

公告

406196

申請日期	87.10.02 87.12.17
案 號	87116513
類 別	G02B 27/64

A4

C4

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	動態光學校正器
	英 文	DYNAMIC OPTICAL CORRECTOR
二、發明人 創作	姓 名	1. 布雷克羅特 2. 丁麥坎尼 3. 史考特史百若 4. 詹姆米爾斯 5. 道格拉比爾 6. 丹尼爾哈里森
	國 籍	均為美國
三、申請人	住、居所	1. 美國猶他州羅根北230西路1161號 2. 美國亞歷桑那州土森市艾斯基北路6101號 3. 美國亞歷桑那州土森市芬賽北道253號 4. 美國亞歷桑那州土森市北哥倫布大道6521號 5. 美國亞歷桑那州土森市東廿九街10530號 6. 美國亞歷桑那州土森市西印路3201號
	姓 名 (名稱)	美商瑞森公司
三、申請人	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國加州艾爾希岡多市 東艾爾希岡多大道2000號
三、申請人	代 表 人 姓 名	格蘭藍

406196

裝

訂

線

406196

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
I P C分類：

A6

B6

本案已向：

美 國 (地 區) 申請專利，申請日期： 案號： ☒ 有 ☐ 無主張優先權
1997. 10 2 60/060,872

有關微生物已寄存於： 寄存日期： 寄存號碼：

(請先閱讀面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明 (1)

本發明技術領域

本申請案主張臨時申請案第 60/060,872 號之優先權，其檔案號碼為 PD-970437 號，10/02/97 提出申請。

本發明與補償光學像差之光學校正系統有關，更明確說，與一可程式規劃之光學系統有關，其於一裝置譬如飛彈搜索器之光學路徑內動態校正或引發像差。

本發明背景

習用光學感測器使用球形圓頂與扁平窗，以保護光學系統免受環境例如雨、濕度等之影響。如本文中所使用，“共形”光學一詞為描述以操作環境為主要考慮因素，而光學影像性質為次要考慮，所設計之光學系統。結果，飛彈與空中發射控制系統用之共形圓頂與窗受氣體動力性能爭議所驅使，即減低氣體動力拖曳、增加飛彈速度與擴大操作範圍，而造成高度非圓形之圓頂幾何體，其形狀較細長。

此等高度非圓形表面之一主要缺點為其等於傳輸之光波前內產生之大像差。此外，共形表面固有之不對稱性，當其以自由水平橫過視域時，導致呈現於光學感測器之像差內容之變化。此二因素減弱該感測器將所注意目標正確映像之能力，因此損壞整體系統性能。因此，共形圓頂與窗之氣體動力學優點於實際系統上無法被實現，除非發展動態像差校正技術，恢復適當之光學映像能力。

可撓鏡曾使用於光學飛彈搜索器內作為散焦元件，例如為影像正常化之目的將圖像散焦。可變形鏡曾經使用於

(請先閱讀背面之注意事項再
訂本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(2)

天文望遠鏡內作為適應性光學元件。美國專利 4,773,748 號描述動態控制之可變形鏡，供以使用於例如投影系統之應用。

本發明綜述

所述為一動態光學校正器，其功能為將不同之像差型式與此等像差之變化量導入一飛彈搜索器內。此等變化像差之導入為使用一可變形鏡或多個可變形鏡。該鏡之形狀經改變，以提供最佳之影像品質。此將容許該光學系統使用於共形圓頂，其引發變化量之像差，視於該圓頂內之環架位置而定。共形光學圓頂過去未被使用，因其等導入大量橫過視域變化之像差。該動態校正器亦可使用於任何其他需要動態校正之搜索器設計。此將包括動態聚焦需求。

簡要圖說

本發明此等及其他特色與優點從以下其一示例性具體形式詳述將會變得很顯然，其如附圖所例示，其中：

圖 1 例示一依據本發明之飛彈搜索系統。

圖 2 為圖 1 之搜索系統各元件之示意方塊圖。

圖 3 為圖 2 之系統於開放式迴路之第一操作模式下操作之示意方塊圖。

圖 4 為圖 2 之系統於反饋式迴路之第二操作模式下操作之示意方塊圖。

圖 5 為一程序流程圖，例示使用一動態光學校正器，補償一飛彈搜索器總成內之零件與組裝之容許差與像差。

較佳具體形式詳述

(請先閱讀背面之注意事項再
訂本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (3)

一依據本發明供飛彈搜索器用之動態光學校正器將一低質量、可程式規劃、可變形鏡與一習用剛性光學元件結合，動態校正或引發飛彈搜索器內之像差。可變形鏡之所要形狀經程式規劃、計算、或量測，而該鏡被變形至所要形狀。適當之矯正形狀可以二種模式運用。於第一模式，該鏡之形狀為回應於由該光學系統之其餘部份，根據系統資訊例如環架位置（指向角）、圓頂之溫度、與發射後時間等所導出之特性。典型上將預先計算一組操作參數之特殊變形，並儲存成機上之記憶體資料，由一機上處理器所存取。於第二模式，該鏡之形狀為耦合於一反饋式迴路，其回應從感測影像即時所導出之資訊。

該鏡變形可藉靜電力、磁力、壓電裝置或其他裝置達成。適合該目的之可變形鏡與鏡引動系統為業界所已知。譬如參閱Vdovin等之"Technology and applications of micromachined silicon adaptive mirrors", Opt. Eng. 36(5), 1997年5月, 第1382-1390頁, 及Roggeman等之"Use of micro-electromechanical deformable mirrors to control aberrations in optical systems: theoretical and experimental results", Opt. Eng. 36(5), 1997年5月, 第1326-1338頁。最好, 該鏡具有一小直徑之鏡表面, 且由一薄片材料作成。譬如對於該示例性之飛彈搜索器應用而言, 該鏡直徑可為約1公分, 及1至2微米厚, 且該鏡可由矽製成, 具有一反射材料例如鋁或銀之塗層。

(請先閱讀背面之注意事項再
向本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (4)

該鏡相關於其他光學元件之放置為與設計規格與所形成之光學規定有關，而正確位置則相對於最後影像品質作最佳化。譬如於雙鏡全反射或兼反射與折射之望遠鏡設計，可變形鏡可放置於副鏡之位置。亦可能將可變形鏡放置於主鏡之位置，甚或結合二可變形鏡於主、副鏡上。

圖1例示一飛彈搜索系統之示例性具體形式，其採用一依據本發明之動態光學校正器，安裝於一空中飛彈內，其整體指示為元件40，具有一飛彈本體或機身40A，其可以金屬或其他剛性、高强度材料製造。搜索系統50包括一具形圓頂60，由例如硫化鋅、藍寶石、氟化鎂、或BK7之材料製造，其對例如於紅外線之入射波前為透明。所關注之特殊頻帶將視應用而定，而範圍可從紫外線到紅外線。於此一示例性具體形式，該系統進一步包括一主鏡70與一副鏡80，其一起構成一望遠鏡，將一影像光線導引至一光學中繼系統90上。該中繼系統轉而將一影像從望遠鏡後方之光學路徑中繼至焦平面92。於此一具體形式，一平面感測器陣列94配置於該影像平面92以產生影像，其可被一搜索影像處理器102讀取與使用。鏡70與80對該系統50建立一視野，以參考號碼74作整體指示。依據本發明，副鏡80可為一可變形鏡。

圖2以示意形式例示系統50。各鏡70與80、光學系統90、及感測器94構成一組環架組件110，經支承以對一環架點96作環架移動。一環架機構120包括一定位機構，回應控制器100之定位命令，移動此等元件。此提供將感測

(請先閱讀背面之注意事項再
裝
訂
線
本頁)

五、發明說明 (5)

器 94 經一視野範圍作定位之能力。當各鏡與感測器以環架旋過該環架移動範圍時，該視野之整個涵蓋領域定義該系統之視域。一影像處理器 102 接收感測器 94 之影像資料，並為搜索系統之一部份，而其輸出以搜索系統之典型方式被使用。此外，影像處理器 102 進行提供指示光學像差型式與強度資料之功能，其以下述更完整說明之方式由控制器所使用。

當感測器被環架定位於不同位置，或當其他操作條件變化，要對共形圓頂 60 所導入之不同像差提供光學補償時，控制器 100 提供校正命令至校正引動器 82，使鏡 80 變形。該鏡變形之達成可藉由靜電力、磁力、壓電裝置、或其他裝置。

適當之矯正形狀可以二種模式運用。於第一模式，該鏡之形狀為回應由該光學系統其餘部份所導出之特性。此等特性之某些範例為發射後時間、圓頂之溫度、與環架角度。第一操作模式以示意形式例示於圖 3。此一模式為一開放式迴路之操作模式，其中控制器 100 接收指示環架位置、圓頂溫度（來自一溫度感測器，圖上未顯示）、與發射後時間之資料信號。由此等資料，控制器決定對應於該組條件之鏡變形，並產生鏡變形命令，控制鏡引動器，使該鏡變形。對一已知之光學系統特性組，鏡變形命令可被預先確定，並儲存於記憶體之對照表供以讀出。或者，控制器 100 可被程式規劃，即時計算所需之變形命令。

於第二模式，鏡之形狀為耦合於一反饋式迴路，其回

(請先閱讀背面之注意事項再
訂本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (6)

應從感測影像94所計算導出之影像資訊。此一模式以示意方塊圖例示於圖4，其中影像處理器102回應感測器資料，並進行額外之功能，確定影像內光學像差之型式與大小。影像處理器102將資料傳訊至控制器100，指示此等光學像差。然後控制器解譯此等資料，產生鏡變形命令，控制鏡引動器82，補償影像處理器所確定之光學像差。

一種使用影像資訊推導可變形鏡控制信號之方法稱為“相參差”。此法說明於Paxman, R.G.、Schultz, T.J.與Fienup, J.R.之"Joint Estimation of Object and Aberrations by using Phase Diversity", J. Opt. Soc. Am. A9, 第7期, 第1072-1085頁, 1992年。該方法使用對焦與離焦影像推估產生影像之物體及減弱影像之像差。該對焦與離焦影像之獲得為於交替之影像收集期間，命令該可變形鏡採取二個不同之焦點位置。

依據本發明一動態光學校正器之應用包括與共形圓頂或窗一起使用，其形狀除光學性能外，業已就準則譬如空氣動力學作最佳化，。飛彈圓頂習用上為球狀，使影像品質最佳化。共形圓頂引發通過視域之像差量與型式之變化，使必須進行動態像差校正。依據本發明之可變形鏡容許動態像差校正，並容許於飛彈系統使用共形圓頂。

過去，飛彈搜索器被設計為具有相當小之容許差。搜索器之零件為依據小容許差之規格製造，並經檢查確定各零件是否在該小容許差規格之內。若零件滿足容許差規格，各搜索器零件加以組裝及對正。然後搜索器受測試，確

(請先閱讀背面之注意事項再
向本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (7)

定其是否滿足性能規格，若否，則搜索器被部份分解，而零件被更換及／或重新對正並重新組裝。搜索器再次受測試，確定其是否滿足性能規格，若否，則須再次被部份分解與重新對正。只有在搜索器經發現滿足性能規格之後，才會與飛彈整合在一起。此一程序費時，且由於小容許差，零件製造較為昂貴。

依據本發明一方面之動態光學校正器容許光學規定被調整，補償製造時不完全相符合之零件。此將容許光學組件例如圓頂與窗作調換，而無需冗長之手動重新對焦。光學性能可改為受軟體控制，形成自動測試與調整。此相對於圖5之程序流程圖作加以例示。於步驟202，搜索器為以較已知設計程序情況相對較大之容許差設計。於步驟204，零件為依據較低之容許差製造。於步驟206，零件經組裝與對正。於步驟208，搜索器受測試，確定使搜索器符合性能規格所需之可變形鏡校正。然後可變形鏡控制器經程式規劃，對該搜索器補償所確定之像差，並確保搜索器滿足性能規格。然後該搜索器與飛彈整合。使用依據本發明動態光學校正器之結果，該搜索器程序較不昂貴，並可以較少之程序步驟達成。

依據本發明之動態光學校正器容許共形圓頂於操作基礎上被使用。共形圓頂將容許光學導引飛彈較現行具有球形圓頂之飛彈所可能者，以更少之燃料，行進更快且更遠。由於可變形鏡可被使用將光學組件之最後調整自動化，動態光學校正器減少與飛彈生產有關之時間與費用。其亦

(請先閱讀背面之注意事項再
向本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (8)

可用以使光學系統散焦，從而促進焦平面之輝度與回應性正常化。

雖然動態光學校正器業經以上就有關空中飛彈搜索器應用加以說明，本發明一般言對具有非圓形圓頂或窗之環架感測器系統有其效用。譬如，圓頂之形狀可依雷達秘密考慮作指定，而非氣體動力考慮。該圓頂或窗可安裝於其他空中平台上，譬如於平台機身或機翼之外殼之共形窗。其他應用包括使用一共形窗與結合用於裝甲車輛或坦克之環架光學感測器。於此等情況，該窗為非圓形或非扁平。

要了解上述具體形式只為代表本發明原理可能之特定具體形式之例示。依據此等原理，業界技術熟練人員可迅即設計出其他配置而不脫離本發明之範疇與精神。

(請先閱讀背面之注意事項再
訂本頁)

裝

訂

線

四、中文發明摘要 (發明之名稱：動態光學校正器)

一種可程式規劃之光學系統(50)，其動態校正或引發像差至一飛彈搜索器之光學路徑內。該系統為動態，當飛彈飛行時，其像差之量與型式會改變。該動態校正為藉由對飛彈搜索器光學路徑內之低質量鏡(80)或各鏡施加變形來達成。該飛彈包括一非圓形圓頂(60)，而當該搜索系統之移動經過視域時，該光學系統動態補償該圓頂所引發之像差。

英文發明摘要 (發明之名稱：)

DYNAMIC OPTICAL CORRECTOR

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

A programmable optical system (50) that dynamically corrects or induces aberrations into the optical path of a missile seeker. The system is dynamic in that the amount and type of aberration may be changed while the missile is in flight. The dynamic correction is accomplished by means of deformations applied to a low-mass mirror (80) or mirrors in the optical path of the missile seeker. The missile includes an aspheric dome (60), and the optical system is dynamically compensated for aberrations introduced by the dome as the seeker system is moved through the field of regard.

(請先閱讀背面之注意事項再填寫各欄)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

1. 一種感測器系統(50)，採用動態光學校正供校正動態變化中之像差，包含：

一非圓形圓頂或窗構造(60)，其由於一頻譜範圍傳輸入射波前能量之材料所製造；

一組(110)環架元件，配置於圓頂／窗構造內，包括一第一光學系統(70、80)，供以將經一視域內圓頂構造入射之能量導引至一影像平面(92)，所述第一光學系統包括一可變形鏡(80)，及一感測器陣列(94)，配置於所述影像平面；

一環架機構(120)，供以回應環架位置命令，將第一光學系統與該光學校正系統自由水平橫過一移動範圍；

一動態引動器(82)，供以回應鏡變形命令，使所述可變形鏡變形；及

一控制器(100)，適合產生所述環架位置命令，控制該環架機構，將該環架元件組定位於移動範圍內之位置，所述控制器進一步適用於所述鏡變形命令，控制該動態引動器，提供當該光學裝置自由水平橫過視域時，動態光學校正由圓頂／窗構造所導入之光學像差。

2. 如申請專利範圍第1項之系統，其進一步特色為所述第一光學系統包括一主鏡(70)與一副鏡(80)。

3. 如申請專利範圍第2項之系統，其進一步特色為所述副鏡(80)為所述可變形鏡。

4. 如申請專利範圍第1、2或3項之系統，其中所述控制器(100)適合第一模式操作，其中該控制器回應一組包

(請先閱讀背面之注意事項再為本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

括圓頂溫度與環架指向角之操作參數，產生鏡變形命令，將可變形鏡成形。

5.如申請專利範圍第1、2或3項之系統，其進一步特色為一影像處理器(102)，用以處理感測器陣列(94)提供之影像資料，並確定要進行之校正，而其中所述控制器(100)為適用於反饋式迴路模式操作，其適用於依賴影像處理器之校正信號產生鏡變形命令將鏡成形。

6.如申請專利範圍前述任一項之系統，其進一步特色為所述環架元件組(110)尚包括一光學中繼系統(90)，用以將所述入射波前能量中繼至所述影像平面(92)上。

7.如申請專利範圍前述任一項之系統，其進一步特色為該感測器系統為安裝於一空中飛彈(40)上之飛彈搜索系統。

8.一種組裝感測器系統之方法，該感測器包含一組環架元件(110)，後者包括一第一光學系統，將入射於視域內之能量導引至一影像平面(92)，所述第一光學系統包括一可變形鏡(80)，而一感測器陣列(94)配置於所述影像平面，該感測器系統尚包括一鏡控制器(100)與一組(82)鏡引動器，依據鏡控制器產生之變形命令將鏡變形，該方法包含以下序列之步驟：

提供(204)各環架元件；

組裝(206)該組環架元件，並進行各環架元件之對正；

性能測試(208)該組裝之環架元件，確定與一組預

(請先閱讀背面之注意事項，再寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

定性能規格之偏差，並確定使組裝之環架元件組符合所述預定性能規格組所需之一組鏡校正量；以及

以該鏡校正量程式規劃(210)該控制器，以於搜索器操作期間補償該搜索器。

9.如申請專利範圍第8項之方法，其中提供環架元件組之步驟包括依據相當大之尺寸容許差製造該環架元件。

10.如申請專利範圍第8或9項之方法，其進一步包含步驟(212)為將飛彈搜索系統與飛彈(40)整合。

(請先閱讀背面之注意事項再寫本頁)

裝

訂

線

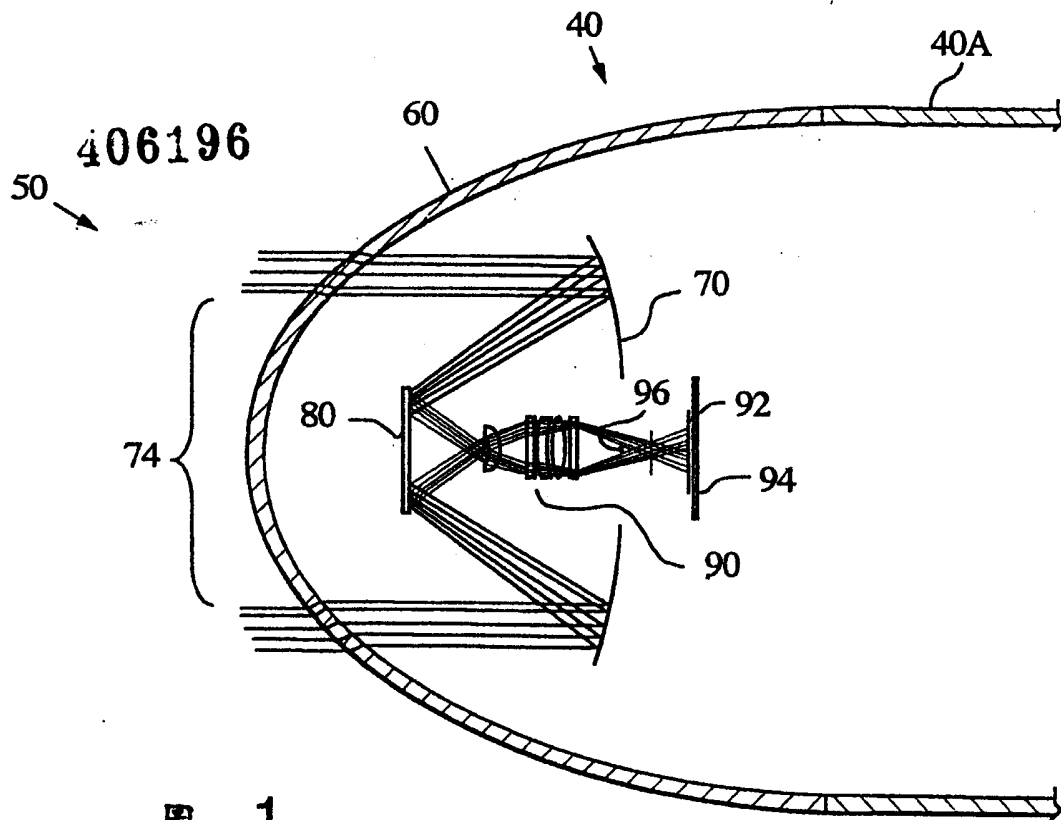
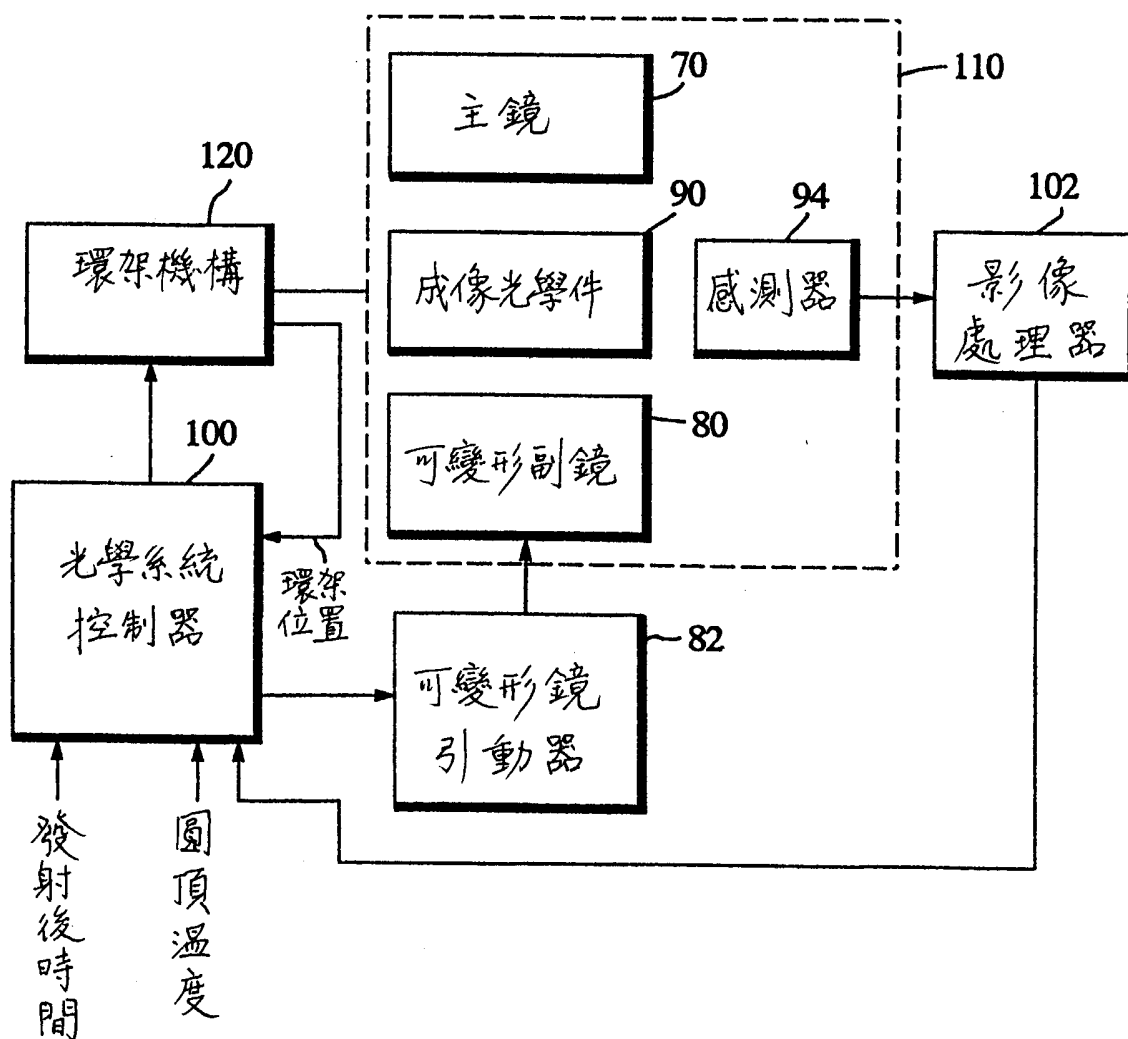


圖 1

圖 2



406196

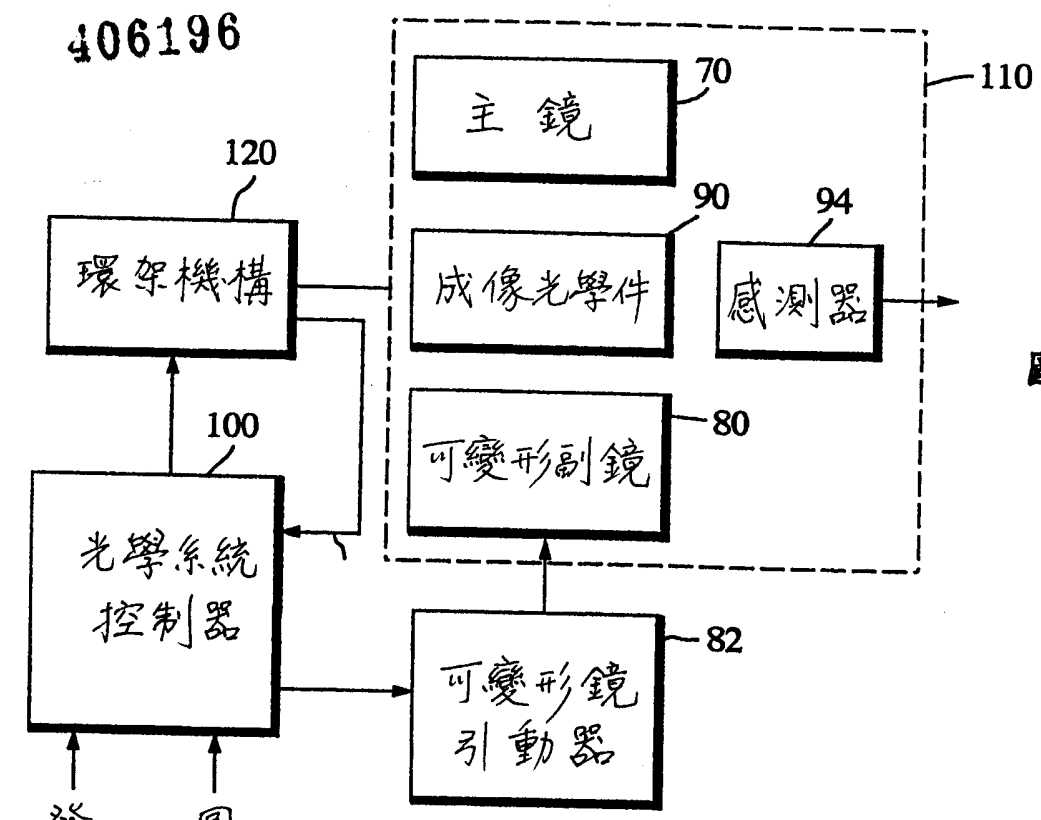


圖 3

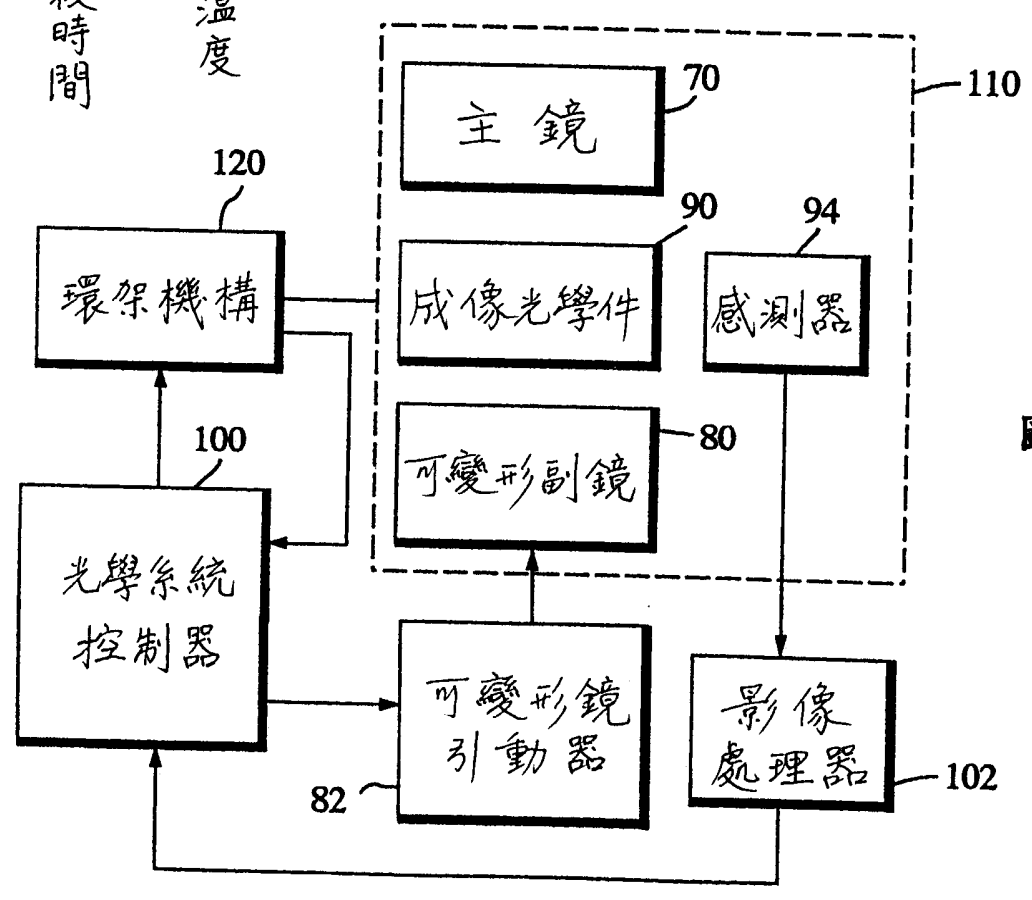


圖 4

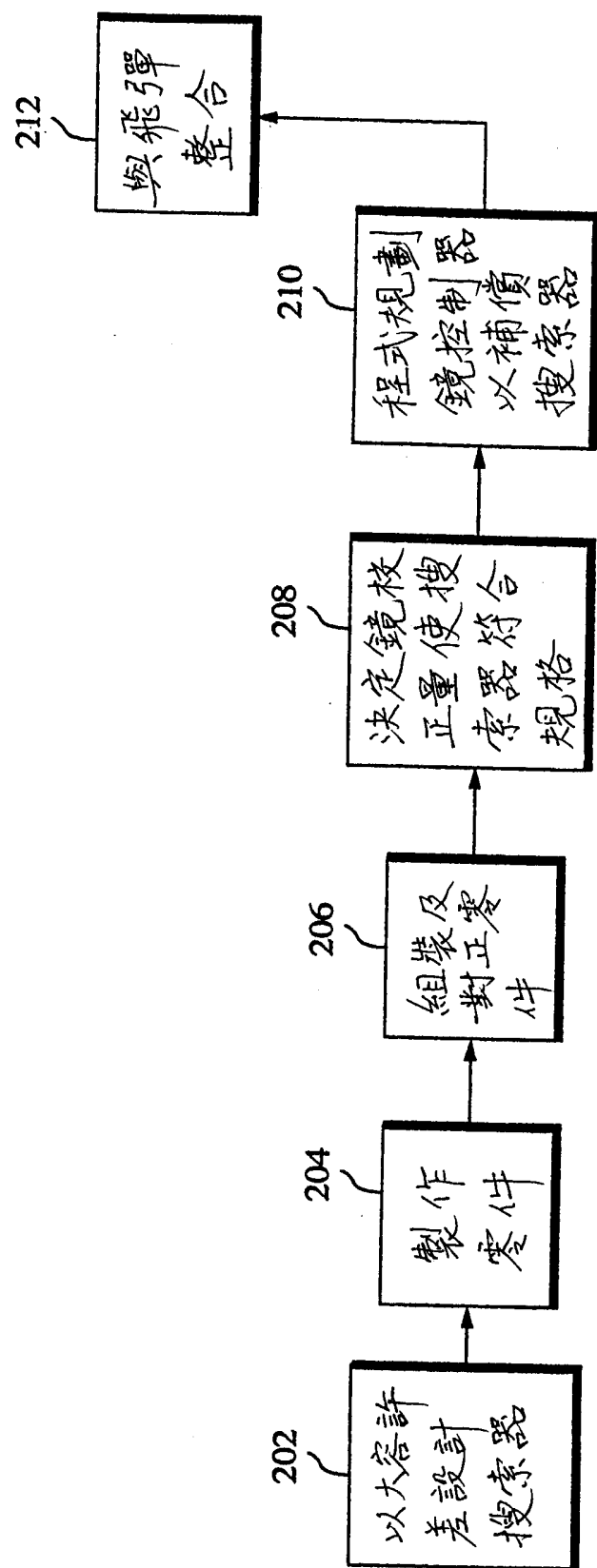


圖 5