

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第6526061号
(P6526061)

(45) 発行日 令和1年6月5日(2019.6.5)

(24) 登録日 令和1年5月17日(2019.5.17)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 B 11/26 (2006.01)

GO 1 N 21/88 (2006.01)

GO 1 B 11/26 H

GO 1 N 21/88 J

GO 1 N 21/88 Z

請求項の数 3 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2016-569713 (P2016-569713)	(73) 特許権者	397068274
(86) (22) 出願日	平成27年5月28日 (2015.5.28)		コーニング インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2017-518496 (P2017-518496A)		アメリカ合衆国 ニューヨーク州 148
(43) 公表日	平成29年7月6日 (2017.7.6)		31 コーニング リヴァーフロント プ
(86) 国際出願番号	PCT/US2015/032776		ラザ 1
(87) 国際公開番号	W02015/184032	(74) 代理人	100073184
(87) 国際公開日	平成27年12月3日 (2015.12.3)		弁理士 柳田 征史
審査請求日	平成29年6月26日 (2017.6.26)	(74) 代理人	100090468
(31) 優先権主張番号	14/288,790		弁理士 佐久間 剛
(32) 優先日	平成26年5月28日 (2014.5.28)	(72) 発明者	グレゴルスキ, スティーヴン ジョセフ
(33) 優先権主張国	米国 (US)		アメリカ合衆国 ニューヨーク州 148
			70 ペインテッド ポスト ウェストン
			レイン 118
		審査官	梶田 真也
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 物体を検査するためのシステムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の端面および第2の端面を有する物体であって、該物体を通して前記第1の端面から前記第2の端面へと延びる複数のセルを含む物体を検査するためのシステムにおいて、前記複数のセルの少なくとも1つの対応する群を通して出る光を投射するよう前記物体の第1の端面に対向して設けられた少なくとも1つの光源と、

前記物体を挟んで、前記第2の端面に対向して前記物体から離隔して配置されたターゲットであって、前記複数のセルの前記少なくとも1つを通して出て投射された前記光を表示するとともに投射された前記光と前記ターゲットの残りの部分とを区別するよう構成されたターゲットと、

前記ターゲット上に表示された前記光の少なくとも1つの位置を決定するよう構成された撮像システムと、

前記表示された光の前記決定された少なくとも1つの位置を、前記少なくとも1つの光源の位置と比較し、その比較から、前記複数のセルの前記少なくとも1つの対応する群についての進行方向角度および進行方向ベクトルのうちの少なくとも一方を算出するよう構成されたシステムプロセッサと

を含むシステムであって、

前記少なくとも1つの光源が、前記複数のセルの複数の対応する群を通して出る光を投射するよう構成された複数の光源のうちの1つであり、前記複数のセルの前記少なくとも1つの対応する群が、前記複数のセルの前記複数の対応する群のうちの1つであり、

前記ターゲットが、前記複数のセルの前記複数の対応する群を通して出て投射された前記光を表示するよう更に構成され、

前記撮像システムが、前記ターゲット上に表示された前記光の複数の位置を決定するよう更に構成され、前記ターゲット上に表示された前記光の前記少なくとも1つの位置が、前記ターゲット上に表示された前記光の前記複数の位置のうちの1つであり、

前記システムプロセッサが、前記表示された光の前記決定された複数の位置を前記複数の光源のそれぞれの位置と比較して、その比較から、前記複数のセルの前記複数の対応する群についての前記進行方向角度および前記進行方向ベクトルのうちの少なくとも一方を算出するよう更に構成されたことを特徴とするシステム。

【請求項2】

第1の端面および第2の端面を有する物体であって、該物体を通して前記第1の端面から前記第2の端面へと延びる複数のセルを含む物体を検査するためのシステムにおいて、

前記複数のセルの複数の対応する群を通して出る光を同時に投射するよう前記物体の第1の端面に対向して設けられた複数の光源と、

前記物体を挟んで、前記第2の端面に対向して前記物体から離隔して配置されたターゲットであって、前記複数のセルの前記複数の対応する群を通して出て同時に投射された前記光を、前記複数のセルの前記複数の群にそれぞれ対応する複数の領域内に表示するとともに投射された前記光と前記ターゲットの残りの部分とを区別するよう構成されたターゲットと、

前記複数の領域のそれぞれの重心を決定するよう構成された撮像システムと、

前記複数の領域の前記それぞれの重心の位置を前記複数の光源のそれぞれの位置と比較し、その比較から、前記複数のセルの前記複数の対応する群についての進行方向角度および進行方向ベクトルのうちの少なくとも一方を算出するよう構成されたシステムプロセッサと

を含むことを特徴とするシステム。

【請求項3】

第1の端面および第2の端面を有する物体であって、該物体を通して前記第1の端面から前記第2の端面へと延びる複数のセルを含む物体を検査する方法において、

前記複数のセルの少なくとも1つの群を通して出る光を、前記物体の第1の端面に対向して設けられた少なくとも1つの対応する光源から投射する工程と、

前記物体を挟んで、前記第2の端面に対向して前記物体から離隔して配置されたターゲットに、前記複数のセルの前記少なくとも1つの群を通して出て投射された前記光を前記ターゲットの残りの部分とを区別するよう表示する工程と、

前記表示された光の少なくとも1つの位置を決定する工程と、

前記表示された光の前記決定された少なくとも1つの位置を、前記光を投射した前記少なくとも1つの対応する光源の位置と比較する工程と、

前記位置の前記比較から、前記複数のセルの前記少なくとも1つの群の各々についての進行方向角度および進行方向ベクトルのうちの少なくとも一方を算出する工程と

を含む方法であって、

前記光を投射する前記工程が、前記複数のセルの複数の群を通して出る前記光を複数の対応する光源から投射することを含み、前記複数のセルの前記少なくとも1つの群が、前記複数のセルの前記複数の群のうちの1つであり、前記少なくとも1つの対応する光源が、前記複数の対応する光源のうちの1つであり、

前記光を表示する前記工程が、前記複数のセルの前記複数の群を通して出て投射された前記光を表示することを含み、

前記少なくとも1つの位置を決定する前記工程が、前記表示された光の複数の位置を決定することを含み、前記光の前記少なくとも1つの位置が、前記表示された光の前記複数の位置のうちの1つであり、

前記決定された少なくとも1つの位置を比較する前記工程が、前記表示された光の前記決定された複数の位置を前記複数の対応する光源の位置と比較することを含み、

10

20

30

40

50

算出する前記工程が、前記位置の前記比較から、前記複数のセルの前記複数の群についての前記進行方向角度および前記進行方向ベクトルのうちの少なくとも一方を算出することを含み、

前記光を投射する前記工程が、拡散光を投射することを含む方法。

【発明の詳細な説明】

【優先権の主張】

【0001】

本願は、合衆国法典第35巻第120条に基づき、2014年5月28日に出願された米国特許出願第14/288,790号による優先権を主張するものであり、その内容に依拠すると共に、その全体を参照して本明細書に組み込む。

10

【技術分野】

【0002】

以下の記載は、一般的に、物体を検査するためのシステムおよび方法に関する。

【背景技術】

【0003】

物体を通して延びる複数のセルを有する物体の形態の物体が、車輛のエンジンの動作と関連づけられた望ましくない微粒子を集める際に、および/または他の環境的な用途で用いられ得る。この物体の形成は、物体の内部に、物体の一方の面から他方の面へと長手方向に複数のセルを形成することと、物体を焼成することとを含む。物体の焼成後、工業用途での使用に備えるために、物体に外皮が施され得る。

20

【発明の概要】

【0004】

詳細な説明において記載される幾つかの例示的な態様の基本的な理解を提供するために、本開示の簡単な要約を以下に示す。

【0005】

第1の態様において、物体を検査するためのシステムが提供される。この物体は、第1の端面および第2の端面と、物体を通して第1の端面から第2の端面へと延びる複数のセルとを含む。本システムは、複数のセルの少なくとも1つの対応する群を通して出る光を投射するよう構成された少なくとも1つの光源と、複数のセルの少なくとも1つの対応する群を通して出て投射された光を表示するよう構成されたターゲットと、ターゲット上に表示された光の少なくとも1つの位置を決定するよう構成された撮像システムと、表示された光の決定された少なくとも1つの位置を少なくとも1つの光源の位置と比較し、その比較から、複数のセルの少なくとも1つの対応する群についての進行方向角度および進行方向ベクトルのうちの少なくとも一方を算出するよう構成されたシステムプロセッサとを含む。

30

【0006】

第1の態様の一例において、少なくとも1つの光源は拡散光源である。

【0007】

第1の態様の別の例において、ターゲットは半透明および不透明のうちの一方である。

【0008】

第1の態様の更に別の例において、撮像システムは、ターゲットの表面に関連するデータを集め、集められたデータから、表示された光の重心の位置を決定するよう更に構成される。

40

【0009】

第1の態様の更に別の例において、システムプロセッサは、重心の決定された位置を少なくとも1つの光源の位置と比較し、その比較から、複数のセルの少なくとも1つの対応する群についての進行方向角度および進行方向ベクトルのうちの少なくとも一方を算出するよう更に構成される。

【0010】

第1の態様の更に別の例において、撮像システムは、デジタル撮像センサを含む。

50

【 0 0 1 1 】

第 1 の態様の更なる例において、少なくとも 1 つの光源は、複数のセルの複数の対応する群を通して出る光を投射するよう構成された複数の光源のうちの 1 つである。複数のセルの少なくとも 1 つの対応する群は、複数のセルの複数の対応する群のうちの 1 つである。この例では、ターゲットは、複数のセルの複数の対応する群を通して出て投射された光を表示するよう更に構成される。この例では、撮像システムは、ターゲット上に表示された光の複数の位置を決定するよう更に構成される。ターゲット上に表示された光の少なくとも 1 つの位置は、ターゲット上に表示された光の複数の位置のうちの 1 つである。この例では、システムプロセッサは、表示された光の決定された複数の位置を、複数の光源のそれぞれの位置と比較し、その比較から、複数のセルの複数の対応する群についての進行方向角度および進行方向ベクトルのうちの少なくとも一方を算出するよう更に構成される。

10

【 0 0 1 2 】

第 1 の態様の別の更なる例では、複数の光源は、光を同時に投射するよう更に構成される。

【 0 0 1 3 】

第 1 の態様の別の例において、システムプロセッサが複数のセルの少なくとも 1 つの対応する群についての進行方向角度および進行方向ベクトルのうちの少なくとも一方を算出した後、少なくとも 1 つの光源は、複数のセルの別の対応する群を通して出る光を投射するよう移動される。

20

【 0 0 1 4 】

第 1 の態様は、単独で、または上述の第 1 の態様の複数の例のうちの 1 つもしくはそれらの任意の組合せと組み合わせられて提供され得る。

【 0 0 1 5 】

第 2 の態様において、物体を検査する方法が提供される。この物体は、第 1 の端面および第 2 の端面と、物体を通して第 1 の端面から第 2 の端面へと延びる複数のセルとを含む。本方法は、複数のセルの少なくとも 1 つの群を通して出る光を少なくとも 1 つの対応する光源から投射する工程と、複数のセルの少なくとも 1 つの群を通して出て投射された光を表示する工程と、表示された光の少なくとも 1 つの位置を決定する工程と、表示された光の決定された少なくとも 1 つの位置を、光を投射した少なくとも 1 つの対応する光源の位置と比較し、この位置の比較から、複数のセルの少なくとも 1 つの群の各々についての進行方向角度および進行方向ベクトルのうちの少なくとも一方を算出する工程とを含む。

30

【 0 0 1 6 】

第 2 の態様の一例において、光を投射する工程は、拡散光を投射することを含む。

【 0 0 1 7 】

第 2 の態様の別の例において、光を表示する工程は、半透明および不透明のうちの一方であるターゲット上に光を表示することを含む。

【 0 0 1 8 】

第 2 の態様の更に別の例において、光を表示する工程は、ターゲット上に光を表示することを含む。少なくとも 1 つの位置を決定する工程は、ターゲットの表面に関連するデータを集め、集められたデータから、表示された光の重心の位置を決定することを含む。

40

【 0 0 1 9 】

第 2 の態様の更に別の例において、位置を比較する工程は、重心の決定された位置を、少なくとも 1 つの対応する光源の位置と比較することを含む。進行方向角度および進行方向ベクトルのうちの少なくとも一方を算出する工程は、重心の決定された位置と少なくとも 1 つの対応する光源の位置との比較から、複数のセルの少なくとも 1 つの群についての進行方向角度および進行方向ベクトルのうちの少なくとも一方を算出することを含む。

【 0 0 2 0 】

第 2 の態様の更に別の例において、少なくとも 1 つの位置を決定する工程は、デジタル撮像センサによって行われる。

50

【 0 0 2 1 】

第2の態様の更なる例において、光を投射する工程は、複数のセルの複数の群を通して出る光を、複数の対応する光源から投射することを含む。複数のセルの少なくとも1つの群は、複数のセルの複数の群のうちの1つである。少なくとも1つの対応する光源は、複数の対応する光源のうちの1つである。光を表示する工程は、複数のセルの複数の群を通して出て投射された光を表示することを含む。少なくとも1つの位置を決定する工程は、表示された光の複数の位置を決定することを含む。光の少なくとも1つの位置は、表示された光の複数の位置のうちの1つである。決定された少なくとも1つの位置を比較する工程は、表示された光の決定された複数の位置を、複数の対応する光源の位置と比較することを含む。算出する工程は、位置の比較から、複数のセルの複数の群についての進行方向角度および進行方向ベクトルのうちの少なくとも一方を算出する工程を含む。

10

【 0 0 2 2 】

第2の態様の別の例において、複数のセルの群のうちの2以上の群を通して出る光を投射する工程が同時に行われる。

【 0 0 2 3 】

第2の態様の更に別の例において、本方法は、進行方向角度および進行方向ベクトルのうちの少なくとも一方を算出する工程の後に、少なくとも1つの対応する光源を移動させる工程と、複数のセルの別の群について、投射する工程、表示する工程、決定する工程、比較する工程、および算出する工程を繰り返す工程とを更に含む。

20

【 0 0 2 4 】

第2の態様は、単独で、または上述の第2の態様の複数の例のうちの1つもしくはそれらの任意の組合せと組み合わせられて提供され得る。

【 0 0 2 5 】

第3の態様において、物体を検査するためのシステムが提供される。この物体は、第1の端面および第2の端面と、物体を通して第1の端面から第2の端面へと延びる複数のセルとを含む。本システムは、複数のセルの複数の対応する群を通して出る光を同時に投射するよう構成された複数の光源と、複数のセルの複数の対応する群を通して出て同時に投射された光を、複数のセルの複数の群にそれぞれ対応する複数の領域内に表示するよう構成されたターゲットと、複数の領域のそれぞれの重心を決定するよう構成された撮像システムと、複数の領域のそれぞれの重心の位置を複数の光源のそれぞれの位置と比較し、その比較から、複数のセルの複数の対応する群についての進行方向角度および進行方向ベクトルのうちの少なくとも一方を算出するよう構成されたシステムプロセッサとを含む。

30

【 0 0 2 6 】

第3の態様の別の例において、撮像システムは、デジタル撮像センサを含む撮像装置を含む。撮像装置は、複数のセルの複数の対応する群に面したターゲットの表面からデータを集めるよう構成される。

【 0 0 2 7 】

第3の態様は、単独で、または上述の第3の態様の複数の例のうちの1つもしくはそれらの任意の組合せと組み合わせられて提供され得る。

【 0 0 2 8 】

本開示の上記のおよび他の特徴、態様、および長所は、以下の詳細な説明を、添付の図面を参照して読めば、より良好に理解される。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 9 】

【 図 1 】 一実施形態による物体の一例を示す斜視図

【 図 2 】 一実施形態による図 1 の物体の一例を示す、線 2 - 2 に沿った模式的な断面図

【 図 3 】 一実施形態による、物体を通して出る光を投射する光源の一例を示す模式的な側面図

【 図 4 】 一実施形態による、物体の複数のセルの対応する群を通して出る光を投射する光源の一例を示す模式的な斜視図

50

【図 5】一実施形態による、物体の複数のセルの複数の対応する群を通して出る光をターゲット上に投射する光源の一例を示す模式的な側面図

【図 6】一実施形態による、複数の光源の配置の一例を示す模式的な図

【図 7】一実施形態による、複数の光源の配置の別の例を示す模式的な図

【図 8】一実施形態による、システムが物体の複数回の個別の検査を行うのを可能にする可動光源の一例を示す模式的な図

【図 9】一実施形態による、光源の位置と、光源からの光が物体の複数のセルの対応する群を通して出てターゲット上に投射される位置との間の関係の一例を示す模式的な図

【図 10】一実施形態による、物体を検査するためのシステムの一例を示す模式的な図

【図 11】一実施形態による、物体を検査するためのシステムの別の例を示す模式的な図

【図 12】一実施形態による、複数の光源の位置と、複数の光源に対応するターゲット上に表示された光のそれぞれの位置とを示す模式的な図

【図 13】一実施形態による、物体を検査する方法の一例を示す模式的な図

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、例示的な実施形態が示されている添付の図面を参照し、複数の例をより完全に説明する。可能な場合には常に、複数の図面を通して、同じまたは類似の部分の指すために同じ参照番号が用いられる。しかし、複数の態様は、多くの異なる形態で実施され得るのであり、本明細書に記載される実施形態に限定されるものと解釈されるべきではない。

【0031】

本明細書において用いられる用語は、特定の実施形態を説明するためのものであり、本開示を限定することは意図しない。本明細書で用いられる単数形の「a」、「an」、および「the」は、特に明記しない限り、複数形も包含することが意図される。更に、本明細書で用いられる「含む (comprises および / または comprising)」は、述べられた特徴、整数、工程、動作、要素、および / または成分の存在を特定するものであり、1 以上の他の特徴、整数、工程、動作、要素、成分、および / またはそれらの群の存在または追加を除外するものではないと理解されたい。

【0032】

図 1 ~ 図 11 に示されている例において、物体 102 を検査するためのシステムについて説明する。物体 102 は、第 1 の端面 104 と、第 2 の端面 106 と、物体 102 を通って第 1 の端面 104 から第 2 の端面 106 まで延びる複数のセル 110 とを含み得る。本システムは、少なくとも 1 つの光源 124、ターゲット 136、撮像システム 160、およびシステムプロセッサ 166 を含み得る。

【0033】

物体 102 は、物体 102 を通って第 1 の端面 104 と第 1 の端面 104 の反対側に位置する第 2 の端面 106 との間に延びる複数のセル 110 の網を画成する複数の交差する壁 108 を含み得る。交差する壁 108 および複数のセル 110 は、物体 102 の第 1 の端面 104 と第 2 の端面 106 との間に長手方向に延び得る。物体 102 は、第 1 の端面 104 と第 2 の端面 106 との間に長手方向に延びる外面 116 を含み得る。

【0034】

一例において、物体 102 は、コーディエライト、ムライト、アルミナ、炭化ケイ素、ジルコニア、コランダム、コランダム・ムライト、およびチタン酸アルミニウムのうちの少なくとも 1 つを含み得るが、それらに限定されない。

【0035】

一例において、物体 102 は、車輛のエンジンの動作と共にまたは他の環境的な用途で微粒子フィルタとして用いられるハニカムセラミック体であり得る。また、複数のセル 110 の網はハニカム網であり得る。しかし、本明細書に記載される実施形態はそれらに限定されない。例えば、様々な例示的な実施形態に従って様々な幾何形状が組み込まれ得る。物体 102 は、長方形 (例えば、正方形) の断面の外周または 3 つ以上の辺を有する他の多角形状を含み得る。更に、物体 102 は、円形、楕円形、または別の湾曲した形状

10

20

30

40

50

の断面の外周を含み得る。

【 0 0 3 6 】

一例において、外面 1 1 6 は、円形の断面形状を有する円筒形状を含み得る。しかし、本明細書において開示される実施形態はそれらに限定されない。例えば、物体 1 0 2 の外面 1 1 6 は、楕円形、多角形、または他の形状を有してもよい。更に、多角形形状は、三角形、長方形（例えば、正方形）、または他の多角形形状であり得る。

【 0 0 3 7 】

図示されるように、本システムの少なくとも 1 つの光源 1 2 4 は、セル 1 1 0 の少なくとも 1 つの対応する群 1 1 8 を通って出る光を投射し得る。図示されている例では、光源 1 2 4 は、拡散光を発する拡散光源であり得る。図 3 には 1 つのみの光源 1 2 4 が示されているが、本明細書における実施形態は、物体 1 0 2 検査するために用いられ得る複数の光源 1 2 4 が示されている図 5 ~ 図 7、並びに図 9 ~ 図 1 2 によって示されているように、それに限定されない。複数の光源 1 2 4 が、セル 1 1 0 の複数の対応する群 1 1 8 を通って出る光を投射する状況では、光源 1 2 4 は、セル 1 1 0 の複数の対応する群 1 1 8 を通る光を同時に投射するために同時に動作し得る。

【 0 0 3 8 】

拡散光源 1 2 4 からの光は、物体 1 0 2 のセル 1 1 0 の群 1 1 8 に、多くの非平行な角度で供給され得る。様々な異なるタイプの拡散光源としては、レーザ発光源、白熱光源、または発光ダイオード（LED）光源を含むがそれらに限定されない光源が用いられ得る。

【 0 0 3 9 】

光源 1 2 4 は、セルの 1 1 0 の対応する群 1 1 8 のサイズおよび形状を定義し得る。セル 1 1 0 の群 1 1 8 の形状およびサイズは、光源 1 2 4 の形状およびサイズ、並びに、光源 1 2 4 が光を発する方法に対応し得る。更に、物体 1 0 2 を通って出て投射される光のビームの性質は、セル 1 1 0 の群 1 1 8 に投射される光のビームの性質とは異なり得る。例えば、光源 1 2 4 から拡散光として発せられた光は、物体 1 0 2 のセル 1 1 0 の群 1 1 8 を通って出た際には、僅かに発散または収束する光のビームを含む擬似平行光として投射され得る。例えば、擬似平行光は、約 5 度以下の角度範囲にわたって発散または収束するものであり得る。物体 1 0 2 のセル 1 1 0 は、光源 1 2 4 から発せられた光を、投射された光が通って出るセル 1 1 0 の群 1 1 8 に従ってコリメートする役割をし得る。

【 0 0 4 0 】

光源 1 2 4 は、物体 1 0 2 のセル 1 1 0 の群 1 1 8 を通って出る光を投射するために、物体 1 0 2 の第 1 の端面 1 0 4 から所定の距離だけ離間されて隣接して配置され得る。一例では、光源 1 2 4 は、物体 1 0 2 から約 0 . 1 c m ~ 約 1 0 c m の距離だけ離間され得る。

【 0 0 4 1 】

また、光源 1 2 4 は、光源 1 2 4 が物体 1 0 2 の縦軸 1 1 4 と位置合わせされるよう配置され得る。物体 1 0 2 の縦軸 1 1 4 の一例が、図 5 並びに図 9 ~ 図 1 1 に示されている。一例では、物体 1 0 2 の縦軸 1 1 4 は、物体 1 0 2 の第 1 の端面 1 0 4 および物体の第 2 の端面 1 0 6 に対してノミナルで垂直な軸である。

【 0 0 4 2 】

光源 1 2 4 および物体 1 0 2 の両方は、物体 1 0 2 の検査中に互いに関して静止するよう構成され得る。或いは、図 8 に示されている一例において示されるように、光源 1 2 4 および物体 1 0 2 のうちの少なくとも一方は、互いに関して可動であるよう構成されてもよい。1 つの限定しない例において、光源 1 2 4 は、物体 1 0 2 の複数のセル 1 1 0 の対応する群 1 1 8 に光を供給するために、x 方向、y 方向、および z 方向のうちの少なくとも 1 つに所定の距離だけ移動するよう構成され得る。

【 0 0 4 3 】

本システムのターゲット 1 3 6 は、複数のセル 1 1 0 の対応する 1 または複数の群 1 1 8 を通って出て投射された光を表示し得る。ターゲット 1 3 6 は、システムが、ターゲッ

10

20

30

40

50

ト 1 3 6 上に表示された光 1 4 0 をターゲット 1 3 6 の残りの部分から区別するためにデータをどのように収集するよう構成されているかに応じて、半透明または不透明であり得る。

【 0 0 4 4 】

ターゲット 1 3 6 は、物体 1 0 2 に関して光源 1 2 4 とは反対側に配置され得る。ターゲット 1 3 6 は、物体 1 0 2 から所定の距離だけ離間され得る。例えば、ターゲット 1 3 6 は、物体 1 0 2 から約 0 . 2 5 m ~ 約 5 m の範囲内の距離だけ離間され得る。ターゲット 1 3 6 は平坦であり得る。

【 0 0 4 5 】

上述のように、光源から投射され、セル 1 1 0 の対応する群 1 1 8 を通って出た光 1 2 4 は、群 1 1 8 に属する複数のセル 1 1 0 の配向に対応する擬似平行光であり得る。従って、セル 1 1 0 の対応する群 1 1 8 から出るよう投射されたビームは、ターゲット 1 3 6 上に表示された光 1 4 0 とは異なるサイズを有し得る。ターゲット 1 3 6 上に表示される光 1 4 0 の形状は、光源 1 2 4 の形状に応じて異なり得る。例えば、円形の配向を有する光源 1 2 4 については、表示される光 1 4 0 の形状は円形の配向を有し得る。光源 1 2 4 の配向は円形に限定されず、システムに実装される光源のタイプおよび形状に応じて異なり得る。

【 0 0 4 6 】

図 5 並びに図 9 ~ 図 1 1 に示されている例において、物体 1 0 2 は、物体 1 0 2 の縦軸 1 1 4 に関して非平行な関係にあり得るセル 1 1 0 の複数の群 1 4 2、1 4 4、1 4 6 を含む。図示されるように、物体 1 0 2 の下側の外周付近に位置するセル 1 1 0 の群 1 4 4 と比較して、物体 1 0 2 の上側の外周付近に位置するセル 1 1 0 の群 1 4 2 は、縦軸 1 1 4 に関して傾斜している。この例では、物体 1 0 2 の中心付近に位置するセル 1 1 8 の群 1 4 6 は、縦軸 1 1 4 に対して略平行である。

【 0 0 4 7 】

図 5 並びに図 9 ~ 図 1 1 に示されているセル 1 1 0 の複数の群 1 4 2、1 4 4、1 4 6 は特定の配置で示されているが、本明細書において開示される実施形態は、限定することを意図したものではない。一例では、物体 1 0 2 の下側の外周付近に位置する複数のセル 1 4 6 は、物体 1 0 2 の上側の外周付近に位置する複数のセル 1 4 2 と比較して、より傾斜していてもよい。更に、本システムは、検査される各物体が、各物体に特有の結果を生じる独特のセルの関係を有し得るという見込みで動作し得る。

【 0 0 4 8 】

セル 1 1 0 の複数の群 1 4 2、1 4 4、1 4 6 を通って出る光を投射するための複数の光源 1 2 4 が、図 5 並びに図 9 ~ 図 1 1 に示されており、セル 1 1 0 の複数の群 1 4 2、1 4 4、1 4 6 の各々は、物体 1 0 2 の複数の光源 1 2 4 と対応している。一例では、複数の光源 1 2 4 は、常に静止していて、複数のセル 1 1 0 を通って出て投射される光を同時に発してもよい。別の例では、複数の光源 1 2 4 は、複数のセル 1 1 0 の異なる群を通して出る光を投射するために、x 方向、y 方向、および z 方向のうちの少なくとも 1 つに所定の距離だけ移動し得る。

【 0 0 4 9 】

各光源 1 2 4 は、他の光源 1 2 4 から発せられる光の色と同じまたは異なる特定の色を有する光を発するよう構成され得る。例えば、1 つの光源 1 2 4 は黄色の光を投射し、別の光源 1 2 4 は同時に赤色の光を投射し、更に別の光源は更に異なる色を投射し得る。各ケースにおいて、光源 1 2 4 によって、複数のセル 1 1 0 の複数の対応する群 1 1 8 を通って出て投射された光の特定の色が、それに従って、ターゲット 1 3 6 上の光 1 4 0 に表示される。

【 0 0 5 0 】

図 5 並びに図 9 ~ 図 1 1 に示されている例に従った動作においては、対応する複数の光源 1 2 4 からの光は、セル 1 1 0 の複数の群 1 4 2、1 4 4、1 4 6 を通って出て投射され、ターゲット 1 3 6 上に表示され得る。ターゲット 1 3 6 は、投射された光 1 4 0 の複

10

20

30

40

50

数のビームをターゲット 1 3 6 上に同時に表示し得る。或いは、投射された光の複数のビームはそれぞれ、ターゲット 1 3 6 上に一度に 1 つずつ順次表示されるよう構成され得る。図示されるように、物体 1 0 2 の上側および / または下側の外周付近に位置するセル 1 1 0 の群 1 4 2、1 4 4 については、それらを通して出る投射された光のビームは、物体 1 0 2 の縦軸 1 1 4 に関して傾斜したものであり得る。従って、傾斜しているセル 1 1 0 の群 1 4 2、1 4 4 についてのターゲット 1 3 6 上に表示された光 1 4 0 の位置は、対応する光源 1 2 4 の位置からずれた位置であり得る。図 5 並びに図 9 ~ 図 1 1 は、セル 1 1 0 の群 1 4 2、1 4 4 についての投射された光のビームの z 方向のみの傾斜を示しているが、これに限定する意図はなく、図 5 並びに図 9 ~ 図 1 1 におけるセル 1 1 0 の群 1 4 2、1 4 4 の傾斜は、例えば、x 方向および z 方向であり得る。

10

【 0 0 5 1 】

図 6 に示されている例では、複数の光源 1 2 4 は、セル 1 1 0 の対応する複数の群 1 1 8 を通って出る光を投射するために、物体 1 0 2 の第 1 の端面 1 0 4 の外側領域に対応するリング形状に配置され得る。従って、複数の光源 1 2 4 は、物体 1 0 2 の第 1 の端面 1 0 4 の外側領域に対応するリング形状を形成するよう離間され得る。また、物体 1 0 2 の第 1 の端面 1 0 4 の中心領域に対応する更なる光源 1 2 4 が、対応するセル 1 1 0 の群 1 1 8 を通って出る光を投射するよう配置され得る。

【 0 0 5 2 】

複数の光源 1 2 4 の位置は、図 6 に示されている例では、第 1 の端面 1 0 4 の中心領域に対応する光源 1 2 4 と第 1 の端面 1 0 4 の隣接する複数の外側領域に対応する複数の光源 1 2 4 との間の距離 (r)、および第 1 の端面 1 0 4 の隣接する複数の外側領域に対応する複数の光源 1 2 4 間の角度 () に基づく、極座標系によって示され得る。

20

【 0 0 5 3 】

或いは、図 7 に示されている例のように、複数の光源 1 2 4 の互いに関する位置は、デカルト座標系によって表すことができ、ここでは、他の隣接する光源 1 2 4 に従った 1 つの光源 1 2 4 の位置は、複数の光源 1 2 4 間の x 方向および / または y 方向の距離によって表すことができる。図 7 に示されている例では、各光源 1 2 4 は、隣接する複数の光源 1 2 4 間の x 方向および y 方向のそれぞれの間隙 X および Y を有する格子パターンに配置されている。更に、図 7 に示されている例では、複数の光源 1 2 4 は、セル 1 1 0 の複数の対応する群 1 1 8 を通って出て投射された表示された光 1 4 0 がターゲット 1 3 6 上で互いに重ならないように配置され得る。図 6 および図 7 に示されている配置は限定する意図はなく、複数の光源 1 2 4 は、様々な異なる配置で配置され得る。

30

【 0 0 5 4 】

図 8 に示されている例では、1 つのみの光源 1 2 4 が物体 1 0 2 のセル 1 1 0 の群 1 1 8 を通って出る光を投射するが、最初のセル 1 1 0 の群 1 1 8 に対応するターゲット 1 3 6 上に表示された光 1 4 0 の位置の決定後、別のセル 1 1 0 の群 1 1 8 を通って出る光を投射するために移動可能である。この可動光源 1 2 4 は、所定の経路に沿って x 方向および / または y 方向に第 2 の位置へと移動可能である。従って、複数の光源 1 2 4 が静止してセル 1 1 0 の対応する群 1 1 8 のみを通して出る光のビームを投射する図 6 および図 7 とは異なり、光源 1 2 4 は、セル 1 1 0 の複数の群 1 1 8 を通って出る光のビームを順次投射できる。図 8 に示されているように、可動光源 1 2 4 は、ラスタスキャン経路を辿り得る。別の例では、可動光源 1 2 4 は、同心円または螺旋状の経路を辿り得る。光源 1 2 4 は、当業者に知られている光源 1 2 4 等の物を機械的に移動させるために用いられる二軸ステージシステムまたは他の任意のロボット式、空気圧式、油圧式、または電子式システムを用いて、機械的に移動され得る。

40

【 0 0 5 5 】

図 9 は、本検査システムを用いて決定され得る例示的な関係を示しており、ここでは、セル 1 1 0 の対応する群 1 4 2 についての進行方向角度および進行方向ベクトルのうちの少なくとも一方を算出するために、光源 1 2 4 の位置とターゲット 1 3 6 上に表示された対応する光 1 4 0 の位置とが比較される。この例で示されている複数の光源 1 2 4 は、セ

50

ル 1 1 0 の対応する群 1 4 2、1 4 4、1 4 6 を通って出て投射される拡散光を発する。セル 1 1 0 の対応する群 1 4 2、1 4 4、1 4 6 から出た擬似平行光が投射されて、ターゲット 1 3 6 上に表示されて、表示された光 1 4 0 を形成し得る。物体 1 0 2 の縦軸 1 1 4 と平行ではないセル 1 1 0 の群 1 4 2 については、ターゲット 1 3 6 上に表示された光 1 4 0 の位置は、対応する光源 1 2 4 の位置からずれた位置であり得る。

【 0 0 5 6 】

図 9 に示されている例では、表示された光 1 4 0 の決定された位置を、対応する光源 1 2 4 の位置と比較することにより、セル 1 1 0 の群 1 4 2 の傾斜を表すセル角度 () が定義され得る。例えば、図 9 に示されているように、セル角度 () は、セル 1 1 0 の群 1 4 2 および光源 1 2 4 の位置の進行方向ベクトルと、物体の第 1 の端面 1 0 4 とターゲット 1 3 6 との間の距離 (Z) を示すベクトルとの間の角度である。

10

【 0 0 5 7 】

距離 (Z) の決定は、ターゲット 1 3 6 上に表示された光 1 4 0 の位置と、表示された光 1 4 0 が供給された光源 1 2 4 の位置に対応するターゲット 1 3 6 上の位置との間の距離であり得るずれ (Y) の算出を可能にする。更に、図 1 2 に示されているように、ずれ (Y) は、表示された光 1 4 0 が供給された光源 1 2 4 の位置に対応するターゲット 1 3 6 上の位置と、ターゲット 1 3 6 上に表示された光 1 4 0 の重心 1 7 0 との間の距離であり得る。この重心は、オブジェクトの幾何学的中心を定める点である。更に、図 1 2 に示されているように、位置のずれ (Y) は、表示された光 1 4 0 が供給された光源 1 2 4 の位置に対応するターゲット 1 3 6 上の位置の重心 1 7 4 と、ターゲット 1 3 6 上に表示された光 1 4 0 の重心 1 7 0 との間の距離であり得る。そして、セル 1 1 0 の群 1 4 2 についてのセル角度 () は、以下の式で表すことができる。

20

【 0 0 5 8 】

$$= \arctan (Y / Z) \quad \dots (1)$$

一例では、Z が 2 m であり、Y が 3 . 5 mm である場合には、セル角度 () は約 0 . 1 度である。なお、式 (1) は、セル 1 1 0 の群 1 4 2 を通って出て投射された光の z 方向のみのずれ (Y) を示すが、ターゲット 1 3 6 上に表示される光 1 4 0 のずれはこれに限定されず、ずれは、例えば、x 方向および z 方向の両方に生じ得ることを理解されたい。更に、表示された光 1 4 0 が供給された光源 1 2 4 の位置に対応するターゲット 1 3 6 上の位置の重心 1 7 4 の位置は、約 0 . 5 mm 以下の範囲内で既知であり得る。

30

【 0 0 5 9 】

図 1 0 に示されている例では、複数の光源 1 2 4 およびターゲット 1 3 6 に加えて、撮像システム 1 6 0 およびシステムプロセッサ 1 6 6 が示されている。撮像システム 1 6 0 は、ターゲット 1 3 6 上に表示された光 1 4 0 の少なくとも 1 つの位置を決定し得る。一例において、撮像システム 1 6 0 は、ターゲットの表面に関連する 1 3 6 データを集めて、ターゲット 1 3 6 の表示された光 1 4 0 の位置またはターゲット 1 3 6 の表示された光 1 4 0 の重心 1 7 0 の位置を決定し得る。一例では、デジタル撮像センサ 1 6 2 は、ターゲット 1 3 6 上に表示された光の形状、サイズ、色、または重心のうちの少なくとも 1 つを感知および / またはキャプチャし得る。撮像システム 1 6 0 は、例えば電荷結合素子 (C C D) 画像センサまたは相補型金属酸化膜半導体 (C M O S) 画像センサ等であるがそれらに限定されないデジタル撮像センサ 1 6 2 を含み得る。デジタル撮像センサ 1 6 2 は、可視スペクトル範囲内で動作可能な画像キャプチャ装置を更に含み得る。

40

【 0 0 6 0 】

デジタル撮像センサ 1 6 2 は、ターゲット 1 3 6 のいずれかの側に配置され得る。例えば、デジタル撮像センサ 1 6 2 は、図 1 0 に示されているように、ターゲット 1 3 6 の物体 1 0 2 が位置する側に配置され得る。この場合には、デジタル撮像センサ 1 6 2 は、物体 1 0 2 の上方または下方に配置され得る。図 1 0 では、デジタル撮像センサ 1 6 2 は、物体 1 0 2 の上方に配置されて示されている。また、デジタル撮像センサ 1 6 2 は、図 1 1 に示されているように、ターゲット 1 3 6 の物体 1 0 2 が位置する側とは反対側に配置されてもよい。この場合には、ターゲット 1 3 6 上に表示された光 1 4 0 の位置を撮像シ

50

ステム 160 によって決定できるように、ターゲット 136 は半透明材料を含み得る。或いは、デジタル撮像センサ 162 がターゲット 136 上に表示された光 140 を感知できる限り、デジタル撮像センサ 162 は物体 102 の左側または右側に配置されてもよい。

【0061】

撮像プロセッサ 164 は、ターゲット 136 上に表示された画像 140 と関連づけられたデータを集めるために、デジタル撮像センサ 162 に動作的に結合され得る。撮像プロセッサ 164 は、ターゲット 136 上に表示された光 140 と関連づけられたデータを集めるための 1 以上のソフトウェアまたはプログラムが格納され得るメモリまたは他のストレージ装置を含み得る。一例では、ソフトウェアまたはプログラムは、1 以上の座標系を含み得る。

10

【0062】

デジタル撮像センサ 162 を用いて集められたデータに基づき、撮像プロセッサ 164 は、ターゲット 136 上に表示された光 140 の位置と、ターゲット 136 上に表示された光 140 の形状、サイズ、または色のうちの少なくとも 1 つとを決定し得る。一例において、撮像プロセッサ 164 は、撮像プロセッサ 164 に格納されている座標系または他のプログラムを用いることにより、図 12 に示されているように、ターゲット 136 上に表示された光 140 の位置の重心 170 を決定し得る。

【0063】

表示された光 140 が供給された光源 140 の位置に対応するターゲット 136 上の位置に関する、表示された光 140 の位置は、幾つかの座標系の 1 つを用いて決定され得る。座標系の限定しない例としては、デカルト座標系または極座標系が挙げられる。従って、座標系は、用いられる座標系の原点に関する、表示された光 140 の位置と、表示された光 140 が供給された光源 124 の位置に対応するターゲット 136 上の位置とを決定し得る。例えば、座標系は、表示された光 140 が供給された光源 124 の位置に対応するターゲット 136 上の位置の重心 174 の位置（光源 124 の重心の位置）と、ターゲット 136 上に表示された光 140 の重心 170 の位置とを決定するよう構成され得る。

20

【0064】

図 5 並びに図 9 ~ 図 11 に示されている例は、複数の光源 124 およびターゲットと相対的に位置合わせされた物体 102 を示しているが、最初に物体 102 と本システムの様々な構成要素との精密な角度的位置決めを行う必要はない。例えば、表示された光 140 が撮像システム 160 の視野内のターゲット 136 上に位置する限り、撮像システム 160 による測定を行うことができる。従って、撮像システム 160 によって行われる測定は、本システムの様々な構成要素に関する物体 102 の傾斜をなくすことによる本システムの様々な構成要素との物体 102 の位置決めを必要としなくてよい。物体 102 の傾斜の最初のばらつきは、+ / - 10 度まで許容可能であり得る。

30

【0065】

更に、図 10 および図 11 に示されている例においては、デジタル撮像センサ 162 と撮像プロセッサ 164 とは別個の構成要素として示されているが、デジタル撮像センサ 162 と撮像プロセッサ 164 とは互いに統合されてもよい。例えば、デジタル撮像センサ 162 は、撮像プロセッサ 164 を含むよう構成され得る。

40

【0066】

システムプロセッサ 166 は、表示された光 140 の決定された位置を光源 124 の位置と比較し、その比較から、光源 124 に対応するセル 110 の群 142 についての進行方向角度またはベクトルを算出し得る。一例において、システムプロセッサ 166 は、表示された光 140 の重心 170 の決定された位置を光源 124 の位置と比較し、その比較から、光源 124 に対応するセル 110 の群 142 についての進行方向角度またはベクトルを算出し得る。

【0067】

システムプロセッサ 166 は、ターゲット 136 上に表示された光 140 の位置を受け取るために、撮像システム 160 に動作的に結合され得る。システムプロセッサ 166 は

50

、表示された光 1 4 0 の決定された位置を光源 1 2 4 の位置と比較するための、1 以上の数値計算を実行するための 1 以上のソフトウェアまたはプログラムを格納し得る 1 以上のメモリまたは他のストレージ装置を含み得る。このために、システムプロセッサ 1 6 6 内の 1 以上のソフトウェアまたはプログラムは、撮像システム 1 6 0 によって決定された表示された光 1 4 0 の位置を、表示された光 1 4 0 に対応する光源 1 2 4 の位置と比較するために、上述の座標系を用いることを含み得る。システムプロセッサ 1 6 6 に格納されるソフトウェアまたはプログラムは、進行方向角度または進行方向ベクトルに関して、対応する光源 1 2 4 の位置に関する表示された光 1 4 0 の位置を更に算出し得る。

【0068】

図 1 0 および図 1 1 には、システムプロセッサ 1 6 6 と撮像システム 1 6 0 とは別個のものとして示されているが、システムプロセッサ 1 6 6 と撮像システム 1 6 0 とは、互いに統合されてもよい。例えば、システムプロセッサ 1 6 6 は、撮像システム 1 6 0 を含むよう構成されてもよく、撮像システム 1 6 0 は、デジタル撮像センサ 1 6 2 および撮像プロセッサ 1 6 4 を含んでもよい。従って、デジタル撮像センサ 1 6 2、撮像プロセッサ 1 6 4、およびシステムプロセッサ 1 6 6 は、1 つのシステムに統合されてもよい。

【0069】

図 1 2 は、物体 1 0 2 のセル 1 1 0 の複数の対応する群 1 1 8 についての進行方向角度および進行方向ベクトルのうちの少なくとも一方を算出するための、複数の重心 1 7 0 にそれぞれ対応する複数の光源 1 2 4 の重心 1 7 4 の位置に関する表示された光 1 4 0 の重心 1 7 0 の位置の一例を示す。図 1 2 に示されている例に示されるように、破線の円は複数の光源 1 2 4 の位置を表し、実線の円は、複数の光源 1 2 4 に対応する表示された光 1 4 0 の位置を表す。表示された光 1 4 0 の位置は、対応する複数の光源 1 2 4 の位置と必ずしも一致しない。更に、進行方向角度または進行方向ベクトルに関する、各表示された光 1 4 0 の位置の、対応する光源 1 2 4 の位置からのずれは、光源毎に様々であり得る。これは、図 5 並びに図 9 ~ 図 1 1 に示されている物体 1 0 2 等の物体 1 0 2 の第 1 の端面 1 0 4 から第 2 の端面 1 0 6 へと延びる複数のセル 1 1 0 が、物体 1 0 2 の縦軸 1 1 4 に対して必ずしも平行ではないことを意味する。

【0070】

複数の光源 1 2 4 は、物体 1 0 2 のセル 1 1 0 の複数の対応する群 1 1 8 を通って出る光を投射するために、同時に作動され得る。その結果、セル 1 1 0 の複数の群 1 1 8 を通って出て投射された光が、ターゲット 1 3 6 上に同時に表示され得る。従って、ターゲット 1 3 6 上に表示された光 1 4 0 の複数の位置が、撮像システム 1 6 0 によって同時に決定され得る。例えば、表示された光 1 4 0 の重心 1 7 0 の複数の位置が、撮像システム 1 6 0 によって同時に決定され得る。

【0071】

或いは、撮像システム 1 6 0 は、表示された光 1 4 0 の複数の位置から、表示された光 1 4 0 の特定の複数の位置を識別し得る。一例では、表示された光 1 4 0 の 1 つのみの位置が、撮像システム 1 6 0 によって決定される。別の例では、表示された光 1 4 0 の全ての位置が識別される。表示された光 1 4 0 の位置の数が、撮像システム 1 6 0 によって決定されてもよい。或いは、表示された光 1 4 0 の位置の数が、システムプロセッサ 1 6 6 によって識別されてもよい。

【0072】

表示された光 1 4 0 の複数の位置が識別される場合には、システムプロセッサ 1 6 6 を用いて、複数の位置の各々が、複数の対応する光源 1 2 4 の位置と比較され得る。表示された光 1 4 0 が、実際には、対応する複数の光源 1 2 4 から発せられた光がセル 1 1 0 の複数の対応する群 1 1 8 を通って出て投射された結果として表示されるという意味で、複数の光源 1 2 4 の位置は、表示された光 1 4 0 の複数の位置に対応する。

【0073】

システムプロセッサ 1 6 6 は、セル 1 1 0 の複数の群 1 1 8 の各々についての進行方向角度または進行方向ベクトルを更に算出し得る。例えば、図 1 2 に示されているように、

対応する光源 1 2 4 に関する表示された光 1 4 0 の進行方向角度は、 1 として表すことができ、表示された光 1 4 0 から、表示された光 1 4 0 が供給された対応する光源 1 2 4 までの距離は、 R 1 として表すことができ、それらの両方が、システムプロセッサ 1 6 6 によって、表示された光 1 4 0 の位置と、表示された光 1 4 0 が供給された対応する光源 1 2 4 の位置とを比較することによって算出され得る。

【 0 0 7 4 】

一般的に、 1 および R 1 の数値は、物体 1 0 2 におけるセルの群についての傾斜の程度を表し得る。例えば、進行方向角度 1 のばらつきは、セル 1 1 0 の群 1 1 8 のセル角度 () のばらつきに対応し得る。別の例では、距離 R 1 は、傾斜の程度に対応し得る。

【 0 0 7 5 】

対応する光源 1 2 4 に関する表示された光 1 4 0 の進行方向角度 1、およびセル 1 1 0 の群 1 4 2 の進行方向ベクトルは、物体 1 0 2 の複数の領域にわたるセルの複数の群についての進行方向角度および進行方向ベクトルを算出する際に用いられ得る。一例において、進行方向角度 1 および進行方向ベクトルは、物体 1 0 2 にどのように外皮を施すべきかを示す際に用いられ得る。例えば、物体 1 0 2 の特定の外側の部分における、研削および外皮を施す手順によって塞がれ得るセル 1 1 0 を最小限にするために、セル 1 1 0 の特定の群 1 1 8 の進行方向角度 1 および進行方向ベクトルに基づき、物体 1 0 2 の特定の外側の部分が、所定の方向に沿って所定の深さで研削され得る。

【 0 0 7 6 】

図 8 に示されている例に関しては、表示された光 1 4 0 の位置と、表示された光 1 4 0 が供給された対応する光源 1 2 4 の位置との比較から、表示された光 1 4 0 に対応する最初のセル 1 1 0 の群 1 1 8 についての進行方向角度 1 または進行方向ベクトルが算出され得る。例えば、表示された光 1 4 0 の重心 1 7 0 の位置と、表示された光 1 4 0 が供給された対応する光源 1 2 4 の位置との比較から、表示された光 1 4 0 に対応する最初のセル 1 1 0 の群 1 1 8 についての進行方向角度 1 または進行方向ベクトルが算出され得る。一例において、対応する光源 1 2 4 の位置は、対応する光源 1 2 4 の重心 1 7 4 によって定義され得る。

【 0 0 7 7 】

光源 1 2 4 を移動させて、セル 1 1 0 の群 1 1 8 を通って出る光を投射する工程、ターゲット 1 3 6 上に光 1 4 0 を表示する工程、表示された光 1 4 0 の位置を決定する工程、表示された光 1 4 0 の決定された位置と、対応する光源 1 2 4 の位置とを比較する工程、および、物体 1 0 2 のセル 1 1 0 の群 1 1 8 についての進行方向角度および進行方向ベクトルのうちの一方を算出する工程を繰り返すことにより、図 8 に示されている 1 つの光源 1 2 4 を有する例で、セル 1 1 0 の複数の群 1 1 8 を通って出る光を同時に投射する複数の光源を含むシステムと同様に、セル 1 1 0 の複数の群 1 1 8 に対応する表示された光 1 4 0 の複数の事例を取得できる。

【 0 0 7 8 】

上述の図 8 に示されている例では、物体 1 0 2 を検査するために物体 1 0 2 を通って出る光を投射するために、 1 つのみの光源 1 2 4 が所定の経路に沿って移動することを想定しているが、物体 1 0 2 を検査するために、複数の光源 1 2 4 が所定の経路に沿って移動してもよいことが理解されよう。一例では、第 1 の光源 1 2 4 が物体 1 0 2 の上半分の部分におけるセル 1 1 0 の複数の群 1 1 8 を通って出る光を投射し、第 2 の光源 1 2 4 が物体 1 0 2 の下半分の部分におけるセル 1 1 0 の複数の群 1 1 8 を通って出る光を投射するよう、 2 つの光源 1 2 4 が所定の経路に沿って移動し得る。

【 0 0 7 9 】

なお、図 1 2 に示されているような配置は、限定することは意図せず、本開示の態様に従った、複数の光源 1 2 4 の他の様々な配置が可能である。また、ユーザに、表示された光 1 4 0 が供給された対応する複数の光源 1 2 4 位置に関する、表示された光 1 4 0 の位置についての視覚的情報を提供するために、システムプロセッサ 1 6 6 によって、図 1 2 に示されているような図が構築され得ることも理解されよう。或いは、ユーザには、セル

10

20

30

40

50

1 1 0 の 1 以上の群 1 1 8 の位置についての数値情報のみが提供されてもよい。

【 0 0 8 0 】

図 1 3 は、物体 1 0 2 を検査する方法 3 0 0 の一例を示す模式的な図である。なお、図 1 3 に示されている一続きの工程は、単に説明を目的とするものであり、本方法を限定する意図はなく、これらの工程は、本開示から逸脱することなく、異なる論理的順序で進行してもよく、追加のまたは介在する工程が含まれてもよく、または、記載された工程が複数の工程に分割されてもよいことを理解されたい。図 1 3 の方法 3 0 0 は、物体 1 0 2 の製造のための動作のサイクルに（例えば、物体 1 0 2 の製造前、製造中、または製造後等に）組み込まれ得る。或いは、図 1 3 の方法 3 0 0 は、単独で行われる処理であってもよい。

10

【 0 0 8 1 】

方法 3 0 0 は、セル 1 1 0 の少なくとも 1 つの群 1 1 8 を通って出る光を少なくとも 1 つの対応する光源 1 2 4 から投射する工程 3 0 2 を含む。対応する光源 1 2 4 から投射される光は、拡散光を含み得る。1 以上の光源 1 2 4 は、物体 1 0 2 に関して静止していてもよい。或いは、1 以上の光源 1 2 4 は、所定の経路に沿って、物体 1 0 2 に関して x 方向、y 方向、および z 方向のうちの少なくとも 1 つの方向に移動する（または、物体 1 0 2 が光源 1 2 4 に関してそのように移動する）よう構成されてもよい。

【 0 0 8 2 】

方法 3 0 0 は、セル 1 1 0 の少なくとも 1 つの群 1 1 8 を通って出て投射された光をターゲット 1 3 6 上に表示する工程 3 0 4 も含む。ターゲット 1 3 6 は、半透明および不透明のうちの一方であり得る。対応する複数の光源 1 2 4 から投射され、セル 1 1 0 の複数の対応する群 1 1 8 を通って出た光の 1 以上のビームは、ターゲット 1 3 6 上に同時に表示され得る。或いは、対応する光源 1 2 4 から投射され、セル 1 1 0 の対応する群 1 1 8 を通って出た光の 1 以上のビームは、1 以上の光源 1 2 4 が所定の経路に沿って移動された際に、ターゲット 1 3 6 上に一度に 1 つずつ順次表示されてもよい。

20

【 0 0 8 3 】

方法 3 0 0 は、表示された光 1 4 0 の少なくとも 1 つの位置を決定する工程 3 0 6 を更に含み得る。表示された光 1 4 0 の少なくとも 1 つの位置は、撮像システム 1 6 0 によって決定され得る。撮像システム 1 6 0 は、表示された光 1 4 0 の位置を決定するためのソフトウェアまたはプログラムを含むメモリまたは他のストレージ装置を含み得る。一例では、ソフトウェアまたはプログラムは、ターゲット 1 3 6 上に表示された光 1 4 0 の位置を決定するための座標系を含み得る。

30

【 0 0 8 4 】

方法 3 0 0 は、システムプロセッサ 1 6 6 によって、表示された光の決定された少なくとも 1 つの位置 1 4 0 を少なくとも 1 つの対応する光源 1 2 4 の位置と比較する工程 3 0 8 を更に含み得る。システムプロセッサ 1 6 6 は、ソフトウェアまたはプログラムを含み得るメモリまたはストレージ装置を含み得る。一例では、ターゲット 1 3 6 上に表示された光 1 4 0 の位置の重心 1 7 0 が、表示された光 1 4 0 が発せられた対応する光源 1 2 4 の重心 1 7 4 の位置と比較され得る。方法 3 0 0 は、表示された光 1 4 0 の少なくとも 1 つの位置と少なくとも 1 つの対応する光源の位置 1 2 4 との位置比較から、セル 1 1 0 の各群 1 1 8 についての進行方向角度および進行方向ベクトルのうちの少なくとも一方を算出する工程 3 1 0 を更に含み得る。工程 3 0 8 および 3 1 0 は別々の工程として説明したが、工程 3 0 8 および 3 1 0 は、システムプロセッサ 1 6 6 においてほぼ同時に行われ得ることが理解されよう。

40

【 0 0 8 5 】

特許請求される主題の趣旨および範囲から逸脱することなく、本明細書に記載された実施形態に対して様々な変形および変更が行われ得る。従って、本明細書は、添付の特許請求の範囲およびそれらの等価物の範囲内である限り、本明細書に記載された実施形態の変形および変更を網羅することが意図されると理解されたい。特許請求の範囲の趣旨および範囲から逸脱することなく、様々な変形および変更が行われ得ることが、当業者には自明

50

である。

【0086】

以下、本発明の好ましい実施形態を項分け記載する。

【0087】

実施形態 1

第 1 の端面および第 2 の端面を有する物体であって、該物体を通して前記第 1 の端面から前記第 2 の端面へと延びる複数のセルを含む物体を検査するためのシステムにおいて、前記複数のセルの少なくとも 1 つの対応する群を通して出る光を投射するよう構成された少なくとも 1 つの光源と、

前記複数のセルの前記少なくとも 1 つの対応する群を通して出て投射された前記光を表示するよう構成されたターゲットと、

前記ターゲット上に表示された前記光の少なくとも 1 つの位置を決定するよう構成された撮像システムと、

前記表示された光の前記決定された少なくとも 1 つの位置を、前記少なくとも 1 つの光源の位置と比較し、その比較から、前記複数のセルの前記少なくとも 1 つの対応する群についての進行方向角度および進行方向ベクトルのうちの少なくとも一方を算出するよう構成されたシステムプロセッサと

を含むことを特徴とするシステム。

【0088】

実施形態 2

前記少なくとも 1 つの光源が拡散光源である、実施形態 1 に記載のシステム。

【0089】

実施形態 3

前記ターゲットが半透明および不透明のうちの一方である、実施形態 1 ~ 2 のいずれか 1 つに記載のシステム。

【0090】

実施形態 4

前記撮像システムが、前記ターゲットの表面に関連するデータを集め、該集められたデータから、前記表示された光の重心の位置を決定するよう更に構成された、実施形態 1 ~ 3 のいずれか 1 つに記載のシステム。

【0091】

実施形態 5

前記システムプロセッサが、前記重心の前記決定された位置を前記少なくとも 1 つの光源の位置と比較し、その比較から、前記複数のセルの前記少なくとも 1 つの対応する群についての前記進行方向角度および前記進行方向ベクトルの前記少なくとも一方を算出するよう更に構成された、実施形態 1 ~ 4 のいずれか 1 つに記載のシステム。

【0092】

実施形態 6

前記撮像システムがデジタル撮像センサを含む、実施形態 1 ~ 5 のいずれか 1 つに記載のシステム。

【0093】

実施形態 7

前記少なくとも 1 つの光源が、前記複数のセルの複数の対応する群を通して出る光を投射するよう構成された複数の光源のうちの 1 つであり、前記複数のセルの前記少なくとも 1 つの対応する群が、前記複数のセルの前記複数の対応する群のうちの 1 つであり、

前記ターゲットが、前記複数のセルの前記複数の対応する群を通して出て投射された前記光を表示するよう更に構成され、

前記撮像システムが、前記ターゲット上に表示された前記光の複数の位置を決定するよう更に構成され、前記ターゲット上に表示された前記光の前記少なくとも 1 つの位置が、前記ターゲット上に表示された前記光の前記複数の位置のうちの 1 つであり、

10

20

30

40

50

前記システムプロセッサが、前記表示された光の前記決定された複数の位置を前記複数の光源のそれぞれの位置と比較して、その比較から、前記複数のセルの前記複数の対応する群についての前記進行方向角度および前記進行方向ベクトルのうちの少なくとも一方を算出するよう更に構成された

実施形態 1 ~ 6 のいずれか 1 つに記載のシステム。

【 0 0 9 4 】

実施形態 8

複数の前記光源が、前記光を同時に投射するよう更に構成された、実施形態 1 ~ 7 のいずれか 1 つに記載のシステム。

【 0 0 9 5 】

実施形態 9

前記システムプロセッサが、前記複数のセルの前記少なくとも 1 つの対応する群についての前記進行方向角度および前記進行方向ベクトルのうちの前記少なくとも一方を算出した後、前記少なくとも 1 つの光源が、前記複数のセルの別の対応する群を通して出る光を投射するよう移動される、実施形態 1 ~ 8 のいずれか 1 つに記載のシステム。

【 0 0 9 6 】

実施形態 1 0

第 1 の端面および第 2 の端面を有する物体であって、該物体を通して前記第 1 の端面から前記第 2 の端面へと延びる複数のセルを含む物体を検査する方法において、

前記複数のセルの少なくとも 1 つの群を通して出る光を少なくとも 1 つの対応する光源から投射する工程と、

前記複数のセルの前記少なくとも 1 つの群を通して出て投射された前記光を表示する工程と、

前記表示された光の少なくとも 1 つの位置を決定する工程と、

前記表示された光の前記決定された少なくとも 1 つの位置を、前記光を投射した前記少なくとも 1 つの対応する光源の位置と比較する工程と、

前記位置の前記比較から、前記複数のセルの前記少なくとも 1 つの群の各々についての進行方向角度および進行方向ベクトル少なくとも一方を算出する工程と、

を含むことを特徴とする方法。

【 0 0 9 7 】

実施形態 1 1

前記光を投射する前記工程が、拡散光を投射することを含む、実施形態 1 0 に記載の方法。

【 0 0 9 8 】

実施形態 1 2

前記光を表示する前記工程が、半透明および不透明のうちの一方であるターゲット上に前記光を表示することを含む、実施形態 1 0 ~ 1 1 のいずれか 1 つに記載の方法。

【 0 0 9 9 】

実施形態 1 3

前記光を表示する前記工程が、ターゲット上に前記光を表示することを含み、前記少なくとも 1 つの位置を決定する前記工程が、前記ターゲットの表面に関連するデータを集め、該集められたデータから、前記表示された光の重心の位置を決定することを含む、

実施形態 1 0 ~ 1 2 のいずれか 1 つに記載の方法。

【 0 1 0 0 】

実施形態 1 4

前記位置を比較する前記工程が、前記重心の前記決定された位置を前記少なくとも 1 つの対応する光源の位置と比較することを含み、

前記進行方向角度および前記進行方向ベクトルのうちの前記少なくとも一方を算出する前記工程が、前記重心の前記決定された位置と前記少なくとも 1 つの対応する光源の位置

10

20

30

40

50

との前記比較から、前記複数のセルの前記少なくとも1つの群についての前記進行方向角度および前記進行方向ベクトルのうちの前記少なくとも一方を算出することを含む、実施形態10～13のいずれか1つに記載の方法。

【0101】

実施形態15

前記少なくとも1つの位置を決定する前記工程が、デジタル撮像センサによって行われる、実施形態10～14のいずれか1つに記載の方法。

【0102】

実施形態16

前記光を投射する前記工程が、前記複数のセルの複数の群を通して出る前記光を複数の対応する光源から投射することを含み、前記複数のセルの前記少なくとも1つの群が、前記複数のセルの前記複数の群のうち1つであり、前記少なくとも1つの対応する光源が、前記複数の対応する光源のうち1つであり、

前記光を表示する前記工程が、前記複数のセルの前記複数の群を通して出て投射された前記光を表示することを含み、

前記少なくとも1つの位置を決定する前記工程が、前記表示された光の複数の位置を決定することを含み、前記光の前記少なくとも1つの位置が、前記表示された光の前記複数の位置のうち1つであり、

前記決定された少なくとも1つの位置を比較する前記工程が、前記表示された光の前記決定された複数の位置を前記複数の対応する光源の位置と比較することを含み、

算出する前記工程が、前記位置の前記比較から、前記複数のセルの前記複数の群についての前記進行方向角度および前記進行方向ベクトルのうち少なくとも一方を算出することを含む、

実施形態10～15のいずれか1つに記載の方法。

【0103】

実施形態17

前記複数のセルの前記複数の群のうち2以上を通して出る前記光を投射する前記工程が同時に行われる、実施形態10～16のいずれか1つに記載の方法。

【0104】

実施形態18

前記進行方向角度および前記進行方向ベクトルのうちの前記少なくとも一方を算出する前記工程の後に、

前記少なくとも1つの対応する光源を移動させる工程と、

前記複数のセルの別の群について、投射する前記工程、表示する前記工程、決定する前記工程、比較する前記工程、および算出する前記工程を繰り返す工程とを更に含む、実施形態10～17のいずれか1つに記載の方法。

【0105】

実施形態19

第1の端面および第2の端面を有する物体であって、該物体を通して前記第1の端面から前記第2の端面へと延びる複数のセルを含む物体を検査するためのシステムにおいて、

前記複数のセルの複数の対応する群を通して出る光を同時に投射するよう構成された複数の光源と、

前記複数のセルの前記複数の対応する群を通して出て同時に投射された前記光を、前記複数のセルの前記複数の群にそれぞれ対応する複数の領域内に表示するよう構成されたターゲットと、

前記複数の領域のそれぞれの重心を決定するよう構成された撮像システムと、

前記複数の領域の前記それぞれの重心の位置を前記複数の光源のそれぞれの位置と比較し、その比較から、前記複数のセルの前記複数の対応する群についての進行方向角度および進行方向ベクトルのうち少なくとも一方を算出するよう構成されたシステムプロセッサと

10

20

30

40

50

を含むことを特徴とするシステム。

【 0 1 0 6 】

実施形態 2 0

前記撮像システムが、デジタル撮像センサを含む撮像装置を含み、該撮像装置が、前記複数のセルの前記複数の対応する群に面した前記ターゲットの表面からデータを集めるよう構成された、実施形態 1 9 に記載のシステム。

【符号の説明】

【 0 1 0 7 】

- 1 0 2 物体
- 1 0 4 第 1 の端面
- 1 0 6 第 2 の端面
- 1 1 0 セル
- 1 1 8 群
- 1 2 4 光源
- 1 3 6 ターゲット
- 1 4 0 表示された光
- 1 4 2、1 4 4、1 4 6 群
- 1 6 0 撮像システム
- 1 6 2 デジタル撮像センサ
- 1 6 4 撮像プロセッサ
- 1 6 6 システムプロセッサ

10

20

【 図 1 】

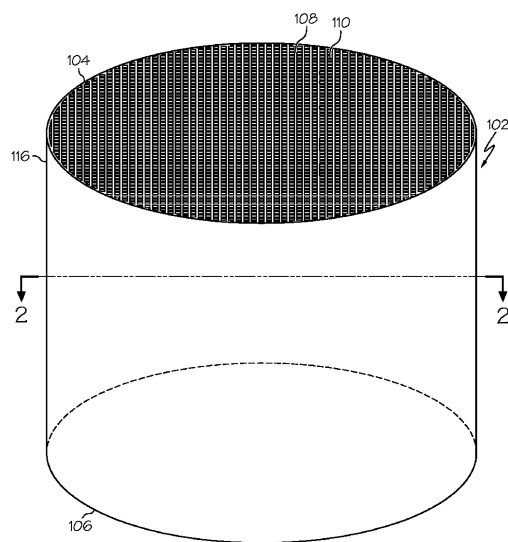


FIG. 1

【 図 2 】

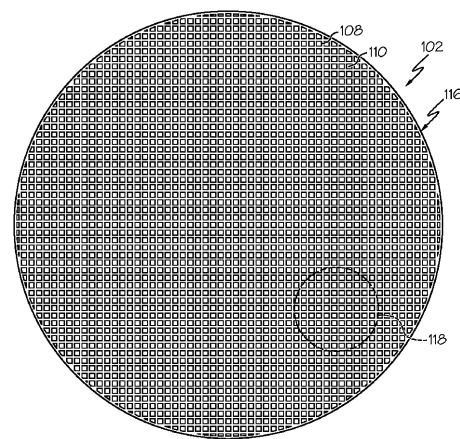
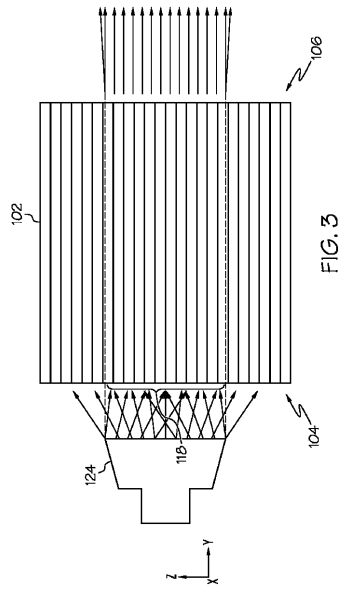
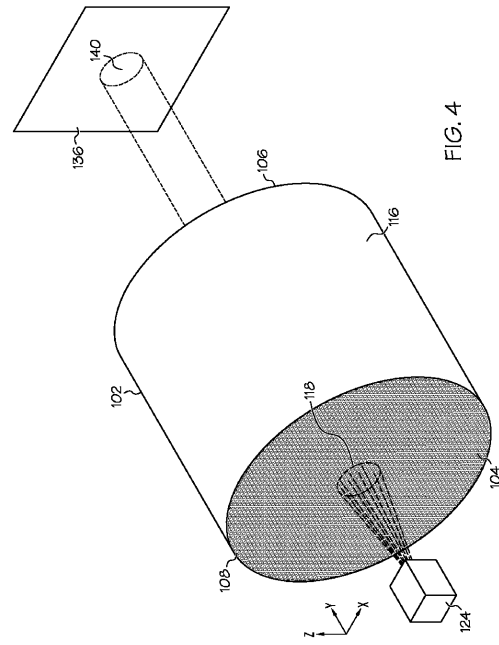


FIG. 2

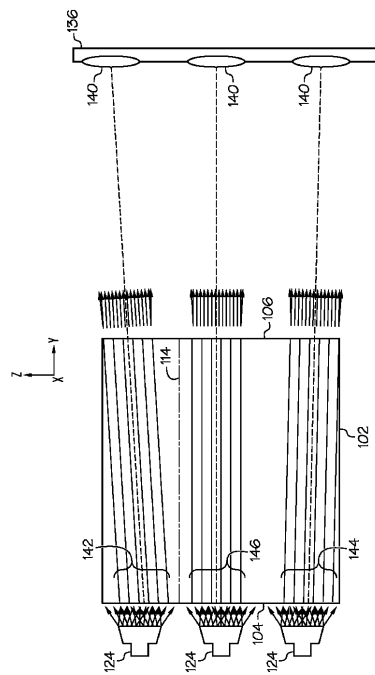
【図 3】



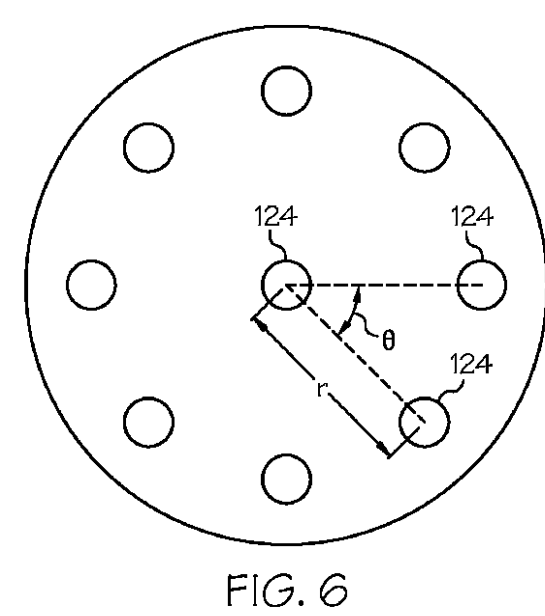
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

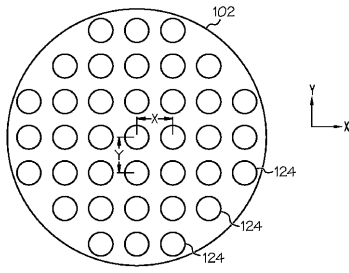


FIG. 7

【図 8】

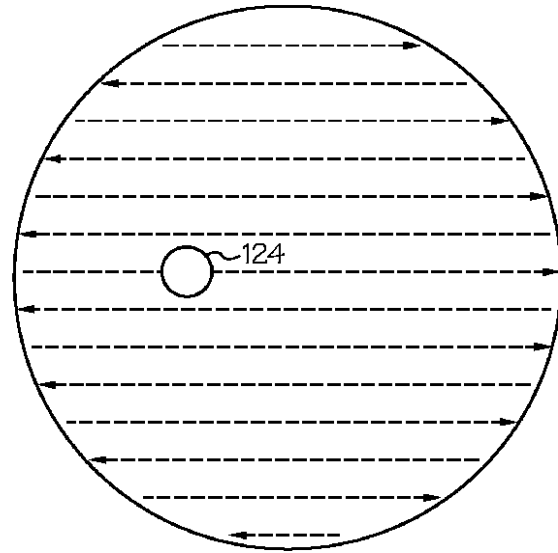


FIG. 8

【図 9】

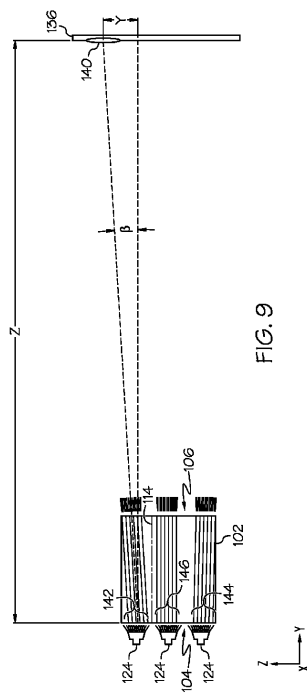


FIG. 9

【図 10】

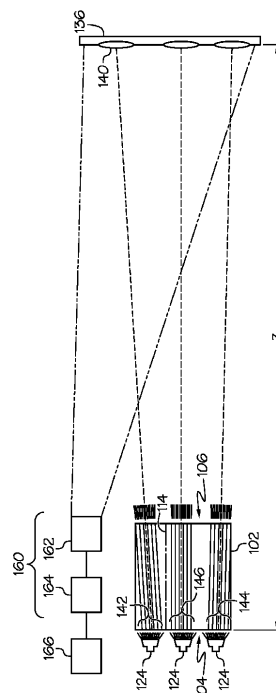


FIG. 10

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2010 - 249799 (JP, A)
特開 2004 - 037248 (JP, A)
特開 2005 - 274179 (JP, A)
特開 2005 - 315742 (JP, A)
特開 2005 - 134140 (JP, A)
米国特許第 07366340 (US, B1)
特開昭 58 - 155343 (JP, A)
米国特許出願公開第 2007 / 0132988 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B	11 / 00	-	11 / 30
B28B	11 / 00	-	19 / 00
G01N	21 / 84	-	21 / 958