

公 告 本

90年11月20日
修正
補充

申請日期	89.10.19
案 號	89121945
類 別	H01221/00

A4
C4

498397

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書

一、發明 名稱	中 文	長行程精密壓電驅動裝置
	英 文	Long-Stroke Precision Piezoelectric Actuator
二、發明 人	姓 名	戴鴻名 林慶芳 陳燦林
	國 籍	中華民國
	住、居所	台南市北區崇安街70巷10之4號5樓 彰化市辭修北路198巷11號 新竹市金竹路126號3樓之3
三、申請人	姓 名 (名稱)	財團法人工業技術研究院
	國 籍	中華民國
	住、居所 (事務所)	新竹縣竹東鎮中興路四段195號
	代 表 人 姓 名	翁政義

裝

訂

線

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C 分類：

A6
B6

本案已向：

國（地區） 申請專利，申請日期： 案號： ，☐有 ☐無主張優先權

本案在申請前未曾向中華民國以外之國家申請專利

有關微生物已寄存於： ，寄存日期： ，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明(1)

發明之背景

1. 發明之領域

本發明係關於一種長行程、高定位解析度之壓電驅動裝置；該裝置利用一特殊之撓性傳動機構、兩個壓電驅動器、以及特殊之控制方式，達成精密定位之效果。

2. 先前技藝之說明

壓電驅動裝置已經為微米級與奈米級精密定位系統最常採用之驅動方式。熟知之發明如美國專利第3,902,084、第3,908,085號（即Inchworm驅動方式，1974年）、第5,332,942號（1994年）是以兩個以上之壓電驅動器夾持並推動圓柱狀輸出軸，遂行微步進式驅動。美國專利第5,939,816號（1999年）以特殊積層式壓電驅動器（Dimorph stack）遂行微驅動之目的。該壓電驅動器由多層經特殊極化之壓電片構成，透過電極對這些壓電片施加電壓，使壓電片產生剪切變形，該累積之變形即可使積層壓電驅動器推動被驅動體。

上述壓電驅動裝置皆需要多個特殊外型與製作方式之壓電片，而且控制的方法亦較繁複。以Inchworm為例，除了需要多個特定外型之壓電驅動器之外，因輸出軸乃位於各夾鉗（clamp）之中，所以輸出軸之外型、尺寸以及精度必須受限於夾鉗。而其它以特製積層式壓電驅動器所製成之裝置，除了控制上較為繁複外，亦不易以一般標準之壓電驅動器加以製作。這些種種因素皆造成發展長行程高精密度定位系統的困難。

五、發明說明(2)

發明之概述

本發明之目的，為提供一使被動體達到長行程運動、高定位解析度、可程式之位移解析度、可程式之運行速度、以及可以單一命令源驅動之裝置。

為達成上述目的，本發明揭示一種長行程壓電驅動裝置，供驅動一被驅動體，該裝置包含兩個壓電驅動器、以及至少一個微型撓性離合單元；其中一個壓電驅動器推動該微型撓性離合單元，使該撓性離合單元與被驅動體之間形成類似離合器之動作；另一壓電驅動器則以舒張或收縮之動作，間歇性地推動被驅動體。換言之，前者決定後者是否有效地將力量輸出至被驅動體上。該微型撓性離合單元利用撓性鉸之設計，產生特殊機構功能，並使輸入與輸出點之間位移或力量，產生放大或縮小之作用。被驅動體可依不同之機構安排，作無限長之直線運動或圓周運動。

兩壓電驅動器可以由弦波或方波之電壓或電荷命令驅動。其中，推動被驅動體之壓電驅動器所受命令的相位，落後90度於微型撓性離合單元驅動器所受之命令。如此的安排，單一輸入命令即可驅動該長行程微驅動裝置。此外，運用適當的控制技巧，可使被動體達到長行程運動、高定位解析度、可程式之位移解析度、以及可程式之運行速度。經回授控制，定位精度可達10奈米(10 Nano-meters)。

圖式之簡單說明

圖1(A)顯示一根據本發明之第一較佳實施例而成之長行程微驅動裝置1之側視示意圖；

五、發明說明(3)

圖 1(B) 為沿圖 1 中之截面線 B-B 所截取之截面圖；

圖 1(C) 為沿圖 1 中之截面線 C-C 所截取之剖斷上視圖；

圖 2 顯示一根據本發明之第一實施例而成之微型撓性離合單元之側視圖；

圖 3 為圖 2 所示撓性離合單元之受力分析示意圖；

圖 4 顯示一根據本發明之第二實施例而成之微型撓性離合單元之立體示意圖；

圖 5 為圖 4 所示撓性離合單元之受力分析示意圖；

圖 6 顯示本發明所揭驅動裝置之一裝設於一被驅動體上之側視示意圖；

圖 6(A) 為圖 6 中之部份構造放大示意圖，顯示被驅動體之內壁與撓性離合單元每個離合面之間存在有 u_1 間隙；

圖 7(A) 顯示本發明所揭驅動裝置之另一按裝例之側視示意圖；

圖 7(B) 顯示本發明所揭驅動裝置之另一按裝例之側視示意圖；

圖 8 為一驅動命令源與各壓電驅動器間之電路關係的方塊示意圖；

圖 9(A) 顯示各用以驅動第一與第二壓電驅動器之波形的波形圖；

圖 9(B) 顯示在圖 9(A) 所示波形下被驅動體之位移情形曲線圖；

圖 10 為一用以驅動各壓電驅動器之另一電路方塊圖；

圖 11 顯示一根據本發明之第三實施例而成之壓電驅動裝置

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 (4)

之立體示意圖；

圖12(A)顯示本發明所揭壓電驅動裝置與另一種被驅動體間之組合態樣立體示意圖；及

圖12(B)為圖12(A)之側視示意圖。

圖式符號之說明

1	壓電驅動裝置	101	第一壓電驅動器
102	固定部	103	傳動件
104	第二壓電驅動器	105,205	撓性離合單元
110	被驅動體	111	滾輪
112	夾持件	105a,205a	受力部
105b,205b	離合塊	105c	連桿
105d,205d	離合面	105e,205e	撓性鉸鏈
105f	受持部	205c	頂桿
205f	固定塊	603	線性滑軌
604	加工面	605,606	磁鐵
607,608	鐵材	701,702	受動體
1101	預壓器	1102	固定座
1201	壓電驅動裝置	1202	被驅動體
F	第二壓電驅動器施加於受力部之力		
G	相位處理器	G _K	增益控制器
U	輸入命令		
V	較輸入命令U落後90度之信號		
X	第一方向	Y	第二方向
Z	第三方向		

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂

五、發明說明 (5)

g	間隙
δ_{105a}	受力部105a之位移距離
δ_{105d}	離合面105d之位移距離
δ_{205a}	受力部205a之位移距離
δ_{205d}	離合面205d之位移距離

較佳具體實例之說明

圖1(A)顯示一根據本發明之第一較佳實施例而成之長行程微驅動裝置1之側視示意圖；如圖1(A)並參考圖1(B)及圖1(C)所示，本發明所揭長行程精密壓電驅動裝置1包含：一第一壓電驅動器101、一固定部102、一傳動件103、一第二壓電驅動器104、以及一微型撓性離合單元105，此等構件被容置於一被驅動體110之一受驅動溝中，而被驅動體110則可為一定位平台，或任何需要精密定位之基座，例如為光學鏡片之基座等。

固定部102供將微驅動裝置1固定於任意機台適當位置，而使各構件可安置於被驅動體110之受驅動溝中。

第一壓電驅動器101在作用上用以負責實際推動一被驅動體110，其可為積層式壓電驅動器且具有兩端，該兩端在壓電驅動器101受到偏壓時，會在一第一方向X上向外延伸，且其中一端固定於固定部102，另一端固定於傳動件103。

傳動件103呈扁長直立狀，其一端與第一壓電驅動器101之該另一端連結，前側面設有兩組滾輪111以及一夾持件112。夾持件112由上下兩方向夾持第二壓電驅動器104；滾

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明(6)

輪111用以維持微型撓性離合單元105相對於傳動件103之橫向位置。

第二壓電驅動器104亦為積層式壓電驅動器，其為夾持件112由上下方向所夾持，且具有可在一第一方向X延伸之兩端，該兩端緊密固定於微型撓性離合單元105之如下所述受力部上。

微型撓性離合單元105用以可舒張後緊貼被驅動體110內壁，而在第一壓電驅動器101之作動下驅動被驅動體110。如圖2所示，撓性離合單元105包含：兩受力部105a、兩離合塊105b、以及四支連桿105c。兩離合塊105b之兩端外側面形成有共四個力離合面105d，內側面分別與四支連桿105c之各其中一端鏈結，且形成有四個受傳動件103固持之受持部105f。各受持部105f為四個固定於傳動件103上之滾輪111所夾持，而能在一垂直於第一方向X之第二方向Y上移動。四支連桿105c之各另一端再成對鏈結並與兩受力部105a分別鏈結。各鏈結分別透過撓性鉸鏈105e達成。第二壓電驅動器104緊密置於兩受力部105a之間。

藉由透過電力驅動而使第二壓電驅動器104於一第一方向X上產生伸張或收縮驅動，將可使撓性離合單元105之各離合面105d在一垂直於第一方向X之第二方向Y移動，而頂緊或離開被驅動體110之受驅動溝內側表面，進而使傳動件103與被驅動體110結合在一起或分離。

圖3顯示上述微型撓性離合單元105受第二壓電驅動器104驅動時之力量分析示意圖。當兩受力部105a受第二壓電驅動

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明(7)

器104所推動時，由於滾輪111之限制，離合塊105b上之離合面105d會沿Y軸方向向外分開，且其幾何位置可藉由比例估計出來。例如，在圖3中，其中一受力部105a與離合面105d之位移距離分別為 δ_{105a} 與 δ_{105d} ， $|\delta_{105a}/\delta_{105d}|=a/b$ 。若 $a/b > 1$ ，則第二壓電驅動器104之位移輸出可被放大；若 $a/b < 1$ ，則第二壓電驅動器104之輸出位移被縮小，但力量放大。

圖4顯示另一根據本發明之第二實施例而成之微型撓性離合單元205。每一撓性離合單元205包含：二個離合塊205b、兩支頂桿205c、以及一固定塊205f。固定塊205f供被固定於一定點而作為受持部；二離合塊205b相對而設，且各有其中一端之外側面形成力離合面205d，各另一端則相鏈結並形成一受力部205a；兩頂桿205c之各其中一端與該固定塊205f鏈結，各另一端呈發散狀與二離合塊205b鏈結；各鏈結分別透過撓性鉸鏈205e達成。使用時，以兩個撓性離合單元205配合一第二壓電驅動器104使用，且將第二壓電驅動器104置於兩以相反方向相對而設之離合單元205之間，且緊密置於兩受力部205a之間；惟，相對於此實施例所揭離合單元205，亦可僅利用一個離合單元配合一個第二壓電驅動器104使用，此時第二壓電驅動器104之未緊貼撓性離合單元205之一端可固定於一固定於傳動件103上之固定擋板（未圖示）。

圖5顯示圖4所示撓性離合單元205之力量分析示意圖。當兩受力部205a受第二壓電驅動器104所推動時，受到固定塊

五、發明說明(8)

205f與頂桿205c之抵頂，離合塊205b上之離合面205d會向外分開，且其位移或力量關係，亦可以很容易地由受力部205a與離合面205d之幾何關係估計出來為 $|\delta_{205a}/\delta_{205d}|=a/b$ 。

圖6及6(A)顯示一根據本發明之第一實施例而成之驅動裝置裝設於一位於一滑軌上之被驅動體之側視圖。被驅動體110之內壁與撓性離合單元105每個離合面105d之間存在有2至20 μm 之間隙g，該間隙大小可與所用之壓電驅動器104之行程，以及微型撓性離合單元105幾何尺寸相互配合。若微型撓性離合單元之各離合面105d行程只有5 μm ，則間隙必需在5 μm 之內。被驅動體110以線性滑軌603運動於一精加工面604上。可用多種不同預壓方式，減小因導軌內間隙所造成之影響。長條狀鐵材607和608固定於基座604上；磁鐵605、606與鐵材607、608間之磁力可做為施加於被驅動體上之預壓力。

圖7(A)與7(B)分別例示兩種不同空間安排的驅動系統設計，用來推動受動體701和702。圖7(A)中之微型撓性離合單元105之輸出力方向為垂直方向；圖7(B)中微型撓性離合單元105之輸出力方向為水平方向。圖7(B)中的安排可以減小機構在Y方向的空間需求。

圖8表示控制該長行程微驅動裝置方法之方塊圖。該圖之方塊G表示相位處理器；方塊 G_K 表示一增益控制器。輸入命令U可為弦波或方波之電壓或電荷。當輸入命令U為正值時，壓電驅動器104（圖8之PZT B）使微型撓性離合單元

五、發明說明(9)

105頂緊被驅動體110內壁。同時，較輸入命令U落後90度之信號V再驅動壓電驅動器101（圖8之PZT A），以推動被撓性離合單元105頂緊之被驅動體110。

圖9(A)說明信號U與V之相位關係。該圖中標示虛框線之各個區段為壓電驅動器101有效推動被驅動體110之動作區間。U與V之相位差可依機械配合間隙大小稍作調整。圖9(B)表示被驅動體110以步階方式前進。若欲使被驅動體逆向移動，只要再將V反向180度，意即相位處理器G改為領先90度，即可達成。若控制U輸入特殊之波形以及不同頻率，則被驅動體之速度加速度特性可有豐富的變化。此長行程微驅動裝置可以如圖8之方式作開迴路之位置控制。

又，若欲確保足夠之定位精度，可以用如圖10之方式作閉迴路之位置控制。在閉迴路位置控制的情況下，被驅動體110的位置Y鎖近目標點 X_{ref} 時，離合單元保持撐緊鎖定被驅動體110，再利用位置誤差值 e 細微地調整 G_k 、以及輸入壓電驅動器101之命令V，以微調被驅動體位置，直到誤差小於所欲定位解析度為止。

此外，可以施加適當的預壓於壓電驅動器101上，以提昇該壓電驅動器之特性，如圖11所示之第三實施例。圖11表示一種預壓的方式。作為一預壓器之彈簧1101一端繫於固定座1102，另一端繫於傳動件103。彈簧張力使得固定部102和1102間之壓電驅動器101承受預壓。藉此將可以使得位移更為精確。

圖12(A)和12(B)表示另一長行程微驅動裝置之設計。在該

五、發明說明 (10)

設計中，驅動器1201與圖2所示之設計相同，唯被驅動體1202受適當之拘束，以a-a為軸心作圓週運動。

綜合上述，根據本發明之設計，透過離合單元與壓電驅動器之交互推動，將可以獲得一既可獲得精密且長行程的驅動裝置。惟，習於此技藝人士，不難由以上之說明，明白本發明之精神，並據以做出不同之變化與衍生。因此，只要不超出本發明之精神，均應在本發明範圍之內。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

四、中文發明摘要(發明之名稱： 長行程精密壓電驅動裝置)

本發明提出一新的壓電驅動裝置及其驅動控制方法，以達到長行程運動和高定位解析度之目的。該壓電驅動裝置，包括一產生進給推力之壓電驅動器、以及一產生離合器作用之壓電驅動微型撓性離合單元。該驅動裝置具有可程式之位移解析度，可程式之運行速度和可由單一驅動命令驅動等功能。運用該裝置，可使被驅動體作步階式線性或圓周長行程運動，待該被驅動體接近目標時，壓電驅動器即展開平順的微調動作，以達成高定位精度之特性。

英文發明摘要(發明之名稱：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

1. 一種長行程精密壓電驅動裝置，用以驅動一被驅動體，包含：
 - 一固定部，供固定於一機台上；
 - 一第一壓電驅動器，具有可受電壓驅動而在第一方向上伸展之兩端，其中一端固定於該固定部上；
 - 一傳動件，固定於該第一壓電驅動器之另一端上，而可在該第一方向上相對於該被驅動體前進；
 - 一第二壓電驅動器，為該傳動件所固持，且具有可受電壓驅動而自由伸展之兩端；以及
 - 一微型撓性離合單元，至少具有一受力部、一離合面、以及一受該傳動件所固持之受持部，該受力部連結該第二壓電驅動器之其中一端，且在為該其中一端所推動時，會使該離合面在一垂直於該第一方向之第二方向上移動而頂緊被驅動體，以將第一壓電驅動器受電壓驅動在第一方向之位移及力量經由傳動件及微型撓性離合單元傳達至被驅動體。
2. 如申請專利範圍第1項之裝置，其還包含一預壓器，其施加預壓於該第一壓電驅動裝置之另一端上。
3. 如申請專利範圍第1項之裝置，其係受單一命令源所驅動，且該命令源進入該第一壓電驅動器與第二壓電驅動器之相位不同。
4. 如申請專利範圍第3項之裝置，其中該命令源經由一閉迴路系統控制被驅動位置，且在該被驅動體接近目標點後，

六、申請專利範圍

再利用該閉迴路系統中之一位置誤差值，微調被驅動體位置。

5. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該撓性離合單元包含：兩受力部、兩離合塊、以及四支連桿，各該離合塊具有兩端，且各端形成有一離合面，兩端之間形成有該受持部供為該傳動件所固持；該等四支連桿之各其中一端與該等離合塊之兩端鏈結，各另一端成對鏈結，並與該兩受部分別鏈結，各鏈結由撓性鉸鏈所一體成型。
6. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該撓性離合單元包含：兩離合塊、一固定塊、兩頂桿；該固定塊為該傳動件所固持並形成該受持部；該兩離合塊具有兩端，各其中一端形成該離合面，各另一端相鏈結並形成該受力部，且為該第二壓電驅動器所連結；該兩頂桿之各其中一端與該固定塊鏈結，各另一端呈發散狀與該兩離合塊鏈結，各鏈結由撓性鉸鏈一體成型。
7. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該被驅動體在該驅動裝置之驅動下，作圓周運動。

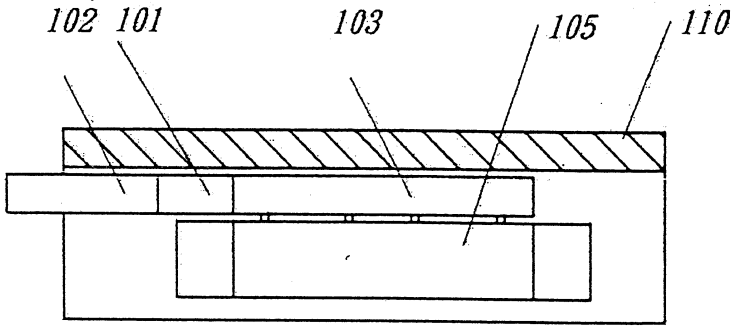


圖 1 (C)

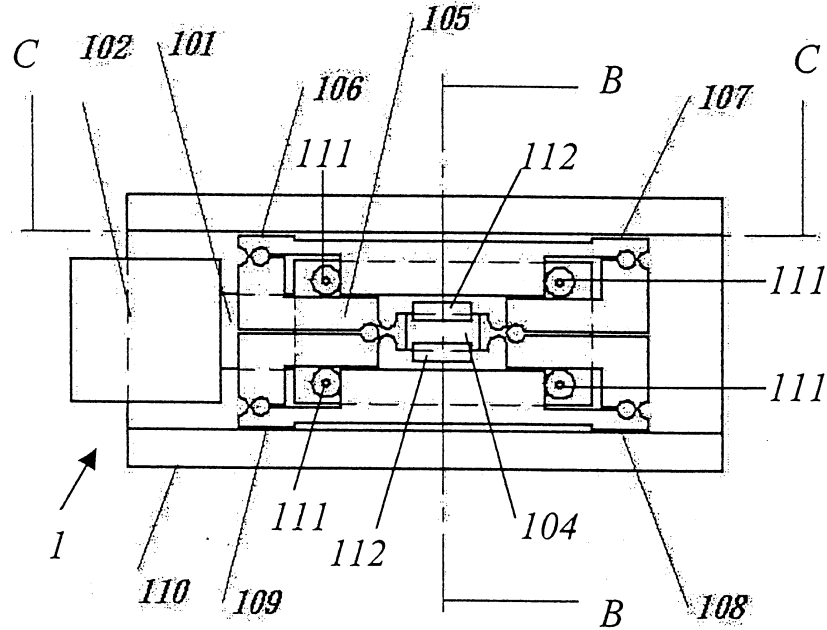
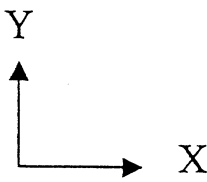


圖 1 (A)

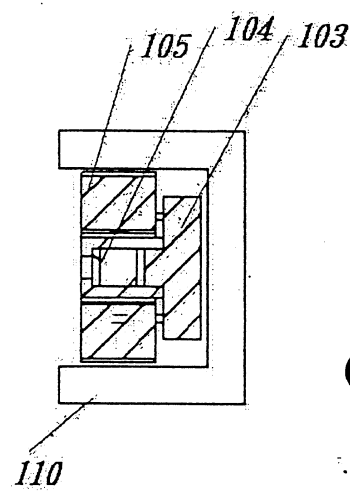


圖 1 (B)

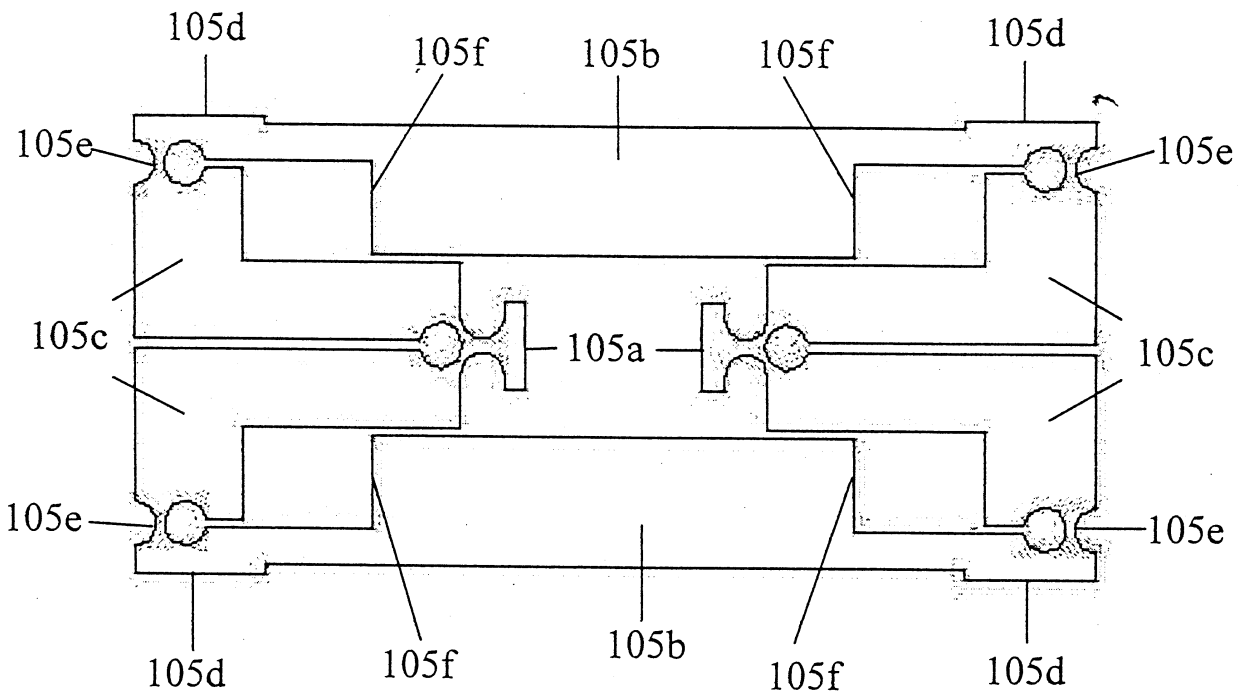


圖 2

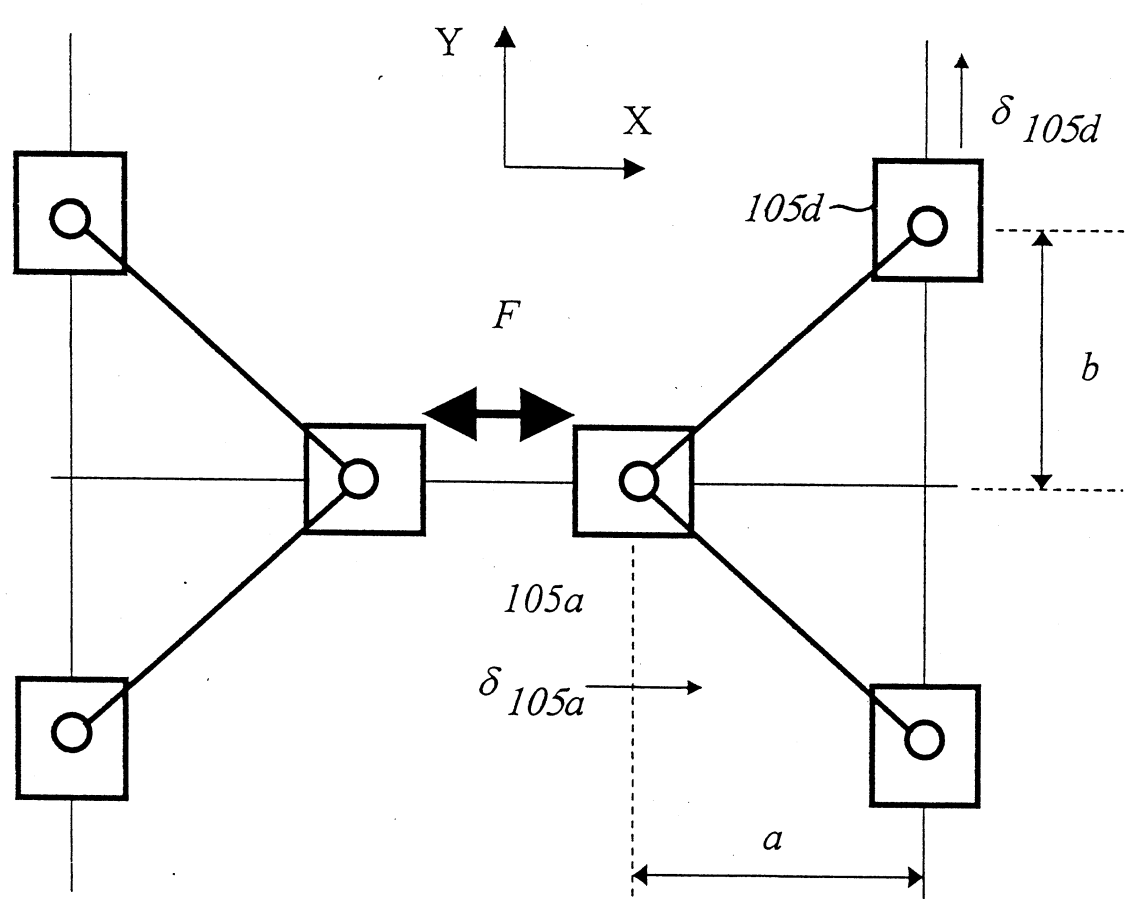


圖 3

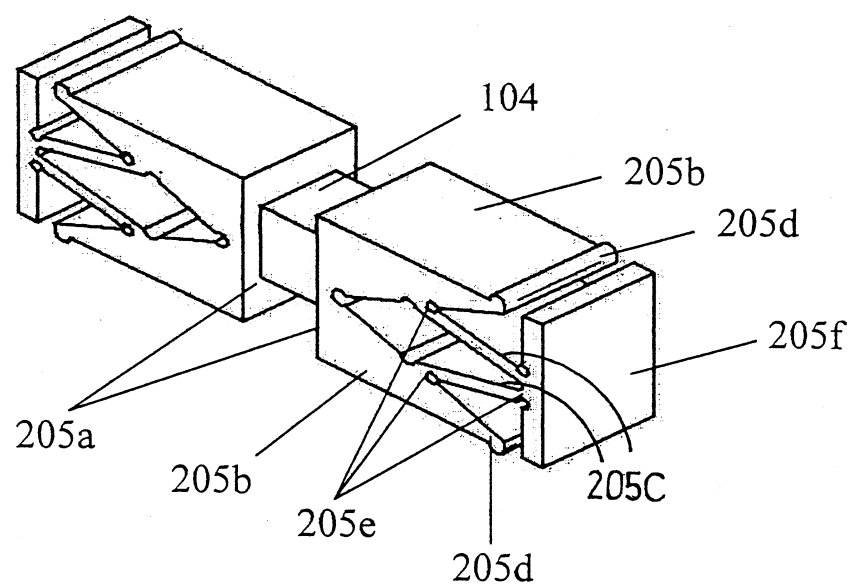


圖 4

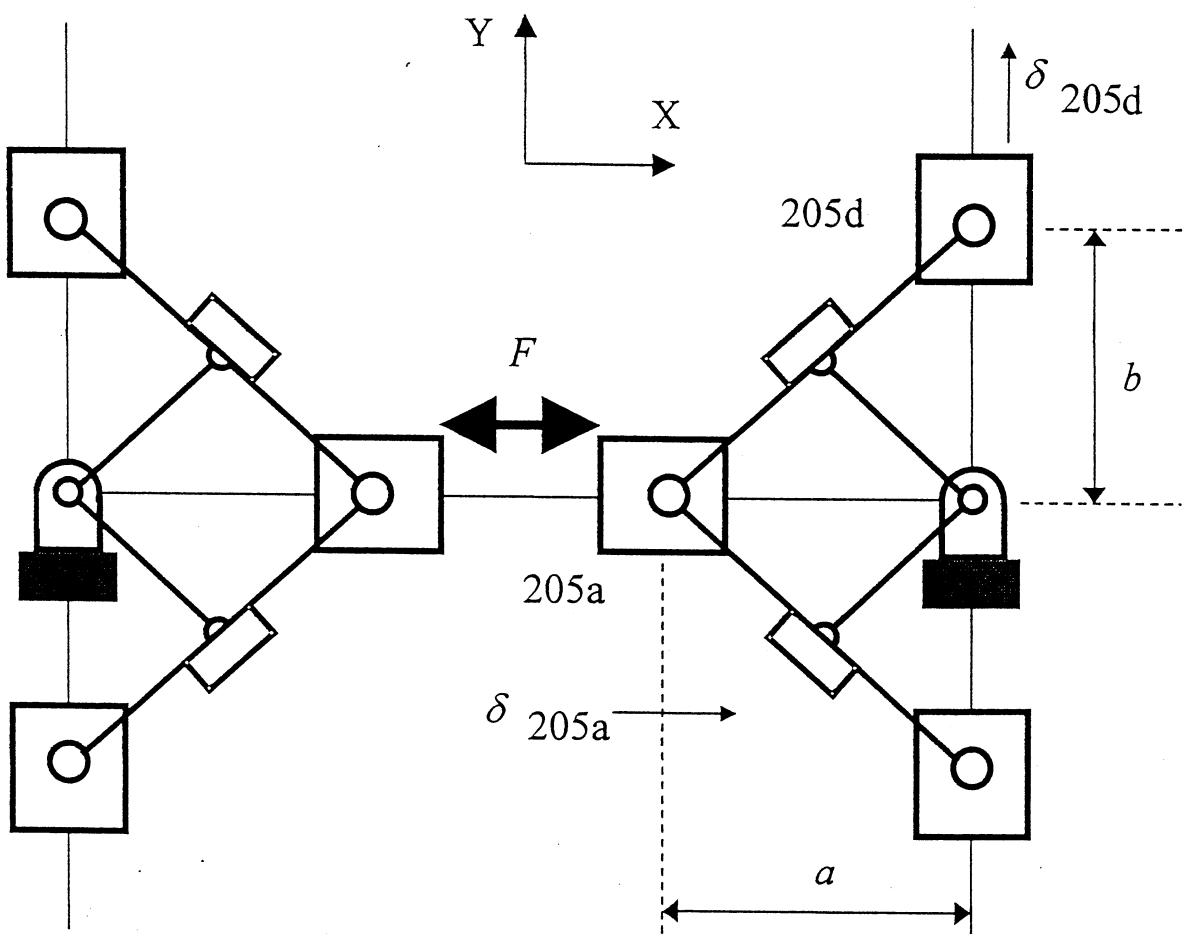


圖 5

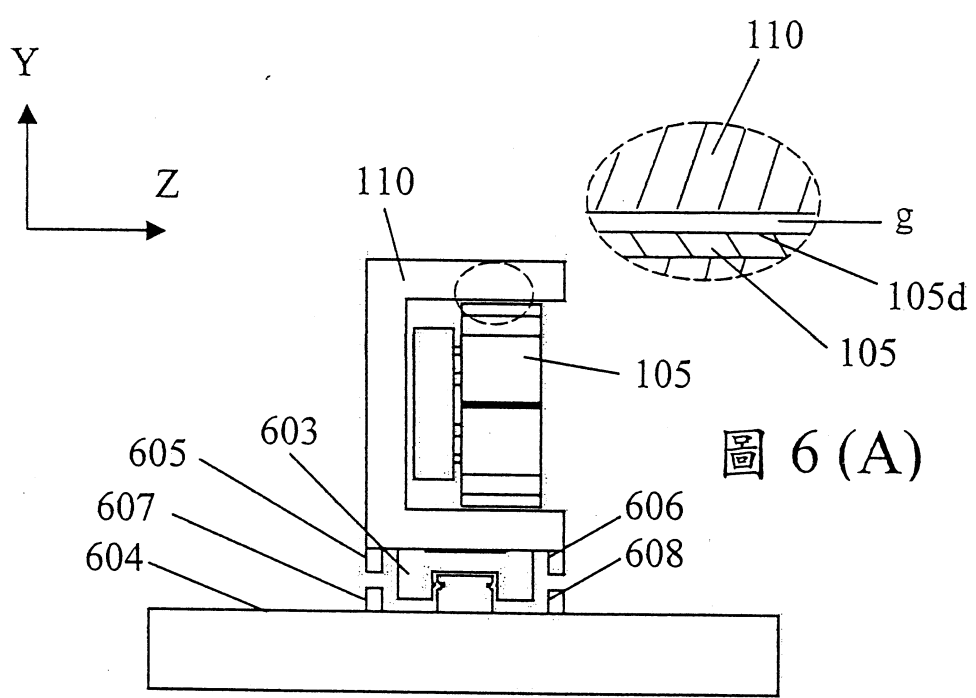


圖 6 (A)

圖 6

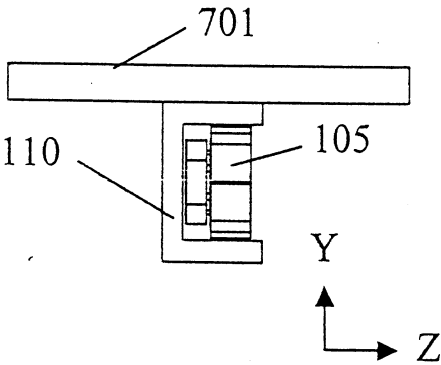


圖 7 (A)

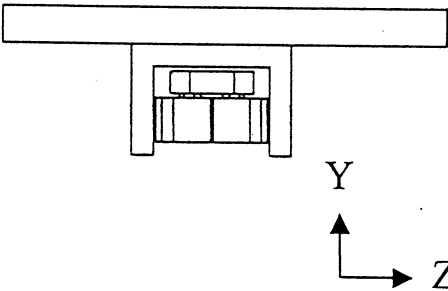


圖 7 (B)

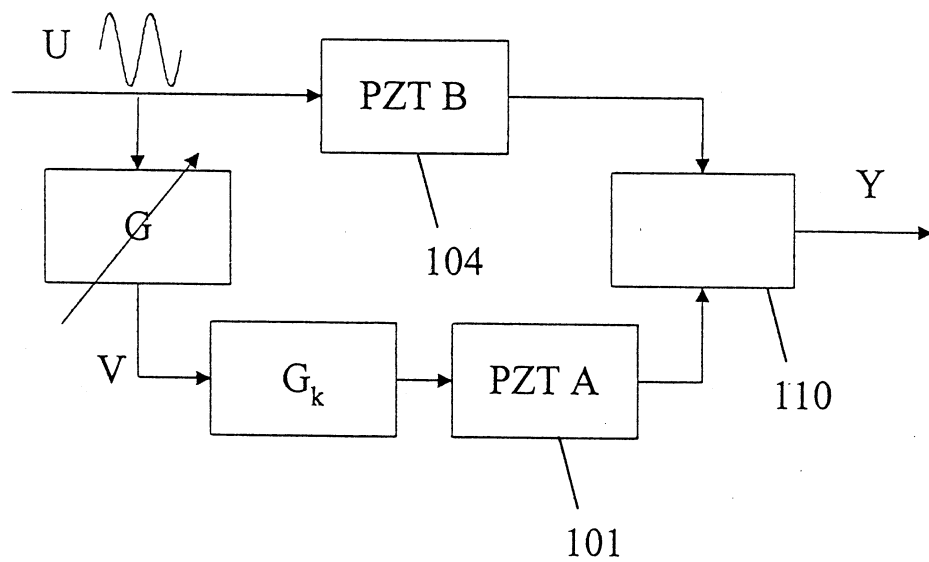


圖 8

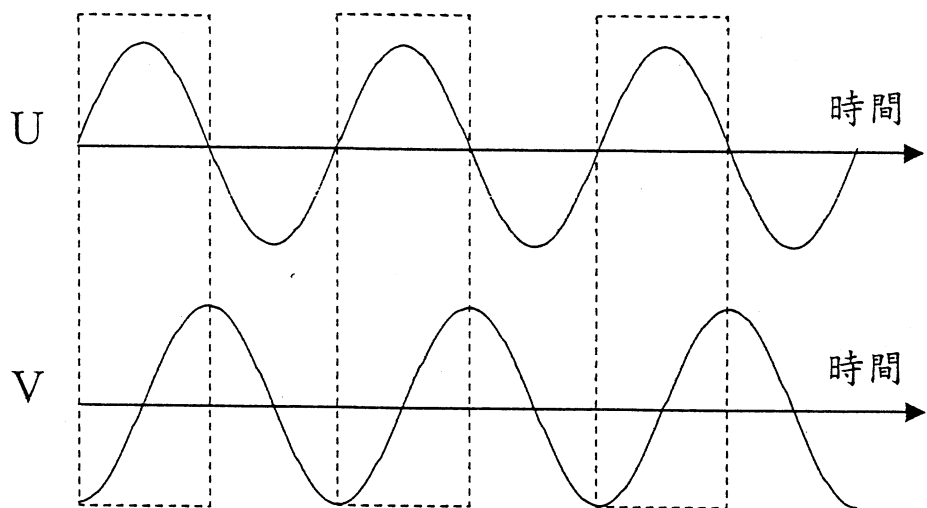


圖 9 (A)

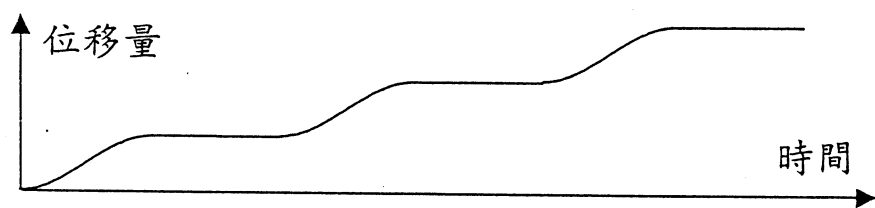


圖 9 (B)

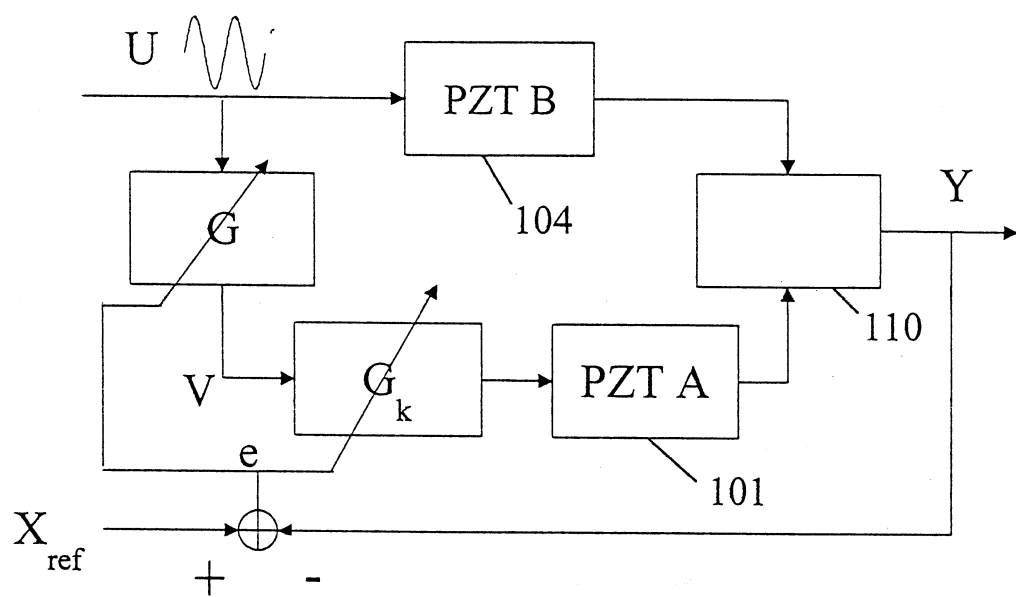


圖 10

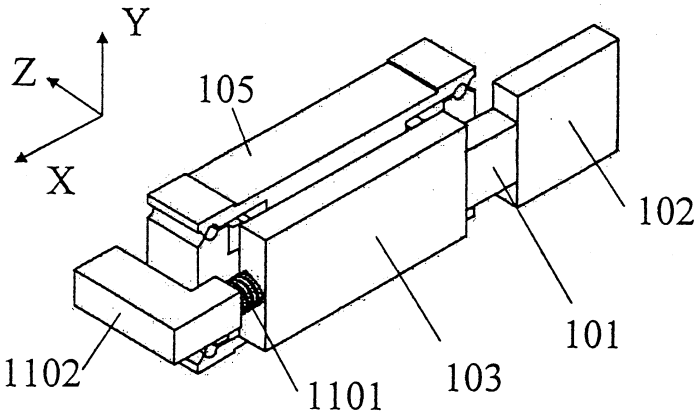


圖 11

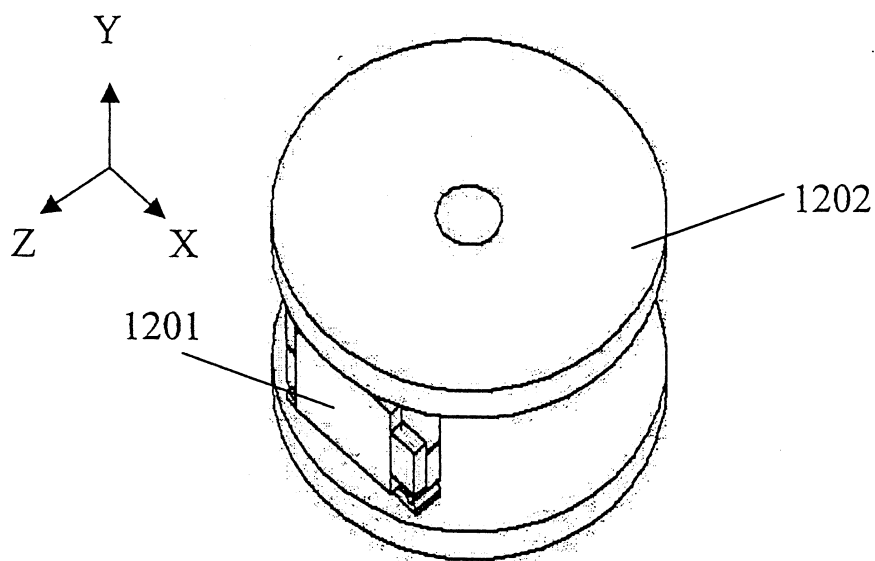


圖 12 (A)

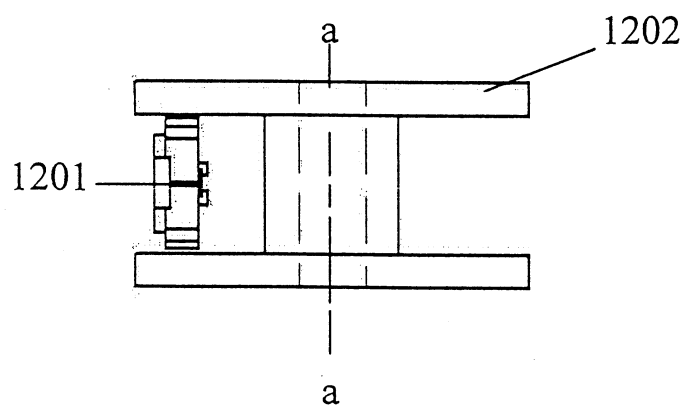


圖 12 (B)