



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2016년07월29일  
 (11) 등록번호 10-1643717  
 (24) 등록일자 2016년07월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*G01J 3/44* (2006.01) *G01N 21/65* (2006.01)  
 (52) CPC특허분류  
*G01J 3/44* (2013.01)  
*G01N 21/65* (2013.01)  
 (21) 출원번호 10-2015-0051638  
 (22) 출원일자 2015년04월13일  
 심사청구일자 2015년04월13일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 Bandrauk, A.D. et al. Single crystal Raman spectra of organic semiconductor: KTCNQ. Canadian Journal of Chemistry 1982, Vol.60, No.14, 1881-1890.\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
**고려대학교 산학협력단**  
 서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)  
 (72) 발명자  
**주진수**  
 서울특별시 중랑구 신내로21길 16, 525동 402호(목동, 신내5단지두산아파트)  
**조성기**  
 인천광역시 남동구 석산로222번길 49 (구월동)  
 (74) 대리인  
**김등용, 김홍석**

전체 청구항 수 : 총 7 항

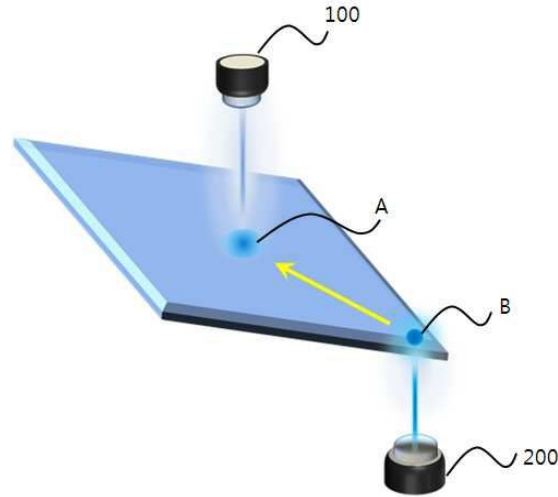
심사관 : 김창주

(54) 발명의 명칭 **라만신호 측정방법 및 측정장치**

**(57) 요약**

본 발명의 실시예에 따른 라만신호 검출방법은 물질에 도파되는 라만신호를 검출하는 방법으로서, 물질에 광을 조사하는 단계 및 상기 물질에 도파되는 신호를 검출하는 단계를 포함하되, 상기 물질은 유기반도체이다.

**대표도** - 도1



(52) CPC특허분류

G01J 2003/4424 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2012R1A2A2A01045102

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 중견연구자지원사업

연구과제명 유기반도체 나노구조체와 양자점의 하이브리드 특성연구

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교

연구기간 2012.09.01 ~ 2015.08.31

공지예외적용 : 있음

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

물질에 도파되는 라만신호를 검출하는 방법으로서,

- (a) 물질에 광을 조사하는 단계; 및
- (b) 상기 물질에 도파되는 신호를 검출하는 단계를 포함하되,

상기 물질은 유기반도체이며, 상기 라만신호의 도파특성으로 인해 물질에서의 라만신호 검출위치가 물질에서의 광 조사위치와 이격되어 있는 것을 특징으로 하는 라만신호 검출방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

- (a) 단계 이전에 조사할 광의 파장을 결정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 라만신호 검출방법.

#### 청구항 3

삭제

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 유기반도체는 파이( $\pi$ )-공액구조를 갖는 단분자 결정구조체인 것을 특징으로 하는 라만신호 검출방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 (b) 단계는 라만신호를 검출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 라만신호 검출방법.

#### 청구항 6

물질에 도파되는 라만신호를 검출하는 장치로서,

물질에 광을 조사하는 광원; 및

상기 물질에서 도파된 신호를 검출하는 검출부를 포함하되,

상기 물질은 유기반도체이며, 상기 라만신호의 도파특성으로 인해 물질에서의 라만신호 검출위치가 물질에서의 광 조사위치와 이격되어 있는 것을 특징으로 하는 라만신호 검출장치.

#### 청구항 7

삭제

#### 청구항 8

제6항에 있어서,

상기 광원은 상기 물질에 광을 조사하는 위치를 일정한 방향으로 이동시켜 조사하는 것을 특징으로 하는 라만신호 검출장치.

#### 청구항 9

제6항에 있어서,

상기 유기반도체는 파이( $\pi$ )-공액구조를 갖는 단분자 결정구조체인 것을 특징으로 하는 라만신호 검출장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 라만신호 측정방법 및 측정장치에 대한 것으로서, 보다 상세하게는 유기반도체에서 라만신호의 도파 특성을 이용한 라만신호 측정방법 및 측정장치에 대한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 광 도파 현상을 이용한 광섬유는 굴절률이 서로 다른 물질 경계면에서 전반사가 발생하는 조건을 이용하여 광도파 현상이 잘 일어나게 만들어 광신호를 전달한다. 이런 원리와 함께 광도파 현상이 잘 일어나는 단분자 결정구조체에 레이저를 입사하여 발생한 광루미네선스(Photo Luminescence, 이하 PL)의 광도파 현상을 분석한 연구들이 진행되고 있으며, 이러한 연구들은 기본적으로 발광 특성을 가진 물질에서 반사와 굴절현상, PL의 광도파를 이용한 것이다.

[0003] PL의 대표적인 예로 형광이나 인광이 있으며, 주변에서 흡수한 빛을 다시 내놓으면서 생기는 현상이다.

[0004] 루미네선스란 물질이 빛이나 전기, 방사선 등의 에너지를 흡수하여 여기 상태가 되고, 그것이 바닥상태에 들어갈 때 흡수한 에너지를 빛으로서 방출하는 현상이다.

[0005] PL은 빛에 의한 여기로 생기는 루미네선스로 일반적으로 조사광의 파장과 같거나 그보다 긴 파장의 빛이 나온다. 발광중심이 직접 빛을 흡수하여 여기되는 발광의 경우와 빛의 흡수로 말미암아 생긴 캐리어가 발광중심에 포함되어 발광하는 경우로 나누어 볼 수 있다.

[0006] PL의 광도파 현상을 이용한 기술로는 내시경 이미징 기술이 있으며, 형광을 이용한 내시경 이미징 기술은 기본적으로 특정 주파수의 레이저 광이 조사된 생체 조직이 자체적으로 발산되는 형광(자체 형광, autofluorescence)이나 종양 조직에 선택적으로 머무르는 광민감제(photosensitizer) 또는 바이오 마커(bio marker) 등을 주입하여 이로부터 발산되는 형광으로부터 비정상조직과 정상조직에서 방출되는 색채 등의 차이를 판별하여 진단을 수행한다.

[0007] 이러한 형광은 단분자까지 검출할 수 있는 높은 감도로 각종 분야에서의 표지물질로 광범위하게 사용되고 있으며, Gamvir 등에 의해 보고된 생체 내 형광 이미징을 수행하는 기술 등을 포함하여, 표적물질에 대한 이미징 기술이 상당수 제시되고 있다. 그러나 형광 이미징 기술은 형광 스펙트럼의 밴드폭이 상대적으로 넓어서 다중 바이오 마커에 대한 동시검출에 근본적인 한계가 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0008] 본 발명의 목적은 스펙트럼의 밴드폭이 좁고, 산란 분자의 종류 및 진동에 따라 상이한 산란파장을 갖는 라만신호를 검출하는 라만신호 검출방법 및 장치를 제공하는데 있다.

[0009] 또한 본 발명의 목적은 광을 조사하는 위치와 신호검출 위치를 달리하여 라만신호를 검출하는 라만신호 검출방법 및 장치를 제공하는데 있다.

**과제의 해결 수단**

[0010] 본 발명의 실시예에 따른 라만신호 검출방법은 물질에 도파되는 라만신호를 검출하는 방법으로서, 물질에 광을 조사하는 단계 및 상기 물질에 도파되는 신호를 검출하는 단계를 포함하되, 상기 물질은 유기반도체이다.

[0011] 여기서, 본 발명의 실시예에 따른 라만신호 검출방법은 물질에 광을 조사하는 단계 이전에 조사할 광의 파장을 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 유기반도체에 광을 조사하는 위치와 도파된 광을 검출하는 위치는 서로 이격되어 배치될 수 있다.

[0013] 여기서, 상기 유기반도체는 파이( $\pi$ )-공액구조를 갖는 단분자 결정구조체일 수 있다.

[0014] 여기서, 상기 물질에 도파되는 신호를 검출 단계는 라만신호를 검출하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0015] 본 발명의 또 다른 양태에 따른 라만신호 검출장치는 물질에 도파되는 라만신호를 검출하는 장치로서, 물질에 광을 조사하는 광원 및 상기 물질에서 도파된 신호를 검출하는 검출부를 포함하되, 상기 물질은 유기반도체이다.
- [0016] 여기서, 상기 광원이 상기 물질에 광을 조사하는 위치와 도파된 신호를 검출하는 검출부의 위치는 서로 이격되어 배치될 수 있다.
- [0017] 여기서, 상기 광원은 상기 물질에 광을 조사하는 위치를 일정한 방향으로 이동시켜 조사할 수 있다.
- [0018] 여기서, 상기 유기반도체는 파이( $\pi$ )-공액구조를 갖는 단분자 결정구조체일 수 있다.

**발명의 효과**

- [0019] 본 발명의 실시예에 따른 라만신호 검출방법 및 장치에 의하면, 라만신호에 의해서 광이 조사된 물질의 분자구조에 대한 정보를 예측할 수 있다.
- [0020] 또한, 유기 반도체물질내에서 라만신호의 도파특성을 이용하여 광의 조사위치와 라만신호를 검출하는 위치를 일치시키 필요가 없으며, 그로 인하여 조사대상물질이 광원에 민감한 경우에도 신뢰성 높은 라만신호를 검출할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0021] 도1은 본 발명의 실시예에 따른 라만신호 검출장치의 모식도이다.
- 도2는 마름모 형태의 CN-TSDB결정의 SEM 사진이다.
- 도3은 TSDB결정의 SEM 사진이다.
- 도4는 CN-TSDB 용액상태의 광흡수/발광스펙트럼 및 LCM을 이용한 결정의 발광 스펙트럼이다.
- 도5는 CN-TSDB결정 마이크로 플레이트의 라만신호 측정결과이다.
- 도6은 TSDB결정 마이크로 선의 라만신호 측정결과이다.
- 도7 내지 도9는 CN-TSDB결정의 라만신호 도파 특성 그래프이다.
- 도10은 CN-TSDB결정의 라만신호 세기의 감쇠현상을 도시한 그래프이다.
- 도11은 감쇠현상에 따른 감쇠상수와 Raman shift의 상관관계를 도시한 그래프이다.
- 도12는 TSDB결정의 라만신호 도파특성 그래프이다.
- 도13은 TSDB결정의 라만신호 세기의 감쇠현상을 도시한 그래프이다.
- 도14는 본 발명의 실시예에 따른 라만신호 검출방법의 순서도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0022] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시 예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시 예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시 예들은 다양한 형태들로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시 예들에 한정되지 않는다.
- [0023] 본 발명의 개념에 따른 실시 예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시 예들을 도면에 예시하고 본 명세서에서 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시 예들을 특정한 개시 형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.
- [0024] 제1 또는 제2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만, 예컨대 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 벗어나지 않은 채, 제1 구성 요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고 유사하게 제2 구성 요소는 제1 구성 요소로도 명명될 수 있다.
- [0025] 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성 요소

에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성 요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는 중간에 다른 구성 요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성 요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

- [0026] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로서, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 본 명세서에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0027] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0028] 본 발명에 대한 상세한 설명에 앞서 라만신호, 즉 라만스펙트럼에 대해서 간단하게 설명하면, 모든 물체는 핵과 전자로 구별되는 원자로 이루어져 있고 원자는 고유의 진동형태를 갖는다. 고유의 진동형태를 갖는 원자에 단일 파장의 빛을 조사하면 조사된 빛은 원자와 충돌하여 반사되거나 산란된다. 산란된 빛을 검출한 것이 라만스펙트럼이고, 이러한 산란을 라만 스퀘터링이라 한다.
- [0029] 물질과 빛이 충돌해서 검출된 라만신호는 각 물질마다 고유의 그래프 형태를 갖게 되고, 이는 원자마다 전자의 고유진동형태를 갖기 때문이다.
- [0030] 결국 물질에서 검출되는 라만신호에 의해서 물질을 구성하는 분자구조 정보를 알 수 있다.
- [0031] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명인 라만신호 검출장치에 대해서 자세히 설명한다.
- [0032] 도1은 본 발명의 실시예에 따른 라만신호 검출장치의 모식도이다.
- [0033] 도1과 같이 본 발명의 실시예에 따른 라만신호 검출장치는 물질에 도파되는 라만신호를 검출하는 장치로서, 물질에 광을 조사하는 광원(100) 및 상기 물질에서 도파된 신호를 검출하는 검출부(200)를 포함하되, 상기 물질은 유기반도체이다.
- [0034] 광원(100)은 물질의 특성에 따라 발생시킬 수 있는 PL(광루미네선스)파장대와 겹치지 않는 파장대의 레이저 광원일 수 있으며, 물질에 광을 조사하는 위치(A)는 도파된 신호를 검출하는 검출부(200)의 위치(B)와 서로 이격되어 있을 수 있다.
- [0035] 또한 광원(100)은 물질에 광을 조사하는 위치(A)를 일정한 방향으로 이동시켜 조사할 수 있으며, 이때 검출부(200)의 위치(B)는 고정될 수 있다.
- [0036] 검출부(200)는 광원(100)에 의해 광이 조사되는 위치와 이격된 위치에 배치되어 물질에서 도파된 라만신호를 검출한다.
- [0037] 검출부(200)는 위와 같이 광원이 이동하면서 물질에 조사하는 경우, 광이 입사하는 위치별로 각각의 라만신호를 측정하고 측정 위치에서 광원 입사위치를 변화시켜 라만 신호의 도파특성을 분석한다.
- [0038] 본 발명의 실시예에 따른 물질은 유기반도체 일 수 있으며, 여기서 유기반도체는 파이( $\pi$ )-공액구조를 갖는 단분자 결정구조체일 수 있다.
- [0039] 이상 본 발명의 실시예에 따른 라만신호 검출장치의 구성에 대해서 살펴보았다. 이하 실제 파이( $\pi$ )-공액 구조를 가지는 단분자 결정 구조체인 CN-TSDB(1,4-bis(3,5-bis(trifluoromethyl) cyanostyryl)-2,5-dibromobenzene)물질을 이용하여 도파된 라만신호 검출 매커니즘에 대해서 설명한다.
- [0040] 도2는 마름모 형태의 CN-TSDB결정의 SEM 사진이다.
- [0041] 도2에 도시된 바와 같이 광 도파관 현상을 측정하기 위하여 라만신호의 검출위치를 고정하고, 입사되는 광(레이

저)의 초점위치를 움직여서 입사한 광신호의 위치에 따라 변화된 라만신호를 측정하였다. 앞서 언급한 바와 같이 라만 신호를 분석하면 특정위치에서 보이는 봉우리의 파수( $\text{cm}^{-1}$ )에 특정한 분자구조가 대응된다.

- [0042] 이에 따라 특정한 분자구조를 보이는 봉우리별로, 광(레이저)의 초점위치가 움직인 거리와 방향에 따라 2차원적으로 라만신호를 분석하였다.
- [0043] 도3은 TSDB결정의 SEM 사진이다.
- [0044] 또한 TSDB(1,4-bis(3,5-bis(trifluoromethyl)styryl)-2,5-dibromobenzene)물질을 이용하여 길이가 수십  $\mu\text{m}$ 이고 두께가  $2\mu\text{m}$ 인 막대 형태의 결정을 제작하여 1차원적인 라만 도파 특성을 분석하였다.
- [0045] 도2과 같은 CN-TSDB를 제작하기 위해 CN-TSDB 분말(1 mg)을 클로로포름(1 ml)에  $40^\circ\text{C}$ 에서 용해하고, 냉장고에서 약 12시간 동안 자기조립방식으로 결정을 성장시켰다. 제작한 단결정의 모양은 한 변의 길이가 수십  $\mu\text{m}$  이고, 두께가 약 500nm 정도의 마름모 형태이다.
- [0046] 도3의 TSDB를 제작하기 위해 TSDB 분말(1 mg)을 클로로포름(1 ml)에  $40^\circ\text{C}$ 에서 용해하고, 냉장고에서 약 12시간 동안 자기조립방식으로 결정을 성장시켰다. 제작한 단결정의 모양은 두께가 약  $2\mu\text{m}$ 이고, 길이가 수십  $\mu\text{m}$ 인 막대 형태이다.
- [0047] 먼저 각 단결정에 조사할 광원의 파장을 결정하기 위해서 도2와 같이 제조된 CN-TSDB 마이크로 플레이트의 UV/Vis 흡수 스펙트럼과 발광 스펙트럼을 클로로포름 용액하에서 측정하였다.
- [0048] 도4는 CN-TSDB 용액상태의 광흡수/발광스펙트럼 및 LCM을 이용한 결정의 발광 스펙트럼이다.
- [0049] 도4의 레이저 공초점 현미경(Laser Confocal Microscope, LCM) 실험결과와 같이 CN-TSDB 마이크로 플레이트에 UV/Vis 흡수 스펙트럼 영역에 있는 405nm파장의 레이저를 47.5ms동안 조사하면서 CN-TSDB 마이크로 플레이트의 나노규모 발광 스펙트럼을 측정하였다. 그 결과 도4와 같이 최대 발광피크는 약 450nm에서 관찰되었다.
- [0050] 즉 CN-TSDB에서 발생시킬 수 있는 PL파장은 450nm이고, PL신호로 인하여 라만신호가 검출되지 않거나 검출이 곤란한 경우를 피하기 위해서 위 파장대와는 다른 633nm의 파장을 갖는 광원을 단결정에 조사한다.
- [0051] 도5는 CN-TSDB결정 마이크로 플레이트의 라만신호 측정결과이다.
- [0052] 도6은 TSDB결정 마이크로 선의 라만신호 측정결과이다.
- [0053] 먼저 CN-TSDB결정 마이크로 플레이트와 TSDB결정 마이크로 선에서 도파된 라만 신호를 검출하기 위해, LCM장비를 이용해서 633nm파장의 레이저를 50초동안 조사하고, 라만신호를 검출하였다.
- [0054] 표1은 라만 신호에 나타난 피크들에 대응하는 분자의 진동모드와 실제 이론상의 기준을 제시한 것이다.

**표 1**

구조	Raman shift( $\text{cm}^{-1}$ )-실험치	Region( $\text{cm}^{-1}$ )
C-Br	593, 618, 667, 687	485-750
		140-400
-CF <sub>3</sub>	1216, 1262, 1279, 1340	1205-1420
		1120-1350
-C=C- aromatic	724, 765	680-780
	1580, 1594	1575-1625
out of plane =C-H	1455, 1509	1430-1525
	876	650-900
in-plane =C-H	1000	990-1290

- [0056] 도5와 도6의 결과를 이용하여 Raman shift를 실제 CN-TSDB와 TSDB의 진동모드(Region)와 비교한 결과 일치하는 것을 확인할 수 있었다.
- [0057] 위 결과를 토대로 본 발명의 실시예에 따른 라만신호 검출장치에 의해서 검출된 신호가 CN-TSDB결정과 TSDB결정의 분자구조에 대한 라만신호임을 알 수 있다.
- [0058] 앞서와 같이 CN-TSDB결정과 TSDB결정에 633nm파장의 레이저를 조사하여 검출된 신호가 라만신호임이 입증되었다



면 앞서 도시된 도2과 같이 광원을 3가지 방향으로 이동시키면서 위치별로 도파된 라만신호를 측정한다.

- [0059] 도7 내지 도9는 CN-TSDB결정의 라만신호 도파 특성 그래프이다.
- [0060] 도7 내지 도9를 통해 측정된 라만신호의 피크(분자 진동모드)별로 레이저 초점의 거리와 방향에 따라 변화하는 라만 신호 도파특성을 확인할 수 있다. 입사시킨 레이저 초점의 거리가 측정 위치에서 멀어질수록 라만 신호의 세기가 감소하고 있음도 확인할 수 있다.
- [0061] 도7 내지 도9와 같이 라만 신호의 세기는 감소하나 Raman shift별로 나타나는 라만신호 피크의 상대적 변화는 거의 없음을 알 수 있고, 레이저 초점에서 검출되는 위치까지의 거리가 멀어지더라도 분자구조의 특성이 반영된 라만신호의 특성은 유지됨을 알 수 있다.
- [0062] 또한 방향에 따라서도 피크별 분자진동모드를 대비해보면 거의 차이가 없는 점으로 보아 레이저 초점의 이동방향은 라만신호를 검출하는데 관여하지 않음도 확인할 수 있다.
- [0063] 도10은 CN-TSDB결정의 라만신호 세기의 감쇠현상을 도시한 그래프이다.
- [0064] 도11은 감쇠현상에 따른 감쇠상수와 Raman shift의 상관관계를 도시한 그래프이다.
- [0065] 도10에 도시된 바와 같이 라만 신호세기의 거리에 따른 감소 비율을 계산하여 각 방향별로 분석하면 라만 모드의 에너지 차이가 클수록(Raman shift의 크기가 커질수록) 감쇠상수의 크기가 커지는 경향을 보여준다.
- [0066] 보다 상세한 표현을 위해서 도11과 같이 라만 신호세기의 거리에 따른 감소비율을 계산한 결과를 참조하면, 위와 같이 에너지 차이가 클수록 감쇠상수의 크기가 커지는 경향은 에너지 차이가 커질수록 에너지 전달과정에서 감쇠하는 비율이 커진다는 것으로 해석될 수 있으며, 이는 본 발명의 실시예에 따른 라만신호 검출장치에서 검출된 라만신호는 광이 조사된 위치(A)에서 검출부가 위치하고 있는 지점(B)까지 도파된 신호임을 알 수 있다.
- [0067] 도12는 TSDB결정의 라만신호 도파특성 그래프이다.
- [0068] 도13은 TSDB결정의 라만신호 세기의 감쇠현상을 도시한 그래프이다.
- [0069] TSDB결정의 경우에도 앞서 CN-TSDB결정과 마찬가지로 633nm파장의 광원을 조사하였고, 도3에 도시된 선을 따라서 광원의 초점을 이동시키면서 라만신호를 관찰한 결과, 분자구조의 특성이 반영된 라만신호의 피크점은 상대적으로 유지되고, 라만신호의 세기만 감쇠하는 것을 확인할 수 있으며, 도13과 같이 측정된 라만신호의 분자 진동모드별로 그 세기가 거리에 따라 감소하고 있음을 확인할 수 있다.
- [0070] 이상 본 발명의 실시예에 따른 라만신호 검출장치에 대해서 살펴보았다.
- [0071] 이하 본 발명의 또 다른 양태인 라만신호 검출방법에 대해서 도14를 통해 살펴본다. 앞선 실시예와 중복되는 구성에 대한 설명은 생략한다.
- [0072] 도14는 본 발명의 실시예에 따른 라만신호 검출방법의 순서도이다.
- [0073] 도14에 도시된 바와 같이 본 발명의 실시예에 따른 라만신호 검출방법은 물질에 광을 조사하는 단계(S200) 및 상기 물질에 도파되는 신호를 검출하는 단계(S300)를 포함하되, 상기 물질은 유기 반도체이다. 더불어 유기 반도체는 파이( $\pi$ )-공액구조를 갖는 단분자 결정구조체일 수 있다.
- [0074] 본 발명의 실시예에 따른 라만신호 검출방법은 물질에 광을 조사하기에 앞서, 물질에 조사할 광의 파장을 결정하는 단계(S100)를 더 포함할 수 있다.
- [0075] 물질에 조사할 광의 파장을 결정하는 단계(S100)는 도파되는 라만신호가 도파되는 PL신호에 의해서 영향을 받지 않도록 PL신호가 도파되지 않는 파장대역의 광원을 사용하기 위해 조사할 광의 파장을 결정한다. 결정하는 방법은 앞선 실시예에서 설명하였으므로 생략한다.
- [0076] 물질에 광을 조사하는 단계(S200)는 앞서 결정된 조사광의 파장을 물질에 조사하되, 조사하는 위치는 라만신호를 검출하는 위치와 서로 이격되어 있다. 즉 라만신호의 도파특성으로 인하여 라만신호의 검출위치가 광의 조사 위치와 떨어져 있더라도 분자구조특성이 반영된 라만신호는 도파된다.
- [0077] 물질에 도파되는 신호를 검출하는 단계(S300)는 라만신호를 검출하는 단계를 포함한다. 유기반도체, 특히 파이( $\pi$ )-공액구조를 갖는 단분자 결정구조체에 도파되는 PL신호는 조사된 파장과 같은 파장을 갖거나 조금 높은 파장을 갖는 신호로 검출된다. 더군다나 PL신호는 라만신호에 비해서 신호의 세기가 매우 커서 PL신호로 인해서 라만신호의 검출이 곤란할 수 있다. 이에 도파되는 라만신호를 검출하기 위해서 조사하는 광의 파장이 도파되는



PL의 파장대역을 벗어나도록 설정한다.

[0078] 즉 조사되는 광의 파장을 적절히 조절함으로써 라만신호를 검출할 수 있게 된다.

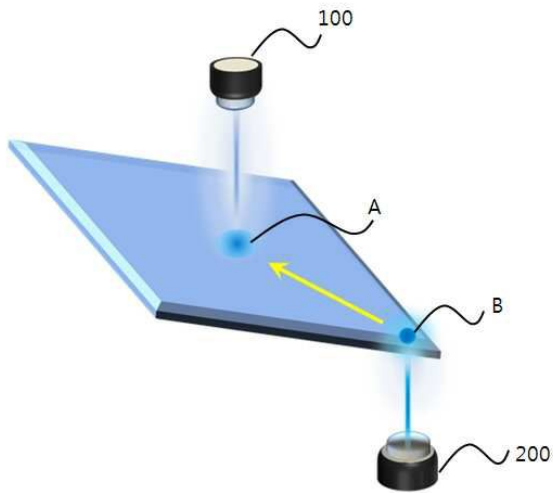
[0079] 이상 본 발명의 실시예에 따른 라만신호 검출장치와 라만신호 검출방법에 의하면, 유기 반도체, 특히 파이( $\pi$ )-공액구조를 갖는 단분자 결정구조체에서 라만신호는 도파특성을 갖게 됨을 확인할 수 있었고, 라만신호에 포함되어 있는 정보를 이용하여 피조사물질에 대한 분자구조특성을 알 수 있게 된다.

**부호의 설명**

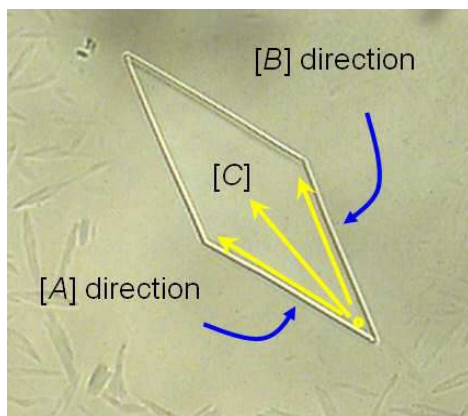
[0080] 100 광원  
200 검출부

**도면**

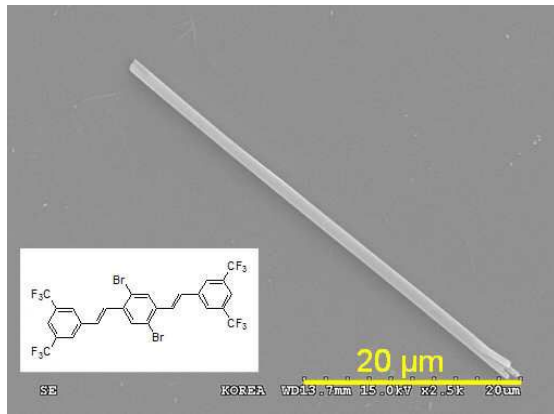
**도면1**



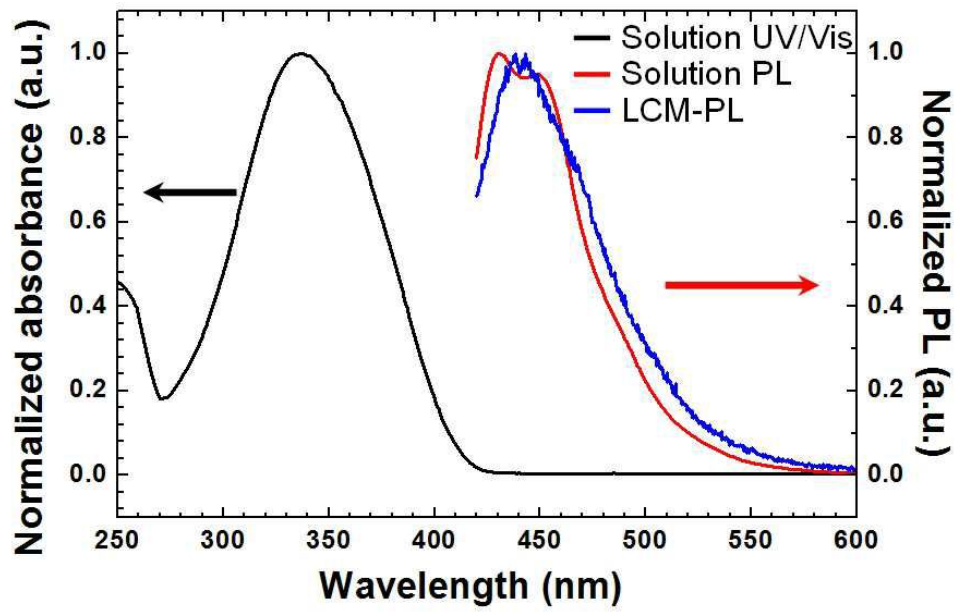
**도면2**



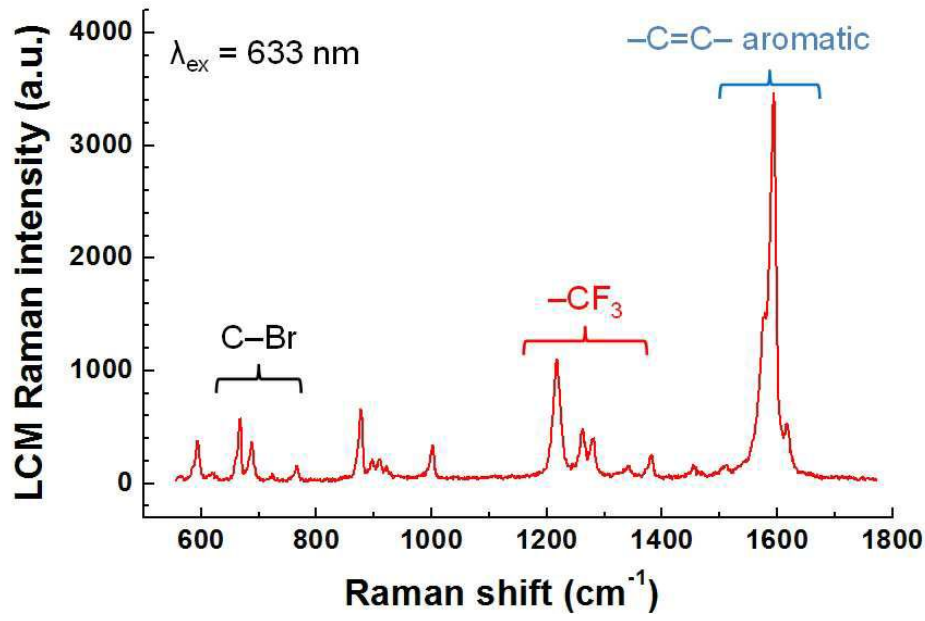
도면3



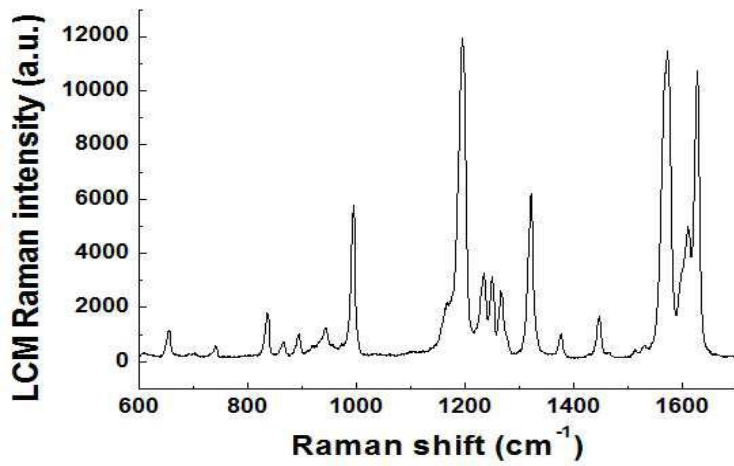
도면4



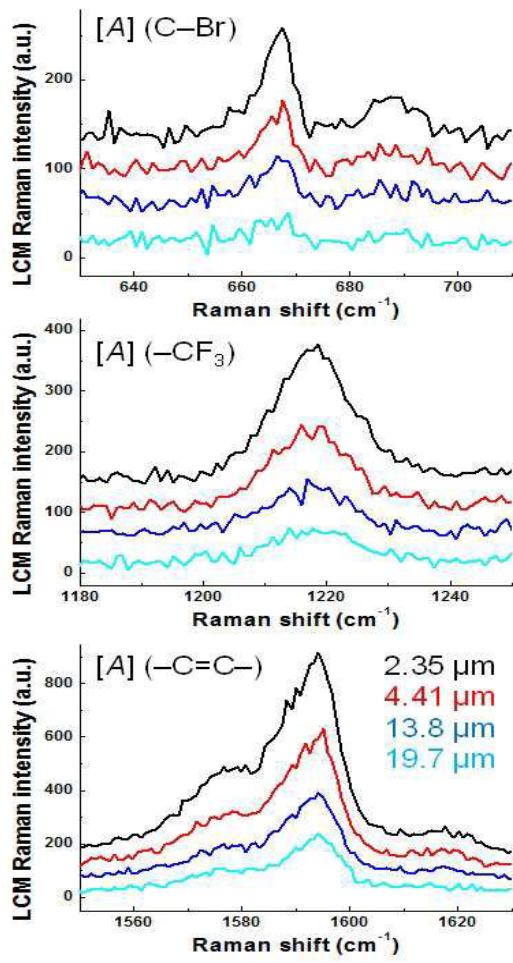
도면5



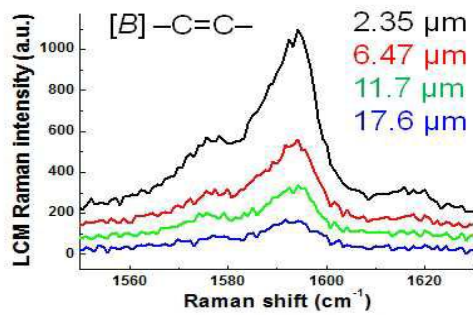
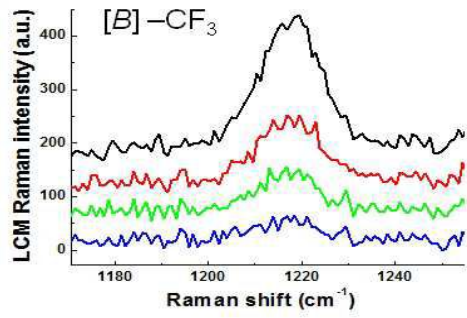
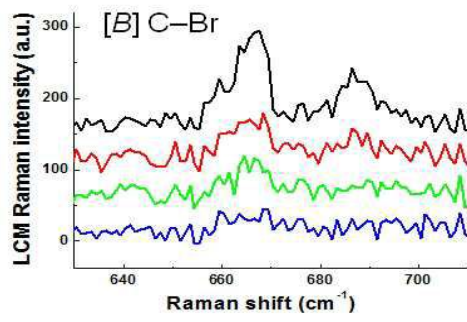
도면6



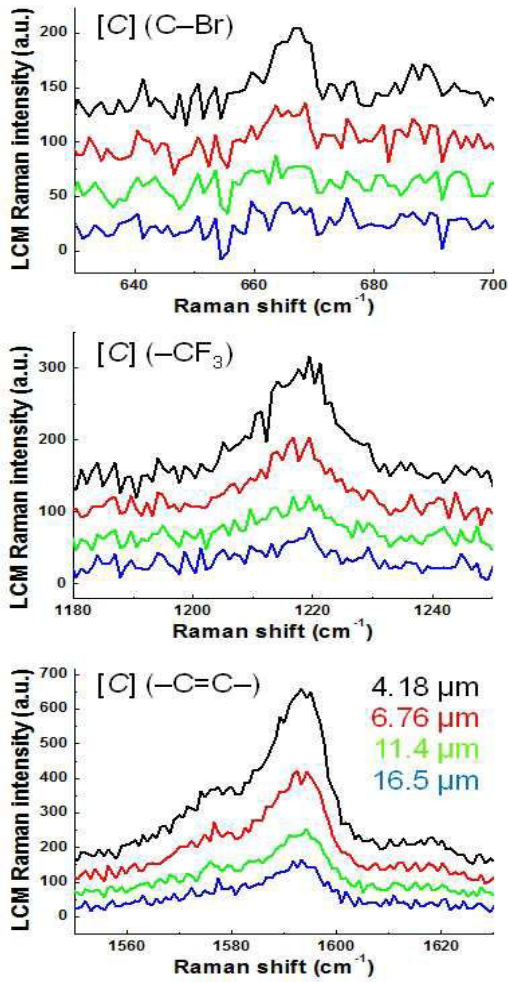
도면7



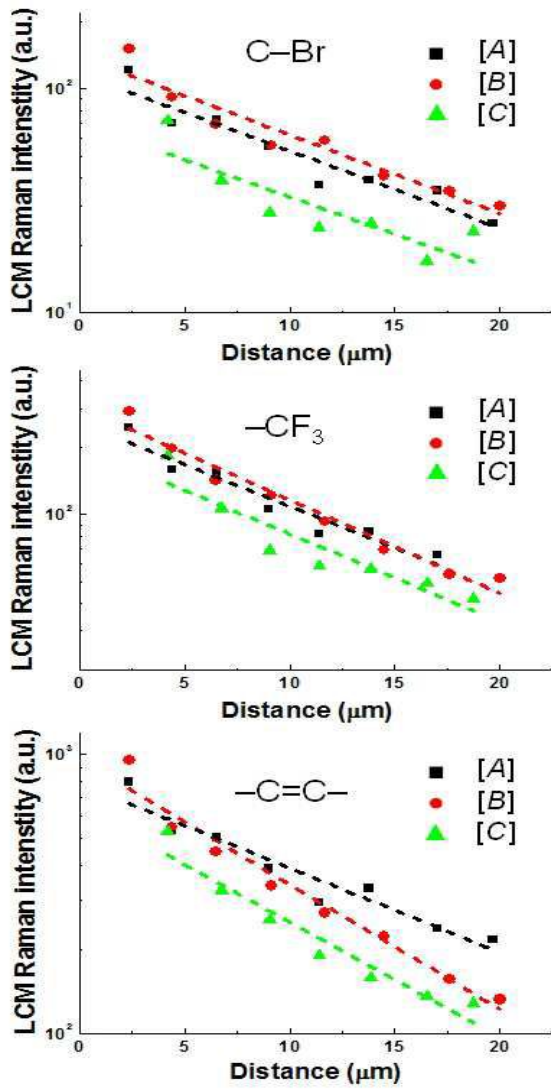
도면8



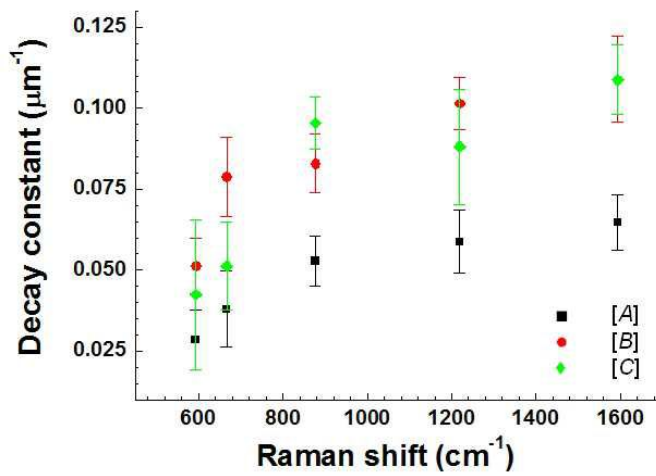
도면9



도면10

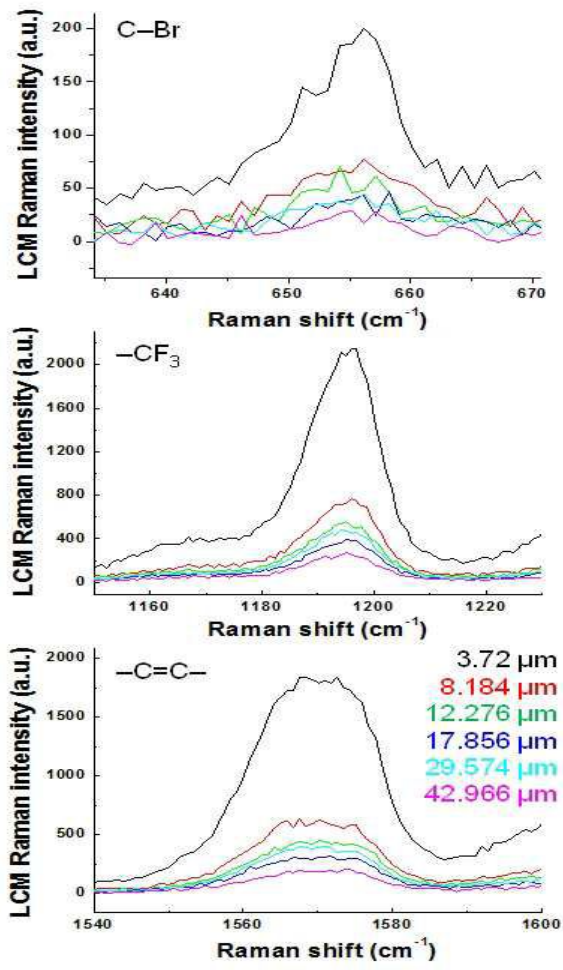


도면11

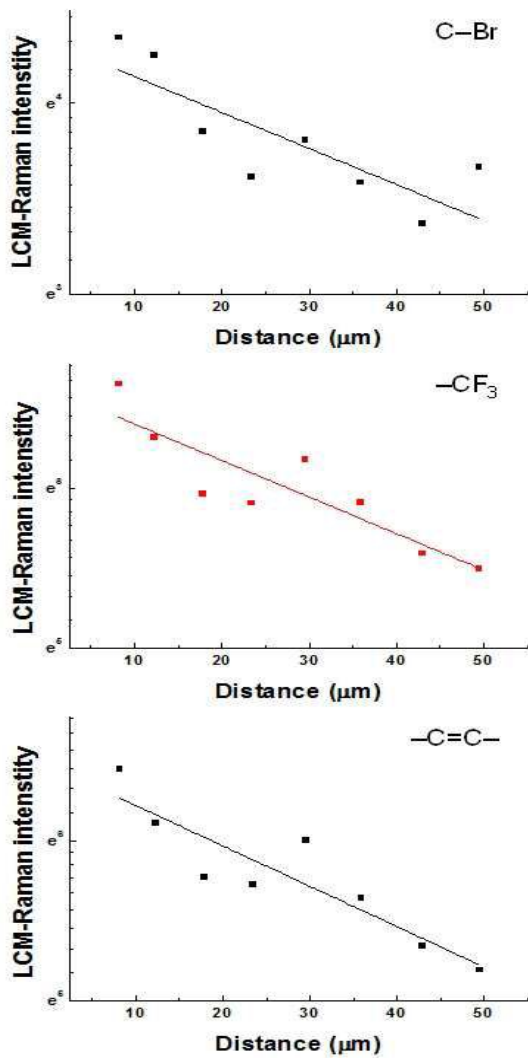




도면12



도면13



도면14

