



(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 I592641 B

(45) 公告日：中華民國 106 (2017) 年 07 月 21 日

(21) 申請案號：103106391

(22) 申請日：中華民國 103 (2014) 年 02 月 26 日

(51) Int. Cl. : G01L7/08 (2006.01)

(30) 優先權：2013/02/28 美國 61/770,817

2013/04/30 美國 61/817,724

2013/11/05 美國 14/072,188

(71) 申請人：MK S 公司 (美國) MKS INSTRUMENTS, INC. (US)

美國

(72) 發明人：顧磊 GU, LEI (CN)；盧卡斯 保羅 LUCAS, PAUL D. (US)；巴特 史蒂芬 BART,

STEPHEN F. (US)；蘇利文 菲利浦 SULLIVAN, PHILIP W. (US)

(74) 代理人：林秋琴；陳彥希

(56) 參考文獻：

US 5107710

US 5702619

US 6326682B1

US 6732590B1

審查人員：林永昌

申請專利範圍項數：28 項 圖式數：15 共 40 頁

(54) 名稱

具有即時健康監測及補償的壓力感測器

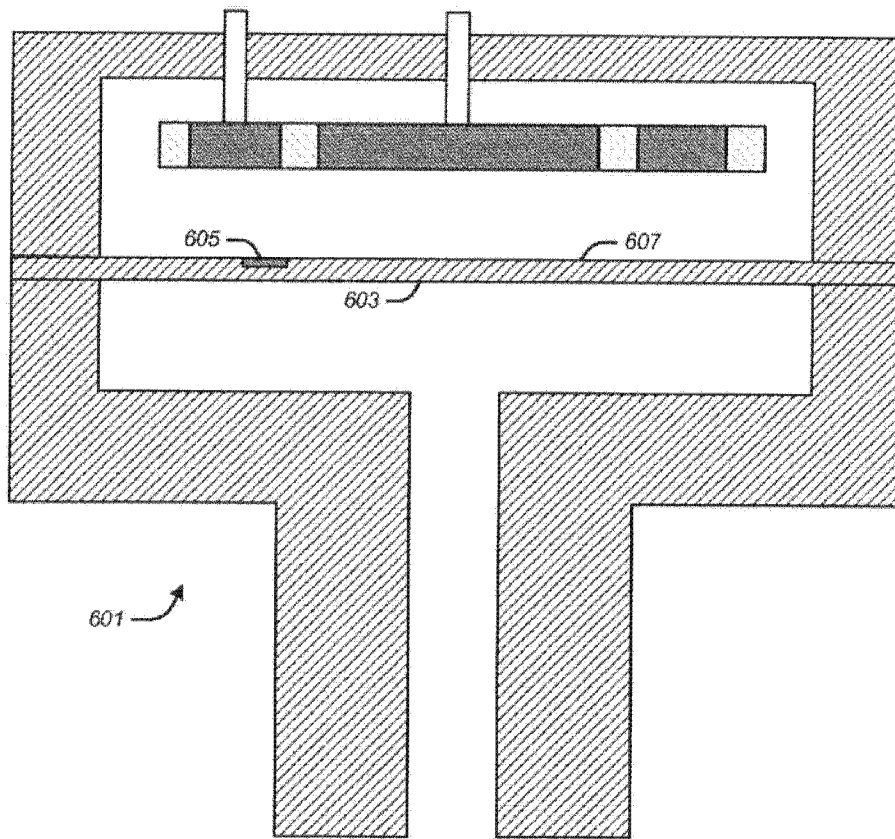
PRESSURE SENSOR WITH REAL TIME HEALTH MONITORING AND COMPENSATION

(57) 摘要

本發明揭露一種壓力感測器，其係可測量氣體或液體壓力。一腔室具有接收該氣體或液體的一入口。一彈性膜係在該腔室內，該腔室具有一表面暴露到該氣體或液體，在它流經該入口以後。一壓力感測器系統可感測由該氣體或液體之壓力變化所導致之在該彈性膜中的變化。一壓力不敏感感測器系統，可感測在不由該氣體或液體之壓力變化所造成之該彈性膜的變化。該壓力不敏感感測器系統係對該氣體或液體之壓力變化所造成的該彈性膜變化不敏感。

A pressure sensor may measure gas or liquid pressure. A chamber may have an inlet that receives the gas or liquid. A flexible diaphragm may be within the chamber that has a surface exposed to the gas or liquid after it flows through the inlet. A pressure sensor system may sense changes in the flexible diaphragm caused by changes in the pressure of the gas or liquid. A pressure-insensitive sensor system may sense changes in the flexible diaphragm that are not caused by changes in the pressure of the gas or liquid. The pressure-insensitive sensor system may be insensitive to changes in the flexible diaphragm caused by changes in the pressure of the gas or liquid.

指定代表圖：



符號簡單說明：

601 . . . 壓力感測器

603 . . . 彈性膜

605 . . . 應變計

607 . . . 表面

圖 6

發明摘要

※ 申請案號：103106391

※ 申請日：

103. 2. 26

※IPC 分類：G01L 1/08 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

具有即時健康監測及補償的壓力感測器

PRESSURE SENSOR WITH REAL TIME HEALTH MONITORING
AND COMPENSATION

【中文】

本發明揭露一種壓力感測器，其係可測量氣體或液體壓力。一腔室具有接收該氣體或液體的一入口。一彈性膜係在該腔室內，該腔室具有一表面暴露到該氣體或液體，在它流經該入口以後。一壓力感測器系統可感測由該氣體或液體之壓力變化所導致之在該彈性膜中的變化。一壓力不敏感感測器系統，可感測在不由該氣體或液體之壓力變化所造成之該彈性膜的變化。該壓力不敏感感測器系統係對該氣體或液體之壓力變化所造成的該彈性膜變化不敏感。

【英文】

A pressure sensor may measure gas or liquid pressure. A chamber may have an inlet that receives the gas or liquid. A flexible diaphragm may be within the chamber that has a surface exposed to the gas or liquid after it flows through the inlet. A pressure sensor system may sense changes in the flexible diaphragm caused by changes in the pressure of the gas or liquid. A pressure-insensitive sensor system may sense changes in the flexible diaphragm that are not caused by changes in the pressure of the gas or liquid. The pressure-insensitive sensor system may be insensitive to changes in the flexible diaphragm caused by changes in the pressure of the gas or liquid.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖六。

【本代表圖之符號簡單說明】：

601壓力感測器

603彈性膜

605應變計

607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)

具有即時健康監測及補償的壓力感測器

PRESSURE SENSOR WITH REAL TIME HEALTH MONITORING
AND COMPENSATION

【技術領域】

【0001】 本申請案依據並且要求美國專利申請案號碼14/072,188的優先權，名稱為“具有即時健康監測及補償的壓力感測器”，2013年11月5日提出申請；美國臨時專利申請案號碼61/770,817的優先權，名稱為“具有整合健康監測的壓力感測器”，2013年2月28日提出申請；及美國臨時專利申請案號碼61/817,724的優先權，名稱為“具有整合監測的壓力感測器”，2013年4月30日提出申請。這些申請案各個的全部內容在此以引用的方式併入本文中。

【0002】 本申請案係關於壓力感測器，包括將彈性膜暴露到具有欲被測量之壓力之氣體或液體的壓力感測器。

【先前技術】

【0003】 使用一彈性膜的壓力感測器可被使用於各式各樣的應用中。該彈性膜的一側可被暴露到具有欲被測量壓力的氣體或液體。其他側與氣體或液體隔離，但卻暴露到一密封腔室。欲被測量之壓力的變化會導致該彈性膜之撓曲的對應變化。這些變化的測量可當作該壓力變化的指示。

【0004】 一些壓力感測器係被使用於可損壞該彈性膜的環境中。例如，一些壓力感測器係被使用於化學蒸汽沈積（CVD）系統。這些系統會導致沈積物穩定地建立在彈性膜上及/或起因於原子摻雜之彈性膜的變化。對該彈性膜的此類損壞會不利地影響所進行之壓力測量的準確性。

【0005】 處理此問題的一種方式係為週期性地替換彈性膜。

不過，這會造成在替換過期期間內該系統的早熟與過度延遲替換以及浪費使用兩者。

【0006】 另一種方式係為施行週期性校準測試於彈性膜上。不過，再者，該系統必須被離線地進行並因此暫時無法使用。

【發明內容】

【0007】 一種壓力感測器可測量氣體或液體壓力。一腔室具有接收該氣體或液體的一入口。一彈性膜係在該腔室內，該腔室具有一表面暴露到氣體或液體，在它流經該入口以後。一壓力感測器系統可感測由該氣體或液體之壓力變化所導致之彈性膜的變化。一壓力不敏感感測器系統可感測在不由該氣體或液體之壓力變化所造成的彈性膜變化。該壓力不敏感感測器系統係對該氣體或液體之壓力變化所造成的彈性膜變化不敏感。

【0008】 該壓力不敏感感測器系統包括在經歷變化之彈性膜上或內之壓力不敏感位置上的局部感測器，但是卻不回應該氣體或液體壓力的變化。

【0009】 該壓力不敏感感測器系統包括在該彈性膜上或內之不同壓力不敏感位置上的複數個局部感測器。從複數個局部感測器之輸出，一外推處理系統可將在歷經變化之彈性膜上或內之壓力不敏感位置上的變化外推，但卻不回應該氣體或液體的壓力變化。

【0010】 該彈性膜具有各經歷變化、但卻不回應該氣體或液體壓力變化之壓力不敏感位置的一線。複數個局部感測器的至少其中兩個放置於此線的相反側或相同側上。

【0011】 該外推處理系統根據以下方程式來計算在該壓力不敏感位置上的應力：

$$\frac{\sigma_1' \sigma_2'' - \sigma_1'' \sigma_2'}{\sigma_1' + \sigma_2'' - \sigma_1'' - \sigma_2'} + \sigma_{\text{最初}}$$

其中： σ_1' 與 σ_2' 係為來自複數個局部感測器之其中一個、同時各自受到實質不同壓力P1與P2的輸出； σ_1'' 與 σ_2'' 係為來自複數個局部

感測器之另一個、同時各自受到相同之實質不同壓力P1與P2的輸出；以及 σ 最初係為在暴露到壓力P1與P2以前被置於彈性膜上並且在暴露到壓力P1與P2期間內仍維持在彈性膜上的任何應力。

【0012】該複數個局部感測器的不同壓力-敏感位置相關於該彈性膜的表面具有實質平面對稱性。

【0013】該彈性膜係為圓形且該壓力不敏感位置係在實質同心圓上，其所具有的半徑係在彈性膜之半徑的0.63範圍內，加或減0.2。

【0014】該壓力不敏感感測器系統包括暴露或不暴露到氣體或液體之彈性膜表面上的局部感測器。該壓力不敏感感測器系統更換地係為嵌入於該彈性膜內的局部感測器。

【0015】該壓力不敏感感測器系統不包括在該彈性膜上或內的局部感測器。該彈性膜係為第一彈性膜；該壓力不敏感感測器系統包括與第一彈性膜隔開的第二彈性膜；以及第二彈性膜具有一表面，該表面係暴露到氣體或液體，在它流經該入口以後。

【0016】第二彈性膜的尺寸、形狀與材料成分與第一彈性膜實質相同。第二彈性膜的尺寸、形狀與材料成分反而與第一彈性膜實質不同。

【0017】不回應該氣體或液體壓力變化之第二彈性膜的變化，其係以上文結合第一彈性膜所討論之方式的任一種來測量。

【0018】第二彈性膜具有兩表面，該等表面兩者皆暴露到該氣體或液體，在它流經該入口以後。

【0019】該壓力感測器系統包括具有一電容的一可變電容器，該電容因應該氣體或液體之壓力的變化來改變；以及該彈性膜係由導電材料製成，其係並且為可變電容器的一部份。

【0020】該壓力不敏感感測器系統包括一應變計，該應變計具有因應該氣體或液體之壓力變化而改變的一電阻。

【0021】該壓力感測器包括一補償系統，該補償系統依據由該壓力不敏感感測器系統所感測到之彈性膜的變化，來補償由該壓力感測器系統所進行的測量。

【0022】該壓力感測器包括一期限測量系統，該期限測量系統依

據由該壓力不敏感感測器系統所感測之彈性膜的變化，來提供指示出該壓力感測器系統之使用剩餘期限的資訊。

【0023】 該期限測量系統包括一警告系統，當該壓力感測器系統的該使用剩餘期限等於或超過一臨界值時，該警告系統會發出一警告。

【0024】 這些以及其他組件、步驟、特徵、目標、益處與優點，其係現將從所示實施例、附圖與申請專利範圍之以下詳細說明的檢視而變得明瞭。

【圖式簡單說明】

【0025】 該等圖式係顯示實施例。它們沒有顯示全部實施例。其他實施例可另外或替代地使用。明顯或非必要的細節可被省略，以節省空間或用於更有效的顯示。一些實施例可用額外的組件或步驟及/或不用所顯示的全部組件或步驟來實施。當相同的數字出現於不同圖式中時，它意指相同或一樣的組件或步驟。

【0026】 圖1A顯示使用彈性膜之先前技術壓力感測器的截面圖。圖1B顯示在沈積物已經被沈積在該先前技術壓力感測器的使用期間內被暴露到氣體或液體之彈性膜的表面上以後之在圖1A所示一部份彈性膜的擴大截面圖。

【0027】 圖2A係為在具有壓力施加到它、但卻沒有任何沈積物沈積之彈性膜之氣體或液體暴露側與乾側上的應力圖。圖2B係為在具有各種位準的壓力施加到它、但卻再度沒有任何沈積物沈積之相同彈性膜之一側上的應力圖。

【0028】 圖3A係為當沒有壓力施加到它但卻具有明顯沈積物沈積時之相同彈性膜之氣體或液體暴露側與乾側上的應力圖。圖3B係為當壓力施加到它且具有明顯沈積物沈積時之相同彈性膜之氣體或液體暴露側與乾側上的應力圖。

【0029】 圖4A與4B顯示兩類型不同、非均勻、沈積物沈積圖案的實例。

【0030】 圖5顯示在已經受到兩類型非均勻沈積物沈積、在各

位準壓力下之一膜之氣體暴露側中各種位置上的應力。

【0031】 圖6顯示使用一彈性膜與一壓力不敏感感測器系統之壓力感測器實例的截面圖，該壓力不敏感感測器系統包括一應變計（例如，壓阻或壓電）於該彈性膜之表面上的壓力不敏感位置上。

【0032】 圖7A—7D顯示用於在該彈性膜603上之壓力不敏感位置上之應變計以及已經發生之沈積物沈積的各種位置與組態。

【0033】 圖8A顯示在彈性膜上之壓力不敏感位置上之應變計的實例。該應變計包括四個感測元件。圖8B顯示在圖8A所示之複數個壓阻元件之間所進行之電連接的實例。

【0034】 圖9A顯示使用一彈性膜與一壓力不敏感感測器系統之壓力感測器實例的截面圖，該壓力不敏感感測器系統包括應變計於壓力不敏感位置之一線之相反側上的壓力敏感位置上之該膜的一表面上。圖9B與9C顯示應變計的不同壓力-敏感位置，以及它們如何具有相關於彈性膜之表面的實質平面對稱性。

【0035】 圖10係為顯示在兩不同壓力上之來自圖9所示兩應變計之輸出之實例以及此資訊如何被使用來決定已經被放置在壓力不敏感位置上之一應變計之輸出的圖式。

【0036】 圖11顯示使用一彈性膜與一壓力不敏感感測器系統之壓力感測器實例的截面圖，該壓力不敏感感測器系統包括應變計於壓力不敏感位置之一線之外側上的壓力敏感位置上之該膜的一表面上。

【0037】 圖12顯示使用一彈性膜與一壓力不敏感感測器系統之壓力感測器實例的截面圖，該壓力不敏感感測器系統包括應變計於藉由壓力不敏感位置之一線來定界限之表面之內側上的壓力敏感位置上之該膜的一表面上。

【0038】 圖13顯示一壓力感測器實例的截面圖，該壓力感測器使用具有一表面暴露到具有一欲被測量壓力之氣體或液體的彈性膜，以及使用暴露到相同氣體或液體以及因此經歷實質相同的沈積物沈積與原子摻雜的一分開探針。

【0039】 圖14係為一壓力感測器之實例的方塊圖，該壓力感

測器補償為該壓力感測器一部分之一膜情況的變化。

【0040】 圖15係為一壓力感測器之實例的方塊圖，該壓力感測器提供指示出該壓力感測器之使用剩餘期限的資訊及/或當該壓力感測器的使用剩餘期限等於或超過臨界值時的警告。

【實施方式】

【0041】 現在說明顯示性實施例。其他實施例可另外或替代地使用。明顯或非必要的細節可被省略，以節省空間或用於更有效的顯示。一些實施例可用額外的組件或步驟及/或不用所說明的全部組件或步驟來實施。

【0042】 圖1A顯示使用彈性膜103之先前技術壓力感測器101的截面圖。先前技術壓力感測器101包括具有一入口107的腔室105，該入口接收在欲被測量之壓力的氣體或液體。

【0043】 彈性膜103具有一表面109，該表面暴露到氣體或液體，在它流經入口107以後。彈性膜103具有另一表面111，該表面沒有暴露到氣體或液體，反而形成第二腔室113的牆。亦在第二腔室113內的係為具有電性連接117的絕緣環形參考電極115與具有電性連接121的絕緣圓形感測電極119。

【0044】 彈性膜103係由任何材料製成，譬如矽、藍寶石、陶瓷、不鏽鋼、及/或鎳合金。該材料可允許該膜103彎曲，但卻無法穿透具有欲被測量之壓力的任何氣體或液體。該彈性膜103係為任何形狀，譬如圓形、橢圓形、矩形或三角形。該彈性膜103具有一導電表面。

【0045】 在入口107上之氣體或液體的壓力改變可造成彈性膜103之撓曲的改變。參考電極115、感測電極119與彈性膜103可合作以形成一電容器，該電容器的電容回應該膜103之撓曲的變化而改變。電容的此變化可藉由測量在119與103之間或者在115與103之間電容的變化來測量。另外，這些測量的兩者可被差分地使用，以改善測量準確性。

【0046】 其他構件可被另外或替代地使用，以檢測起因於氣

體或液體壓力變化之膜103之撓曲的變化。例如，一或多個應變計（例如，壓阻或壓電）可被安裝在一或多個位置上的膜103上或內，該等位置係對起因於在入口107之氣體或液體壓力變化之該膜103的撓曲變化敏感。其他技術可另外或替代地被使用，以檢測與測量該膜103的撓曲變化，譬如光學及/或超音波技術。仍進一步方法可用靜電力來驅動115與103或119與103，並且在此驅動努力期間內測量該膜的勁度。一種方法係為用可變頻率正弦（AC）電壓來驅動一電極對並且測量其他電極對的電容輸出。這可允許該膜之共振頻率的測量。在共振頻率中的變化可允許膜勁度之變化的檢測。

【0047】 圖1B顯示在沈積物123已經被沈積在該先前技術壓力感測器的使用期間內被暴露到氣體或液體之彈性膜103之表面109上以後、圖1A所示之一部份彈性膜103的擴大截面圖。雖然該沈積物123係被顯示為均勻，但是事實上它不均勻。例如，沈積物123在靠近週長之處相對於在靠近中心之處更厚，或者反之亦然。彈性膜103亦可或替代地由原子摻雜所損壞，如上文所解釋。

【0048】 沈積物123的沈積及/或原子摻雜所導致的變化會導致膜130彎曲及/或改變膜103的撓曲敏感度，以在氣體或液體的壓力中變化。如上文所解釋，對彈性膜的此種損壞不利地影響由壓力感測器101所進行之壓力測量的準確性。

【0049】 在彈性膜103上，有壓力不敏感位置。由於沈積物沈積在彈性膜103及/或由於彈性膜103藉由原子摻雜來改變，這些位置可經歷應力及/或位移的改變。不過，當在入口107上之氣體或液體的壓力改變時，這些位置不會僅僅經歷應力及/或位移的變化。

【0050】 圖2A係為在具有壓力施加到它、但卻沒有任何沈積物沈積之彈性膜之氣體或液體暴露側201與乾側203上的應力圖。如在該圖所示，在該膜上的壓力不敏感位置205與207沒有顯示任何應力於該彈性膜中，儘管壓力施加到它。

【0051】 圖2B係為在具有各種位準的壓力施加到它、但卻再度沒有任何沈積物沈積之相同彈性膜之一側上的應力圖。軌跡209顯示10托（Torr）、211顯示5Torr、213顯示2.5Torr、215顯示1Torr、且217

顯示0Torr的施加壓力。如在本圖中所示，在該膜上的壓力不敏感位置205與207持續顯示沒有任何應力於彈性膜中，儘管這些各種壓力施加到它。

【0052】 圖3A係為當沒有壓力施加到它但卻具有明顯沈積物沈積時之相同彈性膜之氣體或液體暴露側201與乾側203上的應力圖。如在該圖式中所示，在該膜上的全部位置顯示大約相同位準的應力。

【0053】 圖3B係為當壓力施加到它且具有明顯沈積物沈積時之相同彈性膜之氣體或液體暴露側201與乾側203上的應力圖。如在該圖式中所示，在該膜上之壓力不敏感位置205與207顯示應力，該應力反射藉由沈積物沈積所加諸的應力。但是亦顯示於圖2A中，這些相同的壓力不敏感位置沒有顯示任何應力，甚至當壓力施加到該膜時。

【0054】 該壓力不敏感位置可組成一位置線。在圓形膜的情形中，此壓力不敏感位置線例如可組成一圓圈，該圓圈實質與該圓形膜同心，並具有大約該圓形膜半徑.63加或減2的半徑。就膜的其他組態而言，該壓力不敏感位置可同樣地定出一線，該線跟隨該膜週長的輪廓，但卻與它在內部隔開。

【0055】 在該膜的整個表面，該沈積物沈積不均勻。例如，它朝該膜的外邊緣而更厚，同時朝中心而更薄，或者反之亦然。在任意沈積的沈積物非均勻性或原子摻雜非均勻性的情形中，壓力敏感位置的軌跡可存在。

【0056】 圖4A與4B顯示不同、非均勻、沈積物沈積圖案的實例。在圖4A中，沈積物沈積的面積覆蓋壓力不敏感位置的線401。在圖4B中，沈積物沈積的面積不覆蓋壓力不敏感位置的線401。交叉剖面線顯示沈積物沈積。

【0057】 圖5顯示在已經受到非均勻沈積物沈積之各位準壓力下之一膜之氣體暴露側中之各種位置上的應力。就圖4A所示的非均勻沈積物沈積而言，軌跡501、502與503各自顯示1托、5托與10托。就圖4B所示的非均勻沈積物沈積而言，軌跡504、505與506各自顯示1托、5托與10托。再者，不過，在該膜上，會有壓力不敏感位置，其

係實質顯示沒有應力的任何變化，儘管在所施加的壓力上有明顯的變化。

【0058】 測量發生在這些壓力不敏感位置之其中一個或多個的變化量，其係因此指示出由沈積物沈積及/或原子摻雜所導致之對膜103的損壞量。現在說明用來測量在此壓力敏感位置上之變化的技術實例。其他則可另外或替代地使用。

【0059】 圖6顯示使用一彈性膜603與一壓力不敏感感測器系統之壓力感測器601實例的截面圖，該壓力不敏感感測器系統包括一應變計605（例如，壓阻或壓電）於該彈性膜603之表面607上的壓力不敏感位置上。除了應變計605以外，該壓力感測器601的全部組件係與該壓力感測器101的對應組件相同，如上文所說明，包括在上文所說明的全部變化。

【0060】 該壓力不敏感感測器系統可感測不是由氣體或液體之壓力變化所導致之彈性膜603的變化。該壓力不敏感感測器系統亦可對由氣體或液體之壓力的變化所導致之彈性膜603的變化不敏感。應變計605所位於的壓力不敏感位置係為經歷變化的位置，譬如由沈積物沈積及/或原子摻雜所導致的變化，但卻不是氣體或液體之壓力變化所導致的變化。此位置的實例係顯示於圖2A、2B與3B。

【0061】 應變計605係在壓力不敏感位置上的彈性膜603上或內。當在該彈性膜603上時，該應變計605可譬如用膠附著到彈性膜603的任一側。當在該彈性膜603內時，該應變計605可藉由以在壓力不敏感位置上的應變計來摻雜彈性膜603所產生。該彈性膜603係為半導體材料。

【0062】 圖7A—7D顯示用於該彈性膜603上之壓力不敏感位置上之應變計605以及已經發生之沈積物沈積701的各種位置與組態。圖7A顯示在氣體或液體暴露側703上的應變計605；圖7B顯示在乾側705上的應變計605；圖7C顯示在乾側705上的應變計605以及在氣體或液體暴露側703上的額外應變計605A；且圖7D顯示嵌入在彈性膜603內的應變計605。亦有複數個應變計於彈性膜603上或內的複數個壓力不敏感位置上。當複數個應變計被使用時，它們輸出的平均可被

使用。

【0063】 圖8A顯示在彈性膜803上之壓力不敏感位置上之應變計801的實例。該應變計801係為排列成方形之壓阻元件805、807、809與811的橋接器。壓阻元件805與809可被定向，以檢測在一個方向中的應變，然而壓阻元件807與811可被定向，以檢測另一正交方向中的應變。各壓阻元件係以施加到它之應力的函數來改變它的電阻。

【0064】 圖8B顯示在圖8A所示之複數個壓阻元件之間所進行之電連接的實例。一電壓可被施加經過連接813與815，而差分輸出可被傳送經過連接817與819。

【0065】 實際上，難以準確地識別在該膜上的壓力不敏感位置，特別當此位置在生產期間內由於容差變化而改變時。反而，複數個局部應變計可被放置在該彈性膜上或內的壓力敏感位置上。外推處理系統可接收來自複數個局部感測器的輸出，並且從這些輸出，將歷經變化之彈性膜上或內之壓力不敏感位置上的變化外推，但卻不回應該氣體或液體的壓力變化。

【0066】 圖9A-9C顯示使用一彈性膜903與一壓力不敏感感測器系統之壓力感測器901實例的截面圖，該壓力不敏感感測器系統包括應變計905與907於壓力不敏感位置之一線之相反側上的壓力敏感位置上之該膜903的一表面909上，譬如壓力不敏感位置911。圖9B與9C顯示應變計905與907的不同壓力-敏感位置，以及它們如何具有相關於彈性膜903之表面909的實質平面對稱性。

【0067】 圖9A亦顯示外推處理系統913。從應變計905與907的輸出，外推處理系統913可將歷經變化之彈性膜上之壓力不敏感位置上的變化外推，但卻不回應該氣體或液體的壓力變化，譬如在壓力不敏感位置911上。該外推處理系統913可被組態，以使用任何方法來如此進行。

【0068】 圖10係為顯示在兩不同壓力 P_1 與 P_2 上之來自圖9所示兩應變計905與907之輸出之實例以及此資訊如何被使用來決定它已經被放置在壓力不敏感位置上之一應變計之輸出的圖式。具體地，圖10顯示在位置 x' 與在壓力 P_1 之應變計905的應力輸出為 σ_1' 以及在

壓力P2為 σ_2' 以及在位置x''與在壓力P1之應變計907的輸出為 σ_1'' 以及在壓力P2為 σ_2'' 。

【0069】 例如，外推處理系統913可被組態，以假設在應變計905與907的位置之間之彈性膜上之位置上應力讀取的線性變化，如圖10所示。該外推處理系統913係被組態，以藉由決定在壓力P1之兩應變計輸出值之間的一線與在壓力P2上兩應變計輸出值之間的一線之交叉點，而來決定該壓力不敏感位置911上的應力，亦如圖10所示。數學上地，外推處理系統913可被組態，以根據以下方程式來計算在壓力不敏感位置911上的應力：

$$\frac{\sigma_1' \sigma_2'' - \sigma_1'' \sigma_2'}{\sigma_1' + \sigma_2'' - \sigma_1'' - \sigma_2'} + \sigma_{\text{最初}}$$

其中， $\sigma_{\text{最初}}$ 係為在暴露到壓力P1與P2以前被置於彈性膜上的任何應力。

【0070】 除了已經在上文所說明地以外，壓力感測器901的各組件係與各自在圖1A—1B與6所示之壓力感測器101與601的對應組件相同，如上文所說明，包括在上文所說明的全部變化。

【0071】 所使用的複數個壓力感測器不一定在該壓力不敏感位置之線上的相反側上。例如，它們兩者係在由此線所定界線之表面的裡面或外面。

【0072】 圖11顯示使用一彈性膜1103與一壓力不敏感感測器系統之壓力感測器1101實例的截面圖，該壓力不敏感感測器系統包括應變計1105與1107於由壓力不敏感位置（譬如，壓力不敏感位置1111）之一線所定界線之表面外側上的壓力敏感位置上之該膜1103的一表面1109上。應變計1105與1107的不同壓力-敏感位置具有相關於彈性膜1103之表面1109的實質平面對稱性。

【0073】 除了剛剛已經被說明的以外，壓力感測器1101的各組件係與各自顯示於圖1A—1B、6與9A之壓力感測器101、601與901的對應組件相同，包括在上文所說明的全部變化。

【0074】 圖12顯示使用一彈性膜1203與一壓力不敏感感測器

系統之壓力感測器1201實例的截面圖，該壓力不敏感感測器系統包括應變計1205與1207於藉由壓力不敏感位置（譬如，壓力不敏感位置1211）之一線來定界限之表面內側上的壓力敏感位置上之該膜1203之一表面1209上。應變計1205與1207的不同壓力-敏感位置具有相關於彈性膜1203之表面1209的實質平面對稱性。

【0075】 除了剛剛已經被說明的以外，壓力感測器1201的各組件係與各自顯示於圖1A—1B、6與9A之壓力感測器101、601與901的對應組件相同，如上文所說明，其包括已經在上文所說明的全部變化。

【0076】 壓力不敏感感測器系統不包括任何局部感測器於該彈性膜上或內。反而，該壓力不敏感感測器包括一完全分開的探針，該探針受到導致沈積物沈積在該壓力感測器之膜上及/或原子摻雜的相同環境。由被沈積的沈積物及/或原子摻雜所導致之此分開探針的損壞，其係因此指示出對該彈性膜所導致的損壞。此分開設備的實例現在會被說明與顯示。其他方法則可被另外或替代地使用。

【0077】 圖13顯示一壓力感測器1301之實例的截面圖，該壓力感測器使用具有一表面1305暴露到具有一欲被測量壓力之氣體或液體的彈性膜1303，以及暴露到相同氣體或液體並因此經歷實質相同的沈積物沈積與原子摻雜的一分開探針1307。

【0078】 彈性膜1309的尺寸、形狀與材料成分與彈性膜1303實質相同，或者具有不同的尺寸（如圖13所示）、形狀或材料成分。彈性膜1309放置在經歷與彈性膜1303實質相同的沈積物沈積與原子摻雜之位置上，或者經歷沈積物沈積與原子摻雜但卻不與彈性膜1303相同數量的位置上。

【0079】 分開探針1307包括一彈性膜1309，該彈性膜具有暴露到氣體或液體的兩表面，以及因此不應該回應該氣體或液體的壓力變化來彎曲。感測器系統1311可感測彈性膜1309中的變化，包括由沈積物沈積及/或原子摻雜所導致的變化。具有更高電導的表面（更暴露）可獲得比表面1309之更低電導的更高程度沈積（更少暴露或更小的開口）。如此，縱使1309的兩表面暴露到氣體，對入口管具有更大電導

的表面則可接收可被檢測到的更多沈積物。感測器系統1311係為使用來感測彈性膜1303之變化的相同類型感測器系統，譬如在圖1A所示的電極115與119，或者任何不同類型的系統，譬如在上文所討論的應變計方法。

【0080】 在彈性膜1309之只有一側被暴露到氣體或液體的事件中，沈積物沈積及/或原子摻雜中的變化，其係用上文所討論之方式的任何一種而在彈性膜1309上的一或多個非壓力敏感位置上被檢測。

【0081】 在彈性膜1309與彈性膜1303實質不同的情況下，或者在彈性膜1303與1309之暴露到氣體或液體之程度之間差異的情況下，可藉由該壓力不敏感感測器系統來提供補償，以補償這些差異。

【0082】 檔板可結合兩膜來使用，以確保它們經歷相等程度的沈積物沈積及/或原子摻雜。此類檔板的實例係說明於美國臨時專利申請案61/817,713，2013年4月30日提出申請，名稱為MEMS壓力感測器的整合檔板，其內容在此以引用的方式併入本文中。

【0083】 除了剛剛已經被說明的以外，壓力感測器1301的各類組件係與上文所說明之各自顯示於圖1A—1B、6、9A、11與12之壓力感測器101、601、901、1101與1201的對應組件相同，其係包括已經在上文所說明的全部變化。

【0084】 圖14係為補償一膜之情況變化的壓力感測器1401之實例的方塊圖，該膜係為壓力感測器的一部份。壓力感測器1401包括一壓力感測器系統1403，該系統包括膜、壓力不敏感感測器系統1405與補償系統1407。壓力感測器系統1403與壓力不敏感感測器系統1405係為上文所討論類型的任一種。補償系統1407可調整由壓力感測器系統1403所提供的壓力讀取，其係依據由該壓力不敏感感測器系統1405所提供的損壞讀取。補償系統1407可被組態，以依據該膜不同程度的損壞與該壓力敏感感測器系統1403的讀取中對應錯誤之間的實驗及/或數學決定關係，來如此進行。依據該壓力不敏感感測器系統1405所報導的損害數量，這些決定關係可轉換成藉由補償系統1407所施加的一補償演算法，及/或轉換成映射出由該壓力感測器系統1403所進行之測量的必要調整的一映射表。當該壓力感測器1401正被使用時，該補

償系統1407可即時提供此補償。

【0085】 圖15係為一壓力感測器之實例的方塊圖，該壓力感測器提供指示該壓力感測器之使用剩餘期限的資訊及/或當該壓力感測器之使用剩餘期限等於或超過臨界值時的警告。壓力感測器1501包括具有會受沈積物沈積及/或原子摻雜所損壞之一膜的壓力感測器系統1503、壓力不敏感感測器系統1505、期限管理測量系統1507與警告系統1509。

【0086】 壓力感測器系統1503與壓力不敏感感測器系統1505係為上文所討論之類型的任何一種。

【0087】 依據由該壓力不敏感感測器系統1505所提供的損壞讀取，期限測量系統1507可決定被使用於壓力感測器系統1503中之膜的剩餘期限。期限測量系統1507將該膜期限的結束與對該膜之損壞何時由壓力不敏感感測器系統1503所報導視為等同，以達到一臨界值位準。對該膜的真實損壞可與此臨界值相比較，而且該百分比差額可藉由該期限測量系統1507被報導當作該膜的剩餘期限。在該損壞中的變化與該期限中對應報導變化之間的線性或非線性關係可被使用。此線性或非線性關係可實驗上及/或數學上被確定，並且以演算法及/或對映表來實施。當該壓力感測器1501正被使用時，期限測量系統1507可即時地提供此補償。

【0088】 警告系統1509可將來自該期限測量系統1507之有關感測器系統1501剩餘期限的資訊與臨界值相比較，並且當該使用剩餘期限等於或超過那臨界值時發出警告。當該壓力感測器1501正被使用時，該警告系統1509可在適當的時刻即時提供此警告。

【0089】 除非另外被指示，已經在本文中討論的外推處理系統、補償系統、期限測量系統與警告系統，其係以被組態以施行在本文中所說明之用於該組件之功能的電腦系統來實施。各電腦系統包括一或多個處理器、事實記憶體（例如，隨機存取記憶體（RAM）、唯讀記憶體（ROM）及/或可程式化唯讀記憶體（PROMS））、事實儲存裝置（例如硬碟驅動器、CD/DVD驅動器、及/或快閃記憶體）、系統匯流排、影片處理組件、網路溝通組件、輸入/輸出埠、及/或使用

介面裝置（例如，鍵盤、點選裝置、顯示器、麥克風、聲音重現系統、及/或觸控式螢幕）。

【0090】 各電腦系統可被整合到它的各別感測器系統內或者與它隔開，譬如桌上型電腦或可攜式電腦。

【0091】 各電腦系統包括軟體（例如，一或多個操作系統、裝置驅動器、應用程式及/或溝程式）。當軟體被包括時，該軟體包括程式化指令，並且包括相關資料與程式庫。當被包括時，該等程式化指令係被組態以實施一或多個演算法，該等演算法實施電腦系統的一或多種功能，如本文中所敘述。由各電腦系統所施行之各功能的說明亦組成施行那功能之演算法的說明。

【0092】 該軟體可被儲存在一或多個非過渡、實體儲存裝置上或中，譬如一或多個硬碟驅動器、CD、DVD及/或快閃記憶體。該軟體係呈原始碼及/或目標碼格式。相關資料係以任何類型的揮發性及/或非揮發性記憶體來儲存。該軟體係被下載到非過渡記憶體內並且由一或多個處理器執行。

【0093】 已經被討論的組件、步驟、特徵、目標、益處與優點僅僅用於顯示。它們之間沒有任何，也沒有與它們相關的討論，被打算以任何方式來限制保護範圍。各種其他實施例亦被考慮。這些包括具有較少、額外及/或不同組件、步驟、特徵、目標、益處與優點的實施例。這些亦包括其中該等組件及/或步驟係不同排列及/或定序的實施例。

【0094】 除非另外被說明，在本說明書中（包括在接著的申請專利範圍中）所陳述的全部測量、數值、等級、位置、量值、尺寸與其他規格均為近似，而非精確。它們企圖具有一合理範圍，該合理範圍符合它們的相關功能以及它們所屬技術的慣例。

【0095】 在本揭示中已經引用的全部文章、專利、專利申請與其他出版品以引用的方式併入本文中。

【0096】 當術語“構件”被使用在申請專利範圍中時，其係打算並且應該被詮釋為包含已經被說明的對應結構與材料及它們的等同物。同樣地，當術語“步驟”被使用在申請專利範圍中時，其係

打算並且應該被詮釋為包含已經被說明的對應動作與它們的等同物。這些術語不存在於一申請專利範圍，其係意味著該申請專利範圍不打算，且不應該被詮釋來限制這些對應結構、材料、或動作、或它們的等同物。

【0097】 保護範圍僅僅受到現在接著的申請專利範圍所限制。當根據本說明書與接著的審查歷程來詮釋時，該範圍打算且應該被詮釋為與符合在該申請專利範圍中所使用語言的一般意義一樣廣，除了在具體意義已經被陳述之處，而且包含全部結構性與功能性等同物。

【0098】 譬如“第一”與“第二”與類似物的關係項目可被單獨使用來區分一個實體或動作與另一個，而不一定要求或暗示它們之間的任何實際關係或順序。當結合在該說明書或申請專利範圍中的元件符號表來使用時，術語“包含”、“正包含”以及其任何其他變化打算意指該表不具有排他性，而且其他元件可被包括在內。同樣地，前面有“一(a)”或“一(an)”的任何元件沒有阻止（沒有進一步限制）同一類型之另外元件的存在。

【0099】 該申請專利範圍中沒有任何一項打算包含無法滿足專利法第101、102或103章節之必要條件的主題，它們也不應該以此種方式被詮釋。此主題的非預期範圍因此會被放棄。除了剛剛在本篇幅中所說明的以外，沒有任何已經被說明或顯示者打算或應該被詮釋為造成任何組件、步驟、特徵、目標、益處、優點、或等同物專屬於大眾，不管它在申請專利範圍中是否被敘述。

【00100】 摘要之提供有助於讀者快速確定該技術揭露的本質。它係以它將不被使用來詮釋或限制申請專利範圍之範圍或意義的理解被提交。此外，在先前詳細說明中的各種特徵會在各項實施例中被組合在一起，以合理化該揭露。本揭露方法不應該被詮釋為要求所申請的申請專利範圍需要比在各項申請專利範圍中所明確敘述地還更多的特徵。更確切地說，如以下申請專利範圍所反應，本發明主題在於小於單一揭露實施例的全部特徵。因此，以下申請專利範圍因此可併入詳細說明中，各項實施例係以分開申請的主題而獨立存在。

【符號說明】

101 壓力感測器	601 壓力感測器
103 彈性膜	603 彈性膜
105 腔室	605 應變計
107 入口	607 表面
109 表面	701 沈積物沈積
111 表面	703 氣體或液體暴露側
113 第二腔室	705 乾側
115 參考電極	803 彈性膜
117 電性連接	805 壓阻元件
119 感測電極	807 壓阻元件
121 電性連接	809 壓阻元件
123 沈積物	811 壓阻元件
130 膜	813 連接
201 氣體或液體暴露側	815 連接
203 乾側	817 連接
205 壓力不敏感位置	819 連接
207 壓力不敏感位置	901 壓力感測器
209 軌跡	903 彈性膜
211 軌跡	905 應變計
213 軌跡	907 應變計
215 軌跡	909 表面
217 軌跡	911 壓力不敏感位置
401 壓力不敏感位置的線	913 外推處理系統
501 軌跡	1101 壓力感測器
502 軌跡	1103 彈性膜
503 軌跡	1105 應變計
504 軌跡	1107 應變計
505 軌跡	1109 表面
506 軌跡	1111 壓力不敏感位置

- 1201 壓力感測器
- 1203 彈性膜
- 1205 應變計
- 1207 應變計
- 1209 表面
- 1211 壓力不敏感位置
- 1301 壓力感測器
- 1303 彈性膜
- 1305 表面
- 1307 分開探針
- 1309 彈性膜
- 1311 感測器系統
- 1401 壓力感測器
- 1403 壓力感測器系統
- 1405 壓力不敏感感測器系統
- 1407 補償系統
- 1501 壓力感測器
- 1503 壓力感測器系統
- 1505 壓力不敏感感測器系統
- 1507 期限管理測量系統
- 1509 警告系統

【生物材料寄存】

國內寄存資訊【請依寄存機構、日期、號碼順序註記】

無

國外寄存資訊【請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記】

無

【序列表】(請換頁單獨記載)

無

申請專利範圍

1. 一種用來測量氣體或液體壓力的壓力感測器，包含：
一腔室，其具有接收該氣體或液體的一入口；
在該腔室內的一彈性膜，該腔室具有暴露到該氣體或液體之一表面，
在它流經該入口以後；
一壓力感測器系統，該系統感測由該氣體或液體之壓力變化所導致之
該彈性膜中的變化；以及
一壓力不敏感感測器系統，該系統感測在不由該氣體或液體之壓力變
化所造成之該彈性膜的變化，其係並且對該氣體或液體之壓力變
化所造成的該彈性膜變化不敏感；
其中該壓力不敏感感測器系統包含在經歷變化之該彈性膜上或內之
一壓力不敏感位置上的一局部感測器，但是卻不回應該氣體或液
體的壓力變化。
2. 如申請專利範圍第1項之壓力感測器，其中該壓力不敏感感測器
系統包含：
在該彈性膜上或內之不同壓力敏感位置上的複數個局部感測器；以及
從該複數個局部感測器之輸出外推的一外推感測系統，其係在歷經變
化之該彈性膜上或內的一壓力不敏感位置上變化，但卻不回應該
氣體或液體的該壓力變化。
3. 如申請專利範圍第2項之壓力感測器，其中：
該彈性膜具有各經歷變化之壓力不敏感位置的一線，但卻不回應該氣
體或液體的壓力變化；
複數個局部感測器的至少其中兩個係放置於該線的相反側上。
4. 如申請專利範圍第2項的壓力感測器，其中：
該彈性膜具有各經歷變化之壓力不敏感位置的一線，但卻不回應該氣
體或液體的壓力變化；以及

該複數個局部感測器的至少其中兩個係放置於該線的相同側上。

5. 如申請專利範圍第2項的壓力感測器，其中該外推處理系統根據以下方程式來計算在該壓力不敏感位置上的該應力：

$$\frac{\sigma_1' \sigma_2'' - \sigma_1'' \sigma_2'}{\sigma_1' + \sigma_2'' - \sigma_1'' - \sigma_2'} + \sigma_{\text{最初}}$$

其中：

- σ_1' 與 σ_2' 係為來自該複數個局部感測器之其中一個、同時各自受到實質不同壓力P1與P2的一輸出；
- σ_1'' 與 σ_2'' 係為來自該複數個局部感測器之另一個、同時各自受到相同之實質不同壓力P1與P2的一輸出；以及
- $\sigma_{\text{最初}}$ 係為在暴露到該壓力P1與P2以前被置於該彈性膜上並且在暴露到該壓力P1與P2期間內仍維持在該彈性膜上的任何應力。

6. 如申請專利範圍第2項的壓力感測器，其中該複數個局部感測器的不同壓力-敏感位置相關於該彈性膜的一表面具有實質平面對稱性。
7. 如申請專利範圍第2項的壓力感測器，其中該彈性膜係為圓形且其中該壓力不敏感位置係在實質同心圓上，其所具有的半徑係在該彈性膜之半徑的0.63加或減0.2之範圍內。
8. 如申請專利範圍第1項的壓力感測器，其中該壓力不敏感感測器系統包括暴露到該氣體或液體之該彈性膜之一表面上的一局部感測器。
9. 如申請專利範圍第1項的壓力感測器，其中該壓力不敏感感測器系統包括不暴露到該氣體或液體之該彈性膜之一表面上的一局部感測器。
10. 如申請專利範圍第1項的壓力感測器，其中該壓力不敏感感測器

系統包括嵌入於該彈性膜內的一局部感測器。

11. 如申請專利範圍第1項之壓力感測器，其中：
該壓力感測器系統包括具有一電容的一可變電容器，該電容因應該氣體或液體之該壓力的變化來改變；以及
該彈性膜係由導電材料製成，其係並且為該可變電容器的一部份。
12. 如申請專利範圍第1項之壓力感測器，其中該壓力不敏感感測器系統包括一應變計，該應變計具有因應該彈性膜之變化而改變的一電阻。
13. 如申請專利範圍第1項之壓力感測器，其中該壓力不敏感感測器系統包括一壓電感測器，該壓電感測器具有因應該彈性膜中之變化而改變的一電壓。
14. 如申請專利範圍第1項之壓力感測器，進一步包含一補償系統，該系統依據由該壓力不敏感感測器系統所感測到之該彈性膜的變化，對起因於不由該氣體或液體之壓力變化所造成之該彈性膜的變化而由該壓力感測器系統所產生的測量錯誤補償。
15. 如申請專利範圍第1項之壓力感測器，進一步包含一期限測量系統，該系統基於藉由該壓力不敏感感測器系統所感測之該彈性膜的變化，來提供指示該壓力感測器系統之一使用剩餘期限的資訊。
16. 如申請專利範圍第15項之壓力感測器，其中該期限測量系統包括一警告系統，其當該壓力感測器系統的該使用剩餘期限等於或超過一臨界值時會發出一警告。
17. 一種用來測量氣體或液體壓力的壓力感測器，包含：

一腔室，其具有接收該氣體或液體的一入口；
在該腔室內的一彈性膜，該腔室具有在它流經該入口以後會被暴露到該氣體或液體之一表面；
一壓力感測器系統，該系統感測由該氣體或液體之壓力變化所導致之該彈性膜中的變化；以及
一壓力不敏感感測器系統，該系統感測不由該氣體或液體之壓力變化所造成之該彈性膜的變化，並且其係對該氣體或液體之壓力變化所造成的該彈性膜變化不敏感，其中該壓力不敏感感測器系統不包含在該彈性膜上或內之一局部感測器；
其中該彈性膜係為一第一彈性膜；
其中該壓力不敏感感測器系統包括與第一彈性膜隔開的一第二彈性膜；以及
其中第二彈性膜具有一表面，該表面係暴露到該氣體或液體，在它流經該入口以後；以及
其中該壓力不敏感感測器系統包含在經歷變化之該第二彈性膜上或內之一壓力不敏感位置上的一局部感測器，但是卻不回應該氣體或液體的壓力變化。

18. 如申請專利範圍第17項之壓力感測器，其中第二彈性膜的該尺寸、形狀與材料成分與第一彈性膜實質相同。
19. 如申請專利範圍第17項之壓力感測器，其中第二彈性膜的該尺寸、形狀與材料成分與第一彈性膜實質不同。
20. 如申請專利範圍第17項之壓力感測器，其中該壓力不敏感感測器系統包含：
在第二彈性膜上或內之不同壓力敏感位置上的複數個局部感測器；以及
從該複數個局部感測器之輸出外推的一外推感測系統，其係在歷經變化之第二彈性膜上或內之一壓力不敏感位置上變化，但卻不回應

該氣體或液體的壓力變化。

21. 如申請專利範圍第20項之壓力感測器，其中：
第二彈性膜具有各經歷變化之壓力不敏感位置的一線，但卻不回應該
氣體或液體的壓力變化；以及
該複數個局部感測器的至少其中兩個放置於該線的相反側上。
22. 如申請專利範圍第20項的壓力感測器，其中：
第二彈性膜具有各經歷變化之壓力不敏感位置的一線，但卻不回應該
氣體或液體的壓力變化；以及
該複數個局部感測器的至少其中兩個放置於該線的相同側上。
23. 如申請專利範圍第20項的壓力感測器，其中該外推處理系統根據
以下方程式來計算在該壓力不敏感位置上的該應力：

$$\frac{\sigma_1' \sigma_2'' - \sigma_1'' \sigma_2'}{\sigma_1' + \sigma_2'' - \sigma_1'' - \sigma_2'} + \sigma_{\text{最初}}$$

其中：

- σ_1' 與 σ_2' 係為來自該複數個局部感測器之其中一個、同時各自受到
實質不同壓力P1與P2的一輸出；
- σ_1'' 與 σ_2'' 係為來自該複數個局部感測器之另一個、同時各自受到相
同之實質不同壓力P1與P2的一輸出；以及
- $\sigma_{\text{最初}}$ 係為在暴露到該壓力P1與P2以前被置於該彈性膜上並且在暴露
到該壓力P1與P2期間內仍維持在該彈性膜上的任何應力。
24. 如申請專利範圍第20項的壓力感測器，其中該複數個局部感測器
的該不同壓力-敏感位置相關於第二彈性膜的一表面具有實質平
面對稱性。
25. 如申請專利範圍第17項的壓力感測器，其中該壓力不敏感感測器
系統包括暴露到該氣體或液體之第二彈性膜之一表面上的一局

部感測器。

26. 如申請專利範圍第17項的壓力感測器，其中該壓力不敏感感測器系統包括不暴露到該氣體或液體之第二彈性膜之一表面上的一局部感測器。
27. 如申請專利範圍第17項的壓力感測器，其中該壓力不敏感感測器系統包括嵌入於第二彈性膜內的一局部感測器。
28. 如申請專利範圍第17項的壓力感測器，其中第二彈性膜具有兩表面，該等表面兩者係暴露到該氣體或液體，在它流經該入口以後。

圖式

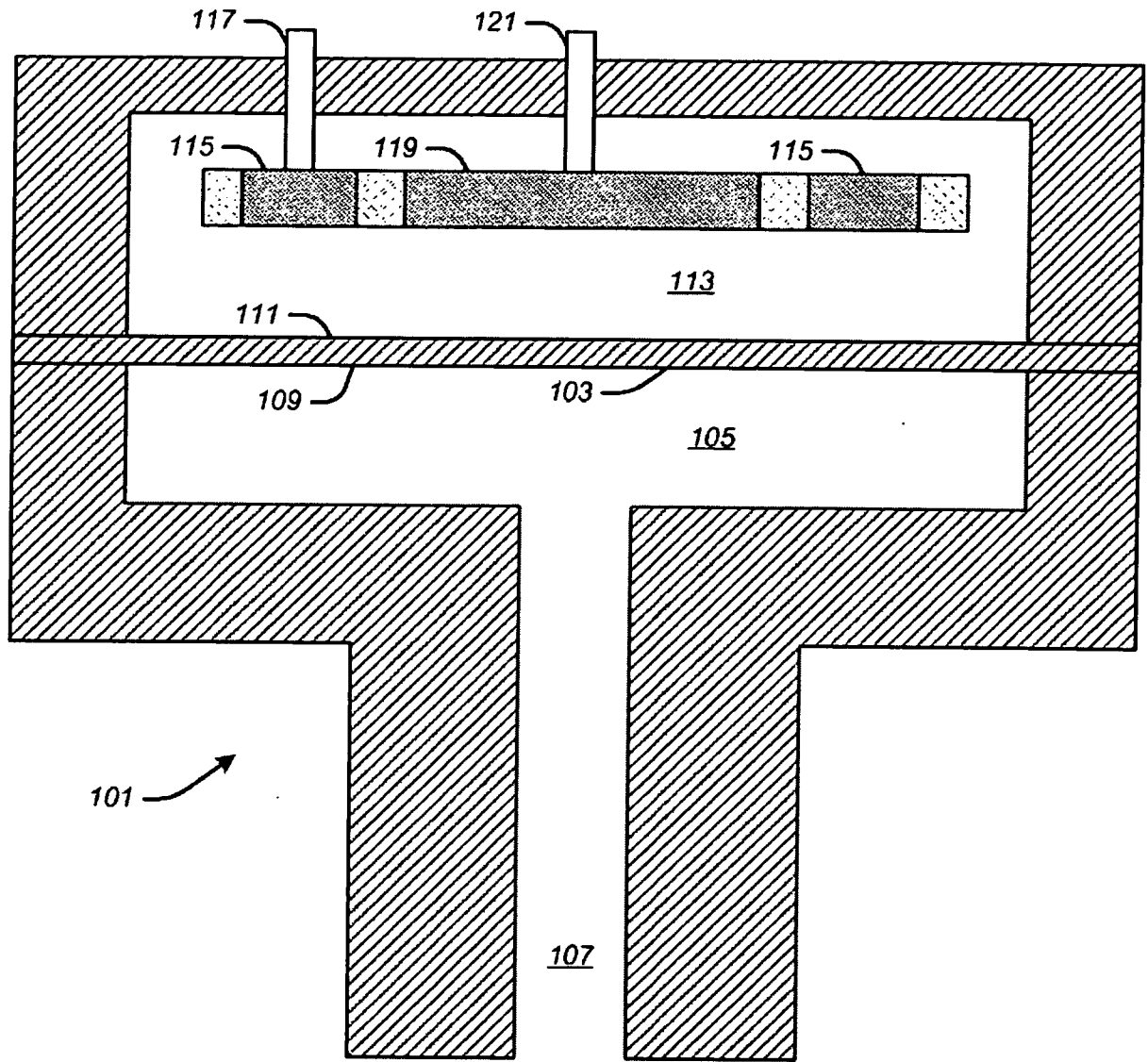


圖1A (先前技術)

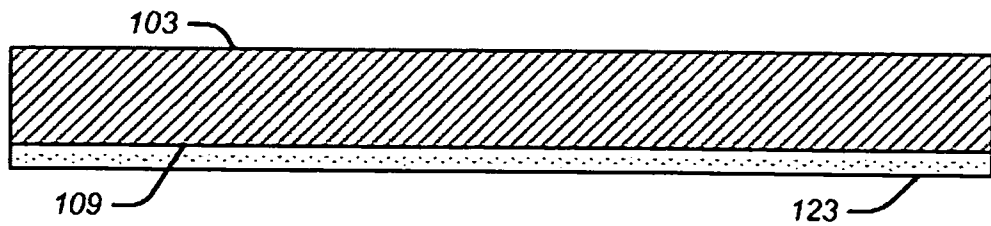


圖1B (先前技術)

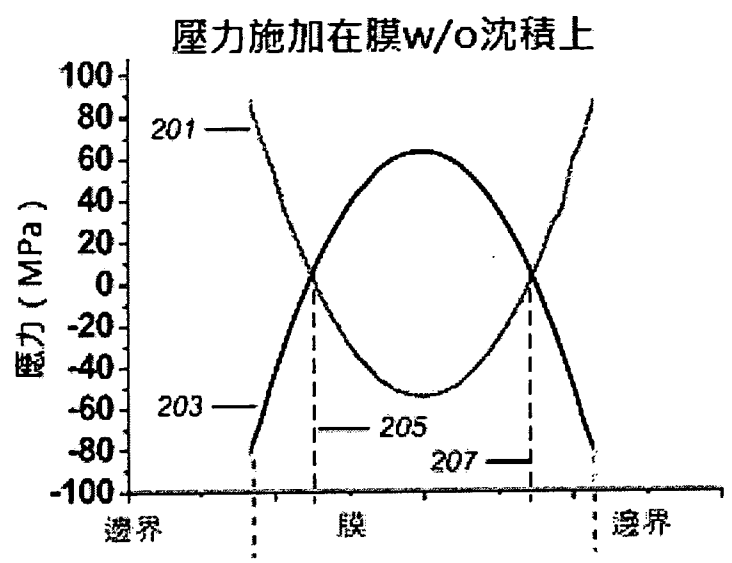


圖 2A

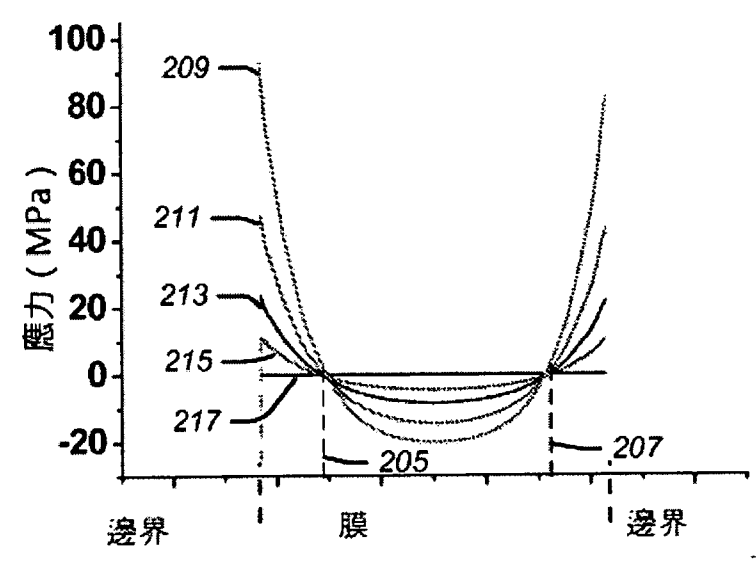


圖 2B

沒有壓力施加在具有沈積的膜上 (100MPa)

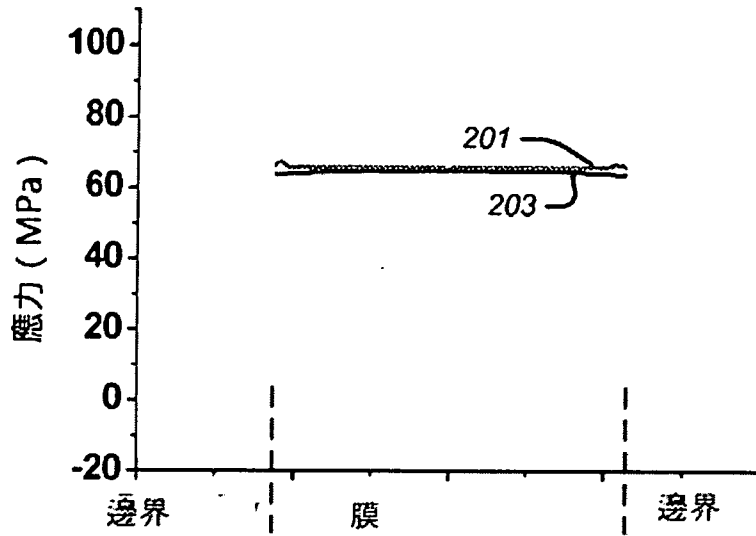


圖 3A

壓力施加在具有沈積的膜上(100MPa)

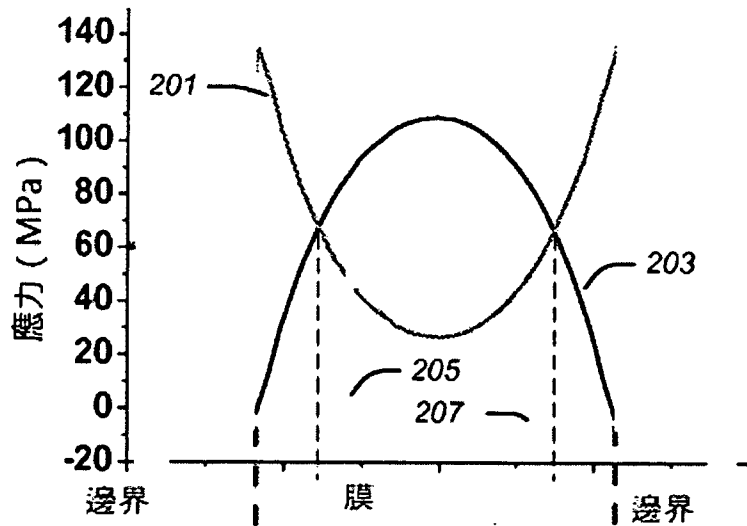


圖 3B

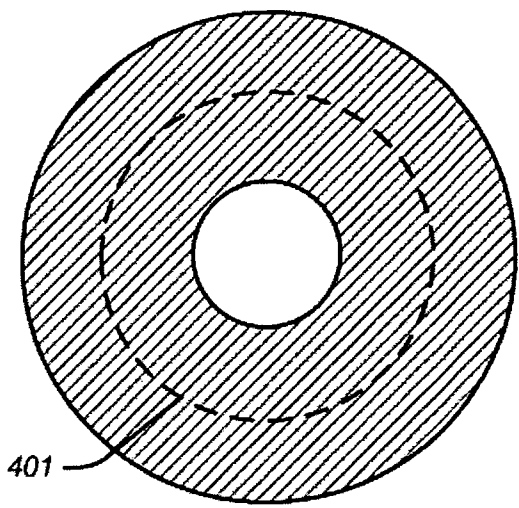


圖 4A

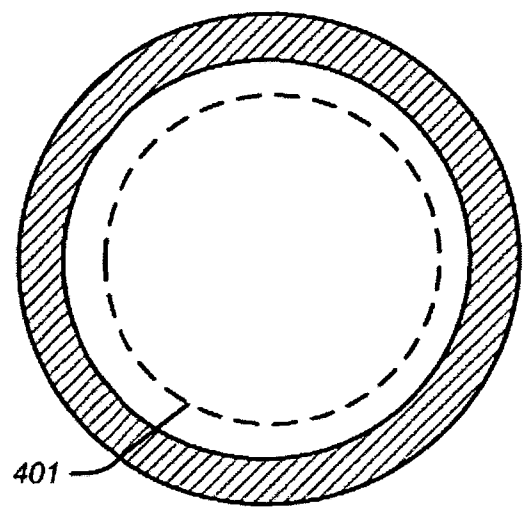


圖 4B

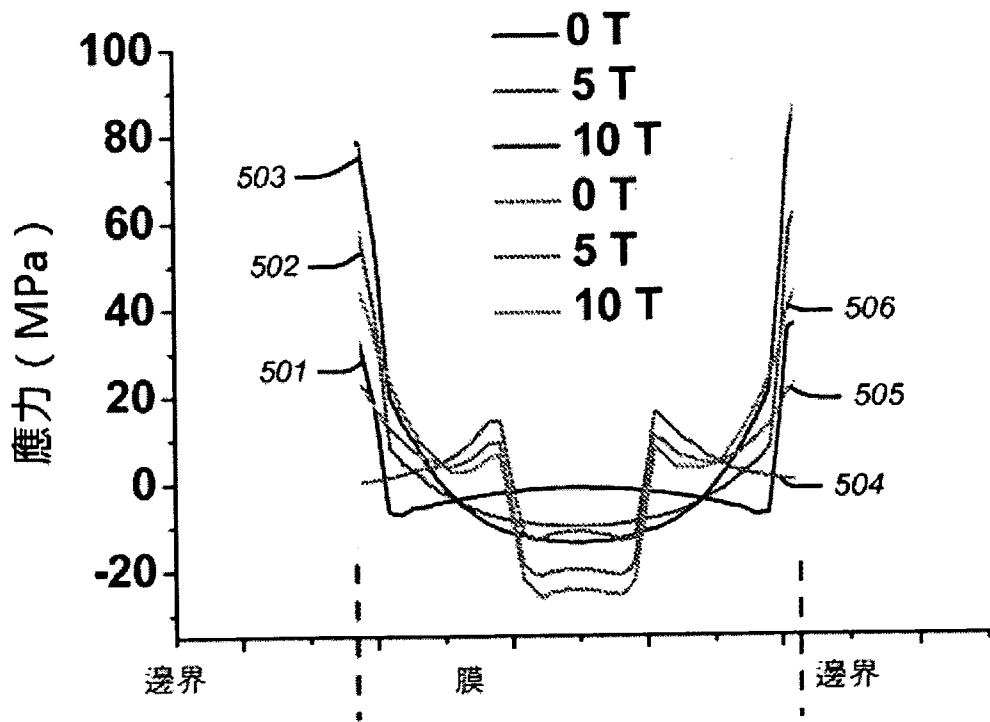


圖 5

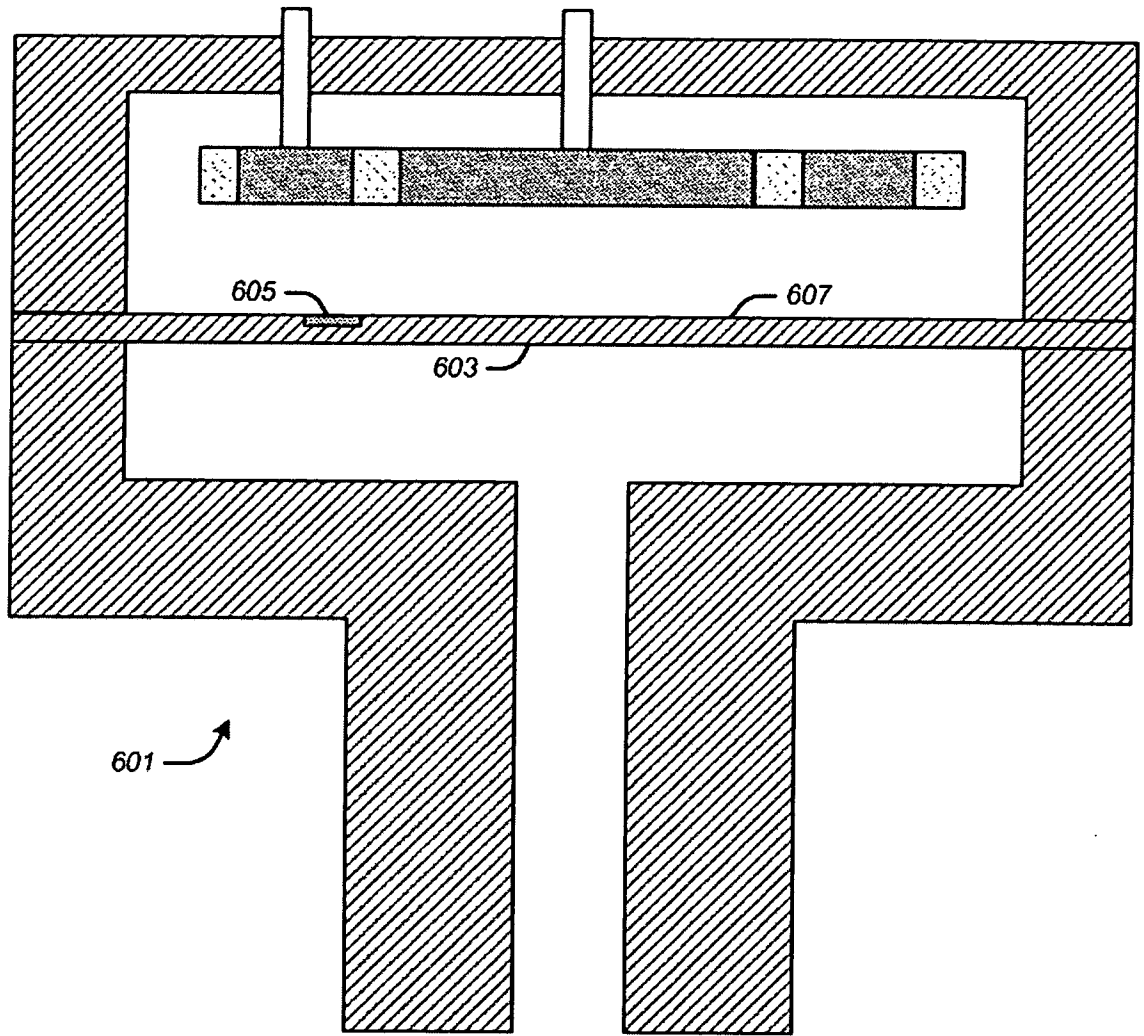


圖 6

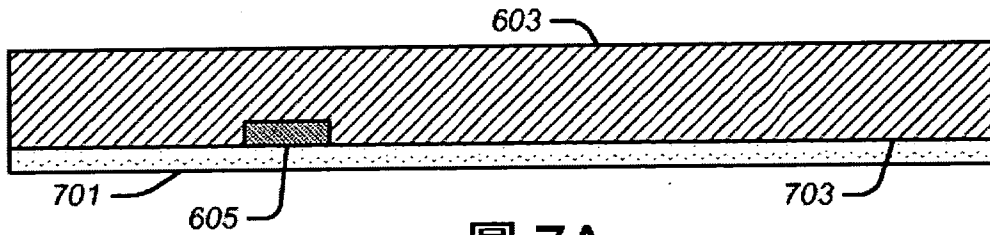


圖 7A

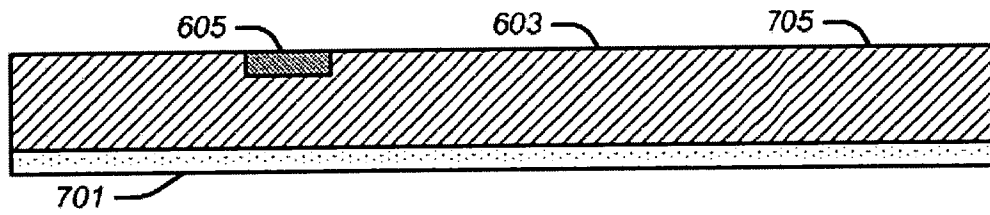


圖 7B

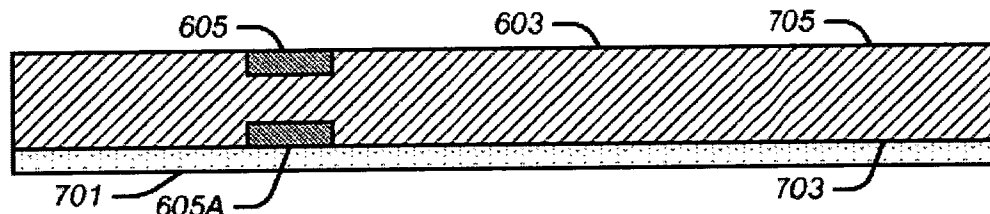


圖 7C

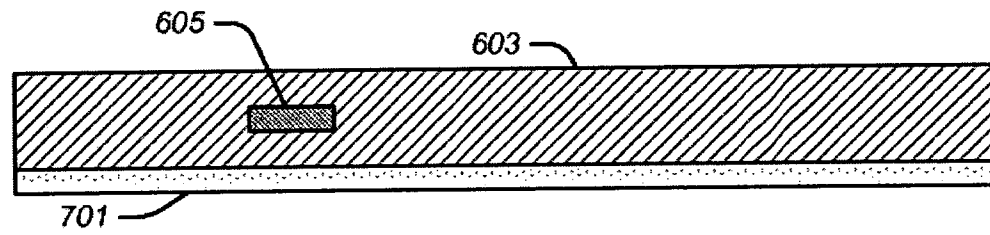


圖 7D

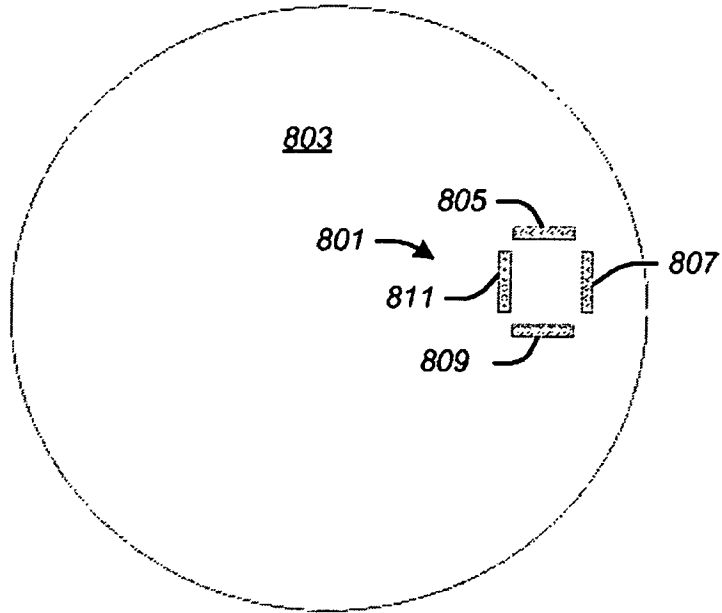


圖8A

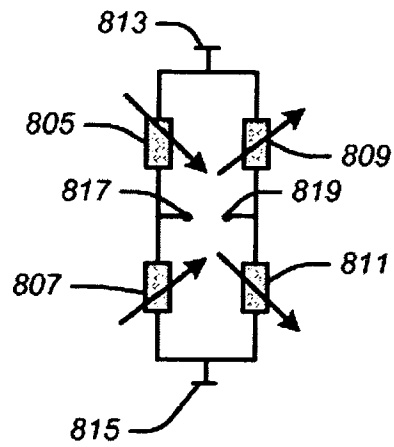


圖8B

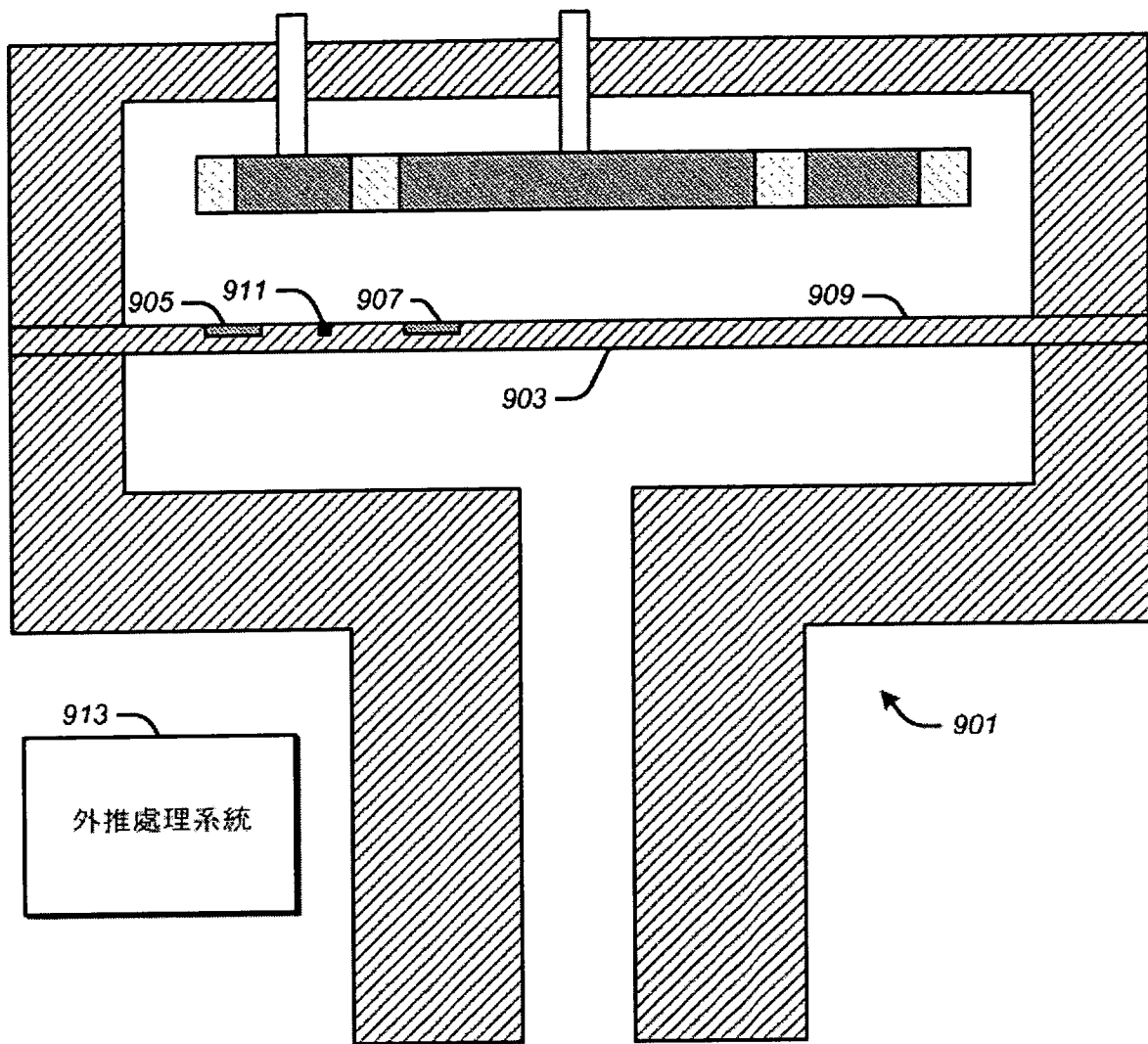


圖9A

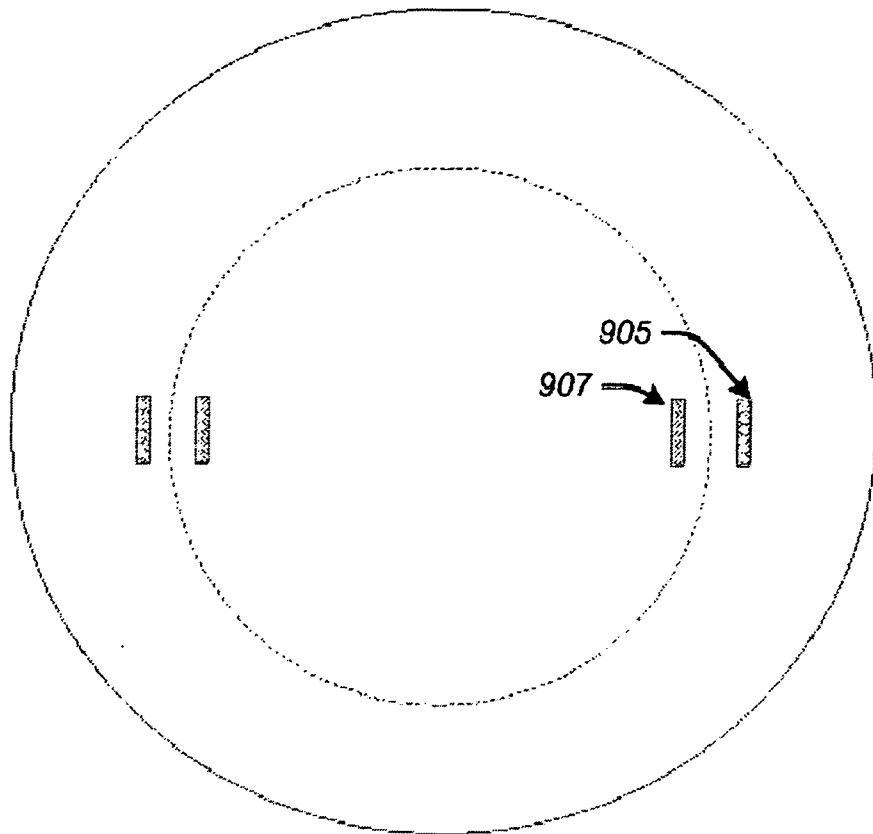


圖 9B

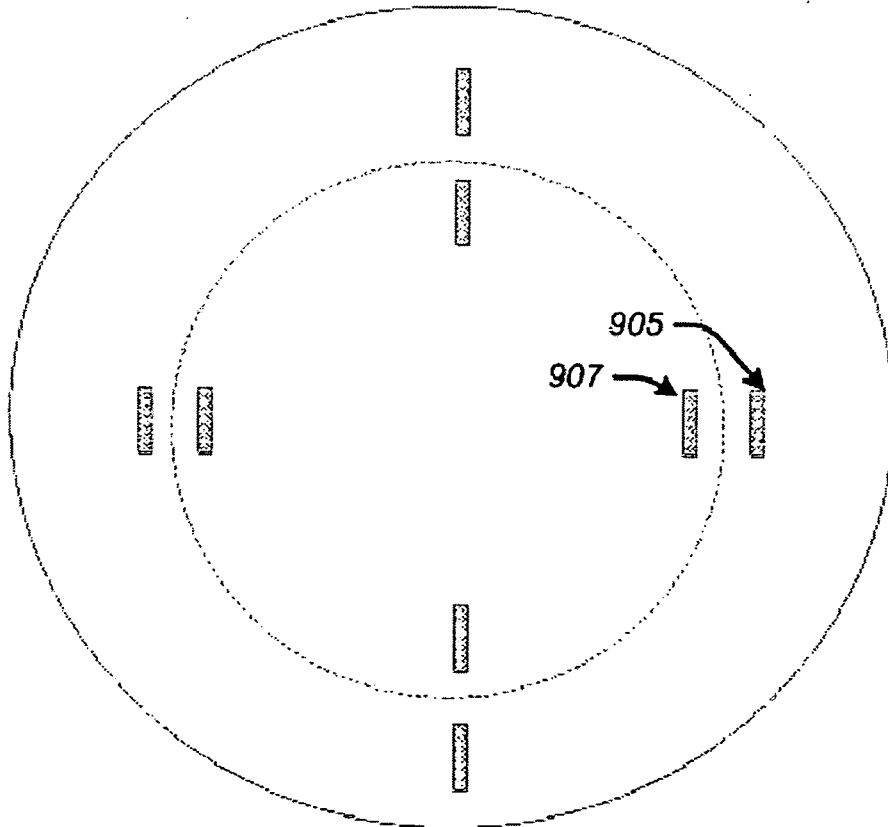


圖 9C

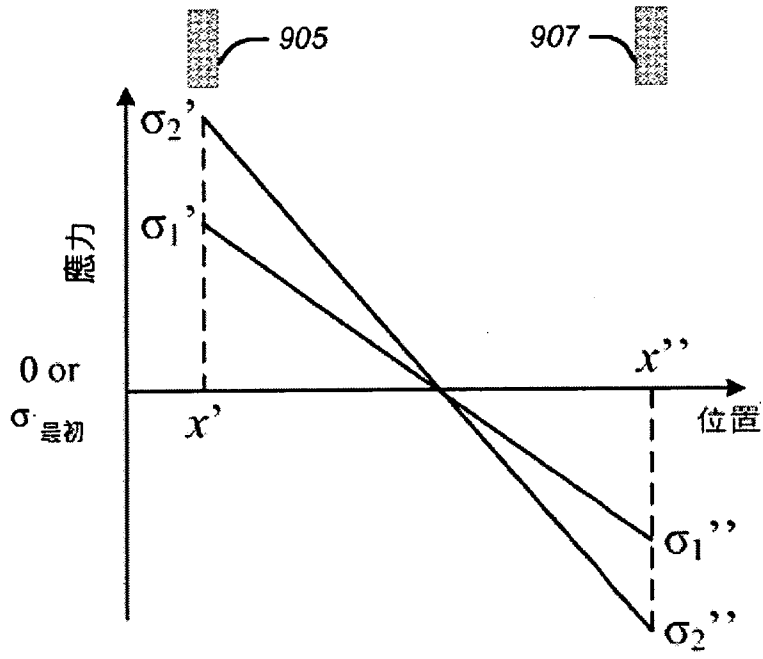


圖 10

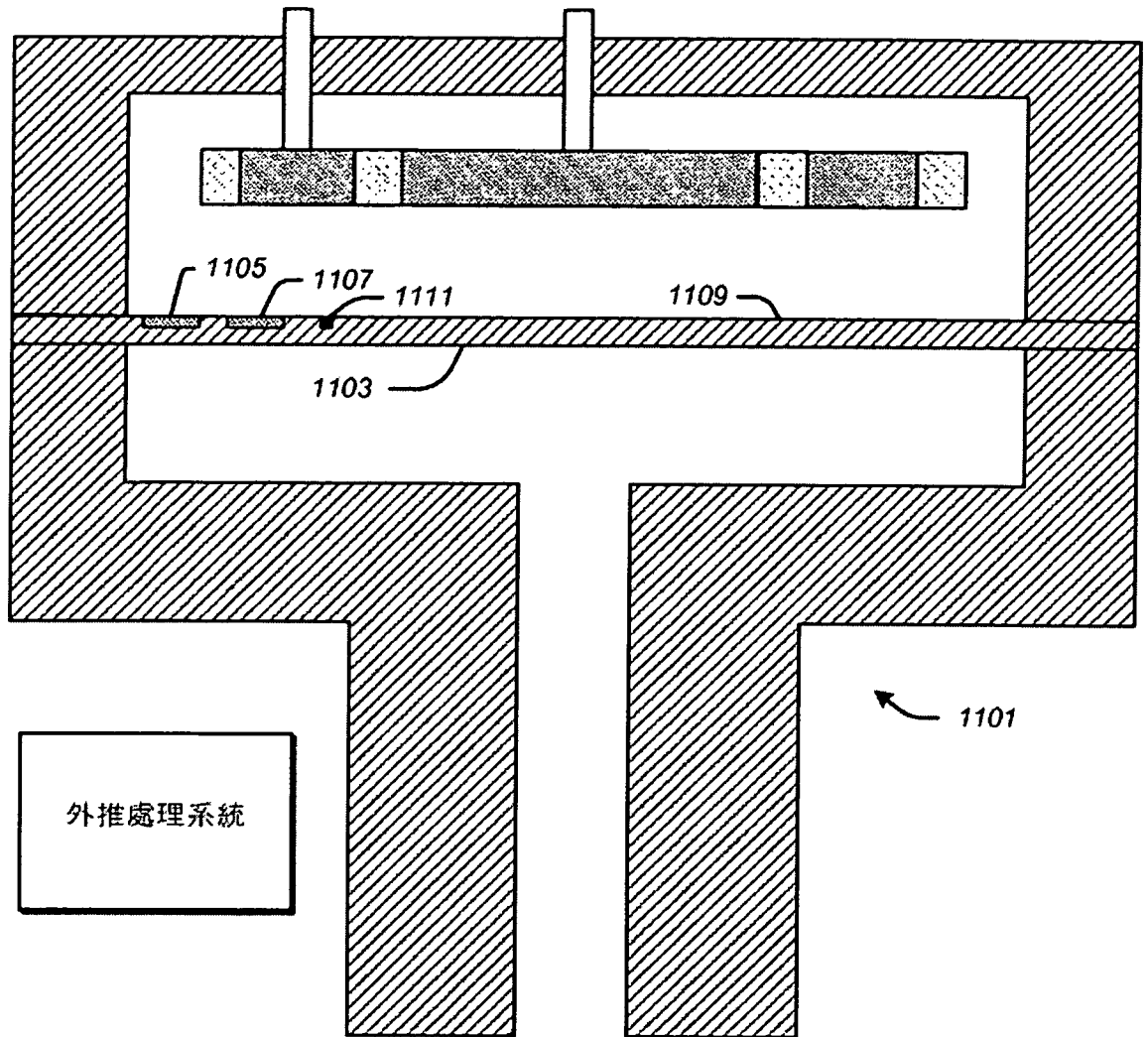


圖11

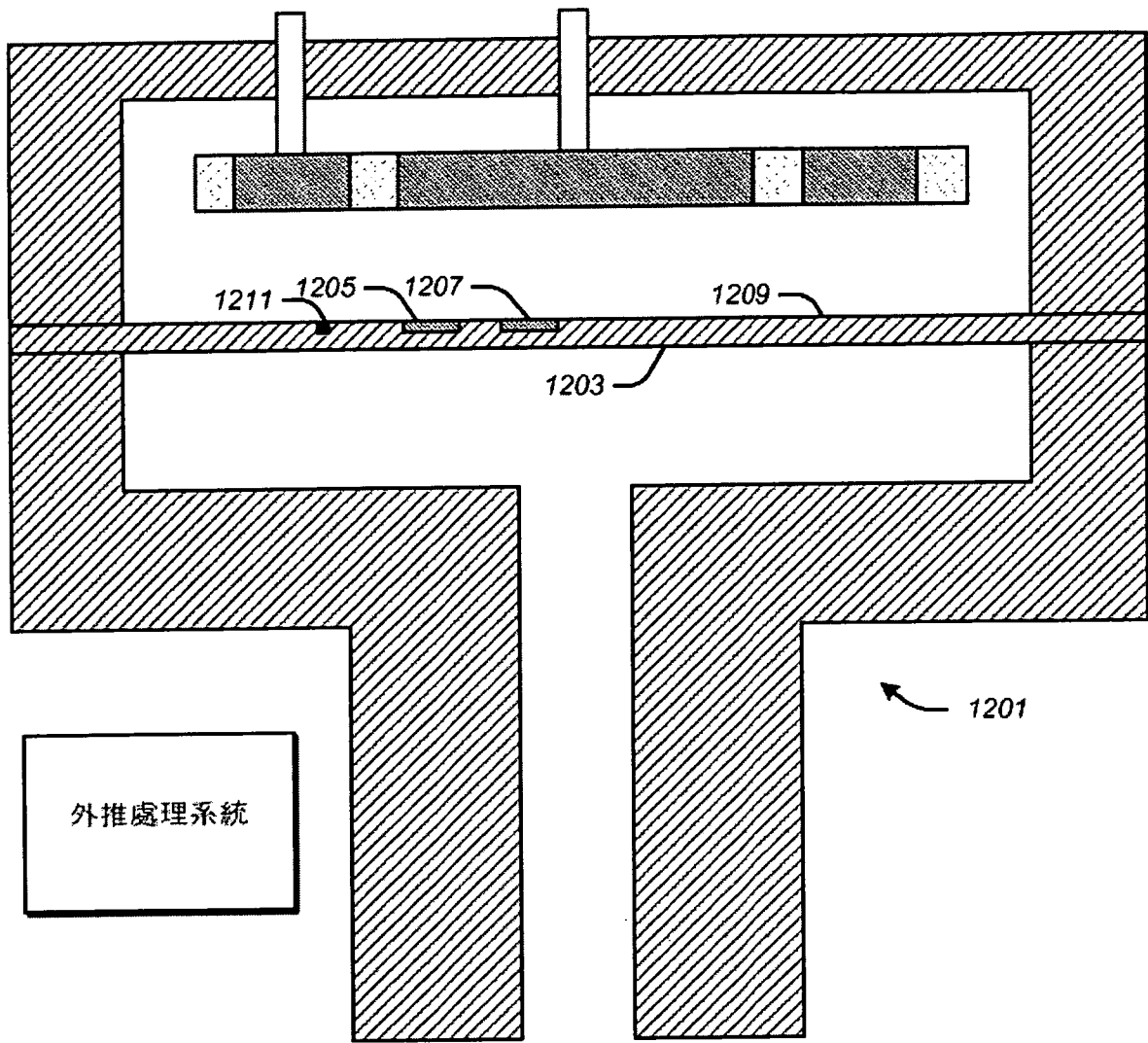


圖12

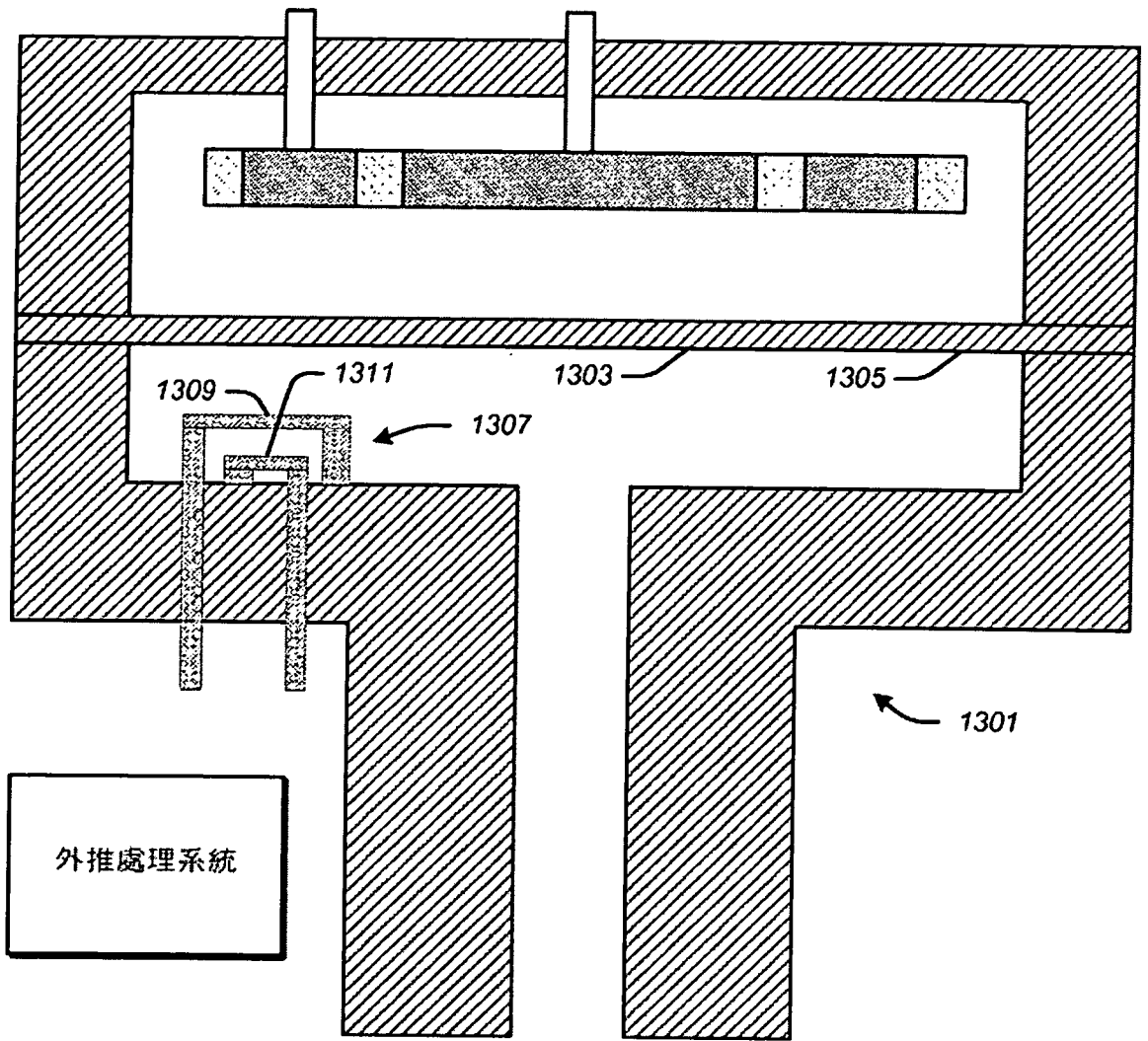


圖 13

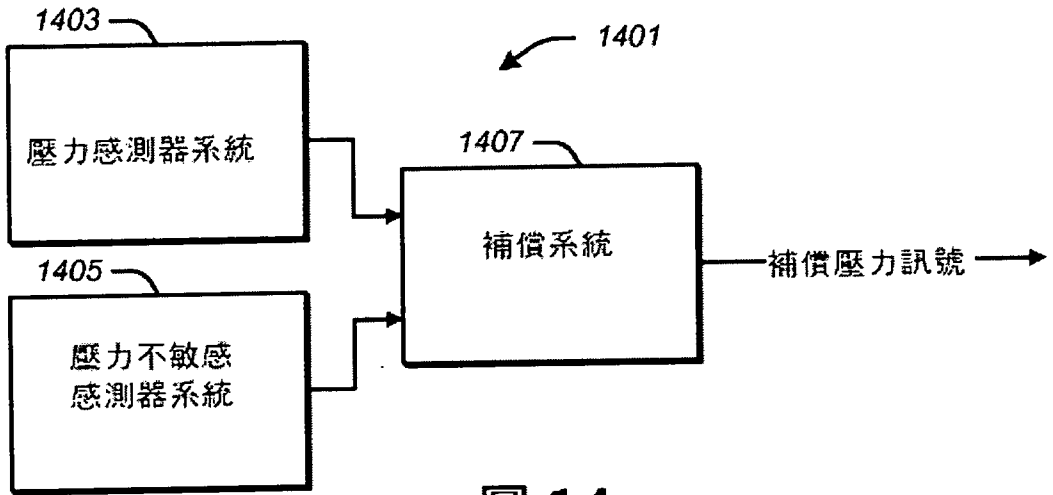


圖 14

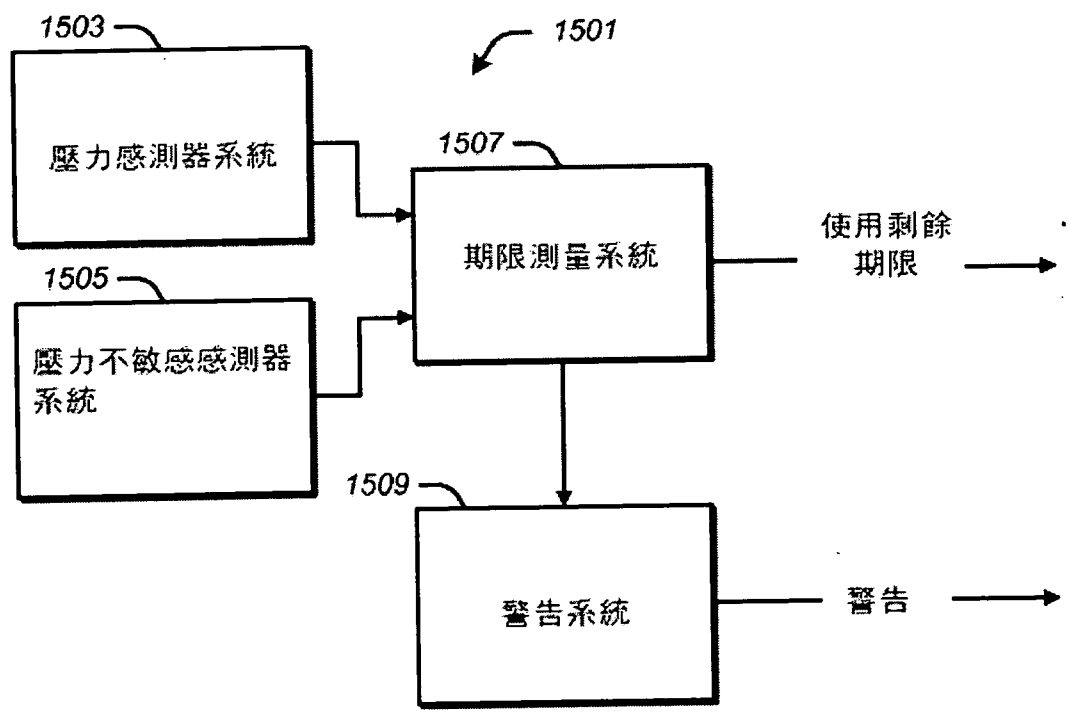


圖 15