

公告本

双面影印

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：97134855

※ 申請日期：97.9.11

※IPC 分類：B23K 26/04 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

調整裝置、雷射加工裝置、調整方法及調整程式

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

奧林巴斯股份有限公司 / OLYMPUS CORPORATION

代表人：(中文/英文)

菊川剛 / KIKUKAWA, TSUYOSHI

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本國東京都澀谷區幡谷 2 丁目 43 番 2 號

43-2, HATAGAYA 2-CHOME, SHIBUYA-KU, TOKYO, JAPAN

國籍：(中文/英文)

日本 / JAPAN

三、發明人：(共 1 人)

姓名：(中文/英文)

山崎隆一 / YAMAZAKI, RYUICHI

國籍：(中文/英文)

日本 / JAPAN

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項第一款或第二款規定之事實，其事實發生日期為：。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 日本、 2007/10/01、 2007-258141

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

本發明之課題係自動有效率地調整業經空間調變之光之照射。控制部對DMD指定校準圖形時，來自LED光源之LED光以DMD空間調變，照射至被加工物上。CCD照相機拍攝該被加工物。控制部讀入所拍攝之影像，算出將校準圖形轉換成對應於校準圖形而於影像上產生之輸出圖形之轉換參數。根據從操作部等指定之照射圖形，以DMD將雷射振盪器之雷射光空間調變，對被加工物照射時，控制部依轉換參數，調整雷射光之照射。

六、英文發明摘要：

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100...雷射加工裝置	109...半反射鏡
101...平台	110...物鏡
102...被加工物	111...照明用光源
103...雷射振盪器	112...CCD照相機
104...半反射鏡	113...控制部
105...鏡子	114...操作部
106...DMD	115...顯示器
107...半反射鏡	116...LED光源
108...成像透鏡	

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

發明領域

本發明係有關於一種調整業經以空間調變元件空間調變之光之照射的技術。

【先前技術】

發明背景

迄今，使用藉對被加工物照射雷射光，而將被加工物加工之雷射加工裝置。加工有文字或圖畫之描繪、曝光、基板之製程之修復(修補；repair)等種類。又，基板有液晶顯示器(LCD；Liquid Crystal Display)或電漿平面顯示器(PDP；Plasma Display Panel)等之平面面板顯示器(FPD；Flat Panel Display)、半導體晶圓(wafer)、層積印刷基板(multilayer printed circuit board)等種類。

此種雷射加工裝置設有以所指定之位置、方向、形狀照射雷射光之機構。迄今，使用狹縫等作為該機構。近年來，亦使用微小鏡子排列成陣列狀之DMD(Digital Micromirror Device)等之空間調變元件作為該機構。空間調變元件亦稱為空間光調變器(SLM；spatial light modulator)。

而結果，有所指定之位置、方向、形狀與實際照射雷射光之位置、方向、形狀不同之情形。這是由於在雷射光源至被加工物之光程上，存在複數個光學零件，受到該等光學零件之應變、安裝位置之偏移、安裝方向之偏移等之影響之故。

是故，為使所指定之位置、方向、形狀與實際照射雷射光之位置、方向、形狀一致，需進行校準(calibration)，以調整雷射光照射之方式。

此外，「校準」一詞亦有用於包含「調整」之意思之情形，而以下，「校準」則以不包含「調整」者來說明。又，只要以下未特別限制，「調整」即係指根據校準之結果之調整。

於專利文獻1~3記載有調整雷射光之照射之習知技術。

專利文獻1記載之雷射加工裝置係求出作為照射雷射光束之對象之加工圖形之影像上的座標位置與照射雷射光束之點之影像上之座標位置，算出兩者之位置偏移量。將位置偏移量換算成用以移動平台之修正量，使平台移動，以調整成加工圖形之位置與雷射光束之照射位置一致。

然而，專利文獻1僅記載X方向或Y方向之位置偏移之調整，關於旋轉偏移、放大或縮小之標度轉換、形狀之變形並無記載。

在專利文獻2之標本觀察系統中，考慮某種旋轉偏移或變形。此系統為於顯微鏡安裝雷射掃瞄裝置及影像取得裝置之結構。在此系統中，從以影像取得裝置取得之影像測量以雷射掃瞄裝置照射之雷射光之照射位置。然後，依顯示以此測量而得之照射位置與對雷射掃瞄裝置指示之雷射光照射之照射指示位置之差異的資訊，進行校正及調整。

在此系統中，考慮照射位置及照射指示位置之差異之4個主要因素，採取因應主要因素之調整方法。舉例言之，

影像取得裝置及雷射掃瞄裝置之各光學系統之光軸之位置
偏移或旋轉偏移係以修正使雷射光偏向之偏向用鏡之偏向
動作之控制來補償。

於專利文獻3揭示在YAG雷射加工機中，使YAG雷射光
5 之焦點位置與工作件之雷射加工點對齊之教導方法。在此
方法中，進行YAG雷射光之光軸方向之Z方向之校準、與Z
方向垂直之X方向及Y方向之校準。

Z方向之校準係使用在相對於Z軸傾斜之方向，照射至
工作件(workpiece)上，在工作件上，視為與X軸平行之線之
10 測量用狹縫光。從雷射加工頭之Z方向之動作與拍攝工作件
之影像之狹縫光之Y座標之關係取得Z方向之資料。依該資
料，進行用以使YAG雷射光之焦點位於工作件表面之Z方向
之校準。

X-Y方向之校準係於進行Z方向之修正後進行。具體言
15 之，雷射加工頭移動至工具座標系(XYZ座標系)之原點，僅
照射1發(shot)雷射光，拍攝以該照射形成之珠子(bead)痕
跡，取得所獲得之影像之珠子痕跡之座標。同樣地，雷射
加工頭亦依序移動至工具(tool)座標系之位於X軸上之X軸
定義點與位於Y軸上之Y軸定義點，進行雷射光之照射、拍
20 攝、座標之取得。

從該等3點之工具座標系之座標與影像座標系之像素
(pixel)座標系之座標，求出從工具座標系至像素座標系之轉
換矩陣。該轉換矩陣表示並進移動與旋轉移動之組合。

以該轉換矩陣之轉換之逆轉換，將以像素座標系表示

之檢測點之座標轉換成工具座標系。算出工具座標系之修正量，雷射加工頭於X-Y方向移動修正量之量。

【專利文獻1】日本專利公開公報平6-277864號

【專利文獻2】日本專利公開公報2004-109565號

5 【專利文獻3】日本專利公開公報2000-263273號

【發明內容】

發明揭示

發明要解決之課題

上述專利文獻1~3皆記載未將照射之雷射光空間調變
10 時之校準及調整之方法。藉由空間調變元件之光之照射之
校準及調整至今為止仍多為以人工手動作業來進行。

用以解決課題之手段

根據本發明之一個態樣，提供根據指定之輸入圖形，
調整業經以空間調變元件空間調變之光對對象物之照射之
15 調整裝置。前述調整裝置包含有讀入部、算出部及調整部，
該讀入部係讀入拍攝照射業經以前述空間調變元件空間調
變之光之前述對象物之影像；該算出部係算出將前述輸入
圖形轉換成在前述影像上對應於前述輸入圖形而產生之輸
出圖形之轉換參數者；該調整部係當使用校準圖形作為前
20 述輸入圖形時，依前述算出部算出之前述轉換參數，調整
根據所指定之照射圖形之對前述對象物之光之照射者。

根據本發明另一態樣，提供一種雷射加工裝置。前述
雷射加工裝置包含有將從雷射光源射出之雷射光引導至對
象物上之光學系統；設置於從前述雷射光源至前述對象物

之光程上，將入射光進行空間調變之空間調變元件；及前述調整裝置。該雷射加工裝置使用前述雷射光作為根據前述照射圖形對前述對象物照射之光，且以前述調整裝置調整前述雷射光對前述對象物之照射，以加工前述對象物。

- 5 根據本發明又另一態樣，提供電腦執行用以實現前述調整裝置之方法及使電腦具有作為前述調整裝置之功能之程式。前述程式儲存於電腦可讀取之記憶媒體而提供。

在上述任一態樣中，皆依所算出之前述轉換參數，調整對前述對象物之光之照射。因而，所指定之前述照射圖形與實際照射之前述光之圖形之差較未調整時減低。

發明效果

根據本發明，由於依轉換參數，自動地調整業經以空間調變元件空間調變之光之照射，故可實現更正確之照射。

又，根據本發明，由於從1個校準圖形，算出轉換參數，故用以取得轉換參數之光之照射進行1次即足夠，不需如習知般，反覆進行照射及構造物之機械性移動。因而，根據本發明，可有效率地進行校準，調整光之照射。

【實施方式】

用以實施發明之最佳形態

20 以下，參照圖式，就本發明之實施形態詳細說明。在顯示不同之實施形態之複數圖式中，相互對應之構成要件標示相同標號，而省略說明。

以下，首先說明第1實施形態，之後，說明將第1實施形態變形之第2~第8實施形態。第1~第8實施形態皆為將本

發明應用於調整雷射加工裝置之雷射光之照射之例。接著，說明第9實施形態作為將本發明應用於調整投影機之光之照射之例，最後，說明其他變形例。

第1圖係顯示第1實施形態之雷射加工裝置之結構之模式圖。第2~第8實施形態亦使用與第1圖相同之結構之雷射加工裝置。

第1圖之雷射加工裝置100係以從雷射振盪器103射出之雷射光，將載置於平台101上之被加工物102加工之裝置。雷射加工裝置100對被加工物102進行熔融、切斷、圖畫或文字等之印相、曝光或電路圖形之修復(修補)等任何一種加工。此外，以下為簡單說明，平台101之上面假設為相對於鉛直方向垂直。

被加工物102可為FPD基板、半導體晶圓、層積印刷基板等，亦可為其他一般之試樣。

從雷射振盪器103射出之雷射光穿透半反射鏡104，在鏡子105反射，入射至DMD106。

DMD106為微小鏡子排列成二維陣列之空間調變元件。微小鏡子之傾斜角至少可切換成2種。以下分別將傾斜角為第1、第2角度時之微小鏡子之狀態稱為「開啟狀態」及「關閉狀態」。

DMD106依後述控制部113之指示，獨立切換各微小鏡子之傾斜角、亦即各微小鏡子之狀態。對DMD106之指示以將顯示是否要照射雷射光之二值資料排列成二維狀之資料表示，從控制部113發送。

以從鏡子105入射至DMD106之入射光在開啟狀態之微小鏡反射時，反射光之方向形成鉛直方向之狀態，配置雷射振盪器103、半反射鏡104、鏡子105及DMD106。在開啟狀態之微小鏡子反射之雷射光之到達被加工物102表面之光程上配置具有半反射鏡107、成像透鏡108、半反射鏡109、物鏡110之投影光學系統。在開啟狀態之微小鏡子反射之雷射光藉由投影光學系統，投影、亦即照射至被加工物102之表面。投影光學系統構造成被加工物102之表面與DMD106為共軛之位置。

10 關閉狀態之微小鏡子之傾斜角與開啟狀態時不同。是故，從鏡子105入射至DMD106之入射光在關閉狀態之微小鏡，反射至與至半反射鏡107之方向不同之方向，而不照射至被加工物102上。在第1圖中，關閉狀態之微小鏡子之反射光之光程以虛線箭號表示。

15 因而，藉將各微小鏡子控制在開啟狀態或關閉狀態，可控制雷射光是否照射至對應於各微小鏡子之被加工物102之位置。即，藉使用DMD106，可以任意之位置、方向、形狀，將雷射光照射至被加工物102上。

雷射加工裝置100更包含有LED(Light Emitting Diode; 發光二極體)光源116。從LED光源116照射之光(以下稱為「LED光」)在半反射鏡104反射，入射至鏡子105。

在此，雷射振盪器103、半反射鏡104、LED光源116配置成透過半反射鏡104之雷射光與在半反射鏡104反射之LED光之光軸一致。因而，在半反射鏡104反射後之LED光

之光程與雷射光之光程相同，LED光亦照射至被加工物102。

在本實施形態中，為調整藉由DMD106之雷射光之照射，進行校準，LED光用於校準。

- 5 又，雷射加工裝置100包含有照明用光源111、CCD(Charge Coupled Device；電荷耦合元件)照相機112。當拍攝需要照明光時，照明用光源111之照明光在半反射鏡109反射，藉由物鏡110，照射至被加工物102之表面。此外，亦可使用CMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor；互補型金屬氧化物半導體)照相機等拍攝裝置。

雷射光、LED光及照明光之在被加工物102表面之反射光皆藉由具有物鏡110、半反射鏡109、成像透鏡108、半反射鏡107之光學系統，入射至CCD照相機112之光電轉換元件。藉此，CCD照相機112拍攝被加工物102之表面。

- 15 在本實施形態中，使用可以CCD照相機112拍攝反射光之波長之雷射光、LED光及照明光。因而，使用DMD106，在照射雷射光或LED光之狀態下，CCD照相機112拍攝被加工物102時，於所拍攝之影像顯現照射至被加工物102上之雷射光或LED光之圖形。

- 20 若雷射加工裝置100完全不具變形或偏移，於影像顯現之圖形應與DMD106所指定之圖形之位置、方向(角度)、形狀皆一致。然而，實際上，有2個圖形不一致之情形。該不一致即為校準之對象。

雷射加工裝置100更包含有控制部113、操作部114及顯

示器115。

控制部113控制雷射加工裝置100全體。操作部114以鍵盤或指向裝置等輸入機器實現。從操作部114輸入之指示傳送至控制部113。

- 5 又，顯示器115根據控制部113之指示，顯示影像或文字等。顯示器115亦可即時顯示CCD照相機112所拍攝之被加工物102之影像。以下，亦有將CCD照相機112拍攝，控制部113讀入之影像稱為「實況(live)影像」之情形。

對控制部113之輸入為操作部114之指示及來自CCD照
10 相機112之影像資料。以控制部113控制者為平台101、雷射振盪器103、DMD106、顯示器115、LED光源116。

又，控制部113可為通用之電腦，亦可為專用之控制裝置。控制部113之功能亦可以硬體、軟體、韌體或該等之組合之任一者實現。

- 15 舉例言之，亦可以具有CPU(Central Processing Unit)、ROM(Read Only Memory)等非依電性記憶體、工作區(working area)使用之RAM(Random Access Memory)、硬碟裝置等外部記憶裝置、與外部機器之連接介面，將該等以匯流排相互連接之PC(Personal Computer)等電腦實現控制部
20 113。

此時，平台101、雷射振盪器103、DMD106、顯示器115、LED光源116以各自之連接介面與此電腦連接。CPU藉將儲存於硬碟裝置或電腦可讀取之可攜式記憶媒體等之程式載入(load)至RAM執行，而實現控制部113之功能。

接著，使用被加工物102為基板，雷射加工裝置100為對基板表面之缺陷照射雷射光，以修復缺陷之雷射修復裝置之具體例，說明第1實施形態之雷射加工裝置100之動作概要。

- 5 如第1圖所示，雷射加工裝置100包含有具有成像透鏡108及物鏡110之顯微鏡。是故，CCD照相機112可藉由顯微鏡，拍攝被加工物102上之細微電路圖案或細微缺陷。所拍攝之影像即時顯示於顯示器115。

將在被加工物102表面，存在缺陷之區域稱為「缺陷區域」，將顯示於顯示器115之影像中，拍攝有缺陷區域之區域稱為「缺陷顯示區域」。雷射修復裝置藉對缺陷區域照射雷射光，而修復基板。舉例言之，灰塵或不必要之光阻雖為缺陷，但由於可照射雷射光，使其蒸發，故為可修復之缺陷。此種缺陷即為雷射修補裝置之修復對象。

- 15 為防止藉對無缺陷之區域照射雷射光，而損壞正常形成之電路圖形，照射雷射光之區域必須準確地與缺陷區域一致。因此，要求校準及調整。

舉例言之，操作員藉由操作部114，選擇、亦即指定缺陷顯示區域。所指定之缺陷顯示區域為顯示缺陷區域之圖形。藉控制部113對DMD106指定此圖形，可進行已進行「對缺陷區域照射雷射光，對缺陷區域以外之區域不照射雷射光」之控制的照射。換言之，對對應於缺陷顯示區域所含之像素之DMD106之微小鏡子指示開啟狀態，對其他之微小鏡子指示關閉狀態，可對缺陷區域照射雷射光，修復缺陷，

對其他之區域不照射雷射光。

若雷射加工裝置100完全無變形或偏移時，對應於缺陷顯示區域所含之像素之DMD106之微小鏡子為對應於該微小鏡子之被加工物102上之位置照射雷射光，應呈開啟狀態。對應於缺陷區域所不包含之像素之微小鏡子為不對應於該微小鏡子之被加工物102上之位置照射雷射光，應呈關閉狀態。

然而，實際上有雷射加工裝置有變形或偏移之情形。是，進行校準。然後，雷射光依校準之結果予以調整，照射至作為基板之被加工物102上。藉此，可以準確地與基板上之缺陷區域一致之圖形照射雷射光。即，為雷射修復裝置之雷射加工裝置100不但不致以雷射光損傷正常之部份，並且可修復基板之缺陷。

接著，就控制部113之詳細內容作說明。

第2圖係顯示第1實施形態之控制部113之功能之功能方塊圖。

控制部113具有從CCD照相機112讀入影像之讀入部201、進行校準之算出部202、依校準之結果，調整光之照射之調整部203、控制DMD106之空間調變控制部204、控制平台101之平台控制部205、選擇雷射振盪器103或LED光源116其中一者作為光源之選擇部206。將本發明之調整裝置在第1實施形態中實現者係讀入部201、算出部202、調整部203。

讀入部201從CCD照相機112讀入拍攝被加工物102之

影像。舉例言之，當以PC實現控制部113時，亦可以安裝於PC之影像擷取板實現讀入部201。

讀入部201讀入之影像之種類依實現形態而異，在任一實施形態讀入部201皆需讀入之影像為進行根據校準圖形之照射時之被加工物102之影像。

校準圖形係對DMD106指示之輸入圖形之一種。在以下之說明中，「輸入圖形」係表示對DMD106之指示之圖形，為將照射光之區域(area)以對各微小鏡子之「開啟」或「關閉」之指示表示之圖形。依校準用或雷射光之加工用之目的，具體指定作為輸入圖形之圖形不同。

拍攝根據一些輸入圖形照射光之被加工物102之影像上產生對應於該輸入圖形之圖形。以下，將影像上產生之圖形稱為「輸出圖形」。

輸出圖形係「已照射光」或「未照射光」之二值，為表示影像上各點之圖形。輸入圖形之「開啟」及「關閉」之指示分別對應於輸出圖形之「已照射光」之狀態及「未照射光」之狀態。

然而，一般因存在於雷射加工裝置100之變形或偏移等，輸入圖形與輸出圖形不同。舉例言之，校準圖形係用於校準之基準圖形，輸出圖形與基準圖形不同。

即，當將輸入圖形視為基準時，輸出圖形偏移基準位置，或從基準角度旋轉，形狀放大、縮小抑或變形。

是故，算出部202算出將輸入圖形轉換成輸出圖形之轉換參數。在以下之各實施形態中，校準係指轉換參數之算

出。由於轉換參數之具體例依實施形態而不同，故詳細內容後述。

算出部202將於使用校準圖形作為輸入圖形時算出之轉換參數輸出至調整部203。此外，算出部202讀取儲存於圖中未示之記憶裝置之預定校準圖形，利用於轉換參數之算出，亦可於每次校準時，作成校準圖形。

調整部203依轉換參數，調整根據從控制部113之外部指定之照射圖形之雷射光照射。為調整而控制之對象依實施形態而異，在第1實施形態中，調整部203調整從操作部114提供之照射圖形。

當以PC實現控制部113時，算出部202及調整部203亦可以將程式載入至RAM而執行之CPU來實現。又，預先將校準圖形儲存於記憶裝置時，該記憶裝置亦可為PC所具有之RAM或硬碟裝置等。

空間調變控制部204接收要對DMD106指示之輸入圖形，依該輸入圖形，進行使DMD106之各微小鏡子呈開啟狀態或關閉狀態之控制。結果，從雷射振盪器103或LED光源116照射之光經DMD106空間調變，而照射至被加工物102上。

空間調變控制部204在校準用之LED光之照射中，從算出部202，接收校準圖形作為輸入圖形。在加工用雷射光之照射中，空間調變控制部204從調整部203接收業經以調整部203調整之輸入圖形。

平台控制部205控制平台101，以使構成光學系統之第1

圖之各構成要件與平台101之相對位置變化。在其他實施形態中，亦可不使平台101移動，而使光學系統移動，使相對位置變化。

舉例言之，當雷射加工裝置100為雷射修復裝置時，從
5 缺陷檢查裝置對雷射加工裝置100預先通知要修復之缺陷之概略位置。然後，平台控制部205控制平台101，使其移動，以使被通知之被加工物102上之位置進入雷射光之照射範圍，進入CCD照相機112之拍攝範圍。

之後，CCD照相機112拍攝被加工物102，讀入部201讀
10 入所拍攝之影像，顯示器115顯示該影像。操作員依顯示於顯示器115之影像，從操作部114指示要照射雷射光而修復之圖形、亦即缺陷顯示區域。又，亦可以與從良好成品之被加工物而得之影像之比較之習知技術，抽出缺陷顯示區域。

15 選擇部206選擇雷射振盪器103及LED光源116其中任一者作為光源，將所選擇之一方之光源開啟，未選擇之一方之光源關閉。具體言之，選擇部206於校準時，進行將雷射振盪器103關閉，將LED光源116開啟之控制，加工時，進行將雷射振盪器103開啟，將LED光源116關閉之控制。
20 又，亦有選擇部206進行將兩者之光源皆關閉之控制之情形。

當以PC實現控制部113時，空間調變控制部204、平台控制部205及選擇部206皆可以將程式載入至RAM執行之CPU、外部裝置與PC之連接介面來實現。

接著，參照第3圖，就校準之對象作說明。

第3圖係例示因存在於雷射加工裝置100之偏移或變形引起之照射圖形之變形、亦即輸入圖形至輸出圖形之變形者。

5 為方便說明，以下將以CCD照相機112拍攝之影像之橫向之座標軸稱為x軸，縱向之座標軸稱為y軸。影像大小為任意，在本實施形態中，x方向為640像素，y方向為480像素。又，將此大小記載為「640×480像素」。影像內之各像素之位置以x座標與y座標之組合(x,y)表示。第3圖之照射圖
10 形310之左上角及右下角之座標分別為(0,0)及(639,479)。

第3圖之照射圖形310係對以CCD照相機112拍攝之影像表示要於該影像之哪個部份照射雷射光之圖形。因而，照射圖形31內之位置亦可以x座標與y座標之組合(x,y)表示，照射圖形310之大小為與以CCD照相機112拍攝之影像
15 相同之640×480像素。

在此，當將照射雷射光以白色顯示，未照射以黑色顯示時，如第3圖所示，照射圖形310可以白黑二值影像表示。在第3圖之例中，照射圖形310表示應於位於影像之中心部，與x軸平行之粗線及與y軸平行之粗線交叉之白色十字
20 形狀及背景由黑色構成，相當於白色十字形狀之被加工物102上之部份照射雷射光。

在本實施形態中，照射圖形310如以下進行，從操作部114指示。首先，在照明用光源111之照明光所作之照明下，以未照射雷射光、也未照射LED光之狀態，CCD照相機112

拍攝被加工物。然後，控制部113之讀入部201讀入所拍攝之影像，輸出至顯示器115。

之後，操作員觀看輸出至顯示器115之影像，從操作部114指示要照射雷射光之範圍。該指示藉由連接操作部114及控制部113之介面，以640×480像素大小之照射圖形310之資料之形式，提供至控制部113。

在另一實施形態中，亦可從其他裝置將照射圖形310之資料傳送至控制部113。舉例言之，當雷射加工裝置100為FPD基板等之雷射修復裝置時，亦可從缺陷檢查裝置將照射圖形310之資料傳送至控制部113。或者，雷射修復裝置亦可具有影像辨識部，影像辨識部依影像辨識處理，辨識缺陷之形狀，生成顯示所辨識之形狀之照射圖形310之資料，輸出至控制部113。

不論為何者，皆將照射圖形310之資料提供給控制部113。如此一來，控制部113從照射圖形310生成用以對DMD106指示各微小鏡子之開啟及關閉之DMD轉送用資料320。DMD轉送用資料320係表示輸入圖形之資料，轉送(亦即發送)至DMD106。

在DMD106，微小鏡子排列成二維陣列狀，可將微小鏡之位置以u座標與v座標之組合(u,v)表示。又，以下為簡單說明，令影像內之像素之座標(x,y)與微小鏡之座標(u,v)為具有 $x=u, y=v$ 之關係者。由於只要將微小鏡子適當配置，適當訂定uv座標系之原點，此關係即成立，故以下之說明之一般性未喪失。

在此，與照射圖形310之圖同樣地，當令照射光以白色表示，未照射以黑色表示時，DMD轉送用資料320亦可以白黑二值影像表示。換言之，可將DMD轉送用資料以顯示微小鏡子呈開啟狀態之白色或微小鏡呈關閉狀態之黑色表示位置 (u,v) 之點的白黑二值影像來表示。

在本實施形態中，假設於DMD排列 800×600 個微小鏡。即，微小鏡子之個數多於CCD照相機112拍攝之影像之像素數。是故，顯示DMD轉送用資料320之影像為以黑色邊緣包圍顯示照射圖形310之影像周圍之影像。有此種邊緣之理由後述。

即，顯示照射圖形310之影像位置 (x,y) 之顏色(白或黑)與顯示DMD轉送用資料320之影像之 $u=x, v=y$ 之位置 (u,v) 之顏色相等。當位置 (u,v) 位在 $u < 0$ 、 $640 \leq u$ 、 $v < 0$ 或 $480 \leq v$ 之範圍時，顯示DMD轉送用資料320之影像之位置 (u,v) 之顏色為黑色。

此外，在第3圖中，DVD轉換用資料320具有白色矩形框線，此框線為方便說明，係表示相當於照射圖形310之 640×480 像素之範圍，並非表示白色框線上之微小鏡子呈開啟狀態者。又，在本實施形態中，在DMD轉送用資料320中，在白色框線上方之邊緣與下方之邊緣之寬度相等，右邊之邊緣與左邊之邊緣之寬度亦相等。惟，邊緣之寬度可依實施形態適當訂定。

依照射圖形310與DMD轉送用資料320間之上述關係，控制部113從照射圖形310之資料生成DMD轉送用資料

320。如上述，要生成DMD轉送用資料320，控制部113僅於照射圖形310周圍追加黑色邊緣即可。

控制部113內之空間調變控制部204藉將DMD轉送用資料320輸出至DMD106，可對800×600個微小鏡子給予開啟或關閉之指示。

在此，假設不進行根據校準之調整，而是依所給予之DMD轉送用資料320，DMD106之微小鏡子呈開啟狀態或關閉狀態，雷射光從雷射振盪器103射出。

此時，一般照射至被加工物102上之雷射光之圖形與所期之照射圖形310不同。這是由於雷射加工裝置100之光學系統及/或拍攝系統有偏移或變形之故。

舉例言之，鏡子或透鏡可能變形，或者雷射加工裝置100之各構成要件之安裝位置偏移，抑或有安裝角度偏移，從原本之角度旋轉而安裝之零件。

第3圖之實況影像330即係如此當與所期之照射圖形310不同之圖形照射至被加工物102上時，以CCD照相機112拍攝之影像之例。因而，實況影像330上之位置亦可以xy座標系表示，實況影像330之大小為640×480像素。

在第3圖之實況影像330中，實際照射雷射光之部份以白色顯示，未照射之部份以黑色顯示。將實況影像330與照射圖形310比較時，白色十字形於x軸之正向移動，進一步，逆時鐘旋轉15度。從照射圖形310至實況影像330之變形實際上不僅包含平行移動(位移)及旋轉，亦包含放大、縮小、亦即標度轉換或剪應變等形狀之變形。

因而，為防止此種變形，進行校準，依校準之結果，需調整雷射光之照射。在本實施形態中，將因存在於雷射加工裝置100之偏移或變形引起之上述照射圖形之變形視為一種轉換之結果，將該轉換以數學模式化。

- 5 接著，就以校準取得顯示該以數學模式化之轉換之參數，依所取得之參數，調整之處理作說明。

在第3圖中，DMD轉送用資料320除了邊緣以外，與照射圖形310相同。是故，照射圖形310事實上可為對DMD106指定之輸入圖形。實況影像330係將對應於該輸入圖形，未
10 作任何調整而接收變化之雷射光照射至被加工物102上時，於影像產生之輸出圖形。因而，從照射圖形310至影像330之變形可視為從上述輸入圖形至上述輸出圖形之轉換。

在本實施形態中，採用此轉換為以轉換矩陣T表示之仿射(affine)轉換之數學模式。即，轉換矩陣T之各要件為應在
15 校準中算出之轉換參數。

如上述，輸入圖形及輸出圖形皆可以xy座標系表示，又，由於平常 $u=x$ ，且 $v=y$ ，故即使uv座標系與xy座標系視為相同，轉換參數之算出亦無問題。即，本實施形態之數學模式係「與DMD轉送用資料320之座標(u,v)相等之照射
20 圖形310之座標系以顯示仿射轉換之轉換矩陣T，轉換成實況影像330之座標(x',y')」者。

此數學模式以算式表示時，即如式(1)。

$$\begin{cases} x' = a_1x + b_1y + d_1 \\ y' = a_2x + b_2y + d_2 \end{cases} \quad (1)$$

在此，轉換矩陣T定義為式(2)之 3×3 矩陣。

$$T = \begin{pmatrix} a_1 & b_1 & d_1 \\ a_2 & b_2 & d_2 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

如此一來，可以式(3)之矩陣運算，顯示從輸入圖形至輸出圖形之轉換。

$$5 \quad \begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 & b_1 & d_1 \\ a_2 & b_2 & d_2 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} \quad (3)$$

在此，轉換矩陣T之第3列之要件 d_1 及 d_2 表示平行移動之量。在轉換矩陣T中，將要件 a_1 、 b_1 、 a_2 、 b_2 構成之部份視為 2×2 矩陣時，此 2×2 矩陣從仿射轉換之定義為正規，表示合成旋轉、放大、縮小及剪應變之變形。此亦可從下式(4)~(12)理解。

即，任意之正規之 2×2 矩陣S可分解成如式(4)。

$$S = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & -c \\ c & a \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & \frac{ab+cd}{a^2+c^2} \\ 0 & \frac{ad-bc}{a^2+c^2} \end{pmatrix} \quad (4)$$

又，一般表示旋轉之矩陣X以式(5)表示，表示放大、縮小之矩陣Y以式(6)表示，表示剪應變之矩陣Z以式(7)表示。

$$X = \begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix} \quad (5)$$

$$Y = \begin{pmatrix} \alpha & 0 \\ 0 & \beta \end{pmatrix} \quad (6)$$

$$Z = \begin{pmatrix} 1 & \gamma \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (7)$$

在此， α 、 β 、 γ 分別以式(8)、(9)、(10)表示， θ 只要滿足式(11)及(12)，矩陣S即滿足式(13)。

$$\alpha = \sqrt{a^2 + c^2} \quad (8)$$

$$\beta = \frac{ad - bc}{\sqrt{a^2 + c^2}} \quad (9)$$

$$\gamma = \frac{ab + cd}{a^2 + c^2} \quad (10)$$

$$\cos \theta = \frac{a}{\sqrt{a^2 + c^2}} \quad (11)$$

$$\sin \theta = \frac{c}{\sqrt{a^2 + c^2}} \quad (12)$$

$$S = XYZ \quad (13)$$

10 即，藉算出轉換矩陣T，可進行將平行移動、旋轉、放大、縮小及剪應變納入考慮之校準。是故，接著，就算出轉換矩陣T之方法作說明。

一般，3點a、b、c以仿射轉換映射成點a'、b'、c'時，表示此仿射轉換之轉換矩陣T可從點a、b、c之座標及點a'、
15 b'、c'之座標如以下進行而算出。

首先，在xy座標系中，點a之座標以由 $(x_a, y_a)^T$ 之列向量表示，點b之座標以由 $(x_b, y_b)^T$ 構成之列向量表示，點c之座標以由 $(x_c, y_c)^T$ 構成之列向量表示，點a'之座標以由 $(x_{a'}, y_{a'})^T$ 構成之列向量表示，點b'之座標以由 $(x_{b'}, y_{b'})^T$ 構成之列向量
20 表示，點c'之座標以由 $(x_{c'}, y_{c'})^T$ 構成之列向量表示。在此，

上述上標文字之「T」表示轉置。如此一來，使用點a、b、c及點a'、b'、c'之座標，將以下述式(14)表示之矩陣P與以下述式(15)表示之矩陣Q定義。

$$P = \begin{pmatrix} x_a & x_b & x_c \\ y_a & y_b & y_c \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad (14)$$

$$5 \quad Q = \begin{pmatrix} x_{a'} & x_{b'} & x_{c'} \\ y_{a'} & y_{b'} & y_{c'} \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad (15)$$

在此，從式(3)，3點a、b、c與3點a'、b'、c'之關係可如下述式(16)表示。

$$TP=Q \quad (16)$$

10 當適當選擇3點a、b、c之位置時，矩陣P為正規，逆矩陣 P^{-1} 存在。是故，從兩邊之右邊乘上逆矩陣 P^{-1} ，可獲得式(17)。

$$T=QP^{-1} \quad (17)$$

15 是故，算出部202可從式(17)算出轉換矩陣T。即，訂定矩陣P為正規之適當位置之3點a、b、c，而可得知該3點以轉換矩陣T映射之點a'、b'、c'之位置時，可算出轉換矩陣T。在本實施形態中，為得知點a'、b'、c'之位置，可進行根據校準圖形之LED光之照射。

20 第4圖係顯示校準圖形之例。於第4圖顯示3個校準圖形之例，該等皆為將定位成矩陣P為正規之3點a、b、c表現成可相互區別之圖形。

校準圖形可於每次校準時，由算出部202生成，亦可預先生成，記憶於記憶裝置。

由於校準圖形為對DMD106之輸入圖形之一種，故與第3圖同樣地，可以顯示開啟狀態之白色與顯示關閉狀態之黑色之二值影像表示。又，如在第3圖中所說明，在本實施形態中，由於uv座標系視為與xy座標系相同，故於第4圖顯示

5 x軸及y軸。

於校準圖形340配置直徑不同之3個圓(circle)，3點可以直徑之不同來區別。即，直徑最小之圓之中心為點a，直徑第2小之圓之中心為點b，直徑最大之圓之中心為點c。由於直徑互異之圓面積亦互異，故可易以影像處理相互區別辨

10 識。

校準圖形341中，以形狀之不同，區別3點。即，長方形之重心為點a，菱形之重心為點b，三角形之重心為點c。

在校準圖形342，使用由2個線段構成之圖形，區別3點。在校準圖形342，與y軸平行之線段之一端點為點a，另一端點為點b。又，與x軸平行之線段之未與線段ab接觸者之端點為點c。在此，當令線段ab與和x軸平行之線段之接觸點為點w時，訂定點a、b、c之位置，以使點a與點w之距離aw及點b與點bw之距離bw互異。

15

當然亦可利用第4圖例示以外之校準圖形。舉例言之，

20 在由3邊長度不同之三角形構成之圖形，可依3邊之長度，區別3個頂點，故可利用作為校準圖形。亦可使用表現了可相互區別之4點之圖形，僅將當中之特定3點用於校準。總而言之，當採用轉換矩陣T表示仿射轉換之數學模式時，只要可相互區別3點，校準圖形為何種形狀之圖形皆可。

然後，當CCD照相機112拍攝根據校準圖形照射光之被加工物102時，如上述，獲得包含以轉換矩陣T變形之輸出圖形之影像。要算出轉換矩陣T，需從此輸出圖形辨識點a'、b'、c'之位置。

5 在此，由於轉換矩陣T之變形之原因為潛藏於雷射加工裝置100之偏移或變形，故轉換矩陣T之變形之程度不致非常大。因而，為了即使圖形稍微變形，仍可保持「可區別3點」之性質之狀態，藉使用提高「3點a、b、c之區別容易度之程度」之校準圖形，而可在輸出圖形中，相互區別辨
10 識點a'、b'、c'。

舉例言之，在校準圖形340之例中，當3個圓之直徑不同時，可區別3點a、b、c。惟，該區別之容易度程度依3個圓之直徑之比而異。

若3個直徑之值相近時，3個圓可能映射成幾乎無法以
15 轉換矩陣T區別之3個橢圓(或圓)。然而，當3個直徑之值大為不同時，3個圓在以轉換矩陣T變形之輸出圖形中，面積大為不同，而映射成易區別之3個橢圓(或圓)。因而，可區域3點a'、b'、c'。即，可將3個橢圓(或圓)之重心辨識作為3點a'、b'、c'。

20 即，在校準圖形340之例中，3個圓之直徑越不同，3點a、b、c區別之容易程度越高。在校準圖形340中，何種程度之3個圓之直徑不同時，在輸出圖形，可區別3點a'、b'、c'依實施形態而異。是故，亦可進行預備之實驗，訂定3個圓之直徑。

在校準圖形341中，三角形與四角形在輸出圖形亦易區別。舉例言之，當長方形2邊之長度大為不同，或長方形與菱形之面積大為不同時，在輸出圖形，便保持「可區別3點」之性質。因而，在輸出圖形，可將3個圖形之各重心辨識作為3點 a' 、 b' 、 c' 。

在校準圖形342中，2個距離 aw 與 bw 大為不同，而可在輸出圖形，保持「可區別3點」之性質，而可相互區別辨識3點 a' 、 b' 、 c' 。

接著，參照第5圖，就使用此種校準圖形，算出轉換矩陣 T 之處理作說明。

第5圖係顯示作為第1實施形態之轉換參數之轉換矩陣 T 之算出程式之流程圖。

在步驟S101，算出部202作成第4圖所示之校準圖形，將之輸出至空間調變控制部204。或者，算出部202亦可在步驟S101讀取預先儲存於記憶裝置之校準圖形。

校準圖形係對DMD106指定作為輸入圖形者，可以二值影像表現。是故，在第5圖，將步驟S101表現為「DMD影像作成」。

接著，在步驟S102，算出部202從校準圖形之資料取得3點 a 、 b 、 c 之座標。

舉例言之，當為第4圖之校準圖形340時，算出部202以影像辨識處理，從校準圖形辨識3個「白色」之圓，分別算出取得所辨識之3個圓中心(即重心)之座標。該等3個座標為點 a 、 b 、 c 之座標。

然後，在步驟S103，選擇部206選擇LED光源116作為光源。空間調變控制部204控制DMD106，以根據校準圖形，切換微小鏡子之開啟狀態及關閉狀態。藉此，從LED光源116射出之LED光根據校準圖形空間調變，藉由DMD106，

5 投影至被加工物102之表面(即照射)。

接著，在步驟S104，CCD照相機112拍攝被加工物102，讀入部201從CCD照相機112讀入(亦即擷取(capture))所拍攝之影像之資料。於此影像存在對應於校準圖形之輸出圖形。

10 在下個步驟S105，算出部202從讀入部201所讀入之輸出圖形，如以下進行，取得3點a'、b'、c'。

在本實施形態中，讀入部201所讀入之影像為灰階影像。當然在其他之實施形態中，亦可使用拍攝彩色影像之CCD照相機112，此時亦與下述同樣地，算出部202取得3點

15 a'、b'、c'之座標。

算出部202首先將讀入部201讀入之影像轉換成白黑二值影像。此二值化依各像素之亮度值與閾值之比較進行。在已轉換之白黑二值影像中，白色區域為照射LED光之區域部份，黑色區域為未照射LED光之區域。算出部202使用

20 已轉換之白黑二值影像，進行以下之處理。

舉例言之，使用第4圖之校準圖形340時，算出部202以影像辨識處理，辨識與圓形或橢圓相近之形狀之存在及位置。結果，辨識3個形狀。在校準圖形340之例中，依3個圓之面積小之順序，分別對應於點a、b、c。因而，算出部202

算出所辨識之3個形狀之面積，依該面積小之順序，使形狀分別對應於點 a' 、 b' 、 c' 。再者，算出部202算出所辨識之3個形狀之各重心座標，取得該等3個座標作為3點 a' 、 b' 、 c' 之座標。

- 5 使用其他之校準圖形時亦同樣地，算出部202在步驟S105從表示輸出圖形之白黑二值影像取得3點 a' 、 b' 、 c' 之座標。

接著，在步驟S106，算出部202依上述式(17)，算出轉換矩陣 T 。在此，矩陣 Q 從在步驟S105取得之3點 a' 、 b' 、 c' 之座標以式(15)定義，矩陣 P 從在步驟S102取得之3點 a 、 b 、 c 之座標以式(14)定義。

10

又，如式(16)所說明，在本實施形態中，由於矩陣 P 為正規，故算出部202可在步驟S106算出逆矩陣 P^{-1} 。逆矩陣之計算方法已知有各種方法，可採用任何方法。

- 15 算出部202將如此進行而作成之轉換矩陣 T 之資料儲存於第2圖未顯示之RAM或硬碟等記憶裝置。

最後，在步驟S107，算出部202從轉換矩陣 T 算出為其逆矩陣之逆轉換矩陣 $T' (= T^{-1})$ 。逆轉換矩陣 T' 為表示作為轉換參數之轉換矩陣 T 之轉換之逆轉換的逆轉換參數。算出

20 部202亦將逆轉換矩陣 T' 之資料儲存於記憶裝置。

以上，第5圖之處理、亦即校準結束。校準結束後，進行進行了根據逆轉換矩陣 T' 之調整之雷射振盪器103之雷射光之照射。此外，由於逆轉換矩陣 T' 從轉換矩陣 T 算出，故應注意根據逆轉換矩陣 T' 之調整亦間接地為根據轉換矩

陣T之調整。

第6圖係說明第1實施形態之調整方法者。

第6圖之照射圖形310與DMD轉換用資料320與第3圖相同。又，第6圖係使用與第3圖相同之轉換矩陣T來說明者。

5 在第1實施形態中，第2圖之算出部202將已算出而已儲存於記憶裝置之轉換矩陣T及逆轉換矩陣T'輸出至調整部203。

又，調整部203從操作部114接收照射圖形310，生成DMD轉送用資料320。調整部203進一步以逆轉換矩陣T'轉換DMD轉送用資料320，生成DMD轉送用資料321，將之輸出至空間調變控制部204。

然後，空間調變控制部204將DMD轉送用資料321指定作為對DMD106之輸入圖形，控制DMD106。即，調整部203具有藉由空間調變控制部204，對DMD106指定DMD轉送用資料321作為輸入圖形之功能。

在第6圖所示之例中，與第3圖同樣地，轉換矩陣T表示合成X軸之正向之移動與逆時鐘約15度之旋轉的轉換。因而，在第6圖中，以逆轉換矩陣T'轉換之DMD轉送用資料321係使DMD轉送用資料320之圖形順時鐘旋轉約15度，移動至x軸之負向之圖形。

在此，當第2圖之選擇部206選擇雷射振盪器103作為光源時，從雷射振盪器103射出雷射光。該雷射光藉由指定DMD轉送用資料321作為輸入圖形之DMD106，照射至被加工物102上。在本實施形態中，在此，CCD照相機112拍攝

被加工物102，調整部203從CCD照相機112讀入影像。如此進行而讀入之影像為第6圖之實況影像331。

如第6圖所示，於實況影像331顯現之輸出圖形係由於逆轉換矩陣 T' 之變形及轉換矩陣 T 之變形抵銷，而與照射圖形310相等之圖形。此外，「實況影像331上之輸出圖形與照射圖形310相等」正確地係指「當忽略式(3)之數學模式與實際產生之轉換之差異等之誤差時，便相等」之意思。在以下之說明中，只要未特別限制，便在此意思使用「相等」一詞。

10 實況影像331之輸出圖形與照射圖形310相等係指藉調整部203所作之調整，以應於應加工之位置加工之形狀正確地照射雷射光，將該正確之照射作為實況影像331而拍攝。

此外，比較DMD轉換用資料320及321可知，逆轉換矩陣 T' 之轉換之結果，顯示微小鏡應呈開啟狀態之白色部份
15 有在DMD資料321中，超出 $u < 0$ 、 $640 \leq u$ 、 $v < 0$ 或 $480 \leq v$ 之範圍之可能性。因此，在本實施形態中，使用具有多於表示照射圖形310之影像之像素數(例如 640×840 像素)之(例如 800×600 個)微小鏡子的DMD106。此時，如第3圖或第6圖所示，表示對DMD106指定之輸入圖形之DMD轉送用資
20 料320之影像係以黑色(亦即表示未照射光)邊緣包圍表示照射圖形310之影像周圍之影像。

在此，轉換矩陣 T 係表示存在於雷射加工裝置100之變形或偏移之影響者。此種變形或偏移係在雷射加工裝置100之規格上容許之範圍內者。因而，轉換矩陣 T 之變形之程度

並非相當大者。即，不需相當大之邊緣。亦可估計實驗上必要之邊緣之量，依所估計之邊緣之量，訂定DMD106所需之微小鏡子之個數。

5 接著，參照第7圖~第11圖，就第2實施形態及第3實施形態作說明。在第2實施形態及第3實施形態中，調整取得轉換參數後之雷射光之照射之調整方法、亦即調整部203之動作與第1實施形態不同。由於抵銷以轉換參數表示之轉換之調整方法有許多，故宜依實施形態，採用適當之調整方法。

10 第7圖係說明從輸入圖形至輸出圖形之轉換之例作為說明第2實施形態及第3實施形態之調整方法之前提者。第7圖之內容與第3圖類似，為方便說明，圖式顯示之方式在第3圖及第7圖不同。

15 此外，在第2實施形態及第3實施形態中，如第8圖及第10圖所示，控制部113之結構與第1實施形態之第2圖之結構一部份不同，關於第7圖，則無與第2圖不同之影響。

20 第7圖之影像300係在僅照明用光源111之照明光照射載置於平台101之被加工物102之狀態下，CCD照相機112拍攝之影像。在第7圖之例中，於被加工物102上存在3條直線狀電路圖形。

以讀入部201讀入影像300，輸出至顯示器115時，操作員藉由操作部114，指定加工之對象範圍。所指定之範圍為影像300之網點矩形範圍。

空間調變控制部204接收來自操作部114之指定，依該

指定，生成照射圖形311。表示照射圖形311之影像在影像300上指定之矩形範圍為白色，其他為黑色影像。對應於照射圖形311，對DMD106指定之輸入圖形省略圖式，可以僅以黑色邊緣包圍之影像表示照射圖形311之周圍。空間調變控制部204亦生成對應於照射圖形311之對DMD106之輸入圖形。

若依對應於照射圖形311之輸入圖形之指示，業經以DMD106空間調變之雷射光照射至被加工物102上，CCD照相機112拍攝被加工物102時，獲得實況影像332。在第7圖之例中，在實況影像332實際照射雷射光之範圍為網點矩形範圍，與對影像300指定之要加工之範圍不同。

比較影像300及實況影像332，電路圖形之位置、方向、形狀相同。然而，可看出以與以影像300指定，對DMD106提供之輸入圖形不同之圖形，照射雷射光。從此輸入圖形至輸出圖形之轉換以轉換矩陣T表示外，在第3圖及第7圖，使用相同之「T」文字，而轉換矩陣T之各要件之具體之值在第3圖及第7圖不同。在第7圖中，為簡單說明，顯示轉換矩陣T表示以實況影像332之中心附近為中心之逆時鐘約30度之旋轉之情形。

在以上，參照第7圖說明之前提下，接著，參照第8圖及第9圖，就第2實施形態作說明。

第8圖係顯示第2實施形態之控制部113之功能之功能方塊圖。與顯示第1實施形態之第2圖比較，第8圖在控制部113具有讀入部201、算出部202、調整部203、空間調變控

制部204、平台控制部205、選擇部206之點與第2圖相同。

在第8圖中與第2圖不同者為以箭號顯示之資料及/或控制之流程。即，在第1實施形態及第2實施形態中，由於調整方法不同，故朝向調整部203之箭號與從調整部203射出之箭號在第2圖及第8圖不同。第8圖之箭號之意思從參照第9圖，在以下說明之調整方法應可明白。

第9圖係說明第2實施形態之調整方法者。

藉第8圖所示之平台控制部205控制平台101之動作，雷射加工裝置100之光學系統與平台101之相對位置變化。可控制平台101之動作之種類可依實施形態不同，在第2實施形態中，平台控制部205控制以下種類之平台101之動作。

(a)鉛直方向之移動

(b)在與鉛直軸呈水平之平面內之平行移動

(c)在與鉛直軸呈水平之平面內之旋轉

15 (d)改變平台101之上面與鉛直軸構成之角之動作

即，在第2實施形態中，可進行該等種類之動作之圖中未示之驅動馬達及/或致動器(actuator)安裝於平台101。平台控制部205控制驅動馬達及/或致動器而使平台101動作。

此外，在第2實施形態中，依需要，以停止器(stopper)等將被加工物102固定於平台101上，即使平台101因上述(d)之動作傾斜，被加工物102亦不致滑落。

在此種結構中，算出部202將已算出，儲存於記憶裝置之轉換矩陣T之資料輸出至調整部203。調整部203依轉換矩陣T，對平台控制部205指示使平台101動作之控制。平台控

制部205依來自調整部203之指示，使平台101動作。此控制之結果，雷射加工裝置100之光學系統與被加工物102之相對位置亦隨轉換矩陣T變化。

在此時間點，為方便說明，CCD照相機112係拍攝被加工物102者。如此一來，如第9圖所示，拍攝與以轉換矩陣T將影像300變形之影像相等之影像301。在第9圖中，從與於影像300及301映照之被加工物102上之電路圖形之比較，可目視辨認轉換矩陣T之變形。

另一方面，與第7圖說明者同樣地，依影像300，指定照射圖形311。然後，依所指定之照射圖形311，空間調變控制部204對DMD106指定輸入圖形。然後，選擇部206選擇雷射振盪器103作為光源。

如此一來，從雷射振盪器103照射之雷射光受到以轉換矩陣T表示之偏移或變形之影響，照射至被加工物102上。惟，與第7圖不同，在第2實施形態中，如影像301所示，在照射雷射光之時間點，被加工物102自身亦呈進行對應於轉換矩陣T之動作後之狀態。如此，由於照射之光與被加工物102皆呈受到相同之轉換矩陣T之影響之狀態，故抵銷轉換矩陣T之影響。即，調整之結果，可於所指定之區域正確地照射雷射光。

此在第9圖中如以下所顯示。在照射雷射光之狀態下，CCD照相機112拍攝被加工物102之實況影像333中，實際照射雷射光之範圍以網點顯示。又，比較影像300及實況影像333，3條電路圖形之線之方向或映照於影像之部份不同，

而3條電路圖形之線及網點之區域之相對關係相同。即，對所指定之所期區域正確地照射雷射光。

從以上說明可知，在第2實施形態中，可省略第5圖之步驟S107之處理。

- 5 此外，根據轉換矩陣T使平台101動作所需之控制參數之值可以實驗決定，亦可從雷射加工裝置100之規格等計算。

舉例言之，關於上述(a)之動作，亦可使平台101沿鉛直軸上或下移動1mm時，以CCD照相機112拍攝之影像之放大率或縮小率之值預先以實驗調查。調整部203亦可從轉換矩陣T所包含之放大或縮小之要件，依預先調查之值算出鉛直方向之移動量，將所算出之移動量作為平台101之控制參數，輸出至平台控制部205。關於上述(b)~(d)之動作，亦同樣地，調整部203可取得控制參數之值。

- 15 又，從上述說明可知，第2實施形態之調整方法適合進行平台101之移動之機構的機械精確度高之情形。

接著，參照第10圖及第11圖，說明第3實施形態之調整方法。在第3實施形態中，調整部203以影像處理進行調整。

第10圖係顯示第3實施形態之控制部113之功能之功能方塊圖。與顯示第1實施形態之第2圖比較，第10圖在控制部113具有讀入部201、算出部202、調整部203、空間調變控制部204、平台控制部205、選擇部206之點與第2圖相同。

在第10圖中，與第2圖不同者為以箭號顯示之資料及/或控制之流程。即，在第1實施形態與第3實施形態中，由

於調整方法不同，故朝向調整部203之箭號及從調整部203射出之箭號在第2圖及第10圖不同。

又，於第2圖，為指定照射圖形，有表示從CCD照相機112讀入之影像輸出至顯示器115之從讀入部201至顯示器115之箭號，在第10圖則無箭號。如以下所述，在第3實施形態中，這是由於從照射圖形之指定之階段進行調整之故。其他之箭號之意思亦應可從參照第11圖，在以下說明之調整方法明白。

第11圖係說明第3實施形態之調整方法者。

10 在第11圖中，影像302係CCD照相機112拍攝，讀入部201從CCD照相機112讀入之影像。與第7圖及第10圖之影像300相同之3條電路圖形之線亦映照於影像302。

15 在第3實施形態之調整中，首先，算出部202將已算出，儲存於記憶裝置之逆轉換矩陣 T' 之資料輸出至調整部203。然後，調整部203進行以逆轉換矩陣 T' 將影像302變形，生成影像303之影像處理，將影像303輸出至顯示器115。

與第7圖同樣地，在第11圖中，轉換矩陣 T 表示逆時鐘約30度之旋轉。因而，在影像303，3條電路圖形之線與影像302比較，順時鐘傾斜約30度。

20 操作員觀看顯示於顯示器115之影像303，藉由操作部114，指定要照射雷射光之區域。在第11圖之影像304，所指定之區域以網點顯示。空間調變控制部204接收來自操作部114之指定，依該指定，生成照射圖形312。照射圖形312對應於影像304之網點區域。

空間調變控制部204進一步依照射圖形312，生成對DMD106指定之輸入圖形。空間調變控制部204對DMD106指定輸入圖形。又，選擇部206選擇雷射振盪器103作為光源。

- 5 如此一來，從雷射振盪器103照射之雷射光受到以轉換矩陣T表示之偏移或變形之影響，照射至被加工物102上。惟，依以逆轉換矩陣T'變形之影像304為基準而指定之照射圖形312，照射雷射光，該照射受到轉換矩陣T之影響時，逆轉換矩陣T'之影響與轉換矩陣T之影響抵銷。即，調整之
- 10 結果，可對所指定之所期區域正確地照射雷射光。

 此在第11圖中如以下所顯示。在照射雷射光之狀態下，CCD照相機112拍攝被加工物102之影像334中，實際照射雷射光之範圍以網點顯示。又，比較影像304及實況影像334，3條電路圖形之線之方向映照於影像之部份不同，而3

15 條電路圖形之線及網點之區域之相對關係相同。即，對所指定之所期區域正確地照射雷射光。

 以上，關於第2及第3實施形態，以轉換矩陣T顯示比較單純之變形之情形為例而說明，轉換矩陣T之變形亦可為包含平行移動、旋轉、剪應變、放大及縮小全部之複雜變形。

- 20 接著，就第4~第6實施形態作說明。第4~第6實施形態從輸入圖形至輸出圖形之轉換之數學模式與第1實施形態不同，除了控制部113之動作依數學模式之不同而異外，其餘與第1實施形態相同。採用哪個數學模式為佳端賴實際之雷射加工裝置100之變形或偏移之特性或程度。

在第4實施形態中，採用僅考慮平行移動(位移)及旋轉之數學模式。第4實施形態之校準圖形可以可相互區別之2點a、b表示即可。舉例言之，在第4實施形態中，可使用由直徑不同之2個圓構成之圖形取代第4圖之校準圖形340。

- 5 與第1實施形態同樣地，點a之座標以由 $(x_a, y_a)^T$ 構成之列向量表示，點b之座標以由 $(x_b, y_b)^T$ 構成之列向量表示，點a'之座標以由 $(x_a', y_a')^T$ 構成之列向量表示，點b'之座標以由 $(x_b', y_b')^T$ 構成之列向量表示。在第4實施形態中，算出部202從該等4個座標算出x方向之平行移動之量：

$$10 \quad d_1 = x_a' - x_a \quad (18)$$

y方向之平行移動量：

$$d_2 = y_a' - y_a \quad (19)$$

旋轉之量：

$$15 \quad \theta = \tan^{-1} \left\{ \frac{(y_b' - y_a')}{(x_b' - x_a')} \right\} - \tan^{-1} \left\{ \frac{(y_b - y_a)}{(x_b - x_a)} \right\} \quad (20)$$

之3個轉換參數。該等轉換參數與第1實施形態同樣地，可以式(2)之轉換矩陣T之形式表示。即，

$$\text{將 } a_1 = \cos \theta \quad (21)$$

$$b_1 = -\sin \theta \quad (22)$$

$$20 \quad a_2 = \sin \theta \quad (23)$$

$$b_2 = \cos \theta \quad (24)$$

及式(2)代入即可。如此進行，算出部202算出轉換矩陣T後之雷射加工裝置100之動作與第1實施形態相同。

在第5實施形態中，採用僅考慮平行移動(位移)之數學

模式。第5實施形態之校準圖形僅以1點表示即可。舉例言之，在第5實施形態中，可使用由1個圓構成之圖形取代第4圖之校準圖形340。

與第1實施形態同樣地，點a之座標以由 $(x_a, y_a)^T$ 構成之列向量表示，點a'之座標以由 $(x_{a'}, y_{a'})^T$ 構成之列向量表示。在第5實施形態中，算出部202從該等2個座標，與第4實施形態同樣地，以式(18)及(19)，算出x方向之平行移動之量 d_1 及y方向之平行移動之量 d_2 之2個轉換參數。該等轉換參數與第1實施形態同樣地，亦可以式(2)之轉換矩陣T之形式表示。即，將

$$A_1=1 \quad (25)$$

$$B_1=0 \quad (26)$$

$$A_2=0 \quad (27)$$

$$B_2=1 \quad (28)$$

及式(2)代入即可。如此進行，算出部202算出轉換行T後之雷射加工裝置100之動作與第1實施形態相同。

在第6實施形態中，採用虛擬仿射轉換作為數學模式。在虛擬仿射轉換，除了在仿射轉換考慮之平行四邊形變形(剪應變)外，亦考慮梯形變形。在第6實施形態中，使用表示可相互區別之4點a、b、c、d之校準圖形。舉例言之，在第6實施形態中，可使用由直徑相互不同之4個圓構成之圖形取代第4圖之校準圖形340。

與第1實施形態同樣地，點a之座標以由 $(x_a, y_a)^T$ 構成之列向量表示，點b之座標以由 $(x_b, y_b)^T$ 構成之列向量表示，點

c之座標以由 $(x_c, y_c)^T$ 構成之列向量表示，點a'之座標以由 $(x_{a'}, y_{a'})^T$ 之列向量表示，點b'之座標以由 $(x_{b'}, y_{b'})^T$ 構成之列向量表示，點c'之座標以由 $(x_{c'}, y_{c'})^T$ 構成之列向量表示。同樣地，點d之座標以由 $(x_d, y_d)^T$ 構成之列向量表示，點d'之座標以由 $(x_{d'}, y_{d'})^T$ 構成之列向量表示。

虛擬仿射轉換以式(29)模式化。

$$\begin{cases} x' = a_1x + b_1y + c_1xy + d_1 \\ y' = a_2x + b_2y + c_2xy + d_2 \end{cases} \quad (29)$$

轉換矩陣T如式(30)般定義。

$$T = \begin{pmatrix} a_1 & b_1 & c_1 & d_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 & d_2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (30)$$

又，與第1實施形態同樣地，使用點a、b、c、d及點a'、b'、c'、d'之座標，可如式(31)及(32)般，定義矩陣P及Q。

$$P = \begin{pmatrix} x_a & x_b & x_c & x_d \\ y_a & y_b & y_c & y_d \\ x_a y_a & x_b y_b & x_c y_c & x_d y_d \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad (31)$$

$$Q = \begin{pmatrix} x_{a'} & x_{b'} & x_{c'} & x_{d'} \\ y_{a'} & y_{b'} & y_{c'} & y_{d'} \\ x_{a'} y_{a'} & x_{b'} y_{b'} & x_{c'} y_{c'} & x_{d'} y_{d'} \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad (32)$$

在此，從式(29)，可以下述式(33)表示4點a、b、c、d及4點a'、b'、c'、d'之關係。

$$TP = Q \quad (33)$$

當適當選擇4點a、b、c、d之位置時，矩陣P為正規，

存在逆矩陣 P^{-1} ，故可從式(33)得到式(34)。

$$T=QP^{-1} \quad (34)$$

是故，算出部202從式(34)算出轉換矩陣 T 。又，算出部202從轉換矩陣 T 算出逆轉換矩陣 T' 。

- 5 此外，如在第1~第6實施形態所說明，輸入圖形至輸出圖形之轉換之數學模式有各種。在上述，說明了以校準圖形表示算出所採用之數學模式之轉換參數最低限度所需之個數之點之例。

- 10 然而，使用表示更多點之校準圖形亦無妨。舉例言之，與第1~第3實施形態同樣地，數學模式係使仿射轉換作用時，亦可使用表示 $m \geq 4$ 之可相互區別之 m 點之校準圖形。此時，關於 $1 \leq i \leq m$ 之各 i ，如式(35)般設置，算出部以最小二乘方法，算出式(2)之轉換矩陣 T 之要件之 a_1 、 b_1 、 d_1 、 a_2 、 b_2 、 d_2 之值亦可。

$$15 \quad (x_i', y_i', 1)^T = T(x_i, y_i, 1)^T \quad (35)$$

此外，在此， $(x_i, y_i)^T$ 係顯示圖形所表示之第 i 點之座標之列向量， $(x_i', y_i')^T$ 係表示第 i 點之輸出圖形之座標之列向量。

- 20 接著，參照第12圖及第13圖，就第7實施形態作說明。根據第7實施形態，即使被加工物102之表面有凹凸，校準之精確度亦不致惡化。

一般，於被加工物102之表面有立體之三維形狀、亦即凹凸時，有校準之精確度降低之情形。這是由於對應於校準圖形之輸出圖形之形狀有因凹凸之影響或表面材料之反

射率等之影響而變形之可能性。

舉例言之，使用第4圖之校準圖形340時，偶有表示點a之圓之輪廓橫穿過被加工物102上之凹凸部份之情形。此時，在輸出圖形，表示點a之形狀變形。

5 因而，算出部202算出作為對應於點a之點a'之位置之座標為該變形形狀之重心之座標，明顯地包含誤差。亦有誤差之量為數像素之情形。此時，由於轉換矩陣T依包含誤差之座標算出，故校準之精確度降低。結果，難以以高精確度調整。

10 舉例言之，被加工物102為FPD基板或層積印刷基板等時，於被加工物102上形成三維形狀之電路圖形。電路圖形成為使照射校準圖形時之形狀變形之障礙物。因而，有依照射圖形之位置，校準之精確度降低之情形。

為避免此問題，以良好精確度進行校準，亦可於校準
15 使用未形成電路圖形之基板或未形成電路圖形之基板外緣部之空白區域。惟，詳細內容後述之，亦有要求使用實際之被加工物102之加工對象之區域，進行校準之情形。根據第7實施形態，此時，亦可防止校準之精確度降低。

第12圖係在第7實施形態中照射校準圖形時，拍攝之影
20 像之例。第12圖之影像306係於為被加工物102之基板401上照射校準圖形時，CCD照相機112所拍攝之影像。於影像306映照形成於基板401上之三維形狀電路圖形402、構成對應於校準圖形之輸出圖形之圓403、404、405。在影像306，由於圓403、404、405皆未與電路圖形402重疊，故形狀不

致大幅變形。

在被加工物102之表面，若將相對凹凸小之平坦部份稱為「背景部」時，在基板401中，未形成有電路圖形402之部份為背景部。藉控制部113進行控制，以使圖形照射至背景部，即使被加工物102之表面有凹凸，亦可防止校準之精確度降低。

第13圖係說明第7實施形態之控制部113之功能之功能方塊圖。第13圖在追加了作成部207之點與第2圖不同。作成部207作成校準圖形，以避開凹凸，以使光照射至被加工物102之背景部。因此，在第7實施形態中，執行預備之校準及預備之調整。以下，將在預備之校準中指定作為輸入圖形之圖形稱為「預備校準圖形」。

以下，一面與第1實施形態比較，一面就第7實施形態之雷射加工裝置100之動作作說明。

首先，作成部207選擇適當之3點a~c，作成可相互區別點a~c之形狀之預備校準圖形。在此，將點a~c之座標分別以由 $(x_a, y_a)^T$ 、 $(x_b, y_b)^T$ 、 $(x_c, y_c)^T$ 構成之列向量表示。然後，執行使用此預備校準圖形之預備校準。

即，選擇部206選擇LED光源116作為光源，作成部207將預備校準圖形輸出至空間調變控制部204，空間調變控制部204對DMD106指定預備校準圖形作為輸入圖形。藉此，進行根據預備校準圖形之LED光之照射。

然後，CCD照相機112拍攝照射有LED光之被加工物102，讀入部201讀入影像。

算出部202在對應於預備校準圖形，於影像上產生之輸出圖形上，算出分別對應於點a、b、c之點a'、b'、c'之座標。算出之座標分別以由 (x_a', x_b') ^T、 (x_b', y_b') ^T、 (x_c', y_c') ^T之列向量表示。規定預備校準圖形之3點a、b、c之座標從作成部207輸出至算出部202。

在此，以在第1實施形態算出轉換矩陣T相同之方法，算出部202依 (x_a, x_b) ^T、 (x_b, y_b) ^T、 (x_c, y_c) ^T及 (x_a', x_b') ^T、 (x_b', y_b') ^T、 (x_c', y_c') ^T，算出轉換矩陣 T_1 。又，算出部202將轉換矩陣 T_1 輸出至作成部207。

10 作成部207算出轉換矩陣 T_1 之逆轉換矩陣 $T_1' = T_1^{-1}$ 。或者，算出部202亦可算出逆轉換矩陣 T_1' ，將之輸出至作成部207。

以上之處理為預備之校準。在預備之校準中，如上述，因被加工物102上之凹凸之影響，亦包含算出無法忽視之程度之誤差之點a'、b'、c'之座標、轉換矩陣 T_1 及逆轉換矩陣 T_1' 之情形。惟，由於轉換矩陣 T_1 亦並未與最終應取得之轉換矩陣差距太大，故對用於預備之調整十分有效。

接著，僅以照明用光源111照明，CCD照相機112即可拍攝在未照射雷射光或LED光之狀態之被加工物102。讀入部201讀入所拍攝之影像(以下稱為「背景檢測用影像」)，作成部207使用背景檢測用影像，進行背景檢測處理。

背景檢測處理係在背景檢測用影像中，檢測映照被加工物102上之背景部之區域(以下稱為「背景區域」)之處理。

舉例言之，作成部207對背景用影像加上模糊濾鏡，取

得消除了映照於背景檢測用影像之被加工物102上之凹凸(例如電路圖形)之影像的背景影像。然後，作成部207依各像素，算出背景檢測用影像之像素值與背景影像之像素值之差分。

- 5 在背景區域，差分之絕對值小，而在被加工物102上之凹凸之區域(以下稱為「非背景區域」)，差分之絕對值則大。是故，作成部2074檢測差分之絕對值小於預先訂定之閾值之區域作為背景區域。

要檢測背景區域，除了使用上述之方法外，亦可利用
10 邊檢測或特徵點選取等各種影像處理方法。

再者，作成部選擇所檢測之背景區域之適當之3點d1、e1、f1。將3點d1、e1、f1之座標分別以由 $(x_{d1}, y_{d1})^T$ 、 $(x_{e1}, y_{e1})^T$ 及 $(x_{f1}, y_{f1})^T$ 構成之列向量表示。

此外，在此，3點d1、e1、f1宜選擇背景區域中位於距
15 離非背景區域遠之位置之點。這是由於易作成光不照射至被加工物102上之凹凸之校準圖形之故。

作成部207接著使用逆轉換矩陣 T_1' ，分別轉換d1、e1、f1之座標。將以已轉換之座標表示之3點稱為d、e、f。在第1實施形態中，從調整部203以逆轉換矩陣 T' 轉換第6圖之
20 DMD轉送用資料320，獲得DMD轉送用資料321之處理之類比，應可理解使用逆轉換矩陣 T_1' ，獲得3點d、e、f之座標之處理為預備之調整。

作成部207依以預備調整而得之3點d、e、f之座標，作成可相互區別3點d、e、f之校準圖形，將之輸出至算出部

202。將3點d、e、f分別以由 $(x_d, y_d)^T$ 、 $(x_e, y_e)^T$ 、 $(x_f, y_f)^T$ 構成之列表示。圖形為表示該等3個座標之圖形。

此外，第7實施形態之校準圖形依檢測出之背景區域，設定成實際照射光之範圍儘可能包含在背景部，亦即光儘可能不照射至背景部以外。

舉例言之，如第4圖之校準圖形340般，以相互不同之直徑之3個圓表示3點d、e、f時，當使用不必要大小之直徑之圓時，有光照射至被加工物102上之三維形狀之情形。

即，在拍攝該狀態之被加工物102之影像時，有實際照射光之範圍與非背景區域重疊之情形。是故，當採用由相互不同之直徑之3個圓構成之校準圖形，作成部207宜依背景區域之形狀及位置，訂定3個圓之直徑。

採用第4圖之校準圖形341或342或者其他種類之校準圖形時，同樣地，作成部207作成校準圖形，以儘可能使實際照射光之範圍包含在背景部。

舉例言之，作成部207亦可作成顯示3點d1、e1、f1之暫定圖形，依暫定圖形，作成校準圖形。

舉例言之，作成部207作成暫定圖形，以使顯示照射光之部份完全包含在背景區域內。又，暫定圖形以作成部207，訂定形狀及位置，以使顯示照射光之部份距離非背景區域之距離儘可能在閾值以上。

如上述，轉換矩陣 T_1 或逆轉換矩陣 T_1' 可能包含誤差，但亦並非與最終應取得之轉換矩陣相差太大。是故，若閾值之值適當，將以逆轉換矩陣 T_1' 轉換暫定圖形而得之圖形

作為輸入圖形使用時，實際上可期待僅對背景部照射光。是故，將以逆轉換矩陣 T_1' 轉換暫定圖形而得之圖形作為校準圖形來使用為適當。適當之閾值可以實驗求得。

又，亦有暫定圖形之形狀未在校準圖形保持之情形。

- 5 此時，當以圓之重心表示點 d_1 時，在校準圖形，點 d 以非圓之形狀表示，亦有從輸出圖形算出點 d 之座標產生障礙之情形。惟，若為以1條短線段之中點表示點 d_1 ，以2條短線段之交點表示點 e_1 ，以3條短線段之交點表示點 f_1 之圖形，即使暫定圖形之形狀未在校準圖形保持，亦無問題。
- 10 不論為何者，作成部207為儘可能僅於背景部照射光，而使用逆轉換矩陣 T_1' ，依背景區域所屬之3點 d_1 、 e_1 、 f_1 ，作成以3點 d 、 e 、 f 定義之校準圖形。作成校準圖形後之處理、亦即校準及調整與第1實施形態相同。

- 15 即，選擇部206選擇LED光源116作為光源，空間調變控制部204依校準圖形，控制DMD106，藉此，LED光根據校準圖形，照射至被加工物102。然後，CCD照相機112拍攝照射LED光之被加工物102，讀入部201讀入影像。

- 20 當照射如上述作成之校準圖形時，如第12圖所示，在讀入之影像中，可期待照射光之部份包含在背景區域。即，如上述作成之校準圖形可期待防止校準之精確度降低。

算出部202從於所讀入之影像上對應於校準圖形產生之輸出圖形，算出分別對應於點 d 、 e 、 f 之3點 d' 、 e' 、 f' 之座標 $(x_d', y_d')^T$ 、 $(x_e', y_e')^T$ 、 $(x_f', y_f')^T$ 。進一步，算出部202從點 d 、 e 、 f 之坐標及點 d' 、 e' 、 f' 之座標，與第1實施形態

同樣地，算出轉換矩陣 T_2 及為其逆矩陣之逆轉換矩陣 $T_2'=T_2^{-1}$ 。藉轉換矩陣 T_2 及逆轉換矩陣 T_2' 之算出，校準結束。

之後，使用逆轉換矩陣 T_2' ，調整部203進行與第1實施形態相同之調整。

- 5 而在上述第1~第7實施形態，於校準使用與加工用雷射光不同之LED光。其理由係因校準用之光之照射，不對被加工物102造成影響之故。

因而，可使雷射光微弱至即使照射，被加工物102亦不致受影響之程度，只要雷射光為CCD照相機112可拍攝之波
10 長之光，在其他實施形態，亦可將雷射光用於校準。此時，在第1圖中，便不需要LED光源116及半反射鏡104。

然而，因雷射光或被加工物102之性質，亦有無法於校準使用雷射光或者不適合於校準使用雷射光之情形。

是故，對用於校準之光與用於加工之光為來自不同光
15 源之不同光之影響加以考察，其實在上述第1~第7實施形態有不提及之前提，在該前提未成立時，便有更精密地進行校準之餘裕。

該未提及之前提係在第1圖中，雷射光穿透半反射鏡104，入射至鏡子105時之雷射光之光軸與LED光在半反射
20 鏡104反射，入射至鏡子105時之LED光之光軸一致之假設。或者，即使兩者未完全一致，僅為可忽略而無問題之程度之偏移的假設。

然而，此未提及之假設並不一定於平常成立。是故，在第8實施形態中，當此假設未成立時，在第1圖中，因由

雷射振盪器103、半反射鏡104、鏡子105、LED光源116構成之光源光學系統，輸出圖形承受之變形亦為校準之對象，而可使校準更精密化。

第14圖係說明第8實施形態之控制部113之功能之功能塊圖。第14圖在追加了第2算出部208之點與第2圖不同。第2算出部208進行與LED光及雷射光之光軸之偏移相關之校準。

在第8實施形態，採用如以下之數學模式。

• 從在選擇LED光源116作為光源之狀態之輸入圖形至輸出圖形之轉換為仿射轉換。

• 此轉換以式(2)之轉換矩陣T表示。

• 在選擇LED光源116作為光源之狀態下，對應於某輸入圖形之第1輸出圖形與在選擇雷射振盪器103作為光源之狀態下，對應於相同輸入圖形之第2輸出圖形有偏移。此偏移亦以仿射轉換模式化。

• 表示第1及第2輸出圖形之偏移之偏移參數以與轉換矩陣T相同之形式之式(36)顯示之轉換矩陣R表現。即，第1輸出圖形以轉換矩陣R轉換成第2輸出圖形。

$$R = \begin{pmatrix} e_1 & f_1 & g_1 \\ e_2 & f_2 & g_2 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (36)$$

• 當皆為進行任何調整時，在輸入圖形中，位於座標 $(x, y)^T$ 之點於選擇雷射振盪器103作為光源時，在輸出圖形，移至座標 $(x'', y'')^T$ 。此2個座標之關係為式(37)。

$$\begin{pmatrix} x'' \\ y'' \\ 1 \end{pmatrix} = R \begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = RT \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} \quad (37)$$

依以上之數學模式，在第8實施形態中，進行取得轉換矩陣T及逆轉換矩陣T'之第1校準、取得轉換矩陣R及逆轉換矩陣R'=R⁻¹之第2校準、使用逆轉換矩陣T'及逆轉換矩陣R'之調整。

取得轉換矩陣T及逆轉換矩陣T'之第1校準與第1實施形態完全相同。

取得轉換矩陣R及逆轉換矩陣R'=R⁻¹之第2校準如以下進行。首先，第2算出部208選擇適當之3點a、b、c，作成可相互區別3點a、b、c之校準圖形。此校準圖形亦可與第4圖之例相同。以下，為將第2校準之校準圖形與第1校準之校準圖形區別，而稱為「測試圖形」。

3點a、b、c之座標別以由(x_a,x_b)^T、(x_b,y_b)^T、(x_c,y_c)^T構成之列向量表示。

第2算出部208將測試圖形輸出空間調變控制部204。然後，在將與加工對象之被加工物102相同之試樣載置於平台101之狀態下，以空間調變控制部204控制DMD106，進行根據測試圖形之LED光之照射及雷射光之照射。光源之切換以選擇部206進行。此外，照射之順序為任意。

選擇部206選擇LED光源116作為光源，對試樣照射LED光時，CCD照相機112拍攝試樣，讀入部201讀入所拍攝之影像。在對應於測試圖形，而於影像產生之輸出圖形，將對應於點a、b、c之點稱為a'、b'、c'，將該等3點a'、b'、

c'之座標分別以由 $(x_a', x_b')^T$ 、 $(x_b', y_b')^T$ 、 $(x_c', y_c')^T$ 構成之列向量表示。

又，選擇部206選擇雷射振盪器103作為光源，對雷射光照射試樣時，CCD照相機112拍攝試樣，讀入部201讀入所拍攝之影像。在對應於測試圖形，而於影像產生之輸出圖形，將對應於點a、b、c之點稱為a''、b''、c''，將該等3點a''、b''、c''之座標分別以由 $(x_a'', x_b'')^T$ 、 $(x_b'', y_b'')^T$ 、 $(x_c'', y_c'')^T$ 構成之列向量表示。

以在第1實施形態中，算出部202從矩陣P及矩陣Q算出轉換矩陣T相同之方法，第2算出部208依式(37)，從3點a'、b'、c'之座標及3點a''、b''、c''之座標算出轉換矩陣R。進一步，第2算出部208從轉換矩陣R算出逆轉換矩陣R'。藉以上，第2校準結束。

第8實施形態之調整係與第1實施形態同樣地，調整部203轉換DMD轉換用資料，空間調變控制部204使用該經轉換之DMD轉送用資料作為輸入圖形，控制DMD106來實現。

調整部203在第1實施形態，進行使用逆轉換矩陣T'之轉換，在第8實施形態，進行使用為逆轉換矩陣T'與逆轉換矩陣R'之積之矩陣(T'R')之轉換。藉此轉換，對所期之部份正確地照射雷射光而加工可如以下進行而了解。

與第1實施形態同樣地，從操作部114以操作員指定之照射圖形中，座標 $(x_{p1}, y_{p1})^T$ 之點p包含在應照射光之部份。調整部203之調整之結果，在空間調變控制部204對DMD106指示之輸入圖形中，點p移至以式(38)表示之座標 $(x_{p2}, y_{p2})^T$ 。

$$(x_{p2}, y_{p2}, 1)^T = R'(x_{p1}, y_{p1}, 1)^T \quad (38)$$

在此，選擇雷射振盪器103作為光源時，令對應於輸入圖形之座標 $(x_{p2}, y_{p2})^T$ 之輸出圖形上之點之座標為 $(x_{p3}, y_{p3})^T$ 。如此一來，可從式(37)及式(38)導出式(39)。

$$\begin{aligned} 5 \quad & (x_{p3}, y_{p3}, 1)^T \\ & = RT(x_{p2}, y_{p2}, 1)^T \\ & = RTT'R'(x_{p1}, y_{p1}, 1)^T \\ & = (x_{p1}, y_{p1}, 1)^T \end{aligned} \quad (39)$$

即，調整部203所作之調整之結果，應照射雷射光時，
10 在照射圖形指定之座標與顯示實際照射雷射光之位置之輸出圖形上之座標一致，雷射光正確地照射至所期之位置。

接著，就第9實施形態作說明。第9實施形態係將本發明應用於使用空間調變元件之投影機之例。以DMD等空間調變元件將投影用光源之光空間調變，將文字、記號、圖
15 畫、影像等投影至牆壁或螢幕之投影機(照明光學系統)中，調整光之投影可適用本發明。

因存在於光學系統或螢幕之偏移或變形之影響，光未以所指定之形狀投影至所指定之位置，而在投影之影像，產生移動、旋轉、放大、縮小、變形等。是故，在第9實施
20 形態中，上述投影機具有拍攝螢幕之拍攝部、控制部。拍攝部為CCD照相機。控制部具有與第2圖之讀入部201、算出部202、調整部203、空間調變控制部204相同之功能。

根據此種結構之投影器，與上述各實施形態同樣地，可進行進行校準，依校準之結果調整之投影。此外，由於

第9實施形態係以投影機為對象，在上述使用「投影」一詞，而在本說明書中，第9實施形態之「投影」係與第1~第8實施形態之「照射」相同之意思。

此外，本發明不限於上述實施形態，各進行各種變形。

5 以下說明數個例子。

雷射加工裝置100之物理結構不限於第1圖例示者。舉例言之，亦可使用利用液晶之穿透型空間調變元件取代反射型空間調變元件之DMD106。即，只要為要調整而照射之第1光與用以取得調整必須之資料之第2光皆以空間調變元
10 件空間調變，照射至被加工物102上，可拍攝被加工物102之結構，雷射加工裝置100之具體結構依實施形態而異即可。又，第1光及第2光可不同，亦可相同。

又，在第2圖所示之各部中，僅空間調變控制部204、平台控制部205、選擇部206封裝於第1圖之雷射加工裝置
15 100之控制部113內，第2圖之讀入部201、算出部202、調整部203亦可以雷射加工裝置100之外部之電腦實現。

調整方法亦不限於上述例示。舉例言之，在第2實施形態中，依來自調整部203之指示，平台控制部205進行使平台101動作之調整。在另一實施形態，藉改變DMD106之
20 置或角度而非平台101，進行調整亦可。

即，於DMD106安裝用於改變角度或位置之致動器，採用將第2圖之結構變形成空間調變控制部204除了進行輸入圖形之指定外，亦進行致動器之控制之結構。此時，調整部203亦可依逆轉換矩陣 T' ，對空間調變控制部204指示，

以使DMD106動作，進行調整。藉DMD106之動作，雷射光之位置平行移動(位移)，或以某點為中心旋轉移動，照射之區域大小或形狀改變。

上述所示之複數實施形態，只要不相互矛盾，可任意組合。舉例言之，可如以下，組合3個以上之實施形態。

· 在作成避免被加工物102上之凹凸之校準圖形之第7實施形態中，

· 追加與雷射光及LED之光軸之偏移皆為校準之對象之第8實施形態類似之第2算出部，

10 · 採用第6實施形態之仿射轉換作為數學模式，

· 在該數學模式下，以與第8實施形態類似之方法，第2算出部208算出用以考慮雷射光及LED光之光軸之偏移之轉換矩陣R及逆轉換矩陣R'，

· 調整部203與第3實施形態同樣地，使用以指定照射
15 圖形之影像變形，進行調整，而非調整對空間調變控制部204提供之DMD轉送用資料。

又，進行校準之時間依實施形態而不同。因此，在上述各實施形態之說明中，除了進行校準後，進行調整之順序外，未特別提到校準之時間。

20 以第1實施形態之例來說明，首次使用雷射加工裝置100時，僅進行1次校準，之後，之後，平常依相同之逆轉換矩陣T'，調整雷射光之照射亦可。或者，為因應雷射加工裝置100之經時變化，而定期進行校準亦可。

又，亦可對1個被加工物102進行1次校準。當然以雷射

加工裝置100將1個被加工物102之複數處加工時，對加工之各對象處進行校準亦可。

舉例言之，當被加工物102為大型FPD基板，平台101為使用氣動腳輪之浮式平台時，有被加工物102彎曲之情形。此時，因彎曲之影響，隨著加工之對象處在FPD基板上之哪個位置，被加工物102與雷射加工裝置100之光學系統(物鏡110)之距離不同。

被加工物102與光學系統之距離之變動為些微，依距離之變動，藉由DMD106照射之光之放大率或偏移之大小改變。是故，要求亦考慮此種些微變動之影響之高精確度調整時，亦可對加工之各對象處進行校準。

又，照射校準圖形之被加工物102上之區域與照射因加工而調整之照射圖形之被加工物102上之區域之關係亦依實施形態有各種情形。

以被加工物102為基板之情形為例來說明。首先，僅1次或定期進行校準時，宜使用與加工對象之基板相同種之任何基板，進行校準。

對1片基板進行1次校準時，若基板之端部有邊緣，亦可將該邊緣用於校準。即，控制部113亦可控制雷射加工裝置100，以使平台101移動至對邊緣照射LED光之位置後，進行校準，之後，進行依校準之結果調整之雷射光之照射。

或者，對1片基板進行1次或複數次校準時，控制部亦可控制雷射加工裝置100，使平台101移動至對加工之對象處照射雷射光之位置後，進行校準。此時，為不致使被加

工物102因校準受到影響，宜於校準使用與加工用雷射光不同之LED光或減弱輸出之雷射光。

除了上述之外，本發明可變形成各種例子來實施。舉例言之，第5圖之流程圖所示之處理之程序可變更成多種例子。

舉例言之，步驟S102之處理、步驟S103~步驟S105之處理可獨立地同步進行。是故，進行步驟S102之處理，可同時執行步驟S103~步驟S105之處理，亦可以步驟S103、S104、S105、S102之順序執行處理。

10 又，在複數次校準中，亦可使用相同之1個校準圖形。此時，算出部202在第1次之校準之步驟S101，作成校準圖形時，亦可將該校準圖形儲存於記憶裝置。在第2次之後之校準之步驟S101，算出部202亦可從記憶裝置，讀取校準圖形。

15 又，校準圖形係依預先訂定之3點a、b、c之座標作成者。因而，亦可不在步驟S102重新取得3點a、b、c之座標，而可省略步驟S102。即，算出部202作成校準圖形時，亦配合3點a、b、c之座標，儲存於記憶裝置，在步驟S106，從記憶裝置讀取3點之座標。

20 又，如第2實施形態般，在調整未利用逆轉換矩陣T'之實施形態中，不需要最後之步驟S107。

以上，就各種實施形態作了說明，概觀上述實施形態共通之效果，如以下。

使用DMD106等之空間調變元件，根據任何之校準圖

形，可將光照射至被加工物102上。即，以1個校準圖形表示複數點之位置，可一次有效地進行校準。

又，不需因校準，反覆進行光學系統或平台101之機械移動及光之照射。是故，可排除用以使光學系統之物理配置機械性移動之致動器之動作所包含之誤差之影響，進行校準。

由於校準圖形之形狀為任意，故易依用於校準之被加工物102之性質，取得適當形狀之校準圖形。在此，「被加工物102之性質」係三維形狀或材質等各種性質。又，為取得適當形狀之校準圖形，可從預先作成之複數個校準圖形中選擇適當之校準圖形，亦可當場作成適當之校準圖形。

舉例言之，如第7實施形態所說明，於要根據校準某圖形，照射光之被加工物102上之區域有使校準圖形之形狀變形之立體結構物時，不使用該校準圖形較佳。此時，宜使用避開結構物，照射光之其他校準圖形。

如第7實施形態般，即使事先未給予任何資訊，作成部207亦可當場依CCD照相機112所拍攝之影像，作成適當形狀之校準圖形，以避開被加工物102上之立體結構物。

又，亦可將第7實施形態變形成僅於必要時，進行預備之校準，而非平常進行預備之校準。舉例言之，亦可在執行校準中，算出部202檢測視為因被加工物102表面上之凹凸引起之輸出圖形之變形，僅於檢測出變形時，依第7實施形態，設定校準圖形。

或者，在第7實施形態以外之實施形態，算出部202亦

可事先取得被加工物102之設計資料等資訊，從設計資料選取背景部之範圍，生成對背景部照射光之圖形。不論為何者，由於校準圖形為任意，故作成部207或算出部207亦易找出適當之校準圖形。

5 又，當從光反射率不同之複數物質作成被加工物102時，亦可取得適當之校準圖形，加以利用，以避開在該等複數物質中使用光反射率低之物質之區域，來照射光。如第7實施般，以影像為基礎或以設計資料為基礎時，易取得適當之校準圖形。

10 如此，使用有降低校準之精確度之可能性之被加工物102，進行校準時，易取得對應被加工物102之性質之適當校準圖形，加以利用，故可謀求校準之精確度之提高。

又，在記載於專利文獻1~3之習知技術中，有限定校準之對象，不考慮旋轉、變形或標度轉換之情形。而在本發明之上述實施形態中，可依要求之校準之精確度、校準之對象之裝置(例如雷射加工裝置100)之特性，根據適當選擇之數學模式，進行校準。

這是由於校準圖形為任意，故可採用較習知多之數學模式之故。因而，當採用更精密之數學模式時，可考慮各種要素，進行精確度更高之調整。

20 此外，校準用數學模式亦可為上述例示之外者。舉例言之，亦可採用承受到因區域而異之變形之數學模式。即，將CCD照相機112所拍攝之影像分割成複數個區域，對各區域，算出部202算出轉換矩陣T及逆轉換矩陣T'，調整部203

依各區域不同之逆轉換矩陣 T' ，進行調整。

【圖式簡單說明】

第1圖係顯示第1實施形態之雷射加工裝置結構之模式圖。

5 第2圖係顯示第1實施形態之控制部之功能之功能方塊圖。

第3圖係例示因存在於雷射加工裝置之偏移或變形引起之照射圖形之變形者。

第4圖係顯示校準圖形之例者。

10 第5圖係顯示第1實施形態之轉換參數之算出程序之流程圖。

第6圖係說明第1實施形態之調整方法者。

第7圖係說明輸入圖形至輸出圖形之轉換者。

15 第8圖係顯示第2實施形態之控制部功能之功能方塊圖。

第9圖係說明第2實施形態之調整方法者。

第10圖係顯示第3實施形態之控制部功能之功能方塊圖。

第11圖係說明第3實施形態之調整方法者。

20 第12圖係在第7實施形態中，照射校準圖形時之影像之例。

第13圖係顯示第7實施形態之控制部之功能之功能方塊圖。

第14圖係顯示第8實施形態之控制部之功能之功能方

塊圖。

【主要元件符號說明】

100...雷射加工裝置	206...選擇部
101...平台	207...作成部
102...被加工物	300...影像
103...雷射振盪器	301...影像
104...半反射鏡	302...影像
105...鏡子	303...影像
106...DMD	304...影像
107...半反射鏡	306...影像
108...成像透鏡	310...照射圖形
109...半反射鏡	311...照射圖形
110...物鏡	312...照射圖形
111...照明用光源	320...DMD轉送用資料
112...CCD照相機	321...DMD轉送用資料
113...控制部	330...實況影像
114...操作部	331...實況影像
115...顯示器	332...實況影像
116...LED光源	333...實況影像
201...讀入部	334...實況影像
202...算出部	340...校準圖形
203...調整部	341...校準圖形
204...空間調變控制部	342...校準圖形
205...平台控制部	401...基板

402... 電路圖形	c'... 點
403... 圓	d'... 點
404... 圓	d1... 點
405... 圓	e... 點
S101... 步驟	e1... 點
S102... 步驟	f... 點
S103... 步驟	f1... 點
S104... 步驟	w... 點
S105... 步驟	P... 矩陣
S106... 步驟	P ⁻¹ ... 逆矩陣
S107... 步驟	Q... 矩陣
a... 點	T... 轉換矩陣
b... 點	T'... 逆轉換矩陣
c... 點	x... 方向
d... 點	y... 方向
a'... 點	u... 方向
b'... 點	v... 方向

十、申請專利範圍：

1. 一種調整裝置，係根據指定之輸入圖形，調整業經以空間調變元件空間調變之光對對象物之照射者，包含有：
 - 讀入部，係讀入拍攝照射業經以前述空間調變元件
 - 5 空間調變之光之前述對象物之影像者；
 - 算出部，係算出將前述輸入圖形轉換成在前述影像上對應於前述輸入圖形而產生之輸出圖形之轉換參數者；及
 - 調整部，係當使用校準圖形作為前述輸入圖形時，
 - 10 依前述算出部算出之前述轉換參數，調整根據所指定之照射圖形之對前述對象物之光的照射者。
2. 如申請專利範圍第1項之調整裝置，其中前述轉換參數係以矩陣表示。
3. 如申請專利範圍第1項之調整裝置，其中前述調整部算
- 15 出表示前述轉換參數之轉換之逆轉換之逆轉換參數，並依前述逆轉換參數，進行調整。
4. 如申請專利範圍第3項之調整裝置，其中前述調整部藉指定業經以前述逆轉換參數轉換前述照射圖形之第2照射圖形作為前述輸入圖形，進行調整。
- 20 5. 如申請專利範圍第3項之調整裝置，其中前述調整部以前述逆轉換參數轉換拍攝前述對象物之第1影像，取得第2影像，且藉提供前述第2影像作為表示用以指定前述照射圖形之位置來使用之影像，進行調整。
6. 如申請專利範圍第3項之調整裝置，其中前述調整部依

前述逆轉換參數，調整前述空間調變元件之位置及方向之至少一者。

5 7. 如申請專利範圍第1項之調整裝置，其中前述調整部依前述轉換參數，調整前述對象物之位置及方向之至少一者。

8. 如申請專利範圍第1項之調整裝置，該調整裝置更包含有：

10 作成部，係當指定前述校準圖形作為前述輸入圖形時，依前述對象物之前述表面之資訊，作成前述校準圖形，使前述光照射至前述對象物表面之背景部者。

15 9. 如申請專利範圍第8項之調整裝置，其中前述作成部指定預備校準圖形作為前述輸入圖形，使前述算出部算出第2轉換參數，且算出表示以前述第2轉換參數表示之轉換之逆轉換的第2逆轉換參數，並且在拍攝前述對象物之背景檢測用影像中，檢測拍攝前述背景部之背景區域，又，依前述背景區域，使用前述第2逆轉換參數，作成前述校準圖形，使光照射前述背景部。

20 10. 如申請專利範圍第1項之調整裝置，該調整裝置更包含有：

選擇部，係選擇第1光源及第2光源其中之一，以使從前述第1光源及前述第2光源其中一者射出之光入射至前述空間調變元件者；及

第2算出部，係指定測試圖形作為前述輸入圖形時，根據選擇前述第1光源及前述第2光源何者，算出表

示在前述輸出圖形產生之偏移之偏移參數者；

前述選擇部選擇前述第1光源作為根據前述圖形照射之光之光源，且在選擇前述第2光源之狀態下，前述調整部依前述轉換參數及前述偏移參數兩者，調整根據
5 從前述第2光源對前述對象物之前述照射圖形之光之照射。

11. 一種雷射加工裝置，包含有：

光學系統，係將從雷射光源射出之雷射光引導至對象物上者；

10 空間調變元件，係設置於從前述雷射光源至前述對象物之光程上，將入射光空間調變者；及

申請專利範圍第1項之前述調整裝置；

該雷射加工裝置使用前述雷射光作為根據申請專利範圍第1項之前述照射圖形對前述對象物照射之光，
15 且以前述調整裝置調整前述雷射光對前述對象物之照射，以加工前述對象物。

12. 一種調整方法，係電腦讀入拍攝根據所指定之校準圖形，照射業經以前述空間調變元件空間調變之光之對象物之影像後，算出將前述校準圖形轉換成在前述影像上
20 對應於前述校準圖形而產生之圖形之轉換參數，然後，依前述轉換參數，調整根據所指定之照射圖形之對前述對象物之光的照射。

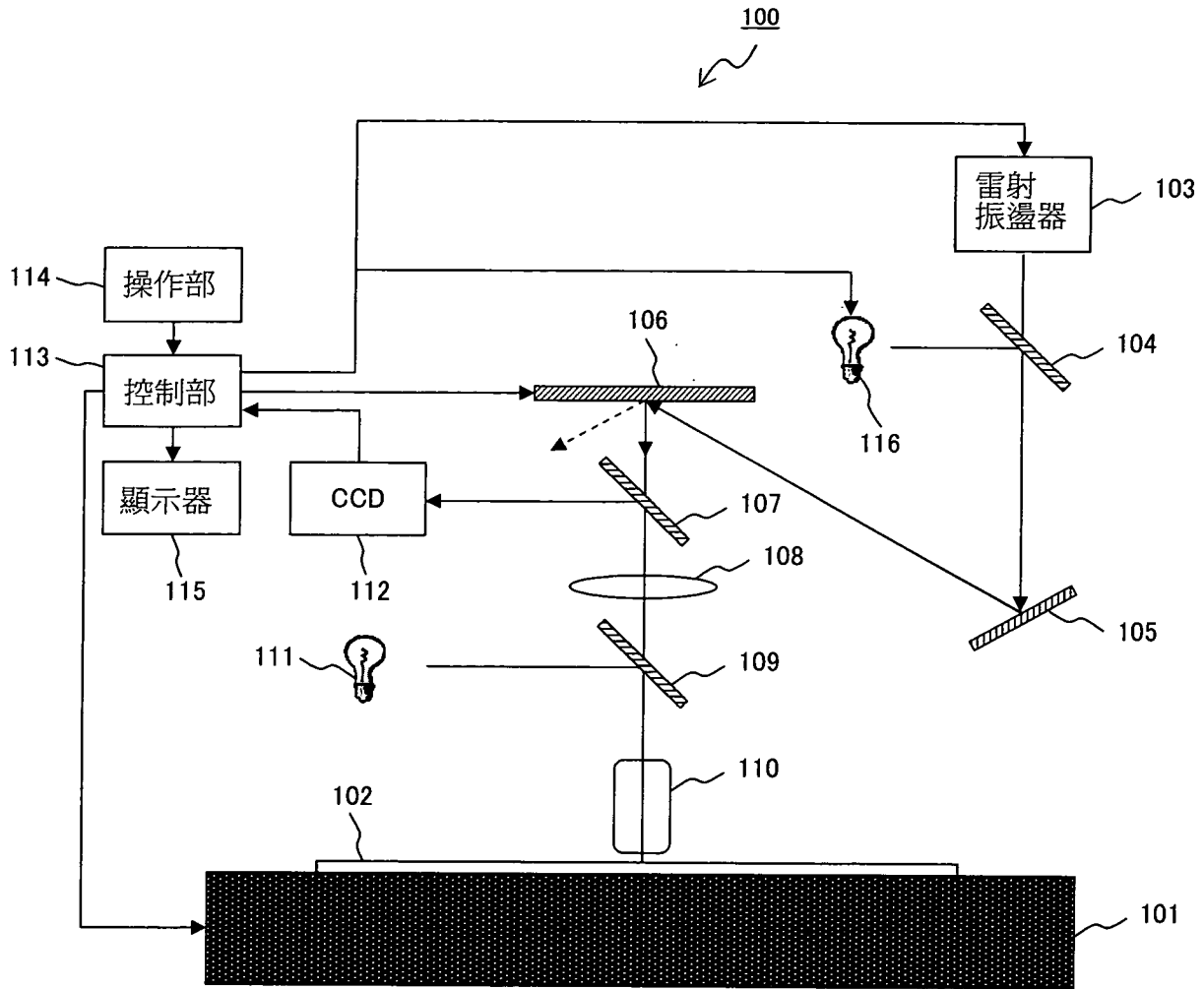
13. 一種儲存有調整程式之電腦可讀取之記憶媒體，該調整程式使電腦執行以下步驟：

讀入拍攝根據所指定之校準圖形，照射業經以前述空間調變元件空間調變之光之前述對象物之影像；

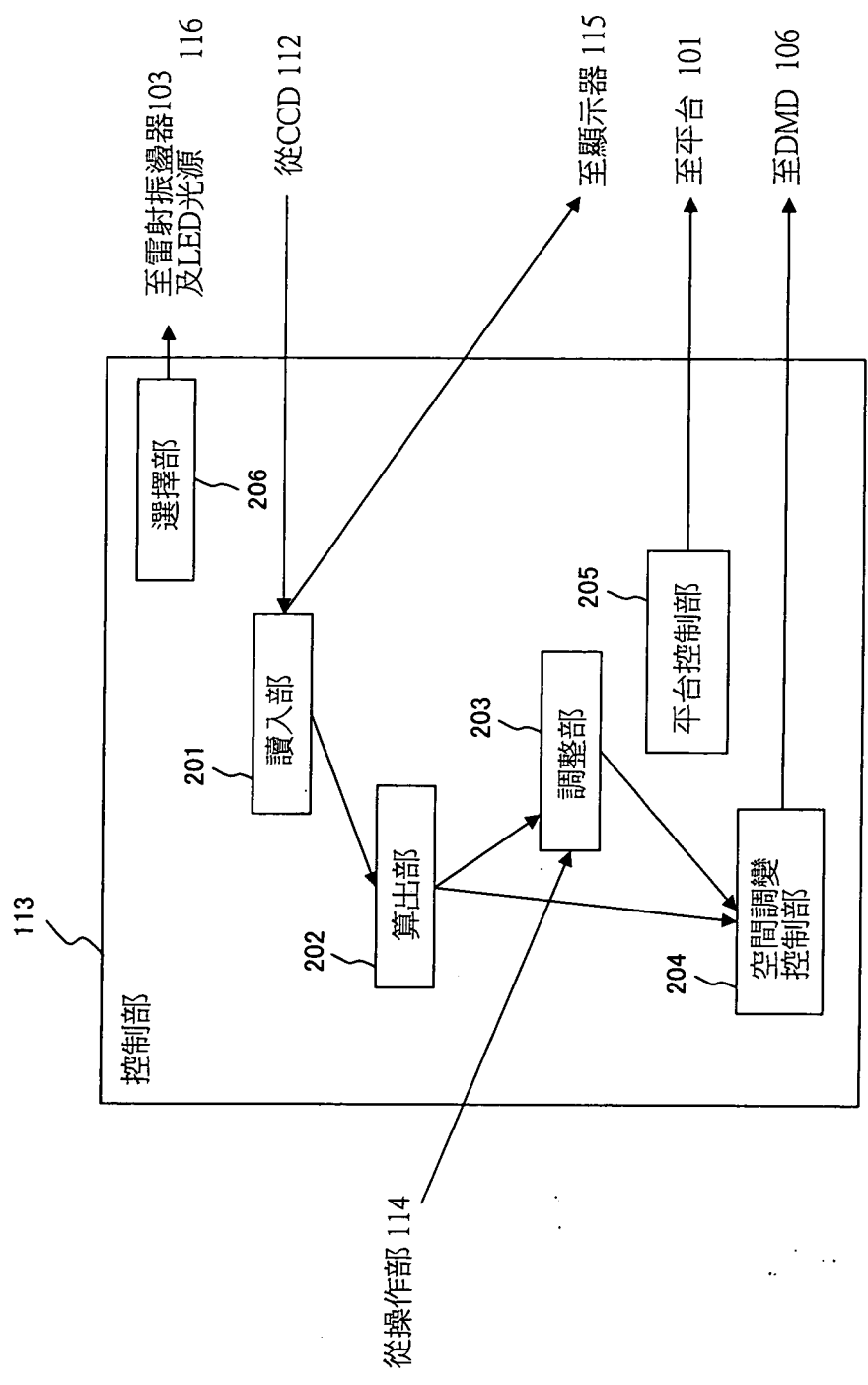
算出將前述校準圖形轉換成在前述影像上對應於前述校準圖形而產生之圖形之轉換參數；及

- 5 依前述轉換參數，調整根據所指定之照射圖形之對前述對象物之光的照射。

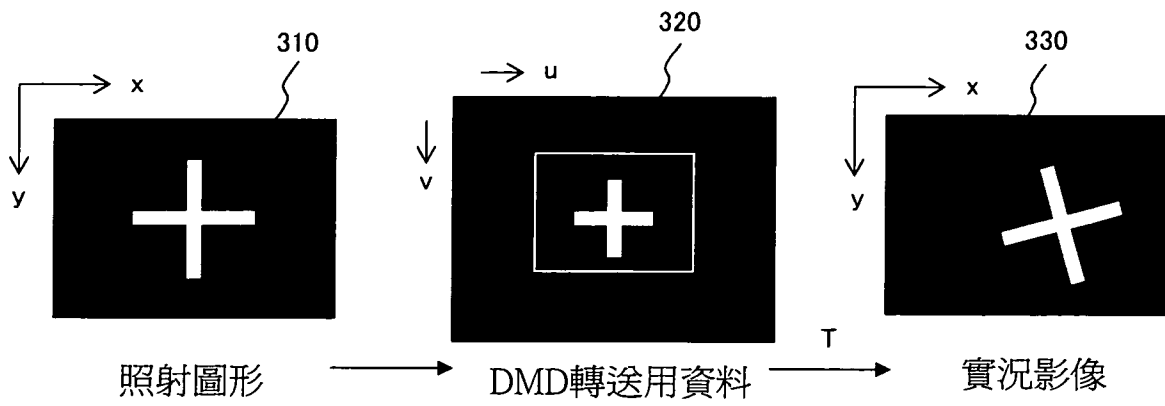
第 1 圖



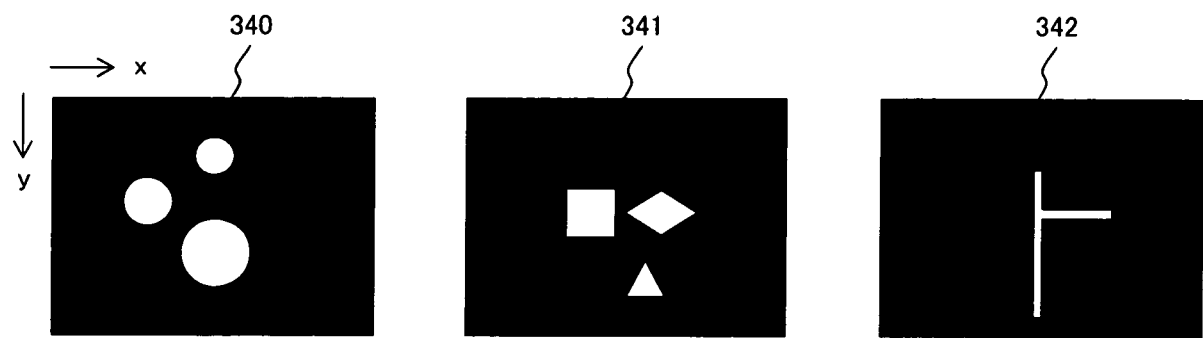
第 2 圖



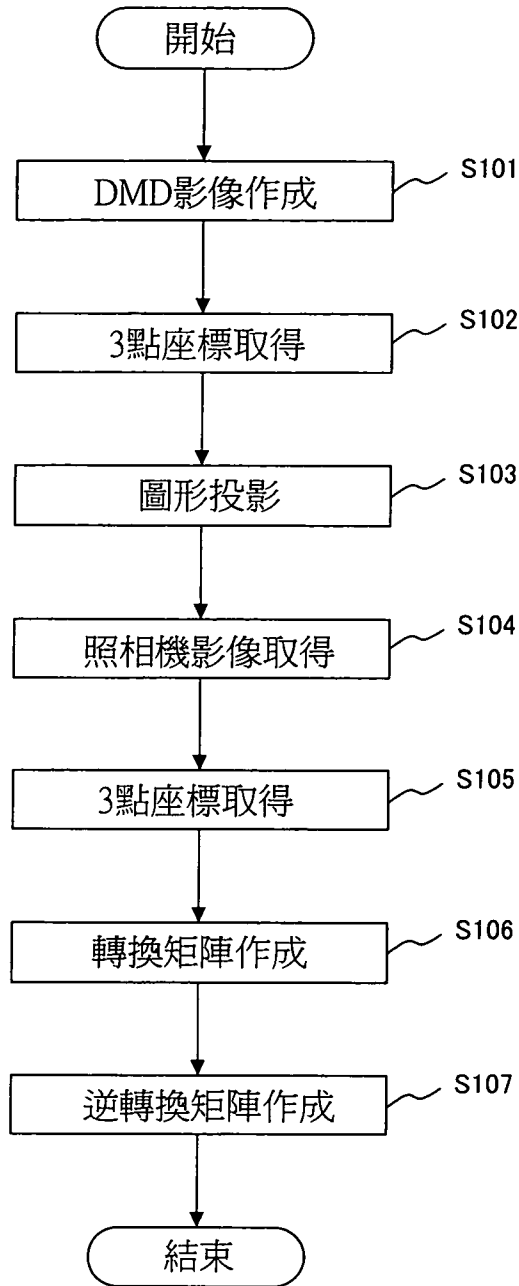
第 3 圖



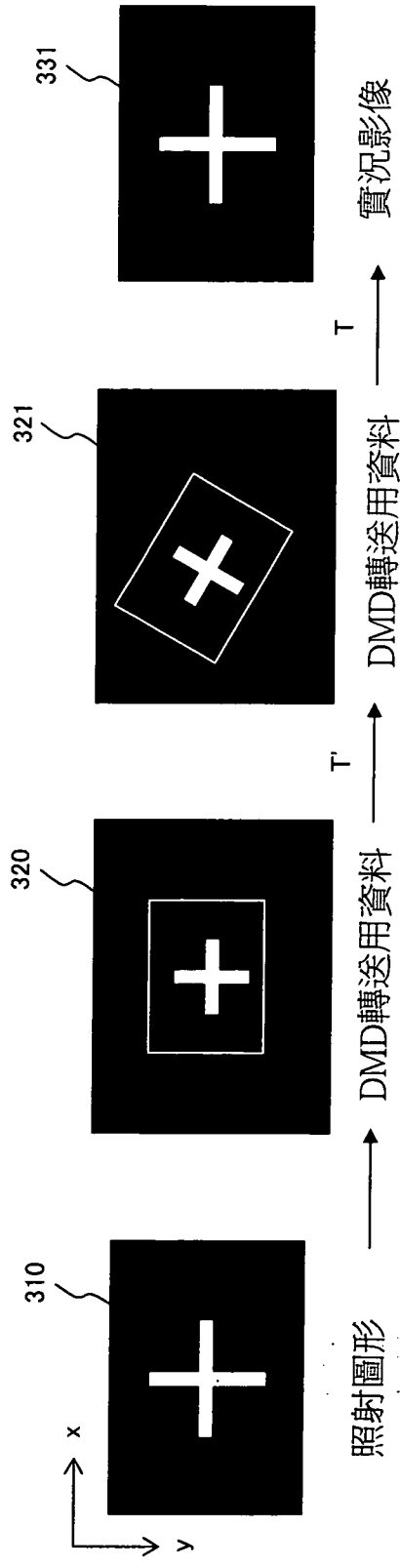
第 4 圖



第 5 圖



第 6 圖



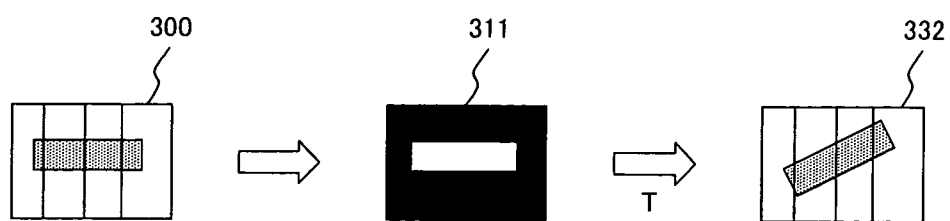
照射圖形

DMD轉送用資料

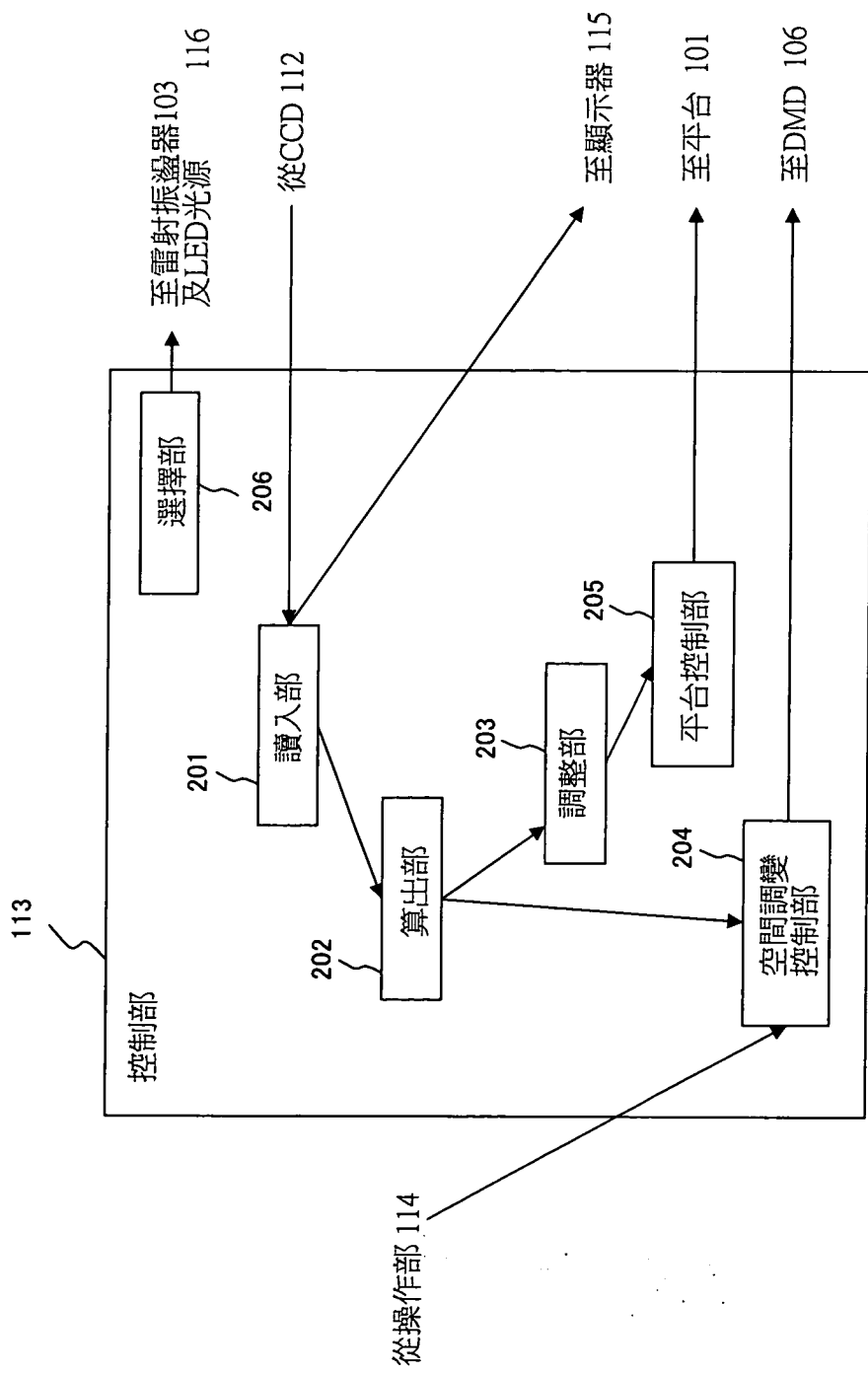
DMD轉送用資料

實況影像

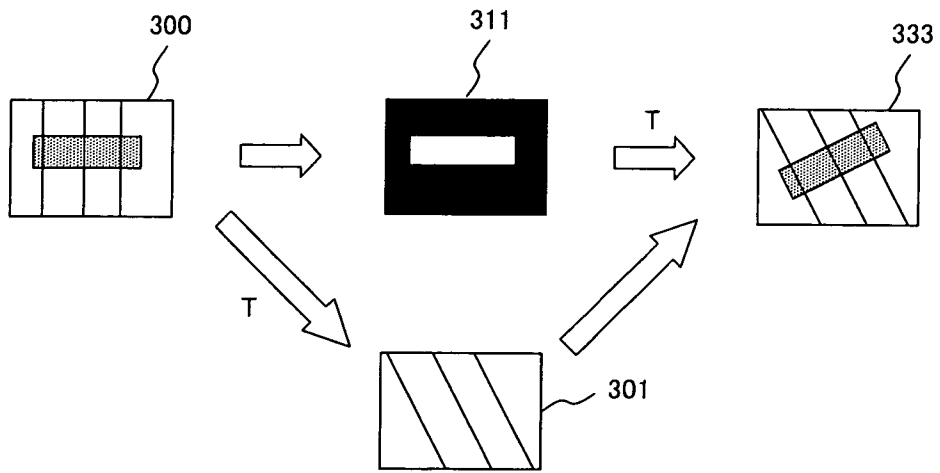
第 7 圖



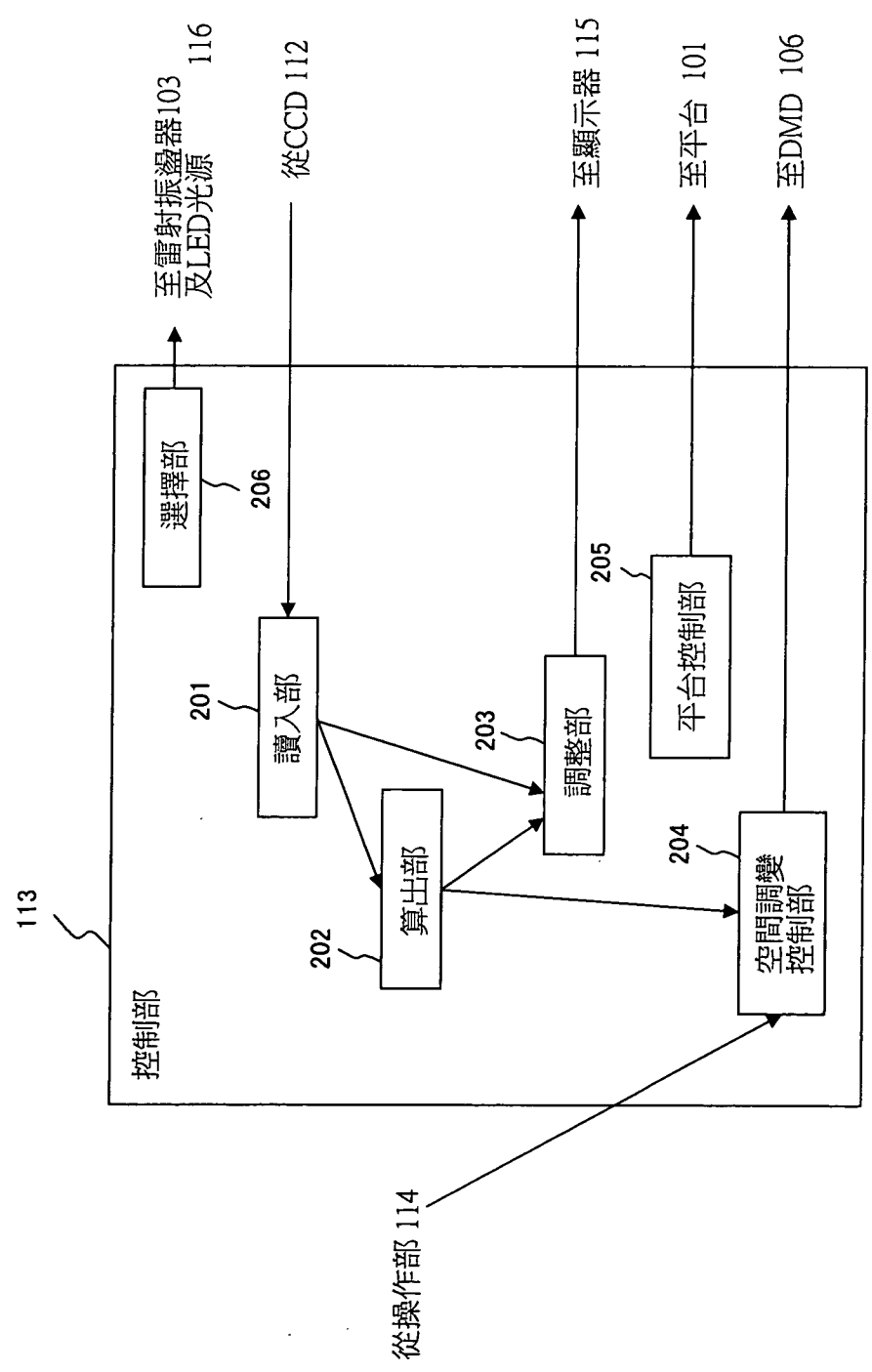
第 8 圖



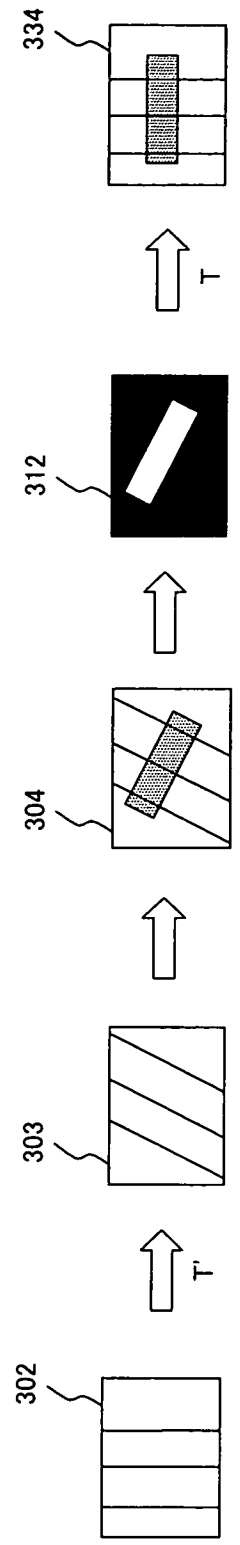
第 9 圖



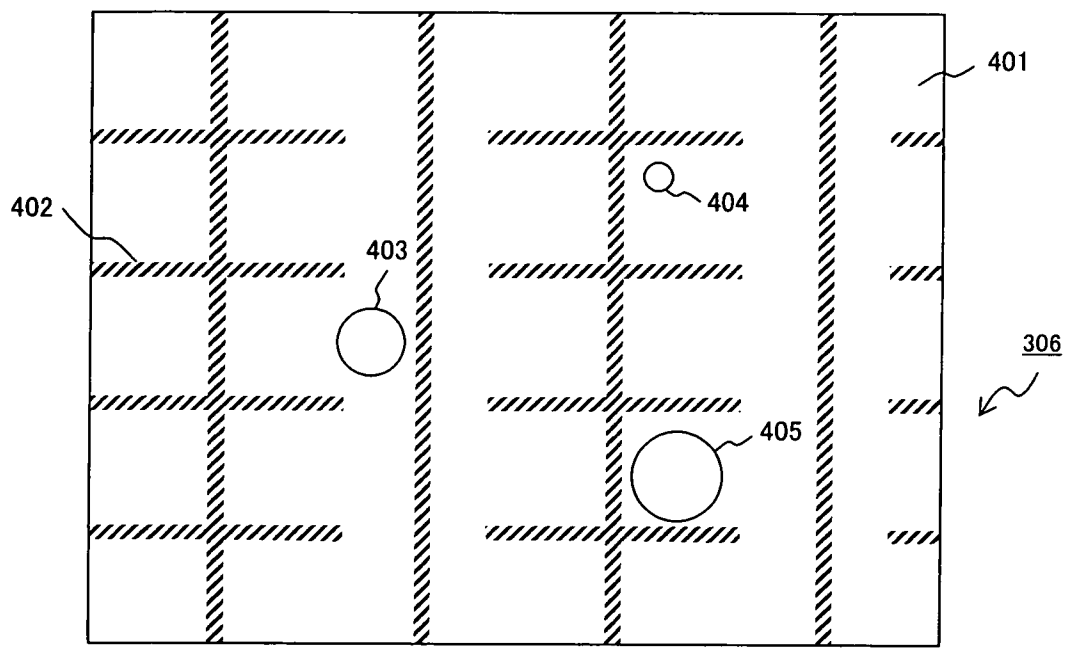
第 10 圖



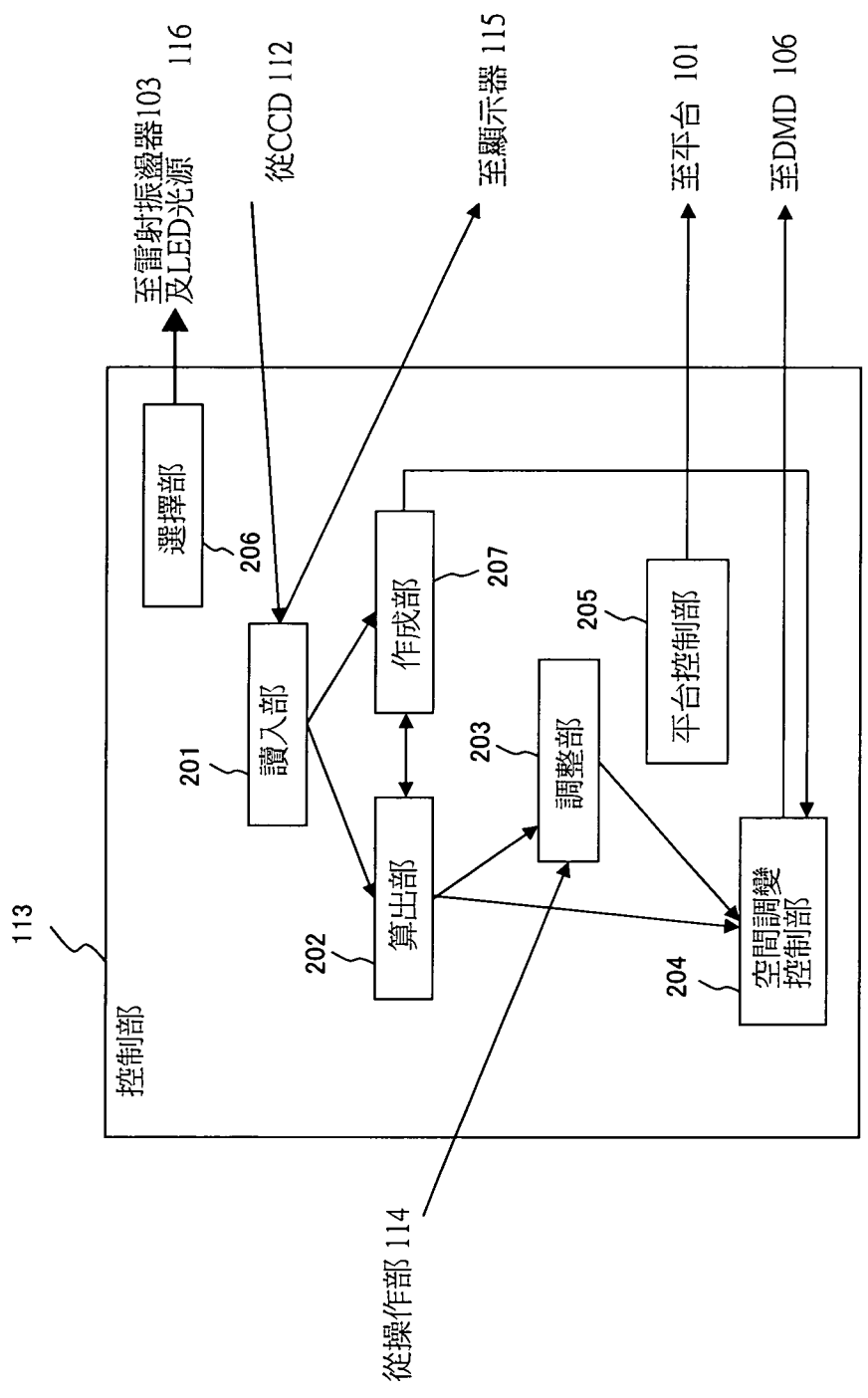
第 11 圖



第 12 圖



第 13 圖



第 14 圖

