

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-226355

(P2014-226355A)

(43) 公開日 平成26年12月8日(2014.12.8)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/00 (2006.01)	A 6 1 B 8/00	2 C 0 3 2
G 0 9 B 23/28 (2006.01)	G 0 9 B 23/28	4 C 6 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2013-108700 (P2013-108700)	(71) 出願人	000001007
(22) 出願日	平成25年5月23日 (2013. 5. 23)		キヤノン株式会社
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号
		(74) 代理人	100096828
			弁理士 渡辺 敬介
		(74) 代理人	100110870
			弁理士 山口 芳広
		(72) 発明者	吹田 貴弘
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
			ヤノン株式会社内
		Fターム(参考)	2C032 CA03 CA06
			4C601 DE16 EE10 LL19

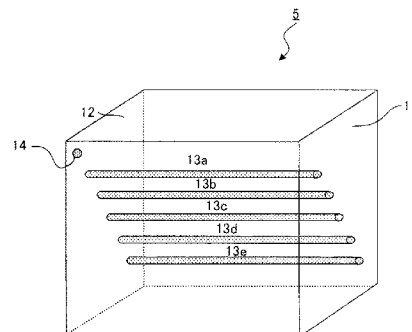
(54) 【発明の名称】 ファントム及びその製造方法、精度管理方法

(57) 【要約】

【課題】長期間劣化していない状態で光音響波診断装置に用いることができるファントムを提供する。

【解決手段】光伝播特性及び音響伝播特性が人体組織に近似する母材11と、母材11内に配置される光吸収散乱体(13a、13b、13c、13d、13e)と、母材11表面に設けられ、母材11の少なくとも一部を被覆する膜部材12と、を有し、光音響波診断装置用であることを特徴とする、ファントム10。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光伝播特性及び音響伝播特性が人体組織に近似する母材と、
前記母材内に配置される光吸収散乱体と、
前記母材表面に設けられ、前記母材の少なくとも一部を被覆する膜部材と、を有し、
超音波診断装置に用いられることを特徴とする、ファントム。

【請求項 2】

前記母材及び前記光吸収散乱体が、いずれもポリオールからなることを特徴とする、請求項 1 に記載のファントム。

【請求項 3】

前記ポリオールが、エチレンオキサイドユニットと、プロピレンオキサイドユニットと、を有するポリエーテルポリオールであり、
前記エチレンオキサイドユニット及び前記プロピレンオキサイドユニットのモル比率が、30 : 70 乃至 70 : 30 であることを特徴とする、請求項 2 に記載のファントム。

【請求項 4】

前記ポリオールの数平均分子量が、5000 乃至 8000 であることを特徴とする、請求項 2 又は 3 に記載のファントム。

【請求項 5】

さらに前記母材中に分散するフィラーを有することを特徴とする、請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載のファントム。

【請求項 6】

前記フィラーが、表面修飾されている酸化チタンであることを特徴とする、請求項 5 に記載のファントム。

【請求項 7】

前記フィラーが、前記ポリオールと共有結合する顔料であることを特徴とする、請求項 5 に記載のファントム。

【請求項 8】

前記ポリオールに対する前記フィラーの分散量が 0.1 重量% 乃至 0.5 重量% であることを特徴とする、請求項 5 乃至 7 のいずれか一項に記載のファントム。

【請求項 9】

前記膜部材にアライメントマークをさらに設けることを特徴とする、請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載のファントム。

【請求項 10】

前記膜部材が、高分子フィルムからなることを特徴とする、請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載のファントム。

【請求項 11】

前記母材が筐体内に充填されることを特徴とする、請求項 1 乃至 10 のいずれか一項に記載のファントム。

【請求項 12】

前記筐体が、前記膜部材と支持体と、を有することを特徴とする、請求項 11 に記載のファントム。

【請求項 13】

請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 項に記載のファントムの製造方法であって、
母材内に光吸収散乱体を設置する工程と、
膜部材を用いて母材を被覆する工程と、を有し、
前記母材の光伝播特性及び音響伝播特性が、人体組織に近似しており、
超音波診断装置に用いられることを特徴とする、ファントムの製造方法。

【請求項 14】

前記膜部材が前記母材を収容する筐体を形成し、
前記筐体内に前記光吸収散乱体が設けられており、

10

20

30

40

50

前記光吸収散乱体を設けた筐体内にポリオールを充填することを特徴とする、請求項 13 に記載のファントムの製造方法。

【請求項 15】

請求項 1 乃至 12 のいずれか一項に記載のファントムを用いた超音波診断装置の精度管理方法であって、

前記ファントム内に配置される光吸収散乱体の吸収係数と測定値との比較に基づき、補正、或いはエラー判定を行うことを特徴とする、超音波診断装置の精度管理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波診断装置の位置精度管理に用いられるファントム及びその製造方法、並びにこのファントムを用いた精度管理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置は、被検部となる生体に対して光照射を行った場合に、この光照射によって生じた測定対象の熱膨張に起因する音響波（典型的には超音波）の検出信号に基づいて画像を表示する装置である。この診断装置により被検部内の特定物質、例えば、血液に含まれるグルコースやヘモグロビン等の検査が行われる。

【0003】

医用診断装置においては、精度管理や技術者の訓練のためにファントムと呼ばれる人体組織模型が用いられる。ファントムの構成材料としては、人体組織の特性に近似し、かつ長期保存が可能な材料が求められる。

【0004】

超音波診断装置に用いられるファントムにおいては、光伝播特性及び音響伝播特性が人体組織に近い材料が求められる。例えば、特許文献 1 では、酸化チタン及びカーボンブラックを分散したポリオールを母材とした超音波診断装置用ファントムが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2011-209691 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、特許文献 1 の超音波診断装置用ファントムは、主としてポリオールからなる組織等価剤を直接装置に設置した状態で測定を行う。この際、ファントムの表面に水や超音波診断装置用ジェルを塗布することになる。この塗布物（水、ジェル）により、装置設置部とファントムとの間に生じ得る気泡の発生を防ぐことができる。しかしファントムを繰り返し使用すると、ファントム表面が水分や空気の影響を受けて、雑菌の繁殖等が起こる。これによりファントムが劣化するという問題があった。

【0007】

また、超音波技術を用いて乳癌の診断を行う超音波マンモグラフィーにおいては、被検部となる乳房を圧迫させながら固定する。従って、乳癌の診断を行う超音波マンモグラフィーの精度管理を行う際に用いられるファントムも装置内において圧迫させながら固定する必要がある。このため、ファントムを繰り返し使用すると、ファントムに亀裂等が生じ、装置の精度管理に影響をおよぼすという問題もあった。

【0008】

本発明は、上述した課題を解決するためになされるものであり、その目的は、長期間劣化していない状態で超音波診断装置に用いることができるファントムを提供することにある。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明のファントムは、光伝播特性及び音響伝播特性が人体組織に近似する母材と、前記母材内に配置される光吸収散乱体と、前記母材表面に設けられ、前記母材の少なくとも一部を被覆する膜部材と、を有し、光音響波診断装置用であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、長期間劣化していない状態で光音響波診断装置に用いることができるファントムを提供することができる。即ち、本発明のファントムは、母材の劣化を防ぐことが可能となり、ファントム内に配置されている光吸収散乱体から生ずる信号に基づく装置の管理精度が向上する。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】光音響診断装置の具体的な構成を示す模式図である。

【図2】本発明のファントムにおける第一の実施形態を示す模式図である。

【図3】本発明のファントムにおける第二の実施形態を示す模式図である。

【図4】乳房型光音響診断装置の具体的な構成を示す模式図である。

【図5】本発明のファントムにおける第三の実施形態を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に、図面を適宜参照しながら、本発明の実施形態について説明する。尚、以下に説明する実施形態は、あくまでも本発明の実施形態の1つに過ぎないものであり、本発明はこれら実施形態に限定されるものではない。

【0013】

また本発明において、人体等の生体は、生きている体に限定されるものではなく、癌、腫瘍等の切り出された病変部位等の当然に含まれる。

【実施例1】

【0014】

(1)ファントム

本発明のファントムは、光音響波診断装置用のファントムである。また本発明のファントムは、光伝播特性及び音響伝播特性が人体組織に近似する母材と、この母材内に配置される光吸収散乱体と、母材表面に設けられ、上記母材の少なくとも一部を被覆する膜部材と、を有する。

【0015】

本発明において、ファントムを構成する母材及び光吸収散乱体は、好ましくは、いずれもポリオールからなる部材である。

【0016】

本発明において、母材及び光吸収散乱体の構成材料として使用されるポリオールとして、例えば、ポリエーテルポリオール、ポリエステルポリオール、ポリカーボネートポリオール等を挙げることができる。中でもポリエーテルポリオールは、人体組織の音響伝播特性に関する相関性の点においてより好ましい。またポリエーテルポリオールの中でも、エチレンオキサイドユニットとプロピレンオキサイドユニットとを有するポリエーテルポリオールが好ましい。母材及び光吸収散乱体の構成材料として使用されるポリエーテルポリオールとして、好ましくは、エチレンオキサイドユニットとプロピレンオキサイドユニットとのモル比率が30:70乃至70:30である。この範囲は、人体組織の音響伝播特性に関する相関性と樹脂の安定性を考慮したときの好適範囲である。また母材及び光吸収散乱体の構成材料として使用されるポリオールの数平均分子量は、好ましくは、5000乃至8000である。

【0017】

本発明のファントムの構成材料として用いられるポリオールは、通常では液体状態である。ここで必要に応じて硬化剤を含ませて当該ポリオールを硬化させることで、ファントムを固体状にすることは可能である。ファントムを固体状にする際に用いる硬化剤として、特に限定されない。人体組織の音響伝播特性に近似させるという観点から、好ましくは、硬化剤としてイソシアネート化合物を用いる。イソシアネート化合物の具体例として、ヘキサメチレンジイソシアネート（HDI）、ジフェニルメタレンジイソシアネート（MDI）、トリレンジイソシアネート（TDI）、イソホロレンジイソシアネート（IPDI）、キシリレンジイソシアネート（XDI）等が挙げられる。以下本実施形態においては、HDIを用いてポリオールを樹脂硬化した場合について説明するが、本発明においては、HDI以外のイソシアネート化合物を用いることは可能である。

10

【0018】

本発明において、ファントムは、好ましくは、母材中に分散するフィラーをさらに有する。

【0019】

ファントムを構成する母材及び光吸収散乱体を人体組織の光伝播特性に近似させるためには、等価散乱係数と吸収係数とを調整する必要があるが、この調整を可能にする手段の一つとして、フィラーを母材中に分散させる方法が挙げられる。

【0020】

母材中に分散させるフィラーとして、好ましくは、光散乱性を有するフィラーである。ここで光散乱性を有するフィラーとして、酸化チタン等の無機酸化物が挙げられる。

20

【0021】

ただし、母材中にフィラーを分散させる際に、フィラー（の一部）が母材中に分散されずに沈殿物等という形態で凝集することがある。このフィラーの凝集を防ぐ方法として、例えば、フィラー表面に表面装飾を施す方法がある。例えば、フィラーとして酸化チタンを用いた場合では、表面修飾の無い酸化チタンはポリオール中で沈殿となり、均一に分散しにくい。一方で、表面修飾を施した酸化チタンは、上述した凝集・沈殿が起こらずに母材中に分散される。

【0022】

以上説明した表面装飾は、光散乱性のフィラーとして一般的に使用される材料に対して適用が可能であるが、特に、フィラーが酸化チタン等の金属酸化物である場合には効果的である。ここでフィラーの表面装飾の方法として、例えば、酸化アルミニウム及びヘキサメチルジシラザンを用いた表面処理が挙げられる。

30

【0023】

フィラーとして、光散乱性を有するフィラーを用いる場合、光拡散の観点から、フィラーの平均粒子径は、好ましくは、0.1 μm 乃至 0.3 μm である。

【0024】

母材中にフィラーを分散させるフィラーとしては、酸化チタン等の金属酸化物の他に、顔料が挙げられる。

【0025】

顔料は、光吸収性を有するフィラーとして用いることができる。フィラーとして用いられる顔料としては、カーボンブラック等の黒色顔料、銅フタロシアニン等のシアン系顔料、モノアゾレーキ系顔料、モノアゾ系顔料等のマゼンダ系顔料、ジアリライドイエロー等のイエロー顔料等が挙げられる。ただし顔料をそのまま母材に分散させようとすると、母材の構成材料との相溶性という観点から、少なくとも一部が母材中に分散されずに沈殿物等という形態で凝集することがある。

40

【0026】

係る場合では、フィラーとなる顔料の分散を促すために、ポリオールと共有結合する顔料をフィラーとして使用するのが好ましい。特に、フィラーがカーボンブラック等の炭素含有化合物系顔料である場合には効果的である。尚、この炭素含有化合物系顔料には、有機化合物系顔料も当然に含まれる。

50

【 0 0 2 7 】

共有結合にてポリオールと顔料とを結合させる方法として、例えば、ポリオールが有する末端置換基である水酸基（ $-OH$ ）を利用して、化学反応によりエーテル結合（ $-O-$ ）やエステル結合（ $-O-C(=O)-$ ）を形成する方法が挙げられる。

【 0 0 2 8 】

またフィラーとして顔料として用いる場合、好ましくは、ポリオールと共有結合した顔料の分散液という態様で使用する。

【 0 0 2 9 】

本発明において、フィラーの分散量は、好ましくは、ファントムの構成材料として用いられるポリオールに対して 0.1 重量%乃至 0.5 重量%である。

10

【 0 0 3 0 】

本発明において、ファントムを構成する母材及び光吸収散乱体は、ポリオールを含み、好ましくは、硬化剤やフィラーがさらに含まれる。このように、母材及び光吸収散乱体は、基本的な構成材料に関しては共通しているが、各部材における構成材料の構成比率については、それぞれ異なってもよい。

【 0 0 3 1 】

本発明において、母材の少なくとも一部を被覆する膜部材の構成材料としては、母材よりも吸水性が低く、かつ引裂強度等の機械的性質に関し優れている材料が望ましい。また膜部材の構成材料としては、測定時において、母材の光伝播特性及び音響伝播特性に大きく影響をおよぼさない材料にするのが望ましい。本発明において、膜部材の構成材料として、好ましくは、高分子フィルムである。高分子フィルムの中でも透明度が高く音響減衰が少ないポリメチルペンテンからなる高分子フィルムが特に好ましいが、他の高分子フィルムを用いることも可能である。

20

【 0 0 3 2 】

本発明において、膜部材の厚さは、測定結果に影響をおよぼさない観点から、好ましくは 0.1 mm 乃至 3 mm である。また膜部材をより皮膚構造に近似させる目的等から、膜部材は、好ましくは、多層構造にすることあるいは膜内にフィラーを分散させることも可能である。母材に膜部材を被覆させる方法としては、筐体内に母材を充填する方式、母材表面に膜部材を接着する方式、添加材等を用いて母材の表面加工を行い膜部材を作製する方式等が挙げられる。ここで筐体内に母材を充填する方式を採用する場合、筐体としては、膜部材のみから作製されるもの、膜部材と支持体とを有するもの等が挙げられるが、筐体の強度を考慮すると、好ましくは、膜部材と支持体とを有するものである。

30

【 0 0 3 3 】

(2) ファントムの製造方法

次に、本実施形態のファントムの調製方法（製造方法）について説明する。本実施形態のファントムは、例えば、以下に説明する方法により調整される。

【 0 0 3 4 】

まずポリオールを入れたビーカーに、フィラーを分散し、攪拌した後に真空脱泡を行った。このときポリオールとして、エチレンオキサイドとプロピレンオキサイドのモル比率が 1 : 1 のポリエーテルポリオール共重合体（数平均分子量 7000）を用いた。また使用するフィラーとして、以下の列挙するフィラーを用いた。酸化チタン（酸化アルミニウム及びヘキサメチルジシラザンにより表面処理を施したものであって、平均粒子径は、 $0.21\mu m$ である。）：ポリオールに対して 0.24 重量% 黒色顔料：ポリオールに対して 0.0002 重量パーセント

40

【 0 0 3 5 】

次に、硬化剤（HDI）を、ポリオールに対して 3.0 重量パーセント添加し、攪拌した後、真空脱泡を行った。

【 0 0 3 6 】

次に、所定の型に硬化剤を添加したポリオールを充填し、ポリオールを加熱処理することでポリオールを硬化させる。この工程は、具体的には、アルミ製の金型内に高分子フィ

50

ルム（厚さ 0.5 mm のポリメチルペンテンフィルム）を設置した後に、フィラー及び硬化剤を含んだポリオールを注ぎ、90℃にて1時間加熱した。これにより、ポリオールが硬化し、母材が形成される。

【0037】

尚、ファントム内に検出対象となる光吸収散乱体を設置する場合、上述した金型内に予め光吸収散乱体を配置した後、ポリオールを金型内に注ぎ、ポリオールの硬化を行う。このとき光吸収散乱体は、ポリオールを硬化する時に起こるポリオールの凝縮等の影響を受けにくくするため、母材よりも硬度が高いことが好ましい。本実施例では組織等価剤（簿財）と配合物が同じであるポリオールに対して硬化剤を3.4重量パーセント分散することにより、母材よりも硬い光吸収散乱体を調製した。そして母材を形成する際に、ポリオールを金型に注ぐ前に金型内の所定の位置に光散乱吸収体を設置した。

10

【0038】

（3）ファントムの特性評価（光伝播特性の算出方法）

本実施例にて作製されたファントムの光伝播特性の評価方法について説明する。50 mm × 50 mm、光路長 5 mm の石英セル内に硬化剤を添加したフィラー分散液状ポリオールを注入し、90℃にて1時間加熱することによるポリオールの硬化を行い、光伝播特性測定用セルを調製した。次に、このセルを、日本分光製の分光光度計 V-670 を用いて透過率及び反射率を求めた。また、別途調整した硬化樹脂サンプル（サイズ：10 mm × 10 mm × 50 mm）を、島津製作所製の屈折率計（KPR-2000）を用いて硬化樹脂の屈折率を求めた。これらの結果をモンテカルロシミュレーションにより、測定値と計算値の差が最小となるように変数設定の最適化を行い、各波長における等価散乱係数と吸収係数を算出した。

20

【0039】

ここで、本発明における音響伝播特性の評価方法について記載する。音響伝播特性評価に用いた探触子としての超音波トランスデューサー（送信部）はオリンパスNDT製のV303（中心周波数 1 MHz）を用いた。ハイドロフォン（受信部）は Precision Acoustics 製のニードル型ハイドロフォン PAL-1384 を用いた。治具によりトランスデューサーとハイドロフォンを音軸の中心が一致するように水槽内に固定した。トランスデューサーとハイドロフォンの距離は 40 mm とした。

30

【0040】

硬化したポリオールの音響伝播特性は、以下に説明する方法で評価した。まずサイズ 100 mm × 100 mm、厚さ 5 mm 又は 10 mm 厚に調整した硬化ポリオールを、治具を用いて上記実験系のトランスデューサーとハイドロフォンとの間に、シートに対する超音波信号の入射角が 0° となるように固定した。次に、トランスデューサーから 1 サイクルのサイン波（送信電圧 100 V）をファンクションジェネレーター（Tectronix 社製 AFG3022）を用いて送信した。次に、各シート設置時におけるハイドロフォンの受信電圧値をオシロスコープ（Tectronix 社製 TDS3012C）を用いて求めた。また音速は、オシロスコープを用いて求めた。具体的には、硬化ポリオールを測定系に設置した場合と設置しない場合における受信波到達時間の差から音速を求めた。さらに、音響減衰は以下に示す数式から求めた。

40

【0041】

【数 1】

1cm/1MHz 当たりの音響減衰 (dB/cm/MHz)

$$= 20 \times \log \left[\frac{10\text{mm 厚シート設置時の受信音圧}}{5\text{mm 厚シート設置時の受信音圧}} \right] \times \frac{10 \text{ (mm)}}{5 \text{ (mm)}}$$

50

【 0 0 4 2 】

(4) ファントムの光音響波診断装置への適用例

以下に、本発明の実施形態に係るファントムを光音響波診断装置の精度管理に適用した例について、図面を参照しながら説明する。

【 0 0 4 3 】

図 1 は、光音響波診断装置の構成例を示したものである。図 1 の光音響波診断装置 1 0 は、光源 1 と、光学系 2 と、第一保持板 3 と、第二保持板 4 と、ファントム 5 と、弾性波検出器 6 と、演算部 7 と、表示部 8 と、を備える。尚、図 1 の光音響波診断装置 1 0 において、ファントム 5 は、第一保持板 3 と第二保持板 4 との間に保持される。また第一保持板 3 と第二保持板 4 との間にファントム 5 を設けているので、第一保持板 3 及び第二保持板 4 は、一定の距離をもって設置されている。

10

【 0 0 4 4 】

以下、図 1 の光音響波診断装置 1 0 を構成する各構成要素を詳細に説明する。

【 0 0 4 5 】

光源 1 は、特定波長のナノ秒オーダーのパルス光を被検体（例えば、ファントム 5 ）に照射する際に用いられる光源である。光源 1 が発する光として、生体組織を構成する水、脂肪、ヘモグロビン等の吸収スペクトルに応じた波長の光を選定する。例えば、血管中のヘモグロビンを被検体とする場合、血液中のオキシヘモグロビン及びデオキシヘモグロビンの吸収スペクトルに特徴がある 6 0 0 n m 乃至 1 1 0 0 n m の範囲が適当である。光源 1 の具体例として、複数種類の波長を発生させることが可能な半導体レーザーや、波長可変レーザー等を用いることが可能である。本実施例では、光源 1 として、チタンサファイア (T i - S) レーザーを用いた。

20

【 0 0 4 6 】

光学系 2 は、光源 1 から射出された光を被検体（例えば、ファントム 5 ）に導くために設けられる。光学系 2 は、例えば、光ファイバー、レンズ等を有する構成である。光源 1 から射出された光は、光学系 2 により、第一保持板 3 と被検体とが接触する接触面の全領域に拡大され、第一保持板 3 を介して被検体の表面に導かれる。本実施例においては光学系 2 として、レンズを用いた。

【 0 0 4 7 】

第一保持板 3 及び第二保持板 4 は、光源 1 が発する光を効率よく透過する機能（高透過性）と音響波を極力減衰させない機能（低減衰性）とを有することが望ましい。第一保持板 3 及び第二保持板 4 として用いられる材料として、例えば、ガラス、ポリメチルペンテン、ポリカーボネート、アクリル等が挙げられる。本実施例においては、第一保持板 3 及び第二保持板 4 の材料としてポリメチルペンテンを用いた。

30

【 0 0 4 8 】

ファントム 5 は、第一保持板 3 及び第二保持板 4 の間に挟み込まれた形で保持（圧迫保持）されている。この際、ファントム 5 の表面に水又はジェルを塗布することにより、ファントムと保持板との間で気泡が発生するのを防ぐことができる。

【 0 0 4 9 】

演算部 7 は、ファントム 5 内に配置されている光吸収散乱体に関し、光伝播特性の算出方法に示した変数設定の最適化により得られた光学係数を真値として格納するメモリを有している。また本実施例においては、演算部 7 として、真値と実測値とを比較する演算手段と、測定誤差を補正する補正手段と、真値と実測値との値が大きく異なる場合にエラー判定を行うエラー判定手段と、を有する構成とした。

40

【 0 0 5 0 】

図 2 は、本発明のファントムにおける第一の実施形態を示す模式図である。また図 2 のファントム 5 は、本実施例に係る光音響波診断装置用ファントムを模式的に示した図である。図 2 のファントム 5 は、母材 1 1 と、膜部材 1 2 と、光吸収散乱体 (1 3 a 乃至 1 3 e) と、を有する。ここで母材 1 1 は、光伝播特性及び音響伝播特性がいずれも人体組織に近似した媒質からなる部材である。膜部材 1 2 は、母材 1 1 の表面を被覆する部材であ

50

る。本実施例では、膜部材 12 の構成材料として、0.5 mm 厚のポリメチルペンテンを用いた。光吸収散乱体 (13a 乃至 13e) は、いずれも母材 11 内に設けられ、模擬血管の検出対象として用いる部材である。またファントム 5 の表面には装置設置時における位置合わせ指標としてアライメントマーク 14 を設けた。尚、本発明においては、膜部材 12 にアライメントマーク 14 を設けるのが好ましい。

【0051】

本実施例では、ファントム 5 のサイズを 120 mm × 120 mm × 50 mm とした。またファントム 5 内に配置される複数の光吸収散乱体 (13a 乃至 13e) のサイズを直径 2 mm、長さ 120 mm の円柱状とした。また光吸収散乱体 (13a 乃至 13e) をファントム 5 内に設置する際には、深さ 5 mm、15 mm、25 mm、35 mm 及び 45 mm の位置において検出可能となるように光吸収散乱体 (13a 乃至 13e) を配置した。また、アライメントマーク 14 として、光吸収散乱体と同じ材料から成る直径 2 mm の球体を膜部材 12 外面の所定の位置に配置した。

10

【0052】

図 2 のファントム 5 において、測定波長 756 nm 及び 797 nm における母材 11 と光吸収散乱体 13 の吸収係数及び等価散乱係数を測定した。結果を下記表 1 に示す。

【0053】

【表 1】

	母材	光吸収散乱体
吸収係数 (@756nm) [mm^{-1}]	0.0039	0.024
透過散乱係数 (@756nm) [mm^{-1}]	1.10	1.10
吸収係数 (@797nm) [mm^{-1}]	0.0028	0.021
透過散乱係数 (@756nm) [mm^{-1}]	1.03	1.03

20

【0054】

また図 2 のファントム 5 において、母材 11 の音響伝播特性を評価したところ、音速が 1393.7 m/s であり、音響減衰が 0.38 dB/cm/MHz であった。従って、本実施例にてファントム 5 を構成する母材 11 が、光伝播特性及び音響伝播特性が人体組織とほぼ等しいことがわかった。

30

【0055】

また波長 797 nm における赤血球の吸収係数 μ_a は約 0.02 mm^{-1} であることから、ファントム 5 内に設けられる光吸収散乱体 13 が、ヘモグロビンを検出するために適していることがわかった。

【0056】

本実施例にて作製したファントムを用いて光音響波診断装置の精度管理及び補正を行う具体的な方法を以下に示す。例えば、ファントム 5 内に設置した光吸収散乱体 13a の 797 nm における吸収係数の実測値が 0.027 であったとする。このような場合、光吸収散乱体 13a の吸収係数誤差比は $0.027 / 0.021 = 1.29$ と算出することができる。同様に、他の光吸収散乱体 (13b 乃至 13e) に関しても同様に吸収係数誤差比を算出することにより、光音響波診断装置の各測定位置における誤差分布を算出することが可能となる。また、エラー判定の閾値を設け、例えば、真値と実測値との誤差が 50 % 以上である場合は、装置エラーと判定する機能を設ける。このように本実施例にて作製したファントム及び精度管理方法を用いることにより、光音響波診断装置の精度管理が可能となる。

40

【0057】

また本実施例にて作製されたファントムを構成する母材の吸水率 (常温、24 hrs) は 7.2 重量パーセントであり、引裂強度は 1.7 MPa である。このため本実施例にて作製されたファントムを繰り返し使用すると、1 カ月程度で母材表面に雑菌が繁殖したり亀裂が生じたりして、光吸収散乱体の検出誤差が大きくなる。このことから、当該母材を

50

長い期間使用し続けると、超音波診断装置の精度管理に適さなくなる。これに対し、本実施例のファントムでは、母材をポリメチルペンテンからなる膜部材で被覆している。ここで膜部材であるポリメチルペンテンの吸水率（常温、24hrs）は0.01重量パーセント以下であり、引裂強度は30MPaであった。このため、本発明のファントムは、超音波診断装置の精度管理を目的として、1年程度安定に用いることができる。

【実施例2】

【0058】

実施例1において、膜部材12を、母材11を収容する筐体として用いたことを除いては、実施例1と同様の方法によりファントムを作製した。以下、本実施例（実施例2）に係る超音波診断装置用ファントムの構成及び作製方法を以下に説明する。

10

【0059】

本実施例にて作製されたファントム5において、母材11及び光吸収散乱体（13a乃至13e）のサイズ及び構成材料は、実施例1のファントムと同じである。次に、厚さ3mmのポリメチルペンテンシートを用いて金型に相当する型を作製した後、この型内に光吸収散乱体（13a乃至13e）を、それぞれ実施例1と同様に配置した。次に、この型内に母材11となるポリオール（硬化剤を含む。）を充填した後、加熱することにより、上記ポリオールを硬化した。次に、硬化したポリオールの上に保持板（不図示）をかぶせた。尚、ポリオールの上に保持板をかぶせる際には、ファントムと保持板との接触面についてポリウレタンからなるゲルシートを充填して気泡の発生を防ぐ構成とした。以上により、ポリメチルペンテン（膜部材12）からなる筐体の内部に人体組織と同等の超音波伝播特性を有する母材11を有するファントム5を調製した。

20

【0060】

得られたファントムを用いて、実施例1と同様の方法により、超音波診断装置の精度管理及び補正を行った。

【0061】

本実施例にて調製したファントムを用いることにより、実施例1と同様に超音波診断装置の精度管理が可能となる。またファントムを構成する母材の表面を、膜部材12で校正される筐体で覆う構成にすることにより、水や圧迫に起因するファントムの劣化を防ぐことが可能となる。さらに、本実施例における超音波診断装置ファントム内に設けられる光吸収散乱体（13a乃至13e）は、超音波診断装置の所定の位置にファントムを設置する際に圧迫による影響を殆ど受けなため、光吸収散乱体の検出位置精度を向上することが可能となる。

30

【実施例3】

【0062】

図3は、本発明のファントムにおける第二の実施形態を示す模式図である。また図3のファントム5aは、本実施例（実施例3）に係る超音波診断装置用ファントムの構成を示す。尚、図3に示されるファントム5aにおいて、構成部材である母材及び光吸収散乱体のサイズ及び構成材料は、実施例1のファントムと同じとした。尚、図3のファントム5aには、その四隅に、直径10mm、長さ50mmのアルミからなる支持材15を配置した。また図3のファントム5aにおいて、ファントム5a内に設置される光吸収散乱体の設置態様は、実施例1（図1）と同様とした。また本実施例のファントム5aは、実施例2と同様に、ファントムの上に保持板をかぶせており、ファントムと保持板との接触面をポリウレタンからなるゲルシートで充填して気泡の発生を防ぐ構成にした。

40

【0063】

得られたファントムを用いて、実施例1と同様の方法により、超音波診断装置の精度管理及び補正を行った。

【0064】

本実施例にて作製したファントムは、実施例1及び実施例2のファントムと同様に、超音波診断装置の精度管理ができる。また本実施例のファントムを構成する光吸収散乱体（13a乃至13e）は、超音波診断装置の所定の位置にファントムを設置する際に圧

50

迫による影響を殆ど受けないため、光吸収散乱体の検出位置精度を向上することが可能となる。

【実施例 4】

【0065】

図 4 は、乳房型超音波診断装置の具体的な構成を示す模式図である。

【0066】

図 4 の乳房型超音波診断装置 20 は、光源 21 と、光学系 22 と、被検体保持部 23 と、ファントム 24 と、弾性波検出器 25 と、演算部 26 と、表示部 27 と、を備える。尚、被検体保持部 23 を除く図 4 の乳房型超音波診断装置 20 の各構成部材は、図 1 の超音波診断装置 10 の各構成部材（第一保持板 3、第二保持板 4 を除く。）に対応している。図 4 の乳房型超音波診断装置 20 において、被検体保持部 23 は、上に載置されるファントム 24 の形状（半径 100 mm の半球状）に合わせて半球状の凹部（凹み）が設けられている。

【0067】

尚、ファントム 24 の形状は、例えば、半径 100 mm の半球状であるが、本発明においてはこれに限定されるものではない。

【0068】

図 5 は、本発明のファントムにおける第三の実施形態を示す模式図である。尚、図 5 のファントム 24 は、図 4 の乳房型超音波診断装置 20 で使用されるファントムである。

【0069】

図 5 のファントム 24 は、母材 31 と、膜部材 32 と、光吸収散乱体（33a 乃至 33d）とを有する。図 5 のファントム 24 において、母材 31 は、光伝播特性及び音響伝播特性が人体組織に近似した媒質からなる部材である。また膜部材 32 は、母材 31 の表面を被覆し、0.5 mm 厚のポリメチルペンテンからなる部材である。また、ファントム 24 を構成する膜部材 32 には、図 5 に示される所定の位置に、図 4 の乳房型超音波診断装置 20 を構成する被検体保持部 23 にファントム 24 を設置する際に位置合わせ指標となるアライメントマーク 34 が設けられている。さらに、光吸収散乱体（33a 乃至 33d）は、図 5 に示される母材 31 内の所定の位置に配置され、模擬血管の検出対象として用いる部材である。

【0070】

本実施例では、ファントム 24 のサイズを半径 100 mm の半球型とした。またファントム 24 内に配置される光吸収散乱体（33a 乃至 33d）のサイズを直径 2 mm、長さ 100 mm の円柱状とした。さらに、図 4 の乳房型超音波診断装置 20 を構成する被検体保持部 23 にファントム 24 を設置する際には、図 5 に示されるように、中央に等間隔に検出可能となるように配置した。また図 5 のファントム 24 にアライメントマーク 34 として、直径 2 mm の球体を配置した。なお、アライメントマーク 34 の構成材料は、光吸収散乱体（33a 乃至 33d）と同じである。また母材 31 及び膜部材 32 の構成材料は、実施例 1 にて作製したファントムと同様とした。以上により、図 5 に示される乳房型のファントムを得た。

【0071】

得られたファントムを用いて、実施例 1 と同様の方法により、超音波診断装置の精度管理及び補正を行った。

【0072】

本実施例にて作製したファントム 24 は、他の実施例（実施例 1 乃至実施例 3）のファントムと同様に、超音波診断装置の精度管理ができる。また本実施例にて作製したファントムは、母材 31 の表面を膜部材 32 からなる筐体で覆う構成であるため、水や圧迫に起因するファントム 24 の劣化を防ぐことができる。さらに、本実施例のファントムを構成する光吸収散乱体（13a 乃至 13e）は、超音波診断装置の所定の位置にファントムを設置する際に圧迫による影響を殆ど受けないため、光吸収散乱体の検出位置精度を向上することが可能となる。

【実施例 5】

【0073】

実施例 4 において、膜部材 12 を、母材 11 を収容する筐体として用いたことを除いては、実施例 4 と同様の方法によりファントムを作製した。以下、本実施例（実施例 5）に係る超音波診断装置用ファントムの構成及び作製方法を以下に説明する。

【0074】

本実施例にて作製されたファントムにおいて、母材及び光吸収散乱体のサイズ及び構成材料は、実施例 4 のファントム 24 と同じである。次に、厚さ 3 mm のポリメチルペンテンシートを用いて金型に相当する型を作製した後、この型内に光吸収散乱体を、それぞれ実施例 4 と同様に配置した。次に、この型内に母材となるポリオール（硬化剤を含む。）を充填した後、加熱することにより、上記ポリオールを硬化した。次に、硬化したポリオールの上に保持板（不図示）をかぶせた。尚、ポリオールの上に保持板をかぶせる際には、ファントムと保持板との接触面についてポリウレタンからなるゲルシートを充填して気泡の発生を防ぐ構成とした。以上により、ポリメチルペンテン（膜部材）からなる筐体の内部に人体組織と同等の超音波伝播特性を有する母材を有するファントムを調製した。

10

【0075】

本実施例にて作製したファントムは、他の実施例（実施例 1 乃至実施例 4）のファントムと同様に、超音波診断装置の精度管理ができる。また本実施例にて作製したファントムは、母材の表面を膜部材からなる筐体で覆う構成であるため、水や圧迫に起因するファントムの劣化を防ぐことができる。さらに、本実施例のファントムを構成する光吸収散乱体は、超音波診断装置の所定の位置にファントムを設置する際に圧迫による影響を殆ど受けなため、光吸収散乱体の検出位置精度を向上することが可能となる。

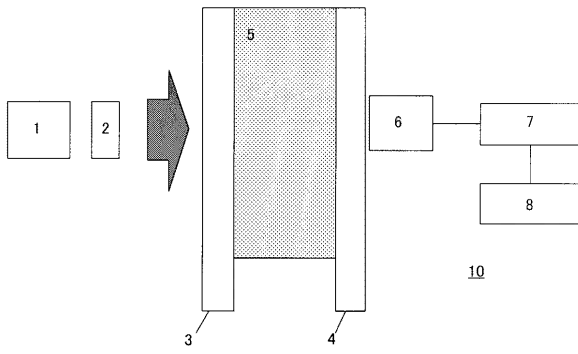
20

【符号の説明】

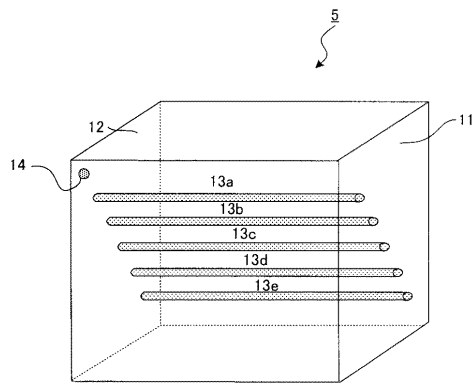
【0076】

1（21）：光源、2（22）：光学系、3：第一保持板、4：第二保持板、5（24）：ファントム、6（25）：弾性波検出器、7（26）：演算部、8（27）：表示部、10：超音波診断装置、11（31）：母材、12（32）：膜部材、13（33）：光吸収散乱体、14（34）：アライメントマーク、15：支持材、23：被検体保持部

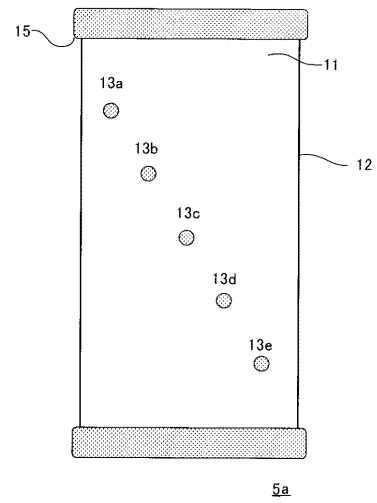
【図 1】



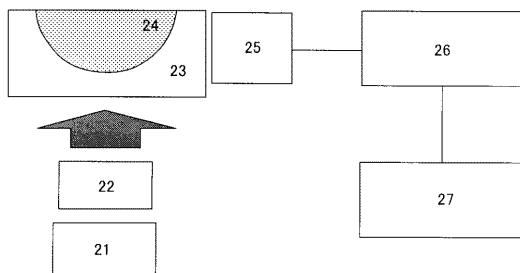
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

