

(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2011-196077

(P2011-196077A)

(43) 公開日 平成23年10月6日 (2011.10.6)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
E O 4 F 15/20 (2006.01)	E O 4 F 15/20	2 E 0 0 1
E O 4 B 1/98 (2006.01)	E O 4 B 1/98	2 E 2 2 0
E O 4 B 5/43 (2006.01)	E O 4 B 1/98	3 J 0 4 8
B 6 1 D 17/10 (2006.01)	E O 4 B 5/43	
F 1 6 F 15/02 (2006.01)	B 6 1 D 17/10	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-63505 (P2010-63505)
 (22) 出願日 平成22年3月19日 (2010.3.19)

(71) 出願人 000173784
 公益財団法人鉄道総合技術研究所
 東京都国分寺市光町二丁目8番地38
 (74) 代理人 100079201
 弁理士 石井 光正
 (72) 発明者 山本 克也
 東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財
 団法人鉄道総合技術研究所内
 (72) 発明者 間々田 祥吾
 東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財
 団法人鉄道総合技術研究所内
 (72) 発明者 佐藤 大悟
 東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財
 団法人鉄道総合技術研究所内

最終頁に続く

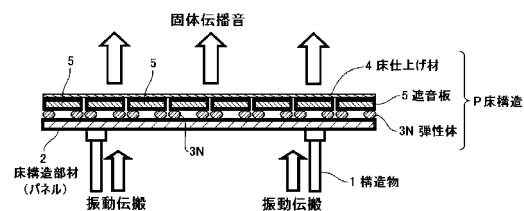
(54) 【発明の名称】 床構造

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 床に伝搬する振動による固体伝搬音の発生を効果的に抑制することができる床構造を提供する。

【解決手段】 床構造部材2の放射面に小型の平板からなる遮音板5を配列し、各遮音板5と床構造部材2との間に弾性体3Nを介在させて、その弾性体3Nにより振動を低減し、かつその遮音板5の裏面に動吸振器A Aを取付けて、反共振状態により振動を低減するとともに、さらに加えて、床構造部材2と各遮音板5との間に振動制御システムを取付けて構成した。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

振動発生源からの振動が建物や移動体などの構造物を伝搬して床から室内に放射する固体伝搬音の低減を図った床構造において、前記構造物に支持されている床構造部材の表面に小型の平板からなる遮音板を配列するとともに、前記床構造部材と各遮音板との間に弾性体を介在させたことを特徴とする床構造。

【請求項 2】

振動発生源からの振動が建物や移動体などの構造物を伝搬して床から室内に放射する固体伝搬音の低減を図った床構造において、前記構造物に支持されている床構造部材の表面に小型の平板からなる遮音板を配列するとともに、その遮音板の裏面に動吸振器を取付けて、反共振状態により振動を低減することを特徴とする床構造。

10

【請求項 3】

振動発生源からの振動が建物や移動体などの構造物を伝搬して床から室内に放射する固体伝搬音の低減を図った床構造において、前記構造物に支持されている床構造部材の表面に小型の平板からなる遮音板を配列するとともに、前記床構造部材と各遮音板との間に弾性体を介在させて、その弾性体により振動を低減し、かつ、前記遮音板の裏面に動吸振器を取付けて、反共振状態により振動を低減することを特徴とする床構造。

【請求項 4】

振動発生源からの振動が建物や移動体などの構造物を伝搬して床から室内に放射する固体伝搬音の低減を図った床構造において、前記構造物に支持されている床構造部材の表面に小型の平板からなる遮音板を配列するとともに、前記床構造部材と各遮音板との間に振動制御システムを取付けたことを特徴とする床構造。

20

【請求項 5】

振動制御システムのアクチュエータとして、圧電材料又は圧電性を有する弾性体を用いることを特徴とする請求項 4 に記載の床構造。

【請求項 6】

配列された遮音板が全体として床板をも兼ねることを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の床構造。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、建物や鉄道車両等の移動体の床構造であって、振動発生源からの振動が建物や移動体の構造物（躯体）を伝搬して床から室内に放射する音、すなわち、固体伝搬音の低減を図ったものに関する。

【背景技術】

【0002】

一般的に、壁面放射音の低減には、いくつかの方法が提案されている。例えば、（a）騒音源を低減する方法、（b）制御用スピーカを用いて、放射音等と逆位相の騒音を発生させ、打消しあう方法、（c）対象壁面にアクチュエータや圧電材料を取付け、対象壁面の振動を低減する方法、（d）対象壁面の入射音側に騒音低減システムを取り付ける方法などである。

40

【0003】

そのうち、対象壁面の固体伝搬音に対しては、上記（a）（b）（c）しか適用できない。（a）は、騒音低減対策としては最も基本的でかつ有効な方法であるが、既に対策が尽くされている場合も多く、更なる向上は望めない。

【0004】

（b）は、アクティブ・ノイズ・コントロール・システムといわれる制御方法であり、ダクト騒音など、比較的簡単な系でかつ制御系が小さく、変化が少ないものに適用可能であ

50

る。しかし、制御スピーカ、制御装置、センサー等システム全体としては、比較的大きくなる傾向があり、さらに、制御システムが複雑となる問題を有している。特に、複数のシステムを適用した場合、制御系の相互連成の問題が発生し、多入力多出力制御となる場合がある。

【0005】

(c)は、対象壁面の振動状態の同定を行い、振動の腹にアクチュエータや圧電材料を取付け、制御力を付加することにより振動を低減する方法である。低次振動状態でかつ、振動エネルギーが小さい場合は適用可能であるが、振動を低減しても放射音等は低下しない場合も多い。また、低次振動状態では、一般に振動エネルギーが大きくなるため、アクチュエータも大出力のものを必要とすることとなる。高次振動状態では、振動の腹の位置が多数できるため、アクチュエータもその数だけ必要であり、かつ、相互連成の問題にも対処しなければならない。

10

【0006】

(d)の騒音低減システムは、入射音を何らかの方法で低減することを前提としているため、対象壁面の入射面に取付けることとなる。よって、構造物から対象壁面に直接振動が印加する固体伝搬音は低減することはできない。

【0007】

一般に、床構造は、支持部材である構造物に直接結合されているため、構造物から床板に振動が伝搬すると、床板への加振力による振動(剛体振動)と合わせ、床板が弾性振動して、放射音(固体伝搬音)が発生する。

20

【0008】

この床板に振動が伝搬して発生する固体伝搬音に対する対策としては、構造物に支持された剛性を有するパネル等の床構造部材と、その床構造部材の上面に載置される床板との間に弾性体を介在させる振動絶縁法(浮床)が実用化されている(第1の先行技術)(例えば、特許文献1,2)。図4に例示するように、構造物1で支持された床板(パネル)2の上面の全面にゴム、フェルト、コルクなどの面状弾性体3を接合し、その面状弾性体3の上面にプラスチックシートやプラスチックタイルなどの床仕上げ材4を固着して、床構造Fが構成される例もある((例えば、特許文献3))。

別の対策として、床板に制御力を印加し、床板の振動をアクチュエータや圧電材料などで抑制するアクティブ制御方法が提案されている(第2の先行技術)(例えば、特許文献2)。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開平08-192741号公報

【特許文献2】特開2005-291220号公報

【特許文献3】特開2008-213652号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

40

しかしながら、上記第1の先行技術では、対象となる床面が大きい場合や床板が重い場合は、振動絶縁対策の施工が困難になる。また、面積が大きい場合や複雑な形状の場合は、床板内に弾性振動が発生するため、振動状態が複雑になり、さらに振動低減が困難になる。

【0011】

また、上記第2の先行技術では、制御力を印加することにより、新たな振動が発生したり、床板の振動が低減しても放射音は低減しない場合があるため、実用化に至っていない。

【0012】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであり、構造物から床板に伝搬する振動に

50

よる固体伝搬音の発生を効果的に抑制することができる床構造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】

【0013】

上記目的を達成するため、本発明は、振動発生源からの振動が建物や移動体などの構造物を伝搬して床から室内に放射する固体伝搬音の低減を図った床構造において、前記構造物に支持されている床構造部材の表面に小型の平板からなる遮音板を配列するとともに、前記床構造部材と各遮音板との間に弾性体を介在させたことを特徴としている（請求項1）。

「小型の平板」とは、その平板自体の弾性振動が騒音発生の原因として無視できる程度の大きさの平板をいう。

【0014】

また、本発明は、振動発生源からの振動が建物や移動体などの構造物を伝搬して床から室内に放射する固体伝搬音の低減を図った床構造において、前記構造物に支持されている床構造部材の表面に小型の平板からなる遮音板を配列するとともに、その遮音板の裏面に動吸振器を取付けて、反共振状態により振動を低減することを特徴としている（請求項2）。

【0015】

さらに、本発明は、振動発生源からの振動が建物や移動体などの構造物を伝搬して床から室内に放射する固体伝搬音の低減を図った床構造において、前記構造物に支持されている床構造部材の表面に小型の平板からなる遮音板を配列するとともに、前記床構造部材と各遮音板との間に弾性体を介在させて、その弾性体により振動を低減し、かつ、前記遮音板の裏面に動吸振器を取付けて、反共振状態により振動を低減することを特徴としている（請求項3）。

【0016】

加えて、本発明は、振動発生源からの振動が建物や移動体などの構造物を伝搬して床から室内に放射する固体伝搬音の低減を図った床構造において、前記構造物に支持されている床構造部材の表面に小型の平板からなる遮音板を配列するとともに、前記床構造部材と各遮音板との間に振動制御システムを取付けたことを特徴としている（請求項4）。

【0017】

本発明の他の特徴は、前記振動制御システムのアクチュエータとして、圧電材料又は圧電性を有する弾性体を用いることである（請求項5）。

【0018】

本発明のさらに他の特徴は、配列された遮音板が全体として床板をも兼ねることである（請求項6）。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、構造物から床板に伝搬する振動による固体伝搬音の発生を効果的に抑制する床構造を提供することができる。

請求項1の発明によれば、構造物に支持されている床構造部材の表面に小型の平板からなる遮音板を配列してあるため、振動又は放射音が単純状態となるので、振動制御又は騒音制御が適用しやすい。従って、構造物から床から固体伝搬音を効果的に抑制することができる。

請求項2の発明によれば、遮音板の振動が床構造部材に対し、反共振状態であるので、床板の振動が低減され、特定の周波数の振動による放射音の抑制効果が得られる。

請求項3の発明によれば、弾性体による振動低減と動吸振器による反共振状態による振動低減の効果を重疊的に発揮することができる。

請求項4の発明によれば、小型の遮音板からなる床構造において、弾性体の代わりに振動制御システムを用いて、同様の騒音低減効果が得られる。

請求項5の発明によれば、板厚を大きくせずに低減効果が得られる。

10

20

30

40

50

請求項 6 の発明によれば、床構造全体の厚みの増大を避けることができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図 1】本発明に係る床構造の一実施の形態の縦断面図である。

【図 2】本発明に係る床構造の他の実施の形態の縦断面図である。

【図 3】本発明に係る床構造のさらに他の実施の形態の縦断面図である。

【図 4】従来の床構造の一例の縦断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

続いて、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

10

図 1 に示すように、本発明による床構造 P は、建物や移動体などの構造物 1 により支持された剛性を有する床構造部材 2 の放射音側に、小型の平板からなる遮音板 5 を配列し、その各遮音板 5 と床構造部材 2 との間に、ゴム、フェルトなどの弾性体 3 N を介在させて構成されている。

【0022】

床構造部材 2 は、必要な強度を有していれば良いため、必ずしも平板である必要はなく、波状やキーストーンプレートや型枠でも良い。建物の場合は大引及び根太あるいはスラブなどであり、移動体の場合は床構体などである。

【0023】

遮音板 5 の材質は、特に制限されず、所要の剛性を有する金属、木材、樹脂のいずれでも良い。遮音板 5 を、それ自体の弾性振動が無視できる程度の大きさすると、弾性体 3 N と単純なバネマス系を構成することができる。バネ要素である弾性体の弾性係数は自由に設定できるため、構造物 1 からの加振入力に対し、遮音板 5 の振動を抑制する条件を設定することが可能である。

20

【0024】

遮音板 5 の上面には、通常の床材を敷いて、その上に、すなわち、床構造 P の最上面に、プラスチックシート、プラスチックタイルその他の床仕上げ材 4 を敷いても良いが、遮音板 5 は剛性を有するので、図 1 に示すように、遮音板 5 で床材を兼ねさせて、遮音板 5 の上面に直接、床仕上げ材 4 を敷いても良い。

【0025】

30

遮音板 5 の面積について考察する。

床構造部材 2 の放射音側に配列する遮音板 5 は、その遮音板自体の弾性振動が無視できる大きさであることが望ましい。よって、遮音板である平板の (1, 1) 振動モード以下の振動数帯域を考える。遮音板 5 が周辺単純支持の正方形の場合、(1, 1) 固有振動数 ω_1 は次のとおりである。

【数 1】

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{\pi^2 E h^2}{6 \rho a^2 (1 - \nu^2)}}$$

40

ここで、E は縦弾性係数、 ρ は密度、 ν はポアソン比、h は板厚、a は辺長である。

辺長 a は次の通り求められる。

【数 2】

$$a = \frac{\pi h}{\omega_1} \sqrt{\frac{E}{6 \rho (1 - \nu^2)}}$$

一般的な床材の特性を例に、縦弾性係数を 870 kg/mm^2 、密度を 776 kg/m^3 、ポアソン比を 0.2、板厚を 15 mm 、周波数を 200 Hz とし、辺長 a を計算する。

【数 3】

$$a = \frac{\pi \times 15}{2 \times \pi \times 200} \sqrt{\frac{870}{6 \times 776 \times 10^{-9} \times (1 - 0.2^2)}}$$

$$= 523(\text{mm})$$

よって、市販されている 500 mm 四方の床パネルと同寸法とすることができる。

【0026】

次に、遮音板 5 の振動低減条件について考察する。

10

遮音板 5 がバネ上に設置されている場合、構造物 1 の振動に対し遮音板の振動が低減する条件は次のとおりである。

【数 4】

$$k < \frac{m \omega^2}{2}$$

ここで、m は遮音板質量、k はバネ係数である。

【0027】

このような構造により、各遮音板単位で独立して振動が吸収又は抑圧され、床材又は遮音板 5 の振動を低減することができる。従って、構造物 1 から伝搬する振動による床からの固体伝搬音の発生が効果的に抑制される。

20

【0028】

本発明を床に適用する場合は、遮音板 5 は床構造部材 2 の上面に取付けなければならない。そこで、人や荷物などの質量（以下、追加質量という。）が加わった状態を考える。この場合、遮音板 5 と追加質量が弾性体 3N に加わるため、弾性体は潰れた状態となり、振動絶縁効果は低減する。ただし、遮音板と追加質量が弾性体にかかるため、遮音板 5 の振動は構造物 1 の振動より抑制された状態とすることができる。すなわち、追加質量により、遮音板からの放射音が抑制されることが期待できる。

【0029】

続いて、本発明の他の実施の形態として、動吸振器の取り付けによる遮音板の振動低減を説明する。特定の周波数の振動を抑制対象とする場合は、動吸振器を用いて遮音板 5 の振動が極小となる反共振状態に設定することもできる。前述の単純な 1 自由度のバネマス系では反共振現象は発生しないため、遮音板毎に動吸振器を設けることで、遮音板の反共振現象を発現させる。

30

【0030】

すなわち、図 2 に示すように、各遮音板 5 と床構造部材 2 との間に弾性体 3N を介在させるとともに、各遮音板 5 の裏面、好ましくはその裏面中央に、弾性体 e と質量比が一例として 0.2 程度の質点 m とからなる動吸振器 AA を備える。

【0031】

このような構成により、遮音板 5 は、動吸振器 AA の次式の固有振動数において反共振現象が発生し、振動が低減する。

40

【数 5】

$$\omega' = \sqrt{\frac{k'}{m'}}$$

ここで、 ω' 、 m' は動吸振器の質量、 k' はバネ係数である。

なお、動吸振器の質量 m' は遮音板の質量 m より大きいほど、遮音板の振動低減効果が大きくなる。

【0032】

本発明は、さらに他の実施の形態として、図 3 に示すように、図 1 の弾性体 3N の代り

50

に、振動伝搬を抑制する振動低減システム 3 S を用いることができる。振動低減システム 3 S の床構造部材 2 と遮音板 5 との間に圧縮・引張力を作用させて遮音板 5 の振動をアクティブに制御するアクチュエータとしては、電動アクチュエータや油圧アクチュエータ等、一般製品のほか、圧電材料あるいは圧電特性を有するゴムなどの弾性体を用い、制御回路で振動絶縁することが可能である。

【0033】

上記床構造 P は、静粛性が求められる空間の床構造に広く適用可能である。適用例の一つとして、鉄道車両、自動車、航空機等の移動体が考えられる。特に、鉄道車両では、床からの固体伝搬音の対策が必要であることは明らかになっていたものの、これまで有効な方法は考案されていなかった。本発明に係る床構造を鉄道車両に採用することにより、床からの放射音の発生を抑制して、快適な車内環境を提供することができる。

10

【0034】

以上では、本発明を床に適用した場合の実施の形態に限り説明したが、本発明は建物や移動体の床のみならず、室内空間を構成する壁、天井に適用した場合にも、同一の効果が得られる。従って、特許請求の範囲及び明細書中の「床構造」の用語には、壁構造及び天井構造のいずれも包含され、また、「床構造部材」の用語には、壁構造部材及び天井構造部材のいずれも包含され、さらに、「床板」の用語には、壁板及び天井板のいずれも包含される。

【産業上の利用可能性】

【0035】

本発明は、静粛性が求められる空間の壁面や騒音発生源が筐体で囲まれている装置、例えば、鉄道車両、航空機、自動車、建物、騒音源装置などに取付けることで、広く適用可能である。特に、鉄道車両のように、乗客の乗り降りが頻繁で、かつ、安定した騒音低減効果が求められる場合、人や物の荷重の影響を受けることなく、床からの固体伝搬音の低減効果が期待できる。

20

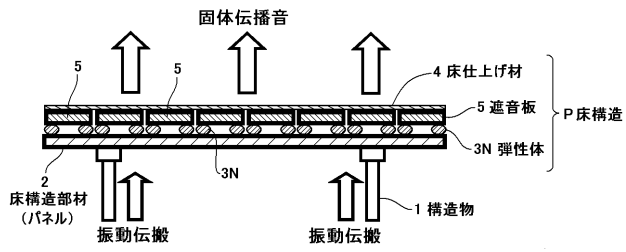
【符号の説明】

【0036】

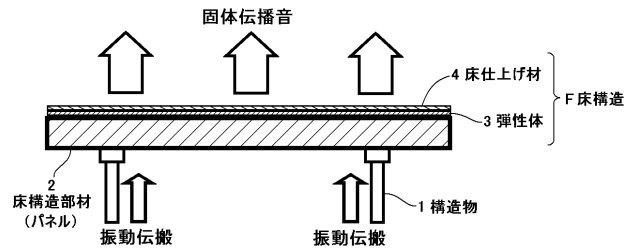
P	床構造
1	構造物
2	床構造部材
3 N	弾性体
4	床仕上げ材
5	小型の遮音板
A A	動吸振器
e	弾性体
m	質点
3 S	振動低減システム

30

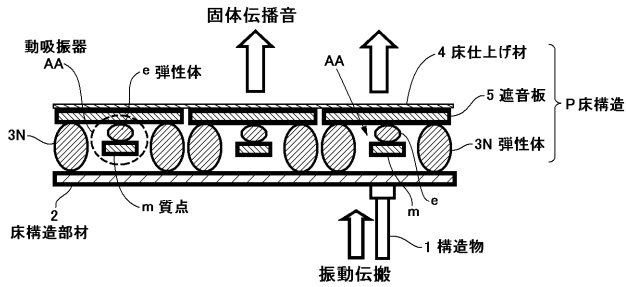
【図 1】



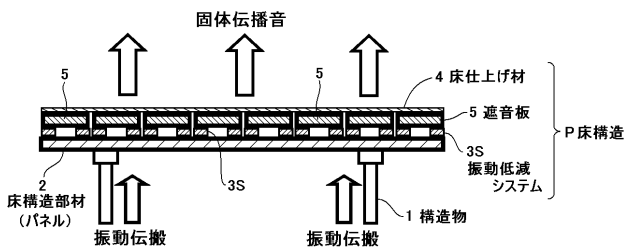
【図 4】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 1 6 F 15/04 (2006.01)	F 1 6 F 15/02	C
	F 1 6 F 15/04	A
	F 1 6 F 15/02	A

F ターム (参考)	2E001	DG01	DG03	FA11	GA12	GA28	HB01	HC01	HD11	HE01
	2E220	AA19	AC03	BA19	CA04	CA05	CA07	CA13	EA03	GA07X GA24X
		GA26X	GA28X	GB32X	GB39X					
	3J048	AA01	AD02	AD07	BA11	BB06	BF01	DA01	EA36	EA38