



多軸度微型致動器於人造眼球之應用

A Novel Multi-Degree-of-Freedom Microactuator for Eyeball-like Device

黃俊成

國立成功大學
系統與船舶機電
工程學系
研究生

沈聖智

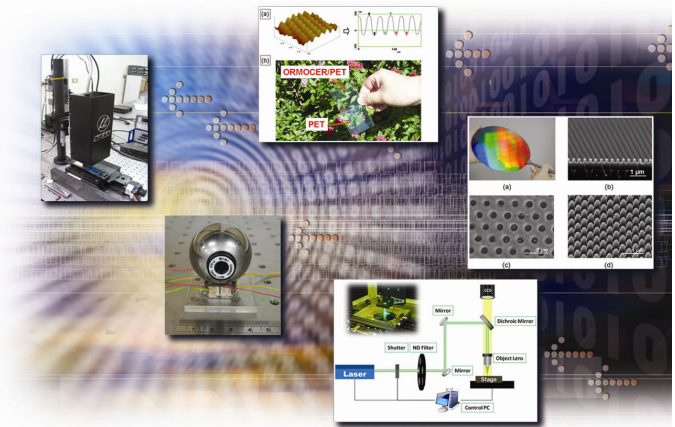
國立成功大學
系統與船舶機電
工程學系
助理教授

陳易呈

工業技術研究院
南分院微系統中心
微致動系統部

李健

工業技術研究院
南分院微系統中心
微致動系統部



關鍵詞

- 對稱型壓電元件 piezoelectric element
- 多軸度壓電致動器 multi-DOF micro-actuator
- 人造眼球系統 symmetric piezoelectric element

摘要

本論文使用對稱型壓電元件(Symmetric Piezoelectric Element, SPE)設計三種不同的振動模態，並整合其三種振動模態，設計一結構簡單、體積小且可載動大體積元件的多軸度微型致動器。此多軸度微型致動器其結構包括四片相互垂直的對稱型壓電元件、微型推動扣件(Microdriving Parts)、導電彈簧與圓球轉子。並將此多軸度微型致動器應用於人造眼球系統，經實驗初步驗證其具備適用性。

前言

近年來，由於微細加工技術逐漸成熟，致動器微型化的趨勢以及市場強大的需求下，很多裝置與系統皆需要多軸度微型致動機構，譬如視覺監視系統、人造眼球等，以便能在微小的空間中進行定位觀測及追蹤，因此未來勢必發展一多軸度微型致動器，以滿足未來市場之所需。

目前常見微型致動器可分為電磁式與壓電式兩種，在結構方面，早期傳統的電磁致動器，多以電磁感應原理使轉子轉動達到多軸運動的效果，其結構係由許多磁鐵與線圈或是將多個單軸度電磁式致動器配合齒輪與螺桿機構組合而成，但這將造成多軸度電磁致動器的體積與重量大為增加，導致無法與微型系統整合使用，提升其性能。而對於壓電致動器而言，只需藉由壓電元件之不同的振動模態，即可建構多軸運動行為，因此多軸度壓電致動器之



結構較簡單、節能，且體積也較小。

在多軸度微型壓電致動器方面，依接觸方式可分為環型接觸與點接觸，環型接觸結構主要為中空圓柱型或中空的矩形六面體為主；而點接觸結構以矩形桿之驅動方式為主，如表一所示。在 1900 年代的初期，S. Toyama 與 K. Nakamura 分別以行進波式壓電致動器的驅動原理，提出多軸度球型壓電致動器[1]，為多軸度壓電致動器的先驅，接著直到 2000 年初期多軸度壓電致動器才漸漸以其它型態及驅動方式嶄露頭角。

2000 年代初期，K. Takemura 提出圓柱型的多軸度致動器[2]，其壓電片參插在三個圓環中，將可產生模態 A、B、C，模態 A 為 X-Z 平面的彎曲模態；模態 B 為 Y-Z 平面的彎曲模態；模態 C 為 Z 軸的縱向模態，並分別以模態 AB、模態 AC 及模態 BC 之雙模態方式驅動轉子於三方向垂直軸旋轉，其驅動特性量測包括了轉速與共振頻率、電壓大小及不同相位間的關係，並可藉由上述特性瞭解多軸度致動器的效率，另外，此多軸度致動器已成功應用在微創外科手術[3]、仿手指關節機構[4]與仿人頭定位機構[5]等研究。2006 年 Y. Gouda 以一圓板為基底，在基底與圓柱型結構間設置四片壓電片，在每片壓電

片施予不同電壓訊號，將可產生三種不同雙模態的驅動方式，此多軸度致動器並藉由有限元素分析軟體分析定子結構最佳的設計尺寸，使效率更高[6]。接著 2008 年 Z. Minghui 將 Nanomotion 雙模態之線性壓電元件分別黏著於矩形六面體的四個表面，其驅動原理為 1L2B 之雙模態方式，使轉子分別於三軸轉動，此外藉由都卜勒雷射干涉儀量測其四個驅動點的運動軌跡，並且以光學尺量測轉子之響應時間，並計算出扭矩與轉速的關係[7]。

點接觸之多軸度微型致動器，其轉子與定子接觸方式為點接觸，K. Takemura 提出結構為四個矩形凸塊的多軸度致動器[8]，結合三種振動模態以設計轉子三軸旋轉之驅動方式，其特色為轉子體積大於定子體積的 1.52 倍，故可藉由小型定子驅動較大圓球轉子旋轉。另外，K. Otokawa 提出的單相驅動壓電致動器，利用四組振動子以田字型排列方式設計出多軸度致動器[9]，依不同的共振頻率使每組振動子皆可產生相互獨立且不同的振動模態，使圓球可產生三軸向轉動，其特色除了可藉由小型定子驅動較大圓球轉子旋轉外，且每組振動子間無相位差之關係，因此電路設計較簡易。

表一 多軸度壓電致動器分類

接觸方式	結構	驅動頻率	電壓	相位	文獻
環型	圓柱型	20.57kHz	Bending : 200V(Z)、360V(XY) Longitudinal : 200V(Z)、300V(XY)	多相	[2]
環型	圓柱型	84.83kHz	100V _{pp}	多相	[6]
環型	矩形六面體	54.8kHz	180 V _{pp}	多相	[7]
點	幾何矩形	22.3kHz	40V _{pp}	多相	[8]
點	四矩形板	Mode1 : 22.3kHz Mode2 : 31.5kHz Mode3 : 86.3kHz	100 V _{pp}	單相	[9]



更完整的內容

請參考紙本【機械工業雜誌】318期・98年9月號

每期 220 元・一年 12 期 2200 元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011