

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6470660号
(P6470660)

(45) 発行日 平成31年2月13日 (2019. 2. 13)

(24) 登録日 平成31年1月25日 (2019. 1. 25)

(51) Int. Cl.

E 2 1 F 17/00 (2006.01)

F 1

E 2 1 F 17/00

請求項の数 2 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2015-163723 (P2015-163723)	(73) 特許権者	000001373
(22) 出願日	平成27年8月21日 (2015. 8. 21)		鹿島建設株式会社
(65) 公開番号	特開2017-40134 (P2017-40134A)		東京都港区元赤坂一丁目3番1号
(43) 公開日	平成29年2月23日 (2017. 2. 23)	(74) 代理人	100096091
審査請求日	平成30年3月5日 (2018. 3. 5)		弁理士 井上 誠一
		(72) 発明者	佐野 雄紀
			東京都港区元赤坂一丁目3番1号 鹿島建設株式会社内
		(72) 発明者	露木 健一郎
			東京都港区元赤坂一丁目3番1号 鹿島建設株式会社内
		(72) 発明者	高木 賢二
			東京都港区元赤坂一丁目3番1号 鹿島建設株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 防音構造体、トンネル防音構造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の方向に形成されたリブを有する枠体と、
前記枠体の側面に固定されたエアバッグと、
を具備し、
前記エアバッグの内圧が、外気圧よりも高く、
前記リブは、I ビーム、H 鋼、L 型鋼、またはチャンネル材のいずれかからなることを
特徴とする防音構造体。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の第 1 の防音構造体と、
前記第 1 の防音構造体よりも質量の大きな第 2 の防音構造体と、
を具備し、
トンネルの内部または坑口に、前記第 1 の防音構造体と前記第 2 の防音構造体とが配置
され、
前記第 1 の防音構造体は、前記枠体が坑口側に配置されていることを特徴とするトンネ
ル防音構造。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、特に低周波音の遮音特性に優れた防音構造体およびトンネル防音構造に関す

10

20

る。

【背景技術】

【0002】

従来から、山岳トンネルを構築するための発破による騒音が問題となっている。発破による騒音を防止する方法として、トンネルの坑口に鋼製等の防音扉・防音壁等の防音構造を設置する方法があった。

【0003】

また、防音構造としては、可撓性シートに多数の気泡体が形成された遮音シートを用いた方法が提案されている（例えば特許文献1）。

【0004】

また、吸音材付きのエアバッグを用いた防音装置が提案されている（例えば、特許文献2）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2002-138591号公報

【特許文献2】特開2004-353438号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

通常、防音構造としては、その質量を大きくすることで、遮音性能が大きくなることが知られている。しかし、質量を大きくすることによる遮音効果は、低周波音域では小さいため、低周波音域の遮音特性としては、質量を増加させた防音構造では十分ではなかった。

【0007】

一方、低周波音の遮音性能を向上させるためには、防音構造の剛性を上げる方法が効果的である。防音構造の剛性を高めることで、低周波音域の遮音効果を大きくすることができる。しかし、例えばトンネル施工時における発破音のうち、卓越して発生する低周波音域の騒音に対しての防音効果を発揮するためには、従来の防音構造では大規模になる。

【0008】

また、特許文献1、2のような防音構造では、前述した低周波音域の防音効果としては十分ではなかった。

【0009】

本発明は、前述した問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、特に低周波音域の遮音性能に優れ、簡易な構造の防音構造体等を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

前述した目的を達成するための第1の発明は、複数の方向に形成されたリブを有する枠体と、前記枠体の側面に固定されたエアバッグと、を具備し、前記エアバッグの内圧が、外気圧よりも高く、前記リブは、Iビーム、H鋼、L型鋼、またはチャンネル材のいずれかからなることを特徴とする防音構造体である。

【0012】

第1の発明によれば、リブを有する枠体によって、防音構造体全体の剛性を高めることができる。また、枠体にエアバッグが固定されており、エアバッグ内の内圧を高めることで、低周波音域に対する高い遮音効果を得ることができる。

【0014】

第2の発明は、第1の発明にかかる第1の防音構造体と、前記第1の防音構造体よりも質量の大きな第2の防音構造体と、を具備し、トンネルの内部または坑口に、前記第1の防音構造体と前記第2の防音構造体とが配置され、前記第1の防音構造体は、前記枠体が坑口側に配置されていることを特徴とするトンネル防音構造である。

10

20

30

40

50

【0015】

第2の発明によれば、第1の防音構造によって低周波音域の遮音性能を発揮させ、それより高周波側の音域については、質量の大きな第2の防音構造によって遮音性能を発揮させることができる。したがって、広い周波数帯に対して、優れた遮音性能を発揮させることができる。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、特に低周波音域の遮音性能に優れ、簡易な構造の防音構造体等を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0017】

【図1】トンネル防音構造1を示す概念図。

【図2】図1のA-A線断面図。

【図3】防音構造体3を示す斜視図。

【図4】防音構造体3aを示す斜視図。

【図5】図4のD-D線断面図。

【図6】(a)は防音構造体3bを示す断面図、(b)は防音構造体3cを示す断面図。

【図7】試験装置20を示す概念図。

【図8】防音構造体3の遮音性能を示す図。

【図9】防音構造体3aの遮音性能を示す図。

20

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、図面に基づいて、本発明の第1の実施の形態について説明する。図1は、トンネル防音構造1の概要を示す図である。なお、図1において、トンネル7の切羽側を図中左側（図中矢印B）とし、坑口側を図中右側（図中矢印C）とする。

【0019】

トンネル防音構造1は、第1の防音構造体である防音構造体3と、第2の防音構造体である防音構造体5からなる。防音構造体3、5は、トンネル7に防音扉として配置される。

【0020】

30

防音構造体3は、トンネル7の切羽側に配置される。防音構造体5は、トンネル7の坑口側に配置される。防音構造体5を防音構造体3より坑口側に配置すること、つまり防音構造体3を切羽側に配置することが低周波騒音を効率的に遮音する上で好ましいが、防音構造体3が坑口側であっても構わない。また、防音構造体3および防音構造体5は、それぞれ複数配置してもよい。防音構造体3と防音構造体5はトンネルの内部であって、坑口近傍に配置されることが好ましい。防音構造体5は、コンクリート製または、鋼製、若しくは、コンクリートまたは、鋼と他の材料との複合構造であって、防音構造体3よりも全体の質量が大きい従来型のものである。

【0021】

図2は、図1のA-A線断面図である。防音構造体3は、トンネル7の内部に設けられる。防音構造体3には、開閉扉9が設けられる。開閉扉9は、発破作業時には閉鎖され、発破作業を行わず、切羽側と坑口側との間を車両等が通行する必要がある時には開放される。なお、図示は省略するが、防音構造体5にも同様に開閉扉が設けられる。

40

【0022】

図3は、防音構造体3の構造を示す斜視図である。防音構造体3は、枠体13と板材15とから構成される。枠体13は、リブ11a、11bからなる。リブ11a、11bは互いに直交し、枠体13は、格子状のリブ11a、11bによって構成される。枠体13は、例えば鋼製であるが、ステンレス、アルミニウム、セラミック、カーボンなど、剛性を確保できればいずれの材質でも良い。

【0023】

50

なお、枠体 13 は、必ずしも格子状のリブ 11 a、11 b である必要はなく、複数の方向に形成されたリブによって構成されれば、他の態様であってもよい。例えば、互いに直交する格子状ではなく、ハニカム構造やトラス構造などであってもよい。

【0024】

また、リブ 11 a、11 b は、例えば I ビームを適用することができるが、H 鋼、L 型鋼やチャンネル材などを用いることもできる。なお、リブ 11 a、11 b の高さは、100～500 mm 程度であり、格子のピッチは 200～1000 mm 程度である。リブの高さが低すぎると、剛性が不十分であり、リブの高さが高すぎると、それ以上の剛性増加の効果が小さくなるとともに、取扱い性やコストの面で望ましくない。また、格子のピッチが広すぎると、剛性が不十分となり、格子のピッチが狭すぎると、軽量化の効果が小さく

10

【0025】

枠体 13 の少なくとも一方の面には、板材 15 が固定される。板材 15 は、例えば、枠体 13 と同一の材質で構成される。枠体 13 と板材 15 が鋼製の場合は、溶接で固定できる。その他、ボルト・ナット等の継手により固定することが好ましい。なお、板材 15 を枠体 13 の両面に配置してもよい。

【0026】

本実施の形態によれば、防音構造体 3 は、防音構造体 5 のように大きな質量を有しないが、極めて高い剛性を有する枠体 13 から構成される。また、リブ 11 a、11 b が異なる方向に形成されるため、防音構造体 3 はいずれの方向の曲げに対しても高い剛性を有する。防音構造体 3 の剛性を高めることで、低周波音域の遮音性能を得ることができる。また、防音構造体 3 は、軽量であり、取扱い性にも優れる。

20

【0027】

このように、高い剛性を有する防音構造体 3 は、特に、低周波音域（例えば 20 Hz 以下）の遮音性能が優れる。一方、防音構造体 5 は、これを超える周波数音域の遮音性能が高い。このため、防音構造体 3、5 によって、低周波域から高周波域までの広い範囲での遮音性能を得ることができる。

【0028】

次に、第 2 の実施の形態について説明する。図 4 は、防音構造体 3 a の構造を示す斜視図である、図 5 は、図 4 の D-D 線断面図である。防音構造体 3 a は、防音構造体 3 と略

30

【0029】

エアバッグ 17 は、例えば樹脂製の袋体の内部に、所定の圧力でエアが封入された部材である。エアバッグ 17 の内圧は、外気圧よりも高い。例えば、エアバッグ 17 の内圧は、外気圧に対して 5 Pa 以上高い。エアバッグ 17 の内圧を高めることで、特に低周波音域の遮音性能が向上する。

【0030】

なお、エアバッグ 17 の枠体 13 への固定は、図 6 (a) に示す防音構造体 3 b のように、エアバッグ 17 を枠体 13 と幅板 19 を用いて挟むなどとしてもよい。また、図 6 (b) に示す防音構造体 3 c のように、枠体 13 を第 1 の枠体として第 2 の枠体 13 a と第 1 の枠体 13 とをエアバッグ 17 の両側に配置して、エアバッグの内圧を外圧より高く設定することで実質的に枠体 13、13 a に固定することができる。ただし、トンネル工事の場合は、発破による爆薬の起爆時には、爆風がエアバッグ 17 に作用して、エアバッグ 17 は坑口側に配置された枠体 13 に押し当てられるので上記のような固定方法は必ずしも必要としない。エアバッグ 17 の内圧を外気圧より高く設定することで枠体に固定される。

40

【0031】

本実施の形態によれば、剛性を有する枠体 13 等に対して、エアバッグ 17 を接合しても、内圧を高めることで、板材 15 を接合した際と同等の低周波音域の遮音性能を得ることができる。

50

【実施例】

【0032】

次に、防音構造体の遮音性能について評価した結果について説明する。図7は、試験装置20を示す図である。外枠21の内部に砂25を充填し、砂25内に内枠23を配置する。すなわち、外枠21と内枠23との間に砂25が充填される。

【0033】

内枠23の内部には、スピーカ29が配置される。スピーカ29にはアンプ31が接続される。アンプ31によって、スピーカ29からは所定の周波数の音が発生する。

【0034】

内枠23の内部と外部とには、それぞれ、マイク27a、27bが配置される。マイク27a、27bには騒音計33が接続され、マイク27a、27bで検出された音圧レベルを検出することができる。

10

【0035】

内枠23の上部は蓋によって塞がれており、蓋には防音構造体35が配置される。すなわち、マイク27aによって、内枠23内のスピーカから発せられた音の音圧レベルを検出し、マイク27bによって、防音構造体35を透過した音の音圧レベルを検出することができる。それぞれのマイク27a、27bで検出された音圧レベル差の平均から、各周波数域における防音構造体35の遮音性能を評価することができる。すなわち、平均音圧レベル差が大きい方が、遮音性能が高いこととなる。

【0036】

20

まず、防音構造体35として、図3に示す防音構造体3のような、5mm厚の板材（300×300mm（枠体のリブピッチ300mm相当））からなるものを作成した。

【0037】

このような構造の防音構造体35を用いて、各周波数帯における遮音性能（平均音圧レベル差）を測定した。結果を図7に示す。

【0038】

図8に示すように、20Hz以下の低周波音域においても、これを超える周波数音域と同等以上の遮音性能を得ることができた。特に、20Hz以下の周波数域においては、平均音圧レベル差が35dB以上であった。

【0039】

30

次に、防音構造体35として、図4に示す防音構造体3aのような、枠体とエアバッグ（200×200mm（枠体のリブピッチ200mm相当））からなるものを作成した。また、エアバッグの内圧を外気圧に対して変化させて評価した。結果を図9（a）に示す。

【0040】

図中のEは、エアバッグの内圧を外気圧と同一としたもの（差圧0Pa）であり、Fは、エアバッグの内圧を外気圧に対して5Pa高くしたものであり、Gは、エアバッグの内圧を外気圧に対して10Pa高くしたものであり、Hは、エアバッグの内圧を外気圧に対して20Pa高くしたものである。

【0041】

40

結果より、エアバッグの内圧が外気圧と同一の圧力であるEは、20Hz近傍での遮音性能が十分ではなかった。一方、エアバッグの内圧を外気圧に対して5Pa以上高くしたものでは、20Hz以下の周波数域において、前述した板材を用いた場合とほぼ同等の、十分な遮音性能を得ることができた。

【0042】

なお、いずれの場合においても、50Hzを超える周波数範囲において、遮音性能が低下するが、この領域の遮音性能は、従来のコンクリート製などの大きな質量の防音部材による遮音効果が大きい。このため、これらを組み合わせることで、低周波音域から高周波音域までの広い範囲の周波数域に対して十分な遮音測定を得ることができる。

【0043】

50

図9 (b) は、図9 (a) と同様に、 $300 \times 300 \text{ mm}$ (枠体のリブピッチ 300 mm 相当) のエアバッグを用いた結果である。

【0044】

図中の I は、エアバッグの内圧を外気圧と同一としたもの (差圧 0 Pa) であり、J は、エアバッグの内圧を外気圧に対して 5 Pa 高くしたものであり、K は、エアバッグの内圧を外気圧に対して 10 Pa 高くしたものであり、L は、エアバッグの内圧を外気圧に対して 20 Pa 高くしたものであり、M は、エアバッグの内圧を外気圧に対して 40 Pa 高くしたものである。

【0045】

格子ピッチを 300 mm に広げた場合でも、前述した結果と同様に、エアバッグの内圧が外気圧と同一の圧力である I は、 20 Hz 近傍での遮音性能が十分ではなかった。一方、エアバッグの内圧を外気圧に対して 5 Pa 以上高くしたものでは、 20 Hz 以下の周波数域において、遮音性能が向上した。

【0046】

しかし、格子ピッチが 300 mm の場合では、格子ピッチ 200 mm の場合と比較して、エアバッグの内圧を外気圧に対して 5 Pa 高くした J の遮音性能が低い。一方、エアバッグの内圧を外気圧に対して 10 Pa 以上高くしたものでは、 20 Hz 以下の周波数域において、十分な遮音性能が得られた。

【0047】

このように、外圧に対するエアバッグの内圧差が小さくなると遮音性能が低下し、また、格子ピッチが広がると遮音性能が低下する要因としては、例えば、枠体によって拘束されていない部位のエアバッグにかかる張力が影響を及ぼしている可能性がある。このように、格子ピッチが広げる場合には、より高い内圧とすることで、十分な遮音性能を得ることができる。

【0048】

このように、本発明によれば、板材にリブ構造を有する枠体を接合することで、低周波音域の遮音性能を確保することができる。また、軟質のエアバッグを用いても、内圧を高めることで、略剛体である板材を用いた場合と同等の遮音性能を得ることができる。したがって、板材を用いる場合と比較して、より軽量の防音構造を得ることができる。

【0049】

以上、添付図を参照しながら、本発明の実施形態を説明したが、本発明の技術的範囲は、前述した実施形態に左右されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【0050】

例えば、図1に示す例では、本発明にかかる防音構造体を、トンネル防音構造1の防音扉に適用する例について説明したが、本発明はこれに限られない。例えば、防音壁や防音ハウスに対しても適用可能である。

【符号の説明】

【0051】

- 1 …… トンネル防音構造
- 3 …… 防音構造体
- 5 …… 防音構造体
- 7 …… トンネル
- 9 …… 開閉扉
- 11a、11b …… リブ
- 13、13a …… 枠体
- 15 …… 板材
- 17 …… エアバッグ
- 19 …… 幅板

10

20

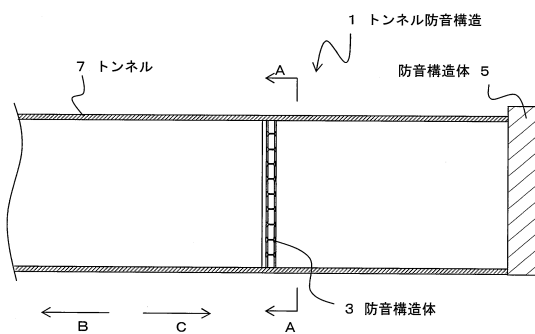
30

40

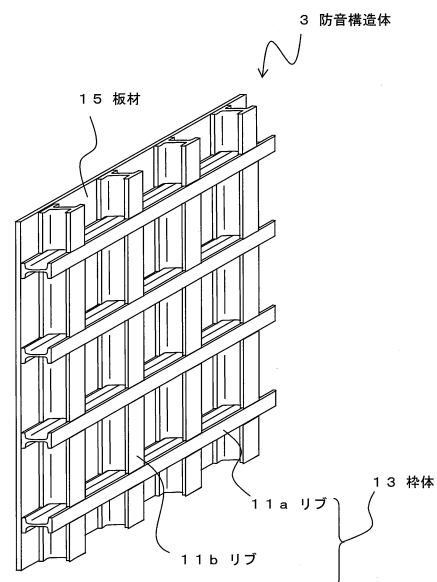
50

- 20 …… 試験装置
 21 …… 外枠
 23 …… 内枠
 25 …… 砂
 27 a、27 b …… マイク
 29 …… スピーカ
 31 …… アンプ
 33 …… 騒音計
 35 …… 防音構造体

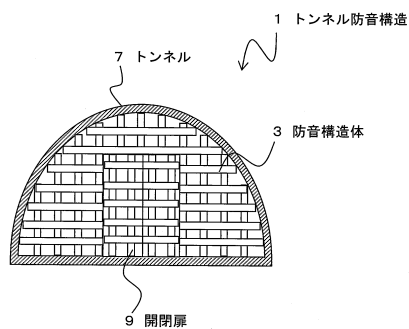
【図 1】



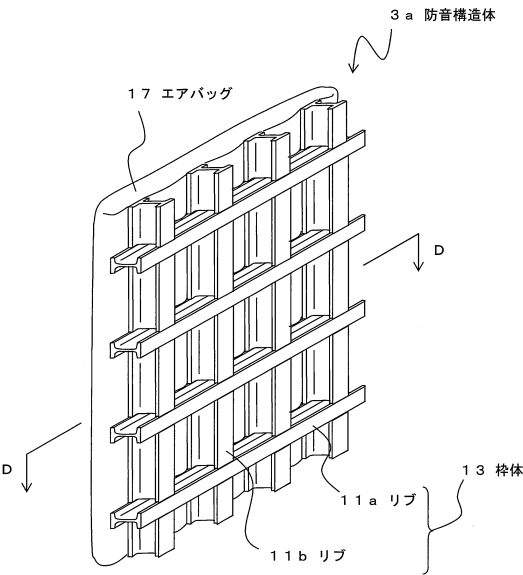
【図 3】



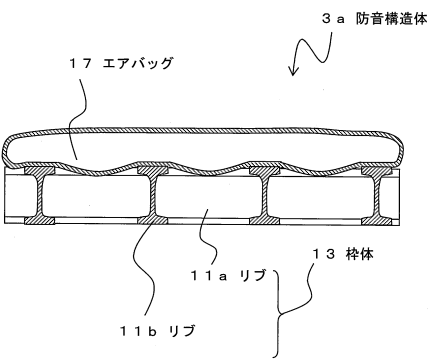
【図 2】



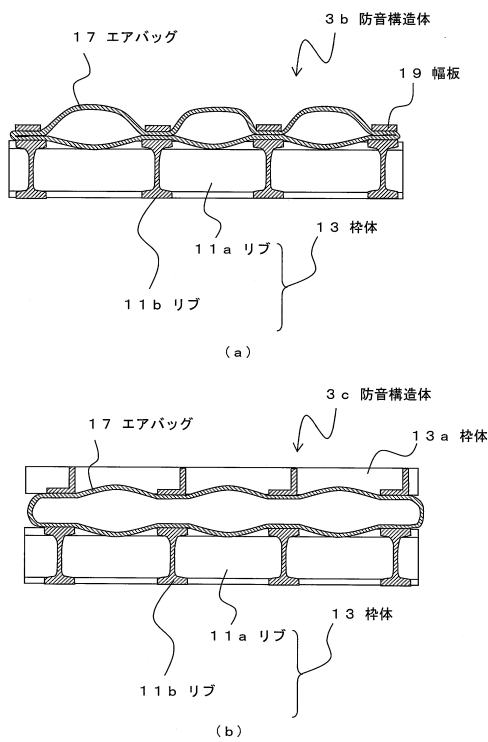
【図 4】



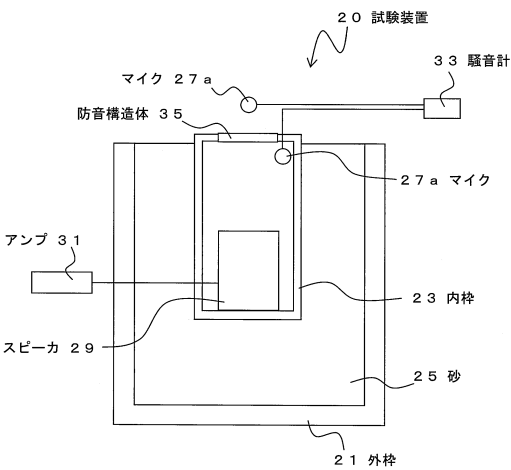
【図 5】



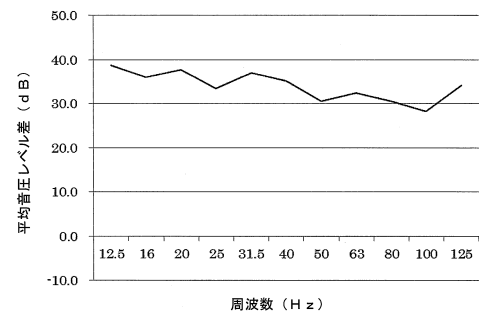
【図 6】



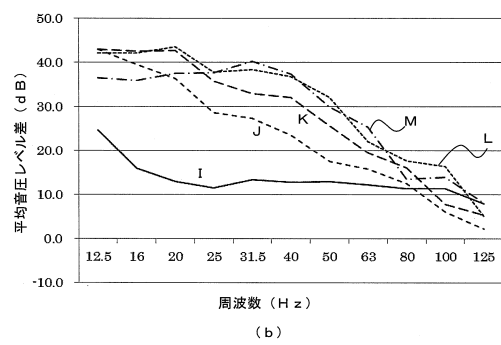
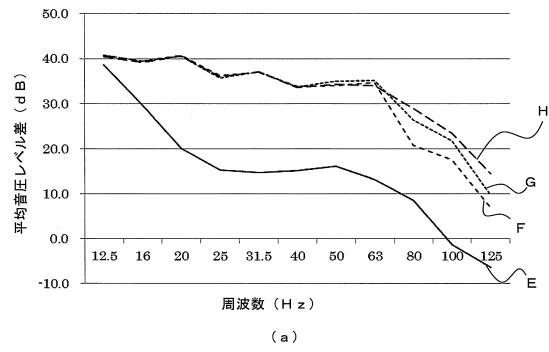
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

審査官 佐々木 創太郎

- (56)参考文献 特開2010-031582 (JP, A)
特開2013-195729 (JP, A)
特開昭49-011302 (JP, A)
特開2008-308877 (JP, A)
特開2009-019413 (JP, A)
実開昭60-036408 (JP, U)
特開昭58-195661 (JP, A)
米国特許第04478535 (US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E21F	1/00-17/18
E01F	3/00- 8/02
E04B	1/62- 1/99
G10K	11/00-13/00