



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년08월01일
(11) 등록번호 10-2690602
(24) 등록일자 2024년07월29일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09K 11/02 (2006.01) C01B 19/04 (2006.01)
C08F 2/38 (2006.01) C08F 2/50 (2006.01)
C09D 5/00 (2006.01) C09D 7/20 (2018.01)
C09D 7/40 (2018.01) C09D 7/61 (2018.01)
C09K 11/08 (2006.01) C09K 11/70 (2006.01)
C09K 11/88 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C09K 11/02 (2013.01)
C08F 2/38 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7001921
- (22) 출원일자(국제) 2018년06월22일
심사청구일자 2021년06월16일
- (85) 번역문제출일자 2020년01월20일
- (65) 공개번호 10-2020-0023395
- (43) 공개일자 2020년03월04일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2018/038934
- (87) 국제공개번호 WO 2018/237236
국제공개일자 2018년12월27일
- (30) 우선권주장
62/524,058 2017년06월23일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
US20050129859 A1*
W02016081219 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
소에이 가가쿠 교교 가부시키키가이사
일본국 도쿄도 신주쿠구 니시신주쿠 2초메 1반 1고
- (72) 발명자
스미스 오스틴
미국 94062 캘리포니아주 레드우드 시티 클린턴 스트리트 54 아파트먼트 넘버7
올메이저 데이비드
미국 94131 캘리포니아주 샌프란시스코 랜들 스트리트 165
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 16 항

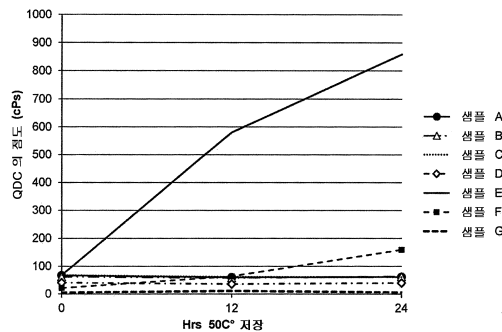
심사관 : 조옥경

(54) 발명의 명칭 균질한 혐기성 안정 양자 점 농축물

(57) 요약

본 개시물은 나노 구조 조성물 및 나노 구조 조성물의 제조 방법을 제공한다. 나노 구조 조성물은 하나 이상의 나노 구조 집단, 하나 이상의 반응성 희석제, 하나 이상의 혐기성 안정화제, 및 임의로 하나 이상의 유기 수지를 포함한다. 본 개시물은 또한 나노 구조 층을 포함하는 나노 구조 필름 및 나노 구조 필름의 제조 방법을 제공한다.

대표도



(52) CPC특허분류

C08F 2/50 (2013.01)
C09D 5/00 (2019.08)
C09D 7/20 (2018.01)
C09D 7/61 (2018.01)
C09D 7/67 (2018.01)
C09K 11/025 (2021.01)
C09K 11/08 (2013.01)
C09K 11/70 (2013.01)
C09K 11/88 (2013.01)

(72) 발명자

린치 제러드

미국 94709 캘리포니아주 버클리 스프루스 스트리트 1800 아파트먼트 205

투 밍후

미국 95035 캘리포니아주 밀피타스 카메론 서클 915

호츠 찰스

미국 94901 캘리포니아주 샌 라파엘 어윈 스트리트 205

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

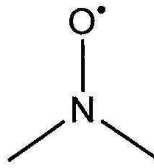
하기를 포함하는, 나노 구조 조성물:

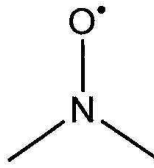
- (a) 하나 이상의 나노 구조 집단이 InP, InZnP, InGaP, CdSe, CdS, CdSSe, CdZnSe, CdZnS, ZnSe, ZnSSe, InAs, InGaAs 및 InAsP 로 이루어진 군에서 선택되는 코어를 함유하는, 하나 이상의 나노 구조 집단;
- (b) 하나 이상의 반응성 희석제, 여기서 나노 구조 조성물 중 반응성 희석제의 중량 백분율은 50% 내지 99% 임;
- (c) 하나 이상의 혐기성 안정화제가 니트로시드-함유 화합물 또는 니트로소-함유 화합물인, 하나 이상의 혐기성 안정화제; 및
- (d) 하나 이상의 유기 수지가 메르캅토-관능성 화합물인, 하나 이상의 유기 수지.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 하나 이상의 반응성 희석제가 이소보르닐 아크릴레이트인 나노 구조 조성물.

청구항 4



제 2 항에 있어서, 하나 이상의 혐기성 안정화제가  기를 포함하는 나노 구조 조성물.

청구항 5

제 2 항에 있어서, 하나 이상의 혐기성 안정화제가 4-히드록시-2,2,6,6-테트라메틸-1-피페리디닐옥시 (4-히드록시-TEMPO) 인 나노 구조 조성물.

청구항 6

제 2 항에 있어서, 하나 이상의 반응성 희석제가 이소보르닐 아크릴레이트이고, 하나 이상의 혐기성 안정화제가 4-히드록시-TEMPO 인 나노 구조 조성물.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 나노 구조 조성물이 중량 백분율로서 이소보르닐 아크릴레이트에 대해 약 200 ppm 4-히드록시-TEMPO 를 포함하는 나노 구조 조성물.

청구항 8

제 2 항에 있어서, 나노 구조 조성물의 점도가 1 일 내지 3 년 동안 40% 초과로 증가하지 않는 나노 구조 조성물.

청구항 9

삭제

청구항 10

나노 구조 조성물의 제조 방법으로서,

(a) 하나 이상의 나노 구조 집단 및 하나 이상의 용매를 포함하는 조성물을 제공하는 단계, 여기서 하나 이상의 나노구조 집단은 InP, InZnP, InGaP, CdSe, CdS, CdSSe, CdZnSe, CdZnS, ZnSe, ZnSSe, InAs, InGaAs 및 InAsP 로 이루어진 군에서 선택되는 코어를 함유함;

(b) (a) 의 조성물과 하나 이상의 반응성 희석제 및 하나 이상의 혐기성 안정화제를 혼합하는 단계, 여기서 하나 이상의 혐기성 안정화제는 니트록시드-함유 화합물 또는 니트로소-함유 화합물임;

(c) (b) 의 조성물 중 하나 이상의 용매를 제거하는 단계; 및

(d) (c) 의 조성물과 하나 이상의 유기 수지가 메르캅토-관능성 화합물인 하나 이상의 유기 수지를 혼합하는 단계를 포함하고,

나노 구조 조성물 중 반응성 희석제의 중량 백분율은 50% 내지 99% 인, 나노 구조 조성물의 제조 방법.

청구항 11

하기를 포함하는 나노 구조 필름 층:

(a) 하나 이상의 나노구조 집단이 InP, InZnP, InGaP, CdSe, CdS, CdSSe, CdZnSe, CdZnS, ZnSe, ZnSSe, InAs, InGaAs 및 InAsP 로 이루어진 군에서 선택되는 코어를 함유하는, 하나 이상의 나노 구조 집단;

(b) 하나 이상의 반응성 희석제, 여기서 나노 구조 필름 층 중 반응성 희석제의 중량 백분율은 50% 내지 99% 임;

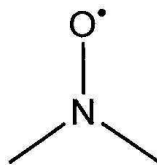
(c) 하나 이상의 혐기성 안정화제가 니트록시드-함유 화합물 또는 니트로소-함유 화합물인, 하나 이상의 혐기성 안정화제; 및

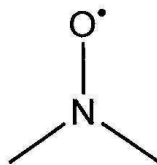
(d) 하나 이상의 유기 수지가 메르캅토-관능성 화합물인, 하나 이상의 유기 수지.

청구항 12

제 11 항에 있어서, 하나 이상의 반응성 희석제가 이소보르닐 아크릴레이트인 나노 구조 필름 층.

청구항 13



제 11 항에 있어서, 하나 이상의 혐기성 안정화제가  기를 포함하는 나노 구조 필름 층.

청구항 14

제 11 항에 있어서, 하나 이상의 혐기성 안정화제가 4-히드록시-2,2,6,6-테트라메틸-1-피페리디닐옥시 (4-히드록시-TEMPO) 인 나노 구조 필름 층.

청구항 15

제 11 항에 있어서, 하나 이상의 반응성 희석제가 이소보르닐 아크릴레이트이고, 하나 이상의 혐기성 안정화제가 4-히드록시-TEMPO 인 나노 구조 필름 층.

청구항 16

제 15 항에 있어서, 나노 구조 필름 층이 중량 백분율로서 이소보르닐 아크릴레이트에 대해 약 200 ppm 4-히드록시-TEMPO 를 포함하는 나노 구조 필름 층.

청구항 17

제 2 항에 있어서, 메르캅토-관능성 화합물이 펜타에리트리톨 테트라(3-메르캅토-프로피오네이트) (PETMP); 트리메틸올-프로판 트리(3-메르캅토프로피오네이트) (TMPMP); 글리콜 디(3-메르캅토-프로피오네이트) (GDMP); 트

리스[25-(3-메르캅토프로피오닐옥시)에틸]이소시아누레이트 (TEMPIC); 디-펜타에리트리톨 헥사(3-메르캅토-프로피오네이트) (디-PETMP); 에톡시화 트리메틸올프로판 트리(3-메르캅토-프로피오네이트); 폴리카프로락톤 테트라(3-메르캅토-프로피오네이트); 펜타에리트리톨 테트라메르캅토아세테이트 (PETMA); 트리메틸올프로판 트리메르캅토아세테이트 (TMPMA); 또는 글리콜 디메르캅토아세테이트 (GDMA) 인 나노구조 조성물.

청구항 18

제 11 항에 있어서, 메르캅토-관능성 화합물이 펜타에리트리톨 테트라(3-메르캅토-프로피오네이트) (PETMP); 트리메틸올-프로판 트리(3-메르캅토프로피오네이트) (TMPMP); 글리콜 디(3-메르캅토-프로피오네이트) (GDMP); 트리스[25-(3-메르캅토프로피오닐옥시)에틸]이소시아누레이트 (TEMPIC); 디-펜타에리트리톨 헥사(3-메르캅토-프로피오네이트) (디-PETMP); 에톡시화 트리메틸올프로판 트리(3-메르캅토-프로피오네이트); 폴리카프로락톤 테트라(3-메르캅토-프로피오네이트); 펜타에리트리톨 테트라메르캅토아세테이트 (PETMA); 트리메틸올프로판 트리메르캅토아세테이트 (TMPMA); 또는 글리콜 디메르캅토아세테이트 (GDMA) 인 나노구조 필름 층.

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

청구항 53

삭제

청구항 54

삭제

청구항 55

삭제

청구항 56

삭제

청구항 57

삭제

청구항 58

삭제

청구항 59

삭제

청구항 60

삭제

청구항 61

삭제

청구항 62

삭제

청구항 63

삭제

청구항 64

삭제

청구항 65

삭제

청구항 66

삭제

청구항 67

삭제

청구항 68

삭제

청구항 69

삭제

청구항 70

삭제

청구항 71

삭제

청구항 72

삭제

청구항 73

삭제

청구항 74

삭제

청구항 75

삭제

청구항 76

삭제

청구항 77

삭제

청구항 78

삭제

청구항 79

삭제

청구항 80

삭제

청구항 81

삭제

청구항 82

삭제

청구항 83

삭제

청구항 84

삭제

청구항 85

삭제

청구항 86

삭제

청구항 87

삭제

청구항 88

삭제

청구항 89

삭제

청구항 90

삭제

청구항 91

삭제

청구항 92

삭제

청구항 93

삭제

청구항 94

삭제

청구항 95

삭제

청구항 96

삭제

청구항 97

삭제

청구항 98

삭제

청구항 99

삭제

청구항 100

삭제

청구항 101

삭제

청구항 102

삭제

청구항 103

삭제

청구항 104

삭제

청구항 105

삭제

청구항 106

삭제

청구항 107

삭제

청구항 108

삭제

청구항 109

삭제

청구항 110

삭제

청구항 111

삭제

청구항 112

삭제

청구항 113

삭제

청구항 114

삭제

청구항 115

삭제

청구항 116

삭제

청구항 117

삭제

청구항 118

삭제

청구항 119

삭제

청구항 120

삭제

청구항 121

삭제

청구항 122

삭제

청구항 123

삭제

청구항 124

삭제

청구항 125

삭제

청구항 126

삭제

청구항 127

삭제

청구항 128

삭제

청구항 129

삭제

청구항 130

삭제

청구항 131

삭제

청구항 132

삭제

청구항 133

삭제

청구항 134

삭제

청구항 135

삭제

청구항 136

삭제

청구항 137

삭제

청구항 138

삭제

청구항 139

삭제

청구항 140

삭제

청구항 141

삭제

청구항 142

삭제

청구항 143

삭제

청구항 144

삭제

청구항 145

삭제

청구항 146

삭제

청구항 147

삭제

청구항 148

삭제

청구항 149

삭제

청구항 150

삭제

청구항 151

삭제

청구항 152

삭제

청구항 153

삭제

청구항 154

삭제

청구항 155

삭제

청구항 156

삭제

청구항 157

삭제

청구항 158

삭제

청구항 159

삭제

청구항 160

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시물은 나노 구조 조성물 및 나노 구조 조성물의 제조 방법을 제공한다. 나노 구조 조성물은 하나 이상의 나노 구조 집단, 하나 이상의 반응성 희석제, 하나 이상의 혐기성 안정화제 (anaerobic stabilizer) 및 임의로 하나 이상의 유기 수지를 포함한다. 본 개시물은 또한 나노 구조 층을 포함하는 나노 구조 필름 및 나노 구조 필름의 제조 방법을 제공한다.

배경 기술

[0002] 양자 점은 흔히 다양한 경화성 수지를 갖는 양자 점 농축물의 제형을 통해 기타 프린트된-잉크 적용 또는 나노 복합물, 예컨대 양자 점 향상 필름 (QDEF) 로 가공된다.

[0003] 흔히, 양자 점이 상업적인 목적으로 제조될 때, 이들은 톨루엔과 같은 유기 용매 중의 콜로이드 현탁액으로서 전달된다. 그러나, 양자 점을 추가로 처리하고자 하는 최종 사용자에게 용매 중의 양자 점의 전달은 몇가지 이유로 문제가 될 수 있다. 첫째, 양자 점은 종종 양자 점의 광학 특성 및 구조적 무결성을 유지하기 위해, 양자 점 표면 상에 리간드의 존재를 필요로 한다. 그러나, 양자 점 표면 상에 존재하는 리간드는 용매 중에 확산될 수 있고, 따라서 이러한 방식으로 저장되는 경우, 저장이 제조 시설에 있는지 또는 최종 사용자 시설에 있는지에 따라, 양자 점의 특성이 시간이 지남에 따라 변할 수 있다. 둘째, 최종 사용자는 심각한 화재와 건강 위험, 및 산업 환경에서 휘발성 유기 화합물을 감소시키는 일반적인 경향으로 인해, 톨루엔과 같은 양자 점의 저장에 전형적으로 사용되는 용매를 취급하지 않는 것을 선호할 수 있다. 셋째, 심지어 미량의 담체 용매의 존재는, 예를 들어 최종 매트릭스 물질이 중합체인 경우, 최종 양자 점 복합체의 경화 특성에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 넷째, 용매 중에 저장된 양자 점은, 전형적으로 입자가 비가역적으로 응집되는 경향이 보다 높으며, 따라서 시간이 지남에 따라 특성을 변화시키기 때문에, 짧은 저장 수명을 가질 수 있다. 통상적으로 양자 점은 용액 (예를 들어, 유기 용매 또는 물에 현탁됨) 중에, 또는 분말로서 선적되는 것으로 이해해야 한다.

[0004] 경화성 수지에서 양자 점 농축물의 예비-혼합물로서 존재할 수 있는 생성물을 제조하기 위해, 혐기성 조건 하에서 양자 점 농축물 및 수득된 예비-혼합물을 안정화시키기 위한 단계가 수행되어야 한다.

[0005] 양자 점 필름을 제조하는데 사용될 때 무산소 조건 하에서 향상된 안정성을 가지며, 향상된 광학 특성을 유도하는 양자 점 농축물 및/또는 수지 혼합물을 제조할 필요성이 존재한다.

발명의 내용

[0006] 본 개시물은 다음을 포함하는 나노 구조 조성물에 관한 것이다:

[0007] (a) 하나 이상의 나노 구조 집단;

[0008] (b) 하나 이상의 반응성 희석제; 및

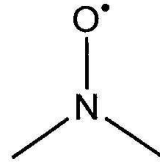
[0009] (c) 하나 이상의 혐기성 안정화제.

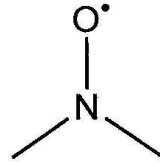
[0010] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 1 내지 5 개의 나노 구조 집단을 포함한다. 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 2 개의 나노 구조 집단을 포함한다.

[0011] 일부 구현예에서, 하나 이상의 나노 구조 집단은 InP, InZnP, InGaP, CdSe, CdS, CdSSe, CdZnSe, CdZnS, ZnSe, ZnSSe, InAs, InGaAs 및 InAsP 로 이루어진 군에서 선택되는 코어를 함유한다.

[0012] 일부 구현예에서, 하나 이상의 나노 구조 집단은 하나 이상의 셸을 함유한다.

- [0013] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 나노 구조에 결합된 리간드를 포함한다.
- [0014] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 중량% 로서 0.0001% 내지 5% 의 하나 이상의 나노 구조 집단을 포함한다.
- [0015] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 1 내지 5 개의 반응성 희석제를 포함한다. 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 하나의 반응성 희석제를 포함한다. 일부 구현예에서, 하나 이상의 반응성 희석제는 이소보르닐 아크릴레이트이다.
- [0016] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 중량 백분율로서 0.01% 내지 99% 의 하나 이상의 반응성 희석제를 포함한다.
- [0017] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 1 내지 5 개의 혐기성 안정화제를 포함한다. 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 하나의 혐기성 안정화제를 포함한다.
- [0018] 일부 구현예에서, 하나 이상의 혐기성 안정화제는 니트록시드-함유 화합물 또는 니트로소-함유 화합물이다.



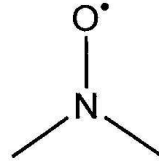
일부 구현예에서, 하나 이상의 혐기성 안정화제는  기를 포함한다. 일부 구현예에서, 하나 이상의 혐기성 안정화제는 4-히드록시-2,2,6,6-테트라메틸-1-피페리디닐옥시 (4-히드록시-TEMPO) 이다.

- [0019] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 두 개의 나노 구조 집단, 하나의 반응성 희석제, 및 하나의 혐기성 안정화제를 포함한다.
- [0020] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 중량 백분율로서 하나 이상의 반응성 희석제에 대해 0.1 ppm 내지 1000 ppm 의 하나 이상의 혐기성 안정화제를 포함한다.
- [0021] 일부 구현예에서, 하나 이상의 반응성 희석제는 이소보르닐 아크릴레이트이고, 하나 이상의 혐기성 안정화제는 4-히드록시-TEMPO 이다. 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 중량 백분율로서 이소보르닐 아크릴레이트에 대해 약 200 ppm 4-히드록시-TEMPO 를 포함한다.
- [0022] 일부 구현예에서, 나노 구조는 양자 점이다. 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 InP 코어를 포함하는 나노 구조 집단 및/또는 CdSe 코어를 포함하는 나노 구조의 집단을 포함한다.
- [0023] 본 개시물은 또한 하기를 포함하는 나노 구조 조성물에 관한 것이다:
- [0024] (a) 적어도 하나의 나노 구조 집단;
- [0025] (b) 적어도 하나의 반응성 희석제;
- [0026] (c) 적어도 하나의 혐기성 안정화제; 및
- [0027] (d) 적어도 하나의 유기 수지.
- [0028] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 1 내지 5 개의 나노 구조 집단을 포함한다. 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 2 개의 나노 구조 집단을 포함한다.
- [0029] 일부 구현예에서, 적어도 하나의 나노 구조 집단은 InP, InZnP, InGaP, CdSe, CdS, CdSSe, CdZnSe, CdZnS, ZnSe, ZnSSe, InAs, InGaAs, 및 InAsP 로 이루어지는 군으로부터 선택된 코어를 함유한다.
- [0030] 일부 구현예에서, 적어도 하나의 나노 구조 집단은 적어도 하나의 셸을 함유한다.
- [0031] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 나노 구조에 결합된 리간드를 포함한다.
- [0032] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 중량 백분율로서 0.0001% 내지 5% 의 적어도 하나의 나노 구조 집단을 포함한다.
- [0033] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 1 내지 5 개의 반응성 희석제를 포함한다. 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 하나의 반응성 희석제를 포함한다. 일부 구현예에서, 적어도 하나의 반응성 희석제는 이소보르닐 아크릴레이트이다.
- [0034] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 중량 백분율로서 0.01% 내지 99% 의 적어도 하나의 반응성 희석제를 포함

한다.

[0035] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 1 내지 5 개의 혐기성 안정화제를 포함한다. 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 하나의 혐기성 안정화제를 포함한다.

[0036] 일부 구현예에서, 적어도 하나의 혐기성 안정화제는 니트록시드-함유 화합물 또는 니트로소-함유 화합물이다.



일부 구현예에서, 적어도 하나의 혐기성 안정화제는 기를 포함한다. 일부 구현예에서, 적어도 하나의 혐기성 안정화제는 4-히드록시-2,2,6,6-테트라메틸-1-피페리디닐옥시 (4-히드록시-TEMPO) 이다.

[0037] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 두 나노 구조 집단, 하나의 반응성 희석제, 및 하나의 혐기성 안정화제를 포함한다.

[0038] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 중량 백분율로서 적어도 하나의 반응성 희석제에 대해 0.1 ppm 내지 1000 ppm 의 적어도 하나의 혐기성 안정화제를 포함한다.

[0039] 일부 구현예에서, 적어도 하나의 반응성 희석제는 이소보르닐 아크릴레이트이고, 적어도 하나의 혐기성 안정화제는 4-히드록시-TEMPO 이다. 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 중량 백분율로서 이소보르닐 아크릴레이트에 대해 200 ppm 4-히드록시-TEMPO 를 포함한다.

[0040] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 1 내지 5 개의 유기 수지를 포함한다. 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 2 개의 유기 수지를 포함한다.

[0041] 일부 구현예에서, 하나 이상의 유기 수지는 열경화성 수지 또는 UV 경화성 수지이다. 일부 구현예에서, 하나 이상의 유기 수지는 UV 경화성 수지이다. 일부 구현예에서, 하나 이상의 유기 수지는 메르캅토-관능성 화합물이다.

[0042] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 하나 이상의 열적 개시제 또는 광개시제를 포함한다.

[0043] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 중량 백분율로서 5% 내지 99% 의 하나 이상의 유기 수지를 포함한다.

[0044] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 두 나노 구조 집단, 하나의 반응성 희석제, 하나의 혐기성 안정화제, 및 2 개의 유기 수지를 포함한다.

[0045] 일부 구현예에서, 나노 구조는 양자 점이다. 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 InP 코어를 포함하는 나노 구조 집단 및/또는 CdSe 코어를 포함하는 나노 구조 집단을 포함한다.

[0046] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 1 일 내지 3 년 동안 안정하다

[0047] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물을 포함하는 성형품이 제공된다. 일부 구현예에서, 성형품은 필름, 디스플레이용 기판 또는 발광 다이오드이다. 일부 구현예에서, 성형품은 필름이다.

[0048] 본 개시물은 하기 단계를 포함하는 나노 구조 조성물의 제조 방법에 관한 것이다:

[0049] (a) 하나 이상의 나노 구조 집단 및 하나 이상의 용매를 포함하는 조성물을 제공하는 단계;

[0050] (b) (a) 의 조성물과 하나 이상의 반응성 희석제 및 하나 이상의 혐기성 안정화제를 혼합하는 단계; 및

[0051] (c) (b) 의 조성물 중 하나 이상의 용매를 제거하는 단계.

[0052] 일부 구현예에서, (b) 에서의 혼합은 하기를 포함한다:

[0053] (1) 하나 이상의 반응성 희석제 중 하나 이상의 혐기성 안정화제를 용해시키는 단계; 및

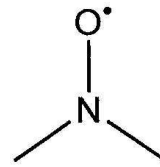
[0054] (2) 용해된 산소를 제거하기 위해 (1) 의 조성물을 탈기시키는 단계.

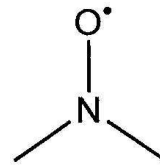
[0055] 일부 구현예에서, (1) 에서의 용해는 10°C 내지 90°C 의 온도에서이다. 일부 구현예에서, (1) 에서의 용해는 1 분 내지 24 시간의 시간 동안이다.

[0056] 일부 구현예에서, (2) 에서의 탈기는 진공을 1 mtorr 내지 500 mtorr 로 감소시키는 것에 의한 것이다. 일

부 구현예에서, (2) 에서의 탈기는 10 분 내지 48 시간의 시간 동안이다.

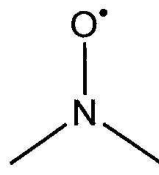
- [0057] 일부 구현예에서, (b) 에서의 혼합은 100 rpm 내지 10,000 rpm 의 진탕 속도에서이다. 일부 구현예에서, (b) 에서의 혼합은 10 분 내지 24 시간의 시간 동안이다.
- [0058] 일부 구현예에서, (c) 에서의 제거는 진공 하에서이다. 일부 구현예에서, (c) 에서의 제거는 진공을 1 mtorr 내지 1000 mtorr 로 감소시키는 것에 의한 것이다. 일부 구현예에서, (c) 에서의 제거는 10 분 내지 48 시간의 시간 동안이다.
- [0059] 일부 구현예에서, 두 나노 구조 집단을 포함하는 조성물이 (a) 에서 제공된다.
- [0060] 일부 구현예에서, 하나 이상의 나노 구조 집단은 InP, InZnP, InGaP, CdSe, CdS, CdSSe, CdZnSe, CdZnS, ZnSe, ZnSSe, InAs, InGaAs 및 InAsP 로 이루어진 군에서 선택되는 코어를 함유한다.
- [0061] 일부 구현예에서, 하나 이상의 나노 구조 집단은 추가로 하나 이상의 셸을 함유한다.
- [0062] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 추가로 나노 구조에 결합된 리간드를 포함한다.
- [0063] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 중량 백분율로서 0.01% 내지 99% 의 하나 이상의 나노 구조 집단을 포함한다.
- [0064] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 1 내지 5 개의 반응성 희석제를 포함한다. 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 하나의 반응성 희석제를 포함한다. 일부 구현예에서, 하나 이상의 반응성 희석제는 이소보르닐 아크릴레이트이다.
- [0065] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 중량 백분율로서 0.01% 내지 99% 의 하나 이상의 반응성 희석제를 포함한다.
- [0066] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 1 내지 5 개의 혐기성 안정화제를 포함한다. 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 하나의 혐기성 안정화제를 포함한다.
- [0067] 일부 구현예에서, 하나 이상의 혐기성 안정화제는 니트로시드-함유 화합물 또는 니트로소-함유 화합물이다.

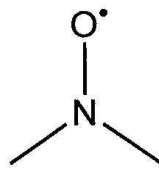


일부 구현예에서, 하나 이상의 혐기성 안정화제는  기를 포함한다. 일부 구현예에서, 하나 이상의 혐기성 안정화제는 4-히드록시-2,2,6,6-테트라메틸-1-피페리디닐옥시 (4-히드록시-TEMPO) 이다.

- [0068] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 두 나노 구조 집단, 하나의 반응성 희석제, 및 하나의 혐기성 안정화제를 포함한다.
- [0069] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 중량 백분율로서 하나 이상의 반응성 희석제에 대해 0.1 ppm 내지 1000 ppm 의 하나 이상의 혐기성 안정화제를 포함한다.
- [0070] 일부 구현예에서, 하나 이상의 반응성 희석제는 이소보르닐 아크릴레이트이고, 하나 이상의 혐기성 안정화제가 4-히드록시-TEMPO 이다. 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 중량 백분율로서 이소보르닐 아크릴레이트에 대해 약 200 ppm 4-히드록시-TEMPO 를 포함한다.
- [0071] 일부 구현예에서, 나노 구조는 양자 점이다. 일부 구현예에서, 양자 점은 InP 및/또는 CdSe 양자 점이다.
- [0072] 본 개시물은 하기 단계를 포함하는 나노 구조 조성물의 제조 방법에 관한 것이다:
- [0073] (a) 하나 이상의 나노 구조 집단 및 하나 이상의 용매를 포함하는 조성물을 제공하는 단계;
- [0074] (b) (a) 의 조성물과 하나 이상의 반응성 희석제 및 하나 이상의 혐기성 안정화제를 혼합하는 단계;
- [0075] (c) (b) 의 조성물 중 하나 이상의 용매를 제거하는 단계; 및
- [0076] (d) (c) 의 조성물과 하나 이상의 유기 수지를 혼합하는 단계.
- [0077] 일부 구현예에서, (b) 에서의 혼합은 하기를 포함한다:

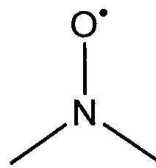
- [0078] (1) 하나 이상의 반응성 희석제 중 하나 이상의 혐기성 안정화제를 용해시키는 단계; 및
- [0079] (2) 용해된 산소를 제거하기 위해 (1)의 조성물을 탈기시키는 단계.
- [0080] 일부 구현예에서, (1)에서의 용해는 10℃ 내지 90℃의 온도에서이다. 일부 구현예에서, (1)에서의 용해는 1분 내지 24시간의 시간 동안이다.
- [0081] 일부 구현예에서, (2)에서의 탈기는 진공을 1 mtorr 내지 500 mtorr로 감소시키는 것에 의한 것이다. 일부 구현예에서, (2)에서의 탈기는 10분 내지 48시간의 시간 동안이다.
- [0082] 일부 구현예에서, (b)에서의 혼합은 100 rpm 내지 10,000 rpm의 진탕 속도에서이다. 일부 구현예에서, (b)에서의 혼합은 10분 내지 24시간의 시간 동안이다.
- [0083] 일부 구현예에서, (c)에서의 제거는 진공 하에서이다. 일부 구현예에서, (c)에서의 제거는 진공을 1 mtorr 내지 1000 mtorr로 감소시키는 것에 의한 것이다. 일부 구현예에서, (c)에서의 제거는 10분 내지 48시간의 시간 동안이다.
- [0084] 일부 구현예에서, 두 나노 구조 집단을 포함하는 조성물은 (a)에서 제공된다.
- [0085] 일부 구현예에서, 하나 이상의 나노 구조 집단은 InP, InZnP, InGaP, CdSe, CdS, CdSSe, CdZnSe, CdZnS, ZnSe, ZnSSe, InAs, InGaAs, 및 InAsP로 이루어지는 군으로부터 선택된 코어를 함유한다.
- [0086] 일부 구현예에서, 하나 이상의 나노 구조 집단은 추가로 하나 이상의 셸을 함유한다.
- [0087] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 추가로 나노 구조에 결합된 리간드를 포함한다.
- [0088] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 중량 백분율로서 0.01% 내지 99%의 하나 이상의 나노 구조 집단을 포함한다.
- [0089] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 1 내지 5개의 반응성 희석제를 포함한다. 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 하나의 반응성 희석제를 포함한다. 일부 구현예에서, 하나 이상의 반응성 희석제는 이소보르닐 아크릴레이트이다.
- [0090] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 중량 백분율로서 0.01% 내지 99%의 하나 이상의 반응성 희석제를 포함한다.
- [0091] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 1 내지 5개의 혐기성 안정화제를 포함한다. 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 하나의 혐기성 안정화제를 포함한다.
- [0092] 일부 구현예에서, 하나 이상의 혐기성 안정화제는 니트록시드-함유 화합물 또는 니트로소-함유 화합물이다.

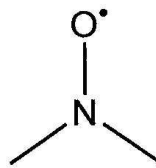


- 일부 구현예에서, 하나 이상의 혐기성 안정화제는  기를 포함한다. 일부 구현예에서, 하나 이상의 혐기성 안정화제는 4-히드록시-2,2,6,6-테트라메틸-1-피페리디닐옥시 (4-히드록시-TEMPO)이다.
- [0093] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 두 나노 구조 집단, 하나의 반응성 희석제, 및 하나의 혐기성 안정화제를 포함한다.
- [0094] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 중량 백분율로서 하나 이상의 반응성 희석제에 대해 0.1 ppm 내지 1000 ppm의 하나 이상의 혐기성 안정화제를 포함한다.
- [0095] 일부 구현예에서, 하나 이상의 반응성 희석제는 이소보르닐 아크릴레이트이고, 하나 이상의 혐기성 안정화제가 4-히드록시-TEMPO이다. 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 중량 백분율로서 이소보르닐 아크릴레이트에 대해 약 200 ppm 4-히드록시-TEMPO를 포함한다.
- [0096] 일부 구현예에서, (d)에서의 혼합은 100 rpm 내지 10,000 rpm의 진탕 속도에서이다. 일부 구현예에서, (d)에서의 혼합은 10분 내지 24시간의 시간 동안이다.
- [0097] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 1 내지 5개의 유기 수지를 포함한다. 일부 구현예에서, 나노 구조

조성물은 2 개의 유기 수지를 포함한다.

- [0098] 일부 구현예에서, 하나 이상의 유기 수지는 열경화성 수지 또는 UV 경화성 수지이다. 일부 구현예에서, 하나 이상의 유기 수지는 UV 경화성 수지이다. 일부 구현예에서, 하나 이상의 유기 수지는 메르캅토-관능성 화합물이다.
- [0099] 일부 구현예에서, 방법은 추가로 (e) (d) 의 조성물과 하나 이상의 열적 개시제 또는 광개시제를 혼합하는 단계를 포함한다.
- [0100] 일부 구현예에서, (e) 에서의 혼합은 100 rpm 내지 10,000 rpm 의 진탕 속도에서이다. 일부 구현예에서, (e) 에서의 혼합은 10 분 내지 24 시간의 시간 동안이다.
- [0101] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 중량 백분율로서 5% 내지 99% 의 하나 이상의 유기 수지를 포함한다.
- [0102] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 두 나노 구조 집단, 하나의 반응성 희석제, 하나의 혐기성 안정화제, 및 2 개의 유기 수지를 포함한다.
- [0103] 일부 구현예에서, 나노 구조는 양자 점이다. 일부 구현예에서, 양자 점은 InP 및/또는 CdSe 양자 점이다.
- [0104] 본 개시물은 또한 하기를 포함하는 나노 구조 필름 층에 관한 것이다:
- [0105] (a) 하나 이상의 나노 구조 집단;
- [0106] (b) 하나 이상의 반응성 희석제;
- [0107] (c) 하나 이상의 혐기성 안정화제; 및
- [0108] (d) 하나 이상의 유기 수지.
- [0109] 일부 구현예에서, 나노 구조 필름 층은 1 내지 5 개의 나노 구조 집단을 포함한다. 일부 구현예에서, 나노 구조 필름 층은 두 나노 구조 집단을 포함한다.
- [0110] 일부 구현예에서, 하나 이상의 나노 구조 집단은 InP, InZnP, InGaP, CdSe, CdS, CdSSe, CdZnSe, CdZnS, ZnSe, ZnSSe, InAs, InGaAs, 및 InAsP 로 이루어지는 군으로부터 선택된 코어를 함유한다.
- [0111] 일부 구현예에서, 하나 이상의 나노 구조 집단은 하나 이상의 셸을 함유한다.
- [0112] 일부 구현예에서, 나노 구조 필름 층은 나노 구조에 결합된 리간드를 포함한다.
- [0113] 일부 구현예에서, 나노 구조 필름 층은 중량 백분율로서 0.0001% 내지 5% 의 하나 이상의 나노 구조 집단을 포함한다.
- [0114] 일부 구현예에서, 나노 구조 필름 층은 1 내지 5 개의 반응성 희석제를 포함한다. 일부 구현예에서, 나노 구조 필름 층은 하나의 반응성 희석제를 포함한다. 일부 구현예에서, 하나 이상의 반응성 희석제는 이소보르닐 아크릴레이트이다.
- [0115] 일부 구현예에서, 나노 구조 필름 층은 중량 백분율로서 0.01% 내지 99% 의 하나 이상의 반응성 희석제를 포함한다.
- [0116] 일부 구현예에서, 나노 구조 필름 층은 1 내지 5 개의 혐기성 안정화제를 포함한다. 일부 구현예에서, 나노 구조 필름 층은 하나의 혐기성 안정화제를 포함한다.
- [0117] 일부 구현예에서, 하나 이상의 혐기성 안정화제는 니트록시드-함유 화합물 또는 니트로소-함유 화합물이다.



일부 구현예에서, 하나 이상의 혐기성 안정화제는  기를 포함한다. 일부 구현예에서, 하나 이상의 혐기성 안정화제는 4-히드록시-2,2,6,6-테트라메틸-1-피페리디닐옥시 (4-히드록시-TEMPO) 이다.

- [0118] 일부 구현예에서, 나노 구조 필름 층은 두 나노 구조 집단, 하나의 반응성 희석제, 및 하나의 혐기성 안정화제를 포함한다.

- [0119] 일부 구현예에서, 나노 구조 필름 층은 중량 백분율로서 하나 이상의 반응성 희석제에 대해 0.1 ppm 내지 1000 ppm 의 하나 이상의 혐기성 안정화제를 포함한다.
- [0120] 일부 구현예에서, 하나 이상의 반응성 희석제는 이소보르닐 아크릴레이트이고, 하나 이상의 혐기성 안정화제는 4-히드록시-TEMPO 이다. 일부 구현예에서, 나노 구조 필름 층은 중량 백분율로서 이소보르닐 아크릴레이트에 대해 약 200 ppm 4-히드록시-TEMPO 를 포함한다.
- [0121] 일부 구현예에서, 나노 구조 필름 층은 1 내지 5 개의 유기 수지를 포함한다. 일부 구현예에서, 나노 구조 필름 층은 2 개의 유기 수지를 포함한다.
- [0122] 일부 구현예에서, 하나 이상의 유기 수지는 열경화성 수지 또는 UV 경화성 수지이다. 일부 구현예에서, 하나 이상의 유기 수지는 UV 경화성 수지이다. 일부 구현예에서, 하나 이상의 유기 수지는 메르캅토-관능성 화합물이다.
- [0123] 일부 구현예에서, 나노 구조 필름 층은 하나 이상의 열적 개시제 또는 광개시제를 포함한다.
- [0124] 일부 구현예에서, 나노 구조 필름 층은 중량 백분율로서 5% 내지 99% 의 하나 이상의 유기 수지를 포함한다.
- [0125] 일부 구현예에서, 나노 구조 필름 층은 두 나노 구조 집단, 하나의 반응성 희석제, 하나의 혐기성 안정화제, 및 2 개의 유기 수지를 포함한다.
- [0126] 일부 구현예에서, 나노 구조는 양자 점이다. 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 InP 코어를 포함하는 나노 구조 집단 및/또는 CdSe 코어를 포함하는 나노 구조 집단을 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0127] 본원에 포함되고 명세서의 일부를 형성하는 첨부된 도면은 본 개시물을 예시하고, 상세한 설명과 함께 추가로 본 개시물의 원리를 설명하고, 당업자가 개시를 만들고 사용하는 것을 가능하게 한다.

도 1 은 (A) 200 ppm 4-히드록시-TEMPO 를 갖는 녹색 양자 점 농축물; (B) 200 ppm 4-히드록시-TEMPO 를 갖는 적색 양자 점 농축물; (C) 200 ppm 4-히드록시-TEMPO 를 갖는 녹색 양자 점 농축물; (D) 200 ppm 4-히드록시-TEMPO 를 갖는 적색 양자 점 농축물; (E) 4-히드록시-TEMPO 를 갖지 않는 녹색 양자 점 농축물; (F) 4-히드록시-TEMPO 를 갖지 않는 적색 양자 점 농축물; 및 (G) 이소보르닐 아크릴레이트 대조군.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0128] 달리 정의하지 않는 한, 본원에서 사용된 모든 기술적 및 과학적 용어는 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 기술자에 의해 통상적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 하기의 정의는 당업계의 기술을 보완하고, 본 출원에 관한 것이며, 임의의 관련된 또는 관련되지 않은 경우로, 예를 들어 임의의 통상적으로 소유된 특허 또는 출원으로 전가되어서는 안된다. 본원에 기재된 것과 유사하거나 또는 동등한 임의의 방법 및 물질이 본 발명의 시험을 위해 실제로 사용될 수 있지만, 바람직한 물질 및 방법은 본원에 기재된다. 따라서, 본원에서 사용되는 용어는 특정한 구현예만을 설명하기 위한 것이며, 제한하려는 것이 아니다.

[0129] 본 명세서 및 첨부된 청구범위에서 사용되는 바와 같은, 단수 형태는 문맥상 명백하게 달리 지시하지 않는 한, 복수의 지시 대상을 포함한다. 따라서, 예를 들어 "나노 구조" 에 대한 언급은 복수의 이러한 나노 구조 등을 포함한다.

[0130] 본원에서 사용되는 바와 같은, 용어 "약" 은 주어진 양의 값이 그 값의 $\pm 10\%$ 만큼 변한다는 것을 나타낸다. 예를 들어, "약 100 nm" 는 90 nm 내지 110 nm 의 크기 범위를 포함한다.

[0131] "나노 구조" 는 약 500 nm 미만의 치수를 갖는, 하나 이상의 영역 또는 특성 치수를 가지는 구조이다. 일부 구현예에서, 나노 구조는 약 200 nm 미만, 약 100 nm 미만, 약 50 nm 미만, 약 20 nm 미만 또는 약 10 nm 미만의 치수를 가진다. 전형적으로, 영역 또는 특성 치수는 구조의 가장 작은 축을 따라 있을 것이다. 이러한 구조의 예는 나노 와이어, 나노 로드, 나노 튜브, 분지형 나노 구조, 나노 테트라포드, 트리포드, 바이포드, 나노 결정, 나노 점, 양자 점, 나노 입자 등을 포함한다. 나노 구조는, 예를 들어 실질적으로 결정질, 실질적으로 단결정질, 다결정질, 비정질, 또는 이의 조합일 수 있다. 일부 구현예에서, 나노 구조의 3 차원 각 각은 약 500 nm 미만, 약 200 nm 미만, 약 100 nm 미만, 약 50 nm 미만, 약 20 nm 미만 또는 약 10 nm 미만의 치수를 가진다.

- [0132] 나노 구조와 관련하여 사용될 때, 용어 "헤테로구조" 는 2 개 이상의 상이한 및/또는 구별 가능한 물질 유형을 특징으로 하는 나노 구조를 지칭한다. 전형적으로, 나노 구조의 하나의 영역은 제 1 물질 유형을 포함하는 반면, 나노 구조의 제 2 영역은 제 2 물질 유형을 포함한다. 특정한 구현예에 있어서, 나노 구조는 제 1 물질의 코어 및 제 2 (또는 제 3, 등) 물질의 하나 이상의 셸을 포함하며, 여기에서, 상이한 물질 유형은 예를 들어 나노 와이어의 장축, 분지형 나노 와이어의 아암의 장축 또는 나노 결정의 중심 주위에 방사상으로 분포된다. 셸은 셸로 간주되는 인접한 물질 또는 헤테로구조로 간주되는 나노 구조를 완전히 덮을 수 있지만, 반드시 필요한 것은 아니다; 예를 들어, 제 2 물질의 작은 아일랜드로 덮인 하나의 물질의 코어를 특징으로 하는 나노 결정은 헤테로구조이다. 다른 구현예에 있어서, 상이한 물질 유형은 나노 구조 내의 상이한 위치에서, 예를 들어 나노 와이어의 주(장)축을 따라 또는 분지형 나노 와이어의 아암의 장축을 따라 분포된다. 헤테로구조 내의 상이한 영역은 완전히 상이한 물질을 포함할 수 있거나, 또는 상이한 영역은 상이한 도판트 또는 상이한 농도의 동일한 도판트를 갖는 베이스 물질 (예를 들어, 규소) 을 포함할 수 있다.
- [0133] 본원에서 사용되는 바와 같은, 나노 구조의 "직경" 은 나노 구조의 제 1 축에 수직인 단면의 직경을 지칭하며, 여기에서, 제 1 축은 제 2 및 제 3 축에 대해 길이에서 가장 큰 차이를 가진다 (제 2 및 제 3 축은 길이가 서로 아주 거의 동일한 2 개의 축이다). 제 1 축은 반드시 나노 구조의 가장 긴 축일 필요는 없으며; 예를 들어 디스크-형상의 나노 구조의 경우, 단면은 디스크의 짧은 종축에 수직인 실질적으로 원형인 단면일 것이다. 단면이 원형이 아닌 경우, 직경은 그 단면의 장축과 단축의 평균이다. 나노 와이어와 같은, 연장된 또는 높은 종횡비의 나노 구조의 경우, 직경은 나노 와이어의 가장 긴 축에 대해 수직인 단면을 따라 측정된다. 구형 나노 구조의 경우, 직경은 구체의 중심을 통해 한쪽에서 다른쪽까지 측정된다.
- [0134] 나노 구조와 관련하여 사용될 때, 용어 "결정질" 또는 "실질적으로 결정질" 은, 나노 구조가 전형적으로 그 구조의 하나 이상의 치수를 따라 장거리 정렬을 나타낸다는 사실을 지칭한다. 용어 "장거리 정렬" 은, 단일 결정에 대한 정렬이 결정의 경계를 넘어서 확장될 수 없기 때문에, 특정한 나노 구조의 절대 크기에 의존할 것이라는 것을 당업자는 이해할 것이다. 이 경우에 있어서, "장거리 정렬" 은 나노 구조의 치수의 적어도 대부분에 걸친 실질적인 정렬을 의미할 것이다. 일부 경우에 있어서, 나노 구조는 산화물 또는 다른 코팅을 가질 수 있거나, 또는 코어 및 하나 이상의 셸로 구성될 수 있다. 이러한 경우에 있어서, 산화물, 셸, 또는 다른 코팅은 이러한 정렬을 나타낼 수 있지만, 반드시 필요한 것은 아닌 것으로 이해될 것이다 (예를 들어, 이것은 비정질, 다결정질, 등 일 수 있다). 이러한 경우에 있어서, 문구 "결정질", "실질적으로 결정질", "실질적으로 단결정질" 또는 "단결정질" 은 나노 구조의 중심 코어를 지칭한다 (코팅 층 또는 셸 제외). 본원에서 사용되는 바와 같은, 용어 "결정질" 또는 "실질적으로 결정질" 은, 그 구조가 실질적인 장거리 정렬 (예를 들어, 나노 구조 또는 이의 코어의 하나 이상의 축의 길이의 약 80 % 이상에 걸친 정렬) 을 나타내는 한, 다양한 결함, 적층 결점, 원자 치환 등을 포함하는 구조를 포함하는 것으로 의도된다. 또한, 나노 구조의 코어와 외부 사이, 또는 코어와 인접 셸 사이, 또는 셸과 제 2 인접 셸 사이의 계면은 비-결정질 영역을 함유할 수 있으며, 심지어 비정질일 수 있는 것으로 이해될 것이다. 이것은, 나노 구조가 본원에서 정의한 바와 같이, 결정질 또는 실질적으로 결정질인 것을 방지하지 못한다.
- [0135] 나노 구조와 관련하여 사용될 때, 용어 "단결정질" 은, 나노 구조가 실질적으로 결정질이며, 실질적으로 단일 결정을 포함한다는 것을 나타낸다. 코어 및 하나 이상의 셸을 포함하는 나노 구조 헤테로구조와 관련하여 사용될 때, "단결정질" 은 코어가 실질적으로 결정질이며, 실질적으로 단일 결정을 포함한다는 것을 나타낸다.
- [0136] "나노 결정" 은 실질적으로 단결정질인 나노 구조이다. 따라서, 나노 결정은 약 500 nm 미만의 치수를 갖는, 하나 이상의 영역 또는 특성 치수를 가진다. 일부 구현예에서, 나노 결정은 약 200 nm 미만, 약 100 nm 미만, 약 50 nm 미만, 약 20 nm 미만 또는 약 10 nm 미만의 치수를 가진다. 용어 "나노 결정" 은 다양한 결함, 적층 결점, 원자 치환 등을 포함하는 실질적으로 단결정질 나노 구조, 뿐만 아니라, 이러한 결함, 결점 또는 치환이 없는 실질적으로 단결정질 나노 구조를 포함하는 것으로 의도된다. 코어 및 하나 이상의 셸을 포함하는 나노 결정 헤테로구조의 경우에 있어서, 나노 결정의 코어는 전형적으로 실질적으로 단결정질이지만, 셸은 그럴 필요가 없다. 일부 구현예에서, 나노 결정의 3 차원 각각은 약 500 nm 미만, 약 200 nm 미만, 약 100 nm 미만, 약 50 nm 미만, 약 20 nm 미만 또는 약 10 nm 미만의 치수를 가진다.
- [0137] 용어 "양자 점" (또는 "점") 은 양자 구속 또는 엑시톤 저지를 나타내는 나노 결정을 지칭한다. 양자 점은 물질 특성에서 실질적으로 균질할 수 있거나, 또는 특정한 구현예에 있어서, 예를 들어 코어 및 하나 이상의 셸을 포함하는 비균질일 수 있다. 양자 점의 광학 특성은 이들의 입자 크기, 화학적 조성 및/또는 표면 조성에 의해 영향을 받을 수 있으며, 당업계에서 이용 가능한 적합한 광학 시험에 의해 결정될 수 있다. 나노 결정 크기를, 예를 들어 약 1 nm 내지 약 15 nm 의 범위에서 조정하는 능력은, 전체 광학 스펙트럼에서 광 방출

커버리지가 연색성에 커다란 다양성을 제공할 수 있게 한다.

- [0138] "리간드" 는, 예를 들어 나노 구조의 표면과의 공유, 이온, 반데르발스, 또는 다른 분자 상호 작용을 통해 나노 구조의 하나 이상의 면과 상호 작용 (약하거나 또는 강하게) 할 수 있는 분자이다.
- [0139] "광 발광 양자 수율" 은, 예를 들어 나노 구조 또는 나노 구조 집단에 의해 방출된 광자와 흡수된 광자의 비이다. 당업계에 공지된 바와 같이, 양자 수율은 전형적으로 공지의 양자 수율 값을 갖는 충분히 특성화된 표준 샘플을 사용하는 비교 방법에 의해 결정된다.
- [0140] 본원에서 사용되는 바와 같은, 용어 "셸" 은 코어 상에 또는 동일하거나 상이한 조성의 미리 침착된 셸 상에 침착된, 및 셸 물질의 단일 침착 작용으로부터 생성된 물질을 지칭한다. 정확한 셸 두께는 상기 물질, 뿐만 아니라, 전구체 투입 및 전환에 의존하며, 나노미터 또는 단층으로 보고될 수 있다. 본원에서 사용되는 바와 같은, "표적 셸 두께" 는 필요한 전구체 양의 계산에 사용되는 의도된 셸 두께를 지칭한다. 본원에서 사용되는 바와 같은, "실제 셸 두께" 는 합성 후의 실제로 침착된 셸 물질의 양을 지칭하며, 당업계에 공지된 방법에 의해 측정될 수 있다. 예로서, 실제 셸 두께는 셸 합성 전 및 후에 나노 결정의 투과 전자 현미경 (TEM) 영상으로부터 결정된 입자 직경을 비교함으로써 측정될 수 있다.
- [0141] 나노 구조 조성물의 안정성은 하나 이상의 나노 구조 집단, 하나 이상의 반응성 희석제, 하나 이상의 혐기성 안정화제, 및 임의로 하나 이상의 유기 수지의 혼합 후 점도를 측정함으로써 결정될 수 있다. 점도는 콘 및 플레이트 Brookfield 점도계를 사용하여 측정될 수 있다. 나노 구조 조성물은, 점도가 40% 초과로 증가하지 않는 경우 안정하다.
- [0142] 본원에서 사용되는 바와 같은, 용어 "반응성 희석제" 는 나노 구조 조성물의 제조 및 저장에 사용된 조건 하에서 나노 구조와 실질적으로 비-반응성이지만, 중합체 및/또는 관통 네트워크를 형성하기 위한 반응을 진행할 수 있는 하나 이상의 단량체 및/또는 하나 이상의 올리고머를 지칭한다. 일부 구현예에서, 반응성 희석제는 라디칼 중합 반응을 진행할 수 있다.
- [0143] 본원에서 사용되는 바와 같은, 용어 "비-반응성 희석제" 는 나노 구조 조성물의 제조 및 저장에 사용된 조건 하에서 나노 구조와 실질적으로 비-반응성이고, 반응 조건 하에서 반응성이 아닌, 예를 들어 라디칼 중합 반응을 진행할 수 없는 하나 이상의 작용제를 지칭한다.
- [0144] 본원에서 사용되는 바와 같은, 용어 "혐기성 조건" 은 10 ppm 미만의 산소를 지칭한다.
- [0145] 본원에서 사용되는 바와 같은, 용어 "혐기성 안정화제" 는 산소의 부재 또는 거의 산소의 부재 하에서 저장 동안 제어되지 않은 중합을 최소화함으로써 나노 구조 조성물을 안정화시키는 화합물을 지칭한다.
- [0146] 본원에서 사용되는 바와 같은, 용어 "반값 전폭" (FWHM) 은 양자 점의 크기 분포의 척도이다. 양자 점의 방출 스펙트럼은 일반적으로 가우스 곡선 (Gaussian curve) 의 형태를 가진다. 가우스 곡선의 폭은 FWHM 으로서 정의되며, 입자의 크기 분포에 대한 아이디어를 제공한다. 보다 작은 FWHM 은 보다 좁은 양자 점 나노 결정 크기 분포에 상응한다. FWHM 은 또한 최대 방출 파장에 의존한다.
- [0147] 본원에서 사용되는 바와 같은, "알킬" 은 지시된 탄소 원자 수를 갖는 선형 또는 분지형, 포화, 지방족 라디칼을 지칭한다. 일부 구현예에서, 알킬은 C₁₋₂ 알킬, C₁₋₃ 알킬, C₁₋₄ 알킬, C₁₋₅ 알킬, C₁₋₆ 알킬, C₁₋₇ 알킬, C₁₋₈ 알킬, C₁₋₉ 알킬, C₁₋₁₀ 알킬, C₁₋₁₂ 알킬, C₁₋₁₄ 알킬, C₁₋₁₆ 알킬, C₁₋₁₈ 알킬, C₁₋₂₀ 알킬, C₈₋₂₀ 알킬, C₁₂₋₂₀ 알킬, C₁₄₋₂₀ 알킬, C₁₆₋₂₀ 알킬 또는 C₁₈₋₂₀ 알킬이다. 예를 들어, C₁₋₆ 알킬은, 비제한적으로, 메틸, 에틸, 프로필, 이소프로필, 부틸, 이소부틸, sec-부틸, tert-부틸, 펜틸, 이소펜틸 및 헥실을 포함한다. 일부 구현예에서, 알킬은 옥틸, 노닐, 데실, 운데실, 도데실, 트리데실, 테트라데실, 펜타데실, 헥사데실, 헵타데실, 옥타데실, 노나데실 또는 이코사닐이다.
- [0148] 본원에서 사용되는 바와 같은, "알케닐" 은 단일 수소 원자의 제거에 의해 하나 이상의 탄소-탄소 이중 결합을 갖는 직쇄 또는 분지쇄 탄화수소 부분으로부터 유도된 1 개의 기를 지칭한다. 일부 구현예에서, 알케닐기는 2-20 개의 탄소 원자를 함유하며, C₂₋₂₀ 알케닐이다. 일부 구현예에서, 알케닐기는 2-15 개의 탄소 원자를 함유하며, C₂₋₁₅ 알케닐이다. 일부 구현예에서, 알케닐기는 2-10 개의 탄소 원자를 함유하며, C₂₋₁₀ 알케닐이다. 일부 구현예에서, 알케닐기는 2-8 개의 탄소 원자를 함유하며, C₂₋₈ 알케닐이다. 일부 구현예에서, 알케닐기는 2-5 개의 탄소 원자를 함유하며, C₂₋₅ 알케닐이다. 알케닐기는, 예를 들어, 에테닐, 프로페닐, 부테

닐 및 1-메틸-2-부텐-1-일을 포함한다.

- [0149] 본원에서 사용되는 바와 같은, "알킬닐" 은 단일 수소 원자의 제거에 의해 하나 이상의 탄소-탄소 삼중 결합을 갖는 직쇄 또는 분지쇄 탄화수소로부터 유도된 1 개의 기를 지칭한다. 일부 구현예에서, 알킬닐기는 2-20 개의 탄소 원자를 함유하며, C₂₋₂₀ 알킬닐이다. 일부 구현예에서, 알킬닐기는 2-15 개의 탄소 원자를 함유하며, C₂₋₁₅ 알킬닐이다. 일부 구현예에서, 알킬닐기는 2-10 개의 탄소 원자를 함유하며, C₂₋₁₀ 알킬닐이다. 일부 구현예에서, 알킬닐기는 2-8 개의 탄소 원자를 함유하며, C₂₋₈ 알킬닐이다. 일부 구현예에서, 알킬닐기는 2-5 개의 탄소 원자를 함유하며, C₂₋₅ 알킬닐이다. 대표적인 알킬닐기는, 비제한적으로, 에틸닐, 2-프로피닐 (프로파르길) 및 1-프로피닐을 포함한다.
- [0150] 본원에서 사용되는 바와 같은, "알킬아미노" 는 화학식 (-NR^k₂) (R^k 는 독립적으로 본원에서 정의한 바와 같은, 수소 또는 임의로 치환되는 알킬기이고, 질소 부분은 부모 분자에 직접 부착된다) 의 "치환된 아미노" 를 지칭한다.
- [0151] 본원에서 사용되는 바와 같은, "헤테로알킬" 은 하나 이상의 관능기로 임의로 치환되며, 예를 들어 탄소 원자 대신에 하나 이상의 산소, 황, 질소, 인 또는 규소 원자를 함유하는 알킬 부분을 지칭한다.
- [0152] 본원에서 사용되는 바와 같은, "시클로알킬" 은 포화 시클릭 탄화수소로부터 유도된 3 내지 8 개의 탄소 원자, 바람직하게는 3 내지 5 개의 탄소 원자의 1 가 또는 2 가 기를 지칭한다. 시클로알킬기는 모노시클릭 또는 폴리시클릭일 수 있다. 시클로알킬은 C₁₋₃ 알킬기 또는 할로젠으로 치환될 수 있다.
- [0153] 본원에서 사용되는 바와 같은, "카르복시알킬" 은 저급 알킬 라디칼에 부가된 카르복실산 기 (-COOH) 를 지칭한다.
- [0154] 본원에서 사용되는 바와 같은, "헤테로시클로알킬" 은 고리 구조 내에 1 내지 5 개, 및 보다 전형적으로 1 내지 4 개의 헤테로원자를 갖는 시클로알킬 치환기를 지칭한다. 본 발명의 화합물에 사용되는 적합한 헤테로원자는 질소, 산소 및 황이다. 대표적인 헤테로시클로알킬 부분은, 예를 들어, 모르폴리노, 피페라지닐, 피페리디닐 등을 포함한다.
- [0155] 본원에서 단독으로 또는 조합하여 사용되는 바와 같은, 용어 "알킬렌" 은 메틸렌 (-CH₂-) 과 같은, 2 개 이상의 위치에서 부착된 직쇄 또는 분지쇄 포화 탄화수소로부터 유도된 포화 지방족 기를 지칭한다. 달리 명시하지 않는 한, 용어 "알킬" 은 "알킬렌" 기를 포함할 수 있다.
- [0156] 본원에서 사용되는 바와 같은, "아릴" 은 6 내지 14 개의 탄소 원자를 갖는 비치환된 모노시클릭 또는 바이시클릭 방향족 고리 계, 즉, C₆₋₁₄ 아릴을 지칭한다. 비-제한적인 예시적인 아릴기는 페닐, 나프틸, 페난트릴, 안트라실, 인데닐, 아줄레닐, 비페닐, 비페닐레닐 및 플루오레닐기를 포함한다. 하나의 구현예에 있어서, 아릴기는 페닐 또는 나프틸이다.
- [0157] 본원에서 사용되는 바와 같은, "헤테로아릴" 또는 "헤테로방향족" 은 5 내지 14 개의 고리 원자를 갖는 비치환된 모노시클릭 및 바이시클릭 방향족 고리 계, 즉, 5- 내지 14-원 헤테로아릴을 지칭하며, 상기 고리 중 하나의 하나 이상의 탄소 원자는 독립적으로 산소, 질소 및 황으로 이루어진 군에서 선택되는 헤테로원자로 대체된다. 하나의 구현예에 있어서, 헤테로아릴은 독립적으로 산소, 질소 및 황으로 이루어진 군에서 선택되는 1, 2, 3 또는 4 개의 헤테로원자를 함유한다. 하나의 구현예에 있어서, 헤테로아릴은 3 개의 헤테로원자를 함유한다. 또다른 구현예에 있어서, 헤테로아릴은 2 개의 헤테로원자를 함유한다. 또다른 구현예에 있어서, 헤테로아릴은 하나의 헤테로원자를 함유한다. 또다른 구현예에 있어서, 헤테로아릴은 5- 내지 10-원 헤테로아릴이다. 또다른 구현예에 있어서, 헤테로아릴은 5- 또는 6-원 헤테로아릴이다. 또다른 구현예에 있어서, 헤테로아릴은 5 개의 고리 원자, 예를 들어 티에닐, 4 개의 탄소 원자 및 하나의 황 원자를 갖는 5-원 헤테로아릴을 가진다. 또다른 구현예에 있어서, 헤테로아릴은 6 개의 고리 원자, 예를 들어 피리디닐, 5 개의 탄소 원자 및 하나의 질소 원자를 갖는 6-원 헤테로아릴을 가진다. 비-제한적인 예시적인 헤테로아릴기는 티에닐, 벤조[b]티에닐, 나프토[2,3-b]티에닐, 티안트레닐, 푸릴, 벤조푸릴, 피라닐, 이소벤조푸라닐, 벤조옥사조닐, 크로메닐, 크산테닐, 2H-피롤릴, 피롤릴, 이미다졸릴, 피라졸릴, 피리디닐, 피라지닐, 피리미디닐, 피리다지닐, 이소인돌릴, 3H-인돌릴, 인돌릴, 인다졸릴, 푸리닐, 이소퀴놀릴, 퀴놀릴, 프탈라지닐, 나프티리디닐, 신놀리닐, 퀴나졸리닐, 프테리디닐, 4aH-카르바졸릴, 카르바졸릴, β-카르볼리닐, 페난트리디닐, 아크리디

닐, 피리미디닐, 페난트롤리닐, 페나지닐, 티아졸릴, 이소티아졸릴, 페노티아졸릴, 이속사졸릴, 푸라자닐 및 페 녹사지닐을 포함한다. 하나의 구현예에 있어서, 헤테로아릴은 티에닐 (예를 들어, 티엔-2-일 및 티엔-3-일), 푸릴 (예를 들어, 2-푸릴 및 3-푸릴), 피롤릴 (예를 들어, 1H-피롤-2-일 및 1H-피롤-3-일), 이미다졸릴 (예를 들어, 2H-이미다졸-2-일 및 2H-이미다졸-4-일), 피라졸릴 (예를 들어, 1H-피라졸-3-일, 1H-피라졸-4-일 및 1H-피라졸-5-일), 피리딘 (예를 들어, 피리딘-2-일, 피리딘-3-일 및 피리딘-4-일), 피리미디닐 (예를 들어, 피리미딘-2-일, 피리미딘-4-일 및 피리미딘-5-일), 티아졸릴 (예를 들어, 티아졸-2-일, 티아졸-4-일 및 티아졸-5-일), 이소티아졸릴 (예를 들어, 이소티아졸-3-일, 이소티아졸-4-일 및 이소티아졸-5-일), 옥사졸릴 (예를 들어, 옥사졸-2-일, 옥사졸-4-일 및 옥사졸-5-일), 이속사졸릴 (예를 들어, 이속사졸-3-일, 이속사졸-4-일 및 이속사졸-5-일) 또는 인다졸릴 (예를 들어, 1H-인다졸-3-일) 이다. 용어 "헤테로아릴" 은 또한 가능한 N-옥시 드를 포함한다. 비-제한적인 예시적인 N-옥시드는 피리딜 N-옥시드이다.

[0158] 달리 명확하게 나타내지 않는 한, 본원에서 나열된 범위는 포괄적이다.

[0159] 다양한 추가의 용어가 본 명세서에서 정의되거나, 또는 그렇지 않으면, 특징지어진다.

[0160] **나노 구조 조성물**

[0161] 일부 구현예에서, 본 발명은 다음을 포함하는 나노 구조 조성물을 제공한다:

[0162] (a) 하나 이상의 나노 구조 집단;

[0163] (b) 하나 이상의 반응성 희석제; 및

[0164] (c) 하나 이상의 혐기성 안정화제.

[0165] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 추가로 용매를 포함한다.

[0166] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 추가로 나노 구조에 결합된 리간드를 포함한다.

[0167] 일부 구현예에서, 나노 구조는 양자 점이다.

[0168] 일부 구현예에서, 본 개시물은 하기를 포함하는 나노 구조 조성물을 제공한다:

[0169] (a) 하나 이상의 나노 구조 집단;

[0170] (b) 하나 이상의 반응성 희석제;

[0171] (c) 하나 이상의 혐기성 안정화제; 및

[0172] (d) 하나 이상의 유기 수지.

[0173] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 추가로 용매를 포함한다.

[0174] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 추가로 나노 구조에 결합된 리간드를 포함한다.

[0175] 일부 구현예에서, 나노 구조는 양자 점이다.

[0176] 일부 구현예에서, 본 개시물은 하기를 포함하는 나노 구조 필름 키트를 제공한다:

[0177] (a) 하나 이상의 나노 구조 집단을 포함하는 제 1 조성물;

[0178] (b) 하나 이상의 반응성 희석제 및 하나 이상의 혐기성 안정화제를 포함하는 제 2 조성물;

[0179] (c) 하나 이상의 유기 수지를 포함하는 제 3 조성물; 및

[0180] (d) 나노 구조 필름 제조를 위한 지침서.

[0181] 일부 구현예에서, 나노 구조 필름 키트는 추가로 용매를 포함한다.

[0182] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 추가로 나노 구조에 결합된 리간드를 포함한다.

[0183] 일부 구현예에서, 나노 구조는 양자 점이다.

[0184] **나노 구조 필름 층**

[0185] 일부 구현예에서, 본 개시물은 하기를 포함하는 나노 구조 필름 층을 제공한다:

- [0186] (a) 하나 이상의 나노 구조 집단;
- [0187] (b) 하나 이상의 반응성 희석제;
- [0188] (c) 하나 이상의 혐기성 안정화제; 및
- [0189] (d) 하나 이상의 유기 수지.
- [0190] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 추가로 나노 구조에 결합된 리간드를 포함한다.
- [0191] 일부 구현예에서, 나노 구조는 양자 점이다.
- [0192] **나노 구조 성형품**
- [0193] 일부 구현예에서, 본 개시물은 하기를 포함하는 나노 구조 성형품을 제공한다:
- [0194] (a) 하나 이상의 나노 구조 집단;
- [0195] (b) 하나 이상의 반응성 희석제;
- [0196] (c) 하나 이상의 혐기성 안정화제; 및
- [0197] (d) 하나 이상의 유기 수지.
- [0198] 일부 구현예에서, 성형품은 필름, 디스플레이용 기관, 또는 발광 다이오드이다.
- [0199] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 추가로 나노 구조에 결합된 리간드를 포함한다.
- [0200] 일부 구현예에서, 나노 구조는 양자 점이다.
- [0201] 일부 구현예에서, 본 발명은 다음을 포함하는 나노 구조 필름을 제공한다:
- [0202] (a) 제 1 장벽 층;
- [0203] (b) 제 2 장벽 층; 및
- [0204] (c) 제 1 장벽 층과 제 2 장벽 층 사이의 나노 구조 층, 나노 구조 층은 하나 이상의 나노 구조 집단; 하나 이상의 반응성 희석제; 하나 이상의 혐기성 안정화제; 및 하나 이상의 유기 수지를 포함한다.
- [0205] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 추가로 나노 구조에 결합된 리간드를 포함한다.
- [0206] 일부 구현예에서, 나노 구조는 양자 점이다.
- [0207] **양자 점**
- [0208] 본 발명에서 사용하기 위한 양자 점 (또는 나노 구조)는 임의의 적합한 물질, 적합하게는 무기 물질, 및 보다 적합하게는 무기 도전성 또는 반도체성 물질로부터 제조될 수 있다. 적합한 반도체 물질은 II-VI 족, III-V 족, IV-VI 족 및 IV 족 반도체를 포함하는 임의의 유형의 반도체를 포함한다. 적합한 반도체 물질은, 비제한적으로, Si, Ge, Sn, Se, Te, B, C (다이아몬드 포함), P, BN, BP, BAs, AlN, AlP, AlAs, AlSb, GaN, GaP, GaAs, GaSb, InN, InP, InAs, InSb, ZnO, ZnS, ZnSe, ZnTe, CdS, CdSe, CdSeZn, CdTe, HgS, HgSe, HgTe, BeS, BeSe, BeTe, MgS, MgSe, GeS, GeSe, GeTe, SnS, SnSe, SnTe, PbO, PbS, PbSe, PbTe, CuF, CuCl, CuBr, CuI, Si₃N₄, Ge₃N₄, Al₂O₃, Al₂CO, 및 이의 조합을 포함한다.
- [0209] II-VI 족 나노 구조의 합성은 미국 특허 제 6,225,198 호, 제 6,322,901 호, 제 6,207,229 호, 제 6,607,829 호, 제 6,861,155 호, 제 7,060,243 호, 제 7,125,605 호, 제 7,374,824 호, 제 7,566,476 호, 제 8,101,234 호 및 제 8,158,193 호, 및 미국 특허 출원 공개 번호 2011/0262752 및 2011/0263062 에 기재되어 있다. 일부 구현예에서, 코어는 ZnO, ZnSe, ZnS, ZnTe, CdO, CdSe, CdS, CdTe, HgO, HgSe, HgS 및 HgTe 로 이루어진 군에서 선택되는 II-VI 족 나노 결정이다. 일부 구현예에서, 코어는 ZnSe, ZnS, CdSe 또는 CdS 로 이루어진 군에서 선택되는 나노 결정이다.
- [0210] CdSe 및 CdS 양자 점과 같은 II-VI 족 나노 구조는 바람직한 발광 거동을 나타낼 수 있지만, 카드뮴의 독성과 같은 문제는 이러한 나노 구조가 사용될 수 있는 용도를 제한한다. 따라서, 양호한 발광 특성을 갖는 덜 독성인 대안이 매우 바람직하다. 일반적으로 III-V 족 나노 구조 및 특히 InP-기재 나노 구조는 이들의 호환 가능한 방출 범위로 인해, 카드뮴-기재 물질에 대한 가장 잘 알려진 대체물을 제공한다.

- [0211] 일부 구현예에서, 나노 구조는 카드뮴을 함유하지 않는다. 본원에서 사용되는 바와 같은, 용어 "카드뮴을 함유하지 않음" 은, 나노 구조가 100 중량ppm 미만의 카드뮴을 함유하는 것으로 의도된다. RoHS (Restriction of Hazardous Substances) 준수 정의는, 미가공의 균질한 전구체 물질에 0.01 중량% (100 중량 ppm) 이하의 카드뮴이 있어야 한다는 것을 요구한다. 본 발명의 Cd-비함유 나노 구조에서의 카드뮴 수준은 전구체 물질에서의 미량의 금속 농도에 의해 제한된다. Cd-비함유 나노 구조를 위한 전구체 물질에서의 미량의 금속 (카드뮴 포함) 농도는 유도 결합 플라즈마 질량 분광학 (ICP-MS) 분석에 의해 측정될 수 있으며, 10 억분의 1 (ppb) 수준이다. 일부 구현예에서, "카드뮴 비함유" 인 나노 구조는 약 50 ppm 미만, 약 20 ppm 미만, 약 10 ppm 미만 또는 약 1 ppm 미만의 카드뮴을 함유한다.
- [0212] 일부 구현예에서, 코어는 III-V 족 나노 구조이다. 일부 구현예에서, 코어는 BN, BP, BAs, BSb, AlN, AlP, AlAs, AlSb, GaN, GaP, GaAs, GaSb, InN, InP, InAs 및 InSb 로 이루어진 군에서 선택되는 III-V 족 나노 결정이다. 일부 구현예에서, 코어는 InP 나노 결정이다.
- [0213] III-V 족 나노 구조의 합성은 미국 특허 제 5,505,928 호, 제 6,306,736 호, 제 6,576,291 호, 제 6,788,453 호, 제 6,821,337 호, 제 7,138,098 호, 제 7,557,028 호, 제 7,645,397 호, 제 8,062,967 호 및 제 8,282,412 호, 및 미국 특허 출원 공개 번호 2015/236195 에 기재되어 있다. III-V 족 나노 구조의 합성은 또한 Wells, R.L., et al., "The use of tris(trimethylsilyl)arsine to prepare gallium arsenide and indium arsenide," Chem. Mater. 1:4-6 (1989) 및 Guzelian, A.A., et al., "Colloidal chemical synthesis and characterization of InAs nanocrystal quantum dots," Appl. Phys. Lett. 69: 1432-1434 (1996) 에 기재되어 있다.
- [0214] InP-기재 나노 구조의 합성은, 예를 들어 Xie, R., et al., "Colloidal InP nanocrystals as efficient emitters covering blue to near-infrared," J. Am. Chem. Soc. 129:15432-15433 (2007); Micic, O.I., et al., "Core-shell quantum dots of lattice-matched ZnCdSe₂ shells on InP Cores: Experiment and theory," J. Phys. Chem. B 104:12149-12156 (2000); Liu, Z., et al., "Coreduction colloidal synthesis of III-V nanocrystals: The case of InP," Angew. Chem. Int. Ed. Engl. 47:3540-3542 (2008); Li, L. et al., "Economic synthesis of high quality InP nanocrystals using calcium phosphide as the phosphorus precursor," Chem. Mater. 20:2621-2623 (2008); D. Battaglia and X. Peng, "Formation of high quality InP and InAs nanocrystals in a noncoordinating solvent," Nano Letters 2:1027-1030 (2002); Kim, S., et al., "Highly luminescent InP/GaP/ZnS nanocrystals and their application to white light-emitting diodes," J. Am. Chem. Soc. 134:3804-3809 (2012); Nann, T., et al., "Water splitting by visible light: A nanophotocathode for hydrogen production," Angew. Chem. Int. Ed. 49:1574-1577 (2010); Borchert, H., et al., "Investigation of ZnS passivated InP nanocrystals by XPS," Nano Letters 2:151-154 (2002); L. Li and P. Reiss, "One-pot synthesis of highly luminescent InP/ZnS nanocrystals without precursor injection," J. Am. Chem. Soc. 130:11588-11589 (2008); Hussain, S., et al. "One-pot fabrication of high-quality InP/ZnS (Core/shell) quantum dots and their application to cellular imaging," Chemphyschem. 10:1466-1470 (2009); Xu, S., et al., "Rapid synthesis of high-quality InP nanocrystals," J. Am. Chem. Soc. 128:1054-1055 (2006); Micic, O.I., et al., "Size-dependent spectroscopy of InP quantum dots," J. Phys. Chem. B 101:4904-4912 (1997); Haubold, S., et al., "Strongly luminescent InP/ZnS Core-shell nanoparticles," Chemphyschem. 5:331-334 (2001); CrosGagneux, A., et al., "Surface chemistry of InP quantum dots: A comprehensive study," J. Am. Chem. Soc. 132:18147-18157 (2010); Micic, O.I., et al., "Synthesis and characterization of InP, GaP, and GaInP₂ quantum dots," J. Phys. Chem. 99:7754-7759 (1995); Guzelian, A.A., et al., "Synthesis of size-selected, surface-passivated InP nanocrystals," J. Phys. Chem. 100:7212-7219 (1996); Lucey, D.W., et al., "Monodispersed InP quantum dots prepared by colloidal chemistry in a non-coordinating solvent," Chem. Mater. 17:3754-3762 (2005); Lim, J., et al., "InP@ZnSeS, core@composition gradient shell quantum dots with enhanced stability," Chem. Mater. 23:4459-4463 (2011); 및 Zan, F., et al., "Experimental studies on blinking behavior of single InP/ZnS quantum dots: Effects of synthetic conditions and UV irradiation," J. Phys. Chem. C 116:394-3950 (2012) 에 기재되어 있다.
- [0215] 일부 구현예에서, 코어는 도핑된다. 일부 구현예에서, 나노 결정 코어의 도판트는 하나 이상의 전이 금속을 포함하는 금속을 포함한다. 일부 구현예에서, 도판트는 Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Tc, Re,

Fe, Ru, Os, Co, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Ag, Au, 및 이의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 전이 금속이다. 일부 구현예에서, 도판트는 비-금속을 포함한다. 일부 구현예에서, 도판트는 ZnS, ZnSe, ZnTe, CdSe, CdS, CdTe, HgS, HgSe, HgTe, CuInS₂, CuInSe₂, AlN, AlP, AlAs, GaN, GaP 또는 GaAs 이다.

- [0216] 나노 구조 상의 무기 셸 코팅은 이들의 전자 구조를 맞춤화하기 위한 보편적인 접근법이다. 또한, 무기 셸의 침착은 표면 결함의 부동태화에 의해 보다 견고한 입자를 생성할 수 있다. Ziegler, J., et al., Adv. Mater. 20:4068-4073 (2008). 예를 들어, ZnS 와 같은 보다 넓은 밴드 갭 반도체 물질의 셸은 보다 좁은 밴드 갭 - 예컨대 CdSe 또는 InP - 을 갖는 코어 상에 침착되어, 엑시톤이 코어 내에 한정되는 구조를 제공할 수 있다. 이 접근법은 방사성 재조합의 가능성을 증가시키고, 단일 및 얇은 셸 코팅에 가까운 양자 수율로 매우 효율적인 양자 점을 합성하는 것을 가능하게 한다.
- [0217] 특정한 구현예에서, 나노 구조는 제 1 물질의 코어 및 제 2 (또는 제 3, 등) 물질의 하나 이상의 셸을 포함하며, 여기에서 상이한 물질 유형은 예를 들어 나노 와이어의 장축, 분지형 나노 와이어의 아암의 장축 또는 나노 결정의 중심 주위에 방사상으로 분포된다. 셸은 셸로 간주되는 인접한 물질 또는 헤테로구조로 간주되는 나노 구조를 완전히 덮을 수 있지만, 반드시 필요한 것은 아니고, 예를 들어 제 2 물질의 작은 아일랜드로 덮인 하나의 물질의 코어를 특징으로 하는 나노 결정은 헤테로구조이다. 다른 구현예에서, 상이한 물질 유형은 나노 구조 내의 상이한 위치, 예를 들어 나노 와이어의 주(장)축을 따라 또는 분지형 나노 와이어의 아암의 장축을 따라 분포된다. 헤테로구조 내의 상이한 영역은 완전히 상이한 물질을 포함할 수 있거나, 상이한 영역은 상이한 도판트 또는 상이한 농도의 동일한 도판트를 갖는 베이스 물질 (예를 들어, 규소) 을 포함할 수 있다.
- [0218] 일부 구현예에서, 본 발명의 나노 구조는 코어 및 하나 이상의 셸을 포함한다. 일부 구현예에서, 본 발명의 나노 구조는 코어 및 2 개 이상의 셸을 포함한다. 셸은, 예를 들어 나노 구조의 양자 수율 및/또는 안정성을 증가시킬 수 있다. 일부 구현예에서, 코어 및 셸은 상이한 물질을 포함한다. 일부 구현예에서, 나노 구조는 상이한 셸 물질의 셸을 포함한다.
- [0219] 셸을 제조하기 위한 예시적인 물질은, 비제한적으로, Si, Ge, Sn, Se, Te, B, C (다이아몬드 포함), P, Co, Au, BN, BP, BAs, AlN, AlP, AlAs, AlSb, GaN, GaP, GaAs, GaSb, InN, InP, InAs, InSb, GaSb, ZnO, ZnS, ZnSe, ZnTe, CdS, CdSe, CdSeZn, CdTe, HgS, HgSe, HgTe, BeS, BeSe, BeTe, MgS, MgSe, GeS, GeSe, GeTe, SnS, SnSe, SnTe, PbO, PbS, PbSe, PbTe, CuF, CuCl, CuBr, CuI, Si₃N₄, Ge₃N₄, Al₂O₃, Al₂CO, 및 이의 조합을 포함한다.
- [0220] 일부 구현예에서, 셸은 아연 공급원, 셀레늄 공급원, 황 공급원, 텔루륨 공급원 및 카드뮴 공급원 중 2 개 이상의 혼합물이다. 일부 구현예에서, 셸은 아연 공급원, 셀레늄 공급원, 황 공급원, 텔루륨 공급원 및 카드뮴 공급원 중 2 개의 혼합물이다. 일부 구현예에서, 셸은 아연 공급원, 셀레늄 공급원, 황 공급원, 텔루륨 공급원 및 카드뮴 공급원 중 3 개의 혼합물이다. 일부 구현예에서, 셸은 다음의 혼합물이다: 아연 및 황; 아연 및 셀레늄; 아연, 황 및 셀레늄; 아연 및 텔루륨; 아연, 텔루륨 및 황; 아연, 텔루륨 및 셀레늄; 아연, 카드뮴 및 황; 아연, 카드뮴 및 셀레늄; 카드뮴 및 황; 카드뮴 및 셀레늄; 카드뮴, 셀레늄 및 황; 카드뮴 및 아연; 카드뮴, 아연 및 황; 카드뮴, 아연 및 셀레늄; 또는 카드뮴, 아연, 황 및 셀레늄. 일부 구현예에서, 셸은 아연 및 셀레늄의 혼합물이다. 일부 구현예에서, 셸은 아연 및 황의 혼합물이다.
- [0221] 본 개시물의 실행에서 사용하기 위한 예시적 코어/셸 발광 나노 결정 (코어/셸로서 나타냄) 은 비제한적으로 CdSe/ZnS, InP/ZnS, PbSe/PbS, CdSe/CdS, CdTe/CdS 및 CdTe/ZnS 를 포함한다. 코어/셸 나노 구조의 합성은 미국 특허 제 9,169,435 호에 개시되어 있다.
- [0222] 일부 구현예에서, 나노 구조는 코어 및 적어도 두 개의 셸을 포함한다. 일부 구현예에서, 하나의 셸은 아연 및 셀레늄의 혼합물이고, 하나의 셸은 아연 및 황의 혼합물이다. 일부 구현예에서, 코어/셸/셸 나노 구조는 InP/ZnSe/ZnS 이다.
- [0223] 발광 나노 결정은 산소에 대해 불투과성인 물질로부터 제조될 수 있으며, 이로써 산소 장벽 요건 및 양자 점 필름 층에서의 양자 점의 광안정화를 단순화시킨다. 예시적인 구현예에 있어서, 하기에 보다 상세히 논의되는 바와 같이, 발광 나노 결정은 하나 이상의 유기 중합체성 리간드 물질로 코팅되고, 하나 이상의 매트릭스 물질을 포함하는 유기 중합체성 매트릭스에 분산된다. 발광 나노 결정은 산화 규소, 산화 알루미늄 또는 산화 티탄 (예를 들어, SiO₂, Si₂O₃, TiO₂ 또는 Al₂O₃) 과 같은 하나 이상의 물질을 포함하는 하나 이상의 무기 층으로

추가로 코팅되어, 양자 점을 밀폐시킬 수 있다.

- [0224] 일부 구현예에서, 나노 구조는 이들의 표면에 결합된 리간드를 포함한다. 일부 구현예에서, 나노 구조는 외부 수분 및 산화로부터 양자 점을 보호하고, 응집을 제어하고, 매트릭스 물질에서 나노 구조의 분산을 가능하게 하기 위해서, 리간드를 포함하는 코팅 층을 포함한다. 적합한 리간드는 미국 특허 제 6,949,206 호; 제 7,267,875 호; 제 7,374,807 호; 제 7,572,393 호; 제 7,645,397 호; 및 제 8,563,133 호; 및 미국 특허 출원 공개 번호 2008/237540; 2008/281010; 및 2010/110728 에 개시된 것을 포함한다.
- [0225] 일부 구현예에서, 나노 구조는 미국 특허 출원 공개 번호 2008/237540 에 개시된 다중-부분 리간드 구조, 예컨대 3-부분 리간드 구조를 포함하며, 여기에서, 헤드-그룹, 테일-그룹 및 중간/바디 그룹은 이들의 특정한 기능에 대해 독립적으로 제조되고, 최적화된 후, 이상적으로 기능하는 완전한 표면 리간드에 조합된다.
- [0226] 일부 구현예에서, 리간드는 하나 이상의 유기 중합체성 리간드를 포함한다. 적합한 리간드는 다음을 제공한다: 낮은 산소 투과성을 갖는 효율적이고 강력한 결합 양자 점 캡슐화; 불연속 이중-상 또는 다중-상 매트릭스를 형성하기 위해서 매트릭스 물질에서의 도메인으로 침전 또는 분리됨; 매트릭스 물질 전체에 바람직하게 분산됨; 및 상업적으로 입수 가능한 물질이거나, 또는 상업적으로 입수 가능한 물질로부터 용이하게 제조될 수 있음.
- [0227] 일부 구현예에서, 리간드는 중합체, 글라시 (glassy) 중합체, 실리콘, 카르복실산, 디카르복실산, 폴리카르복실산, 아크릴산, 포스폰산, 포스포네이트, 포스핀, 포스핀 옥시드, 황, 또는 아민이다.
- [0228] 일부 구현예에서, 나노 구조 집단은 적색, 녹색 또는 청색 광을 방출한다. 일부 구현예에서, 적색, 녹색 및 청색 광의 각각의 부분은 나노 구조 필름을 혼입한 디스플레이 장치에 의해 방출된 백색 광에 대해 원하는 백색 점을 달성하도록 제어될 수 있다.
- [0229] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 하나 이상의 나노 구조 집단 물질을 포함한다. 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 1 내지 5, 1 내지 4, 1 내지 3, 1 내지 2, 2 내지 5, 2 내지 4, 2 내지 3, 3 내지 5, 3 내지 4, 또는 4 내지 5 개의 나노 구조 물질 집단을 포함한다. 나노 구조 집단의 임의의 적합한 비는 원하는 나노 구조 조성물 특성을 생성하기 위해서 조합될 수 있다.
- [0230] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물 중 나노 구조 집단의 중량 백분율은 약 0.0001% 내지 약 5%, 약 0.0001% 내지 약 4%, 약 0.0001% 내지 약 3%, 약 0.0001% 내지 약 2%, 약 0.0001% 내지 약 1%, 약 0.0001% 내지 약 0.5%, 약 0.0001% 내지 약 0.1%, 약 0.0001% 내지 0.01%, 약 0.0001% 내지 약 0.001%, 약 0.001% 내지 약 5%, 약 0.001% 내지 약 4%, 약 0.001% 내지 약 3%, 약 0.001% 내지 약 2%, 약 0.001% 내지 약 1%, 약 0.001% 내지 약 0.5%, 약 0.001% 내지 약 0.1%, 약 0.001% 내지 0.01%, 약 0.01% 내지 약 5%, 약 0.01% 내지 약 4%, 약 0.01% 내지 약 3%, 약 0.01% 내지 약 2%, 약 0.01% 내지 약 1%, 약 0.01% 내지 약 0.5%, 약 0.01% 내지 약 0.1%, 약 0.1% 내지 약 5%, 약 0.1% 내지 약 4%, 약 0.1% 내지 약 3%, 약 0.1% 내지 약 2%, 약 0.1% 내지 약 1%, 약 0.1% 내지 약 0.5%, 약 0.5% 내지 약 5%, 약 0.5% 내지 약 4%, 약 0.5% 내지 약 3%, 약 0.5% 내지 약 2%, 약 0.5% 내지 약 1%, 약 1% 내지 약 5%, 약 1% 내지 약 4%, 약 1% 내지 약 3%, 또는 약 1% 내지 약 2% 이다. 일부 구현예에서, 나노 구조는 양자 점이다.
- [0231] 일부 구현예에서, 나노 구조 성형품 중 나노 구조 집단의 중량 백분율은 약 0.0001% 내지 약 5%, 약 0.0001% 내지 약 4%, 약 0.0001% 내지 약 3%, 약 0.0001% 내지 약 2%, 약 0.0001% 내지 약 1%, 약 0.0001% 내지 약 0.5%, 약 0.0001% 내지 약 0.1%, 약 0.0001% 내지 0.01%, 약 0.0001% 내지 약 0.001%, 약 0.001% 내지 약 5%, 약 0.001% 내지 약 4%, 약 0.001% 내지 약 3%, 약 0.001% 내지 약 2%, 약 0.001% 내지 약 1%, 약 0.001% 내지 약 0.5%, 약 0.001% 내지 약 0.1%, 약 0.001% 내지 0.01%, 약 0.01% 내지 약 5%, 약 0.01% 내지 약 4%, 약 0.01% 내지 약 3%, 약 0.01% 내지 약 2%, 약 0.01% 내지 약 1%, 약 0.01% 내지 약 0.5%, 약 0.01% 내지 약 0.1%, 약 0.1% 내지 약 5%, 약 0.1% 내지 약 4%, 약 0.1% 내지 약 3%, 약 0.1% 내지 약 2%, 약 0.1% 내지 약 1%, 약 0.1% 내지 약 0.5%, 약 0.5% 내지 약 5%, 약 0.5% 내지 약 4%, 약 0.5% 내지 약 3%, 약 0.5% 내지 약 2%, 약 0.5% 내지 약 1%, 약 1% 내지 약 5%, 약 1% 내지 약 4%, 약 1% 내지 약 3%, 또는 약 1% 내지 약 2% 이다. 일부 구현예에서, 나노 구조는 양자 점이다.
- [0232] **반응성 회석제**
- [0233] 일부 구현예에서, 나노 구조는 반응성 회석제에 분산되어 있다. 적합한 반응성 회석제는 나노 구조 조성물의 제조 및 저장에 사용된 조건 하에서 나노 구조와 실질적으로 비-반응성이지만, 중합체 및/또는 관통 네트워크

크를 형성하기 위한 반응을 진행할 수 있다.

- [0234] 일부 구현예에서, 반응성 희석제는 라디칼 중합 반응을 진행할 수 있다. 일부 구현예에서, 반응성 희석제는 하나 이상의 단량체를 포함한다. 일부 구현예에서, 반응성 희석제는 하나 이상의 올리고머를 포함한다.
- [0235] 일부 구현예에서, 반응성 희석제는 라디칼-중합성 기를 갖는다. 일부 구현예에서, 라디칼-중합성 기는 에틸렌성 불포화 기이다. 일부 구현예에서, 에틸렌성 불포화기는 아크릴릴옥시, 아크릴릴옥시알킬, 메타크릴릴옥시, 메타크릴릴옥시알킬, 아크릴아미드, 메타크릴아미드, 비닐옥시, 비닐 카르보네이트, 0-비닐 카르바메이트, N-비닐 카르바메이트, 방향족 비닐, 또는 비닐 기이다.
- [0236] 일부 구현예에서, 반응성 희석제는 아크릴레이트이다. 일부 구현예에서, 아크릴레이트는 단일 아크릴레이트 화합물 또는 상이한 아크릴레이트 화합물의 혼합물이다. 일부 구현예에서, 아크릴레이트는 일-관능성, 이-관능성, 3관능성 또는 더 높은 관능성이다.
- [0237] 일부 구현예에서, 아크릴레이트는 일-관능성이다. 일부 구현예에서, 일-관능성 아크릴레이트는 이소보르닐 아크릴레이트, 테트라히드로푸르푸릴 아크릴레이트, 에톡시화된 페닐 아크릴레이트, 라우릴 아크릴레이트, 스테아릴 아크릴레이트, 옥틸 아크릴레이트, 이소데실 아크릴레이트, 트리데실 아크릴레이트, 카프로락톤 아크릴레이트, 노닐 페놀 아크릴레이트, 시클릭 트리메틸올프로판 포르말 아크릴레이트, 메톡시 폴리에틸렌글리콜 아크릴레이트, 메톡시 폴리프로필렌글리콜 아크릴레이트, 히드록시에틸 아크릴레이트, 히드록시프로필 아크릴레이트 또는 글리시딜 아크릴레이트이다.
- [0238] 일부 구현예에서, 아크릴레이트는 이-관능성이다. 일부 구현예에서, 이-관능성 아크릴레이트는 트리시클로데칸 디메탄올 디아크릴레이트 (SARTOMER® 833s), 디옥산 글리세롤 디아크릴레이트 (SARTOMER® CD 536), 1,6-헥산디올 디아크릴레이트 (SARTOMER® 238), 3-메틸 1,5-펜탄디올 디아크릴레이트 (SARTOMER® 341), 트리프로필렌 글리콜 디아크릴레이트 (SARTOMER® 306), 네오펜틸 글리콜 디아크릴레이트 (SARTOMER® 247), 디메틸 올트리시클로데칸 디아크릴레이트 (KAYARAD® R-684), 1,4-디히드록시메틸시클로헥산 디아크릴레이트, 2,2-비스(4-히드록시시클로헥실)프로판 디아크릴레이트 또는 비스(4-히드록시시클로헥실)메탄 디아크릴레이트이다.
- [0239] 일부 구현예에서, 아크릴레이트는 방향족 이-관능성 아크릴레이트이다. 일부 구현예에서, 방향족 이-관능성 아크릴레이트는 비스페놀 A 폴리에틸렌 글리콜 디에테르 디아크릴레이트 (KAYARAD® R-551), 2,2'-메틸렌비스[p-페닐렌폴리(옥시에틸렌)옥시]디아크릴레이트 (KAYARAD® R-712), 히드로퀴논 디아크릴레이트, 4,4'-디히드록시비페닐 디아크릴레이트, 비스페놀 A 디아크릴레이트, 비스페놀 F 디아크릴레이트, 비스페놀 S 디아크릴레이트, 에톡시화된 또는 프로폭시화된 비스페놀 A 디아크릴레이트, 에톡시화된 또는 프로폭시화된 비스페놀 F 디아크릴레이트, 에톡시화된 또는 프로폭시화된 비스페놀 S 디아크릴레이트 또는 비스페놀-A 에폭시 디아크릴레이트이다.
- [0240] 일부 구현예에서, 아크릴레이트는 폴리에틸렌글리콜 이-관능성 아크릴레이트이다. 일부 구현예에서, 폴리에틸렌글리콜 이-관능성 아크릴레이트는 테트라에틸렌글리콜 디아크릴레이트 (SARTOMER® 268), 폴리에틸렌글리콜 (200) 디아크릴레이트 (SARTOMER® 259), 폴리에틸렌글리콜 (400) 디아크릴레이트 (SARTOMER® 344) 이다.
- [0241] 일부 구현예에서, 아크릴레이트는 삼-관능성 아크릴레이트, 또는 보다 높은 관능성의 아크릴레이트이다. 일부 구현예에서, 아크릴레이트는 헥산-2,4,6-트리올 트리아크릴레이트, 글리세롤 트리아크릴레이트, 1,1,1-트리메틸올프로판 트리아크릴레이트, 에톡시화된 또는 프로폭시화된 글리세롤 트리아크릴레이트, 에톡시화된 또는 프로폭시화된 1,1,1-트리메틸올프로판 트리아크릴레이트, 펜타에리트리톨 테트라아크릴레이트, 비스트리메틸올프로판 테트라아크릴레이트, 펜타에리트리톨 모노히드록시트리아크릴레이트, 디펜타에리트리톨 모노히드록시펜타아크릴레이트, 디펜타에리트리톨 펜타아크릴레이트 (SARTOMER® 399), 펜타에리트리톨 트리아크릴레이트 (SARTOMER® 444), 펜타에리트리톨 테트라아크릴레이트 (SARTOMER® 295), 트리메틸올프로판 트리아크릴레이트 (SARTOMER® 351), 트리스(2-아크릴옥시에틸) 이소시아누레이트 트리아크릴레이트 (SARTOMER® 368), 에톡시화된 트리메틸올프로판 트리아크릴레이트 (SARTOMER® 454) 또는 디펜타에리트리톨 펜타아크릴레이트 에스테르 (SARTOMER® 9041) 이다. 일부 구현예에서, 아크릴레이트는 3개 페놀의 트리글리시딜 에테르 및 3개의 히드록실기를 함유하는 페놀 또는 크레졸 노볼락 (페놀-포르알데히드 축합 중합체) 과 아크릴산의 방향족 트리아크릴레이트 반응 생성물이다.
- [0242] 일부 구현예에서, 아크릴레이트는 다-관능성 우레탄 아크릴레이트이다. 우레탄 아크릴레이트는, 예를 들어 히드록실-말단화된 폴리우레탄을 아크릴산과 반응시키거나, 또는 이소시아네이트-말단화된 예비중합체를 히드록시알킬 아크릴레이트와 반응시켜 우레탄 아크릴레이트를 생성함으로써 제조될 수 있다. 일부 구현예에서,

우레탄 아크릴레이트는 폴리에스테르 디올, 지방족 이소시아네이트 또는 히드록시알킬 아크릴레이트로부터 제조된다.

- [0243] 일부 구현예에서, 아크릴레이트는 과분지형 폴리에스테르 유형을 포함하는, 보다 높은 관능성의 아크릴레이트이다. 일부 구현예에서, 아크릴레이트는 상업적으로 입수 가능한 아크릴레이트, 예컨대 SARTOMER® 의 CN2301, CN2302, CN2303, CN2304 이다.
- [0244] 일부 구현예에서, 아크릴레이트는 상업적으로 입수 가능한 아크릴레이트, 예컨대 Nippon Kayaku Co., Ltd., Tokyo, Japan 의 KAYARAD® D-310, D-330, DPHA-2H, DPHA-2C, DPHA-21, DPCA-20, DPCA-30, DPCA-60, DPCA-120, DN-0075, DN-2475, T-2020, T-2040, TPA-320, TPA-330, T-1420, PET-30, THE-330 및 RP-1040; Nippon Kayaku Co., Ltd., Tokyo, Japan 의 R-526, R-604, R-011, R-300 및 R-205; Toagosei Chemical Industry Co., Ltd., Tokyo, Japan 의 ARONIX® M-210, M-220, M-233, M-240, M-215, M-305, M-309, M-310, M-315, M-325, M-400, M-6200 및 M-6400; Kyoieisha Chemical Industry Co., Ltd., Osaka, Japan 의 경질 아크릴레이트 BP-4EA, BP-4PA, BP-2EA, BP-2PA 및 DCP-A; Daichi Kogyo Seiyaku Co., Ltd., Tokyo, Japan 의 New Frontier BPE-4, TEICA, BR-42M 및 GX-8345; Nippon Steel Chemical Co., Ltd., Tokyo, Japan 의 ASF-400; Showa Highpolymer Co., Ltd., Tokyo, Japan 의 Ripoxy SP-1506, SP-1507, SP-1509, VR-77, SP-4010 및 SP-4060; Shin-Nakamura Chemical Industry Co., Ltd., Wakayama, Japan 의 NK 에스테르 A-BPE-4; Mitsubishi Chemical Co., Ltd., Tokyo, Japan 의 SA-1002; 또는 Osaka Organic Chemical Industry Co., Ltd., Osaka, Japan 의 Viscoat-195, Viscoat-230, Viscoat-260, Viscoat-310, Viscoat-214HP, Viscoat-295, Viscoat-300, Viscoat-360, Viscoat-GPT, Viscoat-400, Viscoat-700, Viscoat-540, Viscoat-3000 및 Viscoat-3700 이다.
- [0245] 일부 구현예에서, 반응성 희석제는 메타크릴레이트이다. 일부 구현예에서, 메타크릴레이트는 단일의 메타크릴레이트 화합물, 또는 상이한 메타크릴레이트 화합물의 혼합물이다. 일부 구현예에서, 메타크릴레이트는 일-관능성, 이-관능성, 3관능성 또는 더 높은 관능성이다.
- [0246] 일부 구현예에서, 메타크릴레이트는 일-관능성이다. 일부 구현예에서, 일-관능성 메타크릴레이트는 이소보르닐 메타크릴레이트, 테트라히드로푸르푸릴 메타크릴레이트, 에톡시화된 페닐 메타크릴레이트, 라우릴 메타크릴레이트, 스테아릴 메타크릴레이트, 옥틸 메타크릴레이트, 이소데실 메타크릴레이트, 트리데실 메타크릴레이트, 카프로락톤 메타크릴레이트, 노닐 페놀 메타크릴레이트, 시클릭 트리메틸올프로판 포르말 메타크릴레이트, 메톡시 폴리에틸렌글리콜 메타크릴레이트, 메톡시 폴리프로필렌글리콜 메타크릴레이트, 히드록시에틸 메타크릴레이트, 히드록시프로필 메타크릴레이트 또는 글리시딜 메타크릴레이트이다.
- [0247] 일부 구현예에서, 메타크릴레이트는 지방족 또는 시클로지방족 이-관능성 메타크릴레이트, 예컨대 1,4-디히드록시메틸시클로헥산 디메타크릴레이트, 2,2-비스(4-히드록시-시클로헥실)프로판 디메타크릴레이트 또는 비스(4-히드록시시클로헥실)메탄 디메타크릴레이트이다.
- [0248] 일부 구현예에서, 메타크릴레이트는 방향족 이-관능성 메타크릴레이트, 예컨대 에톡시화된 (2) 비스페놀 A 디메타크릴레이트 (SARTOMER® 10 IK), 에톡시화된 (2) 비스페놀 A 디메타크릴레이트 (SARTOMER® 348L), 에톡시화된 (3) 비스페놀 A 디메타크릴레이트 (SARTOMER® 348C), 에톡시화된 (4) 비스페놀 A 디메타크릴레이트 (SARTOMER® 150), 에톡시화된 (4) 비스페놀 A 디메타크릴레이트 (SARTOMER® 540), 에톡시화된 (10) 비스페놀 A 디메타크릴레이트 (SARTOMER® 480), 히드록퀴논 디메타크릴레이트, 4,4'-디히드록시비페닐 디메타크릴레이트, 비스페놀 A 디메타크릴레이트, 비스페놀 F 디메타크릴레이트, 비스페놀 S 디메타크릴레이트, 에톡시화된 또는 프로폭시화된 비스페놀 A 디메타크릴레이트, 에톡시화된 또는 프로폭시화된 비스페놀 F 디메타크릴레이트, 또는 에톡시화된 또는 프로폭시화된 비스페놀 S 디메타크릴레이트이다.
- [0249] 일부 구현예에서, 메타크릴레이트는 삼-관능성 메타크릴레이트, 또는 보다 높은 관능성을 갖는 메타크릴레이트, 예컨대 트리시클로데칸 디메탄올 디메타크릴레이트 (SARTOMER® 834), 트리메틸올프로판 트리메타크릴레이트 (SARTOMER® 350), 테트라메틸올메탄 테트라메타크릴레이트 (SARTOMER® 367), 헥산-2,4,6-트리올 트리메타크릴레이트, 글리세롤 트리메타크릴레이트, 1,1,1-트리메틸올프로판 트리메타크릴레이트, 에톡시화된 또는 프로폭시화된 글리세롤 트리메타크릴레이트, 에톡시화된 또는 프로폭시화된 1,1,1-트리메틸올프로판 트리메타크릴레이트, 펜타에리트리톨 테트라메타크릴레이트, 비스트리메틸올프로판 테트라메타크릴레이트, 펜타에리트리톨 모노히드록시트리메타크릴레이트 또는 디펜타에리트리톨 모노히드록시펜타메타크릴레이트이다.
- [0250] 일부 구현예에서, 메타크릴레이트는 방향족 삼-관능성 메타크릴레이트이다. 일부 구현예에서, 방향족 삼-관능성 메타크릴레이트는 3가 페놀의 트리글리시딜 에테르와 3 개의 히드록시기를 함유하는 페놀 또는 크레졸 노

볼락, 메타크릴산의 반응 생성물이다. 일부 구현예에서, 방향족 트리메타크릴레이트는 3가 페놀의 트리글리시딜 에테르와 3 개의 히드록시기를 함유하는 페놀 또는 크레졸 노볼락, 메타크릴산의 반응 생성물이다.

[0251] 일부 구현예에서, 반응성 희석제는 이소보르닐 아크릴레이트, 이소보르닐 메타크릴레이트, 라우릴 메타크릴레이트, 트리스클로데칸 디메탄올 디아크릴레이트, 트리메틸올프로판 트리아크릴레이트, 트리메틸올프로판 트리메타크릴레이트, 1,3,5-트리알릴-1,3,5-트리아진-2,4,6(1H,3H,5H)-트리온, 및 이의 조합으로 이루어지는 군으로부터 선택된다.

[0252] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 하나 이상의 반응성 희석제를 포함한다. 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 1 내지 5 개, 1 내지 4 개, 1 내지 3 개, 1 내지 2 개, 2 내지 5 개, 2 내지 4 개, 2 내지 3 개, 3 내지 5 개, 3 내지 4 개, 또는 4 내지 5 개의 반응성 희석제를 포함한다.

[0253] 반응성 희석제는 임의의 적합한 양으로 존재할 수 있다. 예를 들어, 반응성 희석제는 나노 구조보다 많은 양, 거의 동일한 양, 또는 나노 구조보다 적은 양 (중량/중량) 으로 존재할 수 있다. 일부 구현예에서, 반응성 희석제 대 나노 구조의 중량 비는 약 1000:1 내지 약 1:1000, 약 1000:1 내지 약 1:500, 약 1000:1 내지 약 1:200, 약 1000:1 내지 약 1:100, 약 1000:1 내지 약 1:50, 약 1000:1 내지 약 1:10, 약 1000:1 내지 약 1:1, 약 500:1 내지 약 1:1000, 약 500:1 내지 약 1:500, 약 500:1 내지 약 1:200, 약 500:1 내지 약 1:100, 약 500:1 내지 약 1:50, 약 500:1 내지 약 1:10, 약 500:1 내지 약 1:1, 약 200:1 내지 약 1:1000, 약 200:1 내지 약 1:500, 약 200:1 내지 약 1:200, 약 200:1 내지 약 1:100, 약 200:1 내지 약 1:50, 약 200:1 내지 약 1:10, 약 200:1 내지 약 1:1, 약 100:1 내지 약 1:1000, 약 100:1 내지 약 1:500, 약 100:1 내지 약 1:200, 약 100:1 내지 약 1:100, 약 100:1 내지 약 1:50, 약 100:1 내지 약 1:10, 약 100:1 내지 약 1:1, 약 50:1 내지 약 1:1000, 약 50:1 내지 약 1:500, 약 50:1 내지 약 1:200, 약 50:1 내지 약 1:100, 약 50:1 내지 약 1:50, 약 50:1 내지 약 1:10, 약 50:1 내지 약 1:1, 약 10:1 내지 약 1:1000, 약 10:1 내지 약 1:500, 약 1:10 내지 약 1:200, 약 10:1 내지 약 1:100, 약 10:1 내지 약 1:50, 약 10:1 내지 약 1:10, 약 10:1 내지 약 1:1 이다.
일부 구현예에서, 반응성 희석제 대 나노 구조의 중량 비는 약 1000:1, 약 500:1, 약 200:1, 약 100:1, 약 50:1, 약 10:1, 약 1:1, 약 1:10, 약 1:50, 약 1:100, 약 1:200, 약 1:500, 또는 약 1:1000 이다.

[0254] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물 중 반응성 희석제의 중량 백분율은 약 0.01% 내지 약 99%, 약 0.01% 내지 약 95%, 약 0.01% 내지 약 90%, 약 0.01% 내지 약 80%, 약 0.01% 내지 약 70%, 약 0.01% 내지 약 60%, 약 0.01% 내지 약 50%, 약 0.01% 내지 약 25%, 약 0.01% 내지 약 20%, 약 0.01% 내지 약 15%, 약 0.01% 내지 약 10%, 약 0.01% 내지 약 5%, 약 0.01% 내지 약 2%, 약 0.01% 내지 약 1%, 약 1% 내지 약 99%, 약 1% 내지 약 95%, 약 1% 내지 약 90%, 약 1% 내지 약 80%, 약 1% 내지 약 70%, 약 1% 내지 약 60%, 약 1% 내지 약 50%, 약 1% 내지 약 25%, 약 1% 내지 약 20%, 약 1% 내지 약 15%, 약 1% 내지 약 10%, 약 1% 내지 약 5%, 약 1% 내지 약 2%, 약 2% 내지 약 99%, 약 2% 내지 약 95%, 약 2% 내지 약 90%, 약 2% 내지 약 80%, 약 2% 내지 약 70%, 약 2% 내지 약 60%, 약 2% 내지 약 50%, 약 2% 내지 약 25%, 약 2% 내지 약 20%, 약 2% 내지 약 15%, 약 2% 내지 약 10%, 약 2% 내지 약 5%, 약 5% 내지 약 99%, 약 5% 내지 약 95%, 약 5% 내지 약 90%, 약 5% 내지 약 80%, 약 5% 내지 약 70%, 약 5% 내지 약 60%, 약 5% 내지 약 50%, 약 5% 내지 약 25%, 약 5% 내지 약 20%, 약 5% 내지 약 15%, 약 5% 내지 약 10%, 약 10% 내지 약 99%, 약 10% 내지 약 95%, 약 10% 내지 약 90%, 약 10% 내지 약 80%, 약 10% 내지 약 70%, 약 10% 내지 약 60%, 약 10% 내지 약 50%, 약 10% 내지 약 25%, 약 10% 내지 약 20%, 약 10% 내지 약 15%, 약 15% 내지 약 99%, 약 15% 내지 약 95%, 약 15% 내지 약 90%, 약 15% 내지 약 80%, 약 15% 내지 약 70%, 약 15% 내지 약 60%, 약 15% 내지 약 50%, 약 15% 내지 약 25%, 약 15% 내지 약 20%, 약 20% 내지 약 99%, 약 20% 내지 약 95%, 약 20% 내지 약 90%, 약 20% 내지 약 80%, 약 20% 내지 약 70%, 약 20% 내지 약 60%, 약 20% 내지 약 50%, 약 20% 내지 약 25%, 약 25% 내지 약 99%, 약 25% 내지 약 95%, 약 25% 내지 약 90%, 약 25% 내지 약 80%, 약 25% 내지 약 70%, 약 25% 내지 약 60%, 약 25% 내지 약 50%, 약 50% 내지 약 99%, 약 50% 내지 약 95%, 약 50% 내지 약 90%, 약 50% 내지 약 80%, 약 50% 내지 약 70%, 약 50% 내지 약 60%, 약 60% 내지 약 99%, 약 60% 내지 약 95%, 약 60% 내지 약 90%, 약 60% 내지 약 80%, 약 60% 내지 약 70%, 약 70% 내지 약 99%, 약 70% 내지 약 95%, 약 70% 내지 약 90%, 약 70% 내지 약 80%, 약 80% 내지 약 90%, 약 80% 내지 약 95%, 약 80% 내지 약 99%, 약 90% 내지 약 95%, 약 90% 내지 약 99%, 또는 약 95% 내지 약 99% 이다.

[0255] 일부 구현예에서, 나노 구조 성분품 중 반응성 희석제의 중량 백분율은 약 0.01% 내지 약 99%, 약 0.01% 내지 약 95%, 약 0.01% 내지 약 90%, 약 0.01% 내지 약 80%, 약 0.01% 내지 약 70%, 약 0.01% 내지 약 60%, 약 0.01% 내지 약 50%, 약 0.01% 내지 약 25%, 약 0.01% 내지 약 20%, 약 0.01% 내지 약 15%, 약 0.01% 내지 약 10%, 약 0.01% 내지 약 5%, 약 0.01% 내지 약 2%, 약 0.01% 내지 약 1%, 약 1% 내지 약 99%, 약 1% 내지 약 95%, 약 1% 내지 약 90%, 약 1% 내지 약 80%, 약 1% 내지 약 70%, 약 1% 내지 약 60%, 약 1% 내지 약 50%, 약

1% 내지 약 25%, 약 1% 내지 약 20%, 약 1% 내지 약 15%, 약 1% 내지 약 10%, 약 1% 내지 약 5%, 약 1% 내지 약 2%, 약 2% 내지 약 99%, 약 2% 내지 약 95%, 약 2% 내지 약 90%, 약 2% 내지 약 80%, 약 2% 내지 약 70%, 약 2% 내지 약 60%, 약 2% 내지 약 50%, 약 2% 내지 약 25%, 약 2% 내지 약 20%, 약 2% 내지 약 15%, 약 2% 내지 약 10%, 약 2% 내지 약 5%, 약 5% 내지 약 99%, 약 5% 내지 약 95%, 약 5% 내지 약 90%, 약 5% 내지 약 80%, 약 5% 내지 약 70%, 약 5% 내지 약 60%, 약 5% 내지 약 50%, 약 5% 내지 약 25%, 약 5% 내지 약 20%, 약 5% 내지 약 15%, 약 5% 내지 약 10%, 약 10% 내지 약 99%, 약 10% 내지 약 95%, 약 10% 내지 약 90%, 약 10% 내지 약 80%, 약 10% 내지 약 70%, 약 10% 내지 약 60%, 약 10% 내지 약 50%, 약 10% 내지 약 25%, 약 10% 내지 약 20%, 약 10% 내지 약 15%, 약 15% 내지 약 50%, 약 15% 내지 약 25%, 약 15% 내지 약 20%, 약 20% 내지 약 99%, 약 20% 내지 약 95%, 약 20% 내지 약 90%, 약 20% 내지 약 80%, 약 20% 내지 약 70%, 약 20% 내지 약 60%, 약 20% 내지 약 50%, 약 20% 내지 약 25%, 약 25% 내지 약 99%, 약 25% 내지 약 95%, 약 25% 내지 약 90%, 약 25% 내지 약 80%, 약 25% 내지 약 70%, 약 25% 내지 약 60%, 약 25% 내지 약 50%, 약 50% 내지 약 99%, 약 50% 내지 약 95%, 약 50% 내지 약 90%, 약 50% 내지 약 80%, 약 50% 내지 약 70%, 약 50% 내지 약 60%, 약 60% 내지 약 99%, 약 60% 내지 약 95%, 약 60% 내지 약 90%, 약 60% 내지 약 80%, 약 60% 내지 약 70%, 약 70% 내지 약 99%, 약 70% 내지 약 95%, 약 70% 내지 약 90%, 약 70% 내지 약 80%, 약 80% 내지 약 90%, 약 80% 내지 약 95%, 약 80% 내지 약 99%, 약 90% 내지 약 95%, 약 90% 내지 약 99%, 또는 약 95% 내지 약 99% 이다.

[0256] 비-반응성 희석제

[0257] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 비-반응성 희석제를 포함한다. 적합한 비-반응성 희석제는 나노 구조 조성물의 제조 및 저장에 사용된 조건 하에서 나노 구조와 실질적으로 비-반응성이고, 반응 조건 하에서 반응성이 아니고, 예를 들어 라디칼 중합 반응을 진행할 수 없다.

[0258] 일부 구현예에서, 비-반응성 희석제는 포름산, 아세트산, 클로로포름, 아세톤, 부타논, 지방 알코올 및 에틸렌 글리콜 모노메틸 에테르, 에틸렌 글리콜 모노에틸 에테르, 에틸렌 글리콜 모노프로필 에테르, 에틸렌 글리콜 모노부틸 에테르, 디에틸렌 글리콜 디에틸 에테르 아세틱 아세테이트, 메틸 에틸 케톤, 메틸 이소부틸 케톤, 모노메틸 에테르 글리콜 에스테르, 감마-부티로락톤, 메틸아세틱-3-에틸 에테르, 부틸 카르비톨, 부틸 카르비톨 아세테이트, 프로판디올 모노메틸 에테르, 프로판디올 모노메틸 에테르 아세테이트, 시클로헥산, 톨루엔, 자일렌, 이소프로필 알코올, 물, 메탄올, 에탄올, 아세토니트릴, 클로로벤젠, 벤젠, 헥산, 헵탄, 옥탄, 및 이의 조합으로 이루어지는 군으로부터 선택된다.

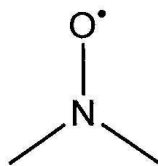
[0259] 혐기성 안정화제

[0260] 일부 구현예에서, 혐기성 안정화제가 나노 구조를 포함하는 조성물에 첨가된다. 일부 구현예에서, 혐기성 안정화제가 반응성 희석제에 분산된 나노 구조를 포함하는 조성물에 첨가된다. 일부 구현예에서, 혐기성 안정화제가 용매에 분산된 나노 구조를 포함하는 조성물에 첨가된다. 일부 구현예에서, 혐기성 안정화제가 비-반응성 희석제에 분산된 나노 구조를 포함하는 조성물에 첨가된다.

[0261] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 하나 이상의 나노 구조 집단, 하나 이상의 반응성 희석제, 하나 이상의 혐기성 안정화제, 및 임의로 하나 이상의 유기 수지를 포함한다. 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 추가로 용매를 포함한다. 일부 구현예에서, 혐기성 안정화제는 나노 구조 조성물의 안정성을 증가시킨다. 일부 구현예에서, 나노 구조는 양자 점이다.

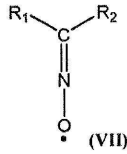
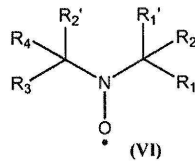
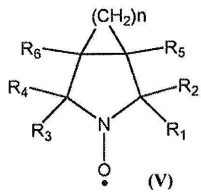
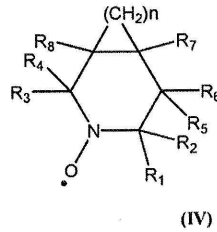
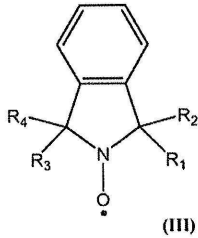
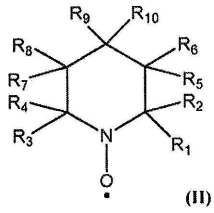
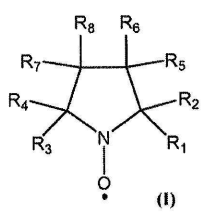
[0262] 일부 구현예에서, 혐기성 안정화제가 반응성 희석제에 첨가된다. 임의의 이론에 구속되지 않으면서, 반응성 희석제는 혐기성 조건 하에서 제어되지 않은 중합에 취약한 것으로 이해되는데, 이는 MEHQ (p-메톡시페놀) 과 같은 저해제(들)이 효과적으로 기능하기 위해 산소를 요구하기 때문이다. 혐기성 안정화제가 반응성 희석제와 조합되는 경우, 혐기성 안정화제는 나노 구조 조성물의 제조 및 저장 동안 제어되지 않은 중합으로부터 반응성 희석제를 방지하기 위해 혐기성 라디칼 스캐빈저로서 작용한다는 것이 이해된다.

[0263] 일부 구현예에서, 혐기성 안정화제는 니트로시드-함유 화합물 또는 니트로소-함유 화합물이다. 일부 구현

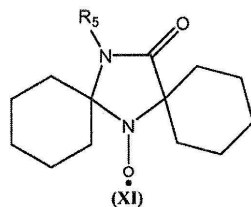
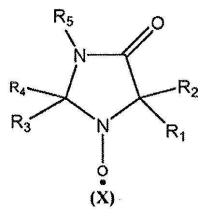
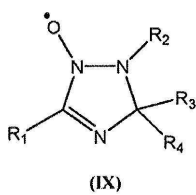
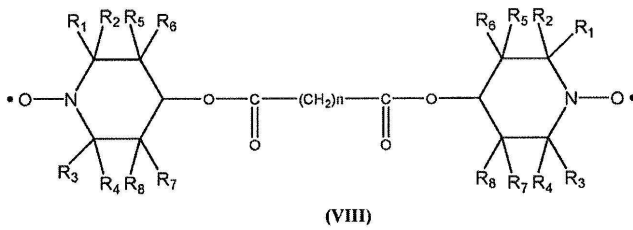


예에서, 혐기성 안정화제는 기를 포함한다. 하기 식으로 나타나는 비-제한적인 예시적 혐기

성 안정화제가 미국 특허 제 6,509,428 B2 호에 기재되어 있다:



[0264]



[0265]

[0266]

[식 중, n 은 논-제로 정수를 나타내고, 동일하거나 상이할 수 있는 R₁, R₂, R₃, R₄, R₁' , 및 R₂' 는 수소 원자, 할로겐 원자, 예컨대 염소, 브롬 또는 요오드, 포화 또는 불포화, 선형, 분지형 또는 시클릭 탄화수소-포함 기, 예컨대 알킬 또는 페닐 라디칼, 또는 -COOR 에스테르 기 또는 -OR 알콕시 기, 또는 -PO(OR)₂ 포스포네이트 기, 또는 예를 들어 폴리(알킬 (메트)아크릴레이트) 사슬, 예컨대 폴리(메틸 메타크릴레이트), 폴리디엔 사슬, 예컨대 폴리부타디엔, 또는 폴리올레핀 사슬, 예컨대 폴리에틸렌 또는 폴리프로필렌일 수 있는 중합체 사슬 (그

러나 바람직하게는 폴리스티렌 사슬임) 을 나타내고, 동일하거나 상이할 수 있는 R_5, R_6, R_7, R_8, R_9 및 R_{10} 은 R_1, R_2, R_3, R_4, R'_1 및 R'_2 에 대해 고안된 것과 동일한 부류의 기로부터 선택될 수 있고, 추가로 $-OH$ 히드록시 드 기, 또는 산 기, 예컨대 $-COOH$ 또는 $-PO(OH)_2$ 또는 $-SO_3H$ 를 나타낼 수 있음].

[0267] 일부 구현예에서, 혐기성 안정화제는 하기로 이루어지는 군으로부터 선택된다:

- [0268] 2,2,6,6-테트라메틸-1-피페리디닐옥시 (통상적으로 TEMPO 로 알려짐),
- [0269] 4-히드록시-2,2,6,6-테트라메틸-1-피페리디닐옥시 (통상적으로 4-히드록시-TEMPO 로 알려짐),
- [0270] 4-메톡시-2,2,6,6-테트라메틸-1-피페리디닐옥시 (통상적으로 4-메톡시-TEMPO 로 알려짐),
- [0271] 4-옥소-2,2,6,6-테트라메틸-1-피페리디닐옥시 (통상적으로 4-옥소-TEMPO 로 알려짐),
- [0272] 4-아미노-2,2,6,6-테트라메틸-1-피페리디닐옥시,
- [0273] 4-카르복시-2,2,6,6-테트라메틸-1-피페리디닐옥시
- [0274] 4-아세트아미도-2,2,6,6-테트라메틸-1-피페리디닐옥시,
- [0275] 4-(2-브로모아세트아미도)-2,2,6,6-테트라메틸-1-피페리디닐옥시,
- [0276] 2,2,5,5-테트라메틸-1-피롤리디닐옥시,
- [0277] 3-아미노메틸-2,2,5,5-테트라메틸-1-피롤리디닐옥시,
- [0278] 3-카르복시-2,2,5,5-테트라메틸-1-피롤리디닐옥시,
- [0279] 3-말레이미도-2,2,5,5-테트라메틸-1-피롤리디닐옥시,
- [0280] 3-시아노-2,2,5,5-테트라메틸-1-피롤리디닐옥시,
- [0281] 3-카르바모일-2,2,5,5-테트라메틸-1-피롤리디닐옥시,
- [0282] 3-(2-요오도아세트아미도)-2,2,5,5-테트라메틸-1-피롤리디닐옥시
- [0283] 1-옥실-2,2,6,6-테트라메틸피페리딘-4-일 아세테이트,
- [0284] 1-옥실-2,2,6,6-테트라메틸피페리딘-4-일 2-에틸헥사노에이트,
- [0285] 1-옥실-2,2,6,6-테트라메틸피페리딘-4-일 스테아레이트,
- [0286] 1-옥실-2,2,6,6-테트라메틸피페리딘-4-일 벤조에이트,
- [0287] 1-옥실-2,2,6,6-테트라메틸피페리딘-4-일 4-tert-부틸벤조에이트,
- [0288] 비스(1-옥실-2,2,6,6-테트라메틸피페리딘-4-일) 숙시네이트,
- [0289] 비스(1-옥실-2,2,6,6-테트라메틸피페리딘-4-일) 아디페이트,
- [0290] 비스(1-옥실-2,2,6,6-테트라메틸피페리딘-4-일) 세바케이트,
- [0291] 비스(1-옥실-2,2,6,6-테트라메틸피페리딘-4-일) n-부틸말로네이트,
- [0292] 비스(1-옥실-2,2,6,6-테트라메틸피페리딘-4-일) 프탈레이트,
- [0293] 비스(1-옥실-2,2,6,6-테트라메틸피페리딘-4-일) 이소프탈레이트,
- [0294] 비스(1-옥실-2,2,6,6-테트라메틸피페리딘-4-일) 테레프탈레이트,
- [0295] 비스(1-옥실-2,2,6,6-테트라메틸피페리딘-4-일) 헥사히드로테레프탈레이트,
- [0296] N,N'-비스(1-옥실-2,2,6,6-테트라메틸피페리딘-4-일)아디프아미드,
- [0297] N-(1-옥실-2,2,6,6-테트라메틸피페리딘-4-일)카프로락탐,
- [0298] N-(1-옥실-2,2,6,6-테트라메틸피페리딘-4-일)도데실숙신이미드,
- [0299] 2,4,6-트리스-(1-옥실-2,2,6,6-테트라메틸피페리딘-4-일) 시아누레이트,

- [0300] 2,4,6-트리스-[N-부틸-N-(1-옥실-2,2,6,6-테트라메틸피페리딘-4-일)]-s-트리아진,
- [0301] 4,4'-에틸렌비스(1-옥실-2,2,6,6-테트라메틸피페라진-3-온),
- [0302] 디-tert-부틸 니트록실,
- [0303] N-tert-부틸-1-페닐-2-메틸프로필 니트록시드,
- [0304] N-tert-부틸-1-(2-나프틸)-2-메틸프로필 니트록시드,
- [0305] N-tert-부틸-1-디에틸포스포노-2,2-디메틸프로필 니트록시드,
- [0306] N-tert-부틸-1-디벤질포스포노-2,2-디메틸프로필 니트록시드,
- [0307] N-페닐-1-디에틸포스포노-2,2-디메틸프로필 니트록시드,
- [0308] N-페닐-1-디에틸포스포노-1-메틸에틸 니트록시드,
- [0309] N-(1-페닐-2-메틸프로필)-1-디에틸포스포노-1-메틸에틸 니트록시드,
- [0310] N-tert-부틸-1-디(2,2,2-트리플루오로에틸)포스포노-2,2-디메틸프로필 니트록시드,
- [0311] N-tert-부틸-1-디에틸포스포노-2-메틸프로필 니트록시드,
- [0312] N-(1-메틸에틸)-1-(디에틸포스포노)시클로헥실 니트록시드,
- [0313] N-(1-페닐벤질)-1-디에틸포스포노-1-메틸에틸 니트록시드,
- [0314] 2,4,6-트리(tert-부틸)페녹시,
- [0315] 1-니트로소-2-나프톨,
- [0316] 2-니트로소-1-나프톨,
- [0317] 4-니트로소-1-나프톨,
- [0318] t-니트로소부탄,
- [0319] p-니트로소페놀,
- [0320] 2,3-디메틸-4-니트로소페놀,
- [0321] 2,5-디메틸-4-니트로소페놀,
- [0322] 2,6-디메틸-4-니트로소페놀,
- [0323] 2-클로로-4-니트로소페놀,
- [0324] 2-메틸-4-니트로소페놀,
- [0325] 3,5-디메틸-4-니트로소페놀,
- [0326] 3-메틸-4-니트로소페놀,
- [0327] 5-(디에틸아미노)-2-니트로소페놀,
- [0328] 2-이소프로필-5-메틸-4-니트로소페놀, 및
- [0329] 이의 조합.
- [0330] 일부 구현예에서, 혐기성 안정화제는 TEMPO 이다. 일부 구현예에서, 혐기성 안정화제는 4-히드록시-TEMPO 이다.
- [0331] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 하나 이상의 혐기성 안정화제를 포함한다. 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 1 내지 5 개, 1 내지 4 개, 1 내지 3 개, 1 내지 2 개, 2 내지 5 개, 2 내지 4 개, 2 내지 3 개, 3 내지 5 개, 3 내지 4 개, 또는 4 내지 5 개의 혐기성 안정화제를 포함한다.
- [0332] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 중량 백분율로서 하나 이상의 반응성 희석제에 대해 약 0.1 ppm 내지 약 1000 ppm, 약 0.1 ppm 내지 약 750 ppm, 약 0.1 ppm 내지 약 500 ppm, 약 0.1 ppm 내지 약 250 ppm, 약 0.1

ppm 내지 약 200 ppm, 약 0.1 ppm 내지 약 100 ppm, 약 0.1 ppm 내지 약 50 ppm, 약 0.1 ppm 내지 약 10 ppm, 약 0.1 ppm 내지 약 1 ppm, 약 1 ppm 내지 약 1000 ppm, 약 1 ppm 내지 약 750 ppm, 약 1 ppm 내지 약 500 ppm, 약 1 ppm 내지 약 250 ppm, 약 1 ppm 내지 약 200 ppm, 약 1 ppm 내지 약 100 ppm, 약 1 ppm 내지 약 50 ppm, 약 1 ppm 내지 약 10 ppm, 약 10 ppm 내지 약 1000 ppm, 약 10 ppm 내지 약 750 ppm, 약 10 ppm 내지 약 500 ppm, 약 10 ppm 내지 약 250 ppm, 약 10 ppm 내지 약 200 ppm, 약 10 ppm 내지 약 100 ppm, 약 10 ppm 내지 약 50 ppm, 약 50 ppm 내지 약 1000 ppm, 약 50 ppm 내지 약 750 ppm, 약 50 ppm 내지 약 500 ppm, 약 50 ppm 내지 약 250 ppm, 약 50 ppm 내지 약 200 ppm, 약 50 ppm 내지 약 100 ppm, 약 100 ppm 내지 약 1000 ppm, 약 100 ppm 내지 약 750 ppm, 약 100 ppm 내지 약 500 ppm, 약 100 ppm 내지 약 250 ppm, 약 200 ppm 내지 약 1000 ppm, 약 200 ppm 내지 약 750 ppm, 약 200 ppm 내지 약 500 ppm, 약 200 ppm 내지 약 250 ppm, 약 250 ppm 내지 약 1000 ppm, 약 250 ppm 내지 약 750 ppm, 약 250 ppm 내지 약 500 ppm, 약 500 ppm 내지 약 1000 ppm, 약 500 ppm 내지 약 750 ppm, 또는 약 750 ppm 내지 약 1000 ppm 의 하나 이상의 혐기성 안정화제를 포함한다.

[0333] 용매

[0334] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 추가로 용매를 포함한다. 일부 구현예에서, 용매는 포름산, 아세트산, 클로로포름, 아세톤, 부타논, 지방 알코올 및 에틸렌 글리콜 모노메틸 에테르, 에틸렌 글리콜 모노에틸 에테르, 에틸렌 글리콜 모노프로필 에테르, 에틸렌 글리콜 모노부틸 에테르, 디에틸렌 글리콜 디에틸 에테르, 아세틱 아세테이트, 메틸 에틸 케톤, 메틸 이소부틸 케톤, 모노메틸 에테르 글리콜 에스테르, 감마-부티로락톤, 메틸아세틱-3-에틸 에테르, 부틸 카르비톨, 부틸 카르비톨 아세테이트, 프로판디올 모노메틸 에테르, 프로판디올 모노메틸 에테르 아세테이트, 시클로헥산, 톨루엔, 자일렌, 이소프로필 알코올, 물, 메탄올, 에탄올, 아세토 니트릴, 클로로벤젠, 벤젠, 헥산, 헵탄, 옥탄 및 이의 조합으로 이루어지는 군으로부터 선택된다.

[0335] 유기 수지

[0336] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 추가로 유기 수지를 포함한다.

[0337] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 하나 이상의 나노 구조 집단, 하나 이상의 반응성 희석제, 하나 이상의 혐기성 안정화제, 및 하나 이상의 유기 수지를 포함한다. 일부 구현예에서, 나노 구조는 양자 점이다.

[0338] 일부 구현예에서, 유기 수지는 열경화성 수지 또는 자외선 (UV) 경화성 수지이다. 일부 구현예에서, 유기 수지는 롤-투-롤 공정을 용이하게 하는 방법에 의해 경화된다.

[0339] 열경화성 수지는, 수지를 불용성이 되게 하는 비가역적 분자 가교 공정을 거치는 경화를 필요로 한다. 일부 구현예에서, 열경화성 수지는 에폭시 수지, 페놀 수지, 비닐 수지, 멜라민 수지, 우레아 수지, 불포화 폴리에스테르 수지, 폴리우레탄 수지, 알릴 수지, 아크릴 수지, 폴리아미드 수지, 폴리아미드-이미드 수지, 페놀아민 축합 중합 수지, 우레아 멜라민 축합 중합 수지, 또는 이의 조합이다.

[0340] 일부 구현예에서, 열경화성 수지는 에폭시 수지이다. 에폭시 수지는 광범위한 화학 물질에 의한 휘발물 또는 부산물의 발생없이 용이하게 경화된다. 에폭시 수지는 또한 대부분의 기판과 상용성이며, 표면을 용이하게 습윤시키는 경향이 있다. Boyle, M.A., et al., "Epoxy Resins," Composites, Vol. 21, ASM Handbook, pages 78-89 (2001) 참조.

[0341] 일부 구현예에서, 유기 수지는 실리콘 열경화성 수지이다. 일부 구현예에서, 실리콘 열경화성 수지는 OE6630A 또는 OE6630B (Dow Corning Corporation, Auburn, MI) 이다.

[0342] 일부 구현예에서, 열 개시제가 사용된다. 일부 구현예에서, 열 개시제는 AIBN [2,2'-아조비스(2-메틸프로피오니트릴)] 또는 벤조일 퍼옥시드이다.

[0343] UV 경화성 수지는 특정한 광 파장에 노출될 때 경화되고, 빠르게 굳어지는 중합체이다. 일부 구현예에서, UV 경화성 수지는 관능기로서, 라디칼-중합 기, 예컨대 (메트)아크릴릴옥시기, 비닐옥시기, 스티릴기 또는 비닐기; 양이온-중합성 기, 예컨대 에폭시기, 티오에폭시기, 비닐옥시기 또는 옥세타닐기를 갖는 수지이다. 일부 구현예에서, UV 경화성 수지는 폴리에스테르 수지, 폴리에테르 수지, (메트)아크릴 수지, 에폭시 수지, 우레탄 수지, 알킬드 수지, 스피로아세탈 수지, 폴리부타디엔 수지 또는 폴리티올폴리엔 수지이다.

[0344] 일부 구현예에서, UV 경화성 수지는 우레탄 아크릴레이트, 알릴옥시화된 시클로헥실 디아크릴레이트, 비스(아크릴옥시 에틸)히드록실 이소시아누레이트, 비스(아크릴옥시 네오펜틸 글리콜)아디페이트, 비스페놀 A 디아크릴레이트, 비스페놀 A 디메타크릴레이트, 1,4-부탄디올 디아크릴레이트, 1,4-부탄디올 디메타크릴레이트, 1,3-부틸

렌글리콜 디아크릴레이트, 1,3-부틸렌글리콜 디메타크릴레이트, 디시클로펜타닐 디아크릴레이트, 디에틸렌글리콜 디아크릴레이트, 디에틸렌글리콜 디메타크릴레이트, 디펜타에리트리톨 헥사아크릴레이트, 디펜타에리트리톨 모노히드록시 펜타아크릴레이트, 디(트리메틸올프로판) 테트라아크릴레이트, 에틸렌글리콜 디메타크릴레이트, 글리세롤 메타크릴레이트, 1,6-헥산디올 디아크릴레이트, 네오펜틸글리콜 디메타크릴레이트, 네오펜틸글리콜 히드록시피발레이트 디아크릴레이트, 펜타에리트리톨 트리아크릴레이트, 펜타에리트리톨 테트라아크릴레이트, 인산 디메타크릴레이트, 폴리에틸렌글리콜 디아크릴레이트, 폴리프로필렌글리콜 디아크릴레이트, 테트라에틸렌글리콜 디아크릴레이트, 테트라브로모비스페놀 A 디아크릴레이트, 트리에틸렌글리콜 디비닐에테르, 트리글리세롤 디아크릴레이트, 트리메틸올프로판 트리아크릴레이트, 트리프로필렌글리콜 디아크릴레이트, 트리스(아크릴옥시에틸)이소시아누레이트, 인산 트리아크릴레이트, 인산 디아크릴레이트, 아크릴산 프로파르길 에스테르, 비닐 말단화된 폴리디메틸실록산, 비닐 말단화된 디페닐실록산-디메틸실록산 공중합체, 비닐 말단화된 폴리페닐메틸실록산, 비닐 말단화된 트리플루오로메틸실록산-디메틸실록산 공중합체, 비닐 말단화된 디에틸실록산-디메틸실록산 공중합체, 비닐메틸실록산, 모노메타크릴로일옥시프로필 말단화된 폴리디메틸 실록산, 모노비닐 말단화된 폴리디메틸 실록산, 모노알릴-모노 트리메틸실록시 말단화된 폴리에틸렌 옥사이드, 및 이의 조합으로 이루어진 군에서 선택된다.

[0345] 일부 구현예에서, UV 경화성 수지는 경화 조건 하에서 이소시아네이트, 에폭시, 또는 불포화 화합물과 가교될 수 있는 메르캅토-관능성 화합물이다. 일부 구현예에서, 폴리티올은 펜타에리트리톨 테트라(3-메르캅토-프로피오네이트) (PETMP); 트리메틸올-프로판 트리(3-메르캅토-프로피오네이트) (TMPMP); 글리콜 디(3-메르캅토-프로피오네이트) (GDMP); 트리스[25-(3-메르캅토-프로피오닐옥시)에틸]이소시아누레이트 (TEMPIC); 디-펜타에리트리톨 헥사(3-메르캅토-프로피오네이트) (디-PETMP); 에폭시화 트리메틸올프로판 트리(3-메르캅토-프로피오네이트) (ETMP 1300 및 ETMP 700); 폴리카프로락톤 테트라(3-메르캅토-프로피오네이트) (PCL4MP 1350); 펜타에리트리톨 테트라메르캅토아세테이트 (PETMA); 트리메틸올-프로판 트리메르캅토아세테이트 (TMPMA); 또는 글리콜 디메르캅토아세테이트 (GDMA) 이다. 이러한 화합물은 Bruno Bock, Marschacht, Germany 에서 상품명 THIOCURE[®] 로 시판된다.

[0346] 일부 구현예에서, UV 경화성 수지는 폴리티올이다. 일부 구현예에서, UV 경화성 수지는 에틸렌글리콜 비스(티오글리콜레이트), 에틸렌 글리콜 비스(3-메르캅토프로피오네이트), 트리메틸올 프로판 트리스(티오글리콜레이트), 트리메틸올 프로판 트리스(3-메르캅토프로피오네이트), 펜타에리트리톨 테트라키스(티오글리콜레이트), 펜타에리트리톨 테트라키스(3-메르캅토프로피오네이트) (PETMP), 및 이의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 폴리티올이다. 일부 구현예에서, UV 경화성 수지는 PETMP 이다.

[0347] 일부 구현예에서, UV 경화성 수지는 폴리티올 및 1,3,5-트리알릴-1,3,5-트리아진-2,4,6-(1H,3H,5H)-트리온 (TTT) 을 포함하는 티올-엔 제제이다. 일부 구현예에서, UV 경화성 수지는 PETMP 및 TTT 를 포함하는 티올-엔 제제이다.

[0348] 일부 구현예에서, UV 경화성 수지는 광 개시제를 추가로 포함한다. 광 개시제는 광에 노출 동안에 감광성 물질의 가교 및/또는 경화 반응을 개시한다. 일부 구현예에서, 광 개시제는 아세토페논-기반, 벤조인-기반 또는 티옥사테논-기반이다.

[0349] 일부 구현예에서, 광개시제는 비닐 아크릴레이트-기반 수지이다. 일부 구현예에서, 광 개시제는 MINS-311RM (Minuta Technology Co., Ltd, Korea) 이다.

[0350] 일부 구현예에서, 광 개시제는 IRGACURE 127[®], IRGACURE[®] 184, IRGACURE[®] 184D, IRGACURE[®] 2022, IRGACURE[®] 2100, IRGACURE[®] 250, IRGACURE[®] 270, IRGACURE[®] 2959, IRGACURE[®] 369, IRGACURE[®] 369 EG, IRGACURE[®] 379, IRGACURE[®] 500, IRGACURE[®] 651, IRGACURE[®] 754, IRGACURE[®] 784, IRGACURE[®] 819, IRGACURE[®] 819Dw, IRGACURE[®] 907, IRGACURE[®] 907 FF, IRGACURE[®] Oxe01, IRGACURE[®] TPO-L, IRGACURE[®] 1173, IRGACURE[®] 1173D, IRGACURE[®] 4265, IRGACURE[®] BP 또는 IRGACURE[®] MBF (BASF Corporation, Wyandotte, MI) 이다. 일부 구현예에서, 광 개시제는 TPO (2,4,6-트리메틸벤조일-디페닐-포스핀 옥사이드) 또는 MBF (메틸 벤조일포르메이트) 이다.

[0351] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물에서의 하나 이상의 유기 수지의 중량% 는 약 5% 내지 약 99%, 약 5% 내지 약 95%, 약 5% 내지 약 90%, 약 5% 내지 약 80%, 약 5% 내지 약 70%, 약 5% 내지 약 60%, 약 5% 내지 약 50%, 약 5% 내지 약 40%, 약 5% 내지 약 30%, 약 5% 내지 약 20%, 약 5% 내지 약 10%, 약 10% 내지 약 99%, 약 10%

내지 약 95%, 약 10% 내지 약 90%, 약 10% 내지 약 80%, 약 10% 내지 약 70%, 약 10% 내지 약 60%, 약 10% 내지 약 50%, 약 10% 내지 약 40%, 약 10% 내지 약 30%, 약 10% 내지 약 20%, 약 20% 내지 약 99%, 약 20% 내지 약 95%, 약 20% 내지 약 90%, 약 20% 내지 약 80%, 약 20% 내지 약 70%, 약 20% 내지 약 60%, 약 20% 내지 약 50%, 약 20% 내지 약 40%, 약 20% 내지 약 30%, 약 30% 내지 약 99%, 약 30% 내지 약 95%, 약 30% 내지 약 90%, 약 30% 내지 약 80%, 약 30% 내지 약 70%, 약 30% 내지 약 60%, 약 30% 내지 약 50%, 약 30% 내지 약 40%, 약 40% 내지 약 99%, 약 40% 내지 약 95%, 약 40% 내지 약 90%, 약 40% 내지 약 80%, 약 40% 내지 약 70%, 약 40% 내지 약 60%, 약 40% 내지 약 50%, 약 50% 내지 약 99%, 약 50% 내지 약 95%, 약 50% 내지 약 90%, 약 50% 내지 약 80%, 약 50% 내지 약 70%, 약 50% 내지 약 60%, 약 60% 내지 약 99%, 약 60% 내지 약 95%, 약 60% 내지 약 90%, 약 60% 내지 약 80%, 약 60% 내지 약 70%, 약 70% 내지 약 99%, 약 70% 내지 약 95%, 약 70% 내지 약 90%, 약 70% 내지 약 80%, 약 80% 내지 약 99%, 약 80% 내지 약 95%, 약 80% 내지 약 90%, 약 90% 내지 약 99%, 약 90% 내지 약 95%, 또는 약 95% 내지 약 99% 이다.

[0352] 일부 구현예에서, 나노 구조 성형품에서의 유기 수지의 증량% 는 약 5% 내지 약 99%, 약 5% 내지 약 95%, 약 5% 내지 약 90%, 약 5% 내지 약 80%, 약 5% 내지 약 70%, 약 5% 내지 약 60%, 약 5% 내지 약 50%, 약 5% 내지 약 40%, 약 5% 내지 약 30%, 약 5% 내지 약 20%, 약 5% 내지 약 10%, 약 10% 내지 약 99%, 약 10% 내지 약 95%, 약 10% 내지 약 90%, 약 10% 내지 약 80%, 약 10% 내지 약 70%, 약 10% 내지 약 60%, 약 10% 내지 약 50%, 약 10% 내지 약 40%, 약 10% 내지 약 30%, 약 10% 내지 약 20%, 약 20% 내지 약 99%, 약 20% 내지 약 95%, 약 20% 내지 약 90%, 약 20% 내지 약 80%, 약 20% 내지 약 70%, 약 20% 내지 약 60%, 약 20% 내지 약 50%, 약 20% 내지 약 40%, 약 20% 내지 약 30%, 약 30% 내지 약 99%, 약 30% 내지 약 95%, 약 30% 내지 약 90%, 약 30% 내지 약 80%, 약 30% 내지 약 70%, 약 30% 내지 약 60%, 약 30% 내지 약 50%, 약 30% 내지 약 40%, 약 40% 내지 약 99%, 약 40% 내지 약 95%, 약 40% 내지 약 90%, 약 40% 내지 약 80%, 약 40% 내지 약 70%, 약 40% 내지 약 60%, 약 40% 내지 약 50%, 약 50% 내지 약 99%, 약 50% 내지 약 95%, 약 50% 내지 약 90%, 약 50% 내지 약 80%, 약 50% 내지 약 70%, 약 50% 내지 약 60%, 약 60% 내지 약 99%, 약 60% 내지 약 95%, 약 60% 내지 약 90%, 약 60% 내지 약 80%, 약 60% 내지 약 70%, 약 70% 내지 약 99%, 약 70% 내지 약 95%, 약 70% 내지 약 90%, 약 70% 내지 약 80%, 약 80% 내지 약 99%, 약 80% 내지 약 95%, 약 80% 내지 약 90%, 약 90% 내지 약 95%, 또는 약 95% 내지 약 99% 이다.

[0353] **나노 구조 조성물의 제조**

[0354] 본 개시물은 하나 이상의 나노 구조 집단, 하나 이상의 반응성 희석제, 하나 이상의 혐기성 안정화제, 및 임의로 하나 이상의 유기 수지를 혼합하는 단계를 포함하는 나노 구조 조성물의 제조 방법을 제공한다.

[0355] 본 개시물은 하기 단계를 포함하는 나노 구조 조성물의 제조 방법을 제공한다:

[0356] (a) 하나 이상의 나노 구조 집단 및 하나 이상의 용매를 포함하는 조성물을 제공하는 단계;

[0357] (b) (a) 의 조성물과 하나 이상의 반응성 희석제 및 하나 이상의 혐기성 안정화제를 혼합하는 단계; 및

[0358] (c) (b) 의 조성물 중 하나 이상의 용매를 제거하는 단계.

[0359] 일부 구현예에서, (b) 에서의 혼합은 추가로 하기를 포함한다:

[0360] (1) 하나 이상의 반응성 희석제 중 하나 이상의 혐기성 안정화제를 용해시키는 단계; 및

[0361] (2) 용해된 산소를 제거하기 위해 (1) 의 조성물을 탈기시키는 단계.

[0362] 본 개시물은 하기 단계를 포함하는 나노 구조 조성물의 제조 방법을 제공한다:

[0363] (a) 하나 이상의 나노 구조 집단, 하나 이상의 용매, 하나 이상의 반응성 희석제, 및 하나 이상의 혐기성 안정화제를 포함하는 조성물을 제공하는 단계; 및

[0364] (b) (a) 의 조성물 중 하나 이상의 용매를 제거하는 단계.

[0365] 본 개시물은 하기 단계를 포함하는 나노 구조 조성물의 제조 방법을 제공한다:

[0366] (a) 하나 이상의 나노 구조 집단 및 하나 이상의 용매를 포함하는 조성물을 제공하는 단계;

[0367] (b) (a) 의 조성물과 하나 이상의 반응성 희석제 및 하나 이상의 혐기성 안정화제를 혼합하는 단계;

[0368] (c) (b) 의 조성물 중 하나 이상의 용매를 제거하는 단계; 및

10 시간 내지 약 15 시간, 약 15 시간 내지 약 48 시간, 약 15 시간 내지 약 40 시간, 약 15 시간 내지 약 30 시간, 약 15 시간 내지 약 20 시간, 약 20 시간 내지 약 48 시간, 약 20 시간 내지 약 40 시간, 약 20 시간 내지 약 30 시간, 약 30 시간 내지 약 48 시간, 약 30 시간 내지 약 40 시간, 또는 약 40 시간 내지 약 48 시간의 시간 동안이다.

[0381] 일부 구현예에서, 탈기는 진공을 약 1 mtorr 내지 약 500 mtorr, 약 1 mtorr 내지 약 250 mtorr, 약 1 mtorr 내지 약 150 mtorr, 약 1 mtorr 내지 약 100 mtorr, 약 1 mtorr 내지 약 50 mtorr, 약 1 mtorr 내지 약 25 mtorr, 약 1 mtorr 내지 약 10 mtorr, 약 1 mtorr 내지 약 5 mtorr, 약 5 mtorr 내지 약 500 mtorr, 약 5 mtorr 내지 약 250 mtorr, 약 5 mtorr 내지 약 150 mtorr, 약 5 mtorr 내지 약 100 mtorr, 약 5 mtorr 내지 약 50 mtorr, 약 5 mtorr 내지 약 25 mtorr, 약 5 mtorr 내지 약 10 mtorr, 약 10 mtorr 내지 약 500 mtorr, 약 10 mtorr 내지 약 250 mtorr, 약 10 mtorr 내지 약 150 mtorr, 약 10 mtorr 내지 약 100 mtorr, 약 10 mtorr 내지 약 50 mtorr, 약 10 mtorr 내지 약 25 mtorr, 약 25 mtorr 내지 약 500 mtorr, 약 25 mtorr 내지 약 250 mtorr, 약 25 mtorr 내지 약 150 mtorr, 약 25 mtorr 내지 약 100 mtorr, 약 25 mtorr 내지 약 50 mtorr, 약 50 mtorr 내지 약 500 mtorr, 약 50 mtorr 내지 약 250 mtorr, 약 50 mtorr 내지 약 150 mtorr, 약 50 mtorr 내지 약 100 mtorr, 약 100 mtorr 내지 약 500 mtorr, 약 100 mtorr 내지 약 250 mtorr, 약 100 mtorr 내지 약 150 mtorr, 약 150 mtorr 내지 약 500 mtorr, 약 150 mtorr 내지 약 250 mtorr, 또는 약 250 mtorr 내지 약 500 mtorr 로 감소시키는 것에 의한 것이다.

[0382] 일부 구현예에서, 탈기는 약 10°C 내지 약 90°C, 약 10°C 내지 약 80°C, 약 10°C 내지 약 70°C, 약 10°C 내지 약 60°C, 약 10°C 내지 약 50°C, 약 10°C 내지 약 40°C, 약 10°C 내지 약 25°C, 약 10°C 내지 약 20°C, 약 20°C 내지 약 90°C, 약 20°C 내지 약 80°C, 약 20°C 내지 약 70°C, 약 20°C 내지 약 60°C, 약 20°C 내지 약 50°C, 약 20°C 내지 약 40°C, 약 20°C 내지 약 25°C, 약 25°C 내지 약 90°C, 약 25°C 내지 약 80°C, 약 25°C 내지 약 70°C, 약 25°C 내지 약 60°C, 약 25°C 내지 약 50°C, 약 25°C 내지 약 40°C, 약 40°C 내지 약 90°C, 약 40°C 내지 약 80°C, 약 40°C 내지 약 70°C, 약 40°C 내지 약 60°C, 약 40°C 내지 약 50°C, 약 50°C 내지 약 90°C, 약 50°C 내지 약 80°C, 약 50°C 내지 약 70°C, 약 50°C 내지 약 60°C, 약 60°C 내지 약 90°C, 약 60°C 내지 약 80°C, 약 60°C 내지 약 70°C, 약 70°C 내지 약 90°C, 약 70°C 내지 약 80°C, 또는 약 80°C 내지 약 90°C 의 온도에서이다.

[0383] 일부 구현예에서, 하나 이상의 나노 구조 집단 및 하나 이상의 용매를 포함하는 조성물은 하나 이상의 반응성 희석제 및 하나 이상의 혐기성 안정화제를 포함하는 조성물과 약 100 rpm 내지 약 10,000 rpm, 약 100 rpm 내지 약 5,000 rpm, 약 100 rpm 내지 약 3,000 rpm, 약 100 rpm 내지 약 1,000 rpm, 약 100 rpm 내지 약 500 rpm, 약 500 rpm 내지 약 10,000 rpm, 약 500 rpm 내지 약 5,000 rpm, 약 500 rpm 내지 약 3,000 rpm, 약 500 rpm 내지 약 1,000 rpm, 약 1,000 rpm 내지 약 10,000 rpm, 약 1,000 rpm 내지 약 5,000 rpm, 약 1,000 rpm 내지 약 3,000 rpm, 약 3,000 rpm 내지 약 10,000 rpm, 약 3,000 rpm 내지 약 10,000 rpm, 또는 약 5,000 rpm 내지 약 10,000 rpm 의 진탕 속도에서 혼합된다.

[0384] 일부 구현예에서, 하나 이상의 나노 구조 집단 및 하나 이상의 용매를 포함하는 조성물은 하나 이상의 반응성 희석제 및 하나 이상의 혐기성 안정화제를 포함하는 조성물과 약 10 분 내지 약 24 시간, 약 10 분 내지 약 20 시간, 약 10 분 내지 약 15 시간, 약 10 분 내지 약 10 시간, 약 10 분 내지 약 5 시간, 약 10 분 내지 약 1 시간, 약 10 분 내지 약 30 분, 약 30 분 내지 약 24 시간, 약 30 분 내지 약 20 시간, 약 30 분 내지 약 15 시간, 약 30 분 내지 약 10 시간, 약 30 분 내지 약 5 시간, 약 30 분 내지 약 1 시간, 약 1 시간 내지 약 24 시간, 약 1 시간 내지 약 20 시간, 약 1 시간 내지 약 15 시간, 약 1 시간 내지 약 10 시간, 약 1 시간 내지 약 5 시간, 약 5 시간 내지 약 24 시간, 약 5 시간 내지 약 20 시간, 약 5 시간 내지 약 15 시간, 약 5 시간 내지 약 10 시간, 약 10 시간 내지 약 24 시간, 약 10 시간 내지 약 20 시간, 약 10 시간 내지 약 15 시간, 약 15 시간 내지 약 24 시간, 약 15 시간 내지 약 20 시간, 또는 약 20 시간 내지 약 24 시간의 시간 동안 혼합된다.

[0385] 일부 구현예에서, 하나 이상의 용매는 나노 구조 조성물로부터 제거된다. 일부 구현예에서, 하나 이상의 용매의 제거는 진공 하 약 10 분 내지 약 48 시간, 약 10 분 내지 약 40 시간, 약 10 분 내지 약 30 시간, 약 10 분 내지 약 20 시간, 약 10 분 내지 약 15 시간, 약 10 분 내지 약 10 시간, 약 10 분 내지 약 5 시간, 약 10 분 내지 약 1 시간, 약 10 분 내지 약 30 분, 약 30 분 내지 약 48 시간, 약 30 분 내지 약 40 시간, 약 30 분 내지 약 30 시간, 약 30 분 내지 약 20 시간, 약 30 분 내지 약 15 시간, 약 30 분 내지 약 10 시간, 약 30 분 내지 약 5 시간, 약 30 분 내지 약 1 시간, 약 1 시간 내지 약 48 시간, 약 1 시간 내지 약 40 시간, 약 1 시간 내지 약 30 시간, 약 1 시간 내지 약 20 시간, 약 1 시간 내지 약 15 시간, 약 1 시간 내지 약 10 시간, 약 1 시간 내지 약 5 시간, 약 5 시간 내지 약 48 시간, 약 5 시간 내지 약 40 시간, 약 5 시간 내지 약 30 시간, 약

5 시간 내지 약 20 시간, 약 5 시간 내지 약 15 시간, 약 5 시간 내지 약 10 시간, 약 10 시간 내지 약 48 시간, 약 10 시간 내지 약 40 시간, 약 10 시간 내지 약 30 시간, 약 10 시간 내지 약 20 시간, 약 10 시간 내지 약 15 시간, 약 15 시간 내지 약 48 시간, 약 15 시간 내지 약 40 시간, 약 15 시간 내지 약 30 시간, 약 15 시간 내지 약 20 시간, 약 20 시간 내지 약 48 시간, 약 20 시간 내지 약 40 시간, 약 20 시간 내지 약 30 시간, 약 30 시간 내지 약 48 시간, 약 30 시간 내지 약 40 시간, 또는 약 40 시간 내지 약 48 시간의 시간 동안이다.

[0386] 일부 구현예에서, 하나 이상의 용매의 제거는 약 10°C 내지 약 90°C, 약 10°C 내지 약 80°C, 약 10°C 내지 약 70°C, 약 10°C 내지 약 60°C, 약 10°C 내지 약 50°C, 약 10°C 내지 약 40°C, 약 10°C 내지 약 25°C, 약 10°C 내지 약 20°C, 약 20°C 내지 약 90°C, 약 20°C 내지 약 80°C, 약 20°C 내지 약 70°C, 약 20°C 내지 약 60°C, 약 20°C 내지 약 50°C, 약 20°C 내지 약 40°C, 약 20°C 내지 약 25°C, 약 25°C 내지 약 90°C, 약 25°C 내지 약 80°C, 약 25°C 내지 약 70°C, 약 25°C 내지 약 60°C, 약 25°C 내지 약 50°C, 약 25°C 내지 약 40°C, 약 40°C 내지 약 90°C, 약 40°C 내지 약 80°C, 약 40°C 내지 약 70°C, 약 40°C 내지 약 60°C, 약 40°C 내지 약 50°C, 약 50°C 내지 약 90°C, 약 50°C 내지 약 80°C, 약 50°C 내지 약 70°C, 약 50°C 내지 약 60°C, 약 60°C 내지 약 90°C, 약 60°C 내지 약 80°C, 약 60°C 내지 약 70°C, 약 70°C 내지 약 90°C, 약 70°C 내지 약 80°C, 또는 약 80°C 내지 약 90°C 의 온도에서이다.

[0387] 일부 구현예에서, 하나 이상의 용매의 제거는 진공을 약 1 mtorr 내지 약 1000 mtorr, 약 1 mtorr 내지 약 750 mtorr, 1 mtorr 내지 약 500 mtorr, 약 1 mtorr 내지 약 250 mtorr, 약 1 mtorr 내지 약 150 mtorr, 약 1 mtorr 내지 약 100 mtorr, 약 1 mtorr 내지 약 50 mtorr, 약 1 mtorr 내지 약 25 mtorr, 약 1 mtorr 내지 약 10 mtorr, 약 1 mtorr 내지 약 5 mtorr, 약 5 mtorr 내지 약 1000 mtorr, 약 5 mtorr 내지 약 750 mtorr, 약 5 mtorr 내지 약 500 mtorr, 약 5 mtorr 내지 약 250 mtorr, 약 5 mtorr 내지 약 150 mtorr, 약 5 mtorr 내지 약 100 mtorr, 약 5 mtorr 내지 약 50 mtorr, 약 5 mtorr 내지 약 25 mtorr, 약 5 mtorr 내지 약 10 mtorr, 약 10 mtorr 내지 약 1000 mtorr, 약 10 mtorr 내지 약 750 mtorr, 약 10 mtorr 내지 약 500 mtorr, 약 10 mtorr 내지 약 250 mtorr, 약 10 mtorr 내지 약 150 mtorr, 약 10 mtorr 내지 약 100 mtorr, 약 10 mtorr 내지 약 50 mtorr, 약 10 mtorr 내지 약 25 mtorr, 약 25 mtorr 내지 약 1000 mtorr, 약 25 mtorr 내지 약 750 mtorr, 약 25 mtorr 내지 약 500 mtorr, 약 25 mtorr 내지 약 250 mtorr, 약 25 mtorr 내지 약 150 mtorr, 약 25 mtorr 내지 약 100 mtorr, 약 25 mtorr 내지 약 50 mtorr, 약 50 mtorr 내지 약 1000 mtorr, 약 50 mtorr 내지 약 750 mtorr, 약 50 mtorr 내지 약 500 mtorr, 약 50 mtorr 내지 약 250 mtorr, 약 50 mtorr 내지 약 150 mtorr, 약 50 mtorr 내지 약 100 mtorr, 약 100 mtorr 내지 약 1000 mtorr, 약 100 mtorr 내지 약 750 mtorr, 약 100 mtorr 내지 약 500 mtorr, 약 100 mtorr 내지 약 250 mtorr, 약 100 mtorr 내지 약 150 mtorr, 약 150 mtorr 내지 약 1000 mtorr, 약 150 mtorr 내지 약 750 mtorr, 약 150 mtorr 내지 약 500 mtorr, 약 150 mtorr 내지 약 250 mtorr, 약 250 mtorr 내지 약 1000 mtorr, 약 250 mtorr 내지 약 750 mtorr, 약 250 mtorr 내지 약 500 mtorr, 약 500 mtorr 내지 약 1000 mtorr, 약 500 mtorr 내지 약 750 mtorr, 또는 약 750 mtorr 내지 약 1000 mtorr 로 감소시키는 것에 의한 것이다.

[0388] 일부 구현예에서, 하나 초과의 나노 구조 집단이 사용되는 경우, 하나 이상의 제 1 반응성 희석제 및 하나 이상의 제 1 혐기성 안정화제에 저장된 하나 이상의 제 1 나노 구조 집단은 하나 이상의 제 2 반응성 희석제 및 하나 이상의 제 2 혐기성 안정화제에 저장된 하나 이상의 제 2 나노 구조 집단에 첨가된다. 일부 구현예에서, 제 1 및 제 2 반응성 희석제는 동일하다. 일부 구현예에서, 제 1 및 제 2 반응성 희석제는 상이하다. 일부 구현예에서, 제 1 및 제 2 혐기성 안정화제는 동일하다. 일부 구현예에서, 제 1 및 제 2 혐기성 안정화제는 상이하다.

[0389] 일부 구현예에서, 하나 이상의 제 1 반응성 희석제 및 하나 이상의 제 1 혐기성 안정화제 중 제 1 나노 구조 집단은 100 rpm 내지 10,000 rpm, 100 rpm 내지 5,000 rpm, 100 rpm 내지 3,000 rpm, 100 rpm 내지 1,000 rpm, 100 rpm 내지 500 rpm, 500 rpm 내지 10,000 rpm, 500 rpm 내지 5,000 rpm, 500 rpm 내지 3,000 rpm, 500 rpm 내지 1,000 rpm, 1,000 rpm 내지 10,000 rpm, 1,000 rpm 내지 5,000 rpm, 1,000 rpm 내지 3,000 rpm, 3,000 rpm 내지 10,000 rpm, 3,000 rpm 내지 10,000 rpm, 및 5,000 rpm 내지 10,000 rpm 의 진탕 속도로 하나 이상의 제 2 반응성 희석제 및 하나 이상의 제 2 혐기성 안정화제 중 제 2 나노 구조 집단과 혼합된다.

[0390] 일부 구현예에서, 하나 이상의 제 1 반응성 희석제 및 하나 이상의 제 1 혐기성 안정화제 중 제 1 나노 구조 집단은 10 분 내지 24 시간, 10 분 내지 20 시간, 10 분 내지 15 시간, 10 분 내지 10 시간, 10 분 내지 5 시간, 10 분 내지 1 시간, 10 분 내지 30 분, 30 분 내지 24 시간, 30 분 내지 20 시간, 30 분 내지 15 시간, 30 분 내지 10 시간, 30 분 내지 5 시간, 30 분 내지 1 시간, 1 시간 내지 24 시간, 1 시간 내지 20 시간, 1 시간 내

지 15 시간, 1 시간 내지 10 시간, 1 시간 내지 5 시간, 5 시간 내지 24 시간, 5 시간 내지 20 시간, 5 시간 내지 15 시간, 5 시간 내지 10 시간, 10 시간 내지 24 시간, 10 시간 내지 20 시간, 10 시간 내지 15 시간, 15 시간 내지 24 시간, 15 시간 내지 20 시간, 또는 20 시간 내지 24 시간의 시간 동안 하나 이상의 제 2 반응성 희석제 및 하나 이상의 제 2 혐기성 안정화제 중 제 2 나노 구조 집단과 혼합된다.

[0391] 일부 구현예에서, 제공된 하나 이상의 나노 구조 집단, 하나 이상의 반응성 희석제, 및 하나 이상의 혐기성 안정화제를 포함하는 조성물은 약 1 분 내지 약 3 년, 약 1 분 내지 약 12 개월, 약 1 분 내지 약 6 개월, 약 1 분 내지 약 3 개월, 약 1 분 내지 약 1 개월, 약 1 분 내지 약 15 일, 약 1 분 내지 약 1 일, 약 1 일 내지 약 3 년, 약 1 일 내지 약 12 개월, 약 1 일 내지 약 6 개월, 약 1 일 내지 약 3 개월, 약 1 일 내지 약 1 개월, 약 1 일 내지 약 15 일, 약 15 일 내지 약 3 년, 약 15 일 내지 약 12 개월, 약 15 일 내지 약 6 개월, 약 15 일 내지 약 3 개월, 약 15 일 내지 약 1 개월, 약 1 개월 내지 약 3 년, 약 1 개월 내지 약 12 개월, 약 1 개월 내지 약 6 개월, 약 1 개월 내지 약 3 개월, 약 3 개월 내지 약 3 년, 약 3 개월 내지 약 12 개월, 약 3 개월 내지 약 6 개월, 약 6 개월 내지 약 3 년, 약 6 개월 내지 약 12 개월, 또는 약 12 개월 내지 약 3 년 동안 안정하게 저장될 수 있다.

[0392] 일부 구현예에서, 하나 초과의 유기 수지가 사용되는 경우, 유기 수지는 함께 첨가되고, 혼합된다. 일부 구현예에서, 제 1 유기 수지는 제 2 유기 수지와 약 100 rpm 내지 약 10,000 rpm, 약 100 rpm 내지 약 5,000 rpm, 약 100 rpm 내지 약 3,000 rpm, 약 100 rpm 내지 약 1,000 rpm, 약 100 rpm 내지 약 500 rpm, 약 500 rpm 내지 약 10,000 rpm, 약 500 rpm 내지 약 5,000 rpm, 약 500 rpm 내지 약 3,000 rpm, 약 500 rpm 내지 약 1,000 rpm, 약 1,000 rpm 내지 약 10,000 rpm, 약 1,000 rpm 내지 약 5,000 rpm, 약 1,000 rpm 내지 약 3,000 rpm, 약 3,000 rpm 내지 약 10,000 rpm, 약 3,000 rpm 내지 약 10,000 rpm, 또는 약 5,000 rpm 내지 약 10,000 rpm 의 진탕 속도에서 혼합된다.

[0393] 일부 구현예에서, 제 1 유기 수지는 제 2 유기 수지와 약 10 분 내지 약 24 시간, 약 10 분 내지 약 20 시간, 약 10 분 내지 약 15 시간, 약 10 분 내지 약 10 시간, 약 10 분 내지 약 5 시간, 약 10 분 내지 약 1 시간, 약 10 분 내지 약 30 분, 약 30 분 내지 약 24 시간, 약 30 분 내지 약 20 시간, 약 30 분 내지 약 15 시간, 약 30 분 내지 약 10 시간, 약 30 분 내지 약 5 시간, 약 30 분 내지 약 1 시간, 약 1 시간 내지 약 24 시간, 약 1 시간 내지 약 20 시간, 약 1 시간 내지 약 15 시간, 약 1 시간 내지 약 10 시간, 약 1 시간 내지 약 5 시간, 약 5 시간 내지 약 24 시간, 약 5 시간 내지 약 20 시간, 약 5 시간 내지 약 15 시간, 약 5 시간 내지 약 10 시간, 약 10 시간 내지 약 24 시간, 약 10 시간 내지 약 20 시간, 약 10 시간 내지 약 15 시간, 약 15 시간 내지 약 24 시간, 약 15 시간 내지 약 20 시간, 또는 약 20 시간 내지 약 24 시간의 시간 동안 혼합된다.

[0394] 일부 구현예에서, 제공된 하나 이상의 나노 구조 집단, 하나 이상의 반응성 희석제, 및 하나 이상의 혐기성 안정화제를 포함하는 조성물은 하나 이상의 유기 수지와 약 100 rpm 내지 약 10,000 rpm, 약 100 rpm 내지 약 5,000 rpm, 약 100 rpm 내지 약 3,000 rpm, 약 100 rpm 내지 약 1,000 rpm, 약 100 rpm 내지 약 500 rpm, 약 500 rpm 내지 약 10,000 rpm, 약 500 rpm 내지 약 5,000 rpm, 약 500 rpm 내지 약 3,000 rpm, 약 500 rpm 내지 약 1,000 rpm, 약 1,000 rpm 내지 약 10,000 rpm, 약 1,000 rpm 내지 약 5,000 rpm, 약 1,000 rpm 내지 약 3,000 rpm, 약 3,000 rpm 내지 약 10,000 rpm, 약 3,000 rpm 내지 약 10,000 rpm, 또는 약 5,000 rpm 내지 약 10,000 rpm 의 진탕 속도에서 혼합된다.

[0395] 일부 구현예에서, 제공된 하나 이상의 나노 구조 집단, 하나 이상의 반응성 희석제, 및 하나 이상의 혐기성 안정화제를 포함하는 조성물은 하나 이상의 유기 수지와 약 10 분 내지 약 24 시간, 약 10 분 내지 약 20 시간, 약 10 분 내지 약 15 시간, 약 10 분 내지 약 10 시간, 약 10 분 내지 약 5 시간, 약 10 분 내지 약 1 시간, 약 10 분 내지 약 30 분, 약 30 분 내지 약 24 시간, 약 30 분 내지 약 20 시간, 약 30 분 내지 약 15 시간, 약 30 분 내지 약 10 시간, 약 30 분 내지 약 5 시간, 약 30 분 내지 약 1 시간, 약 1 시간 내지 약 24 시간, 약 1 시간 내지 약 20 시간, 약 1 시간 내지 약 15 시간, 약 1 시간 내지 약 10 시간, 약 1 시간 내지 약 5 시간, 약 5 시간 내지 약 24 시간, 약 5 시간 내지 약 20 시간, 약 5 시간 내지 약 15 시간, 약 5 시간 내지 약 10 시간, 약 10 시간 내지 약 24 시간, 약 10 시간 내지 약 20 시간, 약 10 시간 내지 약 15 시간, 약 15 시간 내지 약 24 시간, 약 15 시간 내지 약 20 시간, 또는 약 20 시간 내지 약 24 시간의 시간 동안 혼합된다.

[0396] 일부 구현예에서, 하나 이상의 나노 구조 집단, 하나 이상의 반응성 희석제, 하나 이상의 혐기성 안정화제 및 하나 이상의 유기 수지가 혼합된다. 일부 구현예에서, 유기 수지는 반응성 희석제와 반응하지 않고, 혼합물은 연장된 길이의 시간 동안 저장될 수 있다.

[0397] 일부 구현예에서, 하나 이상의 나노 구조 집단, 하나 이상의 반응성 희석제, 하나 이상의 혐기성 안정화제 및

하나 이상의 유기 수지를 포함하는 조성물은 약 1 분 내지 약 3 년, 약 1 분 내지 약 12 개월, 약 1 분 내지 약 6 개월, 약 1 분 내지 약 3 개월, 약 1 분 내지 약 1 개월, 약 1 분 내지 약 15 일, 약 1 분 내지 약 1 일, 약 1 일 내지 약 3 년, 약 1 일 내지 약 12 개월, 약 1 일 내지 약 6 개월, 약 1 일 내지 약 3 개월, 약 1 일 내지 약 1 개월, 약 1 일 내지 약 15 일, 약 15 일 내지 약 3 년, 약 15 일 내지 약 12 개월, 약 15 일 내지 약 6 개월, 약 15 일 내지 약 3 개월, 약 15 일 내지 약 1 개월, 약 1 개월 내지 약 3 년, 약 1 개월 내지 약 12 개월, 약 1 개월 내지 약 6 개월, 약 1 개월 내지 약 3 개월, 약 3 개월 내지 약 3 년, 약 3 개월 내지 약 12 개월, 약 3 개월 내지 약 6 개월, 약 6 개월 내지 약 3 년, 약 6 개월 내지 약 12 개월, 또는 약 12 개월 내지 약 3 년 동안 안정하게 저장될 수 있다.

[0398] 본 개시물은 또한 하나 이상의 나노 구조 집단, 하나 이상의 비-반응성 희석제, 하나 이상의 혐기성 안정화제, 및 하나 이상의 유기 수지를 혼합하는 것을 포함하는 나노 구조 조성물의 제조 방법을 제공한다.

[0399] 본 개시물은 하기 단계를 포함하는 나노 구조 조성물의 제조 방법을 추가로 제공한다:

[0400] (a) 하나 이상의 나노 구조 집단, 하나 이상의 용매, 하나 이상의 비-반응성 희석제, 및 하나 이상의 혐기성 안정화제를 포함하는 조성물을 제공하는 단계;

[0401] (b) (a) 의 조성물 중 하나 이상의 용매를 제거하는 단계; 및

[0402] (c) (b) 의 조성물과 하나 이상의 유기 수지를 혼합하는 단계.

[0403] 일부 구현예에서, 하나 이상의 나노 구조 집단, 하나 이상의 비-반응성 희석제, 하나 이상의 혐기성 안정화제, 및 하나 이상의 유기 수지를 포함하는 조성물은 약 1 분 내지 약 3 년, 약 1 분 내지 약 12 개월, 약 1 분 내지 약 6 개월, 약 1 분 내지 약 3 개월, 약 1 분 내지 약 1 개월, 약 1 분 내지 약 15 일, 약 1 분 내지 약 1 일, 약 1 일 내지 약 3 년, 약 1 일 내지 약 12 개월, 약 1 일 내지 약 6 개월, 약 1 일 내지 약 3 개월, 약 1 일 내지 약 1 개월, 약 1 일 내지 약 15 일, 약 15 일 내지 약 3 년, 약 15 일 내지 약 12 개월, 약 15 일 내지 약 6 개월, 약 15 일 내지 약 3 개월, 약 15 일 내지 약 1 개월, 약 1 개월 내지 약 3 년, 약 1 개월 내지 약 12 개월, 약 1 개월 내지 약 6 개월, 약 1 개월 내지 약 3 개월, 약 3 개월 내지 약 3 년, 약 3 개월 내지 약 12 개월, 약 3 개월 내지 약 6 개월, 약 6 개월 내지 약 3 년, 약 6 개월 내지 약 12 개월, 또는 약 12 개월 내지 약 3 년 동안 안정하게 저장될 수 있다.

[0404] 일부 구현예에서, 열적 개시제 또는 광개시제가 나노 구조 조성물에 첨가되어 경화를 용이하게 할 수 있다.

[0405] **나노 구조 층의 제조**

[0406] 본 발명에서 사용되는 나노 구조는 임의의 적합한 방법을 사용하여 중합체성 매트릭스에 매립될 수 있다. 본원에서 사용되는 바와 같은, 용어 "매립" 은, 나노 구조 집단이 매트릭스의 성분의 대부분을 구성하는 중합체로 에워싸이거나 또는 둘러싸이는 것을 나타내는데 사용된다. 일부 구현예, 하나 이상의 나노 구조 집단은 적합하게는 매트릭스 전체에 균일하게 분포된다. 일부 구현예에서, 하나 이상의 나노 구조 집단은 용도-특이적 분포에 따라서 분포된다. 일부 구현예에서, 나노 구조는 중합체에 혼합되며, 기관의 표면에 적용된다.

[0407] 나노 구조 조성물은 페인팅, 스프레이 코팅, 용매 분무, 습식 코팅, 접착 코팅, 스핀 코팅, 테이프-코팅, 롤 코팅, 플로우 코팅, 잉크젯 증기 분사, 드롭 캐스팅, 블레이드 코팅, 미스트 침착, 또는 이의 조합을 비제한적으로 포함하는, 당업계에 공지된 임의의 적합한 방법에 의해 침착될 수 있다. 바람직하게는, 나노 구조 조성물은 침착 후에 경화된다. 적합한 경화 방법은 광-경화, 예컨대 UV 경화, 및 열적 경화를 포함한다. 통상적인 적층 필름 가공 방법, 테이프-코팅 방법 및/또는 롤-투-롤 제작 방법은 본 개시물의 나노 구조 필름을 형성하는데 사용될 수 있다. 나노 구조 조성물은 기관의 원하는 층 상에 직접 코팅될 수 있다. 대안적으로, 나노 구조 조성물은 독립적인 요소로서 고체 층으로 형성될 수 있으며, 이어서 기관에 적용될 수 있다. 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 하나 이상의 장벽 층 상에 침착될 수 있다.

[0408] **스핀 코팅**

[0409] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 스핀 코팅을 사용하여 기관 상에 침착된다. 스핀 코팅에 있어서, 소량의 물질은 전형적으로 진공에 의해 고정되는 스피너로 불리는 기계가 장착된 기관의 중심 상에 침착된다. 스피너를 통해 기관 상에 고속의 회전이 가해져, 구심력이 물질을 기관의 중심으로부터 가장자리로 퍼지게 한다. 대부분의 물질이 분리될 수 있는 반면, 일정량은 기관 상에 잔류하여, 회전이 계속되면서 표면 상에 물질의 얇은 필름을 형성한다. 필름의 최종 두께는 스핀 속도, 가속도 및 스핀 시간과 같은 스핀 공정을 위해 선택되는 파라미터에 더하여, 침착된 물질 및 기관의 성질에 의해 결정된다. 전형적인 필름의 경우, 10-60

초의 스핀 시간으로 1500 내지 6000 rpm 의 스핀 속도가 사용된다.

[0410] 미스트 침착

[0411] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 미스트 침착을 사용하여 기판 상에 침착된다. 미스트 침착은 실온 및 대기압에서 일어나며, 공정 조건을 변경하여 필름 두께를 정밀하게 제어할 수 있다. 미스트 침착 동안에, 액체 공급원 물질은 매우 미세한 미스트로 바뀌고, 질소 기체에 의해 침착 챔버로 운반된다. 이어서, 미스트는 필드 스크린과 홀더 사이의 고전압 전위에 의해 표면으로 끌려 당겨진다. 액적이 표면 상에서 합쳐지면, 표면은 챔버로부터 제거되고, 열 경화되어 용매가 증발되도록 한다. 액체 전구체는 용매와 침착되는 물질의 혼합물이다. 이것은 가압 질소 기체에 의해 분무기로 운반된다. Price, S.C., et al., "Formation of Ultra-Thin Quantum Dot Films by Mist Deposition," ESC Transactions 11:89-94 (2007).

[0412] 스프레이 코팅

[0413] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 스프레이 코팅을 사용하여 기판 상에 침착된다. 스프레이 코팅을 위한 전형적인 장비는 스프레이 노즐, 분무기, 전구체 용액 및 담체 기체를 포함한다. 스프레이 침착 공정에 있어서, 전구체 용액은 담체 기체를 사용하여 또는 분무 (예를 들어, 초음파, 에어 블라스트 또는 정전기) 에 의해 마이크로 크기의 방울로 분쇄된다. 분무기로부터 나오는 액적은 원하는 바와 같이 제어 및 조절되는 담체 기체의 도움으로 노즐을 통해 기판 표면에 의해 가속된다. 스프레이 노즐과 기판 사이의 상대적인 운동은 기판에 대한 완전한 커버리지를 목적으로 하는 설계에 의해 정의된다.

[0414] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물의 적용은 용매를 추가로 포함한다. 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물의 적용을 위한 용매는 물, 유기 용매, 무기 용매, 할로겐화 유기 용매, 또는 이의 혼합물이다. 예시적인 용매는, 비제한적으로, 물, D₂O, 아세톤, 에탄올, 디옥산, 에틸 아세테이트, 메틸 에틸 케톤, 이소프로판올, 아 니솔, γ -부티로락톤, 디메틸포름아미드, N-메틸피롤리디논, 디메틸아세트아미드, 헥사메틸포스포르아미드, 톨 루엔, 디메틸술폰, 시클로펜타논, 테트라메틸렌술폰, 자일렌, ϵ -카프로락톤, 테트라히드로푸란, 테트라 클로로에틸렌, 클로로포름, 클로로벤젠, 디클로로메탄, 1,2-디클로로에탄, 1,1,2,2-테트라클로로에탄, 또는 이의 혼합물을 포함한다.

[0415] 일부 구현예에서, 조성물은 열 경화되어 나노 구조 층을 형성한다. 일부 구현예에서, 조성물은 UV 광을 사용하여 경화된다. 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물은 나노 구조 필름의 장벽 층 상에 직접 코팅되고, 이어서 추가의 장벽 층이 나노 구조 층 상에 침착되어 나노 구조 필름을 생성한다. 지지체 기판은 추가적인 강도, 안정성 및 코팅 균일성을 위해 장벽 필름 아래에 사용될 수 있으며, 물질 붙임, 기포 형성, 및 장벽 층 물질 또는 다른 물질의 주름 또는 접힘을 방지할 수 있다. 또한, 하나 이상의 장벽 층은 바람직하게는 나노 구조 층 상에 침착되어, 상부 및 하부 장벽 층 사이의 물질을 밀봉한다. 적합하게는, 장벽 층은 적층 필름 으로서 침착되며, 임의로 밀봉되거나 또는 추가로 가공되고, 이어서 나노 구조 필름이 특정한 조명 장치에 혼입 될 수 있다. 나노 구조 조성물 침착 공정은 당업자에 의해 이해되는 바와 같이, 추가의 또는 다양한 성분을 포함할 수 있다. 이러한 구현예는 나노 구조 필름 두께 및 다른 특성 뿐만 아니라, 밝기 및 색상과 같은 나 노 구조 방출 특성의 인-라인 공정 조정 (예를 들어, 양자 필름 백색 점을 조정하기 위함) 을 가능하게 할 것이다. 또한, 이들 구현예는 제조 동안에 나노 구조 필름 특성의 주기적인 시험, 뿐만 아니라, 정밀한 나노 구 조 필름 특성을 달성하기 위한 임의의 필요한 토글링을 가능하게 할 것이다. 나노 구조 필름을 형성하는데 사용될 각각의 양의 혼합물을 전자적으로 변화시키기 위해서 컴퓨터 프로그램이 사용될 수 있기 때문에, 이러한 시험 및 조정은 또한 공정 라인의 기계적 구성을 변경하지 않고도 달성될 수 있다.

[0416] 장벽 층

[0417] 일부 구현예에서, 나노 구조 성형품은 나노 구조 층의 한 측 또는 양 측 상에 배치된 하나 이상의 장벽 층을 포 함한다. 적합한 장벽 층은 나노 구조 층 및 나노 구조 성형품을 고온, 산소 및 수분과 같은 환경 조건으로부터 보호한다. 적합한 장벽 물질은, 소수성이고, 나노 구조 성형품과 화학적 및 기계적으로 상용성이며, 광- 및 화학적 안정성을 나타내고, 고온을 견딜 수 있는 비-황변성의, 투명한 광학 물질을 포함한다. 일부 구현예에서, 하나 이상의 장벽 층은 나노 구조 성형품에 대해 유사한 굴절률을 갖는다. 일부 구현예에서, 나노 구조 성형품 및 하나 이상의 인접한 장벽 층의 매트릭스 물질은 유사한 굴절률을 갖고, 따라서 장벽 층을 통해 나노 구조 성형품을 향해 투과하는 대부분의 광은 장벽 층으로부터 나노 구조 층으로 투과된다. 유사 한 굴절률을 갖는 물질을 사용하는 것은 매트릭스 물질 및 장벽 층 사이의 계면에서 광학 손실을 감소시킨다.

[0418] 장벽 층은 적합하게는 고체 물질이며, 경화된 액체, 겔 또는 중합체일 수 있다. 장벽 층은 특정한 용도에

따라 가요성 또는 비-가요성 물질을 포함할 수 있다. 장벽 층은 바람직하게는 평면 층이며, 특정한 조명 용도에 따라 임의의 적합한 형상 및 표면적 구성을 포함할 수 있다. 바람직한 구현예에 있어서, 하나 이상의 장벽 층은 적층 필름 가공 기술과 호환 가능하며, 이로써 나노 구조 층은 적어도 제 1 장벽 층 상에 배치되고, 적어도 제 2 장벽 층은 나노 구조 층의 반대 측 상의 나노 구조 층 상에 배치되어, 본 개시물의 하나의 구현예에 따른 나노 구조 성형품을 형성할 것이다. 적합한 장벽 물질은 당업계에 공지된 임의의 적합한 장벽 물질을 포함한다. 예를 들어, 적합한 장벽 물질은 유리, 중합체 및 산화물을 포함한다. 적합한 장벽 층 물질은, 비제한적으로, 폴리에틸렌 테레프탈레이트 (PET) 와 같은 중합체; 산화 규소, 산화 티탄 또는 산화 알루미늄 (예를 들어, SiO_2 , Si_2O_3 , TiO_2 또는 Al_2O_3) 과 같은 산화물; 및 이의 적합한 조합을 포함한다. 바람직하게는, 나노 구조 성형품의 각각의 장벽 층은 상이한 물질 또는 조성물을 포함하는 2 개 이상의 층을 포함하며, 이로써 다층 장벽은 장벽 층에서의 핀홀 결함 정렬을 제거하거나 또는 감소시켜, 나노 구조 층에의 산소 및 수분 침투에 대한 효과적인 장벽을 제공한다. 나노 구조 층은 나노 구조 층의 한 측 또는 양 측 상에, 임의의 적합한 물질 또는 물질의 조합, 및 임의의 적합한 수의 장벽 층을 포함할 수 있다. 장벽 층의 물질, 두께 및 수는 특정한 용도에 의존할 것이며, 적합하게는 나노 구조 성형품의 두께를 최소화하면서, 나노 구조 층의 장벽 보호 및 밝기를 최대화하도록 선택될 것이다. 바람직한 구현예에 있어서, 각각의 장벽 층은 적층 필름, 바람직하게는 이중 적층 필름을 포함하며, 각각의 장벽 층의 두께는 물-투-물 또는 적층 제조 공정에서 주름을 제거하도록 충분히 두껍다. 장벽의 수 또는 두께는, 나노 구조가 중금속 또는 다른 독성 물질을 포함하는 구현예에서의 법적 독성 가이드라인에 추가로 의존할 수 있으며, 이 가이드라인은 보다 많거나 또는 보다 두꺼운 장벽 층을 필요로 할 수 있다. 장벽에 대한 추가의 고려 사항은 비용, 유효성 및 기계적 강도를 포함한다.

[0419] 일부 구현예에서, 나노 구조 필름은 나노 구조 층의 각각의 측에 인접한 2 개 이상의 장벽 층, 예를 들어, 나노 구조 층의 각각의 측 상의 2 또는 3 개의 층 또는 각각의 측 상의 2 개의 장벽 층을 포함한다. 일부 구현예에서, 각각의 장벽 층은 약 100 μm , 100 μm 이하, 50 μm 이하, 바람직하게는 50 μm , 또는 약 50 μm 의 두께를 갖는 얇은 유리 시이트, 예를 들어 유리 시이트를 포함한다.

[0420] 본 개시물의 나노 구조 필름의 각각의 장벽 층은 임의의 적합한 두께를 가질 수 있으며, 이는 당업자에 의해 이해되는 바와 같이, 조명 장치 및 용도의 특정한 요건 및 특징, 뿐만 아니라, 장벽 층 및 나노 구조 층과 같은 개별 필름 성분에 의존할 것이다. 일부 구현예에서, 각각의 장벽 층은 50 μm 이하, 40 μm 이하, 30 μm 이하, 25 μm 이하, 20 μm 이하 또는 15 μm 이하의 두께를 가질 수 있다. 특정한 구현예에 있어서, 장벽 층은 산화물 코팅을 포함하며, 이는 산화 규소, 산화 티탄 및 산화 알루미늄 (예를 들어, SiO_2 , Si_2O_3 , TiO_2 또는 Al_2O_3) 과 같은 물질을 포함할 수 있다. 산화물 코팅은 약 10 μm 이하, 5 μm 이하, 1 μm 이하 또는 100 nm 이하의 두께를 가질 수 있다. 특정한 구현예에 있어서, 장벽은 약 100 nm 이하, 10 nm 이하, 5 nm 이하 또는 3 nm 이하의 두께를 갖는 얇은 산화물 코팅을 포함한다. 상부 및/또는 하부 장벽은 얇은 산화물 코팅으로 이루어질 수 있거나, 또는 얇은 산화물 코팅 및 하나 이상의 추가의 물질 층을 포함할 수 있다.

[0421] **나노 구조 필름 특징 및 구현예**

[0422] 일부 구현예에서, 나노 구조 필름은 디스플레이 장치를 형성하는데 사용된다. 본원에서 사용되는 바와 같은, 디스플레이 장치는 조명 디스플레이를 갖는 임의의 시스템을 지칭한다. 이러한 장치는, 비제한적으로, 액정 디스플레이 (LCD), 텔레비전, 컴퓨터, 휴대 전화, 스마트 폰, 개인 정보 단말기 (PDA), 게임 장치, 전자 독서 장치, 디지털 카메라 등을 포함하는 장치를 포함한다.

[0423] 일부 구현예에서, 나노 구조 조성물을 함유하는 광학 필름은 실질적으로 카드뮴을 함유하지 않는다. 본원에서 사용되는 바와 같은, 용어 "실질적으로 카드뮴을 함유하지 않음" 은, 나노 구조 조성물이 100 중량ppm 미만의 카드뮴을 함유하는 것으로 의도된다. RoHS 준수 정의는, 미가공의 균질한 전구체 물질에 0.01 중량% (100 중량ppm) 이하의 카드뮴이 있어야 한다는 것을 요구한다. 카드뮴 농도는 유도 결합 플라즈마 질량 분석 (ICP-MS) 분석에 의해 측정될 수 있으며, 10 억분의 1 (ppb) 수준이다. 일부 구현예에서, "실질적으로 카드뮴을 함유하지 않음" 광학 필름은 10 내지 90 ppm 의 카드뮴을 함유한다. 다른 구현예에 있어서, 실질적으로 카드뮴을 함유하지 않는 광학 필름은 약 50 ppm 미만, 약 20 ppm 미만, 약 10 ppm 미만 또는 약 1 ppm 미만의 카드뮴을 함유한다.

[0424] **실시예**

[0425] 하기의 실시예는 본원에 기재된 생성물 및 방법의 예시적이고, 비제한적인 것이다. 당해 분야에서 통상적으

로 발생하며, 본 명세서의 관점에서 당업자에게 명백한 다양한 조건, 제제 및 다른 파라미터의 적합한 변형 및 수정은 본 발명의 사상 및 범위 내에 있다.

[0426] **실시예 1**

[0427] **녹색 양자 점 농축물 및 적색 양자 점 농축물의 제조**

[0428] 4-히드록시-TEMPO (200 ppm) 를 먼저 이소보르닐 아크릴레이트 (10 g) 중 45°C 에서 분위기에서 3 시간 동안 용해시켰다. 이후, 200 ppm 4-히드록시-TEMPO 를 갖는 이소보르닐 아크릴레이트를 진공을 밤새 50 mtorr 로 감소시킴으로써 탈기시켰다.

[0429] 30~50 의 광학 밀도 (1 cm 패스 (path) 길이 큐벳에서 460 nm 에서 측정됨) 를 갖는 녹색 양자 점 농축물을 달성하기 위해, 200 ppm 4-히드록시-TEMPO (10 mL) 를 갖는 이소보르닐 아크릴레이트를, 약 40 의 광학 밀도 (1 cm 패스 길이 큐벳에서 460 nm 에서 측정됨) 를 갖는 적색 양자 점의 톨루엔 (10 mL) 용액 (약 150 mg 의 적색 양자 점/mL) 에 첨가하였다. 혼합물을 2 분 동안 2000 rpm 에서 planetary 진공 혼합기에서 혼합하였다. 12 시간 동안 50°C 에서 진공을 50 mtorr 로 감소시킴으로써 혼합물로부터 톨루엔을 제거하였다. 수득한 녹색 양자 점 농축물은 광학 밀도가 35 (1 cm 패스 길이 큐벳에서 460 nm 에서 측정됨) 였다.

[0430] 30~50 의 광학 밀도 (1 cm 패스 길이 큐벳에서 460 nm 에서 측정됨) 를 갖는 적색 양자 점 농축물을 달성하기 위해, 200 ppm 4-히드록시-TEMPO (10 mL) 를 갖는 이소보르닐 아크릴레이트를, 적색 양자 점의 톨루엔 (10 mL) 용액 (약 50~100 mg 의 적색 양자 점/mL) 에 첨가하였다. 혼합물을 2 분 동안 2000 rpm 에서 planetary 진공 혼합기에서 혼합하였다. 12 시간 동안 50°C 에서 진공을 50 mtorr 로 감소시킴으로써 혼합물로부터 톨루엔을 제거하였다. 수득한 적색 양자 점 농축물은 광학 밀도가 45 (1 cm 패스 길이 큐벳에서 460 nm 에서 측정됨) 였다.

[0431] **실시예 2**

[0432] **균질한 양자 점 농축물-수지 프리믹스의 제조**

[0433] 물질:

[0434] · 200 ppm 4-히드록시-TEMPO 를 갖는 이소보르닐 아크릴레이트 중 녹색 양자 점 농축물 (광학 밀도: 30~35)

[0435] · 200 ppm 4-히드록시-TEMPO 를 갖는 이소보르닐 아크릴레이트 중 적색 양자 점 농축물 (임의적 밀도: 30~50)

[0436] · 2,4,6-트리메틸벤조일페닐 포스피네이트 (TPO-L): 316.33 g/mol

[0437] · 펜타에리트리톨 테트라키스(3-메르캅토프로피오네이트) (PTMP): 488.66 g/mol

[0438] · 트리시클로데칸 디메탄올 디아크릴레이트 (TCDD): 304.38 g/mol

[0439] · TiO₂ (R706)

[0440] · ZnS (Sactolith)

[0441] · 실리콘 중합체 비드 (Tospearl-120)

[0442] 장비:

[0443] · Planetary 진공 혼합기

[0444] 일회용 혼합 컵에 12 g 의 PTMP, 43.2 의 TCDD, 2.146 g 녹색 양자 점 농축물, 1.037 g 적색 양자 점 농축물, 및 0.15 g 의 TPO-L 을 첨가하였다. 혼합물을 1 분 동안 2000 rpm 에서 planetary 진공 혼합기에서 혼합하였다. 0.45 g TiO₂ 를 첨가한 후, 5 분 동안 2000 rpm 에서 planetary 진공 혼합기에서 혼합하였다. 수득한 양자 점 농축물-수지 프리믹스는 광학 밀도가 1~3 (1 cm 패스 길이 큐벳에서 460 nm 에서 측정됨) 였다.

[0445] **실시예 3**

[0446] **4-히드록시-TEMPO 를 갖는 및 갖지 않는 양자 점 농축물에 대한 혐기성 조건 하에서의 쉘프 안정성**

[0447] 샘플:

- [0448] · 샘플 A: 200 ppm 4-히드록시-TEMPO 를 갖는 이소보르닐 아크릴레이트 중 녹색 양자 점 농축물 (암 (dark) 45℃)
- [0449] · 샘플 B: 200 ppm 4-히드록시-TEMPO 를 갖는 이소보르닐 아크릴레이트 중 적색 양자 점 농축물 (암 45℃)
- [0450] · 샘플 C: 200 ppm 4-히드록시-TEMPO 를 갖는 이소보르닐 아크릴레이트 중 녹색 양자 점 농축물 (가시광)
- [0451] · 샘플 D: 200 ppm 4-히드록시-TEMPO 를 갖는 이소보르닐 아크릴레이트 중 적색 양자 점 농축물 (가시광)
- [0452] · 샘플 E: 4-히드록시-TEMPO 를 갖지 않는 이소보르닐 아크릴레이트 중 녹색 양자 점 농축물
- [0453] · 샘플 F: 4-히드록시-TEMPO 를 갖지 않는 이소보르닐 아크릴레이트 중 적색 양자 점 농축물
- [0454] · 샘플 G: 4-히드록시-TEMPO 를 갖지 않는 이소보르닐 아크릴레이트 대조군
- [0455] 양자 점 농축물에 대한 혐기성 안정화제 (예를 들어, 4-히드록시-TEMPO) 의 효과를 평가하기 위해, 샘플 A-D, 200 ppm 4-히드록시-TEMPO 를 갖는 이소보르닐 아크릴레이트 중 양자 점 농축물을 실시예 1 에 상기 기재된 방법에 따라 제조하였다. 샘플 E 및 F, 4-히드록시-TEMPO 를 갖지 않는 이소보르닐 아크릴레이트 중 양자 점 농축물을 또한 이소보르닐 아크릴레이트에 4-히드록시-TEMPO 를 첨가하지 않으면서 실시예 1 에 상기 기재된 방법에 따라 제조하였다. 샘플 G, 4-히드록시-TEMPO 를 갖지 않는 이소보르닐 아크릴레이트를 대조군으로서 사용하였다.
- [0456] 모든 샘플을 50℃ 에서 혐기성 조건 (10 ppm 미만의 용해된 산소) 하에서 유지시켰다. 초기, 12 시간 후, 및 24 시간 후 각각 큰 및 플레이트 Brookfield 점도계에 의한 점도 측정을 위해 소량의 각 샘플을 회수하였다.
- [0457] 도 1 은 샘플 A-G 에 대한 점도 대 저장 시간을 예시한다. 도 1 에 나타난 바와 같이, 점도 값은 각 샘플 A-D, 200 ppm 4-히드록시-TEMPO 를 갖는 이소보르닐 아크릴레이트 중 양자 점 농축물에 대해 24 시간 주기 동안 비교적 안정하게 유지된다. 대조적으로, 점도 값은 특히 샘플 E 및 F, 4-히드록시-TEMPO 를 갖지 않는 이소보르닐 아크릴레이트 중 양자 점 농축물에 대해 증가한다.
- [0458] 본 개시물의 다양한 구현예를 상기에서 설명하였지만, 이들은 단지 예로서만 제시된 것이며, 제한적인 것이 아님을 이해해야 한다. 관련 기술 분야의 통상의 기술자에게는, 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않으면서, 형태 및 세부 사항에서의 다양한 변경이 이루어질 수 있음이 명백할 것이다. 따라서, 본 개시물의 폭 및 범위는 상기에서 기술한 임의의 예시적인 구현예에 의해 제한되지 않아야 하며, 하기의 청구범위 및 이들의 등가물에 따라서만 정의되어야 한다.
- [0459] 당업자에 의해 이해되는 바와 같이, 임의의 상기 장치 및/또는 가공 성분은 본 개시물의 QD 필름을 형성하기 위해 임의의 적합한 조합으로 사용될 수 있다.
- [0460] 본 명세서에서 언급된 모든 간행물, 특허 및 특허 출원은 본 발명이 속하는 기술 분야의 숙련가의 기술 수준을 나타내며, 각각의 개별 간행물, 특허 또는 특허 출원이 구체적으로 및 개별적으로 참조로 포함되는 것으로 지시되는 것과 동일한 정도로 본원에서 참조로 포함된다.

도면

도면1

