

鏡面可調式內視鏡的研究--總計畫

Development of an Endoscope with adjustable Mirror

計畫編號：NSC 88-2218-E-009-006

執行時間：87.08.01~88.07.31

計畫主持人：徐文祥 國立交通大學機械系副教授

一. 中文摘要

本計畫為一整合型計畫，預計執行三年，此為第一年總計畫之成果報告。本計畫主要目的是研發鏡面可調式側視型內視鏡，集合了矽基半導體製程技術、深蝕光刻術、機械設計分析、光機電整合、光纖感測、與精密射出成形模造等各領域學有專精之研究工作者，利用不同製造技術，發展多種微致動機構，配合光纖作影像感測，以精密射出成形作模組化組裝，分工合作發展此一整合性微系統。目前已完成系統之概念設計，並進行製作技術的開發，及各微零件的設計分析和初步製作，與組裝模組化的概念設計。

文摘要

This is a three-year project, here is the report of the first-year results. The objective of this integrated project is to develop an active endoscope with the adjustable mirror. Researchers from different areas, including silicon-based semiconductor processing technology, X ray lithography, mechanical analysis and design, optical mechatronics, fiber optic sensing, and precision injection molding, are working together. So far, different fabrication technologies have been

developed. The analysis of the optical sensing system is performed. The design and preliminary fabrication of various micro-parts are conducting, including several micro-actuators for integration with fiber optical bundle to develop the endoscope with the adjustable mirror.,

計畫緣由與目的 (Introduction (

醫療用的內視鏡需進入人體，屬於一種侵入式的醫療器具，若能減少其侵入面積，可使受驗者不適感減低，故微小化是內視鏡的研究課題之一。而內視鏡主要功能為觀測人體內部器官，如何使觀測範圍加深，加廣，及獲取清晰可用的影像，更是內視鏡的主要研究課題。

傳統的內視鏡的構造為一根外管，內含光纖及鏡組，可分為直視型與側視型。近年來內視鏡的發展，為使內視鏡看的視野更廣，有各種方式，有的須換裝不同透鏡，獲得不同視野範圍，有的利用致動器使內視鏡外管前端可以偏移產生傾角。另一研究方向是使內視鏡可以進入更深，方法是使整個內視鏡外軟管可以多自由度彎曲變形。以上兩種方式皆須使內視鏡外軟管彎曲，利用探頭傾斜來造成增加視野，但是其彎

曲方向多受到限制，除了仍有許多死角無法觀測外，並可能碰觸內部器官，不易偏移，也易造成受測者不適，故本計畫主要目的是利用微致動器來偏移或旋轉反射鏡，配合光纖作影像感測，使側視型內視鏡視野變大，而不需偏斜整個探頭。目前內視鏡管內鏡組都無偏移或旋轉功能，但由於鏡組的重量為固定，並可再加以降低，使致動器所須提供的致動力減小，且易於微小化，使本計畫的研究可有效提昇側視型內視鏡的功能，並具有獨創性。

（.研究方法

本計畫主要目標是利用微致動器來偏移或旋轉鏡組，配合光纖作影像感測，使側視型內視鏡視野變大。目前側向內視鏡都無旋轉功能，若利用線性微致動機構連接至反射鏡下方不同位置，可使反射鏡在某一角度範圍內調整，而可看到側邊多角度影像。若將反射鏡接上旋轉型微致動機構，可使側視型內視鏡之鏡面可以旋轉而看到大角度，甚至於 360 度的周圍影像。進一步則是發展多自由度微致動機構，將此一具有旋轉功能之鏡頭組架設在已具有側向彎曲探頭之直視型內視鏡上，可使內視鏡作多方向調整，使前方，側邊，及整個周緣的影像皆可接收。

在研究方法上，將以分工合作，相互支援的方式進行。在第一年部份：

子計畫一進行內視鏡用靜電式微馬達的機械及電路設計、分析與製程研究。
子計畫二負責兩種熱動式微致動器的設計、分析、初部製作及測試，以及與鏡面組裝方式及其模組基板的概念設計。
子計畫三負責深蝕光刻術中厚膜光阻

塗佈、曝光、蝕刻、顯影、電鑄及 X 光光罩的製作等技術的發展，並提供高深寬比微致動器的製程設計。

子計畫四負責內視鏡模組基板中個別微零件，特別如反射鏡及透鏡之成形模擬分析與實驗製程分析，並設計與架構所需基本實驗台。

子計畫五分析現有內視鏡光纖感測基本架構，正在研究反射鏡與透鏡形式、擺放位置及最小尺寸等參數與光纖的配合方式，以提供其他子計劃作參數的訂定。

分工架構請參考圖一。

結果與討論

在設備建立上，已購買內視鏡一台進行改裝；子計劃一、二、三中所用之單層多晶矽基半導體製程主要在交大半導體中心及國家毫微米實驗室進行；利用 MUMP 製程之元件設計是在高速電腦中心利用 IntelliCAD 進行，其製作是委由美國 MCNC 中心進行；深蝕光刻術所用之厚膜光阻塗佈機為已有設備，另外，可鍍多種材料的微電鑄槽已建立，並有初部製作成果；製作組合模組基板需要之精密射出成形機已架設完成進行試作中。

各子計畫已完成工作進度謹簡述如下：

1. 微馬達的機械及電路設計與製程設計；
2. 兩種熱動式微致動機構的設計、分析及製作；
3. 簡易型 X 光光罩的前段製作；
4. 厚膜光阻塗佈、烘烤及曝光等製程參數建立；
5. 金鎳銅的微電鑄製程參數建立；
6. 精密模造射出成形的模擬軟硬體

的建立；

7. 射出成形量測實驗台的設計；
8. 拆解分析現有內視鏡光纖感測機構；
9. 組裝方式的概念設計。

各子計劃進展詳細情形請參考各子計劃之成果報告書。

.參考資料

- [1] M. Esashi, G. Lim, K. Minami, K. Park, and M. Sugihara, "Future of Active Catheters", *Sensors and Actuators*, A 56 (1996), pp.113-121.
- [2] H. Itoh, M. Kohashi, O. Tohyama, and K. Yamamoto, "A Fiber-Optic Silicon Pressure Sensor for Ultra-Thin Catheters", *Sensors and Actuators*, A 54 (1996), pp.622-625.
- [3] S. Laowattana and R.H. Sturges, *Proceedings of the 1991 IEEE International Conference on Robotics and Automation Sacramento, California-April 1991*.
- [4] I. Akoi, T. Higuchi, S. Mihara, T. Takahashi, and Y. Yamagata, "Trial Production of Medical Micro-Tool by Metal Deformation Processes Using Moulds"
- [5] K. Chee-Keong, D. Fyfe, and Dr. Gillies, "Using Fourier Information for the Detection of the Lumen in Endoscope Images"
- [6] J. Neugebauer and M. Wapler, "Controlling Miniature Robotic Systems in Minimally Invasive Surgery"
- [7] R. Buckingham, "Safety for Active Endoscopy", *1994 The Institution of Electrical Engineers, Printed and Published by the IEE, Savoy Place, London, UK*.
- [8] L. Giniunas and R. Juskaitis, "Scanning Fiber-Optic Microscope", *Electronics Letters*, 25th April 1991, Vol. 27, No.9, pp724-726.
- [9] S.A. Cover, N.F. Ezquerro, T. Gadacz, J.F. O'Brien, E. Palm and R. Rowe, "Interactively Deformable Models for Surgery Simulation", *IEEE Computer Graphics & Applications*, pp.68-75, Nov. 1993.
- [10] A.P. Anderson, G.D. Bell, J.S. Bladen, and D.J. Heatley, "A Non-Radiological Technique for the Real Time Images of Endoscopes in 3 Dimensions"
- [11] H. Haneishi and Y. Miyake, "Distortion Compensation of Electronic Endoscope Image"
- [12] S.A. Maislin, W.E. Smith, and N. Vakil, "Correction of Distortion in Endoscope Images", *IEEE Transactions on Medical Image*, Vol. 11, No. 1, pp.117-122, March 1992.
- [13] D.J. Bomhop and M.P. Houlne, "Spectroscopic Imaging of Tissues Using Micro-Endoscopy"
- [14] R.S. Lewandowski, P.W. Lorraine, J.E. Piel, D.J. Sahn, T. Shiota, and L.S. Smith, "7.5 MHz Pediatric Phased Array Transesophageal Endoscope", *Ultrasonics Symposium*, pp.1527-1530, 1994.
- [15] K. Laby and Y. Wang, "Automated Endoscope System for optimal Positioning", *US Patents*, No.5553198.
- [16] H. Teramachi, "Electric Actuator", *US*

Patents, No.5554899.

[17] O.S. Miyazawa and K. Nagano, "Micro Robot", *US Patents*, No.5554914.

[18] J.A. Bloomberg, P. Johnson, J. Landor, M. Naughton, and T.A. Tong, "Gripper Head", *US Patents*, No.5562320.

[19] M.J. Cima and L.G. Clima, "Preparation of Medical Devices by Solid Free-Form Fabrication Methods", *US Patents*, No.5490962.

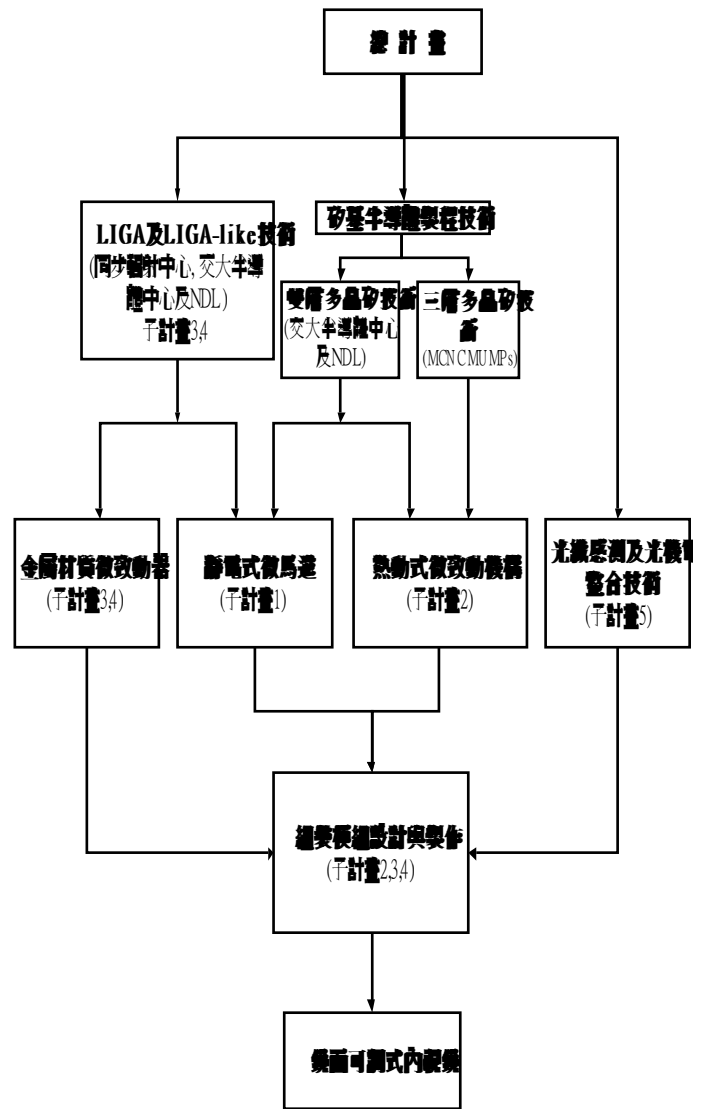
[20] S.S. Crader, V. Hosklins, D. Loebig, R. Meyers, L. Rogers, and L. Waters, "Medication Dispenser System", *US Patents*, No.5502944.

[21] H. Bartunek and M.Cerny, "Dual Beam Sensor and Edge Detection System and Method", *US Patents*, No.5504345.

[22] O.L. Hageniers, B. Hockley, N. Liptay-Wagner, and T. Pryor, "Method and Apparatus for Electro Optically Determining the Dimension, Location and Attitude of Objects", *US Patents*, No.5510625.

[23] J. Albus, K. Goodwin, and Y. Tene, "Construction of Large Structures by Rototic Crane Placement of Modular Bridge Sections", *US Patents*, No.5511268.

[24] Y. Wang, "Automated Endoscope System for Optimal Positioning", *US Patents*, No.5515478.



圖一、各子計畫與設備之分工架構圖

.圖表