(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0107943
(43) 공개일자 2025년07월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B32B 17/10 (2006.01) *B32B 27/08* (2006.01)
B32B 27/22 (2006.01) *B32B 27/30* (2006.01)
B32B 3/26 (2006.01) *B32B 7/022* (2019.01)
G02B 27/01 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B32B 17/10761 (2021.01)
B32B 17/10036 (2021.01)
(21) 출원번호 10-2025-7021543(분할)
(22) 출원일자(국제) 2017년02월21일
심사청구일자 2025년06월27일
(62) 원출원 특허 10-2018-7025378
원출원일자(국제) 2017년02월21일
심사청구일자 2022년02월18일
(85) 번역문제출일자 2025년06월27일
(86) 국제출원번호 PCT/US2017/018631
(87) 국제공개번호 WO 2017/151345
국제공개일자 2017년09월08일
(30) 우선권주장
15/061,418 2016년03월04일 미국(US)

(71) 출원인
솔루티아인코포레이티드
미합중국 미주리주 세인트 루이스시 매리빌 센터 드라이브 575
(72) 발명자
루 준
미국 매사추세츠주 01028 이스트 롱메도우 스톤힐 로드 16
(74) 대리인
제일특허법인(유)

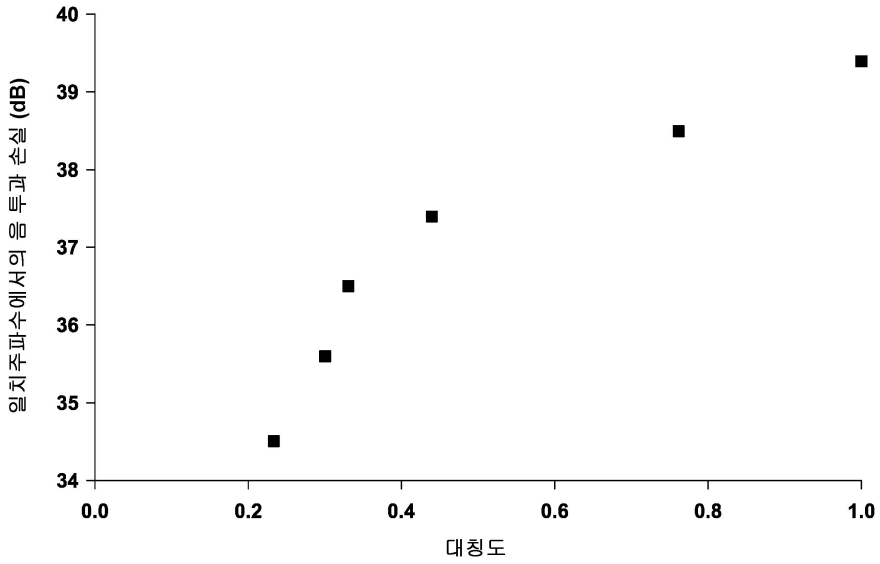
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **향상된 성질 및 성능을 나타내는 중합체 중간층 및 이로부터 형성된 다층 패널**

(57) 요 약

한 쌍의 기재 및 그 사이에 배치된 중간층을 포함하는 다층 패널이 제공된다. 일부의 경우, 상기 다층 패널은 상이한 두께를 갖는 기판을 사용할 수 있고, 이러한 구성이 유리 두께 및 전체적인 패널 무게를 감소시키도록 도울 수 있다. 그러나, 본 발명의 패널은 여전히 충분한 강도(strength), 강직도(rigidity) 및 음향 성능을 나타내고, 자동차, 항공기, 및/또는 건축의 다양한 용도에서 사용하기에 적합할 수 있다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
B32B 17/10568 (2021.01)
B32B 27/08 (2021.01)
B32B 27/22 (2013.01)
B32B 27/30 (2013.01)
B32B 3/263 (2013.01)
B32B 7/022 (2022.08)
G02B 27/0149 (2013.01)
B32B 2307/102 (2013.01)
B32B 2307/544 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

제1 공칭 두께를 갖는 제1 기재;

제2 공칭 두께를 갖는 제2 기재; 및

상기 제1 기재와 상기 제2 기재 사이에 배치되고 상기 제1 기재 및 상기 제2 기재 각각과 접촉하고 있는 다층 음향적(acoustic) 중간층

을 포함하는 다층 패널로서,

상기 제2 공칭 두께가 상기 제1 공칭 두께보다 0.5 mm 이상 작고, 상기 제2 공칭 두께는 1.1 mm 이상이고;

상기 다층 음향적 중간층이

제1 폴리(비닐 아세탈) 수지 및 하나 이상의 가소제를 포함하는 제1 중합체 층,

제2 폴리(비닐 아세탈) 수지 및 하나 이상의 가소제를 포함하는 제2 중합체 층, 및

제3 폴리(비닐 아세탈) 수지 및 하나 이상의 가소제를 포함하는 제3 중합체 층

을 포함하고;

상기 제2 중합체 층이 상기 제1 중합체 층 및 상기 제3 중합체 층 각각에 인접하고 상기 제1 중합체 층 및 상기 제3 중합체 층 각각과 접촉하여, 상기 제2 중합체 층이 상기 제1 중합체 층과 상기 제3 중합체 층 사이에 샌드위치되도록 하고;

상기 제1 폴리(비닐 아세탈) 수지, 상기 제2 폴리(비닐 아세탈) 수지 및 상기 제3 폴리(비닐 아세탈) 수지가 각각 제1 하이드록실 잔기 함량, 제2 하이드록실 잔기 함량 및 제3 하이드록실 잔기 함량을 갖고, 상기 제1 하이드록실 잔기 함량 및 상기 제3 하이드록실 잔기 함량 중 하나 이상이 20 중량% 이상이고, 상기 제2 하이드록실 잔기 함량이 상기 제1 하이드록실 잔기 함량 및 상기 제3 하이드록실 잔기 함량 각각보다 13 중량% 이상 적고, 상기 중간층은 25℃ 이하의 유리전이 온도를 갖는 하나 이상의 중합체 층을 포함하고;

상기 제1 중합체 층, 상기 제2 중합체 층 및 상기 제3 중합체 층이 각각 제1 유리전이 온도, 제2 유리전이 온도 및 제3 유리전이 온도를 갖고, 상기 제2 유리전이 온도가 상기 제1 유리전이 온도 및 상기 제3 유리전이 온도 각각보다 13℃ 이상 낮고;

상기 제2 공칭 두께 대 상기 제1 공칭 두께의 비가 0.23:1 이상 내지 1:1 미만이고, 상기 제1 공칭 두께 및 상기 제2 공칭 두께의 합이 3.7 mm 미만이고,

상기 중간층이 하나 이상의 테이퍼드(tapered) 영역을 포함하고, 상기 테이퍼드 영역이 0.10 mrad 이상의 최소 쐐기각(wedge angle)을 갖는,

다층 패널.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제2 공칭 두께 대 상기 제1 공칭 두께의 비가 0.75:1 이하인, 다층 패널.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 하이드록실 잔기 함량 및 상기 제3 하이드록실 잔기 함량이 각각 20 중량% 이상인, 다층 패널.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 하이드록실 잔기 함량 및 상기 제3 하이드록실 잔기 함량 중 하나 이상이 22 중량% 이상인, 다층 패널.

청구항 5

제1항에 있어서,

다층 패널이 34 dB 이상의, ASTM E90에 따라 측정된 일치주파수에서의 음 투과 손실(sound transmission loss)을 나타내는, 다층 패널.

청구항 6

제1 공칭 두께를 갖는 제1 기재;

제2 공칭 두께를 갖는 제2 기재; 및

상기 제1 기재와 상기 제2 기재 사이에 배치되고 상기 제1 기재 및 상기 제2 기재 각각과 접촉하고 있는 다층 음향적 중간층

을 포함하는 다층 패널로서,

상기 제2 공칭 두께가 상기 제1 공칭 두께보다 0.5 mm 이상 작고, 상기 제2 공칭 두께는 1.1 mm 이상이고;

상기 다층 음향적 중간층이

제1 폴리(비닐 아세탈) 수지 및 하나 이상의 가소제를 포함하는 제1 중합체 층,

제2 폴리(비닐 아세탈) 수지 및 하나 이상의 가소제를 포함하는 제2 중합체 층, 및

제3 폴리(비닐 아세탈) 수지 및 하나 이상의 가소제를 포함하는 제3 중합체 층

을 포함하고;

상기 제2 중합체 층이 상기 제1 중합체 층 및 상기 제3 중합체 층 각각에 인접하고 상기 제1 중합체 층 및 상기 제3 중합체 층 각각과 접촉하여, 상기 제2 중합체 층이 상기 제1 중합체 층과 상기 제3 중합체 층 사이에 샌드위치되도록 하고;

상기 제1 폴리(비닐 아세탈) 수지, 상기 제2 폴리(비닐 아세탈) 수지 및 상기 제3 폴리(비닐 아세탈) 수지가 각각 제1 하이드록실 잔기 함량, 제2 하이드록실 잔기 함량 및 제3 하이드록실 잔기 함량을 갖고, 상기 제1 하이드록실 잔기 함량 및 상기 제3 하이드록실 잔기 함량 중 하나 이상이 20 중량% 이상이고, 상기 제2 하이드록실 잔기 함량이 상기 제1 하이드록실 잔기 함량 및 상기 제3 하이드록실 잔기 함량 각각보다 13 중량% 이상 적고, 상기 중간층은 25℃ 이하의 유리전이 온도를 갖는 하나 이상의 중합체 층을 포함하고;

상기 제2 공칭 두께 대 상기 제1 공칭 두께의 비가 0.23:1 이상 내지 1:1 미만이고, 상기 제1 공칭 두께 및 상기 제2 공칭 두께의 합이 3.7 mm 미만이고, 상기 다층 패널은 34 dB 이상의, ASTM E90에 따라 측정된 일치주파수에서의 음 투과 손실을 나타내고,

상기 중간층이 하나 이상의 테이퍼드 영역을 포함하고, 상기 테이퍼드 영역이 0.10 mrad 이상의 최소 쐐기각을 갖는,

다층 패널.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제2 공칭 두께 대 상기 제1 공칭 두께의 비가 0.75:1 이하인, 다층 패널.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 제2 공칭 두께가 1.5 mm 미만인, 다층 패널.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 제1 중합체 층, 상기 제2 중합체 층 및 상기 제3 중합체 층이 각각 제1 유리전이 온도, 제2 유리전이 온도 및 제3 유리전이 온도를 갖고, 상기 제2 유리전이 온도가 상기 제1 유리전이 온도 및 상기 제3 유리전이 온도 각각보다 13℃ 이상 낮은, 다층 패널.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제1 중합체 층 및 제3 중합체 층이 각각 35 phr 미만의 가소제 함량을 갖고, 상기 제2 중합체 층이 상기 제1 중합체 층 및 제3 중합체 층 각각보다 10 phr 이상 많은 가소제 함량을 갖는, 다층 패널.

청구항 11

제6항에 있어서,

상기 중간층의 하나 이상의 층이 40℃ 이상의 유리전이 온도를 갖는, 다층 패널.

청구항 12

제6항에 있어서,

상기 중간층이, 각각 2.1 mm의 두께를 갖는 두개의 유리 시트 사이에 적층될 때, 50 N/mm 이상의 휨 강성도(deflection stiffness)를 갖는, 다층 패널.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 개시는 중합체성 시트(sheet)를 포함하는 다층 패널 및, 특히, 단일 또는 복수 중간층으로 사용되기에 적합한 중합체성 시트를 포함하는 다층 패널에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 폴리(비닐 부티랄)[PVB]은, 두개의 유리 시트 사이에 중간층을 샌드위치시킴으로써 형성되는 다층 패널에서 중간층으로 사용될 수 있는 중합체성 시트의 제조에서 흔히 사용된다. 이러한 적층된 다층 패널은 일반적으로 "안전 유리"로 지칭되고, 건축 및 자동차 둘다의 용도에 사용된다. 안전 유리 패널중의 다층의 주요 기능 중 하나는, 물건이 유리를 관통하지 않도록 하면서 패널에의 충격으로부터 형성되는 에너지를 흡수하는 것이다. 또한 상기 중간층은, 적용된 힘이 유리를 깨트리기에 충분할 때, 유리가 뾰족한 조각들을 형성하고 흩어지지 않도록 하기 위해서, 유리가 결합되어 있도록 돕는다. 게다가, 상기 중간층은 또한, 높은 방음 등급을 갖는 적층된 패널을 제공하고, 패널의 자외선(UV) 및/또는 적외선(IR) 투과율을 감소시키고, 색상, 질감 등을 첨가함을 통해 심미적 매력을 향상시킬 수 있다.

[0003] 전통적으로는, 자동차 용도에 사용되는 유리 패널은 각각 2.0 내지 2.3 mm의 두께를 갖는 두개의 유리 시트를 사용한다. 가장 흔히는, 이들 시트는 거의 동일한 두께를 갖는다. 이 유형의 구성은 최종 패널의 강도(strength) 및 경직도(rigidity)를 둘다 향상시킬 수 있고, 이로써, 차량 본체의 전반적인 기계적 강도 및 경직도에 기여한다. 일부 추정치는 차량의 전체 경직도의 30% 이하가 그의 유리에 기인한 것으로 본다. 따라서, 차량의, 예를 들어 방풍유리(windshield), 선루프 또는 문루프 및 측창 및 뒷창문 구성에 사용되는 다층 유리 패널의 디자인 및 강직도는 그 패널들의 성능뿐만 아니라 차량 자체의 전체적인 성능에도 매우 중요하다.

[0004] 연비가 더 좋은 차량에 대한 최신 동향은 보다 가벼운 무게의 차량에 대한 수요를 초래하였다. 차량 무게를 감소시키는 하나의 방법은 더 얇은 유리 시트를 사용함으로써 유리의 양을 감소시키는 것이었다. 예를 들어, 1.4 m^2의 표면적을 갖는 방풍유리에 있어서, 패널 중 하나의 두께를 약 0.5 mm로 감소시키는 것은, 다른 모든것은 그대로이면서 10%를 초과하는 무게 감소를 형성할 수 있다.

[0005] 더 얇은 다층 패널에 대한 하나의 접근법은, 패널 중 하나가 다른 하나보다 얇은 "비대칭" 유리 배열을 사용하는 것이었다. 또한 대칭적 배열을 갖는 더 얇은 유리 패널도 사용되었다. 그러나, 상기 비대칭 배열이 더 자주 사용되고, 종래 2.0 ㎜ 내지 2.3 ㎜ 두께를 갖는 "선외(outboard)" 유리 패널(즉, 차량 캐빈의 바깥쪽을 바라보는 유리 패널) 및 더 얇은 "선내(inboard)" 유리 패널(즉, 캐빈의 내부를 바라보는 유리 패널)의 사용을 수반한다. 이는, 선외 패널이 사용 도중에 겪을 바위, 자갈, 모래 및 다른 도로상 잔해물에 대하여 충분한 강도 및 내충격성을 보장하기 위함이다. 그러나, 전형적으로는, 이들 비대칭 패널은, 휨 강성도(deflection stiffness), 유리 굽힘 강도(bending strength), 유리 에지 강도(edge strength), 유리 충격 강도(impact strength), 루프 강도(roof strength), 및 비틀림 경직도(torsional rigidity)와 같은 성질을 허용가능한 범위 내로 유지하기 위해서 3.7 ㎜ 이상의 결합 유리 두께를 유지한다.

[0006] 또한, 비대칭 배열은 더 얇은 선내 유리 시트를 사용함으로써 형성되기 때문에, 이들 패널의 방음(sound insulation) 특성은 보다 두꺼운 유리를 사용하는 유사한 패널보다 좋지 못하다. 따라서, 캐빈 내에서 도로 소음 및 다른 방해를 최소화하기 위해서, 비대칭 다층 패널 형성에 사용된 중간층은 일반적으로 음향적(acoustic) 특성을 갖는 중간층(즉, 음향적 중간층)이다. 종래의 비-음향적 중간층은 대부분의 용도에 있어서 충분한 방음을 제공하지 않는다.

[0007] 따라서, 충분한 강도, 경직도 및 음향적 성능을 여전히 나타내면서 최적의 유리 두께를 포함하는 다층 유리 패널에 대한 필요가 존재한다. 바람직하게는, 이러한 패널은 다양한 자동차, 항공기, 및 건축 용도에서 널리 사용될 수 있다.

발명의 내용

[0008] 본 발명의 일 실시양태는, 제1 공칭 두께를 갖는 제1 기재; 제2 공칭 두께를 갖는 제2 기재로서, 제2 공칭 두께가 상기 제1 공칭 두께보다 0.1 ㎜ 이상 작은 제2 기재; 및 상기 제1 및 제2 기재 각각과 접촉하고 그 사이에 배치된 다층 중간층으로서, 상기 다층 중간층이 제1 폴리(비닐 아세탈) 수지 및 하나 이상의 가소제를 포함하는 제1 중합체 층; 제2 폴리(비닐 아세탈) 수지 및 하나 이상의 가소제를 포함하는 제2 중합체 층; 및 제3 폴리(비닐 아세탈) 수지 및 하나 이상의 가소제를 포함하는 제3 중합체 층을 포함하고, 상기 제2 중합체 층은 상기 제1 및 상기 제3 중합체 층에 인접하고 각각과 접촉하여 상기 제2 중합체 층이 상기 제1 및 상기 제3 중합체 층 사이에 샌드위치되고, 상기 제1, 상기 제2, 및 상기 제3 폴리(비닐 아세탈)수지가 각 제1, 제2, 및 제3 하이드록실 잔기 함량을 갖고, 이때 상기 제1 및 상기 제3 하이드록실 잔기 함량 중 하나 이상이 20 중량% 이상이고, 상기 제2 하이드록실 잔기 함량이 상기 제1 및 상기 제3 하이드록실 잔기 함량 각각보다 2 중량% 이상 낮고, 상기 제1, 상기 제2, 및 상기 제3 중합체 층은 각 제1, 제2 및 제3 유리전이 온도를 갖고, 상기 제2 유리전이 온도는 상기 제1 및 상기 제3 유리전이 온도 각각보다 13℃ 이상 낮은, 다층 중간층을 포함하고, 상기 제2 공칭 두께 대 상기 제1 공칭 두께의 비는 0.23:1 이상 내지 1:1 미만이고, 상기 제1 및 상기 제2 공칭 두께의 합은 3.7 ㎜ 미만인 다층 패널에 관한 것이다.

[0009] 본 발명의 또다른 실시양태는, 제1 공칭 두께를 갖는 제1 기재; 제2 공칭 두께를 갖는 제2 기재로서, 상기 제2 공칭 두께가 상기 제1 공칭 두께보다 0.5 ㎜ 이상 작은, 제2 기재; 및 상기 제1 및 제2 기재 각각과 접촉하고 그 사이에 배치된 다층 중간층으로서, 상기 다층 중간층이 제1 폴리(비닐 아세탈) 수지 및 하나 이상의 가소제를 포함하는 제1 중합체 층; 제2 폴리(비닐 아세탈) 수지 및 하나 이상의 가소제를 포함하는 제2 중합체 층; 및 제3 폴리(비닐 아세탈) 수지 및 하나 이상의 가소제를 포함하는 제3 중합체 층을 포함하고, 상기 제2 중합체 층은 상기 제1 및 상기 제3 중합체 층에 인접하고 각각과 접촉하여 상기 제2 중합체 층이 상기 제1 및 상기 제3 중합체 층 사이에 샌드위치되고, 상기 제1, 상기 제2, 및 상기 제3 폴리(비닐 아세탈)수지가 각 제1, 제2, 및 제3 하이드록실 잔기 함량을 갖고, 이때 상기 제1 및 상기 제3 하이드록실 잔기 함량 중 하나 이상이 20 중량% 이상이고, 상기 제2 하이드록실 잔기 함량이 상기 제1 및 상기 제3 하이드록실 잔기 함량 각각보다 2 중량% 이상 낮은, 다층 중간층을 포함하고, 상기 제2 공칭 두께 대 상기 제1 공칭 두께의 비는 0.23:1 이상 내지 1:1 미만이고, 상기 제1 및 상기 제2 공칭 두께의 합은 3.7 ㎜ 미만이며, 상기 다층 패널이, 34 dB 이상의, ASTM E90에 따라 측정된 일치주파수에서의 음 투과 손실(sound transmission loss)을 나타내는, 다층 패널에 관한 것이다.

[0010] 본 발명의 또 다른 실시양태는, 제1 공칭 두께를 갖는 제1 기재; 제2 공칭 두께를 갖는 제2 기재로서, 상기 제2 공칭 두께가 1.5 ㎜ 미만인 제2 기재; 및 상기 제1 및 제2 기재 각각과 접촉하고 그 사이에 배치된 다층 중간층으로서, 상기 다층 중간층이 제1 폴리(비닐 아세탈) 수지 및 하나 이상의 가소제를 포함하는 제1 중합체 층; 제2 폴리(비닐 아세탈) 수지 및 하나 이상의 가소제를 포함하는 제2 중합체 층; 및 제3 폴리(비닐 아세탈) 수지

및 하나 이상의 가소제를 포함하는 제3 중합체 층을 포함하고, 상기 제2 중합체 층은 상기 제1 및 상기 제3 중합체 층에 인접하고 각각과 접촉하여 상기 제2 중합체 층이 상기 제1 및 상기 제3 중합체 층 사이에 샌드위치되고, 상기 제1, 상기 제2, 및 상기 제3 폴리(비닐 아세탈) 수지가 각 제1, 제2, 및 제3 하이드록실 잔기 함량을 갖고, 이때 상기 제1 및 상기 제3 하이드록실 잔기 함량 중 하나 이상이 20 중량% 이상이고, 상기 제2 하이드록실 잔기 함량이 상기 제1 및 상기 제3 하이드록실 잔기 함량 각각보다 2 중량% 이상 낮은, 다층 중간층을 포함하고, 상기 제2 공칭 두께 대 상기 제1 공칭 두께의 비는 0.23:1 이상 내지 1:1이고, 상기 다층 패널이, 34 dB 이상의, ASTM E90에 따라 측정된 일치주파수에서의 음 투과 손실을 나타내는, 다층 패널에 관한 것이다.

도면의 간단한 설명

[0011] 본 발명의 다양한 실시양태가 첨부된 그림 도면을 참고로 하여 하기에 상세하게 기재된다:

도 1은 본 발명의 일 실시양태에 따라 배열된 테이퍼드(tapered) 중간층의 단면도이고, 이때 참고의 편이를 위해 상기 테이퍼드 중간층의 다양한 특징부가 표시되어 있다.

도 2는 중간층의 전체 너비에 걸쳐 연장되는 테이퍼드 영역을 갖는 테이퍼드 중간층의 단면도이고, 이때 전체 테이퍼드 영역은 일정한 쐐기각(wedge angle) 및 선형 두께 프로파일을 갖는다.

도 3은 중간층의 너비의 일부에 걸쳐 연장된 테이퍼드 영역 및 중간층의 너비의 일부에 걸쳐 연장된 플랫-에지(flat edge) 영역을 갖는 테이퍼드 중간층의 단면도이고, 이때 상기 테이퍼드 영역은 일정-각 영역 및 가변-각 영역을 포함한다.

도 4는 중간층의 너비의 일부에 걸쳐 연장된 테이퍼드 영역 및 중간층의 너비의 일부에 걸쳐 연장된 두개의 플랫-에지 영역을 갖는 테이퍼드 중간층의 단면도이고, 이때 상기 테이퍼드 영역은 일정-각 영역 및 두개의 가변-각 영역을 포함한다.

도 5는 중간층의 너비의 일부에 걸쳐 연장된 테이퍼드 영역 및 중간층의 너비의 일부에 걸쳐 연장된 두개의 플랫-에지 영역을 갖는 테이퍼드 중간층의 단면도이고, 이때 상기 테이퍼드 영역은 전체가 곡선형 두께 프로파일을 갖는 가변-각 영역으로 형성된다.

도 6은 중간층의 너비의 전체에 걸쳐 연장된 테이퍼드 영역을 갖는 테이퍼드 중간층의 단면도이고, 상기 테이퍼드 영역은 두개의 가변-각 영역에 의해 서로 이격된 세개의 일정-각 영역을 포함한다.

도 7은 중간층의 너비의 일부에 걸쳐 연장된 테이퍼드 영역 및 중간층의 너비의 일부에 걸쳐 연장된 두개의 플랫-에지 영역을 갖는 테이퍼드 중간층의 단면도이고, 이때 상기 테이퍼드 영역은 세개의 일정-각 영역 및 네개의 가변-각 영역을 포함한다.

도 8a는 차량 방풍유리에 사용되도록 배열된 테이퍼드 중간층의 평면도이고, 이때 상기 중간층의 두께 프로파일은 도 2에 묘사된 중간층의 두께 프로파일과 유사하다.

도 8b는 도 8a의 중간층의 단면도이고, 중간층의 두께 프로파일을 나타낸다.

도 9는 실시예 1에 기재된 바와 같이 형성되고 시험된 여러 다층 패널의 음 투과 손실의 그래프이다.

도 10은 3-점 굽힘 시험의 수행에 사용되는 실험 세트를 나타내는 도식이다.

도 11은 3-점 굽힘 시험을 겪는 시험 패널의 하중 대 휨 그래프의 도식이다.

도 12는 실시예 2에 기재된 바와 같이 제조되고 시험된 여러 패널에 대하여 유리 대칭성의 함수로 나타낸, 일치주파수(coincident frequency)에서의 음 투과 손실의 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 본 발명은 일반적으로, 두개의 기재 및 그 사이에 적층된 음향적 중간층으로 이루어진 다층 패널에 관한 것이다. 일부 실시양태에서, 본 발명의 다층 패널은, 기재 중 하나가 다른 하나와 상이한 두께를 갖는, 비대칭적 유리 배열을 가질 수 있다. 그러나, 상기 두께 차이에도 불구하고, 본 발명의 실시양태에 따라 구성된 다층 패널은 여전히 충분한 강도, 경직도 및 음향적 성능을 여전히 나타낼 수 있고, 이로써 상기 패널이 다양한 자동차, 건축, 및 항공기에서의 용도를 비롯한 넓은 범위의 용도에 사용될 수 있다.

[0013] 본원에 기재된 다층 패널은 일반적으로 적어도, 제1 기재, 제2 기재, 및 상기 제1 및 제2 기재 각각과 접촉하고

그 사이에 배치된 중간층을 포함한다. 상기 제1 및 제2 기재 각각은 강직한(rigid) 물질, 예컨대 유리로 이루어질 수 있고, 이 물질 또는 상이한 물질로부터 형성될 수 있다. 일부 실시양태에서는, 상기 제1 및 제2 기재 중 하나 이상은 유리 기재일 수 있고, 한편, 다른 실시양태에서는 상기 제1 및 제2 기재 중 하나 이상이 또 다른 물질, 예를 들어 폴리카보네이트, 아크릴, 폴리에스터, 코폴리에스터, 및 이들의 조합물과 같은 강직한 물질로부터 형성될 수 있다. 전형적으로는, 상기 제1 또는 제2 기재 중 어느것도, 바로 하기에 상세하게 기재되는 열가소성 중합체 물질을 포함하는 연한 중합체 물질로부터 형성되지 않는다.

[0014] 일부 실시양태에서는, 상기 제1 및 제2 기재 중 하나 이상이 유리 기재를 포함할 수 있다. 이러한 기재를 형성하기 위해 임의의 적합한 종류의 유리가 사용될 수 있고, 일부 실시양태에서는, 상기 유리는 알루미나-실리케이트 유리, 보로실리케이트 유리, 석영 또는 용융(fused) 실리카 유리, 및 소다석회 유리로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있다. 사용되는 경우, 유리 기재는 어닐링(annealed), 열적-강화 또는 템퍼링(tempered), 화학적-템퍼링, 에칭(etched), 코팅, 또는 이온 교환에 의해 강화될 수 있거나, 상기 처리 중 하나 이상을 겪었을 수 있다. 상기 유리 자체는 롤(rolled) 유리, 플로트(float) 유리 또는 판유리일 수 있다. 상기 제1 및 제2 기재가 유리 기재인 경우, 각각의 형성에 사용되는 유리의 종류는 동일하거나 상이할 수 있다.

[0015] 상기 제1 및 제2 기재는 임의의 적합한 두께를 가질 수 있다. 일부 실시양태에서, 상기 제1 및/또는 제2 기재의 공칭 두께는 약 0.4 이상, 약 0.5 이상, 약 0.6 이상, 약 0.7 이상, 약 0.8 이상, 약 0.9 이상, 약 1.0 이상, 약 1.1 이상, 약 1.2 이상, 약 1.3 이상, 약 1.4 이상, 약 1.6 이상, 약 1.7 이상, 약 1.8 이상, 약 1.9 이상, 약 2.0 이상, 약 2.1 이상, 약 2.2 ㎜ 이상이고/거나 약 3.2 미만, 약 3.1 미만, 약 3.0 미만, 약 2.9 미만, 약 2.8 미만, 약 2.7 미만, 약 2.6 미만, 약 2.5 미만, 약 2.4 미만, 약 2.3 미만, 약 2.2 미만, 약 2.1 미만, 약 2.0 미만, 약 1.9 미만, 약 1.8 미만, 약 1.7 미만, 약 1.6 미만, 약 1.5 미만, 약 1.4 미만, 약 1.3 미만, 약 1.2 미만, 약 1.1 미만, 또는 약 1.0 ㎜ 미만일 수 있다.

[0016] 추가적으로, 또는 대안적으로, 상기 제1 및/또는 제2 기재는 약 2.3 이상, 약 2.4 이상, 약 2.5 이상, 약 2.6 이상, 약 2.7 이상, 약 2.8 이상, 약 2.9 이상, 약 3.0 이상 및/또는 약 12.5 미만, 약 12 미만, 약 11.5 미만, 약 11 미만, 약 10.5 미만, 약 10 미만, 약 9.5 미만, 약 9 미만, 약 8.5 미만, 약 8 미만, 약 7.5 미만, 약 7 미만, 약 6.5 미만, 약 6 미만, 약 5.9 미만, 약 5.8 미만, 약 5.7 미만, 약 5.6 미만, 약 5.5 미만, 약 5.4 미만, 약 5.3 미만, 약 5.2 미만, 약 5.1 미만, 약 5.0 미만, 약 4.9 미만, 약 4.8 미만, 약 4.7 미만, 약 4.6 미만, 약 4.5 미만, 약 4.4 미만, 약 4.3 미만, 약 4.2 미만, 약 4.1 미만, 또는 약 4.0 ㎜ 미만의 공칭 두께를 가질 수 있다.

[0017] 일부 실시양태에 따르면, 다층 패널은 동일한 공칭 두께를 갖는 두개의 기재를 포함할 수 있다. 이러한 실시양태는, 하나의 기재의 공칭 두께 대 다른 기재의 공칭 두께의 비가 1과 같기 때문에 "대칭적 배열"로 지칭될 수 있다.

[0018] 다른 실시양태에서는, 본원에 기재된 다층 패널은 상이한 공칭 두께를 갖는 두개의 기재를 포함할 수 있다. "비대칭적 배열"로도 지칭되는 이러한 실시양태는, 더 얇은 기재의 공칭 두께 대 더 두꺼운 기재의 공칭 두께의 비가 1보다 작은 것을 특징으로 한다. 본원에 사용된 용어 "대칭도"는 더 얇은 기재의 공칭 두께 대 더 두꺼운 기재의 공칭 두께의 비를 지칭한다. 일부 실시양태에서는, 본원에 기재된 다층 패널은 약 0.20 이상, 약 0.23 이상, 약 0.25 이상, 약 0.30 이상, 약 0.35 이상, 약 0.40 이상, 약 0.45 이상, 약 0.50 이상, 약 0.55 이상, 약 0.60 이상, 약 0.65 이상, 약 0.70 이상, 약 0.75 이상 및/또는 약 1 미만, 약 0.99 이하, 약 0.97 이하, 약 0.95 이하, 약 0.90 이하, 약 0.85 이하, 약 0.80 이하, 약 0.75 이하, 약 0.70 이하, 약 0.65 이하, 약 0.60 이하, 약 0.55 이하, 약 0.50 이하, 약 0.45 이하, 약 0.40 이하, 약 0.35 이하, 약 0.30 이하의 대칭도를 가질 수 있다.

[0019] 상기 다층 패널이 비대칭적 배열을 갖는 경우, 더 두꺼운 기재의 공칭 두께와 더 얇은 기재의 공칭 두께의 차이는 약 0.1 ㎜ 이상일 수 있다. 일부 실시양태에서는, 더 두꺼운 기재의 공칭 두께가 보다 얇은 기재의 공칭 두께보다 약 0.2 이상, 약 0.3 이상, 약 0.4 이상, 약 0.5 이상, 약 0.6 이상, 약 0.7 이상, 약 0.8 ㎜ 이상 두꺼울 수 있다. 추가적으로, 또는 대안적으로, 보다 두꺼운 기재의 공칭 두께는 보다 얇은 기재의 공칭 두께보다 약 7 이하, 약 6 이하, 약 5 이하, 약 4 이하, 약 3 이하, 약 2 이하, 약 1.5 이하, 약 1 이하, 약 0.9 이하, 약 0.8 이하, 약 0.7 이하, 약 0.6 이하, 약 0.5 이하, 약 0.4 이하, 또는 약 0.3 ㎜ 이하 두꺼울 수 있다.

[0020] 상기 제1 및 제2 기재의 공칭 두께의 합(또한, 본원에서 "결합 유리 두께"라고 지칭함)은, 종래의 다층 패널보다 각각 얇거나 두꺼울 수 있다. 전형적으로는, 종래의 상업적으로 이용가능한 다층 패널은 3.7 ㎜ 내지 4.6

mm의 범위의 결합 유리 두께를 갖는다. 그에 반해서, 본 발명의 일부 실시양태에 따르면, 상기 제1 및 제2 기재의 공칭 두께의 합은 3.7 미만, 약 3.6 미만, 약 3.5 미만, 약 3.4 미만, 약 3.3 미만, 또는 약 3.2 mm 미만일 수 있다. 모든 경우에, 상기 제1 및 제2 기재의 공칭 두께의 합은 약 0.9 이상, 약 1.2 이상, 약 1.5 이상, 약 2.0 이상, 약 2.5 이상, 약 3.0 이상, 약 3.1 이상, 약 3.2 mm 이상, 약 3.3 이상, 약 3.4 이상, 또는 약 3.5 mm 이상일 수 있다.

[0021] 대안적으로, 또는 추가적으로, 상기 제1 및 제2 기재의 공칭 두께의 합은 4.6 초과, 약 4.7 초과, 약 4.8 초과, 약 4.9 초과, 약 5.0 초과, 약 5.2 초과, 약 5.5 초과, 약 5.7 초과, 약 6.0 초과, 약 6.2 초과, 약 6.5 초과, 약 6.7 초과, 약 7.0 초과, 약 7.2 초과, 약 7.5 초과, 약 7.7 초과, 약 8.0 초과, 약 8.2 초과, 약 8.5 초과, 약 8.7 초과, 약 9.0 초과, 약 9.5 초과, 약 10.0 초과, 약 10.5 초과, 약 11.0 초과, 약 11.5 초과, 약 12.0 초과, 약 12.5 초과, 약 13.0 초과, 약 13.5 초과, 약 14.0 초과, 약 14.5 초과, 또는 약 15.0 mm 초과일 수 있다.

[0022] 구체적인 유리 배열은 상기 다층 패널의 궁극적인 최종 용도에 의존하여 선택될 수 있다. 예를 들면, 상기 다층 패널이 자동차 용도에 사용되는 일부 실시양태에서는, 기재들 중 하나의 공칭 두께가 0.4 내지 1.8 mm, 0.5 내지 1.7 mm, 또는 0.6 내지 1.4 mm일 수 있으며, 이때 나머지 기재의 공칭 두께는 0.5 내지 2.9 mm, 0.6 내지 2.8 mm, 1.0 내지 2.4, 또는 1.6 내지 2.4 mm의 공칭 두께를 가질 수 있다. 상기 기재들의 두께의 합은 3.7 미만, 3.6 미만, 3.5 미만, 또는 3.4 mm 미만일 수 있고, 보다 얇은 기재의 공칭 두께 대 보다 두꺼운 기재의 공칭 두께의 비는 0.23 내지 1 미만, 0.25 내지 0.75, 또는 0.3 내지 0.60의 범위 내일 수 있다.

[0023] 상기 다층 패널이 항공기 또는 건축학적 용도에 사용되는 다른 실시양태에서는, 기판들 중 하나의 공칭 두께가 2.2 내지 12.5 mm, 2.6 내지 8 mm, 또는 2.8 내지 5 mm일 수 있으며, 이때 나머지 기재의 공칭 두께는 1.6 내지 12.4 mm, 1.8 내지 7.5 mm, 또는 2.3 내지 5 mm의 범위 내일 수 있다. 이들 실시양태에서는 대칭도가 0.34 내지 1 미만, 0.25 내지 0.75, 또는 0.3 내지 0.60의 범위를 가지면서, 기재의 두께의 합은 4.7 mm 초과, 5 mm 초과, 5.5 mm 초과, 또는 6 mm 초과일 수 있다.

[0024] 상기 기재(substrates)에 추가하여, 본원에 기재된 다층 패널은 상기 제1 및 제2 기재 각각과 접촉하고 그 사이에 배치된 하나 이상의 중합체성 중간층을 포함한다. 본원에 사용된 용어 "중간층"은, 다층 패널의 형성에 사용되기에 적합한 단층 또는 다층 중합체 시트를 지칭한다. 본원에 사용된 용어 "단층" 및 "모놀리식(monolithic)"은 하나의 단일 중합체 층으로 형성된 중간층을 지칭하는 한편, 용어 "복수 층" 또는 "복층"은 서로 인접하고 접촉하는 두개 이상의 중합체 층을 갖는 중간층을 지칭한다. 중간층의 각 중합체 층은, 임의의 적합한 방법에 의해 시트로 만들어진, 선택적으로 하나 이상의 가소제와 조합된 하나 이상의 중합체 수지를 포함할 수 있다. 중간층 중의 하나 이상의 중합체 층은 또한, 추가적인 첨가제를 포함할 수 있으나, 이들은 요구되지는 않는다.

[0025] 적합한 열가소성 수지의 예는, 비제한적으로, 폴리(비닐 아세탈) 수지, 폴리우레탄[PU], 폴리(에틸렌-코-비닐 아세테이트) 수지[EVA], 폴리비닐 클로라이드[PVC], 폴리(비닐클로라이드-코-메타크릴레이트), 폴리에틸렌, 폴리올레핀, 에틸렌 아크릴레이트 에스터 공중합체, 폴리(에틸렌-코-부틸 아크릴레이트), 실리콘 탄성중합체(elastomer), 에폭시 수지, 및 산 공중합체 예컨대 에틸렌/카복실산 공중합체 및 이들의 이오노머, 상기 나열된 임의의 중합체로부터 유도된 것들, 및 이들의 조합물을 포함한다. 일부 실시양태에서는, 다층 중간층의 하나 이상의 층은 열가소성 중합체를 포함할 수 있고, 폴리(비닐 아세탈) 수지, 폴리비닐 클로라이드, 및 폴리우레탄으로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있다. 특정 실시양태에서는, 상기 중합체 층 중 하나 이상이 하나 이상의 폴리(비닐 아세탈) 수지를 포함할 수 있다. 여기서 폴리(비닐 아세탈) 수지에 관하여 일반적으로 기재되었지만, 전술된 중합체 수지 중 하나 이상이, 본 발명의 다양한 실시양태에 따라서 하기에 기재되는 폴리(비닐 아세탈) 수지와 함께, 또는 그 대신에 포함될 수 있음이 이해되어야 한다.

[0026] 폴리우레탄은 상이한 경도(hardness)를 가질 수 있다. 예시적인 폴리우레탄 중합체는 ASTM D-2240에 대하여 85보다 작은 쇼어 A(Shore A) 경도를 갖는다. 폴리우레탄 중합체의 예는 AG8451 및 AG5050, 20℃ 미만의 유리전이 온도를 갖는 폴리우레탄 기반 지방족 이소시아네이트 폴리에터(매사추세츠주 워번시의 써머딕 인코포레이티드(Thermedics Inc. of Woburn, MA)로부터 상업적으로 입수가능함)이다. EVA 중합체는 다양한 양의 비닐 아세테이트 기를 함유할 수 있다. 바람직한 비닐 아세테이트 함량은 일반적으로 약 10 내지 약 90 몰%이다. 낮은 비닐 아세테이트 함량을 갖는 EVA가 저온에서 방음을 위해 사용될 수 있다. 에틸렌/카복실산 공중합체는 일반적으로, 1 내지 25 몰%의 카복실산 함량을 갖는 폴리(에틸렌-코-메타크릴산) 및 폴리(에틸렌-코-아크릴산)이다. 에틸렌/카복실산 공중합체의 이오노머는 염기, 예컨대 알칼리(예를 들어, 나트륨) 및 알칼리금속(예를 들어, 마

그네슘)의 수산화물, 암모니아, 또는 전이금속 예컨대 아연의 수산화물로써, 공중합체를 부분적으로 또는 완전히 중화시킴으로써 수득될 수 있다. 적합한 것의 이오노머의 예는 수르린(Surlyn)® 이오노머 수지(델라웨어주 윌밍턴시의 듀퐁(DuPont of Wilmington, Delaware)으로부터 상업적으로 입수가능함)를 포함한다.

[0027] 예시적인 다층 중간층 구성의 예는, 비제한적으로, PVB//PVB//PVB 및 PVnB//PVisoB//PVnB(이때, PVB[폴리비닐 부티랄], PVnB[폴리비닐 n-부티랄] 및/또는 PVisoB[폴리비닐 이소-부티랄] 층은 하나의 수지 또는 상이한 하이드록실 잔기 함량 또는 상이한 중합체 조성을 갖는 두개 이상의 수지를 포함함); PVC//PVB//PVC, PU//PVB//PU, 이오노머//PVB//이오노머, 이오노머//PU//이오노머, 이오노머//EVA//이오노머, 이오노머//이오노머//이오노머(이때 코어(core) 층 PVB(PVisoB를 포함함), PU, EVA 또는 이오노머는 하나의 수지 또는 상이한 유리전이를 갖는 두개 이상의 수지를 포함함)를 포함한다. 대안적으로는, 스킨(skin) 및 코어 층 모두가, 같거나 다른 개시 수지를 사용하는 PVB, PVnB 및/또는 PVisoB일 수 있다. 수지 및 중합체의 다른 조합이 당업자에게 자명할 것이다. 일반적으로, PVB 수지는 PVnB 또는 PVisoB, 또는 PVnB 및 PVisoB의 조합을 지칭한다.

[0028] 열가소성 중합체 수지는 임의의 적합한 방법에 의해 형성될 수 있다. 상기 열가소성 중합체 수지가 폴리(비닐 아세탈) 수지를 포함하는 경우에, 이러한 수지는, 미국 특허 제2,282,057호 및 제2,282,026호, 뿐만아니라 문헌[the *Encyclopedia of Polymer Science & Technology*, 3rd ed., Volume 8, pages 381-399, by B.E. Wade (2003)]의 "비닐 아세탈 중합체"에 기재된 것과 같은 공지된 방법에 따라 촉매의 존재하에 하나 이상의 알데히드로써 폴리(비닐 알코올)의 아세탈화에 의해 형성될 수 있다. 생성되는 폴리(비닐 아세탈) 수지는, 수지의 아세탈화 비율로서, ASTM D-1396에 따라 측정시 약 50 이상, 약 60 이상, 약 70 이상, 약 75 이상, 약 80 이상, 약 85 이상, 약 90 중량% 이상의 하나 이상의 알데히드의 잔기를 포함할 수 있다. 폴리(비닐 아세탈) 수지 중의 알데히드 잔기의 총량이 총괄하여 아세탈 함량으로 지칭될 수 있고, 이때 나머지 폴리(비닐 아세탈) 수지가 하이드록실 잔기(비닐 하이드록실 기로 남음) 및 에스터 잔기(비닐 아세테이트 기로 남음)이며, 이는 하기에 더욱 상세하게 논의될 것이다.

[0029] 적합한 폴리(비닐 아세탈) 수지는 임의의 알데히드의 잔기를 포함할 수 있고, 일부 실시양태에서는 하나 이상의 C_4 내지 C_8 알데히드의 잔기를 포함할 수 있다. 적합한 C_4 내지 C_8 알데히드의 예는, 예를 들면, n-부티르알데히드, i-부티르알데히드, 2-메틸발레르알데히드, n-헥실 알데히드, 2-에틸헥실 알데히드, n-옥틸 알데히드, 및 이들의 조합물을 포함한다. 본원에 기재된 층 및 중간층에 사용되는 하나 이상의 상기 폴리(비닐 아세탈) 수지는 수지의 알데히드 잔기의 총 중량을 기준으로 약 20 이상, 약 30 이상, 약 40 이상, 약 50 이상, 약 60 이상, 또는 약 70 중량% 이상의 하나 이상의 C_4 내지 C_8 알데히드의 잔기를 포함할 수 있다. 대안적으로, 또는 추가적으로, 상기 폴리(비닐 아세탈) 수지는 약 99 이하, 약 95 이하, 약 90 이하, 약 85 이하, 약 80 이하, 약 75 이하, 약 70 이하, 또는 약 65 중량% 이하의 하나 이상의 C_4 내지 C_8 알데히드를 포함할 수 있다. 상기 C_4 내지 C_8 알데히드는 상기 나열된 군으로부터 선택될 수 있거나, 또는 이는 n-부티르알데히드, i-부티르알데히드, 2-에틸헥실 알데히드, 및 이들의 조합물로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있다. 다른 실시양태에서, 상기 폴리(비닐 아세탈) 수지는, 비제한적으로, 신남알데히드, 헥실신남알데히드, 벤즈알데히드, 히드로신남알데히드, 4-클로로벤즈알데히드, 4-t-부틸페닐아세트알데히드, 프로피온알데히드, 2-페닐프로피온알데히드, 및 이들의 조합물을 비롯한 다른 알데히드의 잔기를 단독으로 또는 본원에 기재된 하나 이상의 C_4 내지 C_8 알데히드와 조합하여 포함할 수 있다.

[0030] 다양한 실시양태에서, 상기 폴리(비닐 아세탈) 수지는, n-부티르알데히드로 주로 이루어진 폴리(비닐 부티랄)[PVB] 수지일 수 있고, 예를 들면 약 30 이하, 약 20 이하, 약 10 이하, 약 5 이하, 약 2 이하, 또는 약 1 중량% 이하의 n-부티르알데히드가 아닌 알데히드의 잔기를 포함할 수 있다. 전형적으로는, 폴리(비닐 부티랄) 수지에 존재하는, n-부티르알데히드가 아닌 알데히드 잔기는 이소-부티르알데히드, 2-에틸헥실 알데히드, 및 이들의 조합물을 포함할 수 있다. 상기 폴리(비닐 아세탈) 수지가 폴리(비닐 부티랄) 수지를 포함하는 경우에, 수지의 중량 평균 분자량은, 코츠와 우아노(Cotts and Ouano)의 저각 레이저 빛 산란법(SEC/LALLS)을 사용하여 크기배제 크로마토그래피에 의해 측정시 약 30,000 이상, 약 50,000 이상, 약 80,000 이상, 약 100,000 이상, 약 130,000 이상, 약 150,000 이상, 약 175,000 이상, 약 200,000 이상, 약 300,000 이상, 또는 약 400,000 달톤 이상일 수 있다.

[0031] 일반적으로, 폴리(비닐 아세탈) 수지는 폴리(비닐 아세테이트)를 폴리(비닐 알코올)로 가수분해한 뒤, 폴리(비닐 알코올)을 하나 이상의 상기 알데히드로 아세탈화하여 폴리(비닐 아세탈) 수지를 형성함으로써 제조될 수 있다. 폴리(비닐 아세테이트)의 가수분해 과정에서, 아세테이트 기가 전부 하이드록실 기로 전환되지는 않아, 또

한 수지상에 하이드록실 잔기를 남긴다. 그 결과로, 대부분의 폴리(비닐 아세탈) 수지는 하이드록실 잔기(비닐 하이드록실 기로 존재함) 및 아세테이트 잔기(비닐 아세테이트 기로 존재함)를 중합체 쇄의 일부로서 둘다 포함한다. 본원에 사용된 용어 "하이드록실 잔기 함량" 및 "아세테이트 잔기 함량"은, 가공이 완료된 후에 수지상에 남아있는 하이드록실 및 아세테이트 기의 양을 각각 지칭한다. 하이드록실 잔기 함량 및 아세테이트 잔기 함량은 둘다 중합체 수지의 중량을 기준으로 하여 중량%로 표시되고, ASTM D-1396에 따라 측정된다.

[0032] 본원에 기재된 하나 이상의 중합체 층에 사용되는 폴리(비닐 아세탈) 수지는, 약 8 이상, 약 9 이상, 약 10 이상, 약 11 이상, 약 12 이상, 약 13 이상, 약 14 이상, 약 15 이상, 약 16 이상, 약 17 이상, 약 18 이상, 약 18.5 이상, 약 19 이상, 약 20 이상, 약 21 이상, 약 22 이상, 약 23 이상, 약 24 이상, 약 25 이상, 약 26 이상, 약 27 이상, 약 28 이상, 약 29 이상, 약 30 이상, 약 31 이상, 약 32 이상, 또는 약 33 중량% 이상의 하이드록실 잔기 함량을 가질 수 있다. 추가적으로, 또는 대안적으로, 본 발명의 중합체 층에 사용되는 폴리(비닐 아세탈) 수지 또는 수지들은 약 45 이하, 약 43 이하, 약 40 이하, 약 37 이하, 약 35 이하, 약 34 이하, 약 33 이하, 약 32 이하, 약 31 이하, 약 30 이하, 약 29 이하, 약 28 이하, 약 27 이하, 약 26 이하, 약 25 이하, 약 24 이하, 약 23 이하, 약 22 이하, 약 21 이하, 약 20 이하, 약 19 이하, 약 18.5 이하, 약 18 이하, 약 17 이하, 약 16 이하, 약 15 이하, 약 14 이하, 약 13 이하, 약 12 이하, 약 11 이하, 또는 약 10 중량% 이하의 하이드록실 잔기 함량을 가질 수 있다.

[0033] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 중합체 층은, 약 20 이상, 약 21 이상, 약 22 이상, 약 23 이상, 약 24 이상, 약 25 이상, 약 26 이상, 약 27 이상, 약 28 이상, 약 29 이상, 또는 약 30 중량% 이상 및/또는 약 45 이하, 약 43 이하, 약 40 이하, 약 37 이하, 약 35 이하, 약 34 이하, 약 33 이하, 또는 약 32 중량% 이하의 하이드록실 잔기 함량을 갖는 하나 이상의 폴리(비닐 아세탈) 수지를 포함할 수 있다.

[0034] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 중합체 층은 약 8 이상, 약 9 이상, 약 10 이상, 약 11 이상, 약 12 이상 및/또는 약 17 이하, 약 16 이하, 약 15 이하, 또는 약 14 중량% 이하의 하이드록실 잔기 함량을 갖는 하나 이상의 폴리(비닐 아세탈) 수지를 포함할 수 있다.

[0035] 중합체 층 또는 중간층이 한 종류 이상의 폴리(비닐 아세탈) 수지를 포함하는 경우에, 각각의 폴리(비닐 아세탈) 수지는 실질적으로 동일한 하이드록실 잔기 함량을 가질 수 있거나, 또는 하나 이상의 폴리(비닐 아세탈) 수지가 다른 하나 이상의 폴리(비닐 아세탈) 수지와 실질적으로 상이한 하이드록실 잔기 함량을 가질 수 있다. 하나 이상의 폴리(비닐 아세탈) 수지를 포함하는 여러 중간층의 다양한 실시양태가 하기에 더욱 상세하게 논의된다.

[0036] 본 발명에 따른 중간층에 사용되는 하나 이상의 폴리(비닐 아세탈) 수지는 약 25 이하, 약 20 이하, 약 18 이하, 약 15 이하, 약 12 이하, 약 10 이하, 약 8 이하, 약 6 이하, 약 4 이하, 약 3 이하, 또는 약 2 중량% 이하의 아세테이트 잔기 함량을 가질 수 있다. 대안적으로, 또는 추가적으로, 본원에 기재된 바와 같이 중합체 층 또는 중간층에 사용되는 하나 이상의 폴리(비닐 아세탈) 수지는 약 3 이상, 약 4 이상, 약 5 이상, 약 6 이상, 약 7 이상, 약 8 이상, 약 9 이상, 약 10 이상, 약 12 이상, 약 14 중량% 이상 또는 초과의 아세테이트 잔기 함량을 가질 수 있다. 중합체 층 또는 중간층이 둘 이상의 폴리(비닐 아세탈) 수지를 포함하는 경우에는, 상기 수지는 실질적으로 동일한 아세테이트 잔기 함량을 가질 수 있고, 또는 하나 이상의 수지들이 다른 하나 이상의 폴리(비닐 아세탈) 수지의 아세테이트 잔기 함량과 상이한 아세테이트 잔기 함량을 가질 수 있다.

[0037] 본 발명은 음향적 중합체 중간층을 포함하는 다층 패널을 개시한다. 실시양태에서는, 상기 중합체 중간층은 모놀리식 음향적 중간층 또는 다층 음향적 중간층이거나, 또는 모놀리식 및 다층 중간층의 조합일 수 있다. 음향적 또는 방음 특성을 갖는 모놀리식 또는 단층 중합체 중간층은, 열가소성 중합체 및 선택적으로 가소제를 혼합하고, 혼합물을 압출하여 중합체 중간층을 형성함으로써 제조될 수 있다. 생성된 음향적 중합체 중간층은 전형적으로, 하나 이상의 25℃ 이하의 유리전이 온도, T_g를 나타낸다. 실시양태들에서, 상기 열가소성 수지는 전술된 열가소성 중합체 중 하나일 수 있다. 다른 실시양태에서, 상기 열가소성 수지는 폴리(비닐 아세탈) 수지, 예컨대 폴리(비닐 부티랄)[PVB]이다. 모놀리식 또는 단층 음향적 PVB 중간층은, 낮은, 예컨대 17 중량% 이하의 하이드록실 잔기 함량(중량% PVOH)을 갖는 PVB 수지를 보다 많은 양의 가소제, 예컨대 트라이에틸렌 글리콜 다이-(2-에틸헥사노에이트)[3GEH]와 혼합하고, 혼합물을 압출하여 중합체 중간층을 형성함으로써 제조될 수 있다. 대안적으로, 음향적 특성을 갖는 모놀리식 또는 단층 PVB 중간층은, 높은, 예컨대 18 중량% 이상의 하이드록실 잔기 함량을 갖는 PVB 수지를 많은 양의 가소제, 또는 가소제의 혼합물(혼합물 중의 하나 이상의 가소제가 종래의 가소제(예컨대 3GEH)보다 PVC 수지를 가소화하기에 더욱 효율적임)과 혼합함으로써 제조될 수 있다. 음향적 특성을 나타내고 다층 유리 패널에의 음 투과를 감소시키는 다층 중간층(서로 접촉하는 두개 이상의 인접 중합

체 층을 포함함)은, 본원에 추가적으로 기재되는 바와 같이 두개 이상의 층 사이에 다양한 구성적 치환 또는 차이가 있는 방식으로 제조될 수 있다.

[0038] 본원에 기재된 바와 같이 중합체성 수지 또는 중합체에 이용된 수지 및 중간층은 하나 이상의 열가소성 중합체 수지를 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 상기 열가소성 수지 또는 수지들은 중합체 층의 총 중량을 기준으로 약 50 이상, 약 55 이상, 약 60 이상, 약 65 이상, 약 70 이상, 약 75 이상, 약 80 이상, 약 85 이상, 약 90 이상, 또는 약 95 중량% 이상의 양으로 중합체 층에 존재할 수 있다. 두개 이상의 수지가 존재하는 경우에, 각각은 중합체 층 또는 중간층의 총 중량을 기준으로 약 0.5 이상, 약 1 이상, 약 2 이상, 약 5 이상, 약 10 이상, 약 15 이상, 약 20 이상, 약 25 이상, 약 30 이상, 약 35 이상, 약 40 이상, 약 45 이상, 또는 약 50 중량% 이상의 양으로 존재할 수 있다.

[0039] 또한, 본원에 기재된 하나 이상의 중합체 층은 하나 이상의 가소제를 포함할 수 있다. 존재하는 경우, 하나 이상의 중합체 층의 가소제 함량은 100 수지부 당(phr) 약 2 이상, 약 5 이상, 약 6 이상, 약 8 이상, 약 10 이상, 약 15 이상, 약 20 이상, 약 25 이상, 약 30 이상, 약 35 이상, 약 40 이상, 약 45 이상, 약 50 이상, 약 55 이상, 약 60 이상, 약 65 이상, 약 70 이상, 약 75 이상, 약 80 이상 및/또는 약 120 이하, 약 110 이하, 약 105 이하, 약 100 이하, 약 95 이하, 약 90 이하, 약 85 이하, 약 75 이하, 약 70 이하, 약 65 이하, 약 60 이하, 약 55 이하, 약 50 이하, 약 45 이하, 약 40 이하, 또는 약 35 phr 이하일 수 있다. 일부 실시양태에서, 하나 이상의 중합체 층은 35 이하, 약 32 이하, 약 30 이하, 약 27 이하, 약 26 이하, 약 25 이하, 약 24 이하, 약 23 이하, 약 22 이하, 약 21 이하, 약 20 이하, 약 19 이하, 약 18 이하, 약 17 이하, 약 16 이하, 약 15 이하, 약 14 이하, 약 13 이하, 약 12 이하, 약 11 이하, 또는 약 10 phr 이하의 가소제 함량을 가질 수 있다.

[0040] 본원에 사용된 용어 "100 수지부 당 부" 또는 "phr"은 중량 기준으로, 100부의 수지 당 존재하는 가소제의 양을 지칭한다. 예를 들어, 100 g의 수지에 30 g의 가소제가 첨가되는 경우에, 가소제 함량은 30 phr일 것이다. 상기 중합체 층이 두개 이상의 수지를 포함하는 경우, 상기 100 수지부 당 부를 결정하기 위해서는 가소제의 중량이 존재하는 모든 수지의 총량에 비교된다. 또한, 본원에서 층 또는 중간층의 가소제 함량이 제공되는 경우, 달리 명시되지 않은 한, 그 층 또는 중간층을 제조하는데 사용되었던 혼합물 또는 용융물 중의 가소제의 양을 참고로 하여 제공된다.

[0041] 미지의 가소제 함량의 층에 있어서, 가소제 함량은 적절한 용매, 또는 용매의 혼합물이 사용되어 상기 중합체 층 또는 중간층으로부터 가소제를 추출해내는 습식 화학법을 통해 측정될 수 있다. 가소제를 추출하기 전에 샘플 층의 중량이 측정되고, 추출 후에 가소제가 제거된 층의 중량과 비교된다. 상기 차이를 기준으로, 가소제의 중량이 결정될 수 있고 가소제 함량(phr 단위로)이 계산될 수 있다. 다층 중간층에 있어서, 중합체 층은 서로 물리적으로 분리되고 상기 과정에 따라 개별적으로 분석될 수 있다.

[0042] 이론에 구속되기를 바라지는 않지만, 주어진 종류의 가소제에 있어서, 폴리(비닐 아세탈) 수지 중의 가소제의 호환성(compatibility)은 수지의 하이드록실 잔기 함량과 상관관계가 있을 수 있다. 더 구체적으로는, 높은 하이드록실 잔기 함량을 갖는 폴리(비닐 아세탈) 수지는 일반적으로, 감소된 가소제 호환성 또는 용량을 가질 수 있고, 한편 낮은 하이드록실 잔기 함량을 갖는 폴리(비닐 아세탈) 수지는 증가된 가소제 호환성 또는 용량을 나타낼 수 있다. 일반적으로, 적합한 양의 가소제를 중합체 수지에 첨가하는 것을 용이하게 하고, 중간층 내의 다층 간의 가소제 함량 차이를 안정적으로 유지하기 위해서 중합체의 하이드록실 잔기 함량과 이의 가소제의 호환성/용량간 상기 차이가 조절될 수 있다. 또한, 가소제의 호환성 및 폴리(비닐 아세탈) 수지의 아세테이트 잔기 함량에 대하여 유사한 상관관계가 존재할 수 있다.

[0043] 본원에 기재된 중합체 층에는 임의의 적합한 가소제가 사용될 수 있다. 가소제는 약 6개 이상 및/또는 약 30개 이하, 약 25개 이하, 약 20개 이하, 약 15개 이하, 약 12개 이하, 또는 약 10개 이하의 탄소 원자의 탄화수소 부분을 가질 수 있다. 다양한 실시양태에서, 상기 가소제는 종래의 가소제, 또는 두개 이상의 종래의 가소제의 혼합물로부터 선택될 수 있다. 일부 실시양태에서, 약 1.450 미만의 굴절률을 갖는 종래의 가소제는 트라이에틸렌 글리콜 다이-(2-에틸헥사노에이트)["3GEH"], 트라이에틸렌 글리콜 다이-(2-에틸부티레이트), 테트라에틸렌 글리콜 다이-(2-에틸헥사노에이트)["4GEH"], 트라이에틸렌 글리콜 다이헵타노에이트, 테트라에틸렌 글리콜 다이헵타노에이트, 다이헥실 아디페이트, 다이옥틸 아디페이트, 헥실 시클로헥실아디페이트, 다이이소노닐 아디페이트, 헵틸노닐 아디페이트, 다이(부톡시에틸) 아디페이트, 비스(2-(2-부톡시에톡시)에틸) 아디페이트, 다이부틸 세바케이트, 다이옥틸 세바케이트, 부틸 리시놀리에이트, 피마자유(castor oil), 코코넛 오일 지방산의 트라이에틸 글리콜 에스터, 및 오일 개질된 세바식 알키드 수지를 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 상기 종래의

가소제는 3GEH(25℃에서 굴절률 = 1.442)이다.

[0044] 일부 실시양태에서, 당업자에게 공지된 다른 가소제, 예컨대 높은 굴절률을 갖는 가소제(즉, 고굴절률 가소제)가 사용될 수 있다. 본원에 사용된 "고굴절률 가소제"는 약 1.460 이상의 굴절률을 갖는 가소제이다. 본원에 사용된 바와 같이, 본 개시의 전체에서 사용된 가소제 또는 수지의 굴절률(굴절 지수로도 알려짐)은, 25℃에서 589 nm의 파장에서 ASTM D542에 따라 측정되거나, ASTM D542에 따라 문헌에 보고되어 있다. 다양한 실시양태에서, 가소제의 굴절률은 코어 및 스킨 층 둘다에서 약 1.460 이상, 또는 약 1.470 초과, 또는 약 1.480 초과, 또는 약 1.490 초과, 또는 약 1.500 초과, 또는 약 1.510 초과, 또는 약 1.520 초과이다. 일부 실시양태에서, 상기 고굴절률 가소제(들)이 종래의 가소제와 함께 사용되고, 일부 실시양태에서는, 포함되는 경우에, 종래 가소제는 3GEH이고, 가소제 혼합물의 굴절률은 1.460 이상이다. 적합한 가소제는, 비제한적으로, 다이프로필렌 글리콜 다이벤조에이트, 트라이프로필렌 글리콜 다이벤조에이트, 폴리프로필렌 글리콜 다이벤조에이트, 이소데실 벤조에이트, 2-에틸헥실 벤조에이트, 다이에틸렌 글리콜 벤조에이트, 부톡시에틸 벤조에이트, 부톡시에톡시에틸 벤조에이트, 부톡시에톡시에톡시에틸 벤조에이트, 프로필렌 글리콜 다이벤조에이트, 2,2,4-트라이메틸-1,3-펜탄다이올 다이벤조에이트, 2,2,4-트라이메틸-1,3-펜탄다이올 벤조에이트 이소부티레이트, 1,3-부탄다이올 다이벤조에이트, 다이에틸렌 글리콜 다이-o-톨루에이트, 트라이에틸렌 글리콜 다이-o-톨루에이트, 다이프로필렌 글리콜 다이-o-톨루에이트, 1,2-옥틸 다이벤조에이트, 트라이-2-에틸헥실 트라이멜리테이트, 다이-2-에틸헥실 테레프탈레이트, 비스-페놀 A 비스(2-에틸헥사노에이트), 다이-(부톡시에틸) 테레프탈레이트, 다이-(부톡시에톡시에틸) 테레프탈레이트, 다이부톡시 에틸 프탈레이트, 다이에틸 프탈레이트, 다이부틸 프탈레이트, 트라이옥틸 포스페이트, 폴리에틸렌 옥사이드 로진 유도체의 fp페닐 에터, 및 트라이크레실 포스페이트, 및 이들의 혼합물을 포함한다. 일부 실시양태에서, 상기 가소제는, 종래의 가소제 및 고굴절률 가소제의 혼합물을 포함하거나, 그것들로 이루어질 수 있다.

[0045] 또한, 추가적으로, 하나 이상의 중합체 층은 중합체 층 또는 중간층에 특정 성질 또는 특징을 부여할 수 있는 다른 종류의 첨가제를 포함할 수 있다. 이러한 첨가제는 비제한적으로, 염료, 안료, 자외선 안정제와 같은 안정제, 항산화제, 항-차단제, 난연제, IR 흡수제 또는 차단제, 예컨대 인듐 주석 옥사이드, 안티몬 주석 옥사이드, 란타늄 헥사보라이드(LaB_6) 및 세슘 텅스텐 옥사이드, 가공 보조제, 유량 향상 첨가제, 윤활제, 충격 조절제, 핵형성제, 열적 안정제, UV 흡수제, 분산제, 계면활성제, 킬레이트제, 커플링제, 접착제, 프라이머, 강화 첨가제, 및 충전제를 포함할 수 있다. 이러한 첨가제의 구체적인 종류 및 양은 특정 중간층의 최종 특성 및 최종 용도에 기반하여 선택될 수 있다.

[0046] 추가적으로, 유리 시트에 대한 상기 층 또는 중간층의 접착을 조절하기 위해서 하나 이상의 중합체 층에 다양한 접착 조절제("ACAs")가 사용될 수 있다. 다양한 실시양태에서, 수지 조성물, 층, 또는 중간층에 존재하는 ACA의 양은 약 0.003 이상, 약 0.01 이상, 약 0.025 이상 및/또는 약 0.15 이하, 약 0.10 이하, 약 0.04 phr 이하일 수 있다. 적합한 ACA는 비제한적으로, 잔여 나트륨 아세테이트, 칼륨 아세테이트, 마그네슘 비스(2-에틸 부티레이트), 마그네슘 비스(2-에틸헥사노에이트), 및 이들의 조합물, 뿐만 아니라 미국 특허 제5,728,472호에 개시된 ACA를 포함할 수 있다.

[0047] 중합체 종류 및 층 조성에 따라, 본원에 기재된 중합체 층은 넓은 범위의 유리전이 온도를 나타낼 수 있다. 일부 실시양태에서, 두개 이상의 중합체 또는 중합체 층을 포함하는 중간층은 두개 이상의 유리전이 온도를 나타낼 수 있다. 중합체성 물질의 유리전이 온도(T_g)는 유리 상태에서 고무 상태로의 전이를 표시하는 온도이다. 본원에 기재된 중합체 층의 유리전이 온도는 하기의 과정에 따른 동적 기계적 열분석법(DMTA)에 의해 결정되었다. 중합체 시트가 직경이 25 mm인 샘플 디스크로 성형된다. 상기 중합체 샘플 디스크가 유량계 동적 스펙트로미터 II(Rheometrics Dynamic Spectrometer II)의 25-mm 직경의 두개의 평행한 플레이트 시험 장치 사이에 위치된다. 상기 중합체 샘플 디스크는, 2℃/분의 속도로, -20℃에서 70℃로 또는 다른 온도 범위로 샘플의 온도가 증가됨에 따라 1 헤르츠의 발진 주파수에서 전단 모드로 시험된다. 온도에 관하여 나타낸 탄젠트 델타(감쇠(damping))의 최대값의 위치는 유리전이 온도를 측정하는데 사용된다. 상기 방법이 +/-1℃ 이내로 재현가능함을 경험이 나타낸다.

[0048] 본원에 기재된 중간층은 약 -20℃ 이상, 약 -10℃ 이상, 약 -5℃ 이상, 약 -1℃ 이상, 약 0℃ 이상, 약 1℃ 이상, 약 2℃ 이상, 약 5℃ 이상, 약 10℃ 이상, 약 15℃ 이상, 약 20℃ 이상, 약 25℃ 이상, 약 27℃ 이상, 약 30℃ 이상, 약 32℃ 이상, 약 33℃ 이상, 약 35℃ 이상, 약 36℃ 이상, 약 37℃ 이상, 약 38℃ 이상, 또는 약 40℃ 이상의 유리전이 온도를 갖는 하나 이상의 중합체 층을 포함할 수 있다. 대안적으로, 또는 추가적으로, 상기 중합체 층은 약 45℃ 이하, 약 44℃ 이하, 약 43℃ 이하, 약 42℃ 이하, 약 41℃ 이하, 약 40℃ 이하, 약

39℃ 이하, 약 38℃ 이하, 약 37℃ 이하, 약 36℃ 이하, 약 35℃ 이하, 약 34℃ 이하, 약 33℃ 이하, 약 32℃ 이하, 약 30℃ 이하, 약 25℃ 이하, 약 20℃ 이하, 약 15℃ 이하, 약 10℃ 이하, 약 5℃ 이하, 약 2℃ 이하, 약 0℃ 이하, 약 -1℃ 이하, 또는 약 -5℃ 이하의 유리전이 온도를 가질 수 있다.

[0049] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 중합체 층은 약 30℃ 이상, 약 32℃ 이상, 약 33℃ 이상, 약 35℃ 이상, 약 36℃ 이상, 약 37℃ 이상, 약 38℃ 이상, 약 39℃ 이상, 또는 약 40℃ 이상 및/또는 약 100℃ 이하, 약 90℃ 이하, 약 80℃ 이하, 약 70℃ 이하, 약 60℃ 이하, 약 50℃ 이하, 약 45℃ 이하, 약 44℃ 이하, 약 43℃ 이하, 약 42℃ 이하, 약 41℃ 이하, 약 40℃ 이하, 약 39℃ 이하, 약 38℃ 이하, 또는 약 37℃ 이하의 유리전이 온도를 가질 수 있다. 대안적으로, 또는 추가적으로, 하나 이상의 중합체 층은 약 -10℃ 이상, 약 -5℃ 이상, 약 -2℃ 이상, 약 -1℃ 이상, 약 0℃ 이상, 약 1℃ 이상, 약 2℃ 이상, 또는 약 5℃ 이상 및/또는 25℃ 이하, 약 20℃ 이하, 약 15℃ 이하, 약 10℃ 이하, 약 5℃ 이하, 약 2℃ 이하, 약 1℃ 이하, 약 0℃ 이하, 또는 약 -1℃ 이하의 유리전이 온도를 가질 수 있다. 중합체 층 또는 중간층이 두개 이상의 중합체 층을 포함하는 경우, 상기 층 중 하나 이상은 상기 중간층 내의 하나 이상의 다른 중합체 층과 상이한 유리전이 온도를 가질 수 있다. 다층 중간층의 다양한 실시양태가 하기에 더욱 상세히 논의될 것이다.

[0050] 본 발명의 일부 실시양태에 따르면, 상기 중간층은 단층(또는 모놀리식) 중간층일 수 있다. 다른 실시양태에서, 상기 중간층은 적어도 제1 중합체 층 및 제2 중합체 층을 포함하는 다층 중간층일 수 있다. 또한, 일부 실시양태에서, 상기 다층 중간층은 제3 중합체 층을 포함할 수 있고, 제2 중합체 층이 상기 제1 및 제3 중합체 층 각각과 인접하고 접촉하여 상기 제2 중합체 층이 상기 제1 및 제3 중합체 층 사이에 샌드위치된다. 본원에 사용된 용어 "제1", "제2", "제3" 등은 다양한 구성요소를 기재하기 위해 사용되지만, 이러한 구성요소가 상기 용어에 의해 불필요하게 제한되어서는 안된다. 이 용어들은 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해서 사용되고, 반드시 구체적인 순서 또는 심지어 구체적인 구성요소를 함의하지 않는다. 예를 들어, 어떤 구성요소가, 모순 없이 명세서에서는 "제1" 요소로, 청구항에서는 "제2" 요소로 여겨질 수 있다. 명세서 내 및 각 독립항에 관하여 일관성이 유지되지만, 이들 사이에 상기 명명법이 꼭 일관될 것으로 의도되는 것은 아니다. 이러한 3-층 중간층은 두개의 외부 "스킨" 층 사이에 샌드위치된 하나 이상의 내부 "코어" 층을 갖는 것으로 기재될 수 있다.

[0051] 일부 실시양태에서, 중간층 중의 각 중합체 층은 폴리(비닐 아세탈) 수지를 포함할 수 있다. 상기 중간층은 다층 중간층인 경우에, 제1 폴리(비닐 아세탈) 수지를 포함하는 제1 중합체 층 및 제2 폴리(비닐 아세탈) 수지를 포함하는 제2 중합체 층을 포함할 수 있다. 상기 제1 및 제2 중합체 층은 서로 인접할 수 있고, 또는, 선택적으로, 그 사이에 낀 하나 이상의 중합체 층을 가질 수 있다.

[0052] 존재하는 경우, 각 제1 및 제2 중합체 층의 제1 및 제2 폴리(비닐 아세탈) 수지는 상이한 조성을 가질 수 있다. 예를 들면, 일부 실시양태에서, 상기 제1 폴리(비닐 아세탈) 수지는 제2 폴리(비닐 아세탈) 수지의 하이드록실 잔기 함량과 약 2 이상, 약 3 이상, 약 4 이상, 약 6 이상, 약 7 이상, 약 8 이상, 약 9 이상, 약 10 이상, 약 11 이상, 약 12 이상, 약 13 이상, 약 14 이상, 약 15 이상, 약 16 이상, 약 17 이상, 약 18 이상, 약 19 이상, 약 20 이상, 약 21 이상, 약 22 이상, 약 23 이상, 또는 약 24 중량% 이상 상이한 하이드록실 잔기 함량을 가질 수 있다.

[0053] 추가적으로, 또는 대안적으로, 상기 제1 폴리(비닐 아세탈) 수지는 상기 제2 폴리(비닐 아세탈) 수지의 아세테이트 잔기 함량과 약 2 이상, 약 3 이상, 약 4 이상, 약 5 이상, 약 6 이상, 약 7 이상, 약 8 이상, 약 9 이상, 약 10 이상, 약 11 이상, 약 12 이상, 약 13 이상, 약 15 이상, 약 18 이상, 또는 약 20 중량% 이상 상이한 아세테이트 잔기 함량을 가질 수 있다. 다른 실시양태에서, 상기 제1 폴리(비닐 아세탈) 수지는 상기 제2 폴리(비닐 아세탈) 수지의 아세테이트 잔기 함량과 약 2 이하, 약 1.5 이하, 약 1 이하, 또는 약 0.5 중량% 이하 상이한 아세테이트 잔기 함량을 가질 수 있다.

[0054] 본원에 사용된 용어 "중량% 상이한" 또는 "차이가 ... 중량% 이상"은, 두개 숫자 사이의 수학적 차이의 절대값을 구함으로써 계산된, 두개의 주어진 백분율 간의 차이를 지칭한다. 주어진 값과 "상이한" 값은 상기 주어진 값보다 크거나 작을 수 있다. 예를 들어, 제2 폴리(비닐 아세탈) 수지의 하이드록실 잔기 함량보다 "2 중량% 이상 상이한" 하이드록실 잔기 함량을 갖는 제1 폴리(비닐 아세탈) 수지는, 제2 하이드록실 잔기 함량보다 2 중량% 이상 크거나 2 중량% 이상 작은 하이드록실 잔기 함량을 가질 수 있다. 예를 들면, 예시적인 제2 폴리(비닐 아세탈) 수지의 하이드록실 잔기 함량이 14 중량%인 경우, 예시적인 제1 폴리(비닐 아세탈) 수지의 하이드록실 잔기 함량은 16 중량% 이상(예컨대, 2 중량% 이상 큼)이거나 12 중량% 이하(예컨대, 2 중량% 이상 작음)일 수 있다.

[0055] 상이한 조성을 갖는 것의 결과로서, 상기 제1 폴리(비닐 아세탈) 수지 및 상기 제2 폴리(비닐 아세탈) 수지로부터 형성된 층 또는 중간층의 일부분은, 예를 들면, 가소제 함량의 차이에 의하여 상이한 성질을 가질 수 있다. 전술된 바와 같이, 상이한 하이드록실 잔기 함량을 갖는 두개의 폴리(비닐 아세탈) 수지가 가소제(들)와 혼합될 때, 가소제가 상기 서로 다른 수지 사이를 구분하여, 하이드록실 잔기 함량이 더 낮은 수지로부터 형성된 층에 보다 많은 양의 가소제가 존재하고, 하이드록실 잔기 함량이 더 높은 수지를 포함하는 층에는 보다 적은 양의 가소제가 존재할 것이다. 궁극적으로는, 상기 두개의 수지 사이에서 평형 상태가 달성된다. 폴리(비닐 아세탈) 수지의 하이드록실 잔기 함량 및 가소제 호환성/용량 간의 상관관계는 중합체 수지에 적절한 양의 가소제를 첨가하는 것을 용이하게 할 수 있다. 또한, 이러한 상관관계는, 두개 이상의 층 사이의 가소제 함량 차이를 안정적으로 유지하는 것을 돕는다(아니면, 상기 가소제는 하나의 층에서 다른 층으로 이동할 것이다).

[0056] 상기 제1 및 제2 폴리(비닐 아세탈) 수지가 상이한 하이드록실 잔기 함량을 갖거나 상이한 아세테이트 잔기 함량을 갖는 경우, 상기 제1 및 제2 중합체 층은 또한 상이한 양의 가소제를 포함할 수 있다. 그 결과로서, 상기 부분들 각각은 상이한 특성, 예컨대, 예를 들어 유리전이 온도를 나타낼 수 있다. 일부 실시양태에서, 인접하는 제1 및 제2 중합체 층 사이의 가소제 함량 차이는 전술된 바와 같이 측정시 약 2 이상, 약 5 이상, 약 8 이상, 약 10 이상, 약 12 이상, 또는 약 15 phr 이상일 수 있다. 다른 실시양태에서, 인접하는 제1 및 제2 중합체 층 사이의 가소제 함량 차이는 약 18 이상, 약 20 이상, 약 25 이상, 약 30 이상, 약 35 이상, 약 40 이상, 약 45 이상, 약 50 이상, 약 55 이상, 약 60 이상, 또는 약 65 phr 이상일 수 있다.

[0057] 추가적으로, 또는 대안적으로, 인접하는 제1 및 제2 중합체 층의 가소제 함량 차이는 약 40 이하, 약 35 이하, 약 30 이하, 약 25 이하, 약 20 이하, 약 17 이하, 약 15 이하, 또는 약 12 phr 이하일 수 있다. 상기 제1 및 제2 중합체 층의 각 가소제 함량의 값은 상기 제시된 범위 중 하나 이상에 포함될 수 있다.

[0058] 일부 실시양태에서, 상기 제1 중합체 층의 유리전이 온도는 상기 제2 중합체 층과 약 3℃ 이상, 약 5℃ 이상, 약 8℃ 이상, 약 10℃ 이상, 약 12℃ 이상, 약 13℃ 이상, 약 15℃ 이상, 약 18℃ 이상, 약 20℃ 이상, 약 22℃ 이상, 약 25℃ 이상, 약 30℃ 이상, 약 35℃ 이상, 또는 약 40℃ 이상 상이할 수 있다. 상기 제1 및 제2 중합체 층의 각 유리전이 온도 값은 상기 제시된 범위 중 하나 이상에 포함될 수 있다.

[0059] 상기 다층 중간층이 세개의 중합체 층을 포함하는 경우, 각 제1, 제2, 및 제3 중합체 층은 하나 이상의 폴리(비닐 아세탈) 수지 및 선택적인 가소제를 상기에 상세히 기재한 종류 및 양으로 포함할 수 있다. 일부 실시양태에 따르면, 상기 제2, 내부 중합체 층은 상기 제1 및 제3 중합체 층의 각 폴리(비닐 아세탈) 수지의 하이드록실 잔기 함량보다 낮은 하이드록실 잔기 함량을 갖는 수지를 포함할 수 있다. 따라서, 가소제가 층들 사이를 구분함에 따라, 상기 제2 내부 층은 상기 제1 및 제3 외부 중합체 층의 각 유리전이 온도보다 낮은 유리전이 온도를 가질 수 있다. 이론에 구속되기를 바라지는 않지만, 상대적으로 "강성한(stiff)"(즉, 높은 유리전이 온도) 외부 중합체 층이 "연한(soft)"(즉, 상대적으로 낮은 유리전이 온도) 내부 층을 샌드위치하는, 유형의 배열이 중간층으로부터 향상된 음향적 성능을 용이하게 할 수 있음이 이해된다.

[0060] 일부 실시양태에서, 상기 제1 및 제3 외부 중합체 층은 동일하거나 상이한 조성 및/또는 특성을 가질 수 있다. 예를 들면, 일부 실시양태에서, 상기 제1 중합체 층 중의 폴리(비닐 아세탈) 수지는 상기 제3 중합체 층 중의 폴리(비닐 아세탈) 수지의 하이드록실 잔기 함량의 약 2 이내, 약 1 이내, 또는 약 0.5 중량% 이내의 하이드록실 잔기 함량을 가질 수 있다. 유사하게, 상기 제1 및 제3 층 중의 폴리(비닐 아세탈) 수지는 서로의 약 2 이내, 약 1 이내, 또는 약 0.5 중량% 이내의 아세테이트 잔기 함량을 가질 수 있다. 추가적으로, 상기 제1 및 제3 외부 중합체 층은 유사한 가소제 함량을 가질 수 있고/거나 유사한 유리전이 온도를 나타낼 수 있다. 예를 들면, 상기 제1 중합체 층의 가소제 함량은 상기 제3 중합체 층의 가소제 함량과 2 미만, 약 1 이하, 또는 약 0.5 phr 이하 상이할 수 있고/거나 상기 제1 및 제3 중합체 층은 2℃ 미만, 약 1℃ 이하, 또는 약 0.5℃ 이하만큼 상이한 유리전이 온도를 가질 수 있다.

[0061] 본 발명의 중간층은 임의의 적합한 방법에 따라 형성될 수 있다. 예시적인 방법은, 비제한적으로, 용액 주조법, 압축 성형법, 사출 성형법, 용융 압출법, 용융 블로우법, 및 이들의 조합을 포함할 수 있다. 또한, 두개 이상의 중합체 층을 포함하는 다층 중간층은, 예를 들어, 공-압출, 필름 블로우, 용융 블로우, 딥코팅, 용액 코팅, 블레이드, 패들(paddle), 에어-나이프(air-knife), 프린트, 분말 코팅, 분사 코팅, 적층, 및 이들의 조합과 같은 임의의 적합한 방법에 따라 제조될 수 있다.

[0062] 본 발명의 다양한 실시양태에 따르면, 상기 층 또는 중간층은 압출 또는 공-압출법에 의해 형성될 수 있다. 압출 공정에서, 하나 이상의 열가소성 수지, 가소제, 및, 선택적으로 전술된 하나 이상의 첨가제가 예비-혼합되고 압출 장치 내로 공급된다. 상기 압출 장치는 압출된 시트를 제조하기 위해, 열가소성 조성물에 특정 프로파일

형태를 부여하도록 구성된다. 이후, 고온이며 전체적으로 고 점성인 압출된 시트가, 냉각되어 중합체성 시트를 형성할 수 있다. 상기 시트가 냉각되고 경화(set)되면, 후속적인 저장, 운송 및/또는 중간층으로서 사용되도록 절단 및 롤링된다.

[0063] 공-압출법은 중합체 물질의 다층이 동시에 압출되는 방법이다. 일반적으로, 이 유형의 압출법은 두개 이상의 압출기를 사용하여, 상이한 점도 또는 다른 특성을 갖는 상이한 열가소성 용융물의 일정 부피 처리량을 공-압출 다이(die)를 통해 원하는 최종 형태로 용융시켜 전달한다. 상기 공-압출법에서 압출 다이를 떠나는 복수 중합체 층의 두께는 일반적으로, 압출 다이를 통한 용융물의 상대 속도를 조절함으로써, 및 각 용융된 열가소성 수지 물질을 가공하는 개개의 압출기의 크기에 의해 제어될 수 있다.

[0064] 본 발명의 다양한 실시양태에 따른 중간층의 전체적인 평균 두께는 약 10 이상, 약 15 이상, 약 20 이상, 약 25 이상, 약 30 이상, 또는 약 35 mil(1 mil = 0.0254 mm) 이상 및/또는 약 120 이하, 약 90 이하, 약 75 이하, 약 60 이하, 약 50 이하, 약 45 이하, 약 40 이하, 약 35 이하, 또는 약 32 mil 이하일 수 있다. 중간층이 두개의 기재 사이에 적층되지 않은 경우에, 캘리퍼(caliper), 또는 다른 동등한 장치를 사용하여 중간층의 두께를 직접 측정함으로써 그 평균 두께가 결정될 수 있다. 중간층이 두개의 기재 사이에 적층된 경우에, 그 두께는, 다층 패널의 총 두께로부터 기재들의 결합된 두께를 뺌으로써 결정될 수 있다.

[0065] 일부 실시양태에서, 하나 이상의 중합체 층은 약 1 이상, 약 2 이상, 약 3 이상, 약 4 이상, 약 5 이상, 약 6 이상, 약 7 이상, 약 8 이상, 약 9 이상, 또는 약 10 mil 이상의 평균 두께를 가질 수 있다. 추가적으로, 또는 대안적으로, 본원에 기재된 중간층 중의 하나 이상의 중합체 층은 약 25 이하, 약 20 이하, 약 15 이하, 약 12 이하, 약 10 이하, 약 8 이하, 약 6 이하, 또는 약 5 mil 이하의 평균 두께를 가질 수 있다.

[0066] 일부 실시양태에서, 중합체 층 또는 중간층은, 시트의 길이(또는 가장 긴 치수(dimension)) 및/또는 너비(또는 두번째로 긴 치수)를 따라 실질적으로 동일한 두께를 갖는 평평한 중합체 층을 포함할 수 있다. 다른 실시양태에서, 중간층의 하나 이상의 층은 쐐기(wedge)-형 또는 쐐기-형의 옆선(profile)을 가져, 중간층의 두께가 시트의 길이 및/또는 너비에 걸쳐 변화하고, 층 또는 중간층의 한쪽 모서리가 반대쪽 모서리보다 두꺼운 두께를 가질 수 있다. 상기 중간층이 다층 중간층인 경우, 중간층의 하나 이상, 둘 이상, 또는 셋 이상(또는 초과)의 층이 쐐기-형일 수 있다. 상기 중간층이 모놀리식 중간층인 경우, 중합체 시트는 평평하거나 쐐기-형일 수 있다. 쐐기-형 중간층은, 예를 들면, 자동차 및 항공기 응용품의 헤드업 디스플레이(head-up display; HUD) 패널에서 유용하다.

[0067] 이제 도 1 내지 8b를 보면, 본 발명에 따른 쐐기-형 또는 테이퍼드 중간층의 여러 실시양태가 제공된다. 도 1은 다양한 두께의 테이퍼드 영역을 포함하는 예시적인 테이퍼드 중간층의 단면도이다. 도 1에 나타난 바와 같이, 테이퍼드 중간층은 대향하는 제1 및 제2 외부 말단 모서리를 포함한다. 도 1에 묘사된 실시양태에서, 테이퍼드 영역의 제1 및 제2 경계는, 중간층의 제1 및 제2 외부 말단 모서리로부터 안쪽으로 이격되어 있다. 이러한 실시양태에서는, 중간층의 단지 일부분만이 테이퍼드된다. 하기에 설명되는, 대안적인 실시양태에서는, 중간층 전체가 테이퍼드된다. 중간층 전체가 테이퍼드된 경우에는, 테이퍼드 영역 너비는 중간층 너비와 동일하고, 테이퍼드 영역의 제1 및 제2 경계는 각각 제1 및 제2 말단 모서리에 위치한다.

[0068] 도 1에 나타난 바와 같이, 중간층의 테이퍼드 영역은, 제1 및 제2 테이퍼드 영역 경계가 중간층의 제1(상부) 표면과 교차하는 곳의 중간층의 두개 점을 통해 연장되는 제1 기준선과, 제1 및 제2 테이퍼드 영역 경계가 중간층의 제2(하부) 표면과 교차하는 곳의 중간층의 두개 점을 통해 연장되는 제2 기준선 사이에 형성되는 각도로 정의되는 쐐기각(Θ)을 갖는다. 상기 테이퍼드 영역의 제1 및 제2 표면이 각각 평면인 경우, 테이퍼드 영역의 쐐기각은 단순히 상기 제1(상부) 및 제2(하부) 표면 사이의 각도이다. 그러나, 하기에 더욱 상세히 설명되는 바와 같이, 특정 실시양태에서, 테이퍼드 영역은, 곡선인 두께 프로파일 및 연속적으로 변화하는 쐐기각을 갖는 하나 이상의 가변 각 영역을 포함할 수 있다. 또한, 특정 실시양태에서는, 테이퍼드 영역이, 일정-각 영역이 각 선형의 두께 프로파일을 갖지만 두개 이상의 일정-각 영역은 상이한 쐐기각을 갖는, 두개 이상의 일정 각 영역을 포함할 수 있다.

[0069] 도 2 내지 7은 본 발명의 실시양태에 따라 구성된 다양한 테이퍼드 중간층을 나타낸다. 도 2는 중간층(20)의 제1 말단 모서리(24a)에서 중간층(20)의 제2 말단 모서리(24b)로 완전히 연장되는 테이퍼드 영역(22)를 포함하는 중간층(20)을 도시한다. 도 3은 테이퍼드 영역(32) 및 평평-모서리 영역(33)을 포함하는 중간층(30)을 도시한다. 도 3에 도시된 중간층(30)은 전체 테이퍼드 영역(32)의 전체적인 쐐기각보다 큰 일정한 쐐기각 Θ_c을 갖는다. 도 4는 제1 및 제2 평평 모서리 영역(43a,b) 사이에 위치한 테이퍼드 영역(42)을 포함하는 중간층(40)을

나타낸다. 도 4에 도시된 중간층(40)은 전체 테이퍼드 영역(42)의 전체적인 쐐기각보다 큰 일정한 쐐기각 Θ_c을 갖는다. 도 5는 제1 및 제2 평평 모서리 영역(53a,b) 사이에 위치한 테이퍼드 영역(52)을 포함하는 중간층(50)을 나타낸다. 도 6은 평평 모서리 부분을 전혀 포함하지 않는 중간층(60)을 나타낸다. 오히려, 상기 중간층(60)의 테이퍼드 영역(62)이 전체 중간층(60)을 형성한다. 도 7은 제1 및 제2 평평 모서리 영역(73a,b) 사이에 위치한 테이퍼드 영역(72)을 포함하는 중간층(70)을 나타낸다.

[0070] 상기 논의된 바와 같이, 테이퍼드 영역은, 각각 전체 테이퍼드 영역의 전체적인 너비보다 작은 너비를 갖는 하나 이상의 일정-각 테이퍼드 영역을 포함할 수 있다. 각 테이퍼드 영역은, 전체 테이퍼드 영역의 전체적인 쐐기각과 동일하거나 상이한 쐐기각을 가질 수 있다. 예를 들어, 테이퍼드 영역은 하나, 둘, 셋, 넷, 다섯 또는 초과의 일정-각 테이퍼드 영역을 포함할 수 있다. 복수의 일정-각 테이퍼드 영역이 사용되는 경우, 일정-각 테이퍼드 영역은, 인접한 일정-각 테이퍼드 영역 사이의 전환을 수행하는 가변-각 테이퍼드 영역에 의해 서로 분리될 수 있다.

[0071] 또한, 일부 실시양태에서는 상기 중간층(들)에 추가하여, 다층 패널인 중간층(들) 및, 중간층의 두개 층 사이에, 예컨대 중간층의 두개 층 사이에 싸인 하나 이상의 중합체 층을 포함할 수 있다. 본원에 기재된 다층 패널에서 중합체 층의 사용은 최종 패널의 광학적 특징 또는 성질을 향상시키면서, 또한 예컨대 적외선 흡수와 같은 다른 성능의 개선을 제공할 수 있다. 중합체 필름은, 필름이 단독으로는 필요한 투과저항성 및 유리 보유 성질을 제공하지 않는다는 점에 있어서 중합체 층 또는 중간층과 상이하다. 또한, 중합체 층은 일반적으로 시트보다 얇고, 일반적으로는 0.001 내지 0.25 ㎜의 두께를 가질 수 있다. 폴리(에틸렌 테레프탈레이트)["PET"]가 상기 중합체 필름을 형성하는데 사용되는 물질의 하나의 예이다. 중합체 필름이 사용될 수 있는 적합한 구성의 예는, 상기 기재된 바와 같이, (유리)//(중간층)//(필름)//(중간층)//(유리) 및 (유리)//(중간층)//(필름)//(다층 중간층)//(유리)를 포함하고, 이때 중합체 필름은 코팅 또는 임의의 다른 기능성 층(들)을 가질 수 있다.

[0072] 일부 실시양태에 따르면, 본 발명의 다층 패널은, 예를 들면, 중간층을 통과하면서 음의 투과가 감소하는 것(즉, 중간층의 음 투과 손실)으로 나타나는, 바람직한 음향적 성질을 나타낼 수 있다. 일부 실시양태에서는, 본 발명의 다층 패널은, 20℃에서 ASTM E90 및 50 cm 대 80 cm의 치수를 갖는 패널에 따라 측정된, 약 34 이상, 약 34.5 이상, 약 35 이상, 약 35.5 이상, 약 36 이상, 약 36.5 이상, 약 37 이상, 약 37.5 이상, 약 38 이상, 약 38.5 이상, 약 39 이상, 약 39.5 이상, 약 40 이상, 또는 약 41 이상의 일치주파수에서의 음 투과 손실을 나타낼 수 있다. 이러한 음향적 특성은 예를 들어 상기에 상세하게 기재된 바와 같이, 심지어 유리의 결합 두께가 3.7 ㎜ 미만이거나 더 얇은 경우에도 달성될 수 있다.

[0073] 일부 실시양태에서, 본원에 기재된 비대칭성 다층 패널은 비교예의 대칭적 패널의 일치주파수에서의 음 투과 손실보다 2 이상, 약 2.5 이상, 약 3 이상, 약 3.5 이상, 약 4 이상, 약 4.5 이상, 또는 약 5 dB 이상 큰 일치주파수에서의 음 투과 손실을 나타낼 수 있다. 본원에 사용된 용어 "비교예 대칭적 패널"은 투명 유리 시트 두개 및 그 사이에 배치된 단층의 종래의 중간층으로부터 형성된 다층 패널을 지칭한다. 상기 종래의 중간층은 18.5 중량%의 하이드록실 잔기 함량 및 2 중량% 미만의 아세테이트 잔기 함량을 갖고 38 phr의 3GEH 가소제를 포함하는 폴리(비닐 부티랄)로부터 형성된다. 상기 두개의 유리 시트는, 비대칭적 패널로서 주어진 동일한 결합 두께를 갖지만, 비교예 패널의 유리 시트 두개의 대칭도가 1.0이도록 동일한 두께이다.

[0074] 추가적으로, 또는 대안적으로, 본 발명의 다층 패널은 적합한 강도를 갖는다. 예를 들면, 일부 실시양태에서, 본 발명의 다층 패널은 하기의 실시예 2에서 기재된 바와 같이 측정시 약 15 이상, 약 20 이상, 약 25 이상, 약 30 이상, 약 35 이상, 약 40 이상, 약 45 이상, 약 50 이상, 약 55 이상, 약 60 이상, 약 70 이상, 또는 약 80 N/㎜ 이상의 휨 강성도를 가질 수 있다.

[0075] 본 발명의 다층 패널은 우수한 광학적 특성, 예컨대 낮은 헤이즈(haze) 및우수한 선명도(clarity)를 가질 수 있다. 또한, 본 발명의 다층 패널은, 원하는 최종 용도에 따라 높은 시각적 투과율($\%T_{vis}$)을 가질 수 있다.

[0076] 본원에 기재된 다층 패널은 임의의 적합한 방법에 의해 형성될 수 있다. 전형적인 유리 적층 공정은 하기의 단계를 포함한다: (1) 두개의 기재 및 중간층의 조립; (2) 제1, 짧은 시간 동안, IR 복사선 또는 대류 장치를 통해 상기 조립체를 가열하는 것; (3) 제1 탈기를 위해 압력 닙 롤(pressure nip roll) 내로 상기 조립체를 통과시키는 것; (4) 짧은 시간 동안 약 60℃ 내지 약 120℃로 상기 조립체를 가열하여, 충분한 일시적인 접착력을 부여하여 중간층의 모서리를 봉인하는 것; (5) 상기 조립체를 제2 압력 닙 롤 내로 통과시켜, 중간층의 모서리를 추가적으로 봉인하고 추가적인 처리를 허용하는 것; 및 (6) 상기 조립체를 30 내지 90분 동안 135℃ 내지

150℃의 온도 및 150 psig 내지 200 psig의 압력으로 가압처리(autoclave)하는 것. 일 실시양태의 단계 (2) 내지 (5)에 따라 기재된 바와 같이, 중합체-유리 계면을 탈기시키는 다른 방법은, 진공 백(bag) 및 진공 링(ring) 공정을 포함하고, 이들 둘다는 또한, 본원에 기재된 바와 같이 본 발명의 중간층을 형성하는데 사용될 수 있다.

[0077] 본 발명의 다층 패널은, 예를 들어, 자동차 방풍유리 및 창문, 항공기 방풍유리 및 창문, 다양한 운송 용도를 위한 패널 예컨대 해양 용도, 레일(rail) 용도 등, 구조적 건축 패널 예컨대 창문, 문, 계단, 보도, 난간, 장식용 건축 패널, 내후성(weather-resistant) 패널 예컨대 허리케인 유리 또는 토네이도 유리, 탄도(ballistic) 패널 및 다른 유사 용도를 비롯한, 다양한 최종 용도의 응용품에서 사용될 수 있다.

[0078] 하기의 실시예는, 당업자 중 하나에게 본 발명의 다양한 실시양태를 제조하고 사용하기를 교시하기 위한 본 발명의 예시일 것으로 의도되며, 본 발명의 범위를 임의의 방향으로 제한하는 것으로 의도되지 않는다.

[0079] **실시예**

[0080] **실시예 1**

[0081] 18.5 중량%의 하이드록실 잔기 함량 및 2 중량% 미만의 아세테이트 잔기 함량을 갖는 폴리(비닐 부티랄) 수지("수지 B")를 100 수지 당 38 부(phr)의 트라이에틸렌 글리콜 다이-(2-에틸헥사노에이트)["3GEH"] 가소제와 용융-혼합함으로써 여러개의 중합체 시트를 형성하였다. 생성되는 가소화된 수지를 압출하여 0.76 ㎜의 두께를 갖는 중합체 시트를 형성하고, 이후, 상기 중합체 시트를 각 30℃의 유리전이 온도를 갖는 여러개의 단층 중간층 시트로 절단하였다. 본원에서, 상기 구성을 갖는 중간층은 중간층 "PVB-1" 또는 "종래의 모놀리식 중간층"으로 지칭된다.

[0082] 또한, 75 phr의 3GEH와 용융-혼합된, 10.5 중량%의 하이드록실 잔기 함량 및 2 중량% 미만의 아세테이트 잔기 함량을 갖는 또다른 폴리(비닐 부티랄) 수지("수지 A")와 수지 B를 공압출시킴으로써 여러개의 3-층(또는 삼중층) 중간층을 형성하였다. 생성되는 다층 중간층은 가소화된 수지 A로부터 형성된 내부 층을 샌드위치시키는 가소화된 수지 B로부터 형성된 두개의 외부 층을 포함하였고, 이들은 본원에서 "PVB-2"로 지칭된다.

[0083] 이후, PVB-1 및 PVB-2(상기 기재된 단층 및 다층 중간층)를 사용하여 여러개의 다층 패널을 형성하였다. 각 패널을, 다양한 두께를 갖는 500 ㎜ 대 800 ㎜의 두개의 유리 시트 사이에 중간층을 적층시킴으로써 형성하였다. 상기 적층은 (1) 두개의 유리 기재 사이에 중간층이 있도록 두개의 유리 기재 및 중간층을 결합하는 단계; (2) 약 40℃로 상기 조립체를 가열시키는 단계; (3) 제1 탈기를 위해 압력 닙 롤 내로 상기 조립체를 통과시키는 단계; (4) 다시 상기 조립체를 약 100℃로 가열하여 조립체에 중간층의 모서리를 밀봉하기에 충분한 임시 접착력을 제공하는 단계; (5) 상기 조립체를 제2 압력 닙 롤 내로 통과시켜, 중간층의 모서리를 추가적으로 봉인하고 추가적인 처리를 허용하는 단계; 및 (6) 상기 조립체를 30분 동안 약 143℃의 온도 및 약 190 psig의 압력으로 가압처리하는 단계로써 수행된다. 각 패널의 구성을 하기 표 1에 요약하였다.

[0084] [표 1]

[0085] 패널의 구성

[0086]

유리 패널	중간층	유리 구성 (㎜/㎜)	결합 유리 두께 (㎜)	대칭도
LG-1	PVB-1	1.85/1.85	3.7	1
LG-2	PVB-1	2.1/1.6	3.7	0.76
LG-3	PVB-1	3.0/0.7	3.7	0.23
LG-4	PVB-1	1.6/1.6	3.2	1
LG-5	PVB-1	1.9/1.25	3.2	0.66
LG-6	PVB-2	1.85/1.85	3.7	1
LG-7	PVB-2	2.1/1.6	3.7	0.76
LG-8	PVB-2	3.0/0.7	3.7	0.23
LG-9	PVB-2	1.6/1.6	3.2	1
LG-10	PVB-2	1.9/1.25	3.2	0.66

[0087] 각 패널 LG-1 내지 LG-10의 음 투과 손실을, 200 Hz 내지 8,000 Hz에 걸친 다양한 주파수에 있어서 ASTM E90에 기재된 공정에 따라 측정하였다. 결과를 하기 표 2에 요약하였다.

[0088] [표 2]

[0089] 유리 패널의 음 투과 손실

	음 투과 손실 (dB) PVB-1 중간층을 갖는 패널					음 투과 손실 (dB) PVB-2 중간층을 갖는 패널				
주파수 (Hz)	LG-1 1.85/1.85	LG-2 2.1/1.6	LG-3 3.0/0.7	LG-4 1.6/1.6	LG-5 1.9/1.25	LG-6 1.85/1.85	LG-7 2.1/1.6	LG-8 3.0/0.7	LG-9 1.6/1.6	LG-10 1.9/1.25
200	20.9	21.5	19.3	18.6	20.0	20.1	20.7	20.3	20.2	20.6
250	23.3	23.1	23.3	21.3	20.8	24.8	24.8	24.8	22.0	21.1
315	26.5	26.4	26.3	24.1	23.2	25.8	25.6	25.9	23.4	22.9
400	28.0	28.0	28.1	26.9	26.0	28.6	28.9	28.1	26.4	25.4
500	28.8	29.0	28.6	27.3	27.1	30.5	30.3	30.3	28.3	27.5
630	31.2	31.0	30.4	30.5	30.2	31.6	31.7	31.3	30.9	30.7
800	32.4	32.4	31.9	31.3	31.1	33.4	33.3	33.0	32.1	32.2
1000	33.3	33.5	33.3	33.2	33.1	34.7	34.5	34.1	33.8	33.7
1250	35.0	35.1	35.0	34.4	34.3	36.7	36.4	35.8	35.2	35.1
1600	35.8	35.7	35.7	35.3	35.2	37.5	37.5	37.2	36.7	36.5
2000	35.3	35.2	35.1	35.8	35.7	38.4	38.3	37.7	37.7	37.6
2500	34.3	34.3	33.9	35.2	35.0	39.8	39.6	38.6	38.5	38.3
3150	32.0	31.8	30.6	33.0	32.5	40.3	40.1	37.7	39.5	39.2
4000	31.8	31.7	31.1	30.3	30.1	39.7	39.5	34.5	39.7	39.2
5000	36.2	36.2	36.4	32.6	32.1	38.4	38.1	34.1	39.4	38.5
6300	41.2	41.4	41.3	37.4	37.3	38.4	38.1	40.6	38.9	37.1
8000	43.5	43.7	44.3	40.0	40.1	42.4	42.6	43.7	39.4	38.6

[0090]

[0091] 하기의 표 3a 및 3b는 각각, 종래의 모놀리식 중간층(PVB-1)으로 형성된 각 패널 LG-1 내지 LG-5 및, 다층(삼중층) 중간층(PVB-2)로 형성된 각 패널 LG-6 내지 LG-10의 일치주파수에서의 음 투과 손실을 요약한다. 또한, 표 3a 및 3b는 각 패널 LG-2 내지 LG-5 및 LG-7 내지 LG-10의 일치주파수에서의 음 투과손실 및 유사 모놀리식 또는 삼중층 중간층을 사용하고 3.7 mm의 결합 유리 두께를 갖는 대칭적으로 구성된 패널(예컨대, 각각, LG-1 및 LG-6)의 일치주파수에서의 음 투과 손실 간 차이를 요약한다.

[0092] [표 3a]

[0093] 일치주파수에서의 음 투과 손실 - 모놀리식 중간층

유리 패널	중간층	유리 구성 (mm/mm)	결합 유리 두께 (mm)	대칭도	일치주파수 (Hz)	일치주파수에서의 투과 손실 (dB)	LG-1로부터의 투과 손실 감소 (dB)
LG-1	PVB-1	1.85/1.85	3.7	1	4000	31.9	-
LG-2	PVB-1	2.1/1.6	3.7	0.76	4000	31.8	-0.1
LG-3	PVB-1	3.0/0.7	3.7	0.23	3150	30.6	-1.3
LG-4	PVB-1	1.6/1.6	3.2	1	4000	30.3	-1.6
LG-5	PVB-1	1.9/1.25	3.2	0.66	4000	30.1	-1.8

[0094]

[0095] [표 3b]

[0096] 일치주파수에서의 음 투과 손실 - 삼중층 중간층

유리 패널	중간층	유리 구성 (mm/mm)	결합 유리 두께 (mm)	대칭도	일치주파수 (Hz)	일치주파수에서의 투과 손실 (dB)	LG-1로부터의 투과 손실 감소 (dB)
LG-6	PVB-2	1.85/1.85	3.7	1	5000-6300	38.4	-
LG-7	PVB-2	2.1/1.6	3.7	0.76	5000-6300	38.1	-0.3
LG-8	PVB-2	3.0/0.7	3.7	0.23	5000	34.1	-4.3
LG-9	PVB-2	1.6/1.6	3.2	1	6300	38.9	0.5
LG-10	PVB-2	1.9/1.25	3.2	0.66	6300	37.1	-1.3

[0097]

[0098] 상기 표 2 및 3a에 나타난 바와 같이, PVB-1(종래의 모놀리식 중간층)을 포함하는 패널(LG-1 내지 LG-5) 중 어느 것도, 일치주파수 영역에서 32 dB를 초과하는 음 투과 손실(STL)을 달성하지 않았다. 대칭적 구성 및 3.7 mm의 결합 유리 두께를 갖는 패널 LG-1은, 일치주파수에서 가장 우수한 성능을 나타낸다. 그러나, 상기 표 2

및 3a에서 패널 LG-1 내지 LG-3의 결과를 비교함으로써 나타난 바와 같이, 3.7 mm의 결합 유리 두께를 유지하면서 PVB-1로부터 형성된 패널 중의 개별 유리 시트의 두께를 변화하는 것은, 음 투과 손실의 변화에 있어서 상대적으로 작은 차이를 형성한다. 예를 들어, 각 3.2 mm의 결합 유리 두께 및 각 1 및 0.66의 대칭도를 갖는 패널 LG-4 및 LG-5에 의해 나타난 바와 같이, 보다 작은 결합 두께에서도 유사한 추세가 관찰될 수 있다.

[0099] 그에 반해서, 표 2 및 3b에 나타난 바와 같이, 동일한 결합 유리 두께를 유지하면서 삼중층 중간층(PVB-2)으로부터 형성된 패널 중의 개별 유리 시트의 두께를 변화하는 것은, 일치주파수에서의 음 투과 손실의 더욱 명확한 변화를 생성한다. 예를 들어, 도 9에 제공된 그래프의 도식인, 패널 LG-6를 패널 LG-7 및 LG-8과 비교함으로써 나타난 바와 같이, 덜 대칭적인 유리 구성(즉, 1 미만의 대칭도)이 더 낮은 일치주파수에서의 음 투과손실을 형성한다. 표 3b 및 도 9에 나타난 바와 같이, 삼중층 중간층으로부터 형성된 패널이 34 dB 이상의 일치주파수에서의 음 투과 손실을 나타내는 최소 대칭도는 0.23이다. 0.23 미만의 대칭도를 갖는 유사 패널에 관한 일치주파수에서의 음 투과 손실은 34 dB 미만일 것으로 예상되며, 이는 일반적으로는 음향적 성능을 요구하는 용도에서 사용되기에 적합하지 않다.

[0100] **실시예 2**

[0101] 실시예 1에 기재된 바와 같이, 30 mil의 평균 두께를 갖는 평평한 중합체 시트로, 두개의 모놀리식 중간층(PVB-1 및 PVB-4)을 사용하여 다층 패널을 제조하였다. 중간층 PVB-1은 38 phr의 3GEH 가소제를 18.5 중량%의 하이드록실 잔기 함량, 2 중량% 미만의 아세테이트 잔기 함량, 및 30℃의 유리전이 온도를 갖는 폴리(비닐 부티랄) 수지와 용융-혼합함으로써 형성된다. 또한, 동일한 폴리(비닐 부티랄) 수지를 38 phr의 3GEH 가소제와 용융-혼합하고 형성된 가소화된 수지를 압출하여, 0.43 mrad의 쐐기각 및 30℃의 유리전이 온도를 갖는 쐐기-형 중간층을 형성함으로써, 또다른 종래의 모놀리식 중간층("PVB-4")을 형성하였다.

[0102] 또한, 상이한 조성물의 더 연한 내부 층과 접촉하고 그에 인접한, 유사한 조성물을 갖는 두개의 견고(stiff)한 외부 층을 포함하는 삼중층 구조로 두개의 상이한 폴리(비닐 부티랄) 수지를 공-압출시킴으로써 두개의 다층 중간층(PVB-2 및 PVB-3)을 형성하였다. 상기의 실시예 1에 기재된 바와 같이 내부층 PVB-2를 제조하고 구성하고; 외부 층이 22 중량%의 하이드록실 잔기 함량 및 2 중량% 미만의 아세테이트 잔기 함량을 갖는 폴리(비닐 부티랄) 수지("수지 D") 및 27 phr의 3GEH 가소제로부터 형성되고, 내부층은 9 중량%의 하이드록실 잔기 함량 및 2 중량% 미만의 아세테이트 잔기 함량을 갖는 폴리(비닐 부티랄) 수지("수지 C")가 70 phr의 3GEH로 가소화됨으로써 형성된다는 점을 제외하고 유사한 방식으로 중간층 PVB-3을 구성하였다. 중간층 PVB-2의 외부 층은 30℃의 유리전이 온도를 가졌고, 이때 중간층 PVB-3의 외부 층은 42℃의 유리전이 온도를 가졌다. 중간층 PVB-2 및 PVB-3의 내부 층의 유리전이 온도는 -2℃였다. PVB-2 및 PBV-3은 둘다 33 mil의 평균 두께 및 4.5 mil의 평균 내부 층 두께를 가졌다.

[0103] PVB-5는 0.43 mrad의 쐐기각을 갖는 쐐기-형 중간층이라는 점을 제외하고, PVB-2와 동일한 방식으로 또다른 삼중층 중간층(PVB-5)을 제조하고 구성하였다. 중간층 PVB-5는 4.5 mil의 내부 층 두께 및 더 얇은 말단에서 31 mil의 중간층 두께를 가졌다. 중간층 PVB-6은 0.43 mrad의 쐐기각 및 얇은 말단에서 53 mil의 중간층 두께를 갖는 쐐기-형 중간층이었고, 중간층 PVB-3 및 PVB-4를 결합하여 하나의 중간층을 형성함으로써 제조되었다. 대안적으로, 원하는 경우에는, PVB-6 중간층이 가소화된 수지 D 및 수지 C의, PVB-6이 쐐기 형태를 갖는다는 점을 제외하고 PVB-3을 형성하는데 사용된 방식과 유사한 방식의 공-압출 공정을 사용하여 형성될 수 있었다. 각 PVB-1 내지 PVB-6 중간층의 구체적인 구성은 하기 표 4에 요약되었다.

[0104] [표 4]

[0105] PVB 중간층의 특성

	스킨			코어						
중간층	하이드록실 잔기 함량 (중량%)	가소제 함량 (phr)	Tg (℃)	하이드록실 잔기 함량 (중량%)	가소제 함량 (phr)	Tg (℃)	코어 두께 (mils)	중간층 두께 (mils)	중간층 가소제 함량 (phr)	쐐기각 (mrad)
PVB-1	18.5	38	30	-	-	-	-	30	38	0
PVB-2	18.5	38	30	10.5	75	-2	4.5	33	41	0
PVB-3	22	27	42	9	70	-2	4.5	33	31.5	0
PVB-4	18.5	38	30	-	-	-	-	30	38	0.43
PVB-5	18.5	38	30	10.5	75	-2	4.5	31	41	0.43
PVB-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.43

[0106]

[0107] 상기 기재된 PVB-1 내지 PBV-6 중간층의 샘플을, 다양한 두께의 500 ㎜ 대 800 ㎜의 투명 유리 시트 두장 사이에 적층시킴으로써 여러개의 다층 패널을 형성하였다. 생성된 패널(LG-11 내지 LG-39)의 각각의 구성은 하기 표 5에 요약되었다. 일치주파수에서의 음 투과 손실을, 20℃에서 ASTM E90에 따라 패널 LG-11 내지 LG-37 각각에 관하여 측정하고, 또한 그 결과도 하기 표 5에 제공된다.

[0108] [표 5]

[0109] 유리 패널에 관하여 일치주파수에서의 음 투과 손실

유리 패널	중간층	유리 시트 1의 두께 (㎜)	유리 시트 2의 두께 (㎜)	결합 두께 (㎜)	대칭도	일치주파수 (Hz)	일치주파수에서의 투과 손실 (dB)
LG-11	PVB-1	2.1	2.1	4.2	1	3150	31.3
LG-12	PVB-1	1.85	1.85	3.7	1	4000	31.9
LG-13	PVB-1	1.6	1.6	3.2	1	4000	30.3
LG-14	PVB-1	2.1	1.6	3.7	0.76	4000	31.8
LG-15	PVB-1	1.9	1.25	3.15	0.66	4000	30.1
LG-16	PVB-1	1.6	0.7	2.3	0.44	5000	28.8
LG-17	PVB-1	2.1	0.7	2.8	0.33	4000	29.0
LG-18	PVB-1	2.3	0.7	3.0	0.30	4000	29.6
LG-19	PVB-1	3	0.7	3.7	0.23	3150	30.6
LG-20	PVB-2	2.1	2.1	4.2	1	5000	38.2
LG-21	PVB-2	1.85	1.85	3.7	1	5000-6300	38.4
LG-22	PVB-2	1.6	1.6	3.2	1	6300	38.9
LG-23	PVB-2	2.1	1.6	3.7	0.76	5000-6300	38.1
LG-24	PVB-2	1.9	1.25	3.15	0.66	6300	37.1
LG-25	PVB-2	1.6	0.7	2.3	0.44	8000	36.7
LG-26	PVB-2	2.1	0.7	2.8	0.33	6300	35.6
LG-27	PVB-2	2.3	0.7	3.0	0.30	6300	35.6
LG-28	PVB-2	3	0.7	3.7	0.23	5000	34.1
LG-29	PVB-3	2.1	2.1	4.2	1	5000	39.3
LG-30	PVB-3	1.85	1.85	3.7	1	-	-
LG-31	PVB-3	1.6	1.6	3.2	1	6300	39.4
LG-32	PVB-3	2.1	1.6	3.7	0.76	5000-6300	38.5
LG-33	PVB-3	1.9	1.25	3.15	0.66	-	-
LG-34	PVB-3	1.6	0.7	2.3	0.44	8000	37.4
LG-35	PVB-3	2.1	0.7	2.8	0.33	5000	36.5
LG-36	PVB-3	2.3	0.7	3.0	0.30	5000	35.6
LG-37	PVB-3	3	0.7	3.7	0.23	5000	34.5
LG-38	PVB-5	1.6	0.7	2.3	0.44	-	-
LG-39	PVB-6	1.6	0.7	2.3	0.44	-	-

[0110]

[0111] 상기 표 5에 나타난 바와 같이, 단층, 비-음향 PVC-1 중간층을 사용하는 패널 LG-11 내지 LG-19에 있어서는 음 투과 손실의 뚜렷한 추세가 없다. 음향적 중간층(PVB-2 및 PVB-3)을 사용하는 패널은, 감소된 대칭도의 유리 구성을 갖는 음 투과 손실 감소를 나타내는 경향이 있다. 또한, 중간층 PVB-3을 함유하는 패널 LG-29 내지 LG-37에 있어서, 대칭도의 함수로서 일치주파수에서의 음 투과 손실을 도 12에 도식화하여 요약하였다. 상기 표 5에 나타난 바와 같이, 0.23의 대칭도에서, 패널 LG-28 및 LG-37에 의해 나타난 음 투과 손실은 34 dB 초과였고, 이는 대칭적으로 구성된, 비-음향적 패널 LG-1 내지 LG-3보다 높았다. 그러나, PVB-3(삼중층 음향적 중간층)으로부터 형성된 패널의 대칭도를 추가적으로 감소시키는 것은, 비-음향적 PVB 층으로부터 형성된 패널의 음 투과 손실 값과 가까운 값으로 음 투과 손실을 감소시킬 것이다.

[0112] LG-11 내지 LG-13, LG-20 내지 LG-22, 및 LG-29 내지 LG-31의 비교에 의해 알 수 있듯이, 패널의 일치주파수에서의 음 투과 손실은 유리 두께와 독립적인 것으로 나타난다. 예를 들어, LG-11 내지 LG-13, LG-20 내지 LG-22, 및 LG-29 내지 LG31 각각은 1의 대칭도를 갖지만, 4.2 ㎜(LG-11, LG-12 및 LG-13), 3.7 ㎜(LG-20, LG-21 및 LG-22), 및 3.2 ㎜(LG-29, LG-30 및 LG31)의 결합 유리 두께를 갖는다. 결합 유리 두께의 차이에도 불구하고, 각각의 군 LG-11 내지 LG-13, LG-20 내지 LG-22, 및 LG-29 내지 LG31은 유사한 일치주파수에서의 음 투과 손실을 나타낸다. 따라서, 결합 유리 두께만을 조절하는 것은 패널의 음 투과 손실을 충분히 변화시키지 않는

것으로 보인다.

[0113] 또한, 여러개의 패널의 휨 강성도를, 3-점 굽힘 시험을 사용하여 시험하였다. 3-점 굽힘 시험을 수행하는데 사용된 기구의 도식은 도 10에 제공된다. 2시간 동안 50%의 일정 습도 및 23℃의 온도에 조절시킨 후에, 도 10에 나타난 바와 같이 기구 내로 시험 패널을 장착하였다. 15 cm 주기로 이격된 두개의 고정된 지지대를 패널의 아랫면에 적용하고, 0.953 cm의 직경 및 5.08 cm의 길이의 원통형 막대(rod)인 제3 점을 패널의 윗면, 그 중심 가까이에 적용하였다. 이후, 제3 점에 힘을 적용하여 시험 패널 상에 1.27 mm/분의 일정한 속도를 형성하였다. 시험 패널 상의 하중(N 단위) 및 패널의 변형(cm 단위) 값을 기록하였다. 도 11에 제공된 예시적인 그래프와 유사한 방식으로 상기 값들을 서로 좌표로서 나타내고, 패널의 하중 대 변형(하중의 분명한 하락 전, 일반적으로 패널의 파단을 의미함)을 도식화함으로써 형성된 선의 평균 기울기를 측정함으로써 패널의 휨 강성도를 계산하였다. 시험된 패널의 결과는 하기 표 6에 요약하였다.

[0114] [표 6]

[0115] 유리 패널의 휨 강성도

유리 패널	중간층	유리 구성 (mm/mm)	결합 유리 두께 (mm)	휨 강성도 (N/mm)	일치주파수 (Hz)	일치주파수에서의 투과 손실 (dB)
LG-13	PVB-1	1.6/1.6	3.2	26	4000	30.3
LG-14	PVB-1	2.1/1.6	3.7	38	4000	31.8
LG-11	PVB-1	2.1/2.1	4.2	54	3150	31.3
LG-22	PVB-2	1.6/1.6	3.2	21	6300	38.9
LG-23	PVB-2	2.1/1.6	3.7	31	5000-6300	38.1
LG-20	PVB-2	2.1/2.1	4.2	48	5000	38.2
LG-31	PVB-3	1.6/1.6	3.2	30	6300	39.4
LG-32	PVB-3	2.1/1.6	3.7	47	5000-6300	38.5
LG-29	PVB-3	2.1/2.1	4.2	58	5000	39.3

[0116]

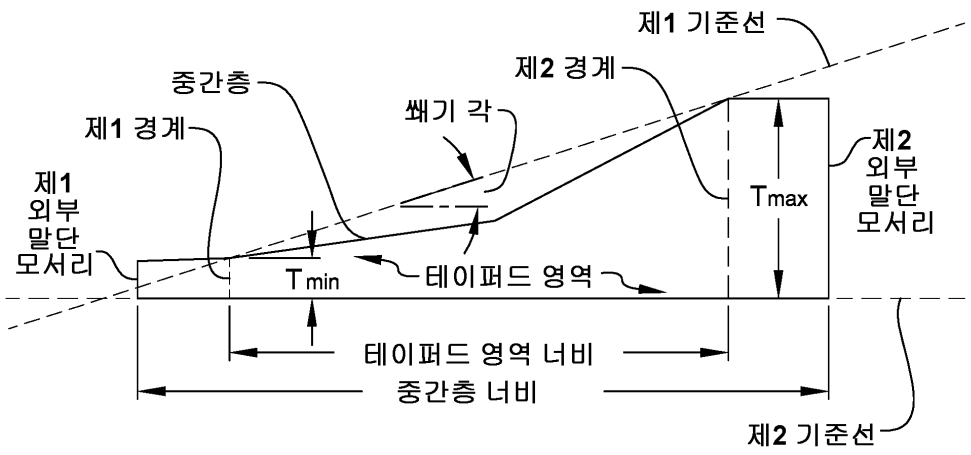
[0117] 상기 표 6에 나타난 바와 같이, 보다 단단한 외부 층을 포함하는, PVB-3을 포함하는 패널은, PVB-2 또는 PVB-1 중간층으로부터 형성된 패널보다 높은 휨 강성도를 나타낸다. 추가적으로, 또한, PVB-3 중간층으로부터 형성된 패널은 상기 표 6에 나타난 모든 유리 구성보다 높은 일치주파수에서의 음 투과 손실을 나타낸다. 따라서, 예를 들어, LG-31 및 LG-32의 비교에 의해 나타난 바와 같이, PVB-3 중간층을 사용하는 패널은 보다 낮은 결합 유리 두께(LG-23의 3.7 mm에 비해 LG-31의 3.2 mm)를 사용할 수 있고, 여전히 높은 음 투과 손실(LG-23의 38.1 dB에 비해 LG-31의 39.4 dB)을 제공하고 유사한 휨 강성도(LG-23의 31 N/cm에 비해 LG-31의 30 N/cm)를 나타낼 수 있다.

[0118] 본 발명은, 현재로서 바람직한 실시양태로 믿어지는 것들을 비롯한 특정 실시양태의 기재와 함께 개시되었지만, 상세한 설명은 예시적인 것으로 의도되고, 본 개시의 범위를 제한하는 것으로 이해되어서는 안된다. 당해 기술분야의 통상의 지식의 하나로 이해되는 바와 같이, 본원에 상세히 기재된 것들이 아닌 실시양태가 본 발명에 의해 포함된다. 본 발명의 정신 및 범위에서 벗어나지 않으면서 기재된 실시양태의 개질 및 변형이 만들어질 수 있다.

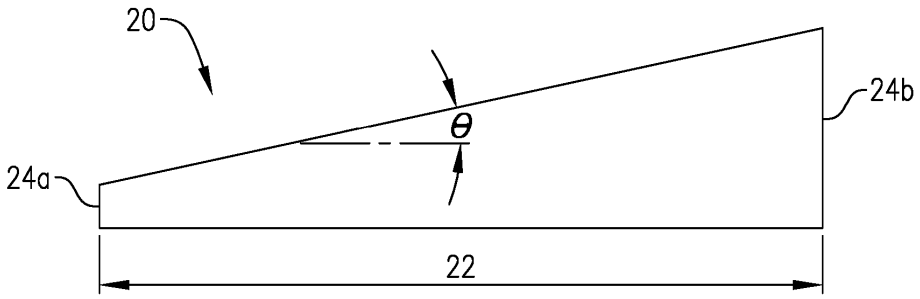
[0119] 또한, 본 개시의 임의의 하나의 성분에 관하여 주어진 임의의 범위, 값, 또는 특성이, 본원에 걸쳐 주어진 각 성분들에 관하여 정의된 값을 갖는 실시양태를 형성하기에 호환가능시, 본 개시의 임의의 다른 성분에 관하여 주어진 임의의 범위, 값, 또는 특성과 상호 교환가능하게 사용될 수 있음이 이해될 것이다. 예를 들어, 중간층은, 본 개시의 범위 내의 여러 교환(permutation)을 형성하기 위해 주어진 임의의 범위 내로 포함되는 가소제에 추가적으로 주어진 임의의 범위의 하이드록실 잔기 함량을 갖는 폴리(비닐 부티랄)을 포함하여 형성될 수 있으나, 나열하기에 번거로울 것이다. 또한, 속(genus) 또는 범주에 관하여 제공된 범위, 예컨대 프탈레이트 또는 벤조에이트는 또한, 달리 기재되지 않은 한 상기 속 또는 범주의 원(member) 내의 종, 예컨대 다이옥틸 테레프탈레이트에도 적용될 수 있다.

도면

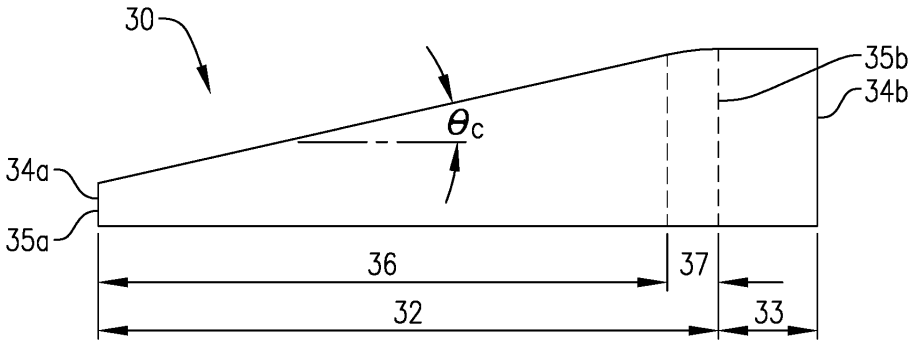
도면1



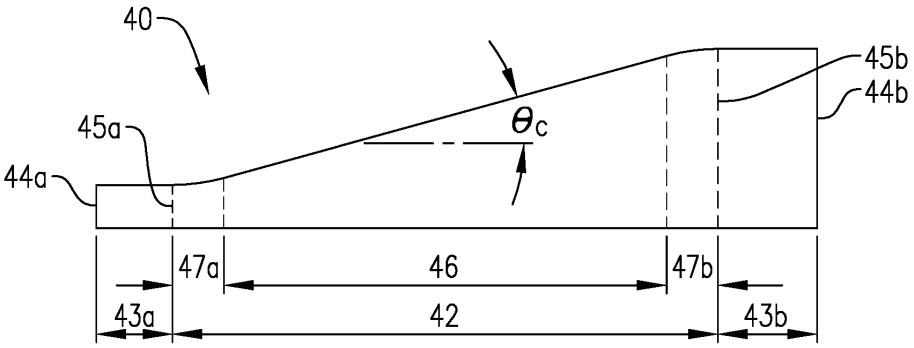
도면2



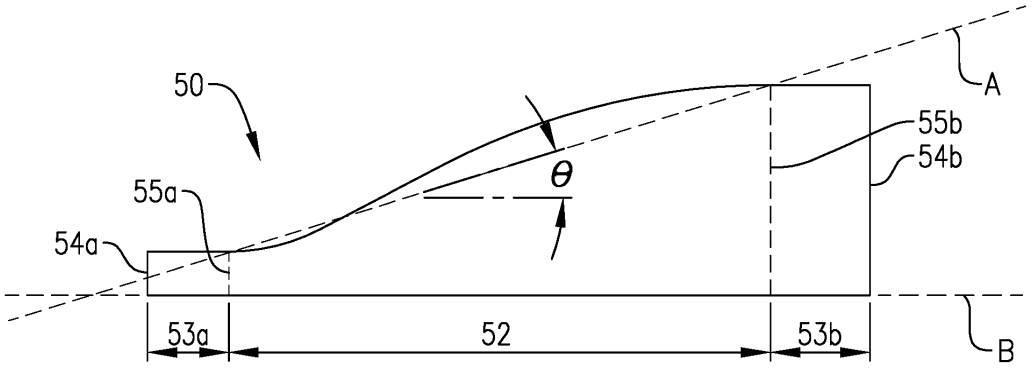
도면3



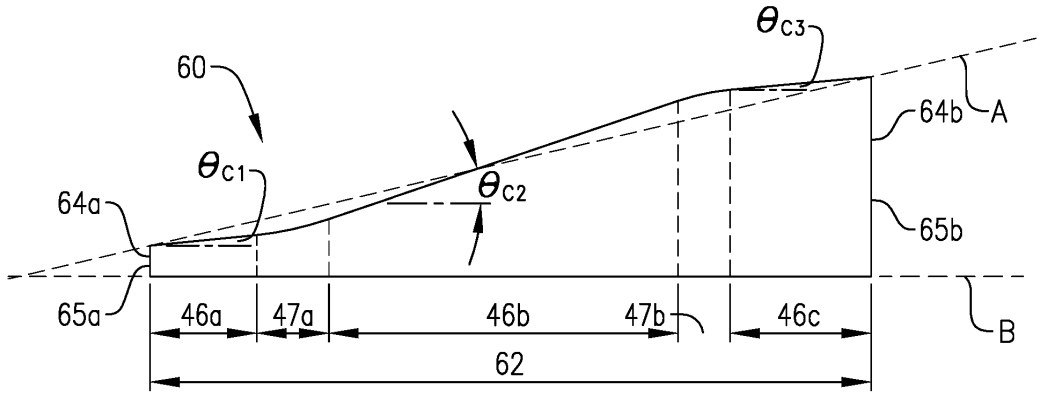
도면4


40
45b
44b
45a
θc
44a
47a
46
47b
43a
42
43b

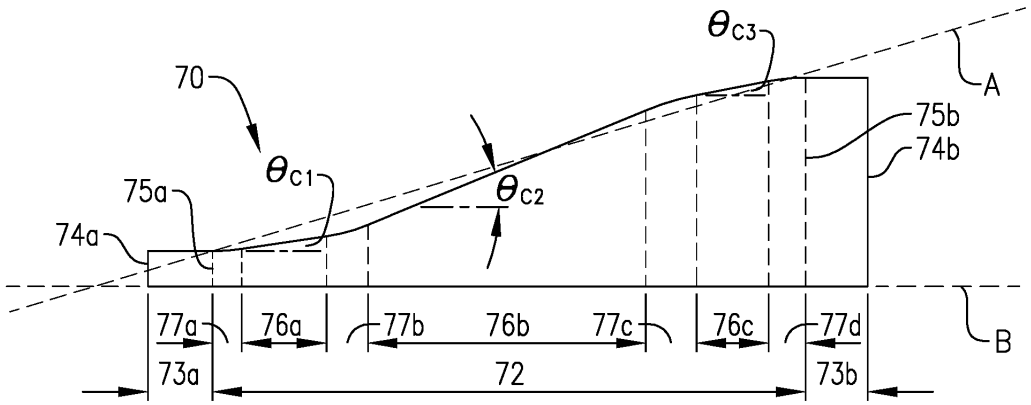
도면5


50
A
55b
54b
θ
55a
54a
53a
52
53b
B

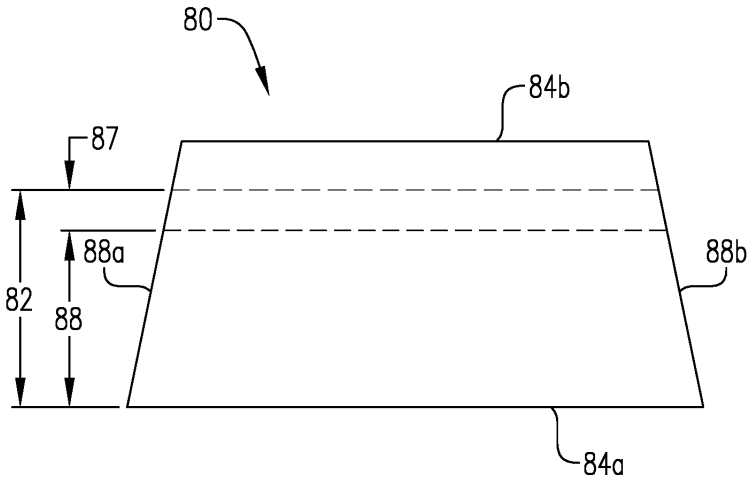
도면6


θc3
60
64b
A
θc1
θc2
64a
65b
65a
46a
47a
46b
47b
46c
B
62

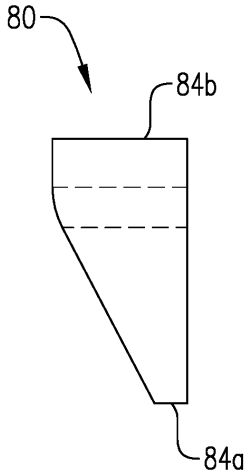
도면7



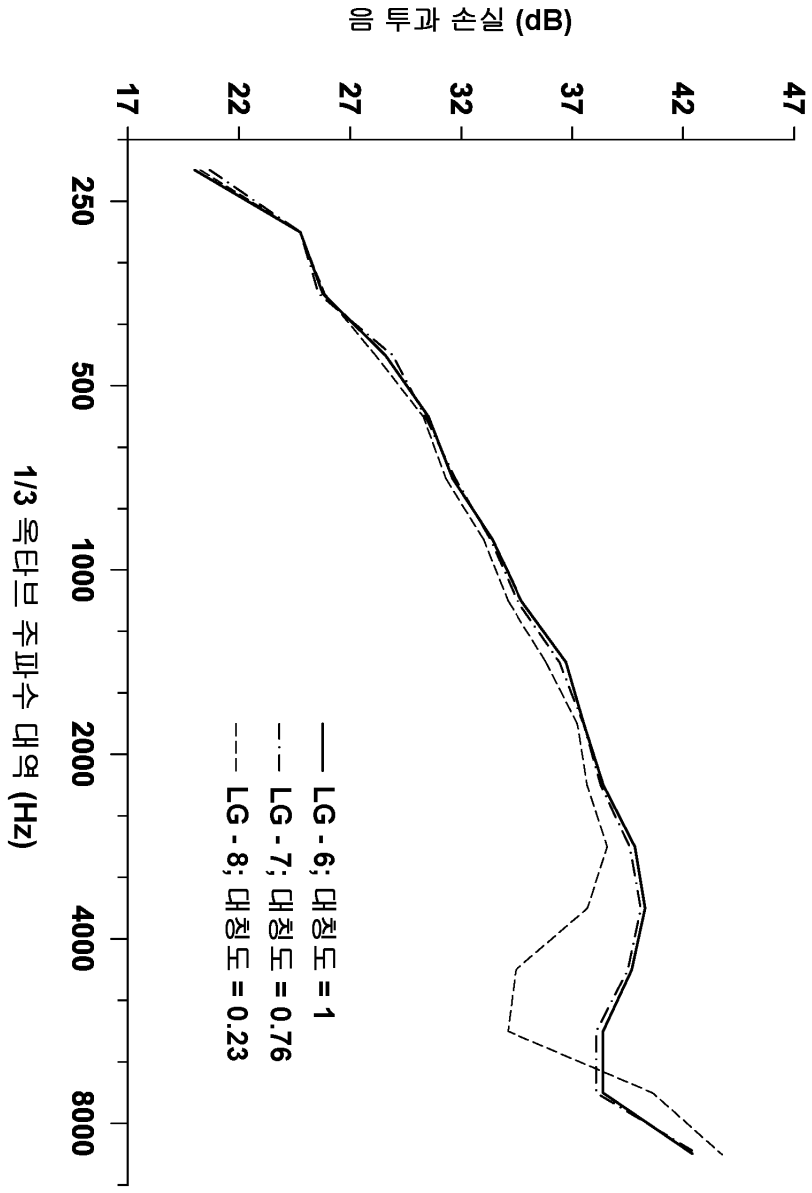
도면8a



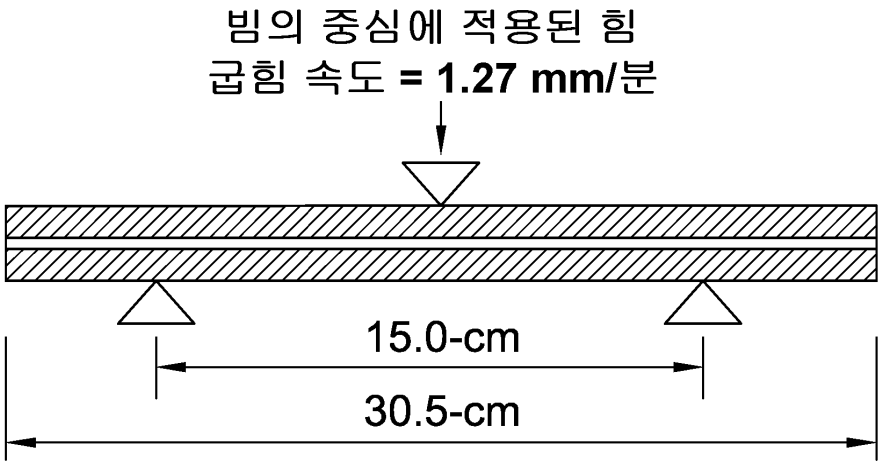
도면8b



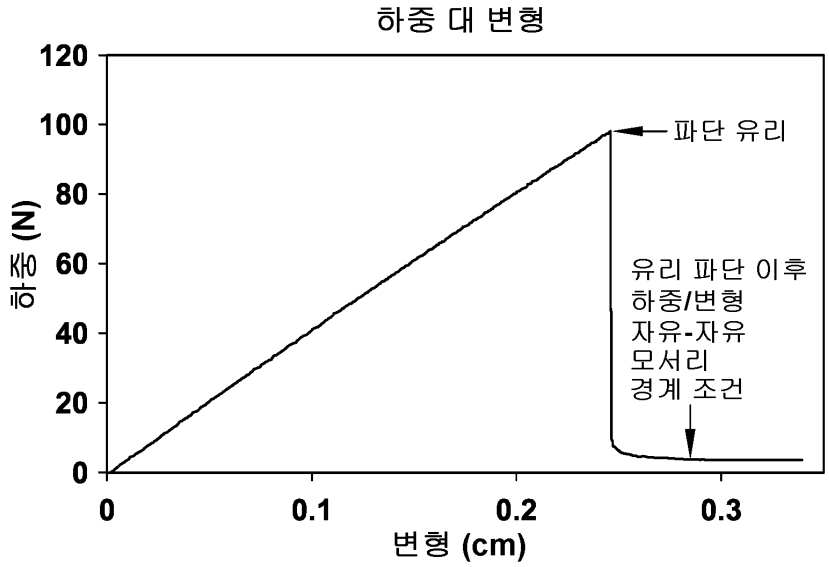
도면9


음 투과 손실 (dB)
17
22
27
32
37
42
47
250
500
1000
2000
4000
8000
1/3 옥타브 주파수 대역 (Hz)
LG - 6; 대칭도 = 1
LG - 7; 대칭도 = 0.76
LG - 8; 대칭도 = 0.23

도면10


빔의 중심에 적용된 힘
굽힘 속도 = 1.27 mm/분
15.0-cm
30.5-cm

도면11


하중 대 변형
120
100
80
60
40
20
0
하중 (N)
0
0.1
0.2
0.3
변형 (cm)
파단 유리
유리 파단 이후
하중/변형
자유-자유
모서리
경계 조건

도면12

