

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6503364号
(P6503364)

(45) 発行日 平成31年4月17日(2019.4.17)

(24) 登録日 平成31年3月29日(2019.3.29)

(51) Int.Cl.	F I
GO 1 N 23/046 (2018.01)	GO 1 N 23/046
GO 1 N 23/083 (2018.01)	GO 1 N 23/083
DO 6 H 3/08 (2006.01)	DO 6 H 3/08

請求項の数 17 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2016-547056 (P2016-547056)	(73) 特許権者	516211617
(86) (22) 出願日	平成27年1月14日 (2015.1.14)		ボリュームグラフィックス ゲーエムペー ハー
(65) 公表番号	特表2017-507327 (P2017-507327A)		VOLUME GRAPHICS GMB H
(43) 公表日	平成29年3月16日 (2017.3.16)		ドイツ国 6 9 1 1 5 ハイデルベルク
(86) 国際出願番号	PCT/EP2015/000047		シュパイアラー シュトラーセ 4-6
(87) 国際公開番号	W02015/106964	(74) 代理人	100099933
(87) 国際公開日	平成27年7月23日 (2015.7.23)		弁理士 清水 敏
審査請求日	平成29年8月2日 (2017.8.2)	(72) 発明者	ギュンター トーマス
(31) 優先権主張番号	102014100419.1		ドイツ国 6 9 1 1 8 ハイデルベルク
(32) 優先日	平成26年1月15日 (2014.1.15)		シェーナウアー シュトラーセ 48
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)	(72) 発明者	ポリヴォダ クリストフ
			ドイツ国 6 8 2 2 9 マンハイム ネット カーハウザー シュトラーセ 2
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 不織繊維複合布又は織繊維複合布を含む部材の検査装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アライメントが部分的に異なる複数の薄いプライを含む不織繊維複合布又は織繊維複合布を含む部材を検査するための装置であって、

非破壊測定を行なって前記部材の体積データを収集するためのX線CTと、

前記部材の収集されたデータを評価するための評価装置とを含み、

前記評価装置による評価は、前記部材の収集されたデータにおいて第1の分析領域を選択し、プライ又は表面の法線を決定することにより、前記第1の分析領域の局所座標系を決定し、前記第1の分析領域の横方向範囲に直交する方向において予め定められた複数の距離で層ごとに局所的な材料特性として繊維体積割合を連続して確定し、繊維体積割合が最も低い点における測定から、織布プライ間の隙間を推定することにより、確定された材料特性に沿ってプライの境界を検出し、検出されたプライの各々において前記局所的な材料特性を平均化すること、を含む、検査装置。

【請求項 2】

前記評価装置は、前記第1の分析領域の湾曲に従って前記第1の分析領域の寸法を選択する、請求項1に記載の検査装置。

【請求項 3】

前記評価装置は、前記局所的な材料特性を層ごとに連続して確定することから、前記局所的な材料特性のプロファイル曲線を生成する、請求項1又は請求項2に記載の検査装置。

【請求項 4】

10

20

プライの境界を検出するための前記評価装置は、前記局所的材料特性の前記プロフィール曲線に沿った不連続点を検出する、請求項3に記載の検査装置。

【請求項5】

前記評価装置は、検出されたプライの各々において前記局所的材料特性を平均化する際に、検出されたプライの境界の周囲領域をプライ自体とは異なって重み付けする、請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の検査装置。

【請求項6】

アライメントが部分的に異なる複数の薄いプライを含む不織繊維複合布又は織繊維複合布を含む部材を検査するための方法であって、

X線CT装置を用いる非破壊測定を行なって前記部材の体積データを収集するステップと、

前記部材の収集されたデータにおいて第1の分析領域を選択するステップと、
プライ又は表面の法線を決定することにより、前記第1の分析領域の局所座標系を決定するステップと、

前記第1の分析領域の横方向範囲に直交する方向において、予め定められた複数の距離で、層ごとに局所的材料特性として繊維体積割合を連続して確定するステップと、

繊維体積割合が最も低い点における測定から、織布プライ間の隙間を推定することにより、確定された材料特性にしたがってプライの境界を検出するステップと、

検出されたプライの各々において前記局所的材料特性を平均化するステップと、を含む、検査方法。

【請求項7】

前記第1の分析領域の寸法は、前記第1の分析領域の湾曲に従って選択される、請求項6に記載の検査方法。

【請求項8】

前記局所的材料特性のプロファイル曲線は、前記局所的材料特性を層ごとに連続して確定することから生成される、請求項6又は請求項7に記載の検査方法。

【請求項9】

プライの境界は、前記局所的材料特性の前記プロフィール曲線に沿った不連続点を検出することによって検出される、請求項8に記載の検査方法。

【請求項10】

検出されたプライの各々において前記局所的材料特性を平均化する前記ステップにおいて、検出されたプライの境界の周囲領域はプライ自体とは異なって重み付けされる、請求項6から請求項9のいずれか1項に記載の検査方法。

【請求項11】

1つの分析領域の結果は、少なくとも1つの近接した分析領域の結果を考慮して調節される、請求項6から請求項10のいずれか1項に記載の検査方法。

【請求項12】

前記結果の調節は、内挿又は外挿によって行なわれる、請求項11に記載の検査方法。

【請求項13】

前記局所的材料特性は、スカラーである、請求項6から請求項12のいずれか1項に記載の検査方法。

【請求項14】

前記局所的材料特性は、配向を含む、請求項13に記載の検査方法。

【請求項15】

前記平均化は、特に、算術的平均値の形成、高次モーメントの計算、ヒストグラム分布、分布計算を含むグループの中から選択される、請求項6から請求項14のいずれか1項に記載の検査方法。

【請求項16】

コンピュータにおいて、対応の計算ユニットにおいて、又は、請求項1から請求項15のいずれか1項に記載の装置において実行されると、請求項6から請求項15のいずれか1

10

20

30

40

50

項に記載の方法の全てのステップを実行するプログラムコード手段を含むコンピュータプログラム。

【請求項 17】

コンピュータ可読媒体に記憶された、請求項 16 に記載のコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は不織繊維複合布又は織繊維複合布を含む部材を検査するための装置及び方法に関する。

【背景技術】

10

【0002】

対象物又は物品の非破壊検査（産業分野での材料又は製品の検査、医療検査）はすでに広く利用されている。例えば、射出成型の分野では、繊維の分布及びアライメントの情報を得るために、繊維強化軽量部材等の部材の内部構造を、コンピュータ断層撮影法によって収集したデータ（CTデータ）を用いて検査することが知られており、これはそれらが製造すべき部品の機械的特性の決定的要因となるからである。特に、剪断弾性率及びヤング率は内部の繊維構造によって大きく影響される。

【0003】

繊維強化部材のこのような分析は特に、記録データにおける各空間点について、局所的な繊維の配向及び繊維密度に関する値を与える。例えば、ここで局所的な配向を3D配向（2階テンソル）として提示して直接可視化し、評価することができる。しかしまた、この3Dの配向をユーザが定義する面に投影すること、又はこれを特定の基準方向と比較することもできる。例えば、その後、検査結果を局所的な配向を表す色の重ね合わせで可視化することもできる。部材の関心領域をこのように分析するにあたって、公知の公称繊維配向があれば、公称配向と実際の配向とを比較することが可能である。所与の座標軸（例えば部材表面に垂直）に沿った繊維配向の分布を理解するために、任意の方向で層ごとに平均配向テンソルを計算することができる。

20

【0004】

配向及び繊維密度等の局所的パラメータを計算するために、各空間点について周囲環境からのデータ値を前記点について用いる。これらの周囲環境は、検査すべき構造に従って選択され、通常は、それらは、画像データに常に存在する画像ノイズの影響が、この内在する平均化によって抑制されるのに十分な大きさに選ばれる。

30

【0005】

例えば繊維強化プラスチックの射出成型の分野において、シミュレーションと実データとの直接比較のために、シミュレーションに用いられる特定のシミュレーショングリッドを視覚化／分析ソフトウェアに直接インポートすることができる。その後、この分析では、個々のグリッドセルの各々について、局所的な繊維の配向の平均値、及び、繊維／母材の比の平均値を計算する。これによって、マッピング誤差なしで計算値とシミュレーション値とを直接比較することが可能になる。局所的配向の平均化の基礎としてシミュレーショングリッドを用いることで、シミュレーションされた配向と測定された配向との比較が非常に正確になる。

40

【0006】

高い要求に晒される軽量部材は、不織布又は織布の形の繊維強化複合材料を基礎とし、これは、生じる高い変形力を吸収する役割を果たす。ここで、部分的に複雑に湾曲したり曲がっていたりする幾何学的形状部分では、布及び布のプライの激しく複雑な反り及び変形が生じる。

【0007】

しかしながら、これまでに公知の方法は織布プライ及び不織布プライの検査には適切でない。なぜなら、初めに述べた繊維強化材料の射出成型分野とは対照的に、これらの材料はプライ又は繊維構造を有し、プライごとに材料特性が大きく変化するからである。さら

50

に、プライは通常ごく薄く、それらの位置を前もって十分に知ることができない。先行技術に記載の方法及びそこで示された種類の平均化は、織布及び不織布の分析では誤った結果につながる。

【発明の概要】

【0008】

本発明は、アライメントが部分的に異なる複数の薄いプライを含む不織繊維複合布又は織繊維複合布を含む部材を検査するための装置であって、請求項1に記載の特徴を含むもの、及び不織繊維複合布又は織繊維複合布を含む部材を検査するための方法であって請求項7に記載の特徴を含むものを提案する。

【0009】

10

本発明は、複合部材のプライにおける特徴的特性を計算し、それに基づいて異なる不織布プライ又は織布プライの自動的な識別を得ようとする洞察に基づく。

【0010】

本発明によれば、初めに非破壊的測定を行なって、検査すべき部材の体積データを収集する。この測定の目的は画像データの記録を提供することであり、これに基づいてその後の計算を実行することができる。例えば、これらはコンピュータ断層撮影によって収集したデータ（CTデータ記録）でもよい。例えば、収集したデータのグレースケール値に基づいて計算を実行してもよい。

【0011】

20

次に、部材の収集データにおいて、第1の局所的分析領域を選択し、この第1の局所的分析領域において局所座標系を決定する。この目的のために、例えば、実際の部材の幾何学的形状から、プライ構造の推定から、シミュレーションメッシュ等から、プライ又は表面の法線の計算を用いることができる。確定した配向から進んで、分析領域の範囲に垂直な方向で予め定められた複数の距離で、局所的材料特性が、層ごとに連続して確定される。局所的材料特性の確定値を走査して、確定した材料特性にしたがってプライの境界を検出する。最後に、検出されたプライの各々において、局所的材料特性を平均化する。

【0012】

分析領域の横寸法は、分析領域の確定した湾曲に従って選択される。湾曲のない領域、又は湾曲がごく少ない領域は、比較的大きく選択できる。一方で、湾曲の大きい領域は比較的小さく（プライ内の層自体が湾曲していないか、ごくわずかの湾曲を有している範囲に、そうでなければ、プライ内の層の湾曲が部材の湾曲から大きく異なることになる）選択される。層が少なくとも部材の湾曲と同程度の湾曲を有する場合、分析領域は比較的大きく選択することができる。ここで選ばれた「比較的大きい」及び「比較的小さい」という用語は、寸法に向けられた相対的な用語として理解すべきではない。むしろ、これらは検査すべき部材と比較して「比較的大きい領域」及び「比較的小さい領域」を意味する。主旨及び目的は、選択された分析領域の測定の誤りをできるだけ小さく保つ、ということである。この意味で、当業者には分析領域の寸法の選択が容易となるであろう。

30

【0013】

局所的材料特性のプロファイル曲線に沿った不連続点又は極小値を検出することで、プライの境界を検出可能である。

40

【0014】

検出されたプライの各々について、局所的材料特性を平均化するステップにおいて、検出されたプライ境界の周囲領域はプライ自体と異なる重み付けをしてもよい。極端な場合（特に、不連続性が非常に強い場合）、これらの遷移領域、即ち境界領域を完全に省略してもよい。

【0015】

上述の意味での材料特性は、数学的表現、例えば、スカラー、ベクトル及び/又はテンソルの数学的形式であってよい。これらは、グレースケール値、標準偏差若しくは分散、配向若しくは構造テンソル、又は、空隙率等であってもよい。

【0016】

50

本発明に従った平均化は、例えば、算術的平均値の形成、高次モーメントの計算、ヒストグラム分布、分布計算等であってもよい。

【 0 0 1 7 】

したがって、本発明によれば、元のデータ記録内で、検査すべき部材の個々のプライが自動的に分離され、これに続いて、同様に元のデータ記録内で、分離された個々のプライが分析される。

【 0 0 1 8 】

本明細書はまた、コンピュータプログラムが評価コンピュータ上で実行される際に本発明に従った方法を実行するのに好適なプログラムコードを備えたコンピュータプログラムをカバーする。コンピュータプログラム自体と、これをコンピュータ可読媒体に記録したもの（コンピュータプログラム製品）との両方の特許を請求する。

【 0 0 1 9 】

発明のさらなる利点と改良点とは、発明の詳細な説明及び添付の図面から明らかになる。

【 0 0 2 0 】

上述し、以下でさらに説明する特徴は、それぞれ特定された組合せで利用可能なばかりでなく、本発明の範囲を逸脱することなく、他の組合せで、又はそれらのみで利用可能である。

【 0 0 2 1 】

本発明を例示の実施例に基づき概略的に図示するとともに、図面を参照して以下に詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 2 】

【図 1】異なる湾曲部のある織布プライを備えた部材を通るごく概略的な断面図である。

【図 2】一連の（非圧縮）織布プライを備えた部材の拡大断面画像を示す図である。

【図 3】部材の厚さに対してプロットした、本発明に従って決定された繊維体積割合を示す図である。

【図 4】本発明に従って決定された測定値に基づくヒストグラム表現における層シーケンスの斜視図である。

【図 5】部材断面の平面図—ヒストグラム表現図である。

【図 6】発明に従った部材検査装置のごく概略的な図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 3 】

図面では、同一の部品及び同一の機能を有する部品には同一の参照番号を付してある。

【 0 0 2 4 】

図 6 は本発明に従った、部材 6 1 8 に非破壊測定を実行するための測定装置 6 1 4 を含む部材検査装置 6 1 0 を示す。一例として示されている測定装置 6 1 4 は、X 線源 6 2 0 を含むコンピュータ断層撮影装置である。試験対象物又は部材 6 1 8 はいわゆるマニピュレータ又は回転台 6 2 2 上に配置され、これによって X 線源 6 2 0 からの X 線放射が部材 6 1 8 を異なる方向に透過する。部材 6 1 8 から出る放射は検出器 6 2 4 により記録される。X 線源 6 2 0、回転台 6 2 2 及び検出器 6 2 4 は矢示方向に変位及び / 又は回転可能である。

【 0 0 2 5 】

装置 6 1 0 はさらに、公知の様態で、検出器 6 2 4 によって与えられる測定データを評価するための評価装置 6 1 4 を含む。評価データの出力のために、入出力装置 6 1 6 が設けられ、これは従来の通り、少なくとも 1 つのスクリーン 6 3 0、キーボード 6 3 2 及び必要に応じてカーソル制御器（マウス）6 3 4 を有する。評価装置 6 1 4 を表すコンピュータはさらに、測定装置 6 1 0 を制御可能に構成されてもよい。

【 0 0 2 6 】

図 1 は、織布プライ 1 2、1 4、1 6 を備えた実質的に平坦な部材 1 0 の断面図を例と

10

20

30

40

50

して用いて、本発明の手順を説明する図であり、部材 10 は湾曲の異なる領域を有する。この断面は、織布プライと直交する部材の分析面に対応する。

【0027】

部材 10 は図面左の実質的に平坦な部分 I と、この右側に続く、実質的に U 字型の断面を有する部分 II とを含み、この結果、湾曲の異なる様々な領域が生じる。

【0028】

部材 10 は、実質的に互いに平行に延びる複数の織布プライ 12、14、16 を含む。3 つの織布プライは例示の目的で示したものであり、3 より多いプライが存在し得る。織布プライ間の隙間は、同様に例示の理由で、大きく強調して示している。

【0029】

原則として、実質的に平坦な部分 I では織布プライ 12、14、16 はほとんど湾曲していない。したがって、局所的な分析領域 AB1 はこの部分では、(プライの横方向範囲の意味で) 比較的大きく選択することができる。

【0030】

評価装置 614 における、部材のプライ構成の、本発明に従ったさらなる分析は、選択された分析領域に基づいて行なわれる。分析領域は、収集された体積データの一部を表す体積領域であって、範囲の寸法と適用された局所的プライ座標系とによって規定される。ここでプライ座標系は、プライの進む方向に沿った向きであり、通常は部材表面に実質的に平行である横方向 x と、軸方向 z とを規定する。図示された実施例では、軸方向 z は横方向 x に実質的に直交している。

【0031】

以下で説明するように、特に、例えば湾曲したプライを有する分析領域に関しては、当然、記載されたデカルト座標系と異なるプライ座標系を考えることができる。

【0032】

本発明によれば、分析層 100 は分析領域 AB1 において軸方向 z に直交して (又は横方向 x に対し平行に) 規定され、前記分析層は実質的に互いに平行に延びる。分析層 100 は予め定められた、又は設定された厚さで、例えばボクセル化 (即ち体積データの記録における体積グリッド) に応じて選択される。例えば、層の厚さは 1/2 のボクセル解像度に対応してもよい。しかしながら、良好な評価結果を得るために、層の厚さは、部材の織布又は不織布プライあたり少なくとも 2 又は 3 層の厚さが出現するように選択すべきである。

【0033】

分析層はその後、分析層の局所的な材料特性に関し、z 方向に連続して走査又は検査される。各分析層について確定した材料特性は、結果として z 方向に沿った材料特性プロファイルをもたらし、これに基づいて材料の遷移又は材料の変化を確定することができる。プライ境界 (部材の、互いに隣接するプライ間の潜在的境界面) は、これらの点に基づいて検出可能である。ここで、おそらく利用できる「実験的知識」、即ち、処理すべき測定とは独立して入手可能なプライの数、プライの厚さ等の検査対象部材の構造に関する知識は、プライ境界の検出を確立するのに使用され得る。いわゆる局所的な材料特性はその後、このようにして確定されたプライ境界の内側で平均を計算することによって平均化され、検出されたプライを形成する。

【0034】

この手順を、図 2 及び図 3 に基づいて例示する。図 2 は、一連の織布プライを備えた部材の、大きく拡大した記録の断面写真である。より明瞭にするために、これは非圧縮部材を示す。即ち、この部材の織布プライは高圧で圧縮されていない。例えば、図 2 の例示は、図 1 に例示の第 1 の分析領域 AB1 に対応する部材の断面であり得る。図 3 は関連の材料特性プロファイルを説明する図であり、z 方向の部材の厚さ (又は分析領域の厚さ) に対してプロットしたものである。この図の縦軸は、抽象的な寸法で測定値としてプロットされた、分析層ごとにそれぞれ確定した繊維体積割合を示す。この図から、結果として得られる、極大値及び極小値を伴って、きわめて明瞭に繊維体積割合の高い点と繊維体積割

10

20

30

40

50

合の低い点とを再現する周期的変化を容易に特定することができ、繊維体積割合が最も低い点におけるこの測定から、織布プライ間の隙間を推定することができる。

【 0 0 3 5 】

複数の隣接した分析領域を選択することにより、このようにして部材全体を断面ごとに走査することができる。対応の局所的材料特性はプライごとに確定でき、したがって、部材全体にわたってプライの分離を実現することができる。例えば、この結果は、部材のそれぞれ特定のプライの配向を再現する、部材全体のヒストグラム表現であり得る。図5に例としてこれを再現する。この図では、織布マットから構成される部材の平面図を示し、その上に局所的方向性ヒストグラムを配置している。(1層のための)1つの方向性ヒストグラムが、(この例では正方形の)各分析領域に描画されており、この方向性ヒストグラムは、確定した方向分布の頻度を極表示したものである。ヒストグラム表現が伸長すればするほど、収集された方向が顕著になる。点状又は円形の出現は方向性の結果の非常に高い均質性を示し、一方で楕円表現は、関連方向の配向を示し、これは楕円の主軸が長くなればなるほど顕著になる。十字の例は2つの(主)方向の存在を示し、星形の出現は対応するより多くの方向を示し、関連する軸がそれぞれの配向を特定する。ヒストグラム表現の下には、下層として部材のCTスライス画像を特定することができる。このような図解があれば、熟練した観察者は確定した繊維配向をきわめて速やかに検出することができるであろう。

10

【 0 0 3 6 】

図4は一連の分析層全体の同様のヒストグラム表現の斜視図であり、これは、各分析層において確定した方向の寸法とその均質性についての観察者の結論を確かなものにする。

20

【 0 0 3 7 】

図1の例では、さらに3つの分析領域AB2、AB3及びAB4が例として選出されている(部材全体の分析の目的で、部材断面全体が、好適な寸法の隣接した分析領域にさらに分割されている)。

【 0 0 3 8 】

さらなる分析領域のこの選択例は、個々の分析領域のサイズ選択を説明する役割を果たす。したがって、例えば、第2の分析領域AB2は比較的大きな湾曲部に位置しており、この理由で、分析領域AB2の横方向範囲とその分析層200とは、例えば上述の第1の分析領域AB1よりもかなり小さく選ばれている。第3の分析領域AB3はまた、より小さいプライ湾曲のある領域に位置しており、この理由で、この第3の分析領域AB3のサイズ、その分析領域300は、第1の分析領域AB1に匹敵するオーダーの大きさを有するように選択されている。第4の分析領域AB4は、プライの湾曲が大きいのにもかかわらず、湾曲した分析層400を選択したことにより、座標系がこの湾曲に適合している区画にあり、この理由で、比較的大きい「プーリング領域」が可能となり、このため、分析領域AB4は部材の湾曲形状にもかかわらず、この点では比較的大きく選択される。

30

【 0 0 3 9 】

実際の部材において理想的なプライ状態が設定されることはなく、むしろ非常に多くの場合においてプライドリフト、即ち製造に起因するプライ相互の変位がある。このため、個々の織布又は不織布プライは部材の範囲の各方向で配向を変えて現れる可能性があり、本発明では、近接した分析領域の処理がさらに提供される。例えば内挿又は外挿により、互いに近接する分析領域を考慮に入れ、プライの滑らかさ、連続性、又は同様の典型的な仮定等を考慮に入れ、目標を定めて細かな領域又は遷移領域を再測定すれば、個々の結果を大いに安定化させることができる。従って、部材全体にわたって、プライをより詳細に分離することができる。この状況でもまた、すでに上で述べた部材の基本構造に関する先験的知識を計算に含めることができる。

40

【 0 0 4 0 】

本発明によれば、プライの範囲の大まかな方向を決定するための、部材の第1の走査結果から進めることによって、分析層を整列させるために適合した局所座標系を設定するこ

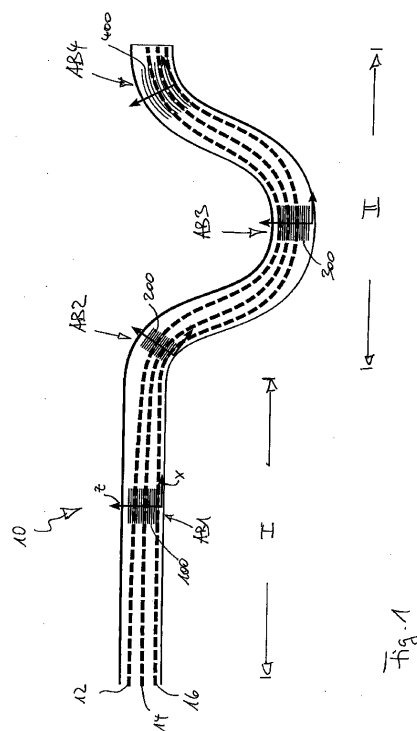
50

とができる。これに代えて、プライ構造の最初の推定、いわゆるシミュレーションメッシュからのデータ、等から進めることによって、局所座標系を実構造に一致／適応させることができる（適応的座標系）。

【 0 0 4 1 】

分析領域は、材料特性のその後の計算に妥当な積分範囲となるように選択される。これは特に、分析領域のサイズ、即ち横方向の範囲に関係する。このサイズはまた、適応的座標系との相互作用で（軸とサイズの範囲との設定に基づき最適化計算するという意味で）設定することもできる。

【 図 1 】

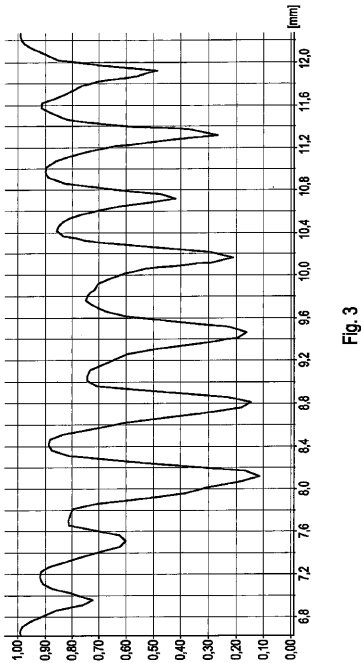


【 図 2 】

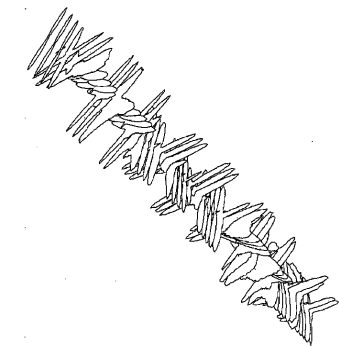


Fig. 2

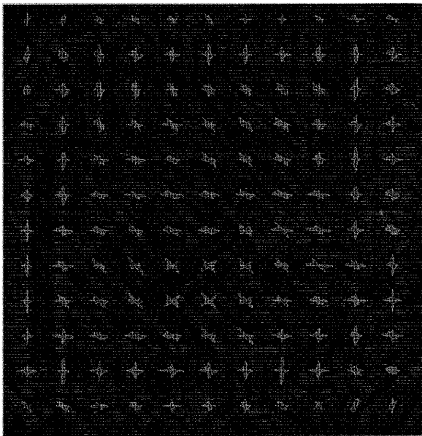
【 図 3 】



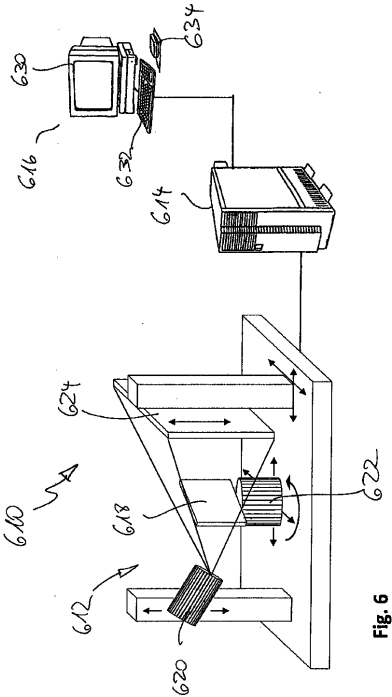
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 ラインハルト クリストフ

ドイツ国 6 9 1 2 0 ハイデルベルク ツィーゲルホイザー ラントシュトラーク 5 9

(72)発明者 ディーリヒ トビアス

ドイツ国 6 9 1 1 8 ハイデルベルク ヴォルフスブルネンシュタイゲ 2 B

審査官 田中 秀直

(56)参考文献 特開 2 0 1 2 - 0 0 2 5 4 7 (J P , A)

特開 2 0 0 8 - 1 2 2 1 7 8 (J P , A)

米国特許第 0 6 0 2 8 9 1 0 (U S , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 1 N 2 3 / 0 0 - 2 3 / 2 2 7 6

D 0 6 H 3 / 0 8