

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4934274号  
(P4934274)

(45) 発行日 平成24年5月16日 (2012.5.16)

(24) 登録日 平成24年2月24日 (2012.2.24)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 N 21/55 (2006.01)

G O 1 N 21/55

請求項の数 7 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2004-280788 (P2004-280788)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成16年9月28日 (2004.9.28)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(65) 公開番号	特開2005-106820 (P2005-106820A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
(43) 公開日	平成17年4月21日 (2005.4.21)		クタディ、リバーロード、1 番
審査請求日	平成19年9月27日 (2007.9.27)	(74) 代理人	100137545
(31) 優先権主張番号	10/673, 598		弁理士 荒川 聡志
(32) 優先日	平成15年9月29日 (2003.9.29)	(74) 代理人	100105588
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 小倉 博
		(74) 代理人	100106541
			弁理士 伊藤 信和
		(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光沢面測定のための協調偏光

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光沢面を有する物体 ( 1 0 6 ) を走査する光学計測システム ( 1 0 0 ) において、  
物体の光沢面に向かって光パターン (  $L^1 \sim L^3$  ) を放射するように構成された複数の光源 (  $202a \sim 202c$  ) と、

光パターンが通過するように前記光源 (  $202a \sim 202c$  ) と物体 ( 1 0 6 ) との間に  
配置され、光パターンの偏光面及び偏光角のうちの少なくとも一方を変化させるように構  
成された複数の第 1 の偏光子 (  $208a \sim 208c$  ) と、

物体 ( 1 0 6 ) の画像を撮影するような向きに配置された複数のカメラ (  $124a \sim 124c$  ) と、

前記複数のカメラ (  $124a \sim 124c$  ) と物体 ( 1 0 6 ) との間に配置され、固定され  
た向きを有し且つ互いに対して異なる向きを有する複数の第 2 の偏光子 (  $122a \sim 122c$  ) と

を具備する光学計測システム。

【請求項 2】

前記光源 (  $202a \sim 202c$  ) はレーザー源である請求項 1 記載の光学計測システム。

【請求項 3】

前記第 1 の偏光子 (  $208a \sim 208c$  ) は光パターン (  $L^1 \sim L^3$  ) により規定される  
軸に関して回転自在である請求項 1 又は 2 に記載の光学計測システム。

【請求項 4】

各光源 (202a ~ 202c) は物体に向かって少なくとも1本のレーザービーム ( $L^1$  ~  $L^3$ ) を放射するように構成され且つ適合されている請求項1から3のいずれか1項に記載の光学計測システム。

【請求項5】

物体 (106) の画像を撮影するように構成され且つ適合された複数のカメラ (124a ~ 124c) を更に含む請求項1から4のいずれか1項に記載の光学計測システム。

【請求項6】

光沢面を有する物体 (106) に対して光学的計測を実行する方法において、物体 (106) に向かって光パターン ( $L^1$  ~  $L^3$ ) を放射する複数の光源 (202a ~ 202c) と、

10

前記光源 (202a ~ 202c) と物体 (106) との間に動作自在に配置され、光パターン ( $L^1$  ~  $L^3$ ) の偏光面及び偏光角のうちの少なくとも一方を変化させることが可能である複数の第1の偏光子 (208a ~ 208c) と、

物体 (106) の画像を捕捉する複数のカメラ (124a ~ 124c) と、

前記カメラ (124a ~ 124c) と物体 (106) との間に固定配置された複数の第2の偏光子 (122a ~ 122c) であって固定された向きを有し且つ互いに対して異なる向きを有する複数の第2の偏光子 (122a ~ 122c) とを含む光学計測システム (100) を設ける過程と、

前記第1の偏光子 (208a ~ 208c) を通して物体 (106) の表面に向かって光パターン ( $L^1$  ~  $L^3$ ) を放射する過程と、

20

前記第1の偏光子 (108) を回転させる過程と、

前記カメラ (124a ~ 124c) を使用して物体 (106) の画像を、画像が前記第2の偏光子 (122a ~ 122c) を通して捕捉されるように捕捉する過程と

から成る方法。

【請求項7】

前記光学計測システムは複数のカメラ (124a ~ 124c) を含み、方法は、各々のカメラを使用して物体の複数の画像を捕捉する過程を含む請求項6記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は光学計測システム及びその方法に関し、特に、センサ及び/又は走査されるべき物体が走査プロセスを実行しているときに同時に偏光角が変化するように、照明ビームの協調偏光を行う新規な光学計測システム及びその使用方法に関する。

【背景技術】

【0002】

光学的計測においては、相互反射 (すなわち、二重はね返し反射又は二次反射) が光沢のある物体の表面測定に重大な問題を引き起こしている。凹面の間又は互いにほぼ直角に位置している表面の組み合わせの間に起こりうる鏡面反射のために、真の望ましいレーザー線が相互反射線によって掩蔽されることが多い。そのような掩蔽が起こるために、最初に表面を散乱性の高い材料 (例えば、粉末など) で被覆することなく、あるいは、最初に

40

【0003】

相互反射がないように散乱性の高い材料で走査されるべき面を被覆すること、又は相互反射がないように個別の領域を別個に被覆するためにマスクを使用することにより、走査/検査プロセスに過程が追加されることになり、その結果、検査プロセスと関連する費用が増大し、検査プロセス全体の速度も低下する。

【特許文献1】米国特許第 5625446号明細書

【特許文献2】米国特許第 6028671号明細書

50

【特許文献 3】米国特許出願公開第2002/0089747 号明細書  
【特許文献 4】米国特許出願公開第 2003/0112447 号明細書  
【特許文献 5】米国特許出願公開第 2003/0137662 号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従って、相対的に光沢のある面を測定（すなわち、走査、検査など）するための改善されたシステム及び方法が必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【0005】

10

本開示は、光沢面を有する物体を走査するための光学計測システムを提供する。本開示の1つの面によれば、光学計測システムは、物体の表面に向かって構造化光パターンを放射するように構成され且つ適合された少なくとも1つの光源と、光パターンが通過するように光源と物体との間に配置され、光パターンの偏光面及び偏光角のうちの少なくとも一方を変化させるように構成され且つ適合された少なくとも1つの第1の偏光子と、物体の画像を撮影するように構成され且つ適合された少なくとも1つのカメラと、カメラと物体との間に配置され、固定された向きを有する少なくとも1つの第2の偏光子とを含む。

【0006】

本開示の別の面によれば、光沢面を有する物体に対して光学的計測を実行する方法が提供される。方法は、光学計測システムを設ける過程を含む。光学計測システムは、物体に向かつて光パターンを放射する少なくとも1つの光源と、光源と物体との間に動作自在に配置され、光パターンの偏光面及び偏光角のうちの少なくとも一方を変化させることが可能である少なくとも1つの第1の偏光子と、物体の画像を捕捉する少なくとも1つのカメラと、カメラと物体との間に固定配置された少なくとも1つの第2の偏光子とを含む。方法は、第1の偏光子を通して物体の表面に向かって光パターンを放射する過程と、第1の偏光子を回転させる過程と、カメラを使用して、画像が第2の偏光子を通して捕捉されるように、物体の少なくとも1つの画像を捕捉する過程とを更に含む。

20

【0007】

本発明の上記の特徴及び利点は添付の図面と関連して提示される以下の詳細な説明を検討することにより明白になるであろう。図面中、いくつかの図を通して同じ要素は同じ図中符号により指示される。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

分析的観点から見ると、光は粒子又は波として概念化できるであろう。しかし、二重反射及び/又は相互反射の問題を検討する場合、光の波に似ているという面を考えるのが有用である。従って、光が波として進むと仮定すると、正面から見たとき、光の光子は1つの特定の平面を進む。すなわち、光子は上下、左右又はその間の任意の角度を成して進む。それらの特定の平面を「偏光角」という。光子の群は、いずれも、様々に異なる偏光角の無作為の組み合わせを有することができる。当該技術においては知られているように、光子の偏光角を整列させることができるいくつかの事象があり、あるいは、例えば、偏光レンズの使用によってある偏光角を有する光子を除外させることもできる。

40

【0009】

まず、図1～図3を参照すると、反射面又は光沢面を有する物体を走査するための、従来の技術に従った光学計測システムがその全体を図中符号10により示されている。図1～図3に示すように、光学計測システム10は、少なくとも1本のレーザービーム「L」を送り出すように構成され且つ適合された少なくとも1つのレーザー源12（例えば、ダイオードレーザー）を含む。レーザービーム「L」は円筒形棒レンズ14によりコリメートされ、ストライプ「S」として拡張された後、観測（例えば、走査）されるべき物体16の表面に投射される。第1の直線偏光子18は、偏光面及び/又は偏光角を制御するために、コリメータ光学系20と棒レンズ14との間に配置されている。特に、少なくとも

50

1つの光源12、好ましくはレーザー源は1つの直線段位置に沿って第1の一連の構造化光パターン（例えば、レーザービーム）「 $L_{a \sim d}^1$ 」を発射し且つ／又は物体16の面16a及び面16bに到達することができる。表記「 $a \sim d$ 」は、レーザー源12がある1つの時点で2本以上のビームを放射できることを意味し、表記「1」はレーザー源12が第1の段位置「1」で第1の一連のレーザービームを放射し且つ／又は物体16の第1の面16aに到達できることを意味している。レーザー源12は、異なる段位置「2」で放射され且つ／又は物体16の第2の、すなわち、異なる面16bに到達する第2の一連のレーザービーム「 $L_{a \sim d}^2$ 」を更に放射することができる。

#### 【0010】

光学計測システム10は、カメラ24の前方に配置された第2の直線偏光子22を更に含む。光学計測システム10は、レーザー源12の強烈な鏡面反射によるカメラ24の損傷の危険を軽減するためのNDフィルタ26を更に含むことができる。加えて、光学計測システム10は、望ましくない波長の伝達を阻止するためにカメラ24に装着される赤外線フィルタ28を更に含むことができる。

10

#### 【0011】

動作中、各レーザービーム「L」が物体16に当たった後、各レーザービーム「L」は物体16から発する散乱ビーム30と、二次反射ビーム又は相互反射ビーム32とに分割される。その後、カメラ24が部品画像を収集する前に、第2の直線偏光子22は複数の異なる角度（すなわち、 $0^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $90^\circ$ 及びその間の任意の角度）のうちの1つの角度に回転される。第2の直線偏光子22は、散乱ビーム30の偏光角とは異なる偏光角を有するレーザービーム（例えば、二次反射ビーム又は相互反射ビーム）を除去することを意図されている。偏光子22を複数の異なる角度に回転させ、それぞれの角度で画像を撮影することにより、物体16の強さプロファイルが作成される。

20

#### 【0012】

要するに、従来の技術によれば、使用中、第1の直線偏光子18は固定された偏光角に維持されるが、第2の直線偏光子22は、カメラ24が偏光子22の複数の異なる向きで複数の画像を撮影できるように複数の異なる偏光角に回転される。

#### 【0013】

次に図4及び図5を参照すると、本発明の一実施例に従った光学計測システムがその全体を図中符号100で示されている。図4及び図5に示すように、光学計測システム100は、光パターン「L」、好ましくはレーザービームを送り出すように構成され且つ適合された少なくとも1つの光源102、好ましくはレーザー源を含む。レーザービーム「L」は円筒形棒レンズ104によりコリメートされ、ストライプ「S」として拡張された後、撮影及び／又は走査されるべき物体106に投射される。光学計測システム100は、偏光面及び／又は偏光角を制御するためにレーザービーム「L」が通過するようにレーザー源102と棒レンズ104との間に配置された第1の偏光子108を含む。レーザービーム「L」の偏光面及び／又は偏光角を変化させるために、第1の偏光子108は、例えば、モータ駆動ロータ（図示せず）を介して回転自在である。第1の偏光子108はレーザービーム「L」により規定される軸に関して（矢印「A」により指示するように）回転自在である。第1の偏光子108は直線偏光子、円偏光子及び楕円偏光子を含むが、それらに限定されない。第1の偏光子108は液晶などの位相変調器、及び電圧の異なる度合の送信に異なる度合の位相遅延を加えることができる電気光学又は光弾性変調器により駆動可能であると考えられる。

30

40

#### 【0014】

光学計測システム100は、物体106の複数の画像の撮影及び／又は読みを行なうように配置され且つ向きを規定された複数のカメラ124a～124cを更に含む。図4には3つのカメラ124a～124cが示されているが、任意の数のカメラ（例えば、1つ、2つ、4つ、5つなど）を含むことは本発明の趣旨の範囲内に入ると考えられる。各々のカメラ124a～124cは、対応するカメラ124a～124cと物体106との間に配置された対応する第2の偏光子122a～122cを含む。特に、第2の偏光子12

50

2 a ~ 1 2 2 c の各々は対応するカメラ 1 2 4 a ~ 1 2 4 c の視線及び / 又は光学的視野の中に配置されている。第 2 の偏光子 1 2 2 a ~ 1 2 2 c は、それぞれ、固定された角位置及び互いに対して異なる角位置に維持されている。このように、第 2 の偏光子 1 2 2 a ~ 1 2 2 c の各々は特定の所定の偏光角（例えば、図 5 の「 $\theta_c^I \sim \theta^V$ 」）に対して物体 1 0 6 から反射されたレーザービーム「L」を除去（すなわち、偏光）する。3 つのカメラ 1 2 4 a ~ 1 2 4 c が示されており、従って、偏光角「 $\theta_c^I \sim \theta^I I I$ 」を有する 3 つの第 2 の偏光子 1 2 2 a ~ 1 2 2 c のみが必要とされているが、レーザービームごとに少なくとも 5 つまでのカメラを設けることができ、従って、偏光角「 $\theta_c^I \sim \theta^V$ 」を有する 5 つの第 2 の直線偏光子が必要であると考えられる。各第 2 の偏光子 1 2 2 a ~ 1 2 2 c は直線偏光子、円偏光子及び楕円偏光子を含むが、それらに限定されない。

10

#### 【0015】

従って、使用中、第 1 の偏光子 1 0 8 の各々の偏光角に対してレーザー源 1 0 2 により発生されるレーザービーム「L」ごとに（例えば、「 $L_a \sim d$ 」）、カメラ 1 2 4 a ~ 1 2 4 c は対応する第 2 の偏光子 1 2 2 a ~ 1 2 2 c を介して物体 1 0 6 の画像及び / 又はスキャンを撮影する。カメラ 1 2 4 a ~ 1 2 4 c により撮影される各画像は散乱ビームの画像及び相互反射ビームの画像を含む。画像はこの後に組み合わせられ、物体 1 0 6 の強さプロファイルが生成され、物体 1 0 6 に関する位相情報及び物体 1 0 6 の偏光度に関する情報が作成される。特に、画像は、散乱ビームの強さを増幅し且つ相互反射ビームの強さを低減するように組み合わせられる。

#### 【0016】

20

カメラ 1 2 4 a ~ 1 2 4 c はレーザー源 1 0 2 の一方の側、すなわち、図 4 に示すように左側に配置されるように示されているが、カメラをレーザー源 1 0 2 の両側に配置すること及び / 又は全てレーザー源 1 0 2 の右側に配置することは本発明の趣旨の範囲内に入ると考えられる。

#### 【0017】

図 6 及び図 7 を参照すると、本発明の別の実施例に従った光学計測システムがその全体を図中符号 2 0 0 で示されている。光学計測システム 2 0 0 は光学計測システム 1 0 0 に類似しており、構成及び動作の相違点を識別するために必要な範囲に限定してシステム 2 0 0 を詳細に説明する。

#### 【0018】

30

光学計測システム 2 0 0 は、物体 1 0 6 に向かってそれぞれ対応するレーザービーム「 $L^1 \sim 3$ 」を送り出すように構成され且つ適合された複数のレーザー源 2 0 2 a ~ 2 0 2 c を含むか、あるいは、光学計測システム 2 0 0 は、異なる位置に向かってそれぞれ 1 本ずつ複数のレーザービーム、例えば、「 $L^1 \sim 3$ 」を送り出すように構成され且つ適合された単一のレーザー源を含むことができる。光学計測システム 2 0 0 は、それぞれ対応するレーザー源 2 0 2 a ~ 2 0 2 c と物体 1 0 6 との間にそれぞれ 1 つずつ動作自在に配置された複数の第 1 の偏光子 2 0 8 a ~ 2 0 8 c を更に含む。第 1 の偏光子 2 0 8 a ~ 2 0 8 c は、それぞれ対応するレーザービーム「 $L^1 \sim 3$ 」が通過するように位置決めされている。第 1 の直線偏光子 2 0 8 a ~ 2 0 8 c の各々は、対応するレーザービーム「 $L^1 \sim 3$ 」の偏光面及び / 又は偏光角を変化させるために回転自在である。

40

#### 【0019】

光学計測システム 2 0 0 は、物体 1 0 6 の複数の画像の撮影及び / 又は読みを行なうようにそれぞれ位置決めされ且つ向きを規定された複数のカメラ 1 2 4 a ~ 1 2 4 c を含む。特に、図 6 に示すように、カメラ 1 2 4 a ~ 1 2 4 c は対応するレーザー源 2 0 2 a ~ 2 0 2 c に対して設けられている。光学計測システム 2 0 0 は対応するカメラ 1 2 4 a ~ 1 2 4 c（と物体 1 0 6 と）の間に配置された第 2 の偏光子 1 2 2 a ~ 1 2 2 c を含む。各第 2 の偏光子 1 2 2 a ~ 1 2 2 c は対応するカメラ 1 2 4 a ~ 1 2 4 c の視線及び / 又は視野の中に位置決めされている。第 2 の偏光子 1 2 2 a ~ 1 2 2 c は固定された角位置及び互いに対して異なる角位置、例えば、図 7 の「 $\theta^I \sim \theta^I I I$ 」に維持されている。

#### 【0020】

50

使用中、第1の偏光子208a~208cが回転されている間、各カメラ124a~124cはレーザー源202a~202cの対応するレーザービーム「 $L_{11} \sim 3$ 」ごとに少なくとも1つの画像を捕捉する。カメラ124a~124cにより捕捉された画像は、その後、組み合わせられて、物体106の強さプロファイルが生成され、物体106に関する位相情報及び物体106の偏光度に関する情報が作成される。各第1の偏光子208a~208cは互いに比較して、また、隣接する偏光子208a~208cと比較して異なる偏光角に向きを定められていると考えられる。

#### 【0021】

図8及び図9を参照すると、画像空間において位相情報をどのようにして補間できるかが示されている。特に、図8において、走査プロセスの開始時、第1のレーザービーム「 $L_{11}$ 」に対応するカメラ偏光角「 $I$ 」では位相情報は利用不可能である。しかし、「 $I$ 」における位相情報に関する近似値に到達するために、レーザービーム「 $L_{11} \sim 16$ 」、特にレーザービーム「 $L_{11}$ 」及び「 $L_{12}$ 」が補間される。従って、図9に示すように、「 $I$ 」においてレーザービーム「 $L_{11}$ 」から位相情報を収集することができる。特に、ある特定の場所の強さ及び位相情報はレーザービーム「 $L_{11} \sim 16$ 」ごとに1つの画像を捕捉し、次に、捕捉された画像から情報を補間することにより判定されることが可能である。

#### 【0022】

以上のことを考慮すると、本発明の光学計測システムは、検査プロセスの速度を低下させることなくレーザービームごとの位相情報を提供するために、第1の偏光子の偏光角とカメラの偏光角との協調運動を可能にする。光学三角解析及び/又は移相解析においては、レーザー源から発するレーザービームの偏光角の協調された変化を、カメラによる画像収集と組み合わせることにより、走査されるべき物体に関する所望の情報を走査されるべき物体により発生される雑音から分離することが可能になる。

#### 【0023】

本発明の光学計測システムは、光学三角システムにおいて固定された偏光角を有する複数の異なる偏光子を有する複数のカメラの使用及び/又は移相システムにおいて複数のカメラを使用することを更に可能にする。各レーザービームの画像を撮影するために複数のカメラを設けることができると考えられる。

#### 【0024】

走査を実行するために、走査されるべき物体に沿ってレーザービームを移動させるためにレーザー光源を操作できること、又は走査されるべき物体をレーザービームに対して移動できることは本発明の趣旨の範囲内に入ると考えられる。例えば、物体106をコンベヤなどに乗せて直線的に変位させること及び/又は物体106をスピンドルなどで回転自在に変位させることは可能である。

#### 【0025】

更に、第1の直線偏光子の偏光角を制御するために、偏光子を回転台の上に配置することは可能であると考えられる。特に、中心軸に関して回転させることができる単一の偏光子を設け且つ/又は複数の偏光子を支持し、回転及び/又は操作されたときに、選択された偏光子をレーザービームの光路に位置決めするフレームを設けることにより、偏光を変化させることができる。

#### 【0026】

レーザービームごとに複数の第1の直線偏光子を設けることは可能であり、また、各カメラと物体との間に複数の第2の直線偏光子を設けることは可能であると考えられる。

#### 【0027】

本発明の好ましい形態及び実施例を図示し、説明したが、先に述べたような本発明の発明概念及び趣旨から逸脱せずに様々な変更及び変形を実施できることは当業者には明白であろう。なお、特許請求の範囲に記載された符号は、理解容易のためであってなんら発明の技術的範囲を実施例に限縮するものではない。

#### 【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

【図 1】従来の技術に従った、物体を走査するための光学計測システムの概略斜視図。

【図 2】図 1 の従来の光学計測システムの構成要素を示す概略図。

【図 3】図 1 及び図 2 の光学計測システムの概略図。

【図 4】物体の走査に関連する場合の本開示の 1 つの面に従った光学計測システムの概略斜視図。

【図 5】物体の走査に関連する場合の図 4 の光学計測システムの概略図。

【図 6】物体の走査に関連する場合の本開示の別の面に従った光学計測システムの概略斜視図。

【図 7】物体の走査に関連する場合の本開示の別の面に従った光学計測システムの概略図

10

。 【図 8】走査プロセス中の位相情報の補間を示す概略図。

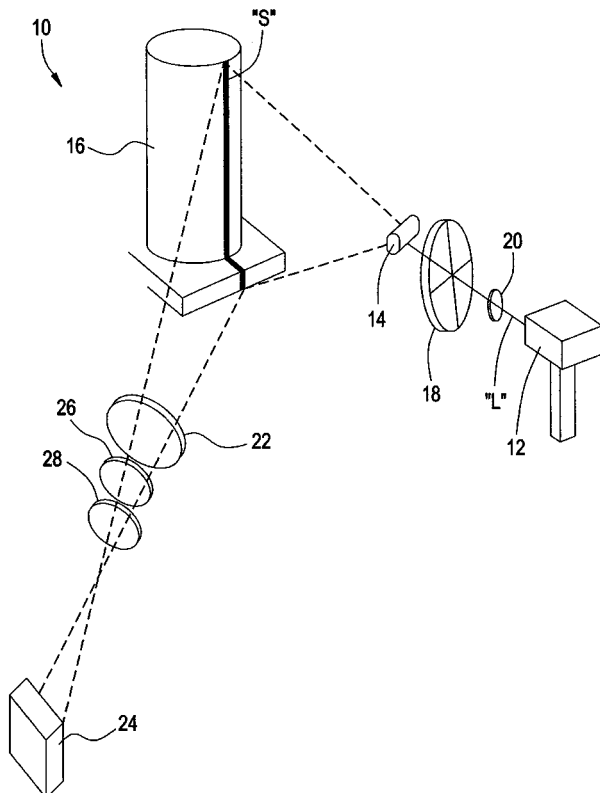
【図 9】走査プロセス中の位相情報の補間を示す概略図。

【符号の説明】

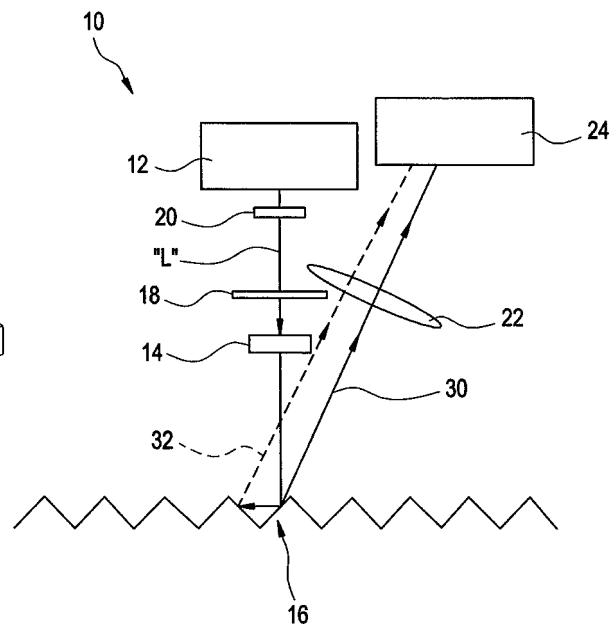
【 0 0 2 9 】

1 0 0 ... 光学計測システム、 1 0 2 ... 光源（レーザー源）、 1 0 4 ... 円筒形棒レンズ、  
1 0 6 ... 物体、 1 0 8 ... 第 1 の偏光子、 1 2 2 a ~ 1 2 2 c ... 第 2 の偏光子、 1 2 4 a ~  
1 2 4 c ... カメラ、 2 0 0 ... 光学計測システム、 2 0 2 a ~ 2 0 2 c ... レーザー源、 2 0  
8 a ~ 2 0 8 c ... 第 1 の偏光子、 L ... レーザービーム

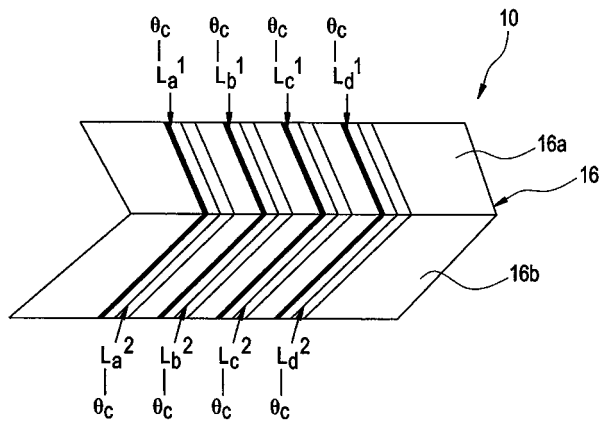
【図 1】



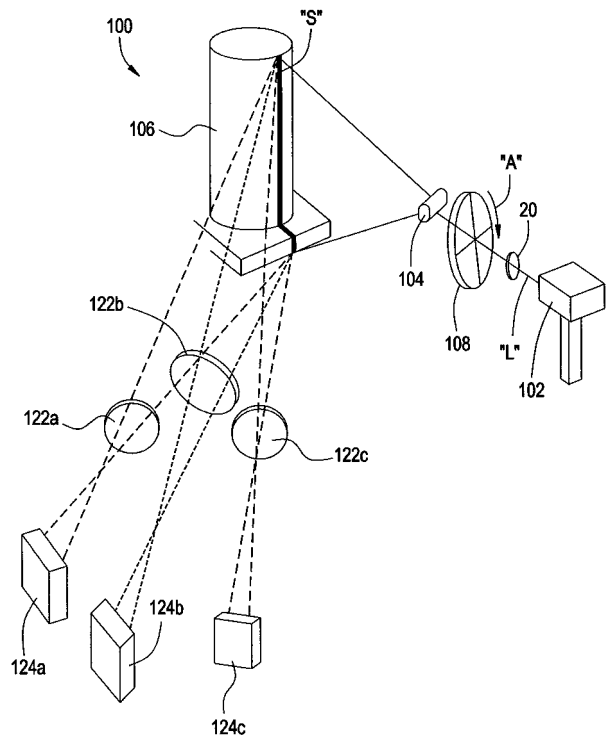
【図 2】



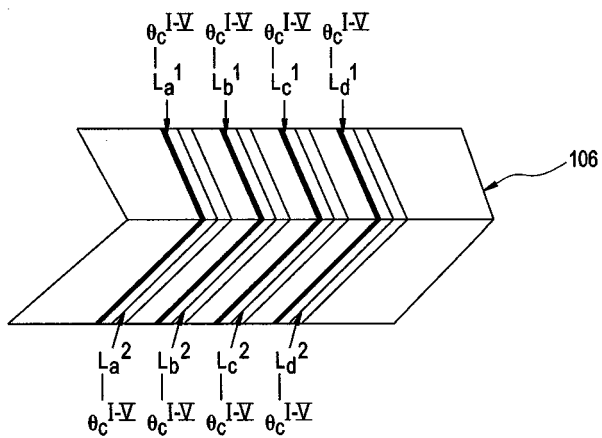
【図 3】



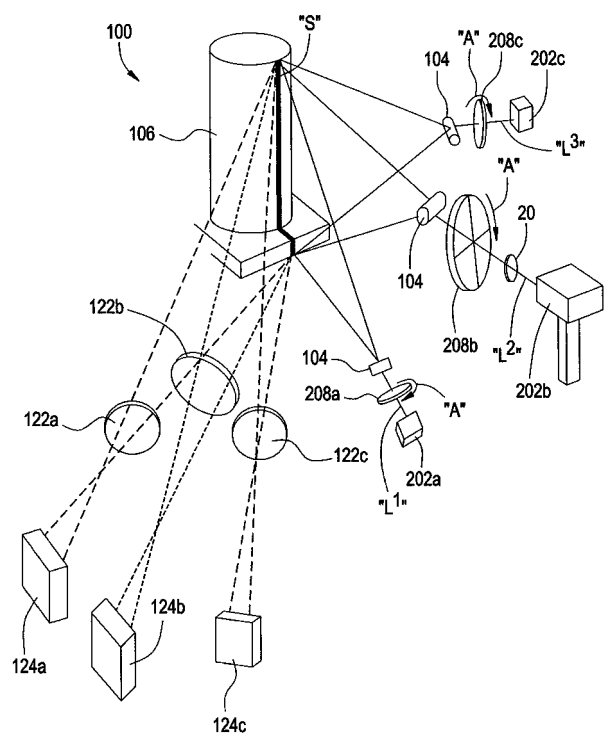
【図 4】



【図 5】

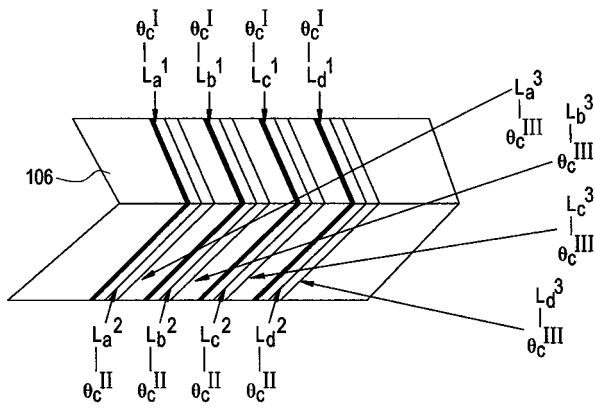


【図 6】

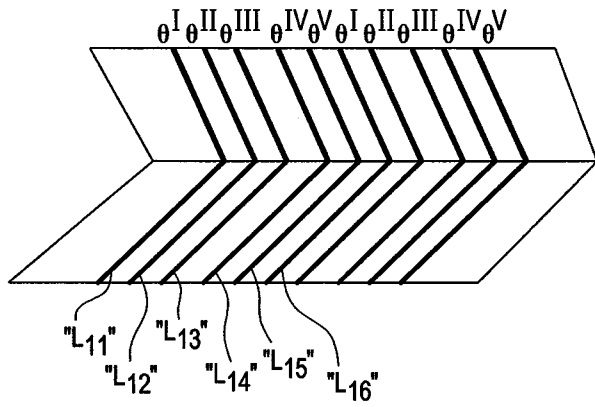




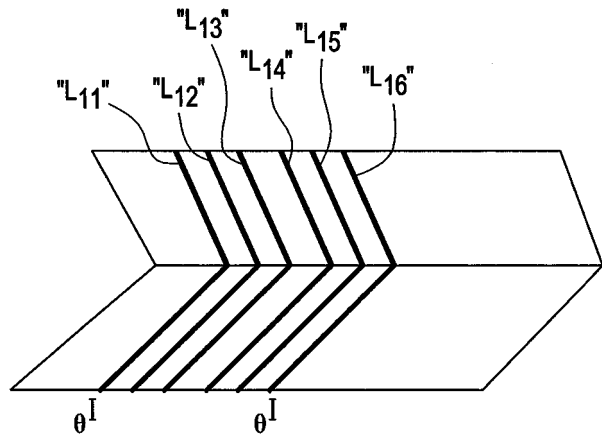
【図 7】



【図 8】



【図 9】



---

フロントページの続き

(72)発明者 シヤオビン・チエン

アメリカ合衆国、ニューヨーク州、クリフトン・パーク、ウォールナッツ・ドライブ、706番

(72)発明者 ケビン・ジョージ・ハーディング

アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、エーピーティー・108、バン・アントワープ・  
ロード、1365番

審査官 樋口 宗彦

(56)参考文献 米国特許出願公開第2003/0112447(US, A1)

特開2002-139423(JP, A)

特開2002-162344(JP, A)

特開平04-127004(JP, A)

特開2002-214137(JP, A)

特開平04-240553(JP, A)

特表平11-509748(JP, A)

特開平05-142141(JP, A)

特開2002-148186(JP, A)

特開昭57-166533(JP, A)

米国特許第06028671(US, A)

特開2002-116085(JP, A)

特表2003-508772(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N21/00-21/01, 21/17-21/61

G01J1/00-1/60, 11/00