

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3932169号

(P3932169)

(45) 発行日 平成19年6月20日(2007.6.20)

(24) 登録日 平成19年3月23日(2007.3.23)

(51) Int. Cl.

F I

GO 1 B 11/22 (2006.01)

GO 1 B 11/22 H

GO 1 B 11/30 (2006.01)

GO 1 B 11/30 I O I

請求項の数 8 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2001-320087 (P2001-320087)	(73) 特許権者	393011038
(22) 出願日	平成13年10月18日(2001.10.18)		菱栄エンジニアリング株式会社
(65) 公開番号	特開2003-121122 (P2003-121122A)		愛知県豊田市本地町4丁目52番地
(43) 公開日	平成15年4月23日(2003.4.23)	(74) 代理人	100078101
審査請求日	平成16年7月20日(2004.7.20)		弁理士 綿貫 達雄
		(74) 代理人	100085523
			弁理士 山本 文夫
		(72) 発明者	オスカル バネガス
			愛知県豊田市本地町4丁目52番地 菱栄 エンジニアリング株式会社内
		審査官	岡田 卓弥

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 穴検査方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被検査体と撮影装置との相対的な移動による移動距離長と、被検査体表面を仮想の画像面として撮影された撮影画像における穴底の初期位置と移動後の位置を測長手段により算出した位置ずれ長と、被検査体表面と撮影装置のレンズ中心までの離隔長とから穴の深さを下式に基づいて算出し、穴の深さの良否判定を行うことを特徴とする穴検査方法。

$$d / H = D / (H + L) \quad (1)$$

$$L = H \times (D - d) / d \quad (2)$$

D：撮影装置と被検査体との相対的な移動距離長

d：仮想の画像面の撮影画像における穴底の位置ずれ長

H：被検査体表面（仮想の画像面）からレンズ中心までの離隔長

L：穴の深さ

【請求項2】

被検査体と撮影装置とを相対的に移動させて、被検査体表面を仮想の画像面として撮影した初期位置と移動後の撮影画像に基づいて測長手段により穴開口と穴底との位置ずれ長を算出し、位置ずれ長に基づいて穴開口と穴底を判別したうえ穴開口と穴底の中心座標を算出し、算出された穴開口と穴底との中心座標が一致するか否かに基づいて穴の真直度の良否判定することを特徴とする穴検査方法。

【請求項3】

被検査体と撮影装置とを相対的に移動させて、被検査体表面を仮想の画像面として撮影し

10

20

た初期位置と移動後の撮影画像に基づいて測長手段により穴開口と穴底との位置ずれ長を算出し、位置ずれ長に基づいて穴開口と穴底を判別したうえ穴開口と穴底の中心座標を算出し、算出された穴開口と穴底の中心座標が撮影装置の光軸位置と直線状に配置されるか否かに基づいて穴の真直度を判定することを特徴とする穴検査方法。

【請求項 4】

測長手段は下式の相互相関係数に基づいて位置ずれ長を算出する請求項 1 または 2 または 3 に記載の穴検査方法。

$$f = (U_a(i, j) \times U_b(i, j)) \quad (3)$$

$U_a(i, j)$  : 初期位置における  $i, j$  番地の画素またはユニットの輝度

$U_b(i, j)$  : 移動後における  $i, j$  番地の画素またはユニットの輝度

10

【請求項 5】

撮影画像が直交する二方向から撮影されたものである請求項 3 に記載の穴検査方法。

【請求項 6】

撮影装置の光軸位置を撮影画像の中心座標とする請求項 3 に記載の穴検査方法。

【請求項 7】

撮影装置の光軸位置を穴開口の直交する径方向の各長さが等しくなる座標点とする請求項 3 に記載の穴検査方法。

【請求項 8】

撮影装置に光軸落射光装置が組み込まれている請求項 1 から 7 のいずれかに記載の穴検査方法。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は各種製品に形成される穴の成形不良を検査する穴検査方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

自動車のシリンダヘッドやシリンダブロックのようなダイカスト製品の鑄抜き穴の場合、成形不良を生じ易いうえに穴の成形不良はエンジンの故障原因となるためダイカスト製品に形成された全ての穴を検査する必要があった。この検査は、浅い穴の場合は検査員が目視により穴の良否を検査できるが、深い穴の場合、検査員は光を穴内に照射して穴の深さを目視検査して良否判定をしたり、図 6 に示されるような検知棒 10 を被検査体の穴に挿し込んで穴の深さを検査して良否判定を行っていた。しかし、穴が斜め穴になっている場合、光や検知棒 10 ではどの程度穴が斜めになっているかを検査することが極めて難しく良否を判別しがたいという問題があった。しかも、大量のダイカスト製品に形成された全ての穴を手で検査しなければならず、時間がかかり生産性を低下させるという問題があった。

30

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は前記のような問題を解決し穴検査の自動化を可能とした穴検査方法を提供することを目的とするものである。

40

【0004】

【課題を解決するための手段】

前述の目的を達成するため本発明は、被検査体と撮影装置との相対的な移動による移動距離長と、被検査体表面を仮想の画像面として撮影された撮影画像における穴底の初期位置と移動後の位置を測長手段により算出した位置ずれ長と、被検査体表面と撮影装置のレンズ中心までの離隔長とから穴の深さを下式に基づいて算出し、穴の深さの良否判定を行う穴検査方法を請求項 1 の発明とし、

$$d / H = D / (H + L) \quad (1)$$

$$L = H \times (D - d) / d \quad (2)$$

D : 撮影装置と被検査体との相対的な移動距離長

50

d : 仮想の画像面の撮影画像における穴底の位置ずれ長

H : 被検査体表面 ( 仮想の画像面 ) からレンズ中心までの離隔長

L : 穴の深さ

また、被検査体と撮影装置とを相対的に移動させて、被検査体表面を仮想の画像面として撮影した初期位置と移動後の撮影画像に基づいて測長手段により穴開口と穴底との位置ずれ長を算出し、位置ずれ長に基づいて穴開口と穴底を判別したうえ穴開口と穴底の中心座標を算出し、算出された穴開口と穴底との中心座標が一致するか否かに基づいて穴の真直度の良否判定する穴検査方法を請求項 2 の発明とし、被検査体と撮影装置とを相対的に移動させて、被検査体表面を仮想の画像面として撮影した初期位置と移動後の撮影画像に基づいて測長手段により穴開口と穴底との位置ずれ長を算出し、位置ずれ長に基づいて穴開口と穴底を判別したうえ穴開口と穴底の中心座標を算出し、算出された穴開口と穴底の中心座標が撮影装置の光軸位置と直線状に配置されるか否かに基づいて穴の真直度を判定する穴検査方法を請求項 3 の発明とし、請求項 1 または 2 または 3 の発明において、測長手段は下式の相互相関係数に基づいて穴底の位置ずれ長を算出する穴検査方法を請求項 4 の発明とし、

$$f = ( U a ( i , j ) \times U b ( i , j ) ) \quad ( 3 )$$

U a ( i , j ) : 初期位置における i , j 番地の画素またはユニットの輝度

U b ( i , j ) : 移動後における i , j 番地の画素またはユニットの輝度

そして、請求項 3 の発明において、撮影画像が直交する二方向から撮影されたものである穴検査方法を請求項 5 の発明とし、撮影装置の光軸位置を撮影画像の中心座標とする穴検査方法を請求項 6 の発明とし、撮影装置の光軸位置を穴開口の直交する径方向の長さが等しくなる座標点とする穴検査方法を請求項 7 の発明とし、請求項 1 から 7 の発明において、撮影装置に光軸落射光装置が組み込まれているいずれかに記載の穴検査方法を請求項 8 の発明とするものである。

#### 【 0 0 0 5 】

##### 【 発明の実施の形態 】

本発明の好ましい実施の形態を図 1 ~ 5 に基づいて詳細に説明する。

図 1 に示されるように、本発明は被検査体の穴を撮影して撮影画像を得る撮影装置 1 と、撮影装置 1 と該撮影装置 1 に対向配置される被検査体とを相対的に移動させる移動装置 2 と、被検査体表面を仮想の画像面として撮影装置 1 により撮影された撮影画像における初期位置と移動後の穴底位置との位置ずれ長を算出する測長手段 3 と、撮影装置 1 と被検査体との移動距離長から測長手段により算出された穴底の位置ずれ長を減算し該減算値を前記位置ずれ長で除算した値を被検査体と撮影装置 1 との離隔長で乗算する演算処理および前記演算結果に基づいて穴の深さの良否判定する判定装置 4 とからなるものであり、この検査方法では、撮影装置 1 または被検査体の移動により穴底がどれだけずれたかが分かれば穴の深さを測定できるものである。

#### 【 0 0 0 6 】

また、測長手段 3 は撮影装置 1 により撮影した初期位置と移動後の撮影画像に基づいて穴開口と穴底との位置ずれ長を算出し、算出された位置ずれ長から穴開口と穴底を判別して各穴開口と穴底の中心座標を算出することができるものである。さらに、判定装置 4 は算出された穴開口と穴底との中心座標が一致するか否か、あるいは、穴開口と穴底の中心座標が撮影装置 1 の光軸位置と直線状に配置されるか否かに基づいて穴の真直度を判定することができる。

#### 【 0 0 0 7 】

前記撮影装置 1 は撮像部 1 a とレンズ 1 b と光軸落射光装置 5 とからなるもので、撮像部 1 a は C C D または C M O S 等のメッシュ状の感光部をもつ撮像素子よりなるもので、感光部に記録された撮影映像はメッシュ状のデジタルデータとしてメモリに記録されるようになっている。前記した光軸落射光装置 5 は撮影装置 1 の光軸上に 4 5 ° の角度をもたせたハーフミラー 5 a を配置するとともに、ハーフミラー 5 a を介して光軸と直交する方向に光源を配置したものであり、光源からの水平光をハーフミラー 5 a により光軸と一致

10

20

30

40

50

する垂直光として照射し穴底内を照明するようになっている。光軸落射光装置 5 を用いることにより穴直径の 20 倍程度の穴底まで影を生じさせることなく照明できるので、種々の深さをもつ種々の穴に略対応できるものとなる。

【 0 0 0 8 】

前記移動装置 2 には撮影装置 1 が取り付けられ、撮影装置 1 を移動させるものであり、移動方向は X - Y 方向あるいは斜め方向に移動できるものとしている。撮影装置 1 の移動距離長は穴の深さを演算する際に必要で、正確に分かっていなければならないため、移動装置 2 にはその移動量を正確に計測できる距離センサ、ロータリエンコーダ等の測距装置が備えられるものとしている。また、移動装置 2 は少なくとも穴直径の 2 倍以上の範囲を移動できるものとしている。これは被検査体の載置位置が大きくずれた場合にも、撮影装置 1 により穴を確実に撮影できるようにするためである。

10

【 0 0 0 9 】

また、前記測長手段 3 による穴底の位置ずれ長の検出は、CCD や CMOS 等メッシュ状の撮像素子の撮像部に記録された撮影画像をメモリに転送して行われる。メモリに転送された撮影画像は図 4 に模式的に示されるように、10 × 10 または 50 × 50 個の画素を集合させた多数のユニットによりなるものとしている。この画素は撮像素子の撮像部に対応するパターンとする。そして、穴の初期位置と移動後に撮影され穴の画像データはメモリに転送されたうえ、判定装置 4 に組み込まれた輪郭強調フィルタ処理手段により輪郭強調処理が行われる。これにより穴底外縁や穴開口の輪郭が背景から強調されて表されることとなる。

20

【 0 0 1 0 】

さらに、初期位置と移動後に撮影されたメッシュ状の撮影画像の各画素や各ユニットには番地が付されているので、番地を走査することにより画素やユニットの各番地毎の輝度を調べることができる。このため、X または Y 方向あるいは斜め方向に番地を順次加算しつつ各画素や各ユニットの輝度を読み取り相互相関係数に基づいて積和演算することにより、初期位置の番地の輝度と同じ輝度をもつ番地が初期位置の番地から何番地シフトした位置にあるかを知ることができる。ここで相互相関係数を用いるのは、全画素や全ユニットの初期位置の各番地と平行移動後の各番地を検索する際、初期位置の輝度に近い輝度をもつ番地がシフト間の番地に含まれることがあり、このような場合にも正確にシフト数を得られるようにするためである。また、ユニット単位で処理する場合には、10 × 10 または 50 × 50 個の画素よりなる 1 ユニットにおける輝度は 10 × 10 または 50 × 50 画素の輝度の平均値とし、ユニットの番地は画素を 10 × 10 または 50 × 50 個毎に切り分けたものとする。

30

【 0 0 1 1 】

相互相関係数は次式の通りである。

$$f = (U a ( i , j ) \times U b ( i , j ) ) \quad ( 3 )$$

U a ( i , j ) : 初期位置における i , j 番地の画素またはユニットの輝度 U b ( i , j ) : 平行移動後における i , j 番地の画素またはユニットの輝度

f 値の極値に基づいて移動前の穴開口および穴底の番地から画素またはユニットのシフト数を求めることができる。

40

【 0 0 1 2 】

この相互相関係数に基づいてシフト数が得られれば 1 画素または 1 ユニットのサイズは分かっているからシフトした数を乗算すれば、位置ずれ長を検出することができる。このとき、撮影装置 1 の撮影倍率が等倍であれば、物理的な画素またはユニットの大きさにシフト数を乗算すれば位置ずれ長が得られる。撮影倍率が異なる際には、物理的な画素またはユニットの大きさになるように倍数を乗算すればよい。また、ユニット単位では相関関係がよく分からない場合には、画素単位の番地に基づいてシフト数を調べれば位置ずれ長を得ることができる。また、ユニットを用いずに画素の番地に基づいてシフト数を求めることも可能であるが、1 ユニットは 10 × 10 または 50 × 50 の画素からなるため、10 倍から 50 倍処理量が増え処理時間が 10 ~ 50 倍かかり遅くなるので、最初はユニッ

50

ト単位で処理してユニット単位では相関関係がよく分からない場合や精度をより高めたい場合のみ最終的に画素単位で処理するのが好ましい。

【 0 0 1 3 】

さらに、移動距離長によっては、初期位置の番地の輝度全体が一つの画素やユニットに含まれず隣接する画素やユニットに部分的に含まれることがある。このような場合は相互相対係数では明確にシフト数を得られないので、隣接する前後または左右の画素やユニットの輝度に基づいて補間を行うものとする。

補間式は次の通りである。

$$P_{n'} = P_n + (M_b / M_n - M_a / M_n) \quad (4)$$

$P_n$  : 輝度ピークがあると想定できる画素番地

10

$M_n$  :  $P_n$ における相関係数

$M_a$  :  $P_{n-1}$ 番地画素の相関係数

$M_b$  :  $P_{n+1}$ 番地画素の相関係数

$P_{n'}$  : サブピクセル化して求めた画素番地

である。

【 0 0 1 4 】

そして、被検査体と撮影装置1との相対的な移動距離長から、初期位置における撮影画像の穴底と移動後の撮影画像の穴底との位置ずれ長を減算し、該減算値を前記穴底外縁との位置ずれ長で除算した値を、被検査体と撮影装置1間との離隔長で乗算することにより穴の深さが算出され、穴の深さの良否判定が判定装置4により行われるものである。例えば、図2に示されるように、撮影装置1と被検査体との相対的な移動距離長Dに基づいて穴の中心が得られれば、穴の中心から撮影装置1の左右への移動距離D1、D2が得られる。さらに、仮想の画像面における撮影画像において、移動した位置における撮影装置1の光軸と穴底の中心からd1、d2が得られることとなる。これから次式に基づいて穴の深さLが求められる。

20

$$d_1 / H = D_1 / (H + L) \quad (5)$$

$$d_2 / H = D_2 / (H + L) \quad (6)$$

となり、

$$L = H \times (D_1 - d_1) / d_1 \quad (7)$$

$$L = H \times (D_2 - d_2) / d_2 \quad (8)$$

30

となる。

また、撮影装置1と被検査体との相対的な移動距離長Dから三角測量の原理に基づいて穴の深さを求める計算式は次式による。

$$d / H = D / (H + L) \quad (1)$$

$$L = H \times (D - d) / d \quad (2)$$

D : 撮影装置 / 被検査体の相対的な移動距離長

d : 穴底画像の位置ずれ長

H : 被検査体の表面 (仮想の画像面) からレンズ中心までの距離 (離隔長)

L : 穴の深さ

である。

40

上記のように極めて簡単な計算式のため極めて高速で処理でき、リアルタイムで穴の検査が可能となる。なお、式(1)、(2)におけるDおよびdは前述の式(5)、(6)、(7)、(8)におけるD1とD2およびd1とd2の和、すなわちD = D1 + D2、d = d1 + d2である。

【 0 0 1 5 】

さらに、測長手段3は穴の真直度を算出する際にも用いられる。穴の真直度の算出方法は、被検査体と撮影装置1とを相対的に移動させて、被検査体表面を仮想の画像面として撮影した初期位置と移動後の撮影画像に基づいて測長手段3により穴開口と穴底との位置ずれ長を算出し、位置ずれ長に基づいて穴開口と穴底を判別したうえ穴開口と穴底の中心座標を算出し、算出された穴開口と穴底との中心座標が一致するか否かに基づいて穴の真直

50

度の良否を判定装置 4 により判定するものである。

【 0 0 1 6 】

具体的には、穴開口と穴底の中心座標は穴開口および穴底を形成する輝度の座標、すなわち撮影画像の画素またはユニットの番地を順次走査し、穴開口および穴底を形成する輝度の番地に基づいて前述した相互相関係数により位置ずれ長を算出する。この位置ずれ長から穴開口と穴底とは判別できるので、穴開口と穴底を構成する座標から穴開口と穴底の中心、すなわち、中心座標を算出するものである。中心座標を得る方法は穴開口または穴底の座標に基づく円弧を算出し、該円弧から中心座標を演算するか、穴開口または穴底の座標に基づいて穴開口または穴底の X - Y 方向の最大径部を算出し、該最大径部を二分した点を中心座標とする。また、穴底が先尖り状の場合、その中心が最も深くなるので、測長手段 3 により得られた位置ずれ長から直接中心座標を算出できるので、円弧や最大径部を二分して中心座標を求める必要がない。そして、得られた穴開口および穴底の中心座標が一致するかしないか（Z 軸上にあるかないか）を判定装置 4 により判定して穴の真直度を判定するものである。穴開口および穴底の中心が一致しなければ、穴は曲がっていると判定されることとなる。この判定の際、閾値を設けて真直度の許容範囲を設定するものとする。

10

【 0 0 1 7 】

また、測長手段 3 による真直度の別の算出方法は、前記と同様、被検査体と撮影装置 1 とを相対的に移動させて、被検査体表面を仮想の画像面として撮影した初期位置と移動後の撮影画像に基づいて測長手段 3 により穴開口と穴底との位置ずれ長を算出し、位置ずれ長に基づいて穴開口と穴底を判別したうえ穴開口と穴底の中心座標を算出する。また、穴底が先尖り状の場合、その中心が最も深くなるので、測長手段 3 により得られた位置ずれ長から直接中心座標を算出できるので、円弧や最大径部を二分して中心座標を求める必要がない。そして、撮影装置 1 の光軸位置と穴開口と穴底との中心座標とが直線状に配置されるか否かに基づいて判定装置 4 は穴の真直度を判定するものである。

20

【 0 0 1 8 】

具体的には直行する X - Y 方向の二方向から撮影した二つの撮影画像における画素またはユニットの番地を走査し、穴開口および穴底を形成する輝度の番地に基づいて前述した相互相関係数により位置ずれ長を算出する。この位置ずれ長から穴開口と穴底とは判別できるので、穴開口と穴底を構成する座標から穴開口と穴底の中心、すなわち、中心座標を算出するものである。中心座標を得る方法は前記と同様である。そして、図 5 に示されるように、二つの直行する方向の撮影画像における撮影装置 1 の光軸位置と穴開口および穴底の中心座標が直線状に配置されるか否かを判定装置 4 により調べる。このとき撮影装置 1 の光軸位置は撮影画像の中心座標としてもよいし、穴開口の直交する径方向の長さが等しくなる座標点を光軸位置としてもよい。そして、二つの撮影画像における撮影装置 1 の光軸位置と穴開口および穴底の中心座標が直線状に配置されれば穴は真直であり、一致していなければ穴は曲がっていると判定されることとなる。この判定の際、閾値を設けて真直度の許容範囲を設定するものとする。

30

【 0 0 1 9 】

このように構成されたものは、まず、被検査体を測定台上に載置する。このとき撮影装置 1 は被検査体の穴が撮影されるように配置する。次いで、光軸落射光装置 5 により穴内に影が生じないように照明する。続いて、撮影装置 1 により被検査体の穴を撮影する。この撮影画像は撮影装置 1 の撮像部 1 a の CCD 撮像素子を介してメモリに記録される。次いで、メモリに記録されたデータを判定装置 4 の輪郭強調フィルタ処理手段により処理し、輪郭のみを強調して穴開口縁や穴底外縁を背景より強調表示させる。

40

【 0 0 2 0 】

次に、移動装置 2 により撮影装置 1 を移動させる。この移動距離長は距離センサ、ロータリエンコーダ等の測距装置により測定される。そして、移動後停止した位置で撮影装置 1 により被検査体の穴を撮影する。この撮影は前記同様撮影装置 1 の CCD 撮像素子を介してメモリに記録される。次いで、前記と同様にメモリ上の 2 5 6 階調のデータを判定装置

50

4の輪郭強調フィルタ処理手段により輪郭のみを強調して穴開口縁や穴底外縁を背景より強調表示させる。

【0021】

次に、測長手段3によりメモリ上の図3に示されるような、初期位置における撮影画像の各ユニット番地毎の輝度と、移動後における前記同番地のユニットの輝度との積和を相対相関係数に基づいて各番地毎演算算出する。この演算処理により得られた極値f値により、初期位置の輝度に近い輝度をもつ番地がシフト間の番地に含まれていても正しいシフト数を得られることとなる。図3では説明上、撮影装置1を固定として被検査体を移動させた状態としている。

【0022】

そして、シフト数が得られれば、1画素または1ユニットのサイズは分かっているからシフトした数を乗算すれば穴底の位置ずれ長を検出することができる。次に、前記位置ずれ長を用いて三角測量の原理に基づいて判定装置4により穴の深さを演算算出する。この演算は被検査体と撮影装置1とを相対的に移動させた距離長から、位置ずれ長を減算し、該減算値を前記穴底との位置ずれ長で除算した値を、被検査体と撮影装置1との離隔長に乗算することに得られる。そして、判定装置4は得られた値をメモリに登録された設計寸法データと比較して穴の深さの良否を判定する。

【0023】

このようにして被検査体の良否が判定されると、不良品は廃棄され良品は測長手段3により穴の真直度が検査されることとなる。穴の真直度の検出は、被検査体表面を仮想の画像面として撮影された初期位置と移動後の撮影画像に基づいて、測長手段3は相互相関係数に基づいて位置ずれ長を算出し、位置ずれ長から穴開口と穴底とを判別し、判別された穴開口と穴底の中心座標を算出し、穴開口と穴底との中心座標がZ軸上で一致するか否かに基づいて行うか、測長手段3により算出された穴開口と穴底の中心座標が撮影装置1の光軸位置と一直線状に配置されるか否かに基づいて判定装置4により行うものとする。そして、穴の深さと穴の真直度が許容範囲内であれば被検査体を良品として次工程に搬出すればよい。

【0024】

なお、前記好ましい実施の形態では、移動装置2は撮影装置1を取り付けたものとしているが、移動装置2を被検査体搬送用のコンベアとしてもよいことは勿論である。この場合コンベアは検査中停止させるために間歇駆動できるものとしたり、撮影装置1により穴を確実に撮影できるように調整移動ができるものとするか、撮影装置1を移動装置2に取り付けて調整移動は移動装置2により行うようにしてもよい。

【0025】

【発明の効果】

本発明は前記説明によって明らかのように、被検査体と撮影装置との相対的な移動距離長と、被検査体表面を仮想の画像面として撮影装置により撮影された撮影画像における穴底の初期位置と移動後の位置を測長手段により算出した位置ずれ長と、被検査体表面と撮影装置のレンズ中心までの離隔長とから穴の深さを三角測量の式に基づいて算出して穴の深さの良否判定を行うことにより、リアルタイムで自動検査が可能となり、生産ラインに組み込んで穴の検査ができるので生産性を大幅に向上させることができるうえに、ほとんど人手を要しないので人件費を削減し生産コストを低減できることとなる。しかも、この方法では撮影位置を高精度に位置決めする必要がないので装置の工作精度を高くする必要がなく安価に提供できるものとなる。

【0026】

請求項2や請求項3のように、被検査体と撮影装置とを相対的に移動させて、被検査体表面を仮想の画像面として撮影した初期位置と移動後の撮影画像に基づいて測長手段により穴開口と穴底との位置ずれ長を算出し、位置ずれ長に基づいて穴開口と穴底を判別したうえ穴開口と穴底の中心座標を算出するものであるから、穴の深さを調べるために撮影した撮影画像を用いて穴の真直度の良否判定することができるので、効率よく短時間で検査を

10

20

30

40

50

進めることができる。請求項4のように、測長手段は相互相関係数の式に基づくものとする  
 ことにより、輝度に基づいて穴の輪郭や穴底の中心点等の位置ずれ長を正確に得ることが  
 でき、精度の高い検査が可能となるうえに、検査の自動化を図るのに極めて有効な手段  
 となる。請求項5のように、撮影画像が直交する二方向から撮影されたものとするこ  
 とにより、穴の中心座標が求めやすくなり、処理速度を速めることができる。請求項6のよ  
 うに、撮影装置の光軸位置を撮影画像の中心座標とすることにより、演算することなく光軸  
 位置を得られるので、処理速度をより速くすることができるうえに、測長手段への負荷を  
 低減できることとなり、高性能なCPUを用いる必要がなく安価に提供できるものとなる  
 。請求項8のように、撮影装置に光軸落射光装置を組み込むことにより、深い穴底内も明  
 確に撮影できるので、深い穴の検査も可能となる等種々の利点を有するものである。  
 従って、本発明は従来の問題点を解決した穴検査方法として業界の発展に寄与するところ  
 大なものである。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の好ましい実施の形態を示す正面図である。

【図2】本発明の好ましい実施の形態における検査原理を示す説明図である。

【図3】本発明の好ましい実施の形態における検査方法を説明する説明図である。

【図4】本発明の好ましい実施の形態におけるユニットの説明図である。

【図5】本発明の好ましい実施の形態において穴の真直度の検査する方法の説明図である。

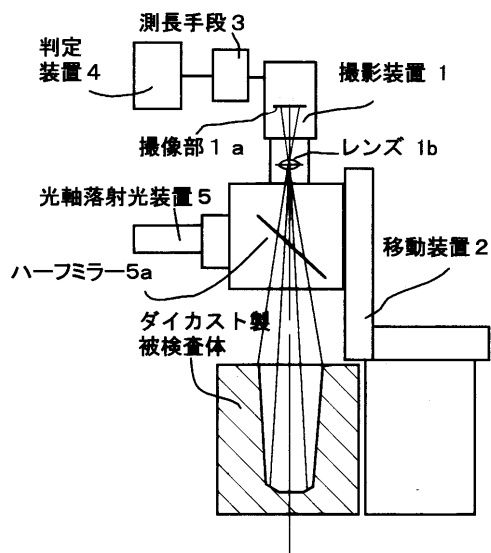
【図6】従来の検査方法を示す断面図である。

20

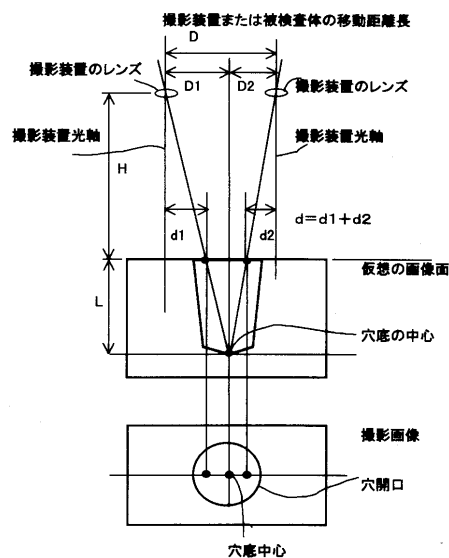
【符号の説明】

- 1 撮影装置
- 2 移動装置
- 3 測長手段
- 5 光軸落射光装置

【図1】

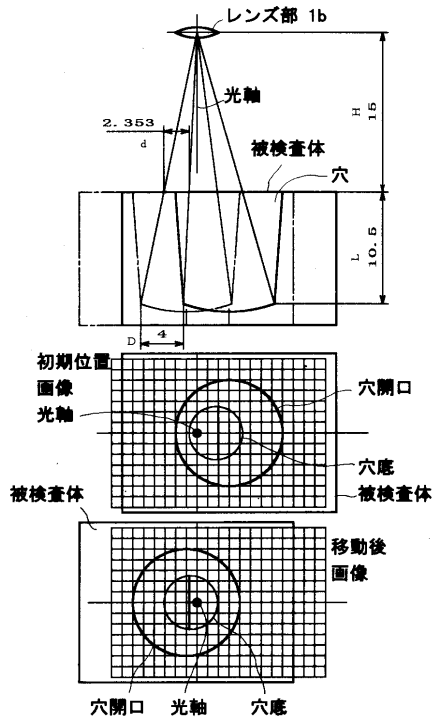


【図2】

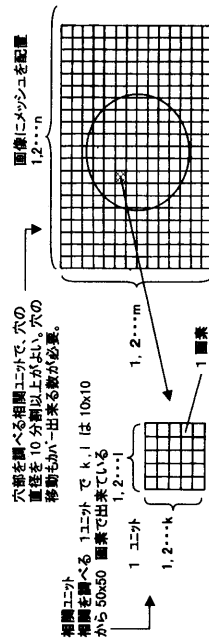




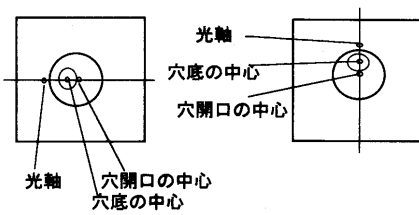
【 図 3 】



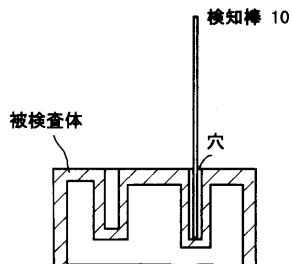
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平6 - 241723 (JP, A)  
特開平5 - 26631 (JP, A)  
特開2000 - 258143 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01B11/00-11/30