

(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
2016年1月14日(14.01.2016)



(10) 国際公開番号

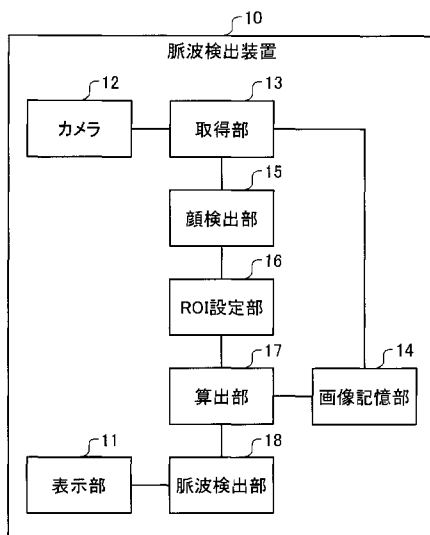
WO 2016/006027 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 5/0245 (2006.01) A61B 5/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/068094
- (22) 国際出願日: 2014年7月7日(07.07.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 中田 康之 (NAKATA, Yasuyuki); 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 猪又明大 (INOMATA, Akihiro); 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 大谷 拓郎 (OYA, Takuro); 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 阪田 雅人 (SAKATA, Masato); 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 酒井 宏明 (SAKAI, Hiroaki); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 特許業務法人酒井国際特許事務所 Tokyo (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, LT, 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, 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

[続葉有]

(54) Title: PULSE WAVE DETECTION METHOD, PULSE WAVE DETECTION PROGRAM, AND PULSE WAVE DETECTION DEVICE

(54) 発明の名称: 脈波検出方法、脈波検出プログラム及び脈波検出装置



- 10 Pulse wave detection device
11 Display unit
12 Camera
13 Acquisition unit
14 Image storage unit
15 Face detection unit
16 ROI setting unit
17 Calculation unit
18 Pulse wave detection unit

(57) Abstract: A pulse wave detection device (10) acquires an image. The pulse wave detection device (10) performs facial recognition on the image. The pulse wave detection device (10) sets, according to the result of the face detection, the same area of interest in the frame from which the image was acquired, and the frame previous thereto. The pulse wave detection device (10) detects a pulse wave signal from the luminance difference obtained between the frame and the previous frame.

(57) 要約: 脈波検出装置(10)は、画像を取得する。さらに、脈波検出装置(10)は、画像に顔検出を実行する。さらに、脈波検出装置(10)は、画像が取得されたフレームとフレームよりも前のフレームに対し、顔検出の結果にしたがって同一の関心領域を設定する。さらに、脈波検出装置(10)は、フレーム及び前のフレームの間で得られる輝度差から脈波信号を検出する。

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, 添付公開書類:
MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

脈波検出方法、脈波検出プログラム及び脈波検出装置

技術分野

[0001] 本発明は、脈波検出方法、脈波検出プログラム及び脈波検出装置に関する。

背景技術

[0002] 血液の体積の変動、いわゆる脈波を検出する技術の一例として、利用者が撮影された画像から心拍を測定する心拍測定方法が提案されている。かかる心拍測定方法では、Webカメラによって撮像された画像から顔領域を検出し、顔領域内の輝度平均値をRGB成分ごとに算出する。そして、心拍測定方法では、RGBごとの輝度平均値の時系列データにICA (Independent Component Analysis) を適用した上でICAの実行後の3つの成分波形のうち1つの成分波形にFFT (Fast Fourier Transform) を適用する。その上で、心拍測定方法では、FFTで求めたピーク周波数から心拍数を推定する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2003-331268号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、上記の技術には、次に説明するように、脈波の検出精度が低下する場合がある。

[0005] すなわち、画像から心拍数を測定する場合、脈波による輝度変化が現れる生体の部分に関心領域として抽出するために、Webカメラが撮像する画像に対し、テンプレートマッチング等を用いた顔検出が実行される。ところが、顔検出では、顔領域が検出される位置に誤差が生じる上、画像上で顔に動

きがない場合であっても必ずしも画像上の同一の位置に顔領域が検出されるとは限らない。このため、顔の動きがなくとも、画像のフレーム間で顔領域が検出される位置にバラツキが生じる場合がある。この場合、画像から採取される輝度平均値の時系列データには、脈波による輝度変化よりも顔領域が検出される位置のバラツキによる輝度変化の方が大きく現れる結果、脈波の検出精度が低下する。

[0006] 1つの側面では、脈波の検出精度の低下を抑制できる脈波検出方法、脈波検出プログラム及び脈波検出装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 一態様の脈波検出方法は、コンピュータが、画像を取得し、前記画像に顔検出を実行し、前記画像が取得されたフレームと前記フレームよりも前のフレームに対し、前記顔検出の結果にしたがって同一の関心領域を設定し、前記フレーム及び前記前のフレームの間で得られる輝度差から脈波信号を検出する処理を実行する。

発明の効果

[0008] 脈波の検出精度の低下を抑制できる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、実施例1に係る脈波検出装置の機能的構成を示すブロック図である。

[図2]図2は、ROIの配置位置の算出例を示す図である。

[図3]図3は、実施例1に係る脈波検出処理の手順を示すフローチャートである。

[図4]図4は、ROIの位置変化と輝度変化との関係の一例を示す図である。

[図5]図5は、ROIの位置変化と輝度変化との関係の一例を示す図である。

[図6]図6は、顔の位置変化による輝度変化の一例を示す図である。

[図7]図7は、脈拍に伴う輝度変化の一例を示す図である。

[図8]図8は、輝度の時間変化の一例を示す図である。

[図9]図9は、実施例2に係る脈波検出装置の機能的構成を示すブロック図で

ある。

[図10]図 1 0 は、重み付け方法の一例を示す図である。

[図11]図 1 1 は、重み付け方法の一例を示す図である。

[図12]図 1 2 は、実施例 2 に係る脈波検出処理の手順を示すフローチャートである。

[図13]図 1 3 は、実施例 3 に係る脈波検出装置の機能的構成を示すブロック図である。

[図14]図 1 4 は、ROI の遷移例を示す図である。

[図15]図 1 5 は、ブロックの抽出例を示す図である。

[図16]図 1 6 は、実施例 3 に係る脈波検出処理の手順を示すフローチャートである。

[図17]図 1 7 は、実施例 1 ～実施例 4 に係る脈波検出プログラムを実行するコンピュータの一例について説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下に添付図面を参照して本願に係る脈波検出方法、脈波検出プログラム及び脈波検出装置について説明する。なお、この実施例は開示の技術を限定するものではない。そして、各実施例は、処理内容を矛盾させない範囲で適宜組み合わせることが可能である。

実施例 1

[0011] [脈波検出装置の構成]

図 1 は、実施例 1 に係る脈波検出装置の機能的構成を示すブロック図である。図 1 に示す脈波検出装置 1 0 は、太陽光や室内光などの一般の環境光の下で人体に計測器具を接触させずに、生体が撮影された画像を用いて、脈波、すなわち心臓の拍動に伴う血液の体積の変動を測定する脈波検出処理を実行するものである。

[0012] 一実施形態として、脈波検出装置 1 0 は、上記の脈波検出処理がパッケージソフトウェアやオンラインソフトウェアとして提供される脈波検出プログラムを所望のコンピュータにインストールさせることによって実装できる。

例えば、スマートフォン、携帯電話機やPHS (Personal Handyphone System) などの移動体通信端末のみならず、デジタルカメラ、タブレット端末やスレート端末を含む携帯端末装置全般に上記の脈波検出プログラムをインストールさせる。これによって、携帯端末装置を脈波検出装置10として機能させることができる。なお、ここでは、脈波検出装置10が携帯端末装置として実装される場合を例示したが、パーソナルコンピュータを始めとする据置き型の端末装置が脈波検出装置10として実装されることとしてもかまわない。

[0013] 図1に示すように、脈波検出装置10は、表示部11と、カメラ12と、取得部13と、画像記憶部14と、顔検出部15と、ROI (Region of Interest) 設定部16と、算出部17と、脈波検出部18とを有する。

[0014] 表示部11は、各種の情報を表示する表示デバイスである。

[0015] 一実施形態として、表示部11には、モニタやディスプレイを採用したり、入力デバイスと一体化することによってタッチパネルとして実装したりすることもできる。例えば、表示部11には、脈波検出装置10上で動作するOS (Operating System) やアプリケーションプログラムが出力する画像、あるいは外部装置から供給される画像などが表示される。

[0016] カメラ12は、CCD (Charge Coupled Device) やCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) などの撮像素子を搭載する撮像装置である。

[0017] 一実施形態として、カメラ12には、携帯端末装置に標準装備されるインカメラやアウトカメラを流用できる。他の実施形態として、Webカメラやデジタルカメラを外部端子を介して接続することによってカメラ12を実装することもできる。なお、ここでは、脈波検出装置10がカメラ12を搭載する場合を例示したが、ネットワークまたは記憶メディアを含む記憶デバイスを経由して画像を取得できる場合には、必ずしも脈波検出装置10がカメラ12を有さずともよい。

[0018] 例えば、カメラ12は、横320画素×縦240画素の矩形の画像を撮像

することができる。例えば、グレースケールの場合、各画素は、明るさの階調値（輝度）で与えられる。例えば、整数 i , j で示される座標 (i, j) の画素の輝度 (L) の階調値は、8 b i t のデジタル値 $L(i, j)$ などと与えられる。また、カラー画像の場合、各画素は、R (red) 成分、G (green) 成分および B (blue) 成分の階調値で与えられる。例えば、整数 i , j で示される座標 (i, j) の画素の R、G、B の階調値は、それぞれデジタル値 $R(i, j)$ 、 $G(i, j)$ 、 $B(i, j)$ などと与えられる。なお、R G B の組み合わせ、あるいは R G B 値を変換して求まる他の表色系、例えば H S V (Hue Saturation Value) 表色系や Y U V 表色系などを使用してもかまわない。

[0019] ここで、脈波の検出に用いる画像が撮像される場面の一例について説明する。一例として、脈波検出装置 10 が携帯端末装置として実装されており、携帯端末装置が有するインカメラによって利用者の顔が撮影される場合を想定する。一般に、インカメラは、表示部 11 のスクリーンが存在する側と同じ側に設置される。このため、利用者が表示部 11 に表示された画像を閲覧する場合には、利用者の顔が表示部 11 のスクリーンと向き合う形になる。このように、利用者がスクリーンの表示画像を閲覧する場合には、利用者の顔が表示部 11 だけでなく、表示部 11 と同じ側に設けられたカメラ 12 と向き合うこととなる。

[0020] このような状況で撮影が実施される場合、カメラ 12 が撮像する画像には、一例として、次のような傾向が現れる。例えば、カメラ 12 によって撮像される画像には、利用者の顔が映る可能性が高い傾向にある。また、画像に利用者の顔が映る場合、スクリーンに対する利用者の顔の向きが正面であるケースが多い傾向にある。これに加え、スクリーンとの距離が一定の距離で撮影された画像が多く得られる傾向にある。このため、画像に映る利用者の顔の大きさも、フレーム間で一定もしくは一定とみなすことができる程度の変化であることが期待できる。これらのことから、画像から検出された顔領域から脈波の検出に用いる関心領域、いわゆる R O I を設定する場合に、R

ROIを設定する画像上の位置はともかく、ROIのサイズは一定とすることもできる。

[0021] また、上記の脈波検出プログラムが脈波検出装置10のプロセッサ上で実行される条件としては、次のような条件を挙げることができる。例えば、図示しない入力デバイスを介して起動操作がなされたことを契機に起動することもできるし、表示部11にコンテンツが表示されたことを契機にバックグラウンドで起動することもできる。

[0022] 例えば、上記の脈波検出プログラムがバックグラウンドで動作する場合には、表示部11にコンテンツを表示させながら、そのバックグラウンドでカメラ12が撮像を開始する。これによって、利用者が表示部11のスクリーンに顔を向けてコンテンツを閲覧する様子が画像として撮像される。かかるコンテンツは、文書、映像、動画などを始め、任意の種類の表示物であってよく、脈波検出装置10に保存されたものであってもよいし、Webサーバなどの外部装置から取得されたものであってもかまわない。このように、コンテンツが表示されると、コンテンツの閲覧が終了するまで利用者が表示部11を注視する可能性が高いため、利用者の顔が映った画像、すなわち脈波の検出に適用可能な画像が継続して取得されることが期待できる。さらに、表示部11にコンテンツが表示されるバックグラウンドでカメラ12が撮像する画像から脈波を検出することができれば、脈波検出装置10の利用者に意識させずに、健康管理を行ったり、静止画や動画を含むコンテンツを評価したりすることができる。

[0023] また、上記の脈波検出プログラムが利用者の起動操作によって起動される場合には、表示部11による画像表示や図示しないスピーカからの音声出力などを通じて、撮影手順を案内できる。例えば、脈波検出プログラムは、入力デバイスを介して起動されると、カメラ12を起動する。これを受けて、カメラ12は、カメラ12の撮像範囲に収容された被写体の撮像を開始する。このとき、脈波検出プログラムは、カメラ12が撮像する画像を表示部11に表示させつつ、表示部11が表示する画像上に利用者の鼻を映す目標位

置を照準として表示させることもできる。これによって、利用者の眼、耳、鼻や口などの顔パーツの中でも鼻が撮像範囲の中心部分に収まった状態で撮影できるようにする。

[0024] 取得部 13 は、画像を取得する処理部である。

[0025] 一実施形態として、取得部 13 は、カメラ 12 によって撮像される画像を取得する。他の実施形態として、取得部 13 は、HDD (Hard Disk Drive)、SSD (Solid State Drive) や光ディスクなどの補助記憶装置またはメモリカードやUSB (Universal Serial Bus) メモリなどのリムーバブルメディアを経由して画像を取得することもできる。更なる実施形態として、取得部 13 は、外部装置からネットワークを介して受信することによって画像を取得することもできる。なお、取得部 13 は、CCD や CMOS などの撮像素子による出力から得られる 2 次元のビットマップデータやベクタデータなどの画像データを用いて処理を実行する場合を例示したが、1 つのディテクタから出力される信号をそのまま取得して後段の処理を実行させることとしてもよい。

[0026] 画像記憶部 14 は、画像を記憶する記憶部である。

[0027] 一実施形態として、画像記憶部 14 には、カメラ 12 によって撮像が実行される度に、当該撮像で得られた画像が保存される。このとき、画像記憶部 14 には、所定の圧縮符号化方式によってエンコードされた動画が保存されることとしてもよいし、利用者の顔が映る静止画の集合が保存されることとしてもよい。また、画像記憶部 14 は、必ずしも画像を恒久的に記憶せずともかまわない。例えば、画像が登録されてから所定の期間が経過した場合に、当該画像を画像記憶部 14 から削除することができる。また、画像記憶部 14 へ登録された最新のフレームから所定フレーム前までの画像は、画像記憶部 14 に保存する一方で、それ以前に登録されたフレームは画像記憶部 14 から削除することもできる。なお、ここでは、カメラ 12 によって撮像された画像が保存される場合を例示したが、ネットワークを介して受信した画像が保存されることとしてもかまわない。

[0028] 顔検出部 15 は、取得部 13 によって取得される画像に顔検出を行う処理部である。

[0029] 一実施形態としては、顔検出部 15 は、画像にテンプレートマッチング等の顔認識を実行することによって眼、耳、鼻や口などの顔の器官、いわゆる顔パーツを認識する。そして、顔検出部 15 は、取得部 13 によって取得された画像のうち顔パーツ、例えば両眼、鼻及び口を含む所定の範囲の領域を顔領域として抽出する。その上で、顔検出部 15 は、画像上における顔領域の位置を後段の処理部、すなわち ROI 設定部 16 へ出力する。例えば、顔領域として抽出する領域の形状を矩形とする場合、顔検出部 15 は、顔領域を形成する 4 つの頂点の座標を ROI 設定部 16 へ出力することができる。このとき、顔検出部 15 は、顔領域を形成する 4 つの頂点のうちいずれか 1 つの頂点の座標と顔領域の高さ及び幅とを ROI 設定部 16 へ出力することもできる。なお、顔検出部 15 は、顔領域の代わりに、画像に含まれる顔パーツの位置を出力することもできる。

[0030] ROI 設定部 16 は、ROI を設定する処理部である。

[0031] 一実施形態として、ROI 設定部 16 は、取得部 13 によって画像が取得される度に、前後に連続するフレーム間で同一の ROI を設定する。例えば、取得部 13 によって N 番目のフレームが取得されたとしたとき、ROI 設定部 16 は、当該 N 番目のフレームに対応する画像を基準に、N 番目のフレーム及び N-1 番目のフレームに設定する ROI の配置位置を算出する。かかる ROI の配置位置は、一例として、N 番目のフレームに対応する画像の顔検出結果から算出することができる。また、ROI の形状として矩形が採用される場合、ROI の配置位置は、一例として、矩形の頂点のいずれかの座標または重心の座標によって表すことができる。なお、以下では、一例として、ROI のサイズが固定される場合を例示するが、顔検出結果によって ROI のサイズを拡大または縮小することができるのは言うまでもない。また、以下では、N 番目のフレームのことを「フレーム N」と記載する場合がある。加えて、他の順番、例えば N-1 番目のフレームなどについても N 番

目のフレームの表記に準じて記載する場合がある。

[0032] 具体的には、ROI設定部16は、顔領域に含まれる両眼よりも鉛直下方向の位置をROIの配置位置として算出する。図2は、ROIの配置位置の算出例を示す図である。図2に示す符号200は、取得部13によって取得された画像を指し、符号210は、画像200から顔検出された顔領域を指す。図2に示すように、ROIの配置位置は、一例として、顔領域210に含まれる左目210L及び右目210Rよりも鉛直下方向の位置に算出される。このように両眼210L及び210Rよりも鉛直下方向の位置をROIの配置位置とするのは、ROIに眼を含めることによって瞬きによる輝度変化が脈波信号に現れるのを抑制するためである。さらに、ROIの水平方向の幅を両眼210L及び210Rの幅と同程度とするのは、両眼の外側で顔の輪郭が両眼の内側よりも大きく変化することが原因となって照明等の反射方向が大きく異なり、ROIに大きな輝度勾配が含まれる可能性も高まるからである。このようにROIの配置位置が算出された後に、ROI設定部16は、フレームNの画像及びフレームN-1の画像に対し、先に算出された配置位置に同一のROIを設定する。

[0033] 算出部17は、画像のフレーム間でROIの輝度差を算出する処理部である。

[0034] 一実施形態として、算出部17は、フレームN及びフレームN-1の各フレームごとに、当該フレームに設定されたROI内の輝度の代表値を算出する。このとき、過去に取得されたフレームN-1においてROI内の輝度の代表値を求める場合、画像記憶部14に記憶されたフレームN-1の画像を用いることができる。このように輝度の代表値を求める場合、一例として、RGB成分のうちヘモグロビンの吸光特性が高いG成分の輝度値を用いる。例えば、算出部17は、ROIに含まれる各画素が持つG成分の輝度値を平均する。この他、平均以外にも、中央値や最頻値を計算することとしてもよく、また、上記の平均処理として、相加平均を実行することとしてもよいし、他の任意の平均処理、例えば加重平均や移動平均などを実行することでも

きる。また、G成分以外のR成分またはB成分の輝度値を用いることとしてもよいし、RGBの各波長成分の輝度値を用いることとしてもかまわない。これによって、フレームごとにROIを代表するG成分の輝度値が得られる。その後、算出部17は、フレームN及びフレームN-1の間でROIの代表値の差分を算出する。例えば、算出部17は、フレームNにおけるROIの代表値からフレームN-1におけるROIの代表値を減算する計算によってフレーム間におけるROIの輝度差を求める。

[0035] 脈波検出部18は、フレーム間におけるROIの輝度差から脈波を検出する処理部である。

[0036] 一実施形態として、脈波検出部18は、連続する各フレーム間で算出されたROIの輝度差を積算する。これによって、カメラ12が撮像する画像のフレーム周波数に対応するサンプリング周期でROIのG成分の輝度の変化量がサンプリングされる脈波信号を生成することができる。例えば、脈波検出部18は、算出部17によってROIの輝度差が算出される度に、次のような処理を実行する。すなわち、脈波検出部18は、フレームNの画像が取得されるまでの間に各フレーム間におけるROIの輝度差が積算された積算値、すなわちフレーム1からフレームN-1までの各フレーム間で算出されたROIの輝度差が積算された積算値に、フレームN及びフレームN-1の間におけるROIの輝度差を積算する。これによって、N番目のフレームが取得されたサンプリング時刻までの脈波信号を生成できる。なお、N-1番目のフレームまでの振幅値には、フレーム1から各サンプリング時刻に対応するフレームまでの区間の各フレーム間で算出されたROIの輝度差が積算された積算値が用いられる。

[0037] このようにして得た脈波信号から人の脈波に対応する周波数帯から外れた成分を除去してもよい。例えば、除去方法の一例として、所定の閾値の間の周波数成分のみを抽出するバンドパスフィルタを用いることができる。かかるバンドパスフィルタのカットオフ周波数の一例としては、人の脈波周波数の下限である30bpmに対応する下限周波数と上限である240bpmに

対応する上限周波数とを設定することができる。

[0038] また、ここでは、G成分を用いて脈波信号を検出する場合を例示したが、G成分以外のR成分またはB成分の輝度値を用いることとしてもよいし、R G Bの各波長成分の輝度値を用いることとしてもかまわない。

[0039] 例えば、脈波検出部18は、3つの波長成分、すなわちR成分、G成分およびB成分のうち血液の吸光特定が異なるR成分とG成分の2つの波長成分の代表値の時系列データを用いて、脈波信号を検出する。

[0040] これを具体的に説明すると、血液の吸光特性の異なる2種類以上の波長、例えば吸光特性が高いG成分（525nm程度）、吸光特性が低いR成分（700nm程度）で脈波を検出する。心拍は、0.5Hz～4Hz、1分あたりに換算すれば30bpm～240bpmの範囲であるので、それ以外の成分はノイズ成分とみなすことができる。ノイズには、波長特性は無い、あるいはあっても極小であると仮定すると、G信号およびR信号の間で0.5Hz～4Hz以外の成分は等しいはずであるが、カメラの感度差により大きさが異なる。それゆえ、0.5Hz～4Hz以外の成分の感度差を補正して、G成分からR成分を減算すれば、ノイズ成分は除去されて脈波成分のみを取り出すことができる。

[0041] 例えば、G成分及びR成分は、下記の式（1）および下記の式（2）によって表すことができる。下記の式（1）における「Gs」は、G信号の脈波成分を指し、「Gn」は、G信号のノイズ成分を指し、また、下記の式（2）における「Rs」は、R信号の脈波成分を指し、「Rn」は、R信号のノイズ成分を指す。また、ノイズ成分は、G成分およびR成分の間で感度差があるので、感度差の補正係数kは、下記の式（3）によって表される。

[0042] $G_a = G_s + G_n \cdots (1)$

$$R_a = R_s + R_n \cdots (2)$$

$$k = G_n / R_n \cdots (3)$$

[0043] 感度差を補正してG成分からR成分を減算すると、脈波成分Sは、下記の式（4）となる。これを上記の式（1）及び上記の式（2）を用いて、Gs

、 G_n 、 R_s 及び R_n によって表される式へ変形すると、下記の式 (5) となり、さらに、上記の式 (3) を用いて、 k を消し、式を整理すると下記の式 (6) が導出される。

[0044] $S = G_a - k R_a \cdots (4)$

$$S = G_s + G_n - k (R_s + R_n) \cdots (5)$$

$$S = G_s - (G_n / R_n) R_s \cdots (6)$$

[0045] ここで、 G 信号および R 信号は、ヘモグロビンの吸光特性が異なり、 $G_s > (G_n / R_n) R_s$ である。したがって、上記の式 (6) によってノイズが除去された脈波成分 S を算出することができる。

[0046] このようにして脈波信号が得られた後、脈波検出部 18 は、脈波の検出結果の一態様として、先に得られた脈波信号の波形をそのまま出力することもできるし、脈波信号から求めた脈拍数を出力することもできる。

[0047] 例えば、脈拍数を計算する方法の一例として、脈波信号の振幅値が出力される度に、脈波信号の波形のピーク検出、例えば微分波形のゼロクロス点の検出などを実行する。このとき、脈波検出部 18 は、ピーク検出によって脈波信号の波形のピークが検出された場合に、当該ピーク、すなわち極大点が検出されたサンプリング時刻を図示しない内部メモリに保存する。その上で、脈波検出部 18 は、ピークが出現した時点で、所定のパラメータ n 個前の極大点との時刻差を求め、それを n で除算することによって脈拍数を検出することができる。なお、ここでは、ピーク間隔によって脈拍数を検出する場合を例示したが、脈波信号を周波数成分へ変換することによって脈波に対応する周波数帯、例えば 40 bpm 以上 240 bpm 以下の周波数帯でピークをとる周波数から脈拍数を算出することもできる。

[0048] このようにして得られる脈拍数や脈波波形は、表示部 11 を始め、任意の出力先へ出力することができる。例えば、脈拍数や脈拍周期のゆらぎから自律神経の働きを診断したり、脈波信号から心疾患等を診断したりする診断プログラムが脈波検出装置 10 にインストールされている場合には、診断プログラムを出力先とすることができる。また、診断プログラムを Web サービ

スとして提供するサーバ装置などを出力先とすることもできる。さらに、脈波検出装置 10 を利用する利用者の関係者、例えば介護士や医者などが使用する端末装置を出力先とすることもできる。これによって、院外、例えば在宅や在席のモニタリングサービスも可能になる。なお、診断プログラムの測定結果や診断結果も、脈波検出装置 10 を始め、関係者の端末装置に表示させることができるのも言うまでもない。

[0049] なお、上記の取得部 13、顔検出部 15、ROI 設定部 16、算出部 17 及び脈波検出部 18 は、CPU (Central Processing Unit) や MPU (Micro Processing Unit) などに脈波検出プログラムを実行させることによって実現できる。また、上記の各処理部は、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) や FPGA (Field Programmable Gate Array) などのハードワイヤードロジックによっても実現できる。

[0050] また、上記の画像記憶部 14 や各処理部がワークエリアとして用いる内部メモリには、一例として、半導体メモリ素子を採用できる。例えば、半導体メモリ素子の一例としては、VRAM (Video Random Access Memory)、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory) やフラッシュメモリ (flash memory) などが挙げられる。また、主記憶装置の代わりに、SSD、HDD や光ディスクなどの外部記憶装置を採用することとしてもよい。

[0051] また、脈波検出装置 10 は、図 1 に示した機能部以外にも既知のコンピュータが有する各種の機能部を有することとしてもかまわない。例えば、脈波検出装置 10 が据置き端末として実装される場合には、キーボード、マウスやディスプレイなどの入出力デバイスをさらに有することとしてもよい。また、脈波検出装置 10 がタブレット端末やスレート端末として実装される場合には、加速度センサや角速度センサなどのモーションセンサをさらに有することとしてもよい。また、脈波検出装置 10 が移動体通信端末として実装される場合には、アンテナ、移動体通信網に接続する無線通信部、GPS (Global Positioning System) 受信機などの機能部をさらに有していてもか

まわらない。

[0052] [処理の流れ]

次に、本実施例に係る脈波検出装置 10 の処理の流れについて説明する。図 3 は、実施例 1 に係る脈波検出処理の手順を示すフローチャートである。この処理は、脈波検出プログラムがアクティブな状態にある場合に実行することもできるし、脈波検出プログラムがバックグラウンドで動作している場合にも実行することができる。

[0053] 図 3 に示すように、取得部 13 によってフレーム N の画像が取得されると（ステップ S 101）、顔検出部 15 は、ステップ S 101 で取得されたフレーム N の画像に顔検出を実行する（ステップ S 102）。

[0054] 続いて、ROI 設定部 16 は、ステップ S 102 で検出されたフレーム N の画像に対する顔検出結果から、フレーム N 及びフレーム N-1 に対応する画像に設定する ROI の配置位置を算出する（ステップ S 103）。その上で、ROI 設定部 16 は、フレーム N 及びフレーム N-1 の両画像に対し、ステップ S 103 で算出された配置位置に同一の ROI を設定する（ステップ S 104）。

[0055] そして、算出部 17 は、フレーム N 及びフレーム N-1 の各フレームごとに、当該フレームの画像に設定された ROI 内の輝度の代表値を算出する（ステップ S 105）。続いて、算出部 17 は、フレーム N 及びフレーム N-1 の間で ROI の輝度差を算出する（ステップ S 106）。

[0056] その後、脈波検出部 18 は、フレーム 1 からフレーム N-1 までの各フレーム間で算出された ROI の輝度差が積算された積算値に、フレーム N 及びフレーム N-1 の間における ROI の輝度差を積算する（ステップ S 107）。これによって、N 番目のフレームが取得されたサンプリング時刻までの脈波信号を得ることができる。

[0057] そして、脈波検出部 18 は、ステップ S 107 の演算の結果から、N 番目のフレームが取得されたサンプリング時刻までの脈波信号、あるいは脈拍数などの脈波を検出し（ステップ S 108）、処理を終了する。

[0058] [効果の一側面]

上述してきたように、本実施例に係る脈波検出装置 10 は、カメラ 12 で撮像された画像の顔検出結果から輝度差を計算する ROI を設定する場合にフレーム間で同一の ROI を設定し、ROI 内の輝度差から脈波信号を検出する。したがって、本実施例に係る脈波検出装置 10 によれば、脈波の検出精度の低下を抑制できる。さらに、本実施例に係る脈波検出装置 10 では、顔領域の座標の出力にローパスフィルタを適用することによって ROI の位置変化を安定化させずとも、脈波の検出精度の低下を抑制できる。このため、リアルタイム処理にも適用できる結果、汎用性も高めることができる。

[0059] ここで、フレーム間で同一の ROI を設定する技術的意義の一側面について説明する。図 4 及び図 5 は、ROI の位置変化と輝度変化との関係の一例を示す図である。図 4 には、顔検出結果にしたがってフレーム間で ROI を更新させる場合の輝度変化が示されるとともに、図 5 には、フレーム間で ROI の移動量が閾値以下である場合に ROI の更新を制限する場合の輝度変化が示されている。図 4 及び図 5 に示す破線は、G 成分の輝度値の時間変化を表し、図 4 及び図 5 に示す実線は、ROI を形成する矩形の左上の頂点における Y 座標（鉛直方向）の時間変化を表すこととする。

[0060] 図 4 に示すように、フレーム間での ROI の更新に制限を設けない場合、脈波信号の振幅以上のノイズが発生することがわかる。例えば、図 4 の領域 300 では、ROI の座標値が数ピクセル変化すると、G 成分の輝度値が 4 ～ 5 にわたって変化している。一般に、脈波による輝度変化が 1 ～ 2 の振幅であるので、ROI の更新が脈波信号の数倍のノイズとなっていることがわかる。

[0061] 一方、図 5 に示すように、フレーム間での ROI の更新に制限を設ける場合にも、脈波信号の振幅以上のノイズが発生することがわかる。すなわち、図 5 の領域 310 では、ROI の移動量が閾値を超え、ROI の更新が実施されている。この場合、図 4 の領域 300 と同様に、ROI の座標値が数ピクセル変化し、これに伴って G 成分の輝度値が 4 ～ 5 にわたって変化してし

まう。

[0062] このようなROIの更新に伴うノイズは、上述のように、フレーム間で同一のROIを設定することによって低減できる。すなわち、前後のフレームの画像内の同一ROIにおいて、脈拍の輝度変化が、顔の位置変動による輝度変化よりも相対的に大きくなるという知見を利用することで、低ノイズの脈拍信号を検出できる。

[0063] 以下に、典型的な状況における両者の変化量の具体例を示す。

[0064] 図6は、顔の位置変化による輝度変化の一例を示す図である。図6には、顔検出結果から算出されたROIの配置位置を同一の画像上で水平方向、すなわち図中の左から右へ移動させた場合のG成分の輝度変化が示されている。図6に示す縦軸は、G成分の輝度値を指し、横軸は、ROIを形成する矩形の左上の頂点におけるX座標（水平方向）の移動量、例えばオフセット値を指す。

[0065] 図6に示すように、オフセットが0ピクセル付近の輝度変化は、1ピクセル当たり、0.2程度である。つまり、顔が1ピクセル移動したときの輝度変化は、「0.2」であると言える。これとは別に、下記の条件で利用者が移動すると想定したとき、1フレーム当たりの移動量は実測で「0.5ピクセル」程度となる。すなわち、カメラ12のフレームレートが20fpsであり、カメラ12の解像度がVGA (Video Graphics Array) の規格に従う場合の顔の移動量を想定する。このとき、カメラ12及び利用者の顔の距離が30cmである状況下で利用者の頭部が5mm/sの速度で移動するとしたとき、利用者の顔は、実測で1フレームにつき0.5ピクセルの割合で移動する。

[0066] これらのことから、利用者の顔が5mm/sの速度で移動すると、前後のフレーム間で輝度の変化量は、0.1 ($= 0.2 \times 0.5$) 程度となる。

[0067] 一方、脈拍による輝度変化の振幅は2程度である。そこで、脈拍数が60拍/分、すなわち1秒間に1拍である場合における輝度差の波形を正弦波で表した時の変化量を求める。

[0068] 図7は、脈拍に伴う輝度変化の一例を示す図である。図7に示す縦軸は、G成分の輝度差を指し、図7に示す横軸は、時間（秒）を指す。図7に示すように、カメラ12のフレームレートが20fpsであるとしたとき、0秒から0.1秒の付近で輝度変化が最も大きく0.5程度となることがわかる。従って、前後フレーム間でROIの輝度差は、最も大きい場合で0.5程度である。

[0069] 以上のことから、前後のフレームでROIを固定したとき、顔の位置が変化する場合における輝度変化は、0.1程度である一方で、脈拍変化による輝度変化は、0.5程度であると言える。したがって、本実施例では、S/N比は、5程度となるので、顔の位置が変化したとしても、その影響をある程度除去できることが期待できる。

[0070] 続いて、本実施例に係る脈波検出処理を適用することによって得られた脈波信号の波形を例示し、これをROIの更新を制限しない場合に得られる脈波信号と比較する。図8は、輝度の時間変化の一例を示す図である。図8に示す縦軸は、G成分の輝度差を指し、図8に示す横軸は、フレーム数を指す。図8には、本実施例に係る脈波信号が実線で示される一方で、従来技術、すなわちROIの更新の制限なしに係る脈波信号を破線で示されている。

[0071] 図8に示すように、従来技術に係る脈波信号には、輝度変化が5前後であり、脈拍では現れないノイズが現れていることがわかる。一方、本実施例に係る脈波信号には、従来技術に係る脈波信号で現れているノイズが低減されていることがわかる。それ故、本実施例では、脈波の検出精度の低下を抑制できる。

実施例 2

[0072] さて、上記の実施例1では、フレーム間でROIの輝度差を求める場合にROIに含まれる画素の輝度値の重みを一律にして代表値を算出する場合を例示したが、ROIに含まれる画素の間で重みを変えることもできる。そこで、本実施例では、一例として、ROIに含まれる画素のうち特定の領域に含まれる画素とそれ以外の領域に含まれる画素との間で重みを変えて輝度の

代表値を算出する場合について説明する。

[0073] [脈波検出装置 20 の構成]

図 9 は、実施例 2 に係る脈波検出装置 20 の機能的構成を示すブロック図である。図 9 に示す脈波検出装置 20 は、図 1 に示した脈波検出装置 10 に比べて、ROI 記憶部 21 と、重み付け部 22 とをさらに有し、算出部 23 の処理内容の一部が算出部 17 と異なる点に相違点がある。なお、ここでは、図 1 に示す機能部と同様の機能を発揮する機能部には同一の符号を付し、その説明を省略することとする。

[0074] ROI 記憶部 21 は、ROI の配置位置を記憶する記憶部である。

[0075] 一実施形態として、ROI 記憶部 21 には、ROI 設定部 16 によって ROI が設定される度に、画像が取得されたフレームに ROI の配置位置が対応付けて登録される。かかる ROI 記憶部 21 は、一例として、ROI に含まれる画素に重みを付与する場合に、過去にフレームが取得された場合にその前後のフレームに設定された ROI の配置位置が参照される。

[0076] 重み付け部 22 は、ROI に含まれる画素に重みを付与する処理部である。

[0077] 一実施形態として、重み付け部 22 は、ROI に含まれる画素のうち境界部分の画素に他の部分の画素よりも小さい重みを付与する。例えば、重み付け部 22 は、図 10 や図 11 に示す重み付けを実行することができる。図 10 及び図 11 は、重み付け方法の一例を示す図である。図 10 及び図 11 に示す塗りつぶしのうち、濃い方の塗りつぶしは、薄い塗りつぶしに比べて大きい重み w_1 が付与される画素を表す一方で、薄い方の塗りつぶしは、濃い塗りつぶしに比べて小さい重み w_2 が付与される画素を表す。なお、図 10 には、フレーム N で算出された ROI とともに、フレーム N-1 で算出されていた ROI が図示されている。

[0078] 例えば、図 10 に示す重み付けの場合、重み付け部 22 は、フレーム N が取得された場合に ROI 設定部 16 によって算出された ROI のうち、フレーム N-1 の ROI 及びフレーム N の ROI の間で互いが重複する部分、す

なわち濃い塗りつぶしに含まれる画素に重み w_1 ($>w_2$) を付与する。一方、重み付け部22は、フレーム $N-1$ のROI及びフレーム N のROIの間で互いが重複しない部分、すなわち薄い塗りつぶしに含まれる画素に重み w_2 ($>w_1$) を付与する。これによって、フレーム間でROIが重複する部分の重みを重複しない部分よりも大きくすることができる結果、顔上の同一の箇所から積算に用いる輝度変化を採取できる公算を高めることができる。

[0079] また、図11に示す重み付けの場合、重み付け部22は、フレーム N が取得された場合にROI設定部16によって算出されたROIのうち、ROIを形成する各辺から所定の範囲内の領域、すなわち薄い塗りつぶしの領域に含まれる画素に重み w_2 ($>w_1$) を付与する。一方、重み付け部22は、フレーム N が取得された場合にROI設定部16によって算出されたROIのうち、ROIを形成する各辺から所定の範囲外の領域、すなわち濃い塗りつぶしの領域に含まれる画素に重み w_1 ($>w_2$) を付与する。これによって、ROIの境界部分の重みを中心部分の重みよりも小さくできる結果、図9の例と同様に、顔上の同一の箇所から積算に用いる輝度変化を採取できる公算を高めることができる。

[0080] 算出部23は、重み付け部22によってフレーム N 及びフレーム $N-1$ ごとにROI内の各画素に付与された重み w_1 及び重み w_2 にしたがってROI内の各画素の画素値を加重平均する処理をフレームごとに実行する。これによって、フレーム N におけるROI内の輝度の代表値と、フレーム $N-1$ におけるROI内の輝度の代表値とを算出する。これ以外の処理については、算出部23は、図1に示した算出部17と同様の処理を実行する。

[0081] [処理の流れ]

図12は、実施例2に係る脈波検出処理の手順を示すフローチャートである。この処理は、図3に示した場合と同様に、脈波検出プログラムがアクティブな状態にある場合に実行することもできるし、脈波検出プログラムがバックグラウンドで動作している場合にも実行することができる。なお、図12には、重み付け方法のうち図10に示した重み付けが適用された場合のフ

ローチャートが図示されており、図3に示したフローチャートと処理内容が異なる部分に異なる符号が付与されている。

[0082] 図12に示すように、取得部13によってフレームNの画像が取得されると（ステップS101）、顔検出部15は、ステップS101で取得されたフレームNの画像に顔検出を実行する（ステップS102）。

[0083] 続いて、ROI設定部16は、ステップS102で検出されたフレームNの画像に対する顔検出結果から、フレームN及びフレームN-1に対応する画像に設定するROIの配置位置を算出する（ステップS103）。その上で、ROI設定部16は、フレームN及びフレームN-1の両画像に対し、ステップS103で算出された配置位置に同一のROIを設定する（ステップS104）。

[0084] そして、重み付け部22は、ステップS103で算出されたROIのうち、フレームN-1のROI及びフレームNのROIの間で互いが重複する部分の画素を特定する（ステップS201）。

[0085] 続いて、重み付け部22は、フレームN-1及びフレームNのうちフレームを1つ選択する（ステップS202）。その上で、重み付け部22は、ステップS202で選択されたフレームのROIに含まれる画素のうちステップS201で重複部分と特定された画素に重み w_1 ($>w_2$) を付与する（ステップS203）。さらに、重み付け部22は、ステップS202で選択されたフレームのROIに含まれる画素のうちステップS201で重複部分として特定されなかった非重複部分の画素に重み w_2 ($>w_1$) を付与する（ステップS204）。

[0086] その後、算出部23は、ステップS203及びステップS204で付与された重み w_1 及び重み w_2 にしたがってステップS202で選択されたフレームのROIに含まれる各画素の輝度値を加重平均する（ステップS205）。これによって、ステップS202で選択されたフレームにおけるROI内の輝度の代表値が算出されることになる。

[0087] そして、フレームN-1及びフレームNの各フレームについてROI内の

輝度の代表値が算出されるまで（ステップS206No）、上記のステップS203～ステップS205の処理を繰返し実行する。

[0088] その後、フレームN-1及びフレームNの各フレームについてROI内の輝度の代表値が算出された場合（ステップS206Yes）、算出部23は、次のような処理を実行する。すなわち、算出部23は、フレームN及びフレームN-1の間でROIの輝度差を算出する（ステップS106）。

[0089] その後、脈波検出部18は、フレーム1からフレームN-1までの各フレーム間で算出されたROIの輝度差が積算された積算値に、フレームN及びフレームN-1の間におけるROIの輝度差を積算する（ステップS107）。これによって、N番目のフレームが取得されたサンプリング時刻までの脈波信号を得ることができる。

[0090] そして、脈波検出部18は、ステップS107の演算の結果から、N番目のフレームが取得されたサンプリング時刻までの脈波信号、あるいは脈拍数などの脈波を検出し（ステップS108）、処理を終了する。

[0091] [効果の一側面]

上述してきたように、本実施例に係る脈波検出装置20においても、カメラ12で撮像された画像の顔検出結果から輝度差を計算するROIを設定する場合にフレーム間で同一のROIを設定し、ROI内の輝度差から脈波信号を検出する。したがって、本実施例に係る脈波検出装置20によれば、上記の実施例1と同様に、脈波の検出精度の低下を抑制できる。

[0092] さらに、本実施例に係る脈波検出装置20では、フレーム間でROIが重複する部分の重みを重複しない部分よりも大きくすることができる結果、顔上の同一の箇所から積算に用いる輝度変化を採取できる公算を高めることができる。

実施例 3

[0093] さて、上記の実施例1では、フレーム間でROIの輝度差を求める場合にROIに含まれる画素の輝度値の重みを一律にして代表値を算出する場合を例示したが、ROIに含まれる全ての画素を輝度の代表値の算出に用いずと

もよい。そこで、本実施例では、一例として、ROIをブロックに分割し、ブロックのうち所定の条件を満たすブロックをROI内の輝度の代表値の算出に用いる場合について説明する。

[0094] [脈波検出装置30の構成]

図13は、実施例3に係る脈波検出装置30の機能的構成を示すブロック図である。図13に示す脈波検出装置30は、図1に示した脈波検出装置10に比べて、分割部31と、抽出部32とをさらに有し、算出部33の処理内容の一部が算出部17と異なる点に相違点がある。なお、ここでは、図1に示す機能部と同様の機能を発揮する機能部には同一の符号を付し、その説明を省略することとする。

[0095] 分割部31は、ROIを分割する処理部である。

[0096] 一実施形態として、分割部31は、ROI設定部16によって設定されたROIを所定数のブロック、例えば縦6個×横9個のブロックに分割する。ここでは、ROIがブロックに分割される場合を例示したが、必ずしもブロック状に分割されずともよく、他の任意の形状で分割することができる。

[0097] 抽出部32は、分割部31によって分割されたブロックのうち所定の条件を満たすブロックを抽出する処理部である。

[0098] 一実施形態として、抽出部32は、分割部31によって分割されたブロックのうちブロックを1つ選択する。続いて、抽出部32は、フレームN及びフレームN-1の間で同一の位置にあるブロックごとに当該ブロックの輝度の代表値の差分を算出する。その上で、抽出部32は、画像上で同一の位置にあるブロック間で輝度の代表値の差分が所定の閾値未満である場合に、当該ブロックを輝度変化の算出対象として抽出する。そして、抽出部32は、分割部31によって分割された全てのブロックが選択されるまで、上記の閾値判定を繰返し実行する。

[0099] 算出部33は、分割部31によって分割されたブロックのうち抽出部32によって抽出されたブロック内の各画素の輝度値を用いて、ROI内の輝度の代表値をフレームN及びフレームN-1ごとに算出する。これによって、

フレームNにおけるROI内の輝度の代表値と、フレームN-1におけるROI内の輝度の代表値とを算出する。これ以外の処理については、算出部33は、図1に示した算出部17と同様の処理を実行する。

[0100] 図14は、ROIの遷移例を示す図である。図15は、ブロックの抽出例を示す図である。図14に示すように、フレームNで算出されたROIの配置位置がフレームN-1で算出されていたROIの配置位置よりも鉛直上方向へ遷移した場合、輝度変化を算出する箇所のずれが生じるとともに、顔上で輝度勾配が大きい箇所がROIに含まれることとなる。すなわち、左目400L、右目400R、鼻400Cや口400Mの一部がROIに含まれる。これら輝度勾配が大きい顔パーツは、ノイズの原因となるが、抽出部33による閾値判定によって、図15に示すように、左目400L、右目400R、鼻400Cや口400Mなどの顔パーツの一部が含まれるブロックはROI内の輝度の代表値の算出対象から除外できる。この結果、脈拍よりも大きい顔パーツの輝度変化がROIに含まれる事態を抑制できる。

[0101] なお、同一の位置にあるブロック間で輝度の代表値の差分が閾値以上であるブロックの割合が所定の割合、例えば3分の2以上となったとき、フレームN-1のROIからの位置移動量が大きい時は、カレントであるフレームNのROIの配置位置が信用できない公算が高いので、フレームN-1で算出されたROIの配置位置をフレームNで算出されたROIの配置位置の代わりに使用することとしてもかまわない。また、フレームN-1のROIからの移動量が小さい時は、処理を中止することとしてもよい。

[0102] [処理の流れ]

図16は、実施例3に係る脈波検出処理の手順を示すフローチャートである。この処理は、図3に示した場合と同様に、脈波検出プログラムがアクティブな状態にある場合に実行することもできるし、脈波検出プログラムがバックグラウンドで動作している場合にも実行することができる。なお、図13には、図3に示したフローチャートと処理内容が異なる部分に異なる符号が付与されている。

[0103] 図16に示すように、取得部13によってフレームNの画像が取得されると（ステップS101）、顔検出部15は、ステップS101で取得されたフレームNの画像に顔検出を実行する（ステップS102）。

[0104] 続いて、ROI設定部16は、ステップS102で検出されたフレームNの画像に対する顔検出結果から、フレームN及びフレームN-1に対応する画像に設定するROIの配置位置を算出する（ステップS103）。その上で、ROI設定部16は、フレームN及びフレームN-1の両画像に対し、ステップS103で算出された配置位置に同一のROIを設定する（ステップS104）。

[0105] そして、分割部31は、ステップS104で設定されたROIをブロックに分割する（ステップS301）。続いて、抽出部32は、ステップS301で分割されたブロックのうちブロックを1つ選択する（ステップS302）。

[0106] その後、抽出部32は、フレームN及びフレームN-1の間で同一の位置にあるブロックごとに当該ブロックの輝度の代表値の差分を算出する（ステップS303）。その上で、抽出部32は、画像上で同一の位置にあるブロック間で輝度の代表値の差分が所定の閾値未満であるか否かを判定する（ステップS304）。

[0107] ここで、画像上で同一の位置にあるブロック間で輝度の代表値の差分が閾値未満である場合（ステップS304 Yes）には、顔パーツなどの輝度勾配が大きいものがブロックに含まれていない可能性が高いと推定できる。この場合、抽出部32は、当該ブロックを輝度変化の算出対象として抽出する（ステップS305）。一方、画像上で同一の位置にあるブロック間で輝度の代表値の差分が閾値以上である場合（ステップS304 No）には、顔パーツなどの輝度勾配が大きいものがブロックに含まれている可能性が高いと推定できる。この場合、当該ブロックは輝度変化の算出対象として抽出されず、ステップS306へ移行する。

[0108] そして、抽出部32は、ステップS301で分割された各ブロックが選択

されるまで（ステップS306No）、上記のステップS302～ステップS305までの処理を繰返し実行する。

[0109] その後、ステップS301で分割された各ブロックが選択されると（ステップS306Yes）、ステップS301で分割されたブロックのうちステップS305で抽出されたブロック内の各画素の輝度値を用いて、ROI内の輝度の代表値をフレームN及びフレームN-1ごとに算出する（ステップS307）。続いて、算出部23は、フレームN及びフレームN-1の間でROIの輝度差を算出する（ステップS106）。

[0110] そして、脈波検出部18は、フレーム1からフレームN-1までの各フレーム間で算出されたROIの輝度差が積算された積算値に、フレームN及びフレームN-1の間におけるROIの輝度差を積算する（ステップS107）。これによって、N番目のフレームが取得されたサンプリング時刻までの脈波信号を得ることができる。

[0111] そして、脈波検出部18は、ステップS107の演算の結果から、N番目のフレームが取得されたサンプリング時刻までの脈波信号、あるいは脈拍数などの脈波を検出し（ステップS108）、処理を終了する。

[0112] [効果の一側面]

上述してきたように、本実施例に係る脈波検出装置30においても、カメラ12で撮像された画像の顔検出結果から輝度差を計算するROIを設定する場合にフレーム間で同一のROIを設定し、ROI内の輝度差から脈波信号を検出する。したがって、本実施例に係る脈波検出装置30によれば、上記の実施例1と同様に、脈波の検出精度の低下を抑制できる。

[0113] さらに、本実施例に係る脈波検出装置30では、ROIをブロックに分割し、同一の位置にあるブロック間で輝度の代表値の差分が所定の閾値未満である場合に当該ブロックを輝度変化の算出対象として抽出する。それ故、本実施例に係る脈波検出装置30によれば、顔パーツの一部が含まれるブロックをROI内の輝度の代表値の算出対象から除外できる結果、脈拍よりも大きい顔パーツの輝度変化がROIに含まれる事態を抑制できる。

実施例 4

[0114] さて、これまで開示の装置に関する実施例について説明したが、本発明は上述した実施例以外にも、種々の異なる形態にて実施されてよいものである。そこで、以下では、本発明に含まれる他の実施例を説明する。

[0115] [応用例]

上記の実施例 1～3 では、ROI のサイズを固定とする場合を例示したが、輝度変化を算出する度に ROI のサイズを変更することができる。例えば、フレーム N 及びフレーム N-1 の間で ROI の移動量が所定の閾値以上である場合、フレーム N-1 の ROI を、上記の実施例 2 で説明した重み w_1 の部分に絞り込むこととしてもよい。

[0116] [他の実装例]

上記の実施例 1～3 では、脈波検出装置 10～30 が上記の脈波検出処理をスタンドアローンで実行する場合を例示したが、クライアントサーバシステムとして実装することもできる。例えば、脈波検出装置 10～30 は、脈波検出処理を実行する Web サーバとして実装することとしてもよいし、脈波検出処理が実現するサービスをアウトソーシングによって提供するクラウドとして実装することとしてもかまわない。このように、脈波検出装置 10～30 をサーバ装置として動作する場合には、スマートフォンや携帯電話機等の携帯端末装置やパーソナルコンピュータ等の情報処理装置をクライアント端末として収容することができる。これらクライアント端末からネットワークを介して画像が取得された場合に上記の脈波検出処理を実行し、脈波の検出結果や検出結果を用いてなされた診断結果をクライアント端末へ応答することによって脈波検出サービスを提供できる。

[0117] [脈波検出プログラム]

また、上記の実施例で説明した各種の処理は、予め用意されたプログラムをパーソナルコンピュータやワークステーションなどのコンピュータで実行することによって実現することができる。そこで、以下では、図 17 を用いて、上記の実施例と同様の機能を有する脈波検出プログラムを実行するコン

コンピュータの一例について説明する。

[0118] 図17は、実施例1～実施例4に係る脈波検出プログラムを実行するコンピュータの一例について説明するための図である。図17に示すように、コンピュータ100は、操作部110aと、スピーカ110bと、カメラ110cと、ディスプレイ120と、通信部130とを有する。このコンピュータ100は、CPU150と、ROM160と、HDD170と、RAM180とを有する。これら110～180の各部はバス140を介して接続される。

[0119] HDD170には、図17に示すように、上記の実施例1～3で示した各処理部と同様の機能を発揮する脈波検出プログラム170aが記憶される。この脈波検出プログラム170aについても、図1、図9または図13に示した各処理部と同様、統合又は分離してもよい。すなわち、HDD170に格納される各データは、常に全てのデータがHDD170に格納されずともよく、処理に用いるデータがHDD170に格納されればよい。

[0120] そして、CPU150が、脈波検出プログラム170aをHDD170から読み出してRAM180に展開する。これによって、図17に示すように、脈波検出プログラム170aは、脈波検出プロセス180aとして機能する。この脈波検出プロセス180aは、HDD170から読み出した各種データをRAM180上の自身に割り当てられた領域に展開し、この展開した各種データに基づいて各種処理を実行する。この脈波検出プロセス180aには、図1、図9または図13に示した各処理部にて実行される処理、例えば図3、図12または図16に示す処理が含まれる。また、CPU150上で仮想的に実現される各処理部は、常に全ての処理部がCPU150上で動作されずともよく、処理に用いる処理部が仮想的に実現されればよい。

[0121] なお、上記の脈波検出プログラム170aは、必ずしも最初からHDD170やROM160に記憶させておかずともかまわない。例えば、コンピュータ100に挿入されるフレキシブルディスク、いわゆるFD、CD-ROM、DVDディスク、光磁気ディスク、ICカードなどの「可搬用の物理媒

体」に各プログラムを記憶させる。そして、コンピュータ１００がこれらの可搬用の物理媒体から各プログラムを取得して実行するようにしてもよい。また、公衆回線、インターネット、ＬＡＮ、ＷＡＮなどを介してコンピュータ１００に接続される他のコンピュータまたはサーバ装置などに各プログラムを記憶させておき、コンピュータ１００がこれらから各プログラムを取得して実行するようにしてもよい。

符号の説明

[0122]	１０	脈波検出装置
	１１	表示部
	１２	カメラ
	１３	取得部
	１４	画像記憶部
	１５	顔検出部
	１６	ＲＯＩ設定部
	１７	算出部
	１８	脈波検出部

請求の範囲

- [請求項1] コンピュータが、
 画像を取得し、
 前記画像に顔検出を実行し、
 前記画像が取得されたフレームと前記フレームよりも前のフレーム
 に対し、前記顔検出の結果にしたがって同一の関心領域を設定し、
 前記フレーム及び前記前のフレームの間で得られる輝度差から脈波
 信号を検出する
 処理を実行することを特徴とする脈波検出方法。
- [請求項2] 前記コンピュータが、
 前記関心領域が設定された場合に、前記関心領域と、前記関心領域
 が設定される前に設定されていた関心領域との間で重複する部分の画
 素に、重複しない部分の画素よりも大きい重みを付与し、
 前記フレーム及び前記前のフレームごとに、前記関心領域内の各画
 素に付与された重みにしたがって前記関心領域内の各画素の輝度値に
 対する平均処理を行う処理をさらに実行することを特徴とする請求項
 1に記載の脈波検出方法。
- [請求項3] 前記コンピュータが、
 前記関心領域が設定された場合に、前記関心領域を形成する外周の
 境界部分に存在する画素と、前記関心領域を形成する中心部分に存在
 する画素との間で異なる重みを付与し、
 前記フレーム及び前記前のフレームごとに、前記関心領域内の各画
 素に付与された重みにしたがって前記関心領域内の各画素の輝度値に
 対する平均処理を行う処理をさらに実行することを特徴とする請求項
 1に記載の脈波検出方法。
- [請求項4] 前記コンピュータが、
 前記関心領域をブロックに分割し、
 前記フレーム及び前記前のフレームの間で同一の位置にあるブロッ

ク同士の輝度の代表値の差分が所定の閾値未満である場合に当該ブロックを抽出し、

前記フレーム及び前記前のフレームごとに、抽出されたブロック内の各画素の輝度値を用いて、前記関心領域内の輝度の代表値を算出する処理をさらに実行することを特徴とする請求項 1 に記載の脈波検出方法。

[請求項5]

コンピュータに、

画像を取得し、

前記画像に顔検出を実行し、

前記画像が取得されたフレームと前記フレームよりも前のフレームに対し、前記顔検出の結果にしたがって同一の関心領域を設定し、

前記フレーム及び前記前のフレームの間で得られる輝度差から脈波信号を検出する

処理を実行させることを特徴とする脈波検出プログラム。

[請求項6]

前記コンピュータに、

前記関心領域が設定された場合に、前記関心領域と、前記関心領域が設定される前に設定されていた関心領域との間で重複する部分の画素に、重複しない部分の画素よりも大きい重みを付与し、

前記フレーム及び前記前のフレームごとに、前記関心領域内の各画素に付与された重みにしたがって前記関心領域内の各画素の輝度値に対する平均処理を行う処理をさらに実行させることを特徴とする請求項 5 に記載の脈波検出プログラム。

[請求項7]

前記コンピュータに、

前記関心領域が設定された場合に、前記関心領域を形成する外周の境界部分に存在する画素と、前記関心領域を形成する中心部分に存在する画素との間で異なる重みを付与し、

前記フレーム及び前記前のフレームごとに、前記関心領域内の各画素に付与された重みにしたがって前記関心領域内の各画素の輝度値に

対する平均処理を行う処理をさらに実行させることを特徴とする請求項5に記載の脈波検出プログラム。

[請求項8]

前記コンピュータに、

前記関心領域をブロックに分割し、

前記フレーム及び前記前のフレームの間で同一の位置にあるブロック同士の輝度の代表値の差分が所定の閾値未満である場合に当該ブロックを抽出し、

前記フレーム及び前記前のフレームごとに、抽出されたブロック内の各画素の輝度値を用いて、前記関心領域内の輝度の代表値を算出する処理をさらに実行させることを特徴とする請求項5に記載の脈波検出プログラム。

[請求項9]

画像を取得する取得部と、

前記画像に顔検出を実行する顔検出部と、

前記画像が取得されたフレームと前記フレームよりも前のフレームに対し、前記顔検出の結果にしたがって同一の関心領域を設定する設定部と、

前記フレーム及び前記前のフレームの間で得られる輝度差から脈波信号を検出する脈波検出部と

を有することを特徴とする脈波検出装置。

[請求項10]

前記関心領域が設定された場合に、前記関心領域と、前記関心領域が設定される前に設定されていた関心領域との間で重複する部分の画素に、重複しない部分の画素よりも大きい重みを付与する重み付け部と、

前記フレーム及び前記前のフレームごとに、前記関心領域内の各画素に付与された重みにしたがって前記関心領域内の各画素の輝度値に対する平均処理を行う算出部とをさらに有することを特徴とする請求項9に記載の脈波検出装置。

[請求項11]

前記関心領域が設定された場合に、前記関心領域を形成する外周の

境界部分に存在する画素と、前記関心領域を形成する中心部分に存在する画素との間で異なる重みを付与する重み付け部と、

前記フレーム及び前記前のフレームごとに、前記関心領域内の各画素に付与された重みにしたがって前記関心領域内の各画素の輝度値に対する平均処理を行う算出部とをさらに有することを特徴とする請求項 9 に記載の脈波検出装置。

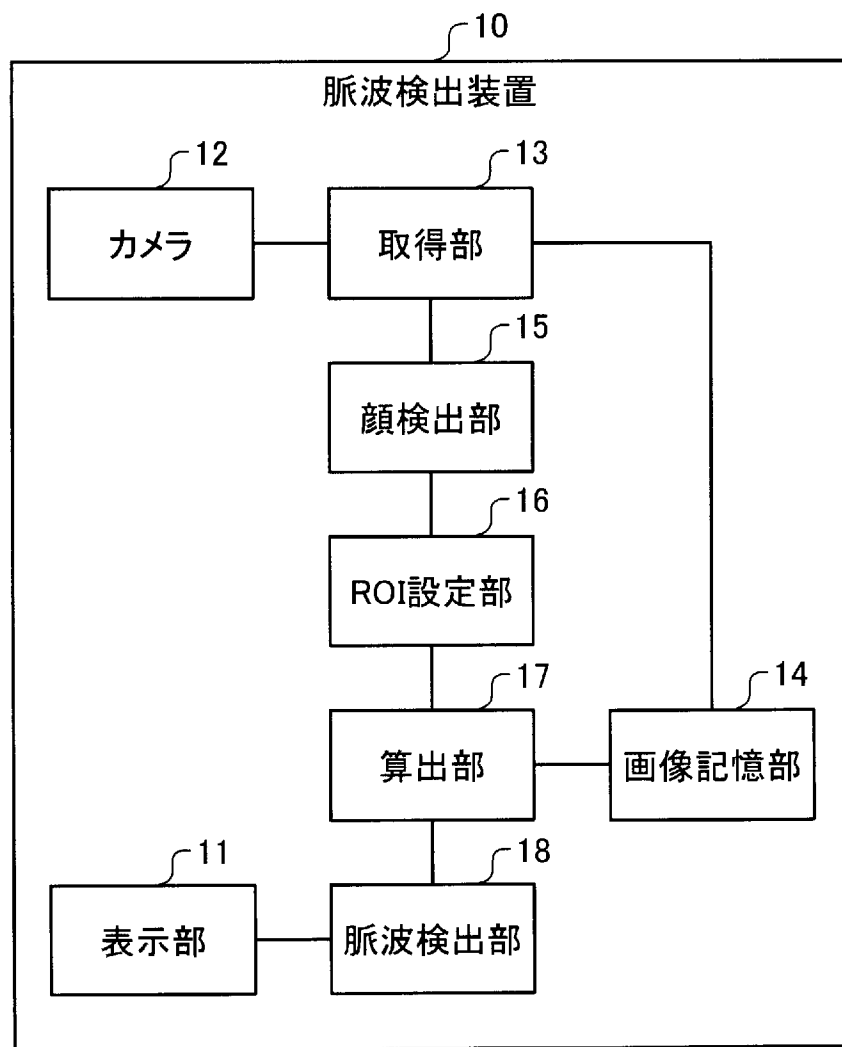
[請求項12]

前記関心領域をブロックに分割する分割部と、

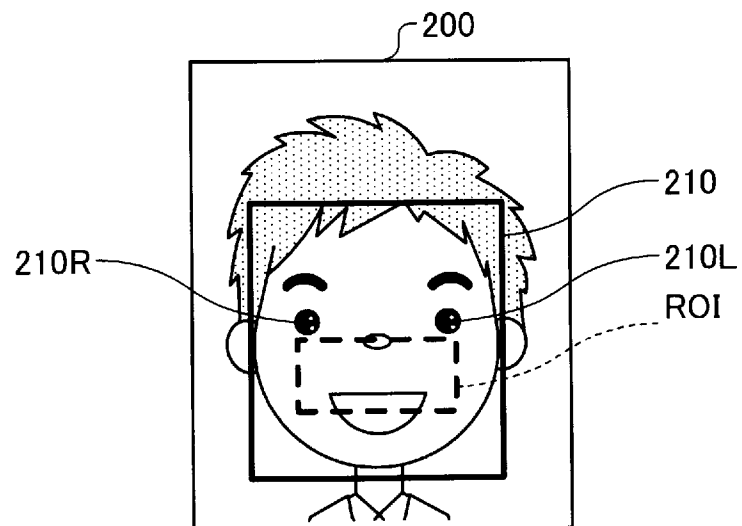
前記フレーム及び前記前のフレームの間で同一の位置にあるブロック同士の輝度の代表値の差分が所定の閾値未満である場合に当該ブロックを抽出する抽出部と、

前記フレーム及び前記前のフレームごとに、抽出されたブロック内の各画素の輝度値を用いて、前記関心領域内の輝度の代表値を算出する算出部とをさらに有することを特徴とする請求項 9 に記載の脈波検出装置。

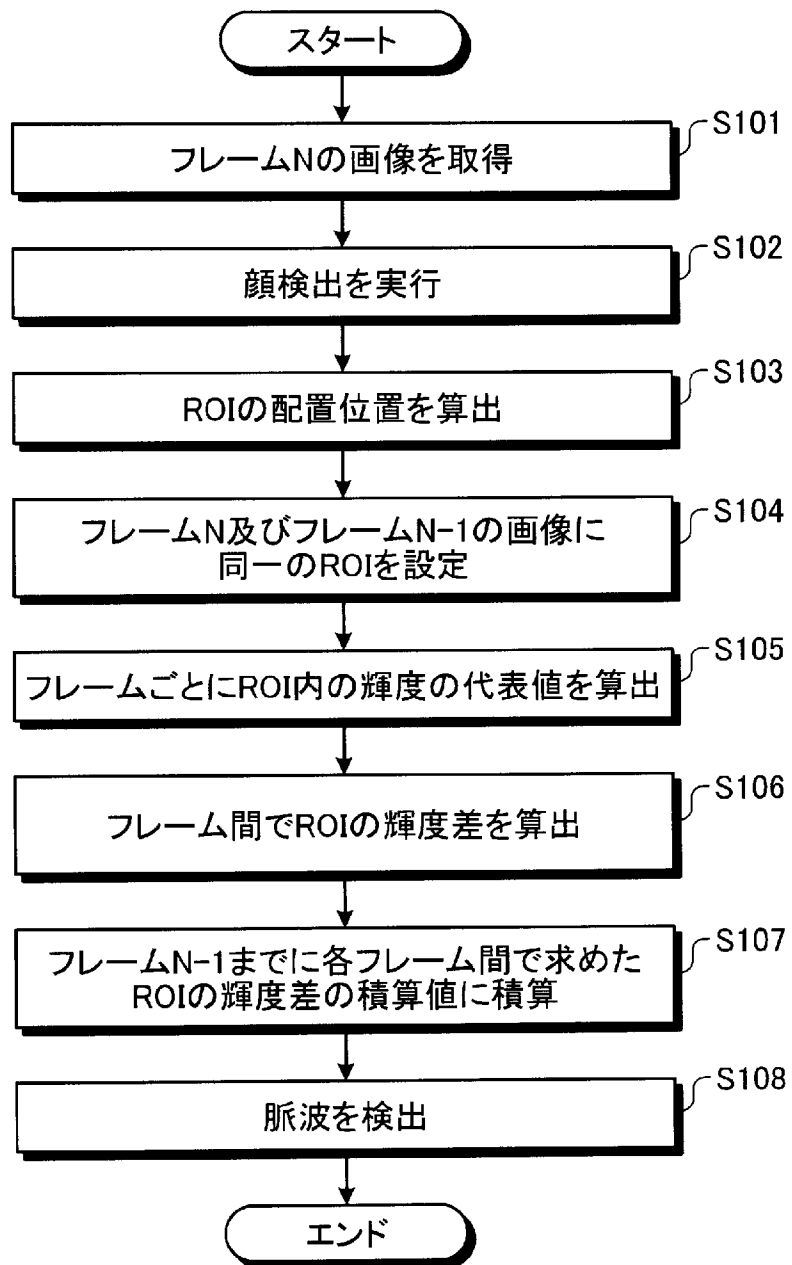
[図1]



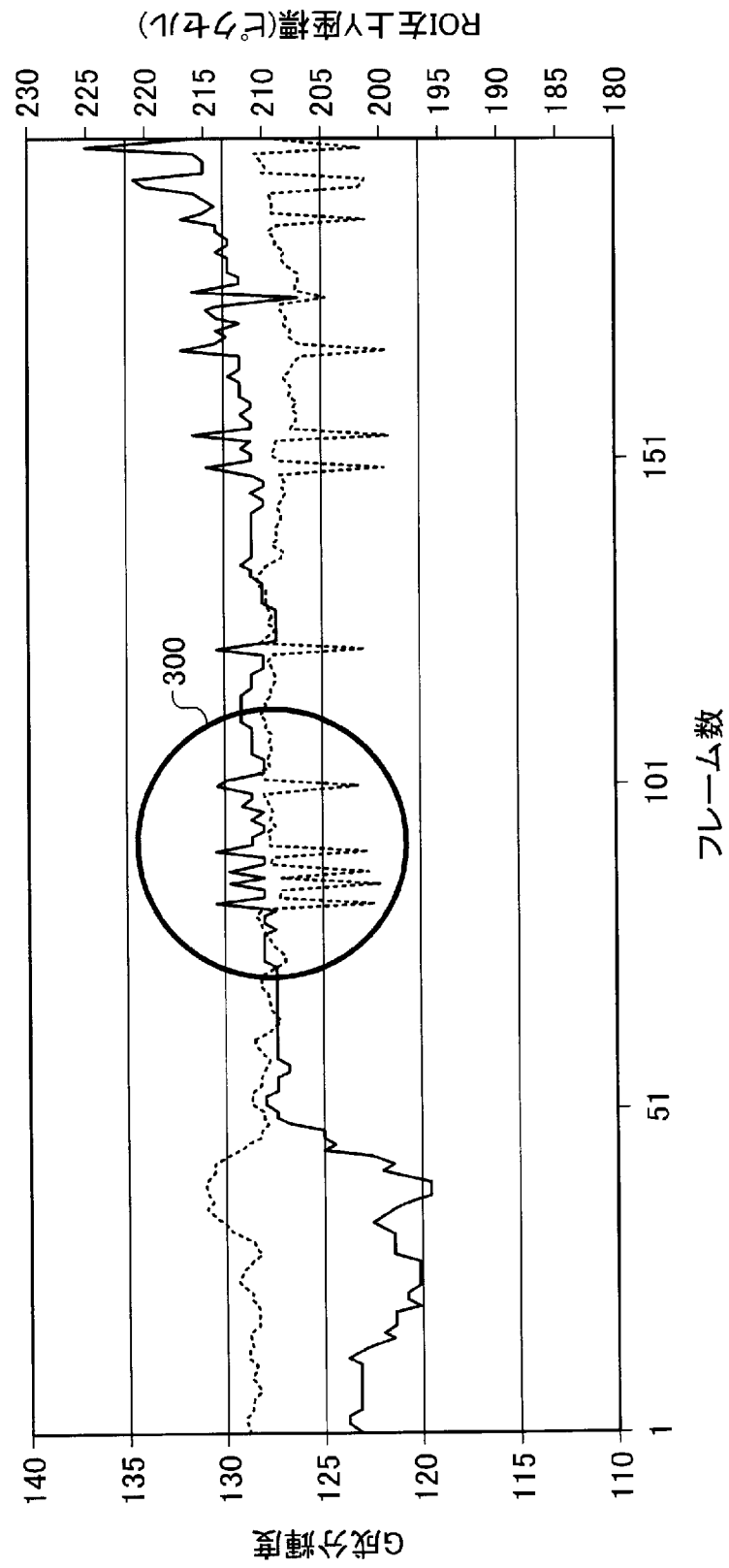
[図2]



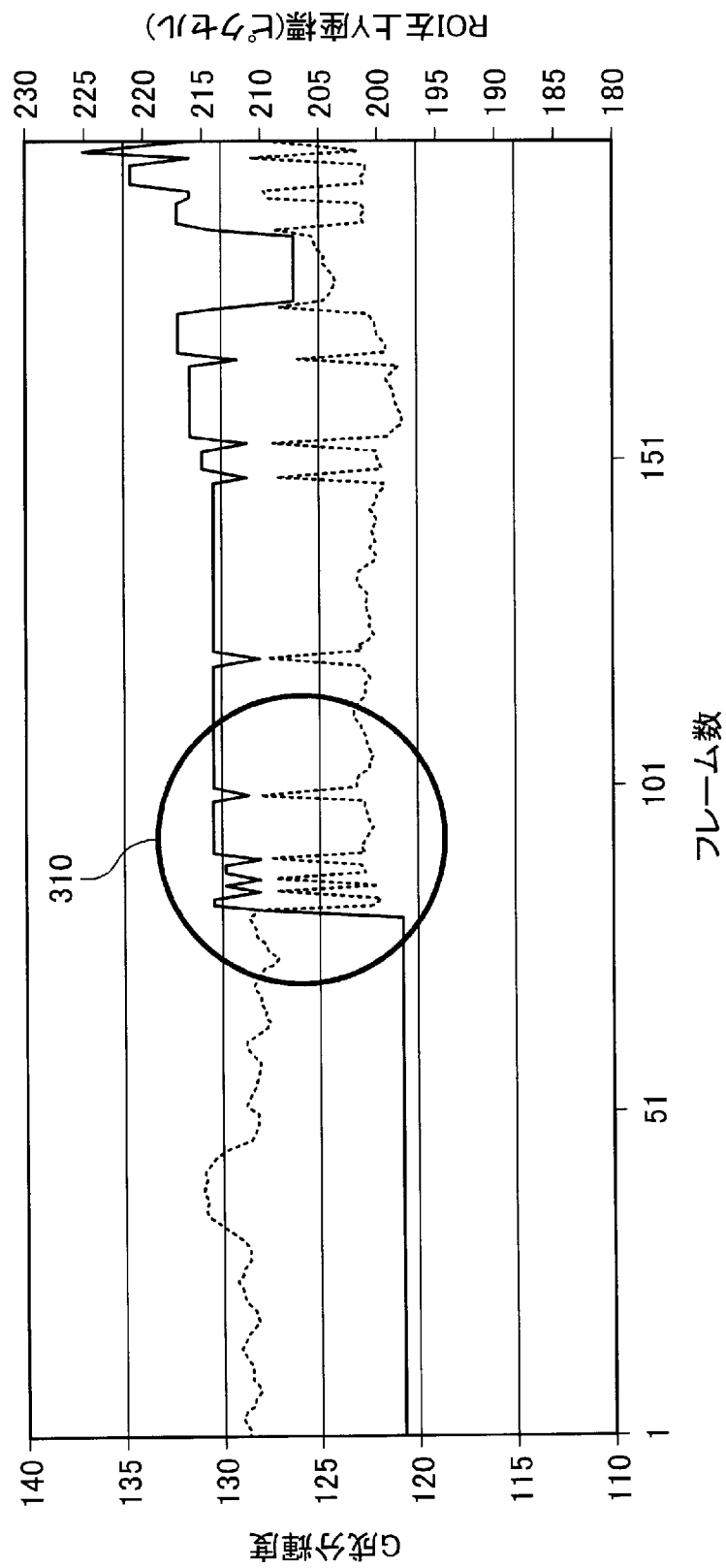
[図3]



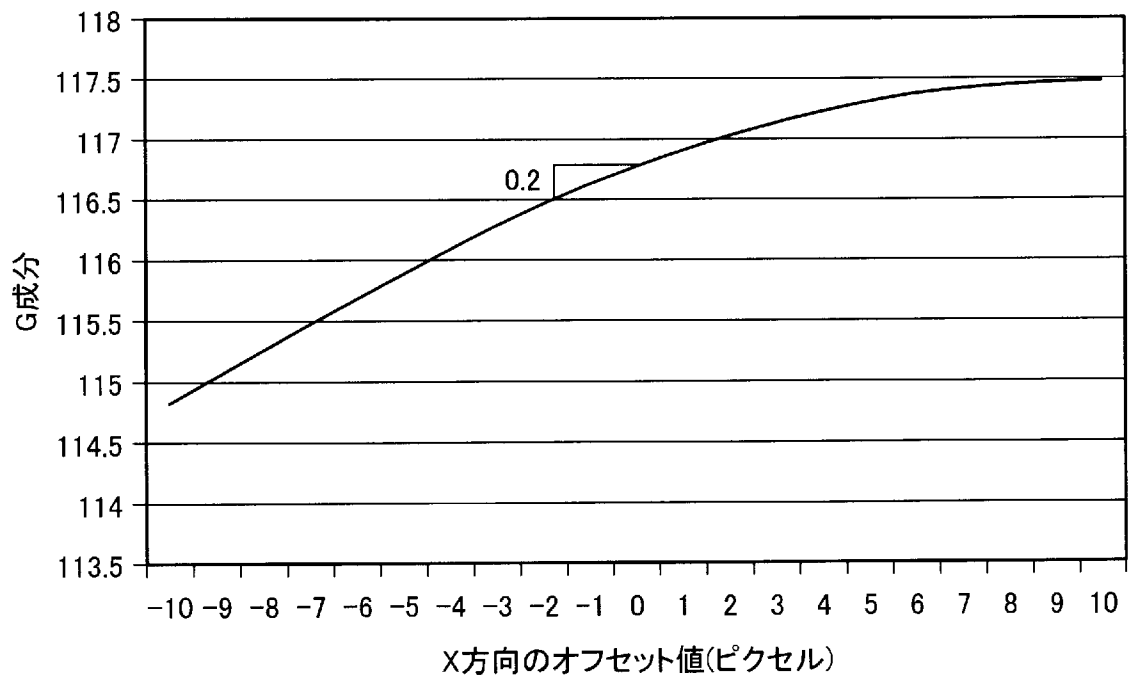
[図4]



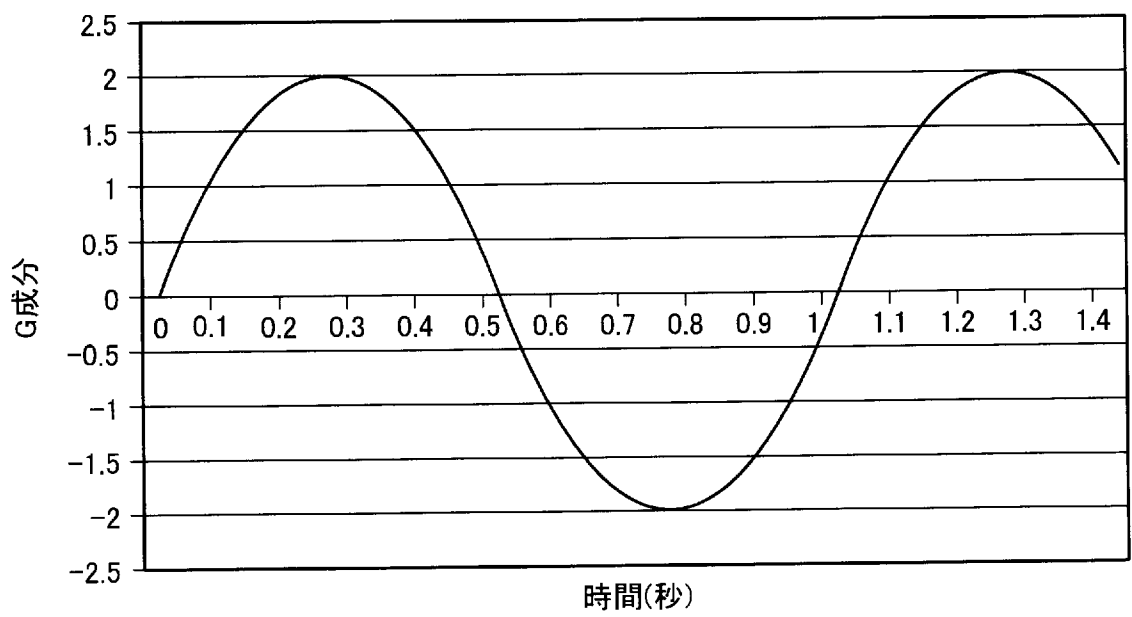
[図5]



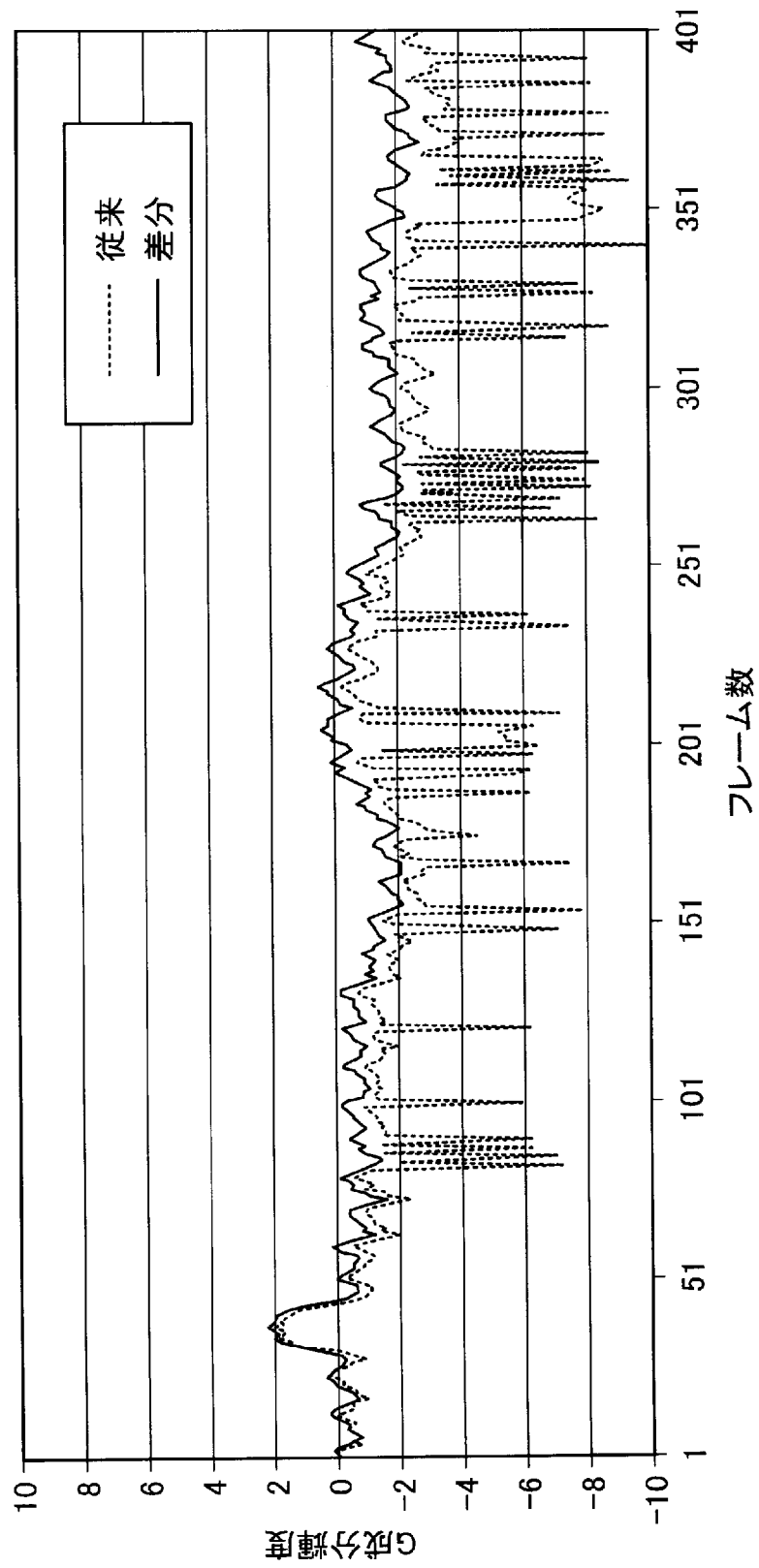
[図6]



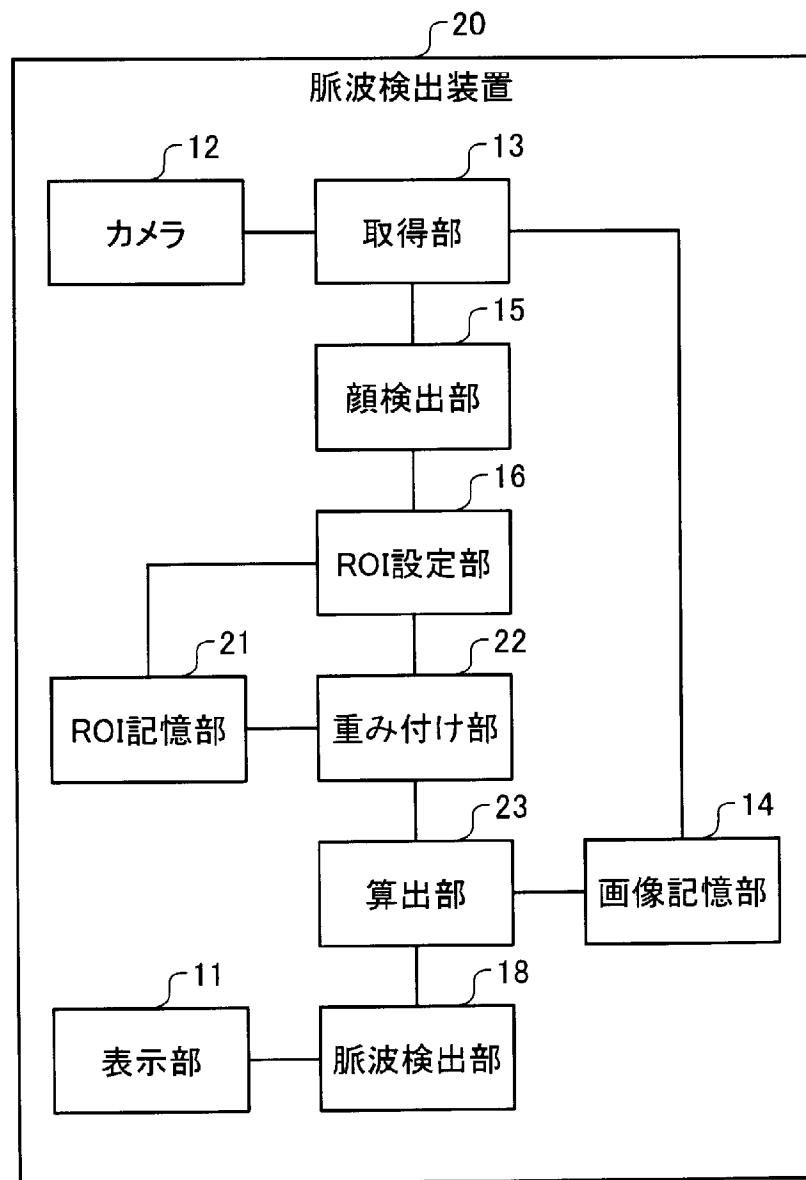
[図7]



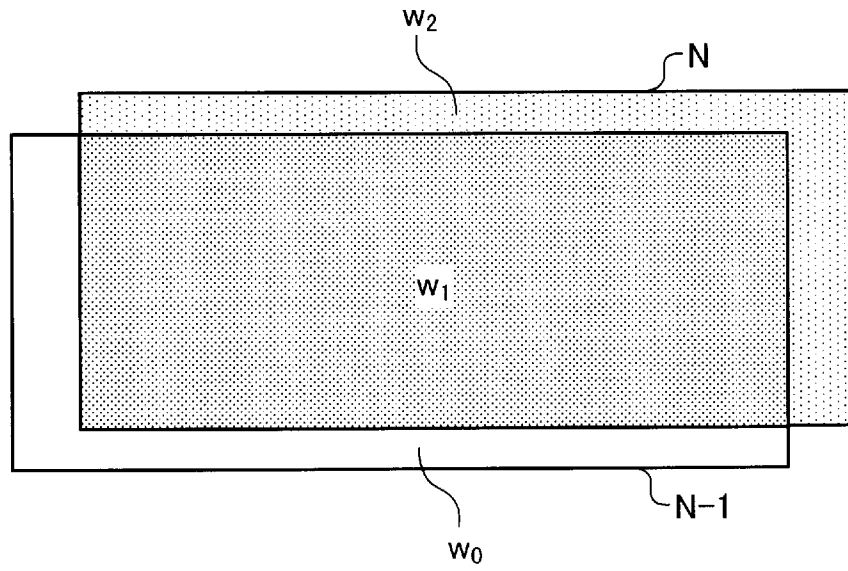
[図8]



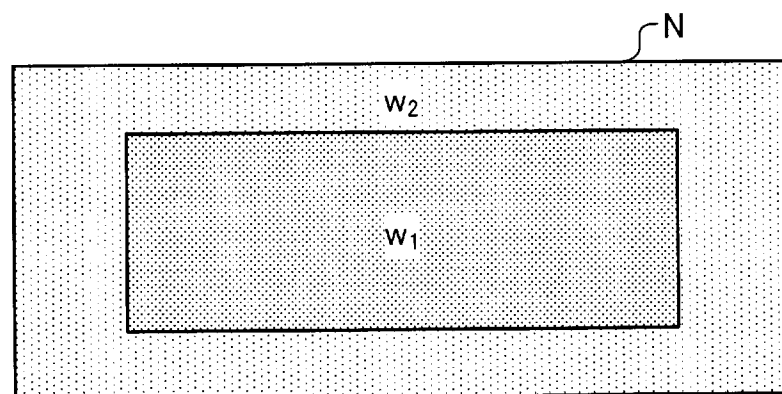
[図9]



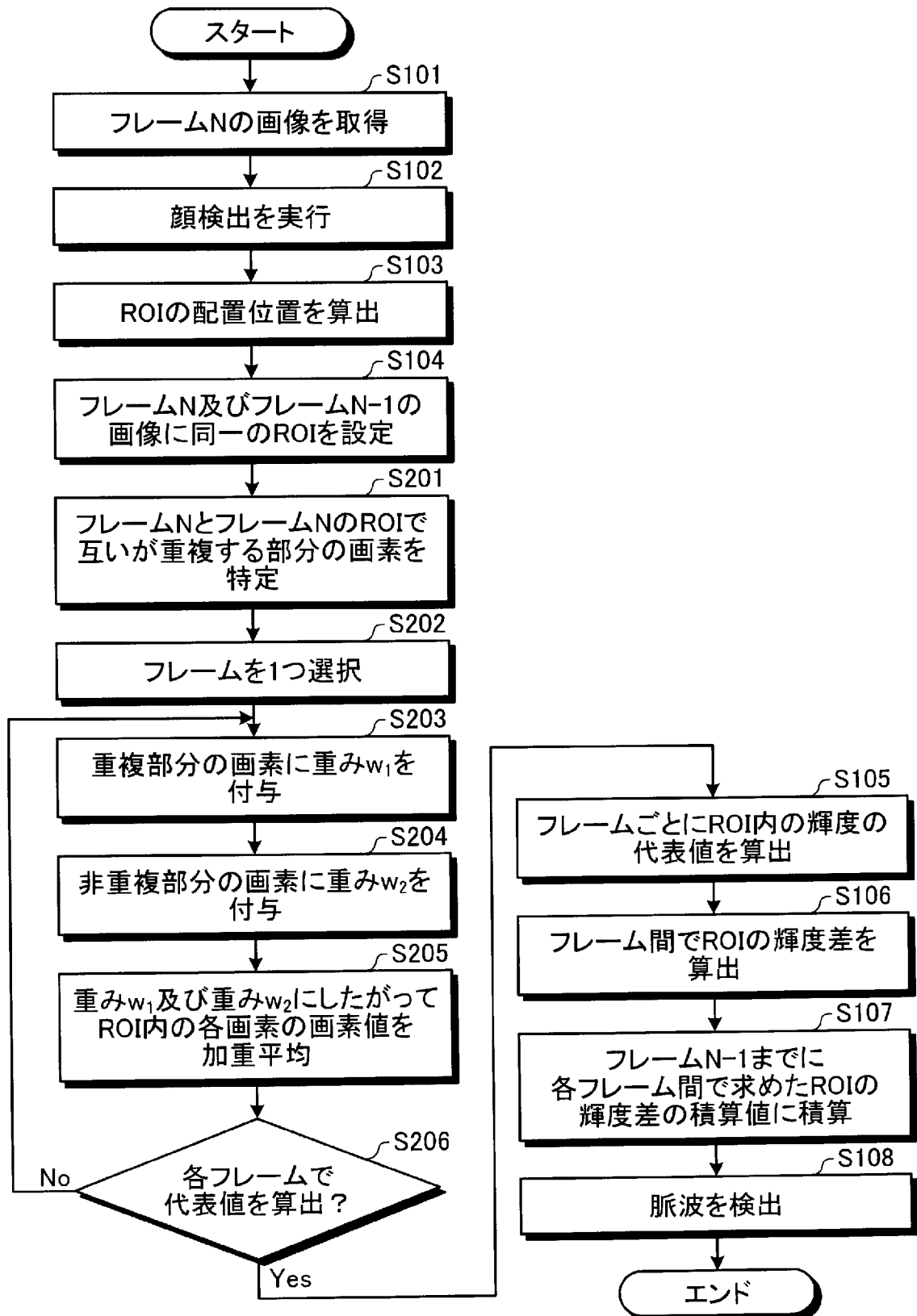
[図10]



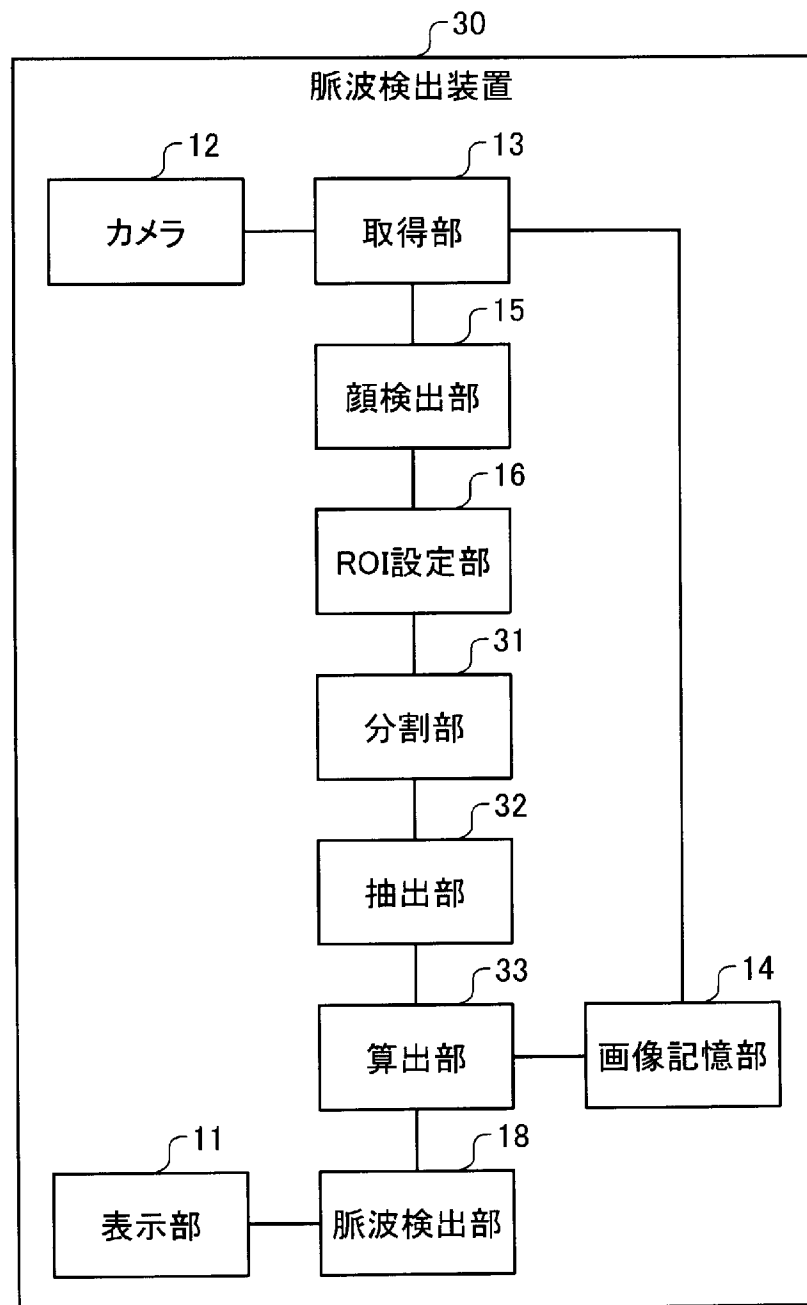
[図11]



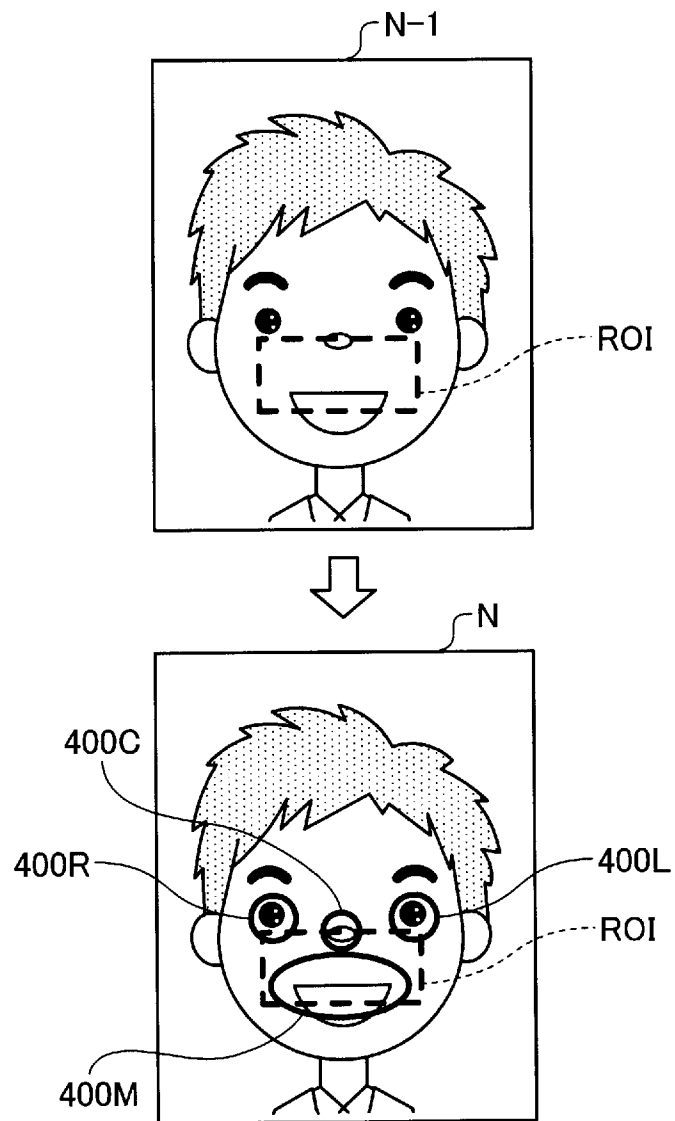
[図12]



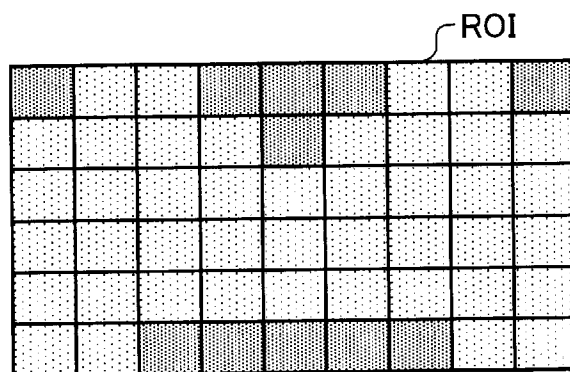
[図13]



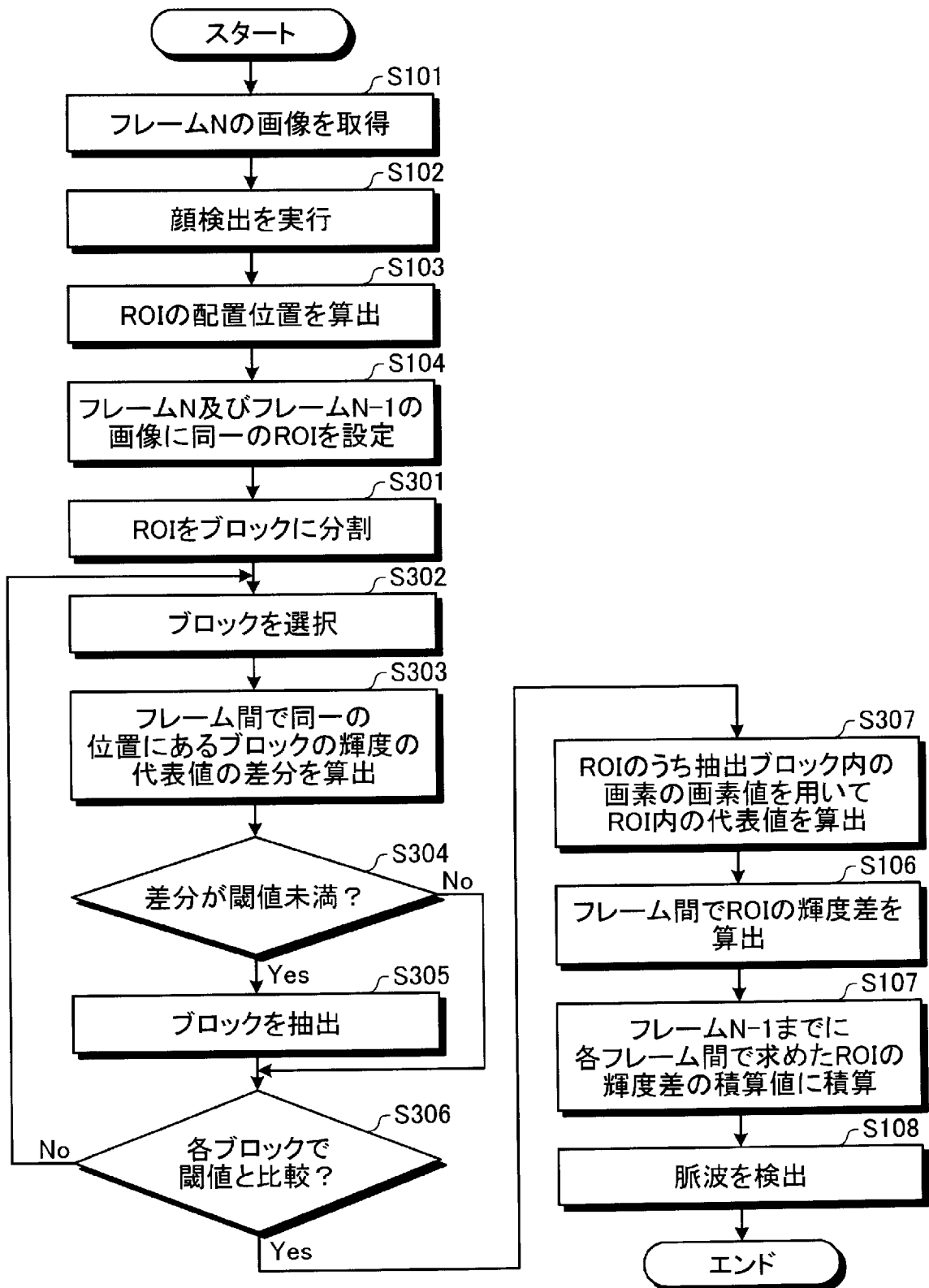
[図14]



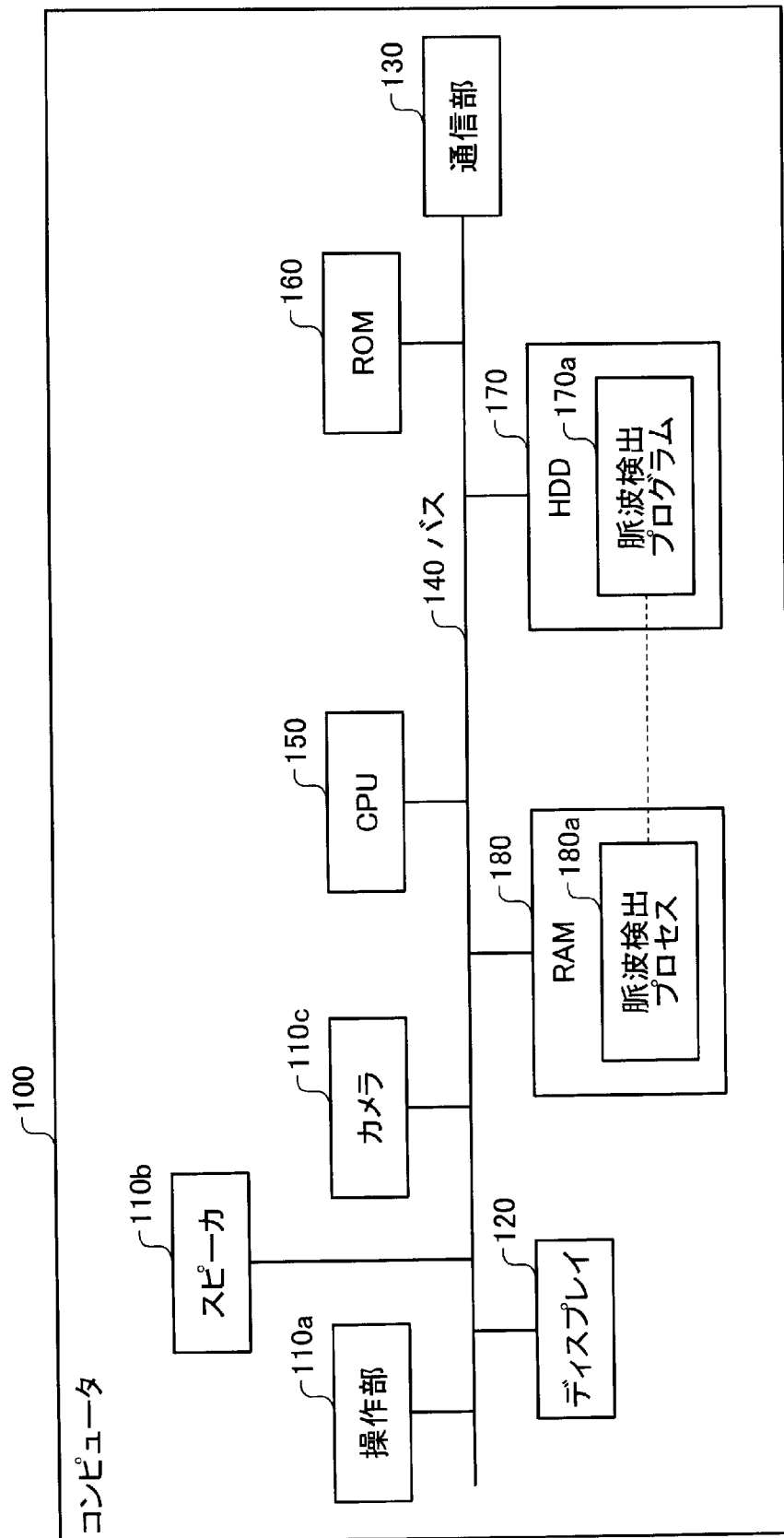
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/068094

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B5/0245(2006.01)i, A61B5/00(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)

A61B5/0245, A61B5/00

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
Y A	WO 2014/038077 A1 (Fujitsu Ltd.), 13 March 2014 (13.03.2014), paragraphs [0018] to [0021], [0025] to [0028], [0038]; fig. 2 (Family: none)	1, 5, 9 2-4, 6-8, 10-12
Y	JP 2013-506927 A (Koninklijke Philips Electronics N.V.), 28 February 2013 (28.02.2013), paragraphs [0006], [0045] to [0047] & US 2012/0195469 A1 & WO 2011/042844 A1 & CN 102549620 A	1, 5, 9
A	JP 2011-130996 A (Denso Corp.), 07 July 2011 (07.07.2011), paragraphs [0009], [0023] to [0044], [0051] (Family: none)	1-12

☐ 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
22 August, 2014 (22.08.14)

Date of mailing of the international search report
02 September, 2014 (02.09.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. A61B5/0245(2006.01)i, A61B5/00(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（I P C））

Int.Cl. A61B5/0245, A61B5/00

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	1971-2014年
日本国実用新案登録公報	1996-2014年
日本国登録実用新案公報	1994-2014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
Y A	WO 2014/038077 A1（富士通株式会社）2014.03.13, [0018]-[0021], [0025]-[0028], [0038]及び図2（ファミリーなし）	1, 5, 9 2-4, 6-8, 10-12
Y	JP 2013-506927 A（コーニンクレッカ フィリップス エレクトロ ニクス エヌ ヴィ）2013.02.28, [0006], [0045]-[0047] & US 2012/0195469 A1 & WO 2011/042844 A1 & CN 102549620 A	1, 5, 9
A	JP 2011-130996 A（株式会社デンソー）2011.07.07, [0009], [0023]-[0044], [0051]（ファミリーなし）	1-12

☐ 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

の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

22.08.2014

国際調査報告の発送日

02.09.2014

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/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）

宮澤 浩

電話番号 03-3581-1101 内線 3292

2Q

5062