



(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 I856807 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 09 月 21 日

(21)申請案號：112133695

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 09 月 05 日

(51)Int. Cl. : G01B11/02 (2006.01)

(71)申請人：盛遠實業有限公司 (中華民國) (TW)

新北市中和區中正路 736 號 15 樓之 5

(72)發明人：李瑞庭 (TW)

(74)代理人：林明璇

(56)參考文獻：

TW I788182B

CN 112229345A

CN 113970318A

CN 114608432B

KR 101057309B1

審查人員：吳耿榮

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：3 共 18 頁

(54)名稱

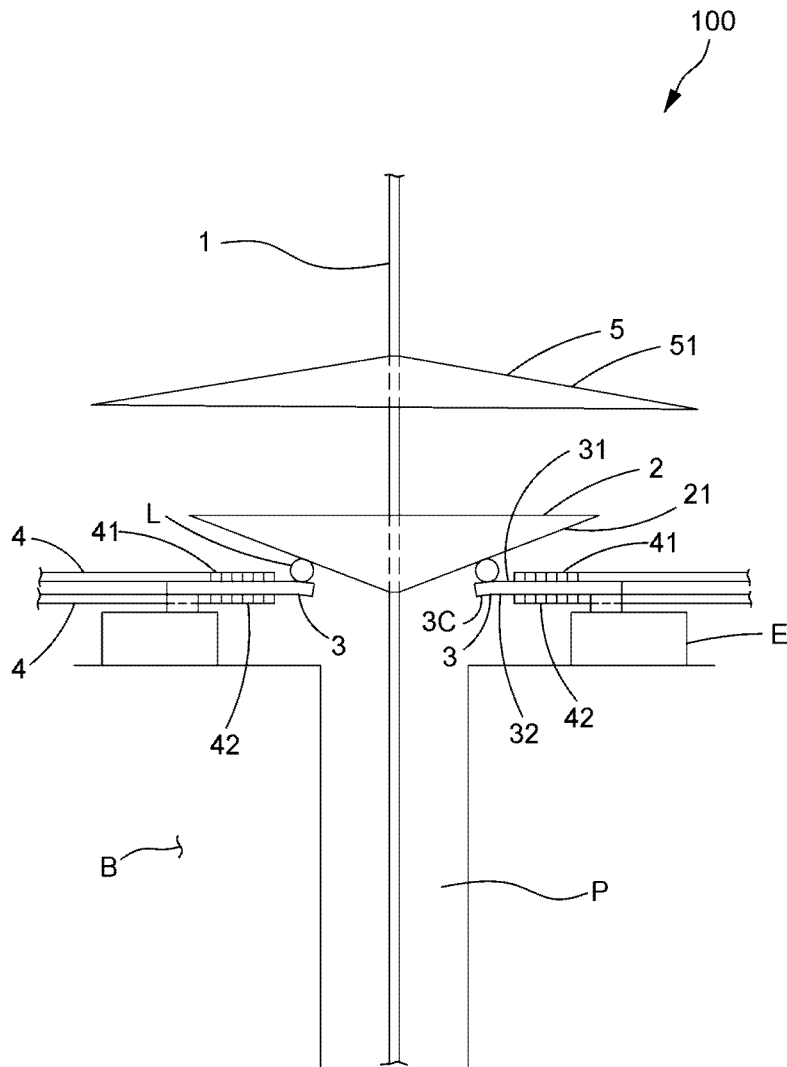
光纖光柵擺線儀

(57)摘要

本發明為一種光纖光柵擺線儀，係包括：一擺線、一懸掛體、複數光纖承載體、複數感測光纖。擺線之一端固定於一結構物。懸掛體設置於該擺線，擺線通過懸掛體之重心，懸掛體具有至少一斜面。複數光纖承載體設置於結構物並以擺線為中心呈放射狀設置，各光纖承載體具有一上表面、一下表面及一懸空端部。各感測光纖形成有光纖光柵。各光纖承載體之上表面及下表面各自對應設有該光纖光柵。光纖承載體之懸空端部抵靠懸掛體之斜面，在該結構物傾斜時，光纖承載體之懸空端部進一步緊靠懸掛體之斜面而發生形變，使設於該光纖承載體之上表面及下表面的光纖光柵發生形變。

指定代表圖：

L:滾珠滑輪



第 2A 圖



I856807

【發明摘要】

【中文發明名稱】 光纖光柵擺線儀

【中文】

本發明為一種光纖光柵擺線儀，係包括：一擺線、一懸掛體、複數光纖承載體、複數感測光纖。擺線之一端固定於一結構物。懸掛體設置於該擺線，擺線通過懸掛體之重心，懸掛體具有至少一斜面。複數光纖承載體設置於結構物並以擺線為中心呈放射狀設置，各光纖承載體具有一上表面、一下表面及一懸空端部。各感測光纖形成有光纖光柵。各光纖承載體之上表面及下表面各自對應設有該光纖光柵。光纖承載體之懸空端部抵靠懸掛體之斜面，在該結構物傾斜時，光纖承載體之懸空端部進一步緊靠懸掛體之斜面而發生形變，使設於該光纖承載體之上表面及下表面的光纖光柵發生形變。

【指定代表圖】第(2A)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

100	光纖光柵擺線儀
1	擺線
2	懸掛體
21	斜面
3	光纖承載體
31	上表面
32	下表面
3C	懸空端部
4	光纖
41	光纖光柵
42	光纖光柵

5	遮擋體
51	斜面
B	結構物
P	管道
E	座體
L	滾珠滑輪

【發明說明書】

【中文發明名稱】光纖光柵擺線儀

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種擺線儀，特別是一種使用光纖光柵的擺線儀。

【先前技術】

【0002】 擺線儀是一種量測變位量的裝置，常用於測量水庫之壩體或其他高的建築物或結構物之水平位移。如第1圖所示，以設置於水庫之壩體D為例，由於水庫所儲存的水所產生之水壓會使得壩體D有傾倒及位移的趨勢，因此在壩體D之內需設置擺線儀加以監測。

【0003】 擺線儀的擺線具有懸掛式（正擺線儀）及倒裝式（逆擺線儀）兩種設置方式。正擺線儀之擺線W1通過管道P1。擺線W1上端固定於壩體D中各監測位置以上的位置，擺線W1下端懸掛有一重錘（圖未示）以使擺線W1呈鉛直狀態。重錘浸於一液體槽T1（如：油槽或水槽）中，液體槽T1中的液體可用做擺線W1的震動阻尼。當擺線W1受到震動而搖晃時，震動阻尼可使擺線W1較快回復靜止狀態。逆擺線儀可用於測量壩體D底部的水平變位。逆擺線儀之擺線W2通過管道P2。擺線W2下端固定於壩體D下之地基深處，擺線W2上端連接有浮力件（圖未示），浮力件浮於壩體D底部的液體槽T2中，藉由浮力拉動擺線W2，使其產生張力而呈現鉛直狀態。在一些情況中，如對於高度達數百公尺的壩體，擺線的長度可能會受到壩體彎曲形狀的限制，因此需要沿高程（elevation）方向分段設置

多組擺線以進行監測。對於同一段擺線也可在不同高程處進行監測。

【0004】 依照讀取及測量儀器R的原理，擺線儀可分為機械式擺線儀及光學式擺線儀。對於機械式擺線儀，需由工作人員定期至設置於壩體中的監測室透過照準鏡檢查擺線與設置於監測室中的尺規刻度之相對位置是否有變化，以掌握壩體的變位及傾斜狀況。而光學式的擺線儀的讀取及量測儀器R使用雷射二極體作為光源，並使用電荷耦合裝置（CCD）之陣列作為光偵測器。由於擺線所在的位置會阻擋光源所發出的光線，當擺線位置相對於光偵測陣列有所變動時，會使光偵測陣列所偵測到的訊號產生變化。光學式擺線儀所讀取出的訊號可以傳輸，因此可用遠端方式進行監測。

【0005】 然而，對於機械式擺線儀，需要定期派遣人力至水壩的不同高程處的觀測室讀取並記錄數據，較為麻煩。對於光學式的擺線儀，雖然採用自動式的讀取裝置，但由於光偵測陣列所產生的訊號是電子訊號，訊號偵測及傳輸所用的設備元件容易受到壩體內水氣及擺線所設置之管道鏽蝕後的掉落物所影響，亦不甚令人滿意。

【發明內容】

【0006】 因此，為解決先前技術中存在的問題，本發明之發明人經多年苦心潛心研究、思索並發明出一種光纖光柵擺線儀，以期針對習知技術之缺失加以改善並增進產業上之利用性。

【0007】 本發明所採用之技術手段係提供一種光纖光柵擺線儀，係包括：一擺線，該擺線之一端固定於一結構物而另一端不受固定；一

懸掛體，係設置於該擺線，該擺線通過該懸掛體之重心，該懸掛體具有至少一斜面；複數光纖承載體，設置於該結構物並以該擺線為中心呈放射狀設置，該光纖承載體具有一上表面及一下表面，該光纖承載體具有一懸空端部；複數感測光纖，各該感測光纖形成有一光纖光柵，其中各該光纖承載體之上表面各自對應設有該光纖光柵，各該光纖承載體之下表面各自對應設有該光纖光柵；其中，該光纖承載體之懸空端部抵靠該懸掛體之斜面，並且，該光纖承載體設置成在該結構物傾斜時，因一個或多個該光纖承載體之懸空端部進一步緊靠該懸掛體之斜面而發生形變，使設於該一個或多個光纖承載體之上表面及下表面的光纖光柵發生形變。

【0008】 在本發明的光纖光柵擺線儀之一實施例中，該些光纖承載體之數量為四個，各設於該光纖承載體之上表面的光纖光柵與設於相鄰之該光纖承載體之上表面的光纖光柵間的距離相等且各設於光纖承載體之上表面的光纖光柵與該擺線之距離相等，各設於該光纖承載體之下表面的光纖光柵與設於相鄰之光纖承載體之下表面的光纖光柵間的距離相等且各設於光纖承載體之下表面的光纖光柵與該擺線之距離相等。

【0009】 在本發明的光纖光柵擺線儀之一實施例中，該光纖承載體之懸空端部係藉由一滾珠滑輪抵靠於該懸掛體之斜面。

【0010】 在本發明的光纖光柵擺線儀之一實施例中，該斜面為倒圓錐面，該擺線通過該倒圓錐面之中心軸。

【0011】 在本發明的光纖光柵擺線儀之一實施例中，該光纖承載體為彈性鋼片。

【0012】 在本發明的光纖光柵擺線儀之一實施例中，該光纖光柵擺線儀進一步包括一遮擋體，該擺線通過該遮擋體之重心，該遮擋體固定於該擺線並設置於該些光纖光柵上方，由該遮擋體之上方觀之，該遮擋體係遮蔽該些光纖光柵。

【0013】 在本發明的光纖光柵擺線儀之一實施例中，該遮擋體設有斜面，該斜面由該遮擋體之中心向外緣由上而下地傾斜。

【0014】 在本發明的光纖光柵擺線儀之一實施例中，該遮擋體之斜面為一圓錐面，該擺線通過該圓錐面之中心軸。

【0015】 本發明之光纖光柵擺線儀應用了光纖光柵進行感測。由光源發出的探測訊號經由光纖傳送，而經由設於結構物之不同觀測高程的光纖光柵進行反射，再由光纖光柵之訊號解讀儀器進行解讀，以光纖光柵的變形量推得結構物沿X、Y方向的水平位移。本發明之光纖光柵擺線儀中，探測訊號及反射訊號均透過光纖傳送，由於光纖屬於被動元件且本質安全（有防爆之特性），相較傳統電子儀器之優勢具有體積小、傳輸距離遠、耐用性與穩定度高，以及不受電磁波、雷擊、水氣等影響等優點。因此，相較於傳統之機械式與光學式擺線儀，本發明之光纖光柵擺線儀提高了方便性、耐用性及抗干擾性。

【圖式簡單說明】

【0016】

第1圖為擺線儀應用於水壩之示意圖。

第2A圖為本發明之光纖光柵擺線儀一實施例示意圖。

第2B圖為第1A圖之光纖光柵擺線儀之上視圖。

第3圖為本發明之光纖光柵擺線儀感測到結構物傾斜時的示意圖。

【實施方式】

【0017】 有關本發明的詳細說明和技術內容，配合圖式說明如下。所附圖式僅為提供參考與說明用之實施例，以幫助理解本發明，並不意在限制本發明之範圍。

【0018】 第2A、2B圖中揭露了本發明之光纖光柵擺線儀的一個實施例。光纖光柵擺線儀100可用於偵測一結構物B（如：水庫之壩體及壩體地基、橋墩、高樓）之水平位移程度。光纖光柵擺線儀100包括：擺線1、懸掛體2、複數光纖承載體3、複數感測光纖4。光纖光柵擺線儀100可設於結構物B中的多個高程位置。

【0019】 擺線1之一端固定於結構物B，而另一端不受固定，為可自由活動的狀態。擺線1可設於結構物B所設的管道P中。擺線1可採用懸掛式設置，即擺線1之上端固定於結構物B中各監測位置以上的位置，下端採用如前述及第1圖中所提到之擺線W1的設置方式或其他類似原理的設置方式。擺線1亦可採倒裝式設置，即擺線1之下端固定於結構物B下之地基深處，上端採用如前述及第1圖中所提到之擺線W2的設置方式或其他類似原理的設置方式。擺線1可為鋼線。

【0020】 懸掛體2設置於該擺線1，該擺線1通過該懸掛體2之重心，該懸掛體2具有至少一斜面21。本實施例中，該斜面21為倒圓錐面，該擺線1通過該倒圓錐面之中心軸。

【0021】 複數光纖承載體3設置於該結構物B並以該擺線1為中心呈放射狀設置。各光纖承載體3具有一上表面31及一下表面32，並具有一懸空端部3C。各光纖承載體3之懸空端部3C抵靠該懸掛體2之斜面21。本實施例中，該些光纖承載體3透過座體E（如第2A圖所示）設置於結構物B。

【0022】 各感測光纖4形成有一光纖光柵41、42。各光纖承載體3之上表面31及下表面32各自設置有感測光纖4。各光纖承載體3之上表面31所設置的感測光纖4形成有光纖光柵41，各光纖承載體3之下表面32所設置的感測光纖4形成有光纖光柵42。各光纖承載體3之上表面31各自設有光纖光柵41，各光纖承載體3之下表面32各自設有光纖光柵42。本實施例中，該些光纖承載體3之數量為四個，各設於該光纖承載體3之上表面31的光纖光柵41與設於相鄰之該光纖承載體3之上表面31的光纖光柵41間的距離相等且各設於光纖承載體3之上表面31的光纖光柵41與該擺線1之距離相等。各設於該光纖承載體3之下表面32的光纖光柵42與設於相鄰之光纖承載體3之下表面32的光纖光柵42間的距離相等且各設於光纖承載體3之下表面32的光纖光柵42與該擺線1之距離相等。此配置方式的目的是在於測得結構物B在相互垂直的方向X及方向Y上的水平偏移量。

【0023】 光纖光柵（**Fiber Bragg Grating**）為光纖之部分區段經過曝光所形成之折射率改變之條紋區域。當一寬頻之入射光訊號經過光纖光柵時，只有滿足布拉格條件的特定波長（稱為光纖光柵波長、反射波長或布拉格波長（**Bragg wavelength**））會產生反射而產生一窄頻反射訊號，而其餘波長的光線將穿過光纖光柵而繼續行進。光纖光柵波長與光纖光柵之週期（**period**，指條紋之間距，又稱節距）及有效折射率相關。當光纖光柵受力或溫度作用而變形時，其週期或折射率會改變，使入射光訊號會產生另一不同波長的反射訊號。將變形後光纖光柵之反射訊號與未變形時的光纖光柵之反射訊號進行分析比對，可推得光纖光柵之應變量，進一步由光纖光柵之應變量推得結構物的水平位移、傾斜程度及沉陷程度。因此，光纖光柵可用於監測結構物之傾斜，或是監測石化管線及固定架基礎、地層表面、橋梁、軌道之沉陷。

【0024】 形成於感測光纖4之光纖光柵41、42可接收來自光源（圖未示）之探測訊號S，並產生反射訊號Sr，反射訊號Sr會傳回訊號解讀儀器（圖未示）供工作人員進行分析及判讀。探測光源可採用半導體雷射、氣體雷射或固體雷射。

【0025】 如第3圖所示，當結構物B產生傾斜時（為使發明概念容易明瞭，圖式中的傾斜角度以誇大的方式呈現），因該光纖承載體3之懸空端部3C緊靠該懸掛體2之斜面21，使該光纖承載體3發生形變，進而使設於該光纖承載體3上表面31及下表面32的光纖光柵41、42發生形變，使得反射訊號Sr發生變化而使儀器探測到結構物

B發生傾斜與水平位移。此設置方式中，當光纖承載體3發生形變時，設置於上表面31之光纖光柵41會伸長或縮短，設置於下表面32之光纖光柵42會縮短或伸長。此種設置方式具有溫度補償的效果，可消除感測數據中由於光纖承載體3之溫度升高所引起的變形量。光纖承載體3可為彈性鋼片，或是其他彈性恰當的材質。光纖承載體3之懸空端部3C可藉由滾珠滑輪L或以其他適合的方式抵靠該懸掛體2之斜面21。由於結構物B發生傾斜時，所產生的水平位移可能非單一方向（即同時有方向X及方向Y之位移）。由於滾珠滑輪L的轉動不受方向限制，可配合結構物B之傾斜而在懸掛體2之斜面21上往雙向移動，使得光纖承載體3能隨滾珠滑輪L的滾動而不受限地產生形變，故光纖承載體3與光纖光柵41、42的形變能較精準地反映結構物B實際的傾斜。相對地，若採用單向滾動式的滑輪，由於滑輪與懸掛體2之斜面21間在非滑輪滾動方向存在較大摩擦力，因此滑輪相對於懸掛體2之斜面21移動方向有所受限，此情況下光纖承載體3與光纖光柵41、42的形變無法精準地反映結構物B的傾斜與水平位移程度。

【0026】 請同時參閱第2A及3圖所示，其中各該光纖承載體3可用預先向下彎曲的方式裝設。當結構物B產生傾斜時，該光纖承載體3之懸空端部3C因結構物B之傾斜而受到懸掛體2進一步擠壓，造成光纖承載體3之懸空端部3C較預彎的狀態更進一步彎曲，而使設置於上表面31之光纖光柵41會伸長、設置於下表面32之光纖光柵42會縮短；反之，因結構物B之傾斜而遠離懸掛體2之光纖承載體3之

懸空端部3C可由預彎的狀態朝未彎曲的狀態回彈，使設置於上表面31之光纖光柵41會縮短，設置於下表面32之光纖光柵42會伸長。

【0027】 進一步地，該光纖光柵擺線儀100進一步包括一遮擋體5，該擺線1通過該遮擋體5之重心。該遮擋體5固定於該擺線1並設置於該些光纖光柵41、42上方。如第2B圖所示，由該遮擋體5之上方觀之，該遮擋體5係遮蔽該些光纖光柵41、42。該遮擋體5設有斜面51，該斜面51由該遮擋體5之中心向外緣由上而下地傾斜。以使落於該遮擋體5上之水滴、管道鏽蝕所剝落之碎屑(例如：鐵屑)滑落。本實施例中，該遮擋體5之斜面51為一圓錐面，該擺線1通過該圓錐面之中心軸。

【0028】 本發明之光纖光柵擺線儀應用光纖光柵進行感測，探測訊號及反射訊號均由光纖傳輸。由於光纖屬於被動元件且本質安全（有防爆之特性），相較傳統電子儀器之優勢具有體積小、訊號傳輸距離遠、耐用性與穩定度高，不易受電磁波、雷擊、水氣等影響等優點。相較於傳統之機械式與光學式擺線儀，本發明之光纖光柵擺線儀在方便性、耐用性及抗干擾性均有所提升。

【0029】 以上所述僅為本發明之較佳可行實施例，非因此即侷限本發明之專利範圍，舉凡運用本發明說明書及圖式內容所為之等效結構變化，均理同包含於本發明之範圍內。

【符號說明】

【0030】

100 光纖光柵擺線儀

1	擺線
2	懸掛體
21	斜面
3	光纖承載體
31	上表面
32	下表面
3C	懸空端部
4	感測光纖
41	光纖光柵
42	光纖光柵
5	遮擋體
51	斜面
S	探測訊號
Sr	反射訊號
B	結構物
P	管道
E	座體
L	滾珠滑輪
X	方向
Y	方向
D	壩體
W1	擺線
W2	擺線
T1	液體槽
T2	液體槽
R	讀取及測量儀器

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種光纖光柵擺線儀，係包括：

一擺線，該擺線之一端固定於一結構物而另一端不受固定；

一懸掛體，係設置於該擺線，該擺線通過該懸掛體之重心，該懸掛體具有至少一斜面；

複數光纖承載體，設置於該結構物並以該擺線為中心呈放射狀設置，各該光纖承載體具有一上表面及一下表面，該光纖承載體具有一懸空端部；

複數感測光纖，各該感測光纖形成有一光纖光柵，其中各該光纖承載體之上表面各自對應設有該光纖光柵，各該光纖承載體之下表面各自對應設有該光纖光柵；

其中，該光纖承載體之懸空端部抵靠該懸掛體之斜面，並且，該光纖承載體設置成在該結構物傾斜時，因一個或多個該光纖承載體之懸空端部進一步緊靠該懸掛體之斜面而發生形變，使設於該一個或多個光纖承載體之上表面及下表面的光纖光柵發生形變。

【請求項2】 如請求項1所述之光纖光柵擺線儀，其中，該些光纖承載體之數量為四個，各設於該光纖承載體之上表面的光纖光柵與設於相鄰之該光纖承載體之上表面的光纖光柵間的距離相等且各設於光纖承載體之上表面的光纖光柵與該擺線之距離相等，各設於該光纖承載體之下表面的光纖光柵與設於相鄰之光纖承載體之下表面的光纖光柵間的距離相等且各設於光纖承載體之下表面的光纖光柵與該擺線之距離相等。

【請求項3】 如請求項1所述之光纖光柵擺線儀，其中該光纖承載體之懸空端部係藉由一滾珠滑輪抵靠於該懸掛體之斜面。

【請求項4】 如請求項1至3中任一項所述之光纖光柵擺線儀，其中該懸掛體之斜面為倒圓錐面，該擺線通過該倒圓錐面之中心軸。

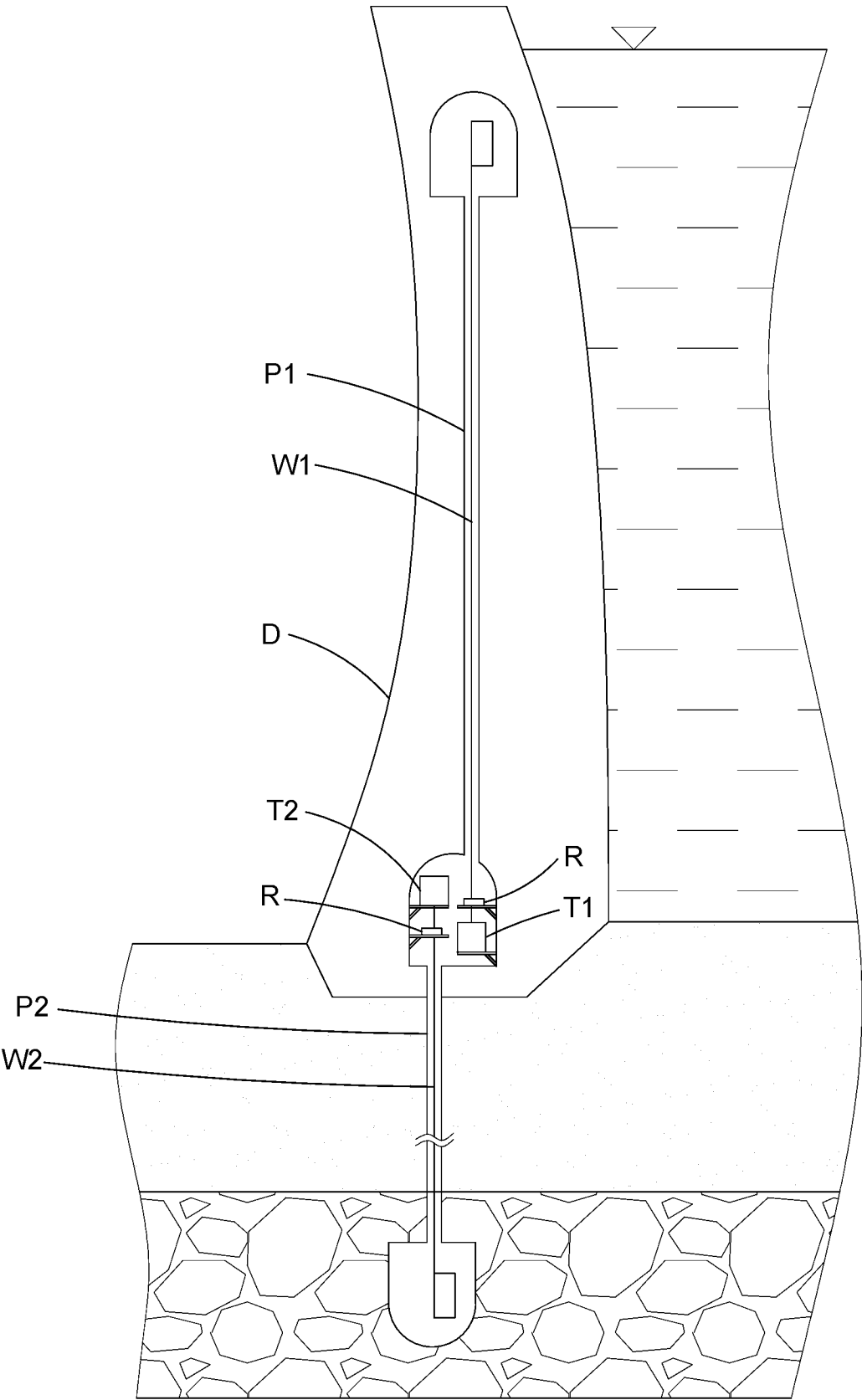
【請求項5】 如請求項4所述之光纖光柵擺線儀，其中該光纖承載體為彈性鋼片。

【請求項6】 如請求項1至3中任一項所述之光纖光柵擺線儀，該光纖光柵擺線儀進一步包括一遮擋體，該擺線通過該遮擋體之重心，該遮擋體固定於該擺線並設置於該些光纖光柵上方，由該遮擋體之上方觀之，該遮擋體係遮蔽該些光纖光柵。

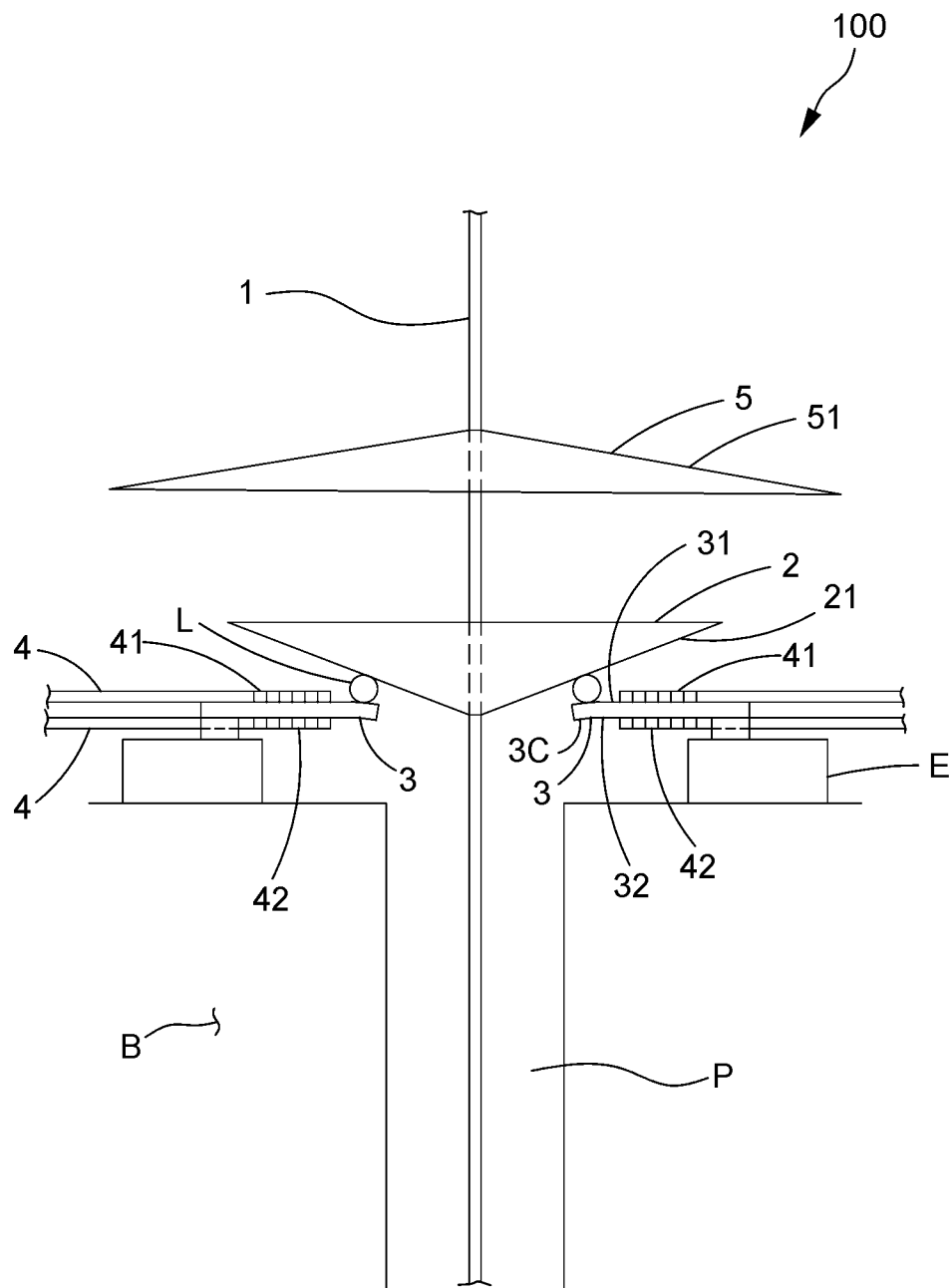
【請求項7】 如請求項6所述之光纖光柵擺線儀，其中該遮擋體設有斜面，該斜面由該遮擋體之中心向外緣由上而下地傾斜。

【請求項8】 如請求項7所述之光纖光柵擺線儀，其中該遮擋體之斜面為一圓錐面，該擺線通過該圓錐面之中心軸。

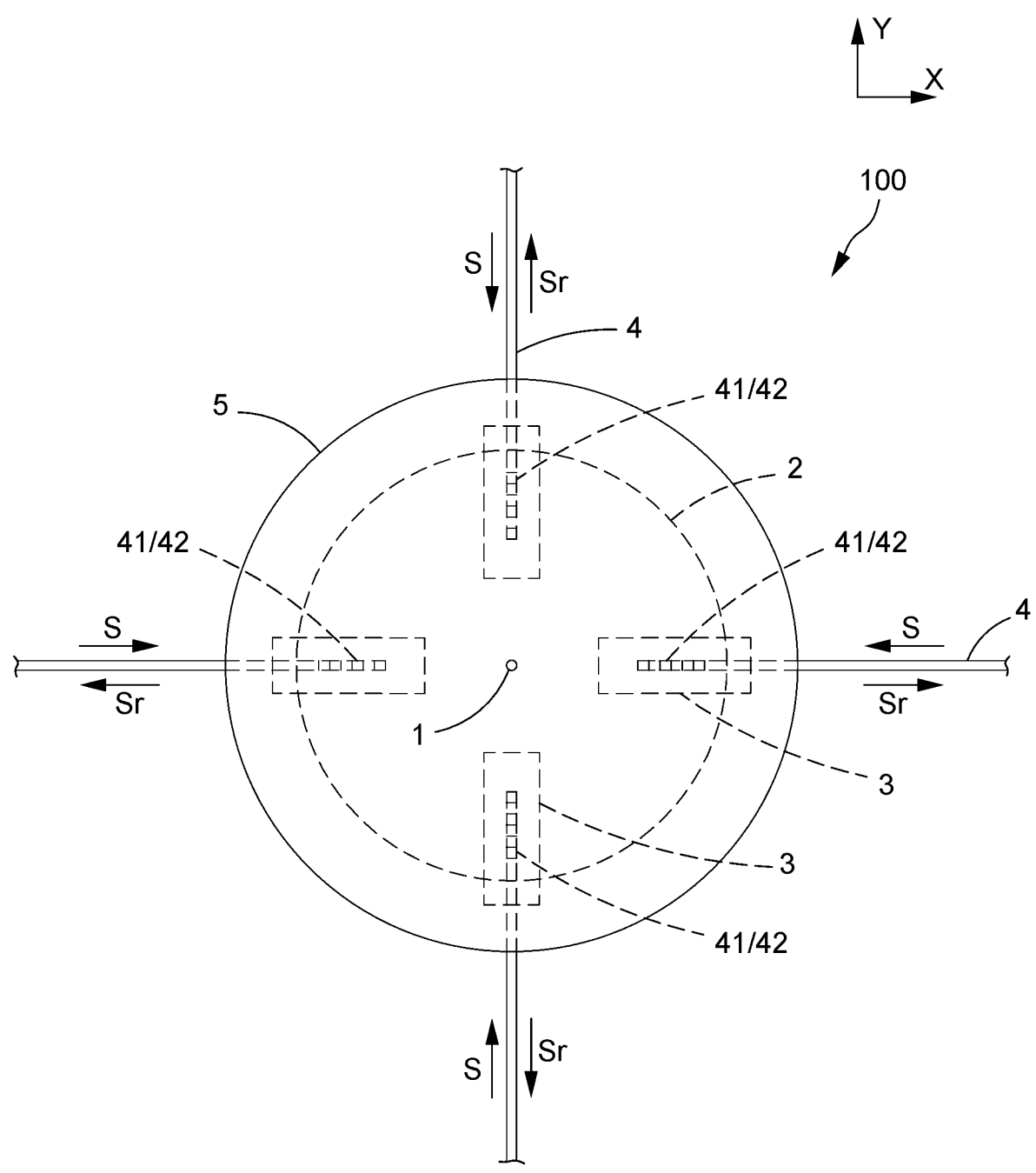
【發明圖式】



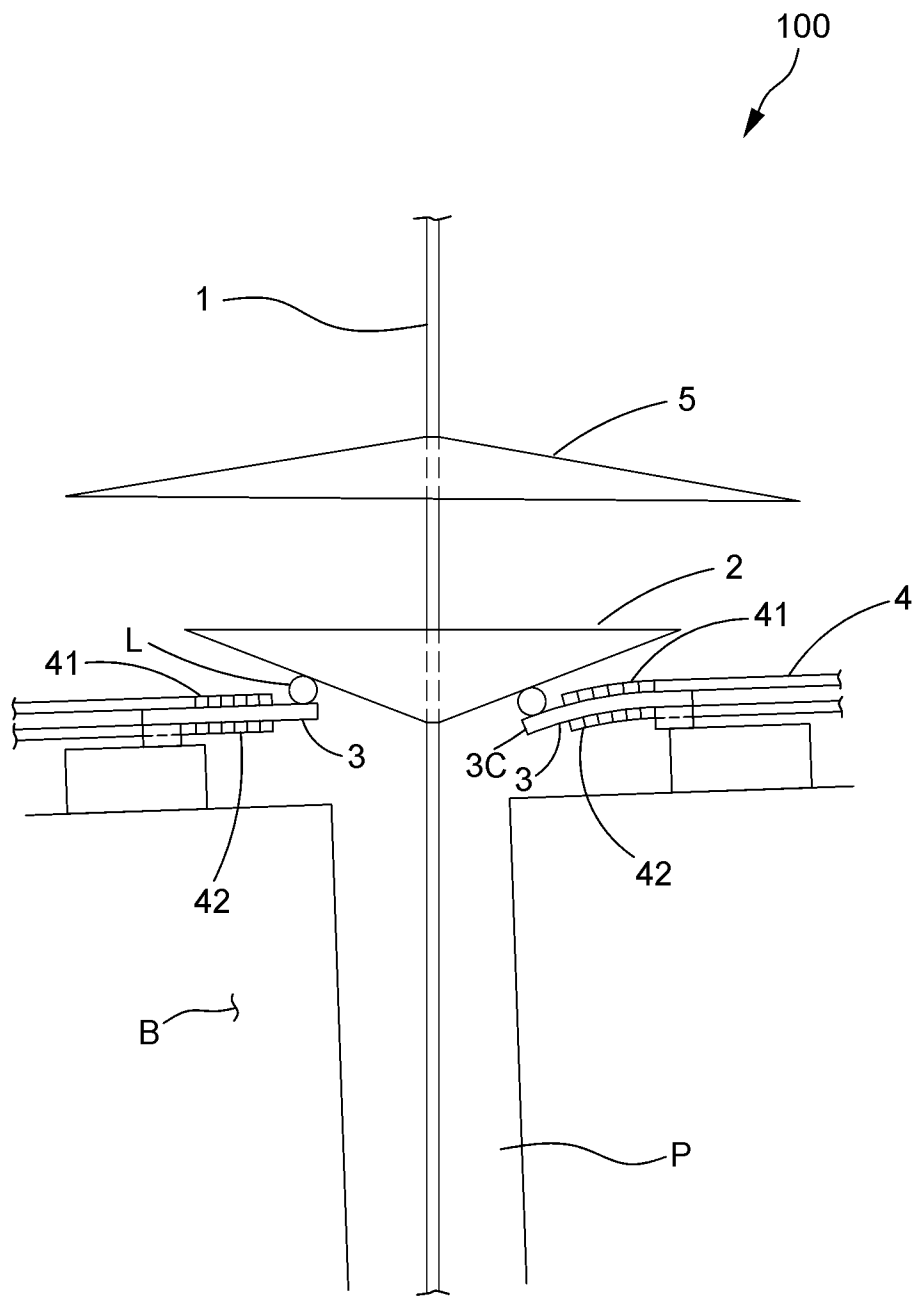
第 1 圖



第 2A 圖



第 2B 圖



第 3 圖