

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号
特表2025-507808
(P2025-507808A)

(43)公表日 令和7年3月21日(2025.3.21)

(51)国際特許分類

F I

テーマコード (参考)

G 1 0 K 11/16 (2006.01)

G 1 0 K 11/16 1 4 0

5 D 0 6 1

G 1 0 K 11/172 (2006.01)

G 1 0 K 11/172

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全21頁)			
(21)出願番号	特願2024-551609(P2024-551609)	(71)出願人	524320356
(86)(22)出願日	令和5年2月9日(2023.2.9)		メタダイナ ムハンディスリク サナイ
(85)翻訳文提出日	令和6年10月18日(2024.10.18)		ヴェ ティジャレト アノニム シルケティ
(86)国際出願番号	PCT/TR2023/050120		METADYNA MUHENDIS L
(87)国際公開番号	WO2023/167649		IK SANAYI VE TICARET
(87)国際公開日	令和5年9月7日(2023.9.7)		ANONIM SIRKETI
(31)優先権主張番号	2022/003002		トルコ共和国 ブカ／イズミル, アダテペ
(32)優先日	令和4年3月1日(2022.3.1)		マハレシ ドグス カデシ ナンバー 2 0
(33)優先権主張国・地域又は機関	トルコ(TR)		7エージー
(81)指定国・地域	AP(BW,CV,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV	(74)代理人	110000659
	最終頁に続く		弁理士法人広江アソシエイツ特許事務所
		(72)発明者	ベイグン, チューバ
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 メタセル及び少なくとも1つの音響メタセルを備える音響メタマテリアルパネル

(57)【要約】

本発明は、受動材料及びメタ特性（すなわち、ハイブリッド特性）の両方を示すことができるメタセル、並びに所望の狭い又は広い周波数帯域において音波の透過を減少させる及び／又は音波を減衰させるために少なくとも1つのハイブリッドメタセルを備える多機能音響メタマテリアルパネルの開発に関する。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

自動車、航空、産業機械、白物家電、家庭用電化製品、空調及び換気システム、防衛産業、建設、及び建築部門などの多くの分野で使用するのに適しており、好ましくは、ハイブリッド音響単一又は音響容積チャンネル（１．２０１）を介して互いに接続され得る任意の幾何学的形態の円、三角形、正方形、長方形、多角形又は任意の（ランダム、任意）形態（形状）を成すとともに、

－非常に広い周波数範囲のノイズ源によって生成される音波／ノイズ波の透過及び／又は吸収を停止するための少なくとも１つの層を備える、

複数のメタセル（１１）であって、

－任意の幾何学的形態及び物理的特徴の少なくとも１つの第１の層（１．１）（又は前面又は入口層）と、

－任意の幾何学的形態及び物理的特徴を有する少なくとも１つの第２の層（１．２）（又は中間層）と、

－任意の幾何学的形態及び物理的特徴の少なくとも１つの第３の層（１．３）（又は出口又は背面層）と、

－それ自体と一体の任意の物理的特徴、又はそれに関連する任意の幾何学的形態を有するとともに、異なる数のチャンネル（又はスリット）を内部に形成するための構造を備える少なくとも１つの内側フレーム（１．２１）と、

－前記内側フレーム（１．２１）をその内部容積と同じだけ充填するとともに前記内側フレーム（１．２１）の前記幾何学的形態に適合する任意の幾何学的形態及び物理的特性を有する少なくとも１つの内部音響容積（１．２１０）と、

を備え、

－前記内部は、前記フレーム（１．２１）から所定の距離を隔てて、かつ前記内部と前記内側フレーム（１．２１）との間にチャンネルを形成するように前記内側フレーム（１．２１）の外側領域に位置される任意の幾何学的形状を有し、任意の形態及び物理的特性の少なくとも１つの外部音響容積チャンネル（１．２０１）と、任意の幾何学的形態及び物理的特性の少なくとも１つの外側フレーム（１．２０）とを備え、前記外部音響容積チャンネル（１．２０１）及び前記内部音響容積（１．２１０）は、全ての層の前記幾何学的形態及び物理的特性に起因して、前記第２の層（１．２）及び前記第３の層（１．３）の一方の表面を完全に又は部分的に覆って目的にしたがって他の表面を完全に又は部分的に覆うように前記第１の層（１．１）を、前記第２の層（１．２）、前記第１の層（１．１）及び第３の層（１．３）のそれぞれの少なくとも２つの別個のセクションのうちの少なくとも１つの第１のセクション（Ｂ１）及び少なくとも１つのセクションと所定の厚さで組み合わせることによるものであり、所定の厚さの前記第２の層（１．２）は、それが第２の部分（Ｂ２）として作用できるようにし、前記第１の層（１．１）、第２の層（１．２）、及び第３の層（１．３）が所定の距離を隔てて位置される、

ことを特徴とする複数のメタセル（１１）。

【請求項 2】

前記第１の層（１．１）及び前記第３の層（１．３）が膜及び／又はプレートである、ことを特徴とする請求項 1 に記載のメタセル（１）。

【請求項 3】

前記第１の層（１．１）上及び前記第３の層（１．３）上には、任意の形態、重量、及び位置で、任意の部分に質量を加えることができる、ことを特徴とする請求項 2 に記載のメタセル（１）。

【請求項 4】

前記内部音響容積（１．２１０）及び前記外部音響容積チャンネル（１．２０１）は、任意の幾何学的形態を成し、好ましくは円形、三角形、正方形、長方形、多角形又は任意の（ランダム、任意）形態（形状）である、ことを特徴とする請求項 3 に記載のメタセル（１）。

10

20

30

40

50

【請求項 5】

前記第 1 の層 (1. 1) 及び前記第 3 の層 (1. 3) は、波が入るための少なくとも 1 つの入口穴 (1. 10) と、前記波が出るための少なくとも 1 つの出口穴 (1. 30) とを備え、前記穴の寸法は、前記穴が前記膜 (プレート) の特徴を妨げないように決定され、前記穴は、音波が前記セルに入る及び／又は前記セルから出ることができるようにし、それにより、所定の幾何学的形態、サイズ、及び位置に伴って有効長さ (経路) (L e f f e c t i v e) を増加させる、ことを特徴とする請求項 4 に記載のメタセル (1)。

【請求項 6】

少なくとも 1 つの入口穴 (1. 10) 及び／又は少なくとも 1 つの出口穴 (1. 30) は、前記セル (1) の特性に応じて、様々な幾何学的形態 (円形、三角形、正方形、長方形、多角形又は任意)、サイズとすることができるとともに、これらの穴がある層上のどこにでも位置され得る、ことを特徴とする請求項 5 に記載のメタセル (1)。

10

【請求項 7】

少なくとも 1 つの第 2 の層 (1. 2) は、前記外部音響容積チャネル (1. 201) と前記内部音響容積 (1. 210) とを接続する少なくとも 1 つの口 (A) (又は開口) を備える、ことを特徴とする請求項 6 に記載のメタセル (1)。

【請求項 8】

並んで、及び／又は背中合わせに、及び／又は直線的に、及び／又は対角状に、及び／又は任意に、及び／又は周期的に、及び／又はランダムに互いに追加され得る、前記第 1 の層 (1. 1)、前記第 2 の層 (1. 2)、及び前記第 3 の層 (1. 3) を備える、ことを特徴とする請求項 7 に記載のメタセル (1)。

20

【請求項 9】

請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の少なくとも 1 つのハイブリッドメタマテリアルセルを備え、同一の及び／又は異なるセルが、並んで及び／又は背中合わせに及び／又は直線的に及び／又は対角状に及び／又は任意に及び／又は周期的に及び／又はランダムに相互接続され得ることを特徴とするパネル。

【請求項 10】

接着及び／又はスナップ係合及び／又は嵌合によって及び／又は締結／接着／接合／取り付けの任意の方法によって互いに又は任意の要素に取り付けられ得る、及び／又は部分的又は完全に一体形成され得るハイブリッドメタセル及び／又はパネルを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の製品。

30

【請求項 11】

円形、三角形、正方形、長方形、多角形、又は任意の形態を有するセル及び／又はパネルが、これらを並べて及び／又は前後に及び／又は直線的に及び／又は対角状に及び／又は任意に、周期的に及び／又はランダムに組み合わせることによって形成され得る、同じ又は異なるセル (1) の厚さに応じて異なる厚さとなり得る、ことを特徴とする請求項 10 に記載の製品。

【請求項 12】

前記セル及び／又はパネルは、前記第 1 の層 (1. 1) 及び／又は前記第 3 の層 (1. 3) と共に空間を形成する少なくとも 1 つの更なる保護層 (t) (プレート又は層又はカバー) を備える、ことを特徴とする請求項 10 又は 11 に記載の製品。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、受動材料及びメタ特性 (すなわち、ハイブリッド特性) の両方を示すことができるメタセル (meta cells)、並びに音波の透過 (transmission) を減少させ、及び／又は所望の狭い又は広い周波数帯域の音波を減衰させるために少なくとも 1 つのハイブリッドメタセルを備える多機能音響メタマテリアルパネルの開発に関する。

【背景技術】

【0002】

50

音又は騒音の絶縁／低減／制御は、基本的に、能動的及び受動的の2つの技術を用いて行われる。更に、この低減又は制御は、一般に、音吸収損失及び音透過損失（音伝送損失 *iletim kaybi*）の2つの異なる方法で実行される。音吸収に関して、能動的及び受動的な絶縁は、以下のように説明することができる。

【0003】

能動的絶縁は、一般に、絶縁材料を適用せずに低減されることが望まれるソース音波と干渉する制御音波を用いて実行される。制御音波は逆位相の場合のように調整され、抑制したい音波の周波数は同じである。この方法は非常にコストがかかる。更に、この方法は、制御された容積を必要とするため、その適用領域が実際には限定される。この方法において、制御音波は、音源を使用して外部で生成され得る、又は共振器と呼ばれる様々な要素によって音源を伴うことなく生成され得る。しかしながら、このタイプの制御は、一般に、狭い周波数帯域で動作することができ（音調としても知られる）、依然として制御された容積を必要とする。周波数帯域を広げるためには、より多くの共振器が必要とされる。このことは、共振器を配置することができる面積が増大されることを意味する。より低い周波数を吸収するためには、より大きな容積又は長さの共振器が必要とされる。

【0004】

受動的絶縁は、ノイズ源と受信機との間にスポンジ、フェルト、グラスウール、ロックウール、繊維屑などの絶縁要素を配置することによって実現される。受動的絶縁材料は、それらの内部空間、不連続性、物理的及び化学的構造に起因する粘性及び熱効果によって吸音をもたらす。それに加えて、受動的絶縁材料は、材料を通る音の伝播経路（蛇行性としても知られる）を増大させることができ、それにより、より長い経路をたどる音波のエネルギーを減少させる。音響エネルギーを熱エネルギーに変換することによって吸収され得るこれらの材料は、音波が大きい波長を有する低周波ノイズを吸収するには不十分である。これは、これらのタイプの材料が効率的に機能するためには、材料特性厚さが、制御されるべき音／ノイズの波長の少なくとも $1/4$ でなければならないからである。例えば、 100 Hz の音波（音速： 343 m/s ）を吸収するために、 $343/100/4 = 8.6\text{ cm}$ の特性厚さを有する絶縁材料の使用が必要である。これは実際には物理的にも経済的にも不可能であるため、これは従来の材料を低周波数で効率的に使用できないようにする。更に、空気循環を必要とする領域、食品及び衛生設備、可燃性及び高温環境などのシステムにおけるこれらの材料の使用は非常に限られる。

【0005】

音透過低減／損失に関し、能動的絶縁において吸音又は透過との間に本質的な違いはない。しかしながら、音透過損失は、様々な音響容積ベースの幾何学的不連続性（すなわち、膨張チャンバ）に伴う反射を増大させることによって実現され得る。この場合も先と同様、より大きな容積の必要性は、低周波数で継続する。

【0006】

音透過損失が受動制御との関連で評価される場合、それは、材料の質量及び周波数に応じて行われる（質量－周波数の法則として知られている）。したがって、材料の質量が増加するにつれて、音透過損失が増大する。同様に、周波数が高くなるにつれて、音透過損失が大きくなる。したがって、より低い周波数でより高い音透過損失を達成するためには、より大きな重量の絶縁材料を使用しなければならない。この目的のために、石ウール又はグラスウール強化コンクリート、及びレンガなどの材料が一般に好ましい。

【0007】

特に過去15年において、低－中周波領域用の従来の材料の代わりに、音響メタマテリアルとして知られる人工絶縁材料の開発に対する激しい研究が行われてきた。音響メタマテリアルは、主に物理学及び工学の技術分野において、自動車、航空宇宙、産業機械、白物家電、家庭用電化製品、空調及び換気システム、防衛産業、建設及び建設部門などの多くの分野において広範囲の用途を有する。音響メタマテリアルでは、質量－周波数の法則に従わないことによって、負の有効質量、負の有効体積弾性率、又はその両方を介して、特定の単一の低周波数で高い吸音及び／又は音透過損失を達成することができる。セルは

10

20

30

40

50

、通常、それらを並べて又は連続して周期的に配置することによって形成される。これらの材料では、材料の厚さが重要なパラメータであるが、主な技術は、通常は小さいサイズの（音の波長よりも小さい特徴的な長さ、すなわち、サブ波長を有する）共振セルを設計して適切に配置することである。しかしながら、同じく最新技術である音響メタマテリアルは、狭い周波数帯域で吸収し、セルの共振周波数に応じて特定の領域（周波数帯域）で透過損失をもたらす。したがって、所望の広域スペクトル吸収及び音損失をもたらすために、音響メタマテリアルを開発する必要がある。多くの場合、帯域を広げるために、複数の調整された周期的に配列されたセルの組み合わせが使用される。

【0008】

最新技術において、番号付けされた特許文献1の特許では、非特異的な低周波ノイズ吸収に特に適した吸音ユニットが、超開放換気及び調整可能な吸音性能を有することが言及される。このセル設計では、周波数が調整可能であり、空気の通過を可能にし、ラビリンスのデッドエンドで音波を捕捉することによる吸音を目的とする。当該文献で言及されるセルは、キャビティ共振を吸収することができるように、低周波数のための音の経路を増加させることを目的としている。この文脈で指定されたセルは、単数であるが調整可能な周波数でのローカル負バルクモジュールのみを特徴とし得る。また、内部の可動部が、周波数調整（チューニング）プロセスを行うことができる。このように、セルは、設計によって、より大きな厚さを有する。しかしながら、セルは、音透過低減を行うことができる、すなわち負の質量効果を有するセル機能を有していない。

【0009】

他の既知の最新技術において、番号付けされた特許文献2の特許では、3層セルが、1-微小穿孔プレート、2-二重螺旋コイル構造、3-バックプレートとして言及される。このセルタイプでは、第1のプレートが2つの微細サイズの穴を備える。これらの穴のすぐ後ろには、蛇行性を増加させるために螺旋の形態の2つのチャンネルがある。これらの2つのチャンネルでは、同時に2つの異なる周波数で吸収を行うことを目的としている。プレートを背にして、質量の法則に従って透過を断ち切ることを目的とする。前後のこれら2つのプレートは、メタ特徴を示さない。音響減衰が、微小穿孔フロントパネル及び受動的に構成されたデュアルチャンネルを介して達成される。この場合も先と同様、音響減衰は音調周波数で吸音器としてのみ機能する。蛇行性を高めるために経路が螺旋状に設計されるが、上記文献に記載された組み合わせ及びメタマテリアル技術は公知の技術である。

【0010】

他の既知の最新技術の番号付けされた特許文献3では、音響メタマテリアルのユニットセルが言及される。このセルは、典型的なヘルムホルツ共振セルを複数追加して、ファブリペロー周波数で高い音透過をもたらす。言い換えれば、このセルは、ノイズ源によって生成された音波の透過を低減して音波を吸収するために開発されたセルではない。

【0011】

他の既知の最新技術では、番号付けされた特許文献4は、他の音響メタマテリアルを保つ。このメタマテリアルにおいて、膜を備える古典的な幾何学的形態を有するセルは、後部硬質キャビティ又は塊から成る。これは、古典的なダイポールタイプのメタマテリアルである。古典的なメタマテリアルは、その膜の固有周波数までの音透過を停止する。当該メタマテリアルは、膜の材料特性にしたがって少量の吸音をもたらす。したがって、目的にしたがって、最新技術でカウントされる前記セルの幾つかは音抑制を行い、幾つかは吸音を行う。

【0012】

最新技術で挙げられた欠点を利点に変える音響メタセルを開発することが必要である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0013】

【特許文献1】中国特許第112728275号明細書

【特許文献2】中国特許第111883093号明細書

10

20

30

40

50

【特許文献3】国際公開第2017093690号パンフレット

【特許文献4】米国特許出願公開第2021237394(A1)号明細書

【発明の概要】

【0014】

所望の狭い又は広い周波数帯域に同調することによって音波の透過を停止及び／又は吸収するために固有の幾何学的形態を用いて開発される、受動材料及びメタ特徴（ハイブリッド）の両方である少なくとも1つの部品を備える本発明の目的は、少なくとも1つの音響ハイブリッドメタセル及び前記少なくとも1つのハイブリッドメタセルを備える多機能音響メタマテリアルパネルを実現することである。

【0015】

本発明の他の目的は、適用されるセクション又は場所にしがって成形又は形成され得る音響絶縁パネルの開発であり、前述のハイブリッド音響メタセルを備えるパネルは、所望の狭い帯域及び／又は特定の広い周波数帯域で動作することができるとともに、高い音吸収損失及び高い音透過損失の両方を提供することができ、それらは非常に薄く、可撓性又は剛性であり得る（非可撓性、固体）。

【0016】

開発されたセル及びこれらのセルを備えるパネルは、受動絶縁材料特性並びに音響メタマテリアル特性を示すことができる。このため、それは、ハイブリッド音響メタセル、音響ハイブリッドメタ絶縁パネル／プレートと呼ばれる。

【0017】

更に、セルは、中周波及び高周波で共振器として機能することができる形態も有する。したがって、メタ、受動材料、及び共振器の両方を備えることができる複合セルが得られる。最新技術では、これらの特徴はこのように一緒に存在しない。これらのパネルは、音（音響、ノイズ）絶縁材料として広範囲の分野で使用され得る。

【0018】

更に、絶縁パネルは穿孔された形態を成し得るため、本発明を用いて、空気循環を可能にするが音／ノイズ透過を可能にしない革新的な絶縁システムが作り出される。

【0019】

本発明のセルは、サブ波長を有する膜又はプレートで負の質量特性を示し、キャビティ及びチャンネル（サブ波長を有する特別な共振器のように機能する）で負の体積弾性率を示す。これらの負性は、より高い音透過損失及び吸音につながるエキゾチックな挙動を作り出すメタマテリアル効果を意味する。更に、チャンネルの幾何学的形状、厚さ、及び長さは、高い粘熱及び蛇行効果をもたらす。これらの効果は、受動材料挙動を意味する。このハイブリッドの組み合わせは、最新技術で言及されているシステムとは全く異なる。これらの特徴のおかげで、このハイブリッドの組み合わせは、最新技術と比較して非常に薄い形態をとることができる。周波数調整は、膜／プレート並びにキャビティ、チャンネル及びスリットの形態の両方の幾何学的パラメータを含む計算によって実行される。

【0020】

本発明は、自動車、航空、産業機械、白物家電、家庭用電化製品、空調及び換気システム、防衛産業、建設及び建築部門などの多くの分野で 사용할 ことができる、任意の幾何学的形態、好ましくは円形、三角形、正方形、長方形、多角形又は任意のハイブリッド音響単一セルである。これらのセルは、単一のセルを音響容積チャンネルを介して互いに接続することによってマルチセルを形成することができる。これらのセルは、任意の幾何学的形態及び物理的特徴を成す少なくとも1つの第1の層（又は前面又は入口層）、任意の幾何学的形態及び物理的特徴を成す少なくとも1つの第2の層（又は中間層）、任意の幾何学的形態及び物理的特性の少なくとも1つの第3の層（又は出力又は背面層）を伴って、ノイズ源によって生成された音波の非常に広い周波数範囲での透過を停止する又は吸音をもたらすように設計される。これらのセルは、任意の幾何学的形態及び物理的特性を成す少なくとも1つの内側フレームと、前記内側フレームを内部容積と同じだけ満たすとともに内側フレームの幾何学的形態又は任意の幾何学的形態及び物理的特性に適合する少なく

10

20

30

40

50

とも1つの内部音響容積 (interior acoustic volume) とを有する。また、セルは、前記内側フレームに対して所定の距離を隔てて、かつ音響容積と共に内側フレームの外側領域に位置された、任意の幾何学的形態及び物理的特徴の少なくとも1つの外部音響容積チャンネル (external acoustic volume channel) も備える。更に、セル内の任意の幾何学的形態及び物理的特性を成す少なくとも1つの外側フレームは、前記外部音響容積チャンネルの表面及び前記内部音響容積の前記第2の層を完全に又は部分的に覆う。他の表面を完全に又は部分的に覆う前記第1の層及び前記第3の層を前記第2の層と組み合わせることによって形成される幾何学的形態及び物理的特徴に起因して、2つの別個のセクションが、所定の厚さで第1の層及び第3の層のそれぞれに関してセル内に形成され、すなわち、第1の部分及び第2の部分が形成される。各部分は、その固有振動数にしたがって異なる物理的特性を示す。

10

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】メタマテリアルセルが備える第1の層、第2の層、及び第3の層の代表的な側面図である。

【図2】本発明の主題であるメタマテリアルセルに備えられる第1の層、第2の層、及び第3の層の組み立てられた三次元斜視図である。

【図3】本発明の一実施形態における第2の層の代表的な図である。

【図4】図3の本発明の実施形態では、第1の層及び第3の層を第2の層の前後に配置することによって第1の層及び第3の層を組み合わせることにより自発的に形成されるセクションの代表的な図である。

20

【図5】本発明の他の実施形態では、メタマテリアルセルが備える (a) 第1の層、(b) 第2の層、(c) 第3の層の分解図である。

【図6】本発明の実施形態に係る異なる幾何学的形態を伴う第2の層の単一セル構造の代表的な図である。

【図7】本発明の一実施形態において2つの異なる形態と一緒にされる第2の層のバイナリセル構造の代表的な図である。

【図8】本発明の実施形態に係る異なる幾何学的形態を伴う第1の層及び第3の層の単一セル構造の代表的な図である。

【図9】本発明の一実施形態では、第2の層の外部音響容積チャンネル内の「e」経路の図、及び内部音響容積の図であり、記号表現である「h」セクションの図である。

30

【図10】第1の層及び／又は第3の層との間隙を形成する更なる保護層 (t) を備えるパネルの象徴的な図である。

【図11】H1及びH4セル構造における周波数にしたがった音透過損失の変化のグラフである。

【符号の説明】

【0022】

本発明をより良く理解するために、図中の対応する数字が以下で与えられる。

1. セル

1. 1 第1の層

40

1. 10 入口穴

1. 2 第2の層

1. 20 外側フレーム

1. 201 外部音響容積チャンネル

1. 21 内側フレーム

1. 210 内部音響容積

1. 3 第3の層

1. 30 出口穴

A 口 (開口)

B1 第1の部分

50

B 2 第 2 の部分

t 保護層

【発明を実施するための形態】

【0023】

本発明の主題であるハイブリッド単一音響メタセル（1）は、透過を停止し、及び／又は広い周波数範囲の音波を吸収するために、音の波長よりも小さい特性寸法（すなわち、サブ波長スケール）を伴う共振セルになるために、任意の幾何学的形態及び物理的特性を成す少なくとも1つの第1の層（1.1）（又は前面又は入口層）と、任意の幾何学的形態及び物理的特性を成す少なくとも1つの第2の層（1.2）（又は中間層）と、任意の幾何学的形態及び物理的特性を成す少なくとも1つの第3の層（1.3）（又は出力層又は背面層）とを備える（図1及び図2）。前記ハイブリッド性は、前述の3つの層の組み合わせから生じる技術的特徴によって提供される。言い換えれば、本発明のセル（1）のハイブリッド構造は、受動材料特性及びメタマテリアル特性の両方を組み合わせることによって得られる。要約すると、受動材料特性；内側に形成されたチャンネルが材料の厚さよりもはるかに長く（すなわち、高い蛇行性）、粘熱効果、メタマテリアル特徴を提供するために狭いチャンネルが形成されている間、音響容積は、より低い波長での周波数に従って内部に作り出された容積チャンネル及び膜（又はプレート）を調整して、有効な負の質量及び有効な負の体積弾性率を得ることによって達成される。更に、音響容積は、A開口部をネックとして使用して、中周波及び高周波で共振器として動作することができる音響セル空間の形態も有する。したがって、これらの全てを用いてハイブリッドセルが得られる。ハイブリッドセル（1）の全部又は任意の部分は、任意の材料から製造することができる。上記3つの層を組み合わせることによって複合セル（1）構造が形成された。単一セル（1）は、任意の幾何学的形態、円、三角形、正方形、長方形、多角形、又は任意の（ランダム、任意）形態（形状）を成し得る。メタセル（1）は、同じ及び／又は異なる、並んで及び／又は背中合わせに及び／又は直線的に及び／又は対角状に及び／又は任意に及び／又は周期的に及び／又はランダムに、一緒に追加され得る第1の層である。

【0024】

本発明の他の目的を実現するために、音響ハイブリッドメタマテリアル絶縁パネルは、少なくとも1つのハイブリッドメタマテリアルセル（1）を上、及び／又は背中合わせに、及び／又は背中合わせに、及び／又は並んで、及び／又は任意の態様で位置させることによって形成される。したがって、絶縁パネルは、所望のように位置されて異なる又は同じ幾何学的形態を有する少なくとも1つのハイブリッドメタマテリアルセル（1）を備える。セル間の音響チャンネルは、所望の周波数設定に従って互いに接続され得る。ここで、絶縁という用語は、音透過停止機能又は吸音機能又はその両方を含む。

【0025】

所定の厚さの第2の層（1.2）、任意の幾何学的形態（円、正方形、長方形又は任意）の外側フレーム（1.20）、及び外側フレーム（1.20）の幾何学的形態に適合する前記外側フレーム（1.20）の内側、又は任意のものは、外側フレーム（1.20）内に、外側フレーム（1.20）から所定の距離を隔てて位置される、任意の幾何学的形態の少なくとも1つの内側フレーム（1.21）を備える（図3）。第2の層（1.2）の幾何学的形態に起因して、第1の層（1.1）及び第3の層（1.3）はそれぞれ、2つの別個のセクション（B1及びB2）として機能する。隔壁が、第1の層（1.1）及び第3の層（1.3）を第2の層（1.2）の前後に配置することによって第1の層（1.1）と第3の層（1.3）とを組み合わせることにより自発的に形成される。これらの独立したセクションは、第1のセクション（又は周辺膜）（B1）及び第2のセクション（又は中間膜）（B2）と呼ばれる（図4）。第1の部分（B1）及び第2の部分（B2）の形成は、本発明の全ての実施形態において有効である。セクションB1及びB2は、内側及び外側フレームの形態及びそれらの接続方法に従って細分することもできる。これらのセクションのそれぞれは、それらの固有振動数に応じて別々に吸収及び伝導セクションとして機能するメタセル（1）の要素である。

【0026】

このセルの形態（図5）の例示的な実施態様では、外側フレーム（1.20）の形態が正方形である場合、内側フレーム（1.21）の形態も正方形であり得るが、実際にはこれに限定されると考えるべきではない。前述したように、両方のフレームは、互いに所定の距離を隔ててこれらの間にチャンネルを形成するように絡み合って位置される。したがって、本発明の全ての実施形態において、外側フレーム（1.20）は、それ自体と内側フレーム（1.21）との間の領域に位置される少なくとも1つの外部音響容積チャンネル（1.201）を備える（すなわち、音響チャンネルは、第1及び第3の層の第1のセクション（B1）の間に残る）。更に、内側フレーム（1.21）は、内部容積と同じ量だけ前記内部フレームを満たす少なくとも1つの内部音響容積（1.210）を備える（したがって、音響容積は、第1及び第3の層の第2のセクション（B2）の間に残る）。この出願において、Aスリット（開口、開口、ネック、ネック）は、内側フレーム（1.21）上の任意の所望のセクションにおいて所定の高さ（長さ）及び幅片を除去することによって得られる。このスリットにより、内部音響容積（1.210）は、ヘルムホルツ共振器のタイプの別個のサブ波長内側メタセル（1）を自動的に形成する。ここで、A開口部の位置及びネック長さを変更することができ、A開口部の幅及び長さの両方を、（ヘルムホルツ共振器として機能する）音響容積のネック（1.210）を形成することによって所望の周波数で調整することができる。内部音響容積（1.210）及び外部音響容積チャンネル（1.201）は、任意の幾何学的形態、好ましくは円形、三角形、正方形、長方形、多角形又は任意の（ランダム、任意）形態（形状）を成すことができるが、用途はこれに限定されない。しかしながら、内側フレーム（1.21）は、それ自体と一体であるように又は内側フレーム（1.21）と関連付けられるように任意の形態で内側フレーム（1.21）内に異なる数のチャンネル及び／又は単一もしくは複数のスリット（口）を形成するような構造を備えることができる（図6）。これらの構造により、内側フレーム（1.21）によって備えられる内部音響容積（1.210）は、様々な幾何学的形態を成すことができる。

10

20

【0027】

本発明の異なる実施形態において、それぞれの同じ又は異なるメタセル（1）は、2倍、3倍又は複数の異なる音響特性を伴う新しいメタセル（1）を形成するために音響容積チャンネル（1.201）によって互いに接続され得る。本発明のこの出願の一例として、形態及び位置が異なる口開口を有する2つのメタセル（1）が、音響容積チャンネルを介して互いに接続される（図7）。

30

【0028】

本発明の実施形態に係る、音波（又は空気）の入口のための第1の層（1.1）及び第3の層（1.3）のそれぞれは、セル特性に応じて、セル特性に応じて、所定のサイズ、数、様々な幾何学的形態（円、三角形、正方形、長方形、多角形又は任意）及び／又は所定のサイズ、数の少なくとも1つの入口穴（1.10）と、様々な幾何学的形態（円、三角形、正方形、長方形、多角形又は任意）の少なくとも1つの出口穴（1.30）とを備えることができる（図8）。両方の穴がセル（1）に存在する場合、すなわち、第1の層（1.1）及び第3の層（1.3）の両方が穴を備える場合、セル（1）は空気の入口及び出口を可能にする。したがって、本発明により、音透過を停止（捕捉）して換気を行うことができるハイブリッドメタセル（1）が得られる。

40

【0029】

第1の層（1.1）、第2の層（1.2）、及び第3の層（1.3）は、所定の厚さを有するとともに、同じ又は異なる厚さとなり得る。第1の層（1.1）及び第3の層（1.3）はそれぞれ、本発明の実施形態に係る膜及び／又はプレートであってもよい。

【0030】

第1の層（1.1）及び第3の層（1.3）上には、任意の形態及び重量の単一、複数又は分散質量を任意の部分に加えることができる。第1の層（1.1）、第2の層（1.2）、及び第3の層（1.3）にもたらされる質量の幾何学的寸法、材料、幾何学的形状

50

及び値及び位置を変えることによって、有効とすべき周波数領域を変えることができる。

【0031】

セルの一般的な動作原理が技術的に要約される場合、特別に設計された第2の層（1.2）は、それが備えるチャンネルタイプの空間に伴って蛇行性を増加させることによって高い吸収をもたらす、音が厚さよりも多くのエネルギーを消費できるようにする。この状況が図9では「e」チャンネルとして示される。加えて、この「e」チャンネルの狭さの結果として、粘熱エネルギー損失として表される摩擦及び熱交換損失によって更なる音低減がもたらされる。「h」セクションとして画定されるヘルムホルツセルは、逆位相で音波を放出するとともに、キャビティ共振を生成することによって「e」を介してそのエネルギーを減少させた音波と共振することによって、その容積に応じた音調周波数で更なる吸音をもたらす。この第2の層（1.2）は、前述の技術的特徴を所望の周波数帯域及び所望の絶縁量で提供するために、図6に見られるように異なる形態で再形成され得る。

10

【0032】

単一セル（1）；内側フレーム（1.21）及び外側フレーム（1.20）並びにこれらのフレーム間であって両側で膜によって境界付けられた小さい内部音響容積（1.210）に起因して、単一セルは、双極＊特性を示すとともに、セル（1）の固有周波数及び容積において50%を超える音を提供する（＊注：小さい閉容積を備えない又は長い容積を備えないキャビティは、単極であり、最大50%までの吸収をもたらす）。

【0033】

内側フレーム（1.21）、外側フレーム（1.20）、内部音響容積（1.210）、外部音響容積チャンネル（1.201）、第1の部分（B1）（周辺膜）及び第2の部分（B2）（中間膜）の幾何学的形状、材料、形状、及び物理的特性を変更することによって、負の有効質量及び負の有効体積弾性率を同じ周波数領域で同時に提供することができる。このようにして、所望の周波数帯域でダブルネガティブメタマテリアルを得ることができる。ダブルネガティブメタマテリアルは、音波によって振動されると、質量に応じた特定の周波数領域で音の伝播を停止し、ダブルネガティブメタマテリアルに質量がない場合には、それらの固有周波数まで、ダブルネガティブメタマテリアルに質量がある場合には、音の伝播を停止する（透過を停止し、バンドギャップを生成し、音声フィルタリングを行う）。同時に、膜の弾性特性に起因して受動吸音が生じる。

20

【0034】

第1の層（1.1）に位置される入口穴（1.10）（又は波入口穴）は、音波がセルに入って音響容積チャンネル（1.210）を通じて進むことができるようにする。第3の層（1.3）に出口穴を有する必要はなく、それはセルの所望の特性によって決定される。経路（*Leffective*）が長くなるにつれて、経路に沿った音のエネルギーは減少される。したがって、かなりの量の吸音が得られる。したがって、セル内の吸収が増大される。この目的のために、インピーダンス整合を行うべく少なくとも1つの入口穴（1.10）を有する必要がある。しかしながら、出口穴（1.30）は必ずしもそうである必要はない。換気を必要とする又は空気の入口及び出口を塞がない材料が望まれる場合、入口及び出口穴（1.10及び1.30）がなければならない。例えば、圧縮機又は発電機などの空気入口及び出口が必要とされる用途では、入口及び出口穴（1.10及び1.30）を有するセルを伴うメタマテリアルを使用して音をフィルタリングすることができる（音透過停止）。セル（1）の透過及び吸収スペクトルは、本発明の主題である単位セル（1）に備えられる各技術ユニット（例えば、入口穴（1.10）、ネック、内部音響容積（1.210）...）がセル（1）内にあるか否かに応じて変更され得る。例えば、入口穴（1.10）の幾何学的形態（円、正方形又は長方形...など）、又は前記形態が存在するか又は層上に位置されるかどうかさえも、セル（1）の挙動を完全に変化させることができる。前述のように、第1の層（1.1）及び第3の層（1.3）は、少なくとも1つであってもよく、所定の厚さの膜及び／又はプレート、又は任意の材料で作製されてもよい。

30

40

【0035】

50

本発明の主題であるセル（１）は、その構造に起因して、吸音器及び音透過ストッパの両方として機能する。すなわち、第１の層（１．１）又は第２の層（１．２）又は第３の層（１．３）のみでは、これらの特徴を発揮することができない。しかしながら、前述の特徴（吸収及び透過セクション）は、第１の層（１．１）、第２の層（１．２）、及び第３の層（１．３）が一緒になって結合構造を形成する場合にのみ、本発明に係るセル（１）を用いて実現することができる。

【００３６】

本発明の目的は、より良好な音吸収及び音透過損失を行うセル（１）構造を得ることである。より良好な吸収のために、表面インピーダンスが低減されるべきである。インピーダンスを低減するために、第１の層（１．１）に少なくとも１つの穴を開けなければならない。これを行う間、入口穴（１．１０）及び／又は出口穴（１．３０）は、層自体の特性を妨げないように開かれるべきである。セルの容積とほぼ同じ大きさの入口穴（１．１０）及び／又は出口穴（１．３０）がセル（１）の中央に開けられる場合、膜は所望の振動特徴を示さない。入口穴（１．１０）及び／又は出口穴（１．３０）の寸法は、膜（プレート）の特徴を妨げないように作られる。更に、前述の穴は、音波がセルに出入りできるようにし、所定の幾何学的形態、サイズ、及び位置に伴って、音の経路（*Leffective*）が増加する。更に、穴の位置は、音が入る穴から音が出る穴までの最も遠い経路を音が進むような位置である。したがって、大きな有効長（*Leffective*）がもたらされる。したがって、セル（１）の中央は他の膜のように機能し、その周囲は他の膜のように機能する。音又は空気が入口穴（１．１０）から入ると、セル（１）は負の有効質量特徴を示す。音が進むにつれて、メタ材料は負の体積弾性率に変換し始める。本発明の主題であるセル（１）の設計形態において、穴を通じて入る空気は、外部音響容積チャネル（１．２０１）内を移動し、材料の厚さは、音が通る経路により１回の適用で少なくとも５回拡張される。言い換えれば、材料を非常に厚くする必要なく、音のエネルギーを低減するのに必要な条件が本発明によって提供される。口開口の場合、内部音響容積（１．２１０）はヘルムホルツ共振器のように機能する。したがって、セル（１）の幾何学的形状は、音とは反対の特異周波数で波効果を示すことによって音を減衰させ、この周波数領域までの音の伝播を停止させることができる。したがって、同一周波数における波の位相差（逆位相（ 180° ））に起因して、波を吸収することができる。一部の波が通過しない場合、音透過損失が発生する。しかしながら、音がセルに入り、音がセルの指定された幾何学的形状に晒されると（音が狭いチャネルを通過すると摩擦が増大する）、音のエネルギーも摩擦（熱交換）に起因して減少される。受動材料が粘熱効果に起因して吸収をもたらすことを考慮すると、本発明の主題であるセル（１）はこの幾何学的形態を有し、セル（１）は受動材料のように挙動し始める。したがって、前述したように、ハイブリッド材料は、受動材料とメタ材料とを組み合わせることによって形成される。

【００３７】

メタセルの音響容積ベースの特性は、第２の層（１．２）内（すなわち、発泡層内）の口（Ａ）及び第１の層（１．１）に位置された入口穴（１．１０）及び第３の層（１．３０）に位置された出口穴（１．３０）があるかどうか、並びに口（Ａ）にネックが接続されているかどうかにしたがって、多機能的特徴を有する。したがって、適用領域に応じて、穴／ネック／口のみが存在するかどうかに応じて、その特性を容易に変更することができる異なるメタセル（１）が得られる。これらのメタセル（１）の音響容積ベースの音透過損失特性を示す幾つかの組み合わせを表１において見ることができる。

【００３８】

10

20

30

40

50

【表 1】

セル (1) タイプ	口 (A)	入口穴 (1.10)	出口穴 (1.30)	メタセルの音響容積ベースの 音透過損失特性
H 1	いいえ	はい	はい	膨張チャンバ
H 2	いいえ	はい	はい	1 / 4 波共振器
H 3	はい	はい	いいえ	1 / 4 波共振器 + ヘルムホルツ共振器
H 4	はい	はい	はい	膨張チャンバ + ヘルムホルツ共振器

表 1 例示的なメタセル (1)

【0039】

表 1 の記述例：

本発明の用途では、セル (1) が備える第 1 の層 (1.1) 及び第 3 の層 (1.3) に穴がある場合、すなわち、入口穴 (1.10) 及び出口穴 (1.30) が両方の層 (H 1) に位置される場合、音響空間全体が膨張チャンバの特性を有する。入口穴 (1.10) のみが存在する間、メタセル (1) は 1 / 4 波長共振器 (H 2) に変わる。入口 (A) が存在する間、更なるヘルムホルツ共振器がセル (1) 内に形成される (H 3 及び H 4)。

【0040】

図 11 には、H 1 及び H 4 セルの挙動が例として与えられる。H 1 で最小の透過損失が発生する周波数 $c / (2 L_{\text{effective}})$ は、内部音響容積 (1.210) 及び入口開口 (A) の幅、長さ、高さ及びサイズを変更することによって音響容積 (6) の周波数により調整され得る (容積はヘルムホルツ共振器のように機能するため) ため、この周波数で高い透過損失が達成される。

$f_{\text{HR}} = c / (2 L_{\text{effective}})$ (c : 音速、 $L_{\text{effective}}$: 有効経路 (長さ))

【0041】

要約すると、細長い外部音響容積チャネル (1.201) は、高い蛇行性を与えることにより、より低い周波数でより高い吸収をもたらす。しかしながら、入口穴 (1.10) から入る音波は、チャネル厚さよりも長い距離を移動し、セル (1) の内部を移動するにつれてより高い粘熱効果に晒される。これにより、音波はそのエネルギーをより多く消費することができ、したがってセルはより高い吸音能力を有する。この特徴は、メタセルをハイブリッドセルにする。粘性吸収度が大きくなるほど、周波数帯域が広がる。複数の異なるセルの使用に伴い、パネルは、より広い帯域で吸収をもたらすことができる特徴を有するハイブリッドセルを備える。

【0042】

記載されたものに加えて、同じ又は異なる単一セル (1) は、目的にしたがって、2 倍、3 倍、4 倍及び複数、並んで、背中合わせに、又は背中合わせに、又は任意の他の配置で互いに接続され得る。したがって、より低い周波数でより高い吸収が得られる。個々のセル (1) は全てバイナリ (例えば、図 7) であり、複数のセル (1) は、円形、三角形、正方形、長方形、多角形、又は任意の形状を有することができる。バイナリ及び複数のセル (1) では、単一セル (1) で得られた特性及び特質に対して更なる挙動が得られる。2 つ以上の音響容積及び入口 (A) によって 2 つ以上のヘルムホルツ共振器を作成することにより、デュアル又は複数の共振セル (1) が提供される。したがって、音吸収及び音透過損失は、デュアル及び複数の音調周波数において得られる。この場合も、単一セル (1) の場合と同様に、入口 (A) の開閉の組み合わせにしたがって異なる音吸収及び透

10

20

30

40

50

過損失特性が得られる。デュアル及び複数のセル（１）では、セル間経路が、より長い有効経路（*Effective*）のために互いに接続される。これは、より低い周波数でより高い音響エネルギー吸収をもたらす。

【００４３】

第１の層（１．１）、第２の層（１．２）、及び第３の層（１．３）は、利用可能な任意の接合方法によって互いに接合され、単一又は複数のセル（１）を形成する。単一片又は複合構造などの全てのセル層は、任意の製造方法によって製造することができる。

【００４４】

一方、様々な周波数で吸収するパネルは、これらの同じ又は異なるセル（１）の少なくとも１つを並べて（又は順次並べて）又は互いに上下に重ねて、又は目的にしたがった任意の配列で配置することによって形成され得る。パネルを形成するために、同じ又は異なる幾何学的形態及び物理的特性で言及された少なくとも１つのセル（１）を前記パネル上に位置させることができる。したがって、本発明の主題であるメタセル（１）から成るパネルを得ることができる。パネルは少なくとも１つのメタセル（１）を備え、各セル（１）は同じ又は異なる周波数の音を吸収するようにパネル上に配置されるため、吸音は音調帯域及び広帯域の両方で実現される。

【００４５】

本発明の主題であるメタセル（１）から得られたパネルの特徴は以下の通りである。

１－パネルは、同じ及び／又は異なる単一又は複数のハイブリッドセル（１）を並べて、及び／又は背中合わせに、及び／又は直線的に及び／又は対角状に及び／又は任意に及び／又は周期的及び／又はランダムに、及び／又は所望の目的に応じて異なる順序で互いに付加することによって構築することができる。

２－１つ以上のセル（１）を有することによって形成された同じ又は異なるパネルは、並んで及び／又は背中合わせに及び／又は直線的に及び／又は対角状に及び／又は任意に、周期的に及び／又はランダムに及び／又は所望の目的に応じて、異なる配置で互いに組み合わせて、任意の２次元又は３次元形態の製品を作成することができる。

３－パネル及び／又はハイブリッドメタセル（１）を用いて、接着（*gluing*）及び／又は取り付け（*attaching*）及び／又はスナップ係合（*snapping*）及び／又は互いに又は任意の要素への任意の接着（*bonding*）／接着（*adhesive*）／接合（*joining*）／取り付け（*attaching*）によって形成された絶縁製品は、部分的又は完全に一体的に構築することができる。

４－パネルは、使用される材料に応じて剛性、硬質、軟質又は可撓性であってもよく、任意の形態を与えることができる。したがって、パネルから製造された製品は、同様に剛性、硬質、軟質又は可撓性であってもよく、任意の形態を与えることができる。

５－これらの音響メタマテリアルパネルの主材料は、適用されるシステム及びその目的に従って選択された最も適切な材料（例えば、金属、木材、プラスチック、発泡体、プレキシガラス、*PVC*など）の組み合わせから製造することができる。すなわち、パネルが有するセル（１）の層は、目的に最も適した材料を選択することによって、同じ又は任意の異なる材料から製造することができる。パネルを構成するセル（１）は、単独で、又は複数の方法で単一部品として製造することができる。本発明の好ましい用途では、パネルは、任意の可燃性及び／又は任意の安全クラスに適した任意の添加剤又は純粋な材料から製造される。

６－パネルは、セルの厚さ（１）に応じて異なる厚さとすることができる。

７－パネル及び／又はセル（１）は、円、三角形、正方形、長方形、多角形又は任意の形態を有することができる。

８－パネル及び／又はセル（１）は、第１の層（１．１）及び／又は第３の層（１．３）との間隙を形成する少なくとも１つの更なる保護層（*t*）（プレート又は層又はカバー）を備えることができる。（図１０）これらの層は、パネルの任意の表面への貼付（接着、接着）中に、第１のセクション（*B1*）及び第２のセクション（*B2*）と貼付表面との直接接触を遮断することによって、セクション（膜／プレート）が自由に振動することを

可能にする。更に、第1のセクション（B1）及び第2のセクション（B2）は、埃、汚れ、貫通及び切断先端部、熱、化学反応、腐食、雨、湿気、生物並びに起こり得る全ての内的及び外的要因からセル（1）を保護し、劣化を防止する。したがって、パネルは、表面に取り付けられているときだけでなく、前述の要因のためにも層で保護することができる。

9－積層複合構造としてパネルを設計することは、製造を容易にするが、非常に薄い構造のために適用領域においてあまり多くの空間を占有しない。しかしながら、製造に関して、パネルは、任意の製造方法で単一部品として製造することができる。当該パネルは、高性能、製造の容易さ、及び低コストの基準に従って特別に設計することができる。

【0046】

要約すると、本発明の主題であるメタセル（1）で形成された絶縁パネルは、音響メタマテリアル理論に従って設計される。音響メタマテリアルは、1つ以上の基材をサブ波長共振セルに変換することによってそれらを組み合わせることによって形成された、単層又は多層の一種の人工複合構造である。空間及び／又は振動する薄板及び／又は小さいおもりが、計画された方法でこの構造の第1の層（1.1）及び第3の層（1.3）に配置される。一方、第2の層（1.2）の幾何学的形状、形態及び寸法は、低減されるノイズの周波数特性に従って特別に設計される。ノイズの音波がこの3層構造に当たると、ノイズは振動し、この特別に調整された3層構造と共振する。共振する第1の層（1.1）、第2の層（1.2）、及び第3の層（1.3）、並びにそれらの組み合わせによって形成される特別な構造は、それらの共振周波数まで負の質量及び／又は体積弾性率効果を示し、これはこの領域での音の伝播を停止させ、音エネルギーを吸収し、したがって音レベルを特定の量に低下させる。このようにして、本発明の主題であるセル（1）を用いてノイズ吸収及び／又はノイズ透過停止が実現される。理解できるように、そのような構造の作用機構は、受動絶縁材料の作用機構とは全く異なる。受動絶縁材料は、音エネルギーを熱エネルギーに変換することによって吸収を提供するが、これらの構造は、より低い波長のセルによる音の伝播を防止及び操作することによって音エネルギーを低減する。

【0047】

音響メタマテリアル特性を示すことに加えて、得られたパネルは、受動材料の特性を利用することにより、より広い周波数帯域で同時に音透過と吸音の両方を行う。それがハイブリッドと呼ばれる理由である。特別に設計され、R & D活動で最も最適な形態にされたパネルセル（1）は、50 Hz ～ 20000 Hz の広い周波数帯域で最大効率で動作する。

産業への本発明の適用

【0048】

本発明は、自動車、航空宇宙、産業機械、白物家電、家庭用電化製品、空調及び換気システム、防衛産業、建設及び建設産業などの多くの分野で使用するために開発された少なくとも1つのセル（1）を備えるメタマテリアルパネルであり、工業的に適用可能である。

【0049】

本発明は上記の例示的な実施形態に限定されず、当業者は本発明の異なる実施形態を容易に実証することができる。これらは、本発明の特許請求の範囲によって主張される保護の範囲内であると考えられるべきである。

10

20

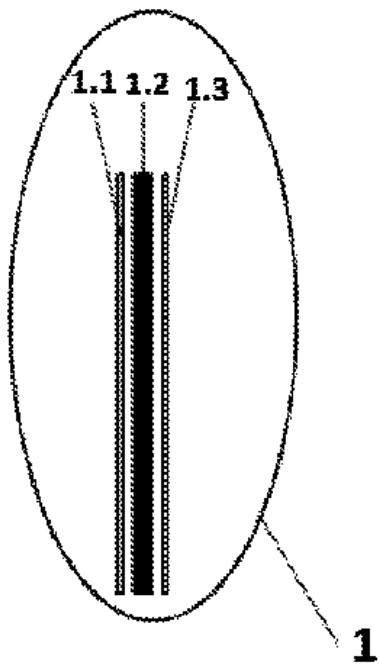
30

40

50

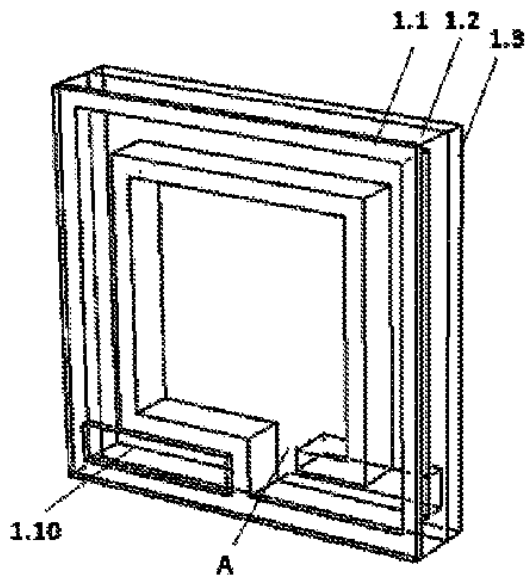
【図面】
【図 1】

Figure 1



【図 2】

Figure 2

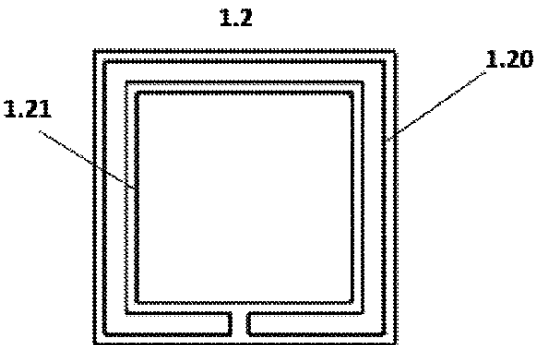


10

20

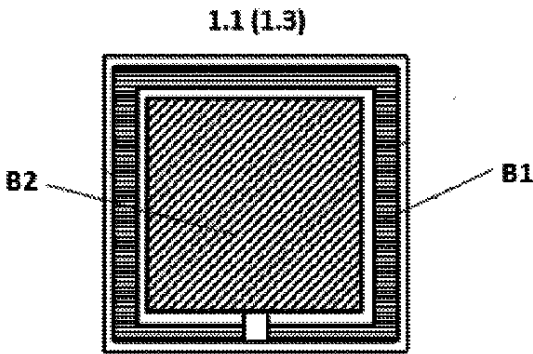
【図 3】

Figure 3



【図 4】

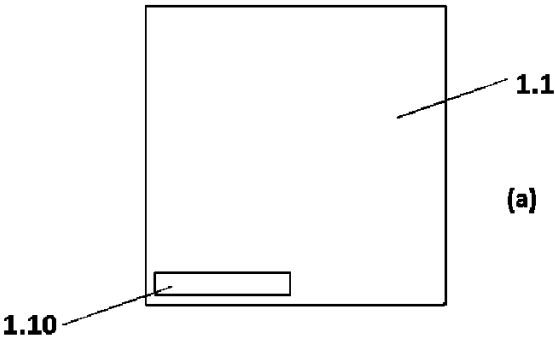
Figure 4



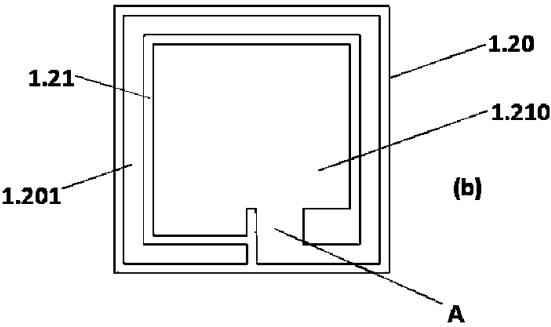
30

40

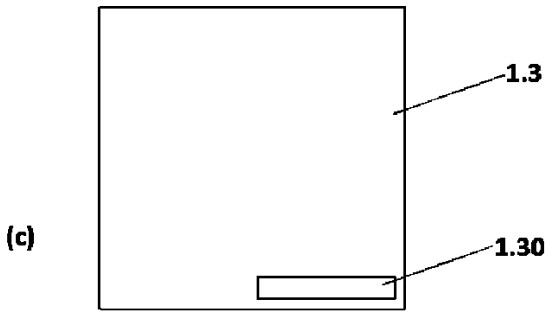
【図 5 (a) 】



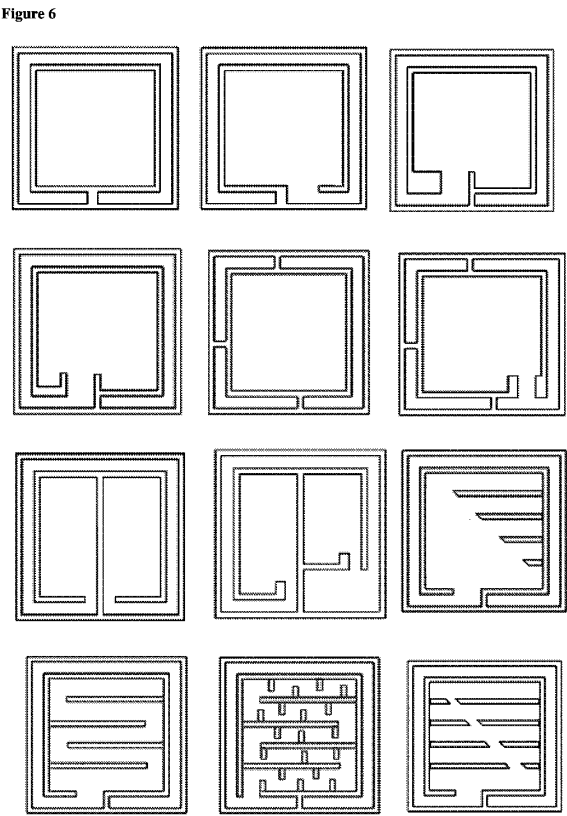
【図 5 (b) 】



【図 5 (c) 】



【図 6 】



10

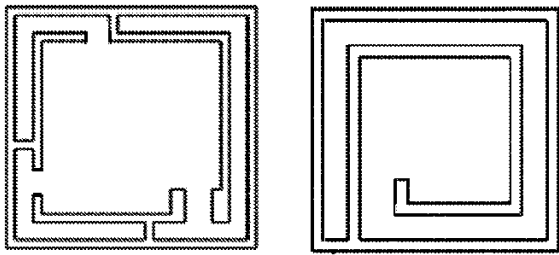
20

30

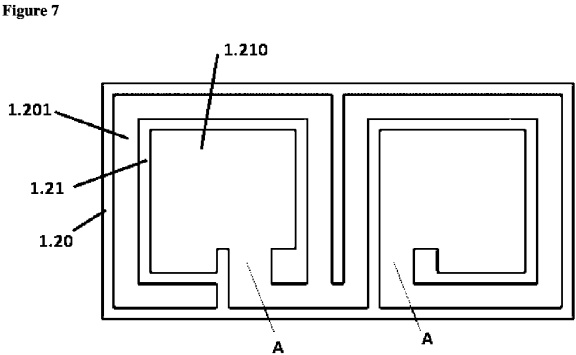
40

50

【図】



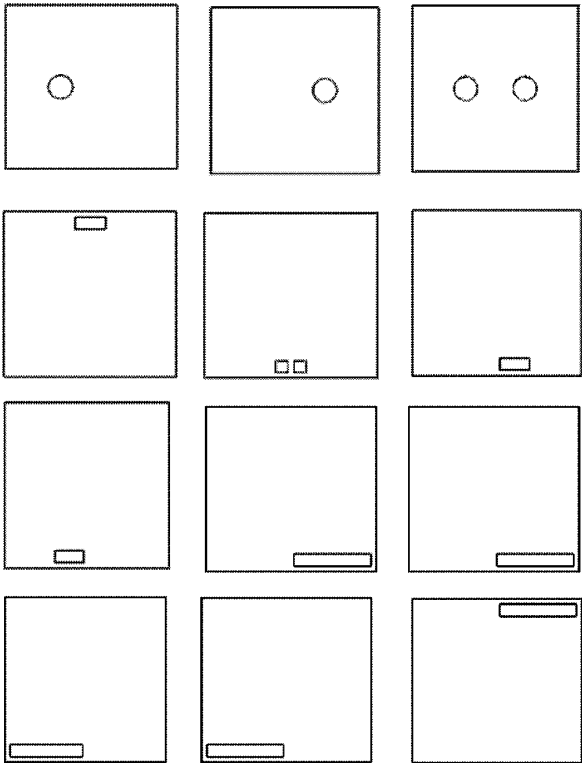
【図 7】



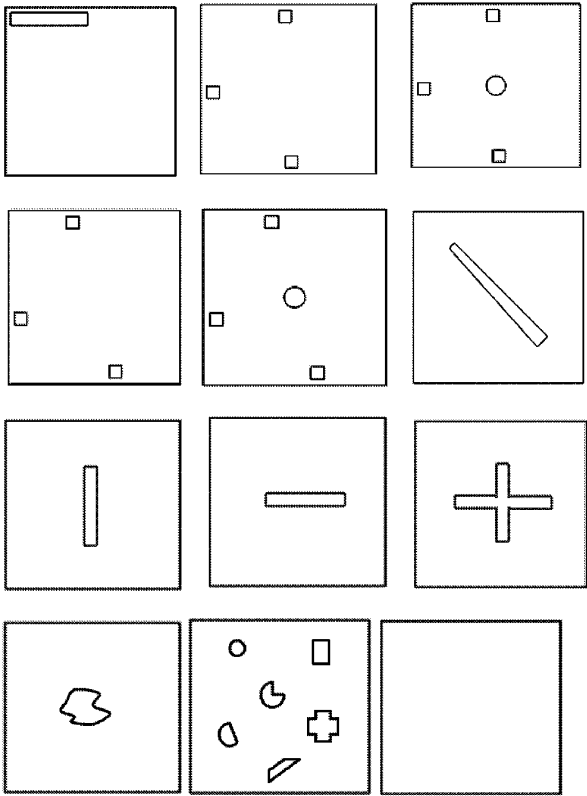
10

【図 8】

Figure 8



【図】



20

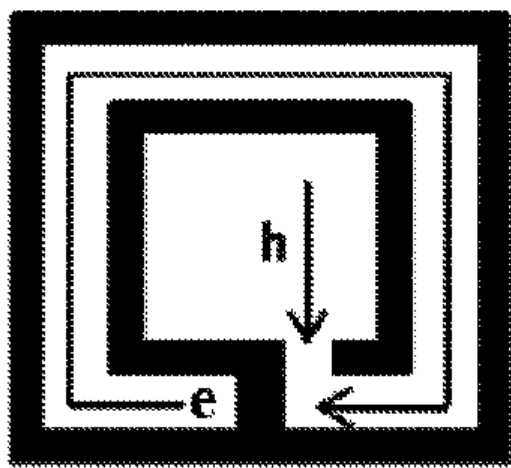
30

40

50

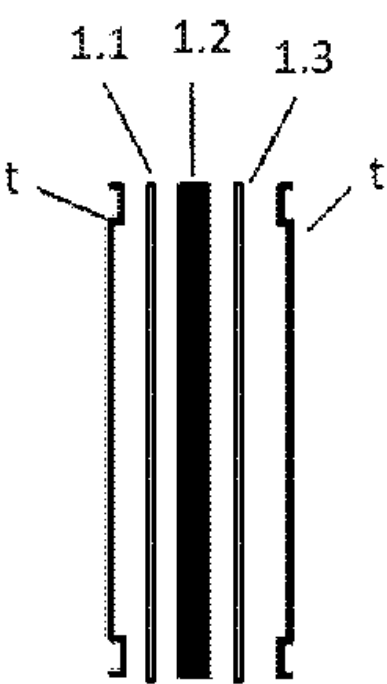
【 図 9 】

Figure 9



【 図 1 0 】

Figure 10

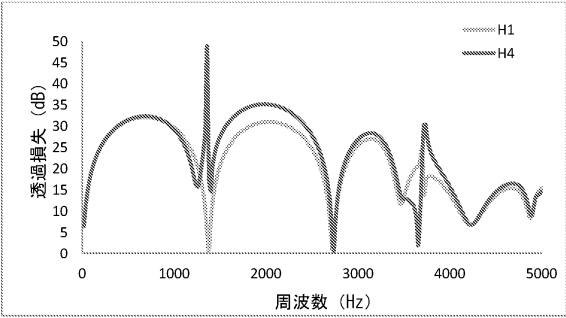


10

20

【 図 1 1 】

Figure 11



30

40

50

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/TR2023/050120
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G10K 11/04 (2006.01)i; G10K 11/172 (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) G10K Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched TURKPATENT Patent Databases Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO Abstract & Fulltext Databases & Keywords: cell, layer, frame, acoustic, sound wave, transmission, absorb		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2017093690 A1 (UNIVERSITÉ DE FRANCHE-COMTÉ [FR]) 08 June 2017 (2017-06-08) Whole document	1-12
A	CN 111883093 A (UNIV HUAZHONG SCIENCE TECH) 03 November 2020 (2020-11-03) Whole document	1-12
A	US 2021237394 A1 (HUANG LIFAN [CN]) 05 August 2021 (2021-08-05) Whole document	1-12
☐ 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 12 July 2023		Date of mailing of the international search report 12 July 2023
Name and mailing address of the ISA/TR Turkish Patent and Trademark Office (Turkpatent) Hipodrom Caddesi No. 13 06560 Yenimahalle Ankara Türkiye Telephone No. +903123031000 Facsimile No. +903123031220		Authorized officer Erdal TEKİN Telephone No. +903123031587

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2022)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/TR2023/050120

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2017093690	A1	08 June 2017	EP	3384486	A1	10 October 2018
				EP	3384486	B1	28 July 2021
				ES	2894800	T3	15 February 2022
				FR	3044813	A1	09 June 2017
				FR	3044813	B1	02 November 2018
CN	111883093	A	03 November 2020	NONE			
US	2021237394	A1	05 August 2021	CN	108731838	A	02 November 2018
				CN	108731838	B	29 June 2021
				WO	2018192484	A1	25 October 2018

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2022)

フロントページの続き

,MC,ME,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,
ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,C
O,CR,CU,CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,I
R,IS,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,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,ST,
SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

トルコ共和国 ジリ／イズミル, キュチュク チリ マハレシ 8 7 0 8 ソク. ナンバー 1 9

F ターム (参考) 5D061 AA06 AA12 AA16 AA26 CC04