



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년06월23일
(11) 등록번호 10-2824176
(24) 등록일자 2025년06월19일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
E04B 1/80 (2006.01) C08K 5/053 (2006.01)
C08K 5/092 (2006.01) C08L 29/04 (2006.01)
D04H 1/4209 (2012.01)
- (52) CPC특허분류
E04B 1/80 (2013.01)
C08K 5/053 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2021-7036373
- (22) 출원일자(국제) 2020년04월07일
심사청구일자 2023년03월23일
- (85) 번역문제출일자 2021년11월05일
- (65) 공개번호 10-2021-0147067
- (43) 공개일자 2021년12월06일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2020/026997
- (87) 국제공개번호 WO 2020/210191
국제공개일자 2020년10월15일
- (30) 우선권주장
62/831,227 2019년04월09일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
CA2604809 C*
US20060079629 A1*
US20060252855 A1*
US20130334726 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
오웬스 코닝 인텔렉추얼 캐피탈 엘엘씨
미국 43659 오하이오주 툼레도 윈 오웬스 코닝 파크웨이
- (72) 발명자
스미스 켄델
미국 43054 오하이오주 웨스터빌 스폰 드라이브 5614
장 슈주안
미국 43054 오하이오주 뉴 올버니 레드우드 바인 드라이브 4533
필러 거트
미국 43054 오하이오주 뉴 올버니 그레이트 파크스퀘어 8931
- (74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 25 항

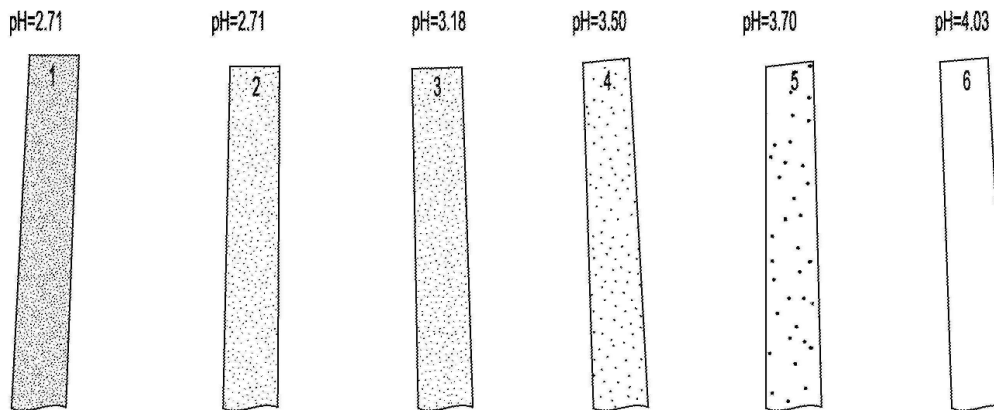
심사관 : 서민철

(54) 발명의 명칭 수성 결합체 조성물로 형성된 절연체 제품들

(57) 요약

복수의 랜덤하게 배향된 섬유 및 상기 섬유를 적어도 부분적으로 코팅하는 열경화성 수성 결합체 조성물을 포함하는 섬유 절연체 제품이 개시된다. 결합체 조성물은 적어도 2 개의 히드록실 기 및 적어도 2,000 달톤의 수 평균 분자량을 갖는 적어도 하나의 장쇄 폴리올, 적어도 2 개의 카르복실산 기를 포함하는 가교제, 및 적어도 2 개의 히드록실 기 및 2,000 달톤 미만의 수 평균 분자량을 갖는 단쇄 폴리올을 포함하고, 장쇄 폴리올 대 단쇄 폴리올의 비는 0.1/0.9 내지 0.9/0.1 이다.

대표도



(52) CPC특허분류

C08K 5/092 (2013.01)

C08L 29/04 (2013.01)

D04H 1/4209 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

섬유 절연체 제품으로서,

상기 섬유 절연체 제품은,

복수의 랜덤하게 배향된 섬유; 및

상기 섬유를 적어도 부분적으로 코팅하는 열경화성 수성 결합제 조성물을 포함하고,

상기 결합제 조성물은,

적어도 2 개의 히드록실 기 및 적어도 2,000 달톤의 수 평균 분자량을 갖는 적어도 하나의 장쇄 폴리올;

수성 결합제 조성물의 총 고체 함량을 기준으로 적어도 65 중량% 의, 중합체성 폴리카르복실산을 포함하는 가교제; 및

적어도 2 개의 히드록실 기 및 2,000 달톤 미만의 수 평균 분자량을 갖는 단쇄 폴리올을 포함하고, 장쇄 폴리올 대 단쇄 폴리올의 몰비는 0.1/0.9 내지 0.9/0.1 인, 섬유 절연체 제품.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 섬유는 미네랄 섬유, 천연 섬유 및 합성 섬유 중 하나 이상을 포함하는, 섬유 절연체 제품.

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 절연체 제품은 0.1 내지 0.56 평방 피트 중량의 밀도를 갖는 저밀도 절연체 제품인, 섬유 절연체 제품.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 저밀도 절연체 제품은 0.5 내지 25 인치의 두께를 갖는, 섬유 절연체 제품.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 저밀도 절연체 제품은 단열 매트, 단열 블랭킷, 덕트 랩, 또는 금속 빌딩 절연체인, 섬유 절연체 제품.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 절연체 제품은 2.5 내지 10 lbs/ft³ 의 밀도를 갖는 고밀도 절연체 제품인, 섬유 절연체 제품.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 고밀도 절연체 제품은 0.2 내지 5.0 인치의 두께를 갖는, 섬유 절연체 제품.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 고밀도 절연체 제품은 벽 또는 천장 절연체, 파이프 또는 탱크 절연체, 덕트 보드, 산업용 보드, 또는 음향 보드를 포함하는, 섬유 절연체 제품.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 섬유 절연체 제품에 부착된 하나 이상의 보강 또는 스크림 재료를 더 포함하는, 섬유 절연체 제품.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 섬유 절연체 제품은 0.5% 내지 9% 의 결합제 LOI 를 갖는, 섬유 절연체 제품.

청구항 12

삭제

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 결합제 조성물 중의 카르복실산 기 대 히드록실 기의 몰 당량의 비가 1/0.05 내지 1.0/5.0 인, 섬유 절연체 제품.

청구항 14

섬유 절연체 제품을 포함하는 천장 보드 제품으로서,

상기 섬유 절연체 제품은,

복수의 랜덤하게 배향된 섬유; 및

상기 섬유를 적어도 부분적으로 코팅하는 수성 결합제 조성물을 포함하고,

상기 결합제 조성물은,

적어도 2 개의 히드록실 기 및 적어도 2,000 달톤의 수 평균 분자량을 갖는 적어도 하나의 장쇄 폴리에올;

수성 결합제 조성물의 총 고체 함량을 기준으로 적어도 65 중량% 의, 중합체성 폴리카르복실산을 포함하는 가교제; 및

적어도 2 개의 히드록실 기 및 2,000 달톤 미만의 수 평균 분자량을 갖는 단쇄 폴리에올을 포함하고,

장쇄 폴리에올 대 단쇄 폴리에올의 몰비는 0.1/0.9 내지 0.9/0.1 인, 천장 보드 제품.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 섬유 절연체 제품은 35 HT 내지 50 HT 의 직경을 갖는 유리 섬유를 포함하는, 천장 보드 제품.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 섬유 절연체 제품은 8% 내지 16% 의 결합제 LOI 를 포함하는, 천장 보드 제품.

청구항 17

제 14 항에 있어서,

상기 보드는 주위 및 고온/습윤 조건 양자 모두에서 0.3" 미만의 최종 천장 타일 처짐 등급을 갖는, 천장 보드 제품.

청구항 18

제 14 항에 있어서,

상기 보드는 ASTM E84 에 따라 5 이하의 화염 확산을 달성하는, 천장 보드 제품.

청구항 19

덕트 보드 제품으로서,

상기 덕트 보드 제품은,

제 1 주 표면 및 상기 제 1 주 표면 반대편의 제 2 주 표면을 갖는 섬유 절연체 제품을 포함하고,

상기 섬유 절연체 제품은,

복수의 랜덤하게 배향된 섬유; 및

상기 섬유를 적어도 부분적으로 코팅하는 수성 결합제 조성물을 포함하고,

상기 결합제 조성물은,

적어도 2 개의 히드록실 기 및 적어도 2,000 달톤의 수 평균 분자량을 갖는 적어도 하나의 장쇄 폴리올;

수성 결합제 조성물의 총 고체 함량을 기준으로 적어도 65 중량% 의, 중합체성 폴리카르복실산을 포함하는 가교제; 및

적어도 2 개의 히드록실 기 및 2,000 달톤 미만의 수 평균 분자량을 갖는 단쇄 폴리올을 포함하고,

장쇄 폴리올 대 단쇄 폴리올의 몰비는 0.1/0.9 내지 0.9/0.1 인, 덕트 보드 제품.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 섬유 절연체 제품은 20 HT 내지 80 HT 의 직경을 갖는 유리 섬유를 포함하는, 덕트 보드 제품.

청구항 21

제 19 항에 있어서,

상기 섬유 절연체 제품은 2.0 lbs/ft³ 내지 6.0 lbs/ft³ 의 밀도를 포함하는, 덕트 보드 제품.

청구항 22

삭제

청구항 23

제 19 항에 있어서,

상기 섬유 절연체 제품은 0.5 내지 5.0 인치의 두께를 갖는, 덕트 보드 제품.

청구항 24

제 19 항에 있어서,

상기 섬유 절연체 제품은 13% 내지 23% 의 결합제 LOI 를 포함하는, 덕트 보드 제품.

청구항 25

제 19 항에 있어서,
상기 제 1 주 표면에 부착된 페이서를 더 포함하는, 덕트 보드 제품.

청구항 26

제 25 항에 있어서,
상기 페이서는 코팅된 섬유 매트 페이서 또는 포일-스크림-크라프트 (FSK) 페이서를 포함하는, 덕트 보드 제품.

청구항 27

제 19 항에 있어서,
상기 제 2 주 표면에 부착된 베일을 더 포함하는, 덕트 보드 제품.

청구항 28

제 27 항에 있어서,
상기 베일은 직경이 10 내지 15 마이크로인 유리 섬유를 포함하는 섬유유리 베일을 포함하는, 덕트 보드 제품.

발명의 설명

기술 분야

[0001] **관련 출원**

[0002] 본 출원은 2019년 4월 9일자로 출원된 미국 가출원 제 62/831,227 호에 대해 우선권주장하고 그것의 이익을 주장하며, 그 전체 내용은 참조에 의해 본원에 통합된다.

배경 기술

[0003] **배경**

[0004] 섬유 절연체 제품 및 건축 패널은 전형적으로 중합체, 유리 또는 다른 미네랄 재료의 용융된 조성물을 섬유화하여 미세 섬유를 형성하고, 섬유를 수집 컨베이어 상에 디포짓하여 매트 또는 블랭킷을 형성함으로써 제조된다. 유리 섬유 또는 미네랄 울과 같은 미네랄 섬유가 전형적으로 절연체 제품에 사용된다. 그 후, 결합제 조성물을 적용하여 섬유가 서로 접촉하는 곳에서 섬유를 함께 결합시킨다. 제조 공정 동안, 일부 절연체 제품이 형성되고 절단되어 표준 건축 관행과 호환가능하도록 일반적으로 치수가 정해진 사이즈, 예를 들어 특정 건축 관행에 적합한 폭 및/또는 길이를 갖는 천장 보드를 제공한다. 천장 보드 제품은 또한 주 표면들 중 적어도 하나에 대향 층 또는 재료를 포함하여 천장 타일 또는 패널을 형성할 수도 있다. 일부 응용에서, 페이서는 미적 또는 장식적인 표면일 수도 있고, 종종 페인팅된다.

[0005] 섬유 절연체 제품은 예를 들어 밀도와 같은 많은 상이한 특성들에 의해 특징화될 수도 있다. 저밀도 절연 매트 및 블랭킷은 전형적으로 0.1 평방 피트 중량 내지 0.56 평방 피트 중량 (또는 0.1 파운드/입방 피트 ("pcf") 내지 2.5 pcf) 의 밀도를 가지며, 벽, 다락 및 지하실에서 주거 단열을 위해 종종 사용된다. 낮은 (또는 "가벼운") 밀도 절연체 제품은 절연체, 덕트 랩, 금속 빌딩 절연체 등을 포함하지만 이에 제한되지 않는 주거 용도에서 종종 사용된다. 섬유 절연체 제품은 또한 보드 및 패널 또는 형성된 제품과 같이 2.5 pcf 내지 10 pcf 의 밀도를 갖는 고밀도 제품을 포함한다. 고밀도 절연체 제품은 종종 "중밀도 (heavy density)" 제품으로 지칭되고, 벽 및 천장 단열, 파이프 또는 탱크 단열, 단열 천장 및 벽 패널, 덕트 보드, 산업용 보드, 음향 보드 등을 포함하지만 이에 제한되지 않는 산업적 및/또는 상업적 응용에 사용된다. 천장 보드/타일은 종종 구조적 및 미적 가치 양자 모두를 부여하면서, 건물 인테리어에 음향 흡수 및 감쇠를 제공하기 위해 사용된다. 천정 타일은 공공 구역 등 소음 관리가 필요한 구역과 주거용 건축물에도 사용할 수 있다.

[0006] 절연체 제품은 전통적으로 가격이 저렴하고 허용가능한 물리적 및 기계적 성질을 갖는 중밀도 제품의 생산을 위해 페놀-포름알데히드 결합제 기술을 이용한다. 그러나, 포름알데히드 결합제는 유리섬유 절연체의 제조 동

안 바람직하지 않은 방출물을 방출한다.

- [0007] 폼알데히드계 결합제에 대한 대안으로서, 특정 폼알데히드-무함유 제형은 유리섬유 절연체 제품에서 결합제로 사용하기 위해 개발되었다. 그러나, 적절한 대안을 개발하기 위한 도전 중 하나는 변색과 같은 바람직하지 않은 특성을 피하면서 필적하는 기계적 및 물리적 특성을 갖는 제형을 찾는 것이다. 이러한 특성 도전에는 고온/습윤 성능, 강성, 접착 강도, 가공성 (접도, 절단, 샌딩, 옻지 페인팅) 및 황변 없이 밝은 색상을 얻는 것이 포함된다.
- [0008] 예를 들어, 천장 타일은 종종 거기에 적어도 하나의 스크림이 부착되어 있으며, 이는 백색 (또는 다른 방식으로 착색된) 페인트로 페인팅될 수도 있다. 폼알데히드가 없는 결합제를 사용하여 형성된 백색 페인팅된 타일은 보관 시 시간이 지나면 노란색을 띠는 경향이 있는 것으로 밝혀졌다. 따라서, 서로 다른 보드의 타일을 사용하는 경우, 패널의 색상이 균일하지 않을 수 있다.
- [0009] 또한, 높은 습도 조건 하에서 천장 패널들의 단단함 및 강성을 유지하는 것은 천장 타일 산업에 계속 문제가 된다. 천장에 쓰이는 타일들 및 보드들은 둘레 부분에서만 지지되기 때문에 문제가 심각하다. 습도는 타일을 약화시키고, 주변부 주위의 제한된 지지로 인해 타일이 용인할 수 없게 처진다.
- [0010] 따라서, 수용가능한 물리적 및 기계적 특성을 유지하면서 환경친화적이고 폼알데히드가 없는 결합제 조성물을 사용하여 형성된 저밀도 및 중밀도 절연체 제품이 요구된다.

발명의 내용

[0011] 요약

- [0012] 본 발명의 개념들의 다양한 양상은 복수의 랜덤하게 (randomly) 배향된 섬유 및 상기 섬유를 적어도 부분적으로 코팅하는 열경화성 수성 결합제 조성물을 포함하는 섬유 절연체 제품 (fibrous insulation product) 에 관한 것이다. 결합제 조성물은 적어도 2 개의 히드록실 기 및 적어도 2,000 달톤의 수 평균 분자량을 갖는 적어도 하나의 장쇄 폴리올, 적어도 2 개의 카르복실산 기를 포함하는 가교제, 및 적어도 2 개의 히드록실 기 및 2,000 달톤 미만의 수 평균 분자량을 갖는 단쇄 폴리올을 포함하고, 장쇄 폴리올 대 단쇄 폴리올의 비는 0.1/0.9 내지 0.9/0.1 이다.
- [0013] 일부 예시적인 구현예에서, 섬유는 미네랄 섬유, 미네랄 울 섬유, 천연 섬유, 및 합성 섬유 중 하나 이상을 포함한다.
- [0014] 일부 예시적인 구현예에서, 절연체 제품은 0.1 내지 0.56 평방 피트 중량 (square foot weight) 의 밀도를 갖는 저밀도 절연체 제품이다. 저밀도 절연체 제품은 0.5 내지 25 인치의 두께를 가질 수도 있다. 저밀도 절연체 제품은 단열 매트, 단열 블랭킷, 덕트 랩, 또는 금속 빌딩 절연체일 수도 있다.
- [0015] 일부 예시적인 구현예에서, 절연체 제품은 1.0 내지 10 lbs/ft³ 의 밀도를 갖는 고밀도 절연체 제품이다. 고밀도 절연체 제품은 0.2 내지 5.0 인치의 두께를 가질 수도 있다. 일부 예시적인 구현예에서, 고밀도 절연체 제품은 벽 또는 천장 절연체, 파이프 또는 탱크 절연체, 덕트 보드, 산업용 보드, 또는 음향 보드를 포함한다.
- [0016] 일부 예시적인 구현예에서, 절연체 제품은 섬유 절연체 제품에 부착된 하나 이상의 보강 또는 스크림 재료를 더 포함한다.
- [0017] 일부 예시적인 구현예에서, 섬유 절연체 제품은 2% 내지 7.0% 를 포함하여, 0.5% 내지 9% 의 결합제 LOI 를 갖는다.
- [0018] 본 발명의 다양한 양태는 섬유 절연체 제품을 포함하는 천장 보드 제품에 관한 것이다. 섬유 절연체 제품은 복수의 랜덤하게 배향된 섬유 및 그 섬유를 적어도 부분적으로 코팅하는 수성 결합제 조성물을 포함한다. 결합제 조성물은 적어도 2 개의 히드록실 기 및 적어도 2,000 달톤의 수 평균 분자량을 갖는 적어도 하나의 장쇄 폴리올; 적어도 2 개의 카르복실산 기를 포함하는 가교제; 및, 적어도 2 개의 히드록실 기 및 2,000 달톤 미만의 수 평균 분자량을 갖는 단쇄 폴리올을 포함하고, 장쇄 폴리올 대 단쇄 폴리올의 비는 0.1/0.9 내지 0.9/0.1 이다.
- [0019] 일부 예시적인 구현예에서, 섬유 절연체 제품은 35 HT 내지 50 HT 의 직경을 갖는 유리 섬유를 포함한다. 섬유 절연체 제품은 9% 내지 12% 를 포함하여, 8% 내지 16% 의 결합제 LOI 를 포함할 수도 있다. 일부 예시

적인 구현예에서, 보드는 주위 (ambient) 및 고온/습윤 (hot/humid) 조건 양자 모두 하에서 0.3" 미만의 최종 천장 타일 처짐 등급 (sag rating) 을 갖는다. 일부 예시적인 구현예에서, 보드는 ASTM E84 에 따라 5 이하의 화염 확산을 달성한다.

[0020] 본 발명의 개념들의 다양한 양태는 제 1 주 표면 및 제 1 주 표면 반대 편의 제 2 주 표면을 갖는 섬유 절연체 제품을 포함하는 덕트 보드 제품 (duct board product) 에 관한 것이다. 섬유 절연체 제품은 복수의 랜덤하게 배향된 섬유; 및, 섬유를 적어도 부분적으로 코팅하는 수성 결합제 조성물을 포함하고, 상기 결합제 조성물은 적어도 2 개의 히드록실 기 및 적어도 2,000 달톤의 수 평균 분자량을 갖는 적어도 하나의 장쇄 폴리올; 적어도 2 개의 카르복실산 기를 포함하는 가교제; 및, 적어도 2 개의 히드록실 기 및 2,000 달톤 미만의 수 평균 분자량을 갖는 단쇄 폴리올을 포함하고, 장쇄 폴리올 대 단쇄 폴리올의 비는 0.1/0.9 내지 0.9/0.1 이다.

[0021] 일부 예시적인 구현예에서, 섬유 절연체 제품은 20 HT 내지 80 HT 의 직경을 갖는 유리 섬유를 포함한다. 섬유 절연체 제품은 2.0 lbs/ft³ 내지 6.0 lbs/ft³, 예컨대 3.2 lbs/ft³ 내지 5.3 lbs/ft³ 의 밀도를 포함할 수도 있다.

[0022] 일부 예시적인 구현예에서, 섬유 절연체 제품은 0.5 내지 5.0 인치의 두께를 갖는다. 추가적으로, 섬유 절연체 제품은 15% 내지 19% 를 포함하여, 13% 내지 23% 의 결합제 LOI 를 포함할 수도 있다.

[0023] 일부 예시적인 구현예에서, 섬유 절연체 제품은 제 1 주 표면에 부착된 페이스 (facier) 를 추가로 포함한다. 페이스는 코팅된 섬유 매트 페이스 또는 포일-스크림-크라프트(foil-scrim-kraft; FSK) 페이스를 포함할 수도 있다.

[0024] 일부 예시적인 구현예에서, 섬유 절연체 제품은 제 2 주 표면에 부착된 베일 (veil) 을 더 포함한다. 베일은 직경이 10 내지 15 마이크로인 유리 섬유를 포함하는 섬유유리 베일을 포함할 수도 있다.

[0025] 일반적인 본 발명의 개념의 다수의 다른 양태, 장점 및/또는 특징은 이하의 예시적인 구현예의 상세한 설명 및 함께 제출되는 첨부된 도면으로부터 보다 용이하게 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0026] **도면의 간단한 설명**

예시적인 구현예 및 이의 장점 뿐만 아니라 일반적인 본 발명의 개념은 하기와 같은 도면을 참조하여, 예를 들어 아래에서 보다 상세하게 설명된다:

도 1 은 다양한 pH 및 경화 색상을 갖는 본 출원에 따른 경화된 결합제 조성물로 코팅된 예시적인 유리섬유 시트 스트립을 도시한다.

도 2 는 결합제의 pH 가 증가함에 따라 예시적인 결합제 조성물에 대한 색상 L*a*b* 좌표를 그래프로 도시한다.

도 3 은 다양한 물 당량 비의 카르복실산 기/히드록실 기 및 장쇄 폴리올/단쇄 폴리올을 갖는 예시적인 경화된 결합제 조성물로 제조된 유리섬유 절연체에 대한 굴곡 스트레스/중량/LOI 를 그래프로 도시한다.

도 4 는 다양한 물 당량 비의 카르복실산 기/히드록실 기 및 장쇄 폴리올/단쇄 폴리올을 갖는 예시적인 경화된 결합제 조성물로 제조된 유리섬유 절연체에 대한 색상 b* 값을 그래프로 도시한다.

도 5 는 1/0.1 의 카르복실산 기/히드록실 기의 물 당량 비 및 다양한 장쇄 폴리올/단쇄 폴리올 비를 갖는 예시적인 결합제 조성물로 제조된 유리섬유에 대한 인장력/LOI 를 그래프로 도시한다.

도 6 은 1/0.1 의 카르복실산 기/히드록실 기의 물 당량 비 및 다양한 장쇄 폴리올/단쇄 폴리올 비를 갖는 예시적인 결합제 조성물에 대한 경화-후 수용성 물질% 및 색상 b* 값을 그래프로 도시한다.

도 7 은 1/1.5 의 카르복실산 기/히드록실 기의 물 당량 비 및 다양한 장쇄 폴리올/단쇄 폴리올 비를 갖는 예시적인 경화된 결합제 조성물에 대한 인장력/LOI 를 그래프로 도시한다.

도 8 은 1/1.5 의 카르복실산 기/히드록실 기의 물 당량 비 및 다양한 장쇄 폴리올/단쇄 폴리올 비를 갖는 예시적인 결합제 조성물에 대한 경화-후 수용성 물질% 및 색상 b* 값을 그래프로 도시한다.

도 9 는 1/0.5 의 카르복실산 기/히드록실 기의 물 당량 비 및 다양한 장쇄 폴리올/단쇄 폴리올 비를 갖는 예시적인 경화된 결합제 조성물에 대한 인장력/LOI 를 그래프로 도시한다.

도 10 은 1/0.5 의 카르복실산 기/히드록실 기의 몰 당량 비 및 다양한 장쇄 폴리올/단쇄 폴리올 비를 갖는 예시적인 결합제 조성물에 대한 경화-후 수용성 물질% 및 색상 b* 값을 그래프로 도시한다.

도 11 은 1/1 의 카르복실산 기/히드록실 기의 몰 당량 비 및 다양한 장쇄 폴리올/단쇄 폴리올 비를 갖는 예시적인 경화된 결합제 조성물에 대한 인장력/LOI 를 그래프로 도시한다.

도 12 는 1/0.5 의 카르복실산 기/히드록실 기의 몰 당량 비 및 다양한 장쇄 폴리올/단쇄 폴리올 비를 갖는 예시적인 결합제 조성물에 대한 경화-후 수용성 물질% 및 색상 b* 값을 그래프로 도시한다.

도 13 은 다양한 몰 당량 비의 카르복실산 기/히드록실 기를 갖는 예시적인 경화된 결합제 조성물에 대한 인장력/LOI 를 그래프로 도시한다.

도 14 는 종래의 전분-하이브리드 결합제 조성물 및 페놀 우레아 포름알데히드계 결합제 조성물과 비교하여, 본원에 따른 다양한 결합제 조성물을 사용하여 형성된 공장 시험 보드에 대한 굴곡 탄성률을 그래프로 도시한다.

도 15 는 고온/습윤 조건 하에서 종래의 전분-하이브리드 결합제 조성물 및 페놀 우레아 포름알데히드계 결합제 조성물과 비교하여, 본원에 따른 다양한 결합제 조성물을 사용하여 형성된 4' x 4' 유리섬유 절연 천장 보드 타일에 대한 처짐 (sag) 을 그래프로 도시한다.

도 16 은 종래의 전분-하이브리드 결합제 조성물 및 페놀 우레아 포름알데히드계 결합제 조성물과 비교하여, 본원에 따른 다양한 결합제 조성물을 사용하여 형성된, 공장 시험 보드 제품의 압축 강도를 그래프로 도시한다.

도 17 은 종래의 전분-하이브리드 결합제 조성물 및 페놀 우레아 포름알데히드계 결합제 조성물과 비교하여, 본원에 따른 다양한 결합제 조성물을 사용하여 형성된 공장 시험 보드 제품의 파단시 결합 강도를 그래프로 도시한다.

도 18 은 종래의 전분계 결합제 조성물을 사용하여 형성된 저밀도 섬유 절연체 제품과 비교하여, 본원에 따라 결합제 조성물을 사용하여 형성된 저밀도 섬유 절연체 제품에 대한 적층된 두께 프로파일을 그래프로 도시한다.

도 19 는 종래의 전분계 결합제 조성물을 사용하여 형성된 저밀도 섬유 절연체 제품과 비교하여, 본원에 따라 결합제 조성물을 사용하여 형성된 저밀도 섬유 절연체 제품에 대한 적층된 두께 프로파일을 그래프로 도시한다.

도 20 은 종래의 전분계 결합제 조성물을 사용하여 형성된 저밀도 섬유 절연체 제품과 비교하여, 본원에 따라 결합제 조성물을 사용하여 형성된 저밀도 섬유 절연체 제품에 대한 아웃 오브 패키지 복원 프로파일을 그래프로 도시한다.

도 21 및 도 22 는 종래의 전분계 결합제 조성물을 사용하여 형성된 저밀도 섬유 절연체 제품과 비교하여, 고온-습윤 조건 하에서 본원에 따라 결합제 조성물을 사용하여 형성된 저밀도 섬유 절연체 제품에 대한 아웃 오브 패키지 복원 프로파일을 그래프로 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 상세한 설명

[0028] 달리 규정되지 않는 한, 본원에 사용된 모든 기술적 및 과학적 용어들은 이들 예시적인 구현예들이 속한 본 기술분야의 당업자에게 통상적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 갖는다. 본원 설명에서 사용된 용어는 단지 예시적인 구현예들의 설명을 위한 것이고 예시적인 구현예들을 제한하도록 의도된 것은 아니다. 따라서, 일반적인 본 발명의 개념들은 본원에 예시된 특정한 구현예들에 제한되도록 의도되지 않는다. 본원에 설명된 것과 유사하거나 또는 등가의 다른 방법들 및 재료들이 본 발명의 실시 또는 테스트에 사용될 수 있지만, 바람직한 방법들 및 재료들이 본원에 설명된다.

[0029] 명세서 및 첨부된 청구항에 사용된 바와 같이, 단수 형태는 맥락상 명백하게 달리 나타내지 않는 한 복수 형태를 또한 포함하도록 의도된다.

[0030] 다르게 나타내지 않는 한, 명세서 및 청구항들에 사용된 구성요소들의 양, 화학적 및 분자적 특성들, 반응 조건들 등을 나타내는 모든 수치는 용어 “약” 에 의해 모든 경우에 변경되는 바와 같이 이해되어야 한다 따라서, 반대로 나타내지 않는 한, 명세서 및 첨부된 청구항들에 개시된 수치적 파라미터들은 본 예시적인 구현예들에 의해 얻고자 추구하는 원하는 특성들에 따라 변할 수 있는 근사치들이다. 최소한 각 수치 파라미터는 유효 자릿수와 일반적인 반올림 접근법을 고려하여 해석해야 한다.

- [0031] 예시적인 구현예의 광범위한 범위를 설정하는 수치 범위 및 파라미터들은 근사치들임에도 불구하고, 특정 실시예들에 설정된 수치값들은 가능한 정확하게 보고된다. 하지만, 임의의 수치 값은 본질적으로 각 시험 측정에서 발견되는 표준 편차로 인한 임의의 오류를 필연적으로 포함한다. 본 상세한 설명 및 청구범위 전반에 걸쳐 주어진 모든 수치 범위는, 보다 좁은 수치 범위가 모두 본 명세서에 명백하게 쓰여진 것처럼, 보다 넓은 수치 범위 내에 속하는 모든 더 좁은 수치 범위를 포함할 것이다.
- [0032] 본 발명의 개념은 일반적으로 경화된 열경화성 중합체 결합제 재료에 의해 함께 결합된 섬유의 집합체로 형성되는, 주거용, 상업용 및 산업용 절연체, 이로부터 형성된 천장 보드 및 천장 타일, 덕트 보드, 덕트 랩, 금속 빌딩 절연체, 음향 패널 등과 같은 섬유 절연체 제품에 관한 것이다. 섬유상 제품은 무기 섬유, 유기 섬유, 또는 이들의 혼합물을 포함할 수도 있다. 적합한 무기 섬유의 예는 유리 섬유, 울 유리 섬유, 및 세라믹 섬유를 포함한다. 선택적으로, 폴리에스테르, 폴리에틸렌, 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리프로필렌, 폴리아미드, 아라미드 및/또는 폴리아라미드 섬유와 같은 합성 섬유 및/또는 천연 섬유와 같은 다른 강화 섬유가 무기 섬유에 추가하여 절연체 제품에 존재할 수도 있다. 본 발명과 관련하여 사용된 용어 "천연 섬유" 는 제한 없이, 줄기, 종자, 잎, 뿌리 또는 체관부를 포함하는 식물의 임의의 부분으로부터 추출된 식물 섬유를 지칭한다. 강화 섬유 재료로서 사용하기에 적합한 천연 섬유의 예는, 현무암, 면, 황마, 대나무, 라미, 사탕수수, 대마, 야자 껍질, 린넨, 케나프, 사이잘, 아마, 헤네킨 및 이들의 조합을 포함한다. 절연체 제품은 전적으로 하나의 유형의 섬유로 형성될 수도 있거나, 또는 이들은 유형들의 섬유들의 조합으로 형성될 수도 있다. 예를 들어, 절연체 제품은 절연에 대한 원하는 용도에 따라 다양한 유형의 유리 섬유의 조합 또는 상이한 무기 섬유 및/또는 천연 섬유의 다양한 조합으로 형성될 수도 있다.
- [0033] 다양한 유형의 섬유상 절연체 제품 및 이러한 제품의 제조 공정이 공지되어 있지만, 유리 섬유 또는 미네랄 절연체의 제조의 일 예는 용융 유리 또는 다른 미네랄 재료의 회전 섬유화에 의해 연속적인 공정들로 수행된다. 그 후, 블로워는 섬유를 컨베이어 쪽으로 지향시켜 섬유상 팩을 형성한다. 섬유는 결합제 조성물과 그리고 선택적으로 물과 함께 분무되어, 결합제 조성물이 형성된 절연체 팩 전체에 걸쳐 본질적으로 균일하게 분포되게 된다.
- [0034] 미경화 수지상 결합제가 부착된 섬유들을 모아 미경화 절연체 팩으로 성형하고, 성형 컨베이어 (forming conveyor) 상에서 원하는 면적 증량으로 압축할 수 있다. 진공은 성형 컨베이어 아래로부터 섬유 팩을 통해 공기를 흡인하고, 이는 절연체 팩을 추가로 압축한다. 유리 섬유로부터의 잔류 열 및 성형 작업 동안 섬유 팩을 통한 공기의 유동은 일반적으로 유리 섬유가 성형 챔버를 빠져나가기 전에 결합제 및 선택적인 물 분무로부터 대부분의 물을 휘발시키기에 충분하여, 섬유 상에 결합제의 나머지 성분을 점성 또는 반점성 고-고형물 액체로서 남긴다.
- [0035] 그 후, 절연체 팩 (insulation pack) 은 부분적으로 압축된 상태로 경화 오븐으로 보내진다. 그 후, 결합제를 경화시키기에 충분한 온도에서 경화 오븐을 통과하는 동안 상부 및 하부 오븐 체인들 사이에서 원하는 두께로 압축되어, 본체를 구성하는 복수의 유리 섬유에 치수 및 질량 안정성을 달성한다. 경화 오븐은 100° C 내지 325° C, 또는 175° C 내지 300° C의 온도에서 작동될 수도 있다. 강제된 공기가 절연체 팩을 통해 불어져 결합제 경화를 촉진시키고, 경화 동안 형성된 잔류 습기 및 응축 부산물들을 몰아낸다. 절연체 팩은 결합제를 가교결합(경화)하고 절연체 보드를 형성하기에 충분한 시간 동안 오븐 내에 유지될 수도 있다. 절연체 보드는 커팅 디바이스에 의해 소정의 길이로 절단되어 저장될 수도 있다.
- [0036] 하나 이상의 보강 재료 또는 스크림이 천장 또는 덕트 보드 제품과 같은 대향된 제품을 형성하기 위해 절연체 보드에 부착될 수도 있다. 적합한 스크림 재료의 비제한적인 예는 직조 또는 부직 섬유유리 매트, 크라프트 페이퍼, 호일-스크림-크라프트 페이퍼 라미네이트, 재생 페이퍼, 및 캘린더링된 페이퍼를 포함한다. 보강재는 당해 기술분야에서 통상적으로 사용되는 임의의 접합제 또는 접착 재료에 의해 절연체 보드의 표면에 접착될 수도 있다. 적합한 접합제는 보강 재료에 코팅되거나 그 외에 적용될 수 있는 접착제, 중합체 수지, 아스팔트 및 역청 재료를 포함한다.
- [0037] 절연체 제품은, 전통적인 포름알데히드 무첨가 또는 포름알데히드-비함유 결합제 조성물로 제조된 제품들과 비교하여, 하류 적용에서 감소 또는 무 황변을 포함하는, 비교할만한 또는 개선된 기계적 및 물리적 성능을 갖는 포름알데히드 무첨가 또는 포름알데히드-비함유 수성 결합제 조성물로 제조된 저밀도 및 중밀도 절연체 제품을 포함할 수도 있다.
- [0038] 저밀도 섬유 절연체 제품은 0.5 pcf 내지 2.0 pcf, 및 0.8 pcf 내지 1.5 pcf 를 포함하여, 0.1 pcf 내지 2.5

pcf 의 밀도를 가질 수도 있다. 섬유 절연체 제품은 0.5 인치 내지 25 인치의 두께를 가질 수도 있다.

- [0039] 중밀도 섬유 절연체 제품은 3.0 pcf 내지 8 pcf, 및 5.0 pcf 내지 7.5 pcf 를 포함하여, 2.5 내지 10 pcf 의 밀도를 가질 수도 있다. 섬유 절연체 제품은 0.5 내지 4.0 인치, 0.6 내지 3.5 인치, 및 0.8 내지 3.0 인치를 포함하여 0.2 내지 5.0 인치의 두께를 가질 수도 있다.
- [0040] 섬유 절연체 제품은 포름알데히드가 없는 (또는 포름알데히드가 첨가되지 않은) 수성 결합제 조성물을 사용하여 형성된다. 일부 예시적인 구현예에서, 포름알데히드-무함유 수성 결합제 조성물은 적어도 하나의 장쇄 폴리올, 및 적어도 하나의 1 차 가교제, 및 적어도 하나의 단쇄 폴리올을 포함하는 적어도 하나의 2 차 가교제를 포함한다.
- [0041] 1 차 가교제는 폴리올을 가교시키기에 적합한 임의의 화합물일 수 있다. 예시적인 구현예에서, 1 차 가교제는 90 달톤 초과, 90 달톤 내지 10,000 달톤, 또는 190 달톤 내지 약 5,000 달톤의 수 평균 분자량을 갖는다. 일부 예시적인 구현예에서, 가교제는 2,000 달톤 내지 5,000 달톤, 또는 4,000 달톤의 수 평균 분자량을 갖는다. 적합한 가교제의 비-제한적 예는 하나 이상의 카르복실산 기 (-COOH) 를 갖는 물질, 예컨대 폴리카르복실산 (및 이의 염), 무수물, 무수물과의 단량체성 및 중합체성 폴리카르복실산 (즉, 혼합된 무수물), 및 폴리아크릴산 (및 이의 염) 과 같은 아크릴산의 단독중합체 또는 공중합체 및 폴리아크릴산계 수지, 예컨대 QR-1629S 및 Acumer 9932 (둘다 The Dow Chemical Company 로부터 시판됨) 를 포함한다. Acumer 9932 는 분자량이 4000 이고 소듐 하이포포스파이트 함량이 6 내지 7 중량% 인 폴리아크릴산/소듐 하이포포스파이트 수지이다. QR-1629S 는 폴리아크릴산/글리세린 혼합물이다.
- [0042] 1 차 가교제는 일부 예에서, 중화제로 사전-중화될 수 있다. 이러한 중화제는 유기 및/또는 무기 염기, 예컨대 소듐 히드록시드, 암모늄 히드록시드 및 디에틸아민 및 임의의 종류의 1 차, 2 차 또는 3 차 아민 (알칸올아민 포함) 을 포함할 수도 있다. 다양한 예시적인 구현예에서, 중화제는 소듐 히드록시드 및 트리에탄올아민 중 적어도 하나를 포함할 수도 있다.
- [0043] 일부 예시적인 구현예에서, 1 차 가교제는 수성 결합제 조성물에, 수성 결합제 조성물의 총 고체 함량을 기준으로 적어도 50 중량%, 제한 없이, 적어도 55 중량%, 적어도 60 중량%, 적어도 63 중량%, 적어도 65 중량%, 적어도 70 중량%, 적어도 73 중량%, 적어도 75 중량%, 적어도 78 중량%, 및 적어도 80 중량% 로 존재한다. 일부 예시적인 구현예에서, 1 차 가교제는 수성 결합제 조성물에, 수성 결합제 조성물의 총 고체 함량을 기준으로 50 중량% 내지 85 중량%, 제한 없이 60 중량% 내지 80 중량%, 62 중량% 내지 78 중량%, 및 65 중량% 내지 75 중량% 로 존재한다.
- [0044] 일부 예시적인 구현예에서, 장쇄 폴리올은 적어도 2,000 달톤의 수 평균 분자량, 예컨대 3,000 달톤 내지 4,000 달톤의 분자량을 갖는 적어도 2 개의 히드록실 기를 갖는 폴리올을 포함한다. 일부 예시적인 구현예에서, 장쇄 폴리올은 폴리비닐 알코올, 폴리비닐 아세테이트 (부분적으로 또는 완전히 가수분해될 수도 있음) 와 같은 하나 이상의 중합체성 폴리히드록시 화합물 또는 이들의 혼합물을 포함한다. 예시적으로, 부분 가수분해된 폴리비닐 아세테이트가 폴리히드록시 성분으로서 작용할 때, 예를 들어 Poval® 385 (Kuraray America, Inc.) 및 Sevol™ 502 (Sekisui Specialty Chemicals America, LLC) 와 같은 80%-89% 가수분해된 폴리비닐 아세테이트가 사용될 수 있고, 이들 둘은 85% (Poval® 385) 및 88% (Sevol™ 502) 가수분해된다.
- [0045] 장쇄 폴리올은 수성 결합제 조성물에, 50 중량% 이하 총 고체, 제한 없이, 28 중량%, 25 중량%, 20 중량%, 18 중량%, 15 중량% 및 13 중량% 이하 총 고체의 양으로 존재할 수 있다. 일부 예시적인 구현예에서, 장쇄 폴리올은 수성 결합제 조성물에, 5.0 내지 30 중량% 총 고체, 제한 없이, 7 중량% 내지 25 중량%, 8 중량% 내지 20 중량%, 9 중량% 내지 18 중량%, 및 10 중량% 내지 16 중량% 총 고체의 양으로 존재하고, 모든 엔트포인트들 및 그들 사이의 하위-조합들을 포함한다.
- [0046] 선택적으로, 수성 결합제 조성물은 2 차 가교제, 예컨대 단쇄 폴리올을 포함한다. 단쇄 폴리올은 750 달톤 미만, 500 달톤 미만을 포함하는 2,000 달톤 미만의 분자량을 갖고 복수의 히드록실 (-OH) 기를 갖는 수용성 화합물을 포함할 수도 있다. 적합한 단쇄 폴리올 성분은 당 알코올, 2,2-비스(메틸올)프로피온산 (bis-MPA), 트리(메틸올)프로판 (TMP), 펜타에리트리톨, 및 단쇄 알칸올아민, 예컨대 트리에탄올아민을 포함한다. 일부 예시적인 구현예에서, 단쇄 (short-chain) 폴리올은 점도 감소제로서 작용하며, 이는 장쇄 폴리올 분자 (예컨대, 폴리비닐 알코올) 사이의 분자내 및 분자간 수소 결합을 파괴하여 조성물의 점도를 낮춘다. 그러나, 이들 소쇄 (small-chain) 폴리올 분자는 장쇄 (long-chain) 폴리올과 유사한 구조를 가지므로, 이들은 가교제와 유사하게 반응할 수 있고, 따라서 결합제 및 제품 성능에 부정적인 영향을 미치지 않는다.

- [0047] 당 알코올은 당의 알도 또는 케토기가 상응하는 히드록시기로 (예컨대, 수소화에 의해) 환원될 때 수득되는 화합물을 의미하는 것으로 이해된다. 출발 당은 단당류, 올리고당류 및 다당류, 및 이들 생성물의 혼합물, 예컨대 시럽, 당밀 및 전분 가수분해물로부터 선택될 수 있다. 출발 당은 또한 당의 탈수된 형태일 수 있다. 당 알코올이 상응하는 출발 당과 매우 유사하지만, 이들은 당은 아니다. 따라서, 예를 들어, 당 알코올은 환원 능력이 없으며, 환원 당의 전형적인 메일라드 (Maillard) 반응에 참여할 수 없다. 일부 예시적인 구현예에서, 당 알코올은 글리세롤, 에리트리톨, 아라비톨, 자일리톨, 소르비톨, 말티톨, 만니톨, 이디톨, 이소말티톨, 락티톨, 셀로비톨, 팔라티니톨, 말토트리톨, 이들의 시럽 및 이들의 혼합물을 포함한다. 다양한 예시적인 구현예에서, 당 알코올은 글리세롤, 소르비톨, 자일리톨 및 이들의 혼합물로부터 선택된다. 일부 예시적인 구현예에서, 2 차 가교제는 당 알코올의 이량체 또는 올리고머 축합 생성물이다. 다양한 예시적인 구현예에서, 당 알코올의 축합 생성물은 이소소르비드이다. 일부 예시적인 구현예에서, 당 알코올은 디올 또는 글리콜이다.
- [0048] 일부 예시적인 구현예에서, 단쇄 폴리올은 수성 결합제 조성물에, 50 중량% 이하 총 고체, 제한 없이, 25 중량%, 20 중량%, 18 중량%, 15 중량%, 13 중량%, 11 중량% 및 10 중량% 이하 총 고체의 양으로 존재한다. 일부 예시적인 구현예에서, 장쇄 폴리올은 수성 결합제 조성물에, 0 내지 30 중량% 총 고체, 제한 없이, 2 중량% 내지 30 중량%, 3 중량% 내지 25 중량%, 5 중량% 내지 20 중량%, 및 8 중량% 내지 18 중량%, 및 9 중량% 내지 15 중량% 총 고체의 양으로 존재하고, 모든 엔트포인트들 및 그들 사이의 하위-조합들을 포함한다.
- [0049] 다양한 예시적인 구현예에서, 장쇄 폴리올, 가교제 및 소쇄 폴리올은 카르복실산 기, 무수물 기 또는 이들의 염의 몰 당량의 수 대 히드록실 기의 몰 당량의 수의 비가 1/0.05 내지 1/5, 예컨대, 1/0.08 내지 1/2.0, 1/0.1 내지 1/1.5, 및 1/0.3 내지 1/0.66 인 양으로 존재한다. 놀랍게도 그러나, 이 비 내에서, 장쇄 폴리올 대 단쇄 폴리올의 비는 경화 후 결합제의 인장 강도 및 수용성과 같은 결합제 조성물의 성능에 영향을 준다는 것으로 밝혀졌다. 예를 들어, 0.1/0.9 내지 0.9/0.1, 예컨대 0.3/0.7 내지 0.7/0.3, 또는 0.4/0.6 내지 0.6/0.4 의 장쇄 폴리올 대 단쇄 폴리올의 비가 바람직한 기계적 및 물리적 특성의 균형을 제공하는 것으로 밝혀졌다. 다양한 예시적인 구현예에서, 장쇄 폴리올 대 단쇄 폴리올의 비는 대략 0.5/0.5 이다.
- [0050] 장쇄 폴리올 대 단쇄 폴리올의 비는 최종 적용의 요구에 따라, 특정 특성이 최적화되도록 최적화될 수 있다. 예를 들어, 장쇄 폴리올의 농도가 감소함에 따라, 결합제의 색상 강도는 감소한다 (좀더 흰색). 그러나, 장쇄 폴리올 농도를 낮추면 결합제 조성물로 형성된 제품의 인장 강도가 또한 감소될 수 있다. 따라서, 다양한 특성들 사이의 균형이 본 명세서에 개시된 비 내에서 예상외로 발생하였다.
- [0051] 임의로, 수성 결합제 조성물은 경화 촉진제로도 알려진 에스테르화 촉매를 포함할 수 있다. 촉매는 무기 염, 루이스 산 (즉, 알루미늄 클로라이드 또는 보론 트리플루오라이드), 브린스테드 산 (즉, 황산, p-톨루엔설폰산 및 붕산) 유기금속 착물 (즉, 리튬 카르복실레이트, 소듐 카르복실레이트) 및/또는 루이스 염기 (즉, 폴리에틸렌아민, 디에틸아민 또는 트리에틸아민) 을 포함할 수도 있다. 부가적으로, 촉매는 인-함유 유기산의 알칼리 금속 염; 특히, 인산, 하이포인산 또는 폴리인산의 알칼리 금속 염을 포함할 수도 있다. 이러한 인 촉매의 예는 제한 없이, 소듐 하이포포스파이트, 소듐 포스페이트, 포타슘 포스페이트, 디소듐 피로포스페이트, 테트라소듐 피로포스페이트, 소듐 트리폴리포스페이트, 소듐 헥사메타포스페이트, 포타슘 포스페이트, 포타슘 트리폴리포스페이트, 소듐 트리메타포스페이트, 소듐 테트라메타포스페이트 및 이들의 혼합물을 포함한다. 또한, 촉매 또는 경화 촉진제는 플루오로보레이트 화합물, 예컨대 플루오로붕산, 소듐 테트라플루오로보레이트, 포타슘 테트라플루오로보레이트, 칼슘 테트라플루오로보레이트, 마그네슘 테트라플루오로보레이트, 아연 테트라플루오로보레이트, 암모늄 테트라플루오로보레이트 및 이들의 혼합물일 수도 있다. 또한, 촉매는 인 및 플루오로보레이트 화합물의 혼합물일 수도 있다. 기타 소듐 염, 예컨대 소듐 셀레이트, 소듐 니트레이트, 소듐 카보네이트가 또한 또는 대안적으로 촉매로서 사용될 수 있다.
- [0052] 촉매는 수성 결합제 조성물에, 결합제 조성물 중의 총 고체의 0 중량% 내지 10 중량% 의 양, 제한 없이, 1 중량% 내지 5 중량%, 또는 2 중량% 내지 4.5 중량%, 또는 2.8 중량% 내지 4.0 중량%, 또는 3.0 중량% 내지 3.8 중량% 의 양으로 존재할 수도 있다.
- [0053] 선택적으로, 수성 결합제 조성물은 적어도 하나의 커플링제를 함유할 수도 있다. 적어도 하나의 예시적인 구현예에서, 커플링제는 실란 커플링제이다. 커플링제(들)는 결합제 조성물에, 결합제 조성물 중의 총 고체의 0.01 중량% 내지 5 중량%, 0.01 중량% 내지 2.5 중량%, 0.05 중량% 내지 1.5 중량%, 또는 0.1 중량% 내지 1.0 중량% 의 양으로 존재할 수도 있다.
- [0054] 결합제 조성물에 사용될 수 있는 실란 커플링제의 비-제한적인 예는 작용기 알킬, 아릴, 아미노, 에폭시, 비닐,

메타크릴옥시, 우레이도, 이소시아네이트 및 메르캡토를 특징으로 할 수도 있다. 예시적인 구현예에서, 실란 커플링제(들)은 아민(1 차, 2 차, 3 차 및 4 차), 아미노, 이미노, 아미도, 이미도, 우레이도, 또는 이소시아네이트와 같은 하나 이상의 작용기를 갖는 하나 이상의 질소 원자를 함유하는 실란을 포함한다. 적합한 실란 커플링제의 구체적인, 비-제한적 예는 제한 없이, 아미노실란 (예컨대, 트리에톡시아미노프로필실란; 3-아미노프로필-트리에톡시실란 및 3-아미노프로필-트리히드록시실란), 에폭시 트리알콕시실란 (예컨대, 3-글리시독시프로필트리메톡시실란 및 3-글리시독시프로필트리에톡시실란), 메타크릴 트리알콕시실란 (예컨대, 3-메타크릴 옥시프로필트리메톡시실란 및 3-메타크릴옥시프로필트리에톡시실란), 탄화수소 트리알콕시실란, 아미노 트리히드록시실란, 에폭시 트리히드록시실란, 메타크릴 트리히드록시 실란 및/또는 탄화수소 트리히드록시실란을 포함한다. 하나 이상의 예시적인 구현예에서, 실란은 아미노실란, 예컨대 γ-아미노프로필트리에톡시실란이다.

[0055] 선택적으로, 수성 결합제 조성물은 가공 보조제를 포함할 수도 있다. 가공 보조제는 가공 보조제가 섬유 형성 및 배향의 프로세스를 용이하게 하도록 기능하는 한, 특별히 제한되지 않는다. 가공 보조제는 결합제 적용 분포 균일성을 개선하고, 결합제 점도를 감소시키고, 성형 후 램프 높이를 증가시키고, 수직 중량 분포 균일성을 개선하고/하거나 성형 및 오븐 경화 프로세스에서 결합제 탈수를 가속화하기 위해 사용될 수 있다. 가공 보조제는 결합제 조성물에, 결합제 조성물 중의 총 고체 함량을 기준으로 0 중량% 내지 10 중량%, 0.1 중량% 내지 5.0 중량%, 또는 0.3 중량% 내지 2.0 중량%, 또는 0.5 중량% 내지 1.0 중량%의 양으로 존재할 수도 있다. 일부 예시적인 구현예에서, 수성 결합제 조성물에는 임의의 가공 보조제가 실질적으로 또는 완전히 없다.

[0056] 가공 보조제의 예는 소포제, 예컨대 미네랄, 파라핀 또는 식물성 오일의 에멀전 및/또는 분산액; 폴리디메틸실록산 (PDMS) 유체의 분산액, 및 폴리디메틸실록산 또는 다른 물질로 소수성화된 실리카를 포함한다. 추가의 가공 보조제는 에틸렌비스-스테아라미드 (EBS) 또는 소수성화된 실리카와 같은 아미드 왁스로 만들어진 입자를 포함할 수 있다. 결합제 조성물에 사용될 수 있는 추가 가공 보조제는 계면활성제이다. 결합제 원자화, 습윤 및 계면 접촉을 돕기 위해 하나 이상의 계면활성제가 결합제 조성물에 포함될 수 있다.

[0057] 계면활성제는 특별히 제한되지 않으며, 계면활성제, 예컨대 제한 없이, 이온성 계면활성제 (예컨대, 설페이트, 설포네이트, 포스페이트 및 카르복실레이트); 설페이트 (예컨대, 알킬 설페이트, 암모늄 라우릴 설페이트, 소듐 라우릴 설페이트 (SDS), 알킬 에테르 설페이트, 소듐 라우레스 설페이트 및 소듐 미레스 설페이트); 양쪽성 계면활성제 (예컨대, 알킬베타인, 예컨대 라우릴-베타인); 설포네이트 (예컨대, 디옥틸 소듐 설포석시네이트, 퍼플루오로옥탄설포네이트, 퍼플루오로부탄설포네이트 및 알킬 벤젠 설포네이트); 포스페이트 (예컨대, 알킬 아릴 에테르 포스페이트 및 알킬 에테르 포스페이트); 카르복실레이트 (예컨대, 알킬 카르복실레이트, 지방산 염 (비누), 소듐 스테아레이트, 소듐 라우로일 사르코시네이트, 카르복실레이트 플루오로계면활성제, 퍼플루오로나노에이트 및 퍼플루오로옥타노에이트); 양이온성 (예컨대, 알킬아민 염, 예컨대 라우릴아민 아세테이트); pH 의존성 계면활성제 (1 차, 2 차 또는 3 차 아민); 영구적으로 하전된 4 차 암모늄 양이온 (예컨대, 알킬트리메틸암모늄 염, 세틸 트리메틸암모늄 브로마이드, 세틸 트리메틸암모늄 클로라이드, 세틸피리디늄 클로라이드 및 벤젠 토늄 클로라이드); 및 쓰비터성 계면활성제, 4 차 암모늄 염 (예컨대, 라우릴 트리메틸 암모늄 클로라이드 및 알킬 벤질 디메틸암모늄 클로라이드), 및 폴리옥시에틸렌알킬아민을 포함한다.

[0058] 결합제 조성물과 함께 사용될 수 있는 적합한 비이온성 계면활성제에는 폴리에테르 (예컨대, 에틸렌 옥시드 및 프로필렌 옥시드 축합물, 이는 직쇄 및 분지쇄 알킬 및 알카릴 폴리에틸렌 글리콜 및 폴리프로필렌 글리콜 에테르 및 티오에테르를 포함함); 7 내지 18 개의 탄소 원자를 함유하는 알킬기를 갖고 4 내지 240 개의 에틸렌옥시 단위를 갖는 알킬페녹시폴리(에틸렌옥시)에탄올 (예컨대, 헵틸페녹시폴리(에틸렌옥시)에탄올 및 노닐페녹시폴리(에틸렌옥시)에탄올); 소르비탄, 소르비드, 만니탄 및 만니드를 포함하는 헥시톨의 폴리옥시알킬렌 유도체; 부분 장쇄 지방산 에스테르 (예컨대, 소르비탄 모노라우레이트, 소르비탄 모노팔미테이트, 소르비탄 모노스테아레이트, 소르비탄 트리스테아레이트, 소르비탄 모노올레에이트 및 소르비탄 트리오레에이트의 폴리옥시알킬렌 유도체); 에틸렌 옥시드와 소수성 염기의 축합물, 염기는 프로필렌 옥시드를 프로필렌 글리콜과 축합하여 형성됨; 황 함유 축합물 (예컨대, 에틸렌 옥시드를 고급 알킬 머캡탄, 예컨대 노닐, 도데실 또는 테트라데실 머캡탄과, 또는 알킬기가 6 내지 15 개의 탄소 원자를 함유하는 알킬티오페놀과 축합하여 제조된 축합물); 장쇄 카르복실산 (예컨대, 라우르산, 미리스산, 팔미트산 및 올레산, 예컨대 툴유 지방산)의 에틸렌 옥시드 유도체; 장쇄 알코올 (예컨대, 옥틸, 데실, 라우릴 또는 세틸 알코올)의 에틸렌 옥시드 유도체; 및 에틸렌 옥시드/프로필렌 옥시드 공중합체가 포함된다.

[0059] 적어도 하나의 예시적인 구현예에서, 계면활성제는 Dynol 607 (이것은 2,5,8,11-테트라메틸-6-도데신-5,8-디올임), SURFONYL® 420, SURFONYL® 440, 및 SURFONYL® 465 (이들은 에톡시화 2,4,7,9-테트라메틸-5-데신-4,7-디올 계면활성제임 (Evonik Corporation (Allentown, Pa.)에서 시판됨)), Stanfax (소듐 라우릴

설페이트), Surfynol 465 (에톡시화 2,4,7,9-테트라메틸 5 대신-4,7-디올), Triton™ GR-PG70 (1,4-비스(2-에틸헥실) 소듐 설포석시네이트) 및 Triton™ CF-10 (폴리(옥시-1,2-에탄디일), 알파-(페닐메틸)-오메가-(1,1,3,3-테트라메틸부틸)페녹시) 중 하나 이상을 포함한다.

[0060] 계면활성제는 결합제 조성물에, 결합제 조성물 중의 총 고체 함량을 기준으로 0 중량% 내지 10 중량%, 0.1 중량% 내지 5.0 중량%, 또는 0.3 중량% 내지 2.0 중량%, 또는 0.5 중량% 내지 1.0 중량%의 양으로 존재할 수도 있다.

[0061] 결합제 조성물은 또한 pH를 원하는 수준으로 조정하기에 충분한 양으로 pH 조정제로서 유기 및/또는 무기 산 및 염기를 포함할 수 있다. 의도된 적용에 따라, 결합제 조성물의 성분의 상용성을 용이하게 하거나, 다양한 유형의 섬유와 기능하도록 pH를 조정할 수 있다. 일부 예시적인 구현예에서, pH 조절제는 결합제 조성물의 pH를 산성 pH로 조절하는데 이용된다. 적합한 산성 pH 조절제의 예는 무기산, 예컨대 제한 없이 황산, 인산 및 붕산 및 또한 유기산, 예컨대 p-톨루엔설폰산, 모노- 또는 폴리카르복실산, 예컨대 제한 없이, 시트르산, 아세트산 및 이들의 무수물, 아디프산, 옥살산 및 이들의 상응하는 염을 포함한다. 또한, 무기 염은 산 전구체일 수 있다. 산은 pH를 조정하고, 일부 경우에 상기 논의된 바와 같이 가교제로서 작용한다. 다른 예시적인 구현예에서, 결합제 조성물의 pH를 증가시키기 위해 유기 및/또는 무기 염기가 포함될 수 있다. 일부 예시적인 구현예에서, 염기는 휘발성 또는 비-휘발성 염기일 수 있다. 예시적인 휘발성 염기는 예를 들어 암모니아 및 알킬-치환 아민, 예컨대 메틸 아민, 에틸 아민 또는 1-아미노프로판, 디메틸 아민 및 에틸 메틸 아민을 포함한다. 예시적인 비-휘발성 염기는 예를 들어 소듐 히드록시드, 포타슘 히드록시드, 소듐 카보네이트 및 t-부틸암모늄 히드록시드를 포함한다.

[0062] 결합제 조성물의 pH는 산성 조건 하에서 경화되며 2.0 내지 3.0의 자연 pH를 갖는다. 이 pH에서, 결합제 조성물은 경화시 주황색-적색을 가질 수 있고, 이 색상은 결합제 농도 및 경화 온도로 인해 외관이 변한다. 장쇄 폴리올 (예, 폴리비닐 알코올)은 그의 분해 온도 이상의 온도에서 물의 빠른 사슬-스트리핑 제거를 겪고, 이는 색상이 황색에서 주황색으로, 암갈색으로, 흑색으로 변하게 한다. 이 반응은 산-촉매화되며, 이는 대부분의 카르복실산 및 폴리비닐 알코올-함유 결합제가 황색-주황색을 갖도록 한다.

[0063] 이러한 색상 및 다양한 외관은 일부 적용, 특히 노출된 보드를 포함하는 적용에 바람직하지 않을 수 있다. 그러나, 예상치 못하게 0.25 내지 2.0 pH 단위와 같이 pH를 약간 증가시키면 색상이 상당히 밝아지고 변색 또는 대리석 외관을 감소시키는 것이 발견되었다. 특히, pH를 0.5 내지 1.5 pH 단위, 또는 1.0 내지 1.5 pH 단위만큼 증가시킴으로써 색상 외관을 주황색-적색에서 회백색으로 변화시킬 수 있다.

[0064] 도 1에 도시된 바와 같이, 결합제 조성물의 pH가 증가함에 따라, 경화된 결합제 조성물의 색상은 pH 2.7에서 진한 주황색으로부터 pH 4.03에서 본질적으로 백색으로 극적으로 밝아진다. pH가 3.5에 가까워짐에 따라 상당한 색상 변화가 발생하기 시작했다.

[0065] 도 2는 전통적인 탄수화물계 결합제 조성물에 비해, pH가 증가함에 따라 경화된 폴리(아크릴산/소르비톨/폴리비닐 알코올 ("PAA/S/PVOH")) 결합제 조성물에서 보여지는 색상 변화를 추가로 예시한다.

[0066] 도 2에서, 색상 영향은 $L^*a^*b^*$ 좌표를 사용하여 측정되었으며, 이는 두 가지 색상이 동시에 적색과 녹색이거나 동시에 황색과 청색이 될 수 없다는 색상-대립 이론에 따라 모델링된 시험이다. 도 2는 b^* 값 (HunterLab MiniScan EZ 기기로 측정됨)을 예시하며, 이것은 황색/청색 좌표이다 (양수이면 황색, 음수이면 청색). 이 눈금에서 숫자가 낮을수록 황변이 줄어들음을 나타낸다. 도 2에 도시된 바와 같이, b^* 색상 값은 약 2.8 부근의 pH에서의 25 초과로부터 4.1 내지 4.3의 pH 범위에서 4 내지 7로 급격히 감소한다. 이러한 b^* 색상 값의 감소는 경화된 결합제의 임의의 황색이 라인이 0에 접근함에 따라 훨씬 더 밝고 흰색에 더 가깝다는 것을 나타낸다. 다양한 예시적인 구현예에서, 결합제 조성물은 $L^*a^*b^*$ 좌표를 사용하여, 45 미만, 예컨대 40 미만, 35 미만, 30 미만, 25 미만, 20 미만, 15 미만, 10 미만 및 5 미만의 b^* 색상 값을 달성한다.

[0067] 이 pH 조정은 pH를 원하는 수준으로 조정하기에 충분한 양으로 유기 및/또는 무기 염기를 포함함으로써 달성될 수 있다. 일부 예시적인 구현예에서, 염기는 비-휘발성 염기이다. 예시적인 유기 및/또는 무기 염기는 소듐 히드록시드, 암모늄 히드록시드 및 디에틸아민 및 임의의 종류의 1차, 2차 또는 3차 아민 (알칸올 아민 포함)을 포함한다. 대안적으로 또는 부가적으로, pH 조정은 7 내지 8의 pH를 가질 수도 있는 알칼리성 재생수 (reclaim water) 또는 "세척"수를 혼입함으로써 달성될 수 있다.

[0068] 따라서, 본 출원의 다양한 양상은 결합제 pH를 제어함으로써 경화된 결합제 조성물의 색상을 제어하는 방법에 관한 것이다. 놀랍게도, 이러한 pH 증가는 제품 성능에 거의 또는 전혀 영향을 미치지 않는다. 다른 폴

리카르복실산 및/또는 탄수화물계 결합제 조성물은 pH 1.0 내지 1.5 pH 단위의 증가가 성능의 저하 및 바람직하지 않은 색상의 증가를 초래한다는 점에서 반대 효과를 나타내기 때문에, 이러한 효과는 예상치 못한 것이다.

[0069] 하기 표 1 은 pH 증가에 대한 수준을 다양하게 하면서, 본 개시에 따른 결합제 조성물 (PAA/S/PVOH) 및 통상의 전분-하이브리드 결합제 조성물을 둘다 사용하여 제조된 저밀도 유리섬유 절연 보드에 대한 회복 데이터를 나타낸다. 각 제품의 두께를 측정하고, 1 주일 동안 압축한 다음 방출하였다. 이는 건조 (실온 및 50% 상대 습도) 및 고온/습윤 (90 F 및 90% 상대 습도) 조건 모두에서 수행하였다. 이어서, 두께 회복을 측정하고 하기 표 1 에 나타내었다. 세척수 (WW) 또는 "재생수"의 첨가로 인해 pH 가 증가함에 따라, PAA/S/PVOH 결합제 조성물로 형성된 보드는 종래의 전분-하이브리드 결합제 조성물을 사용하여 형성된 보드보다 더 높은 두께 회복을 나타냈다.

표 1

[0070]

	복원 데이터			
	PAA/S/PVOH		전분-하이브리드 결합제	
	건조	고온/습윤	건조	고온/습윤
결합제; pH +0.0	96%	93%	95%	90%
결합제+WW; pH +0.5	96%	94%	100%	89%
결합제+WW; pH +1.0	92%	91%	96%	82%
결합제+WW; pH +1.5	93%	91%	93%	75%

[0071] 미경화된 상태에서, 결합제 조성물의 pH 는 2 내지 5 사이의 범위일 수도 있고, 모든 양들 및 그 사이의 범위들을 포함한다. 일부 예시적인 구현예에서, 미경화된 상태에서 결합제 조성물의 pH 는 2.2-4.0, 2.5-3.8 및 2.6-3.5 이다. 경화 후, 결합제 조성물의 pH 는 적어도 6.0, 6.5 내지 8.5, 또는 6.8 내지 7.2 의 수준으로 상승할 수도 있다.

[0072] 선택적으로, 결합제는 먼지 억제제를 함유하여 절연 물질의 후속 제작 및 설치에 악영향을 미칠 수 있는 무기 및/또는 유기 입자의 존재를 감소 또는 제거할 수 있다. 먼지 억제제는 임의의 통상적인 미네랄 오일, 미네랄 오일 에멀전, 천연 또는 합성 오일, 바이오계 오일 또는 윤활제, 예컨대 제한 없이, 실리콘 및 실리콘 에멀전, 폴리에틸렌 글리콜 및 오븐 내부의 오일 증발을 최소화하기 위해 인화점이 높은 임의의 석유 또는 비-석유 오일일 수 있다.

[0073] 일부 예시적인 구현예에서, 수성 결합제 조성물은 10 중량% 이하, 8 중량% 이하, 또는 6 중량% 이하의 먼지 억제제를 포함한다. 다양한 예시적인 구현예에서, 수성 결합제 조성물은 0 중량% 내지 10 중량%, 1.0 중량% 내지 7.0 중량%, 또는 1.5 중량% 내지 6.5 중량% 또는 2.0 중량% 내지 6.0 중량%, 또는 2.5 중량% 내지 5.8 중량% 의 분진 억제제를 포함한다.

[0074] 결합제는 강화 섬유에 적용하기 위해 활성 고체를 용해시키거나 분산시키기 위해 물을 추가로 포함한다. 물은 강화 섬유에의 적용에 적합한 점도로 수성 결합제 조성물을 희석시키고 섬유에 원하는 고체 함량을 달성하기에 충분한 양으로 첨가될 수 있다. 본 결합제 조성물은 전통적인 페놀-우레아 포름알데히드 또는 탄수화물계 결합제 조성물보다 더 낮은 고체 함량을 함유할 수 있는 것으로 밝혀졌다. 특히, 결합제 조성물은 3 중량% 내지 35 중량% 의 결합제 고체, 제한 없이 10 중량% 내지 30 중량%, 12 중량% 내지 20 중량%, 및 15 중량% 내지 19 중량% 의 결합제 고체를 포함할 수 있다. 이 수준의 고체는 본 결합제 조성물이 전통적인 결합제 조성물보다 많은 물을 포함할 수 있음을 나타낸다. 그러나, 결합제 조성물의 높은 경화 속도로 인해, 결합제는 높은 램프 수분 수준 (3% -30%) 으로 가공될 수 있고, 결합제 조성물은 전통적인 결합제 조성물보다 수분 제거가 덜 필요하다. 제품 상의 결합제 함량은 점화 손실 (loss on ignition; LOI) 로서 측정될 수도 있다. 특정 구현예에서, 절연 제품을 형성하는 유리 섬유 상의 LOI 는 0.5% 내지 50%, 제한 없이 1% 내지 25%, 5% 내지 19%, 및 4.5% 내지 6.0 % 이다. 일부 예시적인 구현예에서, 결합제 조성물은 더 낮은 LOI 를 가지면서 전통적인 페놀, 전분 계, 또는 전분-하이브리드 결합제 조성물보다 유사한 또는 더 높은 성능을 달성 가능하다.

[0075] 일부 예시적인 구현예에서, 수성 결합제 조성물은 또한 하나 이상의 첨가제, 예컨대 커플링제, 증량제, 가교 밀도 증강제, 탈취제, 산화방지제, 먼지 억제제, 살생물제, 내습제, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 임의로, 결합제는 제한 없이, 염료, 안료, 추가 충전제, 착색제, UV 안정화제, 열 안정화제, 소포제, 유화제, 보

존제 (예, 소듐 벤조에이트), 부식 억제제 및 이들의 혼합물을 포함할 수 있다. 프로세스 및 제품 성능의 개선을 위해 다른 첨가제가 결합제 조성물에 첨가될 수도 있다. 이러한 첨가제는 윤활제, 습윤제, 대전방지제 및/또는 발수제를 포함한다. 첨가제는 결합제 조성물에, 결합제 조성물의 총 고체 함량을 기준으로 미량 (예컨대, 결합제 조성물의 0.1 중량% 미만) 내지 10 중량% 이하까지 존재할 수도 있다.

[0076] 일부 예시적인 구현예에서, 수성 결합제 조성물에는 단량체성 카르복실산 성분이 실질적으로 없다. 예시적인 단량체성 폴리카르복실산 성분은 아코니트산, 아디프산, 아젤라산, 부탄 테트라 카르복실산 이수화물, 부탄 트리카르복실산, 클로렌드산 무수물, 시트라콘산, 시트르산, 디시클로펜타디엔-말레산 부가물, 디에틸렌트리아민 펜트아세트산 펜타소듐 염, 디펜텐 및 말레산 무수물의 부가물, 엔도메틸렌헥사클로로프탈산 무수물, 에틸렌디아민 테트라아세트산 (EDTA), 완전 말레이트화 로진, 말레이트화 톨유 지방산, 푸마르산, 글루타르산, 이소프탈산, 이타콘산, 말레이트화 로진-알코올에 이어서 카르복실산으로의 포타슘 퍼옥시드로의 산화 불포화, 말산, 말레산 무수물, 메사콘산, 옥살산, 프탈산 무수물, 폴리락트산, 세바스산, 숙신산, 타르타르산, 테레프탈산, 테트라브로모프탈산 무수물, 테트라클로로프탈산 무수물, 테트라히드로프탈산 무수물, 트리멜리트산 무수물 및 트리메스산을 포함한다.

[0077] 다양한 예시적인 구현예에서, 수성 결합제 조성물은 장쇄 폴리올 (예컨대, 완전 또는 부분 가수분해된 폴리비닐 알코올), 1 차 가교제 (예컨대, 중합체성 폴리카르복실산), 및 2 차 가교제 (예컨대, 당 알코올) 를 포함한다. 특정한 예시적인 구현예에 따른 본 발명의 결합제 조성물에 사용되는 성분의 범위는 표 2 에 언급된다.

표 2

표 2

[0078]

성분	예시적 범위 1 (총 고체의 중량 %)	예시적 범위 2 (총 고체의 중량 %)
장쇄 폴리올	5 - 30	10 - 20
가교제	50 - 85	65 - 80
단쇄 폴리올	3 - 30	5 - 25
COOH/OH의 비율	1/0.05 - 1/5	1/0.3 - 1/2
장쇄 폴리올/단쇄 폴리올 비율	0.1/0.9 - 0.9/0.1	0.4/0.6 - 0.6/0.4

[0079] 본 발명의 다양한 예시적인 구현예에 따른 수성 결합제 조성물은 표 3 에 제시되어 있는 촉매/촉진제 (예컨대, 소듐 하이포포스파이트), 계면활성제 및/또는 커플링제 (예컨대, 실란) 를 추가로 포함할 수도 있다.

표 3

표 3

[0080]

성분	예시적 범위 1 (총 고체의 중량 %)	예시적 범위 2 (총 고체의 중량 %)
장쇄 폴리올	5 - 30	10 - 20
가교제	50 - 85	65 - 80
단쇄 폴리올	3 - 30	5 - 25
촉매	1.0 - 5.0	2.0 - 4.0
커플링제	0.1 - 2.0	0.15 - 0.8
계면활성제	0.01 - 5.0	0.1 - 1.0

[0081] 일부 예시적인 구현예에서, 결합제 조성물은 결합제 1 g 당 1000 g 의 탈이온수를 사용하여 실온에서 2 시간 동안 탈이온수로 수용성 물질을 추출함으로써 결정된 바와 같이 감소된 수준의 경화-후 수용성 물질을 갖도록 제형화된다. 경화 후 수용성 물질의 수준이 높을수록 물 및/또는 고온/습윤 환경에 노출될 때/된 경우 경화된 물질이 침출될 가능성이 더 높다. 일부 예시적인 구현예에서, 결합제 조성물은 6 중량% 이하의 경화 후 수용성 물질을 갖는다. 일부 예시적인 구현예에서, 결합제 조성물은 5.0 중량% 미만, 4.0 중량% 미만, 3.0 중량% 미만, 2.5 중량% 미만, 2.0 중량% 미만, 1.5 중량% 미만, 또는 1.0 중량% 미만을 포함하여 5.0 중량% 미만의 경화 후 수용성 물질을 갖는다. 경화 후 수용성 물질의 수준을 6.0 중량% 이하로 감소시키는 것은 6.0 중량% 초과인 경화 후 수용성 물질을 갖는 다른 유사한 결합제 조성물과 비교하여, 결합제 조성물의 인장 강도

를 개선시킬 것이라는 것이 발견되었다.

[0082] 경화 후 결합제 조성물에 남아 있는 수용성 물질의 양은 결합제 중의 카르복실산 기의 양에 의해 적어도 부분적으로 결정될 수 있다. 특히, 과량의 산 기는 수용성 함량을 증가시켜 경화 후 수용성 물질을 증가시킨다. 표 4 에 나타낸 바와 같이, 하기, 비교예 1 및 2 는 고도로 산성인 COOH/OH 비를 가지므로, 허용할 수 없게 높은 백분율의 경화 후 수용성 물질을 초래한다. 대조적으로, 경화 후 남아있는 수용성 물질의 백분율은 1/0.1 이하의 COOH/OH 비에서 실질적으로 감소한다.

표 4

[0083] **표 4**

#	PAA	소르비톨	PVOH	주위 인장/ LOI	고온/습윤 인장/ LOI	수용성 %	설정 포인트 비율
조성물 예 도 1	52.17%	0	47.83%	37.9	38.3	4.90%	COOH/OH=1/1.5 (P/S= 1/0)
조성물 예 2	95.96%	0	4.04%	38.0	32.0	51.7%	COOH/OH=1/0.07(P/S= 1/0)
조성물 예 3	61.28%	38.72%	0	39.7	40.4	6.5%	COOH/OH=1/1.5(P/S= 0/1)
조성물 예 4	95.96%	4.04%	0	44.3	38.7	15.9%	COOH/OH=1/0.1(P/S= 0/1)
A	61.84%	27.51%	10.65%	39.1	37.4	1.5%	COOH/OH=1/1.34(P/S= 0.21/0.79)
B	61.84%	8.15%	30.01%	39.5	38.8	2.6%	COOH/OH=1/1.11 (P/S= 0.72/0.28)
C	66.39%	27.51%	6.10%	39.8	39.6	1.9%	COOH/OH=1/1.13(P/S= 0.13/0.87)
D	83.73%	10.17%	6.10%	40.8	33.5	3.4%	COOH/OH=1/0.41(P/S= 0.29/0.71)
E	71.51%	16.30%	12.20%	40.0	38.8	4.6%	COOH/OH=1/0.82(P/S= 0.34/0.66)
F	52.17%	38.72%	9.11%	41.2	39.4	8.1%	COOH/OH=1/2.05(P/S= 0.14/0.86)
G	83.73%	8.15%	8.12%	45.4	38.4	5.7%	COOH/OH=1/0.39(P/S= 0.41/0.59)
H	91.52%	0	0.84%	32.09	26.29	93.4%	COOH/OH= 1/0.02(P/S= 1/0)

[0084] 또한, 허용가능하게 낮은 수준 (예컨대, 6 중량% 이하) 의 경화 후 수용성 물질을 갖는 결합제 조성물을 생성하도록 총 폴리올 함량이 적어도 10 중량% 의 하나 이상의 단쇄 폴리올을 함유해야 한다는 것이 추가로 발견되었다. 이는 일반적으로 소르비톨과 같은 단쇄 폴리올이 높은 수용해도를 갖기 때문에 특히 놀랍다. 따라서, 소르비톨의 수준을 증가시키는 것은 결합제 조성물 중의 수용성 물질의 양을 증가시킬 것으로 예상된다.

[0085] 일부 예시적인 구현예에서, 결합제 조성물은 30% 고체 이하에서 400 cP 미만, 30% 고체 이하에서 300 cP 미만, 30% 고체 이하에서 200 cP 미만의 점도를 갖는다. 다양한 예시적인 구현예에서, 결합제 조성물의 점도는 30% 고형물 이하에서 175 cP 이하이다.

[0086] 상술한 바와 같이, 본원에 기술된 포름알데히드 없는 수성 결합제 조성물은, 전통적인 포름알데히드계 결합제 조성물로 제조된 제품과 비교하여, 필적만하거나 개선된 기계적 및 물리적 성능을 갖는 저밀도 및 중밀도 섬유 절연체 제품을 제조하기 위해 사용된다.

[0087] 일부 예시적인 구현예에서, 섬유유리 절연체 매트는 적색 리스트 (Red List) 로부터 자유로우며, 이는 매트가 <https://living-future.org/declare/declare-about/red-list/> 에서 정의된 적색 리스트에 포함된 화학물질이 없다는 것을 의미한다. 특히, 섬유유리 절연체 매트는 임의의 첨가된 포름알데히드가 없다.

[0088] 섬유 절연체 제품은 임의의 직경 사이즈 및 길이를 갖는 섬유를 포함할 수도 있다. 일부 예시적인 구현예에서, 섬유 절연체 제품은 5 HT 내지 80 HT 의 섬유 직경을 갖는 유리 섬유를 포함한다.

- [0089] 경화된 섬유 절연체 제품 상의 결합체 함량은 점화 손실 (loss on ignition; LOI) 로서 측정될 수도 있다. 특정 구현예에서, 섬유유리 절연체 제품 상의 결합체 조성물의 LOI 는 4% 내지 17%, 5% 내지 15%, 및 5.5 % 내지 14.5% 를 제한없이 포함하여, 2.5% 내지 20% 이다.
- [0090] 일부 예시적인 구현예에서, 섬유 절연체 제품은 천장 보드를 포함한다. 일부 예시적인 구현예에서, 천장 보드는 1 pcf 내지 12 pcf의 밀도를 가지며, 40 내지 46 HT를 포함하여 35 내지 50 HT 사이의 직경을 갖는 유리 섬유를 (수십만) 포함한다. 천장 보드는 15% 미만, 예컨대 13% 미만, 11% 미만 및 10.55% 미만의 LOI를 가질 수도 있다.
- [0091] 일부 예시적인 구현예에서, 제조된 천장 보드는 내화성 (ASTM E84), 냄새 방출 (ASTM C 1304- 냄새 등급 3.5 이하), 내진균성 (ASTM C 1338- 곰팡이 성장 없음), 및 내식성 (ASTM C 665- 평균 면으로부터의 것을 초과하는 무부식; 및 ASTM C 1617- 5 ppm 이하의 클로라이드 용액) 에 대한 ASTM 시험 중 하나 이상을 통과한다. 내화성과 관련하여, 제조된 천장 보드는 15 이하의 화염 확산에 대한 ASTM E84 보드 표면 연소 요건을 통과할 뿐만 아니라, 일부 예시적인 구현예에서, 천장 보드는 10 이하, 5 이하, 2 이하, 및 0 이하의 화염 확산을 나타냈다. 또한, 이 테스트 하에서 연기 발생은 없었다.
- [0092] 일부 예시적인 구현예에서, 제조된 천장 보드는 ASTM C 1104 에 따라 최대 5 중량% 이하, 최대 4 중량% 이하, 최대 3 중량% 이하, 및 최대 2 중량% 이하의 수증기 수축을 갖는다.
- [0093] 일부 예시적인 구현예에서, 제조된 천장 보드는 주위 또는 고온/습윤 조건 (4x4) 하에서 0.3" 미만 및 보드의 50% 미만의 박리의 최종 천장 타일 처짐 및 박리를 갖는다. 일부 구현예에서, 천장 보드는, AWI 처짐 시험에 따라, 0.2" 미만의 주위 또는 고온/습한 조건 하에서 최종 천장 타일 처짐 및 박리를 가지며, 보드의 박리는 본질적으로 없다.
- [0094] 제조된 천장 보드는 추가로, 젖을 때 침출을 나타내지 않으며, 이는 보드가 그것이 적용되는 제품에 얼룩을 생성하지 않음을 의미한다. 젖은 천장 보드의 물 추출물은 본질적으로 투명하거나 무색이다.
- [0095] 제조된 천장 보드는 포름알데히드 또는 진분계 결합체 조성물로 제조된 다른 유사한 보드와 비교하여, 제조 동안 장비에 더 적은 먼지를 나타낸다. 분진의 생성은 판계를 진공시키고 진공 필터에 수집된 분진을 칭량함으로써 측정될 수 있다.
- [0096] 일부 예시적인 구현예에서, 섬유 절연체 제품은 덕트 보드와 같은 덕트 제품을 포함한다. 일부 예시적인 구현예에서, 섬유 절연체 제품은 강성 수지 접합 섬유유리 절연체 매트를 포함하는 덕트 보드이다. 일부 예시적인 구현예에서, 덕트 보드 섬유유리 절연체 매트는 25 내지 78 HT 를 포함하여, 20 내지 80 HT 의 직경을 갖는 유리 섬유를 포함한다.
- [0097] 일부 예시적인 구현예에서, 섬유유리 절연체 매트는 3.2 내지 5.3 lbs/ft³, 3.9 내지 4.45 lbs/ft³ 를 포함하여, 2.0 내지 6.0 lbs/ft³ 의 밀도 및 그 사이의 밀도 범위들의 모든 조합들을 갖는다.
- [0098] 일부 예시적인 구현예에서, 덕트 보드 섬유유리 절연체 매트는 1.0 내지 3.0 인치를 포함하는 0.5 내지 5 인치의 두께, 및 이들 사이의 두께 범위들의 모든 조합을 갖는다.
- [0099] 일부 예시적인 구현예에서, 덕트 보드 섬유유리 절연체 매트는 최대 19%, 및 최대 18% 를 포함하여 최대 20% 의 점화 손실 (LOI) 을 갖는다.
- [0100] 일부 예시적인 구현예에서, 덕트 보드 섬유유리 절연체 매트의 제 1 주 표면은 그 위에 부착되는 페이서를 갖는다. 페이서는 코팅된 섬유 매트 페이서, 포일-스크립-크라프트 (FSK) 페이서 등과 같은 임의의 유형의 페이서일 수도 있다. FSK 페이서는 알루미늄 포일/섬유유리 스크립/크라프트 적층 구성을 포함하는 층상 페이서이다. 페이서는 덕트 보드의 외향 노출면 상에 부착될 수도 있다. 몇몇 예시적인 구현예에서, 페이서는 접착제에 의해 섬유유리 절연체 매트의 하부 표면에 접착된다. 접착제는 미리 도포된 폴리머 필름 또는 아스팔트 접착제일 수도 있다.
- [0101] 일부 예시적인 구현예에서, 섬유유리 절연체 매트의 제 2 주 표면은 섬유유리 베일과 같은, 그 위에 접착된 베일을 갖는다. 베일은 상면 또는 하면 또는 섬유유리 절연체 매트에 부착될 수도 있다. 일부 예시적인 구현예에서, 베일은 10 내지 15 마이크론의 직경을 갖는 유리 섬유로 형성된 섬유유리 매트를 포함하는 흑색 베일을 포함한다. 그 후, 이들 섬유는 아크릴을 포함하는 결합체 조성물로 코팅되어 섬유유리 매트를 형성하고, 이는 그 다음에 함침 스테이션으로 전달되고, 일부 다른 첨가제에 추가하여 카본 블랙, 아크릴 결합체 및 난연

제를 포함하는 코팅 조성물로 함침될 수 있다. 그 베일은 덕트 보드를 건조 오븐을 통과시키기 전에 섬유유리 절연체 매트 상부 표면에 적용될 수 있다. 몇몇 예시적인 구현예에서, 베일은 접착제에 의해 섬유유리 절연체 매트의 하부 표면에 접착된다. 접착제는 미리 도포된 폴리머 필름 또는 아스팔트 접착제일 수도 있다.

[0102] 일부 예시적인 구현예에서, 본 발명에 따라 형성된 덕트 보드 제품은 종래의 전분계 또는 폐놀계 결합제 조성물을 사용하여 형성된 섬유유리 절연체 매트로부터 형성된 덕트 보드 제품과 동등하거나 더 양호한 특성을 나타낸다. 예를 들어, 본 발명에 따라 형성된 덕트 보드는 동등하거나 더 우수한 압축 강도, 굴곡 강성, 처짐 및 박리 저항성, 대면 접착, 및 공기 스트립 표면 접착을 나타낸다.

[0103] 일부 예시적인 구현예에서, 섬유 절연체 제품은 절연체 매트 및 블랭킷과 같은 저밀도 또는 "경" 밀도의 섬유 절연체 제품을 포함한다. 이러한 저밀도 절연체 제품은 전형적으로 0.1 평방 피트 중량 (square foot weight; SFW) 내지 0.56 평방 피트 중량 (SFW) (또는 0.1 파운드/입방 피트(pounds/cubic foot; "pcf") 내지 2.5 pcf) 의 밀도를 갖는다. 일부 예시적인 구현예에서, 저밀도 섬유 절연체 제품은 5 내지 25 HT 를 포함하여, 2 내지 30 HT 의 직경을 갖는 유리 섬유를 포함한다.

[0104] 일부 예시적인 구현예에서, 본 발명에 따라 형성된 저밀도 섬유 절연체 제품은, 더 낮은 결합제 LOI 를 사용하면서, 종래의 전분계 결합제 조성물을 사용하여 형성된 다른 비교할만한 섬유 절연체 제품과 비교하여 개선된 특성을 나타낸다. 따라서, 본 발명의 결합제 조성물로 형성된 절연체 제품은 제품 특성을 여전히 개선하면서 더 적은 결합제 조성물의 사용을 필요로 한다. 예를 들어, 5.5% LOI 에서 본 발명에 따라 형성된 저밀도 섬유 절연체 제품은 6.5% LOI 에서 종래의 전분계 결합제 조성물을 사용하여 형성된 다른 비교가능한 절연체 제품과 비교하여 더 양호한 아웃 오브 패키지 복원 (out of package recovery) 및 적층 후 복원 (post-laminated recovery) 을 나타낸다. (도 18 참조). 추가로, 5.5% LOI 및 5%-10% 제품 평방 피트 중량에서의 감소는 6.5% LOI 및 표준 평방 피트 중량에서 통상적인 전분계 결합제 조성물을 사용하여 형성된 다른 비교가능한 절연체 제품보다 아웃 오브 패키지 복원 및 적층 후 복원에 필적하거나 더 양호하다. 예를 들어, 5.5% LOI 및 0.304 의 SFW 에서 본원의 결합제 조성물로 형성된 섬유 절연체 제품은 6.5% LOI 및 0.320 SFW 에서 종래의 전분계 결합제 조성물을 사용하여 형성된 다른 유사한 절연체 제품보다 더 우수한 제품 특성에 필적한다. (도 19 및 도 20 참조). 추가로, 5.5% 내지 6.0% LOI 및 0.161 의 SFW 에서 본원의 결합제 조성물로 형성된 섬유 절연체 제품은 6.5% LOI 및 0.183 SFW 에서 종래의 전분계 결합제 조성물을 사용하여 형성된 다른 유사한 절연체 제품보다 더 양호한 제품 아웃 오브 패키지 복원에 필적한다. (도 20 참조).

[0105] 유사한 복원 성능 개선은 절연체 물을 고온-습윤 조건 (96° F 및 54% 상대 습도에서 4일) 에 적용할 때 볼 수 있다. (도 21 및 도 22 참조).

[0106] 또한, 본 발명에 따라 형성된 저밀도 섬유 절연체 제품은 종래의 전분계 결합제 조성물을 사용하여 형성된 다른 비교 가능한 절연체 제품보다 더 우수한 인장 강도, 복원 및 강성을 나타낸다.

[0107] 본 발명을 일반적으로 설명하였지만, 단지 예시의 목적으로 본원에 제공되며 달리 명시되지 않는 한 모두 배제되거나 제한적으로 의도되지 않는 특정한 특정 실시예를 참조하여 추가로 이해될 수 있다.

[0108] 실시예 1

[0109] 카르복실산/히드록실 비를 다양하게 하고 폴리비닐 알코올/소르비톨 비를 다양하게 한 결합제 제형을 사용하여 스트립으로 절단된 박판 보드 (425 ° F 경화 온도 및 0.125 인치 두께) 를 형성하였다. 이들 비는 표 5 에서 하기에 명시된다. 각 보드 스트립은 3 점 굽힘 시험을 거쳤으며, 여기서 각 스트립의 중간에 하중을 가하고 파단 전에 보드 스트립이 견딜 수 있는 하중의 양을 측정하였다. 결과가 도 3 에 나타나 있다.

표 5

[0110] **표 5**

샘플	COOH/OH 비	PVOH/소르비톨 비율
1a	1/0.1	0.1/0.9
1b	1/0.1	0.5/0.5
1c	1/0.1	0.9/0.1
2a	1/0.66	0.1/0.9
2b	1/0.66	0.5/0.5
2c	1/0.66	0.9/0.1

3a	1/1.5	0.1/0.9
3b	1/1.5	0.5/0.5
3c	1/1.5	0.9/0.1

[0111] 도 3 에 도시된 바와 같이, 각각의 카르복실산/히드록실 기 비 내에서, 굴곡 스트레스/중량/LOI 는 폴리비닐 알코올/소르비톨 비에 따라 증가 또는 감소하였다. 굴곡 스트레스는 1/8" 두께를 갖는 2" x 6" 보드를 사용하는 3 점 굽힘 시험 (즉, 파단될 때까지의 힘) 이다. 카르복실산/히드록실 기 비가 1/0.66 일 때 전체적으로 가장 높은 굴곡 스트레스/LOI 가 달성되었다. 또한, 이 비 내에서, 폴리비닐 알코올/소르비톨 비가 0.5/0.5 일 때 굴곡 스트레스/LOI 가 추가로 증가되었다. 실제로, 0.5/0.5 의 폴리비닐 알코올/소르비톨 비는 각 세트의 카르복실산/히드록실 기 비 내에서 가장 높은 굴곡 스트레스를 나타냈다.

[0112] L*a*b* 좌표를 사용하는 색상 영향에 대해 샘플이 추가로 시험되었으며, 이는 두 가지 색상이 동시에 적색과 녹색이거나 동시에 황색과 청색이 될 수 없다는 색상-대립 이론에 따라 모델링된 시험이다. 도 4 는 b* 값을 예시하며, 이것은 황색/청색 좌표이다 (양수이면 황색, 음수이면 청색). 이 눈금에서 숫자가 낮을수록 황변이 줄어들음을 나타낸다. 도 4 에 도시된 바와 같이, 장쇄 폴리올 (이 경우 PVOH) 을 덜 포함하는 조성물은 황변이 적고 색상이 전반적으로 개선되었다.

[0113] 실시예 2

[0114] 다양한 COOH/OH 및 장쇄 폴리올/단쇄 폴리올 비를 갖는 결합제 조성물을 사용하여 9.5 mm의 폭, 0.5 mm의 두께, 및 97 mm의 길이를 갖는 부직포 섬유유리 결합제 함침 필터 (BIF) 시트를 형성하였다. 부직포 섬유유리 BIF 시트를 425° F에서 3분 30초 동안 경화시켰다. 주위 조건 및 증기 ("고온/습윤") 조건 하에서, 각 샘플에 대해 인장 강도, 점화손실 (LOI), LOI로 나눈 인장 강도 (인장 강도/LOI), 및 b* 컬러 값을 결정하였다. 인장 강도는 Instron (2 인치/분의 인장 속도) 을 사용하여 측정되었다. 강화 섬유의 LOI 는 섬유로부터 결합제 조성물을 연소시키거나 열분해하기에 충분한 온도로 섬유를 가열한 후 섬유가 경험하는 중량의 감소이다. LOI 는 TAPPI T-1013 OM06, Loss on Ignition of Fiberglass Mats (2006) 에 기술된 절차에 따라 측정되었다. 고온/습윤 환경을 조성하기 위해, 필터 시트를 60 분 동안 400 내지 500 psi 의 압력에서 240 °F 의 오토클레이브에 넣었다.

[0115] 도 5 에 도시된 바와 같이, 인장/LOI 는 일반적으로 조성물 중 단쇄 폴리올의 비가 증가할 때 (COOH/OH 비가 1/0.1 이내) 주위 및 고온/습윤 조건 모두에서 증가하는 것으로 나타났다. 이 관계는 경화 후 조성물에 남아 있는 수용성 수준과 일치하는 것으로 보인다. (도 6). 도 6 은 단쇄 폴리올의 비가 증가함에 따라, 경화 후 조성물 중의 수용성 물질의 백분율이 감소한다는 것을 나타낸다. 특히, 단쇄 폴리올 비가 증가함에 따라 b* 색상 값도 감소한다.

[0116] COOH/OH 비가 도 7 및 8 에 표시된 대로 1/1.5 로 조정되면 이러한 관계가 계속된다. 그러나, 특히, 경화 후 조성물에 남아 있는 수용성 물질의 백분율은 이 COOH/OH 범위에서 실질적으로 더 낮다. 예를 들어, 임의의 단쇄 폴리올이 결합된 조성물에서도, 수용성 물질의 백분율은 8.0% 미만이고 일부 단쇄 폴리올이 첨가된 후, 백분율은 5.0% 미만으로 떨어진다.

[0117] COOH/OH 비가 1/0.5 및 1/1 로 조정되면, 그러나 수용성 물질 백분율과 b* 색상 값이 모두 단쇄 폴리올의 비가 증가함에 따라 비슷하게 감소하지만, 주위 및 고온/습윤 인장 강도는 장쇄/단쇄 폴리올 비에 관계 없이 비교적 일정하게 유지되었다. 도 9 내지 도 12 참조. 그러나, COOH/OH 비가 1/0.5 일 때, 최고 주위 인장 강도/LOI 는 0.5/0.5 및 0.3/0.7 의 장쇄/단쇄 폴리올 비에서 입증되었음 (각각, 44 및 45 의 인장 강도/LOI) 을 유지해야만 한다.

[0118] 실시예 3

[0119] 다양한 비율의 결합제 조성물을 사용하여 유리섬유 절연 보드 (예컨대, 천장 타일) 을 형성하였다. 본원에 따른 결합제 조성물 (다양한 비의 폴리아크릴산/소르비톨/폴리비닐 알코올로 PAA/S/PVOH 로 표지됨) 로 형성된 절연 보드를 종래의 탄수화물계 결합제 조성물 ("전분-하이브리드 결합제 보드") 및 페놀 우레아 포름알데히드 결합제 조성물 ("PUF 보드") 양자를 사용하여 형성된 보드와 비교하였다. 각 샘플에 대한 탄성률, 압축 강도 (델타 b) 및 처짐 (인치) 을 주위 조건 하에서 측정하였다.

[0120] 도 13 에 도시된 바와 같이, 각각의 PAA/S/PVOH 절연 보드 샘플은 종래의 탄수화물계 결합제 조성물 및 페놀 우레아 포름알데히드계 결합제 조성물 둘 다와 비교하여, 개선된 굴곡 탄성률을 나타냈다. PAA/S/PVOH

50:20:30 및 PAA/S/PVOH 60:10:30 은 각각, 70 psi 및 68 psi 의 굴곡 탄성률 수준으로, 가장 큰 향상을 보였다. 반면, PUF 보드는 46 psi 의 굴곡 탄성률을 보였고, 전분-하이브리드 결합제 보드는 31 psi 의 탄성률을 보였다. 일부 예시적인 구현예에서, 본 발명의 개념에 따른 1 인치의 두께 및 6 lbs/ft³ 의 밀도를 갖는 절연 보드는 적어도 40 psi, 적어도 45 psi, 적어도 50 psi 및 적어도 55 psi 의 탄성률을 달성한다.

[0121] 도 14 는 90 F/90% rH (상대 습도) 의 고온/습윤 환경에서 정해진 일 수 후에 다양한 4'x 4' 절연 보드 패널에 의해 관찰되는 처짐을 보여준다.

[0122] 도 14 에 도시된 바와 같이, 보다 낮은 수준의 PVOH 를 갖는 PAA/S/PVOH 결합제 조성물 (즉, PAA/S/PVOH 60:20:15 및 PAA/S/PVOH 75:10:15) 은 PUF 보드 및 전분-하이브리드 결합제 보드 둘 다보다 고온/습윤 조건 하에서 처짐이 적은 것을 보여주었다. 이는 결합제 조성물 중의 장쇄 폴리올을 낮추는 것이 매우 높은 표준의 고온 및 습윤 성능을 필요로 하는 적용에서 고온/습윤 성능을 개선시키는 데 도움이 될 수 있음을 나타낸다.

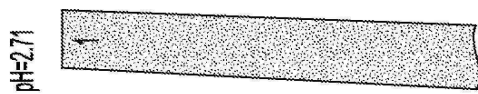
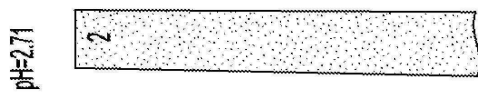
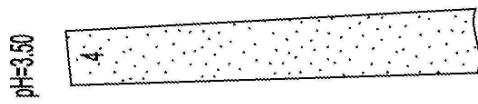
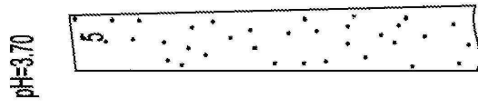
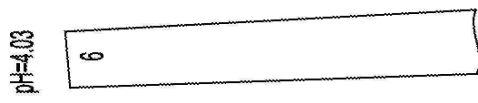
[0123] 도 15 은 상이한 결합제 및 LOI% 의 유리섬유 보드 제품의 10% 변형에서의 압축 강도를 도시한다. 시험은 ASTM 방법 C-165 에 따라, 두께가 1" 이고 밀도가 6 lb/ft³ 인, 6" x 6" 절연 보드에서 수행하였다. 도 15 에 도시된 바와 같이, PAA/S/PVOH 결합제로 형성된 절연 보드의 압축 강도는 260 lbs/ft³ 에서 500 lbs/ft³ 를 넘는 압축 강도를 나타내서, 전분-하이브리드 결합제 및 PUF 결합제 양자로 형성된 절연 보드의 압축 강도를 초과하였다. 일부 예시적인 구현예에서, 본 발명의 개념에 따른 두께가 1 인치인 6 "x 6" 절연 보드는 적어도 200 lbs/ft³, 적어도 300 lbs/ft³, 적어도 400 lbs/ft³, 및 적어도 500 lbs/ft³ 의 압축 강도를 달성한다.

[0124] 도 16 은 상이한 결합제 및 LOI% 의 유리섬유 보드 제품의 파손 시 결합 강도를 도시한다. 이 시험은 두께가 1" 이고 밀도가 6 lb/ft³ 인 6" x 6" 절연 보드의 Z 방향 강도를 측정한다. 도 16 에 도시된 바와 같이, PAA/S/PVOH 결합제로 형성된 절연 보드의 결합 강도는 전분-하이브리드 결합제로 형성된 절연 보드의 결합 강도를 초과하였다. 또한, PAA/S/PVOH 결합제로 형성된 절연 보드는 10 lbs/ft² 에서 15 lbs/ft² 가 넘는 결합 강도를 나타내, PUF 결합제로 형성된 절연 보드에 필적하는 결합 강도를 보였다. 일부 예시적인 구현예에서, 본 발명의 개념에 따른 두께가 1 인치인 6 "x 6" 절연 보드는 적어도 7.5 lbs./ft²/LOI, 적어도 10 lbs./ft²/LOI, 적어도 12.5 lbs./ft²/LOI, 및 적어도 15 lbs./ft²/LOI 의 결합 강도를 달성한다.

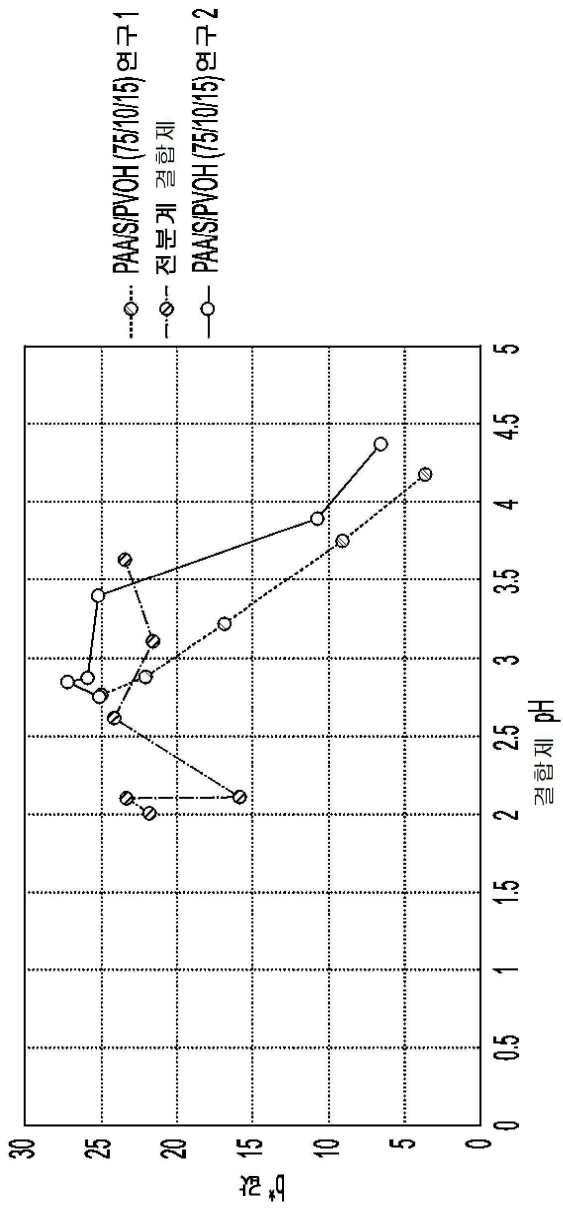
[0125] 예시된 제품 및 프로세스의 많은 보다 상세한 양상은 당 업계에 공지되어 있으며, 이러한 양상은 일반적인 발명의 개념을 간결하게 제시하기 위해 생략되었다는 것을 이해할 것이다. 본 발명은 특정 수단, 물질 및 구현예를 참조하여 설명되었지만, 당업자는 본 발명의 본질적인 특성을 쉽게 확인할 수 있고 상기 기재되고 첨부된 청구범위에 언급된 본 발명의 사상 및 범주를 벗어나지 않는 다양한 용도 및 특성에 맞게 다양한 변경 및 수정이 이루어질 수 있다.

도면

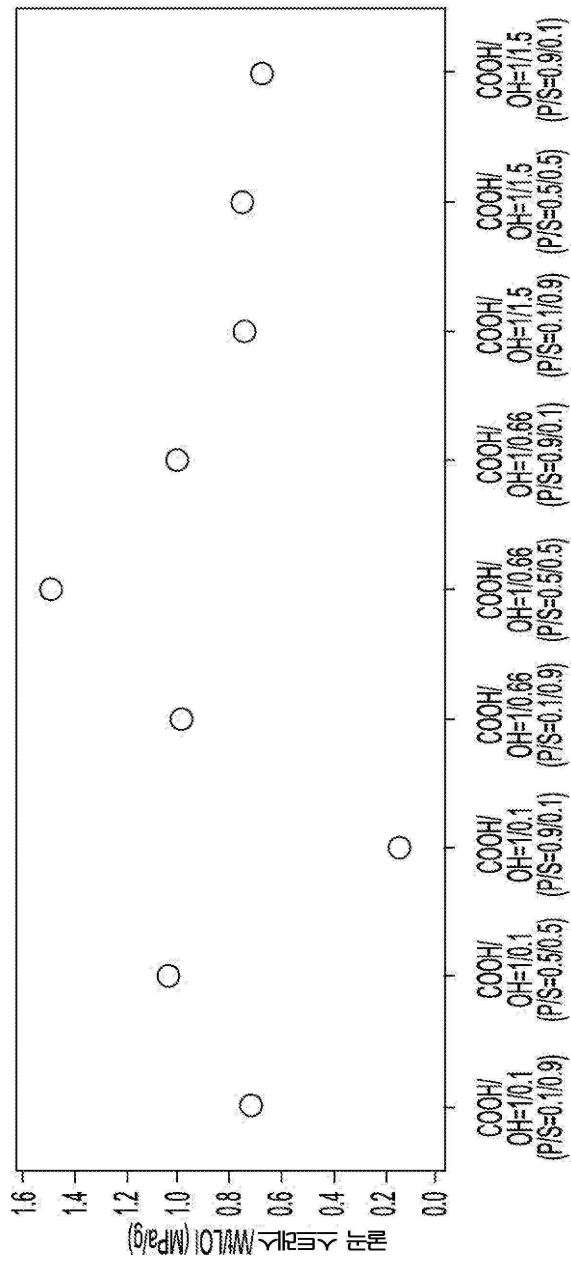
도면1



도면2

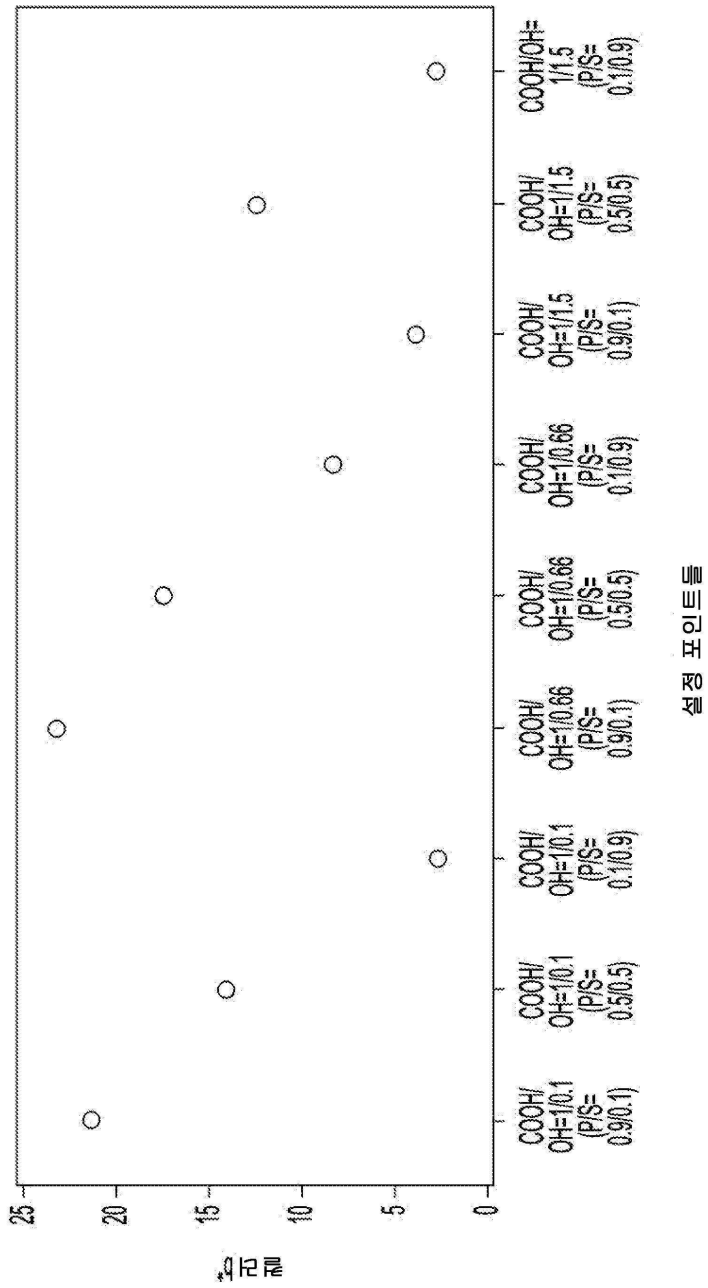


도면3

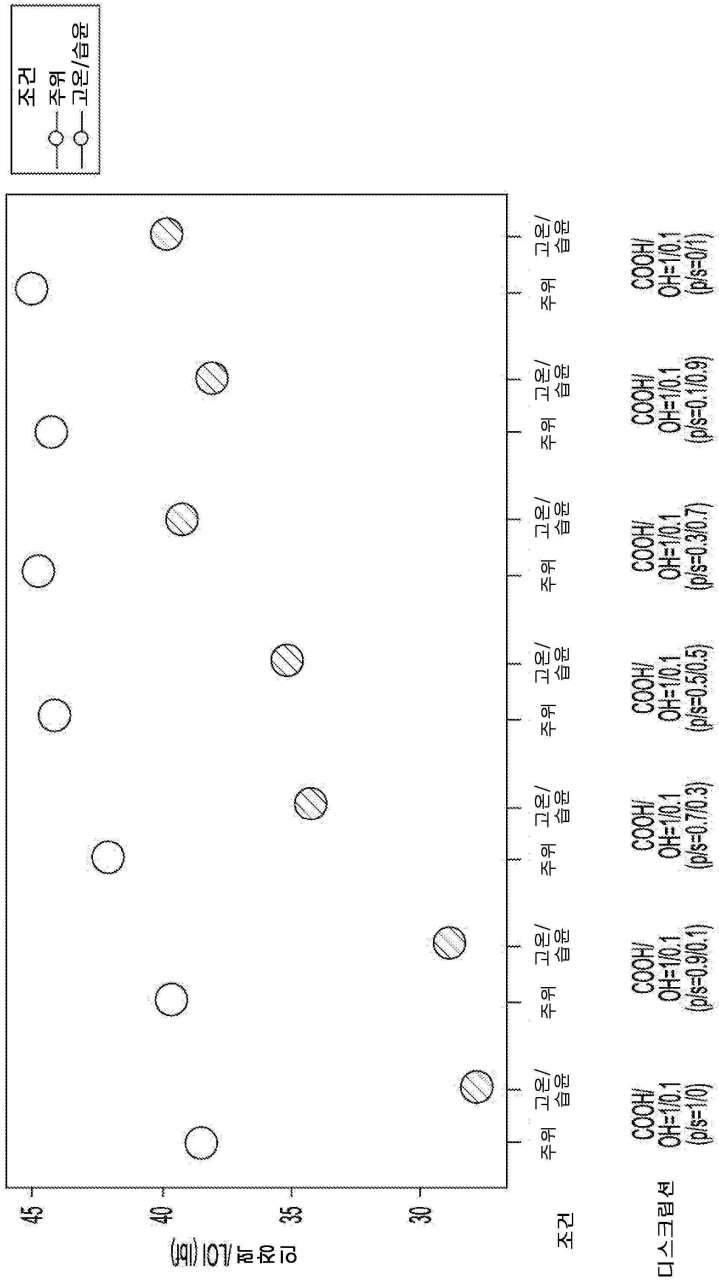


실정 포인트들

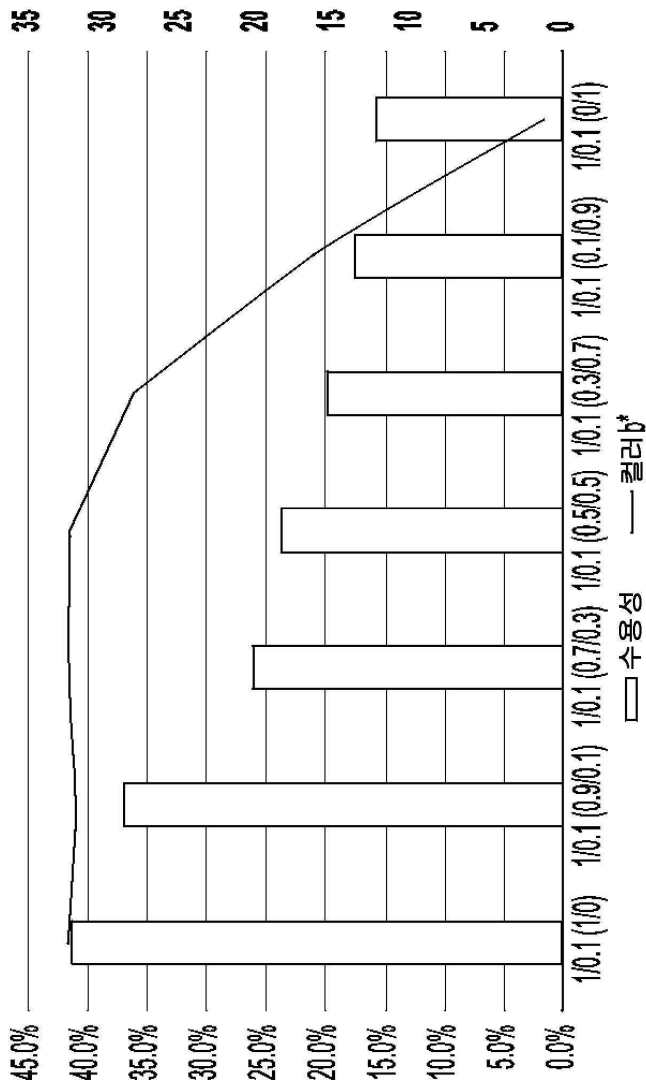
도면4



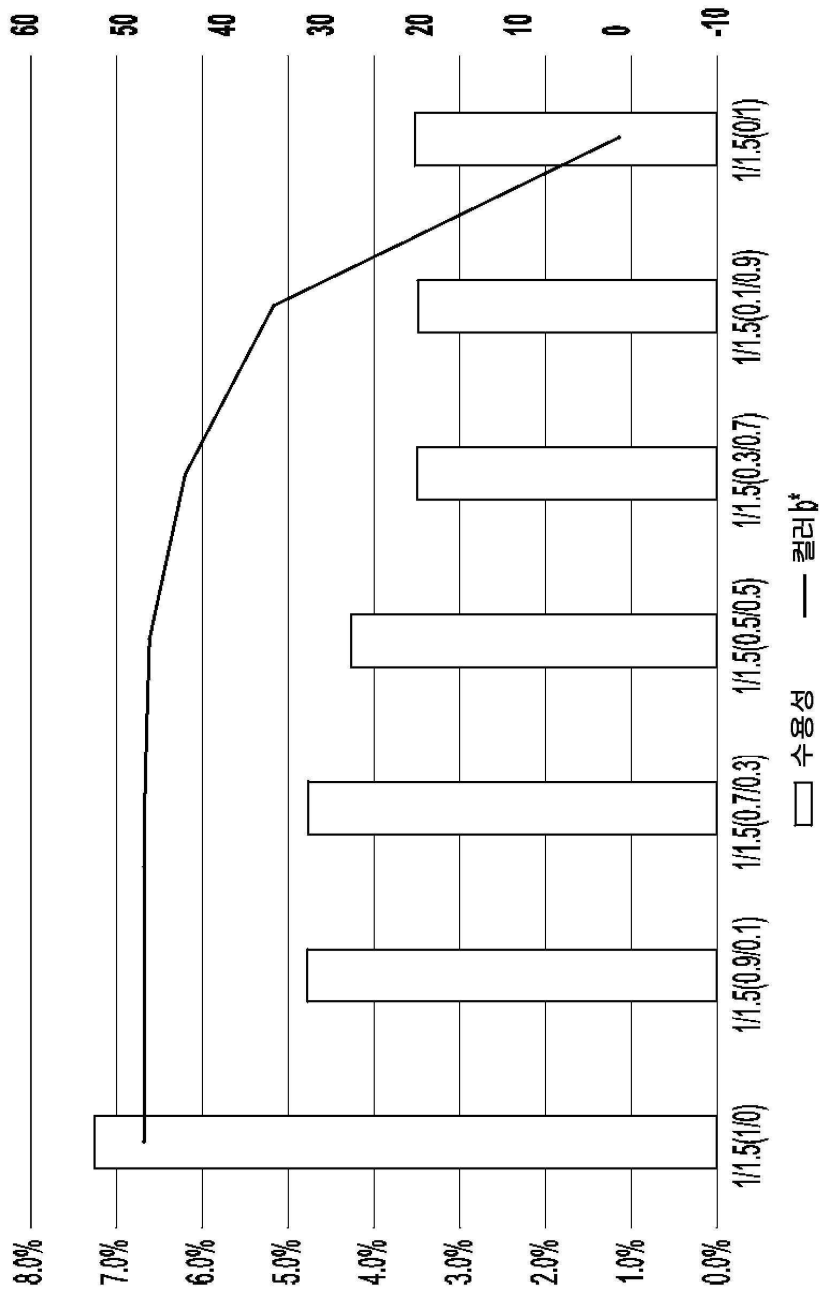
도면5



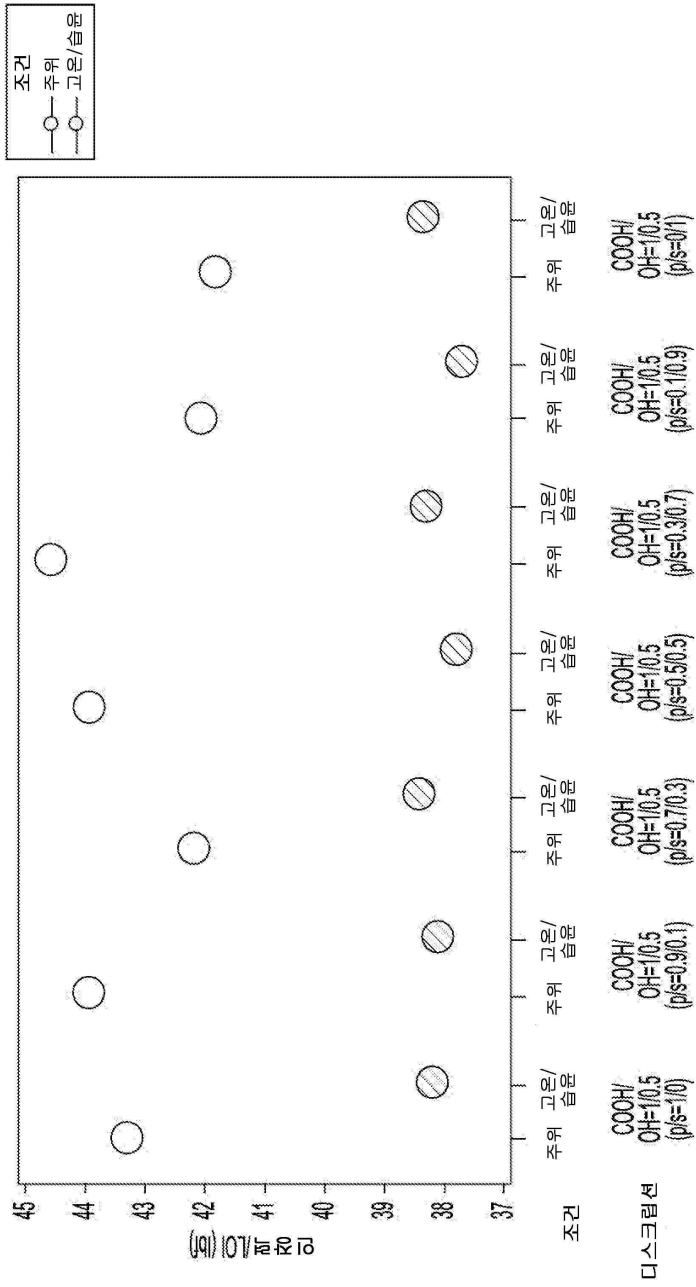
도면6



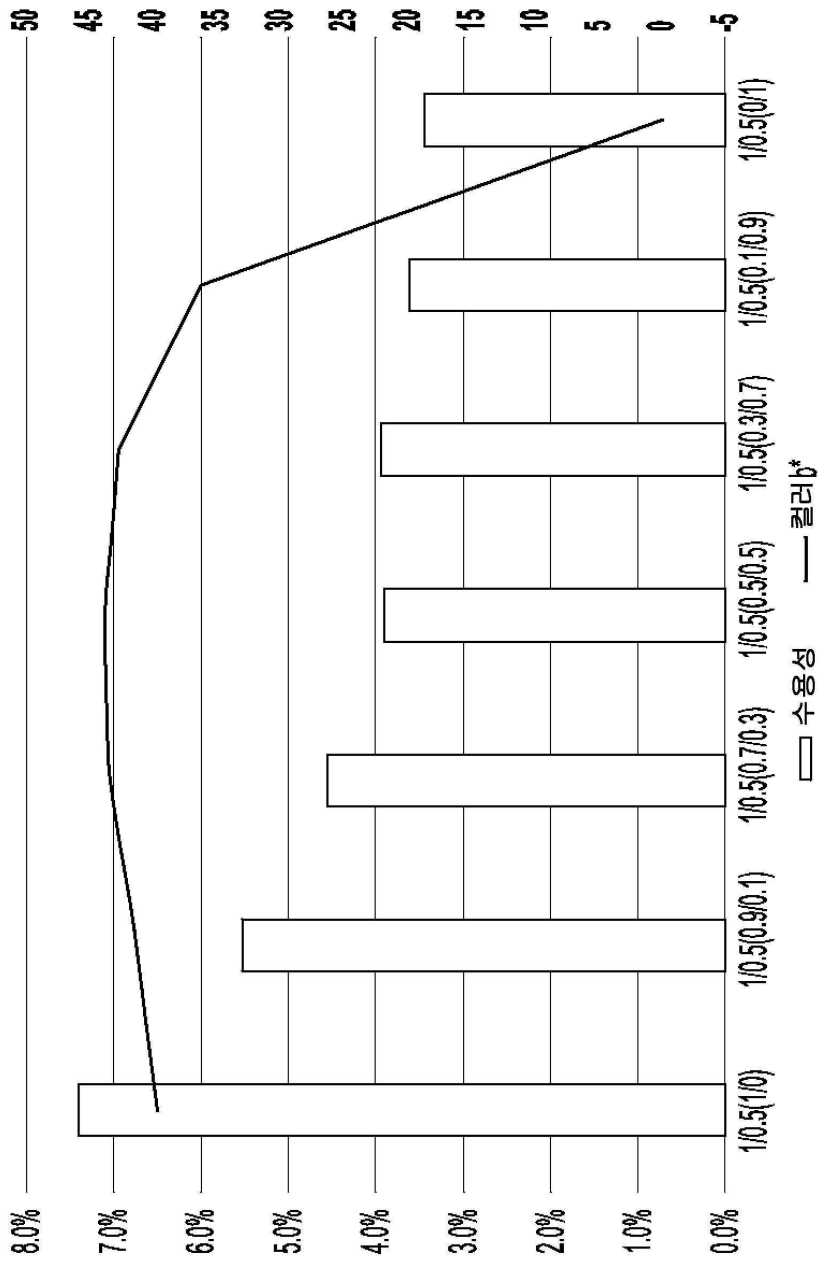
도면8



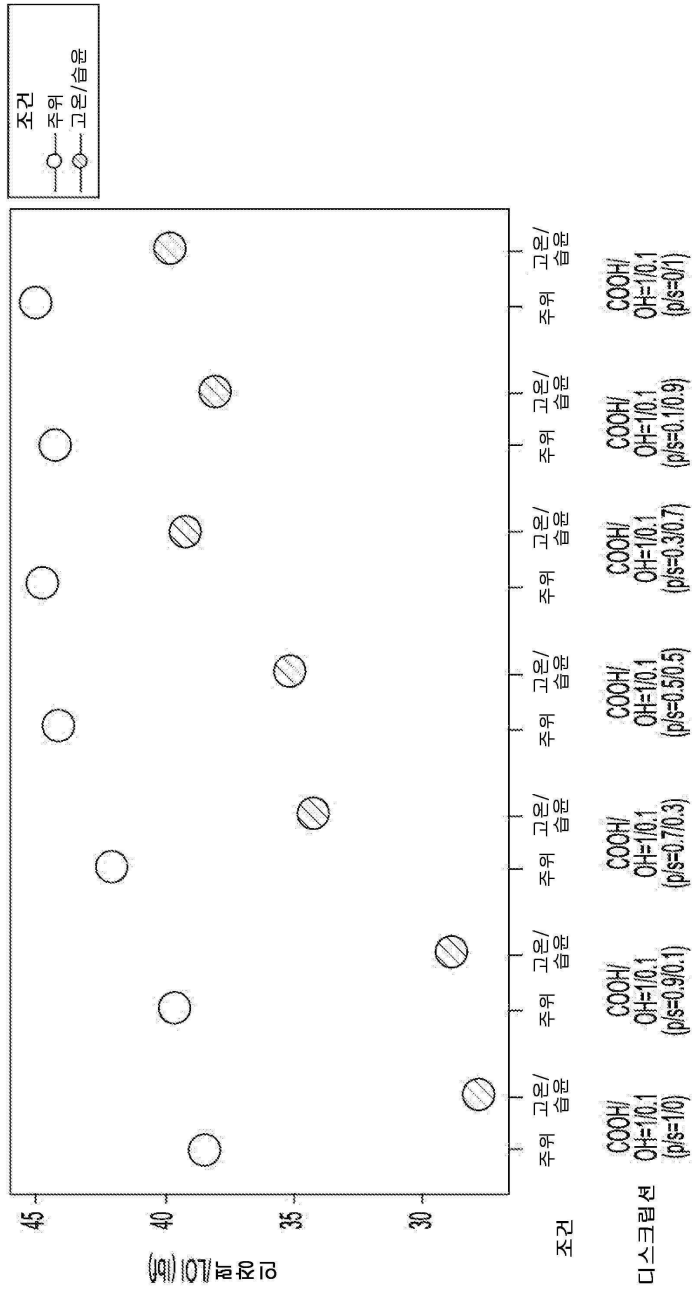
도면9



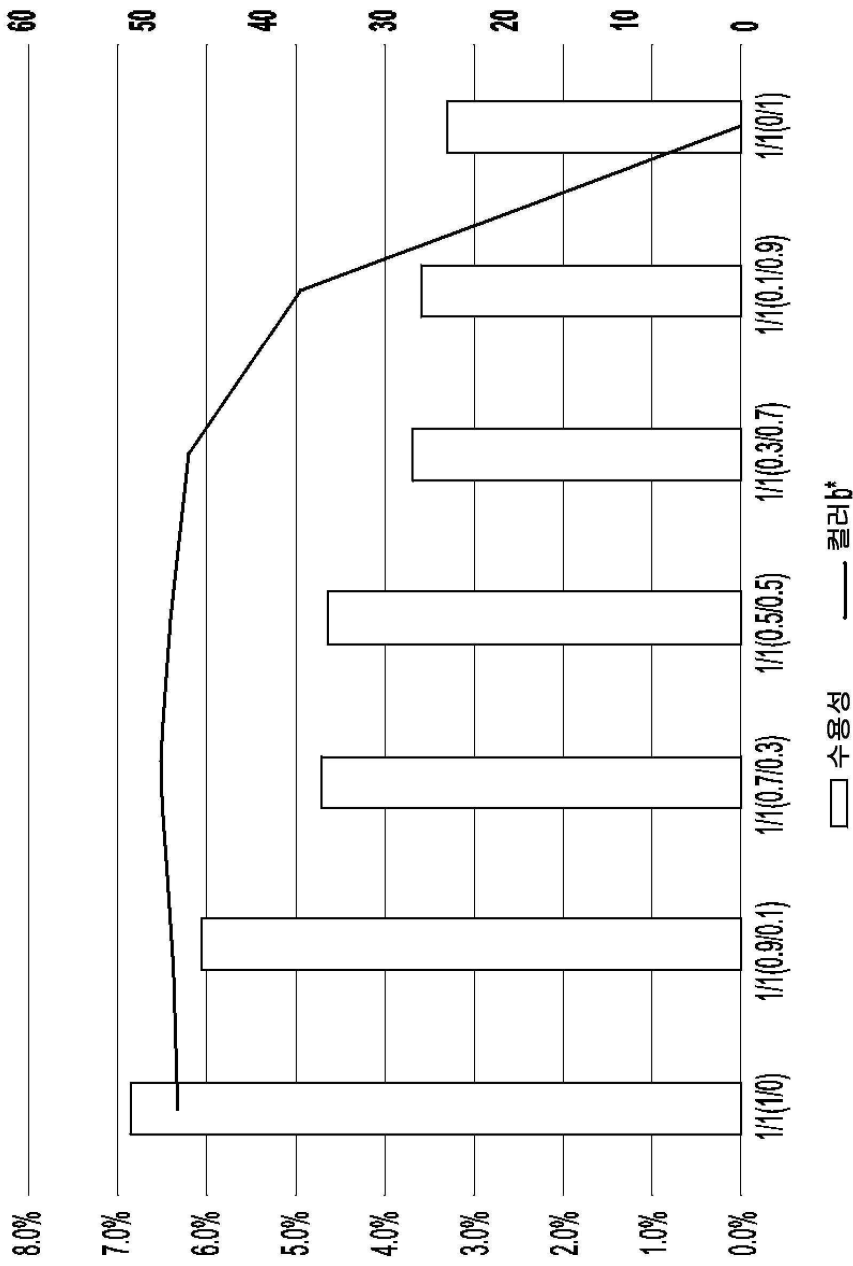
도면10



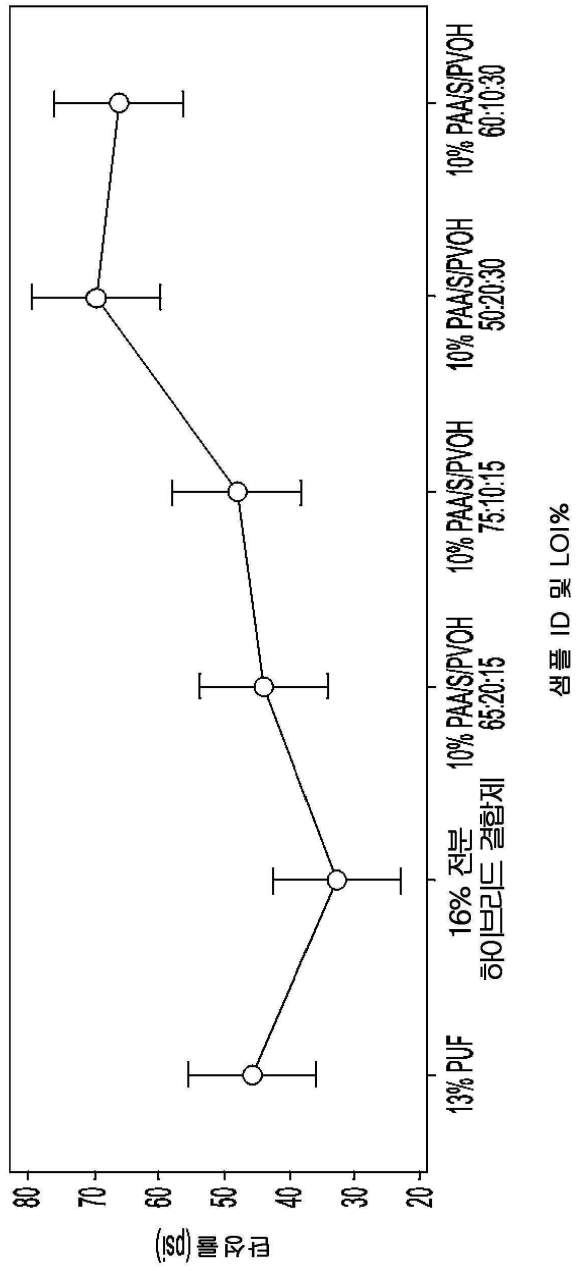
도면11



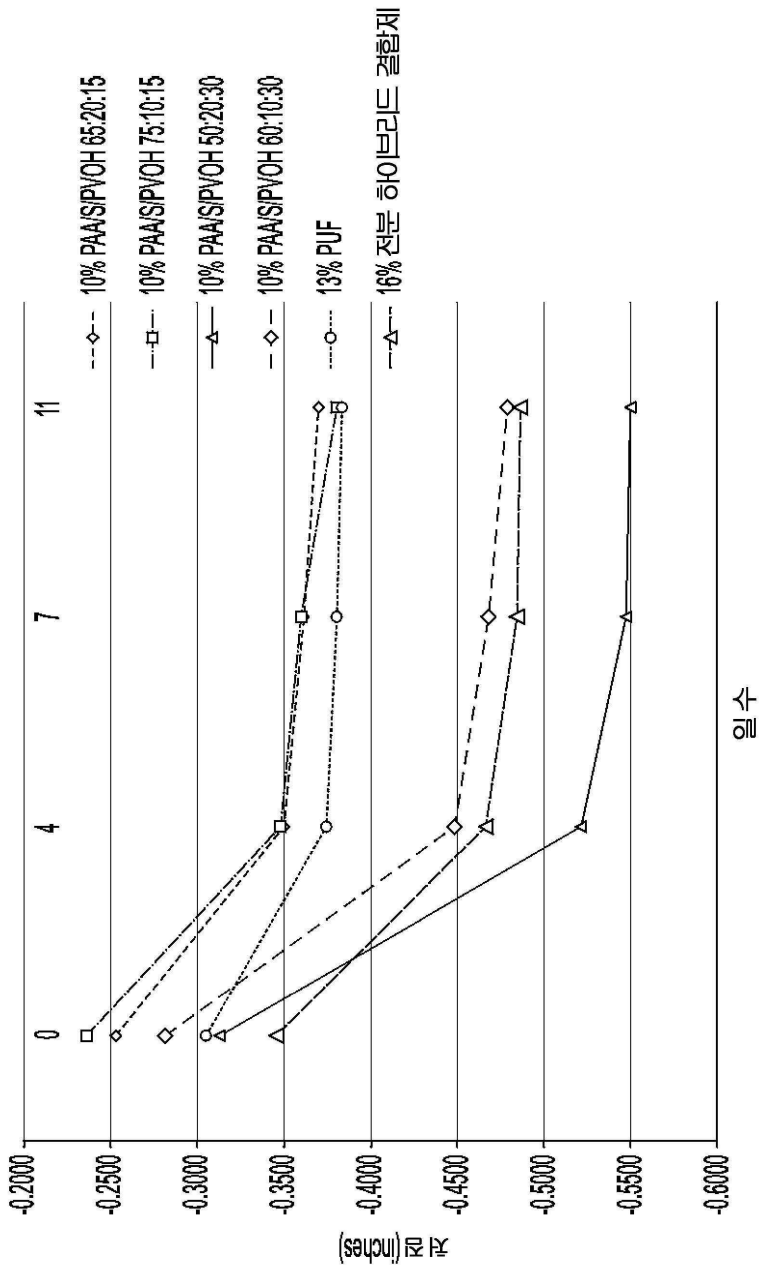
도면12



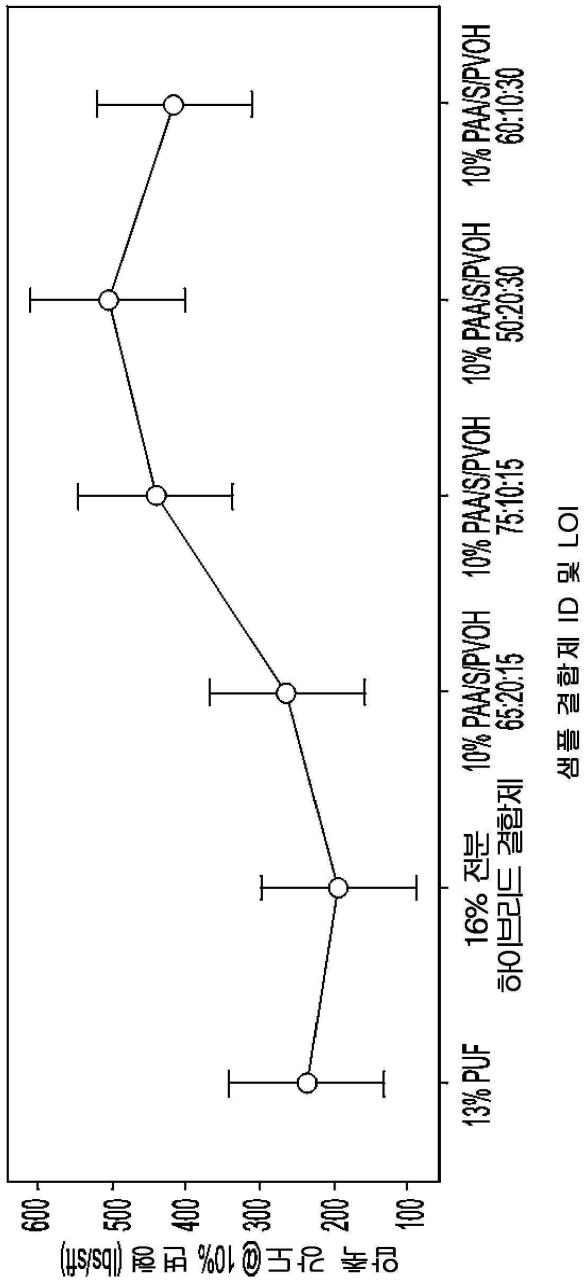
도면14



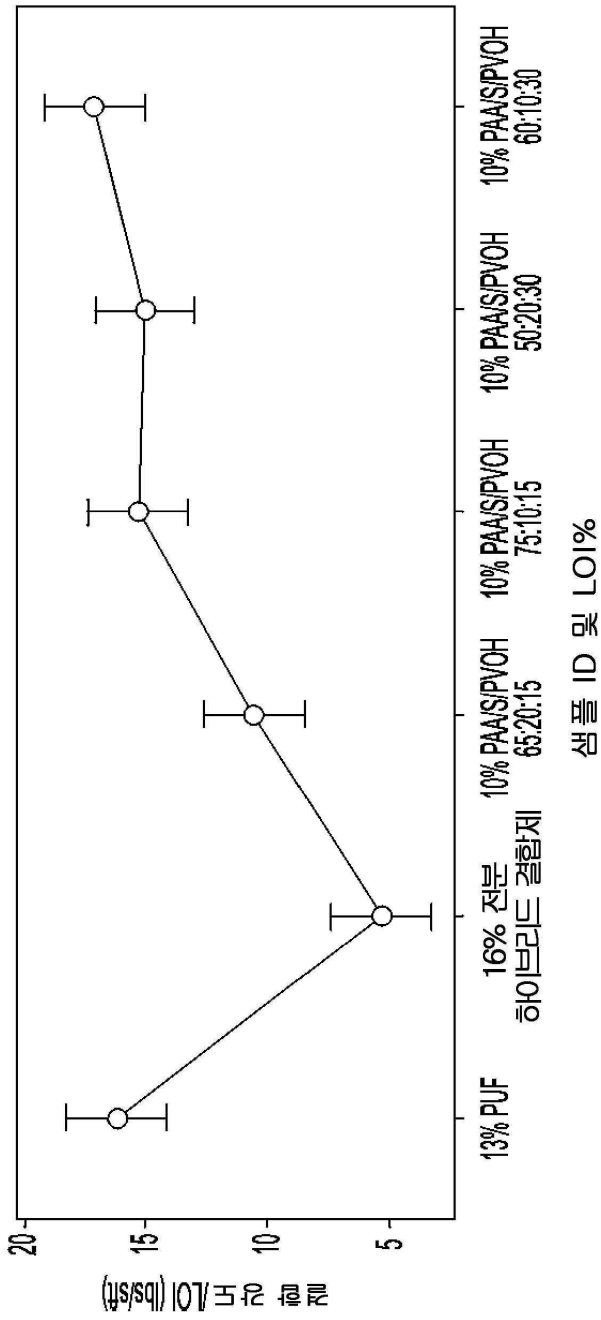
도면15



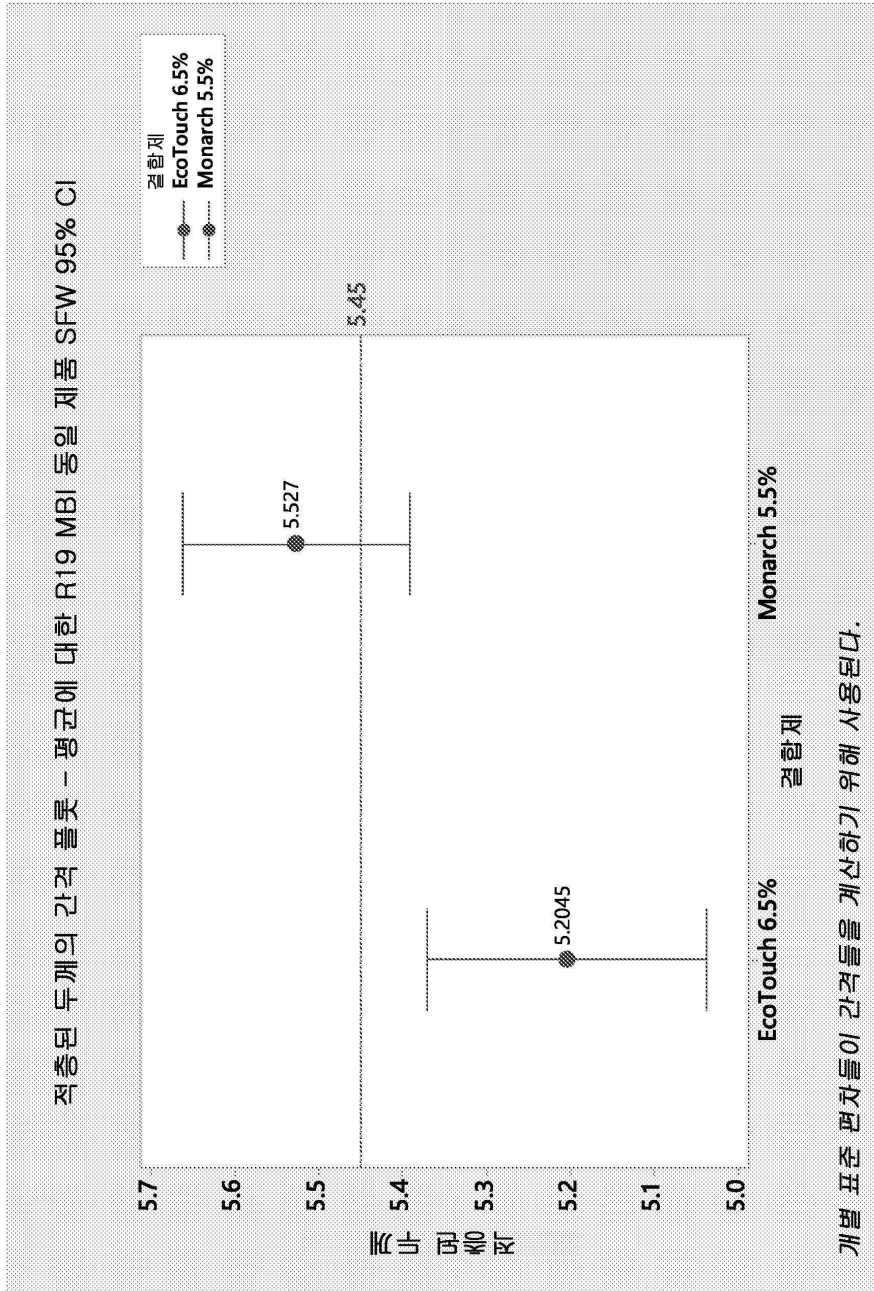
도면16



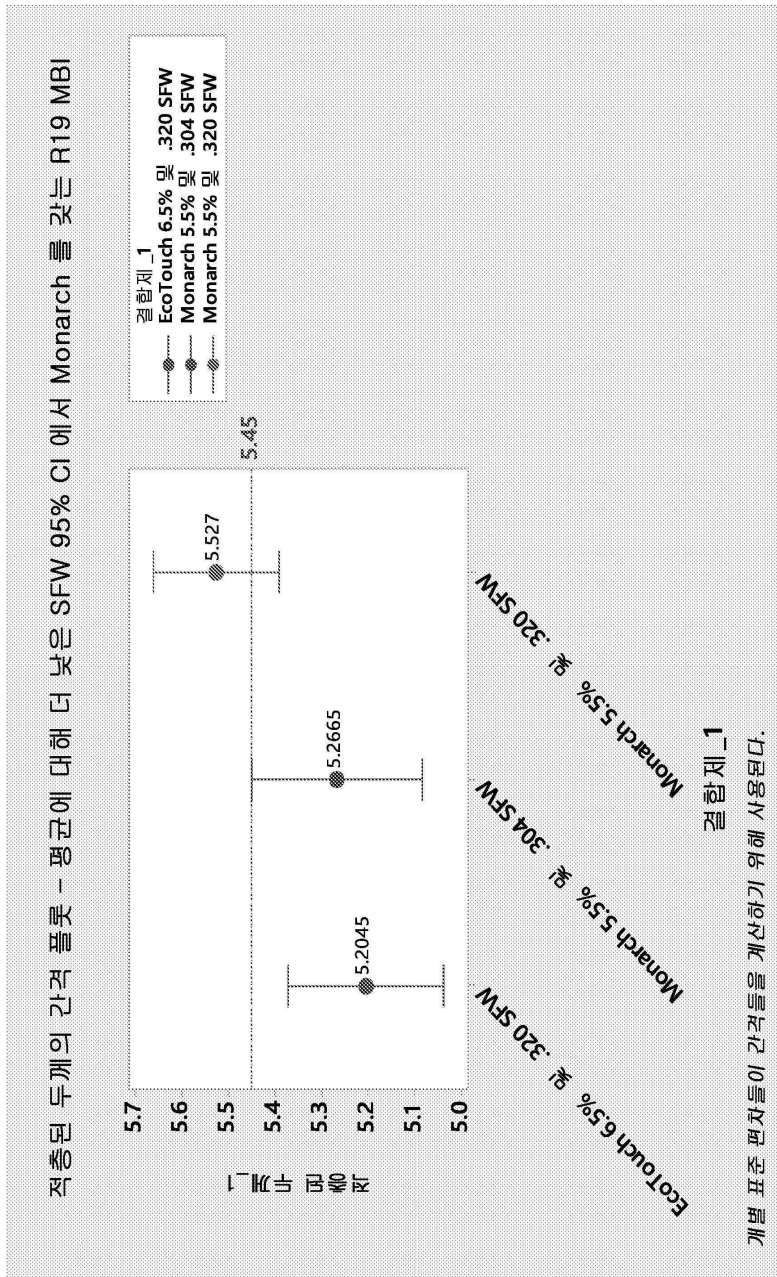
도면17



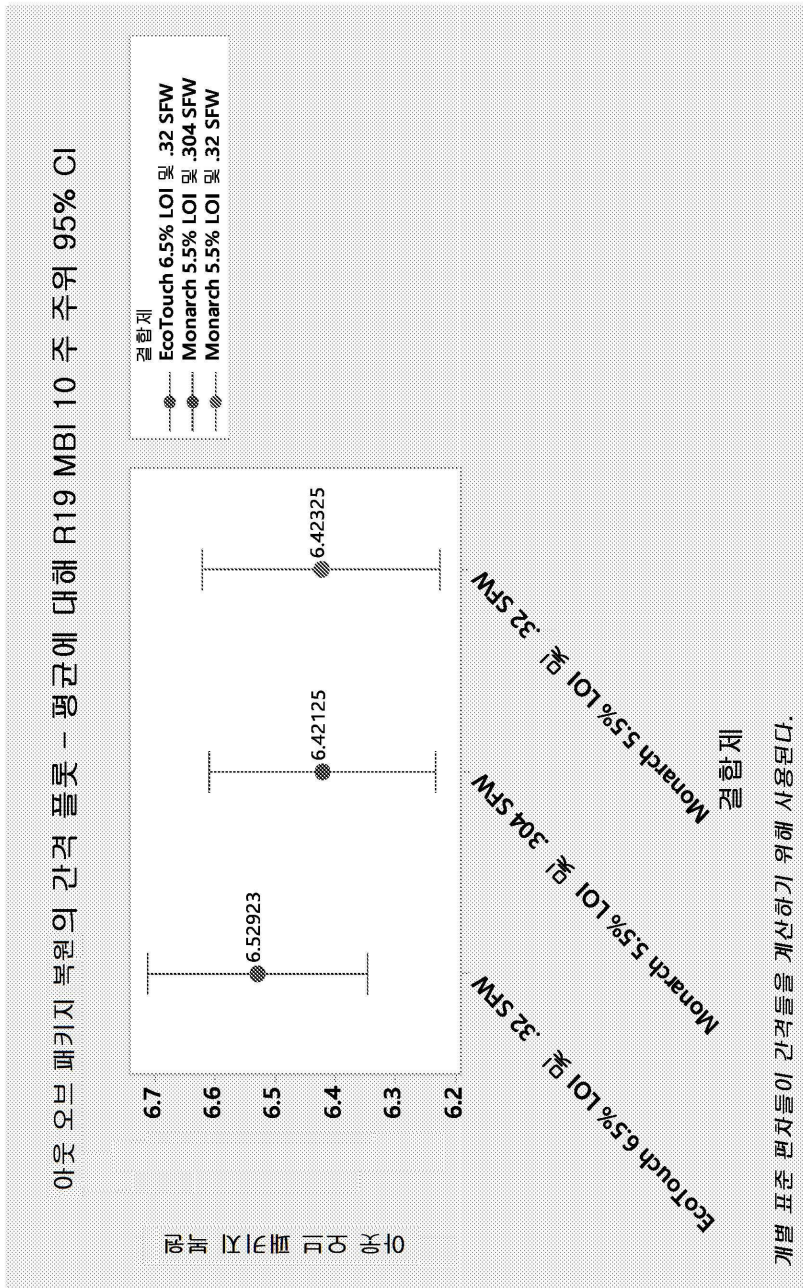
도면18



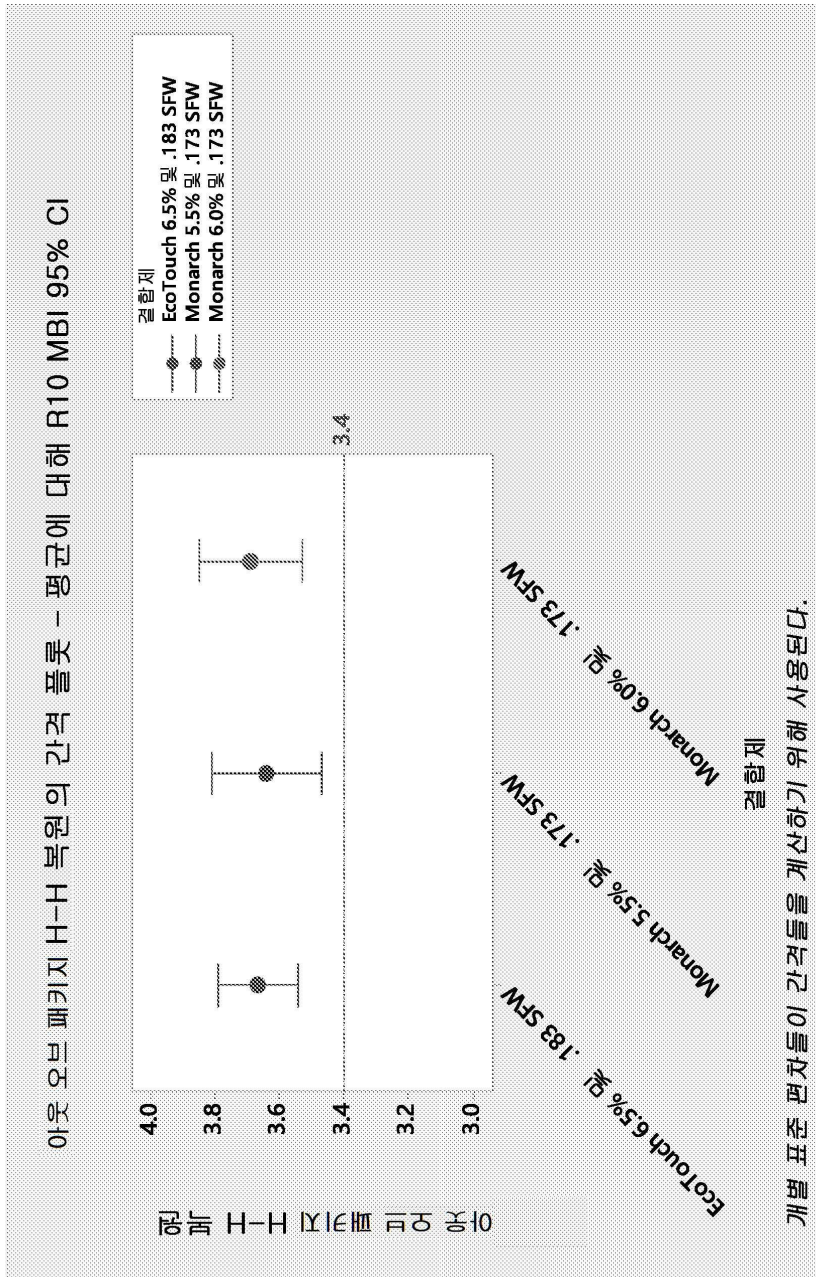
도면19



도면20



도면21



도면22

