



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0100884
(43) 공개일자 2017년09월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 33/543 (2006.01) G01N 15/14 (2006.01)
G01N 21/17 (2006.01) G06Q 50/10 (2012.01)
(52) CPC특허분류
G01N 33/5436 (2013.01)
G06Q 50/10 (2015.01)
(21) 출원번호 10-2016-0023313
(22) 출원일자 2016년02월26일
심사청구일자 2016년02월26일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
손중렬
서울특별시 성동구 한림로 50, 103동 1004호
오현주
서울특별시 중랑구 공릉로2길 60-8
정나나
서울특별시 서초구 강남대로53길 11, 1004호
(74) 대리인
한양특허법인

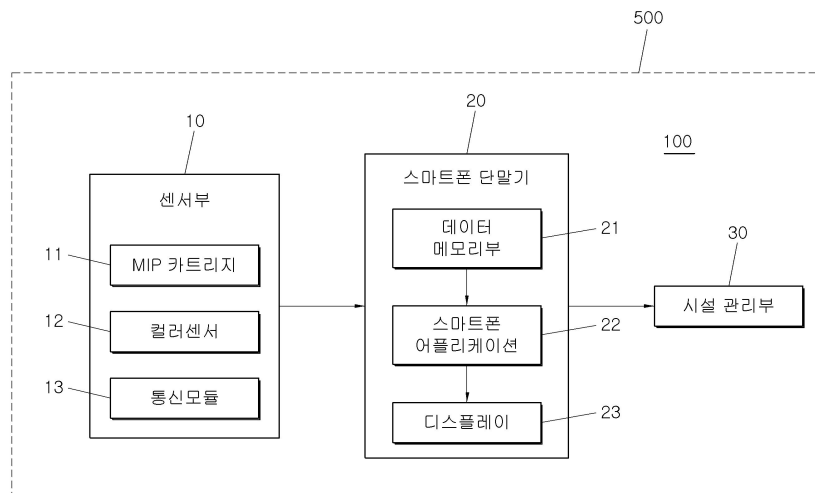
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 생체친화물질 기반 내분비계 장애물질 검출 방법 및 이를 적용한 현장적용 통합관리 시스템

(57) 요약

본 발명은 생체친화물질 기반 내분비계 장애물질의 검출 방법 및 이를 적용한 현장적용 통합관리 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 내분비계 장애물질만 선택적으로 결합하는 분자각인 고분자 카트리지(MIP cartridge) 및 박테리오파지 기반 컬러센서를 이용하여 생활환경에서 지속 또는 간헐적으로 방출되는 내분비계 장애물질을 실시간으로 감지하고, 또한 스마트폰을 이용하여 대상 내분비계 장애물질 물질의 검출 및 분석 관리가 가능한 생체친화물질 기반 내분비계 장애물질 검출을 위한 현장적용 통합관리 시스템에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01N 2015/1465 (2013.01)

G01N 2021/177 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 M11500165040500000000000000

부처명 환경부

연구관리전문기관 한국환경산업기술원

연구사업명 환경융합 신기술 개발사업

연구과제명 생체친화물질 기반 일부 내분비계 장애물질(환경호르몬)신개념 검출 시스템 개발

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2015.04.01 ~ 2016.03.31

명세서

청구범위

청구항 1

검출 대상물질에 특이적으로 결합하는 분자각인 고분자 카트리지(MIP cartridge)에, 검출대상 물질을 함유하는 시료를 넣고 반응시켜 검출 대상물질을 분자각인 고분자 분말에 흡착시킨 후 추출용액으로 탈착하여 검출 대상물질을 추출하는 단계;

상기 추출된 검출 대상물질을 바이러스 기반 컬러센서에 반응시켜 컬러센서의 색상 변화를 측정하는 단계;

내분비계 장애물질을 측정하는 센서부에 의해 측정된 컬러센서 이미지를 소정의 단말기로 전송하는 단계;

상기 센서부로부터 전송된 컬러센서 이미지를 저장하고, 컬러센서 이미지로부터 RGB 데이터를 변환하여 센서 측정 데이터를 분석하는 단계;

내분비계 장애물질 종류별 농도를 포함한 내분비계 장애물질에 대한 분석 결과를 단말기의 디스플레이에 표출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 생체친화물질 기반 내분비계 장애물질 검출방법.

청구항 2

제1항의 생체친화물질 기반 내분비계 장애물질 검출방법이 적용되는 생체친화물질 기반 내분비계 장애물질 검출이 가능한 통합관리 시스템에 있어서,

소정의 시료를 대상으로 내분비계 장애물질을 측정하는 센서부; 및

상기 센서부로부터 측정되는 내분비계 장애물질에 대한 컬러센서 이미지를 저장하는 데이터 메모리부; 및

상기 컬러센서 이미지로부터 RGB 색상 데이터로 변환하고 상기 RGB 색상 데이터를 분석 처리하여, 분석된 스마트폰 단말기의 디스플레이에 표출하여주는 스마트폰 어플리케이션;을 포함하고,

상기 센서부는 내분비계 장애물질만 선택적으로 결합하는 분자각인 고분자가 입자형태의 지지체에 고정된 분자각인 고분자 분말이 충전된 분자각인 고분자 카트리지(MIP cartridge) 및 박테리오파지 기반 컬러센서로 이루어져 내분비계 장애물질을 측정하는 것을 특징으로 하는 생체친화물질 기반 내분비계 장애물질 검출을 위한 현장 적용 통합관리 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 컬러센서는 내분비계 장애물질과 선택적으로 반응하는 펩티드를 발현하는 스멕틱나선형 나노섬유 구조(smectic helicoidal nanofilament)형태의 박테리오파지 자가조립체를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 생체친화물질 기반 내분비계 장애물질 검출을 위한 현장 적용 통합관리 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 스마트폰 어플리케이션은 상기 컬러센서에서 측정된 박테리오파지 자가조립체의 인장 속도(pulling speed) 변화에 대한 RGB 색상 데이터를 기 설정된 대조군(control)의 RGB 색상 데이터와 비교분석하는 것을 특징으로 하는 생체친화물질 기반 내분비계 장애물질 검출을 위한 현장 적용 통합관리 시스템.

청구항 5

제2항 내지 제4항 중 어느 한항에 있어서,

상기 내분비계 장애물질은 비스페놀 A(Bisphenol A, BPA), 2,4-다이클로로벤젠(2,4-Dichlorobenzene), 클로로벤젠(Chlorobenzene), 나프탈렌(Naphthalene), 벤조[a]피렌(Benzo[a]pyrene), 디에틸프탈레이트(Diethyl phthalate, DEP), 디에틸헥실프탈레이트(Diethylhexyl phthalate, DEHP) 및 폴리염화비페닐(Polychlorinated

biphenyl)으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 이상인 것을 특징으로 하는 생체친화물질 기반 내분비계 장애물질 검출을 위한 현장적용 통합관리 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 생활환경 속에서 지속 또는 간헐적으로 방출되는 내분비계 장애물질을 실시간으로 감지하고, 대상 환경호르몬의 농도정보를 실시간으로 검출할 수 있는 생체친화물질 기반 내분비계 장애물질 검출 방법 및 이를 이용해 현장에 적용된 내분비계 장애물질 검출을 위한 현장적용 통합관리 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 매년 약 1,000여종 이상의 새로운 화학물질들이 합성됨에 따라 이들 화학물질들은 인간의 건강을 끊임없이 위협하고 있다.

[0003] 내분비계 장애물질(endocrine disruptor)이란 환경 및 일상생활에서 접하게 되는 천연 또는 합성 화학물질 중에서 스테로이드 호르몬과 유사한 작용을 나타내며, 생체 내에서 합성되는 호르몬과 비교하여 쉽게 분해되지 않고 안정화되어 체내에 축적됨으로써 내분비계 이상을 일으키는 물질을 총칭한다.

[0004] 최근 사회적인 문제로 대두되고 있는 내분비계 장애물질은 내분비계의 정상적인 기능을 방해하는 화학물질로서 환경 중으로 배출된 화학물질이 호르몬과 같은 작용을 한다하여 '환경호르몬'이라 부르기도 한다.

[0005] 이러한 내분비계 장애물질의 대표적인 물질로는 식품이나 음료수 캔 등의 코팅물질 등에서 사용되는 비스페놀 A(bisphenol A), 과거 말라리아 모기박멸에 사용되었던 살충제 농약인 DDT(dichloro-diphenyl-trichloroethane), 소각장에서 주로 발생하는 다이옥신 류, 합성세제 원료인 알킬페놀, 플라스틱 가소제로 이용되는 프탈레이트 에스테르(phthalate esters), 스티로폴의 성분인 스티렌 다량체 외에도 식물에 존재하는 식물에스트로젠 류(phytoestrogen), 합성 에스트로젠으로 디에틸stil베스트롤(diethylstilbestrol, DES), 폴리염화비페닐(polychlorinated biphenyls, PCBs) 등이 있다.

[0006] 최근에는 폴리염화비페닐(polychlorinated biphenyls, PCBs) 등이 생체 내 호르몬을 교란시키면서 남성호르몬과 갑상선 호르몬, 에스트로겐의 작용을 억제하고 인슐린의 혈중농도를 떨어뜨리는 등의 피해가 보도되었으며, 또한, 생활환경에서 사용되는 샴푸, 헤어젤(hair gel), 바디로션(body lotion), 비누 등의 제품에 흔히 포함되어 있는 라벤더향(lavender)이나 차나무기름(tea tree oil) 성분이 남자아이에게 호르몬 교란의 이상현상을 보이고 있음이 보고되고 있다.

[0007] 따라서 생활환경에서 내분비계 장애물질의 농도는 수 ng/L에서 수 mg/L까지 분포하고 있지만 일반적으로 매우 미량의 환경호르몬이 인체에 치명적 영향을 주고 있기 때문에 생활환경 내에서 인체에 미치는 영향을 생각하면 수 ng/L 단위까지의 내분비계 장애물질 측정이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 등록특허공보 제10-1300233호(2013.08.20)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 기존의 내분비계 장애물질의 검출 기술들은 검출대상 물질에 대한 높은 선택성과 낮은 검출한도를 갖고 있지만 실험실 환경의 장치 위주의 기술로서 휴대가 용이하지 않다.

[0010] 또한, 검출 대상인 내분비계 장애물질의 양이 적을 경우 이를 검출하는데 장시간이 소요된다는 문제점이 있는데, 즉 기존 센서를 이용한 내분비계 장애물질 검출 시스템의 경우 대상 내분비계 장애물질이 확산 등의 과

정을 거쳐 센서의 검지영역에 도달되면 이를 감지하는 방식인 바, 따라서 내분비계 장애물질의 양이 일정 양에 못 미치는 매우 적은 양의 경우 검출 대상 물질의 확산 등의 속도가 매우 느려 감지에 소요되는 시간이 매우 길다는 문제점이 있다.

[0011] 그러므로 생활환경 내에서 내분비계 장애물질에 대한 빠른 응답속도를 가지고 실시간으로 농도분석이 가능한 생활환경 내 내분비계 장애물질을 검출하고 관리하는 시스템이 요구된다.

[0012] 이에 상기와 같은 점을 감안한 본 발명은 생체친화물질인 박테리오파지(bacteriophage) 기반의 칼라센서와 분자각인 고분자(MIP)를 이용하여 생활환경 내에서 미세한 양의 내분비계 장애물질의 선택성과 농도 감응성을 획기적으로 증대시키고, 대상 내분비계 장애물질을 색상 변화로 감지함으로써 생활환경 내에서 내분비계 장애물질에 대한 농도 측정과 이에 따른 관리가 가능하도록 현장에 적용된 내분비계 장애물질 검출을 위한 현장적용 통합관리 시스템의 제공에 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 내분비계 장애물질 검출을 위한 현장적용 통합관리 시스템은 소정의 시료를 대상으로 내분비계 장애물질을 측정하는 센서부(10), 상기 센서부(10)로부터 측정되는 내분비계 장애물질에 대한 컬러센서 이미지를 저장하는 데이터 메모리부(21), 및 상기 컬러센서 이미지로부터 RGB 색상 데이터로 변환하고 상기 RGB 색상 데이터를 분석 처리하여 분석된 스마트폰 단말기의 디스플레이(23)에 표출하여주는 스마트폰 어플리케이션(22)을 포함하여 구성될 수 있다.

[0014] 상기 센서부(10)는 내분비계 장애물질만 선택적으로 결합하는 분자각인 고분자가 입자형태의 지지체에 고정된 분자각인 고분자 분말이 충전된 분자각인 고분자 카트리지(MIP cartridge)(11) 및 박테리오파지 기반 컬러센서(12)로 이루어지며, 이는 환경호르몬을 검출하는 수용체로 펩티드와 분자각인 고분자를 포함하므로 대상 환경호르몬과 결합할 수 있다.

[0015] 여기서 컬러센서(12)는 내분비계 장애물질과 선택적으로 반응하는 펩티드를 발현하는 스멕틱나선형 나노섬유 구조(smectic helicoidal nanofilament)형태의 박테리오파지 자가조립체를 포함하여 이루어진 것이다.

[0016] 스마트폰 어플리케이션(22)은 컬러센서에서 측정된 박테리오파지 자가조립체의 인장 속력(pulling speed) 변화에 대한 RGB 색상 데이터를 기 설정된 대조군(control)의 RGB 색상 데이터와 비교분석함으로써 내분비계 장애물질의 농도를 검출 할 수 있다.

[0017] 아울러, 이와 같은 내분비계 장애물질 검출을 위한 현장적용 통합관리 시스템은 플라스틱이나 통조림통과 같은 생산의 실행 과정에서 기 설정된 기준치 이상의 내분비계 장애물질이 검출되면, 생산 현장의 작업자가 관련 사항을 자신의 스마트폰 단말기를 통해 현장의 내분비계 장애물질에 대한 실시간 농도 검출 결과를 취득할 수 있으며, 이를 통하여 현장의 응급이나 돌발 상황에 유연하게 대처할 수 있을 수 있다.

[0018] 또한, 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 내분비계 장애물질 검출을 위한 현장적용 통합관리 시스템을 이용한 내분비계 장애물질 검출 방법은 검출 대상물질에 특이적으로 결합하는 분자각인 고분자 카트리지(MIP cartridge)에, 검출 대상물질을 함유하는 시료를 넣고 반응시켜 검출 대상물질을 분자각인 고분자 분말에 흡착시킨 후 탈착하여 검출 대상물질을 추출하는 분자각인 고분자 검출단계(S710), 상기 추출된 검출 대상물질을 바 이러스 기반 컬러센서에 반응시켜 컬러센서의 색상 변화를 측정하는 컬러센서 검출단계(S720), 내분비계 장애물질을 측정하는 센서부에 의해 측정된 컬러센서 이미지를 소정의 단말기로 전송하는 단계(S730), 상기 센서부로부터 전송된 컬러센서 이미지를 저장하고, 컬러센서 이미지로부터 RGB 데이터를 변환하여 RGB 데이터를 분석하는 단계(S740) 및 내분비계 장애물질에 대한 분석 결과를 단말기의 디스플레이에 표출하는 단계(S750)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 구체적으로 분자각인 고분자 검출단계(S710)는 검출 대상물질에 특이적으로 결합하는 분자각인 고분자가 고체상에 고정되어 있는 분자각인 고분자 분말이 충전된 분자각인 고분자 카트리지(MIP cartridge)에, 검출대상 물질을 함유하는 시료를 넣고 반응시켜 검출 대상물질을 분자각인 고분자 분말에 흡착시킨 후, 추출용액을 가하여 검출 대상물질을 분자각인 고분자 카트리지에서 탈착하여 추출한다.

[0020] 본 명세서에서 검출 대상물질은 인체에 유해한 내분비계 장애물질로 비스페놀 A(Bisphenol A, BPA), 2,4-다이클로로벤젠(2,4-Dichlorobenzene), 클로로벤젠(Chlorobenzene), 나프탈렌(Naphthalene), 벤조[a]피렌(Benzo[a]pyrene), 디에틸프탈레이트(Diethyl phthalate, DEP), 디에틸헥실프탈레이트(Diethylhexyl phthalate, DEHP) 및 폴리염화비페닐(Polychlorinated biphenyl)으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 이

상이다.

[0021] 한편, 본 명세서에서 사용된 '내분비계 장애물질'은 '환경호르몬'을 의미하기도 한다.

발명의 효과

[0022] 본 발명에 따른 생체친화물질 기반 내분비계 장애물질의 통합 검출 관리 시스템은 생체물질 기반의 센싱기술로서 기존의 단일적인 검출 센싱과 다른 물리적, 화학적, 생화학적 오염인자를 실시간으로 검출 가능한 내분비계 장애물질 검출시스템에 관한 것으로, 내분비계 장애물질의 농도를 즉각적, 실시간으로 파악할 수 있는 기능을 제공할 수 있다.

[0023] 또한, 종래의 시간과 비용의 소모가 큰 검출시스템에서 보다 더 즉각적으로 빠르게 내분비계 장애물질을 검지함으로써 내분비계 호르몬 교란 등의 피해에 대해 신속하게 대응할 수 있다.

[0024] 또한, 생활환경 내의 오염물질 관리 시스템과 연계 가능하고 실내/외 오염상태를 지속적으로 모니터링 가능하도록 스마트폰을 이용한 대상 내분비계 장애물질의 검출 및 분석 관리 가능한 현장적용 통합관리 시스템을 확보할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명의 일례에 따른 생체친화물질 기반 내분비계 장애물질 검출을 위한 현장적용 통합관리 시스템의 개략적인 구성을 나타낸 구성도이다.

도 2는 특정 대상물질에 대한 분자각인 고분자의 제조 방법에 대한 모식도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 분자각인 고분자 카트리지(MIP cartridge)에 관한 것이다.

도 4는 본 발명의 다른 박테리오파지 기반 컬러센서에 구성된 박테리오파지 자가조립체의 모식도이다.

도 5는 비스페놀 A의 농도조건에 따른 컬러센서의 RGB 색상의 패턴 분석결과이다.

도 6은 본 발명의 센서가 밴드 또는 스티커 형식으로 적용된 일례를 나타낸 것이다.

도 7은 본 발명의 생체친화물질 기반 내분비계 장애물질 검출 방법의 순서도이다.

도 8은 본 발명의 생체친화물질 기반 내분비계 장애물질 검출 방법 및 내분비계 장애물질 검출을 위한 현장적용 통합 관리 시스템에 따라 검출이 가능한 내분비계 장애물질의 화학식을 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 도 1에 도시된 바와 같이 본 발명은 검출 대상으로 인체에 유해한 내분비계 장애물질에 특이적으로 결합하는 분자각인 고분자를 이용한 분자각인 고분자 카트리지 및 내분비계 장애물질에 특이적으로 결합하는 펩티드를 함유하는 박테리오파지 기반 컬러센서를 포함하는 시스템으로, 보다 상세하게는 센서부(10)와 스마트폰 단말기(20)로 구성되고, 스마트폰 단말기는 데이터 메모리부(21) 및 스마트폰 어플리케이션(22)을 포함한다.

[0027] 상기 센서부(10)는 흡착 컬럼(affinity column)을 이용한 고체상 추출로 검출 대상물질에 특이적으로 결합하는 분자각인 고분자가 고체상에 고정되어있는 분자각인 고분자 분말이 충전된 분자각인 고분자 카트리지(MIP cartridge)(11)와 박테리오파지 기반 컬러센서(12)로 이루어지며, 이는 내분비계 장애물질을 검출하는 수용체로 펩티드와 분자각인 고분자를 포함하므로 대상 내분비계 장애물질과 결합할 수 있다.

[0028] 상기 분자각인 고분자 카트리지(11)에 대해 설명하면 다음과 같다.

[0029] 본 명세서에서 '분자각인 고분자(molecular imprinted polymer, MIP)'라는 용어는 타겟분자를 주형(template)으로 제작되어 타겟분자와 결합 가능한 리간드 또는 공간을 갖도록 각인된 것을 의미한다.

[0030] 보다 상세하게는 적절한 주형물질(template)과 결합하고 있는 단량체(monomer)를 이용하여 고분자를 합성한 후 주형물질을 제거함으로써 주형물질과 형태가 동일한 공간이 존재하는 고분자를 말한다. 그러므로 주형물질 공간에는 형태적으로 동일한 주형물질만 끼어들 수 있고 주형물질과 다른 입체구조를 지닌 분자는 끼어들 수 없기 때문에 주형물질 공간을 가진 고분자를 사용하여 주형물질과 다른 여러 분자들을 분리할 수 있다.

[0031] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 분자각인 고분자는 주형인 내분비계 장애물질과 이의 리간드를 반응 시킨 후, 이를 가교제(cross linker)와 개시제를 혼합하여 광중합 또는 열중합 반응시켜 내분비계 장애물질에 대해

분자각인된 리간드가 결합된 중합체로서 특정 내분비계 장애물질을 검출하는 분자각인 고분자를 제조할 수 있다.

- [0032] 여기서 가교제로는 EGD(ethylene glycol dimethacrylate), EGD(ethylene glycol dimethacrylate), TGD(triethyleneglycol dimethacrylate), PEG(polyethylene glycol dimethacrylate) 및 아크릴아마이드(acrylamide)로 구성된 군에서 선택된 어느 하나를 사용할 수 있으며, 이에 한정된 것은 아니다.
- [0033] 일 실시예로 환경호르몬 중 하나인 비스페놀 A를 이용하여 상기와 같은 방법으로 분자각인 고분자를 제조하였으나 또 다른 내분비계 장애물질으로 디에틸프탈레이트(Diethyl phthalate, DEP), 디에틸헥실프탈레이트(Diethylhexyl phthalate, DEP) 등에서도 동일한 원리로 분자각인 고분자를 제조할 수 있음을 당업자에게 자명할 것이다.
- [0034] 분자각인 고분자 카트리지(11)는 앞서 설명한 분자각인 고분자를 고체상 추출(solid phase extraction, SPE)방법에 응용한 것으로, 도 3에 나타난 바와 같이 본 발명의 분자각인 고분자에 별도로 제작된 입자형태의 지지체에 화학적으로 결합시켜 분자각인 고분자 분말(MIP powder)를 제조한 후, 이를 컬럼(column)으로 구성한 것이다.
- [0035] 본 발명의 컬러센서(12)는 내분비계 장애물질에 선택적으로 결합하는 펩티드를 포함하여 구성된 컬러센서로, 상기 펩티드를 발굴하기 위하여 검출 대상인 내분비계 장애물질을 링커로 고체 표면에 고정화한 후 환경호르몬에 선택적으로 결합하는 펩티드 서열을 파지 디스플레이 라이브러리부터 확인한 후 합성한다. 그리고 이러한 펩티드가 고정화된 센서 칩으로 형성된 것이다.
- [0036] 여기서 파지 디스플레이 라이브러리(phage-displayed library)는 박테리오파지 내의 유전자를 적절히 조절하여 각각 해당하는 박테리오파지의 외피 단백질(coat protein)의 일부 펩티드 부위에 아미노산 조합을 변화시켜 원하는 물질에 특이적으로 결합하는 펩티드를 발현시킬 수 있는 방법이다.
- [0037] 본 발명의 컬러센서(12)는 M-13 박테리오파지의 외피 단백질(coat protein)인 pVIII에 Trp-His-Trp(WHW) 펩티드 서열을 공통적으로 발현되는 박테리오파지를 기반으로 제작된 컬러센서이다.
- [0038] 도 4에서와 같이 파지 디스플레이 라이브러리를 통해 제조된 검출 대상물질로 유해 내분비계 장애물질과 선택적으로 반응하는 펩티드가 발현되는 박테리오파지의 구조는 박테리오파지가 규칙적으로 배열된 박테리오파지의 자가조립체 형태로서, 바람직하게 스멕틱나선형 나노섬유 구조(smectic helicoidal nanofilament)로 이루어진다. 이는 스멕틱나선형 나노섬유 구조가 외부에서 백색광을 조사하였을 때 가시광선을 선택적으로 투과, 반사하여 광결정(photonic crystal)에서 볼 수 있는 구조색을 나타나게 되는 특징이 있기 때문이다.
- [0039] 즉, 본 발명의 컬러센서는 주변 공기 중에 내분비계 장애물질의 농도가 높아지면 파지 다발이 팽창하여 다발 사이의 간격이 늘어나 반사되는 파장이 길어져 더 붉은 색을 띄게 되고 반대로 내분비계 장애물질의 농도가 낮아지면 파지 다발이 수축하여 다발 사이의 간격이 좁아져서 반사되는 파장이 짧아지므로 더 파란색을 띄는 색깔변화를 통해 내분비계 장애물질 감지할 수 있다.
- [0040] 도 5는 비스페놀 A의 농도 변화에 의한 컬러센서의 색상 변화결과를 나타낸 것으로, 50ppb의 피스페놀 A에 노출된 컬러센서는 스멕틱나선형 나노섬유 구조를 갖는 박테리오파지 자가조립체의 인장 속력(pulling speed)의 변화에 대한 RGB 색상값을 기 설정된 대조군(control)의 RGB 색상값과 비교하여, 이 컬러센서의 RGB 색상값 차이를 통해 비스페놀 A의 농도를 측정한다.
- [0041] 이와 같은 컬러센서 이용하여 환경호르몬을 선택적으로 측정할 수 있음을 확인하였다.
- [0042] 여기서 RGB는 빛의 삼원색인 빨강색(Red, R), 녹색(Green, G), 파란색(Blue, B)의 빛을 의미한다.
- [0043] 그리고 본 발명의 내분비계 장애물질 검출 방법에서 이용되는 색상 변화를 유발하는 컬러센서는 온도, 습도와 같은 환경적 요인에 영향을 받지 않는다.
- [0044] 본 발명의 특징에 따르면 스마트폰 단말기(20)에 내분비계 장애물질측정 센서 및 측정 결과를 분석할 수 있는 소정의 환경호르몬 분석 모듈을 구비시켜 환경 호르몬의 존재 여부 및 존재량을 측정하도록 하여 스마트폰 단말기 사용자의 내분비계 장애물질에 대한 노출 여부를 체크할 수 있게 된다.
- [0045] 본 발명은 스마트폰 어플리케이션(22)을 통해 사용자에게 제공하는 정보 서비스를 제공하기 위한 서비스 운영시스템으로 구성되어 있다.

- [0046] 스마트폰 어플리케이션(22)은 스마트폰 단말을 통해 내분비계 장애물질 농도 측정치를 계산하여 스마트폰 디스플레이에 수치화하여 표시해주며, 컬러센서(12)로부터 전송된 내분비계 장애물질 농도 정보에 대한 데이터를 스마트폰 어플리케이션에 구성된 데이터 메모리부에 저장하고, 저장된 정보는 사용자가 환경호르몬에 대한 오염 정보를 조회하고 활용할 수 있도록 사용자 인터페이스에 표출한다.
- [0047] 또한, 스마트폰 어플리케이션은 사용자가 스마트폰 단말뿐만 아니라 PC, 웹패드, PDA 등과 같은 인터넷에 연결된 단말장치를 활용함으로써, 사용자가 내분비계 장애물질에 대한 상세한 정보와 이에 대한 대비책 등에 대한 정보가 실시간으로 다양하게 얻을 수 있다.
- [0048] 아울러, 본 발명의 내분비계 장애물질 검출을 위한 현장적용 통합관리 시스템은 플라스틱 생산 시설이나 통조림 통 생산 시설과 같은 내분비계 장애물질이 발생하는 측정 대상 제품군을 생산하는 시설(100) 및 이와 같은 있는 시설 내의 생산현장에서 작업자에게 상기 도 1에 도시된 바와 같은 본 발명의 내분비계 장애물질을 검출 할 수 있는 센서부가 적용된다. 이때 작업자에게는 도 6에서 나타낸 것과 같은 탈부착이 용이한 밴드 또는 스티커 형식의 센서가 적용될 수 있다.
- [0049] 센서부는 통신모듈(13)을 구비하며, 이 통신모듈(13)은 분자각인 고분자 카트리지(11) 및 컬러센서(12)에서 검출한 내분비계 장애물질정보를 무선통신을 통해 스마트폰으로 전송한다.
- [0050] 앞서 설명한 바와 같이 센서부로부터 내분비계 장애물질정보를 전달받은 스마트폰 어플리케이션(22)은 상기 작업자에게 적용된 센서부에서 검출된 내분비계 장애물질의 농도가 기 설정된 기준 농도정보를 벗어나는지 판단한다.
- [0051] 이렇게 판단된 결과가 기 설정된 기준 농도정보를 벗어난 내분비계 장애물질이 검출될 경우면, 스마트폰 어플리케이션은 스마트폰의 디스플레이와 스피커를 통해 경고 화면과 알람을 발생시키며, 이에 시설 내 작업자는 스마트폰의 경고 알람을 통해 공장설비의 작동을 중지하거나 현장 상황에 맞춰 적절한 조치를 취할 수 있다.
- [0052] 또한, 발명의 내분비계 장애물질 검출을 위한 현장적용 통합관리 시스템은 예를 들어 내분비계 장애물질이 발생하는 측정 대상 제품군을 생산하는 시설(100)에 구축되어 있는 서버 또는 생산 현장의 작업자들(이하, '사용자'라고도 함)에게 할당된 스마트폰 단말기 또는 PC 등 이와 유사한 기능을 수행하기 위한 단말기 등과 같은 전자기기에 연결될 수 있다.
- [0053] 따라서 스마트폰뿐만 아니라 스마트폰과 무선 네트워크망으로 연결되는 시설 관리부(30)에 직접 연결되어, 스마트폰 단말기로부터 전송되는 내분비계 장애물질 검출 상황에 대한 송신 신호를 공급받아 현장시설 응급이나 돌발 상황에 유연하게 대처할 수 있을 수 있는 내분비계 장애물질의 발생으로 추정되는 생산 현장에 직접 적용할 수 있다.
- [0054] 도 7은 본 발명의 내분비계 장애물질 검출 방법을 나타낸 흐름도이며, 도 7을 참조하여 내분비계 장애물질검출 시스템을 이용한 환경호르몬 검출 방법을 설명하면 다음과 같다.
- [0055] 검출 대상물질에 특이적으로 결합하는 분자각인 고분자 카트리지(MIP cartridge)로 검출 대상물질을 추출하는 분자각인 고분자 검출단계(S710), 상기 추출된 검출 대상물질을 바이러스 기반 컬러센서에 반응시켜 컬러센서의 색상 변화를 측정하는 컬러센서 검출단계(S720), 내분비계 장애물질을 측정하는 센서부에 의해 측정된 컬러센서 이미지를 소정의 단말기로 전송하는 단계(S730), 상기 센서부로부터 전송된 컬러센서 이미지를 저장하고, 컬러센서 이미지로부터 RGB 데이터를 변환하여, 상기 RGB 데이터를 분석하는 단계(S740) 및 내분비계 장애물질에 대한 분석 결과를 단말기의 디스플레이에 표출하는 단계(S750)를 포함하여 이루어진다.
- [0056] 상기 분자각인 고분자 검출단계(S710)는 흡착 컬럼(affinity column)을 이용한 고체상 추출방법을 응용한 것으로, 검출 대상물질에 특이적으로 결합하는 분자각인 고분자가 고체상에 고정되어 있는 분자각인 고분자 분말이 충전된 분자각인 고분자 카트리지(MIP cartridge)에, 검출대상 물질을 함유하는 시료를 넣고 반응시켜 검출 대상물질을 분자각인 고분자 분말에 흡착시킨 후, 추출용액을 가하여 검출 대상물질을 분자각인 고분자 카트리지로부터 탈착하여 추출할 수 있다.
- [0057] RGB 데이터를 분석하는 단계(S740) 컬러센서 색상이미지로부터 R, G, B인 빨강색(Red), 녹색(Green), 파란색(Blue)의 3가지 색상 신호의 RGB 데이터로 변환하고, 이 RGB 데이터로부터 유해화학물질 농도 변화에 따른 RGB 데이터를 기 설정된 표준 데이터와 대비하여 판별하고자 하는 대상물질의 농도를 분석한다.
- [0058] 단말기 디스플레이에 표출하는 단계(S750)은 스마트폰 어플리케이션을 통해 계산된 환경호르몬 종류별 농도 정보를 포함한 상세한 환경호르몬 정보와 이에 대한 대비책 등에 대한 정보가 다양하게 스마트폰 단말기의 디스플레이

레이에 표출할 수 있다.

[0059] 한편, 본 발명은 환경호르몬인 비스페놀 A(Bisphenol A, BPA)에 특이적으로 결합하는 펩티드 및 분자각인 고분자를 함유하는 센서를 포함하는 시스템으로 비스페놀 A 뿐만 아니라 2,4-다이클로로벤젠(2,4-Dichlorobenzene), 클로로벤젠(Chlorobenzene), 나프탈렌(Naphthalene), 벤조[a]피렌(Benzo[a]pyrene), 디에틸프탈레이트(Diethyl phthalate), 디에틸헥실프탈레이트(Diethylhexyl phthalate, DEHP) 및 폴리염화비페닐(Polychlorinated biphenyl) 등과 같이 내분비계 장애물질을 선택적으로 검출하는 바, 이를 포함하여 내분비계 장애물질의 검출 또는 제거 방법을 제공할 수 있음을 본 발명이 속하는 기술 분야에서 당업자에게 자명한 것이다. 이와 같은 환경호르몬에 대한 화학식은 도 7에 도시된 바와 같다.

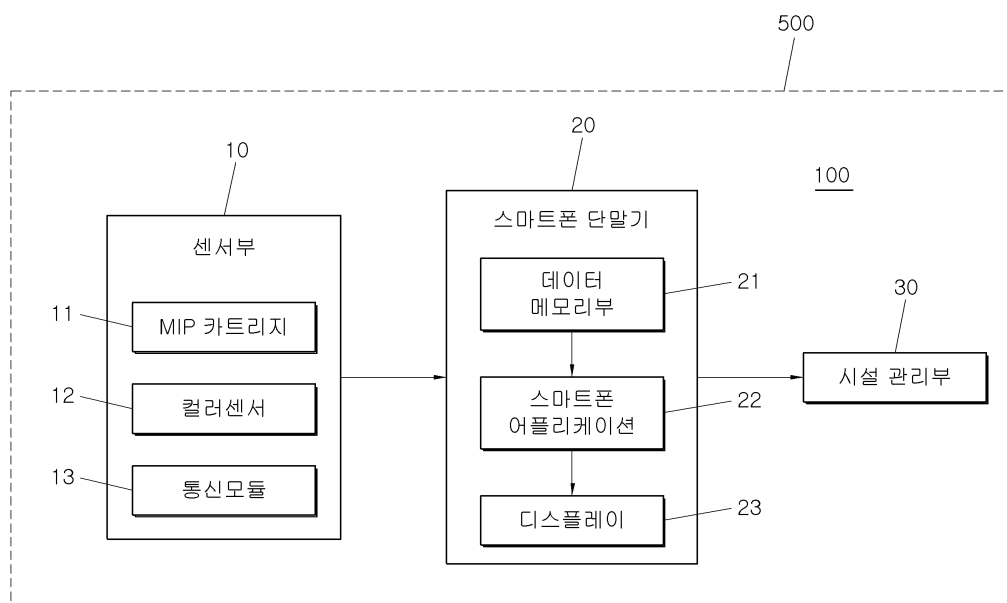
[0060] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명이 상술한 특징은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시 할 수 있도록 하는 바람직한 실시 예 일뿐, 진술된 실시 예 및 첨부한 도면에 한정되는 것이 아니므로 이로 인해 본 발명의 권리범위가 한정되는 것은 아니다. 따라서 본 발명이 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 변형의 실시가 가능하고 이러한 변형은 본 발명의 범위에 포함됨은 자명하다.

부호의 설명

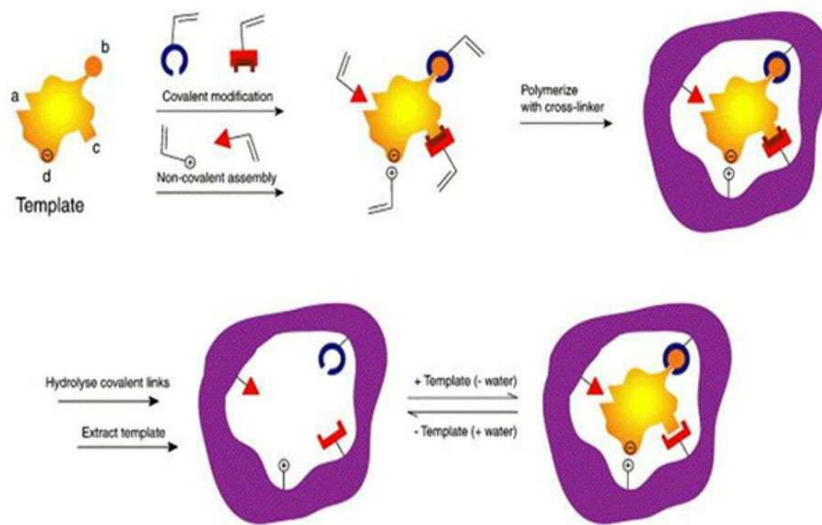
[0061] 10: 센서부
11: 분자각인 고분자 카트리지
12: 컬러센서
13: 통신모듈
20: 스마트폰
21: 데이터 메모리부
22: 스마트폰 어플리케이션
23: 디스플레이
100: 내분비계 장애물질 검출을 위한 현장적용 통합관리 시스템
500: 측정 대상 제품군을 생산하는 시설

도면

도면1



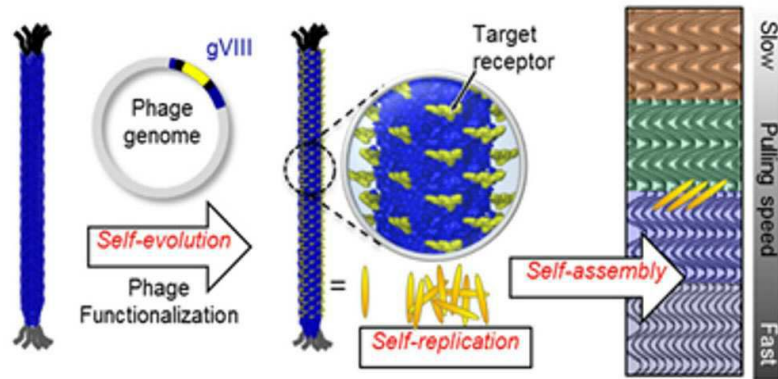
도면2



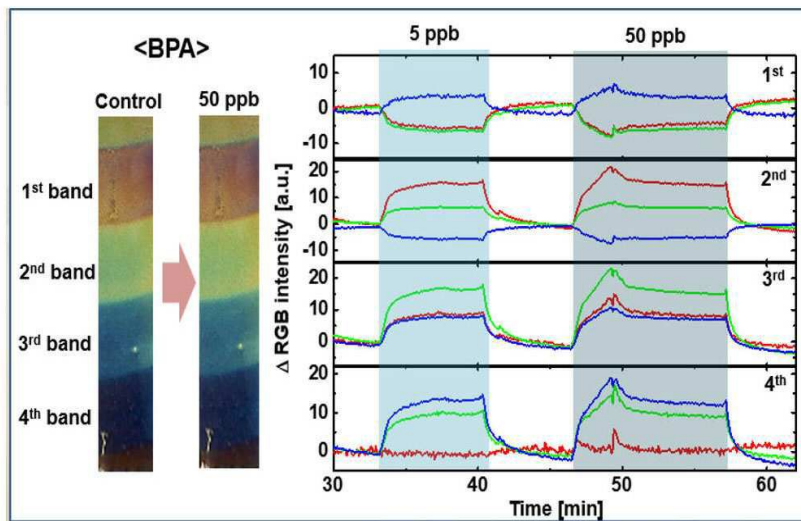
도면3



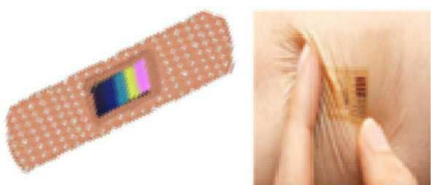
도면4



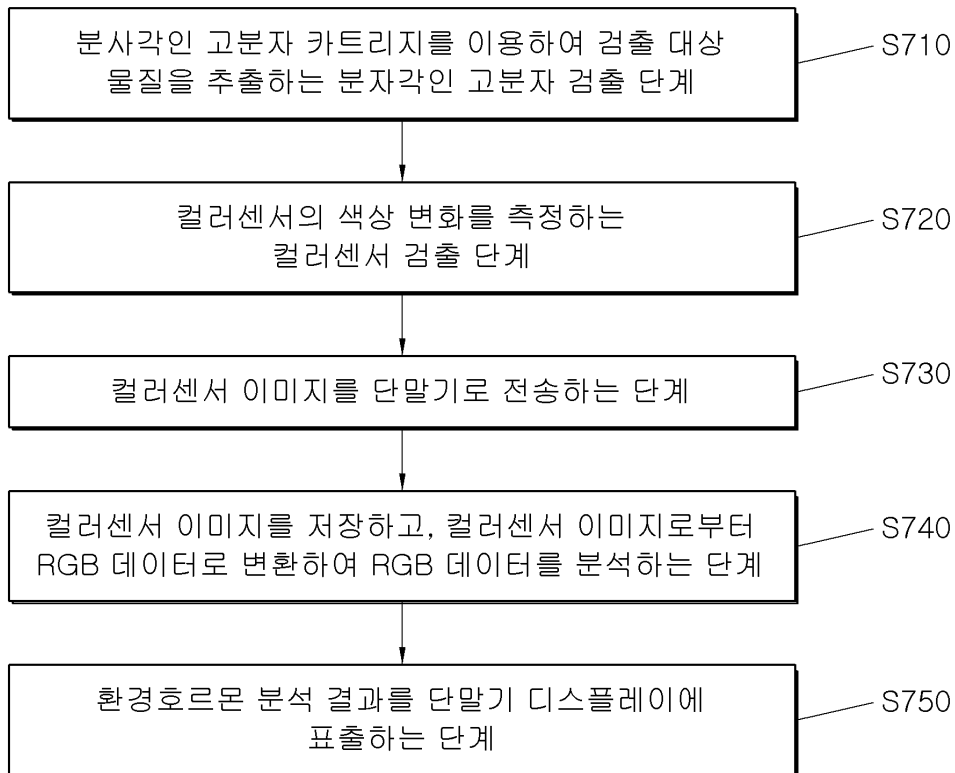
도면5



도면6



도면7



도면8

