



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0155279
(43) 공개일자 2024년10월28일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G10K 11/172 (2006.01) G10K 11/04 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
G10K 11/172 (2013.01)
G10K 11/04 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2024-7031576</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2023년02월09일
심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2024년09월23일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/TR2023/050120</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2023/167649
국제공개일자 2023년09월07일</p> <p>(30) 우선권주장
2022/003002 2022년03월01일 튀르키예(TR)</p> | <p>(71) 출원인
메타디나 뮌헨디슬리크 사나이 베 티자레트 아노
님 시르케티
튀르키예 부카/이즈미르 아다테페 마할레시 도구
스 자데시 넘버:207에이쥬</p> <p>(72) 발명자
바이권 투바
튀르키예 칠리/이즈미르 쿠티크 칠리 마할레시
8708 소크. 넘버:19</p> <p>(74) 대리인
리앤목특허법인</p> |
|---|---|

전체 청구항 수 : 총 12 항

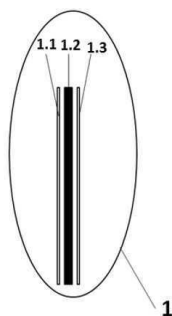
(54) 발명의 명칭 메타 셀들 및 적어도 하나의 음향 메타 셀을 포함하는 음향 메타물질 패널

(57) 요약

메타 셀 및 적어도 하나의 음향 메타 셀을 포함하는 음향 메타소재 패널

본 발명은 수동 재료 및 메타 특성(즉, 하이브리드 특성)을 모두 나타낼 수 있는 메타 셀 및 음파의 전달을 감소 및/또는 원하는 좁거나 넓은 주파수 대역에서 음파를 감소시키기 위해 적어도 하나의 하이브리드 메타 셀을 포함하는 다기능 음향 메타소재 패널의 개발에 관한 것이다.

대표도



(52) CPC특허분류
G10K 2210/3219 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

자동차, 항공, 산업 기계, 백색 가전, 가전 산업, 에어컨 및 통기 시스템, 방위 산업, 건설 및 건물 분야와 같은 많은 분야에서 사용하기에 적합하고; 바람직하게는, 하이브리드 음향 단일 또는 음향 볼륨 채널(1.201)을 통해 서로 연결될 수 있는 원, 삼각형, 정사각형, 직사각형, 다각형 또는 임의의(무작위, 임의의) 기하학적 형태(형상)인 다중 메타 셀(11)로서, 상기 메타 셀(11)은:

- 매우 넓은 주파수 범위에서 소음 원에 의해 생성된 음파/노이즈파의 전송 및/또는 흡수를 중단하기 위한 적어도 하나의 층을 포함하고, 또한,
- 임의의 기하학적 형태 및 물리적 기능부의 적어도 하나의 제1 층(1.1)(또는 전면 또는 입구 층),
- 임의의 기하학적 형태 및 물리적 기능부의 적어도 하나의 제2 층(1.2)(또는 중간 층),
- 임의의 기하학적 형태 및 물리적 기능부의 적어도 하나의 제3 층(1.3)(또는 출구 또는 배면 층),
- 자체적으로 또는 이와 관련된 임의의 기하학적 형태와 일체로 된 임의의 물리적 기능부를 갖고 또한 그 안에 상이한 개수의 채널들(또는 슬릿들)을 형성하기 위한 구조들을 포함하는 적어도 하나의 내측 프레임(1.21),
- 내측 프레임(1.21)을 내부 볼륨만큼 채우고 내측 프레임(1.21)의 기하학적 형태에 부합하는 기하학적 형태 및 물리적 특성을 갖는 적어도 하나의 내부 음향 볼륨(1.210)을 포함하고;

상기 내부는 프레임(1.21)으로부터 미리 정해진 거리에 위치되고 내측 프레임(1.21)의 외측 영역에 임의의 기하학적 형상을 갖고 그와 내측 프레임(1.21) 사이에 채널을 형성하도록 하며, 상기 내부는, 임의의 형태 및 물리적 특성들을 갖는 적어도 하나의 외부 음향 볼륨 채널(1.201)과 임의의 기하학적 형태 및 물리적 특성들을 갖는 적어도 하나의 외측 프레임(1.20)을 포함하며,

상기 외부 음향 볼륨 채널(1.201)과 내부 음향 볼륨(1.210)은, 상기 제2 층과 함께, 목적에 따라 상기 제2 층(1.2)의 한 표면을 완전히 또는 부분적으로 덮기 위한 상기 제1 층(1.1)과 완전히 또는 부분적으로 다른 표면을 덮기 위한 제3 층(1.3)을 결합함으로써, 모든 층들의 기하학적 형태 및 물리적 특성들로 인해, 제1 층(1.1)과 제3 층(1.3)의 적어도 하나의 섹션(B1) 및 각각의 적어도 두 개의 별도 섹션들 중 적어도 하나의 섹션은 미리 정해진 두께를 가지며; 미리 결정된 두께의 상기 제2 층(1.2)은 제2 섹션(B2)으로서 작용할 수 있고 상기 제1 층(1.1), 제2 층(1.2) 및 제3 층(1.3)은 미리 결정된 거리에 위치되는 것을 특징으로 하는, 메타 셀(11).

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 층(1.1) 및 제3 층(1.3)은 멤브레인 및/또는 플레이트인 것을 특징으로 하는, 메타 셀(11).

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 제1 층(1.1) 및 제3 층(1.3)은, 그 위의 임의의 부분에, 임의의 형태, 중량 및 위치에서, 질량이 추가될 수 있는 것을 특징으로 하는, 메타 셀(11).

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 내부 음향 볼륨(1.210) 및 외부 음향 볼륨 채널(1.201)은, 임의의 기하학적 형태, 바람직하게는, 원, 삼각형, 정사각형, 직사각형, 다각형 또는 임의의(무작위, 임의의) 형태(형상)인 것을 특징으로 하는, 메타 셀(11).

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 제1 층(1.1) 및 제3 층(1.3)은 파동이 들어오기 위한 적어도 하나의 입구 홀(1.10) 및 파동이 나가기 위한 적어도 하나의 출구 홀(1.30)을 포함하고, 상기 홀 치수는, 홀들이 멤브레인(플레이트) 특성

을 방해하지 않는 방식으로 결정되고, 상기 홀들은 음파가 셀에 유입 및/또는 유출할 수 있도록 하여 미리 결정된 기하학적 형태, 크기 및 위치결정에 따라 유효 길이(경로)($L_{\text{effective}}$)를 증가시키는 것을 특징으로 하는, 메타 셀(11).

청구항 6

제5항에 있어서, 적어도 하나의 입구 홀(1.10) 및/또는 적어도 하나의 출구 홀(1.30)은, 다양한 기하학적 형태들(원형, 삼각형, 정사각형, 직사각형, 다각형 또는 임의적)일 수 있고, 크기들은 셀(1)의 특성에 따라, 이들이 있는 층들의 임의의 개소에 위치될 수 있는 것을 특징으로 하는, 메타 셀(11).

청구항 7

제6항에 있어서, 적어도 하나의 제2 층(1.2)은 외부 음향 볼륨 채널(1.201)과 내부 음향 볼륨(1.210)을 연결하는 적어도 하나의 입구부(A)(또는 개구부)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 메타 셀(11).

청구항 8

제6항에 있어서, 서로 나란히 및/또는 연속적 및/또는 직선 및/또는 대각선 및/또는 임의 및/또는 주기적 및/또는 무작위로 추가될 수 있는 제1 층(1.1), 제2 층(1.2) 및 제3 층(1.3)을 포함하는 것을 특징으로 하는, 메타 셀(11).

청구항 9

상기 청구항들 중 어느 한 항에 따른 적어도 하나의 하이브리드 메타물질 셀을 포함하는 패널로서, 동일 및/또는 상이한 셀들이 나란히 및/또는 등을 맞대고 및/또는 직선 및/또는 대각선 및/또는 임의 및/또는 주기적 및/또는 무작위로 상호 연결될 수 있는 것을 특징으로 하는, 패널.

청구항 10

상기 청구항들 중 어느 한 항에 따른 제품으로서, 하이브리드 메타셀 및/또는 패널이, 서로 또는 임의의 요소에 접착 및/또는 스냅핑 및/또는 피팅 및/또는 임의의 고정/접착/결합/부착 방법에 의해 부착 및/또는 부분적으로 또는 완전히 통합되어 형성될 수 있는 것을 특징으로 하는, 제품.

청구항 11

제10항에 있어서, 원형, 삼각형, 정사각형, 직사각형, 다각형 또는 임의의 형태를 갖는 셀 및/또는 패널은, 동일하거나 다른 셀(1) 두께에 따라 두께가 다를 수 있으며, 이는 나란히 및/또는 등을 맞대고 및/또는 직선 및/또는 대각선 및/또는 임의로, 주기적으로 및/또는 무작위로 이들을 결합하여 형성될 수 있는 것을 특징으로 하는, 제품.

청구항 12

제10항 또는 제11항에 있어서, 셀 및/또는 패널은, 제1 층(1.1) 및/또는 제3 층(1.3)과 함께 공간을 형성하는 적어도 하나의 추가 보호 층(t)(플레이트 또는 층 또는 커버)을 포함하는 것을 특징으로 하는, 제품.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 음파의 전달을 감소 및/또는 원하는 좁거나 넓은 주파수 대역으로 음파를 감쇠시키기 위해, 패시브 물질 및 메타 속성(즉, 하이브리드 속성)을 모두 나타낼 수 있는 메타 셀의 개발 및 적어도 하나의 하이브리드 메타 셀을 포함하는 다기능 음향 메타물질 패널에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 소리 또는 소음 차단/감소/제어는 기본적으로 능동 및 수동의 두 가지 기술들로 이루어진다. 또한, 이러한 감소 또는 제어는 일반적으로 두 가지 다른 방식, 즉 흡음 및 음향 전달 손실로 수행된다. 흡음 측면에서, 능동 및 수동 방식은 다음과 같이 설명될 수 있다:

- [0003] 능동 방음; 일반적으로 방음 재료를 적용하지 않고 감소시키고자 하는 소스 음파와 간섭하는 제어 음파로 수행된다. 제어 음파는 역위상으로서 조정되고, 억제하려는 음파와 동일한 주파수로 된다. 이 방법은 많은 비용이 든다. 또한, 제어된 볼륨이 필요하기 때문에, 실제로 적용 범위가 제한적이다. 이 방법에서, 제어 음파는 음원을 사용하여 외부에서 생성되거나, 또는 공진기로 불리는 다양한 요소들을 통해 음원 없이 생성될 수 있다. 그러나, 이러한 형태의 제어는 일반적으로 좁은 주파수 대역(토날라고도 지칭함)에서 동작할 수 있으며 여전히 제어된 볼륨을 필요로 한다. 주파수 대역을 넓히기 위해서는 더 많은 공진기를 필요로 한다. 즉, 공진기를 배치할 수 있는 영역이 증대된다. 더 낮은 주파수를 흡수하려면 더 큰 볼륨 또는 길이의 공진기가 필요하게 된다.
- [0004] 수동 방음; 소음원과 수신기 사이에 스펀지, 펠트, 유리솜, 암면, 섬유 폐기물 등과 같은 방음 요소들을 배치하여 실현된다. 수동 방음재는, 내부 공간, 불연속성, 물리적 및 화학적 구조로 인해 점성 및 열적 효과에 의해 소리를 흡수한다. 또한, 재료를 통과하는 소리의 전파 경로(구불구불한 것으로도 지칭함)를 증가시켜 보다 긴 경로를 따르는 음파의 에너지를 감소시킬 수 있다. 소리 에너지를 열 에너지로 변환하여 흡수할 수 있는 이들 재료는, 음파의 파장이 긴 저주파 소음을 흡수하는 데는 충분하지 않다. 이들 형태의 재료가 효율적으로 동작하려면 재료의 특징적 두께가 제어하고자 하는 소리/소음의 파장의 적어도 1/4이어야 하기 때문이다. 예를 들어, 100Hz 음파(음속: 343m/s)를 흡수하려면, 특징적 두께가 $343/100/4 \approx 86\text{cm}$ 인 방음재를 사용해야 한다. 이는 실제로 물리적, 경제적으로 불가능하기 때문에, 통상적인 재료를 저주파에서 효율적으로 사용할 수 없다. 또한, 공기 순환이 필요한 영역, 식품 및 위생 장비, 가연성 및 고온 환경과 같은 시스템에서 이러한 재료를 사용하는 것은 매우 제한적이다.
- [0005] 소리 전달 감소/손실의 측면에서, 본질적으로 능동적 격리를 위한 소리 흡수 또는 전달 사이에는 차이가 없다. 그러나, 소리 전달 손실은 다양한 음향 볼륨 기반 기하학적 불연속성(즉, 확장 챔버)으로 반사를 증가시킴으로써 실현될 수 있다. 다시 말해, 보다 큰 볼륨에 대한 필요성은 저주파에서도 계속된다.
- [0006] 소리 전달 손실을 수동 제어의 맥락에서 평가할 때, 이는 (질량-주파수 법칙으로서 공지된) 재료 질량과 주파수에 따라 발생한다. 따라서, 재료의 질량이 증가함에 따라, 소리 전달 손실이 증가한다. 마찬가지로, 주파수가 증가함에 따라 소리 전달 손실이 증가한다. 따라서, 보다 낮은 주파수에서 보다 높은 소리 전달 손실을 달성하기 위해서는 보다 무거운 중량의 방음재를 사용해야 한다. 이러한 목적을 위해, 일반적으로 석면 또는 유리면 강화 콘크리트 및 벽돌과 같은 재료가 선호된다.
- [0007] 특히, 지난 15년 동안, 저주파-중주파 영역의 기존 소재 대신 음향 메타물질로 공지된 인공 방음 물질을 개발하는 데 집중적인 작업이 진행되었다. 음향 메타물질은 주로 자동차, 항공우주, 산업 기계, 백색 가전, 가전제품, 에어컨 및 통기 시스템, 방위 산업, 건설 및 시공 부문과 같은 많은 분야에서 물리학 및 엔지니어링 기술 분야에서 광범위하게 사용된다. 음향 메타물질을 사용하면, 특정 단일 저주파에서 음의 유효 질량, 음의 유효 볼륨 계수 또는 이들 모두를 통해 질량-주파수 법칙을 따르지 않고 높은 음향 흡수 및/또는 음향 전달 손실을 달성할 수 있다. 셀들은 일반적으로 주기적으로 나란히 또는 연속적으로 배열함으로써 형성된다. 이러한 재료들에서, 재료 두께가 중요한 파라미터이기는 하지만, 주요 기술은 일반적으로 작은 크기(소리의 파장보다 작은 특징적 길이, 즉 파장 미만)의 공진 셀을 설계하고 적절하게 배치하는 것이다. 그러나, 최신 기술인 음향 메타물질은, 좁은 주파수 대역에서 흡수하고 셀의 공진 주파수에 따라 특정 영역(주파수 대역)에서 전송 손실을 제공한다. 따라서 원하는 광범위한 스펙트럼 흡수 및 음향 손실을 제공하기 위해 음향 메타물질을 개발할 필요가 있다. 종종, 다수의 조정되고 주기적으로 배열된 셀들의 조합을 사용하여 대역을 넓힌다.
- [0008] 최신 기술인 CN112728275 문헌 번호를 갖는 특허에서, 특히 비특이 저주파 소음 흡수에 적합한 음향 흡수 장치는 초개방형 통기 및 조절 가능한 음향 흡수 성능을 갖는 것으로 언급되어 있다. 이 셀 설계에서, 주파수는 조절 가능하고 공기 통과를 허용하며 미로 같은 멤브레인다른 길에 음파를 가두어 음향을 흡수하는 것을 목표로 한다. 해당 문헌에서 언급된 셀은 공동 공진을 흡수할 수 있도록 저주파의 음향 경로를 늘리는 것을 목표로 한다. 이 맥락에서 지정된 셀은 특이하지만 조절 가능한 주파수에서 로컬 네가티브 벌크 모듈만 제공할 수 있다. 또한, 내부의 가동 부분은 주파수 튜닝(조정) 프로세스를 제공할 수 있다. 이런 방식으로, 설계상 보다 두께를 갖는다. 그러나, 이는 소리 전달 감소를 수행할 수 있는 셀 기능이 없으며, 즉, 음의 질량 효과를 갖는다.
- [0009] 공지된 다른 최신 기술에서, CN11883093(A) 문헌 번호의 특허에서, 3층 셀은 1-마이크로 천공 플레이트, 2-이중 나선 코일 구조, 3-백 플레이트로서 언급된다. 이 셀 형태에서, 제1 플레이트는 두 개의 마이크로 크기의 홀들을 포함한다. 이들 홀 바로 뒤에는 나선형 형태의 두 개의 채널들이 있어 굴곡성을 증가시킨다. 이들 두 채널에 따라, 두 개의 다른 주파수들에서 동시에 흡수를 제공하는 것이 목표이다. 뒷면의 플레이트에 의해, 질량의 법칙에 따라 전달을 차단하는 것이 목표이다. 앞면과 뒷면의 이들 두 개의 플레이트는 메타 기능을 나타내지 않

는다. 소리 감쇠는 마이크로 천공 전면 패널과 수동적으로 구성된 이중 채널을 통해 달성된다. 다시 말해, 이는 토날 주파수에서만 소리 흡수체로서 작용한다. 경로는 굴곡을 증가시키기 위해 나선형으로 설계되지만, 언급된 문헌에 설명된 조합 및 메타물질 기술은 공지된 기술이다.

[0010] 다른 공지된 최신 기술인 **W02017093690A1**에서, 음향 메타물질의 단위 셀이 언급된다. 이 셀은 일반적인 헬름홀츠 공명 셀을 여러 번 추가하여 패브리 페로 주파수에서 높은 음향 전달을 제공한다. 즉, 소음원에서 생성된 음파의 전달을 줄이고 음파를 흡수하도록 개발된 셀이 아니다.

[0011] 번호가 매겨진 다른 공지된 최신 기술인 **US2021237394(A1)** 특허 문헌에서는, 다른 음향 메타물질을 보존한다. 이 메타물질은 후면 강제 공동 또는 덩어리로 구성된 멤브레인을 포함하는 고전적인 기하학적 형태의 셀이다. 이는 고전적인 쌍극자 형태의 메타물질이다. 고전적인 메타물질은 멤브레인의 고유 주파수까지 음향 전달을 차단한다. 문제의 메타물질은, 멤브레인의 재료 특성에 따라 소량의 음향 흡수를 제공한다. 따라서, 목적에 따라 최신 기술에서 계산된 일부 셀은 음향 역제를 수행하고 일부는 음향 흡수를 수행한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 최첨단 기술에 나열된 단점들을 장점으로 전환하는 음향 메타셀을 개발하는 것이 필요하다.

[0013] 본 발명의 목적은, 패시브 재료이면서 메타 특징(하이브리드)을 갖는 적어도 하나의 부분을 포함하고, 원하는 좁거나 넓은 주파수 대역에 맞춰 음파 전달을 중단 및/또는 흡수하기 위해 고유한 기하학적 형태로 개발되어, 적어도 하나의 음향 하이브리드 메타셀과 상기 적어도 하나의 하이브리드 메타셀을 포함하는 다기능 음향 메타물질 패널을 실현하는 것이다.

[0014] 본 발명의 다른 목적은, 적용되는 부분 또는 장소에 따라 형상화 또는 형성될 수 있는 음향 방음 패널을 개발하는 것이다. 상기 하이브리드 음향 메타셀을 포함하는 패널은, 원하는 좁은 대역 및/또는 특정 넓은 주파수 대역에서 동작할 수 있고, 높은 음향 흡수와 높은 음향 전달 손실을 모두 제공할 수 있으며 이들은 매우 얇고, 유연하거나 강성(유연하지 않음, 견고함)일 수 있다.

과제의 해결 수단

[0015] 개발된 셀들 및 이들 셀을 포함하는 패널들은, 수동 방음 재료 특성과 음향 메타물질 특성을 모두 나타낼 수 있다. 이러한 이유로, 하이브리드 음향 메타셀 및 음향 하이브리드 메타 방음 패널/플레이트로 불린다.

[0016] 또한, 셀들은 중간 및 고주파에서 공진기로서 기능하는 형태를 갖는다. 따라서, 메타, 수동 재료 및 공진기를 모두 포함할 수 있는 결합된 셀이 얻어진다. 최신 기술에서는, 이들 특징이 이런 방식으로 함께 존재하지 않는다. 이러한 패널들은 광범위한 분야에서 소리(음향, 소음) 방음재로서 사용될 수 있다.

[0017] 또한, 방음 패널들은 천공된 형태일 수 있으므로, 공기 순환은 허용하지만 소리/소음 전달은 생성되지 않는 혁신적인 방음 시스템이 본 발명에 의해 제공된다.

[0018] 본 발명의 셀은, 파장 이하(sub-wavelength)의 멤브레인 또는 플레이트와 음의 질량 특성, 공동 및 채널(파장 이하의 특수 공진기와 같이 동작)을 갖는 네가티브의 볼륨 탄성물을 보인다. 이들 네가티브들은 보다 높은 소리 전달 손실과 소리 흡수로 이어지는 독특한 거동을 생성하는 메타물질 효과를 나타낸다. 또한, 채널의 기하학적 형상, 두께 및 길이는 높은 점성-열 및 굴곡 효과를 제공한다. 이러한 효과는 수동 재료 거동을 의미한다. 이 하이브리드 조합은 최신 기술에서 언급된 시스템과는 상당히 다르다. 이들 특징 덕분에 최신 기술에 비해 매우 얇은 형태를 취할 수 있다. 주파수 튜닝은 멤브레인/플레이트와 공동, 채널 및 슬릿의 형태의 모두의 기하학적 파라미터들을 포함하는 계산으로 수행된다.

[0019] 본 발명은, 자동차, 항공, 산업 기계, 백색 가전, 가전 산업, 에어컨 및 통기 시스템, 방위 산업, 건설 및 건물 분야와 같은 많은 분야에서 사용될 수 있는 임의의 기하학적 형태, 바람직하게는 원형, 삼각형, 정사각형, 직사각형, 다각형 또는 임의의 형태의 하이브리드 음향 단일 셀이다. 이들 셀들은 음향 볼륨 채널을 통해 단일 셀을 서로 연결하여 다중 셀을 생성할 수 있다. 이들 셀은 소음원에 의해 생성된 음파의 매우 넓은 주파수 범위에서 전송을 중단하거나 음향 흡수를 제공하도록 설계되었으며, 임의의 기하학적 형태 및 물리적 기능부를 갖는 적어도 하나의 제1 층(또는 전면 또는 입구 층), 임의의 기하학적 형태 및 물리적 기능부를 갖는 적어도 하나의 제2 층(또는 중간 층), 임의의 기하학적 형태 및 물리적 특성들을 갖는 적어도 하나의 제3 층(또는 출력 또는 후면

층)을 갖는다. 이들 셀은 임의의 기하학적 형태와 물리적 특성을 갖는 적어도 하나의 내측 프레임과, 상기 내측 프레임을 내부 볼륨만큼 채우고 내측 프레임의 기하학적 형태 또는 임의의 기하학적 형태 및 물리적 특성들에 부합하는 적어도 하나의 내부 음향 볼륨을 갖는다. 또한, 상기 내측 프레임에 대해 미리 정해진 거리에 위치되고 내측 프레임의 외측 영역에 음향 볼륨과 함께 배치된 임의의 기하학적 형태와 물리적 기능부의 적어도 하나의 외부 음향 볼륨 채널을 포함한다. 또한, 셀 내의 임의의 기하학적 형태와 물리적 특성들을 갖는 적어도 하나의 외측 프레임은, 상기 외부 음향 볼륨 채널의 표면과 상기 내부 음향 볼륨의 상기 제2 층을 완전히 또는 부분적으로 덮는다. 상기 제2 층과 함께, 다른 표면을 완전히 또는 부분적으로 덮는, 상기 제1 층과 상기 제3 층을 결합하여 형성된 기하학적 형태와 물리적 기능부로 인해, 상기 제1 층과 제3층의 각각에 대해 미리 정해진 두께로 두 개의 별도 섹션들이, 제1 및 제2 부분으로, 셀에 형성된다. 각 부분은 그의 고유 주파수에 따라 서로 다른 물리적 특성을 나타낸다.

도면의 간단한 설명

도 1은, 메타물질 셀이 포함하는 제1 층, 제2 층 및 제3 층의 대표적인 측면도이다.

도 2는, 본 발명의 대상인 메타물질 셀에 포함된 제1 층, 제2 층 및 제3 층의 조립된 3차원 사시도이다.

도 3은, 본 발명의 실시예에서 제2 층의 대표적인 표현이다.

도 4는, 도 3의 본 발명의 실시예에서, 제1 층과 제3 층을 제2 층의 앞뒤에 위치시킴으로써 자발적으로 형성된 단면들의 대표적인 표현이다.

도 5는, 본 발명의 다른 실시예에서, 메타물질 셀이 포함하는 (a) 제1 층, (b) 제2 층, (c) 제3 층의 분해된 표현이다.

도 6은, 본 발명의 실시예에 따른 서로 다른 기하학적 형태를 갖는 제2 층의 단일 셀 구조의 대표적인 도면이다.

도 7은, 본 발명의 일 실시예에서 두 가지 다른 형태로 함께 결합된 제2 층의 이진 셀 구조의 대표적인 도면이다.

도 8은, 본 발명의 실시예에 따른 서로 다른 기하학적 형태들을 갖는 제1 층과 제3 층의 단일 셀 구조의 대표적인 도면이다.

도 9는, 본 발명의 일 실시예에서, 제2 층의 외부 음향 볼륨 채널의 "e" 경로의 표현과 내부 음향 볼륨의 표현인 "h" 섹션의 표현을 도시한다.

도 10은, 제1 층 및/또는 제3 층과 갭을 생성하는 추가 보호 층(t)을 포함하는 패널의 상징적 도면이다.

도 11은, H1 및 H4 셀 구조에 대한 주파수에 따른 음향 전달 손실의 변화 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

본 발명의 대상인 하이브리드 단일 음향 메타셀(1)은 넓은 주파수 범위에서 음파의 전달을 중단하거나 흡수하기 위한 것이다. 이는 적어도 하나의 기하학적 형태와 물리적 특성을 갖는 제1 층(1.1)(또는 전면 또는 입구 층)을 포함하고, 이는 소리의 파장(즉, 파장 이하 스케일)보다 작은 특징적 치수를 갖는 공진 셀로 되도록 하며, 적어도 하나의 제2 층(1.2)(또는 중간 층)은 임의의 기하학적 형태와 물리적 특성을 갖고, 적어도 하나의 제3 층(1.3)(또는 출력 층 또는 배면 층)은 임의의 기하학적 형태와 물리적 특성을 갖는다(도 1 및 도 2). 상기 하이브리드성은 언급된 3개 층들의 조합으로부터 발생하는 기술적 특징들에 의해 제공된다. 요컨대, 본 발명의 셀(1)의 하이브리드 구조는 수동 재료 특성과 메타물질 특성을 모두 결합함으로써 얻어진다. 요약하면, 수동 재료 특성들은: 내부에서 형성된 채널이 재료 두께(즉, 높은 굴곡도)보다 훨씬 길고 좁은 채널이 형성되어 점성-열 효과를 제공하는 반면, 메타물질 특징에서; 음향 볼륨은 효과적인 음의 질량 및 효과적인 음(negative)의 볼륨 탄성률을 얻기 위해 낮은 파장의 주파수에 따라 내부에 생성된 볼륨 채널과 멤브레인(또는 플레이트)을 조정함으로써 달성된다. 또한, A 개구부를 네크부로서 사용하여 중간 및 고주파에서 공진기로서 동작할 수 있는 음향 셀룰러 공간의 형태도 갖는다. 따라서, 이들 모두를 갖는 하이브리드 셀이 얻어진다. 하이브리드 셀(1)의 전체 또는 일부는 임의의 재료로부터 제조될 수 있다. 위에서 언급한 3개의 층들을 결합하여 복합 셀(1) 구조가 형성된다. 단일 셀(1)은 원형, 삼각형, 정사각형, 직사각형, 다각형 또는 임의의(무작위, 임의의) 형태(형상)의 모든 기하학적 형태일 수 있다. 메타 셀(1)은 동일 및/또는 다르거나, 나란히 및/또는 연속적 및/또는 직선 및/또

는 대각선 및/또는 임의 및/또는 주기적 및/또는 무작위로 함께 추가될 수 있는 제1 층이다.

[0022] 본 발명의 다른 목적을 실현하기 위해, 음향 하이브리드 메타물질 방음 패널은, 적어도 하나의 하이브리드 메타물질 셀(1)을 위 및/또는 연속적 및/또는 서로 맞대고 및/또는 나란히 및/또는 임의의 방식으로 위치시킴으로써 형성된다. 따라서 방음 패널은 원하는 대로 위치되고 서로 다르거나 동일한 기하학적 형태를 갖는 적어도 하나의 하이브리드 메타물질 셀(1)을 포함한다. 셀들 간의 음향 채널은 원하는 주파수 설정에 따라 서로 연결될 수 있다. 여기서, 방음이라는 용어는 음향 전달 차단 또는 음향 흡수 기능 또는 이들 모두를 포함한다.

[0023] 미리 정해진 두께의 제2 층(1.2), 임의의 기하학적 형태(원형, 정사각형, 직사각형 또는 임의적)의 외측 프레임(1.20) 및 외측 프레임(1.20)의 기하학적 형태에 부합하는 상기 외측 프레임(1.20)의 내부를 포함하고 또는 임의의 기하학적 형태의 적어도 하나의 내측 프레임(1.21)을 포함하며, 이는 외측 프레임(1.20)의 내부에 그리고 외측 프레임(1.20)으로부터 미리 정해진 거리에 위치된다(도 3). 제2 층(1.2)의 기하학적 형태로 인해, 제1 층(1.1)과 제3 층(1.3)은 각각 두 개의 별도 부분(B1 및 B2)으로서 작용한다. 구획들은 제1 층(1.1)과 제3 층(1.3)을 결합하고 이들을 제2 층(1.2)의 앞뒤에 위치시킴으로써 자발적으로 형성된다. 이들 독립적인 부분들은 제1 부분(또는 주변 멤브레인)(B1) 및 제2 부분(또는 중간 멤브레인)(B2)(도 4)으로 지칭된다. 제1 섹션(B1)과 제2 섹션(B2)의 형성은 본 발명의 모든 실시예에서 유효하다. 부분 B1과 B2는 또한, 내측 및 외측 프레임의 형태와 이들이 연결되는 방식에 따라 세분화될 수 있다. 이들 부분의 각각은 메타셀(1)의 요소이며, 이는 고유 주파수에 따라 별도로 흡수 및 전도 부분으로서 작용한다.

[0024] 이 셀 형태(도 5)의 예시적 구현예에서, 외측 프레임(1.20) 형태가 정사각형이면 내측 프레임(1.21) 형태도 정사각형일 수 있지만, 실제로는 이에 한정되는 것으로 간주되어서는 안된다. 언급된 바와 같이, 두 프레임들은 서로 얹혀 있고 서로 미리 정해진 거리에 있는 그들 사이에 채널을 형성하도록 위치된다. 따라서, 본 발명의 모든 실시예에서, 외측 프레임(1.20)은 그 자체와 내측 프레임(1.21) 사이의 영역에 위치한 적어도 하나의 외부 음향 볼륨 채널(1.201)을 포함한다(즉, 음향 채널은 1번째 및 3번째 층의 제1 부분들(B1) 사이에 유지된다). 또한, 내측 프레임(1.21)은 상기 프레임을 내부 볼륨만큼 채우는 적어도 하나의 내부 음향 볼륨(1.210)을 포함한다((따라서, 음향 볼륨은 1번째 및 3번째 층의 제2 섹션(B2) 사이에 유지된다)). 이 응용예에서, A-슬릿(개구부, 구멍, 목, 네크)은 내측 프레임(1.21)의 원하는 부분에서 미리 정해진 높이(길이)와 폭 부분을 제거함으로써 얻어진다. 이 슬릿에 의해, 내부 음향 볼륨(1.210)이 헬름홀츠 공진기 형태의 별도의 파장 이하 내부 메타셀(1)을 자동으로 형성한다. 여기서, A 개구부의 위치와 네크 길이는 변경될 수 있으며, (헬름홀츠 공진기로서 작용하는) 음향 볼륨의 네크(1.210)를 생성함으로써 A 개구부의 폭과 길이를 모두 원하는 주파수로 튜닝할 수 있다. 내부 음향 볼륨(1.210)과 외부 음향 볼륨 채널(1.201)은 임의의 기하학적 형태, 바람직하게는 원, 삼각형, 정사각형, 직사각형, 다각형 또는 임의의(무작위, 임의의) 형태(형상)일 수 있지만, 응용 분야는 이에 한정되지 않는다. 그러나, 내측 프레임(1.21)은, 그 자체로 일체형이거나 또는 내측 프레임(1.21)과 관련 되도록 임의의 형태로 내측 프레임(1.21) 내에 다른 수의 채널 및/또는 단일 또는 다중 슬릿(마우스)을 형성하는 방식으로 구조들을 포함할 수 있다(도 6). 이러한 구조에 의해, 내측 프레임(1.21)에 의해 구성되는 내부 음향 볼륨(1.210)은 다양한 기하학적 형태들로 될 수 있다.

[0025] 본 발명의 다른 실시예에서, 동일하거나 다른 각각의 메타셀(1)은 음향 볼륨 채널(1.201)에 의해 서로 연결되어 이중, 삼중 또는 다중 및 다른 음향 특성을 갖는 새로운 메타셀(1)을 형성할 수 있다. 본 발명의 이러한 적용의 일례로서, 형태와 위치가 상이한 마우스 개구부들을 갖는 두 개의 메타셀(1)은 음향 볼륨 채널들을 통해 서로 연결된다(도 7).

[0026] 제1 층(1.1) 및 제3 층(1.3); 각각 본 발명의 실시예에 따른 음파(또는 공기)의 유입을 위해; 적어도 하나의 입구 홀(1.10)은 미리 정해진 크기, 개수, 다양한 기하학적 형태들(원형, 삼각형, 정사각형, 직사각형, 다각형 또는 임의적) 및/또는 미리 정해진 크기, 개수, 셀 특성에 따라, 셀 특성에 따라 다양한 기하학적 형태들(원형, 삼각형, 정사각형, 직사각형, 다각형 또는 임의적)의 적어도 하나의 출구 홀(1.30)을 포함할 수 있다(도 8). 두 홀들이 모두 셀(1)에 존재하는 경우, 즉, 제1 층(1.1)과 제3 층(1.3)이 모두 홀을 포함하는 경우, 셀(1)은 공기 유입 및 유출을 허용한다. 따라서, 소리 전달을 차단하고(포획하고) 통기를 제공할 수 있는 하이브리드 메타셀(1)이 본 발명에 의해 얻어진다.

[0027] 제1 층(1.1), 제2 층(1.2), 제3 층(1.3)은 미리 정해진 두께를 가지며, 동일하거나 다른 두께일 수 있다. 제1 층(1.1)과 제3 층(1.3)은 각각 본 발명의 실시예에 따른 멤브레인 및/또는 플레이트일 수 있다.

[0028] 제1 층(1.1)과 제3 층(1.3)에는, 임의의 형태와 무게의 단일, 다중 또는 분산된 질량 또는 질량들이 임의의 부분에 부가될 수 있다. 효과적인 주파수 영역은 제1 층(1.1), 제2 층(1.2) 및 제3 층(1.3)에 가해지는 질량의 기

하학적 형상의 치수, 재료, 기하학적 형상 및 값과 위치를 변경함으로써 변경시킬 수 있다.

[0029] 셀의 일반적인 동작 원리를 기술적으로 요약하면, 특별히 설계된 제2 층(1.2)은, 그가 포함하는 채널 형태 공간의 굴곡을 증가시킴으로써 높은 흡수율을 제공하며, 이는 사운드가 두께보다 더 많은 에너지를 소모할 수 있도록 한다. 이 상황은 도 9에 "e" 채널로 도시된다. 또한, 이 "e" 채널이 협소하기 때문에, 마찰 및 열 교환 손실로 인해 추가적인 소리 감소가 발생하며, 이는 점성-열 에너지 손실로 표현된다. "h" 섹션으로 정의된 헬름홀츠 셀은, "e"를 통해 에너지를 감소시킨 음파와 공명하여 캐비티 공명을 생성함으로써, 역위상의 음파를 방출하여 그의 볼륨에 따라 토날 주파수에서 추가적인 소리 흡수를 생성한다. 이 제2 층(1.2)은 도 6에서 볼 수 있는 바와 같이 다양한 형태들로 재구성하여 원하는 주파수 대역과 원하는 방음량에서 상기 언급된 기술적 특징들을 제공할 수 있다.

[0030] 단일 셀(1); 내측 프레임(1.21)과 외측 프레임(1.20) 및 이들 프레임들 사이의 작은 내부 음향 볼륨(1.210)으로 인해 그리고 양측에서 멤브레인에 의해 구획되는 것으로 인해, 이는 쌍극성* 특성들을 나타내며 셀(1)의 고유 주파수와 볼륨에서 50% 이상의 소리를 제공한다. (*참고: 작은 폐쇄된 볼륨을 구성하지 않거나 긴 볼륨들을 구성하는 공동은 단극이며 최대 50%까지 흡수를 제공한다.)

[0031] 음의 유효 질량 및 네가티브 유효 볼륨 탄성계수는, 내측 프레임(1.21), 외측 프레임(1.20), 내부 음향 볼륨(1.210), 외부 음향 볼륨 채널(1.201), 제1 섹션(B1)(주변 멤브레인) 및 제2 섹션(B2)(중간 멤브레인)의 기하학적 형상, 재료, 형상 및 물리적 특성을 변경하여 동일한 주파수 영역에서 동시에 제공될 수 있다. 이 방식으로, 원하는 주파수 대역에서 이중 네가티브 메타물질을 얻을 수 있다. 이들이 음파에 의해 진동되면, 이는 질량에 따라 특정 주파수 영역에서 소리의 전파가 중단시키고, 그들에 질량이 없으면 그들의 고유 주파수까지 전파하고, 그들에 질량이 있으면 소리의 전파를 중단시킨다(전송을 멈추고, 밴드 갭을 생성하고, 소리를 필터링한다). 동시에, 멤브레인의 탄성적 특성으로 인해 수동적인 소리 흡수가 발생한다.

[0032] 제1 층(1.1)에 위치한 입구 홀(1.10)(또는 파동 입구 홀)은 음파가 셀에 들어가 음향 볼륨 채널(1.210)을 통과할 수 있도록 한다. 제3 층(1.3)에 출구 홀이 반드시 필요한 것은 아니며, 셀의 원하는 특성에 따라 결정된다. 경로($L_{\text{effective}}$)가 길어질수록 경로를 따른 소리의 에너지가 감소한다. 따라서, 상당한 양의 소리 흡수가 얻어진다. 따라서 셀의 흡수가 증가한다. 이를 위해, 임피던스 매칭을 제공하기 위해 적어도 하나의 입구 홀(1.10)을 가질 필요가 있다. 그러나, 출구 홀(1.30)이 항상 필요하지는 않다. 통기가 필요하거나 공기 입구와 출구를 차단하지 않는 재료가 필요한 경우, 입구 및 출구 홀(1.10 및 1.30)이 있어야 한다. 예를 들어, 압축기 또는 발전기와 같이, 공기의 유입과 유출이 필요한 응용 분야에서는 입구 및 출구 홀(1.10 및 1.30)이 있는 셀을 갖는 메타물질을 사용하여 소리를 필터링(소리 전달 중단)할 수 있다. 셀(1)의 투과 및 흡수 스펙트럼은 발명의 요지인 단위 셀(1)에 포함된 각 기술적 유닛(예컨대, 입구 홀(1.10), 네크, 내부 음향 볼륨(1.210)...)이 셀(1)에 있는지 여부에 따라 변경될 수 있다. 예를 들어, 입구 홀(1.10)의 기하학적 형상(원형, 정사각형 또는 직사각형... 등) 또는 해당 형태가 존재하거나 층에 위치되는지 여부는 셀(1)의 거동을 완전히 변경할 수 있다. 위에서 언급한 바와 같이, 제1 층(1.1)과 제3 층(1.3)은 적어도 하나일 수 있고, 또한, 미리 정해진 두께의 멤브레인 및/또는 플레이트 또는 임의의 재료로 형성될 수 있다.

[0033] 본 발명의 대상인 셀(1)은 그 구조상 흡음재와 음향 전달 스톱퍼로 모두 기능한다. 즉, 제1 층(1.1) 또는 제2 층(1.2) 또는 제3 층(1.3)만으로는 이러한 특징을 나타낼 수 없다. 그러나, 상기 언급된 특징(흡수 및 전달 부분)은 본 발명의 대상인 셀(1)에서만 실현될 수 있으며, 제1 층(1.1), 제2 층(1.2) 및 제3 층(1.3)이 결합된 구조를 형성할 때에만 실현될 수 있다.

[0034] 본 발명의 목적은 보다 우수한 음향 흡수 및 음향 전달 손실을 수행하는 셀(1) 구조를 얻는 것이다. 보다 양호한 흡수를 위해, 표면 임피던스가 감소되어야 한다. 임피던스를 줄이기 위해, 제1 층(1.1)에 적어도 하나의 홀이 천공되어야 한다. 이때, 입구 홀(1.10) 및/또는 출구 홀(1.30)은 층 자체의 특성을 방해하지 않는 방식으로 개방되어야 한다. 셀(1)의 중앙에 거의 셀의 부피와 같은 크기의 입구 홀(1.10) 및/또는 출구 홀(1.30)이 개방되면, 멤브레인은 원하는 진동 특성을 나타내지 않는다. 입구 홀(1.10) 및/또는 출구 홀(1.30)의 치수는 멤브레인(플레이트) 특성을 방해하지 않는 방식으로 이루어진다. 또한, 상기 홀은 음파가 셀에 유입 및/또는 유출할 수 있도록 하며, 미리 정해진 기하학적 형태, 크기 및 위치로 인해 소리의 경로($L_{\text{effective}}$)가 증가한다. 또한, 홀의 위치설정은 소리가 들어오는 홀로부터 나가는 홀까지 가장 먼 경로를 이동하도록 한다. 이에 따라, 큰 유효 길이($L_{\text{effective}}$)가 생성된다. 따라서, 셀(1)의 중앙부는 다른 멤브레인처럼 기능하고 주변은 다른 멤브레인처럼 작용한다. 소리나 공기가 입구 홀(1.10)로부터 유입하면, 셀(1)은 음의 유효 질량 특성을 보인다. 소리가 진행됨

에 따라, 메타물질은 음의 볼륨 탄성 계수로 변환되기 시작한다. 발명의 대상인 셀(1)의 설계에 따라, 홀을 통해 들어오는 공기는 외부 음향 볼륨 채널(1.201) 내부를 이동하고, 재료의 두께는 소리가 이동하는 경로에 따라 한 응용예에서 적어도 5배 확장된다. 다시 말해, 재료가 매우 두꺼울 필요 없이, 소리의 에너지를 줄이는 데 필요한 조건이 본 발명에 의해 제공된다. 마우스 개구의 경우에, 내부 음향 볼륨(1.210)은 헬름홀츠 공명기와 같이 동작한다. 따라서, 셀(1)의 기하학은 소리와 반대되는 단일 주파수에서 파동 효과를 보여 소리를 감소시키고, 이 주파수 영역까지의 소리 전파를 멈출 수 있다. 따라서, 파동은 동일한 주파수에서 파동의 위상차((역 위상(180°))로 인해 흡수될 수 있다. 파동의 일부가 통과되지 않으면, 소리 전달 손실이 발생한다. 그러나, 소리가 셀에 들어와서 셀의 특정된 기하학적 구조에 노출되면(좁은 채널을 통과할 때 마찰이 증가), 소리의 에너지도 마찰(열 교환)로 인해 감소한다. 수동 재료가 점열 효과로 인해 흡수를 제공한다는 점을 고려할 때, 발명의 대상인 셀(1)은 이러한 기하학적 구조를 가지며, 셀(1)은 수동 재료처럼 거동하기 시작한다. 따라서, 앞서 언급한 바와 같이, 수동 재료와 메타물질을 결합하여 하이브리드 재료를 형성한다.

[0035] 메타셀의 음향 볼륨 기반 특성은 입구 홀(1.10)이 입(A)에 위치되는지, 제1 층(1.1)이 제2 층(1.2)(즉, 폼 층)에 위치되는지, 제3 층(1.30)에 출구 홀(1.30)이 위치되는지, 그리고 네크가 마우스(A)에 연결되어 있는지에 따라 다기능적 특성을 갖는다. 따라서 홀/네크/마우스만 있는지 여부에 따라 적용 영역에 따라 특성을 쉽게 변경할 수 있는 다양한 메타셀(1)이 얻어진다. 이러한 메타셀(1)의 음향 볼륨 기반 음향 전달 손실 특성을 보여주는 몇 가지 조합들을 표 1에서 볼 수 있다.

셀 (1) 형태	마우스 (A)	입구 홀 (1.10)	출구 홀 (1.30)	메타셀의 음향 볼륨 기반 소리 전달 손실 특성
H1	No	Yes	Yes	확장 챔버
H2	No	Yes	Yes	1/4 파형 가속관
H3	Yes	Yes	No	1/4 파형 가속관 + 헬름홀츠 공진기
H4	Yes	Yes	Yes	확장 챔버 + 헬름홀츠 공진기

표 1: 예시적 메타셀들(1)

[0036]

[0037] **표 1에 대한 예시적 설명:**

[0038] 발명의 한 적용예에서, 셀(1)이 포함하는 제1 층(1.1)과 제3 층(1.3)에 홀이 있는 경우, 즉, 입구 홀(1.10)과 출구 홀(1.30)이 두 층들(H1)에 모두 있는 경우, 전체 음향 공간은 확장 챔버의 특성을 갖게 된다. 입구 홀(1.10)만 있는 동안, 메타 셀(1)은 1/4파형 가속관(H2)으로 된다. 입구(A)가 있는 동안, 셀(1)에 추가 헬름홀츠 공진기가 형성된다(H3 및 H4).

[0039] 도 11에서, H1 및 H4 셀의 거동이 예시적으로 제공된다. H1에서 최소 투과 손실이 발생하는 주파수, $c/(2L_{\text{effective}})$ 는 내부 음향 볼륨(1.210)과 입구 개구부(A)의 폭, 길이, 높이 및 크기를 변경함으로써 음향 볼륨(6)의 주파수에 의해 조정될 수 있으며(볼륨은 헬름홀츠 공명기처럼 동작하기 때문이다). 이에 따라 이 주파수에서 높은 투과 손실이 달성된다.

[0040] $f_{\text{HR}} = c/(2L_{\text{effective}})$ (c : speed of sound, $L_{\text{effective}}$: effective path (length))

[0041] 요약하면, 길고 좁은 외부 음향 볼륨 채널(1.201); 높은 굴곡성을 제공함으로써, 낮은 주파수에서 더 높은 흡수를 제공한다. 그러나, 입구 홀(1.10)에서 들어오는 음파는 채널 두께보다 더 먼 거리를 이동하고 셀(1) 내부를 이동할 때 더 높은 점성-열 효과에 노출된다. 이에 의해, 음파가 더 많은 에너지를 소모할 수 있으므로 셀의 음

향 흡수 용량이 더 높아진다. 이 특징은 메타 셀을 하이브리드 셀로 생성한다. 점성 흡수도가 증가하면 주파수 대역이 더 넓어진다. 다수의 서로 다른 셀들을 사용하면, 더 넓은 대역에서 흡수를 제공할 수 있는 특성을 갖는 하이브리드 셀을 포함하는 패널이 된다.

[0042] 설명된 것 외에도, 동일하거나 서로 다른 단일 셀(1)은 목적에 따라 이중, 삼중, 사중 및 다중, 나란히, 연속적으로(back-to-back), 서로 등을 맞대고, 또는 임의의 다른 배열로 서로 연결될 수 있다. 따라서 보다 낮은 주파수에서 보다 높은 흡수도가 얻어진다. 모든 개별 셀들(1)은 이중(binary)(예컨대, 도 7)이며, 다수의 셀들(1)은, 원형, 삼각형, 정사각형, 직사각형, 다각형 또는 임의의 형상을 가질 수 있다. 이중 및 다중 셀들(1)에서는, 단일 셀(1)에서 얻어진 속성 및 특성들에 대한 추가 거동이 얻어진다. 두 개 이상의 음향 볼륨 및 입구(A)를 통해 두 개 이상의 헬름홀츠 공명기를 생성함으로써, 이중 또는 다중 공명 셀들(1)이 제공된다. 따라서, 이중 및 다중 토날 주파수에서 음향 흡수 및 음향 전달 손실이 얻어진다. 다시 말해, 단일 셀(1)에서와 마찬가지로, 입구(A)의 개방 및 폐쇄 조합에 따라 다른 흡음 및 투과 손실 특성이 얻어진다. 이중 및 다중 셀(1)에서는, 셀들 간 경로가 서로 연결되어 보다 긴 유효 경로($L_{\text{effective}}$)가 된다. 이는 저주파에서 더 높은 음향 에너지 흡수를 유발한다.

[0043] 제1 층(1.1), 제2 층(1.2), 제3 층(1.3)은, 사용 가능한 모든 접합 방법으로 서로 결합되어 단일 또는 다중 셀들(1)을 형성한다. 모든 셀들 층은 단일 피스 또는 복합 구조와 같은 임의의 제조 방법에 의해 형성될 수 있다.

[0044] 다른 한편, 다양한 주파수들을 흡수하는 패널은 이러한 동일하거나 다른 셀들(1) 중 적어도 하나를 나란히(또는 순차적 순서로) 또는 서로 위에 놓이거나, 또는 목적에 따라 임의의 배열로 위치시킴으로써 형성될 수 있다. 패널을 형성하기 위해, 동일하거나 상이한 기하학적 형태 및 물리적 특성들로 언급된 적어도 하나의 셀(1)이 상기 패널에 위치될 수 있다. 따라서, 본 발명의 대상인 메타 셀(1)로 구성된 패널을 얻을 수 있다. 패널은 적어도 하나의 메타 셀(1)을 포함하고 각 셀(1)은 동일하거나 다른 주파수의 소리를 흡수하는 방식으로 패널에 배치되기 때문에, 토날(tonal) 및 광대역 모두에서 소리 흡수가 실현된다.

[0045] **본 발명의 대상인 메타셀(1)로부터 얻어진 패널들의 특징은 다음과 같다:**

[0046] 1- 패널들은 동일 및/또는 서로 다른, 단일 또는 다중 하이브리드 셀들(1)을 나란히 및/또는 연속적으로 및/또는 직선 및/또는 대각선 및/또는 임의 및/또는 주기적 및/또는 무작위 및/또는 원하는 목적에 따라 다른 순서로 서로 추가하여 구성될 수 있다.

[0047] 2- 하나 이상의 셀들(1)을 나란히 및/또는 연속적 및/또는 직선 및/또는 대각선 및/또는 임의로, 주기적 및/또는 무작위 및/또는 원하는 목적에 따라 구성함으로써 동일하거나 다른 패널들이 형성되며, 이들은 다른 배열로 서로 결합되어 임의의 2차원 또는 3차원 형태의 제품을 형성하도록 한다.

[0048] 3- 서로 또는 임의의 요소에, 부분적으로 또는 완전히, 접착 및/또는 부착 및/또는 스냅핑 및/또는 임의의 접합/접착제/결합/부착함으로써, 패널들 및/또는 하이브리드 메타셀(1)로 형성된 방음 제품들은 통합된 방식으로 제작될 수 있다.

[0049] 4- 패널들은 사용된 재료에 따라 강성이거나, 경질이거나, 부드럽거나, 유연할 수 있으며 임의의 형태를 가질 수 있다. 따라서, 패널들로부터 형성된 제품도 마찬가지로 강성이나, 경질이거나, 부드럽거나, 유연할 수 있으며 임의의 형태를 가질 수 있다.

[0050] 5- 이들 음향 메타물질 패널의 주요 재료는, 적용될 시스템과 그 목적에 따라 선택된 가장 적합한 재료(예컨대, 금속, 목재, 플라스틱, 폼, 플렉시글라스, PVC 등)의 조합으로 제조될 수 있다. 즉, 패널들이 갖는 셀(1)의 층은 목적에 가장 적합한 것을 선택하여 동일하거나 다른 재료로 제조될 수 있다. 패널을 구성하는 셀(1)은 여러 가지 방법으로 단독 또는 단일 피스로 제조될 수 있다. 본 발명의 바람직한 적용예에서, 패널들은 임의의 가연성 및/또는 모든 안전 등급에 적합하도록 임의의 첨가물 또는 순수 재료로 제조된다.

[0051] 6- 패널은 셀의 두께(1)에 따라 상이한 두께로 될 수 있다.

[0052] 7- 패널 및/또는 셀(1)은, 원형, 삼각형, 정사각형, 직사각형, 다각형 또는 임의의 형태를 가질 수 있다.

[0053] 8- 패널 및/또는 셀(1)은, 제1 층(1.1) 및/또는 제3 층(1.3)과 겹을 생성하는 적어도 하나의 추가 보호 층(t) (플레이트 또는 층 또는 커버)을 포함할 수 있다 (도 10). 이들 층은 패널을 임의의 표면에 적용(접착, 접합)하는 동안 제1 섹션(B1)과 제2 섹션(B2)이 적용 표면과 직접 접촉하는 것을 차단함으로써 섹션들(멤브레인/플레이트)이 자유롭게 진동할 수 있도록 한다. 또한, 제1 섹션(B1)과 제2 섹션(B2)은 셀(1)을 먼지, 흙, 침투 및 절단

팁, 열, 화학 반응, 부식, 비, 습기, 생물 및 발생할 수 있는 모든 내부 및 외부 요인들로부터 보호하고 열화를 방지한다. 따라서, 패넬들은 표면에 부착될 때뿐만 아니라 언급된 요인들로 인해 층으로 보호될 수 있다.

[0054] 9- 패넬을 층상 복합 구조로 설계하면 제조가 용이하면서, 이는 매우 얇은 구조로 인해 적용 영역에서 너무 많은 공간을 차지하지 않는다. 그러나, 제조 측면에서, 패넬들은 임의의 생산 방법으로 단일 피스로 제조될 수 있다. 패넬들은 고성능, 생산 용이성 및 저비용의 기준에 따라 특별히 설계될 수 있다.

[0055] 요약하면, 본 발명의 대상인 메타셀(1)로 형성된 방음 패넬은 음향 메타물질 이론에 따라 설계되었다. 음향 메타물질은 단순히 하나 이상의 기본 재료를 결합하여 파장 이하의 공진 셀로 변환하여 형성된 단일 또는 다층의 인공 복합 구조이다. 공간 및/또는 진동하는 얇은 판들 및/또는 작은 질량부들은 이 구조의 제1 층(1.1)과 제3 층(1.3)에 계획된 방식으로 위치된다. 반면, 제2 층(1.2)의 기하학적 구조, 형태 및 치수는 감소시킬 소음의 주 파수 특성에 따라 특별히 설계되었다. 소음의 음파가 이 3층 구조에 부딪히면, 이 특별히 조정된 3층 구조와 함께 진동하고 공명한다. 공명하는 제1 층(1.1), 제2 층(1.2), 제3 층(1.3)과 이들의 조합으로 형성된 특수 구조는 공명 주파수까지 음(negative)의 질량 및/또는 볼륨 계수 효과를 나타내어 이 영역에서 소리 전파를 멈추고 소리 에너지를 흡수하여 소리 레벨을 일정 수준으로 낮춘다. 이런 방식으로, 본 발명의 대상인 셀(1)로 소음 흡수 및/또는 소음 전달 중단이 실현된다. 이해할 수 있는 바와 같이, 이러한 구조의 작동 메커니즘은 수동 방음재의 동작 메커니즘과 완전히 다르다. 수동 방음재는 소리 에너지를 열 에너지로 변환하여 흡수하는 반면, 이들 구조는 보다 낮은 파장에서 셀들로 소리의 전파를 방지하고 조작하여 소리 에너지를 감소시킨다.

[0056] 음향 메타물질 특성을 보여주는 것 외에도, 획득된 패넬은 수동 재료의 특성을 활용하여 더 넓은 주파수 대역에서 동시에 소리 전달과 소리 흡수를 수행한다. 이것이 하이브리드로 불리는 이유이다. 특별히 설계되고 R&D 활동을 통해 최적의 형태로 만들어진 패넬 셀(1)은 50Hz-20000Hz의 넓은 주파수 대역에서 최대 효율로 동작한다.

[0057] 산업에 대한 본 발명의 적용

[0058] 본 발명은 자동차, 항공우주, 산업 기계, 백색 가전, 가전 산업, 에어컨 및 통기 시스템, 방위 산업, 건설 및 시공 산업과 같은 많은 분야에서 사용하기 위해 개발된 적어도 하나의 셀(1)을 포함하는 메타물질 패넬이며, 산업적으로 적용 가능하다.

[0059] 본 발명은 상기 예시적인 실시예에 한정되지 않으며, 통상의 기술자는 본 발명의 다양한 실시예들을 쉽게 입증할 수 있다. 이는 본 발명의 청구항에 의해 주장되는 보호 범위 내에 있는 것으로 간주되어야 한다.

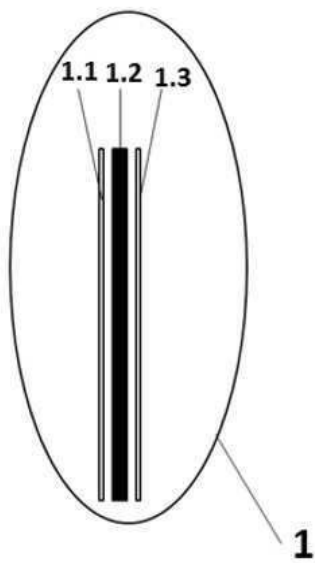
부호의 설명

[0060] 본 발명을 더 잘 이해하기 위해 도면의 해당 번호를 아래에 표시한다.

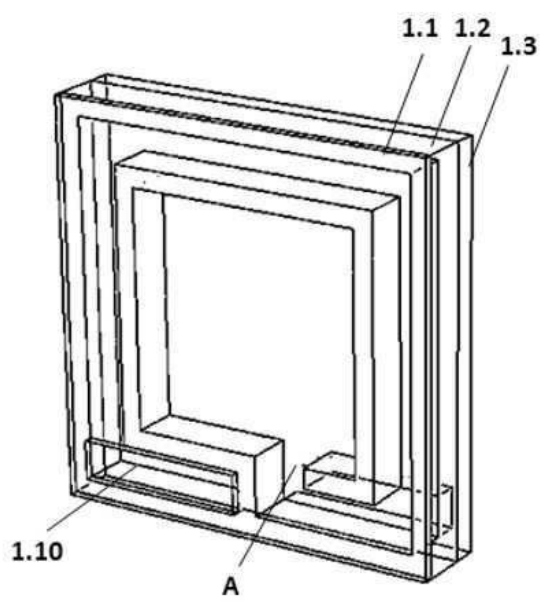
- 1. 셀
- 1.1 제1 층
- 1.10 입구 홀
- 1.2 제2 층
- 1.20 외측 프레임
- 1.201 외부 음향 볼륨 채널
- 1.21 내측 프레임
- 1.210 내부 음향 볼륨
- 1.3 제3 층
- 1.30 출구 홀
- A 마우스(개구부)
- B1 제1 섹션
- B2 제2 섹션
- t 보호 층

도면

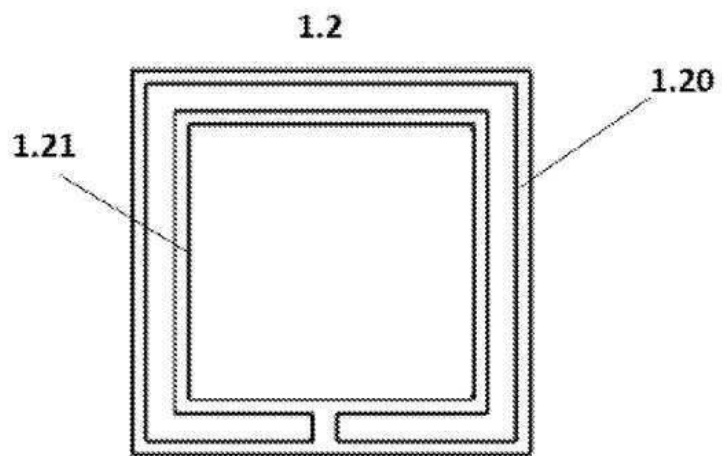
도면1



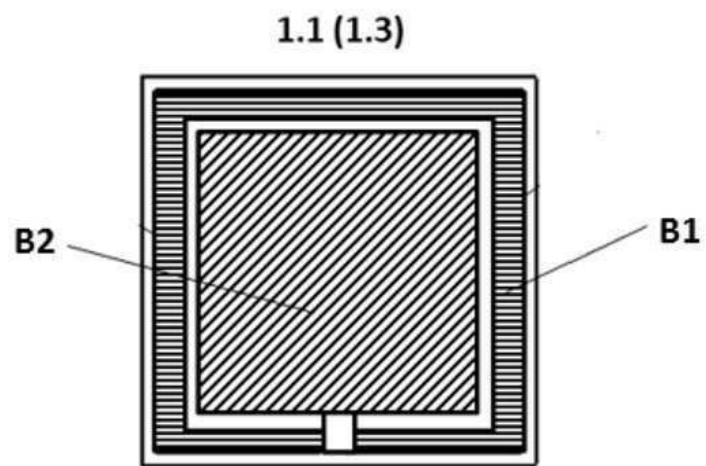
도면2



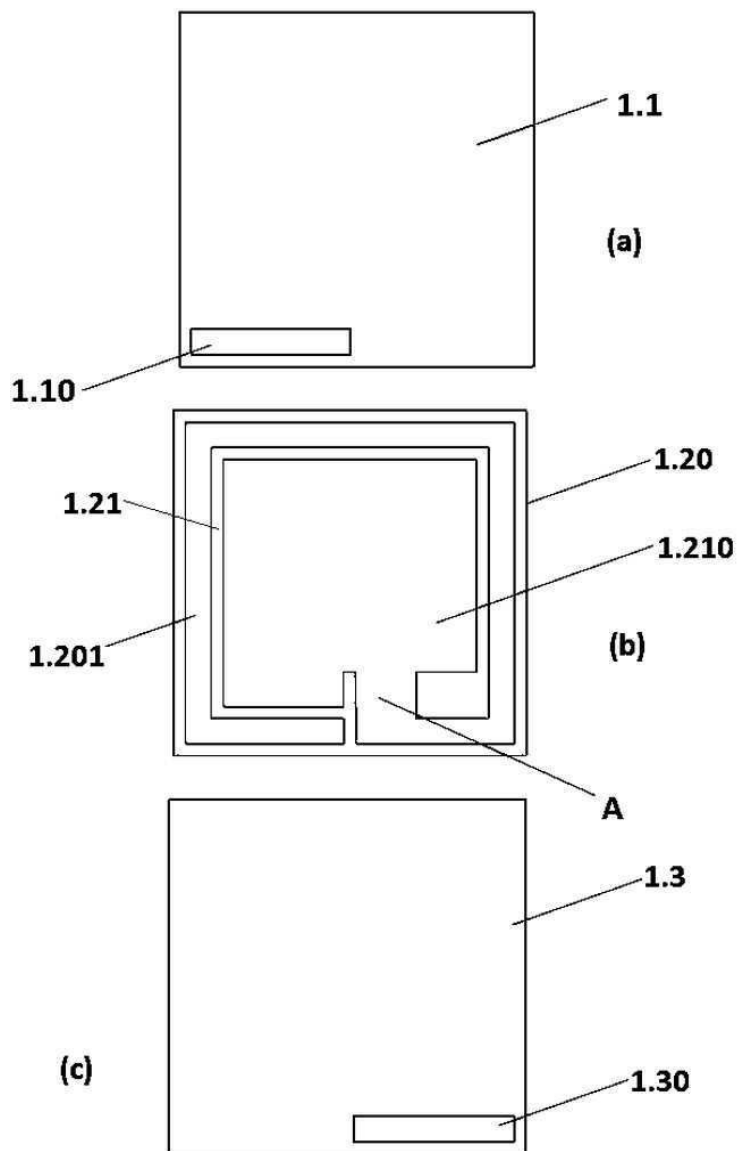
도면3



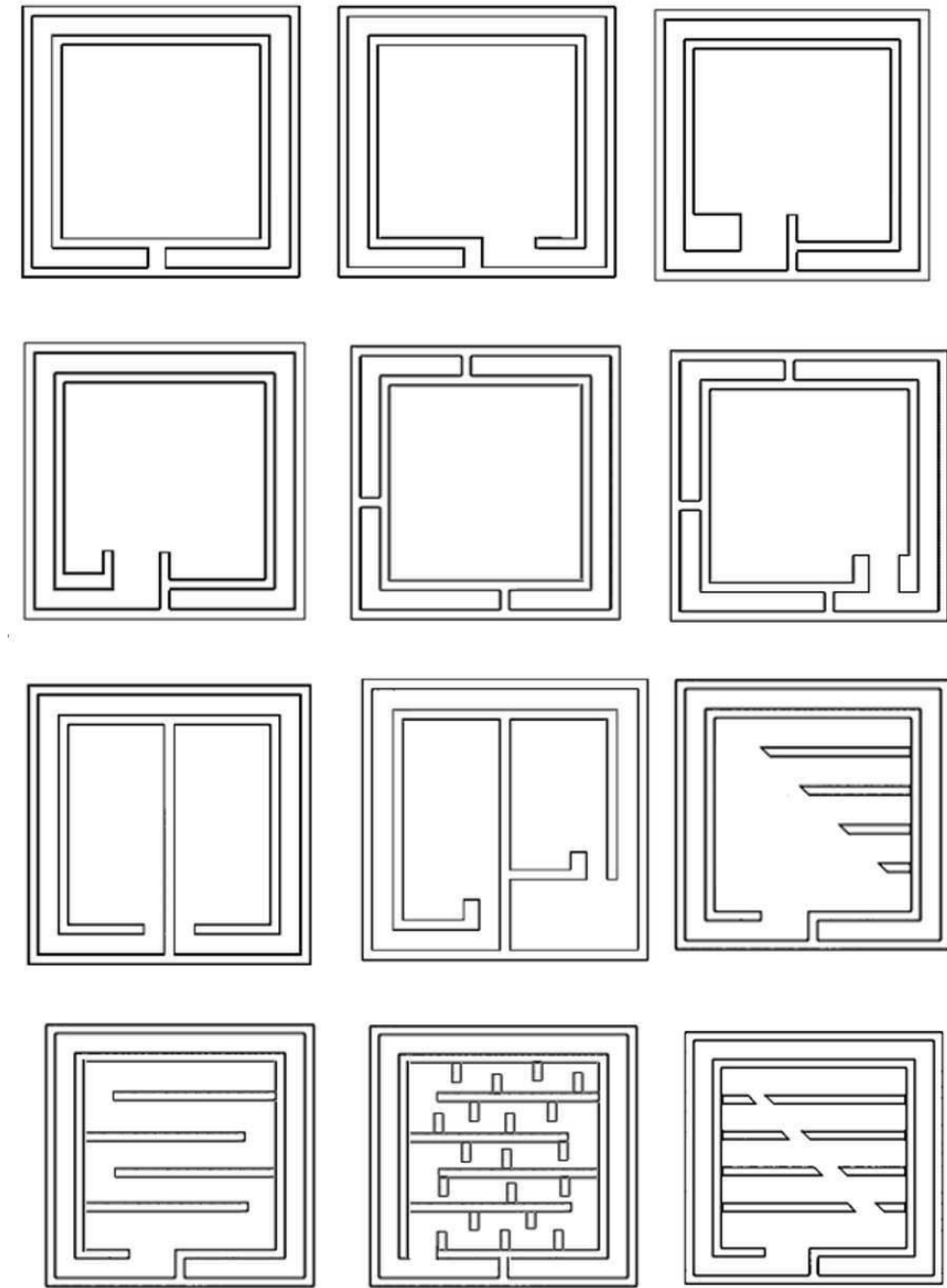
도면4



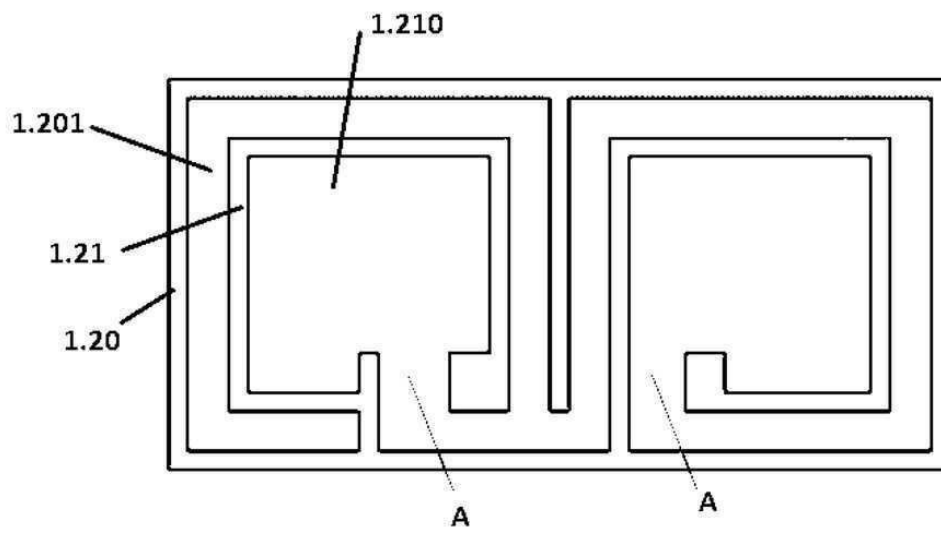
도면5



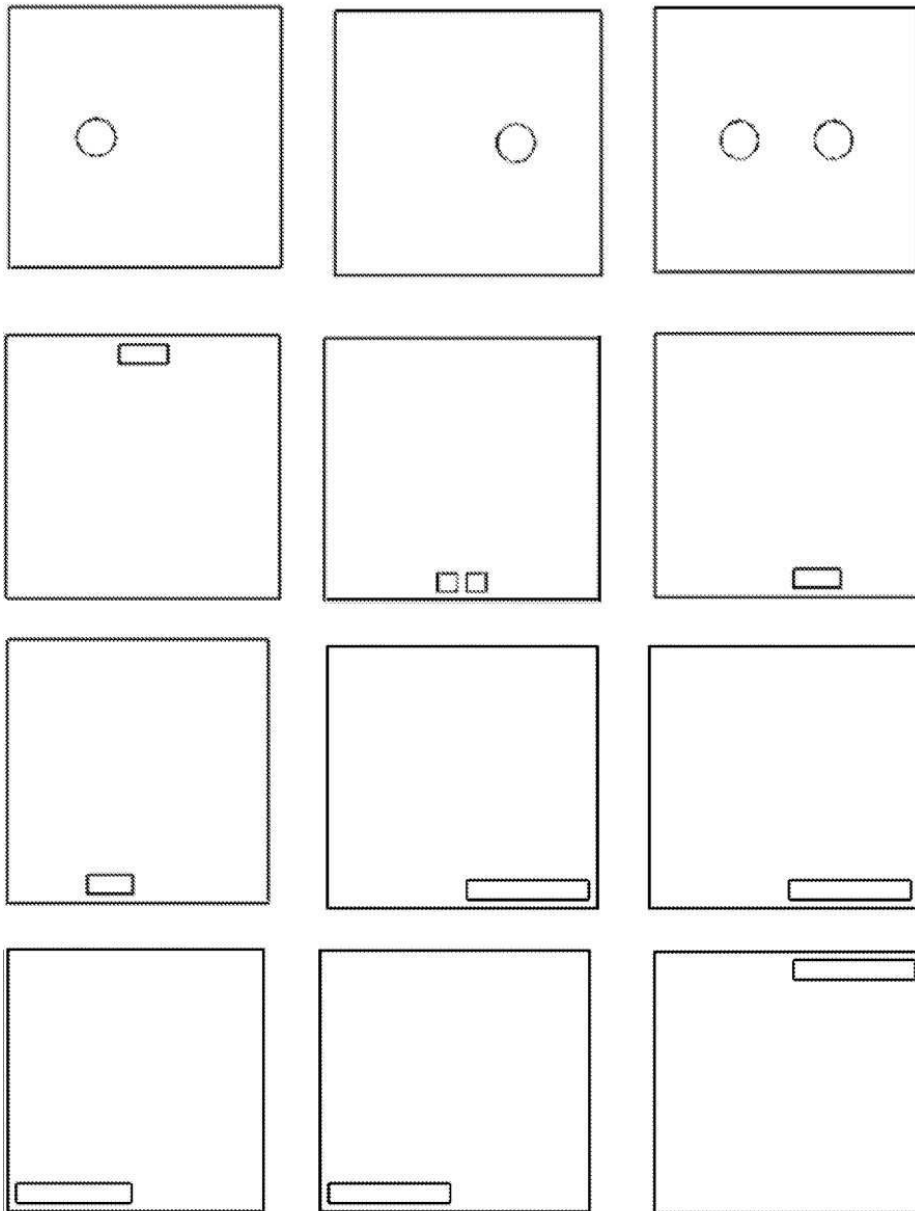
도면6



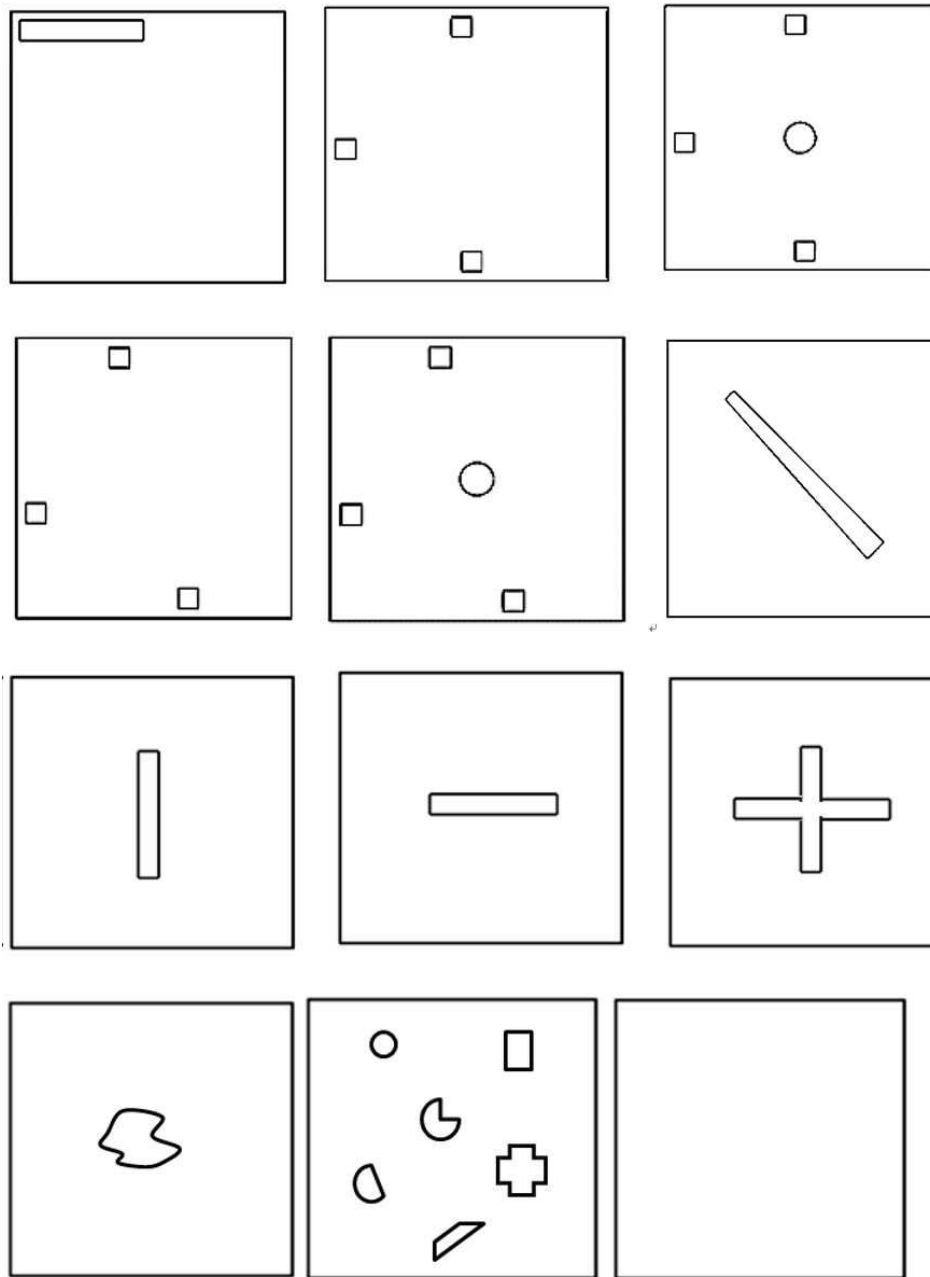
도면7



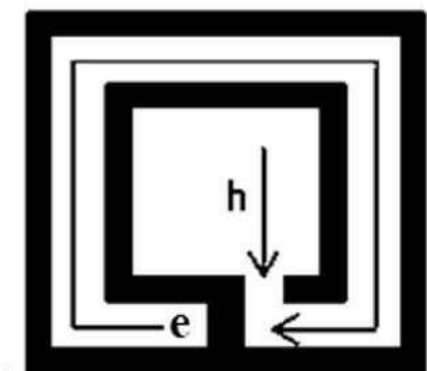
도면8a



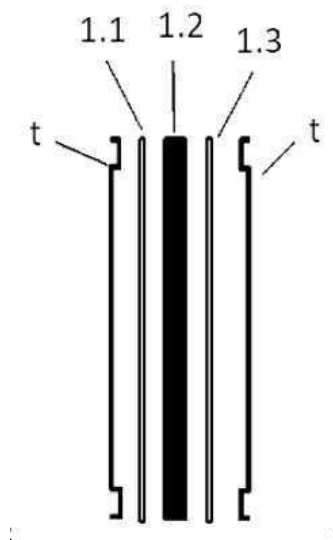
도면8b



도면9



도면10



도면11

