



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0155476
(43) 공개일자 2022년11월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C08J 9/40 (2006.01) B32B 38/08 (2006.01)
B32B 5/18 (2006.01) B32B 7/022 (2019.01)
C08K 3/04 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C08J 9/40 (2013.01)
B32B 38/08 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0062125

(22) 출원일자 2021년05월13일

심사청구일자 2021년05월13일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)

서울대학교산학협력단

서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)

(72) 발명자

정인화

서울특별시 송파구 중대로 24, 231동 401호 (문정동, 올림픽훼밀리타운)

강연준

경기도 성남시 분당구 서판교로 147, 1102-703

이재혁

경기도 수원시 영통구 삼성로277번길 41-18, 201호 (원천동, 하나타운)

(74) 대리인

특허법인 아이퍼스

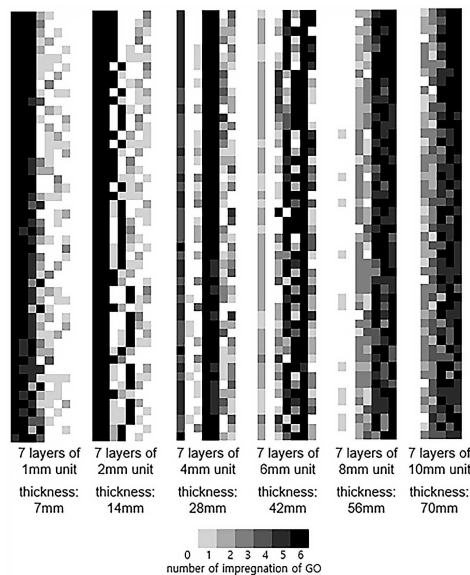
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 나노물질 함침구조를 갖는 다공성 흡음재 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명은 나노물질 최적 함침구조를 갖는 다공성 흡음재 및 그 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 다공성 부재; 및 상기 다공성 부재에 함침되는 나노물질;을 포함하는 것을 특징으로 하는 나노물질 최적 함침구조를 갖는 다공성 흡음재에 관한 것이다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

B32B 5/18 (2013.01)
B32B 5/32 (2021.05)
B32B 7/022 (2022.08)
C08J 9/008 (2013.01)
C08K 3/042 (2017.05)
B32B 2307/102 (2013.01)
C08K 2201/011 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	20201252
과제번호	20201252
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	(통합)한국연구재단
연구사업명	(혁신법)이공분야기초연구사업
연구과제명	그래핀 폴리머 하이브리드의 삼차원 구조화의 응용:해머킹 효과에 무관한 높은 측정
신뢰도를 갖는 유연 멀티 모달 센서(1/3)	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	경희대학교 산학협력단
연구기간	2020.06.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

흡음재에 있어서,

다공성 부재; 및

상기 다공성 부재에 함침되는 나노물질;을 포함하는 것을 특징으로 하는 나노물질 최적 함침구조를 갖는 다공성 흡음재.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 다공성 부재의 두께가 제1특정두께 이하인 경우,

상기 나노물질의 함유 밀도는 음파의 입사면 측에서 최대인 것을 특징으로 하는 나노물질 최적 함침구조를 갖는 다공성 흡음재.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 다공성 부재의 두께가 제2특정두께 이상인 경우,

상기 나노물질의 함유 밀도는 음파의 입사면의 반대면에서 최대인 것을 특징으로 하는 나노물질 최적 함침구조를 갖는 다공성 흡음재.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 다공성 부재의 두께가 제1특정두께 초과 제2특정두께 미만인 경우,

상기 나노물질의 함유 밀도가 최대가 되는 부분이 상기 다공성부재의 두께에 비례하여 음파의 입사면 측에서 입사면 반대면 측으로 이동되는 것을 특징으로 하는 나노물질 최적 함침구조를 갖는 다공성 흡음재.

청구항 5

제 3항에 있어서,

나노물질이 함유된 나노물질용액에 적셔진 상기 다공성 부재를 진공챔버의 개방면에 삽입하고, 진공챔버 내를 진공상태로 하여 상기 나노물질을 상기 다공성 부재 내에 함침시키는 진공함침이 적용되는 것을 특징으로 하는 나노물질 최적 함침구조를 갖는 다공성 흡음재.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 진공함침의 횟수에 비례하여 상기 함침밀도와 탄성계수가 증가되는 것을 특징으로 하는 나노물질 최적 함

침구조를 갖는 다공성 흡음재.

청구항 7

제 4항에 있어서,

상기 제1특정두께는 20 ~ 30mm이고,

상기 제2특정두께는 40 ~ 50mm인 것을 특징으로 하는 나노물질 최적 함침구조를 갖는 다공성 흡음재.

청구항 8

제 5항에 있어서,

상기 다공성 부재는 다수의 레이어 형태로 적층되어 구성되며,

적층된 상기 다공성 부재의 총두께가 제1특정두께 이하인 경우,

음파의 입사면 측 레이어의 함침횟수가 최대인 것을 특징으로 하는 나노물질 최적 함침구조를 갖는 다공성 흡음재.

청구항 9

제8항에 있어서,

적층된 상기 다공성 부재의 총두께가 제2특정두께 이상인 경우,

음파의 입사면의 반대면 측 레이어에서 함침횟수가 최대인 것을 특징으로 하는 나노물질 최적 함침구조를 갖는 다공성 흡음재.

청구항 10

제 9항에 있어서,

적층된 상기 다공성 부재의 총두께가 제1특정두께 초과 제2특정두께 미만인 경우,

상기 나노물질의 함유 횟수가 최대가 되는 레이어가 상기 다공성부재의 두께에 비례하여 음파의 입사면 측에서 입사면 반대면 측으로 이동되는 것을 특징으로 하는 나노물질 최적 함침구조를 갖는 다공성 흡음재.

청구항 11

제 1항에 있어서,

상기 나노물질은 산화그래핀이고, 상기 다공성 부재는 폴리우레탄폼인 것을 특징으로 하는 나노물질 최적 함침구조를 갖는 다공성 흡음재.

청구항 12

흡음재의 제조방법에 있어서,

특정두께의 다공성 부재를 준비하는 단계;

나노물질이 함유된 나노물질용액을 상기 다공성 부재에 적시는 단계; 및

상기 다공성 부재를 진공챔버의 개방면에 삽입하고, 진공챔버 내를 진공상태로 하여 상기 나노물질을 상기 다공

성 부재 내로 함침시키는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노물질 최적 함침구조를 갖는 다공성 흡음재의 제조방법.

청구항 13

흡음재의 제조방법에 있어서,

특정두께를 갖는 복수의 다공성 부재 레이어를 준비하는 단계;

나노물질이 함유된 나노물질용액을 복수의 상기 다공성 부재 레이어 각각에 적시는 단계;

각각의 상기 다공성 부재 레이어를 진공챔버의 개방면에 삽입하고, 진공챔버 내를 진공상태로 하여 상기 나노물질을 각각의 다공성 부재 레이어 내로 함침시키는 단계; 및

상기 다공성 부재 레이어를 적층시켜 결합하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노물질 최적 함침구조를 갖는 다공성 흡음재의 제조방법.

청구항 14

제 13항에 있어서,

상기 다공성 부재 레이어에 대해 서로 다른 함침횟수로 나노물질을 함침시켜 서로 다른 함침밀도를 갖게 하는 것을 특징으로 하는 나노물질 최적 함침구조를 갖는 다공성 흡음재의 제조방법.

청구항 15

제 14항에 있어서.

적층된 상기 다공성 부재의 총두께가 제1특정두께 이하인 경우,

음파의 입사면 측 레이어의 함침횟수가 최대이고,

적층된 상기 다공성 부재의 총두께가 제2특정두께 이상인 경우,

음파의 입사면의 반대면 측 레이어의 함침횟수가 최대인 것을 특징으로 하는 나노물질 최적 함침구조를 갖는 다공성 흡음재의 제조방법.

청구항 16

제 15항에 있어서,

적층된 상기 다공성 부재의 총두께가 제1특정두께 초과 제2특정두께 미만인 경우,

상기 나노물질의 함유 횟수가 최대가 되는 레이어가 상기 다공성부재의 두께에 비례하여 음파의 입사면 측에서 입사면 반대면 측으로 이동되는 것을 특징으로 하는 나노물질 최적 함침구조를 갖는 다공성 흡음재의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 나노물질 최적 함침구조를 갖는 다공성 흡음재 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근에는 주거공간 및 이동 수단 내의 공간에 있어서 안락함을 향상시키기 위하여 흡음 소재에 대한 관심이 증

가하고 있으며, 흡음 성능을 향상시키기 위한 연구가 계속되고 있다.

- [0003] 흡음소재로서는 경도의 제어가 용이하고, 유해물질의 배출을 최소화할 수 있는 우레탄이 각광받고 있다.
- [0004] 우레탄 폼은 다공성 구조를 가짐으로써 낮은 밀도와 흡음 특성을 가지며, 고분자 폴리올, 첨가제 및 충전재를 혼합하여, 몰드 또는 발포기 등을 사용하여 제조할 수 있다.
- [0005] 종래의 우레탄 폼을 흡음 소재로서 사용하는 경우, 일반적으로 두께를 증대시키는데, 이러한 경우에는 중량 및 원가가 상승된다는 단점이 동반된다.
- [0006] 또한 그래핀은 탄소원자로 이루어진 탄소 동소체 중 하나이다. 일반적으로 그래핀은 탄소의 sp² 혼성으로 이루어진 2차원 단일시트(two-dimensional single sheet)를 일컫는다. 그래핀은 종래의 다른 나노 첨가제(Na-MMT, LDH, CNT, CNF, EG 등)와 비교하여 넓은 표면적을 가지며 기계적 강도, 열적 그리고 전기적 특성이 매우우수하고, 유연성과 투명성을 가진다는 장점을 가진다. 따라서 현재 그래핀을 고분자 수지에 충전시켜 전도성 및 기계적 강도가 우수한 고성능의 기능성 고분자 복합재료를 개발하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다(Polymer Science and Technology Vol 22, No 5, October 2011).
- [0007] 다공성 구조체(porous structure)는 주로 소음 및 진동을 감쇠시키는 소재로써 사용된다. 이 다공성 구조체의 셀 사이즈나 모양에 따라 진동 감쇠 성질이 다르게 나타난다. 다공성 구조체 중 음의 포아송비를 가지는 오그제틱 다공성 구조체를 이용할 경우, 일반적인 원형의 유닛셀(unit cell) 구조가 꼬여지고 불규칙적인 모양으로 와 이어가 굽혀지게 된다. 이에 따라 음의 포아송비를 특징으로 하는 구조가 형성되고, 인장 압축 변형 동안 충격 에너지의 효과적인 국소 압축 강화 효과로 충격 및 진동 감쇠 성질이 향상된다. 이로 인해 오그제틱 다공성 구조체의 실제적인 공학적 응용에 대한 연구가 대두되고 있다(ACS Appl Mater Interfaces, Vol 10, No 26, May 2018).

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 일본 공개특허 JP2020-512436A
(특허문헌 0002) 대한민국 공개특허 KR2021-0004372A
(특허문헌 0003) 대한민국 공개특허 KR2018-0020010A
(특허문헌 0004) 대한민국 공개특허 KR 2020-0078247A

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 따라서 본 발명은 상기와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 실시예에 따르면, 기존의 폴리우레탄 폼 형태와 비슷한 다공성 재료 안에 산화그래핀 등의 이차원 나노물질을 함침시킬 때, 단순한 구조로 함침하는 경우보다 최적의 구조로 함침시킴으로써 나노물질의 사용을 최소화 하고, 흡음성능의 향상을 극대화할 수 있는, 나노물질 최적 함침구조를 갖는 다공성 흡음재 및 그 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0010] 본 발명의 실시예에 따른 함침구조를 적용할 경우 저주파의 흡음율이 크게 향상될 수 있으며, 또한 비접촉식의 진공함침기술을 활용함으로써 내부의 구조적인 손상 없이 나노물질을 함침시킬 수 있고, 진공 함침기술을 이용할 시 다공성 재료에 외력이 거의 가해지지 않으므로 다공성 재료 안에 특정 나노물질이 손상 없이 자리 잡을 수 있으며, 함침 최적화를 통해 나노물질의 사용을 줄이고 흡음성능은 최대로 향상시킬 수 있는, 나노물질 최적 함침구조를 갖는 다공성 흡음재 및 그 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0011] 본 발명의 실시예에 따르면, 진공 함침 방법을 통해 흡음부재인 폴리우레탄 폼의 소리흡수계수 향상으로 활용 가능하고, 기타 다공성 재료의 탄성계수 및 열전달 등을 조절에 활용 가능하며, 다공성 재료의 크기에 맞게 지그를 만들시 큰 다공성 재료에도 활용 가능한, 나노물질 최적 함침구조를 갖는 다공성 흡음재 및 그 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0012] 그리고 본 발명의 실시예에 따르면, 폴리우레탄폼의 음향적인 성질이 원하는 성능만큼 조절이 가능하므로 함침 공정을 통해 만들어진 폴리우레탄 폼을 음향작업실 등에서 사용 가능하고, 크기에 상관없이 일정하고 고르게 함침 될 수 있으므로 큰 흡음재 제작에 사용 가능하며, 새로운 함침 기술을 적용함으로써 소음을 줄여야하는 철도 및 자동차 분야에도 사용 가능한, 나노물질 최적 함침구조를 갖는 다공성 흡음재 및 그 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0013] 한편, 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0014] 본 발명의 제1목적은, 흡음재에 있어서, 다공성 부재; 및 상기 다공성 부재에 함침되는 나노물질;을 포함하는 것을 특징으로 하는 나노물질 최적 함침구조를 갖는 다공성 흡음재로서 달성될 수 있다.

[0015] 그리고 상기 다공성 부재의 두께가 제1특정두께 이하인 경우, 상기 나노물질의 함유 밀도는 음파의 입사면 측에서 최대인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0016] 또한 상기 다공성 부재의 두께가 제2특정두께 이상인 경우, 상기 나노물질의 함유 밀도는 음파의 입사면의 반대면에서 최대인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0017] 그리고 상기 다공성 부재의 두께가 제1특정두께 초과 제2특정두께 미만이 경우, 상기 나노물질의 함유 밀도가 최대가 되는 부분이 상기 다공성부재의 두께에 비례하여 음파의 입사면 측에서 입사면 반대면 측으로 이동되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0018] 또한 나노물질이 함유된 나노물질용액에 적셔진 상기 다공성 부재를 진공챔버의 개방면에 삽입하고, 진공챔버 내를 진공상태로 하여 상기 나노물질을 상기 다공성 부재 내에 함침시키는 진공함침이 적용되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0019] 그리고 상기 진공함침의 횟수에 비례하여 상기 함침밀도와 탄성계수가 증가되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0020] 또한 상기 제1특정두께는 20 ~ 30mm이고, 상기 제2특정두께는 40 ~ 50mm인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0021] 그리고 상기 다공성 부재는 다수의 레이어 형태로 적층되어 구성되며, 적층된 상기 다공성 부재의 총두께가 제1특정두께 이하인 경우, 음파의 입사면 측 레이어의 함침횟수가 최대인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0022] 또한 적층된 상기 다공성 부재의 총두께가 제2특정두께 이상인 경우, 음파의 입사면의 반대면 측 레이어에서 함침횟수가 최대인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0023] 그리고 적층된 상기 다공성 부재의 총두께가 제1특정두께 초과 제2특정두께 미만이 경우, 상기 나노물질의 함유 횟수가 최대가 되는 레이어가 상기 다공성부재의 두께에 비례하여 음파의 입사면 측에서 입사면 반대면 측으로 이동되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0024] 또한 상기 나노물질은 산화그래핀이고, 상기 다공성 부재는 폴리우레탄폼인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0025] 본 발명의 제2목적은 흡음재의 제조방법에 있어서, 특정두께의 다공성 부재를 준비하는 단계; 나노물질이 함유된 나노물질용액을 상기 다공성 부재에 적시는 단계; 및 상기 다공성 부재를 진공챔버의 개방면에 삽입하고, 진공챔버 내를 진공상태로 하여 상기 나노물질을 상기 다공성 부재 내로 함침시키는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노물질 최적 함침구조를 갖는 다공성 흡음재의 제조방법으로서 달성될 수 있다.

[0026] 본 발명의 제3목적은 흡음재의 제조방법에 있어서, 특정두께를 갖는 복수의 다공성 부재 레이어를 준비하는 단계; 나노물질이 함유된 나노물질용액을 복수의 상기 다공성 부재 레이어 각각에 적시는 단계; 각각의 상기 다공성 부재 레이어를 진공챔버의 개방면에 삽입하고, 진공챔버 내를 진공상태로 하여 상기 나노물질을 각각의 다공성 부재 레이어 내로 함침시키는 단계; 및 상기 다공성 부재 레이어를 적층시켜 결합하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노물질 최적 함침구조를 갖는 다공성 흡음재의 제조방법으로서 달성될 수 있다.

[0027] 그리고 상기 다공성 부재 레이어에 대해 서로 다른 함침횟수로 나노물질을 함침시켜 서로 다른 함침밀도를 갖게 하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0028] 또한 적층된 상기 다공성 부재의 총두께가 제1특정두께 이하인 경우, 음파의 입사면 측 레이어의 함침횟수가 최

대이고, 적층된 상기 다공성 부재의 총두께가 제2특정두께 이상인 경우, 음파의 입사면의 반대면 측 레이어의 함침횟수가 최대인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0029] 그리고 적층된 상기 다공성 부재의 총두께가 제1특정두께 초과 제2특정두께 미만인 경우, 상기 나노물질의 함침횟수가 최대가 되는 레이어가 상기 다공성부재의 두께에 비례하여 음파의 입사면 측에서 입사면 반대면 측으로 이동되는 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

[0030] 본 발명의 실시예에 따른 나노물질 최적 함침구조를 갖는 다공성 흡음재 및 그 제조방법에 따르면, 기존의 폴리우레탄 폼 형태와 비슷한 다공성 재료 안에 산화그래핀 등의 이차원 나노물질을 함침시킬 때, 단순한 구조로 함침하는 경우보다 최적의 구조로 함침시킴으로써 나노물질의 사용을 최소화 하고, 흡음성능의 향상을 극대화할 수 있는 효과를 갖는다.

[0031] 본 발명의 실시예에 따른 함침구조를 적용할 경우 저주파의 흡음율이 크게 향상될 수 있으며, 또한 비접촉식의 진공함침기술을 활용함으로써 내부의 구조적인 손상 없이 나노물질을 함침시킬 수 있고, 진공 함침기술을 이용할 시 다공성 재료에 외력이 거의 가해지지 않으므로 다공성 재료 안에 특정 나노물질이 손상 없이 자리 잡을 수 있으며, 함침 최적화를 통해 나노물질의 사용을 줄이고 흡음성능은 최대로 향상시킬 수 있는 효과를 갖는다.

[0032] 본 발명의 실시예에 따른 나노물질 최적 함침구조를 갖는 다공성 흡음재 및 그 제조방법에 따르면, 진공 함침 방법을 통해 흡음부재인 폴리우레탄 폼의 소리흡수계수 향상으로 활용 가능하고, 기타 다공성 재료의 탄성계수 및 열전달 등을 조절에 활용 가능하며, 다공성 재료의 크기에 맞게 지그를 만들시 큰 다공성 재료에도 활용 가능한 장점이 있다.

[0033] 그리고 본 발명의 실시예에 따른 나노물질 최적 함침구조를 갖는 다공성 흡음재 및 그 제조방법에 따르면, 폴리우레탄폼의 음향적인 성질이 원하는 성능만큼 조절이 가능하므로 함침 공정을 통해 만들어진 폴리우레탄 폼을 음향작업실 등에서 사용 가능하고, 크기에 상관없이 일정하고 고르게 함침 될 수 있으므로 큰 흡음재 제작에 사용 가능하며, 새로운 함침 기술을 적용함으로써 소음을 줄여야하는 철도 및 자동차 분야에도 사용 가능한 장점을 갖는다.

[0034] 한편, 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0035] 본 명세서에 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 것이며, 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에만 한정되어 해석 되어서는 아니 된다.

도 1은 나노물질 함침횟수에 따른 주파수별 소리흡수계수 그래프,

도 2는 나노물질 함침밀도에 따른 비틀림도(tortuosity) 그래프,

도 3은 함침횟수에 대한 다공성 부재의 기계적인 물성변화 표,

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 다공성 부재의 두께별 함침밀도에 대한 시뮬레이션 데이터,

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 두께별 측정치와 예상치에 대한 평균흡음률 그래프,

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 56mm두께의 다공성 부재에 대해 소-밀 함침밀도를 갖도록 산화그래핀을 함침시킨 경우의 주파수별 흡음률 그래프,

도 7a는 본 발명의 실시예에 따른 제1특정두께 이하의 두께를 갖는 경우의 흡음재의 단면도,

도 7b는 본 발명의 실시예에 따른 제1특정두께 초과, 제2특정부께 미만의 두께를 갖는 경우의 흡음재의 단면도,

도 7c는 본 발명의 실시예에 따른 제2특정두께 이상의 두께를 갖는 경우의 흡음재의 단면도,

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 비파괴식 진공함침과, 종래 물리적 압축을 통한 함침방법의 비교표,

도 9a는 종래 물리적 압축을 통한 함침의 진행 사진,
 도 9b는 본 발명의 실시예에 따른 비파괴식 진공함침의 진행사진,
 도 10a는 본 발명의 실시예에 따른 함침횟수에 따른 함침량 그래프,
 도 10b는 본 발명의 실시예에 따른 함침량에 따른 탄성계수 그래프,
 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 레이어 적층식 흡음재 제조에 대한 흐름도,
 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 진공함침방법의 흐름도,
 도 13은 본 발명의 실시예에 따른 함침횟수 별 흡음재 사진,
 도 14a는 본 발명의 실시예에 따른 제1특정두께 이하의 두께를 갖는 경우의 레이어 적층 형태의 흡음재의 단면도,
 도 14b 및 도 14c는 본 발명의 실시예에 따른 제1특정두께 초과 제2특정두께 미만의 두께를 갖는 경우의 레이어 적층 형태의 흡음재의 단면도,
 도 14d는 본 발명의 실시예에 따른 제2특정두께 이상의 두께를 갖는 경우의 레이어 적층 형태의 흡음재의 단면도를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0036] 이상의 본 발명의 목적들, 다른 목적들, 특징들 및 이점들은 첨부된 도면과 관련된 이하의 바람직한 실시예들을 통해서 쉽게 이해될 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 통상의 기술자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.
- [0037] 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소 상에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소 상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 구성요소가 개재될 수도 있다는 것을 의미한다. 또한 도면들에 있어서, 구성요소들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.
- [0038] 본 명세서에서 기술하는 실시예들은 본 발명의 이상적인 예시도인 단면도 및/또는 평면도들을 참고하여 설명될 것이다. 도면들에 있어서, 막 및 영역들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다. 따라서 제조 기술 및/또는 허용 오차 등에 의해 예시도의 형태가 변형될 수 있다. 따라서 본 발명의 실시예들은 도시된 특정 형태로 제한되는 것이 아니라 제조 공정에 따라 생성되는 형태의 변화도 포함하는 것이다. 예를 들면, 직각으로 도시된 영역은 라운드지거나 소정 곡률을 가지는 형태일 수 있다. 따라서 도면에서 예시된 영역들은 속성을 가지며, 도면에서 예시된 영역들의 모양은 소자의 영역의 특정 형태를 예시하기 위한 것이며 발명의 범주를 제한하기 위한 것이 아니다. 본 명세서의 다양한 실시예들에서 제1, 제2 등의 용어가 다양한 구성요소들을 기술하기 위해서 사용되었지만, 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 구성요소를 다른 구성요소와 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 여기에 설명되고 예시되는 실시예들은 그것의 상보적인 실시예들도 포함한다.
- [0039] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 '포함한다(comprises)' 및/또는 '포함하는(comprising)'은 언급된 구성요소는 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [0040] 아래의 특정 실시예들을 기술하는데 있어서, 여러 가지의 특정적인 내용들은 발명을 더 구체적으로 설명하고 이해를 돕기 위해 작성되었다. 하지만 본 발명을 이해할 수 있을 정도로 이 분야의 지식을 갖고 있는 독자는 이러한 여러 가지의 특정적인 내용들이 없어도 사용될 수 있다는 것을 인지할 수 있다. 어떤 경우에는, 발명을 기술하는 데 있어서 흔히 알려졌으면서 발명과 크게 관련 없는 부분들은 본 발명을 설명하는데 있어 별 이유 없이 혼돈이 오는 것을 막기 위해 기술하지 않음을 미리 언급해 둔다.
- [0042] 이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 나노물질 최적 함침구조를 갖는 다공성 흡음재의 구성, 기능 및 그 제조방법에 대해 설명하도록 한다.

- [0043] 본 발명의 실시예에 따른 나노물질 최적 함침구조를 갖는 다공성 흡음재는, 다공성 부재와, 이러한 다공성 부재에 함침되는 나노물질을 포함하여 구성된다.
- [0044] 본 발명의 실시예에 따른 다공성 부재는 폴리우레탄폼일 수 있고, 다공성 부재는 산화그래핀으로 구성될 수 있다.
- [0045] 먼저 도 1은 나노물질 함침횟수에 따른 주파수별 소리흡수계수 그래프를 도시한 것이다. 그리고 도 2는 나노물질 함침밀도에 따른 비틀림도(tortuosity) 그래프를 도시한 것이며, 도 3은 함침횟수에 대한 다공성 부재의 기계적인 물성변화 표를 나타낸 것이다.
- [0046] 도 1에 도시된 바와 같이 다공성 부재에 대하여 산화그래핀의 함침횟수가 증가될 수록 저주파에 대한 흡음률이 증가되나, 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 다공성 부재 내부의 구조적인 손상이 존재할 수 있음을 알 수 있다.
- [0047] 본 발명의 실시예에 따른 나노물질 최적 함침구조를 갖는 흡음재 및 그 제조방법에 따르면, 기존의 폴리우레탄 폼 형태와 비슷한 다공성 재료 안에 산화그래핀 등의 이차원 나노물질을 함침시킬 때, 단순한 구조로 함침하는 경우보다 후에 설명되는 바와 같이, 최적의 구조로 함침시킴으로써 나노물질의 사용을 최소화 하고, 흡음성능의 향상을 극대화할 수 있으며, 비접촉식의 진공함침기술을 활용함으로써 내부의 구조적인 손상 없이 나노물질을 함침시킬 수 있고, 진공 함침기술을 이용할 시 다공성 재료에 외력이 거의 가해지지 않으므로 다공성 재료 안에 특정 나노물질이 손상 없이 자리 잡을 수 있으며, 함침 최적화를 통해 나노물질의 사용을 줄이고 흡음성능은 최대로 향상시킬 수 있게 된다.
- [0048] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 다공성 부재의 두께별 함침밀도에 대한 시뮬레이션 데이터를 도시한 것이고, 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 두께별 측정치와 예상치에 대한 평균흡음률 그래프를 도시한 것이며, 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 56mm두께의 다공성 부재에 대해 소-밀 함침밀도를 갖도록 산화그래핀을 함침시킨 경우의 주파수별 흡음률 그래프를 도시한 것이다.
- [0049] 평균흡음률은 이하의 수학적 식 1로 표현된다.
- [0050] [수학적 식 1]
- $$\alpha = \frac{\alpha_{500Hz} + \alpha_{1kHz} + \alpha_{2kHz} + \alpha_{4kHz}}{4}$$
- [0051]
- [0052] 도 7a는 본 발명의 실시예에 따른 제1특정두께 이하의 두께를 갖는 경우의 흡음재의 단면도를 도시한 것이다. 또한 도 7b는 본 발명의 실시예에 따른 제1특정두께 초과, 제2특정부께 미만의 두께를 갖는 경우의 흡음재의 단면도를 도시한 것이다. 그리고 도 7c는 본 발명의 실시예에 따른 제2특정두께 이상의 두께를 갖는 경우의 흡음재의 단면도를 도시한 것이다.
- [0053] 본 발명의 실시예에 따른 다공성 부재(10)의 두께가 제1특정두께 이하인 경우, 나노물질(20)의 함유 밀도는 음파의 입사면(2) 측에서 최대이고, 음파의 진행방향을 따라 점진적으로 작아지도록 구성된다.
- [0054] 이러한 제1특정두께는 다공성 부재(10)의 종류에 따라 달라질 수 있으나, 예를 들어 20 ~ 30mm일 수 있다.
- [0055] 도 7a와 도 4의 좌측의 첫번째, 두번째는 이러한 제1특정두께 이하의 두께를 갖는 흡음재(100)로서, 음파의 입사면(2)에서의 나노물질의 함침밀도가 최대가 되며, 음파의 진행방향으로(입사면에서 벽(1)측으로) 점진적으로 함침밀도가 작아지도록 구성됨을 알 수 있다.
- [0056] 또한, 다공성 부재(10)의 두께가 제2특정두께 이상인 경우, 나노물질(20)의 함유 밀도는 음파의 진행방향을 따라 점진적으로 커지고, 음파의 입사면(2)의 반대면(벽(1)면)에서 최대가 되도록 구성된다.
- [0057] 예를 들어 이러한 제2특정두께는 40 ~ 50mm일 수 있으며, 도 7c와 도 4의 우측 첫번째와 두번째는 제2특정두께 이상의 두께를 갖는 흡음재(100)로서, 음파의 입사면(2)의 반대면(벽(1)면)에서의 나노물질(20)의 함침밀도가 최대가 되며, 음파의 반대진행방향으로(벽(1)측에서 입사면(2)측으로) 점진적으로 함침밀도가 작아지도록 구성됨을 알 수 있다.
- [0058] 그리고 다공성 부재(10)의 두께가 제1특정두께 초과 제2특정두께 미만인 경우, 나노물질(20)의 함유 밀도가 최대가 되는 부분이 다공성부재(10)의 두께에 비례하여 음파의 입사면(2) 측에서 입사면 반대면(벽(1))측으로 이

중되며, 함유밀도 최대부분을 기준으로 입사면(2)과 반대면(벽(1)) 양측으로 점진적으로 함유밀도가 작아지도록 구성된다.

[0059] 도 7b와 도 4의 우측 세번째와 네번째는 제1특정두께 초과 제2특정두께 미만의 두께를 갖는 흡음재(100)로서, 중간 부분에서 함침밀도가 최대가 되며 입사면(2)과, 벽(1)면 양측 각각으로 함침밀도가 점진적으로 작아지도록 구성됨을 알 수 있다.

[0060] 또한 이러한 범위 내에서, 도 4에 도시된 바와 같이, 다공성 부재(10)의 두께에 비례하여 함침밀도가 최대가 되는 부분은 음파 입사면(2)측에서 벽(1)측으로 이동되게 됨을 알 수 있다.

[0061] 도 6에 도시된 바와 같이, 56mm의 흡음재 즉 제2특정두께 이상인 흡음재(100)에 대해 입사면(2)측에서 벽(1)측으로 점진적으로 함침밀도가 증가되도록 구성한 경우, 최대 평균흡음률이 0.9011이 도출됨을 알 수 있다.

[0063] 또한 본 발명의 실시예에서는 나노물질인 산화그래핀의 함침방법으로 물리적 압축이 아닌 진공함침방법이 적용되게 된다. 따라서, 진공 함침기술을 이용할 시 다공성 재료에 외력이 거의 가해지지 않으므로 다공성 재료 안에 특정 나노물질이 손상 없이 자리 잡을 수 있으며, 진공 함침 방법을 통해 다공성 부재인 폴리우레탄 폼의 소리흡수계수 향상으로 활용 가능하고, 기타 다공성 재료의 탄성계수 및 열전달 등을 조절에 활용 가능하며, 다공성 재료의 크기에 맞게 지그를 만들시 큰 다공성 재료에도 활용 가능하게 된다.

[0064] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 비파괴식 진공함침과, 종래 물리적 압축을 통한 함침방법의 비교표를 도시한 것이다. 도 9a는 종래 물리적 압축을 통한 함침의 진행 사진을 도시한 것이고, 도 9b는 본 발명의 실시예에 따른 비파괴식 진공함침의 진행사진을 도시한 것이다. 도 10a는 본 발명의 실시예에 따른 함침횟수에 따른 함침량 그래프를 도시한 것이다. 또한 도 10b는 본 발명의 실시예에 따른 함침량에 따른 탄성계수 그래프를 도시한 것이다.

[0065] 도 8에 도시된 바와 같이, 진공함침방법의 적용으로 함침시간을 단축할 수 있으며 함침량의 미세 조절이 가능하며 음향적 성능과 탄성계수를 제어할 수 있음을 알 수 있다.

[0066] 즉, 도 10a 및 도 10b에 도시된 바와 같이, 진공함침의 횟수에 정비례하여 산화그래핀의 함침량이 증가되므로 원하는 함침밀도가 되도록 다공성 부재(10)에 나노물질(20)을 정확히 함침시킬 수 있고, 이에 따른 흡음률과 탄성계수를 원하는 값으로 제어할 수 있게 된다.

[0068] 또한 본 발명의 실시예에서는 다수의 다공성 부재 레이어 각각에 대하여 나노물질을 함침한 후, 나노물질이 함침된 다공성 부재 레이어를 적층시켜 흡음재를 제조할 수 있다.

[0069] 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 레이어 적층식 흡음재 제조에 대한 흐름도를 도시한 것이다. 그리고 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 진공함침방법의 흐름도를 도시한 것이고, 도 13은 본 발명의 실시예에 따른 함침횟수 별 흡음재 사진을 도시한 것이다.

[0070] 도 14a는 본 발명의 실시예에 따른 제1특정두께 이하의 두께를 갖는 경우의 레이어 적층 형태의 흡음재의 단면도를 도시한 것이고, 도 14b 및 도 14c는 본 발명의 실시예에 따른 제1특정두께 초과 제2특정두께 미만의 두께를 갖는 경우의 레이어 적층 형태의 흡음재의 단면도를 도시한 것이며, 도 14d는 본 발명의 실시예에 따른 제2특정두께 이상의 두께를 갖는 경우의 레이어 적층 형태의 흡음재의 단면도를 도시한 것이다.

[0071] 먼저, 특정두께를 갖는 복수의 다공성 부재 레이어(11)를 준비하게 된다.

[0072] 복수의 다공성 부재 레이어(11) 각각에 대해 진공함침방법으로 산화그래핀 등의 나노물질(20)을 함침시키게 된다. 다공성 부재 레이어(11) 마다 함침횟수를 달리하여 함침밀도가 다르게 되도록 할 수 있다.

[0073] 진공함침방법은 도 12에 도시된 바와 같이, 그리고 나노물질(20)이 함유된 나노물질용액(21)(예를 들어 산화그래핀 용액)을 다공성 부재 레이어(11)에 적시고, 나노물질 용액(21)이 적혀진 다공성 부재 레이어(11)를 진공챔버(30)의 개방면(31)에 삽입하고, 두껍(32)을 닫은 후, 흡입구(33)를 통해 진공챔버(30) 내를 진공상태로 하여 나노물질(20)을 각각의 다공성 부재 레이어(11) 내로 함침시키도록 한다.

[0074] 이러한 진공함침공정의 횟수에 비례하여 각 다공성부재 레이어(11)에 나노물질(20)의 함침량을 조절할 수 있다.

[0075] 그리고, 제조하게 될 흡음재(100)의 전체 두께에 따라 함침횟수(함침밀도)가 서로다른 다공성 부재 레이어(11)

를 적층하여 최종적으로 흡음재를 제조하게 된다.

[0076] 즉, 도 14a에 도시된 바와 같이, 레이어(11)가 적층된 흡음재(100)의 총두께가 제1특정두께 이하인 경우, 음파의 입사면(2) 측 레이어(11)의 함침횟수가 최대이고, 음파의 진행방향을 따라 점진적으로 함침횟수가 작아지도록 구성된다. 예를 들어 6개의 레이어(11)가 적층되어 구성되는 흡음재(100)의 총 두께가 제1특정두께(예를 들어 12mm)이하인 경우, 함침횟수가 최대 예를 들어, 6번의 함침횟수로 나노물질이 함침된 레이어를 음파 입사면 측에 위치시키고, 음파 진행방향으로 5번의 함침횟수를 갖는 레이어, 4번의 함침횟수를 갖는 레이어, 3번의 함침횟수를 갖는 레이어, 2번의 함침횟수를 갖는 레이어, 1번의 함침횟수를 갖는 레이어를 적층시켜 흡음재를 제조할 수 있다.

[0077] 또한 도 14d에 도시된 바와 같이, 레이어(11)가 적층된 흡음재(100)의 총두께가 제2특정두께 이상인 경우, 레이어(11)별 나노물질의 함침횟수가 음파의 진행방향을 따라 점진적으로 커지고, 음파의 입사면(2)의 반대면(벽(1)면)에서 함침횟수가 최대가 되도록 할 수 있다. 예를 들어, 6개의 레이어가 적층되어 구성되는 흡음재(100)의 총 두께가 제2특정두께이상인 경우(예를 들어 60mm), 함침횟수가 최대 예를 들어, 6번의 함침횟수로 나노물질이 함침된 레이어를 음파 반대면 측(벽(1)측)에 위치시키고, 음파 진행 반대방향으로 5번의 함침횟수를 갖는 레이어, 4번의 함침횟수를 갖는 레이어, 3번의 함침횟수를 갖는 레이어, 2번의 함침횟수를 갖는 레이어, 1번의 함침횟수를 갖는 레이어를 적층시켜 흡음재를 제조할 수 있다.

[0078] 그리고 레이어(11)가 적층된 흡음재(100)의 총두께가 제1특정두께 초과 제2특정두께 미만인 경우, 나노물질의 함유 횟수가 최대가 되는 레이어(11)가 다공성부재의 두께에 비례하여 음파의 입사면(2) 측에서 벽(1)면 측으로 이동되며, 함유횟수가 최대인 레이어(11)를 기준으로 입사면(2)과 벽(1)면 양측으로 점진적으로 함침횟수가 작아지도록 구성될 수 있다.

[0079] 예를 들어, 도 14b에 도시된 바와 같이, 6개의 레이어가 적층되어 구성되는 흡음재의 총 두께가 제1특정두께초과 제2특정두께 미만인 경우(예를 들어 30mm), 함침횟수가 최대 예를 들어, 6번의 함침횟수로 나노물질이 함침된 레이어를 음파 입사면 측에서 3번째 부분에 위치시키고, 이를 기준으로 음파 진행방향으로 5번의 함침횟수를 갖는 레이어, 4번의 함침횟수를 갖는 레이어, 3번의 함침횟수를 갖는 레이어를 적층시키고, 음파 진행 반대방향으로 5번의 함침횟수를 갖는 레이어, 4번의 함침횟수를 갖는 레이어를 적층시켜 흡음재를 제조할 수 있다.

[0080] 또한 제1특정두께초과 제2특정두께 미만 내에서, 흡음재의 총두께에 비례하여 함침횟수가 최대가 되는 레이어는 음파 입사면측에서 벽측으로 이동되게 된다. 즉, 예를 들어 도 14c에 도시된 바와 같이, 6개의 레이어가 적층되어 구성되는 흡음재의 총 두께가 제1특정두께초과 제2특정두께 미만인 경우로서 도 14b보다 두꺼운 경우(예를 들어 40mm), 함침횟수가 최대 예를 들어, 6번의 함침횟수로 나노물질이 함침된 레이어를 음파 입사면 측에서 5번째 부분에 위치시키고, 이를 기준으로 음파 진행방향으로 5번의 함침횟수를 갖는 레이어를 적층시키고, 음파 진행 반대방향으로 5번의 함침횟수를 갖는 레이어, 4번의 함침횟수를 갖는 레이어, 3번의 함침횟수를 갖는 레이어, 2번의 함침횟수를 갖는 레이어를 적층시켜 흡음재를 제조할 수 있다.

[0082] 앞서 언급한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 나노물질 최적 함침구조를 갖는 다공성 및 그 제조방법에 따르면, 기존의 폴리우레탄 폼 형태와 비슷한 다공성 재료 안에 산화그래핀 등의 이차원 나노물질을 함침시킬 때, 단순한 구조로 함침하는 경우보다 최적의 구조로 함침시킴으로써 나노물질의 사용을 최소화 하고, 흡음성능의 향상을 극대화할 수 있게 된다.

[0083] 그리고 본 발명의 실시예에 따른 함침구조를 적용할 경우 저주파의 흡음율이 크게 향상될 수 있으며, 또한 비접촉식의 진공함침기술을 활용함으로써 내부의 구조적인 손상 없이 나노물질을 함침시킬 수 있고, 진공 함침기술을 이용할 시 다공성 재료에 외력이 거의 가해지지 않으므로 다공성 재료 안에 특정 나노물질이 손상 없이 자리잡을 수 있으며, 함침 최적화를 통해 나노물질의 사용을 줄이고 흡음성능은 최대로 향상시킬 수 있으며, 진공 함침 방법을 통해 흡음부재인 폴리우레탄 폼의 소리흡수계수 향상으로 활용 가능하고, 기타 다공성 재료의 탄성계수 및 열전달 등을 조절에 활용 가능하게 된다.

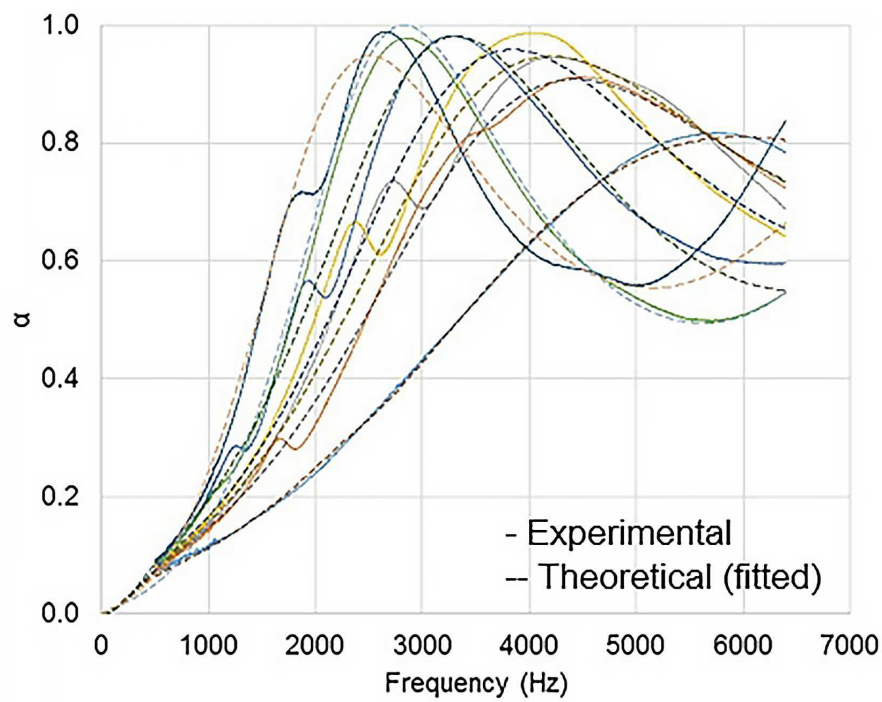
[0085] 또한, 상기와 같이 설명된 장치 및 방법은 상기 설명된 실시예들의 구성과 방법이 한정되게 적용될 수 있는 것이 아니라, 상기 실시예들은 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수도 있다.

부호의 설명

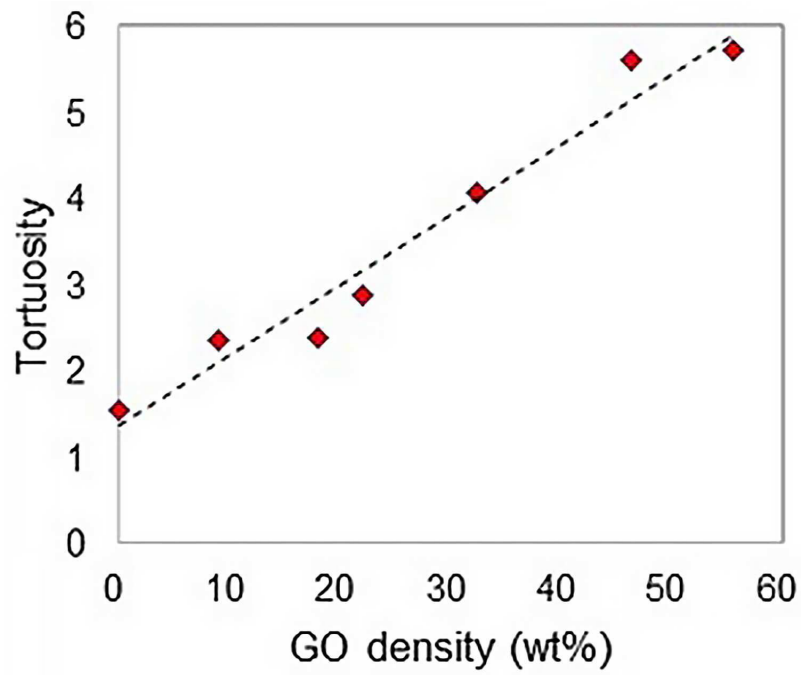
- [0086]
- 1: 벽
 - 2: 음파입사면
 - 10: 다공성 부재
 - 11: 레이어
 - 20: 나노물질
 - 21: 나노물질용액
 - 30: 진공챔버
 - 31: 개방면
 - 32: 뚜껑
 - 33: 흡입구
 - 100: 나노물질 최적 함침구조를 갖는 다공성 흡음재

도면

도면1



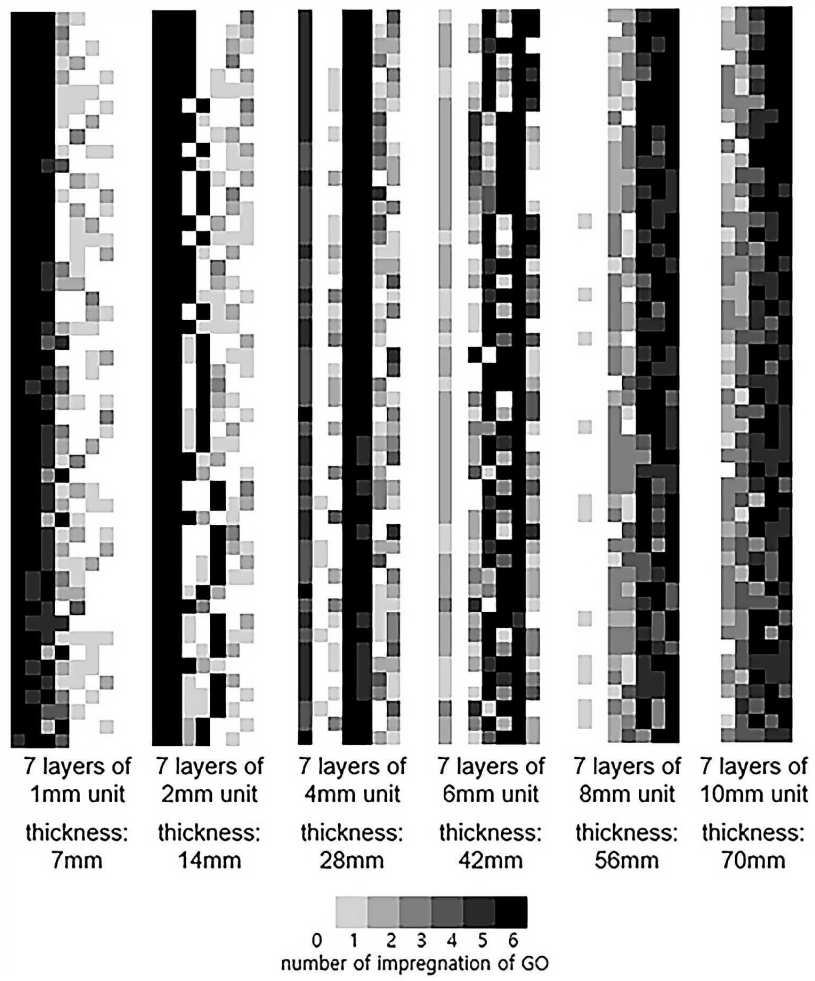
도면2



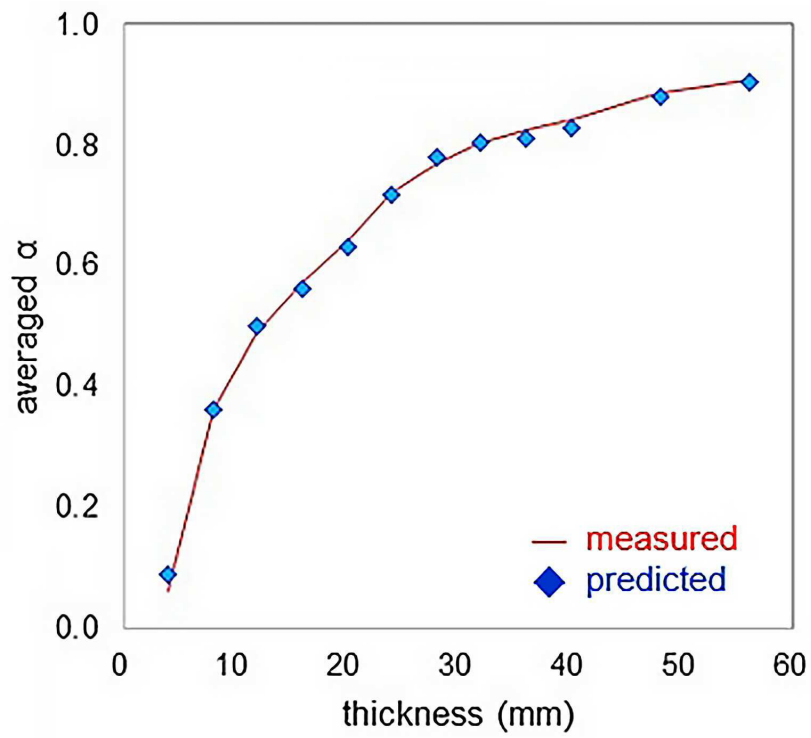
도면3

Number of impregnation	Bulk density	porosity	Young's Modulus	Flow resistivity	Tortuosity	Viscous Characteristic Length	Thermal Characteristic Length
times	kg/m ³		kPa	Pa s/m ²			
0	32.78	0.9697	48.6	10817.38	1.55	1.00E-04	2.70E-04
1	35.70	0.9682	438.7	17489.18	2.36	1.00E-04	2.00E-04
2	38.65	0.9668	831.8	20177.33	2.39	8.00E-05	2.00E-04
3	40.02	0.9661	1014.8	26039.45	2.87	9.00E-05	2.00E-04
4	43.42	0.9644	1468.8	44500.25	4.06	1.20E-04	2.00E-04
5	48.00	0.9622	2080.4	74944.38	5.59	1.00E-04	7.20E-04
6	50.99	0.9607	2479.7	130080.63	5.71	6.00E-05	6.50E-04

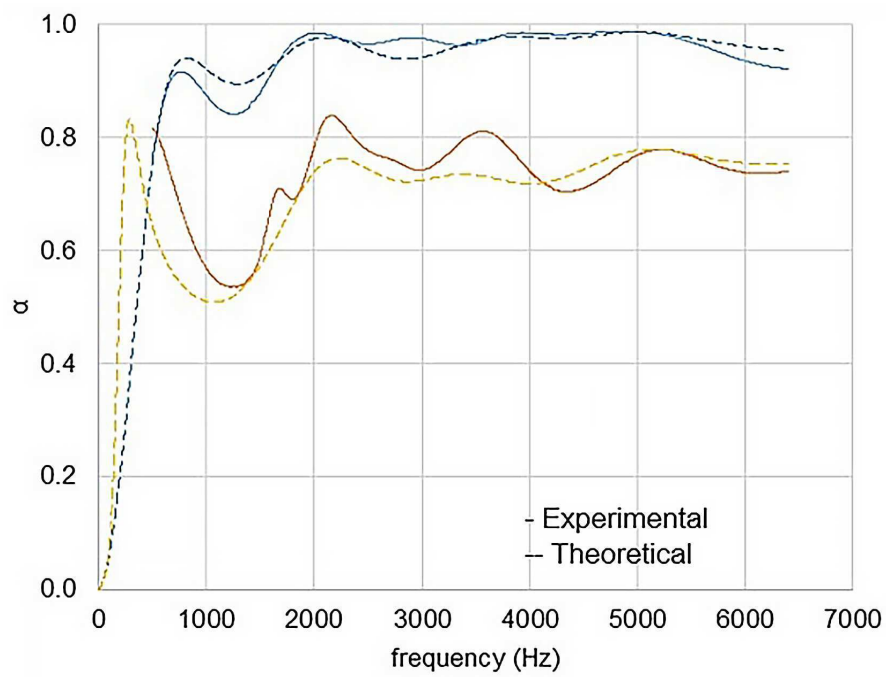
도면4



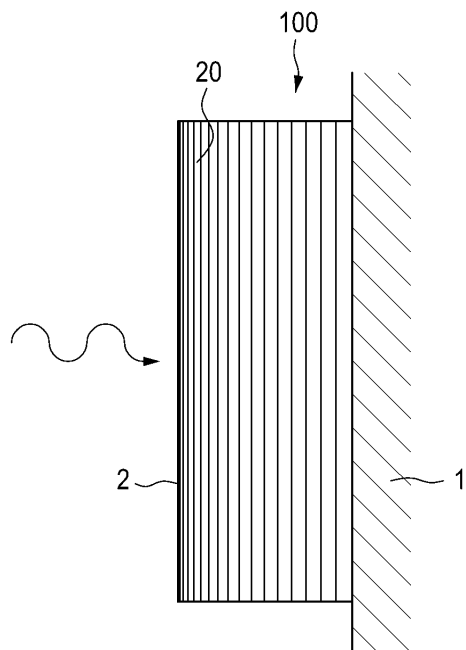
도면5



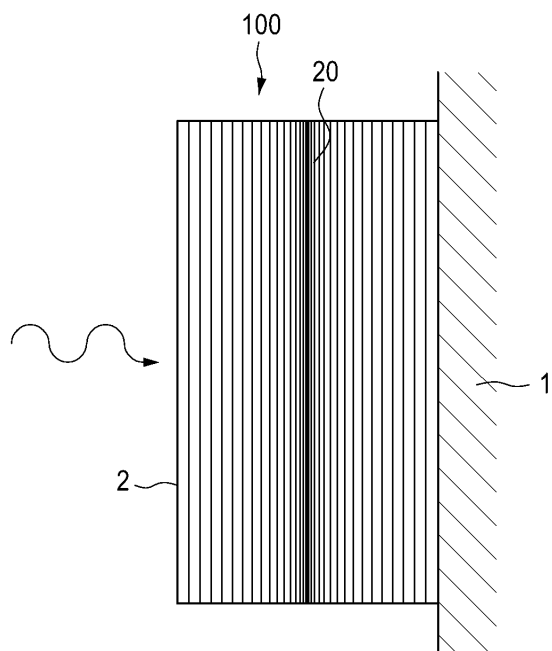
도면6



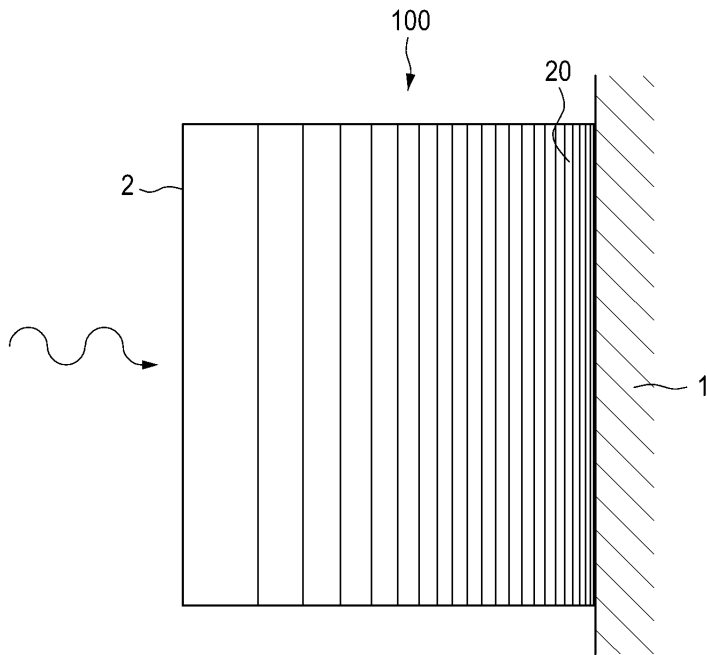
도면7a



도면7b



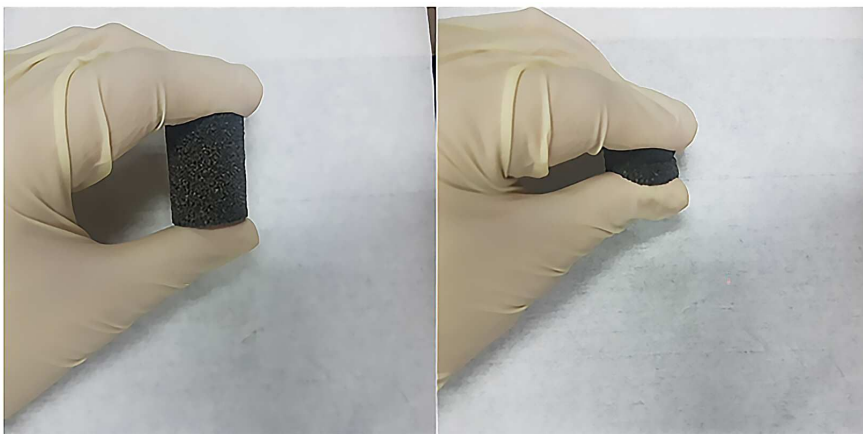
도면7c



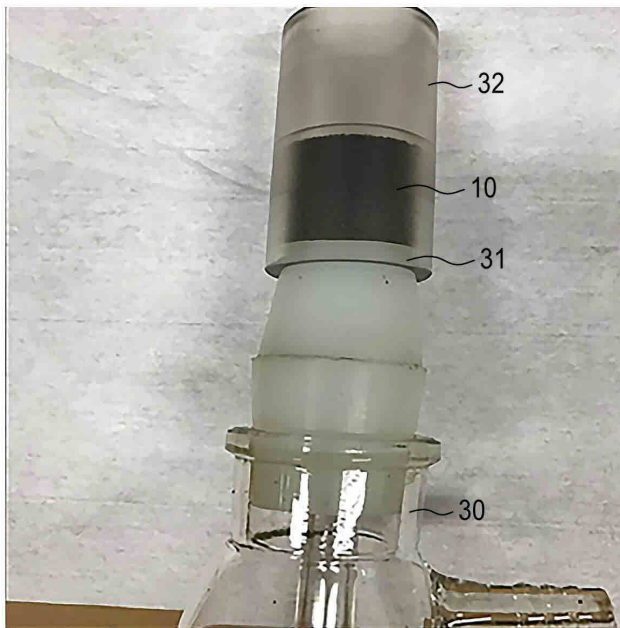
도면8

함침 방법	함침 시간	함침량 조절	음향적인 성능	탄성계수
물리적 압축 함침 방법 (기존)	1분 내외	미세 조절 불가	불규칙하게 증가	불규칙하게 증가
진공 함침 방법 (제시안)	5초 미만	미세 조절 가능	일정하게 증가	일정하게 증가

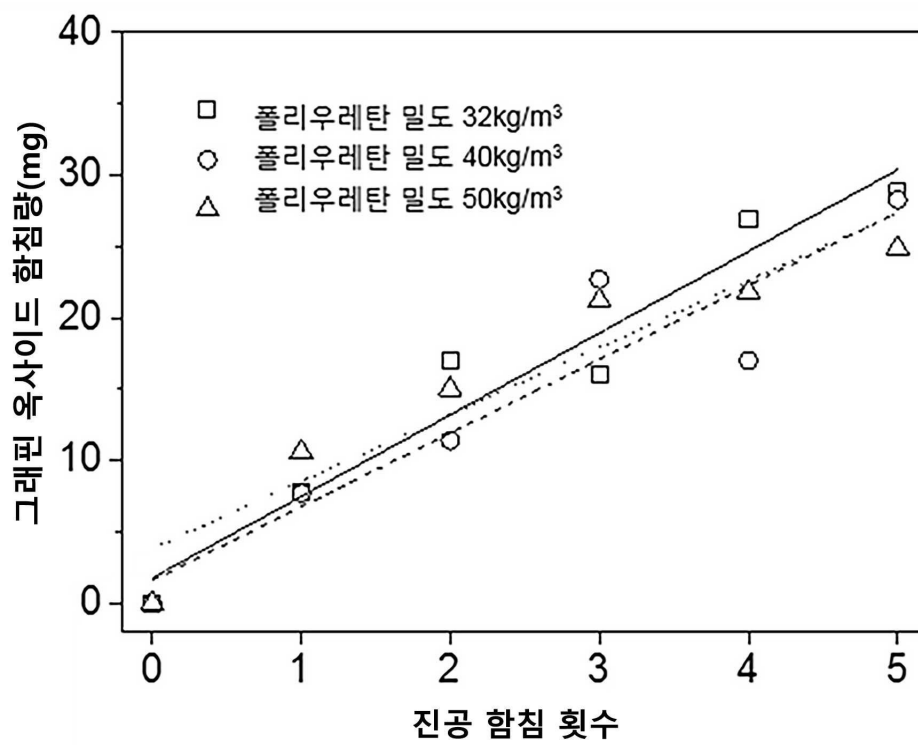
도면9a



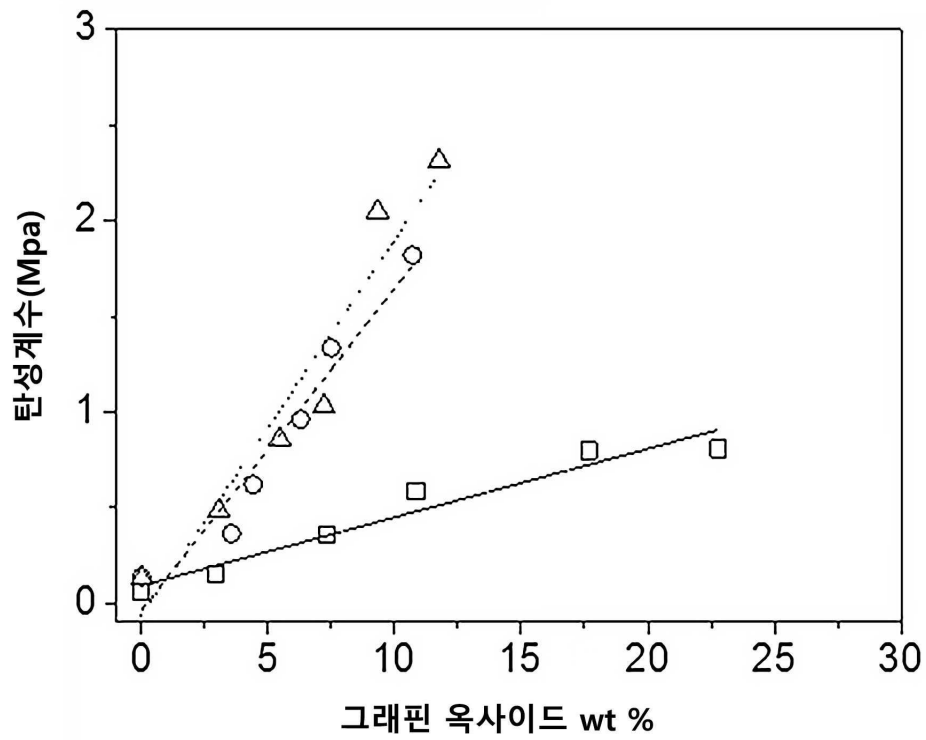
도면9b



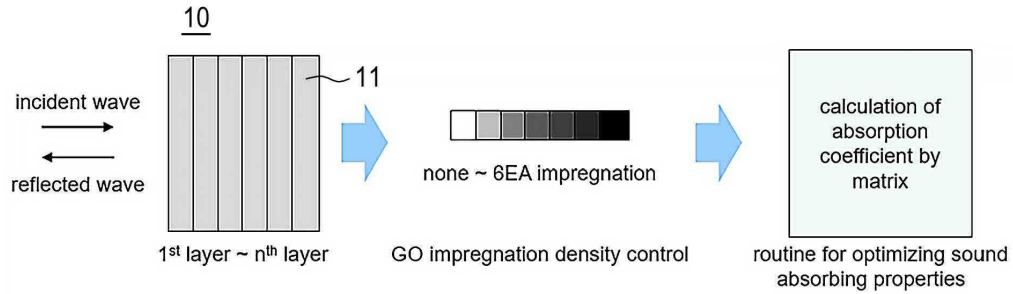
도면10a



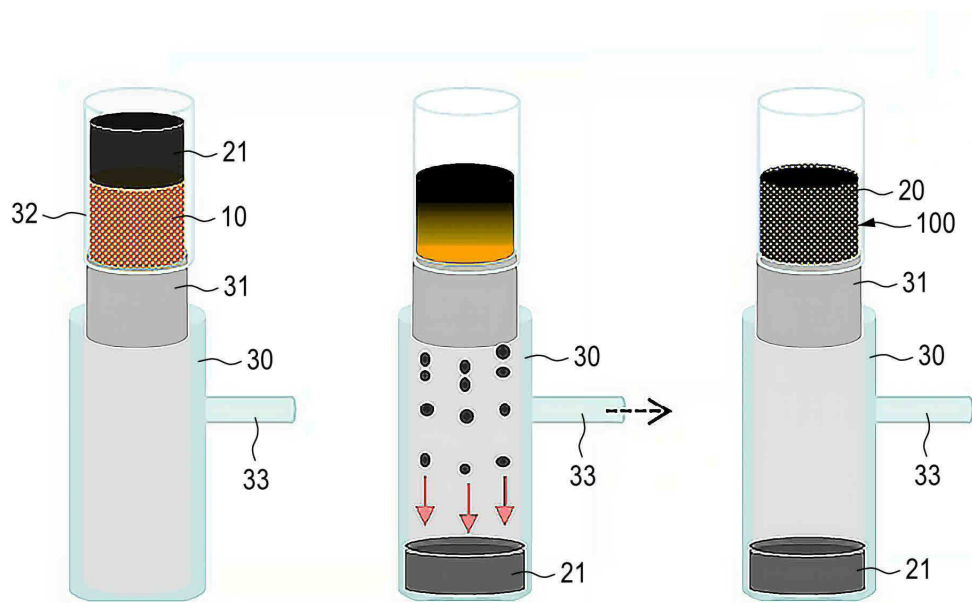
도면10b



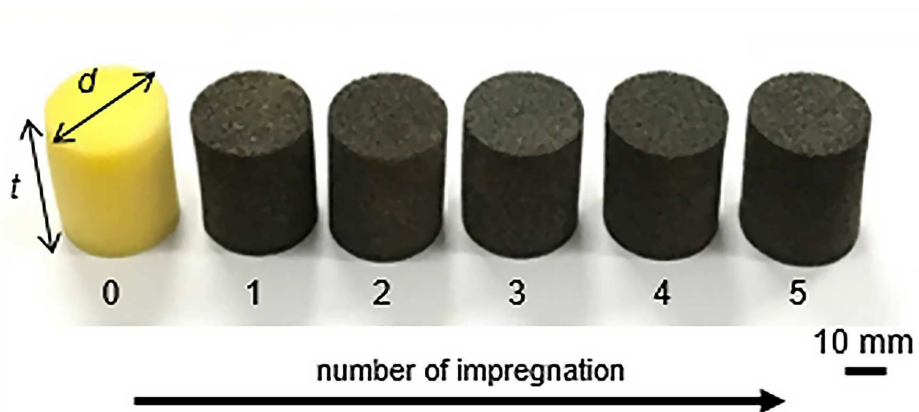
도면11



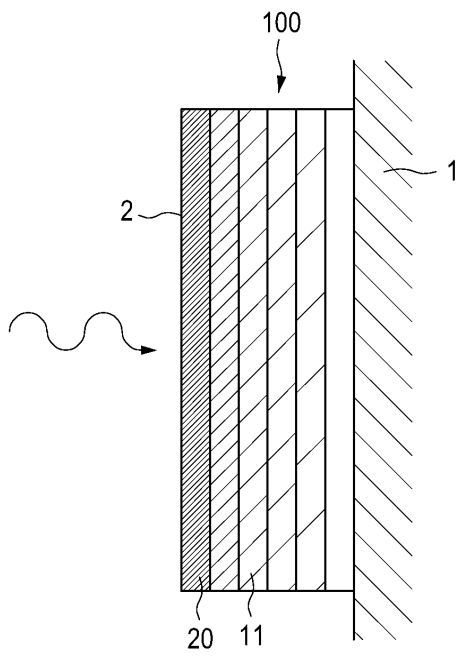
도면12



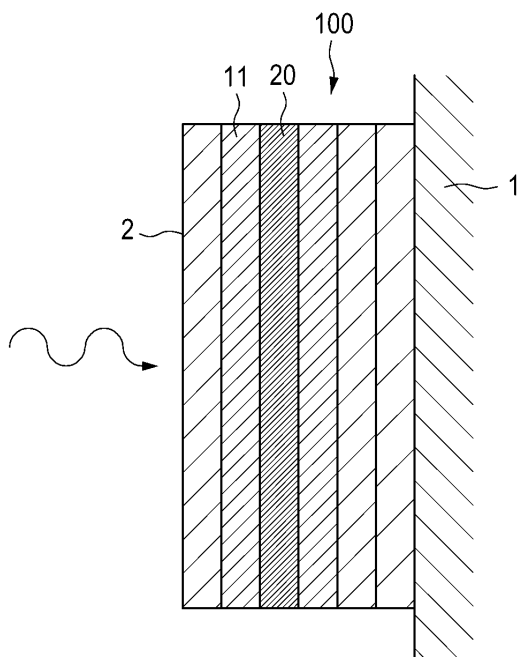
도면13



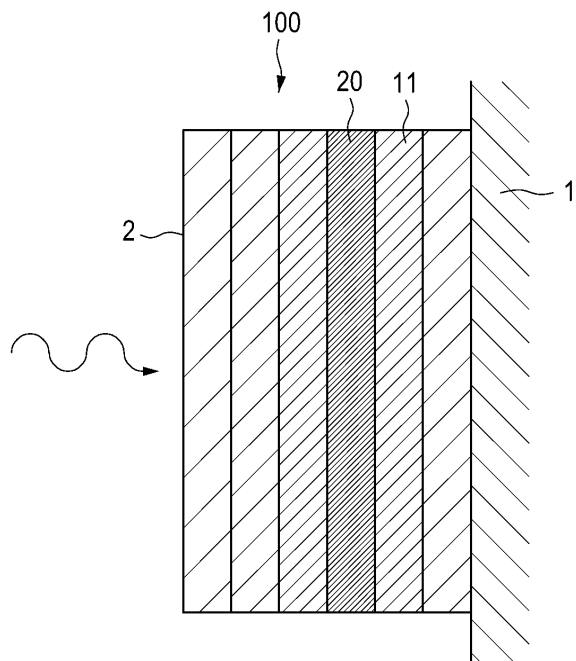
도면14a



도면14b



도면14c



도면14d

