



(21)申請案號：104104461

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 02 月 10 日

(51)Int. Cl. : G01V8/10 (2006.01)

(30)優先權：2014/02/10 美國

61/937,705

(71)申請人：新加坡國立大學(新加坡) NATIONAL UNIVERSITY OF SINGAPORE (SG)
新加坡

(72)發明人：匡 世強 KUANG, SZE-CHIANG KEVIN (MY)

(74)代理人：楊長峯；李國光；張仲謙

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：22 項 圖式數：13 共 34 頁

(54)名稱

用於偵測位移之設備及方法

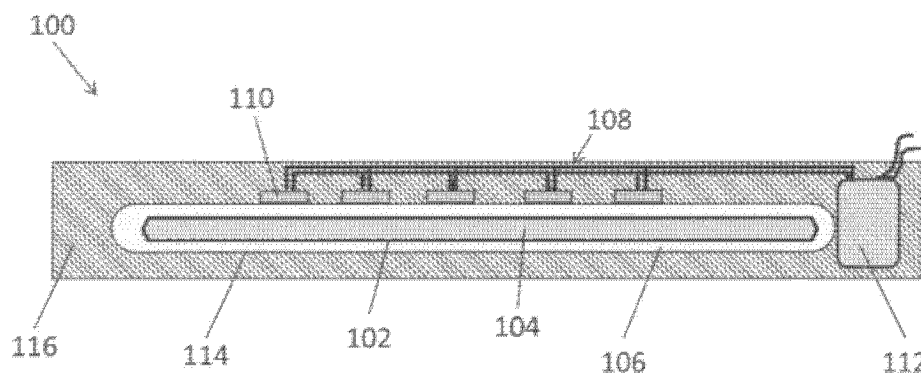
APPARATUS AND METHOD FOR DETECTING DISPLACEMENT

(57)摘要

一種用於偵測物體的兩個部分之間的位移之設備，設備包含適用於容納分離自第二物質的第一物質，並基於超過預定臨界值的物體之兩個部分之間的位移而為可斷裂的，以允許第一物質與第二物質反應之可斷裂元件；以及用於感測第一物質與第二物質之間的反應之感測器，感測器係相對於可斷裂元件來定位以感測反應。有利的是，設備可提供用於偵測物體的幾何特性中的變化之簡易解決辦法，如物體的兩個部分之間的「相對」位移；或實際上為物體旋轉位移的物體曲率。

Apparatus for detecting a displacement between two parts of a body, the apparatus including a breakable element adapted to contain a first substance separate from a second substance and breakable, upon the displacement between the two parts of the body exceeding a predetermined threshold, to allow the first and the second substances to react; and a sensor for sensing the reaction between the first and the second substances, the sensor positioned with respect to the breakable element to sense the reaction.

Advantageously, the apparatus may provide a simple solution for detecting changes in geometric properties of a body, such as “relative” displacement between two parts of the body or curvature of the body which is effectively a rotational displacement of the body.



第 1 圖

- 100 . . . 設備
- 102 . . . 可斷裂元件
- 104 . . . 第一物質
- 106 . . . 第二物質
- 108 . . . 感測器
- 110 . . . 感測元件
- 112 . . . 訊號模組
- 114 . . . 殼體
- 116 . . . 封裝件

【發明說明書】

【中文發明名稱】 用於偵測位移之設備及方法

【英文發明名稱】 APPARATUS AND METHOD FOR DETECTING
DISPLACEMENT

【技術領域】

【0001】 本發明係廣泛地但非排除性地關於一種用於偵測物體的兩個部分之間的位移之設備、以及一種用於偵測物體的兩個部分之間的位移之方法。

【先前技術】

【0002】 結構健康監測(Structural Health Monitoring)通常係關於工程結構中的損壞之偵測，或者在工程結構的材料及/或幾何特性中的變化。損壞偵測允許結構的使用者或擁有者作為重要考量的結構完整性之評估，以做出決定如延遲或進行維護或修理，或者由於喪失了結構完整性等而停止結構的使用。為了偵測損壞，儀器或感測器通常係安裝於結構上，以測量結構的材料及/或幾何特性中的變化一段時間，以便提供資訊給結構的使用者或擁有者對於測定結構的當前健康狀態。例如，這些儀器或感測器可用於偵測到結構上的非預期高載重，或監測到具有降低的載重能力之結構的響應，以提供使用者或擁有者用於做出適當決定的統計數據，而避免在使用期間結構的嚴重故障。

【0003】 各種儀器或感測器目前係可用於結構健康監測。這些包含光纖感測器如布拉格光纖光柵(fibre Bragg gratings)、基於法布里-佩洛技術

(Fabry-Perot technique) 的 FISO 感測器、光學時域反射 (optical time-domain reflectometry) (光纖中光學訊號的飛行時間) 以及基於強度的光學感測。在這些感測器中，需要一個從永久電源供電的恆定光源來進行操作。此外，偵測模組通常為昂貴、體積大又笨重的。另外，由於儀器或感測器的複雜(sophistication)，需要技術人員或高級技術人員來安裝儀器或感測器以連線(network)儀器或感測器，並操作可包含收集且處理大量潛在雜訊資料的偵測模組。

【0004】 因此，存在著以用於結構健康監測的現有儀器或感測器來解決至少一些上述問題的需要。

【發明內容】

【0005】 根據第一態樣，提供了用於偵測物體的兩個部分之間的位移之設備，此設備包含：適用於容納分離自第二物質的第一物質，並基於超過預定臨界值的物體之兩個部分之間的位移而為可斷裂的，以允許第一物質與第二物質反應之可斷裂元件；以及用於感測第一物質與第二物質之間的反應之感測器，感測器係相對於可斷裂元件來定位以感測反應。

【0006】 在實施例中，感測器可包含訊號模組，訊號模組適用於傳遞產生自感測器的訊號至用於處理的基地台。

【0007】 在實施例中，感測器可感測到從反應中發射的光或產生的熱。

【0008】 在實施例中，設備可進一步包含封入可斷裂元件、第一物質及第二物質的殼體，其中可斷裂元件包含容納第一物質的安瓿，而其中第二物質係容納於殼體內表面與安瓿外表面之間的空間內。進一步地，殼體可以殼體的至少兩個間隔位置而安裝至物體。

【0009】在實施例中，設備可進一步包含封裝殼體及感測器的封裝件，封裝件包含選自水泥、混凝土、聚合物、黏土或樹脂組成的群組之材料。

【0010】在實施例中，設備可在使用中以設備的至少兩個間隔位置安裝至物體。至少兩個間隔點之間的距離為可選的，以設定用於拉斷可斷裂元件之物體的兩個部分之間的位移之預定臨界值。

【0011】在實施例中，設備可進一步包含容納殼體及感測器的套管，套管包含可撓性管。

【0012】在實施例中，第一物質及第二物質可包含反應而發光的化學物質。在本實施例中，感測器可包含光偵測器。

【0013】根據第二態樣，提供了一種用於偵測物體的兩個部分之間的位移之方法，方法包含步驟：在物體上或物體內安裝含有可斷裂元件之設備，可斷裂元件係適用於容納分離自第二物質的第一物質，並基於超過預定臨界值的物體的兩個部分之間的位移而為可斷裂的，以允許第一物質與第二物質反應；並且經由相對於可斷裂元件來定位的感測器而偵測第一物質與第二物質之間的反應。

【0014】方法可進一步包含從感測器傳遞訊號至基地台之步驟。

【0015】在實施例中，偵測之步驟可包含偵測光或熱。

【0016】在實施例中，安裝之步驟可包含安裝設備的至少兩個間隔點至物體外部或內部。安裝之步驟可包含選擇設備的至少兩個間隔點之間的距離，作為設定拉斷可斷裂元件所必要的物體的兩個部分之間的位移之預定臨界值之方法。

【0017】在實施例中，安裝之步驟可包含嵌入設備至物體內。嵌入之步驟可包含選擇具有預定長度的設備，作為設定拉斷可斷裂元件所必要的物

體的兩個部分之間的位移之預定臨界值之方法。

【0018】 根據第三態樣，提供了一種用於結構的預製物體，預製物體包含：用於偵測物體的兩個部分之間的位移之設備，其中設備包含：適用於容納分離自第二物質的第一物質並且為可斷裂的可斷裂元件，設備與物體的兩個部分接觸，以便基於超過預定臨界值的物體的兩個部分之間的位移，而允許第一物質與第二物質反應；以及用於感測第一物質與第二物質之間的反應之感測器，感測器係相對於可斷裂元件來定位以感測反應。

【0019】 根據第四態樣，提供了用於偵測物體的兩個部分之間的位移之設備，設備包含：適用於容納分離自第二物質的第一物質，並基於超過預定臨界值的物體的兩個部分之間的位移而調整，以允許第一物質與第二物質反應之包容元件；以及用於感測第一物質與第二物質之間的反應之感測器，感測器係相對於包容元件來定位以感測反應。

【0020】 在實施例中，包容元件可包含密封件，密封件係調整成基於超過預定臨界值的物體的兩個部分之間的位移而斷開(open upon)，以允許第一物質與第二物質反應。

【0021】 在實施例中，包容元件可包含可斷裂元件，可斷裂元件係調整成基於超過預定臨界值的物體的兩個部分之間的位移而拉斷，以允許第一物質與第二物質反應。

【圖式簡單說明】

【0022】 其中相同參考符號在不同圖式中表示相同或功能相似的元件之附圖，係與下面的實施方式一起併入說明書中而形成說明書的一部分，用以繪示各種實施例，並根據本實施例來說明各種原理及優點。

【0023】第 1 圖根據例示性實施例示出了用於偵測位移的設備之截面圖。

【0024】第 2 圖根據實施方式示出了使用光纖來傳遞來自螢光棒的光訊號至光偵測器的三種配置之示意圖。

【0025】第 3 圖根據另一個例示性實施例示出了用於偵測位移的設備之截面圖。

【0026】第 4 圖根據另一個例示性實施例示出了用於偵測位移的設備之截面圖。

【0027】第 5 圖根據例示性實施例示出了安裝至物體的第 1 圖中設備之等角視圖。

【0028】第 6 圖根據另一個例示性實施例示出了安裝至物體的第 1 圖中設備之等角視圖。

【0029】第 7 圖根據例示性實施例示出了嵌入物體內的第 1 圖中設備之等角視圖。

【0030】第 8 圖根據另一個例示性實施例示出了用於偵測物體的兩個部分之間的位移的設備之截面圖。

【0031】第 9 圖根據另一個例示性實施例示出了用於偵測物體的兩個部分之間的位移的設備之截面圖。

【0032】第 10 圖根據另一個例示性實施例示出了用於偵測位移的設備之截面圖。

【0033】第 11 圖根據例示性實施例示出了繪示斷開狀態中的第 10 圖之設備的包容元件的密封件之截面圖。

【0034】第 12 圖根據例示性實施例示出了繪示斷裂狀態中的第 1 圖之設備的可斷裂元件之截面圖。

【0035】第 13 圖根據實施例示出了繪示用於偵測位移的方法之流程圖。

【0036】熟練的技術人員將理解的是，圖式中的元件為了簡單及明確而繪示，並且不一定是按比例描繪。例如，圖式、方塊圖或流程圖中的一些元件尺寸可相對於其他元件被誇大，以幫助提高對本實施例的理解。

【實施方式】

【0037】下列的實施方式在本質上僅為例示性的，並非旨在限制本發明或本發明的應用及用途。此外，並沒有意圖受到本發明的前述背景中或下列的實施方式中所呈現的任何理論束縛。

【0038】第 1 圖根據例示性實施例示出了用於偵測位移的設備 100 之截面圖。設備 100 可放置在物體如工程結構內或者放置在物體如工程結構上，用於偵測物體的兩個部分之間的位移(例如，第 4 圖、物體 432 的第一部分及物體 434 的第二部分)。如第 1 圖中所示，用於偵測位移的設備 100 包含了適用於容納分離自第二物質 106 的第一物質 104 之可斷裂元件 102。換句話說，可斷裂元件 102 作用為間隔件(partition)以保持第一物質 104 與第二物質 106 分離。此外，可斷裂元件 102 係調整成基於超過預定臨界值(threshold)的物體之兩個部分的位移而為可斷裂的。因此，當物體經歷了設備 100 係設置於其中或其上之位置的物體的兩個部分之間的位移時，設備 100 的可斷裂元件 102 將經歷可斷裂元件 102 的兩部分之間的相應位移。當物體的兩個部分之位移超過預定臨界值時，可斷裂元件 102 的兩部分之間的相應位移將拉斷可斷裂元件 102。由於可斷裂元件 102 的斷裂，第一物質 104 與第二物質 106 將相互接觸並與彼此反應。

【0039】根據實施例，設備 100 進一步包含用於感測第一物質 104 與第二物質 106 之間的反應之感測器 108，感測器 108 可相對於可斷裂元件 102 來定位以感測反應。換句話說，感測器 108 可以相對於可斷裂元件 102 的任何配置(configuration)或佈置(disposition)來定位，使得能夠感測第一物質 104 與第二物質 106 之間的反應。如圖所示，感測器 108 可包含感測元件 110 及訊號模組 112。訊號模組 112 可適用於傳遞產生自感測器 108 的訊號至用於處理的基地台(未示出)。訊號可經由有線方式或無線方式來傳遞。感測元件 110 係適用於藉由偵測由於反應結果而發射的光或產生的熱，來感測第一物質 104 與第二物質 106 之間的反應。要理解的是感測器 108 可藉由任何形式的電源如電池、再生性能源或電力網等來供電。

【0040】有利的是，設備 100 可提供用於偵測物體的幾何特性中的變化之簡易解決辦法，如物體的兩個部分之間的「相對」位移；或實際上為物體撓曲(deflection)的物體曲率。設備 100 不需要用於操作的恆定光源。更確切地說，當超過預定臨界值而產生物體的兩個部分之間的位移時，設備 100 允許第一物質 104 與第二物質 106 相互接觸，以產生可偵測之反應。該反應可為，例如，光的發射或熱的產生，使得感測器 108 可感測到反應，並發送表示已產生反應(即已超過預定臨界值的物體的兩個部分之間的位移)之訊號。此外，設備 100 可輕易地調整成適用於不同用途的各種尺寸，並且由於與目前可用的精密感測器相比之下相較簡單故得以廉價生產。此外，因為當位移超過預定臨界值時，設備 100 僅產生訊號，故設備 100 的操作不需要高度熟練的人員。

【0041】在第 1 圖中，設備 100 係示出進一步包含封入(enclosing)可斷裂元件 102、第一物質 104 及第二物質 106 的殼體(housing)114。如圖所示，第一物質 104 完全容納於可斷裂元件 102 內。在實施方式中，可斷裂元件 102 可包含容納第一物質 104 的安瓿(ampoule)。第 1 圖也示出第二

物質 106 容納於殼體 114 內表面與可斷裂元件 102 外表面之間的空間內。感測器 108 示出被設置成使得感測元件 110 係設置於殼體 114 外表面上。另外，第 1 圖中的設備 100 包含封裝殼體 114 及感測器 108 的封裝件 116。封裝件可為水泥、混凝土、聚合物、黏土或樹脂。有利的是，將殼體 114、可斷裂元件 102、第一物質 104、第二物質 106 及感測器 108 封裝進單一封裝中允許易於操作設備 100。特別是，封裝設備 100 係得以輕易地運輸、安裝或更換。使用不同材料作為封裝件 116 允許設備 100 的客製化，以適於不同應用。例如，設備 100 可設計成安裝在物體內或物體上，或者具有特定強度、剛度或撓曲度(flexibility)的工程結構。

【0042】在實施例中，第一物質 104 及第二物質 106 包含反應而發光的化學物質。例如，第一物質 104 可為包含染料及草酸二苯酯(diphenyl oxalate)的第一液態化學品，而第二物質 106 可為包含過氧化氫(hydrogen peroxide)的第二液態化學品。當過氧化氫接觸到草酸二苯酯時，發生釋放出能量而激發染料的反應，然後藉由釋放造成光發射之光子而緩解(relax)。因此，感測器 108 可包含用於偵測光的發射之光偵測器，如光敏電阻器(light dependent resistor)、光電倍增管(photomultiplier tube)、光電晶體(phototransistor)、光偵檢器(photodetector)等。

【0043】在實施方式中，可斷裂元件 102、第一物質 104、第二物質 106 及殼體 114 係以化學發光螢光棒之形式，而感測器 108 可包含光敏電阻器及無線電發射機(wireless transmitter)。感測器 108 可藉由再生性能源如太陽能電池板或太陽能充電器來供電。光敏電阻器(或多個光敏電阻器)可使用光學透明膠(optically-clear glue)或塑膠配接器(plastic adapter)而沿著其長度直接地貼附於螢光棒，以保持光敏電阻器定位。

【0044】在實施方式的其他變化中，光敏電阻器可不直接地貼附於螢光

棒。相反地，光纖如塑膠光纖或玻璃光纖可被貼附於螢光棒，以傳送(channel)從螢光棒發射的光至可設置遠離螢光棒的光偵測器。在這種情況下，光纖作為用於傳遞來自螢光棒的光訊號至光偵測器如光敏電阻器的傳遞裝置。第 2 圖示出了使用光纖來傳遞來自螢光棒的光訊號至光偵測器的三種配置之示意圖。在第一配置 150 中，光纖 160 被直接地插進(然後並密封)螢光棒中，以感測光訊號。光纖 160 被插入使得其與第二物質 106 接觸，第二物質 106 係容納於螢光棒的殼體 114 之內表面與容納第一物質 104 的可斷裂元件 102 之外表面之間的空間內。在第二配置 152 中，光纖 162 係貼附於螢光棒的殼體 114 外部上。在第三配置 154 中，光纖 164 係從外部插進螢光棒的殼體 114，但不穿過殼體 114。換句話說，光纖 164 不與螢光棒內側的第二物質 106 接觸。

【0045】有利的是，在上述實施方式中，用於偵測位移之設備可配置於其中存在著爆炸風險或火災危害的應用中。藉由設置為電氣/電子組件的光偵測器遠離火災危害/爆炸區域，從火災危害/爆炸區域中消除了由電氣/電子組件所產生的火花風險而無損設備的偵測能力。

【0046】第 3 圖根據另一個例示性實施例示出了用於偵測位移的設備 200 之截面圖。設備 200 與設備 100(第 1 圖)的不同之處在於感測器 208 的訊號模組 212 係設置於封裝件 216 外側。換句話說，封裝件 216 僅封裝可斷裂元件 202、第一物質 204、第二物質 206、殼體 214 及感測元件 210。有利的是，設備 200 允許訊號模組 212 定位在適於有效傳遞訊號之位置，其可遠離設備 200 的其餘組件。

【0047】第 4 圖根據另一個例示性實施例示出了用於偵測位移的設備 300 之截面圖。設備 300 與設備 200(第 3 圖)的不同之處在於可斷裂元件 302、第一物質 304、第二物質 306、殼體 314 及感測元件 310 係容納於

套管(casing)316 內。如圖所示，感測器 308 的訊號模組 312 係設置於套管 316 外側。在實施例中，套管 316 可為可撓性管。套管 316 可適用於可拆卸地承接殼體 314。例如，殼體 314 可滑動地以如同由第 4 圖中的箭頭所表示的軸向方向插入套管 316，並從套管 316 中移除。在本實施例中，感測元件 310 係貼附於套管 316，使得在插入或移除殼體 314 時將不會移動到感測元件 310 的位置。有利的是，在實施方式中，此配置允許更換螢光棒，例如基於螢光棒達到其失效日。

【0048】 第 5 圖根據例示性實施例示出了安裝至物體 400 的設備 100(第 1 圖)之等角視圖。如圖所示，設備 100 係以至少兩個間隔的位置 422 而安裝至物體 400。在第 5 圖中，安裝架 420 係示出用於在這些位置 422 上安裝設備 100 至物體 400。要理解的是，設備 100 可經由其他固定裝置如螺釘、螺栓及螺帽、魔鬼氈(Velcro®)、黏著劑材料等來安裝。

【0049】 在安裝設備 100 於物體 400 上中，至少兩個間隔的位置 422 之間的距離影響了設備 100 的靈敏度，設備 100 用在偵測物體 400 的兩個部分之間的位移。藉由保持設備 100 的可斷裂元件 102 之撓曲臨界值恆定(即拉斷可斷裂元件 102 所需的撓曲)，使得造成可斷裂元件 102 的相同撓曲所需的物體 400 中的位移量將由於兩個間隔的位置 422 之間的不同距離而變化。例如，當兩個間隔的位置 422 之間的距離短時，小的中心(即在兩個位置之間)位移可足以充分地撓曲可斷裂元件 102 而拉斷可斷裂元件 102。然而，當兩個間隔的位置 422 之間的距離長時，需要更大的中心位移使得可斷裂元件 102 被充分地撓曲而拉斷可斷裂元件 102。因此，拉斷可斷裂元件 102 所必要的物體 400 的兩個部分之間的位移之預定臨界值，其可藉由選擇至少兩個間隔的位置 422 之間的適當距離而設定，其中安裝設備 100 於物體 400 上。因此，用以偵測物體 400 的兩個部分之間的位移的設備 100 之靈敏度，可藉由改變其中設備 100 安裝至物體 400 的至少兩

個間隔的位置 422 之距離而設定。

【0050】第 6 圖根據另一個例示性實施例示出了安裝至物體 500 的設備 100(第 1 圖)之等角視圖。在第 5 圖中，設備 100 係示出安裝至物體 400 外部。在第 6 圖中，設備 100 係示出為安裝至物體 500 的凹槽 502 內。換句話說，設備 100 係安裝至物體 500 內部。如第 6 圖中所示，凹槽 502 係為物體 500 內的凹陷形式。要理解的是，凹槽 502 還可為物體內完全封閉的凹槽。類似於第 5 圖，第 6 圖中的設備 100 可以至少兩個位置而安裝至物體 500 內部，使得設備 100 用以偵測物體 500 的兩個部分之間的位移之靈敏度可藉由改變其中設備 100 安裝至物體 500 的至少兩個間隔位置之距離而設定。

【0051】要理解的是，設備 200(第 3 圖)及設備 300(第 4 圖)也可以如同第 5 圖或第 6 圖中所示的設備 100 之類似方式來安裝至物體。設備 200 及設備 300 之靈敏度也可以如同第 5 圖或第 6 圖中所示的設備 100 之類似方式來變化。

【0052】在實施例中，用於偵測位移的設備可與設備 100(第 1 圖)、設備 200(第 3 圖)及設備 300(第 4 圖)的不同之處在於設備(未示出)不包含封裝件 116(第 1 圖)、封裝件 216(第 3 圖)或套管 316(第 4 圖)。根據這樣的實施例之設備可藉由以至少兩個間隔點而直接地固定容納有可斷裂元件、第一物質及第二物質的殼體於物體上，而以至少兩個間隔點安裝至物體。在本實施例中，感測器係相對於可斷裂元件來定位及/或在物體上，使得感測器可在拉斷可斷裂元件時感測到第一物質與第二物質之間的反應。

【0053】第 7 圖根據例示性實施例示出了嵌入物體 600 中的設備 100 之等角視圖。在本實施例中，被監測的物體 600 的兩個部分之間的位移之預定臨界值係藉由選擇具有預定長度的設備 100 而設定。

【0054】 要理解的是，用於偵測位移的設備之各種實施例也以如同第 7 圖中所示的設備 100 之類似方式來嵌入物體內。

【0055】 有利的是，如同上述的各種實施例之用於偵測位移的設備可安裝至新結構中或新結構上，或者改造成現有結構如新結構、近海平台、地下隧道支承(supports)等。設備也可用於地滑監測(landslide monitoring)、土地開墾中的地基坍塌監測、土壤液化及穩定性監測等，其中設備係在一個位置上嵌入於土壤中，其中設備可用於偵測土壤的兩個部分之間的位移，例如表土層與底土層之間的位移。

【0056】 第 8 圖根據另一個例示性實施例示出了用於偵測物體 700 的兩個部分之間的位移的設備之截面圖。如第 8 圖中所示，用於偵測位移的設備包含設置於物體 700 中的凹槽中的可斷裂元件 702。可斷裂元件 702 係為劃分凹槽成兩個腔室(chamber)的板片(sheet)之形式。第一腔室容納第一物質 704，而第二腔室容納第二物質 706。因此，可斷裂元件 702 容納分離自第二物質 706 的第一物質 704。可斷裂元件 702 係調整成基於超過預定臨界值的物體 700 的兩個部分之間的位移而為可斷裂的。因此，當物體 700 經歷了物體 700 的兩個部分之間的位移時，可斷裂元件 702 將經歷相應位移。當物體的兩個部分之位移超過預定臨界值時，相應位移拉斷了可斷裂元件 702。由於可斷裂元件 702 的斷裂之結果，第一物質 704 與第二物質 706 相互接觸並與彼此反應。

【0057】 根據本實施例，設備進一步包含用於感測第一物質 704 與第二物質 706 之間的反應之感測器 708。感測器 708 係示出被設置於其中容納有第二物質 706 處。然而，要理解的是，感測器 708 可以相對於可斷裂元件 702 的任何配置或佈置來定位，使得能夠感測第一物質 704 與第二物質 706 之間的反應。

【0058】第 9 圖根據另一個例示性實施例示出了用於偵測物體 800 的兩個部分之間的位移的設備之截面圖。如第 9 圖中所示，用於偵測位移的設備包含嵌入物體 800 中的可斷裂元件 802。可斷裂元件 802 係以密封容器之形式示出。可斷裂元件容納第一物質 804。在本實施例中，物體 800 的材料被認為是第二物質 806(例如，圍繞可斷裂元件 802 之物體 800 的材料或施加物體 800 的塗層)。因此，可斷裂元件 802 係示出為容納有分離自第二物質 806 的第一物質 804。在本實施例中的可斷裂元件 802 可進一步調整成基於超過預定臨界值的物體 800 的兩個部分之位移而為可斷裂的。因此，當物體 800 經歷了物體 800 的兩個部分之間的位移時，可斷裂元件 802 將經歷相應位移。當物體 800 的兩個部分之位移超過預定臨界值時，相應位移可拉斷可斷裂元件 802。由於可斷裂元件 802 的斷裂之結果，第一物質 804 與第二物質 806 將接觸並反應。

【0059】根據本實施例，設備進一步包含用於感測第一物質 802 與第二物質 804 之間的反應之感測器 808。感測器 808 係示出為設置於可斷裂元件 802 的外部上。然而，要理解的是，感測器 808 可以相對於可斷裂元件 802 的任何配置或佈置來定位，使得能夠感測第一物質 804 與第二物質 806 之間的反應。

【0060】在實施例中，物體(例如，第 5 圖中的物體 400、第 6 圖中的物體 500、第 7 圖中的物體 600)可為預製結構或部分的預製結構。預製物體包含用於偵測物體的兩個部分之間的位移之設備。設備可藉由安裝至物體或者藉由嵌入於物體內而定位成延伸於物體的兩個部分之間，使得設備係與物體的兩個部分接觸。用於偵測位移的設備可包含適用於容納分離自第二物質的第一物質之可斷裂元件。可斷裂元件可進一步調整成基於超過預定臨界值的物體之兩個部分的位移而為可斷裂的。換句話說，設備係與物體的兩個部分接觸，使得超過預定臨界值的物體之兩個部分的位移將造成

可斷裂元件被拉斷。由於可斷裂元件的斷裂，第一物質與第二物質將相互接觸並與彼此反應。設備進一步包含用於感測第一物質與第二物質之間的反應之感測器。感測器可相對於可斷裂元件來定位以感測反應。在實施方式中，預製物體係為廠外製造並隨後運輸至用於裝配的結構施工現場。用於偵測物體的兩個部分之間的位移之設備的各種實施例可根據本文所討論的方法而在廠外製造期間安裝至預製物體內。預製物體的實施例可為用於建築一部分的預製混凝土牆，或用於橋樑部分的預製混凝土板等。

【0061】 第 10 圖根據另一個例示性實施例示出了用於偵測物體的兩個部分之間的位移的設備 900 之截面圖。如同第 10 圖中所示，用於偵測物體的兩個部分之間的位移之設備可包含適用於容納分離自第二物質 906 的第一物質 904 之包容元件(containment element)902，並調整成基於超過預定臨界值的物體的兩個部分之間的位移而允許第一物質 904 與第二物質 906 反應。換句話說，設備 900 包含包容元件 902 如容器，其用作間隔件以保持第一物質 904 與第二物質 906 分離。容器進一步配置為允許第一物質 904 與第二物質 906 基於超過預定臨界值的物體的兩個部分之間的位移而相互接觸並與彼此反應。在實施方式中，包容元件 902 可包含調整成基於超過預定臨界值的物體的兩個部分之間的位移而斷開(open)的密封件(seal)920，以允許第一物質 904 與第二物質 906 反應。

【0062】 在本實施例中，設備可進一步包含用於感測第一物質 904 與第二物質 906 之間的反應之感測器 908。感測器可相對於包容元件 902 而定位以感測反應。換句話說，感測器可以相對於包容元件的任何配置或佈置來定位，使得能夠感測第一物質 904 與第二物質 906 之間的反應。感測器 908 可包含感測元件 910。第 11 圖示出了繪示第 10 圖的設備 900 的包容元件 902 之密封件 920 斷開的實例之截面圖，其係基於超過預定臨界值的物體的兩個部分之間的位移而斷開，以允許第一物質 904 與第二物質 906

接觸並反應。

【0063】第 12 圖示出了繪示第 1 圖的設備 100 的可斷裂元件 102 斷裂之截面圖及實例，其基於超過預定臨界值的物體的兩個部分之間的位移而斷裂，以允許第一物質 104 與第二物質 106 接觸並反應。

【0064】第 13 圖根據實施例示出了繪示用於偵測位移的方法之流程圖 1300。在步驟 1302 中，包含了適用於容納分離自第二物質的第一物質，並基於超過預定臨界值的物體之兩個部分之間的位移而為可斷裂的，以允許第一物質與第二物質反應之可斷裂元件的設備，係安裝至物體上或物體內。在超過預定臨界值的物體之兩個部分之間的位移之後，第一物質與第二物質之間產生了反應。在步驟 1304 中，第一物質與第二物質之間的反應係經由相對於可斷裂元件而定位的感測器來偵測。第一物質與第二物質之間的反應可導致光的發射或熱的產生。

【0065】在實施例中，如流程圖 1300 中所繪示之方法可進一步包含從感測器傳遞訊號至基地台之步驟。偵測反應步驟可進一步包含偵測光或熱。

【0066】在實施例中，安裝之步驟可包含以至少兩個位置來安裝設備至物體的外部或內部。此外，安裝之步驟可包含調整設備的至少兩個位置之間的距離作為設定拉斷可斷裂元件所必要的物體的兩個部分之間的位移之預定臨界值之方法。

【0067】在另一個實施例中，安裝之步驟可包含嵌入設備至物體內。因此，嵌入之步驟可包含選擇具有預定長度的設備作為設定拉斷可斷裂元件所必要的物體的兩個部分之間的位移之預定臨界值之方法。

【0068】從以上所述，可看出的是用於偵測物體的兩個部分之間的位移之設備及方法已根據本實施例而被提供。

【0069】有利的是，設備之實施例提供了用於偵測物體的兩個部分之間的位移之低成本效益的解決辦法，其可用於推測主體結構超載、撓曲載重之下的結構破裂、由於地基坍塌或地面沉陷的結構破裂、施工或操作期間的隧道結構完整性之損失、土壤液化及其他潛在結構損傷或惡化。另外，實施例也可用於用在監測震顫後(post-tremor)或地震後的倖存結構，其中其殘留的載重能力已變得不明。

【0070】此外，實施例可為低成本、易於安裝、易於操作、低維護、設計及製造簡單並有效地偵測位移。

【0071】應當理解的是，例示性實施例僅為實例，並不旨在以任何方式來限制本發明的範疇、應用性、操作或配置。更確切地說，前述的實施方式將提供所屬技術領域中的通常知識者用於實現本發明的例示性實施例之方便的準則，要理解的是，可對例示性實施例中所描述的元件功能及配置以及操作方法進行各種變化，而不脫離如所附的申請專利範圍中闡述的本發明範疇。

【符號說明】

100、200、300、900：設備

102、202、302、702、802：可斷裂元件

104、204、304、704、804、904：第一物質

106、206、306、706、806、906：第二物質

108、208、308、708、808、908：感測器

110、210、310、910：感測元件

112、212、312：訊號模組

114、214、314：殼體

116、216：封裝件

150：第一配置

160、162、164：光纖

152：第二配置

154：第三配置

316：套管

400、432、434、500、600、700、800：物體

420：安裝架

422：位置

502：凹槽

902：包容元件

920：密封件

1300：流程圖

1302、1304：步驟



201539018

申請日: 104. 2. 10

IPC分類:

G01V 8/10 (2006.01)

【發明摘要】

【中文發明名稱】 用於偵測位移之設備及方法

【英文發明名稱】 APPARATUS AND METHOD FOR DETECTING

DISPLACEMENT

【中文】

一種用於偵測物體的兩個部分之間的位移之設備，設備包含適用於容納分離自第二物質的第一物質，並基於超過預定臨界值的物體之兩個部分之間的位移而為可斷裂的，以允許第一物質與第二物質反應之可斷裂元件；以及用於感測第一物質與第二物質之間的反應之感測器，感測器係相對於可斷裂元件來定位以感測反應。有利的是，設備可提供用於偵測物體的幾何特性中的變化之簡易解決辦法，如物體的兩個部分之間的「相對」位移；或實際上為物體旋轉位移的物體曲率。

【英文】

Apparatus for detecting a displacement between two parts of a body, the apparatus including a breakable element adapted to contain a first substance separate from a second substance and breakable, upon the displacement between the two parts of the body exceeding a predetermined threshold, to allow the first and the second substances to react; and a sensor for sensing the reaction between the first and the second substances, the sensor positioned with respect to the breakable element to sense the reaction. Advantageously, the apparatus may provide

a simple solution for detecting changes in geometric properties of a body, such as “relative” displacement between two parts of the body or curvature of the body which is effectively a rotational displacement of the body.

【指定代表圖】 第(1)圖

【代表圖之符號簡單說明】

100：設備

102：可斷裂元件

104：第一物質

106：第二物質

108：感測器

110：感測元件

112：訊號模組

114：殼體

116：封裝件

【特徵化學式】

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種用於偵測物體的兩個部分之間的位移之設備，該設備包含：

一可斷裂元件，係適用於容納分離自一第二物質的一第一物質，並基於超過一預定臨界值的該物體之該兩個部分之間的該位移而為可斷裂的，以允許該第一物質與該第二物質反應；以及

一感測器，係用於感測該第一物質與該第二物質之間的反應，該感測器係相對於該可斷裂元件來定位以感測反應。

【第2項】 如申請專利範圍第 1 項所述之設備，其中該感測器包含一訊號模組，該訊號模組係適用於傳遞產生自該感測器的一訊號至用於處理的一基地台。

【第3項】 如申請專利範圍第 1 項所述之設備，其中該感測器感測到從反應中發出的光或產生的熱。

【第4項】 如申請專利範圍第 1 項所述之設備，其進一步包含封入該可斷裂元件、該第一物質及該第二物質的一殼體，

其中該可斷裂元件包含容納該第一物質的一安瓿，以及

其中該第二物質係容納於該殼體之內表面與該安瓿之外表面之間的一空間內。

【第5項】 如申請專利範圍第 4 項所述之設備，其中該殼體以該殼體的至少兩個間隔位置安裝至該物體。

【第6項】 如申請專利範圍第 4 項所述之設備，其進一步包含封裝該殼體及該感測器的一封裝件，該封裝件包含選自由水泥、混凝土、

聚合物、黏土或樹脂組成的群組之材料。

【第7項】如申請專利範圍第 1 項所述之設備，其中該設備在使用中以該設備的至少兩個間隔位置安裝至該物體。

【第8項】如申請專利範圍第 7 項所述之設備，其中在該至少兩個間隔位置之間的距離為可選的，以設定用於拉斷該可斷裂元件之該物體的該兩個部分之間的該位移之該預定臨界值。

【第9項】如申請專利範圍第 4 項所述之設備，其進一步包含容納該殼體及該感測器的一套管，該套管包含一可撓性管。

【第10項】如申請專利範圍第 4 項所述之設備，其中該第一物質及該第二物質包含反應而發光的化學物質。

【第11項】如申請專利範圍第 10 項所述之設備，其中該感測器包含一光偵測器。

【第12項】一種用於偵測物體的兩個部分之間的位移之方法，該方法包含下列步驟：

在該物體上或該物體內安裝含有一可斷裂元件之一設備，該可斷裂元件係適用於容納分離自一第二物質的一第一物質，並基於超過一預定臨界值的該物體的該兩個部分之間的該位移而為可斷裂的，以允許該第一物質與該第二物質反應；以及

經由相對於該可斷裂元件來定位的一感測器而偵測該第一物質與該第二物質之間的反應。

【第13項】如申請專利範圍第 12 項所述之方法，其進一步包含從該感測器傳遞一訊號至一基地台之步驟。

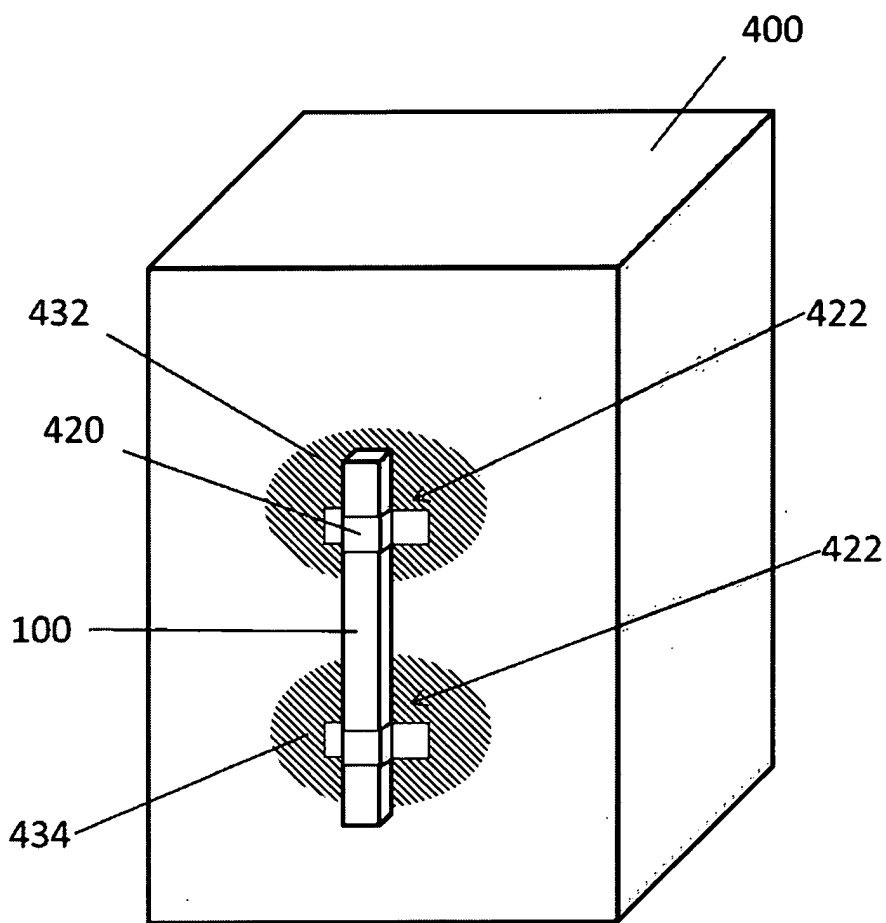
- 【第14項】如申請專利範圍第 12 項所述之方法，其中偵測之步驟包含偵測光或熱。
- 【第15項】如申請專利範圍第 12 項所述之方法，其中安裝之步驟包含安裝該設備的至少兩個間隔點至該物體的一外部或一內部。
- 【第16項】如申請專利範圍第 15 項所述之方法，其中安裝之步驟包含選擇該設備的該至少兩個間隔點之間的距離，作為設定拉斷該可斷裂元件所必要的該物體的該兩個部分之間的該位移之該預定臨界值之方法。
- 【第17項】如申請專利範圍第 12 項所述之方法，其中安裝之步驟包含嵌入該設備至該物體內。
- 【第18項】如申請專利範圍第 17 項所述之方法，其中嵌入之步驟包含選擇具有一預定長度的該設備，作為設定拉斷該可斷裂元件所必要的該物體的該兩個部分之間的該位移之該預定臨界值之方法。
- 【第19項】一種用於結構的預製物體，預製的該物體包含：
 - 一設備，係用於偵測該物體的兩個部分之間的一位移，其中該設備包含：
 - 一可斷裂元件，係適用於容納分離自一第二物質的一第一物質並且為可斷裂的，該設備與該物體的該兩個部分接觸，以便基於超過一預定臨界值的該物體的該兩個部分之間的該位移，而允許該第一物質與該第二物質反應；以及
 - 一感測器，係用於感測該第一物質與該第二物質之間的反應，該感測器係相對於該可斷裂元件來定位以感測反應。

【第20項】 一種用於偵測物體的兩個部分之間的位移之設備，該設備包含：

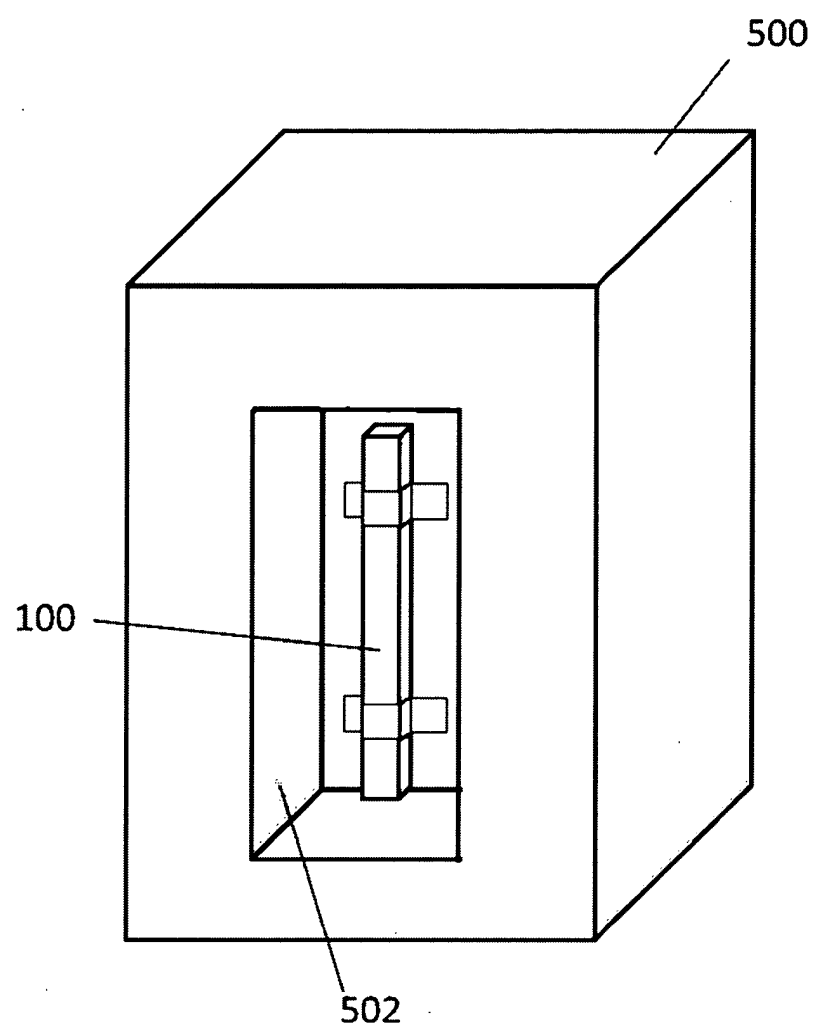
一包容元件，係適用於容納分離自一第二物質的一第一物質，
並基於超過一預定臨界值的該物體的該兩個部分之間的該
位移作調整，以允許該第一物質與該第二物質反應；以及
一感測器，係用於感測該第一物質與該第二物質之間的反應，
該感測器係相對於該包容元件來定位以感測反應。

【第21項】 如申請專利範圍第 20 項所述之設備，其中該包容元件包含一
密封件，該密封件係調整成基於超過該預定臨界值的該物體的
該兩個部分之間的該位移而斷開，以允許該第一物質與該第二
物質反應。

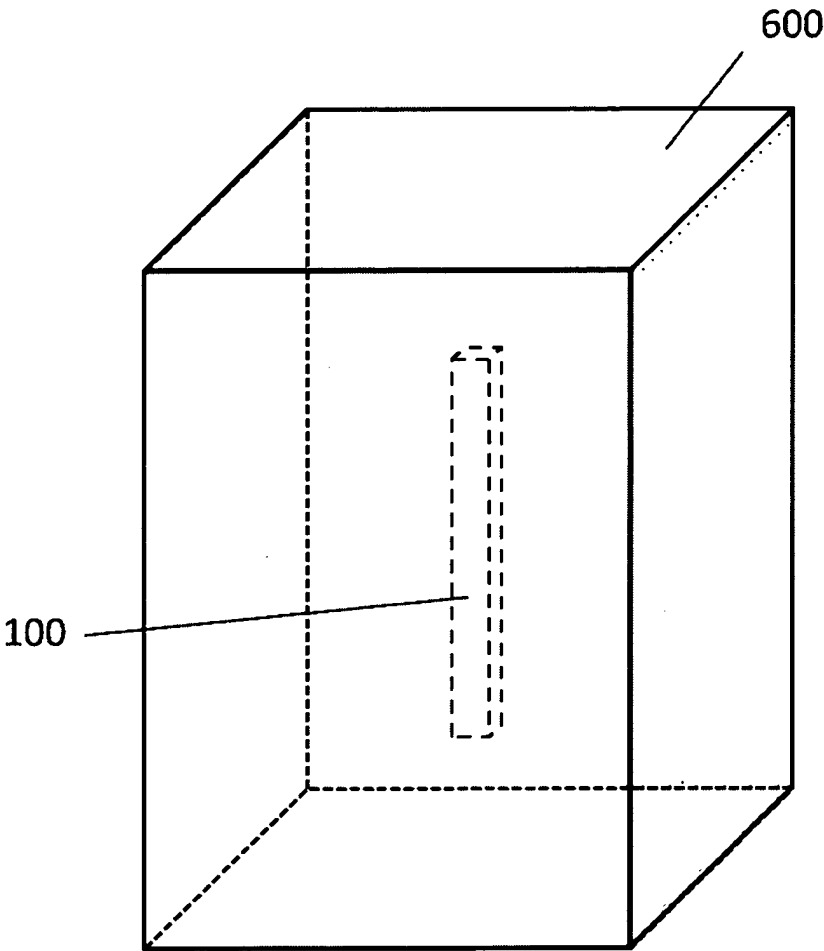
【第22項】 如申請專利範圍第 20 項所述之設備，其中該包容元件包含一
可斷裂元件，該可斷裂元件係調整成基於超過該預定臨界值的
該物體的該兩個部分之間的該位移而被拉斷，以允許該第一物
質與該第二物質反應。



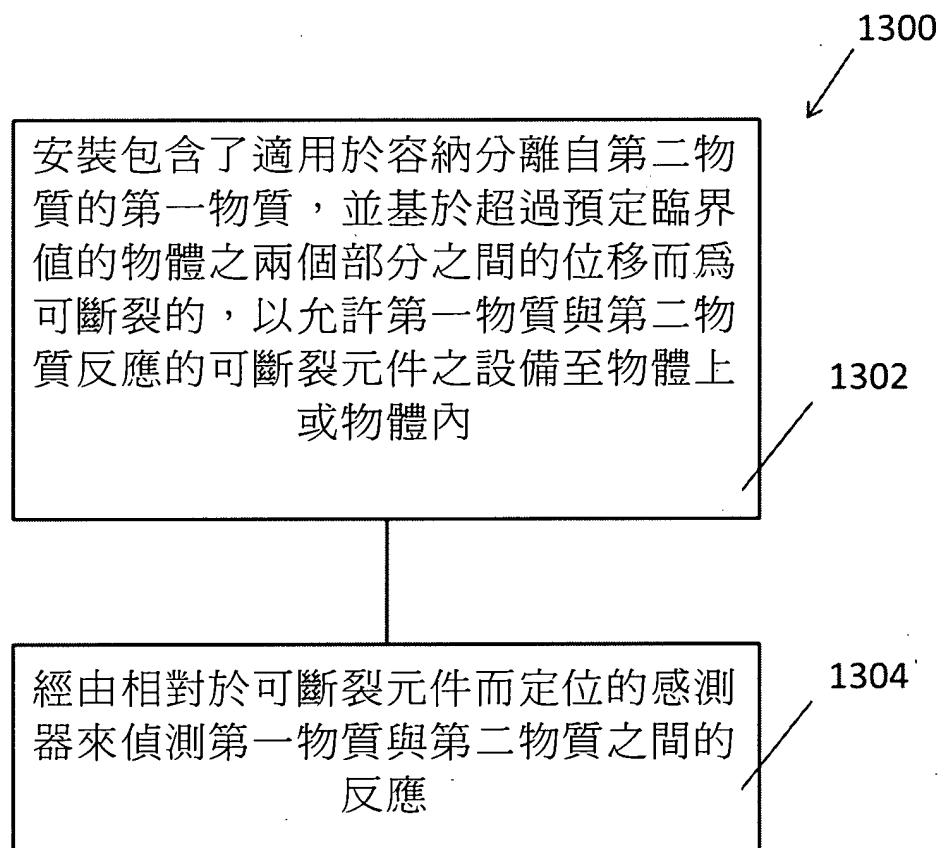
第5圖



第6圖



第7圖



第13圖