I701708

(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 I701708 B**

(45)公告日： 中華民國 109 (2020) 年 08 月 11 日

(21)申請案號：106105124　(22)申請日： 中華民國 106 (2017) 年 02 月 16 日

(51)Int. Cl.：　*H01L21/02　(2006.01)*　*H01L21/30　(2006.01)*

(30)優先權：2016/02/24　美國　62/299,349

(71)申請人：德商蘇士微科技印刷術股份有限公司 (德國) SUSS MICROTEC LITHOGRAPHY GMBH　(DE)

德國

(72)發明人：強生　黑爾 JOHNSON, HALE (US)；喬治　葛瑞格利 GEORGE, GREGORY (US)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

US　2014/0318683A1

審查人員：林士淵

申請專利範圍項數：29 項　圖式數：27　共 77 頁

(54)名稱

半導體接合設備及相關技術

(57)摘要

一種半導體結構接合設備被揭露。該設備可包括校平調整系統(leveling adjustment system)，其被建構來提供該設備的上塊體組件及下塊體組件的校平調整。在一些例子中，該校平調整系統可包括多個螺紋柱、異螺距螺紋式(differentially threaded)調整軸套、及校平套筒。在一些例子中，該校平調整系統可進一步包括多個預加載彈簧，其被建構來提供一給定的預加載能力和調整範圍。在一些例子中，該校平調整系統可進一步包括一測力器(load cell)，該等螺紋柱的一者可被插入穿過該測力器。在一些實施例中，該上塊體組件可進一步包括一反作用力板(reaction plate)，其被建構來減小該上塊體組件的變形。在一些實施例中，該上塊體組件可進一步包括一隔熱板，其被建構來提供服貼的撓曲(compliance deflection)且可如所需地是單片式或多片式構造。

指定代表圖：

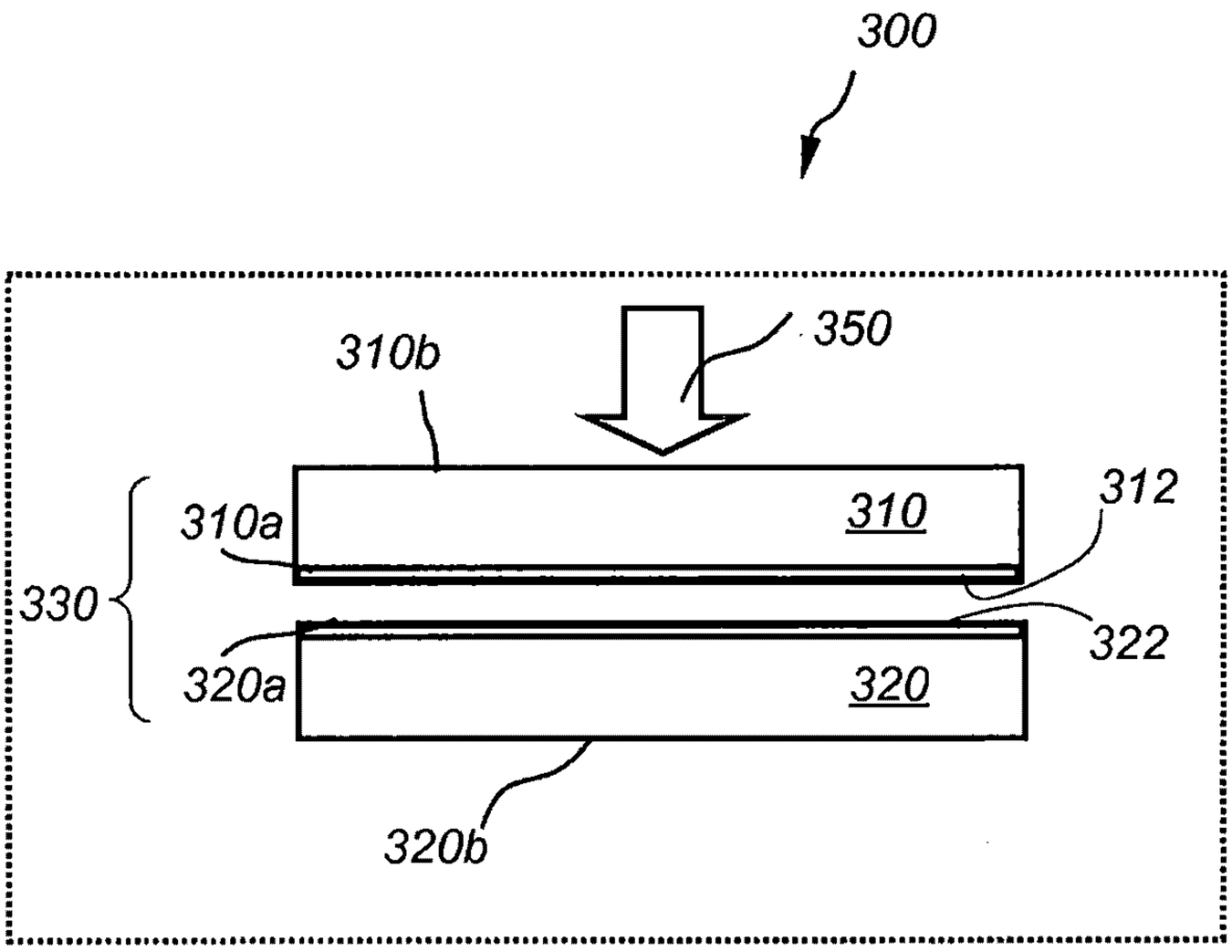


圖 1

符號簡單說明：

300・・・晶圓接合系統

310・・・第一晶圓

312・・・接合層

310a・・・第一表面

320・・・第二晶圓

322・・・接合層

320a・・・第一表面

350・・・力

310b・・・第二表面

320b・・・第二表面

公告本

I701708

發明摘要

※申請案號：106105124

※申請日：106年02月16日　　※IPC分類：*H01L 21/02* (2006.01)
H01L 21/30 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

半導體接合設備及相關技術

Semiconductor bonding apparatus and related techniques

【中文】

一種半導體結構接合設備被揭露。該設備可包括校平調整系統(leveling adjustment system)，其被建構來提供該設備的上塊體組件及下塊體組件的校平調整。在一些例子中，該校平調整系統可包括多個螺紋柱、異螺距螺紋式(differentially threaded)調整軸套、及校平套筒。在一些例子中，該校平調整系統可進一步包括多個預加載彈簧，其被建構來提供一給定的預加載能力和調整範圍。在一些例子中，該校平調整系統可進一步包括一測力器(load cell)，該等螺紋柱的一者可被插入穿過該測力器。在一些實施例中，該上塊體組件可進一步包括一反作用力板(reaction plate)，其被建構來減小該上塊體組件的變形。在一些實施例中，該上塊體組件可進一步包括一隔熱板，其被建構來提供服貼的撓曲(compliance deflection)且可如所需地是單片式或多片式構造。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(１)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

300：晶圓接合系統

310：第一晶圓

312：接合層

310a：第一表面

320：第二晶圓

322：接合層

320a：第一表面

350：力

310b：第二表面

320b：第二表面

【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)

半導體接合設備及相關技術

Semiconductor bonding apparatus and related techniques

〔相關申請案〕

本專利申請案主張 2016 年 2 月 24 日提申，名稱為 'Simplified Apparatus and Method for Semiconductor Bonding' 的美國暫時申請案第 62/299,349 號的好處，而且本案和 2007 年 6 月 21 提申之名稱為 'Apparatus and Method for Semiconductor Bonding' 的美國非暫時申請案第 11/766,531 號(其在 2011 年 5 月 24 日獲准為美國專利第 7,948,034 號)有關。這些專利申請案和專利案的每一者皆藉由參照而被併於本文中。

【技術領域】

[0001] 本揭露內容係關於用於半導體接合的設備和方法，尤其是關於一種簡化的強大力量的半導體接合設備和方法。

【先前技術】

[0002] 本揭露內容係關於描述在本案申請人同時擁有的美國專利第 7,948,034 號中的方法和設備的改良，該

專利案的內容藉由參照而被併於本文中，就如同它的全部內容被揭露於本文中一樣。

[0003] 消費者想要更便宜的電子和電氣裝置。製造消費性電子及電氣裝置的一個最主要的成本是半導體裝置的成本，該等半導體裝置提供讓消費者想要這些電子裝置的真正的特徵。半導體裝置的製造商因而持續找尋降低半導體裝置的製造成本的方式。在決定半導體裝置的單位成本時的一個關鍵的因素是出現在一給定的批量中的瑕疵。如可被瞭解地，因為瑕疵所造成的半導體裝置的損失對製造商會產生財務上的損失，這通常會藉由提高單位價格來予以彌補。瑕疵會被導入到半導體裝置的製程中的一個區域就是在基材晶圓接合的時候。晶圓接合涉及了在受控制的氛圍中施加熱、力、及有時候是電壓於兩片或更多片對齊的晶圓構成的堆疊上。任何晶圓接合的目標就是要製造出在整個晶圓區域內都很均勻，沒有會對晶圓與晶圓對準的不利影響之高度一致性的接合。為了更好的接合結果，面與面之間的壓力會相當地高，因此，將很大的力施加至將被接合的晶圓上是所想要。例如，在一個 200mm 直徑的晶圓上施加 100kN 的力或在一個 300mm 直徑的晶圓上施加 225kN 的力。然而，雖然能夠形成接合，但強大的力亦會造成施加這些力的傳統接合工具撓曲和變形，造成面與面之間壓力均勻性不佳、接合品質不穩定、晶圓移位、及接合後碗形化(post-bond bowing)的結果，並造成藉由使用強大的接合力來達成改良的償試失敗。在傳統的系統

中，壓力的不均勻性在整個接合界面上高達 50%。

[0004] 因此，提供一種可施加均勻的壓力於整個接合界面上的設備是所想要的。提供一種比現今的設備更簡化且便宜，而且比習知設備更容易裝設及使用的設備亦是所想要的。

【發明內容】

[0005] 本申請案的發明主體在一些例子中涉及了相關聯的產品、一特定問題的替代性解決方案、及/或一單一系統或物件的多種不同的用途。

[0006] 一示範性實施例提供一種半導體結構接合設備，其包括:一下塊體組件，其包括一第一表面，其被建構來接受至少一半導體晶圓於其上；一上塊體組件，其包括一第二表面，其被建構成在施加接合力於該至少一半導體晶圓上時將和該第一表面接觸；及一校平調整系統，其被建構來提供該上塊體組件相對於該下塊體組件的校平調整。該校平調整系統包括:一第一螺紋柱；一包圍該第一螺紋柱的第一異螺距螺紋式(differentially threaded)調整軸套；一包圍該第一異螺距螺紋式調整軸套的第一校平套筒；一第二螺紋柱；一包圍該第二螺紋柱的第二異螺距螺紋式調整軸套；及一包圍該第二異螺距螺紋式調整軸套的第二校平套筒。在一些例子中，該第一異螺距螺紋式調整軸套和該第二異螺距螺紋式調整軸套的至少一者被建構成微米驅動系統，其具有第一螺距的外螺紋和第二螺距的內

螺紋，第二螺距不同於第一螺距。在一些例子中，該第二螺距比第一螺距小 0.5mm。在一些例子中，該第一異螺距螺紋式調整軸套和該第二異螺距螺紋式調整軸套的至少一者被建構來提供 1.0mm 或更小的有效螺距解析度。在一些例子中，該第一校平套筒和該第二校平套筒的至少一者包括一肩部，其被建構來接納一緊固件，使得該第一校平套筒和該第二校平套筒的該至少一者在該上塊體組件相對於該下塊體組件的校平調整期間被防止轉動。在一些例子中，該第一校平套筒和該第二校平套筒的至少一者包括一夾鉗，其與之一體形成且被建構來提供徑向夾鉗力，該徑向夾鉗力在完成該上塊體組件相對於該下塊體組件的校平調整之後被旋緊時可減小 Z 軸運動。在一些例子中:該設備進一步包括一附裝板，其可操作地和該第一螺紋柱和該第二螺紋柱耦合且被建構來將來自該上塊體組件的負荷分散到該第一螺紋柱和該第二螺紋柱；且該校平調整系統進一步包括多個預加載的彈簧，其被設置在該附裝板和該第一螺紋柱和該第二螺紋柱的至少一者之間。在一些例子中，該等多個預加載的彈簧的至少一者是 Belleville 式圓錐盤形墊圈(washer)。在一些這種例子中，該等多個預載彈簧被建構來提供下列至少一者:至少 5kN 的預加載力；及在約±2mm 的範圍內的調整範圍。在一些例子中，該校平調整系統進一步包括一上間隔片擋止件，其被設置成蓋在該第一螺紋柱及該第二螺紋柱的至少一者上，在該第一異節距螺紋式調整軸套和該第二異節距螺紋式調整軸套的

一相應的至少一者內，且被建構來接納一緊固件，使得該緊固件和該第一螺紋柱和該第二螺紋柱的該至少一者實體地耦合。在一些例子中，該校平調整系統進一步包括一第三柱，其建構成一不可調整的環架(gimbal)附裝件。在一些例子中，該校平調整系統進一步包括:一第三螺紋柱；及一測力器，該第三螺紋柱可被插入穿過該測力器。在一些這種例子中:該設備進一步包括一附裝板，其可操作地和該第一螺紋柱及該第二螺紋柱耦合且被建構來將來自該上塊體組件的負荷分散到該第一螺紋柱和該第二螺紋柱；且該校平調整系統進一步包括一環架襯套，其被設置在該測力器和該附裝板之間且該第三螺紋柱被插入穿過該環架襯套。在一些此種例子中:該校平調整系統進一步包括一蓋子，其被設置在該第三螺紋柱上且被建構來接納一緊固件，使得該緊固件和該第三螺紋柱實體地耦合。

[0007] 在一些例子中，該上塊體組件進一步包括:一夾頭，其被建構來提供該第二表面，該第二表面被建構成在施加接合壓力於該至少一半導體晶圓上時將和該第一表面接觸；及一反作用力板(reaction plate)，其被設置在該夾頭之上被建構來減小該上塊體組件的變形，該反作用力板包括:一單片式(monolithic)板件；及多個同心的溝槽，其被界定在該單片式板件上且被建構來接納相應的多個密封件；且該設備進一步包括多個埠口，其被建構來將加壓氣體輸送至該反作用力板的多個區域。在一些此種例子中，該反作用力板的該等多個同心的溝槽包括:一第一溝

槽；一第二溝槽，其在該第一溝槽的同心的外部；一第三溝槽，其在該第二溝槽的同心的外部；一第四溝槽，其在該第三溝槽的同心的外部；以及多個埠口，其被建構來將加壓氣體輸送至該反作用力板的該等多個區域，使得在接合 4 英吋直徑的半導體晶圓時，加壓氣體被施加至一介於該第一溝槽和該第二溝槽之間的第一區域；在接合 6 英吋直徑的半導體晶圓時，加壓氣體被施加至該第一區域及一介於該第二溝槽和該第三溝槽之間的第二區域；及在接合 8 英吋直徑的半導體晶圓時，加壓氣體被施加至該第一區域、該第二區域、及一介於該第三溝槽和該第四溝槽之間的第三區域。在一些其它這種例子中，該反作用力板具有一界定於其內的切除部分，其被建構來允許該反作用力板在該處撓曲。

[0008] 在一些例子中，該上塊體組件進一步包括一設置在該反作用力板和該夾頭之間的隔熱板。在一些此種例子中，該隔熱板包括多個楔形件，它們被彼此實體地地分開且被建構來相對於彼此移動。在一些此種例子中，該等多個楔形件被建構成以頂點(vertices)指向一共同的圓心的方式被配置成一圓的形式。在一些其它的這種例子中，該等楔形件的至少一者包括多個由其表面延伸出的突起的凸出物，該等突起的凸出物在該表面上到處彼此間隔開。在一些其它的這種例子中，該等楔形件的至少一者構成一單片式元件。在一些其它的這種例子中，該等楔形件的至少一者構成一多片式元件，其包括:一下板部分；及一上

板部分，其被建構成設置在該下板部分之上且可操作地與該下板部分耦合，使得真空可被保持在一被界定在該下板部分和該上板部分之間的空隙中。在一些此種例子中，該下板部分包括多個突起的凸出物，其被設置在該下板部分的內表面上且在界定於該下板部分和該上板部分之間的該空隙內朝向上該上板部分延伸，該等突起的凸出物在該下板部分的該內表面上到處彼此間隔開。在一些例子中，該隔熱板包括:一下板部分；及一上板部分，其被建構成設置在該下板部分之上且可操作地與該下板部分耦合，使得真空可被保持在一被界定在該下板部分和該上板部分之間的空隙中。在一些此種例子中，該下板部分包括多個突起的凸出物，其被設置在該下板部分的內表面上且在界定於該下板部分和該上板部分之間的該空隙內朝向上該上板部分延伸，該等突起的凸出物在該下板部分的該內表面上到處彼此間隔開。在一些其它的此種例子中，該下板部分和該上板部分的至少一者構成單片式元件。在一些例子中，該隔熱板被建構來提供約 50 微米或更小的服貼撓曲(compliance deflection)。在一些例子中，該校平調整系統進一步包括至少一測力器，該第一螺紋柱和該第二螺紋柱的至少一者被插入穿過該測力器。

[0009] 揭露於本文中的特徵和優點並非是全包式(all-inclusive)，尤其是，許多額外的特徵和優點在熟習此技藝者參考圖式、說明書、及申請專利範圍之後將會變得很明顯。此外，應指出的是，使用於本說明書中的語言原

則上係為了易讀性及介紹的目的，而不是為了限制發明主體的範圍的目的來加以選擇。

【圖式簡單說明】

[0010] 參考圖式，其中相同的標號代表在所有數個視圖中的相同元件：

圖 1 是先前技術的晶圓接合系統的示意圖；

圖 2A 是有限元素分析結果，其顯示沿著圖 1 的前技術的晶圓接合系統的接合界面的位移；

圖 2B 是有限元素分析結果，其顯示沿著圖 1 的前技術的晶圓接合系統的接合界面的 Von Mises 應力；

圖 3 是晶圓接合系統的示意圖；

圖 4A 是有限元素分析結果，其顯示沿著圖 3 的前技術的晶圓接合系統的接合界面的位移；

圖 4B 是有限元素分析結果，其顯示沿著圖 3 的前技術的晶圓接合系統的接合界面的 Von Mises 應力；

圖 5 是晶圓接合系統的另一實施例的示意圖；

圖 6 是一晶圓接合設備的示意剖面圖；

圖 7 是晶圓接合設備的立體圖；

圖 8 是圖 7 的晶圓接合設備的剖面圖；

圖 9A 是圖 8 的晶圓接合設備的剖面圖，其包括一晶圓輸送夾具；

圖 9B 是圖 9A 的上塊體組件的一部分的詳細剖面圖；

圖 10 是圖 9 的晶圓接合設備的剖面圖，其中，晶圓和上及下塊體組件接觸(近接位置)；

圖 11 是圖 10 的晶圓接合設備的的詳細剖面圖；

圖 12 是圖 8 的晶圓接合設備的的詳細剖面圖，其包括上及下組件的剖面圖；

圖 13 是圖 8 的晶圓接合設備中的對準系統的一實施例的詳細剖面圖；

圖 14A 是圖 8 的晶圓接合設備的的隔熱板的詳細剖面圖；

圖 14B 是圖 14A 的區域 A 的示意剖面圖；

圖 15 是圖 8 的上塊體組件的一部分的詳細剖面圖；

圖 16 是晶圓載具夾具和晶圓裝載系統的立體圖；

圖 17A 是該晶圓載具夾具的上視立體圖；

圖 17B 是圖 17A 的晶圓載具夾具內的晶圓間隔片及夾持系統的細部圖；

圖 18 是晶圓加熱器系統的示意圖；

圖 19 是晶圓加熱器系統和隔熱系統的分解圖；及

圖 20 是晶圓接合系統的另一實施例的剖面圖。

圖 21 是一校平機構的剖面圖。

圖 22 是圖 21 的校平機構的立體圖。

圖 23 是一和該校平機構一起使用的環架座的剖面圖。

圖 24 是反作用力板和相關的構件的剖面圖。

圖 25 是圖 24 的反作用力板的切開的立體圖。

圖 26 是一由多個楔形區段所構成的隔熱板的立體圖。

圖 27 是兩件式隔熱板的立體圖。

[0011] 實施例的這些及其它的特徵在和本案中所揭示的圖式一起閱讀下面的詳細描述後將有更好的瞭解。在圖式中，在不同的圖中被示出的每一相同或近似的構件可用相同的標號來代表。為了清楚的目的，並不是每一構件在每一圖中都被標示。此外，藉由此揭露內容將被瞭解的是，附圖並不是按照比例來繪製，也不是要將被描述的實施例侷限於所示的特定的構造。

【實施方式】

[0012] 參考圖 1，在先前技術的晶圓接合系統 300 中，一在其第一表面 310a 上具有一接合層 312 的第一晶圓 310 和一在其第一表面 320a 上具有一接合層 322 的第二晶圓 320 相接觸，使得兩個接合層 312 和 322 彼此相對。晶圓接合處理包含了藉由施加一力 350 於該第一晶圓 310 的一第二表面 310b 上來將兩片晶圓壓在一起。力 350 通常是用一活塞式機構來施加至晶圓堆 302 的中心，如圖 1 所示。在其它實施例中，力 350 可被施加至在晶圓堆 302 的周邊上或一第二力可和一力 350 同時被施加在該第二晶圓 320 的第二表面 320b 上。沿著接合界面 305 的位移的有限元素分析(FEA)被示於圖 2A 中。吾人觀察到在被施加力 350 的中心區 301 的正下方有一“熱壓力點”的

形成。在該中心區 301 的正下方的一第一球形區域 302 具有 30 微米的等級的位移。在區域 302 的正下方的是另一球形區域 303 其位移的等級是 2-3 微米且在區域 303 的正下方的是區域 304 其位移的範圍是 1 微米。該“熱壓力點”的球形前端向下推進至該接合界面 305 並造成中心區域 306 比邊緣區域 307 更被碗形化。如吾人於上文中提到的，在整個接合表面上的壓力不均勻度可高達 50%。FEA 的 Von Mises 應力被顯示在圖 2B 中。吾人再次觀察到的是，一球形應力前端向下推進至該接合界面 305，其在該接合界面造成中心區域 306 和周邊區域 307 之間的應力差異。區域 308，309 及 311 分別具有 100 安全係數(FOS)等級、50 FOS、及 10FOS 等級的應力。

[0013] 參考圖 3，在一晶圓接合系統 400 中，一具有第一表面 410a 的第一晶圓 410 和一具有一第一表面 420a 的第二晶圓 420 接觸，使得這兩個表面 410a，420a 彼此相對。晶圓接合處理包含了藉由施加“力柱”450 於該第一晶圓 410 的一第二表面 410b 上來將兩片晶圓壓在一起。力柱 450 包括多個力，其被安排成一柱狀，其具有一用來涵蓋該第一半導體晶圓 410 的整個第二表面 410b 的底部尺寸且被建構來施加一均勻的壓力於第一晶圓 410 的整個第二表面 410b 並傳遞一均勻的壓力至該晶圓堆 302 的接合界面 405 上。在其它實施例中，一第二力柱 460 可和該第一力柱 450 同時被施加於該第二晶圓 420 的第二表面 420b 上，如圖 5 所示。在一例子中，力柱 450 是一加

壓氣體柱且施加 100kN 等級的力於一 200mm 的晶圓上，這產生了一約 32000mbar 的壓力。沿著該接合界面 405 的位移和 Von Mises 應力的有限元素分析分別被示於圖 4A 及 4B 中。吾人觀察到具有均勻位移的層 401，402 及 403，以及在該接合界面 405 的中心區域 406 和周邊區域 407 之間沒有差異的均勻壓力區域 404。在一些實施例中，表面 410a，420a 分別具有接合層 412，422，其被建構來促進這兩個晶圓表面 410a，420a 之間一特定種類的接合。接合層 412，422 可以是網格結構、金屬、玻璃、半導體結構、絕緣體、整合的裝置、黏著劑、或任其它促進接合的材料或結構。該系統被設計來實施任何所想要的基材接合處理，其包括用於晶圓對晶圓之陽極接合處理、共晶(eutectic)接合處理、黏著劑接合處理、熔融接合處理、玻璃熔料(glass frit)接合處理、及熱壓接合處理。因此，該系統具有用於控制接合操作參數(其包括基材溫度、接合壓力、及室氛圍、等等)之適當的控制。在其它實施例中，系統 400 被用來接合任何種類的半導體結構或材料，其包括平板結構、積體電路裝置、微電子元件的 3D 整合、及微機電系統(MEMS)的封裝、等等。

[0014] 參考圖 6-14，接合設備 10 大致上如一夾鉗般地操作。設備 10 具有相對的夾塊，其在此實施例中為一上塊體組件 20 和一相對的下塊體組件 22。該下塊體組件 22 具有一夾頭 21，用來固持或以其它方式接納一或多片晶圓於其上。一或多片晶圓 410，420 的一或多個晶圓堆

430 如圖 3 所示地被放置在該設備 10 的該晶圓夾頭 21 上。該下塊體組件 22 被一底板 56 所支撐，該上塊體組件 20 被一頂板 53 支撐。該底板 56 和該頂板 53 被可移動地連接至柱 42。在此實施例中，該下塊體組件 22 和該底板 56 延著 Z 軸向上移動，用以將晶圓堆實質地接觸或幾乎接觸該上塊體組件 20 的承載表面 23S。當達到此近接位置時，底板 56、頂板 53、和上塊體組件 20 的位置被固定，且該下塊體組件 22 沿著箭頭 P1 的方向被向上朝向該上塊體組件 20 移動，用以施加以所想要的高接合壓力於該晶圓堆 430 上。在一例子中，該所想要的接合壓力在 200mm 的晶圓堆上是 100kN 或在 300mm 的晶圓堆上是 225kN。在其它實施例中，該上塊體組件 20 或該上塊體組件 20 與該下塊體組件 22 這兩者被一起移動以施加該所想要的高接合壓力於晶圓堆 430 上並實施界接晶圓表面 410a 和 420a 之間的接合。該上塊體組件 20 和該下塊體組件 22 傳遞實質均勻的高接合壓力(即，沒有實質的壓力差異)於該晶圓接合界面 405 的整個面積上且在該界面沒有造成任何實質的剪應力(如，在晶圓接合界面處實質零剪應力)，這將於下文中詳細說明。造成上述的接合壓力的在該上塊體組件 20 和該下塊體組件 22 內的負荷分佈是在各別負荷承受件內實質真實的柱負荷(column loading)，其實質地消除了會在該上及下塊體組件 20，22 內部以及該設備 10 的其它部分的內部撓曲的負荷偏心度及彎曲力矩。負荷均勻性及可重復性是由該設備 10 的結構骨架 16

來提供，該結構骨架實質地繞過該室殼體 12 以作為該設備 10 的負荷承受件。在該接合界面 405 上的負荷均勻性進一步被該設備 10 用一校平系統 82 來建立，其將該上塊體組件 20 和該下塊體組件 22 的晶圓承載表面 23S，21S 分別保持實質水平或彼此平行並確保接合力被該上塊體組件 20 和該下塊體組件 22 實質垂直於該晶圓堆 430 的接合界面 405 地施加。而且，如將於下文中進一步描述地，該上塊體組件 20 和該下塊體組件 22 在示範性實施例中分別包括加熱器 30，32(或用於晶圓接觸表面 23S，21S 的熱循環的熱循環器)，其分別被承受負荷的(load-bearing)真空隔離系統 70，72 將其與設備結構熱隔離。在消除不想要的熱滲漏並減少(具有相稱的快速循環時間效能之)被熱循環的部分的熱質量(及熱慣量)但仍能夠支撐所想要的負荷(如，在示範性實例中的接合壓力負荷)的同時，該承受負荷的真空隔離系統 70，72 提供最佳的熱隔離效能。在一些實施例中，加熱器 30，32 可具有多於一個的加熱區域。參考圖 18，加熱器 32 包括一第一加熱區 32B 其被建構來加熱晶圓的中心區域及一第二加熱區 32A 其被建構來加熱晶圓的周邊區域。加熱區 32A 和加熱區 32B 係被彼此獨立地控制，用以在整個接合界面 405 達成熱均勻度並降低在晶圓堆邊緣的熱損失。

[0015] 設備 10 能夠接合任何適合的類型或尺寸的晶圓或基材 410，420。例如，基材 410，420 可以是 100mm、200mm、300mm 直徑的半導體基材。在圖 3 所示

的實施例中，晶圓 410，420 彼此實質相似。在其它實施例中，晶圓堆 430 可包含不同類型或不同尺寸的晶圓。晶圓堆 430 在圖 3 中為了舉例的目的而被顯示為具有兩個晶圓 410，420。可被瞭解的是，晶圓堆 430 可包括想要被接合在一起之任何數量的晶圓。被接合的表面 410a，410b 可分別包括接合層 412 及 422，且接合層 412，422 可以是金屬、網隔結構、半導體結構、絕緣體、黏著劑、或玻璃、等等。

[0016] 仍參考圖 6-14，且更詳細地，接合設備 10 包括一室 12。該室 12 是閉合的或以其它方式被建構成具有一受控制的氛圍(譬如，鈍氣氛圍)、或被一渦輪幫浦系統 161 保持在真空條件下，如圖 7 所示。在其它實施例中，該設備可不包括一室。如圖 7 中所見，室 12 包括一進出埠口 14。該進出埠口 14 的大小被作成可允許一載具夾具 24 被放入該室 12 或從該室 12 取出，如圖 9 所示。在一些實施例中，一預先裝載的室 15 透過該埠口 14 和該室 12 相連通，如圖 7 所示。埠口 14 有一門(未示出)用來在有需要的時候關閉該埠口。為了要將晶圓堆載入被抽空的室 12，首先，該埠口的門被關閉，且具有被預先對齊的晶圓 410，420 的載具夾具 24 被放入該預先裝載的室 15 內。接下來，該預先裝載的室 15 被抽空，然後該埠口的門被打開且具有被預先對齊的晶圓 410，420 的載具夾具 24 被置於室 12 中。該埠口的門再次被關上。為了取出被結合的晶圓，該被預裝載的室 15 被抽空，然後該埠的門

被打開，且具有被結合的晶圓 410，420 的載具夾具 24 從該室 12 被取出，且該埠口的門再次被關閉。載具夾具 24 固持之前被對齊的晶圓堆 430。一可自動地或以其它方式手動地操作的傳送裝置 480(譬如，一傳送臂或滑板)被用來將該載具夾具 24 移動進出該室 12，如圖 16 所示。在圖 17A 所示的一實施例中，該載具夾具 24 是一圓形環 280 且包括三個間隔片(spacer)和夾鉗組件 282a，282b，282c，其以相隔約 120 度的方式被對稱地配置在該圓形環的周邊。每一間隔片和夾鉗組件 282a，282b，282c 包括一間隔片 284 和一夾鉗 286。間隔片 284 建構來將第一和第二晶圓 410，420 設定一預定的距離。為了要在兩個晶圓之間設定不同的間距，可選擇具有不同厚度的間隔片。當間隔片被插入到晶圓之間，該夾鉗被向下夾，用以將兩片晶圓的位置鎖定。每一間隔片 284 和每一夾鉗 286 分別被線性致動器 283 及 285 獨立地作動。為了該接合處理，該被對齊的晶圓 410，420 被置於該載具夾具 24 內且被間隔片 284 間隔開，然後被夾鉗 286 向下夾。具有該被夾的晶圓的該夾具被插入到該接合室 12 內，然後每一夾鉗一次被鬆開一個夾鉗、間隔片被取出、然後再被夾緊。當所有間隔片被取出時，該等晶圓再被夾緊，且該兩個晶圓被一氣動地控制的中心銷 290 堆疊在一起，然後力柱 460 被施加以實施該接合處理。該等晶圓係用一可自動地或手動地調整的力將其堆疊在一起。

[0017] 如圖 8 所示，該上塊體組件 20 及/或該下塊體

組件 22 的至少一者被可移動地保持在該室 12 內，在圖 8 所示的實施例中，該上塊體組件 20 和該相對的下塊體組件 22 被顯示成垂直夾鉗的構造。在其它實施例中，相對的該上塊體組件 20 和該下塊體組件 22 可被配置成包括水平夾鉗構造在內的任何其它想要的夾鉗方向。在該示範性實施例中，該上塊體組件 20 被固定，且該下塊體組件 22 可沿著箭頭 P1 的分向移動，如圖 6 所示。該下塊體組件 22 和該底部支撐板 56 亦如同一單元般地沿著 Z 方向(圖 6 所示)被一適當的裝置 100(其在本文中被稱為一 z 驅動器 100)移動。在該示範性實施例中，該下塊體組件 22 具有一活動部分 22M，它可獨立於該 z 驅動器 100 之外地被一適當的致動器 52 移動於箭頭 P1 所示的方向上，這將於下文中詳細討論。在該等示範性實施例中，該 z 驅動器 100 提供該下塊體組件 22 和該底部支撐板 56 總移動(gross motion)，且該致動器 52 移動該下塊體組件 22 的該活動部分 22M 以進行接合。在其它實施例中，z 驅動器 100 將該上塊體組件 20 向下移動於和該被顯示的 Z 方向相反的方向上。該上塊體組件 20 和該下塊體組件 22 具有相應的安置表面(seating surface)23S，21S。該上及下塊體組件 20，22 以及安置表面 23S，21S 被作成所需要的大小以產生適當的接合壓力於晶圓堆上。如之前提到的且將於下文中描述的，安置表面 23S，21S 具有熱控制(即，可被加熱及/或被冷卻)。該熱控制是由任何適合的熱控制器來提供。在一例子中，安置表面 23S，21S 是用適合的硬材料

(譬如，碳化矽(SiC))製成。

[0018] 現參考圖 7 及圖 8，該室 12 大致上包含一外殼或殼 16，它被實質地封閉用以將室內部與外界隔離。在該被示出的示範性實施例中，該殼 16 大致上是環形，但在其它實施例中，殼可具有任何想要的形狀。該室殼 16 被一骨架或支撐架 40 支撐在一所想要的底座或基座結構 18 之上。該底座結構 18 是任何所想要的類型及形狀且為了舉例的目的而被顯示為一位在該室 12 底下的實質扁平的板子 18。該底座結構 18 是實質堅硬的且在其它實施例中可具有任何想要的尺寸、形狀、及相對於該室的位置。該設備 10 的該骨架結構 40 具有實質硬的構件，其被附裝至該殼 16 且和該底座結構 18 接合以承載該殼 16。該骨架結構 40 亦被附裝至該設備 10 的該上塊體組件 20 和該下塊體組件 22，使得在施加該接合力的期間，在該上塊體組件 20 和該下塊體組件 22 上的反作用力被分散至該骨架結構 40 而不是該室殼 16。在該示範性實施例中，該骨架 40 實質上是一位在該室 16 外面的外框架。在其它實施例中，該骨架 40 可以如所需要地是一位在該室內部的內框架。在該示範性實施例中，該骨架 40 包含實質上硬的柱 42(為了舉例的目的而有三個柱被示出，但任何所想要的數量都可被使用)。柱 42 的一端被固定至該底座結構 18。該等柱 42 被實質相等地散佈在該殼 16 的周圍。為了所想要的剛性，該等柱 42 的大小和形狀可如所需地加以選擇。該骨架 40 亦可包括一上附裝板 46。如可在圖

7 中看得最清楚地，該附裝板 46 係用任何想要的附裝機構(譬如，熔接、硬焊、或機械式緊固件)而被附裝至殼 16。在其它實施例中，該殼 16 和附裝板 46 可被形成為單一元件。該附裝板 46 是一實質硬的元件。該附裝板 46 的硬度大致上和該骨架 40 的其它部分(包括柱 42 在內)的硬度相稱，其至少回應該接合壓機施加於其上的反作用力負荷(reaction load)。在其它實施例中，將該殼 16 和該室 12 內部的其它接合壓機構件附裝至該骨架的該附裝板 46 可具有任何其它想要的形狀。如圖 8 中所見，柱 42 的另一端被附裝至該附裝板 46。介於每一柱 42 和附裝板 46 之間的連接件 44 可以是雙向的、能夠沿著柱 42 的軸支撐朝向及遠離該底板 18 的軸向負荷。每一柱的連接件 44 可(沿著柱的軸上、下地)調整以確保在來自該室和設備構件的靜態負荷和在接合處理期間的靜態和動態負荷之下每一柱 42 皆實質均勻地承重。在該示範性實施例中，該連接件 44 在和該附裝板 46 界接的相反側上係大致地對稱。該連接件 44 可包括嚙合件 44E(例如，螺紋臂)其(例如藉由正的嚙合表面或夾鉗)與柱 42 嚙合且具有一用來承受來自該附裝板的負荷的承受表面。該連接件 44 可包括承受件，用以確保來自該附裝板的負荷均勻地分佈在嚙合件 44E 的承受表面上。在其它實施例中，承受該室外殼及接合壓機之介於柱 42 和骨架 40 及附裝板 46 之間的連接件可具有任何適合的構造。在該示範性實施例中，該連接件 44 可被預先裝載(如，藉由旋轉嚙合件 44E)，用以排除在

接合操作期間的任何不想要的柱 42 的位移。

[0019] 如圖 8 中所見且如之前提到的，在該示範性實施例中，該上塊體組件 20 和該下塊體組件 22 被附裝置該骨架 40。該上塊體組件 20 被一跨距支撐結構 53 附裝至該骨架 40，這將於下文中詳細說明。來自該上塊體組件 20 的靜態及動態負荷(其包括接合負荷在內)被該跨距結構 53 實質上整個承受且透過該附裝板 46 而被該跨距結構 53 分佈至柱 42 上。該下塊體組件 22 透過一底座結構 56 而被附裝至柱 42。在所示的該示範性實施例中，該底座結構 56 大致上具有一跨距結構(span)56S 及一阻擋支撐座 56T。在其它實施例中，支撐該下塊體組件的座結構可具有任何其它所想要的構造。在該示範性實施例中，該跨距結構 56S 被顯示成例如一板子，但可具有任何其它所想要的形式，且藉由線性滑件 43 而被附裝至柱 42。因此，在該示範性實施例中，該底座結構 56 和該下塊體組件 22 能夠移動在箭頭 z 所標示的方向上(z 方向上)。柱 42 可用作為下塊體組件 z 方向運動的引導件。在圖 8 所示的該示範性實施例中，z 驅動器 100(它可以是任何適合的驅動器(如，電動的線性驅動件器、氣動式驅動器、或液壓式驅動器等等))被連接至該跨距結構 56S 且可將該底座結構 56 和該下塊體組件 22 當作一個整體移動於該 z 方向上。該 z 驅動器 100 可被附裝至底座結構 18。如圖 8 中所見，該支撐座 56T 被連接至該下塊體組件 22。在該示範性實施例中，該支撐座 56T 大致上延伸至該殼 16 內。一介於該

殼 16(在此例子中，其被顯示為該殼的圍板 16P)和該支撐座 56T 之間的伸縮囊式密封件 16S 將該室的內部隔絕並容納該底座結構 56 和該下塊體組件 22 的 z 方向運動。示於圖 8 中的該底座結構 56 只是示範性質，且在其它實施例中，該結構可具有任何所想要的構造。在該範性的實施例中，該底座結構 56 具有一底座表面 58，它和該下塊體組件 22 的底部嚙合。

[0020] 如圖 8 中所見，該下塊體組件大致上包括一具有晶圓支撐表面 21S 的夾頭 21、一加熱器(或熱循環器)32、及凸緣 36。該加熱器 32 被該凸緣 36 所支撐。該加熱器 32 和該凸緣 36 被一承受負荷的真空絕緣系統 72(其將於下文中進一步描述)熱隔絕。該凸緣 36 被一熱調節器(如，一水冷式系統)保持在一所想要的穩態溫度。該夾頭 21 被連接至該加熱器 32，使得該晶圓支撐表面 21S 以及位於其上的晶圓被該加熱器 32 加熱。該夾頭 21、加熱器 32 及凸緣 36 形成該下塊體組件 22 的活動區段 22M。該活動區段 22M 可相對於該下塊體組件 22 的底座區段 22B 移動於方向 P1 上，如圖 9 所示。在該示範性的實施例中，該下塊體組件 22 包括一作動器 52，其獨立於該 z 驅動運動之外地作動該活動區段 22M，並產生一實質地分散於該下塊體組件 22 的整個承受表面 21S 的力柱。在該示範性的實施例中，該作動器 52 被加壓氣體驅動，但在其它實施例中，該作動器可被能夠產生一實質均勻地分佈於整個晶圓承載表面上的力柱的液壓機構或磁性

機構驅動。在圖 8 所示的該示範性實施例中，該作動器 52 具有一活動的板件 54 及一底座件或反作用力件 55。在此實施例中，該底座件 55 係固定不動地座落在該底座結構 56 的表面 58 上。伸縮囊式密封件 52B 將該作動器 52 的板件 54 和底座件 55 接合起來並將該作動器與室內部隔離，如圖 13 所示。可被瞭解的是，一所想要的氣體(如，乾淨的空氣或鈍氣，譬如氮氣，N_2)為了作動而被導入到該板件 54 和該底座件 55 之間。該氣體的壓力被控制以達到用來接合該晶圓堆之所想要的壓力(如，在 200mm 晶圓上約 100kN；在 300mm 晶圓上約 225kN)。在該示範性實施例中的該板件 54 具有一壓力面表面 54F，它和該夾頭 21 的該晶圓支撐表面 21S 實質相似(如，在形狀和大小上實質相似)且與之平行地對準，用以提供用於施加負荷之實質均勻的力柱於該板件表面 54F 和該晶圓支撐表面 21S 之間，該力柱係實質垂直於該晶圓支撐表面的平面。該接合壓力係用一壓力計 295 來監視，如圖 13 所示。在一些實施例中，該壓力面表面 54F 的大小可用一手動的或自動化的機構來調整，用以容納不同尺寸的晶圓。可被瞭解的是，該作動器施加在該晶圓支撐表面上的負荷的垂直性可藉由控制該壓力面表面和該晶圓支撐表面的平面度和平行度來輕鬆地達成。

[0021] 如圖 9 中所見，在該示範性實施例中的該下塊體組件 22 亦包括一校平系統 82，用來校平該下塊體組件 22 的該晶圓支撐表面 21S 和該上塊體組件 20 的晶圓安

置表面 23S。在該示範性實施例中，該板件 54 和該下塊體組件 22 的該活動區段 22M 相對於該底座 55 騎在一層氣體上且在位置上與該底座 55 脫離，但被該校平系統 82 控制時除外。在該示範性實施例中，該校平系統 82 包括一直線導引部分 84 和一旋轉導引或環架部分 86，如圖 12 所示。該直線導引部分 84 該活動區段 22M 的運動，使得該晶圓支撐表面 21S 實質軸向地移動於箭頭 P1 所示的方向上(沒有任何側向平移)。該旋轉導引部分 86 引導該活動區段 22M 的運動，使得該晶圓支撐表面 21S 可繞著一對應於該晶圓接合界面 405 的中心的中心部分 85(見於圖 10 中)轉動及/或傾斜而沒有平移。該校平系統 82 可如所需地自主地/自動地或可以是手動地操作。在該示範性實施例中，該直線導引部分 84 包括一導引桿 84R，其被可活動地支撐在一線性軸承組件 84B 內，如圖 13 所示。該導引桿 84R 如圖 13 所示被連接至該板件 54。在其它實施例中，該直線導引部分 84 可具有任何其它所想要的構造。如圖 13 中所見，在該示範性實施例中，該線性軸承組件 84B 和環架 86(其由一半球形軸承組件所界定)相匹配。該半球形軸承表面半徑從該接合界面中心 85 延伸出。該環架 86 可被附裝至該支撐座 56T。在其它實施例中，該環架部分可具有任何其它所想要的構造。在另外其它替代實施例中，該直線導引部分或環架部分可被匹配成任何其它所想要的配置。如圖 13 所見，該校平系統 82 被放置成使得該直線導引部分 84 和環架部分 86 在接合作業

期間沒有被該下塊體組件 22 的該作動器 52 或任何其它部分施加負荷。在該示範性實施例中，該環架部分 86 被預先加載(preload)用以將該承受表面鎖定或解鎖定。預先加載可用任何所想要的預先加載系統類型(譬如，例如，氣動式、液壓式、機械式或機電式類型)將壓力施加至該承受表面來達成。該預先加載系統可用一適當的控制器(未示出)來控制或可被設定至一所想要的鎖定極限值。該校平系統 82 可實施該下塊體組件相對於該上塊體組件的動態校平。這可消除當該上及下塊體組件不平行時或該晶圓堆被作成楔形時會發生之過度限制(over-constrained)的情形。該軸承本身不承受接合負荷，且該轉動的中心是位在晶圓平面，使得發生的任何轉動都將不會產生晶圓移位。

[0022] 參考圖 20，在另一實施例中，該校平系統 82 被設置來肩負起該作動器 52 的負荷及承受該接合負荷。該環架部分 86 被設置在該固定的板 55 底下並支撐該固定的板 55、該活動的板 54、及位在上面的該凸緣 36、該隔熱系統 72、加熱器 32、夾頭 21、及晶圓(未示出)。在此實施例中，該被施加的力柱的基部的大小被調整以容納不同尺寸的晶圓。該固定的板 55 在邊緣處用伸縮囊密封件 52B 且在可選擇的中間位置用活塞或密封件 52Z1 及 52Z2 封至該活動的板 54。伸縮囊密封件 52B 和中間區域密封件 52Z1，52Z2 的密封位置係根據晶圓堆需要被接合的大小來選擇並決定該被施加的力柱的基部面積。加壓氣體充入介於該等被選擇的密封件之間的被密封的區域。在一例

子中，在邊緣處的伸縮囊密封件 52B 的位置被選擇以接合 8 英吋晶圓、區域密封件 52Z1 用於接合 6 英吋晶圓、及區域密封件 52Z2 用於接合 4 英吋晶圓。

[0023] 現亦參考圖 14，如之前提到的，該上塊體組件具有一隔熱系統 72，其將該加熱器 32 和支撐該加熱器的該塊體組件的相匹配的部分熱隔離。亦如之前提到的，在該示範性實施例中，該隔熱系統是承受負荷的真空隔離系統。如圖 13 所見，該隔熱系統 72 被設置成橫跨從該作動器 52 到該晶圓支撐表面 21S 的加載路徑。因此，該隔熱系統 72 支撐該等接合壓力負荷。如圖 14 中所見，該系統 72 大致上包含一承受負荷的真空層，其被界定在一板子 78 和一隔膜 76 之間。該隔膜 76 透過該負荷承受區域外面的伸縮囊 74 而被連接至板子 78。該隔膜 76 可用任何適合的材料製造(譬如，INCONEL™)，且可用任何適合的方式(譬如，例如藉由焊接)而被連接至伸縮囊 74 的開口端。如圖 14 中所見，伸縮囊 74 係位在該塊體組件的承受負荷的部分的外面，且該隔膜 76 係被設置在該承受負荷的部分內。該隔膜 76 被該板子 78 支撐，該板子包含具有低熱膨脹係數(CTE)的材料。在一例子中，板子 78 是用 Schott AG 所製造的 ZERODUR®玻璃陶瓷來製造。板子 78 具有一表面 78S，其被形成為和該隔膜 76 接觸面積最小但具有足夠的強度來承受接合期間的壓擠負荷，如圖 15 所示。此結構 72 被持續地排空以將熱傳遞最小化。如上文中提到的，表面 78S 例如是藉由機械加工或其它適合

的製造處理來製造，用以將和該隔膜 76 的接觸面積最小化，並因此提供有限的且不佳的熱接觸面積於該隔膜 76 和該低 CTE 材料層 78 之間。可被瞭解的是，該層 78 的低 CTE 材料亦可具有一不佳的導熱係數。在示於圖 15 的該示範性實施例中，該接觸表面 78S 具有和該隔膜 76 接觸之突起的凸出物。該等凸出物被示意地示於圖 15 中且可具有任何適合的形狀。例如，該等凸出物可具有一截面，其漸窄至接觸該隔膜。該等凸出物的數量和大小可以如所想要的數量及大小，用以達成所想要的跨隔膜/低 CTE 材料層界面的負荷能力及導熱特性。可被瞭解的是，該隔熱系統 72 所提供的熱中斷(thermal break)允許該加熱器 32、夾頭 21、及晶圓堆 430 的快速熱循環。

[0024] 再次參考圖 8，在該示範性實施例中，上塊體組件 20 大致上類似之前所述的下塊體組件 22。在該示範性實施例中，該上塊體組件提供用於晶圓堆的控制校平表面，且如前面所述地，該校平系統 82 操作用以將該下塊體組件的晶圓支撐表面 21S 相對於該上塊體組件的晶圓支撐表面 23S 校平。在替代的實施例中，該上塊體組件 20 可具有一整合的校平系統。在此實施例中，該上塊體組件 20 是不可移動的。在其它實施例中，和下塊體組件 22 類似地，上塊體組件 20 可具有一活動部分 20M，其具有夾頭 23、加熱器 30、及支撐凸緣 34(類似下塊體組件的加熱器 32 及凸緣 36)，其被作動器 50 作動於箭頭 P1 所示的方向上。如圖 8 中所見，在該示範性實施例中，一類似於之

前描述的系統 72 之承受負荷的真空隔熱系統 70 界定一介於加熱器 30 和凸緣 34 之間的熱中斷。在該替代的實施例中，該作動器 50 可類似於作動器 52。該作動器 50 可具有一板件 57 及反作用力件或底座件 55，其藉由伸縮囊密封件 53B 接合至該板件，如圖 16 所示。在該示範性實施例中，該伸縮囊密封件 53B 被建構來在靜態條件下從該底座件 55 支撐該活動部分 20M。用來在靜態條件期間對該伸縮囊密封件 53B 預加載的預加載塊體 59 可被提供，用以在作動器作業期間提供更好的板件位移控制(如，預加載塊體抵抗在該伸縮囊密封件內肇因於該上塊體組件的該活動部分的重量的彈性力)。如圖 8 中所見，在該示範性實施例中，該作動器的底座件 51 被連接區段 102 連接至跨距件 53 且被其所支撐。連接區段 102 在 z 軸方向上是實質剛硬的，用以傳遞 z 負荷於該底座件 51 和該跨距件 53 之間而沒有任何實質的伸長量。在接合處理期間，該連接區段 102 表現如同一被固定不能動的連接件，因而不能傳遞接合力矩。在圖 8 所示的該示範性實施例中，該連接區段 102 包括一環狀殼或壁 102w，其一端 103 被接合至該底座件 55。該壁 102w 具有一凸緣 106，其延伸在壁 102w 和跨距件 53 之間並將壁 102w 連接至跨距件 53。凸緣 106 可和壁 102w 或和跨距件 53 形成為一體。在介於該凸緣 106 和該跨距件 53 之間的界面處，該凸緣的厚度和該跨距件的厚度相近。如果該凸緣 106 和該跨距件 53 被一體地形成的話，則該凸緣 106 以任何想要的方式(如，

藉由焊接)被結合至該壁 102w，反之亦然。該凸緣 106 係用來將該壁 102w 和該跨距件 53 偏位開來，藉以減低該壁 102w 與該跨距件 53 的接合點的撓曲剛性並使得該壁 102w 實質上無法傳遞接合負荷於該作動器底座件 51 和該跨距件 53 之間。可被瞭解的是，這讓該底座件 51 能夠在該作動器為了將該室內的晶圓堆接合而被施加壓力時保持實質扁平。

[0025] 雖然前述的實施例相對於已知的機構提供實質上的改善，但它們的一些面向在構造及使用上是昂貴的或是複雜的。因此，各種改良被描述於下文中。

[0026] 再次參考圖 6，所想要的是，上塊體組件 20 相對於下塊體組件 22 被校平使得當表面 23S 和 21S 相接觸時均勻的壓力被施加在整個表面 23S 及 21S 上。如之前參考圖 8 所描述的，在每一柱 42 的連接 44 處的一些 z 軸調整可藉由調整相應的嚙合件 44E 來達成。在一使用三個柱 42 的實施例中，可獲得此二維度的校平。然而，實際上被發現的是，使用此機構是相當耗時的且是有些困難的。作為一項改良，現參考圖 21，在一實施例中，一螺紋柱 2101 取代這三個柱 42 中的兩個柱的每一者，其與異螺距螺紋式(differentially threaded)調整軸套 2102 嚙合，該異螺距螺紋式調整軸套被校平套筒 2110 包圍。為了要確保該調整軸套 2102 的螺紋在受負荷下被放置之前即被適當地設置使得調整在負荷下不會改變，預加載彈簧 2105(如，預加載墊圈)被嚙合在附裝板 46 和柱 2101 之

間，上間隔片擋止件 2103 和六角螺栓 2104 如圖所示地被設置以提供一範圍限制擋止件。一夾鉗 2106 被建構來提供徑向的夾鉗力，用以在校平調整完成之後它被旋緊時將 z 軸運動減至最小。校平套筒 2110 包括一肩部 2111，其允許六角肩部螺栓 2112 在調整期間防止校平套筒 2110 轉動(或其它運動)。在一實施例中，彈簧 2105 是 Belleville 式圓錐盤形墊圈，其如圖所示地被堆疊(如，在一被界定於附裝板 46 中的大致圓錐形座的特徵構造內)以提供所想要的預加載能力及調整範圍，其在一些實施例中在至少 5kN 或更大的預加載力(如，約 10kN 或更大、約 15kN 或更大、等等)下約為±2mm。在一實施例中，該螺紋式調整軸套 2102 以一微米驅動系統的方式被差異地形成螺紋，外螺紋的螺距為 2mm 且內螺紋的螺距為 1.5mm 以產生約 1.0mm 或更小(如，約 0.75mm 或更小、約 0.5mm 或更小、等等)的有效螺距解析度。在一些實施例中，內螺紋的螺距可以比外螺紋的螺距小約 0.5mm。

[0027] 圖 22 是一立體圖，其顯示圖 21 中所討論的構件。在該被示出的實施例中，該校平套筒 2110 包括一整體式夾鉗 2106，其係藉由將該校平套筒 2111 的一部分切掉而形成的。此外，游標尺記號 2202 被蝕刻在該校平套筒 2110 的一部分上，且游標尺記號 2201 亦被蝕刻在螺紋式調整軸套 2102 的一部分上，因而允許以一種比沒有這些記號簡單的方式來進行使用者調整。在一實施例中，該等游標尺記號 2201 及 2202 是以 1 微米(1 μ m)級數的測

量解析度被提供。

[0028] 如之前提到的，在一實施例中，三個柱 42 中的兩個柱用圖 21 及 22 中所示的構件的構造來取代。在此實施例中，該第三柱 42 的替換件是一不可調整的環架(gimbal)附裝件。讓三個柱中的兩個柱可調整可提供所想要的校平能力，而且不需要第三個調整點。現參考圖 23，第三個螺紋柱 2101(沒有被套設圖 21 及 22 中所示的調整)包括一測力器(load cell)2301 其具有相應的蓋子 2302 及環架襯套(gimbal bushing)2303。在一實施例中，蓋子 2302 係使用蓋子螺栓(未示出)及彈簧 2105 用和參考圖 21 所描述的方式相同的方式旋緊。關於測力器 2301，在一實施例中(由德國的 Ettenheim 市的 ATP Messtechnik GmbH 所提供之) FD0180-N510-1379-M09 型號的測力器被用作為測力器 2301。此環架式構造的一個好處是，測力器 2301 不只形成該環架的一部分，而且還可用作為用於之前討論的該被施加的力柱的感測器。因為柱 42(尤其是，參考圖 21 及 23 所討論的柱 2101)的等間距且對稱的配置，所以整個被施加的力是測力器 2301 所顯示的力的 3 倍。依據一些實施例，測力器 2301 可和被設置的柱的任何一者或其組合一起使用。因此，多個測力器 2301 可被使用在一或多個位置。

[0029] 如上文中參考圖 6、8 及 11 所描述的，例如，一下塊體組件 22 被建構來和一上塊體組件 20 接觸，且在圖 8 及 11 所示的特定的實施例中，相關的加熱器和

隔熱構件 30，32，34，36 都被力柱 450，460 湊在一起。實際上，熱差異和大壓力會造成某些構件(如，上及下塊體組件 20，22 以及那些會被充分地壓抵住該等組件以取得它們的形狀的構件)的圓頂化(doming)。雖然此變形很小(如，在某些例子中是在 25-150 微米的範圍內)，但這仍然會導致不均勻的晶圓接合。現參考圖 24，為了要將此變形最小化，在一實施例中，一反作用地板 2401 被用來將這不想要的變形最小化。在一實施例中，反作用力板 2401 是一沒有複雜的活動部件之 AISI 1045 的單一機械加工件。反作用力板 2401 被螺栓緊固至之前描述的底座件 51。一組密封件 2402-2407(其具有在圖 24 右側未被標號之相應的截面)在一實施例中為 O 形環被置於底座件 51 和反作用力板 2401 的對應溝槽內。密封件 2406 及 2407 保持該處理室中的壓力條件，該處理室是在密封件 2407 所界定的空間外面且在密封件 2406 所界定的空間裡面的區域。該處理室環境在一些實施例中是極度真空，但亦可包含較高的壓力(如，在一實施例中高達 2 大氣壓力)。密封件 2402 及 2405 分別界定用於(以前面描述的方式)經由相應的埠口(未示出)引入加壓氣體至底座件 51 和反作用力板 2401 之間的內及外邊界。介於密封件 2402 和 2406 以及介於密封件 2405 和 2407 之間的空間經由通氣孔 2408 而被保持在正常的大氣壓力。一部分形成反作用力板 2401 的材料被切除掉以形成一彎曲部 2409。密封件 2402-2407 如動態密封件般作用，其隨著底座件 51 的相應部分

相對於反作用力板 2401 的相對運動而擴張及壓縮，藉以省去對於可用其它方式隨著此運動維持密封之更為複雜的結構(譬如活塞)的需求。在一實施例中，密封件 2402-2405 係用 3mm 直徑的 O 形環來體現，它們被發現即使是在 37 巴(如，約 537psi)大小的壓力下仍能保持良好的密封。

[0030] 密封件 2403-2405 被建構來允許適用於三種不同標準尺寸晶圓的壓力。對於 4 英吋直徑的晶圓而言，加壓氣體經由適當的埠口被施加至介於密封件 2402 和 2403 之間的區域；對於 6 英吋直徑的晶圓而言，介於密封件 2403 和 2404 之間的區域亦被加壓。對於 8 英吋直徑的晶圓而言，介於密封件 2404 和 2405 之間的區域亦被加壓。應指出的是，密封件 2407 小於其它密封件，因為它在該撓曲部 2409 外面的一沒有受到顯著變形的區域中。

[0031] 實際上，被發現的是，導因於構件(譬如，被描述的實施例(如，圖 15 中的實施例)中的底座件 51)的圓頂化而在接合力以及相應的基材夾頭變形方面的任何不想要的變動都因為使用以上述方式被加壓的反作用力板 2401 而被顯著地減小。

[0032] 而且，被示於圖 24 中的是在一實施例中介於反作用力板 2401 和(之前描述的)夾頭 23 之間的各種元件。如圖所示，這些元件包括一水冷式凸緣組件，其包括蓋子 2410 及(之前描述的)支撐凸緣 34、及加熱和隔熱構件，其包括隔熱板 2470 及之前描述的加熱器 32，其具有

將於下文中進一步描述的熱屏 2478。圖 25 是反作用力板 2401 以及圖 24 中所示的許多相關的構件的一切開的立體圖。

[0033] 相較於之前參考圖 14 及 19 所描述的隔熱系統，隔熱板 2470 被發現即使是在重復使用的極端溫度及壓力下仍表現出更好的耐用性及使用壽命而且較不複雜。在一實施例中，隔熱板 2470 是用之前描述的低 CTE 材料製成，一組堆疊式熱屏 2478 被置於隔熱板 2470 和加熱器 32 之間以提供更好的隔熱性。現參考圖 26，在一實施例中該隔熱板 2470 是用數個低 CTE 材料的餡餅形(pie-shaped)楔形件 2671 構成，而不是用圖 19 的單一的低 CTE 板 78 及隔膜 76 系統。被發現的是，使用此等楔形件 2671 而不是單一低 CTE 材料件的一個好處是可將導因於熱膨脹/收縮的不利影響最小化。當此單一件式構件與具有不同熱膨脹係數的另一構件(如，示於圖 19 中的隔膜 76)接觸時，該單件式構件的膨脹/收縮會造成該低 CTE 材料、該另一構件、或這兩者的磨損。因為該等餡餅形楔形件 2671 是獨立的，每一者可相對於另一者稍微地移動，因此，源於熱膨脹/收縮的運動的磨損可被最小化或減少。在一些例子中，楔形件 2671 可被建構成以大致圓形的方式被配置，以頂點指向一共同的圓心，但其它配置可依據其它實施例被提供。此外，使用楔形件 2671 允許隔熱板 2470 提供約 50 微米或更小(如，約 30 微米或更小、約 10 微米活更小、約 5 微米或更小等等)的範圍內之所想

要的小量的順從撓曲並在沒有龜裂下容忍此撓曲，因為低CTE材料典型地在這些方面並不特別寬容。

[0034] 在一實施例中，對於隔膜/真空系統(譬如，圖19所示者)的其它改良是藉由使用堆疊式箔片熱屏2478而不是依賴真空(以及依賴保持完好的隔膜 76)來達成。在一實施例中，熱屏包括兩層金屬箔層，每一金屬箔層具有切掉的孔洞，用以與該隔熱板 2470 上突起來的凸出物的圖案相匹配。在一實施例中，熱屏 2478 是用不銹鋼製成；在替代實施例中，低 CTE 合金(譬如，恆範鋼(invar))被使用。實際上，被發現的是，和圖 19 所示以真空為主的系統類似的性能可在使用隔熱板 2470 和箔片熱屏 2478 而完全無需建立真空之下被達成。

[0035] 現參考圖 27，在又另一實施例中，隔熱板2470 是用兩件式低 CTE 材料製成，即上部 2771 和下部2772。在此實施例的一個變化例中，甚至不需要熱屏2478，尤其是如果一輕微的真空被維持在上部 2771 和下部 2772 之間的空隙的話。以此方式，部分真空的隔熱效果即可在無需一隔膜(其會隨著時間而被磨損)之下被達成。在某些應用中，這些特徵的組合證明可提供改良的性能及磨損特性。例如，每一個圖 26 的楔形件 2671 可用圖27 所示的上部及下部 2771 及 2772 來構成。

[0036] 示範性實施例的上面的描述已為了舉例及描述的目的被提供。它並不是要耗盡式的描述或用來將本揭露內容侷限在被揭露的特定形式。有鑑於此揭露內容，許

多修改及變化都是有可能的。本揭露內容的範圍不是受此詳細的描述所限制，而是由隨附的申請專利範圍來界定。主張此申請案優先權之未來提申的申請案可以不同的方式主張被揭揍的發明主體且大致上可包括一或多個被不同地揭露或以其它方式展示於本文中的限制條件的任何組合。

【符號說明】

[0037]

300：晶圓接合系統

310：第一晶圓

312：接合層

310a：第一表面

320：第二晶圓

322：接合層

320a：第一表面

350：力

310b：第二表面

302：晶圓堆

320b：第二表面

305：接合界面

301：中心區

302：第一球形區

303：另一球形區

304：區域

306：中心區域

307：邊緣區域

308：區域

309：區域

311：區域

400：晶圓接合系統

410：第一晶圓

412：接合層

410a：第一表面

420：第二晶圓

422：接合層

420a：第一表面

450：力柱

410b：第二表面

420b：第二表面

405：接合界面

401：層

402：層

403：層

404：均勻壓力區

10：接合設備

20：上塊體組件

21：夾頭

22：下塊體組件

430：晶圓堆

56：底板

53：頂板

42：柱

23S：晶圓承載表面

16：結構骨架

12：室

82：校平系統

21S：晶圓承載表面

70：真空隔離系統

72：真空隔離系統

30：加熱器

32：加熱器

32B：第一加熱區

32A：第二加熱區

14：進出埠口

161：渦輪幫浦系統

24：載具夾具

15：預先裝載的室

282a：間隔片和夾鉗組件

282b：間隔片和夾鉗組件

282c：間隔片和夾鉗組件

284：間隔片

286：夾鉗

283：線性致動器

285：線性致動器

290：中心銷

460：力柱

100：z 驅動器

22M：活動部分

16：殼

18：底座結構

40：骨架

46：附裝板

44E：嚙合件

44：連接件

53：跨距結構(跨距件)

56：底座結構

56S：跨距結構

56T：支撐座

36：凸緣

22B：底座區段

52：作動器

54：活動板件

55：底座件

58：表面

54F：壓力面表面

295：壓力計

84：直線導引部分

86：旋轉導引部分(環架)

85：中心部分

84R：導引桿

84B：線性軸承組件

52B：伸縮囊密封件

52Z1：區域密封件

52Z2：區域密封件

78：板子

76：隔膜

78S：表面

53B：伸縮囊密封件

59：預加載的塊體

102：連接區段

103：底座件的一端

102w：壁

106：凸緣

51：底座件

2101：螺紋柱

2102：調整軸套

2110：校平套筒

2105：預加載彈簧

2104：六角螺栓

2103：上間隔片擋止件

2106：夾鉗

2111：肩部

2112：六角肩部螺栓

2201：游標尺記號

2202：游標尺記號

2301：測力器

2302：蓋子

34：支撐凸緣

36：凸緣

2401：反作用力板

2402：密封件

2403：密封件

2404：密封件

2405：密封件

2406：密封件

2407：密封件

2408：通氣孔

2409：彎曲部

2410：蓋子

2478：熱屏

2470：隔熱板

2671：餡餅形楔形件

2771：上部

2772：下部

480：傳送裝置

2303：環架襯套

申請專利範圍

1. 一種半導體結構接合設備，其包含:

一下塊體組件，其包含一第一表面，該第一表面被建構來接納至少一半導體晶圓於其上；

一上塊體組件，其包含一第二表面，該第二表面被建構成在施加接合力於該至少一半導體晶圓上時將和該第一表面接觸；及

一校平調整系統，其被建構來提供該上塊體組件相對於該下塊體組件的校平調整，該校平調整系統包含:

一第一螺紋柱；

一包圍該第一螺紋柱的第一異螺距螺紋式調整軸套；

一包圍該第一異螺距螺紋式調整軸套的第一校平套筒；

一第二螺紋柱；

一包圍該第二螺紋柱的第二異螺距螺紋式調整軸套；及

一包圍該第二異螺距螺紋式調整軸套的第二校平套筒。

2. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中該第一異螺距螺紋式調整軸套和該第二異螺距螺紋式調整軸套的至少一者被建構成微米驅動系統，其具有第一螺距的外螺紋和第二螺距的內螺紋，該第二螺距不同於該第一螺距。

3. 如申請專利範圍第 2 項之設備，其中該第二螺距比該第一螺距小約 0.5mm。

4. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中該第一異螺距螺紋式調整軸套和該第二異螺距螺紋式調整軸套的至少一者被建構來提供一 1.0mm 或更小的有效螺距解析度。

5. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中該第一校平套筒和該第二校平套筒的至少一者包括一肩部，其被建構來接納一緊固件，使得該第一校平套筒和該第二校平套筒的該至少一者在該上塊體組件相對於該下塊體組件的校平調整期間被防止轉動。

6. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中該第一校平套筒和該第二校平套筒的至少一者包括一夾鉗，該夾鉗與之一體形成且被建構來提供徑向夾鉗力，該徑向夾鉗力在完成該上塊體組件相對於該下塊體組件的校平調整後被旋緊時減小 z 軸運動。

7. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中：

該設備進一步包含一附裝板，其可操作地和該第一螺紋柱及該第二螺紋柱耦合且被建構來將來自該上塊體組件的負荷分散到該第一螺紋柱和該第二螺紋柱；且

該校平調整系統進一步包含多個預加載的彈簧，其被設置在該附裝板和該第一螺紋柱和該第二螺紋柱的至少一者之間。

8. 如申請專利範圍第 7 項之設備，其中該等多個預加載的彈簧的至少一者是 Belleville 式圓錐盤形墊圈。

9. 如申請專利範圍第 7 項之設備，其中該等多個預載彈簧被建構來提供下列至少一者：

至少 5kN 的預加載力；及

在約±2mm 的範圍內的調整範圍。

10. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中該校平調整系統進一步包含一上間隔片擋止件，其被設置成蓋在該第一螺紋柱和該第二螺紋柱的至少一者上面，在該第一異節距螺紋式調整軸套和該第二異節距螺紋式調整軸套的一相應的至少一者內，且被建構來接納一緊固件，使得該緊固件和該第一螺紋柱和該第二螺紋柱的該至少一者實體地耦合。

11. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中該校平調整系統進一步包含一第三柱，其建構成一不可調整的環架(gimbal)附裝件。

12. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中該校平調整系統進一步包含:

一第三螺紋柱；及

一測力器，該第三螺紋柱被插入穿過該測力器。

13. 如申請專利範圍第 12 項之設備，其中:

該設備進一步包含一附裝板，其可操作地和該第一螺紋柱及該第二螺紋柱耦合且被建構來將來自該上塊體組件的負荷分散到該第一螺紋柱和該第二螺紋柱；且

該校平調整系統進一步包含一環架襯套，其被設置在該測力器和該附裝板之間且該第三螺紋柱被插入穿過該環架襯套。

14. 如申請專利範圍第 12 項之設備，其中該校平調

整系統進一步包含一蓋子，其被設置在該第三螺紋柱上且被建構來接納一緊固件，使得該緊固件和該第三螺紋柱實體地耦合。

15. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中：

該上塊體組件進一步包含：

一夾頭，其被建構來提供該第二表面，該第二表面被建構成在施加接合壓力於該至少一半導體晶圓上時將和該第一表面接觸；及

一反作用力板(reaction plate)，其被設置在該夾頭之上且被建構來減小該上塊體組件的變形，該反作用力板包含：

一單片式(monolithic)板件；及

多個同心的溝槽，其被界定在該單片式板件上且被建構來接納相應的多個密封件；且

該設備進一步包含多個埠口，其被建構來將加壓氣體輸送至該反作用力板的多個區域。

16. 如申請專利範圍第 15 項之設備，其中：

該反作用力板的該等多個同心的溝槽包含：

一第一溝槽；

一第二溝槽，其在該第一溝槽的同心的外部；

一第三溝槽，其在該第二溝槽的同心的外部；及

一第四溝槽，其在該第三溝槽的同心的外部；而且

該等多個埠口被建構來將加壓氣體輸送至該反作用力板的該等多個區域，使得：

在接合 4 英吋直徑的半導體晶圓時，加壓氣體被施加至一介於該第一溝槽和該第二溝槽之間的第一區域；

在接合 6 英吋直徑的半導體晶圓時，加壓氣體被施加至該第一區域及一介於該第二溝槽和該第三溝槽之間的第二區域；及

在接合 8 英吋直徑的半導體晶圓時，加壓氣體被施加至該第一區域、該第二區域、及一介於該第三溝槽和該第四溝槽之間的第三區域。

17. 如申請專利範圍第 15 項之設備，其中該反作用力板具有一界定於其內的切除部分，其被建構來允許該反作用力板在該處撓曲。

18. 如申請專利範圍第 15 項之設備，其中該上塊體組件進一步包含一設置在該反作用力板和該夾頭之間的隔熱板。

19. 如申請專利範圍第 18 項之設備，其中該隔熱板包括多個楔形件，它們被彼此實體地分開且被建構來相對於彼此移動。

20. 如申請專利範圍第 19 項之設備，其中該等多個楔形件被建構成以頂點指向一共同的圓心的方式被配置成一圓的形式。

21. 如申請專利範圍第 19 項之設備，其中該等楔形件的至少一者包括多個由其表面延伸出之突起的凸出物，該等突起的凸出物在該表面上到處彼此間隔開。

22. 如申請專利範圍第 19 項之設備，其中該等楔形

件的至少一者構成一單片式元件。

23. 如申請專利範圍第 19 項之設備，其中該等楔形件的至少一者構成一多片式元件，其包含:

一下板部分；及

一上板部分，其被建構成設置在該下板部分之上且可操作地與該下板部分耦合，使得真空可被保持在一被界定在該下板部分和該上板部分之間的空隙中。

24. 如申請專利範圍第 23 項之設備，其中該下板部分包括多個突起的凸出物，其被設置在該下板部分的內表面上且在界定於該下板部分和該上板部分之間的該空隙內朝向該上板部分延伸，該等突起的凸出物在該下板部分的該內表面上到處彼此間隔開。

25. 如申請專利範圍第 18 項之設備，其中該隔熱板包含:

一下板部分；及

一上板部分，其被建構成設置在該下板部分之上且可操作地與該下板部分耦合，使得真空可被保持在一被界定在該下板部分和該上板部分之間的空隙中。

26. 如申請專利範圍第 25 項之設備，其中該下板部分包括多個突起的凸出物，其被設置在該下板部分的內表面上且在界定於該下板部分和該上板部分之間的該空隙內朝向該上板部分延伸，該等突起的凸出物在該下板部分的該內表面上到處彼此間隔開。

27.如申請專利範圍第 25 項之設備，其中該下板部分

和該上板部分的至少一者構成一單件式元件。

28. 如申請專利範圍第 18 項之設備，其中該隔熱板被建構來提供約 50 微米或更小的服貼撓曲(compliance deflection)。

29. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中該校平調整系統進一步包含至少一測力器，該第一螺紋柱和該第二螺紋柱的至少一者被插入穿過該測力器。

圖式

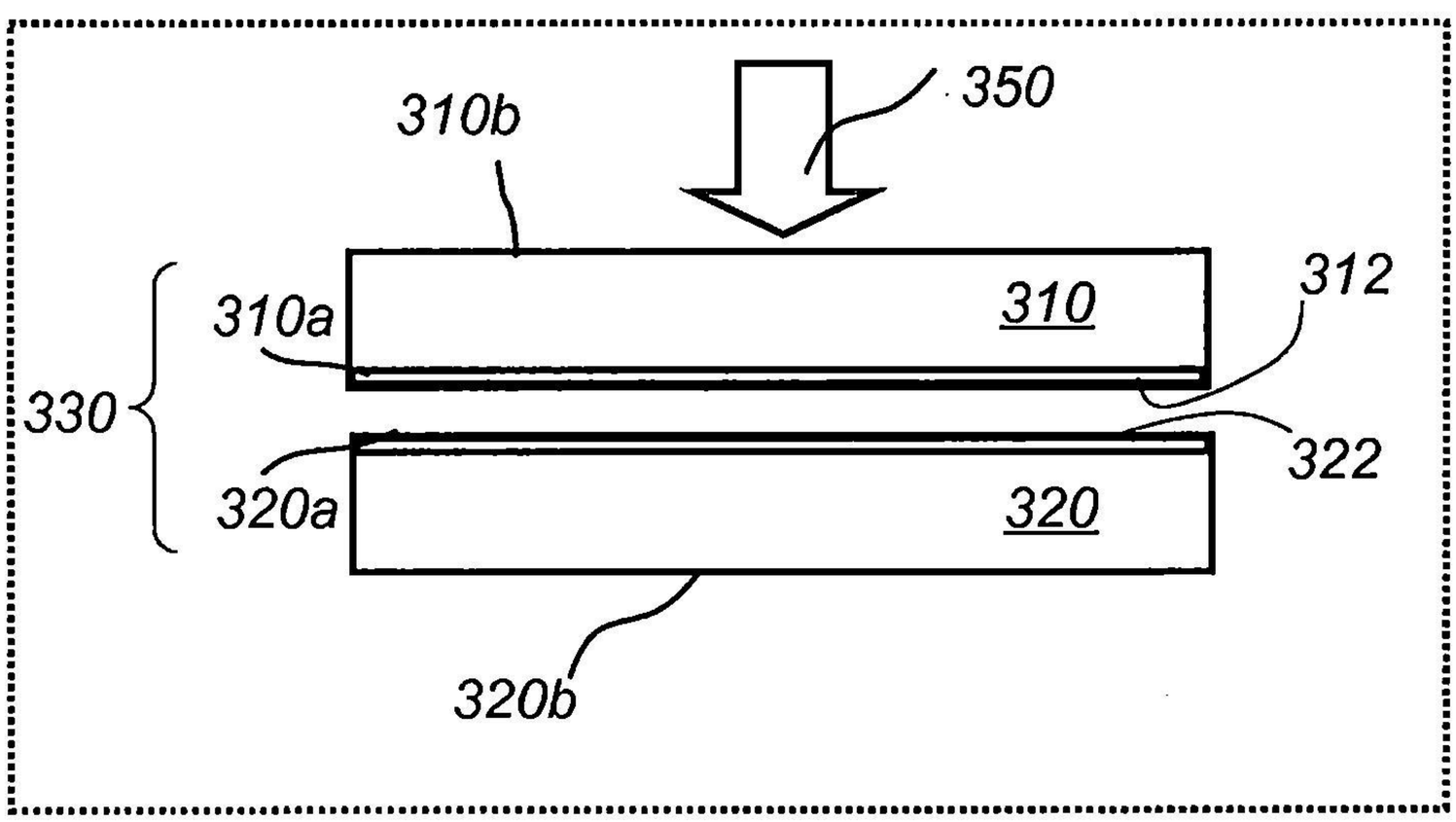


圖 1

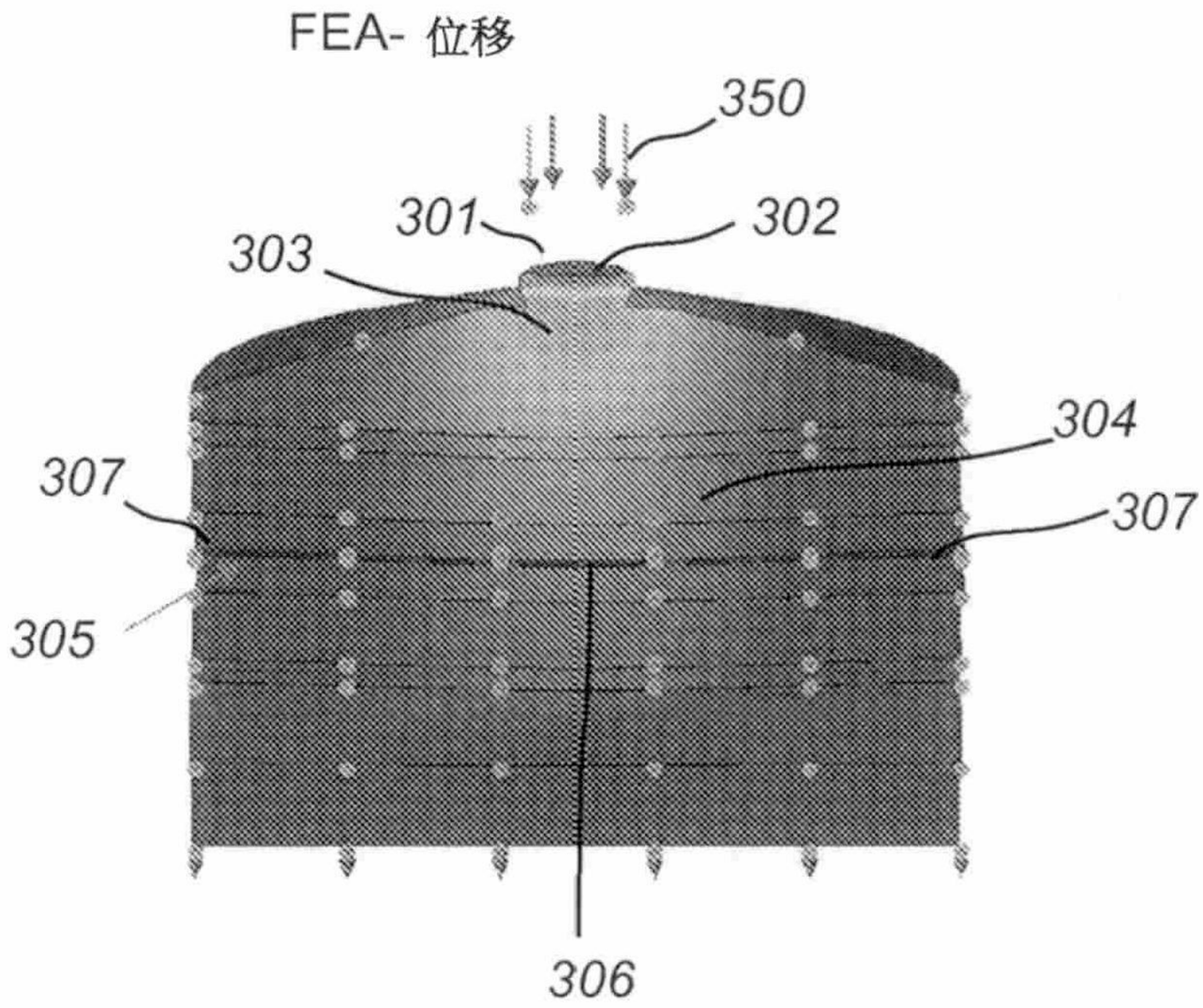

FEA- 位移
350
301
302
303
304
307
307
305
306

圖 2A

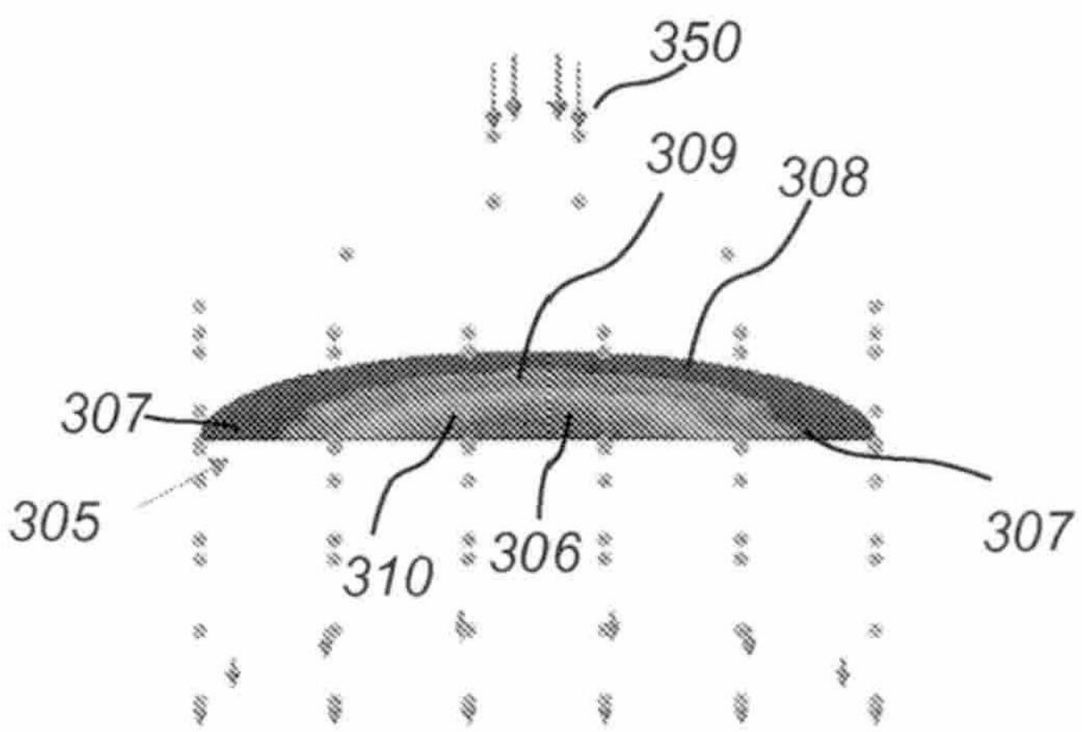

FEA -VON MISES 應力
350
309
308
307
307
305
310
306

圖 2B

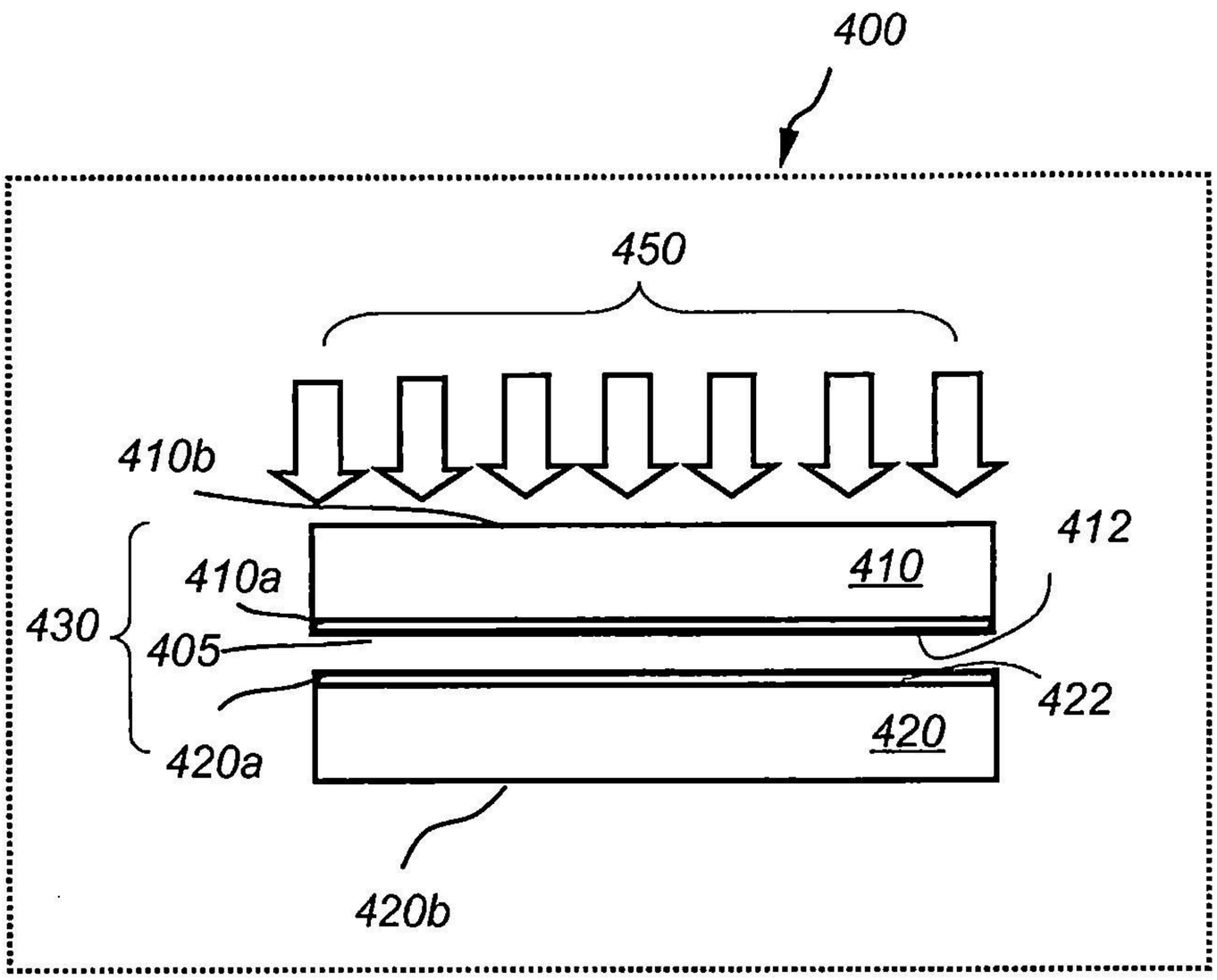


圖 3

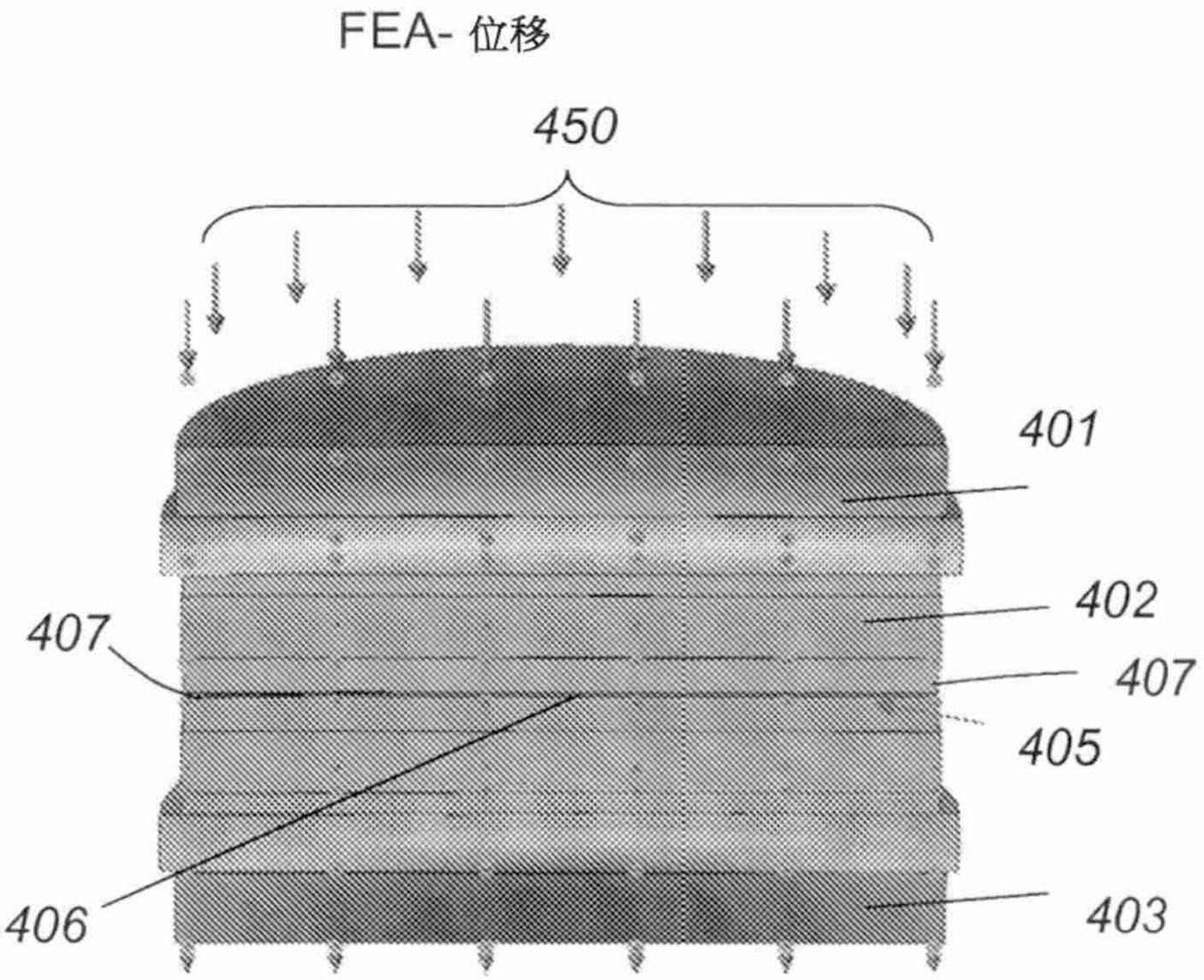

FEA- 位移
450
401
402
407
405
407
406
403

圖 4A

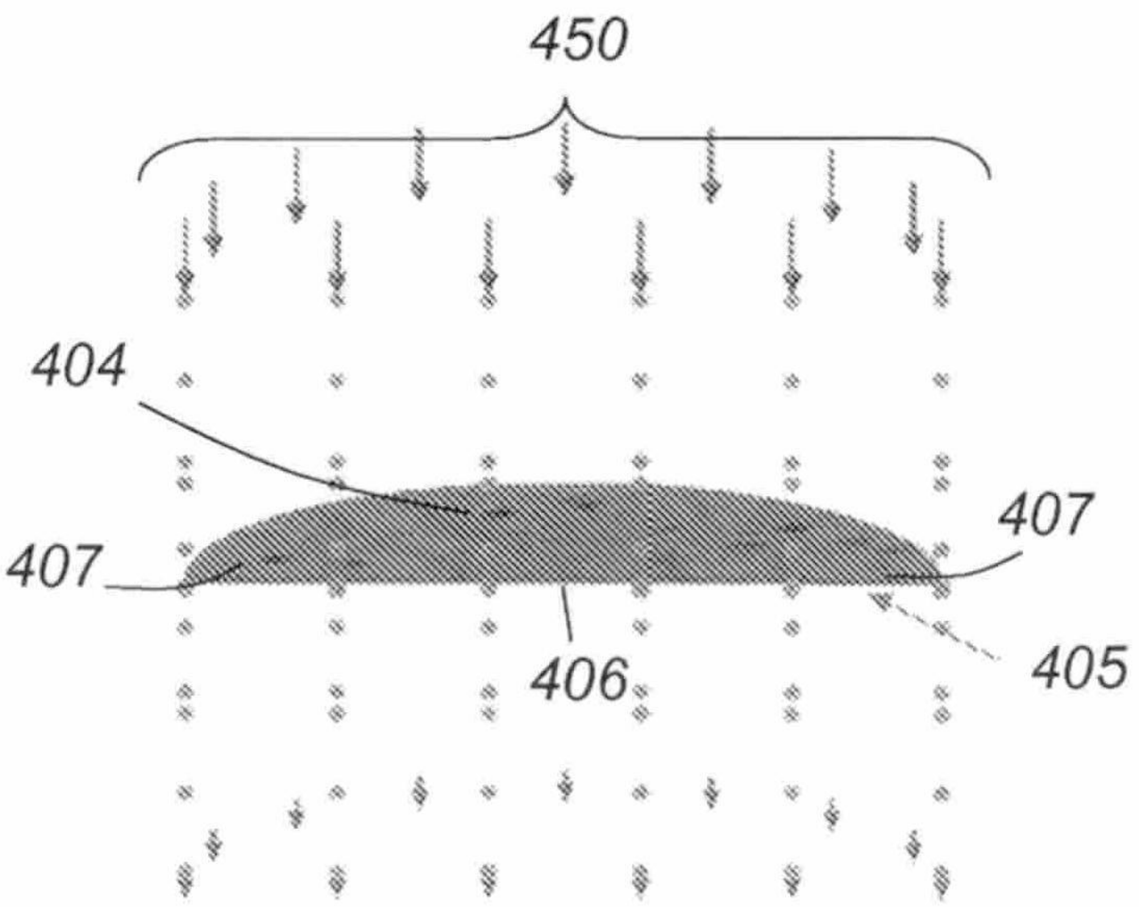

FEA -VON MISES 應力
450
404
407
407
406
405

圖 4B

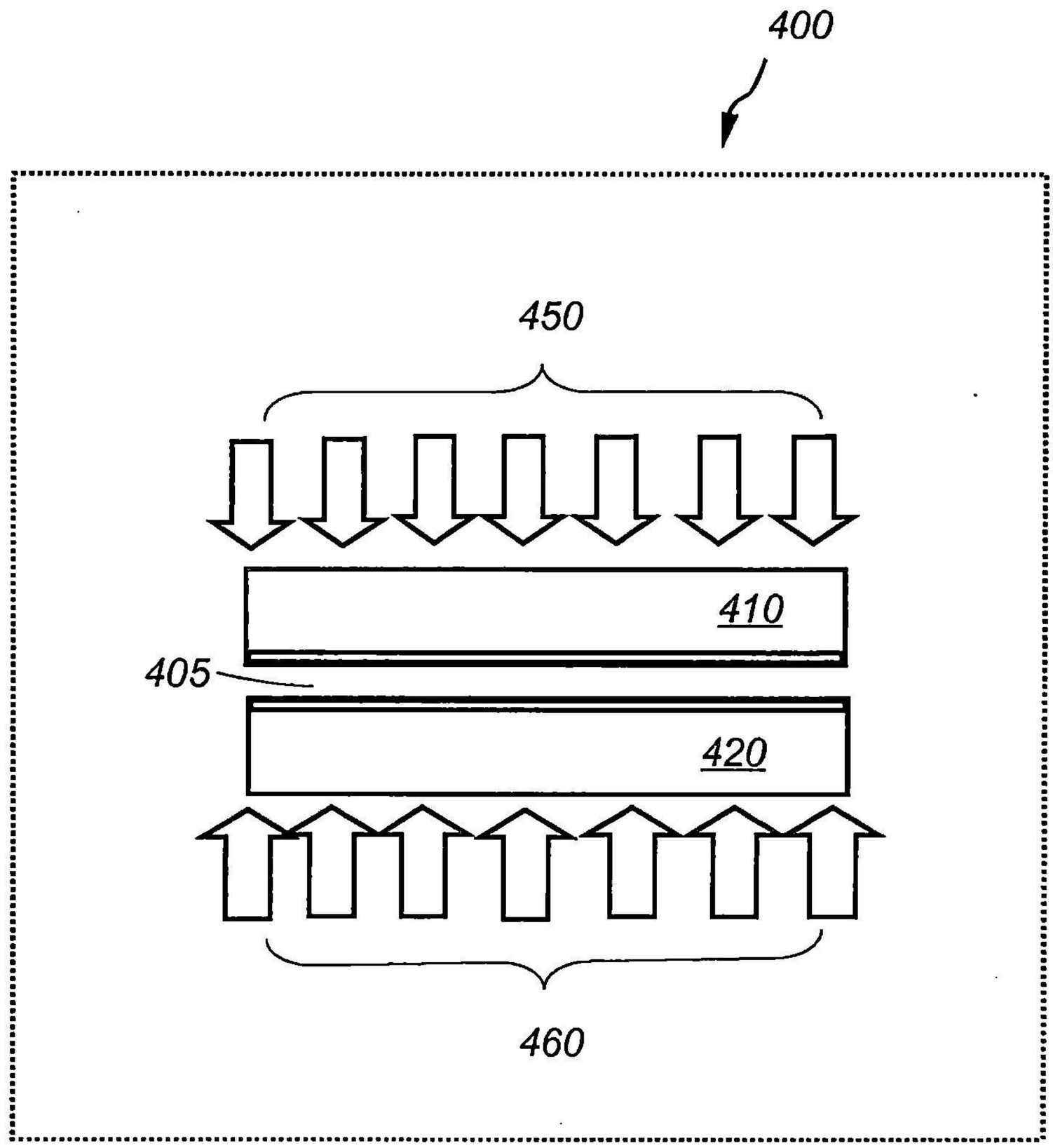


圖 5

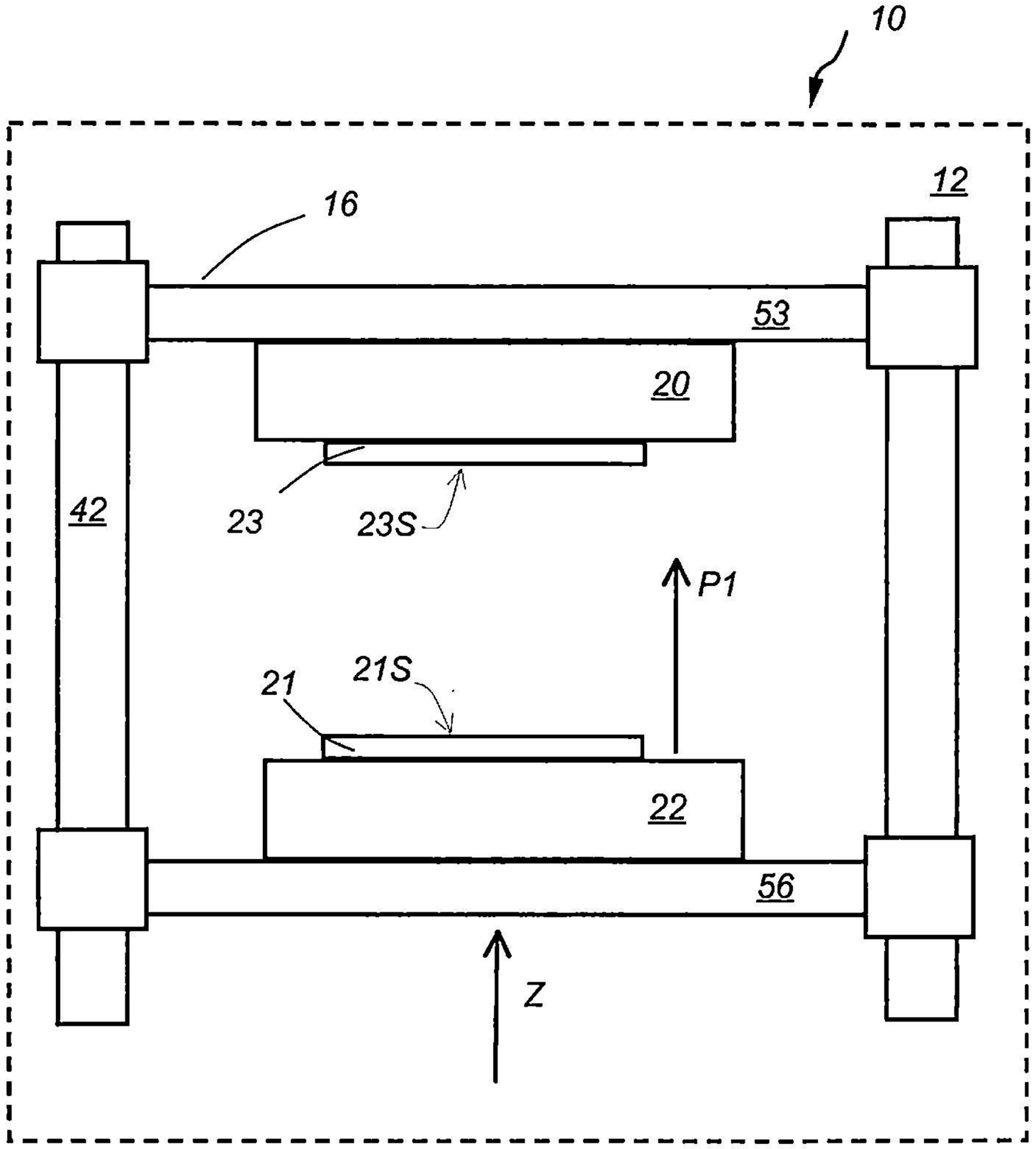


圖 6

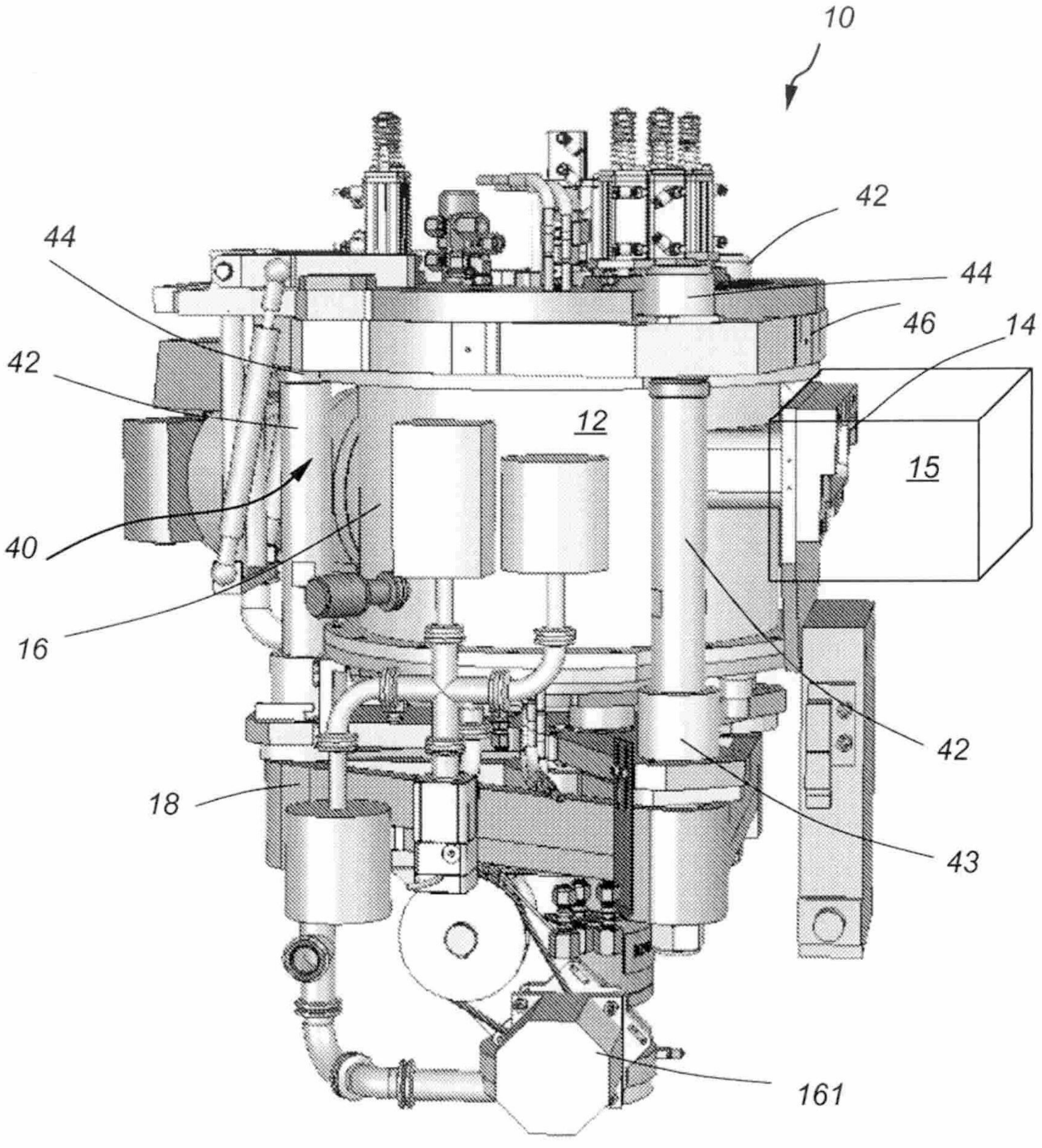


圖 7

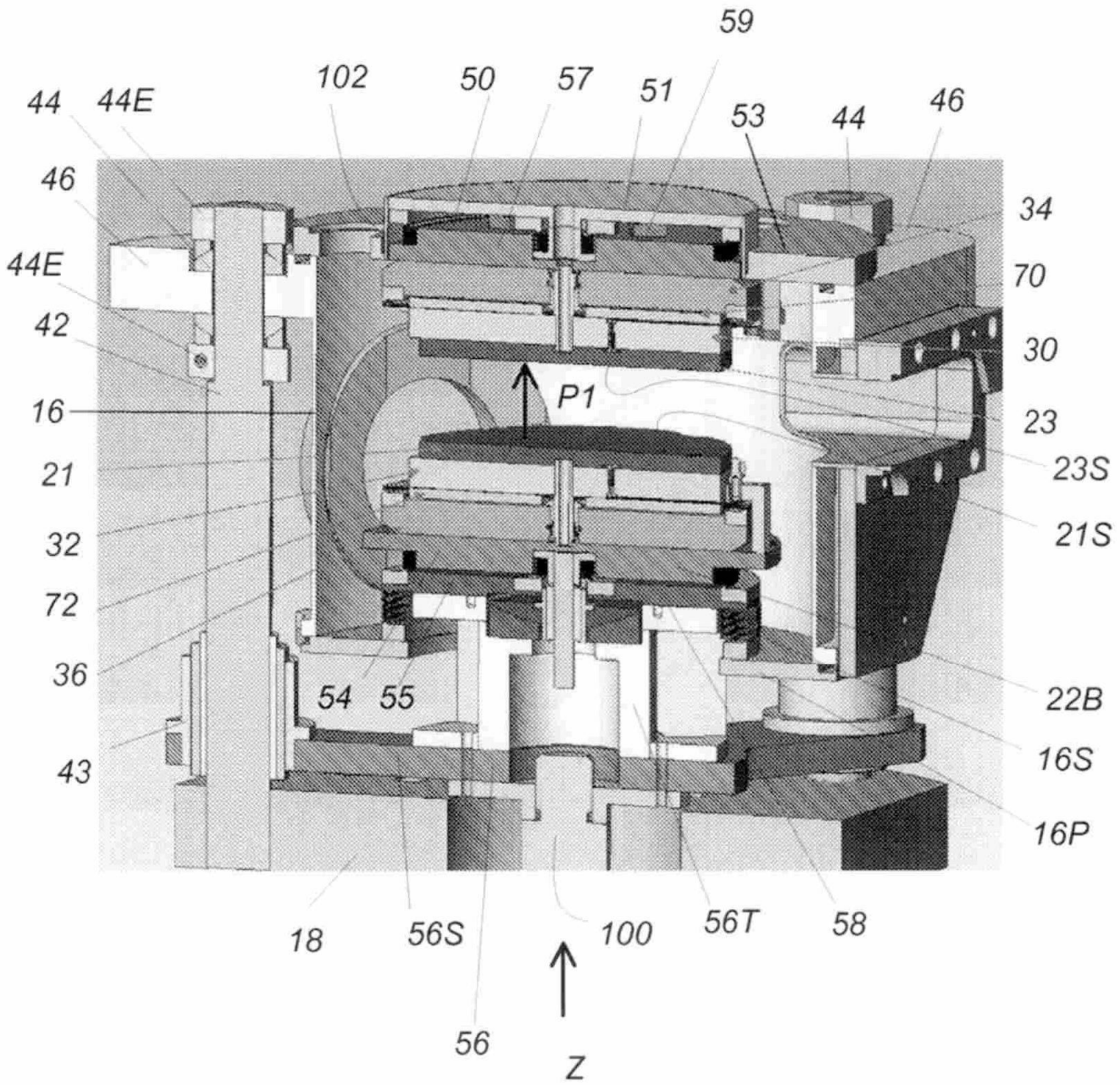

59
44
44E
102
50
57
51
53
44
46
46
44E
42
16
21
32
72
36
43
34
70
30
23
23S
21S
22B
16S
16P
P1
54
55
18
56S
56
100
56T
58
Z

圖 8

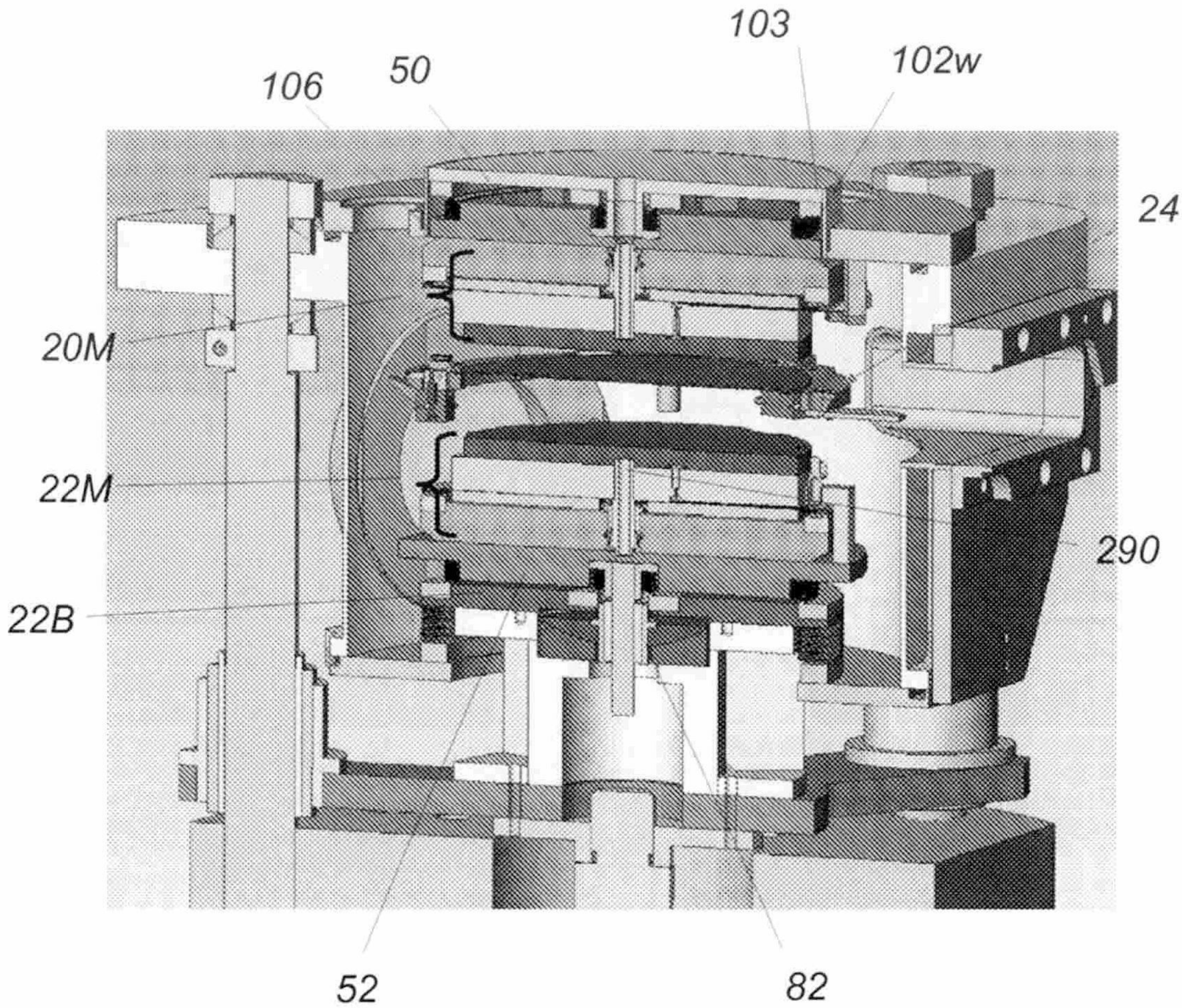


圖 9A

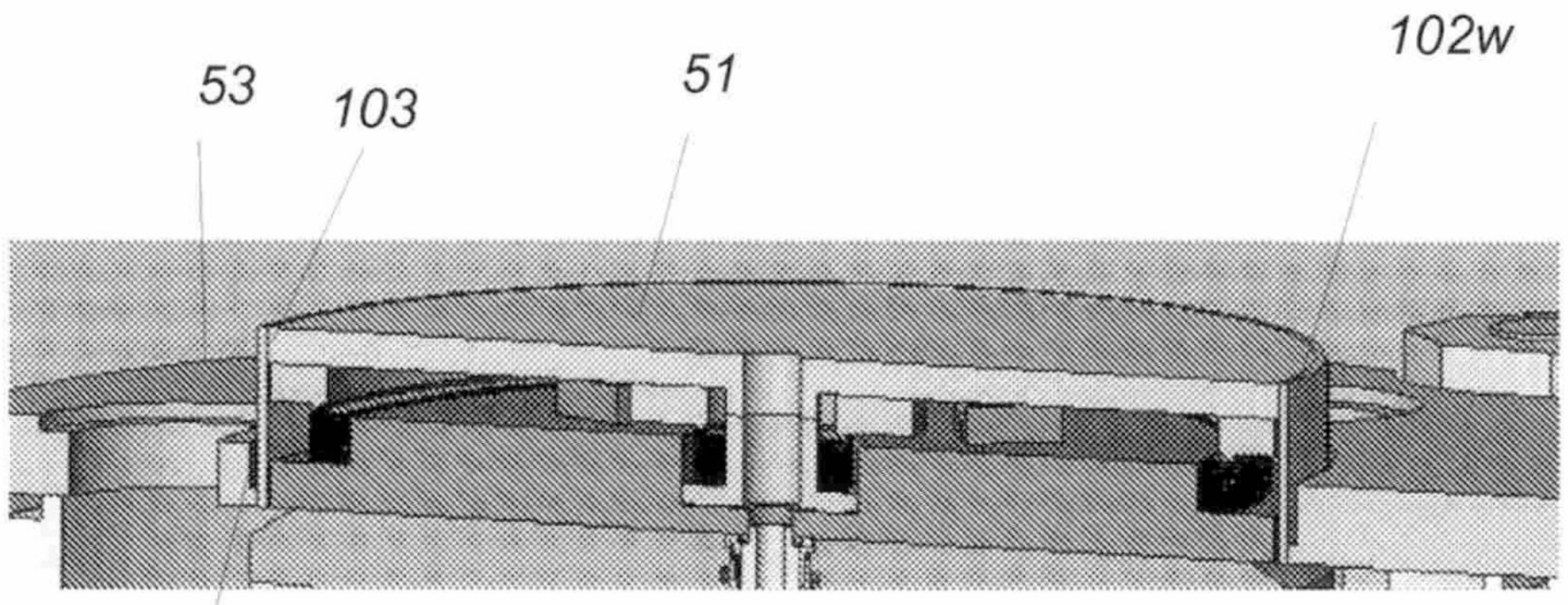


圖 9B

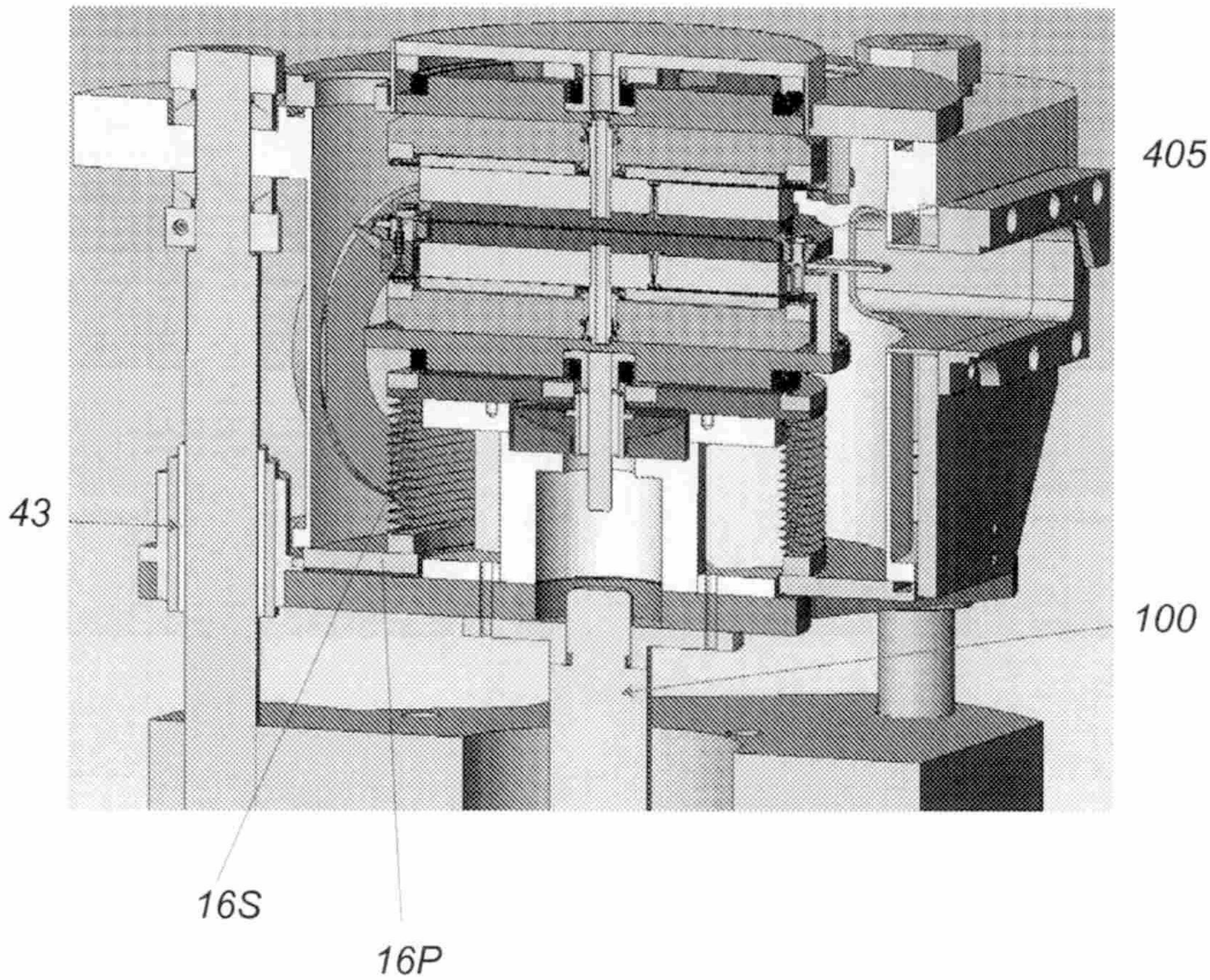


圖 10

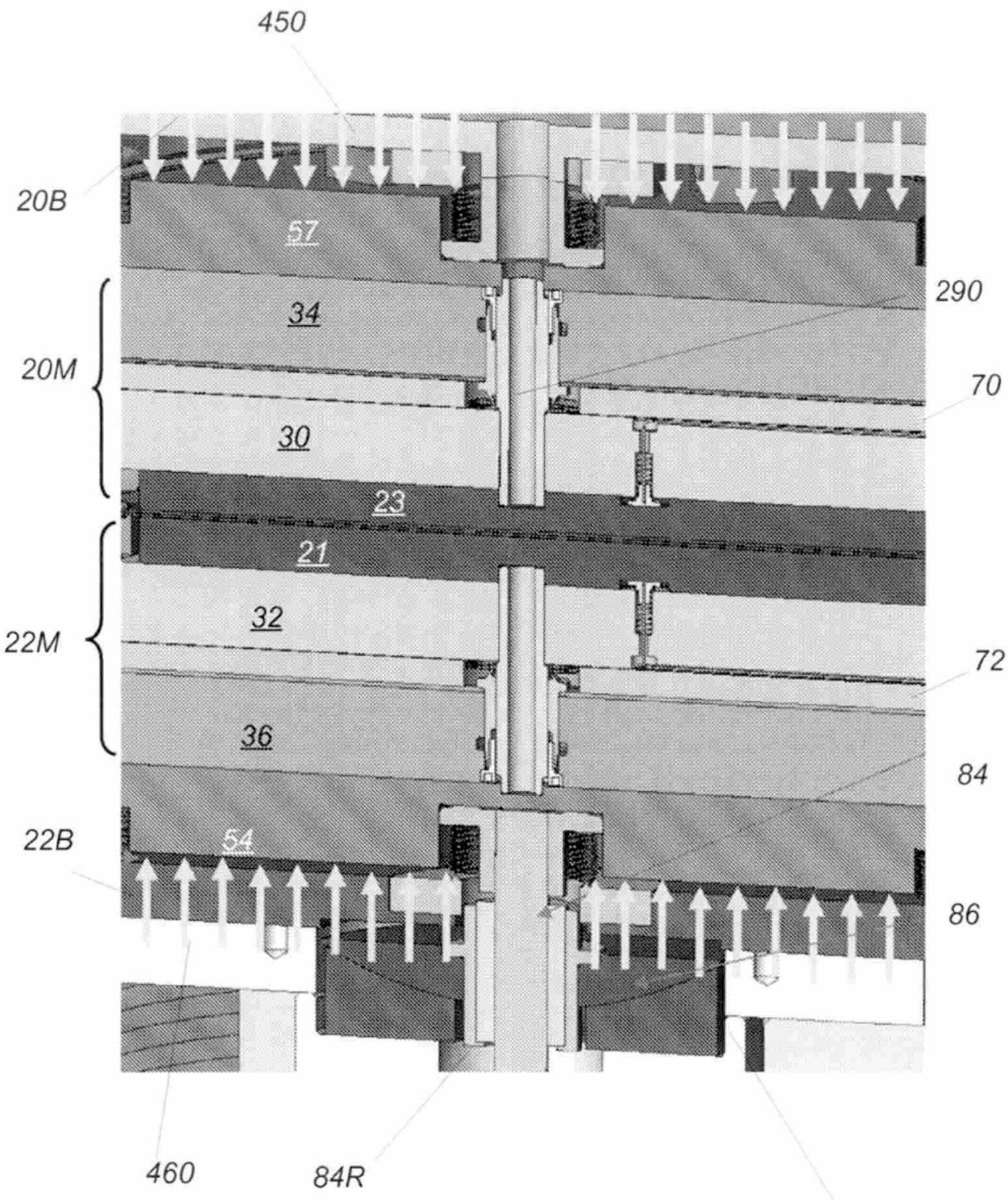

450
20B
57
34
290
20M
70
30
23
21
22M
32
72
36
84
22B
54
86
460
84R
56T

圖 11

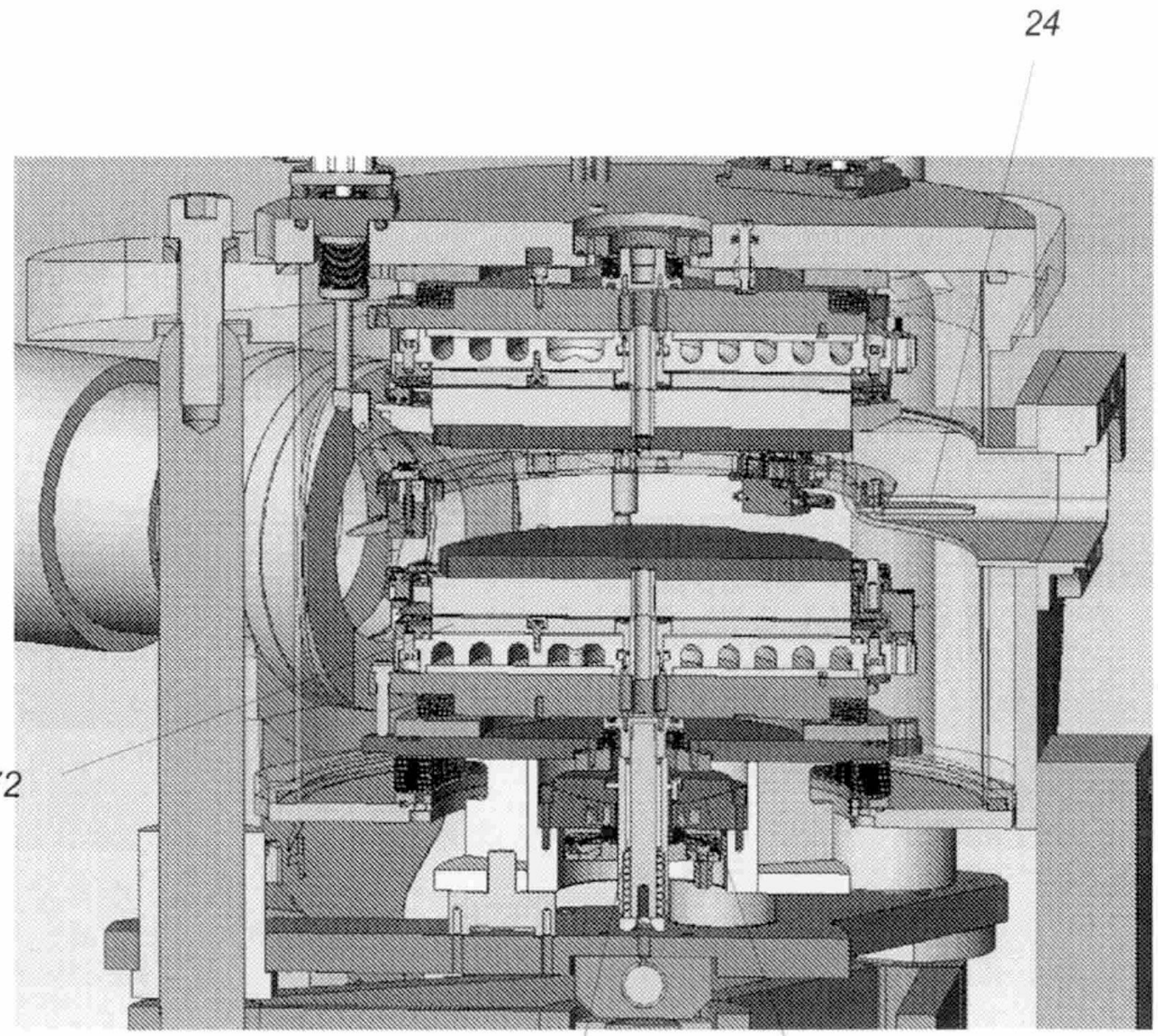


圖 12

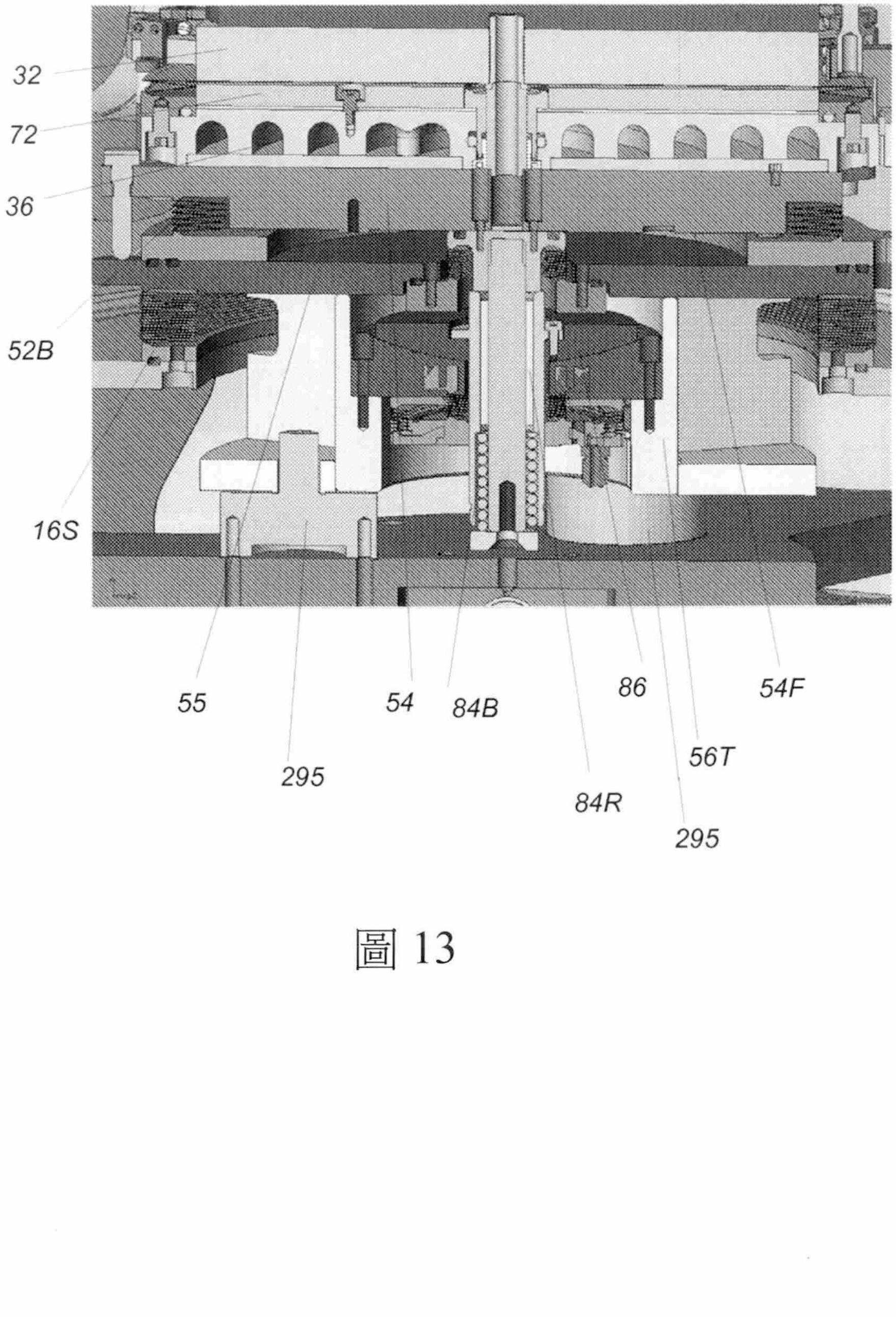


圖 13

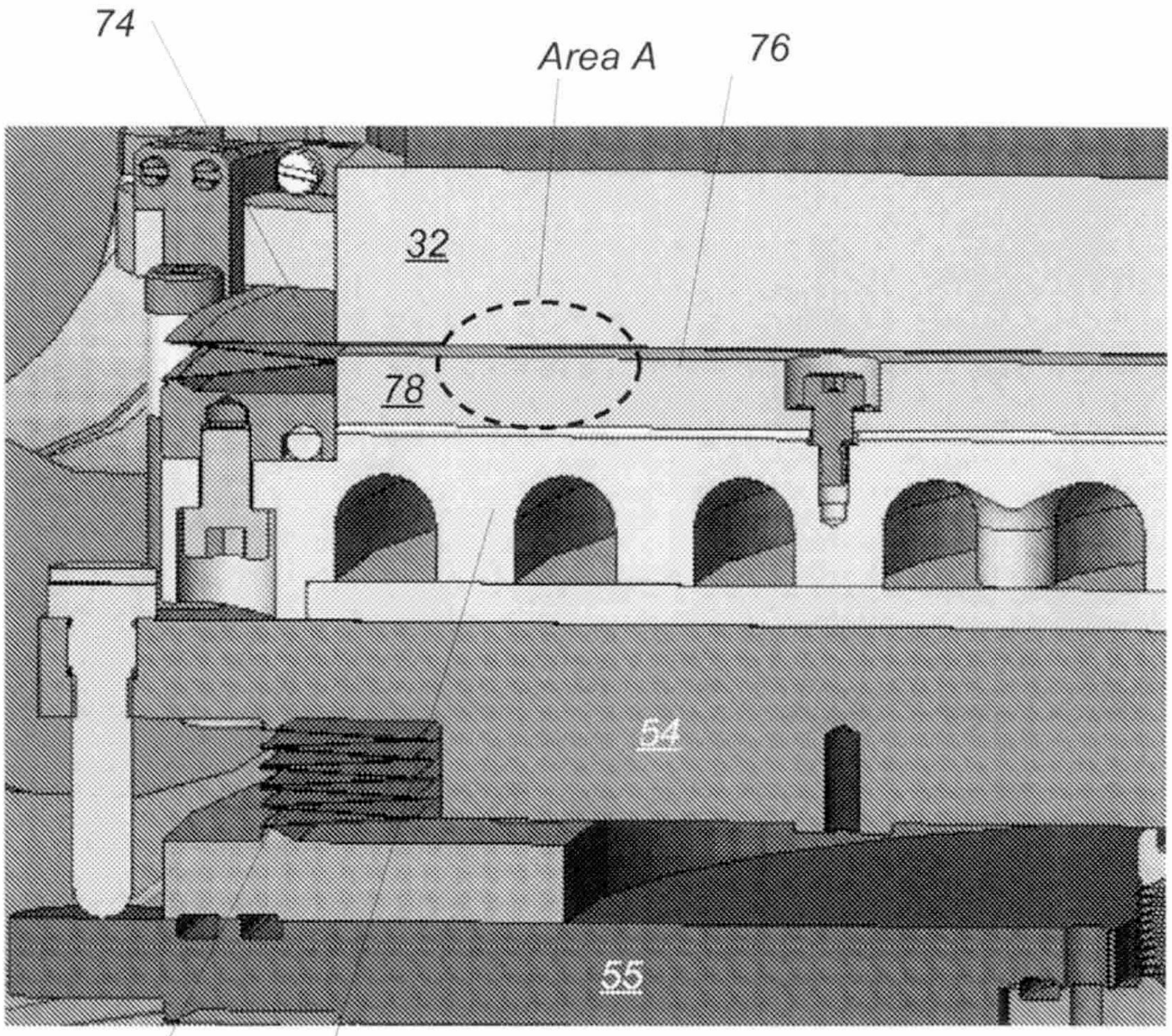


圖 14A

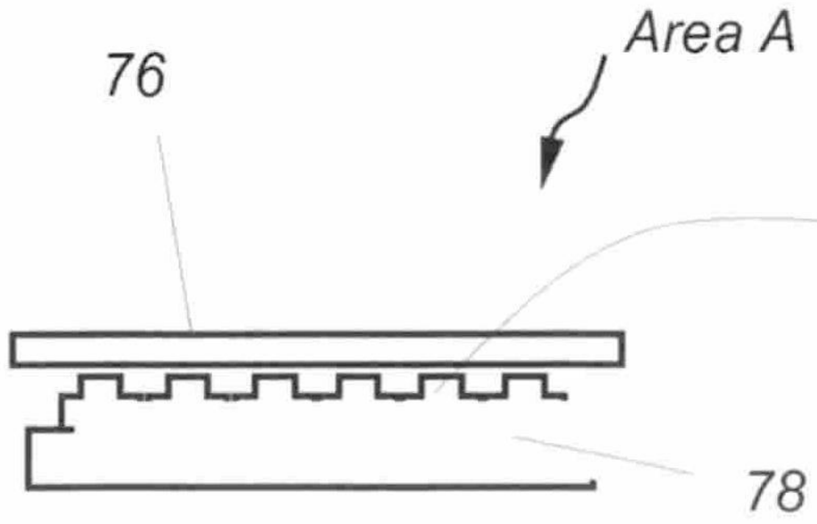


圖 14B

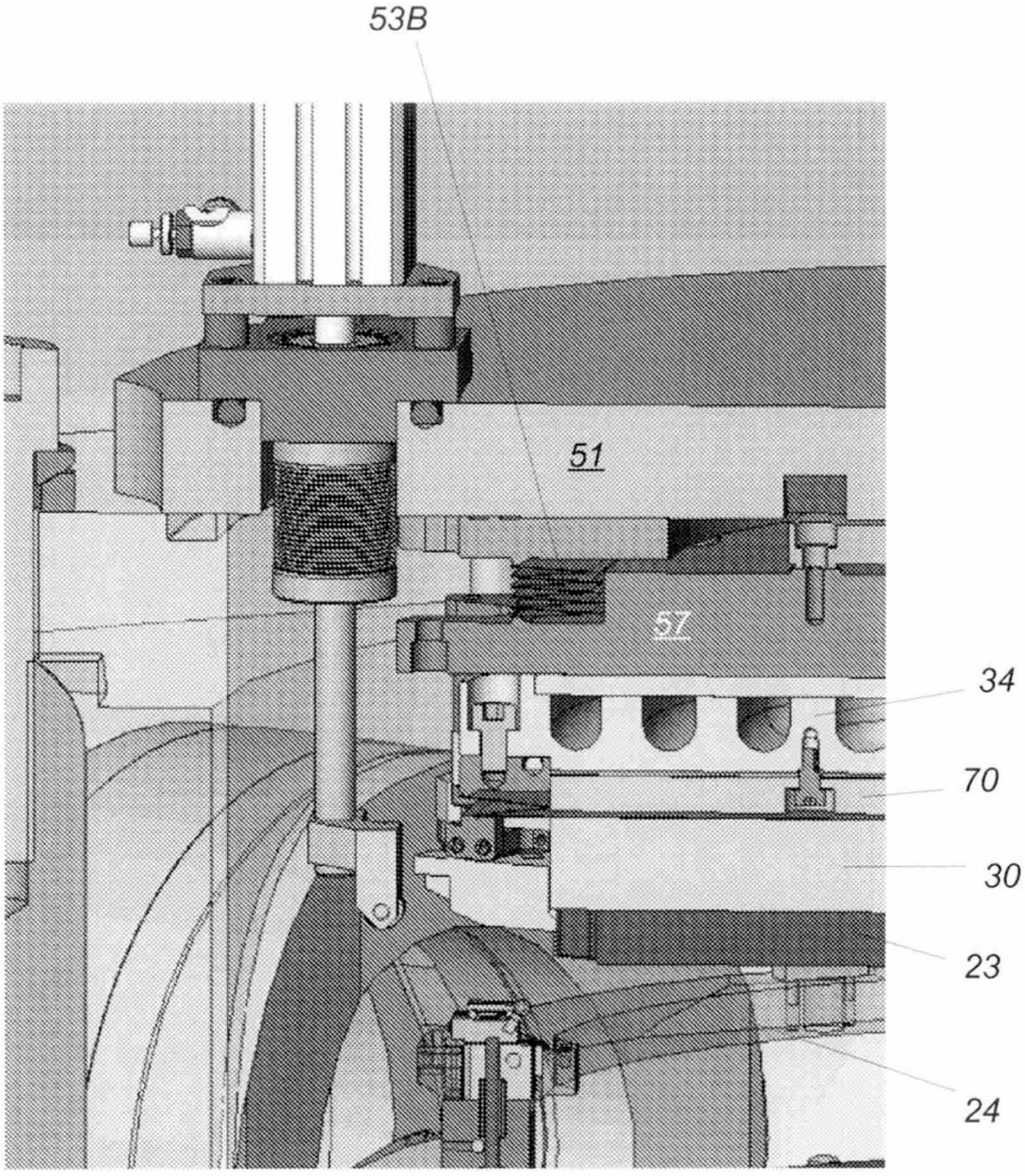


圖 15

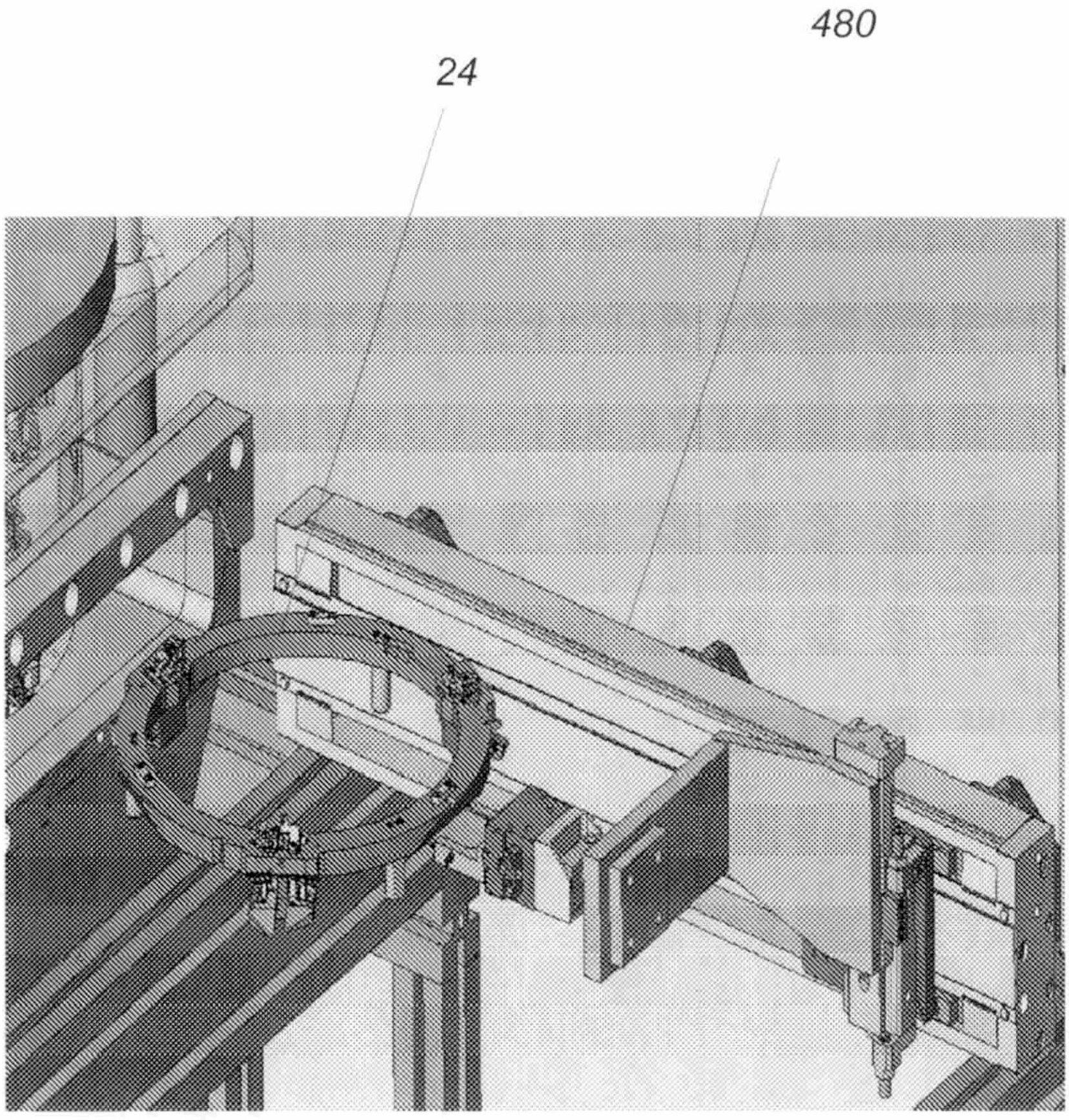


圖 16

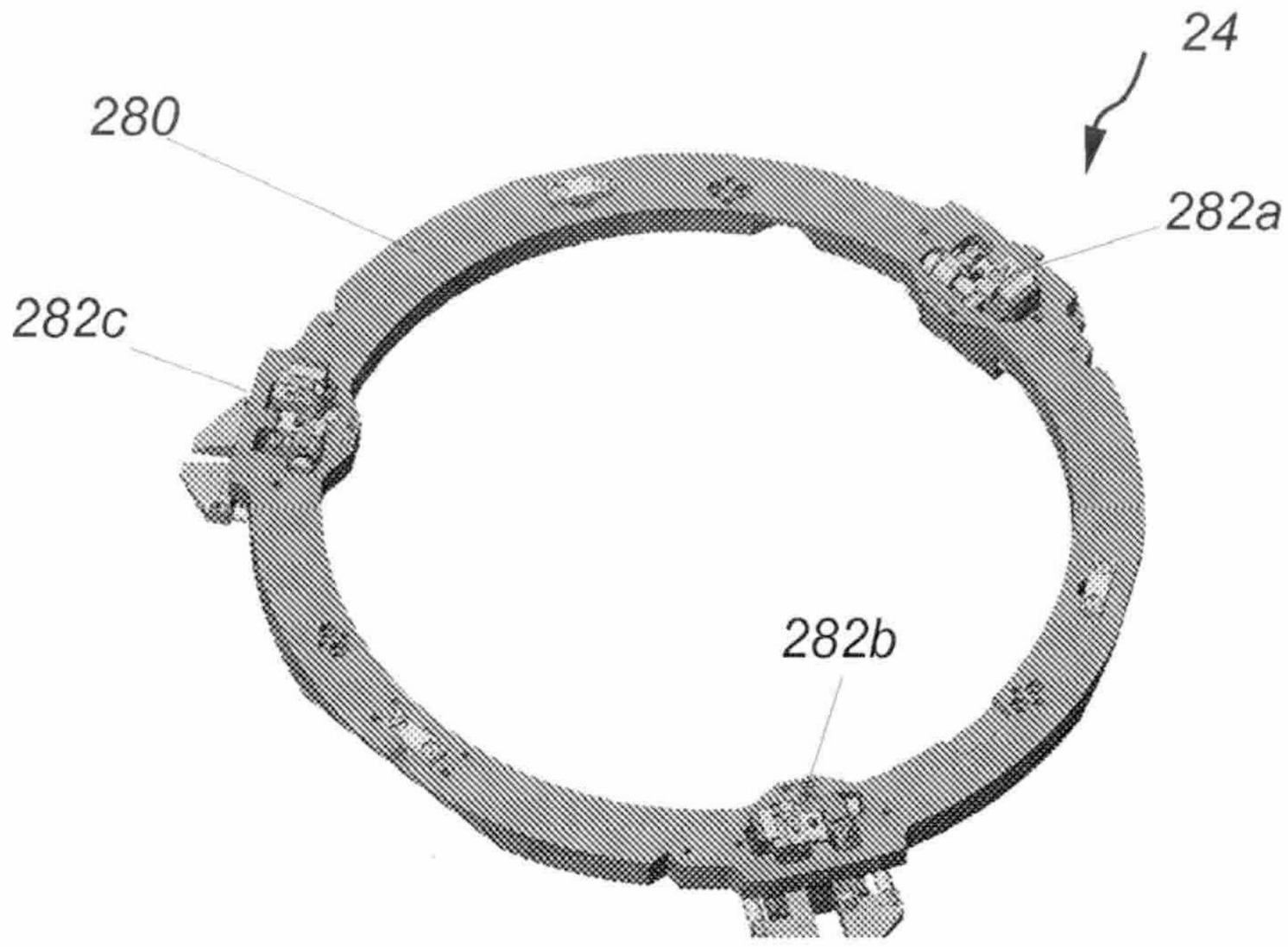


圖 17A

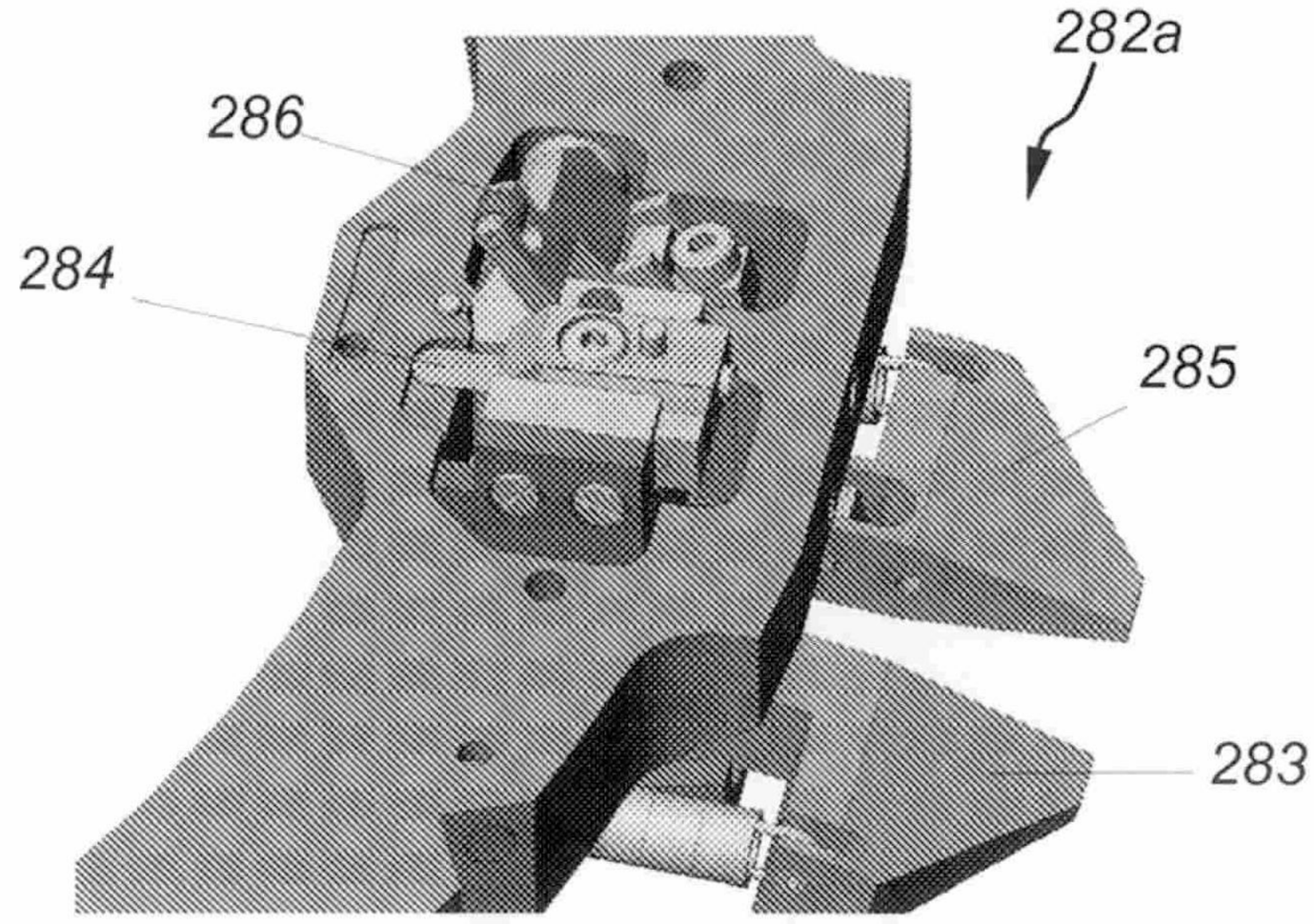


圖 17B

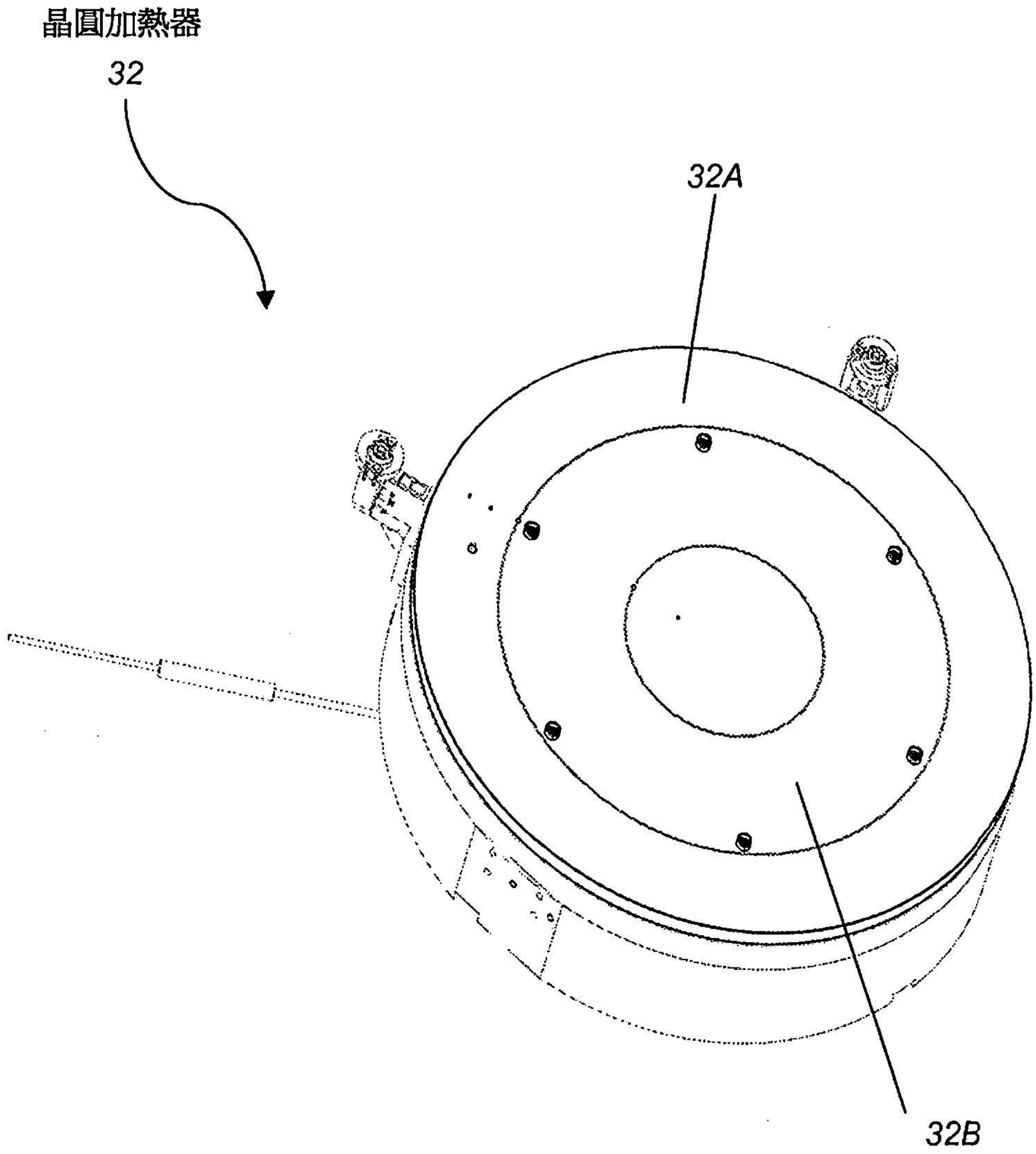


圖 18

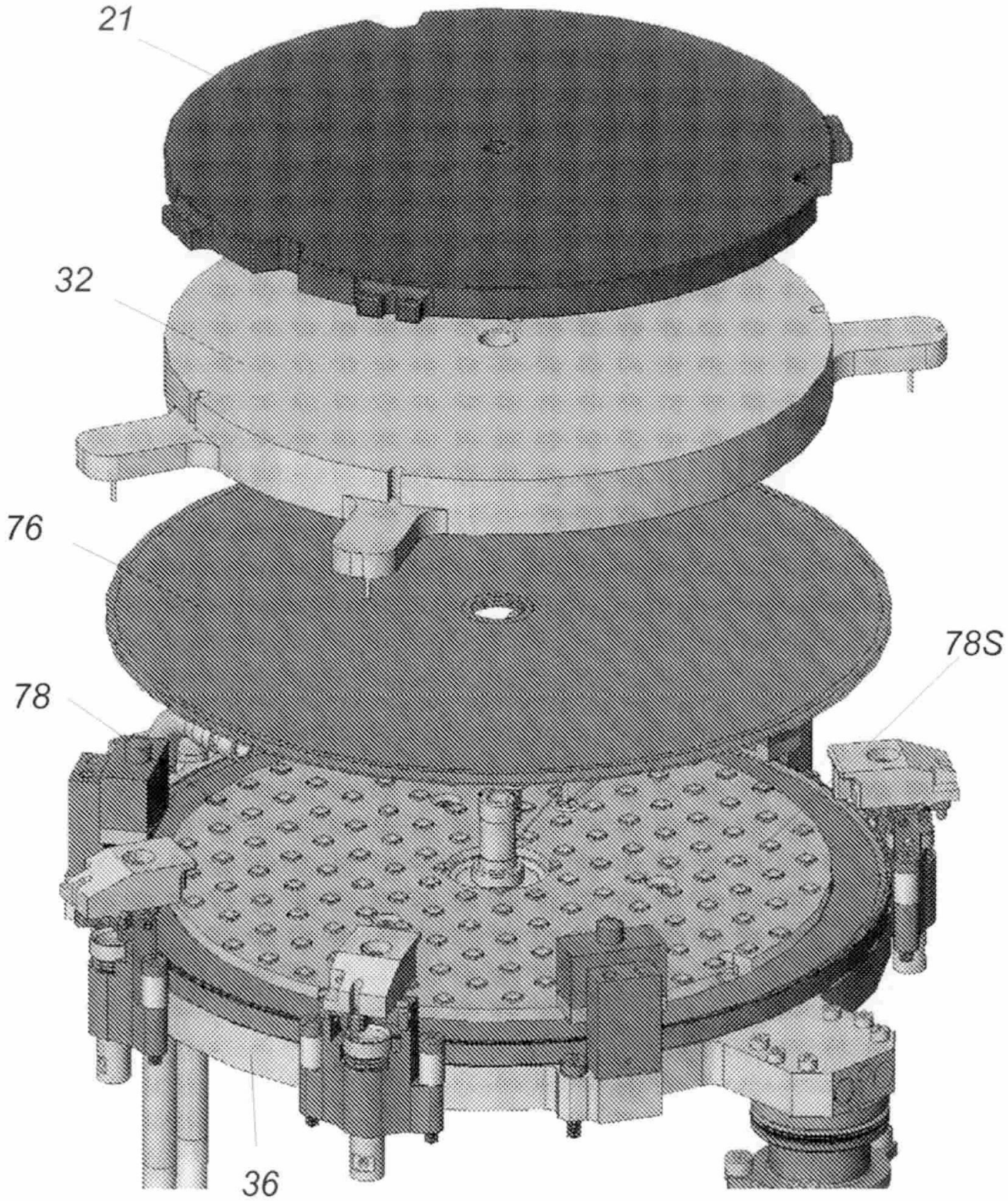


圖 19

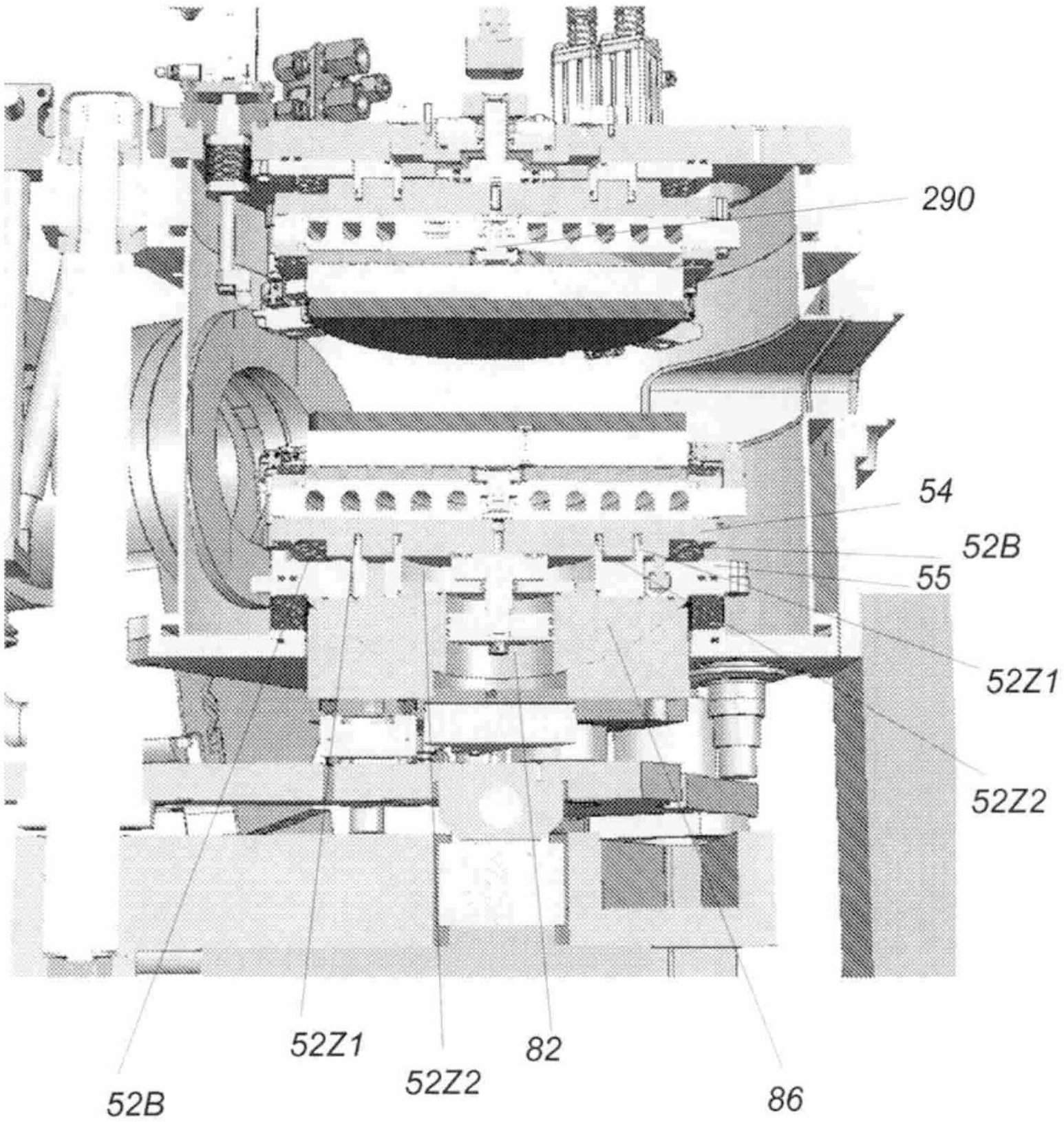


圖 20

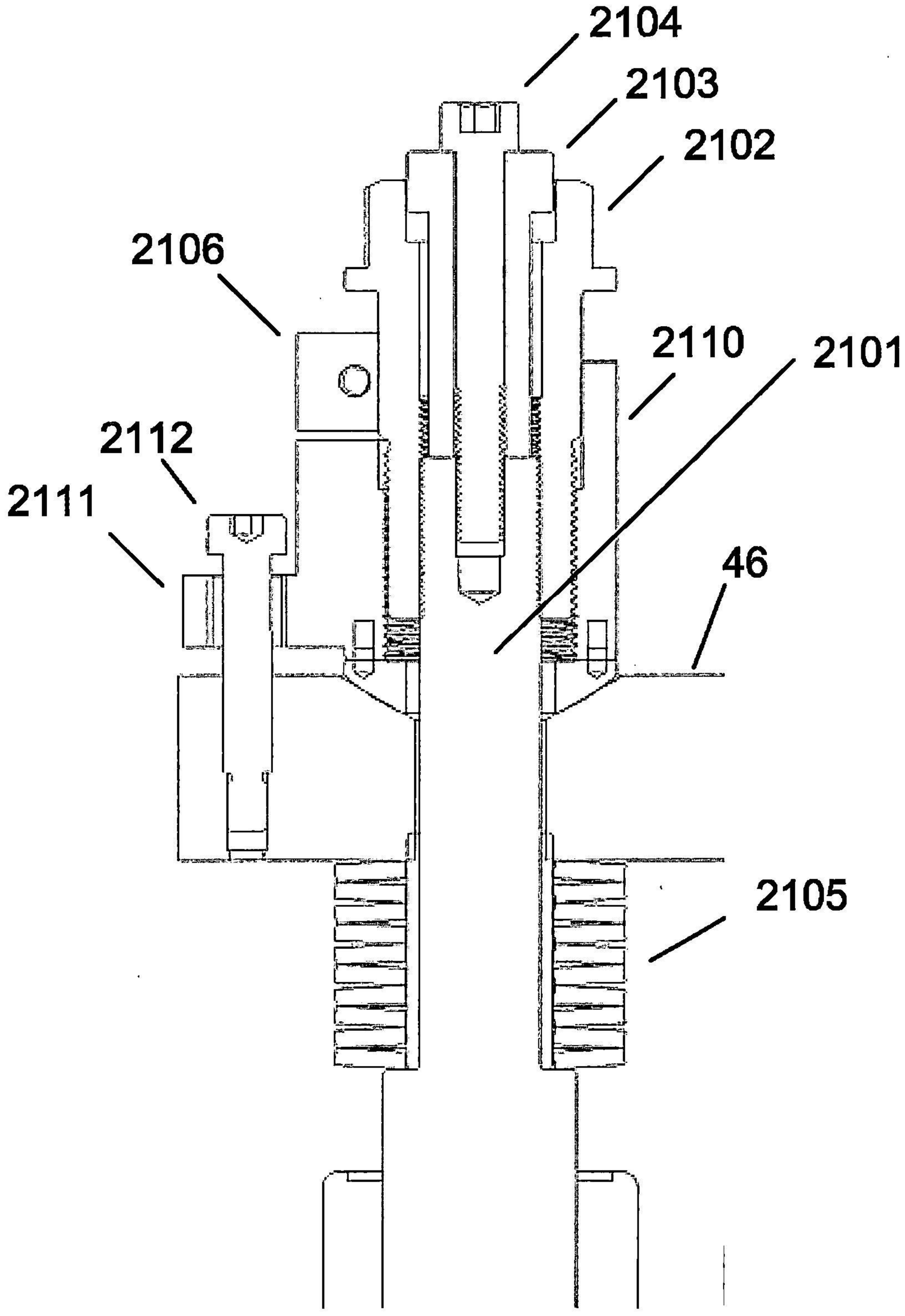


圖 21

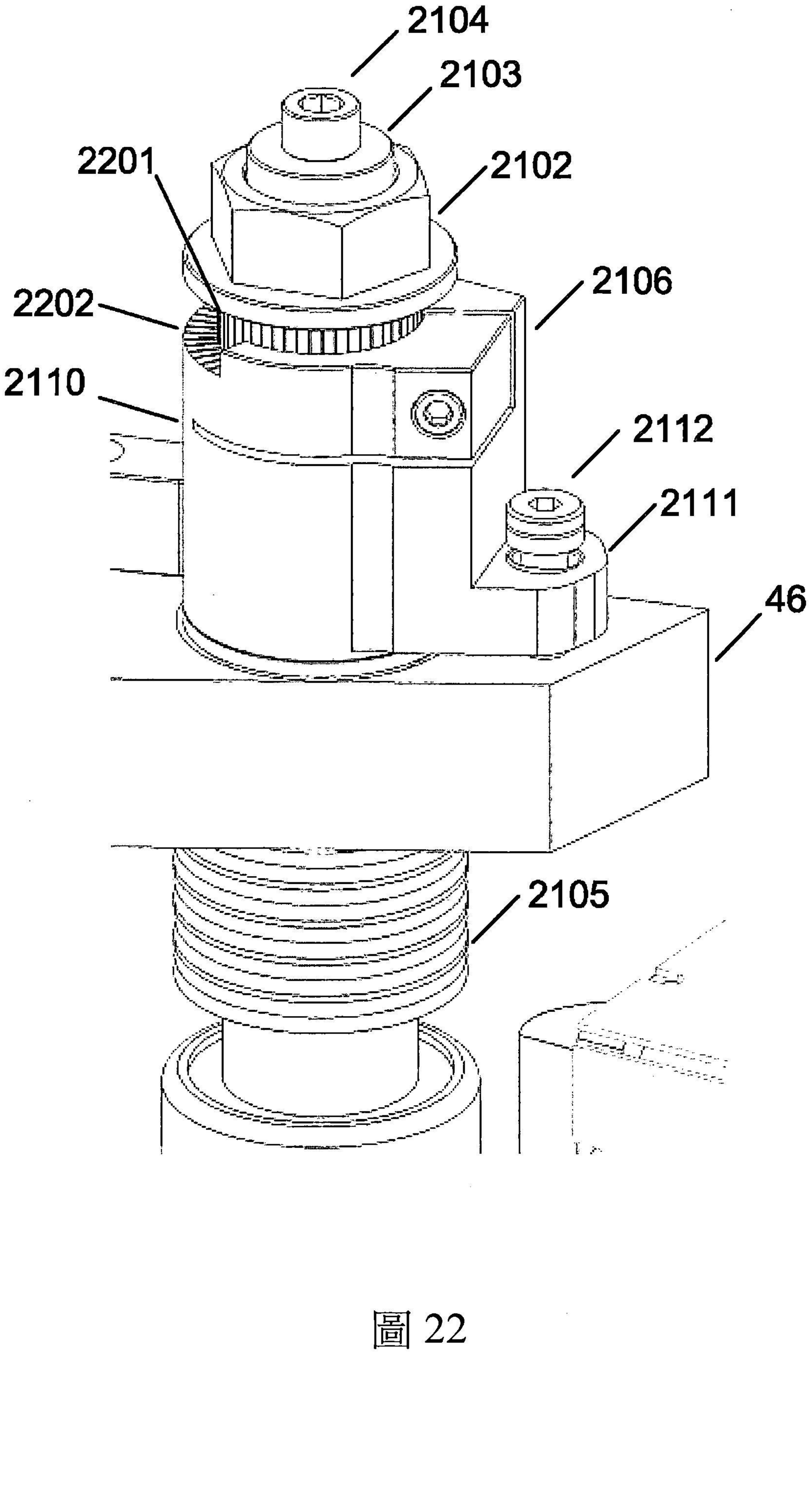


圖 22

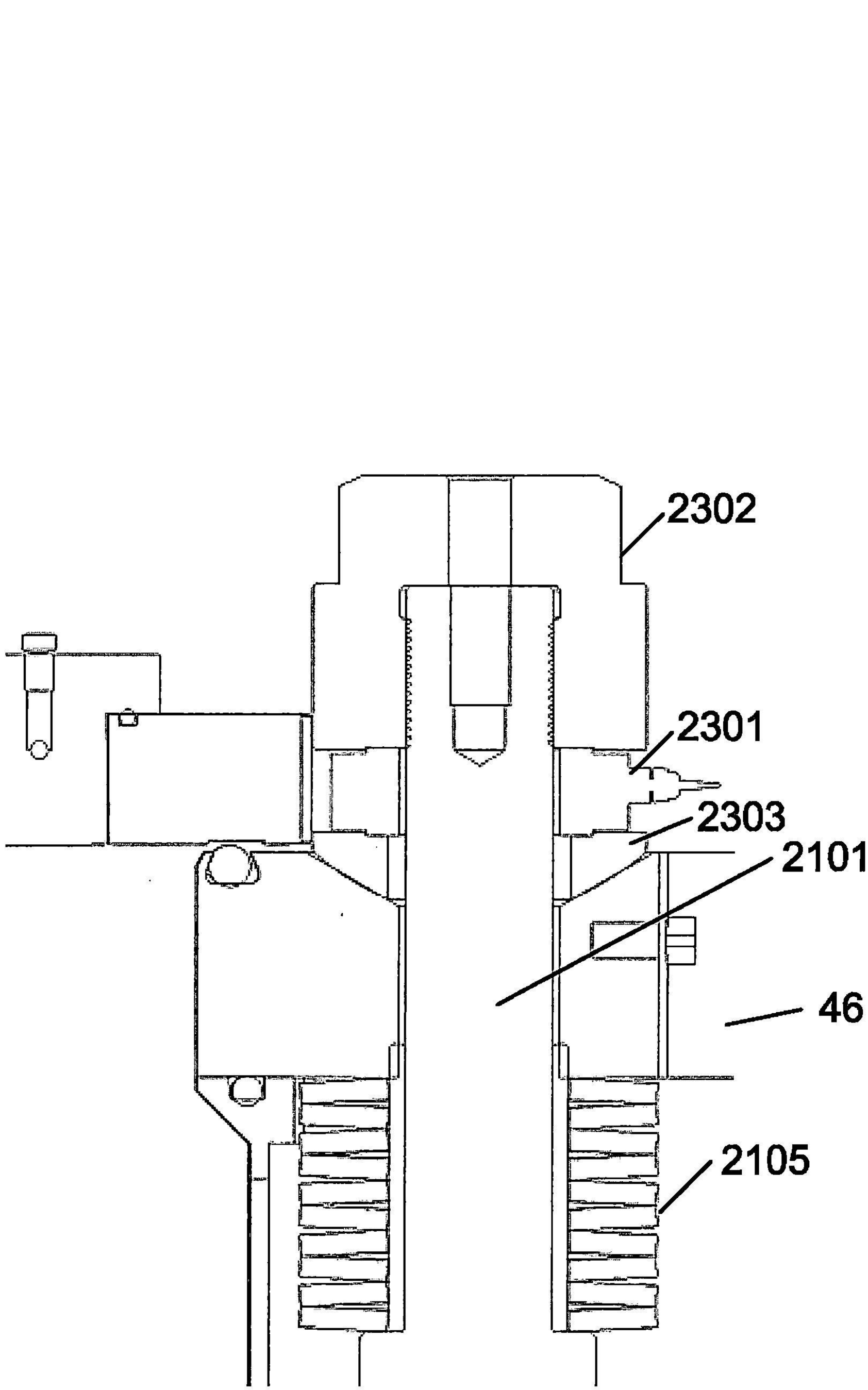


圖 23

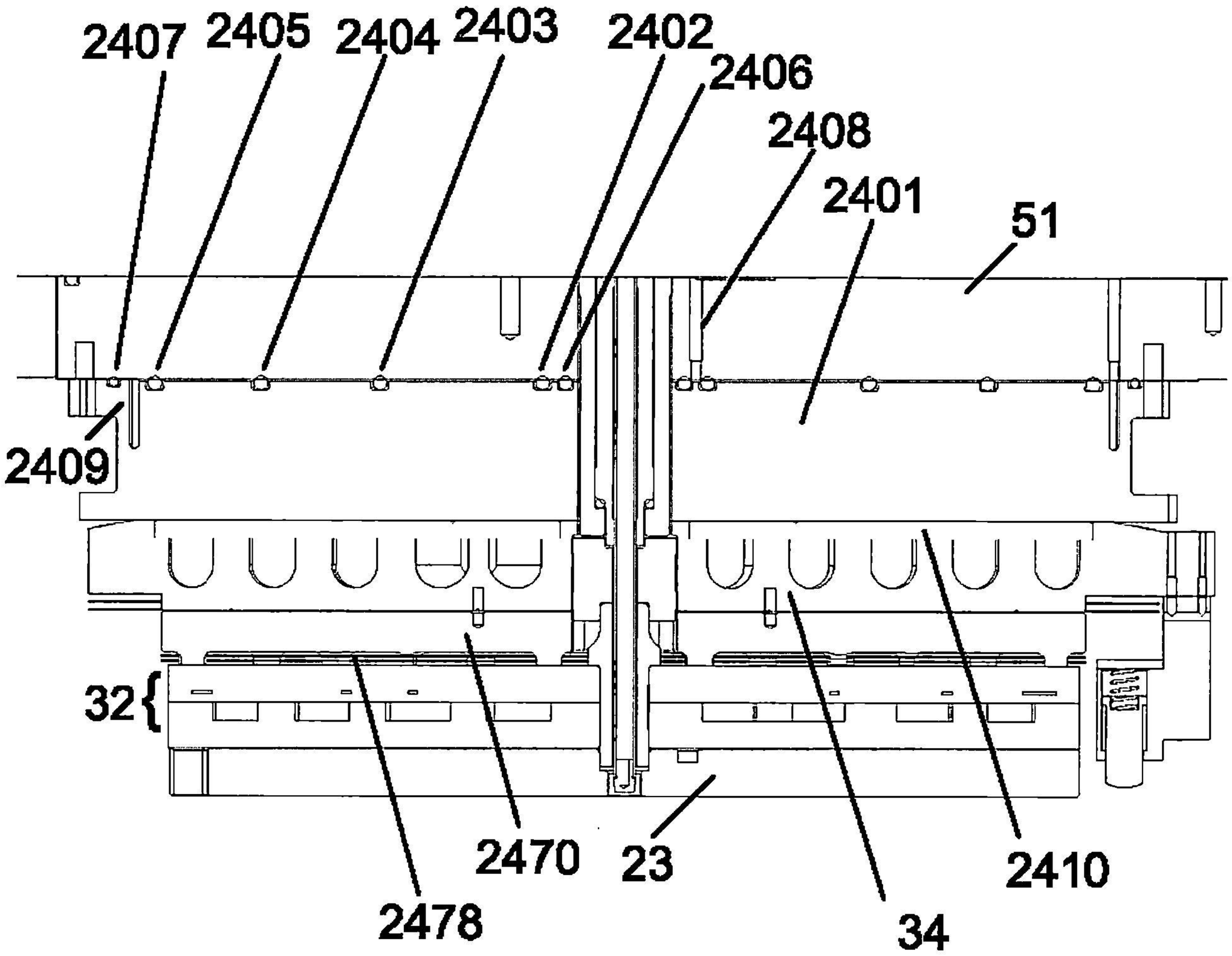

2407
2405
2404
2403
2402
2406
2408
2401
51
2409
32
2478
2470
23
34
2410

圖 24

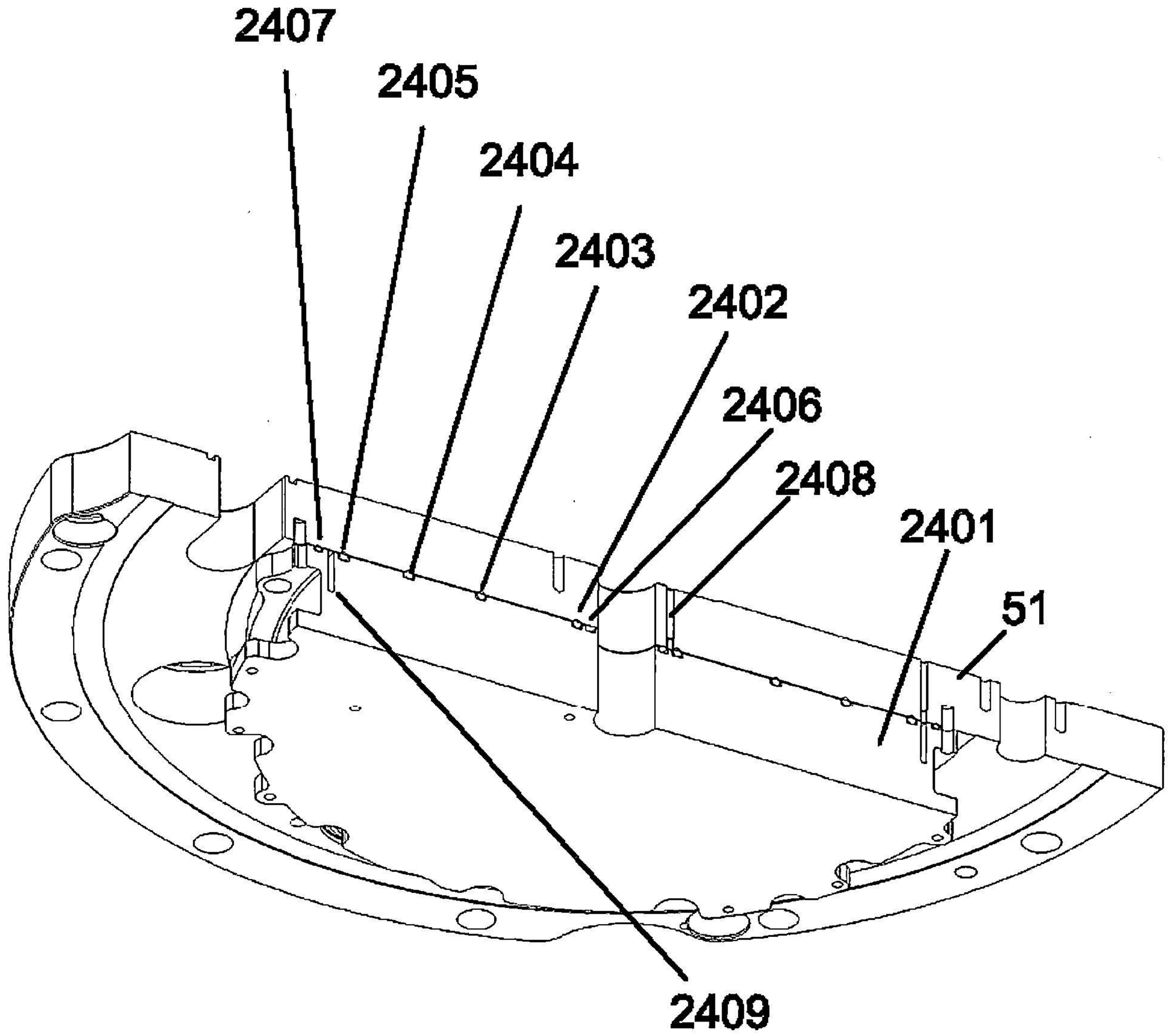


圖 25

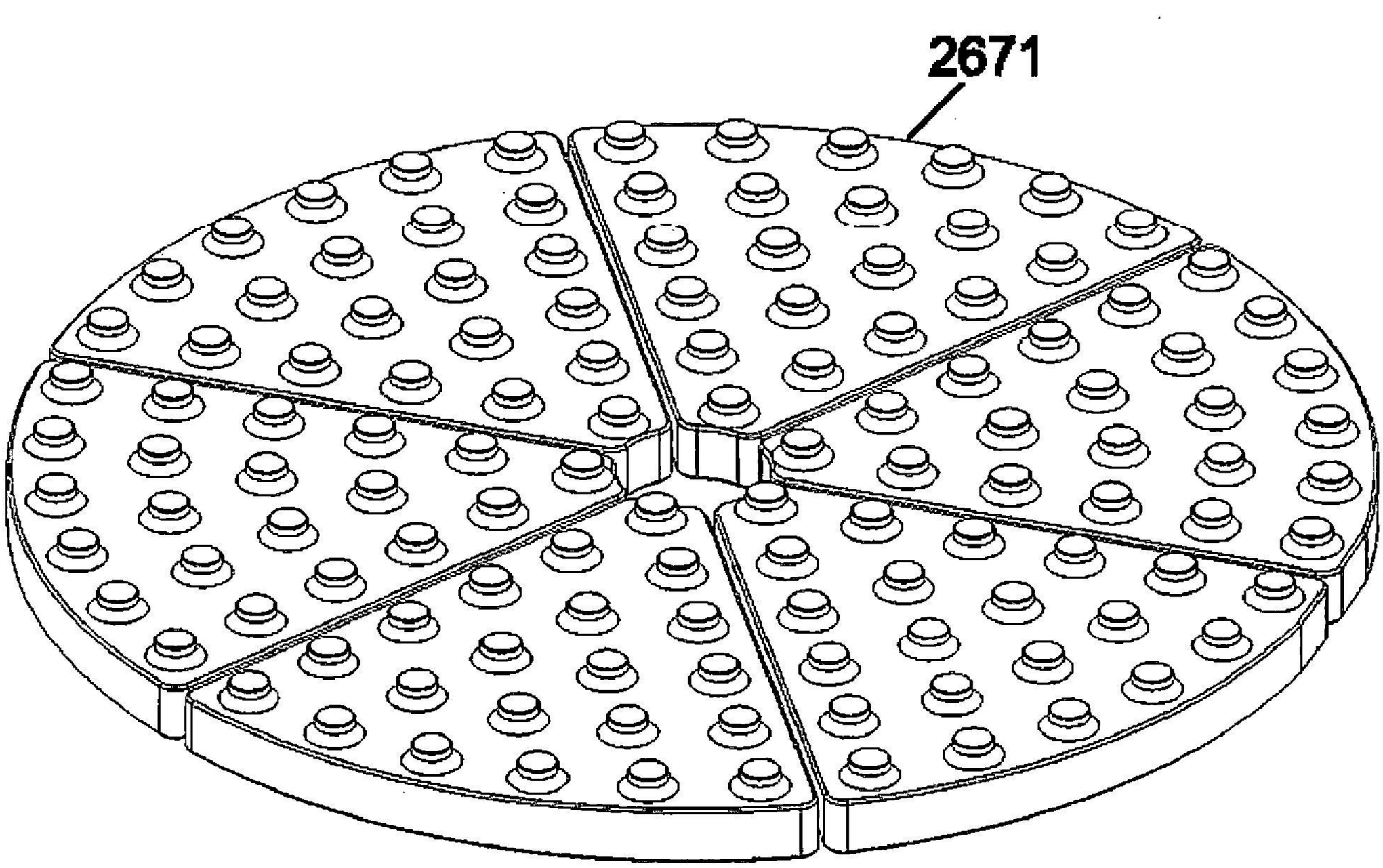


圖 26

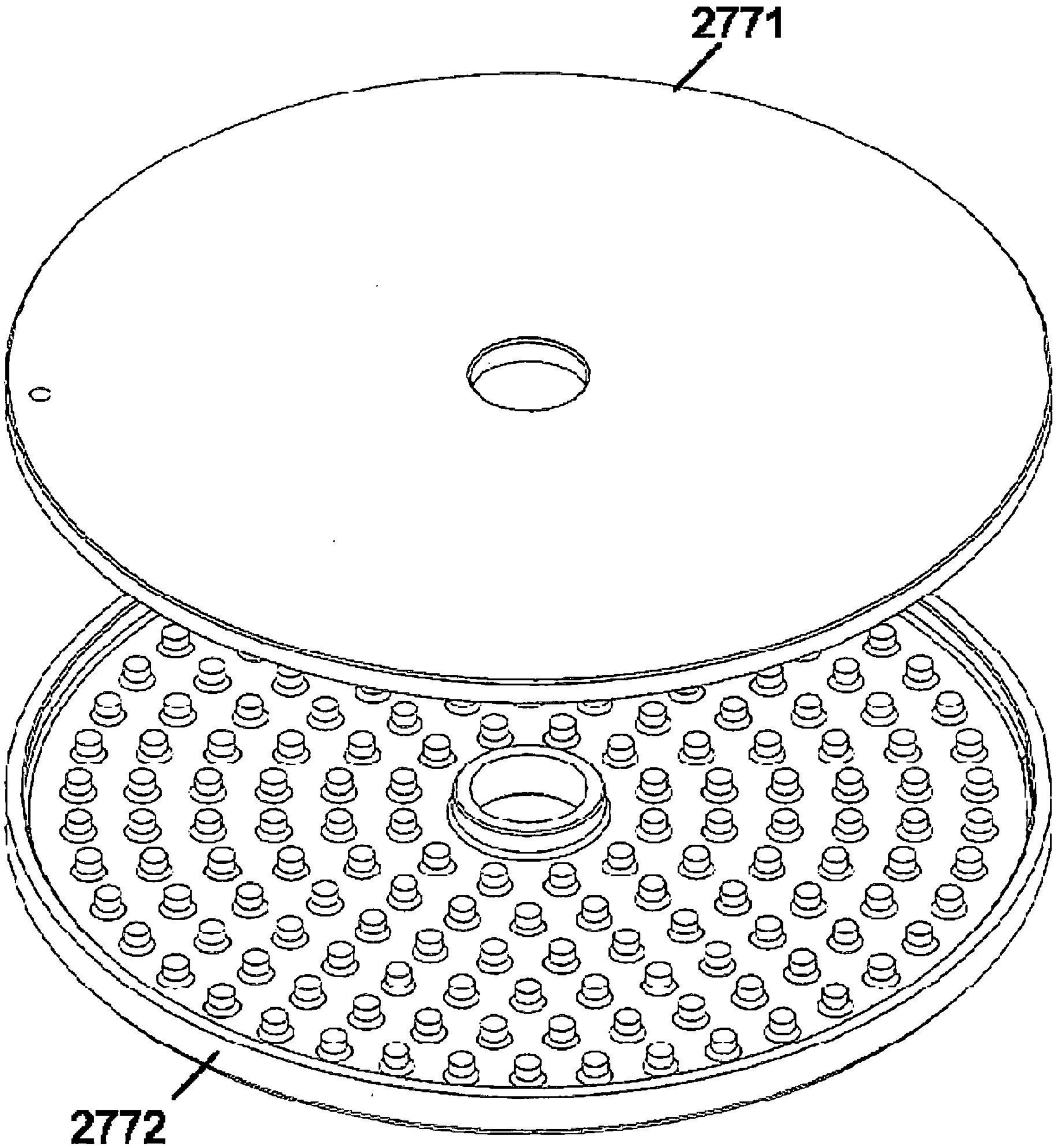


圖 27