



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년03월26일

(11) 등록번호 10-2651110

(24) 등록일자 2024년03월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C03C 3/083 (2006.01) A01N 59/00 (2006.01)

C03C 10/00 (2006.01) C03C 12/00 (2006.01)

C03C 3/085 (2006.01) C03C 3/091 (2006.01)

C03C 3/097 (2006.01) C03C 4/00 (2006.01)

C04B 14/24 (2006.01) C08K 3/40 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C03C 3/083 (2013.01)

A01N 59/00 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-7027744(분할)

(22) 출원일자(국제) 2015년02월17일

심사청구일자 2022년08월10일

(85) 번역문제출일자 2022년08월10일

(65) 공개번호 10-2022-0119508

(43) 공개일자 2022년08월29일

(62) 원출원 특허 10-2021-7033046

원출원일자(국제) 2015년02월17일

심사청구일자 2021년10월13일

(86) 국제출원번호 PCT/US2015/016104

(87) 국제공개번호 WO 2015/126806

국제공개일자 2015년08월27일

(30) 우선권주장

61/941,690 2014년02월19일 미국(US)

(뒷면에 계속)

(56) 선행기술조사문헌

WO2012135194 A1*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 15 항

심사관 : 이영화

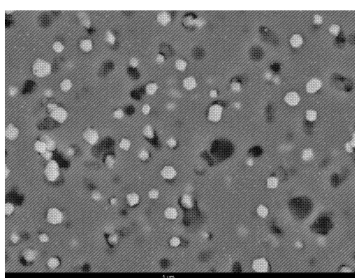
(54) 발명의 명칭 **항균성 유리 조성물, 이를 혼입한 유리 및 고분자 제품**

(57) 요약

본 발명의 구체 예는 항균성 유리 조성물, 유리 및 제품에 관한 것이다. 상기 제품은, 유리 상 및 적동식 상을 포함할 수 있는, 유리를 포함한다. 다른 구체 예에서, 상기 유리는 다수의 Cu^{1+} 이온, B_2O_3 , P_2O_5 및 K_2O 를 포함하는 분해성 상 및 SiO_2 를 포함하는 내구성 상을 포함한다. 다른 구체 예는 유리 네트워크 및/또는 유리 매트릭스

(뒷면에 계속)

대표도



내에 및 유리의 표면에 분산된 다수의 Cu^{1+} 이온을 갖는 유리를 포함한다. 상기 제품은 또한 고분자를 포함할 수 있다. 여기에 개시된 유리 및 제품은 살균제 시험 조건으로 구리 합금의 효능에 대한 EPA 시험 방법하에서, 및 박테리아에 대한 수정된 JIS Z 2801 하에서, Staphylococcus aureus, Enterobacter aerogenes, Pseudomonas aeruginosa, Methicillin Resistant Staphylococcus aureus, 및 E. coli 중 어느 하나 이상의 농도에서 2 로그 감소 이상을 나타낸다. 몇몇 구체 예에서, 상기 유리 및 제품은 바이러스 시험 조건에 대한 수정된 JIS Z 2801 시험하에서, Murine Norovirus의 농도에서 2 로그 감소 이상을 나타낸다.

(52) CPC특허분류

C03C 10/0009 (2013.01)
C03C 12/00 (2013.01)
C03C 3/085 (2013.01)
C03C 3/091 (2013.01)
C03C 3/097 (2013.01)
C03C 4/0035 (2013.01)
C04B 14/24 (2013.01)
C08K 3/40 (2013.01)
C03C 2204/02 (2013.01)

(72) 발명자

그로스, 티모시 마이클

미국, 뉴욕 14830, 코닝, 서밋 애비뉴 49

장, 다유 데이비드

미국, 뉴욕 14870, 페인티드 포스트, 콘혹턴 로드 3394

왕, 지안구오

미국, 뉴욕 14845, 호스헤드스, 벨우드 드라이브 455

(56) 선행기술조사문헌

JP2011105587 A*

US04098610 A*

US20100098777 A1

JP2011093764 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(30) 우선권주장

61/941,677 2014년02월19일 미국(US)

61/992,987 2014년05월14일 미국(US)

61/992,980 2014년05월14일 미국(US)

62/026,186 2014년07월18일 미국(US)

62/026,177 2014년07월18일 미국(US)

62/034,842 2014년08월08일 미국(US)

62/034,834 2014년08월08일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

유리를 포함하는 제품으로서, 상기 유리는, 몰%로,
 40 내지 70 범위의 SiO_2 ,
 0 내지 20 범위의 Al_2O_3 ,
 10 내지 50 범위의 구리-함유 산화물,
 0 내지 15 범위의 CaO ,
 0 내지 15 범위의 MgO ,
 0 초과 내지 25 범위의 P_2O_5 ,
 0 내지 25 범위의 B_2O_3 ,
 0 내지 20 범위의 K_2O ,
 0 내지 5 범위의 ZnO ,
 0 내지 20 범위의 Na_2O , 및
 0 내지 5 범위의 Fe_2O_3 를 포함하고,
 여기서 구리-함유 산화물의 양은 Al_2O_3 의 양을 초과하는, 유리를 포함하는 제품.

청구항 2

청구항 1에 있어서,
 하기 중 어느 하나 이상을 더욱 나타내는, 유리를 포함하는 제품:
 JIS Z 2801 (2000) 시험 조건 또는 박테리아에 대한 수정된 JIS Z 2801 시험 조건 하에서, 황색포도알균(*Staphylococcus aureus*), 엔테로박터 에어로진스(*Enterobacter aerogenes*), 슈도모나스 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa* bacteria), 메티실린 내성 황색포도알균(Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus*), 및 대장균(*E. coli*) 중 어느 하나 이상의 농도에서 4 로그 감소 이상, 및
 바이러스에 대한 수정된 JIS Z 2801 하에서, Murine Norovirus의 농도에서 4 로그 감소 이상.

청구항 3

청구항 1에 있어서,
 살균제 시험 조건으로 구리 합금의 효능에 대한 EPA 시험 방법(EPA Test Method for Efficacy of Copper Alloy) 하에서, 황색포도알균(*Staphylococcus aureus*), 엔테로박터 에어로진스(*Enterobacter aerogenes*), 슈도모나스 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa* bacteria), 메티실린 내성 황색포도알균(Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus*), 및 대장균(*E. coli*) 중 어느 하나 이상의 농도에서 2 로그 감소(log reduction) 이상을 추가로 나타내는, 유리를 포함하는 제품.

청구항 4

청구항 1에 있어서,
 유리가 침출수에 노출되거나 침출수와 접촉할 때, 다수의 Cu^{1+} 이온의 일부가 유리로부터 침출되는, 유리를 포함

하는 제품.

청구항 5

청구항 1 내지 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 구리-함유 산화물은 CuO 및 Cu_2O 중 적어도 하나를 포함하는, 유리를 포함하는 제품.

청구항 6

청구항 1 내지 4 중 어느 한 항에 있어서,

다수의 Cu^{1+} 이온을 더욱 포함하는, 유리를 포함하는 제품.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 다수의 Cu^{1+} 이온은 유리 매트릭스에 분산된 적동석 결정을 포함하는, 유리를 포함하는 제품.

청구항 8

청구항 1 내지 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 유리는 흑동광이 없는, 유리를 포함하는 제품.

청구항 9

청구항 1 내지 4 중 어느 한 항에 있어서,

조성물은 5 몰% 이하의 양으로 Al_2O_3 를 포함하는, 유리를 포함하는 제품.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

조성물은 Al_2O_3 가 없는, 유리를 포함하는 제품.

청구항 11

청구항 1 내지 4 중 어느 한 항에 있어서,

적동석 상을 더욱 포함하고, 여기서 적동석 상은 5 마이크로미터(μm) 이하의 평균 주 치수를 갖는 결정을 포함하는, 유리를 포함하는 제품.

청구항 12

청구항 1 내지 4 중 어느 한 항에 있어서,

조성물은 핵제를 포함하고, 여기서 핵제는 TiO_2 및 ZrO_2 중 어느 하나 이상을 포함하는, 유리를 포함하는 제품.

청구항 13

건축 구조물로서:

캐리어; 및

상기 캐리어에 분산된 청구항 1 내지 4 중 어느 한 항의 유리의 입자 또는 섬유를 포함하는, 건축 구조물.

청구항 14

청구항 1 내지 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제품은 캐리어를 더욱 포함하고, 상기 캐리어는 고분자, 모노머, 바인더, 또는 용제를 포함하는, 유리를

포함하는 제품.

청구항 15

청구항 1 내지 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제품은 고분자를 더욱 포함하고, 여기서 상기 고분자는 열가소성 고분자, 폴리오레핀, 사출성형 가능한 열경화성 고분자, 또는 이들의 조합을 포함하고, 유리 대 고분자의 비는 중량%에 기초하여 10:90 내지 90:10의 범위인, 유리를 포함하는 제품.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 2014년 8월 8일자에 출원된 미국 가 특허출원 제62/034,842호, 2014년 8월 8일자에 출원된 미국 가 특허출원 제62/034,834호, 2014년 7월 18일자에 출원된 미국 가 특허출원 제62/026,186호, 2014년 7월 18일자에 출원된 미국 가 특허출원 제62/026,177호, 2014년 5월 14일자에 출원된 미국 가 특허출원 제61/992,987호, 2014년 5월 14일자에 출원된 미국 가 특허출원 제61/992,980호, 2014년 2월 19일자에 출원된 미국 가 특허출원 제61/941,690호, 및 2014년 2월 19일자에 출원된 미국 가 특허출원 제61/941,677호의 우선권을 주장하고, 이들의 전체적인 내용은 참조로서 여기에 혼입된다.

[0002] 본 개시는 일반적으로 항균성 유리 조성물 및 이러한 조성물을 혼입한 제품에 관한 것이다. 좀 더 구체적으로, 여기에 기재된 다양한 구체 예는 항균 속성을 갖는 유리 및 이러한 유리를 혼입한 제품에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 스크린 표면 (예를 들어, 표면의 특정 부분을 터치하여 활성화된 사용자-대화형 역량 (user-interactive capabilities)을 갖는 전자 장치의 표면)과 같은 터치-활성 또는 터치-대화형 장치를 포함하는, 가전제품은 점점 더 보급되고 있다. 사용자 및 장치 사이에서 터치 스크린-기반 상호작용이 증가하는 정도에 따라, 사용자에서 사용자로 전염될 수 있는 표면 잠복 미생물 (예를 들어, 박테리아, 곰팡이, 바이러스, 및 이와 유사한 것)의 가능성도 함께 증가한다. 더군다나, 터치-활성 또는 터치-대화형 장치를 혼입하는 하우징은 또한 사용자에서 사용자로 전염될 수 있는 이러한 미생물이 잠복하는 표면을 포함한다. 미생물 전염의 문제는 또한 의료 또는 사무실 세팅에 사용된 장비, 가구 및 건축 제품 및 사용자가 표면과 접촉하는 많은 다른 제품에 대한 문제이다.

[0004] 다양한 물질에 대한 미생물의 존재를 최소화하기 위해, 소위 "항균" 특성은 여러 가지의 유리에 부여되어 왔지만; 그러나, 항균 특성을 또한 나타내는 (커버 유리로 사용된 어떤 유리 및 하우징을 포함하는) 전체 제품을 제공할 필요가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 따라서, 어떤 적용에 유용한 항균성 제품은 이들이 사용되는 목적을 위해 충분히 내구성이 있으면서, 또한 비활성이거나 또는 부가적인 활성화를 요구하지 않는 연속적인 항균 특성을 제공하여야 한다. 부가적으로, 항균성 유리 및 제품은 조절된 항균성 활성도를 제공하여야 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 개시의 제1 관점은 캐리어 및 유리를 포함하는 제품에 관한 것이다. 적절한 캐리어의 예로는 고분자, 모노머, 바인더, 용제, 및 몰드 제품, 성형 제품, 기관상에 코팅 또는 기타 이러한 제품을 형성하는데 사용된 기타 물질을 포함한다. 대표적인 코팅은 마찰-방지 코팅, 낮은 마찰 계수를 나타내는 코팅, 또는 낮은 마찰 계수를 나타내는 표면을 형성하는 코팅을 포함할 수 있다.

[0007] 하나 이상의 구체 예의 유리는 또한, 몰 퍼센트로: 약 40 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 약 0 내지 약 5 범위의 Fe_2O_3 를 포함하는 조성물을 포함할 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 구리-함유 산화물의 양은 (몇몇 경우에, 약 5몰 퍼센트 이하일 수 있는) Al_2O_3 의 양을 초과한다. 몇몇 경우에서, 상기 조성물은 Al_2O_3 가 없을 수 있다. 적절한 구리-함유 산화물의 예로는 CuO , Cu_2O , 또는 이의 조합을 포함할 수 있다.

[0008] 하나 이상의 구체 예의 제품은 다수의 Cu^{1+} 이온, Cu 금속 또는 이의 조합을 포함할 수 있다. 몇몇 경우에서, 상기 유리는 실질적으로 흑동광 (tenorite)이 없을 수 있다.

[0009] 하나 이상의 구체 예의 유리는 적동석 상 (cuprite phase) 및 유리 상 (glass phase)을 포함할 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 상기 적동석 상은 약 5 micrometers (μm) 이하, 또는 심지어 약 1 micrometer (μm) 이하의 평균 주 치수 (major dimension)을 갖는 결정체를 포함할 수 있다.

[0010] 본 개시의 제2 관점은, 다수의 Cu^{1+} 이온, B_2O_3 , P_2O_5 및 R_2O 중 적어도 하나를 포함하는 분해성 상 (degradable phase), 및 SiO_2 를 포함하는 내구성 상 (durable phase)을 갖는 유리 및 캐리어를 포함하는 제품에 관한 것이다. 상기 유리는 여기에 기재된 조성물로부터 형성될 수 있다. 몇몇 경우에서, 상기 내구성 상은 상기 분해성 상을 초과하는 중량의 양으로 존재한다. 하나 이상의 구체 예의 분해성 상은 침출되거나 또는 물의 존재하에서 침출 가능하다.

[0011] 상기 제품은, 상기 분해성 상 및 상기 내구성 상 중 하나 또는 모두에 분산될 수 있는, 적동석 상을 선택적으로 포함할 수 있다. 상기 적동석 상은 약 5 micrometers (μm) 이하, 약 1 micrometer (μm) 이하, 또는 약 500 nanometers (nm) 이하의 평균 주 치수를 갖는 결정을 가질 수 있다. 상기 적동석 상은 유리의 적어도 약 10중량 퍼센트 또는 적어도 약 20중량 퍼센트를 포함할 수 있다.

[0012] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 유리는 다수의 구리 이온을 포함하는 (약 5 nanometers (nm) 미만의 깊이를 갖는) 표면부를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 다수의 구리 이온의 적어도 75%는 Cu^{1+} 이다. 다른 구체 예에서, 다수의 구리 이온의 약 25% 미만은 Cu^{2+} 이다.

[0013] 본 개시의 제3 관점은 캐리어; 및 무기 물질을 포함하는 제품에 관한 것이고, 여기서 상기 무기 물질은 표면 및 상기 표면에 배치된 다수의 Cu^{1+} 이온을 포함한다. 상기 무기 물질은 유리를 포함할 수 있고, 여기에 기재된 조성물로부터 형성될 수 있다. 상기 무기 물질은 실질적으로 흑동광이 없을 수 있다.

[0014] 하나 이상의 구체 예에서, 다수의 Cu^{1+} 이온은 유리 네트워크 및/또는 유리 매트릭스에 분산될 수 있다. 몇몇 경우에서, 상기 유리 네트워크는 다수의 Cu^{1+} 이온이 원자적으로 결합된 원자를 포함한다. 복수의 Cu^{1+} 이온은 유리 매트릭스에 분산된 적동석 결정체를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 캐리어는 고분자, 모노머, 바인더, 용제 또는 이의 조합을 포함할 수 있다. 캐리어는, 예를 들어, 불화탄소 (fluorocarbons), 플루오르화 실란, 및 알킬 과불화탄소 실란과 같은 마찰-방지 물질을 포함할 수 있다. 여기에 기재된 구체 예에서 사용된 고분자는 유기 또는 무기 고분자를 포함할 수 있다. 대표적인 고분자는 열가소성 고분자, 폴리올레핀, 경화 고분자, 자외선- 또는 UV-경화 고분자, 고분자 에멀전, 용제-계 고분자, 및 이의 조합을 포함할 수 있다. 모노머의 특별한 예로는 촉매 경화성 모노머, 열-경화성 모노머, 방사선-경화성 모노머 및 이의 조합을 포함한다. 여기에 기재된 제품은, 중량 퍼센트에 기초하여, 약 10:90 내지 약 90:10의 범위에 유리 대 캐리어 비는 포함할 수 있다.

[0016] 여기에 기재된 유리 및 제품은, 살균제 시험 조건으로 EPA 시험 Method for Efficacy of Copper Alloy (이하 "EPA 시험")하에서, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter aerogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* bacteria, Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus*, 및 *E. coli* 중 적어도 하나의 농도에서 2 로그 감소 (log reduction) 이상을 나타낼 수 있다.

[0017] 하나 이상의 구체 예에 따른 여기에 기재된 유리 및 제품은, JIS Z 2801 (2000) 시험 조건하에서, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter aerogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* bacteria, Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus*, 및 *E. coli* 중 적어도 하나의 농도에서 4 로그 감소 이상 (예를 들어, 5 로그 감소 이

상)을 나타낼 수 있다. 여기에 기재된 유리 및 제품의 하나 이상의 구체 예는 또한 수정된 JIS Z 2801 (2000) 시험 조건 (이하, "박테리아에 대한 수정된 JIS Z 2801 시험")하에서, Staphylococcus aureus, Enterobacter aerogenes, Pseudomonas aeruginosa Methicillin Resistant Staphylococcus aureus, 및 E. coli 중 적어도 하나의 농도에서 4 로그 감소 이상 (예를 들어, 5 로그 감소 이상)을 나타낸다. 박테리아에 대한 수정된 JIS Z 2801 (2000)는 여기에서 더욱 상세하게 기재된다.

[0018] 하나 이상의 구체 예에서, 하나 이상의 구체 예에 따른 여기에 기재된 유리 및 제품은 바이러스를 평가하기 위한 수정된 JIS Z 2801 (2000) 시험 조건 (이하, "바이러스에 대한 수정된 JIS Z 2801")하에서, Murine Norovirus의 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 여기에서 더욱 상세하게 기재된다.

[0019] 몇몇 구체 예에서, 상기 유리 및 제품은, 일 개월 이상 또는 삼 개월 이상의 기간 동안, (즉, EPA 시험, JIS Z 2801 시험 조건, 박테리아에 대한 수정된 JIS Z 2801 및/또는 바이러스에 대한 수정된 JIS Z 2801 시험하에서) 여기에 기재된 로그 감소를 나타낼 수 있다. 일 개월 또는 삼 개월 기간은 유리의 형성시 또는 형성 후, 또는 캐리어와 유리의 조합 시 또는 조합 후 시작할 수 있다.

[0020] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 제품은 침출수 (leachate)에 노출 또는 접촉한 경우 상기 구리 이온을 침출한다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 제품은 물을 포함하는 침출수에 노출된 경우 오직 구리 이온을 침출한다.

[0021] 여기에 기재된 제품은 전자 장치용 하우징을 형성할 수 있다.

[0022] 본 개시의 제4 관점은 항균성 제품을 제조하는 방법에 관한 것이다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 방법은, 다수의 Cu^{1+} 이온 및 유리 상을 포함하는 유리를 형성하기 위해 유리 조성물을 용융시키는 단계, 상기 유리를 입자 및 섬유 중 적어도 하나로 형성시키는 단계, 상기 입자 및 섬유 중 적어도 하나를 (여기에 기재된 바와 같은) 고분자, 모노머, 또는 바인더와 같은, 캐리어에 분산시켜 충전 캐리어를 제공하는 분산 단계, 및 상기 충전 캐리어를 항균성 제품으로 형성시키는 단계를 포함한다. 상기 유리 조성물은 여기에 기재된 조성물을 포함할 수 있다.

[0023] 부가적인 특색 및 장점은 하기 상세한 설명에서 서술될 것이고, 부분적으로 하기 상세한 설명으로부터 기술분야의 당업자에게 쉽게 명백하게 될 것이며, 또는 하기 상세한 설명, 청구항뿐만 아니라 첨부된 도면을 포함하는, 여기에 기재된 구체 예를 실행시켜 용이하게 인지될 것이다.

[0024] 전술한 배경기술 및 하기 상세한 설명 모두는 단지 예시적인 것이며, 청구항의 본질 및 특징을 이해하기 위한 개요 또는 틀거리를 제공하기 위해 의도된 것으로 이해될 것이다. 수반되는 도면은 또 다른 이해를 제공하기 위해 포함되고, 본 명세서의 일부를 구성하고 혼입된다. 도면은 하나 이상의 구체 예를 예시하고, 상세한 설명과 함께 다양한 구체 예의 원리 및 작동을 설명하기 위해 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 하나 이상의 구체 예에 따른 시트 형태의 항균성 유리의 측면도이다;

도 2는 도 1에 도시된 항균성 유리의 부분 확대도이다.

도 3은 하나 이상의 구체 예에 따른 항균성 유리의 투과 전자현미경 (TEM) 이미지이다.

도 4는 도 3에 나타난 항균성 유리의 단면의 주사 전자현미경 (SEM) 이미지이다.

도 5는 도 3에 나타난 항균성 유리의 파단 단면의 SEM 이미지이다.

도 6은 하나 이상의 구체 예에서 항균성 유리의 SEM 이미지이다.

도 7a는 1650℃에서 용융한 후에 650℃에서 밤새 어닐링된 이후, 실시 예 30의 단면의 SEM-에너지-분산성 X-선 분광계 (EDX) 하이퍼맵 (hypermap)이다.

도 7b는 1650℃에서 용융 후에 물에서 퀀칭된 이후, 실시 예 30의 단면의 SEM-EDX 하이퍼맵이다.

도 8a는 1시간 동안 800℃에서 부가적인 열처리 후에, 실시 예 30의 파단 단면을 나타낸다.

도 8b는 1시간 동안 800℃에서 부가적인 열처리 후에, 실시 예 30의 연마된 단면을 나타낸다.

도 9는 하나 이상의 구체 예에 따른 유리의 항균성 활성도를 예시한다.

도 10은 다양한 기간 이후에, 입자로 형성되고, 고분자 캐리어와 조합된 경우, 여기에 기재된 항균성 유리의 항균성 활성도를 나타내는 그래프이다.

도 11은 하나 이상의 구체 예에 따른, 다양한 제품의 항균성 활성도를 예시하는 그래프이다.

도 12는 하나 이상의 구체 예에 따른 다양한 제품의 항균성 활성도를 예시하는 그래프이다.

도 13은 다른 양의 구리를 갖는 유리의 항균성 활성도를 예시하는 그래프이다.

도 14는 고분자 및 실시 예 12로부터 만들어진 사출 성형된 제품의 이미지를 나타낸다. 및

도 15는 다른 표면 처리를 거친 및 거치지 않은, 하나 이상의 구체 예에 따른 사출 성형된 제품의 항균성 활성도를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 이하 기준은 다양한 구체 예에 대해 상세하게 만들어질 것이고, 이의 실시 예들은 수반되는 도면에 예시된다.

[0027] 본 개시의 제1 관점은 항균성 유리 조성물 및 이러한 조성물로부터 만들어지거나 또는 포함하는 유리와 연관된다. 여기에 개시된 유리의 항균 특성은 항바이러스 및/또는 항박테리아 특성을 포함한다. 여기에 사용된 바와 같은, 용어 "항균성"은 박테리아, 바이러스 및/또는 곰팡이의 성장을 사멸 또는 억제하는 물질, 또는 물질의 표면을 의미한다. 여기에 사용된 바와 같은 용어는 이러한 부류 내에 모든 종의 미생물의 성장을 사멸하거나 또는 억제할 물질 또는 물질의 표면을 의미하지는 않지만, 이러한 부류로부터 하나 이상의 미생물의 성장을 사멸 또는 억제할 것이다.

[0028] 여기에 사용된 바와 같은, 용어 "로그 감소"는 $-\log(C_a/C_0)$ 를 의미하고, 여기서 C_a = 항균성 표면의 콜로니 형성 단위 (colony form unit) (CFU) 수이고 및 C_0 = 항균성 표면이 아닌 대조구 표면의 콜로니 형성 단위 (CFU) 수이다. 예로서, 3 로그 감소는 사멸된 박테리아, 바이러스 및/또는 곰팡이의 약 99.9%와 동일하고, 로그 감소 5는 사멸된 박테리아, 바이러스 및/또는 곰팡이의 99.999%와 동일하다.

[0029] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 항균성 유리는 Cu 종 (species)을 포함한다. 하나 이상의 선택적인 구체 예에서, 상기 Cu 종은 Cu^{1+} , Cu^0 , 및/또는 Cu^{2+} 을 포함할 수 있다. 상기 Cu 종의 조합된 합은 약 10 wt% 이상일 수 있다. 그러나, 이하 좀 더 상세하게 논의되는 바와 같이, Cu^{2+} 의 양은 항균성 유리가 실질적으로 Cu^{2+} 가 없도록 감소되거나 또는 최소화된다. 상기 Cu^{1+} 이온은 항균성 유리의 벌크 및/또는 표면에 또는 표면 내에 존재할 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 상기 Cu^{1+} 이온은 항균성 유리의 유리 네트워크 및/또는 유리 매트릭스에 존재한다. 상기 Cu^{1+} 이온이 유리 네트워크에 존재하는 경우, 상기 Cu^{1+} 이온은 유리 네트워크에 원자에 원자적으로 결합된다. 상기 Cu^{1+} 이온이 유리 매트릭스에 존재하는 경우, 상기 Cu^{1+} 이온은 유리 매트릭스에 분산된 Cu^{1+} 결정의 형태로 존재할 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 상기 Cu^{1+} 결정은 적동석 (Cu_2O)을 포함한다. 이러한 구체 예에서, 상기 Cu^{1+} 결정이 존재하는 경우, 상기 물질은, 하나 이상의 결정질 상이 유리에 도입 및/또는 발생하는 전통적인 세라믹화 공정에 적용될 수 있거나 또는 적용되지 않을 수 있는 결정을 갖는 유리의 특정 타입과 관련되는 것으로 의도된, 항균성 유리 세라믹으로 언급될 수 있다. 상기 Cu^{1+} 이온이 비-결정질 형태로 존재하는 경우, 상기 물질은 항균성 유리로 언급될 수 있다. 몇몇 구체 예에서, Cu^{1+} 결정 및 결정과 연관되지 않는 Cu^{1+} 이온 모두는 여기에 기재된 항균성 유리에 존재한다.

[0030] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 항균성 유리는, 몰 퍼센트로, 약 40 내지 약 70 범위의 SiO_2 , 약 0 내지 약 20 범위의 Al_2O_3 , 약 10 내지 약 30 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 조성물로부터 형성될 수 있다. 이러한 구체 예에서, 상기 구리-함유 산화물의 양은 Al_2O_3 의 양을 초과한다. 몇몇 구체

예에서, 상기 조성물은 R_2O 의 함량을 포함할 수 있고, 여기서 R은 K, Na, Li, Rb, Cs 및 이의 조합을 포함할 수 있다.

[0031] 여기에 기재된 조성물의 구체 예에서, SiO_2 는 주된 유리-형성 산화물로 제공된다. 조성물에 존재하는 SiO_2 의 양은 이의 사용 또는 적용 (예를 들어, 터치 적용, 제품 하우징, 등)을 위해 적절한 필요 화학적 내구성을 나타내는 유리를 제공하기에 충분하여야 한다. SiO_2 의 상한은 여기에 기재된 조성물의 용융 온도를 조절하기 위해 선택될 수 있다. 예를 들어, 과잉의 SiO_2 는 청징 버블 (fining bubbles)과 같은 결함이 공정 동안 및 최종 유리에서 나타날 수 있거나 또는 발생할 수 있는 고온으로 200 poise에서 용융 온도를 유도할 수 있다. 더군다나, 대부분 산화물과 비교하면, SiO_2 는 최종 유리의 이온 교환 공정에 의해 생성된 압축 응력을 감소시킨다. 다시 말해서, 과잉의 SiO_2 를 갖는 조성물로부터 형성된 유리는 과잉의 SiO_2 가 없는 조성물로부터 형성된 유리와 같은 정도로 이온-교환 가능하지 않을 수 있다. 부가적으로 또는 선택적으로, 하나 이상의 구체 예에 따른 조성물에 존재하는 SiO_2 는 최종 유리의 소성 변형 전 파괴 특성 (plastic deformation prior break properties)을 증가시킬 수 있다. 여기에 기재된 조성물로부터 형성된 유리에 증가된 SiO_2 함량은 또한 유리의 압입 파단 임계값 (indentation fracture threshold)을 증가시킬 수 있다.

[0032] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 조성물은, 몰 퍼센트로, 약 40 내지 약 70, 약 40 내지 약 69, 약 40 내지 약 68, 약 40 내지 약 67, 약 40 내지 약 66, 약 40 내지 약 65, 약 40 내지 약 64, 약 40 내지 약 63, 약 40 내지 약 62, 약 40 내지 약 61, 약 40 내지 약 60, 약 41 내지 약 70, 약 42 내지 약 70, 약 43 내지 약 70, 약 44 내지 약 70, 약 45 내지 약 70, 약 46 내지 약 70, 약 47 내지 약 70, 약 48 내지 약 70, 약 49 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 60 범위 및 이들 사이의 모든 범위 및 서브 범위의 양으로 SiO_2 를 포함한다.

[0033] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 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 0.1 및 이들 사이의 모든 범위 및 서브-범위의 양으로 Al_2O_3 를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 상기 조성물은 실질적으로 Al_2O_3 가 없다. 여기에 사용된 바와 같이, 최종 유리 및/또는 조성물의 성분에 관하여 문구 "실질적으로 없는"은 성분이 초기 배치 (batching) 또는 후속 후 공정 (예를 들어, 이온 교환 공정) 동안 조성물에 능동적으로 또는 의도적으로 첨가되지 않지만, 불순물로 존재할 수 있다는 것을 의미한다. 예를 들어, 조성물, 및 유리는, 성분이 약 0.01 mol% 미만의 양으로 존재하는 경우, 실질적으로 없는 성분으로 기재될 수 있다.

[0034] Al_2O_3 의 양은 유리-형성 산화물로 제공하기 위해 및/또는 용융 조성물의 점도를 조절하기 위해 조정될 수 있다. 이론에 제한되는 것을 원하지는 않지만, 조성물에 알칼리 산화물 (R_2O)의 농도가 Al_2O_3 의 농도 이상인 경우, 알루미늄 이온은 전하-균형자 (charge-balancers)로 작용하는 알칼리 이온과 사면체 배위에서 확인되는 것으로 믿어진다. 이 사면체 배위는 이러한 조성물로부터 형성된 유리의 다양한 후-공정 (예를 들어, 이온 교환 공정)을 크게 강화시킨다. 이가 양이온 산화물 (RO)은 또한 다양한 함량으로 사면체 알루미늄의 전하 균형을 유지할 수 있다. 칼슘, 아연, 스트론튬, 및 바륨과 같은 원소가 두 알칼리 이온과 동등하게 거동하는 동안, 마그네슘 이온의 높은 전계 강도 (field strength)는 이들이 사면체 배위에서 알루미늄의 충분한 전하 균형을 유지할 수 없게 하여, 5- 및 6-배 배위된 알루미늄의 형성을 결과한다. 일반적으로, Al_2O_3 는, 강한 네트워크 백본 (즉, 고 변형 점)을 가능하게 하기 때문에 이온-교환 가능한 조성물 및 강화된 유리에서 중요한 역할을 할 수 있어, 알칼리 이온의 상대적으로 빠른 확산성 (diffusivity)을 가능하게 한다. 그러나, Al_2O_3 의 농도가 너무 높은 경우, 상기 조성물은 더 낮은 액상성 점도를 나타낼 수 있고, 따라서, Al_2O_3 농도는 합리적인 범위 내에서 조절될 수 있다. 게다가, 이하 좀 더 상세하게 논의되는 바와 같이, 과잉의 Al_2O_3 는 바람직한 Cu^{1+} 이온 대신, Cu^{2+} 이온의 형성을 촉진하는 것으로 확인되었다.

- [0035] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 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 사이의 모든 범위 및 서브-범위의 양으로 구리-함유 산화물을 포함한다. 하나 이상의 특정 구체 예에서, 상기 구리-함유 산화물은 약 20몰 퍼센트, 약 25몰 퍼센트, 약 30몰 퍼센트 또는 약 35몰 퍼센트의 양으로 조성물에 존재할 수 있다. 상기 구리-함유 산화물은 CuO , Cu_2O 및/또는 이의 조합을 포함할 수 있다.
- [0036] 상기 조성물에 구리-함유 산화물은 최종 유리에 존재하는 Cu^{1+} 이온을 형성한다. 구리는 Cu^0 , Cu^{1+} , 및 Cu^{2+} 를 포함하는 다양한 형태로 조성물 및/또는 상기 조성물을 포함하는 유리에 존재할 수 있다. Cu^0 또는 Cu^{1+} 형태의 구리는 항균성 활성도를 제공한다. 그러나 이들 상태의 항균성 구리를 형성 및 유지하는 것은 어렵고, 종종, 알려진 조성물에서, Cu^{2+} 이온은 원하는 CuO 또는 Cu^{1+} 이온 대신에 형성된다.
- [0037] 하나 이상의 구체 예에서, 구리-함유 산화물의 양은 조성물에서 Al_2O_3 의 양을 초과한다. 이론에 제한되는 것을 원하지는 않지만, 조성물에서 약 동등한 양의 구리-함유 산화물 및 Al_2O_3 는 적동석 (Cu_2O) 대신에 흑동광 (CuO)의 형성을 결과하는 것으로 믿어진다. 흑동광의 존재는 Cu^{2+} 에 유리한 Cu^{1+} 의 양을 감소시키고, 따라서 감소된 항균성 활성도를 유도한다. 게다가, 구리-함유 산화물의 양이 Al_2O_3 의 양과 동일한 경우, 알루미늄은 4-배 배위에 있는 것을 선호하고, 상기 조성물 및 최종 유리에서 구리는 전하가 균형을 유지하도록 Cu^{2+} 형태를 유지한다. 구리-함유 산화물의 양이 Al_2O_3 의 양을 초과하는 경우, 그 다음 상기 구리의 적어도 일부는 Cu^{2+} 상태 대신에, Cu^{1+} 상태로 유지하는 것이 자유롭고, 따라서 Cu^{1+} 이온의 존재가 증가하는 것으로 믿어진다.
- [0038] 하나 이상의 구체 예의 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 사이의 모든 범위 및 서브-범위의 양으로 P_2O_5 를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 상기 조성물은 약 10몰 퍼센트 또는 약 5몰 퍼센트의 P_2O_5 를 포함하거나, 또는 선택적으로, P_2O_5 가 실질적으로 없을 수 있다.
- [0039] 하나 이상의 구체 예에서, P_2O_5 는 유리에서 더 적은 내구성 상 또는 분해성 상의 적어도 일부를 형성한다. 상기 유리의 분해성 상(들) 및 항균성 활성도 사이의 관계는 여기에서 좀 더 상세하게 논의된다. 하나 이상의 구체 예에서, P_2O_5 의 양은 형성 동안 조성물 및/또는 유리의 결정화를 조절하기 위해 조정될 수 있다. 예를 들어, P_2O_5 의 양이 약 5 mol% 이하 또는 심지어 10 mol% 이하로 제한된 경우, 결정화는 균일하게 최소화 또는 조절될 수 있다. 그러나, 몇몇 구체 예에서, 상기 조성물 및/또는 유리의 결정화의 양 또는 균일도는 중요하지 않을 수 있고, 따라서 상기 조성물에서 활용된 P_2O_5 의 양은 10 mol%를 초과할 수 있다.
- [0040] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 조성물에서 P_2O_5 의 양은, P_2O_5 가 유리에서 더 적은 내구성 상 또는 분해성 상을 형성하는 경향이 있음에도 불구하고, 유리의 바람직한 내손상성에 기초하여 조정될 수 있다. 이론에 제한되지 않고, P_2O_5 는 SiO_2 에 비례하여 용융 점도를 감소시킬 수 있다. 몇몇 경우에서, P_2O_5 는 지르콘 분해 점도(즉, 지르콘이 ZrO_2 를 형성하도록 분해되는 점도)를 억제하는 것을 돕는 것으로 믿어지고, 이러한 관점에서 SiO_2 보다 더

효과적일 수 있다. 유리가 이온 교환 공정을 통해 화학적으로 강화되는 경우, 때때로 네트워크 형성제 (예를 들어, SiO_2 및/또는 B_2O_3)를 특징으로 하는 다른 성분과 비교한 경우, P_2O_5 는 확산성을 개선할 수 있고, 이온 교환 시간을 감소시킬 수 있다.

[0041] 하나 이상의 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 B_2O_3 를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 상기 조성물은 0이 아닌 양의 B_2O_3 를 포함하는데, 예를 들어, 약 10몰 퍼센트 또는 약 5몰 퍼센트 일 수 있다. 몇몇 구체 예의 조성물은 B_2O_3 가 실질적으로 없을 수 있다.

[0042] 하나 이상의 구체 예에서, B_2O_3 는 조성물로부터 형성된 유리에서 더 적은 내구성 상 또는 분해성 상을 형성한다. 상기 유리의 분해성 상(들) 및 항균성 활성화도 사이에 관계는 여기에서 좀 더 상세하게 논의된다. 이론에 제한되지 않고, 조성물에서 B_2O_3 의 포함은, B_2O_3 가 유리에서 더 적은 내구성 상 또는 분해성 상을 형성하는 경향이 있음에도 불구하고, 이러한 조성물을 혼입한 유리에 내손상성을 부여하는 것으로 믿어진다. 하나 이상의 구체 예의 조성물은 하나 이상의 알칼리 산화물 (R_2O) (예를 들어, Li_2O , Na_2O , K_2O , Rb_2O 및/또는 Cs_2O)을 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 상기 알칼리 산화물은 이러한 조성물의 용융 온도 및/또는 액상선 온도를 변형시킨다. 하나 이상의 구체 예에서, 알칼리 산화물의 양은 낮은 용융 온도 및/또는 낮은 액상선 온도를 나타내는 조성물을 제공하도록 조정될 수 있다. 이론에 제한되지 않고, 알칼리 산화물(들)의 첨가는 이러한 조성물을 포함하는 항균성 유리의 열팽창계수 (CTE)를 증가할 수 있고 및/또는 화학적 내구성을 낮출 수 있다. 몇몇 경우에서, 이들 속성은 알칼리 산화물(들)의 첨가에 의해 극적으로 변경될 수 있다.

[0043] 몇몇 구체 예에서, 여기에 개시된 항균성 유리는, 소량의 (Li_2O 및 Na_2O 과 같은) 알칼리 산화물의 존재가 더 큰 알칼리 이온 (예를 들어, K^+)과 이온 교환, 예를 들어, 이러한 더 큰 알칼리 이온을 함유하는 용융염 욕조로부터 더 큰 알칼리 이온과 항균성 유리로부터의 더 작은 알칼리 이온을 교환하는 것을 용이하게 하기 위해 요구된 이온 교환 공정을 통해 화학적으로 강화될 수 있다. 세 가지 타입의 이온 교환은 일반적으로 수행될 수 있다. 이러한 이온 교환은, 낮은 압축 응력을 갖지만 깊은 층의 깊이를 결과하는, Li^+ -에 대한- Na^+ 교환을 포함한다. 또 다른 이러한 이온 교환은, 상대적으로 큰 압축 응력을 갖지만 얇은 층의 깊이를 결과하는, Li^+ -에 대한- K^+ 교환을 포함한다. 제3의 이러한 이온 교환은, 중간의 층의 깊이 및 압축 응력을 결과하는, Na^+ -에 대한- K^+ 교환을 포함한다. 조성물에서 작은 알칼리 산화물의 충분히 높은 농도는, 압축 응력이 항균성 유리의 밖에서 교환된 알칼리 이온의 수에 비례하기 때문에, 이러한 조성물을 포함하는 항균성 유리에 큰 압축 응력을 생성하는데 필요할 수 있다.

[0044] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 조성물은 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 사이의 모든 범위 및 서브-범위의 양으로 K_2O 를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 상기 조성물은 0이 아닌 양의 K_2O 를 포함하거나, 또는 선택적으로, 상기 조성물은, 여기에 정의된 바와 같이, 실질적으로 K_2O 가 없을 수 있다. 부가적으로, 이온 교환을 용이하게 하기 위해, 적용 가능한 경우, 하나 이상의 구체 예에서, K_2O 는 또한 조성물로부터 형성된 유리에서 더 적은 내구성 상 또는 분해성 상을 형성할 수 있다. 상기 유리의 분해성 상(들) 및 항균성 활성화도 사이의 관계는 여기에서 좀 더 상세하게 논의된다.

[0045] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 조성물은 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 사이의 모든 범위 및 서브-범위의 양으로 Na_2O 를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 상기 조성물은 0이 아닌 양의 Na_2O 를 포함하거나, 또는 선택적으로, 상기 조성물은, 여기에 정의된 바와 같이, 실질적으로 Na_2O 가 없을 수 있다.

[0046] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 조성물은, 알칼리 토 산화물 및/또는 ZnO 와 같은, 하나 이상의 이가 양이온 산화물을 포함할 수 있다. 이러한 이가 양이온 산화물은 조성물의 용융 거동을 개선시키는 위해 포함될 수 있다. 이온 교환 성능에 관하여, 이가 양이온의 존재는 알칼리 이동성을 감소시키도록 작용할 수 있고, 따라서, 더 큰 이가 양이온 산화물이 활용된 경우, 이온 교환 성능에 대해 부정적인 효과일 수 있다. 더군다나, 더 작은 이가 양이온 산화물은 일반적으로 더 큰 이가 양이온 산화물보다 많이 이온-교환된 유리에서 압축 응력의 발달을 돕는다. 그러므로, MgO 및 ZnO 와 같은 이가 양이온 산화물은, 알칼리 확산성에 대한 역효과를 최소화하면서, 개선된 응력 완화에 대해 장점을 제공할 수 있다.

[0047] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 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 0.1 및 이들 사이의 모든 범위 및 서브-범위의 양으로 CaO 를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 상기 조성물은 실질적으로 CaO 가 없다.

[0048] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 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 사이의 모든 범위 및 서브-범위의 양으로 MgO 를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 상기 조성물은 실질적으로 MgO 가 없다.

[0049] 하나 이상의 구체 예의 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 사이의 모든 범위 및 서브-범위의 양으로 ZnO 를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 상기 조성물은 실질적으로 ZnO 가 없다.

[0050] 하나 이상의 구체 예의 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 사이의 모든 범위 및 서브-범위의 양으로 Fe_2O_3 를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 상기 조성물은 실질적으로 Fe_2O_3 가 없다.

[0051] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 조성물은 하나 이상의 착색제를 포함할 수 있다. 이러한 착색제의 예로는 NiO , TiO_2 , Fe_2O_3 , Cr_2O_3 , Co_3O_4 및 다른 알려진 착색제를 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 하나 이상의 착색제는 약 10 mol%까지 범위의 양으로 존재할 수 있다. 몇몇 경우에서, 상기 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% 범위의 양으로 존재할 수 있다.

[0052] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 조성물은 하나 이상의 핵제 (nucleating agents)를 포함할 수 있다. 대표적인 핵제는 TiO_2 , ZrO_2 및 기술분야에서 알려진 기타 핵제를 포함한다. 상기 조성물은 하나 이상의 다른 핵제를 포함할 수 있다. 상기 조성물의 핵제 함량은 약 0.01 mol% 내지 약 1 mol%의 범위로 존재할 수 있다. 몇몇 경우에서, 상기 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 사이의 모든 범위 및 서브-범위로 존재할 수 있다.

- [0053] 상기 조성물로부터 형성된 유리는 다수의 Cu^{1+} 이온을 포함할 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 이러한 Cu^{1+} 이온은 유리 네트워크의 일부를 형성하고, 유리 개질제를 특징으로 할 수 있다. 이론에 제한되지 않고, Cu^{1+} 이온이 유리 네트워크의 일부인 경우, 통상적인 유리 형성 공정 동안, 용융 유리의 냉각 단계는 너무 빠르게 일어나 구리-함유 산화물 (예를 들어, CuO 및/또는 Cu_2O)의 결정화를 허용하는 것으로 믿어진다. 따라서, 상기 Cu^{1+} 는 무정형 상태로 유지되고, 유리 네트워크의 일부가 된다. 몇몇 경우에서, Cu^{1+} 이온이 결정질 상에 존재하던지 또는 유리 매트릭스에 존재하던지 간에, Cu^{1+} 이온의 총량은 40 mol%까지, 50 mol%까지, 또는 60 mol%까지와 같이, 더 높을 수 있다.
- [0054] 하나 이상의 구체 예에서, 여기에 개시된 조성물로부터 형성된 유리는 Cu^{1+} 결정으로서 유리 매트릭스에 분산된 Cu^{1+} 이온을 포함한다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 Cu^{1+} 결정은 적동석의 형태로 존재할 수 있다. 상기 유리에 존재하는 적동석은 유리 매트릭스 또는 유리 상과 구별되는 상을 형성할 수 있다. 다른 구체 예에서, 상기 적동석은 하나 이상의 유리 상 (예를 들어, 여기서 개시된 내구성 상)과 연관될 수 있거나 또는 일부를 형성할 수 있다. 상기 Cu^{1+} 결정은 약 5 micrometers (μm) 이하, 4 micrometers (μm) 이하, 3 micrometers (μm) 이하, 2 micrometers (μm) 이하, 약 1.9 micrometers (μm) 이하, 약 1.8 micrometers (μm) 이하, 약 1.7 micrometers (μm) 이하, 약 1.6 micrometers (μm) 이하, 약 1.5 micrometers (μm) 이하, 약 1.4 micrometers (μm) 이하, 약 1.3 micrometers (μm) 이하, 약 1.2 micrometers (μm) 이하, 약 1.1 micrometers 이하, 1 micrometers 이하, 약 0.9 micrometers (μm) 이하, 약 0.8 micrometers (μm) 이하, 약 0.7 micrometers (μm) 이하, 약 0.6 micrometers (μm) 이하, 약 0.5 micrometers (μm) 이하, 약 0.4 micrometers (μm) 이하, 약 0.3 micrometers (μm) 이하, 약 0.2 micrometers (μm) 이하, 약 0.1 micrometers (μm) 이하, 약 0.05 micrometers (μm) 이하, 및 이들 사이의 모든 범위 및 서브-범위의 평균 주 치수를 가질 수 있다. 여기에 사용된 바와 같은, 문구 "평균 주 치수"과 연관하여, 단어 "평균"은 중간 값을 의미하고, 단어 "주 치수"은 SEM으로 측정된 것으로 입자의 가장 큰 치수이다. 몇몇 구체 예에서, 상기 적동석 상은 항균성 유리의 적어도 약 10 wt%, 적어도 약 15 wt%, 적어도 약 20 wt%, 적어도 약 25 wt% 및 이들 사이의 모든 범위 및 서브 범위의 양으로 항균성 유리에 존재할 수 있다.
- [0055] 몇몇 구체 예에서, 상기 유리는 약 70 wt% 이상의 Cu^{1+} 및 약 30 wt% 이하의 Cu^{2+} 를 포함할 수 있다. Cu^{2+} 이온은 흑동광 형태 및/또는 (즉, 결정질 상이 아닌 것으로) 유리에 존재할 수 있다.
- [0056] 몇몇 구체 예에서, 유리에 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 범위 및 이들 사이의 모든 범위 및 서브-범위일 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 유리에서 Cu 총량에 대한 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 사이의 모든 범위 및 서브-범위이다. Cu의 양 및 총 Cu에 대한 Cu^{1+} 이온의 비는 기술분야에서 알려진 유도 결합 플라즈마 (ICP) 기술에 의해 결정될 수 있다.
- [0057] 몇몇 구체 예에서, 상기 유리는 Cu^{2+} 보다 더 많은 양의 Cu^{1+} 및/또는 CuO 를 나타낼 수 있다. 예를 들어, 상기 유리에서 Cu^{1+} , Cu^{2+} 및 CuO 의 총량에 기초하여, 조합된, Cu^{1+} 및 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 사이의 모든 범위 및 서브-범위일 수 있다. Cu^{1+} , Cu^{2+} 및 Cu^0 의 상대적 양은 기술분야에서 알려진 x-선 광발광 (photoluminescence) 분광계 (XPS) 기술을 사용하여 결정될 수 있다. 아래 표들은 XPS에 의해 측정된 이들 양을 기록한다. 구체적으로, 하기 표들은 Cu^{2+} 및 Cu^{1+} 및 CuO 의 조합의 양을 기록한다. 이론에 의한 제한 없이, 표 1에 나타난 대부분의 구체 예는, XPS가 수행된 조건

하에서, Cu^{1+} 의 형태로 존재하는 것으로서 구리를 나타낸 것으로 믿어진다.

[0058] 상기 항균성 유리는 적어도 제1 상 및 제2 상을 포함한다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 항균성 유리는 둘 이상의 상을 포함할 수 있고, 여기서 상기 상들은 침출수와 상호작용을 견디기 위한 주어진 상에서 원자 결합의 능력에 기초하여 다르다. 구체적으로, 하나 이상의 구체 예의 유리는 분해성 상으로 기재될 수 있는 제1 상 및 내구성 상으로 기재될 수 있는 제2 상을 포함할 수 있다. 문구 "제1 상" 및 "분해성 상"은 상호교환 가능하게 사용될 수 있다. 문구 "제2 상" 및 "내구성 상"은 상호교환 가능하게 사용될 수 있다. 여기에 사용된 바와 같은, 용어 "내구성"은 침출수와 상호작용 동안 및 후에 온전하게 유지하기 위한 내구성 상의 원자 결합의 경향을 의미한다. 여기에 사용된 바와 같은, 용어 "분해성"은 하나 이상의 침출수와 상호작용 동안 및 후에 파괴되기 위한 분해성 상의 원자 결합의 원자 결합의 경향을 의미한다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 내구성 상은 SiO_2 를 포함하고, 상기 분해성 상은 B_2O_3 , P_2O_5 및 R_2O 중 적어도 하나를 포함한다 (여기서 R은 K, Na, Li, Rb, 및 Cs 중 어떤 하나 이상을 포함할 수 있다). 이론에 제한 없이, 상기 분해성 상 (즉, B_2O_3 , P_2O_5 및/또는 R_2O)의 성분은 침출수와 좀 더 쉽게 상호작용하고, 상기 항균성 유리에서 다른 성분 및 서로에 대한 성분들 사이의 결합이 침출수와 상호작용 동안 및 후에 좀 더 쉽게 파괴되는 것으로 믿어진다. 침출수는 물, 산 또는 기타 유사한 물질을 포함할 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 분해성 상은 1주 이상, 1달 이상, 3달 이상, 또는 6달 이상 동안 분해를 견딘다. 몇몇 구체 예에서, 수명 (longevity)은 특정 시간 이상으로 항균성 효율을 유지하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0059] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 내구성 상은 분해성 상의 양보다 더 많은 중량의 양으로 존재한다. 몇몇 경우에서, 상기 분해성 상은 섬 (islands)을 형성하고, 상기 내구성 상은 상기 섬을 둘러싸는 바다 (sea)를 형성한다 (즉, 내구성 상). 하나 이상의 구체 예에서, 상기 내구성 상 및 분해성 상 중 하나 또는 모두는 적동석을 포함할 수 있다. 이러한 구체 예에서 적동석은 각각의 상에 또는 양쪽 상에서 분산될 수 있다.

[0060] 몇몇 구체 예에서, 상 분리는 항균성 유리의 어떤 부가적 열처리 없이 발생한다. 몇몇 구체 예에서, 상 분리는 용융 동안 발생할 수 있고, 상기 유리 조성물이 약 1600°C 또는 1650°C 까지 및 포함하는 온도에서 용융되는 경우 존재할 수 있다. 상기 유리가 냉각되는 경우, 상기 상 분리는 유지된다.

[0061] 상기 항균성 유리는 시트로 제공될 수 있거나 또는 미립자, 섬유질, 및 이와 유사한 것과 같은 또 다른 형상을 가질 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 도 1 및 2에 나타낸 바와 같이, 상기 항균성 유리 (100)는 표면 (101) 및 상기 표면 (101)으로부터 약 5 nanometers (nm) 이하의 깊이로 항균성 유리로 확장하는 표면부 (120)를 포함한다. 상기 표면부는 다수의 구리 이온을 포함할 수 있고, 여기서 적어도 75%의 다수의 구리 이온은 Cu^{1+} -이온을 포함한다. 예를 들어, 몇몇 예에서, 상기 표면부에 적어도 약 80%, 적어도 약 85%, 적어도 약 90%, 적어도 약 95%, 적어도 약 98%, 적어도 약 99% or 적어도 약 99.9%의 다수의 구리 이온은 Cu^{1+} 이온을 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 상기 표면부에서 25% 이하 (예를 들어, 20% 이하, 15% 이하, 12% 이하, 10% 이하 또는 8% 이하)의 다수의 구리 이온은 Cu^{2+} 이온을 포함한다. 예를 들어, 몇몇 예에서, 상기 표면부에서 20% 이하, 15% 이하, 10% 이하, 5% 이하, 2% 이하, 1% 이하, 0.5% 이하 또는 0.01% 이하의 다수의 구리 이온은 Cu^{2+} 이온을 포함한다. 몇몇 구체 예에서, 상기 항균성 유리에서 Cu^{1+} 이온의 표면 농도는 조절된다. 몇몇 경우에서, 약 4ppm 이상의 Cu^{1+} 이온 농도는 항균성 유리의 표면에 제공될 수 있다.

[0062] 하나 이상의 구체 예의 항균성 유리는 EPA 시험하에서, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter aerogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus*, 및 *E. coli* 중 적어도 하나의 농도로 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)일 수 있다. 몇몇 경우에서, 상기 항균성 유리는 EPA 시험하에서, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter aerogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* bacteria, Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus*, 및 *E. coli* 중 적어도 하나의 농도에서 적어도 4 로그 감소, 5 로그 감소 또는 6 로그 감소를 나타낸다.

[0063] 하나 이상의 구체 예에 따른 여기에 기재된 유리는 JIS Z 2801 (2000) 시험 조건하에서, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter aerogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* bacteria, Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus*, 및 *E. coli* 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 또한 박테리아에 대한 수정된 JIS Z 2801 시험하에서, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter aerogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus*, 및 *E. coli* 중 적어도 하나의 농도에서 4 로그 감소 이상 (예를 들어, 5 로그 감소 이

상)을 나타낸다. 여기에 사용된 바와 같은, 박테리아에 대한 수정된 JIS Z 2801 시험은, 약 6시간 동안 약 38퍼센트 내지 약 42퍼센트의 습도에서 약 23 섭씨온도 내지 약 37 섭씨온도로 상기 유리 또는 제품을 가열하는 단계를 포함하는 수정된 조건으로 표준 JIS Z 2801 (2000) 시험하에서 박테리아를 평가하는 단계를 포함한다.

[0064] 여기에 기재된 하나 이상의 구체 예에서, 상기 항균성 유리는 바이러스 시험에 대해 수정된 JIS Z 2801 하에서, Murine Norovirus에서 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) 시험은 하기의 절차를 포함한다. 시험될 각 물질 (예를 들어, 하나 이상의 구체 예의 제품 또는 유리, 대조구 물질, 및 어떤 비교 유리 또는 제품)에 대하여, (개별의 멸균 페트리 디쉬에 함유된) 세 샘플의 물질은, 시험 바이러스를 갖는 또는 갖지 않는 5% 소태아 혈청의 유기 토양 로딩을 포함하는 시험 배지 (여기서 세포독성이 측정됨) 또는 시험 바이러스의 20 μ L 부분표본 (aliquot) (여기서 항균성 활성이 측정됨)으로 각각 접종된다. 접종원 (inoculum)은 그 다음 필름으로 피복되고, 상기 필름은 시험 바이러스 및/또는 시험 배지가 필름에 걸쳐 퍼지지만, 필름의 가장자리를 지나 퍼지지 않도록 아래로 가압된다. 노출 시간은 각 샘플이 접촉된 경우 시작된다. 접종된 샘플은 2시간 동안 42%의 상대 습도에서 실온 (약 20°C)으로 설정된 대조구 챔버로 이동된다. 대조구 샘플에 대한 노출 시간은 하기에 논의된다. 2-시간 노출 시간 후에, 상기 필름은 멸균 검자 (sterile forceps)를 사용하여 떼어내고, 시험 바이러스 및/또는 시험 배지의 2.00 mL 부분표본은 각 샘플을 피복하기 위해 사용된 필름 (또는 상기 샘플에 노출된 필름의 측면)의 밑면 및 물질의 각 샘플 상에 개별적으로 피펫된다. 각 샘플의 표면은 시험 바이러스 또는 시험 배지를 수집하기 위해 멸균 플라스틱 셀 스크래퍼로 개별적으로 스크래핑된다. 시험 바이러스 및/또는 시험 배지는 수집되고 (10^{-2} 희석), 와류식 (vortex type) 혼합기를 사용하여 혼합되며, 및 일련의 10-배 희석물은 준비된다. 상기 희석물은 그 다음 항균성 활성도 및/또는 세포 독성에 대해 분석된다.

[0065] 바이러스에 대한 수정된 JIS Z 2801 시험에 대해 항균성 활성도를 시험하기 위한 대조구 샘플 (또한 "0-시간 바이러스 대조구"라 한다)을 준비하기 위하여, (개별의 멸균 페트리 디쉬에 함유된) 세 개의 대조구 샘플은 시험 바이러스의 20 μ L 부분표본으로 각각 접종된다. 접종 후 즉시, 시험 바이러스의 2.00 mL 부분표본은 각 대조구 샘플 상에 피펫된다. 각 샘플의 표면은 시험 바이러스를 수집하기 위해 멸균 플라스틱 셀 스크래퍼로 개별적으로 스크래핑된다. 시험 바이러스는 수집되고 (10^{-2} 희석), 와류식 혼합기를 사용하여 혼합되며, 및 일련의 10-배 희석물은 준비된다. 상기 희석물은 항균성 활성도에 대해 분석된다.

[0066] 바이러스에 대한 수정된 JIS Z 2801 시험에 대해 세포독성에 대한 대조구 샘플 (또한 "2 시간 대조구 바이러스"라 한다)을 제조하기 위해, (개별의 멸균 페트리 디쉬에 함유된) 하나의 대조구 샘플은, 시험 바이러스 없는, 유기 토양 로딩 (5% 소태아 혈청)를 함유하는 시험 배지의 20 μ L 부분표본으로 접종된다. 접종원은 필름으로 피복되고, 상기 필름은 시험 배지가 필름에 걸쳐 퍼지지만, 상기 필름의 가장자리를 지나 퍼지지 않도록 가압된다. 상기 노출 시간은 각 대조구 샘플이 접종된 경우 시작한다. 대조구 샘플은 2시간 노출시간 동안 42%의 상대 습도에서 실온 (20°C)으로 설정된 조절 챔버로 이동된다. 이 노출 시간 후에, 상기 필름은 멸균 검자를 사용하여 떼어내고, 시험 배지의 2.00 mL 부분표본은 필름의 밑면 (상기 샘플에 노출된 필름의 측면) 및 각 대조구 샘플 상에 개별적으로 피펫된다. 각 샘플의 표면은 시험 배지를 수집하기 위해 멸균 플라스틱 셀 스크래퍼로 개별적으로 스트랩된다. 시험 배지는 수집되고 (10^{-2} 희석), 와류식 혼합기를 사용하여 혼합되며, 일련의 10-배 희석물은 준비된다. 상기 희석물은 세포 독성에 대해 분석된다.

[0067] 하나 이상의 구체 예의 항균성 유리는 장기간 동안 여기에 기재된 로그 감소를 나타낼 수 있다. 다시 말해서, 상기 항균성 유리는 확장된 또는 연장된 항균성 효율을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 몇몇 구체 예에서, 상기 항균성 유리는 항균성 유리가 형성된 후, 또는 상기 항균성 유리가 캐리어 (예를 들어, 고분자, 모노머, 바인더, 용제, 및 이와 유사한 것)와 조합된 후, 1달까지, 3달까지, 6달까지, 또는 12달까지 동안 EPA 시험, JIS Z 2801 (2000) 시험 조건, 박테리아에 대한 수정된 JIS Z 2801 시험 및/또는 바이러스에 대한 수정된 JIS Z 2801 시험 하에서, 여기에 기재된 로그 감소를 나타낼 수 있다. 이들 기간은 항균성 유리가 형성 또는 캐리어와 조합된 때 또는 후에 시작될 수 있다.

[0068] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 항균성 유리는, 여기에 기재된 캐리어와 조합된 경우, 방부 기능을 나타낼 수 있다. 이러한 구체 예에서, 상기 항균성 유리는 캐리어에 다양한 오염원 (foulants)의 성장을 사멸 또는 제거, 또는 감소시킬 수 있다. 오염원은 곰팡이, 박테리아, 바이러스 및 이의 조합을 포함한다.

[0069] 하나 이상의 구체 예에서, 여기에 기재된 유리 및/또는 제품은 침출수와 접촉 또는 노출된 경우 구리 이온을 침출시킨다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 유리는 물을 포함하는 침출수에 노출된 경우 오직 구리 이온을 침출

시킨다.

- [0070] 하나 이상의 구체 예에서, 여기에 기재된 항균성 유리 및/또는 제품은 조율 가능한 항균성 활성화 방출을 가질 수 있다. 상기 유리 및/또는 제품의 항균성 활성화도는, 물과 같은, 침출수 및 항균성 유리 사이에 접촉하여 유발될 수 있고, 여기서 침출수는 항균성 유리로부터 Cu^{1+} 이온을 방출한다. 이 작용은 수용해도 (water solubility)로 기재될 수 있고, 상기 수용해도는 Cu^{1+} 이온의 방출을 조절하도록 조율될 수 있다.
- [0071] 몇몇 구체 예에서, Cu^{1+} 이온이 유리 네트워크에 배치되고 및/또는 유리 네트워크에서 원자와 원자 결합을 형성하는 경우, 물 또는 습도는 방출을 위해 이용 가능한 이들 결합 및 Cu^{1+} 이온을 파괴하고, 유리 또는 유리 세라믹 표면에 노출될 수 있다.
- [0072] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 항균성 유리는 소다 라임 실리케이트와 같은 유리 조성물을 용융하기 위해 통상적으로 사용된 저 비용 용융 탱크를 사용하여 형성될 수 있다. 상기 항균성 유리는 기술분야에서 알려진 형성 공정을 사용하여 시트로 형성될 수 있다. 예를 들어, 대표 형성 방법은 퓨전 인발 및 슬롯 인발과 같은 다운-인발 공정 및 플로우트 유리 공정을 포함한다.
- [0073] 상기 항균성 유리는 전자 장치 (예를 들어, 휴대폰, 스마트 폰, 태블릿, 비디오 플레이어, 정보 단말기, 랩탑 컴퓨터, 등), 건축 구조물 (architectural structures) (예를 들어, 카운터탑 또는 벽), 가전 (예를 들어, 쿡탑, 냉장고 및 세척기 문, 등), 정보 디스플레이 (예를 들어, 화이트 보드), 및 자동차 부품 (예를 들어, 대쉬보드 패널, 방풍, 창 부품, 등)과 같은, 다른 물질과 조합 또는 단독으로, 다양한 제품에 혼입될 수 있다. 이러한 제품에 사용된 경우, 상기 항균성 유리는 하우징 및/또는 디스플레이의 적어도 일부를 형성할 수 있다.
- [0074] 형성 후에, 상기 항균성 유리는 시트로 형성될 수 있고, 원하는 최종 사용을 위해 형상화, 연마 또는 또 다른 가공처리될 수 있다. 몇몇 경우에서, 상기 항균성 유리는 분말 또는 미립자 형태로 분쇄될 수 있다. 다른 구체 예에서, 상기 미립자 항균성 유리는 다양한 최종 사용을 위한 제품으로 캐리어 또는 다른 물질과 조합될 수 있다. 상기 항균성 유리 및 이러한 다른 물질 또는 캐리어의 조합은 사출 성형, 압출성형 또는 코팅에 대해 적절할 수 있거나 또는 섬유로 인발될 수 있다. 이러한 다른 물질 또는 캐리어는 여기에 기재된 바와 같은 고분자, 모노머, 바인더, 용제, 또는 이의 조합을 포함할 수 있다. 여기에 기재된 구체 예에 사용된 고분자는 열가소성 고분자, 폴리오레핀, 경화 고분자, 자외선- 또는 UV-경화 고분자, 고분자 에멀전, 용제-계 고분자, 및 이의 조합을 포함할 수 있다. 적절한 고분자의 예로는, 폴리스티렌 (PS)을 포함하는 열가소성 수지, 고 충격 (high impact) PS, 폴리카보네이트 (PC), 나일론 (때때로 폴리아미드 (PA)라 한다), 폴리(아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌) (ABS), PC-ABS 블렌드, 폴리부틸렌테레프탈레이트 (polybutyleneterephthalate) (PBT) 및 PBT 공-중합체, 폴리에틸렌테레프탈레이트 (PET) 및 PET 공-중합체, 폴리에틸렌 (PE)을 포함하는 폴리오레핀 (PO), 폴리프로필렌 (PP), 환형폴리오레핀 (환형-PO), 개질된 폴리페닐렌 산화물 (mPPO), 폴리비닐클로라이드 (PVC), 폴리메틸 메타아크릴레이트 (PMMA)을 포함하는 환형 고분자, 열가소성 탄성중합체 (TPE), 열가소성 우레탄 (TPU), 폴리에테르이미드 (PEI) 및 서로 이들 고분자의 블렌드를 포함하지만, 이에 제한되는 것은 아니다. 적절한 사출성형 가능한 열경화성 고분자는 에폭시, 아크릴, 스티렌, 페놀성, 멜라민, 우레탄, 폴리에스테르 및 실리콘 수지를 포함한다. 다른 구체 예에서, 상기 고분자는 용제에 용해될 수 있거나 또는 용제에 분리 상으로 분산되거나 및, 라텍스 (합성 또는 천연고무의 수 에멀전, 또는 중합에 의해 얻어지고 특히 (페인트로서) 코팅 및 접착제에 사용된 플라스틱인)과 같은, 고분자 에멀전 형태일 수 있다. 고분자는 불소화 실란 또는 다른 저마찰 또는 마찰-방지 물질을 포함할 수 있다. 상기 고분자는 충격 개질제, 내연제 (flame retardants), UV 억제제, 정전기 방지제, 이형제 (mold release agents); 유리, 금속 또는 탄소 섬유 또는 (구형을 포함하는) 입자, 탈크, 점토 또는 운모를 포함하는 충전제, 및 착색제를 함유할 수 있다. 모노머의 특정 예로는 촉매 경화성 모노머, 열-경화성 모노머, 방사선-경화성 모노머 및 이의 조합을 포함한다.
- [0075] 하나의 실시 예에서, 아크릴 라텍스 페인트는 미립자 형태로 20 wt%의 항균성 유리와 조합될 수 있고, 약 5 micrometers (μm)의 직경을 가질 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 페인트 및 항균성 유리의 최종 조합은 약 4wt%의 CuO 를 포함한다. 하나 이상의 구체 예에서, 고분자, 모노머, 바인더 또는 용제와 같은 캐리어와 조합된 경우, 항균성 유리의 양은 약 50 wt% 내지 약 85 wt% 범위일 수 있다. 몇몇 구체 예에서, 상기 항균성 유리는, 항균성 유리 및 캐리어의 총 중량에 기초하여, 약 55 wt% 내지 약 85 wt%, 약 60 wt% 내지 약 85 wt%, 약 65 wt% 내지 약 85 wt%, 약 50 wt% 내지 약 80 wt%, 약 50 wt% 내지 약 75 wt%, 약 50 wt% 내지 약 70 wt% 범위 및 이들 사이의 모든 범위 및 서브-범위의 양으로 존재할 수 있다. 이러한 구체 예에서, 유리에 존재하는 CuO 의 총량은 약 20 wt%일 수 있다. 다른 구체 예에서, 상기 항균성 유리 및 캐리어 조합에 존재하는 Cu_2O 의 양은 약 10 wt% 내

지 약 20 wt% 이상의 범위, 구체적으로, 약 15%일 수 있다. vol%로, 캐리어에 대한 항균성 유리의 비는, 약 90:10 내지 약 10:90의 범위, 또는 좀더 구체적으로 약 50:50일 수 있다.

[0076] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 항균성 유리는 미립자 형태로 제공될 수 있고, 약 0.1 micrometers (μm) 내지 약 10 micrometers (μm), 약 0.1 micrometers (μm) 내지 약 9 micrometers (μm), 약 0.1 micrometers (μm) 내지 약 8 micrometers (μm), 약 0.1 micrometers (μm) 내지 약 7 micrometers (μm), 약 0.1 micrometers (μm) 내지 약 6 micrometers (μm), 약 0.5 micrometers (μm) 내지 약 10 micrometers (μm), 약 0.75 micrometers (μm) 내지 약 10 micrometers (μm), 약 1 micrometers (μm) 내지 약 10 micrometers (μm), 약 2 micrometers (μm) 내지 약 10 micrometers (μm), 약 3 micrometers (μm) 내지 약 10 micrometers (μm) 약 3 micrometers (μm) 내지 약 6 micrometers (μm), 약 3.5 micrometers (μm) 내지 약 5.5 micrometers (μm), 약 4 micrometers (μm), 내지 약 5 micrometers (μm) 범위, 및 이들 사이의 모든 범위 및 서브-범위인 직경을 가질 수 있다. 미립자 항균성 유리는 실질적으로 구형일 수 있고 또는 불규칙한 형태를 가질 수 있다. 상기 입자는 용제 내에 제공될 수 있고, 이후 여기에 별도로 기재된 바와 같이 캐리어에 분산된다.

[0077] 이론에 제한 없이, 라텍스 페인트와 같은, 캐리어 및 여기에 기재된 항균성 유리의 조합은, 동일한 양의 구리가 사용된 경우조차도, 오직 Cu_2O (적동석)를 포함하는 동일한 라텍스 페인트와 비교하여 상당히 더 큰 항균성 효율을 제공하는 것으로 믿어진다. 적동석으로 존재하는 경우조차도, 여기에 기재된 항균성 유리에 Cu^{1+} 결정상의 존재는 Cu^{1+} 상태로 유지되는 경향이 있다. 이론에 제한 없이, Cu_2O 가 단독으로 제공된 경우, 여기에 기재된 유리로부터 분리한, Cu 이온은 덜 안정적이고, Cu^{1+} 로부터 Cu^{2+} 로 변화될 수 있는 것으로 믿어진다.

[0078] 여기에 기재된 제품의 항균 성능은 상기 제품의 표면에 고분자의 얇은 층의 존재에 의해 영향받을 수 있다. 이 얇은 층은 소수성 특성을 나타낼 수 있고, 활성 구리 종 (Cu^{1+})을 표면에 침출로부터 또는 공기에 노출로부터 차단할 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 제품은 활성 구리 종의 침출을 용이하게 하는 균형을 이룬 소수성-친수성 특성을 갖는 고분자를 사용할 수 있다. 이러한 고분자의 예로는 흡습성/수용성 고분자 및 계면활성제, 양친매성 고분자 및/또는 양친매자 고분자 및 흡습성 물질의 조합을 포함한다. 하나 이상의 구체 예에서, 표면에 활성 구리 종의 침출 및/또는 공기에 노출은 노출된 처리 표면을 갖는 제품을 제공하여 용이하게 할 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 노출된 처리 표면은, 제품에 함유된 적어도 약간의 유리가 공기에 노출되도록 또는 제품의 표면에 약간의 유리를 제공하도록 기계적으로 또는 화학적으로 처리된 표면이다. 노출된 처리 표면을 제공하기 위한 특정 방법은, 샌딩, 연마, 플라즈마 처리 (예를 들어, 공기, N_2 , O_2 , H_2 , N_2 및/또는 아르곤계 플라즈마) 및 고분자 물질의 얇은 층을 제거할 수 있는 기타 방법을 포함한다. 하나 이상의 선택적인 구체 예에서, 상기 노출된 처리 표면은, 이러한 표면을 더 소수성으로 만들기 위해, 노출된 처리 표면 내로 또는 표면으로 도입되는, 작용기, 특히 하이드록시 및 카르보닐기를 포함한다. 노출된 처리 표면을 제공하여, 상기 활성 구리 종은 공기에 노출되거나 또는 제품의 표면을 좀 더 쉽게 침출한다.

[0079] (사용될 수 있는 어떤 충전제 및/또는 첨가제를 포함하는) 여기에 기재된 고분자 및 유리 사이에 상호작용, 가공성 및 기계적 특성을 개선하기 위해, 가공제 (processing agents)/보조제는 여기에 기재된 제품에 포함될 수 있다. 대표적인 가공제/보조제는 고체 또는 액체 물질을 포함할 수 있다. 상기 가공제/보조제는 다양한 압출 이점을 제공할 수 있고, 실리콘계 오일, 왁스 및 자유 흐름 불소중합체 (free flowing fluoropolymer)를 포함할 수 있다. 다른 구체 예에서, 상기 가공제/보조제는, 기계적 및 열적 특성을 개선하기 위한 고분자 복합물의 가공처리에 통상적으로 사용되는 상용화제 (compatibilizers)/커플링제, 예를 들어, 유기-실란/실록산과 같은 유기규소 화합물을 포함할 수 있다. 이러한 상용화제/커플링제는 유리를 표면 개질하는데 사용할 수 있고, (3-아크릴옥시-프로필)트리메톡시실란; N-(2-아미노에틸)-3-아미노프로필트리메톡시실란; 3-아미노프로필트리-에톡시실란; 3-아미노프로필트리메톡시실란; (3-글리시독시프로필)트리메톡시실란; 3-머캅토-프로필트리메톡시실란; 3-메타아크릴옥시프로필트리메톡시실란; 및 비닐트리메톡시실란을 포함할 수 있다.

[0080] 몇몇 구체 예에서, 여기에 기재된 제품은, 색상 및 기타 목적을 위해 또한 첨가될 수 있는 통상적으로 금속계 무기물인, 안료, 예를 들어, 알루미늄 안료, 구리 안료, 코발트 안료, 망간 안료, 철 안료, 티타늄 안료, 주석 안료, 점토 안료 (clay earth pigment) (자연적으로 형성된 산화철), 탄소 안료, 안티몬 안료, 바륨 안료, 및 아연 안료를 포함하는 충전제를 포함할 수 있다.

[0081] 여기에 기재된 바와 같은, 캐리어와 여기에 기재된 항균성 유리를 조합한 후에, 상기 조합은 원하는 제품으로 형성될 수 있다. 이러한 제품의 예로는 전자 장치 (예를 들어, 휴대폰, 스마트 폰, 테블릿, 비디오 플레이어,

정보 단말기 장치, 랩탑 컴퓨터 등), 건축용 구조 (예를 들어, 카운터탑 또는 벽), 가전 (예를 들어, 쿡탑, 냉장고 및 세척기 문, 등), 정보 디스플레이 (예를 들어, 화이트 보드), 및 자동차 부품 (예를 들어, 대쉬보드 패널, 방풍, 창 부품, 등)에 대한 하우징을 포함한다.

[0082] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 제품은 원하는 다공성을 나타낼 수 있고, 복합 형상을 포함하는, 다른 형상 및, 같거나 또는 다른 적용을 가질 수 있는, 플라스틱, 고무 및 섬유/직물 (fabrics)을 포함하는 다른 형태로 만들어질 수 있다. 다공성 제품은 또한 항균성 충전제로 사용될 수 있다. 예를 들어, 상기 제품은 채널을 포함할 뿐만 아니라 다공성 채널 벽을 포함하는, 허니컴 구조로 압출될 수 있다.

[0083] 다른 구체 예에서, 상기 제품은 높은 유리 로딩 (loading)을 포함할 수 있다. 이러한 제품은 용융 공정 또는 습식 공정으로부터 형성될 수 있다. 이러한 구체 예에서, 항균성 물질로서 제품 그들 자체를 사용하는 것에 부가하여, 상기 고분자는, 다공성인 순수한 구리 유리 항균성 제품을, 단순하거나 또는 복합 형상으로, 제공하기 위해 소진 또는 제거될 수 있다.

[0084] Cu(I)는 유기 반응, 특히, 몇 가지 예를 들자면, 아크릴 모노머의 중합 및 함유화학제품 (oleochemical) 적용 (예를 들어, 메틸 에스테르 및 왁스 에스테르 공정 모두를 포함하는 지방산 알코올로 지방산 에스테르의 수소첨가분해, 지방산 알코올의 아민화 및 아민과 알코올의 알킬화)과 같은, 순한 유기 반응을 위한 우수한 촉매이다. 여기에 기재된 제품은 이러한 적용을 위해 사용될 수 있다.

[0085] 여기에 기재된 제품의 적용 및 다양한 사용의 예들은 도 13에 나타낸다.

[0086] 항균성 유리 및 고분자를 포함하는, 여기에 기재된 제품은, EPA 시험하에서, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter aerogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* bacteria, Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus*, 및 *E. coli* 중 적어도 하나의 농도로 2 로그 감소 이상을 나타낼 수 있다. 몇몇 경우에서, 상기 제품은 EPA 시험하에서, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter aerogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* bacteria, Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus*, 및 *E. coli* 중 적어도 하나의 농도에서 적어도 4 로그 감소, 5 로그 감소 또는 6 로그 감소를 나타낸다.

[0087] 하나 이상의 구체 예에 따른 여기에 기재된 제품은, 박테리아에 대한 JIS Z 2801 (2000) 시험 조건 및/또는 수정된 JIS Z 2801 시험하에서, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter aerogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* bacteria, Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus*, 및 *E. coli* 중 적어도 하나의 농도에서 2 로그 감소 이상 (예를 들어, 3 로그 감소 이상, 4 로그 감소 이상, 또는 5 로그 감소 이상)을 나타낼 수 있다. 여기에 기재된 하나 이상의 구체 예의 제품은 바이러스에 대한 수정된 JIS Z 2801 시험하에서, Murine Norovirus (균주 MNV-1)의 농도에서 4 로그 감소 이상 (예를 들어, 5 로그 감소 이상)을 나타낸다.

[0088] 하나 이상의 구체 예의 제품은 긴 시간 동안 여기에 기재된 로그 감소를 나타낼 수 있다. 다시 말해서, 상기 제품은 확장되거나 또는 연장된 항균성 효율을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 몇몇 구체 예에서, 상기 제품은, 항균성 유리가 캐리어와 조합된 후 또는 항균성 유리가 형성된 후에, 1달까지, 3달까지, 6달까지, 또는 12달까지 동안 여기에 기재된 박테리아 및/또는 바이러스에서 로그 감소를 나타낼 수 있다. 이들 기간은 항균성 유리가 형성되거나 또는 캐리어와 조합된 때 또는 후에 시작할 수 있다.

[0089] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 제품은, 표면에 적용될 수 있는 코팅을 포함할 수 있어, 코팅된 표면을 형성한다. 상기 코팅된 표면은 특정 환경에 노출된 후에 상당한 변화가 없는 안정한 색상을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 상기 코팅된 표면은 7일 동안 100% 상대 습도에서 38℃의 온도에 노출된 후에, ASTM D2247에 의해 측정된 것으로, 약 2 미만 또는 약 1 미만의 델타 (Δ) E를 나타낼 수 있다. 여기에 사용된 바와 같은, "델타 (Δ) E"는 CIELAB 색상 공간하에 제공된, 두 개의 색상 좌표 사이의 거리에 의해 측정된 바와 같은 총 색상 거리를 의

미한다 (
$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2}$$
).

[0090] 상기 코팅된 표면은 또한 1시간 동안 시험 조각의 중심에 화학물질을 노출한 후에, ASTM D1308에 의해 측정된 것으로, 다양한 화학물질에 대한 내약품성 (chemical resistance)을 나타낼 수 있다.

[0091] 여기에 기재된 제품은 색상을 부여하기 위한 안료를 포함할 수 있다. 따라서, 이러한 제품으로부터 만들어진 코팅은, 캐리어 색상, 캐리어의 혼합물 및 입자 로딩의 양에 의존하여, 광범위한 색상을 나타낼 수 있다. 게다가, 여기에 기재된 제품 및/또는 코팅은 ASTM D4541에 의해 측정된 것으로 페인트 접착력에 역효과가 없는 것으로 나타낸다. 몇몇 경우에서, 기저가 되는 기판에 상기 제품 또는 코팅의 접착력은 기판의 점착 강도 (cohesive

strength)보다 더 크다. 다시 말해서, 시험에서, 코팅 및 기판 사이의 접착력은 너무 강해서 코팅이 기판의 표면으로부터 분리되기 전에, 기저가 되는 기판은 파괴된다. 예를 들어, 상기 기판이 목재인 경우, 코팅 및 기판 사이의 접착력은 ASTM D4541에 의해 측정된 것으로, 약 300psi 이상, 400psi 이상, 500psi 이상, 600psi 이상 및 이들 사이의 모든 범위 및 서브-범위일 수 있다. 몇몇 경우에서, 코팅으로 기판에 적용된 경우, 상기 제품은 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 15 이상의 새깅-방지 (anti-sag) 지수 값을 나타낸다.

[0092] 상기 제품 및/또는 코팅은 가정용 및 상업용 적용에서 사용하기에 충분한 내구성을 나타낼 수 있다. 구체적으로, 코팅으로 기판에 적용된 경우, 상기 제품은 ASTM D4213에 의해 측정된 것으로, 약 4 이상, 5 이상, 6 이상, 7 이상 및 이들 사이의 모든 범위 및 서브-범위의 내스크럽성 (scrub resistance)을 나타낸다.

[0093] 하나 이상의 구체 예에서, 상기 제품 및/또는 코팅은 내습성 (resistant to moisture)일 수 있다. 예를 들어, 24시간 동안 약 95% 상대 습도까지의 환경에 제품 및/또는 코팅의 노출 후에, 상기 제품 및/또는 코팅은 항균성 활성도에 변화하지 않는 것으로 나타낸다.

[0094] 상기 제품의 하나 이상의 구체 예는, 제품이 오염원의 존재 또는 성장에 대하여 내성 또는 보호를 나타내는, 항균성 유리의 로딩 수준을 갖는 항균성 유리 및 캐리어를 포함할 수 있다. 오염원은 곰팡이, 박테리아, 바이러스 및 이의 조합을 포함한다. 몇몇 경우에서, 페인트, 광택제 및 이와 유사한 것과 같은, 제품에서 오염원의 존재 또는 성장은, 제품에 색상 변화를 유발할 수 있고, 제품의 온전함을 저하시킬 수 있으며, 상기 제품의 다양한 특성에 역효과를 낼 수 있다. 상기 캐리어에 항균성 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, 상기 오염원은 제거 또는 감소될 수 있다. 몇몇 경우에서, 상기 캐리어 제형은, 오염원이 제거 또는 감소된 경우, 어떤 성분을 포함할 필요가 없다. 따라서, 여기에 기재된 제품의 하나 이상의 구체 예에 사용된 캐리어 제형은, 항균성 유리를 포함하지 않은 것으로 알려진 제품인 경우, 이전 가능성보다 더 많은 유연성 및 변화를 가질 수 있다.

[0095] 본 개시의 또 다른 관점은 항균성 제품을 만드는 방법과 관련된다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 방법은 유리를 형성하기 위해 (여기에 개시된 조성물과 같은) 유리 조성물을 용융시키는 단계, 상기 유리를 입자, 섬유 또는 이의 조합으로 형성시키는 단계, 상기 입자 및/또는 섬유를 충전 고분자 (filled polymer)를 제공하기 위해 캐리어 (예를 들어, 고분자)에 분산시키는 단계 및 상기 충전 고분자를 항균성 제품으로 형성시키는 단계를 포함한다.

[0096] 하나 이상의 구체 예에서, 방법은, 제품의 적용에 의존하여, 선택된 양의 유리를 고분자로 로딩시키는 단계를 포함한다. 다양한 방법 및 공정은, 예를 들어, (입자 또는 다른 형태로 분쇄할 수 있는) 유리 및 모노머를 혼합 및 그 다음 (열경화성 또는 열가소성 고분자 매트릭스로) 중합을 통하거나, 또는 (예를 들어, Brabender 합성기 (compounder) 또는 압출기, 단축 스크류 또는 이축 스크류, 반응성 또는 비-반응성을 사용하여) 용액 또는 용융 화합물의 공정을 통해 유리 및 고분자를 혼합시켜 인시튜 공정과 같은 것에 사용될 수 있다.

[0097] 하나 이상의 구체 예에서, 항균성 제품에 충전 고분자를 형성하는 단계는 충전 고분자를 압출성형 또는 몰딩하는 단계를 포함할 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 항균성 제품은 외부 표면에 유리의 적어도 일부를 노출하기 위해 더욱 가공처리될 수 있다. 외부 표면은 항균성 제품의 사용자가 상호작용하는 표면 (예를 들어, 휴대폰의 외부 표면, 휴대폰의 디스플레이, 등)일 수 있다. 하나 이상의 구체 예에서, 상기 방법은 충전 고분자에 분산된 유리를 노출하기 위해 항균성 제품의 표면부를 제거하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 항균성 제품의 표면부를 제거하는 대표적 방법은 (플라즈마, 산 또는 샌딩 또는 연마와 같은 기계적 수단에 의한) 에칭을 포함할 수 있다.

[0098] 실시 예

[0099] 다양한 구체 예는 하기 실시 예에 의해 더욱 명확해질 것이다.

[0100] 실시 예 1-62

[0101] 여기에 기재된 조성물의 비-제한 실시 예는 표 1에 기재된다. 표 1에 조성물은 배치되고, 용융되며 및 유리로 형성된다. 표 2는, 용융에 대한 조건, 어닐링에 대한 조건, 용융의 외관, 밀도, (Beam Bending Viscometer (BBV)에 의해 측정된) 어닐링점, (BBV에 의해 측정된) 변형점, (평행판 (parallel plate) 점도계 (PPV)에 의해 측정된) 연화점, 비커스 경도, 비커스 균열 개시, 체크론 노치 (chevron notch)에 의한 파단 강도, 열팽창계수 및 기타 특성을 포함하는, 표 1의 조성물 및/또는 이로부터 형성된 유리의 선택된 특성들을 열거한다. 표 2는

또한 ICP 기술에 의해 결정된 바와 같은, Cu 산화물의 중량 퍼센트, 및 선택된 유리에 대한 $\text{Cu}^{1+}:\text{Cu}^{2+}$ 의 비를 포함한다.

[0102] 표 3은 모델로서 Netherlands, Philips에 의해 제작된 PW1830 (Cu K α 방사선) 회절계와 같은 상업적으로 이용 가능한 장비를 사용하여, 기술분야에서 알려진 X-선 회절 (XRD) 기술을 사용하여 결정된 선택된 유리의 결정 크기 및/또는 결정상 조립체의 결정질상에 관한 정보를 포함한다. 스펙트럼은 통상적으로 2 θ 에 대해 5도로부터 80도까지 요구된다. 표 3은 또한 XPS 기술로 결정된 선택된 유리의 원소 프로파일 정보를 포함한다.

[0103] 이들 유리들은 그 다음, 표 4에서 나타낸 바와 같은, 두 조건하에서 Staphylococcus aureus을 사용하여 EPA 시험으로 시험된다. 표 4는 또한 ICP 기술에 의해 결정된 것으로, 선택된 실시 예에서 확인된 Cu 및 Cu^{1+} 의 총량을 포함한다.

표 1

[0104]

표 1					
실시 예	실. 1	실. 2	실. 3	실. 4	실. 5
배치 조성물 (mol%)					
SiO ₂	65	65	60	60	60
Al ₂ O ₃	17.5	17.5	20	15	15
CuO	17.5	17.5	20	20	20
Na ₂ O				5	
K ₂ O					5
B ₂ O ₃					
P ₂ O ₅					
ZnO					
배치 조성물 (wt%)					
SiO ₂	55.2	55.2	49.8	51.2	50.1
Al ₂ O ₃	25.2	25.2	28.2	21.7	21.3
CuO	19.7	19.7	22.0	22.6	22.1
Na ₂ O				4.4	
K ₂ O					6.5
B ₂ O ₃					
P ₂ O ₅					
ZnO					

표 1 (계속)					
실시 예	실. 6	실. 7	실. 8	실. 9	실. 10
배치 조성물 (mol%)					
SiO ₂	60	60	60	60	60
Al ₂ O ₃	10	10	5	5	
CuO	20	20	20	20	20
Na ₂ O	10		10	5	
K ₂ O		10	5	10	10
B ₂ O ₃					10
P ₂ O ₅					
ZnO					
배치 조성물 (wt%)					
SiO ₂	52.7	50.4	53.0	51.8	52.8
Al ₂ O ₃	14.9	14.2	7.5	7.3	0.0
CuO	23.3	22.2	23.4	22.9	23.3
Na ₂ O	9.1		9.1	4.5	
K ₂ O		13.2	6.9	13.5	13.8
B ₂ O ₃					10.2
P ₂ O ₅					
ZnO					

[0105]

표 1 (계속)					
실시 예	실. 11	실. 12	실. 13	실. 14	실. 15
배치 조성물 (mol%)					
SiO ₂	60	60	60	50	50
Al ₂ O ₃		5			
CuO	20	20	20	20	20
Na ₂ O					
K ₂ O	10	10	10	10	10
B ₂ O ₃			5	10	
P ₂ O ₅	10	5	5	10	20
ZnO					
배치 조성물 (wt%)					
SiO ₂	47.7	49.0	50.1	39.3	35.9
Al ₂ O ₃		6.9			
CuO	21.0	21.6	22.1	20.8	19.0
Na ₂ O					
K ₂ O	12.5	12.8	13.1	12.3	11.2
B ₂ O ₃			4.8	9.1	
P ₂ O ₅	18.8	9.6	9.9	18.5	33.9
ZnO		0.05			
MgO		0.05			
Fe ₂ O ₃		0.11			
CaO		0.01			

[0106]

표 1 (계속)					
실시 예	실. 16	실. 17	실. 18	실. 19	실. 20
배치 조성물 (mol%)					
SiO ₂	50	50	50	50	50
Al ₂ O ₃	25	20	25	25	20
CuO	25	30	25	25	20
Na ₂ O			5		10
K ₂ O				5	
B ₂ O ₃					
P ₂ O ₅					
ZnO					
배치 조성물 (wt%)					
SiO ₂	39.8	40.4	38.3	37.5	41.4
Al ₂ O ₃	33.8	27.4	32.5	31.8	28.1
CuO	26.4	32.1	25.3	24.8	21.9
Na ₂ O			3.9		8.5
K ₂ O				5.9	
B ₂ O ₃					
P ₂ O ₅					
ZnO					

표 1 (계속)					
실시 예	실. 21	실. 22	실. 23	실. 24	실. 25
배치 조성물 (mol%)					
SiO ₂	50	60	60	50	60
Al ₂ O ₃	20	5			5
CuO	20	20	20	20	20
Na ₂ O					10
K ₂ O	10	10	10	10	
B ₂ O ₃			5	10	
P ₂ O ₅		5	5	10	5
ZnO					
배치 조성물 (wt%)					
SiO ₂	39.7	49.0	50.1	39.3	51.2
Al ₂ O ₃	26.9	6.9			7.2
CuO	21.0	21.6	22.1	20.8	22.6
Na ₂ O					8.8
K ₂ O	12.4	12.8	13.1	12.3	
B ₂ O ₃			4.8	9.1	
P ₂ O ₅		9.6	9.9	18.5	10.1
ZnO					
표 1 (계속)					
실시 예	실. 26	실. 27	실. 28	실. 29	실. 30
배치 조성물 (mol%)					
SiO ₂	60	50	50	50	55
Al ₂ O ₃			5	5	
CuO	20	20	20	20	20
Na ₂ O	10	10	10		
K ₂ O				10	10
B ₂ O ₃	5	10	10	10	10
P ₂ O ₅	5	10	5	5	5
ZnO					
배치 조성물 (wt%)					
SiO ₂	52.5	41.0	42.1	40.3	45.6
Al ₂ O ₃			7.1	6.8	
CuO	23.1	21.7	22.3	21.3	22.0
Na ₂ O	9.0	8.5	8.7		
K ₂ O				12.6	13.0
B ₂ O ₃	5.1	9.5	9.8	9.3	9.6
P ₂ O ₅	10.3	19.4	10.0	9.5	9.8
ZnO					

표 1 (계속)					
실시 예	실. 31	실. 32	실. 33	실. 34	실. 35
배치 조성물 (mol%)					
SiO ₂	55	60	55	60	55
Al ₂ O ₃			5	5	
CuO	20	20	20	20	20
Na ₂ O	10	15	15		
K ₂ O				10	10
B ₂ O ₃	10				10
P ₂ O ₅	5	5	5	5	5
ZnO					
배치 조성물 (wt%)					
SiO ₂	47.7	52.7	46.9	49.0	45.6
Al ₂ O ₃			7.2	6.9	
CuO	23.0	23.3	22.6	21.6	22.0
Na ₂ O	9.0	13.6	13.2		
K ₂ O				12.8	13.0
B ₂ O ₃	10.1				9.6
P ₂ O ₅	10.3	10.4	10.1	9.6	9.8
ZnO					

[0109]

표 1 (계속)					
실시 예	실. 36	실. 37	실. 38	실. 39	실. 40
배치 조성물 (mol%)					
SiO ₂	50	45	40	55	55
Al ₂ O ₃					
CuO	20	20	20	20	20
Na ₂ O					
K ₂ O	10	10	12.5	10	10
B ₂ O ₃	10	10	10	10	10
P ₂ O ₅	5	5	5	5	5
ZnO	5	10	12.5		
배치 조성물 (wt%)					
SiO ₂	40.9	36.3	31.6	45.6	45.6
Al ₂ O ₃					
CuO	21.6	21.3	20.9	22.0	22.0
Na ₂ O					
K ₂ O	12.8	12.6	15.5	13.0	13.0
B ₂ O ₃	9.5	9.3	9.2	9.6	9.6
P ₂ O ₅	9.7	9.5	9.3	9.8	9.8
ZnO	5.5	10.9	13.4		

[0110]

표 1 (계속)					
실시 예	실. 41	실. 42	실. 43	실. 44	실. 45
배치 조성물 (mol%)					
SiO ₂	51.5	51.5	48	48	55
Al ₂ O ₃	0	0	0	0	
CuO	25	25	30	30	20
Na ₂ O	0	0	0	0	
K ₂ O	9.4	9.4	8.8	8.8	10
B ₂ O ₃	9.4	9.4	8.8	8.8	10
P ₂ O ₅	4.7	4.7	4.4	4.4	5
ZnO	0	0	0	0	55
배치 조성물 (wt%)					
SiO ₂	42.4	42.4	39.3	39.3	
Al ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	
CuO	27.3	27.3	32.5	32.5	
Na ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	
K ₂ O	12.1	12.1	11.3	11.3	
B ₂ O ₃	9.0	9.0	8.4	8.4	
P ₂ O ₅	9.2	9.2	8.5	8.5	
ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	

[0111]

표 1 (계속)					
실시 예	실, 46	실, 47	실, 48	실, 49	실, 50
배치 조성물 (mol%)					
SiO ₂	50	50	50	50	55
Al ₂ O ₃	0	0	0	0	0
CuO	20	20	20	20	20
Na ₂ O	0	0	0	0	0
K ₂ O	10	10	10	10	10
B ₂ O ₃	10	10	10	10	10
P ₂ O ₅	5	5	5	5	5
ZnO	0	0	0	0	0
TiO ₂	5	0	0	0	0
Fe ₂ O ₃	0	5	0	0	0
Cr ₂ O ₃	0	0	5	0	0
Co ₃ O ₄	0	0	0	5	0
NiO	0	0	0	0	0

[0112]

표 1 (계속)					
실시 예	실, 51	실, 52	실, 53	실, 54	실, 55
배치 조성물 (mol%)					
SiO ₂	40	45	50	55	50
Al ₂ O ₃	15	15	15	15	15
CuO	20	20	20	20	20
Na ₂ O					
K ₂ O	10	10	10	5	5
B ₂ O ₃	10	5	0	0	5
P ₂ O ₅	5	5	5	5	5
ZnO	0	0	0	0	0
TiO ₂	0	0	0	0	0
Fe ₂ O ₃	0	0	0	0	0
Cr ₂ O ₃	0	0	0	0	0
Co ₃ O ₄	0	0	0	0	0
NiO	0	0	0	0	0

[0113]

표 1 (계속)					
실시 예	실, 56	실, 57	실, 58	실, 59	실, 60
배치 조성물 (mol%)					
SiO ₂	45	55	50	45	45
Al ₂ O ₃					
CuO	35	30	35	40	25
Na ₂ O					
K ₂ O	7.5	10	10	10	10
B ₂ O ₃	7.5				
P ₂ O ₅	5	5	5	5	5
ZnO					
TiO ₂					
Fe ₂ O ₃					
Cr ₂ O ₃					
Co ₃ O ₄					15
NiO					

[0114]

표 1 (계속)		
실시 예	실. 61	실. 62
배치 조성물 (mol%)		
SiO ₂	45	45
Al ₂ O ₃	0	0
CuO	25	30
Na ₂ O	0	0
K ₂ O	10	10
B ₂ O ₃	0	0
P ₂ O ₅	5	5
ZnO	0	0
TiO ₂	0	10
Fe ₂ O ₃	0	0
Cr ₂ O ₃	0	0
Co ₃ O ₄	0	0
NiO	15	0

[0115]

표 2

표 2					
실시 예	실. 1	실. 2	실. 3	실. 4	실. 5
용융 온도 (°C)	1500	1650	1650	1650	1650
용융 시간 (hrs)	6	밤새	밤새	밤새	밤새
도가니 타입	알루미나	석영	석영	석영	석영
어닐링 온도 (°C)	700	700	700	700	700
용융 외관	매우 열악, 큰 기포로 가득	고품질, 표면 산화, 회색 표면, 검은 내부	고품질, 표면 산화, 회색 표면, 검은 내부	회색 표면, 검은 내부	회색 표면, 검은 내부
부력에 의한 밀도 (g/cm ³)		2.705	2.781	2.758	2.741
유효 분자 wt (g/mol)	70.821	70.821	72.354		
몰 부피 (cm ³ /mol)		26.2	26.0		
BBV에 의한 어닐링점 (°C)		694.1	684.9	598.6	
BBV에 의한 변형점 (°C)		652.5	642.3	558.9	
PPV에 의한 연화점 (°C)		결정된	결정된		
비커스 경도 (kgf/mm ²)		595	586		
비커스 균열 개시 (kgf)		1-2	1-2		
셰브론 노치에 의한 파괴인성 (MPa m ^{0.5})		0.875	0.887		
CTE (ppm/°C)		1.06	1.15		
ICP wt% 산화물 (Cu)	19.6	19	21.6		
비 Cu ⁺¹ /Cu ²⁺					

[0116]

표 2 (계속)					
실시 예	실. 6	실. 7	실. 8	실. 9	실. 10
용융 온도 (°C)	1650	1650	1650	1650	1650
용융 시간 (hrs)	밤새	밤새	밤새	밤새	밤새
도가니 타입	석영	석영	석영	석영	석영
어닐링 온도 (°C)	700	700	700	700	600
용융 외관	검고 회색의 광택 표면, 갈색 및 황색 내부	검고 회색의 광택 표면, 갈색 및 황색 내부		검고 회색 표면, 약간의 녹색 및 갈색 줄을 갖는 검은 내부	회색 광택 표면, 어두운 황색 내부
부력에 의한 밀도 (g/cm ³)	2.706	2.666		2.596	2.716
유효 분자 wt (g/mol)					
물 부피 (cm ³ /mol)					
BBV에 의한 어닐링점 (°C)	737.2				575.7
BBV에 의한 변형점 (°C)	684.4				535.2
PPV에 의한 연화점 (°C)					
비커스 경도 (kgf/mm ²)					
비커스 균열 개시 (kgf)					
웨브론 노치에 의한 파괴 인성 (MPa m ^{0.5})					
CTE (ppm/°C)					
ICP wt% 산화물 (Cu)					
비 Cu ⁺¹ /Cu ²⁺					

[0117]

표 2 (계속)					
실시 예	실. 11	실. 12	실. 13	실. 14	실. 15
용융 온도 (°C)	1650	1650	1650	1650	1650
용융 시간 (hrs)	밤새	밤새	밤새	밤새	밤새
도가니 타입	석영	석영	석영	석영	석영
어닐링 온도 (°C)	600	700	600	600	600
용융 외관	세라믹, 취성, 회색, 갈색, 및 녹색	반짝이는 금속 표면, 어두운 황색 내부	반짝이는 금속 표면, 어두운 황색 내부	약간의 세라믹과 함께 어두운 황색 표면, 약간의 세라믹과 함께 어두운 황색 내부	세라믹, 회색 표면, 밝은 갈색 내부
부력에 의한 밀도 (g/cm ³)		2.669	2.673	2.608	
유효 분자 wt (g/mol)					
물 부피 (cm ³ /mol)					
BBV에 의한 어닐링점 (°C)					
BBV에 의한 변형점 (°C)		701	569	572.5	
PPV에 의한 연화점 (°C)		759.8	602.8	510.7	
비커스 경도 (kgf/mm ²)					
비커스 균열 개시 (kgf)					
웨브론 노치에 의한 파괴 인성 (MPa m ^{0.5})					
CTE (ppm/°C)					
ICP wt% 산화물 (Cu)					
비 Cu ⁺¹ /Cu ²⁺					

[0118]

표 2 (계속)					
실시 예	실. 16	실. 17	실. 18	실. 19	실. 20
용융 온도 (°C)	1650	1650	1650	1650	1650
용융 시간 (hrs)	밤새	밤새	밤새	밤새	밤새
도가니 타입	석영	석영	석영	석영	석영
어닐링 온도 (°C)	700	700	700	700	700
용융 외관	회색 표면, 검은 내부, 구리 칩전	회색 표면, 검은 내부	회색 표면, 검은 내부	회색 표면, 검은 내부	회색 표면, 검은 내부
부력에 의한 밀도 (g/cm ³)	2.91	2.901	2.887	2.876	2.797
유효 분자 wt (g/mol)					
몰 부피 (cm ³ /mol)					
BBV에 의한 어닐링점 (°C)					
BBV에 의한 변형점 (°C)					
PPV에 의한 연화점 (°C)					
비커스 경도 (kgf/mm ²)					
비커스 균열 개시 (kgf)					
쉐브론 노치에 의한 파괴인성 (MPa m ^{0.5})					
CTE (ppm/°C)					
ICP wt% 산화물 (Cu)					
비 Cu ⁺¹ /Cu ²⁺					

표 2 (계속)					
실시 예	실. 21	실. 22	실. 23	실. 24	실. 25
용융 온도 (°C)	1650	1650	1650	1650	1650
용융 시간 (hrs)	밤새	밤새	밤새	밤새	밤새
도가니 타입	석영	석영	석영	석영	석영
어닐링 온도 (°C)	700	650	650	650	650
용융 외관	회색 표면, 황색 내부	회색 표면, 황색/오렌지 색 내부	회색 표면, 황색/오렌지 색 내부	결정된	회색 표면, 황색/오렌지 색 내부 (실. 22보다 좀 더 결정질로 보임)
부력에 의한 밀도 (g/cm ³)	2.774				
유효 분자 wt (g/mol)					
몰 부피 (cm ³ /mol)					
BBV에 의한 어닐링점 (°C)					
BBV에 의한 변형점 (°C)					
PPV에 의한 연화점 (°C)					
비커스 경도 (kgf/mm ²)					
비커스 균열 개시 (kgf)					
쉐브론 노치에 의한 파괴인성 (MPa m ^{0.5})					
CTE (ppm/°C)					
ICP wt% 산화물 (Cu)					
비 Cu ⁺¹ /Cu ²⁺					

*여기에 사용된 바와 같은 용어 "결정된"은 비-유리질 외관을 의미한다.

표 2 (계속)					
실시 예	실. 26	실. 27	실. 28	실. 29	실. 30
용융 온도 (°C)	1650	1650	1650	1650	1650
용융 시간 (hrs)	밤새	밤새	밤새	밤새	밤새
도가니 타입	석영	석영	석영	석영	석영
어닐링 온도 (°C)	650	650	650	650	650
용융 외관	회색 표면, 황색/오렌지색 내부 (실. 23보다 좀 더 결정 질로 보임)	결정된	반짝이는 외부, 황색/오렌지색 내부	반짝이는 외부, 황색/오렌지색 내부	반짝이는 외부, 황색/오렌지색 내부
부력에 의한 밀도 (g/cm ³)					2.626
유효 분자 wt (g/mol)					
몰 부피 (cm ³ /mol)					
BBV에 의한 어닐링점 (°C)					
BBV에 의한 변형점 (°C)					602.4
PPV에 의한 연화점 (°C)					544.4
비커스 경도 (kgf/mm ²)					
비커스 균열 개시 (kgf)					
웨브론 노치에 의한 파괴인성 (MPa m ^{0.5})					
CTE (ppm/°C)					
ICP wt% 산화물 (Cu)					
비 Cu ⁺¹ /Cu ²⁺					

[0121]

표 2 (계속)					
실시 예	실. 31	실. 32	실. 33	실. 34	실. 35
용융 온도 (°C)	1650	1650	1650	1650	1650
용융 시간 (hrs)	밤새	밤새	밤새	밤새	밤새
도가니 타입	석영	석영	석영	석영	석영
어닐링 온도 (°C)	650	650	650	650	650
용융 외관	반짝이는 외부, 황색/오렌지색 내부	밝은 황색, 좀 더 결정 질	밝은 황색, 결정된	오렌지색 내부, 반짝이는 금속 표면	오렌지색 내부, 반짝이는 금속 표면
부력에 의한 밀도 (g/cm ³)					
유효 분자 wt (g/mol)					
몰 부피 (cm ³ /mol)					
BBV에 의한 어닐링점 (°C)					
BBV에 의한 변형점 (°C)					
PPV에 의한 연화점 (°C)					
비커스 경도 (kgf/mm ²)					
비커스 균열 개시 (kgf)					
웨브론 노치에 의한 파괴인성 (MPa m ^{0.5})					
CTE (ppm/°C)					
ICP wt% 산화물 (Cu)					
비 Cu ⁺¹ /Cu ²⁺					

[0122]

표 2 (계속)					
실시 예	실, 36	실, 37	실, 38	실, 39	실, 40
용융 온도 (°C)	1650	1650	1650	1650	1650
용융 시간 (hrs)	밤새	밤새	밤새	밤새	밤새
도가니 타입	석영	석영	석영	석영	석영
어닐링 온도 (°C)	650	650	650	없음	650
용융 외관	오렌지색 내부, 반짝이는 금속 표면	오렌지색 내부, 반짝이는 금속 표면	오렌지색 내부, 반짝이는 금속 표면	황색, 오렌지색	오렌지색 내부, 반짝이는 금속 표면
부력에 의한 밀도 (g/cm ³)					
유효 분자 wt (g/mol)					
몰 부피 (cm ³ /mol)					
BBV에 의한 어닐링점 (°C)					
BBV에 의한 변형점 (°C)					
PPV에 의한 연화점 (°C)					
비커스 경도 (kgf/mm ²)					
비커스 균열 개시 (kgf)					
쉐브론 노치에 의한 파괴인성 (MPa m ^{0.5})					
CTE (ppm/°C)					
ICP wt% 산화물 (Cu)					
비 Cu ⁺¹ /Cu ²⁺					

[0123]

표 2 (계속)				
실시 예	실, 41	실, 42	실, 43	실, 44
용융 온도 (°C)	1650	1650	1650	1650
용융 시간 (hrs)	밤새	밤새	밤새	밤새
도가니 타입	석영	석영	석영	석영
어닐링 온도 (°C)	없음	650	없음	650
용융 외관	황색, 오렌지색	오렌지색 내부, 반짝이는 금속 표면	황색, 오렌지색	오렌지색 내부, 반짝이는 금속 표면
부력에 의한 밀도 (g/cm ³)			2.816	
유효 분자 wt (g/mol)				
몰 부피 (cm ³ /mol)				
BBV에 의한 어닐링점 (°C)				
BBV에 의한 변형점 (°C)				
PPV에 의한 연화점 (°C)				
비커스 경도 (kgf/mm ²)				
비커스 균열 개시 (kgf)				
쉐브론 노치에 의한 파괴인성 (MPa m ^{0.5})				
CTE (ppm/°C)				
ICP wt% 산화물 (Cu)				
비 Cu ⁺¹ /Cu ²⁺				

[0124]

표 2 (계속)					
실시 예	실. 46	실. 47	실. 48	실. 49	실. 50
용융 온도 (°C)					
용융 시간 (hrs)					
도가니 타입					
어닐링 온도 (°C)					
용융 외관	주홍	오렌지색	녹색을 띠는 결정된	밝은 녹색, 실. 48보다 더 녹색	
부력에 의한 밀도 (g/cm ³)					
유효 분자 wt (g/mol)					
몰 부피 (cm ³ /mol)					
BBV에 의한 어닐링점 (°C)					
BBV에 의한 변형점 (°C)					
PPV에 의한 연화점 (°C)					
비커스 경도 (kgf/mm ²)					
비커스 균열 개시 (kgf)					
웨브론 노치에 의한 파괴인성 (MPa m ^{0.5})					
CTE (ppm/°C)					
ICP wt% 산화물 (Cu)					
비 Cu ⁺¹ /Cu ²⁺					

[0125]

표 2(계속)					
실시예	실. 51	실. 52	실. 53	실. 54	실. 55
용융온도 (°C)					
용융시간(hrs)					
도가니타입					
어닐링온도(°C)					
용융외관	황색 및 흑색	황색 및 갈색	황색	바닥에 약간의 오렌지색을 갖는 흑색	가장자리에 약간의 오렌지색을 갖는 흑색
부력에 의한 밀도 (g/cm ³)					
유효분자 wt (g/mol)					
몰 부피 (cm ³ /mol)					
BBV 에 의한 어닐링점 (°C)					
BBV 에 의한 변형점(°C)					
PPV 에 의한 연화점 (°C)					
비커스경도 (kgf/mm ²)					
비커스 균열 개시 (kgf)					
웨브론 노치에 의한 파괴인성 (MPa m ^{0.5})					
CTE (ppm/°C)					
ICP wt% 산화물 (Cu)					
비 Cu ⁺¹ /Cu ²⁺					

[0126]

표 2 (계속)	
실시 예	실. 56
용융 온도 (°C)	
용융 시간 (hrs)	
도가니 타입	
어닐링 온도 (°C)	
용융 외관	호박-색
부력에 의한 밀도 (g/cm ³)	
유효 분자 wt (g/mol)	
몰 부피 (cm ³ /mol)	
BBV에 의한 어닐링점 (°C)	
BBV에 의한 변형점 (°C)	
PPV에 의한 연화점 (°C)	
비커스 경도 (kgf/mm ²)	
비커스 균열 개시 (kgf)	
웨브론 노치에 의한 파괴인성 (MPa m ^{0.5})	
CTE (ppm/°C)	
ICP wt% 산화물 (Cu)	
비 Cu ¹⁺ /Cu ²⁺	

[0127]

표 3

[0128]

표 3					
실시 예	실. 1	실. 2	실. 3	실. 4	실. 5
XRD 분말			없음	흑동광 (CuO)	흑동광 (CuO)
XRD 표면				흑동광 (CuO)	흑동광 (CuO)
XPS 진공 파괴 + 2분 공기					
%Cu ¹⁺ 및 Cu ⁰					85.2
%Cu ²⁺					14.8
StDev					1
XPS 진공 파괴					
%Cu ¹⁺ 및 Cu ⁰					
%Cu ²⁺					
StDev					

표 3 (계속)					
실시 예	실. 6	실. 7	실. 8	실. 9	실. 10
XRD 분말	흑동광 (CuO) 및 적동석 (Cu ₂ O)	흑동광 (CuO) 및 적동석 (Cu ₂ O)		적동석 (Cu ₂ O)	적동석 (Cu ₂ O)
XRD 표면	흑동광 (CuO) 및 적동석 (Cu ₂ O)	흑동광 (CuO) 및 적동석 (Cu ₂ O)		피크 없음	흑동광 (CuO) 및 적동석 (Cu ₂ O)
XPS 진공파괴 + 2분 공기					
%Cu ¹⁺ 및 Cu ⁰	84.2				74.6
%Cu ²⁺	15.8				25.4
StDev	0.1				1.5
XPS 진공 파괴					
%Cu ¹⁺ 및 Cu ⁰					
%Cu ²⁺					
StDev					

[0129]

표 3 (계속)					
실시 예	실. 11	실. 12	실. 13	실. 14	실. 15
XRD 분말		적동석 (Cu_2O), $\text{K}1-\text{xAl}^{1+}\text{xSi}1-\text{xO}_4$, $\text{Al}_{203}\text{*}0.95\text{P}205$, $\text{Cu}1.82\text{K}0.2(\text{Al}3.9\text{Si}8.1024)$, K_2SiO_3	적동석 (Cu_2O)	적동석 (Cu_2O)	
XRD 표면		흑동광 (CuO), 적동석 (Cu_2O), $\text{K}1-\text{xAl}^{1+}\text{xSi}1-\text{xO}_4$, $\text{Al}_{203}\text{*}0.95\text{P}205$	적동석 (Cu_2O)	적동석 (Cu_2O)	
XPS 진공 파괴 + 2분 공기					
% Cu^{1+} 및 Cu^0		92.4	80.3	91.3	
% Cu^{2+}		7.6	19.7	8.7	
StDev		1.2	2.5	0.4	
XPS 진공 파괴					
% Cu^{1+} 및 Cu^0		87.1		93.1	
% Cu^{2+}		12.9		6.9	
StDev		2.6		0.6	

[0130]

표 3 (계속)					
실시 예	실. 16	실. 17	실. 18	실. 19	실. 20
XRD 분말	흑동광 (CuO)	흑동광 (CuO)	흑동광 (CuO)	없음	흑동광 (CuO)
XRD 표면	흑동광 (CuO)	흑동광 (CuO)	흑동광 (CuO)	흑동광 (CuO)	흑동광 (CuO)
XPS 진공 파괴 + 2분 공기					
% Cu^{1+} 및 Cu^0					
% Cu^{2+}					
StDev					
XPS 진공 파괴					
% Cu^{1+} CuO					
% Cu^{2+}					
StDev					

[0131]

표 3 (계속)					
실시 예	실. 21	실. 22	실. 23	실. 24	실. 25
XRD 분말	적동석 (Cu_2O)	적동석, 흑동광, 나트륨 붕산염 ($\text{Na}_2\text{B}_{10}\text{O}_{28}$), 규산 알루미늄 칼륨 (KAlSiO_4)	적동석	크리스탈 발색, 구리	적동석, 규산 나트륨 ($\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$), 인화 알루미늄 (AlPO_4)
XRD 표면	흑동광 (CuO)	적동석, 흑동광, 나트륨 붕산염	적동석, 흑동광, 나트륨 붕산염	적동석	적동석, 흑동광, 규산 나트륨 ($\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$), 인화 알루미늄 (AlPO_4)
XPS 진공 파괴 + 2분 공기					
% Cu^{1+} and Cu^0	81.7				
% Cu^{2+}	18.3				
StDev	0.2				
XPS 진공 파괴					
% Cu^{1+} and Cu^0					
% Cu^{2+}					
StDev					

[0132]

표 3 (계속)					
실시 예	실. 26	실. 27	실. 28	실. 29	실. 30
XRD 분말	크리스탈석, 적동석, 인산 구리 $(\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2)$	구리, 적동석, 인산 구리 나트륨 $(\text{Na}_6\text{Cu}_9(\text{PO}_4)_6)$	적동석	적동석	적동석
XRD 표면	크리스탈석, 적동석, 흑동광, 인산 구리	구리, 적동석, 흑동광, 인산 구리 나트륨	적동석, 나트륨 붕 산염 수화물	적동석	적동석, 흑동광
XPS 진공 파괴 + 2분 공기					
%Cu ¹⁺ 및 Cu ⁰				87.1	75
%Cu ²⁺				12.9	25
StDev				1.2	0.2
XPS 진공 파괴					
%Cu ¹⁺ 및 Cu ⁰					
%Cu ²⁺					
StDev					

[0133]

표 3 (계속)					
실시 예	실. 31	실. 32	실. 33	실. 34	실. 35
XRD 분말	적동석	크리스탈석, 적동석, 인산 나트륨 (Na_3PO_4) , 인화 알루미늄 수화물 $(\text{AlPO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O})$, 인산 구리 $(\text{Cu}_3\text{P}_2\text{O}_{10})$	적동석, 인산 나트륨, $\text{Na}_{0.24}\text{H}_{4.9}(\text{Al}_{5.14}\text{Si}_{48.86}\text{O}_{106})(\text{H}_2\text{O})_2$		
XRD 표면	적동석, 흑동광, 턴켈코나이트 $(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$, 인산 구리 수화물 $\text{Cu}_3(\text{PO}_3)_6 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$	크리스탈석, 흑동광, 인산 나트륨 (Na_3PO_4) , 인화 알루미늄 수화물 $(\text{AlPO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O})$, 인산 구리 $(\text{Cu}_3\text{P}_2\text{O}_{10})$	흑동광, 인산 나트륨, 적동석		
XPS 진공 파괴 + 2분 공기					
%Cu ¹⁺ and Cu ⁰	68.7				
%Cu ²⁺	31.3				
StDev	0.6				
XPS 진공 파괴					
%Cu ¹⁺ and Cu ⁰					
%Cu ²⁺					
StDev					

[0134]

표 3 (계속)					
실시 예	실. 36	실. 37	실. 38	실. 39	실. 40
XRD 분말	적동석, 칼륨 아연 인산염 (KZnPO ₄)	적동석, 칼륨 아연 인산염, 칼륨 아연 규산염 (K _{1.10} Zn _{0.58} Si _{1.48} O ₄), 칼륨 아연 인산염 (K ₈ Zn(P ₂ O ₇) ₂)	적동석, 칼륨 아연 인산염 (KZnPO ₄), 칼륨 아연 규산염, 칼륨 아연 인산염	적동석	적동석
XRD 표면	적동석, 칼륨 아연 인산염 (KZnPO ₄), 구리 인화 규소 (Cu _{0.56} Si _{1.44})P ₂ , 흑동광	흑동광, 구리 아연 인산염 (CuZn(P ₂ O ₇), 칼륨 인산염 (K ₄ (P ₂ O ₈), 인화 알루미늄 (AlPO ₄)	흑동광, 칼륨 아연 인산염, 칼륨 아연 규산염, 칼륨 산화구리 (K ₃ CuO ₄), 적동석, 산화구리 인산염 (Cu ₄ O(PO ₄) ₂)		
XPS 진공 파괴 + 2분 공기					
%Cu ¹⁺ and Cu ⁰					
%Cu ²⁺					
StDev					
XPS 진공 파괴					
%Cu ¹⁺ and Cu ⁰					
%Cu ²⁺					
StDev					

[0135]

표 3 (계속)					
실시 예	실. 41	실. 42	실. 43	실. 44	실. 45
XRD 분말	적동석	적동석	적동석	적동석	
XRD 표면					
XPS 진공 파괴 + 2분 공기					
%Cu ¹⁺ CuO					
%Cu ²⁺					
StDev					
XPS 진공 파괴					
%Cu ¹⁺ CuO					
%Cu ²⁺					
StDev					

[0136]

표 3 (계속)					
실시 예	실. 46	실. 47	실. 48	실. 49	실. 50
XRD 분말	적동석, 구리 산화 티타늄, 아나타제			적동석	
XRD 표면	적동석, 구리 산화 티타늄, 아나타제				
XPS 진공 파괴 + 2 분 공기					
%Cu ¹⁺ CuO					
%Cu ²⁺					
StDev					
XPS 진공 파괴					
%Cu ¹⁺ CuO					
%Cu ²⁺					
StDev					

[0137]

표 3 (계속)					
실시 예	실. 51	실. 52	실. 53	실. 54	실. 55
XRD 분말	적동석	흑동광 및 적동석	적동석	흑동광 및 적동석	흑동광 및 적동석
XRD 표면	흑동광 및 적동석	흑동광 및 적동석	흑동광 및 적동석	흑동광	흑동광
XPS 진공 파괴 + 2 분 공기					
%Cu ¹⁺ CuO					
%Cu ²⁺					
StDev					
XPS 진공 파괴					
%Cu ¹⁺ CuO					
%Cu ²⁺					
StDev					

[0138]

표 3 (계속)	
실시 예	실. 56
XRD 분말	적동석 및 구리 칼륨 산화물
XRD 표면	적동석 및 흑동광 및 붕산 칼륨
XPS 진공 파괴 + 2분 공기	
%Cu ¹⁺ CuO	
%Cu ²⁺	
StDev	
XPS 진공 파괴	
%Cu ¹⁺ CuO	
%Cu ²⁺	
StDev	

[0139]

표 4

[0140]

표 4					
실시 예	실. 1	실. 2	실. 3	실. 4	실. 5
쿠폰 시험 수령한-대로 EPA 시험 (S. Aureus)		< log 1	< log 1	< log 1	< log 1
쿠폰 시험 수령한-대로 EPA 재-시험				< log 1	

쿠폰 시험 1일 85℃ /85%RH EPA 시험					
wt%로 ICP 총 Cu				21.6	21.7
ICP Cu ⁺¹ /총 Cu			0.86	0.87	0.88

표 4(계속)					
실시 예	실. 6	실. 7	실. 8	실. 9	실. 10
쿠폰 시험 수령한-대 로 EPA 시험 (S. <i>Aureus</i>)	> log 3	log 2.84		< log 1	< log 1
쿠폰 시험 수령한-대 로 EPA 재-시험	> log 1			< log 1	< log 1
쿠폰 시험 1일 85℃ /85%RH EPA 시험					
wt%로 ICP 총 Cu	19.6			15.8	22
ICP Cu ⁺¹ /총 Cu	0.88	0.86		0.78	0.8

[0141]

표 4 (계속)					
실시 예	실. 11	실. 12	실. 13	실. 14	실. 15
쿠폰 시험 수령한-대 로 EPA 시험 (S. <i>Aureus</i>)		> log 4	> log 3	> log 6	
쿠폰 시험 수령한-대 로 EPA 재-시험		> log 3	> log 4		
쿠폰 시험 1일 85℃ /85%RH EPA 시험					
wt%로 ICP 총 Cu		20.8	20.8	20.5	
ICP Cu ⁺¹ /총 Cu		0.85	0.77	0.85	

[0142]

표 4 (계속)					
실시 예	실. 21	실. 22	실. 23	실. 24	실. 25
쿠폰 시험 수령한-대 로 EPA 시험 (S. <i>Aureus</i>)		< log 1	< log 1		> log 4
쿠폰 시험 수령한-대 로 EPA 재-시험					
쿠폰 시험 1일 85℃ /85%RH EPA 시험		< log 1	< log 1		< log 1
wt%로 ICP 총 Cu	18.1	21.5	21.9		21.5
ICP Cu ⁺¹ /총 Cu	0.92	0.8	0.8		0.85

[0143]

표 4 (계속)					
실시 예	실. 26	실. 27	실. 28	실. 29	실. 30
쿠폰 시험 수령한-대 로 EPA 시험 (S. <i>Aureus</i>)			> log 3	> log 3	> log 4
쿠폰 시험 수령한-대 로 EPA 재-시험					
쿠폰 시험 1일 85℃ /85%RH EPA 시험			> log 2	> log 2	> log 4
wt%로 ICP 총 Cu	21.3		21.4	22.2	21.6
ICP Cu ⁺¹ /총 Cu	0.75		0.82	0.89	0.86

[0144]

표 4 (계속)					
실시 예	실. 31	실. 32	실. 33	실. 34	실. 35
쿠폰 시험 수령한-대 로 EPA 시험 (S. <i>Aureus</i>)	> log 3				
쿠폰 시험 수령한-대 로 EPA 재-시험					
쿠폰 시험 1일 85℃ /85%RH EPA 시험	> log 2				
wt%로 ICP 총 Cu	22.4	19.8	19.1		
ICP Cu ⁺¹ /총 Cu	0.86	0.77	0.85		

[0145]

표 4 (계속)				
실시 예	실. 41	실. 42	실. 43	실. 44
쿠폰 시험 수령한-대로 EPA 시험 (S. <i>Aureus</i>)			>log 6	log 5.93
쿠폰 시험 수령한-대로 EPA 재-시험				
쿠폰 시험 1일 85℃ /85%RH EPA 시험				
wt%로 ICP 총 Cu				
ICP Cu ⁺¹ /총 Cu			0.88	

[0146]

표 4				
실시 예	실. 46	실. 49	실. 56	실. 58
쿠폰 시험 수령한-대로 EPA 시험 (S. <i>Aureus</i>)	0.53	1.42	6.151	6.151
쿠폰 시험 수령한-대로 EPA 재-시험				
쿠폰 시험 1일 85℃ /85%RH EPA 시험				
wt%로 ICP 총 Cu				
ICP Cu ⁺¹ /총 Cu				

[0147]

[0148]

실시 예 13에 대하여, SEM 이미지는 상 분리가 발생되고, 유리질 매트릭스 상 및 분산된 유리질 제2 상을 포함하는 것을 나타낸다. 분산된 상은 분해성 상으로 고려되고, 적동석 결정을 포함한다. 상기 분산된 상의 분해는 형성된 유리가 물에서 연마된 경우 그 상이 부분적으로 용해된 경우 입증된다. EDS 분석은 유리질 제2 상 및 결정질 상 모두에 비례하여 규소 내에 풍부한 유리질 상 (즉, 내구성 상)을 나타낸다. 결정질 상은 대부분 구리-풍부이다. 이론에 제한되는 것을 원하지는 않지만, 유리질 제2 상은 붕소 내에 풍부한 것으로 믿어진다. (적동석 결정의 침전을 포함하는) 분해성 상의 상 분리는 단순 후-용융 어닐링 이후에 부가적인 열처리 없이 쉽게 발생한다.

[0149]

도 3-5는 실시 예 30의 조성물로부터 만든 유리의 TEM 및 SEM 이미지이다. 도 3은 TEM 이미지를 나타내고, 여기서 가장 어두운 영역은 실리카-풍부 유리질 상을 나타내고, 밝은 영역은 인산, 붕소 및 칼륨이 풍부한 상-분리된 유리질 구역이다. 전술된 바와 같이, 이들 상-분리된 유리질 구역은 분해성 구역이고, 실리카-풍부 유리질 상은 내구성 상이다. 상기 분해성 상 및 내구성 상 모두는 유리의 유리 상을 형성한다. 도 3의 TEM 이미지에 나타난 가장 밝은 영역은 적동성 결정을 나타낸다. 가장 밝은 영역보다 더 어둡게 나타나는 영역은 인산, 붕소 및 칼륨 (즉, 분해성 상)이 풍부한 상-분리된 유리질 구역을 나타낸다. 실리카-풍부 유리질 상은 도 3에서 가장 어두운 구역으로 나타낸다. 상기 적동성 결정의 자른 면 (Facets)은 도 3의 TEM 이미지에서 볼 수 있다. 도 4는 물로 연마한 후에, 유리의 단면의 SEM 이미지를 나타낸다. 도 4로부터, 물에서 분해성 상 (즉, 도 3에서 나타난 인산, 붕소 및 칼륨이 풍부한 상-분리된 유리질 구역)의 우선적인 용해를 볼 수 있다. 상기 분해성 상을 형성하는 적동석 결정에 함유된 Cu¹⁺ 이온은 분해성 상의 용해에 의해 방출된다.

[0150]

도 6은 여기에 기재된 조성물로부터 만들어진 유리의 STEM 이미지를 나타낸다. 도 6은 구리가 미립자 형태로 존재하고, 인산염에 의해 둘러싸이며, 유리 매트릭스에 분포된 3-상 모폴로지를 나타낸다. 상기 인산염은 물에 약간 용해성이기 때문에, 그러므로 물에 의해 용해될 것이어서, Cu 입자를 노출시켜 (바이러스 및 박테리아를 사멸시키는) 기능을 하는 활성 Cu 종을 방출할 것이다.

[0151]

용융시 유리의 상 분리는, 벌크 및 표면적들로부터 떼어낸 샘플의 단면 TEM 이미지의 EDX 하이퍼맵인, 도 7a-7b 및 8a-8c에 나타낸다. 샘플 배율은 TEM 이미지 모두에 사용된다. 도 7a-7b는, 1650℃에서 용융 및 650℃에서 어닐링 대 1650℃ 용융 온도로부터 물에서 퀀칭 후 즉시, 실시 예 30의 벌크 및 표면적들을 각각 나타낸다. 퀀칭된 샘플을 나타내는, 도 7a는 상 분리되고, 분해성 상 내에 적동석 결정을 포함한다. 따라서, 결정의 상 분리 및 형성은 퀀칭에 의해 억제되지 않았다. 따라서, 도 7a는 1600℃에서 또는 용융에서 일어난 상 분리를 나타낸다. 구체적으로, 도 7a는 가장 어두운 색상으로 내구성 상을 나타내고, 상기 가장 밝은 부분은 구리의 존재를 나타내며, 및 가장 밝은 부분을 감싸고 다소 어두운 색상을 갖는 부분은 인산을 나타낸다. 도 8a-8b는 1시간 동안 800℃에서 부가적인 열처리 이후에 실시 예 30의 파단 단면 및 연마된 단면의 SEM 이미지를 나타낸다. 부가적인 열처리는 숙성된 미세구조 (ripened the microstructure)를 갖는 것을 나타낸다. 도 4 및 5에 나타난 바와 같이, 표준 방법에 의해 제조된 샘플과 비교한 경우, 가장 큰 적동석 결정의 크기는 증가하고, 밝기 대비 상 (contrast phases)의 나노스케일의 수는, 상당히 감소한다. 몇몇 구체 예에서, 구리의 농도는 분해성 상 내에서

용해 한도를 초과하며, 상기 구리는 분해성 상의 밖에 침전된다. 따라서, 항균성 유리는 용융 상태에서 및 어떤 부가적인 열처리 (예를 들어, 약 600℃까지 온도에서 수소로 열처리) 없이, 마감된 상태로 냉각된 경우 항균성 활성도를 갖는다. 상기 항균성 유리는 충분한 양으로 Cu^{1+} 및/또는 CuO 를 포함하고, 분해성 상에 존재하여, 구리 이온은 침출되고 항균성 효율을 제공한다.

- [0152] Cu^{1+} 이온의 방출은, 유리가 수령한-대로 및 표 4에 열거된 조건하에서 1일 후에 시험된 경우, EPA 시험하에서 *Staphylococcus aureus*의 로그 감소로 입증된 바와 같은, 항균성 활성도를 제공한다.
- [0153] 여기에 기재된 유리의 항균 성능은 2.5cmx2.5cm의 치수를 갖는 쿠폰 또는 기판 제품을 형성하여 시험된다.
- [0154] 실시 예의 항균성 활성도를 시험하기 위하여, 상기 EPA 시험은 활용되었다. 여기에 기재된 실시 예에서, *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538)는 시험이 수행되기 전에 5일 동안 연속 배양되었다. 박테리아 배양은 혈청 (5% 최종 농도) 및 Triton X-100 (최종 농도 0.01%)이 혼합되었다. 각 샘플/캐리어는 20 μl 의 박테리아 상층액으로 접종되었고, 2시간의 노출시간 동안 박테리아에 노출되기 전에 실온 및 42% 상대 습도에서 (통상적으로 약 20분 내지 40분 동안) 건조된다. 2시간 노출 후에, 박테리아는 중성제 버퍼를 사용하여 캐리어로부터 세척되고, Tryptic 소이 아가 플레이트 (soy agar plates) 상에 도말된다. 37℃에서 배양 24시간 후에, 박테리아 콜로니 형성은 조사하고 계산된다. 기하 평균 (Geometric mean) 및 퍼센트 감소는 유리 캐리어 또는 적절한 페인트 대조구에 대하여 샘플로부터의 콜로니 수에 기초하여 계산된다.
- [0155] 하나 이상의 구체 예에 따른 제품은 하기에 따라 형성된다. 상기 유리는 분말로 분쇄되고, Minwax Company의 상표 Polycrylic® 하에 이용 가능한, 투명한 광택 보호 마감으로 기재된 상업적으로 이용 가능한 캐리어와 혼합된다. 구리 로딩 (wt%/wt%)은 (유리가 약 20 wt%의 Cu 를 포함하는 것에 기초하여 계산된) 약 5%, 10% 또는 15%이다. 혼합된 캐리어 및 유리 분말은 그 다음, 코팅 전에, 고분자 필름으로 지지된 Pyvek® 지 (paper) 상에 브러쉬 코팅되었다. 코팅된 Pyvek® 지는 항균 성능 시험을 위해 2.5x2.5cm 쿠폰으로 절단된다.
- [0156] 열가소성 고분자가 활용된 경우, 유리 분말은, 195℃-220℃ 사이 범위의 온도 및 50rpm의 속도에서, 상표 Peralthane®을 갖는, 상업적으로 이용 가능한 고분자와 합성된다. 상기 유리의 로딩은 약 60-80%이다. 최종 고분자 및 유리 복합물은 고온 프레스 공정에 의해 2.5x2.5cm 쿠폰으로 만들어진다.
- [0157] 몇몇 실시 예에서, 에폭시 수지는 활용된다. 이러한 실시 예에서, 약 3.0 g의 상업적으로 이용 가능한 에폭시 수지, Erisys GE22는 약 1g의 경화제, Amicure PACM 및 2g의 에탄올과 20mL 바이알에서 조합되고, 잘 혼합된다. 약 10g의 분말 유리는 첨가되고 잘 혼합되었다. 최종 혼합물은 몇 칠 동안 실온에서 경화되었고, 그 다음 상기 바이알은, 하루 동안 실온에서 및 몇 시간 동안 65℃에서 더욱 건조된, 상기 조합을 겔로 부서트린다. 이것은 건조된 에폭시 수지/유리 복합물을 결과한다.
- [0158] 에폭시 수지와 조합된 표본은 또한 복합물의 밀도 또는 다공성을 결정하기 위해 시험되었다. 이것은 2분 동안 물에 표본을 놓고 그 다음 상기 표본을 제거하는 단계를 포함한다. 물에 놓기 전 및 후 질량 차이는 표본의 다공성을 입증하기 위해 측정하였다.
- [0159] 실시 예 4, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 14 및 21의 유리의 전체로 만든 쿠폰은 EPA 시험하에서 시험되었다. 부가적으로, 순수 구리 금속의 비교 기판은 또한 EPA 시험하에서 시험되었다. 도 9는 이들 유리의 항균 성능을 예시한다. *Staphylococcus aureus*에서 3 로그 감소를 초과하여 나타내는 실시 예 6, 12 및 13과 함께, 실시 예 14는 비교 기판과 같은 항균 성능을 나타낸다.
- [0160] 유리 56은 약 1 μm 이하의 평균 주 치수를 갖는 입자로 형성되었다. 상기 입자는 고분자 캐리어와 조합되었다. 상기 캐리어에 입자의 로딩은 약 5%이다. *S. aureus*에 대한 EPA 시험에 의해 측정된 바와 같은, 상기 항균성 효율은, 상기 입자 및 상기 고분자 캐리어의 조합 후에 즉시, 상기 입자 및 고분자 캐리어의 조합 일 주 후에, 상기 입자 및 고분자 캐리어의 조합 한 달 후에, 및 상기 입자 및 고분자 캐리어의 조합 3달 후에 평가되었다. 도 10은 각 시간 이후에 항균성 효율을 나타내는 그래프이다. 도 10에 나타난 바와 같이, 유리는, 입자로 형성되고, 고분자 캐리어와 조합된 3달 후조차도 *S. aureus*에서 적어도 2 로그 감소를 나타낸다. 부가적으로, 유리 입자 및 고분자 캐리어의 조합은 조합 한 달 후에 5 로그 감소보다 더 크게 나타낸다.
- [0161] 유리 56 및 (그 내부에 확산된 10중량%의 은 이온 함량을 포함하는) 비교 유리 (A)는 바이러스에 대한 수정된 JIS Z 2801 시험하에서, Murine Norovirus 및 세포독성에 관하여 항균성 활성도에 대해 평가되었다. 유리 56 및 비교 유리 A의 항균성 활성도 대조구 샘플 및 세포독성 대조구 샘플은 또한, 바이러스에 대한 수정된 JIS Z 2801 시험에 대하여 기재된 대로, 준비되었다. 표 5는 입력 바이러스 대조구 및 항균성 활성도 대조구 결과를

나타내고, 표 6은 세포독성 대조구 결과를 나타내며, 표 7은 Murine Norovirus에 대한 2-시간 노출 후 비교 유리 A의 결과를 나타내고, 표 8은 Murine Norovirus에 대한 2 시간 노출 후 유리 56의 결과를 나타내며, 표 9는 RAW 264.7 세포 배양에 대한 비교 유리 A 및 유리 56의 세포독성을 나타내고, 및 표 10은 비교 유리 A 및 유리 56에 대한 세포독성 대조구 샘플에 대해 측정된 것으로 시험 바이러스의 비-살바이러스 (non-virucidal) 수준을 나타낸다.

표 5

[0162]

투입 바이러스 대조구 및 항균성 활성화도 대조구 결과

회석	투입 바이러스 대조구	항균성 활성화도 대조구		
		복제 #1	복제 #2	복제 #3
세포 대조구	0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0
10 ⁻¹	+ +	NT	NT	NT
10 ⁻²	+ +	+ + + +	+ + + +	+ + + +
10 ⁻³	+ +	+ + + +	+ + + +	+ + + +
10 ⁻⁴	+ +	+ + + +	+ + + +	+ + + +
10 ⁻⁵	+ +	+ + + +	+ + + +	+ + + +
10 ⁻⁶	+ +	0 + + +	+ + 0 +	+ + + +
10 ⁻⁷	0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0
10 ⁻⁸	0 0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0
PFU ₅₀ /250 μL	10 ^{6.50}	10 ^{6.25}	10 ^{6.25}	10 ^{6.50}
평균 PFU ₅₀ /250 μL	NA	10 ^{6.33}		
(+) = 시험 바이러스의 존재에 대해 양성 (0) = 회수된 시험 바이러스 없음 및/또는 존재하는 세포독성 없음 (NA) = 해당 없음 (NT) = 시험되지 않음				

표 6

[0163]

세포독성 대조구 결과

회석	세포독성 대조구 (2시간 노출 시간 이후)		
	복제 #1	복제 #2	복제 #3
세포 대조구	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0
10 ⁻²	+ + + +	+ + + +	+ + + +
10 ⁻³	+ + + +	+ + + +	+ + + +
10 ⁻⁴	+ + + +	+ + + +	+ + + +
10 ⁻⁵	+ + + +	+ + + +	+ + + +
10 ⁻⁶	0 0 0 0	0 0 + 0	0 + 0 0
10 ⁻⁷	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0
10 ⁻⁸	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0
PFU ₅₀ /250 μL	10 ^{5.50}	10 ^{5.75}	10 ^{5.75}
평균 PFU ₅₀ /250 μL	10 ^{5.67}		
(+) = 시험 바이러스의 존재에 대해 양성 (0) = 회수된 시험 바이러스 없음 및/또는 존재하는 세포독성 없음			

표 7

[0164]

Murine Norovirus에 2시간 노출 이후에 비교 유리의 결과

희석	비교 유리 A - Murine Norovirus에 노출		
	복제 #1	복제 #2	복제 #3
세포 대조구	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0
10 ⁻²	+ + + +	+ + + +	+ + + +
10 ⁻³	+ + + +	+ + + +	+ + + +
10 ⁻⁴	+ + + +	+ + + +	+ + + +
10 ⁻⁵	+ + + +	+ + + +	+ + + +
10 ⁻⁶	0 + + 0	+ 0 0 +	+ + 0 0
10 ⁻⁷	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0
10 ⁻⁸	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0
PFU ₅₀ /250 μL	10 ^{6.00}	10 ^{6.00}	10 ^{6.00}
평균 PFU ₅₀ /250 μL	10 ^{6.00}		
(세포독성 대조구에 기초한) 평균 % 감소	감소 없음		
(세포독성 대조구에 기초한) 평균 Log ₁₀ 감소	감소 없음		
평균 % 감소(항균성 활성화도 대조구에 기초한)	53.2%		
(항균성 활성화도 대조구에 기초한) 평균 Log ₁₀ 감소	0.33 Log ₁₀		
(+) = 시험 바이러스의 존재에 대해 양성			
(0) = 회수된 시험 바이러스 없음 및/또는 존재하는 세포독성 없음			

표 8

[0165]

Murine Norovirus에 2시간 노출 이후에 유리 56의 결과

희석	유리 56 - Murine Norovirus에 노출		
	복제 #1	복제 #2	복제 #3
세포 대조구	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0
10^{-2}	+ + + +	0 0 0 0	0 0 0 0
10^{-3}	+ 0 + 0	0 0 0 0	0 0 0 0
10^{-4}	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0
10^{-5}	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0
10^{-6}	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0
10^{-7}	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0
10^{-8}	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 0 0
PFU ₅₀ /250 μ L	$\leq 10^{3.00}$	$\leq 10^{1.50}$	$\leq 10^{1.50}$
평균 PFU ₅₀ /250 μ L	$\leq 10^{2.00}$		
(세포독성 대조구에 기초한) 평균 % 감소	$\geq 99.98\%$		
(세포독성 대조구에 기초한) 평균 Log ₁₀ 감소	$\geq 3.67 \text{ Log}_{10}$		
(항균성 활성화도 대조구에 기초한) 평균 % 감소	$\geq 99.995\%$		
(항균성 활성화도 대조구에 기초한) 평균 Log ₁₀ 감소	$\geq 4.33 \text{ Log}_{10}$		

(+) = 시험 바이러스의 존재에 대해 양성
(0) = 회복된 시험 바이러스 없음 및/또는 세포독성이 존재하지 않음

표 9

[0166]

RAW 264.7 세포 배양에 대한 대조구 비교 유리 A 및 대조구 유리 56의 세포독성

회석	세포독성 대조구	
	비교 유리 A	유리 56
세포 대조구	0 0	0 0
10^{-2}	0 0	0 0
10^{-3}	0 0	0 0
10^{-4}	0 0	0 0
10^{-5}	0 0	0 0
10^{-6}	0 0	0 0
10^{-7}	0 0	0 0
10^{-8}	0 0	0 0
TCD ₅₀ /250 μ L	$=10^{1.50}$	$\leq 10^{1.50}$
(0) = 회수된 시험 바이러스 없음 및/또는 존재하는 세포독성 없음		

표 10

[0167]

시험 물질 (중화 대조구)의 비-살바이러스 수준

회석	항균성 활성도 + 세포독성 대조구	
	비교 유리 A	유리 56
세포 대조구	0 0	0 0
10^{-2}	+	+
10^{-3}	+	+
10^{-4}	+	+
10^{-5}	+	+
10^{-6}	+	+
10^{-7}	+	+
10^{-8}	+	+
(+) = 저 역가 스톱 바이러스 첨가 이후에 시험 바이러스의 존재에 대해 양성 (중화 대조구)		
(0) = 회수된 시험 바이러스 없음 및/또는 존재하는 세포독성 없음		

[0168]

비교 유리 A는, 항균성 활성도 대조구 샘플과 비교해서, 42% 상대 습도로 실온 (20℃)에서 2시간 노출 후에, Murine Norovirus에서 0.33 로그 감소 (또는 53.2% 평균 감소)를 나타낸다. 유리 56는, 그러나, 항균성 활성도 대조구 샘플과 비교해서, 42%의 상대 습도로 실온 (20℃)에서 2시간 후, Murine Norovirus에서 4.33를 초과하는 로그 감소 (또는 99.995% 평균 감소 이상)를 나타낸다.

[0169]

비교 유리 A는, 세포독성 대조구 샘플과 비교해서, 5% 소태아 혈청 유기 토양 로딩의 존재에서, 42% 상대 습도로 실온 (20℃)에 2시간 노출 후, Murine Norovirus의 바이러스 역가 (viral titer)에서 평균 감소를 입증하지 못한다. 그러나, 유리 56는 세포독성 대조구 샘플과 비교해서, 5% 소태아 혈청 유기 토양 로딩의 존재하에서, 42%의 상대 습도로 실온 (20℃)에 2시간 노출 후에, Murine Norovirus에 3.67를 초과하는 평균 로그 감소 (또는

적어도 99.98% 이상 평균 감소)를 나타낸다.

[0170] 표 10에 나타낸 결과는 각 시험 샘플이 $\leq 1.5 \log_{10}$ 의 PFU₅₀-/250 μ L에서 중화되었다는 것을 나타낸다.

[0171] 실시 예 12, 13 및 14는 분말로 형성되었고, Cu₂O 함량에 기초하여, 다른 로딩으로 Polycrylic®과 혼합되었다. 상기 혼합물은 그 다음 브러싱 공정 및 1주 동안 경화를 통해 (코팅되기 전 플라스틱 필름으로 지지된) Pyvek® 지 상에 코팅되었다. 상기 코팅지는 EPA 시험하에서 시험하기 위해 쿠폰으로 절단되었다. 도 11 및 12는 그 결과를 예시한다. 도 11은 다른 구리 로딩을 갖는, 쿠폰의 평균 성능을 나타낸다. 도 12는 15%의 Cu₂O를 갖는 복합물의 평균 성능을 예시한다.

[0172] 실시 예 12는 분말로 분쇄되었고, 다른 양의 유리 (중량 퍼센트)을 갖는 복합물을 제공하기 위해 Pearlthane® 폴리우레탄과 혼합되었다. 분말 유리 및 폴리우레탄은 몇 분 동안 195-220℃로 혼합되었다. 최종 조합은 용융 공정을 사용하여 2.5cm x 2.5cm 쿠폰으로 만들어지고, EPA 시험을 사용하여 평균 성능에 대해 평가된다. 그 결과는 도 13에 제공된다.

[0173] 사출성형 제품은 표면이 통상적으로 얇은 층의 매트릭스 고분자에 의해 피복된 경우, 항균성 활성도를 평가하기 위해 형성되었다. 이러한 제품에서, 상기 매트릭스 고분자는 통상적으로 소수성이고, 항균 성능에 영향을 미칠 수 있다. 도 14에 나타낸 바와 같이, 표면 처리는 항균 성능을 개선할 수 있다. 사출성형 샘플을 준비하기 위해, 실시 예 12는 분말로 분쇄되었고, 60wt% 유리를 갖는 사출성형 가능한 복합물을 제공하기 위해 Pearlthane® 폴리우레탄과 혼합되었다. 상기 복합물은, EPA 시험을 사용한 평균 성능에 대해 평가된 네 개의 사출성형 샘플 (샘플 A-D)을 제공하기 위해, 도 14에 나타낸 바와 같은 페트리 디쉬에서 사출성형되었다. 샘플 A는 표면 처리에 적용되지 않았다. 샘플 B는 샘플의 약 10mg의 상부 표면을 제거하기 위해 모래로 닦았다. 샘플 C 및 D는, 표 11에서 나타낸 바와 같이, 두 개의 다른 가스를 사용하여 5분 동안 2torr의 압력 및 100W의 전력을 사용하는 플라즈마 처리에 적용되었다. 도 15는 샘플 A-D의 로그 감소를 나타낸다.

표 11

[0174] 샘플 C 및 D에 대한 플라즈마 처리 조건

표 11				
물질	시간, min	전력, W	압력, torr	가스
샘플 C	5	100	2	공기
샘플 D	5	100	2	N ₂ /H ₂ (94/6 부피%)

[0175] 여기에 논의된 바와 같이, 열가소성 고분자는 용융 합성 공정을 통해 여기에 기재된 제품을 형성하기 위해 활용될 수 있다. 열가소성 고분자를 사용한 제품은 또한 인시튜 중합에 의해 및 그 다음 캐스팅 공정에 의해 제품에 형성될 수 있다. (열경화성 고분자인) 에폭시 수지는 개념을 입증하기 위해 사용된다. 상기 에폭시 수지는, 알코올의 존재에서 잘 혼합된, Erisys GE22 및 Amicure PACM로부터 만들어진다. 실시 예 12는 분말로 분쇄되었고, 표 12에 따라 혼합물에 첨가되어, 몰드로 주조되는 페이스트-형 물질을 결과한다. 이 실시 예에서, 유리 바이알은 몰드로 사용되었다. 상기 에폭시 수지 및 분쇄한 유리의 조합은 그 다음 몇 칠 동안 실온에서 경화된다. 상기 몰드는 그 다음 제거되었고, 최종 제품은 하루 동안 실온 및 몇 시간 동안 65℃에서 건조된다.

표 12

[0176] 실시 예 12로부터의 분쇄된 유리 및 에폭시 수지로 제품을 제조하기 위한 조성물

표 12			
물질	중량, 부	중량, 부	중량, 부
Erisys GE22	1	1	3
Amicure PACM	0.3	0.3	1
에탄올	6	5	2
실시 예 12	15	10	10

[0177] 제품에 유리의 로딩에 의존하여, 최종 제품은 다공성이거나 또는 고밀도일 수 있다. 다공성은 표 13에서 알 수 있는 바와 같이 유리 로딩의 증가에 따라 증가하였고, 여기서 제품에 의해 흡수된 물은 2분 동안 물에 제품을

함침한 후 측정된다. 다른 제품은 표 12에서 사용된 바와 같은 동일한 에폭시로 만들어지고, 실시 예 12로부터 분쇄된 유리의 다른 양과 조합된다. 상기 제품은 겔 캐스팅 (gel casting)을 사용하여 만들어진다.

표 13

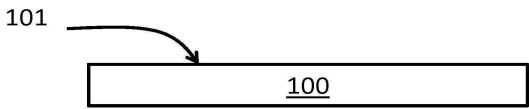
실시 예 12로부터 분쇄된 유리의 다른 로딩 및 에폭시 수지를 사용한 제품의 물 흡수

표 13	
실시 예 12 유리 로딩 (wt%/wt%)	2분 내에 물 흡수, %
71	0.5
88	5.9
92	20.7

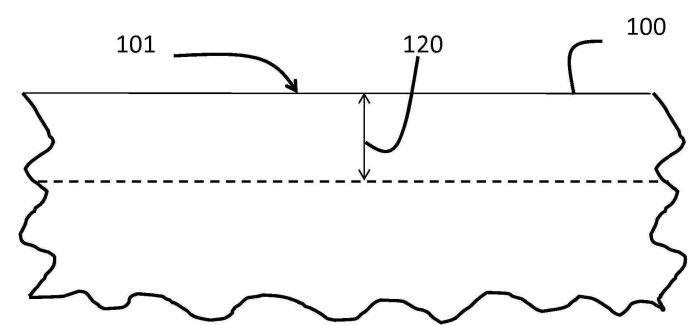
본 발명의 사상 및 범주를 벗어나지 않고 변경 및 변화가 만들어질 수 있음은 당업자에게 명백할 것이다.

도면

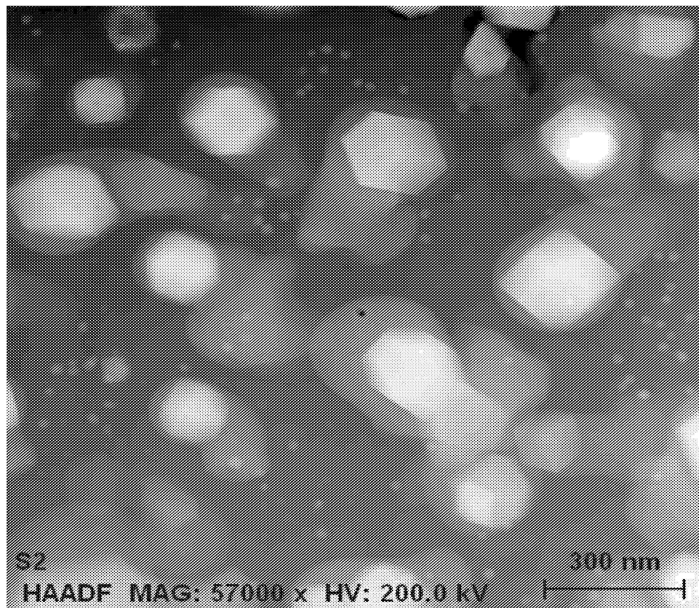
도면1



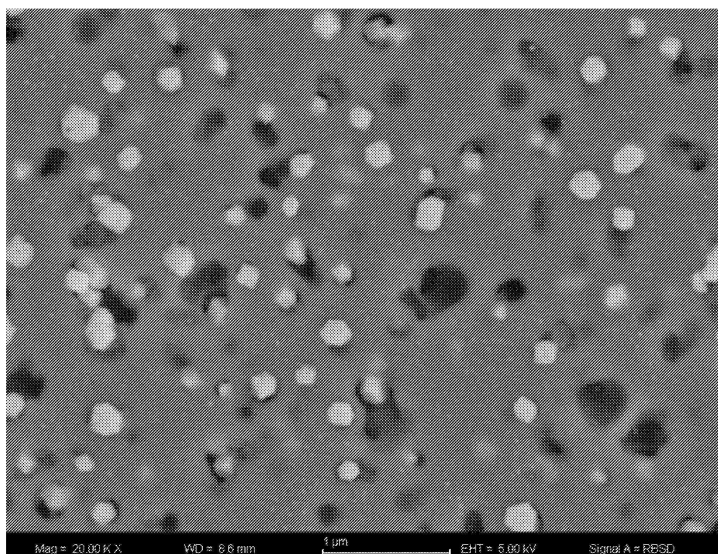
도면2



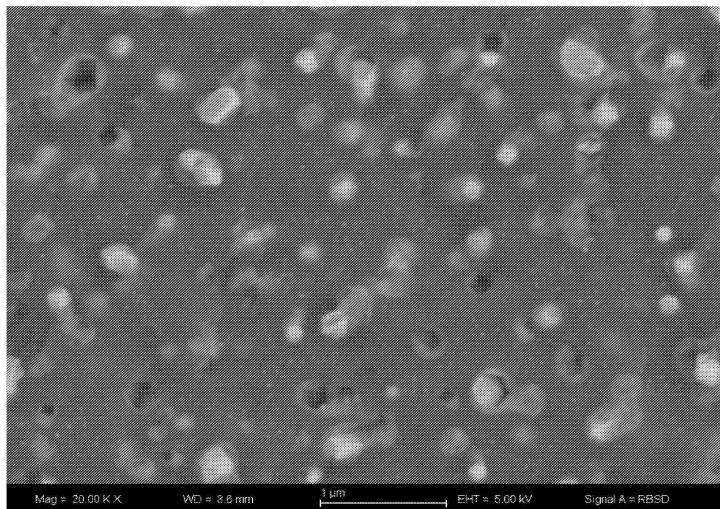
도면3



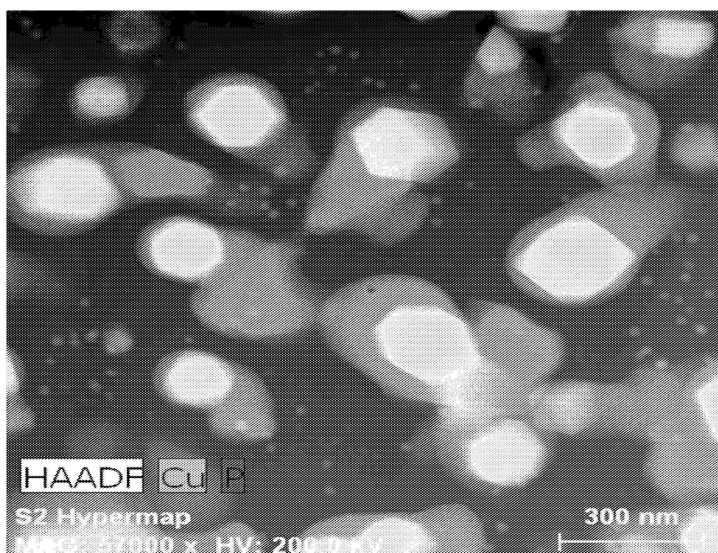
도면4



도면5

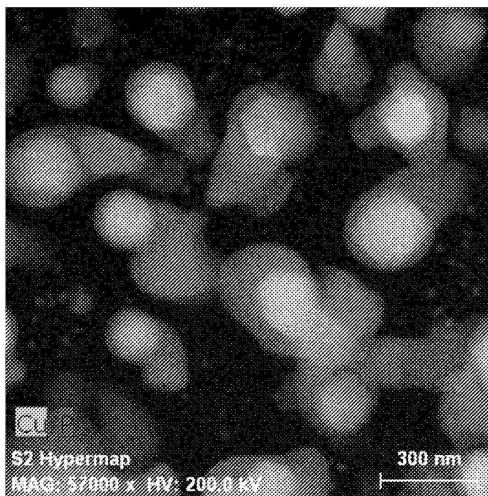


도면6

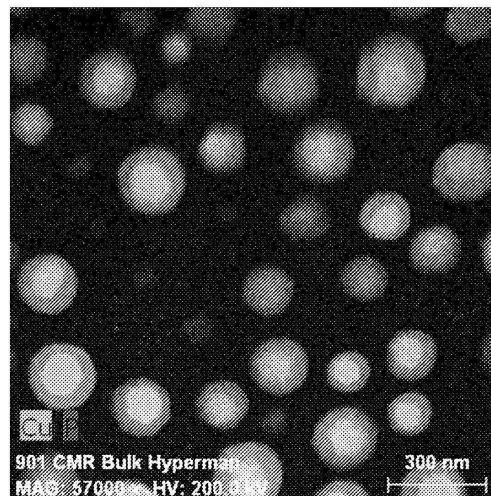


도면7

도 7a

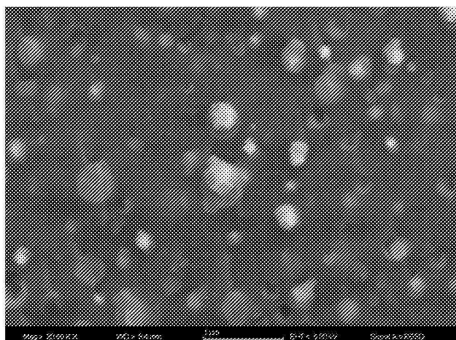


도 7b

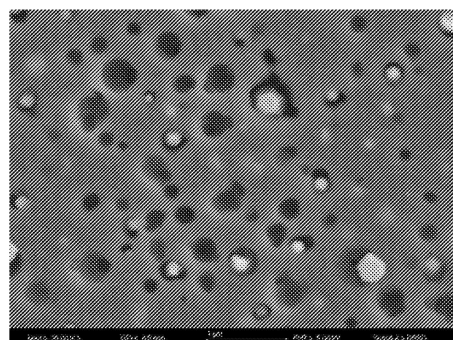


도면8

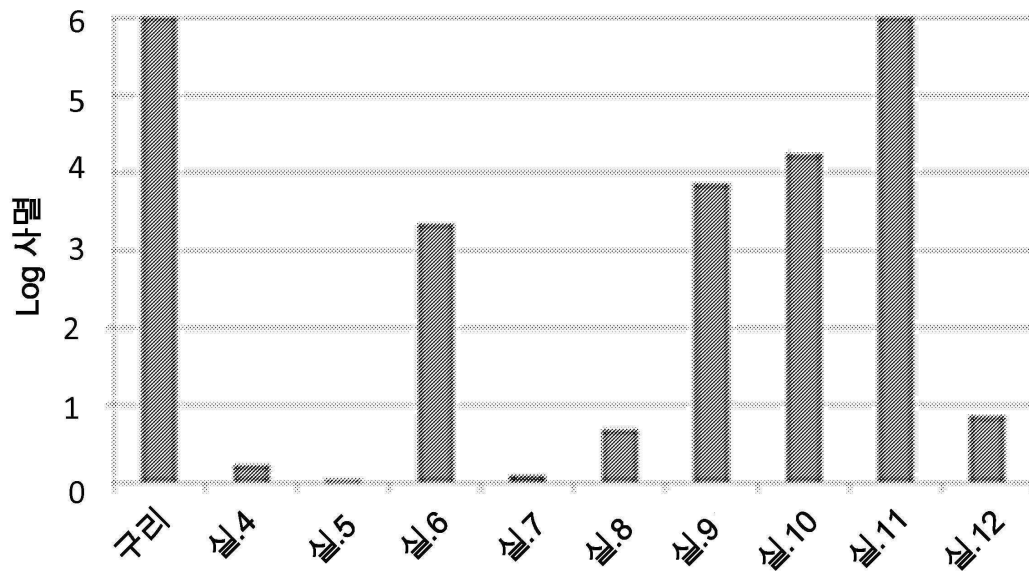
도8a



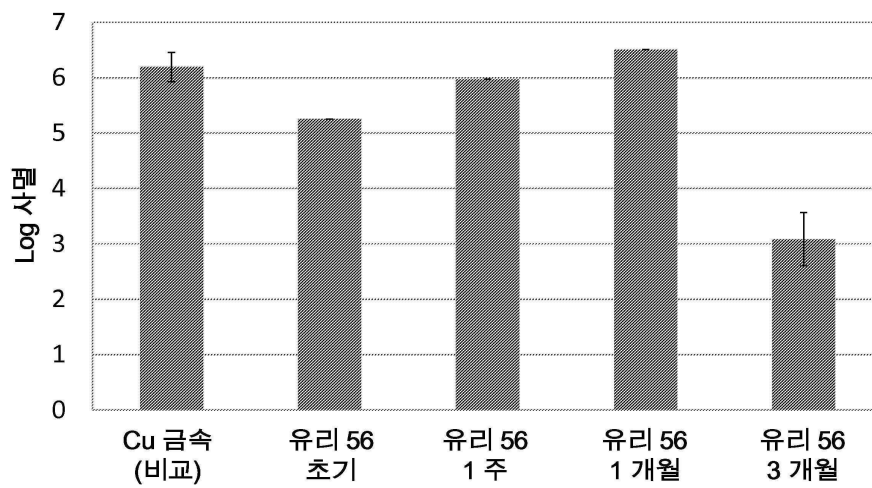
도8b



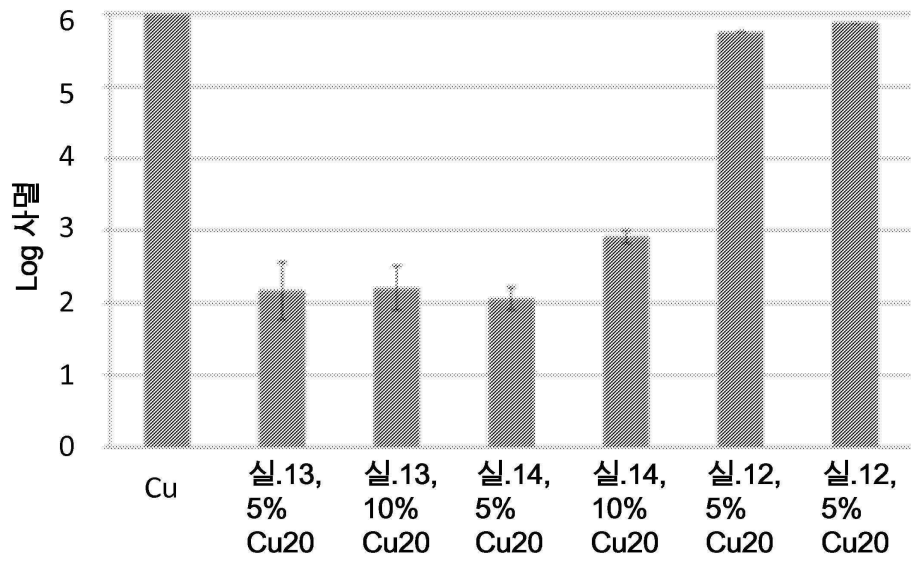
도면9



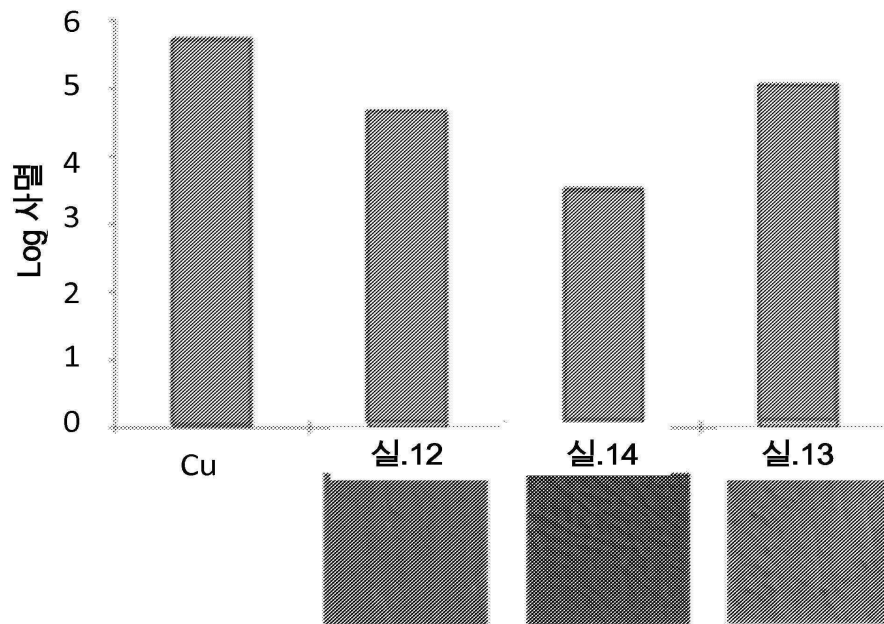
도면10



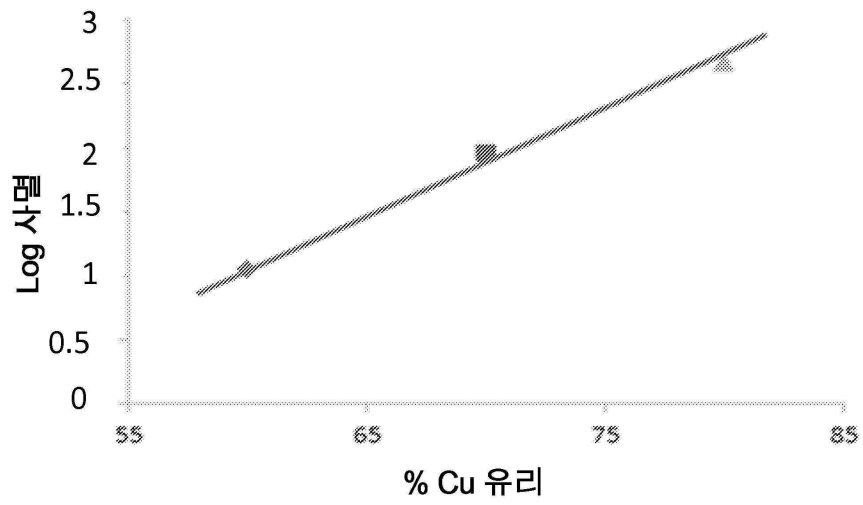
도면11



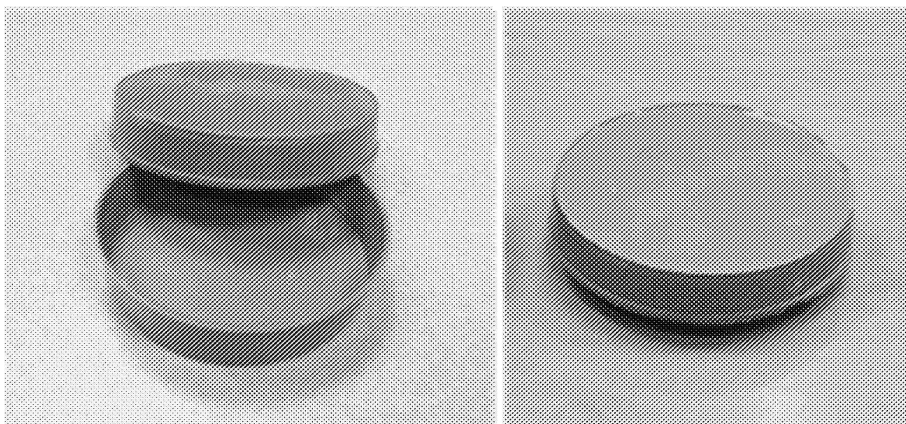
도면12



도면13



도면14



도면15

