

(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
2017 年 4 月 6 日(06.04.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/056779 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 8/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/074329
- (22) 国際出願日: 2016 年 8 月 22 日(22.08.2016)
- (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 2015-191427 2015 年 9 月 29 日(29.09.2015) JP
- (71) 出願人: 古野電気株式会社(FURUNO ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町 9 番 5 2 号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 新井 竜雄(ARAI, Tatsuo); 〒6628580 兵庫県西宮市芦原町 9 番 5 2 号 古野電気株式会社内 Hyogo (JP).
- (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

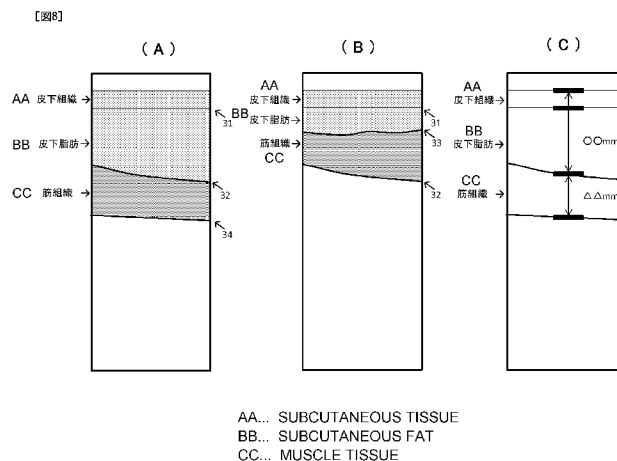
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロピア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, 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))

(54) Title: ULTRASONIC TISSUE DETECTION DEVICE, ULTRASONIC TISSUE DETECTION METHOD, AND ULTRASONIC TISSUE DETECTION PROGRAM

(54) 発明の名称: 超音波組織検出装置、超音波組織検出方法、および、超音波組織検出プログラム



(57) Abstract: The present invention addresses the problem of providing an ultrasonic tissue detection device for automatically detecting a boundary of a specific internal tissue with at least a certain precision from an echo image of an abdomen or the like captured using ultrasonic waves. An ultrasonic tissue detection device is provided with: an image acquiring unit (4) for acquiring an echo image on the basis of an echo, from within a body, of ultrasonic waves transmitted into the body from the surface of a subject including a measurement object region; a transected image detection unit (5) for detecting a plurality of transected images transected in a direction intersecting with a transmission direction of the ultrasonic waves; and a boundary estimation unit (6) for selecting two transected images corresponding to the measurement object region of the subject on the basis of a feature value of the transected images from among the plurality of transected images detected by the transected image detection unit (5) and using the selected two transected images as boundaries of the measurement object region.

(57) 要約:

[続葉有]



超音波を用いて撮像された腹部等のエコー画像から、特定の内部組織の境界を一定以上の精度で自動的に検出する超音波組織検出装置を提供することを課題とする。超音波組織検出装置は、測定対象部位を含む被検体の表面から体内に送信された超音波の該体内からのエコーに基づいてエコー画像を取得する画像取得部（４）と、画像取得部（４）で取得したエコー画像において、超音波の送信方向に対して交差する方向に横断する複数の横断像を検出する横断像検出部（５）と、横断像検出部（５）により検出された複数の横断像のうち、横断像の特徴量に基づき、被検体の測定対象部位に対応する２つの横断像を選択して、該選択した２つの横断像を該測定対象部位の各境界とする境界推定部（６）と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

超音波組織検出装置、超音波組織検出方法、および、超音波組織検出プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、人体の腹部等の体内に超音波を送受して撮像されたエコー画像から、筋組織等の測定対象部位を検出する技術に関する。

背景技術

[0002] 各種の医療診断では、超音波組織検出装置を利用して腹部等の体内構造が撮像されることがある。超音波組織検出装置は、人体の表面から体内に超音波を送信し、体内で反射された超音波を受信して、体内を撮像したエコー画像を生成するものである。

[0003] 人体の腹部は、体表から体内側に、表皮、皮下組織、脂肪組織、筋組織、内臓といった順に複数の組織が重なる構造を有している。また、各組織の内部には更に血管や隔膜等の組織も存在する。したがって、超音波組織検出装置では、体内に送信された超音波がそれらの組織の境界で反射され、各種組織の境界の一部が線状や点状の像として写るエコー画像が得られる。

[0004] 通常、超音波組織検出装置のオペレータは、エコー画像上の複数の像を目視して、測定対象となる内部組織の体表側に位置する境界と体内側に位置する境界とを推定する。そして、オペレータは、操作画面に表示される2つのカーソル等の位置を操作し、それぞれの位置をエコー画像上での内部組織の境界に合わせる。これにより、操作画面上でのカーソル間の間隔が内部組織の厚みに対応することになる。このため、オペレータは、操作画面上で内部組織の厚みを示す目盛や数値を読み取ることで、内部組織の厚みを把握していた。

[0005] しかしながら、内部組織の境界をオペレータの目視によって判断する従来の方法では、オペレータの習熟度によって精度にばらつきが生じることや、

作業に要する手間や時間がオペレータにとって負担となることがあった。そこで、内部組織を撮像したエコー画像から、内部組織の境界を自動的に検出する各種の技術が提案されている（例えば特許文献1および2参照。）。

[0006] 特許文献1に開示された技術は、超音波により得られたエコー画像上の様々な像のなかから、像の長さや像が延びる方向に基づいて、内部組織の境界を検出するものである。特許文献2に開示された技術は、オペレータが指定するエコー画像上の位置の近傍から、線状の像を検索および追跡し、その線状の像を内部組織の境界として検出するものである。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特許第4464152号

特許文献2：特開2004-181240号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] ただし、上記した従来技術は、いずれも内部組織の種類によらずに境界を検出するものであり、筋組織のような特定の内部組織や、その内部組織の境界を検出するものではなかった。したがって、従来技術を用いても、オペレータが目的とする内部組織の境界を目視により判断する必要があり、特定の内部組織やその境界を自動的に検出して表示することや、特定の内部組織の厚みを自動的に測定することはできなかった。

[0009] そこで、本発明の目的は、超音波を用いて撮像された腹部等の被検体のエコー画像から、特定の内部組織やその境界を一定以上の精度で自動的に検出する超音波組織検出装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] この発明に係る超音波組織検出装置は、測定対象部位を含む被検体の表面から体内に送信された超音波の該体内からのエコーに基づいてエコー画像を取得する画像取得部と、前記画像取得部で取得した前記エコー画像において

、前記超音波の送信方向に対して交差する方向に横断する複数の横断像を検出する横断像検出部と、前記横断像検出部により検出された前記複数の横断像のうち、前記横断像の特徴量に基づき、前記被検体の前記測定対象部位に対応する2つの横断像を選択して、該選択した2つの横断像を該測定対象部位の各境界とする境界推定部と、を備える。

[0011] この構成によれば、横断像検出部により検出された複数の横断像のうち、境界推定部によって、横断像の特徴量に基づいて被検体の測定対象部位に対応する2つの横断像が選択されるため、特定の測定対象部位（例えば筋組織を含む内部組織）に応じて該測定対象部位の各境界を自動的に検出することができる。

発明の効果

[0012] この発明によれば、超音波を用いて撮像された腹部等の被検体のエコー画像から特定の内部組織の境界を一定以上の精度で自動的に検出することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図1は、本発明の実施形態に係る超音波組織検出装置の構成図である。

[図2]図2は、本発明の実施形態に係る超音波組織検出装置の処理フローを示す図である。

[図3]図3は、撮像対象にあたる腹部の断面構造および腹部を撮像したエコー画像を例示する図である。

[図4]図4は、本発明の実施形態に係る横断像検出処理の処理フローを示す図である。

[図5]図5は、本発明の実施形態に係る横断像検出処理により変換された画像を例示する図である。

[図6]図6は、本発明の実施形態に係る境界検出処理の処理フローを示す図である。

[図7]図7は、図5の画像を模式的に示した図である。

[図8]図8は、本発明の実施形態に係る境界処理部による処理例を示す図であ

る。

発明を実施するための形態

[0014] 本発明の第１の実施形態に係る超音波組織検出装置、超音波組織検出方法、および超音波組織検出プログラムについて、図を参照して説明する。図１は、本発明の第１の実施形態に係る超音波組織検出装置の構成図である。

[0015] 図１に示す超音波組織検出装置１は、プローブ２、および、画像処理装置１１を備えている。プローブ２は、例えば概略柱状であり、オペレータが把持して動かすことができるように構成されている。プローブ２の上端にケーブルが接続され、プローブ２は該ケーブルを介して画像処理装置１１のインターフェース１０に接続されている。

[0016] プローブ２は、画像処理装置１１から送信信号が入力される。プローブ２の下端面は超音波の送受面として構成されていて、送信信号が入力されることにより、下端面から超音波を送信する。したがって、プローブ２は、オペレータによって被検体（本実施形態では、人体の腹部とする）１０１に下端面が押し当てられた状態で、画像処理装置１１から送信信号が入力されることで、人体の腹部１０１の体内に向けて超音波を送信する。また、プローブ２は、腹部１０１の体内で反射された超音波のエコーを受信し、超音波の受信レベルに応じた受信信号を画像処理装置１１に出力する。

[0017] 画像処理装置１１は、送受処理部３、画像表示部８、制御部９、および、インターフェース（Ｉ／Ｆ）１０を備えている。制御部９は、画像取得部４、横断像検出部５、境界推定部６、および、境界処理部７を備えている。制御部９は、ＣＰＵ（コンピュータ）や記憶部から構成されている。画像取得部４、横断像検出部５、境界推定部６、および、境界処理部７は、記憶部にインストールされた超音波組織検出プログラムを、ＣＰＵで実行することにより、ソフトウェアとして実行される。図２は、画像処理装置１１の概略の処理フローを例示するフローチャートである。

[0018] 送受処理部３は、超音波領域の周波数を有する信号をパルス波形に成形した送信信号を生成し、インターフェース１０を介してプローブ２に出力する

(図2：S101)。これにより、プローブ2が駆動し、プローブ2から腹部101に超音波が送信される。また、送受処理部3は、プローブ2が出力する受信信号を受け取り、受信信号にアナログデジタル変換等の処理を行う(図2：S102)。送受処理部3は、これらの処理フローを一定の時間間隔で行い、繰り返し送信信号を出力し、繰り返し受信信号の入力を受け付ける。

[0019] 画像取得部4には、送受処理部3がアナログデジタル変換等の処理を行った受信信号が入力される。画像取得部4は、受け取った受信信号に基づいて、腹部101の体内のエコーを撮像した第1の画像(エコー画像)21を生成する(図2：S103、画像取得ステップ)。第1の画像21は、プローブ2が受信するエコーが腹部101にて反射された位置に対応する画素に、エコーの受信信号強度に対応する輝度を設定したものである。図3(A)は、腹部101の模式構造を示す図である。図3(B)は、腹部101から得られる第1の画像21を例示する図である。

[0020] 図3(A)に示すように、腹部101は、体表側から体内側にかけて、順に、表皮、皮下組織、脂肪組織、筋組織、内臓が並ぶ構造を有している。このような腹部101にプローブ2から送信された超音波は、表皮、皮下組織、皮下組織と脂肪組織との境界、脂肪組織と筋組織との境界、筋組織と内臓との境界、等で反射する。このため、図3(B)に示す第1の画像21には、表皮側から体内側にかけて、超音波が反射された位置に高輝度(白色表示)の複数の線状の像が写っている。なお、上記した各種の組織の内部には、隔膜や血管等が存在し、それらによっても超音波が反射するため、第1の画像21上には、上記した境界に対応する像の他にも、より短い線状の像や点状の像も写っている。

[0021] このような第1の画像21に対し、図1に示す横断像検出部5は、画像変換処理等を施し、第1の画像21上に写る複数の横断像を検出する(図2：S104、横断像検出ステップ)。ここで横断像とは、図3(B)に示す第1の画像21上において、超音波の送信方向、すなわち、表皮から体内側に

向かう方向（紙面下方向）に対して、交差する方向に延びて第1の画像21を横断するような、ライン状の像と定義する。また、境界推定部6は、横断像検出部5が検出した複数の横断像それぞれを比較し、それらのなかから、いずれかの内部組織の境界に該当するものを推定する（図2：S105、境界推定ステップ）。より具体的には、境界推定部6は、上記各横断像の特徴量（例えば、以下に記載するような位置関係やエコーの強さ等）に基づき、被検体の測定対象部位（本実施形態では、筋組織を含む内部組織とする）に対応する2つの横断像を選択して、該選択した2つの横断像を内部組織の各境界とする。また、境界処理部7は、境界推定部6が内部組織の境界と推定した横断像に基づいて、当該横断像の強調表示や間隔表示、すなわち何らかの内部組織の強調表示や厚み表示などの所定の処理を行う（図2：S106、所定処理ステップ）。また、画像表示部8は、例えばエコー画像等を表示するディスプレイ等からなり、境界処理部7によって所定の処理を施された横断像の強調表示や厚み表示を行う。

[0022] このような処理により、本実施形態に係る超音波組織検出装置1は、超音波を用いて撮像された腹部等の画像から、筋組織等の内部組織の境界を自動的に推定することができる。

[0023] 以下、横断像検出部5、境界推定部6、および、境界処理部7それぞれの具体的な処理フローについて、図3（B）に示した第1の画像21を対象とする場合を例に説明する。なお、以下に例示する処理フローはあくまで例示であり、実際の処理フローにおいて適宜の変更や調整が行われてもよい。

[0024] 図4は、横断像検出部5での画像変換処理の詳細な処理フローを例示する図である。図5は、横断像検出部5での画像変換処理が施された画像を例示する図である。図7は、横断像検出部5での画像変換処理が施された画像を模式的に示した図である。

[0025] 横断像検出部5は、まず、第1の画像21を、皮下組織側の第2の画像22と、筋組織側の第3の画像23とに分割する（図4：S111、図5（A）参照）。例えば、横断像検出部5は、まず、第1の画像21から体外部分

を除去する。そして、横断像検出部 5 は、体外部分を除去した第 1 の画像 2 1 から、横断方向の画素列の輝度を合算して、合算した輝度を深度方向に並べた輝度プロファイルを生成する。そして、輝度プロファイルにおいて、輝度が極小化する位置のうち最も表皮に近接する位置を分割位置として皮下組織側の第 2 の画像 2 2 と、筋組織側の第 3 の画像 2 3 とに分割する。

[0026] 次に、横断像検出部 5 は、皮下組織側の第 2 の画像 2 2 から、皮下組織の境界に対応する第 1 の横断像 3 1 を検出する（図 4 : S 1 1 2、図 5 (A)、図 7 (A) 参照）。

[0027] 具体的には、横断像検出部 5 は、まず、皮下組織側の第 2 の画像 2 2 に対してダイクストラ法を適用して、この領域で最もエコーが強い第 1 の横断像 3 1 を検出する。ダイクストラ法の詳細については省略するが、ダイクストラ法の概要は、画像の深度方向の軸と横断方向の軸とに加えて、輝度を高輝度ほど低コストに変換したコスト軸を加えた 3 次元のコストマップを生成し、該コストマップにおいて、横断方向の軸に沿って最もコストの低い最短経路を探索する、最適化アルゴリズムの一種である。

[0028] なお、皮下組織側の第 2 の画像 2 2 において、皮下組織の境界の近傍に不要なエコーが多く存在する恐れがあるため、皮下組織側の第 2 の画像 2 2 をエッジ変換処理してから、ダイクストラ法を適用するようにしてもよい。エッジ変換処理の詳細については省略するが、エッジ変換処理は、深度方向に並んで高い輝度が分布する領域から、当該領域の深度方向の端部分を抽出する（図 5 (B) 参照）、画像処理アルゴリズムの一種である。エッジ変換処理を行った画像から横断像を検出することにより、その横断像の周囲に存在していた不要なエコーの影響を除いて、高精度に内部組織の境界を推定することができる。

[0029] 次に、横断像検出部 5 は、筋組織側の第 3 の画像 2 3 から、第 2 の横断像 3 2 を検出する（図 4 : S 1 1 3、図 5 (A)、図 7 (A) 参照）。ここでも、例えばダイクストラ法を用いて、この領域で最もエコーが強い第 2 の横断像 3 2 を検出する。また、筋組織側の第 3 の画像 2 3 をエッジ変換処理し

てからダイクストラ法を適用するようにしてもよい。

[0030] 次に、横断像検出部5は、筋組織側の第3の画像23を、更に、先に検出した第2の横断像32を境に分割し、体表側の第4の画像24（図5（C）、図7（B）参照）と、体内側の第5の画像25（図5（D）、図7（B）参照）とを生成する（図4：S114）。

[0031] 次に、横断像検出部5は、体表側の第4の画像24から、第3の横断像33を検出する（図4：S115、図5（C）、図7（B）参照）。ここでも、例えばダイクストラ法を用いて、この領域で最もエコーが強い第3の横断像33を検出する。また、体表側の第4の画像24をエッジ変換処理してからダイクストラ法を適用するようにしてもよい。

[0032] また、横断像検出部5は、体内側の第5の画像25から、第4の横断像34を検出する（図4：S116、図5（D）、図7（B）参照）。ここでも、例えばダイクストラ法を用いて、この領域で最もエコーが強い第4の横断像34を検出する。また、体内側の第5の画像25をエッジ変換処理してからダイクストラ法を適用するようにしてもよい。

[0033] 以上の処理フローにより、横断像検出部5は、第1乃至第4の横断像31～34を検出する。第1乃至第4の横断像31～34のうち、第1の横断像31は、皮下組織の境界に相当する横断像である。そして、第1乃至第4の横断像31～34のうちのいずれか2つが、筋組織の体表側の境界と、筋組織の体内側の境界とに相当する横断像である。そこで、横断像検出部5が検出した第1乃至第4の横断像31～34から、以下に示すようにして、筋組織の2つの境界に相当する各横断像を推定する。

[0034] 図6は、境界推定部6での境界推定処理の詳細な処理フローを例示する図である。

[0035] 境界推定部6は、横断像検出部5が検出した4つの横断像それぞれを比較し、それらが、いずれの内部組織の境界に該当するものかを推定する処理を行う。

[0036] 具体的には、まず境界推定部6は、先に横断像検出部5で検出した第2の

横断像 3 2 (図 5 (A)、図 7 (A)、図 7 (B) 参照) を、筋組織の第 1 の境界とみなす (図 6 : S 1 2 1)。これは、腹部 1 0 1 のように超音波が送受される範囲内に骨組織が存在していない箇所の場合には、通常は、第 1 の画像 2 1 における皮下組織よりも体内側の領域、すなわち第 3 の画像 2 3 (図 5 (A)、図 7 (A) 参照) において、筋組織の体表側の境界、または、体内側の境界で、エコーが最大になるためである。

[0037] 次に、境界推定部 6 は、第 3 の横断像 3 3 (図 5 (C)、図 7 (B) 参照) と第 4 の横断像 3 4 (図 5 (D)、図 7 (B) 参照) とのそれぞれから、第 1 の特徴量を検出する (図 6 : S 1 2 2)。第 1 の特徴量は、例えば横断像におけるエコーの強さに関するものである。境界推定部 6 は、横断像 3 3, 3 4 上にある各画素の合計または平均の値をエコーの強さに関する第 1 の特徴量として算出してもよい。なお、この際には、画像の端付近で不明瞭なエコーが出やすいために、上記値は、画像の幅の 7 0 % 程度の画素を抽出して求めることが好ましい。これにより、より高い精度でエコーの強さを検出することができる。なお、画像の幅の 7 0 % 程度の画素を抽出する位置を該画像の幅方向に移動させながら、上記の処理を繰り返してもよい。

[0038] 次に、境界推定部 6 は、第 3 の横断像 3 3 と第 4 の横断像 3 4 とのそれぞれから、第 2 の特徴量を検出する (図 6 : S 1 2 3)。第 2 の特徴量は、例えば横断像における直線性の高さに関するものである。境界推定部 6 は、横断像 3 3, 3 4 それぞれに沿う近似直線を求め、それらの近似直線に対して横断像 3 3, 3 4 上にある各画素のずれ (誤差) の 2 乗合計の逆数の値を算出する。なお、この際にも、画像の端付近で不明瞭なエコーが出やすいために、上記値は、画像の幅の 7 0 % 程度の画素を抽出して求めることが好ましい。これにより、より高い精度で直線性の高さを検出することができる。なお、画像の幅の 7 0 % 程度の画素を抽出する位置を該画像の幅方向に移動させながら、上記の処理を繰り返してもよい。

[0039] 次に、境界推定部 6 は、第 3 の横断像 3 3 と第 4 の横断像 3 4 とのそれぞれに対して、先に求めた第 1 の特徴量と第 2 の特徴量とを項とする評価関数

を用いて、第3の横断像33に対する評価点と、第4の横断像34に対する評価点とを算出する（図6：S124）。

[0040] 次に、境界推定部6は、第4の横断像34が、第3の横断像33よりも評価点が高い場合には、第4の横断像34を筋組織の第2の境界とみなす（図6：S125）。

[0041] 一方、境界推定部6は、第3の横断像33が、第4の横断像34よりも評価点が高い場合には、第3の横断像33と第1の横断像31（図5（A）、図7（B）参照）とを比較して、筋組織の第2の境界についての検出判定を行う。これは、腹部101における筋組織よりも体表側の脂肪層の厚みに、検査対象者ごとの個人差が極めて大きく、ときとして皮下組織と筋組織との間に脂肪組織がほとんど存在せず、第1の横断像31が筋組織の第2の境界とほとんど一致する場合があるためである。

[0042] 具体的には、境界推定部6は、まず、第1の横断像31と第3の横断像33とから、第3の特徴量を検出する（図6：S126）。例えば、第3の特徴量は、第1の横断像31と第3の横断像33との間隔に関するものである。そして、境界推定部6は、この間隔が閾値よりも小さい場合、すなわち、第1の横断像31と第3の横断像33との間隔が極めて狭い場合には、第3の横断像33が存在しない境界を写した横断像である危険性が高いために、第1の横断像31を筋組織の第2の境界とみなす（図6：S127）。

[0043] 一方、境界推定部6は、第1の横断像31と第3の横断像33との間隔が閾値よりも大きい場合には、第1の横断像31と第3の横断像33とから、第4の特徴量を検出する（図6：S128）。第4の特徴量は、例えば横断像におけるエコーの強さに関するものである。

[0044] そして、境界推定部6は、第1の横断像31と第3の横断像33とのうち、第4の特徴量がより大きい方を、筋組織の第2の境界とみなす（図6：S129）。

[0045] 以上の処理フローにより、境界推定部6は、第2の横断像32を筋組織の第1の境界とみなし、また、第1、第3、または第4の横断像31、33、

３４のうちのいずれかを筋組織の第２の境界とみなす。

[0046] これらの処理の後、境界処理部７は、境界推定部６で筋組織の第１の境界と判定した横断像と、第２の境界と判定した横断像とについて、強調表示の処理、厚み等の計測または表示等の所定の処理を行う。なお、皮下組織と筋組織とを除く部分は脂肪組織に相当するため、境界処理部７は、脂肪組織についての強調表示、脂肪組織についての厚み等の計測または表示等の所定の処理を行うようにしてもよい。

[0047] 例えば、図８（Ａ）に示すように、第４の横断像３４が第２の境界とみなされた場合、境界処理部７は、第２の横断像３２と第４の横断像３４とで示される部分を筋組織として、画像表示部８に視覚的に表示させる。また、図８（Ｂ）に示すように、第３の横断像３３が第２の境界とみなされた場合、境界処理部７は、第２の横断像３２と第３の横断像３３とで示される部分を筋組織として、画像表示部８に視覚的に表示させる。さらに、図８（Ｃ）に示すように、筋組織等の内部組織の厚み等の計測および表示を行う場合には、境界処理部７は、各横断像３１～３４を示す計測バー、各横断像間の計測範囲または距離等を示す矢印または数字等の表示物を、画像表示部８に表示させる。これらにより、オペレータは、画像表示部８を介して各内部組織の状況を視覚的に容易に把握することができる。

[0048] 以上のような処理により、超音波組織検出装置１では、腹部１０１のような骨組織が検出されない箇所を、超音波を用いて測定し、横断像検出部５により検出された複数の横断像３１～３４のうち、境界推定部６によって、横断像３１～３４の特徴量に基づいて被検体の測定対象部位に対応する２つの横断像が選択されるため、特定の測定対象部位（例えば筋組織や脂肪組織等の内部組織）に応じて該測定対象部位の境界を自動的に検出することができる。したがって、習熟度の低いオペレータが測定を行うような場合でも、筋組織等の厚みを一定以上の精度で検出することが可能になる。

[0049] なお、上記の実施形態においては、エコー画像からの横断像の検出にダイクストラ法を用いる例を示したが、エコー画像からの横断像の検出には、そ

の他の周知の最短経路検索アルゴリズムや近似アルゴリズムが用いられてもよい。また、エッジ検出処理のような画像処理アルゴリズムについても同様に、周知の様々な画像処理アルゴリズムが用いられてもよい。

[0050] また、上記の実施形態においては、測定対象部位として腹部の筋組織を含む内部組織の境界推定処理等の例を示したが、他の部位の他の組織についても同様の境界推定処理等を行うことができるのは言うまでもない。

[0051] 最後に、上述の実施形態の説明は、すべての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上述の実施形態ではなく、特許請求の範囲によって示される。さらに、本発明の範囲には、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

- [0052] 1…超音波組織検出装置
2…プローブ
3…送受処理部
4…画像取得部
5…横断像検出部
6…境界推定部
7…境界処理部
8…画像表示部
9…制御部
10…インターフェース
11…画像処理装置
21, 22, 23, 24, 25…第1～第5の画像
31, 32, 33, 34…第1～第4の横断像
101…被検体（腹部）

請求の範囲

- [請求項1] 測定対象部位を含む被検体の表面から体内に送信された超音波の該体内からのエコーに基づいてエコー画像を取得する画像取得部と、
- 前記画像取得部で取得した前記エコー画像において、前記超音波の送信方向に対して交差する方向に横断する複数の横断像を検出する横断像検出部と、
- 前記横断像検出部により検出された前記複数の横断像のうち、前記横断像の特徴量に基づき、前記被検体の前記測定対象部位に対応する2つの横断像を選択して、該選択した2つの横断像を該測定対象部位の各境界とする境界推定部と、
- を備えた、超音波組織検出装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の超音波組織検出装置であって、
- 前記境界推定部は、少なくとも前記各横断像の位置または前記各横断像のエコーの強さに基づいて、前記被検体の前記測定対象部位に対応する2つの横断像を選択する、
- 超音波組織検出装置。
- [請求項3] 請求項1または2に記載の超音波組織検出装置であって、
- 前記測定対象部位は筋組織を含み、
- 前記横断像検出部は、
- 前記エコー画像における前記横断像のうち、最も体表側の第1の横断像を検出し、
- 前記エコー画像における前記横断像のうち、前記第1の横断像よりも体内側の領域で、エコーが最も強い第2の横断像を検出し、
- 前記エコー画像における、前記第1の横断像よりも体内側かつ前記第2の横断像よりも体表側の領域を横断する横断像のうち、エコーが最も強い第3の横断像を検出し、
- 前記エコー画像における、前記第2の横断像よりも体内側の領域を横断する横断像のうち、エコーが最も強い第4の横断像を検出し、

前記境界推定部は、

前記第 2 の横断像を前記測定対象部位の第 1 の境界の候補とし、前記第 1 の横断像と前記第 3 の横断像と前記第 4 の横断像とのなかから 1 つを、それぞれの特徴量に基づいて、前記測定対象部位の第 2 の境界の候補とし、該 2 つの横断像の候補を選択する、
超音波組織検出装置。

[請求項4]

請求項 3 に記載の超音波組織検出装置であって、

前記境界推定部は、前記第 3 の横断像と前記第 4 の横断像とのうち、横断像におけるエコーがより強いものを、前記第 2 の境界の候補として選択する、

超音波組織検出装置。

[請求項5]

請求項 3 に記載の超音波組織検出装置であって、

前記境界推定部は、前記第 3 の横断像と前記第 4 の横断像とのうち、横断像における直線性がより高いものを、前記第 2 の境界の候補として選択する、

超音波組織検出装置。

[請求項6]

請求項 3 に記載の超音波組織検出装置であって、

前記境界推定部は、前記第 3 の横断像と前記第 4 の横断像のうち、横断像におけるエコーの強度と、横断像における直線性の高さと、を項とする評価関数による評価点がより大きいものを、前記第 2 の境界の候補として選択する、

超音波組織検出装置。

[請求項7]

請求項 3 乃至請求項 6 のいずれかに記載の超音波組織検出装置であって、

前記境界推定部は、前記第 3 の横断像と前記第 1 の横断像との距離間隔が閾値よりも狭い場合に第 1 の横断像を、前記第 2 の境界の候補として選択する、

超音波組織検出装置。

[請求項8] 請求項3乃至請求項6のいずれかに記載の超音波組織検出装置であって、

前記境界推定部は、前記第3の横断像と前記第1の横断像との距離間隔が閾値よりも狭い場合に、前記第3の横断像と前記第1の横断像とのうち、横断像におけるエコーがより強いものを、前記第2の境界の候補として選択する、

超音波組織検出装置。

[請求項9] 請求項1乃至請求項8のいずれかに記載の超音波組織検出装置であって、

前記境界推定部により選択された各境界に対して所定の処理を行う境界処理部をさらに備えた、

超音波組織検出装置。

[請求項10] 測定対象部位を含む被検体の表面から体内に送信された超音波の該体内からのエコーに基づいてエコー画像を取得する画像取得ステップと、

前記画像取得ステップで取得した前記エコー画像において、前記超音波の送信方向に対して交差する方向に横断する複数の横断像を検出する横断像検出ステップと、

前記横断像検出ステップにより検出された前記複数の横断像のうち、前記横断像の特徴量に基づき、前記被検体の前記測定対象部位に対応する2つの横断像を選択して、該選択した2つの横断像を該測定対象部位の各境界とする境界推定ステップと、

を実行する、超音波組織検出方法。

[請求項11] 測定対象部位を含む被検体の表面から体内に送信された超音波の該体内からのエコーに基づいてエコー画像を取得する画像取得ステップと、

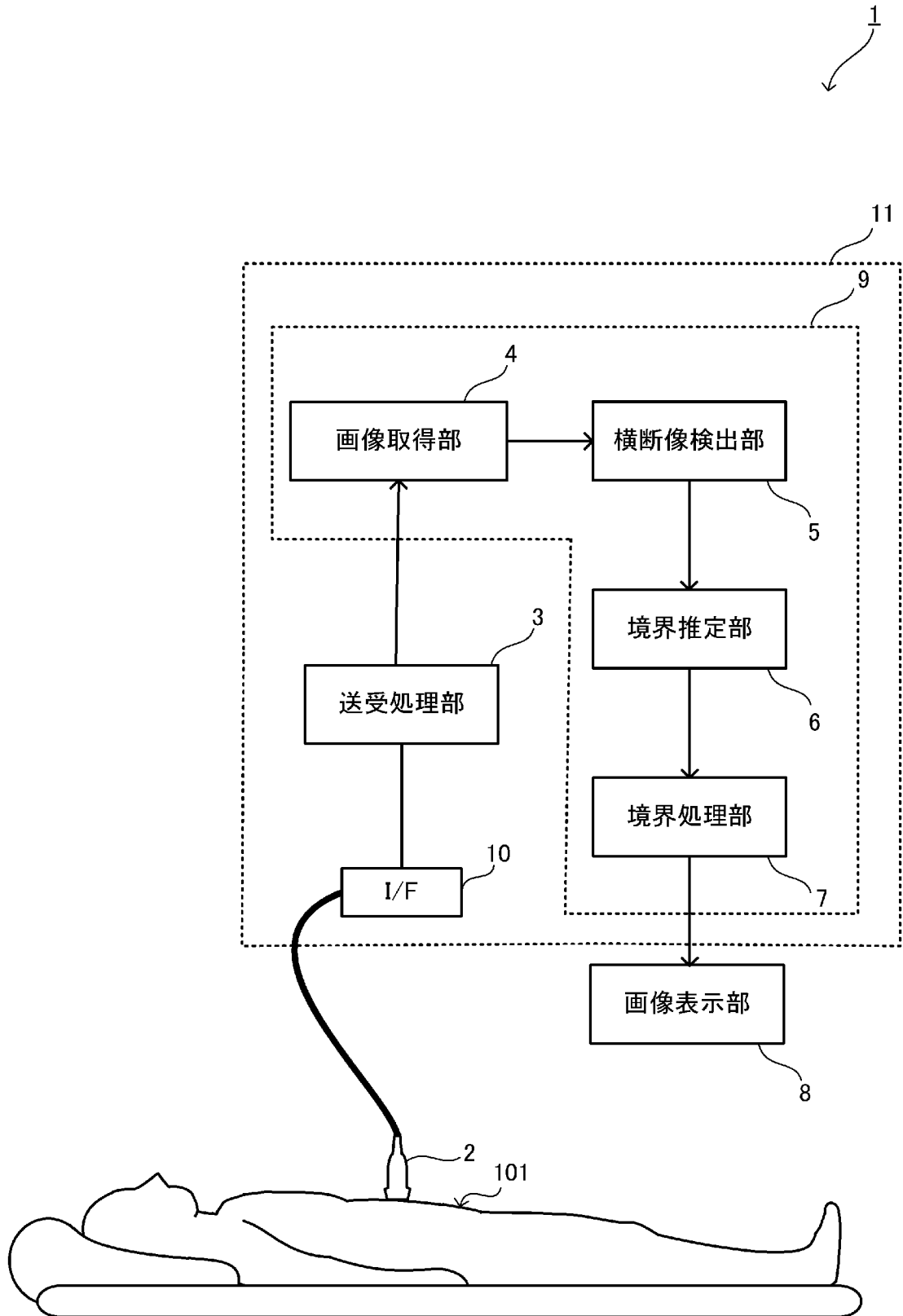
前記画像取得ステップで取得した前記エコー画像において、前記超音波の送信方向に対して交差する方向に横断する複数の横断像を検出

する横断像検出ステップと、

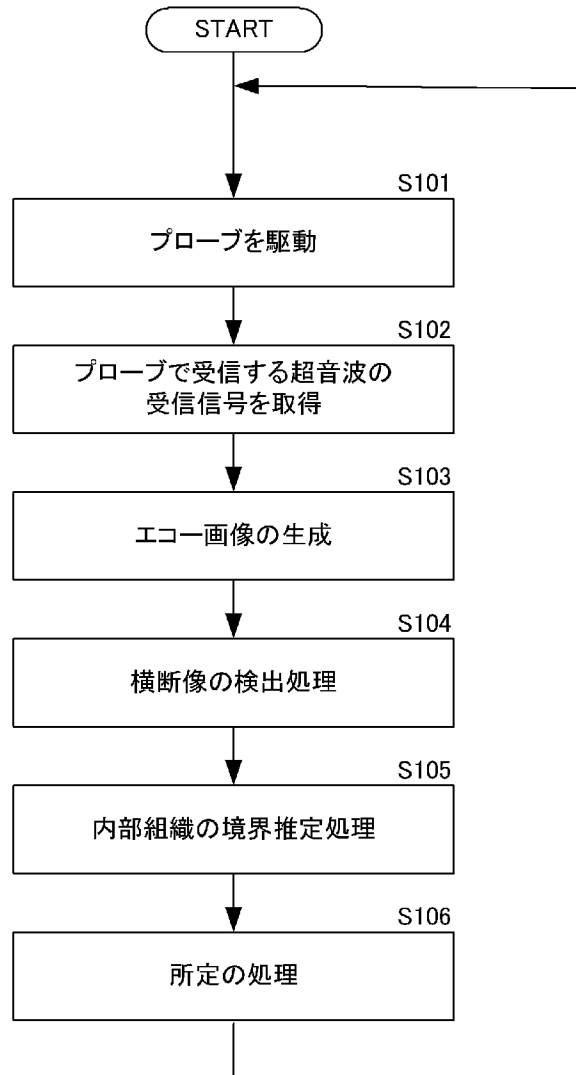
前記横断像検出ステップにより検出された前記複数の横断像のうち、前記横断像の特徴量に基づき、前記被検体の前記測定対象部位に対応する2つの横断像を選択して、該選択した2つの横断像を該測定対象部位の各境界とする境界推定ステップと、

をコンピュータに実行させる、超音波組織検出プログラム。

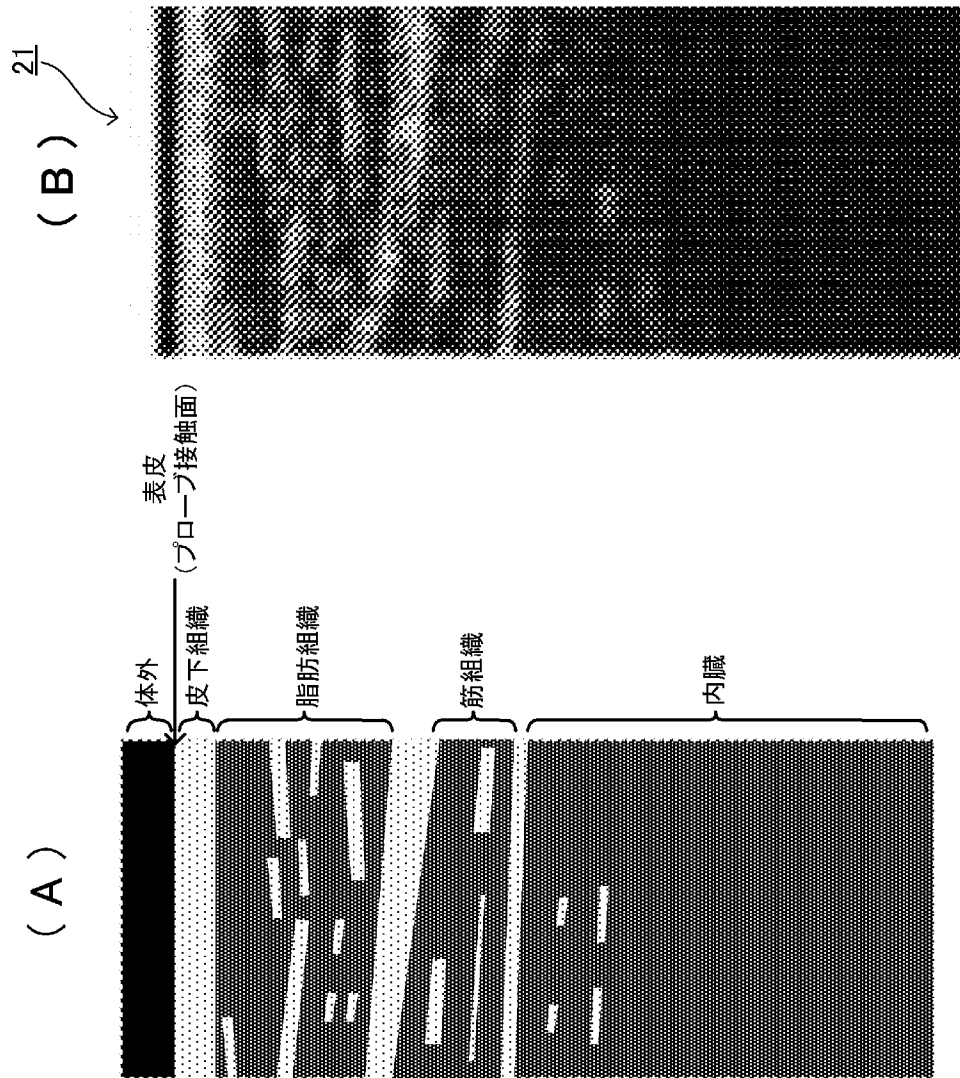
[図1]



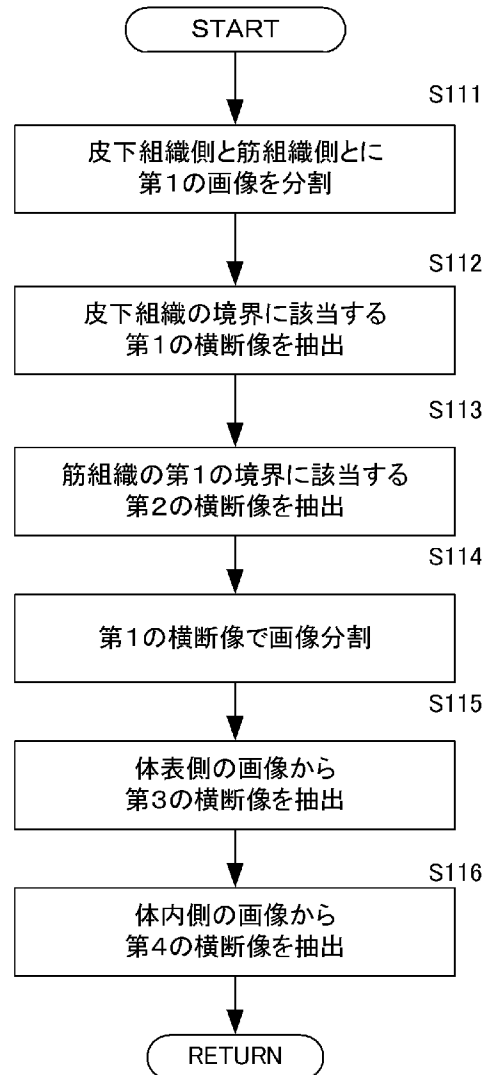
[図2]



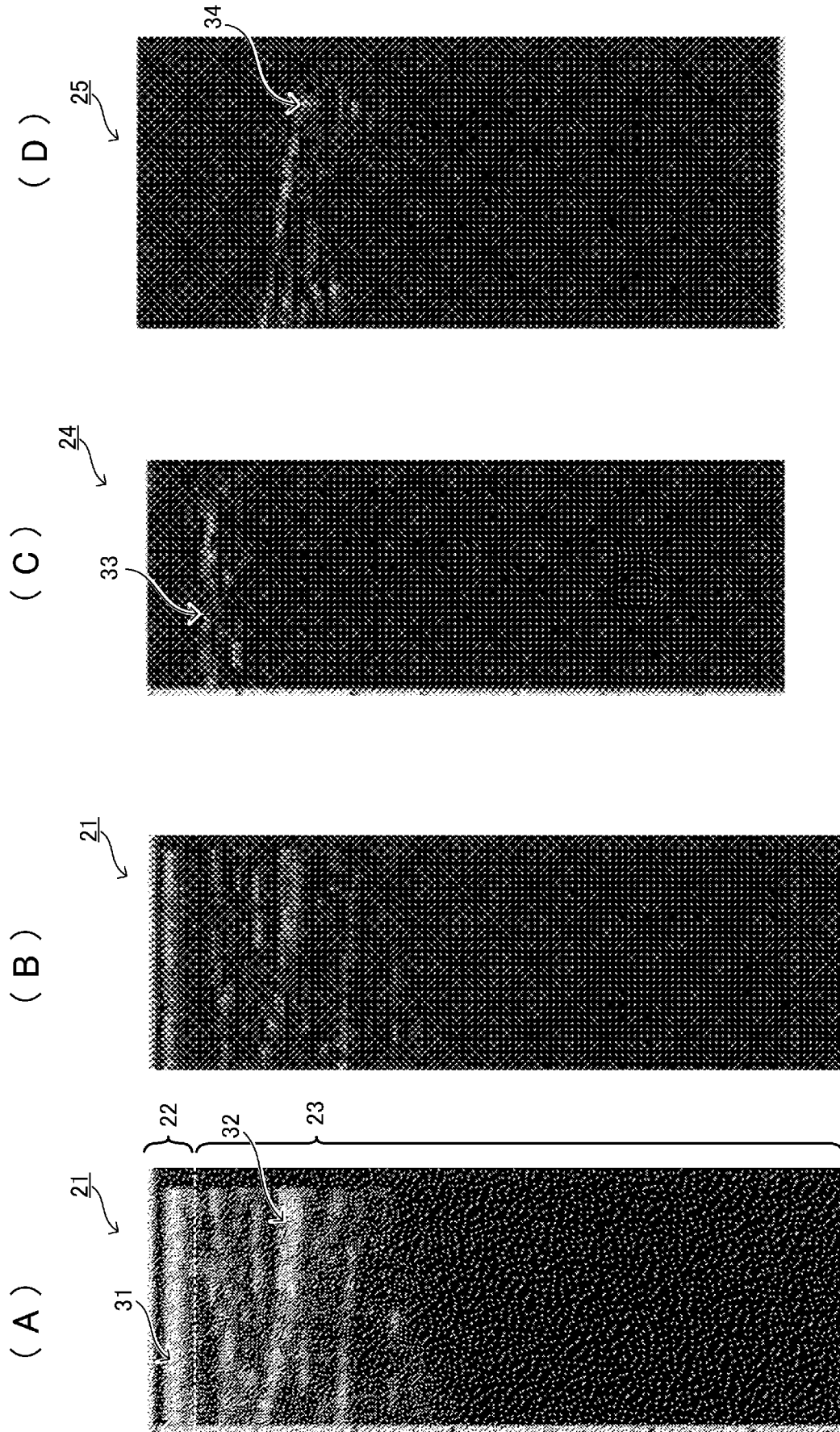
[図3]



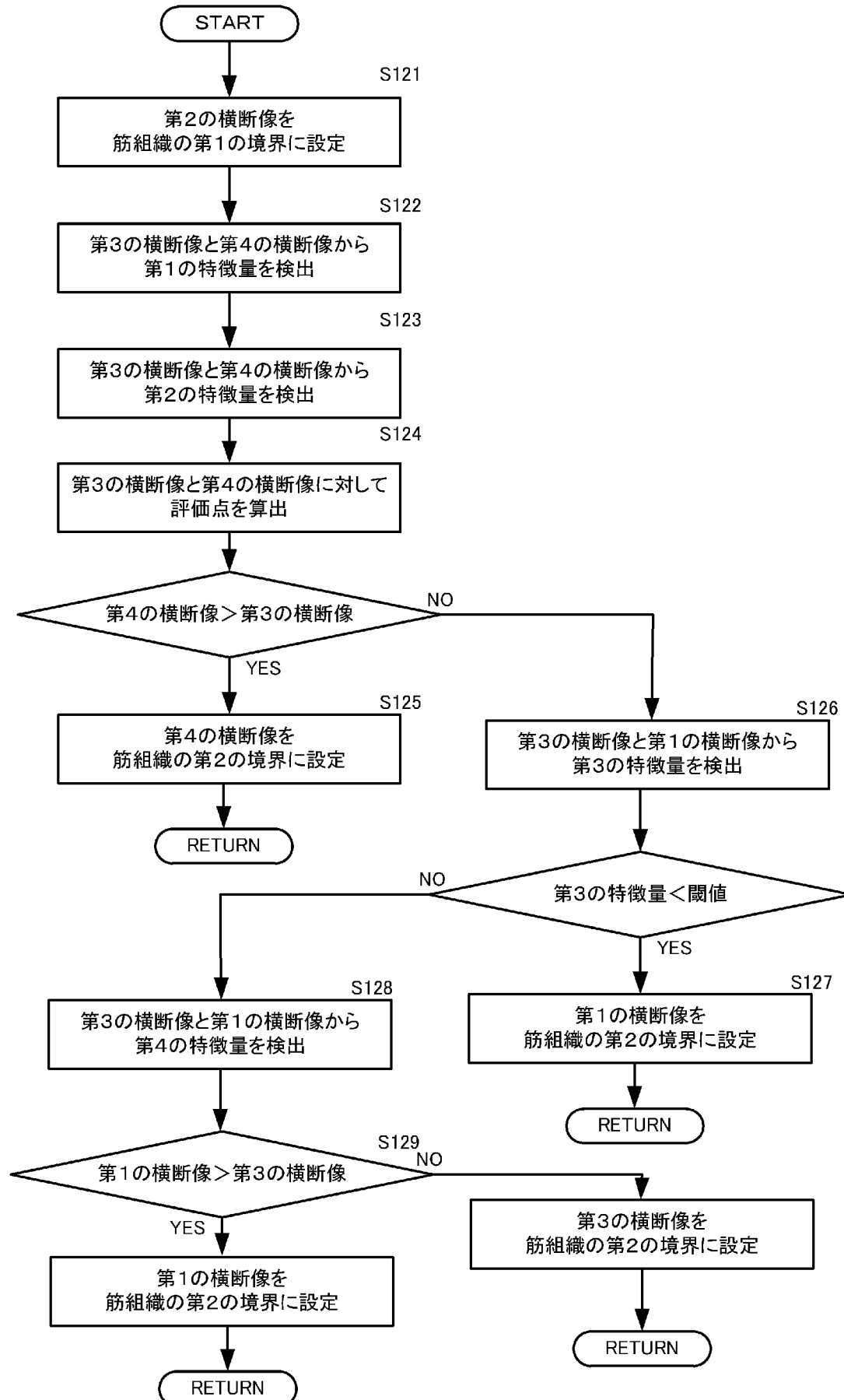
[図4]



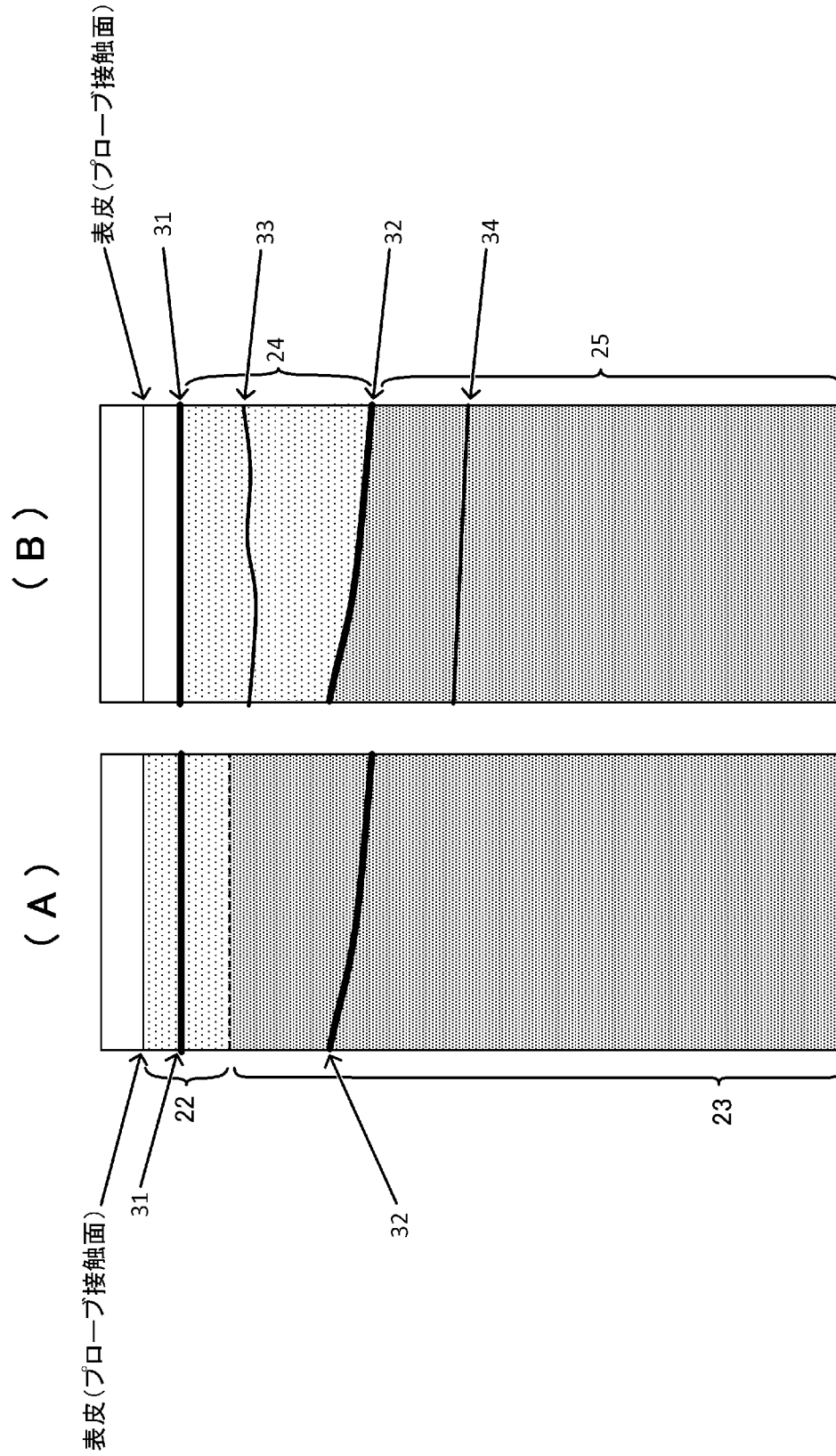
[図5]



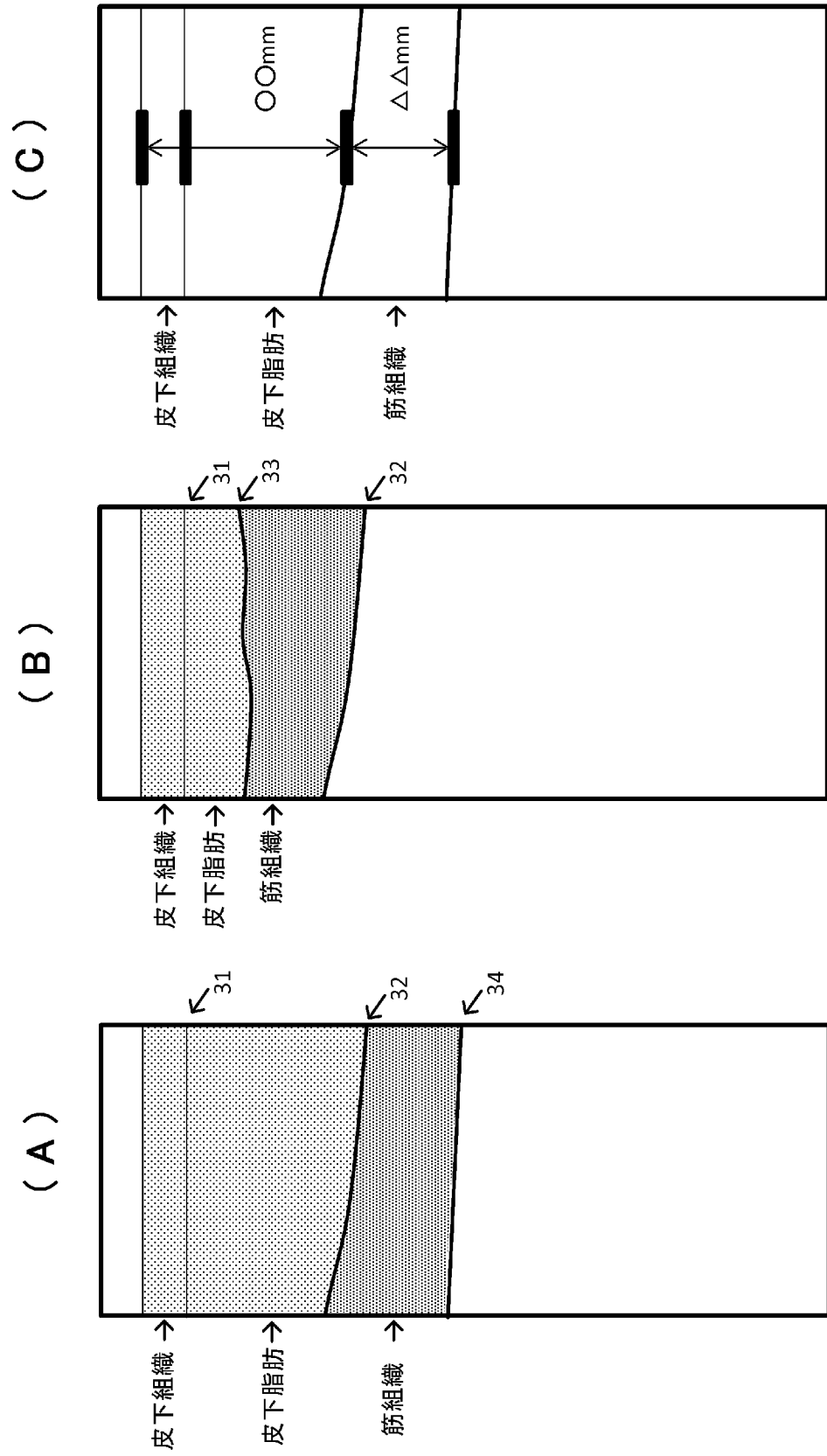
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/074329

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B8/14(2006.01) 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)

A61B8/14

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2015-104477 A (Seiko Epson Corp.),	1, 10-11
Y	08 June 2015 (08.06.2015),	2
A	fig. 3, 4; paragraphs [0028], [0032] to [0039] (Family: none)	3-9
Y	JP 2014-501593 A (Koninklijke Philips N.V.), 23 January 2014 (23.01.2014), paragraphs [0036], [0048]; fig. 4 to 5 & US 2013/0289409 A1 fig. 4 to 5; paragraphs [0068], [0080] & CN 103429163 A & RU 2013136486 A	2

☐ 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
14 December 2016 (14.12.16)

Date of mailing of the international search report
27 December 2016 (27.12.16)

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. A61B8/14(2006.01)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. A61B8/14

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 Y A	JP 2015-104477 A（セイコーエプソン株式会社）2015.06.08 図3, 4, [0028], [0032] - [0039]（ファミリーなし）	1, 10-11 2 3-9
Y	JP 2014-501593 A（コーニンクレッカ フィリップス エヌ ヴェ） 2014.01.23 [0036], [0048]、図4 - 5 & US 2013/0289409 A1, 図4 - 5, [0068], [0080] & CN 103429163 A & RU 2013136486 A	2

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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

14.12.2016

国際調査報告の発送日

27.12.2016

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）

右▲高▼ 孝幸

2U

9808

電話番号 03-3581-1101 内線 3292