



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0098147  
(43) 공개일자 2022년07월11일

- |  |  |
|--|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/>G01N 21/64 (2006.01) G01J 3/28 (2006.01)<br/>G01J 3/443 (2006.01) G01J 5/02 (2022.01)<br/>G01N 21/21 (2006.01) G01N 21/76 (2006.01)<br/>G01N 33/543 (2006.01) G01N 33/569 (2017.01)<br/>G01N 33/58 (2006.01) G07D 7/12 (2016.01)<br/>G07D 7/1205 (2016.01)</p> <p>(52) CPC특허분류<br/>G01N 21/6408 (2013.01)<br/>G01J 5/02 (2022.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2022-7016531</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2022년10월16일<br/>심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2022년05월17일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/US2020/056024</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2021/076919<br/>국제공개일자 2021년04월22일</p> <p>(30) 우선권주장<br/>62/916,331 2019년10월17일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인<br/>씨2센스, 인크.<br/>미합중국 02472 매사추세츠 워터타운 스위트 110,<br/>아스널 웨이 480</p> <p>(72) 발명자<br/>스와거, 티모시 매닝<br/>미국 02458 매사추세츠주 뉴턴 코플리 스트리트<br/>18<br/>던스, 로버트<br/>미국 01519 매사추세츠주 그래프턴 오크 스트리트<br/>28<br/>콕스, 제이슨, 알.<br/>미국 01721 매사추세츠주 애쉬랜드 옛지우드 드라<br/>이브 9</p> <p>(74) 대리인<br/>양영준, 김연송, 백만기</p> |
|--|--|

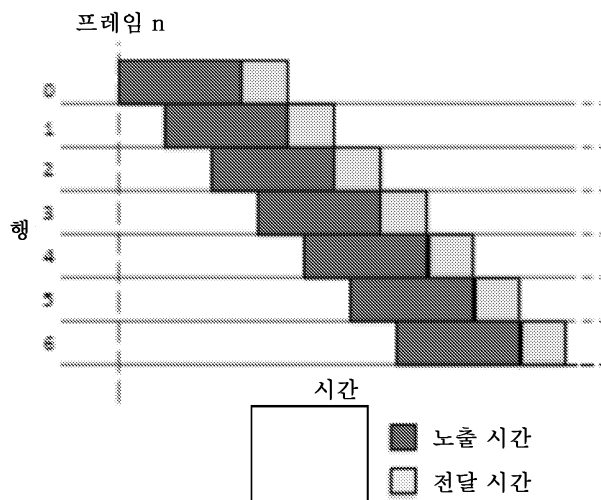
전체 청구항 수 : 총 73 항

(54) 발명의 명칭 감지 및/또는 인증을 위한 발광 이미징

(57) 요약

발광 이미징을 사용하여 감지 및/또는 인증을 위한 조성물들, 물품들, 시스템들 및 방법들이 일반적으로 제공된다. 일부 실시예에서, 물품은 방출 중을 포함하는 방출 물질과 연관된다. 방출 중은, 일부 경우들에서, 적어도 10 나노초의 방출 수명을 갖는다. 물품의 특성은 방출 종과 관련된 시간-의존적 정보를 포함하는 이미지를 획득함으로써 결정될 수 있다. 특정 경우들에서, 방출 종의 방출 수명은 이미지로부터 결정될 수 있다. 방출 종의 방출 수명은 다른 분자들에의 결합 또는 근접성, 온도, pH, 및 방사선 노출을 포함하지만 이에 제한되지 않는 다수의 인자에 의해 수정될 수 있기 때문에, 측정된 방출 수명의 길이는 연관된 물품의 특성에 관한 정보를 제공할 수 있다. 일부 경우들에서, 하나 이상의 방출 종을 포함하는 방출 물질이 연관된 물품을 식별 및/또는 인증하기 위해 사용될 수 있다.

대표도 - 도2a



(52) CPC특허분류

*G01N 21/21* (2013.01)

*G01N 21/6428* (2013.01)

*G01N 21/645* (2013.01)

*G01N 21/6456* (2013.01)

*G01N 21/6489* (2013.01)

*G01N 21/76* (2013.01)

*G01N 33/54386* (2021.08)

*G01N 33/56983* (2013.01)

*G01N 33/582* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

시스템으로서,

방출 종이 방출 시간 기간 동안 검출 가능한 비-정상-상태 방출(detectable non-steady-state emission)을 생성하도록 상기 방출 종을 여기시키도록 구성된 여기 컴포넌트- 상기 방출 시간 기간은 적어도 10 나노초임 -;

상기 검출 가능한 비-정상-상태 방출의 적어도 일부를 검출하도록 구성된 이미지 센서; 및

상기 방출 시간 기간의 제1 부분에 대응하는 제1 부분 및 상기 방출 시간 기간의 제2 부분에 대응하는 제2 부분을 포함하는 단일 이미지를 생성하도록 구성된 전자 하드웨어 컴포넌트를 포함하는 시스템.

#### 청구항 2

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 단일 이미지는 상기 방출 시간 기간의 제3 부분에 대응하는 제3 부분을 추가로 포함하는 시스템.

#### 청구항 3

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 단일 이미지는 상기 방출 시간 기간의 다수의 다른 부분에 대응하는 후속 부분들을 추가로 포함하는 시스템.

#### 청구항 4

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 방출 시간 기간의 상기 제1 부분은 상기 방출 시간 기간의 상기 제2 부분과 상이한 시스템.

#### 청구항 5

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 방출 시간 기간의 상기 제1 부분은 상기 방출 시간 기간의 상기 제2 부분과 적어도 부분적으로 중첩하는 시스템.

#### 청구항 6

시스템으로서,

방출 종을 비-정상-상태 전자기 방사선에 노출시키도록 구성된 여기 컴포넌트;

상기 방출 종에 의해 방출된 전자기 방사선의 적어도 일부를 검출하도록 구성된 이미지 센서; 및

적어도 제1 시점에서 상기 방출 종에 의한 전자기 방사선의 방출에 대응하는 제1 이미지 부분, 및 적어도 제2 시점에서 방출 종에 의한 전자기 방사선의 방출에 대응하는 제2 이미지 부분을 적어도 포함하는 단일 이미지를 생성하도록 구성된 전자 하드웨어 컴포넌트를 포함하는 시스템.

#### 청구항 7

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전자 하드웨어 컴포넌트는,

a. 2개보다 많은 각각의 시점에서 상기 방출 종에 의한 전자기 방사선의 방출에 대응하는 2개보다 많은 이미지 부분을 포함하는 단일 이미지를 생성하고/하거나,

b. 적어도 제1 시점에서 상기 방출 중에 의한 전자기 방사선의 방출에 대응하는 제1 이미지 부분, 및 적어도 제2 시점에서 상기 방출 중에 의한 전자기 방사선의 방출에 대응하는 제2 이미지 부분을 적어도 각각 포함하는 다수의 이미지를 생성하게 하도록 구성되는 시스템.

**청구항 8**

물품의 특성을 식별하도록 구성된 시스템으로서,

상기 물품과 연관된 화학적 태그- 상기 화학적 태그는 방출 종을 포함하고, 상기 방출 종은 조건들의 세트 하에서의 방출 시간 기간 동안 검출 가능한 비-정상-상태 방출을 생성하고, 상기 방출 시간 기간은 적어도 10 나노초임 -;

상기 이미지 캡처 시간 기간에 걸쳐 변하는 상기 검출 가능한 비-정상-상태 방출이 생성되도록 상기 조건들의 세트 하에서 상기 방출 종을 여기시키도록 구성된 여기 컴포넌트;

상기 검출 가능한 비-정상-상태 방출을 검출하도록 구성된 이미지 센서; 및

상기 검출 가능한 방출을 단일 이미지로 변환하도록 구성된 전자 하드웨어 컴포넌트를 포함하고,

상기 단일 이미지는 상기 방출 시간 기간의 제1 부분에 대응하는 제1 부분 및 상기 방출 시간 기간의 제2 부분에 대응하는 제2 부분을 포함하고,

상기 제1 부분과 상기 제2 부분의 속성 사이의 차이는 상기 물품의 특성과 연관되는 시스템.

**청구항 9**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 단일 이미지는 상기 방출 시간 기간의 다수의 다른 부분에 대응하는 후속 부분들을 추가로 포함하는 시스템.

**청구항 10**

화학적 태그의 특성을 식별하도록 구성된 시스템으로서,

물품과 연관된 화학적 태그- 상기 화학적 태그는 방출 종을 포함하고, 상기 방출 종은 조건들의 세트 하에서의 방출 시간 기간 동안 검출 가능한 비-정상-상태 방출을 생성하고, 상기 방출 시간 기간은 적어도 10 나노초임 -;

이미지 캡처 시간 기간에 걸쳐 변하는 상기 검출 가능한 비-정상-상태 방출이 생성되도록 상기 조건들의 세트 하에서 상기 방출 종을 여기시키도록 구성된 여기 컴포넌트;

상기 검출 가능한 비-정상-상태 방출을 검출하도록 구성된 이미지 센서; 및

상기 검출된 방출을 단일 이미지로 변환하도록 구성된 전자 하드웨어 컴포넌트를 포함하고,

상기 단일 이미지는 상기 방출 시간 기간의 제1 부분에 대응하는 제1 부분 및 상기 방출 시간 기간의 제2 부분에 대응하는 제2 부분을 포함하고,

상기 제1 부분과 상기 제2 부분의 속성 사이의 차이는 상기 화학적 태그의 특성과 연관되는 시스템.

**청구항 11**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 검출 가능한 방출의 적어도 하나의 특성은 상기 이미지 캡처 시간 기간에 걸쳐 변하는 시스템.

**청구항 12**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 방출 종은 화학적 및/또는 생물학적 종인 시스템.

**청구항 13**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 화학적 태그는 복수의 방출 종을 포함하는 시스템.

**청구항 14**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 여기 컴포넌트는 복수의 방출 종을 여기시키도록 구성되는 시스템.

**청구항 15**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 복수의 방출 종 중 적어도 2개의 방출 종은 화학적 및/또는 생물학적 종인 시스템.

**청구항 16**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 여기 컴포넌트는 전자기 방사선의 소스를 포함하는 시스템.

**청구항 17**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 방출 종을 여기시키기 위한 상기 전자기 방사선의 소스는 실질적으로 백색광을 방출하도록 구성되는 시스템.

**청구항 18**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 전자기 방사선의 소스는 LED, OLED, 형광등, 및/또는 백열 전구를 포함하는 시스템.

**청구항 19**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 전자기 방사선의 소스는 플래시 램프를 포함하는 시스템.

**청구항 20**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 여기 컴포넌트는 광학 셔터, 광 밸브, 광학 변조기, 동적 내화 물질, 전자기 방사선을 주기적으로 차단하는 회전 요소, 및/또는 움직이는 미러(moving mirror)를 포함하는 시스템.

**청구항 21**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 여기 컴포넌트는 전기적, 기계적, 화학적, 입자, 또는 열적 자극에 의해 상기 방출 종을 여기시키도록 구성되는 시스템.

**청구항 22**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 여기 컴포넌트 및 이미지 센서는 단일 컴포넌트에 통합되는 시스템.

**청구항 23**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 여기 컴포넌트 및 이미지 센서는 별개인 시스템.

**청구항 24**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 이미지 센서는 CMOS 센서, 전하 결합 디바이스, 또는 포토다이오드를 포함하는 시스템.

**청구항 25**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 이미지 센서는 롤링 셔터 메커니즘과 연관되는 시스템.

**청구항 26**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 이미지 센서는 스마트폰에 통합되는 시스템.

**청구항 27**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 방출 종은 하나 이상의 TADF(thermally activated delayed fluorescence) 분자 또는 분자 착물을 포함하는 시스템.

**청구항 28**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 방출 종은 무기 인광체를 포함하는 시스템.

**청구항 29**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 방출 종은 브롬, 요오드, 황, 셀레늄, 텔루라이드, 인, 주석, 납, 수은, 및/또는 카드뮴을 포함하는 시스템.

**청구항 30**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 방출 종은 비스무트, 레늄, 이리듐, 백금, 금, 또는 구리를 포함하는 시스템.

**청구항 31**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 방출 종은 란타나이드(lanthanide) 또는 악티나이드(actinide)를 포함하는 시스템.

**청구항 32**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 방출 종은 알약, 캡슐, 또는 제품의 포장과 연관되는 시스템.

**청구항 33**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 물품은 코팅을 포함하고, 상기 코팅은 방출 종을 포함하는 시스템.

**청구항 34**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 물품 및/또는 화학적 태그의 특성은 화학적 작용제, 생물학적 작용제, 폭발물, 독성 화학물질, 중금속, 마약, 생체이물, 및/또는 방사선 소스의 존재와 연관되는 시스템.

**청구항 35**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 물품의 특성은 상기 물품의 진위인 시스템.

**청구항 36**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

제2 화학적 태그를 추가로 포함하는 시스템.

**청구항 37**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 시스템은 제2 식별가능한 컴포넌트를 포함하는 시스템.

**청구항 38**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제2 식별가능한 컴포넌트는 광학 바코드, 홀로그램, 워터마크, RFID, 비가시 잉크, 염료, 비색 마커, 형광 마커, 나노입자, 나노로드, 양자점, 항체, 단백질, 핵산, 또는 이들의 조합을 포함하는 시스템.

**청구항 39**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 방출 종은 현장 진료, 현장, 또는 가정 진단 키트 또는 방법과 연관되는 시스템.

**청구항 40**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

하나 이상의 컴포넌트는 상기 방출 종의 여기 및/또는 상기 검출 가능한 방출의 검출을 위한 명령어들을 제공하는 컴포넌트와 무선 통신하는 시스템.

**청구항 41**

일정 시간 기간에 걸친 방출 종에서의 변화를 식별하기 위한 방법으로서,

방출 시간 기간 동안 검출 가능한 비-정상-상태 방출을 생성하도록 상기 종을 여기시키는 단계- 상기 방출 시간 기간은 적어도 10 나노초임 -;

이미지 센서를 사용하여, 상기 검출 가능한 비-정상-상태 방출의 적어도 일부의 단일 이미지를 획득하는 단계-

상기 단일 이미지의 제1 부분은 상기 방출 시간 기간의 제1 부분에 대응하고,

상기 단일 이미지의 제2 부분은 상기 방출 시간 기간의 제2 부분에 대응함 -; 및

상기 단일 이미지의 상기 제1 부분과 상기 제2 부분 사이의 차이에 기초하여, 상기 종에서의 변화를 결정하는 단계를 포함하는 방법.

**청구항 42**

일정 시간 기간에 걸친 방출 종에서의 변화를 식별하기 위한 방법으로서,

상기 종이 방출 시간 기간 동안 비-정상-상태 전자기 방사선을 방출하게 하는 단계;

이미지 센서를 사용하여, 상기 방출 종에 의해 방출된 전자기 방사선의 적어도 일부의 단일 이미지를 획득하는

단계;

적어도 제1 시점에서 상기 방출 중에 의한 전자기 방사선의 방출에 대응하는 제1 이미지 부분으로부터 정보를 식별하는 단계;

적어도 제2 시점에서 상기 방출 중에 의한 전자기 방사선의 방출에 대응하는 제2 이미지 부분으로부터 정보를 식별하는 단계; 및

적어도 상기 제1 이미지 부분으로부터의 정보 및 상기 제2 이미지 부분으로부터의 정보로부터, 상기 방출 중에서의 변화를 결정하는 단계를 포함하는 방법.

**청구항 43**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

2개보다 많은 시점에서 상기 방출 중에 의한 전자기 방사선의 방출에 대응하는 상기 단일 이미지의 2개보다 많은 이미지 부분으로부터 정보를 식별하는 단계, 및/또는

복수의 이미지를 획득하는 단계- 각각의 이미지는 상기 방출 중에 의해 방출된 전자기 방사선의 적어도 일부에 대한 것이고, 각각의 이미지에 대해, 적어도 제1 시점에서 상기 방출 중에 의한 전자기 방사선의 방출에 대응하는 제1 이미지 부분으로부터의 정보를 식별하고, 적어도 제2 시점에서 상기 방출 중에 의한 전자기 방사선의 방출에 대응하는 제2 이미지 부분으로부터의 정보를 식별함 -; 및

상기 2개보다 많은 이미지 부분으로부터 식별된 정보로부터, 및/또는 상기 복수의 이미지로부터의 정보로부터, 상기 방출 중에서의 변화를 결정하는 단계를 포함하는 방법.

**청구항 44**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 방출 시간 기간은 적어도 10 나노초인 방법.

**청구항 45**

방출 중의 특성을 식별하기 위한 방법으로서,

상기 종이 방출 시간 기간 동안 검출 가능한 방출을 생성하도록 상기 종을 여기시키는 단계- 상기 방출 시간 기간은 적어도 10 나노초임 -;

이미지 센서를 사용하여, 상기 검출 가능한 방출의 제1 이미지를 획득하는 단계-

상기 제1 이미지의 제1 부분은 상기 방출 시간 기간의 제1 부분에 대응하고,

상기 제1 이미지의 제2 부분은 상기 방출 시간 기간의 제2 부분에 대응함 -; 및

상기 제1 이미지의 상기 제1 부분과 상기 제2 부분 사이의 차이에 기초하여, 상기 종의 특성을 결정하는 단계를 포함하는 방법.

**청구항 46**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 종을 여기시키는 단계는 상기 종을 전자기 방사선에 노출시키는 단계를 포함하는 방법.

**청구항 47**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 여기 전자기 방사선(exciting electromagnetic radiation)은 단일 펄스, 주기적 펄스, 펄스들의 시퀀스, 연속적으로 변하는 강도의 펄스, 또는 이들의 임의의 조합으로서 제공되는 방법.

**청구항 48**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전자기 방사선은 전기 신호, 서터, 내화 물질, 광학 변조기, 움직이는 미러, 기계적 디바이스, 또는 광 밸브에 의해 변조되는 방법.

**청구항 49**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 전자기 방사선은 가시광을 포함하는 방법.

**청구항 50**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 전자기 방사선은 실질적으로 백색광을 포함하는 방법.

**청구항 51**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 전자기 방사선은 개별 파장 범위들을 포함하는 방법.

**청구항 52**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 종을 여기시키는 단계는 상기 종을 LED, OLED, 형광등 및/또는 백열 전구로부터의 펄스화된 및/또는 변조된 광에 노출시키는 단계를 포함하는 방법.

**청구항 53**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 종을 여기시키는 단계는 상기 종을 플래시 램프에 노출시키는 단계를 포함하는 방법.

**청구항 54**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 종을 여기시키는 단계는 전압, 이온화 방사선, 물리적 힘, 또는 화학적 반응을 적용하는 단계를 포함하는 방법.

**청구항 55**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 종은 포장 컴포넌트와 연관되는 방법.

**청구항 56**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 종은 여기 시에 화학적 및/또는 생물학적 반응을 겪는 방법.

**청구항 57**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,  
분석물에 대한 노출은 방출된 광 강도, 편광, 공간 프로파일, 및/또는 상기 방출 종의 방출 수명에서의 변화를 야기하는 방법.

**청구항 58**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,  
물품을 활성화하는 제2 단계를 추가로 포함하는 방법.

**청구항 59**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

물품을 활성화하는 상기 제2 단계는 상기 종을 여기시키는 제1 단계의 방출 수명, 공간 프로파일, 편광, 화학적 민감도, 강도 및/또는 차단에서의 변화를 야기하는 방법.

**청구항 60**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 종을 여기시키는 상기 제2 단계는 흡수 및/또는 방출에서 색 및/또는 변화의 발생을 생성하는 방법.

**청구항 61**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 종을 여기시키는 상이한 제1, 제2 및 추가적인 단계들의 조합들은 100 나노초 내지 100 밀리초의 과정을 걸쳐 취득되는 이미지들에서의 변화들을 야기하는 방법.

**청구항 62**

물품의 특성을 식별하기 위한 방법으로서,

방출 태그를 포함하는 것으로 의심되는 물품에 근접하게 이미지 센서를 위치시키는 단계;

상기 방출 태그가, 존재한다면, 검출 가능한 비-정상-상태 방출을 생성하도록 상기 물품을 자극하는 단계;

상기 이미지 센서를 사용하여, 상기 검출 가능한 비-정상-상태 방출의 단일 이미지를 획득하는 단계-

상기 단일 이미지의 제1 부분은 분석물을 자극한 후의 제1 시간 기간에 대응하고,

상기 단일 이미지의 제2 부분은 상기 제1 시간 기간과 상이한, 상기 분석물을 자극한 후의 제2 시간 기간에 대응함 -; 및

상기 단일 이미지의 상기 제1 부분과 상기 제2 부분 사이의 차이에 기초하여, 상기 물품의 특성을 결정하는 단계를 포함하는 방법.

**청구항 63**

자극의 존재를 검출하기 위한 방법으로서,

화학적 태그를 포함하는 물품을 상기 자극을 포함하는 조건들의 세트에 노출시키는 단계- 상기 화학적 태그는 상기 자극의 존재 시에 상기 태그 내의 하나 이상의 방출 종의 수명, 파장, 및/또는 강도를 변화시키는 화학적 및/또는 생물학적 반응을 겪음 -;

상기 물품에 근접하게 이미지 센서를 위치시키는 단계;

상기 이미지 센서를 사용하여, 상기 화학적 태그를 포함하는 상기 물품의 일부의 단일 이미지를 획득하는 단계-

상기 단일 이미지의 제1 부분은 상기 물품을 노출시킨 후의 제1 시간 기간에 대응하고,

상기 단일 이미지의 제2 부분은 상기 제1 시간 기간과 상이한, 상기 물품을 노출시킨 후의 제2 시간 기간에 대응함 -; 및

상기 단일 이미지의 상기 제1 부분과 상기 제2 부분 사이의 차이에 기초하여, 상기 물품의 특성을 결정하는 단계를 포함하는 방법.

**청구항 64**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 검출 가능한 방출의 적어도 일부의 제2 이미지를 획득하는 단계를 추가로 포함하고, 상기 제2 이미지는 제1 이미지와 상이한 여기 방법, 위치, 각도, 거리, 및/또는 배향으로 획득되는 방법.

**청구항 65**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 이미지와 상기 제2 이미지 사이의 차이에 기초하여, 상기 종의 특성을 결정하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

**청구항 66**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 화학적 태그는 상기 물품을 자극할 때 화학적 및/또는 생물학적 반응을 겪는 방법.

**청구항 67**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 물품을 자극하는 것은 상기 화학적 태그 내의 화학적 및/또는 생물학적 반응을 생성하는 것을 포함하는 방법.

**청구항 68**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 화학적 태그는 10 나노초 초과와 여기 상태 수명을 갖는 적어도 하나의 방출 염료를 포함하는 방법.

**청구항 69**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 이미지 센서는 톨링 서터 메커니즘과 연관되는 방법.

**청구항 70**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 화학적 태그는 상기 자극의 존재 시에 10 나노초 초과와 여기 상태 수명을 갖는 검출 가능한 방출을 생성하는 방법.

**청구항 71**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 물품의 제2 자극은 상기 여기의 부분적 차단, 하나 이상의 방출 종의 켄칭(quenching), 매트릭스의 물리적 속성에서의 변화, 새로운 방출 종의 활성화, 및/또는 하나 이상의 방출 종의 방출 특성에서의 변화를 야기함으로써 상기 화학적 태그의 특성을 변화시키는 프로세스를 야기하는 방법.

**청구항 72**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제2 자극은 물품이 이전에 이미지 센서의 대상이 되었다는 것을 검출하기 위해 사용되는 방법.

**청구항 73**

선행 청구항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제2 자극은 후속 이미지 센서들에서 판독된 광학 이미지를 변화시킬 상기 태그에서의 변화를 생성하기 위해 사용되는 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 출원은 35 U.S.C. § 119(e) 하에서, 2019년 10월 17일자로 출원된, 발명의 명칭이 "LUMINESCENCE IMAGING FOR SENSING AND/OR AUTHENTICATION"인 미국 가특허 출원 제62/916,331호에 대한 우선권을 주장하며, 그 내용은 모든 목적을 위해 그 전체가 참고로 여기에 포함된다.

[0002] 본 명세서에 설명된 실시예들은 일반적으로 발광 이미징을 사용한 감지 및/또는 인증에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0003] 감지 기술은 안전, 보안, 프로세스 모니터링, 및 공기질 관리와 같은 매우 다양한 응용들에서 사용되고 있다. 그러나, 많은 센서는 복잡한 제조 프로세스, 낮은 민감도, 및/또는 잘못된 검출 표시에 의해 제한된다. 이와 같이, 이러한 센서들의 응용들은 종종 제한된다.

[0004] 따라서, 개선된 방법들 및 시스템들이 필요하다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

**과제의 해결 수단**

[0005] 감지 및/또는 인증을 위한 발광 이미징을 위한 물품들, 시스템들, 및 방법들이 일반적으로 개시된다.

[0006] 일부 양태들에서, 시스템이 제공된다. 일부 실시예들에서, 시스템은 방출 종이 방출 시간 기간 동안 검출 가능한 비-정상-상태 방출을 생성하도록 방출 종을 여기시키도록 구성된 여기 컴포넌트를 포함한다. 특정 실시예들에서, 방출 시간 기간은 적어도 10 나노초이다. 일부 실시예들에서, 시스템은 검출 가능한 비-정상-상태 방출의 적어도 일부를 검출하도록 구성된 이미지 센서를 포함한다. 일부 실시예들에서, 시스템은 방출 시간 기간의 제1 부분에 대응하는 제1 부분 및 방출 시간 기간의 제2 부분에 대응하는 제2 부분을 포함하는 단일 이미지를 생성하도록 구성된 전자 하드웨어 컴포넌트를 포함한다.

[0007] 일부 실시예들에 따르면, 시스템이 제공된다. 일부 실시예들에서, 시스템은 방출 종을 비-정상-상태 전자기 방사선에 노출시키도록 구성된 여기 컴포넌트를 포함한다. 일부 실시예들에서, 시스템은 방출 종에 의해 방출된 전자기 방사선의 적어도 일부를 검출하도록 구성된 이미지 센서를 포함한다. 일부 실시예들에서, 시스템은 적어도 제1 시점에서 방출 종에 의한 전자기 방사선의 방출에 대응하는 제1 이미지 부분, 및 적어도 제2 시점에서 방출 종에 의한 전자기 방사선의 방출에 대응하는 제2 이미지 부분을 적어도 포함하는 단일 이미지를 생성하도록 구성된 전자 하드웨어 컴포넌트를 포함한다.

[0008] 일부 실시예들에서, 물품의 특성의 식별을 위해 구성된 시스템이 제공된다. 일부 실시예들에서, 시스템은 물품과 연관된 화학적 태그를 포함한다. 특정 실시예들에서, 화학적 태그는 방출 종을 포함한다. 특정 실시예들에서, 방출 종은 조건들의 세트 하에 방출 시간 기간 동안 검출 가능한 비-정상-상태 방출을 생성한다. 특정 실시예들에서, 방출 시간 기간은 적어도 10 나노초이다. 일부 실시예들에서, 시스템은 이미지 캡처 시간 기간에 걸쳐 변하는 검출 가능한 비-정상-상태 방출이 생성되도록 조건들의 세트 하에서 방출 종을 여기시키도록 구성된 여기 컴포넌트를 포함한다. 일부 실시예들에서, 시스템은 검출 가능한 방출을 검출하도록 구성된 이미지 센서를 포함한다. 일부 실시예들에서, 시스템은 검출 가능한 방출을 단일 이미지로 변환하도록 구성된 전자 하드웨어 컴포넌트를 포함한다. 특정 실시예들에서, 단일 이미지는 방출 시간 기간의 제1 부분에 대응하는 제1 부분 및 방출 시간 기간의 제2 부분에 대응하는 제2 부분을 포함한다. 특정 실시예들에서, 제1 부분과 제2 부분의 속성 사이의 차이는 물품의 특성과 연관된다.

[0009] 일부 실시예들에서, 물품의 특성의 식별을 위해 구성된 시스템이 제공된다. 일부 실시예들에서, 시스템은 물품과 연관된 화학적 태그를 포함한다. 특정 실시예들에서, 화학적 태그는 방출 종을 포함한다. 특정 실시예들에서, 화학적 태그는 조건들의 세트 하에서 방출 시간 기간 동안 검출 가능한 비-정상-상태 방출을 생성한다. 특정 실시예들에서, 방출 시간 기간은 적어도 10 나노초이다. 일부 실시예들에서, 시스템은 이미지 캡처 시간 기간에 걸쳐 변하는 검출 가능한 비-정상-상태 방출이 생성되도록 조건들의 세트 하에서 방출 종을 여기시키도록 구성된 여기 컴포넌트를 포함한다. 일부 실시예들에서, 시스템은 검출 가능한 비-정상-상태 방출을 검출하도록 구성된 이미지 센서를 포함한다. 일부 실시예들에서, 시스템은 검출된 방출을 단일 이미지로 변환하도록 구성된 전자 하드웨어 컴포넌트를 포함한다. 특정 실시예들에서, 단일 이미지는 방출 시간 기간의 제1 부분에 대응

하는 제1 부분 및 방출 시간 기간의 제2 부분에 대응하는 제2 부분을 포함한다. 특정 실시예들에서, 제1 부분과 제2 부분의 속성 사이의 차이는 물품의 특성과 연관된다.

[0010] 일부 실시예들에서, 화학적 태그의 특성의 식별을 위해 구성된 시스템이 제공된다. 일부 실시예들에서, 시스템은 화학적 태그를 포함한다. 특정 실시예들에서, 화학적 태그는 조건들의 세트 하에서 방출 시간 기간 동안 검출 가능한 방출을 생성한다. 특정 실시예들에서, 방출 시간 기간은 적어도 10 나노초이다. 일부 실시예들에서, 시스템은 검출 가능한 방출이 생성되도록 조건들의 세트 하에서 화학적 태그를 여기시키도록 구성된 여기 컴포넌트를 포함한다. 일부 실시예들에서, 시스템은 검출 가능한 방출을 검출하도록 구성된 이미지 센서를 포함한다. 일부 실시예들에서, 시스템은 검출된 방출을 단일 이미지로 변환하도록 구성된 전자 하드웨어 컴포넌트를 포함한다. 일부 실시예들에서, 단일 이미지는 방출 시간 기간의 제1 부분에 대응하는 제1 부분 및 방출 시간 기간의 제2 부분에 대응하는 제2 부분을 포함한다. 일부 실시예들에서, 제1 부분과 제2 부분의 속성 사이의 차이는 화학적 태그의 특성과 연관된다.

[0011] 일부 양태들에서, 일정 시간 기간에 걸친 방출 종에서의 변화를 식별하기 위한 방법이 제공된다. 일부 실시예들에서, 방법은 방출 시간 기간 동안 검출 가능한 비-정상-상태 방출을 생성하도록 종을 여기시키는 단계를 포함한다. 특정 실시예들에서, 방출 시간 기간은 적어도 10 나노초이다. 일부 실시예들에서, 방법은 이미지 센서를 사용하여, 검출 가능한 비-정상-상태 방출의 적어도 일부의 단일 이미지를 획득하는 단계를 포함한다. 특정 실시예들에서, 단일 이미지의 제1 부분은 방출 시간 기간의 제1 부분에 대응한다. 특정 실시예들에서, 단일 이미지의 제2 부분은 방출 시간 기간의 제2 부분에 대응한다. 일부 실시예들에서, 방법은 단일 이미지의 제1 부분과 제2 부분 사이의 차이에 기초하여, 종에서의 변화를 결정하는 단계를 포함한다.

[0012] 일부 실시예들에서, 일정 시간 기간에 걸친 방출 종에서의 변화를 식별하기 위한 방법이 제공된다. 일부 실시예들에서, 방법은 종이 방출 시간 기간 동안 비-정상-상태 전자기 방사선을 방출하게 하는 단계를 포함한다. 일부 실시예들에서, 방법은 이미지 센서를 사용하여, 방출 종에 의해 방출된 전자기 방사선의 적어도 일부의 단일 이미지를 획득하는 단계를 포함한다. 일부 실시예들에서, 방법은 적어도 제1 시점에서 방출 종에 의한 전자기 방사선의 방출에 대응하는 제1 이미지 부분으로부터 정보를 식별하는 단계를 포함한다. 일부 실시예들에서, 방법은 적어도 제2 시점에서 방출 종에 의한 전자기 방사선의 방출에 대응하는 제2 이미지 부분으로부터 정보를 식별하는 단계를 포함한다. 일부 실시예들에서, 방법은 적어도 제1 이미지 부분으로부터의 정보 및 제2 이미지 부분으로부터의 정보로부터, 방출 종에서의 변화를 결정하는 단계를 포함한다.

[0013] 일부 실시예들에서, 방출 종의 특성을 식별하는 방법이 제공된다. 일부 실시예들에서, 방법은 종이 방출 시간 기간 동안 검출 가능한 비-정상-상태 방출을 생성하도록 종을 여기시키는 단계를 포함한다. 특정 실시예들에서, 방출 시간 기간은 적어도 10 나노초이다. 일부 실시예들에서, 방법은 이미지 센서를 사용하여, 검출 가능한 비-정상-상태 방출의 제1 이미지를 획득하는 단계를 포함한다. 특정 실시예들에서, 제1 이미지의 제1 부분은 방출 시간 기간의 제1 부분에 대응한다. 특정 실시예들에서, 제1 이미지의 제2 부분은 방출 시간 기간의 제2 부분에 대응한다. 일부 실시예들에서, 방법은 제1 이미지의 제1 부분과 제2 부분 사이의 차이에 기초하여, 종의 특성을 결정하는 단계를 포함한다.

[0014] 일부 실시예들에서, 물품의 특성을 식별하기 위한 방법이 제공된다. 일부 실시예들에서, 방법은 방출 태그를 포함하는 것으로 의심되는 물품에 근접하게 이미지 센서를 위치시키는 단계를 포함한다. 일부 실시예들에서, 방법은 방출 태그가, 존재한다면, 검출 가능한 비-정상-상태 방출을 생성하도록 물품을 자극하는 단계를 포함한다. 일부 실시예들에서, 방법은 이미지 센서를 사용하여, 검출 가능한 비-정상-상태 방출의 단일 이미지를 획득하는 단계를 포함한다. 일부 실시예들에서, 방법은 분석될 물품의 샘플을 제2 물품에 추가한 다음, 이미지 센서로 제2 물품을 분석하는 단계를 포함한다. 특정 실시예들에서, 단일 이미지의 제1 부분은 분석물을 자극한 후의 제1 시간 기간에 대응한다. 특정 실시예들에서, 단일 이미지의 제2 부분은 제1 시간 기간과 상이한, 분석물을 자극한 후의 제2 시간 기간에 대응한다. 일부 실시예들에서, 방법은 단일 이미지의 제1 부분과 제2 부분 사이의 차이에 기초하여 물품의 특성을 결정하는 단계를 포함한다.

[0015] 일부 실시예들에서, 자극의 존재를 검출하기 위한 방법이 제공된다. 일부 실시예들에서, 방법은 화학적 태그를 포함하는 물품을 자극을 포함하는 조건들의 세트에 노출시키는 단계를 포함한다. 특정 실시예들에서, 화학적 태그는 태그 내의 하나 이상의 방출 종의 수명, 파장, 및/또는 강도를 변화시키는 자극의 존재 하에 화학적 및/또는 생물학적 반응을 겪는다. 일부 실시예들에서, 방법은 물품에 근접하게 이미지 센서를 위치시키는 단계를 포함한다. 일부 실시예들에서, 방법은 이미지 센서를 사용하여, 화학적 태그를 포함하는 물품의 일부의 단일 이미지를 획득하는 단계를 포함한다. 특정 실시예들에서, 단일 이미지의 제1 부분은 물품을 노출시킨 후의 제1

시간 기간에 대응한다. 특정 실시예들에서, 단일 이미지의 제2 부분은 제1 시간 기간과 상이한, 물품을 노출시킨 후의 제2 시간 기간에 대응한다. 일부 실시예들에서, 방법은 단일 이미지의 제1 부분과 제2 부분 사이의 차이에 기초하여 물품의 특성을 결정하는 단계를 포함한다. 일부 실시예들에서, 방법은 다수의 시점에서 이미지들의 추가적인 부분들로부터 정보를 획득하고 사용하도록 확장될 수 있다. 일부 실시예들에서, 부분들은 평면 또는 원형 편광된 광, 또는 다른 비-정상-상태 전자기 방사선으로 분석된다.

[0016] 본 발명의 다른 이점 및 신규한 특징은 첨부된 도면들과 함께 고려될 때, 발명의 다양한 비-제한적인 실시예들의 하기 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다. 본 명세서 및 참조문헌으로 포함된 문서가 충돌 및/또는 비 포함된 개시를 포함하고 있을 경우, 본 명세서가 우선한다.

**도면의 간단한 설명**

[0017] 도 1은 일부 실시예들에 따라, 여기 컴포넌트, 이미지 센서, 및 전자 하드웨어 컴포넌트를 포함하는 예시적인 시스템을 도시하고;

도 2a는 일부 실시예들에 따른 예시적인 롤링 셔터 메커니즘의 개략적인 플롯을 도시하고;

도 2b는 일부 실시예들에 따른 예시적인 글로벌 셔터 메커니즘의 개략적인 플롯을 도시하고;

도 3은 일부 실시예들에 따라, 롤링 셔터 방법을 이용하여 스마트폰에 의해 캡처된 필싱 LED의 단일 이미지 및 LED가 온 또는 오프되었는지를 표시하는 상부 자막을 도시하고;

도 4는 일부 실시예들에 따른, 고속 방출 중(좌측) 및 지연된 방출 중(우측)을 여기하는 필싱 UV-LED의 이미지들을 도시하고;

도 5는 일부 실시예들에 따라, 7°C, 냉장(좌측), 실온(중심), 및 54°C, 가열(우측)에서 2개의 방출 중을 포함하는 박막의 광학 현미경 사진을 도시하고;

도 6은 일부 실시예들에 따른, 정상 조명 하에 다수의 방출 중을 포함하는 바이알(vial)의 광학 현미경 사진(좌측), 롤링 셔터를 사용하여 이미지화된 펄스화된 조명 하에 동일한 바이알의 광학 현미경 사진(중간), 및 중간 광학 현미경 사진의 확대도(우측)를 도시한다.

본 발명의 다른 양태들, 실시예들 및 특징들은 첨부된 도면들과 함께 고려될 때 하기 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다. 첨부된 도면들은 개략적이며 척도에 맞춰 도시하고자 한 것이 아니다. 명료성을 위해, 모든 컴포넌트가 매 도면에 표시되지는 않으며, 통상의 기술자가 발명을 이해하게 하는데 도해가 필요하지 않을 경우, 발명의 각 실시예의 모든 컴포넌트가 나타나지도 않는다. 본 명세서에 참고로 포함된 모든 특허 출원 및 특허는 그 전체가 참조로서 포함된다. 충돌의 경우에, 정의들을 포함하는 본 명세서는 조정할 것이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0018] 이미징을 이용하여 감지 및/또는 인증을 위한 조성물들, 물품들, 시스템들, 및 방법들이 일반적으로 제공된다. 이들과 관련하여, 하나 이상의 방출 중의 이미지(또는 일련의 이미지들)가 획득될 수 있고, 이미지 형성/획득의 타임프레임에 대한, 중에 관한 정보를 결정하고 식별하기 위해 이미지 형성 또는 조작의 시간-의존성이 활용될 수 있다.

[0019] 이미지들이 획득되는 많은 경우에(일례는 휴대폰으로 사진을 찍은 것이다), 단일 이미지가 단순히 한 순간에 획득되는 것이 아니라, 단일 이미지를 구성하기 위해 단일 이미지의 부분들이 상이한 때에(그렇지만 아주 짧은 기간에 걸쳐) 촬영된다. 예를 들어, 이미지의 한 부분(예를 들어, 상부)은 이미지의 다른 부분(예를 들어, 하부)과 매우 약간 다른 시간에 획득된다. 휴대폰 카메라에서, "셔터"(예를 들어, 전자 셔터)는 이미지 내의 위치에 따라 상이한 시간들에 이미지의 부분들이 형성되는 것을 차단할 수 있어서, 전체 이미지가 과노출되지 않고, 임의의 특정 시간에, 전체 이미지가 아닌 일부가 기록되고 있지만, 시간 경과에 따라(매우 짧게) 전체 이미지가 구성된다. 이미지의 특정 부분들이 언제 획득되었는지에 대한 지식으로, 그 2개(또는 그 이상)의 상이한 시간들에서 및/또는 이미지 형성의 전체 시간 기간(또는 그 시간 기간의 일부분)에 걸쳐 그 이미지의 주제에 대해 발생한 것에 관한 정보를 식별할 수 있다. 예를 들어, 방출 중(화학적 또는 생물학적 중, 방출 태그 등)의 특징이 이미지 형성의 타임스케일 상에서 변화면, 형성된 단일 이미지는 그 변화(들)에 관한 무언가를 결정하는데 이용될 수 있다.

[0020] 본 개시내용 전반에 걸친 설명으로부터 명백하게 되는 바와 같이, 본 발명(들)은 임의의 특정 타입의 이미지,

이미지들의 수, 이미지를 획득하기 위해 사용되는 장비의 타입 등으로 제한되지 않는 상기 설명의 많은 변형들을 포함한다.

[0021] 일부 실시예들에서, 물품(또는 물품의 포장 물질)은 방출 종(예를 들어, 발광 종)을 포함하는 방출 물질과 연관된다. 일부 경우들에서, 방출 종은 적어도 10 나노초(ns)의 방출 수명을 갖는다. 본 기술분야의 통상의 기술자는 적절한 방출 타입라인들이 이미지 센서의 시간 해상도에 기초하여 선택될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 일부 이미지 센서들의 경우, 적절한 수명은 밀리초 정도일 수 있는 반면, 다른 이미지 센서들의 경우, 적절한 수명은 마이크로초 정도일 수 있다. 더 빠른 시간 응답들을 갖는 이미지 센서들은 일반적으로 수명 기반 이미지들이 더 짧은 수명들을 갖는 방출 종을 이용하여 획득되게 할 것이다. 일부 경우들에서, 물품의 특성(예를 들어, 정체성, 진위, 나이, 품질, 순도)은 방출 종과 관련된 시간-의존적 정보를 포함하는 이미지(또는 일련의 이미지)를 획득함으로써 결정될 수 있다. 특정 경우들에서, 예를 들어, 방출 종의 방출 수명은 이미지(또는 일련의 이미지들)로부터 결정될 수 있다. 방출 종의 방출 수명은 다른 분자들(예를 들어, 물, 산소, 일산화탄소)에 의 결합 또는 근접성, 온도, pH, 및 방사선 노출을 포함하지만 이에 제한되지 않는 다수의 인자에 의해 수정될 수 있기 때문에, 측정된 방출 수명의 길이(예를 들어, 관찰된 방출 수명, 방출 시간 기간)는 연관된 물품의 특성에 관한 정보를 제공할 수 있다. 일부 경우들에서, 하나 이상의 방출 종을 포함하는 방출 물질이 연관된 물품을 식별 및/또는 입증하기 위해 사용될 수 있다.

[0022] 일부 실시예들에 따르면, 물품(또는 물품의 포장 물질)은 방출 종을 포함하는 방출 물질과 연관된다. 특정 실시예들에서, 방출 종은 화학적 및/또는 생물학적 종이다. 일부 경우들에서, 여기 컴포넌트는 비-정상-상태 펄스화된 및/또는 변조된 전자기 방사선을 방출하고, 그의 적어도 일부는 방출 종에 의해 흡수된다. 일부 경우들에서, 펄스화된 및/또는 변조된 여기 컴포넌트는 편광, 또는 하나 이상의 파장 대역을 가질 수 있다. 일부 경우들에서, 다수의 여기 컴포넌트가 순차적으로 사용될 수 있고/있거나 이들이 물품에 적용될 때 중첩될 수 있다. 특정 경우들에서, 흡수된 전자기 방사선은 방출 종의 하나 이상의 전자를 더 높은 에너지 상태로 여기시킨다. 하나 이상의 여기된 전자는 준안정성이고, 일부 경우들에서, 전자기 방사선의 방출, 열 소산(예를 들어, 진동 에너지 전달을 통해), 및/또는 화학적 반응을 통해 보다 낮은 에너지 상태(예를 들어, 기저 상태)로 이완될 수 있다. 여기된 전자가 전자기 방사선을 방출함으로써 이완될 때, 그것은 일정 시간 기간("방출 시간 기간" 또는 "방출 수명"이라고도 지칭됨)에 걸쳐 검출 가능한 방출을 생성할 수 있다. 일부 경우들에서, 이미지 센서는 검출 가능한 방출의 적어도 일부를 검출할 수 있다. 특정 경우들에서, 전자 하드웨어 컴포넌트(예를 들어, 회로, 하나 이상의 프로세서)는 방출 시간 기간의 제1 부분에 대응하는 제1 부분 및 방출 시간 기간의 제2 부분에 대응하는 제2 부분을 포함하는 이미지(또는 일련의 이미지들)를 후속하여 생성할 수 있다. 특정 경우들에서, 전자 하드웨어 컴포넌트는 다수의 상이한 수명들에서 방출들의 상이한 부분들로부터 전자기 방사선(예를 들어, 가시광 또는 다른 광)을 캡처함으로써 이미지를 생성할 수 있다. 이미지가 캡처되는 시퀀스 및 시간 기간들은 가변적일 수 있고, 원칙적으로 전자 하드웨어의 프로그래밍 또는 수정에 의해 변경될 수 있다. 이러한 방식으로, 방출 종 및/또는 물품의 특성에 관한 시간-의존적 정보를 획득하기 위해 이미지(또는 일련의 이미지)가 이용될 수 있다. 여기 컴포넌트와 관련하여 상이한 시간 기간들에서 이미지의 상이한 부분들을 수집함으로써, 고유한 이미지들이 생성될 수 있다. 이들 이미지는 물품에 관한 정보를 전달하기 위해 사용될 수 있고, 인증 코드로서 역할할 수 있다. 하나의 비-제한적인 예로서, 이미지(또는 일련의 이미지들)는 방출 종의 방출 수명을 결정하기 위하여 사용될 수도 있다. 일부 경우들에서, 방출 종의 방출 수명은 다른 분자들(예를 들어, 물, 산소, 일산화탄소)에 대한 결합 및/또는 근접성, 온도, pH, 방사선 노출, 및/또는 다른 환경 인자들에 의해 수정될 수 있다. 따라서, 일부 경우들에서, 특정한 방출 수명 값은 연관된 물품의 특성에 관한 정보(예를 들어, 라벨의 존재 또는 부재, 환경의 특성, 이전의 화학적, 물리적, 또는 다른 노출에 관한 정보)를 제공할 수 있다. 다른 비-제한적인 예로서, 이미지의 제1 부분의 속성과 이미지의 제2 부분의 속성 사이의 차이는 물품의 특성에 관한 정보(예를 들어, 라벨의 존재 또는 부재, 환경의 특성, 이전의 화학적, 물리적, 또는 다른 노출에 관한 정보)를 제공할 수 있다.

[0023] 도 1은 예시적인 시스템을 예시한다. 도 1에서, 시스템(100)은 여기 컴포넌트(110)를 포함한다. 일부 경우들에서, 여기 컴포넌트(110)는 전자기 방사선의 소스를 포함한다. 하나의 비-제한적인 예로서, 여기 컴포넌트(110)는 실질적으로 백색광의 소스를 포함할 수 있다. 일부 경우들에서, 여기 컴포넌트(110)는 전자기 방사선, 및/또는 편광된 전자기 방사선의 상이한 파장들의 하나 이상의 협대역의 소스이다. 일부 경우들에서, 여기 컴포넌트(110)는 전자 및/또는 기계적 셔터와 연관된다. 전자 및/또는 기계적 셔터는 여기 컴포넌트(110)에 의해 방출된 전자기 방사선을 변조하도록 구성될 수 있다. 다른 경우들에서, 여기 컴포넌트(110)는 출력 강도에서 플래시 및/또는 변조를 야기하는 주기적 또는 펄스화된 전기 에너지에 의해 구동된다. 일부 경우들에서, 여기 컴포넌트(110)는 형광 또는 LED 광원과 같은 "실내 광"일 수 있다. 일부 실시예들에서, 시스템(100)은 이미지

센서(120)(예를 들어, CMOS 센서, CCD 센서, 포토다이오드 어레이, 또는 전자기 방사선을 검출할 수 있는 다른 검출기)를 추가로 포함한다. 일부 경우들에서, 시스템(100)은 전자 하드웨어 컴포넌트(130)(예를 들어, 회로, 하나 이상의 프로세서)를 추가로 포함한다. 특정 경우들에서, 전자 하드웨어 컴포넌트(130)는 이미지 센서(120)와 통합된다. 특정의 다른 경우들에서, 전자 하드웨어 컴포넌트(130)는 이미지 센서(120)와 분리되어 있다. 일부 실시예들에서, 시스템(100)은 셀룰러 폰(예를 들어, 스마트폰), 디지털 카메라, 태블릿, 랩톱, 홈 오토메이션 디바이스, 시계(예를 들어, 스마트워치), 또는 데스크톱 컴퓨터와 같은 소비자-레벨 전자 디바이스이다.

[0024]

동작 시에, 시스템(100)은 하나 이상의 방출 종과 연관될 수 있는 물품(140)에 근접하여 위치될 수 있다. 근접성은 센티미터 내지 수 미터의 범위일 수 있고, 물품(140)의 크기, 이미지 센서(120)의 해상도, 및 요구되는 정보에 의해 결정될 것이다. 물품(140) 및 이미지 센서(120)의 배향도 역시 달라질 수 있고, 상이한 배향(예를 들어, 각도, 전방/후방, 기울기)은 상이한 정보가 추출되는 것을 허용한다. 일부 경우들에서, 물품(140)으로부터 디바이스에 의해 빛나거나 외부 소스에 의해 주어지는 다른 정보는 요구되는 배향 및 근접성을 알려줄 것이다. 여기 컴포넌트(110)는 물품(140)의 하나 이상의 방출 종에 의해 흡수될 수 있는 펄스화된 및/또는 변조된 전자기 방사선(150)을 방출할 수 있다. 이 방사선은 파장의 개별 협대역들이거나 또는 (백색광과 같은) 광대역 들일 수 있다. 여기 컴포넌트(110)는 시간 변조, 편광, 및 이들이 물품(140) 상에 충돌하는 물리적 위치가 변하는 상이한 파장의 전자기 방사선의 다수의 상이한 패턴을 동시에 생성할 수 있다. 일부 경우들에서, 전자기 방사선은 물품(140)의 제2 방출 종에 에너지를 전달하는 제1 종에 의해 흡수된다. 일부 경우들에서, 전자기 방사선(150)의 적어도 일부는 물품(140)의 하나 이상의 방출 종을 여기시키거나 그에 의해 반사될 수 있다. 반사된 방사선은 여기 컴포넌트(110)에 의해 생성되거나 또는 주변 광의 결과일 수 있다. 하나 이상의 방출 종은 후속하여 방출 시간 기간(예를 들어, 방출 수명)에 걸쳐 검출 가능한 방출(160)을 생성할 수 있다. 이미지 센서(120)는 검출 가능한 방출(160)의 적어도 일부를 검출할 수 있다. 이미지 센서(120)는 또한 산란된 전자기 방사선의 적어도 일부를 검출할 수 있다. 일부 경우들에서, 검출 가능한 방출(160)의 검출은 여기 컴포넌트(110)가 전자기 방사선(150)의 방출을 중단한 후에 시작할 수 있다. 특정 경우들에서, 이는 여기 컴포넌트(110)로서 실질적으로 백색 광원(예를 들어, 카메라 플래시)의 사용을 허용할 수 있다. 특정 경우들에서, 전자기 방사선(160)은 물품(140)의 방출 종의 수명 및 여기 컴포넌트(110)에 의한 변조된 여기의 결과로서 시간에 따라 지속적으로 변한다. 일부 경우들에서, 전자 하드웨어 컴포넌트(130)는 방출 시간 기간의 제1 부분에 대응하는 제1 부분 및 방출 시간 기간의 제2 부분에 대응하는 제2 부분을 포함하는 단일 이미지(또는 일련의 이미지들)를 생성한다. 일부 경우들에서, 이미지는 많은 상이한 방출 시간 기간들을 측정함으로써, 및/또는 많은 상이한 여기 방법들을 이용하여, 및/또는 상이한 거리들에서, 및/또는 상이한 배향들을 이용하여, 및/또는 상이한 필터들 또는 편광기들을 이용하여 생성된다. 일부 경우들에서, 전자 하드웨어 컴포넌트(130)는 물품(140) 및/또는 다른 소스로부터 여기 및 이미지 캡처의 전체적인 방법을 변경하는 명령어들을 수신한다. 일부 경우들에서, 방출 종의 특성 및/또는 방출 종에서의 변화는 단일 이미지(또는 일련의 이미지들)의 제1 부분과 단일 이미지(또는 일련의 이미지들)의 제2 부분 사이의 차이에 기초하여 결정된다. 많은 상이한 시간 기간들이 이 방법을 이용하여 캡처될 수 있다. 특정한 비-제한적인 경우들에서, 방출 종의 방출 수명, 또는 방출 수명의 상대적인 변화는 (예를 들어, 단일 이미지 또는 일련의 이미지들의 제1 부분과 단일 이미지 또는 일련의 이미지들의 제2 부분 사이의 차이에 기초하여) 단일 이미지 또는 일련의 이미지들로부터 결정된다. 일부 경우들에서, 물품의 특성은 (예를 들어, 단일 이미지 또는 일련의 이미지들의 제1 부분과 단일 이미지 또는 일련의 이미지들의 제2 부분 사이의 차이에 기초하여) 단일 이미지 또는 일련의 이미지들로부터 결정된다. 특정 경우들에서, 예를 들어, 시간 경과에 따른 각각의 이미지의 상이한 부분들을 비교함으로써 각각의 단일 이미지로부터 상이한 데이터 세트들(예를 들어, 특성들)을 생성하기 위해 일련의 단일 이미지들이 사용될 수 있다.

[0025]

일부 경우들에서, 본 명세서에 설명된 시스템들 및 방법들은 유리하게도 소비자들이 물품의 특성을 평가하기 위해(예를 들어, 제품이 진품인지, 식품이 신선한지, 오염물 또는 다른 위험 물질이 존재하는지를 결정하기 위해) 이미징 능력들을 갖는 소비자-레벨 전자 장치(예를 들어, 스마트폰, 디지털 카메라, 태블릿, 랩톱, 홈 오토메이션 디바이스, 스마트워치, 데스크톱 컴퓨터)를 사용하는 것을 허용한다. 종래의 광학 감지 응용들에서 소비자-레벨 전자 장치들의 사용을 제한한 하나의 인자는 비교적 좁은 범위 내의 피크 파장을 갖는 전자기 방사선(예를 들어, 하나 이상의 형광단을 여기시키도록 구성된 전자기 방사선)을 선택적으로 방출하고 비교적 좁은 범위 내의 피크 파장을 갖는 전자기 방사선(예를 들어, 하나 이상의 형광단에 의해 방출된 전자기 방사선)을 검출하기 위해 광학 필터들(예를 들어, 대역통과 필터들)을 사용할 필요가 있었다. 예를 들어, 표준 형광단이 카메라 및/또는 스마트폰의 플래시에 의해 방출된 실질적으로 백색광을 사용하여 여기된 경우, 형광단으로부터의 방출은 백색광에 존재하는 중첩 파장들에 의해 씻겨 나갈 수 있습니다. 이 문제에 대한 한가지 해결책은 형광단으로부터

터 유래하는 파장들이 렌즈에 들어가도록 선택적으로 허용하기 위해 카메라 및/또는 스마트폰의 렌즈 위에 대역통과 필터를 위치하는 것을 수반할 수 있다. 다른 해결책은 형광단을 여기시키는 파장들을 선택적으로 방출하는 전자기 방사선의 소스를 통합하는 것을 수반할 수 있다. 그러나, 이러한 해결책들은, 각각의 형광단이 전자기 방사선의 추가 필터 및/또는 소스를 요구할 수 있기 때문에, 하나보다 많은 형광단이 사용된다면 엄청나게 비싸지고 및/또는 불편해질 수 있다. 유리하게는, 본 명세서에 설명된 시스템들 및 방법들은 여기 컴포넌트 또는 이미지 센서가 상이한 타입의 방출 중에 대한 상이한 광학 필터들(예를 들어, 대역통과 필터들)과 연관될 것을 요구하지 않을 수 있다.

[0026] 유리하게는, 본 명세서에 설명된 시스템들 및 방법들은 셀룰러 폰들(예를 들어, 스마트폰들, 아이폰(iPhone)들, 안드로이드 폰(Android phone)들), 디지털 카메라들, 태블릿들(예를 들어, 아이패드(iPad)들), 랩톱 컴퓨터들, 홈 오토메이션 디바이스들, 시계들(예를 들어, 스마트워치들), 및/또는 데스크톱 컴퓨터들과 같은 소비자-레벨 전자 장치들에서 구현될 수 있다. 이러한 가전 제품들은 필터들 또는 다른 액세서리들과 함께 사용될 수 있지만, 일부 경우들에서 본 명세서에 설명된 방법들의 경우에는, 이러한 필터들은 요구되지 않을 것이다. 그러나, 시스템들 및 방법들은 소비자-레벨 전자 장치로 제한되지 않고, 다른 시스템들 및 디바이스들 상에서도 구현될 수 있다.

[0027] 일부 실시예들에서, 시스템은 이미지 센서를 포함한다. 이미지 센서는 일반적으로 전자기 방사선(예를 들어, 방출 중으로부터의 검출 가능한 방출)을 검출하고 이미지를 생성하기 위해 사용될 수 있는 신호들(예를 들어, 전기 신호들)을 출력하도록 구성된다. 임의의 적절한 타입의 이미지 센서는 특정 조건들의 세트 하에서 방출 중으로부터의 방출(또는 방출의 부재)을 검출하기 위해 사용될 수 있다. 적합한 이미지 센서들의 비-제한적인 예들은 CMOS(complementary metal oxide semiconductor) 센서들, CCD(charge-coupled device) 센서들, 및 포토다이오드들을 포함한다. 본 기술분야의 통상의 기술자는 본 명세서의 교시에 기초하여 적절한 이미지 센서들을 선택할 수 있을 것이다.

[0028] 일부 실시예들에서, 이미지 센서는 이미지 캡처의 롤링 셔터 방법을 사용한다. 이미지 센서는 종종 픽셀들의 어레이를 포함하고, 롤링 셔터 방법에서, 개별 행들 또는 열들이 순차적으로 판독된다. 따라서, 롤링 셔터 방법을 사용하여 캡처된 단일 프레임에서, (특정 롤링 셔터 방법에 따른) 각각의 행 또는 열은 시간 슬라이스를 나타낸다. 예시를 위해, 도 2a는 개별 행들이 순차적으로 판독되는 예시적인 롤링 셔터 메커니즘의 플롯을 도시한다. 롤링 셔터 방법들은 기계적으로 또는 전자적으로 구현될 수 있다.

[0029] 대조적으로, 글로벌 셔터 방법에서는, 이미지 센서의 모든 픽셀이 동시에 판독된다. 예시를 위해, 도 2b는 모든 행이 동시에 판독되는 예시적인 글로벌 셔터 메커니즘의 플롯을 도시한다. 이는 글로벌 셔터가 사용되고 필름 상의 모든 지점이 동시에 응답하는 사진 필름의 경우이다.

[0030] 본 기술분야의 통상의 기술자는 롤링 셔터 방법들이 종종 워블, 스큐, 공간 에일리어싱, 및/또는 시간 에일리어싱과 같은 원하지 않는 아티팩트들을 생성하는 것으로 비판받는다 것을 이해할 것이다. 그 결과, 이러한 아티팩트들을 최소화하기 위해 더 빠른 프레임 캡처 속도를 갖는 디바이스들을 갖는 것에 관심이 있다. 더 빠른 프레임 속도로, 각각의 행 또는 열의 신호 기록(판독) 사이의 시간은 더 짧다. 그러나, 본 명세서에 설명된 시스템들 및 방법들에서, 롤링 셔터 방법은 방출 중을 포함하는 방출 물질에 관한 시간-의존적 정보를 포함하는 이미지들을 생성하기 위해 활용될 수 있다. 예를 들어, 롤링 셔터 방법은 소비자-레벨 전자 장치의 사용이 광대역 전자기 방사선 소스(예를 들어, 실질적으로 백색 광원)를 사용하여 중을 여기시킬 때에도 하나 이상의 방출 중의 방출 수명에 기초하여 정보를 획득할 것을 가능하게 할 수도 있다. 이 정보를 획득하기 위해, 여기 전자기 방사선은 방출 중으로부터 비-정상-상태, 시간-의존적 신호를 생성하도록 펄스화되고/되거나 변조될 수 있다. 일부 경우들에서, 방출 중에 의해 방출 및/또는 반사되는 검출 가능한 비-정상-상태 방출의 적어도 하나의 특성은 이미지 캡처 시간 기간에 걸쳐 변한다.

[0031] 일부 실시예들에서, 이미지 센서는 이미지를 생성하도록 구성된 전자 하드웨어 컴포넌트(예를 들어, 회로, 하나 이상의 프로세서)와 연관될 수 있다. 특정 실시예들에서, 전자 하드웨어 컴포넌트는 방출 중의 방출 시간 기간의 제1 부분에 대응하는 제1 부분 및 방출 중의 방출 시간 기간의 제2 부분에 대응하는 제2 부분을 포함하는 단일 이미지를 생성하도록 구성된다. 특정 실시예들에서, 방출 시간 기간의 제1 부분은 방출 시간 기간의 제2 부분과 완전히 다르다. 특정의 다른 실시예들에서, 방출 시간 기간의 제1 부분은 방출 시간 기간의 제2 부분과 적어도 부분적으로 중첩된다. 일부 실시예들에서, 단일 이미지는 다수의 다른 방출 시간 기간들에 대응하는 후속 부분들을 포함한다. 단일 이미지는, 일부 실시예들에 따르면, 적어도 2개, 적어도 3개, 적어도 5개, 적어도 10개, 또는 적어도 20개의 부분을 포함할 수 있고, 이들 각각은 방출 시간 기간 또는 상이한 방출 시간 기간의

상이한 부분에 대응한다. 일부 실시예들에서, 단일 이미지는 2-5개의 부분, 2-10개의 부분, 2-20개의 부분, 5-10개의 부분, 5-20개의 부분, 또는 10-20개의 부분을 포함한다. 일부 경우들에서, 단일 이미지를 생성하도록 구성된 전자 하드웨어 컴포넌트는 반드시 이미지를 생성하지는 않을 수 있으며, 대신에 상이한 출력(예를 들어, 전자 신호들)을 제공할 수 있다.

[0032] 일부 실시예들에서, 이미지 센서 및/또는 전자 하드웨어 컴포넌트는 카메라(예를 들어, 디지털 카메라) 및/또는 폰(예를 들어, 스마트폰)에 통합된다. 일부 실시예들에서, 카메라 및/또는 폰은 전자기 방사선(예를 들어, 방출된 및/또는 반사된 전자기 방사선)을 검출하도록 구성된 복수의 이미지 센서를 포함한다. 특정 경우들에서, 카메라 및/또는 폰은 하나 이상의 추가적인 센서들(예를 들어, 개인의 위치 및/또는 습관들을 감지하도록 구성된 센서들, 광, 음향들, 및/또는 자기장들을 감지하도록 구성된 센서들)을 포함한다. 일부 경우들에서, 카메라 및/또는 전화는 모바일 분광법 응용들을 위해 사용될 수 있다.

[0033] 일부 실시예들에서, 시스템은 여기 컴포넌트를 포함한다. 일부 경우들에서, 여기 컴포넌트는 전자기 방사선의 소스를 포함한다. 전자기 방사선의 소스는 임의의 타입의 전자기 방사선(즉, 임의의 파장의 전자기 방사선)의 소스일 수 있다. 전자기 방사선의 소스에 의해 방출될 수 있는 적합한 타입의 전자기 방사선은 자외선 방사선(예를 들어, 약 10nm 내지 약 380nm 범위의 파장을 가짐), 가시광선(예를 들어, 약 380nm 내지 약 740nm 범위의 파장을 가짐), 근적외선 방사선(예를 들어, 약 700nm 내지 약 800nm 범위의 파장을 가짐), 및 적외선 방사선(예를 들어, 약 740nm 내지 약 3 $\mu$ m 범위의 파장을 가짐)을 포함하지만, 이에 제한되지는 않는다.

[0034] 특정 실시예들에서, 전자기 방사선의 소스는 광대역 방사선을 방출하도록 구성되어 있다. 특정 경우들에서, 전자기 방사선의 소스는 적어도 350nm, 적어도 360nm, 적어도 370nm, 적어도 380nm, 적어도 390nm, 적어도 400nm, 적어도 500nm, 적어도 1 $\mu$ m, 적어도 2 $\mu$ m, 또는 적어도 3 $\mu$ m에 걸치는 파장 범위의 전자기 방사선을 방출하도록 구성된다. 특정 경우들에서, 전자기 방사선의 소스는 350nm 내지 400nm, 350nm 내지 500nm, 350nm 내지 1 $\mu$ m, 350nm 내지 2 $\mu$ m, 350nm 내지 3 $\mu$ m, 400nm 내지 500nm, 400nm 내지 1 $\mu$ m, 400nm 내지 2 $\mu$ m, 400nm 내지 3 $\mu$ m, 500nm 내지 1 $\mu$ m, 500nm 내지 2 $\mu$ m, 500nm 내지 3 $\mu$ m, 1 $\mu$ m 내지 2 $\mu$ m, 또는 1 $\mu$ m 내지 3 $\mu$ m에 걸치는 파장 범위의 전자기 방사선을 방출하도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 전자기 방사선의 소스는 실질적으로 백색광을 방출하도록 구성된다.

[0035] 특정 실시예들에서, 전자기 방사선의 소스는 비교적 좁은 파장 범위의 전자기 방사선을 방출하도록 구성되어 있다. 특정 경우들에서, 예를 들어, 전자기 방사선의 소스는 특정 방출 종을 선택적으로 여기시키는 개별 파장 범위의 전자기 방사선을 방출하도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 전자기 방사선의 소스는 350nm 이하, 300nm 이하, 200nm 이하, 100nm 이하, 90nm 이하, 80nm 이하, 70nm 이하, 60nm 이하, 50nm 이하, 40nm 이하, 30nm 이하, 20nm 이하, 또는 10nm 이하에 걸치는 개별 파장 범위의 전자기 방사선을 방출하도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 전자기 방사선의 소스는 실질적으로 자색 광(예를 들어, 400nm 내지 450nm 범위의 피크 파장을 갖는 광), 실질적으로 청색 광(예를 들어, 450nm 내지 490nm 범위의 피크 파장을 갖는 광), 실질적으로 시안색 광(예를 들어, 490nm 내지 520nm 범위의 피크 파장을 갖는 광), 실질적으로 녹색 광(예를 들어, 520nm 내지 560nm 범위의 피크 파장을 갖는 광), 실질적으로 황색 광(예를 들어, 560nm 내지 590nm 범위의 피크 파장을 갖는 광), 실질적으로 오렌지색 광(예를 들어, 590nm 내지 635nm 범위의 피크 파장을 갖는 광), 및/또는 실질적으로 적색 광(예를 들어, 635nm 내지 700nm 범위의 피크 파장을 갖는 광)을 방출하도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 전자기 방사선의 소스는 복수의 비교적 좁은 파장 범위의 전자기 방사선을 방출하도록 구성된다. 특정 경우들에서, 전자기 방사선의 소스는 적어도 2개의 개별 범위, 적어도 3개의 개별 범위, 적어도 4개의 개별 범위, 또는 적어도 5개의 개별 범위의 전자기 방사선을 방출하도록 구성된다.

[0036] 여기 컴포넌트는 전자기 방사선의 하나 이상의 소스를 포함할 수 있고, 전자기 방사선의 하나 이상의 소스는 임의의 적합한 전자기 방사선의 소스를 포함할 수 있다. 적합한 전자기 방사선의 소스의 예들은 발광 다이오드(LED)들, 유기 발광 다이오드(OLED)들, 플래시 전구들, 방출 종(예를 들어, 형광 염료들, 무기 인광체들), 및 전기 방전 소스들을 포함하지만, 이에 제한되지는 않는다. 특정 실시예들에서, 여기 컴포넌트는 복수의 전자기 방사선의 소스(예를 들어, 복수의 LED, OLED, 플래시 전구, 방출 종 및/또는 전기 방전 소스)를 포함한다. 일

부 경우들에서, 전자기 방사선의 2 이상의 소스는 동일한 파장 범위에서 전자기 방사선을 방출하도록 구성된다. 일부 경우들에서, 복수의 전자기 방사선 소스의 각각의 전자기 방사선 소스는 동일한 파장 범위의 전자기 방사선을 방출하도록 구성된다. 일부 경우들에서, 전자기 방사선의 2 이상의 소스는 상이한 파장 범위의 전자기 방사선을 방출하도록 구성된다. 일부 경우들에서, 복수의 전자기 방사선 소스의 각각의 전자기 방사선 소스는 상이한 파장 범위의 전자기 방사선을 방출하도록 구성된다.

[0037] 일부 실시예들에서, 여기 컴포넌트들에 의해 방출된 전자기 방사선은 펄스화되고/거나 변조된다. 일부 실시예들에서, 여기 컴포넌트는 전자기 방사선의 적어도 하나의 특성(예를 들어, 강도, 파장)이 시간에 따라 변조되도록 전자기 방사선을 방출하도록 구성된다. 특정 실시예들에서, 여기 컴포넌트는 전자기 방사선의 하나 이상의 펄스를 방출하도록 구성된다. 특정 실시예들에서, 여기 컴포넌트는 시간, 편광, 물품 상의 공간 위치, 및/또는 파장에서 순차적으로 되거나 또는 중첩될 수 있는 펄스들 및 변조된 전자기 방사선의 복합 패턴을 방출한다. 여기 컴포넌트는 임의의 펄스 속도로 임의의 지속기간의 하나 이상의 펄스를 방출할 수 있다. 일부 실시예들에서, 여기 컴포넌트는 10 밀리초(ms) 이하, 1ms 이하, 100 마이크로초( $\mu\text{s}$ ) 이하, 10 $\mu\text{s}$  이하, 1 $\mu\text{s}$  이하, 100 나노초(ns) 이하, 10ns 이하, 5ns 이하, 2ns 이하, 1ns 이하, 500 피코초(ps) 이하, 200ps 이하, 100ps 이하, 50ps 이하, 20ps 이하, 10ps 이하, 또는 1ps 이하의 지속기간을 갖는 전자기 방사선의 하나 이상의 펄스를 방출하도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 여기 컴포넌트는 1ps 내지 10ps, 1ps 내지 20ps, 1ps 내지 50ps, 1ps 내지 100ps, 1ps 내지 200ps, 1ps 내지 500ps, 1ps 내지 1ns, 1ps 내지 2ns, 1ps 내지 5ns, 1ps 내지 10ns, 10ps 내지 50ps, 10ps 내지 100ps, 10ps 내지 200ps, 10ps 내지 500ps, 10ps 내지 1ns, 10ps 내지 2ns, 10ps 내지 5ns, 10ps 내지 10ns, 100ps 내지 500ps, 100ps 내지 1ns, 100ps 내지 2ns, 100ps 내지 5ns, 100ps 내지 10ns, 1ns 내지 5ns, 또는 1ns 내지 10ns 범위의 지속기간을 갖는 전자기 방사선의 하나 이상의 펄스를 방출하도록 구성된다.

[0038] 일부 실시예들에서, 여기 컴포넌트는 비교적 높은 펄스 속도(예를 들어, 이미지 센서의 이미지 캡처 속도와 유사하거나 더 높음)로 전자기 방사선의 하나 이상의 펄스를 방출하도록 구성된다. 일부 경우들에서, 여기 컴포넌트는 이미지 센서에 의한 이미지 캡처의 단일 사이클 내에서(또는, 일부 경우들에서, 다수의 이미지 캡처 사이클들 내에서) 전자기 방사선의 하나 이상의 펄스를 방출하도록 구성된다. 전자기 방사선의 하나 이상의 펄스의 방출 후에, 방출 중에 의해 방출된 임의의 전자기 방사선이 시간의 함수로서 이미지 센서에 의해 모니터링될 수 있다.

[0039] 일부 실시예들에서, 여기 컴포넌트는 적어도 1 펄스/s, 적어도 2 펄스/s, 적어도 5 펄스/s, 적어도 10 펄스/s, 적어도 15 펄스/s, 적어도 20 펄스/s, 적어도 50 펄스/s, 또는 적어도 100 펄스/s의 펄스 속도로 전자기 방사선의 하나 이상의 펄스를 방출하도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 여기 컴포넌트는 1 내지 5 펄스/s, 1 내지 10 펄스/s, 1 내지 15 펄스/s, 1 내지 20 펄스/s, 1 내지 50 펄스/s, 1 내지 100 펄스/s, 5 내지 10 펄스/s, 5 내지 15 펄스/s, 5 내지 20 펄스/s, 5 내지 50 펄스/s, 5 내지 100 펄스/s, 10 내지 20 펄스/s, 10 내지 50 펄스/s, 10 내지 100 펄스/s, 20 내지 50 펄스/s, 20 내지 100 펄스/s, 또는 50 내지 100 펄스/s 범위의 펄스 속도로 전자기 방사선의 하나 이상의 펄스를 방출하도록 구성된다.

[0040] 일부 실시예들에서, 여기 컴포넌트는 펄스화된 및/또는 변조된 전자기 방사선을 방출하도록 구성된 전자기 방사선의 소스를 포함한다. 일부 실시예들에서, 여기 컴포넌트는 전자기 방사선의 실질적으로 연속적인 스트림을 방출하도록 구성된 전자기 방사선의 소스를 포함한다.

[0041] 일부 실시예들에서, 여기 컴포넌트는 전자기 방사선의 소스에 의해 방출된 전자기 방사선의 펄싱 및/또는 변조를 용이하게 하도록 구성된 컴포넌트를 포함한다. 컴포넌트는 기계적 및/또는 전자적일 수 있다. 적합한 기계적 및/또는 전자적 컴포넌트들의 비-제한적인 예들은 광학 셔터들, 회전 요소들(예를 들어, 초퍼들), 레이저들, 움직이는 미러들, 동적 내화 물질들, 및 다른 광학 변조기들을 포함한다. 적합한 광학 셔터의 예들 기계적 셔터, 광 밸브들(예를 들어, 액정 광 변조기들), 및 기계적 및/또는 열적 응력 및/또는 전기장에 응답하는 분자 결정을 포함하지만, 본 기술분야의 통상의 기술자는 다른 타입의 셔터들이 사용될 수도 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 변조된 전자기 방사선의 주파수 또는 시간 기간은, 일부 경우들에서, 이미징 디바이스의 응답 시간(프레임 속도)과 쌍을 이룰 수 있다. 변조 시간 기간은 일반적으로 전체 프레임 속도보다 빠르지만, 롤링 셔터 메커니즘으로 이미지 픽셀들의 행들 또는 열들의 판독 사이의 시간에 가까울 수 있다. 일부 경우들에서, 행들 또는 열들의 판독 사이의 지연들에 시간적으로 가까운 변조 시간 기간을 갖는 것은 유사한 시간 기간을 갖는 시간 의존적 방출과 쌍을 이룰 때 정보를 생성할 것이다.

[0042] 일부 실시예들에서, 본원에 기재된 시스템들 및 방법들은 여기 컴포넌트에 의해 방출된 전자기 방사선의 펄스

프로파일(예를 들어, 속도, 형상)을 방출 종의 수명 및 이미지 센서의 이미지 캡처 속도와 커플링시킨다. 유리하게는, 이러한 컴포넌트들의 커플링은, 일부 실시예들에서, 특정 방출 종의 특성(예를 들어, 방출 수명)의 결정을 가능하게 하며, 이는 결국 연관된 물품의 특성에 관한 정보를 제공할 수 있다. 예로서, 특정 방출 종의 측정된 방출 수명은 방출 종이 위치하는 환경(예를 들어, 특정 분자들의 존재, 온도, pH)에 관한 정보를 제공할 수 있다.

[0043] 예시적인 실시예로서, 도 3은 롤링 셔터 방법을 이용하여 스마트폰에 의해 캡처된 펄싱 LED의 단일 이미지 및 LED가 온인지 오프인지를 표시하는 상부 자막을 도시한다. 도 3에서, LED의 펄스 속도는 스마트폰의 전체 이미지 캡처 속도보다 빠르고, 밴딩 구조가 보인다. 특히, 이미지의 일부 행들은 "온" 상태에서 LED를 캡처하는 반면, 후속 행들은 "오프" 상태에서 LED를 캡처한다.

[0044] 추가로 예시하기 위해, 도 4는 롤링 셔터 방법을 이용하여 스마트폰에 의해 캡처되는 바와 같이, 고속 방출 종(좌측)을 여기시키는 펄싱 UV-LED의 이미지를 도시한다. 빠른 방출 종의 이미지는 픽셀 강도의 플롯을 수반한다. 도 4는 또한 롤링 셔터 방법을 이용하여 스마트폰에 의해 캡처된, 지연된 방출 종(우측)을 여기시키는 펄싱 UV-LED의 이미지를 도시한다. 지연된 방출 종의 이미지는 또한 픽셀 강도의 플롯을 수반한다. 도 4로부터, 지연된 방출 종의 이미지는 "퍼지(fuzzy)"처럼 보이는 밴드들을 포함한다는 것을 알 수 있다. 이 "퍼지니스(fuzziness)"는 UV-LED가 턴 오프된 후에 발생하는 지연된 방출에 적어도 부분적으로 기인할 수 있다.

[0045] 일부 실시예들에 따르면, 시스템의 컴포넌트(예를 들어, 이미지 센서)는 방출 시간 기간(방출 수명이라고도 지칭됨) 동안 방출 종에 의해 생성되는 검출 가능한 방출(예를 들어, 검출 가능한 비-정상-상태 방출)의 적어도 일부를 검출한다. 본 기술분야의 통상의 기술자는 방출 종이 인광, 형광, 및/또는 반사(예를 들어, 주변 전자기 방사선의 반사 및/또는 여기 컴포넌트에 의해 방출된 전자기 방사선)를 통해 검출 가능한 방출을 생성할 수 있음을 이해할 것이다. 본 기술분야의 통상의 기술자는 또한 방출 시간 기간 또는 방출 수명이 일반적으로 방출 종이 임의의 여기 방사선이 제거된 후(예를 들어, 전자기 방사선의 펄스가 여기 컴포넌트에 의해 방출된 후) 전자기 방사선을 방출하는 동안의 시간을 지칭한다는 것을 이해할 것이다.

[0046] 방출 종은 일반적으로 다음의 식에 의해 표현되는 바와 같이, 고유 방사선 및 비-방사선 감쇠율들에 의해 결정될 수 있는 고유 방출 수명을 갖는다:

[0047]  $k_{\text{radiative}} + k_{\text{non-radiative}} = 1/\text{고유 방출 수명}$

[0048] 그러나, 종의 관찰된 방출 수명은 고유 방출 수명과 상이할 수 있다. 예를 들어, 다른 켄칭 프로세스들이 존재하는 경우, 관찰된 방출 수명은 하기 식에 따라 계산될 수 있다:

[0049]  $k_{\text{radiative}} + k_{\text{non-radiative}} + k_{\text{quenching}} = 1/\text{관찰된 방출 수명}$

[0050] 따라서, 관찰된 방출 수명은 고유 방출 수명보다 짧을 것이다. 이하에서 논의되는 바와 같이, 다수의 인자(예를 들어, 다른 분자들의 존재, 온도, 방사선 노출)가 방출 종의 방출 수명에 영향을 미칠 수 있고, 따라서 관찰된 방출 수명은 방출 종의 고유 방출 수명과 상이하다(예를 들어, 초과, 미만).

[0051] 본원에 기술된 시스템들 및 방법들에서, 방출 종은 임의의 적합한 길이의 고유 방출 수명을 갖는다. 특정 경우들에서, 방출 종은 비교적 긴 고유 방출 수명을 갖는다. 일부 실시예들에서, 방출 종은 적어도 1 나노초(ns), 적어도 5ns, 적어도 10ns, 적어도 20ns, 적어도 50ns, 적어도 100ns, 적어도 200ns, 적어도 500ns, 적어도 1 μs, 적어도 10 μs, 적어도 50 μs, 적어도 100 μs, 적어도 500 μs, 적어도 1ms, 적어도 5ms, 적어도 10ms, 적어도 50ms, 적어도 100ms, 적어도 500ms, 적어도 1s, 적어도 2s, 적어도 3s, 적어도 4s, 적어도 5s, 적어도 6s, 적어도 7s, 적어도 8s, 적어도 9s, 또는 적어도 10s의 고유 방출 수명을 갖는다. 일부 실시예들에서, 방출 종은 1ns 내지 10ns, 1ns 내지 20ns, 1ns 내지 50ns, 1ns 내지 100ns, 1ns 내지 500ns, 1ns 내지 1 μs, 1ns 내지 5 μs, 1ns 내지 10 μs, 1ns 내지 50 μs, 1ns 내지 100 μs, 1ns 내지 500 μs, 1ns 내지 1ms, 1ns 내지 5ms, 1ns 내지 10ms, 1ns 내지 50ms, 1ns 내지 100ms, 1ns 내지 500ms, 1ns 내지 1s, 1ns 내지 5s, 1ns 내지 10s, 10ns 내지 20ns, 10ns 내지 50ns, 10ns 내지 100ns, 10ns 내지 500ns, 10ns 내지 1 μs, 10ns 내지 5 μs, 10ns 내지 10 μs, 10ns 내지 50 μs, 10ns 내지 100 μs, 10ns 내지 500 μs, 10ns 내지 1ms, 10ns 내지 5ms, 10ns 내지 10ms, 10ns 내지 50ms, 10ns 내지 100ms, 10ns 내지 500ms, 10ns 내지 1s, 10ns 내지 5s, 10ns 내지 10s, 50ns 내지 100ns, 50ns 내지 500ns, 50ns 내지 1 μs, 50ns 내지 5 μs, 50ns 내지 10 μs, 50ns 내지 50 μs, 50ns 내지 100 μs, 50ns 내지 500 μs, 50ns 내지 1ms, 50ns 내지 5ms, 50ns 내지 10ms, 50ns 내지 50ms, 50ns 내지 100ms, 50ns 내지 500ms, 50ns 내지 1s, 50ns 내지 5s, 50ns 내지 10s, 100ns 내지 500ns, 100ns 내지 1 μs,

100ns 내지 5  $\mu$ s, 100ns 내지 10  $\mu$ s, 100ns 내지 50  $\mu$ s, 100ns 내지 100  $\mu$ s, 100ns 내지 500  $\mu$ s, 100ns 내지 1ms, 100ns 내지 5ms, 100ns 내지 10ms, 100ns 내지 50ms, 100ns 내지 100ms, 100ns 내지 500ms, 100ns 내지 1s, 100ns 내지 5s, 또는 100ns 내지 10s 범위의 고유 방출 수명을 갖는다.

[0052] 일부 실시예들에서, 방출 종은 임의의 적합한 길이의 관찰된 방출 수명(예를 들어, 측정된 방출 시간 기간)을 갖는다. 특정 경우들에서, 방출 종은 많은 물품 또는 자연 시스템(예를 들어, 적어도 10ns)에 존재하는 전형적인 형광 염료들에 비해 비교적 긴 관찰된 방출 수명을 갖는다. 비교적 긴 관찰된 방출 수명은, 일부 경우들에서, 여기 소스가 턴 오프될 때 단일 이미지가 방출 종으로부터의 방출을 나타내는 것을 허용할 수 있다. 그렇게 함에 있어서, 더 빠른 방출이 없으면 더 느린 방출이 관찰될 수 있다. 특정 경우들에서, 방출 종은 소비자-레벨 전자 장치(예를 들어, 스마트폰, 디지털 카메라)를 사용하여 측정될 수 있는 관찰된 방출 수명을 갖는다. 일부 실시예들에서, 방출 종은 적어도 1 나노초(ns), 적어도 5ns, 적어도 10ns, 적어도 20ns, 적어도 50ns, 적어도 100ns, 적어도 200ns, 적어도 500ns, 적어도 1  $\mu$ s, 적어도 10  $\mu$ s, 적어도 50  $\mu$ s, 적어도 100  $\mu$ s, 적어도 500  $\mu$ s, 적어도 1ms, 적어도 5ms, 적어도 10ms, 적어도 50ms, 적어도 100ms, 적어도 500ms, 적어도 1s, 적어도 2s, 적어도 5s, 또는 적어도 10s의 관찰된 방출 수명(예를 들어, 측정된 방출 시간 기간)을 갖는다.

[0053] 일부 실시예들에서, 방출 종은 10s 이하, 5s 이하, 2s 이하, 1s 이하, 500ms 이하, 100ms 이하, 50ms 이하, 10ms 이하, 5ms 이하, 1ms 이하, 500  $\mu$ s 이하, 100  $\mu$ s 이하, 50  $\mu$ s 이하, 10  $\mu$ s 이하, 1  $\mu$ s 이하, 500ns 이하, 200ns 이하, 100ns 이하, 50ns 이하, 10ns 이하, 5ns 이하, 또는 1ns 이하의 관찰된 방출 수명(예를 들어, 측정된 방출 시간 기간)을 갖는다. 특정 경우들에서, 더 짧은 관찰된 방출 수명(예를 들어, 1초 이하)을 갖는 방출 종은 전자기 방사선 방출이 더 짧은 기간에 걸쳐 확산되기 때문에 더 긴 관찰된 방출 수명을 갖는 방출 종보다 더 높은 평균 신호들을 제공할 수 있다. 게다가, 더 짧은 관찰된 방출 수명(예를 들어, 1초 이하)을 갖는 방출 종은 유리하게는 수명 이미지의 수집이 더 긴 관찰된 방출 수명을 갖는 방출 종보다 더 빠른 속도로 발생하게 할 수도 있다.

[0054] 일부 실시예들에서, 방출 종은 1ns 내지 10ns, 1ns 내지 20ns, 1ns 내지 50ns, 1ns 내지 100ns, 1ns 내지 500ns, 1ns 내지 1  $\mu$ s, 1ns 내지 5  $\mu$ s, 1ns 내지 10  $\mu$ s, 1ns 내지 50  $\mu$ s, 1ns 내지 100  $\mu$ s, 1ns 내지 500  $\mu$ s, 1ns 내지 1ms, 1ns 내지 5ms, 1ns 내지 10ms, 1ns 내지 50ms, 1ns 내지 100ms, 1ns 내지 500ms, 1ns 내지 1s, 1ns 내지 5s, 1ns 내지 10s, 10ns 내지 20ns, 10ns 내지 50ns, 10ns 내지 100ns, 10ns 내지 500ns, 10ns 내지 1  $\mu$ s, 10ns 내지 5  $\mu$ s, 10ns 내지 10  $\mu$ s, 10ns 내지 50  $\mu$ s, 10ns 내지 100  $\mu$ s, 10ns 내지 500  $\mu$ s, 10ns 내지 1ms, 10ns 내지 5ms, 10ns 내지 10ms, 10ns 내지 50ms, 10ns 내지 100ms, 10ns 내지 500ms, 10ns 내지 1s, 10ns 내지 5s, 10ns 내지 10s, 50ns 내지 100ns, 50ns 내지 500ns, 50ns 내지 1  $\mu$ s, 50ns 내지 5  $\mu$ s, 50ns 내지 10  $\mu$ s, 50ns 내지 50  $\mu$ s, 50ns 내지 100  $\mu$ s, 50ns 내지 500  $\mu$ s, 50ns 내지 1ms, 50ns 내지 5ms, 50ns 내지 10ms, 50ns 내지 50ms, 50ns 내지 100ms, 50ns 내지 500ms, 50ns 내지 1s, 50ns 내지 5s, 50ns 내지 10s, 100ns 내지 500ns, 100ns 내지 1  $\mu$ s, 100ns 내지 5  $\mu$ s, 100ns 내지 10  $\mu$ s, 100ns 내지 50  $\mu$ s, 100ns 내지 100  $\mu$ s, 100ns 내지 500  $\mu$ s, 100ns 내지 1ms, 100ns 내지 5ms, 100ns 내지 10ms, 100ns 내지 50ms, 100ns 내지 100ms, 100ns 내지 500ms, 100ns 내지 1s, 100ns 내지 5s, 100ns 내지 10s, 1  $\mu$ s 내지 5  $\mu$ s, 1  $\mu$ s 내지 10  $\mu$ s, 1  $\mu$ s 내지 50  $\mu$ s, 1  $\mu$ s 내지 100  $\mu$ s, 1  $\mu$ s 내지 500  $\mu$ s, 1  $\mu$ s 내지 1ms, 1  $\mu$ s 내지 5ms, 1  $\mu$ s 내지 10ms, 1  $\mu$ s 내지 50ms, 1  $\mu$ s 내지 100ms, 1  $\mu$ s 내지 500ms, 1  $\mu$ s 내지 1s, 1  $\mu$ s 내지 5s, 1  $\mu$ s 내지 10s, 10  $\mu$ s 내지 50  $\mu$ s, 10  $\mu$ s 내지 100  $\mu$ s, 10  $\mu$ s 내지 500  $\mu$ s, 10  $\mu$ s 내지 1ms, 10  $\mu$ s 내지 5ms, 10  $\mu$ s 내지 10ms, 10  $\mu$ s 내지 50ms, 10  $\mu$ s 내지 100ms, 10  $\mu$ s 내지 500ms, 10  $\mu$ s 내지 1s, 10  $\mu$ s 내지 5s, 10  $\mu$ s 내지 10s, 100  $\mu$ s 내지 500  $\mu$ s, 100  $\mu$ s 내지 1ms, 100  $\mu$ s 내지 5ms, 100  $\mu$ s 내지 10ms, 100  $\mu$ s 내지 50ms, 100  $\mu$ s 내지 100ms, 100  $\mu$ s 내지 500ms, 100  $\mu$ s 내지 1s, 100  $\mu$ s 내지 5s, 100  $\mu$ s 내지 10s, 1ms 내지 5ms, 1ms 내지 10ms, 1ms 내지 50ms, 1ms 내지 100ms, 1ms 내지 500ms, 1ms 내지 1s, 1ms 내지 5s, 1ms 내지 10s, 10ms 내지 50ms, 10ms 내지 100ms, 10ms 내지 500ms, 10ms 내지 1s, 10ms 내지 5s, 10ms 내지 10s, 100ms 내지 500ms, 100ms 내지 1s, 100ms 내지 5s, 100ms 내지 10s, 1s 내지 5s, 또는 1s 내지 10s의 범위의 관찰된 방출 수명(예를 들어, 측정된 방출 시간 기간)을 갖는다.

[0055] 방출 종은 임의의 타입의 전자기 방사선(즉, 임의의 파장의 전자기 방사선)을 방출할 수 있다. 방출 종에 의해 방출될 수 있는 적합한 타입의 전자기 방사선은 자외선 방사선(예를 들어, 약 10nm 내지 약 380nm 범위의 파장을 가짐), 가시광선(예를 들어, 약 380nm 내지 약 740nm 범위의 파장을 가짐), 근적외선 방사선(예를 들어, 약 700nm 내지 약 800nm 범위의 파장을 가짐), 및 적외선 방사선(예를 들어, 약 740nm 내지 약 3  $\mu$ m 범위의 파장을 가짐)을 포함하지만, 이에 제한되지는 않는다. 일부 실시예들에서, 방출 종은 10nm 내지 380nm, 10nm 내지 400nm, 10nm 내지 600nm, 10nm 내지 740nm, 10nm 내지 800nm, 10nm 내지 1  $\mu$ m, 10nm 내지 2  $\mu$ m, 10nm 내지 3  $\mu$ m

m, 380nm 내지 600nm, 380nm 내지 740nm, 380nm 내지 800nm, 380nm 내지 1 $\mu$ m, 380nm 내지 2 $\mu$ m, 380nm 내지 3 $\mu$ m, 400nm 내지 600nm, 400nm 내지 740nm, 400nm 내지 800nm, 400nm 내지 1 $\mu$ m, 400nm 내지 2 $\mu$ m, 400nm 내지 3 $\mu$ m, 600nm 내지 740nm, 600nm 내지 800nm, 600nm 내지 1 $\mu$ m, 600nm 내지 2 $\mu$ m, 600nm 내지 3 $\mu$ m, 700nm 내지 800nm, 740nm 내지 1 $\mu$ m, 740nm 내지 2 $\mu$ m, 740nm 내지 3 $\mu$ m, 800nm 내지 1 $\mu$ m, 800nm 내지 2 $\mu$ m, 800nm 내지 3 $\mu$ m, 1 $\mu$ m 내지 2 $\mu$ m, 또는 1 $\mu$ m 내지 3 $\mu$ m 범위의 파장을 갖는 전자기 방사선을 방출하도록 구성된다.

[0056] 일부 실시예들에서, 방출 종은 더 짧은 파장을 갖는 전자기 방사선을 방출하도록 구성된다. 일부 경우들에서, 더 긴 파장에서 전자기 방사선을 방출하도록 구성된 방출 종은 더 짧은 파장에서 전자기 방사선을 방출하도록 구성된 방출 종보다 덜 효율적으로 전자기 방사선을 방출할 수 있다. 특정 이론에 구애됨이 없이, 더 긴 파장 방출 종은 더 짧은 파장 방출 종보다 더 낮은 에너지 여기 상태와 연관될 수 있다. 더 낮은 에너지 여기 상태를 점유하는 전자는, 일부 경우들에서, 더 높은 에너지 여기 상태를 점유하는 전자보다 비-방출 프로세스들을 통해 더 빠르게 이완될 수 있다.

[0057] 일부 실시예들에서, 방출 종은 가시광을 방출하도록 구성된다. 특정 경우들에서, 방출 종은 실질적으로 자색광(예를 들어, 400nm 내지 450nm 범위의 피크 파장을 갖는 광), 실질적으로 청색광(예를 들어, 450nm 내지 490nm 범위의 피크 파장을 갖는 광), 실질적으로 시안색광(예를 들어, 490nm 내지 520nm 범위의 피크 파장을 갖는 광), 실질적으로 녹색광(예를 들어, 520nm 내지 560nm 범위의 피크 파장을 갖는 광), 실질적으로 황색광(예를 들어, 560nm 내지 590nm 범위의 피크 파장을 갖는 광), 실질적으로 오렌지색광(예를 들어, 590nm 내지 635nm 범위의 피크 파장을 갖는 광), 및/또는 실질적으로 적색광(예를 들어, 635nm 내지 700nm 범위의 피크 파장을 갖는 광)을 방출하도록 구성된다. 특정 경우들에서, 방출 종은 소비자-레벨 전자 장치(예를 들어, 스마트폰, 디지털 카메라)에 의해 검출 가능한 전자기 방사선을 방출하도록 구성된다.

[0058] 일부 경우들에서, 방출 종의 방출 프로파일(즉, 시간의 함수로서 방출 종에 의해 방출된 전자기 방사선의 강도의 플롯)은 하나 이상의 함수(예를 들어, 지수 함수)에 피팅될 수 있다. 다수의 수명은 방출 종 주위의 상이한 환경들로부터 초래될 수 있다. 이들 환경은 화학물질, 열, 기계적 응력, 수분, 냉각, 기체, 광, 및 이온화 방사선에의 노출에 따라 변할 수 있다. 특정 경우들에서, 여기 컴포넌트가 고정된 또는 가변 주파수에서 진동 강도의 전자기 방사선을 방출할 때, 그 전자기 방사선을 흡수하는 방출 종으로부터의 방출은 복합 여기 프로파일로부터 초래되는 변동을 나타낼 수 있다. 예시적인 비-제한적인 예에서, 여기 컴포넌트에 의해 방출된 전자기 방사선이 방출 종의 방출 수명에 가까운 주파수에서 정현파 프로파일을 갖는 경우, 방출 종(즉, 여기 방사선에 의해 여기된 종)에 의해 방출된 결과적인 전자기 방사선은 일반적으로 동일한 주파수에 있지만 여기 방사선으로부터 위상-시프트된 진동 강도를 가질 것이다. 즉, 일부 경우들에서, 방출 종에 의해 방출된 광자들의 진동 강도는 여기 컴포넌트에 의해 방출된 광자들의 진동 강도로부터 지연될 수 있다. 일부 경우들에서, 여기 방사선의 순수 사인 파형으로부터 방출된 방사선의 강도의 왜곡이 있을 수 있다.

[0059] 일부 경우들에서, 방출 프로파일로부터의 파형 및 지연 정보는 방출 종의 방출 수명을 계산 또는 추정하기 위해 사용될 수 있다. 특정 실시예들에 따르면, 방출 종은 다수의 상이한 여기 주파수들에 노출될 수 있고, 상이한 방출 응답들이 검출될 수 있다. 일부 경우들에서, 공지된 불변 방출 수명을 갖는 표준 방출기의 사용은 방출 종의 절대 또는 상대 수명을 결정 또는 추정하기 위해 사용될 것이다. 일부 경우들에서, 여기 컴포넌트는 복소 파형을 갖는 전자기 방사선을 방출할 수 있고, 전자기 방사선을 흡수하는 방출 종은 강도에서 복소 변조를 갖는 방출을 생성할 수 있다.

[0060] 일부 실시예들에서, 방출 종의 방출 시간 기간(예를 들어, 관찰된 방출 수명)은 다른 분자들(예를 들어, 산소, 물, 일산화탄소, 켈칭 분자들)에 대한 결합 또는 근접성, 온도, pH, 및 방사선 노출을 포함하지만 이에 제한되는 않는 환경 조건들에 기초하여 달라질 수 있다. 예시적인 예로서, 도 5는 롤링 셔터를 사용한 이미지 획득 동안 상이한 온도에 노출된 2개의 방출 종을 포함하는 박막의 광학 현미경 사진을 도시한다. 특히, 도 5는 7 $^{\circ}$ C, 냉장(좌측), 실온(중앙), 및 54 $^{\circ}$ C, 가열(우측)에서의 박막의 이미지를 도시한다. 온도가 증가함에 따라, LED의 "오프" 상태 동안 방출 종에 기인하는 방출량이 감소한다. 특정 이론에 구애됨이 없이, 이는 방출 종의 수명이 추가의 불활성화 경로의 결과로서 감소하기 때문일 수 있다.

[0061] 일부 실시예들에서, 켈칭 분자 또는 물질이 방출 종의 환경에 첨가된다. 켈칭 분자 또는 물질은 동적 및/또는 정적 켈칭로서 작용할 수 있다. 특정 경우들에서, 켈칭 분자 또는 물질은 방출 종에 결합하거나 방출 종에 지속적으로 근접함으로써 방출 종과 정적 착물을 형성한다. 일부 경우들에서, 방출 종에 대한 켈칭 분자 또는 물질의 결합 또는 지속적인 근접성은 방출 종에 의해 방출된 전자기 방사선의 적어도 하나의 특성(예를 들어, 파장, 강도, 방출 수명)을 변화시킨다. 일부 경우들에서, 방출 종에 대한 켈칭 분자 또는 물질의 결합 또는 지속

적인 근접성은 방출 종으로부터의 방출을 케칭하여, 방출 종으로부터의 방출이 검출되지 않도록 한다.

[0062] 일부 실시예들에서, 케칭 분자 또는 물질은 방출 종과 동적으로 상호작용한다. 일부 이러한 실시예들에서, 케칭 분자 또는 물질과 방출 종 사이의 동적 상호작용은 확산 또는 다른 운동에 의해 제어될 수 있다. 이러한 여분의 불활성화의 케칭 속도( $k_q$ )는 방출 종의 관찰된 방출 수명을 감소시킬 수 있다. 일부 경우들에서, 케칭 분자 또는 물질과 방출 종 사이의 동적 상호작용은 방출 종에 의해 방출된 전자기 방사선의 적어도 하나의 특성(예를 들어, 파장, 강도, 방출 수명, 또는 편광)을 변화시킨다. 일부 경우들에서, 케칭 분자 또는 물질과 방출 종 사이의 동적 상호작용은 방출 종으로부터의 방출을 케칭하여, 방출 종으로부터의 방출이 검출되지 않도록 한다. 이는 모든 케칭 상호작용이 방출 종의 수명보다 더 빠른 시간에 일어나도록 요구하기 때문에 포화된 동적 케칭으로 지칭될 수 있다. 예시적인 비-제한적인 예에서, 산소는 방출 종을 둘러싸는 환경에 존재하지만 방출 종에는 결합되지 않는다. 확산을 통해, 산소 분자는 방출 종의 방출을 케칭하기 위해 방출 종에 충분히 근접하게 될 수 있다(예를 들어, 산소 분자와 방출 종 사이의 거리는 전자 또는 에너지 전달이 발생할 수 있을 정도로 충분히 작을 수 있다). 산소 분자가 확산을 통해 방출 종의 방출을 케칭하기 위해 방출 종에 충분히 근접하게 될 가능성은 환경 내의 산소 농도 및 온도와 같은 인자들에 의존할 수 있다. 예를 들어, 더 높은 산소 농도 및/또는 더 높은 온도는 산소 분자가 방출 종을 케칭할 가능성을 증가시킬 수 있다. 따라서, 일부 경우들에서, 방출 종의 관찰된 방출 수명은 산소 농도 및/또는 온도에 관한 정보를 제공할 수 있다. 특정 경우들에서, 예를 들어, 패키지의 내부에 노출된 방출 종은 패키지를 개방하지 않고 패키지 내의 산소 함량을 결정하기 위해 사용될 수 있다. 다른 경우들에서, 패키지 또는 캡슐은 방출 분자의 케칭을 케칭하거나 방지하는 기체 또는 분자를 함유할 수 있다. 패키지 또는 캡슐의 개방, 또는 그들의 봉쇄의 절충은 방출 종의 수명 및 강도에서의 변화를 통해 검출될 수 있다.

[0063] 적합한 케칭 분자의 비-제한적인 예는 아민을 포함하는 분자이다. 아민은 동적 또는 정적 케처로서 작용할 수 있다. 일부 경우들에서, 아민은 루이스(Lewis) 또는 브뢴스테드(Bronsted) 염기로서 반응하여 방출 종의 색 및/또는 강도를 변화시키는 정적 착물을 생성할 수 있다. 일부 경우들에서, 아민은 방출 수명을 감소시킬 수 있는 동적 케칭 프로세스를 발생시키는 전자 전달 프로세스에 관여한다. 특정 경우들에서, 아민은 다른 종과 반응하여 새로운 동적 케처를 생성할 수 있다. 한 예로서, 아민은 분자를 탈양자화(deprotonate)하여, 더 전자를 풍부하게 만들고 확산 및 전자 전달 프로세스를 통해 방출 종을 동적으로 케칭할 수 있다. 아민은 식품 부패의 지표이며, 포장을 개방하지 않고 식품 품질의 검출을 가능하게 할 수 있다. 일부 경우들에서, 아민은 이산화탄소에 결합하여 카르바산을 제조함으로써 수정될 수 있는 1차 확산성 케처일 수 있다. 일부 실시예들에서, 이산화탄소에 결합함으로써 수정될 수 있는 동적 케처를 포함하는 시스템을 사용하여 이산화탄소를 측정할 수 있다. 이러한 시스템 또는 방법은 많은 생물학적 및 포장 상황에서 유용할 수 있다.

[0064] 일부 경우들에서, 방출 종은 방출 양자 수율을 특징으로 할 수 있다. 본 기술분야의 통상의 기술자는 방출 종에 의해 방출된 광자들의 수에 대한 방출 종에 의해 흡수된 광자들의 수의 비율을 지칭하는 방출 양자 수율을 이해할 것이다. 이 비율은 일반적으로 다양한 비활성화 프로세스의 상대 속도에 의존한다. 일 예로서, 방출 종에 대한 방출 프로세스가 비-방출 프로세스들에 비해 빠르면, 방출 양자 수율은 비교적 높을 것이다. 일부 경우들에서, 방출 양자 수율은 방출 종의 하나 이상의 고유 속성에 의해 영향을 받을 수 있다. 일부 경우들에서, 방출 양자 수율은 하나 이상의 외인성 속성(예를 들어, 매트릭스, 용매, 및/또는 반응성 분자와 관련된 속성)에 의해 영향을 받을 수 있다. 특정 경우들에서, 케칭 분자 또는 물질은 방출 종을 케칭할 수 있고, 이는 일반적으로 방출 종의 방출 양자 수율이 검출 한계 미만임을 의미한다.

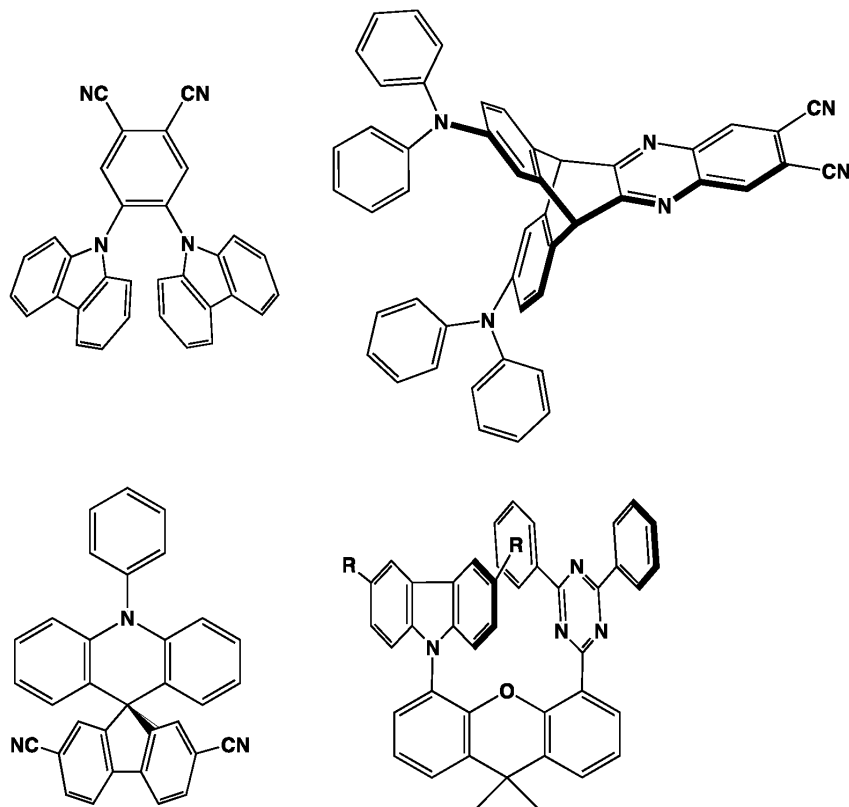
[0065] 일부 실시예들에서, 방출 종의 적어도 하나의 특성(예를 들어, 방출 양자 수율, 방출 수명, 집중, 파장, 편광)은 그의 환경의 함수로서 변화한다. 예시적인 비-제한적인 예로서, 방출 종은 수성 환경에서보다 소수성 환경에서 더 높은 방출 양자 수율을 가질 수 있다. 특정 이론에 구애됨이 없이, 이 효과는 기저 상태와 상이한 전하 분포를 가질 수 있는 방출 종의 여기 상태의 용매화의 변화와 관련될 수 있다. 다른 경우들에서, 발광 금속 이온 또는 원적색 방출 염료에 결합된 물은 진동 상태를 통해 에너지를 흡수하고 발광을 케칭할 수 있다. 일부 경우들에서, 중수(heavy water)( $D_2O$ )를 사용하여 이러한 프로세스들을 방지할 수 있다. 다른 예로서, 특정 방출 종의 응집은 방출 강도를 증가시키고/거나 관찰된 방출 수명을 변화시킬 수 있다. 또 다른 예로서, 방출 종에 대한 특정 분자들의 결합은 방출 종의 관찰된 방출 수명에 영향을 미칠 수 있다. 예를 들어, 감마 시클로헥스트린 분자는 단일 발색단이 그의 공동 내에 결합될 때 특정한 관찰된 방출 수명을 나타낼 수 있지만, 2차 분자가 공동 내에 결합될 때 상이한 관찰된 방출 수명을 나타낼 수 있다.

[0066] 방출 종은 임의의 적합한 구조를 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 방출 종은 화학적 및/또는 생물학적 종이

다. 일부 경우들에서, 방출 종은 형광단, 인광체, 또는 TADF(thermally activated delayed fluorescence) 분자 또는 분자 착물이다.

[0067] 일부 실시예들에서, 방출 종은 TADF 분자 또는 분자 착물이다. TADF 분자 또는 분자 착물은 일반적으로 실온에서 동적 평형을 겪을 정도로 에너지가 충분히 가까운 낮은 스핀(즉, 일중항) 및 높은 스핀(즉, 삼중항) 상태를 갖도록 구성된 하나 이상의 분자를 지칭한다. 일부 경우들에서, 이 동적 평형 프로세스는 스핀 궤도 결합을 수반한다. 일부 경우들에서, 이러한 동적 평형 프로세스는 적어도 부분적으로는 일중항 상태에 대해 예상되는 것보다 훨씬 더 느린 방출 속도를 초래하는데, 그 이유는 삼중항 상태가 여기된 전자들에 대한 보유 저장소로서 작용하기 때문이다. 일부 경우들에서, 광자는 TADF 분자 또는 분자 착물에 의해 흡수될 수 있고, 초기에 높은 방출 속도를 갖는 일중항 상태를 생성할 수 있다. 일중항 상태는 낮은 방출 속도를 갖는 저에너지 삼중항 상태와 급속 평형 상태일 수 있다. 분자가 열적으로 일중항 상태로 복귀할 때, 분자가 저에너지 삼중항 상태로 다시 전환되기 전에 분자가 광자를 방출할 기회가 있다. 그 결과, 전자기 방사선은 형광을 통해 소수 일중항 상태로부터 누출될 수 있지만, 방출 속도는 일중항 상태에 대해 예상되는 것보다 훨씬 느리다.

[0068] 일부 실시예들에서, TADF 분자는 전자-풍부 영역 및 전자-결핍 영역을 포함하는 구조를 갖는다. 적합한 전자-풍부 영역의 예들은 아민 기를 포함하지만, 이에 제한되지는 않는다. 적당한 전자-결핍 영역의 예들은 이민 기 및 니트릴 기를 포함하지만, 이에 제한되지 않는다. 기저 상태에서, HOMO(highest occupied molecular orbital)는 전자-풍부 영역 상에 국한될 수 있고, LUMO(lowest unoccupied molecular orbital)는 전자-결핍 영역 상에 국한될 수 있다. 효율적인 방출을 생성하기 위해, 절반이 채워진 상태들은 유한한 중첩을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, TADF 분자는 꼬인 비평면 상태에 있다. 일부 실시예들에서, TADF 분자는 전자-풍부 및 전자-결핍 영역이 동면 배열(즉, 전자-풍부 및 전자-결핍 영역들의 π-전자 시스템들이 대면 배열로 상호작용함)로 존재하도록 배열된다. TADF 분자들의 비-제한적인 예는 하기 구조들에 예시되어 있다.



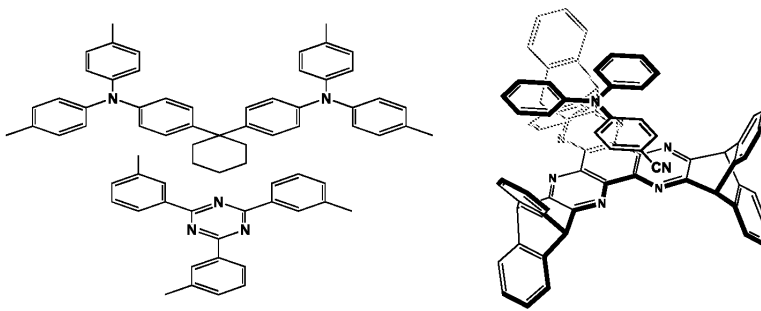
[0069]

[0070] 일부 실시예들에서, 방출 종은 2개 이상의 분자로부터 형성된 TADF 분자 착물을 포함한다. 일부 경우들에서, TADF 분자 착물은 엑시플렉스를 포함한다. 엑시플렉스는 분자들의 π-전자 시스템들이 어느 정도의 동면 배열을 갖는 2개 이상의 분자에 의해 형성될 수 있다. 유리하게는, 분자들의 조합(예를 들어, 분자들의 쌍별 조합)을 통해 TADF 엑시플렉스들을 형성하는 것은 매우 다양한 방출 수명, 방출 파장, 및 환경 인자들에 대한 반응성을 초래할 수 있다. 엑시플렉스들에서, 방출 효율은 종종 서로에 대한 성분 분자들의 역학에 의존한다. 적어도 이러한 이유로, 매질의 강성 및/또는 다른 분자들의 존재는 방출 속도 및/또는 양자 수율에 실질적으로 영향을 미칠 수 있다.

[0071] 일부 경우들에서, TADF 엑시플렉스는 성분 분자보다 실질적으로 더 긴 파장 및/또는 실질적으로 더 긴 방출 수명을 가질 수 있다. 특정 경우들에서, 예를 들어, 각각의 성분 분자는 비교적 짧은 방출 수명(예를 들어, 대략 나노초)을 갖는 본질적으로 형광일 수 있다. 일단 TADF 엑시플렉스가 형성되면, TADF 엑시플렉스는 보다 긴 방출 수명(예를 들어, 대략 마이크로초)을 가질 수 있다. 일부 경우들에서, TADF 엑시플렉스를 형성하는 것은 유리하게는 방출 수명을 수백 내지 수천배 증가시킨다.

[0072] 일부 경우들에서, TADF 엑시플렉스들이 적어도 2개의 별개의 분자에 의해 형성된다는 사실은 분자들이 초기에 특정 거리만큼 분리된 다음, 상호작용하여 확산에 의해 TADF 엑시플렉스를 형성하도록 할 수 있다. 따라서, 물질들을 그들의 방출들의 수명 및 파장에 기초하여 이미지화하는 열 선량계가 개발될 수 있다. 일부 경우들에서, TADF 엑시플렉스 형성은 물리적 프로세스들(예를 들어, 캡슐 파괴) 및/또는 점도 또는 다른 물리적 특성들의 변화에 의해 유도될 수 있다.

[0073] TADF 거동을 나타내는 분자 쌍의 비-제한적인 예들이 하기에 제시된다. 이들 예시적인 예에서, 아민을 갖는 분자들은 전자-풍부 원소이고, 이민을 갖는 분자들은 전자-결핍 원소이다.



[0074]

[0075] 본 기술분야의 통상의 기술자는 TADF 분자들 또는 분자 착물들의 치환기 및 스캐폴드를 수정하는 것이 임의의 방출의 수명 및 파장을 변화시킬 수 있음을 이해할 것이다. 일부 실시예들에서, TADF 분자 또는 분자 착물은 적어도 1 $\mu$ s, 적어도 10 $\mu$ s, 적어도 50 $\mu$ s, 적어도 100 $\mu$ s, 적어도 500 $\mu$ s, 또는 적어도 1ms의 고유 방출 수명을 갖는다. 일부 실시예들에서, TADF 분자 또는 분자 착물은 1 $\mu$ s 내지 5 $\mu$ s, 1 $\mu$ s 내지 10 $\mu$ s, 1 $\mu$ s 내지 50 $\mu$ s, 1 $\mu$ s 내지 100 $\mu$ s, 1 $\mu$ s 내지 500 $\mu$ s, 1 $\mu$ s 내지 1ms, 10 $\mu$ s 내지 50 $\mu$ s, 10 $\mu$ s 내지 100 $\mu$ s, 10 $\mu$ s 내지 500 $\mu$ s, 10 $\mu$ s 내지 1ms, 100 $\mu$ s 내지 500 $\mu$ s, 100 $\mu$ s 내지 1ms, 또는 500 $\mu$ s 내지 1ms 범위의 고유 방출 수명을 갖는다.

[0076] 일부 실시예들에서, TADF 분자 또는 분자 착물은 적어도 1 $\mu$ s, 적어도 10 $\mu$ s, 적어도 50 $\mu$ s, 적어도 100 $\mu$ s, 적어도 500 $\mu$ s, 또는 적어도 1ms의 관찰된 방출 수명(예를 들어, 측정된 방출 시간 기간)을 갖는다. 일부 실시예들에서, TADF 분자 또는 분자 착물은 1 $\mu$ s 내지 5 $\mu$ s, 1 $\mu$ s 내지 10 $\mu$ s, 1 $\mu$ s 내지 50 $\mu$ s, 1 $\mu$ s 내지 100 $\mu$ s, 1 $\mu$ s 내지 500 $\mu$ s, 1 $\mu$ s 내지 1ms, 10 $\mu$ s 내지 50 $\mu$ s, 10 $\mu$ s 내지 100 $\mu$ s, 10 $\mu$ s 내지 500 $\mu$ s, 10 $\mu$ s 내지 1ms, 100 $\mu$ s 내지 500 $\mu$ s, 100 $\mu$ s 내지 1ms, 또는 500 $\mu$ s 내지 1ms 범위의 관찰된 방출 수명(예를 들어, 측정된 방출 시간 기간)을 갖는다.

[0077] 일부 실시예들에서, TADF 분자 또는 분자 착물은 비교적 높은 방출 양자 수율을 갖는다. 일부 실시예들에서, TADF 분자 또는 분자 착물은 적어도 0.3, 적어도 0.4, 적어도 0.5, 적어도 0.6, 적어도 0.7, 적어도 0.8, 적어도 0.9, 적어도 0.95, 적어도 0.99, 또는 약 1의 방출 양자 수율을 갖는다. 일부 실시예들에서, TADF 분자 또는 분자 착물은 0.8 내지 0.9, 0.8 내지 0.95, 0.8 내지 0.99, 0.8 내지 1, 0.9 내지 0.95, 0.9 내지 0.99, 0.9 내지 1, 0.95 내지 0.99, 0.95 내지 1, 또는 0.99 내지 1 범위의 방출 양자 수율을 갖는다.

[0078] 일부 실시예들에서, 방출 종은 실질적으로 인광성이다. 특정 실시예들에서, 인광 방출 종은 중원자를 포함한다. 특정 실시예들에서, 인광 방출 종은 유기금속 화합물을 포함한다.

[0079] 일부 실시예들에서, 방출 종은 중원자를 포함한다. 적합한 주족 중원자의 예들은 염소, 브롬, 요오드, 황, 셀레늄, 텔루륨, 인, 규소 및 주석을 포함하지만, 이에 제한되지는 않는다. 특정 이론에 구애됨이 없이, 중원자는 광자의 흡수에 의해 생성된 1차 일중항 상태를 삼중항 상태로 전환시키고/거나 방출 속도를 증가시켜 방출 수명이 최적으로 검출 가능한 범위에 있도록 할 수 있다. 일부 실시예들에서, 중원자는 유기 스캐폴드와 연관될 수 있다.

[0080] 일부 실시예들에서, 방출 종은 유기금속 또는 금속-유기 화합물을 포함한다. 유기금속 화합물은 일반적으로 하

나 이상의 리간드에 공유 결합된 금속 이온을 갖는다. 일부 경우들에서, 유기금속 화합물은 하나 이상의 금속-탄소 결합을 포함한다. 적합한 금속의 비-제한적인 예들은 금, 백금, 이리듐, 레늄, 루테튬, 및 오스뮴을 포함한다. 적합한 리간드들의 비-제한적인 예들은 알킬닐, 아릴, 헥테로아릴, 카르보닐, 피리딜, 비피리딜, 테르피리딜, 포르피린 및 프탈로시아닌 기를 포함한다. 적합한 유기금속 화합물의 예들은 레늄 카르보닐 비피리딜 화합물, 백금 아세틸리드 화합물, 루테튬 비피리딜 화합물, 루테튬 테르피리딜 화합물, 백금 포르피린 화합물, 및 백금 프탈로시아닌 화합물을 포함하지만, 이에 제한되지는 않는다. 일부 경우들에서, 유기금속 화합물이 산소 감지를 위해 사용될 수 있다. 특정 실시예들에서, 예를 들어, 백금 포르피린 및/또는 백금 프탈로시아닌 화합물이 산소 감지를 위해 사용될 수 있다.

[0081] 일부 실시예들에서, 방출 증은 비스무트를 포함한다. 본 기술분야의 통상의 기술자는 비스무트를 전이-후 금속 원소로 간주되는 비독성 중금속으로서 인식할 것이다. 일부 실시예들에서, 비스무트는 하나 이상의 리간드(예를 들어, 피리딜 리간드)를 갖는 인광 화합물을 형성한다. 다른 경우들에서, 비스무트는 순수 무기 성질의 인광 물질을 형성한다. 특정 경우들에서, 비스무트는 생물학적으로 친숙한 염을 형성한다. 일부 경우들에서, 생물학적으로 친숙한 염은 염료들과 함께 공식화될 수 있다.

[0082] 일부 실시예들에서, 방출 증은 란타나이드 및/또는 악티나이드를 포함한다. 란타나이드 및/또는 악티나이드는 일반적으로 고도로 수축된 전자 상태를 가지며, 종종 좁은 방출 라인을 갖는 원자-유사 방출 프로파일을 생성한다. 일부 실시예들에서, 란타나이드 및/또는 악티나이드는 리간드(예를 들어, 유기 리간드)와 착물을 형성한다. 일부 경우들에서, 리간드들은 상이한 전자기 방사선 흡수 및/또는 방출 프로파일들을 제공하기 위해 사용될 수 있다. 특정 경우들에서, 란타나이드 및/또는 악티나이드에 결합된 하나 이상의 리간드는 전자기 방사선을 수확하는 안테나로서 작용한다. 일부 경우들에서, 란타나이드를 포함하는 방출 증의 방출 속성들은 물의 결합에 따라 달라질 수 있다. 특정 경우들에서, 물의 효과는 H<sub>2</sub>O를 중수(즉, D<sub>2</sub>O)로 치환함으로써 완화될 수 있다. 특정 경우들에서, 방출 증은 중수를 란타나이드 및/또는 악티나이드에 결합시킴으로써 제조될 수 있고, 방출 수명은 물과의 교환에 의해 상이한 정도로 감소될 수 있다. 이러한 프로세스는, 일부 경우들에서, 물질이 수증기를 함유하는 대기에 노출되었는지를 결정하기 위해 사용될 수 있다.

[0083] 일부 실시예들에서, 방출 증(예를 들어, 인광체)을 사용하여 중금속(예를 들어, 납, 수은)의 존재를 검출할 수 있다. 예시적인 예로서, 방출 증(예를 들어, 발광단)은 종이의 스트립 상에 코팅될 수 있고, 코팅된 종이는 물 샘플에 삽입될 수 있다. 중금속이 존재하는 경우, 이들은 코팅된 종이에 결합할 수 있고, 방출 증의 방출 수명을 수정할 수 있다. 각각의 증의 방출 수명은 상기 기재된 바와 같이 수명 이미징을 사용하여 측정될 수 있다.

[0084] 일부 경우들에서, 시험 스트립(예를 들어, 종이 스트립 상에 코팅된 방출 증)을 사용하여 제품의 분자 시그니처를 검출할 수 있다. 하나의 비-제한적인 예로서, 향수를 시험 스트립 상에 분무하여, 방출 증의 수명에 걸쳐 이미지화될 때 그의 정체성을 검증하기 위해 사용될 수 있는 새로운 물체를 생성할 수 있다. 분자 시그니처는 방출 증의 선택적 향상 또는 쉐딩 및/또는 방출 증의 수명 변화에 의해 야기될 수 있다.

[0085] 일부 경우들에서, 물품들 내에 또는 물품들 상에 정보를 인코딩하기 위해 사용될 수 있는 방출 수명들을 갖는 물질들을 생성하기 위해 전자 전달 프로세스들이 사용될 수 있다. 일부 경우들에서, 이러한 프로세스들은 여기 상태를 생성하기 위한 전자 전달 프로세스의 사용을 포함한다.

[0086] 일부 실시예들에서, 방출 증은 결정, 세라믹, 입자로서, 중합체 착물에서 사용될 수 있고/있거나 유리에 감싸질 수 있다. 일부 실시예들에서, 방출 증은 연속적인 조성, 구배 또는 패턴으로 물체 상에 침착된다. 특정 경우들에서, 패턴은 레이저 스캐너 또는 이미지 분석에 의해 판독가능한 선형 바코드 또는 매트릭스 코드와 유사할 수 있다. 일부 실시예들에서, 하나 이상의 방출 증은 인쇄된 이미지 내에 직접 통합되거나 다른 염료와 혼합된다. 특정 실시예들에서, 하나 이상의 방출 증은 고체, 표면 또는 용액 상에 균질하게 침착된다. 본 기술분야의 통상의 기술자는 방출 증이 조성물에 첨가되거나 또는 다른 방출 또는 유색 물질을 갖는 패턴으로 침착되어 고유하고 복잡한 정보 내용을 생성할 수 있음을 인식할 것이다.

[0087] 검출된 방출은 여기 방법, 존재하는 방출 증의 주파수, 지연, 과장, 및 강도에 의존할 수 있다. 펄스 후의 지연들은 이미지를 변경할 수 있고, 이는 다수의 방출 증이 공간적으로 패터닝되는 경우에 특히 명백할 수 있다. 일부 경우들에서, 모든 방출 증은 동시에 여기될 수 있다. 일부 경우들에서, 특정 방출 증은 사용되는 전자기 방사선의 과장의 선택에 의해 선택적으로 여기될 수 있다. 일부 경우들에서, 물품은 고유 방출을 가질 수 있다. 예를 들어, 인쇄물은 종이 또는 직물이 황색으로 보이는 것을 방지하기 위해 청색 염료를 사용할 수 있다. 이들 광택제로부터의 방출은 그 위에 물질을 인쇄 또는 침착시킴으로써 차단될 수 있다. 예를 들어, 탄소

계 잉크가 백색 종이 상에 침착될 수 있다. 유사하게, 수명이 더 긴 방출 종은 종이 상에 침착된 후, 그 위에 탄소 잉크를 인쇄함으로써 패터닝될 수 있다.

- [0088] 일부 실시예들에서, 방출을 켜는 2차 프로세스가 일어날 수 있다. 일부 실시예들에서, 방출 물질은 단지 1 회 또는 수회 관독될 수 있는 방출 종을 함유할 수 있다. 예를 들어, 2차 프로세스는 방출 종을 함유하는 물품에서 비가역적 변화를 일으키는 관독 프로세스에 의해 개시될 수 있다. 이러한 변화는 즉각적일 수 있거나 현상하는데 약간의 시간이 걸릴 수 있다. 이러한 변화는 광색성 분자, 및/또는 산, 염기, 라디칼 또는 켜의 광생성에 의해 활성화될 수 있다. 일부 경우들에서, 방출 종은 검출 가능한 방출을 생성하도록 구성될 수 있지만, 2차 프로세스는 검출 가능한 방출이 반복된 관독으로 존재하지 않도록 물질을 변경할 수 있다. 일부 경우들에서, 2차 프로세스는 반응성 분자들, 유색 염료들, 라디칼들, 산들, 염기들, 환원된 또는 산화된 종의 광화학적 생성, 및/또는 화학적 캐스캐이드의 유발에 의해 트리거될 수 있다. 2차 프로세스는 또한 기계적 응력, 공기 노출, 수분 노출, 또는 이온화 방사선, 예컨대 감마선 또는 x-선에 의해 개시될 수 있다.
- [0089] 상이한 방출 종의 풍부함은 물질의 고유 정체성 뿐만 아니라 그의 화학적 상태를 결정하기 위한 많은 상이한 반응 메카니즘들을 생성하는 것을 가능하게 한다. 본원에 기재된 다수의 방출 종은 광, 온도, 방사선, 관심 분자, 효소, 핵산, 단백질, 세포, 박테리아, 바이러스, 포자 또는 다른 생체분자, 물리적 수정, 압력, 기체, 산소, 수분, 이산화탄소, 화분, 환경 오염물질, 미립자, 약물, pH, 알레르겐 등에 가역적 또는 비가역적 반응을 제공하도록 수정될 수 있는 결합, 연계 및/또는 연결을 갖는 다성분이다.
- [0090] 일부 실시예들에서, 1종 이상, 2종 이상, 3종 이상, 4종 이상, 5종 이상, 6종 이상, 7종 이상, 8종 이상, 9종 이상, 10종 이상, 15종 이상, 또는 20종 이상의 방출 종이 존재할 수 있고/거나(예를 들어, 물품과 연관됨) 여기 컴포넌트에 의해 여기될 수 있다. 일부 실시예들에서, 물품과 연관된 상이한 방출 종의 수는 1 내지 2, 1 내지 5, 1 내지 7, 1 내지 10, 1 내지 15, 1 내지 20, 2 내지 5, 2 내지 7, 2 내지 10, 2 내지 15, 2 내지 20, 5 내지 7, 5 내지 10, 5 내지 15, 5 내지 20, 10 내지 15, 또는 10 내지 20의 범위이다. 일부 경우들에서, 정보는 복합 여기 방법들, 편광, 공간 패터닝, 시간 지연들, 및/또는 2차 노출들의 사용에 의해 상이한 방출 종의 서브세트로부터 추출될 수 있다.
- [0091] 도 6은 2개의 방출 종을 포함하는 예시적인 시스템을 도시한다. 도 6에 도시된 예시적인 시스템에서, 하나의 방출 종은 10ns 초과 방출 수명을 갖고, 하나의 방출 종은 10ns 미만의 방출 수명을 갖는다. 도 6에 도시된 바와 같이, 롤링 셔터 효과는 개별 컴포넌트들을 분해하기 위해 펄스화된 전자기 방사선 소스와 조합될 수 있다. 도 6(좌측)은 2개의 방출 종을 포함하는 바이알의 광학 현미경 사진을 도시한다. 도 6(중간)은 롤링 셔터를 사용하여 촬영된 펄스화된 조명 하에서 동일한 바이알의 광학 현미경 사진을 도시한다. 도 6(중앙)에 도시된 바와 같이, "온" 상태 동안, 두 종으로부터의 방출이 관찰되고, "오프" 상태 동안, 10ns 초과 방출 수명을 갖는 종으로부터의 방출만이 관찰된다. 도 6(우측)에 도시된 확대된 이미지로부터 알 수 있는 바와 같이, 롤링 셔터 방법은 공간 도메인 상에 시간 도메인을 중첩시킨다.
- [0092] 일부 경우들에서, 방출 태그(예를 들어, 화학적 태그)는 라벨링 또는 정보 인코딩에 이용될 수 있다. 일부 경우들에서, 이러한 방출 태그들(예를 들어, 화학적 태그들)은 패터닝 및 상이한 색들에 의존할 수 있다. 방출 이미지들은 다수의 가능한 복잡하고 가변적인 여기 및 측정 방법들에 의해 준비되고 관독될 수 있다. 일부 경우들에서, 많은 상이한 이미지 패턴들이 단일 방출 태그에 의해 생성될 수 있다. 측정된 수명 이미지들은 애플리케이션에 기초하여 또는 중앙 소스로부터 관독 디바이스로 송신된 명령어들로부터 동적으로 변경될 수 있다. 이미지가 취득되는 주어진 위치 또는 시각에 복잡한 알고리즘들이 할당될 수 있다. 일부 경우들에서, 2차 정보(예를 들어, 물체 상의 1차원 또는 2차원 바코드)는 복합 방출 수명 이미지를 관독하는 방법에 관한 명령어들을 포함할 수 있다.
- [0093] 일부 경우들에서, 특정 수명을 생성하기 위해 선택된 방출 종을 켜는 동적 켜가 방출 물질에 추가될 수 있다. 방출 종 및/또는 동적 켜들은 필름, 벌크 중합체, 페이스트, 겔 또는 유체(예를 들어, 액체, 기체)에 포함될 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 방출 종은 표면 상에 인쇄될 수 있고, 하나 이상의 동적 켜는 기체 상(gas phase)에 배치될 수 있다. 일부 경우들에서, 켜의 확산 속도는 2차 자극에 의해 수정될 수 있고, 수명 이미지는 2차 자극의 존재를 검출하기 위해 사용될 수 있다. 자극은 화학적, 열적, 광화학적, 방사성(예를 들어, 이온화 방사선에 대한 노출을 수반함), 또는 기계적일 수 있다. 2차 자극의 작용은 가역적이거나 비가역적일 수 있다. 가역적인 경우, 그것은 제2 자극에 대한 실시간 센서로서 거동할 수 있다. 적합한 2차 자극의 비-제한적인 예들은 물 및 열의 존재를 포함한다. 열은 물질들 내에서 확산 프로세스를 수정하는 것으로 잘 알려져 있고, 동적 켜의 확산 속도를 변화시킴으로써 방출 종의 수명을 수정시킬 수 있다. 이는 또

한 광색성 요소의 선택적 여기를 수반할 수 있다. 전자기 방사선은 물질의 속성 및 그의 확산을 변화시키기 위해 사용될 수 있다. 2차 자극은 또한 동적 켄처의 농도를 증가시키기 위해 사용될 수 있고, 이는 동적 켄처가 방출 종에 근접할 확률을 증가시킬 수 있다. 일부 경우들에서, 동적 켄처 및 방출 종 둘 다는 확산될 수 있다. 일부 경우들에서, 방출 종만이 확산될 수 있다. 두 종의 만남은 일반적으로 확산 속도 및 농도에 의해 제어된다.

[0094] 본 명세서에 기술된 시스템들 및 방법들은 다수의 응용에 유용할 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예들에서, 본 명세서에 설명된 시스템들 및 방법들은 제품 식별, 제품 인증 등을 위해 사용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 본 명세서에 기술된 시스템들 및 방법들은 물품의 특성을 결정하는데 이용될 수 있다. 일부 경우들에서, 물품의 특성은, 물품의 정체성, 물품의 원산지, 물품의 위치, 물품의 진위(또는 위조품의 성질), 물품의 품질, 물품의 나이, 물품이 새것인지 또는 중고인지의 여부, 물품의 열화, 물품의 오취급, 물품의 변조, 물품의 오염 등을 포함할 수 있다. 이러한 특성들은, 예를 들어, 도난 검출, 무단 배포 검출, 불법 판매 식별, 위조 제품 식별, 불량 제품 식별, 품질 관리, 품질 보증, 변조, 및 물품의 추적에 유용할 수 있다.

[0095] 일부 경우들에서, 물품은 리버스 엔지니어링 또는 복사하기 어려운 방출 태그(예를 들어, 화학적 태그)와 연관될 수 있다. 방출 태그에서, 복수의 상이한 방출 종은 조성물들이 조립되는 방식에 의해 상이한 환경, 위치, 또는 배향에 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 방출 태그가 조립되는 프로세스는 복잡할 수 있고 고유 신호를 산출할 수 있다. 높은 다차원 처리 공간에서 새로운 고유 신호를 생성하는 것은 이 신호를 복제하는 것보다 훨씬 더 쉽다. 따라서, 새로운 독특한 신호를 생성하는 것이 효율적일 것이고, 이러한 조성물의 복사본을 위조하려는 시도는 사실상 무의미할 것이다. 일부 실시예들에서, 방출 종은 방출 종의 분해를 야기하는 공격적인 물리적, 열적, 및/또는 화학적 프로세스에 의해서만 분해될 수 있는 물질 내에 공유 결합되고/되거나 감싸질 수 있다. 이는, 일부 경우들에서, 방출 종의 용이한 식별을 방지할 수 있다. 또한, 생성된 패턴은 충분히 복잡하여 패턴을 리버스 엔지니어링하거나 복사하는데 상당한 노력이 필요할 수 있다. 또한, 방출 태그가 리버스 엔지니어링되거나 복사될 수 있더라도, 코드들은 쉽게 변경될 수 있고, 선형 바코드들 및/또는 매트릭스 코드들과 같은 다른 제품 정보에 대한 매칭을 요구할 수 있다.

[0096] 물품을 인증하는 한가지 방법은 물품 내에 직접 특수 설계된 방출 종을 배치하는 것이다. 방출 종은 플라스틱, 세라믹, 유리, 젤, 왁스, 액체, 또는 오일에 매립될 수 있다. 일부 경우들에서, 방출 종은 균일하게 분포될 수 있다. 일부 경우들에서, 방출 종은 패턴에 따라 인쇄될 수 있다. 복잡한 패턴이 없는 경우에도, 방출 종 색 및 방출 수명의 가능한 변화를 감안하면, 여전히 상당한 정보가 이용가능하다.

[0097] 또한, 제품(예를 들어, 물품)이 들어 있는 용기 상의 2차 라벨이 어떻게 관독이 수행되어야 하는지에 대한 추가 명령어들을 관독기(예를 들어, 스마트폰)에 제공하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 유체는 먼저 광학 선형 바코드 또는 그의 용기 또는 포장 상의 2차원 매트릭스 코드를 스캐닝한 다음 유체를 스캐닝함으로써 분석될 수 있다. 이러한 방식으로, 최소 비용으로 제품들에 대해 생성된 다양한 코드들이 있을 수 있다. 다른 대표적인 예에서, 타간트를 함유하는 액체, 젤, 페이스트, 또는 고체를 선형 바코드, 2차원 매트릭스 코드, 방출 수명 이미지를 생성할 수 있는 시험 스트립, 또는 타간트의 존재를 인식할 수 있는 용기 또는 포장의 임의의 다른 영역 상에 분무 또는 침착시킬 수 있다. 그러한 방식으로, 내용물 및 그 연관된 포장 모두의 진위가 용이하게 확인될 수 있다.

[0098] 매우 다양한 방출 종은 비독성 유기 또는 무기 물질로부터 생성될 수 있다. 이들 물질은 단지 미량 농도로 존재할 필요가 있고, 향수 및 화장품의 경우에 피부에 적용될 수 있다. 대안적으로, 방출 종은 제품 상의 코팅의 일부일 수 있다. 코팅된 알약, 정제, 또는 캡슐의 경우에, 방출 종의 조합은 소비에 안전하게 유지되면서 알약, 정제, 또는 캡슐을 고유하게 인코딩할 수 있다. 일부 경우들에서, 인간 소비를 위해 또는 피부에의 도포를 위해 승인된 하나 이상의 안전한 물질들이 조합될 수 있다. 예를 들어, 비스무트 화합물은 소화 문제를 치료하기 위해 사용된다. 비스무트를 사용하여 식용 염료를 갖는 조성물을 생성하여 수명이 긴 방출 착물을 생성할 수 있다.

[0099] 방출 태그들은 포장 상에, 포장 물질 자체에 통합되거나, 선형 바코드 또는 매트릭스 코드의 일부로서 통합되거나, 이미지 또는 상표에 포함될 수 있다. 선형 바코드 또는 매트릭스 코드는 방출 종을 여기시키는 방법 및 코드를 관독하는 위치에 대한 명령어들을 관독기에 제공할 수 있다. 예를 들어, 주어진 패키지에서, 사용자는 자신의 관독기(예를 들어, 이미지 센서)를 특정 심볼 또는 단어 위에 배치하도록 지시받을 수 있다. 단일 패키지 상에 배치된 다수의 코드가 있을 수 있고, 관독기는 가능한 위조 활동을 시사하는 데이터가 있는 경우에만 재지향되는 것이 가능하다. 이것은 제품이 특정 영역에 분포되지 않았지만, 그 영역에서 다수의 제품이 관독되고

있음을 제안하는 광학 바코드들의 결과일 수 있다. 잠재적으로 위조되는 다른 의심스러운 코드들이 검출되었을 수 있다. 따라서, 방출 중의 사용은 위조 상품들의 소스들을 추적하기 위한 정보를 획득하기 위해 또한 사용될 수 있는 제품의 포장에 인증 정보를 통합하는 저비용 방식을 유리하게 제공할 수 있다.

[0100] 포장은 종종 환경으로부터 제품을 보호하기 위해 사용되고, 방출 태그들은 제품의 상태를 결정하기 위해 사용될 수 있다. 일부 경우들에서, 방출 태그는 특정 타입의 자극들에 응답하도록 설계될 수 있다. 예를 들어, 방출 태그가 식품 포장의 내부에 배치되는 경우, 이는 식품의 품질을 결정하기 위해 사용될 수 있다. 미생물 활동에 의해 생성된 생체 아민은 방출 중 반응(예를 들어, 수명, 색) 및 캡처된 이미지에 의해 결정된 이러한 아민의 농도의 변화를 야기할 수 있다. 일부 경우들에서, 이 측정은, 포장이 태그 여기 및 관독 과정에서 투명하다면 포장을 개방하지 않고 결정될 수 있다. 유사하게, 생산에 사용되는 수정된 대기 포장을 위해, 산소, 이산화탄소, 및/또는 다른 미생물 마커들의 레벨들을 검출하는 태그들이 현상될 수 있다. 산소의 유입은 제품의 밀봉이 파괴되었는지를 결정하기 위해 사용될 수 있다.

[0101] 일부 실시예들에서, 방출 태그들은 기체 및/또는 액체 상태들을 감지하기 위해 사용될 수 있다. 제품이 액체인 특정 실시예들에서, 방출 태그는 액체와 접촉할 수 있고, 방출 파장들 및 수명들에 의해 관독되는 고유 이미지를 생성하기 위해 액체의 성분들과 방출 태그 사이의 특정 상호작용들이 이용될 수 있다. 블리스터 포장 등의 경우, 분석물은 후속 방출을 위해 포장 내에 함유된 항목의 내용물에 통합될 수 있거나, 또는 제조 시점에 포장의 헤드-스페이스에 능동적으로 첨가되어, 생성된 헤드-스페이스 분석물이 포장 내부에 위치한 방출 태그와 상호작용하여 태그의 방출 색 및 수명에 영향을 미칠 수 있다. 일 실시예에서, 이 분석물-태그 상호작용은 가역적일 수 있고, 따라서 태그는 패키지를 열고 분석물의 차후의 증발 또는 제거 시에 그의 원래의 상태로 되돌아간다.

[0102] 일부 경우들에서, 제품의 열 이력은 포장 내에 또는 그 상에 배치된 방출 인증 코드에 의해 결정될 수 있다. 이는 생물체제, 인슐린, 및 백신과 같은 열에 민감한 약물에 매우 유용할 수 있다. 방출 태그들은 제품들의 진위를 결정하고 그들의 품질을 보존하는 데 필요한 콜드 체인이 관찰되었음을 보장하기 위해 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 인슐린의 바이알 상에 위치한 방출 태그는 누적 냉장시간을 모니터링하는데 이용될 수 있다. 열 이력 태그는 또한 고기 및 어류 뿐만 아니라 와인의 품질을 모니터링하는데 유용할 수 있다.

[0103] 방출 인코딩된 태그, 광학 선형 바코드 또는 매트릭스 코드, 홀로그램, 엠보싱된 코드, 도파관 코드, 및 스마트폰 판독기 또는 유사한 상호연결된 디바이스의 조합이 시간, 위치, 및 인증 데이터를 획득하기 위해 사용될 수 있다. 이 데이터는 디바이스 응용을 이용하여 국지적으로 캡처될 수 있고, 중앙 위치로 주기적으로 송신되거나, 허용 대역폭이 지속적으로 송신될 수 있다. 일부 경우들에서, 제조자들 및/또는 소매업자들은 그들의 제품들이 어디에 위치하는지, 더 중요하게는, 위조 제품들이 그들의 공급 또는 분배 체인들에 어디에 침투하고 있는지를 모니터링하기 위해 이 정보를 사용할 수 있다.

[0104] 일부 실시예들에서, 방출 태그는 광학적으로 이방성이다. 특정 실시예들에서, 방출 태그의 하나 이상의 방출 중은 한 방향으로 파장들 및 방출 수명들의 제1 세트로 그리고 제2 방향으로 파장들 및 방출 수명들의 제2 세트로 전자기 방사선을 방출할 수 있다. 일부 경우들에서, 이러한 이방성은 방출 종이 중합체이거나 중합체 내에 매립될 때 기계적 방법(예를 들어, 블로우 몰딩, 용융 유동, 압출, 고무, 엠보싱, 용매 유동, 신장)에 의해 생성될 수 있다. 특정 실시예들에서, 방출 중은 액정의 일부이거나 액정 내에 용해될 수 있다. 액정 내의 방출 중의 정렬은 기계적 방법, 광학 방법, 광화학적 반응, 및/또는 전기장 및/또는 자기장의 적용에 의해 달성될 수 있다. 특정 경우들에서, 원형 편광된 전자기 방사선이 생성될 수 있다. 일부 경우들에서, 이러한 정렬들은 무기한으로 또는 정렬의 손실을 야기하는 다른 조건들이 적용될 때까지 방출 태그 내에 유지되고 지속될 수 있다. 특정 경우들에서, 이방성 광학 물질은 방출 중 주위에 및/또는 그 위에 배치될 수 있고, 이에 의해 편광된 이미지를 생성할 수 있다. 일부 경우들에서, 방출 태그에 편광 및 광학 이방성 특성을 추가함으로써 유익하게도 추가의 복잡성을 생성하고 정보를 인코딩하기 위한 더 많은 옵션을 제공할 수 있다. 일부 경우들에서, 온도의 증가는 물질 내의 광학 정렬의 감소를 야기할 수 있다. 일부 이러한 경우에, 물질의 정렬의 변화로 인한 방출 수명 이미지 변화가 물체의 열 이력에 관한 정보를 획득하기 위해 사용될 수 있다.

[0105] 일부 실시예들에서, 알약, 정제 및 캡슐은 블리스터 패키지에 배치될 수 있다. 전형적으로, 이 패키지의 한 면은 반구형이고 투명하여, 제품이 보일 수 있고, 백킹, 종종 호일은 평평하고, 백킹을 파괴함으로써 제품이 제거된다. 이들 패키지는 방출 태그에 대한 특정 수명을 초래하는 대기를 포함할 수 있다. 대기는 이산화탄소와 같은 기체를 포함할 수 있고, 이는 방출 물질 내의 아민 또는 다른 종과 상호작용하여 고유한 수명을 제공할 수 있다. 이것은 제품에 대한 고유의 광학 서명을 산출할 수 있다. 일부 경우들에서, 제품이 밀봉을 파괴함으로써

써 손상되면, 이는 또한 검출될 수 있다. 특정 실시예들에서, 대기는 질소 또는 아르곤일 수 있고, 방출 태그는 산소의 존재시에 그 수명을 변경하는 것일 수도 있는데, 이는 밀봉이 파괴되면 포장 내에 주입될 수도 있다. 일부 경우들에서, 대기는 중수를 함유할 수 있고, 이는 파괴된 밀봉의 경우에 물로 대체될 수 있다.

[0106] 일부 실시예들에서, 방출 중 및/또는 방출 태그는 인식 엔티티, 예컨대 RNA, DNA, PNA, 키메라 핵산, 분자 비콘, 항체, 압타머, 렉틴, 단백질, 조작된 단백질, 효소, 삽입제 등과 조합되어 검정(예를 들어, 진단 검정, 면역 검정)을 생성할 수 있다. 일부 경우들에서, 검정은 현장 진료, 현장, 및/또는 가정내 진단 용도를 위해 사용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 검정은 HTS(high-throughput screening), 시간-분해 FRET, 및/또는 시간-분해 형광 켜칭 기술에 기초할 수 있다. 특정 경우들에서, 검정은 PCR(polymerase chain reaction), qPCR(quantitative polymerase chain reaction), 등은 증폭, 유전자 편집 기술 등을 포함하지만 이에 제한되지는 않는 다른 진단, 감지 및/또는 신호/분석물 증폭 기술과 조합될 수 있다. 특정 경우들에서, 검정은 DNA 마이크로어레이, 단백질 마이크로어레이, 칩-상-기관(organ-on-a-chip) 디바이스 등을 포함하지만 이에 제한되지는 않는 고처리량 어레이 기술과 조합될 수 있다. 일부 경우들에서, 검정은 환경 샘플(예를 들어, 물, 토양, 곰팡이, 페인트) 및/또는 생물학적 샘플(예를 들어, 혈액, 땀, 점액, 소변, 대변)을 시험하기 위해 사용될 수 있다. 일부 경우들에서, 이들 검정은, pH, 땀 속도/손실, 분석물(예를 들어, 글루코스, 락테이트, 클로라이드, 전해질, 대사물, 소분자)의 농도를 모니터링하도록 설계된 착용형 센서 내에 통합될 수 있다. 일부 경우들에서, 본원에 기재된 시스템들 및 방법들은 질환 상태, 예컨대 박테리아, 바이러스, 또는 진균 감염, 신부전 또는 암을 나타내는 분석물을 모니터링하기 위한 검정(예를 들어, 진단 검정)으로 제작될 수 있다. 본 기술분야의 통상의 기술자는 다른 검정이 가능하다는 것을 인식할 것이다.

[0107] 일부 실시예들에서, 방출 스프레이, 에어로졸, 액체, 입자 등이 식품 및 음료 샘플 내의 알레르겐의 존재 또는 부재를 확인하기 위해서 이용될 수 있다.

[0108] 일부 실시예들에서, 방출 고체, 액체, 입자, 에어로졸, 겔, 페이스트 등은 폭넓게 분포될 수 있고, 폭발물, 화학 작용제, 생물학적 작용제, 독성 화학물질, 중금속, 마약, 방사선 등과 같은 분석물의 존재 또는 부재를 확인하기 위해 원격으로 모니터링될 수 있다. 또한, 전술한 롤링 서터 효과는 범위 찾기 응용들을 위한 거리 정보를 산출할 수 있다.

[0109] 다른 실시예에서, 폭발물, 화학 작용제, 생물학적 작용제, 독성 화학물질, 중금속, 마약, 방사선 등과 같은 분석물을 검출할 수 있는 방출 태그가 원격 모니터링을 위해 자율 항공, 육상, 및 해상 기반 차량 상에 배치될 수 있다.

[0110] 다른 실시예에서, 방출 태그들은 친구/적 식별을 위해 사용될 수 있다.

[0111] 다른 실시예에서, 방출 태그들은 보안 배지들 또는 식별 카드들에 사용될 수 있다.

[0112] 다른 실시예에서, 방출 태그들이 통화에서 사용될 수 있다.

[0113] 일부 실시예들에서, 본원에 기재된 방출 중(예를 들어, 화학적 및/또는 생물학적 중)은 현장 진료, 현장, 또는 가정 진단 키트 또는 관련 방법과 연관될 수 있다.

[0114] 일부 실시예들에서, 하나 이상의 방출 중은 다양한 기관 상에 드롭-캐스팅, 스핀-코팅, 또는 분무되는 용액에 통합될 수 있다. 일부 실시예들에서, 방출 중은 박막에 통합될 수 있다.

[0115] 일부 실시예들에서, 본원에 기재된 시스템들 및 방법들은, 예를 들어, 극한 온도에 대한 노출, 수분 및/또는 습도의 변화, 광 및/또는 화학적 반응에 대한 노출로 인한 물품의 열화(예를 들어, 특성)를 검출하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 일부 그러한 실시예들에서, 하나 이상의 화학적 및/또는 생물학적 중은 상이한 온도들, 수분, 습도, 광, 및/또는 특정 화학물질들과의 반응에 대한 노출에 의해 변경되는 시간-의존적 방출 및/또는 반사 거동을 가질 수 있다. 다른 경우들에서, 화학적 및/또는 생물학적 중은 물질의 품질을 보장하기 위한 타이머로서 사용될 수 있다. 예를 들어, 중의 특성의 변화가 살균 프로세스의 일부로서 감마선, 에틸렌 옥사이드, 산소, 또는 다른 살균제들에 대한 노출에 의해 트리거되면, 방출 중은 노출 및/또는 이 프로세스 후에 얼마나 많은 시간이 만료되었는지를 표시하기 위해 사용될 수 있다. 유사하게, 물품 주위의 포장의 물리적 개구 및 주위 대기에 대한 노출은 본 명세서에 기재된 방법들 및 시스템들을 사용하여 식별될 수 있다(예를 들어, 특성).

[0116] 일부 실시예들에서, 본원에 기재된 바와 같이, 조건의 특정 세트(들) 하에, (예를 들어, 단일 이미지에서 식별된 바와 같은) 방출 중의 방출 프로파일(예를 들어, 양, 속도)의 변화는 물품 또는 중 자체의 하나 이상의 특성에 대응한다. 즉, 일부 실시예들에서, 물품의 하나 이상의 특성은, 하나 이상의 화학적 및/또는 생물학적 중

(예를 들어, 물품에 사전에 추가된 화학적 및/또는 생물학적 종)의 방출 및/또는 반사 프로파일에 기초하여 식별될 수 있다.

- [0117] 일부 실시예들에서, 종은 물품에 적용될 수 있고, 그 종과 연관된 물품의 특성의 기록이 이루어질 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예들에서, 특정의 방출 패턴이 이미지 시스템에 의해 검출되는 경우 물품의 정체성이 확인될 수 있다.
- [0118] 일부 실시예들에서, 본 명세서에 기재된 시스템들 및 방법들은 하나 이상의 추가적인 식별 컴포넌트들과 조합될 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예들에서, 화학적 및/또는 생물학적 종과 상이한 제2 식별 컴포넌트가 존재할 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예들에서, 종은 단일 또는 다차원 광학 바코드와 추가로 연관될 수 있다. 본 기술분야의 통상의 기술자라면, 본 명세서의 교시에 기초하여, 여기서 설명된 방법들 및 시스템들에서 이용하기 위한 추가의 식별 컴포넌트들을 선택하는 방법을 이해할 것이다. 일부 실시예들에서, 물품은 종 및 제2 식별 컴포넌트, 예컨대 광학 바코드, 홀로그램, RFID, 및/또는 추가의 화학적 마커들 및/또는 생물학적 마커들과 연관된다. 본원에 기재된 시스템들과 함께 사용될 수 있는 추가의 화학적 마커들 및/또는 생물학적 마커들의 비-제한적인 예는 비색 염료, 형광 염료, IR 염료, 워터마크, 나노입자, 나노로드, 양자점, 향체, 단백질, 핵산 및 그의 조합을 포함하지만, 이에 제한되지는 않는다.
- [0119] 본 명세서에서 사용되는 "~와 연관된"이라는 용어는 일반적으로 아주 근접하여 유지되는 것을 의미하며, 예를 들어, 물품과 연관된 화학적 태그가 물품의 표면에 인접할 수 있다. 본원에서 사용되는 바와 같이, 방출 종이 표면에 "인접한" 것으로 언급될 때, 이는 표면에 직접 인접할 수 있거나(예를 들어, 그와 접촉할 수 있거나), 또는 하나 이상의 개재 컴포넌트(예를 들어, 라벨)가 또한 존재할 수 있다. 표면에 "바로 인접한" 화학적 태그는 개재 컴포넌트(들)가 존재하지 않음을 의미한다. 일부 실시예들에서, 화학적 및/또는 생물학적 종은 물품의 표면에 인접한다. 일부 실시예들에서, 방출 종은 물품의 표면에 바로 인접한다. 일부 실시예들에서, 방출 종은 물품에 통합된다(예를 들어, 물품의 적어도 일부의 벌크 내에 존재하지만, 물품에 대한 화학적 및/또는 생물학적 종의 첨가가 없으면, 물품 자체에 본질적으로 존재하지 않거나 본원에 기재된 시스템들 및/또는 방법들의 구현에 바람직한 양으로 존재하지 않을 것이다).
- [0120] 일부 실시예들에서, 방출 종은 전자기 방사선을 수동적으로 방출한다. 일부 실시예들에서, 방출 종은 전자기 방사선을 방출하지 않고, (예를 들어, 롤링 서터 등을 사용하여 생성된 단일 이미지에서) 검출될 수 있는 전자기 방사선을 방출 및/또는 반사하도록 자극(예를 들어, 트리거)될 수 있다.
- [0121] 일부 실시예들에서, 종의 자극(예를 들어, 트리거링)은 방출을 생성하고/하거나 방출의 수명을 변화시킨다. 일부 실시예들에서, 방출의 수명은 종 및/또는 물품의 특성을 식별한다.
- [0122] 일부 실시예들에서, 물품의 특성은 조건들의 제1 세트 하에 하나 이상의 종에 의한 제1(시간-의존적) 방출을 검출하고, 조건들의 제1 세트와 상이한 조건들의 제2 세트 하에 하나 이상의 종에 의한 제2(시간-의존적) 방출을 검출함으로써 결정될 수 있으며, 여기서 제1 방출과 제2 방출 사이의 변화는 물품의 특성을 식별한다.
- [0123] 위에서 그리고 본 명세서에서 설명된 바와 같이, 하나 이상의 종의 방출의 특성(예를 들어, 방출의 수명)은 롤링 서터 메커니즘 및 이미지 센서를 이용하여 방출의 단일 이미지를 획득함으로써 식별될 수도 있어서, 이미지의 제1 부분은 방출이 시작된 후의 제1 시간 기간에 대응하고, 이미지의 제2 부분은 동일한 방출이 시작된 후의 제2 시간 기간에 대응하게 된다.
- [0124] 일부 실시예들에서, 전자기 방사선의 단일 펄스를 사용하여 종을 자극할 수 있다.
- [0125] 일부 실시예들에서, 전자기 방사선의 다수의 펄스가 종을 자극하기 위해 사용될 수도 있다. 특정 경우들에서, 전자기 방사선의 다수의 펄스가 물품의 반복된 인증에 유용할 수 있다. 일부 실시예들에서, 방출 종은 방출에 응답하여 이미지 센서에 의해 생성되는 신호의 강도, 수명, 및/또는 색이 시간에 따라 모니터링될 수 있도록 특정 시간 기간에 걸쳐 자극될 수 있다. 일부 이러한 실시예들에서, 종의 방출 프로파일은 물품의 특성(예를 들어, 진위, 신선도, 항목이 사용되었는지 여부 등)을 결정하기 위해 사용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 하나 이상의 화학적 및/또는 생물학적 종의 전자기 방사선의 복수의 펄스는, 예를 들어, 식별가능한 신호의 시간 도메인이 물품의 특성(예를 들어, 정체성, 진위 등)에 대응하도록 복합 식별가능한 신호를 생성하기 위해 사용될 수 있다.
- [0126] 일반적으로, 화학적 및/또는 생물학적 종으로부터의 전자기 방사선의 검출 가능한 방출(및/또는 반사)을 생성하는 임의의 자극이 본원에 기재된 시스템들 및 방법들과 함께 사용될 수 있다.

- [0127] 일부 실시예들에서, 본원에 기재된 방법들 및 시스템들은 물품의 하나 이상의 특성을 식별하기 위해 2개 이상의 방출 프로파일의 순차적 방출을 이용할 수 있다.
- [0128] 일부 경우들에서, 수개월 또는 심지어 수년 동안 여기될 수 있는 종을 갖는 것이 바람직할 수 있다. 일부 실시예들에서, 첨가된 반응물, 광, 열, 방사선, 또는 기계화학적 자극에 반응하여 발생하는 전자기 방출이 사용될 수 있다.
- [0129] 일부 실시예들에서, 이미지 센서는 화학적 및/또는 생물학적 종을 포함하는 것으로 의심되는 물품에 근접하게 위치된다. 일부 실시예들에서, 방출을 생성하기 위한 화학적 및/또는 생물학적 종의 여기 시에, 이미지 센서는 방출의 단일 이미지를 생성하도록 구성될 수 있다. 일부 이러한 실시예들에서, 단일 이미지는 물품의 하나 이상의 특성에 대응할 수 있다.
- [0130] 일부 실시예들에서, 화학적 및/또는 생물학적 종은 분석물의 존재 시에 (예를 들어, 본원에 기재된 시스템들 및 방법들을 사용하여 검출될 수 있는) 반응을 겪을 수 있다. 예를 들어, 화학적 및/또는 생물학적 종과 분석물 사이의 상호작용은 결합, 예컨대 공유 결합(예를 들어, 탄소-탄소, 탄소-산소, 산소-규소, 황-황, 인-질소, 탄소-질소, 금속-산소 또는 다른 공유 결합), 이온 결합, 수소 결합(예를 들어, 히드록실, 아민, 카르복실, 티올 및/또는 유사한 관능기 사이), 배위 결합(예를 들어, 금속 이온과 한자리 또는 여러자리 리간드 사이의 착물화 또는 킬레이트화) 등의 형성을 포함할 수 있다. 상호작용은 또한 반데르발스 상호작용들을 포함할 수 있다. 일 실시예들에서, 상호작용은 분석물과 공유 결합을 형성하는 것을 포함한다. 일부 경우들에서, 종과 분석물 사이의 상호작용은 반응, 예컨대 전자 전달 반응을 포함할 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 종은 이미지 센서로부터 결정가능한 방출 프로파일(예를 들어, 패턴)을 생성하기 위해 주변 환경의 변화(예를 들어, 온도의 변화) 시에 화학적 또는 물리적 변환을 겪을 수 있다. 결정가능한 신호는, 일부 경우들에서, 시간에 따라 지속되거나 진정될 수 있다.
- [0131] 화학적 및/또는 생물학적 종은 또한 단백질, 핵산, 당단백질, 탄수화물, 호르몬 등을 포함하는 생물학적 분자의 쌍 사이의 결합 이벤트를 통해 분석물과 상호작용할 수 있다. 구체적인 예는 항체/펩티드 쌍, 항체/항원 쌍, 항체 단편/항원 쌍, 항체/항원 단편 쌍, 항체 단편/항원 단편 쌍, 항체/합텐 쌍, 효소/기질 쌍, 효소/억제제 쌍, 효소/보조인자 쌍, 단백질/기질 쌍, 핵산/핵산 쌍, 단백질/핵산 쌍, 펩티드/펩티드 쌍, 단백질/단백질 쌍, 소분자/단백질 쌍, 글루타티온/GST 쌍, 항-GFP/GFP 융합 단백질 쌍, Myc/Max 쌍, 말토스/말토스 결합 단백질 쌍, 탄수화물/단백질 쌍, 탄수화물 유도체/단백질 쌍, 금속 결합 태그/금속/킬레이트, 펩티드 태그/금속 이온-금속 킬레이트 쌍, 펩티드/NTA 쌍, 렉틴/탄수화물 쌍, 수용체/호르몬 쌍, 수용체/이펙터 쌍, 상보적 핵산/핵산 쌍, 리간드/세포 표면 수용체 쌍, 바이러스/리간드 쌍, 단백질 A/항체 쌍, 단백질 G/항체 쌍, 단백질 L/항체 쌍, Fc 수용체/항체 쌍, 비오틴/아비딘 쌍, 비오틴/스트렙타비딘 쌍, 약물/표적 쌍, 아연 핑거/핵산 쌍, 소분자/펩티드 쌍, 소분자/단백질 쌍, 소분자/표적 쌍, 탄수화물/단백질 쌍, 예컨대 말토스/MBP(maltose binding protein), 소분자/표적 쌍, 또는 금속 이온/킬레이팅제 쌍을 포함한다. 종의 구체적인 비-제한적인 예들은 펩티드, 단백질, DNA, RNA, PNA를 포함한다.
- [0132] 본원에서 사용되는 바와 같이, "분석물" 또는 "화학적 화합물"은 분석될 임의의 화학적, 생화학적, 또는 생물학적 엔티티(예를 들어, 분자)일 수 있다. 분석물은 증기상, 액체상, 또는 고체상일 수 있다. 일부 실시예들에서, 분석물은 증기상 분석물이다. 일부 경우들에서, 분석물은 전자기 방사선의 형태일 수 있다. 일부 경우들에서, 분석물은 공기중 입자(airborne particle)일 수 있다. 일부 경우들에서, 디바이스는 분석물에 대한 높은 특이성을 갖도록 선택될 수 있고, 예를 들어, 화학적, 생물학적, 또는 폭발물 센서일 수 있다. 일부 실시예들에서, 분석물은 디바이스의 적어도 일부(예를 들어, 종)와 상호작용할 수 있는 관능기를 포함한다. 일부 경우들에서, 디바이스는 주변 매질의 pH, 수분, 온도 등의 변화들을 결정할 수 있다. 분석물은 화학적 종, 예컨대 폭발물(예를 들어, TNT), 독소, 또는 화학전 작용제일 수 있다. 구체적인 예에서, 분석물은 화학전 작용제(예를 들어, 사린 기체) 또는 화학전 작용제의 유사체(예를 들어, 디메틸 메틸포스포네이트, DMMP)이다.
- [0133] 일부 실시예들에서, 화학적 화합물(즉, 분석물)은 임의로 치환된 아릴 종 및/또는 임의로 치환된 헤테로아릴 종, 예컨대 벤젠, 톨루엔, 크실렌, 또는 폴리시클릭 방향족 탄화수소, 예컨대 벤조[a]피렌을 포함한 방향족 종일 수 있다. 일부 실시예들에서, 분석물은 아민-함유 종, 예컨대 암모니아일 수 있다. 일부 실시예들에서, 분석물은 니트릴-함유 종, 예컨대 아세토니트릴일 수 있다. 일부 실시예들에서, 분석물은 산소-함유 종, 예컨대 알콜, 케톤, 에스테르, 카르복실레이트, 알데히드, 다른 카르보닐 기, 에테르 등을 포함하는 종일 수 있다. 일부 실시예들에서, 분석물은 케톤, 에스테르, 에테르, 또는 알데히드를 포함하는 종, 예컨대 시클로헥사논, 에틸 아세테이트, THF, 또는 핵산알일 수 있다. 일부 실시예들에서, 분석물은 인-함유 분석물, 예컨대 DMMP이다.

일부 실시예들에서, 분석물은 니트로-함유 중, 예컨대 니트로메탄 또는 TNT일 수 있다. 분석물의 다른 예는 알콜, 올레핀, 산화질소, 티올, 티오에스테르 등을 포함한다.

- [0134] 일부 경우들에서, 센서는 주변 매질의 조건 또는 조건들의 세트의 변화들을 결정할 수 있다. 본원에서 사용되는 바와 같이, "조건" 또는 "조건들의 세트"의 변화는, 예를 들어, 특정 온도, pH, 용매, 화학 시약, 대기의 투입(예를 들어, 질소, 아르곤, 산소 등), 전자기 방사선 등으로의 변화를 포함할 수 있다. 일부 경우들에서, 조건들의 세트는 센서가 배치되는 환경의 온도의 변화를 포함할 수 있다. 예를 들어, 센서는 온도 변화시에 화학적 또는 물리적 변화를 겪어, 센서로부터 결정가능한 신호를 생성하는 컴포넌트(예를 들어, 결합 부위)를 포함할 수 있다.
- [0135] 본 명세서에 기재된 실시예들의 맥락에서 사용하기에 적합한 다른 실시예들은 2009년 3월 4일자로 출원되고, 발명의 명칭이 "Devices and Methods for Determination of Species Including Chemical Warfare Agents"인 국제 특허 출원번호: PCT/US2009/001396; 2009년 12월 11일자로 출원되고 발명의 명칭이 "High Charge Density Structures, Including Carbon-Based Nanostructures and Applications Thereof"인 국제 특허 출원 번호: PCT/US2009/006512; 2009년 5월 29일자로 출원되고 발명의 명칭이 "Field Emission Devices Including Nanotubes or Other Nanoscale Articles"인 미국 특허 출원번호: 제12/474,415호; 2010년 10월 6일자로 출원되고 발명의 명칭이 "Method and Apparatus for Determining Radiation"인 국제 특허 출원 번호: PCT/US2011/051610호; 2010년 11월 4일자로 출원되고 발명의 명칭이 "Nanostructured Devices including Analyte Detectors, and Related Methods"인 국제 특허 출원번호: PCT/US2010/055395; 2011년 9월 29일자로 출원되고 발명의 명칭이 "COMPOSITIONS, METHODS, AND SYSTEMS COMPRISING POLY(THIOPHENES)"인 국제 특허 출원 번호: PCT/US2011/053899; 2011년 2월 23일자로 출원되고 발명의 명칭이 "Charged Polymers and Their Uses in Electronic Devices"인 국제 특허 출원번호: PCT/US2011/025863; 및 2015년 7월 10일자로 출원되고 발명의 명칭이 "FORMULATIONS FOR ENHANCED CHEMIREISTIVE SENSING"인 국제 특허 출원번호: PCT/US2015/039971에 기재되어 있으며, 이 출원들은 모든 목적을 위해 그 전체가 본원에 포함된다.
- [0136] 예시적인 실시예에서, 화학적 또는 생물학적 종에 의해 생성된 방출이 검출 가능한 신호를 생성하도록, 화학적 또는 생물학적 종을 여기시키도록 구성된 여기 컴포넌트, 검출 가능한 신호를 감지하도록 구성된 이미지 센서-검출 가능한 신호는 시간-의존적 방출 신호를 포함함 -, 및 수집된 방출을 단일 이미지로 변환하도록 구성된 전자 하드웨어 컴포넌트- 단일 이미지는 시간-의존적 방출 신호를 포함함 -를 포함하는 시스템이 제공된다.
- [0137] 다른 예시적인 실시예에서, 일정 시간 기간에 걸친 화학적 또는 생물학적 종에서의 변화를 식별하기 위한 방법이 제공되는데, 이 방법은 10 나노초보다 큰 수명을 갖는 검출 가능한 방출을 생성하도록 종을 자극하는 단계, 이미지 센서를 이용하여, 검출 가능한 방출의 단일 이미지를 획득하는 단계- 단일 이미지의 제1 부분은 종을 자극한 후의 제1 시간 기간에 대응하고, 단일 이미지의 제2 부분은 제1 시간 기간과 상이한, 종을 자극한 후의 제2 시간 기간에 대응함 -, 및 단일 이미지의 제1 부분과 제2 부분 사이의 차이에 기초하여, 화학적 또는 생물학적 종에서의 변화를 결정하는 단계를 포함한다.
- [0138] 다른 예시적인 실시예에서, 화학적 또는 생물학적 종의 특성을 식별하기 위한 방법이 제공되는데, 이 방법은 종이 10 나노초보다 큰 수명을 갖는 검출 가능한 방출을 생성하도록 종을 자극하는 단계, 이미지 센서를 사용하여, 검출 가능한 방출의 단일 이미지를 획득하는 단계- 단일 이미지의 제1 부분은 종을 자극한 후의 제1 시간 기간에 대응하고, 단일 이미지의 제2 부분은 제1 시간 기간과 상이한, 종을 자극한 후의 제2 시간 기간에 대응함 -, 및 단일 이미지의 제1 부분과 제2 부분 사이의 차이에 기초하여, 종의 특성을 결정하는 단계를 포함한다.
- [0139] 또 다른 예시적인 실시예에서, 물품의 특성을 식별하기 위한 방법이 제공되는데, 이 방법은, 화학적 태그를 포함하는 것으로 의심되는 물품에 근접하게 이미지 센서를 위치시키는 단계, 화학적 태그가 존재한다면 검출 가능한 방출을 생성하도록 물품을 자극하는 단계, 이미지 센서를 이용하여, 검출 가능한 방출의 단일 이미지를 획득하는 단계- 단일 이미지의 제1 부분은 분석물을 자극한 후의 제1 시간 기간에 대응하고, 단일 이미지의 제2 부분은 제1 시간 기간과는 상이한, 분석물을 자극한 후의 제2 시간 기간에 대응함 -, 및 단일 이미지의 제1 부분과 제2 부분 사이의 차이에 기초하여, 물품의 특성을 결정하는 단계를 포함한다.
- [0140] 예시적인 실시예에서, 자극의 존재를 검출하기 위한 방법이 제공되는데, 이 방법은 화학적 태그를 포함하는 물품을 자극을 포함하는 조건들의 세트에 노출시키는 단계- 화학적 태그는 자극의 존재 시에 화학적 및/또는 생물학적 반응을 겪음 -, 물품에 근접하여 이미지 센서를 위치시키는 단계, 이미지 센서를 이용하여, 화학적 태그를 포함하는 물품의 일부의 단일 이미지를 획득하는 단계- 단일 이미지의 제1 부분은 물품을 노출한 후의 제1 시간

기간에 대응하고, 단일 이미지의 제2 부분은 제1 시간 기간과 상이한, 물품을 노출한 후의 제2 시간 기간에 대응함 -, 및 단일 이미지의 제1 부분과 제2 부분 사이의 차이에 기초하여 물품의 특성을 결정하는 단계를 포함한다.

- [0141] 다른 예시적인 실시예에서, 시스템이 제공되며, 이 시스템은 물품의 특성을 식별하도록 구성되고, 물품과 연관된 화학적 태그- 화학적 태그는 조건들의 세트 하에서 10 나노초 초과와 여기 상태 수명을 가지는 검출 가능한 방출을 생성할 수 있음 -, 화학적 태그에 의해 생성된 방출을 수집하도록 구성된 이미지 센서, 수집된 방출을 단일 이미지로 변환하도록 구성된 전자 하드웨어 컴포넌트, 및 조건들의 세트 하에서 화학적 태그를 자극하도록 구성된 소스를 포함하고, 여기서 단일 이미지는 제1 부분 및 제2 부분을 포함하고, 제2 부분은 소스에 의한 화학적 태그의 자극 후에 제1 부분과 상이한 시간에 획득되고, 제1 부분과 제2 부분의 속성 사이의 차이는 물품의 특성과 연관된다.
- [0142] 또 다른 예시적인 실시예에서, 화학적 태그의 특성을 식별하도록 구성된 시스템이 제공되고, 이 시스템은 조건들의 세트 하에서 10 나노초 초과와 여기 상태 수명을 가지는 검출 가능한 방출을 생성할 수 있는 화학적 태그, 화학적 태그에 의해 생성된 방출을 수집하도록 구성된 이미지 센서, 수집된 방출을 단일 이미지로 변환하도록 구성된 전자 하드웨어 컴포넌트, 및 화학적 태그를 자극하도록 구성된 소스를 포함하고, 여기서 단일 이미지는 제1 부분 및 제2 부분을 포함하고, 제2 부분은 소스에 의한 화학적 태그의 자극 후에 제1 부분과 상이한 시간에 획득되고, 제1 부분과 제2 부분의 속성 사이의 차이는 화학적 태그의 특성과 연관된다. 다른 경우들에서, 이미지들은 제3, 제4, 제5, 및 제6 부분을 제1 및 제2 부분에 결합함으로써 생성될 수 있다. 부분들의 수는 더 높을 수 있고 당면한 응용에 필요한 원하는 복잡도 레벨과 관련될 것이다. 또한, 물품의 주어진 관독에서, 잠재적인 방출 중의 서브세트만이 그들의 선택적 여기, 물리적 위치, 배향, 환경, 수명 등의 결과로서 관독될 수 있다. 물품의 다수의 관독으로, 각각의 순차적 관독에 대해 상이한 방법들이 이용될 수 있다.
- [0143] 일부 예시적인 실시예들에서, 자극은 단일 펄스, 주기적 펄스, 펄스 시퀀스, 연속적으로 변하는 강도, 또는 이들의 조합으로서 제공되는 전자기 방사선을 포함한다.
- [0144] 일부 예시적인 실시예들에서, 자극은 선택 방출 중을 여기하는 개별 파장 범위의 전자기 방사선을 포함한다.
- [0145] 일부 예시적인 실시예들에서, 자극은 스마트폰 또는 카메라로부터의 플래시에 의해 수행되고, 셔터, 내화 물질, 광학 모듈, 미러, 또는 광 밸브에 의해 변조되고, 및/또는 형광 또는 LED 광들에 의해 수행된다.
- [0146] 일부 예시적인 실시예들에서, 특성은 상이한 여기들로 취해진 다수의 이미지의 분석으로부터 추출되고/되거나 상이한 각도들, 거리들, 또는 배향들에서 하나 이상의 이미지를 수집하는 것으로부터 추출된다.
- [0147] 일부 예시적인 실시예들에서, 증은 포장 컴포넌트와 연관된다.
- [0148] 일부 예시적인 실시예들에서, 증은 증을 자극할 때 화학적 및/또는 생물학적 반응을 겪는다.
- [0149] 일부 예시적인 실시예들에서, 분석물에 대한 노출은 방출 중의 강도 변화 및/또는 10 나노초 초과와 수명을 갖는 증의 수명 변화를 유발한다.
- [0150] 일부 예시적인 실시예들에서, 제2 자극은 물체 내에 포함된 하나 이상의 방출 중의 방출의 손실 또는 제1 자극의 차단을 야기한다.
- [0151] 일부 예시적인 실시예들에서, 제2 시뮬레이션은 색의 생성 또는 흡수 및/또는 방출의 변화를 포함한다.
- [0152] 일부 예시적인 실시예들에서, 상이한 제1, 제2 및 추가적인 자극들의 조합들은 100 나노초 내지 100 밀리초의 과정을 걸쳐 취득되는 이미지들의 변화들을 야기할 수 있다.
- [0153] 일부 예시적인 실시예들에서, 화학적 태그는 물품을 자극할 때 화학적 및/또는 생물학적 반응을 겪고/겪거나 물품을 자극하는 것은 화학적 태그에서 화학적 및/또는 생물학적 반응을 생성하는 것을 포함한다.
- [0154] 일부 예시적인 실시예들에서, 화학적 태그는 10 나노초 초과와 여기 상태 수명을 갖는 적어도 하나의 방출 염료를 포함한다.
- [0155] 일부 예시적인 실시예들에서, 롤링 셔터 컴포넌트는 이미지 센서와 연관된다.
- [0156] 일부 예시적인 실시예들에서, 화학적 태그는 자극의 존재 하에 10 나노초 초과와 여기 상태 수명을 갖는 검출 가능한 방출을 생성한다.

- [0157] 추가의 예시적인 실시예들
- [0158] 이하의 실시예들은 예시적인 목적으로 제공된 것이며, 제한적인 것으로 의도되지 않는다. 본 명세서에 설명된 바와 같은 다른 실시예들이 또한 가능하다.
- [0159] 1. 물체를 여기시키고 방출된 빛/또는 반사된 전자기 방사선에 의해 생성된 패턴을 관독할 수 있는 디바이스로서, 적어도 하나의 방출 중은 패턴의 관독 과정을 걸쳐 변화하는 신호를 생성하는 디바이스.
- [0160] a. 실시예 1에 있어서, 여기는 모든 방출 중을 여기시키는 전자기 방사선의 하나 이상의 버스트에 의해 생성되는 디바이스.
- [0161] b. 실시예 1에 있어서, 여기는 펄스화된 빛/또는 변조된 전자기 방사선에 의해 달성되는 디바이스.
- [0162] c. 실시예 1에 있어서, 여기는 플래시 램프, LED, 빛/또는 형광등에 의해 달성되는 디바이스.
- [0163] d. 실시예 1에 있어서, 여기 방법은 광학 셔터, 광 밸브, 광 변조기, 내화 물질, 또는 미러에 의해 제어되는 디바이스.
- [0164] e. 실시예 1에 있어서, 여기는 상이한 방출 중을 독립적으로 여기시킬 수 있는 상이한 파장들에서 수행되는 디바이스.
- [0165] f. 실시예 1에 있어서, 하나 이상의 이미지는 하나 이상의 파장에서의 전자기 방사선 또는 변조된 전자기 방사선의 버스트로부터 상이한 지연들로 수집되는 디바이스.
- [0166] g. 실시예 1에 있어서, 여기는 패턴의 관독 전체에 걸쳐 변화하는 디바이스.
- [0167] h. 실시예 1에 있어서, 통합된 여기 및 이미지 캡처 컴포넌트를 갖는 디바이스.
- [0168] i. 실시예 1에 있어서, 여기 컴포넌트와 이미지 캡처 컴포넌트가 분리되어 있는 디바이스.
- [0169] j. 실시예 1에 있어서, 디바이스는 CMOS 이미징 유닛을 포함하는 디바이스.
- [0170] k. 실시예 1에 있어서, 디바이스는 스마트폰인 디바이스.
- [0171] l. 실시예 1에 있어서, 디바이스는 측정들을 행하는 과정 동안 물체의 여기 및 관독의 방법을 동적으로 변경할 수 있는 디바이스.
- [0172] m. 실시예 1에 있어서, 이미지의 여기 및 관독을 위한 명령어들은 다른 광학 이미지, 소프트웨어로부터 제공되고, 무선 통신을 통해 외부 소스를 형성하는 디바이스.
- [0173] n. 실시예 1에 있어서, 디바이스는 전기적, 기계적, 입자, 또는 화학적 자극에 의해 적어도 하나의 방출 컴포넌트의 비-광학적 여기를 트리거할 수 있는 디바이스.
- [0174] 2. 10 나노초 초과와 여기 상태 수명을 갖는 하나 이상의 방출 중(예를 들어, 염료)을 포함하는 물품.
- [0175] a. 실시예 2에 있어서, 물품의 코팅이 물품과 연관된 제품의 정체성 및/또는 상태를 나타내는 정보를 갖는 물품.
- [0176] b. 실시예 2에 있어서, 알약, 캡슐, 또는 제품의 물리적 포장 상의 코팅인 물품.
- [0177] c. 실시예 2에 있어서, 물품의 일부가 바코드 또는 매트릭스 코드를 포함하는 물품.
- [0178] d. 실시예 2에 있어서, 물품이 어떻게 관독되어야 하는지에 관한 정보가 인코딩되는 물품.
- [0179] e. 실시예 2에 있어서, 10 나노초 초과와 수명을 갖는 방출 염료가 그의 환경에 반응하여 제품의 상태에 관한 정보를 나타내는 물품.
- [0180] f. 실시예 2에 있어서, 방출 신호는 그 환경 또는 노출 이력에 응답하여, 10 나노초 초과와 수명으로 생성, 변화, 또는 향상되는 물품.
- [0181] g. 실시예 2에 있어서, 방출 신호는 무기 인광체에 의해 생성되는 물품.
- [0182] h. 실시예 2에 있어서, 방출 신호는 무기/유기 조성물에 의해 생성되는 물품.
- [0183] i. 실시예 2에 있어서, 비스무트를 함유하는 방출 물질을 갖는 물품.

- [0184] j. 실시예 2에 있어서, 이리듐, 백금, 레늄, 금, 또는 구리를 함유하는 방출 물질을 갖는 물품.
- [0185] k. 실시예 2에 있어서, 란타나이드 또는 악티나이드 금속을 함유하는 방출 물질을 갖는 물품.
- [0186] m. 실시예 2에 있어서, 브롬, 요오드, 황, 셀레늄, 텔루라이드, 인, 안티모니, 주석, 납, 수은, 또는 카드뮴을 함유하는 방출 물질을 갖는 물품.
- [0187] n. 실시예 2에 있어서, 열적으로 활성화된 지연 방출을 표시하는 방출 물질을 갖는 물품.
- [0188] o. 실시예 2에 있어서, 물품 내의 위치를 변화시키도록 확산될 수 있는 방출 물질을 갖는 물품.
- [0189] p. 실시예 2에 있어서, 액체인 물품.
- [0190] q. 실시예 2에 있어서, 겔인 물품.
- [0191] r. 실시예 2에 있어서, 고체, 액체, 및/또는 겔의 착물인 물품.
- [0192] s. 실시예 2에 있어서, 광을 집속 또는 도파시키는 광학 구조를 갖는 물품.
- [0193] u. 실시예 2에 있어서, 홀로그래를 포함하는 물품.
- [0194] v. 실시예 2에 있어서, 바 또는 매트릭스 코드를 포함하는 물품.
- [0195] y. 실시예 2에 있어서, 관심 물질의 적용 후에 방출 반응을 제공하는 초기 시험 스트립의 조합에 의해 생성되는 물품.
- [0196] z. 실시예 2에 있어서, 방출된 광의 지향성 방출 또는 편광을 초래하는 광학 구조를 갖는 물품.
- [0197] 본 발명의 여러 실시예들이 본원에 기재되고 예시되었으며, 본 기술분야의 통상의 기술자는 기능을 수행하고/하거나 본원에 기재된 결과 및/또는 하나 이상의 이점을 획득하기 위한 다양한 다른 수단 및/또는 구조체를 용이하게 유추할 것이며, 각각의 이러한 변형 및/또는 수정은 본 발명의 범주 내인 것으로 간주된다. 보다 일반적으로, 본 기술분야의 통상의 기술자는 본원에 기재된 모든 파라미터, 치수, 물질 및 배위가 예시적인 것을 의미하며, 실제의 파라미터, 치수, 물질 및/또는 배위는 본 발명의 교시내용을 사용하는 구체적인 적용 또는 적용들에 따라 달라질 것임을 용이하게 인식할 것이다. 본 기술분야의 통상의 기술자는 본원에 기술된 본 발명의 특정 실시예들에 대한 다수의 등가물을 인지하거나 또는 일상적인 실험을 사용하여 이를 확인할 수 있을 것이다. 따라서, 상기 실시예들은 오직 예시의 목적으로 나타난 것이고, 첨부된 청구항 및 그의 등가물의 범위 내에서 발명은 구체적으로 기재되고 청구된 것 외의 것으로도 실시될 수 있음을 이해하여야 한다. 본 발명은 본원에 기재된 각각의 개별적 특징, 시스템, 물품, 물질, 키트, 및/또는 방법에 관한 것이다. 또한, 2가지 이상의 이 같은 특징, 시스템, 물품, 물질, 및/또는 방법의 임의의 조합이, 이 같은 특징, 시스템, 물품, 물질, 및/또는 방법이 서로 모순되지 않는 한, 본 발명의 범주 내에 포함된다.
- [0198] 명세서에서 그리고 청구범위에서 사용된 부정관사 "a" 및 "an"은, 명확히 반대로 지시되지 않으면, "적어도 하나"를 의미하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0199] 본원 명세서 및 청구항에서 사용된 어구 "및/또는"은 요소가 "각각 또는 모두" 접속된 것, 즉, 일부 경우에서 결합하여 존재하고 다른 경우에는 분리되어 존재하는 요소를 의미하는 것으로 이해되어야 한다. 다른 요소는 명백히 반대로 표시되지 않는 한, 구체적으로 식별된 요소에 관련되든 관련되지 않든, "및/또는" 어구에 의해 구체적으로 식별되는 요소 외에도 임의로 존재할 수 있다. 따라서, 비-제한적인 예로서, "A 및/또는 B"에 대한 언급은, "포함하는"과 같이 개방형 언어(open-ended language)와 함께 사용될 때, 일 실시예에서, B 없이 A를 (선택적으로 B 이외의 요소들을 포함); 다른 실시예에서, A 없이 B를 (선택적으로 A 이외의 요소들을 포함); 또 다른 실시예에서, A 및 B 둘 다 (선택적으로 다른 요소들을 포함) 등을 지칭할 수 있다.
- [0200] 본원 명세서 및 청구항에 사용된 것과 같이, "또는"은 상기 정의된 것과 같은 "및/또는"과 동일한 의미를 갖는 것으로 이해되어야 한다. 예를 들어, 리스트에서 항목들을 분리시킬 때, "또는" 또는 "및/또는"은 포함적(inclusive)인 것으로 해석되어야 하며, 즉 다수의 요소 또는 요소들의 리스트 중 적어도 하나의 요소를 포함하는 것은 물론, 둘 이상의 요소, 그리고 임의로 추가의 열거되지 않은 항목들을 포함하는 것으로 해석되어야 한다. "중의 단 하나" 또는 "중의 정확히 하나" 등의 명확히 반대로 기재된 용어만 또는 청구범위에 사용될 때 "으로 구성된(consisting of)"은 다수의 요소 또는 리스트 중 정확히 하나의 요소만을 포함하는 것으로 지칭될 것이다. 일반적으로, 본원에 사용된 바와 같은 용어 "또는"은 배타성의 용어, 예컨대 "어느 하나", "중 하나", "중 단지 하나", 또는 "중 정확하게 하나"에 의해 선행되는 경우, 단지 배타적인 대안(즉, "하나 또는 다른 것,

그러나 둘 다는 아님")을 지시하는 것으로서 해석될 것이다. 청구항에서 사용되는 경우에 "로 본질적으로 이루어진"은 특허법의 분야에 사용되는 바와 같은 그의 통상적인 의미를 가질 것이다.

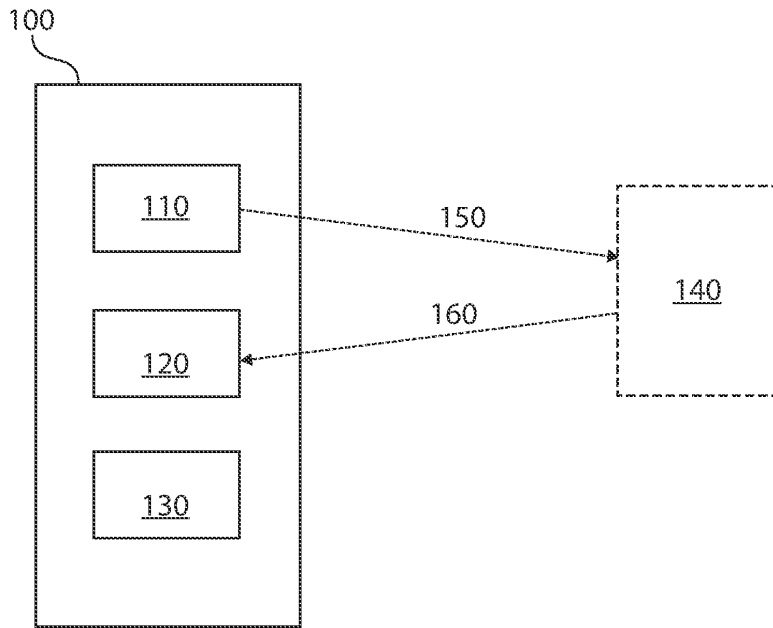
[0201] 여기에서의 명세서에서 그리고 특허청구범위에서 사용되는 것과 같이, 1개 이상의 요소의 리스트와 관련되는 문구 "적어도 하나(at least one)"는 요소의 리스트 내의 요소 중 임의의 하나 이상으로부터 선택되는 적어도 1개의 요소를 의미하고 요소의 리스트 내에 구체적으로 나열된 각각의 그리고 모든 요소 중 적어도 하나를 반드시 포함하지는 않고 요소의 리스트 내의 요소의 임의의 조합을 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 이 정의는 또한, 구문 "적어도 하나"가 참조하는 요소들의 리스트 내에서 구체적으로 식별되는 요소들 이외의 요소들이, 구체적으로 식별되는 요소들과 관련되든 관련되지 않든, 선택적으로 존재할 수 있다는 것을 허용한다. 따라서, 비-제한적 예로서, "A 및 B 중 적어도 하나" (또는 동등하게, "A 또는 B 중 적어도 하나" 또는, 동등하게 "A 및/또는 B 중 적어도 하나")는, 일 실시예에서, B가 존재하지 않는, 선택적으로 하나 초과를 포함하는 적어도 하나의 A (및 선택적으로 B 이외의 요소들을 포함); 다른 실시예에서, A가 존재하지 않는, 선택적으로 하나 초과를 포함하는 적어도 하나의 B (및 선택적으로 A 이외의 요소들을 포함); 또 다른 실시예에서, 선택적으로 하나 초과를 포함하는 적어도 하나의 A, 및 선택적으로 하나 초과를 포함하는 적어도 하나의 B (및 선택적으로 다른 요소들을 포함) 등을 지칭할 수 있다.

[0202] 청구범위 뿐만 아니라 상기 명세서에서, 모든 연결 어구, 예컨대 "포함하는(comprising)", "포함한(including)", "지닌", "갖는", "함유하는", "수반하는(involving)", "보유하는" 등은 개방형인 것, 즉, 포함하지만 그에 제한되지 않은 것을 의미하는 것으로 이해되어야 한다. 다만 연결 어구 "로 이루어진" 및 "로 본질적으로 이루어진"은 문헌 [United States Patent Office Manual of Patent Examining Procedures, Section 2111.03]에 기재된 바와 같이, 각각 폐쇄형 및 반-폐쇄형 연결 어구일 것이다.

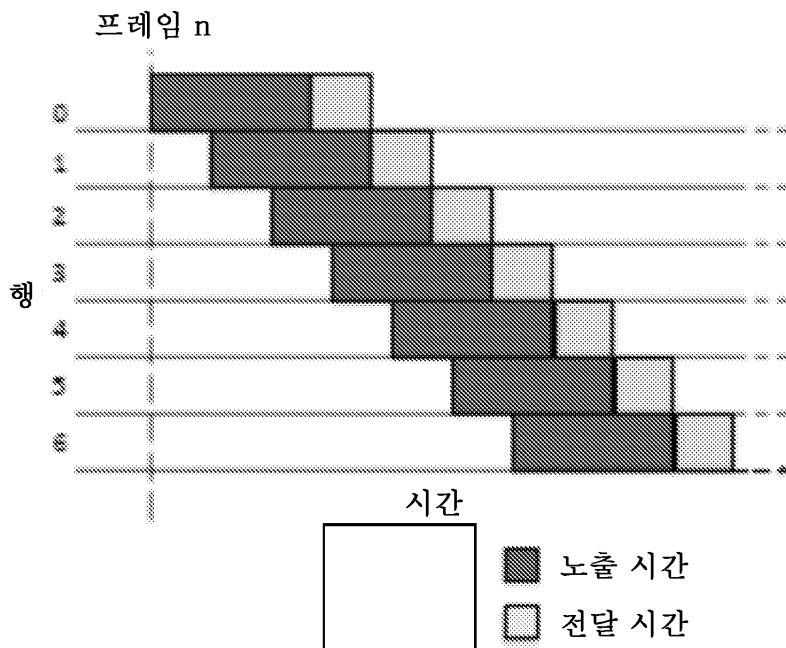
[0203] 예를 들어, 하나 이상의 물품, 구조물, 힘, 영역, 유동, 방향/궤도, 및/또는 이들의 하위 컴포넌트 및/또는 조합 사이의 형상, 배향, 정렬, 및/또는 기하학적 관계와 관련된 본원에서 사용되는 바와 같은 임의의 용어 및/또는 이러한 용어에 의한 특성화에 적용가능한 상기에 나열되지 않은 임의의 다른 타입 또는 무형 요소는, 달리 정의되거나 지시되지 않는 한, 이러한 용어의 수학적 정의에 대한 절대적 부합을 요구하지는 않는 것으로 이해될 것이며, 그러나 그보다는, 해당 주제와 가장 가깝게 관련된 본 기술분야의 통상의 기술자에 의해 이해되는 바와 같이 특성화되는 주제에 대해 가능한 정도로의 이러한 용어의 수학적 정의에 대한 부합을 지시하는 것으로 이해될 것이다. 형상, 배향, 및/또는 기하 관계와 관련된 용어의 예는 다음을 기술하는 용어들을 포함하지만, 이에 제한되지는 않는다: 형상 - 예컨대 등근, 정사각형, 곱복, 원형의/원형, 직사각형의/직사각형, 삼각형의/삼각형, 실린더형의/실린더형, 타원형의/타원형, (n)다각형의/(n)다각형 등; 각 배향 - 예컨대 직각, 직교, 평행, 수직, 수평, 동일선상 등; 윤곽 및/또는 궤적 - 예컨대 평면/평면상, 동평면상, 반구형, 세미-반구형, 선/선형, 쌍곡선형, 포물선형, 편평형, 곡면형, 직선형, 아치형, 사인꼴, 접선/접선방향 등; 방향 - 예컨대 북, 남, 동, 서 등; 표면 및/또는 벌크 물질 속성 및/또는 공간적/시간적 해상도 및/또는 분포 - 예컨대 평활한, 반사형, 투과성, 투명한, 불투명한, 경질, 불투과성, 균일(하게), 불활성, 비-습윤성, 불용성, 항정, 불변, 일정, 균질 등; 뿐만 아니라 관련 기술분야의 통상의 기술자에게 명백한 많은 다른 것들. 일례로, 본원에서 "정사각형"이라고 기재된 제작 물품은, 이러한 물품이 완벽히 평면 또는 선형이고 정확히 90도의 각도로 교차되는 면 또는 변을 갖도록 요구하지는 않으며(실로, 이러한 물품은 수학적 관념으로서만 존재할 수 있음), 그러나 그보다는, 이러한 물품의 형상이, 본 기술분야의 통상의 기술자에 의해 이해되는 바와 같이 또는 구체적으로 기재된 바와 같이 전형적으로 달성가능하고 언급된 제작 기술에 대해 달성되는 정도로 수학적으로 정의되는 바와 같은 "정사각형"에 근접하는 것으로 해석되어야 한다. 또 다른 예로, 본원에서 "정렬된" 것으로 기재된 둘 이상의 제작 물품은, 이러한 물품이 완벽히 정렬된 면 또는 변을 갖도록 요구하지는 않으며(실로, 이러한 물품은 수학적 관념으로서만 존재할 수 있음), 그러나 그보다는, 이러한 물품의 배열이 본 기술분야의 통상의 기술자에 의해 이해되는 바와 같이 또는 구체적으로 기재된 바와 같이 전형적으로 달성가능하고 언급된 제작 기술에 대해 달성되는 정도로 수학적으로 정의되는 바와 같은 "정렬"에 근접하는 것으로 해석되어야 한다.

도면

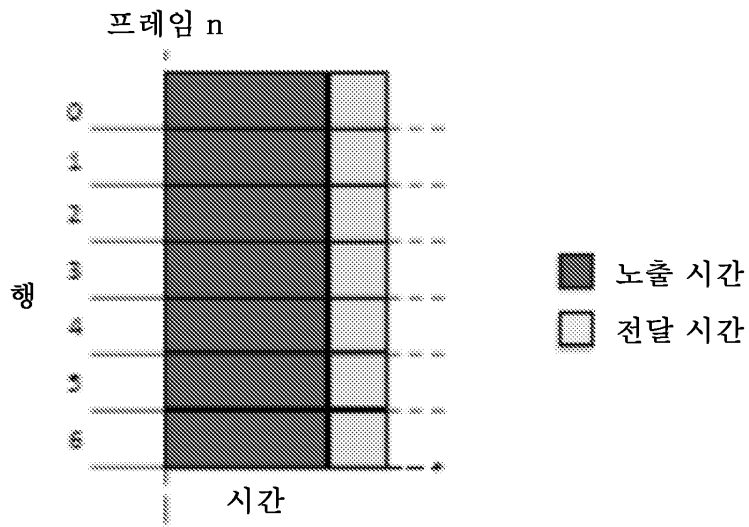
도면1



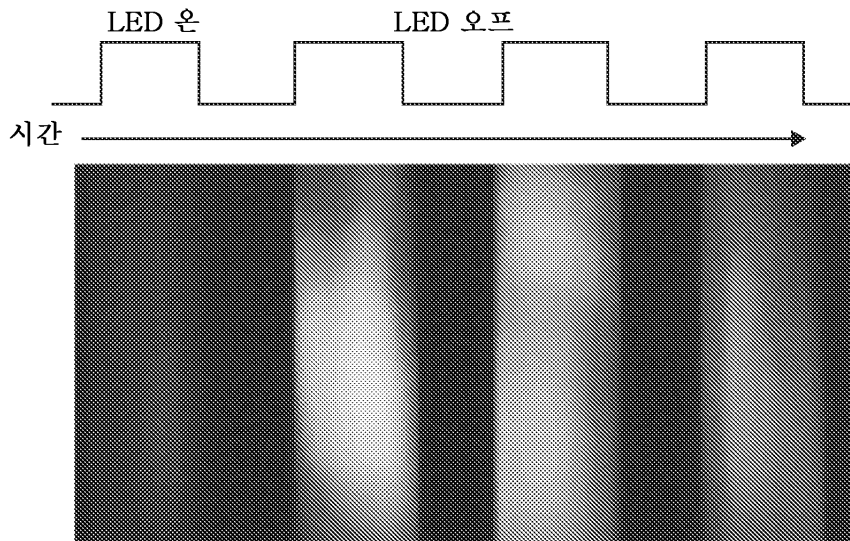
도면2a



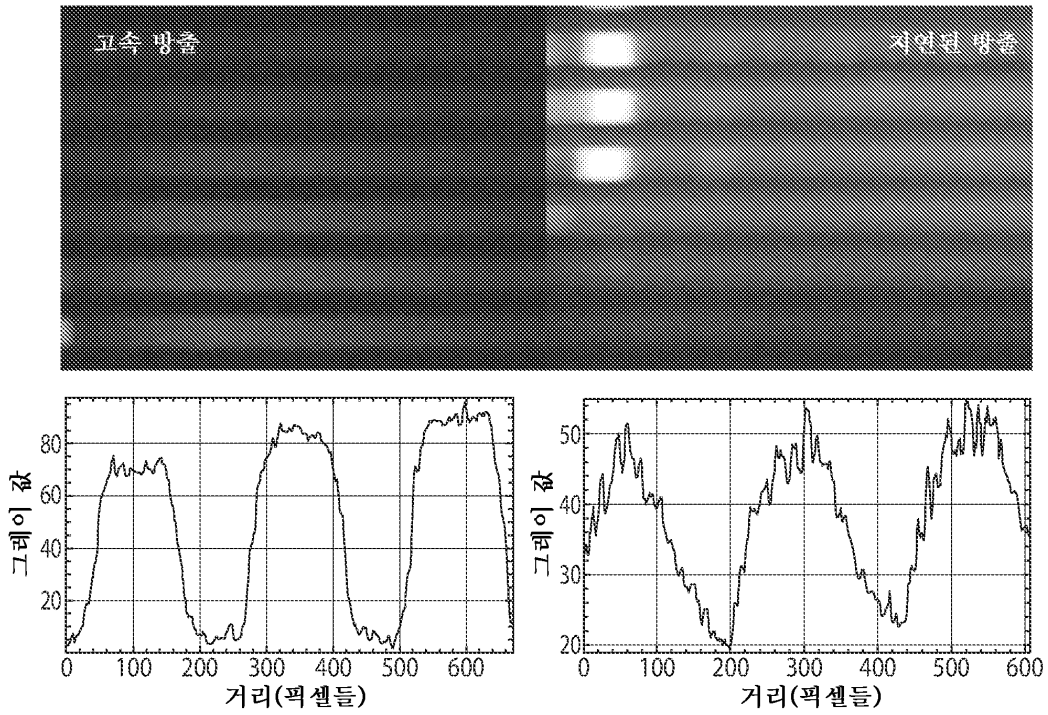
도면2b



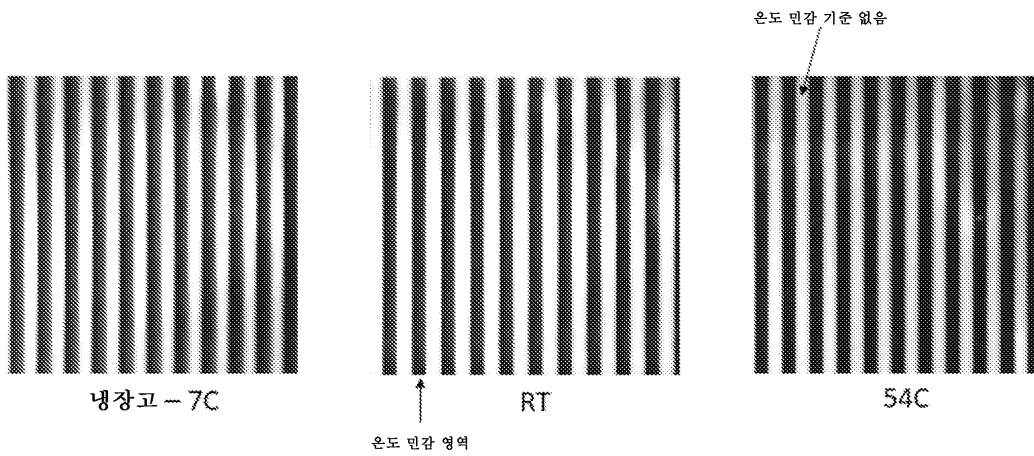
도면3



도면4



도면5



도면6

