中之其他材料及其類似者。在一些實施例中，芯20藉由三維列印技術製造，且用於芯20之材料可為(例如)丙烯腈-丁二烯-苯乙烯(ABS)或聚碳酸酯。在一些實施例中，儘管在芯20中提供開放表面

積之一高比率，但芯20仍具有一足夠勁度，且CMP領域之一般技術者能夠選擇一勁度來達成一期望清潔結果，其取決於半導體基板之組成、污染物或其等之一組合。

【0053】 刷部件40經形成於芯20之外表面232上且覆蓋出口通道30之所有出口孔322及332。在一個例示性實施例中，刷部件40由聚乙烯醇(PVA)或其他適合材料製成或包含PVA或其他適合材料，其依一液體形式施加於芯20之外表面232上且接著固化。在形成刷部件40期間，刷部件40之材料之一部分43可流入及密封出口通道30之第一及第二下游區段32及33，如圖4中所展示。歸因於出口通道30之第一及第二下游區段32及33之小寬度，第一及第二下游區段32及33由刷部件40之材料部分填充，且上游區段31無刷部件40之材料。然而，應瞭解，可對本發明之實施例作出諸多變動及修改。在一些其他實施例中，第一及第二下游區段32及33由刷部件40之材料完全填充，且上游區段31由刷部件40之材料部分填充。

【0054】 圖5係圖3之芯20中之一液壓分佈之一模擬結果。當一清潔液體流經由形成於芯20之第一端21處之入口開口25供應至芯20中時，執行一模擬以獲得跨芯20之整個長度之壓力分佈。依據默里定律，芯20之仿生設計確保沿芯20之長度之流體之一最小壓降且展現芯20之細長導管26內之流體之壓力分佈之一非凡均勻性。因此，離開出口通道30之流體之壓力實質上均勻，且覆蓋出口通道之刷部件40之一大面積由清潔液體充分沖洗，藉此提高刷部件40或由清潔刷10清潔之半導體晶圓之清潔效率。與包含跨其整個長度相對於旋轉軸線垂直延伸之出口通道之一習知芯相比，本發明之實施例在芯之一近端處展現一較大出口流量且在芯之一遠端處展現一較小出口流量。

【0055】 由刷部件40包圍之清潔刷10之芯之組態不應受限於上述實施例。下文將描述芯之一些例示性實施例。

【0056】 圖6係根據一第二實例性實施例之一芯20a之一縱向透視截面圖。在一個說明性實施例中，芯20a具有一第一端21a及沿芯20a之一縱向方向L與第一端21a對置之一第二端22a。數個入口開口(諸如第一入口開口251a、第二入口開口252a及第三入口開口253a)界定於芯20a之第一端21a處用於允許清潔液體進入至芯中之不同導管中。第一入口開口251a、第二入口開口252a及第三入口開口253a經配置成彼此相鄰且相對於芯20a之一旋轉軸線R1同心配置。第一入口開口251a、第二入口開口252a及第三入口開口253a可具有沿芯20a之一徑向方向之相同寬度。

【0057】 在一些實施例中，芯20a包含彼此伸縮之多個分離結構。在一個例示性實施例中，芯20a包含一第一部件201a、一第二部件202a及一第三部件203a。第一部件201a、第二部件202a及第三部件203a分別包含一第一子段壁234a、一第二子段壁235a及一第三子段壁236a。第一子段壁234a、第二子段壁235a及第三子段壁236a各具有一環形且沿縱向方向L自芯20a之第一端21a至第二端22a循序配置以合作建構其上形成刷部件40(圖1)之芯20之一圓周部分23。

【0058】 此外，第一部件201a、第二部件202a及第三部件203a分別包含一第一流體引導部分237a、一第二流體引導部分238a及一第三流體引導部分239a用於界定芯20a中之多個細長導管。具體言之，第一流體引導部分237a經連接至第一子段壁234a之一內表面且自緊鄰第二子段壁235a之第一子段壁234a之一遠端延伸至第一入口開口251a。一第一細長導管261a經界定於第一子段壁234a與第一流體引導部分237a之間且與第

一入口開口251a流體連通。

【0059】 第二流體引導部分238a經連接至第二子段壁235a之一內表面且自緊鄰第三子段壁236a之第二子段壁235a之一遠端延伸至第二入口開口252a。一第二細長導管262a之一上游經界定於第一流體引導部分237a與第二流體引導部分238a之間，且第二細長導管262a之一下游經界定於第二流體引導部分238a與第二子段壁235a之間。第二細長導管262a與第二入口開口252a流體連通。

【0060】 第三流體引導部分239a經連接至第三子段壁236a之一內表面且自相鄰於芯20a之第二端22a之第三子段壁236a之一遠端延伸至第三入口開口253a。一第三細長導管263a之一上游經界定於第二流體引導部分238a與第三流體引導部分239a之間，且第三細長導管263a之一下游經界定於第三流體引導部分239a與第三子段壁236a之間。第三流體引導部分239a與第三入口開口253a流體連通。芯20a之一閉端部分24a由連接至第三子段壁236a之第三流體引導部分239a之一部分界定。第一流體引導部分237a、第二流體引導部分238a及第三流體引導部分239a可經形成為一流線形(如圖6中所展示)以減小芯20a中之流體阻抗。

【0061】 數個出口通道30a經形成於第一子段壁234a、第二子段壁235a及第三子段壁236a處且經組態以使清潔液體自第一、第二及第三細長導管261a、262a及263a排放至包圍芯20a之刷部件。出口通道30a之各者穿過芯20a之圓周部分23a且自圓周部分23a之內表面231a延伸至外表面232a。

【0062】 出口通道30a之數個群組依固定或變動節距沿芯20a之縱向方向L配置，且各群組中之出口通道30a圍繞芯20a之旋轉軸線R1配置。圖

7、圖8及圖9中展示第一部件201a、第二部件202a及第三部件203a之各者中之出口通道30a之配置，圖7、圖8及圖9展示分別沿圖6之線A-A、B-B及C-C取得之芯20a之橫向透視截面圖。在一個例示性實施例中，如圖7、圖8及圖9中所展示，圍繞旋轉軸線R1配置之出口通道之群組之各者由形成於第一子段壁234a、第二子段壁235a及第三子段壁236a中之四個出口通道30a組成。如圖7中所展示，出口通道30a之兩端在圓周部分23a之內表面231a及外表面232a上形成一入口孔31a及一出口孔32a。在一些實施例中，一凸緣39a形成於出口孔32a處且包圍出口孔32a。

【0063】 參考圖6，在一些實施例中，出口通道30a朝向閉端部分24a向外傾斜。具體言之，形成於第一子段壁234a處之出口通道30a各沿一延伸軸線E2延伸且以一傾斜角A2相對於圓周部分23a之內表面231a傾斜。形成於第二子段壁235a處之出口通道30a各沿一延伸軸線E3延伸且以一傾斜角A3相對於圓周部分23a之內表面231a傾斜。形成於第三子段壁236a處之出口通道30a各沿一延伸軸線E4延伸且以一傾斜角A4相對於圓周部分23a之內表面231a傾斜。傾斜角A2、A3及A4可在約20°至約90°之一範圍內，較佳地在約30°至約60°之一範圍內。在一個例示性實施例中，傾斜角A2、A3及A4係約45°。使出口通道30a朝向閉端部分傾斜(即，與流動方向對準)之目的係減小芯20a中流動之阻力，使得與出口通道垂直於流動方向相比，更多流量自出口通道30a離開。

【0064】 在一些實施例中，靠近閉端部分24a之出口通道30a之傾斜角變得比靠近入口開口251a、252a及253a之出口通道30a之傾斜角更陡。例如，形成於第三子段壁236a處之出口通道30a之傾斜角A4大於形成於第二子段壁235a處之出口通道30a之傾斜角A3，且出口通道30a之傾斜角A3

大於形成於第一子段壁234a處之出口通道30a之傾斜角A2。在一個例示性實施例中，儘管圖6中未繪示，但傾斜角A2係約20°，傾斜角A3係約45°，且傾斜角A4係約90°。使用此配置，芯20a中之流體分佈之均勻性可進一步提高。

【0065】 在一些實施例中，出口通道30a具有沿其長度之變動橫截面。在一個例示性實施例中，如圖7中所展示，出口通道30a具有一紡錘形橫截面，其中出口通道30a之一中間區段之一寬度大於入口孔31a之一寬度或出口孔32a之一寬度。應瞭解，出口通道30a之寬度及出口通道30a之數目可變動且不應受限於上述實施例。只要可獲得一均勻增壓，則出口通道30a之幾何結構、形狀及大小可沿芯20a之長度選擇性變動。在其中出口通道具有一矩形形狀之情況中，可導出矩形通道之寬度與長度之比率，其滿足一CMP後清潔製程之流動要求及增壓目標。

【0066】 在一些實施例中，芯20a之一第一區Z1、一第二區Z2及一第三區Z3沿自入口開口251a、252a及253a至閉端部分24a之一方向依序界定。第一區Z1對應於其中定位第一子段壁234a之出口通道30a之芯20a之一段。第二區Z2對應於其中定位第二子段壁235a之出口通道30a之芯20a之一段。第三區Z3對應於其中定位第三子段壁236a之出口通道30a之芯20a之一段。

【0067】 在一些實施例中，各自第一、第二及第三區Z1、Z2及Z3內之細長導管及出口通道之一總流量(以單位長度計)逐漸減小。具體言之，如圖7中所展示，第一區Z1中之芯20a包含四個出口通道30a及三個細長導管261a、262a及263a。第二區Z2中之芯20a包含四個出口通道30a及兩個細長導管262a及263a。第三區Z3中之芯20a包含四個出口通道30a及

一個細長導管263a。因此，第一區Z1中之細長導管之一總流量(以單位長度計)大於第二區Z2，且第二區Z2中之細長導管之一總流量(以單位長度計)大於第三區Z3。

【0068】 芯20a可由任何化學惰性聚合材料製成，諸如聚合物、共聚物、用於CMP清潔製程中之其他材料及其類似者。在一些實施例中，芯20a藉由3維列印技術製造，且用於芯20a之材料可為(例如)丙烯腈-丁二烯-苯乙烯(ABS)或聚碳酸酯。在一些實施例中，儘管芯20a包含彼此伸縮之數個層，但芯20仍具有足以維持一清潔均勻性之一勁度。

【0069】 圖10係根據一第三實例性實施例之一芯20b之一縱向透視截面圖。在一個說明性實施例中，芯20b具有一第一端21b及沿芯20b之一縱向方向L與第一端21b對置之一第二端22b。芯20b包含圍繞芯20b之旋轉軸線R1形成一中空圓柱形形狀之一圓周部分23b。一細長導管26b由圓周部分23b之一內表面231b界定。細長導管26b允許清潔液體沿芯20b之縱向方向L流動。

【0070】 一入口開口25b經形成於第一端21b處用於允許清潔液體進入至細長導管26b中。芯20b進一步包含在芯20b之第二端22b處連接至圓周部分23b之一閉端部分24b。芯20b之第二端22b由閉端部分24b密封且因此不允許清潔液體通過芯20b之第二端22b。一凸緣28b可經形成於閉端部分24b之外表面處用於連接芯20b與一工具心軸(圖中未展示)。

【0071】 數個出口通道30b經形成於芯20b之圓周部分23b中且經組態以使清潔液體自細長導管26b排放至包圍芯20b之刷部件40 (圖1及圖2)。出口通道30b之各者穿過芯20b之圓周部分23b且自圓周部分23b之內表面231b延伸至外表面232b。出口通道30b之數個群組依一恆定節距或依

變動節距沿芯20b之縱向方向L依序配置。各群組中之出口通道30b圍繞芯20b之旋轉軸線R1配置。根據本發明之一個例示性實施例，群組之各者(諸如群組G1、G2及G3)由圍繞芯20b之旋轉軸線R1配置之四個出口通道30b組成(圖10中僅展示各群組之三個出口通道)。

【0072】 在一些實施例中，圓周部分23b之內表面231b沿芯20b之縱向方向L自入口開口25b漸縮至閉端部分24b。因此，圓周部分23b之一厚度沿遠離入口開口25b之一方向逐漸增大，且沿縱向方向L配置之出口通道30b具有逐漸增大流量。例如，群組G3之出口通道30b具有大於群組G2之出口通道30b之流量之一流量。另外，群組G2之出口通道30b具有大於群組G1之出口通道30b之流量之一流量。在圖10所展示之實施例中，群組G1、G2及G3係沿芯20b之縱向方向依序配置之出口通道之三個群組。

【0073】 圖11係在刷部件40b覆蓋芯20b之外表面232b時圖10中所展示之芯20b之一區域M2之一放大圖。在一些實施例中，出口通道30b之各者具有一上游區段31b及一下游區段32b。上游區段31b自芯20b之內表面231b延伸且經連接至下游區段32b。形成於芯20b之內表面231b處之上游區段31b之端界定出口通道30b之一入口孔311b。下游區段32b自芯20b之外表面232b延伸且經連接至上游區段31b。形成於芯20b之外表面232b處之下游區段32b之端界定出口通道30b之一出口孔322b。

【0074】 在一些實施例中，出口通道30b具有沿其長度之一變動橫截面。例如，如圖11中所展示，上游區段31b包含向外漸縮之一圓角或一倒角且具有相對於圓周部分23b之內表面231b傾斜之一內壁。下游區段32b垂直於圓周部分23b之外表面232b。因此，入口孔311b之一第一寬度W31大於出口孔322b之一第二寬度W32。

【0075】 應瞭解，出口通道30b之寬度及出口通道30b之數目可變動且不應受限於上述實施例。另外，只要可獲得一均勻增壓，則出口通道30b之幾何結構、形狀及大小可沿芯20b之長度選擇性變動。

【0076】 芯20b可由任何化學惰性聚合材料製成，諸如聚合物、共聚物、用於CMP清潔製程中之其他材料及其類似者，且可藉由使用一射出成型製程來形成。在一些實施例中，如圖11中所展示，刷部件40b經形成於芯20b之外表面232b上且覆蓋出口通道30b之所有出口孔322b。在一個例示性實施例中，刷部件40b以一液體形式施加於芯20b之外表面232b上且接著固化。在形成刷部件40b期間，刷部件40b之材料填充出口通道30b之整個容積。在一些實施例中，刷部件40包含聚乙烯醇(PVA)或其他適合材料。在一些實施例中，儘管芯20b之圓周部分具有一變動厚度，但芯20b仍具有足以維持一清潔均勻性之一勁度。

【0077】 在一些實施例中，如圖10中所展示，因為細長導管26b沿芯20b之縱向方向L漸縮，所以芯20b之細長導管26b之流量(以單位長度計)逐漸減小。在一些實施例中，芯20b之一第一區Z1、一第二區Z2及一第三區Z3沿自入口開口25b至閉端部分24b之一方向依序界定。第一區Z1、第二區Z2及第三區Z3沿芯20b之縱向方向L具有相等距離，且各包含彼此間隔一恆定節距之出口通道30b之三個群組。藉由沿芯20b之長度之流量梯度，可在芯之上半部中排放更多出口流且因此可達成一均勻流體分佈。

【0078】 圖12係根據本發明之一實施例之依據出口通道與入口開口之一相距距離而變化之來自芯之清潔液體之一出口流量圖。自圖12看出，芯20展現沿其長度方向之一恆定(穩定在 ± 5 ml/min內)出口流量。芯20a

展現一出口流量在其長度之上半部中在約145 (ml/min)至約180 (ml/min)之間變動且在其長度之下半部中達到穩定出口流量。儘管芯20b在其長度之上半部中展現在約95 (ml/min)至約180 (ml/min)之間變動之一出口流量，但其在其長度之下半部中展現在約180 (ml/min)至約205 (ml/min)之間變動之一穩定出口流量。相比而言，如圖12中以虛線展示，習知芯展現朝向其閉端之流量之一不可接受增加。

【0079】 圖13係根據一第四實例性實施例之一芯20c之一縱向透視截面圖。在一個說明性實施例中，芯20c具有一第一端21c及沿芯20c之一縱向方向L與第一端21c對置之一第二端22c。芯20c包含圍繞芯20c之一旋轉軸線R1形成一中空圓柱形形狀之一圓周部分23c。一細長導管26c由圓周部分23c之一內表面231c界定。細長導管26c允許清潔液體沿芯20c之縱向方向L流動。

【0080】 一入口開口25c經形成於第一端21c處用於允許清潔液體進入至細長導管26c中。芯20c進一步包含在芯20c之第二端22c處連接至圓周部分23c之一閉端部分24c。芯20c之第二端22c由閉端部分24c密封且不允許清潔液體通過芯20c之第二端22c。一凸緣28c可經形成於閉端部分24c之外表面處以連接芯20c與一工具心軸(圖中未展示)。

【0081】 數個出口通道30c經形成於芯20c之圓周部分23c中且經組態以使清潔液體自細長導管26c排放至包圍芯20c之刷部件40 (圖1及圖2)。出口通道30c之各者穿過芯20c之圓周部分23c且自圓周部分23c之內表面231c延伸至外表面232c。出口通道30c之數個群組沿芯20c之縱向方向L配置，且各群組中之出口通道30c圍繞芯20c之旋轉軸線R1配置。根據本發明之一個例示性實施例，群組之各者由圍繞芯20c之旋轉軸線R1配置之

四個出口通道30c組成(圖13中僅展示各群組之三出口通道)。

【0082】 在一些實施例中，一些出口通道30c具有沿其長度之變動橫截面，但一些出口通道30c具有一致橫截面形狀。例如，如圖13中所展示，出口通道30c之一者具有一上游區段31c及一下游區段32c。上游區段31c自芯20c之內表面231c延伸且經連接至下游區段32c。下游區段32c自芯20c之外表面232c延伸且經連接至上游區段31c。上游區段31c包含相對於圓周部分23c之內表面231c傾斜之一圓角，且下游區段32c垂直於圓周部分23c之外表面232c。

【0083】 在一些實施例中，芯20c之一第一區Z1、一第二區Z2及一第三區Z3沿自入口開口25c至閉端部分24c之一方向依序界定。第一區Z1、第二區Z2及第三區Z3各包含彼此間隔一恆定節距之出口通道30c之多個群組。具體言之，第一區Z1中之出口通道30c彼此隔開一第一節距P1，第二區Z2中之出口通道30c彼此隔開一第二節距P2，且第三區Z3中之出口通道30c彼此隔開一第三節距P3。

【0084】 在一個例示性實施例中，第一節距P1、第二節距P2及第三節距P3彼此不同。例如，第二區Z2中之出口通道30c之節距P2大於第一區Z1中之出口通道30c之節距P1。另外，第三區Z3中之出口通道30c之節距P3大於第二區Z2中之出口通道30c之節距P2。因此，以芯20c之單位長度計，區Z1中之細長導管26c及出口通道30c之一總流量大於區Z2，因為區Z1中之出口通道30c之數目大於區Z2中之出口通道30c之數目。另外，以芯20c之單位長度計，區Z2中之細長導管26c及出口通道30c之一總流量大於區Z3，因為區Z2中之出口通道30c之數目大於區Z3中之出口通道30c之數目。在一個例示性實施例中，節距P1、P2及P3之比率係約1:2:4。

【0085】 應瞭解，出口通道30c之寬度及出口通道30c之數目可變動且不應受限於上述實施例。另外，只要可獲得一均勻增壓，則出口通道30c之幾何結構、形狀及大小可沿芯20c之長度選擇性變動。例如，區Z1、區Z2及區Z3中之出口通道30c分別具有寬度W41、W42及W43。在一個例示性實施例中，儘管圖13中未繪示，但寬度W43大於寬度W42且寬度W42可大於寬度W41。

【0086】 圖14係根據一第五實例性實施例之一芯20d之一縱向透視截面圖。在一個說明性實施例中，芯20d具有一第一端21d及沿芯20d之一縱向方向L與第一端21d對置之一第二端22d。芯20d包含圍繞芯20d之一旋轉軸線R1形成一中空圓柱形形狀之一圓周部分23d。一細長導管26d由圓周部分23d之一內表面231d界定。細長導管26d允許清潔液體沿芯20d之縱向方向L流動。

【0087】 一入口開口25d經形成於第一端21d處用於允許清潔液體進入至細長導管26d中。芯20d進一步包含在芯20d之第二端22d處連接至圓周部分23d之一閉端部分24d。芯20d之第二端22d由閉端部分24d密封且因此不允許清潔液體通過芯20d之第二端22d。一凸緣28d可經形成於閉端部分24d之一外表面處用於連接芯20d與一工具心軸(圖中未展示)。

【0088】 數個出口通道30d經形成於芯20d之圓周部分23d中且經組態以使清潔液體自細長導管26d排放至包圍芯20d之刷部件40 (圖1及圖2)。出口通道30d之各者穿過芯20d之圓周部分23d且自圓周部分23d之內表面231d延伸至外表面232d。出口通道30d之兩端在圓周部分23d之內表面231d及外表面232d上形成一入口孔31d及一出口孔32d。出口通道30d之數個群組依固定或變動節距沿芯20d之縱向方向L配置，且各群組中之出

口通道30d圍繞芯20d之旋轉軸線R1配置。根據本發明之一個例示性實施例，群組之各者由圍繞芯20d之旋轉軸線R1配置之四個出口通道30d組成(圖14中僅展示各群組之三出口通道)。

【0089】 在一些實施例中，出口通道30d朝向閉端部分24d向外傾斜。具體言之，最靠近入口開口25d之出口通道30d沿一延伸軸線E5延伸且相對於圓周部分23d之內表面231d傾斜。延伸軸線E5相對於旋轉軸線R1形成一傾斜角A5。最靠近閉端部分24d之出口通道30d沿一延伸軸線E6延伸且相對於圓周部分23d之內表面231d傾斜。延伸軸線E6相對於旋轉軸線R1形成一傾斜角A6。傾斜角A5及A6可在約20°至約90°之一範圍內，較佳地在約30°至約60°之一範圍內。在一個例示性實施例中，傾斜角A5及A6係約45°。如圖14中所展示，歸因於傾斜配置，出口通道30d之入口孔31d具有橢圓形形狀。使出口通道30d朝向閉端部分傾斜(即，與流動方向對準)之目的係減小流體在芯20d中流動之阻力，使得與出口通道垂直於流動方向相比，更多流量自出口通道30d離開。

【0090】 在一些實施例中，靠近閉端部分24d之出口通道30d之傾斜角變得比靠近入口開口25d之出口通道30d之傾斜角更陡。例如，傾斜角A6可大於傾斜角A5。在一個例示性實施例中，儘管圖14中未繪示，但傾斜角A5係約20°且傾斜角A6係約90°。使用此配置，芯20d中之流體分佈之均勻性可進一步提高。

【0091】 應瞭解，出口通道30d之寬度及出口通道30d之數目可變動且不應受限於上述實施例。另外，只要可獲得一均勻增壓，則出口通道30d之幾何結構、形狀及大小可沿芯20d之長度選擇性變動。例如，最靠近入口開口25d之出口通道30d具有一寬度W51，且最靠近閉端部分24d之

出口通道30d具有一寬度W52。寬度W51可大於寬度W52。

【0092】圖15係根據一些實施例之一CMP模組7及用於一CMP製程之後的一後續製程之一處理設備9之一方塊圖。在一些實施例中，CMP模組7包含此項技術中已知之一CMP模組8及一CMP後清潔模組，諸如圖1中所描繪之CMP後清潔模組1。CMP後清潔模組1經定位於CMP模組7之一下游處以自CMP模組接收晶圓。處理設備9可為用於在一CMP製程之後對半導體晶圓執行一適合製程之任何處理工具。例如，處理設備9可為用於藉由CVD、PVD、ALD或任何其他適合方法在半導體晶圓上形成一膜之一工具。

【0093】在操作中，由CMP模組7對一半導體晶圓執行一CMP製程，且接著在CMP後清潔模組1中清潔晶圓。在一些實施例中，在將晶圓裝載於CMP後清潔模組1中之前，將清潔液體供應至本發明之任何實施例之芯中以沖洗刷部件40以移除其上之粒子。在清潔刷部件40之後，將晶圓裝載至CMP後清潔模組1中用於一CMP後清潔製程。在CMP後清潔製程中，將清潔液體供應至芯中以沖洗刷部件40，且使清潔刷10旋轉以藉由刷部件40來清潔晶圓之表面。在完成CMP後清潔製程之後，自CMP後清潔模組1移除晶圓，且將清潔液體再次供應至芯中以沖洗刷部件40以移除在CMP後清潔製程期間附著至刷部件之粒子。可在處理設備9中進一步處理晶圓。

【0094】在CMP後清潔模組1中，因為其芯具有沿芯長度之一優良均勻流體分佈，所以與習知清潔模組相比，CMP後清潔模組1展現跨刷部件之長度及跨半導體晶圓之整個表面之一更高粒子移除效率。因此，可減少清潔刷部件或晶圓所需之時段，其導致減少水消耗及一環保製造製程。

另外，藉由在清潔製程之前及之後徹底清潔刷部件，可控制用於監測刷部件之狀況之晶圓上之缺陷計數。因此，可延長清潔刷之壽命且降低製造成本。此外，因為自半導體晶圓充分移除污染物，所以可提高半導體晶圓之產品良率。

【0095】 由字母及數字標示之以下實施例意欲進一步繪示本發明，但不應被解釋為過度限制本發明。

【0096】 A1. 一種清潔刷，其包括：

一芯，其包括：

一圓周部分，其包圍該清潔刷之一旋轉軸線且界定用於接收一流體之一入口開口；及

一閉端部分，其經連接至沿該旋轉軸線與該入口開口對置之該圓周部分之一端，

其中至少一個細長導管界定於該芯內且與該入口開口流體連通，且該圓周部分包含穿過其以與該細長導管流體連通之複數個出口通道，該等出口通道朝向該閉端部分向外傾斜；及

一刷部件，其經連接至該圓周部分之一外表面且覆蓋所有該複數個出口通道。

【0097】 A2. 如實施例A1之清潔刷，該等出口通道朝向該閉端部分傾斜自約 20° 至約 90° 之範圍內之一傾斜角。

【0098】 A3. 如實施例A2之清潔刷，該複數個出口通道包含一第一出口通道及定位成比該第一出口通道更靠近該閉端部分之一第二出口通道，其中該第二出口通道之該傾斜角大於該第一出口通道之該傾斜角。

【0099】 A4. 如實施例A1至A3之清潔刷，其中該等出口通道之各者

包含：一上游區段，其經連接至該圓周部分之內表面；及至少一個下游區段，其將該上游區段連接至該圓周部分之該外表面，其中該上游區段相對於該圓周部分之該內表面傾斜且該下游區段垂直於該圓周部分之該外表面。

【0100】 A5. 如實施例A4之清潔刷，其中該等出口通道之各者包含自該上游區段叉開且延伸至該圓周部分之該外表面之兩個下游區段，且該兩個下游區段之一寬度小於該上游區段之一寬度。

【0101】 A6. 如實施例A4之清潔刷，該細長導管之一寬度(D)、該等出口通道之一者之該上游區段之一寬度(W11)及該下游區段之一寬度(W13)滿足以下方程式(1)及(2)：

$$D^3 = \sum_{k=0}^n k(W11)^3 \dots (1)$$

$$(W11)^3 = \sum_{i=0}^n i(W13)^3 \dots (2),$$

其中k係該等上游區段之總數，且i係該等下游區段之總數。

【0102】 A7. 如實施例A1至A6之清潔刷，其中該等出口通道之各者包含：一上游區段，其經連接至該圓周部分之該內表面；及至少一個下游區段，其將該上游區段連接至該圓周部分之該外表面，其中該上游區段之一橫截面形狀不同於該下游區段之一橫截面形狀。

【0103】 A8. 如實施例A1至A7之清潔刷，其中該複數個出口通道包括一第一出口通道及定位成比該第一出口通道更遠離該入口開口之一第二出口通道，且該第一出口通道之一橫截面形狀或一尺寸不同於該第二出口通道之一橫截面形狀或一尺寸。

【0104】 A9. 如實施例A1至A8之清潔刷，該圓周部分包含該等出口通道之至少一者與該細長導管之一相交點處之一圓角或一倒角。

【0105】 B1. 一種清潔刷，其包括：

一芯，其包括：

一圓周部分，其包圍該清潔刷之一旋轉軸線且界定用於接收一流體之一入口開口；及

一閉端部分，其經連接至沿該旋轉軸線與該入口開口對置之該圓周部分之一端。

其中至少一個細長導管界定於該芯內且與該入口開口流體連通，且該圓周部分包含穿過其以與該細長導管流體連通之複數個出口通道，

其中該芯之一第一區、一第二區及一第三區沿自該入口開口至該閉端部分之一方向依序界定，該各自第一、第二及第三區內之該細長導管及該等出口通道之一總流量(以該芯之單位長度計)逐漸減小；及

一刷部件，其經連接至該圓周部分之一外表面且覆蓋所有該複數個出口通道。

【0106】 B2. 如實施例B1之清潔刷，其中該至少一個入口開口包括配置成彼此相鄰且相對於該清潔刷之該旋轉軸線同心配置之一第一、第二及第三入口開口，且該至少一個細長導管包括一第一、第二及第三細長導管，其中該第一、第二及第三細長導管各與該芯之該等出口通道之至少一者流體連通，且連接至該第一細長導管之該出口通道之一出口流量不同於連接至該第二或第三細長導管之該出口通道之一出口流量以提供該芯之不同位置中之一優先流或一目標流。

【0107】 B3. 如實施例B2之清潔刷，其中兩個相鄰出口通道之間的

一距離沿遠離該入口開口之一方向逐漸增大或逐漸減小。

【0108】 B4. 如實施例B3之清潔刷，其中最靠近該入口開口之前兩個出口通道之間的一距離最小，且最遠離該入口開口之該等出口通道之最後兩者之間的一距離最大。

【0109】 B5. 如實施例B1之清潔刷，其中該圓周部分之一厚度沿遠離該入口開口之一方向逐漸增大，使得定位成接近該閉端部分之該出口通道具有沿垂直於該旋轉軸線之該芯之一徑向方向之最大長度。

【0110】 C1. 一種CMP (化學機械平坦化)設備，其包括：

一CMP模組，其經組態以對一半導體晶圓執行一CMP製程；

一CMP後清潔模組，其經定位於該CMP模組之一下游處且包括一芯及包圍該芯之一刷材料且經組態以對該半導體晶圓執行一清潔製程，

其中一入口開口、一細長導管及複數個出口通道經配置於該芯中以引導經由該入口開口流入至該芯中一液體藉由通過該細長導管及該等出口通道而至該刷材料，其中與該入口開口間隔不同距離之該等出口通道之一第一者及一第二者之以下參數之至少一者不同以展現該芯中之該液體之一優先流量分佈或一目標流量分佈：

該等出口通道之一寬度；

該等出口通道之一橫截面形狀；及

該等出口通道相對於該芯之一長度方向之一傾斜角。

【0111】 C2. 如實施例C1之CMP設備，其中該第二出口通道經定位成比該第一出口通道更遠離該入口開口，且該第二出口通道之該寬度小於該第一出口通道之該寬度。

【0112】 C3. 如實施例C1至C2之CMP設備，其中該第二出口通道經

定位成比該第一出口通道更遠離該入口開口，且該第二出口通道之該傾斜角大於該第一出口通道之該傾斜角。

【0113】 C4. 如實施例C1至C3之CMP設備，其中該第一及第二出口通道係最靠近該入口開口之前兩個出口通道，該第一與第二出口通道之間的一距離最小，且最遠離該入口開口之該等出口通道之兩者之間的一距離最大。

【0114】 C5. 如實施例C1至C4之CMP設備，其中該第一或第二出口通道之任一者具有沿其長度之一變動橫截面積。

【0115】 C6. 如實施例C1至C5之CMP設備，其中該細長導管之一寬度(D)、該等出口通道之一者之一寬度(W)滿足以下方程式，其中n係該等出口通道之總數：

$$D^3 = \sum_{k=0}^n k(W)^3$$

其中k係該等出口通道之總數。

【0116】 本申請案中所揭示之實例在所有方面被視為具說明性而非限制性。本發明之範疇由隨附申請專利範圍而非以上描述指示；且在申請專利範圍之等效意義及範圍內之所有改變意欲包含於其內。

【0117】 本說明書中所使用之術語意欲描述特定實施例而非意在限制。除非另有明確指示，否則術語「一」及「該」亦包含複數形式。本說明書中所使用之術語「包括」特指存在所陳述之特徵、整數、步驟、操作、元件及/或組件，但不排除存在或添加一或多個其他特徵、整數、步驟、操作、元件及/或組件。

【0118】 關於以上描述，應理解，可在不背離本發明之範疇之情況

下詳細作出改變，尤其關於所採用之建構材料及部分之形狀、大小及配置。本說明書及所描述實施例僅供例示，且本發明之真實範疇及精神由以下申請專利範圍指示。

【符號說明】

【0119】

1:化學機械平坦化(CMP)後清潔模組

2:液槽/液源

3:輥子

4:液體管線/流體管線

5:半導體晶圓

6:清潔液體

7: CMP模組

9:處理設備

10:清潔刷

20:芯

20a:芯

20b:芯

20c:芯

20d:芯

21:第一端

21a:第一端

21b:第一端

21c:第一端

21d:第一端

22:第二端

22a:第二端

22b:第二端

22c:第二端

22d:第二端

23:圓周部分

23a:圓周部分

23b:圓周部分

23c:圓周部分

23d:圓周部分

24:閉端部分

24a:閉端部分

24b:閉端部分

24c:閉端部分

24d:閉端部分

25:入口開口

25b:入口開口

25c:入口開口

25d:入口開口

26:細長導管

26b:細長導管

26c:細長導管

26d:細長導管

28b:凸緣

28c:凸緣

28d:凸緣

29:入口埠

30:出口通道

30a:出口通道

30b:出口通道

30c:出口通道

30d:出口通道

31:上游區段

31a:入口孔

31b:上游區段

31c:上游區段

31d:入口孔

32:第一下游區段

32a:出口孔

32b:下游區段

32c:下游區段

32d:出口孔

33:第二下游區段

39a:凸緣

40:刷部件

40b:刷部件

41:結節

43:部分

201a:第一部件

202a:第二部件

203a:第三部件

231:內表面

231a:內表面

231b:內表面

231c:內表面

231d:內表面

232:外表面

232a:外表面

232b:外表面

232c:外表面

232d:外表面

234a:第一子段壁

235a:第二子段壁

236a:第三子段壁

237a:第一流體引導部分

238a:第二流體引導部分

239a:第三流體引導部分

251a:第一入口開口

252a:第二入口開口

253a:第三入口開口

261a:第一細長導管

262a:第二細長導管

263a:第三細長導管

311:入口孔

311b:入口孔

313:遠端

315:內壁

321:內端

322:出口孔

322b:出口孔

331:內端

332:出口孔

A1:傾斜角

A2:傾斜角

A3:傾斜角

A4:傾斜角

A5:傾斜角

A6:傾斜角

D:寬度

E1:延伸軸線

E2:延伸軸線

E3:延伸軸線

E4:延伸軸線

E5:延伸軸線

E6:延伸軸線

G0、G1、G2...GN:群組

L:縱向方向

L0:長度

M1:區域

M2:區域

P1:第一節距

P2:第二節距

P3:第三節距

R1:旋轉軸線

R2:旋轉軸線

R3:旋轉軸線

W0:直徑

W11:第一寬度

W12:第二寬度

W13:寬度

W14:寬度

W31:第一寬度

W32:第二寬度

W41:寬度

W42:寬度

W43:寬度

W51:寬度

W52:寬度

Z1:第一區

Z2:第二區

Z3:第三區

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種清潔刷，其包括：

一芯，其包括：

一圓周部分，其包圍該清潔刷之一旋轉軸線且界定用於接收一流體之一入口開口；及

一閉端部分，其經連接至沿該旋轉軸線與該入口開口對置之該圓周部分之一端，

其中至少一個細長導管界定於該芯內且與該入口開口流體連通，且該圓周部分包含穿過其以與該細長導管流體連通之複數個出口通道，該等出口通道朝向該閉端部分向外傾斜；及

一刷部件，其經連接至該圓周部分之一外表面且覆蓋所有該複數個出口通道。

【請求項2】

如請求項1之清潔刷，其中該等出口通道朝向該閉端部分傾斜自約20°至約90°之範圍內之一傾斜角。

【請求項3】

如請求項2之清潔刷，其中該複數個出口通道包含一第一出口通道及定位成比該第一出口通道更靠近該閉端部分之一第二出口通道，其中該第二出口通道之該傾斜角大於該第一出口通道之該傾斜角。

【請求項4】

如請求項1之清潔刷，其中該等出口通道之各者包含：

一上游區段，其經連接至該圓周部分之內表面；及

至少一個下游區段，其將該上游區段連接至該圓周部分之該外表面，其中該上游區段相對於該圓周部分之該內表面傾斜且該下游區段垂直於該圓周部分之該外表面。

【請求項5】

如請求項4之清潔刷，其中該等出口通道之各者包含自該上游區段叉開且延伸至該圓周部分之該外表面之兩個下游區段，且該兩個下游區段之一寬度小於該上游區段之一寬度。

【請求項6】

如請求項4之清潔刷，其中該細長導管之一寬度(D)、該等出口通道之一者之該上游區段之一寬度(W11)及該下游區段之一寬度(W13)滿足以下方程式(1)及(2)：

$$D^3 = \sum_{k=0}^n k(W11)^3 \dots (1)$$

$$(W11)^3 = \sum_{i=0}^n i(W13)^3 \dots (2),$$

其中k係該等上游區段之總數，且i係該等下游區段之總數。

【請求項7】

如請求項4之清潔刷，其中該等出口通道之各者包含：

一上游區段，其經連接至該圓周部分之該內表面；及

至少一個下游區段，其將該上游區段連接至該圓周部分之該外表面，其中該上游區段之一橫截面形狀不同於該下游區段之一橫截面形狀。

【請求項8】

如請求項1之清潔刷，其中該複數個出口通道包括一第一出口通道及定位成比該第一出口通道更遠離該入口開口之一第二出口通道，且該第一出口通道之一橫截面形狀或一尺寸不同於該第二出口通道之一橫截面形狀

或一尺寸。

【請求項9】

如請求項1之清潔刷，其中該圓周部分包含該等出口通道之至少一者與該細長導管之一相交點處之一圓角或一倒角。

【請求項10】

一種清潔刷，其包括：

一芯，其包括：

一圓周部分，其包圍該清潔刷之一旋轉軸線且界定用於接收一流體之一入口開口；及

一閉端部分，其經連接至沿該旋轉軸線與該入口開口對置之該圓周部分之一端，

其中至少一個細長導管界定於該芯內且與該入口開口流體連通，且該圓周部分包含穿過其以與該細長導管流體連通之複數個出口通道，

其中該芯之一第一區、一第二區及一第三區沿自該入口開口至該閉端部分之一方向依序界定，該各自第一、第二及第三區內之該細長導管及該等出口通道之以該芯之單位長度計之一總流量逐漸減小；及

一刷部件，其經連接至該圓周部分之一外表面且覆蓋所有該複數個出口通道。

【請求項11】

如請求項10之清潔刷，其中該至少一個入口開口包括配置成彼此相鄰且相對於該清潔刷之該旋轉軸線同心配置之一第一、第二及第三入口開

口，且該至少一個細長導管包括一第一、第二及第三細長導管，

其中該第一、第二及第三細長導管各與該芯之該等出口通道之至少一者流體連通，且連接至該第一細長導管之該出口通道之一出口流量不同於連接至該第二或第三細長導管之該出口通道之一出口流量以提供該芯之不同位置中之一優先流或一目標流。

【請求項12】

如請求項11之清潔刷，其中兩個相鄰出口通道之間的一距離沿遠離該入口開口之一方向逐漸增大或逐漸減小。

【請求項13】

如請求項12之清潔刷，其中最靠近該入口開口之前兩個出口通道之間的一距離最小，且最遠離該入口開口之該等出口通道之最後兩者之間的一距離最大。

【請求項14】

如請求項10之清潔刷，其中該圓周部分之一厚度沿遠離該入口開口之一方向逐漸增大，使得定位成接近該閉端部分之該出口通道具有沿垂直於該旋轉軸線之該芯之一徑向方向之最大長度。

【請求項15】

一種CMP (化學機械平坦化)設備，其包括：

一CMP模組，其經組態以對一半導體晶圓執行一CMP製程；

一CMP後清潔模組，其經定位於該CMP模組之一下游處且包括一芯及包圍該芯之一刷部件且經組態以對該半導體晶圓執行一清潔製程，

其中一入口開口、一細長導管及複數個出口通道經配置於該芯中以引導經由該入口開口流入至該芯中之一液體藉由通過該細長導管及該等出

口通道而至該刷部件，其中與該入口開口間隔不同距離之該等出口通道之一第一者及一第二者之以下參數之至少一者不同以展現該芯中之該液體之一優先流量分佈或一目標流量分佈：

該等出口通道之一寬度；

該等出口通道之一橫截面形狀；及

該等出口通道相對於該芯之一長度方向之一傾斜角。

【請求項16】

如請求項15之CMP設備，其中該第二出口通道經定位成比該第一出口通道更遠離該入口開口，且該第二出口通道之該寬度小於該第一出口通道之該寬度。

【請求項17】

如請求項15之CMP設備，其中該第二出口通道經定位成比該第一出口通道更遠離該入口開口，且該第二出口通道之該傾斜角大於該第一出口通道之該傾斜角。

【請求項18】

如請求項15之CMP設備，其中該第一及第二出口通道係最靠近該入口開口之前兩個出口通道，該第一與第二出口通道之間的一距離最小，且最遠離該入口開口之該等出口通道之兩者之間的一距離最大。

【請求項19】

如請求項15之CMP設備，其中該第一或第二出口通道之任一者具有沿其長度之一變動橫截面積。

【請求項20】

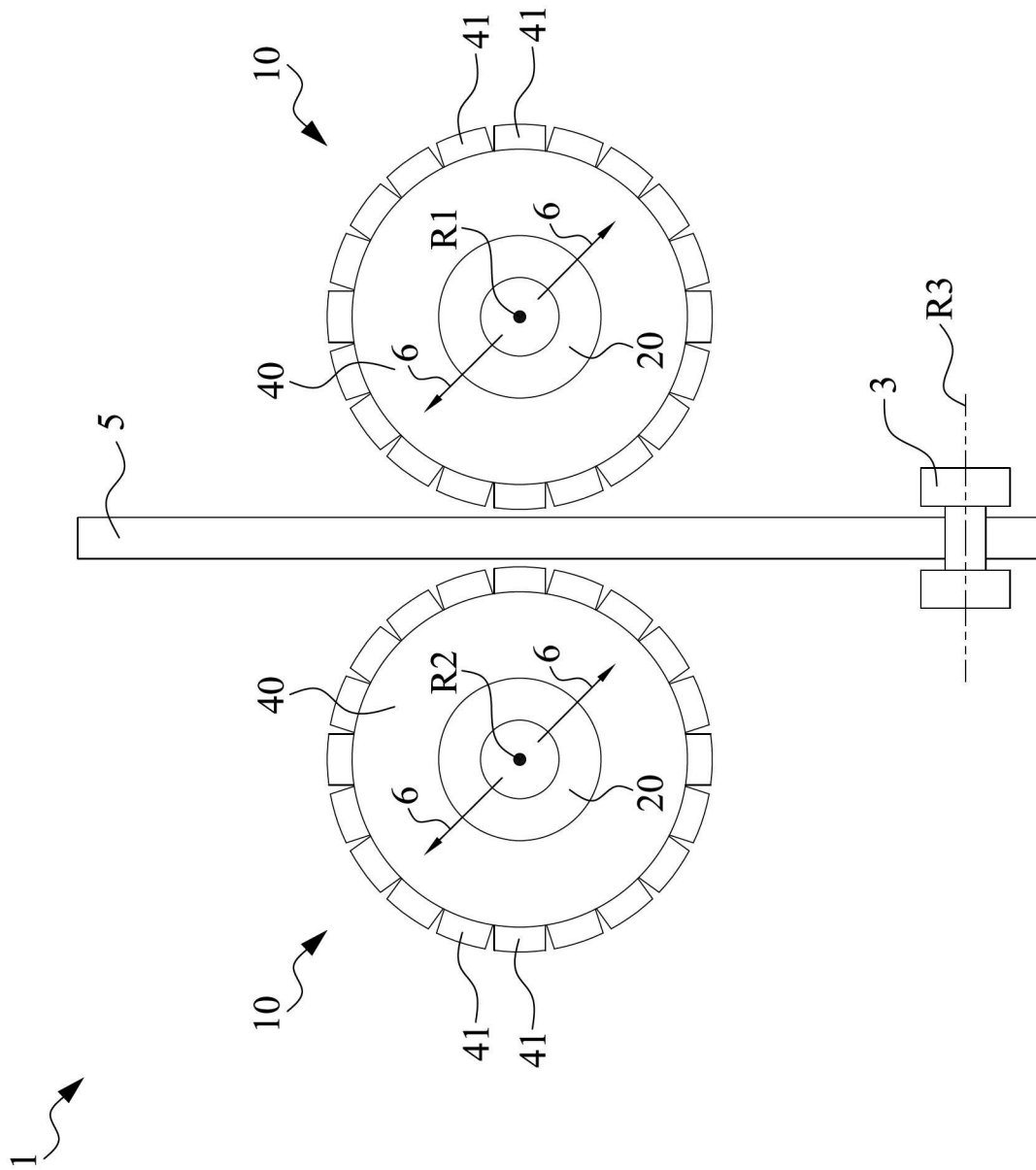
如請求項15之CMP設備，其中該細長導管之一寬度(D)、該等出口通

道之一者之一寬度(W)滿足以下方程式，其中n係該等出口通道之總數：

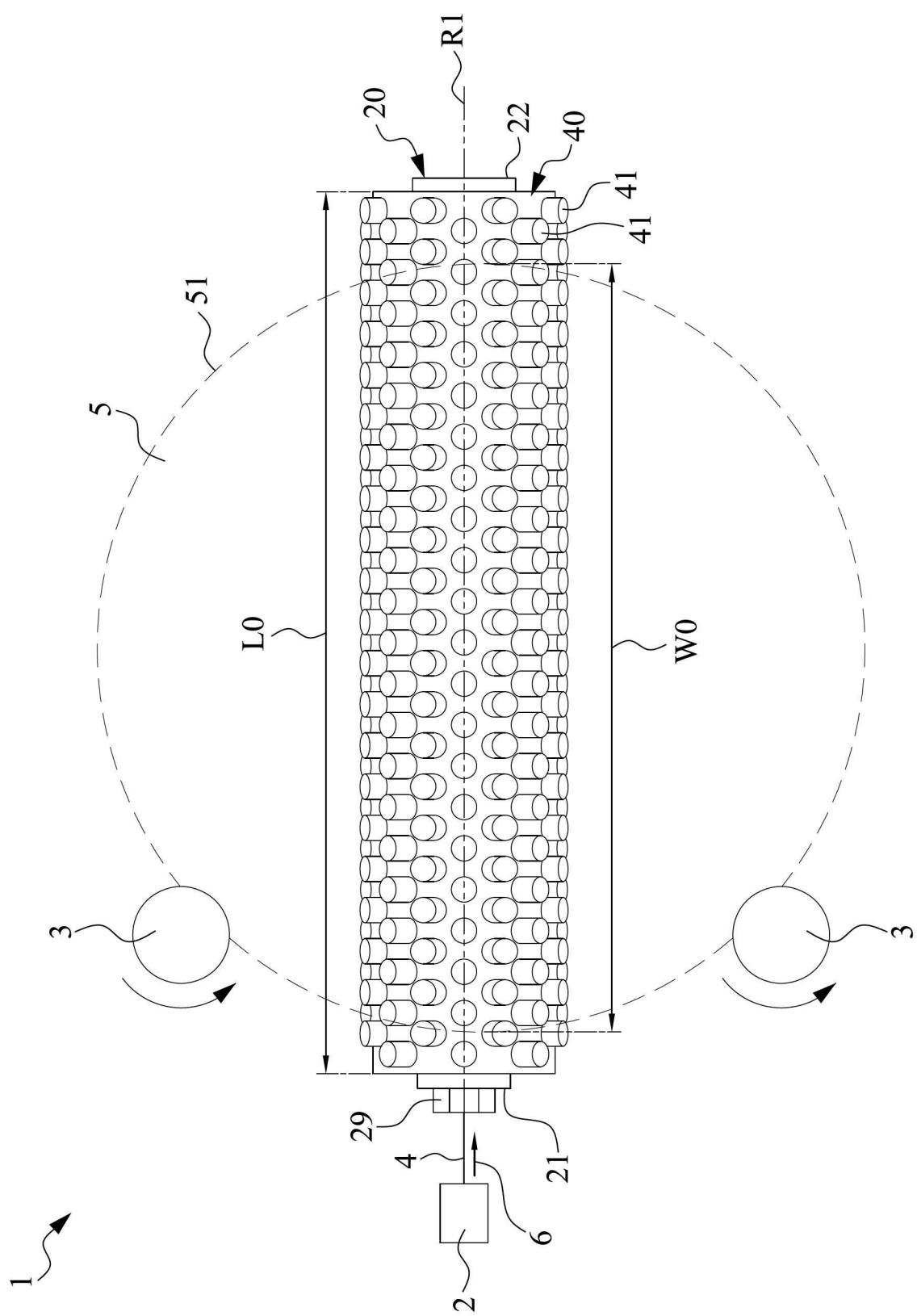
$$D^3 = \sum_{k=0}^n k(W)^3$$

其中k係該等出口通道之總數。

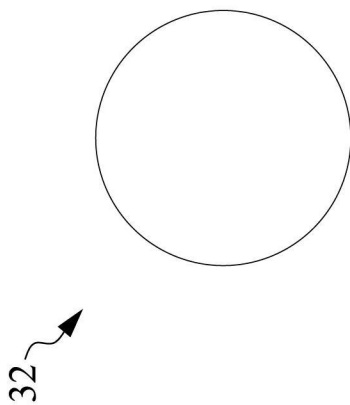
【發明圖式】



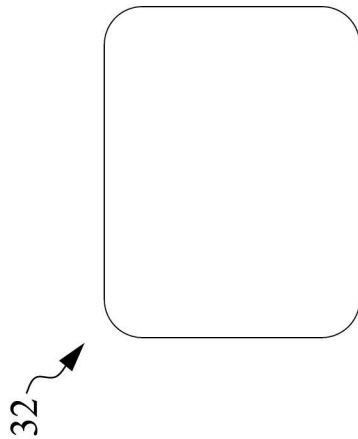
【圖1】



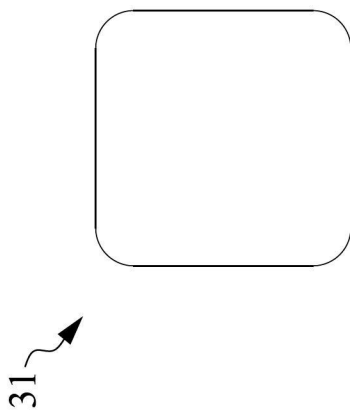
【圖2】



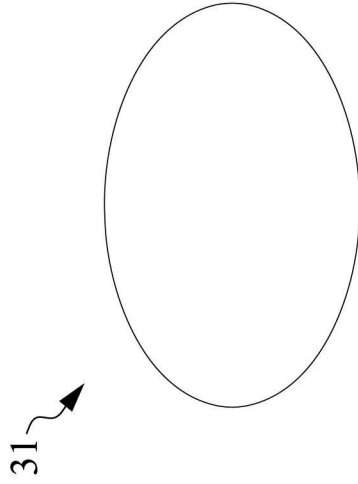
【圖4B】



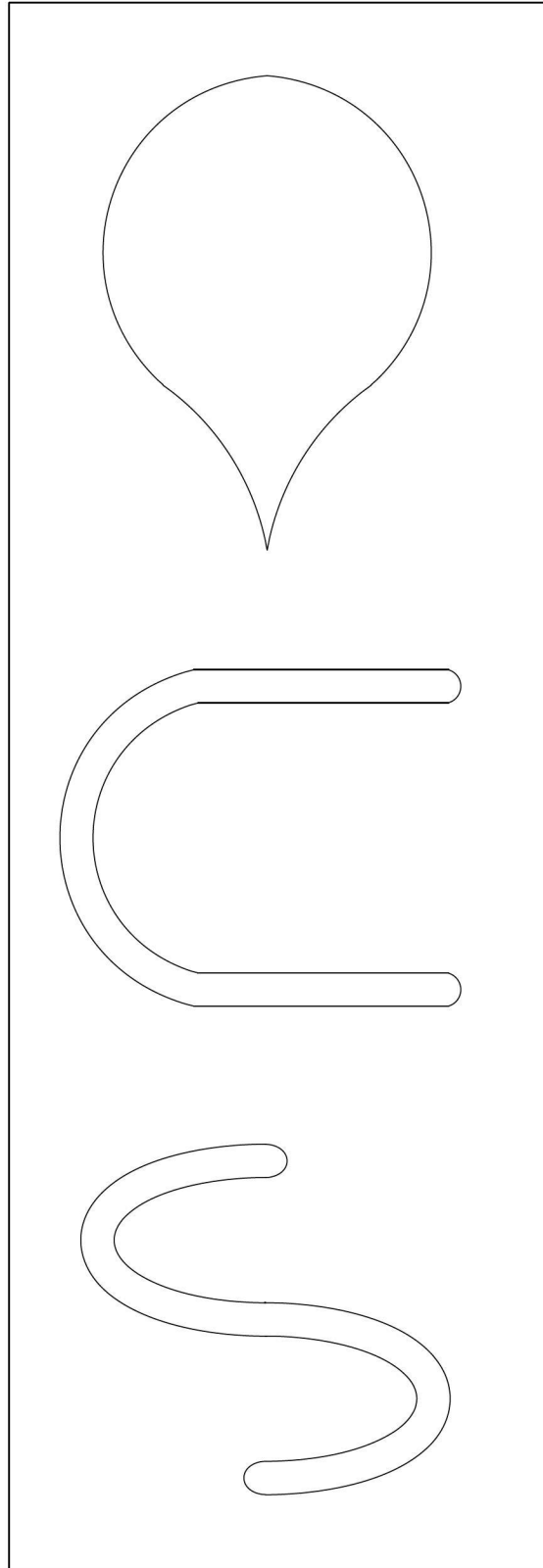
【圖4D】



【圖4A】

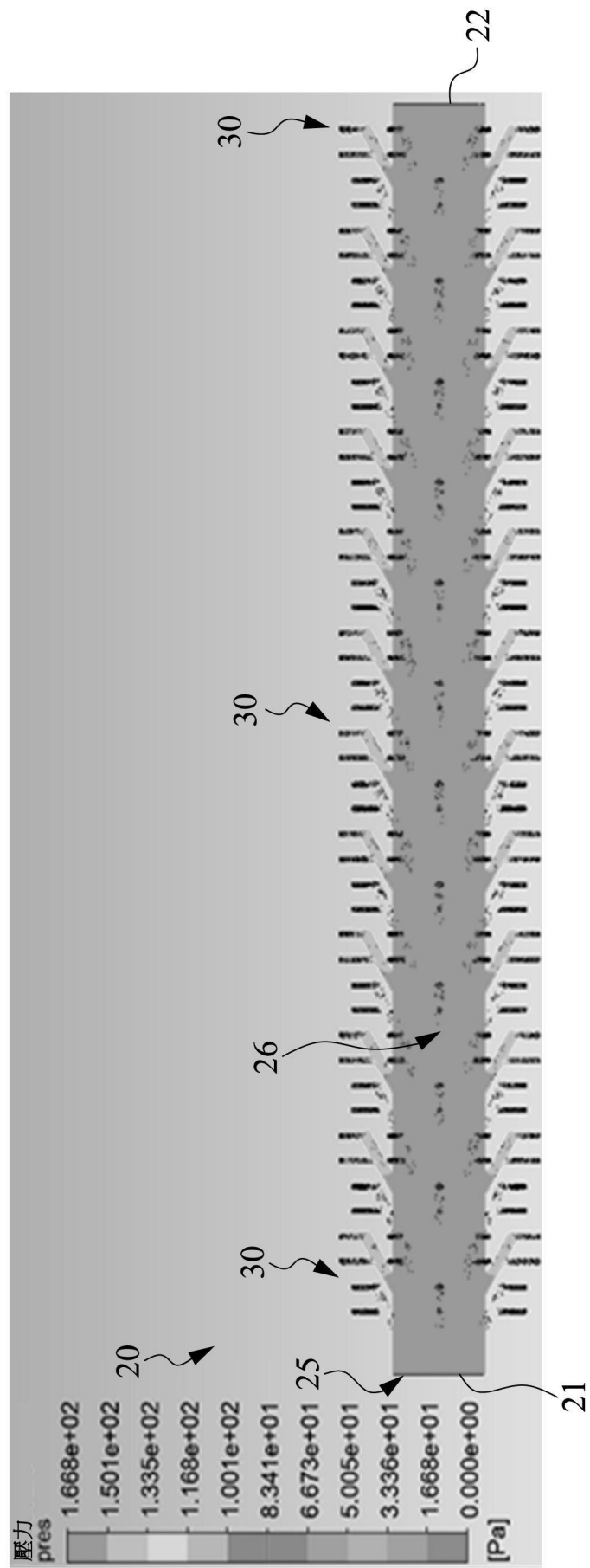


【圖4C】

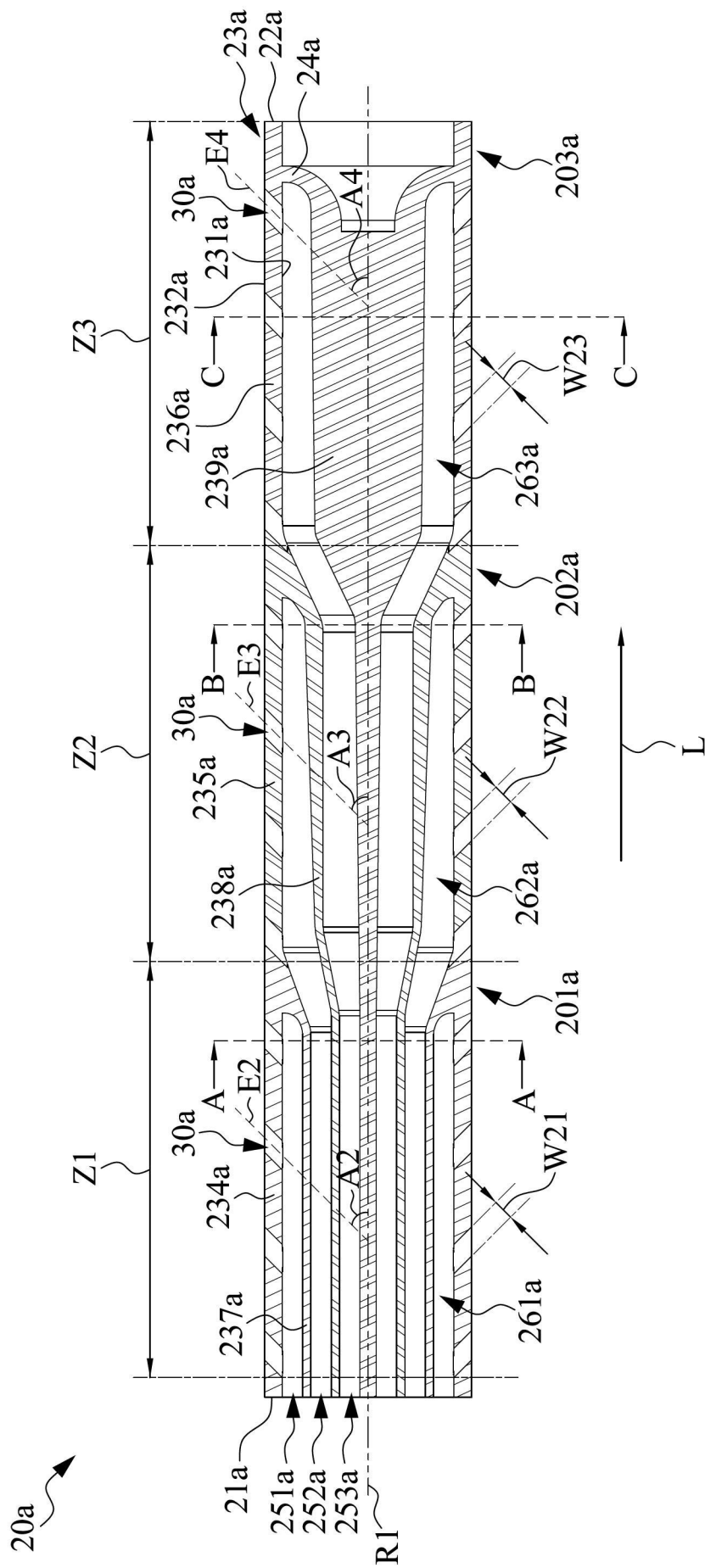


【圖4E】

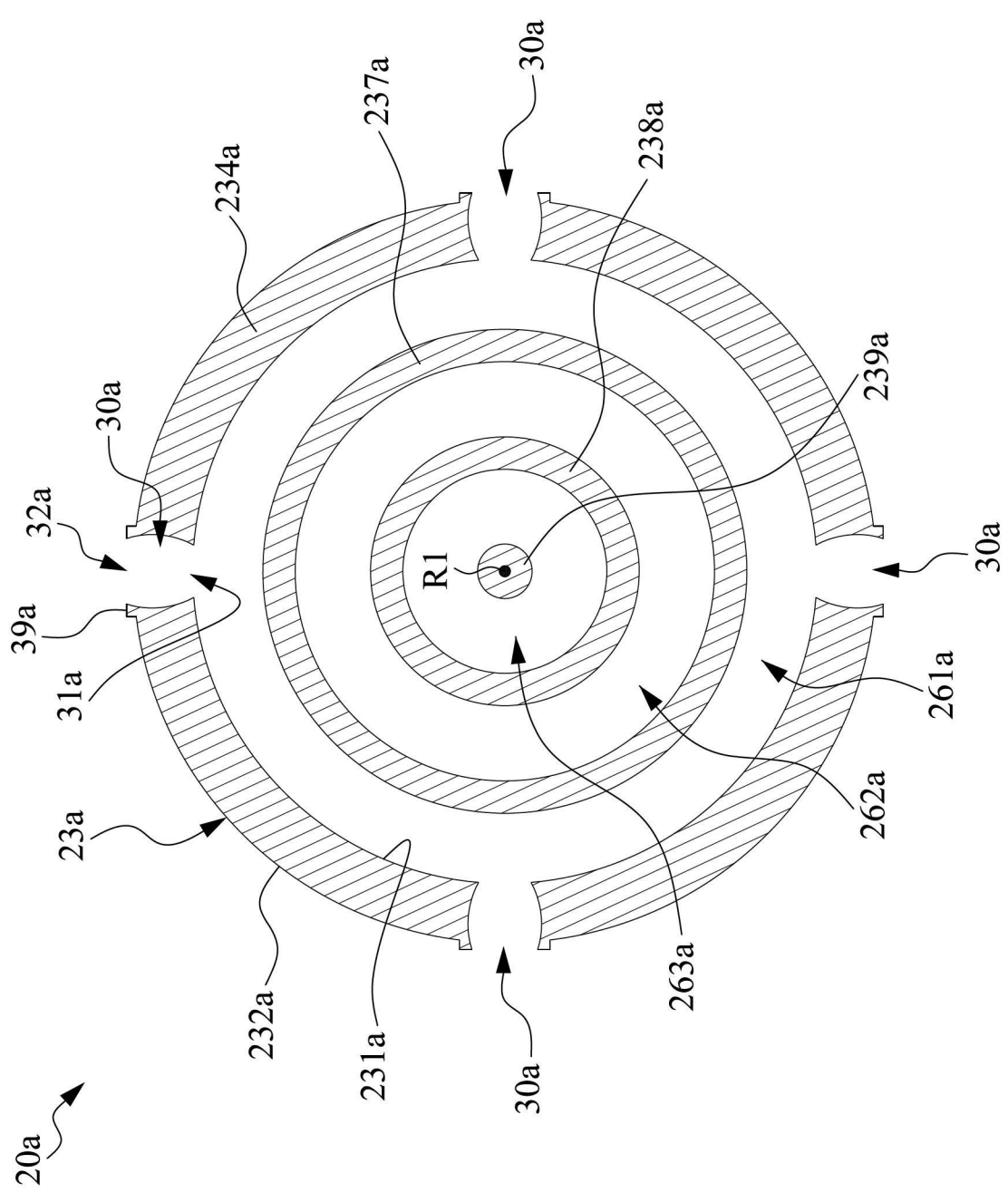
30 ↗



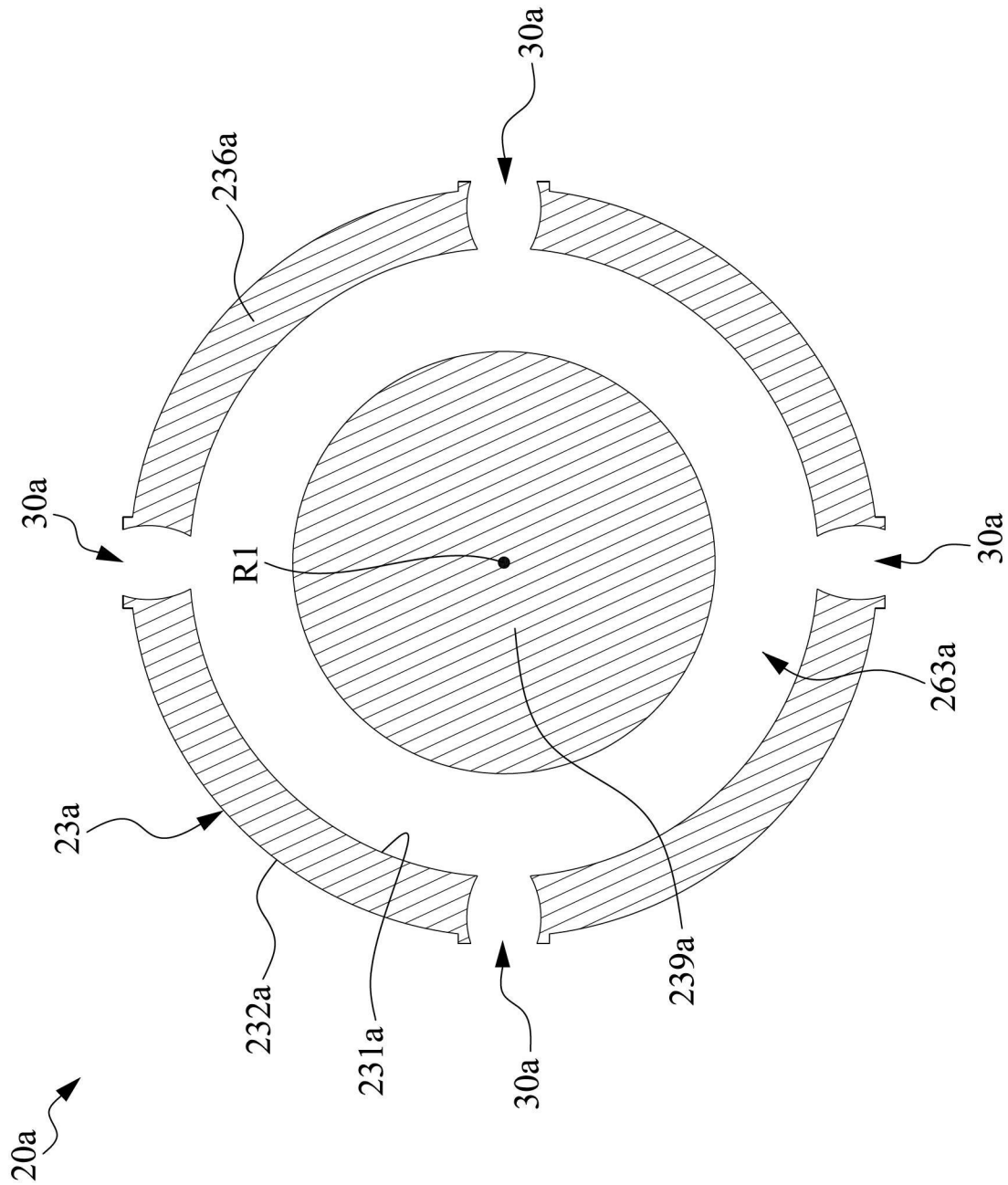
【圖5】



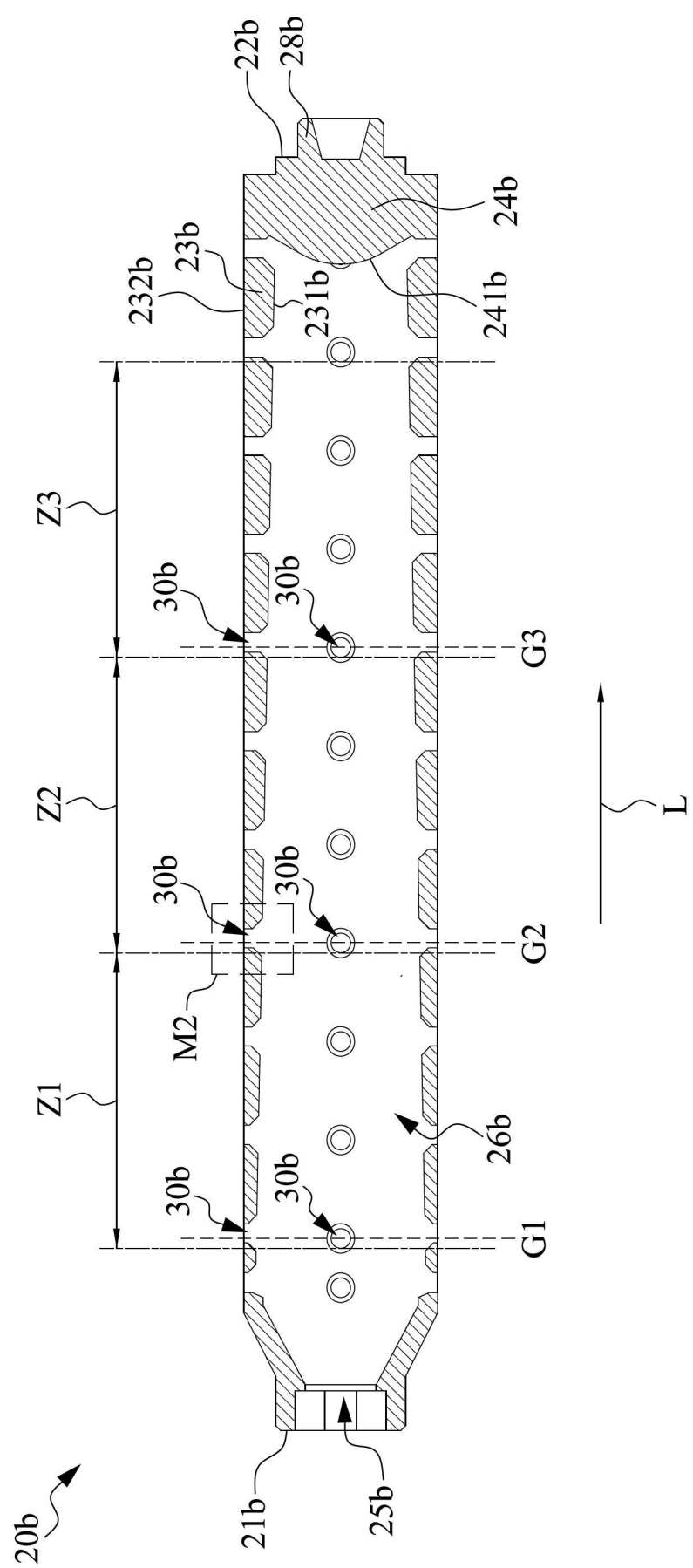
【圖6】



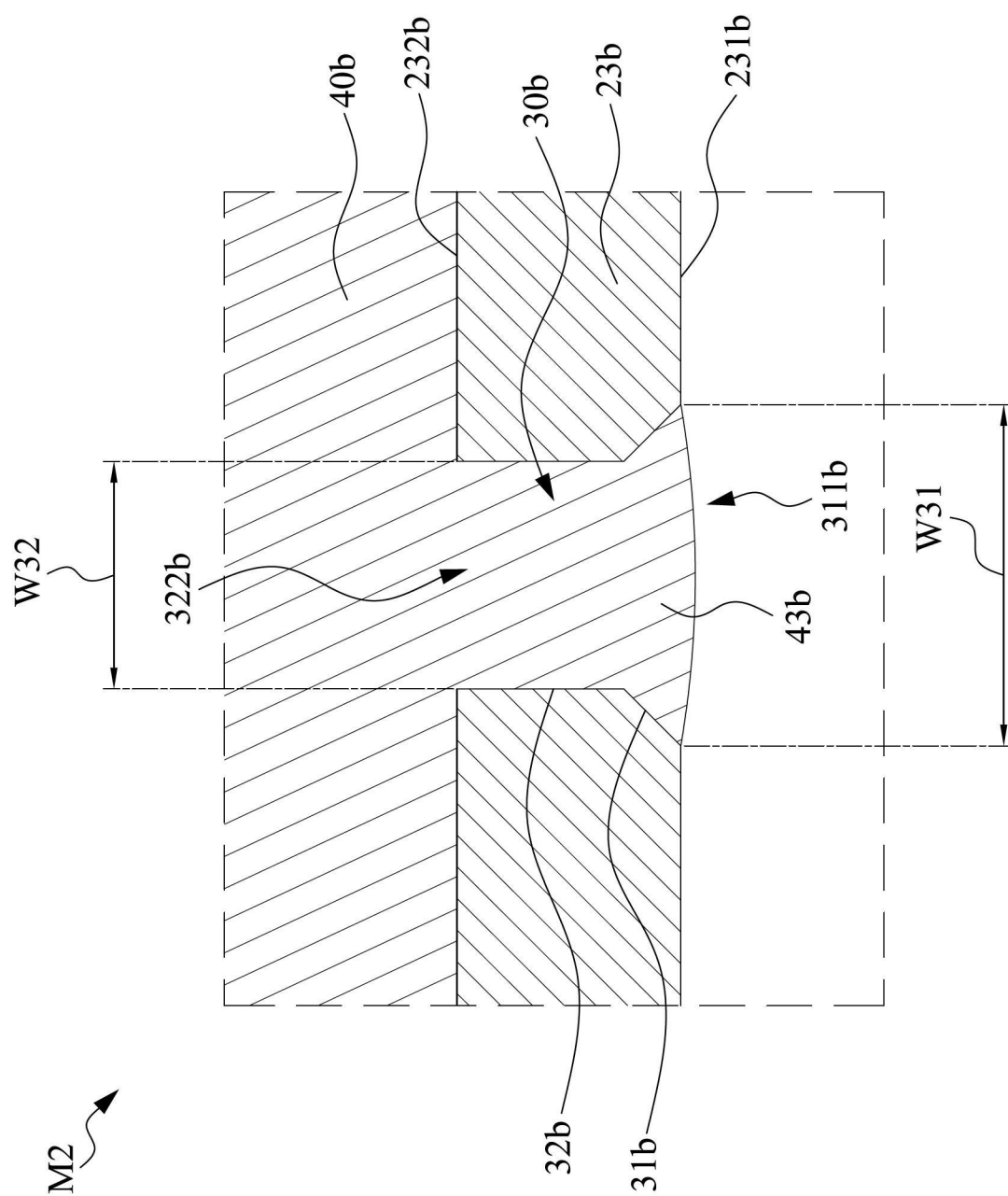
【圖7】



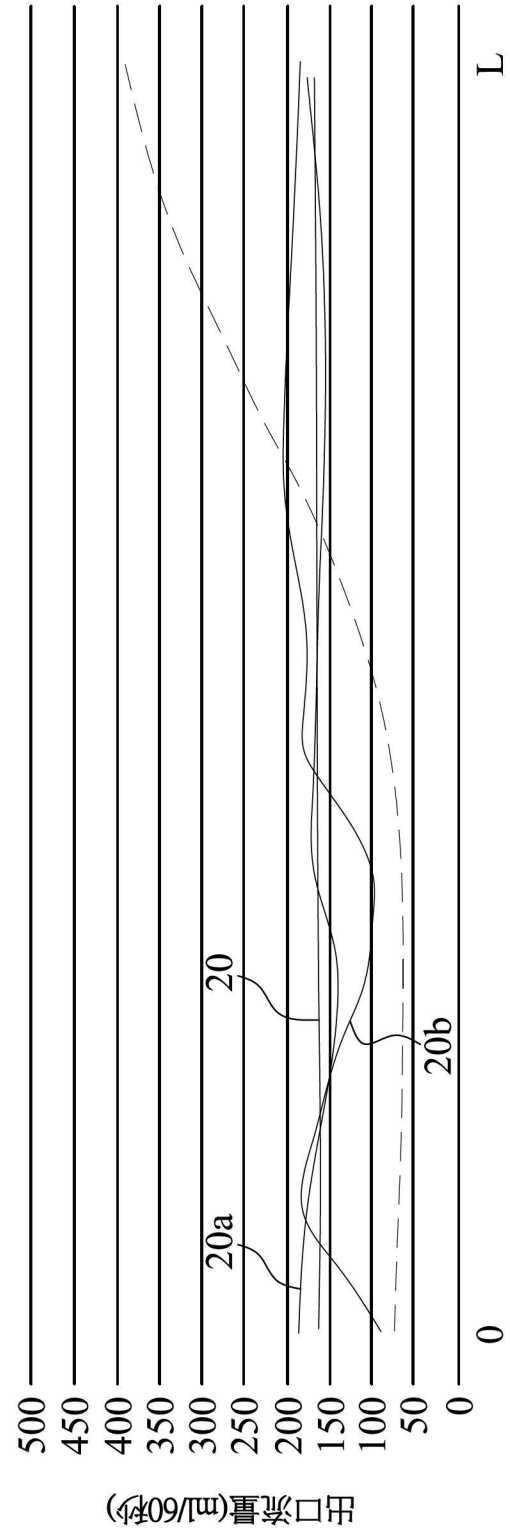
【圖9】



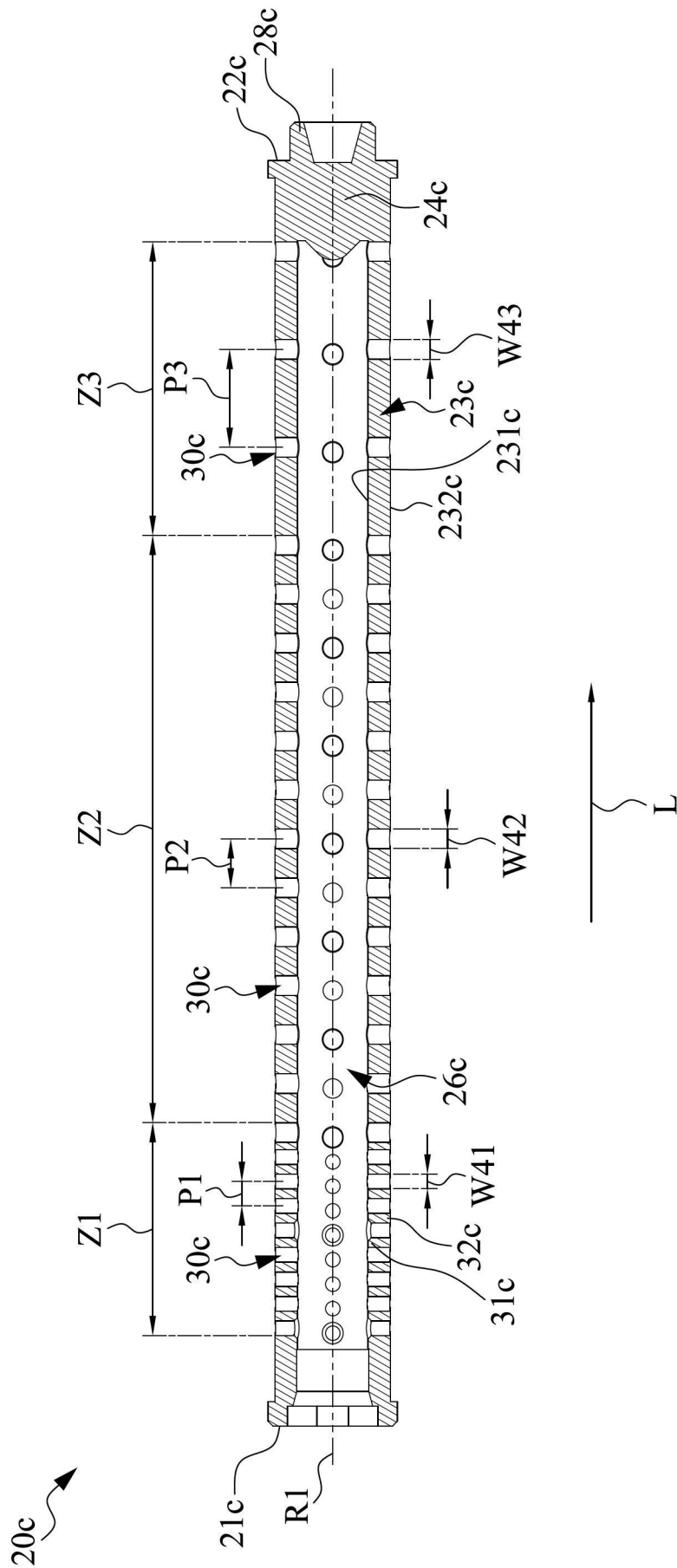
【圖10】



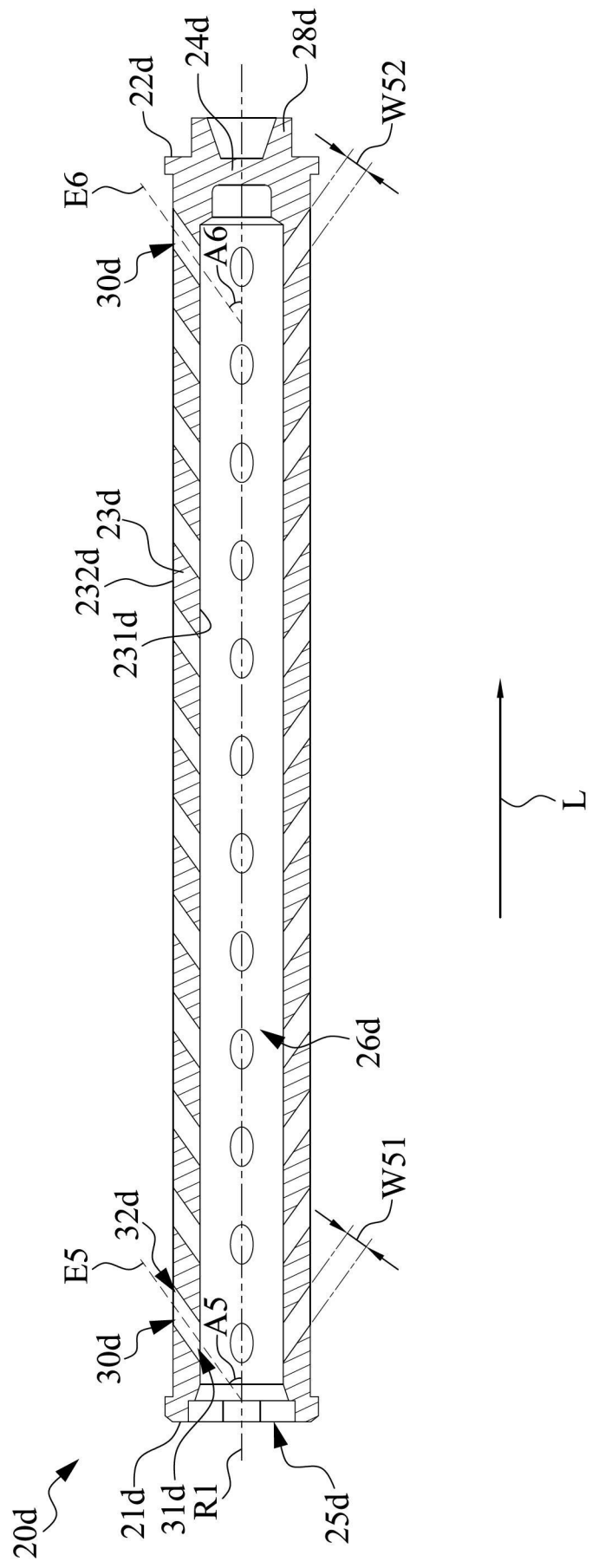
【圖11】



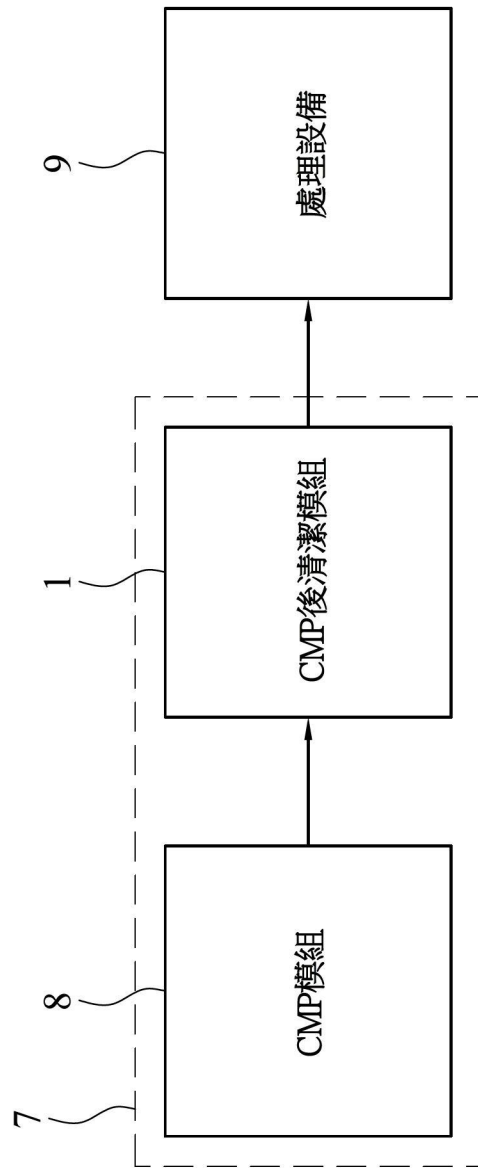
【圖12】



【圖13】



【圖14】



【圖15】