



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201610392 A

(43)公開日：中華民國 105 (2016) 年 03 月 16 日

(21)申請案號：104116471

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 01 月 18 日

(51)Int. Cl. : G01C19/5719(2012.01)

G01C19/5762(2012.01)

(30)優先權：2012/01/18 美國

13/353,205

(71)申請人：路梅戴尼科技公司(美國)LUMEDYNE TECHNOLOGIES INCORPORATED (US)
美國(72)發明人：史文森 保羅 SWANSON, PAUL D. (US)；華特斯 理查 WATERS, RICHARD L.
(US)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：38 項 圖式數：8 共 37 頁

(54)名稱

時域切換陀螺儀

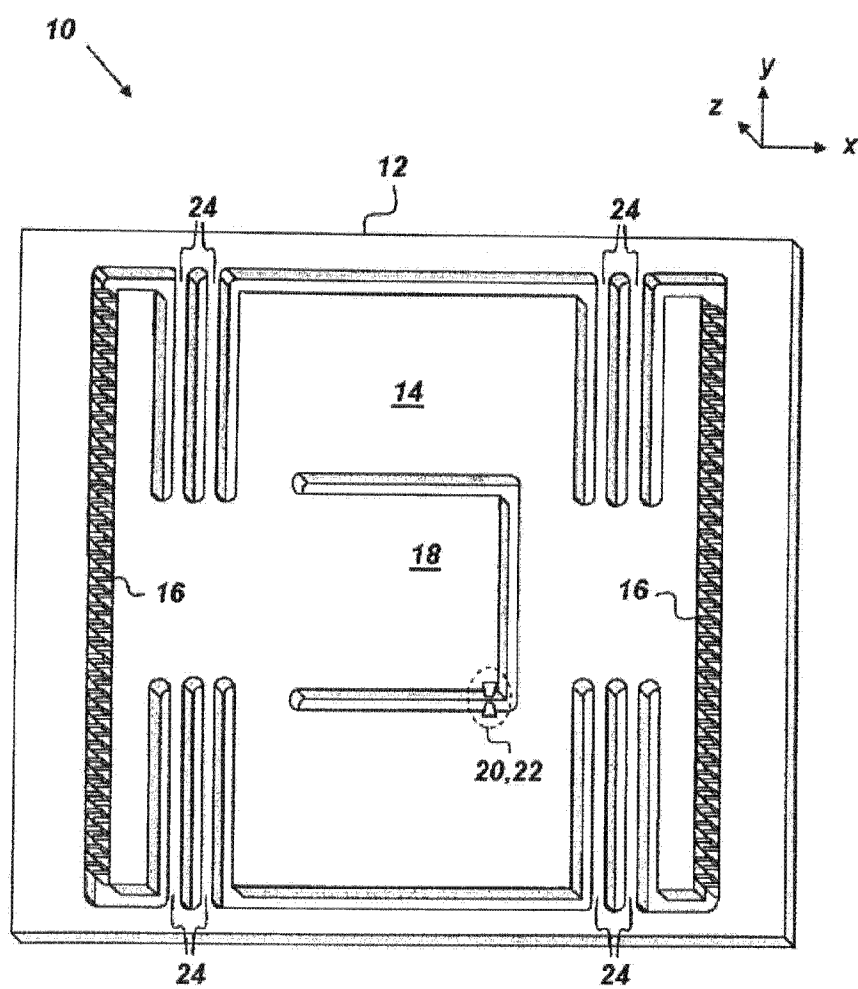
TIME DOMAIN SWITCHED GYROSCOPE

(57)摘要

一種陀螺儀，其包括：支撐結構；驅動塊體，被彈性耦合至該支撐結構，俾便該驅動塊體相對於該支撐結構的移動實質上受限於第一方向中的移動；驅動器，被配置成用以讓該驅動塊體在該第一方向中相對於該支撐結構進行振盪；感測塊體，被彈性耦合至該驅動塊體，俾便該感測塊體相對於該驅動塊體的移動實質上受限於第二方向中的移動，該第二方向正交於該第一方向；以及數位觸發器，包括被耦合在該驅動塊體和該感測塊體之間的近接開關，其中，該切換器被配置成當該感測塊體處在相對於該驅動塊體之參考位置時，從張開狀態切換至閉合狀態。

A gyroscope comprising: a support structure; a drive mass springedly coupled to the support structure such that movement of the drive mass with respect to the support structure is substantially restricted to movement in a first direction; a driver configured to cause the drive mass to oscillate with respect to the support structure in the first direction; a sense mass springedly coupled to the drive mass such that movement of the sense mass with respect to the drive mass is substantially restricted to movement in a second direction, which is orthogonal to the first direction; and a digital trigger comprising a proximity switch coupled between the drive mass and the sense mass, wherein the switch is configured to switch from an open state to a closed state each time the sense mass is in a reference position with respect to the drive mass.

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 10 . . . 時域切換陀螺儀
- 12 . . . 支撐結構
- 14 . . . 驅動塊體
- 16 . . . 驅動塊體驅動器
- 18 . . . 第一感測塊體
- 20 . . . 第一數位觸發器
- 22 . . . 第一近接開關
- 24 . . . 彈簧部件

第 1 圖

201610392

發明摘要

※申請案號：104116471 (由102101989分割)

※申請日：102年01月18日

※IPC分類：

G01C 19/5719 (2 012.01)
G01C 19/5762 (2 012.01)

【發明名稱】(中文/英文)

時域切換陀螺儀

Time domain switched gyroscope

【中文】

一種陀螺儀，其包括：支撐結構；驅動塊體，被彈性耦合至該支撐結構，俾便該驅動塊體相對於該支撐結構的移動實質上受限於第一方向中的移動；驅動器，被配置成用以讓該驅動塊體在該第一方向中相對於該支撐結構進行振盪；感測塊體，被彈性耦合至該驅動塊體，俾便該感測塊體相對於該驅動塊體的移動實質上受限於第二方向中的移動，該第二方向正交於該第一方向；以及數位觸發器，包括被耦合在該驅動塊體和該感測塊體之間的近接開關，其中，該切換器被配置成當該感測塊體處在相對於該驅動塊體之參考位置時，從張開狀態切換至閉合狀態。

【英文】

A gyroscope comprising: a support structure; a drive mass springedly coupled to the support structure such that movement of the drive mass with respect to the support structure is substantially restricted to movement in a first direction; a driver configured to cause the drive mass to oscillate with respect to the support structure in the first direction; a sense mass springedly coupled to the drive mass such that movement of the sense mass with respect to the drive mass is substantially restricted to movement in a second direction, which is orthogonal to the first direction; and a digital trigger comprising a proximity switch coupled between the drive mass and the sense mass, wherein the switch is configured to switch from an open state to a closed state each time the sense mass is in a reference position with respect to the drive mass.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

10：時域切換陀螺儀

12：支撐結構

14：驅動塊體

16：驅動塊體驅動器

18：第一感測塊體

20：第一數位觸發器

22：第一近接開關

24：彈簧部件

【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)

時域切換陀螺儀

Time domain switched gyroscope

【技術領域】

[0001] 本文中說明和主張之發明和偵測一結構繞著軸線旋轉的領域有關。明確地說，本文主張之發明和單石積體式陀螺儀的領域有關。

[0002]

【發明內容】

[0003] 於第一觀點中揭示一種陀螺儀。於一實施例中，該陀螺儀包含：(i)支撐結構；(ii)驅動塊體，耦合至該支撐結構；(iii)驅動塊體驅動器，配置成用以讓該驅動塊體相對於該支撐結構以第一方向進行振盪；(iv)第一感測塊體，耦合至該驅動塊體；以及(v)第一數位觸發器，包括被耦合在該驅動塊體和該第一感測塊體之間的第一近接開關。

[0004] 於一變化例中，該驅動塊體相對於該支撐結構的移動實質上受限於第一方向中的移動。該驅動塊體驅動器被配置成用以讓該驅動塊體相對於該支撐結構以第一方向進行振盪。該感測塊體相對於該驅動塊體的移動實質上受限正交於第一方向之第二方向中的移動。該第一切換

S

器被配置成當該感測塊體處在相對於該驅動塊體的一參考位置時從張開狀態切換至閉合狀態。

[0005] 於第二觀點中揭示一種單石陀螺儀。於一實施例中，該單石陀螺儀包含支撐結構、驅動塊體、驅動塊體驅動器、感測塊體、以及觸發器。於一變化例中，該驅動塊體被彈性耦合至該支撐結構。該驅動塊體驅動器被配置成用以驅動該驅動塊體，相對於該支撐結構僅大約在 x 方向中進行振盪。該感測塊體被彈性耦合至該驅動塊體並且被配置成響應於來自該支撐結構繞著 y 軸旋轉的柯氏力(Coriolis force)以只大約在正交於 x 方向的 z 方向相對於該驅動塊體移動， y 軸正交於 z 方向和 x 方向兩者。該觸發器於另一變化例中包括一具有近接開關的數位觸發器，該近接開關被耦合在該驅動塊體和該感測塊體之間並且被配置成當該感測塊體通過一參考位置時，從張開狀態變成閉合狀態，使得該支撐結構繞著該 y 軸之旋轉可以藉由監視該近接開關相對於時間的狀態加以決定。

[0006] 於第三觀點中揭示一種作用力感測設備的方法。明確地說，該作用力感測設備係基於驅動塊體、感測塊體、以及數位觸發器。

[0007] 熟習本技術的人士參考附圖和下面提出之示範實施例的詳細說明便立刻理解本發明的其它特點和優點。

【圖式簡單說明】

[0008]

本發明的圖示中，相同元件使用相同符號。圖式中的元件並未依照比例繪製造，且為清楚起見，部分尺寸會被放大。

第 1 圖所示的係陀螺儀之實施例的透視圖。

第 2A 至 2C 圖所示的係雙尖端電子穿隧近接開關於各種參考位置的剖面側視圖。

第 3 圖所示的係陀螺儀之雙感測塊體實施例的透視圖。

第 4A 至 4C 圖所示的係雙尖端橫向堆疊電子穿隧近接開關於各種參考位置的透視圖。

第 5A 至 5C 圖所示的係各種參考位置中的另一雙尖端橫向堆疊電子穿隧近接開關的俯視圖。

第 6 圖所示的係感測塊體的剖視圖。

第 7 圖所示的係陀螺儀之另一雙感測塊體實施例的透視圖。

第 8 圖所示的係陀螺儀之另一雙感測塊體實施例的透視圖。

【實施方式】

[0009]

第 1 圖所示的係時域切換陀螺儀 10 之實施例的透視圖。陀螺儀 10 係一震動檢驗塊體型陀螺儀，運用至少一

數位觸發器，其在每當檢驗塊體通過已知位置時產生信號。陀螺儀 10 包括剛性支撐結構 12、驅動塊體 14、驅動塊體驅動器 16、第一感測塊體 18、以及第一數位觸發器 20。驅動塊體 14 彈性耦合至支撐結構 12，使得驅動塊體 14 相對於支撐結構 12 的移動實質上受限於第一方向移動。在第 1 圖中，第一方向對應於三個相互正交軸 $x-y-z$ 中的 x 方向。驅動塊體驅動器 16 被配置成用以讓驅動塊體 14 相對於支撐結構 12 以 x 方向進行振盪。第一感測塊體 18 被彈性耦合至驅動塊體 14，使得第一感測塊體 18 相對於驅動塊體 14 的移動實質上受限於第二方向中的移動，在第 1 圖中，第二方向對應於 z 方向。因此，第一感測塊體 18 在感測方向(也就是， z 方向)和驅動塊體 18 中斷耦合。響應於來自支撐結構 12 繞著 y 軸旋轉的柯氏力第一感測塊體 18 相對於驅動塊體 14 以 z 方向移動。第一數位觸發器 20 包括被耦合在驅動塊體 14 和第一感測塊體 18 之間的第一近接開關 22。第一近接開關 22 隨著第一感測塊體 18 相對於驅動塊體 14 之每一次振盪而通過閉合狀態和張開狀態。每當第一感測塊體 18 相對於驅動塊體 14 通過第一參考位置時，第一近接開關 22 通過閉合狀態。因此，從第一感測塊體 18 相對於驅動塊體 14 離開第一參考位置之位移可藉由監視第一近接開關 22 的狀態而發現。

[0010] 陀螺儀 10 可製成任何大小。舉例來說，於一實施例中，陀螺儀 10 可單石積體化成微電機系統(Micro-

Electro-Mechanical System, MEMS)裝置。陀螺儀 10 可應用在任何配向中。雖然圖中描繪且文中引用的係 $x-y-z$ 座標系統，但應該瞭解的是本文中使用的第一、第二、以及第三方向/軸可以對應於任何三維座標系統中的任三個相互正交方向/軸。

[0011] 支撐結構 12 可為任何大小和形狀，並且由能夠為陀螺儀 10 提供剛性支撐的任何材料製成，使得支撐結構 12 在遭受陀螺儀 10 之橫向和旋轉加速時不會明顯彎曲及/或變形。

[0012] 驅動塊體 14 可以任何方式耦合至支撐結構 12，以侷限該驅動塊體相對於支撐結構 12 在 y 方向和 z 方向中之移動及繞著 $x-y-z$ 軸的旋轉，卻又允許驅動塊體 14 相對於支撐結構 12 在 x 方向中彈性移動。第 1 圖中所示之陀螺儀 10 的實施例描繪驅動塊體 14 藉由屈從彈簧部件 24 耦合至支撐結構 12，該等彈簧部件 24 被設計成僅在 x 方向中彎曲。驅動塊體驅動器 16 可為能夠讓驅動塊體 14 中相對於支撐結構 12 以 x 方向於任何所希頻率進行振盪的任何設備。驅動塊體驅動器 16 的合宜範例包含但是並不限於變動面積致動器(例如，第 1 圖中所繪之靜電式梳狀驅動器)、變動間隙致動器(例如，平行板致動器)、以及其它電磁式或壓電式致動機制。驅動塊體 14 可利用連續振盪作用力或是藉由和驅動塊體 14 諧波共振同相的週期性「得爾它函數(delta function)」作用力來驅動。

[0013] 第一感測塊體 18 可以任何方式耦合至驅動塊體 14，以侷限感測塊體 18 相對於驅動塊體 14 在 x 方向和 y 方向中之移動及繞著 x-y-z 軸的旋轉，卻又允許第一感測塊體 18 在 z 方向中相對於驅動塊體 14 彈性移動。第 1 圖中所示之陀螺儀 10 的實施例描繪第一感測塊體 18 藉由懸臂彈簧耦合至驅動塊體 14，該懸臂彈簧被設計成僅在 z 方向中彎曲。

[0014] 第一數位觸發器 20 可為能夠產生對應於第一感測塊體 18 相對於驅動塊體 14 之各種位置的數位信號的任何設備。第一近接開關 22 可為能夠依據第一感測塊體 18 相對於驅動塊體 14 之位置變化的感受狀態變化的任何裝置。第一近接開關 22 呈閉合狀態的參考位置可以為零作用力位置或任何其它所想要參考位置。第一數位觸發器 20 的目的係定位第一感測塊體 18 和驅動塊體 14 的位置，使得能夠實施精確的加速度並與相位無關之測量，從而提高鎖相迴路閉合的穩定性並減少陀螺儀 10 的整體相位雜訊與抖動。於一實施例中，如第 1 圖中所示，第一近接開關 22 可能係能夠產生有限寬度電流脈衝的電子穿隧切換器。在第 1 圖中，第一近接開關 22 包括一對電子穿隧尖端，其中一個尖端定位在第一感測塊體 18 上，另一者定位在驅動塊體 14 上。當該第一感測塊體處在相對於驅動塊體 14 之第一參考位置時，該等穿隧尖端會對齊且第一近接開關 22 會處在閉合狀態，使得電流脈衝可通過該等尖端之間。該電流脈衝本身會透過轉阻

放大器被放大至電源軌，而且該脈衝的前緣及/或後緣可用來相對於驅動塊體 14 定位第一感測塊體 18 的位置。在 2011 年 10 月 19 日提申的美國專利申請案序號第 13/276,948 號中可以發現更詳細的實施方式說明，該案標題為「使用時域切換器之低加速敏感性和相位雜訊的共振器 (Resonator with Reduced Acceleration Sensitivity and Phase Noise Using Time Domain Switch)」，本文以引用的方式將其完整併入。第一近接開關 22 的其它範例包含電容式切換器、光學擋板式切換器、以及磁式切換器。此外，於替代實施例中，第一近接開關 22 可被配置成對應在單一振盪週期期間完成通過對應於多個參考位置的多個閉合狀態。

[0015] 第 2A 至 2C 圖所示的係第一近接開關 22 的實施例，其中，第一近接開關 22 被配置成對應在單一振盪週期期間，相對於驅動塊體 14 完成對應於第一感測塊體 18 之多個參考位置的多個閉合狀態。於第 2A 至 2C 圖中所示的第一近接開關 22 的實施例中，第一近接開關 22 包括安裝在驅動塊體 14 上的第一電子穿隧尖端 26 和第二電子穿隧尖端 28。該等第一尖端 26 和第二尖端 28 在 z 方向中彼此對齊且在 z 方向中彼此分隔距離 $d1$ 。本實施例中的第一近接開關 22 還包括安裝在第一感測塊體 18 上的第三電子穿隧尖端 30 和第四電子穿隧尖端 32。該等第三尖端 30 和第四尖端 32 在 z 方向中彼此對齊且在 z 方向中彼此分隔距離 $d1$ 。第一尖端 26 和第二尖端 28 以及第三

尖端 30 和第四尖端 32 彼此以介電間隔層 34 來分隔。該等第一尖端 26、第二尖端 28、第三尖端 30、以及第四尖端 32 會相對於彼此定位成使得當第一感測塊體 18 處在第一參考位置(例如第 2A 圖中所示)時，一電流脈衝透過間隙 36 由該等第一尖端 26 和第二尖端 28 分別傳送至該等第三尖端 30 和第四尖端 32。第一近接開關 22 的此實施例還包括第一感測塊體 18 相對於驅動塊體 14 之第二參考位置和第三參考位置。當第一感測塊體 18 在 z 方向中從該第一參考位置處移位距離 $-d1$ (如第 2B 圖中所示)時，第一感測塊體 18 便處在第二參考位置。在第二參考位置中，第一近接開關 22 係在閉合狀態，使得電流脈衝可從第一尖端 26 通往第四尖端 32。當第一感測塊體 18 在 z 方向中移位距離 $+d1$ (如第 2C 圖中所示)時，第一感測塊體 18 便處在第三參考位置。在第三參考位置中，第一近接開關 18 係在閉合狀態，使得電流脈衝從第二尖端 28 通往第三尖端 30。

[0016] 第 3 圖所示的係陀螺儀 10 之另一實施例的透視圖，其進一步包括第二感測塊體 38。第二感測塊體 38 被彈性耦合至驅動塊體 14，俾便第二感測塊體 38 相對於驅動塊體 14 的移動實質上受限於 y 方向中的移動。因此，第二感測塊體 38 被配置成響應於來自支撐結構 12 繞著 z 軸旋轉的柯氏力而在 y 方向中相對於驅動塊體 14 移動。在第 3 圖中所示的第二感測塊體 38 藉由屈從彈簧部件 24 耦合至驅動塊體 14。圖中還顯示第二數位觸發器

40，其包括被耦合在驅動塊體 14 和第二感測塊體 38 之間的第二近接開關 42。第二近接開關 42 被配置成每當第二感測塊體 38 相對於驅動塊體 14 處在第四參考位置時係在閉合狀態。第二數位觸發器 40 可為能夠產生對應於第二感測塊體 38 相對於驅動塊體 14 之各種位置的數位信號的任何設備。第二近接開關 42 可為能夠感受依據第二感測塊體 38 相對於驅動塊體 14 之位置變化的狀態變化的任何裝置。在第 3 圖中所示之陀螺儀 10 的實施例中，第二近接開關 42 呈現四個電子穿隧尖端。和第二近接開關 42 之電子穿隧尖端實施例有關的進一步細節可在下面第 4A 至 4C 圖的說明中發現。第二近接開關 42 位在閉合狀態中的參考位置可能為零作用力位置或任何其它所想要參考位置。支撐結構 12 繞著 z 軸旋轉可藉由監視第二近接開關 42 的狀態加以決定。因此，陀螺儀 10 的此實施例讓陀螺儀具備單一驅動塊體和被配置成用以測量兩個正交旋轉作用力的兩個感測塊體(在它們的個別感測方向中沒有耦合)。

[0017] 第 4A 至 4C 圖所示的係在第二感測塊體 38 相對於驅動塊體 14 之各種參考位置中的第二近接開關 42。第 4A 圖描繪處在第四參考位置的第二近接開關 42。在第 4A 至 4C 圖中所示之第二近接開關 42 的實施例中，第二近接開關 42 包括安裝在第二感測塊體 38 上的第五電子穿隧尖端 44 和第六電子穿隧尖端 46。該等第五電子尖端 44 和第六電子尖端 46 在 y 方向中彼此對齊且在 y 方向中彼

S

此分隔距離 $d2$ 。本實施例中的第二近接開關 42 還包括安裝至驅動塊體 14 的第七電子穿隧尖端 48 和第八電子穿隧尖端 50。該等第七電子尖端 48 和第八電子尖端 50 在 y 方向中彼此對齊且在 y 方向中彼此分隔距離 $d2$ 。第五電子尖端 44 和第六電子尖端 46 以及第七電子尖端 48 和第八電子尖端 50 彼此以第二介電間隔層 52 來分隔。該等第五尖端 44、第六尖端 46、第七尖端 48、以及第八尖端 50 會相對於彼此定位成使得當第二感測塊體 38 處在第四參考位置時，例如第 4A 圖中所示，一電流脈衝透過第二間隙 54 由該等第五尖端 44 和第六尖端 46 分別傳送至該等第七尖端 48 和第八尖端 50。

[0018] 第 4B 圖顯示處在第五參考位置之具有第二感測塊體 38 的第二近接開關 42。當第二感測塊體 38 在 y 方向中從該第四參考位置處移位距離 $+d2$ 時，如第 4B 圖中所示，第二近接開關 42 便處在第五參考位置。在第五參考位置中，第二近接開關 42 係在閉合狀態，使得電流脈衝可從第五尖端 44 通往第八尖端 50。當第二感測塊體 38 在 y 方向中移位距離 $-d2$ 時，如第 4C 圖中所示，第二感測塊體 38 便處在第七參考位置。在第六參考位置中，第二近接開關 42 係在閉合狀態，使得電流脈衝可從第六尖端 46 通往第七尖端 48。該等第四、第五、第六參考位置之間的時間區間可被測量，以便決定第二感測塊體 38 相對於驅動塊體 14 之移位及移位大小。

[0019] 現在回頭參考第 3 圖中所示之陀螺儀 10 的

雙感測塊體實施例，此實施例可能還包括第三數位觸發器 56，第三數位觸發器 56 包括耦合在驅動塊體 14 和支撐結構 12 之間的第三近接開關 58。第三近接開關 58 被配置成當驅動塊體 14 通過相對於支撐結構 12 之參考位置中時從張開狀態切換至至少一閉合狀態。第三近接開關 58 的功能係當作加速計，其被配置成用以偵測支撐結構 12 在 x 方向中的加速。第三近接開關 58 可為能夠感受依據驅動塊體 14 相對於支撐結構 12 之位置變化的狀態變化的任何裝置。第三近接開關 58 位在閉合狀態中的參考位置可能為零作用力位置或任何其它所希參考位置。

[0020] 第 5A 至 5C 圖所示的係驅動塊體 14 處在相對於支撐結構 12 之各種參考位置之第 3 圖中所示之第三近接開關 58 的實施例的俯視圖。於此實施例中，第三近接開關 58 係能夠產生有限寬度電流脈衝的電子穿隧切換器。第三近接開關 58 的其它範例包含電容式切換器、光學擋板式切換器、以及磁式切換器。此外，第三近接開關 58 可被配置成用以在單一振盪週期期間通過對應於多個參考位置的多個閉合狀態。在圖中所示實施例中，第三近接開關 58 包括定位在驅動塊體 14 上的一對電子穿隧尖端(第九尖端 60 和第十尖端 62)以及定位在支撐結構 12 上的另一對電子穿隧尖端(第十一尖端 64 和第十二尖端 66)。該等第九尖端 60 和第十尖端 62 在 x 方向中彼此對齊且在 x 方向中彼此分隔距離 d_3 。該等第十一尖端 64 和第十二

尖端 66 在 x 方向中同樣彼此對齊且在 x 方向中彼此分隔距離 $d3$ 。第九尖端 60 和第十尖端 62 以及第十一尖端 64 和第十二尖端 66 彼此以第三介電間隔層 68 來分隔。當驅動塊體 14 處在相對於支撐結構 12 之第七參考位置時，例如第 5A 圖中所示，第三切換器 58 係在閉合狀態，使得一電流脈衝可在第九尖端 60 和第十一尖端 64 之間以及第十尖端 62 和第十二尖端 66 之間通過。當驅動塊體 14 在 x 方向中從第七參考位置處移位距離 $+d3$ 時，例如第 5B 圖中所示，驅動塊體 14 係在相對於支撐結構 12 的第八參考位置。當驅動塊體 14 在第八參考位置時，第三切換器 58 係在閉合狀態，使得一電流脈衝可在第九尖端 60 和第十二尖端 66 之間通過。當驅動塊體 14 在 x 方向中從第七參考位置處移位距離 $-d3$ 時，例如第 5C 圖中所示，驅動塊體 14 係在相對於支撐結構 12 的第九參考位置。當驅動塊體 14 在相對於支撐結構 12 的第九參考位置時，第三切換器 58 係在閉合狀態，使得一電流脈衝可在第十尖端 62 和第十一尖端 64 之間通過。

[0021] 第 6 圖所示的係第一感測塊體 18 之替代實施例的剖面透視圖，其進一步包括第一感測塊體驅動器 70，該第一感測塊體驅動器 70 被配置成用以驅動第一感測塊體 18，以便在 z 方向中以第一感測塊體 18 的共振頻率進行振盪。第一感測塊體驅動器 70 可為能夠導致第一感測塊體 18 在 z 方向中相對於驅動塊體 14 之受控移動的任何裝置。第一感測塊體驅動器 70 的合宜範例包含，但

是並不受限於，變動面積致動器(例如，靜電式梳狀驅動器)、變動間隙致動器(例如，平行板致動器)、以及其它電磁式或壓電式致動機制。舉例來說，第一感測塊體驅動器 70 可能包括位在第一感測塊體 18 任一側的一對稱對上下重疊電容式電極，例如第 6 圖中所示，它們會用來在第一感測塊體 18 中創造速度向量。第 6 圖還顯示利用單石積體化雙彈簧 72 將第一感測塊體 18 耦合至驅動塊體 14 的方式。

[0022] 於第一感測塊體 18 受到驅動而振盪且第一感測塊體 18 的共振頻率顯著大於驅動塊體 14 之驅動頻率的陀螺儀 10 實施例中，可以運用偏移調變模式來決定第一感測塊體 18 在 z 方向中相對於驅動塊體 14 的移位和振幅資訊。於此實施例中，該(等)感測塊體會受到電容性「回音控制(pinged)」，以便啟動諧波振盪。舉例來說，參見本文前面以引用方式併入之美國專利申請案序號第 13/276,948 號中討論之時域加速計的操作。

[0023] 於第一感測塊體 18 的共振頻率約等於驅動塊體 14 之驅動頻率的陀螺儀 10 實施例中，可以運用振幅調變模式來決定第一感測塊體 18 在 z 方向中相對於驅動塊體 14 的移位和振幅資訊。於此實施例中，該(等)感測塊體不需要用到回音，因為柯氏力便會啟動諧波振盪。舉例來說，參見本文以引用方式完整併入之由 Charles H. Tally 等人在 2011 年 6 月 23 日提申之美國專利申請案序號第 13/167,539 號中感測塊體的開放迴路實

施例。

[0024] 第 7 圖所示的係陀螺儀 10 的另一實施例，其特點係重複使用每一個該等第一近接開關 22、第二近接開關 42、以及第三近接開關 58。多個數位觸發器/近接開關可配合陀螺儀 10 中的每一個該等塊體被使用。

[0025] 第 8 圖所示的係陀螺儀 10 的實施例，圖中所示的支撐結構 12、驅動塊體 14、第一感測塊體 18、以及第二感測塊體 38 被真空密封在頂端覆蓋晶圓 74 和底部覆蓋晶圓 76 之間。第 8 圖中以虛線透明的方式描繪頂端覆蓋晶圓 74 和底部覆蓋晶圓 76，以幫助觀察陀螺儀 10 的內部特徵元件。

[0026] 從陀螺儀 10 的上面說明中便明白，可以使用各種技術來施行陀螺儀 10 的概念而並不脫離其範疇。已述實施例在各方面應被視為解釋性，而沒有限制意義。還應該瞭解的係，陀螺儀 10 並不限於本文中所述之特殊實施例，相反地，還能夠設計出眾多實施例，而不脫離申請專利範圍的範疇。

【符號說明】

[0027]

10：陀螺儀

12：支撐結構

14：驅動塊體

16：驅動塊體驅動器

- 18：感測塊體
- 20：第一數位觸發器
- 22：第一近接開關
- 24：彈簧部件
- 26：第一電子穿隧尖端
- 28：第二電子穿隧尖端
- 30：第三電子穿隧尖端
- 32：第四電子穿隧尖端
- 34：介電間隔層
- 36：間隙
- 38：第二感測塊體
- 40：第二數位觸發器
- 42：第二近接開關
- 44：第五電子穿隧尖端
- 46：第六電子穿隧尖端
- 48：第七電子穿隧尖端
- 50：第八電子穿隧尖端
- 52：第二介電間隔層
- 54：第二間隙
- 56：第三數位觸發器
- 58：第三近接開關
- 60：第九尖端
- 62：第十尖端
- 64：第十一尖端

- 66：第十二尖端
- 68：第三介電間隔層
- 70：第一感測塊體驅動器
- 72：彈簧
- 74：頂端覆蓋晶圓
- 76：底部覆蓋晶圓

申請專利範圍

1.一種陀螺儀，包括：

支撐結構；

驅動塊體，耦合至該支撐結構；

驅動塊體驅動器，配置成用以使得該驅動塊體相對於該支撐結構以第一方向進行振盪；

第一感測塊體，耦合至該驅動塊體；以及

第一電容性開關，被耦合在該驅動塊體和該第一感測塊體之間。

2.根據申請專利範圍第 1 項的陀螺儀，其中，該驅動塊體相對於該支撐結構的移動實質上受限制為第一方向的移動。

3.根據申請專利範圍第 2 項的陀螺儀，其中，該第一感測塊體相對於該驅動塊體的移動實質上受限為第二方向的移動，及

其中，該第二方向正交於該第一方向。

4.根據申請專利範圍第 3 項的陀螺儀，其中，該第一電容性開關被配置成每當該第一感測塊體處在相對於該驅動塊體之第一參考位置時產生第一電流脈衝。

5.根據申請專利範圍第 3 項的陀螺儀，其中，該第一電容性開關進一步被配置成每當該第一感測塊體處在相對於該驅動塊體之第二參考位置時產生第二電流脈衝。

6.根據申請專利範圍第 3 項的陀螺儀，進一步包括：

第二感測塊體，被彈性耦合至該驅動塊體，使得該第

二感測塊體相對於該驅動塊體的移動實質上受限為第三方向的移動，且其中，該第三方向正交於該等第一方向和第二方向；以及

第二電容性開關，被耦合在該驅動塊體和該第二感測塊體之間，其中，該第二電容性開關被配置成每當該第二感測塊體處在相對於該驅動塊體之第三參考位置時產生第三電流脈衝。

7.根據申請專利範圍第 6 項的陀螺儀，進一步包括第三電容性開關被耦合在該驅動塊體和該支撐結構之間，其中，該第三電容性開關被配置成每當該驅動塊體處在相對於該支撐結構之第四參考位置時產生第四電流脈衝。

8.根據申請專利範圍第 7 項的陀螺儀，其中，在每一個個別振盪週期，各個第一、第二、以及第三電容性開關被配置成對應於每一個個別電容性開關所附接的兩個元件之間的至少兩個相對位置產生電流脈衝至少兩次。

9.根據申請專利範圍第 8 項的陀螺儀，其中，該第一電容性開關包括：

安裝在該驅動塊體上的第一和第二尖端，其中，該等第一和第二尖端彼此對準於該第二方向並且在該第二方向中彼此分隔距離 $d1$ ；

安裝在該第一感測塊體上的第三和第四尖端，其中，該等第三和第四尖端彼此對準於該第二方向並且在該第二方向中彼此分隔距離 $d1$ ；以及

其中，該等第一、第二、第三、以及第四尖端相對於

彼此定位成使得當該第一感測塊體處在該第一參考位置時，一電流脈衝由該等第一和第二尖端附近分別產生至該等第三和第四尖端，並且使得當該第一感測塊體在該第二方向中從該第一參考位置處移位距離 $+d1$ 時，一電流脈衝從該第二尖端附近傳送至該第三尖端，並且使得當該第一感測塊體在該第二方向中從該第一參考位置處移位距離 $-d1$ 時，一電流脈衝從該第一尖端附近產生至該第四尖端。

10.根據申請專利範圍第 9 項的陀螺儀，其中，該第二電容性開關包括：

安裝在該驅動塊體上的第五和第六尖端，其中，該等第五和第六尖端彼此對準於該第三方向中並且在該第三方向中彼此分隔距離 $d2$ ；

安裝在該第二感測塊體上的第七和第八尖端，其中，該等第七和第八尖端彼此對準於該第三方向中並且在該第三方向中彼此分隔距離 $d2$ ；以及

其中，該等第五、第六、第七、以及第八尖端相對於彼此定位成使得當該第二感測塊體處在該第三參考位置時，一電流脈衝由該等第五和第六尖端的附近產生分別至該等第七和第八尖端，並且使得當該第二感測塊體以該第三方向從該第三參考位置處移位距離 $+d2$ 時，一電流脈衝由該第六尖端的附近產生至該第七尖端，並且使得當該第二感測塊體以該第三方向從該第三參考位置處移位距離 $-d2$ 時，一電流脈衝由該第五尖端的附近產生至該第八尖

端。

11.根據申請專利範圍第 10 項的陀螺儀，其中，該第三電容性開關包括：

安裝在該支撐結構上的第九和第十尖端，其中，該等第九和第十尖端彼此對準於該第一方向並且在該第一方向中彼此分隔距離 $d3$ ；

安裝在該驅動塊體上的第十一和第十二尖端，其中，該等第十一和第十二尖端彼此對準於該第一方向中並且在該第一方向中彼此分隔距離 $d3$ ；以及

其中，該等第九、第十、第十一、以及第十二尖端相對於彼此定位成使得當該驅動塊體處在相對於該支撐結構之第四參考位置時，一電流脈衝由該等第九和第十尖端附近產生分別至該等第十一和第十二尖端，並且使得當該驅動塊體在該第一方向中從該第四參考位置處移位距離 $+d3$ 時，一電流脈衝由該第十尖端附近產生至該第十一尖端，並且使得當該驅動塊體以該第一方向從該第四參考位置處移位距離 $-d3$ 時，一電流脈衝從該第九尖端附近產生至該第十二尖端。

12.根據申請專利範圍第 11 項的陀螺儀，其中，該陀螺儀被單石積體化。

13.根據申請專利範圍第 12 項的陀螺儀，其中，該支撐結構、該驅動塊體、該第一感測塊體、以及該第二感測塊體被真空密封在頂端和底部覆蓋晶圓之間。

14.根據申請專利範圍第 13 項的陀螺儀，其中，該驅

動塊體驅動器包括電容式梳狀驅動器。

15.根據申請專利範圍第 3 項的陀螺儀，進一步包括第一感測塊體驅動器，被配置成用以驅動該第一感測塊體以便在第二方向中以該第一感測塊體的共振頻率進行振盪，且其中，該第一感測塊體的共振頻率顯著大於該驅動塊體的驅動頻率。

16.根據申請專利範圍第 3 項的陀螺儀，其中，該第一感測塊體的共振頻率約等於該驅動塊體的驅動頻率。

17.根據申請專利範圍第 3 項的陀螺儀，其中，該第一電容性開關被配置成用以每當該第一感測塊體處於相對於該驅動塊體的第一參考位置時，在電容值上產生第一最大值。

18.根據申請專利範圍第 3 項的陀螺儀，其中，該第一電容性開關被進一步配置成用以每當該第一感測塊體處於相對於該驅動塊體的第二參考位置時，在電容值上產生第二最大值。

19.根據申請專利範圍第 3 項的陀螺儀，更包括：

第二感測塊體被彈性耦合至該驅動塊體，使得該第二感測塊體相對於該驅動塊體的移動實質上受限為第三方向的移動，且其中，該第三方向正交於該等第一方向和第二方向；以及

第二電容性開關，被耦合在該驅動塊體和該第二感測塊體之間，其中，該第二電容性開關被配置成每當該第二感測塊體處在相對於該驅動塊體之第三參考位置時在電容

值上產生第三最大值。

20.一種形成陀螺儀的方法，包括：

形成支撐結構；

形成驅動塊體，耦合至該支撐結構；

形成驅動塊體驅動器，配置成用以使得該驅動塊體相對於該支撐結構以第一方向進行振盪；

形成第一感測塊體，耦合至該驅動塊體；以及

形成第一電容性開關，被耦合在該驅動塊體和該第一感測塊體之間。

21.根據申請專利範圍第 20 項的方法，其中，該驅動塊體相對於該支撐結構的移動實質上受限制為第一方向的移動。

22.根據申請專利範圍第 21 項的方法，其中，該第一感測塊體相對於該驅動塊體的移動實質上受限為第二方向的移動，及

其中，該第二方向正交於該第一方向。

23.根據申請專利範圍第 22 項的方法，其中，該第一電容性開關被配置成每當該第一感測塊體處在相對於該驅動塊體之第一參考位置時產生第一電流脈衝。

24.根據申請專利範圍第 22 項的方法，其中，該第一電容性開關進一步被配置成每當該第一感測塊體處在相對於該驅動塊體之第二參考位置時產生第二電流脈衝。

25.根據申請專利範圍第 22 項的方法，進一步包括：

形成第二感測塊體，被彈性耦合至該驅動塊體，使得



該第二感測塊體相對於該驅動塊體的移動實質上受限為第三方向的移動，且其中，該第三方向正交於該等第一方向和第二方向；以及

形成第二電容性開關，被耦合在該驅動塊體和該第二感測塊體之間，其中，該第二電容性開關被配置成每當該第二感測塊體處在相對於該驅動塊體之第三參考位置時產生第三電流脈衝。

26.根據申請專利範圍第 25 項的方法，進一步包括形成第三電容性開關，其被耦合在該驅動塊體和該支撐結構之間，其中，該第三電容性開關被配置成每當該驅動塊體處在相對於該支撐結構之第四參考位置時產生第四電流脈衝。

27.根據申請專利範圍第 26 項的方法，其中，在每一個個別振盪週期，各個第一、第二、以及第三電容性開關被配置成對應於每一個個別電容性開關所附接的兩個元件之間的至少兩個相對位置產生電流脈衝至少兩次。

28.根據申請專利範圍第 27 項的方法，其中，形成該第一電容性開關包括：

形成安裝在該驅動塊體上的第一和第二尖端，其中，該等第一和第二尖端彼此對準於該第二方向並且在該第二方向中彼此分隔距離 $d1$ ；

形成安裝在該第一感測塊體上的第三和第四尖端，其中，該等第三和第四尖端彼此對準於該第二方向並且在該第二方向中彼此分隔距離 $d1$ ；以及

其中，該等第一、第二、第三、以及第四尖端相對於彼此定位成使得當該第一感測塊體處在該第一參考位置時，一電流脈衝由該等第一和第二尖端附近分別產生至該等第三和第四尖端，並且使得當該第一感測塊體在該第二方向中從該第一參考位置處移位距離 $+d1$ 時，一電流脈衝從該第二尖端附近傳送至該第三尖端，並且使得當該第一感測塊體在該第二方向中從該第一參考位置處移位距離 $-d1$ 時，一電流脈衝從該第一尖端附近產生至該第四尖端。

29.根據申請專利範圍第 28 項的方法，其中，形成該第二電容性開關包括：

形成安裝在該驅動塊體上的第五和第六尖端，其中，該等第五和第六尖端彼此對準於該第三方向中並且在該第三方向中彼此分隔距離 $d2$ ；

形成安裝在該第二感測塊體上的第七和第八尖端，其中，該等第七和第八尖端彼此對準於該第三方向中並且在該第三方向中彼此分隔距離 $d2$ ；以及

其中，該等第五、第六、第七、以及第八尖端相對於彼此定位成使得當該第二感測塊體處在該第三參考位置時，一電流脈衝由該等第五和第六尖端的附近產生分別至該等第七和第八尖端，並且使得當該第二感測塊體以該第三方向從該第三參考位置處移位距離 $+d2$ 時，一電流脈衝由該第六尖端的附近產生至該第七尖端，並且使得當該第二感測塊體以該第三方向從該第三參考位置處移位距離 $-$

d2 時，一電流脈衝由該第五尖端的附近產生至該第八尖端。

30.根據申請專利範圍第 29 項的方法，其中，形成該第三電容性開關包括：

形成安裝在該支撐結構上的第九和第十尖端，其中，該等第九和第十尖端彼此對準於該第一方向並且在該第一方向中彼此分隔距離 d3；

形成安裝在該驅動塊體上的第十一和第十二尖端，其中，該等第十一和第十二尖端彼此對準於該第一方向中並且在該第一方向中彼此分隔距離 d3；以及

其中，該等第九、第十、第十一、以及第十二尖端相對於彼此定位成使得當該驅動塊體處在相對於該支撐結構之第四參考位置時，一電流脈衝由該等第九和第十尖端附近產生分別至該等第十一和第十二尖端，並且使得當該驅動塊體在該第一方向中從該第四參考位置處移位距離 +d3 時，一電流脈衝由該第十尖端附近產生至該第十一尖端，並且使得當該驅動塊體以該第一方向從該第四參考位置處移位距離 -d3 時，一電流脈衝從該第九尖端附近產生至該第十二尖端。

31.根據申請專利範圍第 30 項的方法，其中，該陀螺儀被單石積體化。

32.根據申請專利範圍第 31 項的方法，更包括真空密封該支撐結構、該驅動塊體、該第一感測塊體、以及該第二感測塊體於頂端和底部覆蓋晶圓之間。

33.根據申請專利範圍第 32 項的方法，其中，形成該驅動塊體驅動器包括形成電容式梳狀驅動器。

34.根據申請專利範圍第 22 項的方法，進一步包括形成第一感測塊體驅動器，其被配置成用以驅動該第一感測塊體以便在第二方向中以該第一感測塊體的共振頻率進行振盪，且其中，該第一感測塊體的共振頻率顯著大於該驅動塊體的驅動頻率。

35.根據申請專利範圍第 22 項的方法，其中，該第一感測塊體的共振頻率約等於該驅動塊體的驅動頻率。

36.根據申請專利範圍第 22 項的方法，其中，該第一電容性開關被配置成用以每當該第一感測塊體處於相對於該驅動塊體的第一參考位置時，在電容值上產生第一最大值。

37.根據申請專利範圍第 22 項的方法，其中，該第一電容性開關被進一步配置成用以每當該第一感測塊體處於相對於該驅動塊體的第二參考位置時，在電容值上產生第二最大值。

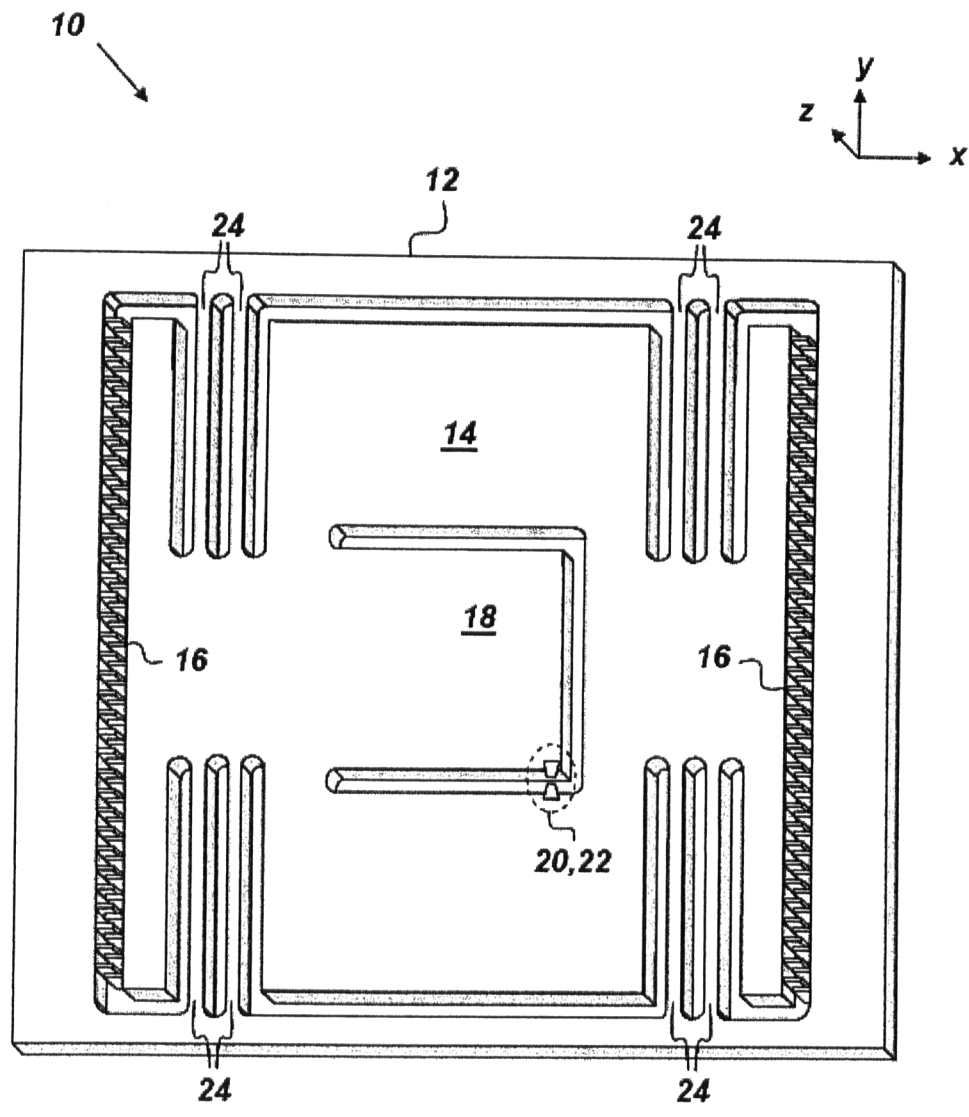
38.根據申請專利範圍第 22 項的方法，更包括：

第二感測塊體被彈性耦合至該驅動塊體，使得該第二感測塊體相對於該驅動塊體的移動實質上受限為第三方向的移動，且其中，該第三方向正交於該等第一方向和第二方向；以及

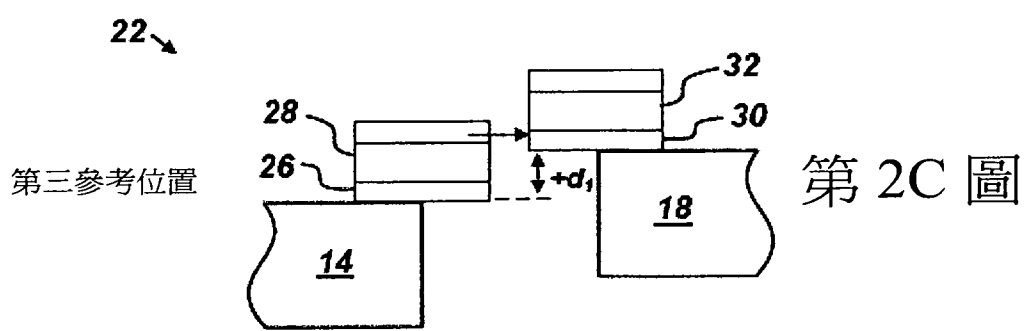
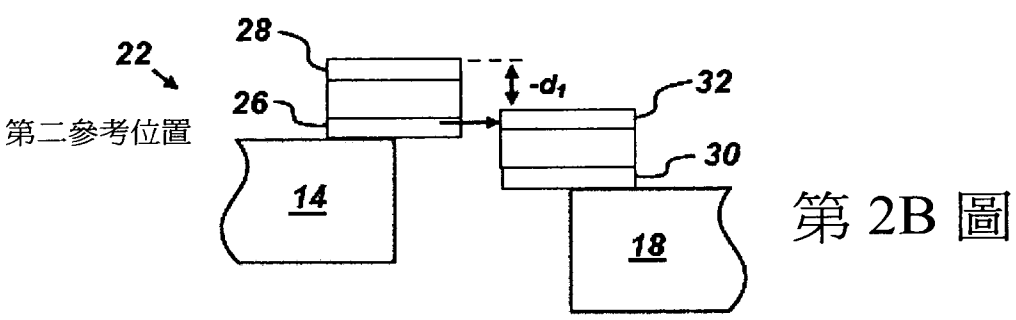
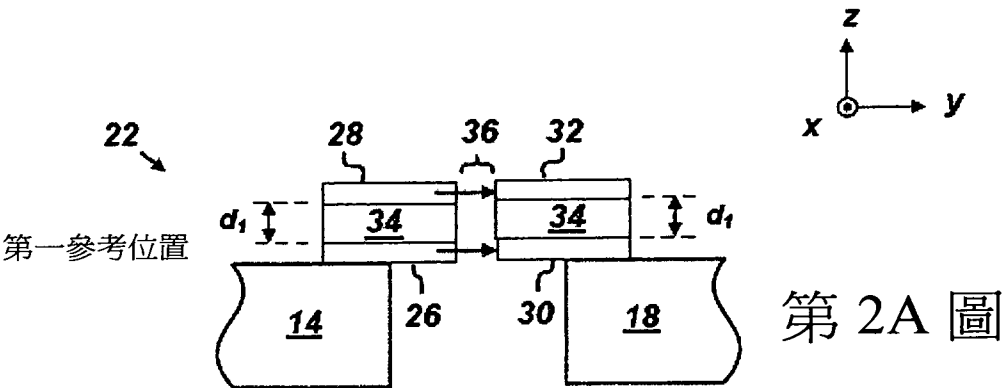
第二電容性開關，被耦合在該驅動塊體和該第二感測塊體之間，其中，該第二電容性開關被配置成每當該第二

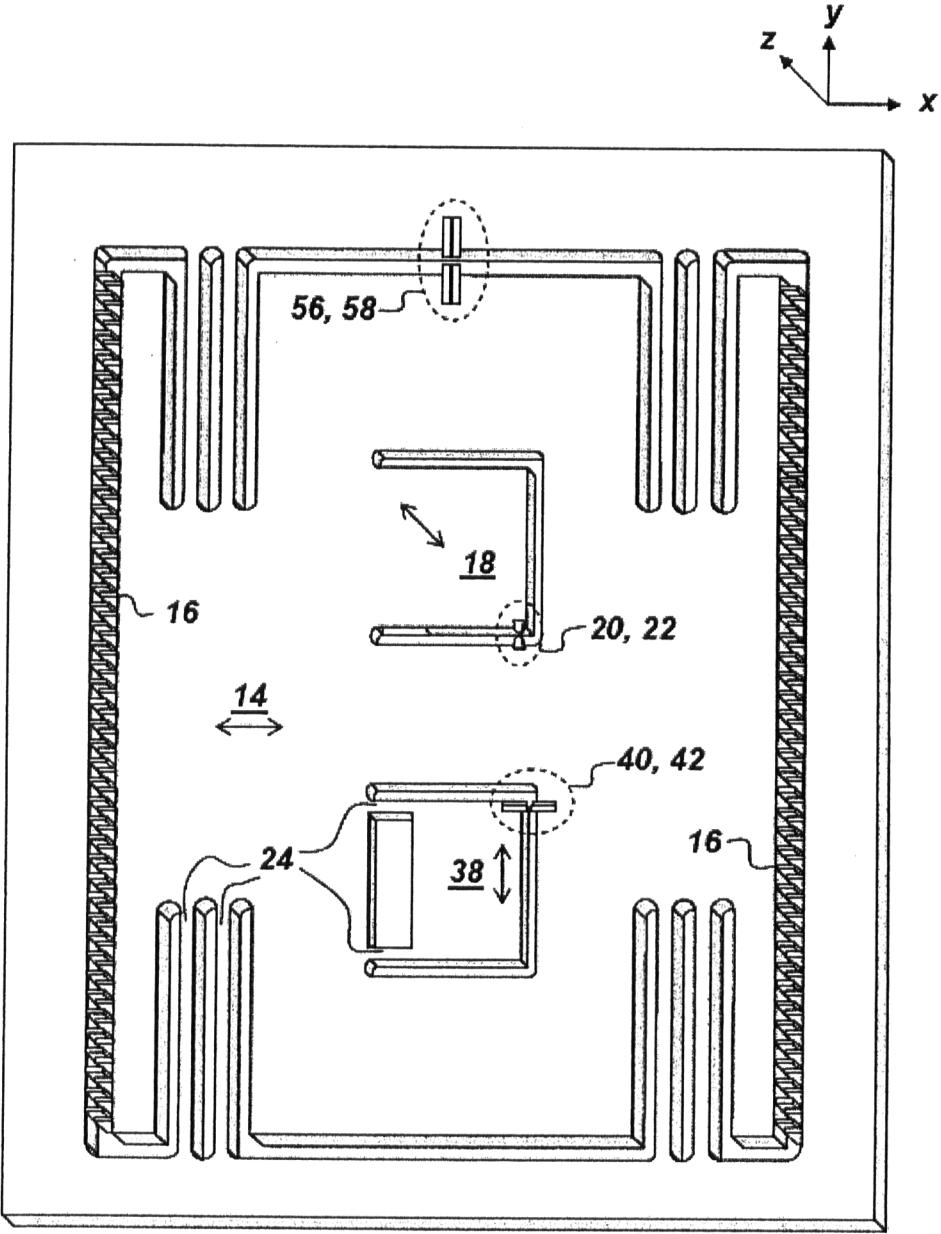
感測塊體處在相對於該驅動塊體之第三參考位置時在電容值上產生第三最大值。

圖式

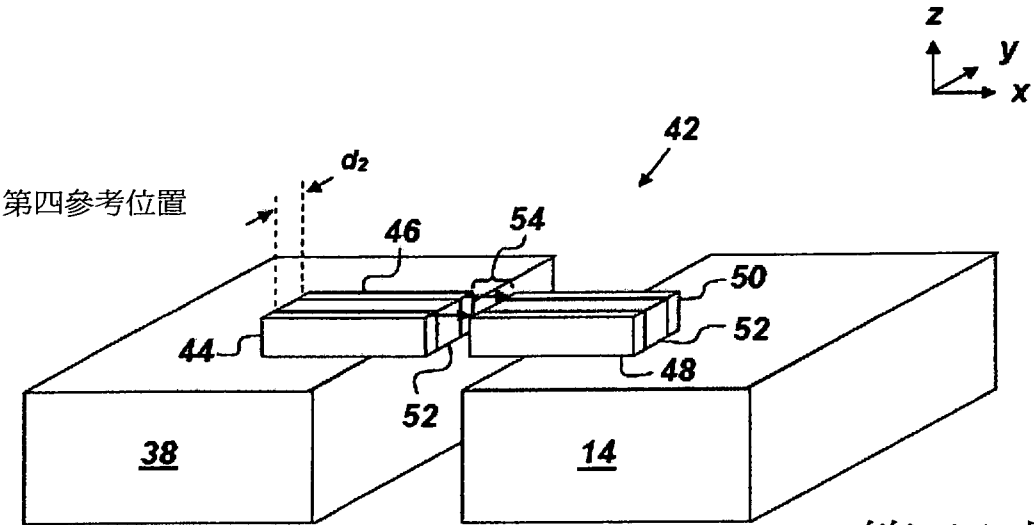


第 1 圖

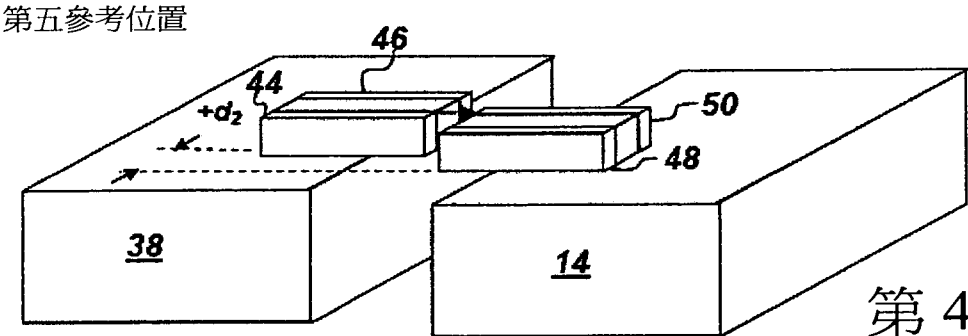




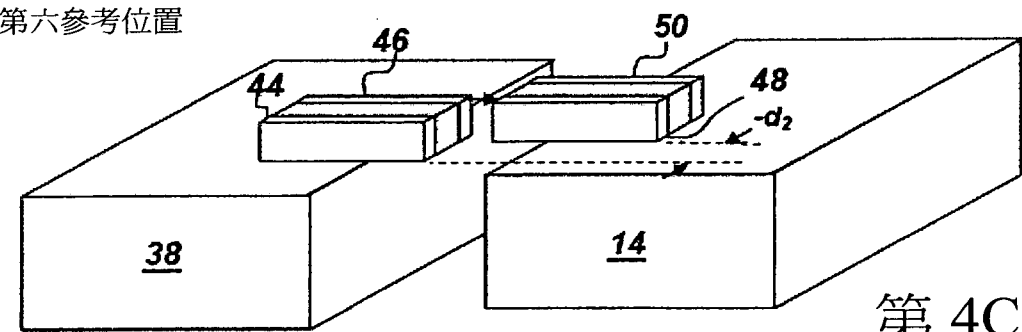
第 3 圖



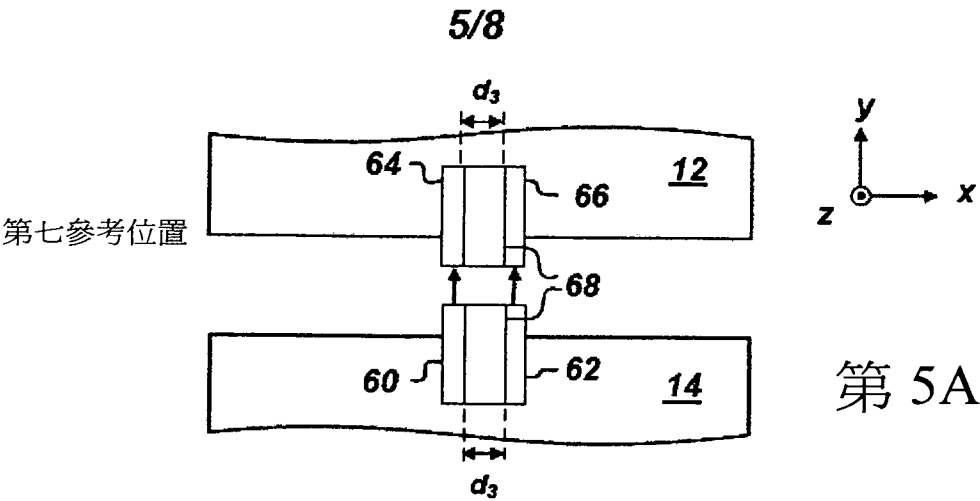
第 4A 圖



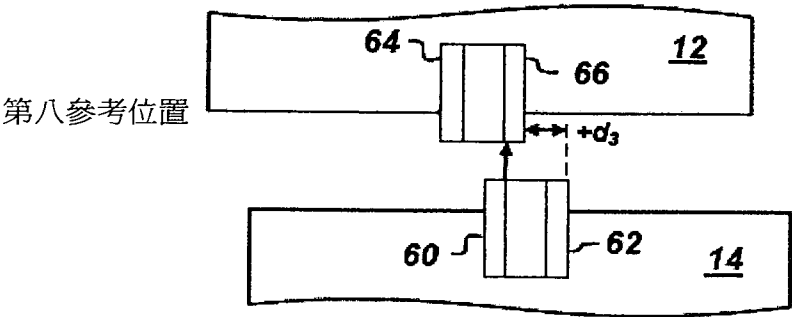
第 4B 圖



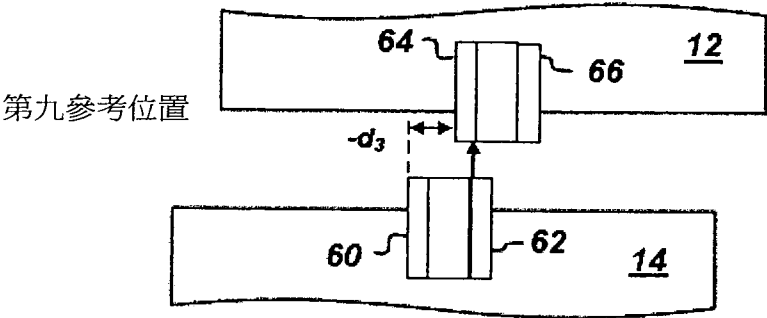
第 4C 圖



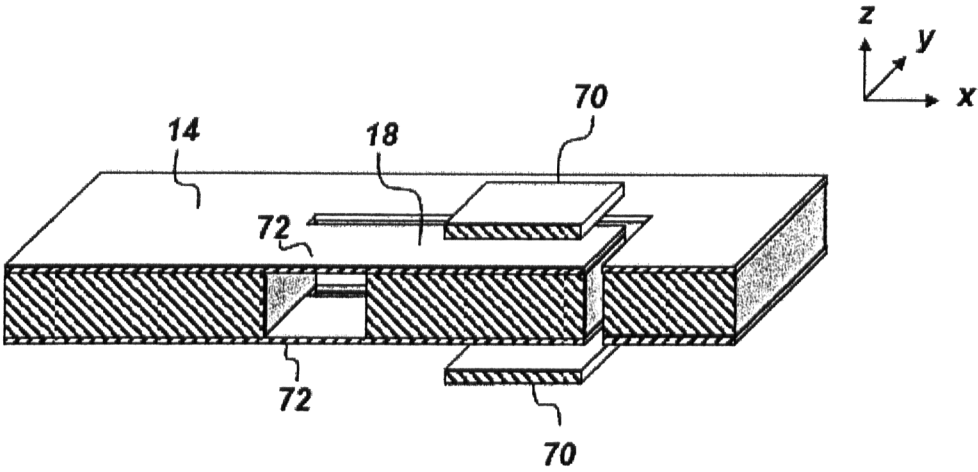
第 5A 圖



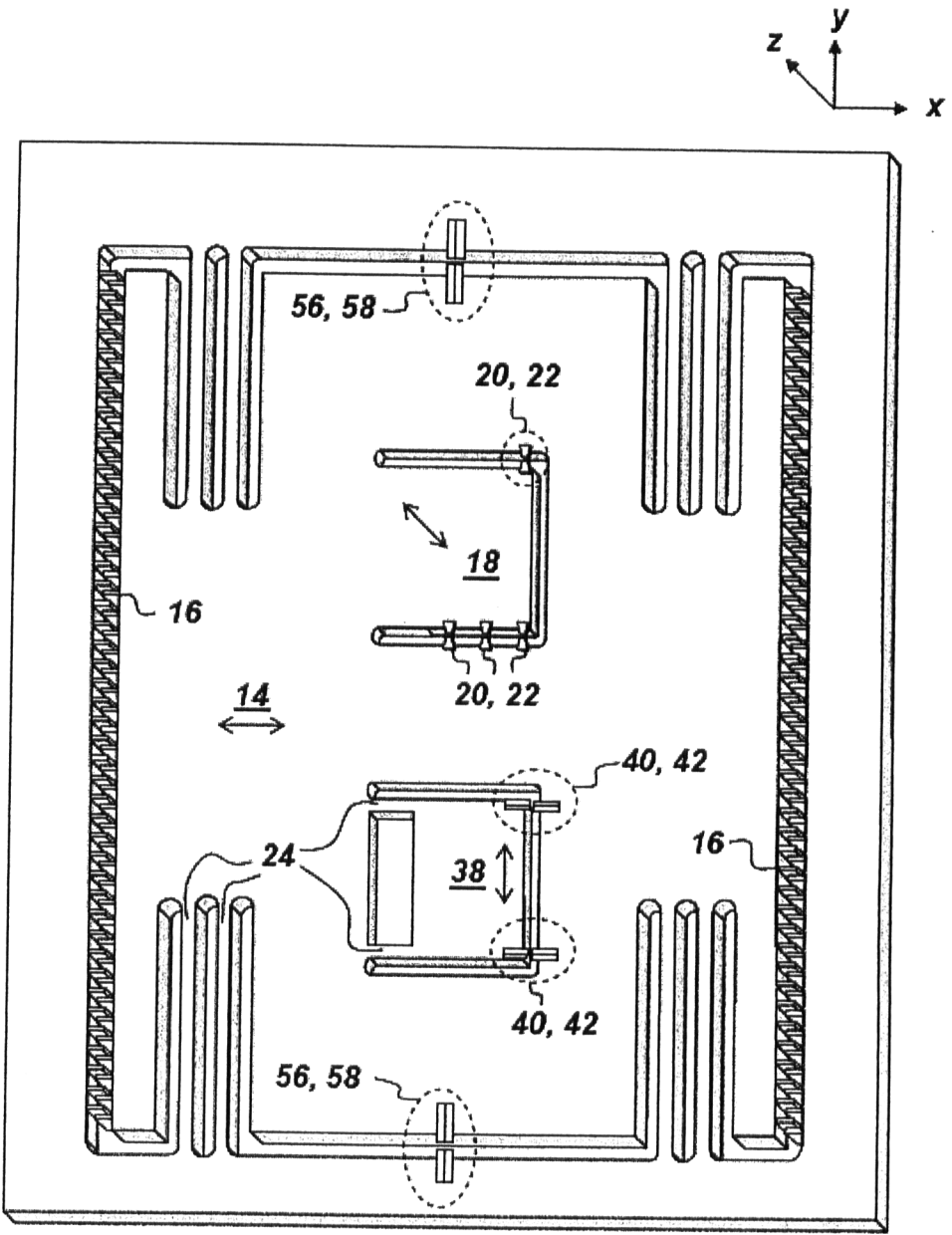
第 5B 圖



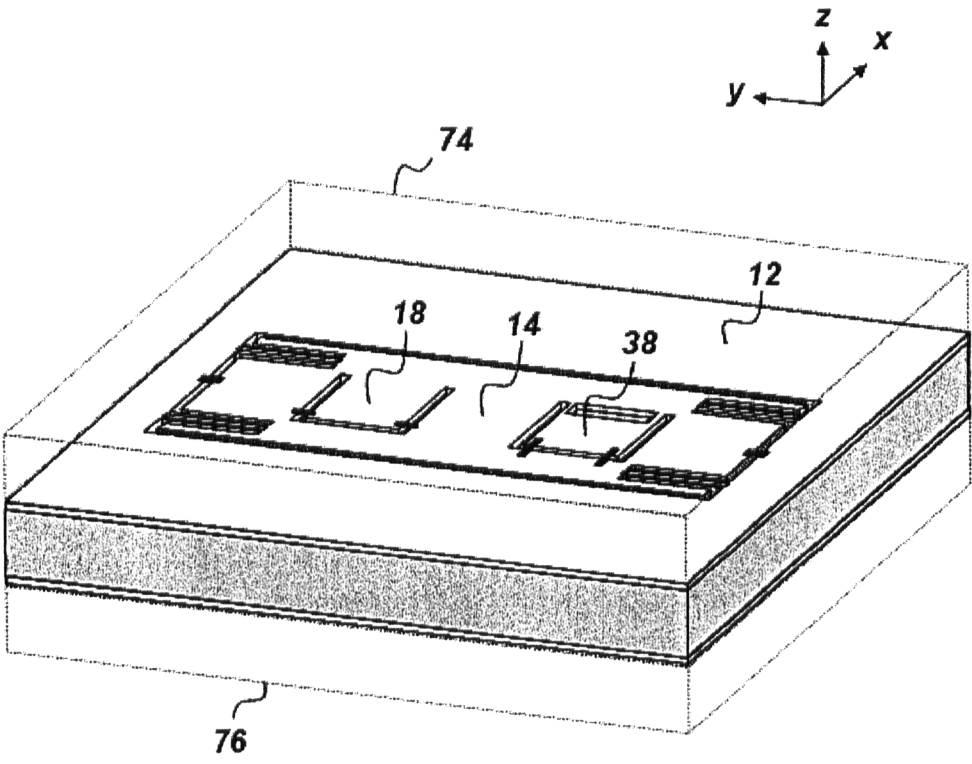
第 5C 圖



第 6 圖



第 7 圖



第 8 圖