



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I676796 B

(45) 公告日：中華民國 108 (2019) 年 11 月 11 日

(21) 申請案號：107145495

(22) 申請日：中華民國 107 (2018) 年 12 月 17 日

(51) Int. Cl. : **G01N21/88 (2006.01)**

(30) 優先權：2018/02/23 日本 2018-031111

(71) 申請人：日商歐姆龍股份有限公司 (日本) OMRON CORPORATION (JP)
日本

(72) 發明人：林信吾 HAYASHI, SHINGO (JP)

(74) 代理人：葉璟宗；卓俊傑

(56) 參考文獻：

TW	200606445A	TW	201804151A
CN	103163741A	JP	2014-44150A
JP	2017-156161A		

審查人員：陳勇志

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：7 共 35 頁

(54) 名稱

外觀檢查裝置以及外觀檢查裝置的照明條件設定方法

(57) 摘要

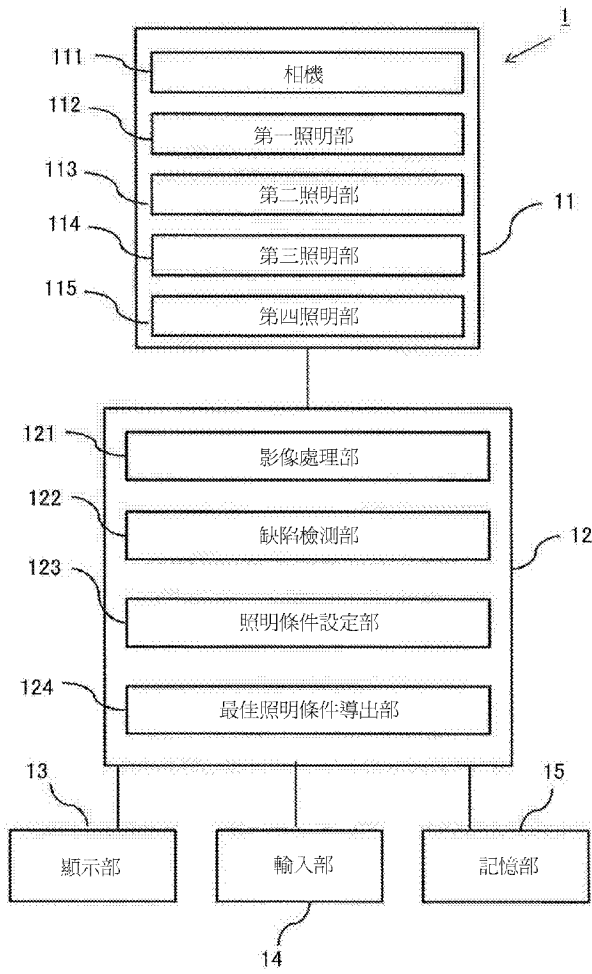
本發明提供一種外觀檢查裝置及其照明條件設定方法，外觀檢查裝置具有照明部，將照明光照射於被檢查物；攝像部，對被檢查物進行拍攝；缺陷檢測部，對由攝像部所拍攝的被檢查物的圖像進行分析，檢測被檢查物的缺陷；照明條件設定部，設定照射於被檢查物的照明光的照明條件；以及最佳照明條件推導部，根據利用多個不同的照明條件所拍攝的圖像對各照明條件進行評分，由此導出最佳照明條件，此最佳照明條件為最適於缺陷檢測部檢測被檢查物的缺陷的照明條件。

A visual inspection device and a method for setting illumination condition thereof are provided to include an illumination part irradiating illumination lights to an inspection object; an imaging part capturing an image of the inspection object; a defect detecting part analyzing the image of the inspection object captured by the imaging part and detecting a defect of the inspection object; an illumination condition setting part setting an illumination condition of the illumination lights irradiated to the inspection object; and an optimum illumination condition deriving part deriving an optimum illumination condition by scoring each of the illumination conditions based on the images captured under plural and different illumination conditions, where the optimum illumination condition is the most suitable illumination condition for detecting the defect of the inspection object by the defect detecting part.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 1：外觀檢查裝置
- 11：檢查裝置本體
- 12：控制部
- 13：顯示部
- 14：輸入部
- 15：存儲部
- 111：相機
- 112：第一照明部
- 113：第二照明部
- 114：第三照明部
- 115：第四照明部
- 121：影像處理部
- 122：缺陷檢測部
- 123：照明條件設定部
- 124：最佳照明條件推導部



【圖3】

【發明說明書】

【中文發明名稱】外觀檢查裝置以及外觀檢查裝置的照明條件設定方法

【英文發明名稱】VISUAL INSPECTION DEVICE AND ILLUMINATION CONDITION SETTING METHOD OF VISUAL INSPECTION DEVICE

【技術領域】

【0001】本發明關於一種用於實施製品的外觀檢查的技術。

【先前技術】

【0002】從習知來看，根據製品的拍攝圖像來檢測此製品的擦傷或凹痕、色彩異常等缺陷（包括有無缺陷的判定、缺陷種類的判別）的外觀檢查裝置已為人所知。這些檢查裝置通常對檢查物件物（以下也稱為工件、被檢查物）照射照明光，利用相機來拍攝所述照明光的反射光及/或透射光，根據所述拍攝圖像中出現的與缺陷相應的像素值的特徵量，通過設定檢測出異常的閾值等方法來進行缺陷的檢測。

【0003】例如，專利文獻1（日本專利特開2018-017638號公報）中記載了一種外觀檢查裝置，此外觀檢查裝置對從多個方向照射於檢查物件物的照明光的光量及顏色進行調整，由此拍攝消除了檢查物件物的光澤不均的圖像，適當檢測缺陷。

【發明內容】

【0004】此外，為了拍攝所述那樣的可適當檢測各種缺陷的圖

像，例如需要根據工件來適當設定（調整）照明條件，此照明條件包含照明光的朝向、照明光的光量（強度）、照明光的顏色（波長）等各要素及它們的值的組合。

【0005】 但是，為了進行這種照明條件的設定，需要相應的光學知識（或充分的經驗），而存在具備這種技能的操作員未必一定在運用檢查裝置的現場的問題。

【0006】 本發明是鑒於所述那樣的實際情況而成，其目的在於提供一種即便不具備充分的光學知識或經驗，也能夠在外觀檢查裝置中設定最佳照明條件那樣的技術。

【0007】 為了解決所述問題，本發明的外觀檢查裝置包括照明部，將照明光照射於被檢查物；攝像部，對所述被檢查物進行拍攝；缺陷檢測部，對由所述攝像部所拍攝的被檢查物的圖像進行分析，檢測所述被檢查物的缺陷；照明條件設定部，設定照射於所述被檢查物的所述照明光的照明條件；以及最佳照明條件推導部，根據利用多個不同的所述照明條件所拍攝的圖像對各照明條件進行評分，由此推導最佳照明條件，此最佳照明條件是最適於所述缺陷檢測部檢測所述被檢查物的缺陷的照明條件。

【0008】 此處，所謂“對各照明條件進行評分”，是指以數值的形式求出所述照明條件的適當性。通過具有這種結構，即便是不具備充分的光學知識或經驗的操作員，也可在適當的照明條件下實施檢查物件物的外觀檢查。此外，此處所謂的照明條件例如是由照明光的顏色（波長）、強度（亮度）等照明要素及它們的值的

組合所定義的條件。

【0009】 而且，所述外觀檢查裝置的特徵也可在於，包含照射於所述被檢查物的照明光的方向、強度、顏色中的至少任一要素做為定義所述照明條件的要素。一般而言，通過這些各要素及其組合來決定檢測檢查物件物的何種缺陷，希望是包含做為定義所述照明條件的要素。

【0010】 而且，所述最佳照明條件推導部進行：第一搜索，從定義所述照明條件的各要素的所有組合中，選定多個固定了規定要素的值的的第一搜索用照明條件並進行所述評分，從其中求出得分最好的暫時最佳照明條件；以及第二搜索，根據由所述第一搜索所得的暫時最佳照明條件，推定真正最佳照明條件可能存在的範圍，於此範圍內在解除了所述規定要素的值为固定的照明條件下，進一步進行所述評分，求出真正最佳照明條件，由此而推導所述最佳照明條件。而且，所述第二搜索也可使用二分搜索法來進行。

【0011】 若定義照明條件的要素關於多個項目，則它們的各值彼此的組合數變得龐大，因而若以它們的所有組合來拍攝工件，則需要大量時間，無法以現實的時間決定最佳照明條件。在這方面，根據所述那樣的方法，能夠鎖定實際進行工件拍攝的照明條件，從而可有效率地進行最佳照明條件的設定。

【0012】 而且，所述最佳照明條件推導部也可在所述被檢查物為兩個以上時，將由所述被檢查物各自的差異所致的每個被檢查物

的最佳照明條件的差異平准化，推導適於多個所述被檢查物的檢查的平准最佳照明條件。

【0013】 例如，即便是同一批次的製品，嚴格來說有時各製品也會在其特性（形狀、品質）方面產生差異，因而用於這些製品的檢查的最佳照明條件也與此相應地不同。這種情況下，若欲設定與各製品相應的最佳照明條件，則也可能要對每個製品設定照明條件。

【0014】 在這方面，若為所述那樣的外觀檢查裝置的結構，則通過將在（檢查上可允許的）規定的偏差範圍內經平准化的照明條件設定為最佳照明條件，而能夠解決這種問題。

【0015】 而且，所述照明部也可包括：同軸落射照明部，以與所述攝像部的光軸相同的軸，將第一照明光照射於所述被檢查物；以及周向照明部，從以所述軸為中心的同心圓狀的周向，將第二照明光照射於所述被檢查物。

【0016】 若為這種結構，則與僅從工件的外周照射照明的情況相比，可獲取抑制了由工件表面的形狀所致的擴散反射的影響的圖像，另一方面，最佳照明條件的設定變得複雜，因而適於本發明的應用。

【0017】 而且，所述外觀檢查裝置可還具有：檢查區域確定部，確定由所述缺陷檢測部進行缺陷檢測的所述被檢查物的區域。若並非將整個被檢查物做為檢查對象，而設定需檢查的部位，則通過僅將此部位做為檢查物件，而能夠鎖定最佳照明條件的候補。

即，只要僅將可於所確定的區域中適當檢測缺陷的照明條件設為候補即可，與將整個被檢查物做為物件的情況相比，可更有效率地設定最佳照明條件。

【0018】 而且，所述照明條件設定部可對照由所述最佳照明條件推導部所推導的最佳照明條件，自動設定照明條件。若為這種結構，則能夠使照明條件的設定作業有效率。

【0019】 而且，所述外觀檢查裝置可將具有所述照明光不均勻地反射而產生光澤不均的表面的物品做為所述被檢查物。例如，撓性印刷基板、硬質基板等表面具有金屬部分的物品、日本紙、無紡布等表面有凹凸的片狀物品、畫有花紋的物品等被檢查物的檢查面的反射率不均一時，產生光澤不均，需檢測的缺陷混雜在所拍攝的圖像的光澤不均中。即，對於具有產生光澤不均的表面的物品而言，難以設定用於檢測異常的閾值，但能夠通過使照明條件最優化而有效地抑制這種光澤不均，因而適於本發明的應用。

【0020】 而且，為了解決所述問題，本發明的外觀檢查裝置的設定方法是根據通過一面將照明光照射於被檢查物一面對所述被檢查物進行拍攝所得的圖像來檢測所述被檢查物的缺陷。此方法包括：第一步驟，從定義所述照明條件的各要素的所有組合中，選定固定了規定要素的值的多個搜索用照明條件；第二步驟，進行由所述第一步驟所設定的搜索用照明條件下的拍攝；第三步驟，根據所述第二步驟中所得的圖像對所述各搜索用照明條件進行評分；第四步驟，進行所述第三步驟中經評分的各搜索用照明條件

的比對，求出暫時最佳照明條件；第五步驟，根據所述第四步驟中求出的暫時最佳照明條件，推定真正最佳照明條件可能存在的範圍，於此範圍內在解除了所述規定要素的值為固定的照明條件下，進一步進行所述評分，求出真正最佳照明條件；以及第六步驟，將所述第五步驟中求出的真正最佳照明條件設定為外觀檢查的照明條件。

【0021】 此外，本發明也能夠特別指定為包含所述各部的至少一部分的外觀檢查系統。而且，也能夠特別指定為所述外觀檢查裝置進行的方法。所述處理或各部只要不產生技術上的矛盾，則能夠自由組合而實施。

【0022】 根據本發明，能夠提供一種即便不具備充分的光學知識或經驗，也能夠在外觀檢查裝置中設定最佳照明條件那樣的技術。

【圖式簡單說明】

【0023】

圖 1 是表示應用例的外觀檢查裝置的概略的方塊圖。

圖 2 是表示應用例的檢查裝置本體的概略結構的圖。

圖 3 是表示實施例的外觀檢查裝置的概略的方塊圖。

圖 4 是表示實施例的檢查裝置本體的光學部分的概略結構的圖。

圖 5 是實施例的檢查裝置本體的光學部分的說明圖。

圖 6 是表示實施例的外觀檢查裝置中進行最佳照明條件的推導的處理的流程的流程圖。

圖 7 是表示變化例 2 的外觀檢查裝置的概略的方塊圖。

【實施方式】

【0024】 以下，參照圖式對本發明的實施方式的一例進行說明。

【0025】 <應用例>

圖 1 是表示本應用例的外觀檢查裝置的概略的方塊圖。

如圖 1 所示，本應用例的外觀檢查裝置 9 具備檢查裝置本體 91、控制部 92、輸出部 93、輸入部 94 及存儲部 95，這些部分經電連接。此外，檢查裝置本體 91 具備彩色相機等攝像部 911、第一照明部 912 及第二照明部 913。

【0026】 控制部 92 是電腦的中央處理器（Central Processing Unit，CPU，處理器），且具備影像處理部 921、缺陷檢測部 922、照明條件設定部 923 及最佳照明條件推導部 924 做為功能模組。輸出部 93 用於輸出介面畫面、檢查結果、獲取圖像等，典型而言由顯示器裝置構成。輸入部 94 用於輸入檢查所需要的條件或參數等，例如由鍵盤（keyboard）、滑鼠（mouse）、控制器（controller）、觸控式螢幕（touch panel）等各種輸入裝置構成。存儲部 95 例如由主存儲裝置（記憶體）、輔助存儲裝置硬碟（hard disk）等構成。這些控制部 92、輸出部 93、輸入部 94 及存儲部 95 既可與檢查裝置本體 91 一體地構成，也能以另外的通用電腦的形式構成。

【0027】 影像處理部 921 對攝像部 911 所拍攝的工件的圖像資料進行處理，生成缺陷檢測用的圖像。此外，攝像部 911 所拍攝的工件的圖像資料保存在存儲部 95 中。缺陷檢測部 922 根據由影像

處理部 921 所生成的缺陷檢測用圖像，檢測工件的缺陷。具體而言，基於根據缺陷的種類而預先設定的閾值等，根據構成圖像的各像素的亮度值來進行工件有無缺陷的判定、缺陷種類的判別等。

【0028】 照明條件設定部 923 控制後述的第一照明部 912 及第二照明部 913，以對工件的照射光成為規定的照明條件的方式進行設定。此處，所謂照明條件，是由照射光的顏色（波長）、強度（亮度）等照明要素及它們的值的組合所定義的條件。最佳照明條件推導部 924 根據預定的演算法（algorithm），為了獲取（拍攝）適於檢測缺陷的圖像而根據工件的特性推導最合適的照明條件。

【0029】 圖 2 是表示本應用例的檢查裝置本體 91 的概略結構的圖。如圖 2 所示，本應用例的攝像部 911 以光軸朝向鉛垂方向的方式設於工件 W 的上方。在此攝像部 911 的光軸上設有半反射鏡（half mirror）等分束器（beam splitter）914，與分束器 914 相對而在與攝像部 911 的光軸正交的方向上配置有同軸落射照明（coaxial episcopic illumination）用的第一照明部 912。此第一照明部 912 例如由照射紅色（R）、綠色（G）、藍色（B）各色的光的發光二極體（Light Emitting Diode，LED）光源 912R、發光二極體光源 912G、發光二極體光源 912B 構成。LED 光源 912R、LED 光源 912G、LED 光源 912B 分別是將其光軸朝向分束器 914 而設置，從各光源發出的光一面混合一面經由分束器 914 向工件 W 照射。

【0030】 在分束器 914 的下方設有傾斜入射照明用的第二照明部

913。此第二照明部 913 採取下述結構，即：將光軸朝向鉛垂方向且呈環狀而分別排列有多個 LED 光源 913R、LED 光源 913G、LED 光源 913B。另外，在第二照明部 913 與工件 W 之間配置有擴散板 915。由此，R、G、B 各色的光一面混合一面經由擴散板 915 向工件 W 照射。

【0031】 接著，對最佳照明條件推導部 924 推導與工件相應的最佳照明條件的處理進行說明。處理的概要為對可設定的照明條件進行評分，並將其得分最好的照明條件做為最佳照明條件。

【0032】 此處，照明條件的得分例如是針對在此照明條件下拍攝的各圖像資料，將預先設定的目標平均亮度值減去圖像上的相當於工件的區域的平均亮度值後，對此值加上相當於工件的區域的亮度值的偏差而算出。即，本示例中，檢查區域的平均亮度值越接近目標平均亮度值且偏差越小，則回傳越小的值，從而將得分值最小的照明條件做為最佳照明條件。

【0033】 此處，當針對第一照明部 912、第二照明部 913 而僅可切換 R、G、B 各光源的接通（ON）、斷開（OFF）時，照明條件（構成照明條件的要素及它們的值的組合）的總數成為 2^6 （2 階段^{（2 方向×3 色（RGB））}）= 64 種。此時，在所有照明條件下進行工件 W 的拍攝，比較 64 種的得分而推導最佳照明條件即可。

【0034】 另一方面，當針對第一照明部 912、第二照明部 913 的各 LED 光源而能以例如 256 階段進行光量（照明強度）的調節時，照明條件的總數變得龐大（ 256^6 種），在這些所有照明條件下進行

拍攝並算出得分完全不現實。

【0035】 因此，這種情況下，進行第一次搜索（以下也稱為粗略搜索）之後進行第二次搜索（以下也稱為詳細搜索），推導最佳照明條件，所述第一次搜索從可設定的所有照明條件中，鎖定被推定為包含成為最佳照明條件的組合的一群照明條件群，所述第二次搜索從所述鎖定的照明條件群中，搜索成為真正最佳照明條件的組合。

【0036】 粗略搜索例如針對第一照明部 912、第二照明部 913 的各 LED 光源，在照明強度相同（即白色照明）、且僅限定於 8 階段的各照明條件下進行拍攝並算出得分。此時，只要對 64（ 8^2 ）種照明條件進行得分的算出即可。另外，將所算出的得分最小的照明條件做為暫時最佳照明條件。

【0037】 接著，詳細搜索中，以所述算出的暫時最佳照明條件為基準，在被推定為存在真正最佳照明條件的範圍內，在解除了照明強度的限定的照明條件下進一步進行（拍攝及）評分。此時，若涵蓋性地進行所述範圍內的照明條件下的評分，則需要大量時間，因而例如對通過使用二分搜索法而對經限定的所述範圍內的照明條件進行評分，求出真正最佳照明條件。

【0038】 如以上那樣，最佳照明條件推導部 924 推導與工件相應的最佳照明條件，因而即便外觀檢查裝置 9 的操作員不具備充分的光學知識或經驗，也能夠設定最佳照明條件。

【0039】 < 實施例 >

以下，對用以實施本發明的實施方式的一例進行更詳細說明。但是，此實施例中記載的結構零件的尺寸、材質、形狀、其相對配置等只要無特別記載，則並非意指將本發明的範圍僅限定於這些。

【0040】 圖 3 是表示本實施例的外觀檢查裝置 1 的概略的方塊圖。而且，圖 4 是表示本實施例的檢查裝置本體 11 的光學部分的概略結構的圖。如圖 3 所示，本應用例的外觀檢查裝置 1 具備檢查裝置本體 11、控制部 12、顯示部 13、輸入部 14 及存儲部 15，這些部分經電連接。

【0041】 檢查裝置本體 11 具備相機 111 做為觀察光學系統，具備第一照明部 112、第二照明部 113、第三照明部 114 及第四照明部 115 做為照明光學系統。相機 111 具有將 $n \times m$ 個光接收元件排列成矩陣狀而成的攝像元件，能夠拍攝彩色圖像。檢測到光的光接收元件對控制部 12 輸出信號，由此控制部 12 獲取圖像資料。此外，攝像元件的各光接收元件與所拍攝的圖像的各像素對應。相機 111 是使光軸朝向鉛垂方向，且以將載置有工件 W 的檢查位置限制在攝像區域內的方式配置於工件 W 的上方。此外，工件 W 既可為有光澤不均的物品，也可為並無光澤不均的物品。

【0042】 第一照明部 112、第二照明部 113、第三照明部 114、第四照明部 115 的各照明部對載置於檢查位置的工件 W 照射照明光。各照明部如後述那樣，通過照明條件設定部 123 的控制而調整照射於檢查物件物的照明光的顏色或光量。關於包含照明部的

檢查裝置本體 11 的光學系統，將於下文中詳述。

【0043】 控制部 12 是運算處理裝置，且具備影像處理部 121、缺陷檢測部 122、照明條件設定部 123 及最佳照明條件推導部 124 做為功能模組。顯示部 13 例如是液晶顯示器裝置，輸出介面畫面、檢查結果、獲取圖像等。輸入部 14 例如是鍵盤、滑鼠、控制器、觸控式螢幕等各種輸入裝置，用於輸入檢查所需要的條件或參數等。存儲部 15 例如是主存儲裝置（記憶體）、輔助存儲裝置硬碟等，保存有用於實現控制部的各功能模組的程式或所獲取的圖像資料、用於缺陷檢測的閾值等各種資料。這些控制部 12、顯示部 13、輸入部 14 及存儲部 15 既可與檢查裝置本體 11 一體地構成，也能以另外的通用電腦的形式構成。進而，也可設置於遠離檢查裝置本體 11 的場所，並通過有線或無線的通信部而連接。

【0044】 影像處理部 121 與相機 111 連接，對相機 111 所拍攝的工件 W 的圖像資料進行處理，生成缺陷檢測用的圖像。此外，相機 111 所拍攝的工件 W 的圖像資料保存在存儲部 15 中。

【0045】 缺陷檢測部 122 根據由影像處理部 121 所生成的缺陷檢測用圖像，檢測工件的缺陷。具體而言，基於根據缺陷的種類而預先設定的閾值等，根據構成圖像的各像素的亮度值來進行工件有無缺陷的判定、缺陷種類的判別等。此處，所謂缺陷檢測部 122 所檢測的缺陷，例如為色彩缺陷及凹凸缺陷。色彩缺陷是在工件 W 的製造製程時或製造製程後，異物或污垢附著等而產生的缺陷，凹凸缺陷是工件 W 的製造製程時的成形不良、或製造製程後

發生各種碰撞等而產生的擦傷或凹痕。外觀檢查裝置 1 將缺陷檢測部 122 未檢測出缺陷的工件 W 視為良品，將影像處理單元 4 檢測出缺陷的工件 W 視為不良品。

【0046】 照明條件設定部 123 控制第一照明部 112、第二照明部 113、第三照明部 114、第四照明部 115，以對工件的照射光成為規定的照明條件的方式進行調整（設定）。此處，所謂照明條件，是由照射光的方向、顏色（波長）、強度（亮度）等照明要素及它們的值的組合所定義的條件。最佳照明條件推導部 124 根據預定的演算法，為了獲取（拍攝）適於檢測缺陷的圖像，而根據工件 W 的特性推導最合適的照明條件。

【0047】 接著，基於圖 4 及圖 5 對檢查裝置本體 11 的光學系統進行詳細說明。圖 4 是相機 111 的光軸方向的檢查裝置本體 11 的截面圖，圖 5 是表示俯視檢查裝置本體 11 的第二照明部 113、第三照明部 114 及第四照明部 115 的狀態的說明圖。檢查裝置本體 11 具有覆蓋檢查位置的圓頂狀部分，且具備配置於相機 111 與檢查位置之間的半反射鏡 116。相機 111 通過半反射鏡 116 而拍攝檢查位置的工件 W。而且，檢查裝置本體 11 具備將照明光照射於工件 W 的第一照明部 112、第二照明部 113、第三照明部 114 及第四照明部 115。

【0048】 第一照明部 112 設於與半反射鏡 116 大致相同的高度。此處所謂高度方向是相機 111 的光軸方向。第一照明部 112 將發光色為紅色的紅色 LED 112R、發光色為綠色的綠色 LED 112G、

及發光色為藍色的藍色 LED 112B 設為一組發光元件群，具有一組以上的所述發光元件群。紅色 LED 112R、綠色 LED 112G、藍色 LED 112B 是將發光面朝向半反射鏡 116 而配置。通過使紅色 LED 112R、綠色 LED 112G、藍色 LED 112B 的至少一個發光而照射的光為第一照明部 112 的照明光。第一照明部 112 的照明光借由半反射鏡 116 而從與相機 111 的光軸一致的方向照射於工件 W。即，第一照明部 112 的照明光是在經檢查物件物反射的正反射光被相機 111 的各光接收元件所接收的方向上照射的同軸落射照明。

【0049】 紅色 LED 112R、綠色 LED 112G、藍色 LED 112B 是通過來自照明條件設定部 123 的控制而設定發光光量（也包括發光的接通（ON）/斷開（OFF））。此外，發光光量可進行 256 階段的調節。

【0050】 如圖 4 及圖 5 所示，第二照明部 113、第三照明部 114 及第四照明部 115 為以相機 111 的光軸為中心的俯視環形狀的空間，從以相機 111 的光軸為中心的圓的內周側向外周側依次設置。

【0051】 第二照明部 113 將發光色為紅色的紅色 LED113R、發光色為綠色的綠色 LED113G、及發光色為藍色的藍色 LED113B 設為一組發光元件群，具有多組所述發光元件群。第二照明部 113 具有經配置成環狀的多組發光元件群，紅色 LED113R、綠色 LED113G 及藍色 LED113B 是將發光面朝向下側（檢查位置側）而安裝。

【0052】 而且，在第二照明部 113 的下端側，安裝有使第二照明部 113 的照明光傾斜成照射於檢查位置的朝向並進行照射的擴散

板。

【0053】 通過使紅色 LED 113R、綠色 LED 113G、藍色 LED 113B 的至少一個發光而照射的光是第二照明部 113 的照明光。紅色 LED 113R、綠色 LED 113G、藍色 LED 113B 是通過來自照明條件設定部 123 的控制而以 256 階段設定發光光量（也包括發光的接通（ON）/斷開（OFF））。

【0054】 此外，關於第三照明部 114 及第四照明部 115，具有與第二照明部 113 同樣的結構，因而省略詳細說明。

【0055】 另外，第二照明部 113、第三照明部 114 及第四照明部 115 分別由遮光板隔開，以防止鄰接照明部的照明光入射至彼此的照明部。

【0056】 使第二照明部 113、第三照明部 114 及第四照明部 115 的各色 LED 的至少一色發光所得的光通過擴散板而照射於工件 W。此處，當使兩個以上的顏色的 LED 發光時，光在比擴散板而更靠 LED 側經混合後，通過擴散板照射於工件 W。此外，各照明部的擴散板相對於相機 111 的光軸的傾斜角各不相同，因而第二照明部 113、第三照明部 114 及第四照明部 115 照射於工件 W 的照明光的照射角度各不相同。

【0057】 例如，使第二照明部 113 的紅色 LED 113R、綠色 LED 113G 及藍色 LED 113B 的至少一個發光所得的照明光從與相機 111 的光軸所成的角度為 20°左右的方向照射於工件 W。而且，使第三照明部 114 的紅色 LED 114R、綠色 LED 114G 及藍色 LED

114B 的至少一個發光所得的照明光從與相機 111 的光軸所成的角度為 37°左右的方向照射於工件 W。而且，使第四照明部 115 的紅色 LED 115R、綠色 LED 115G 及藍色 LED 115B 的至少一個發光所得的照明光從與相機 111 的光軸所成的角度為 60°左右的方向照射於工件 W。此外，圖 4 中，實線箭頭表示照明光的照射方向。

【0058】 接下來，對最佳照明條件推導部 124 推導與工件相應的最佳照明條件的處理進行說明。處理的概要為對可設定的照明條件進行評分，並將其得分最好的照明條件做為最佳照明條件。評分是根據在各照明條件下所拍攝的工件 W 的圖像資料，例如由以下的數式(1)而求出。

$$f(img_u) = \left| V_a - \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n (x_i) \right| + \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=0}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (1)$$

【0059】 數式(1)中， V_a 是目標平均亮度值，例如初始設定可設為 127 (256 階時的中間值)。而且， x_i 是第 i 號像素的亮度 (設為 R、G、B 的平均值)。而且， \bar{x} 是平均值， n 是檢查區域中的像素的總數 (未必限於整個工件 W)。 img 是在可設定的照明條件下拍攝的圖像的集合。 img_u 是在照明條件 u 下拍攝的圖像。 $f(img)$ 是圖像 img 的得分 (越小則越無不均，且越接近目標平均亮度值)。

【0060】 所述式中，將預先設定的目標平均亮度值減去檢查物件區域的平均亮度值後，對此值加上相當於工件的區域的亮度值的偏差而算出得分。即，本示例中，檢查區域的平均亮度值越接近

目標平均亮度值且偏差越小，則回傳越小的值，從而得分值最小的照明條件成為最佳照明條件。

【0061】 此處，本實施例的照明條件（照明光的朝向、顏色、強度的值的組合）的總數為 256^{12} 種（ 256 階段^{（4 方向×3 色（RGB））}），在這些所有照明條件下進行拍攝並算出得分完全不現實。

【0062】 因此，實際上進行粗略搜索之後進行詳細搜索，推導最佳照明條件，所述粗略搜索從可設定的所有照明條件中，鎖定被推定為包含成為最佳照明條件的組合的一群照明條件群，所述詳細搜索從所述鎖定的照明條件群中搜索成為真正最佳照明條件的組合。

【0063】 具體而言，通過以下那樣的流程，以現實可允許的程度的時間來進行最佳照明條件的推導。圖 6 表示本實施例中進行最佳照明條件的推導的處理的流程。如圖 6 所示，最佳照明條件推導部 124 首先從可設定的所有照明條件中，選定固定了規定要素的值的粗略搜索用照明條件。例如，選定各 LED 光源的照明強度為 3 階段（例如照明強度為 0、127、255）且所有 LED 光源成為相同照明強度（即照明光的顏色僅為白色）的照明條件（步驟 S1）。

【0064】 這樣，成為物件的照明條件的組合為 3 階段^{（4 方向×1 色）}而成為 81 種。接著，在這樣選定的照明條件下進行工件 W 的拍攝（步驟 S2），根據所得的圖像資料，利用所述數式 1 對相應的照明條件進行評分（步驟 S3）。進而，對經評分的 81 種照明條件進行得分的比對，將得分最好的照明條件做為暫時最佳照明條件（步

驟 S4)。到此為止相當於粗略搜索。

【0065】 接著，進行以步驟 S4 中求出的暫時最佳照明條件為基準而求出真正最佳照明條件的處理。具體而言，根據暫時最佳照明條件，推定真正最佳照明條件可能存在的範圍，於此範圍內在解除了照明強度的限定的照明條件下進一步進行（工件的拍攝及）評分。此時，若涵蓋性地進行所述範圍內的照明條件的評分，則需要大量時間，因而例如對使用二分搜索法而進一步經限定的所述範圍內的照明條件進行評分，求出真正最佳照明條件（步驟 S5）。到此為止相當於詳細搜索。

【0066】 然後，將步驟 S5 中推導的最佳照明條件設定為用於外觀檢查的最佳照明條件（步驟 S6），結束處理。

【0067】 根據以上那樣的外觀檢查裝置的結構，即便定義照明條件的要素的組合數為多數，也能夠鎖定實際進行工件拍攝的照明條件，即便操作員不具備充分的光學知識或經驗，也可有效率地進行最佳照明條件的設定。

【0068】 <變化例 1>

此外，所述實施例中，將單一工件做為對象來進行最佳照明條件的設定，但也可進行將多個工件做為對象的（經平准化的）最佳照明條件的設定。例如，即便是同一批次的製品，嚴格來說有時各製品也會在其特性（形狀、品質）方面產生差異，因而有時用於這些製品的檢查的最佳照明條件也與此相應地不同。這種情況下，若欲設定與各製品相應的最佳照明條件，則也可能

要對每個製品設定照明條件。

【0069】在這方面，通過將在（檢查上可允許的）規定的偏差範圍內經平准化的照明條件設定為對多個工件的最佳照明條件，而能夠解決所述那樣的問題。

【0070】具體而言，對多個工件進行上文所示的粗略搜索，對此多個工件保存此時的得分。然後，將這些多個工件中得分最小的照明條件做為最佳照明條件。通過下述數式(2)而進行計算。

$$f(i, m_u, g) = \left| \sum_{v=0}^w (f_{i, m_u, g, v}) \right| g \quad \dots (2)$$

【0071】數式 2 中， w 是做為對象的工件的總數， $img_{u,v}$ 是在照明條件 u 下拍攝的工件 v 的圖像。

【0072】 <變化例 2>

而且，外觀檢查裝置 1 可不將整個工件做為檢查對象，而僅將工件的特定區域做為檢查物件，並對其推導經最優化的照明條件。圖 7 是表示本變化例的外觀檢查裝置 1 的概略的方塊圖。如圖 7 所示，本變化例的外觀檢查裝置 1 與實施例 1 相比，在還包括檢查區域確定部 125 做為控制部 12 的功能模組的方面具有特徵。

【0073】檢查區域確定部 125 將工件的檢查面的一定區域（以下也稱為檢查物件區域）確定為檢查物件。此檢查物件區域例如可根據檢查規格書等根據工件而具體設定，將此資訊預先經由輸入部 14 而登記、保持在存儲部 15 中。此外，檢查物件區域的資訊

也可每次由操作員輸入。區域的確定可為任何範圍，例如既可僅將基板上的特定零件做為檢查物件區域，也可僅將一定範圍的金屬部分做為檢查物件區域。

【0074】 檢查區域確定部 125 獲取與當前成為檢查對象的工件對應的檢查物件區域的資訊，由此確定此工件的檢查物件區域。這樣，確定檢查物件區域後，缺陷檢測部 122 僅將此檢查物件區域做為物件進行缺陷檢測。另外，最佳照明條件推導部 124 僅將此檢查物件區域做為物件進行拍攝資料的評分，推導最佳照明條件。

【0075】 根據這種結構，與將整個工件做為物件相比，能夠減少評分所需要的處理（運算），從而能夠更有效率地設定最佳照明條件。

【0076】 <其他>

所述實施例的說明僅是對本發明進行例示性說明，本發明不限定於所述具體實施方式。本發明可在其技術思想的範圍內進行各種變形。例如所述實施例中，決定照明條件的要素是設為照明光的朝向、顏色、照明強度，但未必限定於此，既可將這些要素中的僅一部分做為物件，相反也可包含相機的快門速度等其他要素。

【0077】 而且，得分的算出方法也不限定於所述示例，例如也可使拍攝工件所得的圖像的良品部與缺陷部的亮度值之差成為最大的照明條件成為最好的得分。

【0078】 本發明的一形態是一種外觀檢查裝置 1，其具有：照明部

112,113,114,115，將照明光照射於被檢查物；攝像部 111，對所述被檢查物進行拍攝；缺陷檢測部 122，對由所述攝像部所拍攝的被檢查物的圖像進行分析，檢測所述被檢查物的缺陷；照明條件設定部 123，設定照射於所述被檢查物的所述照明光的照明條件；以及最佳照明條件推導部 124，根據利用多個不同的所述照明條件所拍攝的圖像對各照明條件進行評分，由此推導最佳照明條件，此最佳照明條件為最適於所述缺陷檢測部檢測所述被檢查物的缺陷的照明條件。

【符號說明】

- 1、9：外觀檢查裝置
- 11、91：檢查裝置本體
- 12、92：控制部
- 13：顯示部
- 14、94：輸入部
- 15、95：存儲部
- 93：輸出部
- 111：相機
- 112、912：第一照明部
- 112B、113B、114B、115B：藍色 LED
- 112G、113G、114G、115G：綠色 LED
- 112R、113R、114R、115R：紅色 LED
- 113、913：第二照明部

114：第三照明部

115：第四照明部

116：半反射鏡

121、921：影像處理部

122、922：缺陷檢測部

123、923：照明條件設定部

124、924：最佳照明條件推導部

125：檢查區域確定部

911：攝像部

912B、912G、912R、913B、913G、913R：LED 光源

914：分束器

915：擴散板

S1～S6：步驟

W：工件



I676796

【發明摘要】

【中文發明名稱】外觀檢查裝置以及外觀檢查裝置的照明條件設定方法

【英文發明名稱】VISUAL INSPECTION DEVICE AND ILLUMINATION CONDITION SETTING METHOD OF VISUAL INSPECTION DEVICE

【中文】

本發明提供一種外觀檢查裝置及其照明條件設定方法，外觀檢查裝置具有照明部，將照明光照射於被檢查物；攝像部，對被檢查物進行拍攝；缺陷檢測部，對由攝像部所拍攝的被檢查物的圖像進行分析，檢測被檢查物的缺陷；照明條件設定部，設定照射於被檢查物的照明光的照明條件；以及最佳照明條件推導部，根據利用多個不同的照明條件所拍攝的圖像對各照明條件進行評分，由此導出最佳照明條件，此最佳照明條件為最適於缺陷檢測部檢測被檢查物的缺陷的照明條件。

【英文】

A visual inspection device and a method for setting illumination condition thereof are provided to include an illumination part irradiating illumination lights to an inspection object; an imaging part capturing an image of the inspection object; a defect detecting part analyzing the image of the inspection object captured by the imaging part and detecting a defect of the inspection object; an illumination condition setting part setting an illumination condition of

the illumination lights irradiated to the inspection object; and an optimum illumination condition deriving part deriving an optimum illumination condition by scoring each of the illumination conditions based on the images captured under plural and different illumination conditions, where the optimum illumination condition is the most suitable illumination condition for detecting the defect of the inspection object by the defect detecting part.

【指定代表圖】

圖 3

【代表圖之符號簡單說明】

1：外觀檢查裝置

11：檢查裝置本體

12：控制部

13：顯示部

14：輸入部

15：存儲部

111：相機

112：第一照明部

113：第二照明部

114：第三照明部

115：第四照明部

121：影像處理部

122：缺陷檢測部

123：照明條件設定部

124：最佳照明條件推導部

【特徵化學式】

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種外觀檢查裝置，其特徵在於包括：

照明部，將照明光照射於被檢查物；

攝像部，對所述被檢查物進行拍攝；

缺陷檢測部，對由所述攝像部所拍攝的所述被檢查物的圖像進行分析，檢測所述被檢查物的缺陷；

照明條件設定部，設定照射於所述被檢查物的所述照明光的照明條件；以及

最佳照明條件推導部，根據利用多個不同的所述照明條件所拍攝的圖像對各照明條件進行評分，由此推導最佳照明條件，所述最佳照明條件為最適於所述缺陷檢測部檢測所述被檢查物的缺陷的照明條件，

其中所述最佳照明條件推導部進行：

第一搜索，從定義所述照明條件的各要素的所有組合中，選定多個固定了規定要素的值的所述第一搜索用照明條件，並進行所述評分，從其中求出得分最好的暫時最佳照明條件；以及

第二搜索，根據由所述第一搜索所得的暫時最佳照明條件，推定真正最佳照明條件可能存在的範圍，於所述範圍內在解除了所述規定要素的值为固定的照明條件下，進一步進行所述評分，求出真正最佳照明條件，由此而推導所述最佳照明條件。

【第2項】如申請專利範圍第1項所述的外觀檢查裝置，其中包含照射於所述被檢查物的照明光的方向、強度、顏色中的至少任一要素做為定義所述照明條件的要素。

【第3項】如申請專利範圍第1項所述的外觀檢查裝置，其中所述第二搜索是使用二分搜索法進行。

【第4項】如申請專利範圍第1項或第2項所述的外觀檢查裝置，其中所述最佳照明條件推導部在所述被檢查物為兩個以上時，將由所述被檢查物各自的差異所致的每個所述被檢查物的最佳照明條件的差異平准化，推導適於多個所述被檢查物的檢查的平准最佳照明條件。

【第5項】如申請專利範圍第1項或第2項所述的外觀檢查裝置，其中所述照明部包括：

同軸落射照明部，以與所述攝像部的光軸相同的軸，將第一照明光照射於所述被檢查物；以及

周向照明部，從以所述軸為中心的同心圓狀的周向，將第二照明光照射於所述被檢查物。

【第6項】如申請專利範圍第1項或第2項所述的外觀檢查裝置，更包括：檢查區域確定部，確定由所述缺陷檢測部進行缺陷檢測的所述被檢查物的區域。

【第7項】如申請專利範圍第1項或第2項所述的外觀檢查裝置，其中所述照明條件設定部對照由所述最佳照明條件推導部所推導的最佳照明條件，自動設定照明條件。

【第8項】如申請專利範圍第1項或第2項所述的外觀檢查裝置，其中將具有所述照明光不均勻地反射而產生光澤不均的表面的物品做為所述被檢查物。

【第9項】一種外觀檢查裝置的照明條件的設定方法，其根據通過一面將照明光照射於被檢查物一面對所述被檢查物進行拍攝所得的圖像來檢測所述被檢查物的缺陷，其特徵在於包括：

執行第一搜索，包括：

第一步驟，從定義所述照明條件的各要素的所有組合中，選定固定了規定要素的值的多個搜索用照明條件；

第二步驟，進行由所述第一步驟所設定的搜索用照明條件下的拍攝；

第三步驟，根據由所述第二步驟所得的圖像對所述各搜索用照明條件進行評分；

第四步驟，進行所述第三步驟中經評分的各搜索用照明條件的比對，求出暫時最佳照明條件；

執行第二搜索，包括：

第五步驟，根據所述第四步驟中求出的暫時最佳照明條件，推定真正最佳照明條件可能存在的範圍，於所述範圍內在解除了所述規定要素的值为固定的照明條件下，進一步進行所述評分，求出真正最佳照明條件；以及

第六步驟，將所述第五步驟中求出的真正最佳照明條件設定為外觀檢查的照明條件。