

(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2008-32669

(P2008-32669A)

(43) 公開日 平成20年2月14日(2008.2.14)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)			
GO1B	11/30	(2006.01)	GO1B	11/30	Z	2F065
GO2B	26/10	(2006.01)	GO2B	26/10	D	2G051
GO1N	21/892	(2006.01)	GO1N	21/892	A	2H045

審査請求 未請求 請求項の数 8 書面 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2006-227165 (P2006-227165)  
 (22) 出願日 平成18年7月27日 (2006.7.27)

(71) 出願人 599032981  
 オプトウエア株式会社  
 栃木県足利市寿町14-1  
 (74) 代理人 595173732  
 田代 克  
 (72) 発明者 田代 克  
 栃木県足利市寿町14-1 オプトウエア株式会社内  
 (72) 発明者 蘭軍  
 栃木県足利市寿町14-1 オプトウエア株式会社内  
 Fターム(参考) 2F065 AA31 AA49 GG00 HH04 HH05  
 JJ16 JJ25 JJ26 LL04 LL13  
 LL46 LL59 QQ00

最終頁に続く

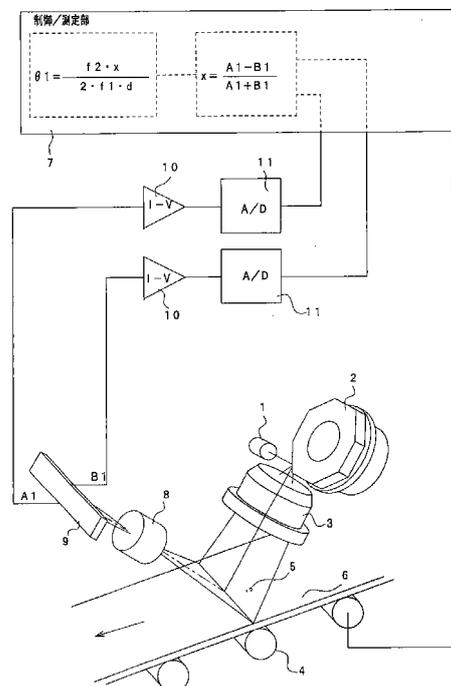
(54) 【発明の名称】 光走査式平面外観検査装置

(57) 【要約】

【課題】 平面上の突起、窪み、折れなどの平面異常による外観不良を高速に検査するにあたり、反射率や透過率から検査する方式の表面検査装置では平面異常だけを選択的に検出することは非常に困難であった。またレーザー光を使った凹凸測定による検出方法では分解能が足りず外観不良を検査することは不可能であった。

【解決手段】 光源より出射された光を、前記平面に対してライン状に走査する光走査手段と、該走査光による該平面および平面異常部からの反射光を受光する反射光位置検知手段と、該検知手段からの検知信号により該平面異常部の角度を算出して平面異常の検査を行う角度検査測定部と、を有する光走査式平面外観検査装置とした。また前記反射光位置検知手段は結像レンズによる結像位置から所定の距離だけ光軸方向に離れて設けることとした。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

対象平面(6)に光源(1)より光を照射し、その反射光を受光して該平面(6)の外観を検査する平面検査装置であって、前記光源(1)より出射された光を、前記平面(6)に対してライン状に走査する光走査手段(2,3)と、該走査光による該平面(6)および平面異常部(5)からの反射光を受光する反射光位置検知手段(9)と、該検知手段(9)からの検知信号により該平面異常部(5)の角度を算出して平面異常の検査を行う角度検査測定部(7)と、を有することを特徴とする光走査式平面外観検査装置。

## 【請求項 2】

前記反射光位置検知手段(9)として1次元PSDもしくは位置検出型光電子増倍管を用いることを特徴とする請求項1の光走査式平面外観検査装置。

10

## 【請求項 3】

前記光走査手段は光走査機(2)と走査レンズ(3)とで構成され、走査レンズ(3)において被測定対象平面側が走査レンズの焦点距離を $f$ 、設計上の入射瞳径を $d$ としたとき走査レンズを全走査幅において角度 $d/(2f)$ rad以下のテレセントリック光学系としたことを特徴とする請求項1乃至2記載の光走査式平面外観検査装置。

## 【請求項 4】

前記光走査機(2)はポリゴンスキャナもしくは共振型ミラースキャナを用いることを特徴とする請求項1乃至3の光走査式平面外観検査装置。

## 【請求項 5】

前記光走査手段(2,3)は対象平面(6)上の走査線を中心にして傾けた角度で光を照射し、対象平面(6)法線に対して対象な角度に結像レンズ(8)を介して前記反射光位置検知手段(9)を設けることを特徴とする請求項1乃至4の光走査式平面外観検査装置。

20

## 【請求項 6】

前記光走査手段(2,3)は対象平面(6)に対し垂直に光を照射する構成とし、前記光走査手段(2,3)の光源(1)側にビームスプリッタ(12)を設け、対象平面(6)を反射した光が前記光走査手段(2,3)を逆行してビームスプリッタ(12)に達し、ビームスプリッタ(12)により光路を分離されて結像レンズ(17)を介して反射光位置検知手段(18)に入射する構造とすることを特徴とする請求項1乃至4の光走査式平面外観検査装置。

30

## 【請求項 7】

前記反射光位置検知手段(18)は2次元PSDもしくは位置検出型光電子増倍管としたことを特徴とする請求項6の光走査式平面外観検査装置。

## 【請求項 8】

前記反射光位置検知手段(9)(18)は結像レンズ(8)(17)による結像位置から所定の距離だけ光軸方向に離れて設けられることを特徴とする請求項5乃至7の光走査式平面外観検査装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

40

## 【0001】

本発明は、光沢性の平面物体上に形成されたくぼみ、突起、折れなどの平面異常を検査する平面外観検査装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

樹脂フィルムやカード、金属薄板、あるいはこれらを支持体として各種物質を塗布、接着した製品、例えば写真フィルム、フィルム基板など表面が光沢性の平面でできている製品が最近多くなっており、その品質保持の要求も高くなっている。これらはその製造工程において、支持体をローラーなどで搬送し連続走行させることが多い。

## 【0003】

50

この際走行時に製品を支持するローラーなどに異物が付着するなどすると製品を変形させ製品の平面異常を発生する。これらの平面異常は人間の目には製品を傾けるなどして容易に見え、外観不良とされる。また平面異常が工程内で発生すると工程中に塗布ヘッドなどに当接して支持体の走行を妨げたり、支持体が破断したり、あるいは塗布ヘッドが損傷する等の不具合が発生する。したがって、上述のような製品においては、支持体の表面に存在する平面異常を確実に検出し、外観不良を防止し、工程事故を防止することが極めて重要である。

【0004】

このように連続走行するシート状物の表面に存在する一般的な欠陥を検出するためには、例えば特開平4-125455号公報で公知の表面検査装置が用いられている。この表面検査装置は、正常部分と欠陥部分とで光の反射率や透過率が異なることを利用しており、被検査体の表面にレーザーによる走査光を照射してその反射光もしくは透過光を受光器により光電検出し、この検出出力に基づいて各種欠陥の有無を評価するものである。そして、この表面検査装置は、検出した反射光や透過光の強度の変化から、異物の付着や凹凸の存在等の表面形状の欠陥の他、表面色の濃度や光沢の異常など様々な欠陥の有無を検査することができる。

10

【0005】

また、表面凹凸を検査する方法としてはレーザ光を使用して検査を行う方法も行われている。例えば特開2006-078457号公報で公知の基板検査装置が用いられている。この検査装置は対象物に斜め方向よりレーザ光を照射し、その反射光を結像レンズを介してPSD (Position Sensitive Detector) センサにより検出して、三角測量の原理で高さの計測を行うものである。例えば、レーザ光の入射角度、反射角度を共に $45^\circ$ とし、結像レンズの倍率を $a$ とすると、対象物上の実際の高さ $h_0$ に対して、PSDセンサ上の見掛け高さ $h_1$ は、 $h_1 =$

20

$\sqrt{2 \cdot a \cdot h_0}$ と表わされ、これにより $h_0$ を求めるものである。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記の反射率や透過率から検査する方式の表面検査装置では、光電検出した反射光や透過光の強度が検査部に存在する各種パターンや塗布異常など多種多様な要因の影響を受けているので、この中から平面異常だけを選択的に検出することは非常に困難であった。

30

【0007】

また上記のレーザ光を使った凹凸測定による検出方法についてはビーム径を小さくしても数 $\mu\text{m}$ 程度あるため、測定限界はせいぜい $1\mu\text{m}$ 程度であるが、外観不良とされる平面異常のなかにはへこみ量 $1\mu\text{m}$ 以下、 $0.1\mu\text{m}$ 程度のものも多く含まれておりこれらをレーザを使った凹凸測定により確実に検査することは不可能である。

【0008】

なお干渉計による平面異常測定は可能であるが検査速度、検査環境の面で工程内で使用できるものではない。

40

【0009】

そこで、本発明は高さ $1\mu\text{m}$ 以下のものも含む平面異常を高速に検査する平面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】

【0010】

上記課題を解決するため、対象平面に光源より光を照射し、その反射光を受光して該平面の外観を検査する平面検査装置であって、前記光源より出射された光を、前記平面に対してライン状に走査する光走査手段と、該走査光による該平面および平面異常部からの反射光を受光する反射光位置検知手段と、該検知手段からの検知信号により該平面異常部の角

50

度を算出して平面異常の検査を行う角度検査測定部と、を有する光走査式平面外観検査装置とした。

【0011】

また前記光走査手段は対象平面上の走査線を中心にして傾けた角度で光を照射し、対象平面法線に対して対象な角度に結像レンズを介して前記反射光位置検知手段を設けることにした。

【0012】

あるいは前記光走査手段は対象平面に対し垂直に光を照射する構成とし、前記光走査手段の光源側にビームスプリッタを設け、対象平面を反射した光が前機光走査手段を逆行してビームスプリッタに達し、ビームスプリッタにより光路を分離されて結像レンズを介して反射光位置検知手段に入射する構造とした。

10

【0013】

いずれの場合においても前記反射光位置検知手段は結像レンズによる結像位置から所定の距離だけ光軸方向に離れて設けることとした。

【発明の効果】

【0014】

上記のように、平面外観検査にあたっては、光走査手段によりスポット光で平面全面を光走査し、平面異常部を含む平面上の角度データを算出することにより角度変化部分を抽出し平面外観検査を行うことができる。すなわち、光走査手段によるスポット光が凹面などの平面異常部の斜面に照射されたとき反射光の方向から斜面の傾きを算出し、平面の通常の角度との差より平面異常の検査を行なうものである。

20

【0015】

また、前記光走査手段の光源側にビームスプリッタを設け、対象平面を反射した光が前機光走査手段を逆行してビームスプリッタに達し、ビームスプリッタにより光路を分離されて角度検査手段に入射する構造とすることにより高さ変化の影響を受けず角度変化を縦横とも検知することが可能となり平面異常の検知能力をあげることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下に、本発明の光走査式平面外観検査装置の実施の形態を図面とともに詳細に説明する。

30

【実施例1】

【0017】

図1に、本発明の第1の実施例の構成図を示す。対象平面6の上方には、光源として半導体レーザコリメーション光源1が配設され、半導体レーザコリメーション光源1から出射されたレーザ光がポリゴンスキャナ2に入射する。ポリゴンスキャナ2が回転することにより走査レンズ3には振られたレーザ光が入射し、対象平面6上に、レーザ走査光が照射される。これらポリゴンスキャナ2、走査レンズ3により光走査手段を構成する。

【0018】

一方、対象平面6上に照射されたレーザ走査光の正反射位置に対向して結像レンズ8が配置され、その光路上に光検出器としてPSD (Position Sensitive Detector) 9が配置される。このときPSD9の電極長さは、光走査幅に結像レンズ8の倍率を乗じた長さ以上となるように設定される。また、PSD9からの検知信号はI/V変換回路10、A/D回路11を介して角度検査測定部7に送出される。

40

【0019】

角度検査測定部7は、PSD9の検知信号より後述する方法により反射光の傾き角を算出し平面異常を検知する。また、光走査と直交した方向に対象平面6が搬送手段4によって搬送されることにより平面異常を連続して検査することができる。

【0020】

ここで図2(a)から傾き検出原理を説明する。平面6に凹凸がない場合、投射した光は法線に対し対称となる角度に反射する。ここで平面6に凹凸をもつ平面異常5があると

50

斜面が存在するので斜面の片面では反射光の反射方向は斜面によって傾いて反射する。斜面のもう片面では傾きの方向が逆なので反射光は逆方向に傾いて反射する。

【0021】

ここで次に図3によりPSD検知信号から傾きを算出する方法を説明する。走査レンズ3により対称平面6上に集光された光は結像レンズ8により再結像される。ここでレンズ8は反射光を平行光に変換する焦点距離 $f_1$ のレンズと平行光を再結像する焦点距離 $f_2$ のレンズからなっているものとする。

【0022】

上記で平面異常5の斜面角度 $\theta_1$ の傾斜により反射光は角度 $\theta_2 = 2 \cdot \theta_1$ だけ傾く。この傾いた光も結像レンズ8により同じ点に再結像する。このときPSD9面を再結像面と一致させるとPSD9には三角測量の原理により対象高さが検知されることになる。ところがここでPSD9面を再結像面から一定距離 $d$ だけ光軸方向に離れた位置に配置するとPSD9への入射位置は平面上での反射角 $\theta_2$ に比例して変動することになる。

10

【0023】

このときの変動量 $x$ は光学系の第1レンズ焦点距離 $f_1$ と第2レンズ焦点距離 $f_2$ と反射光傾き角 $\theta_2$ と再結像面からの距離 $d$ により以下のように求まる。

$$x = (f_1 \cdot d \cdot \theta_2) / f_2$$

逆算すると以下の式により平面上の反射角変動 $\theta_1$ を計算することができる。

$$\theta_1 = (f_2 \cdot x) / (2 \cdot f_1 \cdot d)$$

このようにして平面異常5上の傾斜角が検出される。検出される傾斜角変化の例を図2(b)に示す。この傾斜角の変化から平面6上の凹凸の有無を検知することができる。なお傾斜角は形状の微分値であるので得られた傾斜角データを積分することで形状データを作成することも可能である。

20

【実施例2】

【0024】

次に、図4に、第2の実施例の構成図を示す。図4は、第1実施例における平面検査装置において反射光をポリゴンスキャナ2に戻した後分離してPSD18に入射させる構造としたものである。

【0025】

対象平面上方には、光源として半導体レーザコリメーション光源1が配設され、半導体レーザコリメーション光源1から出射されたレーザ光がポリゴンスキャナ2に入射する。ポリゴンスキャナ2が回転することによりテレセントリックに設計された走査レンズ3には振られたレーザ光が入射し、対象平面上に垂直にレーザ走査光が照射される。

30

【0026】

対象平面6上に照射されたレーザ走査光は垂直に反射し、走査レンズ3、ポリゴンスキャナ2を逆行する。その後光路上のビームスプリッタ12に反射され、結像レンズ17を介して2次元PSD18に入射する。PSD18からの検知信号は角度検査測定部7に送出される。なお14は1/4波長板であり、行きと帰りの偏光方向を90°変換し、ビームスプリッタ12を偏光ビームスプリッタとすることにより、光量の損失を抑えることができる。

40

【0027】

角度検査測定部は、上述したものと同様な方法でPSD18の検知信号から反射光の傾き角を算出する。このとき上述した式においては走査レンズ3の焦点距離を $f_1$ 、結像レンズ17の焦点距離 $f_2$ と置き変える。またPSD18が2次元のため信号処理系は2系統あり、角度は走査方向と走査に直交した2方向で算出される。

【0028】

本実施例においてはPSD17上のビームが走査によらず一定位置に入射するのでPSD18の電極長さは、第1の実施例と違い、走査巾と関係なくビームが入射するのに十分な大きさがあればよい。またPSD上のビーム位置が走査によらず一定なので縦横方向にビーム位置感度を有する2次元PSDを用いることができ、第1の実施例と違って走査方向

50

への傾きに対しても検知することができる。

【0029】

第1の実施例と第2の実施例を比較すると以下ようになる。

第1の実施例

- ・ 開口が大きくでき、対象物の曲がりや姿勢の変化などに対応しやすい。
- ・ 対象物の高低差の影響を受ける。
- ・ PSDは必ず1次元であり、走査方向の曲がり検出できない。

第2の実施例

- ・ 対象物高さの影響を受けない。
- ・ 2次元PSDの使用が可能で曲がり方向が縦でも横でも検出できる。
- ・ 開口が少なく対象物の曲がりや姿勢などの影響を受けやすい。
- ・ 走査レンズのテレセントリック誤差の影響を受ける。

10

いずれを選択するかは用途によって選択することになる。

【0030】

なおいずれの実施例においてもPSDを位置検出型光電子増倍管に置き換えることができ、この置き換えにより、光源光量を少なくでき、あるいは低反射率の物体の表面を検査することができる。またより高速化が可能となる。

【0031】

またいずれの実施例においてもポリゴンスキャナを共振型ミラースキャナに置き換えることができ、この置き換えにより、コンパクト化、高速化、面倒れ低減が可能となる。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1における光走査式平面外観検査装置の構成図である。

【図2】(a)実施例1における光走査式平面外観検査装置の平面異常による反射光角度変化を説明するための図である。(b)実施例1における光走査式平面外観検査装置によって検出された平面異常部の角度変化例である。

【図3】実施例1における光走査式平面外観検査装置の受光光学系8の構成および、PSDによる反射光角度検出原理を説明するための図である。

【図4】実施例2における光走査式平面外観検査装置の構成図である。

【符号の説明】

- 1 光源
- 2 ポリゴンスキャナ
- 3 走査レンズ
- 4 搬送手段
- 5 平面異常部
- 6 対象平面
- 7 角度検査測定部
- 8 結像レンズ
- 9 1次元PSD
- 10 I/V変換回路
- 11 A/D変換回路
- 12 ビームスプリッタ
- 14 1/4波長板
- 17 結像レンズ
- 18 2次元PSD
- A, B, C, D PSD出力
- d 再結像点からの光軸方向距離
- x PSD上の変動量
- y PSD上の変動量
- f1 第1結像レンズ焦点距離
- f2 第2結像レンズ焦点距離

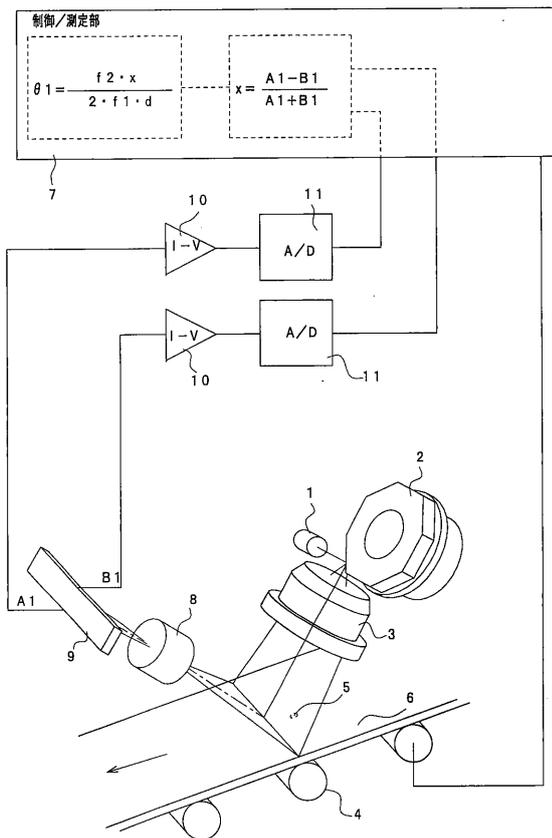
30

40

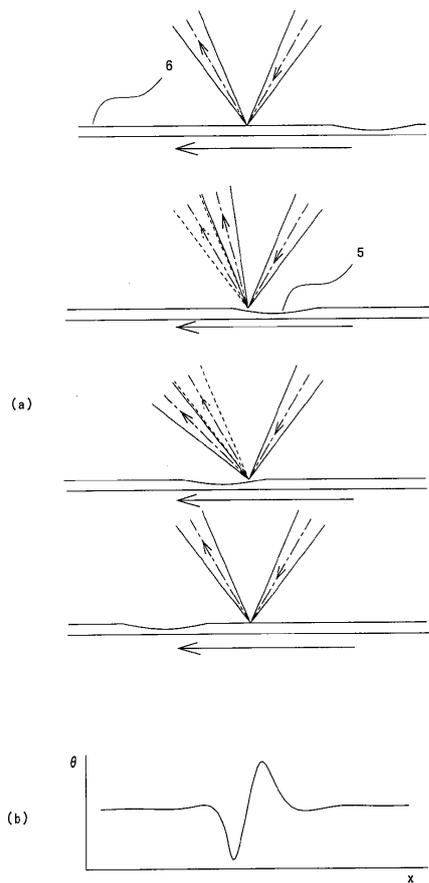
50

- 1 平面異常部傾き角度
- 2 平面異常部反射光角度

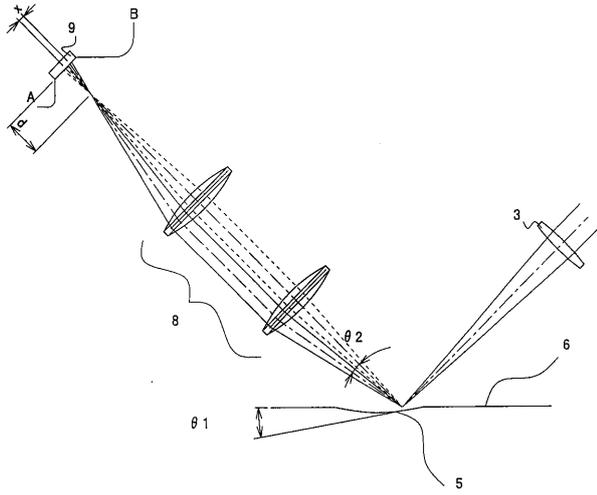
【図1】



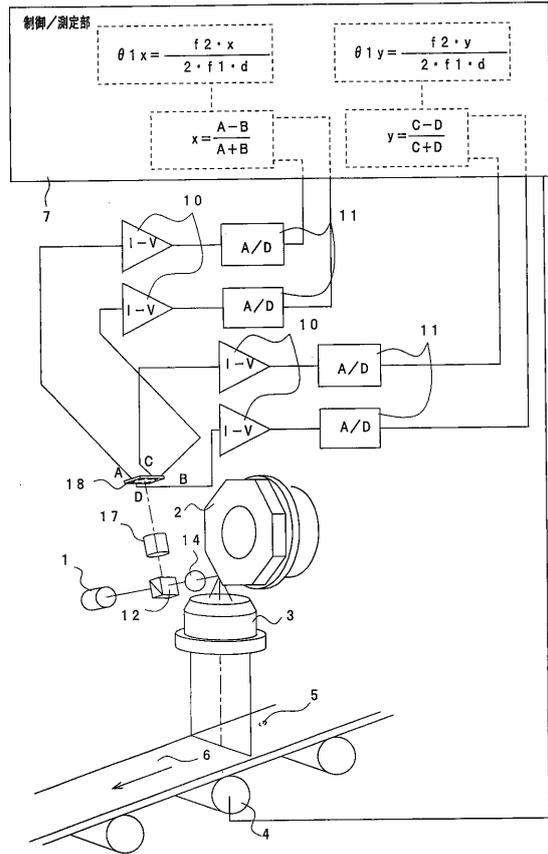
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 2G051 AA32 AA37 AB03 BB01 BB11 BC05 CA01 CA03 CB01 DA06  
EA16 EB01  
2H045 AA01 CA63 CA82 DA02