

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6732027号  
(P6732027)

(45) 発行日 令和2年7月29日(2020.7.29)

(24) 登録日 令和2年7月9日(2020.7.9)

(51) Int. Cl. F I  
 GO 1 N 21/95 (2006.01) GO 1 N 21/95 Z  
 B 2 9 D 30/00 (2006.01) B 2 9 D 30/00

請求項の数 15 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2018-532287 (P2018-532287)	(73) 特許権者	598164186
(86) (22) 出願日	平成28年12月28日 (2016.12.28)		ピレリ・タイヤ・ソチエタ・ペル・アツィ
(65) 公表番号	特表2019-505777 (P2019-505777A)		オーニ
(43) 公表日	平成31年2月28日 (2019.2.28)		イタリア共和国, 20126 ミラノ, ヴ
(86) 国際出願番号	PCT/IB2016/058052		ィアーレ ピエーロ エ アルベルト ピ
(87) 国際公開番号	W02017/115300		レリ 25
(87) 国際公開日	平成29年7月6日 (2017.7.6)	(74) 代理人	100079108
審査請求日	令和1年12月25日 (2019.12.25)		弁理士 稲葉 良幸
(31) 優先権主張番号	UB2015A009374	(74) 代理人	100109346
(32) 優先日	平成27年12月28日 (2015.12.28)		弁理士 大貫 敏史
(33) 優先権主張国・地域又は機関	イタリア (IT)	(74) 代理人	100117189
			弁理士 江口 昭彦
早期審査対象出願		(74) 代理人	100134120
			弁理士 内藤 和彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タイヤを検査するための装置および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

タイヤ(200)を検査するための装置(1)であって、  
 上に載る前記タイヤを受けるように適合された支持体(102)と、  
 物理的接触を介して前記タイヤの内面(213)の弾性変形部分と外面(212)の弾性変形部分とを形成するよう、前記タイヤ(200)の外面の部分を変形するように構成された変形システム(130)と、

外面(212)の前記変形部分を拡散光放射で照射するために第1の光放射を発するように適合された第1の光源(110)、外面の前記照射された変形部分の第1の画像を検出し、前記検出された第1の画像を表す少なくとも1つの制御信号を生成するように適合された第1のカメラ(105a)、ならびに前記第1の光源(110)および前記第1のカメラ(105a)を駆動する第1の制御ユニット(104a)と、

内面(213)の前記変形部分をグレーティング光放射で照射するために第2の光放射を発するように適合された第2の光源(108)、内面の前記照射された変形部分の少なくとも1つの第2の画像を検出し、前記検出された少なくとも1つの第2の画像を表す少なくとも1つの制御信号を生成するように適合された第2のカメラ(105b)、ならびに前記第2の光源(108)および前記第2のカメラ(105b)を駆動する第2の制御ユニット(140b)と、

前記支持体(102)を前記タイヤ(200)の回転軸(201)の周りで前記第1の光源(110)、前記第2の光源(108)、および前記変形システム(130)に対し

て相対回転させるように適合された移動部材と、

前記第1の光源(110)および前記第2の光源(108)が外面の前記変形部分および内面の前記変形部分を照射する間、前記変形システム(130)が作用し、前記移動部材が前記相対回転を付与するように構成された処理ユニット(180)と

を含む装置(1)。

【請求項2】

前記第2のカメラ(105b)が光学面(107b)を定め、前記第2の光源(108)が、内面の前記変形部分をグレーミング光放射で照射する光放射を発するように適合された第3のサブ光源(111a)と、内面の前記変形部分をグレーミング光放射で照射する光放射を発するように適合された第4のサブ光源(111b)とを含み、前記第3のサブ光源(111a)および前記第4のサブ光源(111b)が、前記光学面(107b)に関して対向する半平面上に配置される、請求項1に記載の装置(1)。

10

【請求項3】

前記第3のサブ光源(111a)および前記第4のサブ光源(111b)が、前記光学面(107b)に関して対称に配置される、請求項2に記載の装置(1)。

【請求項4】

第3の光放射を発し、拡散光放射によって内面の前記変形部分を照射するように適合された第3の光源(109)を含む、請求項1～3のいずれか一項に記載の装置(1)。

【請求項5】

前記第2のカメラ(107b)が光学面(107b)を定め、前記第3の光源(109)が前記光学面に関して対称に配置される、請求項4に記載の装置(1)。

20

【請求項6】

前記第1の制御ユニット(140a)および第2の制御ユニット(140b)が、外面の前記変形部分および内面の前記変形部分の照射が同時に起こるように、前記第1の光源(110)と、前記第3のサブ光源(111a)、前記第4のサブ光源(111b)および前記第3の光源(109)の少なくとも1つとを駆動するように構成される、請求項2、請求項2に従属する場合の請求項3～5のいずれか一項、請求項4、または請求項5に記載の装置(1)。

【請求項7】

前記第1の光源(110)および前記第1のカメラ(105a)を移動するように適合された第1のアーム(220a)と、前記第2の光源(108)および前記第2のカメラ(105b)を移動するように適合された第2のアーム(220b)とを含む、請求項1～6のいずれか一項に記載の装置(1)。

30

【請求項8】

前記第2のカメラ(105b)が光学面(107b)を定め、前記装置が、前記光学面に垂直に配置された反射面(150)を定める反射素子を含み、前記反射素子が、前記光学面(107b)に対して対称に配置される、請求項1～7のいずれか一項に記載の装置(1)。

【請求項9】

前記処理ユニット(180)、第1の制御ユニット(140a)および第2の制御ユニット(140b)が、

40

前記変形システム(130)を駆動して、前記タイヤ(200)のショルダー部(205)の外面の一部に弾性変形部分を形成するように、

前記変形システム(130)が前記ショルダー部(205)の前記外面に作用し、前記移動部材が前記相対回転を付与する間、前記第1の光源(110)を駆動して、前記タイヤ(200)のサイドウォール部(207)の外面の変形部分を拡散光放射で照射するように、および

前記変形システム(130)が前記ショルダー部(205)の前記外面に作用し、前記移動部材が前記相対回転を付与する間、前記第2の光源(108)を駆動して、前記タイヤ(200)の前記ショルダー部(205)の内面の変形部分をグレーミング光放射で照

50

射するように

構成されるか、又は、

前記処理ユニット(180)、第1の制御ユニット(140a)および第2の制御ユニット(140b)が、

前記変形システム(130)を駆動して、前記タイヤ(200)のサイドウォール部(207)の外面の一部に弾性変形部分を形成するように、

前記変形システム(130)が前記サイドウォール部の前記外面に作用し、前記移動部材が前記相対回転を付与する間、前記第1の光源(110)を駆動して、前記タイヤのシヨルダール部(205)の外面の変形部分を拡散光放射で照射するように、および

前記変形システム(130)が前記サイドウォール部(207)の前記外面に作用し、前記移動部材が前記相対回転を付与する間、前記第2の光源(108)を駆動して、前記タイヤの前記サイドウォール部の内面の変形部分をグレーティング光放射で照射するように構成される、請求項1~8のいずれか一項に記載の装置(1)。

10

【請求項10】

タイヤ製造ライン内でタイヤ(200)を検査する方法であって、

検査されるべきタイヤ(200)を提供すること、

前記タイヤの外面の一部を変形させて、内面(213)の弾性変形部分と外面(212)の弾性変形部分とを形成すること、

上述の変形と同時に、第1の光源(110)によって発せられる第1の拡散光放射によって外面の前記変形部分を照射すること、

20

第1のカメラ(105a)を介して外面の前記変形され、かつ照射された部分の第1の画像を取得すること、

上述の変形と同時に、第2の光源(108)によって発せられる第2のグレーティング光放射によって内面の前記変形部分を照射すること、

第2のカメラ(105b)を介して内面の前記変形され、かつ照射された部分の少なくとも1つの第2の画像を取得すること、および

前記変形および照射の間、前記タイヤを前記第1の光源(110)および前記第2の光源(108)に対して前記タイヤ(200)の回転軸(201)の周りで相対回転させること

を含む方法。

30

【請求項11】

第2の光源(108)によって発せられる第2のグレーティング光放射によって内面の前記変形部分を照射することが、前記第2のカメラ(105b)によって定められた光学面(107b)に関して対向する半平面から来る第4のグレーティング光放射および第5のグレーティング光放射によって、内面の前記変形部分を照射することを含む、請求項10に記載の方法。

【請求項12】

前記第4のグレーティング光放射で内面の前記変形部分を照射することが、前記第5のグレーティング光放射による内面の前記変形部分の照射とは異なる時間に起こる、請求項11に記載の方法。

40

【請求項13】

上述の変形と同時に、第3の光源(109)によって発せられる第3の拡散光放射によって内面の前記変形され、かつ照射された部分を照射すること

を含み、

前記第3の拡散光放射によって内面の前記変形部分を照射することが、前記第4のグレーティング光放射による内面の前記変形部分の照射または前記第5のグレーティング光放射による内面の前記変形部分の照射と異なる時間に起こる、請求項11または12に記載の方法。

【請求項14】

前記変形が力を加えることによって行われ、前記力が前記タイヤの回転軸(201)の

50

方向の成分を含む、請求項 10 ~ 13 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 15】

前記変形を前記タイヤ(200)から取り除くこと、

前記タイヤの外面の異なる部分をさらに変形させて、外面変形表面のさらなる部分および内面変形表面のさらなる部分を作り出すこと、

上述のさらなる変形と同時に、前記第1の拡散光放射によって外面の前記さらなる変形部分を照射すること、

前記第1のカメラ(105a)を介して外面の前記さらなる変形をされ、かつ照射された部分の第3の画像を取得すること、

上述のさらなる変形と同時に、前記第2のグレーディング光放射によって内面の前記さらなる変形部分を照射すること

前記第2のカメラ(105b)を介して内面の前記さらなる変形をされ、かつ照射された部分の少なくとも1つの第4の画像を取得すること、および

前記変形および照射の間、前記タイヤを前記第1の光源(110)および前記第2の光源(108)に対して前記タイヤの回転軸(201)周りで相対回転させること

を含む、請求項 10 ~ 14 のいずれか一項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えばタイヤ製造ラインにおいてタイヤを検査するための装置および方法に関し、詳細には、タイヤの表面上または表面近傍の、より詳細には、タイヤのアウトウォール部の内面および外面上またはその近傍のあり得る欠陥の存在を検査するための装置および方法に関する。

【背景技術】

【0002】

典型的に、タイヤは、動作中にその回転軸の周りに実質的にトロイダル構造を有し、回転軸に垂直な軸方向の中間平面を有し、前記平面は、(例えば、トレッドパターンおよび/または内部構造などのあり得る軽微な非対称性を無視して)典型的には(かなり)幾何学的に対称な平面である。

【0003】

タイヤの2つの部分：クラウン部およびアウトウォール部がここで識別される。クラウン部は、トレッドバンド、ベルトおよびそれらの内側のカーカス構造の対応部分を含む。

【0004】

「アウトウォール部」という用語は、互いに向い合うタイヤの2つの部分であって、クラウン部の両側でビード部まで、すなわちタイヤの2つの内側端縁まで延在し、回転軸に実質的に垂直な円形延在部を有するタイヤの2つの部分の1つを示すことを意図され、前記ビード部はそれぞれの取付けリムとそれぞれ結合するように意図されている。従って、各アウトウォール部は、カーカス構造の対応する部分と、その軸方向外側の位置に、一般に「サイドウォール部」と呼ばれる適切なエラストマー材料から作製された部分とを含む。

【0005】

典型的には、カーカス構造は、上でビードの名前で特定された領域に一体化された一般に「ビードコア」と呼ばれるそれぞれの環状補強構造と係合された、それぞれ対向端縁を有する少なくとも1つのカーカスプライを含む。「チューブレス」タイヤでは、カーカスプライは、空気不透過性の優れた特性を有し、一方のビード部から他方のビード部まで延在する、通常「ライナ」と呼ばれる、好ましくはブチル系のエラストマー材料の層で完全に被覆される。

【0006】

アウトウォール部の構造は、いわゆる「ショルダー部」、すなわち、クラウン部とア

10

20

30

40

50

ウターウォール部の内側部分との間を接合するタイヤの部分を完全に含むことが意図される（換言すると、2つのショルダー部は、タイヤの2つの軸方向外側の円形の「縁部」に対応する）。ショルダー部は、回転軸に実質的に垂直な円形延在部を有する。

【0007】

「曲率半径」という用語は、いずれかの半径方向セクション平面上の、すなわち、前記回転軸を含むタイヤの要素の表面の局所的な曲率半径を示すように意図される（タイヤの半径方向セクションは典型的にタイヤ全体にわたって変化しない）。

【0008】

「タイヤ」という用語は、「完成」タイヤ、すなわち、構築ステップに続く成形および加硫ステップの後のタイヤを示すことが意図される。

【0009】

タイヤの外表面または内面という用語は、それぞれ、タイヤをその取付けリムと結合した後にもまだ見ることができる表面、および、前記結合後にもはや見ることができない表面を示すことが意図される。

【0010】

用語「光学」、「光」および同様の用語は、広い光学帯域の範囲内に入り、必ずしも光学帯域（換言すると400～700nm）内に厳密に入るわけではない、スペクトルの少なくとも一部を有する使用される電磁放射を指し、例えば、そのような広い光学帯域の範囲は、紫外線から赤外線（例えば、約100nm～約1μmの間に含まれる波長）に及ぶことができる。

【0011】

本出願において、光放射のある光線モデルが採用される。すなわち、表面のある点に入射し、非先鋭化光源（non-pointed light source）（この場合、単一の光線が存在し得る）によって生成された光放射は、その点に入射し、光源の各点と表面の前記点とを接続する直線伝播方向を有する光線の組に対応し、そのような光線のそれぞれは、その点に入射する全光出力の関連部分（associated fraction of the total light power）を有することが想定される。特に明記しない限り、「光」および「光放射」という用語は、交換可能に使用される。

【0012】

表面の点に入射する「指向性光放射」という用語は、点を頂点として有し、全光出力の少なくとも75%、好ましくは少なくとも90%、より好ましくは全光出力が入る / 8ステラジアン以下の大きさを有する立体角が存在する光放射を示すことが意図される。

【0013】

「拡散光放射」という用語は、無指向性光放射を示すことが意図される。

【0014】

表面の点に入射する「グレイジング光放射（grazing light radiation）」という用語は、表面の点に入射する全光出力の少なくとも75%が、前記点において表面に接する平面と60°以下の入射角を成す光放射を示すことが意図される。

【0015】

「画像」または同義語「デジタル画像」という用語は、コンピュータファイルに典型的に含まれる、データセットを一般的に示すことが意図され、ここで、空間座標（それぞれ典型的には画素に対応する）の有限集合（典型的には2次元およびマトリックスタイプすなわち、N行×M列のもの）の各座標（典型的に2次元）は、（異なる種類の大きさを表すことができる）対応する数値の組に関連付けられる。例えば、（「グレースケール」上の画像のような）モノクロ画像では、値の組は、有限スケール（典型的に256レベルまたはトン）の単一の値と一致し、そのような値は、例えば視覚化されたときのそれぞれの空間座標の明度（または輝度）のレベルを表し、カラー画像では、値の組は、複数の色、またはチャンネル、典型的には原色（例えばRGB色モデルの赤、緑および青、CMYK色モデルのシアン、マゼンタ、黄および黒）の明度のレベルを表す。「画像」という用語

10

20

30

40

50

は、必ずしもその実際の可視化を暗示しない。

【0016】

特定の「デジタル画像」（例えば、タイヤ上で最初に取得された2次元デジタル画像）への全ての言及は、前記特定のデジタル画像の1つまたは複数のデジタル処理操作（例えば、フィルタリング、イコライゼーション、「閾値化」、モルフォロジー変換 - 「オープニング」等 - 、勾配計算、「平滑化」等）によって取得することができるあらゆるデジタル画像をより広くカバーする。

【0017】

「2次元画像」という用語は、その各画素が、共通のデジタルカメラによって検出された画像など、表面の反射率/拡散率および/または色を表す関連情報を有するデジタル画像を示すことが意図される。

10

【0018】

「線形表面部分」という用語は、それに垂直な他方の寸法よりもはるかに大きな、典型的には少なくとも2桁大きな一方の寸法を有する表面部分を示すことが意図される。線形表面部分の小さい方の寸法は、典型的に0.1mm以下である。

【0019】

「線形画像」という用語は、行数よりもはるかに多い、典型的には少なくとも2桁多い数の画素の列を有するデジタル画像を示すことが意図される。典型的には、行の数は1~4であり、列の数は1000を超える。「行」および「列」という用語は、従来から使用され、交換可能である。

20

【0020】

少なくとも1つの作業ステーション、好ましくは複数の作業ステーションを含み、タイヤ製造プラントに導入された製造ライン内の「サイクル時間」という用語は、標準的な作業条件のもと、タイヤ自体の構成要素の少なくとも一部が構築される作業ステーションを通過する、製造されるタイヤの最大通過時間を示すことが意図されている。例えば、サイクル時間は、約20~約120秒の間に含まれ得る。

【0021】

車輪用タイヤの製造および構築プロセスにおいて、欠陥のあるタイヤ、またはいかなる場合においても、設計仕様から外れたタイヤを市場に出さないために、および/または製造プロセスにおいて実行される作業のパフォーマンスを改善および最適化するように、使用される装置および機械を漸進的に調整するために、製造された製品の品質管理を行うことが適している。

30

【0022】

このような品質管理には、例えば、タイヤの視覚的および触覚的検査を実施する、例えば30秒~60秒の間に含まれる所定の時間を費やす人間の作業員によって実行されるものが含まれ、作業員の経験および感度を踏まえ、タイヤが一定の品質基準を満たしていないと作業員が疑う場合、タイヤ自体は、可能性のある構造的および/または品質的欠陥をより深く評価するために、より詳細な人間の検査および/または適切な装置を介して、さらに検査される。

【0023】

同一出願人に付与された国際公開第2015/004587号は、製造ラインにおいてタイヤを検査するための方法および関連装置を示し、その方法は、検査すべきタイヤを提供し；タイヤのアウターウォール部の一部を、アウターウォール部のその部分の外側接触面への圧縮力を介して弾性変形させ、圧縮力は軸方向を有し、中間線の平面に向かうものであり；アウターウォール部のその部分の内面および/または外面を照射し、照射された表面の画像を検出し；検出された画像を表す制御信号を生成し；アウターウォール部のその部分にあり得る欠陥の存在を検出するために制御信号を分析することを含む。

40

【0024】

タイヤの検査の分野において、本出願人は、人間の作業員による検査を最小限に抑えながら、タイヤの光学画像取得、例えばデジタル画像取得と、それに続く、例えば表面上の

50

目に見える欠陥のあり得る存在を検出するための処理とを介して、タイヤの内面および/または外面を分析する問題を設定した。探し出される欠陥は、例えば、タイヤの表面の凹凸(未加硫の化合物、形状の変化等)、構造的不均一性、切れ目、表面上の異物の存在等であり得る。

【0025】

構造的不均一欠陥の中で、いわゆる「カーカス切れ目」は特に重要であり、それは、異なる化学的・物理的特性(例えば、異なる化合物)を有するタイヤの2つの部分の間の境界領域に発生する、まれであるが潜在的に非常に危険な欠陥である。そのような欠陥は、小さな切れ目(典型的には長手方向に延びる、すなわち、それらはタイヤの円形延在部に従う)の形態であり、縁部が完全に一致することを特徴とし(それらの間には材料の除去も欠如もない)、これは、それらを特に特定しにくくする特徴である。カーカス切れ目はまた、典型的に存在するライナの層の下の、タイヤの表面近く、例えば内面近くに配置されたカーカスの構造を巻き込む場合がある。この場合、典型的にライナ自体は切れ目に巻き込まれ、またカーカス切れ目に断裂を有し、従って光学的点検を介してそれを特定することを可能にする。

10

【0026】

本出願人はまた、検査をタイヤ製造プラント内で「オンライン」で使用できるようにするために、検査をより短期間かつ低コストで行うことが必要であることを観察した。

【0027】

従って、前述の限定された「サイクル時間」期間内に収まるような検査の期間を要し、同時に合理的な低コストでタイヤ自体の欠陥の存在の正確な検証を保証する、あり得る欠陥を強調するタイヤの画像の取得および分析を介したタイヤ検査方法および/または装置が好ましい。

20

【0028】

従って本出願人は、短時間にタイヤの全体的な検査を完了する方法が、「並行して」、すなわち同じ期間の間に異なる欠陥を探すことであることを観察した。この場合、それぞれ1つの欠陥を特定する2つ以上のデバイスを提供することが有利かもしれない。しかしながら、2つ以上のデバイスを並行して提供することにより、検査に関連する部分においてタイヤ製造ラインの複雑さが増す。さらに、多くのデバイスに存在する光源によるタイヤの複数の部分の「照射」の提供は、1つの光源を介して実行される照射と、別個の光源を介して実行される照射との間の望ましくない干渉を引き起こす可能性がある。

30

【0029】

しかしながら、本出願人は、タイヤの内側部分および外側部分をそれぞれ分析する2つのデバイスを設けることにより、照射の相互作用の点、およびデバイスの移動における物理的相互作用の点の両方において、デバイス自体の間の相互作用の可能性を最小限にすることを観察した。

【0030】

本出願人はまた、照射は、同じ光源の場合、照射される物体の幾何学的形状によって影響を受けることにも気づいた。すなわち、タイヤのアウトワーオール部の表面のような平坦でない表面上では、表面全体にわたり均質な照射を得ることは困難であり、また、露出過多および/または露出不足の領域を最小限に抑えるために、異なる領域間の妥協の状況を見つけることが必要である。このような困難さは、カーカスを検査するためのアウトワーオール部の内面の照射において顕著となる。本出願人は、検査すべきタイヤのアウトワーオール部の一部を適切に変形させることによって、変形部分の少なくとも1つの副部分の表面を平坦にし、従って、被写界深度を増し、画像の検出のための照射条件を改善し、より均一になることができることを観察した。検査すべきタイヤのアウトワーオール部の一部を適切に変形させることにより、変形部分の外側の曲率半径を減少させることが可能であり、これにより、あり得る欠陥、特にカーカス切れ目および他の切れ目または穴が強調される。それというのも、ノーマルな外側凸部の強調は、このような欠陥の縁部または周縁を「開く」傾向があり、後続の画像処理においてそれらを特定しやすくするからであ

40

50

る。このような効果は、平坦にすることによって、内側の凹面で得ることもできる。

【0031】

本出願人は、国際公開第2015/004587号において、タイヤの一部を圧縮し、変形された領域の近くの内側および外側の両方でタイヤを照射することによって、タイヤの内面および外面において欠陥を同時に検出することができると教示されているが、記載された構成では、タイヤ内で検出されるべき欠陥のいくつかを特定することは必ずしも可能ではないことを観察した。本出願人は実際に、2つの異なるデバイスおよび別個のデバイスによって発せられることができる2つの異なる種類の照射が互いに組み合わせられた場合にのみ、タイヤの内面および外面の欠陥を非常に確実に検出することが可能であることを理解している。実際に、タイヤ全体を検査するために同じ照射または不正確な種類の照射を使用すると、いくつかの欠陥、特にいくつかの2次元の欠陥、すなわち、例えば縁部が一致する切れ目のような表面の高さの変更を伴わない欠陥の、画像処理を介した検出の欠落、または非常に困難な検出をもたらし得る。

10

【0032】

従って、本出願人は、特にタイヤの表面の2種類以上の欠陥の同時検出のために、変形条件下でタイヤの内面および外面両方の画像を取得することができるタイヤ検査方法および装置であって、製造プラントのタイヤ製造ライン内のラインに適用するのに適し、換言すると、低減されたコストおよび稼動時間で使用するのに適し、信頼性の高い結果を提供することができる方法および装置を考案する問題を設定した。

【0033】

20

本出願人は、タイヤの一部を変形させるように適合された変形システムと、2つの別個のカメラに関連付けられる少なくとも2つの互いに別個の光源とを含む検出装置であって、2つの光源のうちの一方が他方の光源に対して異なる種類の光放射を発することができる検出装置を有することが、タイヤの変形表面の外側部分およびタイヤの変形表面の内側部分を、特定することが望まれる欠陥の種類に応じて最も適切なやり方で、同時に照射することを可能にし、および上述したタイヤの検査のために特に有用な拡散光およびグレージング光の両方に画像の取得を適応させることを可能にすることを理解した。

【0034】

より正確には、本出願人は、タイヤの外面の変形部分に対して拡散光を発するための、第1のカメラに関連付けられた第1の光源が設けられ、および、タイヤの内面の変形部分に対してグレージング光を発するための第2の光源が設けられ、内面および外面の部分は、一般に異なる欠陥を有し得、そのような欠陥を検出して結果として第1の画像および第2の画像の取得を可能にするために異なる照射を必要とし得る、方法および装置が、タイヤの検査を迅速に行うことを可能とし、同時に、異なる欠陥さえも確実かつ正確なやり方で検出することを可能にすることを、最終的に見出した。内側および外側両方の照射は、表面の照射された部分のまたは少なくともその一部の変形と同時に実行される。

30

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0035】

第1の態様によれば、本発明は、タイヤを検査するための装置に関する。

40

【0036】

好ましくは、前記タイヤをその上で受けるように構成された支持体が提供される。

【0037】

好ましくは、物理的接触を介して前記タイヤの内面の弾性変形部分および外面の変形部分を形成するように構成された変形システムが提供される。

【0038】

好ましくは、装置は、外面の前記変形部分を拡散光放射で照射するために第1の光放射を発するように適合された第1の光源と、外面の前記照射された変形部分の第1の画像を検出し、検出された前記第1の画像を表す少なくとも1つの制御信号を生成するように適合された第1のカメラと、前記第1の光源および前記第1のカメラを駆動する第1の制御

50



ユニットとを含む。

【0039】

好ましくは、内面の前記変形部分をグレーミング光放射で照射するために第2の光放射を発生するように適合された第2の光源、内面の前記照射された変形部分の少なくとも1つの第2の画像を検出し、検出された前記少なくとも1つの第2の画像を表す少なくとも1つの制御信号を生成するように適合された第2のカメラ、および前記第2の光源および前記第2のカメラを駆動する第2の制御ユニットが提供される。

【0040】

好ましくは、前記支持体を前記タイヤの回転軸の周りで前記第1の光源、前記第2の光源、および前記変形システムに対して相対回転させるように適合された移動部材が提供される。

10

【0041】

好ましくは、前記第1の光源と前記第2の光源が外面の前記変形部分および内面の前記変形部分を照射する間、前記変形システムが作用し、前記移動部材が前記相対回転を付与するように構成された処理ユニットが提供される。

【0042】

第2の態様によれば、本発明は、タイヤ製造ライン内でタイヤを検査する方法に関する。

【0043】

好ましくは、検査されるべきタイヤを提供することが想定される。

20

【0044】

好ましくは、前記タイヤの外面の一部を変形させて、内面の弾性変形部分と外面の弾性変形部分とを形成することが想定される。

【0045】

好ましくは、上述の変形と同時に、第1の光源によって発生される第1の拡散光放射によって外面の前記変形部分を照射することが想定される。

【0046】

好ましくは、第1のカメラを介して外面の前記変形され、かつ照射された部分の第1の画像を取得することが想定される。

【0047】

30

好ましくは、上述の変形と同時に、第2の光源によって発生される第2のグレーミング光放射によって内面の前記変形部分を照射することが想定される。

【0048】

好ましくは、第2のカメラを介して内面の前記変形され、かつ照射された部分の少なくとも1つの第2の画像を取得することが想定される。

【0049】

好ましくは、前記変形および照射の間、前記タイヤを前記第1の光源および前記第2の光源に対してタイヤの回転軸の周りで相対回転させることが想定される。

【0050】

本出願人は、3つのデバイスが同時に存在する、換言すると、変形システムと、外面の一部を照射するための第1のカメラに関連付けられる第1の光源と、タイヤの内面の一部を照射するための第2のカメラに関連付けられる第2の光源とが同時に存在する方法および装置を提供することが、タイヤの検査をより迅速にかつより信頼性高く、および低コストで行うことを可能にすると考えられる。このように、実際に、タイヤの一部が変形システムによって変形されている間、同時にタイヤの2つの別個の位置の2つの種類の欠陥を検出することができる。本出願人は、実際に、タイヤの外面の変形部分の可視欠陥の照射に最適化された拡散光を発生する第1の光源を、別の種類の欠陥を検出するべく最適化された方法でタイヤの第2の部分の照射するための第2の光源と組み合わせて使用して、圧縮を介して多くの異なる測定を実行するのに必要な時間を最小限に抑えることができる方法および装置を研究し実現したと考えている。有利には、照射と同期して、第1および第2の画

40

50

像が第1および第2のカメラを介して検出される。

【0051】

本発明は、上述の態様の少なくとも1つにおいて、以下に記載される好ましい特徴の1つまたは複数を含むことができる。

【0052】

好ましくは、第2のカメラは光学面を定め、前記第2の光源は、内面の前記変形部分をグレーティング光放射で照射する光放射を発するように適合された第3のサブ光源と、内面の前記変形部分をグレーティング光放射で照射する光放射を発するように適合された第4のサブ光源とを含み、前記第3のサブ光源および前記第4のサブ光源は、前記光学面に関して対向する半平面上に配置されている。

10

【0053】

光源の対称性、この場合、検出システムの光学面の2つの側に配置された第3のサブ光源および第4のサブ光源を含む第2の光源の対称性は、内面の一部が第3のサブ光源または第4のサブ光源の光放射によって照射される間に第2のカメラによって検出される画像のより簡単な比較を可能にする。これらの照射は、いずれの場合もグレーティングするが、それらの異なる - 好ましくは鏡面的な - 空間的な出光位置のために異なる。

【0054】

より好ましくは、前記第3のサブ光源および前記第4のサブ光源は前記光学面に関して対称に配置される。

【0055】

上述したように、サブ光源の対称性は、第3のサブ光源および第4のサブ光源による交互照射を介して検出された画像のより簡単な比較を可能にする。

20

【0056】

好ましくは、装置は、第3の光放射を発し、拡散光放射によって内面の前記変形部分を照射するように適合された第3の光源を含む。

【0057】

好ましくは第3の光源は、内面の一部のレベルにおいて、内面の変形部分で拡散される光放射を発するのに対して、第3のサブ光源および/または第4のサブ光源は、表面の第2の部分のレベルにおいて、グレーティングする光放射を表面の第2の部分に発する。有利には、2つの異なる種類の光放射、グレーティング光放射および拡散光放射、によって欠陥を特定するために変形内面の多くの画像を取得することにより、異なる照射による画像の比較を介した欠陥のより簡単な検出が可能になる。

30

【0058】

より好ましくは、前記第2のカメラは光学面を定め、前記第3の光源は前記光学面に関して対称に配置される。

【0059】

有利なことに、すでに上述したように、光源の対称性は、照射された表面の一部によって検出された画像のより簡単な処理を可能にする。

【0060】

好ましくは、前記第1の制御ユニットおよび第2の制御ユニットは、外面の前記変形部分および内面の前記変形部分の照射が同時に発生するように、前記第1の光源と、前記第3のサブ光源、前記第4のサブ光源および前記第3の光源の少なくとも1つとを駆動するように構成される。

40

【0061】

有利なことに、タイヤを検査するように意図された時間を短縮するために、外側表面部分および内側表面部分の両方の変形および照射が同時に行われる。第1の光源および/または第2の光源が2つ以上のサブ光源を含む場合、同時照射は、拡散およびグレーティング放射で外面および内面をそれぞれ同時に照射する第1の光源のサブ光源の少なくとも1つおよび第2の光源のサブ光源の少なくとも1つを介して起こる。

【0062】

50

好ましくは、装置は、前記第1の光源および前記第1のカメラを移動するように適合された第1のアームを含む。

【0063】

好ましくは、装置は、前記第2の光源および前記第2のカメラを移動するように適合された第2のロボットアームを含む。

【0064】

アームは、好ましくはロボット化され、タイヤの外側および/または内側変形表面の部分を正しく照射するのに最適な態様で空間内に位置付けられるように、関連の光放射源を有する第1のカメラおよび/または第2のカメラの全ての空間方向における最適な移動を可能にする。

【0065】

好ましくは、前記第1の光源は前記第1のカメラと一体である。

【0066】

好ましくは、前記第2の光源は前記第2のカメラと一体である。

【0067】

好ましくは、前記第3の光源は前記第2のカメラと一体である。

【0068】

有利には、第1のカメラは第1の光源と一体化され、同様に好ましくは第2のカメラも第2の光源および/または第3の光源と一体化されているので、好ましくはロボット化されたアームは、それら両方を単一の動きの中で移動することができる。従って、カメラと各光源との相対位置は固定されることが好ましい。

【0069】

好ましくは、前記第1のカメラはリニア式カメラ (linear camera) である。

【0070】

好ましくは、前記第2のカメラはリニア式カメラである。

【0071】

画像を取得するためのカメラの種類は、例えば、照射時に変形表面部分 (内側または外側) が好ましくはそこに配置されるまたはその近くに配置される焦点面上に、ターゲットラインと、光学面の交差点を定めるリニア式カメラである。従って、前記ターゲットラインの近くで得ることができる線形表面部分が照射され、タイヤの相対回転により、それらは時間的に連続して「走る」。例えば、タイヤをその回転軸の周りで回転させることによって、または検出システムおよび光源をタイヤの周りで回転させることによって、このような一連の線形部分を得ることができる。好ましくは、少なくとも1回の360°の完全な回転が行われる。より好ましくは、360°を超える回転が、画像の取得が開始および終了するタイヤの最初と最後の部分 (これは一致しなければならない) の間に正確な重なりを有するために行われる。

【0072】

好ましくは、前記第2のカメラは光学面を定め、前記装置は、前記光学面に垂直に配置された反射面を定める反射素子を含む。

【0073】

反射素子の有利な介在は、以下の理由により、通常であれば見えないタイヤの内面の部分を視覚化することを可能にする。タイヤは一般にその幅よりもはるかに大きい直径を有し、従ってタイヤに少なくとも部分的に入り込んでその欠陥を検出するように適合されたデバイスは、特にタイヤの幅に対応する延在部分において、好ましくはかなりのコンパクト性を維持しなければならない。従って、タイヤの内面によって反射された光を直接検出するようにカメラを光源の「背後」に配置すると、デバイスはタイヤの内面のいくつかの部分、特にサイドウォール部およびショルダー部に対応する内面に関連する部分を調べるのに適さなくなる。なぜなら、カメラと光源が前後に延在することは一般に嵩張りすぎるからである。反射素子の存在により、光源とカメラとの間で異なる位置決めが可能になり、特に1方向において非常にコンパクトなデバイスを得ることができる。

10

20

30

40

50

## 【0074】

より好ましくは、前記反射素子は、前記光学面に対して対称に配置される。

## 【0075】

このようにして、照射されたタイヤの内面から来る光のカメラ上での対称的な反射が得られる。

## 【0076】

好ましくは、前記反射面と、内面の前記変形部分を少なくとも部分的に通過する前記第2カメラの焦点面との間の最小距離は、前記第2の光源と前記焦点面との間の最小距離よりも短い。

## 【0077】

本出願人は、高い熱の分散を引き起こすような出力の光源を使用することなく、高い光強度でタイヤを照射するように、タイヤの内面から比較的短い距離まで接近できることが好ましいと考えている。本出願人は、欠陥を検出するのに最適な異なる種類の照射、グレーディング照射および拡散照射を有するために異なる光源が存在すること、ならびに照射されるべき表面部分の高い光強度を有することが好ましいが、この態様はまた、これらの光源の全てが配置される、光学面の側方における方向のデバイスの寸法の相対的な「拡大」を伴うことを見出した。従って、本出願人は、光源をより遠くに保ちながら、検査すべき表面に「最も近い」素子である反射素子を設けることにより、タイヤの表面部分によって反射され第2のカメラによって検出される、光源によって発せられる光の光学経路の距離を最小化し、従って、光源によって生成される光強度全体を利用し、同時に、デバイスと

10

20

## 【0078】

好ましくは、前記処理ユニットは、前記変形システムを駆動して、前記タイヤのショルダー部の外面の一部に弾性変形部分を形成するように構成される。

## 【0079】

好ましくは、前記処理ユニット、前記第1の制御ユニットおよび前記第2の制御ユニットは、前記変形システムが前記ショルダー部の前記外面に作用し、前記移動部材が前記相対回転を付与する間、前記第1の光源を駆動して、拡散光放射で前記タイヤのサイドウォール部の外面の変形部分を照射するように構成される。

30

## 【0080】

好ましくは、前記処理ユニット、前記第1の制御ユニットおよび前記第2の制御ユニットは、前記変形システムが前記ショルダー部の前記外面に作用し、前記移動部材が前記相対回転を付与する間、前記第2の光源を駆動して、前記タイヤの前記ショルダー部の内面の変形部分をグレーディング光放射で照射するように構成される。

## 【0081】

好ましくは、前記処理ユニットは、前記変形システムを駆動して、前記タイヤのサイドウォール部の外面の一部に弾性変形部分を形成するように構成される。

## 【0082】

好ましくは、前記処理ユニット、前記第1の制御ユニットおよび前記第2の制御ユニットは、前記変形システムが前記サイドウォール部の前記外面に作用し、前記移動部材が前記相対回転を付与する間、前記第1の光源を駆動して、前記タイヤのショルダー部の外面の変形部分を拡散光放射で照射するように構成される。

40

## 【0083】

好ましくは、前記処理ユニット、前記第1の制御ユニットおよび前記第2の制御ユニットは、前記変形システムが前記サイドウォール部の前記外面に作用し、前記移動部材が前記相対回転を付与する間、前記第2の光源を駆動して、前記タイヤの前記サイドウォール部の内面の変形部分をグレーディング光放射で照射するように構成される。

## 【0084】

本出願人は、内面および外面の変形部分の圧縮および同時照射により、ショルダー部の

50

一部が圧縮され、同時にサイドウォール部の一部が外側から照射され、ショルダー部の一部が内側から照射されるか、またはサイドウォール部の一部が圧縮され、同時にショルダー部の一部が外側から照射され、サイドウォール部に対応する部分が内側から照射される場合、検出される欠陥の点で最良の結果が得られると考えている。

【0085】

好ましくは、前記変形システムはスラストローラを含む。

【0086】

より好ましくは、スラストローラは、それ自体の軸の周りを自由に回転できるように取り付けられる。有利には、圧縮は、ローラがタイヤの表面部分に当接することによって生じる。ローラは回転可能であり、その回転軸周りでタイヤが回転する間、当接部分を圧縮された状態に保つので、同じ表面を任意の角度位置で検査することができる。好ましくは、タイヤは回転され、ローラの位置は同じままであり、ローラは、接触するタイヤの表面の回転のために、その軸の周りを回転する。

10

【0087】

より好ましくは、スラストローラの軸は、タイヤの回転軸を通過し、変形した表面部分の半径方向を通過する平面上にある。このようにして、タイヤの表面の最適な圧縮が行われる。

【0088】

好ましくは、前記スラストローラの前記回転軸は、前記タイヤの回転軸と所定の角度で位置付けることができる。このようにして、ローラの回転軸を適切に傾斜させながら最適な態様でタイヤの表面の幾何学的形状に「従い」、それによりタイヤの幾何学的形状によって変更されない正確な圧力を加えることが可能となる。

20

【0089】

好ましくは、スラストローラは、2つの異なる位置に位置付けることができる。第1に、ローラの回転軸は、タイヤの回転軸に対して実質的に垂直である。第2に、ローラの回転軸とタイヤの回転軸が、120°の角度を形成する。

【0090】

好ましくは、前記スラストローラは、前記回転軸に沿った中央部分において断面が増大した部分と、前記回転軸に沿ったその端部において断面が減少した部分とを含む。増大した断面を有する中央部分は、好ましくは、欠陥を探すことが望まれるショルダー部またはサイドウォール部領域に位置付けられる。しかしながら、大きな寸法の中央部分は、ある状況において、タイヤのブロックにわたって伝わる振動を生じさせる可能性がある。このため、ローラ自体の軸方向端部の先細りが好ましく、それによりローラの圧縮によって巻き込まれる表面の面積は制限され、加減できる。

30

【0091】

好ましくは、前記移動部材は、前記支持体を、タイヤの回転軸周りで少なくとも360°回転するように、タイヤの回転軸周りで前記第1の光源、前記第2の光源および前記変形システムに対して相対回転させるように適合される。

【0092】

このようにして、タイヤは全体的に検査される。

40

【0093】

好ましくは、第2の光源によって発せられる第2のグレーティング光放射によって内面の前記変形部分を照射することは、前記第2のカメラによって定められた光学面に関して対向する半平面から来る第4のグレーティング光放射および第5のグレーティング光放射によって内面の前記変形部分を照射することを含む。

【0094】

照射の対称性、この場合、検出システムの光学面の2つの側で発せられる第4の光放射および第5の光放射を含む第2の照射の対称性は、内面の一部が第4の光放射または第5の光放射によって照射される間に第2のカメラによって検出された画像のより簡単な比較を可能にする。これらの照射は、再びグレーティングするが、それらの異なる、好ましくは

50

鏡面的な、出光位置のために異なる。

【0095】

より好ましくは、前記第4のグレーティング光放射による内面の前記変形部分の照射は、内面の前記変形部分の前記第5のグレーティング光放射による照射とは異なる時間に起こることが想定される。

【0096】

存在する可能性のある欠陥をより良好に検出するために異なる照射を有する画像を比較することができるように、2種類以上の照射による内面の変形部分の画像を取得するために、両方ともグレーティング光放射であるが異なる半平面から来る1つまたは他の種類の光放射で交互に照射すること、および、各照射で第2のカメラを介して画像を取得することが好ましい。従って、第2のカメラおよびその画像の取得と、第3のサブ光源または第4のサブ光源のオンへの切換えとの間に同期が好ましくは提供される。

10

【0097】

好ましくは、前述の変形と同時に、第3の光源によって発せられる第3の拡散光放射で内面の前記変形されかつ照射された部分を照射することが想定される。

【0098】

このようにして、有利なことに、変形された内面は、異なる2種類の光放射、拡散光放射およびグレーティング光放射によって照射され、それにより2種類の異なる光放射を介して得られた画像を比較することによって欠陥をより正確に強調する。

20

【0099】

好ましくは、前記第3の拡散光放射によって内面の前記変形部分を照射することは、前記第4のグレーティング光放射による内面の前記変形部分の照射または前記第5のグレーティング光放射による内面の前記変形部分の照射と異なる時間に起こることが想定される。

【0100】

存在する可能性のある欠陥をより良好に検出するために異なる照射を有する画像を比較することができるように、2種類以上の照射による内面の変形部分の画像を得るために、1つは拡散光放射であり1つはグレーティング光放射である1つまたは他の種類の光放射で交互に照射すること、および、各照射で第2のカメラを介して画像を取得することが好ましい。従って、好ましくは、第2のカメラの画像の取得と、第3の光源、または第3のサブ光源、または第4のサブ光源のオンへの切換えとの間の同期が想定される。

30

【0101】

好ましくは、前記第3のサブ光源、前記第4のサブ光源および前記第3の光源の少なくとも1つで照射するのと同時に前記第1の光源で照射し、それにより外面の前記変形部分の照射および内面の前記変形部分の照射が同時に起こるようにすることが想定される。

【0102】

好ましくは、前記変形は、力を加えることによって行われる。

【0103】

より好ましくは、前記力は、前記タイヤの回転軸の方向の成分を含む。従って、タイヤはその回転軸に沿って「圧縮され」、そのサイドウォール部またはショルダー部に沿って形成され得る例えば切れ目のような欠陥を強調する。

40

【0104】

より好ましくは、前記力の前記成分は、前記タイヤの中間平面向かう方向にある。有利には、タイヤは外側から内側に向かって圧縮される、すなわちタイヤの内側に面する外面の部分に力を加えることによって圧縮される。

【0105】

好ましくは、約55mm～約75mmの間に含まれる距離を置いて前記第1の光源を外面の前記変形部分に近づけることが想定される。例として前記距離は65mmに等しくすることができる。

【0106】

好ましくは、約50mm～約60mmの間に含まれる距離を置いて前記第2の光源を内

50

面の前記変形部分に近づけることが想定される。

【0107】

本出願人は、光源と、照射される表面との間のこれらの距離範囲が、内側であろうと外側であろうと、表面の照射において光源のパワーを利用するために表面に可能な限り近い所望の距離と、タイヤに接触する危険性との間の最適な妥協点であると考ええる。

【0108】

好ましくは、前記変形を前記タイヤから取り除くことが想定される。

【0109】

好ましくは、前記タイヤの外側の異なる部分をさらに変形させて、外側変形表面のさらなる部分および内側変形表面のさらなる部分を作り出すことが想定される。

10

【0110】

好ましくは、前述のさらなる変形と同時に、前記第1の拡散光放射によって外側の前記さらなる変形部分を照射することが想定される。

【0111】

好ましくは、前記第1のカメラを介して外側の前記さらなる変形され、かつ照射された部分の第3の画像を取得することが想定される。

【0112】

好ましくは、前述のさらなる変形と同時に、前記第2のグレーズング光放射によって内側の前記さらなる変形部分を照射することが想定される。

【0113】

20

好ましくは、前記第2のカメラを介して内側の前記さらなる変形され、かつ照射された部分の少なくとも1つの第4の画像を取得することが想定される。

【0114】

好ましくは、前記変形および照射の間に前記タイヤを前記第1の光源および前記第2の光源に対してタイヤの回転軸周りで相対回転させることが想定される。

【0115】

本出願人は、タイヤの内側および外側の同時の圧縮および照射が、タイヤの少なくとも部分的に異なる2つの部分において最適であると考ええる。従って、例えば結果として変形された内面および外面の同時照射を伴う、外面の第1の部分の変形を介した第1の検査を実行し、次いで、少なくとも部分的に第1の部分とは異なる外面の第2の部分に変形領域を移動させることによって第2の検査を実行し、そして内側および外側の照射を介して検査を繰り返すことが有利である。好ましくは、第1の部分はタイヤのサイドウォール部の一部であり、第2の部分はタイヤのショルダー部の一部である。

30

【0116】

さらなる特徴および利点は、本発明による装置およびタイヤ検査方法のいくつかの例であるが排他的でない実施形態の詳細な記載から明らかになるであろう。そのような記載は、説明のためだけに提供され従って限定するつもりはない添付の図面を参照して以下に概説される。

【図面の簡単な説明】

【0117】

40

【図1】タイヤ製造ラインでタイヤを点検するための装置の部分的かつ概略的な斜視図を示す。

【図2】動作ステップ中の図1の本発明によるタイヤを点検するための装置の部分的かつ部分的に断面化された側面図を示す。

【図3】異なる動作ステップ中の図2の装置を示す。

【図4】図3の装置の詳細を拡大したスケールで示す。

【図5】図1～3の装置のさらなる詳細の側面図を概略的に示す。

【図6】図1～3の装置のさらなる詳細の斜視図を概略的に示す。

【図7】図5および6の詳細の実施形態の斜視図を示す。

【図8】図7の詳細の実施形態の上面図を示す。

50

【図 9】図 7 または 8 の詳細の概略側断面図を示す。

【図 10】図 2 または 3 の装置の別のさらなる詳細の部分的かつ概略的な斜視図を示す。

【図 11】図 10 の詳細の概略側面図を示す。

【図 12】図 9 および 10 に示される詳細の実施形態の斜視図を示す。

【図 13】図 12 の実施形態の詳細のさらなる斜視図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0118】

本発明によるタイヤ製造ラインにおいてタイヤを検査するための装置は、全体的に 1 で示され、図 1 ~ 3 に描かれている。一般に、同様の要素の可能な変形実施形態には同じ参照番号が使用される。

10

【0119】

装置 1 は、サイドウォール部でタイヤ 200 を支持し、典型的には垂直に従って配置されるその回転軸 201 の周りでタイヤ 200 を回転させるように適合された支持体 102 (図 1 で見ることができる) を含む。支持体 102 は典型的には可動部材によって作動され、可動部材は例として既知の種類のものであることができるのでこれ以上記載せずまた図示しない。タイヤの支持体は、タイヤを、例えばそれぞれの載置ビードまたは外側トレッドを固定するように場合によっては構成することができる。従って、支持体に載置されたタイヤ 200 は自由な側面を定め、自由な側面とは、支持体上に載置しておらず、また支持体の平面に対して垂直な軸 Z を有する座標軸系において上方に面している表面の部分を表す。

20

【0120】

図 2 および 3 を参照すると、タイヤ 200 は、回転軸 201 の周りに実質的にトロイダル構造を有し、回転軸 201 に垂直な軸方向中間面 202 (図 2 および 3 において破線により断面で示される) を有する。タイヤは、クラウン部 203 およびアウターウォール部 204 で構成される。アウターウォール部 204 は、図 2 および 3 で見ることができるよう、ショルダー部領域 205、ビード領域 206、およびショルダー部とビード部との間に配置された中央領域またはサイドウォール部 207 でそれぞれ構成される。

【0121】

装置 1 は、例えば処理ユニット 180 (図 1 で概略的に見ることができるよう) によって移動される変形システム 130 を含み、変形システム 130 は、好ましくはアウターウォール部 204 でタイヤと接触し、例えば好ましくはその一部を変形させるようにアウターウォール部 204 に対して、より好ましくは中間面 202 の方向に力を付与することによって、その一部を変形させる。

30

【0122】

好ましくは、変形システム 130 は、圧縮部材 131 と、圧縮部材を圧縮力の方向に沿って移動するように適合された位置決めアクチュエータ 132 とを含む。例として、位置決めアクチュエータ 132 は、空気圧シリンダであることができる。従って、圧縮部材をタイヤ 200 に接離させることができる。好ましくは、圧縮部材 131 は、スラストローラを含む。

【0123】

好ましくは、スラストローラは、図 2 および図 3 に 119 で示されるその回転軸の周りで回転可能である。スラストローラの軸 119 は、好ましくは、タイヤ 200 の軸 201 を通過しかつ変形されたアウターウォール部の部分の半径方向を通過する平面上に位置する。好ましくは、圧縮ローラの軸 119 は、力がない場合、換言すると休止位置にある場合、タイヤの軸に対して垂直である。作動中のローラの軸は、(例えば図 2 に示すように) タイヤの軸とのそのような垂直状態と異なることができ、例えば垂直状態から 30° の範囲内で異なることができる。

40

【0124】

さらに、スラストローラは、図 4 において詳細に見ることができ、回転軸 119 に垂直な平面で取られた、実質的に円形のセクションを含む。セクションの直径は、好ましくは

50



、第1の端部118aおよび回転軸119に沿った前記ローラの第2の軸方向反対端部118bにおける最小直径から、ローラの中央領域における最大直径まで可変である。

【0125】

好ましくは、変形システム130は、変形部材および位置決めアクチュエータをユニットとしてタイヤの半径方向に沿って移動させるように構成された半径方向移動部材（図示しないが、例えば、さらなる電気モータおよび半径方向移動を案内するガイドおよび摺動ブロックのシステム）を含む。従って、変形要素は、使用しないときにタイヤから離すことができる。

【0126】

好ましくは、変形システム130は、アウターウォール部の一部に属する外側接触面に圧縮力を好ましくは付与し、外側接触面に上記スラストローラを押しあてながら、タイヤ200のアウターウォール部の一部を弾性的に変形させるように適合される。付与される力またはタイヤの回転軸に沿った外側接触面に課せられる動きは予め決定され、検査されるタイヤの種類に依存する。タイヤ200は、種類およびモデルによって異なる弾性および変形可能性を有し得るので、変形システム130によって付与される力または課せられる変形は、検査されるタイヤ200の種類に依存することが好ましい。変形は、タイヤ200の内面および外面の両方を巻き込み、すなわち、タイヤの外面の一部に作用する変形システム130によって引き起こされる変形は、結果として、タイヤの外面の変形部分およびタイヤの内面の変形部分を画定する。

【0127】

装置1は、第1のデバイス10aが取り付けられている、好ましくはロボット化された第1のアーム220aを含み、特に、第1のデバイス10aは、第1のアーム220aの端部と結合するための第1の取付け部材19aを含む。第1のアーム220aは、図2および図3に非常に概略的にのみ示されている。第1のアーム220aは、人間型ロボットアームであることが好ましく、少なくとも5つの軸/自由度を有する人間型ロボットアームであることがさらに好ましい。

【0128】

第1のデバイス10aは、タイヤ200の外面、特に、スラストローラによって変形された外面の部分の画像の照射および検出に適している。

【0129】

ここで図5および6を参照すると、第1のデバイス10aは、その機能的な部分を明確に識別するために簡略化された形で表されている。好ましくは、第1のデバイス10aは、第1のカメラ105aを含む第1の検出システム104aを含む。カメラ105aは、好ましくは、第1のリニア式カメラ105aを通過する第1の光学面107a上に位置するターゲットライン106aを有するリニア式カメラである。さらに、第1のカメラ105aは、タイヤ外面の被照射部分の焦点が実質的に合う第1の焦点面121aを定める。好ましくは、第1のカメラ105aの光学面107aと第1の焦点面121aは、互いに垂直である（例えば図5または6で見ることができる）。

【0130】

第1のデバイス10aはまた、第1の光源110を含み、それは、第1のターゲットライン106aと一致する（例えば表面部分が平面である場合）または第1のターゲットライン106aに近い（タイヤの表面の曲線形状のために）前記タイヤ200の外面の線形部分212（図1および6で見ることができる）を照射するように第1の光放射を発生するように適合されている。

【0131】

第1の検出システム104aは、第1の光源110によって照射された表面の線形部分の各2次元デジタル画像を取得するように適合される。

【0132】

第1の光源110によって発せられた第1の光放射は、タイヤ200の線形表面部分212で拡散される。第1の検出システムは、第1のカメラ105aを介して、第1の光放

10

20

30

40

50

射によって照射された線形表面部分 2 1 2 の各第 1 の 2 次元デジタル画像を取得するように適合される。

【 0 1 3 3 】

好ましくは、第 1 の光源 1 1 0 は、光学面 1 0 7 a の両側に配置され、そのような面に関して対称に配置された、第 1 のサブ光源 1 1 3 a および第 2 のサブ光源 1 1 3 b の 2 つのサブ光源からなる。より詳細には、第 1 の光源 1 1 0 の第 1 のサブ光源 1 1 3 a と第 2 のサブ光源 1 1 3 b は、第 1 の光学面 1 0 7 a に関して対称に配置され、より好ましくはそれから等距離である。

【 0 1 3 4 】

好ましくは、第 1 の光源 1 1 0 の第 1 のサブ光源 1 1 3 a と第 2 のサブ光源 1 1 3 b は、焦点面 1 2 1 から同じ距離  $d 1 a$  および  $d 1 b$  である（すなわち、 $d 1 b = d 1 a$ ）。従って、2 つのサブ光源が P 1 と呼ばれる平面（図 5 参照）によって接合されている場合、前記平面 P 1 は、第 1 のリニア式カメラ 1 0 5 a の焦点面 1 2 1 a に実質的に平行であり、約 5 5 mm ~ 約 7 5 mm の間に含まれ、例として約 6 5 mm に等しい値  $d 1 a$  だけ焦点面から離れる。

10

【 0 1 3 5 】

第 1 の光源 1 1 0 の各サブ光源 1 1 3 a、1 1 3 b は、好ましくは、光学面 1 0 7 a に実質的に平行に、従って第 1 のターゲットライン 1 0 6 a に実質的に平行に延在するそれぞれの主延在方向（図 6 の破線 1 1 4）を有する。従って、2 つのサブ光源 1 1 3 a、1 1 3 b は好ましくはそれらの最大延在寸法に沿って互いに平行であり、すなわち整列されている。

20

【 0 1 3 6 】

例として、サブ光源 1 1 3 a、1 1 3 b は、約 5 cm ~ 約 1 5 cm の間に含まれる主延在方向 1 1 4 に沿った寸法を有し、約 2 cm ~ 約 3 cm の間に含まれる主延在方向 1 1 4 に垂直な方向に沿った寸法を有する。

【 0 1 3 7 】

各サブ光源 1 1 3 a、1 1 3 b は、典型的に、主延在方向 1 1 4 に沿って整列して配置された複数の LED 光源 1 6 9 を含む。好ましくは、各光源 1 1 3 a、1 1 3 b は、各 LED 光源 1 6 9 の上方に配置され、LED 光源 1 6 9 によって発せられた光ビームを約 30° 収束させるように適合された収束レンズ 1 7 0 を含む（図 9）。従って、各 LED 光源 1 6 9 によって発せられた光ビームは、約 20° ~ 約 40° の間に含まれる角度に制限されることが好ましい。

30

【 0 1 3 8 】

図 5 ~ 6 および 9 に簡略化された方法で表されたデバイスの実施形態の表現が、図 7 および 8 に示されている。

【 0 1 3 9 】

各サブ光源 1 1 3 a、1 1 3 b は、好ましくはアルミニウム製の支持体を含み、支持体上に LED 光源 1 6 9 が固定される。支持体は全て、添付の図に 1 6 8 で示されている（図 7 および 8 参照）。好ましくは、LED 光源 1 6 9 は、熱伝導ペースト（図示せず）を介してそれぞれの支持体 1 6 8 に固定される。有利には、各支持体 1 6 8 はまた、LED 光源と接触していない外面に、熱の放散のためのフィン構造（図示せず）を含む。

40

【 0 1 4 0 】

第 1 の光源 1 1 0 の第 1 のサブ光源 1 1 3 a と第 2 のサブ光源 1 1 3 b は、第 1 の光源 1 1 0 の主延在方向 1 1 4 に対して実質的に垂直にかつ実質的に互いに平行に配置された 2 枚のプレート 1 1、1 2 の間に配置される。発光方向において第 1 の光源の下流に延在する 2 枚のプレート 1 1、1 2 の間には、第 1 のリニア式カメラ 1 0 5 a も配置されている。

【 0 1 4 1 】

第 1 の光源の 2 つのサブ光源 1 1 3 a、1 1 3 b は、光学面 1 0 7 a に垂直な図のそれらの全延在に関して、それらはターゲットライン 1 0 6 a に垂直な 2 つの面の間に位置す

50

るように配置される。換言すると、主延在方向 1 1 4 に関するサブ光源 1 1 3 a、1 1 3 b の第 1 および第 2 の端部の全てが、ターゲットライン 1 0 6 a に垂直なそれぞれの平面上にある。

【 0 1 4 2 】

好ましくは、第 1 のデバイス 1 0 a は、前記第 1 の光源を起動し、好ましくは前記第 1 のサブ光源 1 1 3 a および第 2 のサブ光源 1 1 3 b のうちの 1 つまたは複数の起動と同期して第 1 のリニア式カメラ 1 0 5 a を起動して、線形表面部分の（カラーまたはモノクロの）それぞれの 2 次元デジタル画像を取得するように構成された第 1 の駆動および制御ユニット 1 4 0 a を含む。

【 0 1 4 3 】

好ましくは、第 1 の駆動および制御ユニット 1 4 0 a は、サブ光源 1 1 3 a、1 1 3 b の制御に関連する信号を待機時間なしに送信するように、第 1 の光源 1 1 0 および第 1 のカメラ 1 0 5 a の支持プレート 1 1、1 2 に固定される。

【 0 1 4 4 】

好ましくは、処理ユニット 1 8 0 は、照射され検査されるべきタイヤの表面から所定の距離まで第 1 のアーム 2 2 0 a がデバイス 1 0 a を移動する間、表面部分を変形させるかまたはさせないように変形要素 1 3 0 をタイヤ 2 0 0 に近づけるかそれから離すように、変形要素 1 3 0 および第 1 のアーム 2 2 0 a を駆動するように適合される。

【 0 1 4 5 】

より優れた熱放散のために、さらに、第 1 のユニット 1 4 0 a は、フィン構造 1 6 6（図 7 で見られる）も含む。

【 0 1 4 6 】

装置 1 はまた、処理ユニット 1 8 0 によって送信される制御信号を介して、第 2 の好ましくはロボット化されたアーム 2 2 0 b を介して好ましくは移動される第 2 のデバイス 1 0 b を含む。好ましくは、第 2 のアーム 2 2 0 b は人間型ロボットアームであり、さらにより好ましくは、少なくとも 5 つの軸 / 自由度を有する人間型ロボットアームである。第 2 のデバイス 1 0 b は、好ましくは、タイヤ 2 0 0（図 1 参照）の内面の一部、より好ましくは内面の変形システム 1 3 0 によって変形された部分の画像を照射および検出するように適合される。

【 0 1 4 7 】

ここで図 1 0 および 1 1 を参照すると、第 2 のデバイス 1 0 b は、その機能的部分を明確に識別するために簡略化された形で表されている。好ましくは、第 2 のデバイス 1 0 b は、第 2 のカメラ 1 0 5 b を含む第 2 の検出システム 1 0 4 b を含む。第 2 のカメラ 1 0 5 b は、好ましくは、同カメラ 1 0 5 b を通過する光学面 1 0 7 b 上にある第 2 のターゲットライン 1 0 6 b を有するリニア式カメラである。さらに、第 2 のカメラ 1 0 5 b は、タイヤ表面の被照射部分の焦点が合う第 2 の焦点面 1 2 1 b を定める。好ましくは、光学面 1 0 7 b と焦点面 1 2 1 b は互いに垂直である（例えば、図 1 0 または 1 1 参照）。

【 0 1 4 8 】

第 2 のデバイス 1 0 b はまた第 2 の光源 1 0 8 および第 3 の光源 1 0 9 を含み、第 2 の光源 1 0 8 および第 3 の光源 1 0 9 は、それぞれ第 2 および第 3 の光放射を発生し、ターゲットライン 1 0 6 b と一致する（例えば、表面部分が平面である場合）、またはターゲットライン 1 0 6 b に近い（タイヤの表面の曲線形状のために）前記タイヤ 2 0 0 の内側線形表面部分 2 1 3（図 1 および図 1 0 で見られる）を照射するように適合されている。

【 0 1 4 9 】

第 2 の検出システム 1 0 4 b は、第 2 の光源 1 0 8 および第 3 の光源 1 0 9 からの少なくとも 1 つによって照射され、変形システム 1 3 0 によって変形された線形表面部分のそれぞれの 2 次元デジタル画像を取得するように適合される。

【 0 1 5 0 】

第 2 の光源 1 0 8 によって発生された第 2 の光放射は、タイヤ 2 0 0 の線形表面部分 2 1 3 をグレーディングする一方、第 3 の光源 1 0 9 によって発生された第 3 の光放射は、タ

10

20

30

40

50

イヤ 200 の表面部分 213 上で拡散される。

【0151】

第2の検出システム104bは、第2のカメラ105bを介して、第2の光放射および第3の光放射からの少なくとも1つによって照射された線形表面部分213のそれぞれの2次元デジタル画像を取得するように適合される。

【0152】

好ましくは、第2の光源108は、第3のサブ光源111a、および第4のサブ光源111bの2つのサブ光源からなり、2つのサブ光源は、光学面107aに関して対称に配置される。好ましくは、2つのサブ光源111aおよび111bは、それぞれ、光学面107bに関して対向する側にあり、光学面から等距離にあり、その結果、第2のカメラ105bの光学面に関して対向する半空間から来るグレーティング放射が内側線形表面部分213に達する。

10

【0153】

好ましくは、第2の光源108のサブ光源111a、111bは、第2の焦点面121bから同じ距離 $d_{2a}$ および $d_{2b}$ である（すなわち、 $d_{2a} = d_{2b}$ ）。従って、2つのサブ光源111aおよび111bを結ぶ平面P3を形成すると、それは第2のリニア式カメラ105bの焦点面121bに実質的に平行であり、好ましくは、約55mm～約65mmの間に含まれる値だけそれから離れる。平面P3および $d_{2a}$ （これは記載されるように $d_{2b}$ に等しい）と呼ばれる焦点面121bからのその距離は、図11に概略的に示されている。

20

【0154】

好ましくは、第3の光源109は、4つのサブ光源、すなわち第5のサブ光源112a、第6のサブ光源112b、第7のサブ光源112c、および第8のサブ光源112dからなり、それぞれ、対になって光学面107bの両側に配置され、およびこの第2の平面に関して対称に配置されている。より具体的には、第3の光源109の第5のサブ光源112aおよび第6のサブ光源112bは光学面107bに関して対称に配置され、より好ましくは光学面107bから等距離であり、第7のサブ光源112cおよび第8のサブ光源112dは、光学面107bに関して対称に配置され、より好ましくは光学面107bから等距離である。

【0155】

好ましくは、第3の光源109の第5のサブ光源112aと第6のサブ光源112bは、焦点面121bから同じ距離 $d_{3a}$ および $d_{3b}$ である（すなわち、 $d_{3b} = d_{3a}$ ）。従って、2つのサブ光源がP2と呼ばれる平面（図11）によって接合されるとき、それらは、第2のリニア式カメラ105bの焦点面121bに実質的に平行であり、約85～約95mmの間に含まれる値 $d_{3a}$ だけ焦点面から離れる平面P2を画定する。同様に、第3の光源109の第7のサブ光源112cと第8のサブ光源112dは、焦点面121bから同じ距離 $d_{3c}$ および $d_{3d}$ である（すなわち、 $d_{3c} = d_{3d}$ ）。従って、2つのサブ光源112cおよび112dが平面で接合されるとき、それらは、第2のリニア式カメラ105bの焦点面121bに実質的に平行であり、約75mm～約85mmの間に含まれる値だけ焦点面から離れる平面P4を画定する。

30

40

【0156】

好ましくは、第5のサブ光源112aと焦点面121bとの間および第6のサブ光源112bと第2のリニア式カメラ105bの焦点面121bとの間の距離 $d_{3a} = d_{3b}$ は、第2の照射源108と焦点面121bとの間の距離 $d_{2a} = d_{2b}$ よりも大きい。より好ましくは、第7のサブ光源112cと焦点面との間または第8の照射サブ光源112dと焦点面121bとの間の距離 $d_{3c} = d_{3d}$ は、第5のサブ光源112aと焦点面121bとの距離および第6のサブ光源112bと焦点面121bとの距離と、第2の光源108と焦点面121bとの距離との中間である。結果として、拡散光の第3の照射源109は、第2の光源108に対して、照射されるタイヤ200の線形表面部分213からより遠くにあり、一方、グレーティング光を生成する第2の照射源108はより近くに配置さ

50

れる。このようにして、第2のデバイス10bの正確な幾何形状によりグレーティング光を得ることが可能である。

【0157】

各サブ光源111a、111b、112a、112b、112c、112dは、好ましくは光学面107bに実質的に平行に、従って第2のターゲットライン106bに実質的に平行に延在するそれぞれの主延在方向(図10の破線115)を有する。従って、全てのサブ光源111a、111b、112a、112b、112c、112dは、好ましくは、それらの最大延在寸法に沿って、互いに平行であり、すなわち整列されている。

【0158】

例として、サブ光源111a、111b、112a、112b、112c、112dは、約5cm~約15cmの間に含まれる主延在方向114に沿った寸法と、約2cm~約3cmの間に含まれる主延在方向114に垂直な方向に沿った寸法とを有する。

【0159】

各サブ光源111a、111b、112a、112b、112c、112dは、典型的には、主延在方向115に沿って整列して配置された複数のLED光源169を含む。好ましくは、各サブ光源111a、111b、112a、112b、112c、112dは、各LED光源169の上方に配置され、図9に示すように、LED光源169によって発せられた光ビームを約30°収束させるように適合された収束レンズ170を含む。従って、各LED光源169によって発せられる光ビームは、好ましくは約20°~約40°に等しい角度によって制限される。好ましくは、サブ光源111a、111b、112a、112b、112c、112dは、第1のデバイス10aのサブ光源113a、113bに類似の方法で作製される。

【0160】

図10~11に簡略化された方法で示されている第2のデバイス10bの実施形態の表現が、図12および13に示されている。

【0161】

図12および13を特に参照すると、前記第2の光源108または第3の光源109のそれぞれは、LED光源169が上に固定される、好ましくはアルミニウム製の支持体168を同じく含む。好ましくは、LED光源169は、熱伝導ペースト(図示せず)を介してそれぞれの支持体168に固定される。有利には、各支持体168は、LED光源169と接触しない外面に、熱の放散のためのフィン構造167を同じく含む。

【0162】

典型的には、第2のデバイス10bは、第2のアーム220b(図3および13に概略的にのみ示されている)と取付け具19bを介して結合され、第2の光源108および第3の光源109、ならびに検出システム104bが取り付けられる。

【0163】

より詳細には、デバイス10bは、第2のリニア式カメラ105bが固定される第1の支持体161と、第2の光源108および第3の光源109が固定される第2の支持体162とを含む。第1の支持体161および第2の支持体162は、連結アーム164によって互いにユニットを形成するように作製される。

【0164】

第2の支持体162は、2枚の等距離のプレート11bおよび12bを含み、それらの間に、第2の光源108および第3の光源109が配置される。従って、各サブ光源111a、111b、112a、112b、112c、112dは、その第1の軸方向端部で第1のプレート11bに接続され、第2の軸方向端部で第2のプレート12bに接続される。このように、主延在方向115に沿って、サブ光源111a、111b、112a、112b、112c、112dは、好ましくは同じ長さであり、互いに平行な2つのプレート間に実質的に閉じ込められる。

【0165】

従って、第2のカメラ105b、第2の光源108および第3の光源109が互いにユ

10

20

30

40

50

ニットを形成し、それらの相対距離は第2のデバイス10bの組立ステップで規定され、固定された状態に維持されることが好ましい。

【0166】

好ましくは、第2のデバイス10bは、第2の駆動および制御ユニット140bを含み、第2の駆動および制御ユニット140bは、前記第2の光源108および第3の光源109のうちの1つまたは複数を選択的に起動させ、好ましくは前記第2の光源108および第3の光源109のうちの1つまたは複数の上記の起動と同期して、第2のリニア式カメラ105bを起動させて、線形表面部分の（カラーまたはモノクロの）それぞれの2次元デジタル画像を取得するように構成される。

【0167】

好ましくは、第2の駆動および制御ユニット140bは、第2のカメラ105bおよび光源108および109と共にユニットを形成するように取り付けられ、特に第2のデバイス10bの第1の支持体161に固定される。さらに、好ましくは、第2の駆動および制御ユニット140bは、熱のより優れた放散のために、フィン構造142を含む。

【0168】

第2のデバイス10bはまた、光学面107bに対して垂直に配置された反射面を画定するミラー150を含む。ミラー150は、第2の光源108の2つのサブ光源111aおよび111bの間に配置され、ターゲットラインを約60°～約120°の間に含まれる角度で反射する。好ましくは、ミラー150は、その中間線と交差する光学面107bによって2つの半部に分割される。従って、好ましくは、ミラー150は、第2の光源108のサブ光源111a～111bの間だけでなく、空間位置の順に、光学面107bの一方の側の第7のサブ光源112c、第5のサブ光源112aと、光学面107bの他方側の第6のサブ光源112bおよび第8のサブ光源112dとの中間にある。

【0169】

ミラー150はまた、図10において118で示される主延在方向を定める。主延在方向は、光学面107bに属する直線である。ミラーのこの主延在方向118は、サブ光源111a、111b、112a、112b、112c、112dの主延在方向115に対して傾斜している。先に述べたように、好ましくは、サブ光源111a、111b、112a、112b、112c、112dは、互いに平行な実質的に共通の主延在方向を共有している。サブ光源のこの共通の主延在方向115は、好ましくは、ミラー150の主延在方向118と30°～60°の間に含まれる角度を形成する。より好ましくは、それは約45°の角度を形成する。

【0170】

さらに、第2のリニア式カメラ105bのミラー150と、反射されたターゲットラインを通過する焦点面121bとの間の最小距離d（再び図11参照）は、第2の光源108または第3の光源109からのいずれか1つと、焦点面121bとの間の最小距離未満である。図11において、サブ光源の最小距離は、サブ光源を通過する面と焦点面121bとの距離に等しい、それというのも、サブ光源111a、111b、112a、112b、112c、112dは、実質的に焦点面121bと平行に配置されているからである。

【0171】

好ましくは、その主延在方向118に沿ったミラーの長さLは、その主延在方向115に沿ったサブ光源111a、111b、112a、112b、112c、112dのいずれかの長さ $l_s$ より大きい。より好ましくは、2つの方向115と118との間に形成される角度を  $\theta$  と呼ぶと、 $L \cos \theta > l_s$  となる。

【0172】

このように、図10および11からより明白に見ることができるように、ミラーは、少なくとも光源に対して、その主延在方向118に沿った特にその端部150aで、焦点面121bの最も近くに延在する要素である。換言すると、ミラーの端部150aは、焦点面121bの方向において、サブ光源111a、111b、112a、112b、112

10

20

30

40

50

c、112dの軸方向端部よりも突出している。

【0173】

好ましくは、ミラーは前記反射面を定める反射層を含み、前記反射層は、前記カメラ105に向けられた光放射の光路が反射する前記ミラーの最外層である。

【0174】

図1～3を参照して、装置1の動作を詳細に記載する。

【0175】

検査すべき表面部分、すなわち内側と外側の両方の表面部分を検査することが望まれるタイヤのアウトウォール部の部分が、タイヤの表面で選択される。好ましくは、しかし排他的ではなく、この部分は、タイヤ200のショルダー部またはサイドウォール部に属する。

10

【0176】

変形システム130は、内面および外面の両方に存在する欠陥をよりよく特定するために、タイヤの表面部分を変形させるように適合されている。探索される欠陥は、例えば、タイヤの表面の凹凸（未加硫の化合物、形状の変化等）、構造の不均一性、表面上の異物の存在であり得る。構造的に不均一性の欠陥の中で、いわゆる「カーカス切れ目」は特に重要であり、それは、例えば、異なる化合物のような異なる化学的・物理的特性を有するタイヤの2つの部分の間の界面領域に発生する、まれであるが潜在的に非常に危険な欠陥である。

【0177】

20

そのような欠陥は、典型的には長手方向に延在する小さな切れ目の形であり、すなわち、それらはタイヤの円形延在部に従い、完全に縁部が一致することを特徴とし、その間には材料の除去も欠如もなく、これは、それらを特に特定しにくくする特徴である。カーカス切れ目はまた、典型的に存在するライナの層の下で、タイヤの表面近く、例えば内面近くに配置されたカーカスの構造を巻き込む可能性がある。この場合、典型的に、ライナ自体が切れ目に巻き込まれ、またカーカス切れ目に断裂を有し、従って光学的点検を介してそれを特定することを可能にする。

【0178】

検査すべきタイヤのアウトウォール部の部分を適切に変形させることにより、タイヤの変形された表面部分の外側および内側曲率半径を低減させることが可能で、従って、あり得る欠陥、特にカーカス切れ目および他の切れ目または穴が強調される。それというのも、通常の凸部の強調は、そのような欠陥の縁部または周縁を「開く」傾向があり、後続の画像処理においてそれらを特定しやすくするからである。

30

【0179】

従ってこの適切に圧縮された表面部分の検出された画像は高い質を有し、および/または、あり得る欠陥の存在を検出するために画像の後続の自動処理を可能にするような数および質の情報を含み、この目的のために使用される欠陥自動検出アルゴリズムを非常に効果的にする。

【0180】

この種の欠陥は、適切に特定されるために、相対的に高い出力の、タイヤの変形部分に近い照射を必要とし、すなわち、変形要素の非常に近くにデバイスを位置決めすることを必要とし、そうでない場合、変形要素によって開かれた切れ目は、変形が生じる領域からある距離に達するや否や「閉鎖」する。

40

【0181】

このため、拡散光、好ましくは比較的高出力のものが、タイヤの変形した外面のこのような欠陥を強調するための最良の解決策である。

【0182】

アウトウォール部の変形された部分の対応する内面において、あり得る欠陥の存在、例えばあり得る切れ目は、圧縮に再び起因する内面の凹みを増大させながら「開放」される。より良く見えるようにするために、これらの欠陥は、切れ目自体の「側方」から、好

50

ましくは「両側」から来る光放射による特定の照射を必要とする、すなわちそれらはグレーティング照射を介した照射を必要とする。さらに、さらにより好ましくは、好ましい照射は、グレーティング光放射と拡散光放射の組み合わせである。

【0183】

以下に記載する方法では、変形の間同時に、変形されたウォール部の内側および外側部分の両方で欠陥を特定するための最適な光放射が提供される。

【0184】

処理ユニット180は、図2で見ることができるよう、変形システム130をタイヤと接触、好ましくはそのアウターウォール部204と接触させて、それに力を加え、タイヤ200の選択された部分を含むその表面部分を変形させるように駆動する。変形システム130は、タイヤ200の外表面の一部と接触し、その圧縮作用が外表面の変形された部分および内面の対応する部分をもたらす。好ましくは、図2に示すように、変形システム130が作用する表面の部分は、タイヤ200のショルダー部205の外表面の一部である。好ましくは、タイヤ200のアウターウォール部204の残りの部分全体は変形しないままである。例として、圧縮力は、アウターウォール部204の一部を変形させ、それによりアウターウォール部の前記部分の全ての点の間で、力の及ばない位置と変形した位置との間で取られる、圧縮力の方向に沿って測定される最大変位が、約+/-20mmの間に含まれる値に等しくなるようなものである。この変形は弾性的であり、換言すると、変形システム130が取り除かれると、変形されたアウターウォール部は、システム130による変形前のその最初の構成および形状に戻る。

【0185】

その結果として、デバイス10aおよび10bを運搬する第1のアーム220aおよび第2のアーム220bは、それぞれ外表面および内表面の変形された部分に近づけられる。

【0186】

第1のデバイス10aは、その非常にコンパクトな構成により、変形要素130によって変形されたタイヤ200の外表面部分の画像を照射し取得するために変形システム130（再び図2参照）に実質的に接近することができる。処理ユニット180はアーム220aを駆動して、第1の光源110をタイヤ200の表面の変形した外側部分に向かって移動させ、その結果、外側の変形部分に含まれる表面の線形部分212が少なくとも部分的に焦点面121aにおいてターゲットラインと一致する、またはターゲットラインに近づく。好ましくは、変形システム130、特にスラストローラ131と第1のデバイス10aとの間の距離は、約30mm~約50mmの間に含まれる距離である。好ましくは、変形部分が図2のようにショルダー部である場合、変形され、かつ照射された外表面の部分はサイドウォール部の一部である。

【0187】

従って、処理ユニット180は、支持体102の移動部材を駆動してタイヤ200を回転させる。

【0188】

第1の駆動および制御ユニット140aは、タイヤの回転の進行中、エンコーダによって受信された角度位置信号に応じて、第1の光源110および第1のリニア式カメラ105aを周期的に迅速に順次起動させ、第1の光源110の起動と同期してそれぞれの外側線形表面部分のそれぞれの2次元デジタル画像（カラーまたはモノクロ）を取得する。第1の制御ユニット140aは、互いに同期しておよび第1のリニア式カメラ105aと同期して作動する2つのサブ光源113a、113bのオンへの切換えを平行して駆動する。従って、2つのサブ光源113a、113bは、同時にオンに切り換わる。

【0189】

より好ましくは、第1の駆動および制御ユニット140aは、タイヤ200の外表面212の第1の部分に、拡散された光放射を、例えば所定の周波数で発するように第1の光源110を駆動する。このようなストロボスコープ周波数は、例えば0.1msに等しい。さらに、第1の駆動および制御ユニット140aは、第1のカメラ105aを制御して、

10

20

30

40

50



第1の光源110によって照射された変形された外側線形表面部分の画像をその照射と同期して取得する。従って、拡散光でその部分を照射する第1の光源110がオンに切り換えられるたびに照射されるタイヤ200の表面部分の複数の「第1の画像」が、カメラ105aによって取得される。

【0190】

従って、第1の光源110がオンに切り換えられるたびに、タイヤの外側表面部分の第1の画像が取得される。タイヤの回転と共に、複数の線形画像、または第1の画像が、タイヤの角度位置ごとに1つ、取得される。

【0191】

所望の表面部分を調べるために、タイヤ200の所望の回転が、好ましくは円形延在部全体を取得するための少なくとも1回の完全な回転が行われると、タイヤ「リング」のデジタル画像が得られ、それは、それぞれ第1の光源で照射された一連の線形部分の第1のデジタル画像の全てで作成される。完全な360°画像に対して、例えば25,000枚の単一线形画像が使用される。

【0192】

システム130による圧縮およびサイドウォール部207に属する変形された外面の部分への照射と同時に、本発明によれば、タイヤ200の内面の表面部分が検査される。好ましくは、しかし排他的でなく、検査すべきこの内面の部分は、図2に従って、ショルダー部205の一部が圧縮される場合、タイヤ200のショルダー部205に属する。

【0193】

この検査のために、例えば、図2に示すように、第2のデバイス10bが、タイヤ200の内側に部分的に導入され、ショルダー部205の内側部分にアーム220bを介して近づけられる。第2のデバイス10bは、内面の線形部分213が実質的に焦点面121bに来るまで、近づけられる。

【0194】

第2の光源108および第3の光源109は第2の駆動および制御ユニット140bによって駆動され、タイヤ200の内側線形表面部分213に放射を発する。第2の光源108は、光学面107bに関して対向する半空間から来るグレーティング光放射を線形表面部分213に発し、第3の光源109は線形部分213に拡散光放射を発する。好ましくは、両方の光源は、所定の周波数で光放射を発する。しかしながら、各光源による照射は、交互に生じ、換言すると、時間期間ごとに、第2の光源108または第3の光源110の一方だけがオンに切り換えられ、2つのうちの他方はオフのままとなる。好ましくは、第3の光源109の4つのサブ光源112a、112b、112c、112dは一緒にオンに切り換えられ、すなわち所与の期間中、4つ全てがオンに切り換えられるか、または4つ全てがオフに切り換えられる。このようなストロボスコープ周波数は、例えば0.064msに等しい。違う方法では、第2の光源108の2つのサブ光源111a、111bは交互に、すなわち一方または他方がオンに切り換えられ、その結果、変形された内側表面部分は、光学面107bの右側からまたは左側から、グレーティング光によって照射される。

【0195】

第2の光源108または第3の光源109から来る光は、照射されたタイヤのショルダー部205の内面によって反射され、ミラー150を介して第2のカメラ105bに向けて方向転換される。ミラー150は、約60°~約120°の間に含まれる、より好ましくは約90°の角度で光ビームの軌道の偏向を引き起こす。

【0196】

第2の駆動および制御ユニット140bは、第2のカメラ105bを制御して、第3のサブ光源111aまたは第4のサブ光源111bまたは第3の光源109によって照射された内面部分の画像を、その照射と同期して取得する。従って、有利には、第2のカメラ105bは、光学面107bの一方の側からグレーティング光でその部分を照射する第3のサブ光源111aがオンに切り換えられるたびに照射されるタイヤ200の内側表面部分

10

20

30

40

50

の画像を取得し、光学面107bの他方の側からグレージング光でその部分を照射する第4のサブ光源111bがオンに切り換えられるたびに照射されるタイヤ200の内側部分の画像を取得し、拡散光でその部分を照射する第3の光源109がオンに切り換えられるたびに照射されるタイヤ200の表面部分の画像を取得する。このようにして有利には、全ての内面部分213に対して、処理されるべき3種類の別個の画像が取得され、この際、同じ部分が別個の特性を有する光放射で照射される。このようにして、同じ表面部分の拡散光の画像と、グレージング光の2種類の画像との両方を取得することが可能である。これらの3種類の画像はまた、単一の2次元画像の別個の部分形成することができ、ここで第1の部分は拡散光で取得され、第2の部分は光学面の第1の方向からの（例えば右側からの）グレージング光で取得され、第3の部分は光学面の第2の反対方向からの（例えば左側からの）グレージング光で取得される。

10

## 【0197】

有利なことに、図1～3に示されている動作位置のそれぞれにおいて、タイヤが配置されている支持体102（図1参照）は、タイヤ自体の検査の間に回転される。上述したように、第2の駆動および制御ユニット140bは、好ましくは第2のカメラ105bを制御して、第2の光源108または第3の光源109によって照射された内面部分の画像を、その起動と同期して取得する。

## 【0198】

上述したように、装置は、支持体の角度位置を検出するためのエンコーダ（図示せず）を含み、第2の駆動および制御ユニット140bは、エンコーダによって送信された支持体の角度位置信号に応じて、第2の光源108および第3の光源109を起動させ、検出システムを駆動するように構成される。

20

## 【0199】

しかしながら、これらの3種類の別個の画像が取得されている間タイヤは回転していることが好ましいので、それらは正確にタイヤの同じ内側線形表面部分の画像ではない。それというのもタイヤは光源のオンオフ切換え中に回転されるからである。

## 【0200】

例として、第1の線形画像および第2の線形画像の取得の間の時間差、ならびに第2の線形画像と第3の線形画像との間の時間差、次いで循環して第1の線形画像と第3の線形画像との間の時間差は、0.2ミリ秒未満である。従って、この非常に限定された期間中、移動は「比較的小さい」ので、実質的に同じ表面部分について、3種類の線形画像がそれぞれ異なる照射で得られると依然として述べることができる。

30

## 【0201】

「実質的に同じ表面部分」という表現は、第1の光源110、第2の光源108および第3の光源109が、空間的に互いにシフトされているが本発明に従って比較可能であり得る、すなわち実質的に同じ位置の同じ要素を示し得る3つのそれぞれの表面部分を照射することを意味する。例えば、3つの表面は、表面自体の平面上で、0.2mm未満、好ましくは0.1mm未満、またはそれに等しい距離だけシフトされ得る。有利には、前記距離は、検出システムがカメラ、例えばマトリックスカメラまたはリニア式カメラを含む場合、画素に関連する表面の線形寸法未満であるか、またはそれに等しい（例として画素は0.1mmに等しい）。換言すると、第1の画像の各画素は、各前記画素に対応する第2の画像の画素によって示される微小表面部分から0.2mm未満離れた微小表面部分を示す。

40

## 【0202】

換言すると、3種類の画像は、その間に発生したタイヤの回転のために、単一の線形画像に関連する実際の線形表面部分が3種類の画像について正確に一致しないものの、画素ごとに実質的に重複され得る。しかしながら、画像の取得頻度および回転速度の選択は、3種類の画像がインターレースされ、従って画素ごとに比較可能であるようなものである。有利には、第1（または第2または第3）の画像の各画素は、画素に関連する線形表面寸法は別として、前記各画素に対応する第2（またはそれぞれ第3または第1）の画像の

50

画素によって示される微小表面部分と異なる微小表面部分を示し、例としてその空間的シフトは画素の約  $1/3$  に等しい。このようにして、3種類の画像はインターレースされ、3種類の線形画像の取得は、タイヤが画素（例として約  $0.1\text{ mm}$  に等しい）に等しい部分だけ回転した期間に行われる。

【0203】

所望の内面部分を調べるためにタイヤの所望の回転が、好ましくは円形延在部全体を取得するために少なくとも1回の完全な回転が実行されると、それぞれがそれぞれの光源で照射された一連の線形部分のデジタル画像の全てで作成された単一のデジタル画像が得られる。処理ユニットは、検出システムからこのような画像を受け取り、それから所望の表面部分全体の対応する第1の線形画像、第2の線形画像および第3の線形画像を抽出する。

10

【0204】

拡散光による部分 [ A ]、グレーディング光  $d \times$  による部分 [ B ] およびグレーディング  $s \times$  による部分 [ C ] から形成される単一画像が上記のように取得され、完全なタイヤが取得されるまで連続が繰り返される場合、シーケンス A B C A B C A B C A B C A B C A B C A B C A B C A B C A B C . . . によって形成された全体画像が得られる。処理の際、この画像は、3種類の有効な画像に分割され、A A A A A A A A . . . B B B B B B B B . . . C C C C C C C C . . . を得る。

【0205】

好ましくは、処理ユニット 180 はまた、第2のリニア式カメラ 105 b から取得された画像を受信し、表面部分を検査するために画像を処理するように構成される。処理ユニット 180 は、例えば、PC またはサーバを含む。好ましくは、処理ユニット 180 は、表面部分の高度プロファイルに関する情報を得るために、グレーディング光で得られた処理されるべき第2および第3の画像を、それらと比較することによって処理するように適合される。好ましくは、処理されるべき第2および第3の画像間の比較は、各画素が、処理されるべき第2および第3の画像内の対応する画素に関連する値の間の差を表す値と関連する差画像を計算することを含む。

20

【0206】

好ましくは、共にグレーディング光の画像である、処理されるべき第2および第3の画像を比較する前に、処理されるべき第2および第3の画像に対してイコライゼーションを行うこと、例えば、それらの平均明度を全体的にまたは局所的に均等化することが想定される。

30

【0207】

好ましくは、処理ユニット 180 は、処理されるべき第2の画像と第3の画像との上記比較により得られた情報を用いて、拡散光の処理されるべき第1画像を処理して表面部分の欠陥のあり得る存在を検出する。

【0208】

好ましくは、処理ユニット 180 は、グレーディング光の第2の画像と第3の画像との間の差を計算して、線形表面部分の高度プロファイル（例えば、突出部および/または窪みの有無）に関する情報を得るように構成される。

40

【0209】

好ましくは、第2の画像と第3の画像との間の差を計算することは、各画素が第2および第3の画像内の対応する画素に関連する値の間の差を表す値に関連する差画像を計算することを含む。このようにして、第2の画像と第3の画像との間の差から得られた画像を使用して、3次元要素（タイヤの内面上の隆起した孔または隆起した書かれたものなど）を強調し、そのような情報を、欠陥を探すために拡散光の画像を処理する際に考慮することが可能である。

【0210】

任意選択的に、タイヤの表面のさらなる部分が選択され、それはタイヤの外面のアウトワーオール部 204 に属することが好ましいが、必ずしもそこに属する必要はなく、ただ

50

し、少なくとも部分的に第1の部分とは別個の部分である。図3で見ることができるよう、図2において変形を行う位置として先に選択されたショルダー部205から、図3ではタイヤのサイドウォール部207の外側部分が選択された。従って、図3に示すように、変形システム130は、タイヤの第2の表面部分を変形させるように、タイヤ200のサイドウォール部の外側部分に、好ましくは再び処理ユニット180を介して位置付けることができる。このようにして、好ましくはタイヤのショルダー部205の外側部分に対応するタイヤのさらなる変形された外側部分の照射を得るように第1のデバイス10aをタイヤ200に近づけて、また、好ましくはサイドウォール部207に対応する変形された内側部分を照射するように第2のデバイス10bをタイヤ200に近づけて、新しい測定を行うことができる。例えば、図2および図3における変形要素130の位置と、結果として生じる2つの図におけるデバイス10a、10bの異なる位置を参照されたい：図2において、第1の光源110は、タイヤのアウターウォール部204のサイドウォール部207の半径方向中央の外側表面部分を照射する一方、図3において、第1の光源110は、タイヤ200のショルダー領域205の外側部分を照射する。さらに、図2において、第2の光源108および第3の光源109は、ショルダー部205の内側部分を照射する一方、図3において、第2の光源108および第3の光源109は、サイドウォール部207に対応する内側部分を照射する。さらに、図2において、ショルダー部205に位置するスラストローラの回転軸119は、タイヤ200の支持体によって画定された平面に対して傾けられる一方、図3において、スラストローラの回転軸119は、タイヤ200の回転軸201に対して実質的に垂直である。

10

20

**【0211】**

図3に示す動作ステップでは、さらなる外側および内側の変形面の第1のカメラ105aおよび第2のカメラ105bを介した画像の取得は、図2について説明したものと類似の方法で行われる。

**【0212】**

探索される欠陥および欠陥自体の内側または外側の位置に応じた正確な照射は、上に詳述したことに加えて、さらにより意味がある。なぜなら、上に記載した照射、およびカメラを介した画像の対応する取得の間、外側変形面および内側変形面はそれぞれ照射される一方で、タイヤと3つのデバイス：変形システム、関連するカメラを有する第1の光源、および第2の光源との間に相対回転があるからである。回転軸の周りのタイヤの相対回転は、有利には、迅速な時間内にタイヤの環状部分全体を迅速に検査することを可能にする。しかしながら、好ましくは比較的高速での、相対回転によるこの時間のさらなる短縮は、カメラによって取得される画像が高い頻度で取得され、従って露光時間が非常に短いことを意味する。短い露光時間において、提供される照射の種類は、後続の処理において欠陥を特定するのに有用であることができるような質のデジタル画像を得るために非常に重要である。

30

【 図 1 】

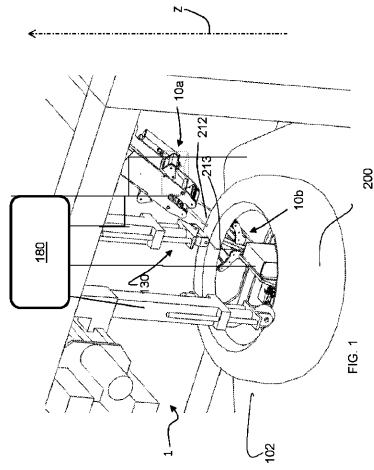


FIG. 1

【 図 2 】

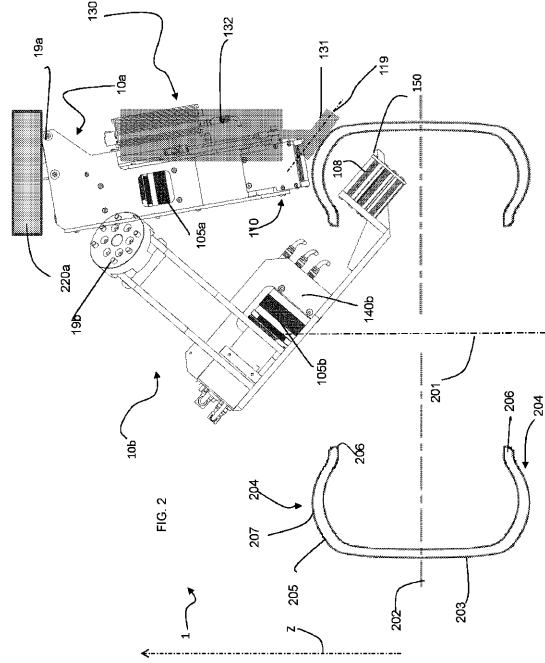


FIG. 2

【 図 3 】

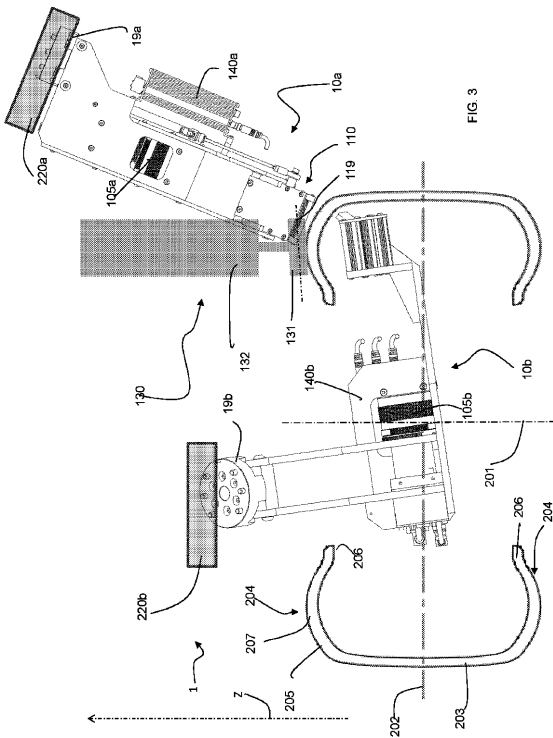


FIG. 3

【 図 4 】

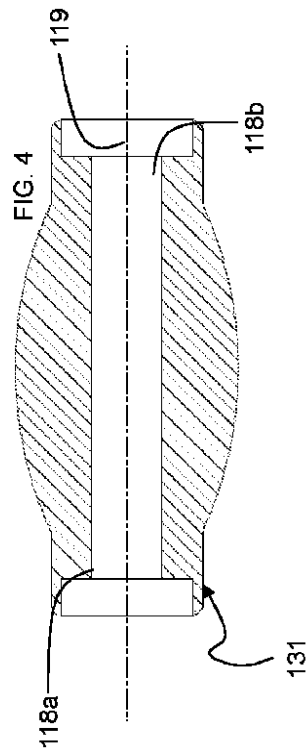
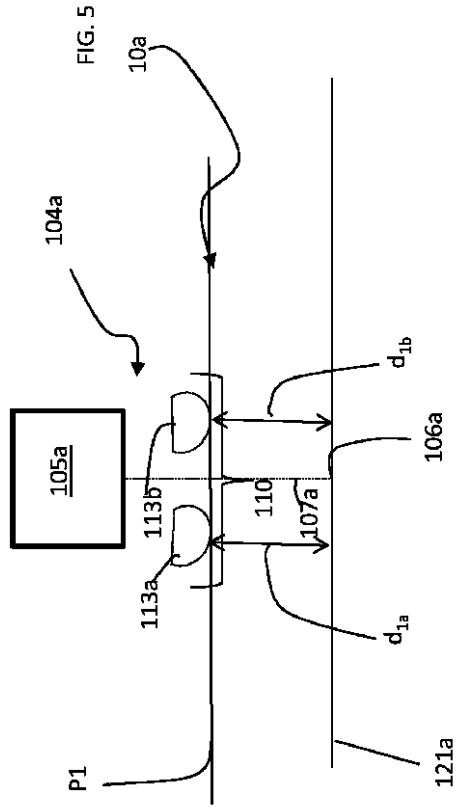
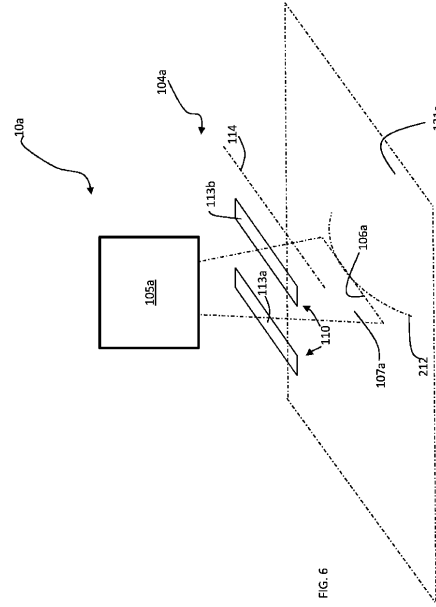


FIG. 4

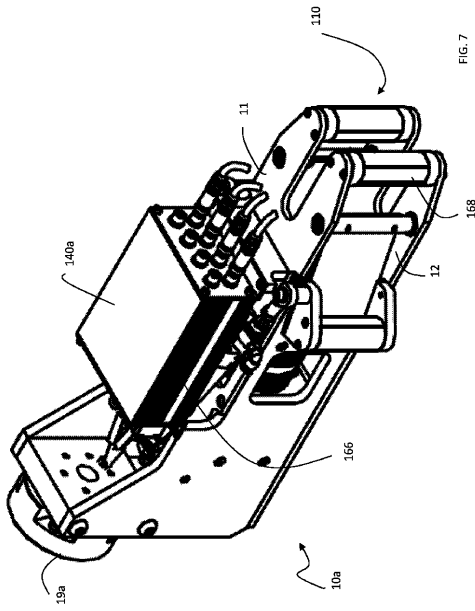
【 図 5 】



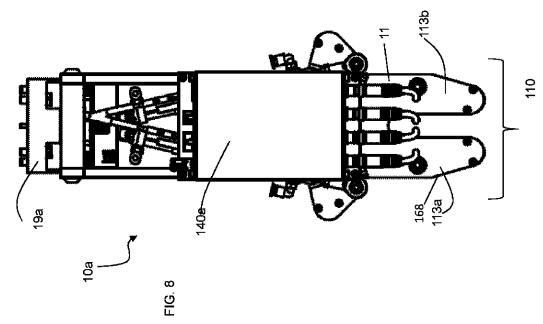
【 図 6 】



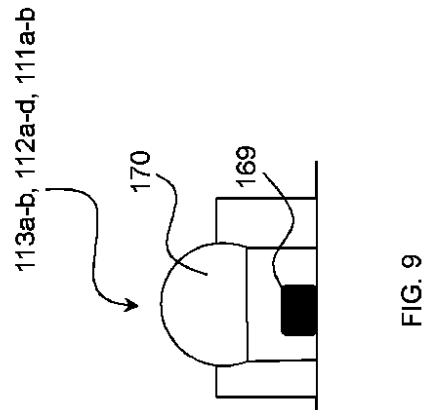
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 1 0 】

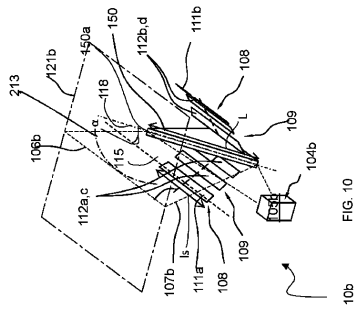


FIG. 10

【 図 1 1 】

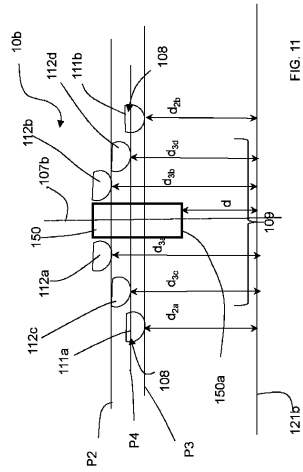


FIG. 11

【 図 1 3 】

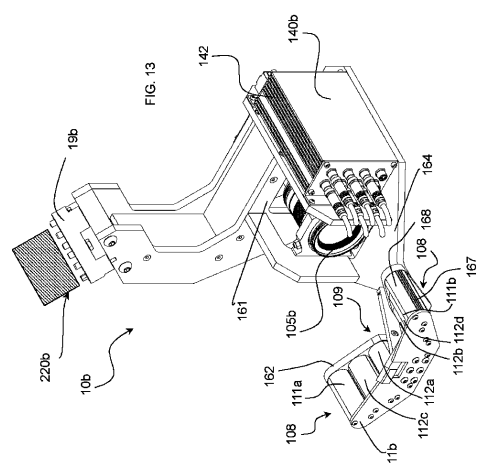


FIG. 13

【 図 1 2 】

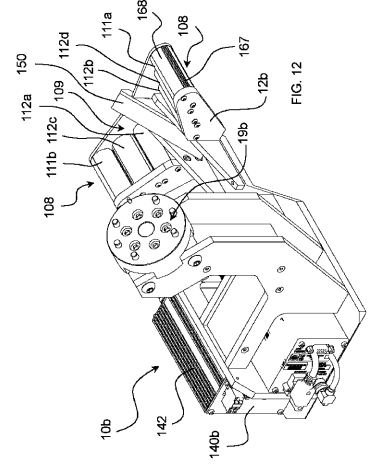


FIG. 12

---

フロントページの続き

- (72)発明者 ヘルド, アレッサンドロ  
イタリア共和国, 20126 ミラノ, ヴィアーレ ピエーロ エ アルベルト ピレリ, 25,  
ピレリ タイヤ ソチエタ ペル アツィオーニ内
- (72)発明者 ボッファ, ビンチェンツォ  
イタリア共和国, 20126 ミラノ, ヴィアーレ ピエーロ エ アルベルト ピレリ, 25,  
ピレリ ラブス ソチエタ ペル アツィオーニ内

審査官 蔵田 真彦

- (56)参考文献 国際公開第2015/004587(WO, A1)  
特開2011-038896(JP, A)  
特開2009-139268(JP, A)  
特開2008-203258(JP, A)  
特開2010-266259(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01N 21/84 - 21/958  
B29D 30/00