

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2020-0053467
(43) 공개일자 2020년05월19일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B60R 13/08 (2006.01) *B01J 20/26* (2006.01)
B01J 20/28 (2006.01) *B32B 5/26* (2006.01)
D04H 1/72 (2006.01) *G01N 30/00* (2006.01)
G10K 11/168 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B60R 13/08 (2013.01)
B01J 20/26 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7002903
(22) 출원일자(국제) 2018년06월28일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2020년01월30일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2018/024744
(87) 국제공개번호 WO 2019/004408
국제공개일자 2019년01월03일
(30) 우선권주장
62/527,761 2017년06월30일 미국(US)

- (71) 출원인
엠-텍스 아이엔씨.
일본 도쿄 츄오구 신카와 1초메 25-9 (1040033)
- (72) 발명자
소타 히로요시
일본 도쿄 1500011 시부야구 히가시 3-초메 25-11
엠-텍스 아이엔씨. 내
이케가야 모리히코
일본 도쿄 1500011 시부야구 히가시 3-초메 25-11
엠-텍스 아이엔씨. 내
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
한상수

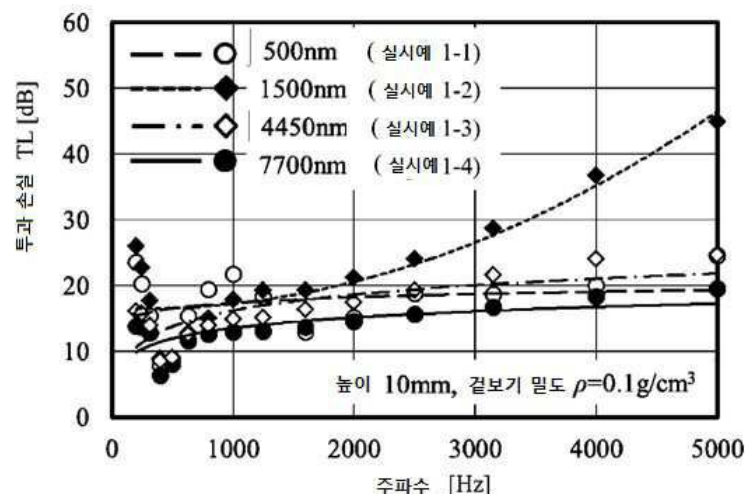
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 차음용 섬유 집적체, 흡차음재 및 차량용 흡차음재

(57) 요약

간단한 구조로 효과적으로 차음할 수 있는 차음용 섬유 집적체, 이 차음용 섬유 집적체를 구비하는 흡차음재 및 차량용 흡차음재를 제공한다. 차음용 섬유 집적체는 평균 섬유경이 450nm ~ 8500nm이며, 겉보기 밀도가 0.09g/cm³ ~ 0.33g/cm³이다. 차음용 섬유 집적체는 평균 섬유경이 450nm ~ 1650nm이며 겉보기 밀도가 0.09g/cm³ ~ 0.22g/cm³인 것이 특히 바람직하다. 차음용 섬유 집적체는 이 수치범위들을 만족함으로써 경량이면서 효과적으로 차음성능을 발휘할 수 있다.

대표도 - 도8



(52) CPC특허분류

B01J 20/28 (2013.01)

B32B 5/26 (2013.01)

D04H 1/72 (2013.01)

G01N 30/00 (2020.05)

G10K 11/168 (2013.01)

B60Y 2306/09 (2013.01)

G10K 2210/1282 (2013.01)

G10K 2210/3223 (2013.01)

(72) 발명자

우라베 케니치

일본 도쿄 1500011 시부야구 히가시 3-초메 25-11
엠-텍스 아이엔씨. 내

에치젠야 타카츠클루

일본 도쿄 1500011 시부야구 히가시 3-초메 25-11
엠-텍스 아이엔씨. 내

히로가키 토시키

일본 교토 6100394 교타나베시 타타라 미야코다니
1-3 도시샤 유니버시티 내

우 웨이

일본 교토 6100394 교타나베시 타타라 미야코다니
1-3 도시샤 유니버시티 내

이시이 요시아키

일본 도쿄 1500011 시부야구 히가시 3-초메 25-11
엠-텍스 아이엔씨. 내

명세서

청구범위

청구항 1

차음용 섬유 집적체에 있어서,

상기 차음용 섬유 집적체의 평균 섬유경을 Da라 하고 상기 차음용 섬유 집적체의 겉보기 밀도를 ρa 라 할 시, 이하의 공식 (i) 및 (ii) 를 만족하는 것을 특징으로 하는 차음용 섬유 집적체.

$$(i) 450nm \leq Da \leq 8500nm$$

$$(ii) 0.09g/cm^3 \leq \rho a \leq 0.33g/cm^3$$

청구항 2

제1항에 있어서,

이하의 공식 (i') 를 더 만족하는 것을 특징으로 하는 차음용 섬유 집적체.

$$(i') 450nm \leq Da \leq 1650nm$$

청구항 3

제1항에 있어서,

이하의 공식 (ii') 을 더 만족하는 것을 특징으로 하는 차음용 섬유 집적체.

$$(ii') 0.09g/cm^3 \leq \rho a \leq 0.22g/cm^3$$

청구항 4

제1항에 있어서,

이하의 공식 (i'') , (ii'') 를 더 만족하는 것을 특징으로 하는 차음용 섬유 집적체.

$$(i'') 1350nm \leq Da \leq 1650nm$$

$$(ii'') 0.18g/cm^3 \leq \rho a \leq 0.22g/cm^3$$

청구항 5

제1섬유 집적체층과 상기 제1섬유 집적체층에 겹쳐진 제2섬유 집적체층을 구비하는 흡차음체에 있어서,

상기 제1섬유 집적체층이 제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 기재된 차음용 섬유 집적체로 구성되며,

상기 제2섬유 집적체층이 그 평균 섬유경을 Db라 하고 겉보기 밀도를 ρb 라 할 때 이하의 공식 (iii) 및 (iv) 을 만족하는 섬유 집적체로 구성되는 것을 특징으로 하는 흡차음체.

$$(iii) 4000nm \leq Db \leq 8500nm$$

$$(iv) 0.04g/cm^3 \leq \rho b \leq 0.06g/cm^3$$

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제1섬유 집적체층의 두께를 t_a 라 하고 상기 제2섬유 집적체층의 두께를 t_b 라 할 때, 이하의 공식 (v) 를 더 만족하는 것을 특징으로 하는 흡차음재.

$$(v) \ t_a < t_b$$

청구항 7

제6항에 있어서,

이하의 공식(vi)을 더 만족하는 것을 특징으로 하는 흡차음재.

$$(vi) \ t_a/t_b \leq 1/2$$

청구항 8

제5항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1섬유 집적체층과 상기 제2섬유 집적체층이 동일한 재료로 구성되는 것을 특징으로 하는 흡차음재.

청구항 9

차량에 사용되는 차량용 흡차음재에 있어서,

제5항 내지 제8항 중 어느 한 항에 기재된 흡차음재로 구성되며,

상기 제1섬유 집적체층이 상기 차량의 실외쪽에 배치되고, 상기 제2섬유 집적체층이 상기 차량의 실내쪽에 배치되는 것을 특징으로 하는 차량용 흡차음재.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 차음성능 및 흡음성능을 구비하는 흡차음재, 차량용 흡차음재 및 이에 사용되는 차음용 섬유 집적체에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 자동차와 열차 등 차량은 쾌적한 승객 수송을 위하여 정숙성이 요구된다. 정숙성을 실현하기 위하여 차량 벽면 등에 차음효과 및 흡음효과를 구비하는 재료를 매입한다. 수송의 에너지 절약화 관점에서 보면, 이러한 재료가 경량 재료인 것이 바람직하다. 이러한 과제를 해결하기 위한 흡음재가 예를 들면 특허 문헌 1에 개시되어 있다.

[0003] 특허문헌1 중의 흡음재는 마이크로섬유 부직포의 공극부내에서 나노 섬유가 부직포 형태를 가지면서 존재한다. 구체적으로, 흡음재는 마이크로 섬유 부직포 내부를 관찰 시 당해 부직포 내의 공극부를 복수의 나노 섬유가 분할하고 있어, 결과적으로 당해 공극부내에 나노 섬유 부직포가 형성된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 특허 문헌 1 : 일본 특허 공개 2017-181925호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 상기 흡음재는 마이크로섬유 부직포를 일단 제조한 후에 나노 섬유와 분산액을 함침시켜 건조시킴으로써 취득하는 것으로, 마이크로섬유와 나노 섬유가 서로 얽힌 복잡한 구조를 구비한다. 제조 코스트를 절감하기 위하여서는 보다 간단한 구조로 양호한 차음효과나 흡음효과를 실현하는 것이 바람직하다.
- [0006] 따라서, 본 발명은 간단한 구조로 효과적으로 차음할 수 있는 차음용 섬유 집적체, 이 차음용 섬유 집적체를 구비하는 흡차음재 및 차량용 흡차음재를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0007] 본 발명자는 나노 미터 오더 또는 나노 미터에 근접하는 마이크로미터 오더의 지름을 가지는 섬유의 집적체의 평균 섬유경 및 겉보기 밀도에 주목하여, 이 파라미터들의 조합과 차음성능과의 관계에 대하여 복수회의 시험을 반복적으로 실시하면서 열심히 연구하였다. 그 결과, 특히 100Hz ~ 2000Hz 정도의 비교적 낮은 주파수영역에서 높은 수준의 차음성능을 발휘할 수 있는 평균 섬유경 및 겉보기 밀도를 찾아 내어 본 발명을 완성할 수 있었다.
- [0008] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 태양에 따르는 차음용 섬유 집적체는, 상기 차음용 섬유 집적체의 평균 섬유경을 D_a 라 하고 상기 차음용 섬유 집적체의 겉보기 밀도를 ρ_a 라 할 시 아래의 공식 (i) 및 (ii)를 만족하는 것을 특징으로 한다.
- [0009] (i) $450\text{nm} \leq D_a \leq 8500\text{nm}$
- [0010] (ii) $0.09\text{g/cm}^3 \leq \rho_a \leq 0.33\text{g/cm}^3$
- [0011] 본 발명에 있어서, 이하의 공식 (i')을 더 만족하는 것이 바람직하다.
- [0012] (i') $450\text{nm} \leq D_a \leq 1650\text{nm}$
- [0013] 본 발명에 있어서, 이하의 공식 (ii')을 더 만족하는 것이 바람직하다.
- [0014] (ii') $0.09\text{g/cm}^3 \leq \rho_a \leq 0.22\text{g/cm}^3$
- [0015] 본 발명에 있어서, 이하의 공식 (i''), (ii'')을 더 만족하는 것이 바람직하다.
- [0016] (i'') $1350\text{nm} \leq D_a \leq 1650\text{nm}$
- [0017] (ii'') $0.18\text{g/cm}^3 \leq \rho_a \leq 0.22\text{g/cm}^3$
- [0018] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 다른 일 태양에 따르는 흡차음재는 제1섬유 집적체층과 상기 제1섬유 집적체층에 겹쳐진 제2섬유 집적체층을 구비하는 흡차음재이며, 상기 제1섬유 집적체층이 상기 차음용 섬유 집적체로 구성되며, 상기 제2섬유 집적체층이 그 평균 섬유경을 D_b 라 하고 겉보기 밀도를 ρ_b 라 할 시 아래의 공식 (iii) 및 (iv)을 만족하는 섬유 집적체로 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0019] (iii) $4000\text{nm} \leq D_b \leq 8500\text{nm}$
- [0020] (iv) $0.04\text{g/cm}^3 \leq \rho_b \leq 0.06\text{g/cm}^3$
- [0021] 본 발명에 있어서, 상기 제1섬유 집적체층의 두께를 t_a 라 하고 상기 제2섬유 집적체층의 두께를 t_b 라 할 시, 이하의 공식 (v)를 더 만족하는 것이 바람직하다.
- [0022] (v) $t_a < t_b$
- [0023] 본 발명에 있어서, 이하의 공식 (vi)을 더 만족하는 것이 바람직하다.
- [0024] (vi) $t_a/t_b \leq 1/2$
- [0025] 본 발명에 있어서, 상기 제1섬유 집적체층과 상기 제2섬유 집적체층이 동일한 재료로 구성하는 것이 바람직하다.
- [0026] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 태양에 따르는 차량용 흡차음재는 상기 흡차음재로 구성되며, 상기

제1섬유 집적체층이 상기 차량의 실외쪽에 배치되고, 상기 제2섬유 집적체층이 상기 차량의 실내쪽에 배치되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0027] 본 발명에 의하면, 간단한 구조로 효과적으로 차음할 수 있다.

[0028] 또한, 본 발명에 의하면, 간단한 구조로 효과적으로 흡음할 수 있다.

[0029] 또한, 본 발명에 의하면, 동일 재료 및 동일 제조 장치에 의하여 제작되는 서로 다른 집적체층에 의해 이루어지는 흡차음재를 구성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 발명의 일 실시형태에 따르는 차음용 섬유 집적체를 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명의 다른 일 실시형태에 따르는 흡차음재를 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 섬유 집적체의 제작에 사용되는 제조 장치의 일 예를 보여주는 사시도이다.

도 4는 도 3의 제조 장치의 일부 단면을 포함하는 측면도이다.

도 5는 도 3의 제조 장치에 의해 제조된 나노 섬유가 퇴적되는 포집망의 정면도이다.

도 6은 물체에 작용하는 소리 에너지에 대하여 모식적으로 보여 주는 도면이다.

도 7은 본 발명의 차음용 섬유 집적체 및 흡차음재의 평가에 사용되는 측정 장치를 설명하기 위한 도면이다.

도 8은 본 발명의 실시예 1-1 ~ 1-4에서의 주파수와 투과 손실과의 관계를 보여 주는 그래프이다.

도 9는 본 발명의 실시예 1-5 ~ 1-8에서의 주파수와 투과손실과의 관계를 보여 주는 그래프이다.

도 10은 본 발명의 실시예 1-9 ~ 1-12에서의 주파수와 투과손실과의 관계를 보여 주는 그래프이다.

도 11은 본 발명의 비교예 1-1 ~ 1-3에서의 주파수와 투과손실과의 관계를 보여 주는 그래프이다.

도 12는 본 발명의 실시예 2-1에서의 주파수와 투과 손실 및 흡수율과의 관계를 보여 주는 그래프이다.

도 13은 본 발명의 실시예 2-2에서의 주파수와 투과 손실 및 흡수율과의 관계를 보여 주는 그래프이다.

도 14는 본 발명의 실시예 2-3에서의 주파수와 투과 손실 및 흡수율과의 관계를 보여 주는 그래프이다.

도 15는 본 발명의 실시예 2-4에서의 주파수와 투과 손실 및 흡수율과의 관계를 보여 주는 그래프이다.

도 16은 본 발명의 실시예 2-5에서의 주파수와 투과 손실 및 흡수율과의 관계를 보여 주는 그래프이다.

도 17은 본 발명의 실시예 2-6에서의 주파수와 투과 손실 및 흡수율과의 관계를 보여 주는 그래프이다.

도 18은 본 발명의 실시예 2-7에서의 주파수와 투과 손실 및 흡수율과의 관계를 보여 주는 그래프이다.

도 19는 본 발명의 실시예 2-8에서의 주파수와 투과 손실 및 흡수율과의 관계를 보여 주는 그래프이다.

도 20은 본 발명의 비교예 2-1에서의 주파수와 투과 손실 및 흡수율과의 관계를 보여 주는 그래프이다.

도 21은 본 발명의 비교예 2-2에서의 주파수와 투과 손실 및 흡수율과의 관계를 보여 주는 그래프이다.

도 22는 본 발명의 비교예 2-3에서의 주파수와 투과 손실 및 흡수율과의 관계를 보여 주는 그래프이다.

도 23은 본 발명의 실시예 3-1 ~ 3-4에서의 주파수와 투과손실과의 관계를 보여 주는 그래프이다.

도 24는 본 발명의 실시예 3-5 ~ 3-8에서의 주파수와 투과손실과의 관계를 보여 주는 그래프이다.

도 25는 본 발명의 실시예 3-1 ~ 3-4에서의 주파수와 흡음률과의 관계를 보여 주는 그래프이다.

도 26은 본 발명의 실시예 3-5 ~ 3-8에서의 주파수와 흡음률과의 관계를 보여 주는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0031] 이하, 본 발명의 실시형태에 따르는 차음용 섬유 집적체 및 흡차음체에 대하여 설명하기로 한다.
- [0032] (차음용 섬유 집적체의 구성)
- [0033] 이하, 본 실시형태의 차음용 섬유 집적체의 구성에 대하여 설명한다.
- [0034] 도 1은 본 발명의 일 실시형태에 따르는 차음용 섬유 집적체를 설명하기 위한 도면이다. 구체적으로, 도 1 (a)는 성형전의 미세 섬유의 일 예를 촬영한 사진이다. 도 1 (b)는 원주형으로 성형한 차음용 섬유 집적체의 일 예를 촬영한 사진이다. 도 1 (b)에 4개의 차음용 섬유 집적체를 촬영한 사진을 보여 준다. 도 1 (c)는 섬유 집적체 (평균 섬유경이 800nm)의 일 예를 전자현미경으로 확대하여 촬영한 사진이다.
- [0035] 차음용 섬유 집적체는 나노 미터 오더 또는 나노 미터에 근접하는 마이크로미터 오더의 섬유경을 가지는 미세 섬유를 집적하여 구성된다. 본 실시형태의 차음용 섬유 집적체는 평균 섬유경이 450nm ~ 8500nm이며, 겉보기 밀도가 $0.09\text{g/cm}^3 \sim 0.33\text{g/cm}^3$ 이다. 차음용 섬유 집적체는 평균 섬유경이 450nm ~ 1650nm이며 겉보기 밀도가 $0.09\text{g/cm}^3 \sim 0.22\text{g/cm}^3$ 인 것이 특히 차음 성능이 우수하여 바람직하다. 특히, 차음용 섬유 집적체는 평균 섬유경이 1350nm ~ 1650nm이며 겉보기 밀도가 $0.18\text{g/cm}^3 \sim 0.22\text{g/cm}^3$ 인 것이 가장 바람직하다. 차음용 섬유 집적체는 이러한 수치범위를 만족함으로써, 경량이면서 효과적으로 차음성능을 발휘할 수 있다.
- [0036] 차음용 섬유 집적체는 예를 들어 정방형의 매트 형상으로 성형된다. 차음용 섬유 집적체는 정방형 외에도 원형이나 육각형 등으로 성형될 수 있으며, 이것이 매입되는 스페이스의 형상 등의 사용 양태 등에 따른 형상으로 성형된다.
- [0037] 본 실시형태에서, 차음용 섬유 집적체를 구성하는 미세섬유는 합성수지로 이루어진다. 합성 수지로서, 예를 들면 폴리프로필렌 (PP)이나 폴리에틸렌 테레프탈레이트 (PET) 등을 사용할 수 있다. 이 이외의 재료로 차음용 섬유 집적체를 구성할 수도 있다.
- [0038] 특히, 폴리프로필렌은 취급하기가 쉽고 가공이 용이하기에 차음용 섬유 집적체의 재료로서 바람직하다. 폴리프로필렌의 밀도 (재료밀도)는 원재료 제조업체에 의해 개시된 수치가 0.85 ~ 0.95정도의 범위를 가진다. 본 명세서에서는 폴리프로필렌 밀도로서 0.895g/cm^3 를 사용하기로 한다.
- [0039] 차음용 섬유 집적체는 평균 섬유경을 Da라 하고 겉보기 밀도를 ρa 라 할 시 아래의 공식 (i) 및 (ii)을 만족한다.
- [0040] (i) $450\text{nm} \leq Da \leq 8500\text{nm}$
- [0041] (ii) $0.09\text{g/cm}^3 \leq \rho a \leq 0.33\text{g/cm}^3$
- [0042] 차음용 섬유 집적체는 아래의 공식 (i')을 더 만족하는 것이 바람직하다.
- [0043] (i') $450\text{nm} \leq Da \leq 1650\text{nm}$
- [0044] 차음용 섬유 집적체는 아래의 공식 (ii')을 더 만족하는 것이 바람직하다.
- [0045] (ii') $0.09\text{g/cm}^3 \leq \rho a \leq 0.22\text{g/cm}^3$
- [0046] 차음용 섬유 집적체는 아래의 공식 (i''), (ii'')을 더 만족하는 것이 바람직하다.
- [0047] (i'') $1350\text{nm} \leq Da \leq 1650\text{nm}$
- [0048] (ii'') $0.18\text{g/cm}^3 \leq \rho a \leq 0.22\text{g/cm}^3$
- [0049] 평균 섬유경은 다음과 같이 구할 수 있다. 차음용 섬유 집적체의 복수의 부위를 임의로 선택하여 전자현미경으로 확대 관찰한다. 전자현미경으로 확대한 각 부위에서 복수개의 미세섬유를 임의로 선택하여 그 지름을 측정한다. 그리고 선택한 복수의 미세 섬유의 지름의 평균치를 평균 섬유경으로 한다. 본 실시형태에서는 차음용 섬유 집적체의 임의로 선택한 5개 부위에서 각각 20개씩 임의로 선택한 미세섬유의 지름을 측정하였다. 그리고 이 100개의 미세섬유의 지름의 평균치를 평균 섬유경으로 하였다. 변동계수 (표준편차를 평균값으로 나눈 값)는 0.6이하인 것이 바람직하다.
- [0050] 차음용 섬유 집적체는 단독으로 사용하더라도 효과적인 차음 성능을 발휘할 수 있지만, 이하에 설명하는 흡차음

재에도 사용할 수 있다.

- [0051] (흡차음재의 구성)
- [0052] 이하, 본 실시형태의 흡차음재 구성에 대하여 설명한다.
- [0053] 도 2는 본 발명의 실시형태에 따르는 흡차음재를 설명하기 위한 도면이다. 도2 (a)는 흡차음재의 사시도이며, 도2 (b)는 도2 (a)의 X-X선을 따른 단면도이다.
- [0054] 도 2에 도시한 흡차음재(5)는 자동차나 열차 등의 차량 벽면에 매입되는 차량용 흡차음재이다. 이외에도, 항공기나 주택 등의 건물 벽면에 매입되는 흡차음재로 사용할 수도 있다.
- [0055] 흡차음재(5)는 제1섬유 집적체층(1)과 이 제1섬유 집적체층(1)에 겹쳐진 제2섬유 집적체층(2)을 구비한다. 제1섬유 집적체층(1)은 위에서 서술한 차음용 섬유 집적체로 구성된다.
- [0056] 제2섬유 집적체층(2)은 섬유 집적체로 구성된다. 제2섬유 집적체층(2)을 구성하는 섬유 집적체 (이하 '흡음용 섬유 집적체'라 한다)는 나노 미터 오더에 근접하는 마이크로미터 오더의 섬유경을 구비하는 미세섬유를 집적하여 구성된다. 흡음용 섬유 집적체는 평균 섬유경이 4000nm ~ 8500nm이다. 또한 흡음용 섬유 집적체는 겉보기 밀도가 0.04g/cm³ ~ 0.06g/cm³이다. 흡음용 섬유 집적체는 이 수치범위들을 만족함으로써 경량이면서 효과적으로 흡음성능을 발휘할 수 있다.
- [0057] 본 실시형태에서, 흡음용 섬유 집적체를 구성하는 미세섬유는 합성수지로 이루어진다. 합성 수지로서, 예를 들면 폴리프로필렌 (PP) 이나 폴리에틸렌 테레프탈레이트 (PET) 등을 사용할 수 있다. 그 이외의 재료로 흡음용 섬유 집적체를 구성할 수도 있다. 제2섬유 집적체층(2)을 구성하는 흡음용 섬유 집적체와 제1섬유 집적체층(1)을 구성하는 차음용 섬유 집적체를 동일한 재료 (예를 들어 폴리프로필렌)로 구성하는 것이 바람직하다. 이들에 동일한 재료를 사용함으로써, 제1섬유 집적체층(1)과 제2섬유 집적체층(2)을 단일 재료로 구성할 수 있어 제조 비용을 절감할 수 있다.
- [0058] 흡음용 섬유 집적체는 평균 섬유경을 Db라 하고 겉보기 밀도를 ρb라 할 시 아래의 공식 (iii) 및 (iv)를 만족한다.
- [0059] (iii) $4000\text{nm} \leq Db \leq 8500\text{nm}$
- [0060] (iv) $0.04\text{g/cm}^3 \leq \rho b \leq 0.06\text{g/cm}^3$
- [0061] 흡음용 섬유 집적체는 제1섬유 집적체층(1)의 두께를 ta라 하고 제2섬유 집적체층(2)의 두께를 tb라 할 시 아래의 공식 (v)를 더 만족하는 것이 바람직하다.
- [0062] (v) $ta < tb$
- [0063] 흡음용 섬유 집적체는 아래의 공식 (vi)을 더 만족하는 것이 바람직하다.
- [0064] (vi) $ta/tb \leq 1/2$
- [0065] 흡차음재(5)는 예를 들어 정방형의 매트 형상으로 성형된다. 흡차음재(5)는 정방형 이외에도 원형이나 육각형 등으로 성형될 수도 있으며, 이것이 매입되는 스페이스의 형상 등의 사용 양태에 따른 형상으로 성형된다.
- [0066] 흡차음재(5)는 차량용 흡차음재로서 바람직하다. 흡차음재(5)를 차량에 사용할 경우, 제1섬유 집적체층(1)이 차량의 실외쪽으로 배치되고 제2섬유 집적체층(2)이 차량의 실내쪽으로 배치되도록 차량 벽면에 매입할 수 있다. 이로써 차량의 실내의 소리 (실내 발생음)를 효과적으로 흡수 (봉인)할 수 있음과 동시에 차량 밖에서 실내에 진입하는 소리 (실외 발생음)를 효과적으로 차단할 수 있다.
- [0067] 구체적으로, 음원으로 부터 발생하는 소리 에너지는 비교적 굵은 섬유로 저밀도로 구성된 제2섬유 집적체층에 의해 효과적으로 흡수되면서 진행하며, 비교적 가는 섬유로 고밀도로 구성된 제1섬유 집적체층에 의해 진행이 저해 (차단)된다. 그리고, 제1섬유 집적체층의 표면 (경계면)에 의해 반사된 소리에너지가 음원측을 향해 진행 시에도 제2섬유 집적체층에 의해 진일보 흡수된다. 이를 통해 소리를 보다 효과적으로 내부에 가둘 수 있을 것으로 판단 된다.
- [0068] (섬유 집적체의 제조장치 및 제조방법)
- [0069] 흡차음재(5)의 제1섬유 집적체층(1)을 구성하는 차음용 섬유 집적체 및 제2섬유 집적체층(2)을 구성하는 흡음용

섬유 집적체는 도 3 ~ 도 5에 도시한 제조장치를 이용하여 제조된다. 도 3은 섬유 집적체의 제작에 사용하는 제조장치의 일 예를 보여 주는 사시도이다. 도 4는 도 3의 제조장치의 일부 단면을 포함하는 측면도이다. 도 5는 도 3의 제조장치에 의해 제조된 미세섬유가 퇴적되는 포집망의 정면도이다.

[0070] 도 3 및 도 4에 도시한 바와 같이, 제조장치(50)는 호퍼(62), 가열 실린더(63), 히터(64), 스크류(65), 모터(66) 및 헤드(70)를 구비한다.

[0071] 호퍼(62)에는 미세섬유의 소재인 펠렛 형태의 합성수지가 투입된다. 가열 실린더(63)는 히터(64)에 의해 가열되어, 호퍼(62)로 부터 공급되는 수지를 용융시킨다. 스크류(65)는 가열 실린더(63)내에 수용된다. 스크류(65)는 모터(66)에 의해 회전하며 용융수지를 가열 실린더(63)의 선단에 이송한다. 원주형의 헤드(70)는 가열 실린더(63)의 선단에 설치된다. 헤드(70)에는 가스 공급부 (미도시) 가 가스 공급관(68)을 개재하여 접속된다. 가스공급관(68)은 히터를 구비하여 가스공급부로 부터 공급받는 고압가스를 가열한다. 헤드(70)는 정면을 향해 고압가스를 분사함과 동시에 고압가스류를 타도록 용융수지를 토출한다. 헤드(70)의 정면에는 포집망(90)이 배치된다.

[0072] 이하 제조장치(50)의 동작에 대하여 설명한다. 호퍼(62)에 투입된 펠렛 형태의 원료 (수지) 가 가열 실린더(63)내에 공급된다. 가열 실린더(63)내에서 용융된 수지는 스크류(65)에 의해 가열 실린더(63)의 선단에 이송된다. 가열 실린더(63)의 선단에 도달한 용융수지 (용융원료) 는 헤드(70)로 부터 토출된다. 용융수지의 토출에 따라 헤드(70)로 부터 고압가스를 분출한다.

[0073] 헤드(70)로 부터 토출된 용융수지는 가스류와 소정의 각도로 사귀므로 인장되면서 전방으로 반송된다. 인장된 수지는 미세섬유를 형성하여, 도 5에 도시한 바와 같이 헤드(70)의 정면에 배치된 포집망(90) 위에 집적된다 (집적공정) . 그리고, 이 집적된 미세섬유(95)를 소망의 형상 (예를 들면 정방형의 매트 형상) 으로 성형한다 (성형공정) . 이렇게 하여 섬유 집적체를 얻는다. 이렇게 취득한 섬유 집적체는 포집망(90) 위의 미세섬유(95)를 단순히 모아서 성형하는 것만으로 충분하기에 특허문헌 1에 개시한 마이크로섬유 부직포에 나노 섬유의 분산액을 함침시켜 건조시키는 복잡한 제조공정을 필요로 하지 않는다. 그러므로 본 실시형태의 섬유 집적체는 마이크로섬유와 나노 섬유가 서로 얹힌 복잡한 구조를 구비하지 않고 미세섬유(95)가 불규칙하게 집적된 간단한 구조를 구비한다. 제조장치(50)는 용융수지의 토출속도, 가스의 분출속도 또는 용융수지와 가스류가 사귀는 각도 등 각종 파라미터를 조정함으로써, 평균 섬유경이 다른 미세섬유를 제조할 수 있다. 그러므로 단일 제조장치(50)에서 파라미터를 조정하는 것만으로써 제1섬유 집적체층(1) 및 제2섬유 집적체층(2)을 구성하는 미세섬유(95)를 제조할 수 있다.

[0074] 또한, 상기 제조장치는 원료인 합성수지를 가열하여 용융된 '용융원료'를 토출하는 구성이었지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 이 이외에도, 예를 들어 소정의 용매에 대하여 용질로서의 고형의 원료 또는 액상의 원료를 소정의 농도가 되도록 미리 용해한 '용제'를 토출하는 구성일 수도 있다. 본 출원인은 섬유 집적체의 제조에 사용할 수 있는 제조장치의 일 예로서, 일본 특허 출원 2015-065171에 나노 섬유 제조장치 및 나노 섬유 제조방법을 개시하였다. 이 출원은 이미 특허 등록되었으며 (일본 특허 제 6047786호, 2015년 3월 26일 출원 제출, 2016년 12월 2일 등록) , 본 출원인이 그 권리를 보유하고 있다.

[0075] (성능평가)

[0076] 본 발명자들은 차음용 섬유 집적체 및 흡차음체에 대하여 차음성능 및 흡음성능 (봉인성능) 평가를 진행하였다.

[0077] 먼저, 물체에 작용하는 소리의 에너지에 대하여 이하와 같이 고찰을 진행한다.

[0078] 도 6에 도시한 바와 같이, 물체 (시료(TP)) 에 입사한 소리의 에너지 (Incidence energy) 를 E_i 라 하고, 물체에 의해 반사된 소리의 에너지 (Refraction energy) 를 E_r 라 하며, 물체에 흡수된 소리의 에너지 (Absorption energy) 를 E_a 라 하고, 물체를 투과한 소리의 에너지 (Transmission energy) 를 E_t 라 할 시, 이하의 공식 (1) 이 성립된다.

$$E_i = E_r + E_a + E_t \quad \dots (1)$$

[0079]

[0080] 물체에 의해 반사된 소리의 에너지 E_r 에 주목하여, 물체에 입사한 소리의 에너지 E_i 에 대한 물체에 의해 반사되지 않은 소리의 에너지 (즉, 물체에 흡수된 소리의 에너지 E_a 및 물체를 투과한 소리의 에너지 E_t) 의 비율을 흡음률 α 로 정의하면, 아래의 공식 (2) 로 표시할 수 있다.

$$\alpha = (E_a + E_t) / E_i = (E_i - E_r) / E_i \quad \dots (2)$$

[0081]

[0082] 또한 물체를 투과한 소리의 에너지 E_t 에 주목하여, 물체에 입사한 소리의 에너지 E_i 에 대한 물체를 투과한 소리의 에너지 E_t 의 비율을 투과율 τ 로 정의하면, 아래의 공식 (3)으로 표시할 수 있다.

$$\tau = E_t / E_i \quad \dots (3)$$

[0083]

[0084] 그리고 물체에 의한 소리 에너지의 투과손실을 TL라 하고 데시벨로 표시하면, 아래의 공식 (4)으로 나타낼 수 있다. 투과손실 TL이 높을 수록 차음 성능이 높다고 판단할 수 있다.

$$TL = 10 \log_{10} (1 / \tau) = 10 \log_{10} (E_i / E_t) \quad [\text{dB}] \quad \dots (4)$$

[0085]

[0086] 이 흡음률 α 및 투과손실 TL을 이용하여 물체 내부에 갇히는 소리의 에너지 비율인 흡수율 β ($\beta = E_a / E_i$)를 산출할 수 있다. 흡수율 β 가 높을수록 흡음 성능이 높다고 판단할 수 있다.

[0087]

다음으로, 도 7에 도시한 측정장치(10)를 이용하여 시료(TP)의 흡음률 α 및 투과손실 TL을 측정하는 원리에 대하여 설명한다. 측정장치(10)으로서 일본음향엔지니어링주식회사(日本音響エンジニアリング株式会社)에서 제조한 WinZac를 사용한다.

[0088]

측정장치(10)는 통 형상의 본체부(11)의 일단(도면 왼쪽 단)에 음원(12)을 배치하고 타단(도면 오른쪽 단)에 흡음벽(13)을 배치하며, 음원(12)과 흡음벽(13) 사이에 시료(TP)를 배치한다. 본체부(11) 내부는 시료(TP)에 의해 일단측 입사실(14)과 타단측 투과실(15)로 구획된다. 입사실(14) 및 투과실(15)은 기밀 상태를 유지한다. 본체부(11)에는 입사실(14) 및 투과실(15)내에 대하여 계측 가능하도록 마이크로폰(21 ~ 24)이 매입된다.

[0089]

측정장치(10)에서, 시료(TP)에 입사한 음파 P_I 는 이하의 공식 (5)으로 표시할 수 있다.

$$P_I = \hat{P}_I e^{jk_0 x} \quad \dots (5)$$

[0090]

여기서, $\hat{P}_I$ 는 시료 표면($x=0$)에서의 입사파의 진폭이다.

[0091]

시료(TP)에 의해 반사된 음파 P_R 는 다음 공식 (6)으로 표시할 수 있다.

$$P_R = \hat{P}_R e^{-jk_0 x} \quad \dots (6)$$

[0093]

여기서, $\hat{P}_R$ 는 시료 표면($x=0$)에서의 반사파의 진폭이다.

[0094]

공식 (5), (6)에서, k_0 는 복소파이며, 이하의 공식 (7)으로 표시할 수 있다.

$$K_0 = K'_0 - jK''_0 \quad \dots (7)$$

[0096]

[0097] 통 형상의 본체부(11) 내의 음장은 입사파와 반사파의 합으로 표시된다. 그래서 마이크로폰(21)의 위치 x_1 에서의 음압 P_1 및 마이크로폰(22)의 위치 x_2 에서의 음압 P_2 는 아래의 공식 (8), (9)로 표시할 수 있다.

$$P_1 = \hat{P}_I e^{jk_0 x_1} + \hat{P}_R e^{-jk_0 x_1} \quad \dots (8)$$

[0098]

$$P_2 = \hat{P}_I e^{jk_0 x_2} + \hat{P}_R e^{-jk_0 x_2} \quad \dots (9)$$

[0099]

[0100] 여기서, 입사파가 존재하는 경우의 마이크로폰(21) - 마이크로폰(22) 사이의 전달함수 H_1 은 다음 공식 (10) 으로 표시할 수 있다.

$$H_1 = \frac{P_{2,I}}{P_{1,I}} = e^{-jk_0(x_1-x_2)} = e^{-jk_0 s} \quad \dots (10)$$

[0101]

[0102] 반사파가 존재하는 경우의 마이크로폰(21) - 마이크로폰(22) 사이의 전달함수 H_2 는 다음 공식 (11) 로 표시할 수 있다.

$$H_R = \frac{P_{2,R}}{P_{1,R}} = e^{jk_0(x_1-x_2)} = e^{jk_0 s} \quad \dots (11)$$

[0103]

[0104] 그리고 마이크로폰(21) - 마이크로폰(22)의 두 점 사이의 전달 함수 H_{12} 는 다음 공식 (12) 로 표시할 수 있다.

$$H_{12} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{\hat{P}_I e^{jk_0 x_2} + \hat{P}_R e^{-jk_0 x_2}}{\hat{P}_I e^{jk_0 x_1} + \hat{P}_R e^{-jk_0 x_1}} = \frac{e^{jk_0 x_2} + r e^{-jk_0 x_2}}{e^{jk_0 x_1} + r e^{-jk_0 x_1}} \quad \dots (12)$$

[0105]

[0106] 여기서, 상기 공식 (12) 중의 r 은 시료 표면에서의 복소음압 반사율이며, 이하의 공식 (13) 으로 표시할 수 있다.

$$r = \frac{\hat{P}_R}{\hat{P}_I} \quad \dots (13)$$

[0107]

[0108] 그리고 위의 공식을 정리하면, 아래의 공식 (14) 을 유도해 낼 수 있다.

$$r = \frac{H_{12} - H_I}{H_R - H_{12}} e^{2jk_0 x_1} = r_r + j r_i \quad \dots (14)$$

[0109]

[0110] 따라서 흡음률 α (수직 입사 흡음률) 은 아래의 공식 (15) 로 표시할 수 있다.

$$\alpha = 1 - |r|^2 = 1 - r_r^2 + r_i^2 \quad \dots (15)$$

[0111]

[0112] 시료(TP)에 평면파가 입사하면, 일부는 시료(TP)의 표면에서 반사되고 기타 일부는 시료(TP)를 투과한다. 음원 (12)으로 부터 랜덤 노이즈를 입사시키면, 본체부(11)내에 정재파가 발생한다. 이는 일단에 배치된 음원(12)으로 부터 타단으로 향하는 진행파와 타단으로 부터 음원(12)으로 향하는 후퇴파가 중첩되어 이루진다. 이 진행파와 후퇴파를 식별하기 위하여, 본체부(11) 내의 시료(TP)에 의해 구획된 2개의 방 (입사실(14), 투과실(15)) 에 각각 2개씩 마이크로폰(21 ~ 24)을 설치한다. 음원(12)에 가까운 입사실(14)측의 진행파인 입사파를 W_a 라 하고, 후퇴파인 반사파를 W_b 라 하며, 음원(12)에서 먼 투과실(15)측의 진행파인 투과파를 W_c 라 하고, 후퇴파인 반사파를 W_d 로 한다. 시료(TP)의 표면 x_0 ($x=0$) 에서의 표면 음압을 P_0 이라 하고, 표면 입자속도를 V_0 이라 하며, 시료의 이면 x_d ($x=d$) 에서의 이면 음압을 P_d 라 하고, 이면 입자속도를 V_d 라 한다. 이를 이용하여, 각 마이크로폰(21 ~ 24)의 각 위치 $x_1 \sim x_4$ 에서의 음압 $P_1 \sim P_4$ 는 이하의 공식 (16) 으로 표시할 수 있다. 공식 (16) 중의 A , B 는 공

식 (17) , (18) 중의 진폭 A, B이다.

$$P_n = [Ae^{-jkx_n} + Be^{jkx_n}]e^{j\omega t}, \quad n=1 \sim 4 \quad \dots (16)$$

진행파인 입사파 Wa 및 투과파 Wc의 진폭 A, C와 후퇴파인 반사파 Wb 및 반사파 Wd의 진폭 B, D를 각 마이크로폰(21 ~ 24)의 각 위치 $x_1 \sim x_4$ 에서의 음압 $P_1 \sim P_4$ 로 표시하면, 아래의 공식 (17) ~ (20) 으로 표시할 수 있다.

$$A = \frac{j(P_1 e^{jkx_2} - P_2 e^{jkx_1})}{2 \sin k(x_1 - x_2)} \quad \dots (17)$$

$$B = \frac{j(P_2 e^{-jkx_1} - P_1 e^{-jkx_2})}{2 \sin k(x_1 - x_2)} \quad \dots (18)$$

$$C = \frac{j(P_3 e^{jkx_4} - P_4 e^{jkx_3})}{2 \sin k(x_3 - x_4)} \quad \dots (19)$$

$$D = \frac{j(P_4 e^{-jkx_3} - P_3 e^{-jkx_4})}{2 \sin k(x_3 - x_4)} \quad \dots (20)$$

상기 공식 (12) , (16) ~ (20) 을 이용하여 투과 상수 T를 전달함수 H_{12} , H_{13} , H_{34} 로 표시하면 이하의 공식 (21) 과 같다.

$$\begin{aligned} T &= \frac{A}{C} = \frac{j(P_3 e^{jkx_4} - P_4 e^{jkx_3}) / 2 \sin k(x_3 - x_4)}{j(P_1 e^{jkx_2} - P_2 e^{jkx_1}) / 2 \sin k(x_1 - x_2)} \\ &= \frac{\sin ks_1}{\sin ks_2} \frac{P_3 e^{jkx_4} - P_4 e^{jkx_3}}{P_1 e^{jkx_2} - P_2 e^{jkx_1}} \\ &= \frac{\sin ks_1}{\sin ks_2} \frac{e^{jkx_4} - H_{34} e^{jkx_3}}{e^{jkx_2} - H_{12} e^{jkx_1}} H_{13} \\ &= \frac{\sin ks_1}{\sin ks_2} \frac{e^{jkx_2} - H_{34}}{e^{jkx_1} - H_{12}} e^{jk(x_3 - x_1)} H_{13} \quad \dots (21) \end{aligned}$$

따라서 투과손실 TL (수직 입사 투과손실) 은 투과 상수 T를 이용하여 다음 공식 (22) 으로 표시할 수 있다.

$$TL = 10 \log_{10} (1 / \tau) \quad \text{여기서, 투과율} (\tau = |T|^2) \quad \dots (22)$$

그리고 아래의 공식 (23) 에 표시한 바와 같이, 흡음률 α 에서 투과율 τ 를 덜어 냄으로써 시료(TP)에 갇힌 소리 에너지의 비율인 흡수율 β 를 산출할 수 있다.

$$\beta = \alpha - \tau \quad \dots (23)$$

[0124]

[0125]

(차음용 섬유 집적체의 평가)

[0126]

다음으로, 본 발명자들은 아래에 보여 주는 본 발명에 따른 차음용 섬유 집적체의 실시예 1-1 ~ 1-12 및 비교예 1-1 ~ 1-3을 제작하고, 이에 대하여 차음성능 검증을 실시하였다.

[0127]

먼저, 상술한 제조장치(50)를 사용하여 폴리프로필렌을 재료로 하여 평균 섬유경이 500nm, 1500nm, 4450nm 및 7700nm인 미세섬유(95)를 제조하였다. 섬유경의 표준편차는 900이며, 표준편차를 평균 섬유경으로 나눈 변동계수는 0.60이다. 그리고 아래에 보여 주는 것과 같은 평균 섬유경과 겉보기 밀도의 조합으로 원주형의 차음용 섬유 집적체의 실시예 1-1 ~ 1-12를 제작하였다. 그리고 시판 재료를 이용하여 비교예 1-1 ~ 1-3을 제작하였다.

[0128]

(실시예 1-1)

[0129]

상기 미세섬유(95)를 평균 섬유경 500nm, 겉보기 밀도 $0.1\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 (두께) 10 mm의 원주형으로 성형한 차음용 섬유 집적체.

[0130]

(실시예 1-2)

[0131]

상기 미세섬유(95)를 평균 섬유경 1500nm, 겉보기 밀도 $0.1\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 10 mm의 원주형으로 성형한 차음용 섬유 집적체.

[0132]

(실시예 1-3)

[0133]

상기 미세섬유(95)를 평균 섬유경 4450nm, 겉보기 밀도 $0.1\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 10 mm의 원주형으로 성형한 차음용 섬유 집적체.

[0134]

(실시예 1-4)

[0135]

상기 미세섬유(95)를 평균 섬유경 7700nm, 겉보기 밀도 $0.1\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 10 mm의 원주형으로 성형한 차음용 섬유 집적체.

[0136]

(실시예 1-5)

[0137]

상기 미세섬유(95)를 평균 섬유경 500nm, 겉보기 밀도 $0.2\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 10 mm의 원주형으로 성형한 차음용 섬유 집적체.

[0138]

(실시예 1-6)

[0139]

상기 미세섬유(95)를 평균 섬유경 1500nm, 겉보기 밀도 $0.2\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 10 mm의 원주형으로 성형한 차음용 섬유 집적체.

[0140]

(실시예 1-7)

[0141]

상기 미세섬유(95)를 평균 섬유경 4450nm, 겉보기 밀도 $0.2\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 10 mm의 원주형으로 성형한 차음용 섬유 집적체.

[0142]

(실시예 1-8)

[0143]

상기 미세섬유(95)를 평균 섬유경 7700nm, 겉보기 밀도 $0.2\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 10 mm의 원주형으로 성형한 차음용 섬유 집적체.

[0144]

(실시예 1-9)

[0145]

상기 미세섬유(95)를 평균 섬유경 500nm, 겉보기 밀도 $0.3\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 10 mm의 원주형으로 성형한 차음용 섬유 집적체.

[0146]

(실시예 1-10)

- [0147] 상기 미세섬유(95)를 평균 섬유경 1500nm, 겉보기 밀도 $0.3\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 10 mm의 원주형으로 성형한 차음용 섬유 집적체.
- [0148] (실시예1-11)
- [0149] 상기 미세섬유(95)를 평균 섬유경 4450nm, 겉보기 밀도 $0.3\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 10 mm의 원주형으로 성형한 차음용 섬유 집적체.
- [0150] (실시예1-12)
- [0151] 상기 미세섬유(95)를 평균 섬유경 7700nm, 겉보기 밀도 $0.3\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 10 mm의 원주형으로 성형한 차음용 섬유 집적체.
- [0152] (비교예1-1)
- [0153] 시판의 펠트재 (제품명: 흡음재[2177], 에몬공업주식회사(エモン工業株式會社), 양모)를 겉보기 밀도 $0.1\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 10 mm의 원주형으로 성형한 흡음재.
- [0154] (비교예1-2)
- [0155] 시판의 우레탄 폼재 (제품명: 흡음재[2176], 에몬공업주식회사, 연질우레탄폼)를 겉보기 밀도 $0.1\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 10 mm의 원주형으로 성형한 흡음재.
- [0156] (비교예1-3)
- [0157] 시판의 폴리에스테르 부직포재 (제품명: 화이트큐온[ESW-10-303], 도쿄방음주식회사(東京防音株式會社), 평균 섬유경 $20\mu\text{m}$)를 겉보기 밀도 $0.1\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 10 mm의 원주형으로 성형한 흡음재.
- [0158] 상술한 실시예 1-1 ~ 1-12 및 비교예 1-1 ~ 1-3에 대하여, 상술한 측정장치(10)를 사용하여 투과손실 TL을 측정하였다. 도 8에 실시예 1-1 ~ 1-4에서의 투과손실 TL을 보여 주고, 도 9에 실시예 1-5 ~ 1-8에서의 투과손실 TL을 보여 주고, 도 10에 실시예 1-9 ~ 1-12에서의 투과손실 TL을 보여 주고, 도 11에 비교예 1-3에서의 투과손실 TL을 보여 준다.
- [0159] 그리고 실시예 1-1 ~ 1-12 및 비교예 1-1 ~ 1-3에서의 투과손실 TL에 대하여, 이하의 평가기준에 기초로 평가를 실시하였다. 실시예1-1 ~ 1-12 및 비교예1-1 ~ 1-3의 구성 및 평가 결과를 표1에 보여 준다.
- [0160] (투과손실 TL의 평가기준)
- [0161] ○ · · · 5000Hz이하의 주파수 영역에서의 투과손실TL이 5dB이상이다.
- [0162] × · · · 5000Hz이하의 주파수 영역에 투과손실TL이 5dB미만인 주파수가 존재한다.

표 1

	평균 섬유경	겉보기 밀도	높이(두께)	투과손실 평가
실시예 1-1	500nm	0.1g/cm ³	10mm	○
실시예 1-2	1500nm	0.1g/cm ³	10mm	○
실시예 1-3	4450nm	0.1g/cm ³	10mm	○
실시예 1-4	7700nm	0.1g/cm ³	10mm	○
실시예 1-5	500nm	0.2g/cm ³	10mm	○
실시예 1-6	1500nm	0.2g/cm ³	10mm	○
실시예 1-7	4450nm	0.2g/cm ³	10mm	○
실시예 1-8	7700nm	0.2g/cm ³	10mm	○
실시예 1-9	500nm	0.3g/cm ³	10mm	○
실시예 1-10	1500nm	0.3g/cm ³	10mm	○
실시예 1-11	4450nm	0.3g/cm ³	10mm	○
실시예 1-12	7700nm	0.3g/cm ³	10mm	○
비교예 1-1	—	0.1g/cm ³	10mm	×
비교예 1-2	—	0.1g/cm ³	10mm	×
비교예 1-3	20um	0.1g/cm ³	10mm	×

[0163]

[0164]

도 8 ~ 도 10으로 부터 알 수 있는 바와 같이, 실시예 1-1 ~ 1-12는 5000Hz 이하의 주파수 영역 전체에서의 투과손실 TL이 5dB 이상이다. 한편 도11로 부터 알 수 있는 바와 같이, 비교예1-1 ~ 1-3은 5000Hz 이하의 주파수 영역 전체에서의 투과손실TL이 5dB 미만이기에 충분한 차음성능을 발휘할 수 없다.

[0165]

또한 도 8 ~ 도 10에 도시한 바와 같이, 실시예 1-1 ~ 1-12으로 부터 겉보기 밀도가 클수록 투과손실 TL (즉 차음성능) 이 높아 지며 겉보기 밀도가 작을수록 투과손실 TL이 낮아지는 경향이 있음을 알 수 있다. 투과손실TL의 관점에서 부터 볼 시 겉보기 밀도가 큰 것이 유리하지만, 그 만큼 중량도 많아 진다. 실시예 1-1 ~ 1-4 (겉보기 밀도 0.1g/cm³) 와 실시예 1-8 ~ 1-12 (겉보기 밀도 0.3g/cm³) 에서는, 동일한 체적일 시 후자의 중량이 전자의 중량의 3배가 된다. 반면 겉보기 밀도가 작으면 투과손실 TL이 낮아져 충분한 차음 성능을 확보할 수 없다. 따라서 차음용 섬유 집적체에 있어서, 투과손실 TL과 중량의 밸런스의 관점에서 볼 때 겉보기 밀도가 0.1g/cm³ ~ 0.2g/cm³ 정도이면 적절하다고 판단 된다.

[0166]

또한, 도 8, 도 9로 부터 알 수 있는 바와 같이, 겉보기 밀도가 0.1g/cm³, 0.2g/cm³인 실시예 1-1 ~ 1-8에서 평균 섬유경이 작은 것 (500nm, 1500nm) 이 평균 섬유경이 큰 것 (4450nm, 7700nm) 보다 전체적으로 투과손실 TL이 높은 경향이 있다. 특히, 100Hz ~ 300Hz정도의 저음에 있어서, 평균 섬유경이 작은 것 (500nm, 1500nm) 이 더 우수하며, 평균 섬유경 1500nm 부근에서 가장 뛰어난 투과손실 TL을 실현할 수 있다.

[0167]

상기 결과로 부터 평균 섬유경이 500nm ~ 7700nm정도이면서 겉보기 밀도가 0.1g/cm³ ~ 0.3g/cm³정도인 차음용 섬유 집적체가 뛰어난 차음 성능을 발휘할 수 있는 것을 확인할 수 있다. 그리고, 평균 섬유경이 500nm ~ 1500nm정도이면서 겉보기 밀도가 0.1g/cm³ ~ 0.2g/cm³정도인 차음용 섬유 집적체가 특히 더욱 뛰어난 차음 성능을 발휘할 수 있는 것을 확인할 수 있다. 또한 평균 섬유경이 1500nm정도이면서 겉보기 밀도가 0.2g/cm³정도인 차음용 섬유 집적체가 가장 뛰어난 차음 성능을 발휘할 수 있는 것을 확인할 수 있다.

[0168]

(흡차음재의 평가)

[0169]

다음으로, 본 발명자는 아래에 보여 주는 본 발명에 따른 흡차음재의 실시예 2-1 ~ 2-8 및 비교예 2-1 ~ 2-3을 제작하고, 이에 대하여 차음성능 및 흡음성능 검증을 실시하였다.

[0170]

먼저, 상술한 제조장치(50)를 사용하여 폴리프로필렌을 재료로 하여 평균섬유경이 800nm, 1500nm, 4450nm 및 7700nm인 미세섬유(95)를 제조하였다. 섬유경의 표준편차는 900이며, 표준편차를 평균 섬유경으로 나눈 변동계수는 0.60이다. 그리고 아래에 보여 주는 흡차음재의 실시예 2-1 ~ 2-8 및 비교예 2-1 ~ 2-3을 제작하였다.

[0171]

(실시예 2-1)

- [0172] 상기 미세섬유(95)를 평균 섬유경 800nm, 겉보기 밀도 $0.2\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 (두께) 20mm의 원주형으로 성형한 제1섬유 집적체층과 평균 섬유경 4450nm, 겉보기 밀도 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 (두께) 10 mm의 원주형으로 성형한 제2섬유 집적체층을 겹쳐서 구성한 흡차음재.
- [0173] (실시예 2-2)
- [0174] 상기 미세섬유(95)를 평균 섬유경 800nm, 겉보기 밀도 $0.2\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 15mm의 원주형으로 성형한 제1섬유 집적체층과 평균 섬유경 4450nm, 겉보기 밀도 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 15 mm의 원주형으로 성형한 제2섬유 집적체층을 겹쳐서 구성한 흡차음재.
- [0175] (실시예 2-3)
- [0176] 상기 미세섬유(95)를 평균 섬유경 800nm, 겉보기 밀도 $0.2\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 10mm의 원주형으로 성형한 제1섬유 집적체층과 평균 섬유경 4450nm, 겉보기 밀도 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 20 mm의 원주형으로 성형한 제2섬유 집적체층을 겹쳐서 구성한 흡차음재.
- [0177] (실시예 2-4)
- [0178] 상기 미세섬유(95)를 평균 섬유경 800nm, 겉보기 밀도 $0.1\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 10mm의 원주형으로 성형한 제1섬유 집적체층과 평균 섬유경 4450nm, 겉보기 밀도 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 20 mm의 원주형으로 성형한 제2섬유 집적체층을 겹쳐서 구성한 흡차음재.
- [0179] (실시예 2-5)
- [0180] 상기 미세섬유(95)를 평균 섬유경 1500nm, 겉보기 밀도 $0.2\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 10mm의 원주형으로 성형한 제1섬유 집적체층과 평균 섬유경 4450nm, 겉보기 밀도 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 20 mm의 원주형으로 성형한 제2섬유 집적체층을 겹쳐서 구성한 흡차음재.
- [0181] (실시예 2-6)
- [0182] 상기 미세섬유(95)를 평균 섬유경 800nm, 겉보기 밀도 $0.2\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 10mm의 원주형으로 성형한 제1섬유 집적체층과 평균 섬유경 7700nm, 겉보기 밀도 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 20 mm의 원주형으로 성형한 제2섬유 집적체층을 겹쳐서 구성한 흡차음재.
- [0183] (실시예 2-7)
- [0184] 상기 미세섬유(95)를 평균 섬유경 800nm, 겉보기 밀도 $0.1\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 10mm의 원주형으로 성형한 제1섬유 집적체층과 평균 섬유경 7700nm, 겉보기 밀도 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 20 mm의 원주형으로 성형한 제2섬유 집적체층을 겹쳐서 구성한 흡차음재.
- [0185] (실시예 2-8)
- [0186] 상기 미세섬유(95)를 평균 섬유경 1500nm, 겉보기 밀도 $0.2\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 10mm의 원주형으로 성형한 제1섬유 집적체층과 평균 섬유경 7700nm, 겉보기 밀도 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 20 mm의 원주형으로 성형한 제2섬유 집적체층을 겹쳐서 구성한 흡차음재.
- [0187] (비교예 2-1)
- [0188] 상기 미세섬유(95)를 평균 섬유경 4450nm, 겉보기 밀도 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 30mm의 원주형으로 성형한 단층 구성의 흡차음재.
- [0189] (비교예 2-2)
- [0190] 상기 미세섬유(95)를 평균 섬유경 800nm, 겉보기 밀도 $0.2\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 30mm의 원주형으로 성형한 단층 구성의

흡차음재.

[0191] (비교예 2-3)

[0192] 상기 미세섬유(95)를 평균 섬유경 4450nm, 겉보기 밀도 $0.05\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 10mm의 원주형으로 성형한 제1섬유 집적체층과 평균 섬유경 800nm, 겉보기 밀도 $0.2\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 20 mm의 원주형으로 성형한 제2섬유 집적체층을 겹쳐서 구성한 흡차음재.

[0193] 실시예 2-1 ~ 2-8은 제1섬유 집적체층을 비교적 가는 섬유로 고밀도로 구성하고, 제2섬유 집적체층을 비교적 굵은 섬유로 저밀도로 구성하였다. 또한, 실시예 2-1은 제1섬유 집적체층의 높이가 제2섬유 집적체층의 높이보다 높도록 구성하였다. 실시예 2-2는 제1섬유 집적체층의 높이와 제2섬유 집적체층의 높이가 동일하도록 구성하였다. 실시예 2-3 ~ 2-8은 제1섬유 집적체층의 높이가 제2섬유 집적체층의 높이보다 낮도록 구성하며, 그 비는 1:2이다. 비교예 2-1, 2-2는 제1섬유 집적체층만인 단층으로 구성하였다. 비교예 2-3은 제1섬유 집적체층을 비교적 굵은 섬유로 저밀도로 구성하고, 제2섬유 집적체층을 비교적 가는 섬유로 고밀도로 구성하였으며, 구체적으로는 실시예 2-1의 제1섬유 집적체층과 제2섬유 집적체층을 서로 교체한 구성을 가진다.

[0194] 상술한 실시예 2-1 ~ 2-8 및 비교예 2-1 ~ 2-3에 대하여, 상술한 측정장치(10)를 사용하여 흡음률 α 및 투과손실 TL을 측정하였다. 그리고 이 흡음률 α 및 투과손실 TL을 이용하여 흡수율 β 를 산출하였다. 도 12 ~ 도 19에 실시예 2-1 ~ 2-8에서의 투과손실 TL 및 흡수율 β 를 보여 주고, 도 20 ~ 도 22에 비교예 2-1 ~ 2-3에서의 투과손실 TL 및 흡수율 β 를 보여 준다. 각 도면에 있어서, (a)는 주파수와 투과손실 TL과의 관계를 보여 주며, (b)는 주파수와 흡수율 β 와의 관계를 보여 준다.

[0195] 그리고 실시예 2-1 ~ 2-8 및 비교예 2-1 ~ 2-3에서의 투과손실 TL 및 흡수율 β 에 대하여, 아래의 평가기준을 기초로 평가를 실시하였다. 실시예 2-1 ~ 2-8 및 비교예 2-1 ~ 2-3의 구성 및 평가 결과를 표 2에 보여 준다.

[0196] (투과손실 TL의 평가기준)

[0197] ◎ · · · 5000Hz이하의 주파수 영역에서의 투과손실 TL이 15dB이상이다.

[0198] ○ · · · 5000Hz이하의 주파수영역에서의 투과손실 TL이 5dB이상 15dB미만이다.

[0199] × · · · 5000Hz이하의 주파수영역에 투과손실 TL이 5dB미만인 주파수가 존재한다.

[0200] (흡수율 β 의 평가 기준)

[0201] ◎ · · · 500Hz ~ 2000Hz의 주파수 영역에서의 흡수율이 0.4이상이다.

[0202] ○ · · · 500Hz ~ 2000Hz의 주파수 영역에서의 흡수율이 0.2이상 0.4미만이다.

[0203] × · · · 500Hz ~ 2000Hz의 주파수 영역에서의 흡수율이 0.2 미만이다.

[0204] (종합평가)

[0205] ◎ · · · 투과손실 TL 및 흡수율 β 모두가 매우 양호하다.

[0206] ○ · · · 투과손실 TL 및 흡수율 β 가 매우 양호 (◎) 또는 양호 (○) 하다.

[0207] × · · · 투과손실 TL 및 흡수율 β 중의 하나 또는 모두가 불량 (×) 이다.

표 2

	제1 섬유집적체층			제2 섬유집적체층			투과손실평가	흡수률평가	종합평가
	평균 섬유경	겉보기 밀도	높이(두께)	평균 섬유경	겉보기 밀도	높이(두께)			
실시에 2-1	800nm	0.2g/cm ³	20nm	4450nm	0.05g/cm ³	10nm	◎	○	○
실시에 2-2	800nm	0.2g/cm ³	15nm	4450nm	0.05g/cm ³	15nm	◎	○	○
실시에 2-3	800nm	0.2g/cm ³	10nm	4450nm	0.05g/cm ³	20nm	◎	◎	◎
실시에 2-4	800nm	0.1g/cm ³	10nm	4450nm	0.05g/cm ³	20nm	○	◎	○
실시에 2-5	1500nm	0.2g/cm ³	10nm	4450nm	0.05g/cm ³	20nm	◎	◎	◎
실시에 2-6	800nm	0.2g/cm ³	10nm	7700nm	0.05g/cm ³	20nm	○	◎	○
실시에 2-7	800nm	0.1g/cm ³	10nm	7700nm	0.05g/cm ³	20nm	◎	◎	◎
실시에 2-8	1500nm	0.2g/cm ³	10nm	7700nm	0.05g/cm ³	20nm	◎	◎	◎
비교예 2-1	4450nm	0.05g/cm ³	30nm	—	—	—	x	◎	x
비교예 2-2	800nm	0.2g/cm ³	30nm	—	—	—	◎	x	x
비교예 2-3	4450nm	0.05g/cm ³	10nm	800nm	0.2g/cm ³	20nm	◎	x	x

[0208]

[0209]

도 12 ~ 도 19로 부터 알 수 있는 바와 같이, 실시예 2-1 ~ 2-8은 5000Hz 이하의 주파수 영역 전체에서의 투과손실 TL이 5dB 이상이며, 상기 차음용 섬유 집적체의 각 실시예와 마찬가지로 양호한 차음성능을 발휘할 수 있다. 그리고 특히 실시예 2-1 ~ 2-3, 2-5, 2-7, 2-8인 경우, 투과손실 TL이 15dB이상이며, 겉보기 밀도가 0.3g/cm³인 상기 차음용 섬유 집적체의 실시예 1-9 ~ 1-12와 동등한 매우 양호한 차음 성능을 발휘할 수 있다.

[0210]

또한 실시예 2-1 ~ 2-8은 500Hz ~ 2000Hz 주파수 영역에서의 흡수율 β 가 적어도 0.2이상이어서 소리를 효과적으로 내부에 가둘 수 있다. 특히 실시예 2-3 ~ 실시예 2-8은 제1섬유 집적체층의 높이가 제2섬유 집적체층의 높이보다 작기 때문에, 소리 에너지가 비교적 굵은 섬유로 저밀도로 구성된 제2섬유 집적체층에서 효과적으로 흡수되면서 진행되고, 비교적 가는 섬유로 고밀도로 구성된 제1섬유 집적체층에서 차단된다. 그리고 제1섬유 집적체층의 표면에 의해 반사된 소리 에너지가 제2섬유 집적체층에서 진일보 흡수되기 때문에, 소리를 보다 효과적

으로 내부에 가둘 수 있다고 추측된다.

- [0211] 즉, 본 실시형태의 흡차음재에 있어서, 실내 발생음은 (1) 제2 섬유 집적체층에 입사되면서 흡수되면서 진행되고, (2) 제1 섬유 집적체층에 도달하면 진일보 제1섬유 집적체층에 흡수되면서 진행된다. 이에 따라 흡차음재를 통과한 실내 발생음은 크게 감소된다. 또한 실내 발생음은 (2') 제1 섬유 집적체층에 도달하면 그 경계면에 의해 반사되어 제2 섬유 집적체층에서 음원측을 향해 흡수되면서 진행된다. 이에 의해 실내 발생음이 흡수 (봉인) 될 수 있는 기회가 증가한다고 생각된다. 그리고, 실외 발생음은 투과손실 TL이 비교적 높은 제1 섬유 집적체층에 의해 반사되기 때문에 실내로 들어 가기 어려운 구성인 것으로 생각된다.
- [0212] 실시예 2-3, 2-5, 2-7, 2-8은 투과손실 TL 및 흡수율 β 모두가 매우 양호하며, 뛰어난 차음 성능 및 흡음 성능을 발휘할 수 있다.
- [0213] 한편, 도 20으로 부터 알 수 있는 바와 같이, 비교예 2-1은 투과손실TL이 전체적으로 낮아 낮은 주파수 영역에서의 투과손실TL이 5dB 미만이어서 충분한 차음성능을 발휘할 수 없다. 또한 도 21, 도 22로 부터 알 수 있는 바와 같이, 비교예 2-2, 2-3은 투과손실TL이 높아 충분한 차음성능을 발휘하지만, 흡수율 β 가 낮기 때문에 소리를 충분히 가둘 수 없다. 그리고, 비교예 2-3은 실시예 2-1을 반전시켜 제1섬유 집적체층과 제2섬유 집적체층의 위치를 서로 교체한 구성을 가진다. 실시예 2-1에서는 음원 측의 제2 섬유 집적체층을 비교적 굵은 섬유로 저밀도로 구성하고 있으므로, 소리 에너지를 효과적으로 내부에 유입할 수 있다. 한편 비교예 2-3은 음원측의 제2섬유 집적체층을 비교적 가는 섬유로 고밀도로 구성하고 있기 때문에 소리 에너지가 반사되어 효과적으로 내부에 유입될 수 없다. 때문에, 실시예 2-1과 비교예 2-3의 비교를 통하여, 제2 섬유 집적체층을 실내쪽 (음원에 가까운 측)에 배치하고 제1섬유 집적체층을 실외쪽 (음원에서 먼 측)에 배치하면, 흡수율 β 를 효과적으로 향상시킬 수 있음을 알 수 있다.
- [0214] 상기 결과로 부터 평균 섬유경이 800nm ~ 1500nm 정도이면서 겉보기 밀도가 $0.1\text{g/cm}^3 \sim 0.2\text{g/cm}^3$ 정도인 제1섬유 집적체층과 평균 섬유경이 4450nm ~ 7700nm 정도이면서 겉보기 밀도가 0.05g/cm^3 정도인 제2 섬유 집적체층을 겹쳐서 구성한 흡차음재가 뛰어난 차음 성능 및 흡음 성능을 발휘할 수 있음을 확인할 수 있다. 또한, 특히 제1 섬유 집적체층의 높이 (두께)를 제2 섬유 집적체층의 높이 (두께)보다 작게 함으로써, 차음 성능 및 흡음 성능을 효과적으로 발휘할 수 있는 것을 확인할 수 있다. 또한, 음원에 가까운 쪽에 제2 섬유 집적체층을 배치하고, 음원에서 먼 쪽에 제2 섬유 집적체층을 배치하는 것이 바람직하다.
- [0215] (섬유 집적체의 구성과 흡음률 및 투과 손실과의 관계)
- [0216] 다음으로, 본 발명자들은 아래에 보여 주는 본 발명에 따른 차음용 섬유 집적체의 실시예 3-1 ~ 3-8을 제작하고, 이에 대하여 흡음률 α 및 투과손실 TL의 측정을 실시하였다.
- [0217] (실시예3-1)
- [0218] 상기 미세섬유(95)를 평균 섬유경 800nm, 겉보기 밀도 0.05g/cm^3 , 높이 (두께) 50 mm의 원주형으로 성형한 차음용 섬유 집적체.
- [0219] (실시예3-2)
- [0220] 상기 미세섬유(95)를 평균 섬유경 1500nm, 겉보기 밀도 0.05g/cm^3 , 높이 50 mm의 원주형으로 성형한 차음용 섬유 집적체.
- [0221] (실시예3-3)
- [0222] 상기 미세섬유(95)를 평균 섬유경 4450nm, 겉보기 밀도 0.05g/cm^3 , 높이 50 mm의 원주형으로 성형한 차음용 섬유 집적체.
- [0223] (실시예3-4)
- [0224] 상기 미세섬유(95)를 평균 섬유경 7700nm, 겉보기 밀도 0.05g/cm^3 , 높이 50 mm의 원주형으로 성형한 차음용 섬유 집적체.
- [0225] (실시예3-5)
- [0226] 상기 미세섬유(95)를 평균 섬유경 800nm, 겉보기 밀도 0.1g/cm^3 , 높이 50 mm의 원주형으로 성형한 차음용 섬유

집적체.

[0227] (실시예 3-6)

[0228] 상기 미세섬유(95)를 평균 섬유경 1500nm, 겉보기 밀도 $0.1\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 50 mm의 원주형으로 성형한 차음용 섬유 집적체.

[0229] (실시예 3-7)

[0230] 상기 미세섬유(95)를 평균 섬유경 4450nm, 겉보기 밀도 $0.1\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 50 mm의 원주형으로 성형한 차음용 섬유 집적체.

[0231] (실시예 3-8)

[0232] 상기 미세섬유(95)를 평균 섬유경 7700nm, 겉보기 밀도 $0.1\text{g}/\text{cm}^3$, 높이 50 mm의 원주형으로 성형한 차음용 섬유 집적체.

[0233] 상술한 실시예 3-1 ~ 3-8에 대하여, 상술한 측정장치(10)를 사용하여 흡음률 α 및 투과손실 TL을 측정하였다. 도 23, 도 24에 실시예 3-1 ~ 3-8에서의 투과손실 TL을 보여 주고, 도 25, 도 26에 실시예 3-1 ~ 3-8의 흡음률 α 를 보여 준다.

[0234] 도 23, 도 24로 부터 알 수 있는 바와 같이, 1000Hz이하의 주파수 영역에서, 평균 섬유경이 작은 것 (800nm, 1500nm) 이 평균 섬유경이 큰 것 (4450nm, 7700nm) 보다 투과손실 TL이 높은 경향을 가진다. 또한, 겉보기 밀도가 높은 것 ($0.1\text{g}/\text{cm}^3$) 이 겉보기 밀도가 낮은 것 ($0.05\text{g}/\text{cm}^3$) 보다 투과손실 TL이 높은 경향을 가진다. 따라서, 차음용 섬유 집적체로서 평균 섬유경이 작으면서 겉보기 밀도가 높은 것이 더 바람직하다는 것을 확인할 수 있다.

[0235] 또한, 도 25, 도 26으로 부터 알 수 있는 바와 같이, 1000Hz이하의 주파수영역에서, 평균 섬유경이 큰 것 (4450nm, 7700nm) 이 평균 섬유경이 작은 것 (800nm, 1500nm) 보다 흡음률 α 가 높은 경향을 가진다. 또한 겉보기 밀도가 낮은 것 ($0.05\text{g}/\text{cm}^3$) 이 겉보기 밀도가 높은 것 ($0.1\text{g}/\text{cm}^3$) 보다 흡음률 α 가 높은 경향을 가진다. 즉, 평균 섬유경이 크면서 겉보기 밀도가 작은 것이 더욱 높은 흡음률 α 를 구비한다고 말할 수 있다.

[0236] 여기서, 흡음률 α 가 높다는 것은 반사되는 소리 에너지가 적다는 것을 의미하며, 보다 많은 소리 에너지가 섬유 집적체의 내부에 유입된다는 것을 의미한다. 그리고 흡차음재로 소리 에너지를 흡수 (봉인) 하기 위하여서는, 반사되는 소리 에너지를 적게 함으로써 더욱 많은 소리 에너지를 내부에 유입하여 내부에서 효과적으로 감쇠시키는 것이 중요하다.

[0237] 그리고 상술한 본 실시예에 따르는 흡차음재 (실시예 2-1 ~ 2-8) 는 음원에서 가까운 쪽에 평균 섬유경이 크면서 겉보기 밀도가 작은 제2섬유 집적체층을 배치하고, 음원에서 먼 쪽에 평균 섬유경이 작으면서 겉보기 밀도가 큰 제1섬유 집적체층을 배치한다. 이러한 구성을 가짐으로써, 제2섬유 집적체층에서 더욱 많은 소리 에너지를 내부에 유입하여 제2섬유 집적체층을 진행하도록 함으로써, 소리 에너지를 감쇠시킨다. 또한, 제1섬유 집적체층에 도달한 소리 에너지는 제1섬유 집적체층과의 경계면에 의해 반사되어 다시 제2섬유 집적체층을 음원측을 향하여 진행하면서 소리 에너지를 감쇠시킨다. 이로써 본 발명의 흡차음재가 상기 제1섬유 집적체층 및 상기 제2섬유 집적체층을 구비하기 때문에 소리 에너지를 보다 효과적으로 내부에 가둘 수 있는 것으로 추측되며, 뛰어난 차음성능 및 흡인성능 (봉인성능) 을 발휘할 수 있다.

[0238] 이상 본 발명의 실시형태를 설명하였는데 본 발명은 위의 각 예에 한정되는 것은 아니다. 전술한 실시형태에 대하여, 당업자가 적절하게 구성요소의 추가, 삭제, 설계 변경을 실시한 것 또는 실시형태의 특징을 적절하게 조합한 것도, 본 발명의 요지를 구비하고 있는 한 본 발명의 범위에 포함된다.

부호의 설명

[0239] 1 : 제1섬유 집적체층

2 : 제2섬유 집적체층

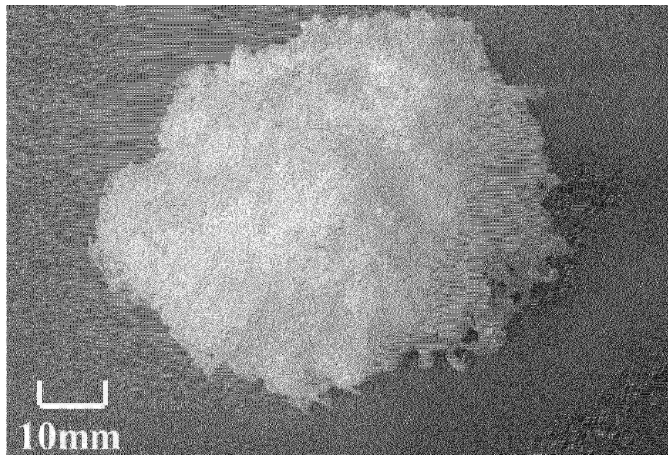
5 : 흡차음재

10 : 측정장치

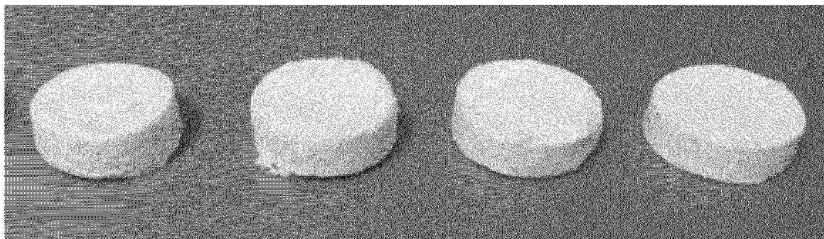
11 : 본체부
12 : 음원
13 : 흡음벽
14 : 입사실
15 : 투과실
21 ~ 24 : 마이크로폰
50 : 제조장치
62 : 호퍼
63 : 가열 실린더
64 : 히터
65 : 스크류
66 : 모터
68 : 가스 공급관
70 : 헤드
90 : 포집망
95 : 미세 섬유
TP : 시료
Da, Db : 평균 섬유경
 ρ_{ab} : 겉보기 밀도
 t_a, t_b : 두께
TL : 투과 손실
 α : 흡음률
 β : 흡수율

도면

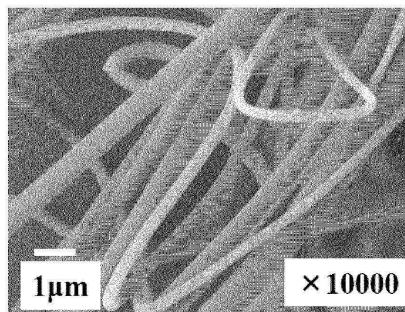
도면1



(a)

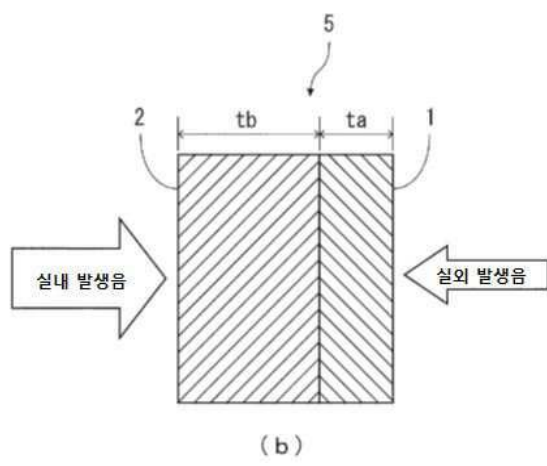
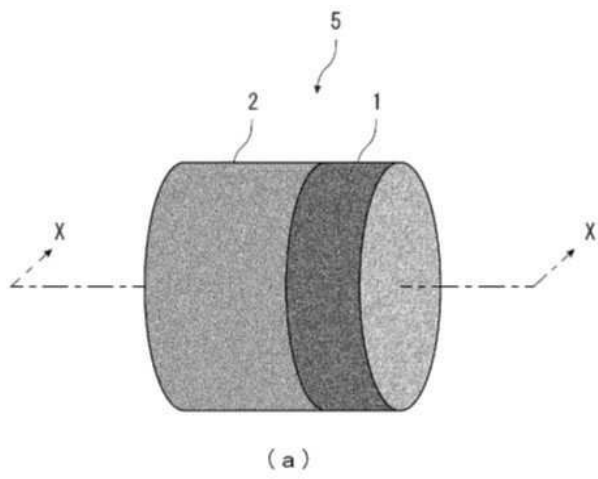


(b)

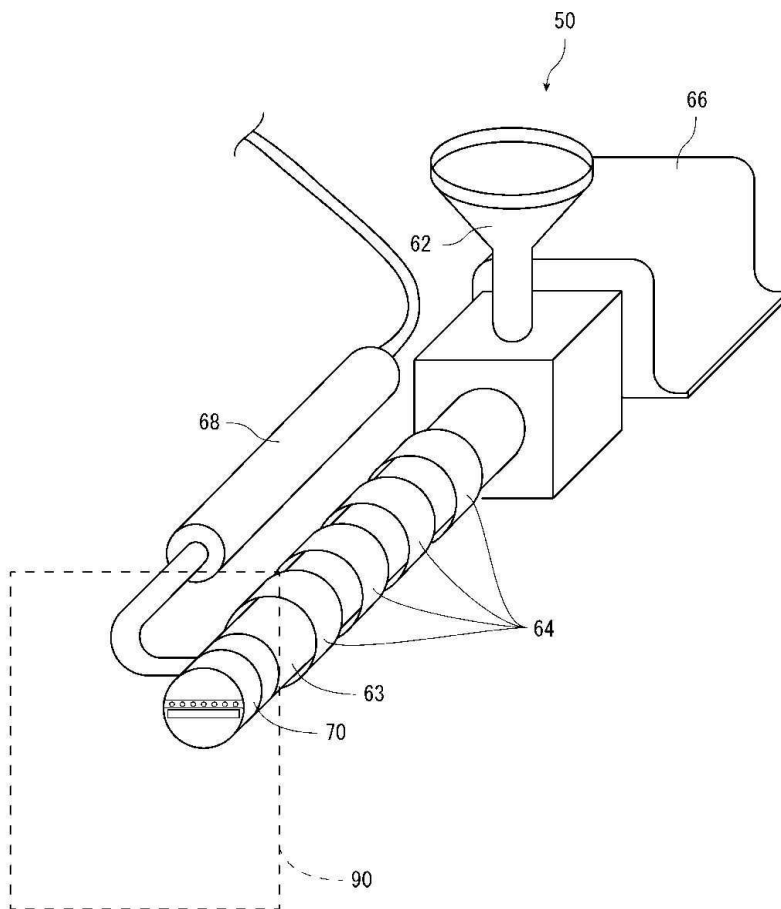


(c)

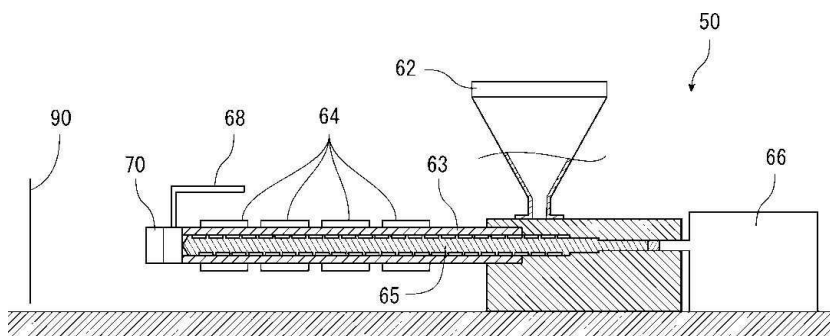
도면2



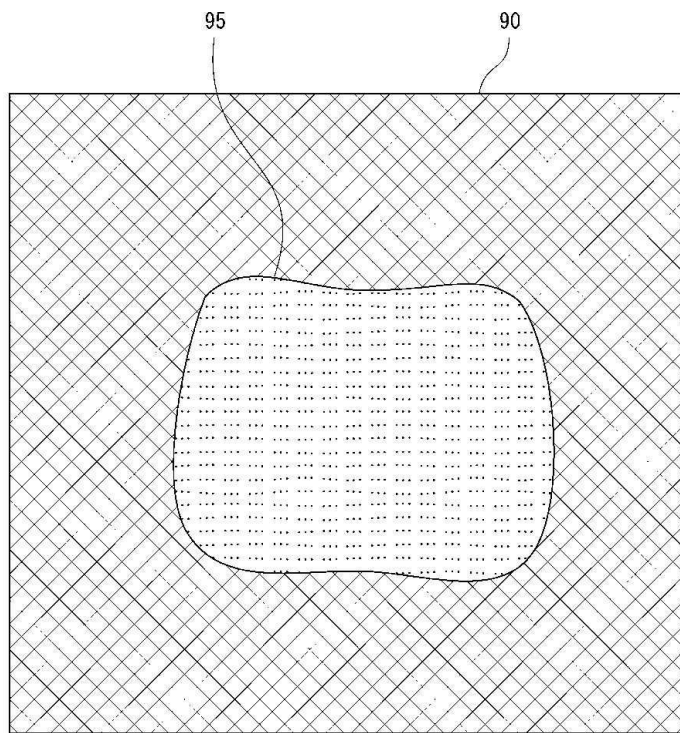
도면3



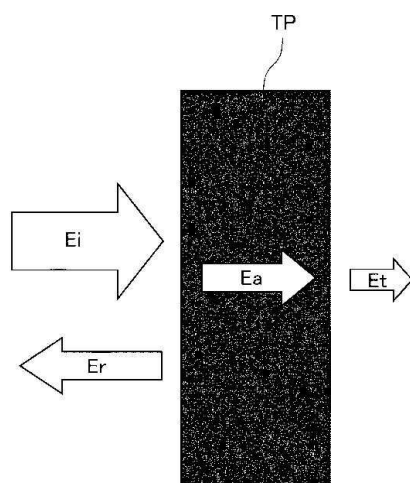
도면4



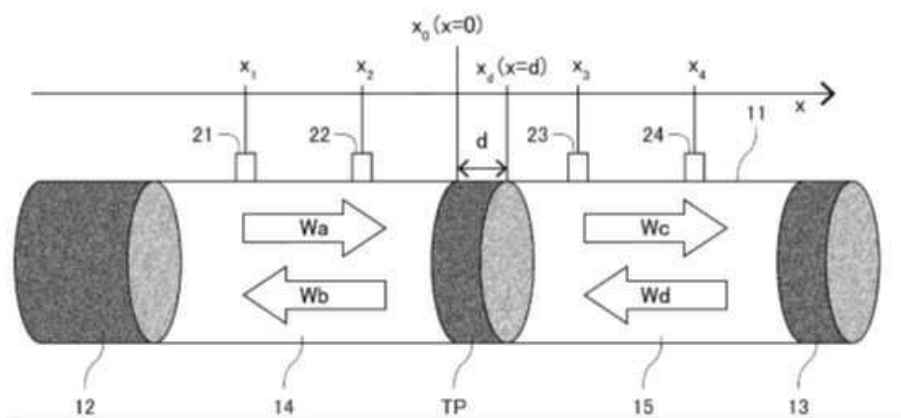
도면5



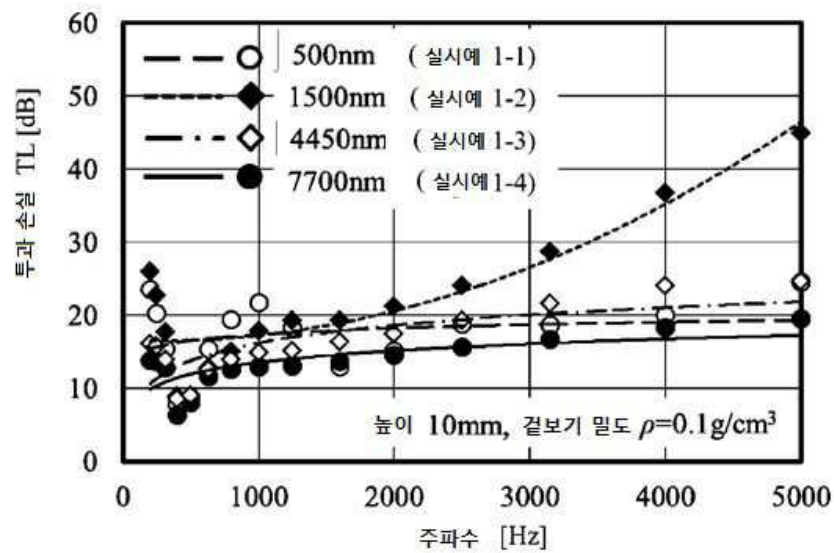
도면6



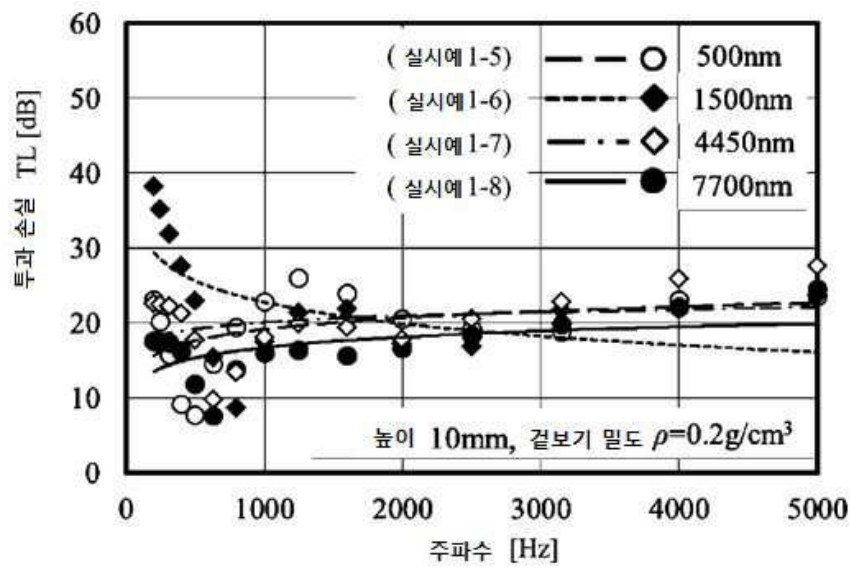
도면7



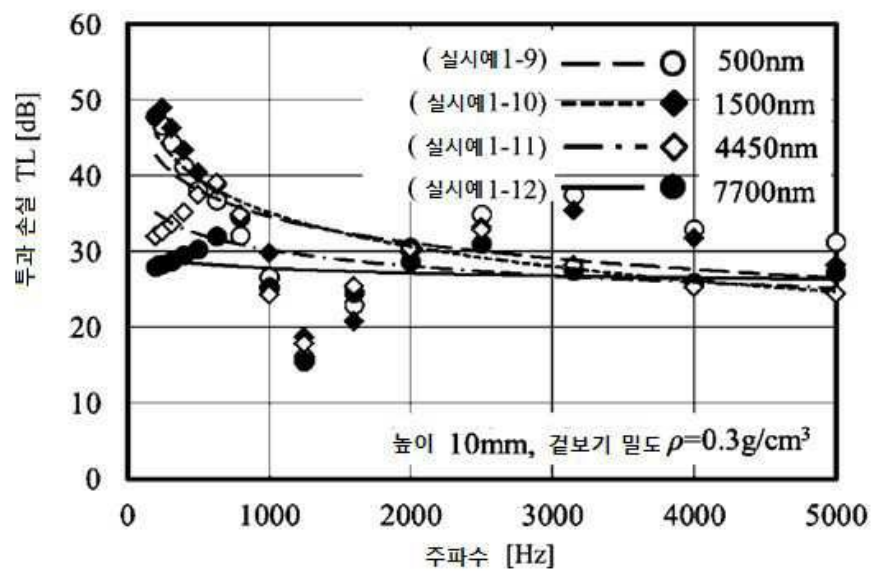
도면8



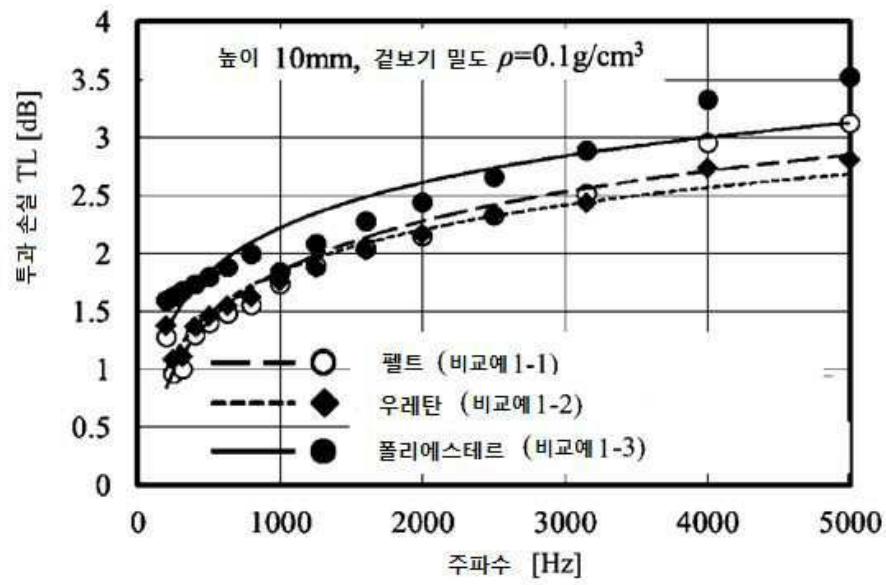
도면9



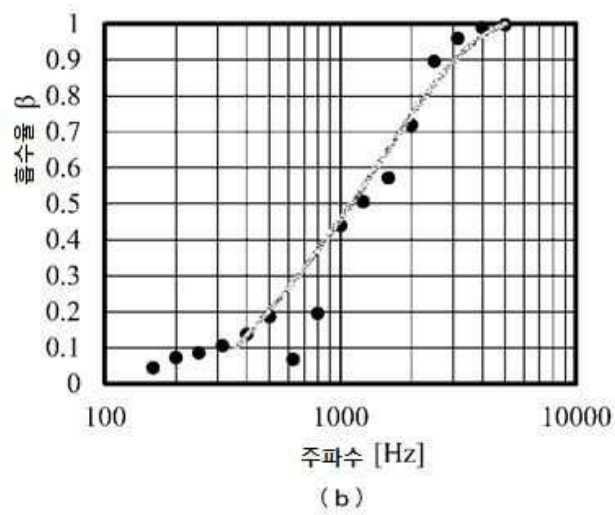
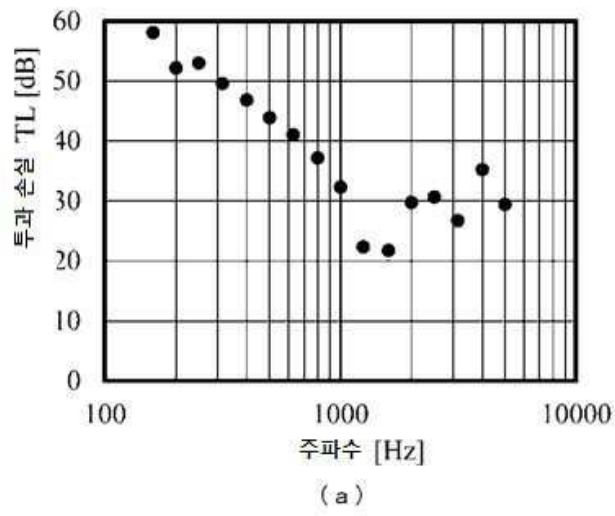
도면10



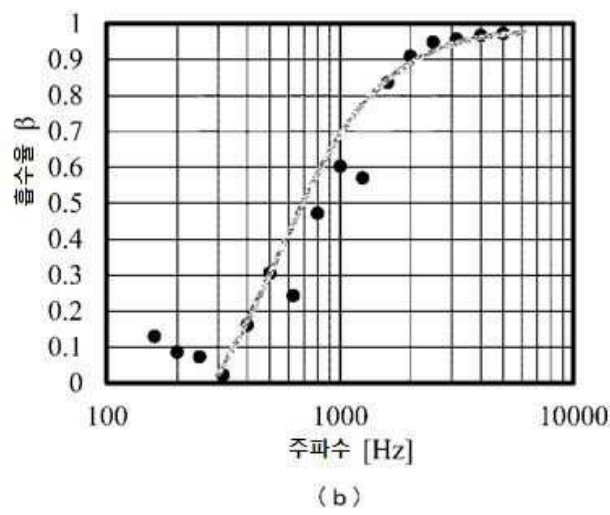
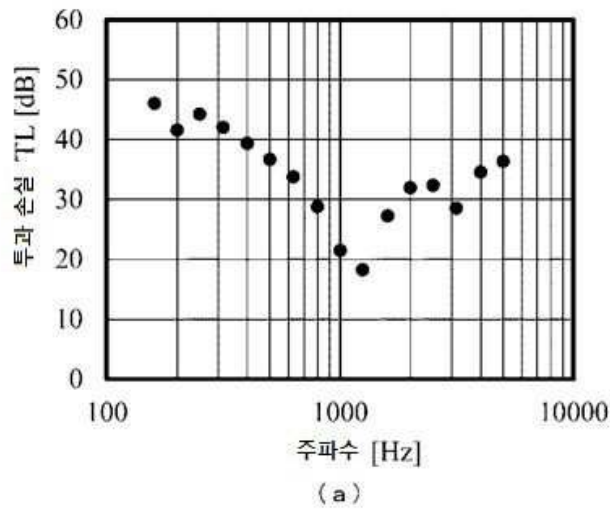
도면11



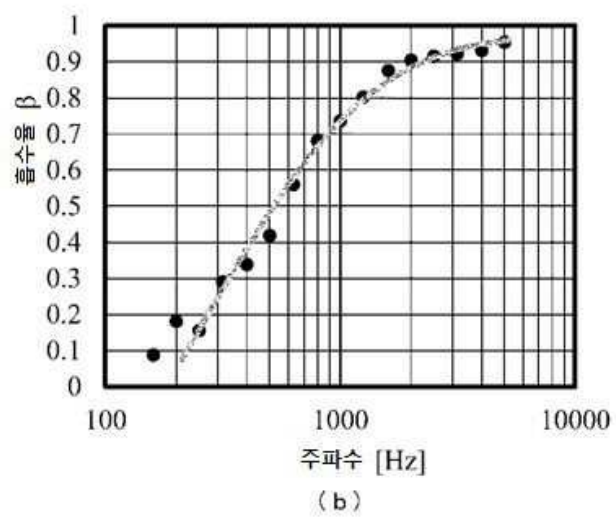
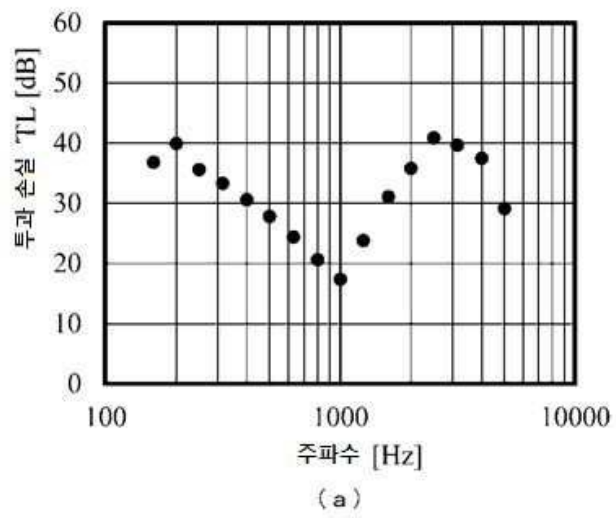
도면12



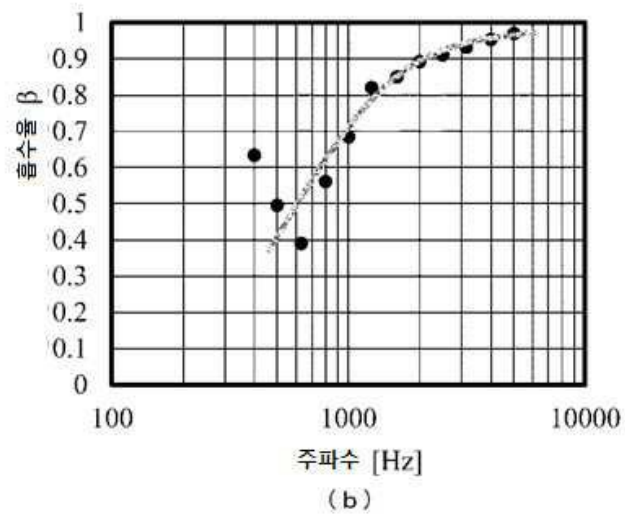
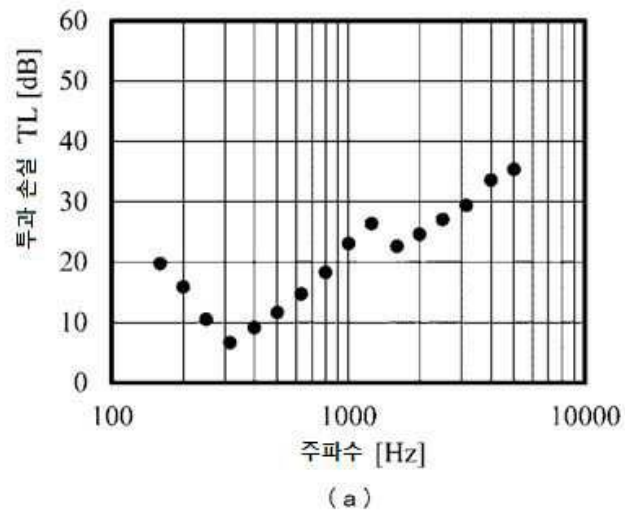
도면13



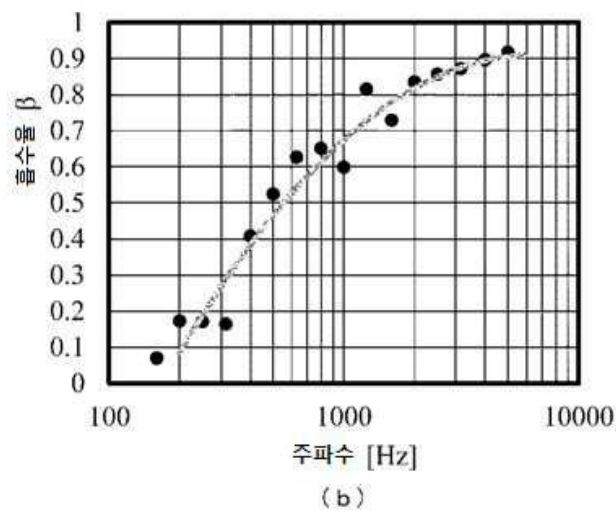
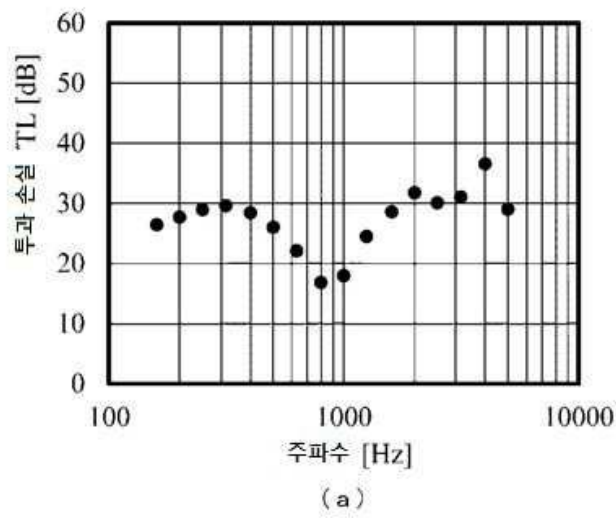
도면14



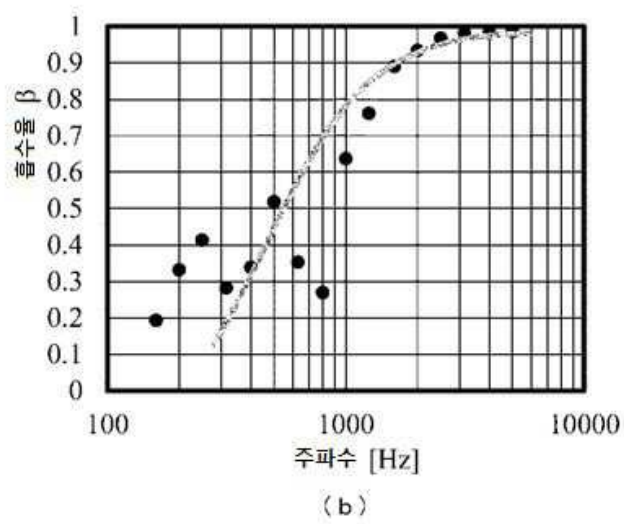
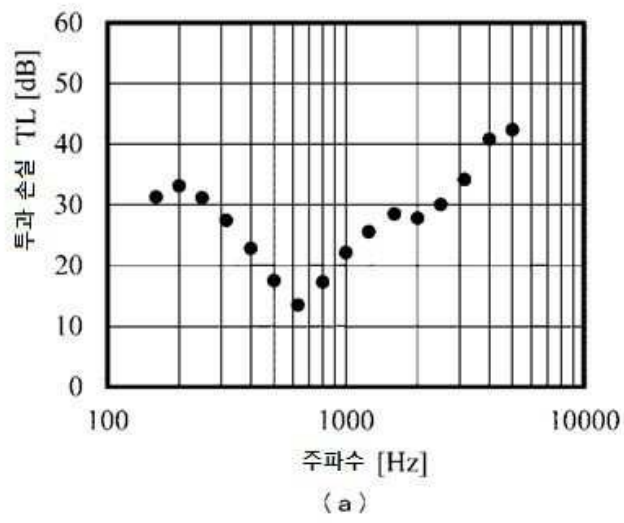
도면15



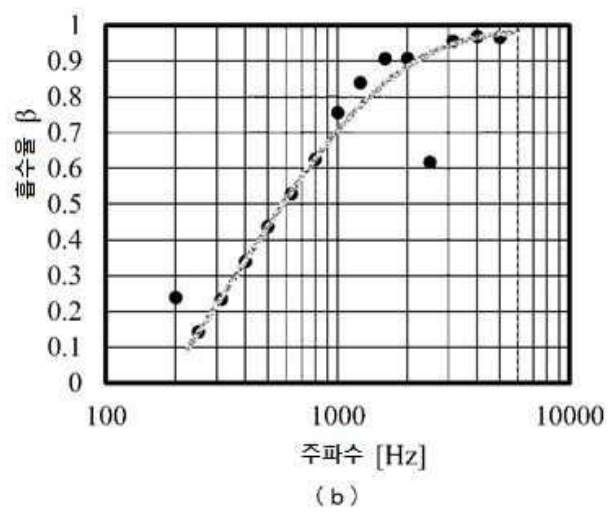
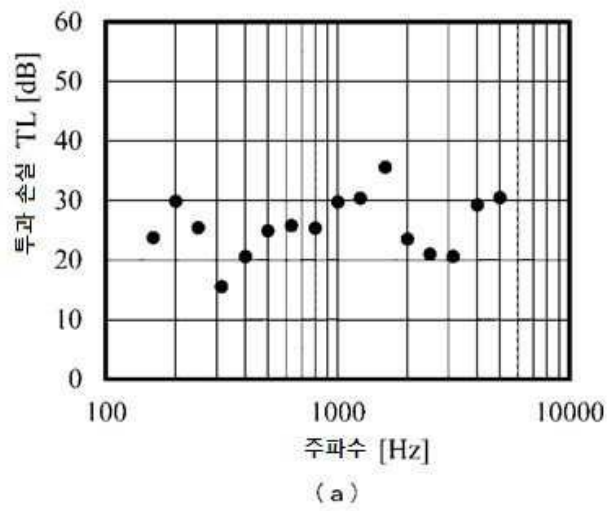
도면16



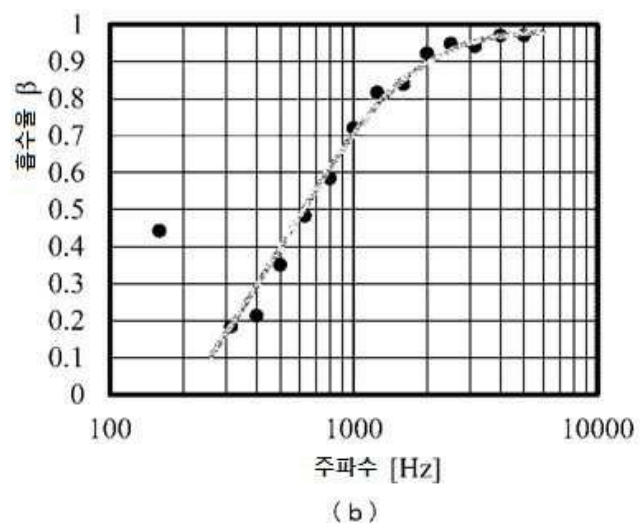
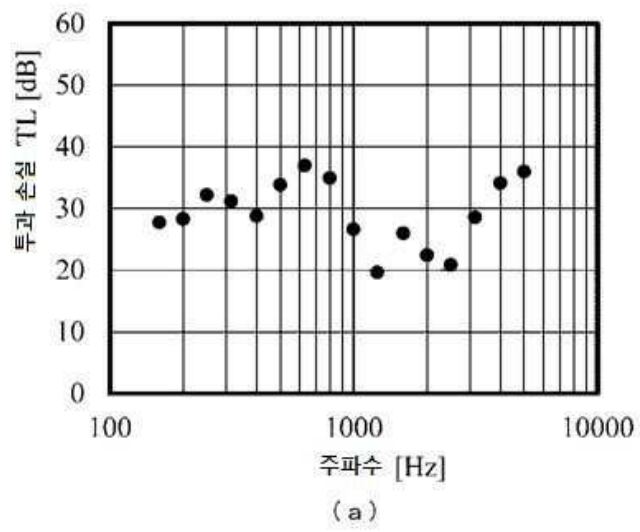
도면17



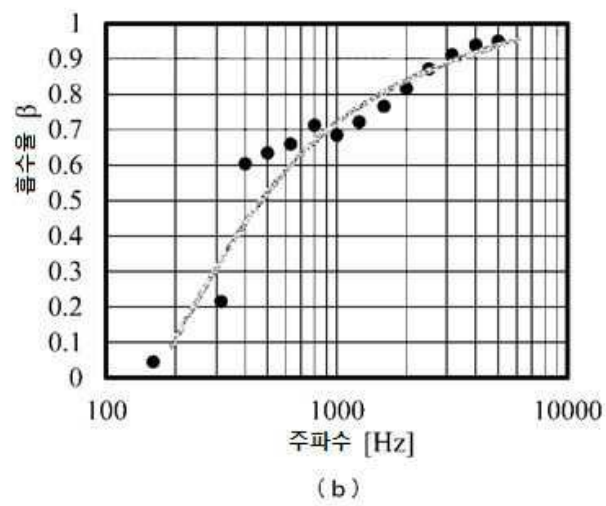
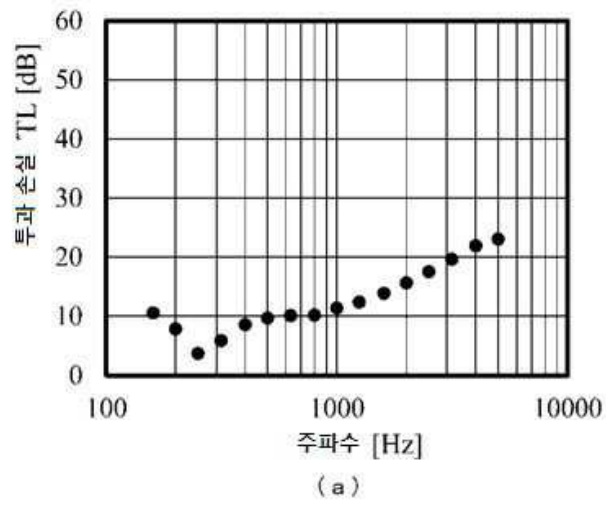
도면18



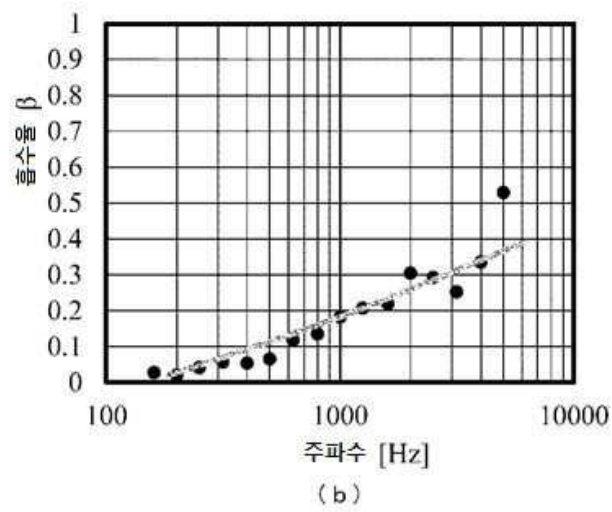
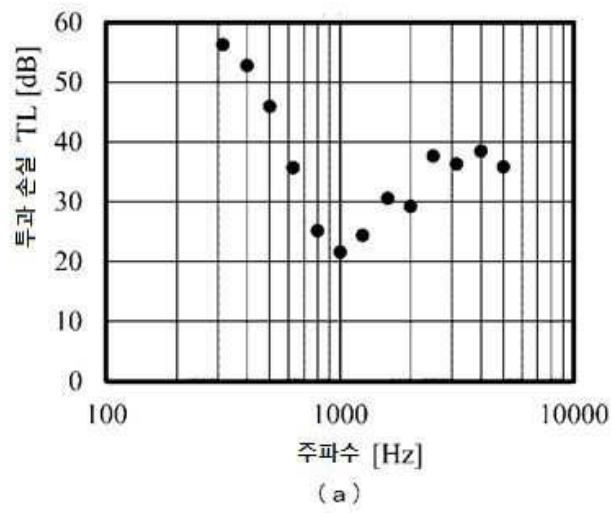
도면19



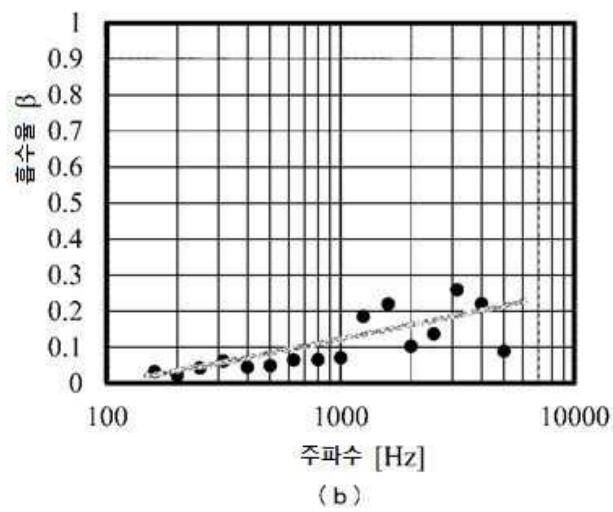
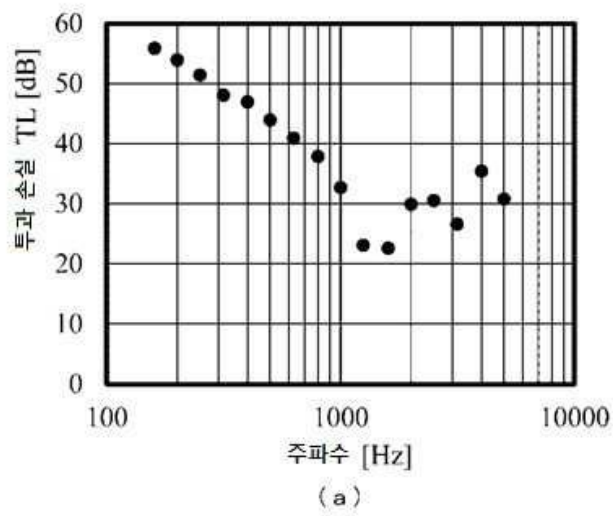
도면20



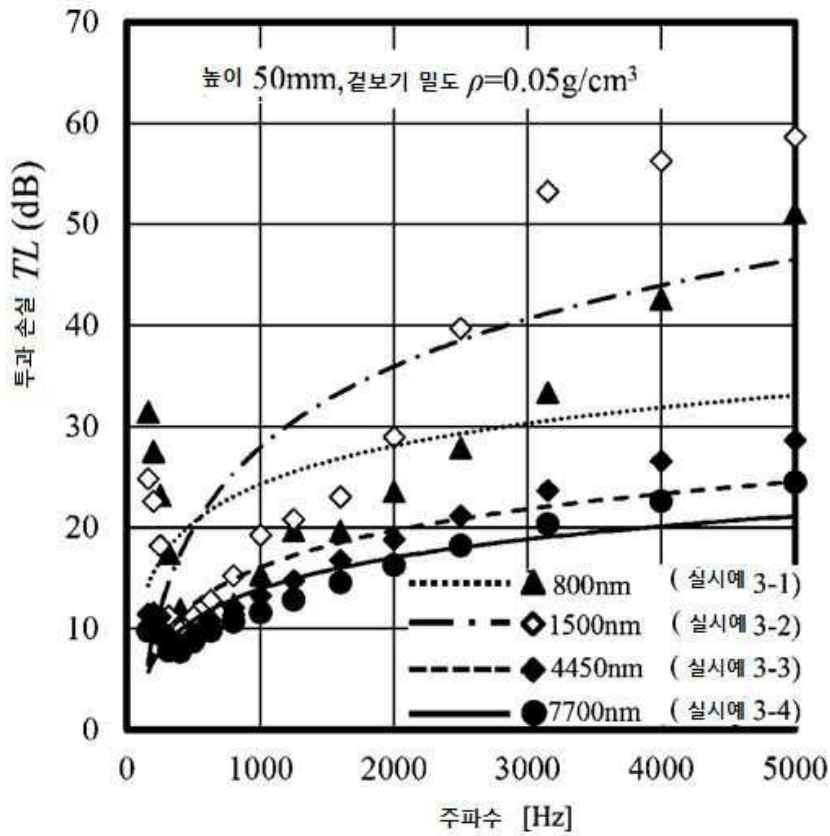
도면21



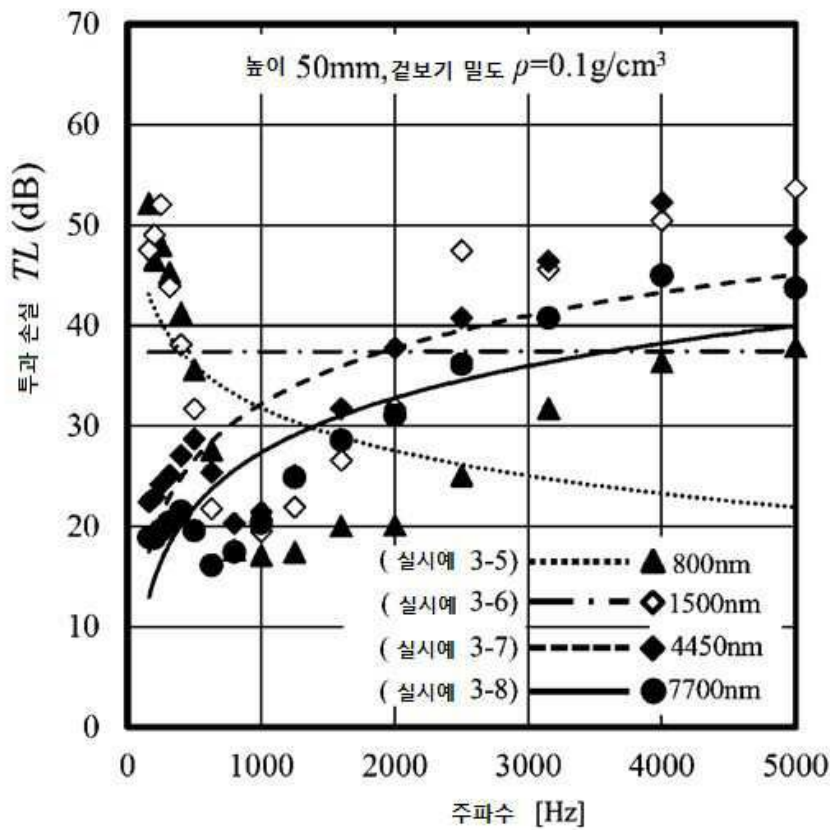
도면22



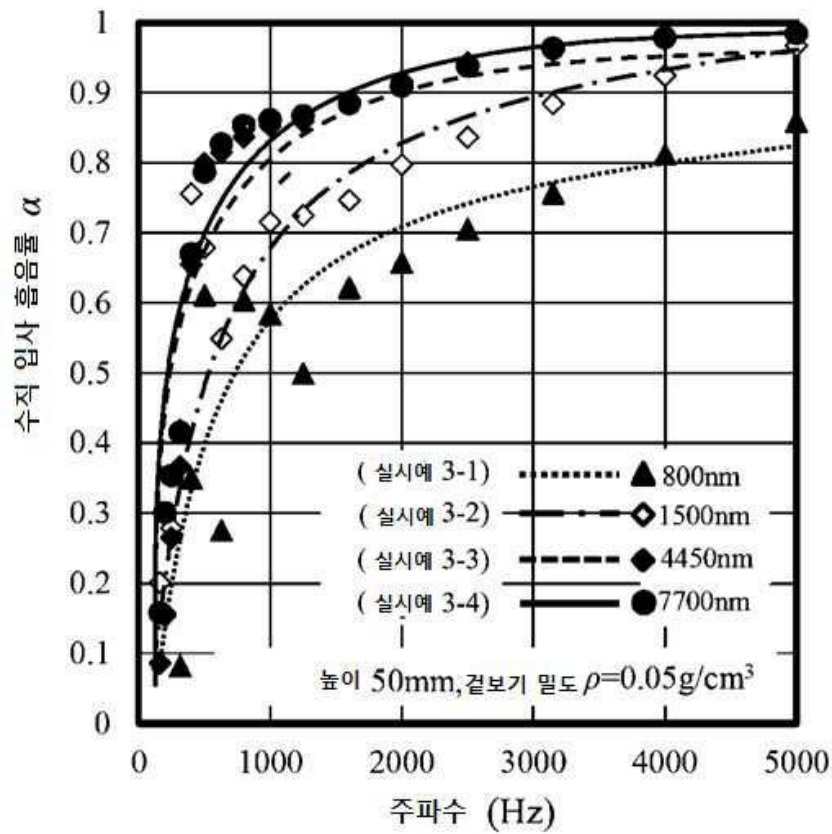
도면23



도면24



도면25



도면26

