



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년09월29일
(11) 등록번호 10-2448880
(24) 등록일자 2022년09월26일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B32B 3/26 (2006.01) B26D 7/26 (2006.01)
B26F 1/08 (2006.01) B26F 1/10 (2006.01)
B32B 13/04 (2006.01) B32B 38/04 (2006.01)
E04C 2/04 (2017.01)
- (52) CPC특허분류
B32B 3/266 (2013.01)
B26D 7/2628 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-7008034
- (22) 출원일자(국제) 2017년09월08일
심사청구일자 2020년09월01일
- (85) 번역문제출일자 2019년03월20일
- (65) 공개번호 10-2019-0047700
- (43) 공개일자 2019년05월08일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2017/050587
- (87) 국제공개번호 WO 2018/049093
국제공개일자 2018년03월15일
- (30) 우선권주장
62/385,062 2016년09월08일 미국(US)
15/473,303 2017년03월29일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
CN104453150 A*
US06746781 B2*
US20070141304 A1*
US20070102237 A1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
유나이티드 스테이츠 집섬 컴파니
미국, 일리노이 60661-3637, 시카고, 웨스트 아담스 스트리트 550
- (72) 발명자
슈베르트, 데일 엠.
미국 60134 일리노이 체네바 가든 에비뉴 911
셱크, 로날드 이.
미국 46385 인디애나 발파라이소 올드 오크 드라이브 1801
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
남호현

전체 청구항 수 : 총 10 항

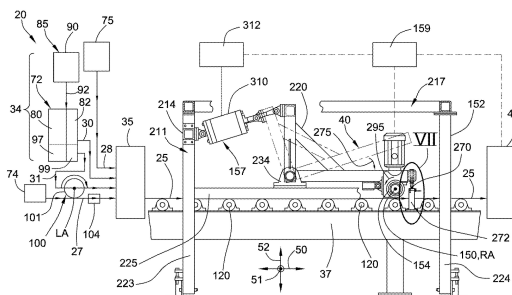
심사관 : 오만일

(54) 발명의 명칭 천공된 커버 시트를 갖는 석고 보드, 그리고 이의 제조 시스템 및 방법

(57) 요약

석고 보드(25)를 제조하는 시스템 및 방법의 실시예들은 커버 시트 천공기 시스템(40)을 통해 적어도 하나의 천공된 커버 시트(28)를 갖는 석고 보드(25)를 생산하는데 사용될 수 있다. 커버 시트 천공기 시스템(40)은 기계 방향을 따라 성형 스테이션(35)의 하류에 배치된 천공기 롤러(150), 천공기 롤러(150)를 회전 가능하게 지지하여 (뒷면에 계속)

대표도



그의 회전 축이 교차-기계 방향을 따라 연장되도록 하는 롤러 지지 프레임(152) 및 회전 축을 중심으로 천공기 롤러(150)를 회전시키기 위해 천공기 롤러(150)와 함께 배열된 모터(154)를 포함한다. 구동 모터(154)는 선 속도와 실질적으로 동일한 접선 속도로 천공기 롤러(150)를 회전시켜 석고 보드(25)가 천공기 롤러(150)를 지나 이동함에 따라서 상향으로-향하는 커버 시트(28)에 일련의 천공 구멍(125)을 생성하도록 구성될 수 있다.

(52) CPC특허분류

- B26F 1/08* (2013.01)
- B26F 1/10* (2013.01)
- B32B 13/04* (2021.01)
- B32B 38/04* (2021.01)
- E04C 2/043* (2013.01)
- B32B 2038/047* (2013.01)
- B32B 2250/03* (2013.01)
- B32B 2305/02* (2013.01)
- B32B 2315/18* (2013.01)

윌리, 존 매튜

미국 44145 오하이오 웨스트레이크 힐리어드 블러바드 31277

(72) 발명자

로우랜드, 토마스 그레고리

미국 44070 오하이오 노스 올름스테드 브래들리 로드 5740

명세서

청구범위

청구항 1

석고 보드의 제조 시스템으로서, 상기 석고 보드는 석고 코어, 제1 커버 시트 및 제2 커버 시트를 갖고, 상기 석고 코어는 상기 제1 커버 시트와 상기 제2 커버 시트 사이에 개재되며, 상기 시스템은,

상기 석고 보드가 미리 결정된 두께 범위 내에 있도록 상기 석고 보드를 형성하도록 구성된 성형 스테이션(forming station);

상기 성형 스테이션으로부터 멀어지는 컨베이어 기계 진행 방향(conveyor machine progress direction)을 따라 상기 석고 보드를 운반하도록 구성된 컨베이어(conveyor)로서, 상기 석고 보드의 상기 제1 커버 시트가 상기 컨베이어 상에 놓이도록 상기 석고 보드를 지지하도록 구성되며, 상기 컨베이어 기계 진행 방향을 따라 그리고 상기 컨베이어 기계 진행 방향에 수직인 교차-기계 방향을 따라 연장되는, 상기 컨베이어;

천공기 롤러(perforator roller), 롤러 지지 프레임(roller support frame) 및 구동 모터(motor)를 포함하는 커버 시트 천공기 시스템(cover sheet perforator system)을 포함하되,

상기 천공기 롤러는 상기 컨베이어 기계 진행 방향을 따라 상기 성형 스테이션의 하류에 배치되며, 상기 롤러 지지 프레임에 회전 가능하게 장착되어 회전 축을 중심으로 회전 가능하고,

상기 롤러 지지 프레임은 상기 회전 축이 상기 교차-기계 방향을 따라 연장되도록 상기 천공기 롤러를 지지하고, 상기 천공기 롤러를 상기 컨베이어에 의해 운반된 상기 석고 보드의 상기 제2 커버 시트와 접촉 관계로 위치시키도록 구성되고,

상기 구동 모터는 상기 천공기 롤러와 함께 배치되어 상기 회전 축을 중심으로 상기 천공기 롤러를 회전시키고, 상기 석고 보드가 상기 천공기 롤러를 지나 이동함에 따라 상기 천공기 롤러를 회전시켜 상기 제2 커버 시트에 일련의 천공 구멍을 생성하도록 구성되며, 그리고

상기 롤러 지지 프레임은 롤러 브라켓(bracket)을 포함하고, 상기 천공기 롤러는 회전 축을 중심으로 회전하기 위해 상기 롤러 브라켓에 저널되며, 상기 롤러 브라켓은 피벗식으로 이동 가능하여, 상기 롤러 브라켓이 맞물림 위치(engaged position)와 수납 위치(stowed position) 사이에서 이동 범위에 걸쳐 회전하도록 하는 것이고, 상기 천공기 롤러는 상기 롤러 브라켓이 맞물림 위치에 있을 때 상기 컨베이어에 의해 운반되는 상기 석고 보드와 접촉 관계에 있도록 위치되며, 상기 천공기 롤러는 상기 롤러 브라켓이 수납 위치에 있을 때 상기 컨베이어에 의해 운반되는 상기 석고 보드와 비-접촉 관계에 있도록 위치되는 것인, 석고 보드의 제조 시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 천공기 롤러는 외주(outer circumference)를 가지며, 상기 구동 모터는 상기 천공기 롤러의 상기 외주와 상기 제2 커버 시트 사이의 접촉 포인트에서 상기 석고 보드와 함께 방향으로 상기 천공기 롤러를 회전 시키도록 구성된, 석고 보드의 제조 시스템.

청구항 3

청구항 2에 있어서, 상기 컨베이어는 상기 컨베이어 기계 진행 방향을 따라 선 속도(line speed)로 상기 석고 보드를 운반하도록 구성되며, 상기 구동 모터는 상기 천공기 롤러의 외주가 상기 선 속도와 실질적으로 동일한 접선 속도(tangential speed)를 갖도록 상기 천공기 롤러를 회전시키도록 구성된, 석고 보드의 제조 시스템.

청구항 4

청구항 2 또는 청구항 3에 있어서, 상기 천공기 롤러는 샤프트 및 상기 샤프트로부터 돌출된 복수의 천공 핀을 포함하며, 상기 천공 핀들은 상기 천공기 롤러의 상기 외주를 획정하는, 석고 보드의 제조 시스템.

청구항 5

청구항 1 또는 청구항 3에 있어서, 상기 롤러 지지 프레임은, 상기 천공기 롤러와 상기 컨베이어 사이에서 측정

된 오프셋 거리(offset distance)가 상기 석고 보드의 상기 제2 커버 시트 내로의 상기 천공기 롤러의 관통 깊이를 선택적으로 조절하기 위해 가변적이도록, 상기 컨베이어 위에서 상기 천공기 롤러를 조정 가능하게 지지하도록 구성되며, 상기 오프셋 거리는 상기 컨베이어 기계 진행 방향 및 상기 교차-기계 방향 모두에 대해 수직인 법선 축(normal axis)을 따라 측정된, 석고 보드의 제조 시스템.

청구항 6

청구항 1에 따른 시스템을 사용하여 석고 보드를 제조하는 방법으로서,

성형 스테이션으로부터 멀어지는 컨베이어 기계 진행 방향을 따라 천공기 롤러로 상기 석고 보드를 운반하는 단계로서, 상기 석고 보드는 제1 커버 시트와 제2 커버 시트 사이에 개재된 코어를 갖고, 상기 코어는 수성 석고 슬러리(aqueous gypsum slurry)를 포함하고, 상기 석고 보드는 상기 컨베이어 기계 진행 방향을 따라 그리고 상기 컨베이어 기계 진행 방향에 수직인 교차-기계 방향을 따라 연장되며, 상기 천공기 롤러는 상기 컨베이어 기계 진행 방향을 따라 상기 성형 스테이션의 하류에 배치된, 상기 석고 보드를 운반하는 단계;

상기 컨베이어 기계 진행 방향을 따라 상기 천공기 롤러 아래로 상기 석고 보드를 통과시키는 단계로서, 상기 천공기 롤러는 상기 석고 보드의 상기 제2 커버 시트와 접촉 관계에 있는, 상기 석고 보드를 통과시키는 단계;

상기 교차-기계 방향을 따라 연장되는 회전 축을 중심으로, 구동 모터를 통해, 상기 천공기 롤러를 회전시켜, 상기 석고 보드가 상기 천공기 롤러를 지나 상기 컨베이어 기계 진행 방향으로 이동함에 따라 상기 제2 커버 시트에 일련의 천공 구멍을 생성하는 단계를 포함하는, 석고 보드를 제조하는 방법.

청구항 7

청구항 6에 있어서, 상기 구동 모터는 상기 천공기 롤러의 외주와 상기 제2 커버 시트 사이의 접촉 포인트에서 상기 천공기 롤러를 상기 석고 보드와 함께 방향으로 회전시키고, 상기 석고 보드는 상기 컨베이어 기계 진행 방향을 따라 선 속도로 상기 성형 스테이션으로부터 멀리 운반되며, 상기 구동 모터는 상기 천공기 롤러의 외주가 상기 선 속도와 실질적으로 동일한 접선 속도를 갖도록 상기 천공기 롤러를 회전시키는, 석고 보드를 제조하는 방법.

청구항 8

청구항 6 또는 청구항 7에 있어서,

상기 천공기 롤러와 상기 컨베이어 사이에서 측정된 오프셋 거리를 변화시킴으로써 상기 석고 보드의 상기 제2 커버 시트 내로의 상기 천공기 롤러의 관통 깊이를 조절하는 단계를 더 포함하되, 상기 오프셋 거리는 상기 컨베이어 기계 진행 방향 및 상기 교차-기계 방향 모두에 대해 수직인 법선 축을 따라 측정되는, 석고 보드를 제조하는 방법.

청구항 9

청구항 6 또는 청구항 7에 있어서, 상기 석고 보드의 상기 코어는 코어 층 및 농축 층을 포함하고, 상기 코어 층은 적어도 물과 치장 벽토를 포함하는 코어 슬러리로부터 형성되고, 상기 농축 층은 적어도 물, 치장 벽토 및 강화 첨가제를 포함하는 농축 슬러리로부터 형성되고, 상기 강화 첨가제는 상기 코어 슬러리에서보다 상기 농축 슬러리에서 중량 퍼센트로 더 농축된 양으로 존재하고, 상기 코어 층은 상기 제2 커버 시트와 상기 농축 층 사이의 법선 축을 따라 개재되며, 상기 법선 축은 상기 컨베이어 기계 진행 방향 및 상기 교차-기계 방향 모두에 대해 수직인, 석고 보드를 제조하는 방법.

청구항 10

석고 보드로서,

제1 커버 시트;

제2 커버 시트; 및

상기 제1 커버 시트와 상기 제2 커버 시트 사이에 개재된 코어로서, 코어 층과 농축 층을 포함하며, 상기 코어 층은 적어도 물과 치장 벽토(stucco)를 포함하는 코어 슬러리로부터 형성된 경화된 석고(set gypsum)를 포함하고, 상기 농축 층은 적어도 물, 치장 벽토 및 강화 첨가제(enhancing additive)를 포함하는 농축 슬러리로부터

형성된 경화된 석고를 포함하고, 상기 강화 첨가제는 상기 코어 슬러리보다 상기 농축 슬러리에서 중량 퍼센트로 더 농축된 양으로 존재하는, 상기 코어를 포함하되;

상기 제2 커버 시트는 그 내부에 일련의 천공 구멍을 확정하는 것이고,

상기 농축 층은 상기 제1 커버 시트와 인접해 있고, 상기 코어 층은 상기 제2 커버 시트와 상기 농축 층 사이에 개재되며, 상기 코어 층은 상기 제2 커버 시트와 인접해 있는 것인, 석고 보드.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 연속적인 석고 보드(gypsum board) 제조 프로세스들에 관한 것으로, 보다 구체적으로, 천공된(perforated) 커버 시트를 갖는 석고 보드들을 제조하는 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 많은 유형들의 시멘트질 제품에서, 경화된 석고(set gypsum)(황산 칼슘 2수화물)는 종종 주요 구성 성분이다. 예를 들어, 경화된 석고는 전통적인 회반죽(plaster)의 사용에 의해 생성된 최종 제품의 주요 구성 요소이며(예를 들어, 회반죽-표면의 내부 건물 벽) 또한 내부 벽 및 건물 천장의 일반적인 건식 벽체 건설에 사용되는 직면된 석고 보드에서도 사용된다. 또한, 경화된 석고는, 예를 들어 미국 특허 제5,320,677호에 개시된 바와 같은, 석고/셀룰로오스 섬유 복합 보드 및 제품의 주성분이다. 전형적으로, 이러한 석고 함유 시멘트 제품은 시멘트질 슬러리를 형성하기 위해 소석고(황산 칼슘 알파 또는 베타 반수화물 및/또는 황산 칼슘 경석고), 물 및 기타 성분의 혼합물을 제조함으로써 제조된다. 시멘트질 슬러리 및 바람직한 첨가제는 예를 들어 미국 특허 제3,359,146호에 개시된 바와 같이 종종 연속 혼합기에서 블렌딩된다.

[0003] 전형적인 석고 보드 제조 프로세스에서, 석고 보드는 소석고(일반적으로 "치장 벽토"라고 함)를 물에 균일하게 분산시켜 수성 소석고 슬러리를 형성시킴으로써 제조된다. 수성 소석고 슬러리는 전형적으로 내용물을 교반하여 균일한 석고 슬러리를 형성하는 수단을 포함하는 혼합기에 치장 벽토 및 물 및 다른 첨가제를 삽입함으로써 연속적인 방식으로 제조된다. 슬러리는 혼합기의 배출구를 향해 그리고 지향되어 배출구를 통해 혼합기의 배출구에 연결된 배출 도관으로 통한다. 수성 발포체는 혼합기 및/또는 배출 도관에서 수성 소석고 슬러리와 결합될 수 있다. 발포된 슬러리의 스트림은 배출 도관을 통과하며, 이 배출 도관으로부터 성형 테이블에 의해 지지되는 커버 시트 재료(즉, 페이스 시트)의 이동 웹(web) 상에 연속적으로 증착된다.

[0004] 발포된 슬러리는 전진하는 페이스 시트 위로 퍼지게 된다. 커버 시트 재료의 제2 웹(즉, 배면 시트)가 발포된 슬러리를 덮고 연속적인 월 보드 예비 성형체의 샌드위치 구조를 형성하도록 도포된다. 벽 보드 예비 성형체는 원하는 두께를 얻기 위해 통상적인 성형 스테이션과 같은 성형에 적용된다.

[0005] 소석고는 월보드 예비 성형체에서 물과 반응하여 결정질 수화 석고 또는 황산 칼슘 2수화물의 매트릭스를 형성하고 컨베이어가 월보드 예비 성형체를 제조 라인 아래로 이동시킴으로써 경화된다. 소석고의 수화는 경화된 석고의 연동 매트릭스(interlocking matrix)의 형성을 제공하며, 석고 함유 제품의 석고 구조에 강도를 부여한다. 석고 슬러리는 결정 매트릭스가 형태와 같이 견고 해지고 원하는 모양을 유지한다.

[0006] 월보드 예비 성형체는 성형 스테이션의 하류 부분의 예비 성형체가 충분히 경화된 라인을 따르는 포인트에서 세그먼트들로 절단된 후, 세그먼트는 뒤집어지고, 초과된 물을 제거하기 위해 건조되고(예를 들어, 가마에서), 원하는 치수의 최종 월보드 제품을 제공하도록 처리된다. 수성 발포체는 경화된 석고에 공기 보이드들을 생성하여, 유사한 슬러리를 사용하지만 발포체 없이 제조된 제품에 비해 완제품의 밀도를 감소시킨다.

[0007] 석고 월보드의 제조와 관련된 일부 동작상의 문제를 해결하기 위한 종래의 장치 및 방법은 공통 양도된 미국 특허 제5,683,635호; 제5,643,510호; 제6,494,609호; 제6,874,930호; 제7,007,914호; 및 제7,296,919호에 개시되어 있으며, 이들은 참조로 포함된다. 시멘트질 보드의 생산을 향상시키기 위한 추가적인 해결책을 제공하는 것이 당 업계에서 계속 요구되고 있다. 예를 들어, 수화 과정 후에 남아있는 과량의 물을 제거하기 위해 효과적인 방식으로 시멘트질 보드를 건조시키는 기술에 대한 요구가 계속되고 있다.

[0008] 이 배경 기술은 독자를 돕기 위해 발명자에 의해 만들어졌으며, 지적된 문제들 중 임의의 것이 본 기술 분야에서 그 자체로 인식되었음을 나타내는 것으로 받아 들여서는 안 된다는 것을 이해할 것이다. 설명된 원리들은 몇몇 양태들 및 실시예들에서 다른 시스템들에 내재된 문제들을 경감시킬 수 있지만, 보호되는 혁신의 범위는 여

기에 언급된 특정 문제를 해결하기 위해 개시된 기능의 능력이 아니라 첨부된 청구항에 의해 정의된다는 것을 이해할 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

- [0009] 일 양태에서, 본 개시는 천공된 커버 시트를 갖는 석고 보드를 제조하기 위한 시스템의 실시예들에 관한 것이다. 일 실시예에서, 석고 보드를 제조하기 위한 시스템은 성형 스테이션, 컨베이어 및 커버 시트 천공기 시스템을 포함한다. 석고 보드는 석고 코어, 제1 커버 시트 및 제2 커버 시트를 갖는다. 석고 코어는 제1 및 제2 커버 시트 사이에 개재된다.
- [0010] 성형 스테이션은 석고 보드가 미리 결정된 두께 범위 내에 있도록 석고 보드를 형성하도록 구성된다. 컨베이어는 기계 방향을 따라 성형 스테이션으로부터 멀어지도록 석고 보드를 운반하도록 구성된다. 컨베이어는 석고 보드의 제1 커버 시트가 컨베이어 상에 놓이도록 석고 보드를 지지하도록 구성된다. 컨베이어는 기계 방향을 따라 그리고 교차-기계 방향을 따라 연장된다. 교차-기계 방향은 기계 방향과 수직이다.
- [0011] 커버 시트 천공기 시스템은 천공기 롤러, 롤러 지지 프레임 및 모터를 포함한다. 천공기 롤러는 기계 방향을 따라 성형 스테이션의 하류에 배치된다. 천공기 롤러는 회전 축에 대해 회전 가능하도록 롤러 지지 프레임에 회전 가능하게 장착된다. 롤러 지지 프레임은 회전 축이 교차-기계 방향을 따라 연장되도록 천공기 롤러를 지지한다. 롤러지지 프레임은 천공기 롤러를 컨베이어에 의해 운반된 석고 보드의 제2 커버 시트와 접촉 관계로 위치시키도록 구성된다. 구동 모터는 천공기 롤러를 회전 축 주위로 회전시키기 위해 천공기 롤러와 함께 배치된다. 구동 모터는 석고 보드가 천공기 롤러를 지나 이동함에 따라 제2 커버 시트에 일련의 천공 구멍들을 생성하도록 천공기 롤러를 회전 시키도록 구성된다.
- [0012] 다른 양태에서, 본 개시는 천공된 커버 시트를 갖는 석고 보드를 제조하는 방법의 실시예들을 기술한다. 일 실시예에서, 석고 보드를 제조하는 방법은 성형 스테이션으로부터 천공기 롤러로 멀어지는 기계 방향을 따라 석고 보드를 운반하는 단계를 포함한다. 석고 보드는 제1 커버 시트와 제2 커버 시트 사이에 개재된 코어를 갖는다. 코어는 수성 석고 슬러리를 포함한다. 석고 보드는 기계 방향을 따라 그리고 교차-기계 방향을 따라 연장된다. 교차-기계 방향은 기계 방향과 수직이다. 천공기 롤러는 기계 방향을 따라 성형 스테이션의 하류에 배치된다.
- [0013] 석고 보드는 기계 방향을 따라 천공기 롤러 아래를 통과한다. 천공기 롤러는 석고 보드의 제2 커버 시트와 접촉하는 관계에 있다. 천공기 롤러는 교차-기계 방향을 따라 연장되는 회전 축을 중심으로 구동 모터를 통해 회전되어, 석고 보드가 천공기 롤러를 지나서 기계 방향으로 이동함에 따라 제2 커버 시트에 일련의 천공 구멍들이 생성될 수 있다.
- [0014] 또 다른 양태에서, 본 개시는 천공된 커버 시트 및 강화된 층이 구비된 코어를 갖는 석고 보드의 실시예들에 관한 것이다. 일 실시예에서, 석고 보드는 제1 커버 시트, 제2 커버 시트 및 코어를 포함한다. 코어는 제1 및 제2 커버 시트 사이에 개재된다. 코어는 코어 층 및 농축 층을 포함한다. 코어 층은 적어도 물과 치장 벽토를 포함하는 코어 슬러리로부터 형성된 경화된 석고를 포함한다. 농축 층은 적어도 물, 치장 벽토 및 강화 첨가제를 포함하는 농축된 슬러리로부터 형성된 경화된 석고를 포함한다. 강화 첨가제는 코어 슬러리에 존재하는 것보다 농축 슬러리에서 보다 농축된 양(중량 %로)으로 존재한다. 커버 시트들 중 적어도 하나는 그 커버 시트가 그 내부에 다수의 천공 구멍들을 획정하도록 천공된다.
- [0015] 개시된 원리의 추가 및 대안적인 양태 및 특징은 다음의 상세한 설명 및 첨부된 도면으로부터 인식될 것이다. 알 수 있는 바와 같이, 본원에 개시된 천공된 커버 시트를 갖는 석고 보드를 제조하기 위한 시스템 및 기술은 다른 및 상이한 실시예들에서 실시되고 사용될 수 있으며 다양한 관점에서 변형될 수 있다. 따라서, 전술한 일반적인 설명 및 다음의 상세한 설명은 단지 예시적이고 설명적인 것이며, 첨부된 청구항들의 범위를 제한하지 않는다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 본 개시의 원리에 따라 구성된 석고 월 보드 제조 라인의 형태로 수성 시멘트 슬러리로부터 제조된 시멘

트질 보드를 제조하기 위한 시스템의 일 실시예의 부분적인 개략 측면도로서, 상기 시스템은 본 개시의 원리에 따라 구성되고 성형 스테이션과 커팅 스테이션 사이의 제조 라인을 따라 미리 결정된 위치에 배치되는 커버 시트 천공기 시스템의 일 실시예를 포함한다.

도 2는 도 1의 커버 시트 천공기 시스템 및 도 1의 제조 시스템의 컨베이어에 의해 지지되는 석고 보드의 평면도이며, 설명을 위한 목적으로 롤러 지지 프레임이 부분적으로 파단되어 있다.

도 3은 도 1의 커버 시트 천공기 시스템의 단부 정면도이며, 설명을 위한 목적으로 롤러 지지 프레임은 부분적으로 파단되어 있다.

도 4는 도 1의 커버 시트 천공기 시스템의 롤러 브라켓의 측면도이다.

도 5는 도 4의 롤러 브라켓의 평면도이다.

도 6은 도 4의 롤러 브라켓의 단부 입면도이다.

도 7은 도 1의 타원형(VII)으로 표시된 바와 같이, 롤러 브라켓의 확대된 부분 단면도이며, 그 곳에 장착된 위치 설정 로드 및 도 1의 제조 시스템의 컨베이어에 장착되도록 구성된 브라켓 정지부를 갖는다.

도 8은 도 7의 것과 유사한 도면이지만, 위치 설정 로드와 브라켓 정지부 사이에 개재된 스톱 패드를 도시한다.

도 9는 본 개시의 원리에 따라 구성된 석고 보드의 실시예의 부분 횡단면도이다.

도면은 반드시 일정한 축척이 아니며 개시된 실시예는 때로는 도식적으로 및 부분적으로 도시되어 있음을 이해해야 한다. 특정 예에서, 본 개시의 이해를 위해 필요하지 않거나 다른 세부 사항을 인식하기 어렵게 만드는 세부 사항은 생략될 수 있다. 본 개시는 본 명세서에 설명된 특정 실시예들에 제한되지 않는다는 것을 이해해야 한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 본 개시는 석고 보드 제조 시스템 및 방법의 다양한 실시예들을 제공하며, 이는 예를 들어, 석고 월 판을 비롯한 다양한 시멘트 제품의 제조와 관련하여 사용될 수 있는 석고 보드의 커버 시트를 천공하기 위한 수단 및 단계를 포함한다. 본 개시의 원리에 따른 석고 보드 제조 시스템 및 방법의 실시예에서, 커버 시트 천공기 시스템은 천공기 롤러, 롤러 지지 프레임 및 구동 모터를 포함 할 수 있다.
- [0018] 천공기 롤러는 천공기 롤러가 그의 길이 방향 축을 중심으로 회전할 수 있도록 롤러 지지 프레임에 회전 가능하게 장착된다. 롤러 지지 프레임은 천공기 롤러를 컨베이어 위에서 지지하여, 천공기 롤러의 길이 방향 축은 컨베이어가 보드 라인의 습윤 단부로부터 커팅 스테이션을 향해 석고 보드를 운반하는 기계 방향에 수직인 컨베이어의 교차-기계 방향을 따라 연장된다. 실시예들에서, 롤러 지지 프레임은 기계 방향 및 교차-기계 방향 모두에 대해 수직인 법선 축을 따라 컨베이어 위에서 천공기 롤러의 위치를 선택적으로 변화시키도록 구성되어 석고 보드의 커버 시트 내로의 천공기 롤러의 핀들의 관통 깊이를 선택적으로 조절할 수 있다. 실시예들에서, 커버 시트 천공기 시스템은 건조 공정 동안 보드 내의 증기의 형성을 방지하는 것을 돕는 동시에, 킬른에서 석고 보드 내에 잔류하는 과량의 물의 건조를 용이하게 하는 천공 구멍들을 후방 커버 시트에 생성하도록 구성될 수 있다 (또는 보드에 형성된 증기에 대한 배출구를 제공하기 위해).
- [0019] 실시예에서, 구동 모터는 천공기 롤러와 함께 배치되어 천공기 롤러를 그 길이 방향 축을 중심으로 가변적으로 회전시킨다. 실시예들에서, 구동 모터는 천공기 롤러를 회전시키도록 제어되어 천공기 롤러는 그 외주에서 접선 속도를 가지며, 이는 컨베이어에 의해 보드 라인의 습윤 단부로부터 커팅 스테이션에서 나이프를 향하여 기계 방향을 따라 운반되는 석고 보드의 공칭 선 속도와 실질적으로 동일하다.
- [0020] 본 개시는 제1 커버 시트, 제2 커버 시트 및 코어를 갖는 석고 보드의 실시예들에 관한 것이다. 코어는 제1 및 제2 커버 시트 사이에 개재된다. 코어는 코어 층 및 농축 층을 포함한다. 코어 층은 적어도 물과 치장 벽토를 포함하는 코어 슬러리로부터 형성된 경화된 석고를 포함한다. 농축 층은 적어도 물, 치장 벽토 및 강화 첨가제를 포함하는 농축된 슬러리로부터 형성된 경화된 석고를 포함한다. 강화 첨가제는 코어 슬러리에 존재하는 것보다 농축된 슬러리에서 보다 농축된 양(중량 %로)으로 존재한다. 커버 시트들 중 적어도 하나는 그 커버 시트가 그 내부에 복수의 천공 구멍들을 획정하도록 천공된다.
- [0021] 실시예들에서, 농축 층은 제1 커버 시트와 연속하고, 코어 층은 농축 층과 제2 커버 시트 사이에 개재된다. 실시예들에서, 제2 커버 시트는 관통된다. 실시예에서, 제2 커버 시트는 천공된 제 2 커버 시트와 연속한다.

- [0022] 실시예에서, 본 개시의 원리에 따라 제조된 석고 보드는 석고 보드의 코어 층을 제조하는데 사용되는 슬러리의 제형(formulation)과 다른 제형을 갖는 슬러리로 제조된 적어도 하나의 층을 포함한다. 실시예들에서, 농축 층을 형성하는 슬러리의 제형은 코어 슬러리의 제형에서 동일한 강화 첨가제의 양보다 더 농축된 양으로 강화 첨가제를 포함할 수 있다(중량 % 기준). 실시예들에서, 농축 층은 2015년 6월 24일 출원된 미국 특허 출원 제 20/184,060호; 2016년 2월 2일 출원된 미국 특허 출원 제 62/290,361호; 2016년 6월 17일 출원된 미국 특허 출원 제 15/186,176호; 2016년 6월 17일 출원된 미국 특허 출원 제 15/186,212호; 2016년 6월 17일 출원된 미국 특허 출원 제 15/186,232호; 및 2016년 6월 17일 출원된 미국 특허 출원 제 15/186,257호에 기술된 바와 같은 기술 및 시멘트질 슬러리 제형을 사용하여 제조된 "농축 층"을 포함할 수 있으며, 상기 출원들은 본 명세서에 전체적으로 참조 문헌으로 인용된다.
- [0023] 이제 도면들을 참조하면, 본 개시의 원리에 따라 구성된 석고 보드(gypsum board)(25)를 제조하기 위한 시스템(20)의 일 실시예가 도 1에 도시되어 있다. 도시된 석고 보드(25)는 제1 커버 시트(cover sheet)(27), 제2 커버 시트(28) 및 코어 층(core layer)(30) 및 농축 층(concentrated layer)(31)을 갖는 석고 코어(gypsum core)를 포함한다. 석고 코어(30, 31)는 제1 및 제2 커버 시트들(27, 28) 사이에 개재된다(도 9 참조).
- [0024] 도시된 시스템(20)은 습윤 단부(wet end) 시스템(34), 성형 스테이션(forming station)(35), 컨베이어(conveyor)(37), 커버 시트 천공기 시스템(40) 및 커팅 스테이션(cutting station)(45)을 포함한다. 습윤 단부 시스템(34) 및 성형 스테이션(35)은 구성 재료들을 함께 혼합하고 조립하도록 구성되어, 미리 결정된 공칭 두께(nominal thickness)를 갖는 연속적인 석고 보드(25)가 컨베이어(37)를 따라 성형 스테이션(35)으로부터 기계 방향(machine direction)(50)에서 커팅 스테이션(45)을 향해 공급된다. 컨베이어(37)는 석고 보드(25)를 커버 시트 천공기 시스템(40)을 지나서 기계 방향(50)을 따라 커팅 스테이션(45)을 향해 이동 시키도록 구성된다. 석고 보드(25)는 기계 방향(50)을 따라 연장되는 한 쌍의 에지(edge)들을 갖는다. 에지들은 기계 방향(50)에 수직인 교차-기계 방향(51)을 따라 서로에 대해 측 방향으로 이격된 관계로 배치된다. 커버 시트 천공기 시스템(40)은 석고 보드(25)가 커팅 스테이션(45)을 향하여 기계 방향(50)을 따라 커버 시트 천공기 시스템을 지나갈 때, 제2 커버 시트(28)의 미리 결정된 폭(교차-기계 방향(51)을 따라 측정된)에 걸쳐 제2 커버 시트(28)를 관통하도록 구성된다. 커팅 스테이션(45)은 석고 보드(25)를 미리 결정된 길이(기계 방향(50)을 따라 측정된)의 보드 세그먼트들로 주기적으로 절단하도록 구성된다.
- [0025] 도시된 실시예에서, 습윤 단부 시스템(34)은 석고 월보드(wallboard) 습윤 단부 시스템으로 구성된다. 습윤 단부 시스템(34)은 석고 보드(25)를 형성하는 구성 재료들을 혼합 및/또는 조립하도록 구성된 임의의 적합한 장비를 포함할 수 있다. 도시된 실시예에서, 습윤 단부 시스템(34)은 코어 층(30)을 형성하는 코어 슬러리 및 석고 보드(25)의 농축 층(31)을 형성하는 농축 슬러리를 생성하도록 구성된 시멘트질 슬러리(cementitious slurry) 혼합 및 분배 시스템(72)을 포함한다(도 9 참조). 실시예들에서, 코어 슬러리(30)는 적어도 물 및 소석고(calcined gypsum)(일반적으로 "치장 벽토(stucco)"로 지칭됨)를 포함한다. 실시예들에서, 코어 슬러리(30)는 물, 치장 벽토 및 수성 폼(aqueous foam)을 포함하는 발포된 석고 슬러리를 포함한다. 실시예들에서, 농축 슬러리(31)는 적어도 물, 치장 벽토 및 강화 첨가제(enhancing additive)를 포함한다. 강화 첨가제는 코어 슬러리(30)에 존재하는 것보다 보다 농축된 양으로(중량 %로) 농축된 슬러리(31)에 존재한다. 실시예들에서, 코어 슬러리(30) 및 농축 슬러리(31)는 임의의 적합한 방식으로 형성될 수 있다.
- [0026] 커버 시트 재료의 제1 롤(roll)(74)은 선택적으로 분배되도록 구성되어, 제1 커버 시트(27)는 슬러리 혼합 및 분배 시스템(72)의 상류에서 제1 롤(74)로부터 분배되고 슬러리 혼합 및 분배 시스템(72)과 성형 스테이션(35) 사이에서 연장되는 성형 테이블 상으로 운반된다. 커버 시트 재료의 제2 롤(75)은 선택적으로 분배되도록 구성되어, 제2 커버 시트(28)는 슬러리 혼합 및 분배 시스템(72)과 성형 스테이션(35) 사이의 위치에서 제1 커버 시트(27) 및 슬러리 혼합 및 분배 시스템(72)으로부터의 농축 층(31) 및 코어 층(30) 상에 제2 롤(75)로부터 분배된다. 석고 보드 제품들은 전형적으로 성형 테이블 위로 이동하는 제1 롤(74)로부터 분배된 제1 커버 시트(27)가 완성된 석고 보드(25)의 "페이스(face)" 커버 시트(27)로서 작용하도록 "페이스 다운(face down)"으로 형성된다.
- [0027] 도시된 실시예에서, 슬러리 혼합 및 분배 시스템(72)은 주 혼합기(main mixer)(80), 주 배출 도관(main discharge conduit)(82) 및 발포체 주입 시스템(foam injection system)(85)을 포함한다. 주 혼합기(80)는 석고 보드(25)의 코어 층(30)을 형성하도록 구성된 코어 슬러리를 형성하기 위해 물과 시멘트질 재료(예를 들어, 치장 벽토)를 교반하도록 구성된다. 주 혼합기(80)는 주 배출 도관(82)과 유체 연통한다. 물과 소석고는 당 업계에 공지된 바와 같이 하나 이상의 입구들을 통해 주 혼합기(80)에 각각 공급될 수 있다. 실시예들에서, 임의의 다른 적합한 석고 슬러리 첨가제는 시멘트질 제품 제조 분야에 공지된 바와 같이 주 혼합기(80)에 공급될 수

있다.

- [0028] 임의의 적합한 혼합기(예를 들어, 핀 혼합기)가 슬러리 혼합 및 분배 시스템(72)과 함께 사용될 수 있다. 실시예들에서, 주 혼합기(80)는, 예를 들어, 온타리오(Ontario), 캐나다의 Gypsum Technologies Inc. 또는 John Broeders Machine에서 입수할 수 있는 것과 같은, 석고 보드 제조 기술에 공지되어 있는 바와 같은, 상업적으로 이용 가능한 적절한 혼합기일 수 있다.
- [0029] 실시예에서, 주 혼합기(80)는 회전 가능한 교반기(rotatable agitator)가 배치된 혼합 챔버를 형성한다. 교반기는 반경 방향으로 연장되는 디스크를 포함할 수 있으며, 이 디스크에는 법선 축(normal axis)(52)을 따라 위치되는 대체로 수직인 드라이브 샤프트(drive shaft)가 부착되고, 법선 축은 기계 방향(50) 및 교차-기계 방향(51) 모두에 수직이다. 드라이브 샤프트는 주 혼합기(80)의 상부 벽을 통해 연장될 수 있다. 구동 샤프트는 예를 들어, 교반기를 회전시켜 주 혼합기(80)의 혼합 챔버의 내용물을 혼합하기에 적절한 속도(예를 들어, 275-300 rpm)로 드라이브 샤프트를 회전시키기 위해, 종래의 드라이브 소스에 연결될 수 있다. 이 회전은 생성된 수성 슬러리를 시계 방향 외향 나선(clockwise outward spiral)과 같은 일반적으로 원심 방향으로 향하게 한다. 교반기의 이러한 논의는 당 업계에 공지된 석고 슬러리 혼합 챔버에서 통상적으로 사용되는 교반기의 기본 원리를 나타내기 위한 것임을 이해해야 한다. 핀들(pins), 패들들(paddles), 쟁기들(plows), 링들 등을 사용하는 것을 포함하는 다른 교반기 설계들이 고려된다.
- [0030] 주 배출 도관(82)은 주 혼합기(80)와 유체 연통하며, 코어 슬러리(30)의 주 흐름을 주 혼합기(80) 하류로부터 추가적인 제조 스테이션으로 전달하도록 구성된다(예를 들어, 도 1에 도시된 바와 같이 성형 스테이션(35)). 코어 슬러리(30)는 실질적으로 기계 방향(50)을 따라 유출구 유동 방향에서 주 배출 도관(82)으로부터 배출될 수 있다. 석고 보드의 형태의 시멘트질 보드를 제조하는데 사용될 수 있는 도시된 실시예에서, 주 배출 도관(82)은, 제1 커버 시트(27)가 시멘트질 슬러리 혼합 및 분배 시스템(72)과 성형 스테이션(35) 사이에서 연장되는 성형 테이블에 의해 지지되는 위치에서, 기계 방향(50)으로 전진하는 제1 커버 시트(27) 상에 코어 슬러리(30)를 증착하도록 구성된다.
- [0031] 주 배출 도관(82)은 임의의 적합한 재료로 제조될 수 있으며, 당업자에게 공지된 임의의 적합한 종래의 배출 도관을 포함하여 상이한 형상들을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 배출 도관은 플렉서블(flexible) 도관을 포함할 수 있다. 실시예들에서, 주 배출 도관(82)은, 예를 들어, 발포체 주입 시스템(85)의 발포체 주입 몸체, 유동-수정 요소(flow-modifying element), 및 슬러리 분배기와 같은, 당업자에 의해 이해되는 바와 같은 임의의 적합한 배출 도관 구성 요소를 포함할 수 있다.
- [0032] 실시예들에서, 하나 이상의 유동-수정 요소들은 배출 도관(82)과 연관될 수 있고 배출 혼합기(80)로부터 배출 도관(82)을 통해 배출된 코어 슬러리(30)의 흐름을 변경하도록 구성될 수 있다. 실시예들에서, 유동-수정 요소는 주 혼합기(80)로부터 배출 도관(82)을 통해 시멘트질 슬러리의 흐름의 유동 방향에 대해 배출 도관(82) 및 수성 발포 도관의 일부인 발포체 주입 몸체의 하류에 배치된다. 유동-수정 요소(들)는 배출 도관(82)을 통해 이동하는 코어 슬러리(30)의 흐름의 작동 특성을 제어하는데 사용될 수 있다. 적합한 유동-수정 요소들의 예시는 체적 제한기, 감압기, 압축기 밸브, 캐니스터(canister) 등을 포함하며, 예를 들어, 미국 특허 제6,494,609호; 제6,874,930호; 제7,007,914호; 및 제7,296,919에 개시되어 있다.
- [0033] 실시예들에서, 주 배출 도관(82)은 플렉서블 호스(flexible hose) 또는 일반적으로 "부츠(boot)"라고 불리는 구성 요소의 형태의 도관의 길이와 같은 종래의 배출 도관의 임의의 적절한 단자 부분일 수 있는 슬러리 분배기를 포함할 수 있다. 실시예들에서, 부츠는 멀티-레그 배출 부츠의 형태일 수 있다. 또 다른 실시예들에서, 배출 도관(82)의 슬러리 분배기는 예를 들어, 미국 특허 출원 공개 번호 제2012/0168527호; 제2012/0170403호; 제2013/0098268호; 제2013/0099027호; 제2013/0099418호; 제2013/0100759호; 제2013/0216717호; 제2013/0233880호; 및 제2013/0308411호에 도시되고 설명된 것과 유사할 수 있다. 일부 그러한 실시예들에서, 배출 도관(82)은 코어 슬러리(30)의 주 흐름을 주 혼합기(80)로부터 슬러리 분배기에서 재결합되는 두 개의 흐름으로 분할하기 위한 적절한 구성 요소들을 포함할 수 있다.
- [0034] 실시예에서, 발포체 주입 시스템(85)은 주 혼합기(80) 및 슬러리 배출 도관(82) 중 적어도 하나와 함께 배치된다. 발포체 주입 시스템(85)은 발포체 소스(90)(예를 들어, 당 업계에 공지된 바와 같이 구성된 발포체 생성 시스템과 같은), 발포체 공급 도관(92) 및 적절한 발포체 주입 몸체를 포함할 수 있다.
- [0035] 실시예들에서, 임의의 적합한 발포체 소스(90)가 사용될 수 있다. 바람직하게는, 수성 발포체는 발포제 및 물의 혼합물의 스트림이 발포체 생성기로 유도되는 연속 방식으로 제조되고, 생성된 수성의 발포체의 스트림은 생성

기를 떠나 석고 슬러리로 유도되어 석고 슬러리와 혼합된다. 실시예들에서, 임의의 적합한 발포제가 사용될 수 있다. 적합한 발포제들의 일부 예시는 예를 들어 미국 특허 제5,683,635호 및 제5,643,510호에 기재되어 있다.

[0036] 실시예들에서, 수성 발포체 공급 도관(92)은 주 혼합기(80) 및 배출 도관(82) 중 적어도 하나와 유체 연통될 수 있다. 발포체 소스(90)으로부터의 수성 발포체는 발포체 공급 도관(92)을 통해 배출 도관(82)의 주 혼합기(80) 하류의 임의의 적절한 위치에서 및/또는 주 혼합기(80) 그 자체에서 구성 물질에 첨가되어, 발포된 석고 슬러리를 형성할 수 있다.

[0037] 실시예들에서, 발포체 주입 몸체는 주 혼합기(80) 및 슬러리 배출 도관(82) 중 적어도 하나의 일부를 포함한다. 예를 들어, 실시예들에서, 수성 발포체 공급 도관(92)은 발포체 주입 몸체 내의 다수의 폼 주입 포트들에 발포체를 공급하는 매니폴드-형(manifold-type) 배열을 가지며, 이는, 예를 들어 미국 특허 제6,874,930호에 개시된 바와 같은, 배출 도관(82)과 관련된 분사 링 또는 블록의 형태일 수 있다. 실시예들에서, 유동-수정 요소는 혼합기(80)로부터 배출 도관(82)을 통해 코어 슬러리(30)의 흐름의 유동 방향에 대해 발포체 주입 몸체 및 수성 발포체 공급 도관(92)의 하류에 배치된다.

[0038] 실시예들에서, 발포체 공급 도관(92)은 배출 도관(82)과 유체 연통될 수 있고, 주 혼합기(80)와 유체 연통하는 하나 이상의 2차 발포체 공급 도관들이 제공될 수 있다. 또 다른 실시예들에서, 수성 발포체 공급 도관(들)(92)은 주 혼합기(80) 단독과 유체 연통할 수 있다. 실시예들에서, 발포체 주입 몸체는 혼합기(80)의 배출구에 장착된 전이 피스(transition piece)(일반적으로 "게이트(gate)"로 지칭 됨)의 일부일 수 있다. 당업자라면 알 수 있는 바와 같이, 슬러리 혼합 및 분배 조립체(72) 내의 시멘트질 슬러리 내로 수성 발포체를 도입하기 위한 수단은, 그것의 어셈블리 내의 상대 위치를 포함하여, 코어 슬러리(30)에서 수성 발포체의 균일한 분산을 제공하여 의도된 목적에 적합한 보드를 제조하도록 다양화 및/또는 최적화될 수 있다.

[0039] 실시예들에서, 석고 보드(25)의 커버 시트들(27, 28) 중 하나 또는 둘 모두는 필요에 따라 당 업계에서 "스킵 코트(skim coat)"로 종종 언급되는 비교적 고밀도(보드 코어가 제조되는 코어 슬러리(30)에 대해)의 석고 슬러리 층으로 처리될 수 있다. 이를 위해, 구체 예에서, 주 혼합기(80)는 배출 도관(82)으로부터 증착된 코어 슬러리(30)보다 상대적으로 조밀한 고밀도 수성 시멘트질 슬러리의 스트림을 증착 시키도록 구성된 보조 도관(auxiliary conduit)을 포함할 수 있다.

[0040] 실시예들에서, 보조 도관은 후면 커버 시트(28)에 스킵 코트 층을 증착하기 위해 제공될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서, 주 혼합기(80)는 주 배출 도관(82)으로부터 분배된 발포된 코어 슬러리(30)의 주 흐름보다 상대적으로 조밀한 보조 도관(즉, "후면 스킵 코트 스트림")을 통해 수성 소석고 슬러리의 흐름을 유도할 수 있다. 후면 스킵 코트 스테이션은 제2 롤(75)로부터 분배되는 제2 커버 시트(28)가 그 사이에 배치되도록 지지 요소 위에 배치된 예를 들어, 후면 스킵 코트 롤러와 같은, 후면 스킵 코트를 도포하기 위한 적절한 장비를 포함할 수 있다. 상기 보조 도관은 상기 후면 스킵 코트 스트림을 당 업계에 공지된 바와 같이 제2 롤(75)로부터 분배되는 제2 커버 시트(28)에 스킵 코트 층을 도포하도록 구성된 상기 후면 스킵 코트 롤러의 상류(제2 커버 시트(28)의 움직임 방향에서)의 이동하는 제2 커버 시트(28) 상에 증착시킬 수 있다.

[0041] 실시예들에서, 주 배출 도관(82)으로부터 분배되는 코어 슬러리(30)의 밀도보다 큰 밀도를 갖는 석고 슬러리의 적절한 전면 스킵 코트 스트림이 생성될 수 있다. 실시예들에서, 슬러리 혼합 및 분배 시스템(72)은 제1 커버 시트(27)에 전면 스킵 코트를 도포하기 위한 스킵 코팅 장비의 임의의 적절한 배치를 포함 할 수 있으며, 이는 당업자가 쉽게 이해할 수 있는 바와 같이 하드(hard) 에지들을 갖는 석고 보드를 제조하기 위한 적절한 장비를 포함한다.

[0042] 도시된 실시예들에서, 농축 슬러리는 제1 커버 시트(27)에 인접한 농축 층(31)과 석고 보드(25)의 에지 층들(95)을 형성하는데 사용된다(그 중 하나는 도 9에 도시됨). 다른 실시예들에서, 다른 슬러리 소스가 에지 층(들) (95)에 사용되는 것보다 페이스 커버 시트(27)의 필드에 걸쳐 농축 층(31)을 형성하는데 사용될 수 있다(도 9 참조). 그러한 실시예들 중 적어도 일부에서, 석고 보드(25)의 에지 층(들)(95)은, 코어 층(30)을 제조하는데 사용된 코어 슬러리 및 농축 층(31)을 보드(25)의 필드에서 제조하는데 사용된 농축 슬러리 중 적어도 하나와 다른, 제형(formulation)을 갖는 슬러리로부터 제조될 수 있다.

[0043] 실시예들에서, 농축 슬러리(31)는 임의의 적합한 소스를 통해 제공될 수 있다. 실시예들에서, 농축 슬러리(31)의 소스는 2015년 6월 24일자로 출원된 미국 특허 출원 제62/184,060호; 2016년 2월 2일자로 출원된 미국 특허 출원 제62/290,361호; 2016년 6월 17일자로 출원된 미국 특허 출원 제15/186,176호; 2016년 6월 17일 출원된 미국 특허 출원 제15/186,212호; 2016년 6월 17일 출원된 미국 특허 출원 제15/186,232호; 및 2016년 6월 17일

자로 출원된 미국 특허 출원 제15/186,257호에 개시된 기술을 통해 제공된다.

- [0044] 실시예들에서, 하나의 혼합기가 코어 슬러리(30)와 농축 슬러리(31)를 제조하는데 사용될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서, 주 혼합기(80)는 농축 슬러리(31)의 소스일 수 있다. 이러한 실시예들 중 적어도 일부에서, 보조 배출 도관은 주 혼합기(80)와 유체 연통될 수 있고 주 혼합기(80)로부터 보조 배출 도관을 통해 슬러리의 흐름을 유도하도록 구성될 수 있다. 하나 이상의 강화 첨가제들이 주 혼합기(80)로부터 나오는 보조 배출 도관 내의 슬러리에 첨가되어 강화된 슬러리를 형성할 수 있다.
- [0045] 도시된 실시예들에서, 농축 슬러리(31)의 소스는 제2 배출 도관(99)과 유체 연통하는 제2 혼합기(97)를 포함한다. 실시예들에서, 제2 혼합기(97)는 구성 성분들을 농축된 슬러리의 균일한 수성 분산물로 혼합하여 농축 층(31) 및, 적어도 몇몇 실시예들에서, 에지 층들(95)을 만들어 의도된 목적에 적합한 보드를 제조하도록 구성될 수 있는 임의의 적합한 혼합기일 수 있다. 실시예들에서, 농축 슬러리(31)를 생산하는데 사용되는 제2 혼합기(97)는 전체 작동 원리 및 구성에서 주 혼합기(80)와 유사할 수 있지만, 석고 보드(25)의 제조에 사용되는 농축 슬러리(31)의 양이 주 혼합기(80)로부터 배출되어 코어 층(30)을 생산하는 코어 슬러리(30)의 양보다 적기 때문에 주 혼합기(80)보다 작은 혼합 체적 용량을 갖는다.
- [0046] 실시예들에서, 혼합기들(80, 97)은 직렬로 연결될 수 있거나 또는 서로 독립적일 수 있다. 도시된 실시예들에서, 제2 혼합기(97)는 주 혼합기(80)와 독립적으로 작동된다. 제2 혼합기(97)는 당업자에게 공지된 임의의 적절한 기술을 사용하여 농축된 슬러리(31)의 제형을 포함하는 구성 성분을 제2 혼합기(97)로 전달하기 위해 독립적인 성분 공급물 및 유입구를 포함한다. 다른 실시예들에서, 혼합기들(80, 97)은 직렬로 연결될 수 있고 슬러리는 주 혼합기(80)로부터 제2 혼합기(97)로 보조 도관을 통해 전달되어 주 혼합기(80)로부터 슬러리를 추가로 처리하여 농축 슬러리(31)를 생성할 수 있다.
- [0047] 제2 배출 도관(99)은 작동 원리 및 구조가 주 배출 도관(82)과 유사할 수 있다. 실시예들에서, 제2 배출 도관(99)은 당업자에게 공지된 임의의 적절한 배출 도관 구성 요소를 포함할 수 있다. 실시예들에서, 제2 배출 도관(99)은 2015년 6월 24일자로 출원된 미국 특허 출원 제20/184,060호; 2016년 2월 2일자로 출원된 미국 특허 출원 제62/290,361호; 2016년 6월 17일자로 출원된 미국 특허 출원 제15/186,176호; 2016년 6월 17일자로 출원된 미국 특허 출원 제15/186,212호; 2016년 6월 17일 출원된 미국 특허 출원 제15/186,232호; 및 2016년 6월 17일자로 출원된 미국 특허 출원 제15/186,257호에 기술된 바와 같은 롤러의 상류 포인트에서 농축 슬러리(31)를 분배하도록 구성된다.
- [0048] 다른 실시예들에서, 별개의 보조 도관들이 하나 이상의 개별 스트림들을 페이스 커버 시트(27)에 전달하기 위해 주 혼합기(80)에 연결될 수 있다. 다른 적절한 장비(보조 혼합기들과 같은)가 보조 도관에 제공되어 슬러리의 발포체를 기계적으로 분해함으로써 및/또는 적절한 유입구를 통해 보조 도관(들) 내로 삽입된 적절한 발포-제거제의 사용을 통해 발포체를 화학적으로 분해함으로써 슬러리를 보다 조밀하게 만들 수 있다. 다른 실시예들에서, 보조 도관은 슬러리를 주 혼합기(80)로부터 제2 혼합기(97)로 향하게 할 수 있고 및/또는 내부에 적어도 하나의 강화 첨가제를 혼입시켜 본 명세서에 기재된 바와 같은 농축 층 및/또는 에지 층들로서 사용하기에 적합한 슬러리를 형성하기 위해 코어 슬러리(30)에서 보다 농축된 슬러리(31)에서 보다 농축된 적어도 하나의 성분을 갖는 강화된 슬러리를 형성하기 위한 적절한 입구를 포함할 수 있다.
- [0049] 실시예들에서, 보드(25)의 코어 층을 제조하는데 사용된 코어 슬러리(30)의 제형과 다른 제형을 갖는 슬러리로 제조된 층을 포함하는 석고 보드(25)의 적어도 하나의 에지를 형성하도록 구성된 에지 형성 어셈블리가 제공될 수 있다. 실시예들에서, 에지 형성 어셈블리는 2016년 7월 25일자로 출원된 미국 특허 출원 제62/366,492호에 기술된 바와 같은 원리에 따라 구성될 수 있고, 이는 본 명세서에서 그 전체가 참고로 인용된다.
- [0050] 실시예에서, 에지 형성 어셈블리는 각각이 농축 슬러리(31)로 제조된 층(95)을 포함하는 석고 보드의 에지들을 형성하도록 구성된다. 실시예들에서, 농축 슬러리(31)는 석고 보드(25)의 코어 층(30)이 제조되는 코어 슬러리(30)에서 보다 에지 층(95)이 제조되는 농축 슬러리(31)에서 보다 농축된(백분율 무게 기준) 양으로 하나 이상의 강화 첨가제를 포함한다(도 9 참조).
- [0051] 도 1을 참조하면, 도시된 실시예에서, 에지 형성 어셈블리는 코팅 롤러 어셈블리(100)를 통해 석고 보드(25)의 측면 에지들에서 에지 층들(95)을 제공하는 것과 함께 페이스 커버 시트(27)에 걸쳐 농축 층(31)을 제공하도록 구성된다. 또한, 에지 형성 어셈블리는 에지 비드 레귤레이팅 시스템(edge bead regulating system), 각각의 에지 비드를 위한 에지 층 형성 디바이스, 및 2016년 7월 25일자로 출원된 미국 특허 출원 제62/366,492호에 도시되고 기술된 바와 같이, 제1 커버 시트(27)의 각 에지에 대한 커버 시트 폴딩 시스템을 포함할 수 있다.

- [0052] 도 1을 참조하면, 도시된 실시예에서, 코팅 롤러 어셈블리(100)는 농축 층(31)을 형성하고 농축 슬러리(31)의 한 쌍의 에지 비드들을 각각 페이스 커버 시트(27)의 에지들로 향하게 하여 한 쌍의 에지 층들(95)을 형성하기 위해 페이스 커버 시트(27)의 폭을 실질적으로 가로 질러 농축 슬러리(31)를 도포하도록 제공된다(예를 들어, 도 9 참조). 도시된 실시예들에서, 에지 층(95)은 코어 슬러리(30)로부터 형성된 보드 코어 층보다 조밀하고(도 9 참조), 적어도 일부 실시예에서는, 농축 층(31)과 동일한 밀도를 가질 수 있다.
- [0053] 실시예들에서, 코팅 롤러 어셈블리(100)는 코팅 롤러(101), 롤러 샤프트 및 모터를 포함한다. 코팅 롤러(101)는 롤러 샤프트에 장착되고, 롤러 샤프트는 그 길이 방향 축(LA)을 중심으로 회전하도록 저널(journal)된다. 모터는 길이 방향 축(LA)을 중심으로 코팅 롤러(101)를 선택적으로 그리고 가변적으로 회전시키기 위해 롤러 샤프트와 배치된다.
- [0054] 도시된 실시예에서, 제2 혼합기(97)로부터 배출된 농축 슬러리(31)는 농축 슬러리(31)의 일부를 코팅 롤러(101)의 한 쌍의 단부들 둘레로 향하게 하여 에지 비드들을 형성함으로써 그리고 농축 슬러리(31)의 다른 부분을 코팅 롤러(101)의 상부로 향하게 하여 농축 층(31)을 페이스 커버 시트(27)에 도포함으로써 농축 층(31)과 에지 층(95)을 형성한다. 코팅 롤러(101)는 페이스 커버 시트(27)의 폭보다 작은 교차 기계 방향(51)을 따른 한 쌍의 단부들 사이에서 측정된 길이를 갖도록 구성되며, 이는 교차 기계 방향(51)을 따라 페이스 커버 시트(27)의 에지들 사이에서 측정된다.
- [0055] 실시예들에서, 농축 슬러리(31)의 소스는 농축 슬러리(31)의 층을 이동하는 페이스 커버 시트(27)의 폭을 실질적으로 가로 질러 농축 층(31)으로서 도포하고, 이동하는 페이스 커버 시트(27)의 폭보다 작은 코팅 롤러의 길이에 의해 이동하는 페이스 커버 시트(27)의 주연부에서 에지 비드를 회전하도록 구성된 코팅 롤러(101) 상류의 페이스 커버 시트(27) 상에 농축 슬러리(31)를 증착시킬 수 있다. 코팅 롤러(101)는 농축 슬러리(31)가 제2 배출 도관(99)으로부터 페이스 커버 시트(27) 상에 증착되는 위치의 하류 및 코어 슬러리(30)가 주 배출 도관(82)으로부터 페이스 커버 시트(27) 상에 증착되는 위치의 상류에 배치된다(농축 층(31)이 코어 슬러리(30)와 페이스 커버 시트(27) 사이의 법선 축(51)을 따라 개재되는 것과 함께). 에지 비드들을 에지 층들(95)로 변환하도록 구성된 2016년 7월 25일자로 출원된 미국 특허 출원 제62/366,492호에 기술된 다른 장비가 제공될 수 있다.
- [0056] 실시예들에서, 농축 슬러리(31)는 주 혼합기(80)에 의해 제조된 코어 슬러리(30)의 제형과 상이한 제형을 가질 수 있다. 실시예들에서, 농축 층을 형성하는 농축 슬러리(31)의 제형은 코어 슬러리(30)의 제형에서 동일한 강화 첨가제의 양보다 더 농축된(중량 % 기준) 양의 강화 첨가제를 포함할 수 있다. 농축 층(31)(및 관련된 에지 층(들)(95))은 강화 첨가제, 물 및 치장 벽토와 같은 시멘트질 재료를 포함하는 강화 슬러리로부터 형성되어 연속 결정질 매트릭스에서 설정된 석고와 같은 수화된 시멘트질 재료를 형성할 수 있다. 실시예들에서, 농축 슬러리(31)는 농축 층(31)이 2015년 6월 24일자로 출원된 미국 특허 출원 제20/184,060호; 2016년 2월 2일자로 출원된 미국 특허 출원 제62/290,361호; 2016년 6월 17일자로 출원된 미국 특허 출원 제15/186,176호; 2016년 6월 17일 출원된 미국 특허 출원 제15/186,212호; 2016년 6월 17일 출원된 미국 특허 출원 제15/186,232호; 및 2016년 6월 17일자로 출원된 미국 특허 출원 제15/186,257호에 기술된 것과 같은 "농축된 층"을 포함하도록 제형화 될 수 있으며, 이들은 본 명세서에 전체적으로 참조 문헌으로 인용된다.
- [0057] 실시예들에서, 농축 슬러리(31)는 원하는 강도 특성을 제공하는 강화 첨가제를 포함하도록 제형화 될 수 있다. 실시예들에서, 본원에서 논의된 바와 같이 강화 첨가제는 보드 코어 슬러리(30)(및/또는 보드 제품의 결과 층들)에서보다 농축된 슬러리(31)에서보다 더 농축된다. 강도를 제공하는데 도움이 되는 적절한 강화 첨가제의 예시들은 녹말, 폴리비닐 알코올, 붕산, 석고-시멘트, 나노-셀룰로오스, 마이크로-셀룰로스 또는 이들의 임의의 조합물을 포함한다. 본원의 단수의 용어 강화 첨가제의 사용은 편의를 위해 사용되지만, 당업자가 용이하게 이해할 수 있는 바와 같이, 복수의 강화 첨가제들을 조합하여 포함하는 것으로 이해될 것이다. 따라서, 강화 첨가제는 녹말, 폴리비닐 알코올, 붕산, 석고-시멘트, 나노-셀룰로스 및/또는 마이크로-셀룰로스 중 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0058] 일부 실시예들에서, 강화 첨가제는 녹말과 같은 성분 없이 보드(25)의 강도에 비해 석고 보드(25)의 건조 강도(dry strength)를 증가 시키는데 효과적인 녹말과 같은 성분을 포함한다(예를 들어, 증가된 압축 강도, 손톱 저항, 굴곡 강도, 코어 경도 또는 다른 강도 파라미터를 통해). 녹말과 관련하여, 히드록시알킬화 녹말(hydroxyalkylated starch), 예컨대 히드록시에틸화 또는 히드록시프로필화 녹말, 또는 이들의 조합물, 비조리된(hydroxyalkylated starch) 녹말 또는 예비 젤라틴화 녹말(pregelatinized starch)을 비롯한 임의의 적합한 강도 증강 녹말이 사용될 수 있으며, 이는 일반적으로 종이-코어 결합 강화(paper-core bond enhancement)를 제공하지만 코어 강도 향상을 제공하지 않는 산-개질 전이 녹말(acid-modifying migrating starch)보다 일반적

으로 바람직하다. 그러나, 원한다면, 산-개질 전이 녹말은 일부 실시예들에서 강화 첨가제와 함께 포함될 수 있다.

- [0059] 녹말은 조리되거나 조리되지 않을 수 있다. 조리되지 않은 녹말은 찬물에 녹지 않으며 반-결정 구조를 갖는 것으로 특징 지어진다. 전형적으로, 가열되지 않은 녹말은 습윤 제분(wet milling)에 의해 수득되고, 습윤 녹말을 가열함으로써 조리된 녹말의 경우와 같이 개질되지 않는다. 조리된 녹말은 찬 물에 녹을 수 있고 비-결정성 구조를 갖는 것을 특징으로 한다. 조리된 녹말은 습윤 녹말을 가열하여 제조되며, 예를 들어 압출 기술에 의해 제조될 수 있다. 예를 들어, 압출 기술이 참고로 포함된 미국 특허 출원 제14/494,547호; 제14/044,582호; 및 제13/835,002호를 참조한다.
- [0060] 조리된 녹말은 녹말 과립의 결정 구조가 녹고 녹말의 젤라틴화를 유발하기 때문에 예비 젤라틴화 녹말 (pregelatinized starch)이라고도 하며, 이는 편광된 빛이 있는 현미경 하에서 복굴절이 사라지는 특징이 있다. 바람직한 녹말은, 조리되거나 조리되지 않더라도, 동일한 강도 특성을 부여하지 않는 산-개질 전이 녹말과 상이하고, 그들의 더 작은 체인 길이로 인해 그들이 종이-코어 계면으로 이동함에 따라 종이-코어 결합 강화를 위해 당 업계에서 사용된다. 산-개질 전이 녹말은 일반적으로 약 6,000 달톤(Daltons) 이하의 더 낮은 분자량을 갖는다. 일부 실시예들에서, 본 개시의 실시예들에 따른 바람직한 녹말은 보다 높은 분자량, 예컨대 적어도 약 30,000 달톤을 갖는다.
- [0061] 예를 들어, 일부 실시예들에서, 농축 슬러리(31)에 첨가된 녹말은 약 30,000 달톤 내지 약 150,000,000 달톤, 예를 들어 약 30,000 달톤 내지 약 150,000,000 달톤, 약 30,000 달톤 내지 약 100,000,000 달톤, 약 30,000 달톤 내지 약 50,000,000 달톤, 약 30,000 달톤 내지 약 10,000,000 달톤, 약 30,000 달톤 내지 약 5,000,000 달톤, 약 30,000 달톤 내지 약 1,000,000 달톤, 약 30,000 달톤 내지 약 500,000 달톤, 약 30,000 달톤 내지 약 100,000 달톤, 약 50,000 달톤 내지 약 150,000,000 달톤, 약 50,000 달톤 내지 약 100,000,000 달톤, 약 50,000 달톤 내지 약 50,000,000 달톤, 약 50,000 달톤 내지 약 10,000,000 달톤, 약 50,000 달톤 내지 약 5,000,000 달톤, 약 50,000 달톤 내지 약 1,000,000 달톤, 약 50,000 달톤 내지 약 500,000 달톤, 약 50,000 달톤 내지 약 100,000 달톤, 약 100,000 달톤 내지 약 150,000,000 달톤, 약 100,000 달톤 내지 약 100,000,000 달톤, 약 100,000 달톤 내지 약 50,000,000 달톤, 약 100,000 달톤 내지 약 10,000,000 달톤, 약 100,000 달톤 내지 약 5,000,000 달톤, 약 100,000 달톤 내지 약 1,000,000 달톤, 약 100,000 달톤 내지 약 500,000 달톤, 또는 약 100,000 달톤 내지 약 100,000 달톤 등의 분자량을 가질 수 있다.
- [0062] 조리되지 않은 녹말의 특성은 차가운 물(즉, 77 °F (25 °C)의 온도)에서 낮은 점도를 갖는 것을 포함하지만, 예비 젤라틴화된 녹말의 특성은 차가운 물에서 즉각적인 고 점도를 갖는 것을 포함한다. 조리되지 않은 녹말은, 변형된 급속 점도 분석기(modified rapid viscosity analyzer method) 방법에 따라 측정된 바와 같이, 차가운 물에서 약 10 센티포아즈(centipoise) 이하의 점도를 갖는 경향이 있다(예를 들어, 약 3 센티포아즈 내지 약 7 센티포아즈와 같은 약 1 센티포아즈 내지 약 10 센티포아즈).
- [0063] 급속 점도 분석기 방법은 Deffenbaugh, L.B. Walker, C.E., "Comparison of Starch Pasting Properties in the Brabender Viscoamylograph and the Rapid Visco-Analyzer", Cereal Chemistry, Vol. 66, No. 6, pp. 493-499 (1989) 텍스트에 설명되어 있고, 다음과 같이 샘플 준비 및 시험 프로파일과 관련하여 본원에서 정의된 바와 같이 수정된다. Waring 블렌더(모델 31BL92)에서 녹말(20g, 건조)을 물(180g)에 넣고 저속으로 15초 동안 혼합한다. 녹말 용액(28g)을 계량 컵에 넣고 칭량한다. 급속 점도 분석기의 패들 속도는 160 rpm으로 설정된다. 시험 프로파일은 10분 동안 초기 온도 25 °C에서 설정된다. 15°C/분의 가열 속도로 93°C로 가열한다. 온도를 93 °C에서 5 분간 유지한다. -15°C/분의 냉각 속도로 50°C로 냉각 한다; 그리고 50 °C에서 1 분간 유지한다. 30 초에 측정된 점도 값을 녹말의 점도로 사용한다.
- [0064] 녹말은 물에 즉시 용해되기 때문에 예비 젤라틴화된 녹말은 냉수에서 "즉각적인" 높은 점도를 나타낸다. 조리된 또는 예비 젤라틴화된 녹말은 변형된 급속 점도 분석법에 따라 측정될 때 적어도 약 100 센티포아즈의 냉수 점도를 갖는 경향이 있다(예컨대, 약 350 센티포아즈 내지 약 1000 센티포아즈 와 같은 약 50 센티포아즈 내지 약 1000 센티포아즈).
- [0065] 일부 실시예들에서, 조리되지 않은 녹말은 물과 혼합되기 쉽기 때문에 선택된다. 이는 그들이 물에서의 점도가 낮기 때문이다. 예비 젤라틴화된 녹말은 때때로 "피시 아이(fish eye)"를 초래할 수 있고, 이는 혼합 중에 수용액에서 형성되는 하나 이상의 큰 덩어리(lump)들로 특징화된 조건이다. 임의의 특정 이론에 구속되기를 바라지는 않지만, 혼합 공정 중에, 큰 덩어리들은 녹말의 빠른 물 흡수에 기인하여 덩어리의 표면 상에 점성 필름을 형성하며, 이는 덩어리의 수분 침투를 방지한다. 조리되지 않은 녹말은 차가운 물에 대한 용해성으로 인해 피시

아이 상태를 피하는 것으로 여겨지며, 이는 녹말 과립의 분리를 초래한다. 그러나, 예비 젤라틴화된 녹말은 녹말과 석고 결정 사이의 수소 결합을 허용하는 작용기의 노출에 바람직하기 때문에 본 개시의 구현 예에 따라 사용될 수 있음을 이해할 것이다.

[0066] 적합한 조리되지 않은 녹말의 예는, 이에 제한되는 것은 아니지만, 네이티브 시리얼 녹말(native cereal starch), 네이티브 루트 녹말(native root starch), 네이티브 결절 녹말(native tuber starch), 및/또는 화학적으로 변형된 녹말 중 하나 이상을 포함하며, 구체적인 대표적인 예를 들면, 예를 들어, 옥수수 녹말(정상, 왁시 및/또는 고-아밀로즈), A-형 밀 녹말, B-형 밀 녹말, 완두 녹말, 분자량이 적어도 약 30,000 달톤인 산-개질 녹말, 녹말 히드록실 그룹상의 치환된 그룹(아세테이트, 포스페이트, 하이드록시 에틸, 하이드록시프로필)을 갖는 치환된 녹말, 또는 이들의 임의의 조합을 포함한다. 일부 실시예들에서, 조리되지 않은 녹말은 완두 녹말을 배제한다.

[0067] 미국 특허 출원 공보 제2014/0113124호 및 제2015/0010767호에 기술된 바와 같이, 임의의 적합한 예비 젤라틴화된 녹말을 강화 첨가제에 포함시킬 수 있으며, 이는 그 제조 방법 및 본원에 개시된 바람직한 점도 범위를 포함한다. 포함되는 경우, 예비 젤라틴화된 녹말은 임의의 적합한 점도를 나타낼 수 있다. 일부 실시예들에서, 예비 젤라틴화된 녹말은 당 업계에 공지된 바와 같이 예를 들어 미국 특허 출원 공개 제2014/0113124호에 개시된 바와 같은 VMA 방법에 따라 측정된 중간 범위의 점도 녹말이며, 이 VMA 방법은 본 명세서에 참고로 포함된다.

[0068] 일부 실시예들에 따른 바람직한 예비 젤라틴화된 녹말은, 예를 들어, 물에서 녹말의 15 wt. % 용액에서 측정된, 약 20 센티포아즈 내지 약 700 센티포아즈의 중간-범위 점도를 가질 수 있고, 예를 들어, 약 20 센티포아즈 내지 약 600 센티포아즈, 약 20 센티포아즈 내지 약 500 센티포아즈, 약 20 센티포아즈 내지 약 400 센티포아즈, 약 20 센티포아즈 내지 약 300 센티포아즈, 약 20 센티포아즈 내지 약 200 센티포아즈, 약 20 센티포아즈 내지 약 100 센티포아즈, 약 30 센티포아즈 내지 약 700 센티포아즈, 약 30 센티포아즈 내지 약 600 센티포아즈, 약 30 센티포아즈 내지 약 500 센티포아즈, 약 30 센티포아즈 내지 약 400 센티포아즈, 약 30 센티포아즈 내지 약 300 센티포아즈, 약 30 센티포아즈 내지 약 200 센티포아즈, 약 30 센티포아즈 내지 약 100 센티포아즈, 약 50 센티포아즈 내지 약 700 센티포아즈, 약 50 센티포아즈 내지 약 600 센티포아즈, 약 50 센티포아즈 내지 약 500 센티포아즈, 약 50 센티포아즈 내지 약 400 센티포아즈, 약 50 센티포아즈 내지 약 300 센티포아즈, 약 50 센티포아즈 내지 약 200 센티포아즈, 약 50 센티포아즈 내지 약 100 센티포아즈, 약 70 센티포아즈 내지 약 700 센티포아즈, 약 70 센티포아즈 내지 약 600 센티포아즈, 약 70 센티포아즈 내지 약 500 센티포아즈, 약 70 센티포아즈 내지 약 400 센티포아즈, 약 70 센티포아즈 내지 약 300 센티포아즈, 약 70 센티포아즈 내지 약 200 센티포아즈, 약 70 센티포아즈 내지 약 100 센티포아즈, 약 100 센티포아즈 내지 약 700 센티포아즈, 약 100 센티포아즈 내지 약 600 센티포아즈, 약 100 센티포아즈 내지 약 500 센티포아즈, 약 100 센티포아즈 내지 약 400 센티포아즈, 약 100 센티포아즈 내지 약 300 센티포아즈, 약 100 센티포아즈 내지 약 200 센티포아즈 등의 점도를 가질 수 있다.

[0069] 일부 실시예들에 따라, 예비 젤라틴화 녹말은 압출된 녹말로서 제조될 수 있으며, 예를 들어, 녹말은 미국 특허 출원 공보 제2015/0010767 호에 기재된 바와 같이 압출기의 한 단계에서 예비 젤라틴화 및 산-개질에 의해 제조되며, 상기 압출 방법은 본원에 참고로 포함된다. 간략하게, 임의의 적합한 압출기, 예컨대 단축(single-screw) 압출기(예컨대, 일리노이주 사우스 벨로이트(South Beloit)에 소재하는 미국 압출 인터내셔널(American Extrusion International)으로부터 입수 가능한 Advantage 50) 또는 이축(twin-screw) 압출기(예를 들어, KS의 Sabetha에 위치한 Wenger로부터 입수 가능한 Wenger TX52)가 사용될 수 있다. 일반적으로, 일부 실시예들에서: (a) 예비 젤라틴화 녹말의 전구체, 즉 비-예비 젤라틴화 녹말, (b) 칼슘 이온의 킬레이트화를 실질적으로 피하는 약산 및/또는 소량의 강산 형태의 산, 그리고 (c) 물이 혼합되어 압출기에 공급된다. 일부 실시예들에서, 추가의 물이 압출기에 첨가될 수 있다. 일부 실시예들에서, 예를 들어, 알루미늄 황산염(sulfate)(백반(alum))은 칼슘 이온을 킬레이트화(chelating)하는 것을 실질적으로 피하기 때문에 습윤 녹말 제조에 사용하기에 적절한 약산이다.

[0070] 예를 들어, 일부 실시예들에서, 약산은 녹말의 중량을 기준으로 약 0.5 wt. % 내지 약 5 wt. %의 양으로 포함된다. 강산의 양은 예를 들어 녹말의 중량의 약 0.05 wt. % 이하, 예를 들어 약 0.0001 wt. % 내지 약 0.05 wt. %와 같이 비교적 작다. 본 개시의 일부 실시예들에 따라 사용된 강산의 양은 예를 들어, 35 g의 녹말에 대해 예를 들어 적어도 약 2 g의 황산을 사용하는 통상적인 시스템에 포함된 것보다 상당히 작다. 일부 실시예들에서, 진술한 소량의 강산은 본원에 기재된 바와 같이 백반과 같은 칼슘 이온을 킬레이트화하지 않는 약산과 조합하여 사용될 수 있다.

- [0071] 압출기에서, 가열 요소 및 기계적 전단 가공(shearing)의 조합은 녹말을 녹이고 예비 젤라틴화시키고, 약산은 녹말을 본원에 기재된 바와 같이 바람직한 점도로 표시된 원하는 분자량으로 부분적으로 가수 분해한다. 예를 들어, 습윤 녹말은 약 150 °C (약 300 °F) 내지 약 210 °C (약 410 °F)의 온도에서 다이를 갖는 압출기에서 예비 젤라틴화 및 산-개질될 수 있다. 압출기 내부의 압력은 압출되는 원료, 수분 함량, 다이 온도 및 스크류 속도에 의해 결정되며, 이는 당업자에 의해 인식될 것이다. 예를 들어, 압출기 내의 압력은 약 2,000 psi(약 13,800 kPa), 예를 들어 약 2,000 psi 내지 약 5,000 psi (34,500 kPa)일 수 있다. 압출기의 조건은, 기계적 에너지로 인하여, 녹말 분자가 분해되어 부분적으로 산-개질의 동일한 효과를 일으킨다. 일부 실시예들에 따른 압출기에서의 조건(예를 들어, 높은 반응 온도 및 고압)이 이 화학 반응을 촉진시키기 때문에, 약산 및/또는 소량의 강산이 사용될 수 있다고 믿어진다.
- [0072] 냉수 용해성은 실온(약 25 °C)에서 물의 임의의 양의 대한 용해도를 갖는 예비 젤라틴화된 녹말에 관련된다. 일부 실시예들에서, 예비 젤라틴화된 녹말은 부분적으로 가수 분해되고 약 70 % 내지 약 100 %, 약 75 % 내지 약 100 %, 약 80 % 내지 약 100 %, 약 85 % 내지 약 100 %, 약 90 % 내지 약 100 %, 약 95 % 내지 약 100 %, 약 70 % 내지 약 99 %, 약 75 % 내지 약 99 %, 약 80 % 내지 약 99 %, 약 85 % 내지 약 99 %, 약 90 % 내지 약 99 %, 약 95 % 내지 약 99 % 등의 바람직한 냉수 용해도를 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 예비 젤라틴화 녹말은 블라벤더(Brabender) 방법에 따라 측정된 약 10 BU 내지 약 120 BU의 냉수 점도(10 % 고형분, 25 °C)를 갖고, 여기서 점도는 C.W. 블라벤더 Viscograph, 예를 들어 동적 측정을 위한 반응 토크를 사용하는 Viscograph-E를 사용하여 측정된다. 예를 들어, 냉수 점도는 예를 들어 약 20 BU 내지 약 110 BU, 약 30 BU에서 약 100 BU, 약 40 BU에서 약 90 BU, 약 50 BU 내지 약 80 BU, 또는 약 60 BU에서 약 70 BU일 수 있다. 본 명세서에 정의된 바와 같이, 블라벤더 유닛은, 75의 RPM에서 700 cmg 카트리지로 16 fl. oz의 샘플 컵 크기(약 500 cc)를 사용하여 측정된다. 당업자는 블라벤더 유닛이 센티포아즈(예를 들어, 측정 카트리지가 700cm 인 경우 cP = BU X 2.1) 또는 크랩스(Krebs) 유닛과 같은 다른 점도 측정으로 전환될 수 있음을 쉽게 인식할 것이다.
- [0073] 일부 실시예들에서, 녹말은 약 60 cP 내지 약 160 cP의 25 °C에서 측정될 때 물에서 녹말의 10 % 슬러리의 냉수 점도를 가지며, 이는 #2 스핀들 및 30 rpm의 회전 속도로 브룩필드(Brookfield) 점도계로 측정된다. 예를 들어, 25 °C에서 측정된 경우 물에서 녹말의 10 % 슬러리의 냉수 점도는 약 60 cP 내지 약 150 cP, 약 60 cP 내지 약 120 cP, 약 60 cP 내지 약 100 cP, 약 70 cP 내지 약 150 cP, 약 70 cP 내지 약 120 cP, 약 70 cP 내지 약 100 cP, 약 80 cP 내지 약 150 cP, 약 80 cP 내지 약 120 cP, 약 80 cP 내지 약 100 cP, 약 90 cP 내지 약 150 cP, 약 90 cP 내지 약 120 cP, 약 100 cP 내지 약 150 cP, 또는 약 100 cP 내지 약 120 cP일 수 있다.
- [0074] 포함되는 경우, 강화 첨가제로서 본원에 기재된 임의 유형의 녹말은 임의의 적합한 양으로 존재할 수 있다. 일부 실시예들에서, 녹말은 예지 층(95) 및/또는 농축 층(31)을 형성하기 위한 농축 슬러리(31) 내에 치장 벽토 중량의 약 5 % 내지 약 40 %의 양으로 존재하며, 예를 들어, 치장 벽토 중량의 약 5 % 내지 약 35 %, 치장 벽토 중량의 약 5 % 내지 약 30 %, 약 5 % 내지 약 25 %, 약 5 % 내지 약 20 %, 약 5 % 내지 약 15 %, 약 5 % 내지 약 10 %, 약 10 % 내지 약 30 %, 약 10 % 내지 약 25 %, 약 10 % 내지 약 20 %, 약 10 % 내지 약 15 % 등의 양으로 존재한다. 녹말은 보드 코어를 형성하는 코어 슬러리(30) 내에 치장 벽토 중량의 약 0 % 내지 약 4 %의 양으로 존재할 수 있으며, 예를 들어, 치장 벽토 중량의 약 0.1 % 내지 약 4 %, 치장 벽토 중량의 약 0.1 % 내지 약 3 %, 치장 벽토 중량의 약 0.1 % 내지 약 2 %, 치장 벽토 중량의 약 0.1 % 내지 약 1 %, 치장 벽토 중량의 약 1 % 내지 약 4 %, 치장 벽토 중량의 약 1 % 내지 약 3 %, 치장 벽토 중량의 약 1 % 내지 약 2 % 등의 양으로 존재할 수 있다.
- [0075] 일부 실시예들에서, 녹말을 함유하거나 함유하지 않는 강화 첨가제는 강도를 증가시키기 위해 폴리비닐 알코올 및/또는 붕산을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 폴리비닐 알코올, 붕산 및 녹말 모두 존재한다. 이론에 구속되지 않는 바와 같이, 붕산은 폴리비닐 알코올 및 녹말에 대한 가교제로서 녹말을 추가로 강화시키는 것으로 여겨진다. 일부 실시예들에서, 예지 층(95) 및/또는 농축 층(31) 내의 폴리비닐 알코올 및/또는 붕산의 농도는 페이스 종이의 강도에 긍정적인 영향을 미친다고 여겨지며; 이는 본 명세서에 기재된 바와 같이 폴리비닐 알코올 및/또는 붕산으로 페이스 페이퍼를 관통함으로써 배합될 수 있다.
- [0076] 포함되는 경우, 폴리비닐 알코올 및 붕산은 임의의 적합한 양으로 존재할 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예들에서, 폴리비닐 알코올은 농축 슬러리(31) 내에 치장 벽토 중량의 약 1 % 내지 약 5 %의 양으로 존재할 수 있다. 또한, 폴리비닐 알코올은 치장 벽토 중량의 약 0 % 내지 약 1 %의 양으로 보드 코어 슬러리(30)에 존재할 수 있다. 붕산은 농축 슬러리(31) 내에 치장 벽토 중량의 약 0.1 % 내지 약 1 %의 양으로 존재할 수 있고, 치장 벽토 중량의 약 0 % 내지 약 0.1 %의 양으로 보드 코어 슬러리(30)에 존재할 수 있다.

- [0077] 일부 실시예들에서, 강화 첨가제는 강도, 예를 들어 손톱 당김 저항 또는 다른 강도 파라미터를 강화시키기 위해 선택적으로 나노-셀룰로오스, 마이크로-셀룰로오스 또는 이들의 임의 조합물을 포함한다. 포함되는 경우, 나노-셀룰로오스, 마이크로-셀룰로오스 또는 이들의 조합물은 임의의 적합한 양으로 예를 들어 치장 벽토 중량의 약 0.01 % 내지 약 2 %, 예를 들어 약 0.05 % 내지 약 1 %의 양으로 농축 슬러리 (31)에, 그리고 예를 들어 치장 벽토 중량의 약 0 % 내지 약 0.5 %, 예를 들어 0 % 내지 약 0.01 %의 양으로 보드 코어 슬러리(30)에 존재할 수 있다.
- [0078] 강화 첨가제는 일부 실시예들에서 강도, 예를 들어 손톱 당김 내성 또는 다른 강도 파라미터를 향상시키기 위해 석고-시멘트를 포함할 수 있다. 석고-시멘트는 선택적이고 임의의 적당한 양으로 존재할 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 그것은 농축 슬러리(31)에 치장 벽토 중량의 약 5 % 내지 약 30 %의 양으로 포함될 수 있고, 치장 벽토 중량의 약 0 % 내지 약 10 %의 양으로 보드 코어 슬러리(30) 내에 존재할 수 있다.
- [0079] 일부 실시예들에서, 농축 층(31)(및/또는 에지 층(95))을 형성하기 위한 농축 슬러리(31)는 보드 코어 층(30)을 형성하기 위한 코어 슬러리(30)와 비교하여 적어도 약 1.2 배의 강화 첨가제의 농도를 함유하고, 예를 들어, 적어도 약 1.5 배, 적어도 약 1.7 배, 적어도 약 2 배, 적어도 약 2.5 배, 적어도 약 3 배, 적어도 약 3.5 배, 적어도 약 4 배, 적어도 약 4.5 배, 적어도 약 5 배, 적어도 약 6 배의 강화 첨가제의 농도를 함유하고, 이들 범위들 각각은 적절하게는 임의의 적합한 상한, 예를 들어 약 60, 약 50, 약 40, 약 30, 약 20, 약 10, 약 9, 약 8, 약 7, 약 6.5, 약 6, 약 5.5, 약 5, 약 4.5, 약 4, 약 3.5, 약 3, 약 2.5, 약 2, 약 1.5 등의 상한을 가질 수 있다. 본원에 사용된 "보다 높은 농도(higher concentration)"는 총량의 성분과는 대조적으로 강화 첨가제 (치장 벽토 중량 기준)의 상대적 양을 의미하는 것으로 이해 될 것이다. 보드 코어 층(30)은 농축 층(31) 및/또는 에지 층들(95)에 의한 기여와 비교하여 보드(25)에 더 큰 체적 부피 및 두께 기여를 제공하기 때문에, 임의의 특정 첨가제가 보드 코어 슬러리(30)에서 보다 큰 전체 총량으로, 예를 들어 파운드 또는 킬로그램으로 제공될 수 있지만, 농축 슬러리(31)에서의 농도와 비교하여 중량 %로 낮은 농도, 상대적으로 작은 양으로, 예를 들어 중량 %(중량 %)로 제공될 수 있다.
- [0080] 실시예들에서, 농축 슬러리(31)는 농축 층(31)(및 실시예들에서 에지 층들(95))이 보드(25)의 코어 층(30)보다 큰 밀도를 갖도록 형성될 수 있다. 실시예들에서, 농축 슬러리(31)는 상기 농축 슬러리(31)에 의해 생성된 농축 층(31) 및/또는 에지 층(95)이 코어 슬러리(30)에 의해 형성된 보드 코어 층(30)의 밀도보다 적어도 약 1.1 배 높은 밀도를 갖도록 형성되고, 일부 실시예에서 약 0.02 인치 (약 0.05 cm) 내지 약 0.2 인치 (약 0.5 cm)의 두께를 갖도록 형성된다. 보드 코어 층(30)은 바람직하게는 농축 층(31)의 두께(존재한다면, 각각의 에지 층들(95)의 두께)보다 큰 두께를 갖는다.
- [0081] 실시예들에서, 농축 슬러리(31)의 제형 및 생산은 2015년 6월 24일 출원된 미국 특허 출원 제20/184,060호; 2016년 2월 2일 출원된 미국 특허 출원 제62/290,361호; 2016년 6월 17일 출원된 미국 특허 출원 제15/186,176호; 2016년 6월 17일 출원된 미국 특허 출원 제15/186,212호; 2016년 6월 17일 출원된 미국 특허 출원 제15/186,232호; 및 2016년 6월 17일 출원된 미국 특허 출원 제15/186,257호에 기술된 "농축 층"의 제형 및 생산과 다른 점에서 유사할 수 있다. 실시예들에서, 코어 슬러리(30)의 제형 및 생산은 2015년 6월 24일 출원된 미국 특허 출원 제20/184,060호; 2016년 2월 2일 출원된 미국 특허 출원 제62/290,361호; 2016년 6월 17일 출원된 미국 특허 출원 제15/186,176호; 2016년 6월 17일 출원된 미국 특허 출원 제15/186,212호; 2016년 6월 17일 출원된 미국 특허 출원 제15/186,232호; 및 2016년 6월 17일 출원된 미국 특허 출원 제15/186,257호에 기술된 "보드 코어"를 생산하는데 사용되는 슬러리의 제형 및 생산과 다른 점에서 유사할 수 있다.
- [0082] 도 1을 참조하면, 실시예들에서, 습윤 단부 시스템(35)은 에지 벽(edge wall)(105) 및 페이스 커버 시트(27)와 후면 커버 시트(28)의 연결에 사용되는 연결 플랩(connection flap)(107)을 획정하기 위해 페이스 커버 시트(27)의 각각의 에지들을 접도록 구성된 커버 시트 폴딩 시스템(cover sheet folding system)(104)을 포함할 수 있다(도 9 참조). 실시예들에서, 커버 시트 폴딩 시스템(104)은 이러한 목적을 위해 당업자에게 알려진 임의의 적절한 장비를 포함할 수 있다. 커버 시트 폴딩 시스템(104)은 당업자가 이해하는 바와 같이, 보드 에지 벽들(105) 및 연결 플랩(107)의 형성을 용이하게 하기 위해 페이스 커버 시트(145)의 각 에지(114)에 인접하게 배치된 주름들(creases)(110, 111)을 사용할 수 있다(또한 도 9 참조). 실시예들에서, 주름들(110,111)은 당업자에게 공지된 임의의 적합한 주름 가공 장비 및 기술을 사용하여 커버 시트(27)의 각 측면 에지(114)에 인접하여 형성될 수 있다.
- [0083] 도 1을 참조하면, 성형 스테이션(35)은 석고 보드(25)가 미리 결정된 두께 범위 내에 있도록 석고 보드(25)를 형성하도록 구성된다. 성형 스테이션(35)은 당 업계에 공지된 바와 같은 그 의도된 목적에 적합한 임의의 장비

를 포함할 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서, 성형 스테이션(35)은 기계 방향(50) 및 교차-기계 방향(51)에 실질적으로 수직인 법선 축(52)을 따라 서로 이격된 관계의 한 쌍의 성형 플레이트들 또는 롤들을 포함할 수 있다. 시멘트질 보드(25)는 수직으로 이격된 성형 플레이트들/롤들을 통과하여 시멘트질 보드(25)의 두께를 결정한다. 성형 플레이트/롤들은 서로에 대해 조절 가능하게 이동되어 석고 보드(25)의 두께를 더욱 정제할 수 있다(예를 들어, 1/2 인치 두께에서 5/8 인치 또는 3/8 인치 두께 보드로 변경하는 경우와 같이, 보드의 공칭 두께가 변경되는 경우). 후방 커버 시트(28)를 페이스 커버 시트(27)에 고정하기 위해 접착제를 도포하는 장비가 제공될 수 있다.

[0084] 컨베이어(37)는 성형 스테이션(35)으로부터 멀어지는 방향으로 기계 방향(50)을 따라 석고 보드(25)를 운반하도록 구성된다. 컨베이어(37)는 석고 보드(25)의 제1 커버 시트(27)가 컨베이어(37) 상에 놓이도록 석고 보드(25)를 지지하도록 구성된다. 컨베이어(37)는 기계 방향(50)을 따라 그리고 상기 기계 방향(50)에 수직인 교차-기계 방향(51)을 따라 연장된다. 컨베이어(37)는 기계 방향(50)을 따라 선 속도로 석고 보드(25)를 운반하도록 구성된다. 실시예들에서, 컨베이어(37)는 선 속도가 변화될 수 있도록 구성될 수 있다(예를 들어, 석고 보드(25)의 생산 속도를 증가/감소시키고 및/또는 명목상 1/2 인치 두께의 석고 보드로부터 명목상 5/8 인치 두께의 보드로 변경하는 경우, 또는 그 반대의 경우와 같이 생산되는 보드의 두께를 변경시키기 위해).

[0085] 컨베이어(37)는 석고 보드(25)의 에지들이 기계 방향(50)과 실질적으로 평행한 관계로 연장되도록 구성될 수 있다. 실시예들에서, 컨베이어(37)는 시멘트질 보드(25)가 깨끗하게 절단될 수 있도록 커팅 스테이션(45)에 도달하기 전에 코어(30, 31)를 구성하는 슬러리가 적절하게 설정될 수 있도록 기계 방향(50)을 따라 측정된 충분한 길이를 갖도록 구성된다.

[0086] 컨베이어(37)는 당 업계에 공지된 바와 같이 그 의도된 목적에 적합한 임의의 장비를 포함할 수 있다. 도시된 실시예에서, 컨베이어(37)는 지지 표면을 확정하는 복수의 지지 부재들(120)을 포함한다. 도시된 실시예에서, 컨베이어(37)의 지지 부재들(120)은 회전을 위해 저널된 롤러들을 포함한다. 실시예들에서, 컨베이어(37)의 적어도 일부는 롤러들(120) 사이에 걸쳐있는 시멘트질 보드(25)를 지지하는 것을 돕기 위해 그리고 매끄러운 표면을 갖는 페이스 커버 시트(27)를 갖는 석고 보드(25)를 제조하는 것을 돕기 위해 롤러들에 겹쳐진 관계로 성형 벨트를 구비할 수 있다.

[0087] 도 1을 참조하면, 커버 시트 천공기 시스템(40)은 제2 커버 시트(28)에 일련의 천공 구멍들(125)을 생성하도록 구성된다(도 9 참조). 실시예들에서, 커버 시트 천공기 시스템(40)은 석고 보드(25)가 커팅 스테이션(45)을 향하여 기계 방향(50)을 따라 그것을 지나갈 때 제2 커버 시트(28)의 미리 결정된 폭(교차-기계 방향(51)을 따라 측정된)에 걸쳐 제2 커버 시트(28)를 관통하도록 구성된다. 실시예들에서, 커버 시트 천공기 시스템(40)은 후방 커버 시트(28)의 천공 구멍 패턴으로 천공 구멍들(125)을 생성하도록 구성될 수 있고, 이는 건조 프로세스 중에 보드(25) 내의 증기의 형성을 방지하는 것을 도우면서(및/또는 보드(25)에 형성된 임의의 증기를 위한 배출구를 제공하기 위해) 킬른(kiln)의 석고 보드(25)에 잔류하는 잉여 수분의 건조를 용이하게 한다.

[0088] 실시예들에서, 커버 시트 천공기 시스템(40)은 가변 천공 구멍 패턴들을 생성하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서, 커버 시트 천공기 시스템(40)은 상이한 천공 구멍 밀도들(단위 면적 당 구멍들), 개구 영역들(단위 면적 당 천공 구멍의 집합 면적), 열 피치들(row pitches)(교차-기계 방향(51)을 따라 일렬로 인접한 천공 구멍들 사이의 거리) 및 구멍 간격(교차-기계 방향(51)을 따르는 하나의 열의 천공 구멍과 기계 방향(50)을 따르는 인접 열의 가장 인접한 천공 구멍 사이의 거리) 및 상이한 천공 구멍 바 간격(인접한 천공 구멍들 사이에서 연장되는 커버 시트 재료의 웹(web)의 거리)을 갖는 천공 구멍 패턴들을 생성하도록 구성될 수 있다.

[0089] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 도시된 커버 시트 천공기 시스템(40)은 천공기 롤러(150), 롤러 지지 프레임(152), 모터(154), 작동기 어셈블리(actuator assembly)(157) 및 제어기(159)를 포함한다. 천공기 롤러(150)는 기계 방향(50)을 따라 성형 스테이션(35)의 하류에 배치된다. 천공기 롤러(150)는 천공기 롤러(150)가 회전 축(RA)을 중심으로 회전 가능하도록 롤러 지지 프레임(152)에 회전 가능하게 장착된다. 롤러 지지 프레임(152)은 회전 축(RA)이 교차-기계 방향(51)을 따라 연장되도록 천공기 롤러(150)를 지지한다(도 2 및 도 3 참조). 롤러 지지 프레임(152)은 천공기 롤러(150)를 컨베이어(37) 위에서 선 속도로 이동하는 석고 보드(25)의 제2 커버 시트(28)와 접촉 관계로 위치 시키도록 구성된다(도 1 및 도 3 참조). 구동 모터(154)는 천공기 롤러(150)가 회전 축(RA)을 중심으로 회전하도록 천공기 롤러(150)와 함께 배치된다. 구동 모터(154)는 석고 보드(25)가 천공기 롤러(150)를 지나서 이동함에 따라 제2 커버 시트(28)에 일련의 천공 구멍들(125)을 생성하기 위해 천공기 롤러(150)를 회전시키도록 구성된다(도 2 참조).

[0090] 도 2 및 도 3을 참조하면, 천공기 롤러(150)는 롤러 직경(D)을 갖는 외부 원주(outer circumference)(170)를

갖는다. 천공기 롤러(150)는 샤프트(172) 및 상기 샤프트(172)로부터 돌출된 복수의 천공 핀들(175)을 포함한다. 샤프트(172)는 천공기 롤러(150)의 회전 축(RA)을 회전한다. 천공 핀들(175)은 천공기 롤러(150)의 외부 원주(170)를 회전한다. 실시예들에서, 회전 축(RA)의 축 방향을 따르고 샤프트(172)에 의해 회전축(RA)의 원주의 천공 핀들(175)의 배열은 전술한 바와 같이 회전축(RA)을 중심으로 회전할 때 천공기 롤러(150)에 의해 생성된 천공 구멍 패턴을 변경하도록 변화될 수 있다.

[0091] 예를 들어, 실시예들에서, 천공 핀들(175)은 천공기 롤러(150)가 교차-기계 방향(51)을 따라 연장되며 그리고 기계 방향(50)을 따라 각각 이격된 관계로 천공 구멍들(125)의 열들(rows)(181, 182)을 생성하도록 샤프트(170)를 중심으로 이를 따라 배열될 수 있다. 실시예들에서, 도 2에 도시된 바와 같이, 천공 구멍들(125)의 인접한 열들(181, 182)은 하나의 열(181)의 천공 구멍들(125)이 천공 구멍들의 각각의 인접 열(182)의 천공 구멍들(125)에 상응하는 오프셋 관계에 있도록 엇갈리게 배치될 수 있다. 일 실시예에서, 교차-기계 방향(51)을 따르는 로우 피치(row pitch)는 1/2 인치이고, 기계 방향(50)을 따르는 로우 간격은 1/2 인치이고, 인접한 로우들(181, 182)은 1/4 인치 오프셋으로 엇갈려있다. 실시예들에서, 교차-기계 방향(51)을 따르는 로우 피치 및 기계 방향(50)을 따르는 로우 간격이 변경될 수 있다. 다른 실시예들에서, 천공 구멍들(125)은 인접한 로우의 천공 구멍들(125)과 교차-기계 방향(51)을 따라 각각 정렬되는 천공 구멍들(125)을 갖는 로우로 배열될 수 있다.

[0092] 실시예들에서, 천공 롤러(154)는 천공된 석고 보드(25)의 부분 및/또는 천공 구멍들(125)의 패턴이 변화될 수 있도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 도시된 실시예들에서, 천공 핀들(175)은 샤프트(172) 둘레에 배치된 일련의 원통형 세그먼트들(191, 192, 193, 194, 195)에 장착된다. 실시예들에서, 상이한 천공 핀 배열들(또는 핀 없음)을 갖는 상이한 원통형 세그먼트들이 천공기 롤러(150)에 의해 생성된 제2 커버 시트(28)의 천공 구멍 패턴을 변경하기 위해 샤프트(172)에 장착될 수 있다.

[0093] 도 3을 참조하면, 천공기 롤러(150)는 석고 보드(25)보다 넓다(교차-기계 방향(51)을 따라 측정 됨). 도시된 실시예에서, 천공기 롤러(150)는 실질적으로 제2 커버 시트(28)의 전체 폭(교차-기계 방향(51)을 따라 측정된)에 걸쳐 천공 구멍들의 패턴을 부여한다. 다른 실시예들에서, 석고 보드(25)의 중심 필드만이 천공된다(예를 들어, 보드(25)의 점점 가늘어지는 에지들 사이의 교차-기계 방향(51)을 따른 측 방향 거리). 예를 들어, 석고 보드(25)의 공칭 폭(교차-기계 방향(51)을 따라)이 4 피트인 실시예에서, 석고 보드(25)의 폭의 약 3/4인 중심 필드 부분이 천공될 수 있다.

[0094] 도 3을 참조하면, 천공기 롤러(150)는 법선 축(52)을 따라 석고 보드 위에 배치된다. 법선 축(52)은 기계 방향(50) 및 교차-교차 방향(51)에 수직이다.

[0095] 천공기 핀들(175)은 천공기 롤러(150)의 샤프트(172)로부터 반경 방향 외측으로 연장하는 작은 로드(rod)들이다. 각각의 천공기 핀(175)은 실질적으로 동일할 수 있고 천공 구멍(125)을 생성하기 위해 제2 커버 시트(28)를 관통하도록 구성된 말단 피어싱 포인트(distal piercing point)를 포함할 수 있다. 실시예들에서, 천공 핀들(175)은 각 천공기 핀(175)이 천공기 롤러의 샤프트(172)에 인접한 천공기 핀의 베이스보다 말단 팁에서 더 작은 횡단면을 갖도록 대체로 원추형이다(천공 핀(175)의 길이 방향 축에 수직으로 측정된). 실시예들에서, 천공기 핀들(175)은 임의의 적절한 테이퍼 각을 가질 수 있다.

[0096] 실시예들에서, 천공기 롤러(150)는 롤러지지 프레임(152)에 의해 조정 가능하게 지지되어, 천공기 롤러(150)의 회전축(RA)(예를 들어, 샤프트(172)의 방사상 중심에서)과 석고 보드의 제2 커버 시트(28) 사이의 법선 축(52)을 따라 측정된 오프셋 거리(200)가 가변적이다. 천공기 롤러(150)와 제2 커버 시트(28) 사이의 오프셋 거리(200)를 변경함으로써, 제2 커버 시트(28)의 결과적인 천공 구멍들(125)의 원주 크기가 변경될 수 있다. 오프셋 거리(200)를 감소시키는 것은 테이퍼 형 천공 핀들(175)에 의해 생성된 천공 구멍들(125)의 영역을 증가시킨다(즉, 테이퍼 형 천공 핀들(175)은 석고 보드(25) 내로 더 깊이 침투한다). 오프셋 거리(200)를 증가시키는 것은 테이퍼 형 천공 핀들(175)에 의해 생성된 천공 구멍(125)의 영역을 감소시킨다(즉, 테이퍼 형 천공 핀들(175)은 석고 보드(25)로 덜 깊숙이 침투한다).

[0097] 실시예들에서, 천공 핀들(175)은 제2 커버 시트(28)를 관통하여 석고 보드(25)의 경화 석고 슬러리 내로 침투할 수 있음을 이해해야 한다. 실시예들에서, 오프셋 거리(200)는 천공기 롤러(150)의 직경(D)의 절반보다 작아서, 천공 핀들(175)이 기계 방향(50)을 따라 천공기 롤러(150)를 통과 할 때 제2 커버 시트(28)를 관통하도록 석고 보드(25)의 제2 커버 시트(28)와 간섭하는 관계에 있다.

[0098] 실시예들에서, 천공 핀들(175)은 예를 들어 금속과 같은 임의의 적절한 재료로 제조될 수 있다. 실시예들에서, 천공 핀들(175)은 그들이 제2 커버 시트(28)로 간헐적으로 형성되는 접촉에 응답하여 천공 핀(175)이 약간 구부

러지도록 하는 금속으로 제조된다. 충분한 유연성을 가지기 때문에, 천공 핀들(175)은 석고 보드(25)와 접촉하는 라인에서의 천공기 롤러의 접선 속도 및 보드(25)가 기계 방향(50)을 따라 움직이는 선 속도의 약간의 변화를 수용할 수 있다.

- [0099] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 롤러 지지 프레임(152)은 천공기 롤러(150)를 컨베이어(37) 위로 지지하도록 구성된다. 롤러 지지 프레임(152)은 교차-기계 방향(51)을 따라 서로 이격된 관계로 배치된 제1 및 제2 측 프레임 어셈블리들(211, 212)을 포함하여, 컨베이어(37)는 그 사이에 개재된다; 측 프레임 어셈블리들(211, 212) 사이의 컨베이어(37) 위에서 교차-기계 방향(51)을 따라 연장되는 횡 방향 지지 레일(214); 각각의 상단부에서 측 프레임 어셈블리들(211, 212) 사이에서 연장되는 상부 프레임 어셈블리(217); 및 롤러 브라켓(roller bracket)(220).
- [0100] 측 프레임 어셈블리들(211, 212)은 실질적으로 동일한 구조를 가지며 서로의 거울상이다. 각각의 측 프레임 어셈블리(211, 212)는 기계 방향(50)을 따라 서로 이격된 관계로 배치된 한 쌍의 업라이트들(uprights)(223, 224)과, 법선 축(52)을 따라 중간 포인트에서 각각의 업라이트들(223, 224) 사이에서 기계 방향(50)을 따라 연장되는 종 방향 롤러 브라켓 지지 레일(225)을 포함한다.
- [0101] 도 3을 참조하면, 업라이트들(223, 224)은 적절한 장착 브라켓들(227)을 통해 바닥(또는 다른 지지 표면)에 고정될 수 있고 법선 축(52)을 따라 연장될 수 있다. 상부 프레임 어셈블리(217)는 업라이트들(223, 224)의 각각의 상단(229)에 장착된다. 도 1 내지 도 3을 참조하면, 종 방향 롤러 브라켓 지지 레일(225)은 한 쌍의 베어링들(234, 235)(예를 들어, 베개 블록 베어링(pillow block bearing)과 같은)을 통해 롤러 브라켓(220)을 선회 가능하게 지지하는데 사용될 수 있다.
- [0102] 도 2를 참조하면, 횡단 지지 레일(transverse support rail)(214)은 법선 축(52)을 따른 중간 포인트에서 제1 및 제2 측 프레임 어셈블리(211, 212)의 상류 업라이트들(223) 사이로 연장된다. 횡단 지지 레일(214)은 횡단 지지 레일(214) 및 롤러 브라켓(220) 모두에 연결된 작동기 어셈블리(157)의 장착부로서 사용될 수 있다.
- [0103] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 롤러 브라켓(220)은 천공기 롤러(150)를 회전 가능하게 지지한다. 도 2 및 도 3을 참조하면, 천공기 롤러(150)는 회전 축(RA)을 중심으로 회전하기 위해 롤러 브라켓(220)에 저널된다. 도시된 실시예에서, 천공기 롤러(150)의 샤프트(172)는 롤러 브라켓(220)에 장착된 한 쌍의 베어링들(231, 231)(예를 들어, 베개 블록 베어링)에 의해 회전 가능하게 지지되어 천공기 롤러(150)의 샤프트(172)가 베어링들(231, 232) 사이로 연장되어 회전 축(RA)을 획정한다.
- [0104] 도 1을 참조하면, 롤러 브라켓(220)은 피벗식으로 이동 가능하여, 롤러 브라켓(220)이 맞물림(engaged) 위치(도 1에 도시 됨)와 수납(stowed) 위치 사이에서 이동 범위에 걸쳐 회전할 수 있다(도 1에 파선으로 도시된 바와 같이). 천공기 롤러(150)는 롤러 브라켓(220)이 맞물림 위치에 있을 때 컨베이어(37)에 의해 운반되는 석고 보드(25)와 접촉 관계에 있도록 위치된다. 천공기 롤러(150)는 롤러 브라켓(220)이 수납 위치에 있을 때 컨베이어(37)에 의해 운반되는 석고 보드(25)와 비-접촉 관계에 있도록 위치된다.
- [0105] 도시된 실시예들에서, 롤러 브라켓(220)은 제1 및 제2 측 프레임 어셈블리들(211, 212)에 각각 장착된 베어링들(234, 235)을 통해 롤러 지지 프레임(152)에 피벗식으로 장착된다. 롤러 브라켓(220)은 그 몸체(241)로부터 연장되는 한 쌍의 피벗 샤프트들(238, 239)을 포함한다(예를 들어, 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이). 피벗 샤프트들(238, 239)는 베어링들(234, 235)에 각각 삽입되어 롤러 브라켓 피벗 축(BA)을 획정한다.
- [0106] 도 4 내지 도 6을 참조하면, 롤러 브라켓(220)은 롤러 지지 프레임의 나머지 부분으로부터 분해되어 도시된다. 롤러 브라켓(220)의 이러한 예시적인 실시예에 관한 추가적인 세부 사항은 당업자에게 명백할 것이다. 다른 실시예들에서, 롤러 브라켓은 상이한 구조를 가질 수 있다는 것을 이해해야 한다.
- [0107] 도 3을 참조하면, 실시예들에서, 롤러 지지 프레임(152)은 천공기 롤러(150)를 컨베이어 상에서 조정 가능하게 지지하도록 구성되어, 천공기 롤러(150)와 컨베이어(37)에 의해 지지되는 석고 보드(25)의 제 2 커버 시트(28) 사이에서 측정된 오프셋 거리(200)는 석고 보드(25)의 제2 커버 시트(28) 내로 천공 롤러(150)의 천공 핀(175)의 관통 깊이를 선택적으로 조절하도록 가변적이다. 예를 들어, 도 7을 참조하면, 실시예에서, 지지 프레임(152)은 위치 설정(positioning) 요소(270) 및 브라켓 정지부(272)를 포함한다. 위치 설정 요소(270)는 롤러 브라켓(220)에 장착된다. 브라켓 정지부(272)는 브라켓 정지부(272)가 위치 설정 요소(270)와 간섭 관계에 있도록 컨베이어(37)에 장착되어 결합 위치를 획정하도록 컨베이어(37)를 향한 방향(275)으로 롤러 브라켓(220)의 회전 운동을 제한한다(예를 들어, 도 1 참조).
- [0108] 도 7을 참조하면, 실시예들에서, 위치 설정 요소(270)는 롤러 브라켓(220)에 조정 가능하게 장착되어 위치 설정

요소(270)의 말단부(277)가 힌지 브라켓(220)으로부터 가변 거리(278)에 위치됨에 따라, 힌지 브라켓(220)이 결합 위치에 있을 때 천공기 롤러(150)와 컨베이어(37) 사이에서 측정된 오프셋 거리(200)는 천공기 롤러(150)의 석고 보드(25)의 제2 커버 시트(28) 로의 관통 깊이를 선택적으로 조절하도록 가변적이다. 도시된 실시예에서, 위치 설정 요소(270)는 롤러 브라켓(220)에 고정된 장착 몸체(mounting body)(282)와 나사식으로 결합되는 나사형 로드(threaded road)(280)를 포함한다. 말단부(277)는 나사형 로드(280)에 장착된 반구형 접촉 버튼(hemispherical contact button)의 형태이다. 나사형 로드(280)는 정밀한 공차(precision tolerance)를 가진 나사형 표면을 가질 수 있어, 나사형 로드(280)의 길이 방향 축 주위의 고정된 양만큼의 회전은 접촉 버튼을 미리 결정된 양만큼 전진/후퇴시킨다. 잼 너트(jam nut)(284)는 나사형 로드(280)를 원하는 위치에 고정시키기 위해 제공될 수 있다.

- [0109] 실시예들에서, 브라켓 정지부(272)는 위치 설정 요소(270)의 움직임을 막는 임의의 적절한 구조를 가질 수 있어 위치 설정 요소가 석고 보드(25)의 제2 커버 시트(28)에 대해 천공기 롤러(150)를 조정 가능하게 위치 시키는데 사용되는 것을 허용한다. 도시된 실시예에서, 브라켓 정지부(272)는 평평한 지지 단부(287)를 갖는 포스트(post)를 포함한다. 지지 단부(287)는 위치 설정 요소(270)의 말단부(277)가 지지 단부(287) 상에 놓이도록 위치되어 롤러 브라켓(220)의 맞물림 위치를 한정한다.
- [0110] 도 2 및 도 5를 참조하면, 도시된 롤러 지지 프레임(152)은 롤러 브라켓(220)의 하류 모서리에 장착된 한 쌍의 위치 설정 요소들(270, 271) 및 컨베이어(37)의 어느 한 측면에 장착된 한 쌍의 관련 브라켓 정지부들(272, 273)을 포함한다(예를 들어, 도 1 및 도 3 참조). 위치 설정 요소들(270, 271) 및 각각의 관련된 브라켓 정지부들(272, 273)은 각각 유사한 방식으로 구성될 수 있다.
- [0111] 도 7 및 도 8을 참조하면, 실시예들에서, 지지 프레임(152)은 미리 결정된 패드 두께를 갖는 정지 패드(290)를 포함한다. 정지 패드(290)는 위치 설정 요소(270)와 브라켓 정지부(272) 사이에 개재되어 패드 두께와 상관된 양으로 맞물린 위치의 위치를 점진적으로 조정한다. 실시예들에서, 패드 두께는 두 제품 두께 사이의 증분 차(incremental difference)가 될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서, 정지 패드(290)의 패드 두께는 시스템(20)에 의해 생성된 석고 보드(25)의 두 가지 두께 유형들 사이의 제품 두께 차이와 상관될 수 있다. 실시예들에서, 정지 패드(290)는 1/2 인치 두께의 보드에서 5/8 인치 두께의 보드로 변경하는데 사용될 수 있다.
- [0112] 도시된 실시예에서, 정지 패드(290)는 피벗 블록(292)을 통해 브라켓 정지부(272)에 피벗식으로 장착된다. 도 7을 참조하면, 정지 패드(290)는 브라켓 정지부(272)의 지지 단부로부터 벗어나 피벗되어(pivoted off), 롤러 브라켓(220)의 맞물림 위치를 추가로 정의하는데 사용되지 않는다. 피벗 블록(292)은 지지 단부(287)로부터 멀어지는 정지 패드(290)의 이동을 제한하기 위해 브라켓 정지부(272)의 측과 접촉한다. 도 8에서, 정지 패드(290)는 지지 단부(287)상의 제 위치로 피벗팅되어 있어 정지 패드(290)는 천공기 롤러(150)가 컨베이어(37)로부터의 거리를 더 증가시키기 위해 위치 설정 요소(270)와 브라켓 정지부(272) 사이에 삽입된다.
- [0113] 도 1 및 도 2를 참조하면, 구동 모터(154)는 천공기 롤러(150)의 외주와 제2 커버 시트(28) 사이의 접촉 포인트에서 석고 보드(25)와 함께 방향(295)으로 천공기 롤러(150)를 회전 시키도록 구성된다. 구동 모터(154)는 천공기 롤러(150)의 외주(170)가 석고 보드(25)가 움직이는 선 속도와 실질적으로 동일한 접선 속도를 갖도록 천공기 롤러(150)를 회전 시키도록 구성된다. 당업자는 석고 보드가 움직이는 선 속도가 실시예에서 공칭 선 속도(nominal line speed)라는 것을 이해할 것이다. 공칭 선 속도는 작동자에 의한 작동적인 입력으로 설립될 수 있다. 일부 실시예들에서, 공칭 선 속도는 성형 스테이션(35) 및/또는 커팅 스테이션(45) 근처에 위치한 것과 같은 선 속도 센서 측정치에 기초할 수 있다.
- [0114] 실시예들에서, 모터(154)는 그 의도된 목적에 적합한 임의의 적합한 모터일 수 있다. 실시예들에서, 모터는 적절한 기어 모터 및 회전 속도의 범위에 걸쳐 천공기 롤러(150)를 회전 시키도록 구성된 가변 주파수 드라이브(variable frequency drive, VFD)를 포함한다.
- [0115] 천공기 롤러(150)의 접선 속도와 석고 보드(25)가 주행하는 선 속도가 서로 충분히 상이하게 되면, 천공 구멍들(125)의 형상은 원형에서 타원형으로 변화할 수 있다. 실시예들에서, 모터(154)의 작동은 미리 결정된 형상 프로파일 허용 오차를 따르는 형상을 갖는 천공 구멍들(125)을 생성하도록 제어될 수 있다. 실시예들에서, 천공 구멍들에 대해 원하는 형상을 유지하기 위해 모터(154)의 작동을 제어하는 것을 돕기 위한 비전 시스템이 제공될 수 있다.
- [0116] 도 1을 참조하면, 작동기 어셈블리(157)는 맞물림 위치와 수납 위치 사이의 이동 범위에 걸쳐 롤러 브라켓(220)을 선택적으로 이동 시키도록 구성된다. 작동기 어셈블리(157)는 선형 작동기(310) 및 선형 작동기 전원(310)

2)을 포함한다. 실시예들에서, 선형 작동기는 적어도 지지 프레임(152)의 롤러 브라켓(220)에 장착된다. 도시된 실시예에서, 선형 작동기(310)는 롤러 브라켓(220) 및 롤러 지지 프레임(152)의 횡단 지지 레일(214)에 장착된다. 실시예들에서, 선형 작동기는 수납 위치와 맞물린 위치 사이의 이동 범위에 걸쳐 롤러 브라켓을 선택적으로 회전시키도록 구성된 임의의 적절한 작동기를 포함할 수 있다. 선형 작동기 전원(312)은 선형 작동기(310)가 이동 범위에 걸쳐 롤러 브라켓(220)을 이동 시키도록 선형 작동기(310)를 선택적으로 작동 시키도록 구성된다. 도시된 실시예에서, 선형 작동기(310)는 공기 실린더를 포함하고, 전원(312)은 압축 공기의 공급원을 포함한다.

[0117] 도 1을 참조하면, 제어기(159)는 선형 작동기 전원(312) 및 모터(154)와 동작 가능하게 배열된다. 실시예들에서, 제어기(159)는 제어기(159)에 의해 수신되는 명령 신호에 응답하여 롤러 브라켓(220)을 맞물림 위치로부터 수납 위치로 이동 시키도록 선형 작동기 전원(312)을 선택적으로 작동 시키도록 구성된다. 실시예들에서, 전원(312)으로부터 공기 실린더(310)로의 압축 공기의 흐름은 적절한 밸브 시스템을 통해 제어기(159)에 의해 제어된다. 실시예들에서, 제어기(159)는 천공기 롤러(150)의 회전 속도를 가변적으로 변화시키도록 모터(154)의 작동을 제어하도록 프로그램 될 수 있다. 실시예들에서, 제어기(159)는 천공기 롤러(150)의 접선 속도가 석고 보드(25)가 기계 방향(50)을 따라 이동하는 선 속도의 소정 허용치 내에 있도록 천공기 롤러(150)를 작동시키는 것을 돕는데 사용될 수 있다.

[0118] 도 1을 참조하면, 커팅 스테이션(45)은 기계 방향(50)을 따라 성형 스테이션(35)의 하류에 배치된다. 커팅 스테이션(45)은 컨베이어(37)가 석고 보드(25)를 커팅 스테이션(45)을 지나서 운반하도록 컨베이어(37)에 대해 배치된다. 커팅 스테이션(45)은 교차-기계 방향(51)을 따라 석고 보드(25)를 주기적으로 절단하도록 구성된 나이프를 포함하여, 시멘트질 보드(25)가 기계 방향(50)을 따라 커팅 스테이션(45)을 지나 이동함에 따라 일련의 보드 세그먼트들이 획득될 수 있다. 실시예들에서, 나이프는 당업자에게 일반적으로 알려진 로터리 나이프(rotary knife)일 수 있다.

[0119] 실시예들에서, 커버 시트 천공기 시스템(40)의 천공기 롤러(150)는 기계 방향(50)을 따라 커팅 스테이션(45)의 상류에 위치된다. 도시된 실시예에서, 커버 시트 천공기 시스템(40)의 천공기 롤러(150)는 성형 스테이션(35)과 커팅 스테이션(45) 사이의 기계 방향(50)을 따라 배치된다.

[0120] 실시예들에서, 제어기(159)는 커팅 스테이션(45)의 로터리 나이프의 작동을 제어하도록 구성될 수 있다. 실시예들에서, 제어기(159)는 상이한 선 속도 조건 하에서 실질적으로 동일한 길이의 보드 세그먼트들을 생성하기 위해 보드 라인의 선 속도(예를 들어, 적절한 센서에 의해 검출된 것과 같은)에 기초하여 로터리 나이프의 회전 속도를 조정할 수 있다.

[0121] 실시예들에서, 시멘트질 보드(25)를 제조하기 위한 시스템(20)은 다른 구성 요소들 및 스테이션들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서, 시스템(20)은 보드 인버터; 킬른; 및 번들러를 포함하는 전송 시스템 및 테이블 스테이션을 포함할 수 있고, 모두 커팅 스테이션(45)의 하류에 해당한다.

[0122] 본 발명의 원리에 따라 석고 보드를 제조하는 방법의 실시예에서, 본 개시의 원리에 따라 제조된 커버 시트 천공기 시스템은 본원에서 논의된 천공된 커버 시트를 갖는 석고 보드를 제조하는데 사용된다. 실시예들에서, 본 개시의 원리에 따라 석고 보드를 제조하는 방법은 본원에서 논의된 원리에 따라 석고 보드를 제조하기 위한 시스템의 임의의 실시예와 함께 사용될 수 있다.

[0123] 예를 들어, 실시예들에서, 본 개시의 원리에 따라 석고 보드를 제조하는 방법은 성형 스테이션으로부터 멀어지는 기계 방향을 따라 천공기 롤러로 석고 보드를 운반하는 단계를 포함한다. 석고 보드는 제1 커버 시트와 제2 커버 시트 사이에 개재된 코어를 갖는다. 코어는 수성 석고 슬러리를 포함한다. 석고 보드는 기계 방향을 따라 그리고 교차-기계 방향을 따라 연장된다. 교차-기계 방향은 기계 방향과 수직이다. 천공기 롤러는 기계 방향을 따라 성형 스테이션의 하류에 배치된다.

[0124] 석고 보드는 기계 방향을 따라 천공기 롤러 아래를 통과한다. 천공기 롤러는 석고 보드의 제2 커버 시트와 접촉하는 관계에 있다. 천공기 롤러는 교차-기계 방향을 따라 연장되는 회전 축을 중심으로 구동 모터를 통해 회전되어, 석고 보드가 천공기 롤러를 지나서 기계 방향으로 이동함에 따라 제2 커버 시트에 일련의 천공 구멍들이 생성될 수 있다. 본 발명의 원리에 따라 석고 보드를 제조하는 방법의 실시예들에서, 구동 모터는 천공기 롤러의 외주와 제2 커버 시트 사이의 접촉 포인트에서 석고 보드와 함께 방향으로 천공 롤러를 회전시킨다.

[0125] 실시예들에서, 석고 보드는 기계 방향을 따라 선 속도로 성형 스테이션으로부터 멀리 운반된다. 구동 모터는 천공기 롤러의 외주가 선 속도와 실질적으로 동일한 접선 속도를 갖도록 천공기 롤러를 회전시킬 수 있다.

[0126] 실시예들에서, 상기 방법은 천공기 롤러와 컨베이어 사이에서 측정된 오프셋 거리를 변경함으로써 석고 보드의

제2 커버 시트 내로의 천공기 롤러의 관통 깊이를 조절하는 단계를 더 포함한다. 오프셋 거리는 기계 방향과 교차-기계 방향 모두에 수직인 법선 축을 따라 측정된다. 실시예들에서, 오프셋 거리는 석고 보드의 두께의 변화와 상관되는 양으로 점진적으로 변화된다.

- [0127] 실시예들에서, 상기 방법은 석고 보드가 절단 스테이션을지나 기계 방향을 따라 이동함에 따라 일련의 보드 세그먼트들을 형성하도록 석고 보드를 주기적으로 커팅하는 단계를 더 포함한다. 커팅 스테이션은 기계 방향을 따라 성형 스테이션의 하류에 배치된다. 천공기 롤러는 기계 방향을 따라 성형 스테이션과 커팅 스테이션 사이에 개재된다. 실시예들에서, 천공기 롤러는 코어를 포함하는 수성 석고 슬러리가 제2 커버 시트를 관통하기 전에 경화되도록 충분한 거리만큼 기계 방향을 따라 성형 스테이션의 하류에 배치된다.
- [0128] 실시예에서, 상기 방법은 천공기 롤러가 석고 보드와 비-접촉 관계로 배치되도록 천공기 롤러를 수납 위치로 이동시키는 단계를 더 포함한다. 석고 보드의 천공 재개를 원할 때 천공기 롤러는 맞물림 위치의 제자리로 다시 이동될 수 있다.
- [0129] 실시예들에서, 석고 보드의 코어는 코어 층 및 농축 층을 포함한다. 코어 층은 적어도 물과 치장 벽토를 포함하는 코어 슬러리로부터 형성되고, 농축 층은 적어도 물, 치장 벽토 및 강화 첨가제를 포함하는 농축 슬러리로부터 형성된다. 강화 첨가제는 코어 슬러리보다 농축 슬러리에서 중량 퍼센트로 더 농축된 양으로 존재한다.
- [0130] 실시예들에서, 코어 층은 제2 커버 시트와 농축 층 사이의 법선 축을 따라 개재된다. 법선 축은 기계 방향과 교차-기계 방향 모두에 수직이다.
- [0131] 도 9를 참조하면, 본 개시의 원리에 따라 제조된 석고 보드(25)의 일 실시예가 도시되어있다. 석고 보드(25)는 제1 커버 시트(27), 제2 커버 시트(28) 및 석고 코어(29)를 포함한다. 석고 코어(29)는 제1 및 제2 커버 시트들(27, 28) 사이에 개재된다. 석고 코어(29)는 코어 층(30) 및 농축 층(31)을 포함한다. 코어 층(30)은 적어도 물과 치장 벽토를 포함하는 코어 슬러리로부터 형성된 경화된 석고를 포함한다. 농축 층(31)은 적어도 물, 치장 벽토 및 강화 첨가제를 포함하는 농축된 슬러리로부터 형성된 경화된 석고를 포함한다. 강화 첨가제는 코어 슬러리에 존재하는 것보다 농축된 슬러리에서 보다 농축된 양(중량 %)으로 존재한다. 커버 시트들(27, 28) 중 적어도 하나는 그 커버 시트가 그 내부에 다수의 천공 구멍들(125)을 획정하도록 천공된다. 도시된 실시예에서, 제2 커버 시트(28)가 천공된다.
- [0132] 실시예들에서, 코어 층(30)은 제2 커버 시트(28)와 농축 층(31) 사이에 개재된다. 도시된 실시예에서, 코어 층(30)은 제2 커버 시트(28)와 인접해 있다. 실시예들에서, 스킴 코트 코어 층은 제2 커버 시트(28)와 코어 층(30) 사이에 개재되며, 이는 코트 층(30)이 제도되는 슬러리보다 조밀한 슬러리로부터 제조된다.
- [0133] 실시예들에서, 코어 층(30)은 농축 층(31)보다 법선 축(52)을 따라 제2 커버 시트(28)에 가깝다. 법선 축(52)은 기계 방향(50) 및 교차-기계 방향(51)에 모두 수직이다.
- [0134] 실시예들에서, 코어 층(30)은 제 1 제형을 갖는 수성 석고 슬러리로부터 형성된다. 석고 보드(25)는 기계 방향(50)을 따라 종 방향으로 연장되는 한 쌍의 에지 층들(95)(그 중 하나가 표시됨)을 가지며, 이들은 제1 제형과 상이한 제2 제형을 갖는 슬러리로부터 형성된다. 에지 층들(95)은 기계 방향(50)에 수직인 교차-기계 방향(51)을 따라 서로에 대해 측 방향으로 이격된 관계로 배치된다. 각각의 에지 층(95)은 일반적으로 횡단면이 C-자형이다. 에지 층들(95)은 페이스 커버 시트(27) 및 코어 층(30)과 결합 관계에 있다.
- [0135] 실시예들에서, 각각의 에지 층(95)은 석고 보드(25)의 페이스 커버 시트(27)에 적용될 수 있어서, 에지 층(95)은 석고 보드(27)의 일면(이 경우, 프론트 페이스)으로부터 석고 보드(25)의 에지 벽(105) 주위로 연장된다. 도시된 실시예에서, 에지 층(95)은 에지 벽(105) 주위로 연장되어, 에지 층(95)은 전방 커버 시트(27)의 연결 플랩(107)의 적어도 일부와 결합 관계에 있을 수 있다.
- [0136] 실시예들에서, 에지 층(95)은 법선 축(52)을 따라 측정된 석고 보드의 공칭 두께의 절반보다 작은 두께를 갖는다. 이러한 방식으로, 각각의 에지 층(95)은 코어 층(30)의 부분(315)이 법선 축(52)을 따라 에지 층(95)의 한 쌍의 페이스 부분들(320, 321) 사이에 개재되는 C-자형 단면을 취한다. 페이스 부분들(320, 321)은 각각 페이스 커버 시트(27) 및 연결 플랩(107)에 연결된다. 에지 층(95)의 벽 부분(325)은 석고 보드(25)의 에지 벽(105)에 결합된다. 페이스 부분들(320, 321)은 기계 방향(50) 및 교차-기계 방향(51)을 따라 연장된다. 벽 부분(325)은 기계 방향(50) 및 법선 축(52)을 따라 연장된다.
- [0137] 실시예들에서, 석고 보드(25)는 에지 층들(95) 사이에서 측 방향으로 연장되는 농축 층(31)을 포함한다. 도시된 실시예에서, 농축 층(31)은 에지 층들(95)과 함께 제2 제형을 갖는 슬러리로부터 형성된다. 농축 층(31)은 에지

층(95)과 실질적으로 연속한다. 농축 층(31)은 페이스 커버 시트(27) 및 코어 층(30)에 결합 관계에 있다. 농축 층(31)은 에지 층들(95) 사이에서 교차-기계 방향(51)으로 실질적으로 연장된다.

- [0138] 후방 커버 시트(28)는 임의의 적절한 기술을 사용하여 페이스 커버 시트(27)에 연결될 수 있다. 예를 들어, 도시된 실시예에서, 후방 커버 시트(28)는 적절한 접착제를 통해 연결 플랩(107)에 연결된다.
- [0139] 본 개시의 원리는 다음의 예시적인 실시예들에 의해 더 설명된다. 그러나, 본 발명의 범위는 이하의 실시예들에 의해 제한되지 않는다.
- [0140] 실시예 1. 석고 코어, 제1 커버 시트 및 제2 커버 시트를 갖는 석고 보드 제조 시스템으로서, 상기 석고 코어는 상기 제1 및 제2 커버 시트들 사이에 개재되는, 상기 시스템에 있어서: 상기 석고 보드가 미리 결정된 두께 범위 내에 있도록 상기 석고 보드를 형성하도록 구성된 성형 스테이션(forming station); 상기 성형 스테이션으로부터 멀어지는 기계 방향(machine direction)을 따라 상기 석고 보드를 운반하도록 구성된 컨베이어(conveyor)로서, 상기 석고 보드의 상기 제1 커버 시트가 상기 컨베이어 상에 놓이도록 상기 석고 보드를 지지하도록 구성된, 상기 기계 방향을 따라 그리고 상기 기계 방향에 수직인 교차-기계 방향을 따라 연장되는, 상기 컨베이어; 천공기 롤러(perforator roller), 롤러 지지 프레임(roller support frame) 및 모터(motor)를 포함하는 커버 시트 천공기 시스템(cover sheet perforator system)으로서: 상기 천공기 롤러는 상기 기계 방향을 따라 상기 성형 스테이션의 하류에 배치되며, 상기 롤러 지지 프레임에 회전 가능하게 장착되어 회전 축을 중심으로 회전 가능하고, 상기 롤러 지지 프레임은 상기 회전 축이 상기 교차-기계 방향을 따라 연장되도록 상기 천공기 롤러를 지지하고, 상기 천공기 롤러를 상기 컨베이어에 의해 운반된 상기 석고 보드의 상기 제2 커버 시트와 접촉 관계로 위치시키도록 구성되며, 그리고 상기 구동 모터는 상기 천공기 롤러와 함께 배치되어 상기 회전 축을 중심으로 상기 천공기 롤러를 회전시키고, 상기 석고 보드가 상기 천공기 롤러를 지나 이동함에 따라 상기 천공기 롤러를 회전시켜 상기 제2 커버 시트에 일련의 천공 구멍들을 생성하도록 구성된, 커버 시트 천공기 시스템을 포함한다.
- [0141] 실시예 2. 실시예 1에 따른 제조 시스템에 있어서, 상기 천공기 롤러는 외주(outer circumference)를 가지며, 상기 구동 모터는 상기 천공기 롤러의 상기 외주와 상기 제2 커버 시트 사이의 접촉 포인트에서 상기 석고 보드와 함께 방향으로 상기 천공기 롤러를 회전 시키도록 구성된다.
- [0142] 실시예 3. 실시예 2에 따른 제조 시스템에 있어서, 상기 컨베이어는 상기 기계 방향을 따라 선 속도(line speed)로 상기 석고 보드를 운반하도록 구성되며, 상기 구동 모터는 상기 천공기 롤러의 외주가 상기 선 속도와 실질적으로 동일한 접속 속도(tangential speed)를 갖도록 상기 천공기 롤러를 회전시키도록 구성된다.
- [0143] 실시예 4. 실시예 1에 따른 제조 시스템에 있어서, 상기 천공기 롤러는 샤프트 및 상기 롤로부터 돌출된 복수의 천공 핀들을 포함하며, 상기 천공 핀들은 상기 천공기 롤러의 상기 외주를 획정한다.
- [0144] 실시예 5. 실시예 1에 따른 제조 시스템에 있어서, 상기 롤러 지지 프레임은, 상기 천공기 롤러와 상기 컨베이어 사이에서 측정된 오프셋 거리(offset distance)가 상기 석고 보드의 상기 제2 커버 시트 내로의 상기 천공기 롤러의 관통 깊이를 선택적으로 조절하기 위해 가변적이도록, 상기 컨베이어 위에서 상기 천공기 롤러를 조정 가능하게 지지하도록 구성되며, 상기 오프셋 거리는 상기 기계 방향 및 상기 교차-기계 방향 모두에 대해 수직인 법선 축(normal axis)을 따라 측정된다.
- [0145] 실시예 6. 실시예 1에 따른 제조 시스템에 있어서, 상기 롤러 지지 프레임은 롤러 브라켓을 포함하고, 천공기 롤러는 회전 축을 중심으로 회전하기 위해 상기 롤러 브라켓에 저널되며, 상기 롤러 브라켓은 맞물림 위치와 수납 위치 사이의 이동 범위에 걸쳐 회전 가능하도록 피벗식으로 이동 가능하며, 상기 천공기 롤러는 상기 맞물림 위치에 있을 때 상기 컨베이어에 의해 운반되는 석고 보드와의 접촉 관계에 있도록 위치되고, 상기 천공기 롤러는 상기 수납 위치에 있을 때 상기 컨베이어에 의해 운반되는 석고 보드와 비-접촉 관계가 되도록 위치된다.
- [0146] 실시예 7. 실시예 6에 따른 제조 시스템에 있어서, 커버 시트 천공기 시스템은 작동기 어셈블리를 포함하며, 상기 작동기 어셈블리는 상기 맞물림 위치와 상기 수납 위치 사이의 이동 범위에 걸쳐 상기 롤러 브라켓을 선택적으로 이동시키도록 구성된다.
- [0147] 실시예 8. 실시예 7에 따른 제조 시스템에 있어서, 작동기 어셈블리는 선형 작동기 및 선형 작동기 전원을 포함하고, 선형 작동기는 적어도 지지 프레임의 롤러 브라켓에 장착되고, 선형 작동기 전원은 선형 작동기가 이동 범위에 걸쳐 롤러 브라켓을 이동시키도록 선형 작동기를 선택적으로 작동 시키도록 구성된다.
- [0148] 실시예 9. 실시예 6에 따른 제조 시스템에 있어서, 롤러 지지 프레임은 위치 설정 요소 및 브라켓 정지부를 포

함하고, 상기 위치 설정 요소는 상기 롤러 브라켓에 장착되고, 브라켓 정지부는 컨베이어에 장착되어 브라켓 정지부는 위치 결정 요소와 간섭 관계에 있게 되어 맞물림 위치를 확정하도록 컨베이어를 향한 방향으로 롤러 브라켓의 회전 운동을 제한한다.

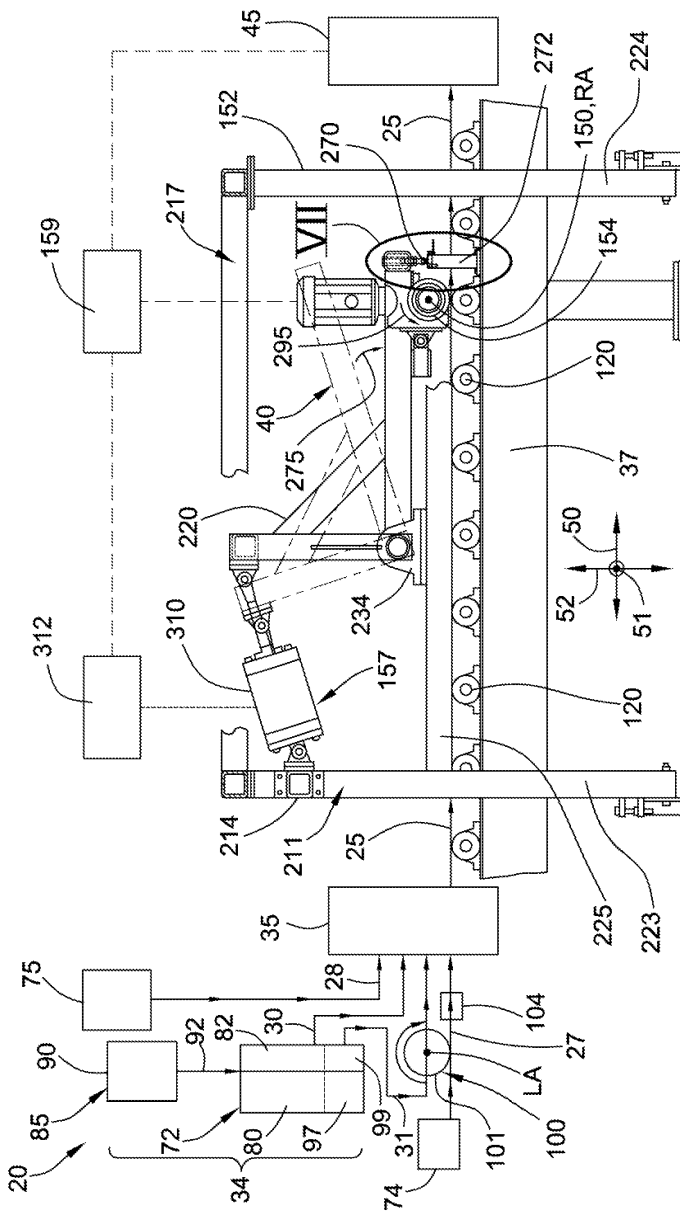
- [0149] 실시예 10. 실시예 9에 따른 제조 시스템에 있어서, 위치 설정 요소는 롤러 브라켓에 조정 가능하게 장착되어 위치 설정 요소의 말단부는 상기 힌지 브라켓으로부터 가변 거리만큼 위치되어 상기 힌지 브라켓이 맞물림 위치에 있을 때 천공기 롤러와 컨베이어 사이에서 측정된 오프셋 거리는 석고 보드의 제2 커버 시트 내로의 천공기 롤러의 관통 깊이를 선택적으로 조절하도록 가변적이며, 오프셋 거리는 기계 방향 및 교차-기계 방향 모두에 수직인 법선 축을 따라 측정된다.
- [0150] 실시예 11. 실시예 10에 따른 제조 시스템에 있어서, 상기 지지 프레임은 정지 패드를 포함하고, 상기 정지 패드는 패드 두께를 가지며, 상기 정지 패드는 상기 위치 설정 요소와 상기 브라켓 정지부 사이에 개재되도록 구성되어 패드 두께에 상관된 양으로 맞물림 위치의 위치를 점진적으로 조절한다.
- [0151] 실시예 12. 실시예 1에 따른 제조 시스템에 있어서, 커팅 스테이션을 더 포함하며, 상기 커팅 스테이션은 상기 기계 방향을 따라 상기 성형 스테이션의 하류에 배치되고, 상기 절단 스테이션은 상기 컨베이어에 대해 배열되어 컨베이어가 석고 보드를 커팅 스테이션을 지나서 운반하게 하며, 상기 커팅 스테이션은 교차-기계 방향을 따라 상기 석고 보드를 주기적으로 절단하도록 구성된 나이프를 포함하여 석고 보드가 커팅 스테이션을 지나 기계 방향을 따라 이동함에 따라 일련의 보드 세그먼트들을 확정하고, 커버 시트 천공기 시스템의 천공기 롤러는 기계 방향을 따라 성형 스테이션과 커팅 스테이션 사이에 배치된다.
- [0152] 실시예 13. 석고 보드를 제조하는 방법에 있어서, 상기 방법은: 성형 스테이션으로부터 멀어지는 기계 방향을 따라 천공기 롤러로 상기 석고 보드를 운반하는 단계로서, 상기 석고 보드는 제1 커버 시트와 제2 커버 시트 사이에 개재된 코어를 갖고, 상기 코어는 수성 석고 슬러리(aqueous gypsum slurry)를 포함하고, 상기 석고 보드는 상기 기계 방향을 따라 그리고 상기 기계 방향에 수직인 교차-기계 방향을 따라 연장되며, 상기 천공기 롤러는 상기 기계 방향을 따라 상기 성형 스테이션의 하류에 배치된, 상기 석고 보드를 운반하는 단계; 상기 기계 방향을 따라 상기 천공기 롤러 아래로 상기 석고 보드를 통과시키는 단계로서, 상기 천공기 롤러는 상기 석고 보드의 상기 제2 커버 시트와 접촉 관계에 있는, 상기 석고 보드를 통과 시키는 단계; 상기 교차-기계 방향을 따라 연장되는 회전 축을 중심으로, 구동 모터를 통해, 상기 천공기 롤러를 회전시켜, 상기 석고 보드가 상기 천공기 롤러를 지나 상기 기계 방향으로 이동함에 따라 상기 제2 커버 시트에 일련의 천공 구멍들을 생성하는 단계를 포함한다.
- [0153] 실시예 14. 실시예 13에 따른 제조 방법에 있어서, 상기 구동 모터는 상기 천공기 롤러의 외주와 상기 제2 커버 시트 사이의 접촉 포인트에서 상기 천공기 롤러를 상기 석고 보드와 함께 방향으로 회전시킨다.
- [0154] 실시예 15. 실시예 14에 따른 제조 방법에 있어서, 상기 석고 보드는 상기 기계 방향을 따라 선 속도로 상기 성형 스테이션으로부터 멀리 운반되며, 상기 구동 모터는 상기 천공기 롤러의 외주가 상기 선 속도와 실질적으로 동일한 접촉 속도를 갖도록 상기 천공기 롤러를 회전시킨다.
- [0155] 실시예 16. 실시예 13에 따른 제조 방법에 있어서, 상기 천공기 롤러와 상기 컨베이어 사이에서 측정된 오프셋 거리를 변화시킴으로써 상기 석고 보드의 상기 제2 커버 시트 내로의 상기 천공기 롤러의 관통 깊이를 조절하는 단계를 더 포함하고, 상기 오프셋 거리는 상기 기계 방향 및 상기 교차-기계 방향 모두에 대해 수직인 법선 축을 따라 측정된다.
- [0156] 실시예 17. 실시예 16에 따른 제조 방법에 있어서, 상기 오프셋 거리는 상기 석고 보드의 두께 변화와 상관되는 양으로 점진적으로 변화된다.
- [0157] 실시예 18. 실시예 13에 따른 제조 방법에 있어서, 상기 천공기 롤러가 상기 석고 보드와 비-접촉 관계로 배치되도록 상기 천공기 롤러를 수납 위치로 이동시키는 단계를 더 포함한다.
- [0158] 실시예 19. 실시예 13에 따른 제조 방법에 있어서, 상기 석고 보드가 기계 방향을 따라 커팅 스테이션을 지나 이동함에 따라 일련의 보드 세그먼트들을 확정하도록 상기 석고 보드를 주기적으로 절단하는 단계를 더 포함하고, 상기 커팅 스테이션은 기계 방향을 따라 상기 성형 스테이션의 하류에 배치되고, 상기 천공기 롤러는 기계 방향을 따라 상기 성형 스테이션과 상기 커팅 스테이션 사이에 개재된다.
- [0159] 실시예 20. 실시예 19에 따른 제조 방법에 있어서, 상기 천공기 롤러는 기계 방향을 따라 제2 천공 시트를 관통하기 전에 코어를 포함하는 수성 석고 슬러리가 경화되도록 충분한 거리로 상기 성형 스테이션의 하류에 배치된

다.

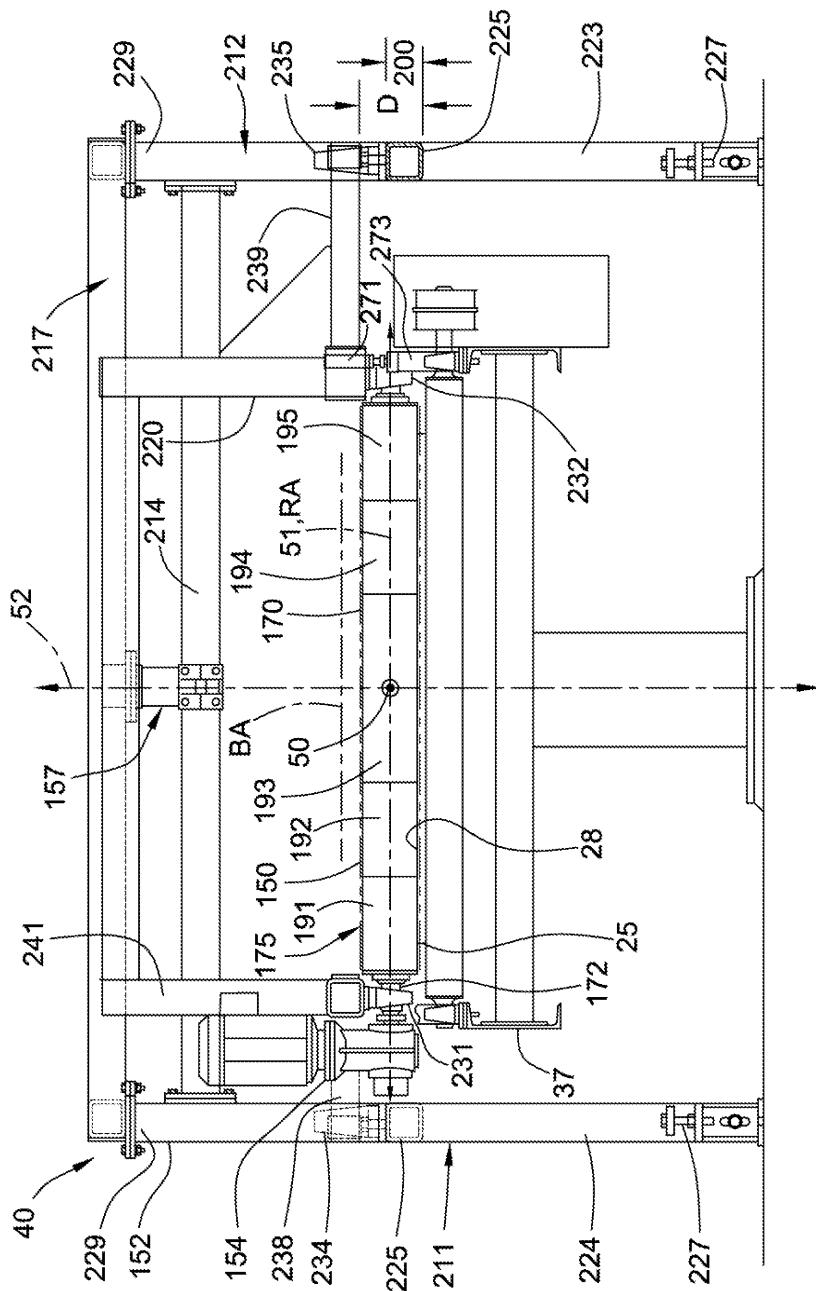
- [0160] 실시예 21. 실시예 13에 따른 제조 방법에 있어서, 상기 석고 보드의 코어는 코어 층 및 농축 층을 포함하고, 상기 코어 층은 적어도 물 및 치장 벽토를 포함하는 코어 슬러리로부터 형성되고, 상기 농축 층은 적어도 물, 치장 벽토 및 강화 첨가제를 포함하는 농축 슬러리로부터 형성되며, 상기 강화 첨가제는 코어 슬러리에서보다 농축 슬러리에서 중량 퍼센트로 보다 농축된 양으로 존재한다.
- [0161] 실시예 22. 실시예 13에 따른 제조 방법에 있어서, 상기 코어 층은 법선 축을 따라 상기 제2 커버 시트와 농축 층 사이에 개재되며, 상기 법선 축은 기계 방향 및 교차-기계 방향 모두에 대해 수직이다.
- [0162] 실시예 23. 석고 보드에 있어서: 제1 커버 시트; 제2 커버 시트; 및 상기 제1 커버 시트와 상기 제2 커버 시트 사이에 개재된 코어로서, 코어 층과 농축 층을 포함하며, 상기 코어 층은 적어도 물과 치장 벽토(stucco)를 포함하는 코어 슬러리로부터 형성된 경화된 석고(set gypsum)를 포함하고, 상기 농축 층은 적어도 물, 치장 벽토 및 강화 첨가제(enhancing additive)를 포함하는 농축 슬러리로부터 형성된 경화된 석고를 포함하고, 상기 강화 첨가제는 상기 코어 슬러리보다 상기 농축 슬러리에서 중량 퍼센트로 더 농축된 양으로 존재하는, 상기 코어를 포함하고; 상기 제2 커버 시트는 그 내부에 일련의 천공 구멍들을 획정한다.
- [0163] 실시예 24. 실시예 23에 따른 석고 보드 있어서, 상기 코어 층은 상기 제2 커버 시트와 상기 농축 층 사이에 개재된다.
- [0164] 실시예 25. 실시예 23에 따른 석고 보드 있어서, 상기 코어 층은 상기 제2 커버 시트와 연속적이다.
- [0165] 전술한 실시예들은 본 개시의 원리에 따른 실시예에 불과하다는 것에 주목해야 한다. 다른 예시적인 실시예들은 본 명세서의 상세한 설명으로부터 명백하다. 또한, 당업자는 이들 실시예들 각각이 본 명세서에 제공된 다른 실시예와 다양한 조합으로 사용될 수 있다는 것을 이해할 것이다.
- [0166] 본원에 인용된 모든 참고 문헌은 마치 각각의 참고 문헌이 개별적으로 그리고 구체적으로 참조로 포함되도록 지시된 것처럼, 본원에 그 전체가 기재되어있다.
- [0167] 본 발명을 설명하는 맥락에서 용어("a" 및 "an" 및 "the") 및 유사한 지시자의 사용은(특히, 이하의 청구 범위에서) 본원에서 달리 지시되지 않거나 문맥에 의해 명확히 부인되지 않는 한 단수 및 복수를 모두 포함하는 것으로 해석되어야 한다. 용어 "포함하는", "갖는", "포함하는" 및 "포함하는"는 다른 언급이 없는 한 개방된 용어(즉, "포함하지만 이에 제한되지 않는"을 의미 함)로 해석되어야 한다. 본원에서의 값 범위의 설명은, 본원에서 달리 지시되지 않는 한, 범위 내에 속하는 각각의 개별 값을 개별적으로 언급하는 약식 방법으로서 기능하도록 의도된 것이며, 각각의 개별 값은 본 명세서에서 개별적으로 인용된 것처럼 명세서에 통합된다. 본원에 기술된 모든 방법들은 본원에서 달리 명시되거나 문맥에 의해 명확하게 모순되는 경우를 제외하고 임의의 적합한 순서로 수행될 수 있다. 본 명세서에 제공된 임의의 및 모든 예시 또는 예시적인 언어(예를 들어, "~와 같은")의 사용은 본 발명을 보다 잘 나타내도록 의도된 것이며, 달리 청구되지 않는 한 본 발명의 범위를 제한하지 않는다. 명세서에서 어떠한 언어도 본 발명의 실시예 필수적인 것으로 청구되지 않은 요소를 나타내는 것으로 해석되어서는 안 된다.
- [0168] 본 발명의 바람직한 실시 양태는 본 발명을 수행하기 위해 본 발명자들에게 공지된 최선의 양태를 포함하여 본원에 기술된다. 상기 바람직한 실시예의 변형은 전 된 설명을 읽음으로써 당업자에게 명백해질 수 있다. 본 발명자들은 숙련 된 기술자가 그러한 변형을 적절하게 채용 할 것으로 기대하고, 본 발명자들은 본 발명이 본 명세서에 구체적으로 기재된 것과 다르게 실시되도록 의도한다. 따라서, 본 발명은 적용 가능한 법률에 의해 허용되는 바와 같이 본 명세서에 첨부된 청구항에 열거된 주제의 모든 수정 및 등가물을 포함한다. 또한, 본원에서 달리 지시되지 않는 경우 또는 문맥에 의해 명확히 모순되지 않는 한, 모든 가능한 변형에서 전술한 요소의 임의의 조합이 본 발명에 포함된다.

도면

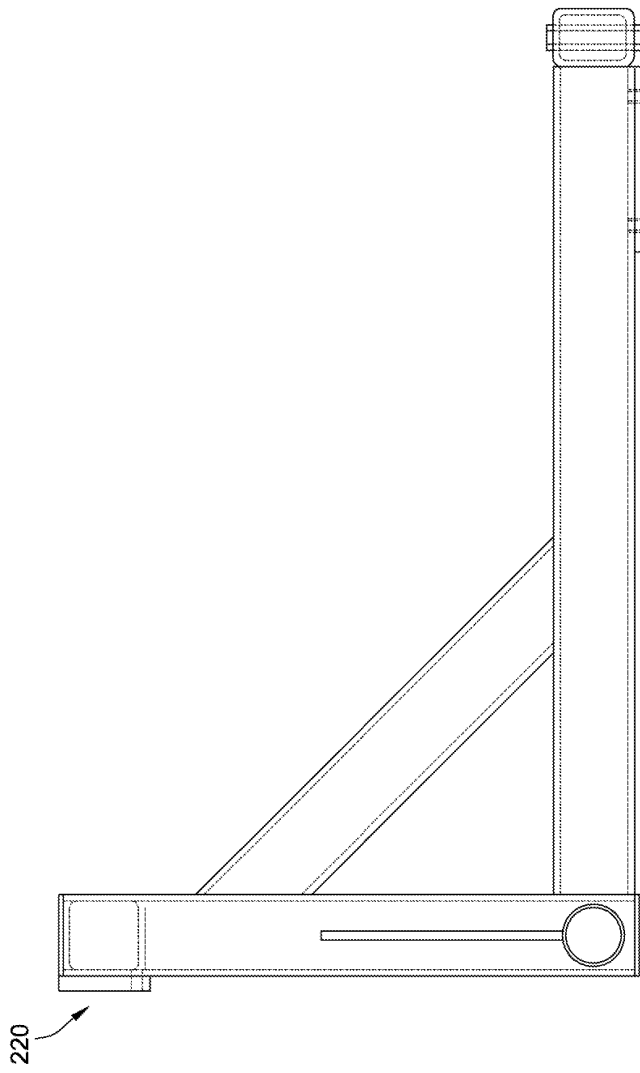
도면1



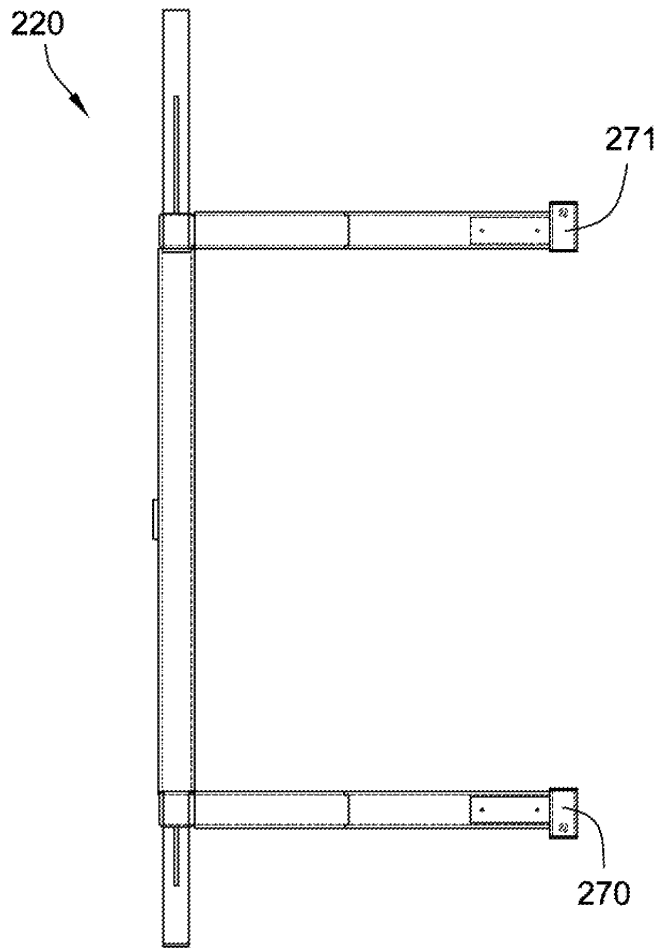
도면3



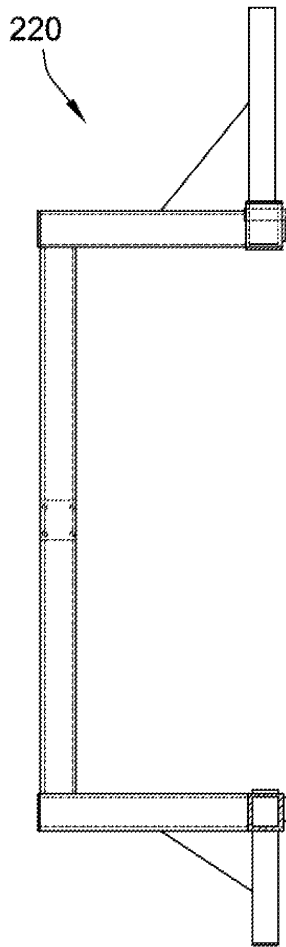
도면4



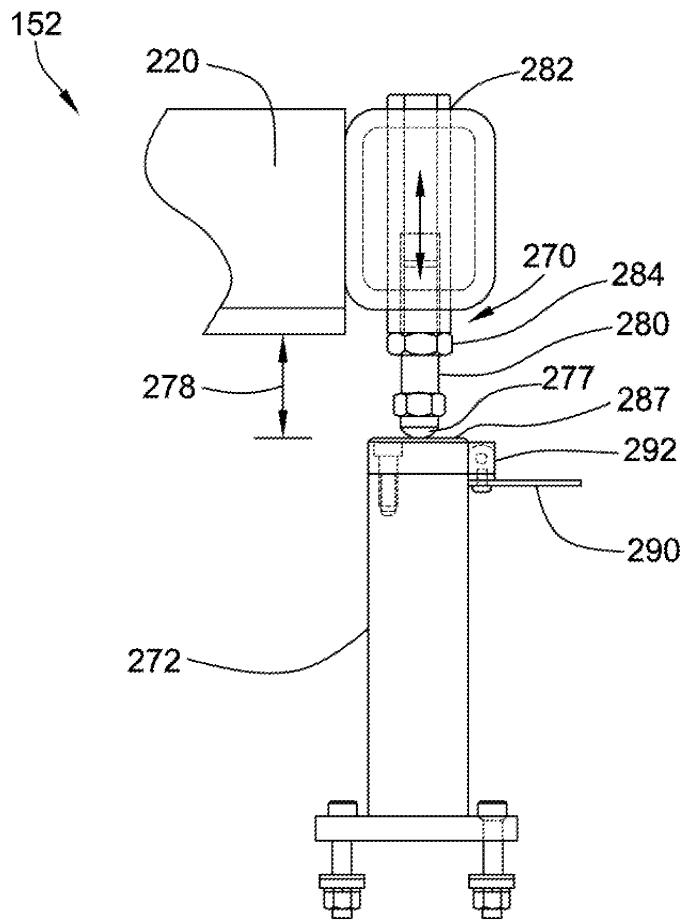
도면5



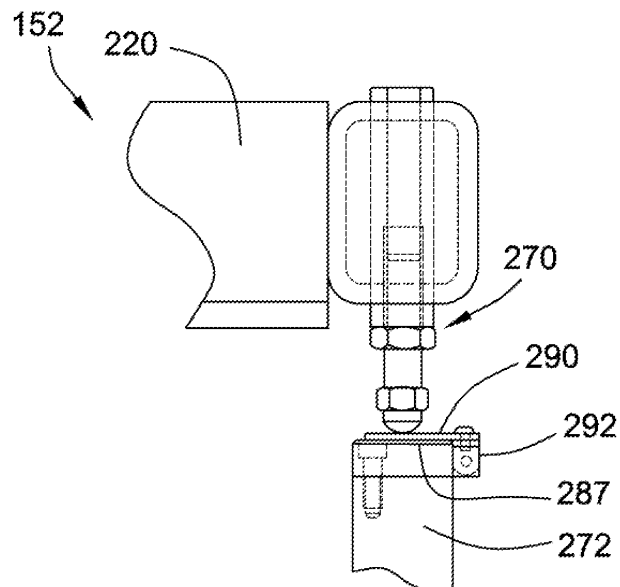
도면6



도면7



도면8



도면9

