

(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2009-2701

(P2009-2701A)

(43) 公開日 平成21年1月8日(2009.1.8)

(51) Int.Cl.

G 0 1 B 11/00 (2006.01)

F 1

G 0 1 B 11/00

H

テーマコード (参考)

2 F 0 6 5

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2007-161767 (P2007-161767)  
 (22) 出願日 平成19年6月19日 (2007.6.19)

(71) 出願人 000006666  
 株式会社山武  
 東京都千代田区丸の内2丁目7番3号  
 (72) 発明者 越 俊樹  
 東京都千代田区丸の内2-7-3 株式会  
 社山武内  
 (72) 発明者 加納 史朗  
 東京都千代田区丸の内2-7-3 株式会  
 社山武内  
 Fターム(参考) 2F065 AA02 AA07 AA12 BB22 CC02  
 DD04 DD11 FF02 FF46 GG06  
 GG22 JJ02 JJ25 LL08 LL22  
 LL46 QQ03 QQ25

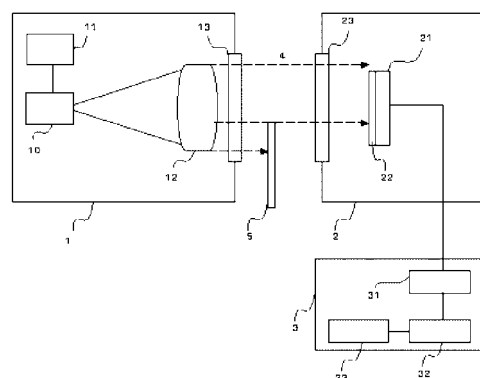
(54) 【発明の名称】 エッジ検出装置及びエッジ検出装置用ラインセンサ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】測定媒体がフィルムのような薄い透明体でも、挿入状況に影響されることなく、また測定空間内の周囲温度が変動する条件下においても、正確なエッジ部分の検出ができるや構成する各部品の製造ばらつきによらず、容易に遮蔽物のエッジ誤検知を回避できるエッジ検出装置を得る。

【解決手段】単色光を発生するレーザ光源と、レーザ光源からの単色光を単色平行光に変換する投光レンズと、単色平行光を放射する投光窓を有する投光器と単色平行光を受光する受光窓と、複数の受光セルを長手方向に配列したラインセンサと、受光窓から侵入した単色平行光を受光セルに対して垂直方向の複数の光路に変更する光路変更部と、光路変更部を介して発生した投光窓と受光窓の光路に存在する遮蔽物のエッジ部における単色平行光のフレネル回折によるラインセンサの光強度分布から遮蔽物のエッジ位置を検知する検知部を備える。

【選択図】図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

単色光を発生するレーザ光源と、該レーザ光源からの単色光を単色平行光に変換する投光レンズと、該単色平行光を放射する投光窓とからなる投光部と、

前記投光窓に対向して設けられた受光窓と、該受光窓から侵入する前記単色平行光を所定方向の複数の光路に変更する光路変更素子と、該光路変更素子から入光する単色光を受光する複数の受光セルを長手方向に所定のピッチで配列したラインセンサとからなる受光部と、

前記ラインセンサの受光量分布を解析して前記単色平行光の光路に存在する遮蔽物の前記受光セルの配列方向におけるエッジ位置を検出する検出部と

単色光を発生するレーザ光源と、前記レーザ光源からの単色光を単色平行光に変換する投光レンズと、前記単色平行光を放射する投光窓を有する投光器と

前記単色平行光を受光する受光窓と、複数の受光セルを長手方向に配列したラインセンサと、前記受光窓から侵入した単色平行光を受光セルに対して垂直方向の複数の光路に変更する光路変更部と、前記光路変更部を介して発生した投光窓と受光窓の光路に存在する遮蔽物のエッジ部における単色平行光のフレネル回折による前記ラインセンサの光強度分布から前記遮蔽物のエッジ位置を検知する検知部、

を備えたエッジ検出装置。

**【請求項 2】**

前記光路変更部変更素子は、三角柱のプリズムであり、該プリズムの三つの側面のうちの一面を前記ラインセンサの受光セルと平行に配置した三角形のプリズムであり、前記プリズムの頂点を前記ラインセンサの受光セルと平行に配置したことを特徴とする請求項 1 記載のエッジ検出装置。

**【請求項 3】**

前記光路変更部変更素子は、シリンドリカルレンズであり、該レンズの水平の側面を前記ラインセンサの受光セルと平行に配置したシリンドリカルレンズであり、レンズの半円面を前記ラインセンサの受光セルと垂直に配置したことを特徴とする請求項 1 記載のエッジ検出装置。

**【請求項 4】**

前記ラインセンサ素子の受光セル上に保護用ガラスが装備され、前記光路変更部は前記該保護用ガラス上に前記光路変更素子を固定することを特徴とする請求項 1 記載のエッジ検出装置。

**【請求項 5】**

複数の受光セルが長手方向に所定のピッチで配列され、該受光セル上に保護用ガラスを備え、該保護用ガラスに所定形状のプリズムを固定させたことを特徴とするエッジ検出装置用ラインセンサ。

10

20

30

40

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、投光器から照射された単色平行光束を受光器で受光し、該単色平行光束を遮る遮蔽物のエッジ位置を検出する光学式のエッジ検出装置及び該エッジ検出器に用いるラインセンサに関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

図9は、特許文献1に開示される従来のエッジ検出装置の構成を示す図である。図9において、このエッジ検出装置は、ラインセンサ100、投光器101及びエッジ検出部102を備える。ラインセンサ100は、一定方向に所定のピッチで複数の受光セル（画素）が配列されており、投光器101から照射された単色平行光を受光する。投光器101は、ラインセンサ100の受光面に対向して配置され、レーザダイオード（LD）からなる光源101a、単色光（レーザ光）を導く光ファイバ101b、投光レンズ101cおよびLDを制御するドライバIC101dを備える。

## 【0003】

投光器101において、光源101aにより発生された単色光（レーザ光）は、光ファイバ101bを介して投光レンズ101cに導かれ、投光レンズ101cによって単色平行光束に変換された後、ラインセンサ100に照射される。投光器101とラインセンサ100の受光面の間に形成された測定空間103を遮蔽物104が通過すると、ラインセンサ100へ照射される単色平行光が遮蔽される。エッジ検出部102は、マイクロコンピュータから構成されており、ラインセンサ100の出力を解析して測定空間103で単色平行光を遮蔽した遮蔽物104の受光セルの配列方向におけるエッジ位置を検出する。

## 【0004】

エッジ検出部102による遮蔽物104のエッジ位置の検出は、測定空間103で遮蔽物104が単色平行光束の一部を遮ることにより生じた、ラインセンサ100の全受光量の変化あるいは遮蔽物104のエッジ部分に生じるフレネル回折に起因した受光パターン（受光量の分布）を解析することによりなされる。このようにして、従来のエッジ検出装置は、ラインセンサ100の受光面上の光強度分布に従って遮蔽物104のエッジ位置を高精度に検出する。（例えば、特許文献1を参照）

## 【0005】

【特許文献1】特開2004-177335号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

従来のエッジ検出装置は、上記のように構成されているので、ラインセンサ100の受光セルに単色平行光が照射されていない幅103aから遮蔽物104の位置を検出することが可能である。しかしながら、遮蔽物104がガラスや薄いフィルムのような透明体である場合、レーザ光単色光が遮蔽物104を透過することから、遮蔽物104が不透明体の遮蔽物104とである場合と比較してエッジ部分の検出は非常に難しいとされている。特に、透明体の遮蔽物104の挿入状況（挿入位置）によっては、遮蔽物104のエッジ部分に生じるフレネル回折を用いることにより透明体でもによる受光量の落ち込みを生成することは可能であるが、遮蔽物104の位置などにより落ち込みが小さくなってしまい、エッジ判断が困難な場合があった。例えば、遮蔽物104である透明のフィルムが単色光レーザ光に対して垂直に挿入されていれば受光量の落ち込みが大きい大きく、エッジ部分の検出が可能であるが、傾いた状態で挿入されるとときに受光量の落ち込みが小さくなるなり、エッジ部分を正確に検出ができない場合があるあった。エッジ検出装置の用途として薄いフィルムの巻き取り時の蛇行検出などがあり、その場合にはフィルムの挿入向

10

20

30

40

50

きは一定ではないことから、受光量の落ち込みが不安定と小さくなってしまい、エッジ部分の判断正確な検出が困難でな場合があった。

【 0 0 0 7 】

さらには、光源 1 0 1 a は周囲温度によって出力するレーザ光単色光の発光波長が異なることから、温度により照射されるレーザ光単色光の干渉パターンが変化してしまい、ラインセンサ 1 0 0 に照射される平行光のパターンが変化してしまうという問題もあった。特に透明体のように受光量の落ち込みが小さくなる可能性がある遮蔽物 1 0 4 を計測するときには、ラインセンサ 1 0 0 の信号出力が安定しているさせる必要がある。しかしながら、周囲温度によりレーザ光単色光の干渉パターンが変化してすると、出力信号が変動してしまうと、遮蔽物 1 0 4 が存在しない自由空間でも受光量の落ち込みが発生してしまい、その落ち込み部分をエッジ部分によるフレネル回折による受光量の落ち込みとであると誤って検出する誤検知の可能性があった。

10

【 0 0 0 8 】

一方で、ラインセンサ 1 0 0 は受光セルを機械的損傷から保護するため、透明な保護ガラスを受光セルとを非接触に配置する構造が一般的だが、である。本来この保護ガラスは受光特性に影響を与えないようにするため非常に透明度の高いガラスを使用することが望ましい。しかしながら、ラインセンサ 1 0 0 のコストを下げるために、通常透明度の低い安価なガラスをが採用しているされる場合がある。このため、保護ガラスに入光したレーザ光は乱反射や新たな干渉が発生し、各受光セルがの出力する受光信号を変動させてしまうという問題があった。

20

【 0 0 0 9 】

このように、従来のエッジ検出装置は、周囲温度によって単色光レーザ光の波長や出力パワーの変化により各受光セルが出力する受光信号が変動してしまい、装置の性能に悪影響を及ぼす正確なエッジ検出が困難となるという問題があった。特にフィルムなどの透明体ではエッジ部分のフレネル回折による受光量の落ち込みが小さいことから、不安定な受光量分布ではエッジ部分のみを検知することが困難であった。さらにはラインセンサの保護ガラスに入光した単色光レーザ光がに乱反射や新たな干渉が発生し、各受光セルが出力する受光信号を変動させる程度が大きくなってしまいうるため、高精度なエッジ部分の検知をする場合行うには安価なラインセンサを使用することは不可能であった。

30

【 0 0 1 0 】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、透明な遮蔽物であってもエッジ部分の正確な検出が可能となり、測定空間内の周囲温度のにばらつきによらず変動がある場合でも、安定したエッジ部分の検出ができるエッジ検出装置を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

この発明に係るエッジ検出装置は、単色光を発生するレーザ光源と、該レーザ光源からの単色光を単色平行光に変換する投光レンズと、該単色平行光を放射する投光窓を有するとからなる投光器投光部と、前記投光窓に対向して設けられた単色平行光を受光する受光窓と、該受光窓から侵入する前記単色平行光を所定方向の複数の光路に変更する光路変更素子と、該光路変更素子から入光する単色光を受光する複数の受光セルを長手方向に所定のピッチでに配列したラインセンサとからなる受光部と、受光窓から侵入した単色平行光を受光セルに対して垂直方向の複数の光路に変更する光路変更部と、前記ラインセンサの受光量分布を解析して前記単色平行光の光路に存在する遮蔽物の前記受光セルの配列方向におけるエッジ位置を検出する光路変更部を介して発生した投光窓と受光窓の光路に存在する遮蔽物のエッジ部における単色平行光のフレネル回折によるラインセンサの光強度分布から遮蔽物のエッジ位置を検知する検知部検出部とを備えたエッジ検出装置である。

40

【 0 0 1 2 】

また、この発明に係るエッジ検出装置の光路変更部変更素子は、三角形三角柱のプリズムであり、該プリズムの三つの側面のうちの一面を前記ラインセンサの受光セルと平行に

50

配置したものである。

【 0 0 1 3 】

またこの発明に係るエッジ検出装置の光路変更部変更素子は、任意の形状のシリンダリカルレンズであり、該レンズの水平の側面半円面を前記ラインセンサの受光セルと垂直平行に配置したものである。

【 0 0 1 4 】

また、この発明に係るエッジ検出装置は、前記ラインセンサ素子の受光セル上に保護用ガラスが装備され、前記光路変更部変更素子は該保護用ガラス上に固定するものである。

【発明の効果】

【 0 0 1 5 】

この発明によれば、単色光を発生するレーザ光源と、該レーザ光源からの単色光を単色平行光に変換する投光レンズと、該単色平行光を放射する投光窓とからなる投光部と、前記投光窓に対向して設けられた受光窓と、該受光窓から侵入する前記単色平行光を所定方向の複数の光路に変更する光路変更素子と、該光路変更素子から入光する単色光を受光する複数の受光セルを長手方向に所定のピッチで配列したラインセンサとからなる受光部と、前記ラインセンサの受光量分布を解析して前記単色平行光の光路に存在する遮蔽物の前記受光セルの配列方向におけるエッジ位置を検出する検出部とを備える単色光を発生するレーザ光源と、レーザ光源からの単色光を単色平行光に変換する投光レンズと、単色平行光を放射する投光窓を有する投光器と、単色平行光を受光する受光窓と、複数の受光セルを長手方向に配列したラインセンサと、受光窓から侵入した単色平行光を受光セルに対して垂直方向の複数の光路に変更する光路変更部と、光路変更部を介して発生した投光窓と受光窓の光路に存在する遮蔽物のエッジ部における単色平行光のフレネル回折によるラインセンサの光強度分布から遮蔽物のエッジ位置を検知する検知部を備えるので、遮蔽物が透明体の場合でも複数の光路から生成されるエッジ部分によるフレネル回折により光強度分布の落ち込みが大きくなるのできくなるなり、エッジ位置をの正確な検出することが可能となる。さらには周囲温度の変化によりレーザ光単色光の波長が変化した場合でも、受光セルからの出力信号に急激な変化を生じることなく、安定した出力信号をエッジ検出部に供給することが可能となるという効果がある。

【 0 0 1 6 】

またこの発明によれば、光路変更部変更素子としては三角形三角柱のプリズムでありを用い、該プリズムの頂点三つの側面のうちの一面を前記ラインセンサの受光セルと平行に配置するのでことで、平行単色光に乱反射や新たな干渉パターンが発生しても、受光セルへの安定した入光を確保できるため、安価な構成によって遮蔽物のエッジ部分による大きな受光量の落ち込みを発生させ、かつ受光セルからの出力信号のばらつきや急激な変化を生じることなく、安定した出力信号をエッジ検出部に供給することが可能となるという効果がある。

【 0 0 1 7 】

またこの発明によれば、光路変更部光路変更素子としては任意の形状のシリンダリカルレンズでありを用い、該レンズの半円面水平の側面を前記ラインセンサの受光セルと垂直平行に配置するのでことで、平行単色光に乱反射や新たな干渉パターンが発生しても、受光セルへの安定した入光を確保できるため、多数の光路によってエッジ部分によるフレネル回折の結果を収集して、より大きな受光量の落ち込みを発生させるのでことができ、非常に透明度の高いな遮蔽物であっても、エッジ部分の正確な検出が可能となるという効果がある。

【 0 0 1 8 】

更にこの発明によれば、前記ラインセンサ素子の受光セル上に保護用ガラスが装備され、前記光路変更部変更素子は該保護用ガラス上に固定するので構造とすることで、保護用ガラスによるレーザ光単色光の乱反射や新たな干渉パターンの影響を除去でき、安価なラインセンサを使用できるという効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

## 【 0 0 1 9 】

## 実施の形態

図 1 は、この発明の実施の形態によるエッジ検出装置の構成を示す図である。図 1 において、実施の形態による本エッジ検出装置は、投光器投光部 1、受光器受光部 2 及びエッジ検出部 3 を備える。投光器投光部 1 は、受光器受光部 2 の受光窓 2 3 の受光面に対向して配置され、レーザダイオード (LD) からなる光源 1 0、光源 1 0 を制御するドライバ IC 1 1、投光レンズ 1 2、および投光窓 1 3 を備える。投光レンズ 1 2 は、光源 1 0 により発生された単色光を、受光器 2 のラインセンサ 2 1 の中央部にむけて投光窓 1 3 を介して出力放射する。なお、ここでいう単色光は、工業的に生産されているレーザダイオードや光フィルタを用いて得られる程度の波長分布特性を有する光のことである。なお、投光窓 1 3 は不透明の筐体 1 に設けられた透明なガラスである。

10

## 【 0 0 2 0 】

受光器受光部 2 は、受光窓 2 3、光路変更部変更素子 2 2、及びラインセンサ 2 1 を備える。ラインセンサ 2 1 は、一定方向に所定のピッチで配列された複数の受光セル (画素) が配列された受光面を有しており、投光器投光部 1 から照射された単色平行光束を受光する。ここで受光窓 2 3 は使用する光源 1 0 のレーザ光単色光の波長に合わせたフィルタ機能を持たせることにより、ラインセンサ 2 1 への外乱光の影響を緩和できる。

## 【 0 0 2 1 】

エッジ検出部 3 は、A/D 変換部 3 1、プロセッサ 3 2 及び表示部 3 3 を備える。A/D 変換部 3 1 は受光器受光部 2 のラインセンサ 2 1 から出力される受光セルの出力信号をアナログ値からデジタル値に変換する。プロセッサ 3 2 は、A/D 変換部 3 1 によってデジタル変換されたラインセンサ 2 1 の出力信号を解析して、測定空間 4 で単色平行光束の一部を遮蔽した遮蔽物 5 の受光セルの配列方向におけるエッジ位置を検出する。表示部 3 3 は、プロセッサ 3 2 による検出結果を表示する。なお、A/D 変換部 3 1 かつ/またはプロセッサ 3 2 は、受光器受光部 2 内に設けてもよい。その場合には、受光器受光部 2 とエッジ検出部 3 との間はデジタルによる通信となることから、ノイズに強くなり、配線距離を延ばすことが可能となる。また、エッジ検出部 3 全てを受光器受光部 2 内に含めて設けても良い。

20

## 【 0 0 2 2 】

図 2 はラインセンサ 2 1 の各受光セルの出力信号受光量を示すもの図である。横軸は各受光セルの位置であり、縦軸は受光したレーザ光単色光の強さ (受光量) である。測定空間 4 は投光窓 1 3 と受光窓 2 3 の間を示しの空間であり、遮蔽物 5 が透明体の場合、測定空間 4 を遮蔽すると、遮蔽された部分 5 a は遮蔽物の無い自由空間に比べて受光セルの出力受光量がやや落ち込む。一方、遮蔽物のエッジの部分 5 b にはフレネル回折による急激な受光量の落ち込みが発生する。エッジ検出部 3 において、受光量の落ち込んでいる 5 b を検出し、ラインセンサ 2 1 における受光セルの配列長 2 1 a との比率から、遮蔽物 5 のエッジ部分の位置を計算、して判断する。なお、遮蔽物 5 が何も入っていない状態に比べて受光量が減少する割合に関しては、遮蔽物 5 の透明度などに依存する。

30

## 【 0 0 2 3 】

図 3 はエッジ部分の検出に使用するフレネル回折を説明する図である。フレネル回折による光強度分布は、図 3 に示すようにエッジ位置近傍で急峻に立ち上がり、エッジ位置から離れるに従って振動しながら収束する。なお、単色平行光のフレネル回折によるラインセンサ 2 1 の受光面上における光強度分布を利用して遮蔽物 5 のエッジ部分の位置を検出する場合、予め光強度分布の特性を高精度に求めておくことが必要である。が、本特性の高精度な近似方法に関しては、特開 2 0 0 4 - 1 7 7 3 3 5 号公報に開示されている。

40

## 【 0 0 2 4 】

受光器受光部 2 において、受光窓 2 3 とラインセンサ 2 1 の間に光路変更部変更素子 2 2 を設置することにより平行単色光に乱反射や新たな干渉パターンが発生しても、受光セルへの安定した入光を確保できるため、本発明の係る透明体のエッジ検出とラインセンサ 2 1 の出力信号の安定化を実現する。その構成と位置関係を図 4、図 5 に示す。図 4 は光

50

路変更部変更素子 2 2 として断面が二等辺直角三角形の三角柱プリズム 2 2 1 を用いた一例である。三角形の該プリズムは、一般に直角プリズムと呼ばれているものであり、断面が二等辺直角三角形になっているある。図 4 - ( 1 ) に示すように、直角プリズム 2 2 1 は 9 0 ° の頂点に対向する側面をラインセンサ 2 1 の受光セル 2 1 1 が配列されている方向と平行に配置される。また図 4 - ( 2 ) に示すように、ラインセンサ 2 1 は、受光セル 2 1 1 をゴミなどから保護するための保護用ガラス 2 1 2 がセル上の数 mm の位置に配置されている。保護用ガラス 2 1 2 には限りなく透明なガラスを採用することが好ましいが、ラインセンサ 2 1 のコストが高くなってしまうことから、一般には透明度を高くすることが困難である。

この保護用ガラス 2 1 2 の上に直角プリズム 2 2 1 を配置する。なお、光路変更手段として直角プリズムを用いることが入手容易性や集光性能の点で望ましいが、これに限られるものではない。直角プリズムの代わりに、頂角が鋭角または鈍角の三角プリズムを用いることも可能である。

#### 【 0 0 2 5 】

一方、図 5 には光路変更部変更素子 2 2 として半円柱状のシリンドリカルレンズ 2 2 2 を用いた例である。本シリンドリカルレンズ 2 2 2 は、円柱を軸方向に 2 つに割った形をしている。図 4 図 5 - ( 1 ) に示すように、シリンドリカルレンズ 2 2 2 は半円柱の頂点水平の側面をラインセンサ 2 1 の受光セル 2 1 1 が配列されている方向と平行に配置される。シリンドリカルレンズ 2 2 2 は断面の 2 2 2 a 方向には曲率を持っているので光は曲げられるが、断面 2 2 2 b 方向には曲率がないために平行平面ガラスを光が通過するのと同じように方向が少し変化するだけで素通りしてしまう特性がある。また図 4 図 5 - ( 2 ) に示すように、ラインセンサ 2 1 の保護用ガラス 2 1 2 の上にシリンドリカルレンズ 2 2 2 を配置する。なお、固定方法としては、光学系に影響を与えないように、レンズなどの光学部品を接着するための透光性接着剤などを用いることが考えられる。更に、光路変換素子として半円柱状のシリンドリカルレンズに限られるものではなく、任意の形状のシリンドリカルレンズを用いることも可能である。

#### 【 0 0 2 6 】

ここで、光路変更部変更素子 2 2 による受光量分布出力の違いを図 6 に示す。図 6 - ( 1 ) は光路変更部変更素子 2 2 を設置しない状態の各受光セルの受光量分布を示すものであり、レーザ光単色光の干渉パターンによって各受光セルに均等に単色光レーザ光が照射されず、 $\pm 20\%$  以上の受光量のばらつきが生じる。特に干渉によっては数十セル分毎の単位で受光量分布にうねりが生じたりする生じている。ここで一方、図 4 図 6 - ( 2 ) では光路変更部変更素子 2 2 を設置した場合の受光量分布であり、全体に受光量が増加し、数十セル毎に発生していた受光量分布のうねりが除去され、かつ隣接するセル毎の受光量のばらつきも抑えられ、安定した受光量分布を得ることができる。これはラインセンサ 2 1 に入光する直前に光路変更部変更素子 2 2 を設置することでレーザ光単色光が受光セルに対して垂直の複数の方向から収集され、受光セルには収集されたレーザ光単色光が照射されるからである。さらにはまた垂直方向から所定の幅をもって収集されるので、隣接する受光セルどうしの受光量のばらつきが抑えられ、干渉パターンの影響も小さくなる。さらには、周囲温度の変動によりレーザ光の波長が変化して干渉パターンが変わったとしても、限定されたレーザ平行光単色光の大きな変化には左右されずは限定され、微妙微量な受光量の変化に留まることから、周囲温度に影響されないエッジ検出装置を構成することが可能となる。また、受光量の増加分を考慮して、投光器投光部 1 からの単色光出力を小さくできるため、はエッジ検出に必要なレーザ光出力が半分でよいことから、低消費電力化を実現できる。なお、光路変更素子がシリンドリカルレンズ 2 2 2 の場合には、受光面が円柱状であることから、より複数の方向からレーザ光を収集することができる。

#### 【 0 0 2 7 】

図 7 は周囲温度による受光量の変動を示した図である。遮蔽物 5 が測定空間 4 に入っていないときの各セルの受光量を単位量基準量 1 . 0 0 としたときして、周囲温度を数度変化させてみる。図 9 に示す従来のエッジ検出装置では図 7 - ( 1 ) のようにレーザ光単色

10

20

30

40

50

光の波長変化による干渉パターンの変動により $\pm 20\%$ 程度の受光量の変動が生じてしまう。一方、図7-(2)は光路変更部変更素子22を設置した場合であり、周囲温度を変化させても受光量の変動はほとんど発生しない。これは光源付近のドライバIC11による発熱の影響を除去する上でも有効であり、電源投入してから計測可能となるまでの安定時間を短くできる効果がある。

#### 【0028】

図8には測定空間4に薄いフィルムのような透明体の遮蔽物5を挿入したときの受光量の変動の値を比較したものを示しているした図である。図8-(1)は図9に示す従来のエッジ検出装置であり、5aはフィルムが挿入されている部分であり、5bは遮蔽物5の無い自由空間である。この場合、フィルムのエッジ部分にはフレネル回折により5cのような受光量の落ち込みが発生し、この落ち込みからエッジの位置を検出することが可能となる。しかしながら、遮蔽物5が非常に薄いフィルムの場合、受光量の落ち込みが0.5以下になることは難しく、更にフィルムの向きによる傾いて挿入された場合の受光量の落ち込みの低下を考慮すると、エッジ部分と判断する受光量の変動のしきい値をは0.75程度となる。このしきい値でも受光量が安定していれば問題ないが、前述したように周囲温度の変動する条件下ではによりレーザ光単色光の波長変化による干渉パターンの変化が生じてしまい、 $\pm 20\%$ 程度の受光量の変動が生じてしまう生じることから、0.75のしきい値ではフィルムが入っていないにもかかわらず、自由空間5bにてにおいて0.75程度まで受光量の変動による落ち込みが生じてエッジ部分がであると誤判断誤って判断してしまう可能性が高い。

#### 【0029】

そこで、本発明者は、光路変更部変更素子22を配置することでその課題が解決することを確認した。図8-(2)は光路変更部変更素子22としてシリンドリカルレンズ222を使用して薄いフィルムを挿入したときの受光量分布の正規化を示す図である。シリンドリカルレンズ222は一次元方向にのみ結像集光することから、ラインセンサ21の上に設置して所定の幅でレーザ光単色光が入光した場合、フィルムのエッジ部分におけるフレネル回折を収集し、その現象をより強調する方向に働かせることができる。それにより、従来のフレネル回折による受光量の落ち込みが図8-(1)の5c(1)であったものが、図8-(2)の5c(2)のように0.3程度まで明確に落ち込ませることができる。さらには、従来生じていた周囲温度による受光量の変動も上述の理由により安定させる抑えることができることから、安定したエッジ検出が可能となる。なお、シリンドリカルレンズ222にて上述の効果を出すためには、図5に示すように、該レンズ半円面の水平の側面を受光セル211とできる限り垂直平行となるように位置合わせをおこなうことが好ましい。

#### 【0030】

上述のように、本発明を実施することで、従来困難であった薄いフィルムなどの透明体であっても、挿入状況に影響されることなく安定してしたエッジ部分の検出をおこなうことが可能となる。さらにはまた、周囲温度の変化によりレーザ光単色光の波長や出力パワーが変化した場合でも、受光セルからの出力信号に急激な変化を生じることなく、安定したシステムを構築することが可能となる。また更に副次的な効果として、ラインセンサの保護用ガラスによるレーザ光の乱反射や新たな干渉パターンの影響を除去でき、安価なラインセンサを使用できるという効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0031】

【図1】この発明の実施の形態1によるエッジ検出装置の構成を示す図である。

【図2】図1中の実施形態1におけるラインセンサの各受光セルの出力信号受光量を示す図である。

【図3】エッジ部分の検出に使用するフレネル回折を説明する図である。

【図4】ラインセンサと光路変更部変更素子の位置関係を示す実施例の図である。

【図5】ラインセンサと光路変更部変更素子の位置関係を示す別の実施例図である。



【図 6】光路変更部変更素子を配置したときの受光量の変動の値を説明するを示した図である。

【図 7】周囲温度が変化したときによる受光量の変動の値を比較したを説明する図である。

【図 8】薄いフィルムを挿入したときの受光量の変動の値を比較した示した図である。

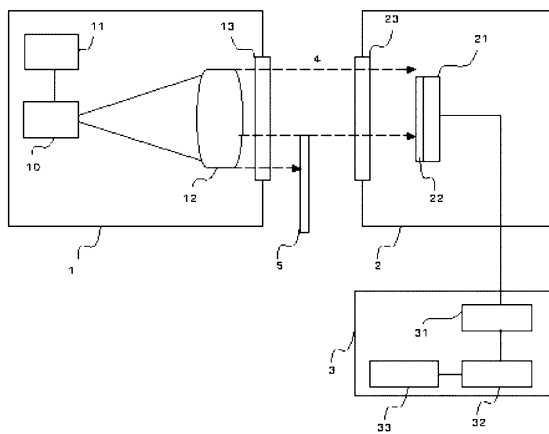
【図 9】従来のエッジ検出装置の構成を示す図である。

【符号の説明】

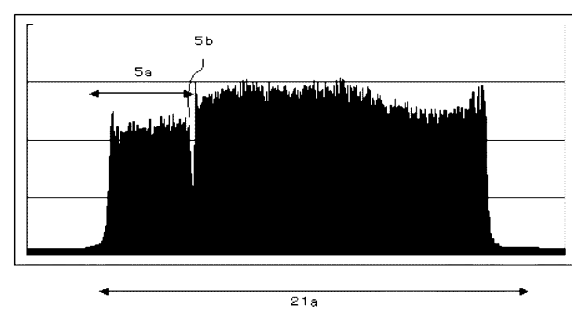
【 0 0 3 2 】

1	投光器投光部	
2	受光器受光部	10
3	エッジ検出部	
4	測定空間	
5	遮蔽物	
1 0	光源	
1 1	ドライバ I C	
1 2	投光レンズ	
1 3	投光窓	
2 1	ラインセンサ	
2 1 1	受光セル	
2 1 2	保護用ガラス	20
2 2	光路変更部変更素子	
2 2 1	直角プリズム	
2 2 2	シリンドリカルレンズ	
2 3	受光窓	
3 1	A / D 変換部	
3 2	プロセッサ	
3 3	表示部	
1 0 0	ラインセンサ	
1 0 1	投光器	
1 0 1 a	光源	30
1 0 1 b	光ファイバ	
1 0 1 c	投光レンズ	
1 0 1 d	ドライバ I C	
1 0 2	エッジ検出部	
1 0 3	測定空間	
1 0 4 , 1 0 4 a , 1 0 4 b	遮蔽物	
1 0 5	受光セル	40

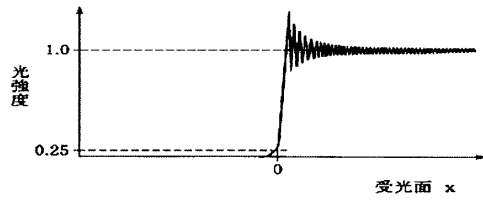
【図 1】



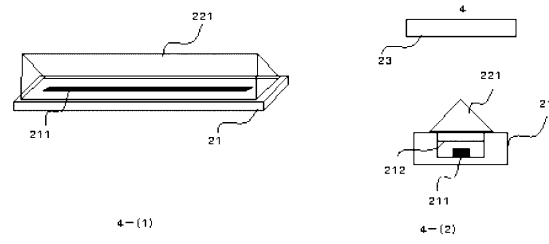
【図 2】



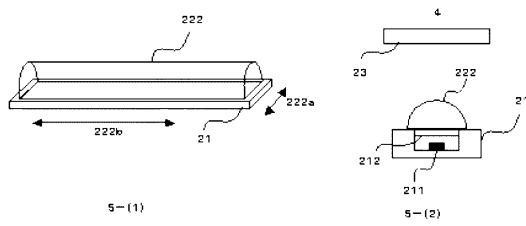
【図 3】



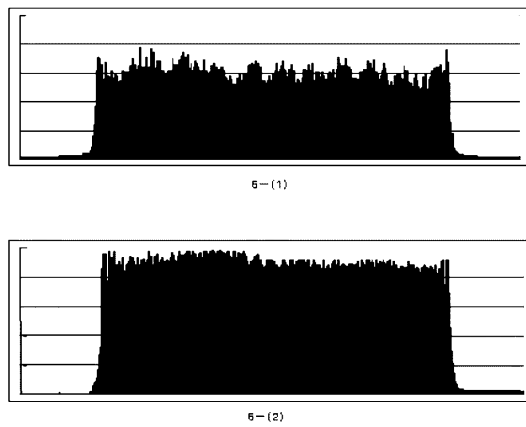
【図 4】



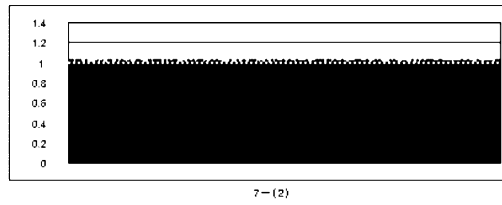
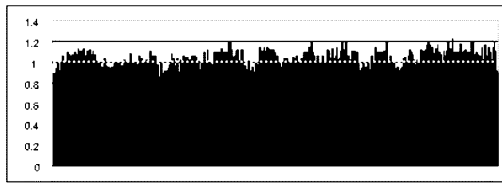
【図 5】



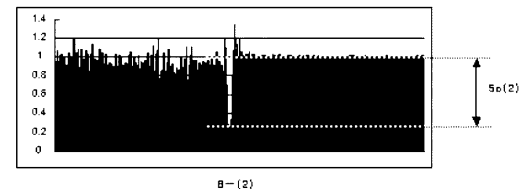
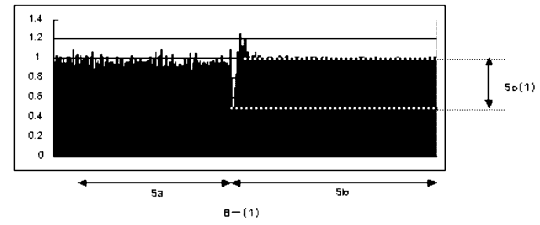
【図 6】



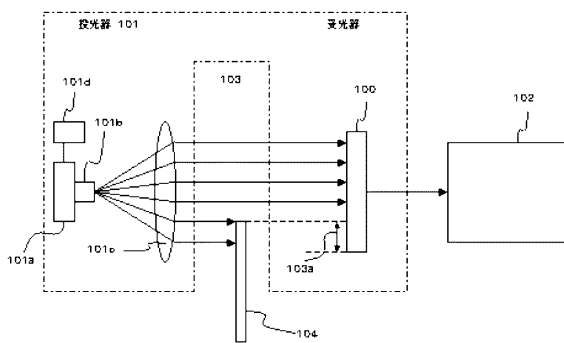
【図 7】



【図 8】



【図 9】



## 【手続補正書】

【提出日】平成20年8月4日(2008.8.4)

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

単色光を発生するレーザ光源と、該レーザ光源からの単色光を単色平行光に変換する投光レンズと、該単色平行光を放射する投光窓とからなる投光部と、  
前記投光窓に対向して設けられた受光窓と、該受光窓から侵入する前記単色平行光を所定方向の複数の光路に変更する光路変更素子と、該光路変更素子から入光する単色光を受光する複数の受光セルを長手方向に所定のピッチで配列したラインセンサとからなる受光部と、  
前記ラインセンサの受光量分布を解析して前記単色平行光の光路に存在する遮蔽物の前記受光セルの配列方向におけるエッジ位置を検出する検出部と  
を備えたエッジ検出装置。

【請求項 2】

前記光路変更素子は、三角柱のプリズムであり、該プリズムの三つの側面のうちの一面を前記ラインセンサの受光セルと平行に配置したことを特徴とする請求項 1 記載のエッジ検出装置。

【請求項 3】

前記光路変更素子は、シリンドリカルレンズであり、該レンズの水平の側面を前記ラインセンサの受光セルと平行に配置したことを特徴とする請求項 1 記載のエッジ検出装置。

【請求項 4】

前記ラインセンサの受光セル上に保護用ガラスが装備され、該保護用ガラス上に前記光路変更素子を固定することを特徴とする請求項 1 記載のエッジ検出装置。

【請求項 5】

複数の受光セルが長手方向に所定のピッチで配列され、該受光セル上に保護用ガラスを備え、該保護用ガラスに所定形状のプリズムを固定させたことを特徴とするエッジ検出装置用ラインセンサ。

## 【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、投光器から照射された単色平行光を受光器で受光し、該単色平行光を遮る遮蔽物のエッジ位置を検出する光学式のエッジ検出装置及び該エッジ検出器に用いるラインセンサに関するものである。

【背景技術】

【0002】

図 9 は、特許文献 1 に開示される従来のエッジ検出装置の構成を示す図である。図 9 において、このエッジ検出装置は、ラインセンサ 100、投光器 101 及びエッジ検出部 102 を備える。ラインセンサ 100 は、一定方向に所定のピッチで複数の受光セル（画素

）が配列されており、投光器 101 から照射された単色平行光を受光する。投光器 101 は、ラインセンサ 100 の受光面に対向して配置され、レーザダイオード（LD）からなる光源 101a、単色光（レーザ光）を導く光ファイバ 101b、投光レンズ 101c および LD を制御するドライバ IC 101d を備える。

【0003】

投光器 101 において、光源 101a により発生された単色光（レーザ光）は、光ファイバ 101b を介して投光レンズ 101c に導かれ、投光レンズ 101c によって単色平行光に変換された後、ラインセンサ 100 に照射される。投光器 101 とラインセンサ 100 の受光面の間に形成された測定空間 103 を遮蔽物 104 が通過すると、ラインセンサ 100 へ照射される単色平行光が遮蔽される。エッジ検出部 102 は、マイクロコンピュータから構成されており、ラインセンサ 100 の出力を解析して測定空間 103 で単色平行光を遮蔽した遮蔽物 104 の受光セルの配列方向におけるエッジ位置を検出する。

【0004】

エッジ検出部 102 による遮蔽物 104 のエッジ位置の検出は、測定空間 103 で遮蔽物 104 が単色平行光の一部を遮ることにより生じた、ラインセンサ 100 の全受光量の変化あるいは遮蔽物 104 のエッジ部分に生じるフレネル回折に起因した受光パターン（受光量の分布）を解析することによりなされる。このようにして、従来のエッジ検出装置は、ラインセンサ 100 の受光面上の光強度分布に従って遮蔽物 104 のエッジ位置を高精度に検出する。（例えば、特許文献 1 を参照）

【0005】

【特許文献 1】特開 2004 - 177335 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従来のエッジ検出装置は、上記のように構成されているので、ラインセンサ 100 の受光セルに単色平行光が照射されていない幅 103a から遮蔽物 104 の位置を検出することが可能である。しかしながら、遮蔽物 104 がガラスや薄いフィルムのような透明体である場合、単色光が遮蔽物 104 を透過することから、遮蔽物 104 が不透明体である場合と比較してエッジ部分の検出は非常に難しいとされている。特に、透明体の遮蔽物 104 の挿入状況（挿入位置）によっては、遮蔽物 104 のエッジ部分に生じるフレネル回折による受光量の落ち込みが小さくなってしまい、エッジ判断が困難な場合があった。例えば、遮蔽物 104 である透明のフィルムが単色光に対して垂直に挿入されていれば受光量の落ち込みが大きく、エッジ部分の検出が可能であるが、傾いた状態で挿入されるとときに受光量の落ち込みが小さくなり、エッジ部分を正確に検出できない場合があった。エッジ検出装置の用途として薄いフィルムの巻き取り時の蛇行検出などがあり、その場合にはフィルムの挿入向きは一定ではないことから、受光量の落ち込みが小さくなってしまい、エッジ部分の正確な検出が困難な場合があった。

【0007】

さらには、光源 101a は周囲温度によって出力する単色光の波長が異なることから、温度により照射される単色光の干渉パターンが変化してしまい、ラインセンサ 100 に照射される平行光のパターンが変化してしまうという問題もあった。特に透明体のように受光量の落ち込みが小さくなる可能性がある遮蔽物 104 を計測するときには、ラインセンサ 100 の信号出力を安定させる必要がある。しかしながら、周囲温度により単色光の干渉パターンが変化すると、出力信号が変動し、遮蔽物 104 が存在しない自由空間でも受光量の落ち込みが発生してしまい、その落ち込み部分をエッジ部分によるフレネル回折による受光量の落ち込みであると誤って検出する可能性があった。

【0008】

一方で、ラインセンサ 100 は受光セルを機械的損傷から保護するため、透明な保護ガラスを受光セルとを非接触に配置する構造が一般的である。本来この保護ガラスは受光特性に影響を与えないようにするため非常に透明度の高いガラスを使用することが望ましい。

しかしながら、ラインセンサ 100 のコストを下げるために、透明度の低い安価なガラスが採用される場合がある。このため、保護ガラスに入光した単色光は乱反射や新たな干渉が発生し、各受光セルが出力する受光信号を変動させてしまうという問題があった。

【0009】

このように、従来のエッジ検出装置は、周囲温度によって単色光の波長や出力パワーの変化により各受光セルが出力する受光信号が変動してしまい、装置の性能に悪影響を及ぼし正確なエッジ検出が困難となるという問題があった。特にフィルムなどの透明体ではエッジ部分のフレネル回折による受光量の落ち込みが小さいことから、不安定な受光量分布ではエッジ部分のみを検出することが困難であった。さらにはラインセンサの保護ガラスに入光した単色光に乱反射や新たな干渉が発生し、各受光セルが出力する受光信号を変動させる程度が大きくなるため、高精度なエッジ部分の検出を行うには安価なラインセンサを使用することは不可能であった。

【0010】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、透明な遮蔽物であってもエッジ部分の正確な検出が可能となり、測定空間内の周囲温度に変動がある場合でも、安定したエッジ部分の検出ができるエッジ検出装置を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

この発明に係るエッジ検出装置は、単色光を発生するレーザ光源と、該レーザ光源からの単色光を単色平行光に変換する投光レンズと、該単色平行光を放射する投光窓とからなる投光部と、前記投光窓に対向して設けられた受光窓と、該受光窓から侵入する前記単色平行光を所定方向の複数の光路に変更する光路変更素子と、該光路変更素子から入光する単色光を受光する複数の受光セルを長手方向に所定のピッチで配列したラインセンサとからなる受光部と、前記ラインセンサの受光量分布を解析して前記単色平行光の光路に存在する遮蔽物の前記受光セルの配列方向におけるエッジ位置を検出する検出部とを備えたエッジ検出装置である。

【0012】

また、この発明に係るエッジ検出装置の光路変更素子は、三角柱のプリズムであり、該プリズムの三つの側面のうちの一面を前記ラインセンサの受光セルと平行に配置したものである。

【0013】

またこの発明に係るエッジ検出装置の光路変更素子は、任意の形状のシリンダリカルレンズであり、該レンズの水平の側面を前記ラインセンサの受光セルと平行に配置したものである。

【0014】

また、この発明に係るエッジ検出装置は、前記ラインセンサの受光セル上に保護用ガラスが装備され、前記光路変更素子は該保護用ガラス上上に固定するものである。

【発明の効果】

【0015】

この発明によれば、単色光を発生するレーザ光源と、該レーザ光源からの単色光を単色平行光に変換する投光レンズと、該単色平行光を放射する投光窓とからなる投光部と、前記投光窓に対向して設けられた受光窓と、該受光窓から侵入する前記単色平行光を所定方向の複数の光路に変更する光路変更素子と、該光路変更素子から入光する単色光を受光する複数の受光セルを長手方向に所定のピッチで配列したラインセンサとからなる受光部と、前記ラインセンサの受光量分布を解析して前記単色平行光の光路に存在する遮蔽物の前記受光セルの配列方向におけるエッジ位置を検出する検出部とを備えるので、遮蔽物が透明体の場合でも複数の光路から生成されるエッジ部分によるフレネル回折により光強度分布の落ち込みが大きくなり、エッジ位置の正確な検出が可能となる。さらには周囲温度の変化により単色光の波長が変化した場合でも、受光セルからの出力信号に急激な変化を生じることなく、安定した出力信号をエッジ検出部に供給することが可能となるという効果が

ある。

【 0 0 1 6 】

またこの発明によれば、光路変更素子として三角柱のプリズムを用い、該プリズムの三つの側面のうちの一面を前記ラインセンサの受光セルと平行に配置することで、平行単色光に乱反射や新たな干渉パターンが発生しても、受光セルへの安定した入光を確保できるため、安価な構成によって遮蔽物のエッジ部分による大きな受光量の落ち込みを発生させ、かつ受光セルからの出力信号のばらつきや急激な変化を生じることなく、安定した出力信号をエッジ検出部に供給することが可能となるという効果がある。

【 0 0 1 7 】

またこの発明によれば、光路変更素子として任意の形状のシリンドリカルレンズを用い、該レンズの水平の側面を前記ラインセンサの受光セルと平行に配置することで、平行単色光に乱反射や新たな干渉パターンが発生しても、受光セルへの安定した入光を確保できるため、多数の光路によってエッジ部分によるフレネル回折の結果を収集して、より大きな受光量の落ち込みを発生させることができ、透明度の高い遮蔽物であっても、エッジ部分の正確な検出が可能となるという効果がある。

【 0 0 1 8 】

更にこの発明によれば、前記ラインセンサの受光セル上に保護用ガラスが装備され、前記光路変更素子は該保護用ガラス上に固定する構造とすることで、保護用ガラスによる単色光の乱反射や新たな干渉パターンの影響を除去でき、安価なラインセンサを使用できるという効果がある。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 9 】

図 1 は、この発明の実施の形態 1 によるエッジ検出装置の構成を示す図である。本エッジ検出装置は、投光部 1、受光部 2 及びエッジ検出部 3 を備える。投光部 1 は、受光部 2 の受光窓 2 3 の受光面に対向して配置され、レーザダイオード (LD) からなる光源 1 0、光源 1 0 を制御するドライバ IC 1 1、投光レンズ 1 2 及び投光窓 1 3 を備える。投光レンズ 1 2 は、光源 1 0 により発生された単色光を、受光器 2 のラインセンサ 2 1 の中央部にむけて投光窓 1 3 を介して放射する。なお、ここでいう単色光は、工業的に生産されているレーザダイオードや光フィルタを用いて得られる程度の波長分布特性を有する光のことである。なお、投光窓 1 3 は不透明の筐体 1 に設けられた透明なガラスである。

【 0 0 2 0 】

受光部 2 は、受光窓 2 3、光路変更素子 2 2 及びラインセンサ 2 1 を備える。ラインセンサ 2 1 は、一定方向に所定のピッチで配列された複数の受光セル (画素) が配列された受光面を有しており、投光部 1 から照射された単色平行光を受光する。ここで受光窓 2 3 は使用する光源 1 0 の単色光の波長に合わせたフィルタ機能を持たせることにより、ラインセンサ 2 1 への外乱光の影響を緩和できる。

【 0 0 2 1 】

エッジ検出部 3 は、A / D 変換部 3 1、プロセッサ 3 2 及び表示部 3 3 を備える。A / D 変換部 3 1 は受光部 2 のラインセンサ 2 1 から出力される受光セルの出力信号をアナログ値からデジタル値に変換する。プロセッサ 3 2 は、A / D 変換部 3 1 によってデジタル変換されたラインセンサ 2 1 の出力信号を解析して、測定空間 4 で単色平行光の一部を遮蔽した遮蔽物 5 の受光セルの配列方向におけるエッジ位置を検出する。表示部 3 3 は、プロセッサ 3 2 による検出結果を表示する。なお、A / D 変換部 3 1 かつ / またはプロセッサ 3 2 は、受光部 2 内に設けてもよい。その場合には、受光部 2 とエッジ検出部 3 との間はデジタル通信となることから、ノイズに強くなり、配線距離を延ばすことが可能となる。また、エッジ検出部 3 全てを受光部 2 内に設けてもよい。

【 0 0 2 2 】

図 2 はラインセンサ 2 1 の各受光セルの受光量を示す図である。横軸は各受光セルの位置であり、縦軸は受光した光単色光の強さ (受光量)である。測定空間 4 は投光窓 1 3 と受光窓 2 3 の間の空間であり、遮蔽物 5 が透明体の場合、測定空間 4 を遮蔽すると、遮蔽さ



れた部分 5 a は遮蔽物の無い自由空間にくらべて受光セルの受光量がやや落ち込む。一方、遮蔽物のエッジの部分 5 b にはフレネル回折による急激な受光量の落ち込みが発生する。エッジ検出部 3 において、受光量の落ち込んでいる 5 b を検出し、ラインセンサ 2 1 における受光セルの配列長 2 1 a との比率から、遮蔽物 5 のエッジ部分の位置を計算して判断する。なお、遮蔽物 5 が何も入っていない状態に比べて受光量が減少する割合に関しては、遮蔽物 5 の透明度などに依存する。

#### 【0023】

図 3 はエッジ部分の検出に使用するフレネル回折を説明する図である。フレネル回折による光強度分布は、図 3 に示すようにエッジ位置近傍で急峻に立ち上がり、エッジ位置から離れるに従って振動しながら収束する。なお、単色平行光のフレネル回折によるラインセンサ 2 1 の受光面上における光強度分布を利用して遮蔽物 5 のエッジ部分の位置を検出する場合、予め光強度分布の特性を高精度に求めておくことが必要である。本特性の高精度な近似方法に関しては、特開 2004 - 177335 号公報に開示されている。

#### 【0024】

受光部 2 において、受光窓 2 3 とラインセンサ 2 1 の間に光路変更素子 2 2 を設置することにより平行単色光に乱反射や新たな干渉パターンが発生しても、受光セルへの安定した入光を確保できるため、本発明の係る透明体のエッジ検知とラインセンサ 2 1 の出力信号の安定化を実現する。その構成と位置関係を図 4、図 5 に示す。図 4 は光路変更素子 2 2 として断面が二等辺直角三角形の三角柱プリズム 2 2 1 を用いた一例である。該プリズムは、一般に直角プリズムと呼ばれているものである。図 4 - (1) に示すように、直角プリズム 2 2 1 は 90° の頂点に対向する側面をラインセンサ 2 1 の受光セル 2 1 1 が配列されている方向と平行に配置される。また図 4 - (2) に示すように、ラインセンサ 2 1 は、受光セル 2 1 1 をゴミなどから保護するための保護用ガラス 2 1 2 がセル上の数 mm の位置に配置されている。この保護用ガラス 2 1 2 の上に直角プリズム 2 2 1 を配置する。なお、光路変更手段として直角プリズムを用いることが入手容易性や集光性能の点で望ましいが、これに限られるものではない。直角プリズムの代わりに、頂角が鋭角または鈍角の三角プリズムを用いることも可能である。

#### 【0025】

一方、図 5 は光路変更素子 2 2 として半円柱状のシリンдриカルレンズ 2 2 2 を用いた例である。本シリンдриカルレンズ 2 2 2 は、円柱を軸方向に 2 つに割った形をしている。図 5 - (1) に示すように、シリンдриカルレンズ 2 2 2 は半円柱の水平の側面をラインセンサ 2 1 の受光セル 2 1 1 が配列されている方向と平行に配置される。シリンдриカルレンズ 2 2 2 は断面の 2 2 2 a 方向には曲率を持っているので光は曲げられるが、断面 2 2 2 b 方向には曲率がないために平行平面ガラスを光が通過するのと同じように方向が少し変化するだけで素通りしてしまう特性がある。また図 5 - (2) に示すように、ラインセンサ 2 1 の保護用ガラス 2 1 2 の上にシリンдриカルレンズ 2 2 2 を配置する。なお、固定方法としては、光学系に影響を与えないように、レンズなどの光学部品を接着するための透光性接着剤などを用いることが考えられる。更に、光路変換素子として半円柱状のシリンдриカルレンズに限られるものではなく、任意の形状のシリンдриカルレンズを用いることも可能である。

#### 【0026】

ここで、光路変更素子 2 2 による受光量分布出力の違いを図 6 に示す。図 6 - (1) は光路変更素子 2 2 を設置しない状態の各受光セルの受光量分布を示すものであり、単色光の干渉パターンによって各受光セルに均等に単色光が照射されず、±20% 以上の受光量のばらつきが生じる。特に干渉によっては数十セル毎の単位で受光量分布にうねりが生じている。一方、図 6 - (2) は光路変更素子 2 2 を設置した場合の受光量分布であり、全体に受光量が増加し、数十セル毎に発生していた受光量分布のうねりが除去され、かつ隣接するセル毎の受光量のばらつきも抑えられ、安定した受光量分布を得ることができる。これはラインセンサ 2 1 に入光する直前に光路変更素子 2 2 を設置することで単色光が受光セルに対して垂直の複数の方向から収集され、受光セルには収集された単色光が照射さ

れるからである。また垂直方向から所定の幅をもって収集されるので、隣接する受光セルどうしの受光量のばらつきが抑えられ、干渉パターンの影響も小さくなる。さらには、周囲温度の変動により単色光の波長が変化して干渉パターンが変わったとしても、単色光の変化は限定され、微量な受光量の変化に留まることから、周囲温度に影響されないエッジ検出装置を構成することが可能となる。また、受光量の増加分を考慮して、投光部 1 からの単色光出力を小さくできるため、低消費電力化を実現できる。なお、光路変更素子がシリンドリカルレンズ 2 2 2 の場合には、受光面が円柱状であることから、より複数の方向からレーザ光を収集することができる。

#### 【0027】

図 7 は周囲温度による受光量の変動を比較した図である。遮蔽物 5 が測定空間 4 に入っていないときの各セルの受光量を基準量 1.00 として、周囲温度を数度変化させてみる。図 9 に示す従来のエッジ検出装置では図 7 - (1) のように単色光の波長変化による干渉パターンの変動により ±20 % 程度の受光量の変動が生じてしまう。一方、図 7 - (2) は光路変更素子 2 2 を設置した場合であり、周囲温度を変化させても受光量の変動はほとんど発生しない。これは光源付近のドライバ IC 1 1 による発熱の影響を除去する上でも有効であり、電源投入してから計測可能となるまでの安定時間を短くできる効果がある。

#### 【0028】

図 8 には測定空間 4 に薄いフィルムのような透明体の遮蔽物 5 を挿入したときの受光量の変動を比較した図である。図 8 - (1) は図 9 に示す従来のエッジ検出装置であり、5 a はフィルムが挿入されている部分であり、5 b は遮蔽物 5 の無い自由空間である。この場合、フィルムのエッジ部分にはフレネル回折により 5 c のような受光量の落ち込みが発生し、この落ち込みからエッジの位置を検出することが可能となる。しかしながら、遮蔽物 5 が非常に薄いフィルムの場合、受光量の落ち込みが 0.5 以下になることは難しく、更にフィルムが傾いて挿入された場合の受光量の落ち込みの低下を考慮すると、エッジ部分と判断する受光量の変動のしきい値は 0.75 程度となる。このしきい値でも受光量が安定していれば問題ないが、前述したように周囲温度の変動する条件下では単色光の波長変化による干渉パターンが変化し、±20 % 程度の受光量の変動が生じてしまうことから、0.75 のしきい値ではフィルムが入っていないにもかかわらず、自由空間 5 b にてにおいても 0.75 程度まで受光量の変動による落ち込みが生じてエッジ部分であると誤って判断してしまう可能性が高い。

#### 【0029】

そこで、本発明者は、光路変更素子 2 2 を配置することでその課題が解決することを確認した。図 8 - (2) は光路変更素子 2 2 としてシリンドリカルレンズ 2 2 2 を使用して薄いフィルムを挿入したときの受光量分布の正規化を示す図である。シリンドリカルレンズ 2 2 2 は一次元方向にのみ集光することから、ラインセンサ 2 1 の上に設置して所定の幅で単色光が入光した場合、フィルムのエッジ部分におけるフレネル回折を収集し、その現象をより強調する方向に働かせることができる。それにより、従来のフレネル回折による受光量の落ち込みが図 8 - (1) の 5 c (1) であったものが、図 8 - (2) の 5 c (2) のように 0.3 程度まで明確に落ち込ませることができる。さらには、従来生じていた周囲温度による受光量の変動も抑えることができることから、安定したエッジ検出が可能となる。なお、シリンドリカルレンズ 2 2 2 にて上述の効果を出すためには、図 5 に示すように、該レンズの水平の側面を受光セル 2 1 1 とできる限り平行となるように位置合わせをおこなうことが好ましい。

#### 【0030】

上述のように、本発明を実施することで、従来困難であった薄いフィルムなどの透明体であっても、挿入状況に影響されることなく安定したエッジ部分の検出をおこなうことが可能となる。また、周囲温度の変化により単色光の波長や出力パワーが変化した場合でも、受光セルからの出力信号に急激な変化を生じることなく、安定したシステムを構築することが可能となる。更に副次的な効果として、ラインセンサの保護用ガラスによるレーザ光の乱反射や新たな干渉パターンの影響を除去でき、安価なラインセンサを使用できるとい

う効果がある。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】この発明の実施の形態1によるエッジ検出装置の構成を示す図である。

【図2】実施形態1におけるラインセンサの各受光セルの受光量を示す図である。

【図3】エッジ部分の検出に使用するフレネル回折を説明する図である。

【図4】ラインセンサと光路変更素子の位置関係を示す実施例の図である。

【図5】ラインセンサと光路変更素子の位置関係を示す別の実施例図である。

【図6】光路変更素子を配置したときの受光量の変動を示した図である。

【図7】周囲温度が変化したときの受光量の変動を比較した図である。

【図8】薄いフィルムを挿入したときの受光量の変動を比較した図である。

【図9】従来のエッジ検出装置の構成を示す図である。

【符号の説明】

【0032】

- 1 投光部
- 2 受光部
- 3 エッジ検出部
- 4 測定空間
- 5 遮蔽物
- 10 光源
- 11 ドライバIC
- 12 投光レンズ
- 13 投光窓
- 21 ラインセンサ
- 211 受光セル
- 212 保護用ガラス
- 22 光路変更素子
- 221 直角プリズム
- 222 シリンドリカルレンズ
- 23 受光窓
- 31 A/D変換部
- 32 プロセッサ
- 33 表示部
- 100 ラインセンサ
- 101 投光器
- 101a 光源
- 101b 光ファイバ
- 101c 投光レンズ
- 101d ドライバIC
- 102 エッジ検出部
- 103 測定空間
- 104, 104a, 104b 遮蔽物
- 105 受光セル

【手続補正書】

【提出日】平成20年8月4日(2008.8.4)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

単色光を発生するレーザ光源と、該レーザ光源からの単色光を単色平行光に変換する投光レンズと、該単色平行光を放射する投光窓とからなる投光部と、  
前記投光窓に対向して設けられた受光窓と、該受光窓から侵入する前記単色平行光を所定方向の複数の光路に変更する光路変更素子と、該光路変更素子から入光する単色光を受光する複数の受光セルを長手方向に所定のピッチで配列したラインセンサとからなる受光部と、  
前記ラインセンサの受光量分布を解析して前記単色平行光の光路に存在する遮蔽物の前記受光セルの配列方向におけるエッジ位置を検出する検出部と  
を備えたエッジ検出装置。

## 【請求項 2】

前記光路変更素子は、三角柱のプリズムであり、該プリズムの三つの側面のうちの一面を前記ラインセンサの受光セルと平行に配置したことを特徴とする請求項 1 記載のエッジ検出装置。

## 【請求項 3】

前記光路変更素子は、シリンドリカルレンズであり、該レンズの水平の側面を前記ラインセンサの受光セルと平行に配置したことを特徴とする請求項 1 記載のエッジ検出装置。

## 【請求項 4】

前記ラインセンサの受光セル上に保護用ガラスが装備され、該保護用ガラス上に前記光路変更素子を固定することを特徴とする請求項 1 記載のエッジ検出装置。

## 【請求項 5】

複数の受光セルが長手方向に所定のピッチで配列され、該受光セル上に保護用ガラスを備え、該保護用ガラスに所定形状のプリズムを固定させたことを特徴とするエッジ検出装置用ラインセンサ。

## 【手続補正 2】

## 【補正対象書類名】明細書

## 【補正対象項目名】全文

## 【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、投光器から照射された単色平行光を受光器で受光し、該単色平行光を遮る遮蔽物のエッジ位置を検出する光学式のエッジ検出装置及び該エッジ検出器に用いるラインセンサに関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

図 9 は、特許文献 1 に開示される従来のエッジ検出装置の構成を示す図である。図 9 において、このエッジ検出装置は、ラインセンサ 100、投光器 101 及びエッジ検出部 102 を備える。ラインセンサ 100 は、一定方向に所定のピッチで複数の受光セル（画素）が配列されており、投光器 101 から照射された単色平行光を受光する。投光器 101 は、ラインセンサ 100 の受光面に対向して配置され、レーザダイオード（LD）からなる光源 101a、単色光（レーザ光）を導く光ファイバ 101b、投光レンズ 101c および LD を制御するドライバ IC 101d を備える。

## 【0003】

投光器 101 において、光源 101a により発生された単色光（レーザ光）は、光ファ

イバ１０１ｂを介して投光レンズ１０１ｃに導かれ、投光レンズ１０１ｃによって単色平行光に変換された後、ラインセンサ１００に照射される。投光器１０１とラインセンサ１００の受光面の間に形成された測定空間１０３を遮蔽物１０４が通過すると、ラインセンサ１００へ照射される単色平行光が遮蔽される。エッジ検出部１０２は、マイクロコンピュータから構成されており、ラインセンサ１００の出力を解析して測定空間１０３で単色平行光を遮蔽した遮蔽物１０４の受光セルの配列方向におけるエッジ位置を検出する。

【０００４】

エッジ検出部１０２による遮蔽物１０４のエッジ位置の検出は、測定空間１０３で遮蔽物１０４が単色平行光の一部を遮ることにより生じた、ラインセンサ１００の全受光量の変化あるいは遮蔽物１０４のエッジ部分に生じるフレネル回折に起因した受光パターン（受光量の分布）を解析することによりなされる。このようにして、従来のエッジ検出装置は、ラインセンサ１００の受光面上の光強度分布に従って遮蔽物１０４のエッジ位置を高精度に検出する。（例えば、特許文献１を参照）

【０００５】

【特許文献１】特開２００４－１７７３３５号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

従来のエッジ検出装置は、上記のように構成されているので、ラインセンサ１００の受光セルに単色平行光が照射されていない幅１０３ａから遮蔽物１０４の位置を検出することが可能である。しかしながら、遮蔽物１０４がガラスや薄いフィルムのような透明体である場合、単色光が遮蔽物１０４を透過することから、遮蔽物１０４が不透明体である場合と比較してエッジ部分の検出は非常に難しいとされている。特に、透明体の遮蔽物１０４の挿入状況（挿入位置）によっては、遮蔽物１０４のエッジ部分に生じるフレネル回折による受光量の落ち込みが小さくなってしまい、エッジ判断が困難な場合があった。例えば、遮蔽物１０４である透明のフィルムが単色光に対して垂直に挿入されていれば受光量の落ち込みが大きく、エッジ部分の検出が可能であるが、傾いた状態で挿入されるときに受光量の落ち込みが小さくなり、エッジ部分を正確に検出ができない場合があった。エッジ検出装置の用途として薄いフィルムの巻き取り時の蛇行検出などがあり、その場合にはフィルムの挿入向きは一定ではないことから、受光量の落ち込みが小さくなってしまい、エッジ部分の正確な検出が困難な場合があった。

【０００７】

さらには、光源１０１ａは周囲温度によって出力する単色光の波長が異なることから、温度により照射される単色光の干渉パターンが変化してしまい、ラインセンサ１００に照射される平行光のパターンが変化してしまうという問題もあった。特に透明体のように受光量の落ち込みが小さくなる可能性がある遮蔽物１０４を計測するときには、ラインセンサ１００の信号出力を安定させる必要がある。しかしながら、周囲温度により単色光の干渉パターンが変化すると、出力信号が変動し、遮蔽物１０４が存在しない自由空間でも受光量の落ち込みが発生してしまい、その落ち込み部分をエッジ部分によるフレネル回折による受光量の落ち込みであると誤って検出する可能性があった。

【０００８】

一方で、ラインセンサ１００は受光セルを機械的損傷から保護するため、透明な保護ガラスを受光セルとを非接触に配置する構造が一般的である。本来この保護ガラスは受光特性に影響を与えないようにするため非常に透明度の高いガラスを使用することが望ましい。しかしながら、ラインセンサ１００のコストを下げるために、透明度の低い安価なガラスが採用される場合がある。このため、保護ガラスに入光した単色光は乱反射や新たな干渉が発生し、各受光セルが出力する受光信号を変動させてしまうという問題があった。

【０００９】

このように、従来のエッジ検出装置は、周囲温度によって単色光の波長や出力パワーの変化により各受光セルが出力する受光信号が変動してしまい、装置の性能に悪影響を及ぼし

正確なエッジ検知が困難となるという問題があった。特にフィルムなどの透明体ではエッジ部分のフレネル回折による受光量の落ち込みが小さいことから、不安定な受光量分布ではエッジ部分のみを検知することが困難であった。さらにはラインセンサの保護ガラスに入光した単色光に乱反射や新たな干渉が発生し、各受光セルが出力する受光信号を変動させる程度が大きくなるため、高精度なエッジ部分の検知を行うには安価なラインセンサを使用することは不可能であった。

【 0 0 1 0 】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、透明な遮蔽物であってもエッジ部分の正確な検出が可能となり、測定空間内の周囲温度に変動がある場合でも、安定したエッジ部分の検出ができるエッジ検出装置を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

この発明に係るエッジ検出装置は、単色光を発生するレーザ光源と、該レーザ光源からの単色光を単色平行光に変換する投光レンズと、該単色平行光を放射する投光窓とからなる投光部と、前記投光窓に対向して設けられた受光窓と、該受光窓から侵入する前記単色平行光を所定方向の複数の光路に変更する光路変更素子と、該光路変更素子から入光する単色光を受光する複数の受光セルを長手方向に所定のピッチで配列したラインセンサとからなる受光部と、前記ラインセンサの受光量分布を解析して前記単色平行光の光路に存在する遮蔽物の前記受光セルの配列方向におけるエッジ位置を検出する検出部とを備えたエッジ検出装置である。

【 0 0 1 2 】

また、この発明に係るエッジ検出装置の光路変更素子は、三角柱のプリズムであり、該プリズムの三つの側面のうちの一面を前記ラインセンサの受光セルと平行に配置したものである。

【 0 0 1 3 】

またこの発明に係るエッジ検出装置の光路変更素子は、任意の形状のシリンダリカルレンズであり、該レンズの水平の側面を前記ラインセンサの受光セルと平行に配置したものである。

【 0 0 1 4 】

また、この発明に係るエッジ検出装置は、前記ラインセンサの受光セル上に保護用ガラスが装備され、前記光路変更素子は該保護用ガラス上に固定するものである。

【発明の効果】

【 0 0 1 5 】

この発明によれば、単色光を発生するレーザ光源と、該レーザ光源からの単色光を単色平行光に変換する投光レンズと、該単色平行光を放射する投光窓とからなる投光部と、前記投光窓に対向して設けられた受光窓と、該受光窓から侵入する前記単色平行光を所定方向の複数の光路に変更する光路変更素子と、該光路変更素子から入光する単色光を受光する複数の受光セルを長手方向に所定のピッチで配列したラインセンサとからなる受光部と、前記ラインセンサの受光量分布を解析して前記単色平行光の光路に存在する遮蔽物の前記受光セルの配列方向におけるエッジ位置を検出する検出部とを備えるので、遮蔽物が透明体の場合でも複数の光路から生成されるエッジ部分によるフレネル回折により光強度分布の落ち込みが大きくなり、エッジ位置の正確な検出が可能となる。さらには周囲温度の変化により単色光の波長が変化した場合でも、受光セルからの出力信号に急激な変化を生じることなく、安定した出力信号をエッジ検出部に供給することが可能となるという効果がある。

【 0 0 1 6 】

またこの発明によれば、光路変更素子として三角柱のプリズムを用い、該プリズムの三つの側面のうちの一面を前記ラインセンサの受光セルと平行に配置することで、平行単色光に乱反射や新たな干渉パターンが発生しても、受光セルへの安定した入光を確保できるため、安価な構成によって遮蔽物のエッジ部分による大きな受光量の落ち込みを発生させ

、かつ受光セルからの出力信号のばらつきや急激な変化を生じることなく、安定した出力信号をエッジ検出部に供給することが可能となるという効果がある。

【 0 0 1 7 】

またこの発明によれば、光路変更素子として任意の形状のシリンドリカルレンズを用い、該レンズの水平の側面を前記ラインセンサの受光セルと平行に配置することで、平行単色光に乱反射や新たな干渉パターンが発生しても、受光セルへの安定した入光を確保できるため、多数の光路によってエッジ部分によるフレネル回折の結果を収集して、より大きな受光量の落ち込みを発生させることができ、透明度の高い遮蔽物であっても、エッジ部分の正確な検出が可能となるという効果がある。

【 0 0 1 8 】

更にこの発明によれば、前記ラインセンサの受光セル上に保護用ガラスが装備され、前記光路変更素子は該保護用ガラス上に固定する構造とすることで、保護用ガラスによる単色光の乱反射や新たな干渉パターンの影響を除去でき、安価なラインセンサを使用できるという効果がある。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 9 】

図 1 は、この発明の実施の形態 1 によるエッジ検出装置の構成を示す図である。本エッジ検出装置は、投光部 1、受光部 2 及びエッジ検出部 3 を備える。投光部 1 は、受光部 2 の受光窓 2 3 の受光面に対向して配置され、レーザダイオード ( L D ) からなる光源 1 0、光源 1 0 を制御するドライバ I C 1 1、投光レンズ 1 2 及投光窓 1 3 を備える。投光レンズ 1 2 は、光源 1 0 により発生された単色光を、受光器 2 のラインセンサ 2 1 の中央部にむけて投光窓 1 3 を介して放射する。なお、ここでいう単色光は、工業的に生産されているレーザダイオードや光フィルタを用いて得られる程度の波長分布特性を有する光のことである。なお、投光窓 1 3 は不透明の筐体 1 に設けられた透明なガラスである。

【 0 0 2 0 】

受光部 2 は、受光窓 2 3、光路変更素子 2 2 及びラインセンサ 2 1 を備える。ラインセンサ 2 1 は、一定方向に所定のピッチで配列された複数の受光セル ( 画素 ) が配列された受光面を有しており、投光部 1 から照射された単色平行光を受光する。ここで受光窓 2 3 は使用する光源 1 0 の単色光の波長に合わせたフィルタ機能を持たせることにより、ラインセンサ 2 1 への外乱光の影響を緩和できる。

【 0 0 2 1 】

エッジ検出部 3 は、A / D 変換部 3 1、プロセッサ 3 2 及び表示部 3 3 を備える。A / D 変換部 3 1 は受光部 2 のラインセンサ 2 1 から出力される受光セルの出力信号をアナログ値からデジタル値に変換する。プロセッサ 3 2 は、A / D 変換部 3 1 によってデジタル変換されたラインセンサ 2 1 の出力信号を解析して、測定空間 4 で単色平行光の一部を遮蔽した遮蔽物 5 の受光セルの配列方向におけるエッジ位置を検出する。表示部 3 3 は、プロセッサ 3 2 による検出結果を表示する。なお、A / D 変換部 3 1 かつ / またはプロセッサ 3 2 は、受光部 2 内に設けてもよい。その場合には、受光部 2 とエッジ検出部 3 との間はデジタル通信となることから、ノイズに強くなり、配線距離を延ばすことが可能となる。また、エッジ検出部 3 全てを受光部 2 内に設けてもよい。

【 0 0 2 2 】

図 2 はラインセンサ 2 1 の各受光セルの受光量を示す図である。横軸は各受光セルの位置であり、縦軸は受光した光単色光の強さ ( 受光量 )である。測定空間 4 は投光窓 1 3 と受光窓 2 3 の間の空間であり、遮蔽物 5 が透明体の場合、測定空間 4 を遮蔽すると、遮蔽された部分 5 a は遮蔽物の無い自由空間にくらべて受光セルの受光量がやや落ち込む。一方、遮蔽物のエッジの部分 5 b にはフレネル回折による急激な受光量の落ち込みが発生する。エッジ検出部 3 において、受光量の落ち込んでいる 5 b を検出し、ラインセンサ 2 1 における受光セルの配列長 2 1 a との比率から、遮蔽物 5 のエッジ部分の位置を計算して判断する。なお、遮蔽物 5 が何も入っていない状態に比べて受光量が減少する割合に関しては、遮蔽物 5 の透明度などに依存する。

## 【 0 0 2 3 】

図 3 はエッジ部分の検出に使用するフレネル回折を説明する図である。フレネル回折による光強度分布は、図 3 に示すようにエッジ位置近傍で急峻に立ち上がり、エッジ位置から離れるに従って振動しながら収束する。なお、単色平行光のフレネル回折によるラインセンサ 2 1 の受光面上における光強度分布を利用して遮蔽物 5 のエッジ部分の位置を検出する場合、予め光強度分布の特性を高精度に求めておくことが必要である。本特性の高精度な近似方法に関しては、特開 2 0 0 4 - 1 7 7 3 3 5 号公報に開示されている。

## 【 0 0 2 4 】

受光部 2において、受光窓 2 3とラインセンサ 2 1 の間に光路変更素子 2 2を設置することにより平行単色光に乱反射や新たな干渉パターンが発生しても、受光セルへの安定した入光を確保できるため、本発明の係る透明体のエッジ検知とラインセンサ 2 1 の出力信号の安定化を実現する。その構成と位置関係を図 4、図 5 に示す。図 4 は光路変更素子 2 2 として断面が二等辺直角三角形の三角柱プリズム 2 2 1 を用いた一例である。該プリズムは、一般に直角プリズムと呼ばれているものである。図 4 - ( 1 ) に示すように、直角プリズム 2 2 1 は 9 0 ° の頂点に対向する側面をラインセンサ 2 1 の受光セル 2 1 1 が配列されている方向と平行に配置される。また図 4 - ( 2 ) に示すように、ラインセンサ 2 1 は、受光セル 2 1 1 をゴミなどから保護するための保護用ガラス 2 1 2 がセル上の数 mm の位置に配置されている。この保護用ガラス 2 1 2 の上に直角プリズム 2 2 1 を配置する。なお、光路変更手段として直角プリズムを用いることが入手容易性や集光性能の点で望ましいが、これに限られるものではない。直角プリズムの代わりに、頂角が鋭角または鈍角の三角プリズムを用いることも可能である。

## 【 0 0 2 5 】

一方、図 5 は光路変更素子 2 2 として半円柱状のシリンドリカルレンズ 2 2 2 を用いた例である。本シリンドリカルレンズ 2 2 2 は、円柱を軸方向に 2 つに割った形をしている。図 5 - ( 1 ) に示すように、シリンドリカルレンズ 2 2 2 は半円柱の水平の側面をラインセンサ 2 1 の受光セル 2 1 1 が配列されている方向と平行に配置される。シリンドリカルレンズ 2 2 2 は断面の 2 2 2 a 方向には曲率を持っているので光は曲げられるが、断面 2 2 2 b 方向には曲率がないために平行平面ガラスを光が通過するのと同じように方向が少し変化するだけで素通りしてしまう特性がある。また図 5 - ( 2 ) に示すように、ラインセンサ 2 1 の保護用ガラス 2 1 2 の上にシリンドリカルレンズ 2 2 2 を配置する。なお、固定方法としては、光学系に影響を与えないように、レンズなどの光学部品を接着するための透光性接着剤などを用いることが考えられる。更に、光路変換素子として半円柱状のシリンドリカルレンズに限られるものではなく、任意の形状のシリンドリカルレンズを用いることも可能である。

## 【 0 0 2 6 】

ここで、光路変更素子 2 2 による受光量分布出力の違いを図 6 に示す。図 6 - ( 1 ) は光路変更素子 2 2 を設置しない状態の各受光セルの受光量分布を示すものであり、単色光の干渉パターンによって各受光セルに均等に単色光が照射されず、 $\pm 20\%$ 以上の受光量のばらつきが生じる。特に干渉によっては数十セル分毎の単位で受光量分布にうねりが生じている。一方、図 6 - ( 2 ) は光路変更素子 2 2 を設置した場合の受光量分布であり、全体に受光量が増加し、数十セル毎に発生していた受光量分布のうねりが除去され、かつ隣接するセル毎の受光量のばらつきも抑えられ、安定した受光量分布を得ることができる。これはラインセンサ 2 1 に入光する直前に光路変更素子 2 2 を設置することで単色光が受光セルに対して垂直の複数の方向から収集され、受光セルには収集された単色光が照射されるからである。また垂直方向から所定の幅をもって収集されるので、隣接する受光セルどうしの受光量のばらつきが抑えられ、干渉パターンの影響も小さくなる。さらには、周囲温度の変動により単色光の波長が変化して干渉パターンが変わったとしても、単色光の変化は限定され、微量な受光量の変化に留まることから、周囲温度に影響されないエッジ検出装置を構成することが可能となる。また、受光量の増加分を考慮して、投光部 1からの単色光出力を小さくできるため、低消費電力化を実現できる。なお、光路変更素子がシ



リンドリカルレンズ 2 2 2 の場合には、受光面が円柱状であることから、より複数の方向からレーザ光を収集することができる。

【 0 0 2 7 】

図 7 は周囲温度による受光量の変動を比較した図である。遮蔽物 5 が測定空間 4 に入っていないときの各セルの受光量を基準量 1 . 0 0 とし、周囲温度を数度変化させてみる。図 9 に示す従来のエッジ検出装置では図 7 - ( 1 ) のように単色光の波長変化による干渉パターンの変動により  $\pm 20\%$  程度の受光量の変動が生じてしまう。一方、図 7 - ( 2 ) は光路変更素子 2 2 を設置した場合であり、周囲温度を変化させても受光量の変動はほとんど発生しない。これは光源付近のドライバ IC 1 1 による発熱の影響を除去する上でも有効であり、電源投入してから計測可能となるまでの安定時間を短くできる効果がある。

【 0 0 2 8 】

図 8 には測定空間 4 に薄いフィルムのような透明体の遮蔽物 5 を挿入したときの受光量の変動を比較した図である。図 8 - ( 1 ) は図 9 に示す従来のエッジ検出装置であり、5 a はフィルムが挿入されている部分であり、5 b は遮蔽物 5 の無い自由空間である。この場合、フィルムのエッジ部分にはフレネル回折により 5 c のような受光量の落ち込みが発生し、この落ち込みからエッジの位置を検出することが可能となる。しかしながら、遮蔽物 5 が非常に薄いフィルムの場合、受光量の落ち込みが 0 . 5 以下になることは難しく、更にフィルムが傾いて挿入された場合の受光量の落ち込みの低下を考慮すると、エッジ部分と判断する受光量の変動のしきい値は 0 . 7 5 程度となる。このしきい値でも受光量が安定していれば問題ないが、前述したように周囲温度の変動する条件下では単色光の波長変化による干渉パターンが変化し、 $\pm 20\%$  程度の受光量の変動が生じてしまうことから、0 . 7 5 のしきい値ではフィルムが入っていないにもかかわらず、自由空間 5 b にてにおいても 0 . 7 5 程度まで受光量の変動による落ち込みが生じてエッジ部分がであると誤って判断してしまう可能性が高い。

【 0 0 2 9 】

そこで、本発明者は、光路変更素子 2 2 を配置することでその課題が解決することを確認した。図 8 - ( 2 ) は光路変更素子 2 2 としてシリンドリカルレンズ 2 2 2 を使用して薄いフィルムを挿入したときの受光量分布の正規化を示す図である。シリンドリカルレンズ 2 2 2 は一次元方向にのみ集光することから、ラインセンサ 2 1 の上に設置して所定の幅で単色光が入光した場合、フィルムのエッジ部分におけるフレネル回折を収集し、その現象をより強調する方向に働かせることができる。それにより、従来のフレネル回折による受光量の落ち込みが図 8 - ( 1 ) の 5 c ( 1 ) であったものが、図 8 - ( 2 ) の 5 c ( 2 ) のように 0 . 3 程度まで明確に落ち込ませることができる。さらには、従来生じていた周囲温度による受光量の変動も抑えることができることから、安定したエッジ検出が可能となる。なお、シリンドリカルレンズ 2 2 2 にて上述の効果を出すためには、図 5 に示すように、該レンズの水平の側面を受光セル 2 1 1 とできる限り平行となるように位置合わせをおこなうことが好ましい。

【 0 0 3 0 】

上述のように、本発明を実施することで、従来困難であった薄いフィルムなどの透明体であっても、挿入状況に影響されることなく安定したエッジ部分の検出をおこなうことが可能となる。また、周囲温度の変化により単色光の波長や出力パワーが変化した場合でも、受光セルからの出力信号に急激な変化を生じることなく、安定したシステムを構築することが可能となる。更に副次的な効果として、ラインセンサの保護用ガラスによるレーザ光の乱反射や新たな干渉パターンの影響を除去でき、安価なラインセンサを使用できるという効果がある。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 1 】

【 図 1 】 この発明の実施の形態 1 によるエッジ検出装置の構成を示す図である。

【 図 2 】 実施形態 1 におけるラインセンサの各受光セルの受光量を示す図である。

【 図 3 】 エッジ部分の検出に使用するフレネル回折を説明する図である。

- 【図 4】ラインセンサと光路変更素子の位置関係を示す実施例の図である。  
【図 5】ラインセンサと光路変更素子の位置関係を示す別の実施例図である。  
【図 6】光路変更素子を配置したときの受光量の変動を示した図である。  
【図 7】周囲温度が変化したときの受光量の変動を比較した図である。  
【図 8】薄いフィルムを挿入したときの受光量の変動を比較した図である。  
【図 9】従来のエッジ検出装置の構成を示す図である。

【符号の説明】

【 0 0 3 2 】

- 1 投光部
- 2 受光部
- 3 エッジ検出部
- 4 測定空間
- 5 遮蔽物
- 1 0 光源
- 1 1 ドライバ I C
- 1 2 投光レンズ
- 1 3 投光窓
- 2 1 ラインセンサ
- 2 1 1 受光セル
- 2 1 2 保護用ガラス
- 2 2 光路変更素子
- 2 2 1 直角プリズム
- 2 2 2 シリンドリカルレンズ
- 2 3 受光窓
- 3 1 A / D 変換部
- 3 2 プロセッサ
- 3 3 表示部
- 1 0 0 ラインセンサ
- 1 0 1 投光器
- 1 0 1 a 光源
- 1 0 1 b 光ファイバ
- 1 0 1 c 投光レンズ
- 1 0 1 d ドライバ I C
- 1 0 2 エッジ検出部
- 1 0 3 測定空間
- 1 0 4 , 1 0 4 a , 1 0 4 b 遮蔽物
- 1 0 5 受光セル