

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7617014号
(P7617014)

(45)発行日 令和7年1月17日(2025.1.17)

(24)登録日 令和7年1月8日(2025.1.8)

(51)国際特許分類

F I

G O 1 N 21/27 (2006.01)

G O 1 N 21/27

A

請求項の数 25 (全139頁)

(21)出願番号	特願2021-555478(P2021-555478)	(73)特許権者	517267802
(86)(22)出願日	令和2年3月13日(2020.3.13)		トリナミクス ゲゼルシャフト ミット
(65)公表番号	特表2022-525204(P2022-525204 A)		ベシュレンクテル ハフツング
(43)公表日	令和4年5月11日(2022.5.11)		ドイツ、6 7 0 6 3 ルートヴィッヒス
(86)国際出願番号	PCT/EP2020/056759		ハーフェン アム ライン、インドウスト
(87)国際公開番号	WO2020/187719	(74)代理人	リーシュトラーセ 3 5
(87)国際公開日	令和2年9月24日(2020.9.24)		100100354
審査請求日	令和5年3月13日(2023.3.13)	(72)発明者	弁理士 江藤 聡明
(31)優先権主張番号	19163250.4		シック, フリードリヒ
(32)優先日	平成31年3月15日(2019.3.15)		ドイツ、6 7 0 6 3 ルートヴィッヒス
(33)優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁(EP)	(72)発明者	ハーフェン、インドウストリーシュトラ
			ーセ 3 5
			シレン, ペーター
			ドイツ、6 7 0 6 3 ルートヴィッヒス
			ハーフェン、インドウストリーシュトラ
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 少なくとも1つの材料特性を識別するための検出器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも1つの材料特性 m を識別するための検出器(110)であって、

- 光センサ(120)のマトリックス(118)を含む少なくとも1つのセンサ要素(116)であって、前記光センサ(120)はそれぞれが感光領域(122)を有し、前記センサ要素(116)は少なくとも1つの物体(112)から発生する光ビームの少なくとも1つの反射画像を記録するように構成されている、センサ要素(116)と；
- 前記反射画像の少なくとも1つのビームプロファイルを評価することによって前記材料特性を決定するように構成された少なくとも1つの評価装置(132)であって、前記評価装置(132)は、少なくとも1つの距離依存画像フィルタ ϕ_1 を前記反射画像に適用することによって、少なくとも1つの距離特徴 ϕ_{1z} を決定するように構成されており、前記距離依存画像フィルタは、光子比からの深度フィルタ；デフォーカスからの深度フィルタ；又はそれらの線形結合；又は、 $|\rho\phi_{1other}, \phi_z| \geq 0.40$ によって光子比からの深度フィルタ及び／又デフォーカスからの深度フィルタ又はそれらの線形結合に相関するさらなる距離依存画像フィルタ ϕ_{1other} 、からなる群から選択される少なくとも1つのフィルタであり、ここで ϕ_z は、光子比からの深度フィルタ又はデフォーカスからの深度フィルタ又はそれらの線形結合のうちの1つであり、
- 前記評価装置(132)は、少なくとも1つの材料依存画像フィルタ ϕ_2 を前記反射画像に適用することによって、少なくとも1つの材料特徴 ϕ_{2m} を決定するように構成されており、前記材料依存画像フィルタは、輝度フィルタ；スポット形状フィルタ；二乗ノル

ム勾配；標準偏差；平滑性フィルタ；グレーレベル発生ベースのコントラストフィルタ；グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタ；グレーレベル発生ベースの均一性フィルタ；グレーレベル発生ベースの非類似性フィルタ；ローのエネルギーフィルタ；閾値領域フィルタ；もしくはこれらの線形結合；又は、 $|\rho_{\phi 2 other}, \phi_m| \geq 0.40$ によって輝度フィルタ、スポット形状フィルタ、二乗ノルム勾配、標準偏差、平滑性フィルタ、グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタ、グレーレベル発生ベースの均一性フィルタ、グレーレベル発生ベースの非類似性フィルタ、ローのエネルギーフィルタ、もしくは閾値領域フィルタ、又はそれらの線形結合の1つ以上に相関するさらなる材料依存画像フィルタ $\phi_{2 other}$ 、からなる群から選択される少なくとも1つのフィルタであり、ここで ϕ_m は、輝度フィルタ、スポット形状フィルタ、二乗ノルム勾配、標準偏差、平滑性フィルタ、グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタ、グレーレベル発生ベースの均一性フィルタ、グレーレベル発生ベースの非類似性フィルタ、ローのエネルギーフィルタ、もしくは閾値領域フィルタ、又はそれらの線形結合のうちの1つであり、

10

前記評価装置（132）は、前記距離特徴 ϕ_{1z} 及び前記材料特徴 ϕ_{2m} を評価することによって、前記検出器（110）の光軸が z 軸を形成する座標系にある縦方向座標 z 及び前記材料特性 m を決定するように構成されている、評価装置と、を含む、検出器（110）。

【請求項2】

前記材料依存画像フィルタは、仮説検証を通過する少なくとも1つのフィルタであって、前記仮説検証は、フィルタが材料分類を区別しないヌル仮説及びフィルタが少なくとも2つの材料分類を区別する代替仮説を使用し、前記フィルタは、 p 値である p が予め定義された有意水準よりも小さいか等しい場合は、仮説検証を通過する、請求項1に記載の検出器（110）。

20

【請求項3】

$p \leq 0.075$ である、請求項2に記載の検出器（110）。

【請求項4】

前記少なくとも1つの材料特性は、散乱係数、透光性、透明性、ランバート表面反射からの偏差、スペckルからなる群から選択される特性である、請求項1～3のいずれか1項に記載の検出器（110）。

【請求項5】

前記さらなる距離依存画像フィルタ $\phi_{1 other}$ は、 $|\rho_{\phi 1 other}, \phi_z| \geq 0.60$ によって、前記距離依存画像フィルタ ϕ_z の1つ以上と相関している、請求項1～4のいずれか1項に記載の検出器（110）。

30

【請求項6】

前記さらなる材料依存画像フィルタ $\phi_{2 other}$ は、 $|\rho_{\phi 2 other}, \phi_m| \geq 0.60$ によって、前記材料依存画像フィルタ ϕ_m の1つ以上と相関している、請求項1～5のいずれか1項に記載の検出器（110）。

【請求項7】

前記材料特性 m 及び／又は前記縦方向座標 z は、 ϕ_{1z} 、 ϕ_{2m} 及び z 、 m の間の所定の関係を用いて決定される、請求項1～6のいずれか1項に記載の検出器（110）。

40

【請求項8】

前記材料特性 m 及び／又は前記縦方向座標 z は、関数 $z(\phi_{1z}, \phi_{2m})$ 及び／又は関数 $m(\phi_{1z}, \phi_{2m})$ によって決定される、請求項1～7のいずれか1項に記載の検出器（110）。

【請求項9】

前記評価装置（132）は、前記距離依存画像フィルタ及び前記材料依存画像フィルタを前記反射画像に同時に適用するように構成されている、請求項1～8のいずれか1項に記載の検出器（110）。

【請求項10】

前記評価装置（132）は、 ϕ_1 又は ϕ_2 の少なくとも1つが、他の画像フィルタの特

50

徴 ϕ_{1z} もしくは ϕ_{1m} の関数であるかどうか、又は、 ϕ_1 又は ϕ_2 の少なくとも1つが、少なくとも1つの他の画像フィルタの関数であるかどうかを決定するように構成されており、前記評価装置(132)は、前記距離依存画像フィルタ及び前記材料依存画像フィルタを、前記反射画像に逐次的に又は再帰的に適用するように構成されている、請求項1～9のいずれか1項に記載の検出器(110)。

【請求項11】

前記評価装置(132)は、 ϕ_{1z} 及び／又は ϕ_{2m} の少なくとも1つに依存する少なくとも1つのさらなるフィルタを前記反射画像に適用することによって、 z 及び／又は m の少なくとも1つを決定するように構成されている、請求項10に記載の検出器(110)。

【請求項12】

前記光子比からの深度フィルタは、前記センサ要素(116)の少なくとも2つのセンサ信号からの結合信号 Q を評価することを含み、前記評価装置(132)は、センサ信号を除算すること、センサ信号の倍数を除算すること、センサ信号の線形結合を除算することのうちの1つ以上によって、前記結合信号 Q を導出するように構成されており、前記評価装置(132)は、前記結合信号 Q と前記距離特徴 ϕ_{1z} との間の少なくとも1つの所定の関係を、前記距離特徴 ϕ_{1z} を決定するために使用するように構成されている、請求項1～11のいずれか1項に記載の検出器(110)。

【請求項13】

デフォーカスからの深度フィルタは、デフォーカスからの深度アルゴリズムのような少なくとも1つの畳み込みベースのアルゴリズムを使用することを含み、前記評価装置は、少なくとも1つのブラーリング関数 f_a を最適化することによって、前記距離特徴 ϕ_{1z} を決定するように構成され、前記ブラーリング関数は、前記少なくとも1つブラーリング関数のパラメータを変化させることによって最適化される、請求項1～12のいずれか1項に記載の検出器(110)。

【請求項14】

前記センサ要素(116)は、少なくとも1つのCMOSセンサを含む、請求項1～13のいずれか1項に記載の検出器(110)。

【請求項15】

前記検出器(110)は少なくとも1つの照射源(124)を有し、前記照射源(124)は、前記物体の照射のための少なくとも1つの照射パターンを生成するように構成され、前記照射パターンは、少なくとも1つの点パターン；ランダム点パターン又は準ランダムパターン；少なくとも1つのソボルパターン；少なくとも1つの準周期パターン；少なくとも1つの事前に知られた特徴を有する少なくとも1つのパターン；少なくとも1つの規則的なパターン；少なくとも1つの三角形パターン；少なくとも1つの六角形パターン；少なくとも1つの長方形パターン；凸状の均一なタイル状体を有する少なくとも1つのパターン；少なくとも1本の線を有する少なくとも1つの線パターン；平行線又は交差線のような少なくとも2本の線を有する少なくとも1つの線パターンからなる群から選択される少なくとも1つのパターンを含む、請求項1～14のいずれか1項に記載の検出器(110)。

【請求項16】

前記照射源(124)は、少なくとも1つのレーザ源と、少なくとも1つの回折光学素子とを備える、請求項15に記載の検出器(110)。

【請求項17】

少なくとも1つの請求項1～16のいずれか1項に記載の検出器(110)を備え、さらに、少なくとも1つの光ビームを前記検出器(110)に向けるように適合された少なくとも1つのビーコン装置(140)を備え、前記ビーコン装置(140)は、前記物体(112)に取り付け可能、前記物体(112)によって保持可能、及び前記物体(112)に統合可能なうちの少なくとも1つである、検出器システム(138)。

【請求項18】

ユーザ(160)とマシン(168)の間で少なくとも1つの情報項目を交換するため

10

20

30

40

50

のヒューマンマシンインターフェース（１４２）であって、前記ヒューマンマシンインターフェース（１４２）は、請求項１７に記載の少なくとも１つの検出器システム（１３８）を備え、前記少なくとも１つのビーコン装置（１４０）は、前記ユーザ（１６０）に直接又は間接的に取り付けられるか、前記ユーザ（１６０）によって保持されるかの少なくとも１つであるように適合され、前記ヒューマンマシンインターフェース（１４２）は、前記検出器システム（１３８）によって前記ユーザ（１６０）の少なくとも１つの位置を決定するように設計され、前記ヒューマンマシンインターフェース（１４２）は、前記位置に少なくとも１つの情報項目を割り当てるように設計されている、ヒューマンマシンインターフェース（１４２）。

【請求項１９】

少なくとも１つの娯楽機能を実行するための娯楽装置（１４４）であって、前記娯楽装置（１４４）は、請求項１８に記載の少なくとも１つのヒューマンマシンインターフェース（１４２）を備え、前記娯楽装置（１４４）は、前記ヒューマンマシンインターフェース（１４２）を用いて、プレイヤーによって少なくとも１つの情報項目が入力されることを可能にするように設計されており、前記娯楽装置（１４４）は、前記情報に応じて前記娯楽機能を変化させるように設計されている、娯楽装置（１４４）。

【請求項２０】

少なくとも１つの移動可能な物体の位置を追跡する追跡システム（１４６）であって、前記追跡システム（１４６）は、請求項１７に記載の少なくとも１つの検出器システム（１３８）を含み、前記追跡システム（１４６）はさらに、少なくとも１つの追跡コントローラ（１７０）を含み、前記追跡コントローラ（１７０）は、特定時点における前記物体（１１２）の一連の位置を追跡するように適合されている、追跡システム（１４６）。

【請求項２１】

情景の深度プロファイルを決定する走査システム（１４８）であって、前記走査システム（１４８）は、請求項１～１６のいずれか１項に記載の少なくとも１つの検出器（１１０）を備え、前記走査システム（１４８）は、さらに、少なくとも１つの光ビームによって情景を走査するように適合された少なくとも１つの照射源を有している、走査システム（１４８）。

【請求項２２】

少なくとも１つの物体（１１２）を画像化するカメラ（１３６）であって、請求項１～１６のいずれか１項に記載の少なくとも１つの検出器（１１０）を備える、カメラ。

【請求項２３】

電子装置に使用するための慣性測定ユニット（１７２）であって、前記慣性測定ユニット（１７２）は、請求項１～１６のいずれか１項に記載の少なくとも１つの検出器（１１０）を備え、前記慣性測定ユニット（１７２）は、前記検出器（１１０）によって決定されたデータを受信するように適合され、前記慣性測定ユニット（１７２）はさらに、車輪速度センサ、回転速度センサ、傾斜センサ、方位センサ、モーションセンサ、磁気流体力学センサ、力センサ、角度センサ、角速度センサ、磁場センサ、磁力計、加速度計；ジャイロスコープからなる群から選択された少なくとも１つのさらなるセンサによって決定されたデータを受信するように適合され、前記慣性測定ユニット（１７２）は、前記検出器（１１０）と前記少なくとも１つのさらなるセンサからのデータを評価することにより、空間内の位置、空間内の相対又は絶対運動、回転、加速度、方向、角度位置、傾斜、回転率、速度からなる群から選択される前記電子装置の少なくとも１つの特性を決定するように適合されている、慣性測定ユニット（１７２）。

【請求項２４】

請求項１～１６のいずれか１項に記載の少なくとも１つの検出器（１１０）を使用することによって、少なくとも１つの物体（１１２）の少なくとも１つの材料特性を決定するための方法であって、以下のステップ：

a) 光センサ（１２０）のマトリックス（１１８）を有する少なくとも１つのセンサ要素（１１６）を使用することによって、前記物体（１１２）の少なくとも１つの反射画

10

20

30

40

50

像を決定するステップであって、前記光センサ（１２０）はそれぞれ感光エリア（１２２）を有する、ステップと；

ｂ） 少なくとも１つの評価装置（１３２）を使用することによって、前記反射画像の少なくとも１つのビームプロファイルを評価することにより、前記材料特性を決定するステップであって、前記評価は、

ｂ１） 少なくとも１つの距離依存画像フィルタ ϕ_1 を前記反射画像に適用することによって、少なくとも１つの距離特徴 ϕ_{1z} を決定することであって、前記距離依存画像フィルタは、光子比からの深度フィルタ；デフォーカスからの深度フィルタ；又はそれらの線形結合；又は、 $|\rho\phi_{1other}, \phi_z| \geq 0.40$ によって、光子比からの深度フィルタ及び／又はデフォーカスからの深度フィルタ又はそれらの線形結合に相関するさらなる距離依存画像フィルタ ϕ_{1other} 、からなる群から選択される少なくとも１つのフィルタであり、ここで ϕ_z は、光子比からの深度フィルタ又はデフォーカスからの深度フィルタ又はそれらの線形結合のうちの１つである、少なくとも１つの距離特徴 ϕ_{1z} を決定することと、

ｂ２） 少なくとも１つの材料依存画像フィルタ ϕ_2 を前記反射画像に適用することによって、少なくとも１つの材料特徴 ϕ_{2m} を決定することであって、前記材料依存画像フィルタは、輝度フィルタ；スポット形状フィルタ；二乗ノルム勾配；標準偏差；平滑性フィルタ；グレーレベル発生ベースのコントラストフィルタ；グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタ；グレーレベル発生ベースの均一性フィルタ；グレーレベル発生ベースの非類似性フィルタ；ローのエネルギーフィルタ；閾値領域フィルタ；又はそれらの線形結合；又は、 $|\rho\phi_{2other}, \phi_m| \geq 0.40$ によって、輝度フィルタ、スポット形状フィルタ、二乗ノルム勾配、標準偏差、平滑性フィルタ、グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタ、グレーレベル発生ベースの均一性フィルタ、グレーレベル発生ベースの非類似性フィルタ、ローのエネルギーフィルタ、もしくは閾値領域フィルタ、又はそれらの線形結合の１つ以上に相関するさらなる材料依存画像フィルタ ϕ_{2other} 、からなる群から選択される少なくとも１つのフィルタであり、ここで ϕ_m は、輝度フィルタ、スポット形状フィルタ、二乗ノルム勾配、標準偏差、平滑性フィルタ、グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタ、グレーレベル発生ベースの均一性フィルタ、グレーレベル発生ベースの非類似性フィルタ、ローのエネルギーフィルタ、もしくは閾値領域フィルタ、又はそれらの線形結合のうちの１つである、少なくとも１つの材料特徴 ϕ_{2m} を決定することと、

ｂ３） 前記距離特徴 ϕ_{1z} 及び前記材料特徴 ϕ_{2m} を評価することによって、前記検出器（１１０）の光軸が z 軸を形成する座標系である縦方向座標 z 及び前記材料特性 m を決定することと、を含む、ステップと、を含む、方法。

【請求項２５】

請求項１～１６のいずれか１項に記載の少なくとも１つの検出器（１１０）の使用であって、使用目的が、交通技術における位置測定、娯楽用途、セキュリティ用途、監視用途、安全用途、ヒューマンマシンインターフェース用途、物流用途、追跡用途、屋外用途、モバイル用途、通信用途、写真用途、マシンビジョン用途、ロボット用途、品質管理用途、製造用途からなる群から選択される、使用。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、少なくとも１つの物体の少なくとも１つの材料特性を決定するための検出器、検出器システム、及び方法に関する。本発明はさらに、ユーザとマシンとの間で少なくとも１つの項目の情報を交換するためのヒューマンマシンインターフェース、娯楽装置、追跡システム、カメラ、走査システム及び検出器装置の様々な使用に関する。本発明による装置、方法及び使用は、具体的には、例えば、日常生活、セキュリティ技術、ゲーミング、交通技術、生産技術、芸術、文書又は技術目的のためのデジタル写真又はビデオ撮影な

どの写真撮影、セキュリティ技術、情報技術、農業、作物保護、メンテナンス、化粧品、医療技術、又は科学の様々な分野において採用され得る。ただし、他の適用も可能である。

【背景技術】

【0002】

材料の分類及び識別のための多数の方法が先行技術から知られている。例えば、材料識別は、マシンビジョンアプリケーション、医療アプリケーション、セキュリティアプリケーションで、画像分類目的のため又はジェスチャ認識アルゴリズムにおいて使用されることができる。

【0003】

例えば、US 2016 / 0206216 A1は、皮膚検出のための装置、システム、及び方法を記載している。該装置は、情景の熱センサデータを取得するための熱センサ入力と、情景の光センサデータを取得するための光センサ入力と、取得した熱センサデータ及び取得した光センサデータを分析し、該分析に基づいて情景内の皮膚領域を検出するための評価ユニットと、を備える。US 2016 / 155006 A1は、皮膚検出のための装置及び対応する方法を記載している。該装置は、所定の照射パターンを情景に投影するように構成された照射ユニットと、情景の画像を取得するように構成された画像化ユニットと、画像に再現され画像化された照射パターンを分析することによって、取得された画像を評価し、画像内の皮膚領域を検出し、前記分析に基づいて、画像内の皮膚領域を検出し、画像内の非皮膚領域から区別するように構成された評価ユニットと、を備える。

【0004】

材料の分類及び識別は、通常、ビームモード、すなわち、サンプルを通して光を照らし、消光を分析することによって行われる。さらに、材料の分類及び識別を、管理された環境下で反射モードで行うこともできる。しかし、反射モードでは、信頼性の高い結果を得るためには、通常、1000 nmよりも大きな波長が必要である。このように、材料を識別するための既知の方法の利点にもかかわらず、材料を確実に識別するための新しい概念が望まれている。具体的には、反射ビームのプロファイルから材料を識別することが強く望まれている。しかし、ビームプロファイル分析(BPA)に使用されるほとんどの画像フィルタでは、距離及び材料の両方に依存する特徴を生成するため、材料を確実に識別及び分類することは不可能である。典型的な例として、半透明材料から反射されたビームプロファイルの幅が挙げられる。

【0005】

DE 19846619 A1は、光センサアレイからの電氣的測定信号を評価して、測定表面の構造依存の特性を特徴付ける構造コードを導出する、構造化表面外観品質決定装置を記載している。

【0006】

CN 108363482 Aは、双眼構造化光に基づいて3次元ジェスチャを介してスマートテレビを制御する方法を記載している。該方法は、双眼カメラによって同期的に画像を取得するステップと、取得された左右のビューに応じて3次元画像を再構成するステップと、前処理を実行するステップと、3次元ジェスチャがセグメント化された後にジェスチャ動作を認識するステップと、認識されたジェスチャ動作をスマートテレビの操作指示に変換するステップと、操作指示を実行するステップと、を含む。

【0007】

US 2018 / 033146 A1は、構造化光画像から深度マップ及び反射マップを決定するためのシステム及び方法を記載している。深度マップは、構造化光画像を捕捉し、次に三角測量法を使用して、捕捉された構造化光画像のドットに基づいて深度マップを決定することによって決定されることができる。反射マップは、深度マップに基づいて、及び、捕捉された構造化光画像内のドットの追加の分析を行うことに基づいて決定されることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

【0008】

【文献】US2016／0206216A1

【文献】DE19846619A1

【文献】CN108363482A

【文献】US2018／033146A1

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

したがって、本発明の目的は、既知の装置及び方法の上述の技術的課題に面する装置及び方法を提供することである。具体的には、本発明の目的は、好ましくは低い技術的努力で、かつ技術的資源及びコストの観点から低い要求で、物体の少なくとも1つの材料特性を確実に識別することができる装置及び方法を提供することである。

10

【課題を解決するための手段】

【0010】

この問題は、独立特許請求項の特徴を備えた本発明によって解決される。個別に又は組み合わせで実現することができる本発明の有利な展開は、従属請求項及び／又は以下の明細書及び詳細な実施形態に示されている。

【0011】

以下で使用される場合、「有する」、「備える」、又は「含む」という用語、又はそれらの任意の文法上の変形は、非排他的な方法で使用される。したがって、これらの用語は、これらの用語によって導入された特徴の他に、この文脈で説明されている実体にさらなる特徴が存在しない状況と、1つ以上のさらなる特徴が存在する状況の両方を指し得る。一例として、「AはBを有する」、「AはBを備える」、及び「AはBを含む」という表現は、B以外にAに他の要素が存在しない状況（つまり、Aは専らかつ排他的にBを構成する状況）と、Bに加えて、1つ以上の要素、例えば要素C、要素CとD、又はさらに要素などが実体Aに存在する状況の双方を指し得る。

20

【0012】

さらに、「少なくとも1つ」、「1つ以上」という用語、又は、特徴もしくは要素が1回以上存在し得ることを示す同様の表現は、典型的には、それぞれの特徴又は要素を導入するときに1回だけ使用されることに留意されたい。以下では、ほとんどの場合、それぞれの特徴又は要素を参照するときに、「少なくとも1つ」又は「1つ以上」という表現は、それらの特徴又は要素が1回以上現れ得るという事実にもかかわらず、繰り返されないことに留意されたい。

30

【0013】

さらに、以下で使用される場合、「好ましくは」、「より好ましくは」、「特に」、「より特に」、「具体的に」、「より具体的に」という用語、又は、同様の用語は、代替の可能性を制限することなく、任意の特徴に関連して使用される。したがって、これらの用語によって導入される特徴は、任意の特徴であり、如何なる意味でも特許請求の範囲を限定することを意図するものではない。本発明は、当業者であれば認識するように、代替的特徴を用いて実施することができる。同様に、「本発明の一実施形態では」又は同様の表現によって導入される特徴は、本発明の代替実施形態に関するいかなる制限もなく、本発明の範囲に関するいかなる制限もなく、及び、そのような方法で導入される特徴を本発明の他の任意の又は非任意の特徴と組み合わせる可能性に関するいかなる制限もなく、任意の特徴であることが意図されている。

40

【0014】

本発明の第1の態様では、少なくとも1つの材料特性mを識別するための検出器が開示されている。

【0015】

本明細書で使用される場合、「材料特性」という用語は、材料の特徴付け及び／又は識別及び／又は分類のために構成された、材料の少なくとも1つの任意の特性を指す。例え

50

ば、材料特性は、粗さ、材料への光の透過深さ、生物学的材料又は非生物学的材料として材料を特徴付ける特性、反射率、鏡面反射率、拡散反射率、表面特性、半透明の尺度、散乱、具体的には、後方散乱挙動などからなる群から選択される特性であってよい。少なくとも1つの材料特性は、散乱係数、透光性、透明性、ランバート表面反射からの偏差、スペckルなどからなる群から選択される特性であってよい。本明細書で使用される場合、「少なくとも1つの材料特性を識別する」という用語は、材料特性を決定すること、材料特性を物体に割り当てることの1つ以上を指す。検出器は、予め定義された及び／又は予め決定された材料特性のルックアップリスト及び／又はルックアップテーブルなどのリスト及び／又はテーブルを含む少なくとも1つのデータベースを含んでよい。材料特性のリスト及び／又はテーブルは、本発明による検出器を使用して少なくとも1つの試験測定を行うことにより、例えば既知の材料特性を有するサンプルを使用して材料試験を行うことにより、決定及び／又は生成されることができる。材料特性のリスト及び／又はテーブルは、製造業者サイトで、及び／又は検出器のユーザによって、決定及び／又は生成されることができる。材料特性は、例えば、材料名、生物学的材料又は非生物学的材料などの材料グループ、透光性材料又は非透光性材料、金属又は非金属、皮膚又は非皮膚、毛皮又は非毛皮、カーペット又は非カーペット、反射性又は非反射性、鏡面反射性又は非鏡面反射性、泡又は非泡、毛髪又は非毛髪、粗さグループなどの1つ以上などの材料分類にさらに割り当てられてよい。検出器は、材料特性及び関連する材料名及び／又は材料グループを含むリスト及び／又はテーブルを含む少なくとも1つのデータベースを含んでよい。

【0016】

具体的には、検出器は、生体組織、特にヒトの皮膚を検出するように構成されることができる。本明細書で使用される場合、「生体組織」という用語は、一般に、生きている細胞を含む生物学的材料を指す。検出器は、生体組織、特にヒトの皮膚の検出を行う、特に光学的に検出を行う装置であってよい。「生体組織の検出」という用語は、検査対象又は試験下の表面が、生体組織、特にヒトの皮膚であるか又はそれを含むかを決定及び／又は検証すること、及び／又は、生体組織、特にヒトの皮膚を、他の組織、特に他の表面から区別すること、及び／又は、筋肉、脂肪、臓器などのヒト組織の異なるタイプを区別するなど、異なるタイプの生体組織を区別することを指す。例えば、生体組織は、皮膚、毛髪、筋肉、脂肪、臓器などのヒト組織又はその一部であってもよいし、それらを含んでもよい。例えば、生体組織は、皮膚、毛皮、筋肉、脂肪、臓器などの動物の組織又はその一部であってもよいし、それらを含んでもよい。例えば、生体組織は、植物の組織又はその一部であってもよいし、それらを含んでもよい。検出器は、動物組織又はその一部を、例えば農業機械又は搾乳機などの無機物組織の、金属面、プラスチック面の1つ以上から区別するように適合されることができる。検出器は、植物組織又はその一部を、例えば農業機械などの無機物組織、金属面、プラスチック面の1つ以上から区別するように適合されることができる。検出器は、食品及び／又は飲料を、皿及び／又はガラスから区別するように適合されることができる。検出器は、果物、肉、魚など、さまざまな種類の食品を区別するように適合されることができる。検出器は、化粧品及び／又は塗布された化粧品をヒトの皮膚から区別するように適合されることができる。検出器は、ヒトの皮膚を、発泡体、紙、木、ディスプレイ、スクリーンから区別するように適合されることができる。検出器は、ヒトの皮膚を布から区別するように適合されることができる。検出器は、メンテナンス製品を、金属部品などの機械部品の材料から区別するように適合されることができる。検出器は、有機物を無機物から区別するように適合されることができる。検出器は、ヒトの生体組織を、人工物の表面又は非生物の表面から区別するように適合されることができる。検出器は、特に非治療的及び非診断的用途に使用されることができる。

【0017】

検出器は、固定式装置、又は移動式装置であってよい。さらに、検出器は独立型装置であってもよく、あるいはコンピュータ、車両又は如何なる他の装置のような別の装置の一部を形成していてもよい。さらに、検出器は携帯型装置であってよい。検出器の他の実施

形態も実現可能である。

【0018】

少なくとも1つの材料特性 m を識別するための検出器であって、

－ 光センサのマトリックスを含む少なくとも1つのセンサ要素であって、前記光センサはそれぞれ感光エリアを有し、前記センサ要素は、少なくとも1つの物体から発生する光ビームの少なくとも1つの反射画像を記録するように構成されている、センサ要素と；

－ 前記反射画像の少なくとも1つのビームプロファイルを評価することによって、前記材料特性を決定するように構成された少なくとも1つの評価装置であって、

前記評価装置は、少なくとも1つの距離依存画像フィルタ ϕ_1 を前記反射画像に適用することによって、少なくとも1つの距離特徴 ϕ_{1z} を決定するように構成され、前記距離依存画像フィルタは、光子比からの深度フィルタ；デフォーカスからの深度フィルタ；又はそれらの線形結合；又は、 $|\rho\phi_{1other}, \phi_z| \geq 0.40$ (ϕ_z は、光子比からの深度フィルタ又はデフォーカスからの深度フィルタ又はそれらの線形結合のうちの1つ)によって光子比からの深度フィルタ及び／又デフォーカスからの深度フィルタ又はそれらの線形結合に相関するさらなる距離依存画像フィルタ ϕ_{1other} 、からなる群から選択される少なくとも1つのフィルタであって、

前記評価装置は、少なくとも1つの材料依存画像フィルタ ϕ_2 を前記反射画像に適用することによって、少なくとも1つの材料特徴 ϕ_{2m} を決定するように構成されており、

前記評価装置は、前記距離特徴 ϕ_{1z} 及び前記材料特徴 ϕ_{2m} を評価することによって、縦方向座標 z 及び前記材料特性 m を決定するように構成されている、評価装置と、

【0019】

本明細書で使用される場合、「センサ要素」という用語は、一般に、少なくとも1つのパラメータを感知するように構成された装置又は複数の装置の組み合わせを指す。この場合、パラメータは、具体的には光パラメータであってよく、センサ要素は、具体的には光センサ要素であってよい。センサ要素は、一体の単一装置として、又はいくつかの装置の組み合わせとして形成され得る。センサ要素は、光センサのマトリックスを含む。センサ要素は、少なくとも1つのCMOSセンサを含み得る。マトリックスは、独立光センサなどの独立ピクセルで構成されてよい。したがって、無機フォトダイオードのマトリックスを構成することができる。しかしながら、代替的に、市販のマトリックス、例えば、CCD検出器チップなどの1つ以上のCCD検出器、及び／又はCMOS検出器チップなどのCMOS検出器が使用されてもよい。したがって、一般に、センサ要素は、少なくとも1つのCCD装置及び／又はCMOS装置であってもよく、及び／又は、それを含んでいてもよく、及び／又は、光センサは、センサアレイを形成してもよく、又は上述のマトリックスなどのセンサアレイの一部であってもよい。したがって、一例として、センサ要素は、例えば m 行及び n 列を有する長方形アレイなどのピクセルのアレイを有することができ、ここで m 、 n は独立して正の整数である。好ましくは、2つ以上の列及び2つ以上の行が与えられ、すなわち、 $n > 1$ 、 $m > 1$ である。したがって、一例として、 n は2～16以上であり得、 m は2～16以上であり得る。好ましくは、行数と列数の比は1に近い。一例として、 n 及び m は、 $m/n = 1:1$ 、 $4:3$ 、 $16:9$ 又は類似のものを選択することなどにより、 $0.3 \leq m/n \leq 3$ となるように選択され得る。一例として、アレイは、 $m=2$ 、 $n=2$ 又は $m=3$ 、 $n=3$ などを選択することなどにより、等しい数の行及び列を有する正方形アレイであってもよい。

【0020】

マトリックスは、具体的には、少なくとも1行、好ましくは複数行及び複数列を有する長方形のマトリックスであってよい。一例として、行及び列は、実質的に垂直な方向に方向付けられてよい。本明細書で使用される場合、「実質的に垂直」という用語は、 $\pm 20^\circ$ 以下の許容誤差、好ましくは $\pm 10^\circ$ 以下の許容誤差、より好ましくは $\pm 5^\circ$ 以下の許容誤差を有する垂直な向きの状態を指す。同様に、「実質的に平行」という用語は、例えば $\pm 20^\circ$ 以下、好ましくは $\pm 10^\circ$ 以下、より好ましくは $\pm 5^\circ$ 以下の許容誤差を有す

10

20

30

40

50

る平行な向きの状態を指す。したがって、一例として、 20° より小さい、具体的には 10° より小さい、又は 5° より小さい許容誤差さえ許容され得る。広い視野を提供するために、マトリックスは、具体的には、少なくとも10行、好ましくは少なくとも500行、より好ましくは少なくとも1000行を有することができる。同様に、マトリックスは、少なくとも10列、好ましくは少なくとも500列、より好ましくは少なくとも1000列を有することができる。マトリックスは、少なくとも50個の光センサ、好ましくは少なくとも10000個の光センサ、より好ましくは少なくとも5000000個の光センサを含むことができる。マトリックスは、数メガピクセルの範囲の数のピクセルを含むことができ。しかしながら、他の実施形態も可能である。したがって、軸回転対称性が期待される構成では、ピクセルとも呼ばれ得るマトリックスの光センサの円形配置又は同心配置が好ましいことがある。

10

【0021】

したがって、一例として、センサ要素は、ピクセル化された光学装置の一部であるか、又は、それを構成してもよい。例えば、センサ要素は、少なくとも1つのCCD装置及び／又はCMOS装置であってもよく、及び／又は、それらを含んでもよい。一例として、センサ要素は、ピクセルのマトリックスを有し、各ピクセルが感光エリアを形成する少なくとも1つのCCD装置及び／又はCMOS装置の一部であるか、又は、それを構成してもよい。センサ要素は、光センサのマトリックスを読み取るために、ローリングシャッタ方式又はグローバルシャッタ方式を採用してもよい。

【0022】

本明細書で使用される場合、「光センサ」は、一般に、少なくとも1つの光ビームによって生成された照射及び／又は光スポットを検出するためなどの、光ビームを検出するための感光装置を指す。本明細書でさらに使用される場合、「感光エリア」は、一般的に、少なくとも1つの光ビームによって外部から照射され、該照射に应答して少なくとも1つのセンサ信号を生成する、光センサのエリアを指す。感光エリアは、具体的には、それぞれの光センサの表面に位置することができる。しかしながら、他の実施形態も可能である。検出器は、それぞれが感光エリアを有する複数の光センサを含んでよい。本明細書で使用される場合、「それぞれが少なくとも1つの感光エリアを有する光センサ」という用語は、それぞれが1つの感光エリアを有する複数の単一の光センサを備える構成と、複数の感光エリアを有する1つの結合された光センサを備える構成とを指す。したがって、「光センサ」という用語は、さらに、少なくとも1つの出力信号を生成するように構成された感光装置を指す。検出器が複数の光センサを含む場合、各光センサは、正確に1つの感光エリアがそれぞれの光センサ内に存在するように、例えば、照射され得る正確に1つの感光エリアを提供し、該感光エリアの照射に应答して光センサ全体について正確に1つの均一なセンサ信号を生成するようにすることによって具現化されてよい。したがって、各光センサは、単一エリアの光センサであってよい。単一エリアの光センサの使用は、しかしながら、検出器の構成を特に簡単かつ効率的にする。したがって、一例として、それぞれが正確に1つの感光エリアを有する市販のシリコンフォトダイオードなどの市販の光センサが、構成において使用されてよい。しかしながら、他の実施形態も可能である。

20

30

【0023】

光センサは、具体的には、少なくとも1つの光検出器、好ましくは無機光検出器、より好ましくは無機半導体光検出器、最も好ましくはシリコン光検出器であってもよく、又はそれらを含んでもよい。具体的には、光センサは、赤外スペクトル範囲において感度を有してよい。マトリックスのすべてのピクセル、又はマトリックスの光センサの少なくとも一群は、具体的には同一であってよい。マトリックスの同一のピクセルの一群は、具体的には、異なるスペクトル範囲について提供されてもよく、又は全てのピクセルは、スペクトル感度に関して同一であってよい。さらに、ピクセルは、サイズ及び／又はそれらの電子的又は光電子的特性に関して同一であってよい。具体的には、光センサは、赤外スペクトル範囲、好ましくは700nmから3.0マイクロメートルの範囲に感度を有する無機フォトダイオードであってもよく、又はそれらを含んでもよい。具体的には

40

50

、光センサは、シリコンフォトダイオードが適用可能な特に700nm～1100nmの範囲の近赤外領域の部分で感度を有してよい。光センサに使用され得る赤外光センサは、例えば、ドイツ、D-67056 Ludwigshafen am Rheinのtrinamix GmbHのHertzstueck（登録商標）というブランド名で市販されている赤外光センサなど、市販の赤外光センサであってよい。したがって、一例として、光センサは、固有の光起電型の少なくとも1つの光センサ、より好ましくは、Geフォトダイオード、InGaAsフォトダイオード、拡張InGaAsフォトダイオード、InAsフォトダイオード、InSbフォトダイオード、HgCdTeフォトダイオード、からなる群から選択される少なくとも1つの半導体フォトダイオードを含み得る。追加的又は代替的に、光センサは、外因性光起電型の少なくとも1つの光センサ、より好ましくは、Ge:Auフォトダイオード、Ge:Hgフォトダイオード、Ge:Cuフォトダイオード、Ge:Znフォトダイオード、Si:Gaフォトダイオード、Si:Asフォトダイオードからなる群から選択される少なくとも1つの半導体フォトダイオードを含み得る。追加的又は代替的に、光センサは、PbSもしくはPbSeセンサなどの少なくとも1つの光導電センサ、ボロメータ、好ましくはVOボロメータ及びアモルファスSiボロメータからなる群から選択されるボロメータを含み得る。

【0024】

光センサは、紫外、可視、又は赤外スペクトル範囲の1つ以上で感度を有してよい。具体的には、光センサは、500nm～780nm、最も好ましくは650nm～750nm、又は690nm～700nmの可視スペクトル範囲で感度を有してよい。具体的には、光センサは近赤外領域で感度を有してよい。具体的には、光センサは、シリコンフォトダイオードが適用可能な特に700nm～1000nmの範囲の近赤外領域の部分で感度を有してよい。光センサは、具体的には、赤外スペクトル範囲、具体的には780nm～3.0μmの範囲で感度を有してよい。例えば、光センサは、それぞれ独立に、フォトダイオード、フォトセル、光伝導体、フォトリジスタ又はそれらの任意の組み合わせからなる群から選択される少なくとも1つの要素であってもよく、又はそれらを含んでもよい。例えば、光センサは、CCDセンサ要素、CMOSセンサ要素、フォトダイオード、フォトセル、光伝導体、フォトリジスタ又はそれらの任意の組み合わせからなる群から選択される少なくとも1つの要素であってもよく、又はそれらを含んでもよい。他の任意のタイプの感光性要素を使用してもよい。以下でさらに詳細に概説されるように、感光性要素は、一般に、完全に又は部分的に無機材料で作製されることができ、及び／又は、完全に又は部分的に有機材料で作製されることができる。最も一般的には、以下でさらに詳細に概説されるように、市販のフォトダイオード、例えば、無機半導体フォトダイオードなどの1つ以上のフォトダイオードが使用され得る。

【0025】

好ましくは、感光エリアは、検出器の光軸に対して実質的に垂直に方向付けされ得る。光軸は、直線の光軸であってもよいし、又は、1つ以上の偏向要素及び／又は1つ以上のビームスプリッタを使用することなどにより、屈折又は分割さえされてよく、後者の場合、実質的に垂直な方向付けは、光学構成のそれぞれの分岐又はビーム経路の局所的な光軸に関して言及している。

【0026】

感光エリアは、具体的には、物体に向かって配向されてよい。本明細書で使用される場合、「物体に向かって配向される」という用語は、一般に、感光エリアのそれぞれの表面が物体から完全に又は部分的に見える状態を指す。具体的には、物体の少なくとも1つの点とそれぞれの感光エリアの少なくとも1つの点との間の少なくとも1つの相互接続線は、感光エリアの表面要素と、0°と異なる角度、例えば、20°から90°の範囲の角度、好ましくは80°から90°の範囲の角度、例えば90°を形成することができる。したがって、物体が光軸上又は光軸の近くにある場合、物体から検出器に向かって伝播する光ビームは、実質的に光軸に平行であり得る。本明細書で使用される場合、「実質的に垂直」という用語は、例えば±20°以下の許容誤差、好ましくは±10°以下の許容誤差

、より好ましくは $\pm 5^\circ$ 以下の許容誤差を有する垂直な向きの状態を指す。同様に、「実質的に平行」という用語は、例えば $\pm 20^\circ$ 以下、好ましくは $\pm 10^\circ$ 以下、より好ましくは $\pm 5^\circ$ 以下の許容誤差を有する平行な向きの状態を指す。

【0027】

センサ要素は、少なくとも1つの物体から発生する光ビームの少なくとも1つの反射画像を記録するように構成されている。本明細書で使用される場合、「反射画像」という用語は、少なくとも1つの反射特徴を含むセンサ要素によって決定される画像を指す。本明細書でさらに使用される場合、限定されるものではないが、「反射画像」という用語は、具体的には、センサ要素のピクセルなどの画像装置からの複数の電子的な読み取り値など、センサ要素を使用して記録されたデータに関するものであってよい。したがって、反射画像自体は、ピクセルを含み得、該画像のピクセルは、センサ要素のマトリックスのピクセルに相関している。したがって、「ピクセル」を参照する場合、センサ要素の単一ピクセルによって生成される画像情報の単位、又は直接センサ要素の単一のピクセルのいずれかを指す。本明細書でさらに使用される場合、「反射特徴」という用語は、例えば少なくとも1つの照射特徴を有する照射に応答して物体によって生成される画像平面内の特徴を指す。本明細書で使用される場合、「少なくとも1つの反射特徴を決定する」という用語は、特に少なくとも1つの照射特徴を有する光ビームによる照射に応答して物体によって生成される少なくとも1つの光ビームを画像化及び／又は記録することを指す。特に、センサ要素は、少なくとも反射画像を決定及び／又は画像化及び／又は記録するように構成されていてよい。反射画像は、少なくとも1つの反射特徴を含む少なくとも1つの反射パターンを含んでよい。

【0028】

検出器は、少なくとも1つの照射源を備える。検出器は、少なくとも1つの照射ビームで物体を照射するように構成された少なくとも1つの照射源を備えてもよい。照射源は、物体の少なくとも1つの表面上に少なくとも1つの照射特徴を含む少なくとも1つの照射パターンを投影するように構成されてよい。本明細書で使用される場合、「少なくとも1つの照射源」という用語は、物体の照射のために、少なくとも1つの照射光ビーム、具体的には少なくとも1つの照射パターンを提供するように構成された少なくとも1つの任意の装置を指す。照射源は、物体を直接又は間接的に照射するように適合されていてよく、該照射光ビームは物体によって反射又は散乱され、それによって、少なくとも部分的に検出器に向けられる。照射源は、例えば、光ビームを反射する物体に向けて光ビームを照射することによって、物体を照射するように適合されてよい。

【0029】

照射源は、少なくとも1つの光源を含んでよい。照射源は、複数の光源を含んでいてもよい。照射源は、人工照射源、特に少なくとも1つのレーザ源、及び／又は少なくとも1つの白熱灯、及び／又は少なくとも1つの半導体光源、例えば少なくとも1つの発光ダイオード、特に有機及び／又は無機発光ダイオードを含み得る。一例として、照射源によって放出される光は、 $300\sim 1100\text{ nm}$ 、特に $500\sim 1100\text{ nm}$ の波長を有し得る。追加的に又は代替的に、 $780\text{ nm}\sim 3.0\text{ }\mu\text{m}$ の範囲などの赤外スペクトル範囲の光が使用され得る。具体的には、シリコンフォトダイオードが適用可能な特には $700\text{ nm}\sim 1100\text{ nm}$ の範囲の近赤外領域部分の光が使用されることができ、近赤外領域の光を使用することは、光が人間の目では検出されないか、又はわずかにしか検出されないが、シリコンセンサ、特に標準的なシリコンセンサによって検出されることを可能にする。照射源は、単一波長で光を放出するように適合されてよい。他の実施形態では、照射は、他の波長チャネルでの追加の測定を可能にする複数の波長を有する光を放出するように適合されてよい。光源は、少なくとも1つのマルチビーム光源であってもよいし、それを含んでもよい。例えば、照射源は、少なくとも1つのレーザ源と、1つ以上の回折光学素子(DOE)を含んでよい。

【0030】

具体的には、照射源は、少なくとも1つのレーザ及び／又はレーザ源を備えていてよい

。様々なタイプのレーザ、例えば、半導体レーザ、ダブルヘテロ構造レーザ、外部キャビティレーザ、分離封じ込めヘテロ構造レーザ、量子カスケードレーザ、分散ブラッグ (b r a g g) 反射器レーザ、ポラリトンレーザ、ハイブリッドシリコンレーザ、拡張キャビティダイオードレーザ、量子ドットレーザ、ポリウムブラッググレーティングレーザ、インジウムヒ素レーザ、トランジスタレーザ、ダイオード励起レーザ、分散フィードバックレーザ、量子ウェルレーザ、バンド間カスケードレーザ、ガリウムヒ素レーザ、半導体リングレーザ、拡張キャビティダイオードレーザ、又は垂直キャビティ面発光レーザなど、が採用されてよい。追加的に又は代替的に、LED及び／又は電球などの非レーザ光源が使用されてもよい。照射源は、照射パターンを生成するように適合された1つ以上の回折光学素子 (DOE) を含んでよい。例えば、照射源は、点群を生成及び／又は投影するように適合されてよく、例えば、照射源は、少なくとも1つのデジタル光処理プロジェクタ、少なくとも1つのLCOSプロジェクタ、少なくとも1つの空間光変調器、少なくとも1つの回折光学素子、発光ダイオードの少なくとも1つのアレイ、レーザ光源の少なくとも1つのアレイ、のうちの1つ以上を含み得る。それらの一般的に定義されたビームプロファイル及び取扱い性の他の特性を考慮すると、照射源として少なくとも1つのレーザ源の使用が特に好ましい。照射源は、検出器のハウジングに一体化されてよい。

【0031】

照射源は、具体的には、赤外のスペクトル範囲の光を放出するように構成されてよい。しかし、追加的に又は代替的に、他のスペクトル範囲が可能であることに留意されたい。さらに、照射源は、具体的に、変調された光又は変調されていない光を放出するように構成されてよい。複数の照射源を使用する場合、異なる照射源は異なる変調周波数を有することができ、該異なる変調周波数は、以下にさらに詳細に概説するように、後に、光ビームを区別するために使用されることができる。検出器は、単一の光ビーム、又は複数の光ビームを評価するように構成されることができる。複数の光ビームが物体から検出器に伝播する場合、光ビームを区別するための手段が設けられ得る。したがって、光ビームが異なるスペクトル特性を有することができ、検出器が、異なる光ビームを区別するための1つ以上の波長選択要素を含むことができる。光ビームの各々は、したがって独立に評価されることができる。波長選択要素は、一例として、1つ以上のフィルタ、1つ以上のプリズム、1つ以上のグレーティング、1つ以上の二色性ミラー、又はそれらの任意の組み合わせであってもよいし、又はそれらを含んでもよい。さらに、追加的に又は代替的に、2つ以上の光ビームを区別するために、光ビームは、特定の方法で変調されてよい。したがって、一例として、光ビームは周波数変調されてもよく、センサ信号は、それらの復調周波数に従って、異なる光ビームから発するセンサ信号を部分的に区別するために復調されてよい。これらの技術は、一般に、高周波エレクトロニクスの分野の当業者に知られている。一般に、評価装置は、異なる変調を有する異なる光ビームを区別するように構成されてよい。

【0032】

照射光ビームは、一般的に、光軸に平行であってもよいし、又は、光軸に対して傾斜していてもよく、例えば、光軸と角度を含んでいてもよい。検出器は、照射光ビームが検出器の光軸に沿って検出器から物体に向かって伝播するように構成されてよい。この目的のために、検出器は、照射光ビームを光軸上に偏向させるための少なくとも1つの反射要素、好ましくは少なくとも1つのプリズムを含んでいてよい。一例として、レーザ光ビームなどの照射光ビーム及び光軸は、10°未満、好ましくは5°未満、さらには2°未満の角度を有してよい。しかし、他の実施形態も実現可能である。さらに、照射光ビームは、光軸上にあってもよいし、又は光軸から外れていてもよい。一例として、照射光ビームは、光軸に対して10mm未満、好ましくは5mm未満で、さらには1mm未満の距離を有して、光軸と平行であってもよく、又は光軸と一致さえしていてもよい。

【0033】

具体的には、照射源及び光センサは、共通の平面に配置されていてもよいし、又は異なる平面に配置されていてもよい。照射源及び光センサは、異なる空間的配向性を有してい

10

20

30

40

50

てもよい。特に、照射源及びセンサ要素は、ねじれた配置で配置されていてもよい。

【0034】

照射源は、物体の照射のための少なくとも1つの照射パターンを生成するように構成されていてもよい。照射パターンは：少なくとも1つの点パターン、特に擬似ランダム点パターン；ランダム点パターン又は準ランダムパターン；少なくとも1つのソボル（Sobol）パターン；少なくとも1つの準周期的パターン；少なくとも1つの既知の特徴を含む少なくとも1つのパターン；少なくとも1つの規則的なパターン；少なくとも1つの三角形パターン；少なくとも1つの六角形パターン；少なくとも1つの長方形パターン；凸状の均一なタイル状体（tiling）を含む少なくとも1つのパターン；少なくとも1つの線を含む少なくとも1つの線パターン；平行線又は交差線などの少なくとも2つの線を含む少なくとも1つの線パターン、からなる群から選択される少なくとも1つのパターンを含むことができる。本明細書で使用される場合、「パターン」という用語は、少なくとも1つの任意の形状の特徴を含む任意の既知の又は所定の配置を指す。パターンは、ポイント又はシンボルなどの少なくとも1つの特徴を含むことができる。パターンは、複数の特徴を含み得る。パターンは、周期的又は非周期的な特徴の配置を含み得る。本明細書で使用される場合、「少なくとも1つの照射パターン」という用語は、物体の少なくとも一部を照射するように適合された少なくとも1つの照射特徴を含む少なくとも1つの任意のパターンを指す。本明細書で使用する場合、「照射特徴」という用語は、パターンの少なくとも部分的に広がった少なくとも1つの特徴を指す。照射パターンは、単一の照射特徴を含んでよい。照射パターンは、複数の照射特徴を含んでよい。例えば、照射パターンは、少なくとも1つの線パターンを含んでよい。例えば、照射パターンは、少なくとも1つのストライプパターンを含んでよい。例えば、照射パターンは、少なくとも1つの市松模様パターンを含んでよい。例えば、照射パターンは、周期的又は非周期的な特徴の配置を含む少なくとも1つのパターンを含んでよい。照射パターンは、三角形のパターン、長方形のパターン、六角形パターン、又はさらに凸状のタイル状パターンなどの規則的及び／又は一定及び／又は周期的なパターンを含んでよい。照射パターンは、少なくとも1つの点、少なくとも1つの線、平行線又は交差線などの少なくとも2つの線、少なくとも1つの点と1つの線、周期的又は非周期的な特徴の少なくとも1つの配置、少なくとも1つの任意の形状の特徴からなる群から選択される少なくとも1つの照射特徴を示してよい。例えば、照射源は、点群を生成及び／又は投影するように適合され得る。照射パターンの2つの特徴間の距離及び／又は少なくとも1つの照射特徴の面積は、画像内の錯乱円に依存し得る。照射源は、少なくとも1つの照射パターンを生成するように構成された少なくとも1つの光源を含んでよい。具体的には、照射パターンを生成及び投影するために、照射源は、少なくとも1つのレーザ源、及び少なくとも1つの回折光学素子（DOE）を含んでよい。検出器は、少なくとも1つの点パターンを投影するように適合された、少なくとも1つのレーザ源及びDOEなどの少なくとも1つの点プロジェクタを含んでよい。本明細書でさらに使用される場合、「少なくとも1つの照射パターンを投影する」という用語は、少なくとも1つの物体を照射するための少なくとも1つの照射パターンを提供することを指す。投影された照射パターンは、単一の点などの単一の照射特徴のみが存在するように、不足している場合がある。信頼性を高めるために、照射パターンは、いくつかの点などのいくつかの照明特徴を含むようにすることができる。パターンが不足している場合、単一の画像が生体組織と顔認証の同時の検出に使用されることができる。

【0035】

例えば、照射源は、少なくとも1つのラインレーザを含み得る。ラインレーザは、例えば水平又は垂直のレーザラインなどのレーザラインを物体に送るために適合され得る。照射源は、複数のラインレーザを含み得る。例えば、照射源は、照射パターンが少なくとも2つの平行線又は交差線を含むように配置された少なくとも2つのラインレーザを含み得る。照射源は、照射パターンが複数の点パターンを含むことができるように点群を生成するように適合された少なくとも1つの光プロジェクタを含み得る。照射源は、照射源によって生成された少なくとも1つの光ビームから照射パターンを生成するように適合された

10

20

30

40

50

少なくとも1つのマスクを含むことができる。照射源は、スマートフォンなどのモバイル装置に取り付けられるものか、又はそれに一体化されるものの1つであり得る。照射源は、オートフォーカス機能など、画像を決定する際に使用され得るさらなる機能に使用され得る。照射装置は、例えば、USBなどのコネクタ、又はヘッドホンジャックなどの電話コネクタを使用するなどによって、モバイル装置に取り付けることができる。

【0036】

本明細書で使用される場合、「光線」という用語は、一般に、エネルギーの流れの方向を指し示す光の波面に垂直な線を指す。本明細書で使用される場合、「ビーム」という用語は、一般に、光線の集まりを指す。以下では、「光線」及び「ビーム」という用語を同義語として使用される。本明細書でさらに使用される場合、「光ビーム」という用語は、一般に光の量を指し、具体的には、本質的に同じ方向に進む光の量であって、光ビームが拡張角又は広がり角を有する可能性を含む。光ビームは空間的広がりを有することができる。具体的には、光ビームは、非ガウスビームプロファイルを有することができる。ビームプロファイルは台形ビームプロファイル；三角形ビームプロファイル；円錐形ビーム横方向の強度プロファイルプロファイル、からなる群から選択されてよい。台形ビームプロファイルは、プラトー領域と少なくとも1つのエッジ領域とを有することができる。光ビームは、具体的には、以下でさらに詳細に概説するように、ガウス光ビーム又はガウス光ビームの線形結合であり得る。しかしながら、他の実施形態も可能である。転送装置は、ビームプロファイル、特にビームプロファイルの形状を調整、定義、及び決定することの1つ以上のために構成されている。

【0037】

本明細書で使用される場合、「物体」という用語は、少なくとも1つの光ビーム、特に少なくとも1つの反射パターンを放出する点又は領域を指す。例えば、物体は、情景、人などの人間、木材、カーペット、発泡体、牛などの動物、植物、組織片、金属、玩具、金属物体、飲料、果物などの食品、肉、魚、皿、化粧品、適用された化粧品、布、毛皮、メンテナンス用品、クリーム、オイル、パウダー、カーペット、ジュース、懸濁液、塗料、植物、身体、身体の一部、有機材料、無機材料、反射材料、スクリーン、ディスプレイ、壁、写真などの紙、からなる群から選択される少なくとも1つの物体であってよい。物体は、照射パターンが投影される少なくとも1つの表面を含んでよい。表面は、照射パターンを検出器に向けて少なくとも部分的に反射するように適合されてよい。例えば、この理論に拘束されることを望まないが、人間の皮膚は、表面反射と呼ばれる表面の逆反射によって生成される部分と、逆反射の拡散部分と呼ばれる皮膚を透過する光からの非常に拡散した反射によって生成される部分とを含む。人間の皮膚の反射プロファイルに関しては、「Lasertechnik in der Medizin: Grundlagen, Systeme, Anwendungen」、「Wirkung von Laserstrahlung auf Gewebe」1991, 171~266頁, Juergen Eichler, Theo Seiler, Springer Verlag, ISBN 0939-0979を参照されたい。皮膚の表面反射は、波長が近赤外に向かって増加するにつれて増加する可能性がある。さらに、透過深さは、波長が可視光から近赤外に向かって増加するとともに増加する可能性がある。逆反射の拡散部分は、光の透過深さの増加とともに増加する可能性がある。これらの材料特性は、特に逆散乱プロファイル进行分析することによって、皮膚を他の材料から区別するために使用されることができる。

【0038】

少なくとも1つの光ビームは、物体から検出器に向かって伝播することができる。光ビームは、物体から発してもよいし、又は、物体を直接又は間接的に照射する照射源などから発してもよく、光ビームは物体によって反射又は散乱され、それによって、少なくとも部分的に検出器に向けられる。検出器は、能動的及び／又は受動的な照射シナリオで使用されてよい。例えば、少なくとも1つの照射源が、例えば、光ビームを物体に向けて照射し、物体が光ビームを反射することによって、物体を照射するように適合されてよい。少なくとも1つの照射源に加えて又は代替的に、検出器は、少なくとも1つの周囲光源など

の、情景にすでに存在している放射を使用してもよい。

【0039】

センサ要素は、反射画像の少なくとも1つの反射特徴のビームプロファイルを記録するように構成されてよい。評価装置は、センサ要素によって提供される反射画像の少なくとも1つの反射特徴、具体的には少なくとも1つの光スポットを識別及び／又は選択するように構成されてよい。評価装置は、反射特徴を識別するために、少なくとも1つの画像解析及び／又は画像処理を実行するように構成されてよい。画像解析及び／又は画像処理は、少なくとも1つの特徴検出アルゴリズムを使用してよい。画像解析及び／又は画像処理は、以下：フィルタリング；少なくとも1つの関心領域の選択；センサ信号によって生成された画像と少なくとも1つのオフセットとの間の差分画像の形成；センサ信号によって生成された画像を反転することによるセンサ信号の反転；異なる時間にセンサ信号によって生成された画像間の差分画像の形成；背景補正；カラーチャネルへの分解；色相への分解；飽和；輝度チャネル；周波数分解；特異値分解；プロブ検出器の適用；コーナー検出器の適用；ヘッセフィルタの行列式の適用；主曲率ベースの領域検出器の適用；最大安定極値領域検出器の適用；一般化されたハフ変換の適用；稜線検出器の適用；アフィン不変特徴検出器の適用；アフィン適応の関心点演算子の適用；ハリスアフィン領域検出器の適用；ヘッセアフィン領域検出器の適用；スケール不変特徴変換の適用；スケールスペース極値検出器の適用；局所特徴検出器の適用；高速化堅牢特徴アルゴリズムの適用；勾配位置及び方向のヒストグラムアルゴリズムの適用；方向付けられた勾配記述子のヒストグラムの適用；Dericheエッジ検出器の適用；差動エッジ検出器の適用；時空間関心点検出器の適用；モラベックコーナー検出器の適用；キャニーエッジ検出器の適用；ガウスフィルタのラプラス演算子の適用；差分ガウスフィルタの適用；ソーベル（Sobel）演算子の適用；ラプラス演算子の適用；シャル演算子の適用；プレウィット演算子の適用；ロバーツ演算子の適用；キルシュ演算子の適用；ハイパスフィルタの適用；ローパスフィルタの適用；フーリエ変換の適用；ラドン変換の適用；ハフ変換の適用；ウェーブレット変換の適用；閾値処理；バイナリ画像の生成、のうちの1つ以上を含み得る。具体的には、反射画像の評価は、反射画像の関心領域を選択することを含む。関心領域は、ユーザが手動で決定してもよく、又は、センサ要素によって生成された画像内の物体を認識するなどによって、自動的に決定されてもよい。例えば、スポット状の反射特徴の場合、関心領域は、スポットプロファイルの周囲の領域として選択されてもよい。

【0040】

例えば、照射源は、複数の照射領域が、光センサのマトリックス、例えばCMOS検出器上に生成されるように、点群を生成及び／又は投影するように適合されてよい。さらに、例えばスペckル及び／又は外来光及び／又は多重反射によるなどの外乱が、光センサのマトリックス上に存在し得る。評価装置は、少なくとも1つの関心領域、例えば、物体の縦方向座標の決定に使用される光ビームによって照射される1つ以上のピクセルを、決定するように適合され得る。例えば、評価装置は、フィルタリング方法、例えば、プロブ分析及び／又はエッジフィルタ及び／又は物体認識方法を実行するように適合されてよい。

【0041】

評価装置は、少なくとも1つの画像補正を行うように構成されてよい。画像補正は、少なくとも1つの背景減算を含み得る。評価装置は、例えば、さらなる照射なしの画像化によって、反射ビームプロファイルから背景光からの影響を除去するように適合されてよい。

【0042】

評価装置は、反射画像のビームプロファイルを評価することによって、材料特性 m を決定するように構成されてよい。本明細書で使用される場合、「反射画像のビームプロファイル」という用語は、ピクセルの作用として、センサ要素上の光スポットなどの反射画像の反射特徴の少なくとも1つの強度分布を指す。反射ビームプロファイルとも呼ばれる反射画像のビームプロファイルは、台形ビームプロファイル；三角形ビームプロファイル；円錐形ビームプロファイル及びガウスビームプロファイルの線形結合からなる群から選択されてよい。本明細書で使用される場合、「ビームプロファイルを評価する」という用語

は、少なくとも1つの距離依存画像フィルタ及び少なくとも1つの材料依存画像フィルタを、ビームプロファイルに及び／又はビームプロファイルの少なくとも1つの特定領域に適用することを指す。本明細書で使用される場合、「画像」という用語は、2次元関数 $f(x, y)$ を指し、ここで、明るさ及び／又は色の値は、画像内の任意の x, y 位置に対して与えられる。位置は、記録ピクセルに対応して離散化されてよい。また、明るさ及び／又は色は、光センサのビット深度に対応して離散化されてよい。本明細書で使用される場合、「画像フィルタ」という用語は、ビームプロファイル及び／又はビームプロファイルの少なくとも1つの特定領域に適用される少なくとも1つの数学演算を指す。具体的には、画像フィルタ ϕ は、画像 f 又は画像内の関心領域を、実数 $\phi(f(x, y)) = \phi$ にマッピングし、ここで ϕ は特徴、特に距離依存の画像フィルタの場合は距離特徴、材料依存の画像フィルタの場合は材料特徴を示している。画像はノイズの影響を受ける可能性があり、特徴についても同様である。したがって、特徴はランダム変数であってよい。特徴は正規分布に従ってもよい。特徴が正規分布に従っていない場合は、ボックスコックス変換 (Box-Cox-Transformation) などによって正規分布に従うように変換されてもよい。

【0043】

評価装置は、反射画像に少なくとも1つの距離依存画像フィルタ ϕ_1 を適用することによって、少なくとも1つの距離特徴 ϕ_{1z} を決定するように構成される。本明細書で使用される場合、「距離」という用語は、物体の距離、具体的には物体と検出器との間の距離を指す。本明細書で使用される場合、「距離依存」画像フィルタという用語は、距離依存の出力を有する画像を指す。距離依存画像フィルタの出力は、本明細書では「距離特徴 ϕ_{1z} 」又は「距離依存特徴 ϕ_{1z} 」と示される。距離特徴は、物体の距離に関する少なくとも1つの測定値、距離値、物体の縦方向座標など、物体の距離に関する少なくとも1つの情報であってもよく、又はそれを含んでいてもよい。距離依存画像フィルタは、光子比からの深度フィルタ；デフォーカスからの深度フィルタ；又はそれらの線形結合；又は、 $|\rho_{\phi_{1other}, \phi_z}| \geq 0.40$ (ϕ_z は、光子比からの深度フィルタ又はデフォーカスからの深度フィルタ又はそれらの線形結合) によって、光子比からの深度フィルタ及び／又はデフォーカスからの深度フィルタ又はそれらの線形結合に相関するさらなる距離依存画像フィルタ ϕ_{1other} 、からなる群から選択される少なくとも1つのフィルタである。さらなる距離依存画像フィルタ ϕ_{1other} は、距離依存画像フィルタ ϕ_z の1つ以上と $|\rho_{\phi_{1other}, \phi_z}| \geq 0.60$ 、好ましくは $|\rho_{\phi_{1other}, \phi_z}| \geq 0.80$ によって相関している。2つの画像フィルタ ϕ_i 及び ϕ_j の類似性は、それらの特徴の相関によって評価されてよく、具体的には、ピアソンの相関係数を計算することによって評価されてよい。

【0044】

【数1】

$$\rho_{\phi_i \phi_j} = \frac{\text{cov}\left((\phi_i(f(x, y)) - \mu_i)(\phi_j(f(x, y)) - \mu_j)\right)}{\sigma_i \sigma_j}$$

【0045】

式中、 μ と σ は、得られた特徴の平均値と標準偏差である。フィルタの相関性のテストは、ランダムテスト画像のセット、具体的には乱数で満たされたマトリックスを用いて行われ得る。ランダムなテスト画像の数は、相関テストの結果が統計的に有意になるように選択されてよい。相関係数は-1から1の間の値をとり、ここで0は線形相関がないことを意味する。相関係数は、2つのフィルタが類似しているか、又は同等であるかどうかを決定するのに適している。フィルタの特徴が、例えば距離のような所定の特性と相関しているかどうかを測定するために、テスト画像は、相関フィルタが実際にその特性をもたら

すように選択されることができる。一例として、フィルタの特徴が距離と相関するかどうかを測定するために、異なる距離で記録されたビームプロファイルがテスト画像として使用されることができる。比較可能で、伝達可能で、透明性のある評価を得るために、テスト画像の固定されたテストセットが定義されてよい。

【0046】

例えば、距離依存画像フィルタは、光子比からの深度フィルタであってよい。光子比からの深度フィルタは、センサ要素の少なくとも2つのセンサ信号からの結合信号Qを評価することを含んでよい。評価装置は、結合信号Qの評価によって距離特徴 ϕ_{1z} を決定するように構成されてよい。結合信号Qの評価によって決定された距離特徴は、物体の縦方向座標に直接対応し得る。本明細書で使用される場合、「センサ信号」は、一般に、照射に応答して光センサ及び／又は光センサの少なくとも1つのピクセルによって生成される信号を指す。具体的には、センサ信号は、少なくとも1つのアナログ電気信号及び／又は少なくとも1つのデジタル電気信号などの少なくとも1つの電気信号であり得るか、又はそれらを含み得る。より具体的には、センサ信号は、少なくとも1つの電圧信号及び／又は少なくとも1つの電流信号であり得るか、又はそれらを含み得る。より具体的には、センサ信号は、少なくとも1つの光電流を含み得る。さらに、未処理のセンサ信号が使用されるか、又は、検出器、光センサ、又はその他の要素が、センサ信号を処理又は前処理し、それによってセンサ信号としても使用できる二次センサ信号を生成するように適合されてもよい。本明細書で一般的に使用される場合、「結合」という用語は、一般的に、信号などの2つ以上の構成要素が、少なくとも1つの併合された結合信号を形成するために数学的に併合されること、及び／又は、少なくとも1つの比較信号又は比較結果を形成するために比較されることのうちの1つ以上である、任意の操作を指し得る。本明細書で使用される場合、「結合信号Q」という用語は、センサ信号を結合することによって、特に、センサ信号を除算すること、センサ信号の倍数を除算すること、又はセンサ信号の線形結合を除算することのうちの1つ以上によって、生成される信号を指す。特に、結合信号は、商信号であってよい。結合信号Qは、様々な手段を用いて決定されてよい。一例として、結合信号を導出するためのソフトウェア手段、結合信号を導出するためのハードウェア手段、又はその両方が用いられてよく、評価装置に実装されてもよい。したがって、評価装置は、一例として、少なくとも1つのデバイダを含んでもよく、ここで、デバイダは、商信号を導出するように構成される。デバイダは、完全に又は部分的に、ソフトウェアデバイダ又はハードウェアデバイダの一方又は両方として具現化されてよい。

【0047】

評価装置は、センサ信号を除算すること、センサ信号の倍数を除算すること、センサ信号の線形結合を除算することのうちの1つ以上によって、結合信号Qを導出するように構成されてよい。評価装置は、結合信号Qと距離特徴 ϕ_{1z} との間の少なくとも1つの所定の関係を用いて距離特徴 ϕ_{1z} を決定するように構成されてもよい。例えば、評価装置は、以下によって結合信号Qを導出するように構成されている。

【0048】

【数2】

$$Q(z_o) = \frac{\iint_{A_1} E(x, y; z_o) dx dy}{\iint_{A_2} E(x, y; z_o) dx dy}$$

【0049】

式中、x及びyは横方向座標、A1及びA2はセンサの位置における物体から検出器に伝播する光ビームの少なくとも1つのビームプロファイルの異なるエリア、E(x、y、

z_0) は物体距離 z_0 で与えられるビームプロファイルを表す。エリア A 1 とエリア A 2 は異なっていてよい。特に、A 1 と A 2 は合同ではない。したがって、A 1 及び A 2 は、形状又は内容のうちの 1 つ以上が異なっていてよい。ビームプロファイルは、光ビームの断面であってよい。ビームプロファイルは、台形ビームプロファイル；三角形ビームプロファイル；円錐ビームプロファイル及びガウスビームプロファイルの線形結合からなる群から選択されてよい。一般に、ビームプロファイルは、輝度 $L(z_0)$ 及びビーム形状 $S(x, y; z_0)$ に依存する。このように、結合信号を導出することで、輝度から独立した縦方向座標を決定することができる。さらに、結合信号を使用することにより、物体の大きさとは無関係に距離 z_0 を決定することができる。このように、結合信号は、物体の材料特性及び／又は反射特性及び／又は散乱特性とは無関係に、及び、例えば製造精度、熱、水分、汚れ、レンズの損傷などによる光源の変化とは無関係に、距離 z_0 を決定することを可能にする。一例として、距離依存特徴 ϕ_{1z} は、結合信号 Q の関数、 $\phi_{1z} = \phi_{1z}(Q)$ であってよく、ここで、該関数は Q の一次多項式、二次多項式、又はより高次の多項式であってよい。さらに、一例として、物体距離 z_0 は、距離依存特徴 ϕ_{1z} の関数、 $z_0 = z_0(\phi_{1z})$ であってよく、ここで、該関数は、 ϕ_{1z} の一次多項式、二次多項式、又はより高次の多項式であってよい。したがって、物体距離 z_0 は、結合信号 Q の関数、 $z_0 = z_0(Q)$ であってよく、ここで、該関数は Q の一次多項式、二次多項式、又はより高次の多項式であってよい。

10

【0050】

少なくとも 2 つの光センサの感光エリアは、第 1 センサ信号がビームプロファイルの第 1 エリアの情報を含むように、第 2 センサ信号が、ビームプロファイルの第 2 エリアの情報を含むように配置されてもよい。ビームプロファイルの第 1 エリア及びビームプロファイルの第 2 エリアは、隣接又は重複する領域の一方又は両方である。本明細書で使用される場合、「ビームプロファイルのエリア」という用語は、一般に、結合信号 Q を決定するために使用されるセンサ位置におけるビームプロファイルの任意の領域を指す。

20

【0051】

評価装置は、ビームプロファイルの第 1 エリア及びビームプロファイルの第 2 エリアを決定及び／又は選択するように構成されてよい。ビームプロファイルの第 1 エリアは、ビームプロファイルの実質的にエッジ情報を含んでよく、ビームプロファイルの第 2 エリアは、ビームプロファイルの実質的に中心情報を含んでよい。ビームプロファイルは、中心、すなわちビームプロファイルの最大値及び／又はビームプロファイルのプラトーの中心点及び／又は光スポットの幾何学的中心と、中心から延びる立下りエッジとを有してよい。第 2 領域は、断面の内側領域を含んでよく、第 1 領域は、断面の外側領域を含んでよい。本明細書で使用される場合、「実質的に中心情報」という用語は、一般に、中心情報の割合、すなわち中心に対応する強度分布の割合と比較して、エッジ情報の割合が低いこと、すなわちエッジに対応する強度分布の割合が低いことを指す。好ましくは、中心情報は、10%未満、より好ましくは5%未満、のエッジ情報の割合を有し、最も好ましくは、中心情報はエッジ内容を含まない。本明細書で使用される場合、「実質的にエッジ情報」という用語は、一般に、エッジ情報の割合と比較して、中心情報の割合が低いことを指す。エッジ情報は、ビームプロファイル全体の情報、特に中心領域及びエッジ領域からの情報を含み得る。エッジ情報は、10%未満、好ましくは5%未満の中心情報の割合を有し、より好ましくは、エッジ情報は中心情報を含まない。ビームプロファイルが中心に近い又はその周囲にあり、実質的に中心情報を含む場合は、ビームプロファイルの少なくとも 1 つのエリアは、ビームプロファイルの第 2 エリアとして決定及び／又は選択されてよい。ビームプロファイルが断面の立下りエッジの少なくとも部分を含む場合は、ビームプロファイルの少なくとも 1 つのエリアは、ビームプロファイルの第 1 エリアとして決定及び／又は選択されてよい。例えば、断面の全エリアが第 1 領域として決定されてよい。ビームプロファイルの第 1 エリアをエリア A 2、ビームプロファイルの第 2 エリアをエリア A 1 としてよい。

30

40

【0052】

50

エッジ情報は、ビームプロファイルの第1エリアの光子数に関する情報を含むことができる、中心情報は、ビームプロファイルの第2エリアの光子数に関する情報を含むことができる。評価装置は、ビームプロファイルの面積積分を決定するように適合されてよい。評価装置は、第1エリアの積分及び／又は加算によってエッジ情報を決定するように適合されてよい。評価装置は、第2エリアの積分及び／又は加算によって中心情報を決定するように適合されてよい。例えば、ビームプロファイルは台形ビームプロファイルであってよく、評価装置は、台形の積分値を決定するように適合されてよい。さらに、台形ビームプロファイルが想定される場合、エッジと中心信号の決定は、エッジの勾配と位置、ならびに中心プラトーの高さの決定などの台形ビームプロファイルの特性を利用し、幾何学的考察によってエッジと中心信号を導出する等価評価によって置き換えられることができる。

10

【0053】

追加的又は代替的に、評価装置は、光スポットの少なくとも1つのスライス又はカットから中心情報又はエッジ情報の一方又は両方を決定するように適合されてよい。これは、例えば、結合信号Qの面積積分をスライス又はカットに沿った線積分に置き換えることによって実現できる。精度を向上させるために、光スポットを通る複数のスライス又はカットを使用して平均化してもよい。楕円スポットプロファイルの場合には、複数のスライス又はカットにわたって平均化することにより、改善された距離情報が得られる場合がある。

【0054】

評価装置は、エッジ情報と中心情報を除算すること、エッジ情報と中心情報の倍数を除算すること、エッジ情報と中心情報の線形結合を除算することのうちの1つ以上によって、結合信号Qを導出するように構成されてよい。したがって、実質的には、本方法の物理的な基礎として、光子比が使用されてよい。

20

【0055】

評価装置は、具体的には、第1及び第2センサ信号を除算することによって、第1及び第2センサ信号の倍数を除算することによって、又は第1及び第2センサ信号の線形結合を除算することによって、結合信号Qを導出するように構成されてよい。一例として、Qは、 $Q = s_1 / s_2$ 又は $Q = s_2 / s_1$ として簡単に決定されてよく、ここで s_1 は第1センサ信号を示し、 s_2 は第2センサ信号を示す。追加的又は代替的に、Qは、 $Q = a \cdot s_1 / b \cdot s_2$ 又は $Q = b \cdot s_2 / a \cdot s_1$ として決定されてよく、ここでa及びbは、一例として、予め定められているか、又は決定可能な実数である。追加的又は代替的に、Qは、 $Q = (a \cdot s_1 + b \cdot s_2) / (c \cdot s_1 + d \cdot s_2)$ として決定されてよく、ここでa、b、c及びdは、一例として、予め定められているか又は決定可能な実数である。後者の簡単な例として、Qは、 $Q = s_1 / (s_1 + s_2)$ として決定されてよい。他の結合信号又は商信号が可能である。

30

【0056】

典型的には、結合信号Qは、物体の縦方向座標、及び／又は、光スポットの直径又は等価直径などの光スポットのサイズの単調な関数である。したがって、一例として、特に線形光センサが使用される場合、商 $Q = s_1 / s_2$ は、光スポットのサイズの単調減少関数である。この理論に拘束されることを望まないが、これは、上述の構成において、第1信号 s_1 及び第2信号 s_2 の両方が、検出器に到達する光量が減少するため、光源までの距離が増すにつれて二乗関数として減少する、という事実によると考えられる。しかしながら、そこでは、第1信号 s_1 は、第2信号 s_2 よりも急速に減少し、実験で使用されたような光学構成では、像平面内の光スポットは成長し、したがって、より広いエリアにわたって拡大する。したがって、第1及び第2センサ信号の商は、光ビームの直径又は第1及び第2感光エリア上の光スポットの直径が増加するにつれて連続的に減少する。さらに、商は、光ビームの総出力が第1センサ信号及び第2センサ信号の両方において1つの係数を形成するため、ほとんど光ビームの総出力から独立し得る。結果として、結合信号Qは、第1及び第2センサ信号と、光ビームのサイズ又は直径との間の一意的かつ明確な関係を提供する二次信号を形成することができる。他方では、光ビームのサイズ又は直径は、入射光ビームが検出器に向かって伝播する物体と検出器自体の間の距離に依存するため、

40

50

すなわち、物体の縦方向座標に依存するため、第1と第2センサ信号と縦方向座標の間に一意的かつ明確な関係が存在し得る。後者については、例えばWO2014/097181A1などを参照することができる。所定の関係は、例えばガウス光ビームの線形結合を仮定するなどの分析的考察により、例えば第1及び第2センサ信号を計測する測定、又は物体の縦方向座標の関数としてそこから導出される二次信号などの経験的測定により、又はその両方により決定され得る。

【0057】

結合信号Qの評価及びさらなる詳細及び実施形態に関しては、WO2018/091640、WO2018/091649A1及びWO2018/091638A2が参照され、それらの内容は参照により本明細書に含まれる。

【0058】

例えば、距離依存画像フィルタは、デフォーカスからの深度フィルタであってよい。上に概説したように、評価装置は、センサ信号から関心領域の少なくとも1つの画像を決定するように構成されてもよい。評価装置は、少なくとも1つのブラーリング関数 f_a を最適化することによって、画像から物体の距離特徴 ϕ_{1z} を決定するように構成されてもよい。決定された距離特徴 ϕ_{1z} は、物体の縦方向座標に直接対応してよい。距離特徴 ϕ_{1z} は、デフォーカスからの深度アルゴリズムなどの少なくとも1つの畳み込みベースのアルゴリズムを用いて決定されてよい。画像からの距離を得るために、デフォーカスからの深度アルゴリズムは、物体のデフォーカスを推定する。この推定のために、ブラーリング関数を仮定する。本明細書で使用される場合、ブラーカーネル又は点像分布関数とも呼ばれる「ブラーリング関数 f_a 」という用語は、物体からの照射に対する検出器の応答関数を指す。具体的には、ブラーリング関数は、デフォーカスされた物体のブラーをモデル化する。少なくとも1つのブラーリング関数 f_a は、1つの関数、又はガウス、 sinc 関数、ピルボックス関数、平方関数、ローレンツ関数、ラジアル関数、多項式、エルミート多項式、ゼルニケ多項式、ルジャンドル多項式からなる群からの少なくとも1つの関数から構成された複合関数であってよい。

【0059】

ブラーリング関数は、少なくとも1つのブラーリング関数のパラメータを変化させることによって最適化されることができる。反射画像は、ぼかし画像 i_b であり得る。評価装置は、ぼかし画像 i_b 及びブラーリング関数 f_a から距離特徴 ϕ_{1z} を再構築するように構成されてよい。距離特徴 ϕ_{1z} は、パラメータ σ を変化させることによって、少なくとも1つのさらなる画像 i'_b を用いて、ぼかし画像 i_b と、ブラーリング関数 f_a の畳み込みとの間の差を最小化することによって、決定され得る。

【0060】

【数3】

$$\min\|(i'_b * f_a(\sigma(\phi_{1z})) - i_b)\|,$$

【0061】

$\sigma(z)$ は、距離依存のブラーリングパラメータのセットである。さらなる画像は、ぼやけていても（ブラーであっても）、鮮明であってもよい。本明細書で使用される場合、「鮮明」又は「鮮明な画像」という用語は、最大のコントラストを有するぼかし画像を指す。少なくとも1つのさらなる画像は、既知のブラーリング関数の畳み込みによって、ぼかし画像 i_b から生成されることができる。このように、デフォーカスからの深度アルゴリズムが、距離特徴 ϕ_{1z} を得るために使用されることができる。

【0062】

評価装置は、光子比からの深度フィルタを適用することによって決定された距離特徴 ϕ_{1z} と、デフォーカスからの深度フィルタを適用することによって決定された距離特徴 ϕ_{1z} とを考慮して、少なくとも1つの結合距離情報 z を決定するように構成されてよい。結

合された距離情報 z は、光子比からの深度フィルタを適用することによって決定された距離特徴 ϕ_{1z} と、デフォーカスからの深度フィルタを適用することによって決定された距離特徴 ϕ_{1z} とに依存する実関数であってよい。また、結合距離情報 z は、光子比からの深度フィルタを適用することによって決定された距離特徴 ϕ_{1z} と、デフォーカスからの深度フィルタを適用して決定された距離特徴 ϕ_{1z} との有理多項式又は無理多項式であってよい。デフォーカスからの深度は、光子比からの深度を補完する方法であるが、同様のハードウェア構成を使用する。さらに、デフォーカスからの深度の距離測定は、同様の精度を有することができる。両方の技術を組み合わせることは、精度の高い有利な距離測定結果を生じることがあり得る。

【0063】

評価装置は、少なくとも1つの再帰フィルタを用いて、少なくとも1つの結合距離情報を決定するように構成されてよい。再帰フィルタは、少なくとも1つのカルマンフィルタ又は少なくとも1つの拡張カルマンフィルタ (EKF) であってもよい。結合された距離情報 z は、実関数 $z = f(z_{DPR}, z_{DFD})$ 、例えば、算術平均又は幾何平均、多項式、好ましくは z_{DPR} 及び z_{DFD} の8次までの多項式を用いて得られてよく、ここで、 z_{DPR} は、光子比からの深度フィルタを適用して決定された距離特徴 ϕ_{1z} であり、 z_{DFD} は、デフォーカスからの深度フィルタを適用して決定された距離特徴 ϕ_{1z} である。関数 f は、事前に記録された値のルックアップテーブルであってもよいし、それに基づいてもよい。例えば、評価装置は、事前に記録された値及び／又は1つ以上のルックアップテーブルを保存するように構成された少なくとも1つのデータ保存装置を含むことができる。関数 f は、ルックアップテーブル内の値を補間するための補間スキームと組み合わせて、ルックアップテーブルに基づいてよい。補間スキームは、線形補間、スプライン補間などであってよい。 z_{DFD} 及び z_{DPR} は、 z 、 z_{DFD} 及び z_{DPR} の関係に関する関数 f などのモデル又はモデル関数と組み合わせて、再帰フィルタ内の入力変数として使用されることができる。モデル又はモデル関数は、測定された距離 z 、 z_{DFD} 、及び／又は実距離 z_{real} 周辺の z_{DPR} のガウス分布などの、分布などの距離 z 、 z_{DFD} 、及び z_{DPR} に関する統計的仮定及び／又は統計的モデルを含んでよい。

【0064】

再帰フィルタは、さらなるセンサデータ及び／又はさらなるパラメータを考慮して、結合距離情報を決定するように構成されてよい。さらなるパラメータは、記録されたデータの品質及び／又はノイズに関する情報、及び／又は露出過度に関する情報、及び／又は露出不足に関する情報などの、例えばCMOSセンサなどのセンサ要素からのさらなる情報を含んでよい。検出器は、さらなるセンサデータを決定するように構成された少なくとも1つのさらなるセンサを含んでいてよい。再帰フィルタは、さらなるセンサデータを考慮して結合距離情報を決定するように構成されてよい。さらなるセンサは、温度センサ、照射情報を決定するための制御センサなどの照射センサ、慣性測定ユニット、ジャイロスコープからなる群から選択された少なくとも1つのセンサであってよい。モデル及び／又はカルマンフィルタは、例えば、温度、及び／又はジャイロスコープからの検出器の動き、及び／又は慣性測定ユニットからの情報などのさらなるセンサデータなどのさらなる入力パラメータ、及び／又は記録されたデータの品質／ノイズ、露出過度、露出不足などのさらなるパラメータを含んでいてよい。さらなるセンサデータは、センサ要素、特に少なくとも1つのCMOSセンサによって、及び／又はさらなる画像解析によって提供されることができる。モデル及び／又はカルマンフィルタは、入力変数として、少なくとも1つの材料特徴 ϕ_{2m} を含んでいてよい。

【0065】

例えば、距離依存画像フィルタは、光子比からの深度フィルタ及び／又はデフォーカスからの深度画像フィルタと組み合わせられた構造化光フィルタであってよい。例えば、検出器は、それぞれが光センサのマトリックスを有する少なくとも2つのセンサ要素を含んでいてよい。少なくとも1つの第1センサ要素及び少なくとも1つの第2センサ要素は、異なる空間位置に配置されてよい。第1センサ要素と第2要素との間の相対的距離は固定さ

10

20

30

40

50

れていてよい。少なくとも1つの第1センサ要素は、少なくとも1つの第1反射パターン、特に少なくとも1つの第1反射特徴を決定するように適合されていてよく、少なくとも1つの第2センサ要素は、少なくとも1つの第2反射パターン、特に少なくとも1つの第2反射特徴を決定するように適合されてよい。評価装置は、第1センサ要素又は第2センサ要素によって決定された少なくとも1つの画像を反射画像として選択し、及び、第1センサ要素又は第2センサ要素のうちの他の1つによって決定された少なくとも1つの画像を参照画像として選択するように構成されてよい。本明細書で使用される場合、「参照画像」という用語は、反射画像と比較して異なる空間位置で決定される、反射画像とは異なる画像を指す。参照画像は、少なくとも1つの参照特徴を記録すること、少なくとも1つの参照特徴を画像化すること、参照画像を計算することの1つ以上によって決定され得る。参照画像及び反射画像は、一定の距離を有する異なる空間位置で決定された物体の画像であってよい。距離は、ベースラインとも呼ばれる相対距離であってよい。評価装置は、反射画像内の少なくとも1つの反射特徴を選択するように適合されてよく、光子比からの深度画像フィルタ及び／又はデフォーカスからの深度画像フィルタを適用することによって決定された距離特徴 ϕ_{1z} 及び誤差間隔 $\pm \varepsilon$ によって与えられる反射画像の選択された反射特徴の少なくとも1つの距離推定値を決定するように適合されてよい。

【0066】

評価装置は、少なくとも1つの反射特徴に対応する少なくとも1つの参照画像の少なくとも1つの参照特徴を決定するように適合されてよい。評価装置は、画像分析を実行し、反射画像の特徴を識別するように適合され得る。評価装置は、実質的に同一の縦方向座標を有する参照画像内の少なくとも1つの参照特徴を、選択された反射特徴として識別するように適合され得る。「実質的に同一」という用語は、10%以内、好ましくは5%以内、最も好ましくは1%以内で同一であることを指す。反射特徴に対応する参照特徴は、エピポーラ幾何学を使用して決定されることができる。エピポーラ幾何学の説明については、たとえば、X. Jiang、H. Bunkeによる第2章「Dreidimensionales Computersehen」シュプリンガー、ベルリンハイデルベルク、1997年を参照されたい。エピポーラ幾何学は、参照画像及び反射画像が、固定距離を有する異なる空間位置及び／又は空間向きで決定される物体の画像であることを仮定し得る。評価装置は、参照画像におけるエピポーラ線を決定するように適合され得る。参照画像と反射画像の相対位置は既知であることができる。例えば、参照画像と反射画像の相対位置は、評価装置の少なくとも1つの保存ユニット内に保存され得る。評価装置は、反射画像の選択された反射特徴から延びる直線を決定するように適合され得る。直線は、選択された特徴に対応する、あり得る物体特徴を含み得る。直線とベースラインはエピポーラ平面を展開する。参照画像が反射画像とは異なる相対的位置で決定されるため、対応する可能な物体の特徴は、参照画像内のエピポーラ線と呼ばれる直線上に画像化され得る。したがって、反射画像の選択された特徴に対応する参照画像の特徴は、エピポーラ線上に位置する。画像の歪み、あるいは経年変化、温度変化、機械的ストレスなどによるシステムパラメータの変化により、エピポーラ線は互いに交差又は非常に接近していることがあり、及び／又は参照特徴と反射特徴の間の対応が不明瞭なことがある。さらに、現実世界の各既知の位置又は物体は参照画像に投影されてもよく、その逆でもよい。投影は検出器の較正によって知られることができる一方、較正は特定のカメラのエピポーラ幾何学のチェーンに相当する。

【0067】

評価装置は、距離推定値に対応する参照画像内の少なくとも1つの変位領域を決定するように構成されてよい。本明細書で使用される場合、「変位領域」という用語は、選択された反射特徴に対応する参照特徴が画像化され得る参照画像内の領域を指す。具体的には、変位領域は、選択された反射特徴に対応する参照特徴が、参照画像内に位置すると予想される参照画像内の領域であることができる。物体までの距離に応じて、反射特徴に対応する参照特徴の画像位置は、反射画像における反射特徴の画像位置と比較して、参照画像内で変位され得る。変位領域は、1つの参照特徴のみを含むことができる。変位領域はま

10

20

30

40

50

た、複数の参照特徴を含むことができる。変位領域は、エピポーラ線又はエピポーラ線の一部を含むことができる。変位領域は、複数のエピポーラ線又は複数のエピポーラ線の複数の部分を含むことができる。本明細書で使用される場合、「参照特徴」という用語は、参照画像の少なくとも1つの特徴を指す。変位領域は、エピポーラ線に沿って延在してもよく、エピポーラ線に直交して延在してもよく、又はその両方であってもよい。評価装置は、距離特徴に対応してエピポーラ線に沿って参照特徴を決定するように、及び、誤差間隔 $\pm \varepsilon$ に対応してエピポーラ線に沿った、又はエピポーラ線に直交する変位領域の範囲を決定するように適合されてよい。距離測定の測定不確実性は、測定不確実性が方向によって異なり得るため、非円形である変位領域をもたらし得る。具体的には、エピポーラ線又は複数のエピポーラ線に沿った測定不確実性は、エピポーラ線又は複数の線に関する直交方向の測定不確実性よりも大きくなる可能性がある。変位領域は、エピポーラ線又は複数のエピポーラ線に関して直交方向に延びた領域を含み得る。評価装置は、反射特徴の画像位置の周りの変位領域を決定することができる。評価装置は、距離推定値を決定するように、及び、 $\phi_{1z} \pm \varepsilon$ に対応したエピポーラ線に沿った変位領域を決定するように適合されることができる。

【0068】

評価装置は、反射パターンの選択された特徴を、変位領域内の参照パターンの少なくとも1つの特徴とマッチングさせるように構成されてよい。本明細書で使用される場合、「マッチングさせる」という用語は、対応する参照及び反射の特徴を決定及び／又は評価することを指す。評価装置は、決定された距離推定値を考慮して少なくとも1つの評価アルゴリズムを使用することにより、反射画像の選択された特徴を変位領域内の参照特徴とマッチングさせるように構成されることができる。評価アルゴリズムは、線形スケーリングアルゴリズムであってよい。評価装置は、変位領域に最も近い、及び／又は変位領域内のエピポーラ線を決定するように適合され得る。評価装置は、反射特徴の画像位置に最も近いエピポーラ線を決定するように適合され得る。エピポーラ線に沿った変位領域の範囲は、エピポーラ線に直交する変位領域の範囲よりも大きいことがあり得る。評価装置は、対応する参照特徴を決定する前に、エピポーラ線を決定するように適合され得る。評価装置は、各反射特徴の画像位置の周りの変位領域を決定し得る。評価装置は、例えば、変位領域に最も近いエピポーラ線、及び／又は変位領域内のエピポーラ線、及び／又はエピポーラ線に直交する方向に沿った変位領域に最も近いエピポーラ線を割り当てることなどにより、反射特徴の各画像位置の各変位領域にエピポーラ線を割り当てるように適合され得る。評価装置は、例えば、割り当てられた変位領域に最も近い参照特徴、及び／又は割り当てられた変位領域内の参照特徴、及び／又は割り当てられたエピポーラ線に沿った割り当てられた変位領域に最も近い参照特徴、及び／又は割り当てられたエピポーラ線に沿った割り当てられた変位領域内の参照特徴を評価することなどにより、反射特徴の画像位置に対応する参照特徴を決定するように適合され得る。

【0069】

評価装置は、マッチングした参照特徴と選択された反射特徴の変位を決定するように構成され得る。評価装置は、縦方向座標と変位との間の所定の関係を用いて、マッチングした特徴の縦方向情報を決定するように構成され得る。本明細書で使用される場合、「変位」という用語は、参照画像内の置と反射画像内の位置との間の差を指す。本明細書で使用される場合、「縦方向情報」という用語は、縦方向座標に関する情報を指す。例えば、縦方向情報は距離値であってよい。所定の関係は、経験的關係、半経験的關係、及び分析的に導出された関係のうちの1つ以上であってよい。評価装置は、例えばルックアップリスト又はルックアップテーブルなどの、所定の関係を保存するための少なくとも1つのデータ保存装置を備えてよい。評価装置は、三角測量法を使用することによって所定の関係を決定するように適合され得る。反射画像内の選択された反射特徴の位置と、マッチングした参照特徴の位置、及び／又は、選択された反射特徴とマッチングした参照特徴の相対変位がわかっている場合、対応する物体特徴の縦方向座標は、三角測量によって決定され得る。したがって、評価装置は、例えば続いて及び／又は列ごとに、反射特徴を選択するよ

うに、及び、参照特徴の各潜在的に可能な位置について三角測量を使用して対応する距離値を決定するように、適合され得る。変位及び対応する距離値は、評価装置の少なくとも1つの保存装置に保存され得る。

【0070】

追加的に又は代替的に、評価装置は以下のステップ：

- － 各反射特徴の画像位置に対する変位領域を決定すること；
 - － 変位領域に最も近いエピポーラ線、及び／又は変位領域内のエピポーラ線、及び／又はエピポーラ線に直交する方向に沿った変位領域に最も近いエピポーラ線を割り当てることによるなど、各反射特徴の変位領域にエピポーラ線を割り当てること；
 - － 割り当てられた変位領域に最も近い参照特徴、及び／又は割り当てられた変位領域内の参照特徴、及び／又は割り当てられたエピポーラ線に沿った割り当てられた変位領域に最も近い参照特徴、及び／又は割り当てられたエピポーラ線に沿った割り当てられた変位領域内の参照特徴を割り当てることによるなど、各反射特徴に少なくとも1つの参照特徴を割り当て及び／又は決定すること、
- を実行するように構成されてもよい。

10

【0071】

追加的に又は代替的に、評価装置は、例えば反射特徴及び／又は参照画像内のエピポーラ線の距離を比較することによって、及び／又は、反射特徴の ϵ 加重距離及び／又はエピポーラ線の誤差加重距離を比較することにより、そして、より短い距離及び／又は ϵ 加重距離のエピポーラ線及び／又は参照特徴を、参照特徴及び／又は反射特徴に割り当てられることなどにより、複数のエピポーラ線及び／又は反射特徴に割り当てられる参照特徴の中で決定するように適合されていてもよい。

20

【0072】

評価装置は、反射画像に少なくとも1つの材料依存画像フィルタ ϕ_2 を適用することによって、少なくとも1つの材料特徴 ϕ_{2m} を決定するように構成される。本明細書で使用される場合、「材料依存」画像フィルタはという用語は、材料依存の出力を有する画像を指す。材料依存画像フィルタの出力は、本明細書では「材料特徴 ϕ_{2m} 」又は「材料依存特徴 ϕ_{2m} 」と示される。材料特徴は、物体の少なくとも1つの材料特性に関する少なくとも1つの情報であってもよく、又はそれを含んでいてもよい。

【0073】

材料依存画像フィルタは、輝度フィルタ；スポット形状フィルタ；二乗ノルム勾配；標準偏差；ガウスフィルタ又はメディアンフィルタなどの平滑性フィルタ；グレーレベル発生ベースのコントラストフィルタ；グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタ；グレーレベル発生ベースの均一性フィルタ；グレーレベル発生ベースの非類似性フィルタ；ローのエネルギーフィルタ；閾値領域フィルタ；もしくはこれらの線形結合；又は、 $|\rho\phi_{2other}, \phi_m| \geq 0.40$ によって（ ϕ_m は、輝度フィルタ、スポット形状フィルタ、二乗ノルム勾配、標準偏差、平滑性フィルタ、グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタ、グレーレベル発生ベースの均一性フィルタ、グレーレベル発生ベースの非類似性フィルタ、ローのエネルギーフィルタ、もしくは閾値領域フィルタ、又はそれらの線形結合の1つである）、輝度フィルタ、スポット形状フィルタ、二乗ノルム勾配、標準偏差、平滑性フィルタ、グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタ、グレーレベル発生ベースの均一性フィルタ、グレーレベル発生ベースの非類似性フィルタ、ローのエネルギーフィルタ、もしくは閾値領域フィルタ、又は、それらの線形結合に相関するさらなる材料依存画像フィルタ ϕ_{2other} 、からなる群から選択される少なくとも1つのフィルタであってよい。さらなる材料依存画像フィルタ ϕ_{2other} は、材料依存画像フィルタ ϕ_m の1つ以上と、 $|\rho\phi_{2other}, \phi_m| \geq 0.60$ 、好ましくは $|\rho\phi_{2other}, \phi_m| \geq 0.80$ によって相関していてもよい。

30

40

【0074】

材料依存画像フィルタは、仮説検証を通過する少なくとも1つの任意のフィルタ ϕ であり得る。本明細書で使用される場合、「仮説検証を通過する」という用語は、ヌル仮説 H

50

0が棄却され、代替仮説 H_1 が受け入れられるという事実を指す。仮説検証は、予め定義されたデータセットに画像フィルタを適用することによって、画像フィルタの材料依存性を検証することを含んでいてよい。データセットは、複数のビームプロファイル画像を含んでいてよい。本明細書で使用される場合、「ビームプロファイル画像」という用語は、 N_B ガウス放射状基底関数の合計を指す。

【0075】

【数4】

$$f_k(x, y) = \left| \sum_{l=0}^{N_B-1} g_{lk}(x, y) \right|,$$

10

【0076】

【数5】

$$g_{lk}(x, y) = a_{lk} e^{-\frac{1}{2} \alpha (x - x_{lk})^2} e^{-\frac{1}{2} \alpha (y - y_{lk})^2}$$

【0077】

式中、 N_B ガウス放射状基底関数のそれぞれは、中心 (x_{lk}, y_{lk}) 、前因子 a_{lk} 、及び、指数因子

20

【数6】

$$\alpha = 1/\epsilon.$$

によって、定義される。指数因子は、すべての画像のすべてのガウス関数で同一である。中心位置、 x_{lk}, y_{lk} は、すべての画像 $f_k: (x_0, x_1, \dots, x_{N_B-1}), (y_0, y_1, \dots, y_{N_B-1})$ で同一である。データセット内のビームプロファイル画像のそれぞれは、材料分類と距離に対応していてよい。材料分類は、「材料A」、「材料B」などのラベルであってよい。ビームプロファイル画像は、 $f_k(x, y)$ に関する上記の式を、以下のパラメータテーブルと組み合わせて使用することによって生成されることができる：

30

【0078】

【表1】

画像インデックス	材料分類, 材料インデックス	距離 z	パラメータ
$k = 0$	皮膚, $m = 0$	0.4 m	$(a_{00}, a_{10}, \dots, a_{N_B-10})$
$k = 1$	皮膚, $m = 0$	0.6 m	$(a_{01}, a_{11}, \dots, a_{N_B-11})$
$k = 2$	生地, $m = 1$	0.6 m	$(a_{02}, a_{12}, \dots, a_{N_B-12})$
$\vdots$		$\vdots$	
$k = N$	材料 J , $m = J - 1$		$(a_{0N}, a_{1N}, \dots, a_{N_B-1N})$

40

【0079】

x, y の値は、

【数7】

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \in [0, 1, \dots, 31]^2$$

50

のピクセルに対応する整数である。画像は、 32×32 のピクセルサイズを有することができる。ビームプロファイル画像のデータセットは、 f_k の連続的な記述を得るために、パラメータセットと組み合わせて、 f_k に対する上述の式を使用することによって生成され得る。 32×32 画像の各ピクセルの値は、 $f_k(x, y)$ の x, y に対して、 $0, \dots, 31$ からの整数値を挿入することによって得ることができる。例えば、ピクセル(6, 9)の場合、値 $f_k(6, 9)$ が計算され得る。

【数 8】

続いて、各画像 f_k についてフィルタ Φ に対応する特徴値 ϕ_k が計算されることができ、

【数 8】

$$\Phi(f_k(x, y), z_k) = \phi_k,$$

10

式中 z_k は、事前定義されたデータセットからの画像 f_k に対応する距離値である。これにより、対応する生成された特徴値 ϕ_k を有するデータセットが得られる。仮説検証では、フィルタが材料分類を区別しないヌル仮説を使用してよい。ヌル仮説は、 $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots \mu_J$ で与えられてよく、ここで μ_m は、特徴値 ϕ_k に対応する各材料群の期待値である。インデックス m は材料群を表す。仮説検証は、フィルタが少なくとも2つの材料分類を区別するということを代替仮説として用いることができる。その代替仮説は

【数 9】

20

$$H_1: \exists m, m' : \mu_m \neq \mu_{m'}.$$

によって与えられ得る。本明細書で使用される場合、「材料分類を区別しない」という用語は、材料分類の期待値が同一であることを指す。本明細書で使用される場合、「材料分類を区別する」という用語は、材料分類の少なくとも2つの期待値が異なることを指す。本明細書で使用される場合、「少なくとも2つの材料分類を区別する」は、「適切な材料分類」と同義で使用される。仮説検証は、生成された特徴値に関する少なくとも1つの分散分析(ANOVA)を含み得る。特に、仮説検証は、各 J 材料についての特徴値の平均値、すなわち、

【数 10】

30

$$m \in [0, 1, \dots, J-1]$$

に対して、全 J の平均値

【数 11】

40

$$\bar{\phi}_m = \frac{\sum_i \phi_{i,m}}{N_m},$$

を求めることを含んでもよく、ここで N_m は、事前に定義されたデータセットにおける各 J 材料の特徴値の数を示す。仮説検証は、すべての N 特徴値の平均値

【数 12】

50

$$\bar{\varphi} = \frac{\sum_m \sum_i \varphi_{i,m}}{N}$$

を決定することを含む。仮説検証は、

【数 1 3】

$$mssw = \left(\sum_m \sum_i (\varphi_{i,m} - \bar{\varphi}_m)^2 \right) / (N - J).$$

10

内の平均平方和を決定することを含んでよい。

【0 0 8 1】

仮説検証は、以下の間の平均平方和を決定することを含んでよい。

【0 0 8 2】

【数 1 4】

$$mssb = (\sum_m (\bar{\varphi}_m - \bar{\varphi})^2 N_m) / (J - 1).$$

20

【0 0 8 3】

仮説検証は、F-テストの実行を含んでよい。

【0 0 8 4】

【数 1 5】

$$CDF(x) = I_{\frac{d_1 x}{d_1 x + d_2}} \left(\frac{d_1}{2}, \frac{d_2}{2} \right), \text{ 式中、 } d_1 = N - J, d_2 = J - 1,$$

$$F(x) = 1 - CDF(x)$$

$$p = F(mssb/mssw)$$

30

【0 0 8 5】

ここで、 I_x は正則化された不完全ベータ関数

【数 1 6】

$$I_x(a, b) = \frac{B(x; a, b)}{B(a, b)}$$

40

であり、

ここでオイラーベータ関数

【数 1 7】

$$B(a, b) = \int_0^1 t^{a-1} (1-t)^{b-1} dt$$

及び、

50

【数 1 8】

$$B(x; a, b) = \int_0^x t^{a-1} (1-t)^{b-1} dt$$

は不完全ベータ関数である。

【0086】

画像フィルタは、 p 値である p が予め定義された有意水準よりも小さいか等しい場合、仮説検証を通過し得る。フィルタは、 $p \leq 0.075$ 、好ましくは $p \leq 0.05$ 、より好ましくは $p \leq 0.025$ 、最も好ましくは $p \leq 0.01$ である場合、仮説検証を通過し得る。例えば、予め定義された有意水準が $\alpha = 0.075$ の場合、画像フィルタは p 値が $\alpha = 0.075$ より小さい場合に仮説検証を通過することができる。この場合、ヌル仮説 H_0 が拒否され、代替仮説 H_1 が受け入れられることができる。画像フィルタは、このように少なくとも2つの材料分類を区別する。このように、画像フィルタは仮説検証を通過する。

10

【0087】

以下では、反射画像が少なくとも1つの反射特徴、特にスポット画像を含むと仮定して、画像フィルタについて説明する。スポット画像 f は、

20

【数 1 9】

$$\text{関数 } f: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}_{\geq 0}$$

によって与えられることができ、画像 f の背景は既に差し引かれることができる。しかし、他の反射特徴が可能であり得る。

【0088】

例えば、材料依存画像フィルタは、輝度フィルタであってよい。輝度フィルタは、スポットの輝度測定値を材料特徴として返すことができる。材料特徴は、

30

【数 2 0】

$$\varphi_{2m} = \Phi(f, z) = - \int f(x) dx \frac{z^2}{d_{ray} \cdot n},$$

によって決定され得、式中、 f はスポット画像である。スポットの距離は z で示され、ここで、 z は、例えば、デフォーカスからの深度技術又は光子比からの深度技術を用いて、及び／又は三角測量技術を用いて得られる。材料の表面法線は

【数 2 1】

40

$$n \in \mathbb{R}^3$$

によって与えられ、少なくとも3つの測定点にまたがる表面の法線として得られる。

【0089】

【数 2 2】

$$\text{ベクトル } d_{ray} \in \mathbb{R}^3$$

50

は、光源の方向ベクトルである。スポットの位置が、デフォーカスからの深度技術又は光子比からの深度技術を用いて、及び／又は光源の位置が検出器システムのパラメータとして知られている三角測量技術を用いることによって知られているため、 d_{ray} は、スポットの位置と光源の位置の間の差分ベクトルである。

【0090】

例えば、材料依存画像フィルタは、スポット形状に依存した出力を有するフィルタであってよい。この材料依存画像フィルタは、材料の透光性に相関する値を材料特徴として返すことができる。材料の透光性は、スポットの形状に影響を与える。材料特徴は、

【数23】

$$\varphi_{2m} = \Phi(f) = \frac{\int H(f(x) - \alpha h) dx}{\int H(f(x) - \beta h) dx}$$

10

によって与えられ、式中、 $0 < \alpha, \beta < 1$ はスポットの高さ h に対する重みであり、 H はHeaviside関数、すなわち $H(x) = 1 : x \geq 0$ 、 $H(x) = 0 : x < 0$ である。スポット高さ h は、以下によって決定され得る。

【数24】

$$h = \int_{B_r} f(x) dx,$$

20

式中、 B_r は半径 r を有するスポットの内円である。

【0091】

例えば、材料依存画像フィルタは、二乗ノルム勾配であってよい。この材料依存画像フィルタは、材料特徴としてのスポットのソフトとハードの遷移及び／又は粗さの測定値に相関する値を返してよい。材料特徴は、

【数25】

$$\varphi_{2m} = \Phi(f) = \int \|\nabla f(x)\|^2 dx.$$

30

によって、定義されてよい。例えば、材料依存画像フィルタは、標準偏差であってもよい。スポットの標準偏差は、

【数26】

$$\varphi_{2m} = \Phi(f) = \int (f(x) - \mu)^2 dx,$$

40

によって、決定されてよく、式中、 μ は

【数27】

$$\mu = \int (f(x)) dx$$

によって与えられる平均値である。

【0092】

例えば、材料依存画像フィルタは、ガウスフィルタ又はメディアンフィルタなどの平滑

50

性フィルタであってよい。平滑性フィルタの一実施形態では、この画像フィルタは、体積散乱が拡散散乱材料と比較して少ないスペックルコントラストを示すという観察を参照することができる。この画像フィルタは、材料特徴としてスペックルコントラストに対応するスポットの平滑性を定量化することができる。材料特徴は、

【数 2 8】

$$\varphi_{2m} = \Phi(f, z) = \frac{\int |\mathcal{F}(f)(x) - f(x)| dx}{\int f(x) dx} \cdot \frac{1}{z},$$

10

によって、決定されてよく、式中、F は平滑化関数であり、例えばメディアンフィルタ又はやガウスフィルタなどである。この画像フィルタは、上述の式で説明したように、距離 z による除算を含んでよい。距離 z は、例えば、デフォーカスからの深度技術又は光子比からの深度技術を用いて、及び／又は、三角測量技術を用いて決定されてよい。これにより、フィルタが距離の影響を受けなくなることが可能である。平滑化フィルタの一実施形態では、平滑化フィルタは、抽出されたスペックルノイズパターンの標準偏差に基づいてよい。スペックルノイズパターン N は、

【数 2 9】

$$f(x) = f_0(x) \cdot (N(X) + 1),$$

20

によって、経験的な方法で記述されることができる。式中、f₀ は、スペックル除去したスポットの画像である。N (X) は、スペックルパターンをモデル化したノイズ項である。スペックル除去した画像の計算は困難な場合がある。したがって、スペックル除去した画像は、f の平滑化バージョン、すなわち、

【数 3 0】

$$f_0 \approx \mathcal{F}(f),$$

30

によって近似化されてよく、式中、F は、ガウスフィルタ又はやメディアンフィルタのような平滑化演算子である。したがって、スペックルパターンの近似は、

【数 3 1】

$$N(X) = \frac{f(x)}{\mathcal{F}(f(x))} - 1,$$

によって、与えられてよく、このフィルタの材料特徴は、

【数 3 2】

$$\varphi_{2m} = \Phi(f) = \sqrt{\text{Var}\left(\frac{f}{\mathcal{F}(f)} - 1\right)},$$

40

によって、決定されてよく、式中、V a r は分散関数を表す。

【0 0 9 3】

例えば、画像フィルタは、グレーレベル発生ベースのコントラストフィルタであってよ

50

い。この材料フィルタは、グレーレベル発生マトリックス
【数 3 3】

$$M_{f,p}(g_1g_2) = [p_{g_1g_2}]$$

に基づいてよく、ここで $p_{g_1g_2}$ はグレー結合 $(g_1, g_2) = [f(x_1, y_1), f(x_2, y_2)]$ の発生率であり、関係 p は、 $p(x, y) = (x + a, y + b)$ であって、 (x_1, y_1) と (x_2, y_2) の間の距離を定義し、 a と b は 0, 1 から選択される。

【0094】

グレーレベル発生ベースのコントラストフィルタの材料特徴は、

【数 3 4】

$$\varphi_{2m} = \Phi(f) = \sum_{i,j=0}^{N-1} p_{ij}(i-j)^2.$$

によって与えられてよい。

【0095】

例えば、画像フィルタは、グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタであってよい。この材料フィルタは、上記で定義されたグレーレベル発生マトリックスに基づいている。

【0096】

グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタの材料特徴は、

【数 3 5】

$$\varphi_{2m} = \Phi(f) = \sum_{i,j=0}^{N-1} (p_{ij})^2.$$

によって与えられてよい。

【0097】

例えば、画像フィルタは、グレーレベル発生ベースの均一性フィルタであってよい。この材料フィルタは、上記で定義されたグレーレベル発生マトリックスに基づいている。グレーレベル発生ベースの均一性フィルタの材料特徴は、

【数 3 6】

$$\varphi_{2m} = \Phi(f) = \sum_{i,j=0}^{N-1} \frac{p_{ij}}{1 + |i-j|}.$$

によって与えられてよい。

【0098】

例えば、画像フィルタは、グレーレベル発生ベースの非類似性フィルタであってよい。この材料フィルタは、上記で定義されたグレーレベル発生マトリックスに基づいている。グレーレベル発生ベースの非類似性フィルタの材料特徴は、

【数 3 7】

10

20

30

40

50

$$\varphi_{2m} = \Phi(f) = - \sum_{i,j=0}^{N-1} \sqrt{p_{ij} \log(p_{ij})}.$$

によって与えられてよい。

【 0 0 9 9 】

例えば、画像フィルタは、ローエネルギーフィルタであってよい。この材料フィルタは、ローベクトル $L_5 = [1, 4, 6, 4, 1]$ 及び $E_5 = [-1, -2, 0, -2, -1]$ 及び材料 $L_5 (E_5)^T$ 及び $E_5 (L_5)^T$ に基づいている。画像 f_k はこれらのマトリックス：

【数 3 8】

$$f_{k,L5E5}^*(x,y) = \sum_{i=-2}^2 \sum_{j=-2}^2 f_k(x+i,y+j) L_5(E_5)^T$$

及び

【数 3 9】

$$f_{k,E5L5}^*(x,y) = \sum_{i=-2}^2 \sum_{j=-2}^2 f_k(x+i,y+j) E_5(L_5)^T.$$

$$E = \int \frac{f_{k,L5E5}^*(x,y)}{\max(f_{k,L5E5}^*(x,y))} dx dy,$$

$$F = \int \frac{f_{k,E5L5}^*(x,y)}{\max(f_{k,E5L5}^*(x,y))} dx dy,$$

で畳み込まれている。

【 0 1 0 0 】

ここで、ローのエネルギーフィルタの材料特徴は、

【数 4 0】

$$\varphi_{2m} = \Phi(f) = E/F.$$

によって、決定されてよい。

【 0 1 0 1 】

例えば、材料依存の画像フィルタは、閾値領域フィルタであってよい。この材料特徴は、画像平面内の2つのエリアを関連してよい。第1エリア Ω_1 、は、関数 f が f の最大値の α 倍よりも大きいエリアであってよい。第2エリア Ω_2 、は、関数 f が f の最大値の α 倍よりも小さいが、 f の最大値の α 倍の閾値よりも大きいエリアであってよい。好ましくは、 α は 0.5、 ε は 0.05 であり得る。スペckル又はノイズのために、エリアはスポット中心の内円と外円に単純に対応していない場合がある。例えば、 Ω_1 は、外円の

スペckル又は接続されていないエリアを含み得る。材料特徴は、

【数 4 1】

$$\varphi_{2m} = \Phi(f) = \frac{\int_{\Omega_1} 1}{\int_{\Omega_2} 1},$$

によって、決定されてよく、式中、 $\Omega_1 = \{x \mid f(x) > \alpha \cdot \max(f(x))\}$ 及び $\Omega_2 = \{x \mid \varepsilon \cdot \max(f(x)) < f(x) < \alpha \cdot \max(f(x))\}$ である。

【0102】

材料特性 m 及び／又は縦方向座標 z は、 ϕ_{1z} 、 ϕ_{2m} 及び z 、 m の間の所定の関係を用いて決定されてよい。評価装置は、特徴 ϕ_{2m} 、 ϕ_{1z} を評価することによって、材料特性 m 及び／又は縦方向座標 z を決定するように構成されてよい。例えば、評価装置は、物体の縦方向座標 z を決定するために、距離特徴 ϕ_{1z} と物体の縦方向座標との間の少なくとも1つの所定の関係を使用するように構成されてよい。評価装置は、物体の材料特性を決定するために、材料特徴 ϕ_{2m} と物体の材料特性との間の少なくとも1つの所定の関係を使用するように構成されてよい。所定の関係は、経験的關係、半経験的關係、及び分析的に導出された関係のうちの1つ以上であってよい。評価装置は、例えばルックアップリスト又はルックアップテーブルなどの、所定の関係を保存するための少なくとも1つのデータ保存装置を備えてよい。例えば、材料特性は、縦方向座標 z に関する情報が ϕ_{2m} の評価に考慮され得るように、縦方向座標 z の決定後に ϕ_{2m} を評価することによって決定されてよい。具体的には、材料特性 m 及び／又は縦方向座標 z は、関数 $z(\phi_{1z}, \phi_{2m})$ 及び／又は関数 $m(\phi_{1z}, \phi_{2m})$ によって決定されてよい。関数は、事前に定義及び／又は事前に決定されたものであってよい。例えば、関数は、線形関数であってよい。

【0103】

理想的なケースでは、画像フィルタは、距離又は材料特性にのみ依存する特徴を生成する。しかし、ビームプロファイル解析に用いられる画像フィルタは、距離及び透光性のなどの材料特性に依存する特徴を生成する場合がある。材料依存画像フィルタ又は距離依存画像フィルタの少なくとも1つは、少なくとも1つの他の画像フィルタの特徴 ϕ_{1z} 又は ϕ_{2m} の関数であり得る。少なくとも材料依存画像フィルタ又は距離依存画像フィルタは、少なくとも1つの他の画像フィルタの関数であり得る。評価装置は、 ϕ_1 又は ϕ_2 の少なくとも1つが、他の画像フィルタの特徴 ϕ_{1z} 又は ϕ_{1m} の関数であるかどうか、及び／又は、 ϕ_1 又は ϕ_2 の少なくとも1つが、少なくとも1つの他の画像フィルタの関数であるかどうかを決定するように構成されてよい。具体的には、評価装置は、材料依存画像フィルタと距離依存画像フィルタの相関係数を決定するように構成されてよい。材料依存画像フィルタと距離依存画像フィルタとの相関係数が1又は-1に近い場合には、距離は、分散が最も小さい主軸に材料特徴を投影することによって、投影されてよい。一例としては、材料特徴は相関する主成分と直交する軸上に投影されてよい。言い換えれば、材料特徴は第2主成分に投影されることができる。これは、当業者に知られているように、主成分解析を用いて行われてよい。評価装置は、距離依存画像フィルタ及び材料依存画像フィルタを反射画像に同時に適用するように構成されてよい。特に、評価装置は、距離との相関が強く、材料特性との相関が弱い特徴と、距離との相関が弱く、材料特性との相関が強い特徴とを同時に決定するように構成されてよい。あるいは、評価装置は、距離依存画像フィルタ及び材料依存画像フィルタを、反射画像に逐次的に又は再帰的に適用するように構成されてよい。評価装置は、 ϕ_{1z} 及び ϕ_{2m} の少なくとも1つに依存する少なくとも1つのさらなるフィルタを反射画像に適用することによって、 z 及び／又は m の少なくとも1つを決定するように構成されてよい。

【0104】

本明細書でさらに使用される場合、「評価装置」という用語は、一般に、好ましくは少なくとも1つのデータ処理装置を使用することにより、より好ましくは、少なくとも1つ

のプロセッサ及び／又は少なくとも1つの特定用途向け集積回路を使用することにより、挙げられた操作を実行するように構成された任意の装置を指す。したがって、一例として、少なくとも1つの評価装置は、多数のコンピュータコマンドを含むそこに保存されたソフトウェアコードを有する少なくとも1つのデータ処理装置を含むことができる。評価装置は、1つ以上の挙げられた操作を実行するための1つ以上のハードウェア要素を提供してもよいし、及び／又は、1つ以上の挙げられた操作を実行するための、そこで実行されるソフトウェアを有する1つ以上のプロセッサを提供してもよい。上述の操作は、ビームプロファイルの解析を含めて少なくとも1つの評価装置によって実行される。したがって、一例として、上述の関係の1つ以上は、例えば1つ以上のルックアップテーブルを実装することにより、ソフトウェア及び／又はハードウェアに実装されてよい。したがって、評価装置は、上記の評価を行うために構成された、1つ以上のコンピュータ、特定用途向け集積回路（ASIC）、デジタル信号プロセッサ（DSP）、又はフィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）などの1つ以上のプログラム可能な装置を備えることができる。しかしながら追加的に又は代替的に、評価装置はまた、完全に又は部分的にハードウェアによって具体化されてよい。

【0105】

検出器は、1つ以上の追加の光学要素などの、1つ以上の追加の要素をさらに含み得る。さらに、検出器は、完全に又は部分的に、少なくとも1つのハウジングに一体化されてよい。

【0106】

検出器は、少なくとも1つのレンズ及び／又は少なくとも1つのレンズシステムなどの転送装置、少なくとも1つの回折光学素子の群から選択された少なくとも1つの光学要素を含むことができる。「転送システム」とも呼ばれる「転送装置」という用語は、一般に、光ビームのビームパラメータ、光ビームの幅、又は光ビームの方向の1つ以上を変更することによってなど、光ビームを変更するように適合された1つ以上の光学要素を指し得る。転送装置は、光ビームを光センサに導くように適合されてよい。転送装置は、具体的には：少なくとも1つのレンズ、例えば、少なくとも1つの焦点調節可能レンズ、少なくとも1つの非球面レンズ、少なくとも1つの球面レンズ、少なくとも1つのフレネルレンズからなる群から選択される少なくとも1つのレンズ；少なくとも1つの回折光学素子；少なくとも1つの凹面鏡；少なくとも1つのビーム偏向要素、好ましくは少なくとも1つのミラー；少なくとも1つのビーム分割要素、好ましくはビーム分割キューブ又はビーム分割ミラーのうちの少なくとも1つ；少なくとも1つのマルチレンズシステム、からなる群から選択される少なくとも1つのレンズのうちの1つ以上を含み得る。本明細書で使用される場合、転送装置の「焦点距離」という用語は、転送装置に衝突する可能性がある入射平行光線が「フォーカルポイント(focal point)」とも呼ばれる「焦点(focus)」に集束される距離を指す。したがって、焦点距離は入射光ビームを収束させる転送装置の能力の指標を構成する。したがって、転送装置は、集束レンズの効果を有し得る1つ以上の画像化要素を含むことができる。例として、転送装置は、1つ以上のレンズ、特に1つ以上の屈折レンズ、及び／又は1つ以上の凸面ミラーを有することができる。この例では、焦点距離は、薄い屈折レンズの中心から薄いレンズの主焦点までの距離として定義することができる。凸型又は両凸型の薄レンズなどの、集束する薄い屈折レンズの場合、焦点距離は、正であると考えられ、転送装置としての薄レンズに衝突する平行光が単一のスポットに集束され得る距離を与えることができる。さらに、転送装置は、少なくとも1つの波長選択要素、例えば少なくとも1つの光フィルタを含むことができる。さらに、転送装置は、例えばセンサ領域の位置で、具体的にはセンサエリアで、電磁放射に所定のビームプロファイルを印加するように設計され得る。転送装置の上記の任意の実施形態は、原則として、個別に、又は任意の所望の組み合わせで実現することができる。

【0107】

転送装置は、光軸を有してよい。具体的には、検出器と転送装置は、共通の光軸を有する。本明細書で使用される場合、「転送装置の光軸」という用語は、一般に、レンズ

10

20

30

40

50

又はレンズシステムの鏡面对称又は回転対称の軸を指す。検出器の光軸は、検出器の光学構成の対称の線であってよい。検出器は、少なくとも1つの転送装置、好ましくは、少なくとも1つのレンズを有する少なくとも1つの転送システムを有する。転送システムは、一例として、少なくとも1つのビーム経路であって、該ビーム経路内の転送システムの要素が光軸に関して回転対称に配置されているビーム経路を含んでよい。さらに、以下でもさらに詳細に説明されるように、ビーム経路内に配置された1つ以上の光学要素は、光軸に対して中心ズレされているか、又は傾斜していてもよい。しかし、この場合、光軸は、ビーム経路内の光学要素の中心を相互接続することによって、例えば、レンズの中心を相互接続することなどによって、順次定義されてよく、この文脈では、光センサは光学要素として考慮されない。光軸は、一般にビーム経路を示してよい。そこでは、検出器は、光ビームがそれに沿って物体から光センサに進む単一のビーム経路を有してもよいし、複数のビーム経路を有してもよい。一例として、単一のビーム経路が与えられてもよいし、又はビーム経路が2つ以上の部分ビーム経路に分割されてもよい。後者の場合、各部分ビーム経路は、それ自身の光軸を有することができる。光センサは、1つかつ同一のビーム経路又は部分ビーム経路に配置されてよい。代替的に、しかし、光センサはまた、異なる部分ビーム経路に配置されてよい。

【0108】

転送装置は、縦方向座標 l が光軸に沿った座標であり、 d が光軸からの空間的オフセットである座標系を構成してよい。座標系は、転送装置の光軸が z 軸を形成し、 z 軸からの距離及び極角が追加の座標として使用され得る極座標系であり得る。 z 軸に平行又は逆平行な方向は、縦方向とみなすことができ、 z 軸に沿った座標は縦方向座標 l とみなすことができる。 z 軸に垂直な任意な方向は、横方向とみなすことができ、極座標及び／又は極角度は横方向座標とみなすことができる。

【0109】

上述したように、検出器は、物体全体又は物体の1つ以上の部分の縦方向座標を決定する選択肢を含めて、物体の少なくとも1つの縦方向座標を決定することを可能にし得る。たとえば、検出器は、上記で概説したように、光子比からの深度技術及び／又はデフォーカスからの深度技術を使用する少なくとも1つの距離依存フィルタを使用することによって、物体の縦方向座標を決定するように構成されてもよい。検出器は、物体の位置を決定するように構成されてもよい。本明細書で使用される場合、「位置」という用語は、空間での物体及び／又は物体の少なくとも一部の位置及び／又は方向に関する少なくとも1つの情報項目を指す。距離は、縦方向座標であってもよく、又は物体の点の縦方向座標を決定するのに寄与するものであってもよい。追加的に又は代替的に、物体及び／又は物体の少なくとも一部の位置及び／又は方向に関する1つ以上の他の情報項目が決定されることができる。一例として、さらに、物体及び／又は物体の少なくとも一部の、少なくとも1つの横方向座標が決定されることができる。したがって、物体の位置は、物体及び／又は物体の少なくとも一部の縦方向座標を指すことができる。追加的に又は代替的に、物体の位置は、物体及び／又は物体の少なくとも一部の少なくとも1つの横方向座標を指すことができる。追加的に又は代替的に、物体の位置は、空間における物体の方向付けを示す、物体の少なくとも1つの方向付け情報を指すことができる。

【0110】

しかしさらに、1つ以上の横方向座標及び／又は回転座標を含む物体の他の座標が、検出器、特に評価装置によって決定され得る。したがって、一例として、1つ以上の横方向センサが、物体の少なくとも1つの横方向座標を決定するために使用されてよい。光センサの少なくとも1つは、そこから中心信号が生じるかどうかを決定してもよい。これは、物体の少なくとも1つの横方向座標に関する情報を提供することができ、ここで、一例として、単純なレンズ方程式が、光学的変換、及び横方向座標の導出のために使用されてよい。追加的に又は代替的に、1つ以上の追加の横方向センサが使用されてよく、検出器によって含まれてよい。種々の横方向センサ、例えば WO 2014/097181 A1 に開示されている横方向センサ及び／又は例えば象限ダイオード、CCD 又は CMOS チップな

どの他の位置感知装置（PSD）が、当技術分野で一般に知られている。追加的又は代替的に、一例として、本発明による検出器は、R. A. Street（編）：Technology and Applications of Amorphous Silicon, Springer-Verlag Heidelberg, 2010、346～349頁に開示されている1つ以上のPSDを含むことができる。他の実施形態も可能である。これらの装置は、一般に、本発明による検出器に実装されてもよい。一例として、光ビームの一部は、少なくとも1つのビーム分割要素によって、検出器内で分割されてもよい。分割部分は、一例として、CCD又はCMOSチップ又はカメラセンサのような横方向センサに向かって案内されてよく、横方向センサ上の分割部分によって生成される光スポットの横方向位置が決定され、それによって物体の少なくとも1つの横方向座標が決定されてよい。したがって、本発明による検出器は、簡単な距離測定装置のような一次元検出器であってもよいし、二次元の検出器として、又は三次元の検出器としてさえ具現化されてもよい。また、上述したように、あるいは以下にさらに詳細に説明するように、情景や環境を一次元的に走査することにより、三次元な画像を生成することもできる。したがって、本発明による検出器は、具体的には、一次元検出器、二次元検出器、又は三次元検出器のうちの1つであり得る。評価装置は、さらに、物体の少なくとも1つの横方向座標 x 、 y を決定するように構成されてよい。評価装置は、縦方向座標と横方向座標の情報を組み合わせて、空間における物体の位置を決定するように適合されてよい。

【0111】

光センサのマトリックスの使用は、複数の優位及び利益を提供する。したがって、センサ要素上に、例えばセンサ要素のマトリックスの光センサの感光エリア上に光ビームによって生成された光スポットの中心は、物体の横方向位置によって変化し得る。光センサのマトリックスの使用は、したがって、物体の位置に関して、具体的には物体の横方向位置に関して、著しい柔軟性を提供する。光センサのマトリックス上の光スポットの横方向位置、例えばセンサ信号を生成する少なくとも1つの光センサの横方向位置は、追加の情報項目として使用されることができ、それからは、物体の横方向位置に関する少なくとも1つの情報項目が、例えばWO2014/198629A1に開示されているように、導出され得る。追加的に又は代替的に、本発明による検出器は、少なくとも1つの縦方向座標に加えて、物体の少なくとも1つの横方向座標を検出するための少なくとも1つの追加の横方向検出器を含むことができる。

【0112】

本発明は、さらなる態様で、少なくとも1つの材料特性 m を識別するための検出器を開示しており、前記検出器は、

- － 光センサのマトリックスを含む少なくとも1つのセンサ要素であって、前記光センサはそれぞれが感光エリアを有し、前記センサ要素は少なくとも1つの物体から発する光ビームの少なくとも1つの反射画像を記録するように構成されている、センサ要素と；

- － 前記反射画像の少なくとも1つのビームプロファイルを評価することによって材料特性を決定するように構成された少なくとも1つの評価装置であって、

前記評価装置は、少なくとも1つの距離依存画像フィルタ ϕ_1 を前記反射画像に適用することによって、少なくとも1つの距離特徴 ϕ_{1z} を決定するように構成されており、

前記距離依存画像フィルタは、光子比からの深度フィルタ；デフォーカスからの深度フィルタ；又はそれらの線形結合；又は、 $|\rho\phi_{1other}, \phi_z| \geq 0.40$ （ ϕ_z は、光子比からの深度フィルタ又はデフォーカスからの深度フィルタ又はそれらの線形結合のうちの1つ）によって、光子比からの深度フィルタ及び／又デフォーカスからの深度フィルタ又はそれらの線形結合に相関するさらなる距離依存画像フィルタ ϕ_{1other} 、からなる群から選択される少なくとも1つのフィルタであり、

前記評価装置は、少なくとも1つの材料依存画像フィルタ ϕ_2 を前記反射画像に適用することによって、少なくとも1つの材料特徴 ϕ_{2m} を決定するように構成されており、

前記材料依存画像フィルタは、輝度フィルタ；スポット形状フィルタ；二乗ノルム勾配；標準偏差；ガウスフィルタ又はメディアンフィルタなどの平滑性フィルタ；グレーレベ

ル発生ベースのコントラストフィルタ；グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタ；グレーレベル発生ベースの均一性フィルタ；グレーレベル発生ベースの非類似性フィルタ；ローのエネルギーフィルタ；閾値領域フィルタ；もしくはこれらの線形結合；又は、 $|\rho\phi_{2\text{other}}, \phi_m| \geq 0.40$ (ϕ_m は、輝度フィルタ、スポット形状フィルタ、二乗ノルム勾配、標準偏差、平滑性フィルタ、グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタ、グレーレベル発生ベースの均一性フィルタ、グレーレベル発生ベースの非類似性フィルタ、ローのエネルギーフィルタ、もしくは閾値領域フィルタ又はそれらの線形結合のうちの1つ)によって、輝度フィルタ、スポット形状フィルタ、二乗ノルム勾配、標準偏差、平滑性フィルタ、グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタ、グレーレベル発生ベースの均一性フィルタ、グレーレベル発生ベースの非類似性フィルタ、ローのエネルギーフィルタ、もしくは閾値領域フィルタ又はそれらの線形結合のうちの1つ以上に相関するさらなる材料依存画像フィルタ $\phi_{2\text{other}}$ 、からなる群から選択される少なくとも1つのフィルタであり、

10

前記評価装置は、前記距離特徴 ϕ_{1z} 及び前記材料特徴 ϕ_{2m} を評価することによって、縦方向座標 z 及び前記材料特性 m を決定するように構成されている、評価装置と、を含む。

【0113】

定義及び実施形態に関しては、本発明の第1の態様で説明される検出器の説明を参照されたい。

【0114】

本発明は、さらなる態様で、少なくとも1つの材料特性 m を識別するための検出器を開示しており、前記検出器は、

20

- － 光センサのマトリックスを含む少なくとも1つのセンサ要素であって、前記光センサはそれぞれが感光エリアを有し、前記センサ要素は少なくとも1つの物体から発する光ビームの少なくとも1つの反射画像を記録するように構成されている、センサ要素と；
- － 前記反射画像の少なくとも1つのビームプロファイルを評価することによって材料特性を決定するように構成された少なくとも1つの評価装置であって、

前記評価装置は、少なくとも1つの距離依存画像フィルタ ϕ_1 を前記反射画像に適用することによって、少なくとも1つの距離特徴 ϕ_{1z} を決定するように構成されており、

前記距離依存画像フィルタは、光子比からの深度フィルタ；デフォーカスからの深度フィルタ；又はそれらの線形結合；又は、 $|\rho\phi_{1\text{other}}, \phi_z| \geq 0.40$ (ϕ_z は、光子比からの深度フィルタ又はデフォーカスからの深度フィルタ又はそれらの線形結合のうちの1つ)によって、光子比からの深度フィルタ及び／又デフォーカスからの深度フィルタ又はそれらの線形結合に相関するさらなる距離依存画像フィルタ $\phi_{1\text{other}}$ 、からなる群から選択される少なくとも1つのフィルタであり、

30

前記評価装置は、少なくとも1つの材料依存画像フィルタ ϕ_2 を前記反射画像に適用することによって、少なくとも1つの材料特徴 ϕ_{2m} を決定するように構成されており、

前記材料依存画像フィルタは、仮説検証を通過する少なくとも1つのフィルタであり、

前記仮説検証は、フィルタが材料分類を区別しないヌル仮説と、フィルタが少なくとも2つの材料分類を区別する代替仮説を使用し、前記フィルタは、 p 値である p が予め定義された有意水準よりも小さいか等しい場合に前記仮説検証を通過し、

40

前記評価装置は、前記距離特徴 ϕ_{1z} 及び前記材料特徴 ϕ_{2m} を評価することによって、縦方向座標 z 及び前記材料特性 m を決定するように構成されている、評価装置と、を含む。

【0115】

定義及び実施形態に関しては、本発明の第1の態様で説明される検出器の説明を参照されたい。

【0116】

本発明のさらなる態様では、少なくとも1つの物体の位置を決定するための検出器システムが開示されている。検出器システムは、例えば上に開示された1つ以上の実施形態に

50

よる、又は以下にさらに詳細に開示された1つ以上の実施形態によるような、本発明による少なくとも1つの検出器を有している。検出器システムは、少なくとも1つの光ビームを検出器に向けてように適合された少なくとも1つのビーコン装置をさらに含み、該ビーコン装置は、物体に取り付け可能であるか、物体によって保持可能であるか、及び物体に一体化可能であるかのうちの少なくとも1つである。ビーコン装置に関するさらなる詳細は、その潜在的な実施形態を含めて以下で説明する。このように、少なくとも1つのビーコン装置は、レーザ、LED、電球などのような1つ以上の光源などの1つ以上の照射源を含む、少なくとも1つの能動型ビーコン装置であり得るか、又はそれを含み得る。一例として、照射源によって放出される光は、300～500nmの波長を有し得る。あるいは、上述したように、赤外スペクトル範囲、例えば780nm～3.0μmの範囲が使用され得る。具体的には、シリコンフォトダイオードが特に700nm～1000nmの範囲で適用可能な近赤外領域が使用され得る。1つ以上のビーコン装置によって放出される光は、2つ以上の光ビームを区別するために、上述のように非変調であっても、変調されていてもよい。追加的に又は代替的に、少なくとも1つのビーコン装置は、例えば1つ以上の反射要素を備えることなどによって、1つ以上の光ビームを検出器に向けて反射するように適合され得る。さらに、少なくとも1つのビーコン装置は、光ビームを散乱させるように適合された1つ以上の散乱要素であってもよく、又はそれを含んでもよい。そこでは、弾性又は非弾性散乱が使用されることができる。少なくとも1つのビーコン装置が一次光ビームを検出器に向けて反射及び／又は散乱するように適合されている場合、ビーコン装置は、光ビームのスペクトル特性に影響を与えないようにするように適合されていてもよく、あるいは、光ビームの波長を変更するなどによって、光ビームのスペクトル特性を変更するように適合されていてもよい。

【0117】

本発明のさらなる態様では、ユーザとマシンとの間で少なくとも1つの情報項目を交換するためのヒューマンマシンインターフェースが開示されている。ヒューマンマシンインターフェースは、上記で開示された実施形態による、及び／又は以下でさらに詳細に開示される実施形態の1つ以上による、少なくとも1つの検出器システムを備えている。ここでは、少なくとも1つのビーコン装置は、直接的又は間接的にユーザに取り付けられるか、又はユーザによって保持されるかの少なくとも1つであるように適合される。ヒューマンマシンインターフェースは、検出器システムによってユーザの少なくとも1つの位置を決定するように設計されており、該ヒューマンマシンインターフェースは、少なくとも1つの情報項目をその位置に割り当てるように設計されている。

【0118】

本発明のさらなる態様では、少なくとも1つの娯楽機能を実行するための娯楽装置が開示されている。娯楽装置は、上記で開示された実施形態による、及び／又は以下でさらに詳細に開示される実施形態の1つ以上による少なくとも1つのヒューマンマシンインターフェースを備えている。娯楽装置は、ヒューマンマシンインターフェースを介して、プレイヤーが少なくとも1つの情報を入力できるように構成されている。娯楽機器は、情報に応じて娯楽機能を変えるようにさらに構成されている。

【0119】

本発明のさらなる態様では、少なくとも1つの可動物体の位置を追跡する追跡システムが開示されている。追跡システムは、上記で開示された及び／又は以下でさらに詳細に開示されるような検出器システムを参照する実施形態のうちの1つ以上による少なくとも1つの検出器システムを備えている。追跡システムは、少なくとも1つの追跡コントローラをさらに備える。追跡コントローラは、特定の時点での物体の一連の位置を追跡するように適合されている。

【0120】

本発明のさらなる態様では、少なくとも1つの物体を画像化するためのカメラが開示されている。カメラは、上記で開示された又は以下でさらに詳細に開示される検出器を参照する実施形態のいずれか1つによる少なくとも1つの検出器を備えている。

【0121】

本発明のさらなる態様では、少なくとも1つの物体の少なくとも1つの位置を決定することも意味し得る、情景の深度プロファイルを決定するための走査システムが提供されている。走査システムは、本発明による少なくとも1つの検出器、例えば上記の実施形態の1つ以上に開示された及び／又は以下の実施形態の1つ以上に開示される少なくとも1つの検出器を備えている。走査システムはさらに、照射光ビーム又は走査光ビームと呼ばれる少なくとも1つの光ビームで情景を走査するように適合された少なくとも1つの照射源を備えている。本明細書で使用される場合、「情景」という用語は、一般に、検出器によって二次元又は三次元範囲の少なくとも1つの幾何学的又は空間的特性が評価され得るというように、検出器によって可視な二次元又は三次元範囲を指す。本明細書でさらに使用される場合、「走査」という用語は、一般に、異なる領域での連続的な測定を指す。したがって、走査は、具体的には、第1方式で向けられ又は方向付けられた照射光ビームを有する少なくとも1つの第1測定と、第1方式と異なる第2方式で向けられ又は方向付けられた照射光ビームを有する少なくとも1つの第2測定を意味し得る。走査は、連続走査又は段階的走査であってよい。したがって、連続的又は段階的方式で、照射光ビームは情景の異なる領域に向けられることができ、検出器は、少なくとも1つの縦方向座標など、各領域について少なくとも1つの情報項目を生成するように検出することができる。一例として、物体を走査するために、1つ以上の照射光ビームが、連続的又は段階的方式で、物体の表面に光スポットを生成することができ、該光スポットについて縦方向座標が生成される。しかしながら、代替的に、光パターンが走査に使用されることができる。走査は、点走査又は線走査、あるいはより複雑な光パターンによる走査でさえあってもよい。走査システムの照射源は、検出器の任意の照射源と異なり得る。しかしながら、代替的に、走査システムの照射源は、検出器の少なくとも1つの照射源と完全に又は部分的に同一であるか、又はそれに一体化されてもよい。

【0122】

したがって、走査システムは、少なくとも1つの物体の少なくとも1つの表面に位置する少なくとも1つのドットを照射するように構成された少なくとも1つの光ビームを放出するように適合された少なくとも1つの照射源を有することができる。本明細書で使用される場合、「ドット」という用語は、例えば走査システムのユーザによって選択され、照射源によって照射される物体の表面の一部のエリア、特に小さなエリアを指す。好ましくは、ドットは、一方では、走査システムが、走査システムに含まれる照射源と、ドットが配置され得る物体の表面部分との間の距離の値を、可能な限り正確に決定できるように可能な限り小さいサイズ、他方では、走査システムのユーザ又は走査システム自体が特に自動手順によって物体の表面の関係部分上のドットの存在を検知できるように可能な限り大きいサイズを呈することができる。

【0123】

この目的のために、照射源は、人工照射源、特に少なくとも1つのレーザ源、及び／又は少なくとも1つの白熱灯、及び／又は少なくとも1つの半導体光源、例えば少なくとも1つの発光ダイオード、特に有機及び／又は無機発光ダイオードを含み得る。一例として、照射源によって放出される光は、300～500 nmの波長を有し得る。追加的に又は代替的に、780 nm～3.0 μ mの範囲などの赤外スペクトル範囲の光が使用され得る。具体的には、シリコンフォトダイオードが適用可能な特には700 nm～1000 nmの範囲の近赤外領域部分の光が使用されることができる。それらの一般的に定義されるビームプロファイル及び取り扱い性の他の特性のために、照射源としての少なくとも1つのレーザ源の使用が特に好ましい。ここでは、特に、ユーザによって容易に保存及び運搬され得るコンパクトな走査システムを提供することが重要である場合に、単一のレーザ源の使用が好ましいことがあり得る。照射源はしたがって、好ましくは、検出器の構成部分であってもよく、及び、したがって特に検出器のハウジング内など検出器内に一体化されてもよい。好ましい実施形態では、特に走査システムのハウジングは、距離関連情報をユーザに読みやすい方法で提供するように構成された少なくとも1つのディスプレイを備える

ことができる。さらに好ましい実施形態では、特に走査システムのハウジングはさらに、1つ以上の操作モードを設定するなど、走査システムに関連する少なくとも1つの機能を操作させるように構成された少なくとも1つのボタンを含むことができる。さらに好ましい実施形態では、特に走査システムのハウジングはさらに、走査システムをさらなる表面に固定するように構成され得る少なくとも1つの固定ユニット、例えば、ゴム足、磁性材料を含むベースプレート又は壁ホルダーなどのベースプレート又は壁ホルダーなどを、特に距離測定の精度及び／又はユーザによる走査システムの取り扱い性を向上させるために含み得る。

【0124】

特に、走査システムの照射源は、したがって、物体の表面に位置する単一のドットを照射するように構成された単一のレーザビームを放出し得る。本発明による検出器の少なくとも1つを使用することにより、少なくとも1つのドットと走査システムとの間の距離に関する少なくとも1つの情報項目が、このように生成され得る。これにより、好ましくは、走査システムによって含まれる照射システムと、照射源によって生成される単一ドットとの間の距離は、例えば少なくとも1つの検出器によって含まれる評価装置を使用することなどにより、決定され得る。しかしながら、走査システムは、さらに、この目的のために特に適合され得る追加の評価システムを含み得る。代替的に又は追加的に、走査システムのサイズ、特に走査システムのハウジングのサイズを考慮してもよく、したがって、走査システムのハウジング上の特定の点、例えばハウジングの前縁又は後縁と、単一ドットとの間の距離を代替的に決定することもできる。照射源は、点群を生成及び／又は投影するように適合されてよく、例えば、照射源は、少なくとも1つのデジタル光処理プロジェクタ、少なくとも1つのLCOSプロジェクタ、少なくとも1つの空間光変調器；少なくとも1つの回折光学素子；発光ダイオードの少なくとも1つのアレイ；レーザ光源の少なくとも1つのアレイのうちの1つ以上を含み得る。

【0125】

代替的に、走査システムの照射源は、ビームの放出方向の間に直角など、それぞれの角度を提供するように構成された2つの個別のレーザビームを放出することができ、それにより、同じ物体の表面又は2つの異なる物体の2つの異なる表面に位置する2つの個別のドットが照射され得る。しかしながら、2つの個別のレーザビームの間のそれぞれの角度の他の値も可能であり得る。この特徴は、特に、例えば走査システムとドットとの間に1つ以上の障害物が存在するために直接アクセスできない場合の、又は他の方法では到達することが困難な場合の、間接距離を導出するためなど、間接測定機能のために採用され得る。例として、したがって、2つの個別の距離を測定し、ピタゴラスの式を使用して高さを導出することにより、物体の高さの値を決定することが可能であり得る。特に、物体に対して所定の水準を維持できるようにするために、走査システムはさらに、少なくとも1つの水準ユニット、特に、ユーザによって所定の水準を維持するために使用され得る一体型気泡バイアルをさらに備えることができる。

【0126】

さらなる代替として、走査システムの照射源は、複数の個別のレーザビーム、例えばそれぞれのピッチ、特に互いに対して規則的なピッチを示すことができるレーザビームのアレイ、及び、少なくとも1つの物体の少なくとも1つの表面上に位置するドットのアレイを生成するように配置されたレーザビームのアレイなど、複数の個別のレーザビームを放出することができる。この目的のために、ビーム分割器及びミラーなどの特別に適合された光学要素が提供されてもよく、これにより、記載されたレーザビームのアレイの生成が可能になり得る。具体的には、照射源は、1つ以上の可動ミラーを使用して、周期的又は非周期的な方式で光ビームをリダイレクトすることによって、面積又は体積を走査するように向けられることができる。

【0127】

このように、走査システムは、1つ以上の物体の1つ以上の表面に配置された1つ以上のドットの静的配置を提供し得る。あるいは、走査システムの照射源、特に上記のレーザ

10

20

30

40

50

ビームのアレイなどの1つ以上のレーザビームは、時間の経過とともに変化する強度を示すことができ、及び／又は、特に述べたマイクロミラーのアレイ内に含まれるマイクロミラーなど1つ以上のミラーを動かすことによって、時間の経過とともに交互に放出方向を変えることができる、1つ以上の光ビームを提供するように構成され得る。結果として、照射源は、走査システムの少なくとも1つの照射源によって生成される交互に変わる特徴を有する1つ以上の光ビームを使用することにより、少なくとも1つの物体の少なくとも1つの表面の一部を画像として走査するように構成され得る。特に、走査システムは、したがって、1つ以上の物体の1つ以上の表面を順次又は同時に走査するように、少なくとも1つの行走査及び／又は線走査を使用することができる。したがって、走査システムは、3つ以上のドットを測定することによって角度を測定するように適合され得、又は、走査システムは、従来の測定スティックを使用してアクセスすることが困難な、屋根の切妻などのコーナー又は狭い領域を測定するように適合され得る。非限定的な例として、走査システムは、例えば生産環境における安全レーザスキャナに、及び／又は例えば3Dプリンティング、ボディスキャンニング、品質管理などに関連して、物体の形状の決定に使用される三次元走査装置に、例えば距離計などの建設用途に、例えば荷物のサイズ又は体積を決定するための物流用途に、例えばロボット掃除機又は芝刈機などの家事用途に、又は走査ステップを含み得る他の種類の用途に、使用され得る。非限定的な例として、走査システムは産業用安全カーテンの用途に使用され得る。非限定的な例として、走査システムは、拭き掃除、バキューム掃除、モップがけ、又はワックスがけ機能、又は芝刈り又は掻き集めなどのヤード又は庭の手入れ機能を実行するために使用されてよい。非限定的な例として、走査システムは、コリメートされた光学系を備えたLED照射源を使用することができ、及び、より正確な結果を得るために照射源の周波数を異なる周波数にシフトするように、及び／又は他の周波数を送信しながら特定の周波数を減衰させるためにフィルタを使用するように、適合されることができる。非限定的な例として、走査システム及び／又は照射源は、作動中に走査システムが完全な360度の視野を有することができ、又はさらに走査範囲をさらに拡大するために平面外に移動又は回転することができるよう、専用モータを使用して、全体として回転されるか、又は、ミラー、ビーム分割器などの特定の光学パッケージのみが回転されるかすることができる。さらに、照射源は、能動的に所定の方向に向けられ得る。さらに、有線の電気システムの回転を可能にするために、スリッピング、光データ伝送、又は誘導結合が使用されることができる。

【0128】

非限定的な例として、走査システムは、三脚に取り付けられ、いくつかの角及び表面を有する物体又は領域に向けられてもよい。1つ以上の柔軟に可動なレーザ源が走査システムに取り付けられている。1つ以上のレーザ源は、それらが関心点を照射するように動かされる。走査システムに対する照射点の位置は、走査システムの指定されたボタンを押すと、測定され、位置情報は、無線インターフェイスを介して携帯電話に送信される。位置情報は携帯電話のアプリケーションに保存される。レーザ源は、さらに関心点を照射するために移動され、それらの位置は測定され、携帯電話アプリケーションに送信される。携帯電話アプリケーションは、隣接する点を平面で接続することにより、点のセットを3Dモデルに変換することができる。3Dモデルは保存され、さらに処理されることができる。測定された点又は表面間の距離及び／又は角度は、走査システムに取り付けられたディスプレイ上に、又は位置情報が送信される携帯電話上に表示されてもよい。

【0129】

非限定的な例として、走査システムは、点を投影するための2つ以上の柔軟に可動なレーザ源と、線を投影するさらに1つの可動なレーザ源とを備えていてよい。線は、2つ以上のレーザスポットを線に沿って配置するために使用されることができ、走査システムのディスプレイは、線に沿って例えば等距離に配置され得る2つ以上のレーザスポット間の距離を表示し得る。2つのレーザスポットの場合、単一のレーザ源が使用されてもよく、投影された点の距離は、1つ以上のビーム分割器又はプリズムを使用して変更され、そこでは、ビーム分割器又はプリズムは、投影されたスポットが離れたり近づいたりするよう

に、動かされることができる。さらに、走査システムは、直角、円、正方形、三角形などのさらなるパターンを投影するように適合させることができ、それに沿って測定が、レーザスポットを投影しそれらの位置を測定することによって、行われることができる。

【0130】

非限定的な例として、走査システムは、線走査装置として適合されることができる。特に、走査システムは、少なくとも1つのセンサライン又はセンサ列を有することができる。三角測量システムは、近接場で検出が不可能になるため、十分なベースラインを必要とする。近接場の検出は、レーザスポットを転送装置の方向に傾ければ、可能になり得る。しかし、傾けることは、光スポットが遠方場領域での検出を制限する視野外に移動してしまうことを生じる。このような近接場と遠方場の問題は、本発明による検出器を使用することによって解決されることができる。特に、検出器は、光センサのCMOSラインを含むことができる。走査システムは、物体からCMOSライン上の検出器へ伝播する複数の光ビームを検出するように適合されることができる。光ビームは、物体上の異なる位置で生成されることができ、又は照射源の動きによって生成されることができる。走査システムは、上述及び以下でより詳細に説明するように、光点のそれぞれについて少なくとも1つの縦方向座標を決定するように適合されることができる。

【0131】

非限定的な例として、走査システムは、鋸、穴あけ機などの木材又は金属の加工工具などのツールを使用する作業をサポートするように適合され得る。したがって、走査システムは、2つの反対方向の距離を測定し、2つの測定距離又は距離の合計をディスプレイに表示するように適合されることができる。さらに、走査システムは、走査システムが表面上に配置されると、レーザ点が表面に沿って走査システムから自動的に離れ、距離測定値が表面のコーナー又はエッジによる突然の変化を示すまで、動かされるように、表面のエッジまでの距離を測定するように適合されることができる。これは、走査装置が板の上に置かれているが、その端から離れて置かれている状態で、板材の端部までの距離を測定することを可能にする。さらに、走査システムは、一方向の板の端部までの距離を測定し、及び、反対方向に指定された距離で線又は円又は点を投影することができる。走査システムは、例えば、所定の合計距離に応じて、反対方向に測定した距離に応じた距離で線又は円又は点を投影するように適合されることができる。これは、ツールから安全な距離に走査システムを配置しながら、鋸や穴あけ機などのツールを投影位置で操作し、同時に、板の端部までの所定の距離でツールを使用して処理を実行すること可能にする。さらに、走査システムは、点又は線などを所定の距離で2つの反対方向に投影するように適合され得る。距離の合計が変更されると、投影された距離の1つだけが変更される。

【0132】

非限定的な例として、走査システムは、切断、鋸引き、穴あけなどのタスクが実行される表面などの表面上に配置され、及び走査システムのボタンなどで調整可能な所定距離で該表面上に線を投影するように適合されてよい。

【0133】

非限定的な例として、走査システムは、例えば生産環境における安全レーザスキャナに、及び／又は例えば3Dプリンティング、ボディスキャンニング、品質管理などに関連して物体の形状の決定に使用される三次元走査装置に、例えば距離計などの建設用途に、例えば荷物のサイズ又は体積を決定するための物流用途に、例えばロボット掃除機又は芝刈機などの家事用途に、又は走査ステップを含み得る他の種類の用途に使用され得る。

【0134】

転送装置は、物体から検出器へと伝播する光を、好ましくは連続的に光センサへ供給するように設計されることができる。この供給は、画像化によって又は転送装置の非画像化特性によって、任意に行うことができる。特に、転送装置は、電磁放射が光センサに供給される前に、電磁放射を収集するように設計されることができる。転送装置は、例えば、定義された光学特性を有する光ビーム、例えば定義された又は正確に既知のビームプロファイルを有する光ビーム、例えばガウスビームの少なくとも1つの線形結合、特に既知の

ビームプロファイルを有する少なくとも1つのレーザビームを提供するように設計された照射源により、全体的に又は部分的に、少なくとも1つの任意の光照射源の構成部分であってよい。

【0135】

任意の照射源の潜在的な実施形態については、WO 2012/110924 A1を参照することができる。さらに、他の実施形態が可能である。物体から出る光は、物体自体から発生することもできるが、任意で別の原点を有し、この原点から物体まで伝播し、続いて横方向及び／又は縦方向光センサに向かって伝播することができる。後者の場合は、例えば、使用されている少なくとも1つの照射源によって実現される。この照射源は、例えば、周囲照射源であるか、又はそれを含むことができ、及び／又は、人工照射源であるか、又はそれを含むことができる。例として、検出器自体は、少なくとも1つの照射源、例えば少なくとも1つのレーザ及び／又は少なくとも1つの白熱灯及び／又は少なくとも1つの半導体照射源、例えば少なくとも1つの発光ダイオード、特に有機及び／又は無機発光ダイオードを含むことができる。それらの一般的に定義されたビームプロファイル及び取り扱い性の他の特性のために、照射源又はその一部としての1つ以上のレーザの使用が特に好ましい。照射源自体は、検出器の構成部分であり得るか、又は検出器とは独立して形成されることができる。照射源は、特に検出器、例えば検出器のハウジングに一体化されることができる。代替的又は追加的に、少なくとも1つの照射源はまた、少なくとも1つのビーコン装置、又は1つ以上のビーコン装置、及び／又は物体に一体化され得るか、又は物体に接続又は空間的に結合され得る。

【0136】

1つ以上の任意のビーコン装置から出る光は、したがって、前記光がそれぞれのビーコン装置自体から発生するという選択の代わりに又はこれに加えて、照射源から出ることができ、及び／又は照射源によって励起されることができる。例として、ビーコン装置から出る電磁光は、ビーコン装置自体によって放出されるか、及び／又はビーコン装置によって反射されるか、及び／又はそれが検出器に供給される前にビーコン装置によって散乱されることができる。この場合、電磁放射の放出及び／又は散乱は、電磁放射のスペクトルの影響がなく、又はそのような影響を伴って行われることができる。したがって、例として、波長シフトが、散乱中に、例えばストークス又はラマンによって、起こり得る。さらに、光の放出は、例えば、一次照射源、例えば物体又はルミネセンス、特に、リン光及び／又は蛍光を生成するように励起された物体の部分領域によって、励起されることができる。原則として、他の放出過程も可能である。反射が発生する場合、物体は、例えば少なくとも1つの反射領域、特に少なくとも1つの反射面を有することができる。前記反射面は、物体自体の一部であり得るが、例えば、物体に接続され又は空間的に結合された反射器、例えば、物体に接続された反射板であってもよい。少なくとも1つの反射器が使用される場合、それはまた、例えば検出器の他の構成部品とは独立に、物体に接続された検出器の一部と見なすこともできる。

【0137】

ビーコン装置及び／又は少なくとも1つの任意の照射源は、一般的に：紫外スペクトル範囲、好ましくは200 nm～380 nmの範囲；可視スペクトル範囲（380 nm～780 nm）；赤外スペクトル範囲、好ましくは780 nm～3.0マイクロメートルの範囲、より好ましくはシリコンフォトダイオードが適用可能な具体的には700 nm～1000 nmの範囲で適用可能な近赤外領域の部分、のうちの少なくとも1つにおいて光を放出することができる。熱画像用途では、ターゲットは、遠赤外スペクトル範囲、好ましくは3.0マイクロメートル～20マイクロメートルの範囲の光を放出することができる。例えば、少なくとも1つの照射源は、可視スペクトル範囲、好ましくは500 nm～780 nmの範囲、最も好ましくは650 nm～750 nmの範囲、又は690 nm～700 nmの範囲の光を放出するように適合されている。例えば、少なくとも1つの照射源は、赤外スペクトル範囲の光を放出するように適合されている。しかしながら、他の選択肢が可能である。

【0138】

光ビームの光センサへの供給は、特に、例えば円形、楕円形、又は異なる形状の断面を有する光スポットが、光センサの任意のセンサエリア上に生成されるように、行われることができる。例として、検出器は、物体が検出され得る視覚範囲、特に立体角範囲及び／又は空間範囲を有することができる。好ましくは、転送装置は、例えば検出器の視覚範囲内に配置された物体である場合に、光スポットが光センサのセンサ領域上及び／又はセンサエリア上に配置されるように、設計され得る。例として、センサエリアは、この状態を確実にするために対応するサイズを有するように、選択され得る。

【0139】

さらなる態様では、本発明は、本発明による少なくとも1つの検出器を用いることによって、少なくとも1つの物体の少なくとも1つの材料特性を決定する方法を開示している。本方法は、以下のステップ：

a) 光センサのマトリックスを有する少なくとも1つのセンサ要素を使用することによって、物体の少なくとも1つの反射画像を決定するステップであって、前記光センサはそれぞれ感光エリアを有する、ステップと；

b) 少なくとも1つの評価装置を使用することによって、前記反射画像の少なくとも1つのビームプロファイルを評価することにより、材料特性を決定するステップであって、前記評価は、

b1) 少なくとも1つの距離依存画像フィルタ ϕ_1 を前記反射画像に適用することによって、少なくとも1つの距離特徴 ϕ_{1z} を決定することであって、前記距離依存画像フィルタは、光子比からの深度フィルタ；デフォーカスからの深度フィルタ；又はそれらの線形結合；又は、 $|\rho\phi_{1other}, \phi_z| \geq 0.40$ (ϕ_z は、光子比からの深度フィルタ又はデフォーカスからの深度フィルタ又はそれらの線形結合のうちの1つ) によって、光子比からの深度フィルタ及び／又デフォーカスからの深度フィルタ又はそれらの線形結合に相関するさらなる距離依存画像フィルタ ϕ_{1other} 、からなる群から選択される少なくとも1つのフィルタである、少なくとも1つの距離特徴 ϕ_{1z} を決定ことと、

b2) 少なくとも1つの材料依存画像フィルタ ϕ_2 を前記反射画像に適用することによって、少なくとも1つの材料特徴 ϕ_{2m} を決定することであって、前記材料依存画像フィルタは、輝度フィルタ；スポット形状フィルタ；二乗ノルム勾配；標準偏差；ガウスフィルタ又はメディアンフィルタなどの平滑性フィルタ；グレーレベル発生ベースのコントラストフィルタ；グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタ；グレーレベル発生ベースの均一性フィルタ；グレーレベル発生ベースの非類似性フィルタ；ローのエネルギーフィルタ；閾値領域フィルタ；もしくはこれらの線形結合；又は、 $|\rho\phi_{2other}, \phi_m| \geq 0.40$ (ϕ_m は、輝度フィルタ、スポット形状フィルタ、二乗ノルム勾配、標準偏差、平滑性フィルタ、グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタ、グレーレベル発生ベースの均一性フィルタ、グレーレベル発生ベースの非類似性フィルタ、ローのエネルギーフィルタ、もしくは閾値領域フィルタ又はそれらの線形結合のうちの1つ) によって、輝度フィルタ、スポット形状フィルタ、二乗ノルム勾配、標準偏差、平滑性フィルタ、グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタ、グレーレベル発生ベースの均一性フィルタ、グレーレベル発生ベースの非類似性フィルタ、ローのエネルギーフィルタ、もしくは閾値領域フィルタ又はそれらの線形結合の1つ以上に相関するさらなる材料依存画像フィルタ ϕ_{2other} 、からなる群から選択される少なくとも1つのフィルタである、少なくとも1つの材料特徴 ϕ_{2m} を決定することと、

b3) 前記距離特徴 ϕ_{1z} 及び前記材料特徴 ϕ_{2m} を評価することによって、縦方向座標 z 及び前記材料特性 m を決定することと、を含む、ステップと、を含む。

【0140】

方法ステップは、所定の順序で実行されてもよいし、異なる順序で実行されてもよい。さらに、列挙されていない1つ以上の追加の方法ステップが存在してもよい。さらに、方法ステップの1つ、1つより多く、又は、すべてさえも、繰り返し実行されてよい。詳細

10

20

30

40

50

、選択肢、及び定義については、上述した検出器を参照することができる。したがって、具体的には、上記で説明されたように、本方法は、上記で与えられ又は以下でさらに詳細に与えられる1つ以上の実施形態によるなどの、本発明による検出器の使用を含むことができる。

【0141】

さらなる態様では、本発明は、本発明による少なくとも1つの検出器を用いることにより、少なくとも1つの物体の少なくとも1つの材料特性を決定する方法を開示している。本方法は、以下のステップ：

a) 光センサのマトリックスを有する少なくとも1つのセンサ要素を使用することによって、物体の少なくとも1つの反射画像を決定するステップであって、前記光センサはそれぞれ感光エリアを有する、ステップと；

10

b) 少なくとも1つの評価装置を使用することによって、前記反射画像の少なくとも1つのビームプロファイルを評価することにより、材料特性を決定するステップであって、前記評価は、

b1) 少なくとも1つの距離依存画像フィルタ ϕ_1 を前記反射画像に適用することによって、少なくとも1つの距離特徴 ϕ_{1z} を決定することであって、前記距離依存画像フィルタは、光子比からの深度フィルタ；デフォーカスからの深度フィルタ；又はそれらの線形結合；又は、 $|\rho_{\phi 1 other}, \phi_z| \geq 0.40$ (ϕ_z は、光子比からの深度フィルタ又はデフォーカスからの深度フィルタ又はそれらの線形結合のうちの1つ)によって、光子比からの深度フィルタ及び／又デフォーカスからの深度フィルタ又はそれらの線形結合に相関するさらなる距離依存画像フィルタ $\phi_{1 other}$ 、からなる群から選択される少なくとも1つのフィルタである、少なくとも1つの距離特徴 ϕ_{1z} を決定することと、

20

b2) 少なくとも1つの材料依存画像フィルタ ϕ_2 を前記反射画像に適用することによって、少なくとも1つの材料特徴 ϕ_{2m} を決定することであって、前記材料依存画像フィルタは、仮説検証を通過する少なくとも1つのフィルタであって、前記仮説検証は、フィルタが材料分類を区別しないヌル仮説と、フィルタが少なくとも2つの材料分類を区別する代替検証を使用し、前記フィルタは、p値であるpが予め定義された有意水準よりも小さいか等しい場合は、前記仮説検証を通過する、少なくとも1つの材料特徴 ϕ_{2m} を決定することと、

b3) 前記距離特徴 ϕ_{1z} 及び前記材料特徴 ϕ_{2m} を評価することによって、縦方向座標 z 及び前記材料特性 m を決定することと、を含む、ステップと、を含む。

30

【0142】

方法ステップは、所定の順序で実行されてもよいし、異なる順序で実行されてもよい。さらに、列挙されていない1つ以上の追加の方法ステップが存在してもよい。さらに、方法ステップの1つ、1つより多く、又は、すべてさえも、繰り返し実行されてよい。詳細、選択肢、及び定義については、上述した検出器を参照することができる。したがって、具体的には、上記で説明されたように、本方法は、上記で与えられ又は以下でさらに詳細に与えられる1つ以上の実施形態によるなどの、本発明による検出器の使用を含むことができる。

40

【0143】

さらなる態様では、本発明は、本発明による少なくとも1つの検出器を用いて、少なくとも1つの物体の少なくとも1つの材料特性を決定する方法を開示している。本方法は、以下のステップ：

a) 光センサのマトリックスを有する少なくとも1つのセンサ要素を使用することによって、物体の少なくとも1つの反射画像を決定するステップであって、前記光センサはそれぞれ感光エリアを有する、ステップと；

b) 少なくとも1つの評価装置を使用することによって、前記反射画像の少なくとも1つのビームプロファイルを評価することにより、材料特性を決定するステップであって、前記評価は、

50

b 1) 少なくとも1つの距離依存画像フィルタ ϕ_1 を前記反射画像に適用することによって、少なくとも1つの距離特徴 ϕ_{1z} を決定することであって、前記距離依存画像フィルタは、光子比からの深度フィルタ；デフォーカスからの深度フィルタ；又はそれらの線形結合；又は、 $|\rho\phi_{1other}, \phi_z| \geq 0.40$ (ϕ_z は、光子比からの深度フィルタ又はデフォーカスからの深度フィルタ又はそれらの線形結合のうちの1つ) によって、光子比からの深度フィルタ及び／又はデフォーカスからの深度フィルタ又はそれらの線形結合に相関するさらなる距離依存画像フィルタ ϕ_{1other} 、からなる群から選択される少なくとも1つのフィルタである、少なくとも1つの距離特徴 ϕ_{1z} を決定すること、

b 2) 少なくとも1つの材料依存画像フィルタ ϕ_2 を前記反射画像に適用することによって、少なくとも1つの材料特徴 ϕ_{2m} を決定すること、

b 3) 前記距離特徴 ϕ_{1z} 及び前記材料特徴 ϕ_{2m} を評価することによって、縦方向座標 z 及び前記材料特性 m を決定することと、を含む、ステップと、を含む。

【0144】

方法ステップは、所定の順序で実行されてもよいし、異なる順序で実行されてもよい。さらに、列挙されていない1つ以上の追加の方法ステップが存在してもよい。さらに、方法ステップの1つ、1つより多く、又は、すべてさえも、繰り返し実行されてよい。詳細、選択肢、及び定義については、上述した検出器を参照することができる。したがって、具体的には、上記で説明されたように、本方法は、上記で与えられ又は以下でさらに詳細に与えられる1つ以上の実施形態によるなどの、本発明による検出器の使用を含むことができる。

【0145】

本発明のさらなる態様においては、上記で与えられた又は以下でさらに詳細に与えられる1つ以上の実施形態などによる、本発明による検出器の使用が、交通技術における位置測定；娯楽用途；セキュリティ用途；監視用途；安全用途；ヒューマンマシンインターフェース用途；追跡用途；写真用途；画像化又はカメラ用途；少なくとも1つの空間マップを生成するためのマッピング用途；車両用のホーミング又は追跡ビーコン検出器；屋外用途；モバイル用途；通信用途；マシンビジョン用途；ロボット用途；品質管理用途；製造用途、からなる群から選択される使用目的のために、提案される。

【0146】

物体は、一般的に、生物であってもよく、又は、非生物であってもよい。検出器又は検出器システムは、少なくとも1つの物体を含んでよく、それによって、該物体は、検出器システムの一部を形成する。しかし、好ましくは、物体は、少なくとも1つの空間次元において、検出器から独立して移動することが可能である。物体は一般的に任意の物体であってもよい。一実施形態では、物体は剛体物体であってよい。例えば、物体が非剛体物体であるか、又はその形状を変化させ得る物体など、他の実施形態が可能である。

【0147】

本発明の検出器及び装置のさらなる使用に関しては、WO2018/091649A1、WO2018/091638A1及びWO2018/091640A1が参照され、その内容は参照によって含まれる。

【0148】

具体的には、本出願は、写真撮影の分野に適用され得る。したがって、検出器は、写真撮影装置、具体的には、デジタルカメラの一部であってよい。特に、検出器は3D写真撮影、具体的にはデジタル3D写真撮影に使用され得る。したがって、検出器はデジタル3Dカメラを形成し、又はデジタル3Dカメラの一部であってよい。本明細書で使用される場合、「写真撮影」という用語は、一般的に少なくとも1つの物体の画像情報を取得する技術を指す。本明細書でさらに使用されるとき、「カメラ」は一般に写真撮影を行うのに構成された装置である。本明細書でさらに使用される場合、「デジタル写真撮影」という用語は一般に、照射の強度及び／又は色を示す電気信号、好ましくは、デジタル電気信号を生成するように構成された複数の感光要素を使用することによって、少なくとも1つの

10

20

30

40

50

物体の画像情報を取得する技術を指す。本明細書でさらに使用される場合、「3D写真撮影」という用語は一般的に、三次元空間における少なくとも1つの物体の画像情報を取得する技術を指す。したがって、3Dカメラは3D写真撮影を実行するように構成された装置である。カメラは一般的に、単一の画像、例えば単一の3D画像を取得するように構成されてもよく、又は複数の画像、例えば一連の画像を取得するように構成されてよい。したがって、カメラは、デジタルビデオシーケンスを取得するためなどの、ビデオ用途に構成されたビデオカメラであってもよい。

【0149】

したがって、一般的に、本発明は、さらに、少なくとも1つの物体を画像化するためのカメラ、具体的には、デジタルカメラ、より具体的には、3Dカメラ又はデジタル3Dカメラに言及する。上記で概説したように、「画像化」という用語は、本明細書で使用される場合、一般的に、少なくとも1つの物体の画像情報を取得することを指す。カメラは本発明による少なくとも1つの検出器を含む。カメラは、上記で概説したとおり、単一の画像を取得するように構成されてもよく、又は画像シーケンス、好ましくはデジタルビデオシーケンスなどの複数の画像の取得するように構成されてもよい。したがって、一例として、カメラは、ビデオカメラであるか、又は、それを含み得る。後者の場合、カメラは好ましくは画像シーケンスを保存するためのデータメモリを含む。

【0150】

本発明で使用されるとき、「位置」という表現は一般的に、物体の1つ以上の点の絶対位置及び方向付けに関する少なくとも1つの情報項目を指す。したがって、具体的には、位置は検出器の座標系、例えばデカルト座標系において決定され得る。しかし、付加的又は代替的に、他の種類の座標系、例えば極座標系及び／又は球座標系も使用され得る。

【0151】

上記に概説されたように、及び、さらに詳細に下記に概説されるように、本発明は好ましくはヒューマンマシンインターフェース分野、スポーツ分野、及び／又はコンピュータゲーム分野に適用され得る。したがって、好ましくは、物体は、ラケット、クラブ、バットからなる群から好ましくは選択されるスポーツ用品、衣類、帽子、靴からなる群から選択されることができる。他の実施形態も実現可能である。

【0152】

検出器の座標系であってよい物体位置を決定するための座標系に関して、検出器は、検出器の光軸が z 軸を形成し、また追加的に z 軸に直交しかつ互いに直交する x 軸と y 軸が提供され得る座標系を、構成することができる。一例として、検出器及び／又は検出器の一部は、この座標系の原点など、この座標系における特定の点に所在し得る。この座標系において、 z 軸に平行又は逆平行な方向を縦方向と見なすことができ、 z 軸に沿った座標を、縦方向座標と考えることができる。縦方向に対して垂直な任意の方向を横方向と考え、 x 座標及び／又は y 座標を横方向座標と考えることができる。

【0153】

代替的に、他のタイプの座標系を使用してよい。したがって、一例として、光軸が z 軸を形成し、 z 軸からの距離及び極角が付加的な座標として使用され得る極座標系を使用することができる。同様に、 z 軸に平行又は逆平行な方向を縦方向と見なすことができ、 z 軸に沿った座標を縦方向座標と考えることができる。 z 軸に対して垂直な任意の方向を横方向と考え、また極座標及び／又は極角を横方向座標と考えることができる。

【0154】

検出器は、少なくとも1つの物体及び／又はその一部の位置に関する少なくとも1つの情報項目を提供するように構成された装置であってよい。したがって、位置は、好ましくは検出器の座標系における、物体又は物体の一部の位置を完全に記述する情報項目を指してもよく、又は位置を部分的にのみ記述する部分的情報を指してもよい。検出器は一般的に、ビーコン装置から検出器へと伝播する光ビームなどの光ビームを検出するように構成された装置であり得る。

【0155】

評価装置及び検出器は、単一の装置に完全に又は部分的に一体化されてよい。したがって、一般的に、評価装置も検出器の一部を形成することができる。代替的に、評価装置及び検出器は、別々の装置として完全に又は部分的に具現化されてよい。検出器はさらなる構成要素を含んでよい。

【0156】

検出器は、固定式装置、又は移動式装置であってよい。さらに、検出器は独立型装置であってもよく、あるいはコンピュータ、車両又は如何なる他の装置のような別の装置の一部を形成していてもよい。さらに、検出器は携帯型装置であってよい。検出器の他の実施形態も実現可能である。

【0157】

評価装置は、1つ以上の特定用途向け集積回路（ASIC）などの1つ以上の集積回路、及び／又は、1つ以上コンピュータ、好ましくは1つ以上のマイクロコンピュータ、及び／又はマイクロコントローラ、フィールドコンパイラアレイ、又はデジタルシグナルプロセッサなどの、1つ以上のデータ処理装置であるか、又はそれらを含んでいてもよい。追加の構成要素、例えば、1つ以上の処理装置、及び／又は1つ以上のAD変換器及び／又は1つ以上のフィルタなどの、センサ信号の受信及び／又は前処理を行う1つ以上装置などのデータ収集装置が含まれていてもよい。さらに、評価装置は、電流及び／又は電圧を測定するための1つ以上の測定装置などの、1つ以上の測定装置を備えることができる。さらに、評価装置は1つ以上のデータ保存装置を含むことができる。さらに、評価装置は、1つ以上のインターフェイス、例えば1つ以上の無線インターフェイス及び／又は1つ以上の有線インターフェイスを含むことができる。

【0158】

少なくとも1つの評価装置は、例えば本発明による方法の方法ステップの1つ又は複数又はすべてさえも実行又はサポートするように構成された少なくとも1つのコンピュータプログラムなどの、少なくとも1つのコンピュータプログラムを実行するように構成され得る。一例として、センサ信号を入力変数として使用することによって物体の位置を決定する1つ以上のアルゴリズムが、実装され得る。

【0159】

評価装置は、光センサ及び／又は評価装置によって得られる情報などの情報を、表示すること、視覚化すること、分析すること、配布すること、通信すること、又は、さらに処理することのうちの1つ以上のために使用され得る少なくとも1つのさらなるデータ処理装置に、接続されることができ、又は、それを含むことができる。データ処理装置は、一例として、ディスプレイ、プロジェクタ、モニタ、LCD、TFT、ラウドスピーカ、マルチチャンネルサウンドシステム、LEDパターン、又は、さらなる視覚化装置うちの少なくとも1つに接続されることができ、又は、それを組み込むことができる。それはさらに、Eメール、テキストメッセージ、電話、Bluetooth（登録商標）、Wi-Fi、赤外線又はインターネットインターフェイス、ポート又は接続部のうちの1つ又は複数を使用して、暗号化された情報又は暗号化されていない情報を送ることができる、通信装置又は通信インターフェイス、コネクタ又はポートのうちの少なくとも1つに、さらに接続されることができ、又はそれを組み込むことができる。それはさらに、プロセッサ、グラフィックプロセッサ、CPU、Open Multimedia Applications Platform（OMAP（登録商標））、集積回路、Apple Aシリーズ又はSamsung S3C2シリーズの製品、マイクロコントローラ又はマイクロプロセッサなどのようなシステムオンチップ、ROM、RAM、EEPROM、又はフラッシュメモリなどの1つ以上のメモリブロック、発振器もしくは位相同期ループなどのタイミングソース、カウンタタイマ、リアルタイムタイマ、又はパワーオンリセットジェネレーター、電圧調整器、電力管理回路、又はDMAコントローラのうちの少なくとも1つにさらに接続されることができ、又はそれを組み込むことができる。個々のユニットは、さらに、AMBAバスなどのバスによって、モノのインターネット又はインダストリー4.0タイプのネットワークに接続され得るか、統合され得る。

10

20

30

40

50

【0160】

評価装置及び／又はデータ処理装置は、シリアル又はパラレルのインターフェイス又はポート、USB、Centronics Port、FireWire（登録商標）、HDMI（登録商標）、イーサネット（登録商標）、Bluetooth（登録商標）、RFID、Wi-Fi、USART、もしくはSPIのうちの1つ以上などの外部インターフェイス又はポート、あるいは、ADC又は、DAC、又はCamera LinkのようなRGBインターフェイスを使用して2Dカメラ装置のようなさらなる装置への標準化されたインターフェイスもしくはポートのうちの1つ以上などのアナログインターフェイス又はポートによって接続されていてもよく、又はそれらを有していてもよい。さらに、評価装置及び／又はデータ処理装置は、さらに、プロセッサ間インターフェイスもしくはポート、FPGA-FPGAインターフェイス、又は、シリアルもしくはパラレルインターフェイスポートのうちの1つ以上によって接続され得る。さらに、評価装置及びデータ処理装置は、さらに、光学ディスクドライブ、CD-RWドライブ、DVD+RWドライブ、フラッシュドライブ、メモリカード、ディスクドライブ、ハードディスクドライブ、ソリッドステートディスク、又はソリッドステートハードディスクのうちの1つ以上に接続され得る。

10

【0161】

評価装置及び／又はデータ処理装置は、フォンコネクタ、RCAコネクタ、VGAコネクタ、雄雌同体コネクタ、USBコネクタ、HDMI（登録商標）コネクタ、8P8Cコネクタ、BCNコネクタ、IEC60320 C14コネクタ、光ファイバコネクタ、Dサブミニチュアコネクタ、RFコネクタ、同軸コネクタ、SCARTコネクタ、XLRコネクタのうちの1つ以上などの、1つ以上のさらなる外部コネクタによって接続されていてもよく、又は、それらを有していてもよく、及び／又は、これらのコネクタのうちの1つ以上のための少なくとも1つの適切なソケットを組み込んでいてもよい。

20

【0162】

本発明による検出器、評価装置、又はデータ処理装置のうち1つ以上を組み込んだ単一の装置、例えば、光センサ、光学システム、評価装置、通信装置、データ処理装置、インターフェイス、システムオンチップ、ディスプレイ装置、又はさらなる電子装置のうち1つ以上を組み込んだ単一の装置の可能な実施形態としては、携帯電話、パーソナルコンピュータ、タブレットPC、テレビジョン、ゲームコンソール、又はさらなる娯楽装置がある。さらなる実施形態では、さらに詳細に下記に概説される3Dカメラ機能が、装置のハウジング又は外見における顕著な相違なしに、従来の2Dデジタルカメラを有する利用可能な装置の中に一体化されることができ、そこでは、ユーザにとっての顕著な相違は、3D情報を取得及び／又は処理することの機能だけであることが可能である。さらに本発明による装置は、360度デジタルカメラ又はサラウンドビューカメラに使用されることができる。

30

【0163】

具体的には、検出器、及び／又は、評価装置及び／又はデータ処理装置などのその一部を組み込んだ実施形態としては、3Dカメラの機能のために、ディスプレイ装置、データ処理装置、光センサ、任意のセンサ光学系、及び評価装置を組み込んだ携帯電話があり得る。本発明による検出器は、特に、娯楽装置及び／又は携帯電話などの通信装置に一体化するのに適することができる。

40

【0164】

ヒューマンマシンインターフェースは、ユーザに直接又は間接的に取り付けられるか、ユーザによって保持されるかの少なくとも1つに構成された複数のビーコン装置を含むことができる。したがって、ビーコン装置の各々は、適切な固定装置などの任意の適切な手段によってユーザに独立して取り付けられることができる。追加的又は代替的に、ユーザは、少なくとも1つのビーコン装置又はビーコン装置の1つ以上を手を持つことによって、及び／又は、少なくとも1つのビーコン装置及び／又はビーコン装置を身体部分に含む衣服を着用することによって、保持及び／又は携帯することができる。

50

【0165】

ビーコン装置は一般に、少なくとも1つの検出器によって検出され得る任意の装置、及び／又は、少なくとも1つの検出器による検出を容易にする任意の装置であり得る。したがって、上記で概説したように、又は以下でさらに概説するように、ビーコン装置は、少なくとも1つの光ビームを生成するための1つ以上の照射源を有することによって、検出器によって検出される少なくとも1つの光ビームを生成するように構成された能動型ビーコン装置であり得る。追加的に代替的に、ビーコン装置は、別個の照射源によって生成された光ビームを反射するように構成された1つ以上の反射要素を提供することなどによって、完全に又は部分的に受動型ビーコン装置として設計されることができる。少なくとも1つのビーコン装置は、直接的又は間接的な方法で恒久的又は一時的にユーザに取り付け

10

【0166】

追加的に又は代替的に、ビーコン装置は、物体に取り付けられたもの、及びユーザによって保持されている物体に一体化されたもの少なくとも1つであり、これは、本発明の意味において、ユーザがビーコン装置を保持しているという選択肢に含まれるべきである。したがって、以下にさらに詳細に概説されるように、ビーコン装置は、ヒューマンマシンインターフェースの一部であってよく、及びユーザによって保持又は携帯されてよく、及び、その方向付けが検出器装置によって認識され得る、制御要素に取り付けられ又は一体化されることができる。したがって、一般に、本発明は、本発明による少なくとも1つの検出器装置を含み、さらに少なくとも1つの物体を含み得る検出器システムも指し、ここでは、ビーコン装置は、物体に取り付けられ、物体によって保持され、物体に一体化されたものうち、少なくとも1つである。一例として、物体は好ましくは、その方向付けがユーザによって認識され得る制御要素を形成することができる。したがって、検出器システムは、上で概説したように、又は以下でさらに詳細に概説するように、ヒューマンマシンインターフェースの一部であってよい。一例として、ユーザは、1つ以上のコマンドをマシンに伝送するためなど、1つ以上の情報をマシンに伝送するために、特定の方法で制御要素を取り扱うことができる。

20

30

【0167】

代替的に、検出器システムは、他の方法で使用されてもよい。したがって、一例として、検出器システムの物体は、ユーザ、又は、ユーザの身体の一部とは異なってもよく、また、一例として、ユーザから独立して動く物体であってよい。一例として、検出器システムは、装置及び／又は製造プロセス及び／又はロボット工学プロセスなどの工業プロセスを制御するために使用されてよい。したがって、一例として、物体は、マシン、及び／又は、方向付けが検出器システムを使用することによって検出され得るロボットアームなどのマシン部品であり得る。

【0168】

ヒューマンマシンインターフェースは、検出器装置が、ユーザの位置、又は、ユーザの少なくとも1つの身体部分の位置に関する少なくとも1つの情報項目を生成するように構成されてよい。具体的には、少なくとも1つのビーコン装置のユーザへの取り付け方法が既知である場合、該少なくとも1つのビーコン装置の位置を評価することによって、ユーザ又はユーザの身体部分の位置及び／又は方向付けに関する少なくとも1つの情報項目が取得され得る。

40

【0169】

ビーコン装置は、好ましくは、ユーザの身体又はユーザの身体部分に取り付け可能なビーコン装置、及びユーザが保持し得るビーコン装置のうちの1つである。上記に概説されているように、ビーコン装置は、完全に又は部分的に能動型ビーコン装置として設計されることができる。したがって、ビーコン装置は、検出器へ伝送される少なくとも1つの光

50

ビーム、好ましくはビーム特性が既知である少なくとも1つの光ビームを生成するように構成された少なくとも1つの照射源を含むことができる。追加的又は代替的に、ビーコン装置は、照射源により生成された光を反射し、それによって検出器へ伝送される反射光ビームを生成するように構成された少なくとも1つの反射体を含むことができる。

【0170】

検出器システムの一部を形成し得る物体は、一般的に任意の形状を有し得る。好ましくは、検出器システムの一部である物体は、上で説明したように、手動などでユーザによって取り扱われ得る制御要素であってよい。一例として制御要素は、手袋、ジャケット、帽子、靴、ズボン及びスーツ、手で保持できる杖、バット、クラブ、ラケット、鞭、トイガンのような玩具からなる群から選択される少なくとも1つの要素であるか、又はそれを含んでいてもよい。したがって、一例として、検出器システムは、ヒューマンマシンインターフェース及び／又は娯楽装置の一部であってよい。

10

【0171】

本明細書で使用される場合、娯楽装置は、以下では1人以上のプレイヤーとも呼ばれる、1人以上のユーザのレジャー及び／又は娯楽の目的に供することができる装置である。一例として、娯楽装置はゲーミング、好ましくはコンピュータゲーミングの目的に供し得る。したがって、娯楽装置は、コンピュータ、コンピュータネットワーク、又はコンピュータシステムに実装されることができ、又は、1つ以上のゲーミングソフトウェアプログラムを実行するコンピュータ、コンピュータネットワーク又はコンピュータシステムを含むことができる。

20

【0172】

娯楽装置は、上記にて開示された1つ以上の実施形態による、及び／又は以下で開示される1つ以上の実施形態によるなどの、本発明による少なくとも1つのヒューマンマシンインターフェースを含む。娯楽装置は、少なくとも1つの情報項目がヒューマンマシンインターフェースを用いてプレイヤーによって入力されることを可能にするように設計されている。該少なくとも1つの情報項目は、娯楽装置のコントローラ及び／もしくはコンピュータに伝送されることができ、及び／又は、これらによって使用されることができ。該少なくとも1つの情報項目は、好ましくは、ゲームの進行に影響を与えるように構成された少なくとも1つのコマンドを含むことができる。したがって、一例として、少なくとも1つの情報項目は、プレイヤー及び／又はプレイヤーの1つ以上の身体部分の少なくとも1つの方向付けに関する少なくとも1項目の情報を含むことができ、それによって、プレイヤーがゲーミングのために必要とされる特定の位置及び／又は方向付け及び／又は行動をシミュレートすることを可能にする。一例として、以下の動きの1つ以上は、シミュレートされ、及び、娯楽装置のコントローラ及び／又はコンピュータに伝達され得る：ダンス；ランニング；ジャンプ；ラケットのスイング；バットのスイング；クラブのスイング；例えば、トイガンを標的に向けることなど、ある物体を他の物体へ向けること。

30

【0173】

娯楽装置は、好ましくは、娯楽装置のコントローラ及び／又はコンピュータは、一部として又は全体として、情報に応じて娯楽機能を変更するように設計される。したがって、上述したように、ゲームの進行は、少なくとも1つの情報項目に応じて影響を受けることができる。したがって、娯楽装置は、少なくとも1つの検出器の評価装置とは別個の1つ以上のコントローラ、及び／又は、少なくとも1つの評価装置と完全に又は部分的に同一である1つ以上のコントローラ、又は、少なくとも1つの評価装置を含むことさえできる1つ以上のコントローラ、を含み得る。好ましくは、少なくとも1つのコントローラは、1つ以上のコンピュータ及び／又はマイクロコントローラなどの、1つ以上のデータ処理装置を含むことができる。

40

【0174】

さらに本明細書で使用される場合、「追跡システム」は、少なくとも1つの物体及び／又は物体の少なくとも一部の、一連の過去の位置に関する情報を収集するように構成された装置である。さらに、追跡システムは、少なくとも1つの物体又は物体の少なくとも一

50

部の予測される少なくとも1つの将来の位置及び／又は方向付けに関する情報を提供するように構成されることができる。追跡システムは、少なくとも1つの追跡コントローラを有し、該少なくとも1つの追跡コントローラは、電子装置として、好ましくは少なくとも1つのデータ処理装置として、より好ましくは少なくとも1つのコンピュータ又はマイクロコントローラとして完全に又は部分的に具現化されることができる。繰り返しになるが、該少なくとも1つの追跡コントローラは、少なくとも1つの評価装置を完全に又は部分的に有してもよく、及び／又は、少なくとも1つの評価装置の一部であってもよく、及び／又は、完全に又は部分的に少なくとも1つの評価装置と同一であってもよい。

【0175】

追跡システムは、上記に挙げた1つ以上の実施形態に開示されているような、及び／又は下記の1つ以上の実施形態において開示されるような、少なくとも1つの検出器などの、本発明による少なくとも1つの検出器を含む。追跡システムはさらに、少なくとも1つの追跡コントローラを含む。追跡コントローラは、少なくとも1つの位置情報及び少なくとも1つの時間情報をそれぞれ含むデータ又はデータ対のグループを記録することなどにより、特定の時点での物体の一連の位置を追跡するように構成されている。

【0176】

追跡システムはさらに、本発明による少なくとも1つの検出器システムを含んでよい。したがって、少なくとも1つの検出器及び少なくとも1つの評価装置及び任意の少なくとも1つのビーコン装置に加えて、追跡システムは、さらに、物体自体又はその一部、例えば、ビーコン装置又は少なくとも1つのビーコン装置を含む少なくとも1つの制御要素を含むことができ、該制御要素は、追跡される物体に直接又は間接的に取り付け可能であるか、又は一体化可能である。

【0177】

追跡システムは、追跡システム自体、及び／又は1つ以上の別個の装置の1つ以上の動作を開始するように構成され得る。後者の目的のために、追跡システム、好ましくは、追跡コントローラは、少なくとも1つの動作を開始するための1つ以上の無線及び／又は有線接続インターフェイス及び／又は他のタイプの制御接続を有することができる。好ましくは、少なくとも1つの追跡コントローラは、物体の少なくとも1つの実際の位置にしたがって少なくとも1つの動作を開始するように構成され得る。一例として、動作は、物体の将来の位置を予測すること；少なくとも1つの装置を物体に向けること；少なくとも1つの装置を検出器に向けること；物体を照射すること；検出器を照射すること、からなる群から選択され得る。

【0178】

追跡システムの適用の一例として、追跡システムは、第1物体及び／又は第2物体が動いても、少なくとも1つの第1物体を少なくとも1つの第2物体に連続的に向けるように使用されることができる。同じく可能な例は、ロボット工学、及び／又は製造ラインもしくは組み立てラインにおける製造途中など、物品がたとえ移動中であっても物品に対して継続的に行う作業などの産業用途に見出すことができる。追加的に又は代替的に、追跡システムは、物体が移動しているかもしれないにもかかわらず、照射源を物体に連続的に向けることによって、物体を連続的に照射することなど、照射目的のために使用され得る。さらなる用途は、送信機を移動中の物体に向けることによって、連続的に情報を移動中の物体に伝送するためなど、通信システムに見出すことができる。

【0179】

本発明のさらなる態様では、電子装置で使用するための慣性測定ユニットが開示されている。慣性測定ユニットは、本発明による少なくとも1つの検出器によって決定されたデータを受信するように適合されている。慣性測定ユニットはさらに：車輪速度センサ、回転速度センサ、傾斜センサ、方位センサ、モーションセンサ、磁気流体力学センサ、力センサ、角度センサ、角速度センサ、磁場センサ、磁力計、加速度計；ジャイロスコープからなる群から選択された少なくとも1つのさらなるセンサによって決定されたデータを、受け取るように適合されている。慣性測定ユニットは、検出器と少なくとも1つのさらな

10

20

30

40

50

るセンサからのデータを評価することにより、空間内の位置、空間内の相対又は絶対運動、回転、加速度、方向、角度位置、傾斜、回転率、速度からなる群から選択される電子装置の少なくとも1つの特性を決定するように適合されている。

【0180】

慣性測定ユニットは、本発明による検出器を含んでいてよく、及び／又は少なくとも1つのデータ接続を介して該検出器に接続されていてもよい。慣性測定ユニットの評価装置及び／又は少なくとも1つの処理装置は、特に、少なくとも1つの再帰フィルタを使用することによって、少なくとも1つの結合距離情報を決定するように構成されてよい。再帰フィルタは、慣性測定ユニットのさらなるセンサからのさらなるセンサデータなどのさらなるセンサデータ及び／又はさらなるパラメータを考慮して、結合距離情報を決定するように構成されてよい。慣性測定ユニットの定義及び実施形態に関しては、検出器の説明を参照されたい。

【0181】

全体として、本発明の文脈において、以下の実施形態が好ましいと考えられる。

【0182】

実施形態1：少なくとも1つの材料特性 m を識別するための検出器であって、

－ 光センサのマトリックスを含む少なくとも1つのセンサ要素であって、前記光センサはそれぞれが感光エリアを有し、前記センサ要素は少なくとも1つの物体から発生する光ビームの少なくとも1つの反射画像を記録するように構成されている、センサ要素と；
－ 前記反射画像の少なくとも1つのビームプロファイルを評価することによって前記材料特性を決定するように構成された少なくとも1つの評価装置であって、

前記評価装置は、少なくとも1つの距離依存画像フィルタ ϕ_1 を前記反射画像に適用することによって、少なくとも1つの距離特徴 ϕ_{1z} を決定するように構成されており、前記距離依存画像フィルタは、光子比からの深度フィルタ；デフォーカスからの深度フィルタ；又はそれらの線形結合；又は、 $|\rho\phi_{1other}, \phi_z| \geq 0.40$ によって光子比からの深度フィルタ及び／又デフォーカスからの深度フィルタ又はそれらの線形結合に相関するさらなる距離依存画像フィルタ ϕ_{1other} 、からなる群から選択される少なくとも1つのフィルタであり、ここで ϕ_z は、光子比からの深度フィルタ又はデフォーカスからの深度フィルタ又はそれらの線形結合のうちの1つであり、

前記評価装置は、少なくとも1つの材料依存画像フィルタ ϕ_2 を前記反射画像に適用することによって、少なくとも1つの材料特徴 ϕ_{2m} を決定するように構成されており、前記材料依存画像フィルタは、輝度フィルタ；スポット形状フィルタ；二乗ノルム勾配；標準偏差；ガウスフィルタ又はメディアンフィルタなどの平滑性フィルタ；グレーレベル発生ベースのコントラストフィルタ；グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタ；グレーレベル発生ベースの均一性フィルタ；グレーレベル発生ベースの非類似性フィルタ；ローのエネルギーフィルタ；閾値領域フィルタ；もしくはこれらの線形結合；又は、 $|\rho\phi_{2other}, \phi_m| \geq 0.40$ によって輝度フィルタ、スポット形状フィルタ、二乗ノルム勾配、標準偏差、平滑性フィルタ、グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタ、グレーレベル発生ベースの均一性フィルタ、グレーレベル発生ベースの非類似性フィルタ、ローのエネルギーフィルタ、もしくは閾値領域フィルタ、又はそれらの線形結合の1つ以上に相関するさらなる材料依存画像フィルタ ϕ_{2other} 、からなる群から選択される少なくとも1つのフィルタであり、ここで ϕ_m は、輝度フィルタ、スポット形状フィルタ、二乗ノルム勾配、標準偏差、平滑性フィルタ、グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタ、グレーレベル発生ベースの均一性フィルタ、グレーレベル発生ベースの非類似性フィルタ、ローのエネルギーフィルタ、もしくは閾値領域フィルタ、又はそれらの線形結合のうちの1つであり、

前記評価装置は、前記距離特徴 ϕ_{1z} 及び前記材料特徴 ϕ_{2m} を評価することによって、縦方向座標 z 及び前記材料特性 m を決定するように構成されている、評価装置と、を含む、検出器。

【0183】

10

20

30

40

50

実施形態2：前記材料依存画像フィルタは、仮説検証を通過する少なくとも1つのフィルタであって、前記仮説検証は、フィルタが材料分類を区別しないヌル仮説及びフィルタが少なくとも2つの材料分類を区別する代替仮説を使用し、前記フィルタは、 p 値である p が予め定義された有意水準よりも小さいか等しい場合は、仮説検証を通過する、先行する実施形態による検出器。

【0184】

実施形態3： $p \leq 0.075$ 、好ましくは $p \leq 0.05$ 、より好ましくは $p \leq 0.025$ 、最も好ましくは $p \leq 0.01$ である、先行する実施形態による検出器。

【0185】

実施形態4：前記少なくとも1つの材料特性は、散乱係数、透光性、透明性、ランバート表面反射からの偏差、スペckルなどからなる群から選択される特性である、先行する実施形態のいずれか1つによる検出器。

10

【0186】

実施形態5：前記さらなる距離依存画像フィルタ ϕ_{1other} は、 $|\rho_{\phi_{1other}, \phi_z}| \geq 0.60$ 、好ましくは $|\rho_{\phi_{1other}, \phi_z}| \geq 0.80$ によって、前記距離依存画像フィルタ ϕ_z の1つ以上と相関している、先行する実施形態のいずれか1つによる検出器。

【0187】

実施形態6：前記さらなる材料依存画像フィルタ ϕ_{2other} は、 $|\rho_{\phi_{2other}, \phi_m}| \geq 0.60$ 、好ましくは $|\rho_{\phi_{2other}, \phi_m}| \geq 0.80$ によって、前記材料依存画像フィルタ ϕ_m の1つ以上と相関している、先行する実施形態のいずれか1つによる検出器。

20

【0188】

実施形態7：前記材料特性 m 及び／又は前記縦方向座標 z は、 ϕ_{1z} 、 ϕ_{2m} 及び z 、 m の間の所定の関係を用いて決定される、先行する実施形態のいずれか1つによる検出器。

【0189】

実施形態8：前記材料特性 m 及び／又は前記縦方向座標 z は、関数 $z(\phi_{1z}, \phi_{2m})$ 及び／又は関数 $m(\phi_{1z}, \phi_{2m})$ によって決定される、先行する実施形態のいずれか1つによる検出器。

【0190】

実施形態9：前記評価装置は、距離依存画像フィルタ及び前記材料依存画像フィルタを前記反射画像に同時に適用するように構成されている、先行する実施形態のいずれか1つによる検出器。

30

【0191】

実施形態10：前記評価装置は、 ϕ_1 又は ϕ_2 の少なくとも1つが、他の画像フィルタの特徴 ϕ_{1z} もしくは ϕ_{1m} の関数であるかどうか、又は、 ϕ_1 もしくは ϕ_2 の少なくとも1つが、少なくとも1つの他の画像フィルタの関数であるかどうかを決定するように構成されており、前記評価装置は、前記距離依存画像フィルタ及び前記材料依存画像フィルタを、前記反射画像に逐次的に又は再帰的に適用するように構成されている、先行する実施形態のいずれか1つによる検出器。

40

【0192】

実施形態11：前記評価装置は、 ϕ_{1z} 及び／又は ϕ_{2m} の少なくとも1つに依存する少なくとも1つのさらなるフィルタを前記反射画像に適用することによって、 z 及び／又は m の少なくとも1つを決定するように構成されている、先行する実施形態による検出器。

【0193】

実施形態12：前記光子比からの深度フィルタは、前記センサ要素の少なくとも2つのセンサ信号からの結合信号 Q を評価することを含み、前記評価装置は、センサ信号を除算すること、センサ信号の倍数を除算すること、センサ信号の線形結合を除算することのうちの1つ以上によって、前記結合信号 Q を導出するように構成されており、前記評価装置は、前記結合信号 Q と前記距離特徴 ϕ_{1z} との間の少なくとも1つの所定の関係を、前記

50

距離特徴 ϕ_{1z} を決定するために使用するよう構成されている、先行する実施形態のいずれか1つによる検出器。

【0194】

実施形態13：前記評価装置は、下式によって結合信号 Q を導出するよう構成されており、

【0195】

【数42】

$$Q(z_o) = \frac{\iint_{A_1} E(x, y; z_o) dx dy}{\iint_{A_2} E(x, y; z_o) dx dy}$$

10

ここで、 x 及び y は横方向座標であり、 A_1 及び A_2 は、ビームプロファイルの異なるエリアであり、 $E(x, y, z_o)$ は、物体距離 z_o で与えられるビームプロファイルを表し、前記センサ信号の各々は、物体から検出器に伝播する光ビームのビームプロファイルの少なくとも1つのエリアの少なくとも1つの情報を含んでいる、先行する実施形態による検出器。

【0196】

20

実施形態14：前記感光エリアは、第1センサ信号がビームプロファイルの第1エリアの情報を有し、第2センサ信号がビームプロファイルの第2エリアの情報を有するよう構成され、前記ビームプロファイルの前記第1エリアと前記ビームプロファイルの前記第2エリアは、隣接領域又は重複領域の一方又は両方である、先行する実施形態による検出器。

【0197】

実施形態15：前記評価装置は、前記ビームプロファイルの前記第1エリアと前記ビームプロファイルの前記第2エリアとを決定するよう構成され、前記ビームプロファイルの前記第1エリアは、実質的に前記ビームプロファイルのエッジ情報を有し、前記ビームプロファイルの前記第2エリアは、実質的に前記ビームプロファイルの中心情報を含み、前記エッジ情報は、前記ビームプロファイルの前記第1エリアの光子の数に関連する情報を含み、前記中心情報は、前記ビームプロファイルの前記第2エリアの光子の数に関連する情報を含む、先行する実施形態による検出器。

30

【0198】

実施形態16：デフォーカスからの深度フィルタは、デフォーカスからの深度アルゴリズムなどの少なくとも1つの畳み込みベースのアルゴリズムを使用することを含み、前記評価装置は、少なくとも1つのブラーリング関数 f_a を最適化することによって、距離特徴 ϕ_{1z} を決定するよう構成され、前記ブラーリング関数は、前記少なくとも1つブラーリング関数のパラメータを変化させることによって最適化される、先行する実施形態のいずれか1つによる検出器。

40

【0199】

実施形態17：前記反射画像はぼかし画像 i_b であり、前記評価装置は、前記ぼかし画像 i_b と前記ブラーリング関数 f_a から距離特徴 ϕ_{1z} を再構築するよう構成されており、前記距離特徴 ϕ_{1z} は、少なくとも1つのさらなる画像 i'_b を用いて前記ブラーリング関数のパラメータ σ を変化させることによって、前記ぼかし画像 i_b と、前記ブラーリング関数 f_a の畳み込みとの間の差を最小化

【数43】

$$\min \| (i'_b * f_a(\sigma(z))) - i_b \|$$

50

することによって、決定される、先行する実施形態による検出器。

【0200】

実施形態18：前記少なくとも1つのブラーリング関数 f_a は、ガウス関数、シンク関数、ピルボックス関数、平方関数、ローレンツ関数、ラジアル関数、多項式、エルミート多項式、ゼルニケ多項式、ルジャンドル多項式からなる群からの少なくとも1つの関数から構成される関数又は複合関数である、先行する2つの実施形態のいずれか1つによる検出器。

【0201】

実施形態19：前記センサ要素は、少なくとも1つのCMOSセンサを含む、先行する実施形態のいずれか1つによる検出器。

10

【0202】

実施形態20：前記検出器は少なくとも1つの照射源を有し、前記照射源は、前記物体の照射のための少なくとも1つの照射パターンを生成するように構成され、前記照射パターンは、少なくとも1つの点パターン、特に擬似ランダム点パターン；ランダム点パターン又は準ランダムパターン；少なくとも1つのソボルパターン；少なくとも1つの準周期パターン；少なくとも1つの事前に知られた特徴を有する少なくとも1つのパターン；少なくとも1つの規則的なパターン；少なくとも1つの三角形パターン；少なくとも1つの六角形パターン；少なくとも1つの長方形パターン；凸状の均一なタイル状体を有する少なくとも1つのパターン；少なくとも1本の線を有する少なくとも1つの線パターン；平行線又は交差線のような少なくとも2本の線を有する少なくとも1つの線パターンからなる群から選択される少なくとも1つのパターンを含む、先行する実施形態のいずれか1つによる検出器。

20

【0203】

実施形態21：前記照射源は、少なくとも1つのレーザ源と、少なくとも1つの回折光学素子とを備える、先行する実施形態による検出器。

【0204】

実施形態22：前記検出器は、それぞれが光センサのマトリックスを有する少なくとも2つのセンサ要素を備え、少なくとも1つの第1センサ要素及び少なくとも1つの第2センサ要素は異なる空間位置に配置され、前記評価装置は、前記第1センサ要素又は前記第2センサ要素によって決定された少なくとも1つの画像を反射画像として選択し、前記第1センサ要素又は前記第2センサ要素のうちの他の1つによって決定された少なくとも1つの画像を参照画像として選択するように構成されている、先行する2つの実施形態のいずれか1つによる検出器。

30

【0205】

実施形態23：前記評価装置は、前記反射画像の少なくとも1つの反射特徴を選択するように構成されており、前記評価装置が、距離特徴 ϕ_{1z} 及び誤差間隔 $\pm \varepsilon$ によって与えられる前記反射画像の前記選択された反射特徴の少なくとも1つの距離推定値を決定するように構成されており、前記評価装置は前記距離推定値に対応する前記参照画像内の少なくとも1つの変位領域を決定するように構成されており、前記評価装置は前記選択された反射特徴を前記変位領域内の少なくとも1つの参照特徴とマッチングさせるように構成されており、前記評価装置は、前記マッチングされた参照特徴と前記選択された反射特徴の変位を決定するように構成されており、前記評価装置は、前記縦方向座標と前記変位との間の所定の関係を用いて、前記マッチングされた特徴の縦方向座標を決定するように構成されている、先行する実施形態による検出器。

40

【0206】

実施形態24：前記参照画像及び前記反射画像は、一定の距離を有する異なる空間位置で決定された物体の画像であり、前記評価装置は、前記参照画像にエピポーラ線を決定するように適合され、前記変位領域は、エピポーラ線に沿って延在し、前記評価装置は、前記距離特徴 ϕ_{1z} に対応する前記エピポーラ線に沿った前記参照特徴を決定し、前記誤差間隔 $\pm \varepsilon$ に対応する前記エピポーラ線に沿った前記変位領域の範囲を決定するように適合

50

されている、先行する実施形態による検出器。

【0207】

実施形態25：少なくとも1つの材料特性 m を識別するための検出器であって、

－ 光センサのマトリックスを含む少なくとも1つのセンサ要素であって、前記光センサはそれぞれが感光エリアを有し、前記センサ要素は少なくとも1つの物体から発生する光ビームの少なくとも1つの反射画像を記録するように構成されている、センサ要素と；

－ 前記反射画像の少なくとも1つのビームプロファイルを評価することによって前記材料特性を決定するように構成された少なくとも1つの評価装置であって、

前記評価装置は、少なくとも1つの距離依存画像フィルタ ϕ_1 を前記反射画像に適用することによって、少なくとも1つの距離特徴 ϕ_{1z} を決定するように構成されており、前記距離依存画像フィルタは、光子比からの深度フィルタ；デフォーカスからの深度フィルタ；又はそれらの線形結合；又は、 $|\rho\phi_{1other}, \phi_z| \geq 0.40$ によって光子比からの深度フィルタ及び／又はデフォーカスからの深度フィルタ又はそれらの線形結合に相関するさらなる距離依存画像フィルタ ϕ_{1other} 、からなる群から選択される少なくとも1つのフィルタであり、ここで ϕ_z は、光子比からの深度フィルタ又はデフォーカスからの深度フィルタ又はそれらの線形結合のうちの1つであり、

前記評価装置は、少なくとも1つの材料依存画像フィルタ ϕ_2 を前記反射画像に適用することによって、少なくとも1つの材料特徴 ϕ_{2m} を決定するように構成されており、前記材料依存画像フィルタは、仮説検証を通過する少なくとも1つのフィルタであって、前記仮説検証は、フィルタが材料分類を区別しないヌル仮説と、フィルタが少なくとも2つの材料分類を区別する代替仮説を使用し、前記フィルタは、 p 値である p が予め定義された有意水準よりも小さいか等しい場合は、前記仮説検証を通過し、

前記評価装置は、前記距離特徴 ϕ_{1z} 及び前記材料特徴 ϕ_{2m} を評価することによって、縦方向座標 z 及び前記材料特性 m を決定するように構成されている、評価装置と、を含む、検出器。

【0208】

実施形態26：前記仮説検証は、ビームプロファイル画像のデータセットに基づいており、各ビームプロファイル画像は、材料分類と距離に対応している、先行する実施形態による検出器。

【0209】

実施形態27： $p \leq 0.075$ 、好ましくは $p \leq 0.05$ 、より好ましくは $p \leq 0.025$ 、最も好ましくは $p \leq 0.01$ である、実施形態25及び26のいずれか1つによる検出器。

【0210】

実施形態28：前記少なくとも1つの材料特性は、散乱係数、透光性、透明性、ランバート表面反射からの偏差、スペックルなどからなる群から選択される特性である、実施形態25から27のいずれか1つによる検出器。

【0211】

実施形態29：前記さらなる距離依存画像フィルタ ϕ_{1other} は、 $|\rho\phi_{1other}, \phi_z| \geq 0.60$ 、好ましくは $|\rho\phi_{1other}, \phi_z| \geq 0.80$ によって、前記距離依存画像フィルタ ϕ_z の1つ以上と相関している、実施形態25から28のいずれか1つによる検出器。

【0212】

実施形態30：前記さらなる材料依存画像フィルタ ϕ_{2other} は、 $|\rho\phi_{2other}, \phi_m| \geq 0.60$ 、好ましくは $|\rho\phi_{2other}, \phi_m| \geq 0.80$ によって、材料依存画像フィルタ ϕ_m の1つ以上と相関している、実施形態25から29のいずれか1つによる検出器。

【0213】

実施形態31：前記材料依存画像フィルタは、輝度フィルタ；スポット形状フィルタ；二乗ノルム勾配；標準偏差；ガウスフィルタ又はメディアンフィルタなどの平滑性フィル

10

20

30

40

50

タ；グレーレベル発生ベースのコントラストフィルタ；グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタ；グレーレベル発生ベースの均一性フィルタ；グレーレベル発生ベースの非類似性フィルタ；ローのエネルギーフィルタ；閾値領域フィルタ；もしくはこれらの線形結合；又は、 $|\rho\phi_{2\text{other}}, \phi_m| \geq 0.40$ によって、輝度フィルタ、スポット形状フィルタ、二乗ノルム勾配、標準偏差、平滑性フィルタ、グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタ、グレーレベル発生ベースの均一性フィルタ、グレーレベル発生ベースの非類似性フィルタ、ローのエネルギーフィルタ、もしくは閾値領域フィルタ、又はそれらの線形結合の1つ以上に相関するさらなる材料依存画像フィルタ $\phi_{2\text{other}}$ 、からなる群から選択される少なくとも1つのフィルタであり、ここで ϕ_m は、輝度フィルタ、スポット形状フィルタ、二乗ノルム勾配、標準偏差、平滑性フィルタ、グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタ、グレーレベル発生ベースの均一性フィルタ、グレーレベル発生ベースの非類似性フィルタ、ローのエネルギーフィルタ、もしくは閾値領域フィルタ、又はそれらの線形結合である、実施形態25から30のいずれか1つによる検出器。

10

【0214】

実施形態32：前記材料特性 m 及び／又は前記縦方向座標 z は、 ϕ_{1z} 、 ϕ_{2m} 及び z 、 m の間の所定の関係を用いて決定される、実施形態25から31のいずれか1つによる検出器。

【0215】

実施形態33：前記材料特性 m 及び／又は前記縦方向座標 z は、関数 $z(\phi_{1z}, \phi_{2m})$ 及び／又は関数 $m(\phi_{1z}, \phi_{2m})$ によって決定される、実施形態25から32のいずれか1つによる検出器。

20

【0216】

実施形態34：前記評価装置は、距離依存画像フィルタ及び前記材料依存画像フィルタを前記反射画像に同時に適用するように構成されている、実施形態25から33のいずれか1つによる検出器。

【0217】

実施形態35：前記評価装置は、 ϕ_1 又は ϕ_2 の少なくとも1つが、他の画像フィルタの特徴 ϕ_{1z} もしくは ϕ_{1m} の関数であるかどうか、又は、 ϕ_1 もしくは ϕ_2 の少なくとも1つが、少なくとも1つの他の画像フィルタの関数であるかどうかを決定するように構成されており、前記評価装置は、前記距離依存画像フィルタ及び前記材料依存画像フィルタを、前記反射画像に逐次的に又は再帰的に適用するように構成されている、実施形態25から34のいずれか1つによる検出器。

30

【0218】

実施形態36：前記評価装置は、 ϕ_{1z} 及び ϕ_{2m} の少なくとも1つに依存する少なくとも1つのさらなるフィルタを前記反射画像に適用することによって、 z 及び／又は m の少なくとも1つを決定するように構成されている、先行する実施形態による検出器。

【0219】

実施形態37：前記光子比からの深度フィルタは、前記センサ要素の少なくとも2つのセンサ信号からの結合信号 Q を評価することを含み、前記評価装置は、センサ信号を除算すること、センサ信号の倍数を除算すること、センサ信号の線形結合を除算することのうちの1つ以上によって、前記結合信号 Q を導出するように構成されており、前記評価装置は、前記距離特徴 ϕ_{1z} を決定するために、前記結合信号 Q と前記距離特徴 ϕ_{1z} との間の少なくとも1つの所定の関係を使用するように構成されている、実施形態25から36のいずれか1つによる検出器。

40

【0220】

実施形態38：前記評価装置は、下式によって前記結合信号 Q を導出するように構成されており、

【数44】

50

$$Q(z_o) = \frac{\iint_{A_1} E(x, y; z_o) dx dy}{\iint_{A_2} E(x, y; z_o) dx dy}$$

ここで、 x 及び y は横方向座標であり、 A_1 及び A_2 は、ビームプロファイルの異なるエリアであり、 $E(x, y, z_o)$ は、物体距離 z_o で与えられるビームプロファイルを表し、前記センサ信号の各々は、前記物体から前記検出器に伝播する前記光ビームのビームプロファイルの少なくとも1つのエリアの少なくとも1つの情報を含んでいる、先行する実施形態による検出器。

【0221】

実施形態39：前記感光エリアは、前記第1センサ信号がビームプロファイルの第1エリアの情報を有し、前記第2センサ信号がビームプロファイルの第2エリアの情報を有するように構成され、前記ビームプロファイルの前記第1エリアと前記ビームプロファイルの前記第2エリアは、隣接領域又は重複領域の一方又は両方である、先行する実施形態による検出器。

【0222】

実施形態40：前記評価装置は、前記ビームプロファイルの前記第1エリアと前記ビームプロファイルの前記第2エリアとを決定するように構成され、前記ビームプロファイルの前記第1エリアは、実質的に前記ビームプロファイルのエッジ情報を有し、前記ビームプロファイルの前記第2エリアは、実質的に前記ビームプロファイルの中心情報を含み、前記エッジ情報は、前記ビームプロファイルの前記第1エリアの光子の数に関連する情報を含み、前記中心情報は、前記ビームプロファイルの前記第2エリアの光子の数に関連する情報を含む、先行する実施形態による検出器。

【0223】

実施形態41：前記デフォーカスからの深度フィルタは、デフォーカスからの深度アルゴリズムなどの少なくとも1つの畳み込みベースのアルゴリズムを使用することを含み、前記評価装置は、少なくとも1つのブラーリング関数 f_a を最適化することによって、距離特徴 ϕ_{1z} を決定するように構成され、前記ブラーリング関数は、前記少なくとも1つブラーリング関数のパラメータを変化させることによって最適化される、実施形態25から40のいずれか1つによる検出器。

【0224】

実施形態42：前記反射画像はぼかし画像 i_b であり、前記評価装置は、前記ぼかし画像 i_b と前記ブラーリング関数 f_a から距離特徴 ϕ_{1z} を再構築するように構成されており、前記距離特徴 ϕ_{1z} は、少なくとも1つのさらなる画像 i_b を用いて前記ブラーリング関数のパラメータ σ を変化させることによって、前記ぼかし画像 i_b と、前記ブラーリング関数 f_a の畳み込みとの間の差を最小化

【数45】

$$\min \| (i'_b * f_a(\sigma(\phi_{1z})) - i_b) \|$$

することによって、決定される、先行する実施形態による検出器。

【0225】

実施形態43：前記少なくとも1つのブラーリング関数 f_a は、ガウス関数、シンク関数、ピルボックス関数、平方関数、ローレンツ関数、ラジアル関数、多項式、エルミート多項式、ゼルニケ多項式、ルジャンドル多項式からなる群からの少なくとも1つの関数か

ら構成される関数又は複合関数である、実施形態 25 から 42 のいずれか 1 つによる検出器。

【0226】

実施形態 44：前記センサ要素は、少なくとも 1 つの CMOS センサを含む、実施形態 25 から 43 のいずれか 1 つによる検出器。

【0227】

実施形態 45：前記検出器は少なくとも 1 つの照射源を有し、前記照射源は、前記物体の照射のための少なくとも 1 つの照射パターンを生成するように構成され、前記照射パターンは、少なくとも 1 つの点パターン、特に擬似ランダム点パターン；ランダム点パターン又は準ランダムパターン；少なくとも 1 つのソボルパターン；少なくとも 1 つの準周期パターン；少なくとも 1 つの事前に知られた特徴を有する少なくとも 1 つのパターン；少なくとも 1 つの規則的なパターン；少なくとも 1 つの三角形パターン；少なくとも 1 つの六角形パターン；少なくとも 1 つの長方形パターン；凸状の均一なタイル状体を有する少なくとも 1 つのパターン；少なくとも 1 本の線を有する少なくとも 1 つの線パターン；平行線又は交差線のような少なくとも 2 本の線を有する少なくとも 1 つの線パターンからなる群から選択される少なくとも 1 つのパターンを含む、実施形態 25 から 44 のいずれか 1 つによる検出器。

【0228】

実施形態 46：前記照射源は、少なくとも 1 つのレーザ源と、少なくとも 1 つの回折光学素子とを備える、先行する実施形態による検出器。

【0229】

実施形態 47：前記検出器は、それぞれが光センサのマトリックスを有する少なくとも 2 つのセンサ要素を備え、少なくとも 1 つの第 1 センサ要素及び少なくとも 1 つの第 2 センサ要素は異なる空間位置に配置され、前記評価装置は、前記第 1 センサ要素又は前記第 2 センサ要素によって決定された少なくとも 1 つの画像を反射画像として選択し、前記第 1 センサ要素又は前記第 2 センサ要素のうちの他の 1 つによって決定された少なくとも 1 つの画像を参照画像として選択するように構成されている、先行する 2 つの実施形態のいずれか 1 つによる検出器。

【0230】

実施形態 48：前記評価装置は、前記反射画像の少なくとも 1 つの反射特徴を選択するように構成されており、前記評価装置は、距離特徴 ϕ_{1z} 及び誤差間隔 $\pm \varepsilon$ によって与えられる前記反射画像の前記選択された反射特徴の少なくとも 1 つの距離推定値を決定するように構成されており、前記評価装置は前記距離推定値に対応する前記参照画像内の少なくとも 1 つの変位領域を決定するように構成されており、前記評価装置は前記選択された反射特徴を前記変位領域内の前記少なくとも 1 つの参照特徴とマッチングさせるように構成されており、前記評価装置は、前記マッチングされた前記参照特徴及び前記選択された反射特徴の変位を決定するように構成されており、前記評価装置は、縦方向座標と変位との間の所定の関係を用いて、前記マッチングされた特徴の縦方向座標を決定するように構成されている、先行する実施形態による検出器。

【0231】

実施形態 49：前記参照画像及び前記反射画像は、一定の距離を有する異なる空間位置で決定された物体の画像であり、前記評価装置は、前記参照画像にエピポーラ線を決定するように適合され、前記変位領域は、エピポーラ線に沿って延在し、前記評価装置は、前記距離特徴 ϕ_{1z} に対応する前記エピポーラ線に沿った前記参照特徴を決定し、前記誤差間隔 $\pm \varepsilon$ に対応する前記エピポーラ線に沿った前記変位領域の範囲を決定するように適合されている、先行する実施形態による検出器。

【0232】

実施形態 50：少なくとも 1 つの材料特性 m を識別するための検出器であって、

— 光センサのマトリックスを含む少なくとも 1 つのセンサ要素であって、前記光センサはそれぞれが感光領域を有し、前記センサ要素は少なくとも 1 つの物体から発生する光

10

20

30

40

50

ビームの少なくとも1つの反射画像を記録するように構成されている、センサ要素と；

－ 前記反射画像の少なくとも1つのビームプロファイルを評価することによって前記材料特性を決定するように構成された少なくとも1つの評価装置であって、

前記評価装置は、少なくとも1つの距離依存画像フィルタ ϕ_1 を前記反射画像に適用することによって、少なくとも1つの距離特徴 ϕ_{1z} を決定するように構成されており、前記距離依存画像フィルタは、光子比からの深度フィルタ；デフォーカスからの深度フィルタ；又はそれらの線形結合；又は、 $|\rho\phi_{1other}, \phi_z| \geq 0.40$ によって光子比からの深度フィルタ及び／又はデフォーカスからの深度フィルタ又はそれらの線形結合に相関するさらなる距離依存画像フィルタ ϕ_{1other} 、からなる群から選択される少なくとも1つのフィルタであり、ここで ϕ_z は、光子比からの深度フィルタ又はデフォーカスからの深度フィルタ又はそれらの線形結合のうちの1つであり、

前記評価装置は、少なくとも1つの材料依存画像フィルタ ϕ_2 を前記反射画像に適用することによって、少なくとも1つの材料特徴 ϕ_{2m} を決定するように構成されており、

前記評価装置は、前記距離特徴 ϕ_{1z} 及び前記材料特徴 ϕ_{2m} を評価することによって、縦方向座標 z 及び前記材料特性 m を決定するように構成されている、評価装置と、を含む、検出器。

【0233】

実施形態51：前記材料依存画像フィルタは、前記仮説検証を通過する少なくとも1つのフィルタであって、前記仮説検証は、フィルタが材料分類を区別しないヌル仮説と、フィルタが少なくとも2つの材料分類を区別する代替仮説を使用し、前記フィルタは、 p 値である p が予め定義された有意水準よりも小さいか等しい場合は、前記仮説検証を通過する、先行する実施形態による検出器。

【0234】

実施形態52：前記仮説検証は、ビームプロファイル画像のデータセットに基づいており、各ビームプロファイル画像は、材料分類と距離に対応している、先行する実施形態による検出器。

【0235】

実施形態53： $p \leq 0.075$ 、好ましくは $p \leq 0.05$ 、より好ましくは $p \leq 0.025$ 、最も好ましくは $p \leq 0.01$ である、実施形態50及び52のいずれか1つによる検出器。

【0236】

実施形態54：前記少なくとも1つの材料特性は、散乱係数、透光性、透明性、ランバート表面反射からの偏差、スペックルなどからなる群から選択される特性である、実施形態50から53のいずれか1つによる検出器。

【0237】

実施形態55：前記さらなる距離依存画像フィルタ ϕ_{1other} は、 $|\rho\phi_{1other}, \phi_z| \geq 0.60$ 、好ましくは $|\rho\phi_{1other}, \phi_z| \geq 0.80$ によって、前記距離依存画像フィルタ ϕ_z の1つ以上と相関している、実施形態50から54のいずれか1つによる検出器。

【0238】

実施形態56：前記さらなる材料依存画像フィルタ ϕ_{2other} は、 $|\rho\phi_{2other}, \phi_m| \geq 0.60$ 、好ましくは $|\rho\phi_{2other}, \phi_m| \geq 0.80$ によって、前記材料依存画像フィルタ ϕ_m の1つ以上と相関している、実施形態50から55のいずれか1つによる検出器。

【0239】

実施形態57：前記材料依存画像フィルタは、輝度フィルタ；スポット形状フィルタ；二乗ノルム勾配；標準偏差；ガウスフィルタ又はメディアンフィルタなどの平滑性フィルタ；グレーレベル発生ベースのコントラストフィルタ；グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタ；グレーレベル発生ベースの均一性フィルタ；グレーレベル発生ベースの非類似性フィルタ；ローのエネルギーフィルタ；閾値領域フィルタ；もしくはこれらの線形

10

20

30

40

50

結合；又は、 $|\rho\phi_{2\text{other}}, \phi_m| \geq 0.40$ によって、輝度フィルタ、スポット形状フィルタ、二乗ノルム勾配、標準偏差、平滑性フィルタ、グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタ、グレーレベル発生ベースの均一性フィルタ、グレーレベル発生ベースの非類似性フィルタ、ローのエネルギーフィルタ、もしくは閾値領域フィルタ、又はそれらの線形結合の1つ以上に相関するさらなる材料依存画像フィルタ $\phi_{2\text{other}}$ 、からなる群から選択される少なくとも1つのフィルタであり、ここで ϕ_m は、輝度フィルタ、スポット形状フィルタ、二乗ノルム勾配、標準偏差、平滑性フィルタ、グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタ、グレーレベル発生ベースの均一性フィルタ、グレーレベル発生ベースの非類似性フィルタ、ローのエネルギーフィルタ、もしくは閾値領域フィルタ、又はそれらの線形結合である、実施形態50から56のいずれか1つによる検出器。

10

【0240】

実施形態58：前記材料特性 m 及び／又は前記縦方向座標 z は、 ϕ_{1z} 、 ϕ_{2m} 及び z 、 m の間の所定の関係を用いて決定される、実施形態50から57のいずれか1つによる検出器。

【0241】

実施形態59：前記材料特性 m 及び／又は前記縦方向座標 z は、関数 $z(\phi_{1z}, \phi_{2m})$ 及び／又は関数 $m(\phi_{1z}, \phi_{2m})$ によって決定される、実施形態50から58のいずれか1つによる検出器。

【0242】

実施形態60：前記評価装置は、前記距離依存画像フィルタ及び前記材料依存画像フィルタを前記反射画像に同時に適用するように構成されている、実施形態50から59のいずれか1つによる検出器。

20

【0243】

実施形態61：前記評価装置は、 ϕ_1 又は ϕ_2 の少なくとも1つが、他の画像フィルタの特徴 ϕ_{1z} もしくは ϕ_{1m} の関数であるかどうか、又は、 ϕ_1 もしくは ϕ_2 の少なくとも1つが、少なくとも1つの他の画像フィルタの関数であるかどうかを決定するように構成されており、前記評価装置は、前記距離依存画像フィルタ及び前記材料依存画像フィルタを、前記反射画像に逐次的に又は再帰的に適用するように構成されている、実施形態50から60のいずれか1つによる検出器。

【0244】

実施形態62：前記評価装置は、 ϕ_{1z} 及び ϕ_{2m} の少なくとも1つに依存する少なくとも1つのさらなるフィルタを前記反射画像に適用することによって、 z 及び／又は m の少なくとも1つを決定するように構成されている、先行する実施形態による検出器。

30

【0245】

実施形態63：前記光子比からの深度フィルタは、前記センサ要素の少なくとも2つのセンサ信号からの結合信号 Q を評価することを含み、前記評価装置は、センサ信号を除算すること、センサ信号の倍数を除算すること、センサ信号の線形結合を除算することのうちの1つ以上によって、前記結合信号 Q を導出するように構成されており、前記評価装置は、前記結合信号 Q と前記距離特徴 ϕ_{1z} との間の少なくとも1つの所定の関係を、前記距離特徴 ϕ_{1z} を決定するために使用するように構成されている、実施形態50から62のいずれか1つによる検出器。

40

【0246】

実施形態64：前記評価装置は、下式によって前記結合信号 Q を導出するように構成されており、

【数46】

$$Q(z_o) = \frac{\iint_{A_1} E(x, y, z_o) dx dy}{\iint_{A_2} E(x, y, z_o) dx dy}$$

ここで、 x 及び y は横方向座標であり、 A_1 及び A_2 は、ビームプロファイルの異なるエリアであり、 $E(x, y, z_o)$ は、物体距離 z_o で与えられるビームプロファイルを表し、前記センサ信号の各々は、前記物体から前記検出器に伝播する前記光ビームのビームプロファイルの少なくとも1つのエリアの少なくとも1つの情報を含んでいる、先行する実施形態による検出器。

【0247】

実施形態65：前記感光エリアは、第1センサ信号がビームプロファイルの第1エリアの情報を有し、第2センサ信号がビームプロファイルの第2エリアの情報を有するように構成され、前記ビームプロファイルの前記第1エリアと前記ビームプロファイルの前記第2エリアは、隣接領域又は重複領域の一方又は両方である、先行する実施形態による検出器。

【0248】

実施形態66：前記評価装置は、前記ビームプロファイルの前記第1エリアと前記ビームプロファイルの前記第2エリアとを決定するように構成され、前記ビームプロファイルの前記第1エリアは、実質的に前記ビームプロファイルのエッジ情報を有し、前記ビームプロファイルの前記第2エリアは、実質的に前記ビームプロファイルの中心情報を含み、前記エッジ情報は、前記ビームプロファイルの前記第1エリアの光子の数に関連する情報を含み、前記中心情報は、前記ビームプロファイルの前記第2エリアの光子の数に関連する情報を含む、先行する実施形態による検出器。

【0249】

実施形態67：前記デフォーカスからの深度フィルタは、デフォーカスからの深度アルゴリズムなどの少なくとも1つの畳み込みベースのアルゴリズムを使用することを含み、前記評価装置は、少なくとも1つのブラーリング関数 f_a を最適化することによって、距離特徴 ϕ_{1z} を決定するように構成され、前記ブラーリング関数は、前記少なくとも1つブラーリング関数のパラメータを変化させることによって最適化される、実施形態50から66のいずれか1つによる検出器。

【0250】

実施形態68：前記反射画像はぼかし画像 i_b であり、前記評価装置は、前記ぼかし画像 i_b と前記ブラーリング関数 f_a から距離特徴 ϕ_{1z} を再構築するように構成されており、前記距離特徴 ϕ_{1z} は、少なくとも1つのさらなる画像 i_b を用いて前記ブラーリング関数のパラメータ σ を変化させることによって、前記ぼかし画像 i_b と、前記ブラーリング関数 f_a の畳み込みとの間の差を最小化

【数47】

$$\min \| (i_b' * f_a(\sigma(\phi_{1z})) - i_b) \|,$$

することによって、決定される、先行する実施形態による検出器。

【0251】

実施形態69：前記少なくとも1つのブラーリング関数 f_a は、ガウス関数、シンク関数、ピルボックス関数、平方関数、ローレンツ関数、ラジアル関数、多項式、エルミート多項式、ゼルニケ多項式、ルジャンドル多項式からなる群からの少なくとも1つの関数か

ら構成される関数又は複合関数である、実施形態 50 から 68 のいずれか 1 つによる検出器。

【0252】

実施形態 70：前記センサ要素は、少なくとも 1 つの CMOS センサを含む、実施形態 50 から 69 のいずれか 1 つによる検出器。

【0253】

実施形態 71：前記検出器は少なくとも 1 つの照射源を有し、前記照射源は、前記物体の照射のための少なくとも 1 つの照射パターンを生成するように構成され、前記照射パターンは、少なくとも 1 つの点パターン、特に擬似ランダム点パターン；ランダム点パターン又は準ランダムパターン；少なくとも 1 つのソボルパターン；少なくとも 1 つの準周期パターン；少なくとも 1 つの事前に知られた特徴を有する少なくとも 1 つのパターン；少なくとも 1 つの規則的なパターン；少なくとも 1 つの三角形パターン；少なくとも 1 つの六角形パターン；少なくとも 1 つの長方形パターン；凸状の均一なタイル状体を有する少なくとも 1 つのパターン；少なくとも 1 本の線を有する少なくとも 1 つの線パターン；平行線又は交差線のような少なくとも 2 本の線を有する少なくとも 1 つの線パターンからなる群から選択される少なくとも 1 つのパターンを含む、実施形態 50 から 70 のいずれか 1 つによる検出器。

【0254】

実施形態 72：前記照射源は、少なくとも 1 つのレーザ源と、少なくとも 1 つの回折光学素子とを備える、先行する実施形態による検出器。

【0255】

実施形態 73：前記検出器は、それぞれが光センサのマトリックスを有する少なくとも 2 つのセンサ要素を備え、少なくとも 1 つの第 1 センサ要素及び少なくとも 1 つの第 2 センサ要素は異なる空間位置に配置され、前記評価装置は、前記第 1 センサ要素又は前記第 2 センサ要素によって決定された少なくとも 1 つの画像を反射画像として選択し、前記第 1 センサ要素又は前記第 2 センサ要素のうちの他の 1 つによって決定された少なくとも 1 つの画像を参照画像として選択するように構成されている、先行する 2 つの実施形態のいずれか 1 つによる検出器。

【0256】

実施形態 74：前記評価装置は、前記反射画像の少なくとも 1 つの反射特徴を選択するように構成されており、前記評価装置が、距離特徴 ϕ_{1z} 及び誤差間隔 $\pm \varepsilon$ によって与えられる前記反射画像の前記選択された反射特徴の少なくとも 1 つの距離推定値を決定するように構成されており、前記評価装置は前記距離推定値に対応する前記参照画像内の少なくとも 1 つの変位領域を決定するように構成されており、前記評価装置は前記選択された反射特徴を前記変位領域内の少なくとも 1 つの参照特徴とマッチングさせるように構成されており、前記評価装置は、前記マッチングされた参照特徴と前記選択された反射特徴の変位を決定するように構成されており、前記評価装置は、前記縦方向座標と前記変位との間の所定の関係を用いて、前記マッチングされた特徴の縦方向座標を決定するように構成されている、先行する実施形態による検出器。

【0257】

実施形態 75：前記参照画像及び前記反射画像は、一定の距離を有する異なる空間位置で決定された物体の画像であり、前記評価装置は、前記参照画像にエピポーラ線を決定するように適合され、前記変位領域は、エピポーラ線に沿って延在し、前記評価装置は、前記距離特徴 ϕ_{1z} に対応する前記エピポーラ線に沿った前記参照特徴を決定し、前記誤差間隔 $\pm \varepsilon$ に対応する前記エピポーラ線に沿った前記変位領域の範囲を決定するように適合されている、先行する実施形態による検出器。

【0258】

実施形態 76：実施形態 1 から 24、25 から 49、又は 50 から 75 のいずれか 1 つによる少なくとも 1 つの検出器を備え、さらに、少なくとも 1 つの光ビームを前記検出器に向けるように適合された少なくとも 1 つのビーコン装置を備え、前記ビーコン装置は、

物体に取り付け可能、物体によって保持可能、及び物体に統合可能のうちの少なくとも1つである、検出器システム。

【0259】

実施形態77：ユーザとマシンの間で少なくとも1つの情報項目を交換するためのヒューマンマシンインターフェースであって、前記ヒューマンマシンインターフェースは、先行する実施形態による少なくとも1つの検出器システムを備え、前記少なくとも1つのビーコン装置は、ユーザに直接又は間接的に取り付けられるか、ユーザによって保持されるかの少なくとも1つであるように適合され、前記ヒューマンマシンインターフェースは、前記検出器システムによって前記ユーザの少なくとも1つの位置を決定するように設計され、前記ヒューマンマシンインターフェースは、前記位置に少なくとも1つの情報項目を割り当てるように設計されている、ヒューマンマシンインターフェース。

10

【0260】

実施形態78：少なくとも1つの娯楽機能を実行するための娯楽装置であって、前記娯楽装置は、先行する実施形態による少なくとも1つのヒューマンマシンインターフェースを備え、前記娯楽装置は、前記ヒューマンマシンインターフェースを用いて、プレイヤーによって少なくとも1つの情報項目が入力されることを可能にするように設計されており、前記娯楽装置は、前記情報に応じて前記娯楽機能を変化させるように設計されている、娯楽装置。

【0261】

実施形態79：少なくとも1つの移動可能な物体の位置を追跡する追跡システムであって、前記追跡システムは、検出器システムを参照する先行する実施形態のいずれか1つによる少なくとも1つの検出器システムを含み、前記追跡システムはさらに、少なくとも1つの追跡コントローラを含み、前記追跡コントローラは、特定時点における物体の一連の位置を追跡するように適合されている、追跡システム。

20

【0262】

実施形態80：情景の深度プロファイルを決定する走査システムであって、前記走査システムは、実施形態1から24、25から49、又は50から75のいずれか1つによる少なくとも1つの検出器を備え、前記走査システムは、さらに、少なくとも1つの光ビームによって情景を走査するように適合された少なくとも1つの照射源を有している、走査システム。

30

【0263】

実施形態81：少なくとも1つの物体を画像化するカメラであって、実施形態1から24、25から49、又は50から75のいずれか1つによる少なくとも1つの検出器を備える、カメラ。

【0264】

実施形態82：電子装置に使用するための慣性測定ユニットであって、前記慣性測定ユニットは、実施形態1から24、25から49、又は50から75のいずれか1つによる少なくとも1つの検出器によって決定されたデータを受信するように適合され、前記慣性測定ユニットはさらに、車輪速度センサ、回転速度センサ、傾斜センサ、方位センサ、モーションセンサ、磁気流体力学センサ、力センサ、角度センサ、角速度センサ、磁場センサ、磁力計、加速度計；ジャイロスコープからなる群から選択された少なくとも1つのさらなるセンサによって決定されたデータを受け取るように適合され、前記慣性測定ユニットは、前記検出器と前記少なくとも1つのさらなるセンサからのデータを評価することにより、空間内の位置、空間内の相対又は絶対運動、回転、加速度、方向、角度位置、傾斜、回転率、速度からなる群から選択される前記電子装置の少なくとも1つの特性を決定するように適合されている、慣性測定ユニット。

40

【0265】

実施形態83：実施形態1から24のいずれか1つによる少なくとも1つの検出器を使用することによって、少なくとも1つの物体の少なくとも1つの材料特性を決定するための方法であって、以下のステップ：

50

a) 光センサのマトリックスを有する少なくとも1つのセンサ要素を使用することによって、前記物体の少なくとも1つの反射画像を決定するステップであって、前記光センサはそれぞれ感光エリアを有する、ステップと；

b) 少なくとも1つの評価装置を使用することによって、前記反射画像の少なくとも1つのビームプロファイルを評価することにより、前記材料特性を決定するステップであって、前記評価は、

b 1) 少なくとも1つの距離依存画像フィルタ ϕ_1 を前記反射画像に適用することによって、少なくとも1つの距離特徴 ϕ_{1z} を決定することであって、前記距離依存画像フィルタは、光子比からの深度フィルタ；デフォーカスからの深度フィルタ；又はそれらの線形結合；又は、 $|\rho\phi_{1other}, \phi_z| \geq 0.40$ によって、光子比からの深度フィルタ及び／又はデフォーカスからの深度フィルタ又はそれらの線形結合に相関するさらなる距離依存画像フィルタ ϕ_{1other} 、からなる群から選択される少なくとも1つのフィルタであり、ここで ϕ_z は、光子比からの深度フィルタ又はデフォーカスからの深度フィルタ又はそれらの線形結合のうちの1つである、少なくとも1つの距離特徴 ϕ_{1z} を決定することと、

b 2) 少なくとも1つの材料依存画像フィルタ ϕ_2 を前記反射画像に適用することによって、少なくとも1つの材料特徴 ϕ_{2m} を決定することであって、前記材料依存画像フィルタは、輝度フィルタ；スポット形状フィルタ；二乗ノルム勾配；標準偏差；ガウスフィルタ又はメディアンフィルタなどの平滑性フィルタ；グレーレベル発生ベースのコントラストフィルタ；グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタ；グレーレベル発生ベースの均一性フィルタ；グレーレベル発生ベースの非類似性フィルタ；ローのエネルギーフィルタ；閾値領域フィルタ；又はそれらの線形結合；又は、 $|\rho\phi_{2other}, \phi_m| \geq 0.40$ によって、輝度フィルタ、スポット形状フィルタ、二乗ノルム勾配、標準偏差、平滑性フィルタ、グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタ、グレーレベル発生ベースの均一性フィルタ、グレーレベル発生ベースの非類似性フィルタ、ローのエネルギーフィルタ、もしくは閾値領域フィルタ、又はそれらの線形結合の1つ以上に相関するさらなる材料依存画像フィルタ ϕ_{2other} 、からなる群から選択される少なくとも1つのフィルタであり、ここで ϕ_m は、輝度フィルタ、スポット形状フィルタ、二乗ノルム勾配、標準偏差、平滑性フィルタ、グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタ、グレーレベル発生ベースの均一性フィルタ、グレーレベル発生ベースの非類似性フィルタ、ローのエネルギーフィルタ、もしくは閾値領域フィルタ、又はそれらの線形結合のうちの1つである、少なくとも1つの材料特徴 ϕ_{2m} を決定することと、

b 3) 前記距離特徴 ϕ_{1z} 及び前記材料特徴 ϕ_{2m} を評価することによって、縦方向座標 z 及び前記材料特性 m を決定することと、を含む、ステップと、を含む、方法。

【0266】

実施形態84：実施形態25から49のいずれか1つによる少なくとも1つの検出器を使用することによって、少なくとも1つの物体の少なくとも1つの材料特性を決定するための方法であって、以下のステップ：

a) 光センサのマトリックスを有する少なくとも1つのセンサ要素を使用することによって、前記物体の少なくとも1つの反射画像を決定するステップであって、前記光センサはそれぞれ感光エリアを有する、ステップと；

b) 少なくとも1つの評価装置を使用することによって、前記反射画像の少なくとも1つのビームプロファイルを評価することにより、前記材料特性を決定するステップであって、前記評価は、

b 1) 少なくとも1つの距離依存画像フィルタ ϕ_1 を前記反射画像に適用することによって、少なくとも1つの距離特徴 ϕ_{1z} を決定することであって、前記距離依存画像フィルタは、光子比からの深度フィルタ；デフォーカスからの深度フィルタ；又はそれらの線形結合；又は、 $|\rho\phi_{1other}, \phi_z| \geq 0.40$ によって、光子比からの深度フィルタ及び／又はデフォーカスからの深度フィルタ又はそれらの線形結合に相関するさらなる

距離依存画像フィルタ $\phi_{1\text{other}}$ 、からなる群から選択される少なくとも1つのフィルタであり、ここで ϕ_z は、光子比からの深度フィルタ又はデフォーカスからの深度フィルタ又はそれらの線形結合のうちの1つである、少なくとも1つの距離特徴 ϕ_{1z} を決定すること、

b2) 少なくとも1つの材料依存画像フィルタ ϕ_2 を前記反射画像に適用することによって、少なくとも1つの材料特徴 ϕ_{2m} を決定することであって、前記材料依存画像フィルタは、仮説検証を通過する少なくとも1つのフィルタであって、前記仮説検証は、フィルタが材料分類を区別しないヌル仮説と、フィルタが少なくとも2つの材料分類を区別する代替仮説を使用し、前記フィルタは、p値であるpが予め定義された有意水準よりも小さいか等しい場合は、前記仮説検証を通過する、少なくとも1つの材料特徴 ϕ_{2m} を決定すること、

10

b3) 前記距離特徴 ϕ_{1z} 及び前記材料特徴 ϕ_{2m} を評価することによって、縦方向座標 z 及び前記材料特性 m を決定すること、を含む、ステップと、を含む、方法。

【0267】

実施形態85：実施形態50から75のいずれか1つによる少なくとも1つの検出器を使用することによって、少なくとも1つの物体の少なくとも1つの材料特性を決定するための方法であって、以下のステップ：

a) 光センサのマトリックスを有する少なくとも1つのセンサ要素を使用することによって、前記物体の少なくとも1つの反射画像を決定するステップであって、前記光センサはそれぞれ感光エリアを有する、ステップと；

20

b) 少なくとも1つの評価装置を使用することによって、前記反射画像の少なくとも1つのビームプロファイルを評価することにより、前記材料特性を決定するステップであって、前記評価は、

b1) 少なくとも1つの距離依存画像フィルタ ϕ_1 を前記反射画像に適用することによって、少なくとも1つの距離特徴 ϕ_{1z} を決定することであって、前記距離依存画像フィルタは、光子比からの深度フィルタ；デフォーカスからの深度フィルタ；又はそれらの線形結合；又は、 $|\rho\phi_{1\text{other}}, \phi_z| \geq 0.40$ によって、光子比からの深度フィルタ及び／又はデフォーカスからの深度フィルタ又はそれらの線形結合に相関するさらなる距離依存画像フィルタ $\phi_{1\text{other}}$ 、からなる群から選択される少なくとも1つのフィルタであり、ここで ϕ_z は、光子比からの深度フィルタ又はデフォーカスからの深度フィルタ又はそれらの線形結合のうちの1つである、少なくとも1つの距離特徴 ϕ_{1z} を決定すること、

30

b2) 少なくとも1つの材料依存画像フィルタ ϕ_2 を前記反射画像に適用することによって、少なくとも1つの材料特徴 ϕ_{2m} を決定すること、

b3) 前記距離特徴 ϕ_{1z} 及び前記材料特徴 ϕ_{2m} を評価することによって、縦方向座標 z 及び前記材料特性 m を決定すること、を含む、ステップと、を含む、方法。

【0268】

実施形態86：実施形態1から24、25から49、又は50から75のいずれか1つによる少なくとも1つの検出器の使用であって、使用目的が、交通技術における位置測定、娯楽用途、セキュリティ用途、監視用途、安全用途、ヒューマンマシンインターフェース用途、物流用途、追跡用途、屋外用途、モバイル用途、通信用途、写真用途、マシンビジョン用途、ロボット用途、品質管理用途、製造用途からなる群から選択される、使用。

40

【図面の簡単な説明】

【0269】

本発明のさらなる任意の詳細及び特徴は、従属請求項と関連して続く好ましい例示的な実施形態の説明から明らかである。この文脈では、特定の特徴は、個別に実施されても、又は他の特徴と組み合わせて実施されてもよい。本発明は、例示的な実施形態に限定されない。例示的な実施形態は、図に模式的に示されている。個々の図における同一の符号は

50

、同一の要素又は同一の機能を有する要素、又はその機能に関して互いに対応する要素を指している。

【0270】

具体的には、以下の図の中で：

【図1】本発明による検出器の一実施形態を示す図である。

【図2】データセットに適用されたスポット形状材料依存画像フィルタの結果の材料特徴の統計を示す図である。

【図3】ビームプロファイル画像を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0271】

図1は、少なくとも1つの物体112の少なくとも1つの材料特性mを識別するための検出器110の実施形態を高度に模式的に示している。検出器110は、光センサ120のマトリックス118を有する少なくとも1つのセンサ要素116を備える。光センサ120はそれぞれ、感光エリア122を有する。

【0272】

センサ要素116は、一体の単一装置として形成されてもよいし、又はいくつかの装置の組み合わせとして形成されてもよい。マトリックス118は、具体的には、1つ以上の行及び1つ以上の列を有する長方形のマトリックスであってもよく、又はそれを含んでもよい。行と列は、具体的には長方形方式に配置され得る。しかしながら、非長方形の配置などの他の配置も可能である。一例として、円形の配置も可能であり、そこでは要素は中心点のまわりに同心の円又は楕円に配置される。例えば、マトリックス118は、ピクセルの単一の行であってもよい。他の配置も可能である。

【0273】

マトリックス118の光センサ120は、具体的には、サイズ、感度、並びに他の光学的、電氣的及び機械的特性のうちの1つ以上で等しくてよい。マトリックス118のすべての光センサ120の感光エリア122は、具体的には、共通の平面内に配置されてよく、該共通平面は、好ましくは、物体から検出器110に伝播する光ビームが該共通平面上に光スポットを生成するように、物体112に面している。感光エリア122は、具体的には、それぞれの光センサ120の表面上に位置してよい。しかしながら、他の実施形態も実現可能である。光センサ120は、例えば、少なくとも1つのCCD及び／又はCMOS装置を含むことができる。一例として、光センサ120は、ピクセル化された光学装置の一部であってもよく、又はそれを構成してもよい。一例として、光センサ120は、ピクセルのマトリックスを有し、各ピクセルが感光エリア122を形成する少なくとも1つのCCD及び／又はCMOS装置の一部であってもよく、又はそれを構成してもよい。

【0274】

光センサ120は、具体的には、光検出器、好ましくは無機光検出器、より好ましくは無機半導体光検出器、最も好ましくはシリコン光検出器であってもよく、又はそれらを含んでもよい。具体的には、光センサ120は、赤外スペクトル範囲において感度を有し得る。マトリックス118の光センサ120の全て、又はマトリックス118の光センサ120の少なくとも一群は、具体的には同一であってもよい。マトリックス118の同一の光センサ120の一群は、具体的には、異なるスペクトル範囲のために提供されてもよく、又は全ての光センサが、スペクトル感度に関して同一であってもよい。さらに、光センサ120は、サイズ及び／又はそれらの電子的又は光電子的特性に関して同一であってもよい。マトリックス118は、独立した光センサ120で構成されていてもよい。したがって、無機フォトダイオードのマトリックス118が構成されてよい。しかしながら、代替的に、CCD検出器チップなどのCCD検出器、及び／又はCMOS検出器チップなどのCMOS検出器の1つ以上などの市販のマトリックスが使用されてもよい。

【0275】

光センサ120は、センサアレイを形成してもよく、又は上述のマトリックスなどのセンサアレイの一部であってもよい。したがって、一例として、検出器110は、m、nが

10

20

30

40

50

独立して正の整数である m 行及び n 列を有する長方形アレイなどの光センサ120のアレイを備えることができる。好ましくは、2つ以上の列及び2つ以上の行が与えられ、すなわち、 $n > 1$ 、 $m > 1$ である。したがって、一例として、 n は2～16以上であり得、 m は2～16以上であり得る。好ましくは、行数と列数の比は1に近い。一例として、 n 及び m は、 $m/n = 1:1$ 、 $4:3$ 、 $16:9$ 又は同様のものを選択することなどにより、 $0.3 \leq m/n \leq 3$ となるように選択され得る。一例として、アレイは、 $m=2$ 、 $n=2$ 又は $m=3$ 、 $n=3$ などを選択することなどにより、等しい数の行及び列を有する正方形アレイであってもよい。

【0276】

マトリックス118は、具体的には、少なくとも1行、好ましくは複数行及び複数列を有する長方形のマトリックスであってよい。一例として、行及び列は、実質的に垂直な方向に方向付けられてよい。広い視野を提供するために、マトリックス118は、具体的には、少なくとも10行、好ましくは少なくとも50行、より好ましくは少なくとも100行を有していてもよい。同様に、マトリックスは、少なくとも10列、好ましくは少なくとも50列、より好ましくは少なくとも100列を有してもよい。マトリックス118は、少なくとも50個の光センサ120、好ましくは少なくとも100個の光センサ120、より好ましくは少なくとも500個の光センサ120を有することができる。マトリックス118は、数メガピクセルの範囲の数のピクセルを含み得る。しかしながら、他の実施形態も可能である。

【0277】

検出器110は、照射源124をさらに備える。一例として、照射源124は、物体112を照射するための照射光ビーム126を生成するように構成されてよい。検出器110は、照射光ビーム126が検出器110の光軸128に沿って検出器110から物体112に向かって伝播するように構成されてよい。この目的のために、検出器110は、照射光ビームを光軸128上に偏向させるための少なくとも1つの反射要素、好ましくは少なくとも1つのプリズムを含んでよい。

【0278】

照射源124は、少なくとも1つの光源を含んでいてもよい。照射源124は、複数の光源を含んでいてもよい。照射源124は、人工照射源、特に少なくとも1つのレーザ源、及び／又は少なくとも1つの白熱灯、及び／又は少なくとも1つの半導体光源、例えば少なくとも1つの発光ダイオード、特に有機及び／又は無機発光ダイオードを含み得る。一例として、照射源124によって放出される光は、 $300 \sim 1100 \text{ nm}$ 、特に $500 \sim 1100 \text{ nm}$ の波長を有し得る。追加的に又は代替的に、 $780 \text{ nm} \sim 3.0 \mu\text{m}$ の範囲などの赤外スペクトル範囲の光が使用され得る。具体的には、シリコンフォトダイオードが適用可能な特には $700 \text{ nm} \sim 1100 \text{ nm}$ の範囲の近赤外領域部分の光が使用されることができる。近赤外領域の光を使用することは、光が人間の目では検出されないか、又はわずかにしか検出されないが、シリコンセンサ、特に標準的なシリコンセンサによって検出されることを可能にする。照射源124は、単一波長で光を放出するように適合されてよい。他の実施形態では、照射は、他の波長チャネルでの追加の測定を可能にする複数の波長を有する光を放出するように適合されてよい。光源は、少なくとも1つのマルチビーム光源であってもよいし、それを含んでもよい。例えば、照射源は、少なくとも1つのレーザ源と、1つ以上の回折光学素子(DOE)を含んでよい。

【0279】

具体的には、照射源124は、少なくとも1つのレーザ及び／又はレーザ源を備えていてよい。様々なタイプのレーザ、例えば、半導体レーザ、ダブルヘテロ構造レーザ、外部キャビティレーザ、分離封じ込めヘテロ構造レーザ、量子カスケードレーザ、分散ブラッグ(bragg)反射器レーザ、ポラリトンレーザ、ハイブリッドシリコンレーザ、拡張キャビティダイオードレーザ、量子ドットレーザ、ポリウムブラッググレーティングレーザ、インジウムヒ素レーザ、トランジスタレーザ、ダイオード励起レーザ、分散フィードバックレーザ、量子ウェルレーザ、バンド間カスケードレーザ、ガリウムヒ素レーザ、

10

20

30

40

50

半導体リングレーザ、拡張キャビティダイオードレーザ、又は垂直キャビティ面発光レーザなど、が採用されてよい。追加的に又は代替的に、LED及び／又は電球などの非レーザ光源が使用されてもよい。照射源124は、照射パターンを生成するように適合された1つ以上の回折光学素子(DOE)を含んでよい。例えば、照射源は、点群を生成及び／又は投影するように適合されてよく、例えば、照射源124は、少なくとも1つのデジタル光処理プロジェクタ、少なくとも1つのLCOSプロジェクタ、少なくとも1つの空間光変調器、少なくとも1つの回折光学素子、発光ダイオードの少なくとも1つのアレイ、レーザ光源の少なくとも1つのアレイ、のうちの1つ以上を含み得る。それらの一般的に定義されたビームプロファイル及び取扱い性の他の特性を考慮すると、照射源として少なくとも1つのレーザ源の使用が特に好ましい。照射源124は、検出器110のハウジングに一体化されてよい。

10

【0280】

照射光ビーム126は、物体112から検出器110に向かって伝播することができる。検出器は、能動的及び／又は受動的な照射シナリオで使用されてよい。例えば、少なくとも1つの照射源124が、例えば、光ビームを物体112に向けて照射し、物体が光ビームを反射することによって、物体112を照射するように適合されてよい。少なくとも1つの照射源124に加えて又は代替的に、検出器110は、少なくとも1つの周囲光源などの、情景にすでに存在している放射を使用してもよい。

【0281】

照射源124は、少なくとも1つの照射パターンで少なくとも1つの物体112を照射してよい。照射パターンは、画像特徴としての複数の点を含んでよい。これらの点は、照射源124から出てくる光ビーム126として示されている。

20

【0282】

検出器110は、例えば、少なくとも1つの焦点調節可能レンズ、少なくとも1つの非球面レンズ、少なくとも1つの球面レンズ、少なくとも1つのフレネルレンズからなる群から選択される少なくとも1つのレンズ；少なくとも1つの回折光学素子；少なくとも1つの凹面鏡；少なくとも1つのビーム偏向要素、好ましくは少なくとも1つのミラー；少なくとも1つのビーム分割要素、好ましくはビーム分割キューブ又はビーム分割ミラーのうちの少なくとも1つ；少なくとも1つのマルチレンズシステム、からなる群から選択される少なくとも1つのレンズのうちの1つ以上を含む転送装置129を含んでよい。特に、転送装置129は、画像平面内の少なくとも1つの物体点に焦点を合わせるように適合された少なくとも1つのコリメートレンズを含んでいてよい。

30

【0283】

各光センサ120は、物体112から検出器110に伝播する反射光ビーム130によるそれぞれの感光エリア122の照射に応答して、少なくとも1つのセンサ信号を生成するように設計されてよい。センサ要素116は、光センサ120上の反射光ビーム130によって生成された少なくとも1つの反射特徴の少なくとも1つの反射画像を決定するように構成されてよい。反射画像は、センサ要素116のピクセルなどの画像装置からの複数の電子的な読み取り値などのように、センサ要素116を使用して記録されたデータであってよい。反射画像自体は、ピクセル、センサ要素116のマトリックス118のピクセルに相関する画像のピクセルを含み得る。マトリックス118は、反射画像126を含み得る。例えば、点パターンによる照射の場合、反射画像は、反射特徴として点を含み得る。これらの点は、少なくとも1つの物体112から発せられる反射光ビーム130に起因するものであってよい。

40

【0284】

センサ要素は116、反射画像の少なくとも1つの反射特徴のビームプロファイルを記録するように構成されてよい。検出器110は、少なくとも1つの評価装置132を備える。評価装置132は、センサ要素116によって提供される反射画像の少なくとも1つの反射特徴、具体的には少なくとも1つの光スポットを識別及び／又は選択するように構成されてよい。評価装置132は、反射特徴を識別するために、少なくとも1つの画像解

50

析及び／又は画像処理を実行するように構成されてよい。画像解析及び／又は画像処理は、少なくとも1つの特徴検出アルゴリズムを使用してよい。画像解析及び／又は画像処理は、以下：フィルタリング；少なくとも1つの関心領域の選択；センサ信号によって生成された画像と少なくとも1つのオフセットとの間の差分画像の形成；センサ信号によって生成された画像を反転することによるセンサ信号の反転；異なる時間にセンサ信号によって生成された画像間の差分画像の形成；背景補正；カラーチャネルへの分解；色相への分解；飽和；輝度チャネル；周波数分解；特異値分解；プロブ検出器の適用；コーナー検出器の適用；ヘッセフィルタの行列式の適用；主曲率ベースの領域検出器の適用；最大安定極値領域検出器の適用；一般化されたハフ変換の適用；稜線検出器の適用；アフィン不変特徴検出器の適用；アフィン適応の関心点演算子の適用；ハリスアフィン領域検出器の適用；ヘッセアフィン領域検出器の適用；スケール不変特徴変換の適用；スケールスペース極値検出器の適用；局所特徴検出器の適用；高速化堅牢特徴アルゴリズムの適用；勾配位置及び方向のヒストグラムアルゴリズムの適用；方向付けられた勾配記述子のヒストグラムの適用；Dericheエッジ検出器の適用；差動エッジ検出器の適用；時空間関心点検出器の適用；モラベックコーナー検出器の適用；キャニーエッジ検出器の適用；ガウスフィルタのラプラス演算子の適用；差分ガウスフィルタの適用；ソーベル（Sobel）演算子の適用；ラプラス演算子の適用；シャル演算子の適用；プレウィット演算子の適用；ロバーツ演算子の適用；キルシュ演算子の適用；ハイパスフィルタの適用；ローパスフィルタの適用；フーリエ変換の適用；ラドン変換の適用；ハフ変換の適用；ウェーブレット変換の適用；閾値処理；バイナリ画像の生成、のうちの1つ以上を含み得る。具体的には、反射画像の評価は、反射画像の関心領域を選択することを含む。関心領域は、ユーザが手動で決定してもよく、又は、センサ要素116によって生成された画像内の物体を認識するなどによって、自動的に決定されてもよい。例えば、スポット状の反射特徴の場合、関心領域は、スポットプロファイルの周囲の領域として選択されてもよい。

【0285】

評価装置132は、反射画像のビームプロファイルの評価することによって、材料特性 m を決定するように構成されてよい。反射画像のビームプロファイルは、台形ビームプロファイル；三角形ビームプロファイル；円錐形ビームプロファイル及びガウスビームプロファイルの線形結合からなる群から選択されてよい。評価装置132は、少なくとも1つの距離依存画像フィルタ及び少なくとも1つの材料依存画像フィルタを、ビームプロファイルに及び／又はビームプロファイルの少なくとも1つの特定領域に適用するように構成され得る。具体的には、画像フィルタ ϕ は、画像 f 又は画像内の関心領域を、実数 $\phi(f(x, y)) = \phi$ にマッピングし、ここで ϕ は特徴、特に距離依存の画像フィルタの場合は距離特徴、材料依存の画像フィルタの場合は材料特徴を示している。画像はノイズの影響を受ける可能性があり、特徴についても同様である。したがって、特徴はランダム変数であってよい。特徴は正規分布に従ってもよい。特徴が正規分布に従っていない場合は、ボックスボックス変換などによって正規分布に従うように変換されてもよい。

【0286】

評価装置132は、反射画像に少なくとも1つの距離依存画像フィルタ ϕ_1 を適用することによって、少なくとも1つの距離特徴 ϕ_{1z} を決定するように構成される。距離特徴は、物体112の距離に関する少なくとも1つの測定値、距離値、物体の縦方向座標など、物体112の距離に関する少なくとも1つの情報であってもよく、又はそれを含んでもよい。距離依存画像フィルタは、光子比からの深度フィルタ；デフォーカスからの深度フィルタ；又はそれらの線形結合；又は、 $|\rho_{\phi_{1other}}, \phi_z| \geq 0.40$ （ ϕ_z は、光子比からの深度フィルタ又はデフォーカスからの深度フィルタ又はそれらの線形結合）によって、光子比からの深度フィルタ及び／又はデフォーカスからの深度フィルタ又はそれらの線形結合に相関するさらなる距離依存画像フィルタ ϕ_{1other} 、からなる群から選択される少なくとも1つのフィルタである。さらなる距離依存画像フィルタ ϕ_{1other} は、距離依存画像フィルタ ϕ_z の1つ以上と $|\rho_{\phi_{1other}}, \phi_z| \geq 0.60$ 、好ましくは $|\rho_{\phi_{1other}}, \phi_z| \geq 0.80$ によって相関してよい。2つの画像フ

フィルタ ϕ_i 及び ϕ_j の類似性は、それらの特徴の相関によって評価されてよく、具体的には、ピアソンの相関係数を計算することによって評価されてよい。

【0287】

【数48】

$$\rho_{\phi_i \phi_j} = \frac{\text{cov}\left((\Phi_i(f(x, y)) - \mu_i)(\Phi_j(f(x, y)) - \mu_j)\right)}{\sigma_i \sigma_j}$$

【0288】

式中、 μ と σ は、得られた特徴の平均値と標準偏差である。フィルタの相関性のテストは、ランダムテスト画像のセット、具体的には乱数で満たされたマトリックスを用いて行われ得る。ランダムなテスト画像の数は、相関テストの結果が統計的に有意になるように選択されてよい。相関係数は -1 から 1 の間の値をとり、ここで 0 は線形相関がないことを意味する。相関係数は、2つのフィルタが類似しているか、又は同等であるかどうかを決定するのに適している。フィルタの特徴が、例えば距離のような所定の特性と相関しているかどうかを測定するために、テスト画像は、相関フィルタが実際にその特性をもたらすように選択されることができる。一例として、フィルタの特徴が距離と相関するかどうかを測定するために、異なる距離で記録されたビームプロファイルがテスト画像として使用されることができる。比較可能で、伝達可能で、透明性のある評価を得るために、テスト画像の固定されたテストセットが定義されてよい。

【0289】

例えば、距離依存画像フィルタは、光子比からの深度フィルタであってよい。光子比からの深度フィルタは、センサ要素の少なくとも2つのセンサ信号からの結合信号 Q を評価することを含んでよい。評価装置は、結合信号 Q の評価によって距離特徴 ϕ_{1z} を決定するように構成されてよい。結合信号 Q の評価によって決定された距離特徴は、物体の縦方向座標に直接対応し得る。結合信号 Q は、様々な手段を用いて決定されてよい。一例として、結合信号を導出するためのソフトウェア手段、結合信号を導出するためのハードウェア手段、又はその両方が用いられてよく、評価装置に実装されてもよい。したがって、評価装置132は、一例として、少なくとも1つのデバイダ134を含んでもよく、ここで、デバイダ134は、商信号を導出するように構成される。デバイダ134は、完全に又は部分的に、ソフトウェアデバイダ又はハードウェアデバイダの一方又は両方として具現化されてよい。

【0290】

評価装置132は、センサ信号を除算すること、センサ信号の倍数を除算すること、センサ信号の線形結合を除算することのうちの1つ以上によって、結合信号 Q を導出するように構成されてよい。評価装置132は、結合信号 Q と距離特徴 ϕ_{1z} との間の少なくとも1つの所定の関係を用いて距離特徴 ϕ_{1z} を決定するように構成されてもよい。例えば、評価装置は、以下によって結合信号 Q を導出するように構成されている。

【0291】

【数49】

$$Q(z_o) = \frac{\iint_{A_1} E(x, y; z_o) dx dy}{\iint_{A_2} E(x, y; z_o) dx dy}$$

【0292】

式中、 x 及び y は横方向座標、 A_1 及び A_2 はセンサの位置における物体から検出器に

伝播する光ビームの少なくとも1つのビームプロファイルの異なるエリア、 $E(x, y, z_0)$ は物体距離 z_0 で与えられるビームプロファイルを表す。エリア A_1 とエリア A_2 は異なっていてよい。特に、 A_1 と A_2 は合同ではない。したがって、 A_1 及び A_2 は、形状又は内容のうちの1つ以上が異なっていてよい。ビームプロファイルは、光ビームの断面であってよい。ビームプロファイルは、台形ビームプロファイル；三角形ビームプロファイル；円錐ビームプロファイル及びガウスビームプロファイルの線形結合からなる群から選択されてよい。一般に、ビームプロファイルは、輝度 $L(z_0)$ 及びビーム形状 $S(x, y; z_0)$ に依存する。このように、結合信号を導出することで、輝度から独立した縦方向座標を決定することができる。さらに、結合信号を使用することにより、物体の大きさとは無関係に距離 z_0 を決定することができる。このように、結合信号は、物体112の材料特性及び／又は反射特性及び／又は散乱特性とは無関係に、及び、例えば製造精度、熱、水分、汚れ、レンズの損傷などによる光源の変化とは無関係に、距離 z_0 を決定することを可能にする。一例として、距離依存特徴 ϕ_{1z} は、結合信号 Q の関数、 $\phi_{1z} = \phi_{1z}(Q)$ であってよく、ここで、該関数は Q の一次多項式、二次多項式、又はより高次の多項式であってもよい。さらに、一例として、物体距離 z_0 は、距離依存特徴 ϕ_{1z} の関数、 $z_0 = z_0(\phi_{1z})$ であってよく、ここで、該関数は、 ϕ_{1z} の一次多項式、二次多項式、又はより高次の多項式であってよい。したがって、物体距離 z_0 は、結合信号 Q の関数、 $z_0 = z_0(Q)$ であってよく、ここで、該関数は Q の一次多項式、二次多項式、又はより高次の多項式であってよい。

【0293】

少なくとも2つの光センサ120の感光エリア122は、第1センサ信号がビームプロファイルの第1エリアの情報を含むように、第2センサ信号が、ビームプロファイルの第2エリアの情報を含むように配置されてもよい。ビームプロファイルの第1エリア及びビームプロファイルの第2エリアは、隣接又は重複する領域の一方又は両方である。

【0294】

評価装置132は、ビームプロファイルの第1エリア及びビームプロファイルの第2エリアを決定及び／又は選択するように構成されてよい。ビームプロファイルの第1エリアは、ビームプロファイルの実質的にエッジ情報を含んでよく、ビームプロファイルの第2エリアは、ビームプロファイルの実質的に中心情報を含んでよい。ビームプロファイルは、中心、すなわちビームプロファイルの最大値及び／又はビームプロファイルのプラトーの中心点及び／又は光スポットの幾何学的中心と、中心から延びる立下りエッジとを有してよい。第2領域は、断面の内側領域を含んでよく、第1領域は、断面の外側領域を含んでよい。好ましくは、中心情報は、10%未満、より好ましくは5%未満、のエッジ情報の割合を有し、最も好ましくは、中心情報はエッジ内容を含まない。エッジ情報は、ビームプロファイル全体の情報、特に中心領域及びエッジ領域からの情報を含み得る。エッジ情報は、10%未満、好ましくは5%未満の中心情報の割合を有し、より好ましくは、エッジ情報は中心情報を含まない。ビームプロファイルが中心に近い又はその周囲にあり、実質的に中心情報を含む場合は、ビームプロファイルの少なくとも1つのエリアは、ビームプロファイルの第2エリアとして決定及び／又は選択されてよい。ビームプロファイルが断面の立下りエッジの少なくとも部分を含む場合は、ビームプロファイルの少なくとも1つのエリアは、ビームプロファイルの第1エリアとして決定及び／又は選択されてよい。例えば、断面の全エリアが第1領域として決定されてよい。ビームプロファイルの第1エリアをエリア A_2 、ビームプロファイルの第2エリアをエリア A_1 としてよい。

【0295】

エッジ情報は、ビームプロファイルの第1エリアの光子数に関する情報を含むことができ、中心情報は、ビームプロファイルの第2エリアの光子数に関する情報を含むことができる。評価装置132は、ビームプロファイルの面積積分を決定するように適合されてよい。評価装置132は、第1エリアの積分及び／又は加算によってエッジ情報を決定するように適合されてよい。評価装置132は、第2エリアの積分及び／又は加算によって中心情報を決定するように適合されてよい。例えば、ビームプロファイルは台形ビームプロ

ファイルであってよく、評価装置は、台形の積分値を決定するように適合されてよい。さらに、台形ビームプロファイルが想定される場合、エッジと中心信号の決定は、エッジの勾配と位置、ならびに中心プラトーの高さの決定などの台形ビームプロファイルの特性を利用し、幾何学的考察によってエッジと中心信号を導出する等価評価によって置き換えられることができる。

【0296】

追加的又は代替的に、評価装置は、光スポットの少なくとも1つのスライス又はカットから中心情報又はエッジ情報の一方又は両方を決定するように適合されてよい。これは、例えば、結合信号Qの面積積分をスライス又はカットに沿った線積分に置き換えることによって実現できる。精度を向上させるために、光スポットを通る複数のスライス又はカットを使用して平均化してもよい。楕円スポットプロファイルの場合には、複数のスライス又はカットにわたって平均化することにより、改善された距離情報が得られる場合がある。

【0297】

評価装置132は、エッジ情報と中心情報を除算すること、エッジ情報と中心情報の倍数を除算すること、エッジ情報と中心情報の線形結合を除算することのうちの1つ以上によって、結合信号Qを導出するように構成されてよい。したがって、実質的には、本方法の物理的な基礎として、光子比が使用されてよい。

【0298】

評価装置132は、具体的には、第1及び第2センサ信号を除算することによって、第1及び第2センサ信号の倍数を除算することによって、又は第1及び第2センサ信号の線形結合を除算することによって、結合信号Qを導出するように構成されてよい。一例として、Qは、 $Q = s_1 / s_2$ 又は $Q = s_2 / s_1$ として簡単に決定されてよく、ここで s_1 は第1センサ信号を示し、 s_2 は第2センサ信号を示す。追加的又は代替的に、Qは、 $Q = a \cdot s_1 / b \cdot s_2$ 又は $Q = b \cdot s_2 / a \cdot s_1$ として決定されてよく、ここでa及びbは、一例として、予め定められているか、又は決定可能な実数である。追加的又は代替的に、Qは、 $Q = (a \cdot s_1 + b \cdot s_2) / (c \cdot s_1 + d \cdot s_2)$ として決定されてよく、ここでa、b、c及びdは、一例として、予め定められているか又は決定可能な実数である。後者の簡単な例として、Qは、 $Q = s_1 / (s_1 + s_2)$ として決定されてよい。他の結合信号又は商信号が可能である。

【0299】

結合信号Qの評価及び縦方向座標zの決定のさらなる詳細及び実施形態に関しては、例えばWO2018/091640、WO2018/091649A1及びWO2018/091638A2が参照され、それらの内容は参照により本明細書に含まれる。

【0300】

例えば、距離依存画像フィルタは、デフォーカスからの深度フィルタであってよい。上に概説したように、評価装置132は、センサ信号から関心領域の少なくとも1つの画像を決定するように構成されてよい。評価装置132は、少なくとも1つのブラーリング関数 f_a を最適化することによって、画像から物体の距離特徴 ϕ_{1z} を決定するように構成されてよい。決定された距離特徴 ϕ_{1z} は、物体の縦方向座標に直接対応してよい。距離特徴 ϕ_{1z} は、デフォーカスからの深度アルゴリズムなどの少なくとも1つの畳み込みベースのアルゴリズムを用いて決定されてよい。画像からの距離を得るために、デフォーカスからの深度アルゴリズムは、物体のデフォーカスを推定する。この推定のために、ブラーリング関数を仮定する。具体的には、ブラーリング関数は、デフォーカスされた物体のブラーをモデル化する。少なくとも1つのブラーリング関数 f_a は、1つの関数、又はガウス、 $\sin c$ 関数、ピルボックス関数、平方関数、ローレンツ関数、ラジアル関数、多項式、エルミート多項式、ゼルニケ多項式、ルジャンドル多項式からなる群からの少なくとも1つの関数から構成された複合関数であってよい。

【0301】

ブラーリング関数は、少なくとも1つのブラーリング関数のパラメータを変化させることによって最適化されることができる。反射画像は、ぼかし画像 i_b であり得る。評価装

置は、ぼかし画像 i_b 及びブラーリング関数 f_a から距離特徴 ϕ_{1z} を再構築するように構成されてよい。距離特徴 ϕ_{1z} は、パラメータ σ を変化させることによって、少なくとも1つのさらなる画像 i'_b を用いて、ぼかし画像 i_b と、ブラーリング関数 f_a の畳み込みとの間の差を最小化することによって、決定され得る。

【0302】

【数50】

$$\min\|(i'_b * f_a(\sigma(\phi_{1z})) - i_b)\|$$

10

【0303】

$\sigma(z)$ は、距離依存のブラーリングパラメータのセットである。さらなる画像は、ぼやけていても（ブラーであっても）、鮮明であってもよい。少なくとも1つのさらなる画像は、既知のブラーリング関数の畳み込みによって、ぼかし画像 i_b から生成されることができる。このように、デフォーカスからの深度アルゴリズムが、距離特徴 ϕ_{1z} を得るために使用されることができる。

【0304】

評価装置132は、光子比からの深度フィルタを適用することによって決定された距離特徴 ϕ_{1z} と、デフォーカスからの深度フィルタを適用することによって決定された距離特徴 ϕ_{1z} とを考慮して、少なくとも1つの結合距離情報 z を決定するように構成されてよい。結合された距離情報 z は、光子比からの深度フィルタを適用することによって決定された距離特徴 ϕ_{1z} と、デフォーカスからの深度フィルタを適用することによって決定された距離特徴 ϕ_{1z} とに依存する実関数であってよい。また、結合距離情報 z は、光子比からの深度フィルタを適用することによって決定された距離特徴 ϕ_{1z} と、デフォーカスからの深度フィルタを適用して決定された距離特徴 ϕ_{1z} との有理多項式又は無理多項式であってよい。デフォーカスからの深度は、光子比からの深度を補完する方法であるが、同様のハードウェア構成を使用する。さらに、デフォーカスからの深度の距離測定は、同様の精度を有することができる。両方の技術を組み合わせることは、精度の高い有利な距離測定結果を生じることがあり得る。

20

【0305】

例えば、距離依存画像フィルタは、光子比からの深度フィルタ及び／又はデフォーカスからの深度画像フィルタと組み合わせられた構造化光フィルタであってよい。検出器110は、それぞれが光センサ120のマトリックス118を有する少なくとも2つのセンサ要素116を含んでいてよい。少なくとも1つの第1センサ要素及び少なくとも1つの第2センサ要素は、異なる空間位置に配置されてよい。第1センサ要素と第2要素との間の相対的距離は固定されていてよい。少なくとも1つの第1センサ要素は、少なくとも1つの第1反射パターン、特に少なくとも1つの第1反射特徴を決定するように適合されていてよく、少なくとも1つの第2センサ要素は、少なくとも1つの第2反射パターン、特に少なくとも1つの第2反射特徴を決定するように適合されてよい。評価装置132は、第1センサ要素又は第2センサ要素によって決定された少なくとも1つの画像を反射画像として選択し、及び、第1センサ要素又は第2センサ要素のうちの他の1つによって決定された少なくとも1つの画像を参照画像として選択するように構成されてよい。参照画像は、少なくとも1つの参照特徴を記録すること、少なくとも1つの参照特徴を画像化すること、参照画像を計算することの1つ以上によって決定され得る。参照画像及び反射画像は、一定の距離を有する異なる空間位置で決定された物体の画像であってよい。距離は、ベースラインとも呼ばれる相対距離であってよい。評価装置132は、反射画像内の少なくとも1つの反射特徴を選択するように適合されてよく、光子比からの深度画像フィルタ及び／又はデフォーカスからの深度画像フィルタを適用することによって決定された距離特徴 ϕ_{1z} 及び誤差間隔 $\pm \varepsilon$ によって与えられる反射画像の選択された反射特徴の少なくとも1つの距離推定値を決定するように適合されてよい。

30

40

50

【0306】

評価装置132は、少なくとも1つの反射特徴に対応する少なくとも1つの参照画像の少なくとも1つの参照特徴を決定するように適合されてよい。評価装置132は、画像分析を実行し、反射画像の特徴を識別するように適合され得る。評価装置132は、実質的に同一の縦方向座標を有する参照画像内の少なくとも1つの参照特徴を、選択された反射特徴として識別するように適合され得る。評価装置132は、参照画像におけるエピポーラ線を決定するように適合され得る。参照画像と反射画像の相対位置は既知であることができる。例えば、参照画像と反射画像の相対位置は、評価装置の少なくとも1つの保存ユニット内に保存され得る。評価装置132は、反射画像の選択された反射特徴から延びる直線を決定するように適合され得る。直線は、選択された特徴に対応する、あり得る物体特徴を含み得る。直線とベースラインはエピポーラ平面を展開する。参照画像が反射画像とは異なる相対的位置で決定されるため、対応する可能な物体の特徴は、参照画像内のエピポーラ線と呼ばれる直線上に画像化され得る。したがって、反射画像の選択された特徴に対応する参照画像の特徴は、エピポーラ線上に位置する。画像の歪み、あるいは経年変化、温度変化、機械的ストレスなどによるシステムパラメータの変化により、エピポーラ線は互いに交差又は非常に接近していることがあり、及び／又は参照特徴と反射特徴の間の対応が不明瞭なことがある。さらに、現実世界の各既知の位置又は物体は参照画像に投影されてもよく、その逆でもよい。投影は検出器の較正によって知られることができる一方、較正は特定のカメラのエピポーラ幾何学のティーチインに相当する。

【0307】

評価装置132は、距離推定値に対応する参照画像内の少なくとも1つの変位領域を決定するように構成されてよい。具体的には、変位領域は、選択された反射特徴に対応する参照特徴が、参照画像内に位置すると予想される参照画像内の領域であることができる。物体112までの距離に応じて、反射特徴に対応する参照特徴の画像位置は、反射画像における反射特徴の画像位置と比較して、参照画像内で変位され得る。変位領域は、1つの参照特徴のみを含むことができる。変位領域はまた、複数の参照特徴を含むことができる。変位領域は、エピポーラ線又はエピポーラ線の一部を含むことができる。変位領域は、複数のエピポーラ線又は複数のエピポーラ線の複数の部分を含むことができる。変位領域は、エピポーラ線に沿って延在してもよく、エピポーラ線に直交して延在してもよく、又はその両方であってもよい。評価装置132は、距離特徴に対応してエピポーラ線に沿って参照特徴を決定するように、及び、誤差間隔 $\pm \varepsilon$ に対応してエピポーラ線に沿った、又はエピポーラ線に直交する変位領域の範囲を決定するように適合されてよい。距離測定の測定不確実性は、測定不確実性が方向によって異なり得るため、非円形である変位領域をもたらし得る。具体的には、エピポーラ線又は複数のエピポーラ線に沿った測定不確実性は、エピポーラ線又は複数の線に関する直交方向の測定不確実性よりも大きくなる可能性がある。変位領域は、エピポーラ線又は複数のエピポーラ線に関して直交方向に延びた領域を含み得る。評価装置132は、反射特徴の画像位置の周りの変位領域を決定することができる。評価装置132は、距離推定値を決定するように、及び、 $\phi_{1z} \pm \varepsilon$ に対応したエピポーラ線に沿った変位領域を決定するように適合されることができる。

【0308】

評価装置132は、反射パターンの選択された特徴を、変位領域内の参照パターンの少なくとも1つの特徴とマッチングさせるように構成されてよい。評価装置132は、決定された距離推定値を考慮して少なくとも1つの評価アルゴリズムを使用することにより、反射画像の選択された特徴を変位領域内の参照特徴とマッチングさせるように構成されることができる。評価アルゴリズムは、線形スケーリングアルゴリズムであってよい。評価装置132は、変位領域に最も近い、及び／又は変位領域内のエピポーラ線を決定するように適合され得る。評価装置132は、反射特徴の画像位置に最も近いエピポーラ線を決定するように適合され得る。エピポーラ線に沿った変位領域の範囲は、エピポーラ線に直交する変位領域の範囲よりも大きいことがあり得る。評価装置は、対応する参照特徴を決定する前に、エピポーラ線を決定するように適合され得る。評価装置132は、各反射特

徴の画像位置の周りの変位領域を決定し得る。評価装置 132 は、例えば、変位領域に最も近いエピポーラ線、及び／又は変位領域内のエピポーラ線、及び／又はエピポーラ線に直交する方向に沿った変位領域に最も近いエピポーラ線を割り当てることなどにより、反射特徴の各画像位置の各変位領域にエピポーラ線を割り当てるように適合され得る。評価装置 132 は、例えば、割り当てられた変位領域に最も近い参照特徴、及び／又は割り当てられた変位領域内の参照特徴、及び／又は割り当てられたエピポーラ線に沿った割り当てられた変位領域に最も近い参照特徴、及び／又は割り当てられたエピポーラ線に沿った割り当てられた変位領域内の参照特徴を評価することなどにより、反射特徴の画像位置に対応する参照特徴を決定するように適合され得る。

【0309】

評価装置 132 は、マッチングした参照特徴と選択された反射特徴の変位を決定するように構成され得る。評価装置は、縦方向座標と変位との間の所定の関係を用いて、マッチングした特徴の縦方向情報を決定するように構成され得る。例えば、縦方向情報は距離値であってよい。所定の関係は、経験的關係、半経験的關係、及び分析的に導出された関係のうちの 1 つ以上であってよい。評価装置 132 は、例えばルックアップリスト又はルックアップテーブルなどの、所定の関係を保存するための少なくとも 1 つのデータ保存装置を備えてよい。評価装置 132 は、三角測量法を使用することによって所定の関係を決定するように適合され得る。反射画像内の選択された反射特徴の位置と、マッチングした参照特徴の位置、及び／又は、選択された反射特徴とマッチングした参照特徴の相対変位がわかっている場合、対応する物体特徴の縦方向座標は、三角測量によって決定され得る。したがって、評価装置 132 は、例えば続いて及び／又は列ごとに、反射特徴を選択するように、及び、参照特徴の各潜在的に可能な位置について三角測量を使用して対応する距離値を決定するように、適合され得る。変位及び対応する距離値は、評価装置 132 の少なくとも 1 つの保存装置に保存され得る。

【0310】

追加的に又は代替的に、評価装置 132 は以下のステップ：

- － 各反射特徴の画像位置に対する変位領域を決定すること；
 - － 変位領域に最も近いエピポーラ線、及び／又は変位領域内のエピポーラ線、及び／又はエピポーラ線に直交する方向に沿った変位領域に最も近いエピポーラ線を割り当てることによるなど、各反射特徴の変位領域にエピポーラ線を割り当てること；
 - － 割り当てられた変位領域に最も近い参照特徴、及び／又は割り当てられた変位領域内の参照特徴、及び／又は割り当てられたエピポーラ線に沿った割り当てられた変位領域に最も近い参照特徴、及び／又は割り当てられたエピポーラ線に沿った割り当てられた変位領域内の参照特徴を割り当てることによるなど、各反射特徴に少なくとも 1 つの参照特徴を割り当て及び／又は決定すること、
- を実行するように構成されてもよい。

【0311】

評価装置 132 は、反射画像に少なくとも 1 つの材料依存画像フィルタ ϕ_2 を適用することによって、少なくとも 1 つの材料特徴 ϕ_{2m} を決定するように構成される。材料特徴は、物体 112 の少なくとも 1 つの材料特性に関する少なくとも 1 つの情報であってもよく、又はそれを含んでいてもよい。

【0312】

材料依存画像フィルタは、輝度フィルタ；スポット形状フィルタ；二乗ノルム勾配；標準偏差；ガウスフィルタ又はメディアンフィルタなどの平滑性フィルタ；グレーレベル発生ベースのコントラストフィルタ；グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタ；グレーレベル発生ベースの均一性フィルタ；グレーレベル発生ベースの非類似性フィルタ；ローのエネルギーフィルタ；閾値領域フィルタ；もしくはこれらの線形結合；又は、 $|\rho\phi_{2\text{other}}, \phi_m| \geq 0.40$ によって (ϕ_m は、輝度フィルタ、スポット形状フィルタ、二乗ノルム勾配、標準偏差、平滑性フィルタ、グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタ、グレーレベル発生ベースの均一性フィルタ、グレーレベル発生ベースの非類似性

フィルタ、ローのエネルギーフィルタ、もしくは閾値領域フィルタ、又はそれらの線形結合の1つである)、輝度フィルタ、スポット形状フィルタ、二乗ノルム勾配、標準偏差、平滑性フィルタ、グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタ、グレーレベル発生ベースの均一性フィルタ、グレーレベル発生ベースの非類似性フィルタ、ローのエネルギーフィルタ、もしくは閾値領域フィルタ、又は、それらの線形結合に相関するさらなる材料依存画像フィルタ $\phi_{2\text{other}}$ 、からなる群から選択される少なくとも1つのフィルタであってよい。さらなる材料依存画像フィルタ $\phi_{2\text{other}}$ は、材料依存画像フィルタ ϕ_m の1つ以上と、 $|\rho_{\phi_{2\text{other}}, \phi_m}| \geq 0.60$ 、好ましくは $|\rho_{\phi_{2\text{other}}, \phi_m}| \geq 0.80$ によって相関していてもよい。例示的な材料依存画像フィルタの説明に関しては、上述の、輝度フィルタ、スポット形状フィルタ、二乗ノルム勾配、標準偏差、ガウスフィルタ又はメディアンフィルタなどの平滑性フィルタ、グレーレベル発生ベースのコントラストフィルタ、グレーレベル発生ベースのエネルギーフィルタ、グレーレベル発生ベースの均一性フィルタ、グレーレベル発生ベースの非類似性フィルタ、ローのエネルギーフィルタ、閾値領域フィルタの説明を参照されたい。

【0313】

材料依存画像フィルタは、仮説検証を通過する少なくとも1つの任意のフィルタ ϕ であり得る。仮説検証は、予め定義されたデータセットに画像フィルタを適用することによって、画像フィルタの材料依存性を検証することを含んでいてよい。データセットは、複数のビームプロファイル画像を含んでいてよい。ビームプロファイル画像は、 N_B ガウス放射状基底関数の合計によって与えられる。

【0314】

【数51】

$$f_k(x, y) = \left| \sum_{l=0}^{N_B-1} g_{lk}(x, y) \right|,$$

【0315】

【数52】

$$g_{lk}(x, y) = a_{lk} e^{-(\alpha(x-x_{lk}))^2} e^{-(\alpha(y-y_{lk}))^2}$$

【0316】

式中、 N_B ガウス放射状基底関数のそれぞれは、中心 (x_{lk}, y_{lk}) 、前因子 a_{lk} 、及び、指数因子

【数53】

$$\alpha = 1/\epsilon$$

によって、定義される。指数因子は、すべてのビームプロファイル画像のすべてのガウス関数で同一である。中心位置、 x_{lk}, y_{lk} は、すべての画像 $f_k: (x_0, x_1, \dots, x_{N_B}), (y_0, y_1, \dots, y_{N_B})$ で同一である。ビームプロファイル画像は、 $f_k(x, y)$ に関する上記の式を、以下のパラメータテーブルと組み合わせて使用することによって生成されることができる：

【0317】

10

20

30

40

50

【表 2】

画像インデックス	材料分類,材料インデックス	距離z	パラメータ
$k = 0$	皮膚, $m = 0$	0.4 m	$(a_{00}, a_{10}, \cdots, a_{N_B-10})$
$k = 1$	皮膚, $m = 0$	0.6 m	$(a_{01}, a_{11}, \cdots, a_{N_B-11})$
$k = 2$	生地, $m = 1$	0.6 m	$(a_{02}, a_{12}, \cdots, a_{N_B-12})$
$\vdots$		$\vdots$	
$k = N$	材料 $J, m = J - 1$		$(a_{0N}, a_{1N}, \cdots, a_{N_B-1N})$

【 0 3 1 8 】

x,y,の値は、
【数 5 4】

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \in [0,1, \cdots 31]^2$$

のピクセルに対応する整数である。画像は、 32×32 のピクセルサイズを有することができる。ビームプロファイル画像のデータセットは、 f_k の連続的な記述を得るために、パラメータセットと組み合わせて、 f_k に対する上述の式を使用することによって生成され得る。 32×32 画像の各ピクセルの値は、 $f_k(x,y)$ の x,y に対して、 $0, \dots, 31$ からの整数値を挿入することによって得ることができる。例えば、ピクセル（6，9）の場合、値 $f_k(6,9)$ が計算され得る。図3は、例示的なデータセットによって定義されるビームプロファイル画像の一実施形態を示す。

【 0 3 1 9 】

例示的なデータセットを以下に示す。以下のパラメータ表には、すべての画像 f_k のすべてのガウス関数 g_{lk} の中心位置 $x_{lk}=x_l, y_{lk}=y_l$ が示されている：

【 0 3 2 0 】

10

20

30

40

50

【表 3】

l	0	1	2	3	4	5	6	7
x_l	14	11	10	19	15	20	12	17
y_l	17	11	17	19	20	20	12	20
l	8	9	10	11	12	13	14	15
x_l	13	18	10	14	19	15	16	12
y_l	17	19	8	18	14	11	22	17
l	16	17	18	19	20	21	22	23
x_l	25	13	18	8	9	10	14	19
y_l	15	20	20	15	14	13	24	24
l	24	25	26	27	28	29	30	31
x_l	10	9	14	12	19	20	17	15
y_l	24	16	15	11	13	19	13	14
l	32	33	34	35	36	37	38	39
x_l	16	13	12	20	18	17	21	13
y_l	19	10	22	14	10	18	15	23
l	40	41	42	43	44	45	46	47
x_l	8	10	8	14	19	11	15	14
y_l	12	14	18	21	23	15	16	8
l	48	49	50	51	52	53	54	55
x_l	16	20	11	17	16	15	21	13
y_l	13	16	16	8	16	13	21	13
l	56	57	58	59	60	61	62	63
x_l	22	18	23	14	19	11	15	16
y_l	23	15	12	22	18	10	23	10

10

20

30

【0 3 2 1】

以下のパラメータ表は、材料分類、特に白いテフロンターゲット（controlと表記）、布、黒い皮膚（dark_skinと表記）、白い皮膚（pale_skinと表記）、非常に透光性の高い皮膚（transと表記）、画像インデックス k によって参照される各画像 f_k の距離 z を示している。

【0 3 2 2】

40

50

【表 4】

<i>k</i>	材料分類	距離 <i>z</i>	<i>k</i>	材料分類	距離 <i>z</i>	<i>k</i>	材料分類	距離 <i>z</i>
0	control	0.4	40	dark_skin	0.4	80	control	0.6
1	control	0.4	41	dark_skin	0.4	81	control	0.6
2	control	0.4	42	dark_skin	0.4	82	control	0.6
3	control	0.4	43	dark_skin	0.4	83	control	0.6
4	control	0.4	44	dark_skin	0.4	84	control	0.6
5	control	0.4	45	dark_skin	0.4	85	control	0.6
6	control	0.4	46	dark_skin	0.4	86	control	0.6
7	control	0.4	47	dark_skin	0.4	87	control	0.6
8	control	0.4	48	pale_skin	0.4	88	control	0.6
9	control	0.4	49	pale_skin	0.4	89	control	0.6
10	control	0.4	50	pale_skin	0.4	90	control	0.6
11	control	0.4	51	pale_skin	0.4	91	control	0.6
12	control	0.4	52	pale_skin	0.4	92	control	0.6
13	control	0.4	53	pale_skin	0.4	93	control	0.6
14	control	0.4	54	pale_skin	0.4	94	control	0.6
15	control	0.4	55	pale_skin	0.4	95	control	0.6
16	fabric	0.4	56	pale_skin	0.4	96	fabric	0.6
17	fabric	0.4	57	pale_skin	0.4	97	fabric	0.6
18	fabric	0.4	58	pale_skin	0.4	98	fabric	0.6
19	fabric	0.4	59	pale_skin	0.4	99	fabric	0.6
20	fabric	0.4	60	pale_skin	0.4	100	fabric	0.6
21	fabric	0.4	61	pale_skin	0.4	101	fabric	0.6
22	fabric	0.4	62	pale_skin	0.4	102	fabric	0.6
23	fabric	0.4	63	pale_skin	0.4	103	fabric	0.6
24	fabric	0.4	64	trans	0.4	104	fabric	0.6
25	fabric	0.4	65	trans	0.4	105	fabric	0.6
26	fabric	0.4	66	trans	0.4	106	fabric	0.6
27	fabric	0.4	67	trans	0.4	107	fabric	0.6
28	fabric	0.4	68	trans	0.4	108	fabric	0.6
29	fabric	0.4	69	trans	0.4	109	fabric	0.6
30	fabric	0.4	70	trans	0.4	110	fabric	0.6
31	fabric	0.4	71	trans	0.4	111	fabric	0.6
32	dark_skin	0.4	72	trans	0.4	112	dark_skin	0.6
33	dark_skin	0.4	73	trans	0.4	113	dark_skin	0.6
34	dark_skin	0.4	74	trans	0.4	114	dark_skin	0.6
35	dark_skin	0.4	75	trans	0.4	115	dark_skin	0.6
36	dark_skin	0.4	76	trans	0.4	116	dark_skin	0.6
37	dark_skin	0.4	77	trans	0.4	117	dark_skin	0.6
38	dark_skin	0.4	78	trans	0.4	118	dark_skin	0.6
39	dark_skin	0.4	79	trans	0.4	119	dark_skin	0.6

【 0 3 2 3 】

10

20

30

40

【表 5】

k	材料分類	距離 z	k	材料分類	距離 z	k	材料分類	距離 z
120	dark_skin	0.6	160	control	0.8	200	dark_skin	0.8
121	dark_skin	0.6	161	control	0.8	201	dark_skin	0.8
122	dark_skin	0.6	162	control	0.8	202	dark_skin	0.8
123	dark_skin	0.6	163	control	0.8	203	dark_skin	0.8
124	dark_skin	0.6	164	control	0.8	204	dark_skin	0.8
125	dark_skin	0.6	165	control	0.8	205	dark_skin	0.8
126	dark_skin	0.6	166	control	0.8	206	dark_skin	0.8
127	dark_skin	0.6	167	control	0.8	207	dark_skin	0.8
128	pale_skin	0.6	168	control	0.8	208	pale_skin	0.8
129	pale_skin	0.6	169	control	0.8	209	pale_skin	0.8
130	pale_skin	0.6	170	control	0.8	210	pale_skin	0.8
131	pale_skin	0.6	171	control	0.8	211	pale_skin	0.8
132	pale_skin	0.6	172	control	0.8	212	pale_skin	0.8
133	pale_skin	0.6	173	control	0.8	213	pale_skin	0.8
134	pale_skin	0.6	174	control	0.8	214	pale_skin	0.8
135	pale_skin	0.6	175	control	0.8	215	pale_skin	0.8
136	pale_skin	0.6	176	fabric	0.8	216	pale_skin	0.8
137	pale_skin	0.6	177	fabric	0.8	217	pale_skin	0.8
138	pale_skin	0.6	178	fabric	0.8	218	pale_skin	0.8
139	pale_skin	0.6	179	fabric	0.8	219	pale_skin	0.8
140	pale_skin	0.6	180	fabric	0.8	220	pale_skin	0.8
141	pale_skin	0.6	181	fabric	0.8	221	pale_skin	0.8
142	pale_skin	0.6	182	fabric	0.8	222	pale_skin	0.8
143	pale_skin	0.6	183	fabric	0.8	223	pale_skin	0.8
144	trans	0.6	184	fabric	0.8	224	trans	0.8
145	trans	0.6	185	fabric	0.8	225	trans	0.8
146	trans	0.6	186	fabric	0.8	226	trans	0.8
147	trans	0.6	187	fabric	0.8	227	trans	0.8
148	trans	0.6	188	fabric	0.8	228	trans	0.8
149	trans	0.6	189	fabric	0.8	229	trans	0.8
150	trans	0.6	190	fabric	0.8	230	trans	0.8
151	trans	0.6	191	fabric	0.8	231	trans	0.8
152	trans	0.6	192	dark_skin	0.8	232	trans	0.8
153	trans	0.6	193	dark_skin	0.8	233	trans	0.8
154	trans	0.6	194	dark_skin	0.8	234	trans	0.8
155	trans	0.6	195	dark_skin	0.8	235	trans	0.8
156	trans	0.6	196	dark_skin	0.8	236	trans	0.8
157	trans	0.6	197	dark_skin	0.8	237	trans	0.8
158	trans	0.6	198	dark_skin	0.8	238	trans	0.8
159	trans	0.6	199	dark_skin	0.8	239	trans	0.8

【0324】

次のパラメータ表は、画像インデックス k とガウスインデックス l によって参照される各画像 f_k のガウス関数 g_{lk} の前因子 a_{lk} を示している。

【0325】

【表 6】

k	a0k	a1k	a2k	a3k	a4k	a5k	a6k	a7k	
0	291.94	-7.20	-14.72	-22.75	32.57	16.92	-45.50	-23.31	
1	300.91	-7.58	-15.22	-14.41	32.18	15.96	-44.41	-23.92	
2	297.04	-6.42	-13.94	-10.30	31.19	16.44	-43.68	-22.27	
3	289.98	-7.67	-14.20	-13.60	31.68	17.16	-44.04	-21.41	
4	295.94	-7.72	-12.93	-16.81	32.77	15.92	-45.15	-22.30	
5	295.37	-6.87	-13.30	-15.51	33.10	16.70	-45.18	-22.29	
6	298.03	-6.79	-14.89	-12.68	32.43	14.46	-44.47	-22.71	
7	296.95	-7.09	-14.98	-13.54	31.56	15.69	-45.09	-20.03	10
8	306.69	-6.91	-14.94	-14.27	33.28	16.02	-43.93	-20.21	
9	291.40	-7.73	-13.91	-14.95	30.51	16.18	-45.86	-21.61	
10	301.21	-7.21	-14.05	-17.46	32.02	17.26	-45.02	-22.89	
11	309.78	-6.93	-13.47	-19.23	33.01	14.94	-43.61	-20.86	
12	298.62	-7.09	-14.75	-18.43	32.59	18.97	-44.11	-22.73	
13	296.09	-7.18	-14.25	-15.83	31.94	14.62	-43.72	-19.77	
14	301.13	-7.24	-14.44	-19.11	33.54	17.01	-44.08	-21.39	
15	304.28	-7.08	-14.10	-17.26	32.54	16.81	-44.40	-21.14	
16	246.71	-3.77	-13.62	1.43	19.38	-2.03	-52.50	-19.62	
17	258.85	-3.11	-12.88	-3.91	19.02	-1.05	-49.64	-21.50	
18	263.06	-2.91	-13.72	1.65	19.03	-1.26	-51.02	-21.58	20
19	251.12	-4.15	-14.47	-6.19	19.00	-1.26	-50.65	-22.40	
20	250.05	-2.91	-13.84	0.30	19.48	-1.79	-49.89	-20.92	
21	249.35	-2.80	-13.64	-0.25	18.90	0.42	-51.29	-19.21	
22	260.34	-2.57	-14.30	1.83	17.72	-1.18	-51.27	-24.07	
23	246.64	-3.68	-13.92	-2.29	19.79	-0.20	-50.33	-23.09	
24	245.58	-2.91	-15.25	-6.59	18.34	-1.75	-50.89	-24.38	
25	249.09	-3.09	-14.13	3.85	19.58	-1.58	-50.05	-22.87	
26	255.98	-2.91	-13.67	6.77	18.09	-2.15	-48.40	-21.74	
27	249.87	-3.43	-13.89	1.80	17.14	-2.32	-50.95	-25.65	
28	247.42	-3.34	-13.32	2.32	17.69	-1.29	-50.40	-23.82	30
29	253.00	-3.32	-12.60	4.98	17.09	-1.16	-49.54	-25.89	
30	254.40	-3.44	-14.69	1.64	20.18	-1.15	-49.66	-22.73	
31	256.40	-3.75	-13.62	-8.47	19.57	-1.08	-52.04	-21.62	
32	24.07	-2.06	2.98	-22.09	14.88	8.52	3.28	-4.27	
33	24.00	-1.30	3.15	-22.28	14.65	9.22	3.94	-4.75	
34	20.76	-1.69	3.24	-22.34	14.81	8.95	3.76	-4.69	
35	22.23	-2.51	3.10	-22.85	14.01	9.71	3.29	-4.61	
36	20.33	-2.23	3.04	-21.40	15.61	8.99	3.00	-4.12	
37	21.12	-2.09	3.25	-26.46	14.68	8.75	4.67	-5.05	
38	21.89	-1.92	3.05	-22.32	14.65	8.25	3.77	-4.15	
39	14.81	-2.07	2.82	-20.92	14.96	9.05	3.73	-5.40	40

【 0 3 2 6 】

【表 7】

k	a8k	a9k	a10k	a11k	a12k	a13k	a14k	a15k
0	-95.90	-116.79	0.49	-92.61	-76.01	36.70	0.46	78.40
1	-99.07	-117.11	0.57	-89.09	-76.31	37.12	-0.60	86.28
2	-92.44	-115.78	0.59	-93.89	-76.95	35.15	0.42	83.74
3	-96.50	-115.93	0.49	-92.28	-75.29	36.48	-0.17	70.45
4	-100.83	-120.58	0.57	-95.39	-73.94	37.36	-0.26	79.80
5	-94.89	-117.93	0.59	-93.45	-75.67	36.88	0.22	74.29
6	-94.27	-119.97	0.51	-91.14	-74.61	35.76	-0.72	73.46
7	-94.78	-114.15	0.55	-91.40	-71.49	36.55	-0.61	73.29
8	-97.53	-112.61	0.54	-91.30	-70.94	36.62	0.39	75.30
9	-97.85	-108.91	0.57	-94.07	-72.52	36.34	-0.32	76.34
10	-97.23	-115.13	0.64	-95.38	-74.62	36.22	-0.33	74.11
11	-96.18	-115.91	0.45	-93.13	-77.72	37.20	-0.07	81.82
12	-100.79	-113.16	0.52	-90.33	-72.38	36.46	-1.02	74.17
13	-98.70	-124.58	0.53	-93.48	-74.52	36.90	-0.78	74.38
14	-93.07	-116.00	0.52	-92.98	-75.28	36.84	-0.77	76.49
15	-106.83	-117.44	0.52	-94.22	-75.28	36.42	-0.51	79.82
16	-88.58	-87.41	0.63	-70.05	-37.06	27.50	3.58	84.26
17	-87.71	-82.32	0.54	-68.18	-40.98	28.10	3.20	88.34
18	-76.19	-80.81	0.53	-66.95	-35.36	27.23	3.61	87.52
19	-80.42	-84.95	0.55	-67.91	-38.39	27.70	3.39	90.71
20	-87.87	-76.07	0.74	-66.04	-39.03	27.55	2.84	83.83
21	-93.60	-80.04	0.45	-69.48	-38.83	27.01	3.71	83.32
22	-88.04	-78.17	0.62	-72.00	-39.30	27.24	3.08	89.23
23	-88.92	-76.16	0.62	-66.79	-39.81	27.64	3.01	84.46
24	-90.47	-77.18	0.58	-66.41	-35.84	27.85	3.13	94.66
25	-89.84	-83.96	0.70	-64.36	-36.65	26.40	3.38	86.08
26	-81.82	-72.08	0.59	-66.39	-38.13	27.45	3.47	83.27
27	-80.57	-82.11	0.65	-66.61	-35.78	28.23	3.99	86.32
28	-93.40	-81.19	0.66	-68.45	-39.71	26.68	3.19	88.66
29	-92.92	-79.14	0.68	-64.90	-38.61	28.11	3.79	83.05
30	-91.82	-79.09	0.57	-66.39	-37.74	27.24	4.20	82.26
31	-90.60	-82.20	0.51	-67.61	-35.58	28.10	3.02	89.40
32	-0.54	-16.54	-0.31	-3.67	-33.80	4.91	1.87	11.78
33	-0.17	-16.06	-0.31	-2.39	-32.09	4.41	1.86	11.66
34	-3.04	-15.03	-0.34	-5.36	-31.98	4.17	1.76	11.91
35	-5.65	-15.79	-0.35	-2.71	-32.21	4.77	1.90	10.71
36	-6.54	-15.97	-0.29	-3.29	-33.09	4.26	1.69	14.99
37	-1.22	-16.20	-0.29	-2.79	-32.90	4.42	1.93	9.92
38	-3.85	-13.17	-0.22	-2.98	-33.98	4.68	1.84	11.96
39	-5.99	-12.87	-0.34	-2.53	-34.59	3.97	1.80	11.77

10

20

30

40

【 0 3 2 7 】

【表 8】

k	a16k	a17k	a18k	a19k	a20k	a21k	a22k	a23k	
0	3.86	18.38	66.68	70.89	46.30	51.83	63.61	6.33	
1	-1.41	18.18	66.65	-116.27	47.93	53.00	-19.71	6.14	
2	5.49	17.64	67.40	86.57	47.99	51.08	-20.20	6.06	
3	1.41	18.29	68.83	-73.86	49.40	52.06	-9.49	6.14	
4	0.58	17.86	70.11	73.41	47.45	52.04	19.20	6.06	
5	-0.96	18.19	71.29	12.08	48.40	52.10	36.63	6.18	
6	-0.98	18.97	69.33	107.17	48.12	51.68	-30.34	6.21	
7	1.44	17.76	67.10	-119.11	46.64	51.64	-19.85	6.11	10
8	2.83	18.10	66.62	42.19	47.28	52.29	-24.88	6.17	
9	-0.87	17.50	68.71	-129.91	45.89	51.63	-43.44	6.23	
10	1.24	18.26	66.88	-12.32	47.49	52.45	45.87	6.14	
11	0.39	18.50	68.03	-103.43	47.42	52.40	-25.17	6.01	
12	1.60	18.13	67.42	-159.30	48.41	52.43	-8.06	6.08	
13	2.92	17.75	68.36	139.40	45.89	52.74	-16.56	6.19	
14	1.69	17.80	68.48	-16.76	46.43	52.86	-15.34	6.20	
15	0.66	17.51	68.30	-16.84	46.61	52.23	-12.07	6.00	
16	1.53	10.12	45.53	-105.48	51.47	53.43	29.32	3.91	
17	-0.83	10.67	47.22	-65.54	49.74	55.32	-3.14	3.90	
18	-0.05	11.56	46.07	-38.72	50.65	54.17	-71.99	3.87	20
19	1.11	10.54	47.56	-22.99	50.63	54.47	19.05	3.81	
20	-2.77	10.45	46.29	102.12	50.39	54.05	-21.67	3.88	
21	1.51	11.03	46.20	-61.41	52.28	55.89	51.76	4.01	
22	-2.08	11.82	45.96	121.36	49.18	54.28	-44.05	3.89	
23	-0.13	10.89	46.21	34.94	52.82	54.93	26.48	3.82	
24	-3.52	10.89	49.08	97.01	50.10	55.70	4.07	3.65	
25	2.07	9.39	46.08	-53.59	51.65	53.65	4.94	3.97	
26	0.44	11.04	47.23	-188.70	49.01	55.21	30.06	4.08	
27	-4.62	9.33	47.59	141.42	51.09	54.20	-1.25	3.95	
28	-1.78	10.70	45.70	-47.29	49.84	54.81	40.79	3.71	30
29	-2.45	10.65	47.01	-32.51	51.18	53.56	11.77	3.93	
30	0.03	10.49	43.45	-149.80	50.93	53.95	14.36	3.83	
31	3.37	10.57	46.51	20.87	49.67	54.60	22.79	3.96	
32	0.86	7.55	19.63	-6.16	7.11	9.03	-20.02	1.08	
33	-1.54	7.76	20.22	38.99	7.26	8.99	-10.41	1.12	
34	-0.19	7.43	18.78	21.86	7.75	8.86	-16.09	1.15	
35	-2.22	7.79	19.15	4.23	7.44	8.75	19.94	1.06	
36	-1.11	7.83	20.15	20.92	6.25	8.80	-31.48	1.06	
37	-0.31	7.90	19.64	8.33	7.22	9.07	18.83	1.12	
38	-1.59	7.27	19.37	-18.56	6.82	8.51	21.93	1.10	
39	-1.18	7.41	19.11	85.48	7.72	8.69	-17.48	1.01	40

【 0 3 2 8 】

【表 9】

k	a24k	a25k	a26k	a27k	a28k	a29k	a30k	a31k
0	-2.45	11.03	80.28	37.44	26.08	-32.86	-12.63	179.34
1	4.01	11.52	78.78	37.44	24.32	-34.91	-12.16	180.51
2	-3.35	10.90	81.50	37.26	24.80	-33.69	-10.77	180.89
3	1.73	10.84	80.38	37.51	25.47	-36.57	-15.88	183.66
4	1.27	9.42	81.14	38.14	25.13	-35.66	-13.87	180.51
5	-1.05	10.89	78.62	35.99	24.44	-34.31	-10.65	181.52
6	-0.46	10.30	81.92	35.89	24.74	-34.63	-15.73	180.07
7	2.40	10.57	78.99	37.01	23.94	-34.87	-12.35	183.67
8	1.32	10.56	80.87	37.45	24.70	-35.58	-16.41	180.05
9	1.05	9.87	79.26	37.63	24.52	-33.58	-12.25	178.55
10	-0.78	9.63	81.05	38.38	25.20	-33.14	-13.41	176.95
11	3.17	10.63	81.55	37.98	24.25	-32.39	-8.97	178.12
12	-0.12	10.57	81.11	38.18	25.06	-32.51	-14.47	180.98
13	-3.92	11.23	81.59	37.07	24.28	-35.06	-13.10	179.20
14	-1.14	11.04	81.63	36.75	25.25	-34.70	-11.65	180.54
15	1.46	11.05	80.55	36.57	23.89	-33.64	-12.62	181.91
16	-5.70	11.70	54.00	34.44	12.44	-14.39	-12.01	171.54
17	-0.70	12.09	55.21	34.71	9.92	-17.13	-11.70	168.02
18	-3.57	11.69	53.52	34.81	11.95	-13.55	-12.37	172.64
19	-3.32	12.04	54.84	35.03	11.31	-16.56	-8.97	169.62
20	2.59	12.21	55.48	35.95	11.23	-16.53	-9.56	169.59
21	2.54	12.19	54.25	35.20	10.76	-16.90	-12.28	169.58
22	-3.44	11.69	55.10	35.89	12.10	-18.59	-8.83	171.87
23	0.56	12.26	53.50	35.39	10.43	-17.85	-6.90	169.62
24	1.18	11.85	54.90	34.61	11.57	-14.31	-8.59	170.29
25	4.59	13.16	55.42	35.65	11.43	-20.08	-11.70	170.01
26	-0.12	11.06	54.09	34.94	11.37	-15.16	-13.76	172.27
27	1.10	11.81	55.45	34.85	10.99	-17.00	-9.50	170.91
28	2.78	11.51	56.06	34.44	10.57	-13.57	-8.79	172.45
29	-1.28	11.48	55.08	35.02	10.89	-15.74	-9.63	169.75
30	2.04	12.16	55.11	35.67	10.86	-17.71	-6.55	170.86
31	0.32	12.82	53.12	34.92	10.54	-18.42	-8.44	169.18
32	0.20	0.74	50.97	-0.31	16.61	-0.13	-0.95	4.08
33	-2.15	1.02	49.63	-0.32	16.22	0.23	0.22	1.95
34	1.20	0.57	50.53	-0.69	16.60	0.05	-0.14	2.81
35	2.07	0.84	50.16	-0.49	16.35	0.75	-0.83	2.72
36	0.80	0.74	49.51	0.39	16.42	-0.53	-1.24	3.37
37	-1.45	1.05	52.96	-0.54	16.22	0.77	-0.23	3.04
38	2.48	0.88	49.48	0.67	16.29	-0.46	-1.51	3.83
39	-0.81	0.65	50.20	-0.45	16.38	-0.34	-0.14	3.97

10

20

30

40

【 0 3 2 9 】

【表 10】

k	a32k	a33k	a34k	a35k	a36k	a37k	a38k	a39k
0	-19.43	-15.41	-0.54	35.39	4.01	146.63	-31.68	-3.15
1	-18.88	-15.15	-0.37	34.72	4.18	148.07	-31.76	-3.56
2	-16.02	-15.31	-0.38	33.72	4.18	145.90	-32.03	-3.18
3	-17.80	-15.75	-0.39	36.39	4.08	145.63	-31.54	-3.47
4	-15.90	-15.69	-0.30	34.77	4.13	149.16	-31.20	-3.47
5	-18.98	-15.68	-0.58	33.97	4.12	147.36	-31.71	-3.33
6	-15.90	-15.37	-0.49	34.31	4.29	146.96	-30.78	-3.23
7	-14.81	-15.73	-0.31	36.06	4.14	150.82	-32.18	-3.67
8	-15.48	-15.58	-0.58	36.41	4.13	146.32	-31.10	-3.39
9	-16.55	-15.89	-0.37	32.95	3.99	141.73	-30.59	-3.45
10	-18.58	-15.48	-0.48	33.49	4.40	148.23	-30.74	-3.45
11	-15.63	-15.39	-0.38	35.93	4.06	144.15	-30.84	-3.40
12	-17.34	-15.78	-0.58	35.76	4.10	140.54	-32.14	-3.58
13	-16.01	-15.44	-0.51	35.03	4.19	142.21	-31.70	-3.44
14	-19.00	-15.39	-0.63	35.03	4.06	146.35	-31.59	-3.67
15	-16.05	-15.61	-0.51	35.06	4.04	144.24	-31.00	-3.59
16	-1.73	-11.69	0.83	17.68	4.06	115.00	-27.19	-5.03
17	-4.29	-12.41	1.18	16.91	3.80	117.37	-26.45	-5.33
18	-2.73	-12.25	1.21	17.51	3.83	119.84	-28.87	-5.24
19	-1.43	-12.78	1.09	16.03	3.87	118.57	-27.48	-5.28
20	-1.08	-12.82	1.18	16.30	3.94	118.99	-26.64	-4.93
21	-3.12	-12.39	0.98	17.09	3.77	116.73	-27.35	-5.06
22	-2.46	-12.29	1.12	15.90	3.83	119.51	-27.39	-4.75
23	-1.88	-12.16	1.06	16.70	3.81	120.08	-27.74	-5.30
24	-3.35	-12.24	1.09	14.93	3.90	117.65	-27.21	-5.13
25	-1.85	-11.74	1.20	18.98	3.86	118.21	-27.50	-5.19
26	-2.53	-12.60	1.34	18.04	3.83	118.75	-26.64	-5.50
27	-4.14	-11.95	1.01	18.05	3.80	120.99	-27.10	-4.89
28	-2.49	-12.69	1.15	18.06	3.69	117.75	-26.73	-5.11
29	-2.52	-12.69	1.30	15.46	4.07	116.11	-27.32	-5.01
30	-1.51	-12.10	1.15	17.59	3.63	123.35	-27.39	-5.32
31	-4.63	-12.59	1.03	17.39	3.88	119.73	-27.34	-5.17
32	-5.22	1.64	2.40	15.00	2.34	28.20	-5.04	-5.62
33	-5.96	1.34	2.52	14.98	2.36	28.53	-4.99	-5.55
34	-5.47	1.64	2.42	14.89	2.39	29.51	-4.77	-5.28
35	-4.58	1.75	2.52	14.33	2.30	31.32	-5.18	-5.29
36	-6.27	1.70	2.46	14.36	2.42	31.69	-5.05	-5.67
37	-5.85	1.50	2.37	14.83	2.33	29.47	-5.19	-5.62
38	-4.86	1.37	2.45	14.20	2.32	30.31	-5.13	-5.42
39	-6.24	1.66	2.42	14.65	2.30	31.65	-5.26	-5.40

10

20

30

40

【0 3 3 0】

【表 1 1】

k	a40k	a41k	a42k	a43k	a44k	a45k	a46k	a47k
0	-10.74	-128.40	-12.06	-27.68	-47.57	129.47	-144.26	5.82
1	-10.79	-126.25	-6.60	-27.37	30.05	129.30	-151.57	0.18
2	-10.74	-126.91	22.40	-24.92	8.00	127.04	-148.75	4.11
3	-10.77	-125.83	-0.47	-27.97	-22.77	127.09	-144.81	-5.16
4	-10.78	-123.99	31.65	-28.65	24.12	128.49	-154.50	13.78
5	-10.58	-125.15	-1.09	-27.15	-24.40	127.57	-149.54	5.15
6	-10.85	-124.37	-9.75	-27.32	-4.55	126.41	-145.43	-4.92
7	-10.65	-127.00	0.46	-27.02	-13.23	129.75	-144.09	-13.95
8	-11.02	-126.29	-13.90	-26.51	-7.75	127.78	-152.92	8.36
9	-10.68	-124.07	-7.82	-27.67	-23.63	127.87	-150.02	8.26
10	-10.83	-124.06	47.68	-28.79	7.39	124.57	-149.34	-3.62
11	-10.80	-128.19	-2.30	-25.63	-6.57	129.60	-150.58	-9.25
12	-10.87	-124.73	-54.90	-24.31	41.58	134.82	-151.79	-4.73
13	-10.82	-127.07	-0.98	-28.09	7.94	130.29	-148.24	-10.15
14	-11.01	-125.00	-2.61	-26.15	-9.59	129.00	-148.98	-19.14
15	-10.69	-125.55	6.16	-27.16	5.81	130.83	-152.90	-9.64
16	-11.43	-133.31	27.27	-18.30	-26.33	148.91	-121.02	7.67
17	-11.74	-134.46	-52.34	-16.89	-23.99	151.23	-120.04	-19.73
18	-11.45	-130.80	18.52	-16.85	-48.77	150.98	-122.92	10.85
19	-11.27	-133.08	-29.76	-17.58	3.69	149.84	-121.37	-4.93
20	-11.27	-134.65	8.68	-16.64	34.24	149.00	-118.06	-9.55
21	-11.71	-137.87	30.52	-14.52	0.44	149.28	-119.23	7.09
22	-11.44	-133.43	27.53	-14.99	8.31	149.32	-122.39	-19.43
23	-11.34	-135.85	-13.46	-14.85	0.51	149.46	-118.80	12.65
24	-11.46	-134.89	-32.30	-18.64	3.14	145.98	-119.97	5.91
25	-10.92	-135.14	-16.97	-16.50	9.98	148.08	-126.66	0.91
26	-11.38	-132.17	38.54	-18.23	23.72	150.56	-114.45	1.06
27	-11.44	-134.82	-43.20	-14.82	-21.37	150.11	-123.74	-7.24
28	-11.64	-136.08	-8.20	-17.05	0.87	153.36	-125.50	18.53
29	-11.25	-132.85	-28.20	-17.77	-16.83	146.70	-118.61	-2.81
30	-11.21	-133.55	-22.12	-16.42	-9.17	150.89	-123.39	7.29
31	-11.50	-135.59	16.35	-17.71	-39.44	149.92	-117.21	-17.87
32	-1.75	-17.34	-4.56	-15.38	-4.53	27.52	-4.76	-15.17
33	-1.66	-18.40	-1.44	-15.69	-11.54	27.41	-2.83	-8.66
34	-1.72	-17.15	3.10	-14.93	-13.85	27.41	0.29	18.03
35	-1.60	-18.29	10.53	-16.01	10.69	27.36	-0.67	-6.10
36	-1.70	-17.23	-4.85	-14.95	7.00	25.49	-2.44	-2.75
37	-1.65	-17.09	-18.55	-15.00	3.78	27.40	1.75	3.17
38	-1.68	-17.34	10.25	-15.93	-2.93	27.08	-9.32	12.10
39	-1.66	-16.95	6.80	-16.81	-3.07	27.33	-0.14	-2.79

10

20

30

40

【0 3 3 1】

【表 1 2】

k	a48k	a49k	a50k	a51k	a52k	a53k	a54k	a55k
0	37.14	79.32	-51.17	-1.76	107.54	-136.45	-0.70	49.45
1	39.73	78.51	-53.02	-3.67	107.24	-137.40	-0.92	48.53
2	38.32	79.55	-53.33	6.10	109.08	-137.60	-0.44	47.48
3	43.04	78.76	-49.78	-5.20	109.63	-137.79	-0.41	49.72
4	41.97	78.51	-51.25	-3.82	108.30	-134.67	-0.72	47.28
5	43.91	79.20	-53.25	5.02	104.46	-134.65	-0.72	50.25
6	41.71	79.71	-51.24	9.31	106.65	-135.02	-0.97	48.74
7	44.52	80.29	-48.51	-2.75	107.04	-140.33	0.13	49.50
8	39.20	80.04	-52.02	-1.21	109.14	-135.03	-0.87	48.70
9	42.96	79.10	-48.95	0.10	107.27	-135.84	-1.15	51.11
10	42.98	80.11	-51.37	2.86	107.63	-136.54	-1.02	49.77
11	41.67	78.52	-54.87	9.25	107.78	-137.56	-0.36	49.93
12	41.54	78.66	-49.72	12.58	108.48	-138.05	-1.51	50.82
13	45.53	79.40	-53.00	-0.90	106.29	-138.06	-1.22	48.46
14	41.05	78.05	-50.05	5.44	108.17	-134.77	-1.00	49.65
15	40.71	80.07	-56.73	-3.43	106.52	-136.43	-0.06	50.09
16	37.90	83.28	-64.08	-0.55	90.49	-120.94	4.79	58.73
17	39.35	84.15	-61.34	14.09	91.22	-115.20	4.42	58.38
18	39.25	83.87	-64.28	-2.73	90.15	-119.81	5.17	59.14
19	44.51	83.85	-64.77	-5.83	91.64	-120.52	4.96	59.80
20	39.23	84.11	-64.08	-0.47	90.61	-119.79	4.41	58.04
21	33.64	84.97	-66.24	2.00	90.84	-119.05	4.36	55.65
22	40.09	84.70	-68.59	8.97	89.54	-122.30	4.21	58.89
23	39.94	84.58	-64.95	9.90	90.45	-118.55	4.20	58.47
24	41.44	83.21	-61.49	21.96	86.40	-121.01	5.88	59.02
25	43.13	84.06	-71.09	5.92	91.68	-121.74	5.43	58.39
26	40.08	84.02	-62.57	-16.45	90.01	-124.94	5.37	59.22
27	42.77	83.17	-60.93	-3.80	90.21	-119.34	4.16	59.00
28	38.19	83.14	-68.75	0.93	89.45	-118.83	4.65	58.62
29	40.28	84.08	-66.06	2.04	90.85	-121.14	4.95	58.58
30	38.60	83.57	-63.85	4.02	90.34	-121.73	5.02	59.52
31	38.72	83.98	-62.23	-8.14	90.87	-118.15	4.47	57.21
32	11.57	21.55	-10.03	-6.33	68.62	-1.53	-1.26	5.29
33	12.52	21.60	-9.90	5.14	67.28	-2.03	-1.17	6.06
34	10.52	21.27	-9.92	7.48	62.26	-1.26	-1.10	6.49
35	9.72	21.00	-9.55	4.65	67.09	-2.90	-1.42	5.32
36	10.18	21.30	-10.46	0.53	68.50	-1.87	-1.28	5.86
37	11.41	21.45	-10.21	-5.58	69.19	-2.94	-0.93	6.38
38	10.20	21.55	-10.48	-0.02	72.00	-2.62	-1.45	5.82
39	10.76	21.90	-9.25	2.27	70.02	-3.28	-1.69	5.49

10

20

30

40

【0 3 3 2】

【表 1 3】

k	a56k	a57k	a58k	a59k	a60k	a61k	a62k	a63k
0	-12.86	129.34	-0.04	14.92	138.37	-1.55	89.62	30.73
1	-5.85	128.69	0.01	15.19	137.24	-1.35	-3.02	-80.51
2	-4.35	128.38	0.04	15.14	134.51	-1.28	41.45	-64.49
3	-12.07	129.28	0.00	15.99	138.44	-1.79	43.17	-32.41
4	-29.61	130.64	0.05	15.92	138.34	-1.07	-61.32	-48.06
5	-8.28	128.31	0.04	16.59	134.68	-1.42	22.30	2.66
6	19.35	130.30	0.02	13.87	136.49	-1.67	-84.92	0.79
7	24.36	127.83	0.04	15.94	138.86	-1.90	0.65	-3.65
8	-14.01	128.40	0.03	15.30	137.88	-1.44	-4.38	-31.18
9	0.91	129.12	0.02	14.12	135.10	-1.55	69.96	4.18
10	23.68	129.32	0.07	16.18	140.35	-1.81	-95.92	-40.96
11	-17.89	127.87	-0.02	14.63	137.22	-1.64	-53.97	-21.93
12	-16.16	127.54	0.03	15.68	139.52	-1.33	-2.36	-18.42
13	-9.14	128.00	0.04	15.45	137.55	-1.47	-154.65	-37.01
14	6.32	128.51	0.01	15.55	135.27	-1.61	-75.40	17.78
15	-56.04	128.95	-0.01	15.81	140.72	-1.50	15.30	-0.58
16	11.07	103.86	0.32	12.40	106.49	-3.15	-17.66	-6.34
17	1.20	103.57	0.30	11.80	105.25	-3.35	158.30	-11.96
18	15.81	104.02	0.31	12.73	105.76	-3.14	27.25	38.46
19	-38.30	105.03	0.26	13.24	105.45	-3.08	55.65	-53.71
20	-11.59	103.10	0.28	12.71	104.03	-3.53	-163.96	49.02
21	-12.52	102.37	0.36	13.19	102.12	-2.92	-173.39	-5.65
22	-9.62	103.25	0.33	12.39	108.93	-2.99	52.22	-161.59
23	25.92	103.48	0.29	11.74	106.99	-2.55	105.11	-85.85
24	-5.50	103.73	0.35	12.51	104.40	-3.33	69.39	-5.04
25	-10.31	105.43	0.32	12.82	105.99	-3.71	-26.84	-118.93
26	18.71	106.00	0.30	10.96	106.89	-3.08	-32.36	-84.52
27	20.64	104.18	0.31	10.98	105.86	-2.84	-60.72	-27.19
28	-15.68	105.50	0.30	12.70	106.94	-2.97	88.69	23.52
29	-13.79	104.57	0.35	11.66	106.15	-3.25	26.48	-34.70
30	0.58	103.49	0.33	12.68	105.58	-2.79	-41.33	6.57
31	-41.18	104.89	0.34	12.31	105.97	-3.75	29.53	-6.35
32	1.27	44.57	0.12	13.53	42.01	2.37	17.83	3.10
33	6.12	45.81	0.10	13.35	42.85	2.35	-40.89	-6.28
34	-2.92	44.37	0.10	13.49	42.40	2.50	118.60	-8.15
35	-5.72	45.65	0.09	13.59	42.95	2.35	-24.50	42.41
36	8.16	46.19	0.13	13.25	42.19	2.58	-23.66	-14.21
37	-2.52	45.21	0.10	14.30	42.49	2.21	10.46	8.05
38	1.03	44.35	0.08	13.11	42.30	2.30	-19.72	-34.53
39	7.84	44.14	0.07	12.77	41.49	2.14	-87.32	-9.49

10

20

30

40

【0 3 3 3】

【表 1 4】

k	a0k	a1k	a2k	a3k	a4k	a5k	a6k	a7k	
40	19.90	-2.13	3.40	-23.58	14.75	9.48	3.86	-5.28	
41	18.83	-2.16	2.85	-22.88	14.32	8.82	4.18	-4.88	
42	20.70	-1.65	3.27	-20.35	15.25	9.24	3.58	-4.35	
43	20.25	-1.77	3.20	-22.22	15.27	9.16	3.48	-3.80	
44	24.14	-2.06	3.32	-21.09	15.40	8.40	4.18	-4.42	
45	18.27	-1.69	3.27	-23.09	14.59	8.75	3.83	-4.73	
46	25.79	-2.16	2.67	-23.50	13.93	9.50	3.72	-4.28	
47	20.38	-2.29	3.08	-22.68	15.06	8.65	2.52	-5.19	10
48	50.37	-1.77	3.59	-24.60	18.28	10.50	5.85	-7.96	
49	49.85	-2.31	3.47	-28.05	18.13	10.17	7.16	-7.75	
50	41.67	-2.30	3.79	-26.10	18.67	10.55	6.25	-8.25	
51	42.09	-2.00	3.53	-25.53	18.63	10.87	5.39	-5.86	
52	50.69	-2.14	3.14	-26.33	19.35	9.35	6.52	-7.00	
53	42.49	-1.43	3.63	-27.22	19.41	9.91	6.84	-7.48	
54	53.71	-2.44	3.50	-31.61	18.14	11.45	6.06	-9.48	
55	46.99	-2.19	3.48	-29.49	18.31	10.81	6.44	-6.38	
56	51.56	-2.37	2.97	-27.93	19.01	11.39	5.33	-6.22	
57	46.94	-2.41	3.00	-30.06	17.38	9.09	6.34	-7.10	
58	41.31	-2.75	3.65	-25.85	19.08	9.83	6.07	-6.96	20
59	44.49	-2.22	3.61	-32.55	18.31	10.01	6.66	-7.11	
60	45.40	-2.42	3.22	-27.27	18.00	11.33	6.80	-7.85	
61	48.69	-2.05	3.04	-27.02	19.11	10.47	6.21	-8.31	
62	51.91	-2.10	3.23	-24.02	18.61	10.14	6.24	-8.18	
63	49.12	-2.03	3.79	-26.05	19.92	9.39	6.41	-7.48	
64	14.82	-1.26	2.54	-14.92	10.38	5.70	4.36	-2.13	
65	18.85	-1.68	2.35	-15.32	10.60	5.67	4.25	-2.41	
66	12.30	-1.35	2.98	-13.25	10.11	6.36	5.11	-2.88	
67	10.43	-0.99	2.47	-13.28	10.38	6.20	5.13	-2.15	
68	10.66	-1.07	2.81	-16.65	10.22	5.83	3.98	-2.43	30
69	14.27	-1.20	2.24	-13.79	9.68	4.91	3.57	-2.61	
70	14.63	-0.95	2.44	-13.66	10.38	4.72	4.73	-2.55	
71	13.43	-1.33	2.57	-16.19	9.82	5.72	4.41	-2.84	
72	12.29	-1.25	2.24	-13.42	9.93	5.64	4.34	-2.66	
73	13.65	-1.66	2.41	-16.32	10.52	5.40	4.92	-2.50	
74	13.37	-1.27	2.47	-15.49	9.98	5.94	3.65	-1.62	
75	14.10	-1.64	2.34	-14.76	10.05	5.40	4.82	-2.77	
76	16.53	-1.24	1.83	-18.07	9.51	6.44	4.40	-2.85	
77	15.73	-1.15	2.18	-13.81	9.36	5.62	4.61	-2.36	
78	17.20	-1.32	2.68	-13.10	9.52	5.70	4.78	-2.81	
79	18.10	-1.03	2.61	-14.46	10.11	5.73	4.83	-2.49	40

【 0 3 3 4】

【表 1 5】

k	a8k	a9k	a10k	a11k	a12k	a13k	a14k	a15k
40	-0.48	-14.13	-0.26	-4.85	-32.91	4.45	1.62	14.53
41	-2.55	-14.69	-0.26	-2.59	-32.83	4.48	1.64	10.87
42	-2.32	-13.82	-0.25	-3.21	-32.11	4.71	1.92	12.41
43	0.25	-13.86	-0.32	-0.74	-32.76	4.46	2.18	10.08
44	-2.98	-14.88	-0.29	-0.15	-33.19	4.33	1.78	12.83
45	0.26	-14.82	-0.34	-3.73	-35.01	4.39	1.93	11.13
46	-0.55	-13.52	-0.27	-2.21	-32.26	4.23	1.58	13.57
47	-2.58	-14.57	-0.27	-1.27	-32.66	4.42	1.55	11.73
48	-9.49	-17.26	-0.40	-7.16	-36.29	5.87	2.34	25.11
49	-15.26	-17.26	-0.39	-9.71	-37.64	6.04	2.21	24.19
50	-17.74	-16.05	-0.38	-8.14	-37.86	5.44	2.03	27.35
51	-7.51	-17.69	-0.44	-7.78	-36.26	6.10	2.27	26.16
52	-16.09	-16.80	-0.45	-7.39	-35.79	6.14	2.29	22.75
53	-21.20	-18.29	-0.46	-6.47	-37.56	6.01	2.73	22.73
54	-14.84	-18.42	-0.34	-6.94	-35.71	6.25	2.47	23.41
55	-16.75	-17.24	-0.39	-7.01	-38.93	6.20	2.67	26.48
56	-8.39	-22.20	-0.43	-6.67	-40.21	5.83	2.38	22.94
57	-14.66	-19.71	-0.36	-8.63	-40.12	6.05	2.57	23.51
58	-16.77	-15.89	-0.40	-8.32	-38.01	6.03	2.53	23.62
59	-16.13	-20.60	-0.48	-7.39	-36.88	6.09	2.39	23.28
60	-14.21	-16.48	-0.41	-8.28	-39.00	5.52	2.26	23.17
61	-14.30	-22.10	-0.43	-8.26	-37.30	6.59	2.03	22.66
62	-17.72	-18.12	-0.41	-7.89	-37.81	6.13	2.04	25.89
63	-17.68	-18.26	-0.39	-6.30	-36.11	5.40	2.04	21.67
64	2.73	-5.49	-0.33	1.00	-13.27	1.08	2.61	11.70
65	-4.20	-5.79	-0.38	-1.97	-13.62	1.34	2.28	11.01
66	-5.39	-6.55	-0.36	0.72	-12.79	0.98	2.48	13.80
67	-4.50	-5.76	-0.33	-1.87	-13.93	0.96	2.58	11.78
68	-4.01	-5.60	-0.37	-1.22	-14.53	1.28	2.37	12.48
69	-6.29	-5.07	-0.33	0.39	-14.47	1.50	2.31	13.61
70	-6.11	-5.86	-0.40	-0.83	-14.26	1.23	2.63	10.62
71	-8.03	-5.00	-0.32	-0.78	-12.45	1.14	2.62	12.27
72	-6.81	-6.73	-0.38	0.34	-14.42	1.52	2.49	12.46
73	-7.12	-6.95	-0.33	0.12	-13.53	1.04	2.45	10.32
74	-6.57	-3.28	-0.31	0.22	-14.17	1.09	2.41	13.68
75	-6.00	-3.61	-0.33	-0.67	-13.40	1.23	2.67	12.09
76	-5.23	-7.88	-0.38	-0.19	-14.11	1.19	2.52	13.16
77	-7.27	-3.96	-0.32	1.76	-14.15	1.23	2.79	11.77
78	-3.39	-7.77	-0.34	-0.85	-13.00	1.32	2.61	10.48
79	-4.11	-6.10	-0.36	-1.01	-13.69	1.30	2.55	11.87

10

20

30

40

【 0 3 3 5】

【表 1 6】

k	a16k	a17k	a18k	a19k	a20k	a21k	a22k	a23k
40	-1.34	7.31	20.08	-43.84	7.06	8.83	3.34	1.08
41	-1.10	7.79	19.71	8.41	7.32	8.92	15.86	1.04
42	1.31	8.00	19.19	-20.28	6.83	8.82	24.92	1.08
43	1.45	7.98	19.87	46.25	6.78	8.45	-2.96	1.00
44	0.33	7.34	19.54	-38.90	6.92	8.67	-12.94	1.11
45	1.75	7.10	20.14	-21.37	6.82	8.73	-27.46	1.13
46	0.61	8.00	20.03	-28.34	7.09	8.93	31.83	1.12
47	-0.64	7.87	19.53	-46.57	7.31	8.89	-30.39	1.07
48	-0.15	11.06	25.54	-2.80	12.05	11.55	-13.03	1.27
49	-0.12	11.11	25.52	8.12	12.20	12.65	-6.52	1.32
50	-1.32	10.83	24.11	37.99	12.63	11.38	32.37	1.35
51	0.13	10.49	25.74	8.31	12.13	11.86	-5.37	1.28
52	-1.83	11.17	26.01	33.77	12.42	11.00	34.57	1.29
53	-1.54	11.10	25.30	42.41	11.53	11.16	50.78	1.36
54	0.86	10.54	23.84	-10.95	12.27	11.29	7.27	1.27
55	0.11	11.02	25.47	-32.01	11.40	11.13	0.00	1.32
56	1.25	10.62	26.27	11.39	11.63	11.39	0.65	1.32
57	-1.16	10.55	25.32	76.10	12.37	11.06	17.89	1.41
58	-0.85	11.14	24.88	25.65	11.81	11.47	-34.03	1.31
59	-1.57	10.72	25.21	-19.84	11.67	12.12	-12.65	1.17
60	0.05	10.51	24.90	-78.84	12.63	12.01	-6.74	1.37
61	-1.47	10.82	25.26	46.37	12.04	11.15	-18.96	1.39
62	1.03	10.49	25.79	18.87	12.11	11.18	-7.43	1.35
63	0.25	10.96	26.25	59.58	11.55	11.69	-2.09	1.42
64	-0.42	5.86	11.16	66.99	8.70	6.34	31.58	1.06
65	1.35	5.34	11.18	14.04	8.27	6.43	59.34	1.01
66	0.05	5.54	10.70	-52.21	8.29	6.36	6.84	1.05
67	0.45	5.43	11.31	18.29	7.77	6.55	8.15	1.01
68	-0.61	6.04	9.77	28.80	7.99	6.69	3.61	1.10
69	-0.84	5.57	10.58	42.30	8.11	6.44	-41.16	1.11
70	0.34	5.48	10.22	22.47	8.03	6.57	-21.22	1.11
71	-0.40	6.13	10.13	-19.36	8.25	6.63	-9.41	1.03
72	-0.74	5.96	10.71	15.47	7.99	6.60	-11.79	1.10
73	0.30	5.77	10.78	-35.45	8.02	7.23	-7.79	1.12
74	0.31	6.04	9.85	-2.67	7.43	6.23	-16.70	0.99
75	0.07	5.67	11.17	-30.70	7.82	6.03	-41.32	1.03
76	0.91	6.31	10.37	65.63	7.65	6.38	-19.29	1.11
77	-0.55	5.90	10.02	41.19	7.65	6.85	26.33	1.08
78	0.38	5.93	10.95	-33.73	8.60	6.71	15.83	1.07
79	0.08	5.82	10.18	55.66	8.03	6.07	15.49	1.06

10

20

30

40

【0 3 3 6】

【表 17】

k	a24k	a25k	a26k	a27k	a28k	a29k	a30k	a31k	
40	-1.53	1.02	52.10	-0.48	16.66	0.51	-0.48	3.17	
41	1.12	0.85	50.58	-0.66	16.94	-0.20	-1.60	1.47	
42	-0.14	0.54	49.36	-0.28	16.62	-0.54	-0.84	2.34	
43	1.89	-0.17	50.32	-0.77	16.71	0.11	-0.84	2.40	
44	2.72	0.93	51.66	0.03	16.64	-0.52	-0.93	3.31	
45	0.90	0.89	50.79	-0.49	16.85	0.29	-0.30	2.02	
46	0.92	1.06	49.05	-0.55	15.95	-0.36	-0.75	2.36	
47	-1.10	0.50	50.20	-0.34	16.34	-0.29	-0.96	2.86	10
48	1.43	2.74	66.38	-2.26	21.67	0.95	-5.11	7.11	
49	0.16	3.22	63.74	-1.00	21.20	1.23	-4.04	5.34	
50	1.56	2.91	65.05	-1.22	20.65	1.57	-3.43	4.36	
51	-0.08	2.84	63.90	-2.64	21.54	-0.16	-4.06	5.01	
52	-1.22	3.14	64.73	-2.15	20.73	1.26	-3.17	6.76	
53	2.12	3.35	63.77	-2.31	20.64	1.90	-2.79	4.15	
54	-0.09	3.01	65.03	-2.19	21.60	0.00	-3.75	3.41	
55	2.71	3.52	62.85	-2.18	21.41	1.02	-3.95	4.22	
56	-1.83	3.25	64.90	-2.23	20.87	1.17	-5.24	6.48	
57	-1.32	3.01	65.44	-1.67	20.99	0.86	-4.19	4.77	
58	-1.32	3.42	67.01	-1.82	20.89	0.54	-2.96	6.01	20
59	-1.20	3.13	67.59	-2.06	21.62	0.29	-4.53	7.54	
60	3.64	2.66	65.10	-1.51	20.53	2.64	-2.72	4.43	
61	-2.11	2.97	65.31	-2.06	21.06	1.06	-5.37	5.61	
62	1.09	2.90	65.18	-2.28	21.55	1.93	-3.25	4.31	
63	3.76	3.61	62.63	-3.22	19.95	0.38	-4.80	6.77	
64	2.01	3.49	35.08	-1.73	7.78	-0.78	0.64	-7.62	
65	0.65	3.75	37.57	-1.59	8.16	0.25	1.16	-6.40	
66	-0.59	3.12	35.67	-1.59	8.70	-0.65	0.44	-7.70	
67	0.84	3.74	36.42	-1.44	8.46	0.59	0.32	-7.58	
68	1.82	3.81	36.20	-0.96	8.04	0.50	0.78	-6.98	30
69	-3.57	3.82	34.70	-1.26	8.63	0.05	0.45	-6.48	
70	-0.26	3.34	35.18	-1.92	8.23	-0.19	0.54	-6.45	
71	0.42	3.34	36.22	-1.78	7.93	0.71	1.11	-6.50	
72	-2.08	3.40	36.98	-1.86	8.30	-0.10	-0.07	-6.00	
73	0.88	3.39	36.43	-1.80	8.82	1.05	2.09	-6.28	
74	0.13	3.49	37.23	-1.68	7.89	0.03	0.84	-6.37	
75	0.72	3.63	34.17	-1.43	8.40	-0.15	1.45	-6.18	
76	1.16	3.70	37.28	-1.47	8.24	0.62	0.36	-6.41	
77	-1.66	3.54	36.23	-1.32	8.74	-0.46	1.47	-6.34	
78	0.57	3.54	37.16	-1.52	8.39	0.23	0.68	-5.44	
79	1.19	3.07	36.90	-2.02	8.87	0.19	0.45	-6.90	40

【0 3 3 7】

【表 18】

k	a32k	a33k	a34k	a35k	a36k	a37k	a38k	a39k
40	-5.34	1.56	2.37	14.21	2.38	29.25	-5.24	-4.95
41	-5.33	1.96	2.51	14.89	2.30	29.91	-4.95	-5.64
42	-4.23	1.47	2.50	14.89	2.39	30.13	-5.49	-5.67
43	-5.61	1.39	2.40	14.13	2.39	30.04	-5.16	-5.43
44	-5.26	1.42	2.47	14.70	2.47	29.51	-5.46	-5.65
45	-4.85	1.38	2.49	14.53	2.35	31.15	-5.49	-5.35
46	-5.17	1.42	2.66	14.21	2.40	31.82	-5.15	-5.79
47	-5.68	1.57	2.53	15.07	2.40	29.24	-5.09	-5.72
48	-6.00	2.58	2.50	14.63	3.20	38.48	-3.62	-5.61
49	-6.67	2.35	2.72	14.89	3.23	37.63	-3.69	-6.09
50	-5.81	2.30	2.52	15.66	3.28	38.95	-4.26	-6.18
51	-5.13	2.44	2.67	15.54	3.18	36.41	-4.09	-5.84
52	-4.42	1.99	2.54	15.71	3.13	39.60	-4.01	-6.18
53	-5.04	2.06	2.66	17.16	3.12	36.76	-4.33	-6.06
54	-6.10	2.53	2.50	16.41	3.27	37.65	-4.36	-6.06
55	-5.57	2.26	2.60	16.96	3.16	40.02	-3.85	-6.00
56	-4.10	1.92	2.64	14.69	3.17	39.48	-4.48	-6.07
57	-4.38	2.29	2.61	15.62	3.22	38.06	-3.97	-6.03
58	-5.50	2.09	2.58	16.36	3.27	40.47	-3.28	-5.79
59	-4.45	2.46	2.78	16.60	3.15	39.11	-3.78	-6.16
60	-3.34	2.51	2.52	15.15	3.23	38.56	-4.02	-5.90
61	-5.04	2.20	2.58	16.64	3.16	38.05	-4.02	-5.69
62	-4.07	2.51	2.61	16.88	3.27	38.29	-3.92	-6.25
63	-5.47	2.46	2.56	17.19	3.20	36.88	-3.81	-5.98
64	-3.26	1.93	2.58	6.64	1.79	15.55	-0.68	-6.62
65	-1.96	1.80	2.75	6.53	1.80	14.47	-1.32	-6.52
66	-2.93	1.95	2.58	6.37	1.80	13.31	-1.55	-6.16
67	-2.63	1.77	2.78	6.77	1.79	14.86	-0.93	-6.19
68	-3.09	2.07	2.62	6.63	1.85	13.31	-0.92	-6.44
69	-2.86	1.95	2.66	6.79	1.74	13.74	-1.00	-6.61
70	-1.71	1.92	2.68	5.20	1.78	15.31	-1.48	-6.46
71	-3.02	1.93	2.72	6.27	1.83	13.72	-1.27	-6.62
72	-2.50	2.08	2.62	6.55	1.75	12.96	-1.31	-6.45
73	-2.41	2.11	2.70	6.32	1.82	15.33	-1.06	-6.63
74	-2.92	2.10	2.73	6.78	1.77	15.18	-1.17	-6.35
75	-2.50	1.93	2.62	6.95	1.85	15.54	-1.22	-6.55
76	-2.98	2.03	2.66	6.13	1.77	14.15	-1.40	-6.31
77	-2.17	1.67	2.73	6.52	1.86	12.99	-0.97	-6.39
78	-3.26	1.85	2.79	5.93	1.78	15.29	-1.24	-6.51
79	-2.63	2.13	2.65	6.26	1.82	14.10	-1.09	-6.49

10

20

30

40

【0 3 3 8】

【表 19】

k	a40k	a41k	a42k	a43k	a44k	a45k	a46k	a47k
40	-1.63	-17.33	-15.14	-16.17	-29.42	28.83	-1.30	-12.03
41	-1.62	-16.73	15.47	-15.91	-10.45	27.24	-4.18	-15.77
42	-1.76	-17.69	-4.99	-16.03	12.60	28.26	-1.18	19.16
43	-1.73	-16.97	12.09	-15.62	-11.85	26.94	-0.37	0.46
44	-1.61	-17.12	-5.19	-15.90	2.02	26.26	-0.46	-5.74
45	-1.70	-17.11	2.87	-15.47	-1.41	27.27	2.06	2.50
46	-1.71	-18.19	-5.68	-15.33	-1.19	27.62	1.22	2.53
47	-1.69	-17.28	-11.69	-15.44	-22.75	27.70	-1.62	1.81
48	-2.35	-23.98	-5.23	-19.65	22.91	35.28	-12.08	-13.87
49	-2.43	-27.18	5.93	-18.98	-27.08	38.11	-20.01	-4.01
50	-2.31	-25.96	-1.21	-17.47	-3.80	36.94	-16.15	0.74
51	-2.43	-25.54	-5.39	-18.91	2.69	37.51	-17.32	-10.40
52	-2.34	-25.63	-0.54	-16.74	-13.52	38.11	-12.87	1.63
53	-2.28	-26.61	18.39	-19.47	38.54	36.67	-15.14	-8.79
54	-2.24	-25.23	0.96	-18.66	-4.01	37.97	-12.54	3.16
55	-2.46	-26.20	3.85	-20.41	-20.02	38.86	-9.05	-6.67
56	-2.20	-26.94	-5.01	-19.81	20.93	36.49	-12.64	1.44
57	-2.24	-26.94	-1.68	-18.68	-1.71	36.78	-9.21	13.52
58	-2.27	-24.52	0.95	-18.90	-12.42	39.65	-21.43	-15.86
59	-2.33	-25.67	-10.70	-19.74	1.12	39.45	-18.24	7.89
60	-2.30	-26.36	11.17	-18.81	-2.69	39.28	-17.71	-4.19
61	-2.29	-24.66	3.78	-19.38	-19.97	38.21	-17.79	-5.47
62	-2.42	-24.80	11.78	-19.14	3.75	38.29	-17.86	-0.73
63	-2.44	-24.51	-21.78	-18.50	23.88	36.49	-15.04	-0.89
64	-1.83	-13.40	-11.14	-13.47	6.68	20.28	-11.60	8.74
65	-1.62	-15.70	1.68	-12.90	6.44	19.59	-9.48	-7.91
66	-1.80	-13.18	-15.05	-13.18	1.99	18.97	-9.93	-3.74
67	-1.63	-13.75	-7.33	-13.37	-23.16	18.82	-6.33	-1.89
68	-1.76	-13.83	8.46	-12.67	5.10	20.29	-9.76	5.80
69	-1.74	-13.90	1.52	-12.82	-22.21	18.64	-11.50	-0.64
70	-1.78	-14.92	1.24	-12.89	4.97	19.29	-7.71	-4.83
71	-1.90	-13.09	-9.94	-13.40	-18.68	19.39	-5.61	6.31
72	-1.81	-14.30	-9.16	-13.84	13.20	18.53	-6.02	-1.96
73	-1.76	-14.66	-2.27	-12.31	-4.24	18.90	-6.41	14.15
74	-1.79	-13.88	-6.26	-12.21	-0.23	19.15	-10.59	-0.15
75	-1.64	-13.15	2.92	-13.45	-9.89	19.10	-10.12	-5.30
76	-1.77	-13.07	4.78	-13.52	-1.98	19.49	-8.17	-0.11
77	-1.67	-13.32	0.73	-13.84	5.22	20.52	-11.56	-5.77
78	-1.77	-13.99	-4.65	-12.55	-8.03	18.97	-7.84	0.31
79	-1.70	-13.62	3.32	-13.01	5.30	20.11	-7.49	7.78

10

20

30

40

【0 3 3 9】

【表 20】

k	a48k	a49k	a50k	a51k	a52k	a53k	a54k	a55k
40	10.47	21.27	-10.21	0.10	68.25	-3.70	-1.40	6.15
41	10.05	21.29	-10.73	-5.80	66.81	-3.54	-1.12	5.55
42	9.65	21.44	-10.41	3.16	64.95	-2.16	-1.26	5.51
43	10.09	20.98	-9.71	-1.86	66.84	-1.27	-1.51	5.68
44	10.76	21.46	-10.07	-3.57	67.32	-1.94	-1.25	6.11
45	12.36	21.09	-11.19	-6.00	66.15	-1.00	-1.45	5.81
46	9.57	21.06	-10.42	-7.61	64.58	-2.32	-1.27	4.69
47	10.48	21.27	-8.46	-5.23	67.39	-2.78	-1.50	5.91
48	19.85	26.07	-17.78	5.77	76.70	-5.97	-1.33	7.34
49	17.76	26.10	-18.03	-11.44	73.40	-5.48	-1.67	5.96
50	19.37	25.92	-17.34	-2.21	75.97	-4.95	-1.61	6.77
51	19.60	26.19	-15.93	1.24	77.29	-6.90	-0.94	6.74
52	20.65	25.47	-17.51	-0.40	74.81	-5.15	-1.53	6.92
53	20.51	24.90	-17.03	6.78	78.03	-4.57	-1.38	7.08
54	19.00	25.89	-16.67	-8.22	78.44	-7.80	-0.90	5.93
55	19.61	26.07	-16.10	-4.31	75.29	-5.28	-0.84	7.33
56	17.19	25.63	-17.16	-4.83	76.12	-6.28	-1.30	7.15
57	16.12	26.62	-18.85	-10.03	76.11	-7.80	-1.48	6.26
58	22.83	25.80	-18.76	0.78	79.84	-6.48	-1.62	6.51
59	18.77	25.66	-19.39	-3.45	75.39	-5.64	-1.89	5.89
60	18.65	26.05	-17.83	9.61	75.07	-4.95	-1.50	7.25
61	20.10	25.50	-17.72	5.46	79.24	-5.64	-0.75	6.04
62	18.06	26.18	-16.77	-0.60	75.60	-5.70	-1.29	5.48
63	20.15	26.14	-18.30	0.52	77.40	-5.65	-1.63	6.15
64	4.17	11.78	-11.14	-6.19	47.76	4.84	-0.10	1.22
65	4.95	11.91	-11.29	-7.40	49.57	5.36	-0.13	0.55
66	5.23	11.69	-11.24	2.25	47.65	3.93	-0.44	1.66
67	4.34	11.68	-12.65	-2.83	44.20	6.00	-0.18	1.83
68	4.77	11.73	-10.81	-7.30	48.16	4.80	0.07	1.50
69	5.63	12.02	-11.26	-5.67	46.34	4.37	-0.32	1.27
70	6.80	11.44	-12.79	4.52	46.72	4.09	-0.01	1.03
71	4.40	11.61	-10.90	3.28	46.91	5.31	-0.15	1.20
72	5.63	11.86	-9.84	-2.76	47.55	4.03	-0.09	1.07
73	5.57	11.65	-11.73	4.00	48.09	5.29	-0.14	1.55
74	6.56	12.02	-11.78	5.11	47.54	4.43	-0.34	1.50
75	4.76	11.61	-12.34	-1.54	46.82	4.11	-0.51	1.09
76	3.83	11.41	-11.62	5.85	45.35	5.55	-0.03	1.42
77	5.23	11.93	-10.66	-2.98	46.92	4.34	-0.39	1.13
78	6.95	12.23	-11.66	2.36	44.43	5.72	-0.37	1.19
79	5.55	11.92	-10.93	2.02	45.36	5.01	-0.28	1.38

10

20

30

40

【0 3 4 0】

【表 2 1】

k	a56k	a57k	a58k	a59k	a60k	a61k	a62k	a63k
40	-13.21	46.06	0.12	12.76	40.97	2.21	-5.81	30.19
41	5.60	43.87	0.12	12.55	40.42	2.20	-5.66	10.59
42	1.30	43.78	0.08	13.33	42.36	2.34	104.95	11.44
43	-7.10	45.74	0.12	12.70	41.80	2.17	53.45	1.42
44	-15.01	43.41	0.08	13.65	40.16	2.34	7.38	7.04
45	-4.50	44.35	0.10	13.38	42.10	2.24	-60.08	29.55
46	-6.08	43.93	0.11	12.88	41.53	2.30	43.67	-37.28
47	-1.42	43.77	0.10	12.83	42.02	2.03	-33.22	-1.93
48	7.40	55.67	0.34	15.31	49.80	3.58	-32.69	-7.42
49	0.03	55.98	0.35	15.00	48.94	3.07	-12.52	-12.64
50	13.40	56.33	0.38	16.14	50.79	2.89	79.93	-57.05
51	-14.93	53.37	0.35	15.22	51.09	2.85	70.33	27.06
52	2.81	54.09	0.35	15.14	49.42	3.15	3.52	-55.33
53	-6.01	56.32	0.35	14.90	50.48	2.85	-83.24	-53.13
54	-22.63	56.03	0.32	15.27	49.90	2.96	131.84	-18.47
55	-12.38	57.33	0.34	14.90	48.67	2.74	61.03	8.29
56	15.92	55.65	0.35	16.30	50.40	2.95	-128.30	-29.08
57	5.86	54.69	0.34	14.83	50.68	3.04	60.23	14.95
58	6.32	56.35	0.37	16.09	50.08	3.27	-61.65	-31.02
59	-4.18	54.81	0.39	15.12	49.89	2.74	48.95	-25.32
60	-1.82	55.12	0.32	16.16	49.81	2.53	23.54	38.64
61	-6.60	56.15	0.31	14.82	50.61	3.48	-15.81	-62.06
62	13.52	55.60	0.36	14.65	50.81	2.75	-55.36	2.84
63	6.26	55.11	0.35	16.22	50.09	2.78	-38.96	-9.46
64	-6.41	21.29	0.06	13.13	25.53	2.19	3.75	28.78
65	5.40	20.54	0.03	12.43	26.21	2.26	-53.85	-56.62
66	-1.36	21.26	0.08	12.95	24.86	1.82	19.76	-12.86
67	2.78	19.53	0.06	13.77	25.62	1.69	-28.92	2.03
68	-2.41	19.89	0.07	12.87	24.40	2.26	4.00	8.27
69	-0.42	20.76	0.08	13.75	25.35	2.40	-7.41	-16.89
70	2.68	21.11	0.06	12.80	26.02	1.63	-34.09	-1.22
71	-2.07	20.29	0.06	13.23	24.64	2.14	-0.73	27.99
72	13.77	19.43	0.03	12.95	25.40	2.05	-41.90	41.49
73	6.38	21.39	0.07	12.67	25.45	2.27	64.46	10.51
74	14.28	20.99	0.05	12.33	26.63	1.89	72.91	18.93
75	11.50	20.47	0.07	13.27	25.94	1.95	95.35	4.58
76	-2.82	20.91	0.06	12.71	25.71	2.04	58.62	12.36
77	-11.93	21.90	0.02	13.81	25.86	2.21	-10.84	12.70
78	-11.93	20.49	0.07	13.10	25.82	2.10	20.80	15.62
79	-4.90	21.84	0.05	13.09	25.78	1.86	-24.02	21.73

10

20

30

40

【 0 3 4 1 】

【表 2 2】

k	a0k	a1k	a2k	a3k	a4k	a5k	a6k	a7k	
80	237.62	-19.42	-15.00	22.16	76.44	7.36	55.13	20.11	
81	245.81	-19.54	-15.13	18.05	77.32	7.05	55.20	19.51	
82	239.03	-19.32	-14.10	14.18	76.56	7.65	54.42	21.17	
83	239.85	-19.51	-14.78	16.79	75.94	7.74	53.67	19.67	
84	236.54	-19.33	-14.34	17.57	76.25	5.88	54.22	20.28	
85	233.79	-19.10	-14.73	18.82	77.02	7.74	55.42	19.18	
86	244.29	-19.38	-14.24	21.06	76.84	7.05	53.39	21.57	
87	245.46	-19.23	-14.63	19.52	76.89	6.20	55.06	19.29	10
88	237.27	-19.52	-15.00	11.51	75.62	6.84	54.76	18.98	
89	246.30	-19.38	-14.77	19.82	76.40	7.87	53.51	19.31	
90	239.99	-19.66	-14.51	23.01	78.38	7.62	54.41	20.58	
91	246.68	-19.32	-14.48	19.30	76.38	6.57	54.02	19.59	
92	244.90	-18.74	-14.76	19.33	75.50	8.02	53.86	19.84	
93	240.25	-19.46	-14.08	15.51	77.25	6.68	54.41	20.96	
94	236.25	-19.15	-14.29	15.40	77.92	8.29	54.72	20.92	
95	234.53	-19.51	-14.79	15.95	76.96	7.71	53.95	19.60	
96	225.80	-14.96	-12.69	32.62	79.10	-8.15	47.15	29.30	
97	224.72	-15.06	-12.31	38.11	78.67	-8.34	47.15	28.12	
98	219.05	-15.08	-12.67	33.06	78.99	-8.10	46.83	29.35	20
99	225.28	-15.07	-12.13	34.86	78.98	-7.64	46.64	29.02	
100	219.18	-15.13	-12.51	32.24	79.59	-8.61	46.55	28.06	
101	223.01	-14.98	-12.59	32.56	78.79	-7.85	47.48	29.74	
102	226.92	-15.06	-12.82	35.50	78.13	-8.46	47.53	29.39	
103	218.47	-15.15	-12.70	31.58	77.22	-8.28	47.09	28.69	
104	217.40	-15.08	-12.47	31.83	77.80	-8.14	47.10	29.56	
105	211.59	-15.13	-12.39	34.55	78.57	-8.92	46.36	27.44	
106	218.37	-14.92	-13.15	31.41	78.23	-8.59	47.33	28.58	
107	213.20	-15.28	-12.69	32.20	78.63	-8.15	47.25	28.56	
108	211.17	-15.16	-12.35	33.61	78.13	-8.64	46.45	29.12	30
109	225.61	-15.22	-12.14	30.36	76.95	-7.72	47.83	29.32	
110	225.64	-15.32	-12.32	30.59	79.54	-8.44	47.85	29.54	
111	224.91	-15.05	-12.61	33.73	78.88	-8.69	47.23	29.07	
112	-89.51	-0.54	3.33	-33.39	1.42	11.15	2.84	-3.79	
113	-86.30	-0.64	3.48	-32.33	1.63	11.26	2.88	-3.91	
114	-80.17	-0.41	3.36	-33.65	1.40	11.45	2.87	-2.39	
115	-86.94	-0.54	3.66	-33.07	1.89	10.91	3.66	-2.75	
116	-80.07	-0.67	3.73	-32.76	1.05	11.32	2.95	-2.93	
117	-87.45	-0.91	3.55	-31.94	1.72	11.40	3.03	-3.38	
118	-80.27	-0.56	3.49	-31.59	1.38	11.19	3.53	-3.49	
119	-90.36	-0.70	3.58	-32.58	1.11	10.70	3.54	-3.50	40

【 0 3 4 2】

【表 2 3】

k	a8k	a9k	a10k	a11k	a12k	a13k	a14k	a15k
80	-186.45	-104.53	-2.49	-80.09	-134.45	10.24	-14.72	95.88
81	-192.97	-107.51	-2.51	-80.49	-133.61	10.69	-14.16	94.57
82	-187.71	-108.95	-2.46	-79.35	-133.97	10.30	-14.36	97.20
83	-196.02	-105.38	-2.44	-78.86	-135.96	9.68	-14.04	92.95
84	-194.61	-105.27	-2.45	-79.94	-133.74	10.20	-14.61	95.05
85	-198.68	-106.99	-2.42	-81.39	-132.72	10.63	-14.47	94.83
86	-194.46	-107.19	-2.42	-82.50	-134.72	10.43	-14.56	95.38
87	-200.13	-106.43	-2.49	-78.22	-134.53	10.86	-14.80	93.82
88	-193.98	-106.70	-2.47	-81.14	-133.25	10.47	-14.52	93.65
89	-196.03	-107.53	-2.45	-80.79	-133.78	9.95	-14.23	95.79
90	-197.87	-106.99	-2.47	-79.13	-135.12	10.49	-14.67	92.70
91	-196.90	-110.92	-2.43	-82.52	-133.55	10.59	-14.29	95.36
92	-197.47	-106.85	-2.47	-82.24	-133.42	10.28	-14.49	95.94
93	-195.18	-104.82	-2.46	-82.04	-134.55	10.47	-14.71	94.09
94	-195.83	-106.77	-2.42	-79.90	-131.30	10.06	-14.41	92.75
95	-195.81	-104.92	-2.43	-82.97	-133.36	10.49	-14.20	92.97
96	-181.47	-115.06	-2.02	-70.47	-131.47	11.38	-17.41	86.99
97	-188.01	-114.36	-2.00	-72.63	-131.68	10.99	-17.24	89.31
98	-180.37	-115.61	-1.98	-70.70	-131.42	10.72	-17.68	87.15
99	-180.37	-114.48	-2.02	-67.98	-131.22	10.86	-17.79	89.21
100	-182.21	-111.90	-2.00	-70.02	-132.86	10.41	-17.62	92.41
101	-178.91	-117.06	-2.03	-71.92	-129.11	11.31	-17.42	90.89
102	-181.48	-113.66	-2.01	-69.24	-130.05	11.09	-17.57	94.75
103	-180.28	-117.23	-2.03	-71.54	-128.29	10.24	-17.24	92.37
104	-185.23	-115.73	-2.01	-69.82	-129.67	11.10	-17.39	87.03
105	-182.95	-111.77	-2.03	-71.93	-130.92	11.05	-17.50	90.66
106	-180.42	-115.91	-2.02	-71.93	-132.11	10.58	-17.60	89.10
107	-184.49	-115.82	-2.04	-70.93	-133.27	10.63	-17.39	92.69
108	-182.04	-114.89	-2.02	-73.68	-130.74	10.27	-17.30	88.48
109	-187.39	-116.94	-2.00	-70.45	-133.71	10.58	-17.37	88.44
110	-183.45	-115.03	-2.00	-72.48	-131.80	10.55	-17.51	87.44
111	-178.97	-116.76	-2.03	-70.39	-131.76	11.18	-17.83	90.02
112	53.55	15.02	-0.01	26.67	-5.88	-9.21	0.67	-27.37
113	55.15	13.52	-0.06	23.88	-7.50	-9.22	0.32	-26.84
114	55.34	13.76	-0.05	25.76	-6.52	-9.00	0.45	-23.41
115	56.13	12.27	-0.04	26.72	-7.43	-8.65	0.23	-25.40
116	58.20	12.54	0.00	27.33	-8.21	-9.11	0.39	-25.47
117	53.40	11.55	-0.04	24.89	-6.52	-9.32	0.47	-26.03
118	57.18	15.39	-0.04	26.82	-6.54	-9.12	0.17	-26.77
119	53.75	13.14	-0.04	25.75	-5.81	-9.26	0.44	-26.64

10

20

30

40

【0 3 4 3】

【表 2 4】

k	a16k	a17k	a18k	a19k	a20k	a21k	a22k	a23k	
80	1.25	31.48	36.45	5.03	-4.19	-13.70	34.65	3.63	
81	1.58	31.20	35.32	3.71	-4.06	-13.75	-25.86	3.60	
82	0.39	32.65	36.13	-66.31	-4.02	-13.44	2.89	3.60	
83	1.13	32.53	35.72	9.35	-4.30	-13.69	-12.59	3.59	
84	1.32	32.05	35.43	77.97	-4.23	-13.75	-11.80	3.64	
85	0.40	32.67	35.83	10.64	-4.27	-13.54	-13.35	3.59	
86	1.24	31.25	36.79	-0.20	-4.24	-13.69	-7.93	3.61	
87	0.63	32.68	36.03	-9.71	-3.66	-13.65	28.19	3.65	10
88	1.29	31.34	35.88	45.80	-4.03	-13.27	-1.63	3.60	
89	-1.15	32.21	35.54	38.92	-4.00	-13.62	-23.70	3.68	
90	-0.43	31.99	35.51	-10.68	-4.34	-13.83	-29.95	3.70	
91	0.06	31.39	37.08	16.14	-3.99	-13.78	-12.77	3.64	
92	-2.56	32.15	36.26	-18.55	-3.82	-13.57	-2.25	3.67	
93	-1.69	31.85	35.62	-46.41	-3.96	-13.64	-21.34	3.64	
94	0.62	32.69	35.98	-64.99	-4.18	-13.56	-7.76	3.68	
95	2.32	32.37	36.68	2.72	-3.94	-13.79	-10.48	3.62	
96	1.91	27.17	35.46	31.42	-6.83	-14.35	-4.68	3.04	
97	-0.84	28.04	36.09	66.63	-6.64	-14.40	-26.19	3.11	
98	-0.22	28.28	35.61	-27.73	-6.88	-14.78	-1.46	3.08	20
99	0.40	28.54	36.22	-57.05	-6.45	-14.68	10.02	3.12	
100	-1.97	28.51	35.25	-1.24	-6.95	-14.54	-11.66	3.11	
101	-0.27	28.64	35.64	-32.40	-6.88	-14.72	-4.98	3.09	
102	-0.47	27.32	35.97	27.27	-6.83	-14.57	10.59	3.08	
103	0.44	28.14	35.71	-30.29	-7.15	-14.77	-9.52	3.05	
104	1.54	28.04	35.70	17.22	-7.02	-14.61	-8.51	3.08	
105	1.01	27.15	36.02	15.69	-6.67	-14.79	-14.83	3.10	
106	-0.91	27.98	35.25	12.21	-6.68	-14.71	-3.81	3.04	
107	0.73	26.90	35.44	-45.54	-7.21	-14.30	-8.87	3.12	
108	0.21	28.51	35.12	-4.38	-6.82	-14.75	-32.65	3.15	30
109	1.95	28.09	35.19	-12.43	-7.11	-14.39	17.18	3.04	
110	-0.93	28.33	36.14	-55.64	-6.91	-14.73	9.19	3.13	
111	1.20	28.73	35.63	-23.48	-6.74	-14.51	0.11	3.05	
112	-0.02	-4.26	4.39	-21.84	-1.95	-1.90	4.25	0.50	
113	-0.19	-5.10	4.80	-4.81	-1.96	-1.52	0.62	0.54	
114	-0.55	-5.07	4.62	20.67	-2.08	-1.80	1.84	0.56	
115	-0.12	-4.51	4.51	41.62	-1.85	-1.93	2.57	0.56	
116	-0.88	-3.89	4.43	-8.71	-1.84	-1.74	-0.13	0.55	
117	-0.21	-4.95	4.50	-8.92	-1.94	-1.54	-3.25	0.54	
118	-0.11	-4.62	4.46	15.90	-1.87	-1.91	1.65	0.54	
119	-0.29	-4.89	4.58	-6.43	-1.68	-1.77	-5.02	0.52	40

【 0 3 4 4 】

【表 2 5】

k	a24k	a25k	a26k	a27k	a28k	a29k	a30k	a31k
80	-0.72	13.41	156.23	-22.05	54.69	-21.12	-36.70	-16.35
81	1.23	12.76	154.12	-21.44	53.34	-21.60	-37.59	-15.05
82	1.64	13.48	158.87	-21.61	53.88	-20.64	-36.38	-19.94
83	-0.66	13.19	153.77	-22.15	54.43	-20.25	-34.46	-17.11
84	0.56	13.61	156.37	-21.57	54.48	-19.82	-35.80	-16.25
85	-0.14	13.52	158.07	-21.30	54.41	-20.91	-34.52	-12.68
86	0.41	13.54	156.75	-21.79	53.12	-20.37	-36.33	-13.44
87	-1.00	12.92	156.99	-21.66	53.95	-19.99	-35.01	-12.89
88	-0.16	14.20	155.55	-21.40	54.41	-20.89	-34.07	-15.57
89	-1.85	12.45	156.90	-21.26	53.80	-21.84	-36.75	-17.41
90	0.51	13.56	157.68	-21.81	54.28	-20.43	-34.55	-16.46
91	2.46	13.10	155.86	-22.04	54.75	-20.86	-34.88	-13.51
92	-1.96	13.68	155.14	-22.09	53.98	-20.80	-37.23	-20.04
93	4.18	13.40	158.36	-21.82	54.19	-20.46	-36.36	-16.43
94	3.18	13.43	156.65	-22.12	53.60	-20.05	-35.90	-16.26
95	-1.71	13.55	155.07	-22.08	53.90	-20.33	-36.81	-16.48
96	-1.87	11.55	132.79	-19.54	51.83	-3.17	-27.20	2.49
97	1.90	11.74	132.36	-19.78	51.36	-2.55	-26.79	-1.40
98	2.83	11.98	133.42	-19.47	52.29	-2.64	-26.69	2.37
99	-2.49	11.82	130.84	-19.85	52.62	-2.99	-27.51	0.39
100	-2.51	12.23	132.00	-19.92	52.38	-2.79	-27.31	1.30
101	-0.33	11.25	135.64	-19.17	52.55	-3.21	-28.44	0.79
102	-0.66	11.59	132.50	-19.63	51.89	-2.65	-28.62	0.35
103	4.76	11.46	133.48	-19.67	51.71	-3.21	-25.00	0.87
104	3.28	11.84	132.09	-19.71	52.27	-3.36	-27.45	2.13
105	0.21	11.47	129.46	-19.72	51.54	-2.97	-27.22	-2.11
106	1.65	12.36	134.76	-19.93	52.29	-2.91	-28.74	3.66
107	5.53	11.96	132.76	-19.63	52.03	-3.21	-29.41	-1.15
108	-3.77	11.16	131.28	-19.55	51.37	-2.87	-27.01	1.87
109	-3.12	11.83	134.62	-19.65	52.18	-2.48	-26.46	0.83
110	2.85	12.08	133.21	-19.44	52.47	-3.09	-27.62	-1.18
111	0.07	11.77	131.28	-19.90	52.21	-2.69	-27.81	2.83
112	2.49	-2.66	30.15	-1.56	4.27	-0.80	-2.30	-49.05
113	-0.21	-3.10	31.04	-1.60	4.31	-0.43	-2.86	-49.25
114	1.94	-2.82	31.03	-1.86	4.12	-1.00	-2.97	-50.39
115	1.08	-2.63	31.21	-1.55	3.77	-0.67	-3.06	-50.02
116	-0.40	-2.46	31.05	-1.70	4.43	-0.82	-2.46	-50.67
117	-0.06	-2.74	31.50	-1.52	4.41	-0.77	-2.77	-50.13
118	-0.80	-2.66	31.91	-1.62	3.94	-0.64	-2.97	-49.29
119	-0.25	-2.75	32.83	-1.54	3.88	-0.49	-2.99	-49.55

10

20

30

40

【 0 3 4 5】

【表 2 6】

k	a32k	a33k	a34k	a35k	a36k	a37k	a38k	a39k	
80	-95.69	0.82	-1.10	46.86	-0.54	130.43	-0.31	-6.35	
81	-95.93	0.92	-0.98	46.06	-0.58	127.11	0.13	-6.43	
82	-96.16	0.86	-1.01	45.27	-0.54	127.80	-0.38	-6.37	
83	-95.92	0.73	-0.94	45.00	-0.54	128.49	0.19	-6.34	
84	-95.27	0.81	-1.04	44.91	-0.64	126.65	-0.16	-6.39	
85	-92.81	0.66	-0.86	47.10	-0.53	130.24	0.06	-6.42	
86	-96.29	0.72	-0.91	45.81	-0.46	128.86	-0.40	-6.39	
87	-96.00	1.01	-0.93	46.00	-0.58	128.57	0.25	-6.31	10
88	-94.99	0.62	-0.94	45.13	-0.55	128.39	0.16	-6.34	
89	-96.60	0.78	-0.89	45.47	-0.52	126.84	-0.11	-6.40	
90	-94.71	1.23	-1.19	45.58	-0.62	128.54	-0.77	-6.34	
91	-94.84	0.65	-1.13	45.76	-0.67	128.77	-0.04	-6.34	
92	-98.94	0.90	-1.10	46.93	-0.58	126.04	0.20	-6.35	
93	-95.55	0.79	-1.08	45.13	-0.51	126.68	0.11	-6.38	
94	-95.94	0.89	-0.91	46.23	-0.61	127.94	-0.21	-6.32	
95	-95.34	1.31	-1.05	44.16	-0.61	129.03	-0.25	-6.34	
96	-107.90	0.76	0.00	43.98	-0.72	132.70	4.65	-5.94	
97	-107.59	0.99	-0.20	44.15	-0.85	132.48	4.73	-5.90	
98	-107.87	0.85	-0.02	44.18	-0.77	134.56	4.47	-5.93	20
99	-107.13	0.84	-0.11	44.50	-0.88	132.73	5.06	-5.89	
100	-107.14	0.81	-0.29	43.22	-0.80	132.40	4.81	-5.89	
101	-107.45	1.18	-0.09	44.08	-0.83	129.23	4.52	-5.89	
102	-107.72	0.94	-0.04	43.68	-0.76	128.11	4.76	-5.93	
103	-108.87	0.85	-0.20	44.01	-0.84	131.58	4.83	-5.90	
104	-106.70	0.96	-0.25	42.66	-0.82	129.83	5.01	-5.99	
105	-106.40	0.98	-0.08	43.16	-0.85	130.13	4.95	-5.86	
106	-106.63	1.09	-0.06	44.91	-0.82	129.33	4.92	-5.93	
107	-107.55	1.00	-0.13	43.78	-0.79	131.18	4.41	-6.02	
108	-105.69	1.12	-0.27	44.38	-0.87	131.80	5.34	-5.86	
109	-105.87	1.07	0.08	43.11	-0.79	133.55	4.85	-5.86	30
110	-107.71	0.90	-0.20	43.99	-0.87	133.70	4.92	-6.02	
111	-106.95	0.78	-0.10	44.61	-0.76	130.77	4.70	-5.93	
112	-4.44	1.70	1.70	0.99	-0.98	-0.86	2.56	-2.05	
113	-4.14	1.83	1.66	1.66	-0.97	-1.69	2.43	-2.09	
114	-4.10	1.81	1.72	0.63	-0.94	-2.98	2.44	-1.99	
115	-4.14	1.83	1.69	0.96	-0.99	-3.20	2.68	-2.10	
116	-4.28	1.80	1.62	0.80	-0.98	-3.96	2.41	-2.02	
117	-3.84	1.93	1.78	0.41	-1.00	-4.36	2.44	-2.03	
118	-4.50	1.70	1.76	0.90	-1.00	-2.13	2.54	-2.05	
119	-4.48	1.88	1.66	0.14	-0.95	-2.51	2.49	-2.04	40

【0 3 4 6】

【表 2 7】

k	a40k	a41k	a42k	a43k	a44k	a45k	a46k	a47k
80	3.40	19.84	3.52	-78.11	-37.18	-14.13	-71.01	6.01
81	3.35	20.61	-0.60	-78.24	-9.91	-13.29	-75.61	-1.14
82	3.41	20.64	0.82	-76.73	19.98	-13.42	-70.88	-6.79
83	3.46	20.20	-0.67	-78.09	-14.48	-13.16	-78.82	0.37
84	3.44	21.50	0.15	-78.53	-27.77	-12.11	-74.33	-4.33
85	3.42	20.07	-1.55	-77.34	-15.72	-13.50	-71.87	-5.76
86	3.47	19.94	-3.51	-80.03	9.79	-13.72	-76.54	-2.25
87	3.49	20.55	6.58	-77.18	14.38	-13.78	-73.69	-8.28
88	3.47	20.61	10.20	-77.82	-7.27	-12.83	-76.26	-5.58
89	3.41	20.55	2.07	-76.65	5.56	-12.96	-75.26	-0.05
90	3.43	20.12	-1.73	-76.33	-3.90	-13.35	-72.26	5.49
91	3.44	20.60	0.77	-77.71	-11.89	-13.52	-68.06	-2.05
92	3.46	20.20	3.82	-77.63	-0.28	-12.97	-79.25	-10.64
93	3.43	20.64	1.29	-77.80	-18.28	-12.80	-72.32	0.38
94	3.44	20.07	0.60	-76.68	15.97	-13.62	-76.04	6.19
95	3.41	20.74	-1.12	-77.81	2.76	-13.11	-72.34	-2.04
96	3.65	25.16	2.76	-72.70	-2.57	-15.00	-62.60	-2.69
97	3.65	25.10	3.51	-72.06	-1.31	-16.34	-66.97	5.31
98	3.66	25.35	0.27	-73.24	8.88	-15.21	-61.74	2.10
99	3.62	25.43	-5.10	-73.18	-11.54	-15.52	-62.32	1.04
100	3.61	25.28	0.40	-72.53	-1.10	-15.47	-70.69	-4.99
101	3.62	24.49	-3.88	-73.96	-0.97	-15.72	-68.40	2.03
102	3.58	25.52	2.92	-73.28	4.49	-15.85	-61.30	-5.42
103	3.58	25.33	1.26	-73.93	-13.86	-15.93	-64.63	-4.88
104	3.65	25.41	3.75	-73.70	4.01	-15.94	-63.18	5.70
105	3.65	25.65	-0.10	-71.82	-4.99	-15.83	-71.39	-2.33
106	3.63	24.95	1.65	-72.28	-7.68	-15.71	-61.19	0.91
107	3.64	25.07	0.78	-73.83	-7.90	-15.93	-61.00	-4.62
108	3.65	24.83	-0.31	-74.01	5.44	-15.62	-62.16	0.71
109	3.62	24.79	1.58	-72.87	-16.26	-15.41	-54.83	-3.32
110	3.57	24.99	4.36	-73.64	3.01	-16.03	-57.92	2.51
111	3.63	24.88	2.53	-72.63	-2.20	-15.87	-69.05	2.72
112	0.31	4.79	-0.41	-1.00	4.16	-7.16	62.77	-1.29
113	0.36	4.94	-1.85	-0.77	-0.50	-6.81	58.70	2.31
114	0.36	5.23	1.31	-1.09	-3.95	-6.47	60.91	-2.13
115	0.37	5.08	-0.23	-1.37	-5.48	-6.74	63.68	2.69
116	0.37	4.81	-0.94	-1.59	-1.18	-7.42	64.90	2.51
117	0.32	5.26	-0.40	-1.36	7.83	-6.88	69.96	1.83
118	0.34	4.88	-1.21	-1.55	-8.41	-6.50	60.24	2.64
119	0.30	5.04	-0.69	-1.16	-8.28	-6.90	62.01	-0.35

10

20

30

40

【 0 3 4 7 】

【表 28】

k	a48k	a49k	a50k	a51k	a52k	a53k	a54k	a55k	
80	35.18	-18.92	-15.82	-4.04	123.00	-19.42	-1.04	-51.71	
81	34.09	-18.91	-16.07	6.61	118.59	-17.87	-1.15	-52.53	
82	36.45	-18.80	-17.25	2.41	120.53	-15.35	-0.15	-51.71	
83	35.43	-19.22	-15.75	-0.26	121.11	-14.13	-1.33	-51.60	
84	35.61	-19.31	-15.80	3.78	122.22	-13.50	-0.46	-51.12	
85	35.84	-19.29	-15.60	-3.07	113.52	-19.69	-1.38	-51.49	
86	34.84	-19.11	-15.75	6.88	119.39	-19.36	-1.24	-51.76	
87	31.00	-18.93	-16.37	2.25	118.69	-14.80	-0.99	-52.10	10
88	34.90	-19.56	-16.97	-5.46	121.17	-18.96	-1.06	-52.00	
89	34.10	-19.04	-15.91	1.89	118.31	-15.26	-0.99	-51.50	
90	34.94	-18.97	-16.30	5.87	119.97	-19.67	-1.19	-52.26	
91	29.87	-19.33	-16.96	4.69	119.99	-15.82	-1.76	-51.64	
92	34.26	-18.90	-16.35	-0.85	119.09	-13.64	-1.06	-51.17	
93	35.63	-18.87	-16.09	-2.07	123.06	-16.23	-0.80	-51.82	
94	37.07	-19.29	-16.14	11.96	121.62	-15.06	-1.21	-51.56	
95	36.78	-19.43	-16.06	-2.11	119.46	-17.76	-1.23	-51.70	
96	21.23	-22.94	-15.56	-2.98	85.63	-20.85	2.54	-46.27	
97	24.91	-22.30	-14.76	2.60	81.48	-21.58	2.96	-44.93	
98	21.70	-22.33	-14.50	-3.51	88.57	-21.05	1.94	-46.62	20
99	22.56	-21.99	-14.26	-10.16	85.86	-20.91	2.38	-45.87	
100	22.17	-22.94	-14.66	8.34	86.53	-21.30	2.37	-46.47	
101	21.08	-23.03	-14.09	-0.27	87.85	-22.21	2.51	-46.73	
102	19.67	-22.16	-14.80	3.10	85.87	-21.61	2.82	-47.10	
103	22.49	-22.60	-14.67	3.54	87.94	-21.15	2.48	-46.57	
104	22.32	-22.83	-15.55	-3.03	89.65	-19.85	2.31	-46.25	
105	22.19	-22.25	-14.09	5.15	84.82	-18.96	2.62	-47.25	
106	21.33	-22.63	-15.21	-6.48	86.04	-20.04	2.40	-47.84	
107	21.61	-22.56	-13.73	2.23	87.92	-19.20	2.10	-46.74	
108	19.32	-22.17	-15.69	-1.33	86.07	-18.90	2.44	-46.14	30
109	21.27	-22.66	-13.80	0.11	86.80	-20.63	2.40	-46.11	
110	21.06	-22.97	-14.68	-2.90	86.30	-22.66	2.28	-46.75	
111	22.19	-22.73	-15.73	-5.40	87.87	-19.19	2.68	-46.05	
112	2.40	-6.68	6.28	-2.72	70.14	32.73	-4.02	-3.00	
113	1.66	-6.52	6.68	-1.88	71.24	32.05	-4.00	-1.76	
114	2.74	-6.41	6.80	-2.46	72.66	32.14	-4.04	-3.13	
115	2.97	-6.78	6.95	-1.73	71.59	31.97	-3.94	-3.26	
116	1.87	-6.57	6.62	-2.56	71.55	32.38	-3.96	-3.04	
117	2.38	-6.59	7.29	0.80	73.77	32.78	-4.12	-2.99	
118	2.23	-6.52	7.40	4.06	73.25	32.26	-4.00	-2.40	
119	2.04	-6.41	6.41	-1.61	69.82	31.86	-3.80	-3.61	40

【0 3 4 8】

【表 29】

k	a56k	a57k	a58k	a59k	a60k	a61k	a62k	a63k
80	7.22	128.52	-1.88	43.51	39.31	15.41	-14.23	23.79
81	16.34	128.59	-1.91	43.36	39.03	15.48	-28.20	5.78
82	-6.02	129.83	-1.88	43.69	37.71	15.66	-12.79	-13.12
83	0.26	129.91	-1.89	43.46	38.12	15.62	39.21	11.40
84	-13.98	128.38	-1.87	43.41	37.06	15.59	13.00	-4.79
85	-20.46	130.06	-1.87	43.02	38.18	15.67	-23.98	-72.21
86	-2.59	127.98	-1.90	43.07	37.21	15.58	-30.51	7.52
87	11.87	128.01	-1.88	43.97	37.46	15.56	-27.53	39.33
88	-8.42	128.67	-1.91	43.50	40.10	15.60	-39.33	-13.06
89	-19.59	130.39	-1.86	43.48	38.13	15.66	-15.58	38.94
90	4.00	129.94	-1.85	43.36	37.51	15.62	-16.66	20.91
91	-15.39	128.60	-1.89	43.80	38.56	15.60	-8.93	13.06
92	13.67	129.15	-1.87	42.93	37.77	15.50	-15.23	5.92
93	3.75	129.33	-1.92	43.30	37.36	15.57	3.32	-17.65
94	-15.76	130.12	-1.87	43.29	37.20	15.39	-11.95	-15.64
95	-20.12	129.29	-1.85	43.60	40.08	15.90	-60.06	-10.83
96	-17.10	114.33	-2.02	39.62	9.75	12.73	52.83	-29.46
97	0.00	113.68	-2.03	39.64	9.45	12.67	-31.55	15.89
98	-5.74	115.79	-2.01	39.91	10.43	13.02	45.48	-21.84
99	1.37	115.20	-2.04	40.55	7.81	12.62	7.80	-103.58
100	4.74	115.96	-2.03	40.13	11.11	12.59	40.56	-60.33
101	9.00	115.12	-2.03	40.05	9.51	12.81	8.19	18.79
102	15.33	113.84	-2.02	39.69	9.57	12.73	29.45	79.46
103	9.99	114.81	-2.04	40.46	9.24	12.55	-24.76	-12.46
104	2.29	114.70	-2.04	40.01	10.31	12.96	8.96	24.34
105	-3.84	114.69	-2.03	39.86	9.44	12.77	-20.44	-33.68
106	-16.27	115.65	-2.04	40.05	9.97	12.69	31.92	-4.97
107	-8.85	114.18	-2.02	40.49	9.01	12.48	6.07	-18.59
108	13.66	113.88	-2.07	39.23	11.45	12.60	38.66	-56.12
109	-8.74	114.98	-2.03	39.73	10.32	12.72	-4.35	-32.95
110	7.85	116.66	-2.01	40.22	9.71	12.66	-0.79	-36.94
111	3.91	115.17	-1.99	39.78	9.93	12.55	9.97	15.23
112	1.14	13.18	-0.14	2.79	24.72	0.07	-16.74	8.49
113	4.25	13.58	-0.14	2.10	24.18	0.17	17.27	13.28
114	-3.59	13.49	-0.16	2.96	24.03	0.26	6.52	41.70
115	5.11	14.28	-0.14	2.68	24.04	0.36	10.37	38.29
116	6.99	13.92	-0.14	2.68	24.65	0.11	10.23	-3.54
117	5.35	14.04	-0.16	2.83	24.69	0.32	-1.11	7.77
118	-14.75	13.75	-0.12	2.85	24.55	0.22	-16.30	0.78
119	7.24	13.73	-0.13	2.73	24.81	0.13	-1.81	10.69

10

20

30

40

【0349】

【表 3 0】

k	a0k	a1k	a2k	a3k	a4k	a5k	a6k	a7k
120	-86.29	-0.63	3.88	-32.02	1.84	11.04	2.67	-3.79
121	-85.57	-0.73	3.64	-32.07	1.65	11.44	2.57	-2.83
122	-80.08	-0.26	3.98	-32.67	1.94	10.85	2.31	-3.57
123	-89.15	-0.56	3.69	-32.93	1.34	11.29	2.70	-3.13
124	-93.09	-0.87	3.69	-33.69	1.66	11.05	2.62	-2.62
125	-79.10	-0.35	3.46	-34.24	1.35	11.14	3.71	-2.73
126	-79.96	-0.48	3.30	-34.24	1.28	11.20	2.45	-3.40
127	-88.22	-0.65	3.53	-36.03	1.47	11.34	3.62	-3.03
128	-64.37	-4.04	1.18	-12.23	6.38	4.37	5.12	-0.76
129	-69.64	-4.14	1.10	-13.64	6.02	4.69	5.44	-0.43
130	-63.61	-4.12	0.95	-10.49	6.13	4.01	4.92	-0.32
131	-66.53	-4.06	0.94	-13.49	5.92	4.79	5.35	-0.99
132	-70.96	-4.00	1.10	-13.01	6.39	3.96	5.16	-0.30
133	-67.75	-4.00	1.23	-15.14	6.04	3.95	5.44	-0.43
134	-64.48	-4.20	0.82	-13.91	5.82	4.06	5.23	-0.18
135	-61.97	-4.07	0.68	-13.86	5.92	4.81	5.69	-0.76
136	-68.31	-4.09	0.82	-13.67	5.52	4.21	5.11	-0.62
137	-57.85	-4.15	1.00	-14.37	5.78	4.21	5.63	-1.43
138	-68.14	-4.06	0.87	-13.57	5.80	4.44	5.36	-0.51
139	-71.48	-4.31	1.21	-16.35	6.10	4.03	5.38	-0.61
140	-65.76	-4.29	0.82	-14.07	6.50	4.40	5.54	-0.17
141	-61.81	-4.12	1.10	-12.99	5.91	4.76	4.79	-0.75
142	-66.55	-4.48	1.08	-12.19	5.67	4.64	5.21	-0.94
143	-63.27	-4.03	1.02	-14.10	5.86	4.08	6.23	-1.19
144	-38.06	-4.80	-0.40	-7.99	5.14	1.07	4.09	-2.19
145	-34.73	-5.10	-0.37	-9.37	4.70	0.55	3.89	-1.54
146	-36.22	-4.93	-0.66	-8.77	4.53	0.87	3.70	-1.89
147	-38.97	-4.91	-0.26	-8.19	4.97	0.85	4.47	-1.42
148	-39.77	-4.98	-0.42	-9.31	5.15	0.76	4.33	-2.09
149	-40.83	-4.93	-0.29	-7.86	4.61	0.53	4.00	-1.78
150	-42.55	-4.97	-0.37	-8.84	4.88	1.17	4.23	-1.88
151	-40.43	-4.83	-0.39	-10.02	4.55	0.64	3.83	-2.11
152	-35.57	-4.98	-0.28	-9.08	4.79	1.04	4.22	-1.39
153	-36.15	-4.86	-0.47	-10.73	4.58	1.24	3.96	-1.78
154	-40.29	-4.90	-0.50	-9.89	4.86	1.22	3.86	-2.27
155	-36.78	-5.15	-0.39	-9.03	5.19	0.90	4.12	-1.66
156	-39.53	-5.04	-0.58	-9.80	5.07	0.85	4.06	-1.30
157	-42.15	-4.89	-0.60	-9.48	4.90	0.85	3.62	-2.15
158	-38.22	-5.10	-0.56	-7.54	4.48	0.71	4.17	-1.92
159	-40.67	-5.02	-0.56	-9.52	4.98	0.99	3.72	-1.58

10

20

30

40

【 0 3 5 0】

【表 3 1】

k	a8k	a9k	a10k	a11k	a12k	a13k	a14k	a15k
120	53.48	10.31	-0.06	26.05	-6.81	-9.45	0.35	-27.38
121	58.44	14.49	-0.03	26.18	-6.15	-9.19	0.45	-24.02
122	55.08	11.57	-0.02	23.35	-9.94	-9.11	0.39	-25.86
123	56.58	12.31	-0.04	26.82	-7.44	-9.01	0.26	-25.55
124	54.35	10.39	-0.05	24.98	-8.46	-9.02	0.44	-25.96
125	53.81	15.02	-0.04	27.99	-7.80	-9.58	0.44	-25.95
126	53.27	14.24	-0.04	27.91	-7.71	-9.26	0.47	-25.63
127	58.03	12.68	-0.01	25.01	-6.40	-8.74	0.40	-28.05
128	39.98	-1.05	-0.33	21.96	-22.04	-4.80	-0.41	-15.66
129	41.22	-2.03	-0.36	22.19	-21.99	-5.06	-0.56	-15.90
130	40.95	-2.24	-0.34	21.97	-22.07	-5.14	-0.57	-19.52
131	40.26	-0.35	-0.34	20.92	-20.71	-5.18	-0.39	-18.20
132	41.86	-2.16	-0.37	22.34	-21.90	-4.85	-0.56	-16.02
133	43.88	-2.36	-0.34	21.20	-21.58	-5.34	-0.51	-16.43
134	36.87	-2.70	-0.33	20.90	-21.32	-5.10	-0.61	-19.40
135	39.83	-2.87	-0.36	18.90	-21.75	-4.79	-0.38	-17.56
136	45.23	-0.60	-0.35	22.43	-21.35	-5.04	-0.36	-17.73
137	41.16	-0.89	-0.36	23.49	-20.47	-5.32	-0.67	-14.10
138	38.19	-1.59	-0.35	21.84	-23.38	-5.16	-0.48	-17.71
139	41.58	-2.39	-0.39	21.34	-24.13	-4.83	-0.53	-17.91
140	42.51	-2.42	-0.38	23.72	-21.10	-5.44	-0.54	-15.10
141	40.30	0.10	-0.36	22.77	-22.23	-5.06	-0.67	-17.92
142	41.11	0.05	-0.35	22.22	-20.58	-4.96	-0.59	-18.54
143	42.21	-2.62	-0.33	21.58	-22.83	-5.20	-0.53	-18.43
144	23.17	3.07	-0.39	11.72	-4.83	-2.20	0.03	-8.73
145	20.93	1.49	-0.37	13.64	-5.71	-2.24	-0.03	-7.18
146	23.18	3.13	-0.37	12.07	-6.08	-2.29	-0.04	-9.87
147	24.10	2.17	-0.37	12.71	-6.07	-1.98	0.18	-8.85
148	21.38	3.16	-0.34	12.79	-5.25	-2.21	-0.02	-7.81
149	23.10	3.56	-0.37	13.95	-6.65	-2.46	-0.06	-9.00
150	19.33	3.00	-0.38	12.67	-5.73	-2.00	-0.07	-7.75
151	25.90	2.23	-0.36	11.71	-6.53	-2.38	0.09	-8.28
152	24.52	2.63	-0.37	14.16	-6.56	-2.29	0.02	-8.56
153	24.20	3.68	-0.34	12.92	-5.60	-2.00	-0.12	-8.80
154	20.10	2.21	-0.36	13.40	-5.76	-2.46	0.13	-8.69
155	23.10	1.82	-0.36	12.73	-5.94	-2.06	0.12	-8.08
156	24.71	2.42	-0.37	12.42	-5.34	-2.50	-0.12	-9.17
157	23.11	3.73	-0.39	12.30	-6.50	-2.19	-0.03	-9.57
158	24.10	3.93	-0.35	14.40	-6.18	-2.17	0.00	-8.30
159	22.82	4.16	-0.34	13.30	-6.05	-2.27	0.10	-7.50

10

20

30

40

【 0 3 5 1】

【表 3 2】

k	a16k	a17k	a18k	a19k	a20k	a21k	a22k	a23k
120	0.31	-5.03	4.62	-32.56	-1.82	-1.70	4.33	0.53
121	0.72	-4.01	4.85	1.24	-1.88	-1.74	-1.33	0.54
122	0.45	-4.10	4.84	-2.36	-1.67	-1.69	-2.20	0.55
123	0.11	-4.61	4.79	14.98	-1.97	-1.76	-1.86	0.53
124	-0.04	-4.58	4.63	0.19	-1.97	-1.92	1.82	0.55
125	0.56	-4.69	4.83	-20.06	-1.93	-1.77	3.49	0.53
126	-0.20	-4.71	4.49	4.85	-1.85	-1.65	-2.92	0.54
127	-0.06	-4.54	4.62	-14.70	-1.93	-1.83	-4.25	0.55
128	-0.59	-1.46	4.32	-19.70	1.52	0.78	1.79	0.51
129	-0.28	-1.64	4.09	-34.57	1.15	0.54	5.08	0.51
130	0.18	-1.25	4.46	22.73	1.33	0.70	7.53	0.48
131	1.03	-1.55	4.43	8.79	1.40	0.59	5.14	0.47
132	-0.07	-1.65	4.37	-34.22	1.36	0.55	-0.52	0.48
133	0.09	-1.60	4.25	6.16	1.45	0.59	7.45	0.50
134	0.59	-1.67	4.41	-25.72	1.17	0.73	6.02	0.48
135	-1.51	-1.42	4.83	-0.65	1.22	0.56	7.84	0.49
136	-0.64	-1.43	4.64	-25.29	1.16	0.77	2.70	0.47
137	0.38	-1.91	4.26	29.50	1.25	0.50	3.59	0.47
138	-0.51	-1.60	4.68	-16.14	1.52	0.61	-4.79	0.49
139	-0.07	-1.17	4.53	42.81	1.29	0.66	6.75	0.50
140	-0.70	-1.19	4.06	6.12	1.09	0.81	-3.05	0.55
141	-0.06	-1.58	4.40	6.81	1.20	0.47	3.59	0.52
142	-0.30	-1.72	3.98	-8.17	1.33	0.76	4.02	0.50
143	-0.08	-1.32	4.27	-7.54	1.36	0.36	-7.33	0.50
144	0.45	0.82	3.10	11.79	3.12	2.48	-2.30	0.22
145	-0.01	0.44	2.79	-4.24	3.08	2.36	-0.35	0.25
146	0.37	0.43	2.61	-14.16	3.16	2.41	0.10	0.20
147	0.50	0.65	2.30	16.23	3.18	2.47	13.38	0.22
148	-0.08	0.27	2.63	15.55	3.20	2.50	6.03	0.22
149	0.77	0.39	2.89	11.11	3.10	2.45	1.68	0.23
150	-0.07	0.70	2.73	-7.13	3.16	2.45	6.97	0.23
151	-0.14	0.72	2.70	16.50	3.19	2.47	7.78	0.23
152	-0.05	0.58	3.11	5.90	3.31	2.60	5.82	0.21
153	-0.41	0.77	2.48	-3.59	3.23	2.64	1.59	0.21
154	-0.34	0.61	2.63	13.77	3.13	2.70	5.05	0.23
155	-0.58	0.21	2.43	-4.03	3.19	2.42	0.11	0.21
156	-0.25	0.71	2.85	-12.11	3.07	2.63	6.59	0.24
157	0.54	0.53	2.69	2.39	3.20	2.50	-3.10	0.21
158	0.28	0.84	2.99	-14.40	3.08	2.52	-6.42	0.19
159	0.26	0.25	2.33	8.40	3.20	2.36	5.99	0.25

10

20

30

40

【 0 3 5 2 】

【表 3 3】

k	a24k	a25k	a26k	a27k	a28k	a29k	a30k	a31k
120	-3.15	-2.74	32.68	-1.28	4.17	-0.54	-2.97	-49.03
121	0.37	-2.71	32.30	-1.60	4.71	-0.70	-2.92	-49.08
122	-1.57	-2.50	33.88	-1.53	4.70	-0.59	-2.22	-49.68
123	-2.35	-2.72	30.56	-1.41	4.83	-0.77	-2.27	-49.43
124	-1.34	-2.41	29.44	-1.53	4.20	-0.64	-3.11	-49.42
125	-0.38	-2.90	32.38	-1.44	3.98	-0.92	-3.34	-49.54
126	-0.34	-2.87	30.15	-1.49	4.13	-0.79	-3.50	-50.50
127	-1.26	-2.59	31.97	-1.33	3.99	-0.36	-2.67	-50.02
128	1.14	-0.88	32.09	-0.37	9.19	-2.91	-3.97	-36.02
129	0.01	-0.90	29.34	-1.01	8.94	-2.71	-3.49	-35.29
130	-0.35	-0.83	32.11	-0.90	9.10	-3.05	-4.29	-34.94
131	-1.21	-1.12	32.67	-0.71	9.25	-3.00	-3.36	-36.80
132	-0.17	-1.05	30.63	-0.91	8.77	-2.89	-4.80	-36.50
133	1.87	-0.79	31.14	-0.52	9.94	-2.94	-3.83	-36.11
134	-0.47	-1.01	30.51	-0.75	9.13	-3.33	-3.84	-35.71
135	0.30	-0.80	30.54	-1.22	9.54	-2.83	-3.54	-35.94
136	-1.37	-0.96	32.28	-0.65	9.08	-2.91	-3.37	-36.61
137	2.06	-1.05	29.71	-0.50	9.28	-2.99	-3.87	-35.73
138	-0.62	-0.65	28.44	-0.93	9.22	-2.73	-3.47	-36.62
139	-1.69	-0.79	32.28	-0.62	9.13	-2.77	-3.37	-36.46
140	-1.42	-0.48	31.05	-0.86	9.25	-3.21	-3.49	-35.39
141	2.17	-0.73	31.65	-0.97	9.05	-3.07	-4.55	-35.42
142	-1.91	-0.93	29.79	-0.57	8.76	-2.92	-3.90	-35.86
143	0.66	-0.81	33.30	-0.84	9.12	-3.15	-4.24	-37.51
144	1.11	0.42	18.05	0.99	2.98	-0.40	1.34	-22.51
145	0.18	0.19	18.46	0.91	2.43	-0.95	1.18	-21.18
146	-0.04	0.32	17.97	0.82	2.36	-0.36	0.97	-22.37
147	-0.54	0.58	18.34	1.07	2.36	-0.56	0.77	-22.28
148	0.51	0.19	18.43	0.91	2.45	-0.37	0.93	-22.38
149	0.27	0.47	18.05	0.97	2.15	-0.67	1.19	-22.81
150	0.84	0.36	17.25	1.26	2.25	-0.60	1.62	-22.12
151	1.21	0.45	18.18	1.26	2.77	-0.41	1.26	-22.47
152	-1.01	0.39	18.00	1.08	2.27	-0.42	1.60	-23.23
153	-0.96	0.54	17.76	1.28	2.68	-0.65	1.19	-22.35
154	-1.06	0.43	18.31	0.95	1.97	-0.58	1.72	-22.32
155	-1.09	0.56	16.71	0.46	2.04	-0.37	1.65	-21.98
156	-1.60	0.60	18.48	0.96	2.26	-0.62	1.03	-22.74
157	1.04	0.44	16.36	0.86	2.27	-0.58	1.05	-23.32
158	-0.46	0.44	16.89	0.97	2.06	-0.66	1.13	-21.35
159	0.16	0.47	18.03	1.13	2.51	-0.59	1.34	-22.34

10

20

30

40

【 0 3 5 3 】

【表 3 4】

k	a32k	a33k	a34k	a35k	a36k	a37k	a38k	a39k
120	-4.42	1.84	1.76	1.01	-0.98	-2.13	2.45	-2.01
121	-4.37	2.00	1.74	0.71	-0.97	-1.82	2.59	-2.07
122	-3.96	1.87	1.66	0.88	-0.98	-1.29	2.49	-2.04
123	-3.97	1.99	1.80	0.12	-0.92	-1.94	2.43	-2.10
124	-4.29	1.75	1.75	0.79	-0.97	-3.66	2.39	-2.04
125	-4.25	1.90	1.82	1.10	-0.98	-2.15	2.39	-2.09
126	-4.33	1.92	1.73	1.23	-0.96	-3.61	2.43	-2.04
127	-4.28	1.86	1.88	1.40	-1.02	-3.55	2.51	-1.98
128	-7.95	0.11	1.68	8.51	-0.87	10.98	-2.80	-2.96
129	-8.25	0.12	1.63	9.09	-0.88	8.94	-2.75	-3.10
130	-8.36	0.16	1.71	8.72	-0.86	9.22	-2.60	-3.06
131	-8.59	0.00	1.59	7.62	-0.86	11.42	-2.57	-2.99
132	-8.02	0.21	1.68	8.66	-0.87	9.90	-2.69	-3.05
133	-8.27	0.18	1.74	8.45	-0.92	9.04	-2.93	-3.06
134	-8.28	-0.01	1.69	8.82	-0.93	9.85	-2.73	-3.04
135	-8.91	0.14	1.71	8.75	-0.83	9.35	-2.74	-3.04
136	-8.32	0.14	1.68	8.33	-0.91	9.73	-2.51	-3.02
137	-8.23	0.27	1.76	8.53	-0.86	10.43	-2.72	-2.95
138	-8.15	0.11	1.60	8.97	-0.93	10.95	-2.78	-2.98
139	-8.33	0.06	1.70	8.68	-0.89	10.59	-3.01	-3.00
140	-7.64	0.16	1.68	8.39	-0.82	9.51	-2.84	-3.02
141	-9.02	0.15	1.58	8.08	-0.92	10.09	-2.75	-3.09
142	-8.73	0.14	1.68	8.98	-0.89	10.21	-2.67	-3.04
143	-7.95	0.22	1.63	9.15	-0.98	9.25	-3.00	-3.00
144	-2.45	-1.17	0.94	4.61	-0.40	1.78	-3.48	-2.51
145	-2.39	-1.16	1.04	4.32	-0.39	2.64	-3.46	-2.56
146	-1.88	-1.16	0.98	4.39	-0.41	0.79	-3.46	-2.50
147	-2.14	-1.10	1.02	4.42	-0.42	2.73	-3.50	-2.53
148	-2.58	-1.01	0.97	4.80	-0.36	2.52	-3.48	-2.52
149	-2.46	-1.06	0.97	4.32	-0.38	2.31	-3.48	-2.54
150	-2.92	-1.09	1.00	4.66	-0.42	2.15	-3.46	-2.52
151	-2.89	-1.10	0.90	4.61	-0.37	2.57	-3.54	-2.54
152	-2.62	-1.10	0.98	4.88	-0.37	2.24	-3.62	-2.56
153	-3.08	-1.12	1.01	4.37	-0.35	3.16	-3.55	-2.56
154	-2.80	-1.10	0.94	4.54	-0.41	2.04	-3.56	-2.52
155	-2.13	-1.11	0.95	4.54	-0.41	2.28	-3.54	-2.48
156	-2.77	-1.04	0.95	4.39	-0.36	1.86	-3.63	-2.55
157	-3.33	-1.13	1.01	3.85	-0.38	3.13	-3.50	-2.49
158	-2.72	-0.98	0.94	4.57	-0.36	2.95	-3.54	-2.53
159	-2.54	-1.18	1.01	4.96	-0.35	1.73	-3.52	-2.48

10

20

30

40

【 0 3 5 4】

【表 3 5】

k	a40k	a41k	a42k	a43k	a44k	a45k	a46k	a47k
120	0.33	4.92	-0.31	-1.59	0.68	-6.93	56.35	1.36
121	0.30	4.77	0.00	-1.50	4.89	-6.96	59.88	-3.65
122	0.34	4.82	4.31	-1.16	-7.78	-6.96	67.78	-1.90
123	0.31	4.96	-0.12	-2.05	-5.38	-7.09	66.01	0.16
124	0.36	4.79	3.53	-0.49	6.42	-6.72	66.01	2.43
125	0.35	5.13	-0.44	-1.41	-1.40	-6.90	63.79	3.73
126	0.33	4.75	-1.99	-1.23	-9.02	-6.86	58.33	3.46
127	0.36	4.73	0.36	-1.53	4.56	-7.29	61.10	3.11
128	-0.07	-1.38	2.12	-8.54	-9.27	-1.78	54.45	-0.97
129	-0.13	-1.34	2.14	-8.46	0.16	-2.53	47.17	-2.51
130	-0.06	-1.74	-2.76	-8.60	2.08	-2.47	57.05	-0.39
131	-0.15	-1.22	0.09	-8.08	5.34	-2.74	64.38	-0.47
132	-0.10	-2.01	-3.16	-8.12	-3.11	-2.73	54.72	3.38
133	-0.13	-1.45	2.02	-8.04	2.46	-2.24	68.54	1.40
134	-0.11	-1.36	-2.75	-7.68	0.87	-2.20	62.77	0.46
135	-0.10	-1.66	0.80	-7.99	-6.50	-2.85	58.11	-3.03
136	-0.10	-1.39	-0.66	-8.05	-0.64	-2.58	60.67	-1.20
137	-0.08	-2.04	-0.70	-8.62	5.92	-2.03	63.08	2.07
138	-0.11	-1.44	-2.66	-8.23	-3.00	-2.64	52.05	-12.58
139	-0.09	-1.34	1.73	-7.92	1.25	-2.09	54.21	-4.23
140	-0.13	-1.72	-1.14	-8.65	3.68	-2.46	60.90	-3.56
141	-0.14	-1.29	-1.05	-8.42	-4.40	-1.80	55.03	-1.73
142	-0.10	-1.33	-4.62	-9.38	-5.19	-2.68	56.49	-0.74
143	-0.09	-1.35	-1.42	-9.07	3.70	-2.50	61.63	0.05
144	-0.44	-6.62	-0.08	-8.43	3.03	2.65	34.50	2.06
145	-0.47	-6.28	1.57	-9.29	-6.12	2.33	29.93	-1.97
146	-0.44	-6.15	-0.35	-8.90	-6.12	2.76	31.77	-0.39
147	-0.47	-6.03	1.02	-8.50	-3.98	2.55	27.37	6.41
148	-0.47	-6.47	0.58	-9.16	-4.25	2.53	29.28	-2.16
149	-0.47	-6.41	0.58	-8.59	-7.69	2.66	32.78	-4.26
150	-0.44	-6.63	0.33	-8.96	5.06	2.56	29.31	0.25
151	-0.45	-6.32	4.26	-8.83	-3.55	2.68	35.36	-1.39
152	-0.44	-6.65	0.05	-8.71	-11.51	2.71	30.30	3.43
153	-0.44	-6.47	-0.37	-8.79	7.18	2.80	30.82	-6.53
154	-0.44	-6.12	0.06	-8.76	3.86	2.95	28.19	-2.98
155	-0.44	-6.12	1.80	-9.11	-9.21	2.68	30.34	6.30
156	-0.46	-6.68	-0.77	-8.69	1.26	2.63	30.94	-0.36
157	-0.47	-6.39	-0.08	-8.15	7.13	2.80	28.23	1.12
158	-0.45	-6.39	-0.75	-8.70	8.69	2.90	31.24	1.50
159	-0.46	-6.57	-1.82	-8.71	-3.29	2.75	28.59	-2.87

10

20

30

40

【 0 3 5 5 】

【表 3 6】

k	a48k	a49k	a50k	a51k	a52k	a53k	a54k	a55k
120	2.78	-6.70	6.71	-4.07	75.91	32.50	-4.02	-2.35
121	1.75	-6.51	6.99	1.30	76.01	32.64	-3.86	-1.98
122	2.33	-6.45	7.21	-2.74	73.44	32.65	-3.94	-3.11
123	2.80	-6.68	7.26	-2.89	72.83	33.33	-3.87	-2.74
124	3.47	-6.47	6.87	1.60	66.53	32.72	-3.73	-1.95
125	1.90	-6.45	7.49	0.13	71.55	33.59	-3.90	-2.40
126	2.54	-6.66	7.75	-4.69	70.82	32.24	-3.83	-3.09
127	1.80	-6.47	6.30	-0.37	75.11	32.34	-3.76	-2.51
128	5.08	-2.11	4.54	-3.75	56.90	24.33	-1.11	-3.41
129	6.93	-2.21	4.69	-1.04	53.20	22.82	-0.86	-3.26
130	5.71	-2.02	4.77	-2.04	59.19	22.72	-1.09	-3.87
131	6.18	-2.16	5.19	-1.55	56.71	22.38	-0.87	-3.38
132	4.92	-2.36	4.70	-3.26	53.43	21.56	-0.71	-3.77
133	5.37	-2.04	5.37	4.33	55.12	23.02	-1.00	-3.41
134	4.82	-2.12	4.95	2.78	57.33	21.93	-1.02	-4.04
135	5.17	-2.10	4.70	2.48	52.38	21.10	-0.78	-3.61
136	5.59	-2.43	5.28	-2.07	55.91	21.57	-1.07	-3.74
137	6.13	-2.32	4.42	-3.71	55.69	22.77	-0.81	-3.72
138	4.85	-2.26	4.81	6.46	55.44	22.67	-0.71	-3.47
139	4.82	-2.22	5.09	2.24	54.98	22.90	-0.79	-3.88
140	6.04	-2.27	4.38	-0.44	59.54	22.51	-0.85	-3.18
141	6.36	-2.39	5.49	-0.20	54.86	21.78	-0.90	-3.71
142	5.02	-2.24	5.11	2.02	57.42	21.87	-0.84	-3.51
143	5.52	-2.22	4.91	1.56	58.08	23.02	-1.00	-3.42
144	-0.21	1.06	1.30	-0.44	38.34	16.26	0.17	-2.55
145	-0.70	1.07	0.82	0.28	39.73	16.77	0.10	-2.79
146	-0.67	0.88	0.94	0.56	41.10	17.62	0.23	-2.75
147	-0.68	1.10	1.41	0.32	40.17	16.63	0.19	-2.42
148	-0.41	1.17	1.07	0.73	37.75	15.98	0.12	-2.83
149	-0.55	1.15	1.39	3.93	39.29	16.75	0.30	-3.12
150	-1.68	1.29	1.09	2.30	41.93	16.56	0.33	-2.48
151	-0.46	1.00	1.37	-0.76	41.86	16.89	0.23	-3.06
152	-1.16	0.71	0.72	-3.59	36.96	15.92	0.09	-2.85
153	-0.73	1.16	1.43	-2.06	37.10	16.71	0.20	-2.38
154	-0.77	1.19	1.48	0.25	39.82	16.00	0.06	-1.96
155	-0.23	1.11	0.91	0.10	39.59	16.68	0.02	-2.58
156	-0.49	1.09	1.59	1.28	37.71	16.57	0.07	-2.28
157	-0.44	1.01	0.76	0.78	41.09	16.19	0.21	-2.43
158	-0.30	1.03	1.11	-2.55	38.76	15.61	0.29	-2.24
159	-1.59	1.10	1.12	-0.03	39.03	16.28	0.16	-2.11

10

20

30

40

【0 3 5 6】

【表 3 7】

k	a56k	a57k	a58k	a59k	a60k	a61k	a62k	a63k
120	-3.49	13.40	-0.17	2.77	24.03	0.22	-1.92	8.36
121	-1.56	13.53	-0.15	2.91	24.00	0.19	-0.13	9.30
122	-0.33	13.08	-0.14	2.69	23.29	-0.11	-10.57	21.22
123	4.41	13.72	-0.15	2.98	24.76	0.23	-14.55	8.52
124	-5.43	13.28	-0.15	2.53	23.69	0.36	3.17	30.92
125	-2.68	13.25	-0.13	2.61	24.53	0.23	43.45	1.59
126	7.50	15.48	-0.16	2.78	24.04	0.28	-3.80	25.95
127	4.32	14.32	-0.14	2.77	23.76	0.04	2.42	-25.97
128	-13.42	27.45	-0.24	7.34	17.51	2.47	0.94	9.49
129	10.58	26.06	-0.24	7.23	17.53	2.31	14.43	46.44
130	4.21	24.93	-0.25	7.19	17.44	2.41	-21.84	-14.67
131	1.14	27.25	-0.25	7.89	17.62	2.36	-6.28	-1.76
132	-1.71	25.57	-0.28	7.46	17.35	2.48	0.91	32.36
133	12.79	24.80	-0.28	7.83	17.59	2.47	-0.89	-14.20
134	3.23	24.22	-0.24	7.25	17.33	2.29	7.74	36.11
135	5.29	24.94	-0.25	7.41	17.48	2.41	0.58	13.47
136	-3.92	26.67	-0.25	7.53	17.72	2.42	-8.16	22.44
137	-3.58	26.44	-0.26	7.61	16.62	2.49	-1.47	-16.57
138	4.11	25.58	-0.24	7.62	17.52	2.36	-16.44	-25.70
139	-1.61	25.23	-0.24	7.50	17.71	2.41	-13.21	25.78
140	-2.54	27.55	-0.25	7.87	18.15	2.40	1.36	18.40
141	-12.06	26.71	-0.24	7.31	17.41	2.28	-12.71	9.79
142	1.45	25.83	-0.25	7.40	17.14	2.38	-6.48	-4.14
143	3.09	26.96	-0.25	7.34	17.09	2.50	-5.15	17.91
144	-4.85	8.77	-0.03	7.05	9.88	2.53	14.66	9.71
145	-3.68	8.85	-0.04	7.36	9.83	2.65	13.40	23.05
146	-2.12	8.74	-0.03	7.62	10.26	2.57	-4.56	-13.00
147	0.77	9.60	-0.04	7.20	10.29	2.55	-1.43	5.03
148	1.14	9.42	-0.03	7.40	10.21	2.61	-10.34	1.62
149	1.93	8.85	-0.04	7.68	9.93	2.31	-10.78	11.24
150	-1.34	10.06	-0.04	7.44	10.26	2.50	2.13	6.41
151	3.92	9.28	-0.03	7.41	10.52	2.47	-23.89	21.08
152	1.39	9.20	-0.02	7.35	10.53	2.59	16.81	5.07
153	-8.77	8.14	-0.02	7.68	10.60	2.67	2.72	-9.55
154	-0.43	9.26	-0.04	7.60	10.54	2.54	-2.97	14.19
155	0.07	9.38	-0.03	7.27	10.46	2.65	2.90	14.79
156	-0.81	9.37	-0.05	7.54	10.21	2.54	10.72	0.67
157	-1.46	9.47	-0.05	7.26	10.23	2.60	-7.04	-39.70
158	-5.91	8.46	-0.04	7.27	9.78	2.38	0.29	9.16
159	-3.15	8.99	-0.05	7.41	10.58	2.70	-10.17	2.93

10

20

30

40

【 0 3 5 7 】

【表 3 8】

k	a0k	a1k	a2k	a3k	a4k	a5k	a6k	a7k
160	-183.25	2.14	5.62	-25.74	3.13	10.32	3.56	11.78
161	-200.77	1.99	5.47	-27.03	3.73	10.43	3.14	12.40
162	-189.77	1.88	5.81	-25.08	3.29	10.28	2.50	12.23
163	-180.47	1.92	5.11	-24.66	3.56	9.96	3.94	11.75
164	-190.80	2.23	5.54	-24.51	1.97	10.54	4.33	11.66
165	-202.82	2.32	5.41	-25.31	2.83	10.24	3.98	11.72
166	-191.96	2.42	5.77	-26.22	4.19	10.76	2.92	12.35
167	-202.76	2.17	6.14	-25.94	2.82	10.63	3.41	11.44
168	-200.75	1.98	4.80	-24.85	2.05	10.13	4.60	11.72
169	-203.33	2.07	4.43	-25.07	3.21	10.43	4.22	11.70
170	-210.89	2.59	5.25	-26.95	2.38	10.55	4.53	11.48
171	-182.98	1.78	5.53	-26.40	2.18	10.46	3.14	12.03
172	-198.69	1.99	5.10	-24.36	2.57	10.33	3.05	11.84
173	-188.40	1.90	5.59	-24.79	3.64	10.55	3.01	11.43
174	-214.04	2.14	5.54	-24.92	2.11	10.22	2.96	11.82
175	-184.63	2.21	5.32	-25.17	2.94	10.15	4.37	12.25
176	-200.57	2.15	5.04	-22.81	1.93	9.60	4.05	11.62
177	-192.89	1.82	5.99	-23.73	1.29	9.49	3.28	11.57
178	-203.63	1.64	5.83	-20.94	-0.29	9.36	3.67	12.18
179	-188.18	2.06	5.25	-23.68	1.11	9.95	5.50	11.80
180	-209.99	1.94	5.75	-22.03	1.03	9.56	4.07	11.49
181	-186.37	1.67	5.88	-21.16	0.82	9.68	4.08	11.39
182	-179.41	2.00	4.79	-22.47	1.65	9.46	3.93	11.91
183	-205.64	1.85	6.10	-21.08	0.69	9.89	2.51	12.14
184	-191.97	1.98	5.27	-22.05	0.35	9.36	3.29	11.41
185	-189.61	1.88	5.68	-22.09	1.18	9.34	3.93	11.81
186	-194.95	2.16	5.47	-23.46	2.22	9.99	4.03	11.41
187	-199.69	1.98	5.83	-21.48	0.05	9.70	3.21	11.41
188	-186.98	1.60	5.00	-23.36	1.17	9.80	2.65	11.23
189	-194.99	1.63	5.53	-23.27	1.00	9.60	4.56	12.00
190	-195.44	1.23	5.91	-21.99	1.57	9.26	3.87	12.39
191	-197.60	1.64	5.88	-21.36	0.88	9.76	2.72	10.91
192	-80.99	1.13	5.78	-41.96	-7.61	14.12	4.56	-2.34
193	-89.68	0.98	5.35	-40.67	-7.33	14.32	4.86	-3.09
194	-87.61	1.04	5.68	-40.81	-7.47	14.54	5.72	-3.11
195	-75.78	0.82	5.89	-41.56	-7.69	14.38	4.84	-3.28
196	-81.87	1.14	5.62	-39.90	-7.61	14.36	5.82	-3.01
197	-86.38	1.03	5.52	-40.84	-7.57	14.22	4.74	-2.69
198	-90.67	1.07	5.62	-40.01	-7.85	14.09	4.38	-2.72
199	-85.90	0.90	5.82	-39.91	-7.87	14.58	4.61	-3.11

10

20

30

40

【 0 3 5 8】

【表 3 9】

k	a8k	a9k	a10k	a11k	a12k	a13k	a14k	a15k
160	93.69	50.35	-0.06	43.76	-7.96	-11.45	-1.65	-39.83
161	94.19	51.22	0.05	41.97	-8.07	-11.77	-1.83	-35.89
162	96.08	50.24	-0.01	44.07	-8.94	-11.94	-1.74	-33.20
163	91.01	50.82	-0.02	41.62	-9.97	-11.61	-1.79	-35.37
164	94.91	51.64	-0.03	44.52	-10.47	-11.14	-1.66	-38.97
165	99.80	49.04	-0.02	49.32	-10.67	-11.51	-1.78	-35.32
166	100.32	49.55	0.01	48.96	-8.32	-11.16	-1.87	-35.89
167	91.74	50.26	-0.03	47.65	-8.62	-11.54	-1.66	-34.51
168	99.23	48.64	-0.05	42.04	-8.21	-11.68	-1.67	-34.09
169	91.16	51.29	-0.01	48.34	-11.59	-11.22	-1.69	-38.04
170	84.86	50.02	0.02	47.47	-8.47	-12.16	-1.65	-39.32
171	104.41	49.99	-0.04	46.22	-7.03	-11.70	-1.61	-36.51
172	95.70	51.92	0.01	43.17	-11.26	-11.33	-1.77	-42.20
173	99.92	49.58	0.00	46.70	-8.98	-12.03	-1.72	-36.09
174	92.96	50.20	-0.05	47.19	-10.20	-11.95	-1.65	-39.79
175	87.99	50.84	-0.06	47.82	-10.64	-11.26	-1.78	-40.49
176	92.57	45.83	-0.03	46.46	-3.54	-10.29	-1.66	-40.48
177	103.07	45.08	-0.08	46.56	-6.48	-10.76	-1.59	-34.80
178	89.56	45.20	-0.04	45.63	-3.64	-10.46	-1.56	-43.17
179	100.68	43.71	-0.03	49.09	-2.93	-10.14	-1.61	-40.29
180	105.61	44.15	-0.06	48.19	-3.47	-9.72	-1.61	-40.95
181	91.34	45.93	-0.02	50.35	-3.56	-10.55	-1.62	-40.77
182	87.76	44.55	0.00	46.54	-7.49	-10.17	-1.51	-43.01
183	97.67	44.55	-0.04	49.44	-4.48	-10.41	-1.59	-36.79
184	93.30	44.01	-0.02	47.30	-2.87	-10.32	-1.78	-37.03
185	101.12	47.15	0.00	45.58	-6.35	-9.75	-1.68	-42.95
186	92.30	43.85	-0.03	49.68	-5.53	-10.36	-1.73	-39.98
187	90.84	43.94	-0.02	44.30	-1.86	-10.72	-1.55	-37.11
188	101.37	42.91	-0.04	48.77	-4.67	-9.64	-1.62	-45.48
189	95.02	44.73	-0.04	45.22	-2.35	-10.64	-1.65	-39.73
190	93.66	43.89	-0.01	45.99	-6.29	-9.88	-1.58	-39.34
191	103.16	44.83	-0.01	47.51	-5.19	-10.19	-1.53	-36.73
192	59.69	57.64	-0.04	16.47	24.54	-9.22	2.64	-37.59
193	69.07	58.35	-0.09	18.14	26.55	-9.27	2.42	-38.58
194	64.30	59.42	-0.09	19.73	26.26	-9.01	2.47	-37.31
195	64.31	57.75	-0.08	18.64	26.38	-9.27	2.49	-39.18
196	66.35	57.50	-0.09	17.61	26.14	-9.63	2.47	-34.66
197	70.49	57.92	-0.09	19.08	25.79	-9.25	2.47	-36.50
198	67.45	59.20	-0.07	19.74	26.43	-9.27	2.38	-38.96
199	69.13	57.68	-0.11	19.25	26.73	-9.21	2.41	-38.46

10

20

30

40

【 0 3 5 9】

【表 4 0】

k	a16k	a17k	a18k	a19k	a20k	a21k	a22k	a23k	
160	0.05	-6.82	-24.67	-24.74	-2.61	-2.86	-2.71	-1.60	
161	0.00	-6.42	-24.61	-59.26	-2.55	-2.53	6.00	-1.60	
162	-0.30	-6.70	-24.98	8.36	-2.47	-2.78	20.37	-1.59	
163	-0.11	-5.77	-24.59	50.59	-2.62	-2.67	6.97	-1.61	
164	0.19	-6.04	-24.78	-12.92	-2.65	-2.69	-11.54	-1.60	
165	-0.02	-5.73	-24.78	-25.13	-2.64	-2.84	8.52	-1.63	
166	-0.06	-7.15	-24.72	10.36	-2.90	-2.60	11.33	-1.60	
167	0.05	-5.02	-24.62	-18.12	-2.65	-2.70	-9.13	-1.60	10
168	-0.18	-5.74	-24.65	-43.31	-2.61	-2.74	2.60	-1.63	
169	0.05	-3.92	-24.69	-0.11	-2.62	-2.81	-0.57	-1.59	
170	-0.22	-6.42	-24.74	31.59	-2.54	-2.42	4.93	-1.60	
171	0.38	-6.29	-24.79	17.32	-2.47	-2.80	3.16	-1.58	
172	-0.20	-4.47	-24.71	-76.32	-2.72	-2.81	14.78	-1.58	
173	-0.02	-3.41	-24.55	12.62	-2.59	-2.77	13.40	-1.61	
174	-0.19	-6.36	-24.80	-30.09	-2.58	-2.56	11.87	-1.60	
175	0.01	-5.58	-24.80	-0.33	-2.57	-2.98	8.06	-1.59	
176	-0.21	-7.35	-22.87	-2.52	-2.79	-3.04	-3.04	-1.43	
177	0.42	-6.96	-22.77	-14.25	-2.87	-2.93	-3.93	-1.45	
178	-0.02	-6.32	-22.67	6.85	-2.92	-3.19	-7.99	-1.45	20
179	-0.09	-6.74	-22.78	-7.19	-2.85	-2.83	8.51	-1.45	
180	0.17	-6.39	-22.66	56.84	-2.89	-2.75	1.92	-1.46	
181	0.19	-5.99	-22.80	8.81	-2.85	-2.82	-0.75	-1.45	
182	0.14	-5.99	-22.76	24.31	-2.86	-2.90	-4.31	-1.46	
183	-0.08	-7.56	-22.53	13.39	-2.79	-2.74	16.60	-1.45	
184	-0.11	-6.77	-22.95	19.90	-3.09	-2.74	1.85	-1.47	
185	0.08	-6.63	-22.79	28.47	-2.86	-3.04	-8.57	-1.44	
186	-0.04	-6.29	-22.94	53.97	-2.89	-3.03	-0.93	-1.44	
187	-0.14	-6.33	-22.59	99.70	-3.14	-2.75	-4.33	-1.43	
188	0.00	-7.06	-22.71	-0.85	-2.92	-2.89	0.54	-1.45	30
189	-0.07	-8.13	-22.59	-18.23	-2.91	-3.01	-8.11	-1.44	
190	-0.17	-7.08	-22.39	23.48	-2.85	-2.87	-3.17	-1.46	
191	-0.06	-7.27	-22.67	41.89	-2.92	-2.76	-3.93	-1.46	
192	-0.08	-4.09	-16.51	-9.54	-3.59	-2.93	-0.63	-1.16	
193	-0.14	-3.11	-16.34	18.48	-3.60	-3.00	1.15	-1.14	
194	0.04	-3.51	-16.64	17.91	-3.51	-2.91	1.10	-1.13	
195	-0.17	-3.94	-16.52	15.91	-3.51	-2.89	-1.44	-1.13	
196	0.08	-3.88	-16.58	-20.06	-3.47	-2.90	5.56	-1.13	
197	0.09	-3.67	-16.49	-16.57	-3.57	-2.88	3.05	-1.13	
198	0.05	-3.94	-16.42	-16.93	-3.42	-2.97	1.59	-1.11	
199	0.02	-4.02	-16.51	-25.71	-3.60	-2.90	2.24	-1.14	40

【 0 3 6 0】

【表 4 1】

k	a24k	a25k	a26k	a27k	a28k	a29k	a30k	a31k
160	-1.72	-4.57	-3.31	-5.64	1.91	1.82	6.79	-74.96
161	2.72	-4.07	0.55	-5.64	1.76	1.89	6.87	-73.97
162	-4.32	-4.19	-2.77	-5.46	2.01	1.92	7.05	-73.97
163	-1.39	-4.01	-0.95	-5.48	2.46	1.69	6.74	-74.71
164	-0.61	-4.33	-1.97	-5.78	2.93	1.84	6.85	-75.67
165	2.85	-4.36	-3.46	-5.41	2.81	1.98	6.35	-75.37
166	-1.58	-3.98	-1.06	-5.35	1.94	1.90	6.59	-74.94
167	-0.38	-5.08	-3.13	-5.36	2.77	1.81	6.39	-75.00
168	2.47	-3.87	-0.88	-5.81	2.49	1.71	7.18	-75.15
169	-2.51	-4.45	-6.66	-4.91	1.83	2.03	6.90	-76.07
170	6.57	-3.95	-4.60	-5.75	1.82	2.01	6.96	-73.68
171	2.24	-3.92	-1.15	-5.47	2.71	1.61	6.63	-73.51
172	3.40	-4.54	-2.52	-5.54	2.40	2.00	6.80	-73.48
173	-0.75	-4.31	2.15	-5.78	2.35	1.56	6.88	-74.65
174	3.78	-4.76	-3.69	-5.35	1.90	1.99	7.05	-75.07
175	2.70	-4.13	-3.26	-5.61	1.83	1.74	6.62	-75.22
176	-3.40	-4.70	-1.81	-4.85	1.49	1.10	5.28	-69.91
177	3.89	-4.52	-2.20	-5.42	1.47	1.05	5.44	-68.29
178	-0.89	-4.57	-0.54	-5.06	1.72	1.23	5.32	-68.69
179	0.34	-4.88	-0.94	-5.10	1.60	1.22	5.19	-67.29
180	2.91	-4.43	-2.20	-5.38	1.18	1.28	5.03	-68.04
181	0.20	-4.51	0.35	-5.67	1.11	1.13	5.20	-69.65
182	-5.24	-4.31	-1.03	-5.08	1.14	1.21	4.73	-67.72
183	2.46	-4.05	0.58	-5.67	0.91	1.03	5.01	-68.14
184	-1.50	-4.78	-1.48	-5.34	1.04	1.23	5.58	-68.25
185	0.24	-5.14	0.73	-4.87	1.21	1.05	5.17	-68.14
186	-0.78	-4.30	-4.96	-5.25	1.03	1.33	5.06	-68.46
187	1.72	-5.38	0.77	-4.80	1.35	0.99	5.47	-67.65
188	-0.43	-5.19	-0.03	-5.43	1.03	1.19	5.13	-71.14
189	4.51	-4.64	-3.26	-4.93	0.78	0.95	5.52	-68.34
190	0.38	-4.65	0.48	-4.86	1.19	1.08	5.19	-69.56
191	-3.32	-4.37	4.83	-5.59	1.22	1.00	5.24	-71.35
192	-1.10	-6.19	10.44	-5.27	-10.64	1.78	8.50	-46.49
193	-0.22	-5.99	10.70	-5.10	-10.32	1.84	8.95	-46.44
194	1.19	-6.00	10.41	-5.23	-9.90	1.72	8.65	-45.75
195	-0.99	-6.04	11.34	-5.36	-10.16	1.78	8.59	-44.99
196	-1.78	-5.87	9.88	-5.37	-10.11	1.82	8.86	-46.13
197	0.12	-6.17	11.67	-5.32	-10.56	1.82	8.33	-46.32
198	0.29	-6.03	10.23	-5.05	-10.16	1.82	8.42	-44.92
199	-2.02	-5.95	9.82	-5.22	-9.75	1.57	8.69	-45.94

10

20

30

40

【 0 3 6 1】

【表 4 2】

k	a32k	a33k	a34k	a35k	a36k	a37k	A38K	a39k
160	-7.10	3.84	2.29	7.25	-1.41	-42.89	-2.47	-2.31
161	-7.16	4.00	2.40	6.79	-1.29	-44.10	-2.43	-2.37
162	-6.88	3.82	2.18	6.67	-1.35	-44.13	-2.49	-2.35
163	-7.18	3.48	2.31	6.99	-1.38	-42.27	-2.53	-2.32
164	-6.67	3.67	2.34	6.50	-1.34	-42.33	-2.46	-2.34
165	-8.06	3.80	2.15	6.43	-1.41	-42.56	-2.48	-2.36
166	-6.97	3.84	2.07	6.30	-1.37	-41.59	-2.35	-2.30
167	-7.50	3.63	2.27	8.27	-1.29	-43.63	-2.40	-2.33
168	-7.23	3.84	2.14	7.07	-1.36	-42.42	-2.44	-2.32
169	-6.82	3.72	2.20	6.12	-1.31	-43.38	-2.53	-2.33
170	-6.81	3.71	2.21	7.09	-1.38	-41.57	-2.45	-2.37
171	-6.97	3.74	2.16	7.13	-1.35	-42.14	-2.49	-2.32
172	-6.01	3.77	2.13	7.48	-1.41	-42.50	-2.42	-2.30
173	-6.58	3.62	2.20	6.64	-1.30	-41.40	-2.46	-2.35
174	-6.09	3.80	2.19	6.27	-1.46	-42.84	-2.53	-2.33
175	-7.31	3.70	2.41	6.68	-1.30	-41.21	-2.56	-2.35
176	-6.83	3.47	2.53	4.38	-1.11	-39.26	-2.01	-2.17
177	-7.14	3.45	2.16	4.46	-1.08	-38.15	-2.01	-2.17
178	-6.84	3.45	2.44	4.82	-1.20	-37.87	-1.96	-2.14
179	-7.17	3.28	2.32	4.76	-1.15	-38.48	-2.04	-2.17
180	-6.73	3.38	2.39	3.85	-1.07	-36.51	-1.99	-2.13
181	-6.45	3.47	2.29	5.05	-0.93	-37.26	-1.92	-2.14
182	-6.41	3.52	2.16	4.22	-1.01	-40.58	-2.04	-2.16
183	-6.37	3.34	2.26	4.47	-1.11	-38.40	-1.98	-2.14
184	-6.07	3.42	2.22	5.10	-1.07	-38.98	-1.95	-2.18
185	-6.69	3.57	2.23	4.02	-1.03	-37.01	-2.01	-2.19
186	-6.10	3.26	2.21	4.04	-1.15	-37.83	-1.92	-2.15
187	-6.41	3.36	2.25	4.21	-1.12	-41.20	-2.00	-2.14
188	-6.48	3.30	2.49	4.27	-1.03	-39.02	-1.98	-2.14
189	-6.73	3.32	2.34	4.37	-1.12	-37.91	-1.96	-2.18
190	-6.61	3.66	2.16	4.43	-1.14	-37.43	-1.86	-2.15
191	-7.03	3.45	2.56	4.75	-1.13	-38.65	-1.94	-2.17
192	14.34	3.23	0.52	-6.89	-0.44	-54.93	-0.40	-0.38
193	15.28	3.27	0.54	-6.69	-0.47	-54.20	-0.34	-0.37
194	15.25	3.25	0.65	-6.55	-0.50	-55.28	-0.39	-0.36
195	15.22	3.25	0.61	-6.99	-0.47	-54.89	-0.36	-0.38
196	15.23	3.32	0.62	-6.76	-0.44	-55.82	-0.36	-0.31
197	14.98	3.30	0.73	-7.01	-0.45	-54.51	-0.36	-0.36
198	14.34	3.25	0.68	-7.27	-0.47	-54.67	-0.36	-0.37
199	14.44	3.17	0.51	-6.82	-0.48	-54.34	-0.37	-0.36

10

20

30

40

【 0 3 6 2 】

【表 4 3】

k	a40k	a41k	a42k	a43k	a44k	a45k	a46k	a47k
160	0.37	6.16	-4.89	-3.95	-0.18	-5.80	216.68	-4.24
161	0.44	6.30	-5.02	-1.35	9.89	-6.94	215.70	0.94
162	0.47	5.80	-2.58	-2.61	8.27	-5.37	202.79	-3.53
163	0.41	6.05	2.06	-4.03	5.60	-6.26	205.63	-4.57
164	0.40	5.86	4.56	-3.05	-1.66	-6.13	201.34	-2.44
165	0.43	6.14	-4.27	-1.20	-3.83	-6.40	219.57	-2.51
166	0.35	6.13	-2.92	-2.09	8.70	-6.09	207.33	1.18
167	0.39	5.87	-2.87	-4.76	8.99	-7.35	200.76	5.54
168	0.38	6.11	2.58	-1.78	-3.50	-5.84	212.19	-5.32
169	0.41	5.65	-0.03	-1.87	9.47	-6.14	212.81	2.41
170	0.44	5.74	-2.44	-1.68	6.05	-6.48	202.50	3.86
171	0.45	6.48	-1.42	-1.59	4.23	-6.51	218.85	-1.59
172	0.38	6.75	2.44	-0.51	1.69	-6.58	204.05	-0.83
173	0.46	5.72	-0.38	-0.25	5.15	-5.50	191.42	0.98
174	0.45	6.33	3.98	-2.61	-5.38	-5.59	205.05	-3.88
175	0.40	5.97	6.85	-2.28	7.55	-6.99	200.65	-0.70
176	0.45	7.06	-0.46	-1.72	1.09	-6.70	193.26	3.23
177	0.44	6.59	0.91	-1.08	-0.45	-7.42	197.52	2.04
178	0.46	7.05	-2.54	-0.60	1.25	-6.31	187.34	0.15
179	0.47	6.80	-3.35	-0.78	2.85	-7.77	196.66	2.32
180	0.45	6.54	-0.56	-2.66	5.28	-7.34	204.22	-2.50
181	0.49	6.72	2.50	-0.06	5.80	-6.91	198.68	-4.05
182	0.51	7.05	-4.15	-2.54	-1.36	-7.48	201.35	0.50
183	0.45	7.01	-1.19	-0.48	3.29	-8.19	205.06	-2.27
184	0.50	6.51	1.42	-1.52	2.04	-7.31	184.98	5.86
185	0.46	6.88	0.90	-0.33	1.45	-7.19	200.08	-1.33
186	0.41	6.38	-0.92	0.12	-2.64	-8.02	193.03	4.59
187	0.48	7.11	-1.69	-1.28	-2.29	-7.25	195.79	-4.40
188	0.44	6.54	3.58	-0.63	5.67	-6.94	198.26	-5.30
189	0.42	6.39	-4.58	-1.29	7.96	-7.29	198.65	-3.19
190	0.46	6.64	-4.68	-1.11	-4.70	-7.46	196.34	3.04
191	0.45	6.81	2.51	-2.38	0.31	-7.21	195.56	1.44
192	0.51	7.88	-0.86	5.86	-1.23	-9.89	31.77	-1.15
193	0.49	7.70	0.24	5.63	-4.70	-9.82	32.51	-0.43
194	0.54	7.71	-0.61	5.51	-5.12	-9.75	32.83	1.99
195	0.49	7.83	0.62	5.83	2.58	-9.67	33.03	0.79
196	0.52	7.78	-1.62	5.24	-1.38	-9.49	37.38	1.85
197	0.54	7.94	0.26	4.88	0.93	-9.66	28.25	-0.89
198	0.48	7.63	-0.16	6.08	1.97	-9.63	26.78	-1.78
199	0.50	7.86	-1.26	5.43	1.97	-9.74	29.21	-1.97

10

20

30

40

【0 3 6 3】

【表 4 4】

k	a48k	a49k	a50k	a51k	a52k	a53k	a54k	a55k
160	-15.09	1.43	8.38	2.09	67.10	50.59	-4.05	-2.61
161	-15.99	1.74	8.50	-0.09	74.46	49.89	-3.80	-2.33
162	-15.23	1.34	8.48	-1.80	66.68	50.94	-3.90	-2.70
163	-14.71	1.41	6.35	-3.76	65.56	52.11	-3.89	-3.17
164	-15.64	1.35	8.94	-11.87	69.07	50.02	-3.94	-2.36
165	-15.55	1.51	9.37	4.37	68.67	53.08	-3.92	-2.80
166	-15.40	1.37	8.38	2.83	69.57	52.07	-3.76	-1.98
167	-15.25	1.65	7.20	-1.24	69.80	49.58	-4.03	-3.15
168	-15.21	1.29	7.64	-5.76	65.67	51.80	-3.99	-4.23
169	-15.65	1.44	7.37	0.61	67.24	51.04	-3.94	-3.61
170	-15.53	1.54	7.44	-3.07	72.23	52.70	-4.07	-2.45
171	-14.94	1.54	9.01	-0.48	66.04	51.64	-4.11	-2.67
172	-15.34	1.52	8.43	2.06	71.91	50.70	-4.02	-2.48
173	-14.78	1.57	7.45	-2.85	62.87	50.65	-3.87	-1.81
174	-15.51	1.51	9.59	0.14	65.71	49.51	-4.02	-1.82
175	-15.48	1.26	6.97	7.15	69.96	53.52	-3.95	-3.26
176	-12.35	1.49	9.88	-9.25	57.89	46.03	-3.59	-1.89
177	-12.31	1.61	9.42	-3.73	67.80	45.21	-3.64	-2.45
178	-12.14	1.49	10.23	-0.63	58.49	45.33	-3.73	-2.72
179	-12.13	1.61	10.38	0.24	55.05	46.72	-3.63	-2.00
180	-11.85	1.51	9.89	-9.35	58.31	44.55	-3.63	-3.61
181	-11.39	1.68	10.30	-3.55	55.82	44.55	-3.69	-0.74
182	-11.71	1.58	9.81	-3.65	60.66	45.97	-3.65	-2.52
183	-11.84	1.62	7.87	-3.91	62.48	45.42	-3.52	-2.08
184	-12.30	1.57	9.70	8.09	55.78	46.36	-3.52	-2.01
185	-11.78	1.63	8.33	-0.93	55.84	45.39	-3.58	-2.29
186	-11.46	1.71	9.94	-4.37	60.19	44.13	-3.66	-3.12
187	-12.17	1.61	8.29	-5.53	58.65	44.83	-3.78	-2.80
188	-11.84	1.68	7.48	-2.86	65.02	45.54	-3.61	-2.11
189	-11.77	1.64	9.14	2.22	55.82	44.24	-3.61	-2.37
190	-12.38	1.71	7.76	-4.37	63.61	45.04	-3.67	-2.30
191	-11.86	1.57	8.30	0.81	62.45	45.01	-3.51	-2.05
192	-14.53	1.99	13.18	1.33	106.76	38.07	-5.34	-5.15
193	-13.82	2.08	13.41	1.91	104.39	37.64	-5.16	-4.44
194	-14.37	2.15	13.46	-0.20	110.70	38.01	-5.34	-5.04
195	-13.91	2.12	13.46	0.42	102.96	38.66	-5.33	-4.93
196	-14.24	2.07	14.12	2.08	97.99	38.20	-5.46	-5.31
197	-14.21	2.13	13.13	-1.64	100.89	37.80	-5.44	-4.59
198	-14.39	2.09	13.96	-2.45	103.11	38.34	-5.33	-5.41
199	-13.74	2.08	13.50	-2.52	105.29	38.24	-5.41	-4.78

10

20

30

40

【 0 3 6 4 】

【表 4 5】

k	a56k	a57k	a58k	a59k	a60k	a61k	a62k	a63k	
160	4.80	-3.26	-0.21	3.57	2.42	-0.68	-12.67	-24.28	
161	-3.84	-4.72	-0.18	2.94	2.29	-0.37	1.69	35.79	
162	2.38	-4.79	-0.18	3.21	2.09	-0.33	4.88	-13.73	
163	-0.25	-2.02	-0.17	2.96	2.59	-0.43	27.32	49.32	
164	3.73	-5.32	-0.15	3.77	2.77	-0.50	-9.12	57.33	
165	0.28	-2.82	-0.17	3.31	2.63	-0.50	22.97	31.74	
166	-4.59	-3.20	-0.18	3.25	3.45	-0.72	-15.61	33.03	
167	-1.01	-4.60	-0.17	4.16	2.50	-0.33	-27.43	-11.64	10
168	-4.66	-1.98	-0.19	4.12	2.54	-0.22	-1.92	-10.90	
169	3.96	-7.01	-0.20	2.86	2.56	-0.62	17.28	-12.73	
170	2.95	-4.19	-0.21	3.43	2.63	-0.19	-14.50	-1.16	
171	-7.27	-3.21	-0.20	3.49	2.62	-0.49	1.07	-12.08	
172	7.69	-6.61	-0.16	2.74	2.46	-0.33	12.29	-21.91	
173	0.38	-3.77	-0.20	3.10	2.67	-0.35	-8.43	25.41	
174	1.04	-2.66	-0.18	3.00	2.98	-0.48	-6.63	-62.55	
175	1.60	-1.83	-0.18	3.19	2.77	-0.62	-10.72	-93.17	
176	-0.52	-7.31	-0.07	2.13	2.59	-0.40	-6.00	14.91	
177	-0.77	-6.06	-0.12	1.95	3.14	-0.16	-9.91	-11.31	
178	-1.38	-6.04	-0.11	1.95	2.90	-0.10	-14.84	-5.31	20
179	3.62	-5.16	-0.12	2.88	2.42	-0.29	-2.65	24.60	
180	-0.82	-5.22	-0.08	2.50	2.59	-0.01	-9.33	68.11	
181	1.07	-4.69	-0.09	1.89	2.66	-0.23	5.36	72.62	
182	1.54	-7.98	-0.10	2.35	2.91	-0.19	-19.95	-12.65	
183	0.38	-6.18	-0.10	2.44	2.23	-0.51	30.27	7.42	
184	-1.62	-7.10	-0.09	1.94	2.99	-0.47	-3.11	-34.92	
185	2.42	-5.25	-0.08	2.10	2.45	-0.43	3.54	3.01	
186	-5.80	-6.76	-0.10	1.44	2.25	-0.49	-21.05	17.21	
187	7.44	-5.48	-0.12	2.46	2.44	-0.27	23.77	30.52	
188	-5.44	-6.90	-0.11	2.41	2.25	-0.51	10.61	-0.47	30
189	0.88	-6.94	-0.09	2.24	2.12	-0.02	20.18	-19.77	
190	8.28	-6.66	-0.10	2.54	2.34	-0.33	21.36	57.54	
191	-3.19	-5.28	-0.09	2.05	2.63	-0.25	7.47	31.17	
192	5.63	-31.18	0.32	-1.71	12.41	0.20	-0.23	7.04	
193	2.70	-30.14	0.28	-2.06	12.10	0.16	-29.14	20.81	
194	-1.45	-29.85	0.28	-1.81	12.41	0.08	17.53	16.41	
195	-2.76	-29.39	0.31	-1.97	12.28	0.17	-0.96	15.02	
196	-3.77	-29.74	0.29	-2.19	12.65	0.09	-9.79	31.38	
197	-3.05	-29.86	0.30	-1.86	12.48	0.13	-18.07	9.58	
198	-2.17	-30.42	0.30	-1.83	12.21	0.18	-5.19	14.38	
199	-2.93	-30.44	0.29	-1.97	12.62	0.04	16.43	-0.26	40

【 0 3 6 5 】

【表 4 6】

k	a0k	a1k	a2k	a3k	a4k	a5k	a6k	a7k
200	-84.84	1.13	5.88	-40.53	-7.81	13.76	5.16	-2.61
201	-86.46	1.17	5.92	-41.73	-7.49	14.37	4.96	-2.65
202	-85.65	0.92	5.61	-41.84	-7.73	14.39	4.88	-3.04
203	-83.58	0.92	5.57	-41.07	-7.79	14.00	5.78	-2.87
204	-84.03	0.90	5.59	-40.04	-8.07	15.05	5.36	-2.80
205	-88.01	1.00	5.82	-40.27	-7.37	14.65	5.64	-2.95
206	-91.14	1.09	5.67	-38.94	-7.49	13.90	5.00	-3.05
207	-87.84	1.13	5.79	-39.92	-7.62	14.06	4.61	-3.12
208	-139.32	2.88	8.38	-29.54	-7.87	11.87	0.06	1.37
209	-136.35	2.65	8.20	-29.63	-7.90	11.88	0.14	1.88
210	-136.39	2.88	8.19	-29.62	-7.91	11.54	0.09	1.74
211	-140.86	2.90	8.40	-28.91	-8.02	11.83	1.40	1.81
212	-141.28	2.64	8.02	-30.90	-8.11	11.87	0.91	1.38
213	-147.44	3.03	8.55	-29.96	-8.18	12.28	0.27	0.89
214	-137.06	2.83	8.21	-28.00	-7.95	11.69	-0.13	1.43
215	-136.69	2.81	8.31	-31.18	-8.32	12.24	-0.51	1.76
216	-144.43	3.02	8.72	-30.56	-7.94	11.59	0.02	1.81
217	-137.63	2.89	8.13	-30.66	-7.76	11.71	0.40	1.39
218	-132.91	2.90	8.74	-30.41	-8.04	11.61	0.24	2.17
219	-146.30	2.70	8.31	-32.57	-8.00	12.00	0.33	1.31
220	-141.57	2.69	8.20	-30.05	-8.02	11.79	0.65	1.73
221	-143.00	2.79	8.25	-29.94	-7.79	11.74	-0.08	1.70
222	-138.77	2.83	8.47	-28.20	-7.64	11.82	0.14	1.48
223	-140.99	2.63	8.27	-30.91	-7.93	11.74	0.18	1.55
224	-54.29	0.60	4.08	-17.30	-4.02	6.24	2.53	-0.47
225	-49.96	0.52	4.11	-17.63	-3.57	6.25	2.57	-0.65
226	-53.86	0.63	4.07	-16.88	-3.88	6.15	2.39	-0.17
227	-53.38	0.55	4.12	-16.78	-3.97	6.27	2.64	-0.44
228	-52.04	0.58	4.25	-17.54	-3.97	6.26	2.50	-0.44
229	-49.03	0.59	4.08	-16.65	-3.89	6.26	2.41	-0.68
230	-51.57	0.47	3.92	-17.80	-4.05	6.13	2.83	-0.45
231	-51.91	0.73	4.07	-16.88	-3.72	6.31	2.68	-0.76
232	-53.06	0.54	4.08	-17.42	-3.88	6.13	2.80	-0.66
233	-55.52	0.57	4.00	-17.43	-3.79	6.01	2.67	-0.74
234	-52.68	0.62	3.76	-16.64	-3.85	6.32	2.48	-0.51
235	-57.68	0.48	4.06	-16.80	-3.86	5.94	2.56	-0.56
236	-53.28	0.60	4.17	-17.07	-3.56	6.08	2.93	-0.65
237	-50.64	0.50	4.15	-16.55	-3.98	5.93	2.86	-0.63
238	-54.90	0.57	3.85	-17.16	-3.98	6.12	2.89	-0.43
239	-54.82	0.69	3.85	-16.27	-3.91	6.14	2.75	-0.44

10

20

30

40

【 0 3 6 6 】

【表 4 7】

k	a8k	a9k	a10k	a11k	a12k	a13k	a14k	a15k
200	66.06	57.96	-0.06	20.15	25.87	-9.12	2.49	-40.56
201	68.69	59.17	-0.05	18.98	26.20	-9.42	2.57	-38.06
202	65.93	58.25	-0.06	17.31	26.06	-9.06	2.45	-37.70
203	66.02	57.57	-0.06	17.54	24.57	-9.56	2.48	-37.48
204	62.62	60.56	-0.05	18.59	26.34	-9.47	2.50	-37.12
205	69.42	59.25	-0.07	18.44	25.76	-9.14	2.51	-38.09
206	69.43	58.91	-0.08	17.90	25.60	-9.19	2.56	-38.37
207	66.76	59.12	-0.06	17.58	23.78	-9.08	2.57	-36.53
208	105.25	45.16	0.14	30.65	17.19	-11.84	1.41	-56.05
209	100.97	49.11	0.17	33.24	19.20	-11.96	1.36	-54.82
210	110.23	47.17	0.14	32.19	18.96	-11.95	1.33	-57.81
211	99.46	47.41	0.17	34.11	19.23	-11.51	1.40	-58.91
212	100.89	47.64	0.20	32.97	18.91	-11.64	1.29	-55.22
213	105.89	47.15	0.17	34.74	19.38	-11.71	1.35	-54.68
214	100.66	48.39	0.12	33.05	18.56	-11.70	1.47	-55.39
215	105.40	48.05	0.14	35.47	19.87	-11.73	1.47	-56.98
216	107.76	46.39	0.15	32.78	18.55	-11.55	1.40	-56.60
217	102.67	46.58	0.16	34.43	19.08	-11.72	1.35	-56.71
218	106.31	45.50	0.13	35.30	18.10	-11.87	1.42	-56.77
219	103.64	46.85	0.14	34.19	18.24	-11.49	1.25	-56.12
220	105.64	46.90	0.17	34.57	17.92	-11.69	1.39	-57.90
221	104.76	45.29	0.14	35.97	21.36	-11.91	1.36	-56.05
222	103.79	46.27	0.14	33.43	19.41	-11.53	1.41	-56.73
223	101.88	45.23	0.17	34.42	19.64	-12.02	1.45	-53.76
224	44.53	25.82	-0.06	11.68	10.35	-5.06	0.95	-25.85
225	45.43	25.95	-0.04	11.59	10.33	-4.95	1.01	-27.25
226	42.76	25.29	-0.04	11.55	10.68	-4.99	1.00	-26.64
227	44.83	25.97	-0.05	12.62	10.83	-5.07	0.98	-26.88
228	43.61	25.36	-0.03	12.76	10.30	-4.92	1.10	-27.08
229	46.60	25.62	-0.05	11.49	10.21	-5.09	1.00	-26.17
230	43.98	25.50	-0.06	11.29	10.13	-5.14	0.85	-26.86
231	43.86	25.36	-0.04	11.30	10.41	-4.94	1.01	-25.41
232	46.44	25.68	-0.05	10.66	10.53	-5.00	0.95	-27.32
233	47.20	25.26	-0.02	10.75	11.18	-5.01	0.97	-26.35
234	45.19	26.43	-0.02	11.44	10.41	-5.05	0.94	-25.67
235	46.18	25.03	-0.03	11.83	10.34	-4.91	1.00	-26.54
236	45.28	25.60	-0.04	11.79	10.74	-5.00	0.99	-27.22
237	45.71	26.50	-0.06	11.87	10.86	-5.00	0.99	-28.24
238	44.83	25.30	-0.04	11.05	10.70	-5.05	0.95	-26.50
239	45.99	25.08	-0.06	11.38	10.68	-4.93	0.88	-26.89

10

20

30

40

【 0 3 6 7 】

【表 4 8】

k	a16k	a17k	a18k	a19k	a20k	a21k	a22k	a23k
200	-0.14	-3.90	-16.42	18.94	-3.52	-2.90	2.97	-1.12
201	-0.01	-3.17	-16.60	20.24	-3.57	-2.91	4.30	-1.14
202	0.14	-3.90	-16.67	6.48	-3.59	-2.84	-0.10	-1.11
203	-0.24	-3.89	-16.69	4.00	-3.46	-3.00	-2.50	-1.12
204	-0.10	-3.70	-16.54	0.10	-3.60	-2.94	-1.46	-1.13
205	-0.10	-3.49	-16.60	1.65	-3.53	-2.91	1.37	-1.12
206	0.11	-3.34	-16.64	5.16	-3.55	-2.70	-1.01	-1.15
207	0.02	-4.27	-16.57	-0.97	-3.50	-2.94	9.24	-1.12
208	0.27	-7.69	-16.18	9.78	-3.44	-1.72	2.71	-1.02
209	-0.04	-7.39	-15.94	-9.32	-3.51	-1.63	1.56	-1.04
210	-0.07	-7.15	-16.15	14.88	-3.47	-1.77	-0.45	-1.06
211	0.08	-7.65	-16.49	5.04	-3.52	-1.64	-0.63	-1.05
212	-0.03	-7.56	-16.13	-45.52	-3.43	-1.85	-3.97	-1.04
213	0.07	-6.72	-16.27	-34.23	-3.53	-1.73	-1.11	-1.03
214	0.17	-7.68	-16.15	2.33	-3.41	-1.95	2.65	-1.04
215	0.23	-7.81	-16.12	8.35	-3.41	-1.63	-1.63	-1.05
216	-0.06	-7.14	-16.07	-6.69	-3.47	-1.52	1.36	-1.04
217	-0.18	-7.44	-16.05	-10.69	-3.52	-1.66	4.16	-1.04
218	-0.16	-7.64	-16.02	4.38	-3.55	-1.58	-0.43	-1.03
219	-0.09	-7.83	-16.27	51.83	-3.50	-1.72	2.93	-1.05
220	-0.08	-7.89	-16.36	-26.86	-3.50	-1.95	1.99	-1.04
221	-0.24	-7.62	-16.20	-13.42	-3.47	-1.61	-0.73	-1.07
222	0.22	-7.37	-16.13	-6.98	-3.48	-1.67	5.77	-1.05
223	-0.05	-8.48	-16.17	7.62	-3.47	-1.88	1.22	-1.02
224	0.08	-2.72	-7.93	-0.84	-2.21	-1.51	1.68	-0.53
225	0.06	-2.53	-7.92	0.54	-2.21	-1.54	1.26	-0.55
226	-0.03	-2.53	-8.02	3.16	-2.19	-1.67	1.70	-0.53
227	-0.03	-2.64	-7.78	3.03	-2.22	-1.61	-2.87	-0.53
228	-0.07	-2.56	-7.82	-6.44	-2.22	-1.52	-0.46	-0.53
229	0.06	-2.67	-7.95	7.79	-2.17	-1.65	-0.30	-0.54
230	0.03	-2.67	-7.73	-7.24	-2.21	-1.63	-0.68	-0.53
231	0.08	-2.32	-7.83	-8.27	-2.18	-1.51	0.09	-0.52
232	-0.01	-2.60	-7.85	-3.83	-2.19	-1.56	-0.25	-0.54
233	0.14	-2.88	-7.84	2.24	-2.19	-1.51	0.55	-0.54
234	-0.05	-2.42	-7.90	-4.40	-2.19	-1.60	0.13	-0.54
235	-0.02	-2.55	-7.79	-11.70	-2.22	-1.55	-0.60	-0.53
236	0.19	-2.48	-7.84	12.76	-2.20	-1.54	3.63	-0.53
237	-0.02	-2.83	-7.95	2.25	-2.23	-1.51	-0.31	-0.53
238	-0.12	-2.61	-7.96	13.30	-2.23	-1.60	-0.31	-0.51
239	0.10	-2.52	-7.69	18.92	-2.22	-1.58	0.44	-0.54

10

20

30

40

【 0 3 6 8 】

【表 4 9】

k	a24k	a25k	a26k	a27k	a28k	a29k	a30k	a31k	
200	3.99	-5.95	11.60	-5.28	-9.88	1.58	8.77	-45.86	
201	0.55	-5.96	10.24	-5.13	-9.75	1.70	8.73	-46.07	
202	-1.77	-6.09	11.31	-4.91	-9.69	1.63	8.59	-45.79	
203	1.56	-5.98	10.38	-5.02	-10.51	1.79	8.69	-45.10	
204	1.56	-6.08	10.34	-5.40	-10.12	1.67	8.71	-45.35	
205	2.13	-6.31	10.69	-5.05	-10.29	1.70	8.93	-45.65	
206	2.79	-6.28	10.42	-5.44	-10.01	1.75	8.49	-46.18	
207	-0.59	-6.19	11.15	-5.23	-10.73	1.85	8.51	-46.18	10
208	-0.86	-7.96	-3.95	-3.60	-9.52	0.68	11.12	-49.79	
209	0.81	-8.49	-5.59	-3.29	-8.62	0.65	11.07	-50.16	
210	-1.82	-8.57	-4.86	-3.74	-8.55	0.75	11.01	-50.88	
211	-0.18	-8.60	-5.31	-3.43	-8.14	0.70	11.15	-50.58	
212	2.61	-8.70	-6.29	-3.63	-8.86	0.61	10.85	-50.54	
213	-3.08	-8.69	-3.95	-3.63	-9.03	0.68	11.10	-50.64	
214	-1.21	-8.67	-3.89	-3.44	-8.30	0.57	10.92	-50.48	
215	-0.63	-8.21	-5.17	-3.56	-8.01	0.58	10.75	-51.30	
216	-2.33	-8.45	-6.57	-3.49	-8.58	0.62	10.57	-49.36	
217	-1.75	-8.63	-4.28	-3.72	-9.07	0.52	11.17	-51.38	
218	-1.16	-8.33	-3.96	-3.48	-8.78	0.65	11.05	-52.15	20
219	-1.30	-8.25	-5.48	-3.26	-8.99	0.67	10.97	-50.97	
220	-2.13	-8.82	-5.83	-3.54	-8.76	0.61	10.94	-50.33	
221	0.26	-8.28	-5.24	-4.00	-8.47	0.67	10.96	-50.23	
222	1.12	-8.32	-6.96	-3.18	-9.03	0.48	11.17	-52.19	
223	2.79	-8.82	-5.29	-3.80	-8.83	0.67	10.90	-50.60	
224	0.34	-4.36	2.59	-2.85	-4.74	0.74	5.72	-22.17	
225	-0.31	-4.18	2.99	-3.02	-4.17	0.66	5.46	-22.03	
226	-0.12	-4.41	2.85	-2.84	-4.73	0.61	5.85	-21.93	
227	-0.33	-4.36	3.11	-2.91	-4.70	0.71	5.44	-21.77	
228	0.44	-4.44	3.35	-2.94	-4.84	0.57	5.52	-22.25	30
229	0.33	-4.39	3.32	-2.77	-4.87	0.60	5.59	-22.24	
230	-0.06	-4.13	2.39	-2.85	-4.78	0.58	5.64	-21.99	
231	0.24	-4.30	4.62	-2.89	-4.63	0.62	5.66	-22.01	
232	0.96	-4.38	4.07	-3.03	-4.86	0.60	5.48	-22.08	
233	-0.65	-4.41	3.56	-2.99	-4.53	0.68	5.63	-21.70	
234	0.36	-4.36	3.33	-2.77	-4.45	0.63	5.65	-21.98	
235	-0.71	-4.32	3.30	-2.85	-4.91	0.59	5.67	-22.12	
236	-0.29	-4.26	3.75	-2.72	-4.75	0.66	5.69	-22.65	
237	0.22	-4.19	2.49	-2.91	-4.69	0.71	5.68	-22.50	
238	-1.44	-4.36	3.56	-2.73	-5.08	0.70	5.66	-22.30	
239	-0.57	-4.42	2.22	-2.74	-4.73	0.58	5.58	-22.22	40

【 0 3 6 9】

【表 5 0】

k	a32k	a33k	a34k	a35k	a36k	a37k	a38k	a39k	
200	14.32	3.22	0.58	-6.43	-0.50	-53.19	-0.36	-0.36	
201	14.99	3.34	0.54	-6.74	-0.49	-54.35	-0.39	-0.36	
202	14.82	3.28	0.68	-7.03	-0.52	-54.80	-0.41	-0.36	
203	14.71	3.23	0.63	-6.98	-0.46	-54.42	-0.37	-0.36	
204	14.96	3.30	0.60	-7.13	-0.47	-55.09	-0.35	-0.36	
205	14.23	3.28	0.66	-6.96	-0.49	-55.95	-0.36	-0.36	
206	15.18	3.28	0.69	-7.34	-0.50	-55.62	-0.37	-0.35	
207	14.69	3.23	0.61	-6.88	-0.52	-53.88	-0.36	-0.35	10
208	9.47	3.48	1.57	-4.65	-0.96	-45.31	-1.00	-0.74	
209	9.10	3.48	1.40	-3.70	-0.97	-43.24	-1.04	-0.68	
210	9.37	3.51	1.54	-3.31	-0.90	-42.54	-0.99	-0.72	
211	9.83	3.51	1.58	-3.74	-0.92	-42.03	-0.94	-0.72	
212	9.76	3.52	1.42	-3.73	-0.93	-43.64	-0.96	-0.71	
213	9.51	3.50	1.54	-4.16	-0.90	-44.19	-1.03	-0.72	
214	9.23	3.38	1.59	-3.62	-0.89	-43.99	-1.02	-0.71	
215	9.61	3.50	1.54	-3.80	-0.93	-44.32	-1.01	-0.74	
216	8.98	3.46	1.50	-3.79	-0.98	-44.82	-0.98	-0.72	
217	9.21	3.52	1.53	-3.92	-0.92	-44.28	-0.94	-0.73	
218	9.94	3.55	1.52	-4.54	-0.91	-41.51	-1.02	-0.72	20
219	9.63	3.53	1.40	-3.79	-0.93	-43.59	-0.99	-0.73	
220	9.23	3.46	1.49	-3.60	-0.89	-45.16	-0.99	-0.73	
221	8.94	3.48	1.46	-3.51	-0.91	-44.60	-0.97	-0.72	
222	9.57	3.47	1.57	-3.09	-0.87	-43.51	-1.02	-0.73	
223	9.36	3.49	1.43	-3.84	-0.88	-43.84	-0.98	-0.72	
224	6.36	1.72	0.50	-2.51	-0.38	-24.29	-0.56	-0.24	
225	6.20	1.80	0.47	-1.97	-0.35	-25.26	-0.57	-0.23	
226	6.18	1.80	0.46	-2.30	-0.37	-24.28	-0.51	-0.24	
227	6.37	1.78	0.42	-2.20	-0.34	-23.88	-0.53	-0.23	
228	6.45	1.78	0.51	-1.83	-0.37	-24.04	-0.54	-0.23	30
229	7.00	1.71	0.46	-1.80	-0.35	-24.35	-0.53	-0.23	
230	6.17	1.71	0.53	-2.11	-0.33	-25.11	-0.55	-0.21	
231	6.09	1.76	0.48	-2.36	-0.36	-23.07	-0.53	-0.23	
232	5.82	1.77	0.43	-2.38	-0.37	-24.22	-0.56	-0.22	
233	5.85	1.74	0.46	-2.27	-0.32	-24.46	-0.55	-0.25	
234	6.48	1.79	0.52	-2.15	-0.37	-23.83	-0.56	-0.25	
235	6.59	1.79	0.45	-2.00	-0.36	-24.26	-0.56	-0.23	
236	6.53	1.80	0.54	-2.13	-0.35	-24.30	-0.53	-0.25	
237	6.32	1.77	0.46	-2.42	-0.32	-24.11	-0.54	-0.23	
238	6.42	1.76	0.48	-2.25	-0.34	-24.32	-0.51	-0.22	
239	6.80	1.81	0.45	-2.12	-0.34	-25.08	-0.53	-0.24	40

【 0 3 7 0】

【表 5 1】

k	a40k	a41k	a42k	a43k	a44k	a45k	a46k	a47k
200	0.46	7.85	-0.13	6.00	-0.66	-9.63	27.73	-0.71
201	0.49	7.88	1.56	5.01	5.66	-9.86	37.21	-0.38
202	0.50	7.82	-0.21	5.62	3.39	-9.78	36.01	-3.02
203	0.47	7.87	1.17	5.57	6.66	-9.76	28.22	-1.35
204	0.47	7.73	-1.49	4.73	-0.17	-9.85	34.81	-0.69
205	0.51	7.78	0.66	4.81	0.90	-9.79	27.69	-1.68
206	0.48	7.68	0.46	5.55	0.83	-9.68	33.16	0.42
207	0.49	7.68	1.72	5.43	-3.05	-9.64	30.82	2.49
208	0.15	6.36	-2.14	8.22	-2.43	-9.98	99.11	-0.05
209	0.19	6.61	0.32	8.42	3.47	-9.67	83.51	-0.45
210	0.14	6.61	-1.32	7.86	6.02	-10.02	86.68	1.50
211	0.16	6.66	2.90	7.31	0.41	-9.81	87.51	1.78
212	0.22	6.31	-1.30	7.70	-0.04	-9.87	87.42	-0.67
213	0.15	6.49	-1.79	7.85	5.42	-9.54	85.96	-0.59
214	0.22	6.46	0.30	8.60	2.92	-9.67	90.41	0.31
215	0.20	6.38	-0.86	8.71	4.58	-9.76	83.46	-0.82
216	0.19	6.15	0.25	7.76	-2.22	-9.68	91.93	-0.68
217	0.20	6.57	-1.20	8.05	-1.02	-9.91	86.11	1.29
218	0.17	6.27	-1.14	7.68	2.32	-10.04	91.11	-1.23
219	0.15	6.39	-0.80	7.44	5.12	-9.89	88.36	0.45
220	0.15	6.49	-3.00	8.07	4.47	-9.78	95.29	-0.28
221	0.19	6.40	0.75	7.85	6.16	-9.63	90.57	-0.67
222	0.18	6.41	1.30	8.33	0.11	-9.71	81.50	3.06
223	0.22	6.24	-1.01	8.04	5.86	-9.95	86.36	-0.02
224	0.27	4.44	-0.04	3.08	2.50	-6.38	20.25	-1.03
225	0.24	4.52	-0.34	3.01	-1.29	-6.25	16.20	-0.21
226	0.25	4.55	-0.39	3.51	-0.60	-6.37	18.03	-1.33
227	0.26	4.52	0.03	3.32	-1.50	-6.28	24.04	-0.27
228	0.26	4.70	-0.29	3.18	-0.44	-6.27	17.92	-1.90
229	0.25	4.57	0.92	3.34	1.93	-6.40	22.77	-0.80
230	0.28	4.73	-0.66	2.98	4.13	-6.28	15.11	-0.47
231	0.24	4.58	0.43	3.54	-0.58	-6.26	25.20	0.44
232	0.27	4.64	0.84	3.11	0.14	-6.38	22.13	-0.19
233	0.25	4.51	0.22	3.69	-2.72	-6.35	21.97	0.80
234	0.27	4.51	-0.11	3.55	1.86	-6.42	25.28	-0.06
235	0.26	4.67	1.15	3.35	0.05	-6.42	23.04	-1.52
236	0.27	4.61	-0.75	3.40	-1.85	-6.07	16.17	1.21
237	0.26	4.65	-2.07	3.25	1.95	-6.27	18.98	-0.86
238	0.22	4.73	-0.73	3.27	-0.72	-6.28	20.99	0.14
239	0.24	4.67	1.08	3.59	-0.16	-6.19	18.79	-0.29

10

20

30

40

【 0 3 7 1】

【表 5 2】

k	a48k	a49k	a50k	a51k	a52k	a53k	a54k	a55k
200	-14.58	2.15	13.52	1.39	98.94	38.13	-5.24	-4.83
201	-14.85	2.12	13.25	-1.46	105.91	38.10	-5.40	-4.96
202	-14.77	2.04	13.42	-0.83	108.07	37.94	-5.43	-4.34
203	-14.29	2.04	13.65	1.22	104.62	38.41	-5.42	-4.76
204	-14.52	2.02	13.38	-2.48	103.69	38.64	-5.38	-5.42
205	-13.83	2.00	13.13	-1.90	100.76	38.11	-5.22	-5.16
206	-14.72	2.09	13.54	1.63	99.44	36.76	-5.42	-5.11
207	-14.24	2.13	13.38	-2.68	106.04	38.62	-5.44	-5.01
208	-18.04	2.04	17.33	-4.13	80.49	45.11	-4.33	-0.42
209	-18.35	1.98	18.32	0.33	75.08	44.55	-4.26	-0.29
210	-18.34	1.91	17.45	-5.83	78.06	45.51	-4.19	0.29
211	-17.86	2.06	18.77	-1.57	76.22	44.80	-4.37	-0.99
212	-18.15	2.07	17.42	3.49	68.79	44.77	-4.29	-0.51
213	-17.90	1.96	18.27	2.48	78.99	45.19	-4.26	-1.08
214	-18.00	2.17	16.74	1.35	81.10	45.50	-4.36	0.34
215	-18.07	2.03	18.09	-0.23	80.85	45.97	-4.42	-0.63
216	-17.82	2.01	17.98	-1.08	76.05	44.86	-4.26	0.54
217	-18.26	1.97	17.85	2.39	76.52	45.77	-4.35	-0.24
218	-18.22	1.93	17.46	-2.42	78.00	44.64	-4.34	-0.75
219	-18.12	2.02	17.20	-2.55	79.55	45.31	-4.45	-0.57
220	-18.32	2.05	18.01	-0.15	73.51	44.83	-4.23	-1.39
221	-18.65	1.85	17.38	1.55	75.38	45.01	-4.24	0.04
222	-18.24	2.01	17.33	3.21	79.54	44.83	-4.33	-0.20
223	-17.86	2.09	17.70	-2.31	78.34	45.15	-4.28	0.51
224	-9.08	1.04	9.54	-0.38	45.23	20.55	-2.26	-2.70
225	-8.99	1.11	9.50	-2.62	47.46	20.68	-2.31	-2.31
226	-8.93	1.09	9.73	-1.20	48.83	20.40	-2.28	-2.68
227	-8.58	1.14	9.31	-0.97	45.76	20.14	-2.25	-2.35
228	-8.73	1.14	9.72	1.59	49.19	20.34	-2.30	-2.72
229	-9.14	1.21	9.50	0.67	47.88	20.41	-2.25	-2.50
230	-8.91	1.09	9.32	0.39	49.39	20.28	-2.25	-2.31
231	-9.06	1.07	9.52	1.36	48.38	20.82	-2.31	-2.84
232	-8.97	1.08	9.76	0.66	47.42	20.49	-2.30	-2.82
233	-8.95	1.16	9.71	-0.24	48.65	20.33	-2.32	-2.82
234	-8.79	1.05	9.83	0.41	50.36	20.50	-2.29	-2.90
235	-8.84	1.09	9.42	0.66	45.98	20.80	-2.30	-2.95
236	-9.18	1.08	9.80	-2.83	45.60	19.75	-2.31	-2.90
237	-9.04	1.19	9.56	1.14	49.97	20.36	-2.42	-2.38
238	-9.17	1.08	9.84	2.18	49.18	19.80	-2.27	-2.61
239	-8.69	1.11	9.76	2.64	47.25	20.56	-2.31	-2.38

10

20

30

40

【 0 3 7 2 】

【表 5 3】

k	a56k	a57k	a58k	a59k	a60k	a61k	a62k	a63k
200	-1.36	-29.64	0.29	-1.93	12.05	0.24	6.43	22.33
201	3.10	-29.13	0.30	-1.91	12.36	0.07	-7.30	-0.91
202	-5.52	-29.28	0.29	-2.07	12.24	0.09	-9.28	8.15
203	-4.47	-29.11	0.30	-1.96	12.32	0.14	-6.20	8.77
204	-2.98	-29.56	0.32	-1.95	12.15	0.15	7.99	31.91
205	-1.35	-29.64	0.30	-1.68	12.64	0.24	-18.47	-13.38
206	1.26	-30.90	0.30	-1.91	12.30	0.25	6.12	4.06
207	2.52	-29.07	0.29	-1.96	12.47	0.22	3.27	-13.81
208	-0.08	-22.82	0.23	-3.30	8.90	-1.48	9.45	-22.79
209	-0.46	-23.73	0.20	-3.31	9.41	-1.13	3.74	-10.82
210	3.20	-22.42	0.22	-3.21	9.23	-1.46	-3.21	9.83
211	-1.51	-22.56	0.20	-3.15	8.81	-1.43	-20.84	-1.75
212	3.07	-23.26	0.20	-3.21	9.20	-1.39	0.80	-30.30
213	-2.33	-23.08	0.23	-2.69	8.98	-1.30	-19.53	8.55
214	-6.54	-23.51	0.22	-3.41	8.76	-1.14	27.04	6.01
215	-3.79	-21.32	0.21	-3.00	8.93	-1.33	-17.66	-2.79
216	-0.24	-23.24	0.22	-3.03	9.09	-1.24	6.07	24.80
217	3.44	-24.06	0.20	-3.67	8.63	-1.29	-8.15	19.18
218	-1.92	-22.05	0.20	-3.29	9.00	-1.18	6.54	10.41
219	0.30	-22.68	0.21	-3.36	8.67	-1.31	-10.55	1.54
220	-2.80	-23.71	0.20	-3.40	8.54	-1.20	16.87	-20.57
221	-4.02	-23.59	0.23	-3.23	8.89	-1.33	-29.66	-8.53
222	3.71	-22.32	0.22	-3.65	9.42	-1.27	-7.45	20.01
223	4.01	-22.74	0.20	-3.23	9.05	-1.11	-0.92	8.73
224	-0.07	-13.13	0.10	-1.31	4.94	0.10	-2.81	9.80
225	3.00	-13.34	0.13	-1.17	5.09	0.13	9.49	1.20
226	1.83	-13.14	0.12	-1.12	4.86	0.09	-6.43	7.09
227	2.44	-12.89	0.11	-1.27	4.92	0.14	11.11	3.43
228	-1.82	-12.71	0.11	-1.30	5.04	0.23	5.82	2.18
229	2.60	-13.68	0.12	-1.18	4.89	0.13	-13.54	-2.96
230	-0.58	-12.59	0.13	-1.32	5.16	0.14	5.68	2.50
231	-1.66	-13.08	0.12	-1.37	5.20	0.05	0.12	4.41
232	4.51	-13.15	0.12	-1.50	4.62	0.10	-3.69	-7.06
233	1.30	-12.99	0.10	-1.29	5.15	0.15	-8.75	-0.68
234	3.05	-13.52	0.12	-1.26	5.30	0.06	-5.26	-12.29
235	1.63	-13.65	0.11	-1.20	5.12	0.00	-9.46	4.53
236	4.38	-13.38	0.12	-1.23	5.11	0.11	-0.87	-0.28
237	-2.09	-14.06	0.12	-1.23	4.84	0.01	-7.24	-4.51
238	2.60	-13.88	0.11	-1.47	4.69	0.15	-10.41	-5.46
239	1.90	-12.57	0.11	-1.22	5.22	0.13	12.39	8.11

10

20

30

40

【0 3 7 3】

すべての画像 f_k に対するすべてのガウス関数 g_{lk} について、指数因子

【数 5 5】

$$\alpha = 1/\epsilon$$

は、 $\epsilon = 2.0615528128088303$ で与えられる。

【0 3 7 4】

50

続いて、各画像 f_k についてフィルタ Φ に対応する特徴値 ϕ_k が計算されることができ、
【数 5 6】

$$\Phi(f_k(x, y), z_k) = \phi_k,$$

式中 z_k は、事前定義されたデータセットからの画像 f_k に対応する距離値である。これにより、対応する生成された特徴値 ϕ_k を有するデータセットが得られる。仮説検証では、フィルタが材料分類を記述しないヌル仮説を使用してよい。ヌル仮説は、 $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_J$ 、で与えられてよく、ここで μ_m は、特徴値 ϕ_k に対応する各材料群の期待値である。仮説検証は、フィルタが材料分類を記述しているということを代替仮説として用いることができる。その代替仮説は

【数 5 7】

$$H_1: \exists m, m': \mu_m \neq \mu_{m'}.$$

によって与えられ得る。仮説検証は、生成された特徴値に関する少なくとも1つの分散分析 (ANOVA) を含み得る。特に、仮説検証は、各材料の特徴値の平均値、すなわち、
【数 5 8】

$$m \in [0, 1, \dots, J-1]$$

に対して、全 J の平均値
【数 5 9】

$$\bar{\phi}_m = \frac{\sum_i \phi_{i,m}}{N_m},$$

を求めることを含んでもよく、ここで N_m は、事前に定義されたデータセットにおける各 J 材料の材料特徴値の数を示す。仮説検証は、すべての特徴値の平均値
【数 6 0】

$$\frac{\sum_m \sum_i \phi_{i,m}}{N}$$

を決定することを含む。仮説検証は、
【数 6 1】

$$m_{SSW} = \left(\sum_m \sum_i (\phi_{i,m} - \bar{\phi}_m)^2 \right) / (N - J).$$

内の平均平方和を決定することを含んでいてよい。仮説検証は、以下の間の平均平方和
【数 6 2】

10

20

30

40

50

$$mssb = \left(\sum_m (\bar{\varphi}_m - \bar{\varphi})^2 N_m \right) / (J - 1)$$

を決定することを含んでよい。仮説検証は、F-テストの実行を含んでいてよい：

【数 6 3】

$$CDF(x) = I_{\frac{d_1 x}{d_1 x + d_2}} \left(\frac{d_1}{2}, \frac{d_2}{2} \right), \text{ 式中、 } d_1 = N - J, d_2 = J - 1,$$

10

$$F(x) = 1 - CDF(x)$$

$$p = F(mssb/mssw)$$

【 0 3 7 5】

ここで、I は正則化された不完全ベータ関数

【数 6 4】

$$I_x(a, b) = \frac{B(x; a, b)}{B(a, b)}$$

20

であり、オイラーベータ関数、

【数 6 5】

$$B(a, b) = \int_0^1 t^{a-1} (1-t)^{b-1} dt$$

30

及び、

【数 6 6】

$$B(x; a, b) = \int_0^x t^{a-1} (1-t)^{b-1} dt$$

は不完全ベータ関数である。画像フィルタは、p 値である p が予め定義された有意水準よりも小さいか等しい場合、仮説検証を通過し得る。フィルタは、 $p \leq 0.075$ 、好ましくは $p \leq 0.05$ 、より好ましくは $p \leq 0.025$ 、最も好ましくは $p \leq 0.01$ である場合、仮説検証を通過し得る。例えば、画像フィルタは p 値が $\alpha = 0.05$ より小さい場合に仮説検証を通過することができる。この場合、ヌル仮説 H_0 が拒否され、代替仮説 H_1 が受け入れられることができる。画像フィルタは、このように少なくとも 2 つの材料分類を区別する。このように、画像フィルタは仮説検証を通過する。

40

【 0 3 7 6】

図 2 は、スポット形状フィルタを用いて、異なる材料群の材料特徴を計算した実験結果を示している。具体的には、材料特徴 ϕ_{2m} が、異なる素材について、すなわち、左から右へ board と表される木板、布、黒い皮膚、白い皮膚、trans と表記される透光性の高い皮

50

膚について示され、皮膚材料（右）と他の材料（左）の分離を示している。スポット形状フィルタは仮説検証を通過している。F 検証から計算された p 値は 0.0076 である。したがって、ヌル仮説 H_0 は、有意水準 0.01 に関して否定されることができる。さらに、代替仮説 H_1 は、有意水準 0.01 に関して受け入れられることができる。このように、画像フィルタは、少なくとも 2 つの材料分類を識別することができる。さらに、図 2 は、材料ごとの特徴の平均値

$\bar{\phi}_m$

を、それぞれのボックス内の線として示している。縦棒は $Q_1 - 1.5$ の四分位範囲 (IQR) と $Q_3 + 1.5$ の IQR を示しており、 $IQR = Q_3 - Q_1$ であり、 Q_1 と Q_3 は第 1 四分位数と第 3 四分位数である。ボックスは Q_1 と Q_3 の四分位数を示している。外れ値は点としてプロットされている。図 2 は、この材料特徴が、すべての皮膚サンプルを非皮膚サンプルから分離していることを示している。言い換えると、皮膚材料と非皮膚材料の皮膚特徴の期待値は異なる。

【0377】

図 1 は、さらに、高度に概略的な図示で検出器 110 の例示的な実施形態を示しており、検出器 110 は、具体的には、カメラ 136 として具現化されてもよく、及び／又は、カメラ 136 の部分であってもよい。カメラ 136 は、画像化、具体的には 3D 画像化のために作られてよく、及び、静止画像及び／又はデジタルビデオクリップなどの画像シーケンスを取得するために作られてもよい。他の実施形態も可能である。図 1 はさらに、検出器システム 138 の実施形態を示しており、該検出器システム 138 は、少なくとも 1 つの検出器 110 の他に、この例では、物体 112 に取り付け及び／又は一体化されることができ、位置が検出器 110 を使用して検出される 1 つ以上のビーコン装置 140 を含んでいる。図 1 はさらに、ヒューマンマシンインターフェース 142 及び、さらに、娯楽装置 154 の模式的な実施形態を示しており、該ヒューマンマシンインターフェース 142 は、少なくとも 1 つの検出器システム 138 を備え、該娯楽装置 144 はヒューマンマシンインターフェース 142 を含む。本図はさらに、検出器システム 138 を含む、物体 112 の位置を追跡するための追跡システム 146 の一実施形態を示している。装置及びシステムの構成要素は、以下でさらに詳細に説明される。

【0378】

図 1 はさらに、物体 112 を走査するため、及び／又は少なくとも 1 つの物体 112 の少なくとも 1 つの位置を決定するためなどの、物体 112 を含む情景を走査するための走査システム 148 の例示的な実施形態を示す。走査システム 148 は、少なくとも 1 つの検出器 110 と、さらに、任意に、少なくとも 1 つの照射源 124 と、さらに同様に任意に、ここでは示されていない少なくとも 1 つのさらなる照射源とを備える。照射源 124 は、一般に、少なくとも 1 つのドット、例えば、ビーコン装置 140 の 1 つ以上の位置及び／又は物体 112 の表面上に位置するドットを照射するなどのために、少なくとも 1 つの照射光ビームを放出するように構成されている。走査システム 148 は、物体 112 を含む情景のプロファイル及び／又は物体 112 のプロファイルを生成するように設計されてよく、及び／又は、少なくとも 1 つの検出器 110 を使用して、少なくとも 1 つのドットと走査システム 148、具体的には検出器 110 との間の距離に関する少なくとも 1 つの情報項目を生成するように設計されてよい。

【0379】

検出器 110 は、光センサ 120 の他に、図 1 に象徴的に示されるように、例えば、少なくとも 1 つの画像解析装置 150 及び／又は少なくとも 1 つの位置評価装置 152 を有する、少なくとも 1 つの評価装置 132 を備える。評価装置 132 の構成要素は、完全に又は部分的に別個の装置に一体化されてもよく、また、完全に又は部分的に検出器 110 の他の構成要素に一体化されてもよい。2 つ以上の構成要素を完全に又は部分的に組み合わせる可能性に加えて、光センサ 120 のうちの 1 つ以上と評価装置 132 の 1 つ以上の構成要素は、図 3 に象徴的に示されているように、1 つ以上のコネクタ 154 によって及

び／又は1つ以上のインターフェイスによって相互接続されてよい。さらに、1つ以上のコネクタ154は、センサ信号を修正又は前処理するための1つ以上のドライバ及び／又は1つ以上の装置を備えることができる。さらに、少なくとも1つの任意のコネクタ154を使用する代わりに、評価装置132は、光センサ120の一方又は両方に、及び／又は検出器110のハウジング156に、完全又は部分的に一体化されてよい。追加的に又は代替的に、評価装置132は、完全に又は部分的に、別個の装置として設計されてよい。

【0380】

この例示的な実施形態では、位置が検出され得る物体112は、スポーツ用品として設計されてもよく、及び／又は、その位置がユーザ160によって操作され得る制御要素又は制御装置158を形成してもよい。一例として、物体112は、バット、ラケット、クラブ、又はスポーツ用品及び／又はフェイクのスポーツ用品の他の物品であってもよいし、それらを含んでもいてもよい。他の種類の物体112も可能である。さらに、ユーザ160自身を、その位置が検出される物体112とみなされてもよい。

【0381】

上で概説したように、検出器110は、光センサ120を含む。光センサ120は、ハウジング156の内部に配置されてよい。さらに、検出器110は、好ましくは1つ以上のレンズを含む1つ以上の光学系などの少なくとも1つの転送装置129を備えてよい。ハウジング156の内部の開口部162は、好ましくは、検出器110の光軸128に対して同心円状に配置され、好ましくは、検出器110の視野方向164を定義する。座標系166を定義することができ、そこでは、光軸128に平行又は反平行な方向を縦方向として定義することができ、一方、光軸128に垂直な方向を横方向として定義することができる。図1に象徴的に示されている座標系166では、それぞれ、縦方向は z で示され、横方向は x と y で示されている。非デカルト座標系などの、他のタイプの座標系も実現可能である。

【0382】

上で概説したように、検出器110を使用することによって物体112及び／又はその一部の位置を決定することは、マシン168に少なくとも1つの情報項目を提供するため、ヒューマンマシンインターフェース142を提供するために使用されてもよい。図1に模式的に示された実施形態では、マシン168は、コンピュータであってもよく、及び／又は、コンピュータを含んでもよい。他の実施形態も実現可能である。評価装置132は、コンピュータなどのマシン168に完全に又は部分的に一体化されてもよい。

【0383】

上で概説したように、図1は、少なくとも1つの物体112及び／又はその部品の位置を追跡するように構成された追跡システム146の一例も示している。追跡システム146は、検出器110及び少なくとも1つの追跡コントローラ170を備えている。追跡コントローラ170は、特定の時点での物体112の一連の位置を追跡するように適合され得る。追跡コントローラ170は、独立型装置であってもよく、及び／又は、図1に示すように、マシン168、具体的にはコンピュータに、及び／又は、評価装置132に、完全又は部分的に一体化されてよい。

【0384】

同様に、上で概説したように、ヒューマンマシンインターフェース142は、娯楽装置144の一部を形成してよい。マシン168、具体的にはコンピュータは、娯楽装置144の一部を形成してもよい。したがって、物体112として機能するユーザ160によって、及び／又は物体112として機能する制御装置を扱うユーザ160によって、ユーザ160は、少なくとも1つの制御コマンドなどの少なくとも1つの情報項目を、コンピュータに入力し、それによって、コンピュータのコースを制御するなど娯楽機能を変化させることができる。

【0385】

図1はまた、電子装置で使用するための慣性測定ユニット172の一例を示している。慣性測定ユニット172は、検出器110によって決定されたデータを受信するように適

10

20

30

40

50

合されている。慣性測定ユニットはさらに：車輪速度センサ、回転速度センサ、傾斜センサ、方位センサ、モーションセンサ、磁気流体力学センサ、力センサ、角度センサ、角速度センサ、磁場センサ、磁力計、加速度計；ジャイロスコープからなる群から選択された少なくとも1つのさらなるセンサによって決定されたデータを、受け取るように適合されており、該慣性測定ユニットは、検出器と少なくとも1つのさらなるセンサからのデータを評価することにより、空間内の位置、空間内の相対又は絶対運動、回転、加速度、方向、角度位置、傾斜、回転率、速度からなる群から選択される電子装置の少なくとも1つの特性を決定するように適合されている。

【0386】

慣性測定ユニット172は、検出器110を含んでよく、及び／又は、少なくとも1つのデータ接続を介して、検出器110に接続されていてもよい。評価装置132及び／又は慣性測定ユニット172の少なくとも1つの処理装置は、特に少なくとも1つの再帰フィルタを使用して、少なくとも1つの結合距離情報を決定するように構成されてよい。再帰フィルタは、更なるセンサデータ及び／又は慣性測定ユニット172の更なるセンサからの更なるセンサデータなどの更なるパラメータを考慮して、結合距離情報を決定するように構成されてよい。

【符号の説明】

【0387】

- 110 検出器
- 112 物体
- 116 センサ要素
- 118 マトリックス
- 120 光センサ
- 122 感光エリア
- 124 照射源
- 126 照射光ビーム
- 128 光軸
- 129 転送装置
- 130 反射光ビーム
- 132 評価装置
- 134 デバイダ
- 136 カメラ
- 138 検出器システム
- 140 ビーコン装置
- 142 ヒューマンマシンインターフェース
- 144 娯楽装置
- 146 追跡システム
- 148 走査システム
- 150 画像解析装置
- 152 位置評価装置
- 154 コネクタ
- 156 ハウジング
- 158 制御装置
- 160 ユーザ
- 162 開口部
- 164 視野方向
- 166 座標系
- 168 マシン
- 170 追跡コントローラ
- 172 慣性測定ユニット

10

20

30

40

50

【0388】

引用文献

US2016/0206216A1

US2016/155006A1

「Lasertechnik in der Medizin: Grundlagen, Systeme, Anwendungen」、
「Wirkung von Laserstrahlung auf Gewebe」1991, 171~266頁, Juergen Eichler, Theo Seiler, Springer Verlag, ISBN 0939-0979

WO2014/097181A1

WO2018/091640A1

WO2018/091649A1及びWO2018/091638A2

X. Jiang、H. Bunkeによる「Dreidimensionales Computersehen」シュプリンガー、ベルリンハイデルベルク、1997年

R. A. Street (編): Technology and Applications of Amorphous Silicon, Springer-Verlag Heidelberg、2010、346~349頁

WO2012/110924A1

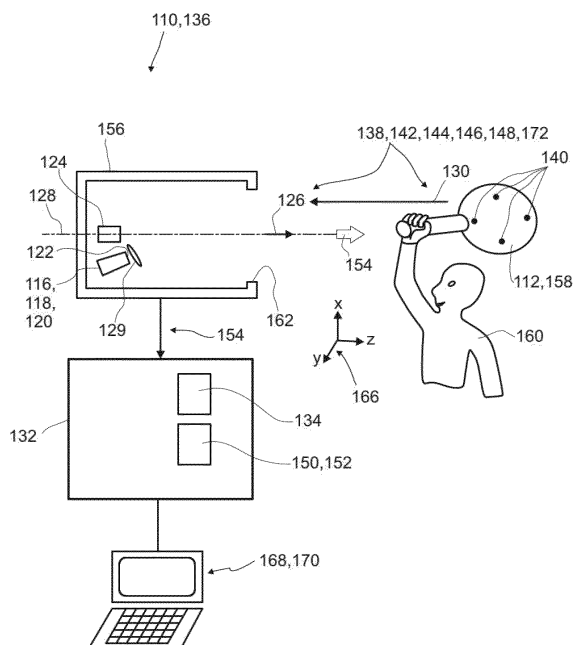
DE19846619A1

CN108363482A

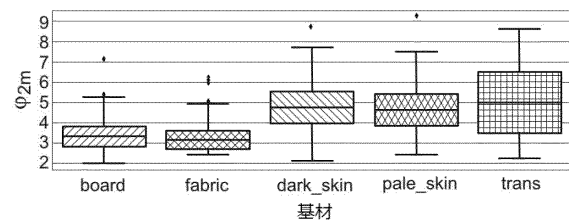
US2018/033146A1

【図面】

【図1】



【図2】



10

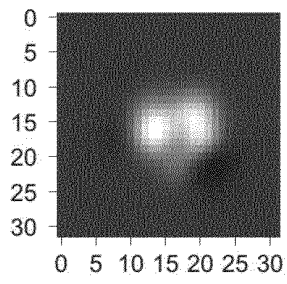
20

30

40

50

【図 3】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- ーセ 35
- (72)発明者 シンドラー, パトリク
ドイツ、67063 ルートヴィッヒスハーフェン、インドゥストリーシュトラッセ 35
- (72)発明者 シュミット, アンドレ
ドイツ、67063 ルートヴィッヒスハーフェン、インドゥストリーシュトラッセ 35
- (72)発明者 エバーシュバッハ, ミハエル
ドイツ、67063 ルートヴィッヒスハーフェン、インドゥストリーシュトラッセ 35
- (72)発明者 レンナルツ, クリスティアン
ドイツ、67063 ルートヴィッヒスハーフェン、インドゥストリーシュトラッセ 35
- (72)発明者 ゼント, ロベルト
ドイツ、76137 カールスルーエ、ルイーゼンシュトラッセ 25
- (72)発明者 ディーセルベルク, ラルス
ドイツ、76870 カンデル、バルテルスミュールリンク 26、ケア／オブ ヘンゲン インゲ
ニエールビューロ ゲーバーエル
- (72)発明者 ヘンゲン, ハイコ
ドイツ、76870 カンデル、バルテルスミュールリンク 26、ケア／オブ ヘンゲン インゲ
ニエールビューロ ゲーバーエル
- (72)発明者 ブルーダー, イングマル
ドイツ、67063 ルートヴィッヒスハーフェン、インドゥストリーシュトラッセ 35
- (72)発明者 ウンガー, ヤコブ
ドイツ、67063 ルートヴィッヒスハーフェン、インドゥストリーシュトラッセ 35
- (72)発明者 ボンジヒノレ, クリスティアン
ドイツ、67063 ルートヴィッヒスハーフェン アム ライン、インドゥストリーシュトラッセ
35
- 審査官 比嘉 翔一
- (56)参考文献 特開2000-131226 (JP, A)
国際公開第2019/042956 (WO, A1)
米国特許出願公開第2018/0033146 (US, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- G01N21/00-G01N21/01
G01N21/17-G01N21/61
G01N21/84-G01N21/958
G01J 1/00-G01J 4/04
G01J 7/00-G01J11/00
G01B11/00-G01B11/30
G01S 7/48-G01S 7/51
G01S17/00-G01S17/95
G06T 1/00-G06T 1/40
G06T 3/00-G06T 7/90
G06V10/00-G06V20/90
G06V30/418
G06V40/16
G06V40/20
A63F 1/00-A63F13/98
A63B 1/00-A63B71/16
JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDream3)