

應用於共焦位移量測之可調焦距透鏡特性分析

藍子賢/財團法人國家實驗研究院儀器科技研究中心/國立交通大學機械所、翁俊仁/財團法人國家實驗研究院儀器科技研究中心、鄭璧瑩/國立交通大學機械系、紐采紋/財團法人國家實驗研究院儀器科技研究中心/國立清華大學電機所



摘要

本文提出一套以可調焦距式透鏡搭配雷射光束的距離量測系統，應用於三維的掃描中，藉由不同聚焦位置量測反射能量的差異分析而得到距離資訊，進而完成三維分析，此一方法方便快捷，可用於工業加工精度檢測等，目前實驗可得本系統可量測之解析度約為0.3mm~0.7mm，經由架構改良後可望提高解析度至數十 μm ，未來希望能實際應用於工業加工之即時監控。

關鍵字：共焦、可調焦距、表面形貌

壹、前言

接觸式探針掃描在現今產業及科技製造業中是相當常見的三維形貌量測方法；此方法採用的是較直觀的方法，需要不斷地與物件進行碰觸，這樣的方法雖然簡單但卻耗時且容易因為大量的碰觸而有所損傷，也影響到量測用探針的壽命以及量測的精度，因此能減少接觸的表面形貌量測將成為一大課題。

本文提出一套特殊的三維形貌掃描架構，用以改善一般接觸式探針的接觸問題，研究基於共焦理論，利用雷射光束配合特殊可調焦距式透鏡，投射至物體上，並利用改變雷射光束之聚焦位置，測量反射而得之能量差異，進而分析得到距離資訊；利用此一方式以完成快速的物體顯微量測，利用可調焦距透鏡方便快捷的優點，改變雷射光的聚焦位置，配合自動化優化程式，完成高效率的高精度掃描。

貳、研究方法

本文提出之雷射光束配合可調焦距式透鏡三維表面形貌檢測模組之架構圖如圖1，雷射儀發出之雷射光導入 Beam Splitter 發散放大形成平行光導入可調焦距式透鏡中，並在可調焦距式透鏡前方放置一個五倍長距物鏡以加強聚焦能力；實驗用之待測物品則是一平面鏡，搭載於一個 X-Y Stage 上，將雷射光束投射至平面鏡上，再接收反射而得的光束導入能量儀 (Power Meter) 中，量測反射而得的能量，配合共焦理論定反射能量相對最大之位置為雷射光束聚焦位置，進而判斷量測之平面鏡與雷射模組之距離。

參、研究成果

一、雷射波長穩定度校正

本實驗對於距離的量測依據主要是量測雷射聚焦反射回的光束能量，利用所得之相對最大值分析而得到距離資訊，由於對能量的分析是採相對的理念，故雷射光源的能量穩定度相當重要，因此針對雷射光所能發出的三個不同波長分別為藍(488nm)、綠(514.5nm)、黃(568nm)色雷射進行600秒的能量穩定度測量，測得

其能量誤差依序分別為3%、2%、7%，故藍、綠色雷射光都是可使用的波長，下圖2為測得之藍色(488nm)雷射光的能量-時間圖。

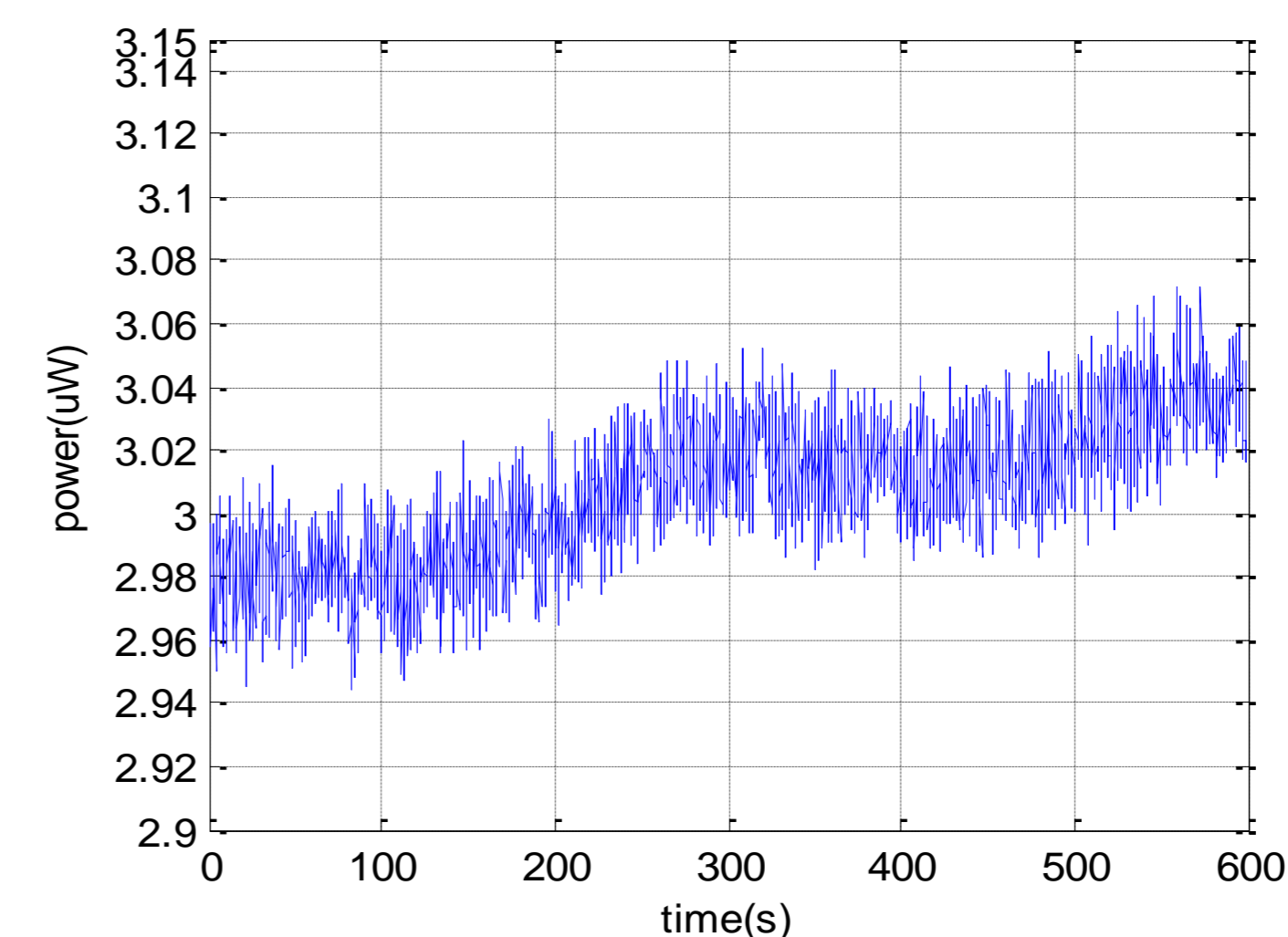
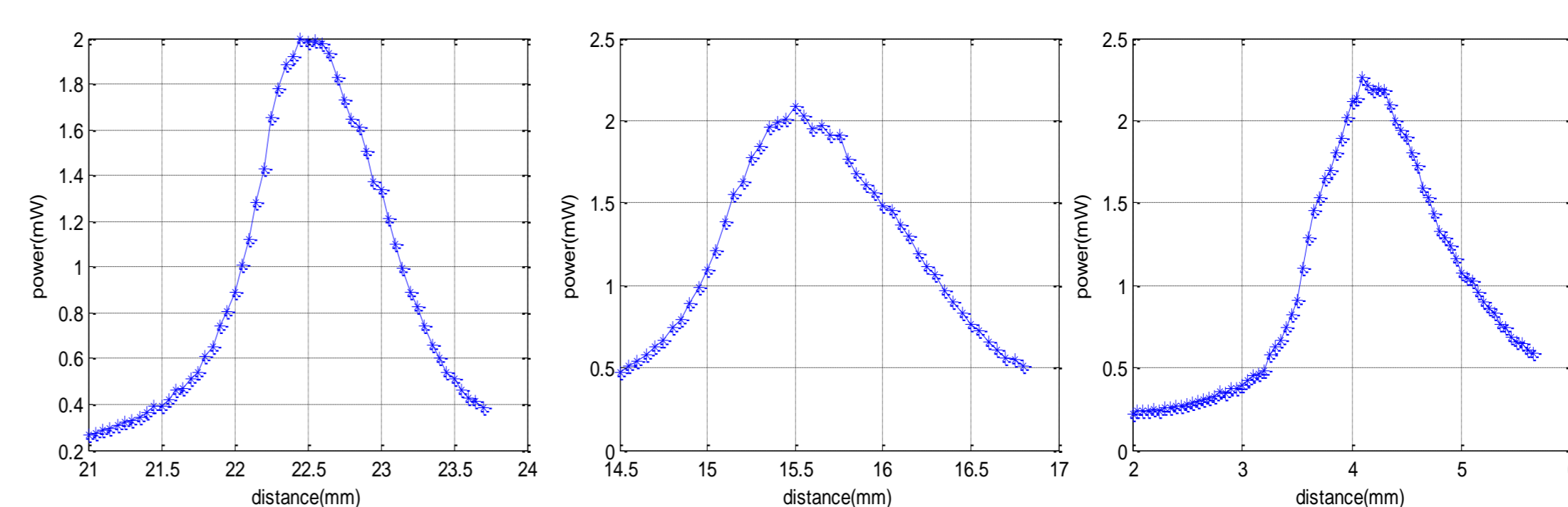


圖2：600秒內能量值-藍色(488nm)，能量誤差值約為3%

二、實驗架構之空間解析度

本實驗利用一個反射鏡作為距離檢測之樣本對反射鏡進行照射，測試本實驗架構在可調焦距式透鏡各個不同聚焦程度 (Focal power, dpt) 下所能量測的空間解析度，使用的雷射光波長為488nm(藍色光)，利用電腦控制改變可調焦距式透鏡的聚焦程度，進而分別在不同的聚焦程度下量測此實驗架構與掃描樣本之相對距離每0.05mm的能量值及其相對大小，製作相對距離與反射能量關係圖，實驗結果之曲線圖如下圖3，因能量大小差距明顯故訂測得之能量為極大值之75%內為量測誤差，故從圖中可得各聚焦程度之空間解析度約為0.3mm~0.6mm之間。



(a) (b) (c)

圖3：不同聚焦程度 (Focal power) 下的距離-能量圖
(a) 5 dpt (b) 7.5 dpt (c) 10 dpt

肆、結論與建議

本文所提出的雷射光搭配可調焦距透鏡之共焦掃描方法利用可調焦距透鏡焦距快速變化的特性達到高效率及高精度的表面形貌掃描，實驗也顯示了可量測的距離解析度約為0.3mm~0.6mm之間，尚有改善空間，故希望進一步改善實驗架構後可完成解析度約數十 μm 或更高精度的距離量測，未來可實際應用於工業生產物件之表面精度的幾何量測及加工過程加工精度的即時回饋。

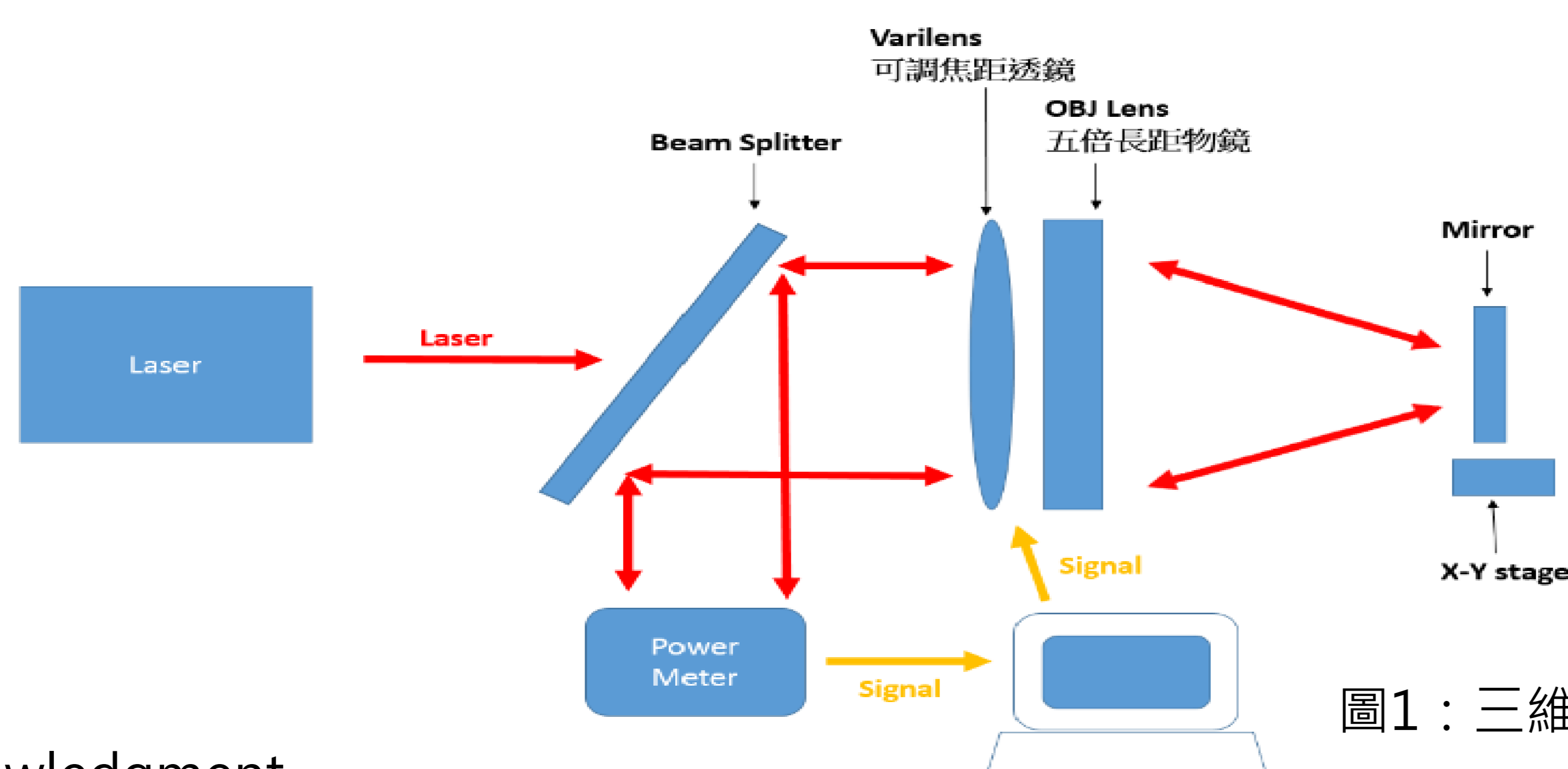


圖1：三維表面形貌雷射掃儀架構示意圖

Acknowledgment

This work was sponsored in part by the Ministry of Science and Technology, Taiwan, R.O.C. under contract number MOST 103-2622-E-492 -019 -CC3.

本研究感謝科技部產學計畫經費支持。