



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0002507  
(43) 공개일자 2019년01월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)	(71) 출원인
<i>C02F 11/14</i> (2006.01) <i>C02F 1/52</i> (2006.01)	옴야 인터내셔널 아게 스위스 체하-4665 오프트링엔 바슬러슈트라쎄 42
<i>C02F 1/56</i> (2006.01)	
(52) CPC특허분류	(72) 발명자
<i>C02F 11/14</i> (2013.01)	포펫 마틴 스위스 4600 올텐 랑하그슈트라쎄 28
<i>C02F 1/5236</i> (2013.01)	예기 파스칼 스위스 4632 트림바흐 뷔텐벡 9
(21) 출원번호 10-2018-7031818	(74) 대리인 김진희, 김태홍
(22) 출원일자(국제) 2017년04월24일	
심사청구일자 없음	
(85) 번역문제출일자 2018년11월01일	
(86) 국제출원번호 PCT/EP2017/059665	
(87) 국제공개번호 WO 2017/186645	
국제공개일자 2017년11월02일	
(30) 우선권주장	
16167585.5 2016년04월28일 유럽특허청(EPO)(EP)	
62/332,020 2016년05월05일 미국(US)	

전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 표면 처리된 미네랄 물질 및 정수에서의 이의 용도

### (57) 요 약

본 발명은 수성 슬러지 및/또는 침전물의 고형분 함량의 증가 방법, 슬러지 및/또는 침전물의 고형분 함량을 증가시키기 위한 표면 처리된 미네랄 물질의 용도, 및 상기 방법에 의해 얻을 수 있는 표면 처리된 미네랄 물질 및 불순물을 포함하는 복합 재료에 관한 것이다.

(52) CPC특허분류

*C02F 1/56* (2013.01)

(72) 발명자

**제라드 다니엘 이**

스위스 4058 바젤 라인펠더슈트라쎄 12

**술코프 요아힘**

스위스 5727 오베쿨름 디쇼프백 3

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

수성 슬러지 및/또는 침전물의 고형분 함량의 증가 방법으로서,

- a) 불순물을 포함하는, 탈수되는 수성 슬러지 및/또는 침전물을 제공하는 단계;
  - b) 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질을 제공하는 단계로서, 표면 처리 전의 미네랄 물질이, 표준 방법 ISO 787/11에 따라 측정된, 0.05 g/mL 내지 0.80 g/mL의 건조 분말의 텁 벌크 밀도(tapped bulk density)를 갖고, 미네랄 물질이 양이온 전하를 미네랄 물질에 제공하는 물질로 표면 처리되는 단계;
  - c) 표면 처리된 미네랄 물질과 불순물의 복합 재료를 얻기 위해, 단계 a)의 슬러지 및/또는 침전물을 단계 b)의 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질과 접촉시키는 단계, 및
  - d) 단계 c)의 복합 재료를 포함하는 슬러지 및/또는 침전물로부터 물을 제거하는 단계
- 를 포함하는 증가 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 단계 a)의 슬러지 및/또는 침전물이 슬러지, 예를 들면, 항만 슬러지, 강 슬러지, 해안 슬러지 또는 소화 슬러지, 채굴 슬러지, 도시 슬러지(municipal sludge), 토목 공학 슬러지, 시추 머드, 석유 시추로부터의 슬러지, 양조장 또는 다른 음료 산업으로부터의 폐수 또는 공정 용수, 제지 산업, 컬러, 페인트 또는 코팅 산업에서의 폐수 또는 공정 용수, 농업 폐수, 도축장 폐수, 괴력 산업 폐수 및 제혁 산업으로부터 선택되는 증가 방법.

#### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 단계 b)의 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질이, 미네랄 물질을 포함하는 탄산마그네슘 및/또는 탄산칼슘, 및/또는 미네랄 물질을 포함하는 알루미늄 또는 알루미노실리케이트, 및/또는 필로실리케이트를 포함하고, 바람직하게는 부석, 스코리아, 응회암, MCC, 카올린, 벤토나이트, 알루미나, 보크사이트, 석고, 탄산마그네슘, 펠라이트, 돌로마이트, 디아토마이트, 혼타이트(huntite), 마그네사이트, 베마이트, 팔리고스카이트(palygorskite), 운모, 질석, 하이드로탈사이트, 헥토라이트, 할로이사이트, 김사이트, 카올리나이트, 몬모릴로나이트, 일라이트, 애터펄자이트, 라포나이트(laponite), 세페올라이트, 하이드로마그네사이트, 제올라이트 및 이의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되고, 더욱 바람직하게는 MCC, 혼타이트, 펠라이트, 하이드로마그네사이트, 제올라이트, 벤토나이트 및 이의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되고, 가장 바람직하게는 하이드로마그네사이트, 제올라이트 및 이의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 증가 방법.

#### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

- a) 표면 처리 전의 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질의 미네랄 물질 입자가 1.0  $\mu\text{m}$  내지 300  $\mu\text{m}$ , 바람직하게는 1  $\mu\text{m}$  내지 200  $\mu\text{m}$ , 더욱 바람직하게는 2  $\mu\text{m}$  내지 50  $\mu\text{m}$ , 더더욱 바람직하게는 3  $\mu\text{m}$  내지 30  $\mu\text{m}$ , 가장 바람직하게는 4  $\mu\text{m}$  내지 25  $\mu\text{m}$ 의 중량 중앙 입자 직경  $d_{50}$  값을 갖고/갖거나,
- b) 표면 처리 전의 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질의 미네랄 물질이, 표준 방법 ISO 787/11에 따라 측정된, 0.07 g/mL 내지 0.60 g/mL, 바람직하게는 0.08 g/mL 내지 0.40 g/mL, 가장 바람직하게는 0.10 g/mL 내지 0.20 g/mL의 건조 분말의 텁 벌크 밀도를 갖고/갖거나,
- c) 표면 처리 전의 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질의 미네랄 물질 입자가 1~800  $\text{m}^2/\text{g}$ , 더욱 바람직하게는 20~500  $\text{m}^2/\text{g}$ , 더더욱 바람직하게는 30~300  $\text{m}^2/\text{g}$ , 가장 바람직하게는 30~150  $\text{m}^2/\text{g}$ 의 비표면적을 갖는 증가 방법.

#### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질의 표면 처리가, 1가, 2가 또는 3가 양이온, 양이온성 중합체 및 이의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된 양이온 전하를 미네랄 물질에 제공하는 1종 이상의 물질을 포함하는 증가 방법.

## 청구항 6

제5항에 있어서, 양이온성 중합체가

- a) 1 mEq/g 내지 15 mEq/g 범위, 더욱 바람직하게는 2.5 mEq/g 내지 12.5 mEq/g 범위, 가장 바람직하게는 5 mEq/g 내지 10 mEq/g 범위의 양전하 밀도를 갖고/갖거나,
- b) 이의 단량체 단위의 60% 이상, 바람직하게는 70% 이상, 더욱 바람직하게는 80% 이상, 더더욱 바람직하게는 90% 이상, 가장 바람직하게는 100% 상당이 양이온 전하를 갖고/갖거나,
- c) 1,000,000 g/몰 미만, 더욱 바람직하게는 50,000~750,000 g/몰, 더더욱 바람직하게는 50,000~650,000 g/몰, 가장 바람직하게는 100,000~300,000 g/몰의 중량 평균 분자량  $M_w$ 을 갖고/갖거나,
- d) 디알릴디알킬 암모늄 염; 3차 및 4차 아민; 4차 이민; 아크릴아미드; 메타크릴아미드; N,N-디메틸 아크릴아미드; 아크릴산; 메타크릴산; 비닐설폰산; 비닐 피롤리돈; 하이드록실 에틸 아크릴레이트; 스티렌; 메틸 메타크릴레이트 및 비닐 아세테이트, 바람직하게는 디알릴디알킬 암모늄 염 및 아크릴산으로 이루어진 군으로부터 선택된 단량체 단위를 베이스로 하는 단독중합체이거나,
- e) 디알릴디알킬 암모늄 염 및 메타크릴산으로부터 선택된 단량체 단위, 및 아크릴아미드; 메타크릴아미드; N,N-디메틸 아크릴아미드; 아크릴산; 메타크릴산; 비닐설폰산; 비닐 피롤리돈; 하이드록실 에틸 아크릴레이트; 스티렌; 메틸 메타크릴레이트; 비닐 아세테이트 및 이의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된 공단량체 단위, 바람직하게는 디알릴디알킬 암모늄 염 및 메타크릴산으로부터 선택된 단량체 단위, 및 아크릴아미드 및 아크릴산으로부터 선택된 공단량체 단위를 베이스로 하는 공중합체인

중합체를 포함하는 증가 방법.

## 청구항 7

제5항에 있어서, 1가, 2가 또는 3가 양이온이  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  및 이의 혼합물로부터 선택되는 증가 방법.

## 청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 미네랄 물질의 접근 가능한 표면적의 0.1% 이상, 바람직하게는 0.2% 내지 50%, 더욱 바람직하게는 0.5% 내지 30%, 더더욱 바람직하게는 0.7% 내지 20%, 가장 바람직하게는 1.0% 내지 10%가, 양이온 전하를 미네랄 물질에 제공하는 1종 이상의 물질로 표면 처리되는 증가 방법.

## 청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 단계 a) 또는 c)의 탈수되는 슬러지 및/또는 침전물을 1종 이상의 중합체성 응집 보조제와 접촉시키는 단계 e)를 추가로 포함하는 증가 방법.

## 청구항 10

제9항에 있어서, 단계 e)의 중합체성 응집 보조제가

- a) 100,000~10,000,000 g/몰 범위, 바람직하게는 300,000~5,000,000 g/몰 범위, 더욱 바람직하게는 300,000~1,000,000 g/몰 범위, 가장 바람직하게는 300,000~800,000 g/몰 범위의 중량 평균 분자량  $M_w$ 을 갖고/갖거나,
- b) 폴리아크릴아미드, 폴리아크릴레이트, 폴리(디알릴디메틸암모늄 클로라이드), 폴리에틸렌이민, 폴리아민, 전분 및 이의 혼합물로부터 선택된 비이온성 또는 이온성, 바람직하게는 양이온성 또는 음이온성 중합체인 증가 방법.

## 청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 단계 d)가 여과, 침전 및/또는 원심분리에 의해, 바람직하게는 여

과에 의해 수행되는 증가 방법.

### 청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서, 단계 d) 전에, 바람직하게는 단계 c) 후에, 음이온성 중합체를 첨가하는 단계를 추가로 포함하는 증가 방법.

### 청구항 13

슬러지 및/또는 침전물의 고형분 함량을 증가시키기 위한, 표면 처리된 미네랄 물질의 용도로서, 표면 처리 전의 미네랄 물질이, 표준 방법 ISO 787/11에 따라 측정된, 0.05 g/mL 내지 0.80 g/mL의 건조 분말의 텨 벌크 밀도를 갖고, 미네랄 물질이 양이온 전하를 미네랄 물질에 제공하는 물질로 표면 처리되는 용도.

### 청구항 14

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 따른 증가 방법에 의해 얻을 수 있는 표면 처리된 미네랄 물질 및 불순물을 포함하는 복합 재료.

### 청구항 15

제14항에 있어서, 슬러지 및/또는 침전물로부터의 여과 후 및 건조 전에, 복합 재료의 총 중량을 기준으로 90 중량% 미만, 바람직하게는 80 중량% 미만, 더욱 바람직하게는 60 중량% 미만, 더더욱 바람직하게는 50 중량% 미만, 가장 바람직하게는 30 중량% 미만의 합수량을 갖는 복합 재료.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001]

본 발명은 수성 슬러지 및/또는 침전물의 고형분 함량의 증가 방법, 슬러지 및/또는 침전물의 고형분 함량을 증가시키기 위한 표면 처리된 미네랄 물질(material)의 용도, 및 상기 방법에 의해 얻을 수 있는 표면 처리된 미네랄 물질 및 불순물을 포함하는 복합 재료에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002]

수질 오염은 전 세계에서 심각한 문제에 직면하였다. 이와 관련하여, 수질 오염은 개발도상국에서 사망과 질병의 주요 원인으로 제시되고 있을 뿐만 아니라, 선진국에서 이러한 오염 문제로 계속 다툼이 있다. 일반적으로, 물, 슬러지 및 침전물은 인위적 오염물에 의해 손상되는 경우 오염된 것으로서 지칭되고, 이들 중 어느 것도 식수 제공과 같은 인간 사용을 지원하지 않고/않거나 수중 및/또는 육상 기반 동식물에 악영향을 미친다.

[0003]

물, 슬러지 및 침전물에서 오염을 유발하는 특정 오염물 또는 불순물은 광범위한 화학 성분(substance), 병원체 및 물리적 또는 감각적 변화, 예를 들면, 고온 악취 및 변색을 포함한다. 이와 관련하여, 화학적 오염물은 유기 성분 뿐만 아니라 무기 성분을 포함할 수 있다. 특히, 많은 무기 구성성분(component)들은 또한 천연 유래일 수 있어서(칼슘 염, 나트륨 염, 망간 염 등) 이들의 농도는 흔히 천연수, 슬러지, 또는 침전물 구성성분인지 오염물인지 여부를 결정하는데 중요하다. 이러한 물, 슬러지 또는 침전물 오염의 공급원은 전형적으로 도시 폐수, 또는 생활 폐수 또는 산업 폐수로부터 유래한다. 그러나, 오염물 및 불순물은 천연수 순환에서 얻을 수 있고, 따라서, 오염물 또는 불순물을 포함하는 물, 슬러지 및/또는 침전물은, 예를 들면, 호수물, 강물, 함수(salty water), 예를 들면, 기수(brackish water), 염수 또는 브라인(brine), 슬러지, 예를 들면, 항만 슬러지, 바다 슬러지 또는 해안 슬러지, 또는 토목 공학, 예를 들면, 머드 또는 갈탄 슬러지의 시추로부터의 혼탁된 침전물일 수 있다.

[0004]

당해 분야에서, 오염된 물의 정제 및/또는 슬러지 및/또는 혼탁된 침전물의 탈수를 위한 몇몇 접근법이 제안되었다. 예를 들면, 하나의 접근법은 미세한 고체, 미생물 및 용해된 무기 물질 및 유기 물질과 같은 오염물의 양을 제거하거나 적어도 감소시키는 응집제의 첨가를 포함한다. 응집은 용해된 화합물 및/또는 콜로이드 입자가 용액으로부터 플록(floc) 또는 "플레이크(flake)"의 형태로 제거되는 공정을 지칭한다. 이 용어는 또한 미립자가 플록으로 함께 둉어리지게 하는 공정을 지칭하는데 사용된다.

[0005]

응집제, 또는 응집 제제는 응집을 촉진하기 위하여 물, 특히 폐수 또는 슬러지 및/또는 침전물 처리 공정에서 사용되는 화학물질이다.

- [0006] 많은 응집제는 다가 양이온, 예를 들면, 알루미늄, 철, 칼슘 또는 마그네슘이다. 이들 양전하를 띠는 이온은 음전하를 띠는 입자 및 분자와 상호작용하여 집합에 대한 장벽을 줄인다. 추가로, 다수의 이들 화학물질은 적절한 pH와 다른 조건 하에 물과 반응하여 침전시 함께 연결하여 장쇄 또는 메쉬를 형성하고, 물리적으로 소형 입자를 더 큰 플록으로 가두는 불용성 수산화물을 형성한다
- [0007] 사용된 일반 응집제 또는 응고제는 황산알루미늄 또는 폴리염화알루미늄(PAC)이다. 황산알루미늄은 물과 반응하여 수산화알루미늄의 플록을 형성한다. 알루미늄 화합물에 의한 응고는 처리수에 알루미늄의 잔류물을 남길 수 있으며, 이는 높은 농도에서 인간에게 독성이 있을 수 있다. 폴리염화알루미늄(PAC)의 용액에서, 알루미늄 이온은 산소 원자에 의해 가교된 이온의 클러스터로 이루어진 중합체로 형성되었다. PAC는, 예를 들면, 갈색 변색을 야기하는 잎과 같은 유기 물질 및/또는 철 및 망간 화합물과 같은 무기 물질을 포함하는 갈색 음료수의 처리에 사용된다. 그러나, PAC는 일반적으로 물로부터 모든 갈색 변색을 제거하는데 충분하지 않다.
- [0008] 염화철(III)은 또 다른 일반 응고제이다. 철(III) 응고제는 황산알루미늄보다 더 큰 pH 범위에 걸쳐 작용하지만, 다수의 원수에 효과적이지 못하다. 철 화합물에 의한 응고는 전형적으로 처리수에 철 잔류물을 남긴다. 이는 물에 약간의 맛을 더할 수 있으며, 자기 비품에 갈색을 띤 얼룩을 야기할 수 있다. 게다가, 염화철(III)은 수처리 시스템에 부식 위험을 더한다.
- [0009] 활성탄 또는 벤토나이트와 같은 고 비표면적을 기반으로 한 더 잘 알려진 추가의 수처리용 응집제는 이들의 미분 상태로 인해 매질로부터 제거될 성분의 흡착 후 분리하기가 매우 어렵다는 일반적인 단점을 갖는다.
- [0010] 또 다른 전략은 중합체성 응집 보조제의 사용을 포함한다. 공지된 중합체성 응집 보조제는 폴리아크릴아미드이다. 그러나, 이 접근법의 한 가지 문제점은 이들 중합체성 응집 보조제가 통상적으로 처리되는 물 중의 모든 미세 고체 입자의 응집을 확보하기 위하여 대규모로 과량 투여된다는 것이다. 따라서 수상으로부터 응집된 물질의 분리 후, 여과액 중의 폴리아크릴아미드의 함량이 통상적으로 사용된 많은 양의 중합체성 응집 보조제로 인해 증가한다. 그러나, 중합체성 응집 보조제, 및 특히 폴리아크릴아미드를 함유한 물에 관해 심각한 환경적 우려가 있기 때문에, 여과액은 자연에서 쉽게 처리될 수 없으며, 따라서 여과액으로부터 중합체성 응집 보조제를 제거하는데 추가의 시간과 비용을 소모하는 정제 단계가 필요하다.
- [0011] 또 다른 접근법은 제EP 2 589 430호 또는 제WO 2014/180631호에 개시된 바와 같이 탄산칼슘의 접근 가능한 표면적의 적어도 일부분을 1종 이상의 양이온성 중합체를 포함하는 코팅으로 커버링하는, 표면 처리된 탄산칼슘의 사용을 포함한다. 제CA 2 734 310호에는 테더링 중합체를 함유한 앵커 입자의 사용이 개시된다. 이를 고체 물질의 표면이 다가양이온성 중합체로 처리되는, 고체 물질을 사용하는 용해된 화합물 및/또는 콜로이드 입자의 응집이 제EP 0 273 335호에 개시된다.
- [0012] 그러나, 이러한 접근법의 한 가지 문제점은 응집된 물질이 수상으로부터, 예를 들면, 여과에 의해 제거되는 경우, 필터가 상대적으로 단기간에 막힌다는 것이다. 따라서, 이러한 얻어진 필터 케이크의 함수량은 비교적 높고 이는 극적으로 증가된 연소에 대한 에너지 소비를 야기한다. 추가로, 이러한 여과 공정은 낮은 탈수 속도로 인하여 종종 매우 시간이 많이 소요된다. 추가로, 이러한 처리된 슬러지 및/또는 침전물 중의 고형분 함량은 얻어진 슬러지 및/또는 침전물이 상기 언급된 문제점들로 인해 탈수하기 힘들기 때문에 상당히 낮게 잔류한다. 이는 슬러지 및/또는 침전물을, 예를 들면, 기계적 채굴기와 같은 적절한 장치로 삽질될 수 있는 반고체 물질로서 취급될 수 없지만, 여전히 다소 강력한 펌핑을 필요로 할 것이기 때문에 취급이 상당히 복잡하다는 결과를 갖는다. 표면 위에 부유하는 물질은 스키밍에 의해서만 제거될 수 있고, 이는 대형 탱크를 필요로 하고, 스키밍된 물질은 그럼에도 불구하고 탈수 단계를 겪을 필요가 있을 것이고, 스키밍에 의해 물이 제거될 것이고 따라서 추가의 탈수 장치가 실시될 필요가 있다.
- [0013] 따라서, 기존의 응집제 또는 공정보다 더 우수한 성능을 제공하는 슬러지 및/또는 침전물 처리 공정에서 사용될 수 있거나 기존의 제제, 성분 또는 공정 조건의 성능을 개선시키거나 보충하기 위하여 사용될 수 있는 대안적인 제제, 성분 또는 공정 조건에 대한 계속적인 요구가 존재한다.

### 발명의 내용

- [0014] 이와 관련하여, 본 발명의 하나의 목적은 기존의 응집제 또는 공정보다 더 우수하거나 보충적인 성능을 제공하고 처리되는 수성 슬러지 및/또는 침전물의 고형분 함량을 효과적으로 증가시키는 대안적인 제제, 성분 또는 공정 조건의 제공에서 볼 수 있다.
- [0015] 본 발명의 또 다른 목적은 기존의 응집제 또는 공정보다 더 우수하거나 보충적인 성능을 제공하고, 처리되는 슬

러지 및/또는 침전물의 여과된 물 중의 불순물의 농도를 효과적으로 감소시키고, 바람직하게는 동시에 저비용으로 용이한 수행을 가능하게 하는 대안적인 제제, 성분 또는 공정 조건의 제공이다.

- [0016] 본 발명의 또 다른 목적은 기존의 응집제 또는 공정보다 더 우수하거나 보충적인 성능을 제공하고 얻어진 슬러지 또는 침전물의 총 중량을 기준으로 상대적으로 낮은 함수량을 갖는 슬러지 또는 침전물을 효과적으로 야기하는, 슬러지 및/또는 침전물의 고형분 함량을 증가시키는 공정에서 사용될 수 있는 제제, 성분 또는 공정 조건의 제공에서 볼 수 있다.
- [0017] 본 발명의 추가의 목적은 슬러지 또는 혼탁된 침전물의 여과를 촉진하는 제제, 성분 또는 공정 조건의 제공에서 볼 수 있다.
- [0018] 상기 및 다른 목적은 독립항에서 정의된 바와 같은 본 발명의 주제에 의해 해결된다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 본 발명의 제1 양상은 수성 슬러지 및/또는 침전물의 고형분 함량의 증가 방법으로서, 하기 단계를 포함하는 방법에 관한 것이다:
- a) 불순물을 포함하는, 탈수되는 수성 슬러지 및/또는 침전물을 제공하는 단계;
- [0021] b) 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질을 제공하는 단계로서, 표면 처리 전의 미네랄 물질이, 표준 방법 ISO 787/11에 따라 측정된, 0.05 g/mL 내지 0.80 g/mL의 건조 분말의 텁 벌크 밀도(tapped bulk density)를 갖고, 미네랄 물질이 양이온 전하를 미네랄 물질에 제공하는 물질로 표면 처리되는 단계,
- [0022] c) 표면 처리된 미네랄 물질과 불순물의 복합 재료를 얻기 위해, 단계 a)의 슬러지 및/또는 침전물을 단계 b)의 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질과 접촉시키는 단계, 및
- [0023] d) 단계 c)의 복합 재료를 포함하는 슬러지 및/또는 침전물로부터 물을 제거하는 단계.
- [0024] 본 발명자들은 놀랍게도 미네랄 물질을 양이온 전하를 미네랄 물질에 제공하는 1종 이상의 물질로 표면 처리함으로써 수득될 수 있는 표면 처리된 미네랄 물질이 수성 슬러지 및/또는 침전물의 고형분 함량을 증가시키기 위하여 효과적으로 사용될 수 있다는 것을 발견하였고, 여기서 표면 처리 전의 미네랄 물질이, 표준 방법 ISO 787/11에 따라 측정된, 0.05 g/mL 내지 0.80 g/mL의 건조 분말의 텁 벌크 밀도를 갖는다. 추가로, 이러한 표면 처리된 미네랄 물질은 수성 슬러지 및/또는 침전물에서 정수를 위하여 사용될 수 있다.
- [0025] 본 발명자들은 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질이 처리되는 수성 슬러지 및/또는 침전물의 표면 위에 적어도 부분적으로 적용되거나 처리되는 수성 슬러지 및/또는 혼탁된 침전물과 혼합되는 경우, 이러한 표면 처리된 미네랄 물질이 수성 슬러지 및/또는 침전물 중의 불순물에 대하여 우수한 결합 활성을 제공한다는 것을 발견하였다. 추가로, 본 발명자들은 이러한 안정한 혼탁액의 여과 동안 필터의 막힘 또는 응고가 감소되거나 방지될 수 있고, 따라서, 이러한 얻어진 필터 케이크의 함수량은 비교적 낮고, 이는 극적으로 감소된 연소에 대한 에너지 소비 및, 따라서, 감소된 에너지 비용을 야기한다는 것을 발견하였다. 따라서, 수성 슬러지 및/또는 침전물 중의 고형분 함량을 증가시키는 효과적인 방법이 제공된다. 벌크 밀도의 선택이 본 방법에서 결정적인 것으로 관찰되었다. 0.05 g/mL 내지 0.80 g/mL의 건조 분말의 표면 처리 전의 미네랄 물질의 선택된 밀도 범위는 그 중에서도 미네랄 물질의 다공성을 반영하는 것으로 추정된다. 표면 처리와 조합된 이러한 선택은 수성 슬러지 및/또는 침전물 중의 상기 증가된 고형분 함량에 유의미한 정도로 기여한다.
- [0026] 본 발명의 또 다른 양상은 슬러지 및/또는 침전물의 고형분 함량을 증가시키기 위한 표면 처리된 미네랄 물질의 용도로서, 표면 처리 전의 미네랄 물질이, 표준 방법 ISO 787/11에 따라 측정된, 0.05 g/mL 내지 0.80 g/mL의 건조 분말의 텁 벌크 밀도를 갖고, 미네랄 물질이 양이온 전하를 미네랄 물질에 제공하는 물질로 표면 처리되는 것인 용도에 관한 것이다.
- [0027] 본 발명의 또 다른 양상은 본 발명에 따른 방법에 의해 얻을 수 있는 표면 처리된 미네랄 물질 및 불순물을 포함하는 복합 재료에 관한 것이다.
- [0028] 본 발명의 목적을 위하여 하기 용어는 하기 의미를 갖는다는 것을 이해하여야 한다:
- [0029] 본 발명의 의미에서 용어 "정제"는 유해한 화합물 및/또는 물에서 허용되지 않는 다른 화합물의 감소 또는 제거를 지칭한다. 추가로, 용어는 물 중의 천연 발생 화합물의 농도의 감소를 지칭한다.
- [0030] 본 발명의 의미에서 용어 "불순물"은 물 및/또는 슬러지 및/또는 침전물 중의 이들의 농도가 천연 농도를 초과

하는 천연 발생 화합물, 및/또는 천연 발생이 아닌 화합물을 지칭한다.

[0031] 본 발명의 의미에서 용어 "미네랄 물질"은 25°C의 온도 및 정확히 100 kPa의 절대 압력을 지칭하는 표준 주위 온도 및 압력(SATP)하에 고체인 천연 발생 또는 합성 제조 성분을 지칭한다. 천연 발생 성분은 무기 성분이고, 결정 구조를 갖거나 비정질이다.

[0032] 본 발명의 의미에서 용어 "표면 처리된" 미네랄 물질은 미네랄 물질 입자의 표면에 더 양이온성으로 만들기 위하여 추가의 처리 단계를 통해 양이온 전하를 미네랄 물질에 제공하는 물질로 가공된 미네랄 물질을 지칭한다. 화합물(특히 양이온성 중합체 또는 3가 양이온)이 (입자성) 미네랄 물질 "위에 코팅"되거나 "위에 로딩"된다고 기재되는 이러한 응용에 있어서, 이는 상기 화합물이 일반적으로 상기 입자의 외부로부터 직접적으로 접근 가능한 입자의 부위 모두 또는 부분 위에 존재할 수 있다는 것을 의미한다. 이들 부위는 입자의 외부 표면 뿐만 아니라 외부 표면으로부터 접근 가능한 기공 또는 공동을 포함한다.

[0033] 본 발명의 의미에서 용어 "접근 가능한 표면적" 또는 "접근 가능한 외부 표면"은 당해 분야에 공지된 혼합 및/ 또는 코팅 기술에 의해 적용되고, 따라서 미네랄 물질 입자의 표면 위에 양이온성 표면 처리 물질의 단층을 형성함으로써, 양이온 전하를 미네랄 물질에 제공하는 1종 이상의 물질에 접근 가능하거나 또는 이에 노출되는 미네랄 물질의 입자의 표면을 지칭한다. 이와 관련하여, 접근 가능한 표면적의 완전한 포화를 위하여 필요한 양이온성 표면 처리 물질의 양은 단층 농도로 정의된다는 것을 주의하여야 한다. 더 높은 농도는 따라서 미네랄 물질 입자의 표면 위에 이중층 또는 다중층 구조를 형성함으로써 선택될 수 있다. 이러한 단층 농도는 문헌 [Papirer, Schultz and Turchi(Eur. Polym. J., Vol. 20, No. 12, pp. 1155-1158, 1984)]을 기반으로 당해 분야의 숙련가에 의해 용이하게 계산될 수 있다.

[0034] 본 발명의 의미에서 용어 "입자성"은 복수의 입자로 구성된 물질을 지칭한다. 상기 복수의 입자는, 예를 들면, 이의 입자 크기 분포에 의해 정의될 수 있다.

[0035] 본 발명의 의미에서 용어 "양이온 전하를 미네랄 물질에 제공하는 물질"은 미네랄 입자에 결합하는 경우 전체 양전하를 제공하는 임의의 표면 처리 물질 또는 코팅 물질을 지칭한다. 용어 "1가, 2가 또는 3가 양이온"은 1, 2 또는 3개의 양성 로딩을 갖는 양이온, 예를 들면,  $Fe^{3+}$ -이온,  $Al^{3+}$ -이온,  $Mn^{2+}$ -이온 또는  $Zn^{2+}$ -이온을 지칭한다. 본 발명의 의미에서 용어 "양이온성 중합체"는 미네랄 물질 입자에 결합되는 경우 전체 양전하를 제공하는 임의의 중합체를 지칭한다. 따라서, 전체 양전하를 제공하는 충분한 양이온성 단량체 단위가 여전히 존재하는 한, 음이온성 단량체 단위의 존재는 배제되지 않는다. 이는 미네랄 물질 입자에 결합되는 경우 전체 양전하를 제공하는 양쪽성 중합체에 대하여 동일하게 적용된다.

[0036] 본 발명의 의미에서 용어 "탭 벌크 밀도"는 개별적인 입자들이 얼마나 밀접하게 함께 팩킹되는지에 따른 분말의 밀도를 지칭한다. 벌크 밀도는 고체의 참밀도 뿐만 아니라 입자 크기 분포, 입자 형상 및 응집성에 의해 영향을 받는다. 분말 물질의 취급 및 진동은 응집력을 극복할 수 있고, 입자들이 서로 상대적으로 움직일 수 있게 하고, 따라서 더 작은 입자는 더 큰 입자들 사이의 공간 내로 이들의 방식으로 작용할 수 있다. 분말이 점유한 총 부피는 감소하고 이의 밀도는 증가한다. 결국, 추가의 천연 입자 팩킹은 압력의 추가 없이 측정될 수 없다. 이 단계에서, 최대 입자 팩킹이 달성되었다. 탭 속도, 낙하 높이 및 용기 크기의 제어된 조건하에, 최대 팩킹 효율의 조건은 매우 재현 가능하다. 따라서, 탭 밀도는 정확하게 측정될 수 있다. 이러한 탭 밀도 측정은 ISO 787/11(787-11:1981 "General methods of test for pigments and extenders -- Part 11: Determination of tamped volume and apparent density after tamping")에 공식화되어 있다. 자동화된 탭 밀도 측정이 또한 수행될 수 있다.

[0037] 본 발명의 맥락에서, 용어 "기공"은 입자 사이 및/또는 입자 내에서 확인되는 공간, 즉, 이들이 최근접 접촉하여, 예를 들면, 분말에서 함께 팩킹됨에 따라 입자에 의해 형성된 공간(입자간 기공) 또는 다공성 입자 내의 콤 팩트 및/또는 공극 공간(입자내 기공)을 설명하는 것으로 이해되고, 이는 액체에 의해 포화되는 경우 압력하에 액체의 통과를 가능하게 하고/하거나 표면 습윤 액체의 흡수를 지원한다.

[0038] 본 발명에 따른 "입자내 침입 비 기공 부피"는 수은 침입 다공도 측정으로부터 계산될 수 있고 입자를 함유하는 샘플의 단위 질량당 입자 내부에서 확인되는 측정된 기공 부피를 설명한다. 침입된 총 비 공극 부피는 샘플의 단위 질량당 수은에 의해 침입될 수 있는 모든 개별적인 기공 부피의 합을 나타내고, 이는 마이크로메트릭스 오토포어(Micrometrics Autopore) IV 수은 다공도측정기를 사용하여 수은 다공도측정에 의해 측정될 수 있다. 예시적인 수은 다공도측정 실험은 간한 기체를 제거하기 위한 다공성 샘플의 비우기를 수반하고, 그 후, 샘플은 수은에 의해 둘러싸인다. 샘플에 의해 대체된 수은의 양은 샘플의 벌크 부피,  $V_{bulk}$ 의 계산을 가능하게 한다.

그 다음, 압력을 수은에 적용하여 이것이 외부 표면과 연결된 기공을 통해 샘플 내로 침입하도록 한다. 수은의 최대 적용 압력은 0.004  $\mu\text{m}$ 의 라플라스 지름과 등가인 414 MPa일 수 있다. 데이터는 수은 및 관입계 효과, 및 또한 샘플 압축을 위하여 포어-콤팩트(Pore-Comp)(P. A. C. Gane et al. "Void Space Structure of Compressible Polymer Spheres and Consolidated Calcium Carbonate Paper-Coating Formulations", Industrial and Engineering Chemistry Research 1996, 35(5):1753-1764)를 사용하여 보정될 수 있다. 누적 침입 곡선의 1차 도함수를 구함으로써, 존재하는 경우에 필연적으로 기공 가림의 효과를 포함하는 등가의 라플라스 지름을 기반으로 한 기공 크기 분포를 밝혀낸다. 침입된 총 비 공극 부피는 수은 다공도측정에 의해 측정된 샘플의 단위 질량당 공극 부피에 상응한다.

[0039] 용어 "고체"는 물질의 물리적 상태를 지칭한다. 달리 지시되지 않는 한, 이러한 물리적 상태는 20°C의 온도에서 관찰되는 것이다.

[0040] 화합물의 "절대 수용해도"는 평형 조건하에 20°C에서 단일상 혼합물을 관찰할 수 있는 물 중의 화합물의 최대 농도로서 이해된다. 절대 수용해도는 물 100 g당 화합물 g으로 제공된다.

[0041] 본원에서 입자성 물질의 "입자 크기"는 이의 입자 크기 분포  $d_x$ 로 설명된다. 여기서, 값  $d_x$ 는 입자의 x 중량%에 대한 직경이  $d_x$  미만의 직경을 갖는지에 대한 직경을 나타낸다. 이는, 예를 들면,  $d_{20}$  값은 모든 입자의 20 중량%가 그 입자 크기보다 작은 입자 크기라는 것을 의미한다.  $d_{50}$  값은 따라서 중량 중앙 입자 크기이고, 즉, 모든 입자의 50 중량%가 그 입자 크기보다 크고 50 중량%가 그 입자 크기보다 작다. 본 발명의 목적을 위하여, 입자 크기는 달리 지시되지 않는 한, 중량 중앙 입자 크기  $d_{50}$ 으로 특정된다. 입자 크기는 마이크로메리티스 인스트루먼트 코포레이션(Micromeritics Instrument Corporation)의 세디그래프(Sedigraph)<sup>TM</sup> 5100 기구를 사용하여 측정될 수 있다. 방법 및 기구는 당해 분야의 숙련가에게 공지되어 있고 충전제 및 안료의 입자 크기를 측정하는 데 흔히 사용된다. 측정은 0.1 중량% Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 수용액 중에서 수행되었다.

[0042] 본 문서 전체에서 사용되는 바와 같은 물질의 "비표면적"( $\text{m}^2/\text{g}$ 로 표시됨)은 흡착 기체로서 질소를 사용하는 브루나우어 에메트 텔러(BET: Brunauer Emmett Teller) 방법 및 마이크로메리티스(Micromeritics)로부터의 제미니(Gemini) V 기구의 사용에 의해 측정될 수 있다. 방법은 당해 분야의 숙련가에게 잘 알려져 있고 ISO 9277:1995에서 정의된다. 샘플은 측정 전에 250°C에서 30분의 시간 동안 컨디셔닝된다. 상기 물질의 총 표면적( $\text{m}^2$ )은 물질의 비표면적( $\text{m}^2/\text{g}$ ) 및 질량(g)의 곱셈에 의해 수득될 수 있다.

[0043] 필요한 경우, 본 발명의 의미에서 중량%로 제공된 혼탁액의 "고형분 함량" 뿐만 아니라 중량%로 제공된 복합 재료의 "함수량"은 5 내지 20 g의 샘플 크기로 메틀러-톨레도(Mettler-Toledo)로부터의 모이스처 애널라이저(Moisture Analyzer) HR73을 사용하여 측정될 수 있다( $T = 120^\circ\text{C}$ , 자동 스위치 오프 3, 표준 건조).

[0044] 달리 특정되지 않는 한, 용어 "건조"는 이에 따라 물의 적어도 일부분이 건조되는 물질로부터 제거되어 120°C에서 얻어진 "건조된" 물질의 일정 중량이 도달되는 공정을 지칭한다. 게다가, "건조된" 또는 "건조" 물질은, 달리 특정되지 않는 한, 이의 총 수분 함량이 건조된 물질의 총 중량을 기준으로 1.0 중량% 이하, 바람직하게는 0.5 중량% 이하, 더욱 바람직하게는 0.2 중량% 이하, 가장 바람직하게는 0.03 내지 0.07 중량%인 것으로 정의된다.

[0045] 부정관사 또는 정관사가 단수 명사를 지칭할 때 사용되는 경우(예를 들면, "a", "an" 또는 "the"), 달리 구체적으로 기재되지 않는 한, 이는 그 명사의 복수형을 포함한다.

[0046] 용어 "포함하는"이 본 발명의 설명 및 청구항에서 사용되는 경우, 이는 다른 요소를 배제하지 않는다. 본 발명의 목적을 위하여, 용어 "구성되는"은 용어 "포함하는"의 바람직한 실시양태인 것으로 간주된다. 이하에서 하나의 군이 적어도 특정한 수의 실시양태를 포함하는 것으로 정의되는 경우, 이는 또한 바람직하게는 이를 실시양태로만 구성된 군을 개시하는 것으로 이해된다.

[0047] "얻을 수 있는" 또는 "정의 가능한" 및 "얻어진" 또는 "정의된"과 같은 용어는 상호 교환적으로 사용된다. 이는, 예를 들면, 맥락이 분명하게 달리 기재하지 않는 한, 이러한 제한된 이해가 바람직한 실시양태로서 용어 "얻어진" 또는 "정의된"에 의해 항상 포함되길 하지만, 용어 "얻어진"은, 예를 들면, 실시양태가 예를 들면, 용어 "얻어진"에 따른 단계의 순서에 의해 수득되어야 하는 것을 지시하는 것을 의미하지 않는다는 것을 의미한다.

- [0048] 용어 "포함하는" 또는 "갖는"이 사용될 때는 언제든지, 이들 용어는 상기 정의된 바와 같은 "포함하는"과 동등한 것을 의미한다.
- [0049] 본 발명의 방법 뿐만 아니라 이의 용도의 유리한 실시양태는 상응하는 종속항에서 정의된다.
- [0050] 본 발명의 하나의 실시양태에 따라, 단계 a)의 슬러지 및/또는 침전물은 슬러지, 예를 들면, 항만 슬러지, 강슬러지, 해안 슬러지 또는 소화 슬러지, 채굴 슬러지, 도시 슬러지, 토목 공학 슬러지, 시추 머드, 석유 시추로부터의 슬러지, 양조장 또는 다른 음료 산업으로부터의 폐수 또는 공정 용수, 제지 산업, 컬러, 페인트 또는 코팅 산업에서의 폐수 또는 공정 용수, 농업 폐수, 도축장 폐수, 괴혁 산업 폐수 및 제혁(Leather tanning) 산업을 포함한다.
- [0051] 본 발명의 또 다른 실시양태에 따라, 단계 b)의 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질은 미네랄 물질을 포함하는 탄산마그네슘, 및/또는 탄산칼슘 및/또는 미네랄 물질을 포함하는 알루미늄 또는 알루미노실리케이트, 및/또는 필로실리케이트를 포함하고, 바람직하게는 부석, 스코리아(scorea), 응회암, MCC, 카올린, 벤토나이트, 알루미나, 보크사이트, 석고, 탄산마그네슘, 펠라이트, 돌로마이트, 디아토마이트, 헌타이트(huntite), 마그네사이트, 베마이트, 팔리고스카이트, 운모, 질석, 하이드로탈사이트, 헥토라이트, 할로이사이트, 김사이트, 카올리나이트, 몬모릴로나이트, 일라이트, 애터펠자이트, 라포나이트(laponite), 세파올라이트, 하이드로마그네사이트, 제올라이트 및 이의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되고, 더욱 바람직하게는 MCC, 헌타이트, 펠라이트, 하이드로마그네사이트, 제올라이트, 벤토나이트 및 이의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되고, 가장 바람직하게는 하이드로마그네사이트, 제올라이트 및 이의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된다.
- [0052] 본 발명의 또 다른 실시양태에 따라, 표면 처리 전의 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질의 미네랄 물질 입자는 1.0  $\mu\text{m}$  내지 300  $\mu\text{m}$ , 바람직하게는 1  $\mu\text{m}$  내지 200  $\mu\text{m}$ , 더욱 바람직하게는 2  $\mu\text{m}$  내지 50  $\mu\text{m}$ , 더더욱 바람직하게는 3  $\mu\text{m}$  내지 30  $\mu\text{m}$ , 가장 바람직하게는 4  $\mu\text{m}$  내지 25  $\mu\text{m}$ 의 중량 중앙 입자 직경  $d_{50}$  값을 갖고/갖거나, 표면 처리 전의 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질의 미네랄 물질은 0.07 g/mL 내지 0.60 g/mL, 바람직하게는 0.08 g/mL 내지 0.40 g/mL, 가장 바람직하게는 0.10 g/mL 내지 0.20 g/mL의, 건조 분말의 표준 방법 ISO 787/11에 따라 측정된 템 벌크 밀도를 갖고/갖거나, 표면 처리 전의 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질의 미네랄 물질 입자는 1 내지 800  $\text{m}^2/\text{g}$ , 더욱 바람직하게는 20 내지 500  $\text{m}^2/\text{g}$ , 더더욱 바람직하게는 30 내지 300  $\text{m}^2/\text{g}$ , 가장 바람직하게는 30 내지 150  $\text{m}^2/\text{g}$ 의 비표면적을 갖는다.
- [0053] 본 발명의 또 다른 실시양태에 따라, 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질의 표면 처리는 1가, 2가 또는 3가 양이온, 양이온성 중합체 및 이의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된 양이온 전하를 미네랄 물질에 제공하는 1종 이상의 물질을 포함한다.
- [0054] 본 발명의 또 다른 실시양태에 따라, 양이온성 중합체는 1 mEq/g 내지 15 mEq/g 범위, 더욱 바람직하게는 2.5 mEq/g 내지 12.5 mEq/g 범위, 가장 바람직하게는 5 mEq/g 내지 10 mEq/g 범위의 양전하 밀도를 갖고/갖거나, 이의 단량체 단위의 60% 이상, 바람직하게는 70% 이상, 더욱 바람직하게는 80% 이상, 더더욱 바람직하게는 90% 이상, 가장 바람직하게는 100% 상당이 양이온 전하를 갖고/갖거나, 1,000,000 g/몰 미만, 더욱 바람직하게는 50,000 내지 750,000 g/몰, 더더욱 바람직하게는 50,000 내지 650,000 g/몰, 가장 바람직하게는 100,000 내지 300,000 g/몰의 중량 평균 분자량  $M_w$ 를 갖고/갖거나, 디알릴디알킬 암모늄 염; 3차 및 4차 아민; 4차 이민; 아크릴아미드; 메타크릴아미드; N,N-디메틸 아크릴아미드; 아크릴산; 메타크릴산; 비닐 피롤리돈; 하이드록실 에틸 아크릴레이트; 스티렌; 메틸 메타크릴레이트 및 비닐 아세테이트, 바람직하게는 디알릴디알킬 암모늄 염 및 아크릴산으로 이루어진 군으로부터 선택된 단량체 단위를 베이스로 하는 단일 중합체이거나, 디알릴디알킬 암모늄 염 및 아크릴산으로부터 선택된 단량체 단위, 및 아크릴아미드; 메타크릴아미드; N,N-디메틸 아크릴아미드; 아크릴산; 메타크릴산; 비닐 피롤리돈; 하이드록실 에틸 아크릴레이트; 스티렌; 메틸 메타크릴레이트; 비닐 아세테이트 및 이의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된 공단량체 단위를 베이스로 하는 공중합체이고, 바람직하게는 단량체 단위는 디알릴디알킬 암모늄 염 및 메타크릴산으로부터 선택되고, 공단량체는 아크릴아미드 및 아크릴산으로부터 선택된다.
- [0055] 본 발명의 또 다른 실시양태에 따라, 1가, 2가 또는 3가 양이온은  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  및 이의 혼합물로부터 선택된다.
- [0056] 본 발명의 또 다른 실시양태에 따라, 미네랄 물질의 접근 가능한 표면적의 0.1% 이상, 바람직하게는 0.2% 내지 50%, 더욱 바람직하게는 0.5% 내지 30%, 더더욱 바람직하게는 0.7% 내지 20%, 가장 바람직하게는 1.0% 내지 10%

는 양이온 전하를 미네랄 물질에 제공하는 1종 이상의 물질로 표면 처리된다.

- [0057] 본 발명의 또 다른 실시양태에 따라, 상기 방법은 단계 a) 또는 c)의 탈수되는 슬러지 및/또는 침전물을 1종 이상의 중합체성 응집 보조제와 접촉시키는 단계 e)를 추가로 포함한다.
- [0058] 본 발명의 또 다른 실시양태에 따라, 단계 e)의 중합체성 응집 보조제는 100,000 내지 10,000,000 g/몰 범위, 바람직하게는 300,000 내지 5,000,000 g/몰 범위, 더욱 바람직하게는 300,000 내지 1,000,000 g/몰 범위, 가장 바람직하게는 300,000 내지 800,000 g/몰 범위의 중량 평균 분자량  $M_w$ 을 갖고/갖거나, 폴리아크릴아미드, 폴리아크릴레이트, 폴리(디알릴디메틸암모늄 클로라이드), 폴리에틸렌이민, 폴리아민, 전분 및 이의 혼합물로부터 선택된 비이온성 또는 이온성, 바람직하게는 양이온성 또는 음이온성 중합체이다.
- [0059] 본 발명의 또 다른 실시양태에 따라, 단계 d)는 여과, 침전 및/또는 원심분리, 바람직하게는 여과에 의해 수행된다.
- [0060] 본 발명의 또 다른 실시양태에 따라, 상기 방법은 단계 d) 전에, 바람직하게는 단계 c) 후에 음이온성 중합체를 추가하는 단계를 추가로 포함한다.
- [0061] 본 발명의 또 다른 실시양태에 따라, 복합 재료는 슬러지 및/또는 침전물로부터의 여과 후 및 건조 전에 복합 재료의 총 중량을 기준으로 90 중량% 미만, 바람직하게는 80 중량% 미만, 더욱 바람직하게는 60 중량% 미만, 더 더욱 바람직하게는 50 중량% 미만, 가장 바람직하게는 30 중량% 미만의 함수량을 갖는다.
- [0062] 상기 기재된 바와 같이, 본 발명의 수성 슬러지 및/또는 침전물의 고형분 함량의 증가 방법은 단계 a), b), c) 및 d)를 포함한다. 하기에서, 이는 본 발명의 추가의 세부사항 및 특히 슬러지 및/또는 침전물의 정수 및/또는 탈수를 위한 본 발명의 방법의 상기 단계가 기재된다.
- [0063] 단계 a): 탈수되는 수성 슬러지 및/또는 침전물의 제공
- [0064] 본 발명의 방법의 단계 a)에 따라, 탈수되는 수성 슬러지 및/또는 침전물이 제공되고, 여기서 슬러지 및/또는 침전물은 불순물을 포함한다.
- [0065] 슬러지 및/또는 침전물은 슬러지, 예를 들면, 항만 슬러지, 강 슬러지, 해안 슬러지 또는 소화 슬러지, 채굴 슬러지, 도시 슬러지, 토목 공학 슬러지, 시추 머드, 석유 시추로부터의 슬러지, 양조장 또는 다른 음료 산업으로부터의 폐수 또는 공정 용수, 제지 산업, 컬러, 페인트 또는 코팅 산업에서의 폐수 또는 공정 용수, 농업 폐수, 도축장 폐수, 괴력 산업 폐수 및 제제 산업을 포함한다.
- [0066] 본 발명의 맥락에서, 용어 "공정 용수"는 산업 공정을 가동하거나 유지하는데 필요한 임의의 물을 지칭한다. 용어 "폐수"는 이의 사용 장소, 예를 들면, 산업 공장으로부터 배수되는 임의의 물을 지칭한다.
- [0067] 본 발명의 의미에서 용어 "슬러지"는 임의의 종류의 슬러지, 예를 들면, 일차 슬러지, 생물 슬러지, 혼합 슬러지, 소화 슬러지, 물리화학 슬러지 및 미네랄 슬러지를 지칭한다. 이와 관련하여, 일차 슬러지는 가라앉는 공정으로부터 나오며, 통상적으로 대형 및/또는 농후 입자를 포함한다. 생물 슬러지는 폐수의 생물 처리로부터 나오며, 통상적으로 미생물의 혼합물로 만들어진다. 이들 미생물, 주로 박테리아는 엑소 중합체(exo-polymer)의 합성을 통해 박테리아 플록에 병합된다. 혼합 슬러지는 일차 슬러지와 생물 슬러지의 혼합물이며, 통상적으로 35 중량% 내지 45 중량%의 일차 슬러지와 65 중량% 내지 55 중량%의 생물 슬러지를 포함한다. 소화 슬러지는 소화라 불리는 공정에서 생물 안정화 단계로부터 나오며, 통상적으로 생물학적 슬러지 또는 혼합 슬러지에 이행된다. 이것은 상이한 온도(중온성 또는 고온성)하에 그리고 산소의 존재 또는 비존재(호기성 또는 혐기성) 하에 수행될 수 있다. 물리화학 슬러지는 폐수의 물리화학 처리의 결과이며, 화학 처리에 의해 생성되는 플록으로 이루어진다. 미네랄 슬러지는 채석장 또는 채굴 선광 공정과 같은 선광 공정 중에 생성되는 슬러지에 제공되며, 실질적으로 다양한 크기의 미네랄 입자를 포함한다.
- [0068] 본 발명의 맥락에서, 용어 "침전물"은 천연 발생 물질의 입자를 함유하는 임의의 물을 지칭한다.
- [0069] 바람직하게는, 처리되는 슬러지 및/또는 침전물은 유기 불순물 및/또는 무기 불순물을 포함한다.
- [0070] 본 발명의 방법에 따라, 처리되는 슬러지 및/또는 침전물은 무기 불순물을 포함한다. 본 발명의 의미에서 용어 "무기 불순물"은 물 및/또는 슬러지 및/또는 침전물 중의 이들의 농도가 물 중에서 전형적으로 관찰되는 천연 농도를 초과하는 천연 발생 화합물 및/또는 천연 발생이 아닌 화합물을 지칭한다.
- [0071] 특히, 다수의 무기 불순물은 전형적으로 용해된 무기물, 즉, 용액 중의 무기 성분, 예를 들면, 칼슘 및/또는 마

그네슘의 중탄산염으로서 존재하고, 이는 일시적인 경도를 생성하고, 반면에 설페이트와 클로라이드는 영구적인 경도를 야기한다. 물 및/또는 슬러지 및/또는 침전물 중에 존재하는 다른 무기 불순물은 물에 용해되어 약산성의 탄산을 제공하는 이산화탄소, 나트륨 염, 사질 하상에서 침출되는 실리케이트, 염수 침입으로부터 클로라이드, 투여 화학약물질과 미네랄로부터의 알루미늄, 비료로부터의 포스페이트, 건강 치아를 촉진하는 첨가제로부터 유도된 플루오라이드 화합물 및 비료 또는 알루미늄 공장으로부터의 배출물로서, 비료 사용으로부터 배수 뿐만 아니라 정화조로부터 새어나오는 하수로서 유래되는 니트레이트 및 니트라이트 화합물 또는 수인성 질환을 없애는 도시 시스템의 염소화로부터 유래된 염소 및 강철 및 금속 공장 뿐만 아니라 플라스틱 및 비료 공장으로부터의 배출물로서 유래된 시안화물 화합물을 포함한다.

[0072] 처리되는 슬러지 및/또는 침전물이 중금속 불순물을 포함하는 경우, 이들은 전형적으로 미네랄과 녹슨 철 파이프로부터 유래되는 제일철 및 제이철 화합물; 석유 정제소, 방화제 또는 전자 기기로부터 배출물로서 유래되는 안티몬 화합물; 천연 광상의 부식, 과수원의 배수, 유리 및 전자 정치 제조 폐기물의 배수로부터 유래되는 비소 화합물; 굴착 폐기물의 배출물로서 그리고 금속 정제소로부터의 바륨 화합물; 금속 정제소 및 석탄 연소 공장 뿐만 아니라 전기, 항공우주, 및 방위 산업에서 배출물로서 유래되는 베릴륨 화합물; 아연 도금 파이프의 부식 과정, 금속 정제소로부터 배출물 및 폐기 배터리와 폐인트로부터의 배수로부터 유래되는 카드뮴 화합물; 제강소와 펄프 공장으로부터 배출물로부터 유래되는 크롬 화합물; 금속 정제소로부터 배출물 및 폐기 배터리로부터 배수로서 유래되는 코발트 및 니켈 화합물; 가정용 배관 시스템의 부식 과정에서 유래되는 구리와 납 화합물; 석유 정제소와 광산, 예를 들면, 금속 또는 금속 광석 추출을 위한 광산 또는 오염 슬러지를 생성하는 임의의 다른 광산으로부터 배출물로서 유래되는 셀렌 화합물; 광석 가공 장소로부터 침출 뿐만 아니라 전자 장치, 유리, 및 약물 공정으로부터 배출물로서 유래하는 탈륨 화합물 또는 채굴, 금속 제련(아연, 납 및 카드뮴과 같이) 및 철강 제조로부터 유래되는 아연, 또는 수은 화합물이며, 그 외에 석탄 연소와 특정 폐기물은 아연을 환경에 방출할 수 있다.

[0073] 게다가, 처리되는 슬러지 및/또는 침전물은 또한 유기 불순물을 포함할 수 있다. 본 발명의 맥락에서, 용어 "유기 불순물"은 광범위하게 해석되어야 하며, 특정 유기 화합물, 예를 들면, 계면활성제, 다환식 화합물, 콜레스테롤, 또는 내분비 교란 화합물 뿐만 아니라 더 복잡한 유기 물질(예를 들면, 미생물로부터의 유기 물질)을 포함한다.

[0074] 본 발명의 의미에서 불순물은 유기, 무기, 생물학적, 미네랄 불순물 또는 이의 조합을 포함할 것이고, 여기서 상기 불순물은 용해되거나, 분산되거나, 유화된 형태 뿐만 아니라 콜로이드 형태로 존재할 수 있거나 고체에 흡착될 수 있으며, 뿐만 아니라 이들의 조합으로, 또는 또 다른 형태로 존재할 수 있다.

[0075] 바람직하게는, 정제되는 슬러지 및/또는 침전물은 계면활성제; 콜레스테롤; 내분비 교란 화합물; 아미노산; 단백질; 탄수화물; 소포제; 알킬 케텐 이합체(AKD), 알케닐 석신산 무수물(ASA), 또는 이의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 사이즈제; 폴리비닐아세테이트; 폴리아크릴레이트, 특히 폴리아크릴레이트 라텍스; 스티렌 부타디엔 공중합체, 특히 스티렌 부타디엔 라텍스; 미생물; 광유; 식물성 유지; 또는 이의 임의의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상의 하기 유기 불순물을 포함한다.

[0076] 본 발명의 방법의 또 다른 바람직한 실시양태에서, 유기 불순물은 또한 피치를 포함한다. 본 발명에서 사용되는 바와 같이 용어 "피치"는 제지 또는 펄프 공정에서 생성되는 특정 형태의 유기 물질을 지칭한다. 제지에서 일차 섭유 공급원은 목재이며, 이는 분쇄, 열 처리 및 화학 처리의 조합에 의해 펄프화 중에 이의 구성 섭유로 축소된다. 이 공정 중에 목재 내에 함유된 천연 수지는 미시적 소적의 형태로 공정 용수로 방출된다. 이를 소적은 피치로서 지칭된다. 피치의 화학 조성은 일반적으로 네 부류의 친유성 구성성분으로서 분류된다: 지방 및 지방산; 스테릴 에스테르 및 스테롤; 테르페노이드; 및 왁스. 화학 조성은 섭유 공급원, 예를 들면, 다양한 나무에 따라 좌우되며, 샘플이 제조되는 계절적 성장에 따라 좌우된다.

[0077] 유기 구성성분이 계면활성제인 경우, 계면활성제는 이온성 또는 비이온성일 수 있다. 계면활성제가 음이온성인 경우, 이것은 카복실레이트, 설페이트, 또는 설포네이트로부터 선택된 작용기를 가질 수 있다. 계면활성제가 양이온성인 경우, 이의 작용기는 4차 암모늄기일 수 있다.

[0078] 처리되는 슬러지 및/또는 침전물이 내분비 교란 화합물을 포함하는 경우, 이들은 바람직하게는, 예를 들면, 내인성 호르몬, 예를 들면, 17 $\beta$ -에스트라디올(E2), 에스트론(E1), 에스트리올(E3), 테스토스테론 또는 디하이드로 테스토스테론; 식물 및 균 호르몬, 예를 들면,  $\beta$ -시토스테롤, 게니스테인, 다이드제인 또는 제랄레온; 약물, 예를 들면, 17 $\beta$ -에티닐에스트라디올(EE2), 메스트라놀(ME), 디에틸스틸베스트롤(DES), 및 공업 화학물질, 예를 들면, 4-노닐페놀(NP), 4-tert-옥틸 폐놀(OP), 비스페놀 A(BPA), 트리부틸틴(TBT), 메틸머큐리,

프탈레이트, PAK 또는 PCB를 포함하는 군으로부터 선택된다.

[0079] 처리되는 슬러지 및/또는 침전물이 소포제를 포함하는 경우, 이는 에틸렌 옥사이드 글리콜 에테르, 실리콘 오일 계 소포제, 지방산 에스테르 소포제, 또는 이의 임의의 혼합물일 수 있다. 소포제는 바람직하게는 스티키(sticky)로부터 선택될 수 있다. 스티키는 재생지로부터 유래하는 잠재적으로 퇴적물 형성 성분이다. 일반적으로, 예는 아교, 열용융 플라스틱, 인쇄 잉크, 및 라텍스이다. 종이 섬유의 공급원이 종이 완성품의 제조에서 공급될 때 제지 산업에서 다양한 양의 재생 섬유 또는 종이를 사용한다. 재생지는 흔히 상기에 요약한 합성 중합체 물질로 오염되며, 이들 중합체 물질은 제지 기술에서 스티키로서 언급된다. 스티키는 목재의 추출 분획으로부터 자연 발생하는 수지성 물질인 피치와 상이하다. 문헌[EL Back and LH Allen, "Pitch Control, Wood Resin and Deresination", Tappi Press, Atlanta, 2000]을 참조하며, 여기서 스티키는 더 상세히 기재되어 있다.

[0080] 처리되는 슬러지 및/또는 침전물이 미생물을 포함하는 경우, 이들은 바람직하게는 박테리아, 진균, 고세균 또는 원생생물로부터 선택된다.

[0081] 바람직한 식물성 오일은 식용유, 예를 들면, 코코넛유, 옥수수유, 면실유, 카놀라유, 팜유, 대두유, 해바라기유, 또는 아마인유이다.

[0082] 정제되는 슬러지 및/또는 침전물의 정확한 조성 및 특히 무기 불순물 및/또는 유기 불순물의 양은 오염된 물 및/또는 슬러지 및/또는 침전물의 유래에 따라 달라진다.

[0083] 단계 b): 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질의 제공

[0084] 본 발명의 방법의 단계 b)에 따라, 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질이 제공된다.

[0085] 표면 "1종 이상의" 표면 처리된 미네랄 물질은 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질이 본 방법에서 제공될 수 있다는 것을 의미한다.

[0086] 본 발명의 방법에 따라, 표면 처리 전의 미네랄 물질은 표준 방법 ISO 787/11에 따라 측정된, 0.05 g/mL 내지 0.80 g/mL의 건조 분말의 템 벌크 밀도를 갖고, 여기서 미네랄 물질은 양이온 전하를 미네랄 물질에 제공하는 물질로 표면 처리된다.

[0087] 본 발명의 하나의 실시양태에 따라, 단계 b)의 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질은 미네랄 물질을 포함하는 탄산마그네슘 및/또는 탄산칼슘, 및/또는 미네랄 물질을 포함하는 알루미늄 또는 알루미노실리케이트, 및/또는 필로실리케이트를 포함하고, 바람직하게는 부석, 스코리아, 응회암, MCC, 카올린, 벤토나이트, 알루미나, 보크사이트, 석고, 탄산마그네슘, 펠라이트, 돌로마이트, 디아토마이트, 헌타이트, 마그네사이트, 베마이트, 팔리고스카이트, 운모, 질석, 하이드로탈사이트, 헥토라이트, 할로이사이트, 킁사이트, 카올리나이트, 몬모릴로나이트, 일라이트, 애터펄자이트, 라포나이트, 세피올라이트, 하이드로마그네사이트, 제올라이트 및 이의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되고, 더욱 바람직하게는 MCC, 헌타이트, 펠라이트, 하이드로마그네사이트, 제올라이트, 벤토나이트 및 이의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되고, 가장 바람직하게는 하이드로마그네사이트, 제올라이트 및 이의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된다.

[0088] 본 발명의 의미에서 용어 "미네랄 물질을 포함하는 탄산마그네슘 및/또는 탄산칼슘"은 탄산마그네슘 또는 탄산칼슘, 또는 탄산마그네슘 및 탄산칼슘을 포함하는 미네랄 물질을 지칭한다.

[0089] 본 발명의 하나의 실시양태에 따라, 미네랄 물질은 천연 탄산칼슘(GCC), 및/또는 합성 또는 침강 탄산칼슘(PCC) 및/또는 표면 개질 탄산칼슘(MCC)을 포함한다.

[0090] 본 발명의 의미에서 "중질 탄산칼슘"(GCC)은 천연 공급원, 예를 들면, 석회석, 대리석 또는 백악 또는 돌로마이트로부터 얻어진 탄산칼슘이고, 습식 및/또는 건식 공정에 의해, 예를 들면, 사이클론 또는 분급기를 사용하여 분쇄, 선별 및/또는 분별과 같은 처리를 통해 가공된다. 본 발명의 의미에서 "침강 탄산칼슘"(PCC)은 일반적으로 수성 환경에서 이산화탄소와 석회의 반응에 따른 침강 또는 물 중에서 칼슘 및 탄산염 이온 공급원의 침강에 의해 수득되는 합성된 물질이다. 본 발명의 의미에서 "표면 개질 탄산칼슘"(MCC)은 표면 처리된 탄산칼슘의 제조 전에 이를 산 또는 이온 및 이산화탄소와 반응시켜 얻어진 천연 탄산칼슘 및/또는 침강 탄산칼슘을 지칭하고, 여기서 이산화탄소는 산 처리에 의해 동일 반응계에서 형성되고/형성되거나 외부 공급원으로부터 공급된다.

[0091] 하나의 실시양태에 따라, 탄산칼슘은 미네랄 물질 중에 미네랄 물질의 총 중량을 기준으로 0 중량% 내지 50 중량%의 양, 바람직하게는 미네랄 물질의 총 중량을 기준으로 0 중량% 내지 40 중량%의 양, 더욱 바람직하게는 0

중량% 내지 25 중량%의 양, 더욱 바람직하게는 0 중량% 내지 10 중량%의 양, 더더욱 바람직하게는 0 중량% 내지 5 중량%의 양, 가장 바람직하게는 0 중량% 내지 1 중량%의 양으로 존재한다. 본 발명의 바람직한 실시양태에 따라, 중질 또는 천연 탄산칼슘(GCC), 및/또는 합성 또는 침강 탄산칼슘(PCC) 및/또는 표면 개질 탄산칼슘(MCC)은 미네랄 물질 중에 전혀 존재하지 않는다.

[0092] 미네랄 물질을 포함하는 1종 이상의 탄산마그네슘 및/또는 탄산칼슘은 바람직하게는 미네랄 물질을 포함하는 탄산마그네슘이고, 더욱 바람직하게는 석고, 헌타이트, 펠라이트, 돌로마이트, 마그네사이트 또는 하이드로마그네사이트로부터 선택되고, 가장 바람직하게는 헌타이트 또는 하이드로마그네사이트로부터 선택된다. 석고는 화학식  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 를 갖는다. 헌타이트는 화학식  $\text{Mg}_3\text{Ca}(\text{CO}_3)_4$ 를 갖고, 삼방정계로 결정화된다. 펠라이트는  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$  및  $\text{CaO}$ 를 포함하는 다양한 조성을 갖는 비정질 흑요석이다. 돌로마이트는 화학식  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ 를 갖고, 삼방정계로 결정화된다. 하이드로마그네사이트는 화학식  $\text{Mg}_5(\text{CO}_3)_4(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 를 갖고, 주상 단사정계로 결정화된다. 마그네사이트는 화학식  $\text{Mg}(\text{CO}_3)$ 을 갖는다.

[0093] 미네랄 물질을 포함하는 1종 이상의 탄산마그네슘 및/또는 탄산칼슘은 부산물로서 추가의 미네랄 물질, 예를 들면, 화학식  $(\text{Mg}, \text{Fe})_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ 를 갖는 사문석 가수 마그네슘 이온 필로실리케이트 및 화학식  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 를 갖는 브루사이트를 포함할 수 있다. 부산물은 미네랄 물질을 포함하는 탄산마그네슘 및/또는 탄산칼슘 중에 미네랄 물질을 포함하는 탄산마그네슘 및/또는 탄산칼슘의 총 중량을 기준으로 20 중량% 미만, 바람직하게는 15 중량% 미만, 더욱 바람직하게는 10 중량% 미만, 가장 바람직하게는 5 중량% 미만의 양으로 존재할 수 있다.

[0094] 본 발명의 바람직한 실시양태에 따라, 1종 이상의 미네랄 물질은 단지 미네랄 물질을 포함하는 탄산마그네슘 및/또는 탄산칼슘으로 구성되고, 바람직하게는 헌타이트 및/또는 하이드로마그네사이트로 구성된다. 본 발명의 예시화된 실시양태에 따라, 1종 이상의 미네랄 물질은 하이드로마그네사이트로 구성된다.

[0095] 본 발명의 의미에서 용어 "미네랄 물질을 포함하는 알루미늄 또는 알루미노실리케이트"는 알루미늄 및 산소 및 임의로 규소 및 반대 양이온으로 구성된 미네랄을 포함하는 미네랄 물질을 지칭한다.

[0096] 미네랄 물질을 포함하는 1종 이상의 알루미늄은 바람직하게는 알루미나, 보크사이트 및 이의 혼합물을 포함한다. 알루미나 또는 산화알루미늄은 화학식  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 을 갖는다. 알루미늄 광석인 보크사이트는 미네랄 김사이트  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , 베마이트  $\gamma\text{-AlO(OH)}$  및 다이아스포어  $\alpha\text{-AlO(OH)}$ 로 주로 구성된다.

[0097] 미네랄 물질을 포함하는 1종 이상의 알루미노실리케이트는 바람직하게는 제올라이트를 포함한다. 본 발명의 의미에서 제올라이트는 광범위하게 다양한 양이온, 예를 들면,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  및 기타 등을 수용할 수 있는 다공성 구조를 갖는다. 이를 양이온은 다소 느슨하게 유지되고 접촉 용액 중에서 다른 것과 용이하게 교환될 수 있다. 제올라이트는 화학식  $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 를 갖는 방비석, 화학식  $(\text{Ca}, \text{Na}_2, \text{K}_2, \text{Mg})\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 의 능비석, 화학식  $(\text{Na}, \text{K}, \text{Ca})_{2-3}\text{Al}_3(\text{Al}, \text{Si})_2\text{Si}_{13}\text{O}_{36} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 를 갖는 클리노프틸로라이트, 화학식  $(\text{Ca}, \text{Na})_{2-3}\text{Al}_3(\text{Al}, \text{Si})_2\text{Si}_{13}\text{O}_{36} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 를 갖는 휘비석, 화학식  $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 를 갖는 소다비석, 화학식  $(\text{Ca}, \text{Na}_2, \text{K}_2)_3\text{Al}_6\text{Si}_{10}\text{O}_{32} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 의 필립사이트 및 화학식  $\text{NaCa}_4(\text{Si}_{27}\text{Al}_9)\text{O}_{72} \cdot 28(\text{H}_2\text{O})$ 를 갖는 스텔바이트를 포함한다.

[0098] 본 발명의 바람직한 실시양태에 따라, 1종 이상의 미네랄 물질은 미네랄 물질을 포함하는 알루미늄 또는 알루미노실리케이트로 단지 구성되고, 바람직하게는 제올라이트로 구성된다. 본 발명의 더욱 바람직한 실시양태에 따라, 1종 이상의 미네랄 물질은 클리노프틸로라이트로 구성된다.

[0099] 미네랄 물질을 포함하는 1종 이상의 탄산마그네슘 및/또는 탄산칼슘은 부산물로서 추가의 미네랄 물질, 예를 들면, 화학식  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ 를 갖는 돌로마이트, 화학식  $\text{CaF}_2$ 를 갖는 형석, 화학식  $\text{PbS}$ 를 갖는 방연석, 화학식  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 를 갖는 석고, 화학 조성  $\text{MnCO}_3$ 을 갖는 로도크로사이트, 화학식  $(\text{Zn}, \text{Fe})\text{S}$ 를 갖는 섭아연석, 및 종종 안티모나이트라도 불리는 화학식  $\text{Sb}_2\text{S}_3$ 의 휘안석을 포함할 수 있다. 부산물은 미네랄 물질을 포함하는 탄산마그네슘 및/또는 탄산칼슘 중에 미네랄 물질을 포함하는 탄산마그네슘 및/또는 탄산칼슘의 총 중량을 기준으로 20 중량% 미만, 바람직하게는 15 중량% 미만, 더욱 바람직하게는 10 중량% 미만, 가장 바람직하게는 5 중량% 미만의 양으로 존재할 수 있다.

[0100] 미네랄 물질은 부석, 스코리아 또는 응회암과 같은 화산암으로부터 유래할 수 있다. 본 발명의 의미에서 용어 "필로실리케이트"는 임의의 임의의 충상 실리케이트 미네랄을 지칭한다.

- [0101] 1종 이상의 필로실리케이트는 바람직하게는 벤토나이트이다. 따라서, 1종 이상의 필로실리케이트는 바람직하게는 벤토나이트를 포함하고, 더욱 바람직하게는 벤토나이트로 구성된다.
- [0102] 1종 이상의 필로실리케이트가 벤토나이트를 포함하는 경우, 바람직하게는 이로 구성되는 경우, 벤토나이트는 바람직하게는 나트륨 벤토나이트, 칼슘 벤토나이트, 칼륨 벤토나이트 및 이의 혼합물로부터 선택된다.
- [0103] 벤토나이트는 바람직하게는 천연 물질이고, 따라서 이의 정확한 조성, 이의 구성요소의 수 및 단일 구성요소의 양은 일반적으로 원래 공급원에 따라 광범위하게 다양할 수 있다는 것이 인식된다.
- [0104] 예를 들면, 벤토나이트는 일반적으로 다양한 점토 광물, 예를 들면, 특히 주요 구성성분으로서 몬모릴로나이트 뿐만 아니라 부수적인 미네랄로서 석영, 카올린, 카올리나이트, 디아토마이트, 운모, 장석, 황철석, 방해석, 크리스토발라이트, 팔리고스카이트 또는 애터필자이트, 질석, 하이드로탈사이트, 헥토라이트, 할로이사이트, 일라이트, 라포나이트, 세피올라이트 및 이의 혼합물을 포함하고, 바람직하게는 이로 구성된다. 이들 미네랄은, 유래 영역에 따라 다른 구성성분과 함께, 다양한 양으로 존재할 수 있다.
- [0105] 하나의 실시양태에 따라, 벤토나이트는 몬모릴로나이트로부터 선택된 점토 광물, 및 석영, 운모, 카올리나이트, 장석, 황철석, 크리스토발라이트 및 이의 혼합물을 포함하는 군으로부터 선택된 부수적인 미네랄을 포함한다.
- [0106] 본 발명의 하나의 실시양태에서, 1종 이상의 필로실리케이트는 몬모릴로나이트를 포함하는 벤토나이트를 포함하고, 바람직하게는 이로 구성된다.
- [0107] 벤토나이트의 총 중량을 기준으로 50.0 중량% 이상, 바람직하게는 60.0 중량% 이상, 예를 들면, 60.0 내지 95.0 중량%의 몬모릴로나이트 함량을 갖는 벤토나이트가 단계 c)의 1종 이상의 필로실리케이트로서 특히 적합하다.
- [0108] 추가로 또는 대안적으로, 벤토나이트는  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{TiO}_2$  등을 포함하는 군으로부터 선택된 구성요소를 포함한다.
- [0109] 예를 들면, 벤토나이트는 벤토나이트의 총 중량을 기준으로 50.0 중량% 이상, 바람직하게는 50.0 내지 95.0 중량%, 예를 들면, 50.0 내지 80.0 중량%의 양의  $\text{SiO}_2$ 를 포함한다. 추가로 또는 대안적으로, 벤토나이트는 벤토나이트의 총 중량을 기준으로 10.0 중량% 이상, 바람직하게는 10.0 내지 40.0 중량%, 예를 들면, 10.0 내지 30.0 중량%의 양의  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 을 포함한다.
- [0110] 추가로 또는 대안적으로, 벤토나이트는 벤토나이트의 총 중량으로 기준으로 20.0 중량% 미만, 바람직하게는 5.0 내지 20.0 중량%, 예를 들면, 5.0 내지 15.0 중량%의 양의  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  및/또는  $\text{TiO}_2$ 를 포함한다. 예를 들면, 벤토나이트는 벤토나이트의 총 중량으로 기준으로 10.0 중량% 미만, 바람직하게는 0.5 내지 10.0 중량%, 예를 들면, 0.5 내지 5.0 중량%의 양의  $\text{CaO}$ 를 포함한다. 예를 들면, 벤토나이트는 벤토나이트의 총 중량으로 기준으로 10.0 중량% 미만, 바람직하게는 1.0 내지 10.0 중량%, 예를 들면, 2.5 내지 7.5 중량%의 양의  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 을 포함한다. 예를 들면, 벤토나이트는 벤토나이트의 총 중량으로 기준으로 10.0 중량% 미만, 바람직하게는 0.5 내지 10.0 중량%, 예를 들면, 0.5 내지 5.0 중량%의 양의  $\text{K}_2\text{O}$ 를 포함한다. 예를 들면, 벤토나이트는 벤토나이트의 총 중량으로 기준으로 10.0 중량% 미만, 바람직하게는 0.5 내지 10.0 중량%, 예를 들면, 0.5 내지 5.0 중량%의 양의  $\text{MgO}$ 를 포함한다. 예를 들면, 벤토나이트는 벤토나이트의 총 중량으로 기준으로 5.0 중량% 미만, 바람직하게는 0.05 내지 5.0 중량%, 예를 들면, 0.05 내지 2.5 중량%의 양의  $\text{Na}_2\text{O}$ 를 포함한다. 예를 들면, 벤토나이트는 벤토나이트의 총 중량으로 기준으로 5.0 중량% 미만, 바람직하게는 0.05 내지 5.0 중량%, 예를 들면, 0.05 내지 2.5 중량%의 양의  $\text{TiO}_2$ 를 포함한다.
- [0111] 표면 처리 전의 미네랄 물질은 표준 방법 ISO 787/11에 따라 측정된, 0.05 g/mL 내지 0.80 g/mL, 바람직하게는 0.07 g/mL 내지 0.60 g/mL, 더욱 바람직하게는 0.08 g/mL 내지 0.40 g/mL, 가장 바람직하게는 0.10 g/mL 내지 0.20 g/mL의 건조 분말의 템 벌크 밀도를 갖는다.
- [0112] 본 발명의 하나의 실시양태에 따라, 표면 처리 전의 미네랄 물질 입자는 1.0  $\mu\text{m}$  내지 300  $\mu\text{m}$ , 바람직하게는 1  $\mu\text{m}$  내지 200  $\mu\text{m}$ , 더욱 바람직하게는 2  $\mu\text{m}$  내지 50  $\mu\text{m}$ , 더더욱 바람직하게는 3  $\mu\text{m}$  내지 30  $\mu\text{m}$ , 가장 바람직하게는 4  $\mu\text{m}$  내지 25  $\mu\text{m}$ 의 중량 중앙 입자 직경  $d_{50}$  값을 가질 수 있다.
- [0113] 표면 처리 전의 미네랄 물질 입자는 500  $\mu\text{m}$  미만, 바람직하게는 300  $\mu\text{m}$  미만, 더욱 바람직하게는 200  $\mu\text{m}$  미만, 더더욱 바람직하게는 50  $\mu\text{m}$  미만, 가장 바람직하게는 30  $\mu\text{m}$  미만의  $d_{98}$ 를 가질 수 있다.

- [0114] 본원에서 사용되는 바와 같이, 일반적으로 당해 분야에서 정의되는 바와 같이, 중량 입자 직경 "d<sub>98</sub>" 값은 입자 질량의 98%(평균점)가 특정된 값과 동일한 직경을 갖는 입자가 차지하는 크기로서 정의된다. 중량 입자 직경은 침전 공정에 따라 측정되었다. 침전 공정은 중량측정 장에서 침전 행동의 분석이다. 측정은 마이크로메리티스 인스트루먼트 코포레이션의 세디그래프™ 5100에 의해 측정된다.
- [0115] 표면 처리 전의 미네랄 물질 입자는 질소 및 BET 공정을 사용하여 측정된 1 내지 800  $\text{m}^2/\text{g}$ , 더욱 바람직하게는 20 내지 500  $\text{m}^2/\text{g}$ , 더더욱 바람직하게는 30 내지 300  $\text{m}^2/\text{g}$  가장 바람직하게는 30 내지 150  $\text{m}^2/\text{g}$ 의 비표면적을 가질 수 있다. 예를 들면, 표면 처리된 미네랄 물질의 미네랄 물질 입자는 표면 처리 전에 40  $\text{m}^2/\text{g}$  내지 60  $\text{m}^2/\text{g}$ 의 비표면적, 예를 들면, 57  $\text{m}^2/\text{g}$ 의 비표면적을 갖는다.
- [0116] 본 발명의 하나의 실시양태에 따라, 표면 처리 전의 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질의 미네랄 물질 입자는 1.0  $\mu\text{m}$  내지 300  $\mu\text{m}$ , 바람직하게는 1  $\mu\text{m}$  내지 200  $\mu\text{m}$ , 더욱 바람직하게는 2  $\mu\text{m}$  내지 50  $\mu\text{m}$ , 더더욱 바람직하게는 3  $\mu\text{m}$  내지 30  $\mu\text{m}$ , 가장 바람직하게는 4  $\mu\text{m}$  내지 25  $\mu\text{m}$ 의 중량 중앙 입자 직경 d<sub>50</sub> 값을 갖거나, 표면 처리 전의 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질의 미네랄 물질은 표준 방법 ISO 787/11에 따라 측정된, 0.07 g/mL 내지 0.60 g/mL, 바람직하게는 0.08 g/mL 내지 0.40 g/mL, 가장 바람직하게는 0.10 g/mL 내지 0.20 g/mL의 건조 분말의 템 벌크 밀도를 갖거나, 표면 처리 전의 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질의 미네랄 물질 입자는 1 내지 800  $\text{m}^2/\text{g}$ , 더욱 바람직하게는 20 내지 500  $\text{m}^2/\text{g}$ , 더더욱 바람직하게는 30 내지 300  $\text{m}^2/\text{g}$  가장 바람직하게는 30 내지 150  $\text{m}^2/\text{g}$ 의 비표면적을 갖는다.
- [0117] 본 발명의 하나의 실시양태에 따라, 표면 처리 전의 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질의 미네랄 물질 입자는 1.0  $\mu\text{m}$  내지 300  $\mu\text{m}$ , 바람직하게는 1  $\mu\text{m}$  내지 200  $\mu\text{m}$ , 더욱 바람직하게는 2  $\mu\text{m}$  내지 50  $\mu\text{m}$ , 더더욱 바람직하게는 3  $\mu\text{m}$  내지 30  $\mu\text{m}$ , 가장 바람직하게는 4  $\mu\text{m}$  내지 25  $\mu\text{m}$ 의 중량 중앙 입자 직경 d<sub>50</sub> 값을 갖고, 표면 처리 전의 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질의 미네랄 물질은 건조 분말의 표준 방법 ISO 787/11에 따라 측정된, 0.05 g/mL 내지 0.80 g/mL, 바람직하게는 0.07 g/mL 내지 0.60 g/mL, 바람직하게는 0.08 g/mL 내지 0.40 g/mL, 가장 바람직하게는 0.10 g/mL 내지 0.20 g/mL의 템 벌크 밀도를 갖고, 표면 처리 전의 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질의 미네랄 물질 입자는 1 내지 800  $\text{m}^2/\text{g}$ , 더욱 바람직하게는 20 내지 500  $\text{m}^2/\text{g}$ , 더더욱 바람직하게는 30 내지 300  $\text{m}^2/\text{g}$  가장 바람직하게는 30 내지 150  $\text{m}^2/\text{g}$ 의 비표면적을 갖는다.
- [0118] 하나의 바람직한 실시양태에서, 본 발명의 표면 처리된 미네랄 물질의 미네랄 물질 입자는 하이드로마그네사이트 입자이고, 표면 처리 전에 표준 방법 ISO 787/11에 따라 측정된, 0.05 g/mL 내지 0.80 g/mL의 건조 분말의 템 벌크 밀도를 갖고, 0.1  $\mu\text{m}$  내지 50  $\mu\text{m}$ 의 표면 처리 전의 중량 중앙 입자 직경 d<sub>50</sub> 값을 갖고, 1  $\text{m}^2/\text{g}$  내지 250  $\text{m}^2/\text{g}$  범위의 표면 처리 전의 비표면적을 갖는다.
- [0119] 하나의 바람직한 실시양태에서, 본 발명의 표면 처리된 미네랄 물질의 미네랄 물질 입자는 제올라이트 입자이고, 표면 처리 전에 표준 방법 ISO 787/11에 따라 측정된, 0.05 g/mL 내지 0.80 g/mL의 건조 분말의 템 벌크 밀도를 갖고, 0.1  $\mu\text{m}$  내지 50  $\mu\text{m}$ 의 표면 처리 전의 중량 중앙 입자 직경 d<sub>50</sub> 값을 갖고, 1  $\text{m}^2/\text{g}$  내지 250  $\text{m}^2/\text{g}$  범위의 표면 처리 전의 비표면적을 갖는다.
- [0120] 본 발명의 방법에 따라, 미네랄 물질은 양이온 전하를 미네랄 물질에 제공하는 물질로 표면 처리된다.
- [0121] 본 발명의 하나의 실시양태에 따라, 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질의 표면 처리는 1가, 2가 또는 3가 양이온, 양이온성 중합체 및 이의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된, 양이온 전하를 미네랄 물질에 제공하는 1종 이상의 물질을 포함한다.
- [0122] 이와 관련하여, 표면 처리된 미네랄 물질의 코팅에 포함되는 1종 이상의 양이온성 중합체는 1 mEq/g 내지 15 mEq/g 범위의 양전하 밀도를 갖는 임의의 양이온성 중합체로부터 선택될 수 있다. 바람직하게는, 1종 이상의 양이온성 중합체는 이것이 2.5 mEq/g 내지 12.5 mEq/g 범위, 가장 바람직하게는 5 mEq/g 내지 10 mEq/g 범위의 양전하 밀도를 갖도록 선택된다.
- [0123] 예를 들면, 1종 이상의 양이온성 중합체는 6 mEq/g 및 8 mEq/g 범위, 가장 바람직하게는 6 mEq/g 내지 7 mEq/g

범위의 양전하 밀도를 갖는다. 대안적으로, 1종 이상의 양이온성 중합체는 7 mEq/g 내지 8 mEq/g 범위의 양전하 밀도를 갖는다.

[0124] 추가로 또는 대안적으로, 1종 이상의 양이온성 중합체는 단량체 단위의 60% 이상이 양이온 전하를 갖도록 선택된다. 바람직하게는, 단량체 단위의 70% 이상, 더욱 바람직하게는 80% 이상, 더더욱 바람직하게는 90% 이상이 양이온 전하를 갖는다. 본 발명의 하나의 바람직한 실시양태에서, 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질은 단량체 단위의 거의 100%까지, 바람직하게는 100%가 양이온 전하를 갖는 1종 이상의 양이온성 중합체를 포함한다.

[0125] 하나의 바람직한 실시양태에서, 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질은 1,000,000 g/몰 미만, 더욱 바람직하게는 50,000 내지 750,000 g/몰, 더더욱 바람직하게는 50,000 내지 650,000 g/몰, 가장 바람직하게는 100,000 내지 300,000 g/몰의 중량 평균 분자량  $M_w$ 을 갖는 1종 이상의 양이온성 중합체를 포함한다.

[0126] 본 발명의 방법에서, 표면 처리된 미네랄 물질은 1종 이상의 양이온성 중합체의 단독중합체 및/또는 공중합체를 포함하는 표면 처리에 의해 커버링된다.

[0127] 하나의 바람직한 실시양태에서, 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질의 표면 처리는 1종 이상의 양이온성 중합체의 단독중합체를 포함한다. 다시 말해서, 양이온성 중합체는 실질적으로 각각의 단량체 단위로, 즉, 이의 99.5 중량% 이하로 구성된다.

[0128] 하나의 바람직한 실시양태에서, 디알릴디알킬 암모늄 염, 3차 아민, 4차 아민, 4차 이민, 아크릴아미드, 메타크릴아미드, N,N-디메틸 아크릴아미드, 아크릴산, 메타크릴산, 비닐설폰산, 비닐 피롤리돈, 하이드록실 에틸 아크릴레이트, 스티렌, 메틸 메타크릴레이트 및 비닐 아세테이트로 이루어진 군으로부터 선택된 단량체 단위만이 단독중합체에서 검출 가능하다.

[0129] 본 발명의 하나의 바람직한 실시양태에서, 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질의 표면 처리는 디알릴디알킬 암모늄 염 단량체 기반의 단독중합체를 포함한다. 하나의 바람직한 실시양태에서, 디알릴디알킬 암모늄 염 단량체는 디알릴디메틸 암모늄 클로라이드이다.

[0130] 본 발명의 또 다른 바람직한 실시양태에서, 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질의 표면 처리는 아크릴산 단량체 기반의 단독중합체를 포함한다.

[0131] 본 발명의 의미에서, 산, 예를 들면, 아크릴산의 단량체 단위를 베이스로 하는 단독중합체인 양이온성 중합체는 단독중합체의 골격이 이러한 단량체 산 분자로부터 형성되지만 산기는  $-COOH$  또는  $-COO^-$ 의 형태로 단독중합체에 존재하지 않지만, 예를 들면, 알코올, 예를 들면, 에탄올에 의해 에스테르화되는 양이온성 단독중합체이다.

[0132] 양이온성 중합체가 공중합체인 경우, 공중합체가 적합한 공단량체와 공중합될 수 있는 단량체를 포함한다는 것이 인식된다. 바람직하게는, 본 발명에 따른 공중합체인 양이온성 중합체는 디알릴디알킬 암모늄 염 및 메타크릴산으로부터 선택된 단량체 단위, 및 아크릴아미드, 메타크릴아미드, N,N-디메틸 아크릴아미드, 아크릴산, 메타크릴산, 비닐설폰산, 비닐 피롤리돈, 하이드록실 에틸 아크릴레이트, 스티렌, 메틸 메타크릴레이트, 비닐 아세테이트 및 이의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택된 공단량체 단위를 포함하고, 바람직하게는 이로 구성된다.

[0133] 예를 들면, 표면 처리된 미네랄 물질의 표면 처리는 제US 2009/0270543 A1호에 빗형 중합체로 기재된 바와 같은 양이온성 중합체를 포함할 수 있다.

[0134] 본 발명의 의미에서, 산, 예를 들면, 아크릴산의 단량체 단위를 포함하는 공중합체인 양이온성 중합체는 산기 중 일부가 공중합체에  $-COOH$  또는  $-COO^-$ 의 형태로 존재하지 않을 수 있지만 알코올, 예를 들면, 에탄올에 의해 에스테르화될 수 있는 양이온성 공중합체이다. 바람직한 실시양태에 따라, 산, 예를 들면, 아크릴산의 단량체 단위를 포함하는 공중합체는 공중합체의 모든 산기가, 예를 들면, 알코올, 예를 들면, 에탄올에 의해 에스테르화되는 양이온성 공중합체이다.

[0135] 하나의 바람직한 실시양태에서, 양이온성 중합체는 분자량 2,000 g/몰의 메톡시 폴리에틸렌 글리콜 메타크릴레이트 92 중량% 및 아크릴산 8 중량%로부터 제조되고 소다에 의해 적어도 부분적으로 중화된 공중합체이다. 추가의 바람직한 실시양태에서, 양이온성 중합체는 분자량 2,000 g/몰의 메톡시 폴리에틸렌 글리콜 메타크릴레이트 92 중량% 및 아크릴산 8 중량%로부터 제조되고 소다에 의해 완전히 중화된 공중합체이다.

[0136] 단독중합체 또는 공중합체의 단량체 및/또는 공단량체 단위가 디알릴디알킬 암모늄 염인 경우, 이들은 바람직하

계는 디알릴디메틸 암모늄 브로마이드, 디알릴디메틸 암모늄 클로라이드, 디알릴디메틸 암모늄 포스페이트, 디알릴디에틸 암모늄 설페이트, 디알릴디에틸 암모늄 브로마이드, 디알릴디에틸 암모늄 클로라이드, 디알릴디에틸 암모늄 포스페이트, 디알릴디에틸 암모늄 설페이트, 디알릴디프로필 암모늄 브로마이드, 디알릴디프로필 암모늄 클로라이드, 디알릴디프로필 암모늄 포스페이트 및 디알릴디프로필 암모늄 설페이트로 이루어진 군으로부터 선택된다. 하나의 바람직한 실시양태에서, 디알릴디알킬 암모늄 염 단량체는 디알릴디메틸 암모늄 클로라이드 단량체이다.

- [0137] 특히 바람직한 실시양태에서, 양이온성 중합체는 디알릴디메틸 암모늄 클로라이드(폴리DADMAC) 기반의 단독중합체이다.
- [0138] 단독중합체 또는 공중합체의 단량체 및/또는 공단량체 단위가 4차 아민인 경우, 이들은 바람직하게는 에피클로르하이드린 반응 생성물, 예를 들면, 폴리아민 에피클로르하이드린이다.
- [0139] 단독중합체 또는 공중합체의 단량체 및/또는 공단량체 단위가 4차 이민인 경우, 이들은 바람직하게는 폴리에틸렌이민이다.
- [0140] 하나의 바람직한 실시양태에서, 본 발명의 양이온성 중합체는 디알릴디알킬 암모늄 염 및 메타크릴산, 및 아크릴아미드로부터 선택된 단량체 단위 또는 공단량체 단위로서 아크릴산을 포함하는 공중합체이다.
- [0141] 예를 들면, 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질의 표면 처리는 1종 이상의 양이온성 중합체의 공중합체를 포함하고, 여기서 단량체 및 공단량체 단위는 오직 디알릴디알킬 암모늄 염 및 아크릴아미드로부터만 유래될 수 있다. 하나의 바람직한 실시양태에서, 본 발명의 공중합체인 양이온성 중합체는 오직 디알릴디메틸 암모늄 클로라이드 및 아크릴아미드로부터만 유래될 수 있는 단량체 및 공단량체 단위를 포함한다. 대안적으로, 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질의 표면 처리는 1종 이상의 양이온성 중합체의 공중합체를 포함하고, 여기서 단량체 및 공단량체 단위는 오직 메타크릴산 및 아크릴산으로부터 유래될 수 있다.
- [0142] 추가로 또는 대안적으로, 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질의 표면 처리는 1종 이상의 양이온성 중합체의 공중합체를 포함하고, 여기서 단량체 및 공단량체 단위는 오직 아크릴산 및 아크릴아미드로부터 유래될 수 있다.
- [0143] 추가로, 공중합체는 바람직하게는 2.0 중량% 초과, 더욱 바람직하게는 5 중량% 초과, 더욱 바람직하게는 7.5 중량% 초과의 공단량체 함량을 갖는다는 것이 인식된다. 예를 들면, 공중합체는 바람직하게는 2 중량% 내지 80 중량% 범위, 더욱 바람직하게는 5 중량% 내지 60 중량% 범위, 가장 바람직하게는 7.5 중량% 내지 40 중량% 범위의 공단량체 함량을 갖는다. 중량 퍼센트는 공중합체의 총 중량을 기준으로 한다.
- [0144] 하나의 바람직한 실시양태에서, 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질의 표면 처리는 공중합체를 포함하고, 여기서 단량체 단위와 공단량체 단위의 몰비는 5:1 내지 1:5, 더욱 바람직하게는 4:1 내지 1:4, 더더욱 바람직하게는 3:1 내지 1:3 가장 바람직하게는 3:1 내지 1:1이다.
- [0145] 하나의 바람직한 실시양태에서, 양이온성 중합체는 2종 이상의 양이온성 중합체의 혼합물을 포함한다. 바람직하게는, 양이온성 중합체가 2종 이상의 양이온성 중합체의 혼합물을 포함하는 경우, 하나의 양이온성 중합체는 디알릴디메틸 암모늄 클로라이드 기반의 단독중합체이다. 대안적으로, 양이온성 중합체가 2종 이상의 양이온성 중합체의 혼합물을 포함하는 경우, 하나의 양이온성 중합체는 아크릴산 기반의 단독중합체이다.
- [0146] 추가의 바람직한 실시양태에서, 양이온성 중합체는 2종의 양이온성 중합체의 혼합물을 포함하고, 여기서 하나의 양이온성 중합체는 디알릴디메틸 암모늄 클로라이드 기반의 단독중합체이고, 다른 하나는 아크릴산 기반의 단독중합체, 디알릴디메틸 암모늄 클로라이드 및 아크릴아미드 기반의 공중합체 및 메타크릴산 및 아크릴산 기반의 공중합체로 이루어진 군으로부터 선택된다. 대안적으로, 양이온성 중합체가 2종의 양이온성 중합체의 혼합물을 포함하는 경우, 하나의 양이온성 중합체는 아크릴산 기반의 단독중합체이고, 다른 하나는 디알릴디메틸 암모늄 클로라이드 기반의 단독중합체, 디알릴디메틸 암모늄 클로라이드 및 아크릴아미드 기반의 공중합체 및 메타크릴산 및 아크릴산 기반의 공중합체로 이루어진 군으로부터 선택된다.
- [0147] 양이온성 중합체가 2종의 양이온성 중합체의 혼합물을 포함하는 경우, 디알릴디메틸 암모늄 클로라이드 기반의 단독중합체와 제2 양이온성 중합체의 몰비는 99:1 내지 1:99, 더욱 바람직하게는 50:1 내지 1:50, 더더욱 바람직하게는 25:1 내지 1:25, 가장 바람직하게는 10:1 내지 1:10이다. 본 발명의 하나의 특히 바람직한 실시양태에서, 디알릴디메틸 암모늄 클로라이드 기반의 단독중합체와 제2 양이온성 중합체의 몰비는 90:1 내지 1:1, 더욱 바람직하게는 90:1 내지 10:1 가장 바람직하게는 90:1 내지 50:1이다.
- [0148] 또 다른 바람직한 실시양태에서, 아크릴산 기반의 단독중합체와 제2 양이온성 중합체의 몰비는 99:1 내지 1:99,

더욱 바람직하게는 50:1 내지 1:50, 더더욱 바람직하게는 25:1 내지 1:25, 가장 바람직하게는 10:1 내지 1:10이다. 본 발명의 하나의 특히 바람직한 실시양태에서, 아크릴산 기반의 단독중합체와 제2 양이온성 중합체의 몰비는 90:1 내지 1:1, 더욱 바람직하게는 90:1 내지 10:1 가장 바람직하게는 90:1 내지 50:1이다.

[0149] 1종 이상의 1가, 2가 또는 3가 양이온은 1, 2 또는 3개의 양전하를 포함하는 임의의 양이온일 수 있다. 양이온은 무기 또는 유기일 수 있지만 바람직하게는 무기이다. 본 발명의 바람직한 실시양태에 따라, 1가, 2가 또는 3가 양이온은  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  및 이의 혼합물로부터 선택된다.

[0150] 본 발명의 하나의 실시양태에 따라, 미네랄 물질의 접근 가능한 표면적의 0.1% 이상, 바람직하게는 0.2% 내지 50%, 더욱 바람직하게는 0.5% 내지 30%, 더더욱 바람직하게는 0.7% 내지 20%, 가장 바람직하게는 1.0% 내지 10%는 양이온 전하를 미네랄 물질에 제공하는 1종 이상의 물질로 표면 처리된다.

[0151] 본 발명의 하나의 실시양태에 따라, 미네랄 물질의 접근 가능한 표면적의 0.1% 이상, 바람직하게는 0.2% 내지 50%, 더욱 바람직하게는 0.5% 내지 30%, 더더욱 바람직하게는 0.7% 내지 20%, 가장 바람직하게는 1.0% 내지 10%은 1종 이상의 양이온성 중합체로 표면 처리된다.

[0152] 본 발명의 하나의 실시양태에 따라, 미네랄 물질의 접근 가능한 표면적의 0.1% 이상, 바람직하게는 0.2% 내지 50%, 더욱 바람직하게는 0.5% 내지 30%, 더더욱 바람직하게는 0.7% 내지 20%, 가장 바람직하게는 1.0% 내지 10%는 1종 이상의 1가, 2가 또는 3가 양이온으로 표면 처리된다.

[0153] 하나의 실시양태에 따라, 표면 처리는 단지 1종 이상의 양이온성 중합체로 구성되고, 예를 들면, 표면 처리는 단지 폴리DADMAC로 구성된다. 표면 처리가 단지 1종 이상의 양이온성 중합체로 구성되는 경우, 미네랄 물질의 접근 가능한 표면적의 0.1% 이상, 바람직하게는 0.2% 내지 50%, 더욱 바람직하게는 0.5% 내지 30%, 더더욱 바람직하게는 0.7% 내지 20%, 가장 바람직하게는 1.0% 내지 10%는 폴리DADMAC로 표면 처리된다.

[0154] 하나의 실시양태에 따라, 표면 처리는 단지 1가, 2가 또는 3가 양이온으로 구성되고, 예를 들면, 표면 처리는 단지  $Fe^{3+}$ -이온으로 구성된다. 표면 처리가 단지 1가, 2가 또는 3가 양이온으로 구성되는 경우, 미네랄 물질의 접근 가능한 표면적의 0.1% 이상, 바람직하게는 0.2% 내지 50%, 더욱 바람직하게는 0.5% 내지 30%, 더더욱 바람직하게는 0.7% 내지 20%, 가장 바람직하게는 1.0% 내지 10%는  $Fe^{3+}$ -이온으로 표면 처리된다.

[0155] 하나의 실시양태에 따라, 표면 처리는 단지 1종 이상의 양이온성 중합체 및 1가, 2가 또는 3가 양이온으로 구성되고, 예를 들면, 표면 처리는 단지 폴리DADMAC 및  $Fe^{3+}$ -이온으로 구성된다.

[0156] 하나의 바람직한 실시양태에서, 1종 이상의 양이온성 중합체는 물의 50 g/100 mL 초과, 바람직하게는 물의 75 g/100 mL 초과, 더더욱 바람직하게는 물의 100 g/100 mL 초과, 가장 바람직하게는 물의 150 g/100 mL 초과의 수용해도를 갖는다. 하나의 특히 바람직한 실시양태에서, 1종 이상의 양이온성 중합체는 물 중에 용이하게 용해될 수 있다.

[0157] 하나의 바람직한 실시양태에서, 1가, 2가 또는 3가 양이온은 물의 50 g/100 mL 초과, 바람직하게는 물의 75 g/100 mL 초과, 더더욱 바람직하게는 물의 100 g/100 mL 초과, 가장 바람직하게는 물의 150 g/100 mL 초과의 수용해도를 갖는다. 하나의 특히 바람직한 실시양태에서, 1가, 2가 또는 3가 양이온은 물 중에 용이하게 용해될 수 있다.

[0158] 바람직하게는, 본 발명의 방법에서 사용되는 표면 처리된 미네랄 물질은 처리되는 슬러지 및/또는 침전물과 접촉하기 전에, 바람직하게는 슬러리 형태의 미네랄 물질과 바람직하게는 혼탁액 형태의 양이온 전하를 미네랄 물질에 제공하는 물질을 혼합하여 제조한다. 혼합은 당해 분야의 숙련가에게 공지된 임의의 통상적인 수단에 의해 달성될 수 있다.

[0159] 표면 처리된 미네랄 물질은 바람직하게는 입자성 물질의 형태이고, 오염된 물의 처리에 포함된 물질(들)을 위하여 통상적으로 사용되는 바와 같은 입자 크기 분포를 가질 수 있다. 표면 처리된 미네랄 물질은 표준 방법 ISO 787/11에 따라 측정된, 0.05 g/mL 내지 0.80 g/mL, 바람직하게는 0.07 g/mL 내지 0.60 g/mL, 더욱 바람직하게는 0.08 g/mL 내지 0.40 g/mL, 가장 바람직하게는 0.10 g/mL 내지 0.20 g/mL의 건조 분말의 텩 벌크 밀도를 가질 수 있다.

[0160] 표면 처리된 미네랄 물질 입자는 1.0  $\mu$ m 내지 300  $\mu$ m, 바람직하게는 1  $\mu$ m 내지 200  $\mu$ m, 더욱 바람직하게는 2  $\mu$ m 내지 50  $\mu$ m, 더더욱 바람직하게는 3  $\mu$ m 내지 30  $\mu$ m, 가장 바람직하게는 4  $\mu$ m 내지 25  $\mu$ m의 중량 중앙 입자 직경

$d_{50}$  값을 가질 수 있다.

[0161] 표면 처리된 미네랄 물질 입자는 500  $\mu\text{m}$  미만, 바람직하게는 300  $\mu\text{m}$  미만, 더욱 바람직하게는 200  $\mu\text{m}$  미만, 더 더욱 바람직하게는 50  $\mu\text{m}$  미만, 가장 바람직하게는 30  $\mu\text{m}$  미만의  $d_{98}$ 를 가질 수 있다.

[0162] 표면 처리된 미네랄 물질 입자는 1 내지 800  $\text{m}^2/\text{g}$ , 더욱 바람직하게는 20 내지 500  $\text{m}^2/\text{g}$ , 더더욱 바람직하게는 30 내지 300  $\text{m}^2/\text{g}$  가장 바람직하게는 30 내지 150  $\text{m}^2/\text{g}$ 의 비표면적을 가질 수 있다.

[0163] 하나의 바람직한 실시양태에서, 표면 처리된 미네랄 물질은 폴리DADMAC로 표면 처리된 하이드로마그네사이트이다. 표면 처리된 미네랄 물질은 표준 방법 ISO 787/11에 따라 측정된, 0.05 g/mL 내지 0.80 g/mL의 건조 분말의 템 벌크 밀도, 0.1  $\mu\text{m}$  내지 50  $\mu\text{m}$ 의 중량 중앙 입자 직경  $d_{50}$  값, 및 1  $\text{m}^2/\text{g}$  내지 250  $\text{m}^2/\text{g}$  범위의 비표면적을 가질 수 있다. 바람직하게는, 폴리DADMAC로 표면 처리된 하이드로마그네사이트 입자는 0.10 g/mL 내지 0.20 g/mL의 건조 분말의 템 벌크 밀도, 6  $\mu\text{m}$  내지 40  $\mu\text{m}$ 의 중량 중앙 입자 직경  $d_{50}$  값, 및 30  $\text{m}^2/\text{g}$  내지 100  $\text{m}^2/\text{g}$  범위의 비표면적을 갖는다. 예를 들면, 폴리DADMAC로 표면 처리된 하이드로마그네사이트 입자는 0.15 g/mL의 건조 분말의 템 벌크 밀도, 8.4  $\mu\text{m}$ 의 중량 중앙 입자 직경  $d_{50}$  값, 및 57  $\text{m}^2/\text{g}$ 의 코팅 전의 비표면적을 갖는다.

[0164] 또 다른 바람직한 실시양태에 따라, 표면 처리된 미네랄 물질은 폴리DADMAC로 표면 처리된 제올라이트, 바람직하게는 클리노프틸로라이트이다. 표면 처리된 미네랄 물질은 표준 방법 ISO 787/11에 따라 측정된, 0.05 g/mL 내지 0.80 g/mL<sup>3</sup>의 건조 분말의 템 벌크 밀도, 0.1  $\mu\text{m}$  내지 50  $\mu\text{m}$ 의 중량 중앙 입자 직경  $d_{50}$  값, 및 1  $\text{m}^2/\text{g}$  내지 250  $\text{m}^2/\text{g}$  범위의 비표면적을 가질 수 있다. 바람직하게는, 폴리DADMAC로 표면 처리된 제올라이트 입자는 0.07 g/mL 내지 0.60 g/mL의 건조 분말의 템 벌크 밀도, 6  $\mu\text{m}$  내지 40  $\mu\text{m}$ 의 중량 중앙 입자 직경  $d_{50}$  값, 및 30  $\text{m}^2/\text{g}$  내지 300  $\text{m}^2/\text{g}$  범위의 비표면적을 갖는다. 예를 들면, 폴리DADMAC로 표면 처리된 제올라이트 입자는 0.41 g/mL의 건조 분말의 템 벌크 밀도, 12  $\mu\text{m}$ 의 중량 중앙 입자 직경  $d_{50}$  값, 및 30  $\text{m}^2/\text{g}$  내지 300  $\text{m}^2/\text{g}$ 의 코팅 전의 비표면적을 갖는다.

[0165] 또 다른 바람직한 실시양태에 따라, 표면 처리된 미네랄 물질은 염화철(III)로 표면 처리된 제올라이트, 바람직하게는 클리노프틸로라이트이다. 표면 처리된 미네랄 물질은 표준 방법 ISO 787/11에 따라 측정된, 0.05 g/mL 내지 0.80 g/mL의 건조 분말의 템 벌크 밀도, 0.1  $\mu\text{m}$  내지 50  $\mu\text{m}$ 의 중량 중앙 입자 직경  $d_{50}$  값, 및 1  $\text{m}^2/\text{g}$  내지 250  $\text{m}^2/\text{g}$  범위의 비표면적을 가질 수 있다. 바람직하게는, 염화철(III)로 표면 처리된 제올라이트 입자는 0.07 g/mL 내지 0.60 g/mL의 건조 분말의 템 벌크 밀도, 6  $\mu\text{m}$  내지 40  $\mu\text{m}$ 의 중량 중앙 입자 직경  $d_{50}$  값, 및 30  $\text{m}^2/\text{g}$  내지 300  $\text{m}^2/\text{g}$  범위의 비표면적을 갖는다. 예를 들면, 염화철(III)로 표면 처리된 제올라이트 입자는 0.41 g/mL의 건조 분말의 템 벌크 밀도, 12  $\mu\text{m}$ 의 중량 중앙 입자 직경  $d_{50}$  값, 및 30  $\text{m}^2/\text{g}$  내지 300  $\text{m}^2/\text{g}$ 의 코팅 전의 비표면적을 갖는다.

[0166] 본 발명의 방법에서 사용되는 표면 처리된 미네랄 물질은 임의의 적절한 형태, 예를 들면, 과립 및/또는 분말 형태 또는 케이크 형태로 존재할 수 있다. 예를 들면, 본 발명에서 사용되는 표면 처리된 미네랄 물질은 분말 형태 및/또는 과립 형태이다. 바람직한 실시양태에 따라, 본 발명의 방법에 사용되는 표면 처리된 미네랄 물질은, 예를 들면, 이송 스크류로 측정될 수 있는 슬러리 또는 페이스트 형태의 수성 혼탁액으로 존재할 수 있다. 표면 처리 후, 슬러리는 추가의 정제 없이 직접적으로 사용될 수 있다.

[0167] 본 발명의 하나의 실시양태에 따라, 분산제가 표면 처리된 미네랄 물질에 첨가된다. 분산제는 숙련가에게 공지된 임의의 분산제일 수 있다. 예를 들면, 분산제는 음이온성으로 하전된 "빗형 중합체"일 수 있다. 용어 "음이온성으로 하전된 빗형 중합체"는 이에 탄산기 및/또는 다른 산기가 유리 산 또는 이의 염의 형태로 부착된, 즉, 카복실레이트 이온의 형태인, 또한 골격으로도 지칭되는 주체, 뿐만 아니라 임의로 탄화수소 쇄로 말단 캡핑된, 폴리알킬렌 산화물을 포함하는 측쇄로부터 형성되는 빗 형상의 중합체를 지칭한다. 폴리알킬렌 산화물 측쇄는 에스테르 결합, 아미드 결합, 또는 에테르 결합을 통해 주체에 결합될 수 있다. 탄산기 및 폴리알킬렌 산화물 측쇄 이외에, 추가의 작용기 또는 비작용기, 예를 들면, 양성으로 하전된 작용기, 예를 들면, 4차 암모늄기가

주소에 결합될 수 있다. 가능한 분산제는 제US 2009/0199741 A1호, 제US 6,387,176 B1호, 제EP 1136508 A1호, 제EP 1138697 A1호, 제EP 1189955 A1호, 제EP 0736553 A1호 및 제EP 2 641 941 A1호에 개시된다. 본 발명에서 사용될 수 있는 음이온성으로 하전된 빗형 중합체의 예는 BASF(독일 트로스트베르크 소재)로부터 이용 가능한 MELFLUX® 또는 멜퍼스(MelPers)® 시리즈, 예를 들면, 멜퍼스® 2450, 코아텍스 엘엘씨(Coatex, LLC)(미국 사우스캐롤라이나주 체스터 소재)로부터 이용 가능한 ETHACRYL® M 분산제, 또는 카오 스페셜티스 아메리칸스 엘엘씨(Kao Specialties Americas, LLC)(노스캐롤라이나주 하이 포인트 소재)로부터 이용 가능한 MIGHTY EG® 분산제의 중합체이다. 본 발명의 예시화된 실시양태에서, 코아텍스로부터 이용 가능한 ETHACRYL® M 분산제가 분산제로서 첨가된다. 분산제는 미네랄 물질 또는 표면 처리된 미네랄 물질에 미네랄 물질 또는 표면 처리된 미네랄 물질의 건조 중량을 기준으로 0.01 중량% 내지 10 중량%의 양으로, 바람직하게는 미네랄 물질 또는 표면 처리된 미네랄 물질의 건조 중량을 기준으로 0.1 중량% 내지 5 중량%의 양, 가장 바람직하게는 1 중량% 내지 3 중량%의 양으로 첨가될 수 있다. 예를 들면, 분산제는 미네랄 물질에 미네랄 물질의 건조 중량을 기준으로 1.8 중량%의 양으로 첨가된다.

[0168] 본 발명의 의미에서 "슬러리" 또는 "현탁액"은 용해되지 않은 고체, 즉, 표면 처리된 미네랄 물질 및 물 및 임의로 추가의 첨가제를 포함한다. 예를 들면, 현탁액은 표면 처리된 미네랄 물질, 물 및 추가의 분산제, 예를 들면, 폴리아크릴레이트를 함유할 수 있다. 본 발명의 또 다른 바람직한 실시양태에서, 현탁액은 추가의 분산제, 예를 들면, 폴리아크릴레이트를 함유하지 않는다. 현탁액은 일반적으로 다량의 고체를 함유하고, 이로부터 이들이 형성되는 액체보다 더 점성이 있고 일반적으로 더 높은 밀도를 갖는다. 일반적인 용어 "분산액"은 그 중에서도 분산액의 특정한 유형으로서 "현탁액" 또는 "슬러리"를 포괄하는 것으로 당해 분야에서 받아들여진다.

[0169] 하나의 바람직한 실시양태에서, 본 발명의 방법에서 사용되는 표면 처리된 미네랄 물질은 슬러리의 총 중량을 기준으로 1 중량% 내지 80 중량%, 더욱 바람직하게는 3 중량% 내지 60 중량%, 더더욱 바람직하게는 5 중량% 내지 40 중량%, 가장 바람직하게는 8 중량% 내지 20 중량% 범위의 표면 처리된 미네랄 물질의 함량을 갖도록 물 중에 현탁된다. 예를 들면, 본 발명의 방법에서 사용되는 표면 처리된 미네랄 물질은 슬러리가 10 중량%의 표면 처리된 미네랄 물질의 함량을 갖도록 물 중에 현탁된다.

[0170] 단계 c) 슬러지 및/또는 침전물과 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질의 접촉

[0171] 본 발명의 단계 c)에 따라, 표면 처리된 미네랄 물질과 불순물의 복합 재료를 얻기 위해, 단계 a)에서 제공된 탈수되는 슬러지 및/또는 침전물을 단계 b)의 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질과 접촉시킨다.

[0172] 일반적으로, 탈수되는 슬러지 및/또는 침전물 및 표면 처리된 미네랄 물질을 당해 분야의 숙련가에게 공지된 임의의 통상적인 수단을 사용하여 접촉시킬 수 있다.

[0173] 예를 들면, 탈수되는 슬러지 및/또는 침전물을 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질과 접촉시키는 단계는 바람직하게는 슬러지 및/또는 침전물의 표면이 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질로 적어도 부분적으로 커버링되도록 수행되고, 여기서 표면 처리 전의 미네랄 물질은 표준 방법 ISO 787/11에 따라 측정된, 0.05 g/mL 내지 0.80 g/mL의 건조 분말의 텁 벌크 밀도를 갖고, 미네랄 물질은 양이온 전하를 미네랄 물질에 제공하는 물질로 표면 처리된다. 추가로 또는 대안적으로, 탈수되는 슬러지 및/또는 침전물을 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질과 접촉시키는 단계는 바람직하게는 단계 a)의 오염된 슬러지 및/또는 침전물이 단계 b)의 표면 처리된 미네랄 물질과 혼합되도록 수행된다. 당해 분야의 숙련가는 필요 및 이용 가능한 장치에 따라 혼합 조건(예를 들면, 혼합 속도의 구성)을 개조할 것이다.

[0174] 바람직하게는, 표면 처리된 미네랄 물질은 처리되는 슬러지 및/또는 침전물 중에, 예를 들면, 교반 수단에 의해 현탁된다.

[0175] 탈수되는 슬러지 및/또는 침전물과 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질의 접촉을 수행하는 처리 시간은 수초 내지 수분 범위의 기간 동안, 예를 들면, 20초 이상, 바람직하게는 30초 이상, 더욱 바람직하게는 60초 이상, 가장 바람직하게는 120초 이상의 기간 동안 수행된다. 일반적으로, 처리되는 슬러지 및/또는 침전물과 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질의 접촉 길이는 슬러지 및/또는 침전물 오염의 정도 및 처리되는 특정한 슬러지 및/또는 침전물에 의해 결정된다.

[0176] 본 발명의 방법에 따른 표면 처리된 미네랄 물질의 양은 처리되는 슬러지 및/또는 침전물 중에 충분하도록, 즉, 오염된 슬러지 및/또는 침전물 중에 존재하는 1종 이상의 무기 불순물에 대하여 효율적인 결합 활성을 제공하기에 충분히 높지만 동시에 결합되지 않은 표면 처리된 미네랄 물질의 유의미하지 않은 양이 처리되는 물 및/또는 슬러지 및/또는 침전물에서 관찰될 만큼 낮도록 선택된다는 것이 이해된다.

- [0177] 표면 처리된 미네랄 물질의 양은 처리되는 슬러지 및/또는 침전물의 유형 뿐만 아니라 불순물의 유형 및 양에 따라 좌우된다. 바람직하게는, 처리되는 물 및/또는 슬러지 및/또는 침전물의 총 중량을 기준으로 10 ppm 내지 1 중량%, 더욱 바람직하게는 100 ppm 내지 0.2 중량%, 가장 바람직하게는 100 ppm 내지 1000 ppm 양의 표면 처리된 미네랄 물질이 첨가된다.
- [0178] 표면 처리된 미네랄 물질은 수성 혼탁액, 예를 들면, 상기 기재된 혼탁액으로서 첨가될 수 있다. 대안적으로, 이는 탈수되는 슬러지 및/또는 침전물에 임의의 적절한 고체 형태, 예를 들면, 과립 또는 분말 형태 또는 케이크 형태로 첨가될 수 있다.
- [0179] 단계 d) 단계 c)의 복합 재료를 포함하는 슬러지 및/또는 침전물로부터의 물의 제거
- [0180] 본 발명의 단계 d)에 따라, 물을 단계 c)의 복합 재료를 포함하는 슬러지 및/또는 침전물로부터 제거한다.
- [0181] 본 발명의 하나의 실시양태에 따라, 단계 d)는 여과, 침전 및/또는 원심분리, 바람직하게는 여과에 의해 수행된다.
- [0182] 접촉/응집이 완료된 후, 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질과 불순물의 응집된 복합 재료는 당해 분야의 숙련가에게 공지된 통상적인 분리 수단, 예를 들면, 여과, 침전 및/또는 원심분리, 바람직하게는 여과에 의해 제거될 수 있다.
- [0183] 예를 들면, 여과는 여과지, 예를 들면, 12 내지 25  $\mu\text{m}$ 의 기공 크기를 갖는 와트만(Whatman) 여과지 589/1(90 mm)로 수행될 수 있다. 여과는 25°C의 온도 및 정확히 100 kPa의 절대 압력을 의미하는 SATP 조건하에 수행될 수 있다. 대안적으로, 여과는, 예를 들면, 다이어프램 펌프 또는 워터 제트 진공 펌프에 의해 제공되는 진공하에 수행될 수 있다. 가능한 다이어프램 펌프는 2.4  $\text{m}^3/\text{시간}$ 의 흡입 용량의 바쿠브랜드 타입(Vacuubrand Type) MZ 2C로부터 이용 가능하다.
- [0184] 대안적으로, 여과는 대형 백에 의해 수행될 수 있다. 대형 백은 가요성 직물, 예를 들면, 두꺼운 직조된 폴리에틸렌 또는 폴리프로필렌으로 만들어진 산업 용기이다. 가능한 대형 백은, 예를 들면, 휴스커(Huesker)로부터 상업적으로 이용 가능한 200  $\mu\text{m}$ 의 메쉬 크기를 갖는 지오텍스타일(Geotextile) 백(SoilTain®, Typ PP 105/105 DW)이다. 백은 1 m 직경의 하우스 형태일 수 있고, 10 m 길이일 수 있으며, 이는 슬러지를 이러한 백으로 효율적으로 펌핑하는 산업적인 펌프를 필요로 할 것이다.
- [0185] 하나의 실시양태에 따라, 여과는 배치 또는 연속 방식으로 수행될 수 있다. 예를 들면, 혼탁액은 1회 이상, 예를 들면, 2회, 3회 또는 4회 여과될 수 있다. 혼탁액은 매회 새로운 필터로 여과되거나 매회 이미 여과된 복합 재료를 포함하는 동일한 필터로 여과될 수 있다. 대안적으로, 혼탁액은 1 내지 30 000초의 시간 기간 동안 연속 방식으로 여과될 수 있다. 예를 들면, 1 내지 5000초, 바람직하게는 60 내지 2500초, 가장 바람직하게는 600 내지 1000초의 시간 기간이다.
- [0186] 본 발명자들은 놀랍게도 본 발명에 따른 방법이 수성 슬러지 및/또는 침전물의 고형분 함량을 효과적으로 증가시킬 수 있다는 것을 발견하였다. 본 발명자들은 놀랍게도 이러한 혼탁액의 여과 동안 필터 및/또는 대형 백의 막힘 또는 응고가 감소되거나 방지되고, 따라서 얻어진 필터 케이크 중의 함수량이 비교적 낮아서 극적으로 감소된 연소에 대한 에너지 소비 및, 따라서 감소된 에너지 비용을 야기한다는 것을 발견하였다.
- [0187] 상이한 산업에서 유래되는 슬러지 및/또는 침전물, 예를 들면, 산업 폐수, 식수, 도시 폐수, 슬러지, 예를 들면, 항만 슬러지, 강 슬러지, 해안 슬러지 또는 소화 슬러지, 양조장 또는 다른 음료 산업으로부터의 폐수 또는 공정 용수, 제지 산업, 걸러, 페인트 또는 코팅 산업에서의 폐수 또는 공정 용수, 농업 폐수, 도축장 폐수, 피혁 산업 폐수 및 제혁 산업의 탈수에 대한 응용이 가능하다.
- [0188] 상기 정의된 바와 같은 수성 슬러지 및/또는 침전물의 고형분 함량의 증가에서 본 발명의 매우 우수한 결과를 고려하여, 본 발명의 추가의 양상은 슬러지 및/또는 침전물의 고형분 함량의 증가를 위한 표면 처리된 미네랄 물질의 용도이고, 여기서 표면 처리 전의 미네랄 물질은 표준 방법 ISO 787/11에 따라 측정된, 0.05 g/mL 내지 0.80 g/mL의 건조 분말의 텁 벌크 밀도를 갖고, 여기서 미네랄 물질은 양이온 전하를 미네랄 물질에 제공하는 물질로 표면 처리된다.
- [0189] 본 발명의 또 다른 양상에 따라, 본 발명에 따른 방법에 의해 얻을 수 있는 표면 처리된 미네랄 물질 및 불순물을 포함하는 복합 재료가 개시된다.
- [0190] 본 발명의 하나의 실시양태에 따라, 복합 재료는 슬러지 및/또는 침전물로부터의 여과 후 및 건조 전에 복합 재

료의 총 중량을 기준으로 90 중량% 미만, 바람직하게는 80 중량% 미만, 더욱 바람직하게는 60 중량% 미만, 더더욱 바람직하게는 50 중량% 미만, 가장 바람직하게는 30 중량% 미만의 함수량을 갖는다. 이러한 경우에 여과는 12 내지 25  $\mu\text{m}$ 의 기공 크기를 갖는 와트만 여과지 589/1(90 mm)로 수행된다. 여과는  $2.4 \text{ m}^3/\text{시간}$ 의 흡입 용량의 바쿠브랜드 타입 MZ 2C로부터의 다이어프램 펌프에 의해 제공된 진공하에 수행된다.

**[0191] 임의의 공정 단계:**

본 발명의 하나의 실시양태에서, 방법은 단계 a)의 탈수되는 슬러지 및/또는 침전물을 1종 이상의 중합체성 응집 보조제와 접촉시키는 단계 e)를 추가로 포함한다.

당해 분야에 공지된 임의의 중합체성 응집 보조제가 본 발명의 방법에서 사용될 수 있다. 바람직한 중합체성 응집 보조제의 예는 폴리아크릴아미드 또는 폴리아크릴레이트 기반의 다가전해질, 폴리(디알릴디메틸암모늄 클로라이드), 폴리에틸렌아민, 폴리아민 또는 이들의 혼합물, 및 천연 중합체, 예를 들면, 전분, 또는 개질된 탄수화물과 같은 천연 개질된 중합체를 포함한다.

바람직한 실시양태에서, 중합체성 응집 보조제는 폴리아크릴아미드가 아니다.

바람직하게는, 중합체성 응집 보조제는 100,000 g/몰 이상의 중량 평균 분자량을 갖는다. 바람직한 실시양태에서, 중합체성 응집 보조제는 100,000 내지 10,000,000 g/몰 범위, 바람직하게는 300,000 내지 5,000,000 g/몰 범위, 더욱 바람직하게는 300,000 내지 1,000,000 g/몰 범위, 가장 바람직하게는 300,000 내지 800,000 g/몰 범위의 중량 평균 분자량  $M_w$ 을 갖는다.

중합체성 응집 보조제는 이온성 또는 비이온성일 수 있다. 바람직하게는, 중합체성 응집 보조제는 이온성, 즉, 음이온성 중합체성 응집 보조제 또는 양이온성 중합체성 응집 보조제이다.

본 발명의 맥락에서, 용어 "양이온성"은 전체 양전하를 갖는 임의의 중합체를 지칭한다. 따라서, 전체 양전하를 제공하고 응집 보조제로서 이의 사용을 가능하게 하는 여전히 충분한 양이온성 단량체 단위가 존재하는 한, 일부 음이온성 단량체 단위의 존재는 배제되지 않는다. 추가로, 용어 "양이온성 중합체성 응집 보조제"는 또한 처리되는 물에 첨가시 양이온성이 되는 작용기, 예를 들면, 산성 물 중에서 암모늄기가 되는 아민기를 갖는 단량체 단위를 갖는 중합체를 포함한다.

용어 "음이온성"은 전체 음전하를 갖는 임의의 중합체를 지칭한다. 따라서 전체 음전하를 제공하고 응집 보조제로서 이의 사용을 가능하게 하는 여전히 충분한 음이온성 단량체 단위가 존재하는 한, 일부 양이온성 단량체 단위의 존재는 배제되지 않는다. 추가로, 용어 "음이온성 중합체성 응집 보조제"는 또한 처리되는 물에 첨가시 음이온성이 되는 작용기, 예를 들면, 살포산기와 같은 산기를 갖는 단량체 단위를 갖는 중합체를 포함한다.

본 발명의 바람직한 중합체성 응집 보조제는 폴리아크릴아미드이다. 당해 분야의 숙련가에 공지된 적절한 개질에 의해, 폴리아크릴아미드는 양이온성 중합체성 응집 보조제 뿐만 아니라 음이온성 중합체성 응집 보조제로서 사용될 수 있다.

바람직하게는, 폴리아크릴아미드는 50 몰% 이상, 더욱 바람직하게는 60 몰% 이상, 더더욱 바람직하게는 75 몰% 이상의 아크릴아미드로부터 유래된 단량체 단위를 함유한다.

음이온성 폴리아크릴아미드, 즉, 전체 음전하를 갖는 폴리아크릴아미드는 적절한 공단량체 단위, 예를 들면, (메트)아크릴산으로부터 유래된 것을 도입함으로써 수득될 수 있다.

양이온성 폴리아크릴아미드, 즉, 전체 양전하를 갖는 폴리아크릴아미드는 적절한 공단량체 단위, 예를 들면, 알킬 할로겐화물에 의해 4차화될 수 있는 아미노알킬(메트)아크릴레이트, 예를 들면, 디메틸아미노메틸(메트)아크릴레이트, 디메틸아미노에틸(메트)아크릴레이트, 디메틸아미노프로필(메트)아크릴레이트, 디에틸아미노메틸(메트)아크릴레이트, 디에틸아미노에틸(메트)아크릴레이트 또는 디에틸아미노프로필(메트)아크릴레이트로부터 유래된 것을 도입함으로써 수득될 수 있다.

또 다른 바람직한 실시양태에서, 폴리아크릴레이트는 본 발명의 방법에서 바람직한 중합체성 응집 보조제로서 사용된다. 바람직하게는, 폴리아크릴레이트는 양이온성 중합체성 응집 보조제로서 사용된다. 더욱 특히, 양이온성 중합체성 응집 보조제로서 사용되는 폴리아크릴레이트는 아크릴아미드를 함유하지 않는다. 예시화된 실시양태에서, 중합체성 응집 보조제는 상업적으로 이용 가능한 응집 보조제 네롤란(Nerolan) AG 580(네롤란 바쎄르테크니크 게엠베하(Nerolan Wassertechnik GmbH, 독일 소재)로부터 상업적으로 이용 가능함)로 구성된다. 네롤란

AG 580은 아크릴아미드를 함유하지 않는 폴리아크릴레이트를 대표한다.

[0204] 바람직하게는, 폴리아크릴레이트는 알킬 할로겐화물에 의해 4차화될 수 있는 아미노알킬(메트)아크릴레이트, 예를 들면, 디메틸아미노메틸(메트)아크릴레이트, 디메틸아미노에틸(메트)아크릴레이트, 디메틸아미노프로필(메트)아크릴레이트, 디에틸아미노메틸(메트)아크릴레이트, 디에틸아미노에틸(메트)아크릴레이트 또는 디에틸아미노프로필(메트)아크릴레이트로부터 유래된 50 몰% 이상, 더욱 바람직하게는 60 몰% 이상, 더더욱 바람직하게는 75 몰% 이상의 단량체 단위를 함유한다.

[0205] 대안적으로, 중합체성 응집 보조제는 제US 2009/0270543 A1호에 빗형 중합체로 기재된 바와 같은 중합체일 수 있다.

[0206] 하나의 바람직한 실시양태에서, 중합체성 응집 보조제는 분자량 2,000 g/몰의 메톡시 폴리에틸렌 글리콜 메타크릴레이트 92 중량% 및 아크릴산 8 중량%로부터 제조되고 소다에 의해 적어도 부분적으로 중화된 공중합체이다. 추가의 바람직한 실시양태에서, 중합체성 응집 보조제는 분자량 2,000 g/몰의 메톡시 폴리에틸렌 글리콜 메타크릴레이트 92 중량% 및 아크릴산 8 중량%으로부터 제조되고 소다에 의해 완전히 중화된 공중합체이다.

[0207] 본 발명의 하나의 실시양태에 따라, 접촉 단계 c)는 단계 b)의 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질 및 단계 e)의 1종 이상의 중합체성 응집 보조제를 단계 a)의 슬러지 및/또는 침전물에 95:5 내지 5:95, 더욱 바람직하게는 80:20 내지 20:80, 더더욱 바람직하게는 60:40 내지 40:60의 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질:1종 이상의 중합체성 응집 보조제의 중량비로 첨가함으로써 수행될 수 있다.

[0208] 탈수되는 슬러지 및/또는 침전물을 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질 및 중합체성 응집 보조제와 접촉시키는 단계는 바람직하게는 슬러지 및/또는 침전물의 표면이 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질 및 중합체성 응집 보조제로, 동시에 또는 개별적으로, 적어도 부분적으로 커버링되도록 수행된다. 추가로 또는 대안적으로, 탈수되는 슬러지 및/또는 침전물을 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질 및 중합체성 응집 보조제와 접촉시키는 단계는 바람직하게는 슬러지 및/또는 침전물이 표면 처리된 미네랄 물질 및 중합체성 응집 보조제와 동시에 또는 개별적으로 혼합되도록 수행된다. 숙련가는 그의 필요 및 이용 가능한 장치에 따라 혼합 조건(예를 들면, 혼합 속도의 구성)을 개조할 것이다.

[0209] 바람직하게는, 표면 처리된 미네랄 물질 및/또는 중합체성 응집 보조제는 처리되는 슬러지 및/또는 침전물 중에, 예를 들면, 교반 수단에 의해 혼탁된다.

[0210] 탈수되는 슬러지 및/또는 침전물과 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질 및 중합체성 응집 보조제의 접촉을 수행하는 처리 시간은 수초 내지 수분 범위의 기간, 예를 들면, 30초 이상, 바람직하게는 60초 이상, 더욱 바람직하게는 90초 이상, 가장 바람직하게는 180초 이상의 기간 동안 수행된다. 일반적으로, 처리되는 물 및/또는 슬러지 및/또는 침전물과 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질 및 중합체성 응집 보조제의 접촉 길이는 물 오염 정도 및 처리되는 특정한 물 및/또는 슬러지 및/또는 침전물에 의해 결정된다.

[0211] 본 발명의 바람직한 실시양태에서, 공정 단계 d)는 1회 이상 반복된다.

[0212] 본 발명의 방법에 따른 표면 처리된 미네랄 물질의 양은 처리되는 슬러지 및/또는 침전물 중에 충분하도록, 즉, 오염된 슬러지 및/또는 침전물 중에 존재하는 1종 이상의 무기 불순물에 대하여 효율적인 결합 활성을 제공하기에 충분히 높지만 동시에 결합되지 않은 표면 처리된 미네랄 물질의 유의미하지 않은 양이 처리되는 슬러지 및/또는 침전물에서 관찰될 만큼 낮도록 선택된다는 것이 이해된다.

[0213] 표면 처리된 미네랄 물질 및 중합체성 응집 보조제의 양은 처리되는 슬러지 및/또는 침전물의 유형 뿐만 아니라 불순물의 유형 및 양에 따라 좌우된다. 바람직하게는, 처리되는 물 및/또는 슬러지 및/또는 침전물의 총 중량을 기준으로 10 ppm 내지 1 중량%, 더욱 바람직하게는 100 ppm 내지 0.2 중량%, 가장 바람직하게는 100 ppm 내지 500 ppm의 양의 표면 처리된 미네랄 물질의 양이 첨가된다. 바람직하게는, 처리되는 물 및/또는 슬러지 및/또는 침전물의 총 중량을 기준으로 1 ppm 내지 1 중량%, 더욱 바람직하게는 5 ppm 내지 1000 ppm의 양의 중합체성 응집 보조제가 첨가된다.

[0214] 중합체성 응집 보조제는 수성 혼탁액 또는 용액으로서 첨가될 수 있다. 대안적으로, 이는 정제되는 물 및/또는 탈수되는 슬러지 및/또는 침전물에 임의의 적절한 고체 형태, 예를 들면, 분말 형태로 첨가될 수 있다.

[0215] 중합체성 응집 보조제가 표면 처리된 미네랄 물질을 포함하는 복합 재료를 사용하는 경우, 본 발명에 따른 방법에 의해 얻을 수 있는 중합체성 응집 보조제 및 불순물이 개시된다.

- [0216] 본 발명의 하나의 실시양태에서, 방법은 단계 d) 전에, 바람직하게는 단계 c) 후에 음이온성 중합체를 첨가하는 단계를 추가로 포함한다.
- [0217] 본 발명의 의미에서 용어 "음이온성 중합체"는 전체 음전하를 제공하는 임의의 중합체를 지칭한다. 따라서, 전체 음전하를 제공하는 여전히 충분한 음이온성 단량체 단위가 존재하는 한, 양이온성 단량체 단위의 존재는 배제되지 않는다. 탄산칼슘 포함 미네랄 물질에 결합되거나 이의 위에 코팅되는 경우, 전체 음전하를 제공하는 양 쪽성에 동일한 것이 적용된다.
- [0218] 이와 관련하여, 1종 이상의 음이온성 중합체는  $1 \mu\text{Eq/g}$ (음전하) 내지  $15000 \mu\text{Eq/g}$ (음전하) 범위의 전체 음전하 밀도를 갖는 임의의 음이온성 중합체로부터 선택될 수 있다. 바람직하게는, 1종 이상의 음이온성 중합체는  $1000 \mu\text{Eq/g}$ (음전하) 내지  $10000 \mu\text{Eq/g}$ (음전하) 범위, 가장 바람직하게는  $2000 \mu\text{Eq/g}$ (음전하) 내지  $8000 \mu\text{Eq/g}$ (음전하) 범위의 전체 음전하 밀도를 갖도록 선택된다.
- [0219] 본 발명의 하나의 실시양태에서, 1종 이상의 음이온성 중합체는  $50000 \text{ g/mol}$  이상, 바람직하게는  $50000 \text{ g/mol}$  내지  $1000000 \text{ g/mol}$  미만, 더욱 바람직하게는  $70000$  내지  $750000 \text{ g/mol}$ , 더욱 바람직하게는  $90000$  내지  $650000 \text{ g/mol}$ , 가장 바람직하게는  $100000$  내지  $300000 \text{ g/mol}$ 의 중량 평균 분자량  $M_w$ 를 갖는다.
- [0220] 본 발명의 하나의 실시양태에 따라, 음이온성 중합체는 단독중합체 및/또는 공중합체이다.
- [0221] 사용될 수 있는 음이온성 중합체는 제EP 0 441 037호 또는 비공개 출원 제EP 15 159 304호에 기재된다.
- [0222] 임의로, 추가의 첨가제는 처리되는 물 및/또는 슬러지 및/또는 침전물에 첨가될 수 있다. 이들은 pH 조절용 제제 및 통상적인 응집제, 예를 들면, 폴리염화알루미늄, 염화철 또는 황산알루미늄을 포함할 수 있다. 그러나, 바람직한 실시양태에서, 본 발명의 정수 공정 및/또는 슬러지 및/또는 침전물의 탈수 공정은 임의의 추가의 통상적인 무기 응집 보조제, 예를 들면, 폴리염화알루미늄, 염화철 또는 황산알루미늄을 사용하지 않는다.
- [0223] 표면 처리된 미네랄 물질, 중합체성 응집 보조제 및 이의 바람직한 실시양태의 정의와 관련하여, 본 발명의 방법의 기술적 세부사항을 논의하는 경우에 상기 제공된 설명을 참조한다.
- [0224] 하기 실시예는 본 발명을 추가로 설명할 수 있지만 본 발명을 예시화된 실시양태로 한정하는 것을 의미하지 않는다.
- [0225] **실시예**
- [0226] 본 발명의 범위 및 관심은 본 발명의 실시양태를 설명하는 것을 의도하는 하기 실시예를 기반으로 더 우수하게 이해될 것이다. 그러나, 어떠한 임의의 방식이든 청구항의 범위를 제한하는 것으로 해석되지 않는다.
- [0227] **측정 방법**
- [0228] 하기 측정 방법을 사용하여 실시예 및 청구항에 제공된 파라미터를 평가하였다.
- [0229] **ISO 787/11에 따른 미네랄 물질의 텁 벌크 밀도**
- [0230] 건조된 미네랄 물질 분말  $100 \text{ g} \pm 0.5 \text{ g}$ 을  $250 \text{ mL}$  유리 메스 실린더( $2 \text{ mL}$ 에서의 눈금선)로 파워 깔대기를 통해 흔들거나 체질한다. 샘플의 표면이 거의 평평해질 때까지 실린더를 부드럽게 텁핑한다. 그 다음, 실린더를 텁핑 부피계(줄팅 부피계 STAV II, 엥겔스만(Engelsmann))의 홀더에 놓고, 마지막 두 판독 사이의 차이가  $2 \text{ mL}$  미만이 될 때까지 1250회 스텝으로 텁핑한다. 최종 값은  $1 \text{ mL}$ 에 가장 가깝게 판독된다.
- [0231] 텁 밀도 [ $\text{g/mL}$ ]는 중량 측정된 샘플 [ $\text{g}$ ] / 텁핑된 부피 [ $\text{mL}$ ]로 평가한다.
- [0232] **입자성 물질의 입자 크기 분포(직경  $< X$ 인 질량% 입자) 및 중량 중앙 직경( $d_{50}$ )**
- [0233] 입자성 물질의 중량 중앙 입경 및 입경 질량 분포를 침전 공정, 즉, 중력장에서의 침전 행동의 분석을 통해 결정하였다. 측정은 세디그래프™ 5100으로 측정하였다.
- [0234] 공정 및 기구는 당해 분야의 숙련가에게 공지되어 있고 일반적으로 충전제 및 안료의 입자 크기를 결정하는데 사용된다. 측정은 0.1 중량%  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 의 수용액 중에서 수행하였다. 샘플은 고속 교반기 및 초음파를 사용하여 분산하였다.
- [0235] **물질의 BET 비표면적**
- [0236] BET 비표면적은 질소를 사용한 후,  $250^\circ\text{C}$ 에서 30분의 기간 동안 가열함으로써 샘플을 컨디셔닝하여 ISO 9277에

따른 BET 공정을 통해 측정하였다. 이러한 측정 전에, 샘플을 여과하고, 행구고, 110°C에서 오븐에서 12시간 이상 동안 건조시켰다.

[0237] **pH 측정**

물 샘플의 pH는 표준 pH 측정기를 사용하여 적절하게 25°C에서 측정한다.

[0239] **전하 밀도**

[0240] 중합체 및 표면 처리된 미네랄 물질의 전하 밀도는 입자 전하 검출기(PCD)로 측정하였다. 사용된 입자 전하 검출기는 PCD-03 또는 PCD-05이었고, 둘 다 측정 셀 유형 1(10 내지 30 ml)로 뮤텍(Mutek)으로부터 이용 가능하다.

[0241] 샘플의 전하 밀도의 측정은 셀 중의 샘플 뿐만 아니라 탈염수 10.0 g의 중량을 측정함으로써 수행하였다. 셀 내부의 전극은 액체로 커버링되어야 한다.

[0242] 피스톤을 측정 셀에 천천히 삽입하고 측정을 시작하였다.

[0243] 샘플을 폴리비닐설페이트 칼륨 용액 2.5 mmol/1로 적정하였다. 폴리비닐설페이트 칼륨 염 0.234 g을 부피측정 플라스크(500 ml)에 중량 측정해 넣고, 이를 약 250 ml의 탈이온수로 용해시킴으로써 용액을 제조하였다. 500  $\mu$ l의 포름알데히드 용액 37% 및 100  $\mu$ l의 벤질알코올 99%를 가하고, 용액을 탈이온수로 500 ml까지 채웠다.

[0244] 탈염수 10.0 g을 폴리-DADMAC 2.5 mmol/1 용액 1000 ml로 적정함으로써 2.5 mmol/1 폴리비닐설페이트 칼륨 용액을 위한 적정 용액 인자(f)를 측정하였다. 인자 f는 하기 식으로 계산하였다:

$$\text{인자}(f) = \text{부피 이론치}(ml)/\text{사용된 부피}(ml)$$

[0246] 적정된 샘플의 전하 밀도는 하기 식으로 계산하였다:

$$\text{전하 밀도} = \text{적정제 소비}(ml) * 2.5(\mu\text{mol}/ml) * \text{인자 } f/\text{건조 샘플의 샘플 중량}(g)$$

[0248] **현탁액 중의 물질의 중량 고체(중량%) 또는 고형분 함량**

[0249] 고체 물질의 중량을 수성 현탁액의 총 중량으로 나누어 고체의 중량을 측정한다. 본 발명의 의미에서 중량%으로 제공된 현탁액의 "고형분 함량"은 5 내지 20 g의 샘플 크기로 메틀러-톨레도로부터의 모이스처 애널라이저 HR73 을 사용하여 측정될 수 있다(T = 120°C, 자동 스위치 오프 3, 표준 건조).

[0250] **탁도**

[0251] 각각의 샘플에 있어서 탁도는 20분의 침강 기간 후 측정하였다. 탁도는 하치 레인지 2100AN IS 라보라토리 터비 디미터(Hach Lange 2100AN IS Laboratory Turbidimeter)로 측정하였고, 보정은 < 0.1, 20, 200, 1000, 4000 및 7500 NTU의 StabCal 탁도 표준(포르마진 표준)을 사용하여 수행하였다.

[0252] 표면 처리된 미네랄 물질의 제조

[0253]

미네랄 물질은 양이온성 코팅 물질로 코팅된다. 사용된 미네랄 물질은 하기 열거된다:

샘플 명칭	미네랄 물질	건조 분말의 벌크 밀도	중량 중앙 입자 직경 $d_{50}$
A	중질 탄산칼슘 GCC	1.3 g/cm <sup>3</sup>	5.0 $\mu\text{m}$
B	하이드로마그네사이트 (PHM)	0.15 g/cm <sup>3</sup>	8.4 $\mu\text{m}$
C	제올라이트(클리노프틸로라이트)	0.41 g/cm <sup>3</sup>	12 $\mu\text{m}$
D	표면 개질된 탄산칼슘 MCC	0.15 g/cm <sup>3</sup>	4.7 $\mu\text{m}$
E	하이드로마그네사이트 (PHM)	0.70 g/cm <sup>3</sup>	1.68 $\mu\text{m}$
F	제올라이트 X	0.66 g/cm <sup>3</sup>	3.57 $\mu\text{m}$
G	클리노프틸로라이트	0.68 g/cm <sup>3</sup>	2.06 $\mu\text{m}$
H	표면 개질된 탄산칼슘 MCC	0.62 g/cm <sup>3</sup>	1.84 $\mu\text{m}$
I	디아토마이트	0.72 g/cm <sup>3</sup>	2.60 $\mu\text{m}$

[0254]

사용된 양이온성 코팅 물질은 하기와 같다:

• BASF로부터 상업적으로 이용 가능한 카티오패스트 BP 리퀴드(Catiefast BP Liquid), 디알릴디메틸 암모늄 클로라이드(폴리DADMAC) 기반의 양이온성 단독중합체

• 시그마-알드리치(Sigma-Aldrich)로부터 상업적으로 이용 가능한 염화철(III), CAS 번호 7705-08-0

사용된 분산제는 코아텍스로부터 이용 가능한 ETHACRYL® M 분산제이다.

10 중량%의 고형분 함량을 갖는 미네랄 물질의 슬러리를 제공한다. 미네랄 물질을 1.8 중량% 분산제로 임의로 분산하고, 하기와 같이 양이온성 코팅 물질로 코팅한다:

• 미네랄 물질을 미네랄 물질의 총 중량을 기준으로 1.8 중량%의 양이온성 중합체로 코팅한다.

• 미네랄 물질을 염화철(III)로 코팅하고, 이로써 철 질량은 제올라이트의 건조 중량을 기준으로 10 중량%이다.

하기 표면 처리된 미네랄 물질이 얻어진다:

샘플 번호	미네랄 물질	분산제	양이온성 코팅 물질
실시예 1	A	예	카티오패스트 BP 리퀴드
실시예 2	B	예	카티오패스트 BP 리퀴드
실시예 3	C	예	염화철(III)
실시예 4	C	예	염화철(III) 및 카티오패스트 BP 리퀴드
실시예 5	D	예	카티오패스트 BP 리퀴드
실시예 6	E	예	카티오패스트 BP 리퀴드
실시예 7	F	예	카티오패스트 BP 리퀴드
실시예 8	G	예	카티오패스트 BP 리퀴드
실시예 9	H	예	카티오패스트 BP 리퀴드
실시예 10	I	예	카티오패스트 BP 리퀴드

[0263]

[0264] 탈수 시험

처리되는 침전물 샘플은 카르즈베일러(Garzweiler)에 의한 RWE 파워 아게(RWE Power AG)(독일 소재)로부터 입수 한다. 샘플링의 위치는 "샌드팡(Sandfang) LD10" 연못에서 발생한다. 제공된 샘플은 거의 흑색인 암갈색의 매우 미세하고 유성 농도이며 제공된 샘플의 총 중량을 기준으로 13.8 중량%의 총 고형분 함량을 갖는다. 제공된 침전물 샘플은 유기 침전물 샘플이다. 샘플을 500  $\mu\text{m}$  메쉬 위에서 혼합하고 체질한 후, 샘플의 총 중량을 기준으로 5 중량%의 총 고형분 함량으로 물로 희석함으로써 침전물 샘플을 균질화한다.

[0266] 실시예 A의 표면 처리된 미네랄 물질 샘플을 희석된 침전물 샘플에 가한다. 표면 처리된 미네랄 물질 20 kg을 슬러지 톤당(건조/건조) 가하고, 이는 희석된 침전물의 총 중량을 기준으로 표면 처리된 미네랄 물질의 1000 ppm을 나타낸다. 혼합물을 2분 동안 혼합한다.

[0267] 그 후, 처리된 침전물 샘플을 12 내지 25  $\mu\text{m}$ 의 기공 크기를 갖는 와트만 여과지 589/1(90 mm)로 뷔히너 깔대기 90 mm 상에서 여과한다. 여과는 표준 주위 조건하에 10분 동안 2.4  $\text{m}^3/\text{시간}$ 의 흡입 용량의 바쿠브랜드 타입 MZ 2C로부터의 다이어프램 펌프로 수행한다.

[0268] 필터 케이크를 제거하고, 오븐에서 70°C에서 정상 압력(100 kPa)하에 10시간 동안 건조시킨다. 필터 케이크를 메틀러 톨레도 분석용 저울로 건조 전후에 측정한다. 건조 전후의 질량을 기준으로 샘플의 고형분 함량을 계산 한다. 값은 하기 표에 열거된다. 추가로, 여과액의 탁도를 측정한다.

샘플 번호	미네랄 물질	필터 케이크의 고체 함량	여과액의 탁도
샘플 1	실시예 1	8.6 중량%	100 NTU
샘플 2	실시예 2	40.4 중량%	29 NTU
샘플 3	실시예 3	39.2 중량%	11 NTU
샘플 4	실시예 4	41.0 중량%	21 NTU
샘플 5	실시예 5	42.4 중량%	78 NTU
샘플 6	실시예 6	38.4 중량%	36 NTU
샘플 7	실시예 7	37.5 중량%	44 NTU
샘플 8	실시예 8	34.5 중량%	38 NTU
샘플 9	실시예 9	37.3 중량%	46 NTU
샘플 10	실시예 10	35.4 중량%	49 NTU

[0269] [0270] 이러한 데이터는 침전물 처리, 특히 수성 침전물의 고형분 함량의 증가가 본 발명의 방법에 의해 가능하다는 것을 보여준다. 샘플 2 내지 10에서 볼 수 있듯이, 1종 이상의 표면 처리된 미네랄 물질이 사용되고, 코팅 전의 미네랄 물질이 0.05 g/mL 내지 0.80 g/mL의, 건조 분말의 벌크 밀도를 갖고, 코팅 전의 미네랄 물질 입자가 0.1  $\mu\text{m}$  내지 50  $\mu\text{m}$ 의 중량 중앙 입자 직경  $d_{50}$  값을 갖고, 미네랄 물질이 양이온 전하를 제공하는 물질에 의해 커버링되는 본 발명에 따른 공정에 의해, 수성 침전물의 고형분 함량은 여과에 의해 증가되는 것이 가능하다. 추가로, 본 발명의 샘플(샘플 2 내지 10)의 고형분 함량은 비교 공정(샘플 1)의 고형분 함량보다 훨씬 높다는 것을 볼 수 있고, 여기서 사용된 표면 처리된 미네랄 물질은 1.3 g/mL의 텁 벌크 밀도 및 5.0  $\mu\text{m}$ 의 중량 중앙 입자 직경을 갖는 GCC이다. 샘플 1에서, 필터는 막히고, 따라서 대부분의 물은 필터를 통해 흐르지 못하고 필터 케이크 내에 그리고 깔대기 위에 머무른다. 따라서 필터 케이크의 고형분 함량은 상대적으로 낮다. 이와 대조적으로 샘플 2 내지 10의 필터 케이크는 막히지 않고, 따라서 다량의 물이 필터를 통해 흐른다. 따라서, 필터 케이크의 고형분 함량은 상대적으로 높다.

[0271] 추가로, 여과액의 탁도 값은 샘플 1(100 NTU)과 비교하여 샘플 2 내지 10(11 내지 78 NTU)에서 훨씬 낮다. 따라서, 본 발명의 공정의 여과 품질 및 효율은 비교 공정에 비하여 증가한다.