



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2018-0107179  
(43) 공개일자 2018년10월01일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
A01N 59/20 (2006.01) C03C 3/097 (2006.01)  
C03C 4/00 (2006.01) C08K 3/015 (2018.01)  
C08K 3/22 (2006.01) C08K 3/40 (2006.01)  
C09D 5/14 (2006.01) C09D 7/61 (2018.01)
- (52) CPC특허분류  
A01N 59/20 (2013.01)  
C03C 14/004 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-7024505
- (22) 출원일자(국제) 2017년01월26일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2018년08월24일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2017/015010
- (87) 국제공개번호 WO 2017/132302  
국제공개일자 2017년08월03일
- (30) 우선권주장  
62/288,735 2016년01월29일 미국(US)

- (71) 출원인  
코닝 인코포레이티드  
미국 뉴욕 (우편번호 14831) 코닝 원 리버프론트 플라자
- (72) 발명자  
라히리, 조이덱  
미국, 뉴욕 14830, 코닝, 스카이라인 드라이브 10702  
버리어, 플로랑스 크리스틴 모니크  
미국, 뉴욕 14830, 코닝, 어퍼 텔레반 235
- (74) 대리인  
청운특허법인

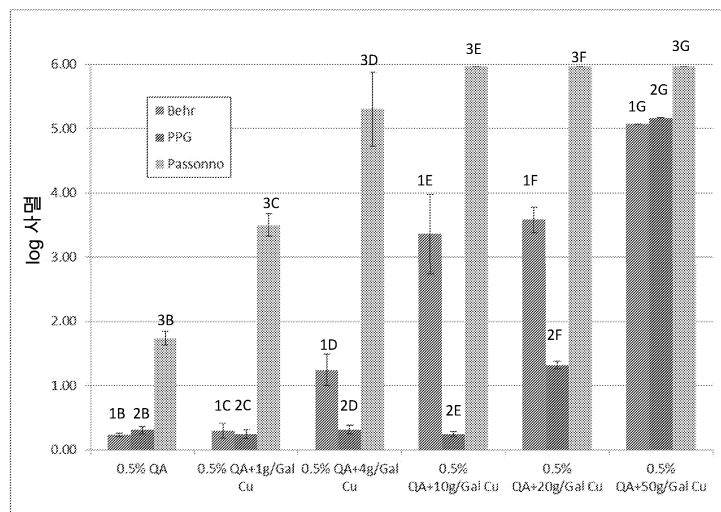
전체 청구항 수 : 총 32 항

(54) 발명의 명칭 개선된 항균 성능을 갖는 무색 물질

(57) 요약

본 개시의 관점은, 캐리어, 구리-함유 입자, 및 4차 암모늄을 포함하는, 무색 물질에 관한 것이다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 물질은, CIE L\*a\*b\* 시스템에서, 약 91 내지 약 100 범위의 L\* 값 및 약 7 미만의 C\* 값을 나타내며, 여기서, C\*는  $\sqrt{(a^2 + b^2)}$ 이다. 몇몇 구체 예에서, 상기 물질은 살균제 시험 조건으로서 구리 함금의 효능에 대한 EPA 시험 방법하에, 황색 포도상 구균 (*Staphylococcus aureus*)의 농도에서 3 초과 로그 감소를 나타낸다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*C03C 3/097* (2013.01)

*C03C 4/0035* (2013.01)

*C08K 3/015* (2018.01)

*C08K 3/22* (2013.01)

*C08K 3/40* (2013.01)

*C09D 5/14* (2013.01)

*C09D 7/61* (2018.01)

*C03C 2204/02* (2013.01)

*C03C 2214/04* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

캐리어;

구리-함유 입자; 및

4차 암모늄을 포함하는 물질로서,

여기서, 상기 캐리어는, CIE L\*a\*b\* 시스템에서, 약 91 내지 약 100 범위의 L\* 값, 및 약 7 미만의 C\* 값을 나타내며, 여기서 C\*는  $\sqrt{(a^*^2 + b^*^2)}$ 이며,

및

여기서, 상기 물질은 살균제 시험 조건으로서 구리 합금의 효능에 대한 EPA 시험 방법하에서, 황색 포도상 구균 (*Staphylococcus aureus*)의 농도에서 3 초과 로그 감소를 나타내는, 물질.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 구리-함유 입자는, 구리-함유 유리를 포함하는, 물질.

#### 청구항 3

청구항 1 또는 2에 있어서,

상기 구리-함유 입자는, 산화 제일구리를 포함하는, 물질.

#### 청구항 4

전술한 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 구리-함유 입자는, 캐리어의 겔론당 약 50g 이하의 양으로 존재하는, 물질.

#### 청구항 5

전술한 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 4차 암모늄은, 약 5 wt% 이하의 양으로 존재하는, 물질.

#### 청구항 6

전술한 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 캐리어는, 중합체, 단량체, 결합제 또는 용매를 포함하는, 물질.

#### 청구항 7

전술한 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 캐리어는 페인트를 포함하는, 물질.

#### 청구항 8

청구항 2-7중 어느 한 항에 있어서,

상기 구리-함유 유리는, 다수의  $\text{Cu}^{1+}$  이온을 포함하고, 및  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  및  $\text{R}_2\text{O}$  중 적어도 하나를 포함하는, 적동석상을 포함하는, 물질.

**청구항 9**

청구항 8에 있어서,  
상기 구리-함유 유리는, 40 mol% 초과인 SiO<sub>2</sub>를 포함하는 유리 상을 더욱 포함하는, 물질.

**청구항 10**

청구항 9에 있어서,  
상기 유리 상은 적동석 상을 초과하는 중량의 양으로 존재하는, 물질.

**청구항 11**

청구항 9 또는 10에 있어서,  
상기 적동석 상은 유리 상에 분산되어 있는, 물질.

**청구항 12**

청구항 9-11중 어느 한 항에 있어서,  
상기 적동석 상 및 유리 상 중 하나 또는 모두는, Cu<sup>1+</sup>를 포함하는, 물질.

**청구항 13**

청구항 8-12중 어느 한 항에 있어서,  
상기 적동석 상은, 약 5 micrometers (μm) 이하의 평균 주 치수를 갖는 결정을 포함하는, 물질.

**청구항 14**

청구항 8-13중 어느 한 항에 있어서,  
상기 적동석 상은, 물의 존재하에서 분해 가능하며, 침출되는, 물질.

**청구항 15**

청구항 2-14중 어느 한 항에 있어서,  
상기 구리-함유 유리는, 약 5 nanometers (nm) 미만의 깊이를 가지며, 다수의 구리 이온을 포함하는 표면 부분을 포함하고, 여기서, 상기 다수의 구리 이온의 적어도 75%는, Cu<sup>1+</sup>인, 물질.

**청구항 16**

청구항 15에 있어서,  
상기 다수의 구리 이온의 약 25% 미만은 Cu<sup>2+</sup>인, 물질.

**청구항 17**

청구항 2-16중 어느 한 항에 있어서, 상기 구리-함유 유리의 적동석 상은, 유리의 적어도 약 10 wt%를 포함하는, 물질.

**청구항 18**

캐리어;  
구리-함유 유리 입자; 및  
4차 암모늄을 포함하는 물질로서,  
여기서, 상기 물질이 층으로서 표면에 적용되고 및 10분 이상 동안 건조된 후에, 상기 층은, CIE L\*a\*b\* 시스템

에서, 약 91 내지 약 100 범위의  $L^*$  값, 및 약 7 미만의  $C^*$  값을 나타내며, 여기서,  $C^*$ 는  $\sqrt{(a^*^2 + b^*^2)}$ 이며,  
 및

여기서, 상기 물질은, 살균제 시험 조건으로서 구리 합금의 효능에 대한 EPA 시험 방법하에서, 황색 포도상 구균 (*Staphylococcus aureus*)의 농도에서 3 초과 로그 감소를 나타내는, 물질.

**청구항 19**

청구항 18에 있어서,

상기 구리-함유 유리 입자는, 캐리어의 겔론당 약 50g 이하의 양으로 존재하는, 물질.

**청구항 20**

청구항 18 또는 19에 있어서,

상기 4차 암모늄은 약 5 wt% 이하의 양으로 존재하는, 물질.

**청구항 21**

청구항 18-20중 어느 한 항에 있어서,

상기 캐리어는, 중합체, 단량체, 결합제 또는 용매를 포함하는, 물질.

**청구항 22**

청구항 18-21중 어느 한 항에 있어서,

상기 캐리어는 페인트를 포함하는, 물질.

**청구항 23**

청구항 18-22중 어느 한 항에 있어서,

상기 구리-함유 유리는, 다수의  $Cu^{1+}$  이온을 포함하고, 및  $B_2O_3$ ,  $P_2O_5$  및  $R_2O$  중 적어도 하나를 포함하는, 적동석 상을 포함하는, 물질.

**청구항 24**

청구항 23에 있어서,

상기 구리-함유 유리는 40 mol% 초과  $SiO_2$ 를 포함하는 유리 상을 더욱 포함하는, 물질.

**청구항 25**

청구항 24에 있어서,

상기 유리 상은, 적동석 상을 초과하는 중량의 양으로 존재하는, 물질.

**청구항 26**

청구항 24-25중 어느 한 항에 있어서,

상기 적동석 상은, 유리 상에 분산되어 있는, 물질.

**청구항 27**

청구항 24-26중 어느 한 항에 있어서,

상기 적동석 상 및 유리 상 중 하나 또는 모두는  $Cu^{1+}$ 를 포함하는, 물질.

**청구항 28**

청구항 23-27중 어느 한 항에 있어서,

상기 적동석 상은, 약 5 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 이하의 평균 주 치수를 갖는 결정을 포함하는, 물질.

**청구항 29**

청구항 23-28중 어느 한 항에 있어서,

상기 적동석 상은 물의 존재하에서 분해 가능하며, 침출되는, 물질.

**청구항 30**

청구항 18-29중 어느 한 항에 있어서,

상기 구리-함유 유리 입자들 중 적어도 하나는, 약 5 nanometers (nm) 미만의 깊이를 가지며, 다수의 구리 이온을 포함하는 표면 부분을 포함하고, 여기서, 상기 다수의 구리 이온의 적어도 75%는,  $\text{Cu}^{1+}$ 인, 물질.

**청구항 31**

청구항 30에 있어서,

상기 다수의 구리 이온의 약 25% 미만은  $\text{Cu}^{2+}$ 인, 물질.

**청구항 32**

청구항 18-31중 어느 한 항에 있어서,

상기 적동석 상은 유리의 적어도 약 10 wt%를 포함하는, 물질.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 출원은 2016년 1월 29일자로 출원된 미국 가 특허출원 제62/288,735호의 우선권을 주장하며, 이의 전체적인 내용은 참조로서 여기에 혼입된다.

[0002] 본 개시는, 개선된 항균 성능을 갖는 무색 물질에 관한 것으로, 보다 상세하게는 4차 암모늄 (quaternary ammonium) 및 구리-함유 유리 입자 (copper-containing glass particles)를 포함하는 페인트 (paint)에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0003] 산화 제일구리 (Cuprous oxide) 및 금속 구리는, 다양한 물질에서 항균 첨가제로 사용되어 왔다; 그러나, 구리는 고도로 착색되어 있어, 백색 또는 무색 물질이 요구되는 경우에는 사용될 수 없다. 착색제는 색상을 조정하기 위해 첨가될 수 있지만, 종종 희미한 색상이나, 또는 크림색 또는 백색이 아닌 색상을 결과한다. 게다가, 착색제 및 기타 첨가제는, 물질의 항균 활성을 감소시킬 수 있다.

[0004] 4차 암모늄은 또한 페인트와 같은 물질에서 항균 첨가제로 사용되어 왔다. 저농도의 4차 암모늄 (예를 들어, 약 0.5% 정도)을 갖는 페인트는, 색상에 영향을 미치지 않으면서 항균 효능을 나타냈지만; 그러나, 이러한 페인트는, 병원 감염 ("HAI")에 원인이 있는 매우 잘-알려진 박테리아 및 병원 환경에서 오염된 표면에 흔히 발견되는 가장 강한 박테리아 중 하나인, 황색 포도상 구균 (*Staphylococcus aureus*)에 대해 충분한 항균 효능을 나타내지 않는다. 구체적으로, 이러한 페인트는, 건강 편익 (Health Benefit)에 대해 충분하지 않은, 3 로그 감소 (log reduction) 미만의 항균 효능을 나타낸다. 여기에 사용된 바와 같은, 문구 "건강 편익"은, 미국 환경 보호국 (US Environmental Protection Agency)의 살균제 시험 조건으로서 구리 합금의 효능에 대한 시험 방법을 포함하는, 대부분의 정부 규제 표준하에 공중 건강 편익의 청구 (claim)을 가능하게 하는 충분한 항균 효능을 나타내는 물질을 포함한다. 미국 환경 보호국 (EPA) 표준은, 살균제로서 구리 합금의 효능에 대한 이의 시험 방법 하에서 황색 포도상 구균에서 3 초과 로그 감소를 요구한다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 따라서, 건강 편익을 부여하기에 충분한 효능을 포함하는 개선된 항균 효능을 나타내는 무색 물질에 대한 요구가 있다.

**과제의 해결 수단**

[0006] 본 개시의 제1 관점은, 캐리어 (carrier), 구리-함유 입자, 및 4차 암모늄을 포함하는, 무색 물질에 관한 것이다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 물질은, CIE L\*a\*b\* 시스템에서, 약 91 내지 약 100 범위의 L\* 값 및 약 7 미만의 C\* 값을 나타내며, 여기서, C\*는  $\sqrt{(a^*^2 + b^*^2)}$ 이다. 몇몇 구체 예에서, 상기 물질은 살균제 시험 조건으로서 구리 함유의 효능에 대한 EPA 시험 방법 ("EPA 시험")하에, 황색 포도상 구균 (*Staphylococcus aureus*)의 농도에서 3 초과의 로그 감소를 나타낸다.

[0007] 구리-함유 입자는, 구리-함유 유리, 산화 제일구리 또는 이들의 조합을 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 구리-함유 입자는, 구리-함유 유리로 필수적으로 이루어진다. 물질 내에 구리-함유 입자의 양은, 캐리어의 갤론 (gallon) 당 약 50g 이하 (예를 들어, 약 4g/캐리어의 갤론 내지 약 50g/캐리어의 갤론의 범위)일 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 4차 암모늄은, 물질 내에 약 5 wt% 이하, 또는 약 0.5 wt% 이하의 양으로 존재한다. 여기서 사용된 바와 같은, "4차 암모늄"은, 벤즈알코늄 클로라이드 (benzalkonium chloride), 벤즈에토늄 클로라이드 (benzethonium chloride), 메틸벤즈에토늄 클로라이드, 세트리모늄 (cetrimonium), 세트리미드, 염화 도파늄, 테트라에틸암모늄 브로마이드, 디데실디메틸암모늄 클로라이드, 도미펜 브로마이드, 세타알코늄 클로라이드, 세틸피리디늄 클로라이드, 미리스탈코늄 클로라이드, 및 기타 상업적으로 이용 가능한 4차 암모늄 화합물과 같은, 다양한 4차 암모늄 화합물로서 존재할 수 있는 4차 암모늄 양이온의 염을 지칭한다.

[0008] 하나 이상의 구체 예에서 사용된 캐리어는, 중합체, 단량체, 결합체 또는 용매를 포함할 수 있다. 몇몇 사례에서, 캐리어는 페인트이다.

[0009] 본 개시의 제2 관점은, 다수의 구리 이온을 포함하는 페인트에 관한 것이다. 하나 이상의 구체 예의 페인트는, EPA 시험하에, 황색 포도상 구균의 농도에서 99% 이상의 감소를 나타낸다. 몇몇 사례에서, 페인트는, CIE L\*a\*b\* 시스템에서, 약 90 내지 약 100 범위의 L\* 값 및 약 9 미만의 C\* 값을 나타내며, 여기서 C\*는  $\sqrt{(a^*^2 + b^*^2)}$ 이다.

[0010] 부가적인 특색 및 장점은 하기 상세한 설명에서 서술될 것이고, 및 부분적으로 하기 상세한 설명으로부터 기술 분야의 당업자에게 명백하거나, 또는 하기 상세한 설명, 청구항뿐만 아니라 첨부된 도면을 포함하는, 여기에 기재된 구체 예를 실행시켜 용이하게 인지될 것이다.

[0011] 진술한 배경기술 및 하기 상세한 설명 모두는 단순히 대표적인 것이고, 및 청구항의 본질 및 특징을 이해하기 위한 개요 또는 틀거리를 제공하도록 의도된 것으로 이해될 것이다. 수반되는 도면은 또 다른 이해를 제공하기 위해 포함되고, 및 본 명세서에 혼입되며, 본 명세서의 일부를 구성한다. 도면은 하나 이상의 구체 예(들)를 예시하고, 및 상세한 설명과 함께 다양한 구체 예의 원리 및 작동을 설명하는 역할을 한다.

**도면의 간단한 설명**

[0012] 도 1은, 실시 예 1의 항균 효능을 나타내는 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0013] 이하 언급은 다양한 구체 예에 대해 상세하게 이루어질 것이다. 본 개시의 제1 관점은, 백색 또는 무색 외관을 나타내는 무색 물질 및 건강 편익 요건을 충족시키는 항균 활성에 관한 것이다. 구체적으로, 상기 물질은, EPA 시험하에 황색 포도상 구균에 노출 후 2시간 이내에 99.9% 초과의 사멸률 (kill rate) (또는 3 로그 감소 이상)을 나타낸다.

[0014] 여기서 사용된 바와 같은, 용어 "항균"은 박테리아, 바이러스 및/또는 균류 (fungi)을 포함하는 미생물을 사멸하거나 또는 미생물의 성장을 억제하는 물질, 또는 물질의 표면을 지칭한다. 여기서 사용된 바와 같은 상기 용어는, 이러한 과 (families) 내의 모든 종 (species) 미생물의 사멸 또는 억제하는, 물질 또는 물질의 표면을 의미하지는 않지만, 이것은, 이러한 과 유래의 미생물의 하나 이상의 종의 성장을 억제 또는 종을 사멸할 것이

다.

- [0015] 여기에 사용된 바와 같은, 용어 "로그 감소"는,  $-\log(C_a/C_0)$ 를 의미하고, 여기서,  $C_a$  = 평균 표면의 콜로니 형성 단위 (CFU) 수이고, 및  $C_0$  = 평균 표면이 아닌 대조구 표면의 콜로니 형성 단위 (CFU)이다. 예를 들어, 3 로그 감소는, 사멸된 미생물의 약 99.9%와 같고, 및 5의 로그 감소는 사멸된 미생물의 99.999%이다.
- [0016] 하나 이상의 구체 예에서, 무색 물질은, 캐리어, 구리-함유 입자, 및 4차 암모늄을 포함한다. 하나 이상의 구체 예에서, 물질의 무색은, CIE  $L^*a^*b^*$  색측정 시스템 (colorimetry system) 하에서 특징화될 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 물질은, 약 88 내지 약 100 범위 (예를 들어, 약 90 내지 약 100, 약 91 내지 약 100, 약 92 내지 약 100, 약 93 내지 약 100, 약 94 내지 약 100, 약 88 내지 약 98, 약 88 내지 약 96, 약 88 내지 약 95, 또는 약 88 내지 약 94)에서  $L^*$  값을 나타낸다. 하나 이상의 구체 예에서, 물질은 약 10 미만의  $C^*$  값을 나타내며, 여기서,  $C^*$ 는  $\sqrt{(a^{*2} + b^{*2})}$ 이다. 하나 이상의 구체 예의 물질에 의해 나타나는  $C^*$  값은, 약 9 미만, 약 8 미만, 약 7 미만, 약 6 미만, 약 5 미만 또는 약 4 미만일 수 있다. 몇몇 사례에서,  $C^*$  값은, 심지어 약 3 또는 2 미만일 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 물질에 의해 나타나는  $a^*$  값은, 약 -1 내지 약 2의 범위일 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 물질에 의해 나타나는  $b^*$  값은, 약 0 내지 약 8의 범위일 수 있다. 여기에 기재된  $L^*$ ,  $a^*$ , 및  $b^*$  값은, (팅스텐 필라멘트 조명을 나타내는) A 광원, (일광 시뮬레이트 광원을 나타내는) B 광원, (일광 시뮬레이트 광원을 나타내는) C 광원, (자연광을 나타내는) D 광원, 및 (다양한 타입의 형광 조명을 나타내는) F 광원을 포함하는, CIE에 의해 결정된 바와 같은 표준 광원을 사용하여 수직 입사에서 측정된다. 몇몇 구체 예에서, 여기에 기재된  $L^*$ ,  $a^*$ , 및  $b^*$  값들은, F2 광원의 CIE D65 하에서 측정된다.
- [0017] 몇몇 구체 예에서, 물질은 층으로서 표면에 물질의 적용 후에 여기에 기재된  $L^*$ ,  $a^*$ , 및  $b^*$  값을 나타낸다. 특정 구체 예에서, 그 결과로 생긴 층은, 여기에 기재된  $L^*$ ,  $a^*$ , 및  $b^*$  값을 나타낸다. 이러한 구체 예에서, 물질은 이산화탄을 포함할 수 있고, 및 표면에 물질의 적용 후 (예를 들어, 층의 형성 후에 약 2분, 층의 형성 후에 약 5분, 또는 층의 형성 후에 약 10분 이상)에 여기에 기재된  $L^*$ ,  $a^*$ , 및  $b^*$  값을 나타낼 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 상기 층은 시간에 따라 더 희게 되거나 또는 더 무색이 된다. 몇몇 사례에서, 여기에 기재된  $L^*$ ,  $a^*$ , 및  $b^*$  값은, 층의 형성 후에, 약 20분 후, 30분 후, 45분 후, 60분 후에 나타난다.  $L^*$ ,  $a^*$ , 및  $b^*$  값은, 대기에서 건조 후에 및 임의의 후 처리 (예를 들어, 자외선에 노출 등) 없이 나타난다.
- [0018] 하나 이상의 구체 예에서, 물질은 조합 직후에 더 희거나 또는 더 무색의 외관을 나타낸다. 예를 들어, 몇몇 구체 예에서, (표면에 적용 없이) 1주 이상 동안 저장된 물질은 백색 및 무색을 보인다.
- [0019] 하나 이상의 구체 예에서, 물질은, EPA 시험하에, 황색 포도상 구균의 농도에서 3 초과 로그 감소를 나타낸다.
- [0020] 하나 이상의 구체 예에서, 물질은, 바이러스를 평가하기 위한 수정된 JIS Z 2801 (2000) 시험 조건 (이하 "바이러스에 대한 수정된 JIS Z 2801")하에, 쥐 노로바이러스 (*Murine Norovirus*)의 농도에서 2 로그 감소 이상 (예를 들어, 4 로그 감소 이상 또는 5 로그 감소 이상)을 나타낼 수 있다. 바이러스에 대한 수정된 JIS Z 2801 (2000) 시험은, 여기에 좀 더 상세히 기재된다.
- [0021] 몇몇 구체 예에서, 물질은, 1개월 이상의 기간 동안 또는 3개월 이상의 기간 동안 여기에 기재된 (즉, EPA 시험, 박테리아에 대한 수정된 JIS Z 2801 시험, 및/또는 바이러스에 대한 수정된 JIS Z 2801 시험하에) 로그 감소를 나타낼 수 있다. 1개월 기간 또는 3개월 기간은, 층으로서 물질을 표면에 적용시 또는 후에 시작될 수 있다. 이러한 구체 예에서, 상기 층은 여기에 기재된 로그 감소를 나타낸다.
- [0022] 구리-함유 입자는, 구리-함유 유리, 산화 제일구리 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 몇몇 사례에서, 구리-함유 입자는, 오직 구리-함유 유리만을 또는 오직 산화 제일구리만을 포함한다.
- [0023] 구리-함유 유리의 하나 이상의 구체 예는, Cu 종 (Cu species)을 포함한다. 하나 이상의 선택적인 구체 예에서, Cu 종은  $Cu^{1+}$ ,  $Cu^0$ , 및/또는  $Cu^{2+}$ 를 포함할 수 있다. Cu 종의 조합된 합계는, 약 10 wt% 이상일 수 있다. 그러나, 이하 좀 더 상세히 기재된 바와 같이,  $Cu^{2+}$ 의 양은, 최소화되거나 또는 구리-함유 유리가  $Cu^{2+}$ 를 실질적으로 함유하지 않도록 감소된다.  $Cu^{1+}$  이온은, 구리-함유 유리의 표면 및/또는 벌크 상에 또는 내에 존재할 수 있다. 몇몇 구체 예에서,  $Cu^{1+}$  이온은, 구리-함유 유리의 유리 네트워크 및/또는 유리 매트릭스에 존재한다.  $Cu^{1+}$  이온이 유리 네트워크에 존재하는 경우,  $Cu^{1+}$  이온은, 유리 네트워크 내에 원자에 원자적으로 결합된다.



$Cu^{1+}$  이온이 유리 매트릭스에 존재하는 경우,  $Cu^{1+}$  이온은, 유리 매트릭스 내에 분산된  $Cu^{1+}$  결정의 형태로 존재할 수 있다. 몇몇 구체 예에서,  $Cu^{1+}$  결정은 적동석 (cuprite ( $Cu_2O$ ))를 포함한다. 이러한 구체 예에서,  $Cu^{1+}$  결정이 존재하는 경우, 물질은, 하나 이상의 결정질 상들 (crystalline phases)이 유리에 도입되거나 및/또는 생성되는, 전통적인 세라믹화 공정 (ceramming process)을 거칠 수 있거나 또는 거치지 않을 수 있는 결정을 갖는 특정 타입의 유리와 관련 있는 것으로 의도된, 구리-함유 유리 세라믹으로 지칭될 수 있다.  $Cu^{1+}$  이온이 비-결정질 형태로 존재하는 경우, 물질은 구리-함유 유리로 지칭될 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 결정과 관련되지 않은  $Cu^{1+}$  이온 및  $Cu^{1+}$  결정 모두는, 여기에 기재된 구리-함유 유리에 존재한다.

[0024] 녹농균 생물막 (*Pseudomonas aeruginosa* biofilms)에 대한  $Cu^{2+}$  및 4차 암모늄 화합물 (예를 들어, 벤즈알코늄 클로라이드, 세타알코늄 클로라이드, 세틸피리디늄 클로라이드, 미리스트알코늄 클로라이드, 및 Toronto, Ontario, Canada의 Pharmax Ltd.로부터 이용 가능한 Polycide®, 등)의 항균 효능은, 당 업계에서 입증되었다. 이러한 개시에서, 4차 암모늄 화합물에  $Cu^{2+}$ 를 첨가하는 것은, 단일-제제 처리 (즉,  $Cu^{2+}$  또는 4차 암모늄 화합물을 개별적으로 사용)에 대한 생물막 최소 살균 농도 (minimum bactericidal concentration)와 비교하여 128배 감소를 결과한다. 이러한 연구에서,  $Cu^{2+}$  및 4차 암모늄 화합물은, 수용액에서 상호 작용하지 않는데, 이는 각 제제가 독립적인 생화학적 경로를 통해 미생물학적 독성을 나타내는 것을 시사한다. 부가적으로,  $Cu^{2+}$  및 4차 암모늄 화합물은, 단독으로 또는 조합하여, 전형적인 생물막 성장에 중요한 효소인, 질산염 환원효소 (nitrate reductases)의 활성을 감소시킨다. 여기에 기재된 구체 예에서, 구리-함유 유리 입자는,  $Cu^{2+}$ 로 나중에 및 빠르게 전환되는,  $Cu^{1+}$  상태에서  $Cu$  이온을 전달한다. 이론에 구속됨이 없이,  $Cu^{1+}$ 를  $Cu^{2+}$ 로 전환시키는 자연 산화는 또한  $Cu^{2+}$  및 4차 암모늄 화합물의 알려진 조합 이상으로 항균 효능을 더욱 향상시키는 반응성 산소 종 (reactive oxygen species)을 생성하는 것으로 믿어진다. 따라서, 구리-함유 유리 및 4차 암모늄의 구체 예와 물질 (구체적으로는, 페인트)의 조합은, 단순 첨가 효과보다 상승효과를 갖는다. 이것은 하기 실시 예에 의해 입증된다.

[0025] 하나 이상의 구체 예에서, 구리-함유 유리는, 몰 퍼센트로, 약 30 내지 약 70 범위의  $SiO_2$ , 약 0 내지 약 20 범위의  $Al_2O_3$ , 약 10 내지 약 50 범위의 구리-함유 산화물, 약 0 내지 약 15 범위의  $CaO$ , 약 0 내지 약 15 범위의  $MgO$ , 약 0 내지 약 25 범위의  $P_2O_5$ , 약 0 내지 약 25 범위의  $B_2O_3$ , 약 0 내지 약 20 범위의  $K_2O$ , 약 0 내지 약 5 범위의  $ZnO$ , 약 0 내지 약 20 범위의  $Na_2O$ , 및/또는 약 0 내지 약 5 범위의  $Fe_2O_3$ 를 포함할 수 있는, 유리 조성물로부터 형성될 수 있다. 이러한 구체 예에서, 구리-함유 산화물의 양은  $Al_2O_3$ 의 양을 초과한다. 몇몇 구체 예에서, 유리 조성물은,  $R_2O$  (여기서, R은 K, Na, Li, Rb, Cs 및 이들의 조합을 포함할 수 있음)의 함량을 포함할 수 있다.

[0026] 여기에 기재된 유리 조성물의 구체 예에서,  $SiO_2$ 는 주요한 유리-형성 산화물로서 역할을 한다. 유리 조성물에 존재하는  $SiO_2$ 의 양은, 이의 사용 또는 적용 (예를 들어, 터치 적용, 물품 하우스, 등)에 적합한 필수 화학적 내구성을 나타내는 유리를 제공하기에 충분해야 한다.  $SiO_2$ 의 상한은 여기에 기재된 유리 조성물의 용융 온도를 제어하기 위해 선택될 수 있다. 예를 들어, 과량의  $SiO_2$ 는, 200 poise에서 용융 온도를, 미세한 기포 (fining bubbles)와 같은 결함이 가공 동안에 및 그 결과로 생긴 유리에 나타나거나 또는 생성될 수 있는, 고온으로 상승시킬 수 있다. 더군다나, 대부분의 산화물과 비교하여,  $SiO_2$ 는, 그 결과로 생긴 유리의 이온 교환 공정에 의해 생성된 압축 응력을 감소시킨다. 다시 말하면, 과량의  $SiO_2$ 를 갖는 유리 조성물로부터 형성된 유리는, 과량의  $SiO_2$ 가 아닌 유리 조성물로부터 형성된 유리와 동일한 정도로 이온-교환될 수 없다. 부가적으로 또는 선택적으로, 하나 이상의 구체 예에 따른 유리 조성물에 존재하는  $SiO_2$ 는, 그 결과로 생긴 유리의 파괴 특성 (break properties) 이전에 소성 변형 (plastic deformation)을 증가시킬 수 있다. 여기에 기재된 유리 조성물로부터 형성된 유리 내에 증가된  $SiO_2$  함량은, 또한 유리의 압입 파단 임계값 (indentation fracture threshold)을 증가시킬 수 있다.

[0027] 하나 이상의 구체 예에서, 유리 조성물은, 몰 퍼센트로, 약 30 내지 약 70, 약 30 내지 약 69, 약 30 내지 약

68, 약 30 내지 약 67, 약 30 내지 약 66, 약 30 내지 약 65, 약 30 내지 약 64, 약 30 내지 약 63, 약 30 내지 약 62, 약 30 내지 약 61, 약 30 내지 약 60, 약 40 내지 약 70, 약 45 내지 약 70, 약 46 내지 약 70, 약 48 내지 약 70, 약 50 내지 약 70, 약 41 내지 약 69, 약 42 내지 약 68, 약 43 내지 약 67, 약 44 내지 약 66, 약 45 내지 약 65, 약 46 내지 약 64, 약 47 내지 약 63, 약 48 내지 약 62, 약 49 내지 약 61, 약 50 내지 약 60의 범위, 및 이들 사이에 모든 범위 및 서브-범위의 양으로 SiO<sub>2</sub>를 포함한다.

[0028] 하나 이상의 구체 예에서, 유리 조성물은, 몰 퍼센트로, 약 0 내지 약 20, 약 0 내지 약 19, 약 0 내지 약 18, 약 0 내지 약 17, 약 0 내지 약 16, 약 0 내지 약 15, 약 0 내지 약 14, 약 0 내지 약 13, 약 0 내지 약 12, 약 0 내지 약 11, 약 0 내지 약 10, 약 0 내지 약 9, 약 0 내지 약 8, 약 0 내지 약 7, 약 0 내지 약 6, 약 0 내지 약 5, 약 0 내지 약 4, 약 0 내지 약 3, 약 0 내지 약 2, 약 0 내지 약 1, 약 0.1 내지 약 1, 약 0.2 내지 약 1, 약 0.3 내지 약 1, 약 0.4 내지 약 1, 약 0.5 내지 약 1, 약 0 내지 약 0.5, 약 0 내지 약 0.4, 약 0 내지 약 0.3, 약 0 내지 약 0.2, 약 0 내지 약 0.1의 범위, 및 이들 사이에 모든 범위 및 서브-범위의 양으로 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 유리 조성물은 실질적으로 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>가 없다. 여기에 사용된 바와 같은, 유리 조성물 및/또는 그 결과로 생긴 유리의 성분에 대한 문구 "실질적으로 없는"은, 성분이 초기 배치 (initial batching) 또는 후속 공정 (예를 들어, 이온 교환 공정) 동안에 유리 조성물에 능동적으로 또는 의도적으로 첨가되지 않는 않지만, 불순물로서 존재할 수 있다는 것을 의미한다. 예를 들어, 유리 조성물은, 성분이 약 0.01 mol% 미만의 양으로 존재할 때, 성분이 실질적으로 없는 것으로 기재될 수 있다.

[0029] Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 양은, 유리-형성 산화물로서 역할을 하거나 및/또는 용융된 유리 조성물의 점도를 조절하기 위해 조정될 수 있다. 이론에 구속됨이 없이, 유리 조성물에서 알칼리 산화물 (R<sub>2</sub>O)의 농도가 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 농도와 동일하거나 또는 초과하는 경우, 알루미늄 이온은, 전하-밸런서 (charge-balancers)로서 작용하는 알칼리 이온과 사면체 배위 (tetrahedral coordination)에서 확인되는 것으로 믿어진다. 이러한 사면체 배위는, 이러한 유리 조성물로부터 형성된 유리의 다양한 후-공정 (예를 들어, 이온 교환 공정)를 크게 향상시킨다. 이가 양이온 산화물 (RO)은 또한 사면체 알루미늄을 다양한 정도로 전하 균형을 이룰 수 있다. 칼슘, 아연, 스트론튬, 및 바륨과 같은 원소가 두 알칼리 이온들과 대등하게 거동할지라도, 마그네슘 이온의 높은 전계 강도 (field strength)는, 그들이 사면체 배위에서 알루미늄과 완전한 전하 균형을 이루지 못하게 하여, 5- 및 6-배 배위된 알루미늄의 형성을 결과한다. 일반적으로, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>는, 알칼리 이온의 비교적 빠른 확산을 허용하면서 강력한 네트워크 백본 (network backbone) (즉, 높은 변형 점)을 가능하게 하기 때문에, 이온-교환 가능한 유리 조성물 및 강화된 유리에서 중요한 역할을 할 수 있다. 그러나, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 농도가 너무 높으면, 유리 조성물은 더 낮은 액상선 점도를 나타낼 수 있고, 따라서, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 농도는 합리적인 범위 내에서 조절될 수 있다. 게다가, 이하에서 좀 더 기재된 바와 같이, 과량의 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>는, 원하는 Cu<sup>1+</sup> 이온 대신에, Cu<sup>2+</sup> 이온의 형성을 촉진하는 것으로 밝혀졌다.

[0030] 하나 이상의 구체 예에서, 유리 조성물은, 몰 퍼센트로, 약 10 내지 약 50, 약 10 내지 약 49, 약 10 내지 약 48, 약 10 내지 약 47, 약 10 내지 약 46, 약 10 내지 약 45, 약 10 내지 약 44, 약 10 내지 약 43, 약 10 내지 약 42, 약 10 내지 약 41, 약 10 내지 약 40, 약 10 내지 약 39, 약 10 내지 약 38, 약 10 내지 약 37, 약 10 내지 약 36, 약 10 내지 약 35, 약 10 내지 약 34, 약 10 내지 약 33, 약 10 내지 약 32, 약 10 내지 약 31, 약 10 내지 약 30, 약 10 내지 약 29, 약 10 내지 약 28, 약 10 내지 약 27, 약 10 내지 약 26, 약 10 내지 약 25, 약 10 내지 약 24, 약 10 내지 약 23, 약 10 내지 약 22, 약 10 내지 약 21, 약 10 내지 약 20, 약 11 내지 약 50, 약 12 내지 약 50, 약 13 내지 약 50, 약 14 내지 약 50, 약 15 내지 약 50, 약 16 내지 약 50, 약 17 내지 약 50, 약 18 내지 약 50, 약 19 내지 약 50, 약 20 내지 약 50, 약 10 내지 약 30, 약 11 내지 약 29, 약 12 내지 약 28, 약 13 내지 약 27, 약 14 내지 약 26, 약 15 내지 약 25, 약 16 내지 약 24, 약 17 내지 약 23, 약 18 내지 약 22, 약 19 내지 약 21의 범위, 및 이들 사이에 모든 범위 및 서브-범위의 양으로 구리-함유 산화물을 포함한다. 하나 이상의 특정 구체 예에서, 구리-함유 산화물은, 유리 조성물 중에, 약 20몰 퍼센트, 약 25몰 퍼센트, 약 30몰 퍼센트 또는 약 35몰 퍼센트의 양으로 존재할 수 있다. 구리-함유 산화물은 Cu<sub>0</sub>, Cu<sub>2</sub>O 및/또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0031] 유리 조성물에서 구리-함유 산화물은, 그 결과로 생긴 유리 내에 존재하는 Cu<sup>1+</sup> 이온을 형성한다. 구리는, Cu<sup>0</sup>, Cu<sup>1+</sup>, 및 Cu<sup>2+</sup>를 포함하는 다양한 형태로 유리 조성물 및/또는 유리 조성물을 포함하는 유리 내에 존재할 수 있다. Cu<sup>0</sup> 또는 Cu<sup>1+</sup> 형태의 구리는 항균 활성을 제공한다. 그러나, 이러한 항균성 구리의 상태를 형성 및 유지

하는 것은 어렵고, 종종, 공지된 유리 조성물에서, 원하는  $\text{Cu}^0$  또는  $\text{Cu}^{1+}$  이온 대신에  $\text{Cu}^{2+}$  이온이 형성된다.

[0032] 하나 이상의 구체 예에서, 구리-함유 산화물의 양은, 유리 조성물에서  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 의 양을 초과한다. 이론에 구속됨이 없이, 유리 조성물에서 거의 동일한 양의 구리-함유 산화물 및  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 는, 적동석 ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) 대신에 테너라이트 (tenorite) ( $\text{CuO}$ )의 형성을 결과하는 것으로 믿어진다. 테너라이트의 존재는,  $\text{Cu}^{2+}$ 에 유리하게  $\text{Cu}^{1+}$ 의 양을 감소 시키고, 따라서, 감소된 평균 활성을 초래한다. 게다가, 구리-함유 산화물의 양이  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 의 양과 거의 같을 때, 알루미늄은 4-배 배위를 선호하고, 및 유리 조성물 및 그 결과로 생긴 유리 내에 구리는  $\text{Cu}^{2+}$  형태로 남아 있어 전하가 균형을 유지한다. 구리-함유 산화물의 양이  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 의 양을 초과하는 경우, 그 다음 구리의 적어도 일부는  $\text{Cu}^{2+}$  상태 대신에,  $\text{Cu}^{1+}$  상태로 자유롭게 남아 있으며, 따라서  $\text{Cu}^{1+}$  이온의 존재가 증가하는 것으로 믿어진다.

[0033] 하나 이상의 구체 예의 유리 조성물은, 몰 퍼센트로, 약 0 내지 약 25, 약 0 내지 약 22, 약 0 내지 약 20, 약 0 내지 약 18, 약 0 내지 약 16, 약 0 내지 약 15, 약 0 내지 약 14, 약 0 내지 약 13, 약 0 내지 약 12, 약 0 내지 약 11, 약 0 내지 약 10, 약 0 내지 약 9, 약 0 내지 약 8, 약 0 내지 약 7, 약 0 내지 약 6, 약 0 내지 약 5, 약 0 내지 약 4, 약 0 내지 약 3, 약 0 내지 약 2, 약 0 내지 약 1, 약 0.1 내지 약 1, 약 0.2 내지 약 1, 약 0.3 내지 약 1, 약 0.4 내지 약 1, 약 0.5 내지 약 1, 약 0 내지 약 0.5, 약 0 내지 약 0.4, 약 0 내지 약 0.3, 약 0 내지 약 0.2, 약 0 내지 약 0.1의 범위, 및 이들 사이에 모든 범위 및 서브-범위의 양으로  $\text{P}_2\text{O}_5$ 를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 유리 조성물은, 약 10몰 퍼센트 또는 약 5몰 퍼센트의  $\text{P}_2\text{O}_5$ 를 포함하거나, 또는 선택적으로,  $\text{P}_2\text{O}_5$ 가 실질적으로 없다.

[0034] 하나 이상의 구체 예에서,  $\text{P}_2\text{O}_5$ 는 유리에서 적어도 일부의 덜 내구성 상 (less durable phase) 또는 분해 가능한 상 (degradable phase)을 형성한다. 유리의 분해 가능한 상(들)과 평균 활성 사이에 관계는, 여기에서 좀 더 상세하게 논의된다. 하나 이상의 구체 예에서,  $\text{P}_2\text{O}_5$ 의 양은, 형성 (forming) 동안 유리 조성물 및/또는 유리의 결정화를 조절하기 위해 조정될 수 있다. 예를 들어,  $\text{P}_2\text{O}_5$ 의 양이 약 5mol% 이하 또는 심지어 10mol% 이하로 제한되는 경우, 결정화는 최소화되거나 균일하게 제어될 수 있다. 그러나, 몇몇 구체 예에서, 유리 조성물 및/또는 유리의 결정화의 균일성 또는 양은, 문제가 되지 않을 수 있으며, 따라서, 유리 조성물에서 활용되는  $\text{P}_2\text{O}_5$ 의 양은, 10 mol%를 초과할 수 있다.

[0035] 하나 이상의 구체 예에서, 유리 조성물에서  $\text{P}_2\text{O}_5$ 의 양은,  $\text{P}_2\text{O}_5$ 가 유리에서 덜 내구성 상 또는 분해 가능한 상을 형성하는 경향이 있음에도 불구하고, 유리의 원하는 내손상성 (damage resistance)에 기초하여 조정될 수 있다. 이론에 구속됨이 없이,  $\text{P}_2\text{O}_5$ 는,  $\text{SiO}_2$ 에 비해 용융 점도를 낮출 수 있다. 몇몇 사례에서,  $\text{P}_2\text{O}_5$ 는 지르콘 파괴 점도 (zircon breakdown viscosity) (즉, 지르콘이 분해되어  $\text{ZrO}_2$ 를 형성하는 점도)를 억제하는 것을 돕는 것으로 믿어지며, 이와 관련하여  $\text{SiO}_2$ 보다 더 효과적일 수 있다. 유리가 이온 교환 공정을 통해 화학적으로 강화될 때,  $\text{P}_2\text{O}_5$ 는, 때때로 네트워크 형성제 (예를 들어,  $\text{SiO}_2$  및/또는  $\text{B}_2\text{O}_3$ )로 특징지어지는 다른 성분과 비교할 때, 확산성을 개선할 수 있고 및 이온 교환 시간을 감소시킬 수 있다.

[0036] 하나 이상의 구체 예의 유리 조성물은, 몰 퍼센트로, 약 0 내지 약 25, 약 0 내지 약 22, 약 0 내지 약 20, 약 0 내지 약 18, 약 0 내지 약 16, 약 0 내지 약 15, 약 0 내지 약 14, 약 0 내지 약 13, 약 0 내지 약 12, 약 0 내지 약 11, 약 0 내지 약 10, 약 0 내지 약 9, 약 0 내지 약 8, 약 0 내지 약 7, 약 0 내지 약 6, 약 0 내지 약 5, 약 0 내지 약 4, 약 0 내지 약 3, 약 0 내지 약 2, 약 0 내지 약 1, 약 0.1 내지 약 1, 약 0.2 내지 약 1, 약 0.3 내지 약 1, 약 0.4 내지 약 1, 약 0.5 내지 약 1, 약 0 내지 약 0.5, 약 0 내지 약 0.4, 약 0 내지 약 0.3, 약 0 내지 약 0.2, 약 0 내지 약 0.1의 범위, 및 이들 사이에 모든 범위 및 서브-범위의 양으로  $\text{B}_2\text{O}_3$ 를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 유리 조성물은, 예를 들어, 약 10몰 퍼센트 또는 약 5몰 퍼센트일 수 있는, 0이 아닌 양의  $\text{B}_2\text{O}_3$ 를 포함한다. 몇몇 구체 예의 유리 조성물은,  $\text{B}_2\text{O}_3$ 가 실질적으로 없을 수 있다.

[0037] 하나 이상의 구체 예에서,  $\text{B}_2\text{O}_3$ 는, 유리 조성물로부터 형성된 유리에서 덜 내구성 상 또는 분해 가능한 상을 형성한다. 유리의 분해 가능한 상(들)과 평균 활성 사이에 관계는, 여기에서 좀 더 상세하게 논의된다. 이론에 구속됨이 없이,  $\text{B}_2\text{O}_3$ 가 유리에서 덜 내구성 상 또는 분해 가능한 상을 형성하는 경향이 있음에도 불구하고, 유리

조성물에 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 포함은, 이러한 유리 조성물을 혼입한 유리에 내손상성을 부여하는 것으로 믿어진다. 하나 이상의 구체 예의 유리 조성물은, 하나 이상의 알칼리 산화물 (R<sub>2</sub>O) (예를 들어, Li<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, Rb<sub>2</sub>O 및/또는 Cs<sub>2</sub>O)을 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 알칼리 산화물은, 이러한 유리 조성물의 용융 온도 및/또는 액상선 온도를 변경시킨다. 하나 이상의 구체 예에서, 알칼리 산화물의 양은, 낮은 용융 온도 및/또는 낮은 액상선 온도를 나타내는 유리 조성물을 제공하도록 조정될 수 있다. 이론에 구속되지 않고, 알칼리 산화물(들)의 첨가는, 열팽창계수 (CTE)를 증가시킬 수 있고 및/또는 이러한 유리 조성물을 포함하는 구리-함유 유리의 화학적 내구성을 낮출 수 있다. 몇몇 경우에서, 이러한 속성은, 알칼리 산화물(들)의 첨가에 의해 극적으로 변경될 수 있다.

[0038] 몇몇 구체 예에서, 여기에 개시된 구리-함유 유리는, 이온 교환 공정을 통해 화학적으로 강화될 수 있으며, 이온 교환 공정에서, 소량의 (Li<sub>2</sub>O 및 Na<sub>2</sub>O와 같은) 알칼리 산화물의 존재는, 더 큰 알칼리 이온 (예를 들어, K<sup>+</sup>)과의 이온 교환, 예를 들어, 구리-함유 유리 유래의 더 작은 알칼리 이온을 더 큰 알칼리 이온을 함유하는 용융 염 용조 유래의 더 큰 알칼리 이온과의 교환을 용이하게 하기 위해 요구된다. 3가지 타입의 이온 교환은 일반적으로 수행될 수 있다. 이러한 이온 교환 중 하나는, 깊은 층의 깊이이지만 낮은 압축 응력을 결과하는, Li<sup>+</sup>-에 대한-Na<sup>+</sup> 교환을 포함한다. 또 다른 이러한 이온 교환은, 낮은 층의 깊이이지만, 상대적으로 큰 압축 응력을 결과하는, Li<sup>+</sup>-에 대한-K<sup>+</sup> 교환을 포함한다. 세 번째 이러한 이온 교환은, 중간층의 깊이 및 압축 응력을 결과하는, Na<sup>+</sup>-에 대한-K<sup>+</sup> 교환을 포함한다. 압축 응력이 구리-함유 유리 밖으로 교환되는 알칼리 이온의 수에 비례하기 때문에, 유리 조성물에서 충분히 높은 농도의 작은 알칼리 산화물은, 이러한 유리 조성물을 포함하는 구리-함유 유리에서 큰 압축 응력을 생성하는데 필요할 수 있다.

[0039] 하나 이상의 구체 예에서, 하나 이상의 구체 예에서, 유리 조성물은, 몰 퍼센트로, 약 0 내지 약 20, 약 0 내지 약 18, 약 0 내지 약 16, 약 0 내지 약 15, 약 0 내지 약 14, 약 0 내지 약 13, 약 0 내지 약 12, 약 0 내지 약 11, 약 0 내지 약 10, 약 0 내지 약 9, 약 0 내지 약 8, 약 0 내지 약 7, 약 0 내지 약 6, 약 0 내지 약 5, 약 0 내지 약 4, 약 0 내지 약 3, 약 0 내지 약 2, 약 0 내지 약 1, 약 0.1 내지 약 1, 약 0.2 내지 약 1, 약 0.3 내지 약 1, 약 0.4 내지 약 1, 약 0.5 내지 약 1, 약 0 내지 약 0.5, 약 0 내지 약 0.4, 약 0 내지 약 0.3, 약 0 내지 약 0.2, 약 0 내지 약 0.1의 범위, 및 이들 사이에 모든 범위 및 서브-범위의 양으로 K<sub>2</sub>O를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 유리 조성물은 0이 아닌 양의 K<sub>2</sub>O를 포함하거나, 또는 선택적으로, 유리 조성물은, 여기에서 정의된 바와 같이, K<sub>2</sub>O가 실질적으로 없을 수 있다. 적용 가능한 경우, 하나 이상의 구체 예에서 이온 교환을 촉진하는 것에 부가하여, K<sub>2</sub>O는 또한 유리 조성물로부터 형성된 유리에서 덜 내구성의 상 또는 분해 가능한 상을 형성할 수 있다. 유리의 분해 가능한 상(들)과 평균 활성 사이에 관계는, 여기에서 좀 더 상세하게 논의된다.

[0040] 하나 이상의 구체 예에서, 유리 조성물은, 몰 퍼센트로, 약 0 내지 약 20, 약 0 내지 약 18, 약 0 내지 약 16, 약 0 내지 약 15, 약 0 내지 약 14, 약 0 내지 약 13, 약 0 내지 약 12, 약 0 내지 약 11, 약 0 내지 약 10, 약 0 내지 약 9, 약 0 내지 약 8, 약 0 내지 약 7, 약 0 내지 약 6, 약 0 내지 약 5, 약 0 내지 약 4, 약 0 내지 약 3, 약 0 내지 약 2, 약 0 내지 약 1, 약 0.1 내지 약 1, 약 0.2 내지 약 1, 약 0.3 내지 약 1, 약 0.4 내지 약 1, 약 0.5 내지 약 1, 약 0 내지 약 0.5, 약 0 내지 약 0.4, 약 0 내지 약 0.3, 약 0 내지 약 0.2, 약 0 내지 약 0.1의 범위, 및 이들 사이에 모든 범위 및 서브-범위의 양으로 Na<sub>2</sub>O를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 유리 조성물은 0이 아닌 양의 Na<sub>2</sub>O를 포함하거나, 또는 선택적으로, 유리 조성물은 여기에서 정의된 바와 같이, Na<sub>2</sub>O가 실질적으로 없을 수 있다.

[0041] 하나 이상의 구체 예에서, 유리 조성물은, 알칼리 토금속 산화물 및/또는 ZnO와 같은, 1종 이상의 이가 양이온 산화물을 포함할 수 있다. 이러한 이가 양이온 산화물은, 유리 조성물의 용융 거동을 개선하기 위해 포함될 수 있다. 이온 교환 성능에 관하여, 이가 양이온의 존재는, 알칼리 이동성 (alkali mobility)을 감소시키는 작용을 할 수 있고, 따라서, 더 큰 이가 양이온 산화물이 활용될 때, 이온 교환 성능에 부정적인 효과가 있을 수 있다. 더군다나, 더 작은 이가 양이온 산화물은, 일반적으로 더 큰 이가 양이온 산화물 이상으로 이온-교환 유리에서 압축 응력이 발생되게 돕는다. 그러므로, MgO 및 ZnO와 같은 이가 양이온 산화물은, 알칼리 확산성에 대한 악영향을 최소화하면서, 개선된 응력 완화 (stress relaxation)와 관련하여 장점을 제공할 수 있다.

[0042] 하나 이상의 구체 예에서, 유리 조성물은, 몰 퍼센트로, 약 0 내지 약 15, 약 0 내지 약 14, 약 0 내지 약 13,

약 0 내지 약 12, 약 0 내지 약 11, 약 0 내지 약 10, 약 0 내지 약 9, 약 0 내지 약 8, 약 0 내지 약 7, 약 0 내지 약 6, 약 0 내지 약 5, 약 0 내지 약 4, 약 0 내지 약 3, 약 0 내지 약 2, 약 0 내지 약 1, 약 0.1 내지 약 1, 약 0.2 내지 약 1, 약 0.3 내지 약 1, 약 0.4 내지 약 1, 약 0.5 내지 약 1, 약 0 내지 약 0.5, 약 0 내지 약 0.4, 약 0 내지 약 0.3, 약 0 내지 약 0.2, 약 0 내지 약 0.1의 범위, 및 이들 사이에 모든 범위 및 서브-범위의 양으로 CaO를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 유리 조성물은 CaO가 실질적으로 없다.

[0043] 하나 이상의 구체 예에서, 유리 조성물은, 몰 퍼센트로, 약 0 내지 약 15, 약 0 내지 약 14, 약 0 내지 약 13, 약 0 내지 약 12, 약 0 내지 약 11, 약 0 내지 약 10, 약 0 내지 약 9, 약 0 내지 약 8, 약 0 내지 약 7, 약 0 내지 약 6, 약 0 내지 약 5, 약 0 내지 약 4, 약 0 내지 약 3, 약 0 내지 약 2, 약 0 내지 약 1, 약 0.1 내지 약 1, 약 0.2 내지 약 1, 약 0.3 내지 약 1, 약 0.4 내지 약 1, 약 0.5 내지 약 1, 약 0 내지 약 0.5, 약 0 내지 약 0.4, 약 0 내지 약 0.3, 약 0 내지 약 0.2, 약 0 내지 약 0.1의 범위, 및 이들 사이에 모든 범위 및 서브-범위의 양으로 MgO를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 유리 조성물은 MgO가 실질적으로 없다.

[0044] 하나 이상의 구체 예의 유리 조성물은, 몰 퍼센트로, 약 0 내지 약 5, 약 0 내지 약 4, 약 0 내지 약 3, 약 0 내지 약 2, 약 0 내지 약 1, 약 0.1 내지 약 1, 약 0.2 내지 약 1, 약 0.3 내지 약 1, 약 0.4 내지 약 1, 약 0.5 내지 약 1, 약 0 내지 약 0.5, 약 0 내지 약 0.4, 약 0 내지 약 0.3, 약 0 내지 약 0.2, 약 0 내지 약 0.1의 범위, 및 이들 사이에 모든 범위 및 서브-범위의 양으로 ZnO를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 유리 조성물은 ZnO가 실질적으로 없다.

[0045] 하나 이상의 구체 예의 유리 조성물은, 몰 퍼센트로, 약 0 내지 약 5, 약 0 내지 약 4, 약 0 내지 약 3, 약 0 내지 약 2, 약 0 내지 약 1, 약 0.1 내지 약 1, 약 0.2 내지 약 1, 약 0.3 내지 약 1, 약 0.4 내지 약 1, 약 0.5 내지 약 1, 약 0 내지 약 0.5, 약 0 내지 약 0.4, 약 0 내지 약 0.3, 약 0 내지 약 0.2, 약 0 내지 약 0.1의 범위, 및 이들 사이에 모든 범위 및 서브-범위의 양으로 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>를 포함할 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 유리 조성물은 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>가 실질적으로 없다.

[0046] 하나 이상의 구체 예에서, 유리 조성물은 하나 이상의 착색제를 포함할 수 있다. 이러한 착색제의 예로는, NiO, TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 및 기타 공지된 착색제를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 하나 이상의 착색제는 약 10mol% 까지의 양으로 존재할 수 있다. 몇몇 사례에서, 하나 이상의 착색제는, 약 0.01 mol% 내지 약 10 mol%, 약 1 mol% 내지 약 10 mol%, 약 2 mol% 내지 약 10 mol%, 약 5 mol% 내지 약 10 mol%, 약 0.01 mol% 내지 약 8 mol%, 또는 약 0.01 mol% 내지 약 5 mol%의 범위의 양으로 존재할 수 있다.

[0047] 하나 이상의 구체 예에서, 유리 조성물은 하나 이상의 핵제 (nucleating agents)를 포함할 수 있다. 대표적인 핵제는, TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub> 및 당 업계에 공지된 기타 핵제를 포함한다. 유리 조성물은, 하나 이상의 다른 핵제를 포함할 수 있다. 유리 조성물의 핵제 함량은, 약 0.01 mol% 내지 약 1 mol%의 범위일 수 있다. 몇몇 사례에서, 핵제 함량은, 약 0.01 mol% 내지 약 0.9 mol%, 약 0.01 mol% 내지 약 0.8 mol%, 약 0.01 mol% 내지 약 0.7 mol%, 약 0.01 mol% 내지 약 0.6 mol%, 약 0.01 mol% 내지 약 0.5 mol%, 약 0.05 mol% 내지 약 1 mol%, 약 0.1 mol% 내지 약 1 mol%, 약 0.2 mol% 내지 약 1 mol%, 약 0.3 mol% 내지 약 1 mol%, 또는 약 0.4 mol% 내지 약 1 mol%의 범위, 및 이들 사이에 모든 범위 및 서브-범위일 수 있다.

[0048] 유리 조성물로부터 형성된 구리-함유 유리는, 다수의 Cu<sup>1+</sup> 이온을 포함할 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 이러한 Cu<sup>1+</sup> 이온은, 유리 네트워크의 일부를 형성하고 및 유리 개질제 (glass modifier)로서 특징화될 수 있다. 이론에 구속됨이 없이, Cu<sup>1+</sup> 이온이 유리 네트워크의 일부인 경우, 통상적인 유리 형성 공정 동안에, 용융 유리의 냉각 단계가 너무 빠르게 발생하여 구리-함유 산화물 (예를 들어, CuO 및/또는 Cu<sub>2</sub>O)의 결정화를 가능하게 하는 것으로 믿어진다. 따라서, Cu<sup>1+</sup>는 비정질 상태를 유지하고 및 유리 네트워크의 일부가 된다. 몇몇 경우에서, Cu<sup>1+</sup> 이온의 총량은, 이들이 결정질 상에 또는 유리 매트릭스에 존재하는 것과 관계없이, 40 mol%까지, 50 mol%까지 또는 60 mol%까지와 같이, 더 많을 수 있다.

[0049] 하나 이상의 구체 예에서, 여기에 개시된 유리 조성물로부터 형성된 구리-함유 유리는, Cu<sup>1+</sup> 결정으로서 유리 매트릭스 내에 분산된 Cu<sup>1+</sup> 이온을 포함한다. 하나 이상의 구체 예에서, Cu<sup>1+</sup> 결정은 적동석의 형태로 존재할 수 있다. 구리-함유 유리에 존재하는 적동석은, 유리 매트릭스 또는 유리 상과는 다른 상을 형성할 수 있다. 다른 구체 예에서, 적동석은 하나 이상의 유리 상 (예를 들어, 여기에 기재된 내구성 상)의 일부를 형성하거나 또는 하

나 이상의 유리 상과 결합될 수 있다.  $\text{Cu}^{1+}$  결정은, 약 5 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 이하, 4 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 이하, 3 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 이하, 2 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 이하, 약 1.9 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 이하, 약 1.8 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 이하, 약 1.7 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 이하, 약 1.6 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 이하, 약 1.5 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 이하, 약 1.4 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 이하, 약 1.3 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 이하, 약 1.2 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 이하, 약 1.1 micrometers 이하, 1 micrometers 이하, 약 0.9 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 이하, 약 0.8 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 이하, 약 0.7 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 이하, 약 0.6 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 이하, 약 0.5 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 이하, 약 0.4 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 이하, 약 0.3 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 이하, 약 0.2 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 이하, 약 0.1 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 이하, 약 0.05 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 이하, 및 이들 사이의 모든 범위 및 서브-범위의 평균 주 치수를 가질 수 있다. 여기서 사용된 바와 같고 및 문구 "평균 주 치수"와 관련하여, 단어 "평균"은, 평균값을 지칭하고 및 단어 "주 치수"는, SEM에 의해 측정된 것으로 입자의 최대 치수이다. 몇몇 구체 예에서, 적동석 상 (cuprite phase)은, 구리-함유 유리의 적어도 약 10 wt%, 적어도 약 15 wt%, 적어도 약 20 wt%, 적어도 약 25 wt% 및 이들 사이에 모든 범위 및 서브-범위의 양으로 구리-함유 유리에 존재할 수 있다.

[0050] 몇몇 구체 예에서, 구리-함유 유리는 약 70 wt% 이상의  $\text{Cu}^{1+}$  및 약 30 wt% 이하의  $\text{Cu}^{2+}$ 를 포함할 수 있다.  $\text{Cu}^{2+}$  이온은 테너라이트 형태에 및/또는 심지어 유리 내에 존재할 수 있다 (즉, 결정상이 아님).

[0051] 몇몇 구체 예에서, 구리-함유 유리에서, wt%로, Cu의 총량은, 약 10 내지 약 30, 약 15 내지 약 25, 약 11 내지 약 30, 약 12 내지 약 30, 약 13 내지 약 30, 약 14 내지 약 30, 약 15 내지 약 30, 약 16 내지 약 30, 약 17 내지 약 30, 약 18 내지 약 30, 약 19 내지 약 30, 약 20 내지 약 30, 약 10 내지 약 29, 약 10 내지 약 28, 약 10 내지 약 27, 약 10 내지 약 26, 약 10 내지 약 25, 약 10 내지 약 24, 약 10 내지 약 23, 약 10 내지 약 22, 약 10 내지 약 21, 약 10 내지 약 20, 약 16 내지 약 24, 약 17 내지 약 23, 약 18 내지 약 22, 약 19 내지 약 21, 및 이들 사이에 모든 범위 및 서브-범위의 범위일 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 구리-함유 유리에서 총량 Cu에 대한  $\text{Cu}^{1+}$  이온의 비는, 약 0.5 이상, 0.55 이상, 0.6 이상, 0.65 이상, 0.7 이상, 0.75 이상, 0.8 이상, 0.85 이상, 0.9 이상 또는 심지어 1 이상, 및 이들 사이에 모든 범위 및 서브-범위이다. Cu의 양 및 전체 Cu에 대한  $\text{Cu}^{1+}$  이온의 비는, 당 업계에 공지된 유도 결합 플라즈마 (ICP) 기술에 의해 결정될 수 있다.

[0052] 몇몇 구체 예에서, 구리-함유 유리는,  $\text{Cu}^{2+}$ 보다 더 많은 양의  $\text{Cu}^{1+}$  및/또는  $\text{Cu}^0$ 를 나타낼 수 있다. 예를 들어, 유리에서  $\text{Cu}^{1+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  및  $\text{Cu}^0$ 의 총량에 기초하여, 조합된  $\text{Cu}^{1+}$  및  $\text{Cu}^0$ 의 퍼센트는, 약 50% 내지 약 99.9%, 약 50% 내지 약 99%, 약 50% 내지 약 95%, 약 50% 내지 약 90%, 약 55% 내지 약 99.9%, 약 60% 내지 약 99.9%, 약 65% 내지 약 99.9%, 약 70% 내지 약 99.9%, 약 75% 내지 약 99.9%, 약 80% 내지 약 99.9%, 약 85% 내지 약 99.9%, 약 90% 내지 약 99.9%, 약 95% 내지 약 99.9%, 및 이들 사이에 모든 범위 및 서브-범위의 범위일 수 있다.  $\text{Cu}^{1+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  및  $\text{Cu}^0$ 의 상대적인 양은, 당 업계에 공지된 X-선 광발광 분광법 (XPS) 기술을 사용하여 결정될 수 있다. 구리-함유 유리는 적어도 제1 상 및 제2 상을 포함한다. 하나 이상의 구체 예에서, 구리-함유 유리는 둘 이상의 상을 포함할 수 있고, 여기서, 상기 상들은, 주어진 상에서 원자 결합 능력에 기초하여, 침전물과의 상호작용을 견디는 것이 다르다. 구체적으로, 하나 이상의 구체 예의 구리-함유 유리는, 분해 가능한 상으로 기재될 수 있는 제1 상 및 내구성 상으로 기재될 수 있는 제2 상을 포함할 수 있다. 문구 "제1 상" 및 "분해 가능한 상"은, 상호교환적으로 사용될 수 있다. 문구 "제2 상" 및 "내구성 상"은, 서로 교환적으로 사용될 수 있다. 여기에서 사용된 바와 같은, 용어 "내구성"은, 내구성 상의 원자 결합이 침출액 (leachate)과의 상호작용 동안 및 후에 손상되지 않은 상태로 유지되는 경향을 의미한다. 여기에서 사용된 바와 같은, 용어 "분해 가능한"은, 분해 가능한 상의 원자 결합이 하나 이상의 침출액과의 상호작용 동안 및 후에 파괴되는 경향을 의미한다. 내구성 및 분해 가능한은 상대적인 용어로서, 명시적인 분해율 (explicit degradation rate) 이상에서 상이 내구성 있고 및 그 아래에서 상이 분해 가능한 것이 아니고, 오히려, 내구성 상은 분해 가능한 상보다 좀 더 내구성이 있다는 것을 의미한다.

[0053] 하나 이상의 구체 예에서, 내구성 상은  $\text{SiO}_2$ 를 포함하고, 및 분해 가능한 상은  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  및  $\text{R}_2\text{O}$  (여기서, R은 K, Na, Li, Rb 및 Cs 중 임의의 하나 이상을 포함할 수 있음) 중 적어도 하나를 포함한다. 이 때문에 구속됨이 없이, 분해 가능한 상의 성분 (즉,  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  및/또는  $\text{R}_2\text{O}$ )은, 침출액과 좀 더 쉽게 상호작용하며, 및 구리-함유 유리에서 이들 성분들 사이에 서로 결합 및 다른 성분들과의 결합은, 침출액과의 상호작용 동안 및 후에 좀 더 쉽게 파괴되는 것으로 믿어진다. 침출액은 물, 산 또는 기타 유사한 물질을 포함할 수 있다. 하나 이상의 구체

예에서, 분해 가능한 상은 1주 이상, 1개월 이상, 3개월 이상, 또는 심지어 6개월 이상 동안 분해를 견딘다. 몇몇 구체 예에서, 수명 (longevity)은 특정 기간에 걸쳐 평균 효능을 유지하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0054] 하나 이상의 구체 예에서, 내구성 상은, 분해 가능한 상을 초과하는 중량의 양으로 존재한다. 몇몇 사례에서, 분해 가능한 상은 섬 (islands)을 형성하고, 몇몇 내구성 상은 섬을 둘러싼 바다 (즉, 내구성 상)를 형성한다. 하나 이상의 구체 예에서, 내구성 상 및 분해 가능한 상 중 하나 또는 둘 모두는, 적동석을 포함할 수 있다. 이러한 구체 예에서 적동석은 각각의 상 또는 양쪽 상에 분산될 수 있다.

[0055] 몇몇 구체 예에서, 상 분리는 구리-함유 유리의 임의의 부가적인 열처리 없이 발생한다. 몇몇 구체 예에서, 상 분리는 용융 동안에 발생할 수 있으며 몇몇 유리 조성물이 약 1600°C 또는 1650°C 이하의 온도에서 용융될 때 존재할 수 있다. 유리가 냉각되는 경우, 상 분리는 유지된다.

[0056] 구리-함유 유리는, 시트로서 제공될 수 있거나 또는 (중공체 (hollow) 또는 고체일 수 있는) 미립자, 섬유질, 및 이와 유사한 것과 같은 다른 형상을 가질 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 구리-함유 유리는, 표면, 및 표면으로부터 약 5nanometers (nm) 이하의 깊이로 구리-함유 유리 내로 연장되는 표면 부분을 포함한다. 표면 부분은, 다수의 구리 이온을 포함할 수 있으며, 여기서, 다수의 구리 이온의 적어도 75%는  $Cu^{1+}$ -이온을 포함한다. 예를 들어, 몇몇 사례에서, 표면 부분에서 다수의 구리 이온의 적어도 약 80%, 적어도 약 85%, 적어도 약 90%, 적어도 약 95%, 적어도 약 98%, 적어도 약 99% 또는 약 99.9% 이상은,  $Cu^{1+}$  이온을 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 표면 부분에서 다수의 구리 이온의 25% 이하 (예를 들어, 20% 이하, 15% 이하, 12% 이하, 10% 이하 또는 8% 이하)는  $Cu^{2+}$  이온을 포함한다. 예를 들어, 몇몇 사례에서, 표면 부분에서 다수의 구리 이온의 20% 이하, 15% 이하, 10% 이하, 5% 이하, 2% 이하, 1% 이하, 0.5% 이하 또는 0.01% 이하는,  $Cu^{2+}$  이온을 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 구리-함유 유리에서  $Cu^{1+}$  이온의 표면 농도는 제어된다. 몇몇 사례에서, 약 4ppm 이상의  $Cu^{1+}$  이온 농도는, 구리-함유 유리의 표면상에 제공될 수 있다.

[0057] 하나 이상의 구체 예의 구리-함유 유리는, EPA 시험하에서 황색 포도상 구균, 엔테로박터 에어로게네스균 (*Enterobacter aerogenes*), 녹농균 박테리아, 메티실린 내성 (Methicillin Resistant) 황색 포도상 구균, 및 대장균 (*E. coli*) 중 적어도 하나의 농도에서 2 로그 감소 이상 (예를 들어, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5, 6, 6.5 및 이들 사이의 모든 범위 및 서브-범위)을 나타낼 수 있다. 몇몇 사례에서, 구리-함유 유리는, EPA 시험하에서 황색 포도상 구균, 엔테로박터 에어로게네스균, 녹농균 박테리아, 메티실린 내성 황색 포도상 구균, 및 대장균 중 적어도 하나의 농도에서 적어도 4 로그 감소, 5 로그 감소 또는 심지어 6 로그 감소를 나타낸다.

[0058] 하나 이상의 구체 예에 따른 여기에 기재된 유리는, JIS Z 2801 (2000) 시험 조건하에서, 황색 포도상 구균, 엔테로박터 에어로게네스균, 녹농균 박테리아, 메티실린 내성 황색 포도상 구균, 및 대장균 중 적어도 하나의 농도에서 4 로그 감소 이상 (예를 들어, 5 로그 감소 이상)을 나타낼 수 있다. 여기에 기재된 유리의 하나 이상의 구체 예는, 박테리아에 대한 수정된 JIS Z 2801 시험하에서, 황색 포도상 구균, 엔테로박터 에어로게네스균, 녹농균 박테리아, 메티실린 내성 황색 포도상 구균, 및 대장균 중 적어도 하나의 농도에서 4 로그 감소 이상 (예를 들어, 5 로그 감소 이상)을 또한 나타낼 수 있다. 여기에 기재된 바와 같은, 박테리아에 대한 수정된 JIS Z 2801 시험은, 유리 또는 물품을 38% 내지 약 42%의 습도에서 6시간 동안 약 23°C 내지 약 37°C의 온도로 가열하는 단계를 포함하는, 수정된 조건으로 표준 JIS Z 2801 (2000) 시험하에서 박테리아를 평가하는 단계를 포함한다.

[0059] 여기에 기재된 하나 이상의 구체 예에서, 구리-함유 유리는, 바이러스 시험에 대한 수정된 JIS Z 2801 하에 쥐노로바이러스에서 2 로그 감소 이상, 3 로그 감소 이상, 4 로그 감소 이상 또는 5 로그 감소 이상을 나타낸다. 바이러스에 대한 수정된 JIS Z 2801 (2000)은, 다음의 절차를 포함한다. 시험될 각 물질 (예를 들어, 하나 이상의 구체 예의 물품 또는 유리, 대조 물질, 및 임의의 비교용 유리 또는 물품)에 대하여, (개별적인 살균 페트리 접시에 함유된) 물질의 3개의 샘플은, 각각 20 $\mu$ l 분취량 (aliquot)의 시험 바이러스 (항균 활성이 측정되는 경우) 또는 시험 바이러스를 갖는 또는 갖지 않는 5% 소 태아 혈청의 유기질 토양 부하 (organic soil load)를 포함한 시험 배지 (세포독성이 측정되는 경우)로 접종된다. 접종원 (inoculum)은 그 다음 필름으로 덮고 및 상기 필름을 눌러 시험 바이러스 및/또는 시험 배지가 필름 위로 퍼지지만, 필름의 가장자리를 지나서 퍼지지 않게 한다. 노출 시간은 각 샘플이 접종된 때 시작된다. 접종된 샘플은, 2시간 동안 42%의 상대 습도에서 상온 (약 20°C)으로 설정된 제어실 (control chamber)로 이동된다. 대조 샘플에 대하여 노출 시간은 이하 논의된다. 2-시간의 노출 시간 후에, 필름은 살균 겸자 (sterile forceps)를 사용하여 들어 올려지고 및 2.00ml 분취량의 시험

바이러스 및/또는 시험 배지는, 물질의 각 샘플 및 각 샘플을 옮기 위해 사용된 필름의 밑면 (또는 샘플에 노출된 필름의 측면)으로 개별적으로 피펫팅된다 (pipetted). 각 샘플의 표면은, 시험 바이러스 또는 시험 배지를 수집하기 위해 살균 플라스틱 셀 스크레이퍼 (cell scraper)로 개별적으로 스크랩된다 (scrapped). 시험 바이러스 및/또는 시험 배지는, ( $10^{-2}$  희석액 (dilution)으로) 수집되고, 와류형 (vortex type) 혼합기를 사용하여 혼합되며, 및 일련의 10-배 희석액은 준비된다. 희석액은 그 다음 항균 활성 및/또는 세포독성에 대해 분석된다.

[0060] 바이러스에 대한 수정된 JIS Z 2801 시험을 위한 항균 활성을 시험하기 위한 대조 샘플 (또한, "제로-시간 바이러스 대조구"라 함)을 준비하기 위해, (개별적인 살균 페트리 접시에 함유된) 3개의 대조 샘플은,  $20\mu\text{l}$  분취량의 시험 바이러스로 각각 접종된다. 접종 직후,  $2.00\text{ml}$  분취량의 시험 바이러스는, 각 대조 샘플 상으로 피펫팅된다. 각 샘플의 표면은, 시험 바이러스를 수집하기 위해 살균 플라스틱 셀 스크레이퍼로 개별적으로 스크랩된다. 시험 바이러스는 ( $10^{-2}$  희석액으로) 수집되고, 와류형 혼합기를 사용하여 혼합되며, 및 일련의 10-배 희석액은 준비된다. 상기 희석액은 항균 활성에 대해 분석된다.

[0061] 바이러스에 대하여 수정된 JIS Z 2801 시험을 위한 세포독성에 대한 대조구 샘플 (또한, "2시간 대조 바이러스"라 함)을 준비하기 위해, (개별적인 살균 페트리 접시에 함유된) 하나의 대조 샘플은, 시험 바이러스가 없는,  $20\mu\text{l}$  분취량의 유기 토양 부하 (5% 소태아 혈청)를 함유하는 시험 배지로 접종된다. 접종원은 필름으로 덮여지고 및 상기 필름을 눌러서 시험 배지가 필름 위로 퍼지지만, 필름의 가장자리를 지나서 퍼지지 않게 한다. 노출 시간은 각 대조 샘플이 접종된 때 시작된다. 대조 샘플은, 2시간 노출 시간의 기간 동안 42%의 상대 습도에서 상온 (약  $20^{\circ}\text{C}$ )으로 설정된 제어실로 이동된다. 이 노출 시간 후, 필름은, 살균 겹자를 사용하여 들어 올려지고 및  $2.00\text{ml}$  분취량의 시험 배지는, 각 대조 샘플 및 필름의 밑면 (또는 샘플에 노출된 측면)으로 개별적으로 피펫팅된다. 각 샘플의 표면은, 시험 배지를 수집하기 위해 살균 플라스틱 셀 스크레이퍼로 개별적으로 스크랩된다. 시험 배지는, ( $10^{-2}$  희석액으로) 수집되고, 와류형 혼합기를 사용하여 혼합되며, 및 일련의 10-배 희석액은 준비된다. 희석액은 세포독성에 대해 분석된다.

[0062] 하나 이상의 구체 예의 구리-함유 유리는, 여기에 기재된 로그 감소를 장시간 동안 나타낼 수 있다. 다시 말하면, 구리-함유 유리는 확장되거나 또는 연장된 항균 효능을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 몇몇 구체 예에서, 구리-함유 유리는, EPA 시험, JIS Z 2801 (2000) 시험 조건, 박테리아에 대한 수정된 JIS Z 2801 시험, 및/또는 바이러스에 대한 수정된 JIS Z 2801 시험하에서, 구리-함유 유리가 형성된 후에 또는 구리-함유 유리가 캐리어 (예를 들어, 중합체, 단량체, 결합체, 용매 및 이와 유사한 것)와 조합된 후에, 최대 1개월, 최대 3개월, 최대 6개월 또는 최대 12개월 동안, 여기에 기재된 로그 감소를 나타낼 수 있다. 이러한 시간 주기는, 구리-함유 유리가 형성된 때 또는 후에, 또는 캐리어와 조합된 때 또는 후에 시작할 수 있다.

[0063] 하나 이상의 구체 예에서, 구리-함유 유리는, 여기에 기재된 캐리어와 조합된 경우, 방부제 기능을 나타낼 수 있다. 이러한 구체 예에서, 구리-함유 유리는, 캐리어에서 다양한 오염원 (foulants)를 사멸 또는 제거하거나 또는 오염원의 성장을 감소시킬 수 있다. 오염원은, 곰팡이, 박테리아, 바이러스 및 이들의 조합을 포함한다.

[0064] 하나 이상의 구체 예에서, 여기에 기재된 구리-함유 유리 및/또는 물질은, 침출액에 노출시 또는 접촉시 구리 이온을 침출시킨다. 하나 이상의 구체 예에서, 구리-함유 유리는, 물을 포함하는 침출액에 노출시 오직 구리 이온만을 침출시킨다.

[0065] 하나 이상의 구체 예에서, 여기에 기재된 구리-함유 유리 및/또는 물질은, 조정 가능한 항균 활성 방출을 가질 수 있다. 유리 및/또는 물질의 항균 활성은, 구리-함유 유리와 물과 같은, 침출액 사이에 접촉에 의해, 침출액이  $\text{Cu}^{+1}$  이온을 구리-함유 유리로부터 방출시키는 경우, 발생될 수 있다. 이 작용은 수용성으로 설명될 수 있고 및 상기 수용성은  $\text{Cu}^{+1}$  이온의 방출을 제어하기 위해 조정될 수 있다.

[0066] 몇몇 구체 예에서,  $\text{Cu}^{+1}$  이온이 유리 네트워크에 배치되고 및/또는 유리 네트워크에서 원자와 원자 결합을 형성하는 경우, 물 또는 습기는 이들 결합을 파괴하고 및 방출 가능한  $\text{Cu}^{+1}$  이온은 유리 또는 유리 세라믹 표면상에 노출될 수 있다.

[0067] 하나 이상의 구체 예에서, 구리-함유 유리는, 소다 라임 실리케이트와 같은 유리 조성물을 용융시키는데 통상적으로 사용되는 저가의 용융 탱크에서 형성된 것을 사용하여 형성될 수 있다. 구리-함유 유리는 당 업계에 공지된 형성 공정 (forming processes)을 사용하여 시트로 형성될 수 있다. 예를 들어, 대표 형성 방법은, 플로트 유리 공정 (float glass processes) 및 용융 인발 및 슬롯 인발과 같은 다운-인발 공정을 포함한다.



- [0068] 형성 후에, 구리-함유 입자는, 시트로 형성될 수 있고, 및 원하는 최종 용도를 위해 성형, 연마 또는 별도로 가공될 수 있다. 몇몇 사례에서, 구리-함유 유리는 분말 또는 미립자 형태로 분쇄될 수 있다. 다른 구체 예에서, 미립자 구리-함유 유리는, 다른 물질 또는 캐리어와 다양한 최종 용도를 위한 물품으로 조합될 수 있다. 구리-함유 유리와 이러한 다른 물질 또는 캐리어의 조합은 사출 성형, 압출 또는 코팅에 적합할 수 있거나 또는 섬유로 인발될 수 있다.
- [0069] 하나 이상의 구체 예에서, 구리-함유 입자는, 산화 제일구리를 포함할 수 있다. 입자에서 산화 제일구리의 양은 100%까지 일 수 있다. 다시 말하면, 산화 제일구리 입자는 유리 또는 유리 네트워크를 배제할 수 있다.
- [0070] 하나 이상의 구체 예에서, 구리-함유 입자는, 약 0.1 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 내지 약 10 micrometers ( $\mu\text{m}$ ), 약 0.1 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 내지 약 9 micrometers ( $\mu\text{m}$ ), 약 0.1 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 내지 약 8 micrometers ( $\mu\text{m}$ ), 약 0.1 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 내지 약 7 micrometers ( $\mu\text{m}$ ), 약 0.1 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 내지 약 6 micrometers ( $\mu\text{m}$ ), 약 0.5 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 내지 약 10 micrometers ( $\mu\text{m}$ ), 약 0.75 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 내지 약 10 micrometers ( $\mu\text{m}$ ), 약 1 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 내지 약 10 micrometers ( $\mu\text{m}$ ), 약 2 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 내지 약 10 micrometers ( $\mu\text{m}$ ), 약 3 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 내지 약 10 micrometers ( $\mu\text{m}$ ), 약 3 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 내지 약 6 micrometers ( $\mu\text{m}$ ), 약 3.5 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 내지 약 5.5 micrometers ( $\mu\text{m}$ ), 약 4 micrometers ( $\mu\text{m}$ ) 내지 약 5 micrometers ( $\mu\text{m}$ ), 및 이들 사이에 모든 범위 및 서브-범위의 범위에서 직경을 가질 수 있다. 여기에 사용된 바와 같은, 용어 "직경"은 입자의 가장 긴 치수를 지칭한다. 미립자 구리-함유 유리는, 실질적으로 구형이거나 또는 불규칙한 형상을 가질 수 있다. 입자는 용매 중에 제공될 수 있으며, 및 이후에 별도로 여기에 기재된 바와 같이 캐리어에 분산될 수 있다.
- [0071] 하나 이상의 구체 예에서, 구리-함유 입자는, 캐리어의 겔런 당 약 100g 이하, 캐리어의 겔런 당 약 75g 이하, 또는 캐리어의 겔런 당 약 50g 이하의 양으로 존재한다.
- [0072] 몇몇 사례에서, 구리-함유 입자는, (모두 캐리어의 겔런에 대하여) 약 1g/gallon 내지 약 75g/gallon, 약 2g/gallon 내지 약 75g/gallon, 약 4g/gallon 내지 약 75g/gallon, 약 4g/gallon 내지 약 75g/gallon, 약 5g/gallon 내지 약 75g/gallon, 약 6g/gallon 내지 약 75g/gallon, 약 7g/gallon 내지 약 75g/gallon, 약 8g/gallon 내지 약 75g/gallon, 약 9g/gallon 내지 약 75g/gallon, 약 10g/gallon 내지 약 75g/gallon, 약 15g/gallon 내지 약 75g/gallon, 약 20g/gallon 내지 약 75g/gallon, 약 30g/gallon 내지 약 75g/gallon, 약 10g/gallon 내지 약 60g/gallon, 약 10g/gallon 내지 약 50g/gallon, 약 10g/gallon 내지 약 40g/gallon, 약 10g/gallon 내지 약 30g/gallon, 약 10g/gallon 내지 약 20g/gallon, 약 20g/gallon 내지 약 50g/gallon, 약 20g/gallon 내지 약 40g/gallon, 약 20g/gallon 내지 약 30g/gallon, 약 30g/gallon 내지 약 50g/gallon, 약 35g/gallon 내지 약 50g/gallon, 또는 약 40g/gallon 내지 약 50g/gallon의 범위의 양으로 존재한다.
- [0073] 몇몇 사례에서, 구리-함유 입자는, (모두 캐리어의 겔런에 대하여) 약 1g/gallon 내지 약 50g/gallon, 약 2g/gallon 내지 약 50g/gallon, 약 3g/gallon 내지 약 50g/gallon, 약 4g/gallon 내지 약 50g/gallon, 약 5g/gallon 내지 약 50g/gallon, 약 6g/gallon 내지 약 50g/gallon, 약 7g/gallon 내지 약 50g/gallon, 약 8g/gallon 내지 약 50g/gallon, 약 9g/gallon 내지 약 50g/gallon, 약 10g/gallon 내지 약 50g/gallon, 약 15g/gallon 내지 약 50g/gallon, 약 20g/gallon 내지 약 50g/gallon, 약 30g/gallon 내지 약 50g/gallon, 약 1g/gallon 내지 약 40g/gallon, 약 1g/gallon 내지 약 30g/gallon, 약 1g/gallon 내지 약 30g/gallon, 약 1g/gallon 내지 약 20g/gallon, 약 1g/gallon 내지 약 10g/gallon, 약 2g/gallon 내지 약 50g/gallon, 약 4g/gallon 내지 약 50g/gallon, 약 4g/gallon 내지 약 40g/gallon, 약 4g/gallon 내지 약 30g/gallon, 약 4g/gallon 내지 약 20g/gallon, 또는 약 4g/gallon 내지 약 10g/gallon의 범위의 양으로 존재한다.
- [0074] 하나 이상의 구체 예에서, 캐리어는, 여기에 기재된 바와 같이, 중합체, 단량체, 결합제, 용매 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 특정 구체 예에서, 캐리어는, (내부 또는 외부 표면을 포함할 수 있는) 표면에 적용하기 위해 사용되는 페인트이다.
- [0075] 여기에 기재된 구체 예에서 사용되는 중합체는, 열가소성 중합체, 폴리올레핀, 경화된 중합체, 자외선- 또는 UV-경화 중합체, 중합체 에멀전, 용매-계 중합체, 및 이들의 조합을 포함할 수 있다. 적합한 중합체의 예로는, 폴리스티렌 (PS), 고 충격 PS, 폴리카보네이트 (PC), 나일론 (때때로 폴리아미드 (PA)로 지칭됨), 폴리(아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌) (ABS), PC-ABS 블렌드, 폴리부틸렌테레프탈레이트 (PBT) 및 PBT 공-중합체, 폴리에틸렌테레프탈레이트 (PET) 및 PET 공중합체, 폴리에틸렌 (PE), 폴리프로필렌 (PP), 시클릭폴리올레핀 (시클릭-PO), 변성 폴리페닐렌 옥사이드 (mPOE)를 포함하는 폴리올레핀, 폴리염화비닐 (PVC), 폴리메틸 메타크릴레이트 (PMMA)를 포함하는 아크릴 중합체, 열가소성 엘라스토머 (TPE), 열가소성 우레탄 (TPU), 폴리에테르이미드

(PEI) 및 이들 중합체들의 서로의 블렌드를 포함하는 열가소성 수지를, 제한 없이, 포함한다. 적합한 사출 성형 가능한 열경화성 중합체는, 에폭시, 아크릴, 스티렌, 페놀, 멜라민, 우레탄, 폴리에스테르 및 실리콘 수지를 포함한다. 다른 구체 예에서, 중합체는, 용매 중에 용해될 수 있거나 또는 용매 중에 개별 상 (separate phase)으로 분산될 수 있으며 및 (합성 또는 천연고무의 수성 에멀전인) 라텍스와 같은, 중합체 에멀전, 또는 중합에 의해 얻어지고 및 (페인트로서) 코팅 및 접착제에 특히 사용되는 플라스틱을 형성할 수 있다. 중합체는, 불소화 실란 또는 기타 저 마찰 또는 마찰-방지 물질을 포함할 수 있다. 중합체는, 충격 개질제; 난연제; UV 억제제; 정전기 방지제; 이형제; 유리, 금속, (구체 (spheres)를 포함하는) 탄소 섬유 또는 입자, 탈크 (talc), 점토 또는 운모를 포함하는 충전제; 및 착색제를 함유할 수 있다. 단량체의 특정 예로는, 촉매 경화성 단량체, 열-경화성 단량체, 방사선-경화성 단량체 및 이들의 조합을 포함한다.

[0076] 하나 이상의 구체 예에서, 물질은, 약 5 wt% 이하의 양으로 물질에 존재할 수 있는, 4차 암모늄을 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 4차 암모늄은, 약 4.5 wt% 이하, 약 4 wt% 이하, 약 3.5 wt% 이하, 약 3 wt% 이하, 약 2.5 wt% 이하, 약 2 wt% 이하, 약 1.5 wt% 이하, 약 1 wt% 이하, 약 0.9 wt% 이하, 약 0.8 wt% 이하, 약 0.7 wt% 이하, 약 0.6 wt% 이하, 약 0.5 wt% 이하, 약 0.4 wt% 이하, 약 0.3 wt% 이하, 약 0.2 wt% 이하, 또는 약 0.1 wt% 이하의 양으로 물질에 존재한다. 4차 암모늄의 최소량은 약 0.01 wt%일 수 있다.

[0077] (사용될 수 있는 임의의 충전제 및/또는 첨가제를 포함하는) 여기에 기재된 구리-유리 입자와 캐리어 사이에 가공성, 기계적 특성 및 상호작용을 개선하기 위해, 가공제 (processing agents)/가공 보조제는 여기에 기재된 물품에 포함될 수 있다. 대표적인 가공제/가공 보조제는, 고체 또는 액체 물질을 포함할 수 있다. 가공제/가공 보조제는, 다양한 압출 이점을 제공할 수 있으며, 및 실리콘계 오일, 왁스 및 자유 유동성 불소중합체 (fluoropolymer)를 포함할 수 있다. 다른 구체 예에서, 가공제/가공 보조제는, 상용화제/커플링제, 예를 들어, 기계적 및 열적 특성을 개선하기 위한 중합체 복합물의 가공에서 통상적으로 사용되는 유기-실란/실록산과 같은 유기규소 화합물 (organosilicon compounds)을 포함할 수 있다. 이러한 상용화제/커플링제는, 유리를 표면 개질 시키는데 사용될 수 있으며, 및 (3-아크릴옥시-프로필)트리메톡시실란; N-(2-아미노에틸)-3-아미노프로필트리메톡시실란; 3-아미노프로필트리메톡시실란; 3-아미노프로필트리메톡시실란; (3-글리시독시프로필)트리메톡시실란; 3-머캅토-프로필트리메톡시실란; 3-메타크릴옥시프로필트리메톡시실란; 및 비닐트리메톡시실란을 포함할 수 있다.

[0078] 몇몇 구체 예에서, 여기에 기재된 물질은, 통상적으로 금속계 무기물이고 및 또한 색상 및 다른 목적을 위해 첨가될 수 있는 안료, 예를 들어, 알루미늄 안료, 구리 안료, 코발트 안료, 망간 안료, 철 안료, 티타늄 안료, 주석 안료, 점토계 안료 (자연적으로 형성된 산화철), 탄소 안료, 안티몬 안료, 바륨 안료, 및 아연 안료를 포함하는 충전제를 포함할 수 있다.

[0079] 여기에 기재된 구리-함유 유리를, 여기에 기재된 바와 같은, 캐리어와 조합한 후에, 조합물 또는 그 결과로 생긴 물질은, 원하는 물품으로 형성될 수 있거나 또는 표면에 적용될 수 있다. 물질이 페인트를 포함하는 경우, 페인트는 층으로 표면에 적용될 수 있다. 여기에 기재된 물질을 사용하여 형성될 수 있는 이러한 물품의 예로는, 전자 장치 (예를 들어, 휴대폰, 스마트폰, 태블릿, 비디오 플레이어, 정보 단말 장치, 노트북 컴퓨터, 등)용 하우징, 건축 구조물 (예를 들어, 조리대 또는 벽), 가전제품 (예를 들어, 쿡탑 (cooktops), 냉장고 및 식기세척기 문, 등), 정보 디스플레이 (예를 들어, 화이트 보드), 및 자동차 부품 (예를 들어, 대시보드 패널, 바람막이 창, 창문 부품, 등)을 포함한다.

[0080] 여기에 기재된 물질은, 색상을 부여하기 위한 안료를 포함할 수 있다. 따라서, 이러한 물질로 제조된 코팅 또는 층은, 캐리어 색상, 캐리어의 혼합물 및 입자 로딩 (particle loading)의 양에 의존하여, 다양한 색상을 나타낼 수 있다. 게다가, 여기에 기재된 물질 및/또는 코팅은, ASTM D4541에 의해 측정된 것으로 페인트 접착력에 악영향을 나타내지 않는다. 몇몇 사례에서, 하부 기판에 대한 물질 또는 코팅의 접착력은, 기판의 응집 강도 (cohesive strength)를 초과한다. 다시 말해서, 시험에서, 코팅과 기판 사이에 접착력이 너무 강해서, 기판의 표면으로부터 코팅이 분리되기 전에 하부 기판은 파손된다. 예를 들어, 기판이 목재를 포함하는 경우, 코팅 또는 층과 기판 사이에 접착력은, ASTM D4541에 의해 측정된 것으로, 약 300psi 이상, 400psi 이상, 500psi 이상, 600psi 이상 및 이들 사이에 모든 범위 및 서브-범위일 수 있다. 몇몇 사례에서, 코팅 또는 층으로서 기판에 적용된 경우, 물질은, ASTM D4400에 의해 측정된 것으로, 약 3 이상, 약 5 이상, 7 이상, 8 이상, 9 이상, 10 이상, 11 이상, 12 이상, 13 이상, 14 이상 또는 심지어 15 이상의 항-새김 (anti-sag) 지수 값을 나타낸다.

[0081] 물질 및/또는 코팅은, 가정용 및 상업용 적용에 사용하기에 충분한 내구성을 나타낼 수 있다. 구체적으로, 코팅

또는 층으로서 기판에 적용되는 경우, 물질은, ASTM D4213에 의해 측정된 것으로, 약 4 이상, 5 이상, 6 이상, 7 이상 및 그 사이의 모든 범위 및 하위 범위의 내스크럽성 (scrub resistance)을 나타낸다.

[0082] 하나 이상의 구체 예에서, 물질 및/또는 코팅은, 내수분성 (resistant to moisture)일 수 있다. 예를 들어, 물질 및/또는 코팅을 24시간 동안 약 95% 이하의 상대 습도의 환경에 노출시킨 후에, 물질 및/또는 코팅은, 평균 활성의 변화를 나타내지 않는다.

[0083] 물질의 하나 이상의 구체 예는, 물질이 오염원의 존재 또는 성장에 대한 저항성 또는 보존성을 나타내도록, 구리-함유 유리 및 로딩 수준의 구리-함유 유리를 갖는 캐리어를 포함할 수 있다. 오염원은 곰팡이, 박테리아, 바이러스 및 이들의 조합을 포함한다. 몇몇 사례에서, 페인트, 바니쉬 및 이와 유사한 것과 같은, 물질에서 오염원의 존재 또는 성장은, 물질에 색 변화를 유발할 수 있고, 물질의 무결성을 저하시킬 수 있으며, 및 물질의 다양한 특성에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 캐리어에 구리-함유 유리의 최소 로딩 (예를 들어, 약 5 wt% 이하, 약 4 wt% 이하, 약 3 wt% 이하, 약 2 wt% 이하, 또는 약 1 wt% 이하)을 포함시켜, 오염원은 제거되거나 또는 감소될 수 있다. 몇몇 사례에서, 캐리어 제제 (carrier formulation)는, 오염원이 제거되거나 감소되는 경우, 특정 성분을 포함할 필요가 없다. 따라서, 구리-함유 유리를 포함하지 않는 공지된 물질에서, 여기에 기재된 물질의 하나 이상의 구체 예에서 사용되는 캐리어 제제는, 이전에 가능한 것보다 많은 유연성 및 변화를 가질 수 있다.

[0084] 실시 예

[0085] 다양한 구체 예는 하기 실시 예에 의해 더욱 명확해질 것이다.

[0086] 실시 예 1-3

[0087] 실시 예 1A-1G, 실시 예 2A-2G 및 실시 예 3A-3G는, 표 1에 나타난 바와 같이, 3개의 다른 백색 페인트 (즉, 페인트 1, 페인트 2 및 페인트 3)를 포함한다. 페인트 1은, Behr Process Corporation에 의해 Behr Premium Plus, Paint and Primer in One, Interior Semi-Gloss Enamel, Ultra Pure White 3050의 이름으로 공급된 백색 페인트이고, 페인트 2는, Passonno Paints에 의해 Vinyl-Tech, Interior Flat Latex, SP-1342의 이름으로 공급된 백색 페인트이며, 및 페인트 3은, PPG Paints에 의해 PPG Olympic One Paint, Interior Semi-Gloss Enamel, Base 1의 이름으로 공급된 백색 페인트이다.

[0088] 비교 예 1A, 1B 및 1C는, 어떠한 구리-유리 입자 또는 4차 암모늄도 포함하지 않는다. 비교 예 1B, 2B 및 3B는, 동일한 양의 4차 암모늄만 (구리-유리 입자 없음)을 포함한다. 실시 예 1C-1G, 2C-2G 및 3C-3G는, 실시 예 1B, 2B 및 3B와 동일한 양의 4차 암모늄을 포함하고, 및 또한 표 1에 나타난 바와 같이, 다양한 양의 구리-유리 입자를 포함한다. 구리-유리 입자는, 45 mol% SiO<sub>2</sub>, 35 mol% CuO, 7.5 mol% K<sub>2</sub>O, 7.5 mol% B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 및 5 mol% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>의 조성을 갖는다.

**표 1**

실시 예 1A-1G, 2A-2G 및 3A-3G.

[0089]

실시 예	페인트	Cu-유리 입자	4차 암모늄	L*	a*	b*	C*
비교예 1A	페인트 1	없음	없음	97.00	-0.47	0.51	0.69
비교예 1B	페인트 1	없음	0.5%	97.75	-0.15	0.84	0.85
실시예 1C	페인트 1	1g/gallon	0.5%	97.34	-0.27	1.29	1.32
실시예 1D	페인트 1	4g/gallon	0.5%	96.58	-0.24	1.69	1.71
실시예 1E	페인트 1	10g/gallon	0.5%	95.90	-0.50	2.32	2.37
실시예 1F	페인트 1	20g/gallon	0.5%	94.59	-0.39	2.98	3.01
실시예 1G	페인트 1	50g/gallon	0.5%	92.14	0.18	4.68	4.68
비교예 2A	페인트 2	없음	없음	96.03	-0.10	1.94	1.94
비교예 2B	페인트 2	없음	0.5%	96.07	-0.10	2.20	2.20
실시예 2C	페인트 2	1g/gallon	0.5%	95.80	-0.17	2.10	2.11
실시예 2D	페인트 2	4g/gallon	0.5%	95.52	-0.42	2.31	2.35
실시예 2E	페인트 2	10g/gallon	0.5%	94.33	-0.53	3.01	3.06
실시예 2F	페인트 2	20g/gallon	0.5%	93.53	-0.58	3.75	3.79
실시예 2G	페인트 2	50g/gallon	0.5%	90.88	0.41	6.62	6.63
비교예 3A	페인트 3	없음	없음	96.18	-0.56	0.19	0.59
비교예 3B	페인트 3	없음	0.5%	97.72	-0.25	1.21	1.24

실시예 3C	페인트 3	1g/gallon	0.5%	97.00	-0.22	1.93	1.94
실시예 3D	페인트 3	4g/gallon	0.5%	96.06	-0.20	2.70	2.71
실시예 3E	페인트 3	10g/gallon	0.5%	95.09	0.07	4.03	4.03
실시예 3F	페인트 3	20g/gallon	0.5%	93.99	0.44	4.56	4.58
실시예 3G	페인트 3	50g/gallon	0.5%	91.90	1.79	6.51	6.75

- [0090] 그 결과로 생긴 페인트는 혼합되고, 및 즉시 플라스틱 기판에 적용되며, 및 24시간 동안 건조된다. 측정된 L\*, a\*, 및 b\* 값, 및 C\* 값은, 표 1에 나타난 바와 같이, 계산된다. 표 1에 나타난 바와 같이, 구리-유리 입자의 첨가는, 페인트의 인식된 색상을 현저하게 변화시키지 않는다.
- [0091] 실시 예 1B-1G, 2B-2G 및 3B-3G는 그 다음 황색 포도상 구균에 대하여 EPA 시험하에 항균 효능에 대해 시험된다. 비교 예 1B, 2B 및 3B는, (각각) 페인트 1, 2 또는 3 및 0.5%의 4차 암모늄을 포함하지만, 구리-함유 유리 입자는 포함하지 않았다. 도 1에 나타난 바와 같이, 4차 암모늄만을 포함하고 (구리-유리 입자를 포함하지 않는) 비교 예 1B, 2B 및 3B는, 황색 포도상 구균에서 로그 3 감소를 나타내지 않았다. 도 1에서 또한 나타난 바와 같이, 심지어 소량의 구리-유리 입자의 첨가는, 항균 효능을 크게 증가시킨다. 구체적으로, 실시 예 1E-1G, 2G 및 3C-3G 각각은, EPA 시험하에 황색 포도상 구균에서 3 초과 로그 감소를 나타냈다. 따라서, 이들 실시 예는, 건강 편익에 대한 황색 포도상 구균에서 필수적인 로그 감소를 나타내면서, 또한 백색 또는 무색을 나타낸다.
- [0092] 본 개시의 관점 (1)은: 캐리어; 구리-함유 입자; 및 4차 암모늄을 포함하는, 물질에 관한 것으로, 여기서, 상기 캐리어는, CIE L\*a\*b\* 시스템에서, 약 91 내지 약 100 범위의 L\* 값 및 약 7 미만의 C\* 값을 나타내며, 여기서 C\*는  $\sqrt{(a^2 + b^2)}$ 이며, 및 여기서, 상기 물질은 살균제 시험 조건으로서 구리 합금의 효능에 대한 EPA 시험 방법하에서, 황색 포도상 구균의 농도에서 3 로그 감소 초과를 나타낸다.
- [0093] 본 개시의 관점 (2)는, 상기 구리-함유 입자가 구리-함유 유리를 포함하는, 관점 (1)의 물질에 관한 것이다.
- [0094] 본 개시의 관점 (3)은, 상기 구리-함유 입자가 산화 제일구리를 포함하는, 관점 (1) 또는 관점 (2)의 물질에 관한 것이다.
- [0095] 본 개시의 관점 (4)는, 상기 구리-함유 입자가 캐리어의 겔론당 약 50g 이하의 양으로 존재하는, 관점 (1) 내지 관점 (3) 중 어느 하나의 물질에 관한 것이다.
- [0096] 본 개시의 관점 (5)는, 상기 4차 암모늄이 약 1% 이하의 양으로 존재하는, 관점 (1) 내지 관점 (4) 중 어느 하나의 물질에 관한 것이다.
- [0097] 본 개시의 관점 (6)은, 상기 캐리어가 중합체, 단량체, 결합제 또는 용매를 포함하는, 관점 (1) 내지 관점 (5) 중 어느 하나의 물질에 관한 것이다.
- [0098] 본 개시의 관점 (7)은, 상기 캐리어가 페인트를 포함하는, 관점 (1) 내지 관점 (6) 중 어느 하나의 물질에 관한 것이다.
- [0099] 본 개시의 관점 (8)은, 구리-함유 유리가 다수의  $Cu^{1+}$  이온을 포함하고, 및  $B_2O_3$ ,  $P_2O_5$  및  $R_2O$  중 적어도 하나를 포함하는, 적동석 상을 포함하는, 관점 (2) 내지 관점 (7) 중 어느 하나의 물질에 관한 것이다.
- [0100] 본 개시의 관점 (9)는, 상기 구리-함유 유리가 40 mol% 초과  $SiO_2$ 를 포함하는 유리 상을 포함하는, 관점 (1) 내지 관점 (8) 중 어느 하나의 물질에 관한 것이다.
- [0101] 본 개시의 관점 (10)은, 상기 유리 상이 적동석 상을 초과하는 중량의 양으로 존재하는, 관점 (9)의 물질에 관한 것이다.
- [0102] 본 개시의 관점 (11)은, 상기 적동석 상이 유리 상에 분산되어 있는, 관점 (9) 또는 관점 (10)의 물질에 관한 것이다.
- [0103] 본 개시의 관점 (12)는, 상기 적동석 상 및 유리 상 중 하나 또는 모두가  $Cu^{1+}$ 를 포함하는, 관점 (9) 내지 관점 (11)의 물질에 관한 것이다.
- [0104] 본 개시의 관점 (13)은, 상기 적동석 상이 약 5 micrometers ( $\mu m$ ) 이하의 평균 주 치수를 갖는 결정을

포함하는, 관점 (8) 내지 관점 (12) 중 어느 하나의 물질에 관한 것이다.

- [0105] 본 개시의 관점 (14)는, 상기 적동석 상이 물의 존재하에서 분해 가능하며, 침출되는, 관점 (8) 내지 관점 (13) 중 어느 하나의 물질에 관한 것이다.
- [0106] 본 개시의 관점 (15)는, 상기 구리-함유 유리가 약 5 nanometers (nm) 미만의 깊이를 가지며, 다수의 구리 이온을 포함하는 표면 부분을 포함하고, 여기서, 상기 다수의 구리 이온의 적어도 75%는,  $Cu^{1+}$  인, 관점 (2) 내지 관점 (14) 중 어느 하나의 물질에 관한 것이다.
- [0107] 본 개시의 관점 (16)은, 상기 다수의 구리 이온의 약 25% 미만이  $Cu^{2+}$  인, 관점 (15)의 물질에 관한 것이다.
- [0108] 본 개시의 관점 (17)은, 상기 구리-함유 유리의 적동석 상이 유리의 적어도 약 10 wt%를 포함하는, 관점 (2) 내지 관점 (16) 중 어느 하나의 물질에 관한 것이다.
- [0109] 본 개시의 관점 (18)은: 캐리어; 구리-함유 유리 입자; 및 4차 암모늄을 포함하는 무색 물질에 관한 것으로서, 여기서, 상기 물질이 층으로서 표면에 적용되고 및 10분 이상 동안 건조된 후에, 상기 층은, CIE  $L^*a^*b^*$  시스템에서, 약 91 내지 약 100 범위의  $L^*$  값, 및 약 7 미만의  $C^*$  값을 나타내며, 여기서,  $C^*$ 는  $\sqrt{(a^{*2} + b^{*2})}$ 이며, 및 여기서, 상기 물질은, 살균제 시험 조건으로서 구리 합금의 효능에 대한 EPA 시험 방법하에서, 황색 포도상 구균의 농도에서 3 로그 감소 초과를 나타낸다.
- [0110] 본 개시의 관점 (19)는, 상기 구리-함유 유리 입자가 캐리어의 겔론당 약 50g 이하의 양으로 존재하는, 관점 (18)의 물질에 관한 것이다.
- [0111] 본 개시의 관점 (20)은, 상기 4차 암모늄이 약 1 wt% 이하의 양으로 존재하는, 관점 (18) 또는 관점 (19)의 물질에 관한 것이다.
- [0112] 본 개시의 관점 (21)은, 상기 캐리어가 중합체, 단량체, 결합제 또는 용매를 포함하는, 관점 (18) 내지 관점 (20) 중 어느 하나의 물질에 관한 것이다.
- [0113] 본 개시의 관점 (22)는, 상기 캐리어가 페인트를 포함하는, 관점 (18) 내지 관점 (21) 중 어느 하나의 물질에 관한 것이다.
- [0114] 본 개시의 관점 (23)은, 상기 구리-함유 유리가 다수의  $Cu^{1+}$  이온을 포함하고, 및  $B_2O_3$ ,  $P_2O_5$  및  $R_2O$  중 적어도 하나를 포함하는, 적동석 상을 포함하는, 관점 (18) 내지 관점 (22) 중 어느 하나의 물질에 관한 것이다.
- [0115] 본 개시의 관점 (24)는, 상기 구리-함유 유리가 40 mol% 초과  $SiO_2$ 를 포함하는 유리 상을 더욱 포함하는, 관점 (23)의 물질에 관한 것이다.
- [0116] 본 개시의 관점 (25)는, 상기 유리 상이, 적동석 상을 초과하는 중량의 양으로 존재하는, 관점 (24)의 물질에 관한 것이다.
- [0117] 본 개시의 관점 (26)은, 상기 적동석 상이 유리 상에 분산되어 있는, 관점 (24) 내지 관점 (25) 중 어느 하나의 물질에 관한 것이다.
- [0118] 본 개시의 관점 (27)은, 상기 적동석 상 및 유리 상 중 하나 또는 모두가  $Cu^{1+}$ 를 포함하는, 관점 (24) 내지 관점 (26) 중 어느 하나의 물질에 관한 것이다.
- [0119] 본 개시의 관점 (28)은, 상기 적동석 상이 약 5 micrometers ( $\mu m$ ) 이하의 평균 주 치수를 갖는 결정을 포함하는, 관점 (23) 내지 관점 (27) 중 어느 하나의 물질에 관한 것이다.
- [0120] 본 개시의 관점 (29)는, 상기 적동석 상이 물의 존재하에서 분해 가능하며, 침출되는, 관점 (23) 내지 관점 (28) 중 어느 하나의 물질에 관한 것이다.
- [0121] 본 개시의 관점 (30)은, 상기 구리-함유 유리 입자들 중 적어도 하나가 약 5 nanometers (nm) 미만의 깊이를 가지며, 다수의 구리 이온을 포함하는 표면 부분을 포함하고, 여기서, 상기 다수의 구리 이온의 적어도 75%는,  $Cu^{1+}$  인, 관점 (18) 내지 관점 (29) 중 어느 하나의 물질에 관한 것이다.
- [0122] 본 개시의 관점 (31)은, 상기 다수의 구리 이온의 약 25% 미만이  $Cu^{2+}$  인, 관점 (30)의 물질에 관한 것이다.

[0123] 본 개시의 관점 (32)는, 상기 적동석 상이 유리의 적어도 약 10 wt%를 포함하는, 관점 (18) 내지 관점 (31) 중 어느 하나의 물질에 관한 것이다.

[0124] 본 발명의 사상 또는 범주를 벗어나지 않고 다양한 변경 및 변화가 이루어질 수 있음은 당업자에게 명백할 것이다.

도면

도면1

