JP 5224288 B2 2013.7.3

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12)特　許　公　報（Ｂ２）　(11)特許番号

特許第5224288号

（Ｐ５２２４２８８）

(45)発行日　平成25年7月3日(2013.7.3)　(24)登録日　平成25年3月22日(2013.3.22)

(51)Int.Cl.		FI	
Ｇ０１Ｎ　21/95	(2006.01)	Ｇ０１Ｎ　21/95	Ｚ
Ｇ０１Ｎ　21/88	(2006.01)	Ｇ０１Ｎ　21/88	Ｊ

請求項の数6　（全9頁）

(21)出願番号　特願2009-31004(P2009-31004)
(22)出願日　平成21年2月13日(2009.2.13)
(65)公開番号　特開2010-185820(P2010-185820A)
(43)公開日　平成22年8月26日(2010.8.26)
審査請求日　平成22年1月19日(2010.1.19)

(73)特許権者　500372717
学校法人福岡工業大学
福岡県福岡市東区和白東３丁目３０番１号
(73)特許権者　509044110
株式会社永田プロダクツ
山形県酒田市高砂字官林続１０番地１１
(74)代理人　100099508
弁理士　加藤　久
(74)代理人　100093285
弁理士　久保山　隆
(74)代理人　100116296
弁理士　堀田　幹生
(72)発明者　盧　存偉
福岡県福岡市東区和白東３丁目３０番１号
学校法人福岡工業大学内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】表面検査装置および表面検査方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

計測対象物の周囲に複数台設置された撮像装置であり、前記計測対象物または当該撮像装置を移動させることなく前記計測対象物の全体を一度に撮像する撮像装置と、

前記計測対象物に対して光源光が直接当たらないように前記計測対象物を覆い、前記光源光を均一に減光するフィルタ装置と、

前記複数台の撮像装置により撮像された画像の前記複数台の撮像装置の各色チャンネルの強度分布が要求範囲に分布されるまで繰り返し前記複数台の撮像装置のパラメータを調節して前記複数台の撮像装置により撮像された画像を、三次元的に幾何学変換し、同じ姿勢に揃えてから合成して正規化し、この正規化された合成画像から前記計測対象物の表面欠陥を検出するデータ処理装置と

を有する表面検査装置。

【請求項２】

前記光源光は、自然光または人工照明光である請求項１記載の表面検査装置。

【請求項３】

前記撮像装置は、露出値－３～２０で撮像するものである請求項１または２に記載の表面検査装置。

【請求項４】

前記撮像装置は、前記計測対象物に対して相対的に静止した状態で前記計測対象物を撮像するものである請求項１から３のいずれかに記載の表面検査装置。

【請求項５】
前記データ処理装置は、前記表面欠陥として傷または塗装の剥がれを検出するものである請求項１から４のいずれかに記載の表面検査装置。
【請求項６】
計測対象物に対して光源光が直接当たらないようにするとともに前記光源光を均一に減光するフィルタ装置により前記計測対象物を覆った状態で、前記計測対象物の周囲に複数台設置された撮像装置により、前記計測対象物または当該撮像装置を移動させることなく前記計測対象物の全体を一度に撮像すること、
前記複数台の撮像装置により撮像された画像の前記複数台の撮像装置の各色チャンネルの強度分布が要求範囲に分布されるまで繰り返し前記複数台の撮像装置のパラメータを調節して前記複数台の撮像装置により撮像された画像を、三次元的に幾何学変換し、同じ姿勢に揃えてから合成して正規化し、この正規化された合成画像から前記計測対象物の表面欠陥を検出すること
を含む表面検査方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、自動車やその部品などの計測対象物の表面の傷や塗装の剥がれなどの表面欠陥を非接触で検査する表面検査装置および表面検査方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
自動車のボディの表面の傷や塗装の剥がれなどの検査は、自動車の生産やリサイクルにおいて非常に重要である。しかしながら、現状ではこれらの品質検査は、熟練工の目視に頼っており、作業員によりばらつきがあるだけでなく、作業員に過大な負担を掛けることになっている。
【０００３】
ところで、デジタルカメラやデジタルビデオカメラのようなデジタル式撮像装置を用いた画像計測技術は、非接触で高速かつ高精度に計測対象物の様子を把握することができるので、産業分野などにおいて幅広く実用化されている。しかし、自動車のボディは表面が滑らかであり、光沢塗装が施されているので、鏡面反射が酷く、画像計測には不利である。また、自動車のボディは部位により形状が異なり、塗装の色も様々である。したがって、様々な形状および色に対応できる表面検査装置が要求されている。
【０００４】
従来提案された自動車のボディの傷や塗装を検査する装置では、明暗のストライプパターンを計測部位に照射し、反射パターン画像を撮影する手法が主流である。例えば、特許文献１には、計測対象物の外周面に所定の明暗パターンを照射する明暗パターン照射手段と、計測対象物の外周面を撮像する撮像手段とを有し、計測対象物の全体を計測するために車をライン上で移動しながら明暗のパターンの照射および撮像を行って時系列画像を取得し、この時系列画像から塗装欠陥を検出する塗装欠陥検査装置が開示されている。
【０００５】
また、特許文献２には、特許文献１と同様にストライプ式の明暗パターンを用いる塗装欠陥検査装置であって、自動車を動かすことなく、２台のアームロボットを用いて光照射手段および撮像手段を動かすことにより、計測対象物の全体を撮像する塗装欠陥検査装置が開示されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００６】
【特許文献１】特許第３２１１６８１号公報
【特許文献２】特許第４０１４０２７号公報
【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】
【０００７】
特許文献１，２に記載の塗装欠陥検査装置のようにストライプパターンを照射して検査する装置の場合、計測対象物の全体にストライプ式の明暗パターンを照射する必要がある。同様に、この照射した明暗パターンを撮像するために計測対象物の全体を撮像する必要がある。ところが、光照射手段の照射範囲や撮像手段の撮像範囲には制約があるため、明暗パターンの照射および撮像は１回につき一部の局所領域でしか行うことができない。
【０００８】
そのため、このような検査装置を用いて計測対象物の全体に亘って塗装欠陥を検査する場合には、計測対象物全体に亘って部分的な明暗パターンの照射および撮像を行い、時系列画像を取得して、この時系列画像に基づいて複雑な画像処理を行う必要がある。このため、検査装置は複雑となり、計測時間も長く、コストも高くなる。
【０００９】
そこで、本発明においては、自動車やその部品などの光沢塗装が施されるなどして鏡面反射が酷い計測対象物であっても、簡単な構造により低コストで高精度かつ高速に表面の傷や塗装の剥がれなどの表面欠陥を検査することが可能な表面検査装置および表面検査方法を提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【００１０】
本発明の表面検査装置は、計測対象物を撮像する撮像装置と、計測対象物に対して光源光が直接当たらないように計測対象物を覆い、光源光を均一に減光するフィルタ装置と、撮像装置により撮像された画像から計測対象物の表面欠陥を検出するデータ処理装置とを有するものである。
【００１１】
また、本発明の表面検査方法は、計測対象物に対して光源光が直接当たらないようにするとともに光源光を均一に減光するフィルタ装置により計測対象物を覆った状態で計測対象物を撮像すること、この撮像された画像から計測対象物の表面欠陥を検出することを含むことを特徴とする。
【００１２】
これらの発明によれば、フィルタ装置によって光源光は均一に減光されて計測対象物に照射され、直接には当たらない。そのため、鏡面反射が酷い計測対象物であってもその表面に光源光が写り込まないので、この計測対象物を普通に撮像することで、この撮像された画像から容易に計測対象物の表面欠陥を検出することができる。
【００１３】
ここで、光源光は、自然光または人工照明光を使用することができるが、計測対象物に対して常時一定量の光照射を行うために人工照明光を使用することが望ましい。これにより、一定の露出値で撮像装置により容易に撮像を行うことが可能となる。
【００１４】
また、撮像装置は、計測対象物に対して相対的に静止した状態で計測対象物を撮像するものであることが望ましい。これにより、計測対象物または撮像装置を移動させて計測対象物の全体を走査することなく、短時間で対象物を撮像することができる。
【発明の効果】
【００１５】
（１）計測対象物に対して光源光が直接当たらないようにするとともに光源光を均一に減光するフィルタ装置により計測対象物を覆った状態で計測対象物を撮像し、この撮像された画像から計測対象物の表面欠陥を検出する構成により、計測対象物を普通に撮影するだけで、この撮像された画像から容易に計測対象物の表面欠陥を検出することでき、簡単な構造により低コストで高精度かつ高速に表面の傷や塗装の剥がれなどの表面欠陥を検査することが可能となる。
【００１６】

（２）撮像装置が、計測対象物に対して相対的に静止した状態で計測対象物を撮像するものであることにより、計測対象物または撮像装置を移動させて計測対象物を走査することなく、短時間で計測対象物を撮像することができるので、走査に必要な装置が不要となり、検査時間の短縮、検査精度の向上および検査装置のコスト削減が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【００１７】

【図１】本発明の実施の形態における表面検査装置の光学系を示す断面図である。

【図２】本発明の実施の形態における表面検査装置の信号系を示すブロック図である。

【図３】本発明の実施の形態における表面検査装置の処理系を示すブロック図である。

【図４】本発明の実施の形態における表面検査装置による表面検査処理のフロー図である。

【図５】図１の表面検査装置の別の例を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００１８】

図１は本発明の実施の形態における表面検査装置の光学系を示す断面図、図２は信号系を示すブロック図、図３は処理系を示すブロック図である。

【００１９】

図１において、本発明の実施の形態における表面検査装置は、自動車やその部品などの計測対象物Ｘを撮像する撮像装置としてのカメラ１と、計測対象物Ｘを照らす光源としての照明装置２と、計測対象物Ｘに対して照明装置２からの光（光源光）が直接当たらないように計測対象物Ｘを覆い、光源光を均一に減光するフィルタ装置としての減光板３とを有する。

【００２０】

カメラ１は、計測対象物Ｘの全体を走査せず一度に撮像して短時間で計測を行うために、計測対象物Ｘの周囲に複数台設置されており、計測対象物Ｘの大きさに応じて１枚または複数枚を一度に撮影する。カメラ１はデジタル式カメラであり、計測対象物Ｘを露出値（ＥＶ値）－３～２０で撮像するものである。なお、カメラ１は、画像のデジタルデータを取得可能な撮像装置であれば良く、８ビット、１０ビット、１２ビットや１６ビット等のもの、３ＣＣＤ、１ＣＣＤやＣＭＯＳ等のイメージセンサを用いたもの、静止画カメラ、動画カメラやビデオカメラ等、どのようなものでもよい。

【００２１】

照明機器２は、人工照明光としては、蛍光灯、白熱灯、ハロゲン灯等の一般的な照明器具、計測用の板照明機器や、ＬＥＤ等の新照明機器などを用いることができる。減光板３は、計測に必要な光以外の環境光を遮断するため、ドーム形やトンネル形に形成されている。この減光板３により囲まれた空間が検査空間４である。また、減光板３は、照明機器２の光を減光するとともに拡散して、検査空間４内の計測対象物Ｘに均一に照射するものである。減光板３は、例えばプラスチックにより形成され、照明機器２との間は数ミリメートルから数メールの一定距離が置かれている。減光板３の減光率の範囲は、５％～９５％である。

【００２２】

また、本実施形態における表面検査装置は、図２に示すように、カメラ１により撮像された画像データを処理するデータ処理装置５と、処理結果を出力する出力装置６とを有する。ｎ個のカメラ１－１，１－２，１－３，・・・，１－ｎとデータ処理装置５とは、それぞれデータを転送することができる伝送ケーブル７－１，７－２，７－３，・・・，７－ｎによって接続されている。

【００２３】

データ処理装置５は、検査プログラムを実行するコンピュータであり、図３に示すように、カメラ１－１，１－２，・・・，１－ｎと接続するためのインターフェース１０と、ユーザＵとの間で情報をやり取りするためのユーザインターフェース２１とを備える。データ処理装置５は、検索プログラムの実行により、図３に示す記憶手段１１、画像計測制

御手段１２、画像合成手段１３、画像正規化手段１４、傷検出手段１５、塗装剥がれ検出手段１６、領域分割手段１７、検出結果表現手段１８、検出結果出力手段１９およびメン・マシン通信手段２０として機能する。

【００２４】

記憶手段１１は、カメラ１－１，１－２，・・・，１－ｎから伝送された画像のデータや後述する各手段により算出された結果のデータ等を記憶するものである。画像計測制御手段１２は、計測対象物Ｘの各種色や表面反射特性に応じて画像解析に適する画像を撮影するためにカメラ１－１，１－２，・・・，１－ｎのパラメータを調節するものである。画像合成手段１３は、これらの各カメラ１－１，１－２，・・・，１－ｎにより撮影された画像を合成するものである。

【００２５】

画像正規化手段１４は、画像合成手段１３により合成した画像（以下、「合成画像」と称す。）を処理して表面欠陥を検出しやすいように正規化するものである。傷検出手段１５は、画像正規化手段１４により正規化された合成画像から計測対象物Ｘの表面の欠陥としての傷を検出するものである。塗装剥がれ検出手段１６は、画像正規化手段１４により正規化された合成画像から計測対象物Ｘの表面の欠陥としての塗装の剥がれを検出するものである。

【００２６】

領域分割手段１７は、傷や塗装剥がれ等の表面欠陥を簡単に表すために計測対象物Ｘの合成画像をいくつかの領域に分割するものである。検出結果表現手段１８は、傷検出手段１５および塗装剥がれ検出手段１６による検出結果をユーザＵが分かりやすい方法で表現するものである。例えば、検出結果表現手段１８は、領域分割手段１７により分割した領域別に傷の数や種類等の表面欠陥の検出結果を表現する。検出結果出力手段１９は、検出結果を出力装置６へ出力するものである。出力装置６は、ディスプレイやプリンタ等であり、検出結果出力手段１９は、検出結果を画像、グラフや数値などの方式でディスプレイ上に表示したり、データシート上に印刷したりする。メン・マシン通信手段２０は、ユーザＵが簡単な操作で計測物の登録、検出方法の指定、傷や塗装剥がれ等の表面欠陥の定義および分類方法の指定、検出結果の出力方法の指定等の作業を行えるようにするためのものである。

【００２７】

次に、本実施形態における表面検査装置による表面検査処理について説明する。図４は本実施形態における表面検査装置による表面検査処理のフロー図である。

【００２８】

まず、照明装置２を点灯し、計測対象物Ｘに照明光を照射する（図４のステップＳ１００）。このとき、計測対象物Ｘに対して照明装置２からの照明光は直接照射されず、減光板３により減光された照明光が照射される。この計測対象物Ｘに照射される照明光は、どのような色でも良いが、模様のない均一な光である。

【００２９】

次に、各カメラ１－１，１－２，・・・，１－ｎにより撮像を行うが、このとき、画像計測制御手段１２は必要に応じて各カメラ１－１，１－２，・・・，１－ｎのパラメータ調整を行う（ステップＳ１０１－１，・・・，Ｓ１０１－ｎ）。カメラ１－１，・・・，１－ｎによりそれぞれの角度で撮像された計測対象物Ｘの画像は、データ処理装置５に入力される（ステップＳ１０２－１，・・・，Ｓ１０２－ｎ）。画像計測制御手段１２は、これらの入力された計測対象物Ｘの画像を解析し（ステップＳ１０３－１，・・・，Ｓ１０３－ｎ）、各カメラのＲＧＢ各色チャンネルの画像強度分布が要求された範囲に抑えられているかどうかを判断する（ステップＳ１０４－１，・・・，Ｓ１０４－ｎ）。

【００３０】

そして、各色チャンネルの画像強度値が要求範囲以内に抑えられている場合には、各カメラ１－１，１－２，・・・，１－ｎのパラメータはそのまま使い（後述するステップＳ１０５）、抑えられていないカメラが存在する場合には、そのカメラ１－ｉ（ｉ＝１，２

，３，・・・，ｎ）のパラメータを調節する（ステップＳ１０１－ｉ（ｉ＝１，２，３，・・・，ｎ））。このような操作は、撮影画像の各カメラの各色チャンネルの強度分布が要求範囲に分布されるまで、繰り返し実行する（ステップＳ１０１－１，・・・，Ｓ１０１－ｎ～Ｓ１０４－１，・・・，Ｓ１０４－ｎ）。

【００３１】

次に、画像合成手段１３、各カメラ１－１，・・・，１－ｎにより撮影された画像を、三次元的に幾何学変換し、同じ姿勢に揃えてから合成する（ステップＳ１０５）。そして、この合成画像は画像正規化手段１４により正規化され、傷検出手段１５による傷検出処理が行われる。傷検出手段１５では、正規化された合成画像から各傷の検出と、各傷の形状や寸法等の算出を行う（ステップＳ１０６）。また、塗装剥がれ検出手段１６による塗装剥がれの検出と、各塗装剥がれの形状や寸法等の算出が行われる（ステップＳ１０７）。

【００３２】

そして、領域分割手段１７により計測対象物Ｘの合成画像がいくつかの領域に分割され、傷検出手段１５により検出された傷および塗装剥がれ検出手段１６により検出された塗装剥がれが、検出結果出力手段１９によりディスプレイ上に表示される（ステップＳ１０８）。ここで、検出結果表現手段１８は、検出結果出力手段１９によりディスプレイに表示する際、例えば、領域分割手段１７により分割された領域のうち、表面欠陥が検出された領域に、色を付けたり、マークを付与したり、欠陥の数を表示したりといった強調処理を行う。

【００３３】

あるいは、検出結果表現手段１８は、合成画像から計測対象物Ｘの展開図を作成し、この展開図を領域分割手段１７により分解して、表面欠陥領域に強調処理を行う構成とすることも可能である。また、検出結果表現手段１９は、分割した各領域における表面欠陥の不良の数、種類や寸法などを計算して検出結果出力手段２０により表示する構成とすることも可能である。

【００３４】

また、すべての検査結果は、検出結果出力手段１９によりデータ処理装置５に接続された不揮発性メモリやハードディスク装置などの外部記録メディアに保存することができる。また、検出結果出力手段１９は、プリンタなどの別の出力装置によって、文章ファイルや図面ファイルとして出力することも可能である（ステップＳ１０９）。

【００３５】

なお、本実施形態においては、計測対象物Ｘの全体を多くのカメラ１－１，・・・，１－ｎによって一度に撮像するものであるが、図５に示すように、１台のカメラ１あるいは図示しないが２台程度のカメラ１を用い、計測対象物Ｘを可動の計測台８に載せて撮像する構成とすることも可能である。この場合、計測台８を回転や移動させながら撮像することで計測対象物Ｘの全体を撮像し、少数回の撮像で表面欠陥を検出することが可能である。

【００３６】

以上のように、本実施形態における表面検査装置によれば、計測対象物Ｘに対して照明機器２の照明光が直接当たらないようにするとともに、照明光を均一に減光する減光板３により計測対象物Ｘを覆った状態で撮像し、この撮像された画像から計測対象物Ｘの表面欠陥を検出するため、表面反射の酷い計測対象物Ｘであっても普通に撮影するだけで、この撮像された画像から容易に計測対象物Ｘの表面欠陥を検出することできる。

【００３７】

したがって、この表面検査装置では、撮像に際して複雑な画像処理を行う従来の検査装置と比較して、１秒以内の短時間で撮像を済ませることが可能であり、高速に表面の傷や塗装の剥がれなどの表面欠陥を検査することができる。また、減光板３を照明機器２と計測対象物Ｘとの間に配置するという簡単な構造により実現できるため、低コストで表面欠陥の検出を行うことが可能である。また、計測対象物Ｘの色に依存せず、ストライプパタ

ーンなどを用いないため、高精度な計測が可能である。

【００３８】

特に、図１に示す表面検査装置では、計測対象物Ｘに対してカメラ１を相対的に静止した状態で計測対象物Ｘを撮像するものであるため、計測対象物Ｘまたはカメラ１を移動させて計測対象物Ｘを走査することなく、短時間で計測対象物Ｘを撮像することができるので、走査に必要な装置が不要となる。これにより、検査時間の短縮、検査精度の向上および検査装置のコスト削減が可能となる。

【産業上の利用可能性】

【００３９】

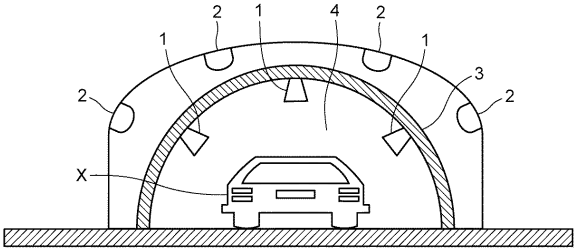
本発明の表面検査装置および表面検査方法は、計測対象物の表面の傷や塗装の剥がれなどの表面欠陥を非接触で検査する装置および方法として有用であり、自動車やその部品などの金属製品や光沢製品などの表面反射が酷い計測対象物の品質検査および品質管理を行うための装置および方法として好適である。

【符号の説明】

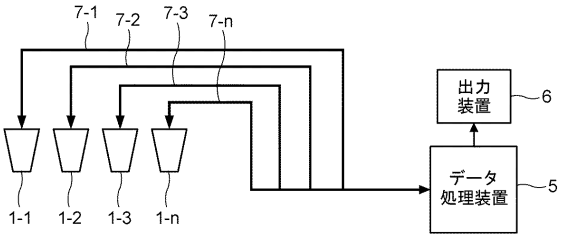
【００４０】

１　カメラ
２　照明装置
３　減光板
４　検査空間
５　データ処理装置
６　出力装置
７　信号伝送ケーブル
８　計測台
１０　インターフェース
１１　記憶手段
１２　画像計測制御手段
１３　画像合成手段
１４　画像正規化手段
１５　傷検出手段
１６　塗装剥がれ検出手段
１７　領域分割手段
１８　検出結果表現手段
１９　検出結果出力手段
２０　メン・マシン通信手段
２１　ユーザインターフェース
Ｘ　計測対象物

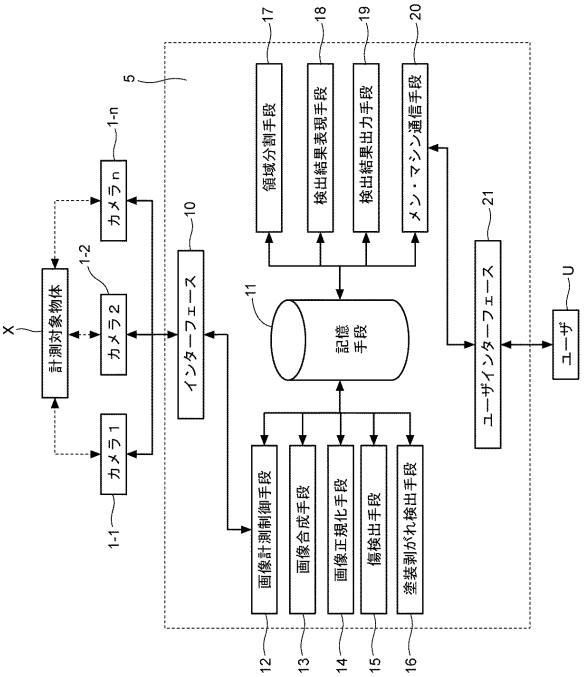
【図１】


1
2
1
4
2
1
3
2
2
X

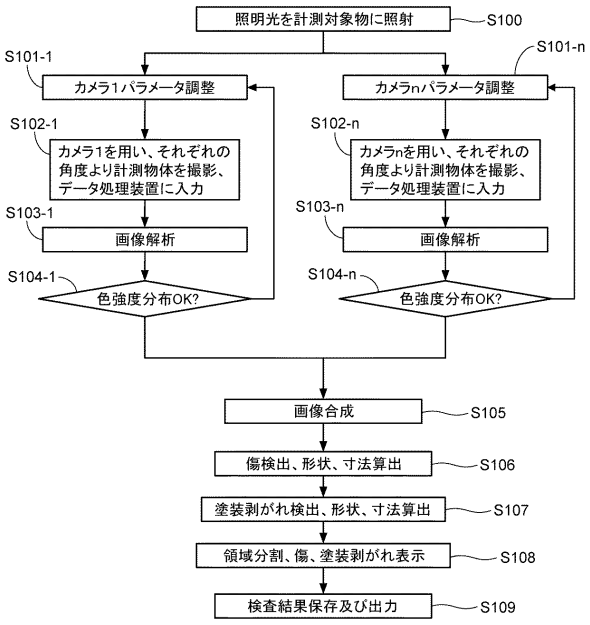
【図２】


7-1
7-2
7-3
7-n
出力
装置
6
データ
処理装置
5
1-1
1-2
1-3
1-n

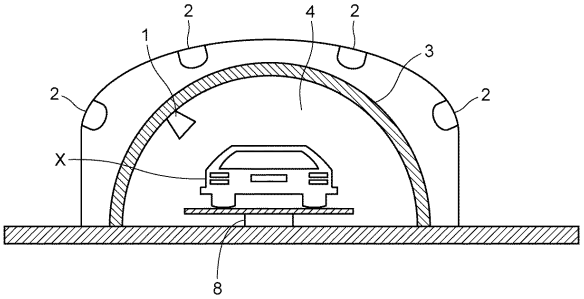
【図３】


5
X
計測対象物体
1-1
カメラ1
1-2
カメラ2
1-n
カメラn
10
インターフェース
11
記憶
手段
17
領域分割手段
18
検出結果表現手段
19
検出結果出力手段
20
メン・マシン通信手段
21
ユーザインターフェース
U
ユーザ
12
画像計測制御手段
13
画像合成手段
14
画像正規化手段
15
傷検出手段
16
塗装剥がれ検出手段

【図４】


照明光を計測対象物に照射
S100
S101-1
カメラ1パラメータ調整
S101-n
カメラnパラメータ調整
S102-1
カメラ1を用い、それぞれの角度より計測物体を撮影、データ処理装置に入力
S102-n
カメラnを用い、それぞれの角度より計測物体を撮影、データ処理装置に入力
S103-1
画像解析
S103-n
画像解析
S104-1
色強度分布OK?
S104-n
色強度分布OK?
画像合成
S105
傷検出、形状、寸法算出
S106
塗装剥がれ検出、形状、寸法算出
S107
領域分割、傷、塗装剥がれ表示
S108
検査結果保存及び出力
S109

【図５】


1
2
4
2
3
2
2
X
8

フロントページの続き

(72)発明者　長　元気
福岡県福岡市東区和白東３丁目３０番１号　学校法人福岡工業大学内
(72)発明者　永田　則男
山形県酒田市東町１丁目２４番１６号　株式会社永田プロダクツ内

審査官　豊田　直樹

(56)参考文献　特開平０３－０１０１５０（ＪＰ，Ａ）
特開昭５６－０７７７３９（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－２７１１４３（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－０６６８４９（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－３２６２８７（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－１６４６９９（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－１８５５８９（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－１９４１４８（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－２４１３６３（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－３１８３３７（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－１０２１０３（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－０８３１００（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－１４５４０５（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－２４９４３２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０１Ｎ　２１／８４　－　２１／９５８
Ｇ０１Ｂ　１１／００　－　１１／３０
ＪＳＴＰｌｕｓ／ＪＳＴ７５８０（ＪＤｒｅａｍＩＩ）