(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
2012 年 8 月 30 日(30.08.2012)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/114730 A1

(51) 国際特許分類:
A61B 8/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2012/001182

(22) 国際出願日: 2012 年 2 月 22 日(22.02.2012)

(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 2011-035561 2011 年 2 月 22 日(22.02.2011) JP
特願 2012-030072 2012 年 2 月 15 日(15.02.2012) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士フイルム株式会社 (FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布２丁目２６番３０号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 笠松 直史 (KASAMATSU, Tadashi) [JP/JP]; 〒2588538 神奈川県足柄上郡開成町宮台７９８番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 柳田 征史, 外 (YANAGIDA, Masashi et al.); 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜３－１８－３ 新横浜ＫＳビル ７階 柳田国際特許事務所 Kanagawa (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, 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, IS, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

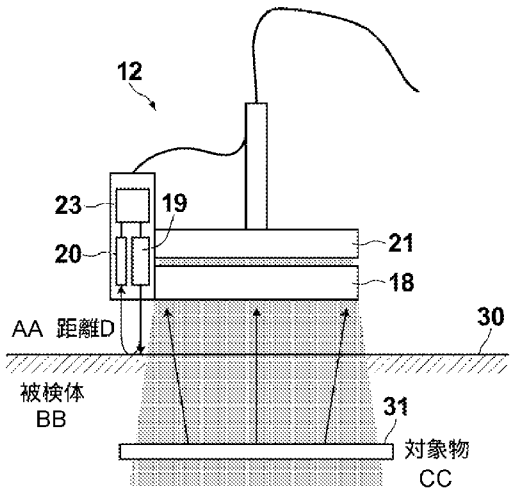
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,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

(54) 発明の名称 : 光音響計測装置及び光音響信号検出方法

[図2]



AA Distance (D)
BB Subject
CC Target

(57) **Abstract**: To improve the accuracy with which a subject is detected by a photoacoustic image generating device, wherein first light is radiated to the subject, and photoacoustic signals generated inside the subject by irradiating the subject with the first light are detected. Prior to radiating the first light, second light for measuring distance is emitted, and reflected light of the emitted second light is detected. The time from emission of the second light to detection of the reflected light is measured, and radiation of the first light is controlled based on the measured time.

(57) 要約: 光音響画像生成装置において、被検体の検出精度を向上する。被検体に第１の光を照射し、被検体に第１の光を照射することにより被検体内で生じた光音響信号を検出する。第１の光の照射に先立って、距離計測用の第２の光を出射し、出射した第２の光に対する反射光を検出する。第２の光の出射から反射光の検出までの間の時間を計測し、計測された時間に基づいて第１の光の放射を制御する。

WO 2012/114730 A1

明　細　書

発明の名称 ： 光音響計測装置及び光音響信号検出方法

技術分野

[0001] 本発明は、光音響計測装置及び光音響信号検出方法に関し、更に詳しくは、被検体に光を照射し、光照射により被検体内で生じた超音波を検出する光音響計測装置及び光音響信号検出方法に関する。

背景技術

[0002] 生体内部の状態を非侵襲で検査できる画像検査法の一種として、超音波検査法が知られている。超音波検査では、超音波の送信及び受信が可能な超音波探触子を用いる。超音波探触子から被検体（生体）に超音波を送信させると、その超音波は生体内部を進んでいき、組織界面で反射する。超音波探触子でその反射音波を受信し、反射超音波が超音波探触子に戻ってくるまでの時間に基づいて距離を計算することで、内部の様子を画像化することができる。

[0003] また、光音響効果を利用して生体の内部を画像化する光音響イメージングが知られている。一般に光音響イメージングでは、パルスレーザ光を生体内に照射する。生体内部では、生体組織がパルスレーザ光のエネルギーを吸収し、そのエネルギーによる断熱膨張により超音波（光音響信号）が発生する。この光音響信号を超音波プローブなどで検出し、検出信号に基づいて光音響画像を構成することで、光音響信号に基づく生体内の可視化が可能である。

[0004] ここで、光音響イメージングでは、比較的出力の高いレーザ光を生体内に照射する必要がある。安全性の観点からは、プローブが生体に接触していないときはパルスレーザ光の出射を抑止することが好ましい。これに関して、特許文献１には、光路上に配置された被測定物を検出する被測定物検出手段を設け、被測定物検出手段が被測定物を検出しているときに光照射を行うことが記載されている。被測定物の検出には、被測定物の特定を利用できる。

具体的には、被測定物の遮光性、反射性、固有の温度、重さ、静電容量を利用できる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２００９－１４２３２０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献１において、被測定物の反射性を利用して被測定物の検出を行う場合、被検出物測定手段は、光を出射する投光器と、投光器と同じ側に配置された受光器とで構成される。被測定物が光路上に配置されているときは、投光器から出射した光は被測定物で反射し、受光器で受光される。一方、被測定物が光路上に配置されていないときは、投光器から出射した光は反射することなくそのまま進み、受光器は反射光を検出できない。

[0007] 上記構成の場合、受光器での光の検出結果に基づいて被測定物の配置の有無を判断できる。しかしながら、上記構成では単に受光器で光が検出されたときに被測定物が正しく配置されていると判断されるに過ぎない。従って、被測定物の検出の精度は低い。

[0008] 本発明は、上記に鑑み、被検体の検出精度を向上した光音響計測装置及び光音響信号検出方法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

[0009] 上記目的を達成するために、本発明は、被検体に照射すべき第１の光を生成する第１の光源と、第１の光の照射により被検体内で生じた光音響信号を検出する光音響信号検出手段と、距離測定用の第２の光を生成する第２の光源と、第２の光源から出射した第２の光に対する反射光を検出する反射光検出手段と、第２の光の出射から反射光の検出までの間の時間を計測する時間計測手段と、計測された時間に基づいて第１の光の放射を制御する光照射制御手段とを備えたことを特徴とする光音響計測装置を提供する。

[0010] 本発明の光音響計測装置では、制御手段が、計測された時間に基づいて被検体との間の距離を算出し、該算出した距離が所定のしきい値以下のとき、第１の光を被検体に照射させる構成することができる。

[0011] 本発明の光音響計測装置は、光音響信号に基づいて光音響画像を生成する光音響画像生成手段を更に備える構成を採用することができる。

[0012] 第２の光は、パルスレーザ光であってもよい。

[0013] 本発明の光音響計測装置では、第１の光源が第２の光源を兼ねる構成を採用できる。

[0014] 第２光の光強度は、第１の光の光強度よりも低いことが好ましい。

[0015] 本発明は、また、被検体に第１の光を照射するステップと、照射された第１の光により被検体内で生じた光音響信号を検出するステップと、第１の光の照射に先立って、距離測定用の第２の光を出射するステップと、出射した第２の光に対する反射光を検出するステップと、第２の光の出射から反射光の検出までの間の時間を計測するステップと、計測された時間に基づいて第１の光の放射を制御するステップとを有することを特徴とする光音響信号検出方法を提供する。

発明の効果

[0016] 本発明の光音響計測装置及び光音響信号検出方法は、距離計測用の第２の光を出射し、第２の光に対する反射光が検出されるまでの時間を計測する。被検体までの距離が近いほど、反射光が検出されるまでに要する時間は短くなり、検出された時間に基づいて被検体までの間の距離が判断できる。このため、単に反射光の有無に基づいて被検体の検出を行う場合に比して、被検体の検出精度を向上できる。計測された時間に基づいて、例えば計測された時間が所定の時間よりも短いときに第１の光の照射が行われるようにすることで、被検体に対して十分接近したときに第１の光を照射できる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の第１実施形態の光音響計測装置を示すブロック図。

[図2]超音波プローブと被検体とを示す図。

[図3]パルスレーザ光を用いた距離測定の原理を示す図。

[図4]動作手順を示すフローチャート。

[図5]本発明の第２実施形態の光音響計測装置を示すブロック図。

[図6]第２実施形態における動作手順を示すフローチャート。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、図面を参照し、本発明の実施の形態を詳細に説明する。図１は、本発明の第１実施形態の光音響計測装置を示す。光音響計測装置１０は、光音響画像診断装置（光音響画像生成装置）として構成され、超音波ユニット１１、超音波プローブ１２、及びレーザユニット１３を備える。光音響画像診断装置１０は、少なくとも光音響画像を生成する。光音響画像診断装置１０は、光音響画像に加えて超音波画像を生成してもよい。レーザユニット１３は、被検体に照射すべき光（第１の光）を生成するレーザ光源（第１の光源）２２を含む。レーザ光源２２は、光音響画像生成時に被検体に照射すべきパルスレーザ光（第１のパルスレーザ光）を生成する。第１のパルスレーザ光の波長は、観察対象物に応じて適宜設定すればよい。

[0019] 超音波プローブ１２は、超音波センサ１８、レーザ光源（第２のレーザ光源）１９、反射光検出手段２０、及び光照射部２１を有する。レーザユニット１３が出射する第１のパルスレーザ光は、例えば光ファイバなどの導光手段を用いて超音波プローブ１１まで導光される。光照射部２１は、導光された第１のパルスレーザ光を被検体に向けて出射させる。超音波センサ１８は、光音響信号検出手段であり、例えば一次元的に配列された複数の超音波振動子を含む。超音波センサ１８は、第１のパルスレーザ光が照射されることにより、被検体内の観察対象物で生じた超音波（光音響信号）を検出する。

[0020] レーザ光源１９は、距離測定用の光（第２の光）を生成する第２の光源に相当する。レーザ光源１９は、パルスレーザであり、距離測定用のパルスレーザ光（第２のパルスレーザ光）を生成する。レーザ光源１９には、レーザダイオード（ＬＤ：laser diode）などを用いることができる。第２のパルスレーザ光のレーザパワー（光強度）は、励起用である第１のパルスレーザ光

のレーザパワーよりも低いものとする。反射光検出手段２０は、レーザ光源１９から出射した第２のパルスレーザ光に対する反射光を検出する。反射光検出手段２０には、フォトダイオード（ＰＤ：photo diode）などを用いることができる。

[0021] 超音波ユニット１１は、受信回路１４、画像生成手段１５、時間計測手段１６、及び光照射制御手段１７を有する。受信回路１４は、超音波プローブ１２の超音波センサ１８で検出された光音響信号を受信する。画像生成手段１５は、受信回路１４で受信された光音響信号に基づいて光音響画像を生成する。生成された光音響画像は、例えば図示しない表示手段などの表示画面上に表示される。光音響信号を画像化せずに、光音響信号に対して何らかの信号処理を行うこととしてもよい。

[0022] 時間計測手段１６は、超音波プローブ１２の反射光検出手段２０から反射光検出のタイミングの通知を受ける。時間計測手段１６は、第２のパルスレーザ光の出射から反射光の検出までの間の時間を計測する。光照射制御手段１７は、計測された時間に基づいて第１のパルスレーザ光の放射を制御する。例えば光照射制御手段１７は、計測された時間に基づいて超音波プローブ１２と被検体との間の距離を算出する。光照射制御手段１７は、算出した距離が所定のしきい値以下であるときにのみ、第１のパルスレーザ光を被検体に照射させる。

[0023] 図２は、超音波プローブ１２を示す。超音波プローブ１２は、光ファイバや電気ケーブルなどを用いて超音波ユニット１１及びレーザユニット１３と接続されている。光照射部２１は、被検体３０に対して、光ファイバを用いてレーザユニット１３から導光された、励起光である第１のパルスレーザ光を照射する。被検体内の観察対象物３１は、第１のパルスレーザ光のエネルギーを吸収し、そのエネルギーによる断熱膨張により光音響信号を発生する。超音波センサ１８は、観察対象物３１で発生した光音響信号を検出する。

[0024] レーザ光源１９から出射した第２のパルスレーザ光は、被検体３０の表面で反射する。反射光検出手段２０は、被検体３０の表面で反射した反射光を

検出する。レーザ光源１９が第２のパルスレーザ光を出射してから反射光検出手段２０で反射光が検出されるまでの間の時間は、超音波プローブ１２と被検体３０との間の距離Ｄに応じて変化する。駆動回路２３は、レーザ光源１９及び反射光検出手段２０の駆動電源回路である。駆動回路２３は、超音波プローブ１２に設けられている必要はなく、超音波ユニット１１内に設けられていてもよい。

[0025] 図３は、パルスレーザ光を用いた距離測定の原理を示す。図３におけるパルスレーザ５０は図１におけるレーザ光源１９に相当し、光検出器５５は反射光検出手段２０に相当する。まず、パルスレーザの出射タイミングを時刻ｔ＝０と定義する。例えばパルスレーザ５０から出射した光をビームスプリッター５１で光検出器５２方向に分岐し、光検出器５２が光を検出したタイミングをｔ＝０と定義する。パルスレーザ光は被検体５３で反射する。反射光の光路上にビームスプリッター５４を置き、ビームスプリッター５４で分岐した反射光が光検出器５５で検出される時刻を調べる。反射光の検出時刻がｔ＝Ｔであったとき、被検体５３までの間の距離Ｌは、光速をｃとしてＬ＝ｃＴ／２で求まる。

[0026] 上記したようなパルスレーザを用いた測距技術では、パルスレーザ光のパルス幅がｎ秒～ｐ秒のものも報告されている。パルス幅が数十ｎ秒のパルスレーザ光を用いたときに、１ｃｍ以下の電線などが検出可能である。トプコンの報告では、パルス幅８ｎ秒、繰り返し周波数８．５ｋＨｚ、ピークパワー４０Ｗの半導体レーザにおいて、距離分解能１ｍｍ以下も可能である。パルスレーザの波長は、距離を測る空間の透過率に応じて選定される。大気観測などの長距離の場合、大気の透過率の高い波長であって、眼への安全性を考慮した波長が選ばれる。例えば車載用では波長８００ｎｍ～９００ｎｍのパルスレーザ光が用いられる。本実施形態においても、波長８００ｎｍ～９００ｎｍのパルスレーザ光を、距離測定用の第２のパルスレーザ光として用いるものとする。

[0027] 図４は、動作手順を示す。光音響画像の生成に際し、レーザ光源１９は、

距離測定用の第２のパルスレーザ光を出射する（ステップＡ１）。超音波プローブ１２において、第２のパルスレーザ光の光出射面は、被検体３０（図２）と接触する超音波センサ１８が配置された面と同一面上にあるとする。反射光検出手段２０は、第２のパルスレーザ光に対する反射光を検出する（ステップＡ２）。時間計測手段１６は、第２のパルスレーザ光の出射から反射光の検出までの間の時間を計測する（ステップＡ３）。

[0028] 光照射制御手段１７は、時間計測手段１６で計測された時間に基づいて、超音波プローブ１２（第２のパルスレーザ光の出射面）から被検体３０の表面までの間の距離Ｄを算出する（ステップＡ４）。光照射制御手段１７は、算出した距離Ｄが、所定のしきい値以下であるか否かを判断する（ステップＡ５）。算出された距離Ｄがしきい値以下であるとき、超音波プローブ１２の超音波センサ１８が配置された面が被検体３０の表面に接触している、或いは被検体３０の表面に十分に接近していると判断できる。光照射制御手段１７は、距離Ｄがしきい値以下のとき、レーザユニット１３に対して発光信号（レーザトリガ信号）を与える（ステップＡ６）。

[0029] 光照射制御手段１７は、ステップＡ５で距離Ｄがしきい値よりも大きいと判断したときは、レーザユニット１３に対して発光信号を与えない。その場合、ステップＡ１に戻り、第２のパルスレーザ光の出射から距離Ｄの算出までを繰り返し行う。算出された距離Ｄがしきい値以下になると、ステップＡ６に進み、レーザユニット１３に対して発光信号が与えられる。なお、距離Ｄは、反射光が検出されるまでの間の時間と比例関係にあるため、反射光が検出されるまでの間の時間から距離Ｄを算出するステップであるステップＡ４を省略し、ステップＡ５において、ステップＡ３で計測された時間をそのままましきい値処理してもよい。

[0030] 光照射制御手段１７が発光信号を出力すると、レーザ光源２２は、第１のパルスレーザ光を出射する（ステップＡ７）。レーザ光源２２から出射した第１のパルスレーザ光は、プローブ１１まで導光され、光照射部２１から被検体３０に照射される。この光照射により、被検体３０内の観察対象物３１

において光音響信号が発生する。超音波センサ１８は、観察対象物３１からの光音響信号を検出する（ステップＡ８）。画像生成手段１５は、受信回路１４を介して光音響信号を入力し、光音響画像を生成する（ステップＡ９）。生成された光音響画像は、ディスプレイ装置などに表示される。

[0031] 本実施形態では、光音響画像の生成に際して、被検体に向けて第２のパルスレーザ光を照射する。その第２のパルスレーザ光に対する反射光を検出し、第２のパルスレーザ光の照射から反射光の検出までの間の時間を計測する。計測された時間に基づいて、超音波プローブ１２から被検体の表面までの間の距離を判断することができる。本実施形態では、パルスレーザを用いた距離測定の技術を応用し、被検体までの間の距離を判断しているため、被検体が超音波プローブ１２に接触しているか、又は被検体が超音波プローブ１２に十分に近づいているかを、正確に判断することができる。このように、本実施形態では被検体の検出精度を向上することができる。被検体が超音波プローブ１２から離れているときには、レーザユニット１３で生成された第１のパルスレーザ光が光照射部２１から放射されることを抑止することで、安全性を向上できる。

[0032] 続いて本発明の第２実施形態を説明する。図５は、本発明の第２実施形態の光音響画像生成装置を示す。本実施形態の光音響画像生成装置（光音響画像診断装置）１０ａでは、超音波プローブ１２ａは、超音波センサ１８、反射光検出手段２０、及び光照射部２１を有する。本実施形態の光音響画像診断装置１０ａにおける超音波プローブ１２ａの構成は、図１に示す第１実施形態の光音響画像診断装置１０における超音波プローブ１２の構成から、レーザ光源１９を省いた構成である。本実施形態では、レーザユニット１３のレーザ光源２２が、距離測定用の第２のパルスレーザ光を生成する第２のレーザ光源を兼ねる。

[0033] レーザユニット１３は、励起用の第１のパルスレーザ光を生成するモードと、距離測定用の第２のパルスレーザ光を生成するモードとの２つの動作モードで動作する。レーザ光源２２は、モードに従って、第１のパルスレーザ

光と第２のパルスレーザ光とを生成する。パルスレーザ光のレーザ波長、パルス幅、繰り返し周期は、第１のパルスレーザ光と第２のパルスレーザ光とで同じでよい。第２のパルスレーザ光のピークパワーは、第１のパルスレーザ光のピークパワーよりも低いことが好ましい。

[0034] レーザ光源２２が生成した第２のパルスレーザ光は、レーザユニット１３から超音波プローブ１２ａまで導光され、超音波プローブ１２ａの光照射部２１から被検体に向けて照射される。第２のパルスレーザ光が進行する先に被検体３０（図２）が存在する場合、光照射部２１から出射した光の反射光のうちの一部が反射光検出手段２０に入射し、反射光検出手段２０は反射光を検出する。反射光の検出から、被検体３０と超音波プローブとの間の距離Ｄの算出までの動作は、第１実施形態と同様である。

[0035] 光照射制御手段１７は、算出した距離Ｄが所定のしきい値以下のときは、レーザユニット１３に対して第１のパルスレーザ光の発光信号を送る。レーザ光源２２は、発光信号が入力されると、励起用の第１のパルスレーザ光を生成する。第１のパルスレーザ光は、レーザユニット１３から超音波プローブ１２ａまで導光され、光照射部２１から被検体３０に向けて照射される。被検体３０内の観察対象物では、照射された第１のパルスレーザ光によって光音響信号が発生する。光音響信号の検出から光音響画像の生成までの動作は、第１実施形態と同様である。

[0036] 図６は、第２実施形態における動作手順を示す。はじめ、レーザ光源２２は、距離測定用の第２のパルスレーザ光を生成するモードで動作する。光音響画像の生成に際し、レーザ光源２２は、第２のパルスレーザ光を生成する（ステップＢ１）。第２のパルスレーザ光は、光ファイバなどにより超音波プローブ１２ａまで導光され、光照射部２１から出射する（ステップＢ２）。反射光検出手段２０は、第２のパルスレーザ光に対する反射光を検出する（ステップＢ３）。時間計測手段１６は、第２のパルスレーザ光の出射から反射光の検出までの間の時間を計測する（ステップＢ４）。

[0037] 光照射制御手段１７は、時間計測手段１６で計測された時間に基づいて、

超音波プローブ１２ａ（光照射部２１の出射面）から被検体３０の表面までの間の距離Ｄを算出する（ステップＢ５）。光照射制御手段１７は、算出した距離Ｄが、所定のしきい値以下であるか否かを判断する（ステップＢ６）。算出された距離Ｄがしきい値以下であるとき、超音波プローブ１２ａの超音波センサ１８が配置された面が被検体３０の表面に接触し、或いは被検体３０の表面に十分に接近していると判断できる。光照射制御手段１７は、距離Ｄがしきい値以下のとき、レーザユニット１３に対して励起光の発光信号（本照射トリガ信号）を与える（ステップＢ６）。

[0038] 光照射制御手段１７は、ステップＢ６で距離Ｄがしきい値よりも大きいと判断したときは、レーザユニット１３に対して励起光の発光信号を与えない。その場合、ステップＢ１に戻り、算出された距離Ｄがしきい値以下になるまで、第２のパルスレーザ光の出射から距離Ｄの算出までを繰り返し行う。算出された距離Ｄがしきい値以下になると、ステップＢ７に進み、レーザユニット１３に対して励起光の発光信号が与えられる。距離Ｄを算出せずに、計測された時間をしきい値処理してもよい点は第１実施形態と同様である。

[0039] レーザユニット１３は、光照射制御手段１７が励起光の発光信号を出力すると、レーザ光源２２の動作モードを、励起用の第１のパルスレーザ光を生成するモードに切り替え、第１のパルスレーザ光を生成する（ステップＢ８）。生成された第１のパルスレーザ光はレーザユニット１３から超音波プローブ１２ａまで導光され、光照射部２１から被検体３０に向けて照射される（ステップＢ９）。第１のパルスレーザ光が照射されることで、被検体３０内の観察対象物３１において光音響信号が発生し、超音波センサ１８は、観察対象物３１からの光音響信号を検出する（ステップＢ１０）。画像生成手段１５は、受信回路１４を介して光音響信号を入力し、光音響画像を生成する（ステップＢ１１）。生成された光音響画像は、ディスプレイ装置などに表示される。

[0040] 本実施形態では、励起用の第１のパルスレーザ光を生成するレーザ光源２２が、距離測定用の第２のパルスレーザ光を生成する第２のレーザ光源を兼

ねる。本実施形態では、１つのレーザ光源２２を用いて、励起用の第１のパルスレーザ光と、距離測定用の第２のパルスレーザ光とを生成するため、超音波プローブに第２のレーザ光源を別途設ける第１実施形態に比して、超音波プローブの構成を簡素化できる。また、また、超音波プローブに、レーザ光源を駆動するための駆動電源回路を設ける必要もなくなる。その他の効果は、第１実施形態と同様である。

[0041] なお、第１実施形態では、超音波プローブ１２に距離測定用の第２のパルスレーザ光を生成するレーザ光源１９を設けたが、第２のパルスレーザ光を生成する第２のレーザ光源は超音波プローブ１２に設けられている必要はない。例えば、レーザユニット１３に、励起用の第１のパルスレーザ光を生成するレーザ光源２２に加えて第２のレーザ光源を設け、第２のレーザ光源で生成された光を、光ファイバなどを用いて超音波プローブ１２まで導光し、超音波プローブ１２から第２のパルスレーザ光を照射するようにしてもよい。

[0042] 以上、本発明をその好適な実施形態に基づいて説明したが、本発明の光音響計測装置及び光音響信号検出方法は、上記実施形態にのみ限定されるものではなく、上記実施形態の構成から種々の修正及び変更を施したものも、本発明の範囲に含まれる。

請求の範囲

[請求項1] 被検体に照射すべき第１の光を生成する第１の光源と、

前記第１の光の照射により被検体内で生じた光音響信号を検出する光音響信号検出手段と、

距離測定用の第２の光を生成する第２の光源と、

前記第２の光源から出射した第２の光に対する反射光を検出する反射光検出手段と、

前記第２の光の出射から前記反射光の検出までの間の時間を計測する時間計測手段と、

前記計測された時間に基づいて前記第１の光の放射を制御する光照射制御手段とを備えたことを特徴とする光音響計測装置。

[請求項2] 前記制御手段が、前記計測された時間に基づいて被検体との間の距離を算出し、該算出した距離が所定のしきい値以下のとき、前記第１の光を被検体に照射させるものであることを特徴とする請求項１に記載の光音響計測装置。

[請求項3] 前記第１の光源が前記第２の光源を兼ねることを特徴とする請求項１に記載の光音響計測装置。

[請求項4] 前記光音響信号に基づいて光音響画像を生成する光音響画像生成手段を更に備えたことを特徴とする請求項１に記載の光音響計測装置。

[請求項5] 前記第２の光がパルスレーザ光であることを特徴とする請求項１に記載の光音響計測装置。

[請求項6] 前記第２の光の光強度が前記第１の光の光強度よりも低いことを特徴とする請求項１に記載の光音響計測装置。

[請求項7] 被検体に第１の光を照射するステップと、

前記照射された第１の光により被検体内で生じた光音響信号を検出するステップと、

前記第１の光の照射に先立って、距離測定用の第２の光を出射するステップと、

前記出射した第２の光に対する反射光を検出するステップと、

前記第２の光の出射から前記反射光の検出までの間の時間を計測するステップと、

前記計測された時間に基づいて前記第１の光の放射を制御するステップとを有することを特徴とする光音響信号検出方法。

[請求項8] 前記第１の光の放射を制御するステップでは、前記計測された時間に基づいてプローブとの被検体との間の距離を算出し、該算出した距離が所定のしきい値以下のとき、前記第１の光を被検体に照射させることを特徴とする請求項７に記載の光音響信号検出方法。

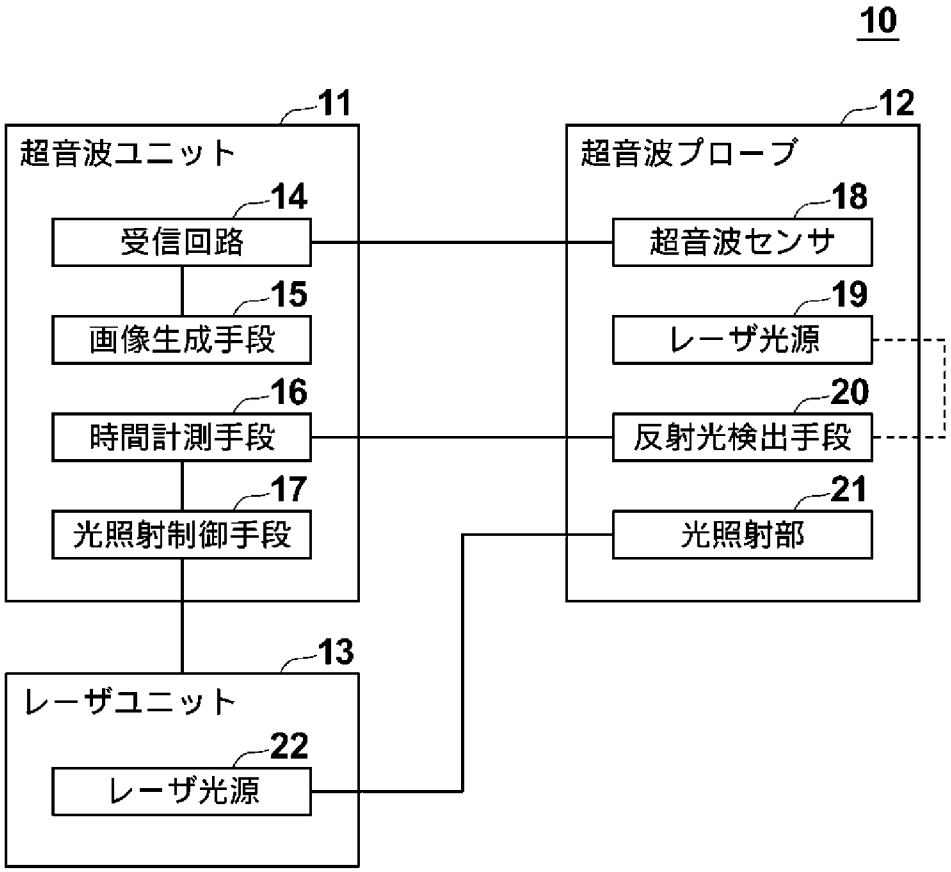
[請求項9] 前記第１の光と前記第２の光とが、同じ光源から出射されることを特徴とする請求項７に記載の光音響信号検出方法。

[請求項10] 前記光音響信号に基づいて光音響画像を生成するステップを更に有することを特徴とする請求項７に記載の光音響信号検出方法。

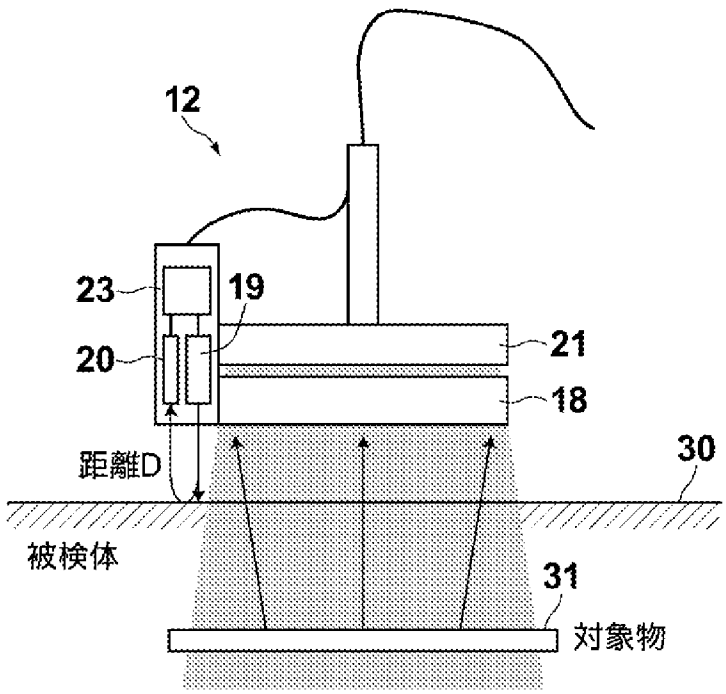
[請求項11] 前記第２の光がパルスレーザ光であることを特徴とする請求項７に記載の光音響信号検出方法。

[請求項12] 前記第２の光の光強度が前記第１の光の光強度よりも低いことを特徴とする請求項７に記載の光音響信号検出方法。

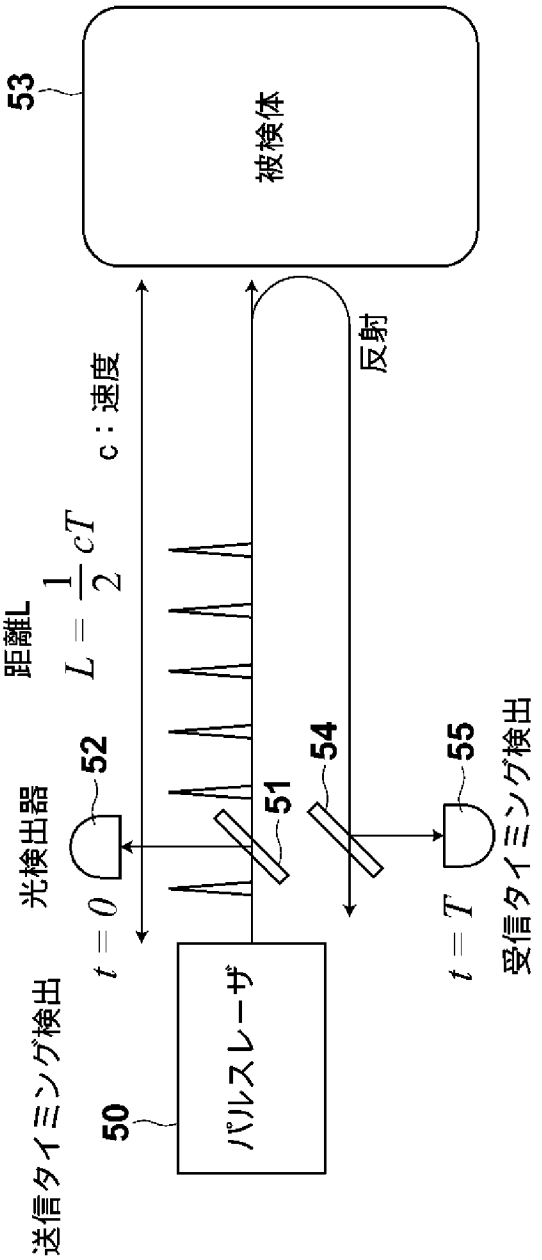
[図1]


10
11
超音波ユニット
14
受信回路
15
画像生成手段
16
時間計測手段
17
光照射制御手段
12
超音波プローブ
18
超音波センサ
19
レーザ光源
20
反射光検出手段
21
光照射部
13
レーザユニット
22
レーザ光源

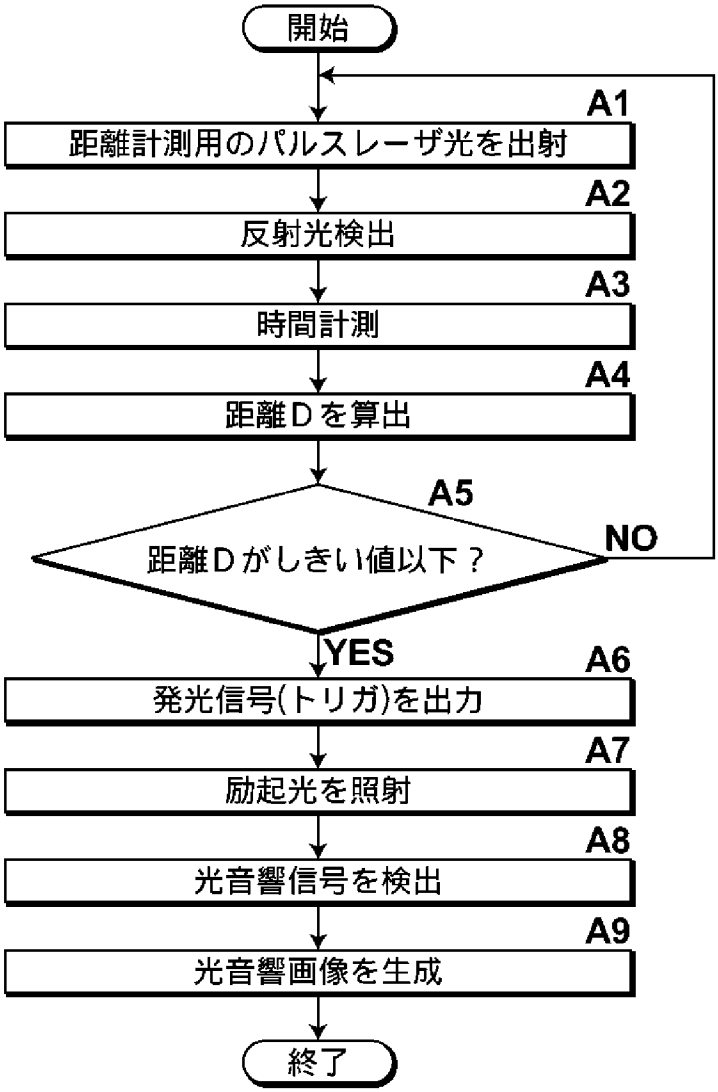
[図2]


12
23
19
20
21
18
距離D
30
被検体
31
対象物

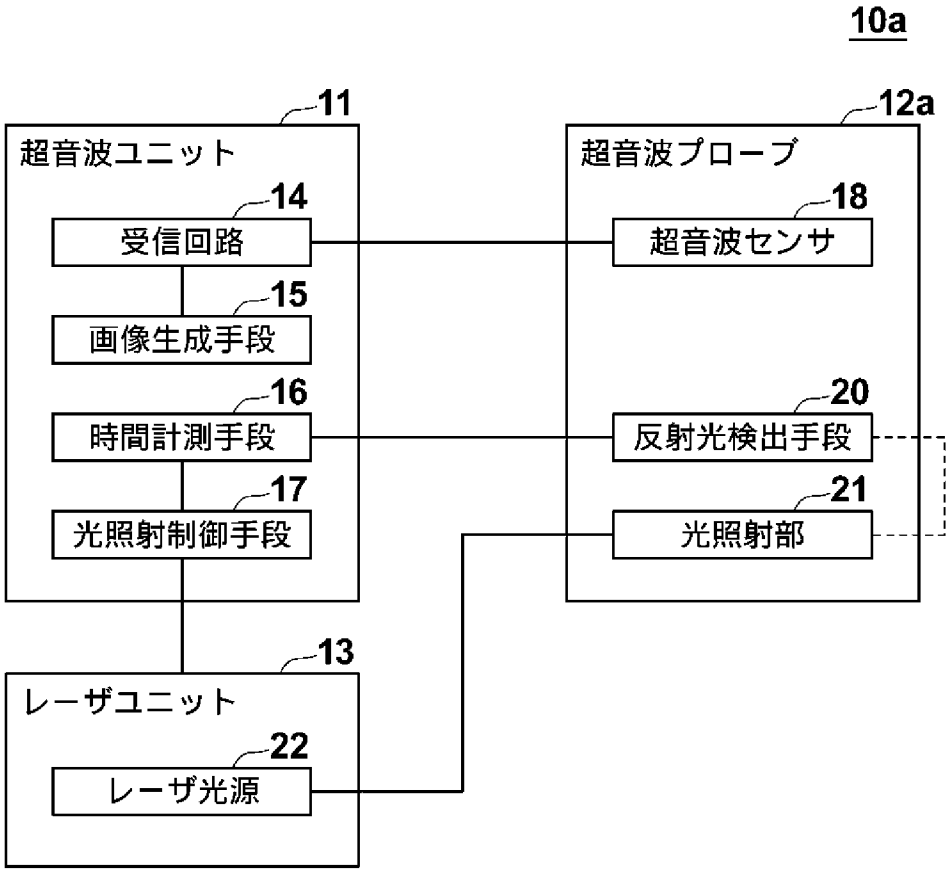
[図3]


53
被検体
反射
c：速度
距離L
$L = \frac{1}{2}cT$
光検出器
52
54
55
51
$t = 0$
$t = T$
送信タイミング検出
受信タイミング検出
50
パルスレーザ

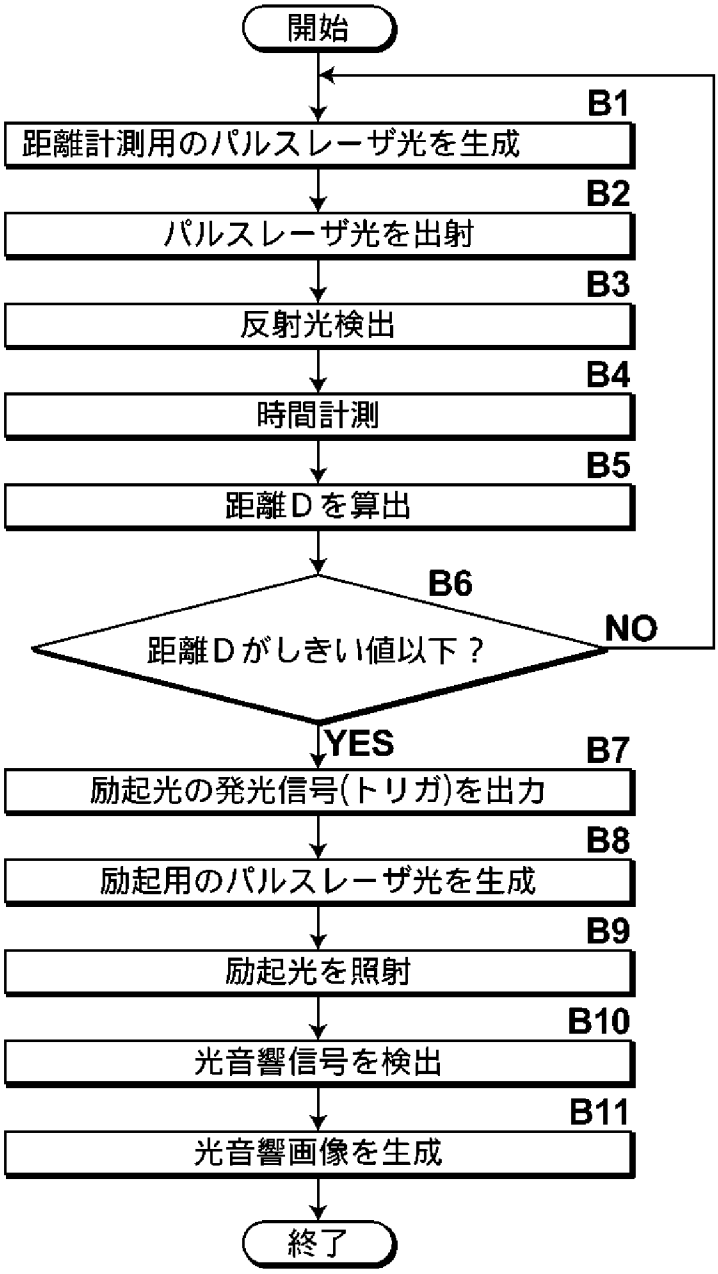
[図4]


開始
A1
距離計測用のパルスレーザ光を出射
A2
反射光検出
A3
時間計測
A4
距離Dを算出
A5
距離Dがしきい値以下？
NO
YES
A6
発光信号(トリガ)を出力
A7
励起光を照射
A8
光音響信号を検出
A9
光音響画像を生成
終了

[図5]


10a
11
超音波ユニット
14
受信回路
15
画像生成手段
16
時間計測手段
17
光照射制御手段
13
レーザユニット
22
レーザ光源
12a
超音波プローブ
18
超音波センサ
20
反射光検出手段
21
光照射部

[図6]


開始
B1
距離計測用のパルスレーザ光を生成
B2
パルスレーザ光を出射
B3
反射光検出
B4
時間計測
B5
距離Dを算出
B6
距離Dがしきい値以下？
NO
YES
B7
励起光の発光信号(トリガ)を出力
B8
励起用のパルスレーザ光を生成
B9
励起光を照射
B10
光音響信号を検出
B11
光音響画像を生成
終了

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/001182

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
A61B8/00(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)
A61B8/00, A61B5/145, G01N29/00

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
A	JP 2009-142320 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 02 July 2009 (02.07.2009), paragraphs [0135] to [0138]; fig. 10, 11 (Family: none)	1-12
A	JP 2004-147940 A (Toshiba Corp.), 27 May 2004 (27.05.2004), paragraph [0014]; fig. 1 & US 2007/0015978 A1 & WO 2004/042382 A1 & DE 60335491 D & KR 10-2004-0040284 A & CN 1493252 A	1-12
A	JP 10-201760 A (Aloka Co., Ltd.), 04 August 1998 (04.08.1998), abstract (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	Date of mailing of the international search report
01 May, 2012 (01.05.12)	22 May, 2012 (22.05.12)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/001182

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 171223/1986(Laid-open No. 77015/1988) (Aloka Co., Ltd.), 21 May 1988 (21.05.1988), specification, page 4, line 2 to page 5, line 12 (Family: none)	1-12
A	JP 2005-13597 A (Toshiba Corp.), 20 January 2005 (20.01.2005), paragraphs [0038] to [0039] (Family: none)	1-12

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１２／００１１８２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　A61B8/00(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　A61B8/00, A61B5/145, G01N29/00

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	１９７１－２０１２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１２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
A	JP 2009-142320 A (日本電信電話株式会社) 2009.07.02 段落[0135]-[0138]、図 10,11　(ファミリーなし)	1-12
A	JP 2004-147940 A (株式会社東芝) 2004.05.27 段落[0014]、図 1 & US 2007/0015978 A1 & WO 2004/042382 A1 & DE 60335491 D & KR 10-2004-0040284 A & CN 1493252 A	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	国際調査報告の発送日
０１．０５．２０１２	２２．０５．２０１２

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　２Ｑ　９８０８
右高　孝幸
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２９２

C（続き）．　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
A	JP 10-201760 A（アロカ株式会社）1998.08.04 要約　（ファミリーなし）	1-12
A	日本国実用新案登録出願61-171223号(日本国実用新案登録出願公開63-77015号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム　（アロカ株式会社）1988.05.21 明細書4頁2行目-5頁12行目 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2005-13597 A（株式会社東芝）2005.01.20 段落[0038]-[0039]　（ファミリーなし）	1-12