

# 發明專利說明書

公告本

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：96122525

※申請日期：96.06.22

※IPC 分類：G01L 1/14(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

G02B 6/42(2006.01)

光纖光柵感測器

FIBER GRATING SENSOR

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國立交通大學/NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY

代表人：(中文/英文)(簽章) 吳妍華/Lee Wu, Yan-Hwa

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹市大學路 1001 號/No.1001, Daxue Rd., East Dist., Hsinchu City 300,  
Taiwan, R.O.C.

國 籍：(中文/英文) 中華民國/TW

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

黃安斌/HUANG AN-BIN

高聖傑/KAO SHENG-CHIANG

國 籍：(中文/英文)(皆同) 中華民國/TW

#### 四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項第一款或第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

## 五、中文發明摘要：

一種光纖光柵感測器，其包括：一圓形彈性薄板；及一或二個光纖光柵，設於圓形彈性薄板底面，且其兩端與傳輸訊號的一光纖連接。本發明之光纖光柵感測器的讀數不受溫度變化影響，可應用之產品包括：大面積或大量使用之分佈式應力計、拉力計、壓力計及位移計。

## 六、英文發明摘要：

A fiber grating sensor, which includes: an elastic circular plate; and one or two fiber gratings attached to the bottom surface of the elastic circular plate, wherein two ends of the fiber grating are connected with an optic fiber for signal transmission. The fiber grating sensor readings are immune to temperature fluctuation. The fiber grating sensor mechanism according to the present invention may be applied in large quantities and for multiple purposes such as gauge pressure transducer, differential pressure transducer, load cell and displacement transducer with a distributive design.

**七、指定代表圖：**

(一)、本案代表圖為：第 1A 圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

10	光纖光柵感測器
102	圓形彈性薄板
104	光纖
1042	光纖光柵
106	剛性外殼
108、110	空間

**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

## 九、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種光纖光柵感測器，特別是一種可應用於壓力感測器(gauge pressure transducer)、差壓計(differential pressure transducer)、拉力計(load cell)及位移計(displacement transducer)之光纖光柵感測器。

### 【先前技術】

習知電子式之壓力(pressure)或位移(displacement)感測器(sensor)大多將所需之物理量轉換為應變(strain)，然後利用應變片或鋼絲受不同應變而改變自然振動頻率之原理，將應變轉換為電流或電壓訊號以便於資料擷取。電子式之壓力或位移感測器大多屬於非分佈式(non-distributive)設計，每一感測單元需要單獨之訊號傳輸線，因此不便於大量使用，而且其電子訊號容易受電磁波干擾而產生雜訊。

另一方面，習知之光纖布拉格光柵(Fiber Bragg Grating, FBG 以下統稱光纖光柵)壓力(pressure)或應力(stress)感測器的設計原理可概分為兩類；第一類是利用一機構將所感測的壓力或應力轉換成光纖光柵之拉應變(tensile strain)，此時光纖光柵內之應變是均勻的，因此壓力或應力的改變只會影響光纖光柵信號之波峰漂移；此類感測器受限於機構設計或其使用材料缺乏線彈性，多有體積過大或其標定結果缺乏線性或重複性的缺點；而且採用單一光纖光柵之均勻應變作感測的重大缺點是必須作溫度效應修正。

第二類是利用一懸臂樑將所感測的壓力或應力轉換成對懸臂樑自由端之推(push)或拉(pull)，此一推或拉造成懸臂樑一邊受拉而一邊受壓的現象，因此可在受拉的一邊及受壓的一邊分別黏貼一光纖光柵，同時感測數值相同但符號相反的應變，根據兩個光纖光柵信號之

波峰讀數差值來決定其量測物理量；另一種作法是將單一光纖光柵穿過懸臂樑中心面(neutral layer)，如此懸臂樑所感測的壓力或應力轉換成對此單一光纖光柵的漸變式(chirped)應變，進而改變其光纖光柵信號波峰的寬度。此類感測器的主要缺點是懸臂樑必須具一自由端，因此無法利用懸臂樑本身來隔離光纖光柵而達到氣密封裝的效果，所以在此限制條件下必須加裝隔離膜才能達到壓力感測的目的，此一設計使得感測器的複雜度提高，但靈敏度乃至於線性度降低。

也有一些習知之光纖壓力感測器不是使用光纖光柵來製作，但其多屬於非分佈式設計，同一光纖上只能使用單一感測器，其應用性及經濟性不如光纖光柵感測器。

### 【發明內容】

為了解決上述問題，本發明目的之一係提供一種光纖光柵感測器，包括漸變式設計及差異式設計，且其光纖光柵感測器的讀數都不受溫度變化影響。

本發明目的之一係提供一種光纖光柵感測器，可應用之產品包括：大面積或大量使用之分佈式應力計、拉力計、壓力計及位移計。

因此，本發明之光纖光柵感測器的優點包括：1.單一光纖可進行多個感測器串接量測，且量測品質不隨量測點數增加而降低；2.隔離區與受力區完全隔離，感測元件受到保護，但所量測之物理量直接施加於圓形薄板上，不會影響到感測器之靈敏度，可視不同的應用需求，更改感測器的量測範圍與靈敏度；3.具有多工的特性，可應用於各種感測器。

為了達到上述目的，本發明之一實施例提供一種漸變式設計光纖光柵感測器，其包括：一圓形彈性薄板；及一光纖，其設於圓形彈性薄板下以傳輸訊號，其中光纖包括一漸變式光纖光柵黏貼於圓形彈

性薄板底面，且漸變式光纖光柵之一中心點係與圓形彈性薄板之一中心圓線對齊黏貼。

為了達到上述目的，本發明另一實施例提供一種差異式設計光纖光柵感測器，其包括：一圓形彈性薄板；及一光纖，其設於圓形彈性薄板下以傳輸訊號，其中光纖包括：一第一光纖光柵，其黏貼於圓形彈性薄板底面，且第一光纖光柵之一中心點與圓形彈性薄板之一中心點對齊黏貼；及一第二光纖光柵，其黏貼於圓形彈性薄板底面之邊緣。

底下藉由具體實施例配合所附的圖式詳加說明，當更容易瞭解本發明之目的、技術內容、特點及其所達成之功效。

### 【實施方式】

詳細說明如下，所述較佳實施例僅做一說明而非用以限定本發明。

本發明係將單一或多個光纖光柵黏貼在一邊緣束制之圓形彈性薄板，第 1A 圖與第 1B 圖分別為本發明一實施例之光纖光柵感測器 10 之剖視示意圖與底視示意圖，如圖所示，光纖光柵感測器 10 包括：一圓形彈性薄板 102；及一光纖 104 設於圓形彈性薄板 102 下以傳輸訊號，光纖 104 包括至少一光纖光柵 1042 黏貼於圓形彈性薄板 102 底面。在一實施例中，光纖光柵感測器 10 更包括一剛性外殼 106，其中圓形彈性薄板 102 與光纖光柵 1042 設於剛性外殼 106 內，且光纖 104 穿過剛性外殼 106。其中剛性外殼 106 內位於圓形彈性薄板 102 上之空間 108 為一受力區，作用於受力區之外力會傳導至光纖光柵 1042，使光纖光柵 1042 產生形變，而剛性外殼 106 內位於圓形彈性薄板 102 下之空間 110 為一隔離區，隔離區為完全密閉。光纖光柵感測器之靈敏度可藉由改變薄板之半徑或厚度來完成；當薄板之半徑過

小，例如半徑在 10 mm 以下時，適合採用漸變式設計，亦即黏貼單一之漸變式光纖光柵，第 2 圖是本發明一實施例之光纖光柵感測器 20 之底視示意圖，根據薄板力學理論，當邊界束制之圓形彈性薄板 102 上之受力區受到垂直於平面之壓力或應力而使得圓心部位向下變形時，薄板底面從圓心到邊界的應變會在圓心區域呈現伸張應變，經過無應變之中性圓線(neutral circle) 1022，然後於靠近邊界處成為受壓縮應變之軸對稱(axis symmetric)分佈；如果此邊界束制之圓形彈性薄板 102 上的受力區受到垂直於平面之拉力或應力而使得圓心部位向上變形時，前述之應變分佈則相反。如圖所示，設於圓形彈性薄板 202 下之一光纖 204 包括一漸變式光纖光柵 2042，漸變式光纖光柵 2042 之中心點與圓形彈性薄板 202 之中性圓線 2022 對齊黏貼。當圓形彈性薄板 202 受到拉力或壓力而產生非均勻之應變分佈時，黏貼於圓形彈性薄板 202 上之漸變式光纖光柵 2042 會發生漸變的應變，此時漸變式光纖光柵 2042 之反射信號的頻譜寬度與圓形彈性薄板 202 的變形量成正比。

另一方面，如果薄板之半徑過大，例如半徑在 20 mm 以上時，不適合黏貼單一之光纖光柵，適合採用差異式設計，亦即使用兩個光纖光柵，第 3 圖是本發明一實施例之光纖光柵感測器 30 之底視示意圖，如圖所示，設於圓形彈性薄板 302 下之一光纖 304 包括一第一光纖光柵 3042 和一第二光纖光柵 3044，第一光纖光柵 3042 的中心點與圓形彈性薄板 302 之圓心對齊黏貼，第二光纖光柵 3044 係黏貼於圓形彈性薄板 302 底面之邊緣。當圓形彈性薄板 302 受力變形時，兩個光纖光柵反射信號的波峰會往相反方向漂移，且兩個光纖光柵反射信號的波峰差異量與圓形彈性薄板 302 的變形量成正比。

在前述之漸變式設計中，溫度變化會使得漸變式光纖光柵之反射信號的波峰漂移，但不會影響其頻譜寬度；而在前述之差異式設計中，溫度變化會使得兩個光纖光柵反射信號的波峰以等量同時漂移，但不會影響兩個光纖光柵反射信號的波峰差異量；因此，本發明之光



纖光柵感測器的特徵與優點之一係包括漸變式設計及差異式設計，且其光纖光柵感測器的讀數都不受溫度變化影響。

對此技藝具有通常知識者可輕易瞭解，本發明之光纖光柵感測器的優點還包括：1.單一光纖可進行多個感測器串接量測，且量測品質不隨量測點數增加而降低；2.隔離區與受力區完全隔離，感測元件受到保護，但所量測之物理量直接施加於圓形薄板上，不會影響到感測器之靈敏度，因此可視不同的應用需求，更改感測器的量測範圍與靈敏度；3.具有多工的特性，可應用於各種感測器。

甚且，本發明之光纖光柵感測器也可作為一位移計（displacement transducer），本發明之光纖光柵感測器可將一拉桿與一彈簧，穿過剛性外殼上之軸承，連接至圓形彈性薄板之中心點；及一光纖設於圓形彈性薄板下以傳輸訊號。而剛性外殼內位於圓形彈性薄板下之空間為一隔離區，隔離區為完全密閉。拉桿之位移量與彈簧所產生之反作用拉力成正比。彈性薄板之變形量隨其上彈簧所施加力量而改變。彈性薄板之變形量可以用前述漸變式或差異式光纖光柵設計來感應。依據力量與光纖光柵的反射信號之關係來解讀位移量。

以上所述之實施例僅係為說明本發明之技術思想及特點，其目的在使熟習此項技藝之人士能夠瞭解本發明之內容並據以實施，當不能以之限定本發明之專利範圍，即大凡依本發明所揭示之精神所作之均等變化或修飾，仍應涵蓋在本發明之專利範圍內。

### 【圖式簡單說明】

第 1A 圖與第 1B 圖分別為本發明一實施例之光纖光柵感測器之剖視示意圖與底視示意圖；

第 2 圖是本發明一實施例之光纖光柵感測器之底視示意圖；及

第3圖是本發明一實施例之光纖光柵感測器之底視示意圖。

【主要元件符號說明】

10、20、30	光纖光柵感測器
102、202、302	圓形彈性薄板
1022、2022	中性圓線
104、204、304	光纖
1042	光纖光柵
106	剛性外殼
108、110	空間
2042	漸變式光纖光柵
3042	第一光纖光柵
3044	第二光纖光柵

## 十、申請專利範圍：

### 1. 一種光纖光柵感測器，其包含：

一圓形彈性薄板；及一光纖，其設於該圓形彈性薄板下以傳輸訊號，其中該光纖包含一漸變式光纖光柵黏貼於該圓形彈性薄板底面，且該漸變式光纖光柵之一中心點係與該圓形彈性薄板之一中性圓線對齊黏貼，其中該光纖光柵感測器為一位移計，且一拉桿與一彈簧連接至該圓形薄板之中心點，該拉桿之一位移量與該彈簧所產生之一反作用拉力成正比，依據該反作用拉力與該漸變式光纖光柵的反射信號間之關係來解讀該位移量。

2. 如請求項 1 所述之光纖光柵感測器，其中該圓形彈性薄板之半徑等於或小於 10 厘米。

3. 如請求項 1 所述之光纖光柵感測器，更包含一剛性外殼，其中該圓形彈性薄板與該漸變式光纖光柵設於該剛性外殼內，且該光纖穿過該剛性外殼。

4. 如請求項 3 所述之光纖光柵感測器，其中該剛性外殼內位於該圓形彈性薄板上之一第一空間為一受力區，作用於該受力區之一第一外力會傳導至該漸變式光纖光柵，使該漸變式光纖光柵產生形變，且該剛性外殼內位於該圓形彈性薄板下之一第二空間為一隔離區，該隔離區完全密閉，作用於該隔離區之一第二外力無法傳入至該漸變式光纖光柵。

5. 如請求項 1 所述之光纖光柵感測器，其中該光纖光柵感測器所感測之物理量係依據該漸變式光纖光柵之反射頻譜寬度來解讀，且該反射頻譜寬度不受溫度變化影響。

### 6. 一種光纖光柵感測器，其包含：

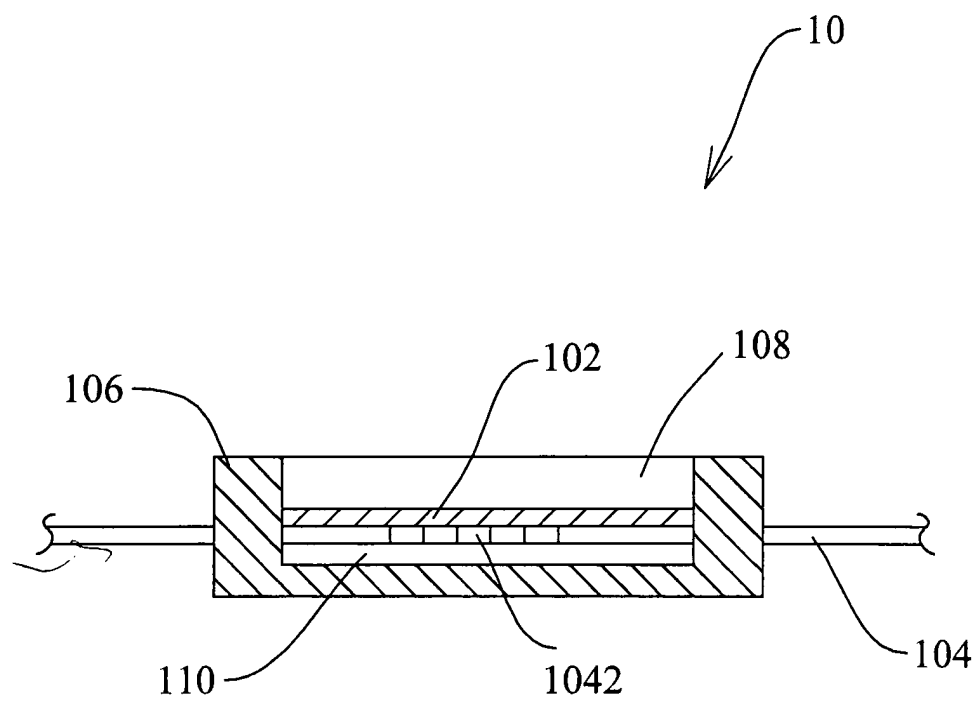
一圓形彈性薄板；及

一光纖，其設於該圓形彈性薄板下以傳輸訊號，其中該光纖包含：

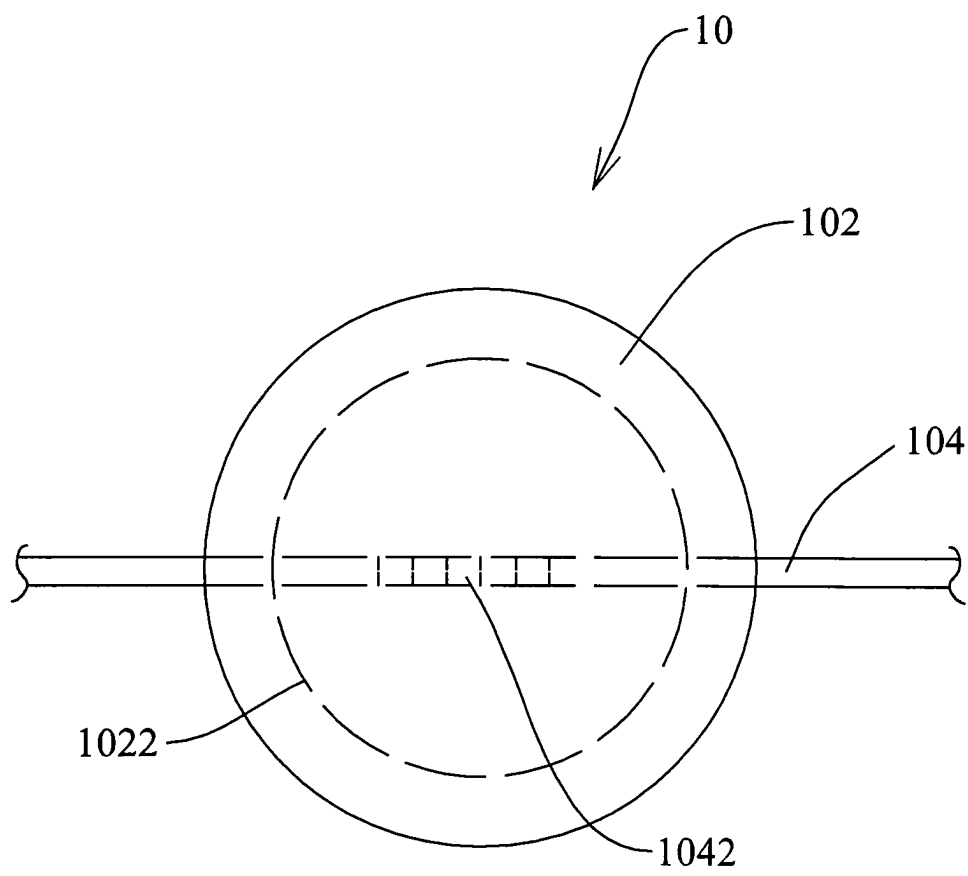
一第一光纖光柵，其黏貼於該圓形彈性薄板底面，且該第一光纖光柵之一中心點與該圓形彈性薄板之一中心點對齊黏貼；及

一第二光纖光柵，其黏貼於該圓形彈性薄板底面之邊緣，其中該光纖光柵感測器為一位移計，且一拉桿與一彈簧連接至該圓形薄板之中心點，該拉桿之一位移量與該彈簧所產生之一反作用拉力成正比，依據該反作用拉力與該第一光纖光柵與該第二光纖光柵的反射信號間之關係來解讀該位移量。

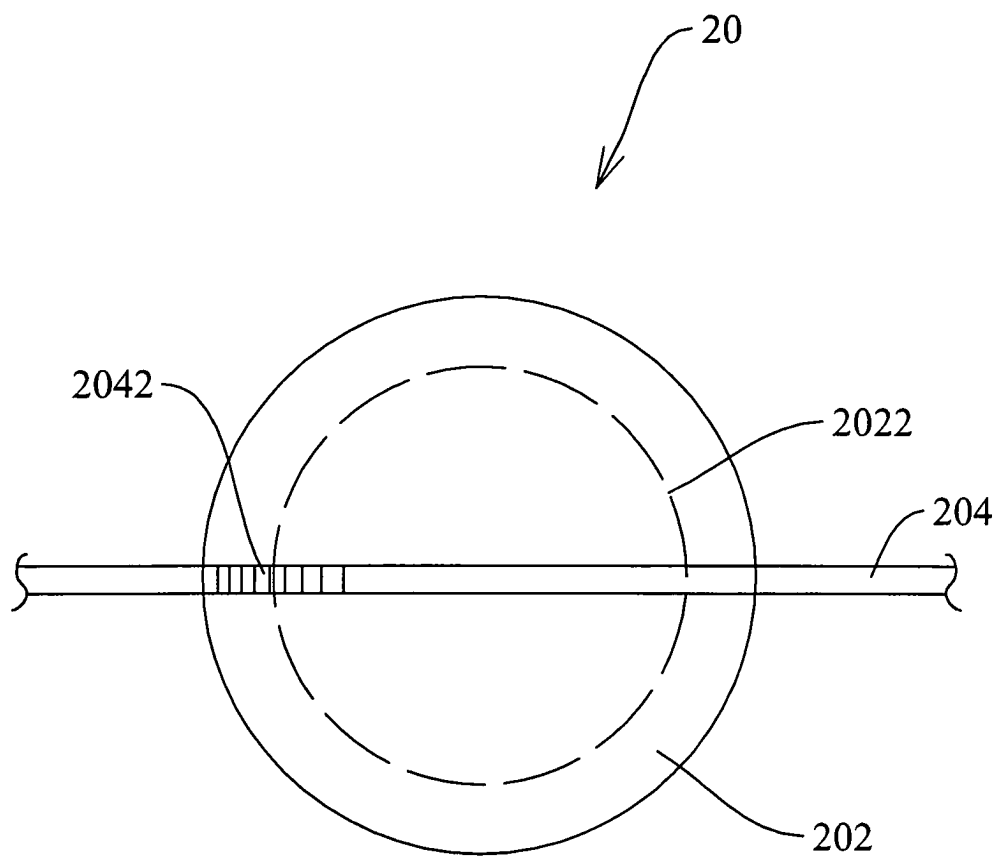
7. 如請求項 6 所述之光纖光柵感測器，其中該圓形彈性薄板之半徑等於或大於 20 厘米。
8. 如請求項 6 所述之光纖光柵感測器，包含一剛性外殼，其中該圓形彈性薄板、該第一光纖光柵與該第二光纖光柵設於該剛性外殼內，且該光纖穿過該剛性外殼。
9. 如請求項 8 所述之光纖光柵感測器，其中該剛性外殼內位於該圓形彈性薄板上之一第一空間為一受力區，作用於該受力區之一第一外力會傳導至該第一光纖光柵與該第二光纖光柵，使該第一光纖光柵與該第二光纖光柵產生形變，且該剛性外殼內位於該圓形彈性薄板下之一第二空間為一隔離區，該隔離區完全密閉，作用於該隔離區之一第二外力無法傳入至該第一光纖光柵與該第二光纖光柵。
10. 如請求項 6 所述之光纖光柵感測器，其中該光纖光柵感測器所感測之物理量係依據該第一光纖光柵與該第二光纖光柵之光纖光柵訊號的波峰差異量來解讀，且該光纖光柵訊號的波峰差異量不受溫度變化影響。



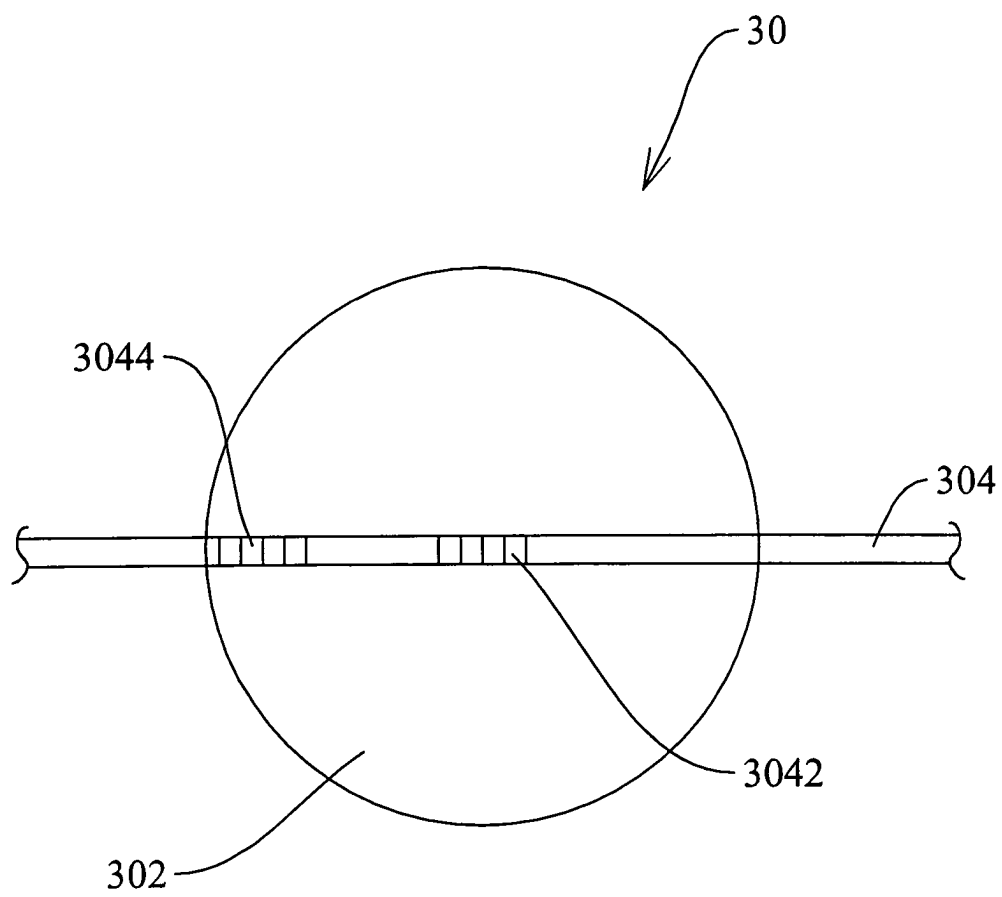
第1A圖



第1B圖



第2圖



第3圖