



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년10월10일
(11) 등록번호 10-1906754
(24) 등록일자 2018년10월02일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C01B 33/18 (2006.01) C04B 14/06 (2006.01)
C04B 14/30 (2006.01) C04B 28/02 (2006.01)
C04B 28/14 (2006.01) C04B 28/26 (2006.01)
E04B 1/74 (2006.01) E04B 1/80 (2006.01)
C04B 111/00 (2006.01) C04B 111/28 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C01B 33/18 (2013.01)
C04B 14/064 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7030157(분할)
(22) 출원일자(국제) 2010년04월23일
심사청구일자 2017년11월17일
(85) 번역문제출일자 2017년10월19일
(65) 공개번호 10-2017-0120714
(43) 공개일자 2017년10월31일
(62) 원출원 특허 10-2011-7028131
원출원일자(국제) 2010년04월23일
심사청구일자 2015년04월14일
(86) 국제출원번호 PCT/US2010/032227
(87) 국제공개번호 WO 2010/126792
국제공개일자 2010년11월04일
(30) 우선권주장
61/173,046 2009년04월27일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP08509949 A*
KR1020070100738 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌
- (73) 특허권자
캐보트 코퍼레이션
미합중국 매사추세츠 02210-2019 보스턴, 스위트
1300, 투 씨포트 라인
(72) 발명자
바우에르, 올리히
독일 타우누스 65843 술츠바흐 임 하인델 81
도쉬, 디하발 에이.
미국 02420 매사추세츠주 렉싱턴 피퍼 라인 51
(74) 대리인
장수길, 김영

전체 청구항 수 : 총 38 항

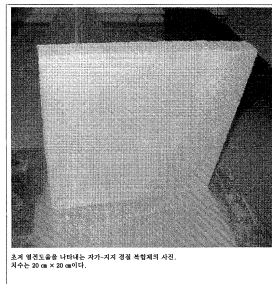
심사관 : 정현아

(54) 발명의 명칭 에어로겔 조성물 및 그의 제조 방법 및 사용 방법

(57) 요약

조성물은 에어로겔 성분을 포함하고 낮은 열전도율을 갖는다. 슬러리 또는 복합체의 제조 방법은 예를 들어 에어로겔 성분과 계면활성제와 결합제와 다른 성분, 예컨대, 예를 들어 섬유를 배합함을 포함한다. 조성물은 코팅 응용분야 또는 자가-지지 경질 복합체에서 사용될 수 있는 슬러리일 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C04B 14/302 (2013.01)

C04B 28/02 (2013.01)

C04B 28/14 (2013.01)

C04B 28/26 (2013.01)

E04B 1/80 (2013.01)

C04B 2111/00482 (2013.01)

C04B 2111/28 (2013.01)

C04B 2201/32 (2013.01)

E04B 2001/742 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

(a) 에어로겔 입자;

(b) 계면활성제; 및

(c) 무기 결합제와 무기 결합제-함유 제제 중 둘 다가 아닌 어느 하나

를 포함하며, 건조시, ASTM C518에 따라 측정된, $20 \text{ mW}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 이하의 열전도율을 갖고 30 부피% 미만의 공기를 함유하는 자가-지지 경질 복합체인 조성물.

청구항 2

제1항에 있어서, 실리카, 불투명화제, 미소구, 규산염, 섬유 및 그의 임의의 조합으로 이루어진 균으로부터 선택되는 또 다른 성분을 추가로 포함하는 조성물.

청구항 3

(a) 에어로겔 성분;

(b) 시멘트, 석고, 석회, 아크릴레이트 및 그의 임의의 조합으로 이루어진 균으로부터 선택되는 결합제; 및

(c) 계면활성제

를 포함하고, 섬유를 포함하지 않으며, 복합체 중 공기가 30 부피% 미만으로 존재하고, ASTM C518에 따라 측정된, $20 \text{ mW}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 이하의 열전도율을 갖는 복합체.

청구항 4

(a) 에어로겔 입자;

(b) 시멘트, 석고, 석회 및 그의 임의의 조합으로 이루어진 균으로부터 선택되는 결합제;

(c) 계면활성제; 및

(d) 실리카, 불투명화제, 미소구, 규산염, 섬유 및 그의 임의의 조합으로 이루어진 균으로부터 선택되는 또 다른 성분

으로 본질적으로 이루어지고, 복합체 중 공기가 30 부피% 미만으로 존재하고, ASTM C518에 따라 측정된, $20 \text{ mW}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 이하의 열전도율을 갖는 복합체.

청구항 5

제4항에 있어서, 섬유가 탄소 섬유, 중합체-기체의 섬유, 금속성 섬유, 셀룰로스 섬유, 식물-유도된 섬유 및 그의 임의의 조합으로 이루어진 균으로부터 선택되는 것인 복합체.

청구항 6

입자 형태의 에어로겔 성분 및 무기 결합제를 포함하며, 복합체 중 공기가 30 부피% 미만으로 존재하고, ASTM C518에 따라 측정된, $20 \text{ mW}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 이하의 열전도율을 갖는 자가-지지 경질 복합체.

청구항 7

제6항에 있어서, 무기 결합제가 시멘트, 석고, 석회 및 그의 임의의 조합으로 이루어진 균으로부터 선택되는 것인 자가-지지 경질 복합체.

청구항 8

제6항 또는 제7항에 있어서, 실리카, 불투명화제, 미소구, 규산염, 섬유 및 그의 임의의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 다른 성분을 포함하는 자가-지지 경질 복합체.

청구항 9

제8항에 있어서, 섬유가 탄소 섬유, 중합체-기재의 섬유, 금속성 섬유, 셀룰로스 섬유, 식물-유도된 섬유 및 그의 임의의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 것인 자가-지지 경질 복합체.

청구항 10

제6항 또는 제7항에 있어서, 난연성을 갖는 자가-지지 경질 복합체.

청구항 11

제6항 또는 제7항에 있어서, 0.05 MPa 내지 0.3 MPa 범위의 압축 강도를 갖는 자가-지지 경질 복합체.

청구항 12

제6항 또는 제7항에 있어서, 0.04 MPa 이하의 굽힘 강도를 갖는 자가-지지 경질 복합체.

청구항 13

a. 섬유, 에어로겔 입자 및 10 이상의 pH를 갖는 물을 배합함으로써 슬러리를 형성하고;

b. 슬러리를 건조시킴으로써 고체 복합체를 형성함

을 포함하는, 고체 복합체의 제조 방법이며,

상기 복합체 중 공기가 30 부피% 미만으로 존재하고,

상기 복합체가 ASTM C518에 따라 측정된, 20 mW/(m·K) 이하의 열전도율을 갖는 것인 제조 방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 슬러리가 계면활성제를 추가로 포함하는 것인 방법.

청구항 15

제13항 또는 제14항에 있어서, pH가 13 이상인 방법.

청구항 16

제13항 또는 제14항에 있어서, 섬유가 탄소 섬유, 중합체-기재의 섬유, 금속성 섬유, 셀룰로스 섬유, 식물-유도된 섬유 및 그의 임의의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 것인 방법.

청구항 17

제13항 또는 제14항의 방법에 의해 제조된 자가-지지 경질 복합체.

청구항 18

제13항 또는 제14항의 방법에 의해 제조된 코팅.

청구항 19

(a) 에어로겔 입자;

(b) 11 % 미만의 양의 아크릴레이트;

(c) 무기 결합제 또는 무기 결합제-함유 제제; 및

(d) 임의로, 실리카, 불투명화제, 미소구, 규산염, 섬유 및 그의 임의의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 다른 성분

을 포함하며, 건조시, ASTM C518에 따라 측정된, 20 mW/(m·K) 이하의 열전도율을 갖고, 30 부피% 미만의 공기

를 함유하는 조성물.

청구항 20

(a) 에어로겔 입자;

(b) 계면활성제;

(c) 무기 결합제 또는 무기 결합제-함유 제제; 및

(d) 실리카, 불투명화제, 미소구, 규산염, 섬유 및 그의 임의의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 또 다른 성분

을 포함하며, 건조시, ASTM C518에 따라 측정된, $20 \text{ mW}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 이하의 열전도율을 갖고, 30 부피% 미만의 공기를 함유하는 조성물.

청구항 21

제20항에 있어서, 섬유가 탄소 섬유, 중합체-기재의 섬유, 세라믹 섬유, 금속성 섬유, 셀룰로스 섬유, 식물-유래 섬유 및 그의 임의의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 것인 조성물.

청구항 22

제20항 또는 제21항에 있어서, 건조 혼합물, 슬러리 또는 복합체인 조성물.

청구항 23

제22항에 있어서, 슬러리가 펌핑가능하거나 분무가능하거나 페인팅가능한 것인 조성물.

청구항 24

제22항에 있어서, 복합체가 자가-지지 경질 복합체인 조성물.

청구항 25

제22항에 있어서, 복합체가 코팅인 조성물.

청구항 26

제20항 또는 제21항에 있어서, 에어로겔이 소수성 입자상 실리카 에어로겔인 조성물.

청구항 27

제20항 또는 제21항에 있어서, 무기 결합제가 유럽 표준 EN 13888에 따른 그라우트 제제인 무기 결합제-함유 제제인 조성물.

청구항 28

a. 물, 에어로겔 성분, 및 무기 결합제와 무기 결합제-함유 제제 중 둘 다가 아닌 어느 하나를 배합함으로써 슬러리를 형성하고;

b. 슬러리를 기재에 도포하고;

c. 도포된 슬러리를 건조시킴으로써, 기재 상에 복합체 코팅을 형성함

을 포함하며, 코팅이 ASTM C518에 따라 측정된, $20 \text{ mW}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 이하의 열전도율을 가지며, 코팅 중 공기가 30 부피% 미만으로 존재하는 것인, 기재를 복합체로 코팅하는 방법.

청구항 29

제28항에 있어서, 기재가 벽, 천장, 문, 프레임, 배관, 건식벽 또는 단열 보드인 방법.

청구항 30

제28항에 있어서, 슬러리가 계면활성제를 추가로 포함하는 것인 방법.

청구항 31

제28항 내지 제30항 중 어느 한 항에 있어서, 슬러리를 페인팅 또는 분무를 통해 도포하는 방법.

청구항 32

제28항 내지 제30항 중 어느 한 항에 있어서, 슬러리를 도관을 통해 펌핑시킴을 추가로 포함하는 방법.

청구항 33

에어로겔 입자, 계면활성제, 무기 결합제, 및 임의로 실리카, 불투명화제, 미소구, 규산염, 섬유 및 그의 임의의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 다른 성분을 혼합함을 포함하며, 여기서 에어로겔 입자는 액체상 내로 밀어넣어지거나 액적이 에어로겔 입자로 들어올려지고, 상기 혼합은 에어로겔 입자의 전단을 포함하는 것인, 슬러리의 제조 방법.

청구항 34

제33항에 있어서, 에어로겔 입자 및 무기 결합제를 액체상에 첨가하고, 상기 액체상이 계면활성제를 포함하는 수성 액체상인 방법.

청구항 35

제33항 또는 제34항에 있어서, 혼합을 나선형 시멘트 혼합기를 사용하여 수행하는 방법.

청구항 36

(a) 에어로겔 입자, 계면활성제, 무기 결합제, 및 임의로 실리카, 불투명화제, 미소구, 규산염, 섬유 및 그의 임의의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 다른 성분을 혼합하여, 에어로겔 입자가 액체상 내로 밀어넣어지거나 액적이 에어로겔 입자로 들어올려짐으로써 슬러리를 형성하고, 이때 상기 혼합은 에어로겔 입자의 전단을 포함하고;

(b) 슬러리를 성형하고;

(c) 성형된 슬러리를 건조시킴으로써, 자가-지지 경질 복합체를 제공함을 포함하는, 자가-지지 경질 복합체의 제조 방법.

청구항 37

제36항에 있어서, 슬러리를 성형, 캐스팅, 조각 또는 압출을 통해 성형하는 방법.

청구항 38

ASTM C518에 따라 측정된, $20 \text{ mW}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 이하의 열전도율을 갖는, 제36항의 방법에 의해 제조된 자가-지지 경질 복합체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] <관련 출원>

[0002] 본 출원은 35 USC 119(e)에 의거하여 2009년 4월 27일에 출원된 미국 가출원 제61/173,046호를 우선권 주장하며, 이 가출원은 그 전문이 본원에 참고로 포함된다.

배경 기술

[0003] 녹색 건설(green construction)은 탁월한 특성을 제공하면서도 제조 및 사용이 단순하고 용이한 물질 및 작업을

선호한다. 예를 들어, 우수한 단열은 에너지 요구량을 감소시키고 많은 건설 계획에서 중요한 고려사항이 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] <발명의 요약>

[0005] 따라서, 낮은 열전도율을 갖고/갖거나 음향학적 및/또는 기계적 성질과 같은 둘 이상의 바람직한 성질들이 조합된 물질이 필요하다.

[0006] 본 발명은 일반적으로 에어로겔 성분을 포함하는 조성물 뿐만 아니라 이러한 조성물의 제조 및 사용 방법에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 일부 측면에서, 조성물은 슬러리의 형태를 갖고, 계면활성제, 유기 또는 무기 결합제, 및 임의로 다른 성분, 예컨대, 예를 들어 섬유를 포함한다. 또 다른 측면에서, 조성물은 슬러리의 형태를 갖고, 에어로겔 성분 및 고 pH 수를 포함한다. 건조시, 슬러리 조성물은 코팅 또는 자가-지지(self-supporting) 경질 복합체일 수 있는 복합체 물질을 형성한다. 바람직하게는, 복합체는 ASTM C518에 따라 측정된 약 50 mW/(m·K) 이하의 열전도율을 갖는다. 예를 들어, 자가-지지 경질 복합체는 입자 형태의 에어로겔 성분을 포함하고 ASTM C518에 따라 측정된 약 20 mW/(m·K) 이하의 열전도율을 갖는다.

발명의 효과

[0008] 본원에서 기술된 많은 조성물은 제조가 용이하고 사용하기에 단순하다. 본 발명의 실시양태는 건설 산업에서 사용되는 물질에 탁월한 단열성을 제공하고 이러한 물질에 중첩되거나 접합되도록 혼입되거나 이용될 수 있다. 본원에서 개시된 일부 조성물과 연관된 소수성은 파사드(facade) 공사 또는 습윤한 환경과 관련된 기타 경우에 사용될 수 있다. 에어로겔의 존재로 인해, 많은 건설 계획에서 중요한 고려사항인, 물질의 총 중량이 감소될 수 있다. 이와 함께, 점착성 및 경량은, 천장 플라스터링 등에서, 박리 또는 변위를 감소시킬 수 있기 때문에, 특히 유리할 수 있다. 많은 실시양태에서, 본원에서 기술된 복합체는 소음 또는 잡음 감소 분야에 적합한 탁월한 내연성 및/또는 방음성을 갖는다.

[0009] 일부 실시에서, 본원에서 개시된 조성물은, 탁월한 성질을 보유하면서도, 감소된 개수의 성분들을 사용하여 제조된다. 예를 들어, 무기 결합제와 무기 결합제-함유 제제 중 둘 다가 아닌 하나를 사용함으로써, 제조 프로토콜을 단순화할 수 있고 비용을 감소시킬 수 있다. 에어로겔을 고 pH 수성상과 배합하고/하거나 결합성과 표면활성 둘 다를 갖는 화합물을 사용함으로써, 성분의 개수를 감소시킬 수도 있다.

도면의 간단한 설명

[0010] 첨부된 도면에서는, 도면부호는 상이한 관점들 모두에서 동일한 요소를 나타낸다. 도면은 축척에 따라 그려질 필요는 없으며, 그 대신에 본 발명의 원리를 예시한다는 데에 중점이 주어졌다. 도면 중에서:

도 1은 초저 열전도율을 갖는, 본 발명의 실시양태에 따라 제조된 20 cm × 20 cm 자가-지지 경질 복합체의 사진이다.

도 2는 본 발명의 실시양태에 따른 복합체 내의 에어로겔 및 그라우트 영역을 보여주는 주사전자현미경(SEM) 사진이다.

도 3은 섬유를 포함하는, 고 pH 수를 사용하여 제조된, 본 발명의 실시양태에 따른 복합체의 SEM 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] <바람직한 실시양태에 대한 상세한 설명>

[0012] 부품들의 구성 및 조합에 대한 다양한 상세설명을 포함하는 본 발명의 상기 및 기타 양태, 및 기타 이점이 이제부터 첨부된 도면과 관련해서 보다 자세히 기술될 것이며 특허청구범위에서 언급될 것이다. 본 발명을 구현하는 특정 방법 및 장치는 예로 들어진 것이지 본 발명을 제한하는 것은 아니라는 것을 알 것이다. 본 발명의 원

리 및 양태는 본 발명의 범주에서 벗어나지 않게 다양한 수많은 실시양태에서 사용될 수 있다.

- [0013] 본 발명은 일반적으로 조성물, 이러한 조성물의 제조 방법 및 그의 사용 방법에 관한 것이다.
- [0014] 본원에서 개시된 조성물은 건조 혼합물, 용액, 분산액, 현탁액, 슬러리, 페이스트, 건조되거나 경화된 생성물, 예컨대 고체, 예를 들어 자가-지지 경질 복합체, 예를 들어 에어로겔 블랭킷의 라미네이팅에 의해 제조된, 다층 복합체 등의 형태를 가질 수 있다. 조성물을 다양한 물품이 되도록 성형하거나 다양한 물품 상에 도포하거나 다양한 물품 내로 혼입시킬 수 있다.
- [0015] 일반적으로, 조성물은 에어로겔 성분을 포함한다. 에어로겔은 큰 입자내 기공 부피를 갖고 전형적으로 습윤 겔로부터 기공 액체를 제거함으로써 제조된 저밀도 다공질 고체이다. 그러나, 건조 공정은, 겔 수축 또는 조밀화를 일으킬 수 있는 겔 기공 내의 모세관력에 의해 복잡해질 수 있다. 한 제조 방법에서는, 초임계 건조를 사용하여 3차원 구조의 붕괴를 본질적으로 없앤다. 습윤 겔을 상압을 사용하여 건조시킬 수도 있는데, 이는 비-초임계 건조 공정이라고도 지칭된다. 예를 들어 실리카-기재의 습윤 겔의 경우, 건조 전에 수행되는 표면 개질, 예를 들어 엔드-캡핑(end-capping)은 건조된 생성물 내에서의 영구적인 수축을 방지한다. 겔은 여전히 건조 동안에 수축할 수 있지만, 반동하여 원래의 다공성을 회복한다.
- [0016] "제로겔(xerogel)"이라고 지칭되는 물질은 액체가 제거된 습윤 겔로부터 수득된다. 이러한 용어는 종종, 고체 망상구조의 영구 변화 및 붕괴를 특징으로 하는, 건조 동안에 모세관력에 의해 압축된 건조 겔을 가리킨다.
- [0017] 편의상, "에어로겔"이라는 용어는 본원에서는 일반적인 개념으로 사용되며, "에어로겔"과 "제로겔" 둘 다를 지칭한다.
- [0018] 에어로겔은 전형적으로 낮은 벌크밀도(약 0.15 g/cm³ 이하, 바람직하게는 약 0.03 내지 0.3 g/cm³), 매우 높은 표면적(일반적으로 약 300 내지 약 1000 제곱미터/그램(m²/g) 이상, 바람직하게는 약 600 내지 약 1000 m²/g), 높은 기공률(약 90 % 이상, 바람직하게는 약 95 % 초과), 및 비교적 큰 기공부피(예를 들어 약 3 밀리리터/그램(ml/g), 바람직하게는 약 3.5 ml/g 이상, 예를 들어 7 ml/g)를 갖는다. 에어로겔은 1 마이크로미터(μ m) 미만의 기공을 갖는 나노다공질(nanoporous) 구조를 가질 수 있다. 종종, 에어로겔은 약 20 나노미터(nm)의 평균기공 직경을 갖는다. 무정형 구조에서 이러한 성질들의 조합은, 임의의 응집성 고체 물질의 경우, 가장 낮은 열전도율 값(예를 들어 37 °C의 평균온도 및 1 대기압에서 9 내지 16 mW/m·K)을 제공한다. 에어로겔은 거의 투명하거나 반투명할 수 있어서 청색광을 산란시키거나, 불투명할 수 있다.
- [0019] 통상적인 유형의 에어로겔은 실리카를 기재로 한다. 규소 이외의 금속, 예를 들어 알루미늄, 지르코늄, 티타늄, 하프늄, 바나듐, 이트륨 등의 산화물 또는 그의 혼합물을 기재로 하는 에어로겔도 사용될 수 있다.
- [0020] 유기 에어로겔, 예를 들어 포름알데히드와 조합된 레조르시놀 또는 멜라민, 덴드레틱(dendretic) 중합체 등도 공지되어 있고, 본 발명을 이러한 물질을 사용하여 실시할 수도 있다.
- [0021] 적합한 에어로겔 물질 및 그의 제조 공정이, 예를 들어 교시 전문이 본원에 참고로 포함된, 2001년 10월 25일에 공개된, 슈베르트페거(Schwertfeger) 등의 미국특허출원 제2001/0034375 A1호에 기술되어 있다.
- [0022] 바람직하게는, 에어로겔 성분은 소수성 에어로겔을 함유한다. 본원에서 사용된 바와 같은 "소수성" 및 "소수성화된"이라는 용어는 부분적으로 소수성화된 에어로겔 뿐만 아니라 완전히 소수성화된 에어로겔을 지칭한다. 부분적으로 소수성화된 에어로겔의 소수성도를 추가로 증가시킬 수 있다. 완전히 소수성화된 에어로겔에서는, 최대 피복도에 도달되며, 본질적으로 모든 화학적으로 달성가능한 기들이 개질된다.
- [0023] 소수성도를, 해당 분야에 공지된 방법, 예컨대, 예를 들어 접촉각 측정 방법 또는 메탄올(MeOH) 습윤성을 사용하여 결정할 수 있다. 에어로겔과 관련하여 소수성도에 대한 논의는, 예를 들어 교시 전문이 본원에 참고로 포함된, 2004년 3월 23일에 흐루베쉬(Hrubesh) 등에 허여된 미국특허 제6,709,600 B2호에 수록되어 있다.
- [0024] 소수성 에어로겔을, 소수성화제, 예를 들어 실릴화제, 할로젠- 및 특히 플루오르-함유 화합물, 예컨대 플루오르-함유 알콕시실란 또는 알콕시실록산, 예를 들어 트리플루오로프로필트리메톡시실란(TFPTMOS) 및 해당 분야에 공지된 기타 소수성화 화합물을 사용하여 제조할 수 있다. 소수성화제를 에어로겔의 형성 동안 및/또는 후속 가공 단계, 예를 들어 표면 처리 단계에서 사용할 수 있다.
- [0025] 실릴화 화합물, 예컨대, 예를 들어, 실란, 할로실란, 할로알킬실란, 알콕시실란, 알콕시알킬실란, 알콕시할로실란, 디실록산, 디실라잔 등이 바람직하다. 적합한 실릴화제의 예는 디에틸디클로로실란, 알릴메틸디클로로실란, 에틸페닐디클로로실란, 페닐에틸디메톡시실란, 트리메틸알콕시실란, 예를 들어 트리메틸

부톡시실란, 3,3,3-트리플루오로프로필메틸디클로로실란, 심디페닐테트라메틸디실록산, 트리비닐트리메틸시클로트리실록산, 헥사메틸디실록산, 펜틸메틸디클로로실란, 디비닐디프로폭시실란, 비닐디메틸클로로실란, 비닐메틸디클로로실란, 비닐디메틸메톡시실란, 트리메틸클로로실란, 헥사메틸디실록산, 헥세닐메틸디클로로실란, 헥세닐디메틸클로로실란, 디메틸클로로실란, 디메틸디클로로실란, 메르캅토프로필메틸디메톡시실란, 비스{3-(트리에톡시실릴)프로필}테트라술폰, 헥사메틸디실라잔 및 그의 조합을 포함하지만 이것으로만 제한되는 것은 아니다.

[0026] 일부 예에서, 에어로겔은, 예를 들어 소수성 에어로겔을 본원에서 계면활성제, 분산제 또는 습윤제라고도 지칭되는 표면활성제로 처리함으로써 수득된 친수성 표면 또는 외피를 갖는다.

[0027] 계면활성제는 예를 들어 이온성(음이온성 및 양이온성) 계면활성제, 양쪽성 계면활성제, 비이온성 계면활성제, 고분자 계면활성제 및 고분자 화합물로부터 선택될 수 있다. 음이온성 계면활성제는 예를 들어 알킬 술페이트 및 보다 고급의 알킬 에테르 술페이트, 더욱 특히는 암모늄 라우릴 술페이트, 및 소듐 폴리옥시에틸렌 라우릴 에테르 술페이트를 포함할 수 있다.

[0028] 양이온성 계면활성제는, 예를 들어 지방족 암모늄 염 및 아민 염, 더욱 특히는 알킬 트리메틸암모늄, 및 폴리옥시에틸렌 알킬 아민을 포함한다.

[0029] 양쪽성 계면활성제는 예를 들어 베타인(betain) 유형, 예컨대 알킬 디메틸 베타인, 또는 옥시도(oxido) 유형, 예컨대 알킬 디메틸 아민 옥시도일 수 있다.

[0030] 비이온성 계면활성제는 글리세롤 지방산 에스테르, 프로필렌 글리콜 지방산 에스테르, 소르비탄 지방산 에스테르, 폴리옥시에틸렌 소르비탄 지방산 에스테르, 테트라올레산 폴리옥시에틸렌 소르비톨, 폴리옥시에틸렌 알킬 에테르, 폴리옥시에틸렌 알킬 페닐 에테르, 폴리옥시에틸렌 폴리옥시프로필렌 글리콜, 폴리옥시에틸렌 폴리옥시프로필렌 알킬 에테르, 폴리에틸렌 글리콜 지방산 에스테르, 보다 고급의 지방산 알콜 에스테르, 다가 알콜 지방산 에스테르 등을 포함한다.

[0031] 일반적으로, 에어로겔과 상용성인 임의의 계면활성제가 사용될 수 있다. 사용될 수 있는 계면활성제의 특정 예는 바스프(BASF)의 플루로닉(Pluronic) P84, PE6100, PE6800, L121, 에물란(Emulan) EL, 루텐솔(Lutensol) FSA10, 루텐솔 XP89; 미켈만(Michelmann)의 MP5490, 에어로솔(AEROSOL) OT(소듐 디-2-에틸헥실술폰소속시나이트), 바록스(BARLOX) 12i(분지형 알킬디메틸아민 옥시드), 라스(LAS)(선형 알킬벤젠 술포네이트) 및 트리톤(TRITON) 100(옥틸페녹시폴리에톡시(9-10)에탄올), 트윈(TWEEN) 계면활성제, 예컨대 트윈 100 계면활성제, 및 바스프 플루로닉 계면활성제 등을 포함하지만 이것으로만 제한되는 것은 아니다. 일반적인 부류는 글리콜, 알콕실레이트 폴리옥시알킬렌 지방 에테르, 예컨대 폴리옥시에틸렌 지방 에테르, 소르비탄 에스테르, 모노 및 디글리세리드, 폴리옥시에틸렌 소르비톨 에스테르, 중합체성 계면활성제, 예컨대 하이퍼멘(Hypermen) 중합체 계면활성제, 소듐 코코-PG-디모늄 클로라이드 포스페이트, 및 코아미도프로필 PG-디모늄 클로라이드 포스페이트, 포스페이트 에스테르, 폴리옥시에틸렌(POE) 지방산 에스테르, 렌렉스(Renex) 비이온성 계면활성제(에틸렌 옥시드와 불포화 지방산과 헤테로고리형 수지 산의 반응에 의해 형성된 비이온성 에스테르), 알콜 에톡실레이트, 알콜 알콕실레이트, 에틸렌 옥시드/프로필렌 옥시드 블록 공중합체, 소르비탄 에스테르의 폴리옥시에틸렌 유도체 또는 그의 조합이다.

[0032] 계면활성제의 양을 증가시키면, 수성상이 침투할 수 있는 깊이, 따라서 소수성 에어로겔 코어를 둘러싸는 친수성 코팅의 두께가 증가하는 경향이 있다.

[0033] 에어로겔 물질은 하나 이상의 첨가제, 예컨대 섬유, 불투명화제, 유색 안료, 염료 및 그의 혼합물을 포함할 수 있다. 예를 들어, 첨가제, 예컨대 섬유 및/또는 하나 이상의 금속 또는 그의 화합물을 함유하는 실리카 에어로겔을 제조할 수 있다. 특정 예는 알루미늄, 주석, 티타늄, 지르코늄 또는 기타 비-규질 금속, 및 그의 산화물을 포함한다. 불투명화제의 비-제한적인 예는 카본블랙, 이산화티타늄, 규산지르코늄 및 그의 혼합물을 포함한다. 첨가제는, 예를 들어 원하는 성질 및/또는 특정 응용분야에 따라, 임의의 적합한 양으로 제공될 수 있다.

[0034] 바람직한 에어로겔 물질은 과립, 펠렛, 비드, 분말 또는 기타 입자 형태, 및 의도된 응용분야에 적합한 임의의 입자 크기로 제조된다. 예를 들어, 입자는 약 0.01 마이크로미터 내지 약 10.0 밀리미터(mm)의 범위일 수 있고, 바람직하게는 0.3 내지 3.0 mm 범위의 평균 입자 크기를 갖는다. 많은 실시에서 보다 큰 입자가 바람직하다. 효율적인 패키징을 촉진시키는 입자 크기 분포(PSD)를 갖는 에어로겔 입자도 바람직하다.

[0035] 상업적으로 입수가 가능한 입자 형태의 에어로겔 물질의 예는, 미국 매사추세츠주 빌레리카 소재의 카보트 코퍼레이션(Cabot Corporation)에 의해 나노겔(Nanogel)®이라는 상표명으로 공급되는 물질이다. 나노겔® 에어로겔 과립은 높은 표면적을 갖고, 약 90 % 초과로 다공질이고, 예를 들어 약 8 마이크로미터(μm) 내지 약 10 mm 범위

의 입자 크기로서 입수가능하다. 반투명 나노겔® 에어로겔의 특정 등급은 예를 들어 TLD302, TLD301 또는 TLD100으로서 표시되는 것을 포함하고; IR-불투명화된 나노겔® 에어로겔의 특정 등급은 예를 들어 RGD303 또는 CBTLTD103으로서 표시되는 것을 포함하고; 불투명 나노겔® 에어로겔의 특정 등급은 예를 들어 OGD303으로서 표시되는 것을 포함한다.

[0036] 에어로겔 성분은 적합한 크기로 절단되거나 파쇄된 모노리쓰형(monolithic) 에어로겔 단편들로 이루어질 수 있거나, 본질적으로 이것으로 이루어지거나, 이것을 포함할 수 있다.

[0037] 에어로겔 성분을 하나 이상의 에어로겔-기재의 복합체 물질로부터 형성할 수도 있다. 에어로겔-기재의 복합체 물질은 섬유 및 에어로겔(예를 들어 섬유-보강된 에어로겔), 및 임의로 하나 이상의 결합체를 포함할 수 있다. 섬유는 임의의 적합한 구조를 가질 수 있다. 예를 들어, 섬유는 평행 방향, 직교 방향, 공통 방향 또는 랜덤 방향으로 배향될 수 있다. 하나 이상의 유형의 섬유들이 존재할 수 있다. 섬유들은 그들의 조성, 크기 또는 구조에 있어서 상이할 수 있다. 복합체에서, 하나의 유형의 섬유들이 상이한 치수(길이 및 직경)를 가질 수 있고 그들의 배향이 상이할 수 있다. 예를 들어, 긴 섬유는 평면 내에 정렬되는 반면 보다 짧은 섬유는 랜덤하게 분포된다.

[0038] 특정 실시에서, 사용된 에어로겔 성분은, 예를 들어 교시 전문이 본원에 참고로 포함된, 2005년 5월 3일에 프랑크(Frank) 등에게 허여된 미국특허 제6,887,563호에 기술된 바와 같은 에어로겔 물질, 결합체 및 하나 이상의 섬유 물질을 포함하는 복합체이다.

[0039] 적합한 에어로겔 성분의 또 다른 예는 하나 이상의 에어로겔 및 하나 이상의 합성 발포체를 포함한다. 예를 들어 교시 전문이 본원에 참고로 포함된, "에어로겔 기재의 복합체(Aerogel Based Composites)"라는 명칭을 갖는 국제공개 제WO 2007047970호에 기술된 바와 같이, 에어로겔을 코팅하여 중합체가 에어로겔의 기공 내로 침입하는 것을 방지할 수 있다.

[0040] 에어로겔 성분은 조성물 내에서 블랭킷 형태를 가질 수 있는데, 여기서 블랭킷 시트들은 서로 라미네이팅되어 다층 복합체를 형성한다. 사용될 수 있는 에어로겔-기재의 물질의 예는, 교시 전문이 본원에 참고로 포함된, 1998년 8월 4일에 프랑크 등에 허여된 미국특허 제5,789,075호에 기술된 바와 같은 균열된 모노리쓰를 포함하지만 이것으로만 제한되는 것은 아니다. 바람직하게는 균열부는 섬유에 의해 연결된 에어로겔 절편들을 에워싼다. 에어로겔 절편은 0.001 mm 내지 1 cm의 평균 부피를 가질 수 있다. 한 경우에, 에어로겔 절편은 0.1 mm 내지 30 mm의 평균 부피를 갖는다. 사용될 수 있는 또 다른 에어로겔 성분은, 예를 들어 교시 전문이 본원에 참고로 포함된, 2005년 5월 3일에 프랑크 등에 허여된 미국특허 제6,887,563호에 기술된 바와 같은, 에어로겔 물질과 결합체와 하나 이상의 섬유 물질의 복합체를 포함한다. 사용될 수 있는 기타 적합한 에어로겔 성분은, 교시 전문이 본원에 참고로 포함된, 1998년 7월 28일에 프랑크 등에 허여된 미국특허 제5,786,059호에 개시된 바와 같은 이성분 섬유를 포함하는 섬유-웹/에어로겔 복합체이다. 이러한 복합체는 하나 이상의 층의 섬유 웹 및 에어로겔 입자를 사용하며, 여기서 섬유 웹은 하나 이상의 이성분 섬유 물질을 포함하고, 보다 낮은 융점 및 보다 높은 융점 영역을 갖는 이성분 섬유 물질과 웹의 섬유는 에어로겔 입자에 결합될 뿐만 아니라 섬유 물질의 보다 낮은 융점 영역에 의해 서로 결합된다. 특정 실시에서, 에어로겔 성분은, 예를 들어 교시 전문이 본원에 참고로 포함된, 리(Lee) 등에 허여된, 2005년 3월 3일에 공개된 미국특허출원공개 제2005/0046086 A1호 및 2005년 8월 4일에 공개된 미국특허출원공개 제2005/0167891 A1호에 기술된 바와 같 습윤 겔 구조물로부터 형성된 시트 또는 블랭킷을 포함한다. 상업적으로, 에어로겔-유형의 블랭킷 또는 시트는 미국 매사추세츠주 빌레리카 소재의 카보트 코퍼레이션 또는 미국 매사추세츠주 노쓰보로우 소재의 아스펜 에어로겔즈 인코퍼레이티드(Aspen Aerogels, Inc.)에서 입수가능하다.

[0041] 에어로겔로 이루어지거나, 본질적으로 에어로겔로 이루어지거나, 에어로겔을 포함하는 물질 조합을 사용하여 에어로겔 성분을 형성할 수도 있다. 예를 들어, 상이한 유형의 에어로겔 물질을 사용하여, 예를 들어 상이한 입자 크기 및/또는 광 투과성을 갖는 과립형 에어로겔들을 배합함으로써, 본 발명의 조성물을 제조할 수 있다. 한 예에서, 조합은 TLD302 및 TLD203 나노겔® 에어로겔을 포함한다.

[0042] 에어로겔 성분은 조성물 내에 임의의 적합한 양으로 존재한다. 일부 예에서, 에어로겔 성분은 조성물 내에 약 40 내지 약 95 부피% 범위의 양, 바람직하게는 약 60 내지 약 95 부피% 범위의 양으로 존재한다. 중량%를 기준으로, 에어로겔 성분은 약 5 내지 약 95 중량%의 범위, 더욱 바람직하게는 약 30 내지 약 90 중량%의 범위로 존재할 수 있다. 바람직한 실시에서, 조성물은 높은 수준의 에어로겔 부하량(loading), 즉 50 중량% 이상의 부하량을 갖는다. 특정 예에서, 에어로겔은 조성물 내에 약 50 내지 약 75 중량% 범위의 양으로 존재한다.

- [0043] 에어로겔 성분 외에도, 본 발명의 많은 측면은 계면활성제를 포함하는 조성물에 관한 것이다. 에어로겔과 상용성인 계면활성제가 바람직하다. 계면활성제는 이온성(음이온성 및 양이온성) 계면활성제, 양쪽성 계면활성제, 비이온성 계면활성제, 고분자 계면활성제 및 고분자 화합물 등으로부터 선택될 수 있다. 상이한 유형의 계면활성제들의 조합이 사용될 수도 있다.
- [0044] 음이온성 계면활성제는 예를 들어 알킬 술페이트 및 보다 고급의 알킬 에테르 술페이트, 더욱 특히는 암모늄 라우릴 술페이트, 및 소듐 폴리옥시에틸렌 라우릴 에테르 술페이트를 포함할 수 있다. 양이온성 계면활성제는, 예를 들어 지방족 암모늄 염 및 아민 염, 더욱 특히는 알킬 트리메틸암모늄, 및 폴리옥시에틸렌 알킬 아민을 포함한다. 양쪽성 계면활성제는 예를 들어 베타인 유형, 예컨대 알킬 디메틸 베타인, 또는 옥시도 유형, 예컨대 알킬 디메틸 아민 옥시도일 수 있다. 비이온성 계면활성제는 글리세롤 지방산 에스테르, 프로필렌 글리콜 지방산 에스테르, 소르비탄 지방산 에스테르, 폴리옥시에틸렌 소르비탄 지방산 에스테르, 테트라올레산 폴리옥시에틸렌 소르비톨, 폴리옥시에틸렌 알킬 에테르, 폴리옥시에틸렌 알킬 페닐 에테르, 폴리옥시에틸렌 폴리옥시프로필렌 글리콜, 폴리옥시에틸렌 폴리옥시프로필렌 알킬 에테르, 폴리에틸렌 글리콜 지방산 에스테르, 보다 고급의 지방산 알콜 에스테르, 다가 알콜 지방산 에스테르 등을 포함한다.
- [0045] 사용될 수 있는 계면활성제의 특정 예는 바스프의 플루로닉 P84, PE6100, PE6800, L121, 에플란 EL, 루텐솔 FSA10, 루텐솔 XP89; 미켈만의 MP5490, 에어로솔 OT(소듐 디-2-에틸헥실술포숙시나이트), 바록스 12i(분지형 알킬디메틸아민 옥시드), 라스(선형 알킬벤젠 술포네이트) 및 트리톤 100(옥틸페녹시폴리에톡시(9-10)에탄올), 트윈 계면활성제, 예컨대 트윈 100 계면활성제, 및 바스프 플루로닉 계면활성제 등을 포함하지만 이것으로만 제한되는 것은 아니다. 일반적인 부류는 글리콜, 알콕실레이트 폴리옥시알킬렌 지방 에테르, 예컨대 폴리옥시에틸렌 지방 에테르, 소르비탄 에스테르, 모노 및 디글리세리드, 폴리옥시에틸렌 소르비톨 에스테르, 중합체성 계면활성제, 예컨대 하이퍼멘 중합체 계면활성제, 소듐 코코-PG-디모늄 클로라이드 포스페이트, 및 코아미도프로필 PG-디모늄 클로라이드 포스페이트, 포스페이트 에스테르, 폴리옥시에틸렌(POE) 지방산 에스테르, 레넥스 비이온성 계면활성제(에틸렌 옥시드와 불포화 지방산과 헤테로고리형 수지 산의 반응에 의해 형성된 비이온성 에스테르), 알콜 에톡실레이트, 알콜 알콕실레이트, 에틸렌 옥시드/프로필렌 옥시드 블록 공중합체, 소르비탄 에스테르의 폴리옥시에틸렌 유도체 또는 그의 조합이다.
- [0046] 한 실시양태에서, 조성물은 (i) 에어로겔 성분; (ii) 계면활성제; 및 (iii) 결합제로 이루어지거나, 본질적으로 이것들로 이루어지거나, 이것들을 포함한다.
- [0047] 무기 결합제 뿐만 아니라 유기 결합제가 사용될 수 있다. 결합제 물질의 특정 예는 시멘트, 석회, 석고, 히드로탈사이트, 혼합 마그네슘염, 규산염, 예를 들어 규산나트륨, 플라스틱, 아크릴레이트 및 기타 라텍스 조성물, 에폭시 중합체, 폴리우레탄, 폴리에틸렌 폴리프로필렌 및 폴리테트라플루오로에틸렌 중합체, 예를 들어 테플론(TeflonTM)이라는 명칭으로서 입수가 가능한 것을 포함하지만 이것으로만 제한되는 것은 아니다.
- [0048] 많은 예에서, 결합제는, 특정 조건에서, 응결되거나 경화되거나 굳어지는 물질이다. 편의상, 이러한 공정 및 유사한 공정은 본원에서 "건조"라고 지칭된다. 바람직하게는, 이러한 "건조" 공정은 비가역적이고 에어로겔 성분 및 결합제를 포함하는 고체 물질을 초래한다.
- [0049] 시멘트는 종종 석회암, 점토 및 다른 성분, 예를 들어 알루미늄의 함유 규산염을 포함한다. 예를 들어 수경 시멘트는, 물과 배합된 후에, 혼합수와의 화학 반응에 의해 응결 및 경화되고, 경화 후에는 심지어는 물이 있을 때에도 강도 및 안정성을 보유하는 물질이다. 이러한 강도 및 안정성에 대한 중요한 요건은 물과의 즉각적인 반응 시에 형성된 수화물이 물에 본질적으로 불용성이어야 한다는 것이다. 수경 시멘트의 응결 및 경화는, 시멘트 성분과 물 사이의 반응에 의해 형성되는 수-함유 화합물의 형성에 의해 초래된다. 반응 및 반응 생성물은 각각 수화 및 수화물 또는 수화물상으로서 지칭된다. 반응이 즉각적으로 개시된 결과, 초기에는 약하지만 시간이 흐름에 따라 증가하는 강성화(stiffening)가 관찰될 수 있다. 강성화가 특정 수준에 도달될 때의 시점은 응결 개시점이라고 지칭된다. 추가의 압밀화는 응결이라고 지칭되고 그 후에 경화상이 시작된다. 그러면 물질의 압축 강도는, "초고속 경화" 시멘트의 경우 수일 내지 보통의 시멘트의 경우 수년의 범위인 기간에 걸쳐 꾸준히 증가한다.
- [0050] 석고 플라스터는 황산칼슘 반수화물($\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$)을 기재로 하는 유형의 건축 재료이다. 전형적으로 플라스터는 물과 혼합된 건조 분말로서 시작하여 열을 발산하는 페이스트를 형성하고 이어서 경화된다. 모르타르 또는 시멘트와는 달리, 플라스터는 건조 후 매우 유연한 상태를 유지하며, 금속 도구 또는 사포에 의해 쉽게 조작될 수 있다. 석회 플라스터는 수산화칼슘과 모래(또는 기타 불활성 충전제)의 혼합물이다. 대기 중의 이산화탄소

는, 수산화칼슘을 탄산칼슘으로 전환시킴으로써, 이러한 유형의 플라스터로 하여금 응결되도록 한다.

- [0051] 많은 유기 결합제는, 예를 들어 해당 분야에 공지된 바와 같이, 중합 및 굳힘 공정을 걸쳐 응결 또는 경화될 수 있다.
- [0052] 결합제는 에어로겔 성분과 임의의 적합한 비로 배합될 수 있다. 그 예는 약 150 내지 약 5의 범위, 바람직하게는 약 150 내지 약 10의 범위, 더욱 바람직하게는 90 내지 30 범위의 에어로겔 대 결합제 부피비를 포함하지만 이것으로만 제한되는 것은 아니다.
- [0053] 한 실시에서, 계면활성제 및/또는 결합제를 사용하여 에어로겔 층들, 예를 들어 상기에서 기술된 바와 같은 블랭킷 또는 시트들을 서로 결합시켜, 다층 복합체를 형성한다.
- [0054] 본 발명의 일부 예에서, 결합제로서 작용할 뿐만 아니라 표면활성을 제공하는 물질을 선택할 수 있다. 이러한 물질의 바람직한 예는 아크릴레이트를 포함한다.
- [0055] 본 발명의 일부 실시에서, 계면활성제 또는 결합제 또는 둘 다는, 하나의 제제, 예컨대 모르타르 제제, 예를 들어 그라우트 제제, 플라스터 제제 및 그의 임의의 조합 내에 제공될 수 있다.
- [0056] 모르타르는 벽돌, 돌, 타일, 콘크리트 블록 등을 결합시켜 구조물을 형성하는데 사용되는, 전형적으로 모래 및 시멘트, 예를 들어 메이슨리(masonry), 포틀랜드(Portland) 시멘트, 옥시염화물 시멘트 등을 포함하는 물질이다. 모래-시멘트 혼합물은 물과 함께, 나중에 응결 또는 경화되는 가소성의 가공가능한 혼합물을 형성한다. 일반적으로, 모르타르는 콘크리트의 화학과 유사한 규산칼슘-기재의 화학을 갖고서 작용하지만, 콘크리트와는 달리, 굵은 골재를 포함하는 경향이 없다. 타일 작업에서 사용되거나, 접합되는 부품들을 압밀화시켜 고체 덩어리가 되도록 하기 위해서 석재 접합부에서 발견되는 틈새 또는 기타 간극을 메우는, 예를 들어 시멘트, 석회 또는 석고의 묽은 모르타르는, 종종 모래 및 물과 같은 다른 성분과 함께, 종종 "그라우트"라고 지칭된다.
- [0057] 플라스터는 일반적으로, "치장 벽토(stucco)"라고도 공지되어 있는, 벽돌 또는 천장에 사용되는 기타 표면, 내벽 또는 건물의 외부에 가소성 상태로 직접 도포될 수 있는 페이스트-유사 물질을 물과 함께 형성하는, 석고 또는 석회와 모래의 혼합물을 지칭한다. 물이 증발됨에 따라, 물질은, 피복 또는 코팅될 표면 상에 단단한 라이닝을 형성한다.
- [0058] 모르타르, 예를 들어 그라우트 제제 뿐만 아니라 플라스터 제제는 종종, 가속제, 지연제, 가소제, 공기 연행 화합물, 안료, 결합제, 펌핑 보조제 등으로서 작용하는 추가의 화합물을 포함한다.
- [0059] 예를 들어 가속제는 콘크리트의 수화(경화)를 가속시킨다. 사용되는 전형적인 물질의 예는 CaCl_2 및 NaCl 이다. 지연제는 콘크리트의 수화를 늦추고, 타설이 완결되기 전에 부분 응결이 일어나는 것이 바람직하지 않은 경우에 대규모의 또는 어려운 타설에 사용된다. 전형적인 지연제는 당($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)이다.
- [0060] 공기 연행제는 작은 기포를 콘크리트 내에 첨가하고 분포시킴으로써 동결-해동 사이클 동안의 손상을 감소시키고, 이로써 콘크리트의 내구성을 증가시킨다. 종종, 연행된 공기는 강도와 상충되는데, 왜냐하면 1 %의 공기는 압축 강도를 5 %씩 감소시키기 때문이다.
- [0061] 가소제(감수 혼합물)는 가소성 또는 "생(fresh)" 콘크리트의 가공성을 증가시켜, 이것을 적은 압밀화 노력을 기울이고서 보다 용이하게 배치하는 것을 허용한다. 고성능가소제(고-범위 감수 혼합물)는 가공성을 현저하게 증가시키는데 사용될 때 보다 덜 해로운 효과를 갖는 가소제의 부류이다.
- [0062] 또 다르게는, 가소제를 사용하여 콘크리트의 수분 함량을 감소시키면서(이러한 점 때문에 감수제라고도 지칭되어 왔음) 가공성을 유지할 수 있다. 이로써 강도 및 내구성이 개선된다.
- [0063] 미관을 위해, 안료를 사용하여 콘크리트의 색을 변화시킬 수 있다. 전형적인 예는 이산화티타늄(TiO_2)이다. 부식방지제를 사용하여 콘크리트 내의 강철 및 강철 봉의 부식을 최소화한다. 결합제를 사용하여 기존 콘크리트와 새로운 콘크리트 사이의 결합을 생성한다. 펌핑 보조제는 펌핑성을 개선시키고, 페이스트를 증점시키고, 탈수(물이 페이스트로부터 분리되려는 경향)를 감소시킨다.
- [0064] 모르타르, 예를 들어 그라우트, 또는 플라스터 제제 내에 존재할 수 있는 기타 화합물은 텐시드, 셀룰로스, 유기 중합체, 예를 들어 아크릴레이트 등을 포함한다.
- [0065] 사용될 수 있는 적합한 모르타르, 예를 들어 그라우트, 또는 플라스터 제제는 특정 응용분야, 예컨대, 예를 들어 건식벽 패널, 타일 또는 벽돌의 접합, 파사드 커버링, 내부 또는 외부 플라스터링 작업 및 해당 분야에 공지

된 바와 같은 많은 기타 작업을 위한 상업적으로 입수가 가능한 것을 포함한다. 한 실시에서, 모르타르(그라우트) 제제는 유럽 표준(European Standard) EN 13888에 따른 제제이다. 한 예는 독일 데-65205 비스바덴 오토-폰-게리케-링 3 소재의 사크레트 트로켄바우스트로페 유로파 게엠베하 운트 코 카게(SAKRET Trockenbaustoffe Europa GmbH & Co. KG)에 의해 제조된 "푸겐비스(Fugenweiß)(Mortier de jointoiement blanc or Impasto sigillante per giunti bianco)"라는 명칭으로 유럽에서 입수가 가능한 그라우트 제제이다. 상업적으로 입수가 가능한 또 다른 적합한 그라우트 제제는 미국의 커스텀 빌딩 프로덕츠(Custom Building Products)의 그라우트 폴리블렌드이다. 맞춤형 모르타르, 예를 들어 그라우트, 또는 플라스터 제제도 사용될 수 있다. 미국 캘리포니아주 소재의 커스텀 빌딩 프로덕츠에 의해 제조된 심플픽스 프리믹스드 어드헤시브 앤드 그라우트(Simplefix Premixed Adhesive and Grout), 미국 오하이오주 소재의 토로 컨슈머 프로덕츠(Thoro Consumer Products), 바스프 컨스트럭션 케미칼즈(BASF Construction Chemicals)에 의해 제조된 워터플러그 히드라울릭 시멘트(Waterplug Hydraulic Cement), 미국 오하이오주 소재의 엘머스 프로덕츠 인코포레이티드(Elmer's Products, Inc.)에 의해 제조된 엘머스 프로본드 콘크리트 본더(Elmer's Probond Concrete Bonder), 미국 오하이오주 소재의 토로 컨슈머 프로덕츠, 바스프 컨스트럭션 케미칼즈에 의해 제조된 토로크리트(Thorocrete)가, 사용될 수 있는 그라우트 제제의 기타 비-제한적 예이다.

[0066] 결합제와 결합제-함유 제제, 예컨대 모르타르, 플라스터 또는 그라우트 제제의 조합을 사용할 수 있다. 제조를 단순화하기 위해서, 사용되는 성분의 개수를 감소시킬 수 있고, 일부 실시양태에서는 조성물은 (i) 무기 결합제, 예를 들어 시멘트 또는 (ii) 무기 결합제-함유 제제, 예를 들어 상기에서 기술된 바와 같은 그라우트, 모르타르 또는 플라스터 제제 중 하나를 포함하지만 둘 다를 포함하지는 않는다.

[0067] 임의로, 조성물은 다른 성분을 포함할 수 있다. 본원에서 사용된 바와 같은 "또 다른 성분" 또는 "다른 성분"이라는 용어는 조성물을 형성하는데 사용되는 에어로겔 성분 외부의 화합물 또는 물질을 지칭한다. 예를 들어, 나노겔® 에어로겔 입자가 사용되는 경우, "다른 성분"이라는 용어는, 나노겔® 에어로겔 입자의 내부 또는 표면에 이미 존재하는 성분이 아니라, 사용된 나노겔® 에어로겔 입자와 배합될 수 있는 성분을 지칭한다. 일반적으로, 이러한 용어는 또한 결합제-함유 제제, 예를 들어 그라우트, 플라스터 또는 모르타르 제제가 사용되는 경우에 이러한 제제 내에 이미 존재하지 않는 물질을 지칭한다.

[0068] 이러한 다른 성분을, 최종 생성물에 보강을 제공하거나, 에어로겔 입자의 외부 표면을 습윤시키거나, 기재에의 접착을 증가시키거나, 조성물로 하여금 표면에 보다 잘 접촉되기 쉽게 하거나, 조성물 또는 조성물을 사용하는 완성품에 원하는 기타 특성을 제공 또는 향상시키거나 기타 이유를 위해, 사용할 수 있다.

[0069] 사용될 수 있는 다른 성분의 예는 불투명화제, 점도조절제, 경화제, 결합제가 경화되는 속도를 향상시키거나 늦추는 성분, 기계적 강도를 촉진시키는 성분 또는 물질, 점도조절제, 가소제, 윤활제, 보강제, 난연제, 및 기타 많은 성분을 포함하지만 이것으로만 제한되는 것은 아니다. 이러한 성분들의 조합이 사용될 수도 있다. 사용량은 특정 응용분야 및 기타 인자에 따라 달라질 수 있다.

[0070] 바람직한 실시에서, 조성물은 에어로겔 성분, 계면활성제, 결합제(또는 결합성과 표면활성 둘 다를 갖는 물질) 및 하나 이상의 다른 성분을 포함하며, 이것들 중 하나 이상은, 폼드 실리카, 콜로이드성 실리카 또는 침강 실리카를 포함하지만 이것으로만 제한되는 것은 아닌 실리카, 카본블랙 및 이산화티타늄을 포함하지만 이것으로만 제한되는 것은 아닌 불투명화제, 필라이트, 미소구, 예컨대 유리 또는 중합체성 미소구, 규산염, 예를 들어 규산칼슘, 공중합체, 텐시드, 광물 분말, 필름 형성 성분, 계면활성제, 섬유 및 그의 임의의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된다.

[0071] 기타 특정 예에서, 조성물은 에어로겔 성분, 계면활성제, 결합제(또는 결합성과 표면활성 둘 다를 갖는 물질), 및 섬유로 이루어지거나 본질적으로 섬유로 이루어지거나 섬유를 포함하는 또 다른 성분을 포함한다. 섬유는, 전형적으로 1 초과, 바람직하게는 5 초과, 더욱 바람직하게는 8 초과 길이 대 직경 비를 갖는, 길쭉한, 예를 들어 원통형의 형상을 갖는다. 많은 예에서, 적합한 섬유는 20 이상의 길이 대 직경 비를 갖는다. 섬유는 직조되거나 직조되지 않거나 절단되거나(chopped) 연속적일 수 있다. 섬유는 일성분, 또는 예를 들어 하나의 물질로 만들어진 코어 및 또 다른 물질로 만들어진 시드를 포함하는 이성분 또는 다성분 섬유일 수 있다. 섬유는 중공 섬유 또는 충실 섬유일 수 있고, 평평하거나 직사각형이거나 원통형이거나 불규칙적인 횡단면을 가질 수 있다. 섬유는 느슨하거나, 절단되거나, 다발이거나, 웹 또는 스크림을 이루도록 서로 연결될 수 있다.

[0072] 섬유를 사용하는 본 발명에 따른 실시양태에서, 섬유는 무기 섬유, 예컨대 미네랄 울 섬유, 예를 들어 유리, 돌 또는 슬래그 섬유; 생체용해성 세라믹 섬유; 연속적으로 만들어진 유리 또는 돌 섬유의 직조, 부직조 또는 절단 형태일 수 있다. 적합한 유형의 섬유의 특정 예는 텐마크의 록울 인터내셔널 에이에스(Rockwool International

A/S)에서 RB260이라는 명칭으로서 입수가능하다.

- [0073] 일부 경우에, 조성물, 예를 들어 건조 혼합물, 슬러리, 페이스트, 복합체, 예를 들어 자가-지지 경질 복합체 또는 고체 복합체 등의 총 중량에 대한 양으로 측정된 섬유의 양은, 0 중량% 초과, 예를 들어 2 중량% 초과, 바람직하게는 5 중량% 초과, 및 25 중량% 미만, 예를 들어 20 중량% 미만, 예를 들어 15 중량% 미만 또는 10 중량% 미만이다. 또 다른 경우에, 이러한 섬유는 25 중량% 이상, 예를 들어 40 중량% 초과, 양으로 존재한다. 특정 실시에서, 이러한 섬유는 조성물 내에 25 중량% 이상 및 약 90 중량% 미만, 예를 들어 75 중량% 미만 또는 50 중량% 미만의 양으로 존재한다. 일부 실시양태에서, 상기에서 기술된 양은 에어로겔 성분 외부의 섬유, 예를 들어 조성물을 형성하도록 에어로겔 성분에 첨가된 섬유의 양을 반영한다. 또 다른 실시양태에서, 상기에서 기술된 양은 에어로겔 성분의 외부의 섬유 양과 에어로겔 성분 내에 이미 존재할 수 있는 섬유 양을 반영한다.
- [0074] 섬유의 기타 예는 탄소 섬유, 중합체-기재의 섬유, 금속성 섬유, 예를 들어 강철 섬유, 셀룰로스 섬유, 식물-유도된 섬유, 예를 들어 면 섬유, 목질 섬유 또는 대마 섬유를 포함한다. 이러한 섬유는, 본원에서 기술된 조성물, 예를 들어 복합체, 슬러리, 페이스트, 자가-지지 경질 복합체, 고체 복합체 등 내에, 0 중량% 초과, 예를 들어 2 중량% 초과, 예를 들어 5 중량% 초과, 10 중량% 초과, 20 중량% 초과 또는 25 중량% 초과, 양으로 포함될 수 있다. 이러한 섬유는 조성물 내에 약 90 중량% 미만, 예를 들어 약 75 중량% 미만 또는 50 중량% 미만의 양으로 존재할 수 있다.
- [0075] 섬유의 조합을 사용할 수도 있다.
- [0076] 본 발명의 일부 실시양태에서, 조성물은 섬유를 포함하지 않는다. 섬유가 사용되는 경우, 섬유는 완성품의 기계적 성질을 증가시킬 수 있지만 단일의 손실에 기여할 수도 있다. 다른 성분, 예컨대 메쉬 또는 스킨을 첨가하여 보강을 제공할 수 있다.
- [0077] 일부 실시양태에서, 조성물은 건조 혼합물 또는 블렌드의 형태를 갖는다. 건조 혼합물을 형성하기 위해서, 에어로겔 성분, 계면활성제, 결합제, 및 임의로 하나 이상의 다른 성분, 예컨대, 예를 들어 섬유를 하나의 단계에서 또는 원하는 순서로 배합하고 함께 블렌딩할 수 있다. 사용되는 둘 이상의 성분들을 배합함으로써, 건조 전구체 혼합물을 형성할 수 있다. 원한다면, 개별적인 성분 또는 개별적인 전구체 블렌드를 예를 들어 하나의 키트 내에서 사용할 수 있다.
- [0078] 성분 및/또는 전구체 혼합물을 일단계 공정에서 또는 원하는 순서로 함께 첨가하고, 예를 들어 해당 분야에 공지된 혼합 기술 및/또는 장치를 사용하여 혼합하여 건조 블렌드를 형성할 수 있다.
- [0079] 또 다른 실시양태에서, 조성물은 유체, 바람직하게는 액체, 예컨대, 예를 들어 물 또는 물-함유 상을 포함한다. 액체상은 물 외의 하나 이상의 물질, 예컨대, 예를 들어 하나 이상의 유기 용매로 이루어질 수 있거나 본질적으로 이것으로 이루어지거나 이것을 포함할 수 있다. 편의상, 액체 또는 액체-함유 조성물은 일반적으로 본원에서는 "슬러리"로서 지칭되고, 본원에서 사용된 바와 같이, "슬러리"라는 용어는 용액, 분산액, 현탁액, 페이스트 등을 포함함을 의미한다.
- [0080] 한 예에서, 에어로겔 성분을 계면활성제의 수성상에 첨가한다. 다른 성분, 예컨대, 예를 들어, 결합제 및/또는 섬유를, 에어로겔 성분을 혼입시키기 전 및/또는 동안에 첨가할 수 있다. 에어로겔 성분을, 결합제를 포함하는 슬러리에 첨가할 수도 있다.
- [0081] 고체 결합제를 사용하는 경우, 고체 결합제의 수용액을 사용할 수 있거나 제조 공정 동안에 생성할 수 있다. 수성 결합제 용액을 소수성 에어로겔과 배합하는 경우, 수성 결합제 용액은 에어로겔의 기공에 침투하지 않는다는 이점을 갖는다. 많은 경우에, 물에서의 에어로겔 성분의 분산 또는 현탁은 상기에서 기술된 바와 같은 모르타르, 예를 들어 그라우트, 또는 플라스터 제제의 존재에 의해 용이하게 된다. 바람직하게는, 입자상 에어로겔 및 그라우트 제제 내에 존재하는 것과 같은 결합제를 포함하는 슬러리는 균질하고 잘 분산된 에어로겔 및/또는 결합제를 갖는다.
- [0082] 특정 예에서, 또 다른 성분, 예를 들어 섬유를 유체상에 첨가하여 분산액, 현탁액 또는 용액을 형성하고, 이어서 이것을 에어로겔 성분을 함유하는 슬러리 전구체 또는 건조 전구체로 배합하거나 혼입시킨다. 섬유를 사용하는 경우, 섬유를 슬러리 또는 액체 전구체에 첨가하면 그의 분산을 용이하게 할 수 있다.
- [0083] 사용량을, 사용된 물질의 본질, 예를 들어 물, 공기, 계면활성제 등에의 노출에 이용될 수 있는 입자 크기 또는 표면적, 혼합 기술, 조성물의 응결점까지의 시간 간격, 응결 전 슬러리의 원하는 점도 및 기타 변수를 고려하여 선택할 수 있다.

- [0084] 일부 실시에서, 조성물은 예를 들어 70 또는 75 중량%의 나노겔® 유형의 에어로겔 및 25 또는 30 중량%의 상기에서 기술된 바와 같은 그라우트 제제를 포함한다. 나노겔® 유형의 에어로겔의 특정 예는 TD302라는 명칭으로서 입수가 가능한 것, TD302와 TLD203의 혼합물 등이다. 첨가된 물의 양을 슬러리의 원하는 점도, 원하는 응용분야 및/또는 기타 인자를 고려하여 선택할 수 있다. 예를 들어, 슬러리는 40 중량%의 나노겔® 유형의 에어로겔, 10 중량%의 그라우트 제제 및 50 중량%의 물을 포함할 수 있다.
- [0085] 표면활성제, pH 조절제 및 기타 물질을 혼입시켜 슬러리 성질을 조정할 수 있다. 슬러리 점도를, 예를 들어, 첨가된 액체의 양, 기계적 조작, 첨가 기술, 예를 들어 첨가되는 성분의 순서, 총량의 건조상과 유체상의 연속적, 간헐적 또는 일단계 배합, 희석제의 존재, 및 해당 분야에 공지된 기타 수단을 통해, 조절할 수 있다. 많은 경우에 슬러리는 요변성이고, 다른 말로 하자면 이것은 전단력 하에서 액체와 보다 유사해진다(덜 점성이다).
- [0086] 특정 실시에서, 슬러리 전구체는 높은 pH, 예컨대, 예를 들어 10 이상, 바람직하게는 13 이상의 pH를 갖는다. 기타 예에서, 조성물은 약 10, 바람직하게는 약 13의 pH를 갖는 수-기계의 슬러리이고, 에어로겔 성분을 포함한다. 일부 실시양태에서, 고 pH 조성물은 에어로겔 성분 및 표면활성제, 예를 들어 플루로닉 P84 또는 또 다른 적합한 계면활성제, 예컨대 상기에서 기술된 것들 중 하나를 포함한다.
- [0087] 본 발명의 한 실시양태에서, 에어로겔 성분과 전형적으로는 물인 고 pH 액체를 배합함으로써 조성물을 형성한다. 특정 예에서, 조성물은 에어로겔 성분, 예를 들어 과립형 에어로겔, 및 10 이상, 바람직하게는 보다 높은, 예를 들어 13의 pH를 갖는 물을 포함한다. 특정 실시에서, 계면활성제도 존재한다. 결합제 및/또는 다른 성분, 예를 들어 섬유를 혼입시킬 수도 있다. 일부 실시에서, 조성물은 에어로겔 성분, 고 pH 수 및 결합성뿐만 아니라 표면활성을 갖는 화합물 또는 물질로 이루어질 수 있거나 본질적으로 이것들로 이루어지거나 이것들을 포함할 수 있다. 한 실시양태에서, 조성물은 에어로겔 성분, 고 pH 수 및 아크릴레이트로 이루어지거나 본질적으로 이것들로 이루어지거나 이것들을 포함하는데, 아크릴레이트는 표면활성 뿐만 아니라 결합성도 갖는다고 생각된다. 또 다른 실시양태에서, 조성물은 에어로겔 성분, 고 pH 수, 및 섬유로 이루어지거나 본질적으로 이것들로 이루어지거나 이것들을 포함한다. 추가의 실시양태에서, 조성물은 에어로겔 성분, 고 pH 수 및 결합제 또는 결합제-함유 제제로 이루어지거나 본질적으로 이것들로 이루어지거나 이것들을 포함한다. 또 다른 실시양태에서, 조성물은 에어로겔 성분, 고 pH 수, 계면활성제 및 섬유로 이루어지거나 본질적으로 이것들로 이루어지거나 이것들을 포함한다.
- [0088] 일부 경우에, 슬러리는 결합제의 건조, 예를 들어 굳힘 또는 경화를 가속시키거나 지연시킬 수 있는 추가의 성분을 포함한다.
- [0089] 진탕, 교반 및/또는 기타 기술을 사용하여 액체 물질과 고체 물질을 혼합할 수 있다. 특정 예에서, 가벼운 입자, 예를 들어 에어로겔 입자는 액체상 내로 밀어넣어진다. 기타 예에서, 물방울은 보다 가벼운 입자로 들어올려진다.
- [0090] 수동 교반 또는 블렌더 또는 혼합기, 예컨대, 예를 들어 시멘트 혼합기, 휴대용 임펠러, 리본 블렌더 등을 통해, 혼합을 수행할 수 있다. 혼합기, 예컨대 이중 리본 블레이드를 갖는 것, 행성식 혼합기 등을 사용할 수 있다. 일부 경우에, 블레이드 디자인 및/또는 성질, 예를 들어 증가된 블레이드 예리성(sharpness)은 혼합 공정, 및 일부 경우에는 완성품의 성질을 완결하는데 소요되는 시간을 감소시킬 수 있다.
- [0091] 변수, 예컨대 혼합 속도, 온도, 전단도, 액체 및/또는 고체 물질의 첨가 순서 및/또는 첨가 속도, 및 많은 기타 변수가 조절될 수 있고, 이것은 작업 규모, 화합물의 물리적 및/또는 화학적 본질 등에 따라 달라질 수 있다. 혼합 기술은 에어로겔 입자의 크기 분포를 변화시켜 그 결과의 복합체 내에서의 다양한 패킹 효율을 초래할 수도 있다.
- [0092] 혼합을 실온 또는 기타 적합한 온도에서 수행할 수 있다. 전형적으로, 성분들을 주위 공기에서 배합하지만 특수한 대기를 제공할 수 있다.
- [0093] 본 발명의 또 다른 실시양태에서, 조성물은 고체이다. 본원에서 "건조"라고 지칭된, 예를 들어 중합체 굳힘, 시멘트 경화, 물 증발 등을 포함하는 적당한 물리적 및/또는 화학적 공정을 통해, 상기에서 기술된 바와 같은 슬러리는 에어로겔 성분을 포함하는 복합체를 제공한다. 본원에서 사용된 바와 같은 "복합체"라는 용어는, 복합체를 형성하는데 사용된 물질의 성질과 상이한 구조적 또는 기능적 성질을 갖는 물질을 지칭한다. 바람직하게는, 복합체는 계면활성제 및/또는 결합제, 및 임의로 다른 성분, 예를 들어 섬유도 포함한다.

- [0094] 변수, 예컨대 온도, 시간, 건조 조건, 습도, 침지 및 램핑 프로토콜, 특수 대기, 이러한 공정에 영향을 주는데 사용된 성분의 본질 등을, 해당 분야에 공지된 바와 같이 또는 통상적인 실험에 의해 결정된 바와 같이, 조절하고 최적화시킬 수 있다.
- [0095] 많은 경우에, 슬러리는 실온에서 건조되지만, 슬러리의 응결 또는 경화를 실온보다 높은 온도에서, 예를 들어 오븐, 예를 들어 약 30 내지 약 90 °C 범위의 온도의 오븐에 슬러리를 넣음으로써, 수행할 수도 있다. 건조를 수초 정도로 짧은 시간 동안 수행하거나 보다 긴 시간 간격으로 수행할 수 있고, 특정 응용분야에 따라서는 조성물을 보다 짧거나 보다 긴 응결 시간을 위해 배합할 수 있다. 많은 경우에, 슬러리는 약 5 분 내지 약 24 시간, 예를 들어 약 30 분의 범위의 시간 간격으로 응결된다.
- [0096] 복합체를 추가의 노화 및/또는 하소 사이클 및 추가의 가공, 예를 들어 추가의 성형, 연마 등에 적용시켜 완성품을 제조할 수 있다.
- [0097] 복합체를 특수한 침투성을 갖도록 형성할 수 있다. 많은 경우에, 복합체는 소수성이고 원하는 발수성, 접촉각, 물 침지 또는 물 흡수성을 가질 수 있다.
- [0098] 본 발명의 일부 실시에서, 높은 pH, 예를 들어 적어도 10, 바람직하게는 그 초과, 예를 들어 약 13 이상의 pH를 갖는 물을 사용하여 복합체를 형성한다. 이러한 자가-지지 복합체의 예는 에어로겔 성분 및 섬유, 예를 들어 미네랄 울 섬유를 포함한다. 계면활성제 물질을 첨가하는 경우, 계면활성제 물질은 에어로겔 입자의 습윤을 향상시킬 수 있다.
- [0099] 기타 실시에서, 복합체는 에어로겔 성분 및 하나 이상의 중합체로 이루어지거나 본질적으로 이것들로 이루어지거나 이것들을 포함한다. 아크릴레이트는, 예를 들어, 고체 생성물의 기계적 성질, 예를 들어 가요성, 인장강도, 파괴강도 등에 영향을 미칠 수 있다. 특정 예에서, 결합체는 스티렌 아크릴성 공중합체, 예컨대 독일 84489 부르크하우젠 조하네스 헤스 스트라세 24 소재의 와커 폴리머 시스템즈 게엠베하 운트 코 카게(Wacker Polymer Systems, GmbH & Co. KG)에서 비나파스(Vinnapas)라는 명칭으로서 입수가 가능한 것이다.
- [0100] 특정 실시양태에서, 고체 복합체는 경질이다. 일반적으로, 경질 물체는 자신의 중량의 힘 하에서 가시적인 변형을 겪지 않는다. 기타 특정 실시양태에서, 복합체는 자가-지지할 수 있고, 즉 자신의 중량을 지탱하거나 유지할 수 있고, 본 발명의 특정 실시에서, 이것은 성형가능한 전구체로부터 유도된다. 예를 들어, 슬러리, 예를 들어 페이스트를, 적합한 성형틀을 사용하고, 이어서 경화 공정, 예컨대 굳힘 공정 또는 시멘트 또는 플라스틱 경화 화학을 포함하는 공정을 사용하여, 성형할 수 있다. 임의로, 경화된 생성물을, 예를 들어 성형틀에서 꺼내기 전 또는 성형틀에서 꺼낸 후에 실온에서 또는 오븐에서 건조시킬 수 있고, 이것을 추가의 성형, 연마 또는 기타 단계를 통해 추가로 가공할 수 있다. 자가-지지 복합체를 조각하거나 압출기를 사용함으로써 제조할 수도 있다. 본 발명의 한 실시양태에 따른 자가-지지 경질 복합체의 사진은 도 1에 제시되어 있다.
- [0101] 또 다른 실시에서, 슬러리를 기재에, 예를 들어 벽, 천장, 문, 프레임, 배관, 건식벽, 파사드, 단열 보드, 예컨대, 예를 들어 미네랄 울 보드 또는 매트, 완성품 및 많은 기타 유형의 표면에 도포하고, 슬러리 또는 페이스트를 건조(경화)시켜, 기재 상에 복합체 코팅을 형성함으로써, 코팅 형태를 갖는 복합체를 제조한다. 슬러리 또는 페이스트를 기재 상에 도포하는 방법은 점도 및 기타 인자에 따라 달라질 수 있고, 이는 페인팅, 분무, 펌핑 등을 포함할 수 있다. 페인팅, 분무 및 기타 기술을 사용할 수 있다. 일부 응용분야에서, 슬러리를 하나 이상의 도관, 예컨대 호스 또는 파이프를 통해 펌핑시킴으로써 슬러리를 기재에 도포한다. 다른 경우에, 슬러리를 예를 들어 표면 상에 분무하거나 공동 또는 열극 내에 분무한다. 추가의 응용분야에서는, 슬러리 또는 페이스트를 페인팅한다. 슬러리 또는 페이스트를 성형, 조각, 캐스팅 또는 압출하여 성형품을 획득할 수도 있다.
- [0102] 슬러리를, 예를 들어 건설 공간 또는 기타 응용분야에서의 단열 목적을 위해, 봉입체 내에 펌핑 또는 분무함으로써 복합체를 형성할 수도 있다.
- [0103] 특정 측면에서, 본 발명은 특정 성질, 예컨대 열전도율, 기계적 성질, 음향학적 성질, 내연성 및/또는 기타 유용한 특성을 갖는 복합체에 관한 것이다. 복합체는 바람직하게는 자가-지지하고, 에어로겔 성분, 예를 들어 과립 형태의 에어로겔 성분을 포함한다. 복합체는 계면활성제, 결합제 및/또는 다른 성분을 포함할 수도 있다. 일부 예에서, 에어로겔 성분을 고 pH 수로 처리함으로써 복합체를 형성한다. 기타 예에서, 복합체는 에어로겔 성분 및 아크릴레이트를 포함한다.
- [0104] 특정 실시양태에서, 본 발명은, 바람직하게는 경질이고/이거나 자가-지지하고 낮은 열전도율, 예를 들어 미국표준시험방법(American Standard Test Method)(ASTM) C518(열유량 계량 장치를 사용하는 정류 상태 열 전달성에

대한 표준시험방법(Standard Test Method for Steady-State Thermal Transmission Properties by Means of the Heat Flow Meter Apparatus))에 의해 측정된, 23 °C에서 50 mW/m·K 이하, 바람직하게는 약 30 mW/m·K 이하, 바람직하게는 약 20 mW/m·K 이하의 열전도율을 갖는 복합체에 관한 것이다. 열전도율은 열유량을 견디는 능력을 측정하는 물질의 고유 성질이다. 열전도율을 나타내는데 사용되는 기호는 k (또는 람다 λ)이다. 열전도율의 역수는 열저항률, 즉 1차원 열유량에 저항하는 물질의 고유 성질이다. 열저항률은 m·K/mW(미터와 켈빈을 곱한 것을 밀리وات으로 나눈 것)의 단위를 갖는다. 바람직하게는, 입자상 에어로겔을 사용하여 조성물을 제조한다. 특정 예에서, 조성물은 약 20 내지 약 30 mW/m·K 범위의 열전도율을 갖는다.

[0105] 공기는 26 mW/m·K의 열전도율을 갖기 때문에, 매우 낮은 람다의 복합체 내의 공기의 존재는 그의 열적 성능을 열화시킬 것이다. 일부 실시에서, 복합체는 효율적으로 패킹된 에어로겔 성분을 포함한다. 특정 예에서, 공기는 약 40 % 부피/부피 이하의 양으로 존재한다. 바람직하게는 공기는 약 30 부피% 미만, 더욱 바람직하게는 약 20 부피% 미만의 양으로 존재한다. 최종 복합체 내의 공기 부피 분율을 감소시키는 방법은 입자 크기 분포(PSD) 선택/생성, 진동 패킹, 진공 패킹, 소포제 사용 등을 포함한다. 넓은 PSD와 작은 입자와 큰 입자의 비를 사용하면 효율적인 패킹이 용이할 것이다. 구형 또는 거의 구형의 입자를 비구형 입자, 예컨대 랜덤한 형상이거나 길쭉한 입자와 배합할 수 있다. PSD를 출발 에어로겔 물질을 사용하여 도입시키거나, 혼합 공정 동안에, 예를 들어 고 전단 혼합을 사용함으로써 생성할 수 있다.

[0106] 고체 복합체의 밀도는 종종 첨가된 첨가제에 따라 달라질 것이다. 예를 들어 고밀도 성분, 예컨대 TiO_2 또는 일부 유형의 섬유의 존재는, 복합체의 밀도를, 이러한 성분을 사용하지 않고서 제조된 유사한 복합체에 비해, 증가시킬 수 있다. 본 발명의 복합체, 예를 들어 자가-지지 경질 복합체는 약 0.06 내지 약 0.35 g/cm³의 범위, 바람직하게는 약 0.08 내지 약 0.25 g/cm³의 범위, 더욱 바람직하게는 0.1 내지 0.15 g/cm³ 범위의 밀도를 가질 수 있다. 기타 예에서, 복합체의 밀도는 약 2.5 g/cm³ 이하, 바람직하게는 1.5 g/cm³ 이하, 더욱 바람직하게는 1 g/cm³ 이하이다.

[0107] 본 발명에 따른 자가-지지 복합체는 특정 응용분야에 적합한 기계적 성질을 가질 수 있다. 특정 예에서, 성형된 복합체는, 예를 들어 ASTM C203에 규정된 지침에 따라 측정된, 약 0.05 MPa 내지 약 0.3 MPa 범위의 압축 강도 및 약 0.05 MPa 이하의 굽힘 강도를 갖는다. 기타의 경우에, 성형된 복합체는 상이한 기계적 성질을 갖는다.

[0108] 많은 경우에, 고체 복합체는 내연성 및/또는 방염성을 갖는다. 특정 예에서, 복합체 물질은, 내연성을 갖는 다층 복합체가 되도록 함께 라미네이팅된 에어로겔 블랭킷들을 포함한다. 추가의 난연제 또는 팽창성 물질을 다층 복합체 상에 혼입시킬 수 있다.

[0109] 기타의 경우에, 상기에서 기술된 자가-지지 경질 복합체와 같은 복합체를 넓은 범위의 온도, 예를 들어 극저온 또는 저온 내지 고온의 범위에 걸쳐 사용할 수 있다.

[0110] 복합체는 우수한 음향학적 단열성을 가질 수도 있다.

[0111] 연관된 메카니즘의 임의의 특정 해석에 얽매이려는 것은 아니지만, 하나 이상의 인자가 균질한 혼합물의 형성에 기여할 수 있다고 생각된다. 예를 들어, 결합제-함유 제제, 예를 들어 그라우트 제제 내에 존재하는 중합체성 첨가제는 수성 분산액과 많은 에어로겔 물질 사이의 상용성을 향상시키는 표면활성제로서 작용한다고 생각된다. 결합제-함유 제제 내에 존재하는 입자는 표면활성을 가질 수 있어서 에어로겔과 수성상을 중개한다. 시멘트 수화시에 축적된 높은 점도는 물리적 혼합을 용이하게 할 수 있고, pH의 증가는 에어로겔 표면에서의 소수성을 감소시키고 일부 경우에는 이러한 표면을 친수성으로 만든다고 생각된다.

[0112] 결합은 자가-지지성에 기여한다고 생각되며, 이러한 결합은, 칼슘-규산염-수화물을 형성할 수도 있는, 결합제-함유 제제 내의 CaCO_3/CaO 성분들과 일부 유형의 에어로겔의 실리카 표면 사이의 반응에 의해 촉진 또는 향상될 수 있다. 시멘트는 에어로겔 입자 주위에 매트릭스를 형성함으로써 이러한 입자들을 붙잡는다고 생각된다.

[0113] 본원에서 개시된 조성물, 예를 들어 복합체의 경우에 관찰되는 초저 열전도율은, 넓은 입자 크기 분포(PSD)를 생성하는 혼합 동안의 입자의 전단에 의해 촉진 또는 향상된다고 생각된다. 한편 넓은 PSD는 보다 효율적인 입자의 패킹을 초래한다. 본 발명의 일부 측면에서, 결합제는 낮은 부피 분율로 존재하고 스며나오지 않는다. 기타 측면에서, 결합제는 보다 높은 수준으로 존재하고 스며나온다. 또한, 일부 무기 결합제는 복합체를 통한 적외선 투과를 방해하는 고유 불투명화 성질을 갖는다.

[0114] 본원에서 개시된 조성물을 통상적인 모르타르, 플라스틱, 그라우트 등을 필요로 하는 경우와 유사한 경우에서

사용할 수 있다. 기타 응용분야에서, 예를 들어 건조 블렌드 또는 슬러리로서의, 조성물을, 벽돌, 건식벽, 벽널 또는 바닥재, 타일, 천장 타일, 페인트 등을 제조하는데 사용되는 원료에 혼입시킬 수 있다. 페인트 또는 코팅 응용분야에서는 예를 들어 표면 텍스처를 회피하기 위해서 미세 분말이 되도록 분쇄시키는 것이 이로울 수 있다. 분쇄된 입자 크기는 바람직하게는 코팅 두께와 동일하거나 더 작다.

[0115] 점착성인 본 발명의 조성물을 사용하여 간극 또는 틈새를 메움으로써 곤충 또는 해충을 막을 수 있다. 나머지 표면이 소수성인 경우, 이것은, 표면 상을 기어다니는 곤충의 지방 보호층을 제거함으로써 말라 죽게 함으로써, 곤충을 죽일 것이다. 많은 실시에서, 본원에서 기술된 조성물은 파사드 공사, 샤워실 및 기타 습윤한 환경에서 이용될 수 있는 소수성을 갖는다.

[0116] 기타 응용분야에서, 조성물을 성형하여 경질 자가-지지 물품 또는 그의 부품을 형성할 수 있다.

[0117] 하기 예는 예시적인 것이며 제한하려는 것은 아니다.

[0118] <비교 실시예 1>

[0119] 나노겔 에어로겔 TD302, 그라우트, 시멘트 및 아크릴레이트를 배합하고 성형틀에 넣고, 여기서 실온에서 약 30 분 동안 경화시켰다. 이것을 성형틀에서 꺼내고 독일의 헤스토 일렉트로닉 게엠베하(Hesto Elektronik GmbH)의 람다-콘트롤(Lambda-Control) A 50 장치에서 열전도율을 측정하였다. 차가운 플레이트와 뜨거운 플레이트를 각각 10 °C 및 36 °C에서 유지하였고 평균 온도는 23 °C였다. 사용된 비율(중량 기준) 및 측정된 열전도율(람다, mW/m·K) 값이 표 I에 제시되어 있다:

[0120] <표 I>

시멘트	그라우트	아크릴레이트	에어로겔 TD302	23°C에서의 열전도율
0.24	0.28	0.15	0.33	29.5
0.20	0.24	0.13	0.42	24.7
0.38	0.21	0.11	0.30	34.8

[0121]

[0122] <실시예 2>

[0123] 카보트 코포레이션의 나노겔® 에어로겔 TD302 및 그라우트를 포함하는 제2 성분을 물과 배합하였다. 구체적으로는 물 160 g을 나노겔® 에어로겔 70 그램 및 독일 테-65205 비스바덴 오토-폰-게리케-링 3 소재의 사크레트 트로켄바우스트페 유로파 게엠베하 운트 코 카게에 의해 제조된 푸젠비스 그라우트 제제 23 g과 배합하였다. 배합된 성분들을 시멘트 혼합 패들이 장착된 휴대용 드릴을 사용하여 짧은 간격으로 격렬하게 혼합하여 균질하고 점착성이 있는 것으로 보이는 페이스트 또는 슬러리를 형성하였다. 진동 또는 전단을 통해 슬러리를 보다 유동성으로 만들었다.

[0124] 슬러리를 성형틀에 넣어서 열전도율 측정에 적합한 벽돌-유사 형상의 타일을 만들고, 이것을 섭씨 85 도(°C)의 오븐에 36 시간 동안 넣어 두었다. 그 결과의 경화된 조성물에 대한 열전도율을 독일의 헤스토 일렉트로닉 게엠베하의 람다-콘트롤 A 50 장치를 사용하여 측정하였다. 차가운 플레이트와 뜨거운 플레이트를 각각 10 °C 및 36 °C에서 유지하였고 평균 온도는 23 °C였다. 측정된 람다는 15.5 mW/m·K였다.

[0125] <실시예 3>

[0126] 추가의 실시예에서, 물 150 g, TLD302라고 표시되는 나노겔™ 에어로겔 90 g 및 푸젠비스 그라우트 제제 30 g을 배합하여 슬러리를 형성하였다. 슬러리를 성형틀에 넣어서 열전도율 측정에 적합한 벽돌-유사 형상의 타일 또는 프레임 만들고, 이것을 섭씨 45 도(°C)의 오븐에 48 시간 동안 넣어 두었다. 그 결과의 자가-지지 복합체에 대해 열전도율을 독일의 헤스토 일렉트로닉 게엠베하의 람다-콘트롤 A 50 장치를 사용하여 측정하였다. 차가운 플레이트와 뜨거운 플레이트를 각각 10 °C 및 36 °C에서 유지하였고 평균 온도는 23 °C였고 람다는 14.6 mW/m·K인 것으로 결정되었다.

[0127] <실시예 4>

- [0128] 물 200 g, TLD302라고 표시되는 나노겔™ 에어로겔 169 g 및 푸젠비스 그라우트 제제 41 g을 배합하고 혼합하여 슬러리를 형성하였다. 슬러리를 성형틀에 넣어서 열전도를 측정에 적합한 벽돌-유사 형상의 타일 또는 프레임을 만들고, 이것을 섭씨 45 도(℃)의 오븐에 48 시간 동안 넣어 둬으로써, 14.4 mW/m·K의 람다를 갖는 자가-지지 복합체를 수득하였다. 측정을 독일의 헤스토 일렉트로닉스 게엠베하의 람다-콘트롤 A 50 장치 상에서 수행하였다. 차가운 플레이트와 뜨거운 플레이트를 각각 10 ℃ 및 36 ℃에서 유지하였고 평균 온도는 23 ℃였다.
- [0129] <실시예 5>
- [0130] 하기 표 2에 열거된 성분들을 사용하여 여러 샘플들을 제조하였다. 사용된 에어로겔은 미국 매사추세츠주 빌레리카 소재의 카보트 코포레이션에서 수득된 나노겔™ TLD302라고 표시되는 반투명 에어로겔이었다. 그라우트 제제는 미국 코네티컷주 소재의 라티크레테 인터내셔널 인코포레이티드(LATICRETE International, Inc.)에서 수득된 라티크레테 베이지 그라우트(Laticrete Beige Grout)였다. 계면활성제는 미국의 바스프에서 플루로닉 P84라는 명칭으로서 수득되고, 이것은 비-이온성 계면활성제를 기재로 하는 에틸렌 옥시드 및 프로필렌 옥시드 공중합체이다. 사용된 섬유는 덴마크의 록웰 인터내셔널의 록웰 섬유(RB260)였고, 벨코텍스(Belcotex) 유형의 유리 섬유는 미국 사우스캐롤라이나주 소재의 라우샤 파이버 인터내셔널(Lauscha Fiber International)에서 수득되었다. 미국의 알드리치 케미칼즈(Aldrich Chemicals)의 수산화나트륨(NaOH) 0.1 M 용액을 pH 13 수성 용액으로서 사용하였다. 사용을 용이하게 하기 위해 탈이온수(DI 수) 중의 플루로닉 P84의 50 % g/g 용액을 만들었다. 황산칼슘 반수화물 및 규산나트륨을 미국의 알드리치 케미칼즈에서 수득하였다.
- [0131] 표 2에 제시된 특정 조합을 사용하여 형성된 페이스트 또는 슬러리 혼합물을 8 × 8 인치(204 mm × 204 mm)의 치수를 갖는 스테인레스강 성형틀에 넣고 85 ℃에서 밤새 건조시켰다. 열전도율을 미국 매사추세츠주 소재의 레이저컴프 인코포레이티드(LaserComp, Inc.)의 레이저컴프 모델 폭스 200(Lasercomp Model Fox 200) 상에서 측정하였다. 이 기기는 ASTM C518에 따른다. 평균 측정 온도는 25 ℃였고, 저부 및 상부 플레이트를 각각 38 ℃ 및 12 ℃에서 유지하였다.
- [0132] 샘플의 제조와 관련된 구체적인 상세설명은 하기와 같다.
- [0133] 물을 혼합 용기 및 혼합기에 첨가함으로써 샘플 5A를 제조하고, 이중 나선형 부속품을 갖는 오버헤드 혼합기를 750 내지 800 rpm에서 시동시켰다. 에어로겔 TLD302 및 라티크레테 베이지 그라우트로 만들어진 건조 혼합물을 물에 서서히 첨가하였다. 첨가시마다 rpm을 40 내지 50 rpm 만큼 감소시켰다. 일단 rpm을 원래 rpm으로 다시 증가시킨 후에, 또 다른 첨가를 수행하였다. 보다 많이 첨가함에 따라, 혼합기 속도를 원래의 rpm 값으로 유지하도록 증가시킬 필요가 있었다. 그 결과의 균질한 혼합물을 성형틀에 넣고 밤새 건조시켰다.
- [0134] 물, TLD302 에어로겔 및 라티크레테 베이지 그라우트를 이 순서대로 혼합 용기에 첨가함으로써 샘플 5B, 5C를 제조하였다. 이중 나선형 혼합 부속품을 갖는 휴대용 드릴을 사용하였다. 혼합을 400 rpm에서 30 초 동안 시작하고, 30 초 동안 1400 rpm으로 가속시키고, 또 다른 30 초 동안 400 rpm으로 감속시켰다. 그 결과의 균질한 혼합물을 성형틀에 넣고 밤새 건조시켰다. 물, 카본블랙과 나노겔 에어로겔의 블렌드인 CBTLD103 에어로겔 및 라티크레테 베이지 그라우트를 이 순서 대로 혼합 용기에 첨가함으로써 샘플 5D를 제조하였다. 이중 나선형 부속품을 갖는 휴대용 드릴을 사용하였다. 혼합을 400 rpm에서 30 초 동안 시작하고, 30 초 동안 1400 rpm으로 가속시키고, 또 다른 30 초 동안 400 rpm으로 감속시켰다. 그 결과의 균질한 혼합물을 성형틀에 넣고 밤새 건조시켰다.
- [0135] 물 및 계면활성제 용액을 혼합 용기에 넣어서 샘플 5E를 제조하였다. 균질한 점성 액체가 형성될 때까지 섬유를 서서히 첨가하였다.
- [0136] 사용된 혼합기는 이중 나선형 부속품을 갖는 오버헤드 혼합기였다. 이것의 속도를 850 내지 900 rpm으로 증가시켰다. TLD302를 서서히 첨가하고 첨가시마다 rpm을 40 내지 50 만큼 감소시켰다. 그 결과의 균질한 혼합물을 성형틀에 넣고 밤새 건조시켰다. 일정 층분리도를 보이는, 에어로겔과 섬유의 일체형 복합체를 수득하였다.
- [0137] 혼합 용기에 첨가된 물, 계면활성제 용액 및 규산나트륨 용액을 출발 물질로 하여, 샘플 5F를 제조하였다. 혼합기(이중 나선형 부속품을 갖는 오버헤드 혼합기)를 시동시켰다(750 내지 800 rpm). 균질한 점성 액체가 형성될 때까지 섬유를 서서히 첨가하였다. TLD302 에어로겔을 서서히 첨가하고, 첨가시마다 혼합 속도를 40 내지 50 만큼 감소시켰다. 수득된 균질한 혼합물을 성형틀에 넣고 밤새 건조시켰다. 에어로겔과 섬유의 일체형 복합체를 수득하였다.
- [0138] 샘플 5G의 경우, 물 및 계면활성제 용액을 혼합 용기에 첨가하였다. 균질한 점성 액체가 형성될 때까지 섬유를

서서히 첨가하였다.

[0139] 혼합기(이중 나선형 부속품을 갖는 오버헤드 혼합기)의 회전 속도를 850 내지 900 rpm으로 증가시켰다. TLD302 에어로겔과 황산칼슘 반수화물의 건조 혼합물을 만들고 서서히 첨가하였다. 첨가시마다 혼합기 속도를 40 내지 50 만큼 감소시켰다. 수득된 균질한 혼합물을 성형틀에 넣고 밤새 건조시켰다. 에어로겔과 섬유의 일체형 복합체를 수득하였다.

[0140] 샘플 5A 내지 5D의 열전도율을 측정하였고, 그 결과가 표 II에 제시되어 있다.

[0141] <표 II>

샘플 #	DI H ₂ O (g)	pH 13 H ₂ O (g)	TLD302 (g)	라티크레테 베이저 그라우트 (g)	RB 260 (g)	50% P84 (g)	황산 칼슘 반수화물 (g)	규산 나트륨 (g)	λ (mW/mK)
5A	206.1		90	29.7					17.7
5B	200		169	41					16.9
5C	150		90	30					16.4
5D	150		90 (CB)	30					18.0
5E		200	45		90	5.4			
5F		200	45		90	2.7		11.3	
5G		200	45		90	2.7	11.3		

[0142]

[0143] <실시예 6>

[0144] 샘플 5B와 관련해서 기술된 바와 같은 방법에 의해 제조된 그라우트-에어로겔 복합체의 주사전자현미경 사진이 도 2에 제시되어 있다. 샘플 5E와 관련해서 기술된 바와 같이 고 pH 수를 사용하여 제조된 에어로겔-미네랄 섬유 복합체의 주사전자현미경 사진이 도 3에 제시되어 있다.

[0145] <실시예 7>

[0146] 아크로날(Acronal) 10 중량%, 나노겔™ 에어로겔 50 중량%, 시멘트 15 중량%, 섬유 25 중량%로부터 제조된 자가-지지 경질 복합체의 열전도율은 20.2 mW/(M·K)였다. 독일의 헤스토 일렉트로닉 게엠베하의 람다-콘트롤 A 50 장치 상에서 측정을 수행하였다. 차가운 플레이트와 뜨거운 플레이트를 각각 10 °C 및 36 °C에서 유지하였고 평균 온도는 23 °C였다.

[0147] <실시예 8>

[0148] 록울 RB260/나노겔 복합체를 하기 방법을 사용하여 제조하였다. 물 및 계면활성제를 고정된 플라스틱 용기에 첨가하였다. 이중 나선형 부속품을 갖는 오버헤드 혼합기를 시동시켰다. 속도를 200 내지 300 rpm으로 조절하였다. RB260을 서서히 첨가하였다. 나노겔과 건조 결합제(여기서는 황산칼슘 반수화물)의 건조 혼합물을 제조하였다. 혼합기의 속도를 약 350 rpm으로 증가시키고 나노겔과 결합제의 건조 혼합물을 서서히 첨가하였다. 균질한 페이스트-유사 혼합물이 수득될 때까지 혼합을 계속하였다. 이어서 혼합물을 직사각형 성형틀 및 원형 성형틀에 부었다. 이것을 밤새 약 16 시간 동안 85 °C 오븐에서 건조시켰다. 결합제 대 에어로겔의 비와 에어로겔 대 섬유의 비가 하기 표 III에 제시되어 있다. 열전도율을 레이저콤프 모델 폭스 200 상에서 측정하였다. 평균 측정 온도는 23 °C였고 저부 및 상부 플레이트를 각각 36 °C 및 10 °C에서 유지하였다. 압축 강도를 원형 캐스터에서 결정하고 인스트론 모델 4204에서 측정하였다.

[0149] 언급된 다양한 변수들에 대해 결정된 값들이 표 III에 제시되어 있다.

<표 III>

샘플 ID	결합제	섬유 유형	결합제/ 에어로겔 (g/g)	섬유/ 에어로겔 (g/g)	파괴 변형률 (%)	압축 강도 (MPa)	압축 모듈러스 (MPa)	람다 (mW/mK)
8A	CaSO ₄	RB260	0.5	0.3	16.41	0.088	0.54	21.6
8B	CaSO ₄	RB260	0.125	0.3				20.9

<실시예 9>

본 실시예에서는 복합체의 기계적 성질을 개선하기 위해서 절단 유리 섬유를 사용하였다. 모든 경우에서, 사용된 결합제의 유형은 황산칼슘 반수화물이었다. 두 가지의 상이한 계획을 사용하여 다양한 혼합물을 만들었다.

물(약 250 ml) 및 절단 유리 섬유 2 g 미만을 블렌더에 첨가하고, 추가의 절단 섬유 2 g 미만을 첨가할 때, 잘 분산될 때까지 성분들을 혼합하였다. 잘 분산된 생성물이 수득될 때까지 혼합을 계속하고, 총 필요량의 섬유가 첨가될 때까지 섬유의 첨가를 반복하였다. 일단 모든 섬유를 혼합하고 나면, 유리 섬유 용액을 나사식 마개가 있는 플라스틱 병에 붓고, 계면활성제를 병에 첨가하고 진탕하여 섬유를 재분산시켰다. 그 결과의 섬유/계면활성제 혼합물을 고정된 플라스틱 용기에 옮기고, 추가의 물(배합물마다 50 내지 100 ml)을 플라스틱 용기에 첨가하였다. 나노겔™ 유형의 에어로겔 및 결합제를 플라스틱 용기에 첨가하였다. 샘플 9A 및 샘플 9B의 경우, 이중 나선형 부속품을 갖는 오버헤드 혼합기를 시동시키고, 균질한 페이스트가 수득될 때까지 성분들을 혼합하였다.

샘플 9C 내지 9F의 경우, 혼합을, 휴대용 동력 드릴 상의 이중 나선형 부속품을 사용하여, 페이스트-유사 조성물이 형성될 때까지, 2 내지 3 분 동안 수행하였다. 보다 높은 섬유 부하량을 사용하는 경우에 이러한 고 토크 혼합 장치(표에는 "드릴"이라고 표시되어 있음)는 혼합을 용이하게 한다는 것이 밝혀졌다.

이어서 혼합물을 직사각형 성형틀 및 원형 성형틀에 부었다. 이것을 약 16 시간 동안 85 °C 오븐에서 밤새 건조시켰다. 결합제 대 에어로겔의 비 및 에어로겔 대 섬유의 비가 표 IVA에 제시되어 있다. 열전도율을 레이저 콤프 모델 폭스 200 상에서 측정하였다. 평균 측정 온도는 23 °C였고, 저부 및 상부 플레이트를 각각 36 °C 및 10 °C에서 유지하였다. 압축 강도를 원형 캐스트 상에서 측정하고 인스트론 모델 4204 상에서 측정하였다. 다양한 변수 및 결정된 값들이 표 IVA 및 표 IVB에 제공되어 있다.

샘플 9B는 매우 약해서, 가열시 성형틀 내의 샘플은 부스러졌다. 이는 부적당한 혼합 때문이었던 것으로 생각된다. 고 토크 혼합기인 휴대용 드릴로 바꾸면, 동일한 배합물은, 샘플 9C의 압축 강도에 의해 입증되는 바와 같이, 균질하게 혼합될 수 있었다.

[0158] <표 IVA>

ID #	탈이온수 (g)	50% 플루로닉 P84 (g)	결합제 (g)	벨코텍스 6mm (g)	TLD302 (g)	결합제의 유형	혼합기의 유형	건조된 성형물의 상태
9A	250.0	6.0	50.2	10.0	100.0	황산칼슘	오버헤드	
9B	250.0	6.0	50.2	30.0	100.0	황산칼슘	오버헤드	부스러짐
9C	250.0	6.0	50.2	30.0	100.0	황산칼슘	드릴	양호
9D	350.0	6.0	50.2	30.0	100.0	황산칼슘	드릴	양호
9E	250.0	6.0	50.2	10.0	100.0	황산칼슘	드릴	양호
9F4	300.0	6.0	50.2	10.0	100.0	황산칼슘	드릴	양호

[0159]

[0160] <표 IVB>

ID #	압축 강도 (MPa)	전도율 (mW/mK)
9A	0.136	23.5
9B		
9C	0.142	
9D	0.083	26.7
9E	0.122	21.7
9F		25.8

[0161]

[0162] <실시예 10>

[0163] 복합체를 불투명화시키기 위해서, 추가의 TiO_2 루타일을 혼합물에 첨가하였다. 루타일 TiO_2 는 5 마이크로미터 미만의 입자 크기를 갖고 미국의 알드리치 케미칼즈에서 취득하였다. 라우슈아 파이버즈(Laushua Fibers)의, 길이가 6 mm 및 12 mm인, 두 상이한 크기의 벨코텍스 섬유를 사용하였다. 나노겔™ TLD100은 0.1 내지 4 mm 범위의 넓은 크기 분포를 갖는다.

[0164] 물(약 250 ml) 및 절단 유리 섬유 2 g 미만을 블렌더에 첨가하고, 섬유들이 잘 분산될 때까지 혼합하였다. 이어서 추가의 절단 섬유 2 g 미만을 첨가하였다. 잘 분산된 조성물이 취득될 때까지 성분들을 다시 혼합하였다. 총량의 섬유가 첨가될 때까지 이러한 단계를 반복하였다. 일단 모든 섬유를 혼합하고 나면, 유리 섬유 용액을 나사식 마개가 있는 플라스틱 병에 부었다. 계면활성제 및 루타일 TiO_2 를 병에 첨가하고, 이어서 이 병을 진탕하여 섬유를 재분산시켰다. 그 결과의 섬유/계면활성제/ TiO_2 혼합물을 고정된 플라스틱 용기에 혼입시켰다. 추가의 물(배합물 당 50 내지 100 ml)을 나사식 마개가 있는 병에 첨가하여, 임의의 잔사를 제거하고, 내용물을 플라스틱 용기에 옮겼다. 나노겔™ 에어로겔, TiO_2 및 결합제를 플라스틱 용기에 첨가하였다. 샘플 10D에서, 결합제는 미국 오하이오주 소재의 토로 컨슈머 프로덕츠, 바스프 컨스트럭션 케미칼즈에 의해 제조된 워터플러그 히드라울릭 시멘트에 의해 제공되었다. 이러한 실시예에서 모든 기타 샘플을 제조하는데 사용된 결합제는 황산칼슘 반수화물이었다. 혼합을, 저속(400 rpm 미만)으로 약 1 분 동안 시동되고 이어서 속도가 가속되고(약 400 rpm) 페이스트-유사 혼합물이 형성될 때까지 추가로 2 내지 3 분 동안 혼합을 수행하는 이중 나선형 부속품

을 갖는 나선형 시멘트 혼합기를 갖는 휴대용 드릴을 사용하여 수행하였다.

[0165] 페이스트-유사 혼합물을 직사각형 성형틀 및 원형 성형틀에 붓고, 이것을 밤새(약 16 시간) 85 °C 오븐에서 건조시켰다. 열전도율을 레이저콤프 모델 폭스 200 상에서 측정하였다. 평균 측정 온도는 23 °C였고, 저부 및 상부 플레이트를 각각 36 °C 및 10 °C에서 유지하였다. 압축 강도를 원형 캐스트 상에서 측정하고 인스트론 모델 4204 상에서 측정하였다. 결합제 대 에어로겔의 비 및 에어로겔 대 섬유의 비, 결정된 측정값들 및 기타 변수가 표 VA 및 표 VB에 요약되어 있다.

[0166] <표 VA>

ID #	탈이온수 (g)	50% 플루로닉 P84 (g)	결합제 (g)	TiO ₂ (g)	벨코텍스 6mm (g)	벨코텍스 12mm (g)	TLD100	건조 샘플의 밀도 (g/cc)
10A	350.0	1.0	50.0	20.0	33.0		100.0	0.000
10B	300.0	1.0	50.0	50.0	10.0		100.0	0.203
10C	350.0	1.0	50.0	50.0	33.0		100.0	0.205
10D	350.0	1.0	50.0	20.0	33.0		100.0	0.184
10E	350.0	1.0	50.0	20.0		33.0	100.0	0.175
10F	300.0	1.0	50.0	50.0		10.0	100.0	0.210

[0167]

[0168] <표 VB>

ID #	파단 변형률	압축 강도 (MPa)	압축 모듈러스 (MPa)	전도율 (mW/mK)
10A	21.47%	0.050	0.232	27.2
10B	20.13%	0.094	0.465	25.1
10C	21.63%	0.088	0.407	29.7
10D	17.80%	0.024	0.136	22.9
10E	22.42%	0.059	0.261	24.5
10F	20.50%	0.071	0.348	

[0169]

[0170] <실시예 11>

[0171] 본 실시예에서는 결합제는, 그라우트 제제, 특히는 미국 코네티컷주 라티크레테 인터내셔널 인코포레이티드에서 취득된 라티크레테 베이지 그라우트에 의해 제공되었다.

[0172] 물을 플라스틱 용기에 첨가한 후 계면활성제 용액을 첨가함으로써, 샘플을 제조하였다. 이어서 나노겔® 에어로겔 및 결합제-함유 제제를 첨가하고, 성분들을 나선형 시멘트 혼합기를 갖는 휴대용 드릴을 사용하여 약 2 분 동안 혼합하여, 건조하고 부서지기 쉬운 혼합물인 균질한 혼합물을 취득하였다.

[0173] 혼합물을 직사각형 성형틀 및 원형 성형틀에 붓고, 이것을 밤새(약 16 시간) 85 °C 오븐에서 건조시켰다. 샘플의 열전도율을 레이저콤프 모델 폭스 200 상에서 측정하였다. 평균 측정 온도는 12.5 °C였고, 저부 및 상부 플레이트를 각각 25 °C 및 0 °C에서 유지하였다. 압축 강도를, 인스트론 모델 4204를 사용하여 원형 캐스트 상에서 측정하였다. 결합제 대 에어로겔의 비 및 에어로겔 대 섬유의 비를 포함하는 사용 변수와 다양한 측정에 대해 결정된 값들이 표 VI에 제시되어 있다.

[0174] <표 VI>

ID #	탈 이온수 (g)	50% 플루로닉 P84 (g)	그라우트 (g)	TLD302 (g)	건조 샘플의 밀도 (g/cc)	압축 강도 (MPa)	열 전도율 (mW/m-K)
11A	200.0	10.5	41.1	169.1	0.107	0.029	17.6
11B	200.1	0.0	41.0	169.1		0.025	16.64

[0175]

[0176] <실시예 12>

[0177] 하기 결합제 또는 결합제-함유 제제를 시험하였다: (a) 미국 캘리포니아주 소재의 커스텀 빌딩 프로덕츠에 의해 제조된 심플픽스 프리믹스트 어드헤시브 앤드 그라우트; (b) 미국 오하이오주 소재의 토로 컨슈머 프로덕츠, 바스프 컨스트럭션 케미칼즈에 의해 제조된 워터플러그 히드라울릭 시멘트; (c) 미국 오하이오주 소재의 엘머스 프로덕츠 인코포레이티드(Elmer's Products, Inc.)에 의해 제조된 엘머스 프로본드 콘크리트 본더(Elmer's Probond Concrete Bonder); (d) 미국 오하이오주 소재의 토로 컨슈머 프로덕츠, 바스프 컨스트럭션 케미칼즈에 의해 제조된 토로크레트(Thorocrete).

[0178] 특히는, 샘플 12A 및 샘플 12B는 워터플러그 히드라울릭 시멘트를 사용하였다. 샘플 12C 및 샘플 12D는 동일한 분량의 워터플러그 히드라울릭 시멘트와 미국 코네티컷주 소재의 라티크레테 인터내셔널 인코포레이티드에서 수득된 라티크레테 베이저 그라우트의 혼합물을 사용하였다. 샘플 12E는 25 %g/g 엘머스 프로본드 콘크리트 본더 및 75 %g/g 워터플러그 히드라울릭 시멘트를 사용하였다. 샘플 12F는 50 %g/g 엘머스 프로본드 콘크리트 본더 및 50 %g/g 워터플러그 히드라울릭 시멘트를 포함하였다. 샘플 12G는 토로크레트를 사용한 반면에 샘플 12H는 심플픽스 프리믹스트 어드헤시브 앤드 그라우트를 사용하였다.

[0179] 샘플을 제조하기 위해서, 물을 플라스틱 용기에 첨가한 후에 계면활성제 용액을 첨가하고, 둘을 혼합하였다. 샘플 12C 내지 12G의 경우에는 계면활성제를 첨가하지 않았는데, 왜냐하면 사용된 제제는 표면활성이라고 생각되는 첨가제(예컨대 중합체성 첨가제 또는 성분)를 가졌기 때문이다. 샘플 12H의 경우에는, 에어로겔을 첨가하기 전에, 물 및 결합제-함유 제제를 1 분 미만 동안 예비-혼합하였다.

[0180] 이어서 나노겔™ 에어로겔 및 결합제-함유 제제를 첨가하고, 성분들을 휴대용 시멘트 혼합기를 사용하여 약 2 분 동안 혼합하여, 펌핑가능하고 정치시 딱딱해지는 균질한 조성물을 수득하였다.

[0181] 조성물을 직사각형 성형틀 및 원형 성형틀에 붓고 압착시키고 밤새(약 16 시간) 85 °C 오븐에서 건조시켰다. 샘플 12B 및 12D의 경우, 혼합물 페이스트를, 그의 두께의 1/3 및 2/3에서 약 4 mm의 메쉬 크기를 갖는 2층의 건식벽 테이프를 갖는 성형틀에 넣었다.

[0182] 열전도율을 레이저콤프 모델 폭스 200을 사용하여 측정하였다. 평균 측정 온도는 12.5 °C였고, 저부 및 상부 플레이트를 각각 25 °C 및 0 °C에서 유지하였다. 압축 강도를 원형 캐스트 상에서 측정하고 인스트론 모델 4204 상에서 측정하였다. 표 VII에는 결합제 또는 결합제-함유 제제(표에는 "결합제"라고 표시되어 있음) 대 에어로겔의 비 및 에어로겔 대 섬유비의 비, 다양한 변수 및 측정된 값들이 요약되어 있다.

[0183] <표 VII>

ID #	탈 이온수 (g)	50% 플루로닉 P84 (g)	결합제 (g)	TLD302 (g)	건조 샘플의 밀도 (g/cc)	압축 강도 (MPa)	열 전도율 (mW/m-K)
12A	255.0	1.0	24.9	100.2	0.123	0.025	17.2
12B	255.0	1.0	25.0	100.2	0.127		16.7
12C	255.1	0.0	25.6	100.1	0.129	0.017	17.3
12D	255.1	0.0	25.2	100.2	0.128		17.4
12E	255.0	0.0	25.0	100.1	0.127	0.033	16.6
12F	255.0	0.0	25.3	100.2	0.131	0.061	17.4
12G	255.0	1.0	25.3	100.2	0.130	0.025	18.0
12H	255.0	1.0	24.9	100.1	0.119	0.055	17.0

[0184]

[0185] <실시예 13>

[0186] 물을 플라스틱 용기에 첨가한 후, 계면활성제 용액을 첨가하고, 이어서 나노겔® 에어로겔 및 결합제 또는 결합제-함유 제제를 첨가하였다. 성분들을, 나선형 시멘트 혼합기를 갖는 휴대용 드릴을 사용하여 약 2 분 동안 혼합하여, 건조하고 부서지기 쉬운 혼합물인 균질한 혼합물을 수득하였다. 샘플 13A를 미국 오하이오주 소재의 토로 컨슈머 프로덕츠, 바스프 컨스트럭션 케미칼즈에 의해 제조된 워터플러그 히드라울릭 시멘트 25.0 g을 사용하여 제조하고, 샘플 13B를 미국 오하이오주 소재의 토로 컨슈머 프로덕츠, 바스프 컨스트럭션 케미칼즈에 의해 제조된 토로크레트 25.0 g을 사용하여 제조하였다.

[0187] 이 혼합물을 직사각형 성형틀 및 원형 성형틀에 붓고, 이것을 밤새(약 16 시간) 85 °C 오븐에서 건조시켰다. 열전도율을 레이저콤프 모델 폭스 200 상에서 측정하였다. 평균 측정 온도는 12.5 °C였고, 저부 및 상부 플레이트를 각각 25 °C 및 0 °C에서 유지하였다. 다양한 성분들의 비, 측정된 변수 및 다양한 측정값들이 하기 표 VIII에 요약되어 있다.

[0188] <표 VIII>

ID #	탈 이온수 (g)	50% 플루로닉 P84 (g)	결합제 (g)	TLD302 (g)	건조 샘플의 밀도 (g/cc)	압축 강도 (MPa)	열 전도율 (mW/m-K)
13A	118.0	1.0	25.0	100.1	0.135		16.1
13B	118.0	1.0	25.0	100.1	0.131		16.3

[0189]

[0190] <실시예 14>

[0191] 물 1275 g, 50 %g/g P84 용액 5 g 및 미국 코네티컷주 소재의 커스텀 빌딩 프로덕츠에 의해 제조된 심플릭스 프리믹스드 어드헤시브 앤드 그라우트 126 g과 나노겔™ 에어로겔 TLD302 501 g을 배합함으로써 대규모 혼합물을 제조하였다. 우선 물과 심플릭스 프리믹스드 어드헤시브 앤드 그라우트를 1 분 동안 혼합하였다. 이어서 나노겔™을, 나선형 시멘트 혼합기를 갖는 휴대용 드릴을 사용하여 약 6 분 동안 혼합하여, 펌핑가능한 균질한 혼합물을 수득하였다.

[0192] 이 혼합물을 직사각형 성형틀 및 원형 성형틀에 붓고, 이것 중 일부를 밤새(약 16 시간) 85 °C 오븐에서 건조시켰다. 나머지를 실온에서 약 16 시간 동안 건조시켰다. 열전도율을 레이저콤프 모델 폭스 200 상에서 측정하였다. 평균 측정 온도는 12.5 °C였고, 저부 및 상부 플레이트를 각각 25 °C 및 0 °C에서 유지하였다. 다양한 변수들에 대한 값이 하기 표 IX에 제공되어 있다.

[0193] <표 IX>

샘플	건조 온도 (°C)	건조 복합체의 밀도 (g/cc)	열 전도율 (mW/m·K)
14A	25	0.095	18.3
14B	85	0.100	18.1
14C	25	0.102	17.8
14D	85	0.105	17.7

[0194]

[0195] 실온에서 건조된 샘플들, 즉 샘플 14A 및 14C는 확연한 수축을 보였다. 수축은 200 mm 선형 치수에서 4 mm인 것으로 측정되었다.

[0196] <실시예 15>

[0197] 하기 결합제 또는 결합제-함유 제제를 시험하였다: (a) 미국 캘리포니아주 소재의 커스텀 빌딩 프로덕츠에 의해 제조된 심플렉스 프리믹스드 어드헤시브 앤드 그라우트; (b) 미국 오하이오주 소재의 토로 컨슈머 프로덕츠, 바스프 컨스트럭션 케미칼즈에 의해 제조된 워터플러그 히드라울릭 시멘트; (c) 미국 오하이오주 소재의 엘머스 프로덕츠 인코포레이티드에 의해 제조된 엘머스 프로본드 콘크리트 본드; 및 (d) 상기에 기술된 푸젠비스 그라우트 제제. 샘플 12F는 25 %g/g 엘머스 프로본드 콘크리트 본드와 75 %g/g 워터플러그 히드라울릭 시멘트의 조합을 사용하였다. 샘플 12H는 심플렉스 프리믹스드 어드헤시브 앤드 그라우트를 사용하였다. 샘플 15A 및 15B는 푸젠비스 그라우트 제제를 사용하였다.

[0198] 샘플을 제조하기 위해서 물을 플라스틱 용기에 첨가한 후 계면활성제 용액을 첨가하고, 둘을 혼합하였다.

[0199] 샘플 12C, 15A, 15B의 경우에는 계면활성제를 첨가하지 않았는데, 왜냐하면 사용된 결합제-함유 제제가 표면활성인 것으로 생각되는 중합체성 첨가제를 포함했기 때문이다. 샘플 15A를, 0.5 갤런 플라스틱 용기를 사용하여 두 개의 절반 크기 배치를 만들었다. 샘플 15B를 혼합 블레이드의 직경과 훨씬 더 유사한 보다 크고 보다 얇은 용기에서 만들었다.

[0200] 샘플 12C, 12F, 15A의 경우에, 일단 나노겔® 에어로겔 및 결합제 또는 결합제-함유 제제를 첨가하고 나면, 성분들을 나선형 시멘트 혼합기를 갖는 휴대용 드릴을 사용하여 약 2 분 동안 혼합하여, 펌핑가능하고 정치시 딱딱해지는 균질한 조성물을 수득하였다.

[0201] 샘플 15B의 경우에, 일단 나노겔® 에어로겔 및 결합제 또는 결합제-함유 제제를 첨가하고 나면, 성분들을 휴대용 시멘트 혼합기를 사용하여 약 10 분 동안 혼합하여, 정치시 급속도로 딱딱해지는 균질한 조성물을 수득하였다. 이러한 샘플은 샘플 15A에 비해 더 딱딱해서 입자의 현저한 전단이 일어났다. 그 결과의 캐스트는 샘플 15A에 비해 보다 매끄러운 표면을 가졌다. 샘플 15B는, 습윤하고 부서지기 쉬운 페이스트인 샘플 15A에 비해, 보다 매끄러운 플라스틱-유사 혼합물이었다. 샘플 15A를 성형틀에 붓는 반면에, 샘플 15B를 성형틀 내로 분무하였다. 샘플 15B의 부피는 혼합 후 원래 부피의 약 55 %로 감소하였다.

[0202] 그 결과의 조성물을 직사각형 성형틀 및 원형 성형틀에 붓고, 밤새(약 16 시간) 85 °C 오븐에서 건조시켰다. 성형물의 중량 및 부피를 측정함으로써 샘플의 밀도를 결정하였다.

[0203] 열전도율(mW/m·K)를 레이저콤프 모델 폭스 200을 사용하여 측정하였다. 평균 측정 온도는 12.5 °C였고, 저부 및 상부 플레이트를 각각 25 °C 및 0 °C에서 유지하였다. 표 XA에 열거된 바와 같은 기타 평균 온도도 측정하였다. 23 °C의 평균 온도의 경우, 상부 및 저부 플레이트를 각각 10 °C 및 36 °C에서 유지하였다. 62.5 °C의 평균 온도의 경우, 상부 및 저부 플레이트를 각각 50 °C 및 75 °C에서 유지하였다. 샘플 12F 및 12H의 경우에, 임의의 성능 변화를 결정하기 위해서, 샘플 제조 시점으로부터 약 26 일 후에 다시 측정을 수행하였다. 하기 표에 기록된 바와 같이, 오차 범위 내에서 무시할만한 변화가 감지되었다.

[0204] 압축 강도를 원형 캐스트 상에서 측정하고 인스트론 모델 4204에서 측정하였다. 굽힘 강도를 샘플 상에서 ASTM C203에 요약된 지침을 사용하여 인스트론 모델 4204 상에서 측정하였다. 결합제 대 에어로겔의 비 및 에어로겔 대 섬유 비, 다양한 변수 및 측정된 값들이 표 XA 및 XB에 요약되어 있다.

[0205] <표 XA>

ID #	탈이온수 (g)	50% 플루로닉 P84 (g)	결합제 (g)	TLD302 (g)	결합제의 유형	혼합물의 상태
12F	255.0	0.0	25.3	100.2	50 % 히드라울릭 시멘트와 50 % 엘머스 프로본드 콘크리트 본더	펌핑가능함, 딱딱함
12H	255.0	1.0	24.9	100.1	커스텀 빌딩 프로덕츠 심플렉스 프리믹스드 어드헤시브 앤드 그라우트	펌핑가능함
15A	256.2	0.0	25.3	100.4	푸젠비스 그라우트 제제	펌핑가능함, 딱딱함
15B	203.1	0.0	20.2	100.8	푸젠비스 그라우트 제제	

[0206]

[0207] <표 XB>

ID #	건조 샘플의 밀도 (g/cc)	인스트론		레이저콤포				
		압축 강도 (MPa)	굽힘 강도 (MPa)	12.5 °C 에서의 전도율 (mW/m-K)	23 °C 에서의 전도율 (mW/m-K)	62.5 °C 에서의 전도율 (mW/m-K)	12.5 °C 에서의 전도율 (노화됨) (mW/m-K)	노화 일자
12F	0.131	0.061	0.018	17.4	23.4	24.9	17.6	26
12H	0.114	0.055	0.016	17.0	17.7	21.0	17.0	26
15A	0.130	0.022	0.012	16.2	16.6	18.9		
15B	0.147	-	0.049	16.0	16.4	18.5		

[0208]

[0209] <실시예 16>

[0210] pH 13의 물 300 g, 50 % P84 수용액 6 g, 및 규산나트륨 용액(미국의 알드리치 케미칼즈) 25.1 g을 혼합 용기에 첨가함으로써, 결합제로서 규산나트륨을 갖는 샘플을 제조하였다. 이중 나선형 부속품을 갖는 오버헤드 혼합기를 750 내지 800 rpm에서 시동시켰다. RB260 록을 섬유 100 g을 균질한 점성 액체가 형성될 때까지 서서히 첨가하였다. TLD302 에어로겔 100 g을 서서히 첨가하고, 첨가시마다 혼합 속도를 40 내지 50 rpm 만큼 감소시켰다. 균질한 혼합물을 성형틀에 넣고 85 °C에서 밤새 건조시켰다. 복합체의 압축 강도는 0.075 MPa였다.

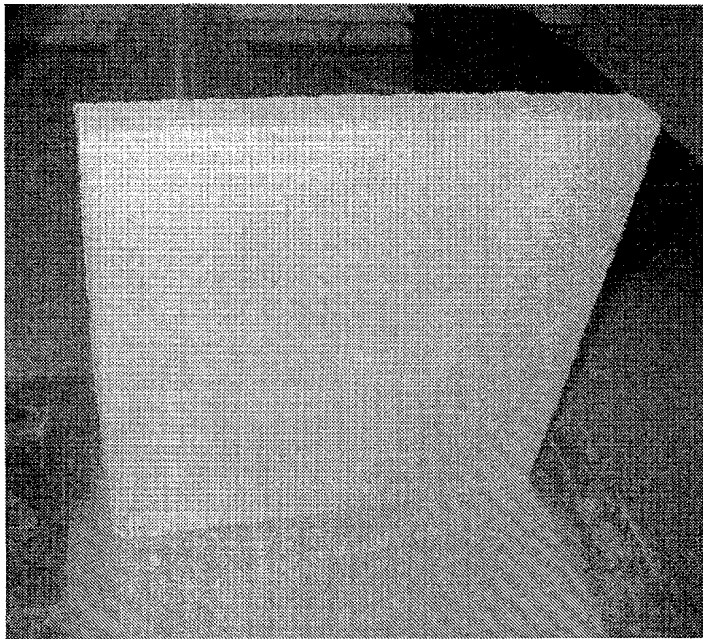
[0211] <실시예 17>

[0212] TLD 302 100 g, 포틀랜드 시멘트(미국의 퀵크레트(Quickrete)) 25 g, 물 250 g을 나선형 드릴을 사용하여 2 분 동안 혼합하였다. 물을, 액체 물이 고체에 의해 캡슐화된 상태인 "건조 물"로 전환시켜, 분말-유사 물질을 형성하였다. 혼합물은, 50 % P84 1 g을 첨가할 때까지, 건조 분말 형태이며, 추가로 1 분 동안 혼합하여, 습윤한 슬러리-유사 샘플 12A를 수득하였다.

[0213] 본 발명은 특히 본 발명의 바람직한 실시양태와 관련하여 명시되고 기술되었지만, 해당 분야의 숙련자라면, 첨부된 특허청구범위에 의해 망라된 본 발명의 범주에서 벗어나지 않게 형태 및 세부사항을 다양하게 변화시킬 수 있다는 것을 이해할 것이다.

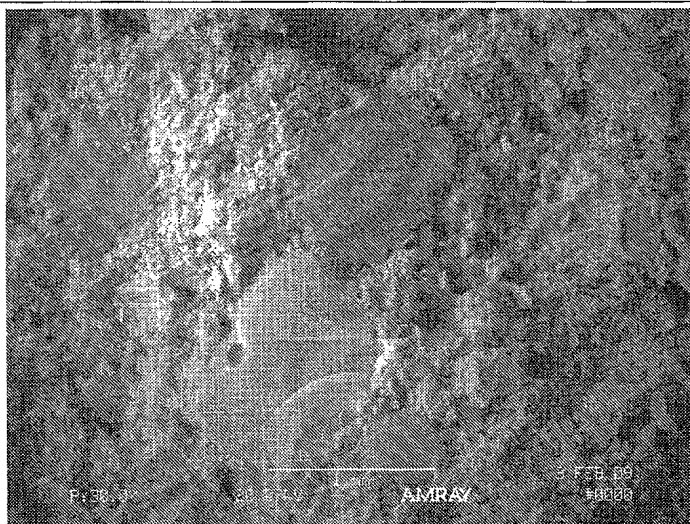
도면

도면1



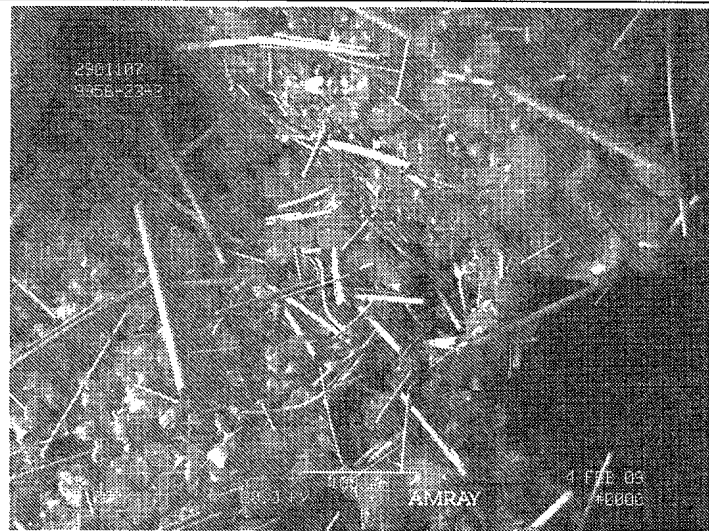
초저 열전도율을 나타내는 자가-치유 경질 복합체의 사진.
치수는 20 cm × 20 cm이다.

도면2



그래우트-에어로겔 복합체의 주사전자현미경 사진.

도면3



고 pH 물을 사용하여 제조된 에어로겔-미네랄 섬유 복합체의 주사전자현미경 사진.