（此處由本局於收文時黏貼條碼）

第 094113723 號　　民國 102 年 2 月 8 日修正

846791

公告本

發明專利說明書

（本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫）

※申請案號：094113723

※申請日期：94 年 04 月 28 日　　※IPC 分類：G21C 17/003 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 用以檢查環狀凹槽內材料的裝置

(英) Apparatus for inspecting material within an annular recess

二、申請人：(共 1 人)

1.姓　名：(中) 通用電機股份有限公司
　　(英) GENERAL ELECTRIC COMPANY
　代表人：(中) 1.凱瑟琳　溫特
　　(英) 1.WINTER, CATHERINE J.
　地　址：(中) 美國紐約州・斯克奈塔第河濱路 1 號
　　(英) 1 River Road, Schenectady, N.Y. 12345, USA
　國籍：(中英) 美國　　U.S.A.

三、發明人：(共 2 人)

1.姓　名：(中) 崔佛　戴維斯
　　(英) DAVIS, TREVOR
　國　籍：(中) 美國
　　(英) U.S.A.

2.姓　名：(中) 傑克　馬滋莫托
　　(英) MATSUMOTO, JACK TOSHIO
　國　籍：(中) 美國
　　(英) U.S.A.

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利□主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數　順序註記】

1.美國　　；2004/05/13；10/848,371 ☑有主張優先權

五、中文發明摘要

發明之名稱：用以檢查環狀凹槽內材料的裝置

提供一種用以檢查一環狀凹槽（106）內材料的方法與裝置，例如：熔接焊珠，特別是位於沸水式核子反應爐內的側板（100）、核心板（102）與支承結構（104）之間的熔接焊珠。該裝置包含一軌道支座（200）、一拱形軌道（202）、一托架（204）、一感應器支座（206）與一感應器（208）。該軌道設置以符合並對準於一側板（100）的內表面，或是其他具有感應器支座及感應器的周圍結構，其設置以延伸並且接著沿著該環狀凹槽水平地移動。該感應器可以設置有複數個感應器元件（214、216），例如：超音波換能器或渦流感應器，其可用以分析相對於該感應器位置的不同特性或不同區域。

六、英文發明摘要

發明之名稱：Apparatus for inspecting material within an annular recess

A method and apparatus is provided for inspecting material arranged within an annular recess (106) such as weld beads, particularly weld beads (112) between the shroud (100), core plate (102) and support structures (104) within a boiling water nuclear reactor (BWR). The apparatus comprises a track support(200), a generally arcuate track (202), a carriage (204), a sensor support (206) and a sensor (208). The track is configured to correspond and align generally with an inner surface of a shroud (100) or other encompassing structure with the sensor support and sensor configured to be extended into and then moved horizontally along the annular recess. The sensor may be configured with a plurality of sensor elements (214, 216), such as ultrasonic transducers or eddy current sensors that may be configured to analyze different properties or different regions relative to the sensor location.

七、指定代表圖：

（一）、本案指定代表圖為：第（ 2A ）圖

（二）、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

200 軌道支座
202 拱形軌道
204 托架
206 感應器支座
208 感應器

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

(1)

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明有關於一種大範圍周圍表面的原位置與非破壞檢測，且該周圍表面包含熔接，更有關於受阻與嵌壁式周圍熔接。在在沸水式核子反應爐可發現此種表面與熔接，且特別是在支承核心板與核心側板的環形結構之間的熔接，有時亦稱爲 H6A 熔接，其中該側板配置在該環形結構的上方。

【先前技術】

沸水式核子反應爐（BWR）的壓力容器（RPV）通常具有一圓柱形狀且兩端封閉，例如：底蓋與可移除式頂蓋。頂導板（有時稱爲格柵）在 RPV 內的一核心板上方隔開。核心側板（或側板）繞著該核心板且爲一側板支承結構所支承。該核心側板爲反應爐冷卻流體隔板以及用於該核心元件的結構性支承物。在大部分的例子中，該核心側板具有一般爲圓柱形狀且繞著該核心板與該頂導板。可移除式側板蓋耦接至位於該側板上部的側板蓋凸緣。

在 H6A 熔接之上，該核心板通常使用一系列不規則間隔核心板楔，而從該側板被隔開，該核心板楔設置在形成於該核心板與該側板內表面之間的薄型環狀開口內。該核心板楔阻礙接近該熔接以及在該環狀開口內之表面的機會，在該核心板楔之間的不規則間隔更進一步地使進入更爲複雜。然而在反應爐操作期間，該周圍熔接接面在熔接

(2)

受熱影響區域可能經歷晶間應力腐蝕龜裂（intergranular stress corrosion cracking，IGSCC）以及輻射應力腐蝕龜裂（irradiation-assisted stress corrosion cracking，IASCC），其可以檢擾該熔接的結構性完整。尤其是，側向的地震／動力之負載可能造成在龜裂熔接位置處的相對位移，並且可產生反應爐元件的漏損與不對準，其可能危及安全或性能。然而，在側板與核心板之間的附著物的特定複雜組態，該熔接原位置的檢測已證明其爲相當困難的。

因此，需要提供一種用以檢查熔接的裝置以及其相對應方法，該熔接用以將側板與核心板黏附至配置在該核心板下方的支承環，其爲可靠的且可用以檢測該熔接的周圍部分與其相關表面。當使用超音波感應器來檢測熔接時，該超音波感應器的焦點、方向與頻率可以加以選擇，以對準在熔接與該黏附結構之間的一預設融合線。接著該超音波光數可以重複地重調聚焦，用以沿著該融合線以約爲0.25 mm至12.7 mm（約爲0.01至0.5英吋）的分散增量來移動該焦點。一種增量式掃描的方法揭露於美國專利案號No. 6332011，藉由參照其內容而包含於此。

已設計出一種用以檢測熔接的機構，特別是用於特殊環境，例如：RPV的內部。此種裝置已揭露於美國專利案號No. 5568527，藉由參照其內容而包含於此，且提供一種遠端操作裝置，其具有夾持機構、滑動機構、轉動機構與感應器機構用以掃描一特定核心噴灑「T形盒」熔接上的超音波換能器，該熔接包含T形盒以使平板附著T形盒

(3)

覆蓋熱套筒附著熔接。

【發明內容】

在一範例式實施例中，提供一種主要用以檢查一或多個受阻熔接的長度之裝置，該些熔接用於將該側板與該核心板黏附至支承結構。該裝置可以一系列的組態實施，一框架可以包含組成固持裝置、一連接器、一托架以及一感應器，然而其傾向於包含一支座。在一範例式實施例中，該裝置配置在相鄰於該側板內表面的一部分，其接近核心板且暫時地固持在適當處。該感應器配置在足夠地接近該熔接或是所感興趣與活性表面，其以連續或跳動的方式，當托架沿著該框架移動時（以連續、階梯式或增量的方式），用以沿著該掃描特徵移動該感應器，以獲得對應至該字元以及該掃描特徵品質之資料。

本發明的其他特點、目的以及優點將詳細描述如下且伴隨著圖式而更加清楚敘述，其中在所有的圖式中，相同之參考數字係標明相同或類似的元件。

本發明的一些較佳實施例將詳細描述如下。然而，除了如實施方式描述外，本發明還可以廣泛地在其他的實施例施行，且本發明的範圍並不受實施例之限定，其以之後的專利範圍爲準。再者，爲提供更清楚的描述及更易理解本發明，圖式內各部分並沒有依照其相對尺寸繪圖，某些尺寸與其他相關尺度相比已經被誇張；不相關之細節部分也未完全繪出，以求圖式的簡潔。

【實施方式】

第 1A 圖係爲部分斷面圖，用以說明沸水式核子反應爐（BWR）的壓力容器（RPV）的一部分。RPV 通常具有一圓柱形狀，其一端通常以底蓋封閉而另一端則以可移除式頂蓋封閉，該頂蓋具有在該底蓋與該頂蓋之間延伸的側牆。繞著該反應爐核心的圓柱形狀之核心側板（100）將被置放於 RPV 之內，其中燃料棒束可藉由一核心板 102 支承，且該核心板 102 具有配置於一上表面的容納凹槽。該側板 100 可藉由一側板支座 104 支承在一端，且通常在另一端包含一可移除式側板蓋。環狀間隙 110 形成於側板 100 與核心板 102 之間，其間形成有一系列的核心板楔 108（可以包含處理迴路 108a），其部分地嵌入至該環狀間隙 110 內，用以控制該側板與該核心板的相對位置。

在反應爐核心所產生熱的數量，藉由嵌入與取回中子吸收材料的控制棒而獲得調節，舉例而言，該材料例如：鉿。針對控制棒被嵌入燃料棒束內而言，該控制棒將吸收中子，否則的話可能引發鏈反應，其產生反應爐核心的熱。在嵌入與取回期間，控制棒導管可用以維持控制棒的垂直移動，且在該反應爐的運作期間，控制棒傳動裝置可用以選擇性地嵌入與取回該控制棒。燃料棒束可使用核心板 102 以及容納凹槽 106 或其他對準結構加以對準，用以控制其間隔與穩定化該燃料棒束。當其放入該反應爐核心，頂導板亦可用以對準該燃料棒束。

(5)

在側板、側板支座與核心板之間的熔接可包含一些不同的標準組態，其依據 BWR 的特定產生、設備供應商與承包商而定。在一些 BWR 組裝中，側板 100 與核心板 102 兩者皆以熔接 112 而被熔接至該側板支座 104，該些熔接 112 位於形成在該側板與該核心板之間的環狀間隙 110 的下端，如第 1B 圖所示。

如第 1A 至 1C 圖所示，形成在該側板與該核心板之間的小環狀間隔或間隙 110 以及核心板楔 108 的存在，其阻礙接近該些熔接 112 的機會，並提供熔接必需的組裝與保養檢查一種嚴肅的挑戰，其中該環狀間隙 110 可具有僅約爲 13 mm（即爲 0.5 英吋）的寬度。

第 2A 至 2C 圖係爲平面圖，用以說明根據本發明一實施例裝置一些基本元件的運作。如上所述，軌道支座 200 支承一拱形軌道 202，該軌道 202 依序支承在其外部表面上的一掃描裝置，該掃描裝置包含一托架 204、一感應器支座 206 與一感應器 208，以及提供於不同元件（尚未說明）的相對移動之機構。如第 2B 所示，軌道支座 200 可配置與設置以將該拱形軌道 202 重新定位於相對於該軌道支座 200 的偏位或懸臂位置。同樣地，如第 2C 所示，該掃描裝置可沿著該拱形軌道 202 移動，以定位該感應器 208 用於掃描以及實施該掃描。

第 2A 至 2C 圖所述的根據本發明一實施例裝置一些基本元件的運作，與第 3A 至 3C 圖實質上相同。然而，如第 3D 圖所示，該感應器支座 206 亦可相對於該拱形軌道 202

垂直地移動，其使用一軌道或導板 210 以將該感應器 208 嵌入至該環狀間隙 110，以及將該感應器 208 置放在足夠鄰近該熔接 112 處或者是該側板 100 或核心板 102 的側表面之一，以提供待實施的所欲之掃描操作。

第 4A 至 4C 圖說明一個示範的掃描操作（已移除側板）。如第 4A 圖所示，由於該拱形軌道 202 一般爲平行該核心板 102 的上表面，該裝置將置放在鄰近該側板 100 的內表面。托架 204 將置放在一部分環狀間隙 110 的上方，該部分不被核心板楔 108 所阻礙。接著，該裝置的感應器 208 將被放入該環狀間隙 110 且置放在相鄰於該熔接或所關注表面之處。接著，當該感應器 208 沿著該掃描特徵移動以掃描一區域（一般建議爲區域 300）時，使之致動感應器元件或設置在該感應器 208 內的元件，並且產生所欲之掃描資料。接著分析該資料以評估該掃描特徵的狀態，以使得一矯正動作（假如需要的話）可被即時地接受。額外的導板及／或彈性元件（圖中未示）可以涵蓋在該感應器支座中，提供有限程度的被動浮動以容納在該掃描特徵中較次要的不平整，而不需要危及感應器或是需要主動地垂直重新定位該感應器支座。

該裝置的掃描部件可以不同種類的組態實施且將於稍後說明，然而一般而言其包含一拱形軌道 202，該軌道 202 具有大致上與該側板 100 的內表面之曲率半徑相同的一曲率半徑。依據該環狀間隙 110 的尺寸而定，該感應器支座 206 較低的部分將被嵌入至該環狀間隙 110 且一或多

個該感應器 208 的表面亦可設置成相同的曲率。藉由使這些元件更佳地符合該環狀間隙 110，在嵌入以及沿著該間隙移動的期間，機械上干擾的可能性可以降低，且定位機構可以簡化。該裝置亦可包含一或多個隔離元件 216，其接觸該側板的內表面且明確地建立相對於該側板的拱形軌道 202 已知的偏位。

如第 5A 至 5D 圖所示，該裝置可以配置在殼體或框架 212 內且其設置以符合燃料棒束裝置，以使其可以嵌入至該反應爐核心，並使用設置在該頂導板上的開口與設置在該框架 212a 與核心板 212 上相對應的對準結構，用以固定該框架相對於該側板內表面的位置。在嵌入與定位該框架 212 的期間，該掃描裝置可維持在該框架內一受保護或縮回的位置，兩者皆可經由該頂導板使嵌入易於實施且保護該裝置中更爲易脆的元件。一旦該框架被置放在該反應爐核心內（通常使用周圍的燃料棒位置），該掃描裝置可以重新裝配爲由該框架 212 且朝著該側板的內表面延伸。

以大致上爲垂直的方向置放用以安裝在該框架 212 內的拱形軌道 202（如第 5B 圖所示），接著可以繞著一軸 218 轉動用以將其以大致上爲水平的組態置放（如第 5C 圖所示）作爲預備掃描操作，亦即大致上平行於該核心板的上表面。該掃描裝置的延伸部分可使用不同的機械元件 214 與定位元件以連接至該框架 212，舉例而言，該些元件包含水壓式活塞、氣動式活塞、步進馬達、四連桿組，

其可被選擇地且設置以將該掃描裝置置放於相鄰於該側板100的內牆面以及在該環狀間隙110的上方，如第5D圖所示。

如第6A至6D圖所示，感應器支座可設置成T形206a或L形206b，感應器208、208a與208b設置在該感應器支座的延伸部位上。如第4A至4D圖所示，在該掃描操作中使用此種修改後感應器支座，可使得該感測頭置放在該核心板楔的下方，其限制該感應器支座上部位置的水平行進，並增加可使用該裝置而被掃描的周遭區域。再者，如第6B、6D圖所示，依據相對的尺寸而定，感應器支座206a、206b及／或感應器208、208a與208b亦可設置以符合該環狀間隙110的曲率半徑。

如第8圖所示，感應器208可以包含一框架或主體302，其設置以扣接至該感應器支座且用以固持複數個感應器304、306，該些感應器可具有不同的組態及／或適於分析該掃描特徵或表面的不同性質。舉例而言，感應器208可以包含一系列超音波換能器，其設置以產生不同的頻率範圍，且集中在相對於該框架位置的不同區域。舉例而言，在一範例式感應器中的各自感應器可以包含在2.25 MHz下操作的45°剪切換能器、在2.25 MHz下操作的60°折射縱向換能器、在2.25 MHz下操作的外直徑潛變換能器以及在5 MHz下操作的0°縱向換能器。爲了符合該環狀間隙110相當窄的間隔，這些換能器通常具有5 mm至21 mm範圍的尺寸，然而需要加以說明的是，實際尺寸可以

依據特定的應用與使用在感測頭的特定感應器而定。該感應器並不限於超音波裝置，其可以包含渦流式、電阻式、光學以及其他感應器，其可設置以符合所需的空間。通常，框架 302 亦可包含針對電源與感測、傳輸或資料線（其可以包含導線或是電纜線與光纖）的複數個連接或埠 308。

第 7A 至 7C 圖說明根據本發明另一實施例的裝置。如第 7A 圖所示，拱形軌道 202 可以提供配置在接近軌道末端處的固持裝置。固持裝置的一實施例包含一汽缸 220 或其他致動器，其可以用以延伸一定位裝置，例如：楔形物 222、彈力構件（圖中未示）、凸輪（圖中未示）或其他元件。如第 7B 圖所示，該定位裝置可設置以暫時地固定該軌道 202 相對於該環狀間隙 110 的位置，其係藉由接觸該環狀間隙 110 一或多個側壁、該側板 100 的內表面以及核心板楔 108（圖中未示）。一旦該掃描操作已完成，該定位裝置 222 可以鬆開或收回，用以將該掃描裝置重新定位於相鄰該內側板 100 不同的周圍部分。

如第 7C 圖所示，該掃描裝置可提供在桿體 226 上，其可支承一框架或一組件 224 且提供於該反應爐核心內較寬範圍的移動。該框架 224 亦可提供對準結構 224a，用以定位在該核心板上的燃料棒束位置，或者是可以包含其他組件（圖中未示），用以暫時地固定該掃描裝置相對於該側板 100 內表面的位置。其他組件可設置以連接其他硬點或附著固定物，其通常設置在反應爐容器內不同的位置上

，用以實施週期性保養。另外，其他組件可設置以與其他結構互相作用，該些結構通常配置在接近該核心板的周圍，且藉此該掃描裝置可以暫時地固定在相對於該側板內表面的一位置上。舉例而言，真空裝置可設置以將該掃描裝置固定至該側板 100 或核心板 102，其藉由產生壓力差足夠以將該裝置固持在適當處。

雖然本發明已以若干較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者爲準。

【圖式簡單說明】

本發明的許多觀點可以參考以下的圖式而更加清楚的了解。相關圖式並未依比例繪製，其作用僅在清楚表現本發明有關定理。此外，使用數字來表示圖式中相對應的部分。

第 1A 圖係爲一區域的斷面圖，該區域位於一典型沸水式核子反應爐的壓力容器中側板與核心板接面；

第 1B 圖係爲區域 B 的斷面圖，用以詳細說明在側板、核心板與支承構件之間的附著物；

第 1C 圖係爲第 1A、1B 圖說明區域的平面圖；

第 2A 至 2C 圖係爲平面圖，用以說明根據本發明一實施例一些元件的運作；

第 3A 至 3D 圖說明根據本發明一實施例一些元件的

運作；

第4A至4C圖說明根據本發明一實施例在掃描操作期間一些元件的運作；

第5A至5D圖說明根據本發明一實施例一些元件的運作；

第6A至6D圖說明可使用於本發明一些實施例的感測臂、感測頭可供選擇的組態；

第7A至7C圖說明根據本發明另一實施例一些元件的運作；

第8圖說明用於實施本發明示範的、多功能的感測頭。

【主要元件符號說明】

100 核心側板

102 核心支座

104 側板支座

106 容納凹槽

108 核心板楔

108a 處理迴路

110 環狀間隙

112 熔接

200 軌道支座

202 拱形軌道

204 托架

206	感應器支座
206a	T形感應器支座
206b	L形感應器支座
208	感應器
208a	感應器
208b	感應器
210	導件
212	框架
212a	框架
214	機械元件
216	隔離元件
220	汽缸
222	楔形物
224	組件
224a	對準結構
226	極區
300	區域
302	主體
304	感應器
306	感應器
308	埠

十、申請專利範圍

1.一種用以檢查形成於一核心板與一核子反應爐之側板間的一環狀凹槽（110）內材料的裝置，包含：

一軌道支座（200），其可置放於鄰近該環狀凹槽；

設於該軌道支座（200）上的一拱形軌道（202），該軌道具有與該環狀凹槽的曲率半徑相同的一曲率半徑；

一夾持機構，具有接觸該側板的內表面、該環狀凹槽之側壁以及控制該側板與該核心板的相對位置之核心板楔的一楔形物，藉此暫時地固定該軌道相鄰該環狀凹槽以及在該環狀凹槽上方的位置；

一托架（204），設置以在第一方向上沿著該軌道移動；

設於該托架上的一感應器支座（206），設置以沿著垂直於該第一方向的一軸移動；

設於該感應器支座上的一感應器（208），該感應器設置以嵌入至該環狀凹槽，藉此該托架的移動導致該感應器沿著該環狀凹槽的該表面之一部分移動；以及

一殼體，該殼體設置以當處於一儲存組態時，容納該軌道支座、該拱形軌道、該托架、該感應器支座與該感應器。

2.如申請專利範圍第 1 項所述之用以檢查一環狀凹槽內材料的裝置，其中該夾持機構包含選自下列群組的一或多個元件，該群組包含：

一隔離元件（216），設置以接觸由該環狀凹槽的一

外部側壁延伸的一表面，用以維持在該軌道與該表面之間的一預設間隔；

配置於鄰近該軌道對邊的第一與第二致動器（220），用以將楔形物置放於該環狀凹槽內；

一真空裝置，設置以黏附至由該環狀凹槽的一外部側壁延伸的一表面；以及

一真空裝置，設置以黏附至由該環狀凹槽輻射狀延伸的一表面。

3.如申請專利範圍第 2 項所述之用以檢查一環狀凹槽內材料的裝置，其中該楔形物包含選自下列群組的一或多個元件，該群組包含：

一楔形元件（222），設置以在一嵌入方向上部分地嵌入至該環狀凹槽內且該嵌入方向垂直於該第一方向，用以暫時地固定該檢查裝置相對於該環狀凹槽的位置；

一非對稱元件，具有小於該環狀凹槽一寬度的第一尺寸以及具有至少等於該環狀凹槽該寬度的第二尺寸，設置以轉動且用以暫時地固定該檢查裝置相對於該環狀凹槽的位置；

一彈性元件，當被嵌入至該環狀凹槽內，採取一壓縮組態；以及

設置以在一放大組態與一縮小組態之間選擇性轉換的一元件，用以暫時地固定該檢查裝置相對於該環狀凹槽的位置。

4.如申請專利範圍第 1 項所述之用以檢查一環狀凹槽內材料的裝置，更包含：

一殼體（212），該殼體設置以當處於一儲存組態時，容納與保護該軌道支座（200）、該拱形軌道（202）、該托架（204）、該感應器支座（206）與該感應器（208）；以及

一部署機構（214），設置以當處於一部署組態時，由該殼體選擇性地延伸該軌道支座、該拱形軌道、該托架、該感應器支座與該感應器，並返回該儲存組態。

5.如申請專利範圍第 4 項所述之用以檢查一環狀凹槽內材料的裝置，其中

該部署機構（214）係設置以在一垂直方向與一水平方向之間選擇性地轉動該軌道。

6.如申請專利範圍第 1 項所述之用以檢查一環狀凹槽內材料的裝置，其中

當處於該儲存組態與該部署組態時，該軌道支座（200）的一方向是相同的。

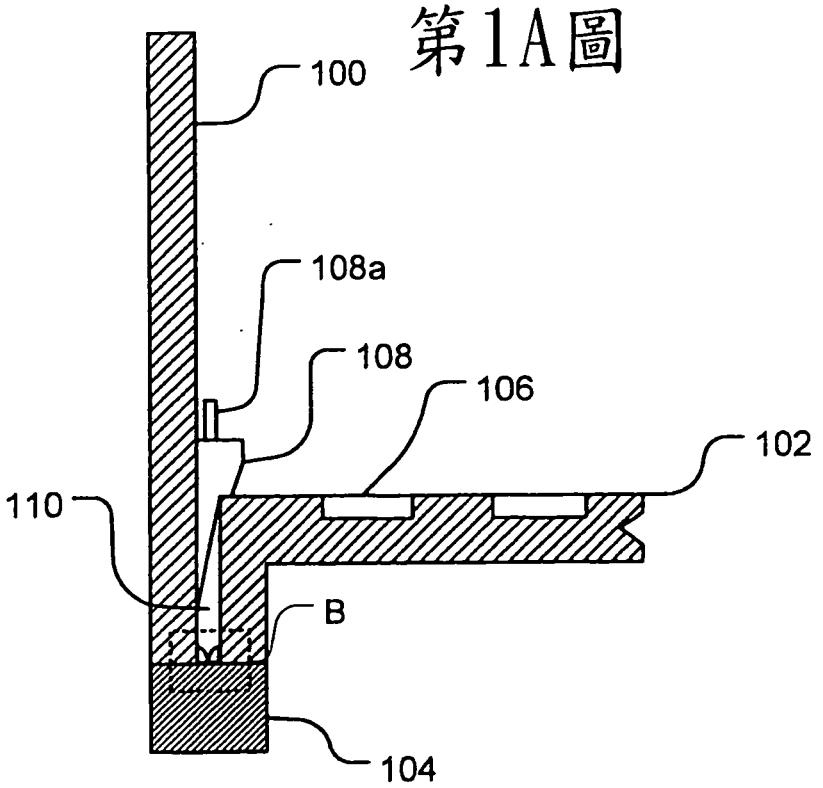
7.如申請專利範圍第 6 項所述之用以檢查一環狀凹槽內材料的裝置，其中

該部署機構（214）包含一四連桿組，當其在該儲存組態與該部署組態之間移動時，用以維持該軌道支座的該方向。

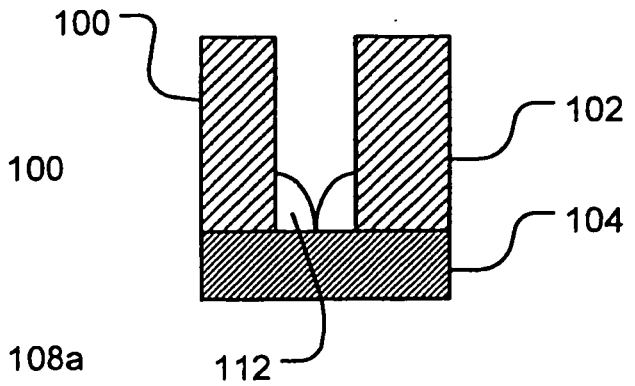
8.如申請專利範圍第 1 項所述之用以檢查一環狀凹槽內材料的裝置，其中

該感應器支座（206a、206b）包含一上連接部與一下感應器支承部，該支承部具有超過該連接部之水平延伸的一水平延伸。

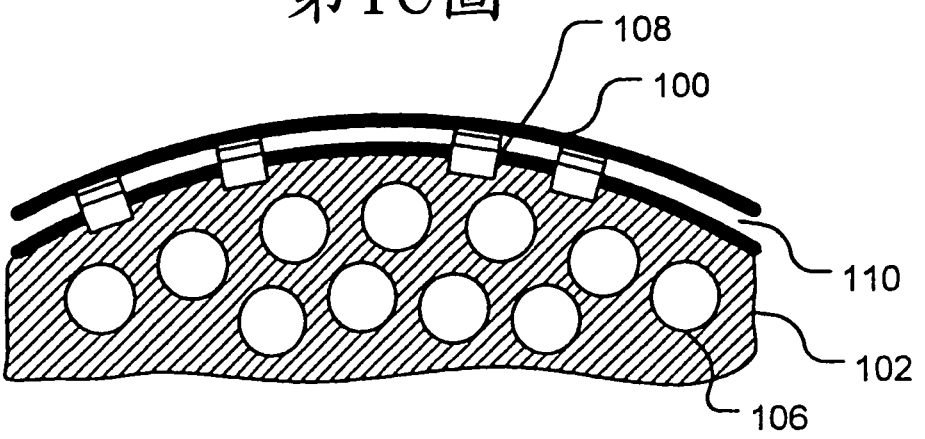
第1A圖



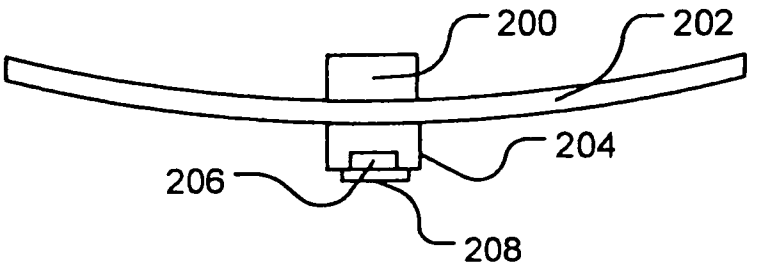
第1B圖



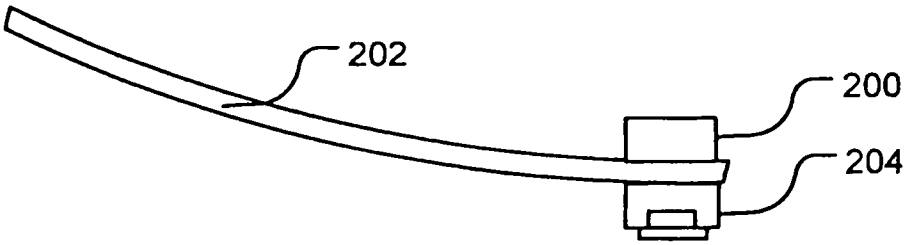
第1C圖



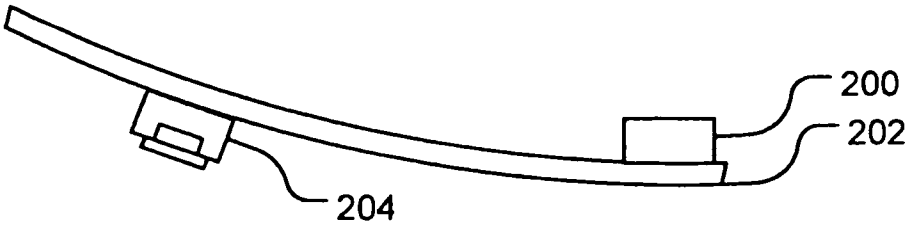
第2A圖



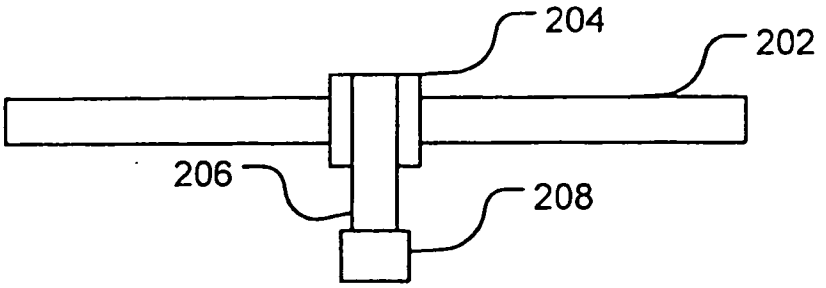
第2B圖



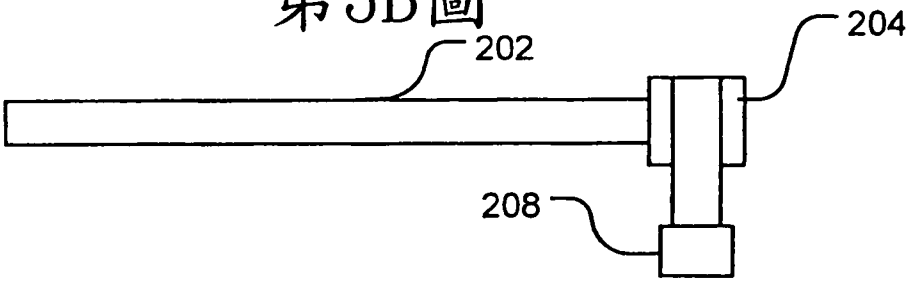
第2C圖



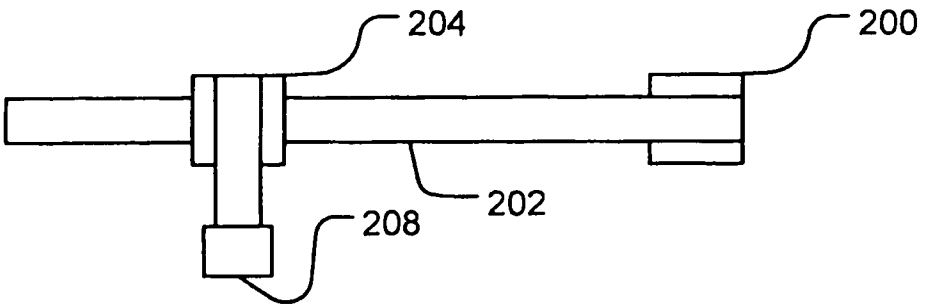
第3A圖



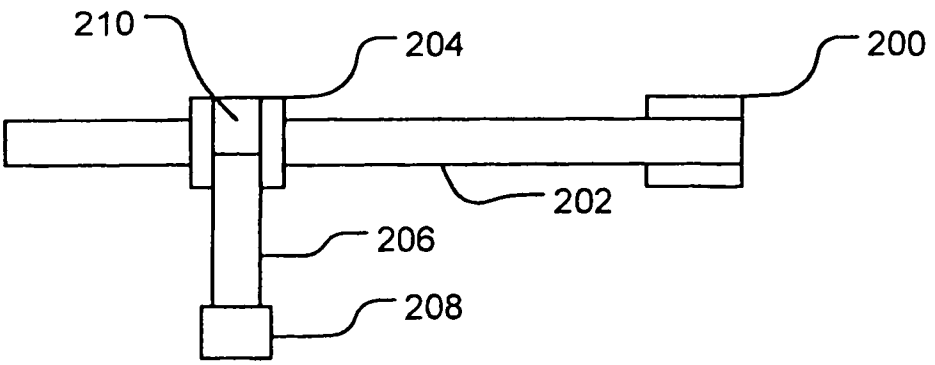
第3B圖



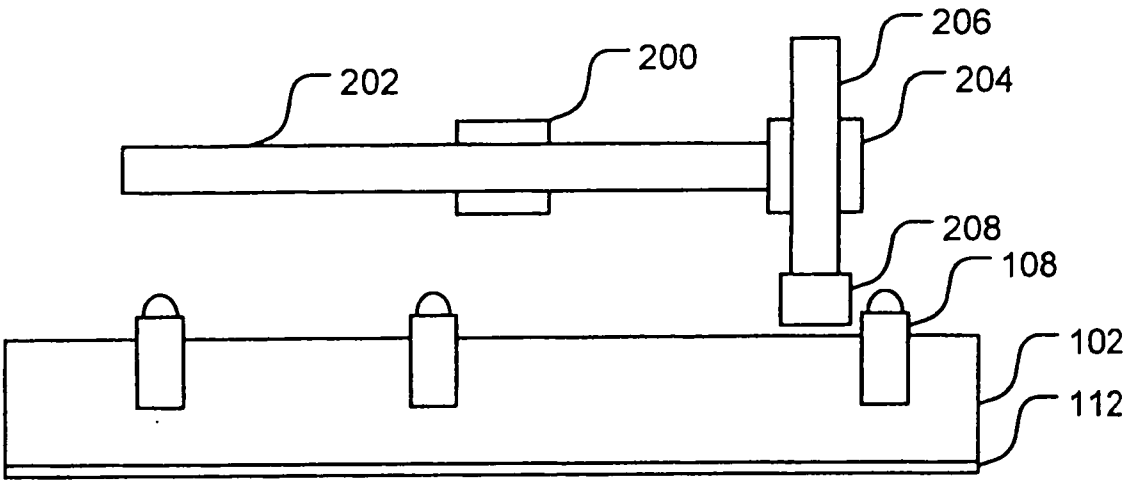
第3C圖



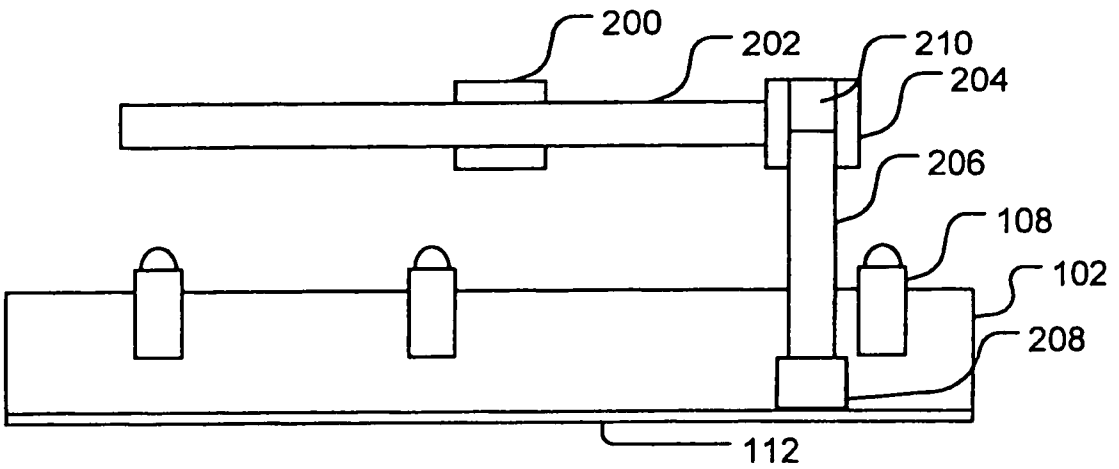
第3D圖



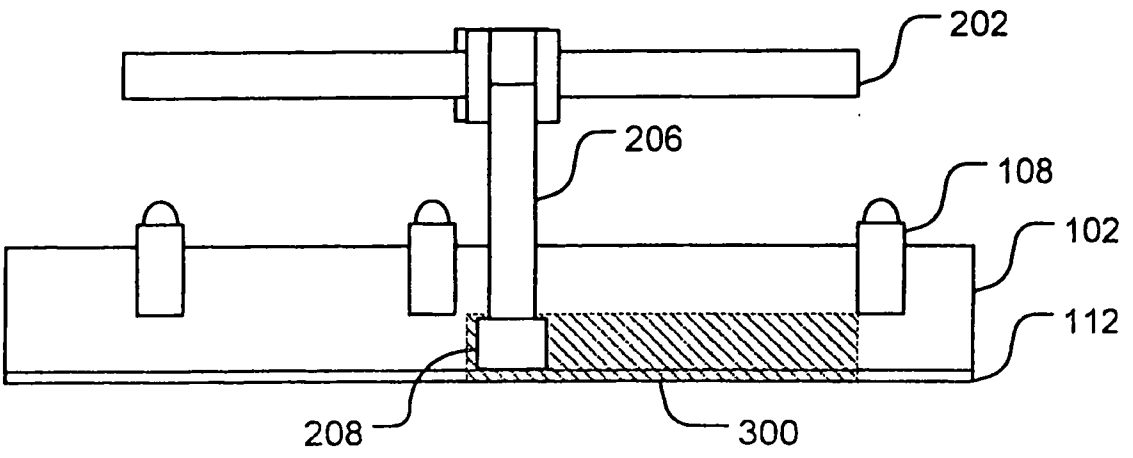
第4A圖



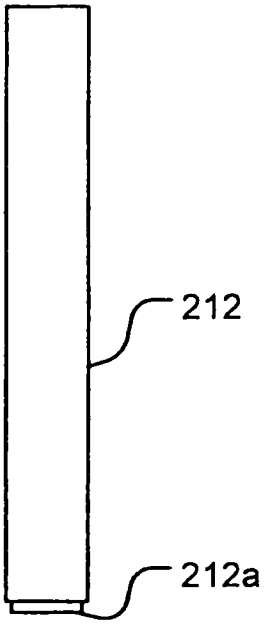
第4B圖



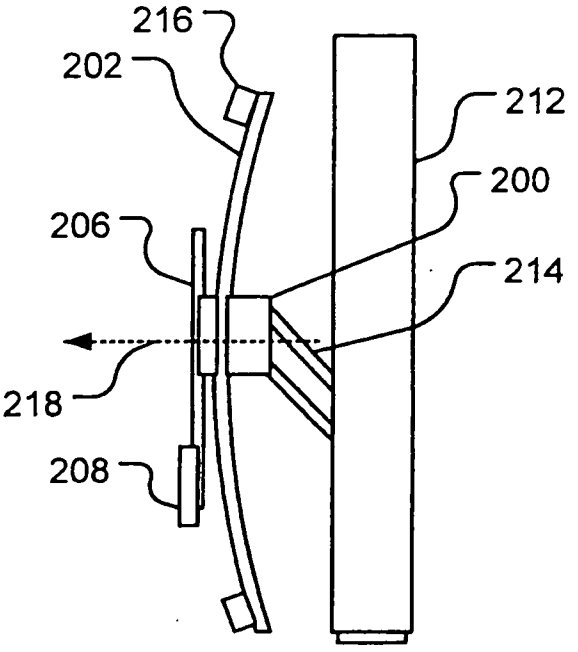
第4C圖



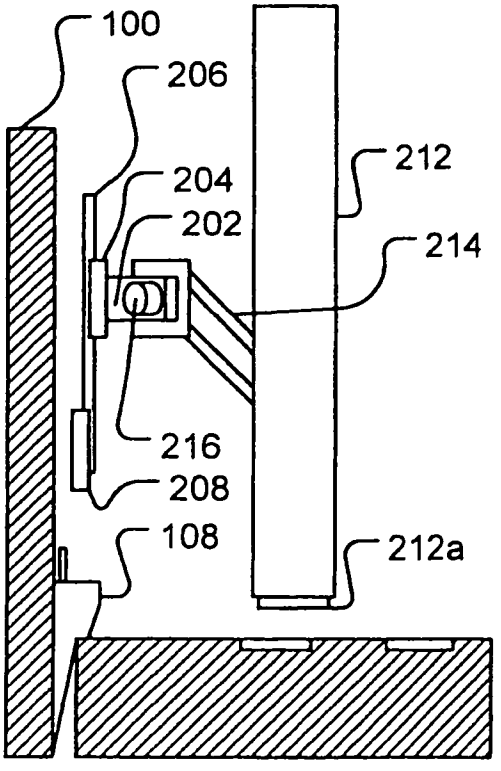
第5A圖



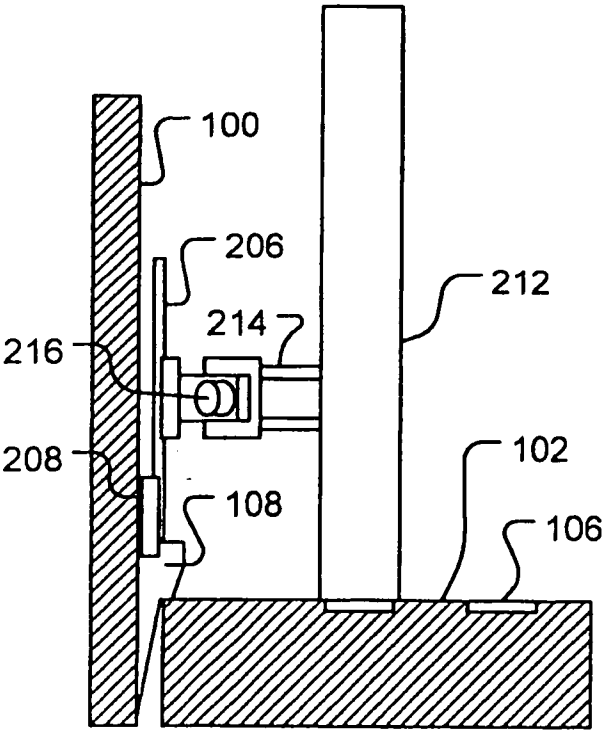
第5B圖



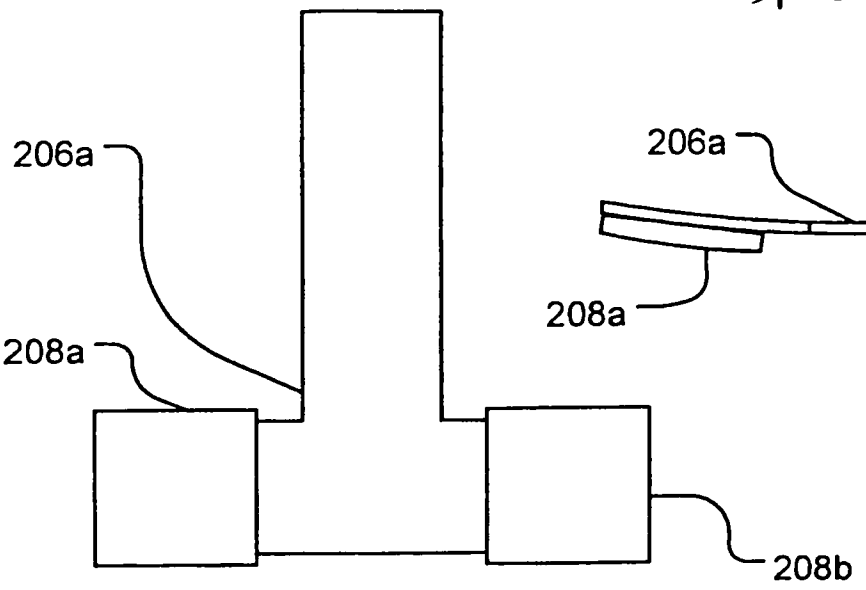
第5C圖



第5D圖

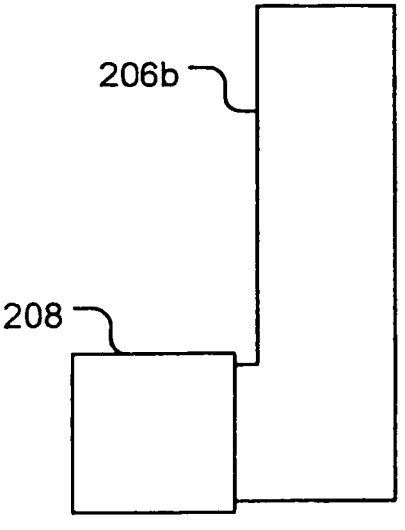


第6A圖

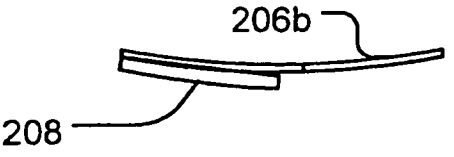


第6B圖

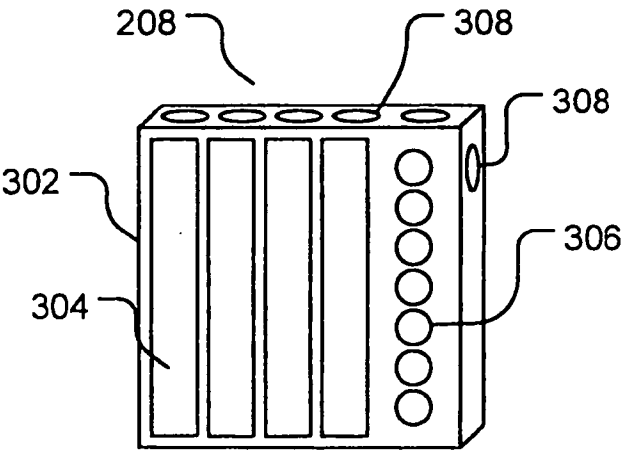
第6C圖



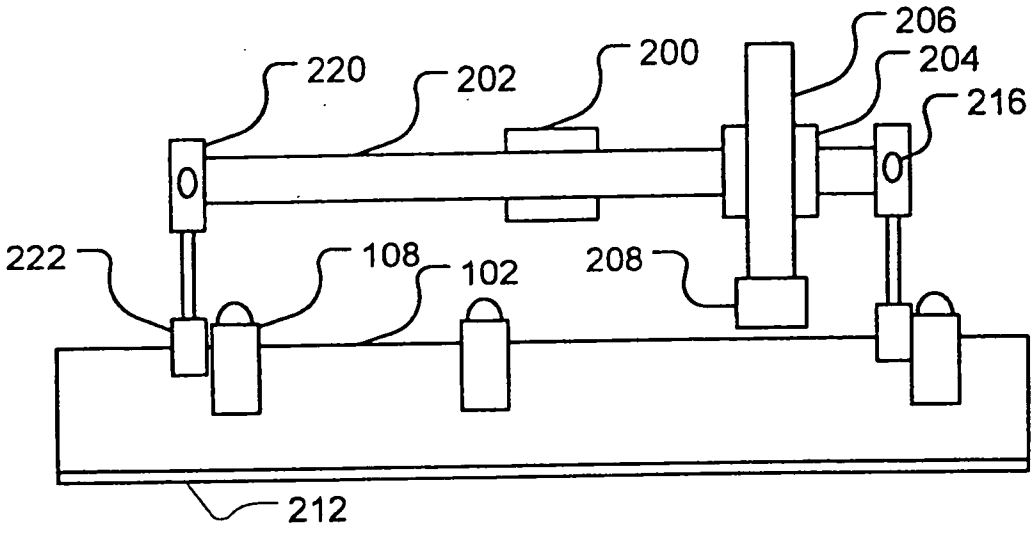
第6D圖



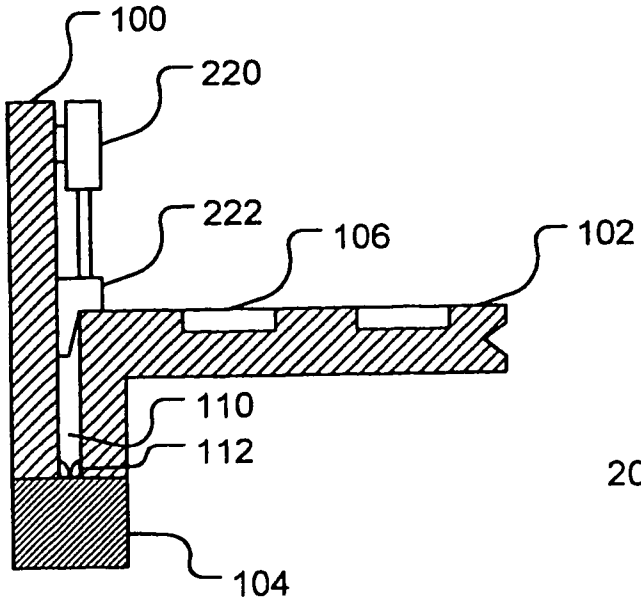
第8圖



第7A圖



第7B圖



第7C圖

