

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年5月24日(24.05.2018)



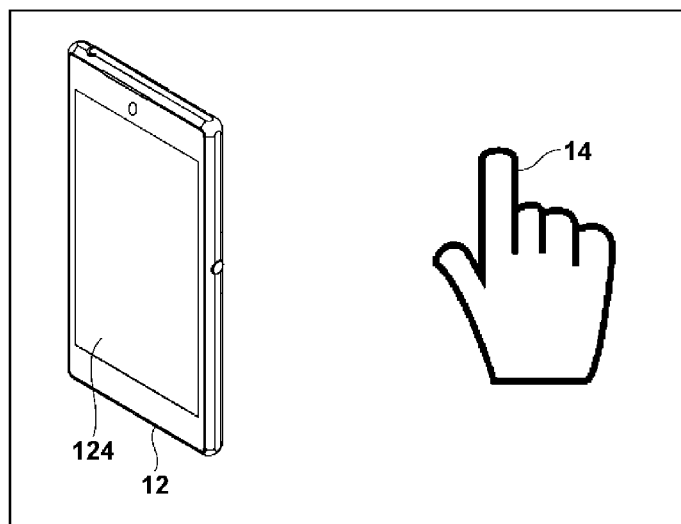
(10) 国際公開番号

WO 2018/092422 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 7/50 (2017.01) *G06T 7/00* (2017.01) 東京都大田区北嶺町 5 番 8 - 5 0 2 株式会社フォスメガ内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/034625 (74) 代理人: 大塚 康德, 外(OHTSUKA, Yasunori et al.); 〒1020094 東京都千代田区紀尾井町 3 番 6 号 紀尾井町パークビル 7 F Tokyo (JP).
- (22) 国際出願日: 2017年9月26日(26.09.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-222325 2016年11月15日(15.11.2016) JP
- (71) 出願人: K D D I 株 式 会 社 (KDDI CORPORATION) [JP/JP]; 〒1638003 東京都新宿区西新宿二丁目 3 番 2 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 鈴木 雅 弘 (SUZUKI, Masahiro); 〒3568502 埼玉県ふじみ野市大原二丁目 1 番 1 5 号株式会社K D D I 総合研究所内 Saitama (JP). 上田 智章 (UEDA, Tomoaki); 〒1450073
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: IMAGE PROCESSING DEVICE AND IMAGE PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: 画像処理装置および画像処理方法



(57) Abstract: This image processing device is provided with: a means for selecting, from one image, a region where a pixel of interest is used as a reference; a means for approximating the pixel value distribution of the selected region by using a function expressing a curved surface; and a means for calculating a vector concerning the pixel value distribution on the basis of a parameter of the function obtained as a result of the approximation.

(57) 要約: 画像処理装置は、ひとつの画像から注目画素を基準とする領域を選択する手段と、選択された領域の画素値の分布について曲面を表す関数で近似する手段と、近似の結果得られる関数のパラメータから画素値の分布に関するベクトルを算出する手段と、を備える。

[続葉有]



WO 2018/092422 A1

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))
- 補正された請求の範囲 (条約第19条(1))

明 細 書

発明の名称： 画像処理装置および画像処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、画像処理装置および画像処理方法に関する。

背景技術

[0002] スマートフォンなど、携帯端末の性能向上と多機能化に伴い、高度なセキュリティ管理を行う必要があるアプリケーションも登場してきている。例えば、インターネットバンキングの機能を提供するアプリケーションや証券取引を可能にするアプリケーションなどが利用可能となっている。このようなアプリケーションは通常、セキュリティ管理を行うためにユーザ認証を要求する。ユーザ認証は通常、ユーザIDおよびパスワードにより行われるが、近年、より強固なセキュリティを実現可能な指紋・掌紋認証が使われ始めている。ただし、現状では、指紋・掌紋認証を可能とするためにはスマートフォンに専用の指紋センサを搭載し、あるいは掌紋検出の機能を何らかの手段で別途実装する必要がある、コスト及びデバイス搭載スペースの観点で課題がある。

[0003] 特許文献1には、デジタルカメラなどの簡易な測定装置を用いた画像情報から、よりリアルな三次元画像を得る技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2009-244229号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] スマートフォンなどの携帯端末に実装されているデジタルカメラでは、基本的にJPEG方式により圧縮された画像しか記録されないため、例えば特許文献1に記載されるような従来の画像処理により細かな指紋や掌紋を抽出することは困難である。理由としてJPEGデータは、元々RGB各8ビット

トしかないカラー画像データをさらに圧縮したデータであり、それを元画像の大きさまで伸張し、更に凹凸抽出の為の微分演算処理（差分演算）を行うとノイズが更に強調されてしまうためである。

[0006] 高級一眼レフカメラの撮像素子に内蔵されたA/Dコンバータには12ビット精度のものもあるが、大抵の携帯端末の撮像素子はRGB各8ビット程度の精度しかない。さらに、基本的にはJPEG方式で圧縮した画像しか記録保存できないため、伸張された画像は比較的大きな量子化ノイズを有し、そのノイズが微小な凹凸を得るための微分演算の妨げとなっている。また、ISO感度を上げていくと撮像装置（センサ）自体にノイズが発生することでも知られており、圧縮ノイズ以外にも撮像センサには多数のノイズがあり、これらのノイズも、微小な凹凸を得るための微分演算の妨げとなりうる。

[0007] 本発明はこうした課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、撮像の際に発生するノイズや圧縮／伸張により発生するノイズの影響を低減可能な画像処理技術の提供にある。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明のある態様は、画像処理装置に関する。この画像処理装置は、ひとつの画像から注目画素を基準とする領域を選択する手段と、選択された領域の画素値の分布について曲面を表す関数で近似する手段と、近似の結果得られる関数のパラメータから画素値の分布に関するベクトルを算出する手段と、を備える。

[0009] なお、以上の構成要素の任意の組み合わせや、本発明の構成要素や表現を装置、方法、システム、コンピュータプログラム、コンピュータプログラムを格納した記録媒体などの間で相互に置換したものもまた、本発明の態様として有効である。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、画像処理において、撮像の際に発生するノイズや圧縮／伸張により発生するノイズの影響を低減できる。

本発明のその他の特徴及び利点は、添付図面を参照とした以下の説明によ

り明らかになるであろう。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]実施の形態に係る携帯端末の模式図である。

[図2]図1の携帯端末のハードウェア構成図である。

[図3]図1の携帯端末の機能および構成を示すブロック図である。

[図4]矩形小領域の一例を示す模式図である。

[図5]矩形小領域の各画素の座標を示す模式図である。

[図6]図3のベクトル保持部の一例を示すデータ構造図である。

[図7]図1の携帯端末における一連の処理の流れを示すフローチャートである。

[図8A]図8Aは、注目画素の選択に関する説明図である。

[図8B]図8Bは、注目画素の選択に関する説明図である。

[図8C]図8Cは、注目画素の選択に関する説明図である。

[図9]実施の形態に係る画像処理方法により得られた指の凹凸画像を示す図である。

[図10]図9の凹凸画像に含まれる指紋の一部の拡大図である。

[図11]実施の形態に係る画像処理方法により得られた指の別の凹凸画像を示す図である。

[図12]実施の形態に係る画像処理方法により得られた段ボールの表面の凹凸画像を示す図である。

[図13]近似後の放物面を表す関数 $O(x, y)$ を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、各図面に示される同一または同等の構成要素、部材、処理には、同一の符号を付するものとし、適宜重複した説明は省略する。また、各図面において説明上重要ではない部材の一部は省略して表示する。

[0013] 実施の形態では、専用のセンサもしくはアタッチメントを用いずに、スマートフォン等の携帯端末に通常実装されているカメラ機能で取得可能な画像から凹凸情報が抽出される。本発明者は、携帯端末により撮像される画像、

特に8 Mピクセルを超える高解像度のカラー画像のなかの小領域について、照明光の明るさおよびカメラからの距離（光束の距離減衰）が矩形小領域と比較し極めて大きいため、矩形小領域内の全ての画素にわたってほぼ同じであり、物体色または吸光度もほぼ同じであるとする近似が成立しうることに着目した。すなわち矩形小領域内の全ての画素データを用いた最小二乗法による放物面近似処理により、各画素のノイズを抑制できることを見出した。該近似のもと、実施の形態では、J P E Gデータなどの非可逆的に圧縮されているデータの特定画素だけでなく周囲画素も含めた矩形の小領域に対し、輝度分布を最小二乗法により放物面で近似し、近似の結果得られる放物面のパラメータに基づいて法線ベクトルを抽出する。これにより、ノイズを抑制しながら高精度に凹凸情報を抽出することが可能である。

[0014] （実施の形態）

図1は、実施の形態に係る携帯端末12の模式図である。携帯端末12はディスプレイ124とカメラなどの撮像部（図1では不図示）とを備える。携帯端末12のユーザは自己または他人の指14を撮像部で撮像する。撮像部は撮像により得られた指14の画像をJ P E Gなどの非可逆圧縮方式で圧縮し、メモリ（図1では不図示）に登録する。携帯端末12は、圧縮された指14の画像をメモリから読み出して伸張する。携帯端末12は、伸張の結果得られる指14の伸張画像を処理して指14の凹凸画像を生成し、ディスプレイ124に表示させる。あるいはまた、携帯端末12は凹凸画像と元の伸張画像とを合成してもよいし、凹凸画像を別の視点から指14を撮像して得られる別の凹凸画像と比較してもよいし、予め取得しておいた指14の指紋情報と凹凸画像から得られる指紋情報とを比較してもよい。

[0015] 携帯端末12はスマートフォンやタブレットや携帯電話やラップトップコンピュータであってもよい。携帯端末12は画像処理機能を有する画像処理装置である。携帯端末12は画像処理機能を実現するためのアプリケーションプログラムを保持する。アプリケーションプログラムは携帯端末12にプリインストールされていてもよいし、ネットワークを介して携帯端末12に

ダウンロードされてもよい。

[0016] 本実施の形態では携帯端末 12 を例として説明するが、デジタルカメラやビデオカメラやサーバやデスクトップコンピュータなどの任意の画像処理装置に、本実施の形態に係る技術的思想を適用可能なことは、本明細書に触れた当業者には明らかである。

[0017] 図 2 は、図 1 の携帯端末 12 のハードウェア構成図である。携帯端末 12 は、メモリ 121 と、プロセッサ 122 と、通信インタフェース 123 と、ディスプレイ 124 と、入力インタフェース 125 と、撮像部 127 と、を含む。これらの要素はそれぞれバス 126 に接続され、バス 126 を介して互いに通信する。

[0018] メモリ 121 は、データやプログラムを記憶するための記憶領域である。データやプログラムは、メモリ 121 に恒久的に記憶されてもよいし、一時的に記憶されてもよい。特にメモリ 121 はアプリケーションプログラムを記憶する。プロセッサ 122 は、メモリ 121 に記憶されているアプリケーションプログラムを実行することにより、携帯端末 12 における各種機能を実現する。通信インタフェース 123 は、携帯端末 12 と外部との間でデータの送受信を行うためのインタフェースである。例えば、通信インタフェース 123 は、携帯電話の無線通信網にアクセスするためのインタフェースや、無線 LAN (Local Area Network) にアクセスするためのインタフェース等を含む。また、通信インタフェース 123 は、例えば、USB (Universal Serial Bus) 等の有線ネットワークのインタフェースを含んでもよい。ディスプレイ 124 は、各種情報を表示するためのデバイスであり、例えば、液晶ディスプレイや有機 EL (Electroluminescence) ディ스플레이などである。入力インタフェース 125 は、ユーザからの入力を受け付けるためのデバイスである。入力インタフェース 125 は、例えば、ディスプレイ 124 上に設けられたタッチパネルや、各種入力キー等を含む。撮像部 127 は、例えばレンズと CCD や CMOS 等の撮像素子と圧縮処理のための回路とを含む。

[0019] 図3は、図1の携帯端末12の機能および構成を示すブロック図である。

ここに示す各ブロックは、ハードウェア的には、コンピュータのCPUをはじめとする素子や機械装置で実現でき、ソフトウェア的にはコンピュータプログラム等によって実現されるが、ここでは、それらの連携によって実現される機能ブロックを描いている。したがって、これらの機能ブロックはハードウェア、ソフトウェアの組合せによっていろいろなかたちで実現可能なことは、本明細書に触れた当業者には理解されるところである。

[0020] 携帯端末12は、撮像部127と、伸張部102と、領域選択部104と、輝度値変換部106と、近似部108と、ベクトル算出部110と、凹凸画像生成部112と、表示制御部114と、画像保持部116と、ベクトル保持部118と、ディスプレイ124と、を備える。画像保持部116およびベクトル保持部118はそれぞれメモリ121のなかに定義された記憶領域であってもよい。

[0021] 撮像部127は、例えば入力インタフェース125を介して受け付けられたユーザの指示に従い、指などの撮像対象の撮像を行う。撮像部127は、撮像対象の画像を生成し、生成された画像をJPEG方式で圧縮し、画像保持部116に登録する。

[0022] 伸張部102は、例えば入力インタフェース125を介して受け付けられたユーザの指示に従い、画像保持部116からJPEG方式で圧縮された画像を取得する。伸張部102は、取得された画像を伸張することにより伸張画像を生成する。

[0023] 領域選択部104は、伸張部102によって生成されたひとつの伸張画像から注目画素を基準とする領域を選択する。特に領域選択部104は、伸張画像の画素のなかから注目画素を選択し、選択された注目画素を中心とする $n \times n$ 画素（ n は3以上の奇数）の矩形の領域（以下、「矩形小領域」という）を選択する。なお、 n は偶数でもよい。

[0024] 図4は、矩形小領域400の一例を示す模式図である。この例では、矩形小領域400は、注目画素402を中心とする 5×5 画素の矩形の領域であ

る。矩形小領域400には合計で25個の画素が含まれる。この矩形小領域400について演算を行う場合、 x, y 座標の整数座標原点を中央の注目画素402の中心とする。

[0025] 以下では 5×5 画素の矩形小領域400を用いる場合を説明する。しかしながら、例えば 3×3 画素、 7×7 画素、 9×9 画素、 11×11 画素、 3×5 画素、 7×3 画素など任意の大きさの矩形小領域を用いてもよいことは、本明細書に触れた当業者には明らかである。あるいはまた、矩形小領域の n の値について、求める処理結果を得るために最適な数値を選んでもよい。すなわち、指のサイズや画素数についても実際の様態は様々であるため、望む結果に最適な n を自動で選んでもよい。

[0026] 図3に戻り、輝度値変換部106は、伸張部102によって生成されたひとつの伸張画像の各画素のRGB値を輝度値 Y に変換する。例えば、この変換には以下の式1が用いられる。

$$Y = 0.299 \times R + 0.587 \times G + 0.114 \times B$$

… (式1)

輝度値変換部106による変換により、矩形小領域400における輝度値の二次元分布が得られる。

[0027] 近似部108は、領域選択部104によって選択された矩形小領域400の輝度値の二次元分布を、最小二乗法を用いて放物面（楕円放物面）を表す関数 $O(x, y)$ で近似する。放物面を表す関数 $O(x, y)$ は、以下の式2で与えられる。

$$O(x, y) = ax^2 + bx + cy^2 + dy + e$$

… (式2)

ここで a, b, c, d, e はそれぞれ未知数である。矩形小領域400内の j 番目の画素（座標 (x_j, y_j) ）の輝度値を $S(x_j, y_j)$ と表記する。最小二乗法における誤差評価関数 E は以下の式3で与えられる（ 5×5 の場合、 $n = 25$ 、以下同様）。

[数1]

$$E = \sum_{j=1}^n \{S(x_j, y_j) - O(x_j, y_j)\}^2$$

… (式3)

[0028] 最小二乗法の必要条件は、

[数2]

$$\frac{\partial E}{\partial a} = 0, \quad \frac{\partial E}{\partial b} = 0, \quad \frac{\partial E}{\partial c} = 0, \quad \frac{\partial E}{\partial d} = 0, \quad \frac{\partial E}{\partial e} = 0$$

であるから、未知数 a、b、c、d、e に関して 5 つの連立方程式が得られる。これらを行列式で整理すると、

[数3]

$$\begin{bmatrix} \sum_{j=1}^n x_j^4 & \sum_{j=1}^n x_j^3 & \sum_{j=1}^n x_j^2 y_j^2 & \sum_{j=1}^n x_j^2 y_j & \sum_{j=1}^n x_j^2 \\ \sum_{j=1}^n x_j^3 & \sum_{j=1}^n x_j^2 & \sum_{j=1}^n x_j y_j^2 & \sum_{j=1}^n x_j y_j & \sum_{j=1}^n x_j \\ \sum_{j=1}^n x_j^2 y_j^2 & \sum_{j=1}^n x_j y_j^2 & \sum_{j=1}^n y_j^4 & \sum_{j=1}^n y_j^3 & \sum_{j=1}^n y_j^2 \\ \sum_{j=1}^n x_j^2 y_j & \sum_{j=1}^n x_j y_j & \sum_{j=1}^n y_j^3 & \sum_{j=1}^n y_j^2 & \sum_{j=1}^n y_j \\ \sum_{j=1}^n x_j^2 & \sum_{j=1}^n x_j & \sum_{j=1}^n y_j^2 & \sum_{j=1}^n y_j & n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{j=1}^n x_j^2 S(x_j, y_j) \\ \sum_{j=1}^n x_j S(x_j, y_j) \\ \sum_{j=1}^n y_j^2 S(x_j, y_j) \\ \sum_{j=1}^n y_j S(x_j, y_j) \\ \sum_{j=1}^n S(x_j, y_j) \end{bmatrix}$$

が得られる。

[0029] 矩形小領域 400 の x y 座標は中央すなわち注目画素 402 が原点となるようにとられている。図 5 は、矩形小領域 400 の各画素の座標を示す模式図である。上記行列式の左辺の 5 × 5 行列を計算すると、

[数4]

$$\begin{bmatrix} 170 & 0 & 100 & 0 & 50 \\ 0 & 50 & 0 & 0 & 0 \\ 100 & 0 & 170 & 0 & 50 \\ 0 & 0 & 0 & 50 & 0 \\ 50 & 0 & 50 & 0 & 25 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{j=1}^n x_j^2 S(x_j, y_j) \\ \sum_{j=1}^n x_j S(x_j, y_j) \\ \sum_{j=1}^n y_j^2 S(x_j, y_j) \\ \sum_{j=1}^n y_j S(x_j, y_j) \\ \sum_{j=1}^n S(x_j, y_j) \end{bmatrix}$$

となる。これを未知数bおよびdについて解くと

[数5]

$$b = \frac{1}{50} \sum_{j=1}^n x_j S(x_j, y_j)$$

$$d = \frac{1}{50} \sum_{j=1}^n y_j S(x_j, y_j)$$

が得られる。図13は、近似後の放物面を表す関数O(x、y)を示す。

[0030] 図3に戻り、ベクトル算出部110は、輝度値の分布を近似する関数O(x、y)の、注目画素402における法線ベクトルを算出する。法線ベクトルは、近似部108における近似の結果得られる関数のパラメータすなわち未知数b、dから算出される。ベクトル算出部110は、伸張画像全体に対する注目画素402の座標と、算出された法線ベクトルと、を対応付けてベクトル保持部118に登録する。

[0031] 矩形小領域400の原点(0、0)すなわち注目画素402における接線

ベクトルは $(1, 0, b)$ および $(0, 1, d)$ となる。注目画素 402 における法線ベクトルは、これら 2 つの接線ベクトルの外積により求められる。

[数6]

$$\begin{aligned} & (1, 0, b) \times (0, 1, d) \\ &= (-b, -d, 1) \\ &= \left(-\sum_{j=1}^n x_j S(x_j, y_j), -\sum_{j=1}^n y_j S(x_j, y_j), 50 \right) \end{aligned}$$

ベクトル算出部 110 は、これを正規化することで法線ベクトルを算出する。矩形小領域 400 の 25 個の画素の輝度値を用いて、放物面で近似した後、に算出される法線ベクトルでは、JPEG 方式のノイズによる影響が抑制される。

[0032] 図 6 は、ベクトル保持部 118 の一例を示すデータ構造図である。ベクトル保持部 118 は、伸張画像の画素の座標と、その画素について算出された法線ベクトルと、を対応付けて保持する。

[0033] 図 3 に戻り、凹凸画像生成部 112 は、ベクトル算出部 110 によって算出された法線ベクトルと仮想光源とに基づく新たな画像である凹凸画像を生成する。凹凸画像生成部 112 は、仮想的な点光源を携帯端末 12 の撮像部 127 の周辺に配置する。物体色は輝度値に応じて定められる。明るさは、法線ベクトルと光源ベクトル（カメラベクトル）とに基づいて算出される拡散反射光の強さに応じて定められる。特に、明るさは法線ベクトルと光源ベクトルとがなす角に応じて、より具体的には法線ベクトルと光源ベクトルとの内積値に応じて定められる。

[0034] 算出された法線ベクトルと仮想光源とを元に拡散反射光を演算する光源計算を行っているので、凹凸画像の立体感が高められる。法線ベクトルだけでは、単なる濃淡となり二次元的な画像となる。上記のように演算される拡散

反射光は撮像対象の表面の実際の凹凸からの反射光に近いので、凹凸画像により実際の凹凸を可視化可能である。

[0035] 表示制御部 114 は、凹凸画像生成部 112 によって生成された凹凸画像をディスプレイ 124 に表示させる。

[0036] 以上の構成による携帯端末 12 の動作を説明する。

図 7 は、携帯端末 12 における一連の処理の流れを示すフローチャートである。携帯端末 12 は、画像保持部 116 から J P E G 方式で圧縮されたデータを読み出し、伸張する (S 7 0 2)。携帯端末 12 は、伸張された画像に含まれる全ての画素の R G B 値を輝度値へ変換する (S 7 0 8)。携帯端末 12 は、輝度値へ変換された伸張画像の画素のなかから注目画素を選択する (S 7 0 4)。携帯端末 12 は、選択された注目画素を中心とする矩形小領域を選択する (S 7 0 6)。携帯端末 12 は、最小二乗法により、矩形小領域の輝度値の分布を、放物面を表す関数で近似する (S 7 1 0)。携帯端末 12 は、近似の結果を用いて、矩形小領域の注目画素における放物面の法線ベクトルを算出する (S 7 1 2)。携帯端末 12 は、算出された法線ベクトルと注目画素の座標とを対応付けてベクトル保持部 118 に登録する (S 7 1 4)。

[0037] 携帯端末 12 は、伸張画像中の必要な全ての画素について法線ベクトルを算出したか否かを判定する (S 7 1 6)。法線ベクトルが算出されていない画素がある場合 (S 7 1 6 の N O)、処理はステップ S 7 0 4 に戻る。ステップ S 7 0 4 では、携帯端末 12 は、次の注目画素を選択する。全ての画素について法線ベクトルが算出された場合 (S 7 1 6 の Y E S)、携帯端末 12 は算出された法線ベクトルに基づいて凹凸画像を生成する (S 7 1 8)。

[0038] 図 8 A、8 B、8 C は、注目画素の選択に関する説明図である。図 8 A では、注目画素 802 に対して矩形小領域 804 が選択されている。上述の処理により携帯端末 12 は注目画素 802 の法線ベクトル 806 を算出する (図 8 B)。携帯端末 12 は、次の注目画素として隣の画素 808 を選択し、新たな注目画素 808 に対して矩形小領域 810 を設定する (図 8 C)。

- [0039] なお、伸張画像の境界付近の画素については、 5×5 画素の矩形小領域を設定できない場合も生じうる。その場合、例えば 5×5 画素の矩形小領域を設定できない画素については法線ベクトルを算出しないこととしてもよい。あるいはまた、伸張画像の境界付近の画素を注目画素とする場合は、注目画素を矩形小領域の中心としなくてもよい。例えば、伸張画像の左上の角の画素を注目画素とする場合、該画素を左上の角とする 5×5 の矩形小領域を設定してもよい。
- [0040] 上述の実施の形態において、保持部の例は、ハードディスクや半導体メモリである。また、本明細書の記載に基づき、各部を、図示しないCPUや、インストールされたアプリケーションプログラムのモジュールや、システムプログラムのモジュールや、ハードディスクから読み出したデータの内容を一時的に記憶する半導体メモリなどにより実現可能なことは本明細書に触れた当業者には理解される。
- [0041] 本実施の形態に係る携帯端末12によると、注目画素を中心とする矩形小領域の輝度値の分布を最小二乗法を用いて放物面で近似し、近似の結果から注目画素における法線ベクトルを算出する。したがって、A/D変換やJPEG圧縮に伴う量子化ノイズ、撮像／測定時に混入したノイズ等が、算出される法線ベクトルの精度に及ぼす影響を低減することが可能である。
- [0042] また、本実施の形態では、算出された法線ベクトルを用いて、撮像対象の表面の凹凸を示す凹凸画像が生成される。上述の通り、算出された法線ベクトルの精度は高い為、撮像対象の表面をより鮮明に再現する凹凸画像を生成することが可能である。
- [0043] 図9は、本実施の形態に係る画像処理方法により得られた指の凹凸画像を示す図である。図9に示される凹凸画像には指紋が鮮明に現れており、 $500 \mu\text{m}$ 台の凹凸までも明瞭に可視化できている。また、伸張画像（不図示）の段階では指の右側にある背景はほぼ黒で何があるか不明であるが、画像処理後の凹凸画像では背景にキーボードがあることを読み取ることが可能である。これもまた、本実施の形態に係る画像処理方法によりもたらされる効果

である。

[0044] 図10は、図9の凹凸画像に含まれる指紋の一部の拡大図である。図10に示されるように、本実施の形態に係る携帯端末12は指紋を十分な解像度で抽出することが可能である。この例では指紋の皺の凹凸は30画素以上の周期で取得されている。したがって、放物面による近似において例えば17×17画素程度の大きさの矩形小領域を用いて演算してもよい。この場合、5×5画素の矩形小領域を用いる場合と比べて、より多くの情報から物体面の凹凸形状を引き出すことが可能である。

[0045] 図11は、本実施の形態に係る画像処理方法により得られた指の別の凹凸画像を示す図である。図12は、本実施の形態に係る画像処理方法により得られた段ボールの表面の凹凸画像を示す図である。図12の凹凸画像では皺や表面の凹凸が捉えられていることがわかる。

[0046] 撮像対象の表面が平面であっても、色が違うとその境界で伸張画像の輝度値が変動する。すると、平面であるにもかかわらず色の境界付近では法線ベクトルが変動する可能性がある。したがって、撮像対象の色が比較的均一であり、撮像対象を実際に照らす光源が平行光源または単一光源である場合、凹凸画像は撮像対象の表面の凹凸をより正確に再現することが可能である。

[0047] 特に、携帯端末12の撮像部127の解像度が高い（例えば8Mピクセル）場合、5×5画素の矩形小領域に写る撮像対象の表面の大きさは、その表面と撮像部127との距離と比べて非常に小さい。したがって、余程細かな色模様を持った物体でない限り、5×5画素の矩形小領域に写る撮像対象の表面の物体色はほぼ同一と見なすことが可能である。したがって、高解像度の撮像部127を用いて得られる凹凸画像は撮像対象の表面の凹凸をより正確に再現することが可能である。

[0048] また、本実施の形態では、指紋や掌紋を検出するための専用のセンサを設けなくても、携帯端末に通常備わっているカメラ機能を用いて取得した画像から、指紋認証や掌紋認証に利用可能な凹凸画像を得ることが可能である。

[0049] （応用例）

実施の形態では、法線ベクトルを用いて凹凸画像を生成する場合を説明したが、法線ベクトルは他にも様々な画像処理に適用可能である。例えば、携帯端末12は、ある視点から指14を撮像して得られる画像（以下、「第1画像」という）について算出された法線ベクトルを、別の視点から指14を撮像して得られる画像（以下、「第2画像」という）について算出された対応する法線ベクトルとマッチングするマッチング部（不図示）を備えてもよい。

[0050] マッチング部は第1画像と第2画像とを重ね合わせて三次元点群データを生成する。法線ベクトルは撮像対象である指14の表面の凹凸または輪郭を示すため、第1画像と第2画像との重ね合わせは法線ベクトル同士の演算処理により行われる。マッチング部は、

（1）特徴点を基に2つの視点の三次元座標を求め、

（2）第1画像および第2画像の法線ベクトルに対して、グローバル空間に一致するように座標回転を行う。

第1画像の法線ベクトルの向きと第2画像の法線ベクトルの向きとが一致する場合、それらの法線ベクトルの内積は1となる。したがって、マッチング部は、法線ベクトル同士の内積が1になるよう（または1に近づくように）シフトして、マッチング処理を行うことで、第1画像と第2画像とを重ね合わせる。内積の演算は比較的単純なので、従来のパターンマッチング法より高速かつ正確にマッチングを行うことが可能である。

[0051] また、従来のステレオ・マッチング法による3次元距離情報の抽出では特徴点や境界線を基にしたマッチングしか行えないため距離情報の解像度は低い。しかし、本応用例では2つの画像のマッチングにおいて法線ベクトル同士の内積を用いることでマッチングを画素単位にとることが可能となる。したがって、2つの画像のマッチングをより緻密に行うことが可能となる。

なお、3枚以上の画像を重ね合わせてもよい。

[0052] 他の応用例として、積分処理を行うことにより法線ベクトルからデプス画像を生成することや、指の凹凸画像から得られる指紋を指紋認証に利用する

ことや、凹凸画像と元の伸張画像とを重ね合わせることで伸張画像から撮像対象を抽出することや、画像をつなぎ合わせてパノラマ画像を生成すること、がある。また、監視カメラや車載カメラから得られる画像に対して、実施の形態に係る画像処理方法を適用してもよい。

[0053] 以上、実施の形態に係る携帯端末 12 の構成と動作について説明した。この実施の形態は例示であり、各構成要素や各処理の組み合わせにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解される。

[0054] 実施の形態では、J P E G 方式で圧縮された画像を伸張する場合について説明したが、これに限られず、他の非可逆圧縮方式や可逆圧縮方式で圧縮された画像を伸張して得られる画像を用いてもよいし、圧縮－伸張を経ない画像を用いてもよい。

[0055] 実施の形態では、注目画素を中心とする 5×5 画素の矩形小領域を選択する場合について説明したが、これに限られない。例えば、小領域の形状は正方形、長方形、三角形、六角形、菱形、円形であってもよい。また、注目画素は小領域のなかの任意の位置にある画素であってもよく、例えば小領域の角にあってもよい。

[0056] 実施の形態では、伸張画像の全ての画素の R G B 値を輝度値に変換し、その後矩形小領域を選択する場合を説明したが、これに限らず、選択された矩形小領域の画素の R G B 値を毎回輝度値に変換してもよい。

[0057] 実施の形態では、矩形小領域における輝度値の分布を近似する場合について説明したが、これに限られず、例えば矩形小領域の画素の画素値の分布を近似してもよい。この場合、画素値は R G B 値のうちの R 値のみ、G 値のみ、B 値のみ、あるいはその組み合わせであってもよく、または画素を特徴付ける他の値であってもよい。あるいはまた、紫外線画像や赤外線画像の処理に本実施の形態に係る技術的思想を適用してもよい。

[0058] 実施の形態では、最小二乗法を用いて輝度値の分布を放物面を表す関数で近似する場合について説明したが、これに限られず、例えば輝度値の分布は

曲面を表す関数で近似されてもよい。曲面は、楕円面や放物面などの二次曲面であってもよい。また、近似の方法として、最小二乗法以外の方法が用いられてもよい。

[0059] 実施の形態では、近似の結果得られる関数のパラメータから法線ベクトルを算出する場合について説明したが、これに限られず、例えば接線ベクトルなどの他のベクトルが算出されてもよい。

[0060] 本発明は上記実施の形態に制限されるものではなく、本発明の精神及び範囲から離脱することなく、様々な変更及び変形が可能である。従って、本発明の範囲を公にするために、以下の請求項を添付する。

[0061] 本願は、2016年11月15日提出の日本国特許出願特願2016-22325を基礎として優先権を主張するものであり、その記載内容の全てを、ここに援用する。

請求の範囲

- [請求項1] ひとつの画像から注目画素を基準とする領域を選択する手段と、
 選択された領域の画素値の分布について曲面を表す関数で近似する手段と、
 近似の結果得られる関数のパラメータから画素値の分布に関するベクトルを算出する手段と、を備える画像処理装置。
- [請求項2] 前記算出する手段は、画素値の分布を近似する関数の法線ベクトルを算出する請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項3] 前記近似する手段は、選択された領域の画素値の分布を、最小二乗法を用いて二次曲面を表す関数で近似する請求項1または2に記載の画像処理装置。
- [請求項4] 二次曲面は放物面である請求項3に記載の画像処理装置。
- [請求項5] 画素値は画素の輝度値を含む請求項1から4のいずれか1項に記載の画像処理装置。
- [請求項6] 前記選択する手段によって選択される領域は、注目画素を中心とする矩形の領域である請求項1から5のいずれか1項に記載の画像処理装置。
- [請求項7] 算出されたベクトルと仮想的な光源とに基づく新たな画像を生成する手段をさらに備える請求項1から6のいずれか1項に記載の画像処理装置。
- [請求項8] ひとつの画像について算出されたベクトルを、他の画像について算出された対応するベクトルとマッチングする手段をさらに備える請求項1から7のいずれか1項に記載の画像処理装置。
- [請求項9] ひとつの画像は、非可逆圧縮された画像を伸張することにより得られた画像である請求項1から8のいずれか1項に記載の画像処理装置。
- [請求項10] ひとつの画像から注目画素を基準とする領域を選択することと、
 選択された領域の画素値の分布について曲面を表す関数で近似する

ことと、

近似の結果得られる関数のパラメータから画素値の分布に関するベクトルを算出することと、を含む画像処理方法。

[請求項11]

ひとつの画像から注目画素を基準とする領域を選択する機能と、

選択された領域の画素値の分布について曲面を表す関数で近似する機能と、

近似の結果得られる関数のパラメータから画素値の分布に関するベクトルを算出する機能と、をコンピュータに実現させるためのコンピュータプログラム。

補正された請求の範囲
[2018年2月20日(20.02.2018) 国際事務局受理]

[請求項 1]

ひとつの画像から注目画素を基準とする領域を選択する手段と、
選択された領域の画素値の分布について曲面を表す関数で近似する手段と、

近似の結果得られる関数のパラメータから画素値の分布に関するベクトルを算出する手段と、を備える画像処理装置。

[請求項 2]

前記算出する手段は、画素値の分布を近似する関数の法線ベクトルを算出する請求項 1 に記載の画像処理装置。

[請求項 3]

前記近似する手段は、選択された領域の画素値の分布を、最小二乗法を用いて二次曲面を表す関数で近似する請求項 1 または 2 に記載の画像処理装置。

[請求項 4]

二次曲面は放物面である請求項 3 に記載の画像処理装置。

[請求項 5]

画素値は画素の輝度値を含む請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

[請求項 6]

前記選択する手段によって選択される領域は、注目画素を中心とする矩形の領域である請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

[請求項 7]

算出されたベクトルと仮想的な光源とに基づく新たな画像を生成する手段をさらに備える請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

[請求項 8]

ひとつの画像について算出されたベクトルを、他の画像について算出さ

れた対応するベクトルとマッチングする手段をさらに備える請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

[請求項 9]

ひとつの画像は、非可逆圧縮された画像を伸張することにより得られた画像である請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

[請求項 10]

ひとつの画像から注目画素を基準とする領域を選択することと、
選択された領域の画素値の分布について曲面を表す関数で近似することと、
近似の結果得られる関数のパラメータから画素値の分布に関するベクトルを算出することと、を含む画像処理方法。

[請求項 11]

ひとつの画像から注目画素を基準とする領域を選択する機能と、
選択された領域の画素値の分布について曲面を表す関数で近似する機能と、
近似の結果得られる関数のパラメータから画素値の分布に関するベクトルを算出する機能と、をコンピュータに実現させるためのコンピュータプログラム。

[請求項 12] (追加)

前記注目画素と算出されたベクトルとを対応付ける手段をさらに備える請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

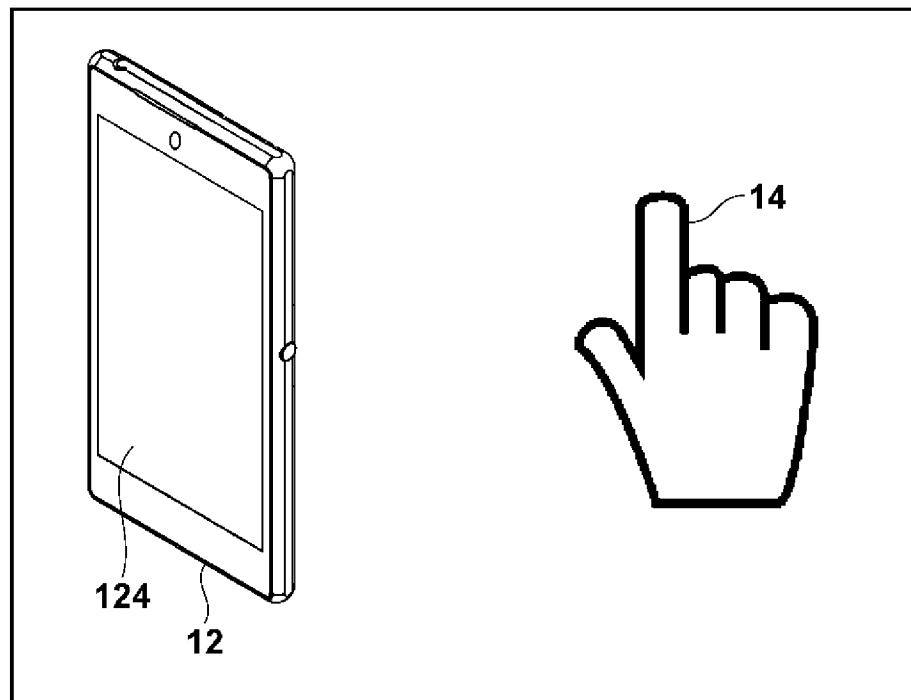
[請求項 13] (追加)

前記注目画素と算出されたベクトルとを対応付けることをさらに含む請求項 10 に記載の画像処理方法。

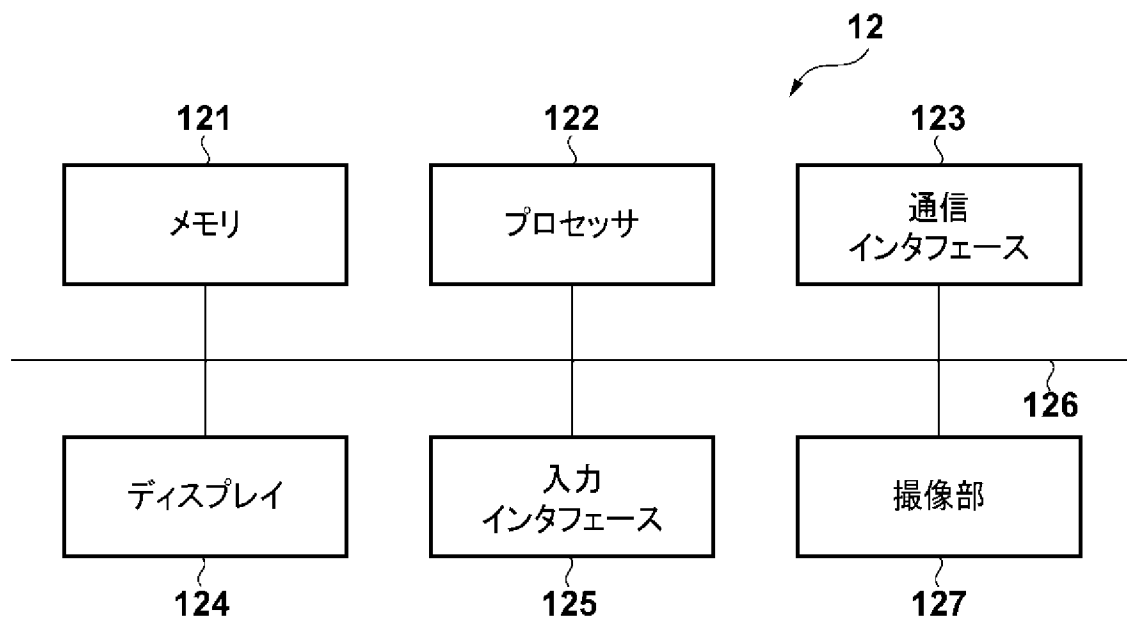
[請求項 14] (追加)

前記注目画素と算出されたベクトルとを対応付ける機能をさらに前記コンピュータに実現させる請求項 11 に記載のコンピュータプログラム。

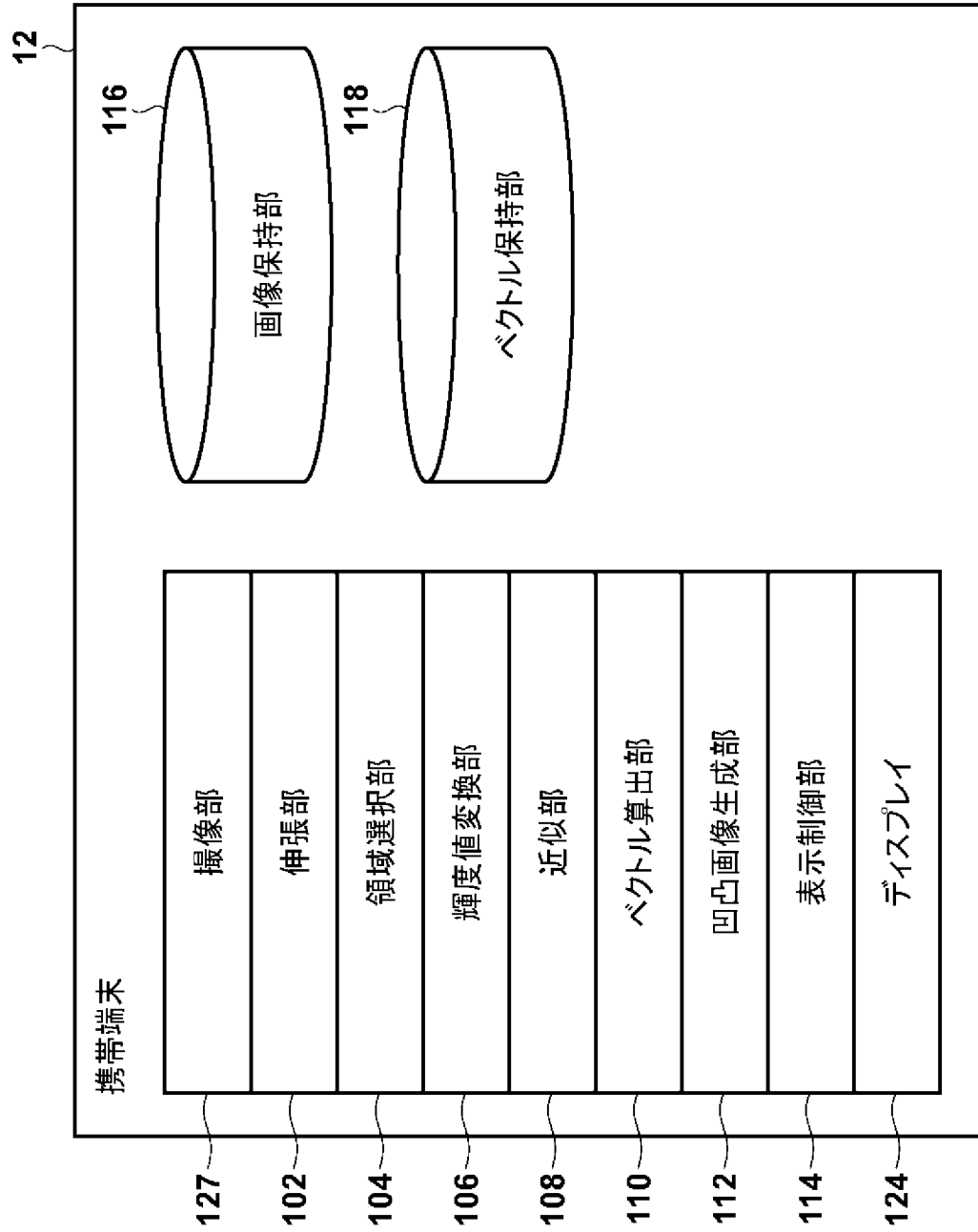
[図1]



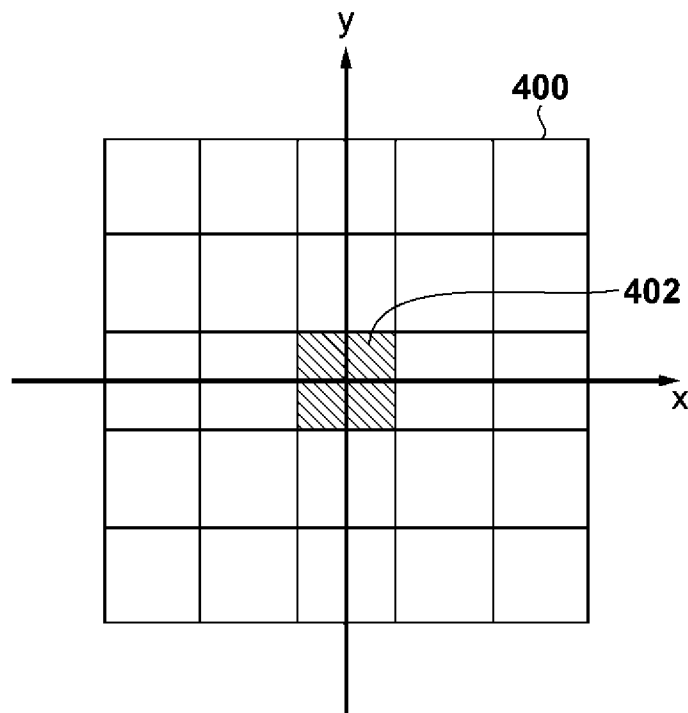
[図2]



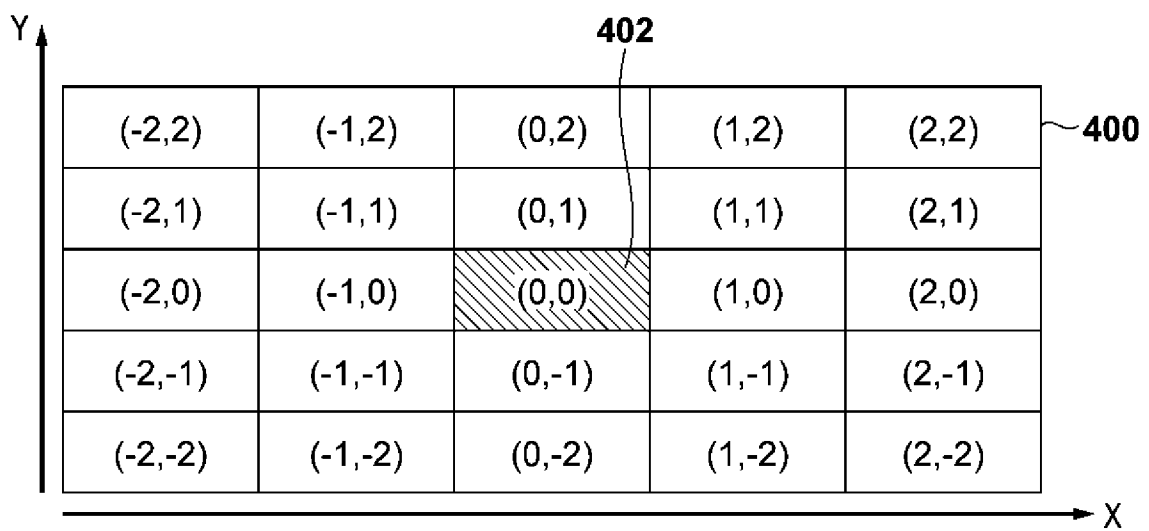
[図3]



[図4]



[図5]



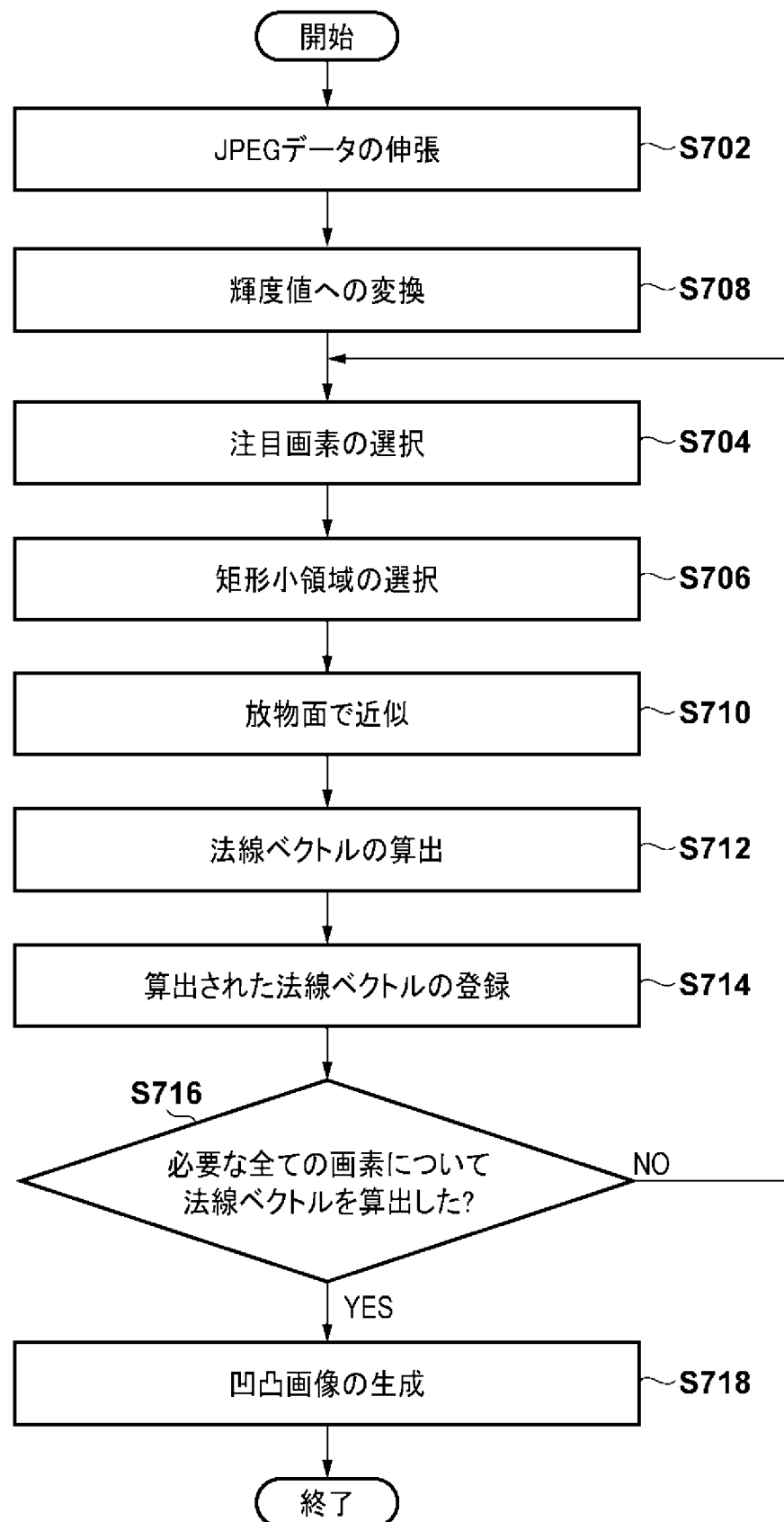
[図6]

118

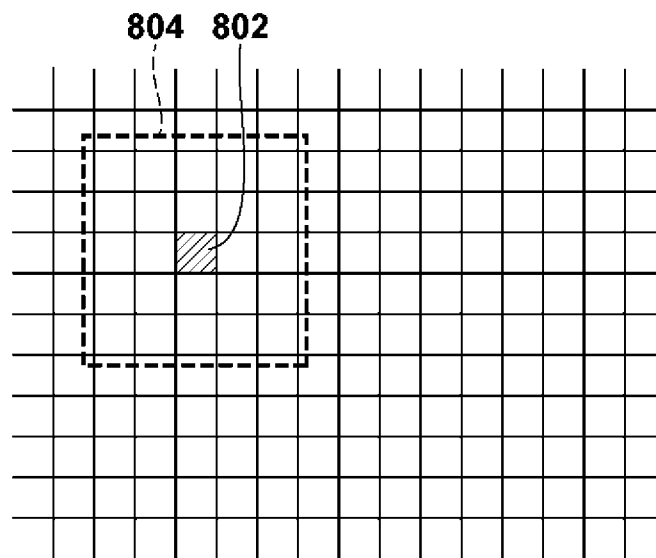


画素の座標	法線ベクトル
⋮	⋮
(10,20)	(0.3,-0.5,-0.1)
(11,20)	(0.2,-0.4,0.1)
⋮	⋮

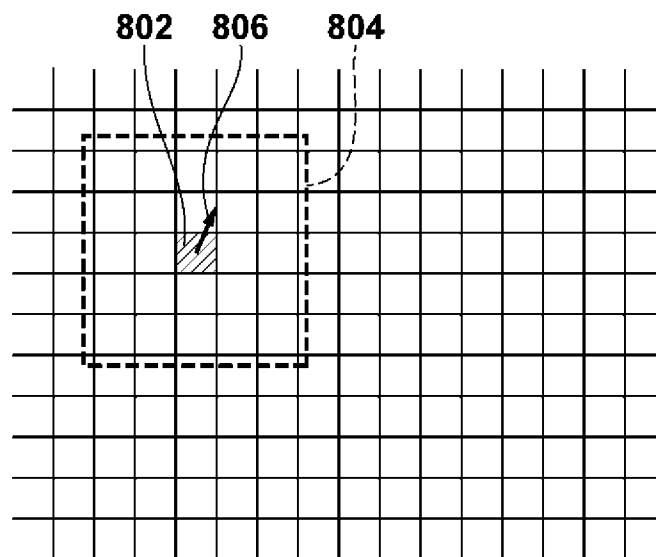
[図7]



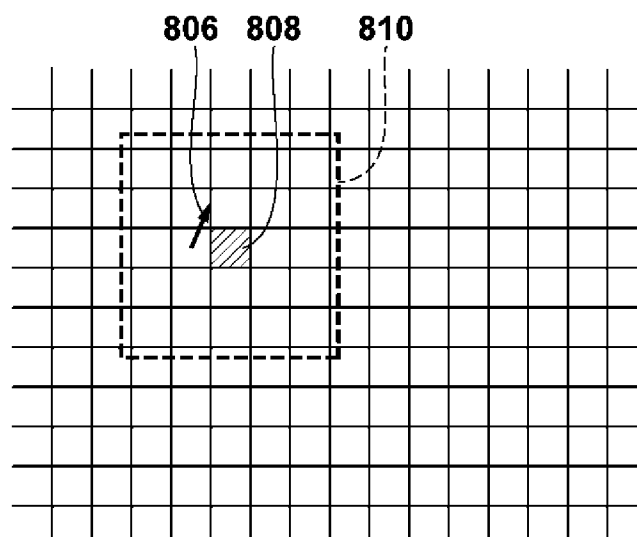
[図8A]



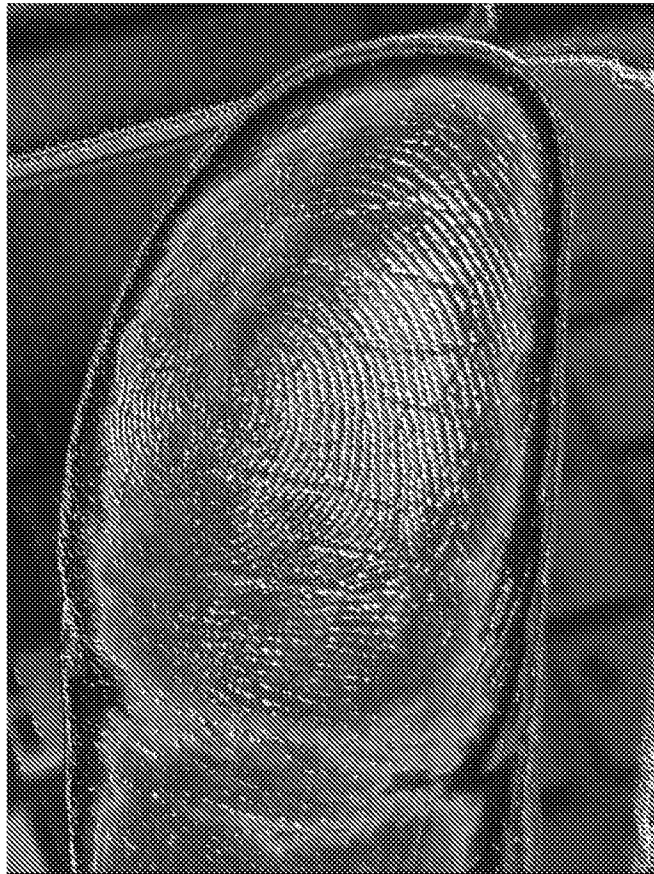
[図8B]



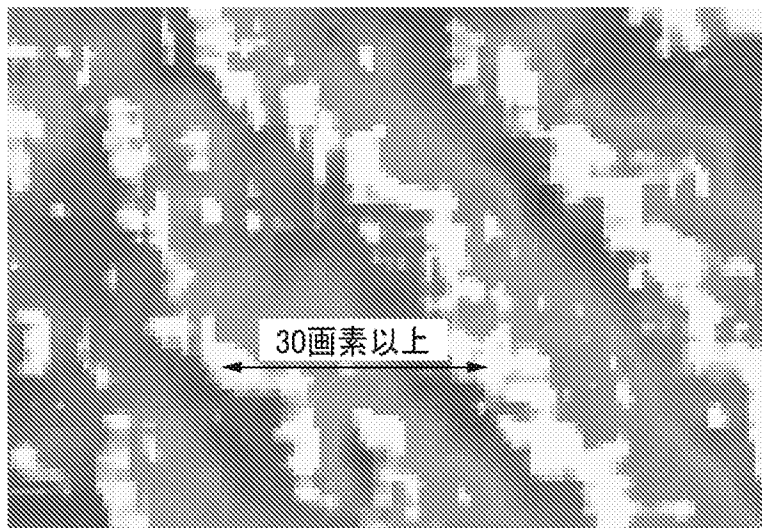
[図8C]



[図9]



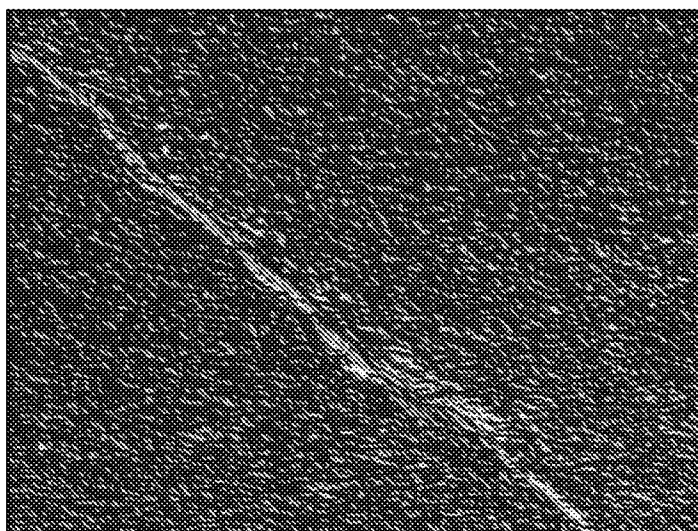
[図10]



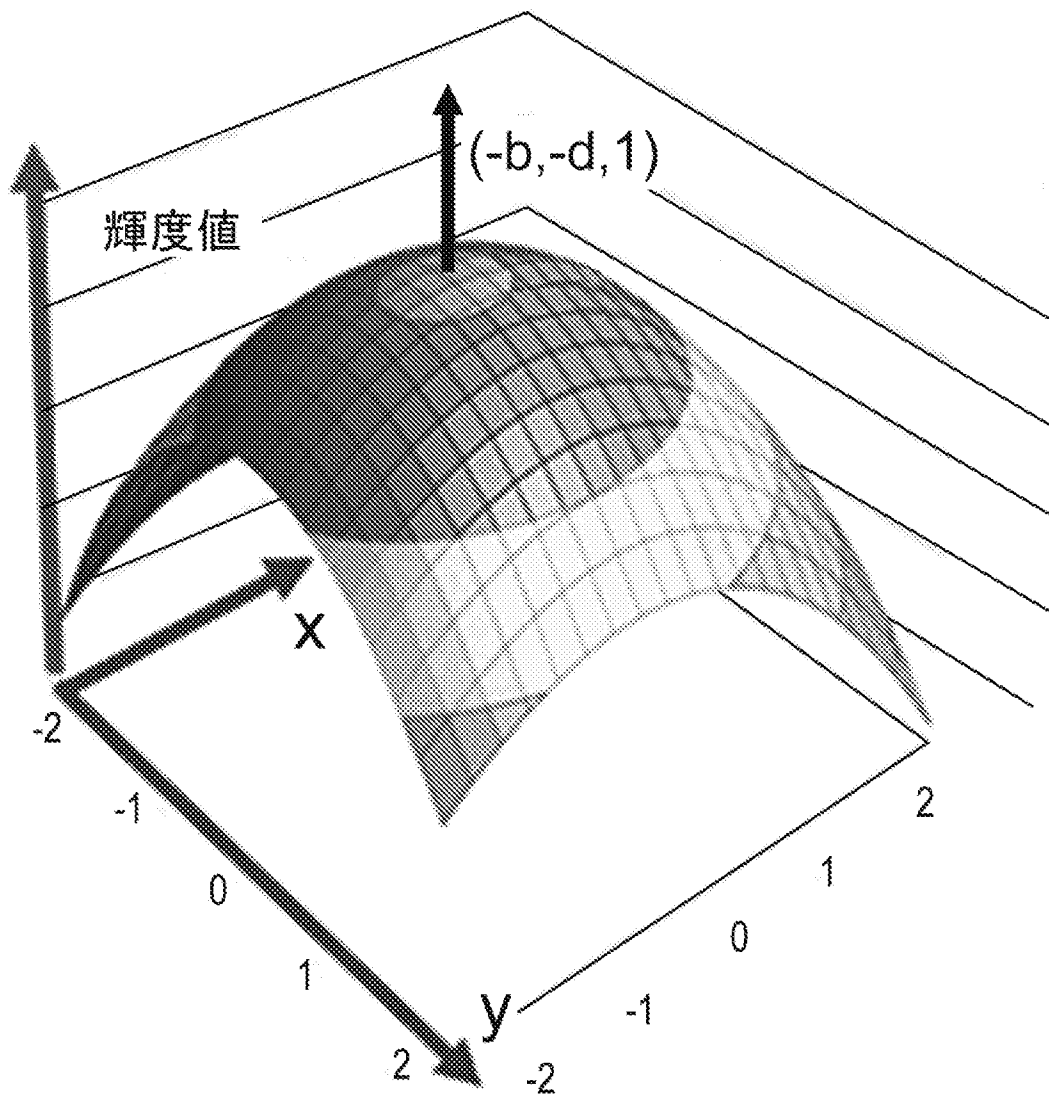
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/034625

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G06T7/50 (2017.01) i, G06T7/00 (2017.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. G06T7/50, G06T7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2017

Registered utility model specifications of Japan 1996-2017

Published registered utility model applications of Japan 1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 11-283033 A (RICOH SYSTEM KAIHATSU KK) 15 October 1999, claims 1-8, paragraphs [0005]-[0021], fig. 5	1-6, 10-11
Y	(Family: none)	7-9
Y	JP 2016-86246 A (CANON, INC.) 19 May 2016, claims 1-15, paragraphs [0049]-[0054] & US 2017/0264808 A1 & US 2016/0119526 A1, claims 1-12, paragraphs [0061]-[0066]	7-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G06T7/50(2017.01)i, G06T7/00(2017.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G06T7/50, G06T7/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 11-283033 A（リコーシステム開発株式会社） 1999.10.15, [請求項1]－[請求項8], 段落 [0005]－[0021],	1-6, 10-11
Y	[図5] (ファミリーなし)	7-9
Y	JP 2016-86246 A（キヤノン株式会社） 2016.05.19, [請求項1]－[請求項15], 段落 [0049]－[0054] & US 2017/0264808 A1 & US 2016/0119526 A1, claims 1-12, pars. [0061]-[0066]	7-9

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

- * 引用文献のカテゴリー
- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献
- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

04.12.2017

国際調査報告の発送日

12.12.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

新井 則和

5H

8937

電話番号 03-3581-1101 内線 3531