

第六章 結論

論文中已經對白光消色差相移干涉術架設量測系統，並將波片組分別放在輸出與輸入端進行微元件量測，再與商業用的 ZYGO 量測儀器進行比對。實驗結果顯示輸入端確實有比輸出端較佳的性能，同時可避免輸出端成像偏移的問題。也針對兩架構的精準度、對比度、重複性、架構及相移精確度進行比較。同時在系統中也引入氬氫綠光雷射對光，增加整個系統調整的方便性。

但利用相移法都有著取樣相鄰像素必須小於四分之一中心波長的限制，即使利用相位重建技術還是有其極限。在步階深度限制範圍內，我們量測結果正確，在量測步階深度限制範圍外時，步階處取樣相鄰像素大於四分之一中心波長，使得相位重建時發生相位不明確性，重建技術未必能還原真實相位，因此產生誤判。然而使用白光相移干涉術，縱向解析可達奈米等級，非常精確，比起同調性高的單波長雷射，雜訊更少，相對 SNR 更高。

垂直掃描式干涉儀已經被廣泛使用，利用此方法可以避免相位不明確性，可以得到很深的縱向量測範圍，但是縱向解析度較差，如果能結合相移方法，利用兩種方法的優點，相互配合，便可得到步階深度更深且縱向精度更精確的三維輪廓輸出。

此外為了使這套量測系統的應用更廣泛，可在系統中加入自動對焦的機制，更能提升量測的方便性。此外，因顯微物鏡的視場限制了測量元件面積的大小，若能在系統中加入 x 或 y 方向的移動平台，擷取兩幅部份區域重疊的干涉圖形，進行相位縫合的研究分析，將可提升量測面積的大小。

微機電技術已發展多年，而目前我國也正積極發展，不少單位也紛紛做出可動的微小元件(ex：微馬達、微齒輪等)，相信未來隨著製程技術提升，這些可動微元件的動態量測將日趨重要，這也是可以努力的方向。



參考文獻

1. 宋新岳,「三維形貌量測探頭技術及發展趨勢」,量測資訊第 86 期,p12-16,2002。
2. K. F. Stout and L. Blunt, “Three-Dimensional Surface Topography”, second edition, p89, Penton Press, 2000.
3. Daniel Malacara, “Optical Shop Testing”, second edition, chapter 17, p687~714, John Wiley&Sons, New York, 1992.
4. 李柱,「精密量測科技研討會」,第一章,p1~p12,行政院國家科學委員會精密儀器發展中心,新竹,民國 84 年。
5. 王志遠,「三維表面輪廓儀」,國立交通大學電子物理研究所碩士論文,民國 87 年。
6. 吳政芳,「利用雙波長相移干涉術量測三維表面輪廓」,國立交通大學光電工程研究所碩士論文,民國 88 年。
7. 陳侑良,「利用雙波長相移干涉術量測步階深度」,國立交通大學光電工程研究所碩士論文,民國 89 年。
8. 洪文明,「白光相移干涉術之三維表面量測」,國立交通大學光電工程研究所碩士論文,民國 92 年。
9. Patrick Sandoz and Gilbert Tribillon, “Profilometry by zero-order interference fringe identification”, J. Mod. Optics, Vol. 40, No. 9, p1691~1700, 1993.
10. Mike Zecchino, Erik Novak and Joanna Schmit, Veeco Instruments Inc., “Optical Profiling Applications Expand”, Photonics Spectra, p68~72, AUGUST, 2003.
11. Mitsuo Takeda, “Fringe Analysis for Optical Metrology”, p25, Tokyo, 1997.
12. D. W. Robinson and G. T. Reid, “Interferogram Analysis: Digital Fringe Pattern Measurement Techniques”, chapter 4, Institute of Physics, Bristol, 1993.
13. Patrick Sandoz, “An algorithm for profilometry by white-light phase-shifting interferometry”, J. Mod. Optics, Vol. 43, No. 8, p1545~1554, 1996.
14. P. Hariharan, P. E. Ciddor, “An improved full-field compensator”, Meas. Sci. Technol. Vol. 8, p936~937, 1997.
15. S. Suja Helen, M. P. Kothiyal, R. S. Sirohi, “Achromatic phase shifting by a rotating polarizer”, Optics Communications, Vol. 154, p249~254, 1998.
16. S. Suja Helen, M. P. Kothiyal, R. S. Sirohi, “Phase shifting by a rotating polarizer in white-light interferometry for surface profiling”, J. Mod. Optics, Vol. 46, No. 6, P993~1001, 1999.

17. S. Suja Helen, M. P. Kothiyal, R. S. Sirohi, "White-light interferometry with polarization phase-shifter at the input of the interferometer" , J. Mod. Optics, Vol. 47, No. 6, P1137~1145, 2000.
18. Max Born and Emil Wolf, "Principles of optics" , seventh (expanded) edition , chapter 1, p1~74, Cambridge University Press, New York, 1999.
19. A. Gerrard, J. M. Burch, "Introduction to Matrix Methods in Optics" , chapter 4, p179~239, Wiley, London, 1975.
20. Daniel Malacara, "Optical Shop Testing" , second edition, chapter 14, p501~598, John Wiley&Sons, New York, 1992.
21. P. Hariharan, B. F. Oreb, and T. Eiju, "Digital Phase-Shifting Interferometry : a Sample Error-Compensating Phase Calculation Algorithm" , Appl. Optics, Vol. 26, p2504~2506, 1987.
22. A. Spik and D. W. Robinson, "Investigation of the Cellular Automata Method for Phase Unwrapping and its Implementation on an Array Processor" , Opt. Lasers in Engineering, Vol. 14, p25~37, 1991.
23. H. Y. Chang, C. W. Chen, C. K. Lee and C. P. Hu, "The Tapestry Cellular Automata Phase Unwrapping Algorithm for Interferogram Analysis" , Opt. Lasers in Engineering, Vol. 30, p487~502, 1998.
24. Brian Bowe, Vincent Toal, "White light interferometric surface profiler" , Opt. Eng. , Vol. 37, No. 6, p1796~1799, 1998.
25. 高清芬,「干涉儀系統之研製」,科儀新知第十七卷三期, p93~p102, 行政院國家科學委員會精密儀器發展中心, 新竹, 民國 84 年。
26. 朱淑君,「利用稜鏡光柵結構設計高密度波長解多工器」, 國立交通大學光電工程研究所碩士論文, 民國 92 年。
27. 林育正,「濾波繞射元件的製作及量測」, 國立交通大學光電工程研究所碩士論文, 民國 91 年。
28. Warren J. Smith, "Modern Optical Engineering" , third edition, chapter 4, p91~123, McGraw-Hill, 2000.
29. 陸懋宏,「幾何光學」, 第三版, 第五章, p96~121, 民國 91 年。
30. C. P. Brophy, "Effect of Intensity Error Correlation on the Computed Phase of Phase-Shifting Interferometry" , J. Opt. Soc. Am. A, No. 7, p537, 1990.

附錄 A 消色差波片組校正

1. 簡介

在系統中我們利用波片組安排來產生相移，而相移的準確度會直接影響量測結果。當波片放入鏡座(mount)在固緊時，往往光軸位置未對到鏡座上標示 0 度的位置，即引入偏差量。因為是利用波片組安排使各波長有相同相移量，以達消色差目的，所以對於偏差量相當要求。因此必須準確定出波片光軸位置，使得偏差量降至最低。

以輸出端消色差波片組為例，如圖(A.1)。第一片為半波片夾方位角 15 度，第二片為四分之一波片夾方位角 75 度，若兩片光軸位置皆有偏差，在進行水平與垂直偏極光束調制時，就會產生兩道光強不同的現象，使得干涉條紋對比度降低影響量測結果，因此進行波片校正找出光軸位置。

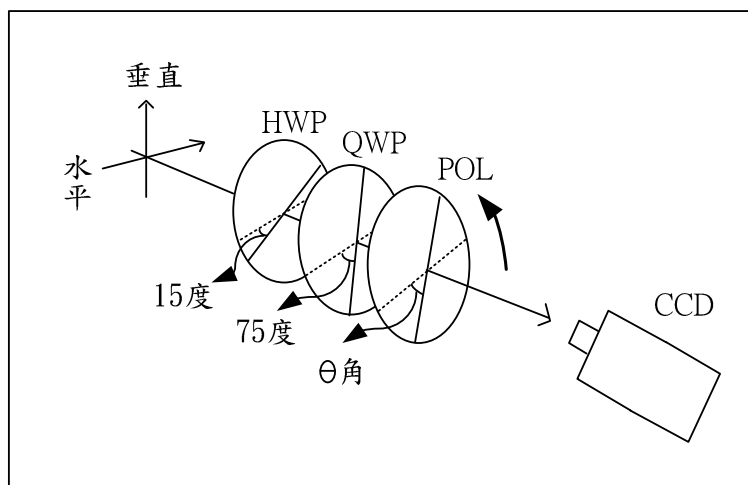


圖 A.1 輸出端消色差波片組架構圖

2. 實驗架設

使用儀器如表(A.1)。

表 A.1 波片校正的元件表

名稱	規格
綠光 He-Ne 雷射	波長 543.5nm
線偏極片	$\lambda=400\sim 700\text{nm}$
寬帶通極化分光鏡 (PBS)	$\lambda=450\sim 680\text{nm}(1 \text{ in.}^3)$; extinction ratio=100:1
功率計	Newport Power/Energy Meter/Model 1825C

半波片校正方法如下：利用綠光氦氖雷射先通過夾水平 0 度的偏極片將光調制成水平偏極(P 光)，再通過與水平夾 15 度的半波片，由半波片性質可知光穿過半波片後會偏轉二倍角度，因此在半波片後放置另一偏極片夾水平 30 度，微調半波片角度，在功率計(Powermeter)上測得最大值就是半波片光軸的位置，圖(A.2)為半波片校正圖。

四分之一波片校正方法如下：利用綠光氦氖雷射先通過夾水平 0 度的偏極片將光調制成水平偏極(P 光)，再通過 PBS 與水平夾 75 度的四分之一波片，在四分之一波片後放置反射鏡，使光由原路徑反射，再次穿過四分之一波片，同時光由 P 光變成 S 光，再經由 PBS 反射。當光兩次通過四分之一波片就如同通過一次半波片，因此同樣

由半波片性質，使光通過另一片與水平夾 150 度的偏極片。微調四分之一波片角度，在功率計上測得最大值就是四分之一波片光軸的位置，圖(A.3)為四分之一波片校正圖。

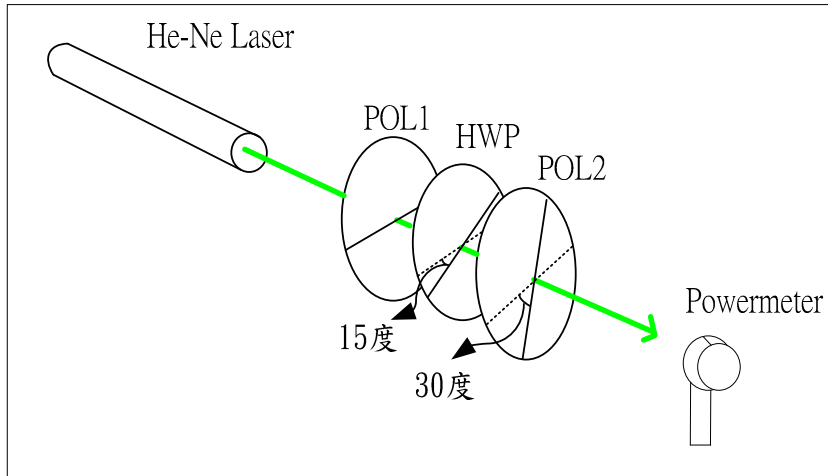


圖 A.2 半波片校正圖

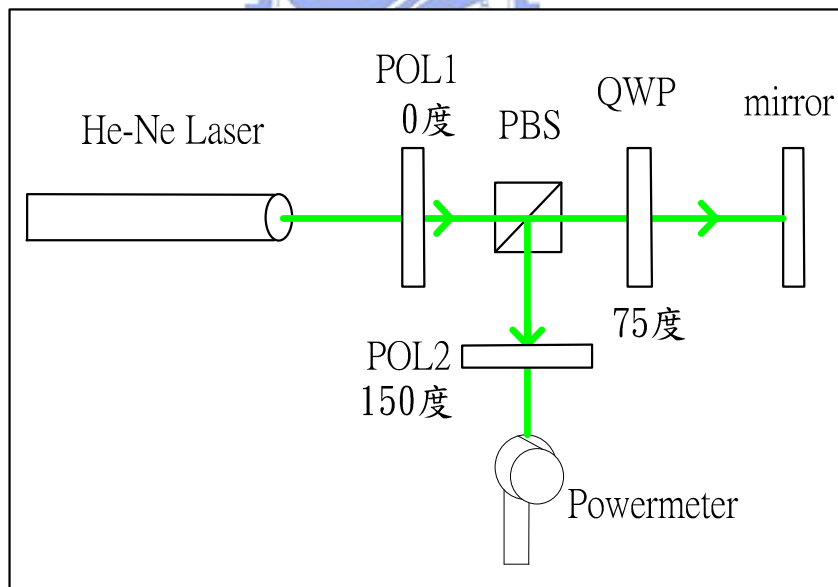


圖 A.3 四分之一波片校正圖

簡 歷

姓名：陳建丞(Chien-Cheng Chen)

性別：男

出生年月日：1981 年 1 月 25 日

籍貫：台灣省嘉義縣

學歷：

國立交通大學光電工程研究所碩士班(畢業) 91.9~93.7

國立中山大學機械與機電工程學系(畢業) 87.9~91.6

輔系：電機工程學系

