

(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2017-205416

(P2017-205416A)

(43) 公開日 平成29年11月24日(2017.11.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/14 (2006.01)	A 6 1 B 8/14	4 C 6 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2016-101450 (P2016-101450)	(71) 出願人	000001270
(22) 出願日	平成28年5月20日 (2016.5.20)		コニカミノルタ株式会社
			東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
		(74) 代理人	100105050
			弁理士 鷺田 公一
		(74) 代理人	100155620
			弁理士 木曾 孝
		(72) 発明者	森田 聖和
			東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コ
			ニカミノルタ株式会社内
		Fターム(参考)	4C601 EE10 EE21 GB29 GB30 GB33
			GB44 GB45

(54) 【発明の名称】 音響レンズ、その製造方法、超音波探触子および超音波撮像装置

(57) 【要約】

【課題】超音波の減衰を抑制しつつ、化学的安定性および物理的強度に優れる音響レンズを提供すること。

【解決手段】音響レンズは、第1のシリコーンゴム組成物および第2のシリコーンゴム組成物を含むゴム組成物の加硫成形体で構成されている。第1のシリコーンゴム組成物の可塑性は100以下である。第2のシリコーンゴム組成物の可塑性は150以上300以下である。

【選択図】なし

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

超音波探触子用の音響レンズであって、
その可塑性が 100 以下である第 1 のシリコンゴム組成物と、その可塑性が 150 以上 300 以下である第 2 のシリコンゴム組成物とを含むゴム組成物の加硫成形体で構成されている、
音響レンズ。

【請求項 2】

その比重は、1.2 以上 1.6 以下である、請求項 1 に記載の音響レンズ。

【請求項 3】

その比重が 3 以上 7 未満である無機粒子をさらに含む、請求項 1 または 2 に記載の音響レンズ。

【請求項 4】

前記無機粒子の個数平均粒径は、0.05 μm 以上 0.5 μm 以下である、請求項 3 に記載の音響レンズ。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の音響レンズを有する、超音波探触子。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の超音波探触子を有する、超音波撮像装置。

【請求項 7】

超音波探触子用の音響レンズの製造方法であって、
その可塑性が 100 以下である第 1 のシリコンゴム組成物と、その可塑性が 150 以上 300 以下である第 2 のシリコンゴム組成物とを混練することでゴム組成物を作製する工程と、
前記ゴム組成物を加硫成形する工程と、
を含む、音響レンズの製造方法。

【請求項 8】

前記ゴム組成物を作製する工程は、前記第 1 のシリコンゴム組成物と、前記第 2 のシリコンゴム組成物と、その比重が 3 以上 7 未満である無機粒子と、を混練する工程である、請求項 7 に記載の音響レンズの製造方法。

【請求項 9】

前記無機粒子として、個数平均粒径が 0.05 μm 以上 0.5 μm 以下である無機粒子を用いる、請求項 8 に記載の音響レンズの製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、音響レンズ、その製造方法、ならびにその音響レンズを有する超音波探触子および超音波撮像装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

超音波を用いて検査を行うための超音波撮像装置は、被検体（例えば、生体）の内部に超音波を送信し、被検体内で反射した超音波を受信して、被検体内の情報を含む超音波画像を形成する。このようにして、超音波撮像装置によれば被検体の内部を可視化して検査することができる。

【0003】

超音波撮像装置では、超音波探触子用の音響レンズが被検体と密着した状態で使用される。被検体による超音波の反射を少なくして超音波の減衰を抑制する観点から、音響レンズの音響インピーダンスは、被検体の音響インピーダンスに近いことが好ましい。

【0004】

上記音響レンズの例として、シリコン系ゴムおよびブタジエン系ゴムの混合物からな

10

20

30

40

50

る音響レンズが知られている（例えば、特許文献1参照）。また、上記音響レンズの他の例として、酸化チタン粒子が混合されたシリコーンゴムからなる音響レンズが知られている（例えば、特許文献2参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平8-000615号公報

【特許文献2】特公平1-034396号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0006】

しかしながら、上記特許文献に記載の音響レンズでは、物理的な強度が低下し、使用による裂けや磨耗などが生じてしまうことがある。音響レンズは、通常、消毒液やゼリーなどの薬品とともに使用されるが、上記特許文献に記載の音響レンズでは、薬品に対する化学的安定性が低く、長期的使用によって、超音波の減衰による感度の低下と変色とが生じてしまうこともある。

【0007】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、超音波の減衰を抑制しつつ、化学的安定性および物理的強度に優れる音響レンズを提供することを第1の課題とする。また、本発明は、超音波に対する感度が長期間に亘って高い超音波探触子および超音波撮像装置を提供することを第2の課題とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記第1の課題を解決するための第1の手段として、超音波探触子用の音響レンズであって、その可塑性が100以下である第1のシリコーンゴム組成物と、その可塑性が150以上300以下である第2のシリコーンゴム組成物とを含むゴム組成物の加硫成形体で構成されている音響レンズを提供する。

【0009】

上記第2の課題を解決するための第1の手段として、本発明に係る音響レンズを有する超音波探触子を提供する。

30

【0010】

上記第2の課題を解決するための第2の手段として、本発明に係る超音波探触子を有する超音波撮像装置を提供する。

【0011】

上記第1の課題を解決するための第2の手段として、超音波探触子用の音響レンズの製造方法であって、その可塑性が100以下である第1のシリコーンゴム組成物と、その可塑性が150以上300以下である第2のシリコーンゴム組成物とを混練することでゴム組成物を作製する工程と、前記ゴム組成物を加硫成形する工程と、を含む、音響レンズの製造方法を提供する。

【発明の効果】

40

【0012】

本発明に係る音響レンズは、超音波の減衰が抑制されるとともに、化学的安定性および物理的強度に優れる。また、本発明に係る超音波探触子および超音波撮像装置は、超音波に対する感度が長期間に亘って高い。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】図1Aは、本発明の実施の形態に係る超音波撮像装置の構成の一例を示す模式図であり、図1Bは、超音波撮像装置の電氣的な構成の一例を示すブロック図である。

【図2】図2は、本発明の実施の形態に係る超音波探触子の構成の一例を示す断面模式図である。

50

【発明を実施するための形態】

【0014】

[超音波撮像装置]

本発明の一実施の形態に係る超音波撮像装置について、図面を参照して詳細に説明する。図1Aは、本実施の形態に係る超音波撮像装置200の構成の一例を示す模式図であり、図1Bは、超音波撮像装置200の電氣的な構成の一例を示すブロック図である。

【0015】

超音波撮像装置200は、図1Aに示されるように、装置本体210と、装置本体210にケーブル220を介して接続されている超音波探触子100と、装置本体210上に配置されている入力部230および表示部280とを有する。超音波探触子100の詳細については後述する。

10

【0016】

装置本体210は、図1Bに示されるように、入力部230に接続されている制御部240と、制御部240およびケーブル220に接続されている送信部250および受信部260と、受信部260および制御部240のそれぞれと接続されている画像処理部270とを有する。なお、制御部240および画像処理部270は、それぞれ表示部280と接続されている。

【0017】

ケーブル220は、超音波探触子100および送信部250と、超音波探触子100および受信部260とをそれぞれ接続し、信号を伝達する。

20

【0018】

入力部230は、例えば、診断開始などを指示するコマンドや被検体の個人情報などのデータを入力するための装置であり、例えば、複数の入力スイッチを備えた操作パネルやキーボードなどである。

【0019】

制御部240は、例えば、マイクロプロセッサや記憶素子、その周辺回路などを含む。制御部240は、超音波探触子100、入力部230、送信部250、受信部260、画像処理部270および表示部280を、それぞれの機能に応じて制御することによって超音波撮像装置200の全体の制御を行う回路である。

【0020】

送信部250は、例えば、制御部240からの信号を、ケーブル220を介して超音波探触子100に送信する。

30

【0021】

受信部260は、例えば、超音波探触子100からの信号を、ケーブル220を介して受信して制御部240または画像処理部270へ出力する。

【0022】

画像処理部270は、例えば、制御部240の制御に従い、受信部260で受信した信号に基づいて被検体の内部状態を表す画像（超音波画像）を生成する回路である。たとえば、画像処理部270は、被検体の超音波画像を生成するDigital Signal Processor (DSP)、および、当該DSPで処理された信号をデジタル信号からアナログ信号へ変換するデジタル-アナログ変換回路(DAC回路)などを有する。

40

【0023】

表示部280は、例えば、制御部240の制御に従って、画像処理部270で生成された被検体の超音波画像を表示するための装置である。表示部280は、例えば、CRTディスプレイや液晶ディスプレイ(LCD)、有機ELディスプレイ、プラズマディスプレイなどの表示装置、またはプリンタなどの印刷装置である。

【0024】

[超音波探触子]

次に、本実施の形態に係る超音波探触子100について説明する。図2は、本実施の形

50

態に係る超音波探触子100の構成の一例を示す断面模式図である。

【0025】

本実施の形態に係る超音波探触子100は、バッキング層110と、バッキング層110上に配置されている圧電素子120と、圧電素子120上に配置されている音響整合層130と、音響整合層130上に配置されている本実施の形態に係る音響レンズ140とを有する。超音波探触子100は、音響レンズ140以外は、公知の超音波探触子と同様に構成することが可能である。

【0026】

圧電素子120は、バッキング層110上に配置されている送信用圧電体121と、送信用圧電体121上に配置されている中間層122と、中間層122上に配置されている受信信用圧電体123とを有する。また、送信用圧電体121および受信信用圧電体123の両面には、電極150がそれぞれ配置されている。また、圧電素子120には、不図示のフレキシブルプリント基板(FPC)にて電極が取り付けられていてもよい。これにより、超音波探触子100が接続された超音波撮像装置で制御される超音波の送受信駆動により、任意のビームフォーミングが可能となる。

10

【0027】

(バッキング層)

バッキング層110は、圧電素子120を支持し、不要な超音波を吸収するための超音波吸収体である。

【0028】

バッキング層110の材料の例には、天然ゴム、フェライトゴム、エポキシ樹脂、熱可塑性樹脂、およびこれらの材料の少なくともいずれかと酸化タンゲステンや酸化チタン、フェライトなどの粉末との混合物をプレス成形した樹脂系複合材が含まれる。

20

【0029】

熱可塑性樹脂の種類例には、塩化ビニル、ポリビニルブチラール、ABS樹脂、ポリウレタン、ポリビニルアルコール、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリアセタール、ポリエチレンテレフタレート、フッ素樹脂、ポリエチレングリコール、およびポリエチレンテレフタレート-ポリエチレングリコール共重合体が含まれる。バッキング層110の材料としては、樹脂系複合材が好ましく、ゴム系複合材またはエポキシ樹脂系複合材がより好ましい。バッキング層110の形状は、圧電素子120の形状または超音波探触子100の形状に応じて、適宜設計されうる。

30

【0030】

ゴム系複合材は、後述するゴム成分および充填剤を含有することが好ましい。また、必要に応じて、ゴム系複合材には他の配合剤が添加されてもよい。

【0031】

ゴム成分の例には、エチレンプロピレンゴム、水素化ニトリルゴム、クロロブレンゴム、シリコンゴム、エチレンプロピレンゴムと水素化ニトリルゴムとのブレンドゴム、エチレンプロピレンゴムとニトリルゴムとのブレンドゴム、ニトリルゴムおよび/または水素化ニトリルゴムと高スチレンゴムとのブレンドゴム、およびエチレンプロピレンゴムと高スチレンゴムとのブレンドゴムが含まれる。ゴム成分の種類は、1種であってもよいし、それ以上であってもよい。

40

【0032】

また、JIS K6253 (ISO 7619-1)に準拠したスプリング硬さ(デュロメータ硬さ)試験機でゴム成分の硬さを測定した場合、ゴム成分の硬さは、タイプAデュロメータを使用したときにA70以上であり、かつタイプDデュロメータを使用したときにD70以下であることが好ましい。

【0033】

ゴム系複合材に添加される充填剤の種類および配合量は、特に限定されない。充填剤の種類例には、亜鉛華やチタン白、ベンガラ、フェライト、アルミナ、三酸化タンゲステン、酸化イッテルビウムなどの金属酸化物；炭酸カルシウムやハードクレイ、ケイソウ土

50

などのクレイ類；炭酸カルシウムや硫酸バリウムなどの金属塩類；タングステンやモリブデンなどの金属系微粉末類；ガラスバルーンやポリマーバルーンなどのバルーン類；およびガラス粉末が含まれる。これらの充填剤は、種々の比率で添加されうるが、ゴム成分100質量部に対して50質量部以上3000質量部以下であることが好ましく、100質量部以上2000質量部以下であることがより好ましく、300質量部以上1500質量部以下であることがさらに好ましい。また、充填剤の種類は、1種であってもよいし、それ以上であってもよい。

【0034】

他の配合剤の種類の中には、加硫剤、架橋剤、硬化剤、これらの助剤類、劣化防止剤、酸化防止剤および着色剤が含まれる。加硫剤の種類の中には、カーボンブラック、二酸化ケイ素、プロセスオイルおよびイオウが含まれる。架橋剤の種類の中には、ジクミルパーオキサイド(DI-CUP；Hercules社製、「DI-CUP」は同社の登録商標)が含まれる。酸化防止剤の種類の中には、ステアリン酸が含まれる。配合剤の添加量は、音響レンズ140の特性に応じて適宜設定されうる。各配合剤の添加量は、例えば、ゴム成分100質量部に対して1質量部以上100質量部以下である。

10

【0035】

エポキシ樹脂系複合材は、後述するエポキシ樹脂成分および充填剤を含有することが好ましい。また、必要に応じて、エポキシ樹脂系複合材には他の配合剤が添加されてもよい。

【0036】

エポキシ樹脂成分の例には、ビスフェノールAタイプやビスフェノールFタイプ、レゾールノボラックタイプ、フェノール変性ノボラックタイプなどのノボラック型エポキシ樹脂；ナフタレン構造含有タイプやアントラセン構造含有タイプ、フルオレン構造含有タイプなどの多環芳香族型エポキシ樹脂；水添脂環型エポキシ樹脂；および液晶性エポキシ樹脂が含まれる。エポキシ樹脂成分の種類は、1種であってもよいし、それ以上であってもよい。

20

【0037】

エポキシ樹脂系複合材に添加される充填剤の種類は、前述したゴム系複合材に添加される充填剤の種類と同様である。また、エポキシ樹脂成分には、ゴム系複合材を粉砕して作製した複合粒子(例えば、粒径200 μ m程度)が含まれていてもよい。たとえば、複合粒子は、シリコーンゴム中に添加剤(例えば、フェライト、酸化タングステン)を添加したものを、粉砕機により粉砕することで作製される粒子である。

30

【0038】

また、エポキシ樹脂系複合材を使用する場合、さらに架橋剤を添加する必要がある。架橋剤の種類の中には、ジエチレントリアミンやトリエチレントトラミン、ジプロピレンジアミン、ジエチルアミノプロピルアミンなどの鎖状脂肪族ポリアミン；N-アミノエチルピペラジンやメンセンジアミン、イソフォロンジアミンなどの環状脂肪族ポリアミン；m-キシレンジアミンやメタフェニレンジアミン、ジアミノジフェニルメタン、ジアミノジフェニルスルホンなどの芳香族アミン；ポリアミド樹脂やピペリジン、N,N-ジメチルピペラジン、トリエチレンジアミン、2,4,6-トリス(ジメチルアミノメチル)フェノール、ベンジルジメチルアミン、2-(ジメチルアミノメチル)フェノールなどの2級アミンおよび3級アミン；2-メチルイミダゾールや2-エチルイミダゾール、1-シアノエチル-2-ウンデシルイミダゾリウム・トリメリテートなどのイミダゾール類；液状ポリメルカプタンやポリスルフィド、無水フタル酸、無水トリメリット酸、メチルテトラヒドロ無水フタル酸、メチルエンドメチレントラヒドロ無水フタル酸、メチルプテニルテトラヒドロ無水フタル酸、メチルヘキサヒドロフタル酸などの酸無水物が含まれる。

40

【0039】

バックグ層110の厚みは、1mm以上10mm以下であることが好ましく、1mm以上5mm以下であることがより好ましい。

【0040】

50

(圧電素子)

圧電素子 120 は、電気信号を機械的な振動に変換することができ、機械的な振動を電気信号に変換することもできる。これにより、圧電素子 120 は、超音波を送信し、かつ受信することができる。なお、圧電素子 120 およびパッキング層 110 の接着性を高める観点から、圧電素子 120 は、少なくとも一部が接着層を介してパッキング層 110 上に積層されていることが好ましい。接着層の材料の例には、シリコン系接着剤およびエポキシ系接着剤が含まれる。

【 0041 】

圧電素子 120 は、前述のとおり、送信用圧電体 121、中間層 122、受信用圧電体 123 および電極 150 を有する。電極 150 は、送信用圧電体 121 および受信用圧電体 123 の両面に配置されている。

10

【 0042 】

送信用圧電体 121 は超音波を被検体に向けて送信するための圧電体である。受信用圧電体 123 は、被検体からの超音波を受信するための圧電体である。送信用圧電体 121 を構成する材料および受信用圧電体 123 を構成する材料は、公知の材料から適宜選択され、無機物であってもよいし、有機物であってもよいし、無機 - 有機複合物であってもよい。

【 0043 】

無機圧電体の材料の例には、水晶、ニオブ酸リチウム、チタン酸バリウム、チタン酸鉛、メタニオブ酸鉛、酸化亜鉛、 $PbZrO_3 / PbTiO_3$ 固溶体 (PZT)、 $Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3 / PbTiO_3$ 固溶体 (PMN-PT) および $Pb(Zn_{1/3}Nb_{2/3})O_3 / PbTiO_3$ 固溶体 (PZN-PT) が含まれる。

20

【 0044 】

有機圧電体の材料の例には、ポリフッ化ビニリデン - 三フッ化エチレン共重合体 (P(VDF-3FE))、P(VDF-3FE) とポリウレタンとの混練物、P(VDF-3FE) とシリコンとの混練物、ポリフッ化ビニリデンとナイロンとの混練物、フッ化ビニリデンとクロロトリフルオロエチレンとの共重合による PVDf 系共重合体、ポリブタジエン - N, N - メチレンビスアクリルアミド - スチレン共重合体、ポリ(- ベンジル - L - グルタメート)、メタンジイソシアネートとジアミノフルオレンとの蒸着重付加によるポリ尿素樹脂、キシリレンジイソシアネートと p - ジアミノベンゼンとの蒸着重付加によるポリ尿素樹脂、およびテトラフルオロエチレン - ヘキサフルオロプロピレン共重合体のエレクトレットが含まれる。

30

【 0045 】

さらに無機 - 有機複合の圧電体の材料の例には、PZT - シロキサン - ポリ(メタ)アクリレートコンポジット、およびポリ乳酸とリン酸カルシウムまたはモンモリロナイトとのコンポジットが含まれる。

【 0046 】

送信用圧電体 121 および受信用圧電体 123 の厚みは、前述の機能を発揮できる範囲内で適宜調整され、例えば、 $100\mu m$ 以上 $500\mu m$ 以下である。

【 0047 】

中間層 122 は、インピーダンス整合の観点から、送信用圧電体 121 および受信用圧電体 123 の間に配置されている。中間層 122 は、例えば、100 質量部のエポキシ樹脂に対して 1200 質量部のフェライトが混合された層である。

40

【 0048 】

電極 150 は、送信用圧電体 121 および受信用圧電体 123 の両面にそれぞれ形成されている。電極 150 の材料の例には、金、白金、銀、パラジウム、銅、アルミニウム、ニッケル、スズおよびこれらの合金が含まれる。送信用圧電体 121 および受信用圧電体 123 の両面に電極 150 を形成する方法は、公知の方法から適宜選択される。電極 150 を形成するための方法の例には、スパッタ法および真空蒸着法が含まれる。たとえば、チタンやクロムなどからなる第 1 金属層を $0.02\mu m$ 以上 $1.0\mu m$ 以下の厚みで形成

50

した後に、上記の電極 150 の材料からなる第 2 金属層を上記第 1 金属層上に、1 以上 10 μm 以下の厚みで形成すればよい。また、電極 150 は、微粉末の金属粉末と低融点ガラスとを混合した導電ペーストを使用した、スクリーン印刷やディッピング法、溶射法などにより形成されてもよい。

【0049】

(音響整合層)

音響整合層 130 は、圧電素子 120 および被検体の間の音響インピーダンスを整合させる層である。このために、音響整合層 130 は、圧電素子 120 と被検体との中間の大きさの音響インピーダンスを有する。音響整合層 130 は、単層でも積層でもよいが、音響インピーダンスが異なる複数の層からなる積層体であることが好ましい。たとえば、音響整合層 130 は、2 層以上であることが好ましく、4 層以上であることがより好ましい。音響整合層 130 の厚みは、超音波の波長を λ とすると、 $\lambda/4$ である。これを満たさない場合、所望の音響特性を得られないおそれがある。

10

【0050】

音響整合層 130 は、例えば、種々の材料で構成され得る。音響整合層 130 の音響インピーダンスは、音響レンズ 140 に向けて音響レンズ 140 の音響インピーダンスに、段階的または連続的に近づくように設定されていることが好ましい。たとえば、音響整合層 130 の音響インピーダンスは、材料に添加される添加剤の種類および含有量によって調整され得る。

【0051】

音響整合層 130 の材料の例には、アルミニウム、アルミニウム合金（例えば Al - Mg 合金）、マグネシウム合金、マコールガラス、ガラス、熔融石英、銅グラファイトおよび樹脂が含まれる。この樹脂の例には、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリカーボネート、ABS 樹脂、AAS 樹脂、AES 樹脂、ナイロン 6 やナイロン 66 などのナイロン、ポリフェニレンオキシド、ポリフェニレンスルフィド、ポリフェニレンエーテル、ポリエーテルエーテルケトン、ポリアミドイミド、ポリエチレンテレフタレート、エポキシ樹脂およびウレタン樹脂が含まれる。上記添加剤の例には、亜鉛華、酸化チタン、シリカやアルミナ、ベンガラ、フェライト、酸化タンゲステン、酸化イッテルビウム、硫酸バリウム、タンゲステン、モリブデン、ガラス繊維およびシリコン粒子が含まれる。

20

【0052】

音響整合層 130 のインピーダンス整合の観点から、例えば、音響整合層 130 の表面部分は、エポキシ樹脂で構成されているとともに、シリコン粒子を含有していることが好ましい。音響レンズ 140 の材料であるシリコンを音響整合層 130 の基材中に分散させることにより、音響整合層 130 の音響インピーダンスを音響レンズ 140 のそれに近づけることができる。

30

【0053】

音響整合層 130 の厚みは、上記の機能を発揮することができれば特に限定されず、例えば、30 μm 以上 500 μm 以下である。

【0054】

なお、圧電素子 120 および音響整合層 130 の接着性を高める観点から、音響整合層 130 の少なくとも一部は、接着層を介して圧電素子 120 上に積層されていることが好ましい。接着層の材料の例には、シリコン系接着剤およびエポキシ系接着剤が含まれる。

40

【0055】

(音響レンズ)

本実施の形態に係る音響レンズ 140 は、可塑性が互いに異なる第 1 のシリコンゴム組成物および第 2 のシリコンゴム組成物を含むゴム組成物の加硫成形体で構成されている。第 1 のシリコンゴム組成物および第 2 のシリコンゴム組成物は、シリコンゴムを含む。

【0056】

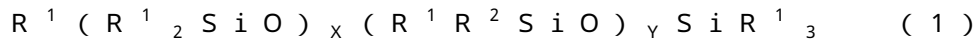
50

シリコーンゴムは、分子骨格としてシロキサン結合（Si-O結合）を有するゴム状シリコーン樹脂である。ゴム状シリコーン樹脂は、主成分として、ジメチルポリシロキサンを含むものが好ましい。ゴム状シリコーン樹脂は、ジフェニルシロキサン、メチルフェニルシロキサンメチルビニルシロキサンまたはメチル-3,3,3-トリフルオロプロピルシロキサンを含んでいてもよい。

【0057】

また、ゴム状シリコーン樹脂の重合度は、3000以上10000以下であることが好ましい。ゴム状シリコーン樹脂は、下記式(1)で表されるシリコーン化合物、下記式(2)で示されるシリコーン化合物、またはこれら両方を含んでいてもよい。

【0058】

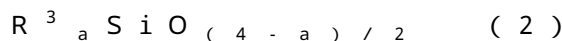


(R^1 は1価の炭化水素基または水素原子であり、 R^2 はアルキル基またはポリエーテル基であり、 x は0以上の整数であり、 y は1以上の整数である。)

【0059】

なお、上記式(1)において、 R^1_2SiO 部分と R^1R^2SiO 部分との順番は、連続であってもよく、ランダムであってもよい。

【0060】



(R^3 は1価の炭化水素基であり、 a は1.95~2.05である。)

【0061】

上記式(2)において、上記 R^3 の炭素数は1~12である。上記 R^3 の炭素数は1~8であることが好ましい。具体的には、上記 R^3 の例には、メチル基やエチル基、プロピル基、ブチル基、ヘキシル基、オクチル基などのアルキル基；シクロペンチル基やシクロヘキシル基などのシクロアルキル基；ビニル基やプロペニル基などのアルケニル基；シクロアルケニル基やフェニル基、トリル基などのアリール基；ベンジル基や2-フェニルエチル基などのアラルキル基；これらの官能基の水素原子の一部もしくは全部をフッ素や塩素などのハロゲン原子、またはシアノ基で置換したクロロメチル基、トリフルオロプロピル基およびシアノエチル基が含まれる。上記 R^3 は、メチル基、ビニル基、フェニル基またはトリフルオロプロピル基であることが好ましい。

【0062】

ゴム状シリコーン樹脂は、アルケニル基やシクロアルケニル基などの脂肪族不飽和炭化水素基を有するオルガノポリシロキサンを含むことが好ましい。脂肪族不飽和炭化水素基の数は2~50個である。脂肪族不飽和炭化水素基の数は、2~20個であることが好ましい。

【0063】

上記式(2)で表されるシリコーン化合物の分子構造は、直鎖状であり、一部に分岐構造を有していてもよいし、有していなくてもよい。また、上記式(2)で表されるシリコーン化合物の分子鎖の両末端は、例えば、トリメチルシロキシ基やジメチルフェニルシロキシ基、ビニルジメチルシロキシ基、ジビニルメチルシロキシ基、トリビニルシロキシ基などのトリオルガノシロキシ基($R^3_3SiO_{1/2}$)；またはヒドロキシジメチルシロキシ基のようなヒドロキシジオルガノシロキシ基($R^3_2(HO)SiO_{1/2}$)で封鎖されていることが好ましい。

【0064】

第1のシリコーンゴム組成物および第2のシリコーンゴム組成物は、本実施形態の効果が得られる範囲において、シリコーンゴム以外の他の成分をさらに含んでいてもよい。他の成分の例には、第1のシリコーンゴム組成物の可塑性と第2のシリコーンゴム組成物の可塑性とを調整するためのフィラーが含まれる。本実施の形態では、第1のシリコーンゴム組成物は、フィラーを含んでおらず、第2のシリコーンゴム組成物は、フィラーを含んでいる。フィラーの材料の例には、シリカ、アルミナ、カーボンブラック、炭酸カルシウムおよび酸化亜鉛が含まれる。フィラーは、第1のシリコーンゴム組成物および第2のシ

10

20

30

40

50

リコーンゴム組成物におけるシリコーンゴムと相互作用し、架橋構造を形成する。この結果として、第1のシリコーンゴム組成物の可塑性と第2のシリコーンゴム組成物の可塑性とは高められる。

【0065】

第1のシリコーンゴム組成物と、第2のシリコーンゴム組成物とは、本実施形態の効果を得られる範囲内であれば、わずかに相分離していてもよいし、相分離していてもよい。超音波の減衰を抑制し、かつ十分な物理的強度を得る観点からは、第1のシリコーンゴム組成物および第2のシリコーンゴム組成物は、互いに相分離していないことが好ましい。第1のシリコーンゴム組成物および第2のシリコーンゴム組成物が互いに相分離しないように混合する観点からは、可塑性がより低い第1シリコーンゴム組成物の含有量が多く、可塑性がより高い第2シリコーンゴム組成物の含有量が少ないことが好ましい。また、当該相分離は、例えば、市販の示差走査熱量計(DSC)により、ガラス転移温度を測定することで検出され得る。具体的には、相分離している場合と相分離していない場合とでは、ガラス転移温度が異なるため、ガラス転移温度の測定結果に基づいて層分離の有無を判断することができる。たとえば、2つのガラス転移温度が検出された場合には、完全に相分離していると判断することができる。なお、上記相分離は、原子間力顕微鏡(AFM)や光散乱などを利用することにより、直接的に確認されてもよい。

10

【0066】

超音波の減衰を抑制しつつ、十分な化学的安定性および物理的強度を得る観点から、第1のシリコーンゴム組成物の可塑性は、100以下であり、第2のシリコーンゴム組成物の可塑性は、150以上300以下である。第1のシリコーンゴム組成物の可塑性が100超であるか、または第2のシリコーンゴム組成物の可塑性が150未満であると、超音波の減衰を抑制しつつ、十分な化学的安定性および物理的強度を得ることができなくなるおそれがある。また、第2のシリコーンゴム組成物の可塑性が300超であると、第1のシリコーンゴム組成物および第2のシリコーンゴム組成物が互いに十分に混合されず、過度に相分離してしまい、結果として、超音波が減衰し、かつ十分な物理的強度を得られなくなるおそれがある。

20

【0067】

ここで、「可塑性」とは、未加硫のシリコーンゴム組成物の粘弾性を示す値である。たとえば、可塑性が小さいほど、シリコーンゴム組成物の変形し易いことを示す。可塑性は、超音波の減衰と、音響レンズ140の物理的強度とに相関がある。可塑性が小さいほど、超音波の減衰も小さくなるが、一方で音響レンズ140の物理的強度が低下する。音響レンズ140における、第1のシリコーンゴム組成物および第2のシリコーンゴム組成物の可塑性は、電子顕微鏡により音響レンズ140の断面の元素分析を行うことで推定され得る。たとえば、本実施の形態に係る音響レンズ140では、第1のシリコーンゴム組成物と第2のシリコーンゴム組成物とがわずかに相分離している場合に、上記フィラーが分散していない部分を第1のシリコーンゴム組成物と推定し、上記フィラーが分散している部分を第2のシリコーンゴム組成物と推定することができる。これとともに、上記フィラーの含有量に基づいて、第1のシリコーンゴム組成物の可塑性と、第2のシリコーンゴム組成物の可塑性とを推定することができる。

30

40

【0068】

可塑性は、例えば、シリコーンゴムの分子量、分子量分布、分子構造、フィラーの添加により調整され得る。たとえば、可塑性は、シリコーンゴムの分子量が高いほど大きい。また、可塑性は、フィラーとシリコーンゴムとの相互作用が高いほど、大きい。また、可塑性は、フィラーの添加量が増えるほど、大きい。たとえば、フィラーが添加されていない第1シリコーンゴム組成物の可塑性は、100以下となる。

【0069】

超音波の減衰を抑制しつつ、十分な化学的安定性および物理的強度を得る観点から、第1のシリコーンゴム組成物および第2のシリコーンゴム組成物の質量割合は、10質量部：90質量部～90質量部：10質量部であることが好ましく、30質量部：70質量部

50

～ 70 質量部：30 質量部であることがより好ましい。

【0070】

第1のシリコーンゴム組成物は、市販品であってもよい。たとえば、第1のシリコーンゴム組成物は、モメンティブ・パフォーマンス・マテリアルズ社製のTSE201（可塑性91、密度 1.0 g/cm^3 ）である。

【0071】

第2のシリコーンゴム組成物も、市販品であってもよい。たとえば、第2のシリコーンゴム組成物は、モメンティブ・パフォーマンス・マテリアルズ社製のXE20-C0510（可塑性110、密度 1.1 g/cm^3 ）；信越化学工業株式会社製の信越シリコーンKE541U（可塑性150、密度 1.1 g/cm^3 、「信越シリコーン」は、同社の登録商標であり、以下省略する）、KE551U（可塑性200、密度 1.1 g/cm^3 ）、KE555U（可塑性310、密度 1.2 g/cm^3 ）、KE561U（可塑性250、密度 1.2 g/cm^3 ）、KE571U（可塑性360、密度 1.2 g/cm^3 ）、KE752U（可塑性200、密度 1.3 g/cm^3 ）、KE772U（可塑性270、密度 1.4 g/cm^3 ）およびKE782U（可塑性330、密度 1.4 g/cm^3 ）；である。

【0072】

また、音響レンズ140における音速の調整、比重の調整や密度の調整などの観点から、音響レンズ140は、無機粒子をさらに含んでもよい。無機粒子の比重は、3以上7未満であることが好ましい。無機粒子の比重が小さすぎると、音響レンズ140の比重を所望の大きさに調整できないことがある。また、無機粒子の比重が大きすぎると、音響レンズ140における音速が低下しすぎることがあり、結果として、超音波の減衰を抑制しつつ高い音速を実現することが困難となるおそれがある。

【0073】

音響レンズ140における無機粒子の含有量は、無機粒子の種類、無機粒子の大きさ、無機粒子の比重などに応じて適宜調整され得る。音響レンズ140における無機粒子の含有量は、例えば、10質量部以上150質量部以下である。

【0074】

無機粒子の例には、シリカやアルミナ、酸化チタン、酸化亜鉛、酸化イッテルビウムなどの金属酸化物粒子；金や白金などの金属粒子；が含まれる。無機粒子の種類は、1種であってもよいし、それ以上であってもよい。

【0075】

無機粒子の個数平均粒径は、 $0.05\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。無機粒子の個数平均粒径が大きすぎると、無機粒子が超音波を散乱し、減衰させてしまうおそれがある。また、無機粒子の個数平均粒径が小さすぎると、無機粒子のシリコーンゴム組成物への混合性が低下してしまい、超音波を減衰させてしまうおそれがあり、さらに音響レンズ140の成形が困難となるおそれがある。無機粒子の個数平均粒径は、電子顕微鏡観察により粒子100個分の粒径を測定した値の個数平均値である。ここで、粒径とは、電子顕微鏡観察による画像から求めた粒子の長径と、短径との平均値である。

【0076】

音響レンズ140の比重は、1.2以上1.6以下であることが好ましい。音響レンズ140の比重が大きすぎたり小さすぎたりすると、音響レンズ140の音響インピーダンスを所望の大きさに調整できないおそれがある。音響レンズ140の比重は、例えば、公知の電子比重計（SD-200L；アルファーマラージュ株式会社製）を用いて測定され得る。

【0077】

[音響レンズの製造方法]

ここで、音響レンズ140の製造方法の一例について説明する。音響レンズ140の製造方法は、第1のシリコーンゴム組成物と第2のシリコーンゴム組成物とを混練することでゴム組成物を作製する工程と、当該ゴム組成物を加硫成形する工程と、を含む。

10

20

30

40

50

【0078】

まず、その可塑性が100以下である第1のシリコンゴム組成物と、その可塑性が150以上300以下である第2のシリコンゴム組成物とを混練する。これにより、ゴム組成物を作製することができる。混練方法は、公知の方法から適宜選択され得る。たとえば、第1のシリコンゴム組成物と、第2のシリコンゴム組成物とを公知のロール混練機で混合すればよい。

【0079】

第1のシリコンゴム組成物および第2のシリコンゴム組成物の可塑性は、JIS K6249；2003（ISO 7323）に従って、公知の平行板可塑性計（ウィリアムスプラストメータ；株式会社安田精機製作所製）を用いて測定され得る。

10

【0080】

また、第1のシリコンゴム組成物と、第2のシリコンゴム組成物とを混練するとき、さらに無機粒子をさらに混練してもよい。前述のとおり、無機粒子としては、個数平均粒径が0.05 μm以上0.5 μm以下である無機粒子を用いることが好ましい。また、第1のシリコンゴム組成物および第2のシリコンゴム組成物が互いに相分離しないように混合する観点からは、第1シリコンゴム組成物を少しずつ混合することが好ましい。

【0081】

ゴム組成物を作製する工程では、音響レンズ140の特性を損なわない範囲内で、その他の添加剤を添加してもよい。その他の添加剤の種類の中には、上記の無機粒子、補強剤、補強剤の分散剤が含まれる。その他の添加剤の材料の中には、シリカ、酸化チタン、アルミナ、酸化セリウム、酸化鉄、酸化亜鉛、酸化イッテルビウム、硫酸バリウム、有機物フィラーおよび着色顔料が含まれる。

20

【0082】

次いで、上記ゴム組成物を加硫成形する。具体的には、上記ゴム組成物に加硫剤をさらに混練し、プレス成形すればよい。このとき、加硫温度は、例えば、110 以上190 以下である。加硫時間は、例えば、5分以上30分以下である。

【0083】

加硫剤の種類の中には、2,5-ジメチル-2,5-ジターシャリーブチルパーオキシヘキサンやp-メチルベンゾイルパーオキシド、ジターシャリーブチルパーオキシドなどの過酸化物系の加硫剤が含まれる。加硫剤の添加量は、例えば、シリコンゴム100質量部に対して0.3質量部以上5質量部以下であることが好ましい。

30

【0084】

また、加硫を安定させ、低分子量の不純物を除去する観点からは、2次加硫処理を行うことが好ましい。2次加硫処理における加硫温度は、例えば、200 以上240 以下である。2次加硫処理における加硫時間は、例えば、2分以上10分以下である。この際、硫黄や酸化亜鉛などの加硫助剤などをさらに添加してもよい。加硫助剤として酸化亜鉛を使用することにより、音響レンズ140のレンズ特性を実質的に損なわずに加硫を促進し、加硫時間を短縮することができる。

【0085】

以上のとおり、本実施の形態に係る音響レンズ140は、第1のシリコンゴム組成物と、第2のシリコンゴム組成物とを含むゴム組成物の加硫成形体で構成されている。小さい可塑性を有する第1のシリコンゴム組成物は、音響レンズ140の物理的強度を低くしてしまうものの、超音波の減衰を著しく抑制することができる。一方、大きい可塑性を有する第2のシリコンゴム組成物は、超音波を減衰してしまうものの、音響レンズ140の物理的強度を高めることができる。すなわち、第1のシリコンゴム組成物および第2のシリコンゴム組成物が互いに混合されることにより、超音波の減衰を抑制するとともに、物理的強度にも優れる音響レンズ140を実現することができる。また、音響レンズ140は、シリコンゴム組成物を含むゴム組成物の加硫成形体で構成されているため、ブタジエン系ゴムを含む従来の音響レンズと比較して、化学的安定性にも優れる。

40

50

【 0 0 8 6 】

また、本実施の形態に係る超音波探触子 1 0 0 は、音響特性および耐久性に優れる、上記の音響レンズ 1 4 0 を有する。この結果として、超音波探触子 1 0 0 は、超音波に対する感度が長期に亘って高い。

【 0 0 8 7 】

さらに、本実施の形態に係る超音波撮像装置 2 0 0 は、音響特性および耐久性に優れる、上記の超音波探触子 1 0 0 を有する。この結果として、超音波撮像装置 2 0 0 は、超音波に対する感度が長期間に亘って高く、かつ高い精度および信頼性で被検体を長期間に亘って検査することができる。

【 0 0 8 8 】

超音波撮像装置 2 0 0 は、医療用の超音波診断装置に適用されうる。また、超音波撮像装置 2 0 0 は、魚群探知機（ソナー）や非破壊検査用の探傷機などの超音波による探查結果を画像や数値などで表示する他の装置にも適用されうる。

【 0 0 8 9 】

なお、本実施の形態に係る超音波探触子 1 0 0 では、送信用圧電体 1 2 1 および受信用圧電体 1 2 3 を有する圧電素子 1 2 0 を使用する場合について説明したが、1 つの圧電体が超音波の送受信の両方を行ってもよい。

【 0 0 9 0 】

また、本実施の形態に係る超音波探触子 1 0 0 では、送信用圧電体 1 2 1 および受信用圧電体 1 2 3 を上下に配置する場合について説明したが、送信用圧電体 1 2 1 および受信用圧電体 1 2 3 は、並列して配置されていてもよい。また、複数の送受信用の圧電体が並列して配置されていてもよい。

【 0 0 9 1 】

以上の説明から明らかなように、本実施の形態に係る音響レンズは、超音波探触子用の音響レンズであって、その可塑性が 1 0 0 以下である第 1 のシリコンゴム組成物と、その可塑性が 1 5 0 以上 3 0 0 以下である第 2 のシリコンゴム組成物とを含むゴム組成物の加硫成形体で構成されている。したがって、上記音響レンズは、超音波の減衰を抑制しつつ、化学的安定性および物理的強度に優れる。また、上記音響レンズを有する超音波探触子および超音波撮像装置は、超音波に対する感度が高い。

【 0 0 9 2 】

上記音響レンズの比重が 1 . 2 以上 1 . 6 以下であることは、上記音響レンズの音響インピーダンスを調整し、超音波の減衰を抑制する観点から、より一層効果的である。

【 0 0 9 3 】

その比重が 3 以上 7 未満である無機粒子をさらに含むことは、音響レンズの比重を調整することで、音響インピーダンスを調整し、超音波の減衰を抑制する観点から、より一層効果的である。

【 0 0 9 4 】

無機粒子の個数平均粒径は、0 . 0 5 μm 以上 0 . 5 μm 以下であることは、超音波の減衰の抑制と、上記音響レンズの成形性との観点から、より一層効果的である。

【 0 0 9 5 】

また、本実施の形態に係る音響レンズの製造方法は、超音波探触子用の音響レンズの製造方法であって、その可塑性が 1 0 0 以下である第 1 のシリコンゴム組成物と、その可塑性が 1 5 0 以上 3 0 0 以下である第 2 のシリコンゴム組成物とを混練することでゴム組成物を作製する工程と、上記ゴム組成物を加硫成形する工程と、を含む。したがって、超音波の減衰を抑制しつつ、化学的安定性および物理的強度に優れる音響レンズを提供することができる。

【 0 0 9 6 】

ゴム組成物を作製する工程が上記第 1 のシリコンゴム組成物と、上記第 2 のシリコンゴム組成物と、その比重が 3 以上 7 未満である無機粒子と、を混練する工程であることは、上記音響レンズの音響インピーダンスを調整し、超音波の減衰を抑制する観点から、

10

20

30

40

50

より一層効果的である。

【0097】

無機粒子として、個数平均粒径が $0.05\mu\text{m}$ 以上 $0.5\mu\text{m}$ 以下である無機粒子を用いることは、超音波の減衰の抑制と、上記音響レンズの成形性との観点から、より一層効果的である。

【実施例】

【0098】

以下、実施例を挙げて本発明を説明するが、本発明はこれらに限定されない。

【0099】

本実施例では、音響レンズの材料で評価用のシートを作製し、作製したシートについて音響特性を調べた。 10

【0100】

1. シートの作製
(シート1の作製)

フィラーとして、表面に酸化アルミニウムが担持され、かつ有機酸により表面処理されている酸化チタン粒子(TiO_2 、CR60-2; 石原産業株式会社製)を準備した。酸化チタン粒子の個数平均粒径を電子顕微鏡観察により測定した。酸化チタン粒子の個数平均粒径は $0.21\mu\text{m}$ である。

【0101】

酸化チタン粒子をステンレスパッド上に薄く敷き、このパッドを 140°C の環境下で4時間静置した。これにより、酸化チタン粒子に付着した水分などを除去した。 20

【0102】

次いで、下記の成分を下記の量で混合し、6インチのダブルロール混練機で練ることで、ゴム組成物を調製した。このとき、酸化チタン粒子の含有量は、シリコンゴム組成物Aおよびシリコンゴム組成物Bを基準(100質量部)としたときの含有量である。

シリコンゴム組成物A	70質量部
シリコンゴム組成物B	30質量部
酸化チタン	75質量部

【0103】

シリコンゴム組成物Aとしては、モメンティブ・パフォーマンス・マテリアルズ社製のTSE201(可塑性91、密度 $1.0\text{g}/\text{cm}^3$)を使用し、シリコンゴム組成物Bとしては、信越化学工業株式会社製のKE541U(可塑性150、密度 $1.1\text{g}/\text{cm}^3$)を使用した。なお、シリコンゴム組成物の可塑性は、JIS K6249(2003)に規定されている方法に従って、平行板可塑性計(ウィリアムスブラストメータ; 株式会社安田精機製作所製)により測定した。 30

【0104】

次いで、100質量部の上記ゴム組成物に、加硫剤として0.5質量部の2,5-ジメチル-2,5-ジ(t-ブチルパーオキシ)ヘキサンを6インチのダブルロール混練機でさらに混合した。そして、この混合物を 165°C で10分間プレス成形した後、さらに 200°C で2時間、2次加硫を行うことで、厚み2mmのシート1を作製した。 40

【0105】

(シート2, 3の作製)

シリコンゴム組成物の混合比と、フィラーの含有量とを表1に示されるように変更したこと以外は、シート1と同様にしてシート2, 3を作製した。

【0106】

(シート4の作製)

シリコンゴム組成物Bの代わりにシリコンゴム組成物Cを使用し、酸化チタン粒子の代わりに硫酸バリウム(BaSO_4)粒子を使用したこと以外は、シート1と同様にしてシート4を作製した。シリコンゴム組成物Cとしては、信越化学工業株式会社製のKE561U(可塑性250、密度 $1.2\text{g}/\text{cm}^3$)を使用した。硫酸バリウムとしては 50

、堺化学工業株式会社製の B - 3 0 を使用した。

【 0 1 0 7 】

(シート 5 の作製)

硫酸バリウムの代わりに酸化亜鉛 (ZnO) を使用し、フィラーの含有量を表 1 に示されるように変更したこと以外は、シート 4 と同様にしてシート 5 を作製した。酸化亜鉛としては、テイカ株式会社製の MZ - 5 0 6 X を使用した。

【 0 1 0 8 】

(シート 6 の作製)

硫酸バリウムの代わりに酸化イットルビウム (YbO) を使用し、フィラーの含有量を表 1 に示されるように変更したこと以外は、シート 4 と同様にしてシート 6 を作製した。酸化イットルビウムとしては、信越化学工業株式会社製のナノ粒子タイプの酸化イットルビウムを使用した。

10

【 0 1 0 9 】

(シート 7 ~ 9 の作製)

シリコーンゴム組成物 B の代わりにシリコーンゴム組成物 C を使用したこと以外は、シート 1 と同様にしてシート 7 を作製した。また、シリコーンゴム組成物の混合比と酸化チタン粒子の含有量を表 1 に示されるように変更したこと以外は、シート 1 と同様にしてシート 8 , 9 を作製した。

【 0 1 1 0 】

(シート 1 0 の作製)

シリコーンゴム組成物 B の代わりにシリコーンゴム組成物 D を使用し、シリコーンゴム組成物 A および酸化チタン粒子を添加しなかったこと以外は、シート 1 と同様にしてシート 1 0 を作製した。シリコーンゴム組成物 D としては、信越化学工業株式会社製の KE 7 5 2 U (可塑性 2 0 0 、密度 1.3 g / cm^3) を使用した。

20

【 0 1 1 1 】

(シート 1 1 の作製)

シリコーンゴム組成物 B に加えてさらにブタジエンゴム組成物を使用し、シリコーンゴム組成物 A および酸化チタン粒子を添加しなかったこと以外は、シート 2 と同様にしてシート 1 1 を作製した。ブタジエンゴム組成物の可塑性は 2 3 0 である。

【 0 1 1 2 】

(シート 1 2 の作製)

酸化チタン粒子の含有量を表 1 に示されるように変更し、シリコーンゴム組成物 B を添加しなかったこと以外は、シート 1 と同様にしてシート 1 2 を作製した。

30

【 0 1 1 3 】

(シート 1 3 の作製)

シリコーンゴム組成物 A およびシリコーンゴム組成物 B の代わりにシリコーンゴム組成物 C およびシリコーンゴム組成物 E を使用したこと以外は、シート 2 と同様にしてシート 1 3 を作製した。シリコーンゴム組成物 E としては、モメンティブ・パフォーマンス・マテリアルズ社製の XE 2 0 - C 0 5 1 0 (可塑性 1 1 0 、密度 1.1 g / cm^3) を使用した。

40

【 0 1 1 4 】

(シート 1 4 の作製)

シリコーンゴム組成物 B の代わりにシリコーンゴム組成物 F を使用し、酸化チタン粒子の含有量を表 1 に示されるように変更したこと以外は、シート 2 と同様にしてシート 1 4 を作製した。シリコーンゴム組成物 F としては、信越化学工業株式会社製の KE 5 7 1 U (可塑性 3 6 0 、密度 1.2 g / cm^3) を使用した。

【 0 1 1 5 】

(シート 1 5 の作製)

シリコーンゴム組成物 F の代わりにシリコーンゴム組成物 G を使用したこと以外は、シート 1 4 と同様にしてシート 1 5 を作製した。シリコーンゴム組成物 G としては、信越化

50

学工業株式会社製のKE555U（可塑性310、密度 1.2 g/cm^3 ）を使用した。

【0116】

シート1～15について、シートNo.、シリコンゴム組成物の種類、シリコンゴム組成物の混合比（表1では、単に「混合比」という）、フィラーの種類、フィラーの含有量および区分を表1に示す。なお、表1において、フィラーの含有量は、シリコンゴム組成物100質量部に対する含有量である。

【0117】

【表1】

シート No.	シリコンゴム組成物			フィラー		区分
	種類	可塑性	混合比 [質量部]	種類	含有量 [質量部]	
1	TSE201	91	70	TiO ₂	75	実施例
	KE541U	150	30			
2	TSE201	91	50	TiO ₂	70	
	KE541U	150	50			
3	TSE201	91	30	TiO ₂	65	
	KE541U	150	70			
4	TSE201	91	70	BaSO ₄	75	
	KE561U	250	30			
5	TSE201	91	70	ZnO	70	
	KE561U	250	30			
6	TSE201	91	70	YbO	65	
	KE561U	250	30			
7	TSE201	91	70	TiO ₂	75	
	KE561U	250	30			
8	TSE201	91	50	TiO ₂	70	
	KE561U	250	50			
9	TSE201	91	30	TiO ₂	65	
	KE561U	250	70			
10	KE752U	200	100	—	—	比較例
11	KE541U	150	50	—	—	
	ブタジエンゴム	230	50			
12	TSE201	91	100	TiO ₂	90	
13	XE20-C0510	110	50	TiO ₂	70	
	KE561U	250	50			
14	TSE201	91	50	TiO ₂	50	
	KE571U	360	50			
15	TSE201	91	50	TiO ₂	50	
	KE555U	310	50			

10

20

30

40

50

【0118】

2. シートの評価

(1) 音響インピーダンスの評価

シート1～15のそれぞれの密度を、25において、JIS C2123に規定されている方法により求めた。次いで、シート1～15のそれぞれについて、25における音速を、測定周波数10MHzで、音速測定装置（シングア라운드式音速測定装置UVM-2型；超音波工業株式会社製）により測定した。次いで、シートの密度および音速の積からシート1～15の音響インピーダンスを算出した。一般的に、音響インピーダンス

の単位としては、MRaylが用いられ、1MRaylは $1 \times 10^6 \text{ kg/m}^2/\text{s}$ ($1 \times 10^6 \text{ Pa} \cdot \text{s}/\text{m}$)である。なお、実用に耐えうる観点から、音響インピーダンスが1.3(MRayl)以上である場合を合格と判断した。

【0119】

(2) 減衰率の評価

25 の水を満たした水槽中にシート1~15をそれぞれ入れた状態で、超音波パルサー・レシーバーJPR-10C(ジャパンプローブ株式会社製)により、水中に10MHzの超音波を発生させて、超音波がシートを透過する前の振幅と、超音波がシートを透過した後の振幅とを測定した。超音波がシートを透過する前後の振幅から減衰率を算出した。なお、実用に耐えうる観点から、減衰率が7dB/mm以下である場合を合格と判断した。

10

【0120】

(3) ゴム硬度の評価

シート1~15について、JIS K6253(2012)に従い、デュロメータA(アスカA型;高分子計器株式会社製)によりゴム硬度を測定した。なお、実用に耐えうる観点から、ゴム硬度が40超の場合を合格とした。

【0121】

(4) 摩耗性の評価

シート1~15について、JIS K7204に規定された方法により、ロータリーアブレーションテスター(株式会社東洋精機製作所製)を用いて、摩耗輪CS-10による摩耗量を測定した。摩耗前後のシートの重量の変化分(摩耗量)を測定し、摩耗前のシートの重量に対する摩耗量の重量分率を算出した。なお、実用に耐えうる観点から、重量分率が2%以下である場合を合格と判断した。

20

【0122】

(5) 変色の評価

シート1~15について、試験液に浸漬した状態で、40の恒温槽に1ヶ月静置した。試験液としては、A.サイデックスプラス28(消毒液、ジョンソン・アンド・ジョンソン株式会社製、「サイデックスプラス」は、同社の登録商標)と、B.ディスオーバ(消毒液、ジョンソン・アンド・ジョンソン株式会社製、「ディスオーバ」は、同社の登録商標)と、C.アクアソニック100ゲル(パーカーラボラトリーズ インコーポレテッド社製、「アクアソニック100」は、同社の登録商標)とを用いた。上記試験液A~Cのいずれかにシート1~15をそれぞれ浸漬し、試験液に浸漬したシートと、試験液に浸漬していないシートとを目視にて比較し、浸漬による変色について、下記基準により評価した。

30

A: 試験液A~Cにおいて、シートは、ほとんど変色しなかった。

B: 試験液A、Bにおいて、シートは、一様にかつわずかに変色した。

C: 試験液A、Bにおいて、シートは、まだらに変色するか、または一様にかつ強く変色した。

D: 試験液A~Cにおいて、シートは、まだらに変色するか、または一様にかつ強く変色した。

40

【0123】

シート1~15について、シートNo.、音響インピーダンス(表2では、単に「Z」と表す)、減衰率、ゴム硬度、摩耗性、変色の評価結果および区分を表2に示す。

【0124】

上記複合粒子 380質量部

【0129】

エポキシ樹脂としては、NANORESIN社製のAlbidur EP2240(「Albidur」は、同社の登録商標)を使用した。

【0130】

次いで、混合物Bを100mm×100mm×30mmの金型に入れ、真空電熱プレス機(OHV-H;王子機械株式会社製)により、9.9MPa(100kg/cm²)の圧力で加圧した状態で、室温において4時間静置し、60において3時間加熱した。これにより、パッキングブロック(密度2.65g/cm³、音響インピーダンス2.9MRayls、減衰定数30dB/cm/MHz)を作製した。パッキングブロックをワイヤーソー(CS-203;ムサシノ電子株式会社製)により厚み6mmに切断し、精密研磨装置(MA-200;ムサシノ電子株式会社製)により厚み5mmに研磨した。以上の工程により、パッキング層を作製した。

10

【0131】

(2)FPC(フレキシブルプリント基板)

上記のパッキング層上にFPCを配置し、接着剤により固定した。

【0132】

(3)圧電層

上記FPCの表面に、両面に電極が形成された厚み0.13mmのチタン酸ジルコン酸鉛(PZT)ウエハ(3203HD;CTS Electronic Component Inc.製)を配置し、接着剤により固定した。

20

【0133】

(4)音響整合層

下記の成分を下記の量で、真空混合機(ARV-310;株式会社シンキー製)により十分に混合した。次いで、32質量部の架橋剤(jERキュアST-12;三菱化学株式会社製、「jERキュア」は、同社の登録商標)をさらに混合して、混合物Cを得た。

エポキシ樹脂 68質量部

添加剤 25質量部

【0134】

エポキシ樹脂としては、三菱化学株式会社製のjER-828(「jER」は、同社の登録商標)を使用した。添加剤としては、信越化学工業株式会社製のKMP600を使用した。

30

【0135】

次いで、混合物Cを100mm×100mm×30mmの金型に入れ、真空電熱プレス機(OHV-H;王子機械株式会社製)により、9.8MPa(100kg/cm²)の圧力で加圧した状態で、室温において4時間静置し、60において3時間加熱した。これにより、整合材ブロック(密度1.12g/cm³、音響インピーダンス2.0MRayls、音速1750m/s)を作製した。整合材ブロックをワイヤーソー(CS-203;ムサシノ電子株式会社製)により厚み0.50mmに切断し、精密研磨装置(MA-200;ムサシノ電子株式会社製)により厚み0.050mmに研磨した。以上の工程により、整合材1を作製した。

40

【0136】

また、エポキシ樹脂として、68質量部のjER-828の代わりに50質量部のEP007K主剤(セメダイン株式会社製)を使用し、添加剤として、25質量部の信越シリコーンKMP600の代わりに105質量部のフェライト(KNS-415;戸田工業株式会社製)を使用し、架橋剤として、32質量部のjERキュアST-12の代わりに50質量部のEP007K硬化剤(セメダイン株式会社製)を使用したこと以外は、整合材1と同様にして、整合材2を作製した。

【0137】

さらに、添加剤の含有量を105質量部から400質量部に変更したこと以外は、整合

50

材 2 と同様にして整合材 3 を作製した。

【 0 1 3 8 】

(ダイシング)

次いで、整合材 1、整合材 2 および整合材 3 をこの順で積層し、二液性エポキシ系接着剤 (E セット L ; コニシ株式会社製) により固定した。このとき、整合材 1 ~ 3 を、二液性エポキシ系接着剤を介して積層した状態で、常温 (2 5) で 5 分間、4 9 N で加圧し、常温 (2 5) で 5 時間、2 9 4 N で加圧し、さらに 5 0 で 3 時間、2 9 4 N で加圧することで整合材 1 ~ 3 を接着剤により互いに固定した。以上の工程により、音響整合層を作製した。これにより、バッキング層、F P C、圧電層および音響整合層の積層体を作製した。

10

【 0 1 3 9 】

次いで、厚み 0 . 0 2 m m のダイサーにより、ピッチ 0 . 2 m m で上記積層体を、バッキング層を完全に切断しないように音響整合層側から音響整合層、圧電層および F P C をダイシングし、複数の積層体片に分割した。さらに、上記ダイサーにより、ダイシングされた各積層体を 3 等分するように、かつバッキング層、F P C および圧電層の下部電極を切断しないように音響整合層側から音響整合層および圧電層 (上部電極および圧電体) をダイシングした。

【 0 1 4 0 】

(コーティング)

次いで、ダイシングされた上記積層体の表面に、d i X - C (K I S C O 株式会社製、「d i X」は、第三化成株式会社の登録商標) を原料ダイマーとして、成膜装置 (L a b c o t e r P D S 2 0 1 0 ;) により、厚み 3 μ m のポリクロロパラキシリレン膜を形成した。

20

【 0 1 4 1 】

(充填)

次いで、真空中において、上記積層体の、ダイシングにより形成された溝に二液型 R T V ゴム (K E - 1 6 0 0 ; 信越化学工業株式会社製) を充填し、硬化させた。これにより、各積層体片を互いに接着させた。

【 0 1 4 2 】

(音響レンズ)

次いで、シート 3 の製造方法において、シート状に成型する代わりに手動式成型機 (P 5 0 0 F - 4 1 4 1 ; 株式会社ショージ製) により、1 6 5 で 1 0 分間プレス成型し、さらに 2 0 0 で 2 時間 2 次加硫を行うことにより、音響レンズを作製した。

30

【 0 1 4 3 】

最後に、各積層体片が互いに接着された上記積層体上に、作製した音響レンズを配置し、真空中において、二液型 R T V ゴム (K E - 1 6 0 0 ; 信越化学工業株式会社製) により固定することで超音波探触子 1 を作製した。

【 0 1 4 4 】

(超音波探触子 2 ~ 5)

シート 3 の代わりにシート 8 ~ 1 1 のいずれかを使用すること以外は、超音波探触子 1 と同様の方法により、超音波探触子 2 ~ 5 を作製した。

40

【 0 1 4 5 】

4 . 超音波探触子の評価

(1) 音響特性の評価

超音波探触子 1 ~ 5 について、超音波プローブテスター (F i r s t C a l l 2 0 0 0 ; S o n o r a M e d i c a l S y s t e m s 製) により、超音波に対する感度と、比帯域幅 (- 6 d B) とをそれぞれ評価した。なお、感度は、超音波探触子 4 を基準 (1 0 0 %) としたときの相対感度を示しており、相対感度が 1 0 0 % 超である場合を合格と判断した。また、比帯域幅については、8 0 % 超である場合を合格と判断した。

【 0 1 4 6 】

50

(2) 超音波画像の評価

超音波探触子1～5について、超音波ファントムモデル(RMI 404GS-LE; GAMMEX社製)を用いて、超音波画像をそれぞれ形成した。各超音波画像について、下記基準により評価した。

○：多重反射がほとんど認められず、境界が鮮明である。

×：多重反射が確認され、境界が不鮮明である。

【0147】

超音波探触子1～5について、超音波探触子No.、シートNo.、音響特性の評価結果(相対感度および比帯域幅)、超音波画像の評価結果および区分を表3に示す。

【0148】

【表3】

超音波探触子 No.	シート No.	相対感度 [%]	比帯域幅 [%]	超音波画像	区分
1	3	108	87	○	実施例
2	8	105	85	○	
3	9	110	88	○	
4	10	100	78	×	比較例
5	11	101	79	×	

【0149】

表2に示されるように、実施例に係るシート1～9は、減衰率、化学的安定性(変色)および物理的強度(ゴム硬度および摩耗性)に優れていた。この原因として、シート1～9が、その可塑性が100以下である第1のシリコンゴム組成物と、その可塑性が150以上300以下である第2のシリコンゴム組成物とを含むゴム組成物の加硫成形体で構成されているためと考えられる。

【0150】

表3に示されるように、実施例に係る超音波探触子1～3は、超音波に対する感度、比帯域幅および超音波画像に優れていた。この原因として、超音波探触子1～3がその可塑性が100以下である第1のシリコンゴム組成物と、その可塑性が150以上300以下である第2のシリコンゴム組成物とを含むゴム組成物の加硫成形体で構成されている音響レンズを有するためと考えられる。

【0151】

一方、表2に示されるように、比較例に係るシート10～15では、減衰率、化学的安定性および物理的強度の少なくともいずれかが劣っていた。この原因として、シート10～15が上記加硫成形体で構成されていないためと考えられる。特に、シート11については、シリコンゴム組成物の代わりにブタジエンゴムが使用されているため、化学的安定性が劣っていた。

【0152】

また、表3に示されるように、比較例に係る超音波探触子4、5は、超音波に対する感度、比帯域幅および超音波画像の少なくともいずれかが劣っていた。この原因として、超音波探触子4、5が上記加硫成形体で構成されている音響レンズを有さないためと考えられる。

【産業上の利用可能性】

【0153】

本発明によれば、超音波に対する減衰が低く、化学的安定性および物理強度のいずれにも優れる音響レンズを提供することができる。したがって、本発明によれば、超音波探触子および超音波撮像装置のさらなる普及が期待される。

【符号の説明】

【 0 1 5 4 】

- 1 0 0 超音波探触子
- 1 1 0 バックینگ層
- 1 2 0 圧電素子
- 1 2 1 送信用圧電体
- 1 2 2 中間層
- 1 2 3 受信用圧電体
- 1 3 0 音響整合層
- 1 4 0 音響レンズ
- 1 5 0 電極
- 2 0 0 超音波撮像装置
- 2 1 0 装置本体
- 2 2 0 ケーブル
- 2 3 0 入力部
- 2 4 0 制御部
- 2 5 0 送信部
- 2 6 0 受信部
- 2 7 0 画像処理部
- 2 8 0 表示部

【 図 1 】

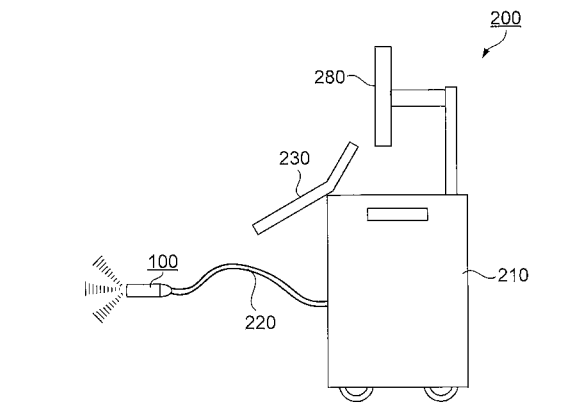


図1A

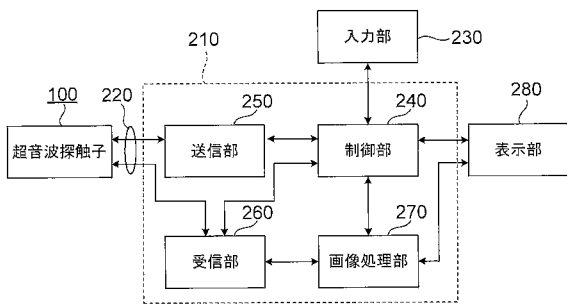
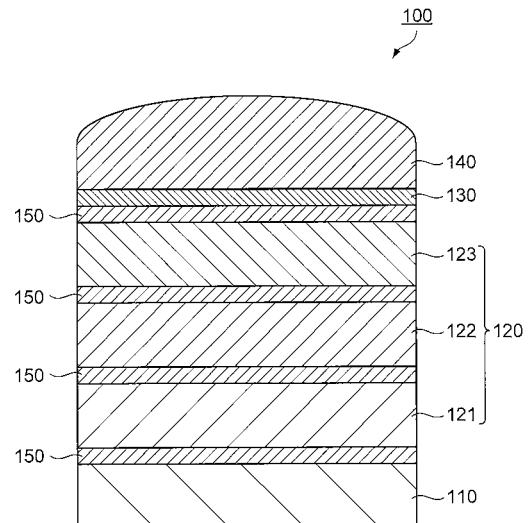


図1B

【 図 2 】



专利名称(译)	声透镜，其制造方法，超声波探头和超声波成像装置		
公开(公告)号	JP2017205416A	公开(公告)日	2017-11-24
申请号	JP2016101450	申请日	2016-05-20
[标]申请(专利权)人(译)	柯尼卡株式会社		
申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达有限公司		
[标]发明人	森田聖和		
发明人	森田 聖和		
IPC分类号	A61B8/14		
CPC分类号	G10K11/30 B29B7/002 B29B7/103 B29B7/7495 B29B7/90 B29C35/02 B29K2083/00 B29K2995/0001 C08K2003/221 C08K2003/2241 C08K2003/2296 C08K2003/3045 C08K2201/005 C08L83/04 C08L2203/02 C08L2205/025 C08K3/22 C08K3/30		
FI分类号	A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/EE10 4C601/EE21 4C601/GB29 4C601/GB30 4C601/GB33 4C601/GB44 4C601/GB45		
代理人(译)	木曾隆		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供具有优异化学稳定性和物理强度的声学透镜，同时抑制超声波的衰减。解决方案：声透镜由含有第一硅橡胶组合体和第二硅橡胶组合体的橡胶组合体的硫化成型体组成。第一硅橡胶组合体的可塑性为100或更小。第二硅橡胶组合体的可塑性为150或更高且300或更低。

(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2017-205416 (P2017-205416A)
	(43) 公開日 平成29年11月24日(2017.11.24)	
(51) Int. Cl. A61B 8/14 (2006.01)	F I A61B 8/14	テーマコード(参考) 4C601
(21) 出願番号 (22) 出願日	特願2016-101450 (P2016-101450) 平成28年5月20日(2016.5.20)	(71) 出願人 000001270 コニカミノルタ株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
		(74) 代理人 100105050 弁理士 藤田 公一
		(74) 代理人 10015620 弁理士 木曾 幸
		(72) 発明者 森田 聖和 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内
		Fターム(参考) 4C601 EE10 EE21 GB29 GB30 GB33 GB44 GB45
		審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 22 頁)
(54) 【発明の名称】	音響レンズ、その製造方法、超音波探触子および超音波撮像装置	