

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-291843  
(P2005-291843A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
GO 1 N 21/88	GO 1 N 21/88 Z	2 GO 5 1
GO 6 T 1/00	GO 6 T 1/00 4 O O C	5 B O 4 7
	GO 6 T 1/00 4 3 O G	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2004-105449 (P2004-105449)	(71) 出願人	000002967 ダイハツ工業株式会社 大阪府池田市ダイハツ町1番1号
(22) 出願日	平成16年3月31日(2004.3.31)	(74) 代理人	100107308 弁理士 北村 修一郎
		(72) 発明者	坂上 護 大阪府池田市桃園2丁目1番1号 ダイハツ工業株式会社内
		(72) 発明者	岩田 真理 大阪府池田市桃園2丁目1番1号 ダイハツ工業株式会社内
		(72) 発明者	石川 千恵 大阪府池田市桃園2丁目1番1号 ダイハツ工業株式会社内

最終頁に続く

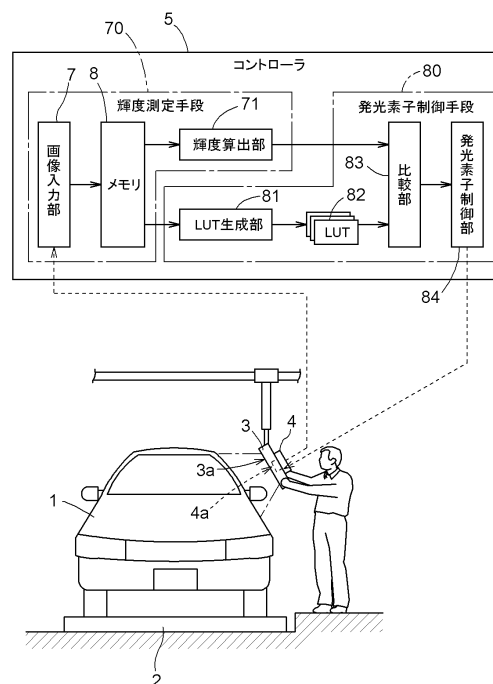
(54) 【発明の名称】 検査用照明光源ユニットとこの光源ユニットを用いた表面欠陥検査装置

(57) 【要約】

【課題】 被検査面に対して可能な限り一様な明暗パターンを作り出すことができる検査用照明光源ユニットを提供すること。

【解決手段】 所定のレイアウトパターンで配置された複数の発光素子の照射光によって照明された被検査面から反射される発光素子の照射光の輝度を測定する輝度測定手段70と、輝度測定手段によって測定された発光素子の照射光の輝度が所定の値に追従するように前記発光素子の発光量を制御する発光素子制御手段80とからなる検査用照明光源ユニット。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

所定のレイアウトパターンで配置された複数の発光素子と、前記発光素子の照射光によって照明された被検査面から反射される前記発光素子の照射光の輝度を測定する輝度測定手段と、前記輝度測定手段によって測定された前記発光素子の照射光の輝度が所定の値に追従するように前記発光素子の発光量を制御する発光素子制御手段とからなる検査用照明光源ユニット。

**【請求項 2】**

前記レイアウトパターンが前記発光素子を内側に所定形状の暗面を残すように連続的に配置させたものであり、少なくとも 1 つの前記暗面に前記輝度測定手段を構成する撮像カメラが前記被検査面から反射される前記各発光素子の照射光を受光するように配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の検査用照明光源ユニット。

10

**【請求項 3】**

基準となる正常な被検査面から反射される前記発光素子の照射光の輝度を参照輝度としてテーブル化し、この参照輝度に前記輝度測定手段によって決定された前記各発光素子の照射光の輝度が追従するように前記発光素子の発光量が制御されることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の検査用照明光源ユニット。

**【請求項 4】**

所定のレイアウトパターンで配置された複数の発光素子と、前記発光素子の照射光によって照明された被検査面を撮像する撮像カメラと、前記撮像カメラからの出力信号を評価して前記被検査面における欠陥を検知する欠陥評価手段と、前記撮像カメラからの出力信号を評価して前記発光素子の照射光によって照明された被検査面から反射される前記発光素子の照射光の輝度を検出する輝度算定部と、前記輝度算定部によって算定された前記各発光素子の照射光の輝度が所定の値に追従するように前記発光素子の発光量を制御する発光素子制御手段とからなる表面欠陥検査装置。

20

**【請求項 5】**

前記レイアウトパターンが前記発光素子を内側に所定形状の暗面を残すように連続的に配置させたものであり、少なくとも 1 つの前記暗面に前記撮像カメラが前記被検査面から反射される前記各発光素子の照射光を受光するように配置されていることを特徴とする請求項 4 に記載の表面欠陥検査装置。

30

**【請求項 6】**

基準となる正常な被検査面から反射される前記発光素子の照射光の輝度を参照輝度としてテーブル化し、この参照輝度に前記輝度算定部によって算定された前記発光素子の照射光の輝度が追従するように前記各発光素子の発光量が制御されることを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載の表面欠陥検査装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、所定のレイアウトパターンで配置された複数の発光素子を備えた検査用照明光源ユニット及び、この検査用照明ユニットの照射光によって照明された被検査面を撮像する撮像カメラからの出力信号を評価して前記被検査面における欠陥を検知する欠陥評価手段を備えた表面欠陥検査装置に関する。

40

**【背景技術】****【0002】**

この種の検査装置の代表例として、自動車ボディの塗装面の検査に使用される技術を挙げることができる。そのような表面検査にあつては、被検査面としての塗装面上に存する凹凸や傷等が、その検査対象となる。パターン状の検査光を使用する検査技術として、所謂、ストライプ状、即ち、縦縞模様の明暗を作り出している照明光を塗装面に照射して、照射状態にある塗装面を撮像カメラにより撮像し、得られる撮像画像を用いて表面検査を行う技術がある。（特許文献 1 及び特許文献 2 に開示される技術）。

50

## 【0003】

例えば、塗装面を所定方向（例えばX方向）に移動させていった場合に、塗装面上にある凹凸面といった欠陥の画像部分が、前記移動方向に直交する方向（例えばY方向）の座標を変えることなく、その方向座標（X座標）を変えながら撮像されることを利用して、欠陥の検出を行うものがあり、欠陥領域の撮像画像においては、明のストライプ部位では暗く、暗のストライプ部位では明るく撮像されことを利用して欠陥を識別することから、欠陥は、ストライプの明部分及び暗部分の中間階調画像として捕らえられる（特許文献1参照）。

## 【0004】

表面の周期的な凹凸である「ゆず肌」と呼ばれる欠陥を検出しようとするために、検査光である明暗ストライプの境界線の撮像画像上でのゆらぎにより塗装厚みの班を見出そうとするものがある（特許文献2参照）。この検査手法では、被検査面を移動させる必要はないが、概して、塗装面の比較的広い範囲に渡ってストライプの境界線画像に位置ずれを起こさせるような乱れが発生している塗装面が検出対象となる。

10

## 【0005】

【特許文献1】特開平8-145906号公報（図5、図9及び図15）

【特許文献2】特開平9-126744号公報（図13）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

特許文献1及び2のような上述した従来の表面検査手法では、被検査面を照明する照明部がストライプ状の明暗パターンを塗装面に照射することになるが、信頼性の高い検査結果を得るためには、照明部によって作り出される明暗パターンの輝度が少なくとも撮像カメラの視野内において高いレベルで一様化していることが重要となる。しかしながら、被検査面である塗装面の状況、撮像カメラによる撮像角度や表面状態によって、撮像カメラの視野内において明暗パターンの輝度が変動するという問題が生じる。また、撮像カメラの視野全体を利用して画像を取り込んだ場合、その中央部と周辺部において周辺減光やレンズ収差のために無視できない輝度差が生じる場合もある。

20

## 【0007】

特に、自動であれ目視であれ、被検査面を照明部によって走査しながら表面欠陥を検出していく作業において、照明部によって照射走査されていく被検査面における明暗パターンの輝度の変動は欠陥検出信頼度に大きな悪影響を与える。

30

上記実状に鑑み、本発明の課題は、被検査面に対して可能な限り一様な明暗パターンを作り出すことができる検査用照明光源ユニットとこの光源ユニットを用いた表面欠陥検査装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

## 【0008】

上記課題を解決するため、本発明による検査用照明光源ユニットは、所定のレイアウトパターンで配置された複数の発光素子と、前記発光素子の照射光によって照明された被検査面から反射される前記発光素子の照射光の輝度を測定する輝度測定手段と、前記輝度測定手段によって測定された前記発光素子の照射光の輝度が所定の値に追従するように前記発光素子の発光量を制御する発光素子制御手段とを備えている。

40

## 【0009】

この構成では、所定のレイアウトパターンで配置された複数の発光素子によって照明された被検査面から反射される照射光の輝度を測定し、その測定値が所定の値に追従するように発光素子の発光量が制御されるので、被検査面を複数の発光素子によって照射走査しながら表面欠陥を検出していく作業において、被検査面の状態や被検査面に対する照射角度の変動、さらには自動欠陥検出のために撮像カメラを用いた際の周辺減光やレンズ収差にもかかわらず、照射反射光の輝度を常に一定にすることが可能となり、被検査面における明暗パターンを利用して行う表面欠陥検査の信頼性を高めることができる。

50

## 【0010】

本発明の好適な形態として、前記レイアウトパターンが前記発光素子を内側に所定形状の暗面を残すように連続的に配置させたものとし、少なくとも1つの前記暗面に前記輝度測定手段を構成する撮像カメラが前記被検査面から反射される前記各発光素子の照射光を受光するように配置されることが提案される。効率的な明暗パターンを作り出すため、発光素子を内側に所定形状の暗面を残すように連続的に配置させた場合、その1つの暗面に照射光の輝度測定を行うための撮像カメラを配置することで、発光素子群からの照射光が被検査面で反射されて一様な撮像角度で撮像カメラに取り込まれるので取得される発光素子の発光像群は発光素子光量のフィードバック制御に好都合である。

## 【0011】

さらに本発明の好適な形態として、基準となる正常な被検査面から反射される前記発光素子の照射光の輝度を参照輝度としてテーブル化し、この参照輝度に前記輝度測定手段によって決定された前記各発光素子の照射光の輝度が追従するように前記発光素子の発光量が制御されるように構成するならば、反射特性等が異なる種々の被検査面が存在しても、それぞれの正常な被検査面から反射される照射光の輝度が参照輝度としてテーブル化されているので、適正なテーブルを使用することでどのような被検査面に対しても最適な照明状態を常に作り出すことが可能となる。

## 【0012】

さらに、上記課題を解決するため、本発明による表面欠陥検査装置は、所定のレイアウトパターンで配置された複数の発光素子と、前記発光素子の照射光によって照明された被検査面を撮像する撮像カメラと、前記撮像カメラからの出力信号を評価して前記被検査面における欠陥を検知する欠陥評価手段と、前記撮像カメラからの出力信号を評価して前記発光素子の照射光によって照明された被検査面から反射される前記発光素子の照射光の輝度を検出する輝度算定部と、前記輝度算定部によって算定された前記各発光素子の照射光の輝度が所定の値に追従するように前記発光素子の発光量を制御する発光素子制御手段とを備えている。

## 【0013】

この構成による表面欠陥検査装置は、上述した本発明による検査用照明光源ユニットを実質的に組み込んでいることになるので、上述した検査用照明光源ユニットの作用効果を全て備えることが可能であるとともに、発光素子の反射照射光の輝度を測定するための撮像カメラと表面欠陥検出のために用いる被検査面の画像を取得する撮像カメラとを兼用することができるという合理的な構成を有することになる。

本発明によるその他の特徴及び利点は、以下図面を用いた実施形態の説明により明らかになるだろう。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0014】

図1に、本発明による検査用照明光源ユニットを用いて、コンベア2により紙面左方に搬送されている塗装工程終了後の自動車ボディ1の塗装面を照明しながら目視で塗装表面欠陥を検査する形態を示す模式的構成図が示されている。この検査用照明光源ユニットは、検査光としての照明光を被検査面である自動車ボディ1の塗装面に照射する照明部3と、この照明部3で照明された被検査面を撮像する撮像カメラ4と、この撮像カメラ4からの出力信号を用いて照明部3の光量制御を行うように構成されたコントローラ5とを備えている。

## 【0015】

撮像カメラ4は照明部3に組み付けられ、天井から検査員によって移動可能に吊り下げられており、照明部3の発光面3a及び撮像カメラ4のレンズ面4aは、被検査面としての、コンベア2によって搬送される自動車ボディ1の塗装面に対向するように、検査員によって照準合わせされる。

## 【0016】

図2に示すように、照明部3は、多数の発光素子(この実施形態ではLED素子を用い

10

20

30

40

50

るので以後LED素子と称することにする)30を、六角形のスペースを残すような網状のレイアウトパターンで、しかもこの六角形レイアウトパターンを繰り返すように連続的に(隣接するLED素子30との間をつめながら)配置した構成を有している。六角形網状に配置されたLED素子30によって残されたスペースは、ここでは暗面31と呼ばれ、黒もしくは暗色のプレート面である。網状に配置されたLED素子30によって多くの暗面31が現出しているが、その内の最も中央に位置する暗面31に撮像カメラ4のレンズ面4aが位置するように撮像カメラ4が照明部3に組み込まれている。

#### 【0017】

コントローラ5は、CPUを中核部材として、この表面欠陥検査装置の種々の動作を行うための機能部をハードウェア又はソフトウェアあるいはその両方で構築しているが、図1から明らかなように、本発明に特に関係する機能部として、撮像カメラ4からの出力信号を取り込んで画像入力部7を介してデジタル画像データ(以下単に入力画像と称する)としてメモリ8に展開された撮像カメラ4からの入力画像に基づいて、照明部3のLED素子30の照射光によって照明された塗装面から反射される照射光の輝度を測定する輝度測定手段70と、この輝度測定手段70によって測定された発光素子の照射光の輝度が所定の値に追従するようにLED素子30の発光量を制御する発光素子制御手段80が挙げられる。

10

#### 【0018】

輝度測定手段70は、メモリ8から読み出された入力画像の画素値(輝度値)から照明部3の各LED素子30による照射光の塗装面での反射輝度を算定する輝度算出部71を備えており、予め定められている入力画像における各LED素子30の座標位置と入力画像における各LED素子30による照射光の塗装面での反射ポイントの像である発光像のサイズに占める画素数に応じて平均化された画素値により、各LED素子30の発光像がもつ輝度値を正確に算出する。

20

#### 【0019】

発光素子制御手段80は、塗装色や塗装箇所などによって異なる種々の塗装特性もつ塗装面毎に、基準となる正常な塗装面から反射される各LED素子の照射光の輝度(発光像の画素値)を参照輝度としてテーブル化してLUT(ルックアップテーブル)82に登録するLUT生成部81と、前記輝度算出部71で算出された各LED素子30の算出輝度値と前記LUT82から読み出された対応するLED素子30のための参照輝度を比較してその差分値を生成する比較部83と、この比較部83から送られてきた各LED素子30の前記差分値に基づいて入力画像における各発光像の輝度が所定値つまり全体が一様となるように照明部30の各LED素子30への供給電力をPWM制御方式などにより決定する発光素子制御部84を備えている。

30

#### 【0020】

上述した構成からなる検査用照明光源ユニットでは、被検査面としての塗装面を照明する、六角形状リングの繰り返しレイアウトパターンで配置されたLED素子30からの照射光による塗装面上での明暗パターンは、照明部3の発光面3aのサイズに対応する検査領域の全域にわたって所定の一様な輝度分布を持つことになり、パターン状の検査光を使用する表面欠陥検査にとって好都合なものとなる。

40

#### 【0021】

図3には、上述したような本発明による検査用照明光源ユニットを組み込んだ表面欠陥検査装置の一例として、コンベア2により紙面左方に搬送されている塗装工程終了後の自動車ボディ1の塗装面を検査する装置の模式的な構成図が示されている。この表面欠陥検査装置は、検査光としての照明光を被検査面である自動車ボディ1の塗装面に照射する照明部3と、この照明部3で照明された被検査面を撮像する撮像カメラ4と、この撮像カメラ4からの出力信号を用いた照明部3の発光量制御や被検査面における欠陥の存在の評価やその評価欠陥の出力を行うコントローラ5と、このコントローラ5の出力部10に接続される出力機器としてのモニタ12やプリンタ13とから構成されている。

#### 【0022】

50

この表面欠陥検査装置におけるコントローラ5には、前述した輝度測定手段70と発光素子制御手段80に加えて、画像入力部7を介して撮像カメラ4からの出力信号を取り込んでメモリ8に展開された入力画像を用いて欠陥評価を行う欠陥評価手段6が備えられている。さらにコントローラ5は、通信部11を介してこの表面欠陥検査装置の上位制御体としてのホストコンピュータ14にデータ伝送可能に接続されている。このホストコンピュータ14には必要に応じてコントローラ5にダウンロードされる検査対象となる自動車ボディ1の情報やコンベヤ2の動作情報が蓄積されており、さらに、コントローラ5で生成された塗装面の欠陥情報もコントローラ5からホストコンピュータ14にアップロードされ、そこに蓄積される。また、ホストコンピュータ14にネットワーク接続された端末によって制御されるプロジェクタ15やプリンタなどが検査照合ステーションに備えられ、この表面欠陥検査装置のコントローラ5からホストコンピュータ14を介して送られてくる欠陥情報に基づいて、欠陥位置などを検査員に指摘する機能も備えられている。

10

#### 【0023】

実質的には図2に示されたものと同様な照明部3の発光面3a及び撮像カメラ4のレンズ面4aは、コンベヤ2によって搬送される自動車ボディ1の被検査面に対向するように配置されているか、あるいは必要に応じて、発光面3a及びレンズ面4aの鉛直線と被検査面の鉛直線ができるだけ一致又は平行となるように被検査面に対して追従制御される。

#### 【0024】

照明部3は、多数の発光素子（この実施形態ではLED素子を用いるので以後LED素子と称することにするが、本発明において発光素子がLED素子に限定されてるわけではなく、仕様に応じて他の形態の発光素子を用いてもよい）30を、六角形のスペースを残すような網状のレイアウトパターンで、しかもこの六角形レイアウトパターンを繰り返すように連続的に（隣接するLED素子30との間をつめながら）配置した構成を有している。六角形網状に配置されたLED素子30によって残されたスペースは、ここでは暗面31と呼ばれ、黒もしくは暗色のプレート面である。

20

#### 【0025】

網状に配置されたLED素子30によって多くの暗面31が現出しているが、その内の最も中央に位置する暗面31に撮像カメラ4のレンズ面4aが位置するように撮像カメラ4が照明部3に組み込まれている。撮像カメラ4の設置数は、照明部3の発光面3aサイズによって適宜決定される。

30

#### 【0026】

コントローラ5は、CPUを中核部材として、この表面欠陥検査装置の種々の動作を行うための機能部をハードウェア又はソフトウェアあるいはその両方で構築しているが、図3と図4に示されているように、本発明に特に関係する機能部として、上述した輝度測定手段70と発光素子制御手段80以外にメモリ8に展開された入力画像を欠陥検出に適した形態に変換する前処理部60Aと、前処理された入力画像を用いて被検査面上の欠陥を見つけ出す欠陥決定部60Bが挙げられる。

#### 【0027】

前処理部60Aは、入力画像を2値化処理する2値化処理部62を備えている。この2値化処理部62は、入力画像の濃淡ヒストグラムから統計的手法で2値化閾値を決定するとともに発光像や欠陥像の輪郭を強調するためにSobelフィルタなどのエッジ強調フィルタをかける画像特徴抽出部62bを備え、2値化閾値決定部62aによって決定された2値化閾値を用いて画像特徴抽出部62bで強調された入力画像を2値化画像にする。

40

#### 【0028】

2値化処理部62によって2値化された入力画像の一例が図5に示されている。この2値化明暗画像においては、輝度の高い領域は白く表示されているが、六角形レイアウトパターンで連続配置された発光像であるLED素子群は敷き詰められた六角形状の連続して繋がった白い輪郭線として表示され、暗面31に対向する塗装面領域は暗領域として表示され、場合によっては存在する塗装欠陥はその周囲からの照射光による乱反射により暗領

50

域に浮かぶ白い独立した領域として表示される。このことから、欠陥検出は、2値化画像において、輝度が突出している領域（この実施形態では白い領域）であって所定のパターンで連続していない領域、つまり孤立点を探し出せばよいことになる。所定レベルの輝度値（濃度値）を有しながら連続する画素を探したり、孤立した領域を探したりする画像処理アルゴリズム自体は良く知られたものを用いることができる。

#### 【0029】

しかしながら、被検査面ここでは塗装面の形状による照射光に対する反射特性の変動等によって、図6に拡大して示すように、本来は連続して繋がった線として現れるLED素子30の発光像に途切れが生じ、その途切れた部分が欠陥として誤検出される可能性がある。このような誤検出を適切に回避するように欠陥決定部60Bは実質的にはプログラムで構成されている。つまり、この欠陥決定部60Bは、所定数以内の画素数から構成される非連続の独立した画素領域を孤立点として検出して欠陥候補とする欠陥候補抽出部63と、連続配置されたLED素子30の発光像を示す領域に含まれる欠陥候補を欠陥候補から除外する欠陥候補選別部64と、この欠陥候補選別部64で欠陥候補から除外された孤立点領域及び背景などの不要画像領域を統合して欠陥判定対象外領域としてマスク処理する画像マスク生成部65と、画像マスク外に位置する複数の欠陥候補領域を識別するために異なる欠陥候補領域には異なるラベル（番号）を割り当てるラベリング処理を行うラベル設定部66と、各ラベリングされた欠陥候補領域の面積を演算する面積演算部67と、この面積演算部67からの面積情報に基づいて欠陥候補を真の欠陥と判定して欠陥マップに書き込む欠陥判定部68を備えている。欠陥候補選別部64は、欠陥候補抽出部63で抽出された欠陥候補を選別するために、撮像カメラ4から順次送られてくる画像から所定回数欠陥候補として抽出されているかどうかをチェックすることで突発的に生じる明領域を欠陥候補として認識することを防止する欠陥候補時系列判定部64aと、図5からよく理解できるように抽出された欠陥候補（孤立点）が連続している発光像の延長線上に位置しているかどうかをチェックすることで発光像の途切れ部を欠陥候補として認識することを防止する発光像非連続部探索部64bを備えている。この発光像非連続部の探索は、連続する発光像画素を辿っていきながらその途切れ端の延長線領域に位置する暗領域を抽出する形状特徴抽出アルゴリズム等を用いて行うことが可能であり、この途切れ領域に存在する孤立点は欠陥候補から除外される。

10

20

#### 【0030】

上述のように構成された表面欠陥検査装置により欠陥検査の手順を図7のフローチャートを用いて以下に説明するが、この欠陥検査の手順には欠陥評価手段6による欠陥評価ルーチンと、輝度測定手段70と発光素子制御手段80による発光素子30のための発光量制御ルーチンが同時に実行されている。

30

#### 【0031】

欠陥評価ルーチンでは、まず、撮像カメラ4から画像入力部7を介して順次送られてくるフレーム画像をメモリ8に取り込む（#02）。取り込まれた入力画像は、2値化閾値決定部62aで2値化閾値が決定されるとともに（#03）、画像特徴抽出部62bで画像の平滑化及びエッジ強調を行った後（#04）、この入力画像は2値化処理されて2値化画像となる（#05）。

40

#### 【0032】

2値化された入力画像から、欠陥候補抽出部63によって、所定数以内（画像解像度等から予め決定される）の画素数からなる孤立した明画素領域が欠陥候補として抽出される（#06）。抽出された欠陥候補のうち外乱光等により瞬時的かつ局地的に生じる孤立点に属する欠陥候補は欠陥候補時系列判定部64aによって欠陥候補から除外され（#07）、さらに抽出された欠陥候補のうち発光像の途切れ領域に位置する孤立点に属する欠陥候補は発光像非連続部探索部64bによって欠陥候補から除外される（#08）。発光像非連続部探索部64bによって見つけ出された発光像の途切れ領域を含むその周辺領域は、ホストコンピュータ14から伝送される被検査物としての自動車ボディ1の形状情報やコンベヤ2による搬送位置情報に基づいて決定される被検査面としての塗装面以外の背景

50

領域とともに不要画素領域として画像マスク生成部 65 によってマスク処理される（# 09）。なおこの実施形態では、ホストコンピュータ 14 から得られる搬送位置情報は、実際の位置とは異なる可能性があるため、レーザーセンサなどを用いてリアルタイムでの自動車ボディ 1 の位置ずれをチェックして、その画像マスクの位置を修正している（# 10）。このようにして欠陥候補の選別や背景画像の除去を終えた後、残されている欠陥候補（孤立点）をラベリングし（# 11）、各ラベルを割り当てられた孤立点の面積を演算し（# 12）、予め設定されている面積条件（閾値以上の面積をもつかどうか）を満たしている孤立点だけが真の欠陥として判定し（# 13）、その座標位置及びサイズなどを欠陥マップに書き込む（# 14）。

**【0033】**

上述したステップ # 1 ~ # 14 までの欠陥評価手段 6 による塗装面の欠陥評価ルーチンが欠陥検査が終了するまで繰り返されるが、全ての塗装面の欠陥検査が終了すると、この処理ルーチンは完了する。

**【0034】**

欠陥評価ルーチンと同時に実行される発光素子 30 のための発光量制御ルーチンでは、まず、メモリ 8 に取り込まれた入力画像は（# 02）、撮像距離毎に予め設定されている撮像画面における発光像と各 LED 素子 30 との関係から各 LED 素子 30 に対応する発光像の領域を決定し（# 21）、さらに各 LED 素子 30 に割り当てられている画素群を決定し（# 22）、各画素群に含まれている画素の画素値（輝度値）を平均化して、各 LED 素子 30 に対応する測定輝度値を求める（# 23）、といった処理ステップが輝度算出部 71 によって行われる。続いて、比較部 83 が、LUT 82 から該当する参照輝度テーブルを選択し、LED 素子 30 別の参照輝度値を読み込み（# 24）、測定輝度値と参照輝度値を比較してその差分値を求める（# 25）。発光素子制御部 84 は、比較部 83 から送られてきた差分値に基づいて発光制御量を演算するとともに（# 26）、得られた発光制御量を用いて各 LED 素子 30 に対して供給する電力を制御して、結果的にその発光量を制御する（# 27）。

**【0035】**

上述したステップ # 20 ~ # 27 までの発光量制御ルーチンが欠陥検査が終了するまで繰り返されるが、全ての塗装面の欠陥検査が終了すると、この処理ルーチンは完了する（# 100 Yes 分岐）。

**【0036】**

その後、塗装面検査照合ステーションにおいて、ホストコンピュータ 14 を介して表面欠陥検査装置のコントローラ 5 から送られてきた欠陥マップのうち、塗装面検査照合ステーションに搬入された自動車ボディの ID に一致する ID を付与されている欠陥マップを用いて、欠陥照合が行われる。その際、検査員による照合作業を容易にするため、該当する欠陥マップに基づいて欠陥箇所を指摘するようにプロジェクタ 15 を動作させると好都合である。もちろん、そのような欠陥マップに基づく欠陥情報を表面欠陥検査装置の出力部に接続されたプリンタ 13 によって紙出力し、この出力用紙を直接自動車ボディ 1 に貼り付けてもよい。

**【0037】**

上述した実施形態では、照明部 3 が六角形の網状に連続配置された LED 素子群で構成されていたが、その網状形態は六角形以外を採用してもよいし、発光素子 30 として LED 素子以外を採用してもよい。また、撮像カメラ 4 を LED 素子群で囲まれた暗面の中に配置する代わりに、照明部 3 の外側に配置してもよいが、その際はその被検査面に対する撮像カメラ 4 の撮影角度に基づいて入力画像をあおり補正することで擬似的に入力画像を照明部 3 の照射面 3a に正確に対向する画像に変換すると好都合である。

**【0038】**

上述した実施形態では、照明部 3 の各 LED 素子 30 が輝度測定手段 70 と発光素子制御手段 80 によるフィードバック制御により、入力画像における発光像が一般的な輝度となるようにその発光量が制御されたが、各 LED 素子 30 を独立的にフィードバック制御す

10

20

30

40

50

る代わりに、照明部 3 に配置された L E D 素子 3 0 をグループ化し、グループ単位でフィードバック制御してもよい。後者の場合、L E D 素子 3 0 に対する電力制御回路が簡単になるという利点を得られる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 9 】

【図 1】本発明による検査用照明光源ユニットを模式的に示す構成図

【図 2】照明部と撮像カメラを示す模式図

【図 3】本発明による表面欠陥検査装置を模式的に示す構成図

【図 4】表面欠陥検査装置に実装されている欠陥評価手段の構成を示す機能ブロック図

【図 5】2 値化された入力画像を説明する説明図

10

【図 6】発光像の途切れ部に存在する孤立点を説明する説明図

【図 7】同時に実行される欠陥評価ルーチンと発光量制御ルーチンを示すフローチャート

【符号の説明】

【 0 0 4 0 】

3 : 照明部

4 : 撮像カメラ

5 : コントローラ

6 : 欠陥評価手段

3 0 : 発光素子 ( L E D 素子 )

3 1 : 暗面

20

6 0 A : 前処理部

6 0 B : 欠陥決定部

7 0 : 輝度測定手段

7 1 : 輝度算出部

8 0 : 発光量制御手段

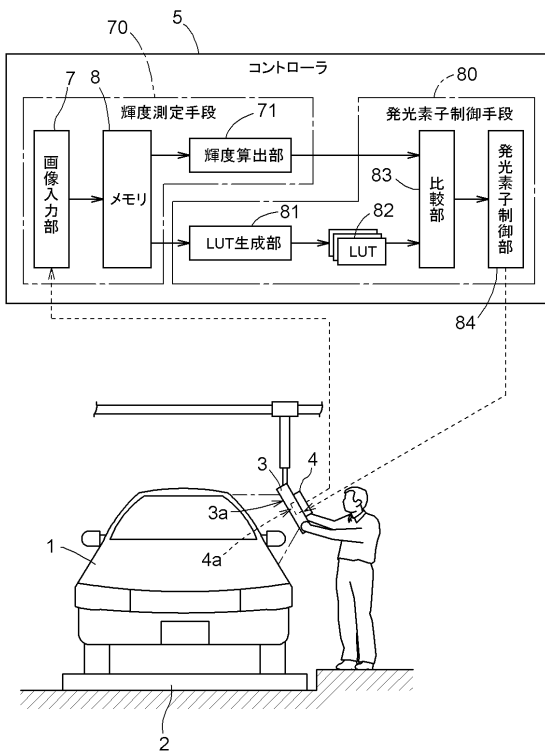
8 1 : L U T 生成部

8 2 : L U T

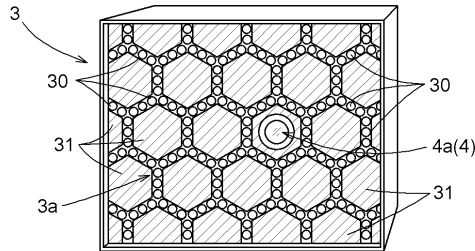
8 3 : 比較部

8 4 : 発光素子制御部

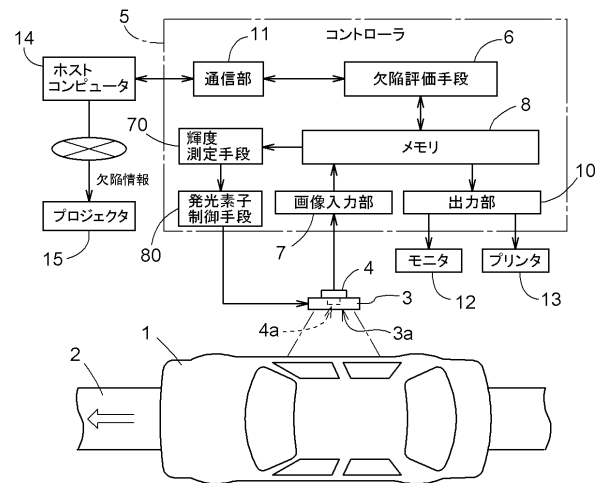
【図1】



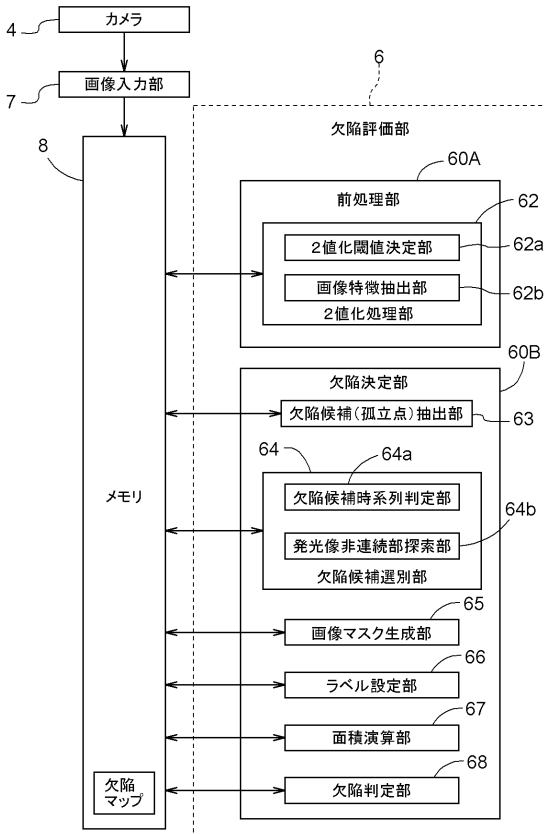
【図2】



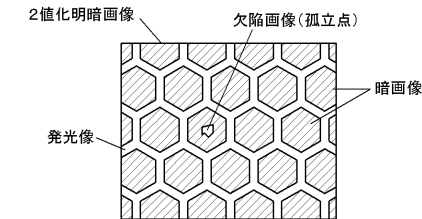
【図3】



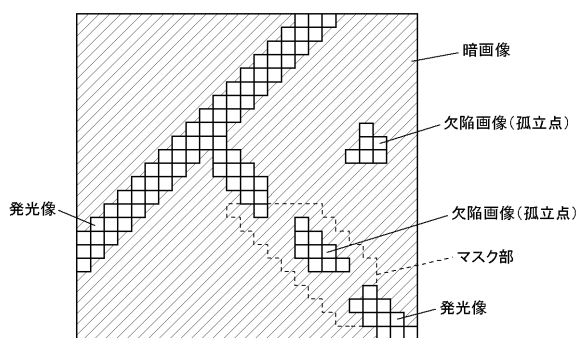
【図4】



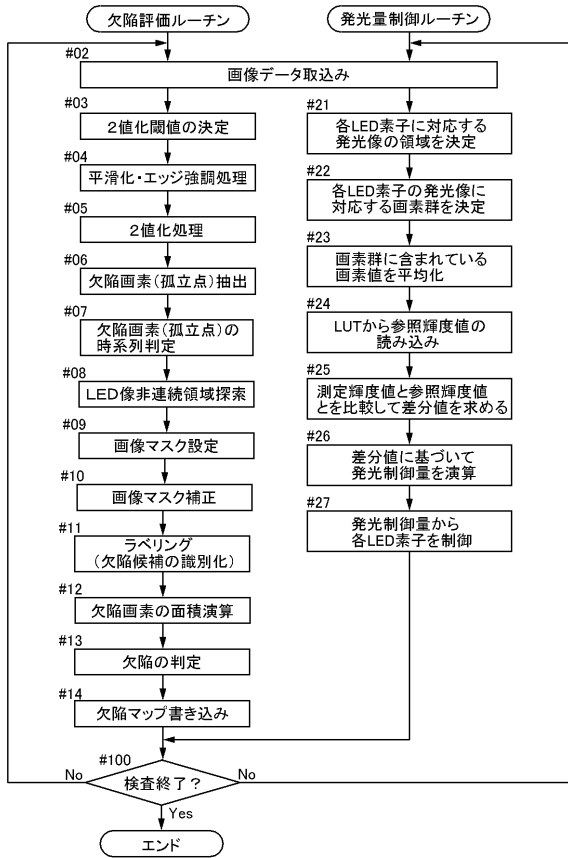
【図5】



【図6】



【 図 7 】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 2G051 AA89 AB12 AC15 AC19 BA01 BA20 CA04 CB01 DA06 EA08  
EA11 EA12 EA16 EA21 EB01 EC02 ED08 ED21  
5B047 AA11 BA01 BB04 BC12 BC23 CA19 CB04 CB22 DC06 DC09