

(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2011-106909

(P2011-106909A)

(43) 公開日 平成23年6月2日(2011.6.2)

(51) Int.Cl.

G 0 1 N 21/952 (2006.01)

F 1

G 0 1 N 21/952

テーマコード (参考)

2 G 0 5 1

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2009-260807 (P2009-260807)
 (22) 出願日 平成21年11月16日 (2009.11.16)

(71) 出願人 000002174
 積水化学工業株式会社
 大阪府大阪市北区西天満2丁目4番4号
 (74) 代理人 100076406
 弁理士 杉本 勝徳
 (72) 発明者 石山 雅一
 滋賀県栗東市野尻75 積水化学工業株式
 会社内
 Fターム(参考) 2G051 AA90 AB02 BA01 BB01 CA04
 CA07 CB01 EA14 EC01 ED00

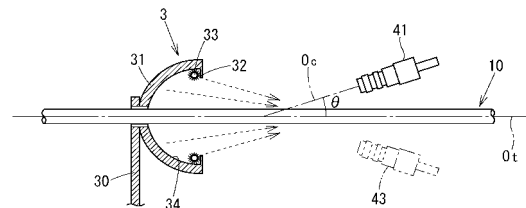
(54) 【発明の名称】 管の外観検査装置

(57) 【要約】

【課題】管の外周面に形成された凹凸形状や凹み形状などの形状的な外観不良を適切に検出できる外観検査装置を提供する。

【解決手段】外観検査装置1は、管10の外周面に均一な拡散光を照射する照明装置3と、拡散光の照射により管10の外周面に形成された陰影の濃淡画像を撮像するカメラ41とを備えている。またカメラ41は、その光軸O_cが管10の軸線O_tに対して斜めに配設されている。管10は、製造過程において外周面に凹凸形状や凹み形状が形成されることがある。管10の外周面に均一な拡散光を照射すると、照射面に凹凸形状や凹み形状の陰影の濃淡ができる。管10の外周面をカメラ41で撮像すると、拡散光の照射によって形成された陰影の濃淡の鮮明な画像が得られる。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

管の外周面を撮像した画像を分析することにより前記管の外観を検査する管の外観検査装置であって、

前記管の外周面に均一な拡散光を照射する照明装置と、

前記拡散光の照射により前記管の外周面に形成された陰影の濃淡画像を撮像するカメラと、を備え、

前記カメラは、その光軸が前記管の軸線に対して斜めになるように配設されていることを特徴とする管の外観検査装置。

【請求項 2】

10

前記照明装置は、

中心部に前記管が貫通する孔が形成され、かつ内側に半球状の反射面を有するドームと

、前記ドームの開口部の内周側に形成されたリング状のフランジと、

前記フランジの内側にリング状に配設された複数の発光ダイオードと、で構成されることを特徴とする、請求項 1 に記載の管の外観検査装置。

【請求項 3】

前記複数の発光ダイオードは、青色の光を発光することを特徴とする、請求項 2 に記載の管の外観検査装置。

【請求項 4】

20

前記カメラは、前記管の円周方向に 4 台、等間隔に配設されていることを特徴とする、請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の管の外観検査装置。

【請求項 5】

前記カメラで撮像した画像を処理する画像処理手段を更に備え、

この画像処理手段は、前記画像に含まれる陰影の濃淡の度を算出すると共に、その算出値をあらかじめ設定された閾値と比較して、前記管の外観の良否を判定することを特徴とする、請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の管の外観検査装置。

【請求項 6】

前記管を、その軸線方向に一定の速度で移送する管移送手段を更に備え、この管移送手段は、

30

前記管を移送するモータと、

移送された前記管の位置を検出するロータリーエンコーダと、を含むことを特徴とする、請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の管の外観検査装置。

【請求項 7】

前記画像処理手段から出力された前記管の外観の良否判定結果を、前記ロータリーエンコーダにより検出された前記管の位置データと関連付けて記憶するメモリを更に備えたことを特徴とする、請求項 6 に記載の管の外観検査装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

40

本発明は、合成樹脂製の長尺の管の外観を検査する外観検査装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

架橋ポリエチレン管等の合成樹脂製の管は、給水・給湯用の送水管として広く使用されている。このような合成樹脂製の管の外観不良としては、異物混入や樹脂ヤケによる炭化物の発生を原因とした外観不良や、管表面が波打った凹凸形状になる不良や丸い形状に凹む不良などがある。

【0003】

これらの不良は、管の意匠性を損なうだけでなく、管の性能（耐圧性、耐久性など）に大きな影響を与える原因となるため、不良の管が市場に出回ることを未然に防止する必

50

要がある。特に凹凸形状や凹み形状の外観不良については、管の厚さに影響を及ぼし、ひいては管の性能に悪影響を及ぼすことがある。

【 0 0 0 4 】

このような外観不良の管が市場へ流出するのを防止するため、従来は、目視での全数検査が行われてきたが、検査の精度（検出能力）が低く、流出を完全に防止することはできなかった。

【 0 0 0 5 】

一方、円筒状の物体の外周面の良否を検査する装置として、円筒体の軸線に対し斜め方向から均一な光を照射し、かつ照射面を、光軸が円筒の軸線に対して垂直方向に配置されたカメラで撮像する装置が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 8 - 2 9 2 3 6 7 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

特許文献 1 に記載の外観検査装置は、凸状や凹状の点欠陥、傷、汚れ、異物等の異常の検出には効果を発揮する。しかし、この外観検査装置は、感光体ドラムのような平坦な外周面を有する円筒体の外観検査を行うものであり、合成樹脂製の管の表面に形成されるような形状的な外観不良の検査装置としては、必ずしも適切ではなかった。

20

【 0 0 0 8 】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、管の外周面に形成された凹凸形状や凹み形状などの形状的な外観不良を適切に検出できる外観検査装置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 】

【 0 0 0 9 】

上記目的を達成するため本発明にかかる管の外観検査装置は、管の外周面を撮像した画像を分析することにより前記管の外観を検査する管の外観検査装置であって、

前記管の外周面に均一な拡散光を照射する照明装置と、

30

前記拡散光の照射により前記管の外周面に形成された陰影の濃淡画像を撮像するカメラと、を備え、

前記カメラは、その光軸が前記管の軸線に対して斜めになるように配設されていることを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

本発明にかかる管の外観検査装置において、前記照明装置は、

中心部に前記管が貫通する孔が形成され、かつ内側に半球状の反射面を有するドームと

、

前記ドームの開口部の内周側に形成されたリング状のフランジと、

前記フランジの内側にリング状に配設された複数の発光ダイオードとで構成されることが好ましい。

40

【 0 0 1 1 】

ここで、前記複数の発光ダイオードは、青色の光を発光することが好ましい。また前記カメラは、前記管の円周方向に 4 台、等間隔に配設されていることが好ましい。

【 0 0 1 2 】

本発明にかかる管の外観検査装置は、前記カメラで撮像した画像を処理する画像処理手段を更に備え、この画像処理手段は、前記画像に含まれる陰影の濃淡の度合を算出すると共に、その算出値をあらかじめ設定された閾値と比較して、前記管の外観の良否を判定することが好ましい。

【 0 0 1 3 】

50

また本発明にかかる管の外観検査装置は、前記管を、その軸線方向に一定の速度で移送する管移送手段を更に備え、この管移送手段は、前記管を移送するモータと、移送された前記管の位置を検出するロータリーエンコーダとを含むことが好ましい。更に、前記画像処理手段から出力された前記管の外観の良否判定結果を、前記ロータリーエンコーダにより検出された前記管の位置データと関連付けて記憶するメモリを備えることが好ましい。

【発明の効果】

【0014】

本発明にかかる管の外観検査装置を用いることにより、管の外周面に形成された凹凸形状や凹み形状を適切に検出でき、不良品の市場への流出を防止できる。

【図面の簡単な説明】

10

【0015】

【図1】本発明の実施の形態にかかる管の外観検査装置の主要部品の配置を示す正面図である。

【図2】図1に示した主要部品のうち照明装置とカメラの配置を示す断面図である。

【図3】管の照明箇所をカメラにより撮像した写真である。

【図4】図1の外観検査装置の駆動系および信号処理系の部品のブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の実施の形態にかかる管の外観検査装置について、図面を参照しながら説明する。

20

【0017】

図1は、本実施の形態にかかる管の外観検査装置（以降、単に「外観検査装置」という）1の主要部品の配置を示した正面図である。外観検査装置1は、通常、製造されたばかりの合成樹脂製の管10を保管場所に移送する経路の途中や、合成樹脂管の製造ラインの途中に設置されている。管10は、外観検査装置1の主要部品を貫通するように水平方向に移動する。

【0018】

< 外観検査装置の主要部品の配置 >

図1に示す外観検査装置1では、矢印で示した管10の移動方向に対し、上流側から順に、ガイドローラ6a、照明装置3、カメラユニット4、ガイドローラ6b、および管移送ユニット5が配置されている。なお図1には表示されていないが、外観検査装置1の主要部品として、これ以外に、検査ユニット7（図3参照）と、照明装置3やカメラユニット4、管移送ユニット5等に必要な電力を供給する電源（図示せず）がある。

30

【0019】

照明装置3は、移送中の管10に、斜め方向から均一な拡散光を照射するもので、床2に固定された支柱30にドーム31が取り付けられている。照明装置3による均一な拡散光の生成については、後に図2を用いて詳述する。

【0020】

カメラユニット4は、照明装置3によって照明されることにより管10の外周面に形成された陰影を撮像するもので、異なる位置に配置された4台のカメラ41～44（カメラ44はカメラ42の陰に隠れている）で構成されている。4台のカメラ41～44は、床2に固定され、かつ中心部に管10が通過する孔（図示せず）が形成された支持板40に取り付けられている。

40

【0021】

それぞれのカメラ41～44は、管10を囲むように円周上に等間隔に、すなわち90度毎に配置されている。またカメラ41～44は、それぞれ管10の軸線に対して光軸が斜めになる状態で支持板40に取り付けられている。このように管10の円周方向に4台のカメラを配置することにより、管10を回転させることなく、管の全周にわたって外観を検査できる。

【0022】

50

管移送ユニット５は、管１０を矢印方向に一定速度で移送するものであり、後述の図３に示すようにモータ５１とロータリーエンコーダ５２が内蔵されている。

【００２３】

ガイドローラ６ａおよび６ｂは、共に、支柱６０の上部に複数のローラ６１が回転可能に支持されたものであり、管１０が矢印方向に移送されるときに、管１０の軸線が水平方向および垂直方向に変位しないように規制している。

【００２４】

< 外観検査の原理 >

次に、図２を参照して、外観検査装置１における外観検査の原理について説明する。図２は、図１に示した主要部品のうち照明装置３とカメラ４１の配置を示す断面図である。

【００２５】

最初に、本発明を成すに到った経緯を説明する。本発明の発明者は、合成樹脂製の管の外観検査について実験を重ねた結果、管の外周面に拡散光により形成した均一な光を照射し、その照射面を、管の軸線に対して斜めの方向から観察すると、管の表面に形成された微小な凹凸形状や凹み形状の陰影の濃淡を、明瞭に視認できることを見出した。

【００２６】

本発明はこの実験結果に基づいて成されたものである。すなわち、光軸が管の軸線に対して斜めとなるように配設されたカメラで管の照射面を撮像した後、画像処理によって、管の表面に形成された凹凸形状や凹み形状の陰影の濃淡の画像を抽出する。そしてこの画像から濃淡の度合（変化の程度や密度）を算出し、その値があらかじめ設定した閾値を超えたときに、外観不良であると判定するものである。

【００２７】

次に、照明装置３による均一な拡散光の生成について説明する。照明装置３のドーム３１は、中心に管１０が貫通する孔が形成され、かつ内面が半球状に形成されている。またドーム３１の開口面の内周側にリング状のフランジ３２が形成されている。そしてフランジ３２の内側には、複数の発光ダイオード（以降、「ＬＥＤ」という）３３がリング状に取り付けられている。

【００２８】

またドーム３１の内面には、白色の塗料が塗られて反射面３４が形成されている。反射面３４の表面には細かい凹凸があるため、ＬＥＤ３３から照射された光は、反射面３４の表面で拡散し、均一な強度の光となって点線の矢印で示す方向、すなわち管１０の軸線Ｏｔに対して斜めの方向に照射される。

【００２９】

ＬＥＤ３３は、発光波長が短いほど、塗膜で形成された反射面３４で拡散しやすくなる。本発明では、この性質を利用し、拡散の度合いを高めるため、発光波長が４３０ｎｍ前後の青色のＬＥＤを用いている。

【００３０】

なお、ＬＥＤ３３から照射され、管１０の表面で反射した光がカメラ４１に入射すると、カメラ４１で撮像した画像にＬＥＤ３３の反射光が混ざり、管１０の外周面に形成された陰影の撮像に悪影響が出る。これを防止するため、フランジ３２の幅は、管１０の表面で反射した光がカメラ４１に入射しないように設定されている。

【００３１】

次に、カメラ４１による管１０の外周面の撮像について説明する。前述したように、管１０の製造過程において外周面に凹凸形状や凹み形状が形成されることがある。このような管１０の外周面に拡散光により形成された均一な光を照射すると、照射面に陰影の濃淡ができる。その陰影の濃淡を、光軸Ｏｃが管１０の軸線Ｏｔに対して角度 となるように斜めに配設されたカメラ４１で撮像する。

【００３２】

発明者が実験を重ねた結果、角度 が１０度から２５度、最適には１８度であると、照明によって管１０の外周面に形成された陰影の濃淡を明瞭に撮像できることがわかった。

10

20

30

40

50

図 3 (a) に、カメラ 4 1 によって撮像した凹凸形状の陰影の写真の一例を示す。また図 3 (b) に、カメラ 4 1 によって撮像した凹み形状の陰影の写真の一例を示す。

【 0 0 3 3 】

図 3 (a)、(b) の写真は、照明装置 3 の光源として波長 4 3 0 n m の青色の光を発光する L E D 3 3 を用いて、直径 1 5 m m の合成樹脂製の管 1 0 を照明し、その照明箇所を、1 0 0 万画素の C C D カメラ 4 1 を用いて撮像したものである。図 3 (a)、(b) から分かるように、凹凸形状および凹み形状の陰影の濃淡について、鮮明な画像が得られる。

【 0 0 3 4 】

< 外観検査装置の動作 >

10

次に、図 1 および図 4 を参照して外観検査装置 1 の動作について説明する。図 4 は、外観検査装置 1 の駆動系および信号処理系の部品、具体的には、カメラユニット 4、管移送ユニット 5 および検査ユニット 7 の構成を示すブロック図である。

【 0 0 3 5 】

カメラユニット 4 は 4 台のカメラを備えている。前述したように、これらのカメラ 4 1 ~ 4 4 は管 1 0 の円周方向に均等に配置され、3 6 0 度の外周面のうち、9 0 度で分割した 4 台の領域のそれぞれの画像を撮像する。撮像された画像は、検査ユニット 7 の画像処理部 7 3 に入力される。

【 0 0 3 6 】

管 1 0 の移送手段である管移送ユニット 5 は、モータ 5 1 とロータリーエンコーダ 5 2 を備えている。モータ 5 1 の回転軸にはゴム製の車輪がはめ込まれており（図示せず）、その車輪を管 1 0 の外周面に押し付けることにより、管 1 0 を移送する。

20

【 0 0 3 7 】

ロータリーエンコーダ 5 2 はモータ 5 1 の回転軸に取り付けられており、モータ 5 1 の回転角度を検出して検査ユニット 7 の制御部 7 2 に送信する。ロータリーエンコーダ 5 2 の回転数を計測することにより、モータ 5 1 による管 1 0 の移送距離を検出できる。

【 0 0 3 8 】

検査ユニット 7 は、入力部 7 1、制御部 7 2、画像処理部 7 3 およびメモリ 7 4 を備えている。検査ユニット 7 は、通常、パーソナルコンピュータ（以降、「P C」という）によって実現される。その場合、入力部 7 1 にはキーボードを用い、また制御部 7 2 および画像処理部 7 3 の機能は、P C のハードディスクに記憶されたソフトウェアによって実現される。

30

【 0 0 3 9 】

入力部 7 1 は、外観検査装置 1 の運転に必要なデータ、例えば、モータ 5 1 の回転速度、画像処理部 7 3 における外観の良否判定の閾値などを入力する。

【 0 0 4 0 】

制御部 7 2 は、検査ユニット 7 内の各部の制御、カメラユニット 4 内のカメラ 4 1 ~ 4 4 の制御および管移送ユニット 5 内のモータ 5 1 の制御を行う。

【 0 0 4 1 】

画像処理手段である画像処理部 7 3 は、カメラ 4 1 ~ 4 4 から送信された画像を処理して、凹凸形状や凹み形状の陰影の濃淡の画像を抽出すると共に、濃淡の度合を算出し、その値をあらかじめ設定した閾値と比較して外観の良否を判定する。これらの画像処理や判定は、市販の画像処理用のソフトウェアを用いて容易に実現できるため、ここでは説明を省略する。

40

【 0 0 4 2 】

メモリ 7 4 は画像処理部 7 3 で行われた良否の判定結果を、ロータリーエンコーダ 5 2 から送信された管 1 0 の位置データと関連付けて記憶する。なお、画像処理部 7 3 で抽出した凹凸形状や凹み形状の陰影の濃淡の画像を、これらの情報と併せてメモリ 7 4 に記憶してもよい。

【 0 0 4 3 】

50

次に、外観検査装置 1 による検査の手順について説明する。制御部 7 2 からの指示信号によって管移送ユニット 5 のモータ 5 1 が回転し、管 1 0 が図 1 の矢印で示す方向に移送される。この際、制御部 7 2 は、ロータリーエンコーダ 5 2 から送信された信号に基づいてモータ 5 1 の回転数を制御し、管 1 0 を一定の速度で移送する。

【0044】

カメラユニット 4 の各カメラ 4 1 ~ 4 4 は、照明装置 3 によって照明された管 1 0 の外周面を、制御部 7 2 からの制御信号に基づいて一定の間隔で撮像する。本実施の形態では、直径 17 mm の架橋ポリエチレン管 1 0 を 25 m / 分の速度で移送しながら、10 m S 毎に撮像を行った。またカメラ 4 1 ~ 4 4 のシャッタースピードは 20 μ S に設定した。

【0045】

カメラ 4 1 ~ 4 4 で撮像された画像は画像処理部 7 3 に送信され、ここで凹凸形状や凹み形状の陰影の濃淡の画像抽出、濃淡の度合の算出、算出値と閾値との比較、ならびに良否の判定が行われる。画像処理部 7 3 で抽出された凹凸形状や凹み形状の陰影の濃淡の画像、および良否の判定結果は、ロータリーエンコーダ 5 2 から送信された管 1 0 の撮像場所の位置データと共にメモリ 7 4 に記憶される。

【0046】

制御部 7 2 は、外観検査装置 1 による検査の終了後に、作業者の指示に従い、メモリ 7 4 に格納されたデータ、すなわち凹凸形状や凹み形状の陰影の濃淡画像および良否の判定結果を読み出してモニタ 8 に表示する。作業者は、モニタ 8 に表示された画像により、不良と判断された箇所の凹凸形状や凹み形状を確認し、最終的にその箇所を廃棄するか否かを決定する。

【0047】

なお、外観の良否の判定結果をメモリ 7 4 に記憶せず、代わりに管移送ユニット 5 の下流にインクジェット印刷装置等のマーカを設置し、検査ユニット 7 で不良と判断された管 1 0 の外周面にマークを印刷するようにしても良い。このようにすれば、作業者が不良箇所を目視で確認できるため、外観の良否判定結果などのデータをメモリ 7 4 に記憶する必要がなくなる。

【0048】

< 検査結果 >

次に、あらかじめ準備した外観不良の管について、本発明の外観検査装置を用いて検査した結果と、比較のため目視により検査した結果とを表 1 に示す。表 1 の左欄に示すように、「混入異物」、「炭化物」、「凹凸形状」および「凹み形状」の外観不良サンプルを各 30 個用意した。ここで、「混入異物」とは管の表面に管自体の色とは異なる色の異物が混入したもの、「炭化物」とは管の表面に炭化物が混入したものである。

【0049】

なお、この検査では、各サンプルを静止させた状態で外観の検査を行った。しかし、カメラのシャッタースピードは管の移送速度に比べて極めて速いため(20 μ S 程度)、管 1 0 を移送しながら検査を行う場合と同等の結果が得られると考えて差し支えない。

【0050】

10

20

30

【表 1】

外観不良種類 (各 30 サンプル)	本発明	目視 (比較)
混入異物	5	22
炭化物	11	21
凹凸形状	30	24
凹み形状	30	20

10

【0051】

表 1 の右欄に、本発明の外観検査装置を用いて抽出した不良サンプルの数と、目視により抽出した不良サンプルの数を示す。表 1 から明らかなように、「混入異物」と「炭化物」については、目視と比較して、本発明の外観検査装置の検出精度は低い。これに対し「凹凸形状」および「凹み形状」については、本発明の外観検査装置は全てのサンプルについて不良の検出に成功しており、目視と比べて検出精度の高さが際立っている。

【0052】

従って、「混入異物」や「炭化物」の検出精度の高い特許文献 1 に記載の外観検査装置と、本発明の外観検査装置を組み合わせれば、管の外観不良をほぼ完全に検出できる。

20

【0053】

以上説明したように、本発明にかかる外観検査装置によれば、管の外周面にできた微小な凹凸形状や凹み形状を高精度に検出でき、また検出結果に基づいて、外観の良否判断を行うことができるため、従来の目視による外観検査と比較して検査時間を大幅に短縮できる。しかも、本発明の外観検査装置は、管を移送させながら検査を行うことができるため、管を出荷するまでに要する時間の大幅な短縮化と製造コストの大幅な削減を実現できる。

【0054】

なお本実施の形態では、LED から発光された光をドームの反射面で拡散させて均一な照明光を生成したが、これに限定されない。例えば、複数の LED がリング状に配置された光源の前面に半透明の拡散板を設置し、LED からの光を拡散板で拡散することによって均一な照明光を生成するようにしてもよい。

30

【産業上の利用可能性】

【0055】

本発明にかかる外観検査装置は、合成樹脂製の管の外観検査ばかりでなく、諸々の材料で作られた長尺の管の外観検査に広く適用できるものである。

【符号の説明】

【0056】

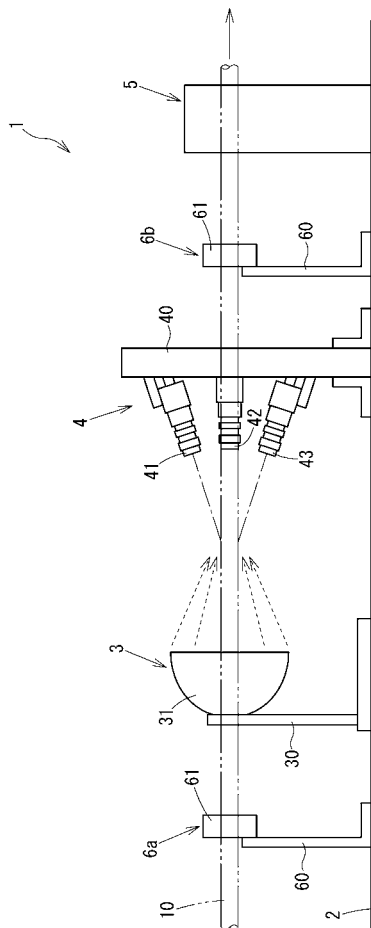
- 1 外観検査装置
- 2 床
- 3 照明装置
- 4 カメラユニット
- 5 管移送ユニット
- 6 a、6 b ガイドローラ
- 7 検査ユニット
- 8 モニタ
- 31 ドーム
- 32 フランジ

40

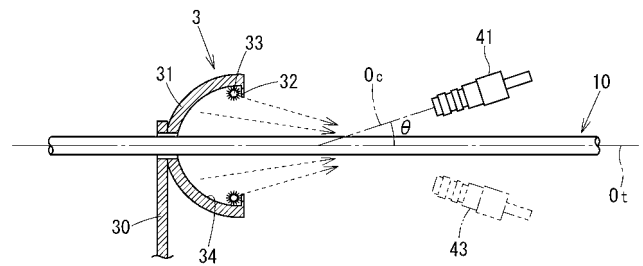
50

- 3 3 L E D
- 3 4 反射面
- 4 1 ~ 4 4 カメラ
- 5 1 モーター
- 5 2 ロータリーエンコーダ
- 7 1 入力部
- 7 2 制御部
- 7 3 画像処理部
- 7 4 メモリ

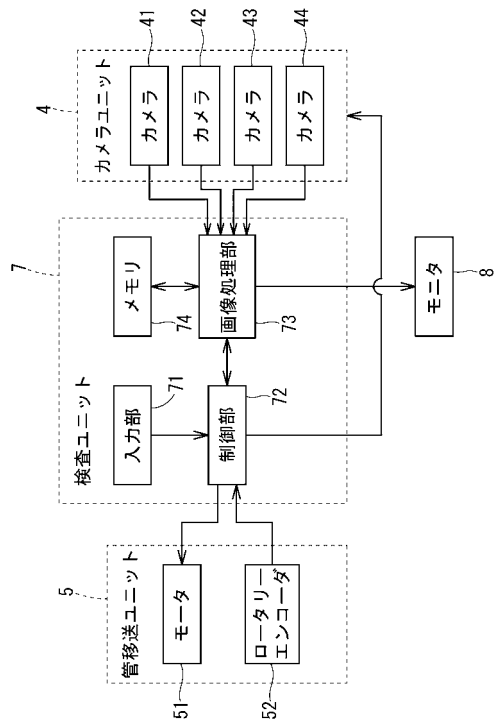
【図 1】



【図 2】



【図 4】



【図 3】

(a)



(b)

