



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0027143
(43) 공개일자 2011년03월16일

(51) Int. Cl.

C12Q 1/68 (2006.01) *G01N 33/68* (2006.01)
G01N 33/48 (2006.01) *G01N 21/25* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0085098

(22) 출원일자 2009년09월09일
심사청구일자 없음

(71) 출원인

이화여자대학교 산학협력단

서울 서대문구 대현동 11-1 이화여자대학교내

(72) 발명자

최진호

서울특별시 강남구 압구정동 408 미성아파트 27동 301호

박대환

대전광역시 대덕구 비래동 비래한신희플러스 105동 1007호

(74) 대리인

문경혜, 신창준, 김익환, 홍장원, 안상희

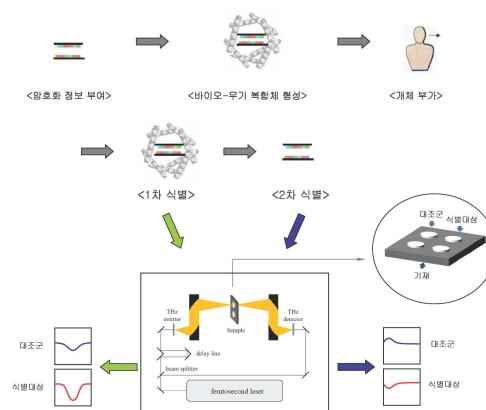
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 바이오분자-무기 복합체와 테라헤르츠파 검출법을 이용하는 개체 식별 방법

(57) 요약

바이오분자 또는 소정의 무기담체에 담지된 바이오분자를 이용하여 개체를 식별하는 방법에 관한 기술로서, 테라헤르츠파를 이용하여 바이오분자 내 정보를 해독함으로써 개체식별을 신속하고 용이하게 수행하는 방법이 제공된다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

바이오분자를 개체에 소지시키는 단계;

개체로부터 상기 바이오분자의 존부를 확인하는 제 1 식별단계;

상기 바이오분자를 포함하는 샘플에 테라헤르츠(terahertz; THz) 파를 주사하여 상기 바이오분자의 정보를 해독하는 제 2 식별단계;

를 포함하는, 개체 식별 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 바이오분자는 복수 개의 박편상 무기 시트로 이루어진 3차원 입체 셀 내에 담지되어 바이오-무기 복합체를 형성하며, 상기 바이오-무기 복합체를 개체에 소지시키는, 개체 식별 방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 제 1 또는 제 2 식별단계는 상기 바이오분자 또는 바이오-무기 복합체를 포함하는 샘플에 테라헤르츠의 파장을 조사한 후 상기 테라헤르츠파의 복소 굴절율(complex index of refraction) 및/또는 평행변수(equivalent variable)의 변화를 일으키는지 여부를 확인함으로써 수행되는, 개체 식별 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 테라헤르츠파의 복소 굴절율 및/또는 평행변수의 변화는 바이오분자를 포함하는 샘플에 테라헤르츠 전자기 방사를 공급한 후, 상기 샘플을 투과하거나 상기 샘플에 의해 반사 또는 산란된 전자기 방사를 검출함으로써 수행되는, 개체 식별 방법.

청구항 5

제 3 항에 있어서, 상기 바이오분자 또는 바이오-무기 복합체는 리간드와 결합되어 있고, 상기 리간드와 결합될 수 있는 리셉터(receptor)를 바이오분자와 접촉시킨 후 테라헤르츠의 파장을 조사하는, 개체 식별 방법.

청구항 6

제 3 항에 있어서, 상기 바이오분자는 서열X를 포함하고, 상기 서열X와 상보 서열을 갖는 서열 Y를 포함하는 프로브를 바이오분자와 접촉시킨 후 테라헤르츠의 파장을 조사하는, 개체 식별 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 식별단계 또는 제 2 식별단계 중 하나 이상의 단계에서, 테라헤르츠 분광기(Terahertz Spectroscopy; TS)를 이용하여 테라헤르츠파를 주사하는 것을 특징으로 하는 개체 식별 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서, 상기 테라헤르츠 분광기는

전자기 방사(electromagnetic radiation)용 테라헤르츠 공급부;

샘플을 투과되거나 상기 샘플에 의해 반사 또는 산란된 전자기 방사를 검출하기 위한 테라헤르츠 검출부; 및

샘플을 투과되거나 샘플에 의해 반사 또는 산란된 전자기 방사를 테라헤르츠 검출기에 가이딩하기 위해 형성된 빔 가이드 부;를 포함하고,

상기 테라헤르츠 공급부는 테라헤르츠 부근 필드 에미터(field emitter)인, 개체 식별 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 샘플은 이를 지지할 수 있는 멤브레인에 담지되어 있고, 상기 멤브레인은 샘플을 효과적으로 고정시킬 수 있고, 테라헤르츠의 파장 범위에서 간섭을 유발하지 않는 물질로 이루어진, 개체 식별 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서,
개체의 식별에 필요한 정보를 염기서열로 암호화한 바이오분자를 제작하는 단계;
상기 바이오분자를 포함하는 바이오-무기 복합체를 제조하는 단계;
상기 바이오-무기 복합체를 개체에 소지시키는 단계;
테라헤르츠파를 이용하여 개체로부터 상기 바이오분자의 존재를 확인하는 제 1 식별단계;
개체로부터 바이오-무기 복합체를 분리하는 단계;
바이오-무기 복합체로부터 바이오분자를 추출하는 단계; 및
테라헤르츠파를 이용하여 상기 추출된 바이오분자에 함유된 암호화된 정보를 해독하는 단계; 를 포함하는, 개체 식별 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 바이오분자를 이용한 개체 식별 기술에 관한 것으로, 바이오분자의 유전적 정보 또는 암호화된 정보를 이용하여 개체를 식별하는 기술에 관련된다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 정보/암호 코드 인식 기술은 개체 식별 기술에 응용되고 있다. 정보/암호 코드 인식 기술이 개체의 식별에 이용될 경우, 세계적 표준화의 미비, 훼손이나 복제, 위조로 인한 진위여부 판별의 어려움이나 증명의 어려움이 따른다는 문제점이 있다.

[0003] 이러한 문제점을 극복하기 위해 분자 수준의 코드를 개인 식별에 이용할 수 있다. 분자 수준 코드의 대표적인 예가 염기 서열이며, 이를 이용한 코드 인식 기술이 유전자 서열 분석 기술이다. 따라서 유전자 서열을 탐지(sensing)하는 기술에 대한 보다 활발한 연구가 요구되고 있다.

[0004] 분자 수준의 코드는 눈에 보이지 않는 미세한 사이즈로 해당 개체에 고루 담지됨으로써 쉽게 탐지되지 않는다는 장점이 있으며, 또한 특별한 장치를 통해서 복제/위조가 불가능하게 만들 수도 있다. 특히 염기서열을 정보 단위로 사용하는 경우, DNA 염기서열은 생물의 모든 유전 정보를 모두 담을 수 있으므로 정보의 집적화 면에서 매우 효율적이다. 또한 전 세계적으로 통용될 수 있는 판단 기준을 갖고 있어 신뢰성이 높다. 더욱이, 모든 개체는 고유의 유전 정보를 지니고 있어 개체나 품종의 분류하는 고유 코드로써 사용하는 연구들이 활발히 진행되고 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0005] 본 발명은 암호화된 정보를 함유하고 있는 바이오분자를 다양한 식별용 매체에 광범위하게 사용될 수 있도록 하고, 또한 이러한 바이오분자를 효과적으로 검출 또는 측정하여 보다 정확한 개체 식별 기술을 제공하

고자 한다.

과제 해결수단

- [0006] 본 발명의 일 측면에 따르면, 하기 단계들을 포함하는 개체 식별 방법을 제공한다.
- [0007] 바이오분자를 개체에 소지시키는 단계;
- [0008] 개체로부터 상기 바이오분자의 존부를 확인하는 제 1 식별단계;
- [0009] 상기 바이오분자를 포함하는 샘플에 테라헤르츠파를 주사하여 상기 바이오분자의 정보를 해독하는 제 2 식별단계;
- [0010] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 개체 식별 방법은 하기 단계들을 포함할 수 있다.
- [0011] 개체의 식별에 필요한 정보를 염기서열로 암호화한 바이오분자를 제작하는 단계;
- [0012] 상기 바이오분자를 포함하는 바이오-무기 복합체를 제조하는 단계;
- [0013] 상기 바이오-무기 복합체를 개체에 소지시키는 단계;
- [0014] 테라헤르츠파를 이용하여 개체로부터 상기 바이오분자의 존부를 확인하는 제 1 식별단계;
- [0015] 개체로부터 바이오-무기 복합체를 분리하는 단계;
- [0016] 바이오-무기 복합체로부터 바이오분자를 추출하는 단계; 및
- [0017] 테라헤르츠파를 이용하여 상기 추출된 바이오분자에 함유된 암호화된 정보를 해독하는 단계;
- [0018] 상기 바이오분자는 복수 개의 박편상 무기 시트로 이루어진 3차원 입체 셀 내에 담지되어 바이오-무기 복합체를 형성할 수 있고, 상기 바이오-무기 복합체를 개체에 소지시킬 수 있다.
- [0019] 상기 제 1 또는 제 2 식별단계는 테라헤르츠 (terahertz; THz) 의 파장을 이용하여 수행될 수 있다. 예를 들어, 테라헤르츠파의 복소 굴절율(complex index of refraction) 및/또는 평행변수(equivalent variable) 의 변화를 일으키는지 여부를 확인함으로써 수행될 수 있다.
- [0020] 상기 테라헤르츠파의 복소 굴절율 및/또는 평행변수의 변화는 예를 들어, 바이오분자를 담지한 바이오-무기 복합체 또는 바이오분자 자체를 포함하는 샘플에 테라헤르츠 전자기 방사를 공급한 후, 상기 샘플을 투과하거나 상기 샘플에 의해 반사 또는 산란된 전자기 방사를 검출함으로써 수행될 수 있다.
- [0021] 상기에서, 바이오분자 또는 바이오-무기 복합체는 리간드와 결합되어 있고, 상기 리간드와 결합될 수 있는 리셉터(receptor)를 바이오분자 또는 바이오-무기 복합체와 접촉시킨 후 테라헤르츠의 파장을 조사할 수 있다.
- [0022] 또는 상기 바이오분자는 서열X를 포함하고, 상기 서열X와 상보 서열을 갖는 서열 Y를 포함하는 프로브를 바이오분자와 접촉시킨 후 테라헤르츠의 파장을 조사할 수 있다.
- [0023] 상기 제 1 식별단계 또는 제 2 식별단계 중 하나 이상의 단계에서, 테라헤르츠 분광기(Terahertz Spectroscopy; TS)를 이용하여 테라헤르츠파를 주사할 수 있다.
- [0024] 상기 테라헤르츠 분광기는 a. 전자기 방사(electromagnetic radiation)용 테라헤르츠 공급부; b. 샘플을 투과되거나 상기 샘플에 의해 반사 또는 산란된 전자기 방사를 검출하기 위한 테라헤르츠 검출부; 및 c. 샘플을 투과되거나 샘플에 의해 반사 또는 산란된 전자기 방사를 테라헤르츠 검출기에 가이드하기 위해 형성된 빔 가이드 부;를 포함하고, 상기 테라헤르츠 공급부는 테라헤르츠 부근 필드 에미터(field emitter)일 수 있다.
- [0025] 상기 샘플은 이를 지지할 수 있는 멤브레인에 담지되어 있고, 상기 멤브레인은 샘플을 효과적으로 고정시킬 수 있고, 테라헤르츠의 파장 범위에서 간섭을 유발하지 않는 물질로 이루어질 수도 있다.
- [0026] 또한, 상기 샘플은 상기 바이오-무기 복합체를 포함하거나 또는 상기 프로브와 접촉한 바이오분자를 포함하는 것일 수 있다.

효 과

[0027] 소정의 개체 식별을 위해 바이오분자에 암호화된 정보를 해독함에 있어서, 테라헤르츠파를 이용함으로써 개체 식별의 정확도와 신뢰성을 높일 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0028] 이하, 본 발명의 이점들과 특징들 및 이를 수행하는 방법들이 하기 실시예들에 대한 상세한 설명 및 첨부된 도면들을 참조함으로써 더욱 용이하게 이해될 수 있을 것이다. 그러나, 본 발명은 많은 다양한 형태로 실시될 수 있으며, 여기서 언급한 실시예들로만 한정되어 구성되는 것은 아니다.

[0029] 또한, 본 발명의 명세서 및 청구항에 사용된 성분, 반응 조건 등의 수치에 나타내는 모든 숫자는 변형될 수 있는 것으로 이해되어야 한다. 따라서, 상반된 언급이 없다면, 본 발명의 명세서 및 첨부된 청구항에 나타난 수적인 파라미터는 본 발명의 목적하는 바에 따라 달라질 수 있는 근사값이다,

[0030] 1. 제 1 실시예

[0031] 도 1에는 본 발명의 일 예에 따른 개체 식별 방법의 순서도가 모식적으로 도시되어 있는 바 이를 참조하여 이하 구체적으로 살펴본다.

[0032] 제 1 실시예에 따른 개체 식별 방법은 하기 단계들을 포함할 수 있다.

[0033] a. 바이오분자를 개체에 소지시키는 단계 (S1);

[0034] b. 개체로부터 상기 바이오분자의 존재를 확인하는 제 1 식별단계 (S2);

[0035] c. 상기 바이오분자를 포함하는 샘플에 테라헤르츠파를 주사하여 상기 바이오분자의 정보를 해독하는 제 2 식별단계 (S3); 및

[0036] 본 명세서에서 상기 "개체"는 식별의 대상을 의미하고, 생물, 무생물을 모두 포괄하는 개념이다. 또한, '개체 식별'은 개체의 존재 또는 진위를 판단하는 것을 의미한다.

[0037] 본 실시예에 따르면 2 단계의 식별단계를 거침으로써 개체식별의 신뢰성 및 식별력이 높다. 또한, 테라헤르츠파를 이용하여 바이오분자에 암호화된 정보를 해독하므로 용이하고 신속하게 해독을 수행할 수 있다. 따라서, 진위 판별, 이력 추적 등의 시스템에 적용시 접근성이 매우 높다.

[0038] 상기 제 1 식별단계(S2)에서, 바이오분자가 존재한다고 판명되는 경우에는 제 2 식별단계(S3)를 수행하고, 상기 제 2 식별단계(S3)에서 바이오분자가 존재하지 않는다고 판명되는 경우에는 식별하고자 하는 개체가 아닌 위조로 판단할 수 있다.

[0039] 상기 테라헤르츠파는 적외선과 마이크로파의 중간 영역에 해당하는 전자기파로서, 일반적으로 100GHz에서 30THz 범위의 주파수에 속한다. 테라헤르츠파는 생체 조직을 통과하면서 그 조직의 화학성분에 따라 흡수되는 양이나 신호의 형태가 달라지게 된다. 또한 테라헤르츠파는 매우 낮은 광자 에너지를 가지고 있기 때문에 무이온화 광원(nonionizing source)으로서 대상 조직을 변형시키지 않으며, 특히 인체에 무해한 특성을 가진다.

[0040] 또한, DNA, 단백질 등 다양한 바이오분자들의 집합적 진동모드의 주파수가 테라헤르츠 영역에 속하므로 이에 기인하여 테라헤르츠를 이용하여 바이오분자의 진동을 분석함으로써 바이오분자 자체의 존재 또는 바이오분자와 프로브의 결합여부 등을 파악할 수 있다.

[0041] 상기 바이오분자(bio-molecule)는 예를 들어, 폴리뉴클레오티드 또는 폴리펩티드 등을 들 수 있다.

[0042] 용어 "폴리뉴클레오티드"는 일반적으로 비변형(non-modified) 또는 변형된(modified) RNA 또는 DNA 등의 모든 폴리리보뉴클레오티드(RNA) 또는 폴리데옥시리보뉴클레오티드(DNA)를 지칭한다. "폴리뉴클레오티드"는 단일- 또는 이중-가닥 DNA, 단일- 및 이중-가닥 영역의 혼합물인 DNA, 단일- 및 이중-가닥 RNA, 단일- 및 이중-가닥 영역의 혼합물인 RNA, 단일- 또는 이중 가닥, 또는 단일- 및 이중 가닥 영역의 혼합물일 수 있는 DNA 및 RNA를 포함하는 하이브리드 분자를 포함하나 이에 한정되지 않는다. 또한, "폴리뉴클레오티드"는 RNA 또는

DNA, 또는 RNA 및 DNA 모두를 포함하는 3중 가닥 영역을 포함한다. 또한 올리고뉴클레오타이드로 지칭되는 상대적으로 짧은 폴리뉴클레오타이드를 포함한다. 그 이외에도 인공 DNA 유사체인 PNP(Peptide Nucleic Acid), 플라스미드(Plasmid) DNA, 엔지니어드(Engineered) DNA 등도 포함된다.

[0043] 용어 "폴리펩티드"는 둘 이상의 아미노산이 펩티드 결합 또는 변형된 펩티드 결합을 통해 결합된 펩티드 또는 단백질을 의미한다. "폴리펩티드"는 펩티드, 올리고펩티드 또는 올리고머 등의 단쇄 및 단백질 등의 장쇄를 모두 포함한다. "폴리펩티드"는 천연적 방법 또는 당업계에 공지된 화학적 변형 기술에 의해 변경된 아미노산 서열을 포함한다. 이러한 변형은 아세틸화, 아실화, ADP-라이보실화, 아미드화, 비오틴화, 플라빈의 공유 부착, 헴(heme) 부분의 공유 부착, 뉴클레오타이드 또는 뉴클레오타이드 유도체의 공유 부착, 지질 또는 지질 유도체의 공유 부착, 포스포티딜이노시톨의 공유 부착, 가교결합, 사이클화, 디설피드 결합 형성, 탈메틸화, 공유 가교의 형성, 시스틴의 형성, 피로글루타메이트의 형성, 포르밀화, 감마-카르복실화, 글리코실화, GPI 앵커(anchor) 형성, 히드록실화, 요오드화, 메틸화, 미리스토일화, 산화, 단백질 가수분해 가공, 포스포릴화, 프레닐화, 라세미화, 셀레오일화, 황화, 아르기닐화와 같이 아미노산의 단백질에 대한 전달-RNA 매개 첨가 및 유비퀴틴화를 포함한다.

[0044] 상기 바이오분자는 암호화된 정보를 함유하고 있는 바, 암호화된 정보는 염기서열 또는 아미노산 서열의 형태일 수 있다.

[0045] 이 경우, 바이오분자의 염기 수와 배열 등이 개체 식별의 기준이 될 수 있다. 이에, 테라헤르츠파를 바이오분자에 투사하여 나오는 파형을 관찰하면 암호화된 정보의 일치 여부를 판단할 수 있다. 테라헤르츠파가 통과할 때, 바이오분자에 포함된 정보가 서로 다른 경우, 서로 다른 특정 주파수 영역을 흡수할 수 있으므로, 이를 개체 식별에 이용할 수 있게 된다.

[0046] 즉, 테라헤르츠파의 주파수를 측정하는 장치를 이용하여 바이오분자를 포함하는 샘플 통과 후 테라헤르츠파의 주파수 변화 등을 관찰하여 개체 식별이 가능해진다.

[0047] 상기 염기서열, 아미노산 서열 등을 이용하여 암호화하는 방법은 예를 들어, 스테가노그래피 등과 같이 염기서열을 코드화하는 방법을 들 수 있다. 염기서열의 코드화는 예를 들어, DNA 염기서열 A, T, C, G 중의 한 개가 코드의 단위가 되며 염기서열을 다양하게 조합하여 길이에 관계없이 코드화할 수 있다. 이러한 바이오분자는 복제, 위조, 변조 등이 불가능한 암호화가 가능하고 고유 정보, 암호를 고집적화할 수 있다.

[0048] 상기 바이오분자의 크기는 특별히 제한되지 않는다. 이는, 입체 셀이 복수 개의 무기시트로 이루어져 있어서 셀 크기를 용이하게 조절할 수 있기 때문이다.

[0049] 상기 바이오분자는 예를 들어, 10 내지 3000 bp 길이를 갖는 폴리뉴클레오타이드, 또는 1000 bp 이상의 길이를 갖는 거대 폴리뉴클레오타이드일 수 있다. 또 다른 측면에서, 상기 바이오분자는 예를 들어 5 내지 1000 kDa의 크기를 갖는 것일 수 있다.

[0050] 상기 단계(S1)는 식별하고자 하는 개체에 바이오-무기 복합체를 소지시키는 단계인 바, 상기 바이오분자를 개체에 소지시키는 방법은 특별히 제한되지 않는다.

[0051] 하나의 예에서, 상기 바이오분자는 복수 개의 박편상 무기 시트로 이루어진 3차원 입체 셀 내에 담지되어 바이오-무기 복합체를 형성하며, 상기 바이오-무기 복합체를 개체에 소지시킴으로써 단계(S1)을 수행할 수 있다.

[0052] 상기 "박편상 무기시트"는 무기물로 이루어진 박편상 시트 형태 물질을 의미한다. 그러나, 전체가 무기물로 이루어질 필요는 없으며 플라즈마 처리를 수행하거나, 유기물질을 부착하는 등의 표면 개질이 된 형태인 경우에도 본 발명에서 정의하는 무기시트에 포함된다.

[0053] 상기 "박편상"은 당업계의 일반적인 의미로 해석될 수 있으며, 예를 들어, 두께가 0.1 nm~8.0 μ m의 범위이며, 애크트비가 2~100 정도인 시트일 수 있다.

[0054] 이와 같이, 바이오-무기 복합체의 형태는 바이오분자를 무기시트로 이루어진 담체에 캡슐화함으로써 외부 환경으로부터의 영향을 효과적으로 차단할 수 있다. 예를 들어, 바이오분자에 치명적으로 작용하는 DNase I 등의 효소로부터 DNA 등의 바이오분자를 보호할 수 있으며, pH 영역 1-2 이상에서 바이오분자를 안전하게 보호할 수 있다.

[0055] 따라서, 바이오분자의 저장, 전달이 용이하고, 바이오분자의 변성 또는 변형을 방지할 수 있다. 더욱

이, 복수 개의 무기시트가 조합되어 입체 셀을 형성하고 있으므로 크기 조절이 용이하다. 따라서, 내부에 담지되는 바이오분자의 길이나 크기에 제한을 받지 않으며, 거대 바이오분자를 효과적으로 함유할 수 있다는 장점이 있다. 이러한 바이오-무기 복합체에 대해서는 하기 항목 2에서 별도로 살펴보기로 한다.

[0056] 상기 제 1 식별단계(S2)에서, 바이오분자의 존재를 확인하는 것은 특별히 제한되지 않는다. 예를 들어, 바이오분자와 흡광 또는 발광물질이 결합되어 있고, 상기 제 1 식별단계(S2)에서 바이오분자의 존재는 흡광 또는 발광물질의 존재를 검출할 수 있는 수단을 이용하여 발광 여부 검출을 통해 수행할 수 있다.

[0057] 이와 같이 별개의 흡광 또는 발광물질을 포함하지 않고 테라헤르츠파를 이용하여 직접 바이오분자의 존재를 확인할 수도 있다.

[0058] 이에, 상기 제 1 식별단계(S2) 또는 제 2 식별단계(S3)는 상기 바이오분자 또는 바이오-무기 복합체를 포함하는 샘플에 테라헤르츠의 파장을 조사한 후 상기 테라헤르츠파의 복소 굴절율(complex index of refraction) 및/또는 평형변수(equivalent variable)의 변화를 일으키는지 여부를 확인함으로써 수행될 수 있다. 상기 테라헤르츠 파장 범위는 예를 들어, 0.1 내지 20 THz의 범위일 수 있다.

[0059] 상기 복소 굴절율 및/또는 평형변수의 변화를 일으키는지 여부는 바이오분자 또는 바이오-무기 복합체를 포함하는 샘플(이하, '샘플'로 약칭함)에 테라헤르츠 전자기 방사를 공급한 후, 상기 샘플을 투과하거나 상기 샘플에 의해 반사 또는 산란된 전자기 방사를 검출함으로써 수행될 수 있다.

[0060] 제 1 식별단계(S2)는 예를 들어, 바이오분자 또는 바이오-무기 복합체와 물리적 또는 화학적 결합되는 리셉터와 바이오분자를 상호 반응시켜 수행될 수 있다.

[0061] 하나의 예에서, 상기 바이오분자 또는 바이오-무기 복합체는 리간드와 결합되어 있고, 상기 리간드와 결합될 수 있는 리셉터(receptor)를 바이오분자와 접촉시킨 후 테라헤르츠의 파장을 조사함으로써 상기 제 1 식별단계(S2)를 수행할 수 있다.

[0062] 즉, 상기 바이오분자 또는 바이오-무기 복합체의 리간드와 리셉터를 접촉시켜 이들이 상호 결합된 경우에는 복소 굴절율 및/또는 평형변수의 변화를 유발하므로 바이오분자 또는 바이오-무기 복합체의 존재를 확인할 수 있다.

[0063] 상기 제 2 식별단계(S3)는 테라헤르츠파를 이용하여 바이오분자 내 암호화된 정보를 해독하는 단계이다. 제 1 식별단계(S2)에서와 마찬가지로 바이오분자와 결합할 수 있는 리셉터를 바이오분자와 접촉시킨 후, 테라헤르츠의 파장 범위에서 상기 테라헤르츠파의 복소 굴절율 및/또는 평형변수의 변화를 일으키는지 여부를 확인함으로써 수행될 수 있다.

[0064] 하나의 예에서, 상기 바이오분자는 서열X를 포함하고, 상기 서열X와 상보 서열을 갖는 서열 Y를 포함하는 프로브를 바이오분자와 접촉시킨 후 테라헤르츠의 파장을 조사함으로써 제 2 식별단계(S3)를 수행할 수 있다.

[0065] 즉, 상기 바이오분자와 프로브를 접촉시키면 혼성화 결합이 이루어질 수 있고, 이 경우 복소 굴절율 및/또는 평형변수의 변화를 유발하므로 암호화된 유전정보를 해석할 수 있다. 다시 말해, 바이오분자에 부여된 서열에 대해 상보 서열을 갖는 프로브를 식별 대상인 개체로부터 얻은 바이오분자와 접촉시켰을 때 혼성화 결합이 일어난다면 개체로부터 얻은 바이오분자가 위조가 아님을 알 수 있다.

[0066] 상기 혼성화는 순식간에 수행될 수 있으며, 복소 굴절율 및/또는 평형변수의 변화가 즉시 감지될 수 있으므로 이를 인식, 확인함으로써 정보의 일치 여부를 판단할 수 있다.

[0067] 앞서 살펴본 바와 같이, 상기 제 1 식별단계 또는 제 2 식별단계 중 하나 이상의 단계에서, 테라헤르츠 파를 이용할 수 있는 바, 테라헤르츠 분광기(Terahertz Spectroscopy; TS)를 이용하여 수행될 수 있다.

[0068] 이와 관련하여, 도 3에는 본 발명의 일 예에 따른 테라헤르츠 분광기가 모식적으로 도시되어 있는 바 이를 참조하여 이하에서 구체적으로 살펴본다.

[0069] 도 4에 따르면, 테라헤르츠 분광기는 테라헤르츠 공급부(420), 빔 가이드부(도시되지 않음) 및 테라헤르츠 검출부(430)를 포함한다.

[0070] 테라헤르츠 공급부(420)는 전자기 방사(electromagnetic radiation)용 소스부에 해당되며, 테라헤르츠 검출부(430)는 입사된 테라헤르츠파가 샘플(440)을 거친 후 나온 전자기파를 검출한다.

- [0071] 샘플(440)은 바이오분자 또는 바이오-무기 복합체를 포함하며, 입사된 테라헤르츠파는 상기 샘플(440)을 투과되거나 상기 샘플(440)에 의해 반사 또는 산란된 후 테라헤르츠 검출부(430)에 의해 검출된다.
- [0072] 빔 가이드부(도시되지 않음)는 테라헤르츠파가 테라헤르츠 공급부(420)로부터 방출되어 샘플(440)을 투과하거나 샘플(440)에 의해 반사 또는 산란된 후 테라헤르츠 검출부(430)에 이르기까지 테라헤르츠파를 가이드하기 위해 형성된다. 여기서 테라헤르츠 공급부(420)는 도 4에서 테라헤르츠 에미터(emitter)로 표시되어 있다.
- [0073] 도 4에서 샘플(440)은 바이오분자, 바이오-무기 복합체 그 자체를 포함하거나, 리간드 또는 프로브와 접촉된 바이오분자 또는 바이오-무기 복합체를 포함할 수 있다.
- [0074] 샘플(440)은 해당 샘플을 지지할 수 있는 멤브레인에 담지될 수 있다. 상기 멤브레인은 샘플(440)을 효과적으로 고정시킬 수 있으며, 테라헤르츠의 파장 범위에서 간섭을 유발하지 않는 물질로 이루어질 수 있다. 이 경우, 테라헤르츠파를 이용한 측정 결과에 영향을 미치지 않는다.
- [0075] 고체의 분광학적 분석(Spectroscopies of solids) 측면에서 볼 때, 테라헤르츠파의 투과성을 이용하면 반도체나 유전물질(dielectric materials)에 대한 광학적, 전기적 특성이 파악될 수 있다. 이러한 분광학은 다른 방법들에 비해 많은 이점이 있다.
- [0076] 대부분의 실험에서 측정하는 전기적 특성은 직류 전도도만을 측정한다. 또 그 대상에 접점을 만들어야 하는 전처리를 해야 하며, 그로 인한 많은 실험오차가 발생한다.
- [0077] 그러나 테라헤르츠파 분광학은 전처리 과정 없이 측정 대상체인 샘플(440)에 직접 투과시킴으로써 측정이 가능하다. 따라서 전처리 과정에서 발생하는 오차를 줄여서 보다 순수한 특성을 파악할 수 있다. 또한 결맞음이 우수하기 때문에 기존의 적외선 분광학보다 위상의 변화와 신호의 퍼짐 현상을 정확하게 측정할 수 있다.
- [0078] 측정 결과의 분석은 예를 들어 샘플을 통과한 신호와 기준 신호를 시간 및 주파수 축으로 나타낸 그래프를 이용하여 수행할 수 있다.
- [0079] 구체적인 예에서, 우선 기준신호(reference signal)와 샘플을 통과한 신호를 푸리에 변환한다. 이를 이용하여 각 주파수 축상에서 나타난 값을 프레넬 공식(Fresnel's equation)을 사용하여 굴절율과 같은 광학적 상수를 먼저 계산한다. 그리고 구해진 광학적 상수를 이용하여 측정체의 전도도를 구할 수 있다. 이를 통해 샘플(440)의 물질이 기준이 되는 물질과 동일한지, 동일한 암호를 가지고 있는지 등을 판별할 수 있다.
- [0080] 이와 같이 테라헤르츠파 분광학을 이용하면 바이오분자의 구조와 성질 변화를 전처리 과정 없이 비침습적으로 측정할 수 있다.
- [0081] 이는, 테라헤르츠 주파수 대역대에는 바이오분자 리간드(ligand)의 결합구조나 단백질과 DNA의 꼬임이나 접합 등에 의해 발생하는 에너지가 존재하는 점을 이용하기 때문이다. 이를 통해 상태변화에 따른 광학적 상수와 전기적 상수 등을 구하는 것이 가능하다.
- [0082] 즉, 테라헤르츠파 분광학을 이용하면, DNA의 구조가 꼬였을 때(natured)와 그렇지 않을 때(denatured)에 따라 변화한 굴절율의 차이를 나타내는 바, DNA 구조의 차이 여부를 굴절율의 차이로 측정한 결과를 나타냄으로써 직접 바이오분자 내 정보를 검출할 수도 있다.
- [0083] 본 발명에 따른 개체 식별 방법을 이용하는 경우, 개체식별의 신뢰성, 신속성, 정확성을 확보하여 복제, 위조로 야기되는 심각한 사회 문제를 해결할 수 있는 실용적이고 대중적인 보안 시스템, 정보 시스템을 마련할 수 있다.
- [0084] 2. 제 2 실시예
- [0085] 제 2 실시예에 따른 개체 식별 방법은 바이오-무기 복합체의 형태로 담지된 바이오분자를 이용한다. 이와 관련하여 도 2에는 본 발명의 일 예에 따른 개체 식별 방법의 순서도가 모식적으로 도시되어 있고, 도 3에는 개체 식별 방법의 모식도가 도시되어 있는 바, 이들 도면을 참조하여 이하 구체적으로 살펴본다.
- [0086] 제 2 실시예에 따르면 바이오분자를 개체에 소지시키는 단계(S1)는 하기 단계들로 이루어질 수 있다.
- [0087] a. 특정한 개체의 식별에 필요한 정보를 염기서열로 암호화한 바이오분자를 제작하는 단계(S1-1);

- [0088] b. 상기 바이오분자를 포함하는 바이오-무기 복합체를 제조하는 단계(S1-2);
- [0089] c. 상기 바이오-무기 복합체를 개체에 소지시키는 단계(S1).
- [0090] 상기 바이오-무기 복합체는 예를 들어, 바이오-무기 복합체 자체를 개체에 부가하는 방법, 또는 바이오-무기 복합체를 소정의 조성물이나 라벨 형태 등 다양한 식별용 매체(medium)에 부가한 후 이러한 매체를 개체에 부가하는 방법 등 다양한 방법으로 개체에 소지될 수 있다.
- [0091] 또한, 상기 제 2 식별단계(S3)는 예를 들어, 하기 단계들로 이루어질 수 있다.
- [0092] 개체로부터 바이오-무기 복합체를 분리하는 단계(S3-1); 및/또는
- [0093] 바이오-무기 복합체로부터 바이오분자를 추출하는 단계 (S3-2);
- [0094] 테라헤르츠파를 이용하여 상기 추출된 바이오분자에 함유된 암호화된 정보를 해독하는 단계(S3).
- [0095] 상기 제2 식별단계(S3)는 테라헤르츠파를 이용하기 때문에 바이오-무기 복합체를 파괴하지 않고도 내부에 담지된 바이오분자를 직접 검출할 수 있다. 즉, 비파괴 방식(Non-destructive method)으로 바이오분자 내 암호화된 정보의 판별이 가능하므로 상기 단계(3-2)는 선택적으로 수행할 수도 있고 수행하지 않을 수도 있다.
- [0096] 상기 단계(S3-1)에서 바이오-무기 복합체를 분리하는 방법은 특별히 제한되지 않으며, 개체가 바이오-무기 복합체를 소지하는 형태에 따라 다를 수 있다.
- [0097] 하나의 예에서, 상기 바이오-무기 복합체는 pH 4~5 이하의 산성 완충 용액을 사용하여 약 30분 내지 6시간 동안 용해시킴으로써 분리될 수 있다. 상기 산성 용액은 예를 들어, 인산 완충용액, 질산, 염산 등을 들 수 있다.
- [0098] 상기 단계(3-2)에서 바이오-무기 복합체로부터 바이오분자를 추출하는 방법은 예를 들어, 바이오-무기 복합체에 EDTA(Ethylene diamine tetra acetic acid)를 첨가하여 무기시트를 제거함으로써 추출할 수 있다.
- [0099] 상기 EDTA는 금속 양이온과 강하게 결합하여 킬레이트 화합물을 형성하는 물질이다. 따라서, 입체 셀을 이루는 무기시트와 킬레이트를 형성시킴으로써 무기시트를 제거하여 내부에 담지된 바이오분자를 변형 또는 변형시키지 않고 안전하게 추출할 수 있다.
- [0100] 한편, 바이오분자가 이중 가닥 폴리뉴클레오티드인 경우 상기 단계(ii) 이후에 단일 가닥 형태로 만드는 단계를 추가로 거칠 수 있다. 상기 단일가닥으로 만드는 단계는 예를 들어, 뉴클레아제가 없는 하이브리드 버퍼(SSC, SDS 등)에 첨가하여 40 ~ 100℃에서 열을 가하여 수행될 수 있다.
- [0101] 경우에 따라, 상기 혼성화 반응 후 바이오센서를 세척하여 혼성화되지 않은 미반응 바이오분자를 제거하는 단계를 추가로 거칠 수 있다.
- [0102] 이하에서는 본 실시예에서 사용되는 바이오-무기 복합체 및 이의 제조과정을 예를 들어 설명하도록 한다.
- [0103] 바이오-무기 복합체
- [0104] 도 5에는 본 발명의 일 예에 따른 바이오-무기 복합체의 단면도가 모식적으로 도시되어 있다.
- [0105] 도 5를 참조하면, 바이오-무기 복합체는 복수 개의 박편상 무기시트로 이루어진 3차원 입체 셀(100); 및 상기 셀 내에 담지되는 바이오분자(210);로 이루어져 있다.
- [0106] 상기 셀(100)의 내면 및 바이오분자(210)는 정전기적 인력 등 상호인력에 의해 상호 결합되어 있으며, 상기 바이오분자(210)는 개체의 암호화된 정보를 함유한다. 바이오분자(210)의 암호화된 정보의 일 예가 DNA 염기 서열일 수 있다. 상기 상호인력은 예를 들어, 정전기적 인력, 수소결합, 반데르 발스 인력, 공유결합 등을 들 수 있으나 이에 한정되지 않는다.
- [0107] 종래 DNA 등의 바이오분자는 효소, 열, 미생물 등 외부요인에 의해 쉽게 변형, 변성 또는 파괴되어 이를 이용하는 데 한계가 있었다. 그러나, 본 발명의 예시에 따른 바이오-무기 복합체는 바이오분자를 무기시트로 이루어진 담체에 캡슐화함으로써 외부환경으로부터의 영향을 효과적으로 차단할 수 있다. 예를 들어, 바이

오분자에 치명적으로 작용하는 DNase I 등의 효소로부터 DNA 등의 바이오펙자를 보호할 수 있으며, pH 영역 1-2 이상에서 바이오펙자를 안전하게 보호할 수 있다.

[0108] 따라서, 바이오펙자의 저장, 전달이 용이하고, 바이오펙자의 변성 또는 변형을 방지할 수 있다. 더욱이, 본 발명의 실시예에 따른 복합체는 복수 개의 무기시트가 조합되어 입체 셀(100)을 형성하고 있으므로 크기 조절이 용이하다. 따라서, 내부에 담지되는 바이오펙자(210)의 길이나 크기에 제한을 받지 않으며, 거대 바이오펙자를 효과적으로 함유할 수 있다는 장점이 있다.

[0109] 상기 3차원 입체 셀은 복수 개의 박편상 무기시트로 이루어져 있다. 상기 무기시트들은 내면에 결합되는 바이오펙자와 결합되어 있고, 무기시트들 상호 간은 물리적 흡착, 수소결합, 정전기적 인력 등에 의해 결합되어 있다. 따라서, 안정적으로 입체 형태를 유지할 수 있다.

[0110] 상기 무기시트는 예를 들어, 양이온성 점토 또는 음이온성 점토 성분으로 이루어질 수 있다. 하나의 예에서, 상기 무기시트는 양이온성 전하를 띄고, 상기 바이오펙자는 음이온성 전하를 띄는 것일 수 있다. 상기 양이온성 전하를 띄는 무기시트는 예를 들어, 하기 화학식 I 내지 화학식 IV 중 어느 하나로 표현되는 양이온성 무기시트일 수 있다.

[0111] <화학식 I>



[0113] <화학식 II>



[0115] <화학식 III>



[0117] <화학식 IV>



[0119] 상기에서, M^+ 는 1가 금속 양이온을 나타내고, M^{2+} 및 M'^{2+} 는 2가 금속 양이온을 나타내며; M^{3+} 은 3가 금속 양이온을 나타내고; A^m 은 중간 음이온을 의미한다. m은 음이온의 전하수이며; x는 0.01 내지 0.5의 수이고, x'는 1 초과 2 미만의 수이다.

[0120] 하나의 예에서, 상기 M^{2+} 은 마그네슘(Mg^{2+}), 칼슘(Ca^{2+}), 코발트(Co^{2+}), 니켈(Ni^{2+}), 구리(Cu^{2+}) 및 아연(Zn^{2+})으로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나일 수 있다.

[0121] 또한, 상기 M^{3+} 은 알루미늄(Al^{3+}), 크롬(Cr^{3+}), 철(Fe^{3+}), 인듐(In^{3+}), 바나듐(V^{3+}), 티타늄(Ti^{3+}) 및 갈륨(Ga^{3+})으로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나일 수 있다.

[0122] 상기 화학식 I의 구성을 갖는 무기물의 구체적인 예로는 $Mg_{0.6-0.7}Al_{0.3-0.4} (OH)_2$ 등을 들 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0123] 상기 화학식 I 내지 화학식 IV 중 어느 하나로 표현되는 무기시트는 x 또는 x'가의 양전하를 띄는 바, DNA, RNA 등과 같이 음전하를 띄는 바이오펙자와 정전기적 인력으로 결합될 수 있다.

[0124] 또한, 이러한 무기시트는 pH 4이하에서 인산 완충용액 등의 산성 완충용액으로 처리시 서서히 녹으므로 바이오펙자 만을 용이하게 추출할 수 있다는 장점이 있다.

[0125] 상기 무기시트는 나노 사이즈일 수 있는 바, 예를 들어, 길이가 1 내지 500 nm이고, 두께가 0.1 내지 50 nm일 수 있다. 본 명세서에서, 용어 '나노', '나노 사이즈'는 상호 교환적으로 사용될 수 있으며, 10000 나노미터(nm) 이하의 직경 또는 길이를 갖는 입자 또는 복합체를 의미한다. 또한, 용어 '마이크로', '마이크로 사이즈'는 상호 교환적으로 사용될 수 있으며, 10000 nm 초과인 직경 또는 길이를 갖는 입자 또는 복합체를 의

미한다.

[0126] 이러한 나노 사이즈의 2차원 무기시트 복수 개가 상호 결합되어 3차원의 입체 셀을 형성한다. 따라서, 무기 시트의 형상, 개수, 크기 등을 조절함으로써 입체 셀의 형상, 크기를 용이하게 조절할 수 있다.

[0127] 상기 입체 셀의 형상은 특별히 제한되지 않으며, 내부에 담지된 바이오분자의 형상에 대응하는 형상을 가질 수 있다. 예를 들어, 구형, 타원형, 사각형 등 다양한 형태일 수 있다.

[0128] 하나의 예에서, 상기 입체 셀은 구형일 수 있으며, 예를 들어, 에스펙트비(a/b)가 1 내지 500일 수 있다. 상기 입체 셀의 크기는 바이오분자의 부피에 대략 대응하는 바, 수 나노미터 내지 수백 마이크로미터일 수 있다.

[0129] 본 발명의 예시에 따른 바이오-무기 복합체는 필요에 따라 표면개질, 코팅 등을 통해 임의의 매체에서 우수한 분산성을 확보할 수 있다. 이에, 적용 분야를 확장하고 장기적/항구적으로 안정성을 유지할 수 있다.

[0130] 상기 바이오분자의 함량은 특별히 제한되지 않지만, 상기 바이오분자의 중량이 무기시트의 중량에 비해 10 배 이상 높다면 100% 캡슐화를 이루기 어려워 부분적으로 외부 환경에 노출될 수 있으므로, 상기 무기시트 전체 중량을 기준으로 약 0.1 내지 300배일 수 있다.

[0131] 바이오-무기 복합체의 제조방법

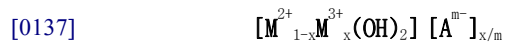
[0132] 상기 바이오-무기 복합체의 제조방법은 다음의 단계들을 포함할 수 있다.

[0133] (1) 층상 구조를 갖는 무기물을 박리화하여 박편상 무기시트를 제조하는 단계; 및

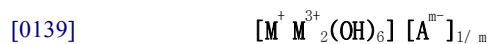
[0134] (2) 상기 박편상 무기시트 및 바이오분자를 혼합하여 바이오-무기 복합체를 형성하는 단계.

[0135] 상기 단계(1)에서, 층상 구조를 갖는 무기물은 예를 들어, 층상형 금속 수산화물일 수 있다. 이는 약 염기성 또는 중성의 무기 화합물로서 생체 독성이나 피부 자극 등의 부작용이 없는 생체 친화성이 우수한 물질로서, 예를 들어, 하기 화학식 1 내지 화학식 4로 표시되는 화합물들 중 어느 하나일 수 있다.

[0136] <화학식 1>



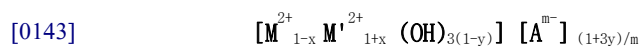
[0138] <화학식 2>



[0140] <화학식 3>



[0142] <화학식 4>



[0144] 상기에서, M^+ 는 1가 금속 양이온을 나타내고, M^{2+} 및 M'^{2+} 는 2가 금속 양이온을 나타내며; M^{3+} 은 3가 금속 양이온을 나타내고; A^{m-} 은 층간 음이온을 의미한다. m 은 음이온의 전하수이며; x 는 0.01 내지 0.5의 수이고, x' 는 1 초과 2 미만의 수이다.

[0145] 상기 2가 금속 양이온은 예를 들어, Mg^{2+} , Ca^{2+} , Co^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} , 또는 Zn^{2+} 등을 들 수 있고, 상기 3가 금속 양이온은 예를 들어 Al^{3+} , Cr^{3+} , Fe^{3+} , Ga^{3+} , In^{3+} , V^{3+} , 또는 Ti^{3+} 등을 들 수 있다.

[0146] 상기 음이온으로는 예를 들어, CO_3^{2-} , NO_3^- , SO_4^{2-} , F^- , Cl^- , OH^- , 기타 음이온종 등을 들 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

- [0147] 상기 화학식 1의 층상형 금속 수산화물(LMH; Layered Metal Hydroxide)을 통상 층상 이중 수산화물(Layered Double Hydroxide, LDH)라고 한다. 구체적인 예에서, $Mg_{0.6-0.7}Al_{0.3-0.4}(OH)_2 - (CO_3)_{0.1-0.2}$, 또는 $Mg_2Al(OH)_6(NO_3)$ 등을 들 수 있다.
- [0148] 또한, 상기 화학식 3의 화합물의 예로는 $Zn_5(OH)_8(NO_3)_2$ 또는 $Zn_3(OH)_4A_2$ (여기서, A 은 상기에서 정의된 바와 같다)로 표시되는 아연 염기성염(Zinc Basic Salt, ZBS) 등을 들 수 있다.
- [0149] 이러한 층상 구조를 갖는 무기물은 다양한 방법으로 제조될 수 있는 바, 예를 들어, 상기 화학식 1의 층상 이중 수산화물은 2가 양이온과 3가 양이온 금속염의 수용액을 염기성 물질로 공침시키고 수열반응하여 제조될 수 있다. 상기 염기성 물질은 예를 들어 수산화나트륨(NaOH) 또는 암모니아(NH_3) 등을 들 수 있다.
- [0150] 상기 공침 반응시 반응용액의 pH는 5 ~ 12 또는, 6 ~ 9일 수 있다. 상기 반응용액의 pH가 5 미만이거나 12 를 초과하는 경우에는 층상 이중 수산화물이 아니라 단일 이중층 수산화염 또는 금속 산화염이 생성되는 문제가 있다.
- [0151] 또한, 상기 공침반응은 공기 중 이산화탄소에 의해 탄산 이온(CO_3^{2-})이 생성되는 것을 방지하기 위해 질 소기체 또는 불활성 기체를 연속적으로 투입하여 불활성 분위기에서 수행될 수 있다.
- [0152] 상기 공침반응시 금속 이온의 농도, 금속 이온의 비율, 적정 속도, 총 반응 시간 등의 조건에 따라서 원하는 조성, 입형 및 입도를 지니는 입자로 얻어낼 수 있다.
- [0153] 상기 단계(1)에서 층상 구조를 갖는 무기물을 박리화하는 방법은 특별히 제한되지 않으며 예를 들어, 이온 교환 방법이나 특정한 용매를 사용하는 방법을 들 수 있다. 상기 이온 교환 방식은 예를 들어, 층상 이중 수산화물의 층간에 존재하는 질산 (NO_3^-), 염화 (Cl^-), 탄산 (CO_3^{2-}) 등의 음이온을 긴 탄소사슬의 음이온성 이온으로 치환하는 방식일 들 수 있다.
- [0154] 또한, 부탄올 등의 유기용매를 사용하는 방법, 포름아마이드(Formamide; $HCONH_2$)를 용매로 사용하는 방법을 들 수 있다.
- [0155] 상기 포름아마이드는 층상 이중 수산화물의 층간에 존재하는 층간수(H_2O)와 강한 수소 결합을 함으로써 층 사이에 삽입되고 층간의 사이를 팽창시켜 판상 격자를 낚장으로 쪼갤 수 있다(Chem. Mater., 2005, 17, 4386.). 이와 같이 포름아마이드를 이용하는 경우 순간적으로 박리가 일어남으로써 신속하게 반응을 진행시킬 수 있다. 또한, 상기 포름아마이드를 이용한 박리화 방법은 별도의 온도를 가해주지 않아도 박리화 상태를 유지할 수 있다는 장점이 있다. 구체적인 예에서, $Mg_2Al(OH)_6(NO_3)$ 를 포름아마이드에 0.05% 농도로 분산시켜 질소 분위기 하에서 25℃에서 교반하면 박리화됨으로써 박편상의 무기시트가 된다.
- [0156] 상기 포름아마이드 내에서 박리된 2차원 무기시트의 농도는 0.01 내지 0.5 중량%일 수 있다. 상기 2차원 무기시트의 농도가 0.5 중량% 이상일 경우 단일층으로 박리화되지 않은 층상 이중 수산화물이 존재할 수 있다.
- [0157] 상기 박리화 여부는 빛을 조사하면 미립자에 의해 산란되는 틴들현상(Tyndall phenomenon)으로 확인할 수 있다.
- [0158] 상기 단계(2)는 박편상 무기시트 및 바이오분자를 혼합하여 바이오-무기 복합체를 형성하는 단계로서, 상기 박편상 무기시트와 바이오분자가 반대전하를 띠으로써 정전기적 인력을 통해 상호 결합될 수 있다. 예를 들어, 양이온성 전하를 띠는 무기시트와 음이온성 인산기를 갖는 DNA는 강한 정전기적 인력에 의한 자가조립(self-assembly)을 통해 상호결합되면서 DNA가 무기시트에 의해 캡슐화될 수 있다.
- [0159] 상기 바이오분자의 양은 2차원 무기시트의 전체 중량을 기준으로 약 0.1 내지 10배의 중량비일 수 있다. 상기 바이오분자의 중량이 무기시트의 10배를 초과하는 경우 바이오분자를 완벽하게 캡슐화시키지 못하여 바이오분자의 일부가 외부환경에 노출될 수 있다. 하나의 예에서, 상기 바이오분자: 박리된 무기시트는 0.1: 10 ~ 10: 1 또는 1: 1 ~ 2: 1의 질량비일 수 있다. 또한, 0.5: 1 ~ 2: 1의 부피비일 수 있다.
- [0160] 상기 LDH 등과 같이 층상구조를 갖는 무기물을 박리화-재조합(Exfoliation-Reassembling)하여 무기공동 안에 바이오분자를 삽입하는 경우 외부 환경으로부터 안정화된 바이오-무기 복합체를 제조할 수 있다. 또한,

제조합 단계가 매우 단시간 내에 이루어짐으로써 공정 효율이 높다.

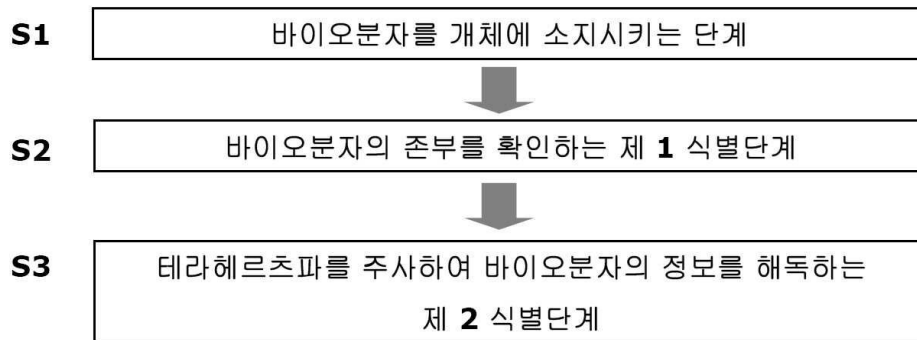
[0161] 본 발명이 속한 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기 내용을 바탕으로 본 발명의 범주 내에서 다양한 응용 및 변형을 행하는 것이 가능할 것이다.

도면의 간단한 설명

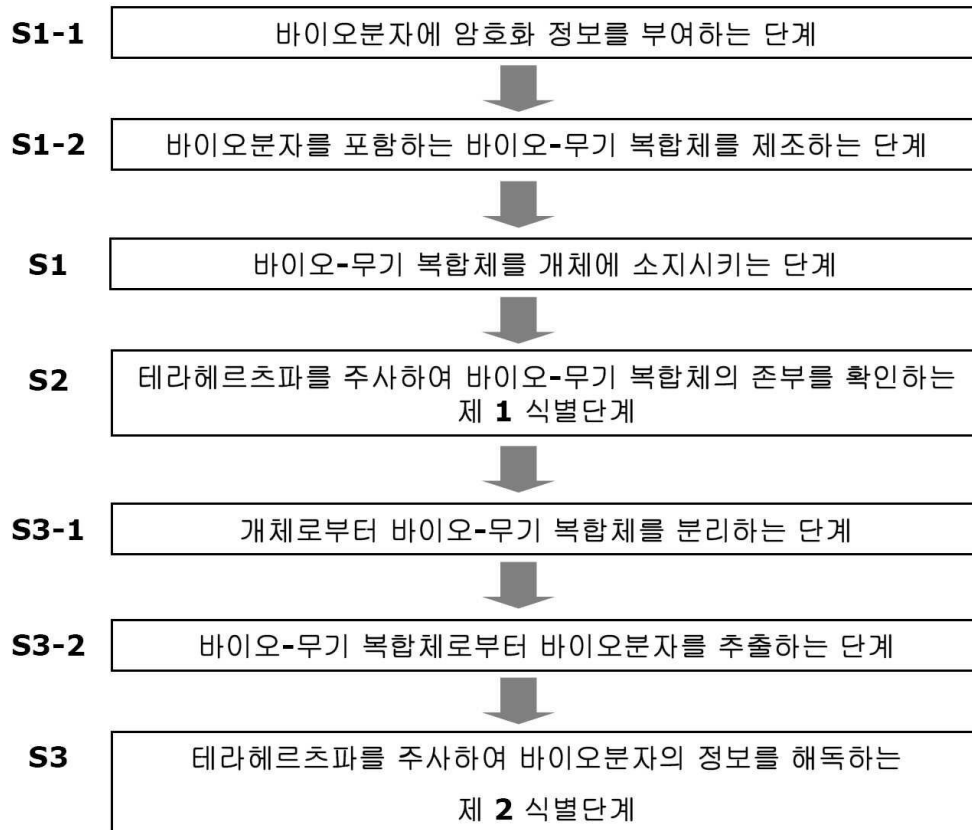
- [0162] 도 1은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 개체 식별 방법의 순서도이다;
- [0163] 도 2는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 개체 식별 방법의 순서도이다;
- [0164] 도 3은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 개체 식별 방법의 모식도이다;
- [0165] 도 4는 본 발명의 실시예에서 사용되는 테라헤르츠 분광기를 나타낸 도면이다;
- [0166] 도 5는 본 발명의 일 예에 따른 바이오-무기 복합체의 단면도이다.

도면

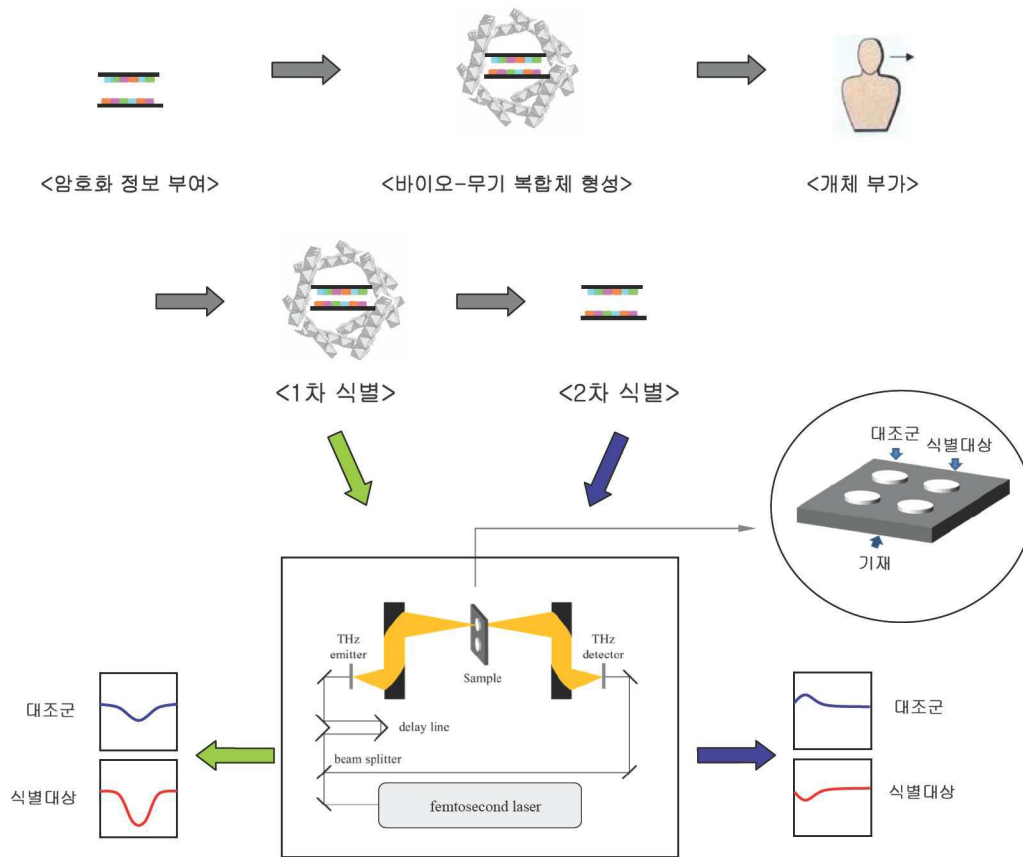
도면1



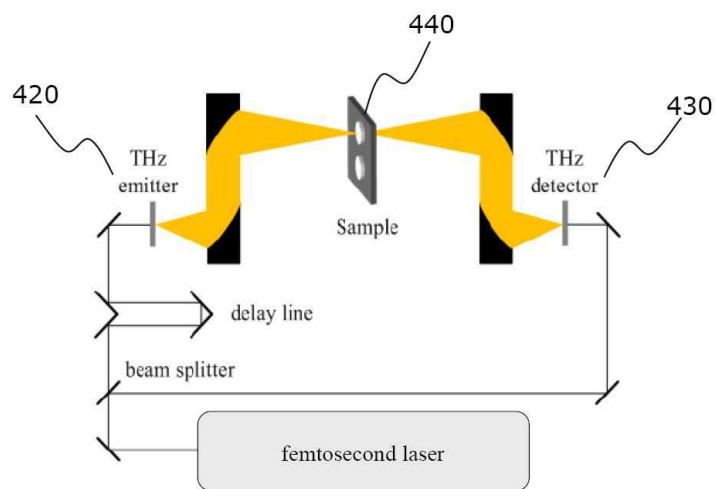
도면2



도면3



도면4



도면5

