

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7314928号  
(P7314928)

(45)発行日 令和5年7月26日(2023.7.26)

(24)登録日 令和5年7月18日(2023.7.18)

(51)国際特許分類		F I		
H 0 4 R	7/04 (2006.01)	H 0 4 R	7/04	
H 0 4 R	7/02 (2006.01)	H 0 4 R	7/02	A
H 0 4 R	7/08 (2006.01)	H 0 4 R	7/08	
H 0 4 R	7/10 (2006.01)	H 0 4 R	7/10	

請求項の数 17 (全20頁)

(21)出願番号	特願2020-504965(P2020-504965)	(73)特許権者	000000044 A G C 株式会社 東京都千代田区丸の内一丁目 5 番 1 号
(86)(22)出願日	平成31年2月28日(2019.2.28)	(74)代理人	110002000 弁理士法人栄光事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2019/007841	(72)発明者	秋山 順 東京都千代田区丸の内一丁目 5 番 1 号
(87)国際公開番号	WO2019/172076	(72)発明者	櫻井 研人 東京都千代田区丸の内一丁目 5 番 1 号
(87)国際公開日	令和1年9月12日(2019.9.12)		A G C 株式会社内
審査請求日	令和3年8月12日(2021.8.12)	(72)発明者	櫻井 研人 東京都千代田区丸の内一丁目 5 番 1 号
(31)優先権主張番号	特願2018-39879(P2018-39879)		A G C 株式会社内
(32)優先日	平成30年3月6日(2018.3.6)	審査官	渡邊 正宏
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 スピーカー装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

振動板と、入力された電気信号に応じて振動を発生するエキサイタと、前記振動板と前記エキサイタとに接続され、前記エキサイタからの振動を前記振動板に伝達する振動伝達部と、を備えるスピーカー装置であって、

前記振動板の 25 における損失係数は  $1 \times 10^{-2}$  以上であり、

前記振動伝達部の比弾性率は  $20 \text{ mm}^2 / \text{s}^2$  以上であり、

前記振動伝達部は、前記振動板と前記エキサイタに接続されるロッド部材を含み、

前記ロッド部材は、前記振動板に直接融着または接着され、

前記振動板および前記ロッド部材は、透光性の材料からなり、

前記ロッド部材と前記振動板との屈折率差は、0.2 以下である、

スピーカー装置。

【請求項 2】

振動板と、入力された電気信号に応じて振動を発生するエキサイタと、前記振動板と前記エキサイタとに接続され、前記エキサイタからの振動を前記振動板に伝達する振動伝達部と、を備えるスピーカー装置であって、

前記振動板の 25 における損失係数は  $1 \times 10^{-2}$  以上であり、

前記振動伝達部の比弾性率は  $20 \text{ mm}^2 / \text{s}^2$  以上であり、

前記振動伝達部は、前記振動板と前記エキサイタに接続されるロッド部材を含み、

前記ロッド部材は、前記振動板にロッド保持部材を介して接続され、

前記振動板、前記ロッド部材および前記ロッド保持部材は、透光性の材料からなり、  
前記ロッド保持部材と前記振動板との屈折率差は、0.2以下である、  
スピーカー装置。

【請求項3】

前記ロッド部材と前記ロッド保持部材とは、ねじによって締結されている、請求項2に  
記載のスピーカー装置。

【請求項4】

前記ロッド部材の長さは、1cm以上、500cm以下である、請求項1から3のい  
ずれかに記載のスピーカー装置。

【請求項5】

前記ロッド部材は少なくとも1つの湾曲部又は屈曲部を有する曲線部が形成されてい  
る、請求項1から4のいずれかに記載のスピーカー装置。

【請求項6】

前記振動板は、板厚方向の縦波音速値が $3.0 \times 10^3 \text{ m/s}$ 以上である請求項1から  
5のいずれかに記載のスピーカー装置。

【請求項7】

前記振動伝達部と前記振動板との接合面の面積は、前記振動板の面積の $1/100$ 以下  
である請求項1から6のいずれかに記載のスピーカー装置。

【請求項8】

前記振動板は、2枚以上の基板を含む振動板構成体であり、  
前記振動板構成体は、前記基板のうち少なくとも一対の前記基板の間に、樹脂または液  
体の中間層を有する、請求項1から7のいずれかに記載のスピーカー装置。

【請求項9】

前記中間層は、厚さ $100 \mu\text{m}$ 以下の液体層である請求項8に記載のスピーカー装置。

【請求項10】

前記液体層の $25^\circ\text{C}$ における粘性係数が $1 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ であり、かつ  
 $25^\circ\text{C}$ における表面張力が $15 \sim 80 \text{ mN/m}$ である、請求項9に記載のスピーカー装  
置。

【請求項11】

前記液体層がプロピレングリコール、ジメチルシリコンオイル、メチルフェニルシリ  
コンオイル、メチルヒドロジェンシリコンオイル及び変性シリコンオイルからな  
る群より選ばれる少なくとも1種を含む請求項9または10に記載のスピーカー装置。

【請求項12】

前記基板のうち少なくとも一対の前記基板の比弾性率が共に、 $2.5 \times 10^7 \text{ m}^2/\text{s}^2$   
以上である、請求項8から11のいずれかに記載のスピーカー装置。

【請求項13】

前記一対の基板を構成する2枚の前記基板の質量比が $0.1 \sim 10.0$ である請求項8  
から12のいずれかに記載のスピーカー装置。

【請求項14】

前記一対の基板を構成する2枚の前記基板の厚さが、それぞれ $0.01 \sim 1.5 \text{ mm}$ であ  
る請求項8から13のいずれかに記載のスピーカー装置。

【請求項15】

前記振動板構成体は、物理強化ガラス板及び化学強化ガラス板の少なくともいずれか一  
方のガラス板を含む、請求項8から14のいずれかに記載のスピーカー装置。

【請求項16】

前記振動板構成体の少なくとも一方の最表面にコーティング層又はフィルム層が形成さ  
れた請求項8から15のいずれかに記載のスピーカー装置。

【請求項17】

前記振動板構成体の外周端部の少なくとも一部に、前記振動板構成体の振動を妨げない  
シール材が設けられた、請求項8から16のいずれかに記載のスピーカー装置。

10

20

30

40

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、振動板を励振させて音を発生させるスピーカー装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

一般に、加振部を有するエキサイタにより振動板を振動させて、振動板から音を発生させる技術が知られている（例えば特許文献1参照）。特許文献1には、音声信号を振動に変換する振動スピーカーが天井板の下面に設置され、この振動スピーカーの振動伝達面に、振動板が直接接触して設置された構成が記載されている。この構成よれば、振動スピー

10

カーが振動板を励振させることで、振動板から音声振動に応じた音が発生する。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【文献】日本国特開2016-23000号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

このような振動板を有するスピーカー装置においては、近年、デザイン性を向上させる観点から、振動板を、音の発生以外に、ガラス板やアクリル板等の透明素材を用いてディスプレイとして利用する等、種々の意匠性を高めた形態が提案され始めている。

20

ところが、従来の振動板の駆動方式では、エキサイタを振動板に直接接合して、振動板を振動させる方式が多い。この方式では、振動板に音声信号の振動を効率よく伝達できるが、振動板は、例えば天井と振動板との間のレイアウトによりエキサイタ形状に制約が生じたり、エキサイタの加振部の直接接合される部位が透けて見えたりする等、振動板のデザイン性が損なわれるという問題を生じる。

## 【0005】

そこで本発明は、音響性能を維持しつつ、振動板のデザイン性を損なうことなく、優れた意匠性を発揮できるスピーカー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】

30

## 【0006】

本発明は下記構成からなる。

(1) 振動板と、入力された電気信号に応じて振動を発生するエキサイタと、前記振動板と前記エキサイタとに接続され、前記エキサイタからの振動を前記振動板に伝達する振動伝達部と、を備えるスピーカー装置であって、

前記振動板の25における損失係数は $1 \times 10^{-2}$ 以上であり、

前記振動伝達部の比弾性率は $20 \text{ mm}^2 / \text{s}^2$ 以上である、

スピーカー装置。

(2) 前記振動板は、透光性を有する振動板である(1)に記載のスピーカー装置。

(3) 前記振動板は、板厚方向の縦波音速値が $3.0 \times 10^3 \text{ m/s}$ 以上である(1)

40

または(2)に記載のスピーカー装置。

(4) 前記振動伝達部と前記振動板との接合面の面積は、前記振動板の面積の $1/10$ 以下である(1)~(3)のいずれかに記載のスピーカー装置。

(5) 前記振動伝達部は、前記振動板と前記エキサイタに接続されるロッド部材を含む(1)~(4)のいずれかに記載のスピーカー装置。

(6) 前記ロッド部材は、前記振動板にロッド保持部材を介して接続される(5)に記載のスピーカー装置。

(7) 前記振動板は、2枚以上の基板を含む振動板構成体であり、

前記振動板構成体は、前記基板のうち少なくとも一対の前記基板の間に、樹脂または液体の中間層を有する、(1)~(6)のいずれかに記載のスピーカー装置。

50

( 8 ) 前記中間層は、厚さ 1 0 0 μ m 以下の液体層である ( 7 ) に記載のスピーカ装置。

( 9 ) 前記液体層の 2 5 における粘性係数が  $1 \times 1 0^{-4} \sim 1 \times 1 0^3 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  であり、かつ、2 5 における表面張力が  $1 5 \sim 8 0 \text{ mN} / \text{m}$  である、( 8 ) に記載のスピーカ装置。

( 1 0 ) 前記液体層がプロピレングリコール、ジメチルシリコンオイル、メチルフェニルシリコンオイル、メチルヒドロジェンシリコンオイル及び変性シリコンオイルからなる群より選ばれる少なくとも 1 種を含む ( 8 ) または ( 9 ) に記載のスピーカ装置。

( 1 1 ) 前記基板のうち少なくとも一対の前記基板の比弾性率が共に、 $2.5 \times 1 0^7 \text{ m}^2 / \text{s}^2$  以上である ( 7 ) ~ ( 1 0 ) のいずれかに記載のスピーカ装置。 10

( 1 2 ) 前記一対の基板を構成する 2 枚の前記基板の質量比が  $0.1 \sim 1 0.0$  である ( 7 ) ~ ( 1 1 ) のいずれかに記載のスピーカ装置。

( 1 3 ) 前記一対の基板を構成する 2 枚の前記基板の厚さが、それぞれ  $0.01 \sim 1 5 \text{ mm}$  である ( 7 ) ~ ( 1 2 ) のいずれかに記載のスピーカ装置。

( 1 4 ) 前記振動板構成体は、物理強化ガラス板及び化学強化ガラス板の少なくともいずれか一方のガラス板を含む、( 7 ) ~ ( 1 3 ) のいずれかに記載のスピーカ装置。

( 1 5 ) 前記振動板構成体の少なくとも一方の最表面にコーティング層又はフィルム層が形成された ( 7 ) ~ ( 1 4 ) のいずれかに記載のスピーカ装置。

( 1 6 ) 前記振動板構成体の外周端部の少なくとも一部に、前記振動板構成体の振動を妨げないシール材が設けられた、( 7 ) ~ ( 1 5 ) のいずれかに記載のスピーカ装置。 20

#### 【発明の効果】

#### 【0007】

本発明のスピーカ装置によれば、音響性能を維持しつつ、振動板のデザイン性を損なうことなく、優れた意匠性を発揮できる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0008】

【図 1】図 1 は、本発明に係るスピーカ装置を模式的に示す正面図である。

【図 2】図 2 は、本発明に係るスピーカ装置を模式的に示す平面図である。

【図 3】図 3 は、本発明に係るスピーカ装置を模式的に示す平面図である。 30

【図 4】図 4 は、複数の基板、及び基板間に配置される中間層を含む振動板構成体の層構成を示す概略断面図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0009】

以下、発明を実施するための形態に基づいて、本発明の詳細及びその他の特徴について説明する。なお、以下の図面において、同一又は対応する部材又は部品には、同一又は対応する符号を付すことにより、重複する説明を省略する。また、図面は、特に指定しない限り、部材又は部品間の相対比を示すことを目的としない。よって、具体的な寸法は、以下の限定的でない実施形態に照らし、適宜選択可能である。

#### 【0010】

また本明細書において数値範囲を示す「 $\sim$ 」とは、その前後に記載された数値を下限値及び上限値として含む意味で使用される。 40

#### 【0011】

図 1 は本発明に係るスピーカ装置を模式的に示す正面図、図 2 及び図 3 は本発明に係るスピーカ装置を模式的に示す平面図である。

図 1 , 図 2 , 図 3 に示すように、スピーカ装置 1 0 0 は、光透過性を有する振動板 1 1 と、入力された電気信号に応じて振動を発生するエキサイタ ( 加振器 ) 1 3 と、振動板 1 1 とエキサイタ 1 3 とに接続され、エキサイタ 1 3 からの振動を振動板 1 1 に伝達する振動伝達部 1 5 とを備える。

#### 【0012】

振動板 11 は、詳細な構成については後述するが、エキサイタ 13 が発生する振動によって励振されて音を発生し、図 2 の概ね矢印 Va 方向から見た場合に、振動板 11 を挟んだ奥側が透けて見える透光性を有することが好ましい。振動板 11 は、一枚の基板であってもよく、複数枚の基板を含む振動板構成体（詳細を後述）であってもよい。また、振動板 11 は平板であってもよく、曲面板であってもよい。更に、振動板 11 は透光性を有していなくてもよい。

#### 【0013】

振動板 11 は、縦波音速値が高い材料からなり、例えば、ガラス板、透光性セラミックス、サファイア等の単結晶等を用いることができる。

#### 【0014】

振動板 11 は、スピーカー装置 100 の使用目的に応じて、適宜な支持部材によって支持される。支持部材としては、例えば、振動板 11 の角部から板厚方向一方の側に延びる脚であってもよく、励振された振動を減衰させ難くしたクッション等の保持材であってもよい。

#### 【0015】

エキサイタ 13 は、図示は省略するが、外部機器と電氣的に接続されたコイル部と、磁気回路部と、コイル部又は磁気回路部と連結された加振部とを含む。外部機器からの音の電気信号がコイル部へ入力されると、コイル部と磁気回路部との相互作用により、コイル部又は磁気回路部に振動が生じる。このコイル部又は磁気回路部の振動は加振部へ伝達されて、加振部から振動伝達部 15 に振動が伝達される。

#### 【0016】

振動伝達部 15 は、棒状のロッド部材 17 を含む。ロッド部材 17 は、金属、樹脂、ガラス繊維強化プラスチック、炭素繊維強化プラスチック等を用いることができる。ロッド部材 17 の軸方向の一端部はエキサイタ 13 の加振部に固定され、他端部は振動板 11 側に固定される。ロッド部材 17 の材料は、剛性が高い方が振動伝達の観点から好ましく、比弾性率（ヤング率を密度で除した値）で  $20 \text{ mm}^2 / \text{s}^2$  以上が好ましく、 $30 \text{ mm}^2 / \text{s}^2$  以上がより好ましく、 $40 \text{ mm}^2 / \text{s}^2$  以上が更により好ましい。なお、ロッド部材 17 の長さは特に限定されないが、例えば、1 cm 以上、30 cm 以上、100 cm 以上、とすることができる。一方、ロッド長が長くなるとロッド部材の共振によるノイズが発生したり、ロッド部材による振動減衰効果により振動面から生じる音圧が減少するため、500 cm 以下が好ましく、200 cm 以下であることがより好ましい。

#### 【0017】

図示例の場合、ロッド部材 17 の他端部は、ロッド保持部材 19 を介して振動板 11 と接続される。ロッド保持部材 19 は、振動板 11 の Va 方向における正面側の表面（第 1 主面 11a）とは反対側の裏面（第 2 主面 11b）に接合される。このロッド保持部材 19 は、例えばガラス製のブロックからなり、ロッド部材 17 に接着又は融着された後に、振動板 11 に接着材等によって接続される。またロッド保持部材 19 と振動板 11 との接続は、図 3 に示すようにロッド保持部材 19 を振動板 11 に挟み込んで接続することもできる。ロッド部材 17 とロッド保持部材 19 との接続は、ねじ等による締結であってもよい。

#### 【0018】

ロッド部材 17 とロッド保持部材 19 は、透光性の材料からなることが好ましい。その場合、振動板 11 に接続されても、振動板 11 の光透過性を損なうことがない。また、ロッド保持部材 19 は、ロッド部材 17 を直接、振動板 11 に接合する場合と比較して、振動板 11 との接合面積を増加させ、接合強度を高めることができる。ロッド保持部材 19 は、ガラスブロックの他、アクリルなどの樹脂、透光性セラミックス、サファイア等の単結晶材料を用いることもできる。

#### 【0019】

ロッド部材 17（又はロッド保持部材 19）と振動板 11 は、双方の接合面で屈折を生じにくくすることで、振動板 11 を外側から目視した際に、接合面が目立たなくなる。そ

10

20

30

40

50

のため、ロッド部材 17 (又はロッド保持部材 19) と振動板 11 の屈折率は、できるだけ等しくすることが好ましく、双方の屈折率差は、0.2 以下が好ましく、0.1 以下がより好ましく、0.05 以下が更により好ましい。上記の屈折率差にすることで、接合面が光透過性を有したまま視認されるようになり、美観を損なうことがない。

#### 【0020】

ロッド部材 17 の他端部は、振動板 11 が小型軽量である場合等、振動を印加する際に発生する応力が小さい場合には、ロッド保持部材 19 を用いず、振動板 11 に直接融着または接着してもよい。その場合、振動板 11 とロッド部材 17 との接合面積が小さくなり、接合面が目立ちにくくなる。

#### 【0021】

一方、振動板 11 が大型である場合等、ロッド保持部材 19 に大きな応力が負荷される場合には、金属等の非透光性のロッド保持部材 19 を用いてもよい。この場合、振動板 11 の光透過性をできるだけ損ねないよう、ロッド保持部材 19 と振動板 11 との接合面の面積を小さくする。接合面の面積は、振動板 11 の主面 (第 1 主面 11a、第 2 主面 11b) の面積の  $1/100$  以下であることが好ましく、 $1/200$  以下であることがより好ましく、 $1/500$  以下であることが更により好ましい。一方、ロッド保持部材 19 と振動板 11 との接合強度を確保するため、上記接合面の面積は、 $1/10000$  以上であることが好ましい。

#### 【0022】

ロッド部材 17 又はロッド保持部材 19 は、エキサイタ 13 の加振部から伝達される振動の振動方向と、振動板 11 の主面の法線とが略一致するように振動板 11 と接合することが好ましい。ロッド部材 17 の軸方向と、振動板 11 のロッド取り付け位置における法線方向とのなす角は、 $\pm 60^\circ$  であることが好ましく、 $\pm 30^\circ$  であることがより好ましく、 $\pm 10^\circ$  であることが更により好ましい。ロッド部材 17 の振動方向と振動板 11 の法線とのなす角が小さいほど、効率よく振動板 11 に振動を伝達でき、音圧レベルを大きくできる。

#### 【0023】

図 1、図 2 に示すようにロッド部材 17 又はロッド保持部材 19 は、矩形状の振動板 11 の正面視で角部に接続されているが、これに限らない。振動板 11 との接続位置は、矩形辺に沿った任意の位置であってもよく、振動板 11 のデザイン性が損なわれない範囲で、主面上の任意の位置であってもよい。また、振動板 11 に固定される他の部材にロッド部材 17 又はロッド保持部材 19 を接続してもよい。

#### 【0024】

振動伝達部 15 は、ここでは棒状のロッド部材 17 を用いているが、これに限らず、少なくとも 1 つの湾曲部や屈曲部を有する曲線部が形成されたものであってもよい。その場合、エキサイタ 13 を振動板 11 の背面以外の側方等にも設置でき、エキサイタ 13 の配置自由度が高められる。

#### 【0025】

さらに、振動伝達部 15 は、振動板 11 とエキサイタ 13 の加振部との間に張られたワイヤ部材であってもよい。ワイヤ部材は、振動板 11 に張力が負荷された状態で接続されることで、エキサイタ 13 からの振動を振動板 11 に伝達できる。これによれば、振動板 11 を天井や壁面からワイヤ部材で吊す等、振動板 11 の設置自由度を高められる。

#### 【0026】

上記した振動伝達部 15 は、1 枚の振動板 11 に対して 1 つの振動伝達部を接続する構成に限らず、複数の振動伝達部を接続した構成にしてもよい。更にその場合、複数の振動伝達部にそれぞれ個別にエキサイタが接続されていてもよい。

#### 【0027】

ここで、振動板 11 について、更に詳細に説明する。

振動板 11 は、振動減衰特性を表す損失係数が低いと、共振振動が生じる。特に振動伝達部 15 を介して間接駆動される場合、振動板 11 が自由に振動しやすく、エキサイタ 1

10

20

30

40

50

3の強制振動によって共振を抑制しにくい。そのため、スピーカ装置100に用いる振動板11としては、損失係数の大きい、すなわち、振動減衰能が大きいものを用いる必要がある。振動板11の損失係数は、25において好ましくは $1 \times 10^{-2}$ 以上、より好ましくは $2 \times 10^{-2}$ 以上、更により好ましくは $5 \times 10^{-2}$ 以上である。ただし、損失係数が大きすぎると減衰過多となり振動板としての効率が低下することから、損失係数は好ましくは5以下、より好ましくは2以下であり、1以下が更により好ましい。

#### 【0028】

損失係数とは、半値幅法により算出したものを用いる。材料の共振周波数 $f$ 、振幅 $h$ であるピーク値から $-3\text{ dB}$ 下がった点(すなわち、最大振幅 $-3[\text{ dB}]$ における点)の周波数幅を $W$ としたときに、 $\{W/f\}$ で表される値を損失係数と定義する。共振を抑えるには、損失係数を大きくすればよく、すなわち、振幅 $h$ に対し相対的に周波数幅 $W$ は大きくなり、ピークがブロードとなることを意味する。

10

#### 【0029】

損失係数は材料等の固有の値であり、例えばガラス板単体の場合にはその組成や相対密度等によって異なる。なお、損失係数は共振法などの動的弾性率試験法により測定することができる。

#### 【0030】

振動板11が振動伝達部15を介して駆動される場合、音波振動によく追従する振動板が求められる。この追従性は縦波音速値で表され、縦波音速値が速いほど追従性が高くなる。一枚の振動板11の板厚方向の縦波音速値、または、振動板11が複数の基板を含む場合は少なくとも1枚の基板の板厚方向の縦波音速値は、好ましくは $3000\text{ m/s}$ 以上、より好ましくは $3500\text{ m/s}$ 以上、更により好ましくは $4000\text{ m/s}$ 以上である。

20

#### 【0031】

縦波音速値とは、物体中を縦波が伝搬する速度をいう。縦波音速値及びヤング率は、日本工業規格(JIS-R1602-1995)に記載された超音波パルス法により測定できる。

#### 【0032】

ここで、振動板11は、高い損失係数及び高い縦波音速値を得るための具体的な構成として、2枚以上の基板を含み、基板のうち少なくとも一対の基板の間に所定の間層を含むことが好ましい。

30

#### 【0033】

##### <振動板構成体>

図4は振動板11の他の例として、複数の基板、及び基板間に配置される中間層を含む振動板構成体11Aの層構成を示す概略断面図である。

振動板構成体11Aは、一対の基板21, 23と、基板21と基板23との間に配置された中間層25とを有する。なお、基板21, 23は、透光性を有することが好ましいが、透光性を有さない基板であってもよい。

#### 【0034】

基板21, 23の材料のうち、少なくとも1枚の基板は、縦波音速値の高い透光性材料、例えば、ガラス板、透光性セラミックス、サファイア等の単結晶を用いることができる。

40

#### 【0035】

##### (中間層)

中間層25には有機材料が用いられ、例えば樹脂シートやブチラール樹脂(PVB)等の粘着層が使用できる。また、中間層25は、例えばシリコン等の液体層であってもよい。中間層25がシート状の部材であれば、製造工程における取り扱い性が容易となり、製造工程を簡素化できる。中間層25が液体層である場合は、高い損失係数を実現することができる。中でも、液体層の粘性や表面張力を好適な範囲にすることで、より損失係数を高くすることができる。これは、一対の基板21, 23が粘着層を介して接合された場合とは異なり、一対の基板21, 23が固着せず、各々の基板としての振動特性を維持することに起因するものと考えられる。

50

## 【 0 0 3 6 】

中間層 2 5 の厚さは、薄いほど高剛性の維持及び振動伝達の点から好ましい。具体的には、中間層 2 5 の厚さは、 $100\ \mu\text{m}$ 以下が好ましく、 $50\ \mu\text{m}$ 以下がより好ましく、 $10\ \mu\text{m}$ 以下が更に好ましい。中間層 2 5 の厚さの下限は、生産性及び耐久性の点から  $0.01\ \mu\text{m}$ 以上が好ましい。

## 【 0 0 3 7 】

中間層 2 5 の厚さが、基板 2 1 , 2 3 の板厚以上となると、縦波音速値の低下が顕著となるため、中間層 2 5 の厚さの上限は、基板 2 1 , 2 3 の板厚と同厚以下であることが好ましく、板厚の 5 0 % 以下であることがより好ましく、板厚の 1 0 % 以下であることが更により好ましい。

10

## 【 0 0 3 8 】

中間層 2 5 が液体層である場合、液体層は 2 5 における粘性係数が  $1 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^3\ \text{Pa} \cdot \text{s}$  であり、かつ、2 5 における表面張力が  $15 \sim 80\ \text{mN/m}$  であることが好ましい。粘性が低すぎると振動を伝達しにくくなり、高すぎると液体層の両側に位置する一对の基板 2 1 , 2 3 同士が固着して一枚の基板としての振動挙動を示すようになることから、共振による振動が減衰されにくくなる。また、表面張力が低すぎると基板間の密着力が低下し、振動を伝達しにくくなる。表面張力が高すぎると、液体層の両側に位置する一对の基板同士が固着しやすくなり、一枚の基板としての振動挙動を示すようになることから、共振による振動が減衰されにくくなる。

## 【 0 0 3 9 】

液体層の 2 5 における粘性係数は  $1 \times 10^{-3}\ \text{Pa} \cdot \text{s}$  以上がより好ましく、 $1 \times 10^{-2}\ \text{Pa} \cdot \text{s}$  以上が更に好ましい。また、 $1 \times 10^2\ \text{Pa} \cdot \text{s}$  以下がより好ましく、 $1 \times 10^0\ \text{Pa} \cdot \text{s}$  以下が更に好ましい。

20

液体層の 2 5 における表面張力は  $20\ \text{mN/m}$  以上がより好ましく、 $30\ \text{mN/m}$  以上が更に好ましい。

## 【 0 0 4 0 】

液体層の粘性係数は回転粘度計などにより測定することができる。

液体層の表面張力はリング法などにより測定することができる。

## 【 0 0 4 1 】

液体層は、蒸気圧が高すぎると液体層が蒸発して振動板構成体としての機能を果たさなくなるおそれがある。そのため、液体層は、2 5 、 $1\ \text{atm}$ における蒸気圧が  $1 \times 10^4\ \text{Pa}$  以下が好ましく、 $5 \times 10^3\ \text{Pa}$  以下がより好ましく、 $1 \times 10^3\ \text{Pa}$  以下が更に好ましい。また、蒸気圧が高い場合には、液体層が蒸発しないようにシール等を施してもよいが、このとき、シール材により振動板構成体の振動を妨げないようにする必要がある。

30

## 【 0 0 4 2 】

液体層は化学的に安定であり、液体層に接する基板が反応しないことが好ましい。化学的に安定とは、例えば光照射により変質(劣化)が少ないものであったりして、少なくとも  $-20 \sim 70$  の温度領域で凝固、気化、分解、変色、基板との化学反応等が生じないものを意味する。

## 【 0 0 4 3 】

液体層の成分としては、具体的には、水、オイル、有機溶剤、液状ポリマー、イオン性液体及びそれらの混合物等が挙げられる。

40

より具体的には、プロピレングリコール、ジプロピレングリコール、トリプロピレングリコール、ストレートシリコーンオイル(ジメチルシリコーンオイル、メチルフェニルシリコーンオイル、メチルヒドロジェンシリコーンオイル)、変性シリコーンオイル、アクリル酸系ポリマー、液状ポリブタジエン、グリセリンペースト、フッ素系溶剤、フッ素系樹脂、アセトン、エタノール、キシレン、トルエン、水、鉱物油、及びそれらの混合物、等が挙げられる。中でも、プロピレングリコール、ジメチルシリコーンオイル、メチルフェニルシリコーンオイル、メチルヒドロジェンシリコーンオイル及び変性シリコーンオイルからなる群より選ばれる少なくとも 1 種を含むことが好ましく、プロピレングリコ

50

ール又はシリコンオイルを主成分とすることがより好ましい。

【 0 0 4 4 】

上記の他に、粉体を分散させたスラリーを液体層として使用することもできる。損失係数の向上といった観点からは、液体層は均一な流体であることが好ましいが、振動板構成体 1 1 A に着色や蛍光等といった意匠性や機能性を付与する場合には、上記したスラリーは有効である。

液体層における粉体の含有量は 0 ~ 1 0 体積% が好ましく、0 ~ 5 体積% がより好ましい。

粉体の粒径は沈降を防ぐ観点から 1 0 n m ~ 1 μ m が好ましく、0 . 5 μ m 以下がより好ましい。

【 0 0 4 5 】

また、意匠性、機能性付与の観点から、液体層が蛍光材料を含んでもよい。蛍光材料を粉体として分散させたスラリー状の液体層でも、蛍光材料を液体として混合させた均一な液体層でもよい。これにより、振動板構成体 1 1 A に光の吸収及び発光といった光学的機能を付与することができる。

【 0 0 4 6 】

( 基板 )

本発明に係るスピーカ装置 1 0 0 に用いる振動板構成体 1 1 A は、中間層 2 5 を厚さ方向の両側から挟むように、少なくとも一对の基板 2 1 , 2 3 が設けられる。一方の基板 2 1 が共振した場合に、中間層 2 5 が液体層であると他方の基板 2 3 が共振しない、又は、他方の基板 2 3 における共振の揺れを減衰できる。このため、振動板構成体 1 1 A は、基板単独の場合と比べて損失係数を高くすることができる。

【 0 0 4 7 】

一对の基板 2 1 , 2 3 のうち、一方の基板と他方の基板との共振周波数のピークトップの値は異なることが好ましく、共振周波数の範囲が重なっていないものがより好ましい。ただし、基板 2 1 , 2 3 の共振周波数の範囲が重複していたり、ピークトップの値が同じであっても、中間層、好ましくは液体層の存在によって、一方の基板が共振しても、他方の基板の振動が同期しないことで、ある程度共振が相殺される。そのため、基板単独の場合に比べて高い損失係数を得ることができる。

【 0 0 4 8 】

すなわち、一方の基板の共振周波数 ( ピークトップ ) を  $Q a$ 、共振振幅の半値幅を  $w a$ 、他方の基板の共振周波数 ( ピークトップ ) を  $Q b$ 、共振振幅の半値幅を  $w b$  としたときに、下記 [ 式 1 ] の関係を満たすことが好ましい。

$$( w a + w b ) / 4 < | Q a - Q b | \cdots [ 式 1 ]$$

上記 [ 式 1 ] における左辺の値が大きくなるほど一方の基板と他方の基板との共振周波数の差異 (  $| Q a - Q b |$  ) が大きくなり、高い損失係数が得られるようになることから好ましい。

【 0 0 4 9 】

そのため、下記 [ 式 2 ] を満たすことがより好ましく、下記 [ 式 3 ] を満たすことがより好ましい。

$$( w a + w b ) / 2 < | Q a - Q b | \cdots [ 式 2 ]$$

$$( w a + w b ) / 1 < | Q a - Q b | \cdots [ 式 3 ]$$

なお、基板の共振周波数 ( ピークトップ ) 及び共振振幅の半値幅は、振動板構成体における損失係数と同様の方法で測定することができる。

【 0 0 5 0 】

一对の基板は、質量差が小さいほど好ましく、質量差がないことがより好ましい。基板同士の質量差がある場合、軽い方の基板の共振は重い方の基板で抑制することはできるが、重い方の基板の共振を軽い方の基板で抑制することは困難である。すなわち、質量比に偏りがあると、慣性力の差異により原理的に共振による振動を互いに打ち消せなくなるためである。

10

20

30

40

50

## 【0051】

ここで、(基板A/基板B)で表される基板A及び基板Bの質量比は、0.1~10.0(1/10~10/1)が好ましく、0.8~1.25(8/10~10/8)が好ましく、0.9~1.1(9/10~10/9)がより好ましく、1.0(10/10)が更に好ましい。

## 【0052】

基板の厚さは、いずれも薄いほど、基板同士が中間層、好ましくは液体層を介して密着しやすく、また、基板を少ないエネルギーで振動させることができる。そのため、スピーカ等の振動板用途の場合には、基板の厚さは薄いほど好ましい。具体的には、基板の板厚は、それぞれ15mm以下が好ましく、10mm以下がより好ましく、5mm以下が更に好ましく、3mm以下が更により好ましく、1.5mm以下が特に好ましく、0.8mm以下が特により好ましい。一方、薄すぎると、基板の表面欠陥の影響が顕著になりやすく、割れが生じやすくなったり、強化処理しにくくなったりする。そのため、基板の厚さは0.01mm以上が好ましく、0.05mm以上がより好ましい。

10

## 【0053】

また、共振現象に起因する異音の発生を抑制した建築・車両用開口部材用途においては、基板の板厚は、それぞれ0.5~15mmが好ましく、0.8~10mmがより好ましく、1.0~8mmが更に好ましい。

## 【0054】

一对の基板の少なくともいずれか一方は、損失係数が大きい方が、振動板構成体としての振動減衰も大きくなり、振動板用途として好ましい。具体的には、基板の25における損失係数は $1 \times 10^{-4}$ 以上が好ましく、 $3 \times 10^{-4}$ 以上がより好ましく、 $5 \times 10^{-4}$ 以上が更に好ましい。また、一对の基板の両方が、上記損失係数を有することがより好ましい。

20

なお、基板の損失係数は、前述した振動板11における損失係数と同様の方法で測定することができる。

## 【0055】

基板の少なくともいずれか一方は、板厚方向の縦波音速値が高い方が高周波領域の音の再現性が向上することから、振動板用途として好ましい。具体的には、基板の縦波音速値が $4.0 \times 10^3$  m/s以上が好ましく、 $5.0 \times 10^3$  m/s以上がより好ましく、 $6.0 \times 10^3$  m/s以上が更に好ましい。上限は特に限定されないが、基板の生産性や原料コストの観点から $7.0 \times 10^3$  m/s以下が好ましい。また、一对の基板の両方が、上記音速値を満たすことがより好ましい。

30

なお、基板の音速値は、前述した振動板11における縦波音速値と同様の方法で測定することができる。

## 【0056】

基板がガラス板である場合、そのガラス板の組成は特に限定されないが、例えば下記範囲であることが好ましい。

SiO<sub>2</sub>: 40~80質量%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 0~35質量%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 0~15質量%、MgO: 0~20質量%、CaO: 0~20質量%、SrO: 0~20質量%、BaO: 0~20質量%、Li<sub>2</sub>O: 0~20質量%、Na<sub>2</sub>O: 0~25質量%、K<sub>2</sub>O: 0~20質量%、TiO<sub>2</sub>: 0~10質量%、かつ、ZrO<sub>2</sub>: 0~10質量%。但し上記組成がガラス全体の95質量%以上を占める。

40

## 【0057】

ガラス板の組成は、より好ましくは下記範囲である。

SiO<sub>2</sub>: 55~75質量%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 0~25質量%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 0~12質量%、MgO: 0~20質量%、CaO: 0~20質量%、SrO: 0~20質量%、BaO: 0~20質量%、Li<sub>2</sub>O: 0~20質量%、Na<sub>2</sub>O: 0~25質量%、K<sub>2</sub>O: 0~15質量%、TiO<sub>2</sub>: 0~5質量%、かつ、ZrO<sub>2</sub>: 0~5質量%。但し上記組成がガラス全体の95質量%以上を占める。

50

## 【 0 0 5 8 】

基板の比重はいずれも小さいほど、少ないエネルギーでガラス板を振動させることができる。具体的には、基板がガラス板である場合、ガラス板の比重はそれぞれ 2.8 以下が好ましく、2.6 以下がより好ましく、2.5 以下が更により好ましい。下限は特に限定されないが、2.2 以上であることが好ましい。

基板のヤング率を密度で除した値である比弾性率は、いずれも大きいほど、基板の剛性を高められる。具体的には、基板の比弾性率が、それぞれ  $2.5 \times 10^7 \text{ m}^2 / \text{s}^2$  以上が好ましく、 $2.8 \times 10^7 \text{ m}^2 / \text{s}^2$  以上がより好ましく、 $3.0 \times 10^7 \text{ m}^2 / \text{s}^2$  以上が更により好ましい。上限は特に限定されないが、 $4.0 \times 10^7 \text{ m}^2 / \text{s}^2$  以下であることが好ましい。

10

## 【 0 0 5 9 】

(振動板構成体の特性及び構成例)

振動板構成体 1 1 A における損失係数は、大きいほど振動減衰が大きくなることから好ましい。スピーカー装置 1 0 0 に用いる振動板構成体 1 1 A の 2 5 における損失係数は、 $1 \times 10^{-2}$  以上であり、好ましくは  $2 \times 10^{-2}$  以上、より好ましくは  $4 \times 10^{-2}$  以上、特に好ましくは  $5 \times 10^{-2}$  以上である。

## 【 0 0 6 0 】

振動板構成体 1 1 A の板厚方向の縦波音速値は、音速が速いほど振動板とした際に高周波音の再現性が向上することから、好ましくは  $4.0 \times 10^3 \text{ m} / \text{s}$  以上であり、より好ましくは  $5.0 \times 10^3 \text{ m} / \text{s}$  以上、更により好ましくは  $6.0 \times 10^3 \text{ m} / \text{s}$  以上である。上限は特に限定されないが、 $7.0 \times 10^3 \text{ m} / \text{s}$  以下が好ましい。

20

## 【 0 0 6 1 】

振動板構成体 1 1 A の直線透過率が高いと、透光性の部材としての適用が可能となる。そのため、振動板構成体 1 1 A は、日本工業規格 ( J I S R 3 1 0 6 - 1 9 9 8 ) に準拠して求められた可視光透過率が 1 0 % 以上であることが好ましく、3 0 % 以上がより好ましく、5 0 % 以上が更に好ましく、7 0 % 以上、さらには 9 0 % 以上がよりさらに好ましい。

## 【 0 0 6 2 】

振動板構成体 1 1 A の透過率を高めるために、屈折率を整合させることも有用である。すなわち、振動板構成体 1 1 A を構成する基板 2 1 , 2 3 と中間層 2 5 の屈折率は近いほど、界面における反射及び干渉が防止されることから好ましい。中でも中間層 2 5 の屈折率と中間層 2 5 に接する一对の基板 2 1 , 2 3 の屈折率との差は、いずれも 0.2 以下が好ましく、0.1 以下がより好ましく、0.01 以下であることが更により好ましい。

30

## 【 0 0 6 3 】

振動板構成体 1 1 A を構成する基板 2 1 , 2 3 の少なくとも 1 枚及び中間層 2 5 の少なくともいずれか一方に着色することも可能である。これは、振動板構成体 1 1 A に更に意匠性を持たせたい場合や、I R カット、U V カット、プライバシーガラス等の機能性を持たせたい場合に有用である。

## 【 0 0 6 4 】

振動板構成体 1 1 A を構成する基板 2 1 , 2 3 は 2 枚以上であればよいが、3 枚以上の基板を用いてもよい。いずれの場合でも、各基板として、すべて異なる組成の基板を用いてもよく、すべて同じ組成の基板を用いてもよく、同じ組成の基板と異なる組成の基板とを組み合わせ用いてもよい。中でも、異なる組成からなる 2 種類以上の基板を用いることが振動減衰性の点から好ましく用いられる。

40

基板の質量や厚さについても同様に、すべて異なっていても、すべて同一でも、一部が異なっていてもよい。中でも、構成する基板の質量がすべて同一であることが振動減衰性の点から好ましく用いられる。

## 【 0 0 6 5 】

振動板構成体 1 1 A を構成する基板 2 1 , 2 3 の少なくとも 1 枚に、物理強化ガラス板や化学強化ガラス板を用いることもできる。これは、振動板構成体の破壊を防ぐのに有用

50

である。振動板構成体の強度を高めたい場合には、振動板構成体 1 1 A の最表面に位置する基板を物理強化ガラス板又は化学強化ガラス板とすることが好ましく、構成するガラス板のすべてが物理強化ガラス板又は化学強化ガラス板であることがより好ましい。

【 0 0 6 6 】

ガラス板として、結晶化ガラスや分相ガラスを用いることも、縦波音速値や強度を高める点から有用である。特に、振動板構成体の強度を高めたい場合には、振動板構成体の最表面に位置するガラス板を結晶化ガラス又は分相ガラスとすることが好ましい。

【 0 0 6 7 】

振動板構成体 1 1 A の少なくとも一方の最表面に本発明の効果を損なわない範囲でコーティング層やフィルム層を形成してもよい。コーティング層の施工やフィルム層の貼付は、例えば傷付き防止等に好適である。

コーティング層やフィルム層の厚さは、基板の板厚の 1 / 5 以下であることが好ましい。コーティングやフィルムには従来公知の物を用いることができるが、コーティングとしては例えば撥水コーティング、親水コーティング、滑水コーティング、撥油コーティング、光反射防止コーティング、遮熱コーティング、等が挙げられる。また、フィルムとしては例えばガラス飛散防止フィルム、カラーフィルム、UVカットフィルム、IRカットフィルム、遮熱フィルム、電磁波シールドフィルム、プロジェクター用スクリーンフィルム等が挙げられる。

【 0 0 6 8 】

振動板構成体 1 1 A の形状は、用途によって適宜設計することができ、平面板状であっても曲面形状でもよい。

例えば、低周波数帯域の出力音圧レベルを上げるため、振動板構成体 1 1 A にエンクロージャー又はバッフル板を付与した構造とすることもできる。エンクロージャー又はバッフル板の材質は特に限定されないが、上記した振動板 1 1 を用いることが好ましい。

【 0 0 6 9 】

振動板構成体 1 1 A の少なくとも一方の最表面に本発明の効果を損なわない範囲で、フレームを設けてもよい。フレームは、振動板構成体 1 1 A の剛性を向上させたい場合、あるいは曲面形状を保持したい場合等に有用である。フレームの材質としては従来公知の物を用いることができるが、例えば  $Al_2O_3$ 、 $SiC$ 、 $Si_3N_4$ 、 $AlN$ 、ムライト、ジルコニア、イットリア、YAG 等のセラミックス及び単結晶材料、鋼、アルミニウム、チタン、マグネシウム、炭化タンゲステン等の金属及び合金材料、FRP 等の複合材料、アクリル、ポリカーボネート等の樹脂材料、ガラス材料、木材等を用いることができる。

【 0 0 7 0 】

用いるフレームの重量は、ガラス板の重量の 20 % 以下であることが好ましく、10 % 以下であることがより好ましい。

なお、振動板構成体 1 1 A とフレームとの間にはシール材を配置することで、液体層のフレームからの漏れを防止できる。

【 0 0 7 1 】

振動板構成体 1 1 A の外周端部の少なくとも一部を、振動板構成体 1 1 A の振動を妨げない部材でシールしてもよい。このシール材としては、伸縮性の高いゴム、樹脂、ゲル等を用いることができる。

【 0 0 7 2 】

シール材用の樹脂に関しては、アクリル系、シアノアクリレート系、エポキシ系、シリコン系、ウレタン系、フェノール系等を用いることができる。硬化方法としては一液型、二液混合型、加熱硬化、紫外線硬化、可視光硬化等が挙げられる。

【 0 0 7 3 】

熱可塑性樹脂（ホットメルトボンド）を用いることもできる。一例として、エチレン酢酸ビニル系、ポリオレフィン系、ポリアミド系、合成ゴム系、アクリル系、ポリウレタン系が挙げられる。

【 0 0 7 4 】

10

20

30

40

50

ゴムに関しては、例えば天然ゴム、合成天然ゴム、ブタジエンゴム、スチレン・ブタジエンゴム、ブチルゴム、ニトリルゴム、エチレン・プロピレンゴム、クロロプレンゴム、アクリルゴム、クロロスルホン化ポリエチレンゴム（ハイパロン）、ウレタンゴム、シリコンゴム、フッ素ゴム、エチレン・酢酸ビニルゴム、エピクロルヒドリンゴム、多硫化ゴム（チオコール）、水素化ニトリルゴムを用いることができる。

【0075】

シール材の厚さは、薄すぎると十分な強度が確保されず、厚すぎると振動の支障となる。ゆえにシール材の厚さは10 μm以上かつガラス構成体の合計厚さの5倍以下であることが好ましく、50 μm以上かつガラス構成体の合計厚さより薄いことがより好ましい。

【0076】

振動板構成体11Aの基板21, 23と中間層25との界面における剥離防止等のために、向かい合う基板21, 23の主面の少なくとも一部に、本発明の効果を損なわない範囲で上記のシール材を塗布することができる。この場合、シール材塗布部の面積は、振動の支障とならないように中間層25の面積の20%以下であることが好ましく、10%以下であることがより好ましく、5%以下であることが特に好ましい。

【0077】

また、シール性能を向上するために、基板21, 23のエッジ部分を適切な形状に加工することもできる。例えば、少なくとも一方の基板の端部をC面取り（基板の断面形状が台形形状）又はR面取り（基板の断面形状が略円弧状）することにより、シール材と基板との接触面積を増大させ、シール材と基板との接着強度が向上する。

【0078】

<適用例> 以上説明したスピーカー装置100の振動板（振動板11, 振動板構成体11A）は、主面の面積を広く採れることを活かし、例えば、振動板の視認方向（図2のVa方向）の奥側に、表示用の画面を配置してディスプレイとして用いることができる。また、振動板の表面に発光素子を設け、表示機能を持たせることができる。さらに、振動板にスクリーンフィルムを貼り付け、映像を投射して表示させる機能を付加することもできる。また、窓ガラスとして使用することもできる。

【0079】

以下に、本構成のスピーカー装置100の適用例をより詳細に説明する。

スピーカー装置100の振動板は、例えば電子機器用部材として、フルレンジスピーカー、15 Hz ~ 200 Hz 帯の低音再生用スピーカー、10 kHz ~ 100 kHz 帯の高音再生スピーカー、振動板の面積が0.2 m<sup>2</sup>以上の大型スピーカー、振動板の面積が3 cm<sup>2</sup>以下の小型スピーカー、平面型スピーカー、円筒型スピーカー、透明スピーカー、スピーカーとして機能するモバイル機器用カバーガラス、TVディスプレイ用カバーガラス、映像信号と音声信号とが同一の面から生じるディスプレイ、ウェアラブルディスプレイ用スピーカー、電光表示器、照明器具、等に用いる振動板として利用できる。また、マイク用の振動板、振動センサーとして用いることもできる。

【0080】

そして、スピーカー装置100は、車両等の輸送機械の内装用振動部材として、車載・機載スピーカーとして用いることができる。例えばスピーカーとして機能するサイドミラー、サンバイザー、インパネ、ダッシュボード、天井、ドア、その他、各種の内装パネルにできる。さらに、これらをマイクロフォン及びアクティブノイズコントロール用振動板として機能させることもできる。

【0081】

また、スピーカー装置100は、例えば、建築・輸送機械等に用いられる開口部材として用いることができる。その場合、振動板に、IRカット、UVカット、着色等の機能を付与することもできる。

【0082】

スピーカー装置100を開口部材の一部に適用する際には、振動板の片側又は両側の主面に、エキサイタ13に接続された振動伝達部15を接合した構成にできる。この構成に

10

20

30

40

50

よれば、従来再現が難しかった高周波領域の音の再生が容易に可能となる。また、振動板の大きさ、形状、色調等における自由度が高く、意匠性を施すことが可能であることから、デザイン性にも優れた開口部材を得ることができる。

【0083】

また、振動板の表面又は近傍に設置した集音用マイクロフォン又は振動検出器で音声又は振動をサンプリングし、これと同位相あるいは逆位相の振動を振動板に発生させることにより、サンプリングした音声又は振動を増幅したり打ち消したりすることができる。

【0084】

より具体的には、スピーカー装置100は、車内スピーカー、車外スピーカー、遮音機能を有する車両用フロントガラス、サイドガラス、リアガラス又はルーフガラスに適用できる。また、音波振動により撥水性、耐着雪性、耐着氷性、防汚性を向上させた車両用窓、構造部材、化粧板として用いることもできる。具体的には、自動車用窓ガラスやミラーの他、レンズ、センサー及びそれらのカバーガラスとして用いることができる。

【0085】

建築用開口部材としては、振動板及び振動検出装置として機能する窓ガラス、ドアガラス、ルーフガラス、内装材、外装材、装飾材、構造材、外壁、及び太陽電池用カバーガラスとして用いることができる。また、音波振動により上記の撥水性、耐着雪性、防汚性を向上させることもできる。

【0086】

(振動板構成体の製造方法)

上記した振動板構成体11Aは、一对の基板21, 23の間に中間層25を形成することにより得ることができる。

一对の基板21, 23の間に中間層25として液体層を形成する方法は、特に限定されない。例えば、基板の表面に液体層を形成し、その上に別の基板を設置する方法、それぞれ液体層を表面に形成した基板同士を貼り合わせる方法、二枚の基板の隙間から液体層を流し入れる方法等が挙げられる。

【0087】

液体層の形成についても特に限定されず、例えば、基板表面への液体の塗布、噴霧、等が挙げられる。

【0088】

このように、本発明は上記の実施形態に限定されるものではなく、実施形態の各構成を相互に組み合わせることや、明細書の記載、並びに周知の技術に基づいて、当業者が変更、応用することも本発明の予定するところであり、保護を求める範囲に含まれる。

【実施例】

【0089】

以下に実施例を挙げ、本発明を具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されない。

<評価例1>

一对の基板の一方を基板1として300mm×300mm×0.5mmのガラス基板Aを用意し、基板表面にディスペンサー(武蔵エンジニアリング製; SHOTMASTER 400DS-s)を用いて、液体層として粘性係数3000mPa・sのシリコンオイル(信越化学工業製; KF-96)を塗布した。さらに、一对の基板の他方を基板2として300mm×300mm×0.5mmのガラス基板Bをガラス基板Aに密着させ、液厚が3µmの厚さとなるように貼合した。これにより、2枚のガラス基板と、液体層とを有する振動板構成体を得た。

【0090】

ガラス基板A及びガラス基板Bの組成(質量%)及び物性値を以下に示す。

(ガラス基板A) SiO<sub>2</sub>: 61.5%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 20%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 1.5%、MgO: 5.5%、CaO: 4.5%、SrO: 7%、密度: 2.7g/cm<sup>3</sup>、ヤング率: 85GPa、比弾性率: 3.2×10<sup>7</sup>m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>

(ガラス基板B) SiO<sub>2</sub>: 60%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 17%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 8%、MgO: 3%

、 $\text{CaO} : 4\%$ 、 $\text{SrO} : 8\%$ 、密度： $2.5 \text{ g/cm}^3$ 、ヤング率： $77 \text{ GPa}$ 、比弾性率： $3.1 \times 10^7 \text{ m}^2/\text{s}^2$

【0091】

また、ロッド部材として、ロッド長さ $200 \text{ mm}$ 、比弾性率 $25 \text{ mm}^2/\text{s}^2$ のアルミ中空円筒部材を用い、ロッド部材の一端部をアクリル樹脂からなるロッド保持部材に接着した。そして、ロッド部材と一体にされたロッド保持部材を、振動板構成体のガラス基板Bに接着した。ロッド保持部材のガラス基板Bへの取り付け面積は $3.1 \text{ cm}^2$ であった。ロッド部材の他端部は、アクリル樹脂からなるエキサイタの加振部に接続して、エキサイタからの振動がロッド部材及びロッド保持部材を介して振動板構成体に伝播されるようにした。

10

【0092】

<評価例2>

ガラス基板Aに代えて $300 \text{ mm} \times 300 \text{ mm} \times 0.5 \text{ mm}$ のアクリル樹脂基板を用い、中間層として厚さ $500 \mu\text{m}$ のPVB樹脂を配置した点以外は評価例1と同様にして振動板構成体を得た。この振動板構成体に、評価例1と同様にして、ロッド部材が接続されたロッド保持部材を接着し、ロッド部材の他端部にエキサイタを接続した。

【0093】

<評価例3>

$300 \text{ mm} \times 300 \text{ mm} \times 0.5 \text{ mm}$ の $\text{SiO}_2$ ガラス板を用意して、これを単板構成の振動板とした。この振動板に、評価例1と同様にして、ロッド部材が接続されたロッド保持部材を接着し、ロッド部材の他端部にエキサイタを接続した。

20

【0094】

<評価例4>

評価例1と同様に、ガラス基板A、B、及び中間層としてシリコンオイルからなる液体層を有する振動板構成体を、長さ $200 \text{ mm}$ 、比弾性率 $1 \text{ mm}^2/\text{s}^2$ のナイロン製のロッド部材を、評価例1と同様にロッド保持部材に接着し、ロッド部材の他端部にエキサイタを接続した。

【0095】

<評価方法>

(ヤング率、縦波音速値、密度)

評価例1～4の振動板構成体及び単板の振動板のヤング率E及び音速Vは、長さ $100 \text{ mm}$ 、幅 $100 \text{ mm}$ 、厚さ $0.5 \text{ mm} \sim 1 \text{ mm}$ の試験片を用い、日本工業規格(JIS-R1602-1995)に記載された超音波パルス法により25で測定した(オリンパス株式会社製、DL35PLUSを使用)。ガラス板構成体の縦波音速値は、板厚方向の音速を測定した。

30

ガラス板の密度はアルキメデス法(株式会社島津製作所、AUX320)により25で測定した。

【0096】

(共振周波数)

評価例1～4の振動板構成体及び単板の振動板の共振周波数は、長さ $100 \sim 103 \text{ mm}$ 、幅 $100 \sim 103 \text{ mm}$ 、厚さ $1 \text{ mm}$ の試験基板(振動板構成体、単板の振動板)の下面中心部に加振器(Labworks製;ET139)を接続し、温度25の環境下において、試験片に $30 \text{ Hz} \sim 10000 \text{ Hz}$ の帯域における正弦波振動を印加した際の応答を、試験基板の上面中心部に設置した加速度ピックアップにより検知し、FFTアナライザ(株式会社小野測器製、DS3000)により周波数応答特性を解析した。振動の振幅hが極大となる周波数を共振周波数fとした。

40

【0097】

(損失係数)

評価例1～4の振動板構成体及び単板の振動板において、損失係数は、上記測定で求めた材料の共振周波数f、最大振幅hより-3dB下がった点(すなわち、最大振幅-3[

50

d B ]における点)の周波数幅 $W$ を用い、 $W/f$ で表される減衰値により評価した。

【0098】

(粘性係数)

液体層に用いるシリコンオイルの粘性係数は、回転粘度計(BROOKFIELD社、RVDV-E)を用い、25 で計測した。

【0099】

(音圧レベル)

エキサイタに駆動電圧2V、50~10kHzの音声信号を入力し、精密騒音計(小野測器LA-3560)により音圧レベルを測定した。

以上の諸元及び測定結果を表1に纏めて示す。

【0100】

10

20

30

40

50

【表 1】

表 1

	評価例 1	評価例 2	評価例 3	評価例 4
基板 1 材質	ガラス基板A	アクリル樹脂	SiO <sub>2</sub> ガラス(単板)	ガラス基板A
基板 2 材質	ガラス基板B	ガラス基板B	なし	ガラス基板B
基板サイズ mm	300□	300□	300□	300□
板厚 (基板1)mm/(基板2)mm	0.5/0.5	0.5/0.5	1.0/-	0.5/0.5
中間層の材質	シリコーン	PVB	なし	シリコーン
中間層の厚さ μm	3	500	なし	3
損失係数	$5.2 \times 10^{-2}$	$1.1 \times 10^{-1}$	$9.5 \times 10^{-3}$	$5.2 \times 10^{-2}$
振動板の縦波音速 m/s	6100	4020	6000	6100
ロッド部材の材質及び形態	アルミ 中空円筒	アルミ 中空円筒	アルミ 中空円筒	ナイロン
ロッド長さ mm	200	200	200	200
ロッド部材 比弾性率 mm <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	25	25	25	1
ロッド保持部材の取り付け面積 mm <sup>2</sup>	$3.1 \times 10^2$	$3.1 \times 10^2$	$3.1 \times 10^2$	$3.1 \times 10^2$
音圧レベル(駆動電圧 2V 1kHz) dB	70	65	70	40
共振	なし	なし	共振によりロッド剥離	なし

10

20

30

40

【0101】

シリコーンの液体層を 2 枚のガラス基板で挟み込んだ振動板構成体を、アルミ製のロッド部材を介して励振させた評価例 1 においては、25 における振動板構成体の損失係数は  $5.2 \times 10^{-2}$  であり、 $1 \times 10^{-2}$  を上回った。また、縦波音速値は  $6.1 \times 10^3$  m/s であり、 $3.0 \times 10^3$  m/s を上回った。1 kHz の音声信号を入力した場合の振動体構成体から発生する音圧のレベルは 70 dB であり、視聴に十分な音圧レベルであった。また、励振時における共振は認められなかった。

【0102】

PBB 樹脂をアクリル樹脂基板とガラス基板で挟み込んだ振動板構成体を、アルミ製の

50

ロッド部材を介して励振させた評価例 2 においては、25 における振動対構成体の損失係数は  $1.1 \times 10^{-1}$  であり、 $1 \times 10^{-2}$  を上回った。また、縦波音速値は  $4.02 \times 10^3$  であり、 $3.0 \times 10^3 \text{ m/s}$  を上回った。1 kHz の音声信号を入力した場合の振動体構成体から発生する音圧のレベルは 65 dB であり、視聴に十分な音圧レベルであった。また、励振時における共振は認められなかった。

【0103】

SiO<sub>2</sub> ガラスの単板の振動板を、アルミ製のロッド部材を介して励振させた評価例 3 においては、25 における振動板の損失係数は  $9.5 \times 10^{-3}$  であり、 $1 \times 10^{-2}$  を下回った。また、縦波音速値は  $6.0 \times 10^3 \text{ m/s}$  であり、 $3.0 \times 10^3 \text{ m/s}$  を上回った。1 kHz の音声信号を入力した場合の振動体構成体から発生する音圧のレベルは 70 dB で、視聴に十分な音圧レベルであったが、共振の発生により、ロッド部材に剥離を生じた。つまり、評価例 3 は、評価例 1、2 と比較して剥離強度の面で劣っていた。

10

【0104】

シリコンの液体層を 2 枚のガラス基板で挟み込んだ振動板構成体を、ナイロン製のロッド部材を介して励振させた評価例 4 においては、25 における振動板構成体の損失係数は  $5.2 \times 10^{-2}$  であり、 $1 \times 10^{-2}$  を上回った。また、縦波音速値は  $6.1 \times 10^3 \text{ m/s}$  であり、 $3.0 \times 10^3 \text{ m/s}$  を上回った。しかし、この場合のロッド部材の比弾性率は  $1 \text{ mm}^2 / \text{s}^2$  で、比弾性率  $20 \text{ mm}^2 / \text{s}^2$  に及ばない値であった。そのため、振動体構成体から発生する音圧のレベルは 40 dB となり、視聴しにくい音圧レベルであった。また、励振時における共振は認められなかった。つまり、評価例 4 は、評価例 1、2 と比較して音響性能の面で劣っていた。

20

【0105】

なお、評価例 1 ~ 4 のいずれも、ロッド保持部材の取り付け面積が振動板構成体、又は振動板の主面における面積の  $1/100$  以下であり、振動板構成体、振動板の美観が損なわれることはなかった。

【0106】

本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。本出願は 2018 年 3 月 6 日出願の日本特許出願（特願 2018 - 039879）に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

30

【産業上の利用可能性】

【0107】

本発明に係るスピーカー装置は、振動板の損失係数が大きく、振動板に振動を伝達する振動伝達部の比弾性率が  $20 \text{ mm}^2 / \text{s}^2$  以上であるため、十分な音響性能を維持しつつ、振動板のデザイン性を損なうことなく、優れた意匠性を維持できる。そのため、電子機器用部材、車両等の輸送機械の内装用振動部材や車載・機載スピーカー、建築・輸送機械等に用いられる開口部材として、好適に用いることができる。

【符号の説明】

【0108】

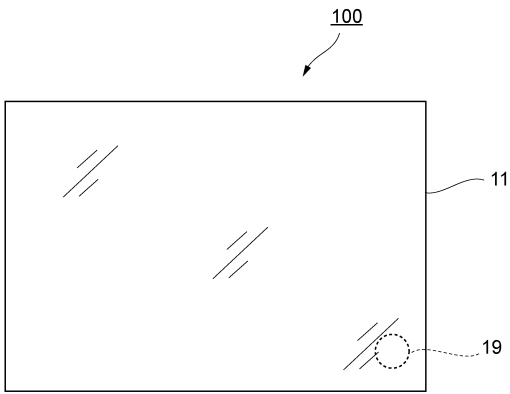
- 11 振動板
- 11A 振動板構成体
- 13 エキサイタ
- 15 振動伝達部
- 17 ロッド部材
- 19 ロッド保持部材
- 21, 23 基板
- 25 中間層
- 100 スピーカー装置

40

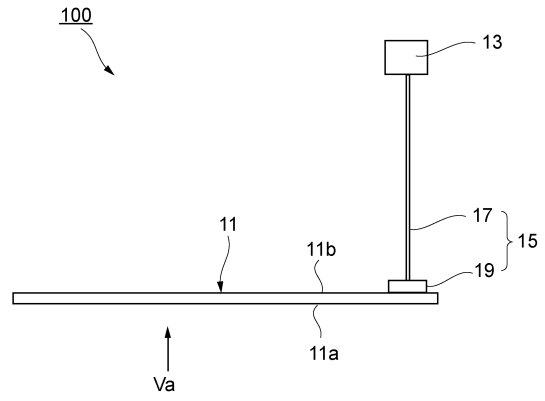
50

【図面】

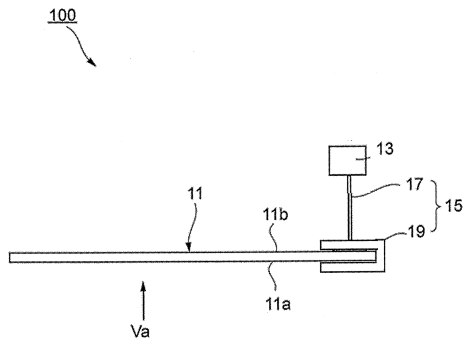
【図 1】



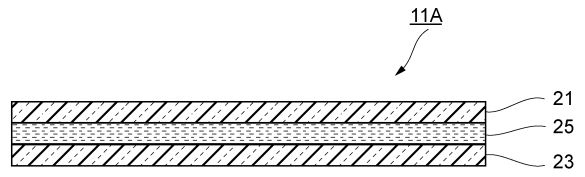
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2013-198082(JP,A)  
国際公開第2017/175682(WO,A1)  
特開2017-204812(JP,A)  
特開2010-263512(JP,A)  
実公昭26-013304(JP,Y1)  
特開2002-118894(JP,A)  
国際公開第2017/046161(WO,A1)

## (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H04R 1/00 - 1/08  
H04R 1/12 - 1/14  
H04R 1/42 - 1/46  
H04R 7/00 - 7/26  
H04R 9/00  
H04R 9/02 - 9/10  
H04R 9/18  
H04R 11/00 - 11/06  
H04R 11/14  
H04R 13/00 - 15/02  
H04R 17/00 - 17/02  
H04R 17/10  
H04R 19/00 - 19/04  
H04R 21/00 - 21/02  
H04R 23/00 - 23/02  
H04R 31/00