(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年8月27日(27.08.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/170346 A1

(51) 国際特許分類:
B61D 49/00 (2006.01)　*B61D 17/12* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2019/006227

(22) 国際出願日：　2019年2月20日(20.02.2019)

(25) 国際出願の言語：　日本語

(26) 国際公開の言語：　日本語

(71) 出願人: 株式会社日立製作所(**HITACHI, LTD.**) [JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 吉澤　尚志 (**YOSHIZAWA, Takashi**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 是石　一任(**KOREISHI, Kazuto**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 森田 潔(**MORITA, Kiyoshi**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 三津橋 直也(**MITSUHASHI, Naoya**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

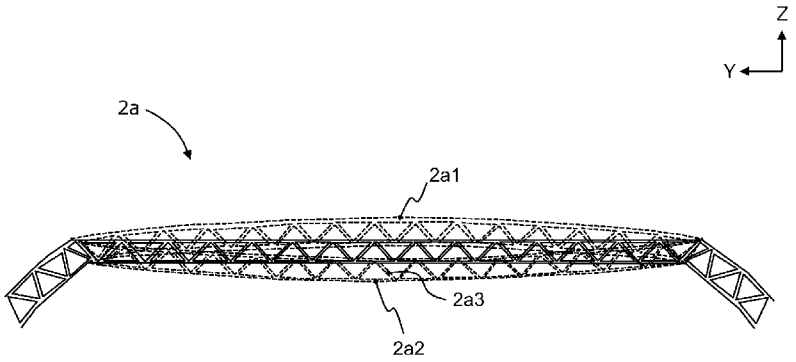
(74) 代理人: 特許業務法人第一国際特許事務所 (**Patent Corporate Body Dai-ichi Kokusai Tokkyo Jimusho**); 〒1010032 東京都千代田区岩本町三丁目５番１２号 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

(54) **Title:** RAIL VEHICLE

(54) 発明の名称： 軌条車両

図5



(57) **Abstract:** A railway vehicle has a double-skin structure comprising a vehicle outer face plate, a vehicle inner face plate, a connecting plate, and a cavity enclosed thereby. The vehicle inner face plate of this double-skin structure is provided with a sound absorbing material, and is further covered with an interior panel. A hole is formed in the double-skin structure on the vehicle inner plate face side in an area where $t \leq 3L$, where t is the thickness of a gap between the vehicle inner face plate of the double-skin structure and the interior panel, and L is the construction thickness of the double-skin

WO 2020/170346 A1

［続葉有］

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

structure. This makes it possible to improve sound insulation in the most effective area for reducing vehicle interior noise, without narrowing the passenger space.

(57) 要約:鉄道車両は、車外側面板、車内側面板、接続板とそれに囲まれる空洞部で構成されるダブルスキン構体を有する。このダブルスキン構体の車内側面板に吸音材を備え、更に内装パネルで覆っている。ダブルスキン構体の車内側面板と内装パネルとの間の空隙の厚さｔが、ダブルスキン構体の構え厚さＬに対してｔ≦３Ｌとなるような部位のダブルスキン構体の車内板面側に、孔を形成した。これにより、客室空間を狭めることなく、車内騒音の低減に対して最も効果的な部位において、遮音性を向上させることができる。

明　細　書

発明の名称 ： 軌条車両

技術分野

[0001] 本発明は、軌条車両に関する。

背景技術

[0002] 軌条車両、特に高速鉄道車両においては、高速化に伴って増大する客室内の騒音を低減することが、乗客の快適な移動を確保するために必要不可欠である。このため、従来より様々な車内騒音低減技術が開発されてきた。一方、近年では、軽量・高強度で、製作性の良い車体構造として、ダブルスキン構体と呼ばれる構造が多く採用されている。

[0003] このダブルスキン構体は、対向する一対の外板および内板と、これらの板を接続する接続板とからなる中空のトラス構造を有しており、軽量かつ曲げ剛性が高いという特長を有する。さらに車両長手方向に同じ断面構造を持った押し出し型材を用いて形成できるため、ダブルスキン構体は製作性にも優れるという特長を持っている。

[0004] このダブルスキン構体を用いた遮音性向上のための技術として、例えば特許文献１などが開示されている。この公知例には、ダブルスキン構体の内板および接続板のいずれか、ないしは両方に対して空孔部を形成し、さらに鉄道車両の車内側の内板と内装パネル間に吸音材を配置することで、遮音性を向上させる方法が示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０１７－１０５２２８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上記の特許文献１では、ダブルスキン構体の孔開け部位の位置や条件などが明確に示されていない。例えば、吸音材の厚みが十分であれば、加工工数

をかけて空孔部を設ける効果は少ないといえる。またダブルスキン構体に空孔部を設けるとしても、その強度と遮音性の確保とを高次元で両立させるために、更なる改良も期待されている。

[0007] 例えば遮音性の確保のためにダブルスキン構体の内板に空孔部を設けることによる強度低下を防ぐには、板厚に余裕を持たせることなども一案であるが、それのみに頼るとコストの大幅な増大を招く。一方で、空孔部の断面積を小さくする代わりにその数を増やすことで、強度低下を抑制しつつ同等な遮音性を確保できるが、それにより孔開け加工工数の増加を招く。更には、荷重条件やダブルスキン構体の構造・部位によっては、空孔部を設けることが難しいという課題もあった。

[0008] また、ダブルスキン構体の内面に配置される吸音材に関する課題もある。従来より、吸音材の片面に予め貼り付けておいた両面テープにより、吸音材をダブルスキン構体の内板に接着するという手法が取られる場合がある。

[0009] ここで通気性のない両面テープを用いた場合でも、十分な遮音性向上効果が発揮されるよう、内板に開けた空孔部を回避して両面テープを設けることが好ましい。しかし両面テープを設ける位置が制限されることにより、作業の手間が増える可能性があった。

[0010] 本発明は、ダブルスキン構体の車内側面板に孔を開けることに伴って生じうる強度低下や加工工数の増加を抑制できるとともに、優れた遮音効果を備える軌条車両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

[0011] 上記課題を解決するために、代表的な本発明の軌条車両の一つは、

車内側面板と、車外側面板と、前記車内側面板と前記車外側面板とを接続する接続板と、

からなるダブルスキン構体と、

前記車内側面板に備えられる吸音材と、

前記吸音材を覆う内装材と、を有する軌条車両において、

前記車内側面板を貫通する複数の孔を有しており、

前記車内側面板と前記内装材との間隔ｔは、前記ダブルスキン構体の厚さ寸法Ｌの３倍以下である。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、ダブルスキン構体の車内側面板に孔を開けることに伴って生じうる強度低下や加工工数の増加を抑制できるとともに、優れた遮音効果を備える軌条車両を提供することができる。

上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図１は、屋根上に空調装置を搭載した鉄道車両の長手方向に交差する断面図である。

[図2]図２は、屋根上に集電装置を搭載した鉄道車両の長手方向に交差する断面図である。

[図3]図３は、空調装置が載置される屋根構体（図１参照）の部分拡大図である。

[図4]図４は、集電装置が載置される屋根構体（図２参照）の部分拡大図である。

[図5]図５は、ダブルスキン構体を有する屋根構体の１次の振動モードを模式的に表した図である。

[図6]図６は、ダブルスキン構体を有する屋根構体の２次の振動モードを模式的に表した図である。

[図7]図７は、ダブルスキン構体に対応する等価剛性板と、空気層を有する吸音断熱材と、内装材と、からなる二重壁構造をモデル化して示す模式図である。

[図8]図８は、図７に示す空気層を有する吸音断熱材の厚さを変更した時の透過損失の変化を示す模式図である。

[図9]図９は、車内側の面板に孔を設けた屋根構体の斜視図である。

[図10]図１０は、車内側の面板に孔を設けた屋根構体の車内側に吸音材と内

装パネルを配置した状態を示す断面図である。

[図11]図１１は、車内側の面板の板厚部を備えた部位に孔を設けた屋根構体の斜視図である。

[図12]図１２は、車内側の面板の板厚部を備えた部位に孔を設けた屋根構体の車内側に吸音材と内装パネルを配置した状態を示す断面図である。

[図13]図１３は、車内側の面板と、車内外の面板を接続する接続板との接合部に孔を設けた屋根構体の斜視図である。

[図14]図１４は、車内側の面板と、車内外の面板を接続する接続板との接合部に孔を備える屋根構体の拡大断面図である。

[図15]図１５は、カーテンレール構造を備える車内側の面板のカーテンレール構造の近傍の面板のみに孔を設けた屋根構体の斜視図である。

[図16]図１６は、カーテンレール構造を備える車内側の面板のカーテンレール構造の近傍の面板のみに孔を設けた屋根構体の車内側に吸音材と内装パネルを配置した状態を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の実施の形態について図面を用いて説明する。まず、各方向を定義する。鉄道車両構体１ａ、１ｂの長手（レール）方向をＸ方向、その幅（枕木）方向をＹ方向、その高さ方向をＺ方向とし、単にＸ方向、Ｙ方向、Ｚ方向と記す場合がある。

[0015] 軌条車両は、敷設される軌道に沿って運行される車両であり、鉄道車両、モノレール車両、路面電車、新交通車両等を含む。軌条車両の代表例として、鉄道車両を取り上げて本発明の実施の形態を説明する。本発明は、高速の軌条車両に限らず、全ての軌条車両に適用可能である。以下、軌条車両を代表して鉄道車両を参照して本発明を説明する。

[0016] 図１は、屋根上に空調装置を搭載した鉄道車両の長手方向に交差する断面図であり、図２は、屋根上に集電装置を搭載した鉄道車両の長手方向に交差する断面図である。鉄道車両構体１ａ（１ｂ）は、一般に、床面をなす床構体（台枠）４と、床構体４のＹ方向の両端部に立設される側構体３と、側構

体３の上端部に載置される屋根構体２ａ（２ｂ）と、床構体４のＸ方向の両端部に備えられる妻構体（図示なし）と、から構成される６面体である。

[0017] 床構体４と側構体３と屋根構体２ａ、２ｂは、図３、４を参照して、車外側面板（外板ともいう）２ａ１、２ｂ１と車内側面板（内板ともいう）２ａ２、２ｂ２と、これら面板を接続する接続板２ａ３、２ｂ３と、から構成されるダブルスキン構体である。これらダブルスキン構体は、図１０を参照して、車外側面板２ｂ１と隣接する２枚の接続板２ｂ３とで囲まれる空間である車外側空洞部２０と、車内側面板２ｂ２と隣接する２枚の接続板２ｂ３とで囲まれる（区画される）空間である車内側空洞部１７とを有する。

[0018] ここでは、対向する２枚面板とこれら面板を接続する接続板を有する中空押出形材からなる構体をダブルスキン構体と称する。ダブルスキン構体は、軽量高強度で、製作性が良いという特性を有する。

[0019] ダブルスキン構体は、アルミニウム合金で構成されるとともにＸ方向に押し出し成形された中空押出形材から構成される。これら形材をＹ方向に並べた後、Ｙ方向の突き合わせ部をＸ方向に沿って接合して、床構体４、側構体３、屋根構体２ａ（２ｂ）が構成されるため、複雑な構成を有しながらも製造コストを抑えることができる。

[0020] 図１に示すように、鉄道車両構体１ａのＸ方向の中央部側に空調装置５が載置され、図２に示すように、鉄道車両構体１ｂのＸ方向の端部側の低屋根部に集電装置(パンタグラフ)６が載置される。鉄道車両構体１ａ（１ｂ）の車内側には、内装パネル（内装材）７、空調ダクト８、床板１０、座席１１、荷棚１２などが備えられる。

[0021] 図３は、空調装置が載置される屋根構体（図１参照）の部分拡大図であり、図４は、集電装置が載置される屋根構体（図２参照）の部分拡大図である。

[0022] 屋根構体２ａ（図３参照）は、外板２ａ１と、内板２ａ２と、これらの板を接続する接続板２ａ３とからなるダブルスキン構体である。この例においては、ダブルスキン構体の内板２ａ２は、予め内板２ａ２などとともに一体

に押出成形されるカーテンレール構造１３を有しており、内装パネル７や空調ダクト８などはこのカーテンレール構造１３に固定される。カーテンレール構造とは、長手方向断面が略Ｃ字形状の構造をいう。カーテンレール構造１３を備えた実施例については、図１５，１６を参照して後述する。

[0023] また、ダブルスキン構体の内板２ａ２と、内装パネル７や空調ダクト８の天板８ａとの間には、断熱性も兼ね備える吸音材１４などが備えられる。

[0024] 吸音材１４は、例えば発泡性のフォーム材や繊維系の吸音材などが用いられ、接着剤や両面テープなどによってダブルスキン構体の内板２ａ２に貼り付けられている。空調ダクト８の側面８ｂには、空調された空気を車内に吹き出すための開口８ｃが設けられる。また、低屋根部（図２参照）の断面における天井部の拡大図である図４において、屋根構体２ｂの内板２ｂ２側に吸音材１４が備えられるとともに、吸音材１４は内装パネル７で覆われる。

[0025] 一般に、屋根上の空調装置５や集電装置６などでは、高速で走行する鉄道車両の屋根上の空気が掻き乱されることによって空力騒音が発生し、この空力騒音は車両速度の上昇に伴って急激に大きくなるため、特に列車が高速で走行する際には大きな騒音源となる。屋根上で発生した空力騒音は、屋根構体２ａ、２ｂ、吸音材１４、内装パネル７、空調ダクトの天板８ａなどを透過して車内に伝達し、車内騒音を増大させる要因となる。

[0026] ここで、空力騒音は低周波数成分が比較的大きく、また車体の遮音特性や車内空間の吸音特性は一般的に低周波数域では低くなる。このため、車内騒音においては１ｋＨｚ以下の低周波数域が支配的となることを前提に、騒音対策を行うことが一般的である。つまり、低周波数域での遮音性能を向上させることが特に重要である。

[0027] なお図３に示したように、空調ダクト８の側面８ｂには、空調された空気を車内に吹き出すための開口８ｃが設けられている。しかるに、天板８ａを透過した騒音は開口８ｃを通って車内へ伝達するため、まず天板８ａを透過する騒音を小さくすることが望まれる。

[0028] このような状況下で低周波数域での遮音性能を向上させるには、ダブルス

キン構体の内板２ａ２、２ｂ２と、内装パネル７や天板８ａとの間の空隙を広げるか、これら内装パネルの重量を増加させることが効果的であることが知られている。

[0029] 図５は、ダブルスキン構体を有する屋根構体の１次の振動モードを模式的に表した図であり、図６は、ダブルスキン構体を有する屋根構体の２次の振動モードを模式的に表した図である。図７は、ダブルスキン構体に対応する等価剛性板と、空気層を有する吸音断熱材と、内装材と、からなる二重壁構造をモデル化して示す模式図であり、図８は、空気層を有する吸音断熱材の厚さを変更した時の透過損失の変化を示す模式図である。

[0030] ダブルスキン構体は一般に軽量で剛性が高いため、板の曲げモードの固有振動数が比較的高周波数に存在し、１ｋＨｚ以下の低周波数では波長の長い１次の振動モード（図５参照）又は２次の振動モード（図６参照）が支配的となる。

[0031] このように低次の振動モードでは、ダブルスキン構体をなす外板２ａ１と内板２ａ２と接続板２ａ３とが一体となって振動する。従って、低周波数ではダブルスキン構体は一枚の板と見なすことができ、ダブルスキン構体、吸音材１４、内装パネル７の積層構造は二重壁構造と考えることができる（図７参照）。

[0032] 図７では、ダブルスキン構体を等価剛性板２ａ’で置き換えて表している。このような二重壁構造は、図８に示すように、高周波共鳴周波数ｆｒＨを含むブロードな高周波数域では、遮音性能の指標である透過損失が質量則よりも改善する。しかし、低周波数域では、等価剛性板２ａ’及び内装パネル７を質量、吸音材１４の媒質である空気層（空隙１５と等価）をばねとする共振現象により、低周波共振周波数ｆｒＬ付近において逆に透過損失が質量則を下回ることが知られている。

[0033] ここで、空気層の厚さが大きい場合（図８の太い実線）には、空気層の厚さが小さい場合（図８の点線）に比べて低周波共振周波数ｆｒＬが低周波数側にシフトするため、低周波共振周波数ｆｒＬよりも高周波数側において透

過損失が改善される。

[0034] なお、空気層の厚さを大きくすると、高周波共鳴周波数ｆｒＨも低周波数側にシフトする。しかし、通常の鉄道車両の構成では高周波共鳴周波数ｆｒＨは１ｋＨｚ以上の高周波数域に存在し、このような高周波数域では吸音材１４や車内空間の座席１１などによる吸音性能により騒音が十分減衰されるため、高周波共鳴周波数ｆｒＨのシフトは通常問題になることはない。

[0035] このように、車両の遮音性を向上するには、ダブルスキン構体である屋根構体２ａ（２ｂ）側構体３（床構体４）と、内装パネル７または天板８ａと、の間の空隙１５を広げて、その空隙１５に挿入される吸音材１４の厚さを厚くすることが効果的である。

[0036] しかしながら、車体の外形寸法には車両限界と呼ばれる境界線による制約があり、それ以上に車体の外形を大きくすることは困難である。一方、前記空隙１５を広げるためには、内装パネル７や天板８ａを車内側にオフセットさせることも一案である。

[0037] しかしながら、この案に従えば車内空間を減少させることになるため、乗客の快適性を維持するために必要な天井高さや荷棚空間を確保することが難しくなる。また、側構体３と内装パネル７との間の空隙を広げた場合には、必要な座席幅や通路幅を確保することが難しくなる。

[0038] そこで、本発明者らは、ダブルスキン構体、吸音材１４、内装パネル７の積層構造を模擬した要素試験及び解析を行い、ダブルスキン構体の内板２ｂ２に孔を開けることによって透過損失の改善効果が有意に発揮される条件について検討した。

[0039] その検討結果によれば、図７において、ダブルスキン構体の構え厚さ（単に厚さともいう）Ｌに対して、ダブルスキン構体の内板２ｂ２と内装パネル７との間の間隔、すなわち空隙１５の厚さ寸法ｔが、概ね３倍以下である（ｔ≦３Ｌである）部位に対して、孔を設けることが有意な効果を発揮することが分かった。なお、ｔ≦２Ｌであるとより好ましい。

[0040] 図３および図４に示したように、本実施形態の鉄道車両は、屋根上に空調

装置５または集電装置６が備えられるため、天井高さ方向の寸法制約が大きいため、吸音材１４の厚さを十分に確保できないという実情がある。このように吸音材１４が薄くせざるを得ない状況下では、孔１６を設けることが特に有効である。

[0041] そこで、本実施形態の鉄道車両では、屋根構体２ａ、２ｂの内板２ａ２、２ｂ２に孔を開けることにより透過損失を大きくして遮音性を向上させ、屋根上の空調装置５や集電装置６で発生する空力騒音の車内への透過を低減している。

[0042] ＜実施例１＞

図９は、車内側の面板に孔を設けた屋根構体の斜視図であり、図１０は、車内側の面板に孔を設けた屋根構体の車内側に吸音材と内装パネルを配置した状態を示す断面図である。

[0043] 一般的な鉄道車両のダブルスキン構体の構え厚さＬは、Ｌ＝３０ｍｍ～７０ｍｍ程度で設計される場合が多い。これに対し、屋根上に空調装置５や集電装置６が搭載される車両の屋根構体２ｂと、内装パネル７との間の間隔、すなわち吸音材の厚さｔは、車両の種類や部位によって異なるものの、概ね７０ｍｍ以下の厚さしか確保できない場合が多い。

[0044] そこで、ダブルスキン構体における車内側の面板（内板）２ｂ２と接続板２ｂ３との接続部の間となる位置に、Ｘ方向に沿って内板２ｂ２を貫通する複数の孔１６を開けている。これにより、ダブルスキン構体の内板２ｂ２及び接続板２ｂ３で囲まれた車内側空洞部１７と、空隙１５とが孔１６を介して連通し、ダブルスキン構体ＤＳを透過した音波の疎密波が車内側空洞部１７にも進入することが可能になる。

[0045] 換言すれば、孔１６を設けることで、空隙１５の厚さｔがダブルスキン構体ＤＳの構え厚さＬの分だけ厚くなり、すなわち厚さが（ｔ＋Ｌ）に増えたような効果が得られる。

[0046] 特に、空隙１５の厚さｔを十分確保できず、ｔ≦３Ｌ（好ましくはｔ≦２Ｌ）となることを余儀なくされる部位においては、空隙１５の厚さｔが１．

３倍以上（好ましくは１．５倍以上）に拡大するような効果を得ることができるため、有意な遮音性向上効果が得られる。換言すれば、ｔ≦３Ｌ（好ましくはｔ≦２Ｌ）となるダブルスキン構体の部位において吸音材が薄くなっても、孔１６を設けることにより十分なる遮音性向上効果が得られる。

[0047] 本実施形態における遮音性向上のメカニズムは、空隙１５とダブルスキン構体ＤＳ内部の車内側空洞部１７とを連通させることにより、空隙１５の厚さを増大させた場合と同様な効果を発揮するものである。したがって、径の小さな孔を多数開けるよりも、なるべく径の大きい孔を必要最小限の数だけ開ける方が遮音性に優れ、また孔加工による製作工数の増加を抑制する観点からも好ましい。

[0048] ただし、孔開けによるダブルスキン構体ＤＳの強度低下を抑制するには、ダブルスキン構体ＤＳの内板２ｂ２と接続板２ｂ３との接続部の間隔（Ｙ方向のピッチＰ）に対して、孔１６の内径ｄは、概ね（Ｐ／５）≦ｄ≦（４Ｐ／５）程度となるような範囲とするのが好ましい。

[0049] また、ダブルスキン構体への孔開けによる強度低下を最小限に抑えるため、孔１６同士の距離がなるべく遠くなるように配置するのが好ましい。そこで本実施形態における実施例１では、車内側空洞部１７に（Ｘ方向に）沿って等ピッチで列状に配設された各孔１６に対し、それに隣接して等ピッチで列状に配設された各孔１６の位置を、半ピッチだけＸ方向にずらして千鳥配置とした構造としている（図９参照）。

[0050] 以上の構成によって、空隙１５の厚さを大きく確保できないような部位のダブルスキン構体に孔１６を開けることにより、ダブルスキン構体の構え厚さＬも空隙１５の厚さの一部として活用できる。これにより、ダブルスキン構体の内板に孔を開けることによる強度低下および加工工数の増加を抑制できるとともに、優れた遮音効果を備える鉄道車両を提供することができる。

[0051] ＜実施例２＞

実施例２は、車内側の面板（内板）２ｂ２の孔１６が、吸音材１４を内板に固定する際の両面テープ等によって塞がれることを抑制して、車内側空洞

部１７と空隙１５との連通を確保して、優れた遮音効果を得られる構成である。

[0052] 図１１は、車内側の面板の板厚部を備えた部位に孔を設けた屋根構体の斜視図であり、図１２は、車内側の面板の板厚部を備えた部位に孔を設けた屋根構体の車内側に吸音材と内装パネルを配置した状態を示す断面図である。

[0053] 実施例２の屋根構体２ａ（２ｂ）や側構体３などのダブルスキン構体は、内板２ｂ２と一対の接続板２ｂ３とで区画される内板２ｂ２の部位ごとに、車内側空洞部１７に対向して車内側に向けて張り出すようにして厚みを増すとともにＸ方向に沿って連続的に形成された凸部１８を備える。

[0054] 凸部１８は、内板２ｂ２と接続板２ｂ３との接続部の間でＹ方向の中央に設けられ、Ｘ方向に沿って連続的に延在しているので、ダブルスキン構体と一体で押し出し成形によって形成できる。

[0055] さらに内板２ｂ２は、凸部１８の押出方向（Ｘ方向）に沿って、等ピッチで離散的に設けられる複数の孔１６を、凸部１８上に有する。孔１６の内径ｄは、凸部１８のＹ方向に沿う幅寸法Ｗより大きいので、孔１６の一部は凸部１８からはみ出している。凸部１８の中心線に、各孔１６の中心軸が交差すると好ましい。

[0056] 吸音材１４は、その一方の面に接着剤（あるいは両面テープ等による貼り付け）を塗布してダブルスキン構体の内板２ｂ２に接着した後、その他方の面に内装パネル７が取り付けられる。

[0057] 仮に吸音材１４を、凸部１８を有しない内板２ｂ２へ接着あるいは貼り付けたとすると、孔１６が通気性の弱い接着剤あるいは両面テープ等によって塞がれてしまい、車内側空洞部１７を利用する効果が十分に発揮されず、遮音性向上を図れない恐れがある。

[0058] これに対し本実施例では、内板２ｂ２に凸部１８を備えることに依って、内板２ｂ２の車内側の面から凸部１８の高さ方向の垂直面１８ａの端部まで跨るような隙間１９が形成される。この隙間１９には接着剤等が塗布されず、また凸部１８からはみ出した孔１６の一部がふさがれないため、空隙１５

内に伝播した音波の疎密波は、音波の侵入経路２１に沿って、隙間１９及び孔１６の一部を経て車内側空洞部１７に侵入することができる。これにより遮音性向上効果を得られる。

[0059] トンネル内などでは、車両の内外圧差によって生じる気密荷重によって、鉄道車両の構体が断面内で伸び縮みする方向に力が付与される。このため、鉄道車両構体１ａ（１ｂ）に気密荷重が作用する場合、鉄道車両構体１ａ（１ｂ）を構成する屋根構体２ａ（２ｂ）や側構体３などのダブルスキン構体ＤＳには、矢印２２に示すように、Ｘ方向に交差する方向に引っ張り・圧縮荷重が作用する。

[0060] このため、ダブルスキン構体の内板２ｂ２の孔１６の周辺部の中でも、特に車両長手方向（断面図の紙面鉛直方向）の端部に最も応力が集中すると考えられる。しかし、実施例２の構成によれば、孔１６の近傍には板厚の大きい凸部１８が設けられているため、孔１６を設けた場合でも、ダブルスキン構体の疲労耐久性を向上できる。

[0061] さらに、凸部１８を設けることで、施工時に容易に孔１６を位置決めできる効果がある。凸部１８が設けられていないダブルスキン構体では、内板２ｂ２側から見ただけでは接続板２ｂ３や車内側空洞部１７の位置が分かりづらいため、これらに干渉することなく孔１６を加工することが難しい。しかし、凸部１８を設けることによって、これをマーカーとして用いることで孔１６の位置決めがしやすくなり、孔開け作業性が向上する。

[0062] 以上の構成によれば、ダブルスキン構体に凸部１８を設けることにより、内板２ｂ２に吸音材１４を接着した際に孔１６が塞がれることによる遮音性低下を回避し、加えてダブルスキン構体の疲労耐久性向上と作業性の向上を図れる鉄道車両を提供することができる。

[0063] ＜実施例３＞

図１３は、車内側の面板と、車内外の面板を接続する接続板との接合部に孔を設けた屋根構体の斜視図であり、図１４は、車内側の面板と、車内外の面板を接続する接続板との接合部に孔を備える屋根構体の拡大断面図である

。

[0064] 実施例３の構成は、ダブルスキン構体の内板２ｂ２と、内板２ｂ２に接続する接続板２ｂ３との接続部に孔１６を設けたものである。孔１６は、図１４に点線で示す、隣接する一方の接続板２ｂ３の仮想中心延長線（面）と、他方の接続板２ｂ３の仮想中心延長線（面）との交点２３と、内板２ｂ２との近傍に、好ましくは孔１６の中心軸が交点２３を通過するように設けられる。

[0065] 接続板２ｂ３の接続部よりも孔１６の径が大きいので、１つの孔１６によって、空隙１５（吸音材１４）が２つの車内側空洞部１７と、これら２つの車内側空洞部１７に挟まれる１つの車外側空洞部２０とに連通することになる。

[0066] この構成によって、孔１６を１つ設けることによって、３つの空洞部（１７、２０）を共通の空間として利用することができるので、孔１６の数を少なくしても、上記実施例と同様の遮音効果を得ることができる。これにより、孔１６の加工工数を抑えることができる。

[0067] さらに、隣接する一対の接続板２ｂ３と内板２ｂ２とが交差する頂部は、強度が比較的高い部位である。このため、孔１６を設けた場合でも、ダブルスキン構体の強度低下を抑制できる。

[0068] 以上の構成によって、１つの孔１６を介して、空隙１５と、３つの空洞部（１７、２０）と連通できるので、例えば該接続部一つ置きに孔１６を形成して、その数を減少させることができる。このため、ダブルスキン構体の内板に孔を開けることによる強度低下および加工工数を抑制できるとともに、優れた遮音効果を備える鉄道車両を提供することができる。

[0069] ＜実施例４＞

図１５は、カーテンレール構造を備える車内側の面板のカーテンレール構造の近傍の面板のみに孔を設けた屋根構体の斜視図であり、図１６は、カーテンレール構造を備える車内側の面板のカーテンレール構造の近傍の面板のみに孔を設けた屋根構体の車内側に吸音材と内装パネルを配置した状態を示

す断面図である。

[0070] ダブルスキン構体は、内装パネル７を固定したり配線ケーブルの束を固定したりするカーテンレール構造１３を、押出中空型材の一部として一体に備える。カーテンレール構造１３は、一対の接続板２ｂ３と、内板２ｂ２との接続部の近傍にもしくは対向して、Ｘ方向に延在するよう備えられる。該接続部が元々高強度であることに加え、カーテンレール構造１３を更に備えることで、これらの近傍の強度はさらに増大する。

[0071] 実施例４では、カーテンレール構造１３の近傍の内板２ｂ２に、Ｘ方向に沿って等ピッチで離散的に孔１６を備える。高強度を持つカーテンレール構造１３の近傍に孔１６を備えることで、実施例２で述べたような凸部１８の代替の機能をカーテンレール構造１３が担うことができる。

[0072] さらに、カーテンレール構造１３からＹ方向に所定のスパンを持ち、且つカーテンレール構造１３に沿ってスライドする治具（不図示）に、ドリルなどを取り付けて内板２ｂ２に穿孔作業を行うこともできる。これにより、容易な作業で複数の孔１６をカーテンレール構造１３に沿って精度よく形成することができる。

[0073] 以上の構成によって、ダブルスキン構体にカーテンレール構造１３を設けることで、内板２ｂ２に孔１６を開けた場合でも、ダブルスキン構体の強度を確保し、また加工工数の減少を図れるとともに、優れた遮音効果を備える鉄道車両を提供することができる。

[0074] なお、本発明における実施例１～４では、屋根上に空調装置や集電装置が備えられた鉄道車両を例に本発明の構成、効果を説明した。しかし、図１および図２に示した側構体３や床構体４についても同様に、寸法の制約が大きく、ダブルスキン構体と内装パネル間の空隙の厚さを十分に確保できない部位については、実施例１～４に述べたのと全く同様の原理により本発明を適用することが可能である。

[0075] また、本発明の実施例では、ダブルスキン構体の断面形状が、外板２ｂ１または内板２ｂ２と、一対の接続板２ｂ３と、からなる三角形状のトラス構

造である場合を例に挙げて説明した。しかし、ダブルスキン構体の断面形状が例えば四角形状の構造の場合でも、外板、内板、縦リブ、及びそれらで囲まれる空洞部から構成されるダブルスキン構体であれば、本発明の実施例１～４で述べたのと全く同様の原理により本発明を適用することが可能である。

[0076] なお、本発明は上記した実施の形態に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施の形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施の形態における構成の一部を他の実施の形態の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施の形態の構成に他の実施の形態の構成を加えることも可能である。また、各実施の形態における構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることも可能である。

符号の説明

[0077] １ａ，１ｂ…鉄道車両構体、２ａ，２ｂ…屋根構体、２ａ１，２ｂ１…外板、２ａ２，２ｂ２…内板、２ａ３，２ｂ３…接続板、３…側構体、４…床構体、５…空調装置、６…集電装置、７…内装パネル、８…空調ダクト、８ａ…空調ダクトの天板、８ｂ…空調ダクトの側面、８ｃ…空調ダクト側面の開口、１０…床板、１１…座席、１２…荷棚、１３…カーテンレール構造、１４…吸音材、１５…空隙、１６…孔、１７…車内側空洞部、１８…凸部（板厚の大きい部分）、１８ａ…垂直面、１９…隙間、２０…車外側空洞部、２１…音波の侵入経路、２２…気密荷重が作用する方向、２３…交点、Ｌ…構体の構え厚さ、ｔ…吸音材と内装パネルの間の間隔

請求の範囲

[請求項1] 車内側面板と、車外側面板と、前記車内側面板と前記車外側面板とを接続する接続板と、

からなるダブルスキン構体と、

前記車内側面板に備えられる吸音材と、

前記吸音材を覆う内装材と、を有する軌条車両において、

前記車内側面板を貫通する複数の孔を有しており、

前記車内側面板と前記内装材との間隔ｔは、前記ダブルスキン構体の厚さ寸法Ｌの３倍以下であること、

を特徴とする軌条車両。

[請求項2] 請求項１に記載される軌条車両において、

前記孔は、一対の前記接続板と前記車内側面板とで区画される車内側空洞部に連通するように、前記車内側面板に形成されること、

を特徴とする軌条車両。

[請求項3] 請求項１に記載される軌条車両において、

前記車内側面板は、一対の前記接続板とで区画される車内側空洞部に対向する位置で前記車内側面板から前記吸音材側に張り出すとともに、前記軌条車両の長手方向に沿って連続的に備えられる凸部を有し、

前記孔の少なくとも一部は、前記凸部上に設けられること、

を特徴とする軌条車両。

[請求項4] 請求項３に記載される軌条車両において、

前記孔の内径は、前記凸部の幅寸法より大きいこと、

を特徴とする軌条車両。

[請求項5] 請求項１に記載される軌条車両において、

前記孔は、前記車内側面板と、前記車内側面板に接続する一対の前記接続板との接合部に形成されることにより、前記車外側面板と一対の前記接続板とで区画される車外側空洞部と、前記車内側面板と一対

の前記接続板とで区画される車内側空洞部と、前記吸音材が備えられる前記車内側面板と前記内装材との間の空間と、を連通すること、

を特徴とする軌条車両。

[請求項6] 請求項１に記載される軌条車両において、

前記車内側面板の前記吸音材の側の面にカーテンレール構造が備えられており、

前記車内側面板は、前記カーテンレール構造の近傍に前記孔を有すること、

を特徴とする軌条車両。

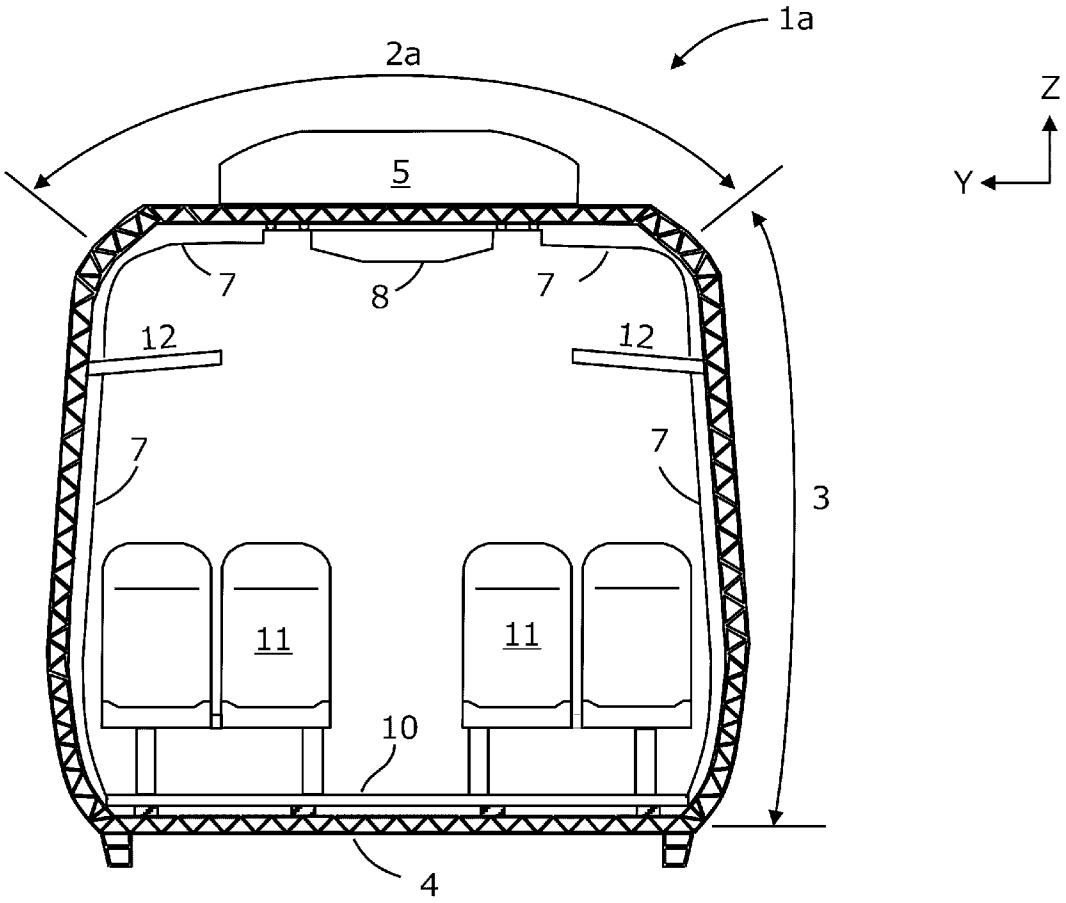
[請求項7] 請求項１から６のいずれか１項に記載される軌条車両において、

前記ダブルスキン構体は、前記軌条車両を構成する屋根構体に用いられており、前記屋根構体に空調装置または集電装置が搭載されること、

を特徴とする軌条車両。

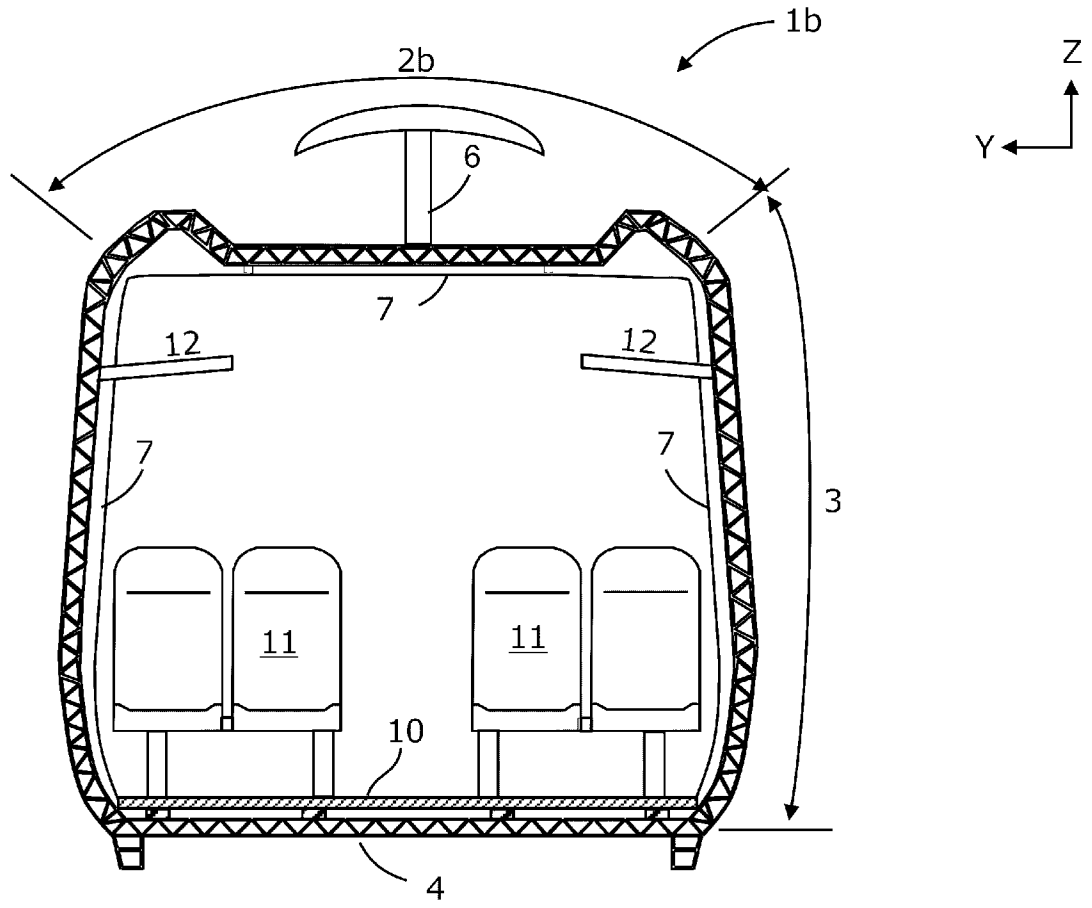
[図1]

図1



[図2]

図2



[図3]

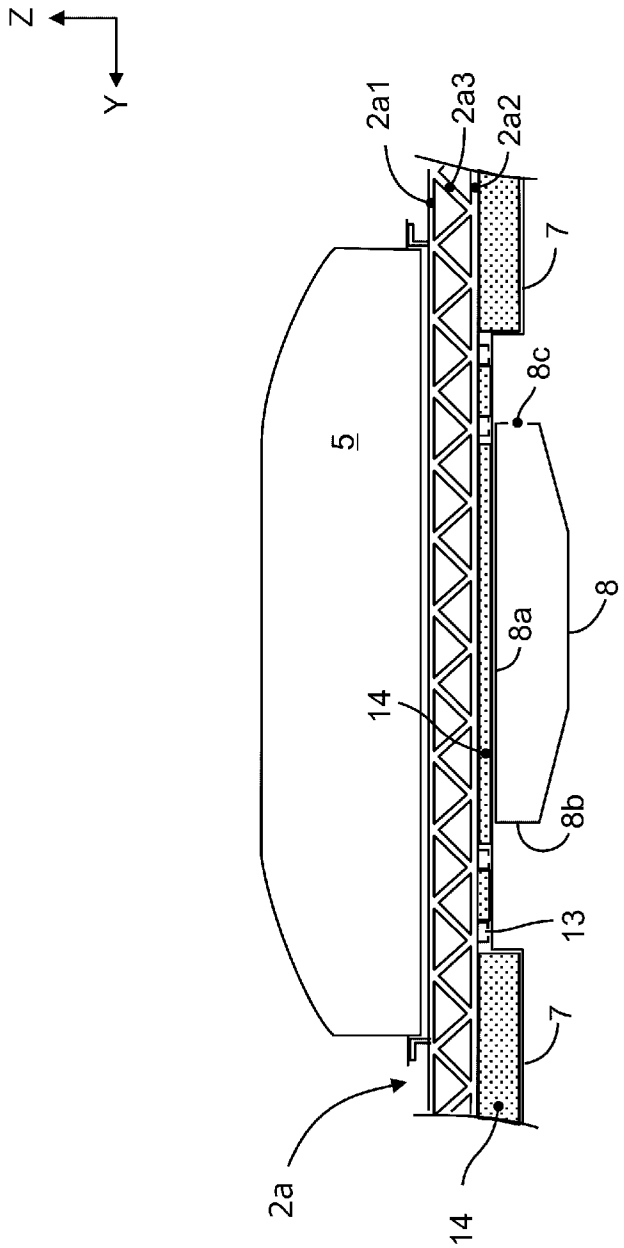


図3

[図4]

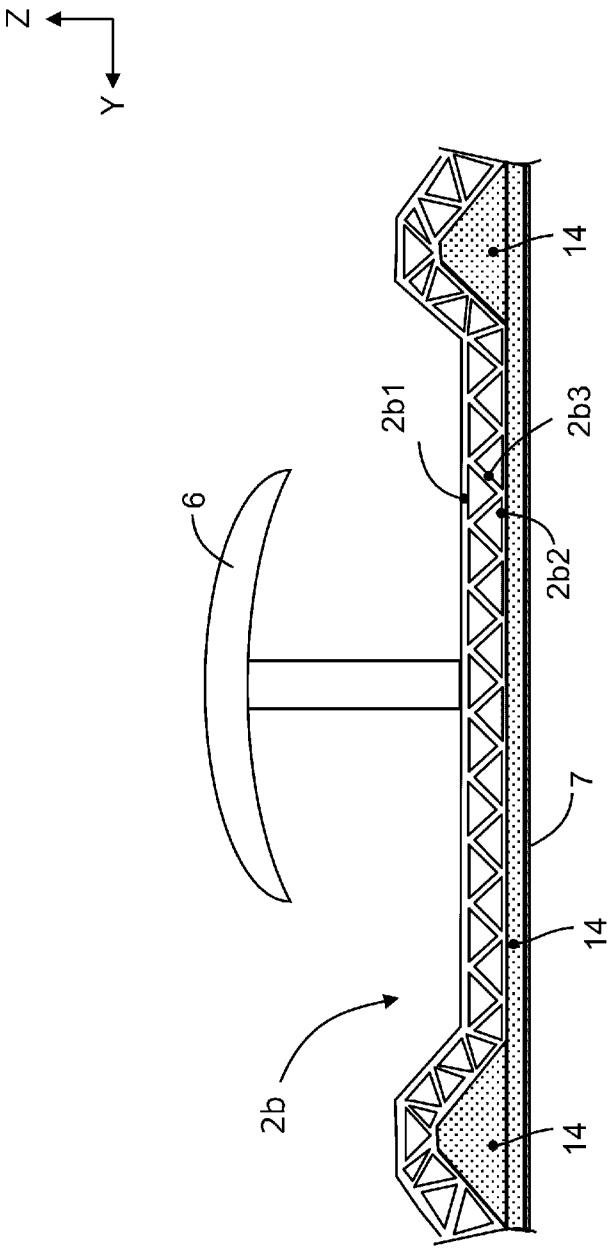


図4

[図5]

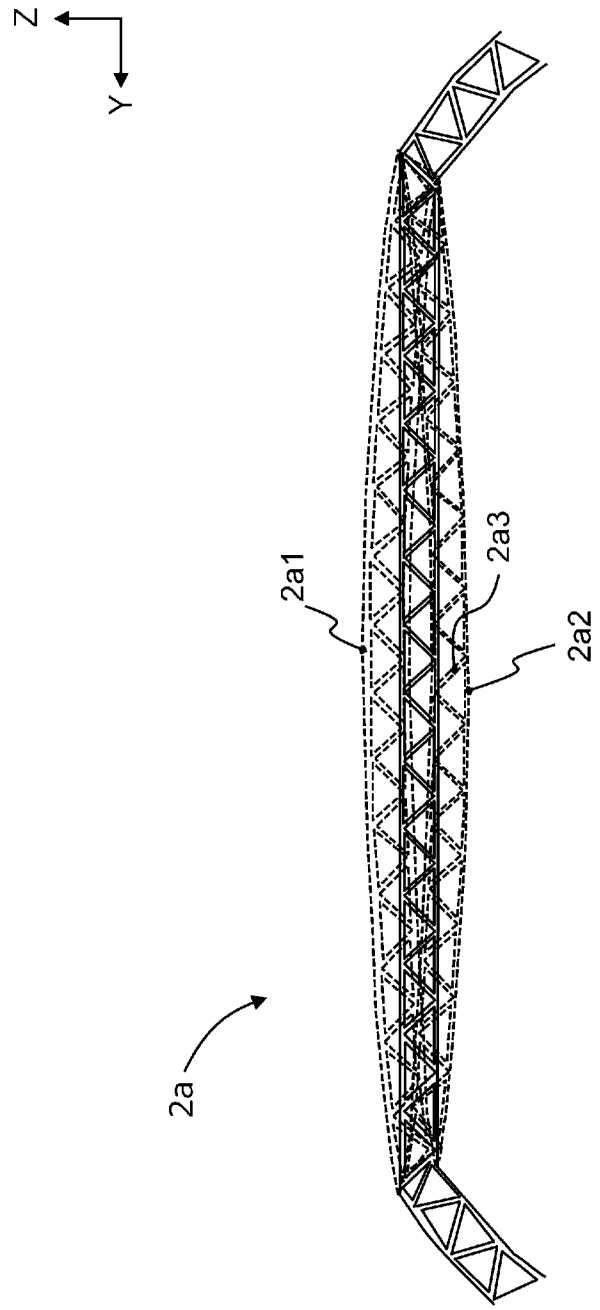


図5

[図6]

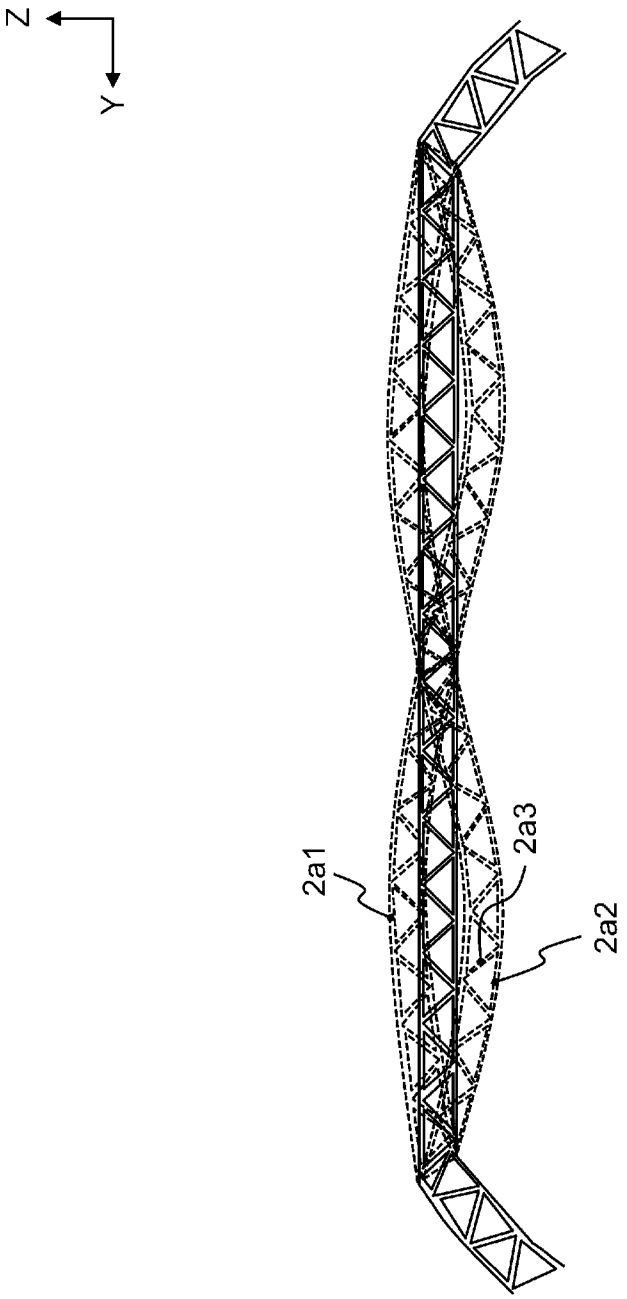


図6

[図7]

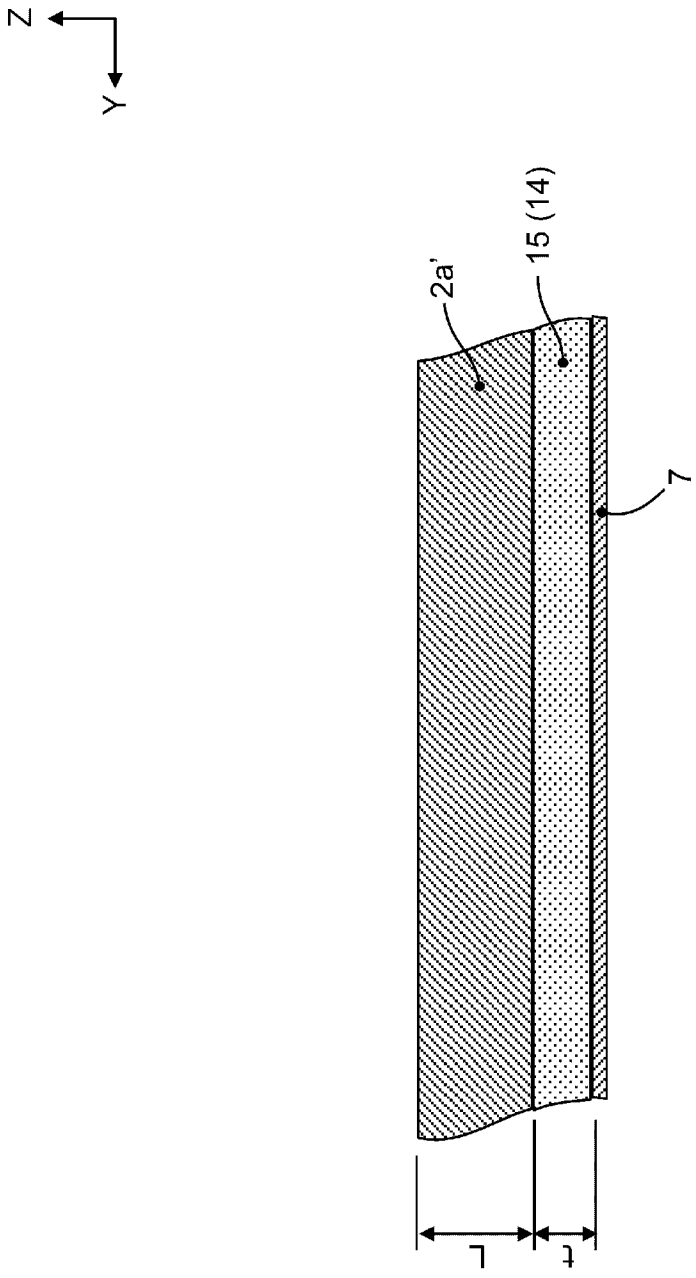
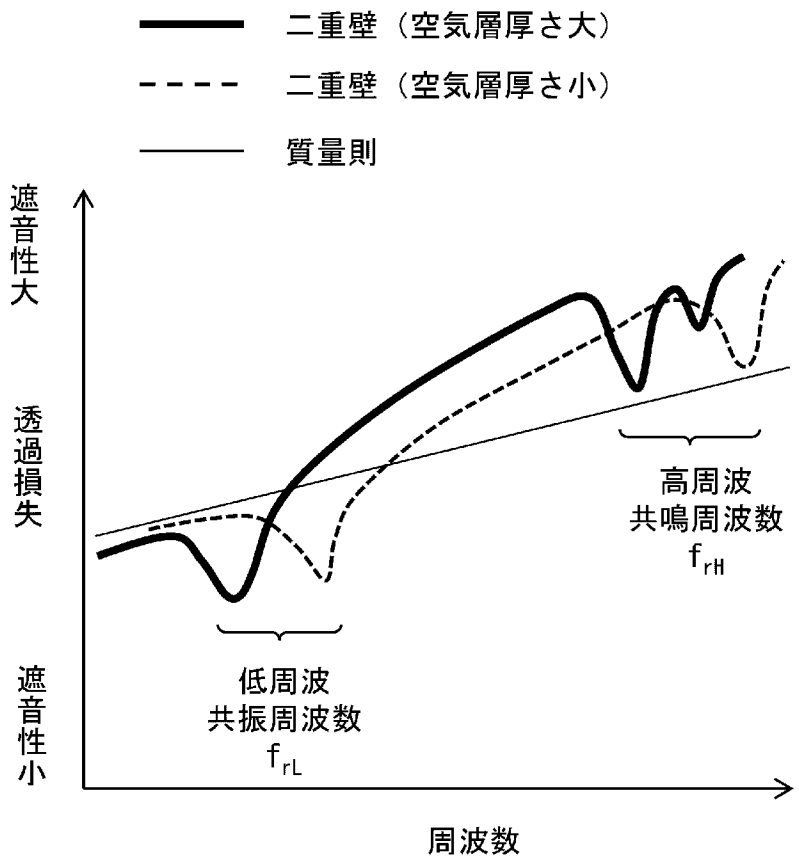


図7

[図8]

図8


二重壁（空気層厚さ大）
二重壁（空気層厚さ小）
質量則
遮音性大
透過損失
遮音性小
低周波
共振周波数
f_{rL}
高周波
共鳴周波数
f_{rH}
周波数

[図9]

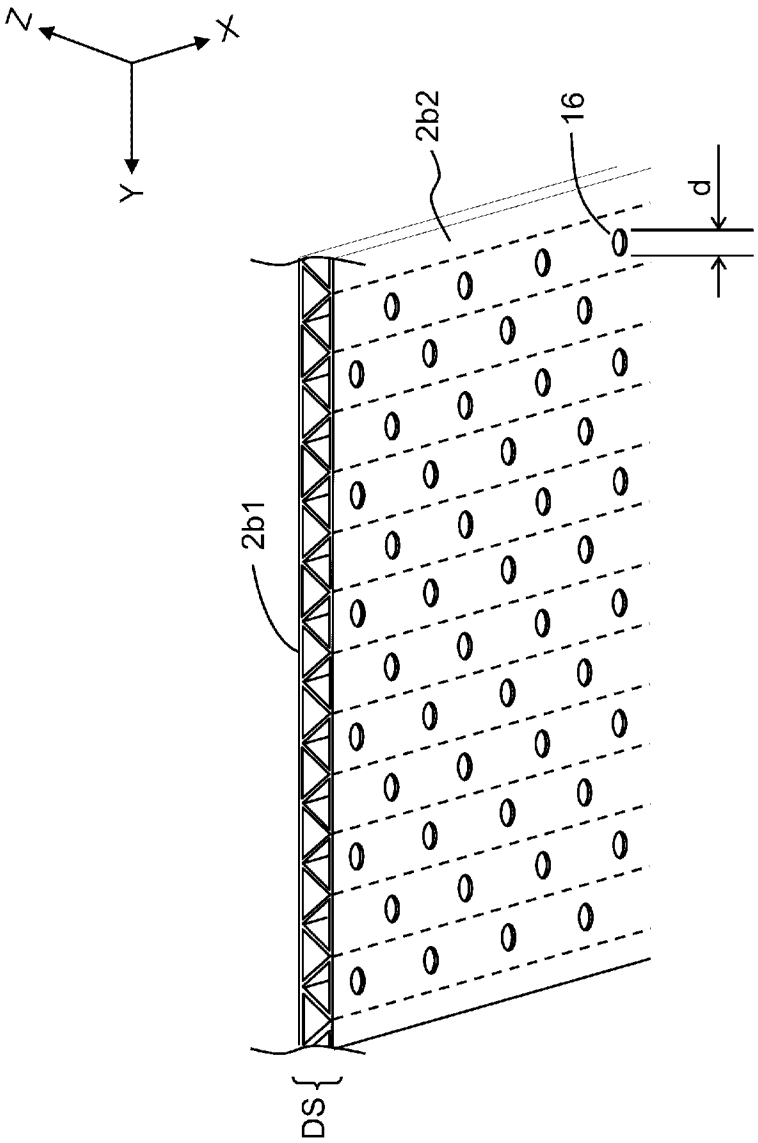


図9

[図10]

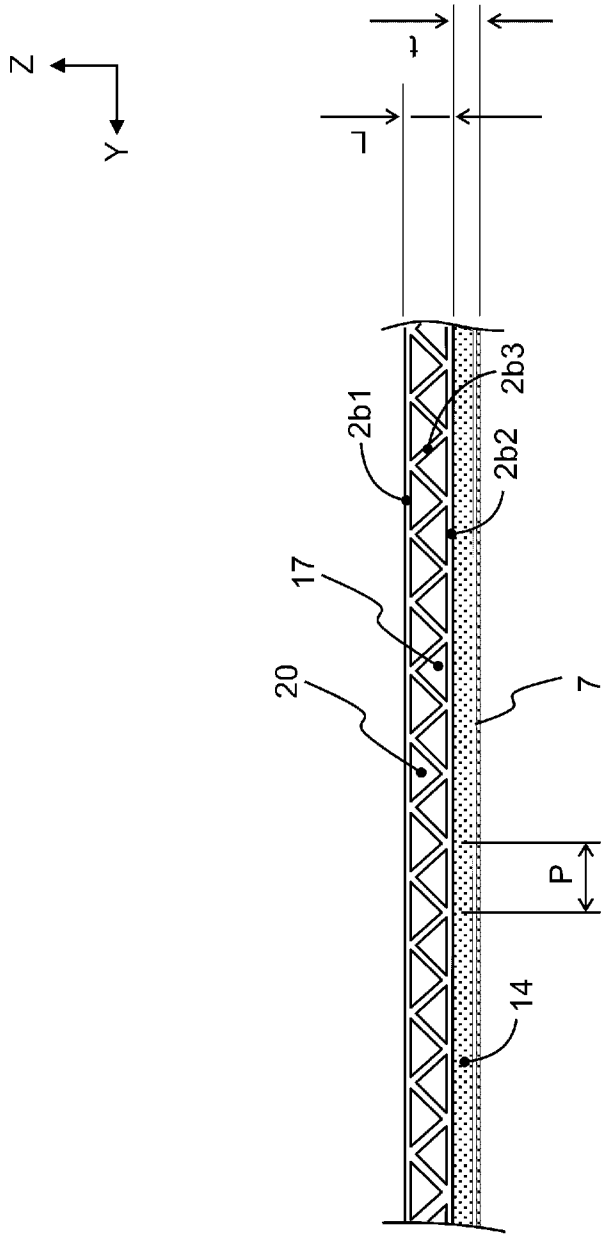


図10

[図11]

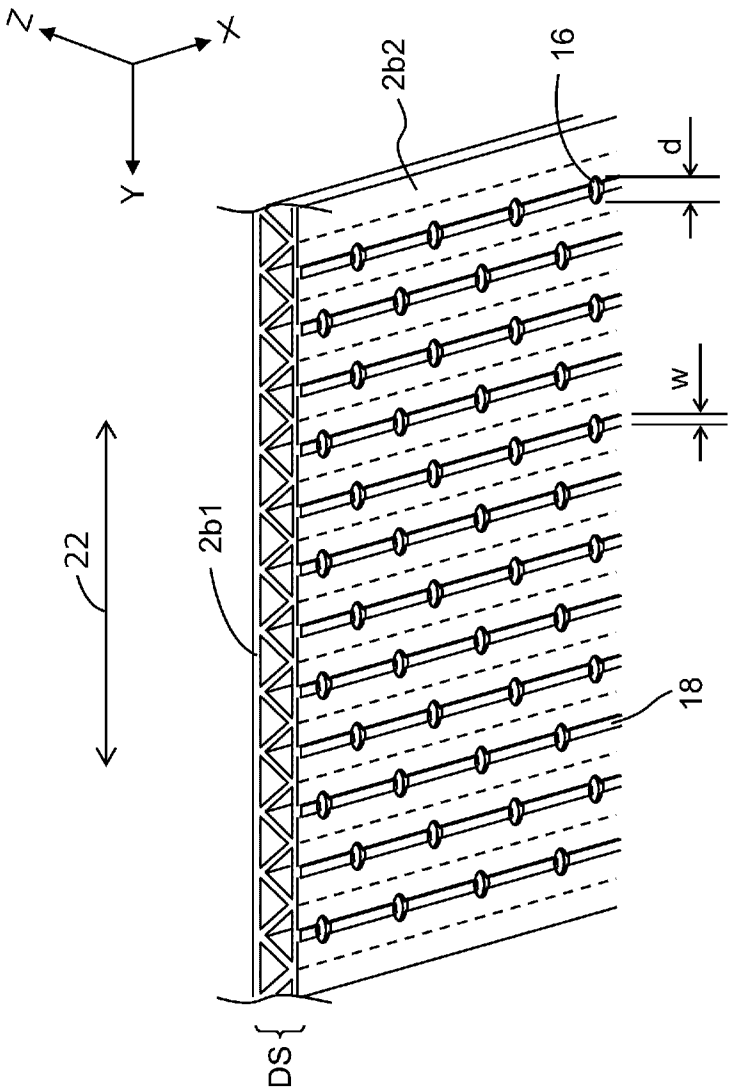


図11

[図12]

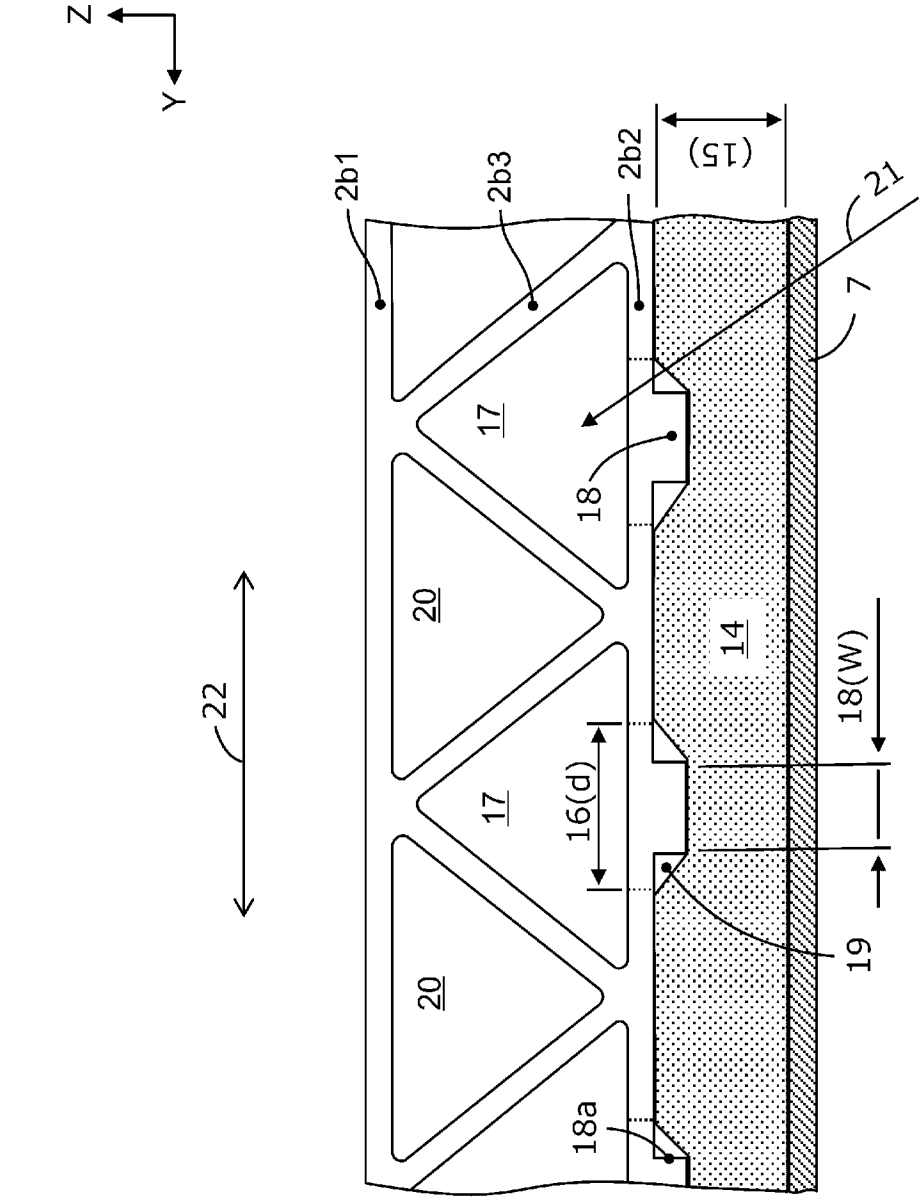


図12

[図13]

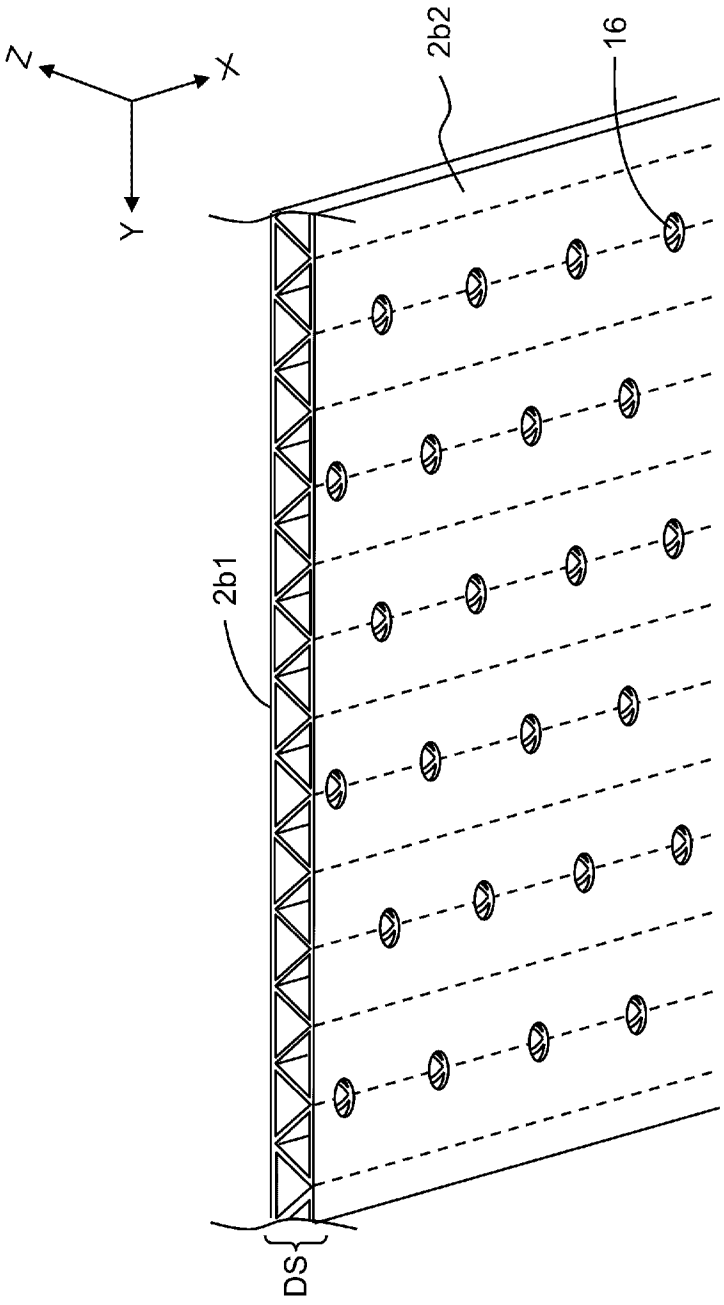


図13

[図14]

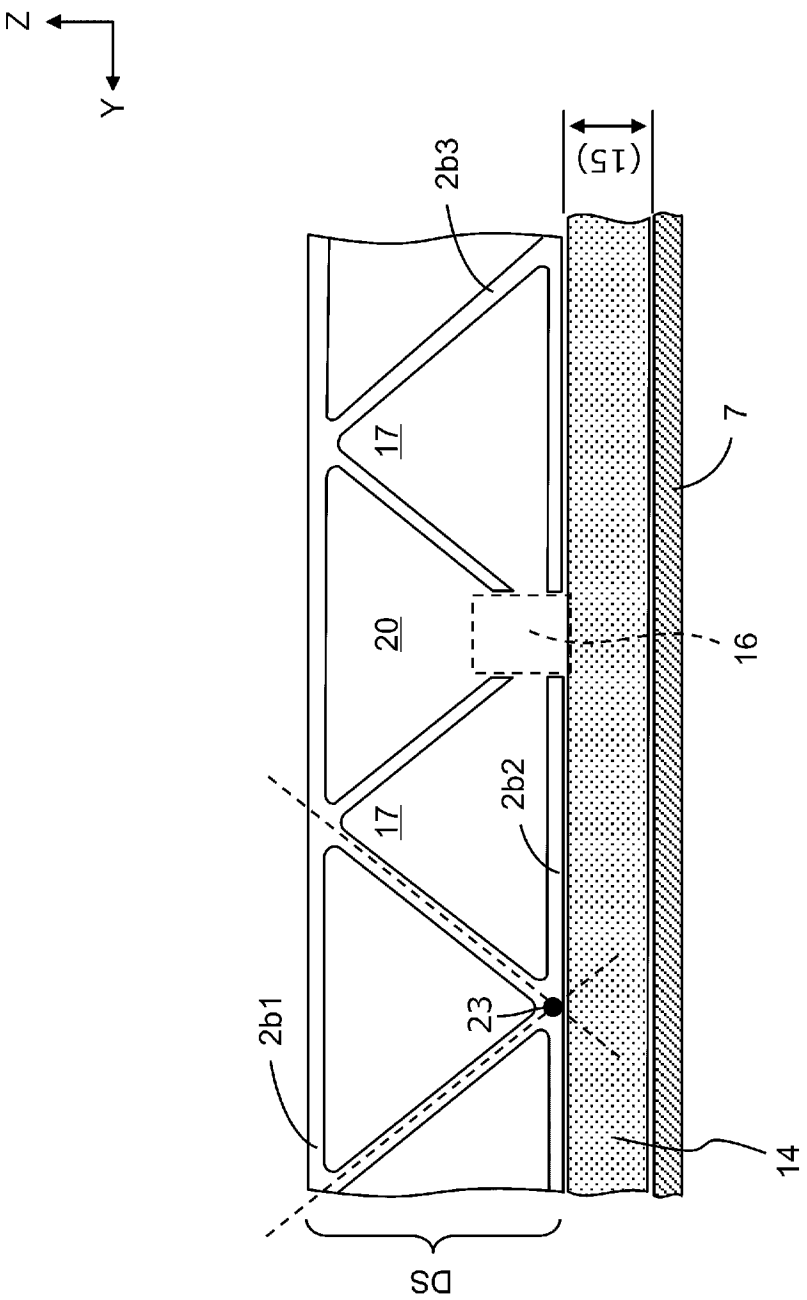


図14

[図15]

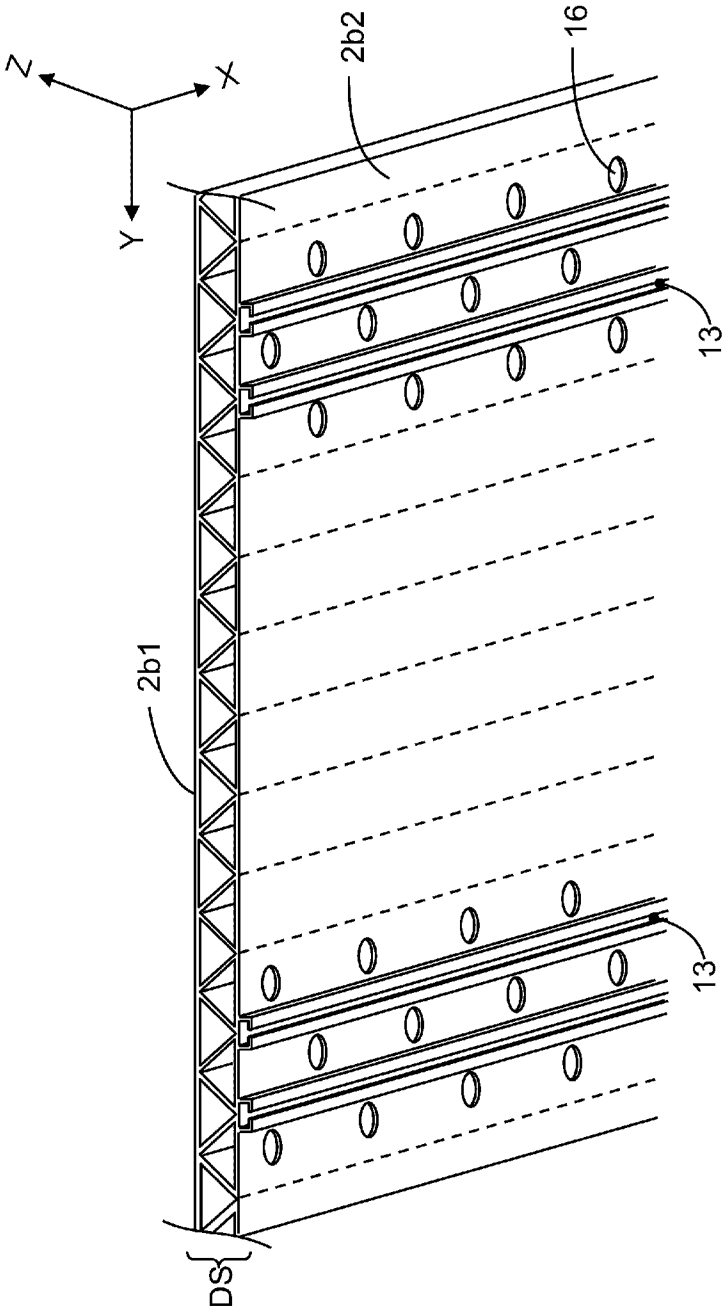


図15

[図16]

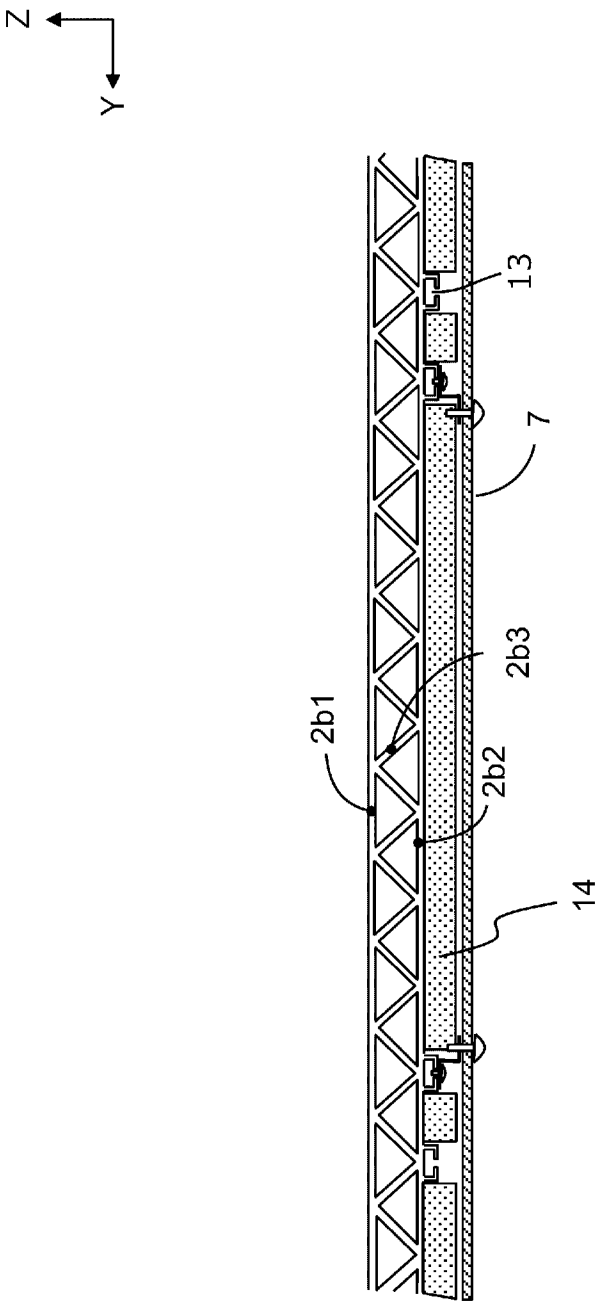


図16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/006227

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. B61D49/00(2006.01)i, B61D17/12(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl. B61D49/00, B61D17/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2017-105228 A (HITACHI, LTD.) 15 June 2017, paragraphs [0012]-[0016], fig. 1-4 (Family: none)	1-2, 7 6 3-5
Y A	JP 2010-269757 A (HITACHI, LTD.) 02 December 2010, paragraph [0021], fig. 3 (Family: none)	6 1-5, 7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 26.04.2019	Date of mailing of the international search report 21.05.2019
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/006227

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-223340 A (HITACHI, LTD.) 06 September 2007 & US 2006/0175126 A1 & EP 1690770 A1 & CA 2535294 A1 & KR 10-2006-0090607 A & CN 1817691 A	1-7
A	JP 2017-114207 A (KAWASAKI HEAVY IND LTD.) 29 June 2017 & US 2019/0001998 A1 & WO 2017/110748 A1 & CN 108367758 A	1-7
A	WO 2017/174291 A1 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 12 October 2017 & EP 3408156 A1 & DE 102016205490 A1	1-7

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／００６２２７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B61D49/00(2006.01)i, B61D17/12(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B61D49/00, B61D17/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y A	JP 2017-105228 A (株式会社日立製作所) 2017.06.15, 段落[0012]-[0016], 図 1-4 (ファミリーなし)	1-2, 7 6 3-5
Y A	JP 2010-269757 A (株式会社日立製作所) 2010.12.02, 段落[0021], 図 3 (ファミリーなし)	6 1-5, 7

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２６．０４．２０１９	２１．０５．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｄ　５７８４
諸星　圭祐
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３４１

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2007-223340 A (株式会社日立製作所) 2007.09.06 & US 2006/0175126 A1 & EP 1690770 A1 & CA 2535294 A1 & KR 10-2006-0090607 A & CN 1817691 A	1-7
A	JP 2017-114207 A (川崎重工業株式会社) 2017.06.29 & US 2019/0001998 A1 & WO 2017/110748 A1 & CN 108367758 A	1-7
A	WO 2017/174291 A1 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 2017.10.12 & EP 3408156 A1 & DE 102016205490 A1	1-7