

(21)申請案號：099132280

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 09 月 24 日

(51)Int. Cl. : **H02N2/10 (2006.01)**

(71)申請人：國立臺灣大學(中華民國) NATIONAL TAIWAN UNIVERSITY (TW)

臺北市大安區羅斯福路 4 段 1 號

(72)發明人：張所銘 CHANG, SHUO HUNG (TW)；江舜傑 CHIANG, SHUN CHIEH (TW)

(74)代理人：黃孝惇

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：5 共 21 頁

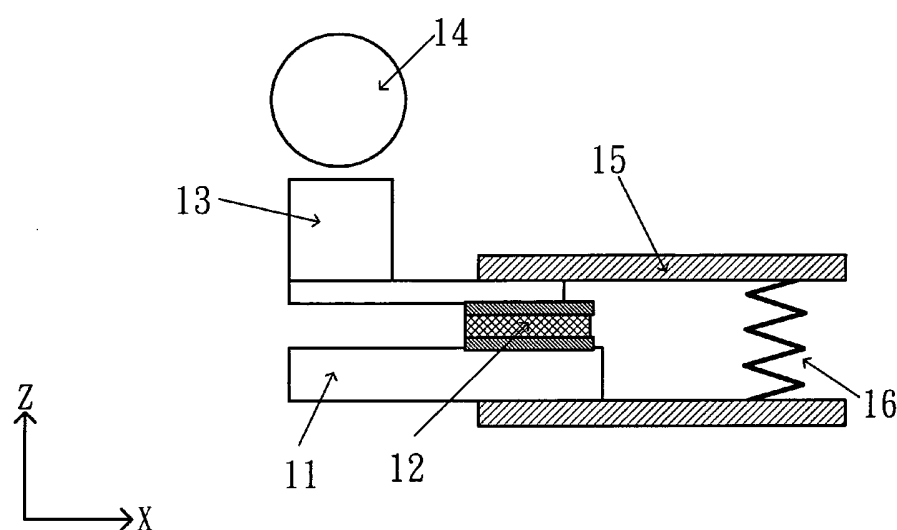
(54)名稱

一種具有預壓元件之三自由度球狀超音波馬達裝置

A THREE DOF VIBRATION ACTUATOR WITH FLAT MECHANISM

(57)摘要

本發明之一種具有預壓元件之三自由度球狀超音波馬達裝置，其包括了基座，四片壓電片，具有圓盤之摩擦管，轉子，預壓元件以及彈簧等元件所組合而成。本發明具有扁平化，簡單化之結構形狀，並使得結構之剛性提高，且可降低生產成本。



11：基座

12：四片壓電片

13：具有摩擦管之圓盤

14：轉子

15：預壓元件

16：彈簧

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明為一種三自由度球狀超音波馬達裝置，特別是一種具有預壓元件之三自由度球狀超音波馬達裝置。

【先前技術】

傳統之三自由度球狀超音波馬達，其操作原理乃藉由壓電片之使用以激發金屬彈性體的振動模態，進而產生驅動力以提供動力來源。故而為增加其轉動的效率，多會使用長度較長，且幾何形狀特殊，且具有大面積片狀特徵之金屬彈性體。但儘管如此，具有前述特徵之金屬彈性體仍舊無法使超音波馬達具有良好的剛性，且無法使用於極扁平化形狀的應用領域，且亦因增加了較多的加工步驟，產生了繁複的加工製程問題。

而在傳統上，另一種三自由度球狀超音波馬達技術則係使用了多個行進波式定子，以合成轉動的方式達到三自由度的運動，但因為每個定子均會遮蔽或是限制某一程度的轉動與可能的運用，反而使其應用領域受到了限制。

在傳統的相關專利文獻中，習知技術如美國專利編號第 5678099 號即是以四個行進波式超音波馬達定子合成轉矩，進而達到多自由度驅動之目的，但多

個定子會造成球狀轉子所被遮蔽的表面積增加，以及控制系統的複雜化，故而不符合實際狀況之使用。又如美國專利編號第 6404104 號之三自由度振動裝置，其幾何外型為一圓柱狀定子，以兩組壓電片（一組為圓柱長度方向之振動，一組為圓柱彎曲之振動），設計了特殊的幾何外型與長度，可使整體裝置（包括金屬圓柱與壓電片）之共振頻率與兩組壓電片的輸入頻率互相符合並藉此而驅動，但因需使用金屬圓柱的共振頻率以進行驅動，故需要相當長度的金屬圓柱，故造成了裝置的體積過於龐大，無法符合實際狀況之使用。續參考如美國專利編號第 6819029 號中所提出之三自由度振動致動裝置，其雖可達成扁平化之目的，但必須以八個排成米字型的壓電片，以激發具有特殊幾何結構之金屬彈性體的振動模態，但因其形狀相當複雜，故需要較昂貴或繁複之加工製程，進而提高了製造成本。

故而為了能產生更有效率的三自由度球狀超音波馬達，故需要研發提出新式之具有高剛性，極扁平化，單定子等特徵之壓電馬達技術，提供產業界能掌握更佳的三自由度球狀超音波馬達，且可運用於相關產業；藉以增加三自由度球狀超音波馬達的應用範圍且能降低其相關的製造成本。

【發明內容】

本發明之一種具有預壓元件之三自由度球狀超音波馬達裝置，其包括了基座，四片壓電片，具有摩擦管之圓盤，轉子，預壓元件以及彈簧等元件所組合而成。

本發明之特徵係藉由輸入具有相位差的驅動信號至同一軸上的兩個壓電片，可使得圓盤上的摩擦管進行傾斜的運動，而具有順序的傾斜運動則使得摩擦管可進行橢圓形的運動軌跡。

本發明之特徵係未使用金屬彈性體的共振頻率以進行驅動，而係以預壓元件中的彈簧加上壓電片的共振頻率進行驅動。

本發明之特徵係將預壓元件設計成扁平化形狀，而使得壓電馬達之定子可以無須進行設計成長度過長，體積過大或是特殊複雜之幾何形狀，故具有輕便之特性。

本發明之特徵係使超音波馬達具有扁平化，簡單化之結構形狀，並使得超音波馬達結構之剛性提高，降低生產成本。

為讓本發明的上述和其他目的、特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉較佳實施例，並配合附圖以詳細說明如下。

【實施方式】

本發明係為一種具有預壓元件之三自由度球狀

超音波馬達裝置，詳如下列說明所示：

如第 1 圖所示為本發明之一種三自由度球狀超音波馬達裝置之基本構造示意圖，其元件包括了由基座 11，四片壓電片 12，以及具有摩擦管之圓盤 13 等所組合而成。

仍如第 1 圖所示，基座 11 係以鋁金屬所製成，其直徑約為 50 公釐 (mm)，高約 6 公釐，其功能係用以承載固定 4 片壓電片 (以陶瓷壓電材料或是以電致伸縮材料所製成) 12 與吸收該三自由度球狀超音波馬達裝置本體之振動。

續如第 1 圖所示，定義出 X 座標軸，Y 座標軸，以及 Z 座標軸的方向，而其中 4 片壓電片 12 分別裝設於基座 11 的 X 座標軸，Y 座標軸，-X 座標軸，以及 -Y 座標軸等位置上。

續如第 1 圖所示，具有摩擦管之圓盤 13 裝設於 4 片壓電片 12 上，其直徑約為 40 公釐，厚度約為 1 公釐，圓盤或是可形成為方型，三角等形狀，而於其上具有一個管狀凸起 (外徑約為 12 公釐，內徑約為 10 公釐，高約為 5 公釐) 而形成具有摩擦管之圓盤 13，其功用係為進行摩擦一轉子 14 (如第 2 圖所示)，而該轉子 14 可為陶瓷材料製成之球，或為金屬材料製成之球，或為塑膠材料製成之球，而轉子之直徑約為 15 公釐。

如第 2 圖所示為本發明之一種具有預壓元件之三

自由度球狀超音波馬達裝置的整體剖面示意圖，其元件包括了基座 11，4 片壓電片 12，具有摩擦管之圓盤 13 外，更包括了轉子 14，預壓元件 15 以及彈性裝置 16。即在每一個壓電片 12 上均有一個預壓元件 15(其包括如夾子，以及金屬片等所製成)，而其功能係將基座 11，4 片壓電片 12，具有摩擦管之圓盤 13 夾住固定，並施以一適當的預壓力，且共計有 4 個預壓力。而彈性裝置 16 可採用各種彈簧，例如拉伸彈簧、壓縮彈簧、扭力彈簧、板狀彈簧以及片狀彈簧等各式彈簧。

本發明主要驅動方式為分別在 4 個壓電片輸入交流電訊號以進行驅動，包括輸入具有相位差的正弦波，三角波，鋸齒波或其他電壓周期性改變之交流電信號，且其交流電信號之頻率為其全體預壓元件與全體壓電片之共振模態頻率。而可藉由輸入前述交流電信號以進行各種運動，且由各種運動的組合以達到驅動，其驅動運動原理詳述如下：

如第 3A 圖所示之 X 座標軸方向驅動原理，即在 Y 座標軸與 -Y 座標軸上的壓電片 12，如第 3A 圖中所示之 D 通道 (channel) 與 C 通道，分別輸入具有相位差，通常為 60 度至 105 度的正弦波電流。故而如第 3B 圖所示，使得具有圓盤之摩擦管 13 於 YZ 座標軸平面上，依序的進行傾斜運動，並造成類似橢圓型的運動軌跡，進而帶動轉子 14 進行 Θ x 方向之轉動，而欲

進行反方向的轉動，如 $-\Theta_x$ 方向的轉動，則對換 D 通道與 C 通道的輸入信號即可。

如第 4A 圖所示之 Y 座標軸方向驅動原理，即在 X 座標軸與 $-X$ 座標軸上的壓電片 12，分別輸入具有相位差，通常為 60 度至 105 度的正弦波電流。故而如第 4B 圖所示，使得具有圓盤之摩擦管 13 於 XZ 座標軸平面上，依序的進行傾斜運動，並造成類似橢圓型的運動軌跡，進而帶動轉子 14 進行 Θ_y 方向之轉動，而欲進行反方向的轉動，如 $-\Theta_y$ 方向轉動，則對換 A 通道與 B 通道的輸入信號即可。

如第 5A 圖所示之 Z 座標軸方向驅動原理，即在 X 座標軸，Y 座標軸， $-X$ 座標軸，以及 $-Y$ 座標軸上的壓電片 12，分別依序輸入具有相位差，通常為 90 度的正弦波電流。故而如第 5B 圖所示，使得具有圓盤之摩擦管 13 於 XY 座標軸平面上，依序的進行傾斜運動，並造成類似橢圓型的運動軌跡，進而帶動轉子 14 進行 Θ_z 方向之轉動，而欲進行反方向的轉動，如 $-\Theta_z$ 方向的轉動，則將原輸入 A 通道，D 通道，B 通道，以及 C 通道等各通道的順時針信號順序，改成輸入 C 通道，B 通道，D 通道，以及 A 通道等各通道的逆時針信號順序即可。

與傳統技術之原理相比較，本發明未使用金屬彈性體的共振頻率以進行驅動，卻採用預壓元件中的彈簧加上壓電片的共振頻率原理以進行驅動，主要因

為預壓元件具有扁平化之形狀，使得壓電馬達之定子不需要設計成為長度過長，體積過大或是其他之特殊複雜的幾何形狀。

以上所述僅為本發明之較佳實施例而已，並非用以限定本發明之申請專利範圍；凡其它未脫離本發明所揭示之精神下所完成之等效改變或修飾，均應包含在下述之申請專利範圍內。

【圖式簡單說明】

第 1 圖所示為本發明之三自由度球狀超音波馬達裝置之基本構造示意圖。

第 2 圖所示為本發明之具有預壓元件之三自由度球狀超音波馬達裝置的剖面示意圖。

第 3A 圖所示為 X 座標軸方向驅動原理。

第 3B 圖所示為於 YZ 座標軸平面上的運動軌跡。

第 4A 圖所示為 Y 座標軸方向驅動原理。

第 4B 圖所示為於 XZ 座標軸平面上的運動軌跡。

第 5A 圖所示為 Z 座標軸方向驅動原理。

第 5B 圖所示為於 XY 座標軸平面上的運動軌跡。

【主要元件符號說明】

11 基座

12 四片壓電片

13 具有摩擦管之圓盤

201214943

14 轉子

15 預壓元件

16 彈簧

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：PP/32280

※申請日：99.9.24

※IPC分類：

一、發明名稱：(中文/英文)

H01V2/20

一種具有預壓元件之三自由度球狀超音波馬達裝置/A
three DOF vibration actuator with flat mechanism

二、中文發明摘要：

本發明之一種具有預壓元件之三自由度球狀超音波馬達裝置，其包括了基座，四片壓電片，具有圓盤之摩擦管，轉子，預壓元件以及彈簧等元件所組合而成。本發明具有扁平化，簡單化之結構形狀，並使得結構之剛性提高，且可降低生產成本。

三、英文發明摘要：

The invention discloses a 3 DOF vibration actuator with flat mechanism, and the operating frequency is the resonance frequency of stator and preload mechanism. The invention is very low operating voltage and very close angular velocity in each rotation axis, which can simply the input signals and can reduce the volume of control system.

七、申請專利範圍：

1. 一種具有預壓元件之三自由度球狀超音波馬達裝置，至少包含：

一基座；

複數片壓電片，複數片壓電片裝設於該基座上；

一具有摩擦管之圓盤，裝設於複數個壓電片上；

一轉子，該轉子置放而非固定於該具有摩擦管之圓盤上；

一預壓元件，該預壓元件夾住固定該基座，該複數片壓電片，該具有摩擦管之圓盤並施以一適當的預壓力；以及

一彈性裝置以形成該具有預壓元件之三自由度球狀超音波馬達裝置。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之具有預壓元件之三自由度球狀超音波馬達裝置，其中該基座係由一金屬材料，以及一塑膠材料等材料群組中所選出。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之具有預壓元件之三自由度球狀超音波馬達裝置，其中該壓電片之材料係由一陶瓷壓電材料與一電致伸縮材料等群組中所選出。

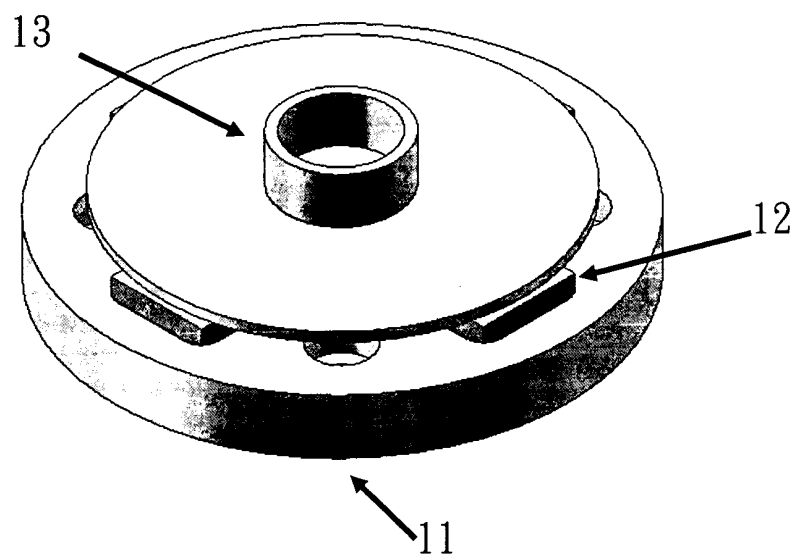
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之具有預壓元件之三自由度球狀超音波馬達裝置，其中該具有摩擦管之圓盤更包含一方型形狀以及一三角形狀。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之具有預壓元件之三自

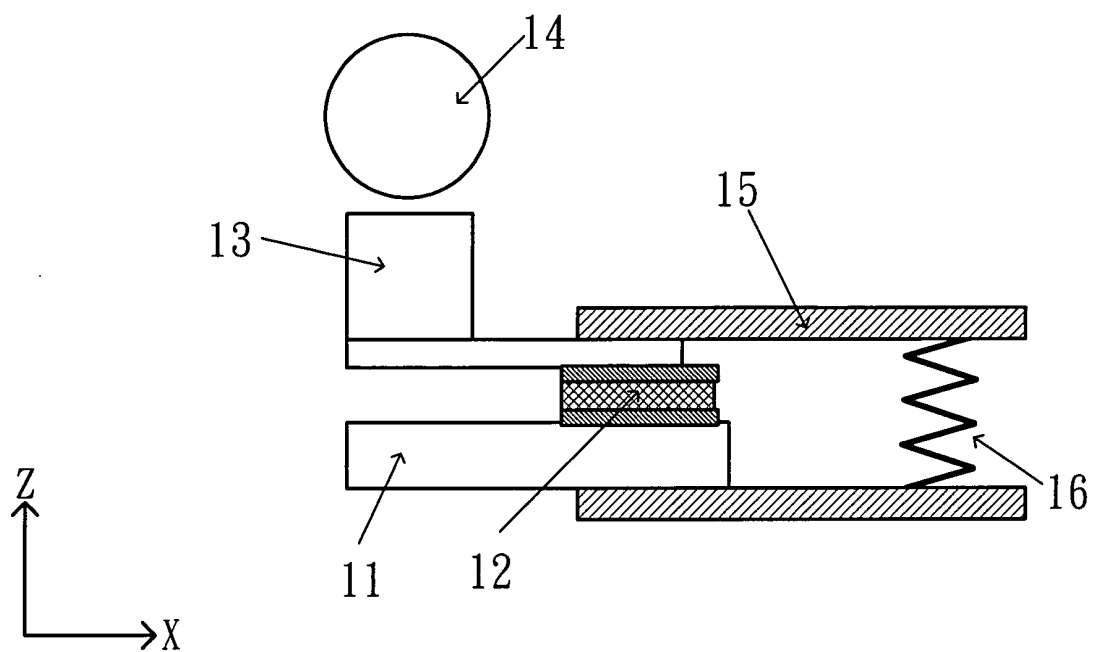
由度球狀超音波馬達裝置，其中該轉子係由一陶瓷材料，一金屬材料，以及一塑膠材料等材料群組中所選出。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之具有預壓元件之三自由度球狀超音波馬達裝置，其中該預壓元件係由一夾子，以及一金屬片等群組中所選出。
7. 如申請專利範圍第 1 項所述之具有預壓元件之三自由度球狀超音波馬達裝置，其中該彈性裝置係由一拉伸彈簧、一壓縮彈簧、一扭力彈簧、一板狀彈簧以及一片狀彈簧等群組中所選出。
8. 一種具有預壓元件之三自由度球狀超音波馬達裝置之驅動方法，係分別在複數個壓電片輸入交流電訊號以進行驅動。
9. 如申請專利範圍第 8 項所述之具有預壓元件之三自由度球狀超音波馬達裝置之驅動方法，其中該交流電訊號係由一正弦波，一三角波，以及一鋸齒波群組中所選出。
10. 如申請專利範圍第 8 項所述之具有預壓元件之三自由度球狀超音波馬達裝置之驅動方法，其中該交流電信號的頻率為全體預壓元件與全體壓電片之一共振模態頻率。

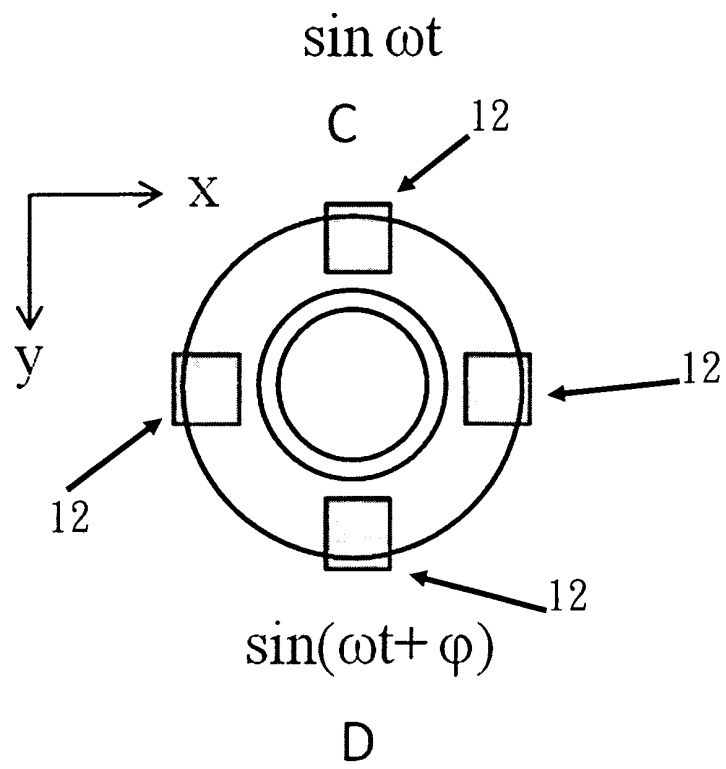
八、圖式：



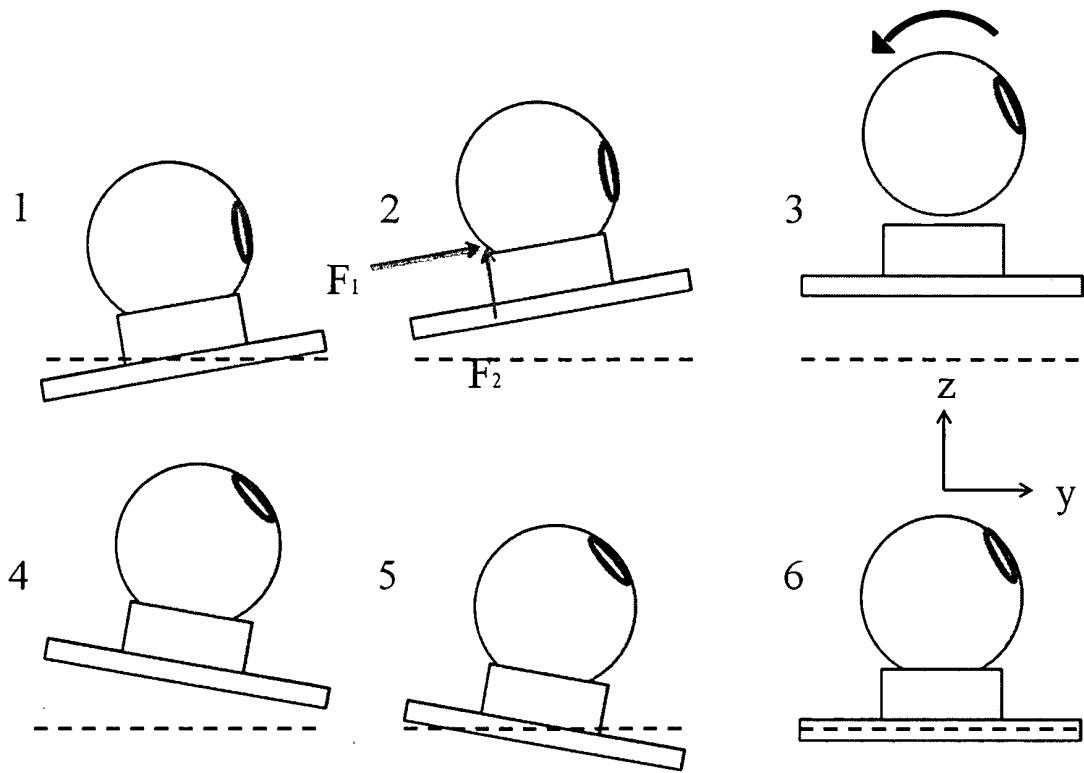
第 1 圖



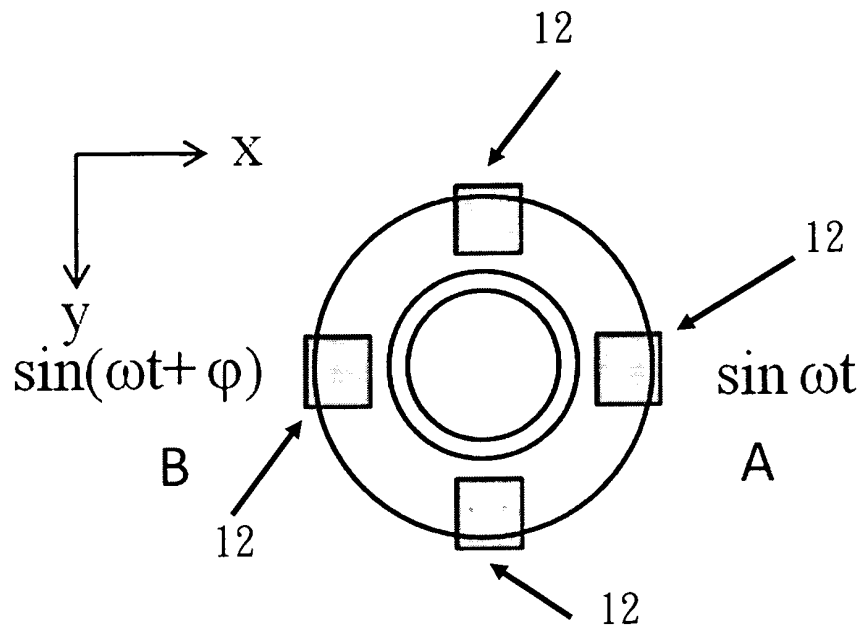
第 2 圖



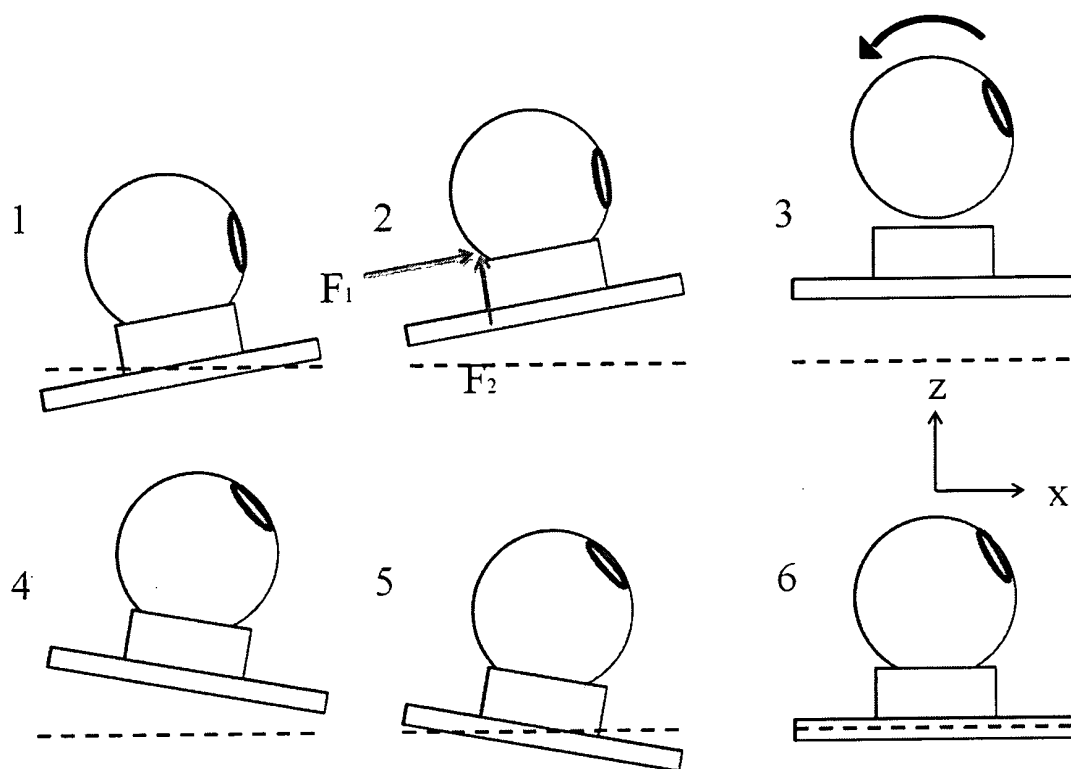
第 3A 圖



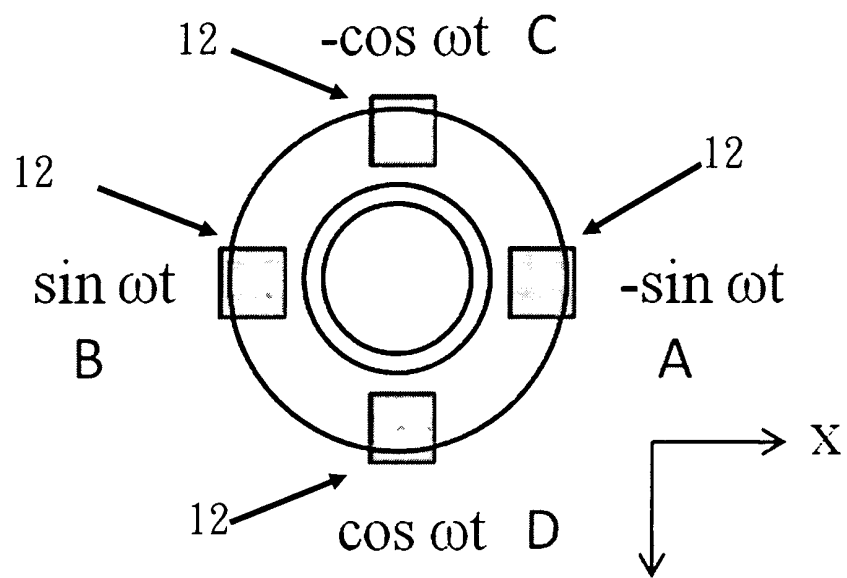
第 3B 圖



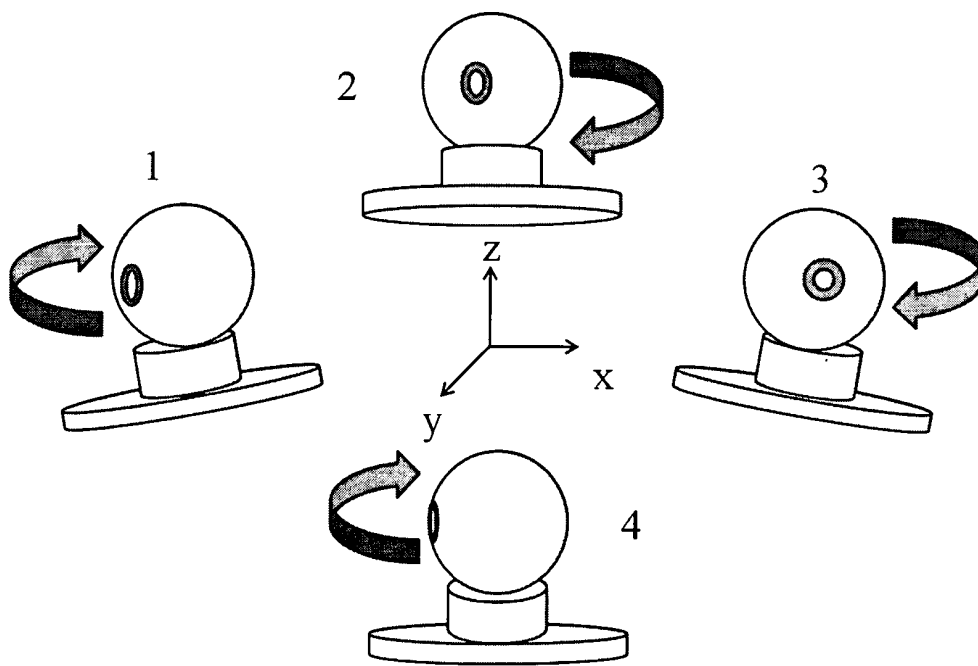
第 4A 圖



第 4B 圖



第 5A 圖



第 5B 圖

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 2 圖

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

11 基座

12 四片壓電片

13 具有摩擦管之圓盤

14 轉子

15 預壓元件

16 彈簧

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無