(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0047530
(43) 공개일자 2024년04월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B32B 9/00 (2006.01) *B32B 13/14* (2006.01)
B32B 3/26 (2006.01) *B32B 5/26* (2006.01)
B32B 7/12 (2019.01) *B32B 9/04* (2006.01)
E04B 1/84 (2006.01) *E04B 1/86* (2006.01)
E04B 1/94 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B32B 9/005 (2013.01)
B32B 13/14 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0126693
(22) 출원일자 2022년10월05일
심사청구일자 2022년10월05일

(71) 출원인
이계정
광주광역시 남구 제중로 11, 양림 1단지 휴먼시아 106-1102 (양림동)
이영원
광주광역시 남구 제중로 11, 106동 1102호 (양림동, 양림 1단지 휴먼시아)
(72) 발명자
이계정
광주광역시 남구 제중로 11, 양림 1단지 휴먼시아 106-1102 (양림동)
이영원
광주광역시 남구 제중로 11, 106동 1102호 (양림동, 양림 1단지 휴먼시아)
(74) 대리인
박용민

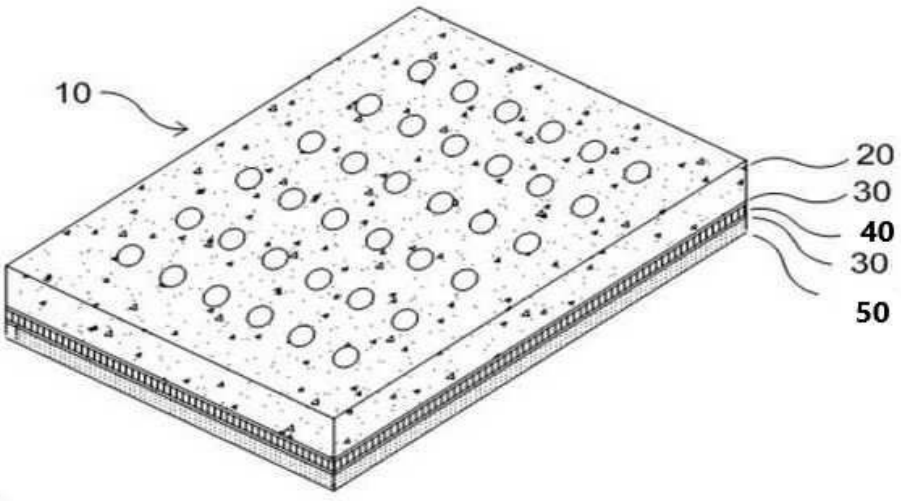
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 **마그네슘 보드를 기초로 한 복합흡음재**

(57) 요 약

본 발명은 복합흡음재로서, (1) 다수개의 타공부가 형성된 마그네슘 보드; (2) 상기 마그네슘 보드의 한 면에 접착되는 준불연 패브릭; (3) 상기 준불연 패브릭의 미접착 면에 부착되는 섬유질 흡음재; 및 (4) 상기 마그네슘 보드와 상기 준불연 패브릭, 및 상기 준불연 패브릭과 상기 섬유질 흡음재를 각각 접착하기 위한 접착층;을 포함하는, 마그네슘 보드를 기초로 한 복합흡음재에 관한 것이다. 본 발명의 마그네슘 보드를 기초로 한 복합흡음재는 국토교통부 고시 기준 준불연 성능 기준에 적합하고, 동시에 흡음율이 NRC 기준 0.21 이상인 성능을 나타낸다.

대 표 도 - 도4



(52) CPC특허분류
B32B 3/266 (2013.01)
B32B 5/262 (2021.05)
B32B 7/12 (2019.01)
B32B 9/047 (2013.01)
E04B 1/86 (2013.01)
E04B 1/941 (2013.01)
B32B 2307/102 (2013.01)
B32B 2307/3065 (2013.01)
B32B 2309/105 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

복합흡음재로서,

(1) 다수개의 타공부가 형성된 마그네슘 보드;

(2) 상기 마그네슘 보드의 한 면에 접착되는 섬유질 흡음재;

(3) 상기 접착된 섬유질 흡음재의 미접착 면에 부착되는 준불연 직물; 및

(4) 상기 마그네슘 보드, 상기 준불연 직물 및 상기 섬유질 흡음재를 서로 접착시키기 위한 접착층;

을 포함하는, 마그네슘 보드를 기초로 한 복합흡음재.

청구항 2

복합흡음재로서,

(1) 다수개의 타공부가 형성된 마그네슘 보드;

(2) 상기 마그네슘 보드의 한 면에 접착되는 섬유질 흡음재;

(3) 상기 섬유질 흡음재의 미접착 면에 부착되는 타공부가 존재하지 않는 불연 보드; 및

(4) 상기 마그네슘 보드, 상기 섬유질 흡음재, 및 상기 불연 보드를 서로 접착시키기 위한 접착층;

을 포함하는, 마그네슘 보드를 기초로 한 복합흡음재.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 준불연 직물은 실리케이트 90%를 포함하는 준불연 직물, 또는 글래스 크로스(glass cloth), 또는 알루미늄 포일이 한쪽 면에 코팅된 글래스 크로스, 또는 우레탄으로 코팅된 글래스 크로스인, 마그네슘 보드를 기초로 한 복합흡음재.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 불연 보드가 석고보드, 마그네슘 보드, 또는 시멘트 보드인, 마그네슘 보드를 기초로 한 복합흡음재.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 마그네슘 보드의 다수개의 타공부는 직경 4 ㎜ 내지 6 ㎜인 구멍이 상하좌우로 16 ㎜ 내지 32 ㎜ 간격으로 형성되어 있는 형태인, 마그네슘 보드를 기초로 한 복합흡음재.

청구항 6

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 마그네슘 보드의 다수개의 타공부는 라인 두께 2㎜ 내지 4㎜인 라인형 홈이 16㎜ 내지 32㎜ 간격으로 형성되면서, 상기 라인형 홈과 연결되도록 뒷면에 소정의 직경의 원형 홈이 파여져 있는 형태인, 마그네슘 보드를 기초로 한 복합흡음재.

청구항 7

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 섬유질 흡음재의 총 두께가 0.3 ㎜ 이상 내지 3.0 ㎜ 이하의 범위인, 마그네슘 보드를 기초로 한 복합흡음재.

청구항 8

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 복합흡음재가 국토교통부 고시 기준 준불연 성능 기준을 만족

하면서, 동시에 흡음율이 NRC 기준 0.21 이상인 성능을 나타내는, 마그네슘 보드를 기초로 한 복합흡음재.

청구항 9

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 복합흡음재의 총 두께가 8 ㎜ 이상 내지 16 ㎜ 이하의 범위인, 마그네슘 보드를 기초로 한 복합흡음재.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 다수개의 타공부가 형성된 마그네슘 보드를 기초로 한 복합흡음재에 관한 것이며, 더욱 구체적으로는 타공된 마그네슘 보드에 준불연 직물과 섬유질 흡음재를 부착한 복합흡음재, 또는 타공된 마그네슘 보드에 섬유질 흡음재를 부착하고 후면에 비타공된 불연 보드를 보강한 복합흡음재에 관한 것이다. 이로써 본 발명은 향상된 흡음력과 국토교통부 고시 준불연 성능 기준에 적합한 성능을 갖는 마그네슘 보드를 기초로 한 복합흡음재를 제공할 수 있다.

배 경 기 술

[0002] 산업의 발달과 함께 각종 산업기계의 사용은 인간에게 불필요한 소음을 발생시키고, 현대인의 생활공간인 아파트의 층간 생활 소음도 그 피해의 정도도 점차 증가하는 실정이다. 이러한 소음문제의 해결을 위하여 다양한 소음방지 대책이 제시되었으며 그 일환으로 다양한 흡음재가 사용되어 왔다.

[0003] 흡음재의 원리는 내부에 기공이 있거나 공기를 통과할 수 있는 경로가 있어서 소리에너지가 이들 기공이나 경로를 통과하는 중 열에너지로 바뀌어 음압이 떨어지는 것이다. 흡음재의 종류는 스폰지처럼 내부에 기공이 있는 형태로서 암면, 유리섬유, 폴리에스테르 복합흡음재, 극세사 섬유 흡음재 (극세사 흡음재) 등이 있으며, 나무섬유를 압착 성형한 형태로서 목모보드 흡음재 등 다양한 종류가 있다.

[0004] 최근에는 보드의 표면에 다양한 무늬와 색상의 인테리어 필름을 부착하여 표면 오염성과 시공 마감성 관점에서 개선된 복합흡음재가 새로이 부각되고 있다. 복합흡음재는 나무입자를 접착제와 혼합하여 압축, 가공한 합판인 MDF(Medium-density fiberboard) 목재판과 같이 어느 정도 두께가 있고 평평한 보드의 앞뒤를 관통하는 구멍을 뚫고 보드 뒷면에 공기층을 형성하는 방법으로 시공하여 흡음력이 생기게 한 자재를 가리킨다.

[0005] 복합흡음재의 작동원리는 헬름헬츠 공명기 (Helmheltz Resonator)의 구동방식으로 이해할 수 있다. 헬름헬츠 공명기는 목구멍이 하나인 항아리나 병 같은 그릇으로 단순화할 수 있다. 이 때, 목구멍에 있는 공기가 하나의 덩어리처럼 움직인다고 가정하면, 외부에서 소리가 목구멍에 도달할 때 소리의 압력으로 목구멍의 공기덩어리는 항아리 속으로 밀려 들어가고 이때 항아리 속의 공기압력이 올라가게 된다. 올라간 항아리 속의 공기압은 스프링처럼 다시 목구멍의 공기덩어리를 밀어내 그 결과 항아리의 공기압이 낮아진다. 이렇게 공기덩어리의 출입이 반복되면서 소음 에너지가 소진되어 흡음이 일어난다. 또한, 항아리와 목구멍의 구조 등에 의해 공명주파수가 결정되며, 공명주파수에서 최대의 흡음효과를 가지고 주파수가 양쪽으로 이동되면서 흡음효과가 줄어드는 헬름헬츠 공명기 흡음곡선이 나타난다. 헬름헬츠 공명기의 공명주파수(f)는 목구멍의 단면적(S)와 그 길이(L) 그리고 그릇의 부피(V)에 의하여 [수학식 1]과 같이 결정된다. 여기서 c는 소리의 속도를 의미한다.

[0006] [수학식 1]

[0007] $$f = \frac{c}{2\pi}\sqrt{\frac{S}{VL}}$$

[0008] 헬름헬츠 공명기는 원치 않는 소리를 줄여주거나(즉, 흡음하거나) 원하는 소리를 증폭하는데 사용되는데, 원하는 주파수에서 공명흡음을 일어나게 하기 위하여 이들 세 인자를 조절할 필요가 있다. 이를 위하여 공명기를 설계할 때, 그릇의 부피나 목구멍의 직경이나 길이를 변화시켜 상황에 맞게 흡음 주파수를 결정하는 방법이 알려져 있고, 그릇의 형태나 목구멍 연결부 등의 형태에 따라 약간의 보정이 필요하다. 일반적으로는 목구멍 연결부의 직경에 의하여 흡음율 그래프의 피크가 결정되는 것으로 알려져 있다.

[0009] 타공판 자체의 흡음 메카니즘이 헬름헬츠 공명기에 근거하여 공명기에 있는 공기의 스프링효과를 기본으로 하고 있기 때문에 타공판의 흡음성능은 타공판 뒷면의 공기층 존재 여부에 큰 영향을 받게 된다. 또한, 타공판 표면에는 소리의 통로 역할을 하는 비교적 큰 기공이 많이 있지만 전체적으로는 표면 마감재의 색상이나 무늬가 그

대로 나타나게 된다. 따라서, 이는 효과적인 흡음성과 마감성을 동시에 얻을 수 있어 교회, 강의실뿐 아니라 실내 체육시설, 강당 등에 널리 사용되고 있다.

[0010] 타공판 흡음재는 흡음효과와 인테리어 마감효과를 동시에 충족시킬 수 있고, 흡음력은 타공형태와 단면적, 타공개수 등 다양한 인자로 조정할 수 있다. 또한, 최종적으로는 해당공간의 의자, 카펫트, 청중, 등과 함께 공간의 음향 잔향 시간으로 나타난다.

[0011] 그러나 최근 들어 빈번한 화재사고로 인하여 실내마감재에 대한 소방성능 기준이 강화되고 있다. 이에 따라 학교 등 교육기관에서 사용하는 흡음재는 실내마감재로서 준불연 등급이상으로 소방 성능의 기준이 상향 되었다. 그 결과 MDF 재질의 타공판은 준불연 기준을 충족시키기 어렵게 되었다.

[0012] 한편, 복합흡음재는 배후공기층의 존재 하에서 필요한 흡음력을 얻는다. 타공판 뒷면에 폴리에스테르 흡음재를 붙이는 선행 기술 (한국실용신안 등록번호 20-0343915)이 있으나, 이 선행 기술도 역시 배후공기층의 존재를 전제로 하는 것이다. 또, 이러한 등록고안은 필요한 흡음력을 얻을 수 있지만, 준불연 성능에 대한 고려는 이루어져 있지 않았다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 건물의 소방성능 향상에 대한 요구가 거세지면서, 종래 시장 내에서 통용되던 복합흡음재의 소방성능을 방염등급에서 준불연으로 개선할 필요가 생겼다. 이에 따라, 주로 MDF 재질의 타공판이 사용되던 기존 경향에서 벗어나 준불연 성능을 나타낼 수 있는 마그네슘 재질의 타공판에 대한 수요가 증가하는 경향을 보이기 시작하였다.

[0014] 그러나 준불연 성능을 나타내는 타공판을 제작하는 데에는 기술적인 한계가 존재한다. 국토교통부고시(제 2020-1053호)에 따르면 준불연 등급의 흡음재에는 시험 후 제품을 관통하는 구멍 (시험체 표면으로부터 바닥면이 보이는 구멍)이 존재하지 않아야 한다. 또한, 준불연 성능을 시험하기 위한 방법인 콘칼로리미터법(KS F ISO 5660-1) 기준에 따르면 제품 내부에 존재하는 구멍의 깊이가 10㎜ 이내여야 하며 표면에 존재하는 구멍의 합계 면적이 표면적의 30%를 초과하지 않아야 한다. 따라서 타공판의 구조적 특성상, 재질이 준불연 성능을 나타낼 수 있을지라도 타공 형태의 흡음판은 준불연 요건을 만족시키지 못한다.

[0015] 또한 복합흡음재는 배후공기층의 존재를 기반으로 하므로 시공 시 각재질 틀 위에 타공판의 끝 선이 만나도록 시공해야 하기 때문에 각재질 틀의 시공과 타공판의 부착까지 정밀한 시공이 필요할 수밖에 없다.

[0016] 일반적인 실내마감재 시공방법대로 각목 틀 위에 합판을 먼저 붙인 후 복합흡음재를 붙이면 배후공기층이 형성되지 않아 흡음효과가 떨어질 수밖에 없고, 이를 보완하기 위해서는 타공판 뒷면에 섬유질 흡음재를 추가로 접착하여야 한다. 이 때 섬유질 흡음재를 두껍게 붙이게 되면 두꺼워질수록 흡음력은 상승하나, 쉽게 눌리는 섬유질 흡음재의 특성상 복합흡음재가 시공된 벽면에서 각 타공판 사이에 미세한 높낮이가 발생한다. 또한, 흡음재 자체의 열방출량으로 인해 총열방출량이 증가하여 준불연 등급의 기준을 충족시키기 어렵게 된다.

[0017] 이에 본 발명의 목적은, 국토교통부 고시 기준에 따라 준불연 등급을 받기에 적합한 요건을 갖추면서, 동시에 배후공기층 없이도 충분한 흡음성능을 발휘할 수 있는 마그네슘 보드를 기초로 한 복합흡음재를 제공하려는 것이다.

과제의 해결 수단

[0018] 본 발명의 상기 목적은 복합흡음재로서,

[0019] (1) 다수개의 타공부가 형성된 마그네슘 보드;

[0020] (2) 상기 마그네슘 보드의 한 면에 접착되는 섬유질 흡음재;

[0021] (3) 상기 접착된 섬유질 흡음재의 미접착 면에 부착되는 준불연 직물; 및

[0022] (4) 상기 마그네슘 보드, 상기 준불연 직물 및 상기 섬유질 흡음재를 서로 접착시키기 위한 접착층;

[0023] 을 포함하는, 마그네슘 보드를 기초로 한 복합흡음재에 의하여 달성된다. 또한, 이러한 복합흡음재에서는 섬유질 흡음재와 준불연 직물의 적층 순서를 바꾸어 접착하여도 본 발명에서 원하는 목적을 달성할 수 있다.

[0024] 또한, 본 발명의 상기 목적은 복합흡음재로서,

[0025] (1) 다수개의 타공부가 형성된 마그네슘 보드;

[0026] (2) 상기 마그네슘 보드의 한 면에 접착되는 섬유질 흡음재;

[0027] (3) 상기 섬유질 흡음재의 미접착 면에 부착되는 타공부가 존재하지 않는 불연 보드; 및

[0028] (4) 상기 마그네슘 보드, 상기 섬유질 흡음재, 및 상기 불연 보드를 서로 접착시키기 위한 접착층;

[0029] 을 포함하는, 마그네슘 보드를 기초로 한 복합흡음재에 의해서도 달성될 수 있다.

[0030] 본 발명의 다른 양태로서, 상기 준불연 직물은 실리케이트 90%를 포함하는 준불연 직물, 또는 글래스 크로스(glass cloth), 또는 알루미늄 포일이 한쪽 면에 코팅된 글래스 크로스, 또는 우레탄으로 코팅된 글래스 크로스일 수 있다.

[0031] 본 발명의 또 다른 양태로서, 상기 불연 보드가 석고보드, 마그네슘 보드, 또는 시멘트 보드일 수 있다.

[0032] 본 발명의 또 다른 양태로서, 상기 마그네슘 보드의 다수개의 타공부는 직경 4 ㎜ 내지 6 ㎜인 구멍이 상하좌우로 16 ㎜ 내지 32 ㎜ 간격으로 형성되어 있는 형태일수 있다. 또한, 상기 마그네슘 보드의 다수개의 타공부는 라인 두께 2㎜ 내지 4㎜ 인 라인형 홈이 16㎜ 내지 32㎜ 간격으로 형성되면서, 상기 라인형 홈과 연결되도록 뒷면에 소정의 직경의 원형 홈이 파여져 있는 형태일 수 있다.

[0033] 본 발명의 또 다른 양태로서, 상기 섬유질 흡음재의 총 두께가 0.3 ㎜ 이상 내지 3.0 ㎜ 이하의 범위일 수 있다.

[0034] 또한 본 발명의 또 다른 양태로서, 상기 복합흡음재가 국토교통부 고시 기준 준불연 성능 기준을 만족하면서, 동시에 흡음율이 NRC 기준 0.21 이상인 성능을 나타낼 수 있다. 더 나아가, 상기 복합흡음재의 총 두께가 8 ㎜ 이상 내지 16 ㎜ 이하의 범위일 수 있다.

발명의 효과

[0036] 본 발명의 마그네슘 보드를 기초로 한 복합흡음재는 시공 시 배후공기층을 생략할 수 있어 기존 시공방법과 동일하게 각재틀 위에 합판을 붙이고 그 위에 부착할 수 있으며 이 경우에도 충분한 흡음력을 가져 시공이 편리하면서도 소방성능이 준불연 등급에 적합한 우수한 성능을 발휘하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0038] 도 1은 원형타공판의 흡음 시험 결과를 보여주는 그래프이고,

도 2는 MDF 타공판의 타공 형태에 따른 흡음율을 비교하는 그래프이며,

도 3은 MDF 타공판의 두께에 따른 흡음율을 비교하는 그래프이고,

도 4는 본 발명의 한 양태에 따른 마그네슘 보드를 기초로 한 복합흡음재를 나타내는 사시도이며,

도 5는 도 4의 정면도이며,

도 6은 본 발명의 다른 한 양태에 따른 마그네슘 보드를 기초로 한 복합흡음재를 나타내는 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0039] 본 발명에서 사용되는 복합흡음재는 당해 분야에서 '타공보드'라 약칭하기도 하고, 판상으로 제조하여 이를 '타공판'이라 통칭하고 시판되고 있다. 따라서, 본 발명에서 이러한 용어를 그대로 혼용하여 사용할 것이다.

[0040] 본 발명에서는, 종래 복합흡음재의 소방등급이 방염 수준이던 것을 준불연 수준까지 상향하기 위하여, 해당 기준에 적합한 성능을 보일 수 있는 별도의 보드 및 흡음재를 선택하였다. 이에 따라, 본 발명자들은 후술하는 바와 같이 한국산업규격 KS F ISO 5660-1의 각 항목을 만족하는 다양한 보드를 선택하여 시험하는 과정에서 본 발명을 완성하게 되었다.

[0041] 실내 마감재료의 난연성능의 기준을 제시하는 '건축물 마감재료의 난연성능 및 화재 확산 방지구조 기준 (국토

교통부고시 제2020-1053호)'은 제3조(준불연재료) 에 규정하고 있다. 이 중 제3조 제1항을 보면, 준불연재료는 「한국산업규격 KS F ISO 5660-1 [연소성능시험 - 열 방출, 연기 발생, 질량 감소율 - 제1부: 열 방출률(콘칼로리미터법)]」에 따른 가열시험 결과, 제5조 제2항 제2호에 따른 모든 시험에 있어 다음 각 항목을 모두 만족하여야 한다.

[0042] (1) 가열 개시 후 10분간 총방출열량이 8MJ/㎡ 이하일 것;

[0043] (2) 10분간 최대 열방출율이 10초 이상 연속으로 200kW/㎡를 초과하지 않을 것;

[0044] (3) 10분간 가열 후 시험체를 관통하는 방화상 유해한 균열(시험체가 갈라져 바닥면이 보이는 변형을 말한다), 구멍(시험체 표면으로부터 바닥면이 보이는 변형을 말한다) 및 용융(시험체가 녹아서 바닥면이 보이는 경우를 말한다) 등이 없어야 한다.

[0045] 복합자재의 경우에는 위 조건을 만족하는 동시에 심재의 일부 용융 및 수축(시험체의 심재가 녹거나 줄어들어 시험체 바닥면의 강판이 보이는 경우를 말한다)이 없어야 한다'는 조건에 충족되어야 한다.

[0046] 또한, 한국산업규격 KS F ISO 5660-1에 따르면, 시험편은 노출편이 평평한 표면이거나, 노출면 전체에 걸쳐서 불규칙한 표면이 고르게 분포된 것이어야 한다. 특히 다음의 경우, 이러한 표면의 균열, 틈 또는 구멍의 합계 면적이 시험편 노출면 100mm x 100mm인 정사각형 시료 표면적의 30%를 초과하지 않는 것이어야 한다:

[0047] 1) 100mm x 100mm인 정사각형 시험편 표면의 최소 50% 이상이 노출면의 가장 높은 지점으로부터의 깊이가 10 mm 이내에 있는 경우이거나

[0048] 2) 균열, 틈 또는 구멍이 폭 8mm, 깊이 10mm를 초과하지 않는 표면의 경우.

[0049] 또한, 흡음재로서 기능하기 위해서는 동시에 흡음율이 NRC(Noise Reduction Coefficient, 소음 감소 계수) 기준 0.21 이상인 성능을 나타내야 한다(KS F 3503:2112).

[0050] 시중에서 시판되고 있는 특수 보드들 중에 마그네슘 보드는 주성분으로서, 산화마그네슘, 염화마그네슘, 유리섬유 메쉬, 천연무기질 등으로 구성되며, 이러한 주성분을 물과 혼합하여 보드 상으로 생산되며, 염분과 전기 화학반응에 의해 화학작용이 발생한 후 자연건조하여 제조된다. 이의 물성은 준불연, 무석면 친환경, 겉보기 밀도(g/cm3) 1.0 이상 1.3 이하, 흡수율(%) 40% 이하, 열전도율(W/mK) 0.25 W/mK 등으로 알려져 있다. 또한 이는, 성분과 제조 방법에 의하여 내후성, 가공성, 내수성, 충격흡수 기계적 강도 우수, 난연성, 친환경성 등이 우수하다고 알려져 있다.

[0051] 이러한 마그네슘 보드가 소방성능이 우수하면서도 수분에 강하고 기계적 강도도 우수한 준불연 등급에 적합한 실내 마감재로 알려져 있다. 그러나, 마그네슘 보드를 흡음재로 사용하기 위해서는 부족한 흡음력을 보완하기 위해 타공판 형태로 가공해야 하는데, 이 때 구조로 인한 분명한 한계가 발생한다. 즉, 불연재인 마그네슘 보드의 경우, 준불연 성능 요건에서, 균열이나 용융은 존재하지 않더라도, 타공방식을 이용해 제작하는 제조법상 자재 내부에 건축 재료를 관통하는 구멍이 필연적으로 존재할 수밖에 없다. 이러한 마그네슘 보드의 타공형태는 표면에서 봤을 때 원형타공 또는 라인형 타공이 일반적이다. 라인형 타공은 표면에서 한 방향으로 2mm ~ 3mm 굵기, 깊이 5mm 내외의 라인형 홈을 16mm ~ 32mm 간격으로 파고, 타공판의 뒷면에는 직경 9mm ~ 12mm의 원형타공을 32mm 내외의 간격으로 표면에 이미 있는 라인형 타공과 만나도록 뚫어준다.

[0052] 또한, 원형타공은 표면에 가장자리 약간의 거리를 제외하고 직경 4 mm 내지 6 mm인 구멍이 상하좌우로 16 mm 내지 32 mm 간격으로 계속되는 형태로 보드의 전 두께를 관통하도록 타공한다. 뒷면에는 라인형타공과 마찬가지의 직경 9mm ~ 12mm의 원형타공을 보드의 두께를 감안하여 표면에 돌출되지 않게 홈을 판다. 상기 라인형 타공판과 원형 타공판은 기본형이고, 다양한 변형된 형태도 시판되고 있다. 라인형의 경우 16mm 와 32mm 간격을 교차로 적용하여 차별화를 꾀한 제품이 있으며, 원형타공의 경우에도 여러가지 직경의 구멍을 한 보드판에 배치하여 흡음효과의 주파수 영역을 넓히려는 제품도 있다. 또한, 단일 직경의 구멍을 팔 때 구멍의 그림자 효과를 이용하여 전체적으로 하나의 그림이 만들어 지도록 인테리어 효과를 준 제품도 있다. 더 나아가, 제조비 절감을 위하여 표면의 직경 크기로만 보드를 관통시킨 단타공 제품도 있다.

[0053] 또한, 본 발명에서 사용되는 마그네슘 보드의 두께는 일반적인 흡음판 또는 방음판의 두께를 고려하여 동일한 밀도의 제품 생산 시 20mm 이하가 적당한데, 20mm보다 더 클 때는 흡음재의 용도로 사용하기에는 시공성에 문제가 있기 때문이다.

[0054] 한편, 본 발명의 복합흡음재는, 다양한 타공 형태를 갖는 마그네슘 보드의 뒷면에 섬유질 흡음재 및/또는 준불

연 직물을 접착하거나 (본 발명의 한 양태로서, '복합흡음재 A'로 표시할 수 있다), 또는 섬유질 흡음재와 비타공된 불연 보드를 부착하여 (본 발명의 다른 양태로서, '복합흡음재 B'라고 표시할 수 있다) 열방출율 시험 후에도 용융되지 않고 잔존하면서도 통기성을 유지하도록 발명되었다. 또한 본 발명은, 타공된 마그네슘 보드의 헬름헬츠 공명기 효과를 보존하면서도 타공된 마그네슘 보드의 '구멍'을 보완하여 준불연 재료의 규격상 '관통'이 존재하지 않도록 한 것이다.

[0055] 본 발명의 준불연 직물이 부착된 마그네슘 보드를 기초로 한 복합흡음재는 '관통' 상태인 '구멍'이 존재하지 않을 뿐만 아니라, 패브릭 자체가 준불연 성능을 나타낸다. 또한 본 발명의 마그네슘 보드를 기초로 한 복합흡음재는 균열이나 용융이 발생하지 않고 열방출율도 낮은 수준으로 유지할 수 있어 우수한 준불연 성능을 나타낼 수 있다.

[0057] 본 발명에서 사용되는 섬유질 흡음재는, 예를들면 (i) 열경화성 결합제(예를 들면, 페놀 수지)를 사용하여 재생 섬유로부터 제조한 펠트, (ii) 열가소성 결합제(예를 들면, 폴리에틸렌 및 폴리프로필렌 수지)를 사용하여 제조한 성형 펠트, (iii) 결합제로서 열가소성 섬유를 첨가하여 제조한 또다른 성형 펠트, (iv) 열경화성 또는 열가소성 수지를 함유하는 무기섬유재(예를 들면, 유리 섬유)를 열압착 또는 냉압착 처리하여 제조한 흡음재, 또는 (v) 주섬유(예를 들면, 폴리에스테르 섬유)와 주섬유보다 낮은 융점을 갖는 보조섬유(예를 들면, 폴리아미드, 폴리아크릴로니트릴, 폴리올레핀, 폴리비닐클로라이드, 폴리비닐리덴 클로라이드, 폴리에스테르 섬유 등)를 혼합한 후 생성된 혼합물을 결합 섬유를 용융시키는 방법으로 가열하여 제조한 흡음재를 사용할 수 있다. 바람직한 것은 주섬유(예를 들면, 폴리에스테르 섬유)와 주섬유보다 낮은 융점을 갖는 보조섬유가 결합된 섬유질 흡음재이지만, 이것으로 한정하지는 않는다.

[0058] 섬유질 흡음재를 본 발명의 복합흡음재 용도로 사용할 경우에는 폭을 1200 mm로 길이는 50m 이상 감긴 롤 상태의 제품을 사용할 수 있으며, 필요에 따라 그 규격은 별도로 준비할 수 있다.

[0059] 본 발명의 준불연 직물은 실리케이트 90%를 포함하는 준불연 직물 (㈜리디아 준불연 DRF1712), 또는 글래스 크로스(glass cloth), 또는 알루미늄 포일이 한쪽 면에 코팅된 글래스 크로스(진성파이버 618 또는 618-AF), 또는 우레탄으로 코팅된 글래스 크로스(㈜케이지에프컴포지트, 116UTC)가 사용될 수 있다.

[0060] 또한, 글래스 크로스와 폴리에스테르 섬유질 흡음재는 합지하여 마그네슘 보드에 접착시킬 경우, 글래스 크로스의 글래스울을 섬유질 흡음재가 감싸 보호하는 형태가 될 것이다. 이에 따라, 부수적 효과로서 글래스 크로스의 원료인 글래스울이 피부를 찌르거나 재단 중 헝클어지는 것을 막을 수 있다는 장점이 있다.

[0061] 한편, 타공판 흡음재의 시공상의 어려움은 복합흡음재를 시공할 때 흡음재 뒷면에 필수적으로 공기층을 확보해야 필요한 흡음력을 얻을 수 있는 사실에 기인한다. 일반적으로 벽이나 천정에 실내 마감재를 부착할 때 먼저 벽이나 천정에 나무 각목으로 각재틀을 만들고 그 위에 합판이나 MDF, 석고보드를 붙인 후 실내 마감재를 붙인다. 이렇게 하면 각재틀을 표준 사이즈로 시공하면 되므로 시공시간을 단축할 수 있고, 시간이 지나면서 각재틀이 말라가면서 뒤틀리는 현상을 막을 수 있고, 각재틀과 합판이 서로 연결되어 보다 강력한 지지력을 확보할 수 있다.

[0062] 반면, 마그네슘 보드의 뒷면에 공기층을 확보하면서 타공판을 붙이려면, 합판의 부재로 인해 각재틀의 지지력이 보강되지 않는다. 더 나아가, 타공판의 끝단과 끝단이 이어지는 부분이 반드시 각재틀에 위치하여야 하므로 각재틀을 보다 촘촘히, 그리고 타공판의 칫수에 따라 맞추어가며 시공할 수밖에 없어 시공이 복잡해지며 시공시간이 길어지는 문제가 있어 왔다.

[0063] 이러한 문제를 해결하기 위해 본 실시예 3에서는 배면공기층 없이 시공하더라도 유효한 흡음 성능을 확보할 수 있도록 타공 마그네슘 보드의 뒷면에 흡음재를 부착한 복합흡음재를 배면공기층이 없는 조건으로 하여 흡음 성능을 평가하였다. 흡음성능이 잔향실법 시험에서 측정한 시료의 흡음계수가 NRC 0.21보다는 커야 흡음재로서의 등급을 확보할 수 있다 (KS F 3503:2112).

[0064] 도 4 및 5에서 표시한 바와 같이, 본 발명의 복합흡음재(10)는 다수개의 타공부가 형성된 마그네슘 보드(20), 마그네슘 보드(20)의 한 면에 접착되는 섬유질 흡음재(40), 섬유질 흡음재(40)의 미접착 면에 부착되는 준불연 직물(50) 및 마그네슘 보드(20)와 섬유질 흡음재(40), 및 섬유질 흡음재(40)와 준불연 직물(50)를 각각 접착하기 위한 2개의 접착층(30)을 포함한다.

[0065] 한편, 도면에 표시하지 않았지만, 도 4 및 5에서, 섬유질 흡음재(40)와 준불연 직물(50)의 순서를 바꾸어 마그

네슘 보드(20), 마그네슘 보드(20)의 한 면에 접착되는 준불연 직물(50), 준불연 직물(50) 의 미접착 면에 부착되는 섬유질 흡음재(40)로 적층된 형태의 복합흡음재를 고려할 수도 있다.

[0066] 도 6에서 표시한 바와 같이, 본 발명의 다른 형태의 복합흡음재(10)는 다수개의 타공부가 형성된 마그네슘 보드(20), 마그네슘 보드(20)의 한 면에 접착되는 섬유질 흡음재(40), 섬유질 흡음재(40)의 미접착 면에 부착되는 불연 보드(60), 및 마그네슘 보드(20)와 섬유질 흡음재(40), 및 불연 보드(60)를 각각 접착하기 위한 2개의 접착층(30)을 포함한다.

[0067] 또한, 본 발명에서 사용되는 접착층(30)을 이루는 접착제는 마그네슘 보드(20)와 준불연 직물(50), 및 준불연 직물(50)과 섬유질 흡음재(40)를 일정한 강도로 접착시킬 수 있는 일반적인 공업용 접착제이거나 핫멜트 접착제이면 충분하다. 접착층(30)의 두께는 마그네슘 보드(20)의 두께에 따라 상대적으로 결정될 것이지만, 상기 마그네슘 보드(20)의 두께가 50mm 이하일 경우, 접착층(30)의 두께는 접착제 종류에 따라 약 0.02 mm 내지 4 mm범위가 적당하다.

[0069] **실시예 1**

[0070] 준불연 성능을 확보하기 위한 시료 A, B, C, D 및 E에 대한 실험과정은 [표 1]과 같다. 먼저, 흡음성이 우수하여 타공판의 성능개선을 위하여 많이 사용되는 극세사흡음재를 마그네슘 보드 뒷면에 붙여 만든 복합흡음재로 준불연 성능을 평가하였다. 마그네슘 보드 타공판은 직경 4mm, 구멍간격 16mm 로 원형타공된 동일한 제품(성복테크의 ST Eco-M 4Ø 16mm)을 사용하였다(이후 실시예에서도 동일한 타공조건임). 시료 A는 8mm 두께 마그네슘 보드 뒷면에 3mm 두께 극세사 흡음재를 붙인 복합흡음재로, 극세사흡음재는 폴리프로필렌을 멜브론 공정으로 극세사화 하여 자동차 흡음 등에 사용하는 고성능 흡음재(E&H의 WEB-300-PP)이다. 그러나, 이는 시험결과 총방출열량이 준불연 성능 기준을 초과하여 합격에 실패하였다.

[0071] 시료 B는 총방출열량이 높은 극세사흡음재를 대체하기 위하여 두께 2.2mm 인 폴리에스테르 섬유질 흡음재를 마그네슘 보드 뒷면에 부착한 복합흡음재이다. 이에 대한 준불연 시험 결과 총방출열량은 판정기준에 적합하나 시험 후 폴리에스테르가 완전히 녹아버려 마그네슘 보드의 타공부가 제품을 관통하는 구멍의 형상이 되어 준불연 기준에 부합하지 못했다.

[0072] 따라서 본 발명자들은 용융되지 않고 제품의 한 면을 감싸는 준불연직물의 필요성을 느끼게 되었다. 이에 따라, 준불연직물인 알루미늄 포일이 한쪽 면에 코팅된 글래스 크로스(glass cloth)와 흡음성 확보를 위한 폴리에스테르 섬유질 흡음재를 동시에 붙인 마그네슘 복합흡음재를 시료 C로서 제작하여, 이에 대한 준불연 성능을 평가하였다. 그 결과 전체 시험항목 및 구멍의 관통 부분에 대하여 적합한 것으로 나타나 합격판정을 얻을 수 있었다.

[0073] 또, 알루미늄 포일이 코팅되지 않은 글래스 크로스를 이용하여 동일한 방식으로 제작한 시료 D의 경우도 마찬가지로 적합 판정을 받을 수 있었다. 이에 따라 알루미늄 포일 코팅의 존재 유무는 소방성능에 큰 영향을 미치지 않으며, 준불연 직물 유무만이 준불연 성능에 유의미한 영향을 미친다는 결론을 내릴 수 있었다.

[0074] 한편, 타공 마그네슘 보드는 준불연 성능을 받기 위해서는 제품 내의 구멍의 깊이가 10 mm를 초과할 수 없으므로, 10 mm 이하의 제품을 사용해야 한다. 그러나 현장에서는 그 이상의 두께를 가진 제품을 요구하는 경우가 있으므로, 시료 D의 구성에 섬유질흡음재의 접착층과 마주하지 않은 다른 면에 타공이 되지 않은 마그네슘 보드 3 mm를 추가로 접착하여 충분한 두께를 확보한 마그네슘 보드를 기초로 한 복합흡음재로 시료 E를 제작하였다. 시료E 또한 마찬가지로 준불연 기준에 적합한 성능을 보임을 확인할 수 있었다.

표 1

[0075]

시료	시료명	시험항목	단위	1 회	2 회	3 회	판정기준	판정
A	RP마그네슘 보드-11T	총방출열량	MJ/㎡	20.9	21.1	15.0	8 이하	총방출열량 불합격
		최대열방출률	kW/㎡	296.1	264.2	163.0	-	
		착화시간	s	18	13	12.0	-	
		소화시간	s	128	119	117	-	
B	RP마그네슘 보드-8T	총방출열량	MJ/㎡	4.3	2.7	3.0	8 이하	구멍이 있어 불합격
		열방출율이 연속으로 200kW/㎡를 초과하는 시간	s	0	0	0	10 미만	
		시험체의 방화상 유해인자 발생 유무	-	없음	없음	없음	없을 것	

C	RP마그네슘 보드-8T	총방출열량	MJ/㎡	1.6	3.8	2.4	8 이하	합격
		열방출율이 연속으로 200kW/㎡를 초과하는 시간	s	0	0	0	10 미만	
		시험체의 방화상 유해인자 발생 유무	-	없음	없음	없음	없을 것	
D	RP마그네슘 보드-8T	총방출열량	MJ/㎡	2.2	2.5	1.1	8 이하	합격
		열방출율이 연속으로 200kW/㎡를 초과하는 시간	s	0	0	0	10 미만	
		시험체의 방화상 유해인자 발생 유무	-	없음	없음	없음	없을 것	
E	RP마그네슘 보드-13T	총방출열량	MJ/㎡	1.6	1.5	0.8	8 이하	합격
		열방출율이 연속으로 200kW/㎡를 초과하는 시간	s	0	0	0	10 미만	
		시험체의 방화상 유해인자 발생 유무	-	없음	없음	없음	없을 것	

[0076] 1) 시료 A의 구성: 마그네슘 보드 8mm + 극세사흡음재 3mm

[0077] 2) 시료 B의 구성: 마그네슘 보드 8mm + 섬유질 흡음재 (폴리에스테르) 2.2mm

[0078] 3) 시료 C의 구성: 마그네슘 보드 8mm + 준불연직물 0.22mm(알루미늄포일 포함) + 섬유질 흡음재(폴리에스테르)2.2mm

[0079] 4) 시료 D의 구성: 마그네슘 보드 8mm + 준불연직물 0.22mm(알루미늄포일 미포함) + 섬유질 흡음재(폴리에스테르)2.2mm

[0080] 5) 시료 E의 구성: 마그네슘 보드 8mm + 섬유질 흡음재(폴리에스테르)2.2mm + 마그네슘 보드 비타공 3mm

[0082] **실시예 2**

[0083] 본 실시예에서는 상기에서 시험했던 MDF 및 마그네슘 타공판과 그 대조군에 대한 흡음시험을 실행하였으며, 그 결과를 도 1 내지 3에 제시하였다. 이 때, 시험된 타공보드는 타공보드 뒷면에 폴리에스테르 흡음재를 붙이고 공기층이 없이 (V=0) A형 설치법(KS F 2805)에 따라 잔향실 바닥에 직접 놓도록 설치하여 시험하였다.

[0084] 도 1은 원형타공판의 흡음시험 그래프로서, 원형타공판 구멍의 배치간격 등은 12mm 로서 동일한데, 구멍의 직경만 5mm (MDF 타공보드) 대비 4mm (마그네슘 보드)로 차이가 있다. 이론적으로 고체물질인 MDF와 마그네슘으로 인한 흡음율 차이는 없을 것이지만, 직경이 5mm 인 MDF 타공보드의 흡음율 결과값이 1500Hz 이하의 저주파수 영역에서 10 ~ 15% 높은 것을 보여준다.

[0085] 한편 도 2는 9mm 두께의 MDF타공보드에 타공 형태를 라인형과 원형으로 했을 때의 흡음율을 비교한 그래프이다. 이는, 라인 타공의 직경을 라인형 홈의 간격인 3mm 라고 간주하면, 5mm 직경인 원형 타공의 흡음율이 전반적으로 높아서 도 1의 결과와 동일한 결론을 보여준다.

[0086] 도 3은 MDF타공보드의 두께에 따른 흡음율 비교 그래프이다. 타공 형태는 원형타공으로 직경 5mm 로 동일하였다. 다른 조건은 같고 두께만 각각 12mm 와 15 mm 인 MDF 타공판의 흡음시험의 결과로 보면, 두께 차이는 구멍 직경의 차이만큼의 큰 흡음율 차이를 보여주지 않는다.

[0088] **실시예 3**

[0089] 본 실시예에서는 실시예 1에 사용하였던 극세사 흡음재와 폴리에스테르 섬유질 흡음재에 대한 흡음성능을 평가하였다. 앞에서 사용한 마그네슘 보드 8mm 뒷면에 극세사 흡음재를 붙인 복합흡음재 (시료 A), 동일한 마그네슘 보드에 폴리에스테르 섬유질 흡음재를 붙인 복합흡음재 (시료 B), 및 마그네슘 보드 12mm 뒷면에 폴리에스테르 섬유질 흡음재를 붙인 복합흡음재 (시료 F)에 대한 흡음 시험을 실행하였다. 그 결과 시료 전체가 충분한 흡음성능을 가지고 있음을 확인하였다. 해당 결과의 평균값 및 전체적인 경향성을 감안했을 때, 뒷면 공기층을 생략하고 합판이나 석고보드에 바로 붙이는 통상적인 시공법에서도 충분한 흡음력을 발휘할 수 있을 것이라 판단할 수 있다.

표 2

[0090]

시료	시료 구성	NRC
A	마그네슘 보드-8T + 극세사흡음재 3.0mm	0.38
B	마그네슘 보드-8T + 섬유질 흡음재 2.2mm	0.34
F	마그네슘 보드-12T + 섬유질 흡음재 2.2mm	0.40

[0091] 이로부터 2.2mm 폴리에스테르 섬유질 흡음재를 부착한 마그네슘 보드를 기초로 한 복합흡음재는 적당한 흡음율과, 준불연 성능에 적합한 총발열량 그리고 시공 안정성 등 세가지 측면에서 바람직한 재료로 받아들일 수 있다.

[0092] **실시예 4**

[0093] 본 실시예에서는 타공보드 뒷면에 부착하는 흡음재의 최소 두께를 특정하기 위하여 다음과 같이 비교시험을 실시하였다. 시험의 오차를 최소화하기 위하여, 같은 날짜에, 동일한 잔향시험실에서 A형 설치법으로 원형 타공된 12mm 마그네슘 보드를 먼저 시험한 후 (시료 G), 동일한 마그네슘 보드와 잔향실 바닥 사이에 0.3mm 부직포를 깔고 시험하였으며 (시료 H), 마지막으로 부직포 대신 2.2mm 폴리에스테르 섬유질 흡음재를 깔고 흡음시험을 실시하였다(시료 I). 시험결과 0.3mm 부직포의 존재가 타공보드를 뒷면 공기층이 없이 시공하였을 때 흡음재로서 역할을 하게하는 최소한의 조건임을 확인하였다.

표 3

[0094]

시료	시료구성	NRC
G	마그네슘보드-12T	0.20
H	마그네슘보드-12T + 부직포 0.3mm	0.22
I	마그네슘보드-12T(부직포 미포함) + 섬유질 흡음재 2.2mm	0.36

[0095] 8T(600X1200) 마그네슘 원형 타공 보드에 대하여 잔향실법 흡음시험을 진행하면, 뒷면에 0.3mm 부직포를 대고서 시험했을 때 NRC기준 0.21 이상의 흡음율을 얻을 수 있다. 이보다 큰 두께를 갖는 섬유질 흡음재를 뒷면에 부착하면 더 높은 흡음율을 얻을 수 있으나, 섬유질 흡음재는 대부분 유기질 섬유로 방염등급정도의 소방성능을 가지고 있어서 두께를 높일수록 발열량도 증가하기 때문에 준불연 성능에 문제가 발생한다.

[0096] 또한, 섬유질 흡음재의 두께가 3 ㎜를 넘어가면 흡음재의 낮은 기계적 강도로 인하여 타공판과 각목틀 사이가 다양한 두께를 갖게 되어 전체 면에서 보면 타공판들의 요철이 포착되는 등의 문제가 발생할 수 있다. 따라서 섬유질 흡음재의 두께는 최소한 0.3 ㎜ 보다는 커야 하고, 3 ㎜ 이하가 적당하다. 바람직한 두께는 0.3 ㎜ 이상 ~ 2.5 ㎜ 이하이다.

[0097] 본 발명의 실시 예를 살펴보면, 뒷면 흡음재 부착을 통해 최소 NRC 0.21 이상의 흡음력을 얻을 수 있고, 이때 흡음재의 종류는 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있다. 따라서 본 발명에 따른 마그네슘 보드를 기초로 한 복합흡음재는 준불연 성능에 적합하고, 또한, 뒷면 공기층 없이 흡음성능시험을 실시했을 때에도 NRC 기준 0.21 이상의 결과를 얻을 수 있어 소방성능 및 흡음이 필요한 공간에 제한 없이 사용할 수 있다.

[0099] **실시예 5**

[0100] 본 실시예에서는 타공된 마그네슘 보드에 준불연 직물 없이 바로 섬유질 흡음재를 부착하고 그 후면에 준불연 재질의 보드를 추가로 부착한 경우(복합흡음재 B)에도 흡음성능이 보존되는지를 확인하기 위하여 다음과 같이 비교시험을 실시하였다. A형 설치법으로 원형 타공된 6mm 마그네슘 보드에 섬유질 흡음재와 타공되지 않은 3mm 마그네슘 보드를 부착한 복합흡음재를 먼저 시험한 후 (시료 J), 원형 타공된 8mm 마그네슘 보드에 섬유질 흡음재와 타공되지 않은 3mm 마그네슘 보드를 부착한 복합흡음재로 시험하였으며 (시료 K), 마지막으로 원형 타공된 8mm 마그네슘 보드에 섬유질 흡음재와 타공되지 않은 6mm 마그네슘 보드를 부착한 복합흡음재로 흡음시험을 실시하였다(시료 L). 시험결과 복합흡음재의 뒷면에 준불연 재질의 보드를 추가로 부착하더라도 0.21 이상의 NRC를 확보할 수 있음을 확인하였다.

표 4

[0101]

시료	시료구성	NRC
J	마그네슘보드-6T + 섬유질 흡음재 2.2mm +마그네슘보드-3T	0.34
K	마그네슘보드-8T + 섬유질 흡음재 2.2mm +마그네슘보드-3T	0.32
L	마그네슘보드-8T + 섬유질 흡음재 2.2mm +마그네슘보드-6T	0.36

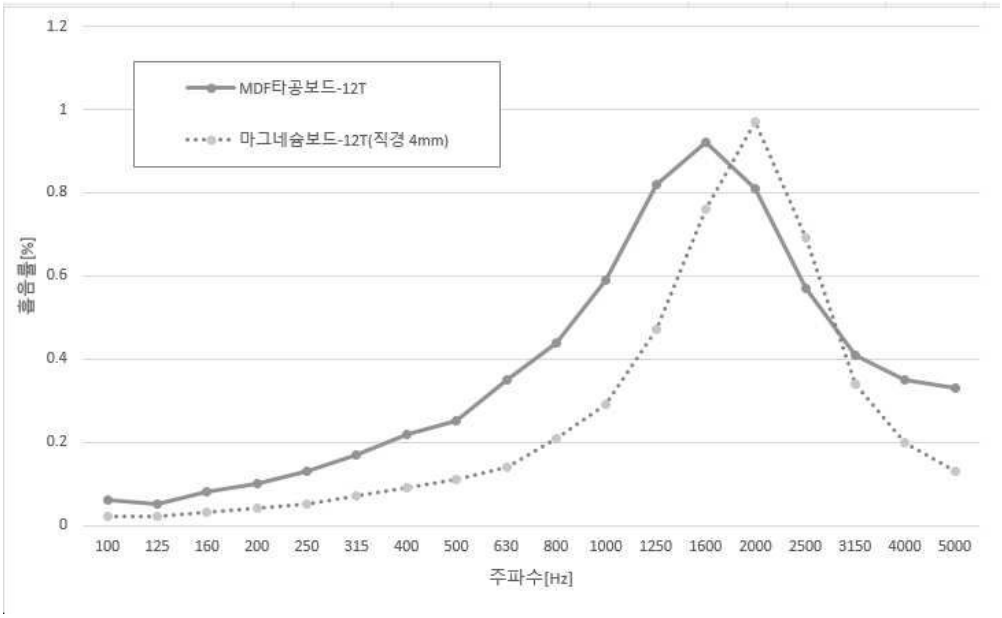
[0102] 본 발명의 실시 예를 살펴보면, 복합흡음재에 준불연 직물 없이 섬유질 흡음재를 바로 부착하고 후면에 추가로 불연 보드, 예컨대 마그네슘 보드를 부착하더라도 흡음재로서 기능하기에 충분한 수준의 흡음력을 얻을 수 있음을 알 수 있다. 즉, 복합흡음재의 구성에 있어 준불연 성능을 확보할 방법으로 준불연 직물뿐만 아니라, 타공되지 않은 불연 보드로서 마그네슘 보드 또한 사용할 수 있음을 확인할 수 있었다.

부호의 설명

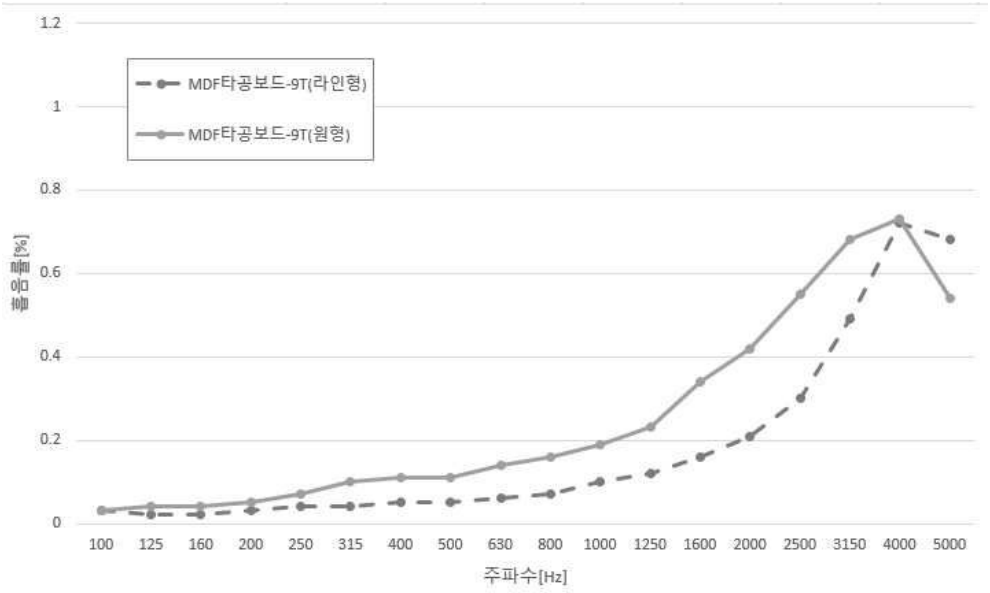
[0104] 10: 복합흡음재, 20: 마그네슘 보드, 30: 접착층, 40: 섬유질 흡음재, 50: 준불연 직물, 60: 비타공 불연 보드

도면

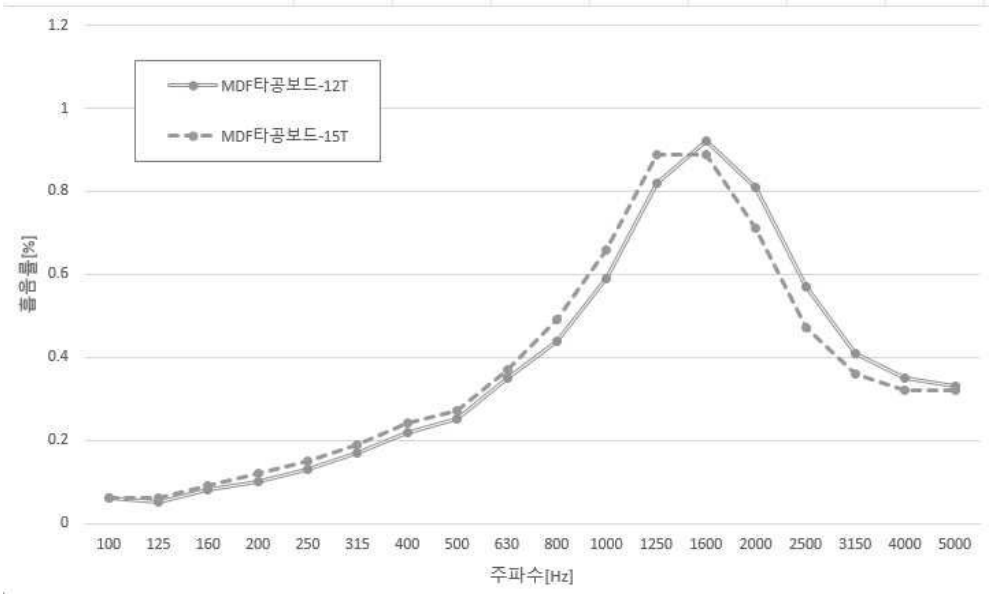
도면1



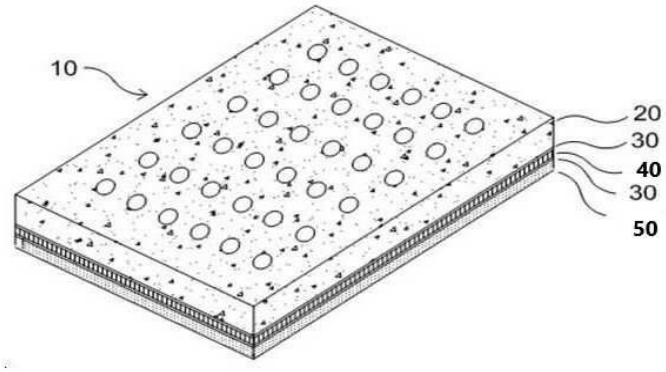
도면2


MDF타공보드-9T(라인형)
MDF타공보드-9T(원형)
흡음률[%]
주파수[Hz]
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
100 125 160 200 250 315 400 500 630 800 1000 1250 1600 2000 2500 3150 4000 5000

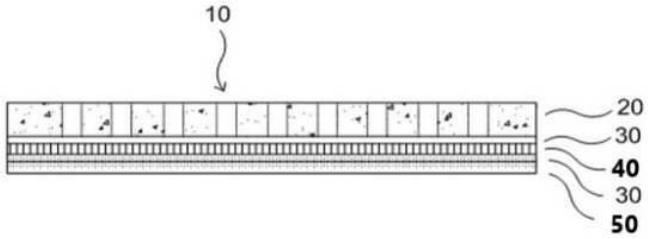
도면3


MDF타공보드-12T
MDF타공보드-15T
흡음률[%]
주파수[Hz]
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
100 125 160 200 250 315 400 500 630 800 1000 1250 1600 2000 2500 3150 4000 5000

도면4


10
20
30
40
30
50

도면5



도면6

