



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201225170 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 06 月 16 日

(21)申請案號：100144146

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 12 月 01 日

(51)Int. Cl. : **H01L21/304 (2006.01)**

B24B37/04 (2006.01)

(30)優先權：2010/12/15 德國

102010063179.5

(71)申請人：世創電子材料公司 (德國) SILTRONIC AG (DE)

德國

(72)發明人：皮茲奇 喬治 PIETSCH, GEORG (DE)

(74)代理人：陳翠華

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：6 項 圖式數：9 共 50 頁

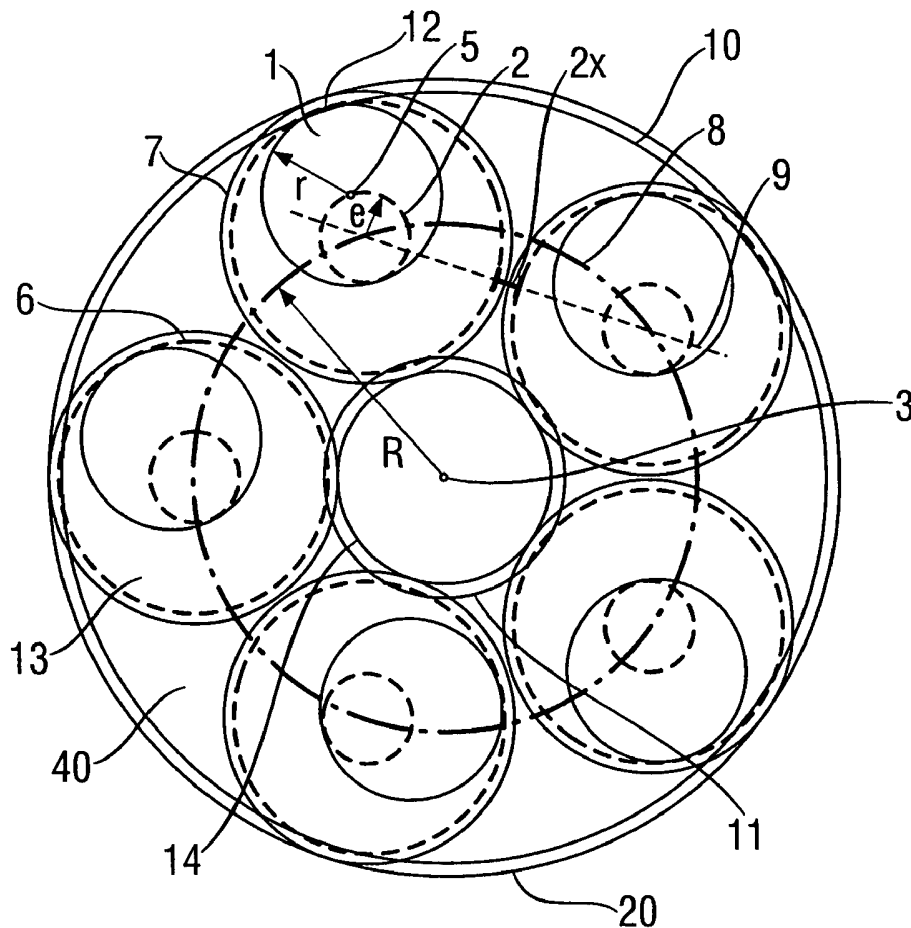
(54)名稱

用於對至少三個半導體晶圓的兩面同時進行材料去除處理的方法

METHOD FOR THE SIMULTANEOUS MATERIAL-REMOVING PROCESSING OF BOTH SIDES OF
AT LEAST THREE SEMICONDUCTOR WAFERS

(57)摘要

本發明涉及一種在一雙面處理設備的兩個轉動的環形工作盤之間對至少三個半導體晶圓的兩面同時進行材料去除處理的方法，其中，該雙面處理設備具有一滾動裝置，該滾動裝置使至少三個承載器轉動，且每個承載器恰具有一個開口，半導體晶圓分別以可自由移動的方式嵌入該開口中，使得該等半導體晶圓在該等工作盤之間以擺線軌跡移動，且其中該等承載器在該雙面處理設備中的佈置以及該等開口在該等承載器中的佈置滿足以下不等式： $R/e \cdot \sin(\pi/N^*) - r/e - 1 \leq 1.2$ 其中， N^* 表示周角與相鄰承載器以最大距離嵌入該滾動裝置中時之角度的比， r 表示用於接收半導體晶圓的開口的半徑； e 表示繞著該佈置有開口之承載器之中點的節圓半徑；以及 R 表示該等承載器藉助於該滾動裝置在該等工作盤之間移動的節圓半徑。



1：用於接收半導體晶圓的開口

2：承載器中用於接收半導體晶圓之開口之佈置的節圓

3：雙面處理設備裝置的中點

4：承載器的中點

5：用於接收半導體晶圓之開口之中點

6：承載器中用於接收半導體晶圓之開口之佈置之繞著承載器中點的圓形包絡線

7：承載器之外齒結構的節圓

8：承載器中點繞著雙面處理設備裝置之中點轉動的節圓(行星路徑)

9：連接兩個相鄰承載器之中點的直線

10：環形工作盤的外邊緣

11：環形工作盤的內邊緣

12：半導體晶圓超出工作盤邊緣的區域

13：承載器

14：內驅動環的節圓

20：外驅動環的節圓

40：下工作層

e：承載器中用於接收半導體晶圓之開口之佈置的節圓半徑(開口的偏心距)

R：承載器中點繞著雙面處理設備裝置中點轉動的節圓半徑(行星路徑半徑)

r：承載器中用於接收
半導體晶圓之圓形開
口的半徑



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201225170 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 06 月 16 日

(21)申請案號：100144146

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 12 月 01 日

(51)Int. Cl. : **H01L21/304 (2006.01)**

B24B37/04 (2006.01)

(30)優先權：2010/12/15 德國

102010063179.5

(71)申請人：世創電子材料公司 (德國) SILTRONIC AG (DE)

德國

(72)發明人：皮茲奇 喬治 PIETSCH, GEORG (DE)

(74)代理人：陳翠華

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：6 項 圖式數：9 共 50 頁

(54)名稱

用於對至少三個半導體晶圓的兩面同時進行材料去除處理的方法

METHOD FOR THE SIMULTANEOUS MATERIAL-REMOVING PROCESSING OF BOTH SIDES OF
AT LEAST THREE SEMICONDUCTOR WAFERS

(57)摘要

本發明涉及一種在一雙面處理設備的兩個轉動的環形工作盤之間對至少三個半導體晶圓的兩面同時進行材料去除處理的方法，其中，該雙面處理設備具有一滾動裝置，該滾動裝置使至少三個承載器轉動，且每個承載器恰具有一個開口，半導體晶圓分別以可自由移動的方式嵌入該開口中，使得該等半導體晶圓在該等工作盤之間以擺線軌跡移動，且其中該等承載器在該雙面處理設備中的佈置以及該等開口在該等承載器中的佈置滿足以下不等式： $R/e \cdot \sin(\pi/N^*) - r/e - 1 \leq 1.2$ 其中， N^* 表示周角與相鄰承載器以最大距離嵌入該滾動裝置中時之角度的比， r 表示用於接收半導體晶圓的開口的半徑； e 表示繞著該佈置有開口之承載器之中點的節圓半徑；以及 R 表示該等承載器藉助於該滾動裝置在該等工作盤之間移動的節圓半徑。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明關於一種在一雙面處理設備之兩個轉動的環形工作盤之間對至少三個半導體晶圓的兩面同時進行材料去除處理的方法，其中，該雙面處理設備具有一滾動裝置，該滾動裝置使至少三個承載器轉動，且每個承載器恰具有一個開口，半導體晶圓分別以可自由移動的方式嵌入該開口中，使得該等半導體晶圓在該等工作盤之間以擺線軌跡移動。

【先前技術】

電子設備、微電子設備以及微機電設備需要半導體晶圓作為初始材料，該等半導體晶圓必須在總體和局部平坦度、單側平坦度（奈米形貌特徵）、粗糙度和清潔度方面達到極其嚴格的要求。半導體晶圓是由半導體材料，例如元素半導體（矽、鍺）、化合物半導體（例如，由元素週期表中第三主族之一元素例如鋁、鎵或銦加上元素週期表中第五主族之一元素例如氮、磷或砷所構成）或其組合物（例如 $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$, $0 < x < 1$ ）所構成。

根據先前技術，半導體晶圓係透過多個連續的處理步驟製造，該等處理步驟通常可分成以下幾組：

- （a）製造一通常為單晶體的半導體棒；
- （b）將該棒切分成單個晶圓；
- （c）機械處理；

(d) 化學處理；

(e) 化學機械處理；

(f) 視需要額外製造層結構。

在這種情況下，步驟 (c) 和 (e) 的有利方法包括所謂的「自由浮動處理 (free floating processes, FFP)」，其中，該處理在一個工作步驟中，對一半導體晶圓的兩面同時進行材料去除處理，確切地說，係以以下這種方式進行：在材料去除過程中，作用於半導體晶圓前與後側上的處理力彼此補償，使得半導體晶圓實質上以「自由浮動」的方式處理，而沒有施加引導裝置的約束力。在這種情況下，「實質上」意味著，由於該處理的運動學特性，在處理過程中作用於前與後側的該等力可至少在原理上精確地彼此平衡，且可能產生之低產生殘留力將僅由於隨機波動或外部干擾變數而產生。藉助於 FFP，可特別有效地除去由於先前的處理所產生的形狀缺陷，且材料去除量小，且該 FFP 幾乎不會在半導體晶圓上留下任何處理特徵方面的新形狀缺陷。

在先前技術中，製造半導體晶圓的步驟中，較佳至少一個所涉及的處理步驟是 FFP。在先前技術中，較佳至少一個 FFP 係包括一種在兩個環形工作盤之間對至少兩個半導體晶圓的兩面同時進行材料去除處理的方法，其中該等半導體晶圓係分別鬆動地嵌入在外側以齒嚙合之至少一個薄引導籠（承載器）的至少一個接收開口中，該等薄引導籠藉助於一滾動裝置和外齒結構，在壓力下於相對該等工作盤沿擺線路徑被引導，使其完全繞著該雙面處理

設備的中點轉動（行星運動）。這種運動學特性係用於半導體晶圓的研磨、磨削或拋光。

US2009/0298396A1 和 US2009/0298397A1 描述利用行星運動的雙面磨削方法，該等方法試著產生一非常平坦的表面，其即使在直徑 450 毫米的半導體晶圓的情況下，也不具有邊緣斜坡。在這種情況中，具有相同直徑的多個半導體晶圓設置在承載器中，恰在一繞著該承載器中點的節圓上，使得該節圓面積與該半導體晶圓面積之比為 1.33 至 2.0。US2009/0298396A1 進一步對該方法中使用的磨粒尺寸和佈置定出特定要求。相較之下，US2009/0298397A1 揭露一種磨削方法，其中，半導體晶圓以相同的方式佈置於承載器中，但除了結合磨料以外，還使用鹼性溶液，且半導體晶圓的轉動速度為 5 至 80 轉/分鐘。然而，已經發現，滿足這些要求還不足以獲得於平坦表面具有所需平面平行度之半導體晶圓。特別在於每個承載器僅佈置一個大型半導體晶圓的情況下，通常無法獲得足夠的平坦度。在絕大部分的市售雙面處理設備，例如在直徑 450 毫米的半導體晶圓的情況下，不能避免類似於此的佈置，因為相應的承載器未大到足以接收多個所述尺寸之半導體晶圓。

半導體晶圓在承載器中的其他佈置方式以及承載器在雙面處理設備中的其他佈置方式也是已知的。例如，DE10159848A1 指出，在例示提及之具有 1970 毫米直徑之外驅動環與 530 毫米直徑之內驅動環的雙面拋光裝置中，可嵌入高達 5 個承載器，該等承載器具有 720 毫米之外齒結構的節圓直徑。在每個承載器中，具有容

納三個直徑為 300 毫米之半導體晶圓的空間。然而，一般而言，所揭露的佈置方式不被認為是與可透過處理獲得的平面平行度有關。

【發明內容】

因此，本發明目的在於，改善利用行星運動的現有雙面處理方法，從而即使在如 450 毫米之非常大的直徑情況下，亦能經濟地製造特別平面平行的半導體晶圓。

上述目的係藉由一種在一雙面處理設備的兩個轉動的環形工作盤之間對至少三個半導體晶圓的兩面同時進行材料去除處理的方法實現，其中，該雙面處理設備具有一滾動裝置，該滾動裝置使至少三個承載器轉動，且每個承載器恰具有一個開口，半導體晶圓分別以可自由移動的方式嵌入該開口中，使得該等半導體晶圓在該等工作盤之間以擺線軌跡移動，且其中該等承載器在該雙面處理設備中的佈置以及該等開口在該等承載器中的佈置滿足以下不等式：

$$R/e \cdot \sin(\pi / N^*) - r/e - 1 \leq 1.2$$

其中， N^* 表示周角與相鄰承載器以最大距離嵌入該滾動裝置中時之角度的比， r 表示用於接收半導體晶圓的開口的半徑， e 表示繞著該佈置有開口之承載器之中點的節圓半徑，以及 R 表示該等承載器藉助於滾動裝置在該等工作盤之間移動的節圓半徑。

先前技術中不知半導體晶圓在承載器中的佈置、承載器在工作盤上的佈置與經處理半導體晶圓可獲得之平面平行度之間的關

係。本發明係基於以下發現：無關於材料去除機制（磨削、研磨、拋光）的選擇及無關於方法（研磨方法、顆粒磨削、PPG 磨削、雙面拋光）的選擇，於半導體晶圓在承載器中的佈置和承載器在工作盤上的佈置的多種可能組合中，僅一小範圍為適合於經濟地製造具有適合於特定要求應用之高平面平行度的半導體晶圓。

【實施方式】

對於利用行星運動之雙面處理的一般描述

第 8 圖顯示適合於實施本發明方法之根據先前技術之裝置的基本元件。該裝置適合用於利用行星運動同時進行雙面研磨、磨削或拋光。該圖以透視圖顯示出用於處理盤形工件（例如半導體晶圓）之雙盤機器的基本示意圖，如 DE10007390A1 中所揭示。第 1 圖至第 4 圖顯示承載器 13 和位於承載器 13 內之開口 1 之佈置的俯視圖。以下對裝置描述所使用的附圖標記以及該等裝置工作方式係涉及到這五個圖式。

此類型的裝置包括一上工作盤 31、一下工作盤 32 和由一內驅動環 33 和一外驅動環 35 形成的一滾動裝置，承載器 13 嵌入該滾動裝置中。此類型裝置的工作盤是環形的。承載器具有用於接收半導體晶圓 36 的開口 1。（圖例示各具有三個開口的承載器。相比之下，本發明關於僅具有一個開口的承載器。）

在處理過程中，工作盤 31 和 32 以及驅動環 33 和 35 繞著整個設備的中點 3 同心地以轉動速度 n_o 、 n_u 、 n_i 和 n_a 轉動（四路驅動）。如此，承載器一方面繞著中點 3 在節圖 8 上轉動、另一方面同時

繞著它們相應的中點 4 執行自轉。對於半導體晶圓之任意點，相對於下工作盤 32 和上工作盤 31 具有特徵軌跡（運動學特性），所述軌跡稱作擺線。擺線應理解為所有規則的、縮短的或延長的外擺線或內擺線的總稱。

根據處理方法的類型（研磨、拋光、磨削），上工作盤 31 和下工作盤 32 可具有工作層 39、40。在拋光的情況下，其為拋光墊，在磨削的情況下，其為包含結合磨料的工作層。於工作層 39 和 40 之間形成的空隙稱作工作間隙 30，於處理期間半導體晶圓 36 在所述工作間隙中移動。

至少一個工作盤（例如上工作盤 31）係包含孔 34，操作試劑例如冷卻潤滑劑、拋光劑或研磨劑可透過該孔 34 給進至工作間隙 30 中。此外，可具有用於測量工作間隙 30 之寬度的測量裝置 37。

在研磨過程中，具有磨除作用的自由硬質物質漿液（研磨劑、研磨漿液）給進至工作間隙 30 中，且也以此種方式執行半導體晶圓 36 的材料去除。在這種情況下，工作盤 31、32 之工作表面不含有磨料。

相比之下，在磨削過程中，工作盤 31、32 分別包括面向工作間隙 30 且包含固定結合磨料的工作層 39、40。不包含具有磨除作用之物質的冷卻潤滑劑係給進到工作間隙 30 中。工作層可由包含固定結合磨料的彈性磨墊構成。這稱作 PPG 方法（『行星墊磨削』）。該磨墊在使用期間透過磁力方式、真空或鉤-環固定或黏結劑結合連接到工作盤，且可在使用之後透過剝離動作移除，從而

可快速地更換。或者，工作層 39 也可由多個剛性磨體（所謂的顆粒）構成。該磨體的實際例子為圓柱體、空心圓筒或直立稜柱，且透過其端面黏結結合、螺紋固定或結合在工作盤的表面中。更換磨損的磨體比更換磨墊要複雜。

在拋光（雙面拋光、DSP）過程中，工作層 39、40 是不具有任何磨除物質的拋光墊。包含磨除物質、較佳為一膠狀分散的鹼性矽溶膠的拋光劑（拋光漿液）係給進至形成於拋光墊之間的工作間隙 30。該拋光墊是彈性的，且與 PPG 方法中的磨墊類似而可藉助於剝離動作從工作盤移除，因此易於更換。

本發明的詳細描述

下文，參照附圖和例示性實施例更詳細地解釋本發明。

本發明基於採用不同的雙面處理方法（雙面拋光、研磨、顆粒磨削和 PPG 磨削）和相應裝置進行的多次試驗，該等相應的裝置在承載器中具有不同數目和佈置方式的半導體晶圓以及在相應的雙面處理設備中具有變化數目、尺寸和佈置方式的承載器。本發明係基於在此獲得的理解：所有方法儘管具有不同的材料去除機制（化學、侵蝕、鏟削）和使用裝置存在的差別，但顯然具有共同的基本運動特徵和拓撲條件，必須達到該等條件，以有利於實現適合於特定要求應用之非常平坦的半導體晶圓。根據所引用之先前技術方法並沒有認定這些關聯性或僅考量這些關聯性的孤立部分方面，此不足以能經濟製造具有特別平坦形狀的半導體晶圓。

本發明涉及兩個參數 x 和 e （參見第 1 圖）的比值： x 是相鄰承

載器 13 中用於接收半導體晶圓之開口 1 之包絡線 6 間之距離的一半。在這種情況中，佈置在承載器 13 中之開口 1 的包絡線 6 應理解為承載器 13 內繞著其中點 4 的圓，該圓構成在承載器 13 繞著其中點 4 轉動時由開口 1 掃過之區域的邊界。換句話說，該包絡的圓形線 6 是恰好完全包圍該開口 1 之整個區域之繞著承載器 13 之中點 4 的圓形線。 e 是承載器 13 上之開口 1 的偏心距，即，節圖 2 的半徑，開口 1 的中心繞著相應的承載器 13 的中心 4 環繞形成所述節圖 2。

本發明特別是基於以下觀察： x/e 之比值必須從非常有限的範圍選擇，以便獲得特別平坦的半導體晶圓、以及同時能夠特別經濟地執行該方法。

對所述利用轉動承載器之雙面組處理方法熟悉的本領域技術人員將試圖盡可能經濟地執行該方法，即，該技術人員將確保，在一個機器批次中同時處理的半導體晶圓的整個面積係佔據用於該處理之環形工作盤上之可用區域的最大可能比例。

此時，本發明的基本見解是，在這種情況下，半導體晶圓必須不是任意地佈置，而是承載器 13 內之開口 1 的佈置以及相鄰承載器 13 之包絡線 6 間的距離必須使得 x/e 之比值小於或等於 1.2。

如果各相鄰承載器 13 之間具有一致的距離且所有承載器 13 上的開口 1 具有相同的佈置，則 x/e 之比值可根據以下公式計算：

$$x/e = R/e \cdot \sin(\pi/N) - r/e - 1$$

在這種情況下， R 表示承載器中點 4 藉助於由內驅動環 33 和外

驅動環 35 形成之滾動裝置在環形工作盤 31、32 之間繞著雙面處理裝置之中點 3 轉動之節圓 8 的半徑 (參見第 8 圖) (行星運動); N 表示嵌入雙面處理裝置中之承載器 13 的數目; r 表示承載器 13 中用於接收半導體晶圓之開口 1 的半徑; 以及 e 是開口 1 之中點 5 所在之繞著承載器 13 之中心 4 之節圓 2 的半徑。根據本發明, 每個承載器恰具有一個用於接收半導體晶圓的開口 1。

承載器 13 同樣可以不同的相鄰承載器 13 之包絡線 6 間的距離 $2x$ 的方式, 佈置在節圓 8 上。在這種情況下, 相鄰承載器的包絡線間的最大距離 $2x$ 對於本發明來說是重要的, 係根據以下公式計算:

$$x/e = R/e \cdot \sin(\pi / N^*) - r/e - 1$$

在這種情況下, N^* 表示周角 ($2\pi \text{ rad}$) 與相鄰承載器彼此以最大距離嵌入該滾動裝置中時之角度的比。因此, 在這種情況下, π / N^* 表示兩個相鄰承載器 13 彼此以最大距離嵌入該滾動裝置中所對應之角度的一半。通常, N^* 不是整數, 因為在承載器彼此以不同距離非均勻分佈的情況下, 彼此以最大距離佈置之相鄰承載器之間的角度通常不是周角的除數。在所有相鄰承載器之間具有相同距離之承載器均勻分佈的情況下, $N^*=N$ 。

承載器 13 在由內、外銷輪形成之滾動裝置中的佈置較佳以此種方式實施: 每相鄰承載器 13 的包絡線 6 之間具有盡可能相同的距離。然而, 由於數學原因 (行星齒輪傳動方程), 這僅在外、內銷輪上之銷的總數可被嵌入的承載器數目整除而沒有餘數時才可精

確地實現。這對於適合執行根據本發明方法的所有雙面處理裝置來說結構上均未實現，或者如果有，則通常僅對於特定數目的嵌入承載器是如此。相鄰承載器 13 的包絡線 6 之間具有盡可能相同距離之該較佳佈置方式在此被定義為這樣一種佈置：相鄰包絡線 6 之間的距離與所有承載器 13 之相鄰包絡線 6 間之平均距離之差的絕對值的總和最小。

此外，開口 1 可以不同地佈置在一種結構形式不同的承載器 13 內。在這種情況下，承載器 LS_1 、 LS_2 、...、 LS_N ($i = 1, 2, \dots, N$) 的所有偏心距 e_i 的平均值對於本發明來說是重要的。然而，優選地，所有承載器 13 具有相同的開口 1 佈置，即，所有承載器 13 結構形式是相同的。

請求項 1 中所述的不等式涵蓋討論的所有特定情況，因此用於定義本發明。

實際操作中，承載器中的開口佈置方式以及至少三個承載器在環形工作盤上和由內、外銷輪和承載器之外齒結構所形成之滾動裝置中的佈置方式總是可容易地被發現，使請求項 1 中所述的不等式被滿足。

根據本發明，本發明是 $x/e \leq 1.2$ 。因此，從一種給定的佈置開始處理，在所述給定佈置中，在測量之後，例如參數 x/e 初始證明太大，首先，相同類型的其他承載器可進一步嵌入滾動裝置中，確切地講，較佳嵌入盡可能多的承載器，在其中仍具有彼此間盡可能小之距離的空間，尤佳地，使得它們彼此之間具有盡可能相

同的距離。由於該措施，相鄰承載器之開口佈置之包絡線間的確定距離 $2x$ 被最小化，因此降低 x/e 。如果這樣仍不能得到滿足，則初始使用的承載器可更換為承載器中之開口較接近承載器外齒結構之齒根圓的那些承載器。這樣，承載器中之開口佈置的臨界偏心距 e 增大，從而降低 x/e 。較佳也使用這兩種措施的組合。

對本發明來說重要的參數 x/e 小於或等於 0.55 的佈置方式已被證明特別適合於製造具有特別均勻厚度的半導體晶圓。這是因為已經發現，可透過給定佈置形式獲得半導體晶圓的平坦度—例如透過整個半導體晶圓上的總體平坦度描述（TTV，總厚度偏差；半導體晶圓的最大厚度與最小厚度之差）—且如果 x/e 達到特別小的值，則在一個通次內的厚度波動往往較低。在這種情況下， $x/e \leq 0.55$ 的尤佳極限值產生如下：

在半導體晶圓的製造中，研磨、PPG 或顆粒磨削通常隨後進行化學機械拋光、較佳為同時雙面拋光（DSP）。在拋光過程中，僅可獲得非常低的材料去除速率。因此，拋光是非常耗時和昂貴的，且盡力應對最低可能的材料去除量。然而，經驗顯示，在 DSP 的情況中最小去除量也是必須的，該最小去除量由裝置和過程所要求的最小延遲時間產生，以獲得熱平衡。這是各通次之間獲得可控制和均勻結果的唯一途徑。拋光在製造半導體晶圓的過程中通常是成形過程的最後重要步驟，因此，必須在所處理的半導體晶圓獲得之平坦度和厚度一致性方面滿足特別嚴格的要求。經驗指出，具有良好和恆定結果的 DSP 最小去除量約為 10 微米。執行穩定 DSP 過程的前提條件是在拋光之前半導體晶圓已經具有非常

好的平坦度，且一個機器批次的所有半導體晶圓的初始厚度具有非常窄的分佈。實際操作中，已經發現，DSP 去除量必須為一個 DSP 批次之半導體晶圓之初始厚度的整個波動幅度的近乎 10 倍，以使在 DSP 通次之後獲得之平坦度和厚度一致性僅由所執行的 DSP 過程的性能決定，而不由之前的產品性能決定，其中，該初始厚度的整個波動幅度即為最厚半導體晶圓的最大厚度減去最薄半導體晶圓的最小厚度。因此，在一個批次的初始厚度平均值分佈為 ± 1 微米的情況下，需要約 20 微米的 DSP 最小去除量。此為經驗值，實際所需的去除值取決於拋光墊的類型、壓力、運動學特性以及所施加的拋光劑性能。

最後，20 至 30 微米是最有利的 DSP 去除值，不僅由於所指出的經濟因素。在利用 DSP 的較高材料去除量的情況下，即在較長拋光持續時間的情況下及因此在較長拋光劑的作用時間下，包含在拋光劑中的微量金屬不可避免地傳到半導體晶圓並造成其污染。因此，總體上，對平坦度和厚度波動具有恰尚可接受的極限值，以便能夠在品質、製程良率（process yield）和經濟效率方面以高速率執行半導體晶圓的整個處理。對於具有 300 毫米直徑的 PPG 或顆粒磨削的半導體晶圓，所述極限值約為 $TTV=1$ 微米。對於更大的半導體晶圓，仍可接受的 TTV 值允許大於所述半導體晶圓之面積與 300 毫米半導體晶圓之面積的比值；對於較小的半導體晶圓，該值必須較小而與該面積比相等。已經發現， $x/e \leq 1.2$ 、尤佳 $x/e \leq 0.55$ 的值係特別適合於該目的。面積標準化 TTV 值，即相對於 300 毫米半導體晶圓之面積的 TTV 值，在此以 TTV^* 表示。

承載器設有外齒結構，該外齒結構啮合雙面處理裝置的內、外驅動環。由於驅動環的齒或銷必須具有足夠的硬度、因此而有足夠的強度，以便能夠傳遞用於移動承載器的力，因此，承載器相應的外齒結構也具有相應的最小允許齒廓深度。承載器中用於接收半導體晶圓的開口也不能在不會不利地影響承載器機械穩定性的情況下任意地接近外齒結構的齒根圓佈置。因此， x 不能任意的小。實際操作中，小於 0.05 的 x/e 值事實上不能被實現。因此， $0.05 \leq x/e \leq 0.55$ 的參數 x/e 是尤佳的。

研磨和雙面拋光是藉助於三個物體的相互作用從半導體晶圓去除材料的方法：在研磨的情況下，該三個物體為（1）研磨板，（2）研磨劑，（3）半導體晶圓，在雙面拋光的情況下，該三個物體是（1）拋光墊，（2）拋光劑，（3）半導體晶圓。為了獲得材料去除，研磨劑或拋光劑總是需要從其所給進至的工作間隙傳遞到半導體晶圓的邊緣上，且盡可能均勻地分佈在半導體晶圓區域上，以獲得均勻的材料去除，在研磨情況下，該半導體晶圓的區域為半導體晶圓與研磨盤之間的相互作用區，或在雙面拋光的情況下，為半導體晶圓與拋光墊之間的相互作用區。為此目的，半導體晶圓必須盡可能均勻地且根據請求項 1（較佳根據請求項 2）描述的佈置參數關係分佈在可用於處理之工作盤的環形區域上。

在研磨、PPG 和顆粒磨削過程中，工作表面係經受磨損。因此，如果在處理過程中半導體晶圓所掃過的區域位於環形工作表面的區域內，則經過一段時間之後，工作層（PPG，顆粒磨削）的槽形厚度輪廓或工作盤（研磨）的槽形厚度輪廓會在徑向上形成，

從而使經處理的半導體晶圓愈加獲得不利的凸起形狀。為了應對這種問題，半導體晶圓以這種方式佈置在承載器中：在承載器的自轉過程中，該等承載器邊緣區域的一部分暫時延伸超過環形工作表面的內、外邊緣。由於工作盤的轉動和承載器繞著設備中點的轉動，因此，在這種情況下，在合適地選擇轉動速度的情況下，所謂的「工件移出部」12（第 1、3 及 4 圖）係掃過工作表面的整個邊緣，使得該工作表面更均勻地磨損。這需要承載器中用於接收半導體晶圓的開口偏心地佈置，或工作表面具有比半導體晶圓直徑更小的環寬度。

在 DSP 的情況下，工件移出不是必須的，因為拋光墊不會受嚴重改變其形狀的磨損。

然而，在環寬度小於半導體晶圓直徑的工作表面邊緣上，透過同心地佈置在承載器中之半導體晶圓的恆定工件移出被證明是不夠的。另外還需要半導體晶圓偏心佈置在承載器中，以獲得高平坦度和一致性厚度。

由於以下原因，這被證明似乎是合理的：在研磨過程中和在 DSP 過程中，半導體晶圓的偏心「泵運動（pump movement）」顯然分別支持研磨劑和拋光劑從半導體晶圓的邊緣向中心傳送，從而能夠實現均勻的材料去除。（偏心地佈置在承載器中的半導體晶圓在由滾動裝置驅動之承載器自轉作用下，執行與離心泵的葉輪類似的回轉運動，從而向周圍流體—拋光劑、研磨劑或冷卻潤滑劑—施加動能。）在 PPG 或顆粒磨削的情況下，該泵運動相應地使得冷卻潤滑劑在半導體和工作層表面上更均勻地分佈，從而抑制工

作間隙的加熱和變形。此外，在承載器繞著裝置的中心在工作間隙中轉動的過程中，以不足的偏心距佈置在承載器的半導體晶圓消耗或轉移用於實際上在相同軌跡上轉動之後續承載器之半導體晶圓的研磨或拋光劑或冷卻潤滑劑。這導致相同處理通次中之不同承載器的半導體晶圓具有不同的處理結果。

由於行星齒輪傳動運動的特徵（擺線軌跡），因此，工作間隙中的上述損耗各向異性地發生，這是因為拋光或研磨劑或冷卻潤滑劑僅在一些位置處經由上工作盤 31 中的各個給進部 34（第 8 圖）給進，且由於缺乏承載器中半導體晶圓佈置的偏心距而不會充分均勻地分佈在工作間隙中。

此外，半導體晶圓在承載器之接收開口中的有利自由運動係受到不足偏心距之抑制。這是因為，由於對稱的原因，在半導體晶圓同心設置的情況下，在工作間隙中的運動過程中作用於半導體晶圓的力係彼此抵消，使得沒有在接收開口中驅動自轉的合成力矩作用於半導體晶圓上。（同心佈置在承載器中之半導體晶圓之任意點的軌跡始終是閉合的圓。）半導體晶圓在其接收開口中之自轉的缺乏導致非旋轉對稱的厚度輪廓，即「楔形」半導體晶圓。

如果這種方式另外以非根據本發明的佈置方式實施，而在半導體晶圓之間或其在相鄰承載器之佈置的包絡線之間出現寬的空隙，則以這種方式操作的處理變得特別不經濟，因為昂貴的拋光劑或研磨劑尚未使用就會從工作間隙經由寬的空隙流走，且可用的工作表面未充分覆蓋有半導體晶圓（小批量的處理通次；低產量）。儘管拋光劑或研磨劑可部分再次使用以及可以部分丟棄使用

過之拋光劑/研磨劑與按比例計量之新拋光劑/研磨劑的平衡多次傳送到工作間隙，且此過程可適於一定限度內之未使用的研磨劑/拋光劑比例，但由於風化（拋光劑）或結塊（研磨劑）總是還會產生相當大的損失，且在過濾和分離研磨或拋光漿液方面需要付出大的努力，同時要接受以這種方式處理的半導體晶圓的較差表面品質。

此外，研磨板及主要是拋光墊在研磨或拋光劑消耗完的區域比在具有過量的研磨或拋光劑的區域被加熱到更大的程度，這是因為在前者中，不存在新供給研磨/拋光劑的冷卻作用。尤其是拋光墊在拋光過程中被特別快速地加熱，該拋光墊係由發泡成型的塑膠或紡織或氈製塑膠纖維構成，因此熱傳導非常地差，因此會局部膨脹。在非根據本發明佈置形式的情況下，會在工作盤的工作表面上不均勻地發生膨脹，且由於在半導體晶圓軌跡上非均勻的壓力條件，故會產生非均勻的材料去除。在拋光過程中，由於拋光機制之化學成分，材料轉換另外具有與溫度有關的分佈。因此，半導體晶圓非均勻地掃過之拋光墊的局部波動溫度，導致特別不均勻的材料去除，且還導致波動非常大的表面缺陷（初始蝕刻，增大基本粗糙度（『拋光霧化』））。

相較之下，在藉助於墊或顆粒進行磨削的過程中，材料去除藉助於兩個物體的相互作用實施，該兩個物體為（1）結合在磨料塗層中的磨粒（墊或顆粒），（2）半導體晶圓。在如研磨或雙面拋光中出現的不均勻質量傳遞問題在此被消除，這是因為磨粒固定地結合到工作層中，且藉助於有利的行星運動被均勻地引導到待處

理之半導體晶圓的每個表面位置。因此，在使用結合磨粒的磨削過程中，決定獲得的是均勻厚度還是非均勻厚度之半導體晶圓的進一步過程佔優勢。

與在研磨板或拋光墊與半導體晶圓之間的接觸區中藉助於鬆動之拋光或研磨粒的滾動、以緩慢且低材料去除速率執行材料去除的拋光或研磨相比，由於工作層與半導體晶圓的相對運動而使磨粒運動產生直接的力傳遞，因此，在使用結合磨粒進行之磨削情況下的材料去除與拋光或研磨的情況相比，係以明顯更高的材料去除速率進行。

相對於一個機器批次的所有半導體晶圓厚度的降低，在拋光的情況下達到 0.5 至 1 微米/分鐘的典型去除速率，在研磨的情況下根據研磨磨粒材料和尺寸通常達到 3 至 5 微米/分鐘，在磨削的情況下達到 20 至 40 微米/分鐘。因此，在磨削的情況下，每單位時間（確切地說，均勻地在半導體晶圓的整個區域上）出現特別大的磨液量。它必須被引導走，以使磨墊未被堵塞且保持均勻的切削能力，因此，得以避免由於積聚之磨液而生之不同滑動摩擦引起的局部過熱。在此，半導體晶圓在具有相關的回轉或泵運動的承載器中佈置夠大的偏心距顯然促進該磨液的快速去除。而且，回轉運動確保冷卻潤滑劑的均勻供給，因此有助於半導體晶圓整個表面充分和均勻的冷卻。

特別是在磨削（兩個物體的相互作用）的情況下，但類似地也在研磨或拋光的情況下，半導體晶圓可在具有積聚冷卻潤滑劑（或研磨或拋光劑）的位置處「浮動」，從而不再與工作層產生材料去

除接合。這使得在軌跡上產生非均勻的材料去除，從而損害半導體晶圓的平坦度和引起厚度波動。透過增大相鄰承載器之間的距離、從而增加半導體晶圓之間的距離，例如透過從處理設備中去除一或多個承載器並將其餘承載器盡可能均勻地分佈在由此獲得的空間上，局部積聚的工作劑或未充分去除的磨削、研磨或拋光漿液的問題亦未得到解決，這是因為經由大的空隙，操作介質僅簡單地排放走而未被利用，從而不與半導體晶圓接觸。這實際上加強了工作間隙的不均勻溫度。而且，類似於此的步驟是不經濟的（每機器批次具有較少的半導體晶圓；操作介質的浪費）。

半導體晶圓在承載器中的偏心佈置，會在承載器的滾動過程（自轉和繞著設備中點的轉動）中引起載荷的絕對值和方向以及摩擦力在其區域上的分佈變化，其中半導體晶圓係以所述方向、在沿著其軌跡的運動中，壓在該等接收開口的壁上。這樣，半導體晶圓的自轉在承載器中的接收開口內被驅動進行，畢竟在該等開口中，它僅是鬆散地設置。半導體晶圓的該自轉相對於承載器繞著設備中心的純行星轉動產生了附加的第三自由度，其中，該純行星轉動僅具有兩個自由度。此一工件運動的額外自由度使得半導體晶圓經受特別各向同性的處理，從而一個通次配置的所有半導體晶圓均具有特別好的平坦度和好的一致性厚度。不具有偏心距則會抑制半導體晶圓在承載器中的自轉，並產生非旋轉對稱的半導體晶圓，例如它們的厚度輪廓為楔形。

上工作盤相對於下工作盤的位置完全由三個點確定。（三個點完全確定一個平面的位置）。在分別具有精確同心地佈置在承載器中

的半導體晶圓的三個承載器的情況下，上工作盤相對於下工作盤的位置、從而工作盤之間的工作間隙實際上被精確地確定。從而，上工作盤相對於下工作盤的初始傾斜位置，會在處理過程中由於上工作盤相對於下工作盤之不可抑制的擺動，而導致具有不相同厚度的楔形半導體晶圓，該傾斜位置係例如由具有不同初始厚度的半導體晶圓引起。

然而，如果半導體晶圓另外執行偏心運動，由於在承載器內的偏心佈置，確定上工作盤位置之半導體晶圓的支承點在處理過程中會相應地不斷移位，且擺動不再產生或受到大大地抑制，使得一個通次批次的半導體晶圓的形狀和厚度被迅速地相配，且在一個通次的所有半導體晶圓上獲得良好的平坦度和一致性厚度。因此，如果半導體晶圓有足夠偏心佈置，則即使在總共三個承載器中剛好總共三個半導體晶圓的情況下一一個處理通次中最低可能的批量—也可獲得良好的平坦度和一致性厚度。

另外增大半導體晶圓的數目係特別有利地，即，選擇盡可能多的承載器而使相鄰承載器中的半導體晶圓相應地彼此盡可能地接近（小距離 $2x$ ）。這樣，上工作盤相對於下工作盤的位置在幾何學上是超定的（多於三個支承點），這會產生具有均勻厚度且特別平坦的半導體晶圓。（具有形狀或厚度偏差的半導體晶圓不再透過由三個點確定的工作間隙來移動，而不會必然地向著平面平行之形式、以材料去除之方式被處理。）

因此，僅對於處於較佳範圍 $x/e \leq 1.2$ 內之距離 $2x$ 與偏心距 e 的特定比值，才會獲得良好的處理結果，且這對於其中每個承載器

具有用於接收半導體晶圓之一個開口之利用行星運動的所有雙面處理方法也均如此，與材料去除的特殊作用機制無關。特別是對於具有 300 毫米以上直徑的大半導體晶圓也如此。尤其，半導體晶圓可具有 400 毫米或更大的直徑。在矽晶圓的情況下，450 毫米直徑對於實際應用將會變得日益重要。

同時處理一組半導體晶圓兩面的方法對於甚至更大的半導體晶圓也可能是有利的。應用能力僅受限於結構限制，例如當所需的工作盤直徑必須明顯大於 2.5 公尺以便仍能夠佈置至少三個足夠大尺寸的承載器在上使其接收相應的半導體晶圓時。對於非常大的半導體晶圓，特別是每個承載器恰具有一個半導體晶圓的佈置方式將變得重要。（例如，具有三個承載器且每個承載器具有三個 450 毫米半導體晶圓之雙面處理設備的一種假定最小結構直徑係至少為 2355 毫米。例如，具有五個承載器且每個承載器具有三個 450 毫米半導體晶圓之一種運動學較佳的設計將使工作盤具有至少 2955 毫米直徑。合適的承載器將不再足夠穩定來施加相較於三個直徑為 300 毫米之半導體晶圓的結構、以非破壞性之方式增大 225% 的摩擦力。）相較之下，每個承載器僅承載一個半導體晶圓的設備係明確可適用於直徑高達 600 毫米的半導體晶圓。

實施例與比較例

實施例 1

根據本發明的相互關係將首先參見第 1 圖更詳細地進行說明。第 1 圖指出根據本發明之一種佈置方式的一例。在該例中，五個

($N=5$) 承載器 13 在環形工作盤上繞著雙面處理設備之中點 3，佈置成使承載器之相應中點 4 位於具有半徑 R 的節圓 8 上。在每個承載器 13 中，恰具有一直徑 450 毫米的半導體晶圓嵌入半徑為 r 的接收開口 1 中。

在這種情況下，開口 1 的中點 5 係佈置在節圓 2 上，該節圓 2 繞著承載器的中點 4 具有半徑 e 。在這種情況下，開口 1 的半徑 r 稍微大於半導體晶圓的半徑 r^* ，使得半導體晶圓可保持自由運動，且可自由地在開口 1 內轉動或透過其圓周在開口 1 的壁上滾動。半導體晶圓在開口 1 內的精確定位和其在處理過程中的運動由於鬆動的嵌入而是未知的。然而，對於本發明，在處理過程中半導體晶圓在開口中的精確位置並不重要；因此，為了明確，未於第 1 圖中顯示半導體晶圓。

由於承載器 13 繞著其中點 4 轉動，因此，開口 1 掃過由相對於中點 4 同心佈置之圓形包絡線 6 限界的區域。在這種情況下，藉助於結構的約束，包絡線 6 始終完全位於每個承載器 13 之外齒結構的節圓 7 內，承載器藉助於該外齒結構在由內、外銷輪形成的滾動裝置中滾動，從而繞著雙面處理設備的中心 3 在行星路徑上轉動。根據本發明，每個承載器 13 恰包含一個開口 1。相鄰承載器 13 的包絡線 6 彼此間隔 $2x$ 的距離。

對於第 1 圖所示的例子，使用來自 Peter Wolter GmbH 公司（倫茨堡，德國）型號 AC-2000 的雙面處理設備，且在該設備上執行根據 PPG 方法的處理。設備具有 1970 毫米的外銷輪節圓直徑 20 和 530 毫米的內銷輪節圓直徑 14。相應地，承載器的外齒結構具

有 720 毫米的節圓直徑 7，因此，承載器 13 之中點 4 所處之節圓 8 的半徑 $R=625$ 毫米。承載器 13 此時根據本發明設計成使用於接收半徑 $r^*=225$ 毫米($\varnothing 450$ 毫米)之半導體晶圓 13 之半徑 $r=225.5$ 毫米之開口 1 的中點 5，係相對於承載器之中點 4 以絕對值 $e=111.5$ 毫米偏心地佈置。從而，半導體晶圓具有 0.5 毫米的徑向間隙，或在開口內具有 1 毫米的直徑間隙。環形工作層 40 的尺寸被調整成使：在所選的偏心距情況下，具有半導體晶圓之開口 1 使其高達 10 毫米的部分區域暫時地延伸超過內邊緣 11 和外邊緣 10（移出部 12）。

承載器中開口的偏心距 e 已被選擇成盡可能大，即，使得仍殘留剛好足夠的材料（硬質鋼）以使承載器在該區域不會向外拱彎，該區域規律地進入「移出部」，因此不被引導，且在垂直方向上不被工作層支撐。在 $R=625$ 毫米、 $N=5$ 、 $r=225.5$ 毫米和 $e=111.5$ 毫米的情況下， $x=30.366$ 毫米， $x/e=0.272$ 。因此， x/e 位於 $0.05 \leq x/e \leq 0.55$ 的尤佳範圍內。

第 1 圖中所示實施例中的 PPG 磨墊係包含金剛石作為磨料，該磨料的顆粒尺寸為 2 至 6 微米（5%和 95%的累積顆粒尺寸濃度值）。由於工作盤與半導體晶圓係在壓力和添加有水的情況下相對運動，因此，磨料係以幾何形狀不確定之切削邊緣實施材料的鏟削去除。

用於第 1 圖所示實施例的設備具有用於上工作盤的目標變形裝置，使得在處理過程中半導體晶圓在其中移動之工作層間的工作間隙可在機械（壓力升高）和熱交變載荷（鏟削工作、摩擦工作

和驅動損失)下保持平行。上工作盤的變形藉助於兩個佈置在上工作盤中的感測器發生於閉合控制環中，該等感測器在處理過程中非接觸地連續測量工作盤兩個表面之間的距離(在第8圖的示意性設備圖中以元件符號37表示)。

第7圖指出根據實施例1處理之半導體晶圓之以微米(μm)表示的直徑厚度輪廓 $T(r^*)$ 。厚度輪廓係透過電容測量方法確定，在該電容測量方法中，彼此相對佈置的兩個測量探頭在半導體晶圓的前後側映描八個半徑(在兩個相鄰半徑之間為 45°)。面向半導體表面的測量探頭與位於其之間的少量空氣形成相應的電容器。相應的少量空氣(介電質)的厚度係透過測量電容來確定。測量電容產生半導體晶圓之相應側之高度輪廓的直接測量結果，因為測量探頭係以一固定距離彼此相對地固定在一環抱半導體晶圓的共同夾子上。在藉助於已知厚度之半導體晶圓的測量校準測量探頭距離之後，這些高度值之差產生半導體晶圓的絕對厚度。

測量設備係測量八個半徑，每個半徑間隔開 45° ，且得出四個直徑的厚度輪廓。第7圖顯示由這四個直徑測量值計算的平均厚度輪廓。第7圖顯示利用第1圖所示之佈置處理之半導體晶圓的厚度是極其均勻的(曲線17)。如此獲得之厚度輪廓的「階躍(edged)」結構反映所使用之450毫米原型測量儀器的測量精度。透過根據本發明之方法處理之半導體晶圓的平坦度係接近該解析度限度。

比較例 1

第2圖顯示一種非根據本發明的佈置方式，作為比較例。其係

使用與實施例 1 (第 1 圖) 相同的裝置，磨墊和冷卻潤滑劑類型和流體 (水) 是相同的。上工作盤作用於下工作盤上的壓力與一個批次中之半導體晶圓的數目成比例地降低，以便獲得相同的材料去除速率 (在處理過程中相當的機械和熱交變載荷)。如實施例 1 中所述，工作間隙的距離在處理過程中係藉助於測量和調節裝置始終保持恆定，以便獲得最優異的平坦度和使每個半導體晶圓的個體平均厚度相對於一個處理通次之所有半導體晶圓厚度之平均值的波動最小。

唯一差別是，在比較例 1 中僅嵌入三個承載器，而不是像對實施例 1 中那樣嵌入五個承載器 (最大可能數目)，確切地講，相鄰承載器 13 的包絡線 6 之間具有相同的距離 $2x$ ，即相對彼此以 120° 間隔開。

特徵參數 $R=625$ 毫米、 $r=225.5$ 毫米 (具有 $r^*=225$ 毫米的半導體晶圓，即 450 毫米直徑) 和 $e=111.5$ 毫米，這確定了在比較例 1 中保持相對於實施例 1 未變的佈置形式。然而，此時， $N=3$ (與實施例 1 的 $N=5$ 不同)。在 $x=204.266$ 毫米的情況下，如所期望地，這在相鄰承載器之間用於接收半導體晶圓的開口 1 佈置的包絡線 6 之間產生非常大的半距離。在 $x/e=1.832$ 的情況下，此根據本發明為至關重要的參數係位於非本發明的範圍內。

具有這種大距離的佈置形式在各處理通次中產生完全不同的半導體晶圓，從而例如是一種具有第 6 圖所示厚度輪廓的半導體晶圓。(厚度輪廓由解釋關於第 7 圖的測量方法及相同方式確定)。第 6 圖顯示出了具有凸起不規則形狀之半導體晶圓的厚度輪廓。

由於半導體晶圓在承載器中的偏心位置，半導體晶圓之充分自轉顯然仍發生於接收開口中，使得厚度輪廓不是非對稱楔形，而是仍具有輕微的旋轉對稱性。（最大厚度區域位於半導體晶圓的中心處。）然而，測量方法在針對不同方位角記錄之測量軌跡上的平均處理具有以下作用：獲得的一維厚度輪廓始終看起來基本旋轉對稱，即使在整個半導體晶圓上之實際二維厚度輪廓不是這種情況。

實施例 1（第 1 圖）和比較例 1（第 2 圖）證明，只有半導體晶圓在承載器中的偏心佈置方式（在第 1 圖和第 2 圖中相同）並不足以獲得良好的處理結果。

比較例 2

第 3 圖例示一非根據本發明之佈置方式的另一比較例，其中，開口 1 完全同心地佈置在承載器中。圖中顯示總共六個（ $N=6$ ）450 毫米半導體晶圓（ $r^*=225$ 毫米）在總共六個承載器中的佈置，其中，其外齒結構的節圓直徑為 482.85 毫米。該例子係透過使用來自 Peter Wolters GmbH 公司之型號為 AC1500P3 的處理裝置獲得，其中，用於承載器中點繞著設備中點 3 轉動的節圓 8 之 $R=507.75$ 毫米。該處理過程以 PPG 進行，並使用與實施例 1 和比較例 1 中相同的工作層和冷卻潤滑劑（水）。由於承載器的小尺寸，450 毫米的半導體晶圓僅可幾乎完全同心地佈置。如同其他例子和所示之比較例以及如先前技術的慣例，承載器中用於接收半導體晶圓的開口加襯有塑膠（『嵌入件』）。塑膠防止半導體晶圓與承載器的材料直接接觸，從而，防止由於與承載器材料硬質鋼

的直接接觸而損壞半導體晶圓和被微量金屬（Fe, Ni, Cu）污染。襯裡係藉助於注射成型方法添加。由於在注射成型過程中之高壓力引起鋼體的彈性變形以及由於在冷卻過程中導入之塑膠的收縮，襯裡通常具有小的圓度偏差和偏心距。在第 2 圖所示的情況下，其接近 $e=0.5$ 毫米。

這使得用於接收半導體晶圓之開口 1 之佈置方式的包絡線 6 間的距離為 $2x$ ，其中， $x=28.363$ 毫米， $x/e=427$ 係位於非根據本發明的範圍內。

儘管比較例 2 中包絡線之間的距離甚至小於根據本發明的實施例 1 中的距離，但獲得的半導體晶圓在平坦度和厚度波動方面處理結果非常差。因此，可用之工作表面被半導體晶圓佔據的最大可能佔用率（顯然出於經濟因素）同樣不能單獨獲得良好的處理結果。

在所解釋的實施例和比較例中所具體獲得的平坦度以及在此使用的方法、設備和半導體晶圓的佈置參數概括列於表 1 中。表 1 列出了 PPG、研磨和 DSP 下用於根據本發明和非根據本發明處理之半導體晶圓的參數 x/e 、獲得的平坦度（TTV）以及使用裝置的特徵參數。表 1 另外列出多個使用另外的佈置方式、裝置和方法所獲得的平坦度，在此不再做進行進一步的具體解釋。

實施例 2

最後，實施例 2 與比較例 2 相比，在相同處理裝置上使用根據本發明的佈置（ $N=6$ ， $R=507.75$ ）。該佈置顯示於第 4 圖中。滾動

裝置再次最大密度地被六個承載器佔據。相較於比較例 2（第 3 圖），為了在小的承載器中偏心地佈置半導體晶圓，在根據本發明的實施例 2（第 4 圖）中係使用較小的半導體晶圓（ $r^*=150$ 毫米，即具有 300 毫米直徑的半導體晶圓）且嵌入 $r=150.5$ 毫米的開口 1 中。在這種情況下，開口 1 的偏心距 e 係以這種方式（ $e=72.5$ 毫米）選擇，使得每兩相鄰承載器之包絡線 6 間均具有幾乎相同的距離 $2x$ （在實施例 2 中， $x=30.875$ ，在比較例 2 中， $x=28.363$ ）。例如， $x/e=0.426$ 係處於較佳的範圍內。

以與比較例 2 相同的方式之實施例 2 之經 PPG 處理的半導體晶圓，產生概括列於表 1 中的結果（TTV=0.9 微米）。

因此，實施例 2 和比較例 2 顯示出，稠密的佔據率（在相鄰承載器 13 之開口 1 佈置的包絡線 6 間具有小的距離 $2x$ ）是必須的，但只是這樣又不足以獲得良好的處理結果。（像比較例 1 在具有過大距離 $2x$ 的情況下，選擇任何偏心距 e 均不能獲得良好的處理結果。）

進一步的實施例和比較例

表 1 還包含透過研磨處理獲得的實施例和比較例。對於藉助於研磨根據本發明處理的半導體晶圓，獲得了具有非常平坦厚度輪廓之平坦和厚度均勻的半導體晶圓，它們與透過 PPG 處理的半導體晶圓的實施例 1（第 7 圖所示）類似。在非根據本發明執行之研磨方法（ $x/e>1.2$ ）的情況下，獲得了例如具有如第 5 圖所示厚度輪廓的半導體晶圓。以與藉助於 PPG 非根據本發明處理之半導

體晶圓之情況（第 6 圖）中類似的方式，第 5 圖顯示一具有凸形厚度輪廓的半導體晶圓。最厚位置也位於半導體晶圓的中心，但該非根據本發明研磨之半導體晶圓的凸形形狀在從半導體晶圓的中心到邊緣具有更均勻和明顯旋轉對稱的厚度降低。

表 1 中概括列出的結果係圖示於第 9 圖中。實心圓（●）關於 PPG 方法，空心圓（○）關於研磨方法，空心方框（□）關於 DSP 方法。對於為此使用的各種半導體晶圓直徑，為了能夠比較以根據本發明和非根據本發明之參數 x/e 執行的各種實施例和比較例的 TTV，在整個半導體晶圓表面上分別實際確定的 TTV 值係被轉換為根據 300 毫米直徑和相同平坦度之半導體晶圓推算所產生的值。因此，450 毫米半導體晶圓的 TTV 值被除以 2.25，以獲得比較值 $TTV^*=TTV/2.25$ ，這考慮了 450 毫米半導體晶圓的測量區域，與 300 毫米半導體晶圓的測量區域相比，450 毫米半導體晶圓的測量區域為 300 毫米半導體晶圓測量區域的 2.25 倍。

第 9 圖示出了 $TTV^*\leq 1$ 微米下根據本發明之 x/e 範圍係明顯與與非根據本發明範圍的 x/e （ $TTV^*>1$ 毫米）明顯分開。 $TTV^*<1$ 毫米下的參數 x/e 對於 DSP 和 PPG 是尤佳的。對於透過研磨處理的半導體晶圓，尤佳的 TTV^* 值被允許稍大於 1 微米（18）。研磨產生這樣的表面，該表面由於脆性沖蝕材料去除機制而明顯較深地損壞半導體晶圓的近表面層（表面下損壞），該近表面層的損壞去除使得需要在研磨與拋光之間嵌入另外的材料去除步驟，例如侵蝕或使用隨後以材料去除方式處理兩面之單面精細磨削裝置進行的精細磨削或以增大的材料去除量拋光。由於無論怎樣研磨的半

導體晶圓均需要的該附加處理，因此稍微較差的相對平坦度 TTV* 仍是可接受的。

表 1

№	0.27	1.83	55.73	427.41	0.43	1.76	1.04	2.94	2.19	0.30	0.27	0.30	0.27
ТIV	1.7	53	6.7	9.7	0.9	2.1	1.1	2.7	6	1.1	0.9	0.8	1.2
ТIV*	0.8	24	3.0	4.3	0.9	2.1	1.1	2.7	2.7	1.1	0.9	0.8	0.5
方法	PPG	PPG	PPG	PPG	PPG	PPG	PPG	PPG	研磨	研磨	研磨	DSP	DSP
設備	AC2000	AC2000	AC1500P	AC1500P	AC1500P	AC1500P	AC1500P	AC1500P	AC1500L	AC1500H2	AC1500H3	AC1500P	AC2000P
e	111.5	111.5	0.5	0.5	72.5	37.5	72.5	37.5	24.75	100	125	100	111.5
N	5	3	6	3	6	6	5	5	5	5	5	5	5
R	625.0	625.0	507.7	507.7	507.7	507.7	507.7	507.7	517.5	477.9	526.0	477.9	625.0
r	225.5	225.5	225.5	225.5	150.5	150.5	150.5	150.5	225.3	150.5	150.5	150.5	225.5
x	30.4	204.3	27.9	213.7	30.9	65.9	75.4	110.4	54.2	30.4	33.7	30.4	30.4

【圖式簡單說明】

第 1 圖為一根據本發明之半導體晶圓在承載器中之佈置以及雙面處理裝置中承載器之數目、尺寸和佈置的實施例；

第 2 圖為一非根據本發明之半導體晶圓在承載器中之佈置以及雙面處理裝置中承載器之數目、尺寸和佈置的比較例；

第 3 圖為另一非根據本發明之半導體晶圓在承載器中之佈置以及雙面處理裝置中承載器之數目、尺寸和佈置的另一比較例；

第 4 圖為另一根據本發明之半導體晶圓在承載器中之佈置以及雙面處理裝置中承載器之數目、尺寸和佈置的另一實施例；

第 5 圖顯示一透過非根據本發明之第一方法處理後之半導體晶圓的直徑厚度輪廓，作為比較例；

第 6 圖顯示一透過非根據本發明之第二方法處理後之半導體晶圓的直徑厚度輪廓，作為另一比較例；

第 7 圖顯示一透過根據本發明之方法處理後之半導體晶圓的直徑厚度輪廓，作為一實施例；

第 8 圖為一適合實施根據本發明方法的裝置；以及

第 9 圖顯示不同裝置和處理方法下之承載器和半導體晶圓之佈置的面積標準化平坦度 TTV*與參數 x/e （對本發明極為關鍵）的關係曲線。

【主要元件符號說明】

元件符號和縮寫清單

- 1 用於接收半導體晶圓的開口
- 2 承載器中用於接收半導體晶圓之開口之佈置的節圓

- 3 雙面處理設備裝置的中點
- 4 承載器的中點
- 5 用於接收半導體晶圓之開口之中點
- 6 承載器中用於接收半導體晶圓之開口之佈置之繞著承載器中點的圓形包絡線
- 7 承載器之外齒結構的節圓
- 8 承載器中點繞著雙面處理設備裝置之中點轉動的節圓（行星路徑）
- 9 連接兩個相鄰承載器之中點的直線
- 10 環形工作盤的外邊緣
- 11 環形工作盤的內邊緣
- 12 半導體晶圓超出工作盤邊緣的區域
- 13 承載器
- 14 內驅動環的節圓
- 15 半導體晶圓的凸形厚度輪廓
- 16 半導體晶圓的凸形不規則厚度輪廓
- 17 半導體晶圓的均勻厚度輪廓
- 18 具有處於本發明較佳範圍內之 x/e 參數和 TTV^* 的方法配置區
- 19 具有處於本發明較佳範圍外、但仍處於本發明範圍內之 x/e 參數和 TTV^* 的方法配置區
- 20 外驅動環的節圓
- 21 具有不處於本發明範圍內之 x/e 參數和 TTV^* 的方法配置

區

30	工作間隙
31	上工作盤
32	下工作盤
33	內驅動環
34	用於給進操作試劑的孔
35	外驅動環
36	半導體晶圓
37	工作間隙寬度的測量裝置
39	上工作層
40	下工作層
e	承載器中用於接收半導體晶圓之開口之佈置的節圓半徑 (開口的偏心距)
na	外驅動環的轉動速度
ni	內驅動環的轉動速度
no	上工作盤的轉動速度
nu	下工作盤的轉動速度
r*	半導體晶圓的半徑
r	承載器中用於接收半導體晶圓之圓形開口的半徑
N	雙面處理裝置中承載器的數量
N*	周角與相鄰承載器間以最大可能距離嵌入滾動裝置中之 角度的比
R	承載器中點繞著雙面處理設備裝置中點轉動的節圓半徑

(行星路徑半徑)

T 半導體晶圓的厚度

TTV 總厚度變化 (在整個半導體晶圓上的厚度變化範圍，
min ... max)

TTV* 面積標準化 TTV，即，相對於 300 毫米半導體晶圓之面積的 TTV

x 兩個相鄰承載器之包絡線 6 間之距離的一半

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：100144146

※ 申請日：100 年 12 月 1 日

※IPC 分類：H01L 21/30X (2006.01)

B24B 37/0X (2006.01)

一、發明名稱：(中文/德文/英文)

用於對至少三個半導體晶圓的兩面同時進行材料去除處理的方法/

VERFAHREN ZUR GLEICHZEITIGEN MATERIAL
ABTRAGENDEN BEARBEITUNG BEIDER SEITEN
MINDESTENS DREIER HALBLEITERSCHEIBEN/
METHOD FOR THE SIMULTANEOUS MATERIAL-REMOVING
PROCESSING OF BOTH SIDES OF AT LEAST THREE
SEMICONDUCTOR WAFERS

二、中文發明摘要：

本發明涉及一種在一雙面處理設備的兩個轉動的環形工作盤之間對至少三個半導體晶圓的兩面同時進行材料去除處理的方法，其中，該雙面處理設備具有一滾動裝置，該滾動裝置使至少三個承載器轉動，且每個承載器恰具有一個開口，半導體晶圓分別以可自由移動的方式嵌入該開口中，使得該等半導體晶圓在該等工作盤之間以擺線軌跡移動，且其中該等承載器在該雙面處理設備中的佈置以及該等開口在該等承載器中的佈置滿足以下不等式：

$$R/e \cdot \sin(\pi / N^*) - r/e - 1 \leq 1.2$$

其中， N^* 表示周角與相鄰承載器以最大距離嵌入該滾動裝置中時之角度的比， r 表示用於接收半導體晶圓的開口的半徑； e 表示繞著該佈置有開口之承載器之中點的節圓半徑；以及 R 表示該等承

載器藉助於該滾動裝置在該等工作盤之間移動的節圓半徑。

三、英文發明摘要：

The invention relates to a method for the simultaneous material-removing processing of both sides of at least three semiconductor wafers between two rotating ring-shaped working disks of a double-side processing apparatus, wherein the double-side processing apparatus has a rolling apparatus, which causes at least three carriers to rotate, and wherein each of the carriers has precisely one opening, into which a semiconductor wafer is respectively inserted in a freely movable fashion, such that the semiconductor wafers are moved on a cycloidal trajectory between the working disks, wherein the arrangement of the carriers in the double-side processing apparatus and of the openings in the carriers is such that the inequality

$$R/e \cdot \sin(\pi/N^*) - r/e - 1 \leq 1.2$$

is satisfied, where N^* denotes the ratio of the round angle and the angle at which the adjacent carriers are inserted into the rolling apparatus with the greatest distance with respect to one another, r denotes the radius of an opening for receiving a semiconductor wafer, e denotes the radius of the pitch circle around the midpoint of the carrier on which the opening is arranged, and R denotes the radius of

201225170

the pitch circle on which the carriers move between the working disks by means of the rolling apparatus.

七、申請專利範圍：

1. 一種在一雙面處理設備的兩個轉動的環形工作盤之間對至少三個半導體晶圓的兩面同時進行材料去除處理的方法，其中，該雙面處理設備具有一滾動裝置，該滾動裝置使至少三個承載器轉動，且每個承載器恰具有一個開口，半導體晶圓分別以可自由移動的方式嵌入該開口中，使得該等半導體晶圓在該等工作盤之間以擺線軌跡移動，且其中該等承載器在該雙面處理設備中的佈置以及該等開口在該等承載器中的佈置滿足以下不等式：

$$R/e \cdot \sin(\pi / N^*) - r/e - 1 \leq 1.2$$

其中，

N^* 表示周角與相鄰承載器以最大距離嵌入該滾動裝置中時之角度的比；

r 表示用於接收半導體晶圓的開口的半徑；

e 表示繞著該佈置有開口之承載器之中點的節圓半徑；以及

R 表示該等承載器藉助於該滾動裝置在該等工作盤之間移動的節圓半徑。

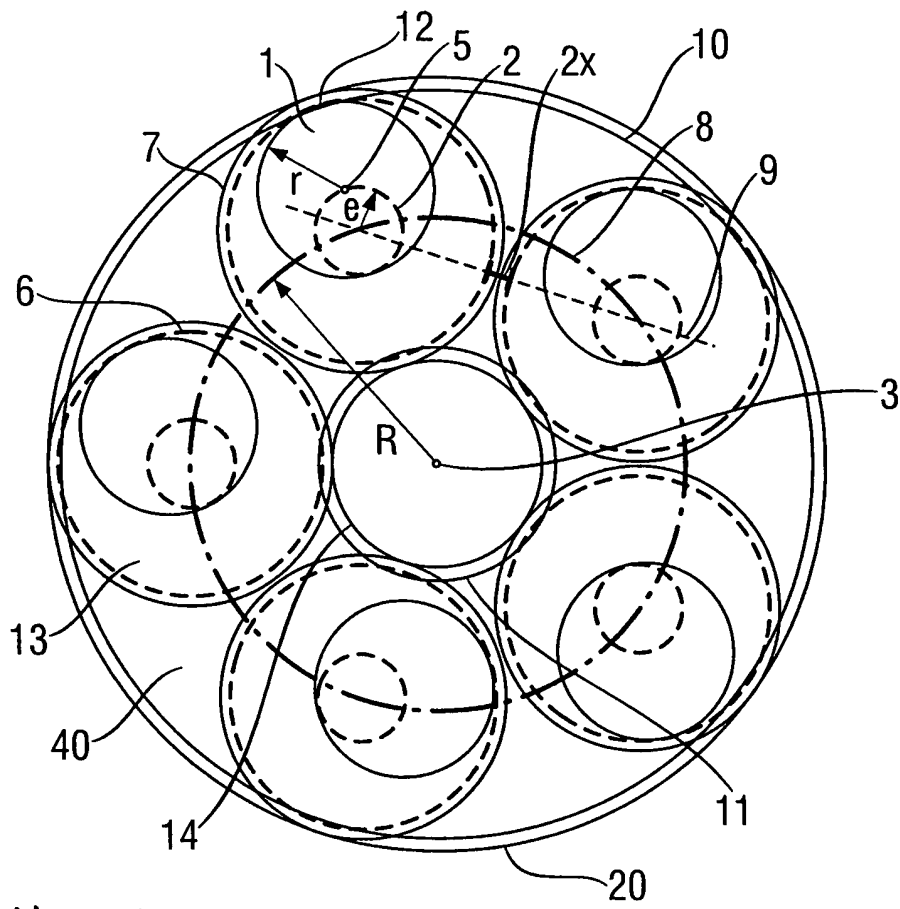
2. 如請求項 1 所述的方法，其中該等承載器在該雙面處理設備中的佈置以及該等開口在該等承載器中的佈置滿足以下不等式：

$$0.05 \leq R/e \cdot \sin(\pi / N^*) - r/e - 1 \leq 0.55。$$

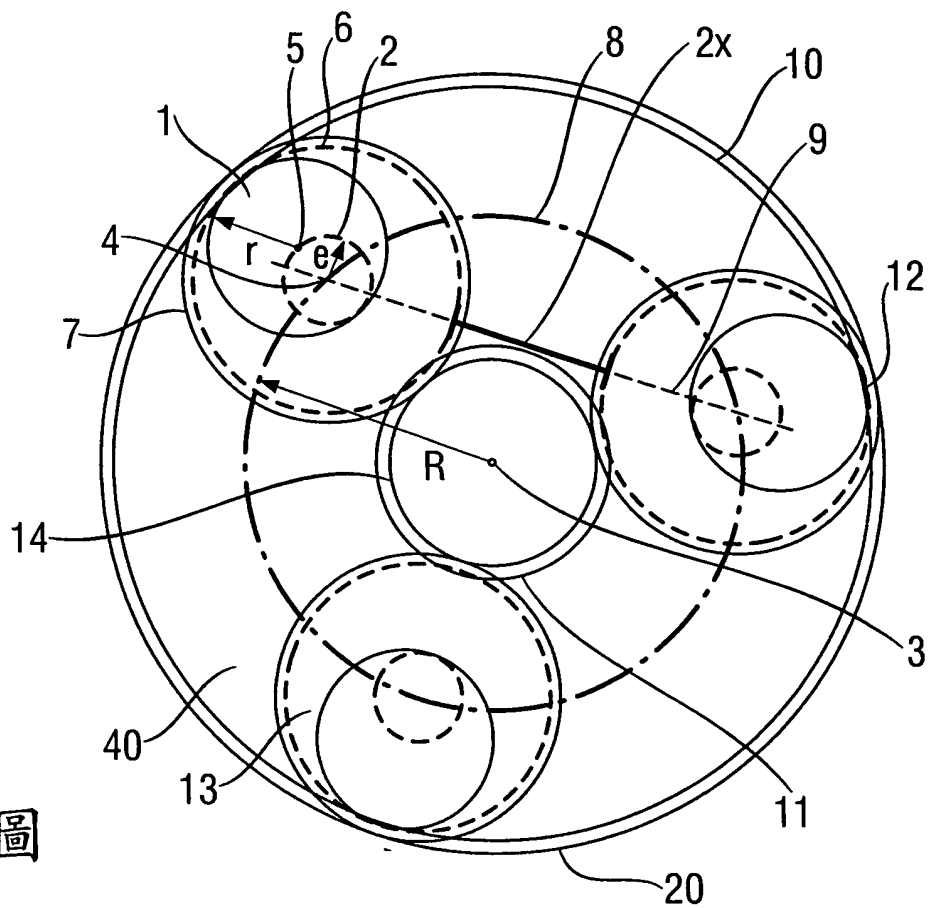
3. 如請求項 1 或 2 所述的方法，其中該半導體晶圓具有 400 毫

米或更大的直徑。

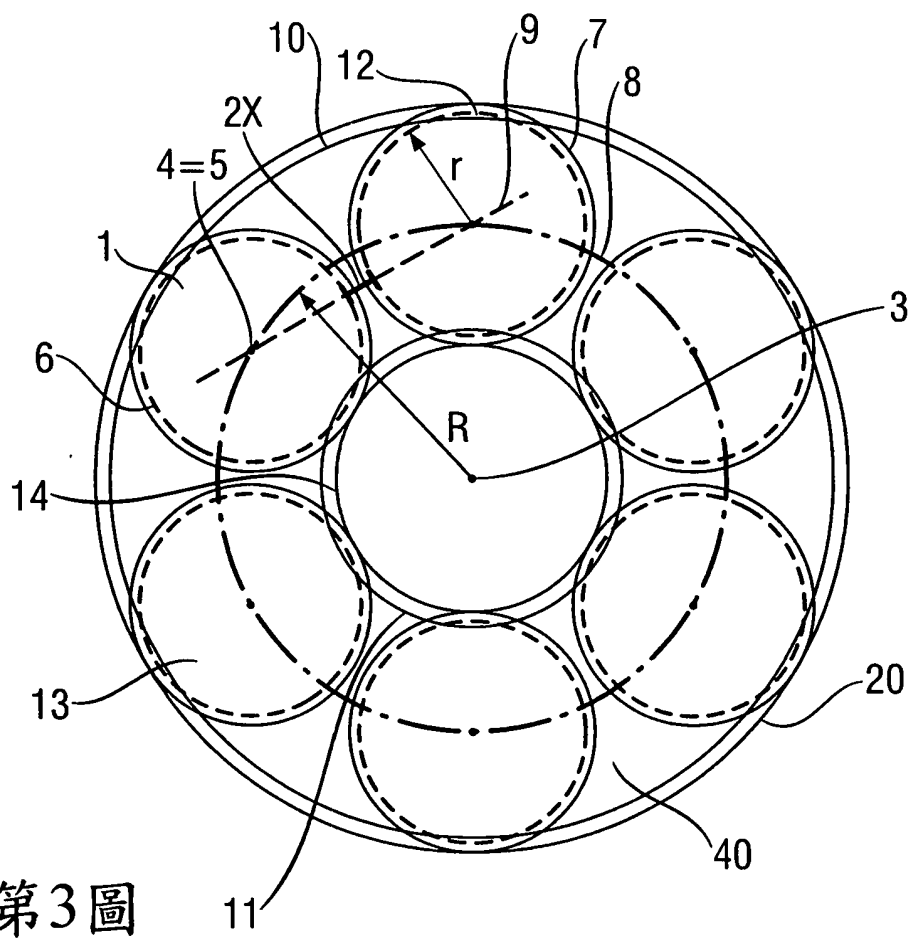
4. 如請求項 1 至 3 中任一項所述的方法，其中所有該等承載器的開口具有相同的尺寸，且係以相同的方式佈置在該等承載器上。
5. 如請求項 1 至 4 中任一項所述的方法，其中，在每個承載器上均限定出一繞著該承載器中點的圓形包絡線，該圓形包絡線正好完全包圍該用於接收半導體晶圓的開口，且其中該等承載器佈置在該滾動裝置中而使相鄰承載器的圓形包絡線之間的距離，相對於相鄰圓形包絡線之間的平均距離的偏差的絕對值的總和最小。
6. 如請求項 5 所述的方法，其中，所有的相鄰承載器的圓形包絡線之間的距離係相同。



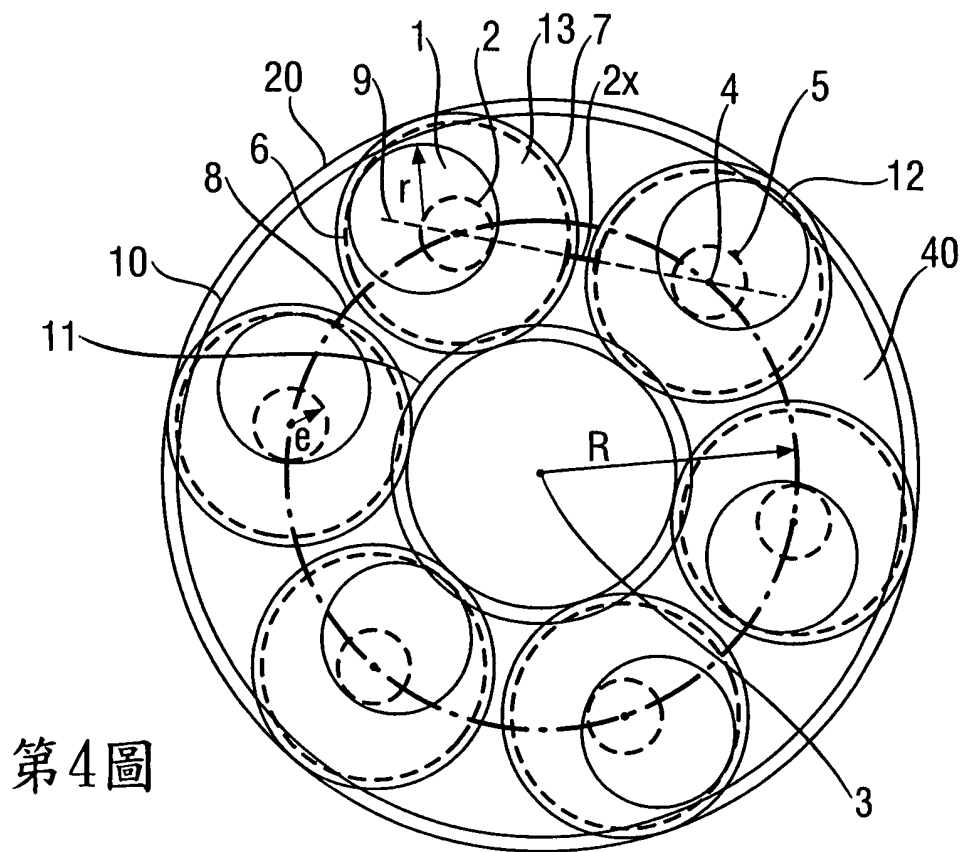
第1圖



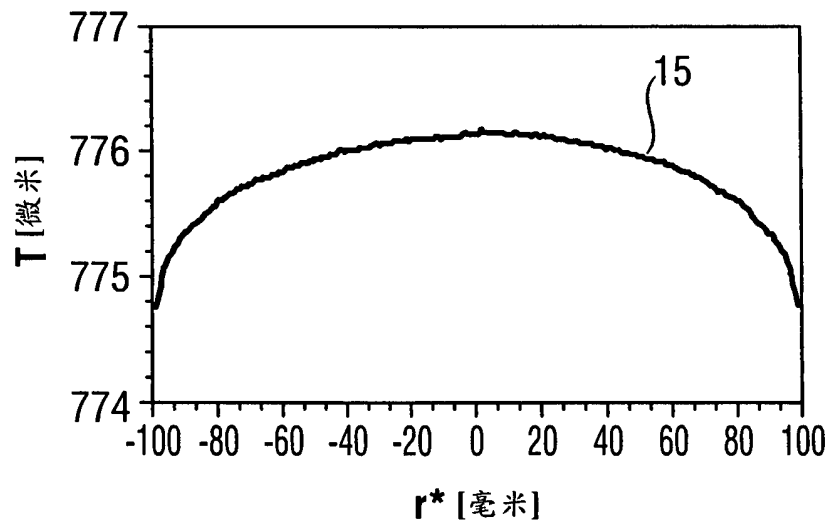
第2圖



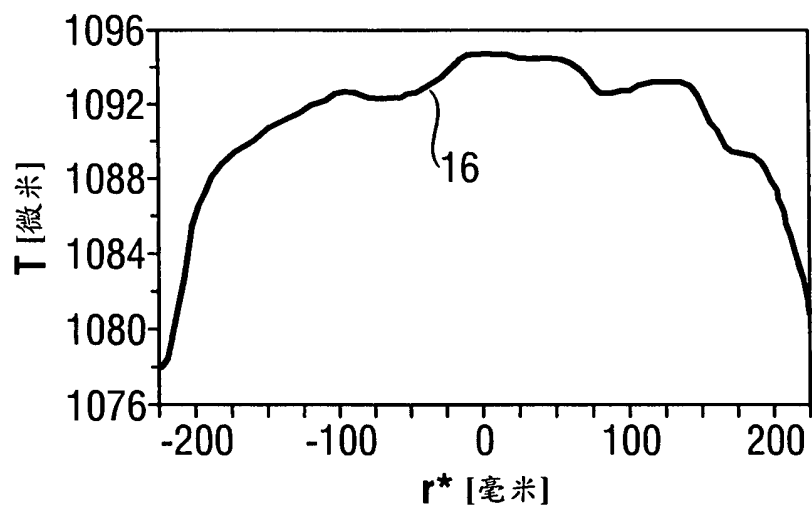
第3圖



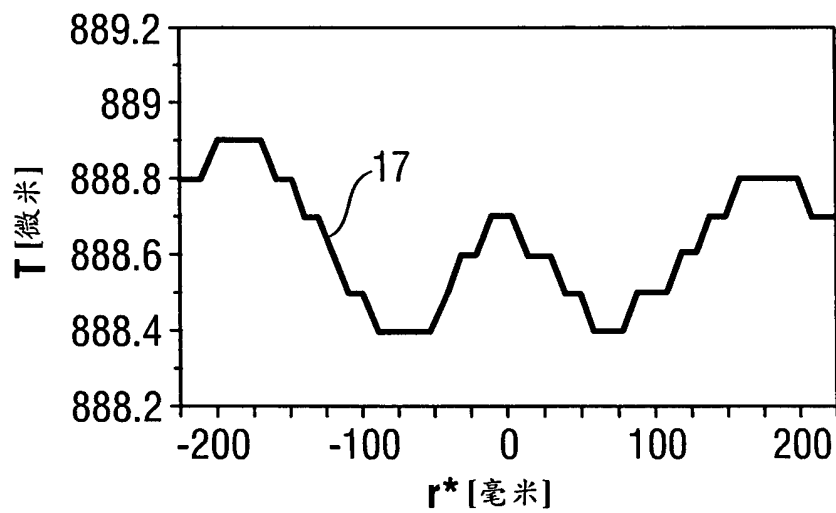
第4圖



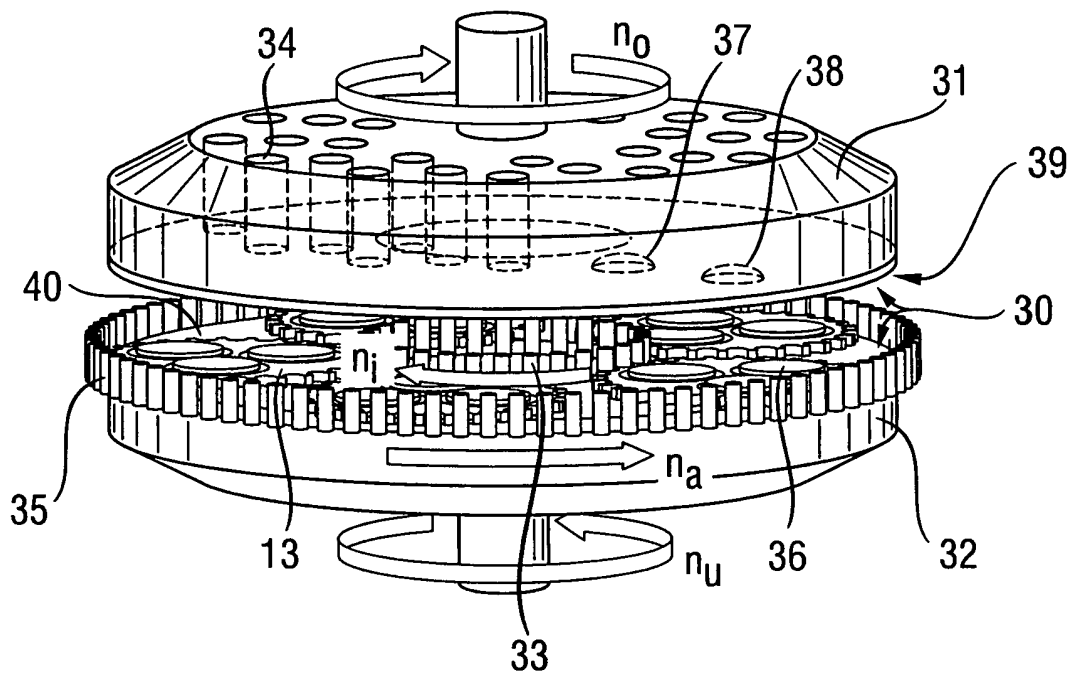
第5圖



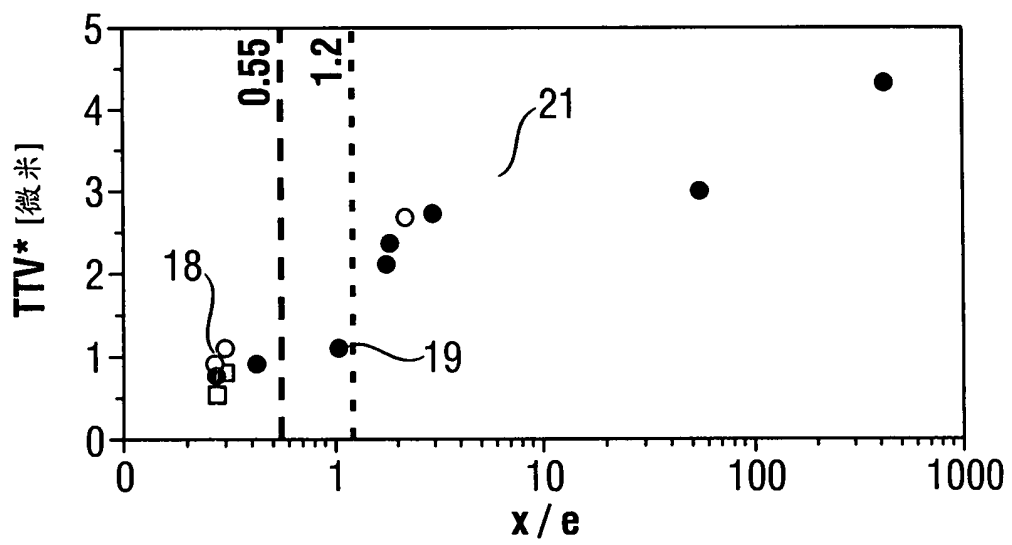
第6圖



第7圖



第8圖



第9圖

四、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：

- 1 用於接收半導體晶圓的開口
- 2 承載器中用於接收半導體晶圓之開口之佈置的節圓
- 3 雙面處理設備裝置的中點
- 4 承載器的中點
- 5 用於接收半導體晶圓之開口的中點
- 6 承載器中用於接收半導體晶圓之開口之佈置之繞著承載器中點的圓形包絡線
- 7 承載器之外齒結構的節圓
- 8 承載器中點繞著雙面處理設備裝置之中點轉動的節圓(行星路徑)
- 9 連接兩個相鄰承載器之中點的直線
- 10 環形工作盤的外邊緣
- 11 環形工作盤的內邊緣
- 12 半導體晶圓超出工作盤邊緣的區域
- 13 承載器
- 14 內驅動環的節圓
- 20 外驅動環的節圓
- 40 下工作層
- e 承載器中用於接收半導體晶圓之開口之佈置的節圓半徑(開口的偏心距)

r 承載器中用於接收半導體晶圓之圓形開口的半徑

R 承載器中點繞著雙面處理設備裝置中點轉動的節圓半徑(行星路徑半徑)

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

七、申請專利範圍：

1. 一種在一雙面處理設備的兩個轉動的環形工作盤之間對至少三個半導體晶圓的兩面同時進行材料去除處理的方法，其中，該雙面處理設備具有一滾動裝置，該滾動裝置使至少三個承載器轉動，且每個承載器恰具有一個開口，半導體晶圓分別以可自由移動的方式嵌入該開口中，使得該等半導體晶圓在該等工作盤之間以擺線軌跡移動，且其中該等承載器在該雙面處理設備中的佈置以及該等開口在該等承載器中的佈置滿足以下不等式：

$$R/e \cdot \sin(\pi / N^*) - r/e - 1 \leq 1.2$$

其中，

N^* 表示周角與相鄰承載器以最大距離嵌入該滾動裝置中時之角度的比；

r 表示用於接收半導體晶圓的開口的半徑；

e 表示繞著該佈置有開口之承載器之中點的節圓半徑；以及

R 表示該等承載器藉助於該滾動裝置在該等工作盤之間移動的節圓半徑。

2. 如請求項 1 所述的方法，其中該等承載器在該雙面處理設備中的佈置以及該等開口在該等承載器中的佈置滿足以下不等式：

$$0.05 \leq R/e \cdot \sin(\pi / N^*) - r/e - 1 \leq 0.55。$$

3. 如請求項 1 或 2 所述的方法，其中該半導體晶圓具有 400 毫

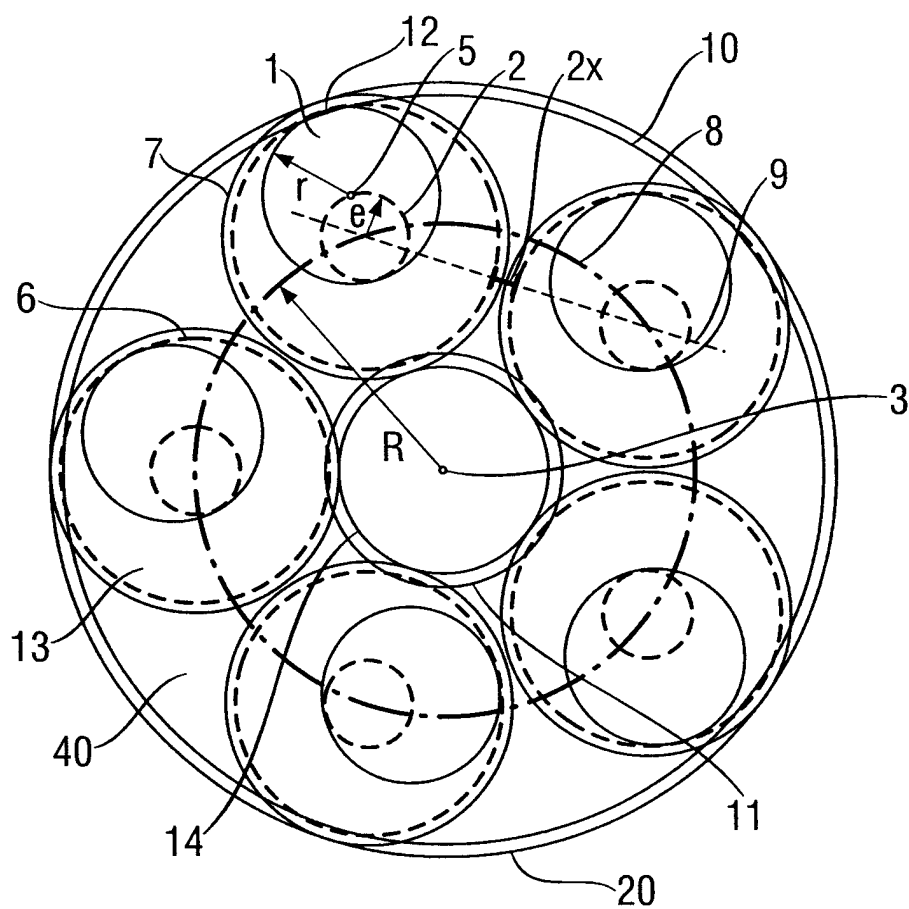
米或更大的直徑。

4. 如請求項 1 或 2 所述的方法，其中所有該等承載器的開口具有相同的尺寸，且係以相同的方式佈置在該等承載器上。
5. 如請求項 3 所述的方法，其中所有該等承載器的開口具有相同的尺寸，且係以相同的方式佈置在該等承載器上。
6. 如請求項 1 或 2 所述的方法，其中，在每個承載器上均限定出一繞著該承載器中點的圓形包絡線，該圓形包絡線正好完全包圍該用於接收半導體晶圓的開口，且其中該等承載器佈置在該滾動裝置中而使相鄰承載器的圓形包絡線之間的距離，相對於相鄰圓形包絡線之間的平均距離的偏差的絕對值的總和最小。
7. 如請求項 3 所述的方法，其中，在每個承載器上均限定出一繞著該承載器中點的圓形包絡線，該圓形包絡線正好完全包圍該用於接收半導體晶圓的開口，且其中該等承載器佈置在該滾動裝置中而使相鄰承載器的圓形包絡線之間的距離，相對於相鄰圓形包絡線之間的平均距離的偏差的絕對值的總和最小。
8. 如請求項 4 所述的方法，其中，在每個承載器上均限定出一繞著該承載器中點的圓形包絡線，該圓形包絡線正好完全包圍該用於接收半導體晶圓的開口，且其中該等承載器佈置在該滾動裝置中而使相鄰承載器的圓形包絡線之間的距離，相對於相鄰圓形包絡線之間的平均距離的偏差的絕對值的總和

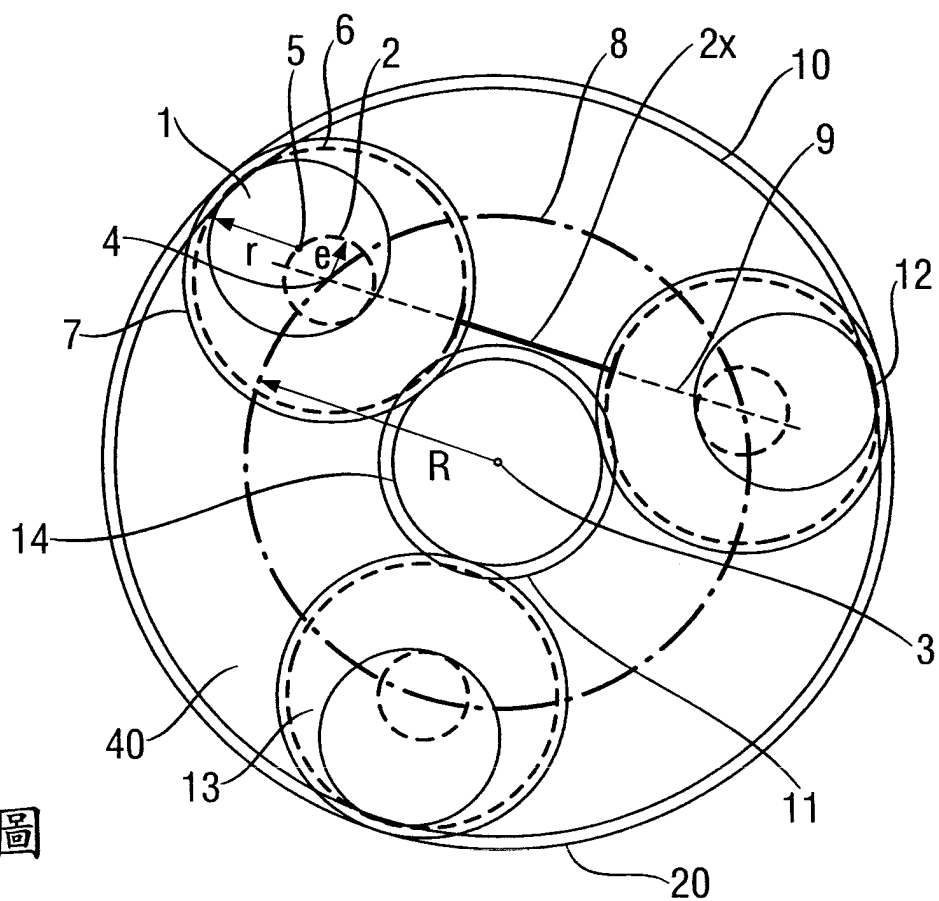
最小。

9. 如請求項 5 所述的方法，其中，在每個承載器上均限定出一繞著該承載器中點的圓形包絡線，該圓形包絡線正好完全包圍該用於接收半導體晶圓的開口，且其中該等承載器佈置在該滾動裝置中而使相鄰承載器的圓形包絡線之間的距離，相對於相鄰圓形包絡線之間的平均距離的偏差的絕對值的總和最小。

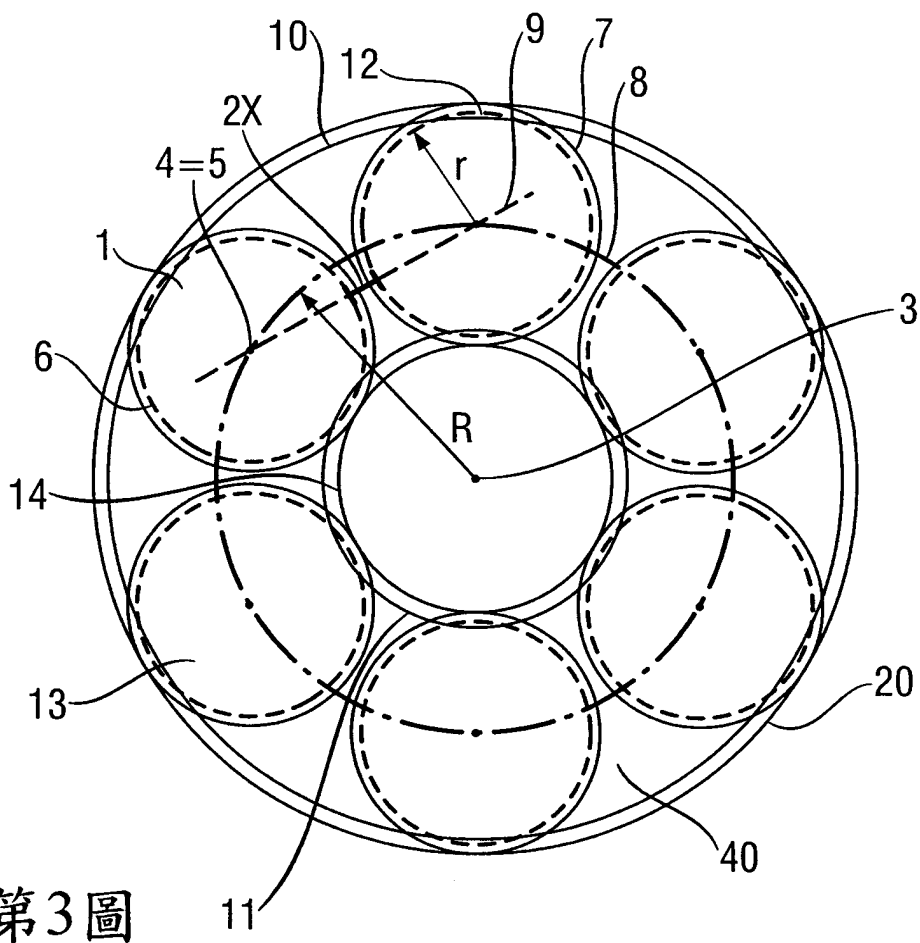
10. 如請求項 6 所述的方法，其中，所有的相鄰承載器的圓形包絡線之間的距離係相同。



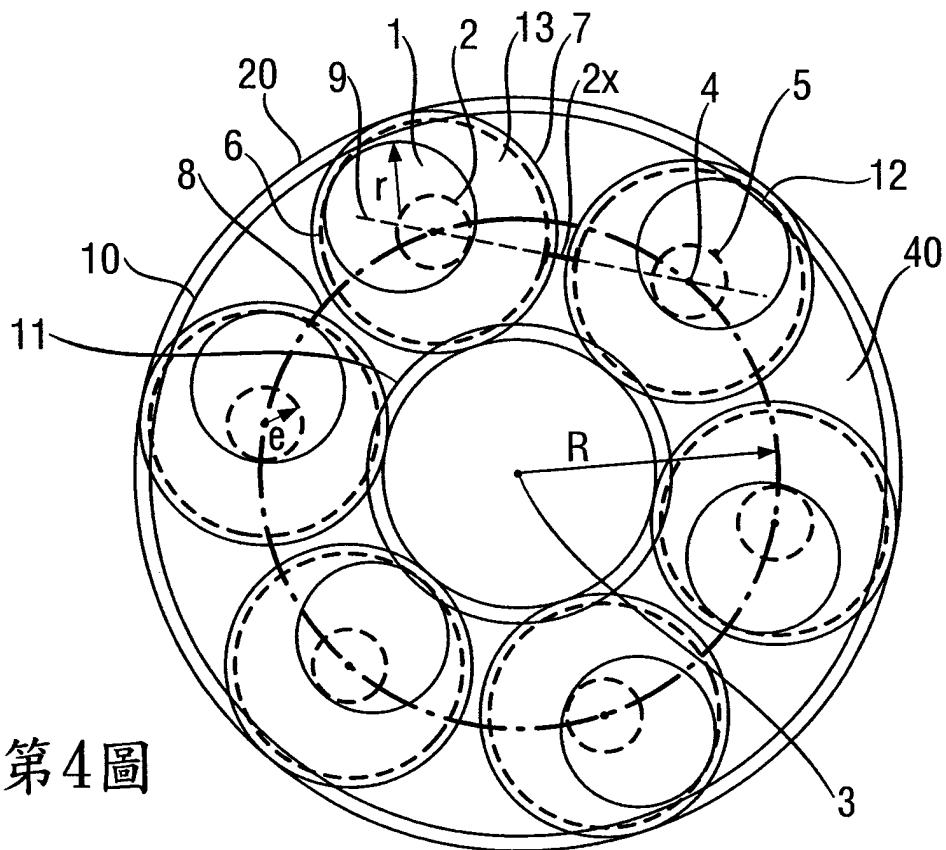
第1圖



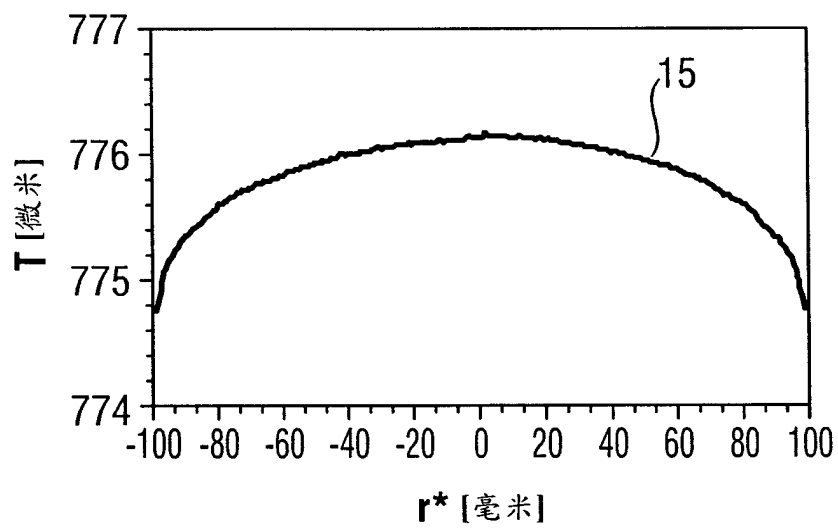
第2圖



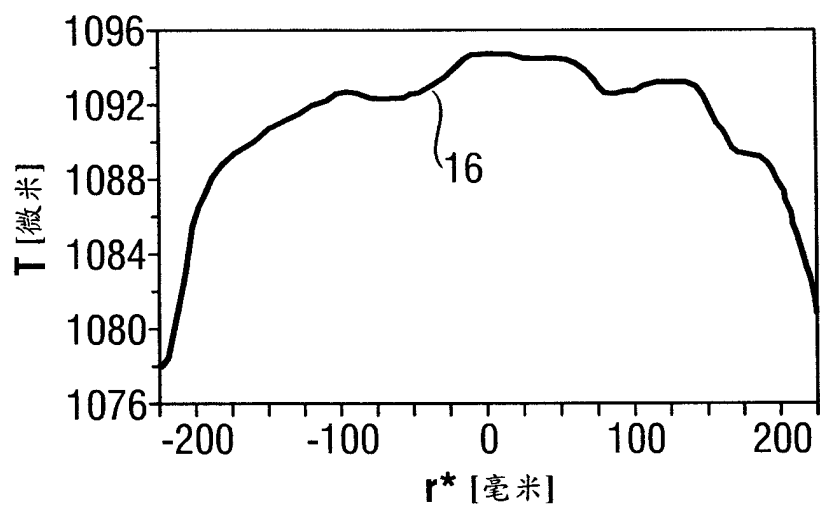
第3圖



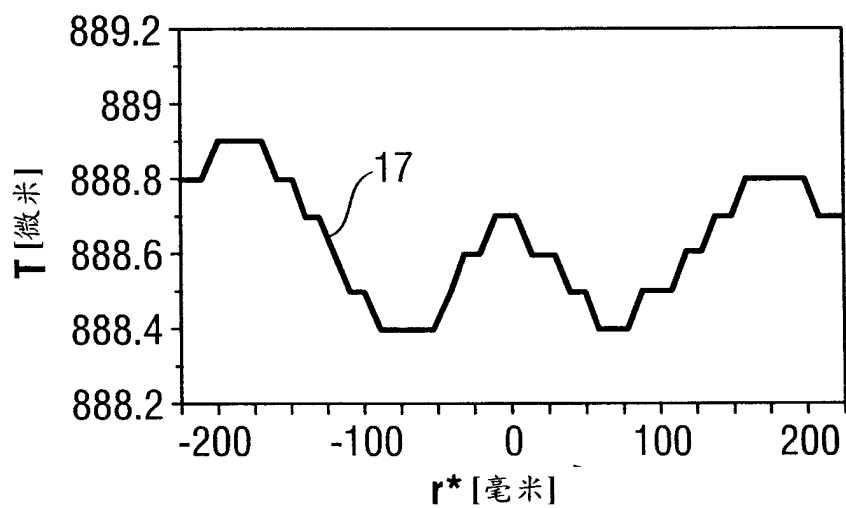
第4圖



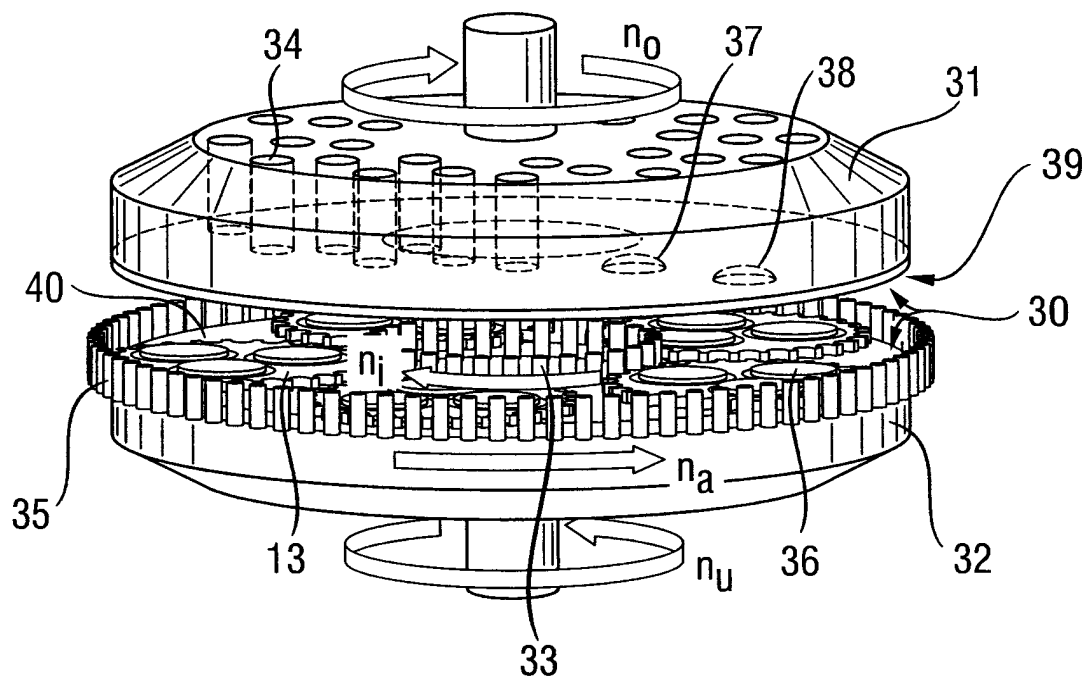
第5圖



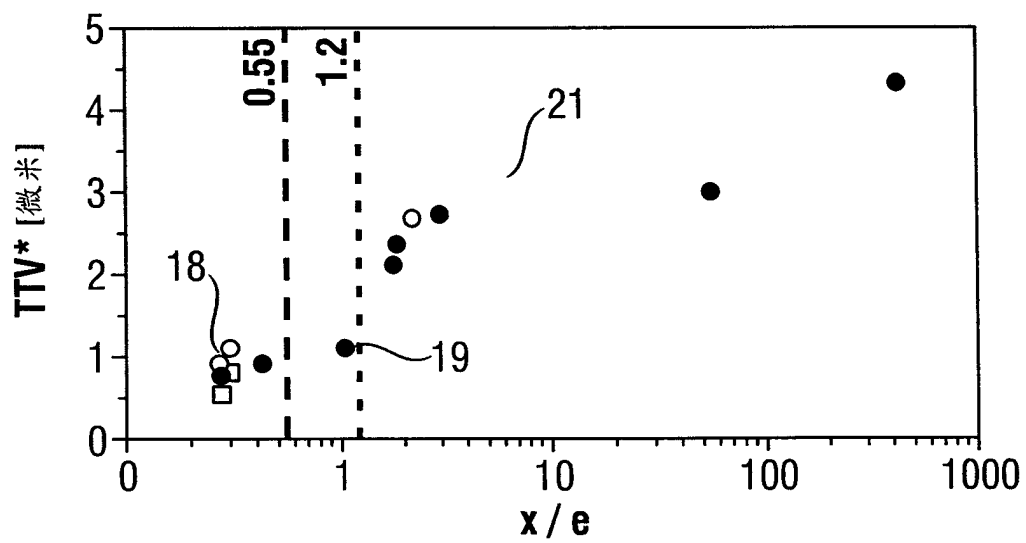
第6圖



第7圖



第8圖



第9圖