

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3658644号

(P3658644)

(45) 発行日 平成17年6月8日(2005.6.8)

(24) 登録日 平成17年3月25日(2005.3.25)

(51) Int.Cl.⁷

E O 1 F 8/00

F I

E O 1 F 8/00

請求項の数 8 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願平11-117083	(73) 特許権者	000001199
(22) 出願日	平成11年4月23日(1999.4.23)		株式会社神戸製鋼所
(65) 公開番号	特開2000-8333(P2000-8333A)		兵庫県神戸市中央区脇浜町二丁目10番2
(43) 公開日	平成12年1月11日(2000.1.11)		6号
審査請求日	平成14年9月20日(2002.9.20)	(74) 代理人	100100974
(31) 優先権主張番号	特願平10-114001		弁理士 香本 薫
(32) 優先日	平成10年4月23日(1998.4.23)	(72) 発明者	杉本 理恵
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号
			株式会社神戸製鋼所 神戸総合技術研究所
			内
		(72) 発明者	田中 俊光
			兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号
			株式会社神戸製鋼所 神戸総合技術研究所
			内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 上方に放射される交通騒音の低減構造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

両側が壁で上部に開口を有する道路又は鉄道における交通騒音の低減構造であって、道路又は鉄道の延長方向に垂直な断面をみたとき、開口部に水平な下向きの吸音表面を有する複数の吸音板が互いに間隔をおいて設置され、前記吸音板の広面の1つが前記吸音表面となり、かつ両側面も吸音表面となっていて、前記吸音板が吸音材と該吸音材を取り囲む枠体からなり、前記枠体の孔のない裏面板が前記吸音材の裏面側を遮蔽していることを特徴とする上方へ放射される交通騒音の低減構造。

【請求項2】

前記吸音板が上下に複数段設置され、前記吸音板の鉛直方向の投影がほぼ接するか又は一部重なり合うようにされていることを特徴とする請求項6に記載された上方に放射される交通騒音の低減構造。

【請求項3】

両側が壁で上部に開口を有する道路又は鉄道における交通騒音の低減構造であって、開口部に水平な下向きの吸音表面を有する複数の吸音板が互いに間隔をおき、かつ上下に複数段設置され、前記吸音板の鉛直方向の投影がほぼ接するか又は一部重なり合うようにされ、前記吸音板の広面の1つが前記吸音表面となり、前記吸音板が吸音材と該吸音材を取り囲む枠体からなり、前記枠体の孔のない裏面板が前記吸音材の裏面側を遮蔽していることを特徴とする上方へ放射される交通騒音の低減構造。

【請求項4】

10

20

前記吸音板の両側面も吸音表面となっていることを特徴とする請求項 3 に記載された上方へ放射される交通騒音の低減構造。

【請求項 5】

前記吸音板が道路又は鉄道の延長方向に沿って設置されていることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載された上方に放射される交通騒音の低減構造。

【請求項 6】

前記枠体の裏面板の表面が太陽光を反射する材質又は色であることを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載された交通騒音の低減構造。

【請求項 7】

前記枠体の裏面板が平面又は上に凸の形状をもつことを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載された交通騒音の低減構造。 10

【請求項 8】

前記枠体の裏面板の内側に制振材を貼り付けるか、裏面板自体を制振性を有する板材で構成したことを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載された交通騒音の低減構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、両側が壁で上部に開口を有する道路又は鉄道における交通騒音の低減構造に関する。

【0002】

20

【従来の技術】

高速道路や鉄道の騒音防止のために、道路あるいは線路の両側に直形の防音壁又は上端がしのび返し形構造である防音壁を設置する方法、さらには半地下式の堀割構造として堀割内面に吸音板を設置する方法、あるいは両側の壁と天井部とで覆い囲む方法などが採られてきている。

【0003】

上部に天井あるいは覆いを設けたトンネル型の道路は、防音性能は高いが、(1) 排気ガスが充満するために排気設備を必要とする、(2) 照明設備を必要とする、といった問題点があった。これらの問題点を解決する方法として、例えば特公昭 54-18492 号公報には、車道を取り囲むようにトンネル状の防音壁を設け、その防音壁に外部が見える程度の間隔の間隙構造（開口部）を設けることが記載されている。この方法によれば、排気及び照明の問題はほぼ解決できるが、防音壁に設けた開口部から音がそのまま抜け出て道路側方を含む周囲に放射されるので、防音効果という面からは不十分である。 30

【0004】

一方、特開昭 49-17026 号公報には、堀割構造の道路の上方開口部に 1 又は複数の帯状の吸音板を道路の延長方向に沿って鉛直に設置することが記載されている。同公報によれば、吸音板に衝突した音が消滅又は減衰するため、道路上で発生した音のうち水平方向成分が減少し、道路沿いの家屋等に伝わる騒音を軽減できる。

また、特開昭 55-111705 号公報には、両側に防音壁を設けるか又は堀割構造とした道路の上方開口部に、吸音材等からなる上下方向に開放した多数の筒型セルの集合体を設置することが記載されている。同公報によれば、垂直又はそれに近い角度の指向性を持つ音はそのまま筒型セルを抜け出るが、それ以外の音は筒型セルの内壁に衝突し、あるいは衝突を繰り返して減衰するため、上方開口部から放射される音は道路側方への指向性が小さくなり、道路側方での騒音を軽減できる。 40

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、近年、堀割形道路の近傍に高層ビルディングが建設され、上部階で交通騒音が問題となる場合がある。この場合の交通騒音の堀割道路周辺の音圧分布状態を、公知の境界要素法を用い数値解析によりシミュレーションした（参考；日本機械学会論文集(C編)60巻453号(昭和59年5月)P.848-856）。図 26 (a) に示す堀割道路において、S に音源 50

を配置したときの堀割道路内及び地表の幅 8 0 m 高さ 4 0 m の範囲内で観測される音場のシミュレーション結果を図 2 6 (b) に示す。なお、この解析対象の堀割道路は、全幅 W1: 2 0 . 5 m、天井までの高さ H1: 7 . 0 m、開口部の幅 W2: 9 . 5 m、既設吸音板の高さ h1: 4 m、天井から地表までの高さ H2: 2 . 5 m、ブロック塀の高さ H3: 1 . 8 m とし、音源の周波数は 1 0 0 0 H z とした。このシミュレーション結果をみると、上方ほど音波が道路側方へ放射されるという広範な広がり角度を有する音場であることが分かった。

【0006】

この音波の広がりを抑制する方法として、図 2 7 に示すように、堀割道路の開口部に両面を吸音表面とした複数列の吸音板（高さ h2: 2 . 7 m、幅 t2: 0 . 2 m、吸音表面全長: 4 3 . 2 m）を道路の延長方向に沿って鉛直に設置すると（a）、特開昭 4 9 - 1 7 0 2 6 号公報又は特開昭 5 5 - 1 1 1 7 0 5 号公報に記載されたと同様に、水平方向成分を持つ音が吸音板に衝突し、あるいは衝突を繰り返して減衰するため、開口部から吸音板を通して放射される音の側方への指向性を弱め道路側方への広がりを抑えることが可能となる（b）。しかし、十分な減衰効果を実現するためには、前記のように相当な鉛直方向長さを持つ吸音板を多数列並べる必要があり、経済性に問題が生じる。

【0007】

本発明は、従来技術の上記問題点に鑑みてなされたもので、両側が壁で上部に開口を有する道路又は鉄道において、開口部から上方に放射される交通騒音を低減し、経済的であり、かつ自然の換気や採光を大きく阻害しない交通騒音の低減構造を得ることを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明では、両側が壁で上部に開口を有する道路又は鉄道において上方に放射される交通騒音を効率的に低減するため、吸音板の吸音表面が鉛直方向を向くように設置するのではなく、複数の吸音板の吸音表面が水平になるように設置するとともに、隣接する吸音板同士が互いに間隔をおくように設置する。

これにより、交通騒音源から上方へ放射される直接音が吸音面に衝突する面積、つまり有効吸音面積を広く取ることができ、効率よく吸音される。また、隣接する吸音板の間に隙間があることから、自然の換気及び採光が確保される。

【0009】

具体的には、本発明の低減構造は、（1）道路又は鉄道の延長方向に垂直な断面をみたとき、開口部に水平な下向きの吸音表面を有する複数の吸音板が互いに間隔をおいて設置され、前記吸音板の広面の 1 つが前記吸音表面となり、かつ両側面も吸音表面となっていて、前記吸音板が吸音材と該吸音材を取り囲む枠体からなり、前記枠体の孔のない裏面板が前記吸音材の裏面側を遮蔽している、というものである。あるいは、（2）開口部に水平な下向きの吸音表面を有する複数の吸音板が互いに間隔をおき、かつ上下に複数段設置され、前記吸音板の鉛直方向の投影がほぼ接するか又は一部重なり合うようにされ、前記吸音板の広面の 1 つが前記吸音表面となり、前記吸音板が吸音材と該吸音材を取り囲む枠体からなり、前記枠体の孔のない裏面板が前記吸音材の裏面側を遮蔽している、というものである。

【0010】

この低減構造では、吸音板の広面が吸音表面とされ、該吸音表面が下向きに水平になるように設置されている。このため直接波に対する吸音面積が大きい。両側面を吸音表面としたときはさらに吸音面積が大きくなる。

この低減構造では、複数の吸音板は互いに間隔をおいて設置されている。このため自然換気と採光を確保できるが、反面、その隙間から直接音や反射音が上方に放射される。しかし、複数の吸音板を上下に複数段に設置し、その鉛直方向の投影がほぼ接するか又は一部重なり合うようにすることで、上段の吸音板がそれを吸収し効率的に音を減衰させることができる。

10

20

30

40

50

また、この低減構造では、吸音板を道路又は鉄道の延長方向に沿って設置することができる。この場合、側方への騒音低減効果が大きく、しかも延長方向に沿った全域で均等な騒音低減効果が得られる。

【0011】

前記低減構造では、開口部を覆う吸音板の水平方向の間隔を狭くしたり、吸音板を多段に設置した場合などは、その分、下方の路上空間への光が遮られる。この採光性の低下を補うため、必要に応じて、吸音板の裏面側の表面を太陽光を反射するような材質にする（例えば、吸音材の裏面を覆う裏面板をアルミ製とする）ことができる。吸音表面についても同様とし（例えば、吸音材の前面に配置した多孔板をアルミ製とする）、吸音板の両側面についても適宜太陽光を反射する材質とすることができる。水平な吸音表面を有する複数の吸音板が上下に複数段設置されている場合、下位の裏面側表面と上位の吸音表面との間で太陽光が散乱し、下方の路上空間へ光が導かれやすくなる。太陽光を反射、散乱させる裏面側表面の形状としては、例えば平面又は上に凸の形状が考えられる。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、図1～図25を参照して、本発明に係る交通騒音の低減構造の具体例及び参考例をいくつか説明する。

図1に示す構造は、堀割道路の開口部に、傾斜した吸音表面を有する複数の吸音板を、道路の延長方向に沿って、かつ水平方向に互いに同じ間隔 a をおいて設置したものであり、特に道路左側での騒音の低減を重視したもので、道路左側へ向かう音に対する吸音面積が広がっている。この場合、少なくとも下向きの広面1が吸音表面となっていればよいが、より高い騒音低減性能を求めるのであれば、一部又は全部の吸音板の上向きの広面2及び下向きの狭面3も吸音表面とするとよい。

なお、この例では、各吸音板の鉛直方向の投影をみると間隔 b が空いているが、騒音低減性能を重視するのであれば、より多数の吸音板を密に設置したり、各吸音板の広面の幅を大きくして間隔 b を狭め、あるいは鉛直方向の投影がほぼ接するか（ $b=0$ ）又は一部重なり合うようにしてもよい。その場合でも、各吸音板が水平方向に間隔をおいて設置されているので、自然換気及び採光が確保される。

【0013】

図2に示す構造は、図1の構造のように吸音板を同方向に傾斜させて配置するのではなく、左右対象に傾斜して配置したもので、道路の左右両側へ向かう騒音を同じように低減する効果がある。

図3に示す構造は、傾斜の向きが逆にされた吸音板が上下2段に設置され、各段の吸音板は水平方向に互いに間隔をおき、上下の段でみると吸音板は千鳥配置となり、鉛直方向の投影が一部重なり合うようにされている。この構造は、騒音源からの直接音が開口部を抜け出るのを遮っている。

図4に示す構造は、断面くの字形の複数の吸音板を水平方向に互いに間隔をおいて設置したもので、図5に示す構造は、同形状の吸音板を水平方向に互いに間隔をおき、かつ各吸音板の鉛直方向の投影がほぼ接するように設置されたもので、図6に示す構造は、くの字が上下に2つ連なった形状の吸音板を水平方向に互いに間隔をおいて設置したものである。いずれも吸音面積を広く取ることができ、外部への騒音を減衰させる効果が高い。

【0014】

図7に示す構造は、堀割道路の開口部に、道路の延長方向に沿って、水平な下向きの吸音表面4を有する複数の吸音板を水平方向に同じ間隔 c をおき、かつ上下2段に設置したものである。上下の吸音板は千鳥配置となり、鉛直方向の投影がちょうど接するようにされている。吸音表面4が水平であるため、直接音に対する吸音面積が広い。この場合、上下の吸音板の少なくとも下向きの広面4が吸音表面となっていればよいが、より高い騒音低減性能を求めるのであれば、下段の吸音板はその一部又は全部で上向きの広面5及び左右の狭面6、7も吸音表面とし、上段の吸音板はその一部又は全部で左右の狭面6、7も吸音表面とするとよい。

10

20

30

40

50

図 8 に示す構造は、各段の吸音板の水平方向の間隔を狭めたもので、鉛直方向の投影が重なるようにされ、騒音源からの直接音が開口部を抜け出るのを遮っているため、騒音低減性能が高い。

【0015】

図 9 に示す構造は、傾斜した下向きの吸音表面を有する吸音板と水平な下向きの吸音表面を有する吸音板が 2 段に設置され、それぞれの段では各吸音板は水平方向に間隔をおいて設置されている。図 3 に示す構造とほぼ同等といえるが、それより設置面積がやや節約できる。

図 10 に示す構造は、両面が吸音表面とされそれが鉛直方向に向く吸音板と水平な下向きの吸音表面を有する吸音板が 2 段に設置されたものである。下段の吸音板により音の斜め方向成分を吸音し、残った鉛直方向への直進成分を上段の吸音板で効果的に吸収、遮弊する効果がある。

10

図 11 に示す構造は、内側が吸音表面とされた一般的な防音壁と傾斜した下向きの吸音表面を有する吸音板を組み合わせたものである。

図 12 に示す構造は、両面が吸音表面とされそれが鉛直方向に向く吸音板が上下 2 段に設置され、各段の吸音板は水平方向に互いに間隔をおき、上下の段でみると吸音板は千鳥配置となっている。この場合、同じ数の吸音板を 1 段に密に設置するより、自然換気及び採光の点で有利となり、上段の吸音板の下端と下段の吸音板の上端の間隔を空けるとさらにその傾向が強まる。

【0016】

20

図 13 に示す吸音板は上記の交通騒音の低減構造に使用される吸音板の一例であり、例えばアルミ押出型材からなる枠部材 11、表面を保護フィルムに覆われた吸音材 12、例えばアルミ製のパンチングメタル等からなり吸音材の前面及び両側面を覆う多孔板 13、枠部材 11 の上側の面（裏面の板）の内側に貼り付けられた制振材 14 からなる。この吸音板では、上記枠部材 11 及び多孔板 13 が吸音材 12 を取り囲む中空の枠体を構成する。枠部材 11 の裏面の板には係止部 11a が形成され、ここに例えばボルトのヘッド等を嵌入させ、掘割道路等の開口部に吊すことができるようにされている。また、図 14 に示す吸音板も似たような構造を持ち、上側の面（裏面の板）が上に凸の曲面（円弧形）となった枠部材 21、吸音材 22、多孔板 23、制振材 24 からなる。この吸音板では、上記枠部材 21 及び多孔板 23 が吸音材 22 を取り囲む中空の枠体を構成する。いずれの吸音板も下面と両側面の一部が吸音表面であり、掘割道路等の開口部に水平又は傾斜して設置される。

30

【0017】

これらの吸音板は、枠部材の上側の面（裏面の板）が水平又は上に凸の曲面を有し、これがアルミのような金属であれば太陽光をよく反射し、多孔板もアルミのような金属であれば太陽光をよく反射する。従って、図 15 に示すように、例えば上下 2 段にこれらの吸音板を設置したような場合、下段の吸音板の上側の面で反射された太陽光が上段の吸音板の吸音表面（多孔板）に反射され、両者の間で太陽光が散乱して下方の路上空間へ光が導かれやすくなり、採光性の低下を補うことができる。あるいは、吸音板を多段に設置しない場合でも、傾斜した（例えば図 1 参照）又は湾曲した上側の面に太陽光が反射し、下方の路上空間へ光が導かれる。なお、塗装などで背面の板の色を太陽光をよく反射する色にしてもよい。

40

また、枠部材の上側の面（裏面の板）が水平面に対し傾斜又は上に湾曲していると、その面上を水が流れやすいことから降雨時の排水に有利であり、付着した汚れが雨水で除去されやすいという効果もある。この場合、裏面の板（又は枠部材全体）の表面をフッ素系樹脂等の親水性塗膜で被覆しておけば、さらに効果的である。なお、上側の面が凸形状をもつものであれば、例えば図 16（a）～（c）のように三角形状、台形状等、平面的な凸形状をもつものでも、採光、排水等の面で図 14 の湾曲形状のものと同様の作用効果を有する。

さらに、図 13 及び図 14 に例示した吸音板のように、裏面の板の内側に制振材を貼り

50

付けた場合、その板の振動が抑制され、例えば雨落下により発生する雨音の減音作用が得られる。この作用は、裏面の板（又は枠部材全体）として、それ自体で制振性を有する板材、例えば粘弾性を示す制振樹脂を弾性板の間に挟んだサンドイッチ制振板（例；鋼板やアルミ板でシート状の制振樹脂を挟んだ制振鋼板や制振アルミ板）等を使用しても同様に得ることができる。

【0021】

図17に、吸音材を取り囲む中空の枠体の一方の広面と他の面を吸音表面とした吸音板の他の例として、下向きの広面と両側の狭面（側面）を吸音表面とした吸音板を示す。図17(a)はその基本構造の一例を示すもので、吸音材32とそれを取り囲む中空矩形の枠体からなり、この枠体は、吸音材32の裏面側に配置された板部材31と、吸音材32の前面側及び両側に配置され板部材31に固定された多孔板33で構成される。

10

なお、図17(a)の吸音板では両側の狭面を吸音表面としたが、図17(b)のように複数の吸音板を横に接続して使用する場合には、狭面の吸音表面は両端の吸音板にのみ要求されるから、このような場合、両端の吸音板は広面と使用時に外側になる片面だけを吸音表面とし、内側の吸音板は広面だけを吸音表面とすればよい。

【0018】

先に図13～14に示した吸音板と同じであるが、多孔板33はパンチングメタルやエキスパンドメタルなどからなり、アルミのほか、鋼板、ステンレス鋼板などで形成すればよい。板部材31も多孔板33と同様の素材で形成でき、例えば板材、アルミ押出材などが利用できる。吸音材32はグラスウール、ロックウール、不織布等の繊維質吸音材が利用でき、雨水などからの防水のためポリフッ化ビニルなどのフィルムで被覆してもよい。なお、繊維質以外の吸音材も利用できる。グラスウールなどの繊維質吸音材を用いる場合、音源側にかさ密度の小さい吸音材を配し、背後側にかさ密度の大きい吸音材を配して密度勾配型の積層構造とすることで騒音低減性能を向上させることができ、かさ密度 $32\text{ kg/m}^3 \sim 48\text{ kg/m}^3$ の吸音材を用いるのが望ましい。また、吸音材32の前面及び背面に空気層34を設けることでも騒音低減性能を向上せしめることができ、その層厚は $10 \sim 30\text{ mm}$ とするのが望ましい。

20

【0019】

上記吸音板は、のちほど図18～図19を参照して具体的に説明するように、少なくとも吸音材と該吸音材を取り囲む枠体からなり、前記枠体の一方の広面と2つの狭面のうち少なくとも1面が吸音表面とされた吸音板において、(1)吸音材が互いに別体の広面吸音材（広面にのみ面する吸音材）と狭面吸音材（主として狭面に面し、広面にも面する吸音材）からなり、それぞれ枠体の内側に保持され、各吸音材の吸音表面側（吸音表面を構成する多孔板に向く側）及び背面側に必要に応じて空気層が設けられている、あるいは(2)吸音材が一体の吸音材からなり、枠体の内側に保持され、同じく該吸音材の吸音表面側（吸音表面を構成する多孔板に向く側）及び背面側に必要に応じて空気層が設けられている、ということもできる。

30

なお、上記吸音板において、どの吸音表面についても吸音材厚さが十分である、密度勾配型の積層構造である、空気層と有効に組み合わせられるなどの手段により、どの吸音表面においてもほぼ同等の騒音低減性能を実現することが望ましい。また、騒音低減性能を損なわないために、吸音材の取付部材や保持部などによって吸音材表面を塞ぐ面積はできるだけ小さくする、吸音材がフィルムで被覆されている場合は、フィルムの振動を拘束しないため、吸音材の取付部材や保持部と吸音材との接触面積をなるべく小さくする、等の工夫が望まれる。以下説明する図18、19の各例はこの要求を満たすために工夫されたものである。

40

【0020】

図18(a)に示す吸音板は、板部材41と多孔板43からなる枠体と、その枠体に囲まれた吸音材42a、42bからなり、板部材41には、吸音板の断面剛性を確保し、吸音材42aを保持するための保持部41aが一体的に設けられている。この保持部41a（及び連結部41b）は例えばアルミ押出型材などで板部材41と一体成形してもよく、

50

別体で成形したものを一体に組み付けてもよい。広面を吸音するための吸音材 4 2 a は板部材 4 1 及び多孔板 4 3 と空気層 4 4 a を隔てて配置され、狭面を吸音するための吸音材 4 2 b も板部材 4 1 及び多孔板 4 3 と空気層 4 4 b を隔てて配置される。このとき吸音材 4 2 b は、騒音低減性能を損なわないように、帯状又はワイヤ状の複数の取付部材 4 5 で間隔を置いて所々保持し、保持部 4 1 a にリベットやタッピングネジで固定される。

【0021】

図 18 (b) に示す吸音板は、板部材 5 1 と多孔板 5 3 からなる枠体と、その枠体に囲まれた吸音材 5 2 a、5 2 b からなり、板部材 5 1 には、吸音板の断面剛性を確保し、かつ吸音材 5 2 a を保持する保持部 5 1 a と吸音材 5 2 b を保持する保持部 5 1 c が一体的に設けられている。この板部材 5 1 でも、保持部 5 1 a (及び連結部 5 1 b) 及び保持部 5 1 c をアルミ押出型材などで一体成形することができる。吸音材 5 2 a は板部材 5 1 及び多孔板 5 3 と空気層 5 4 a を隔てて配置され、吸音材 5 2 b は多孔板 5 3 との間に空気層 5 4 b を隔てて配置され、かつその背面 (保持部 5 1 a の側) にも空気層 5 4 b が設けられる。

10

【0022】

図 19 (a) に示す吸音板は、板部材 6 1 と多孔板 6 3 からなる枠体と、その枠体に囲まれた吸音材 6 2 a、6 2 b からなり、板部材 6 1 は図 18 (a) と基本的に同一で保持部 6 1 a が一体的に設けられている。吸音材 6 2 b は断面半円筒形をなし、円弧部が狭面を向いて多孔板 6 3 に支持され、平面部が保持部 6 1 a (及び連結部 6 1 b) に支持されるので、別途取付部材や保持部を必要とすることなく、空気層 6 4 b を確保し枠体内に保持することができる。

20

図 19 (b) に示す吸音板は、狭面吸音のための新たな吸音材を配することなく、一体の吸音材 7 2 のみとしたものである。板部材 7 1 と多孔板 7 3 が枠体を構成し、板部材 7 1 には保持部 7 1 a が一体的に設けられ、一方、保持部 7 1 b は別体であり、例えばこの吸音板の両端 (紙面に垂直方向) で支持され、吸音材 7 2 はこの保持部 7 1 a、7 1 b により空気層 7 4 a を隔てて枠体内に配置される。なお、保持部 7 1 a、7 1 b は吸音材 7 2 の端部 (図でいえば吸音材の左端) に設置されてもよい。

【0023】

続いて、図 20 ~ 図 22 に、吸音板の吸音表面が鉛直方向を向くように設置した場合と、水平方向に向くように設置した場合の騒音の減衰効果の比較を、数値シミュレーションで行った結果を示す。ここで、図 20 では高さ $h3: 0.3\text{ m}$ 、幅 $t3: 0.2\text{ m}$ 、両側面及び下面を吸音表面とした吸音板を等間隔で設置したものとし、図 21 では高さ $h4: 0.9\text{ m}$ 、幅 $t4: 0.2\text{ m}$ 、両側面を吸音表面としたものとし、図 22 では幅 $h5: 1.5\text{ m}$ 、厚み $t5: 0.1\text{ m}$ 、下面のみ吸音表面とした吸音板を水平方向に 1 m の間隔をおき、上下 2 段に千鳥配置したものとし、その他の条件は図 26 及び図 27 と同じとした。

30

【0024】

図 20 ~ 図 22 の例では、断面における吸音表面の長さはそれぞれ 12.8 m 、 14.4 m 、 14.5 m と、ほぼ同じくらいであったが、開口部から放射される音波の広がり (音圧分布状態) をみると、本発明に係る図 22 の例が圧倒的に優れている。また、シミュレーション結果による道路両側 2.5 m 地点における平均減音量 (高さ $0.2\text{ m} \sim 40.2\text{ m}$ 間の 41 点での平均減音量) は、左 2.5 m 地点ではそれぞれ 9.0 dB 、 8.4 dB 、 14.7 dB 、右 2.5 m 地点ではそれぞれ 8.4 dB 、 6.5 dB 、 14.8 dB であり、本発明に係る図 22 の効果量が他を上回っている。

40

このシミュレーション結果によれば、同じ吸音表面積あるいは同じ体積をもつ吸音板であっても、本発明の構造の方が優れた効果を奏することが分かる。

【0025】

次に、吸音板を水平方向に互いに間隔を置いて設置した場合について、吸音板の下向きに水平に向いた広面のみを吸音表面としたときと、さらに他の面を吸音表面としたときの騒音の低減効果を、これまでと同じく公知の境界要素法による数値シミュレーションによって調べた。

50

解析対称の掘割道路の構造は、図23(a)に示すように図26の構造と同じとした(ただし、 $H_3 : 1\text{ m}$)。また、開口部に配置する吸音板の断面サイズは図22と同じとし、それぞれの水平方向の間隔 d は 0.5 m とし、吸音表面の吸音性能としては、建設省で規定された斜入射吸音率で 0.88 の性能を有する1面吸音(水平下向きの広面のみが吸音表面)又は3面吸音(水平下向きの広面と鉛直の両狭面が吸音表面)とし、これを図23(b)に示すように上下2段に配置するものとした。そして、上下2段に配置した吸音板の吸音板上端同士の距離(上下段間隔) c が 0.3 m の場合と 1.0 m の場合に関して、1面吸音の吸音板を配置した場合と3面吸音の吸音板を配置した場合の2種類の騒音低減効果の差異について検討した。

【0026】

10

図23(a)、(b)に示すように、掘割道路内の S_1 、 S_2 を音源としたときの周囲における音の大きさを求め、掘割道路断面形状がほぼ左右対称であることを利用して、掘割内部の4車線を自動車が行った場合に掘割内部の道路中心から 2.5 m 地点における地上高さ $0.2\text{ m} \sim 4.0\text{ m}$ の範囲の騒音レベルを各場合について算出し、開口部の対策がない場合と比較したときの騒音低減効果を求めた。その結果を図23(c)に示す。

図23(c)には、上下段間隔 c が 1.0 m の場合においても、 0.3 m の場合においても、3面吸音板を使用した場合には、1面吸音板の場合に比べて 3 dB 程度、騒音低減効果が増大することが示されている。なお、3面吸音の場合は1面吸音の場合に比べて吸音表面積は 1.13 倍 $\{(1.5 \times 10 + 0.1 \times 20) / (1.5 \times 10)\}$ となり、単純に計算すれば吸音力の増加分としては $+0.5\text{ dB}$ ($10 \log_{10} 1.13$)しか見込めないはずであるが、実際には $+3\text{ dB}$ 程度の大きな騒音低減効果のアップが実現されることが示されている。このように吸音表面積増加分以上の効果が得られるのは、この吸音板配置では複数の吸音板が間隔を開けて配置され、その隙間を通過する音波が、面積は小さくても隙間に面する部分を吸音表面とすることにより効率よく吸音されるためである。

20

【0027】

上記のように、この吸音板配置において、3面吸音の場合は1面吸音と比較して騒音低減効果は 3 dB 程度増大することが明らかになった。しかし、この騒音低減効果は吸音板の間隔 d によって変化することが考えられる。そこで、次は間隔 d を変えたときの騒音低減効果の差異を検討するため、掘割道路から外部に放射される騒音のエネルギーを評価することとし、道路進行方向に並行な断面について以下のような検討を行った。解析対称の掘割道路の構造は、図23(a)と同じとし、開口部に配置する吸音板の断面サイズは図23(b)と同じとし、この吸音板を道路進行方向に垂直に上下2段(上下段間隔： 1 m)に配置するものとし、また吸音表面の吸音性能としては、建設省で規定された斜入射吸音率で 0.88 の性能を有する1面吸音(水平下向きの広面のみが吸音表面)又は3面吸音(水平下向きの広面と鉛直の両狭面が吸音表面)とした。そして、吸音板同士の水平方向の間隔が 0.5 m の場合と 1.0 m の場合に関して、1面吸音の吸音板を配置した場合と3面吸音の吸音板を配置した場合の2種類の騒音低減効果の差異について検討した。

30

【0028】

掘割道路の進行方向並行断面は図24(a)のようになっており、ほぼ一定間隔を置いて横梁81が設置されている。そこで一本の横梁から隣の横梁までの1ピッチ分を取り出した(b)に示すようなモデルを考えると、1ピッチ分から外部に放射される騒音全体のパワーはモデル上部の水平面を通過するパワーを積分することによって評価できる。この考え方に基づいてこれまでと同じく公知の境界要素法による数値シミュレーションを行い、各場合の騒音低減効果の差異について検討した。

40

シミュレーション結果から得た数値(水平方向の間隔が 0.5 m で、1面吸音の吸音板を配置した場合を基準 $=0\text{ dB}$ とした、相対的な騒音低減効果)を表1に示す。

【0029】

【表1】

【0030】

50

表1から、3面吸音の場合の騒音低減効果は1面吸音の場合と比べて、吸音板の水平方向間隔が0.5mの場合は+3.1dB、1.0mの場合は+0.6dBであり、水平方向間隔によって大きく変化する。なお、この水平方向間隔が0.5mの場合の+3.1dBという数値は、図23(c)で見られた+3dB程度という数値とほぼ一致する。

ここで得られたデータについて、縦軸を騒音低減効果、横軸を相対間隔（吸音板の水平方向間隔と吸音板の幅の比）としてグラフ化したものが図25であり、相対間隔が小さいほど騒音低減効果が大きく、3面吸音により少なくとも1dB以上の有意な騒音低減効果を得るためには相対間隔を0.6以下にすればよいことが分かる。少なくとも標準的と考えられる吸音板断面サイズ（厚さ：80～200mm）、配置形態（上下段間隔：50～200cm）であれば、相対間隔について同様の結果が得られる。

10

【0031】

【発明の効果】

本発明によれば、両側が壁で上部に開口を有する道路又は鉄道において、開口部から上方に放射される交通騒音を低減し、経済的であり、かつ自然の換気や採光を大きく阻害しない交通騒音の低減構造を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 交通騒音の低減構造の例を堀割道路の長手方向に垂直な断面で示すものである。

。

【図2】 交通騒音の低減構造の例である。

【図3】 交通騒音の低減構造の例である。

20

【図4】 交通騒音の低減構造の例である。

【図5】 交通騒音の低減構造の例である。

【図6】 交通騒音の低減構造の例である。

【図7】 交通騒音の低減構造の例である。

【図8】 交通騒音の低減構造の例である。

【図9】 交通騒音の低減構造の例である。

【図10】 交通騒音の低減構造の例である。

【図11】 交通騒音の低減構造の例である。

【図12】 交通騒音の低減構造の例である。

【図13】 本発明に係る吸音板の断面図である。

30

【図14】 本発明に係る吸音板の断面図である。

【図15】 吸音板による太陽光の反射を説明する図である。

【図16】 本発明に係る吸音板の断面を模式的に示す図である。

【図17】 本発明に係る吸音板の断面を模式的に示す図である。

【図18】 その具体的構造を示す図である。

【図19】 同じくその具体的構造を示す図である。

【図20】 比較例の構造における音圧分布状態のシミュレーション結果を示す図である。

。

【図21】 比較例の構造における音圧分布状態のシミュレーション結果を示す図である。

。

40

【図22】 本発明の構造における音圧分布状態のシミュレーション結果を示す図である。

。

【図23】 吸音板を水平2段に配置した場合について、3面吸音の場合と1面吸音の場合の騒音低減効果のシミュレーション結果を示す図である。

【図24】 吸音板を水平2段に配置した場合について、3面吸音の場合と1面吸音の場合の騒音低減効果を数値シミュレーションで評価する際の前提条件を説明する図である。

【図25】 その数値シミュレーション結果を示す図である。

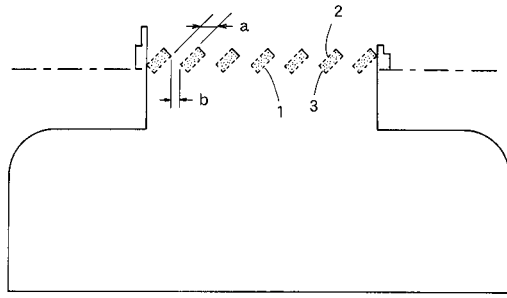
【図26】 従来構造における音圧分布状態のシミュレーション結果を示す図である。

【図27】 比較例の構造における音圧分布状態のシミュレーション結果を示す図である。

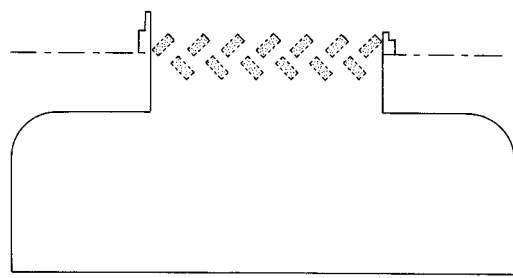
。

50

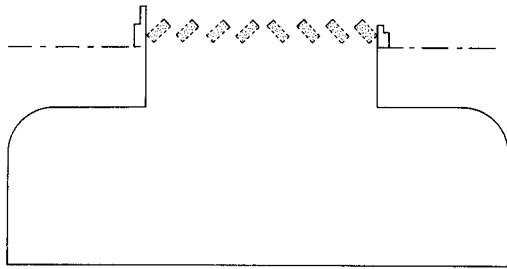
【図 1】



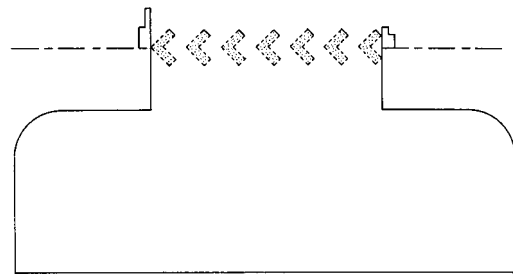
【図 3】



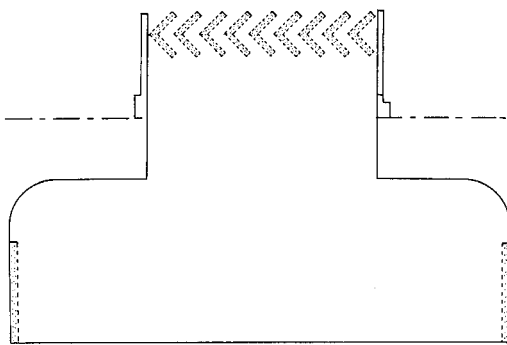
【図 2】



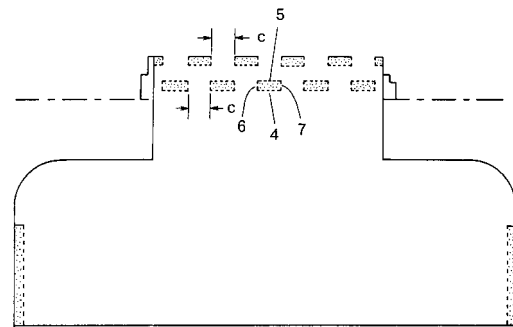
【図 4】



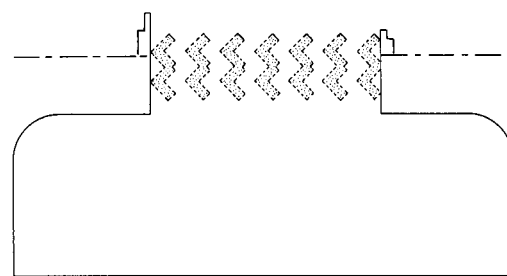
【図 5】



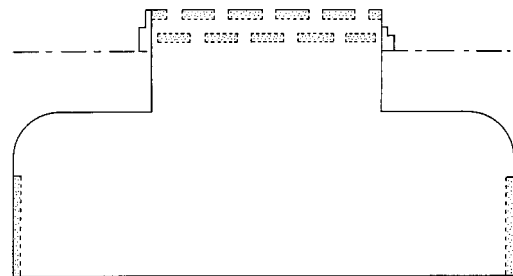
【図 7】



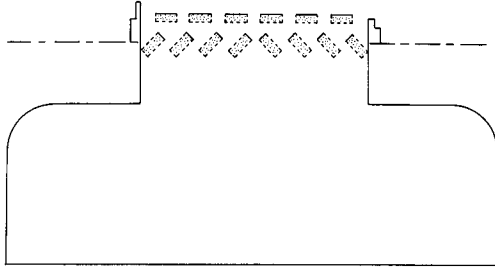
【図 6】



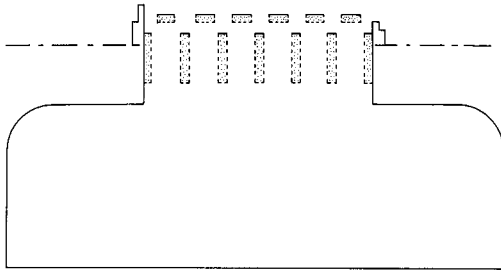
【図 8】



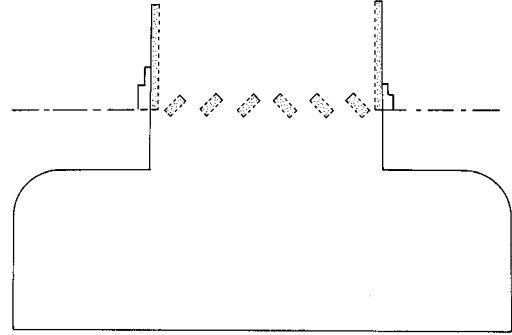
【図 9】



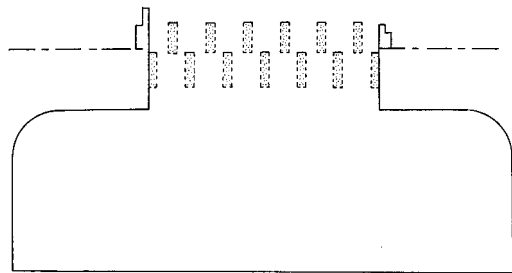
【図 10】



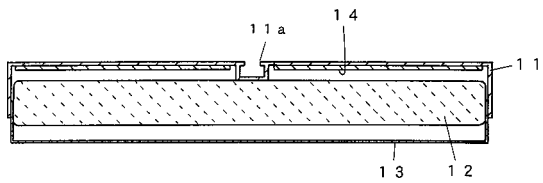
【図 11】



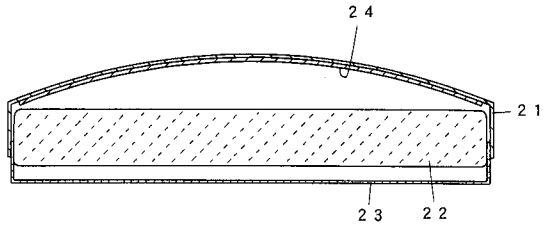
【図 12】



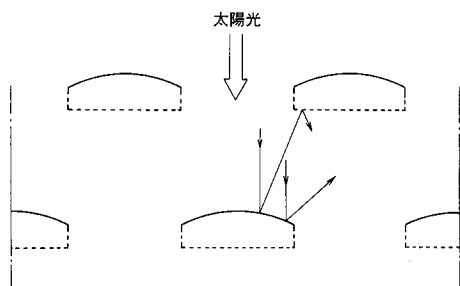
【図 13】



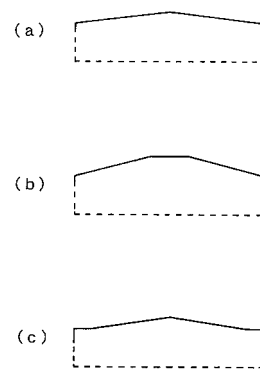
【図 14】



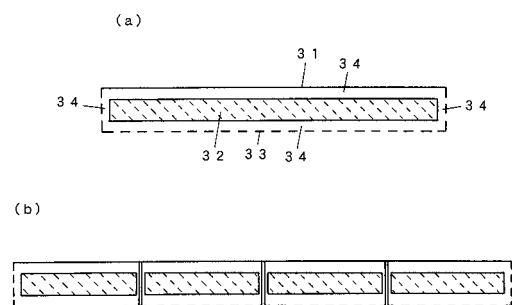
【図 15】



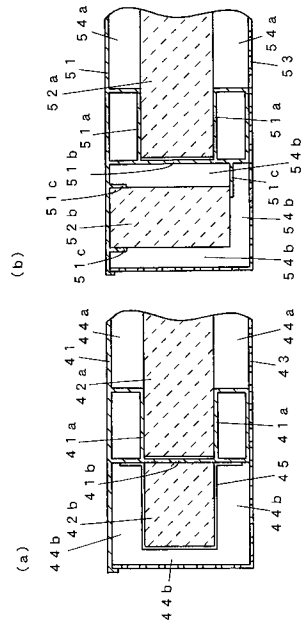
【図 16】



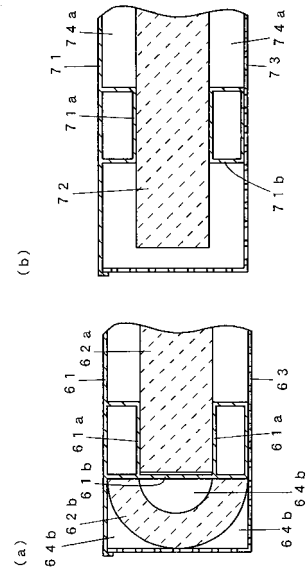
【図 17】



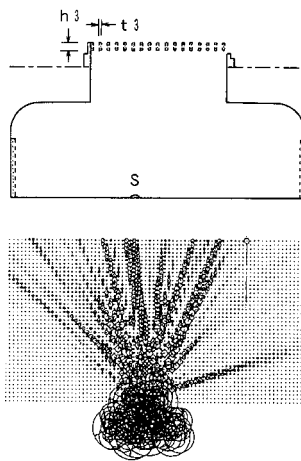
【図 18】



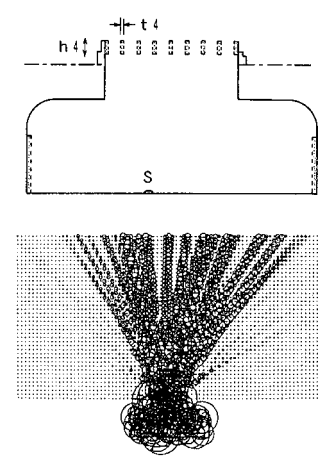
【図 19】



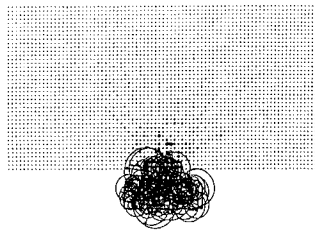
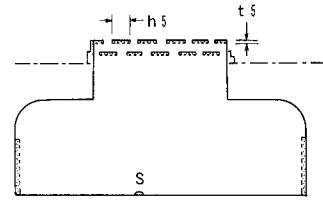
【図 20】



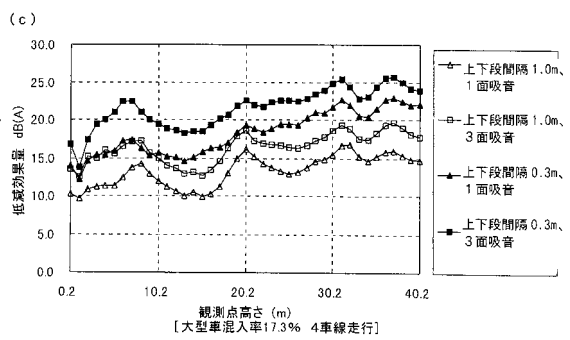
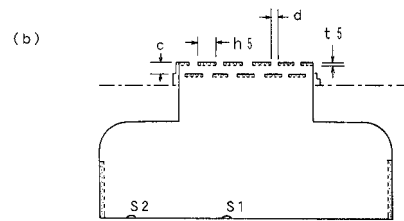
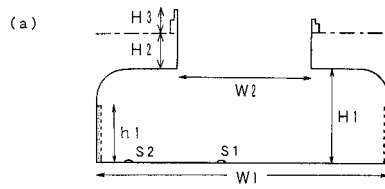
【図 21】



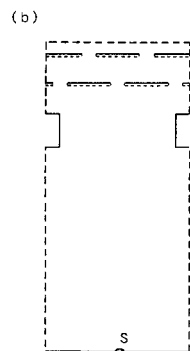
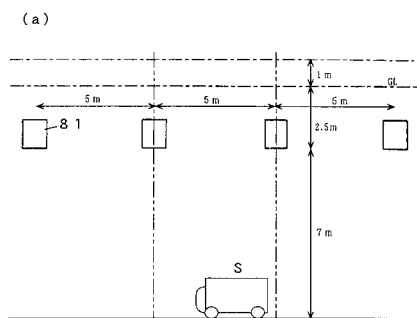
【図 2 2】



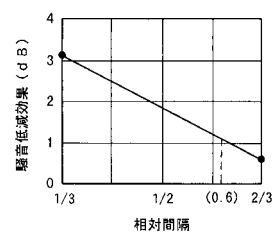
【図 2 3】



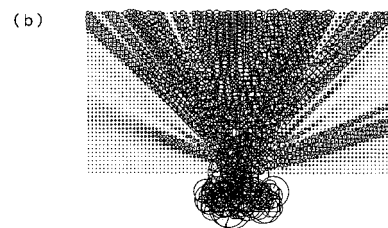
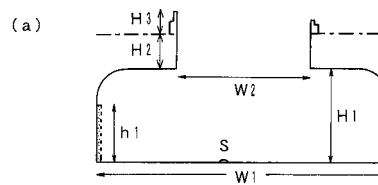
【図 2 4】



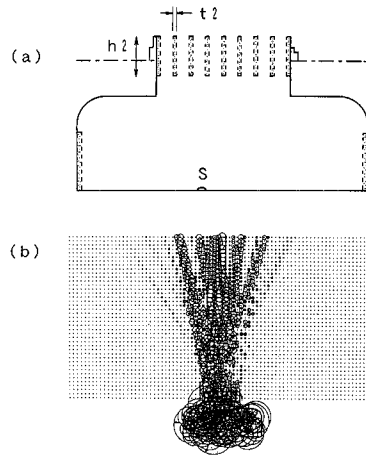
【図 2 5】



【図 2 6】



【図 27】



フロントページの続き

- (72)発明者 木下 伸一
兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号 株式会社神戸製鋼所 神戸総合技術研究所内
- (72)発明者 岩井 健治
東京都千代田区丸の内1丁目8番2号 株式会社神戸製鋼所 東京本社内
- (72)発明者 箕浦 忠行
東京都千代田区丸の内1丁目8番2号 株式会社神戸製鋼所 東京本社内
- (72)発明者 荒金 秀生
東京都千代田区丸の内1丁目8番2号 株式会社神戸製鋼所 東京本社内

審査官 深田 高義

- (56)参考文献 実開平04-030113 (JP, U)
特開昭51-121925 (JP, A)
特開昭49-017026 (JP, A)
実開平02-011819 (JP, U)
実開平07-035508 (JP, U)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
E01F 8/00