

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(10) 국제공개번호

WO 2020/075946 A1

2020 년 4 월 16 일 (16.04.2020) WIPO | PCT

(51) 국제특허분류:

C09K 11/02 (2006.01) B82Y 20/00 (2011.01)
C01B 21/06 (2006.01) B82Y 30/00 (2011.01)
C09K 11/08 (2006.01) B82Y 40/00 (2011.01)
C09K 11/62 (2006.01)

경기도 안양시 동안구 관평로 88, 804동 501호 (평촌동
꿈마을금호아파트), Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: 특허법인 다나 (DANA PATENT LAW FIRM);
06242 서울시 강남구 역삼로 3길 11 광성빌딩 신관 5층,
Seoul (KR).

(21) 국제출원번호: PCT/KR2019/005472

(22) 국제출원일: 2019 년 5 월 8 일 (08.05.2019)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2018-0121699 2018 년 10 월 12 일 (12.10.2018) KR

(71) 출원인: 고려대학교 산학협력단 (KOREA UNIVERSITY
RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION)
[KR/KR]; 02841 서울시 성북구 안암로 145, Seoul (KR).

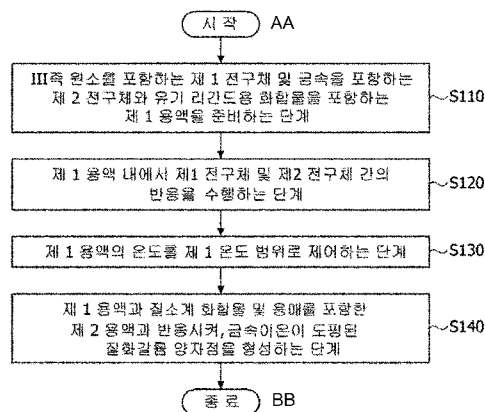
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국
내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,
EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU,
ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ,
LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,
MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA,
PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(72) 발명자: 정광섭 (JEONG, Kwang Seob); 04713 서울시
성동구 행당로 79, 118동 1203호 (행당동, 행당동 대림
아파트), Seoul (KR). 최윤창 (CHOI, Yun Chang); 14102

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역
내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE,
LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING GALLIUM NITRIDE QUANTUM DOTS DOPED WITH METAL IONS

(54) 발명의 명칭: 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점의 제조방법



S110 ... Step of preparing first solution comprising first precursor containing group III element,
second precursor containing metal, and compound for organic ligand
S120 ... Step of performing reaction between first precursor and second precursor in first solution
S130 ... Step of controlling temperature of first solution to first temperature range
S140 ... Step of reacting first solution with second solution containing nitrogen-based compound
and solvent, thereby forming gallium nitride quantum dots doped with metal ions
AA ... Start
BB ... End

(57) Abstract: The present application relates to a method for manufacturing gallium nitride quantum dots and, more specifically, to a method for manufacturing gallium nitride quantum dots doped with metal ions by using a wet-based synthesis method whereby the fluorescence energy of pure gallium nitride can be lowered through the introduction of metal ions.

(57) 요약서: 본 출원은 질화갈륨 양자점의 제조방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 순수한 질화갈륨의 형광 에너지를 금속이온을 도입하여 낮출 수 있는 습식 기반 합성법을 이용한 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점의 제조방법에 관한 것이다.

[다음 쪽 계속]

ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점의 제조방법

기술분야

- [1] 본 출원은 질화갈륨 양자점의 제조방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 순수한 질화갈륨의 형광 에너지를 금속이온을 도입하여 낮출 수 있는 습식 기반 합성법을 이용한 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점의 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 양자점(Quantum Dot; QD)은 반도체 나노 입자이다. 직경이 나노미터 크기의 양자점은 불안정한 상태의 전자가 전도대에서 가전자대로 내려오면서 발광하는데, 양자점의 입자가 작을수록 짧은 파장의 빛이 발생하고, 입자가 클수록 긴 파장의 빛이 발생한다. 이는 기존의 반도체 물질과 다른 독특한 전기적이며 광학적인 특성이다. 따라서 양자점의 크기를 조절하면 원하는 파장의 가시광선을 표현하고, 여러 크기의 양자점과 양자점 성분을 달리하여 다양한 색을 동시에 구현할 수 있다.
- [3] 이러한 양자점 중 질화갈륨 반도체는 그 특이한 성질 때문에 오랜 기간 동안 전자 소재로서 크게 각광받아 왔다. 이런 성질 중 질화갈륨 반도체의 근자외선에 해당하는 띠틈 전이 에너지는, 질화갈륨 반도체를 푸른색 발광체로 활용할 수 있는 가능성을 열어주었다. 하지만 순수한 질화갈륨의 형광 에너지는 자외선 영역에 해당하기에, 이 에너지를 In, Mg 등의 금속 불순물을 도입해 낮출 필요가 있었다. 이렇게 금속 이온으로 도핑된 질화갈륨 반도체에서 청색 발광을 얻을 수 있었다.
- [4] 일반적으로 반도체를 제조하기 위하여 다양한 방법이 제안되었다. 유기금속화학증착 혹은 분자빔 에피성장에서만 가능하였던 반도체의 합성, 특히 나노 사이즈의 반도체의 합성이 용액 공정 기반의 방식으로 가능하게 되었다. 그러나, 용액 공정 방식은 경제성이 우수하여, 점차 기존의 제작 방식을 대체해 나가고 있다.
- [5] 하지만 가장 널리 활용되고 있는 질화갈륨 반도체의 경우, 이 물질의 실용화가 가능한 화학적 합성에 대한 연구가 전무하다. 기존의 질화갈륨 기반의 전자 소재에 사용된 질화 갈륨은 모두 유기금속화학증착 혹은 분자빔 에피 성장을 통해 제조된다. 이렇게 제작된 소재의 성능은 탁월하나, 생산 방식의 한계 때문에 전자 소재의 양산이 매우 어렵다. 이는 기존의 두 방식 모두 그 시스템을 구축하는 데 많은 비용이 소모되며, 물질의 합성이 1000 °C에 가까운 온도에서 진행되며 사용하는 전구체의 독성 때문에 기기의 유지비용도 매우 높은 문제점이 있다.
- [6] 또한, 기존의 화학적 합성 방식을 통해 많은 청색 발광체가 합성되어 왔다. 이

중 나노크리스탈의 경우 CdSe와 InP, CsPbX₃ 기반의 물질들이 주목받아 왔다. 하지만 이 물질들을 청색 발광 재료로 쓰기에 어려움이 많았다. 우선 CdSe와 InP의 경우, 벌크 락스 전이 에너지가 근적외선 영역이기 때문에 가시광선 영역대의 발광을 위해서는 양자제한효과를 활용해 락스 전이 에너지를 키울 필요가 있었다. 하지만 원 물질의 락스 전이 에너지가 작기에, 청색 발광을 위해서 매우 강한 양자효과를 요구하게 되었고, 그로 인해 청색 빛을 내는 CdSe와 InP의 합성이 매우 어려웠다. CsPbX₃ 페로브스카이트 구조의 경우 할로젠 원소의 조성에 따라 청색 발광이 나올 수 있으나, 물질 특유의 낮은 안정성 때문에 이를 전기 발광체로 사용하기에 어려움이 많았다.

- [7] 그러므로, 질화갈륨 반도체에 금속 이온을 도입하는 습식 기반 합성법 또한 연구가 필요한 시점이다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [8] 본 출원은 질화갈륨 양자점의 제조방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 순수한 질화갈륨의 형광 에너지를 금속이온을 도입하여 낮출 수 있는 습식 기반 합성법을 이용한 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점의 제조방법에 관한 것이다.

과제 해결 수단

- [9] 본 출원의 일 실시예인 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점의 제조방법은 III족 원소를 포함하는 제 1 전구체 및 금속을 포함하는 제 2 전구체와 리간드용 화합물을 포함하는 제 1 용액을 준비하는 단계; 제 1 용액 내에서 제 1 전구체 및 상기 제 2 전구체 간의 반응을 수행하는 단계; 제 1 용액의 온도를 제 1 온도 범위로 제어하는 단계; 및 제 1 용액과 질소계 화합물과 용매를 포함하는 제 2 용액과 반응시켜, 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점을 형성하는 단계를 포함한다.
- [10] 일 예시에서, 제 1 전구체는 제 1 전구체는 할로젠화갈륨을 포함한다.
- [11] 일 예시에서, 할로젠화갈륨은 삼염화갈륨(GaCl₃), 삼브롬화갈륨(GaBr₃) 및 삼요오드화갈륨(GaI₃)으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 하나를 포함한다.
- [12] 일 예시에서, 제 2 전구체는 아연(Zn), 마그네슘(Mg) 및 인듐(In)으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 하나를 포함한다.
- [13] 일 예시에서, 리간드용 화합물은 올레일아민(oleylamine)을 포함한다.
- [14] 일 예시에서, 제 1 온도 범위는 200 내지 280 °C이다.
- [15] 일 예시에서, 제 1 용액과 제 2 용액을 1 내지 3 시간 동안 반응시킨다.
- [16] 일 예시에서, 제 2 용액은 리튬 헥사메틸다이실라자이드를 무수 헥세인을 포함한다.
- [17] 일 예시에서, 제 2 용액은 n-부틸리튬(n-butyllithium)과 테트라메틸에틸렌디아민(tetramethylethylenediamine)의 혼합물과 올레일아민을

포함한다.

- [18] 일 예시에서, 전술한 제조방법은 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점을 형성한 후, 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점을 포함한 용액으로부터 원심분리 방법에 의하여, 불순물을 제거하는 단계; 불순물이 제거된 용액과 에탄올을 혼합하는 단계; 및 에탄올이 혼합된 용액으로부터 원심분리 방법에 의하여 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점을 분리하는 단계를 추가로 포함한다.
- [19] 본 출원의 다른 실시예인 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점은 리간드가 표면에 결합된 질화갈륨 양자점으로서, 질화갈륨 양자점에 금속이온이 도핑되어, 질화갈륨의 락스전이 에너지가 낮아진다.
- [20] 일 예시에서, 금속이온은 아연(Zn), 마그네슘(Mg) 및 인듐(In)으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 하나의 이온을 포함한다.
- [21] 일 예시에서, 리간드는 올레일아민(oleylamine)을 포함한다.
- [22] 본 출원의 또 다른 실시예인 전자 소자는 전술한 양자점을 포함한다.

발명의 효과

- [23] 본 출원의 일 실시예에 따르면, 화학적 습식 방법에 의하여 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점을 제공할 수 있다.
- [24] 본 출원의 일 실시예에 따르면, 단 시간의 빠른 반응을 통하여, 우수한 경제성으로 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점을 제공할 수 있다.
- [25] 본 출원의 일 실시예에 따르면, 종래의 증착 방식으로 제작된 질화갈륨 시스템을 그대로 이용할 수 있기 때문에, 우수한 경제성으로 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점을 제공할 수 있다.
- [26] 본 출원의 일 실시예에 따르면, 결합 준위에 의한 형광 및 도핑 준위에 의한 형광을 동시에 이용하여, 증착 기반의 나노크리스탈의 해석을 화학적 합성의 결과물에 직접적으로 적용할 수 있다.
- [27] 본 출원의 일 실시예에 따르면, 질화갈륨 양자점에 결합하는 리간드 원자의 종류를 제어하여, 양자점의 발광 에너지의 상대적인 세기를 제어할 수 있다.
- [28] 본 출원의 일 실시예에 따르면, 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점을 이용하여 청색 발광 전자 소자를 제공할 수 있다.
- [29] 본 출원의 일 실시예에 따르면, 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점을 이용하여, 광 검출기 등의 전자 제품 또는 금속이온을 통한 발광 조절 반도체를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [30] 도 1은 본 출원의 일 실시예인 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점의 제조방법에 대한 플로우 차트이다.
- [31] 도 2는 반응시간과 아연 전구체의 양에 따른 흡광 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.
- [32] 도 3은 반응시간과 아연 전구체의 양에 따른 발광 스펙트럼을 나타내는

그래프이다.

[33] 도 4는 반응시간과 아연 전구체의 양에 따른 형광들뜸 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.

[34] 도 5는 X선 회절 패턴을 나타내는 그래프이다.

[35] 도 6은 아연이 도핑된 질화갈륨 양자점의 전자 현미경 이미지이다. 그 크기를 나타내는 그래프이다.

[36] 도 7은 아연이 도핑된 질화갈륨 양자점의 에너지 분산 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.

[37] 도 8은 아연이 도핑된 질화갈륨 양자점의 갈륨 영역의 X선 광전자 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.

[38] 도 9는 아연이 도핑된 질화갈륨 양자점의 질소 영역의 X선 광전자 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.

[39] 도 10은 아연이 도핑된 질화갈륨 양자점의 라만 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.

[40] 도 11은 브로민 이온으로 리간드를 치환한 질화갈륨 양자점의 UV-Vis 흡광 나타내는 그래프이다.

[41] 도 12는 브로민 이온으로 리간드를 치환한 질화갈륨 양자점의 IR 흡광을 나타내는 그래프이다.

[42] 도 13은 올레일아민과 올레일산 리간드와 결합되고, 아연이 도핑된 질화갈륨 양자점의 흡광 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.

[43] 도 14는 올레일아민 리간드와 결합되고, 아연이 도핑된 질화갈륨 양자점의 발광 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.

[44] 도 15는 올레일산 리간드와 결합되고, 아연이 도핑된 질화갈륨 양자점의 발광 스펙트럼을 나타내는 그래프이다.

[45] 도 16은 용액 상태의 아연이 도핑된 질화갈륨 양자점과 유리 기판위에 코팅한 아연이 도핑된 질화갈륨 양자점의 발광 스펙트럼을 정규화하여 비교한 그래프이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[46] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 구성요소 등이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 구성요소 등이 존재하지 않거나 부가될 수 없음을 의미하는 것은 아니다.

[47] 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 가지고 있다. 일반적으로

사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

- [48] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 출원의 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점을 제조하는 방법을 상세히 설명한다. 다만, 첨부된 도면은 예시적인 것으로, 본 출원의 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점을 제조하는 방법의 범위가 첨부된 도면에 의해 제한되는 것은 아니다.
- [49] 도 1은 본 출원의 일 실시예인 금속 이온이 도핑된 질화갈륨 양자점의 제조 방법에 대한 플로우 차트이다.
- [50] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 출원의 일 실시예인 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점의 제조방법은 III족 원소를 포함하는 제 1 전구체 및 금속을 포함하는 제 2 전구체와 리간드용 화합물을 포함하는 제 1 용액을 준비하는 단계(S110); 제 1 용액 내에서 제1 전구체 및 상기 제2 전구체 간의 반응을 제 1 온도 범위에서 수행하는 단계(S120); 제 1 용액의 온도를 제 2 온도 범위로 제어하는 단계(S130); 및 제 1 용액과 질소계 화합물과 용매를 포함하는 제 2 용액과 반응시켜, 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점을 형성하는 단계(S140)를 포함한다.
- [51] 이하, 본 출원을 각 단계별로 상세히 설명한다.
- [52] 본 출원은 화학적 습식 방식으로 질화갈륨 양자점을 제조하는 방법에 관한 것으로서, 먼저, III족 원소를 포함하는 제 1 전구체 및 금속을 포함하는 제 2 전구체와 리간드용 화합물을 포함하는 제 1 용액을 준비한다(S110).
- [53] 일 예시로서 III족 원소는 갈륨(Ga)이고, 제 1 전구체는 갈륨과 할로젠 원소를 포함한다. 바람직하게는 제 1 전구체는 할로젠화갈륨이며, 보다 바람직하게는 삼염화갈륨(GaCl_3), 삼브롬화갈륨(GaBr_3) 및 삼요오드화갈륨(GaI_3)으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 하나를 포함한다. 여기서, 할로젠화갈륨의 결합에너지를 고려하면, $\text{GaCl}_3 < \text{GaBr}_3 < \text{GaI}_3$ 순으로 반응성이 좋다. 이하, 삼염화갈륨(GaCl_3)을 중심으로 본 출원을 설명하나, 본 출원이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [54] 일 예시에서, 제 2 전구체는 아연(Zn), 마그네슘(Mg) 및 인듐(In)으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 하나를 포함한다. 또한, 일 예시에서, 제 2 전구체는 할로젠화아연, 할로젠화마그네슘 및 할로젠화인듐 중 하나일 수 있다. 여기서, 할로젠 원소는 염소(Cl), 브롬(Br) 및 요오드(I) 중 하나이다.
- [55] 이하, 제 2 전구체로서 염화아연을 중심으로 본 출원을 설명하지만, 본 출원이 염화아연 및 아연이온 도펀트로 한정되는 것은 아니다. 전술한 금속이온이 포함되어, 순수한 질화갈륨의 형광 에너지를 낮출 수 있다. 이를 통하여, 금속이온이 도핑된 질화갈륨 반도체에서 청색 발광을 얻을 수 있다.
- [56] 일 예시에서, 갈륨과 금속(Zn)의 함량은 중량비로 1 : 0.5 내지 3.5일 수 있다. 청색 발광(blue emission)이 목적인 경우 $\text{Ga}:\text{Zn}=1:1$, 강한 자외선 발광이 목적이라면 $\text{Ga}:\text{Zn}=1:3$ 으로 조절할 수 있다.
- [57] 여기서, 아연 전구체의 양과 반응 조건에 따라 아연이 질화갈륨에 도핑이 되는

정도가 달라진다. 구체적으로는, 아연 전구체의 양이 많을수록, 반응 온도가 높고, 반응 시간이 길수록, 질화 갈륨에 도입되는 아연의 양이 증가하게 된다. 즉, 본 출원의 의도에 따라 아연 전구체의 양, 반응 온도, 반응 시간을 적절히 제어하여, 도핑되는 아연의 양을 제어할 수 있다. 이를 통하여, 질화갈륨의 형광 에너지 범위를 자외선 영역에서 가시광선 영역으로 적절히 낮출 수 있다.

[58] 일 예시에서, 리간드용 화합물은 올레일아민(oleylamine)을 포함한다. 화학적 합성된 양자점의 가장 큰 특징은 양자점을 감싸고 있는 유기 혹은 무기 리간드에 의해 중심부의 물리적 성질이 변한다는 것이다. 그래서, 질화갈륨 양자점에 결합하는 리간드 원자의 종류에 따라 양자점의 여러 발광 에너지의 상대적인 세기가 변한다. 즉, 본 출원의 의도에 맞게 리간드 원자의 종류를 제어하여, 질화갈륨 양자점의 발광 에너지의 세기를 제어할 수 있다.

[59] 그리고, 제 1 용액 내에서 상기 제1 전구체 및 상기 제2 전구체 간의 반응을 수행한다(S120).

[60] 일 예시에서, 전술한 반응은 주반응 직전의 반응물 내부의 수분 및 불순물을 제거하기 위한 단계로서, 진공 하에서 이루어진다. 반응의 온도는 수분을 증발시킬 수 있을 정도면 충분하며, 일 예시에서, 100 °C 내지 120 °C에서 수행될 수 있다. 전술한 온도범위에서 반응이 일어나고 갈륨-올레일아민 전구체를 합성한다. 여기서, 합성된 전구체는 특별한 분리 과정 없이 반응에 이용할 수 있다.

[61] 그리고, 제 1 용액의 온도를 제 1 온도 범위로 제어한다(S130). 일 예시에서, 제 1 온도 범위는 200 내지 280 °C이다. 그리고, 제 2 온도 범위는 전술한 반응의 온도 범위 보다 높다.

[62] 200 °C 미만인 경우에는 반응이 진행되지 않으며, 280 °C를 초과하는 경우, 온도가 더 높아져 용매의 끓는점 (~350 °C)에 다다르면 용매의 증발이 있을 수도 있으며, 지나친 고온으로 인해 화학적 습식 합성에서의 장점이 퇴색된다.

[63] 이를 통하여, 반응 준비 상태로 만들 수 있다.

[64] 반응이 준비된 후, 제 1 용액과 질소계 화합물 및 용매를 포함하는 제 2 용액과 반응시켜, 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점을 형성한다(S140).

[65] 예시로서, 제 2 용액은 리튬 헥사메틸다이실라자이드를 무수 헥세인을 포함한다. 또한, 다른 예시로서, 제 2 용액은 n-부틸리튬(n-butyllithium)과 테트라메틸에틸렌디아민(tetramethylethylenediamine)의 혼합물을 이용하여, 반응을 수행할 수도 있다. 여기서, 용매는 올레일아민을 사용한다.

[66] 제 1 용액과 제 2 용액을 반응시켜, 본 출원이 의도한 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점을 수득할 수 있다. 반응이 진행됨에 따라 투명한 용액이 불투명한 흰색으로 변화하는 것을 확인할 수 있다. 본 출원의 일 예시에서, 제 1 용액과 제 2 용액을 1 내지 3 시간 동안 반응시킨다.

[67] 그리고, 열원을 제거하여, 반응을 종료한다.

[68] 그리고, 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점을 포함한 용액으로부터 원심분리

방법에 의하여, 불순물을 제거한다. 또한, 불순물이 제거된 용액과 에탄올을 혼합하여, 양자점의 용해도를 감소시킨다. 그리고, 에탄올이 혼합된 용액으로부터 원심분리 방법에 의하여 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점을 분리한다.

- [69] 이러한 일련의 공정을 통하여, 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점을 수득할 수 있다.
- [70] 본 출원의 다른 실시예인 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점은 리간드가 표면에 결합된 질화갈륨 양자점으로서, 질화갈륨 양자점에 금속이온이 도핑되어, 질화갈륨의 락스전이 에너지가 낮아진다.
- [71] 일 예시에서, 금속이온은 아연(Zn), 마그네슘(Mg) 및 인듐(In)으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 하나의 이온을 포함한다.
- [72] 일 예시에서, 리간드는 올레일아민(oleylamine)을 포함한다.
- [73] 본 출원의 또 다른 실시예인 전자 소자는 전술한 양자점을 포함한다.
- [74] 이하, 본 출원을 실험예를 통하여 보다 상세히 설명한다.

발명의 실시를 위한 형태

- [75] (실험예 1)
- [76] 전술한 제조 방법에 의하여 아연이 도핑된 질화갈륨의 양자점이 형성되는지 확인하기 위하여, 하기와 같은 실험을 수행하였다.
- [77] 염화갈륨(GaCl_3)과 이염화아연(ZnCl_2)을 1:1로 혼합하고, 올레일아민(oleylamine)을 추가하여, 갈륨-올레일아민 전구체를 합성하였다. 여기서 합성된 전구체는 특별한 분리 과정 없이 반응에 이용하였다. 이 후 갈륨 전구체 용액의 온도를 200 °C로, 조절해 반응 준비상태를 만들었다. 반응 준비가 완료된 후, 리튬 헥사메틸다이실라자이드(Lithium hexamethyldisilazide)을 무수 헥세인(anhydrous hexane)에 용해시킨 용액을 반응 용기해 반응을 개시하였다. 1시간 반응을 진행하였고, 열원을 제거하여 반응을 종료시켰다. 반응이 종료된 후 반응 용기의 용액을 우선 원심분리기를 이용해 용액 상에 녹지 않는 불순물들을 제거하였다. 불순물이 제거된 투명한 용액을 따로 분리해 낸 후, 이를 에탄올에 섞어 콜로이드 양자점의 용해도를 감소시키고, 이를 원심분리기를 이용하여, 아연이 도핑된 질화갈륨 양자점을 분리하여 실시예 1을 제조하였다.
- [78] 또한, 염화갈륨(GaCl_3)과 이염화아연(ZnCl_2)을 1:2로 혼합하여, 반응을 실시하고, 이외는 실시예 1과 동일한 방법으로 실시예 2를 제조하였다. 또한, 염화갈륨(GaCl_3)과 이염화아연(ZnCl_2)을 1:3으로 혼합하고, 250 °C에서 반응을 실시하고, 이외는 실시예 1과 동일한 방법으로 실시예 3을 제조하였다. 염화갈륨(GaCl_3)과 이염화아연(ZnCl_2)을 1:3으로 혼합하고, 280 °C에서 반응을 실시하고, 이외는 실시예 1과 동일한 방법으로 실시예 4를 제조하였다. 염화갈륨(GaCl_3)과 이염화아연(ZnCl_2)을 1:3으로 혼합하고, 280 °C에서 3시간

동안 반응을 실시하고, 이외는 실시예 1과 동일한 방법으로 실시예 5를 제조하였다.

[79] 실시예 1 내지 5에 대한 흡광 스펙트럼을 측정하여, 도 2에 나타내었다. 도 2에 도시한 바와 같이, 실시예 1에서 5로 합성 조건을 변경할수록 합성된 아연이 도핑된 질화갈륨 양자점의 락스전이 흡광 에너지가 감소함을 확인할 수 있었다. 이는 반응이 진행될수록 흡광 에너지가 작아지는 양자점의 양자제한효과를 직접적으로 보여주는 것이다. 또한, 실시예 1과 2를 비교하면, 아연 이온이 양자점 반응을 촉진시키는 역할을 수행하고 있다는 점 또한 확인할 수 있었다.

[80] 또한, 실시예 1 내지 5에 대한 발광 스펙트럼을 측정하여, 도 3에 나타내었다. 도 3에 도시한 바와 같이, 합성된 질화갈륨 양자점의 락스전이 발광은 반응이 진행이 될수록 그 에너지가 적색편이를 보이고 있다는 사실을 확인할 수 있었다. 이는 도 2에서 제시된 흡광 스펙트럼의 적색편이에 기인한 변화이다. 이 외에도 특징적인 부분은, 실시예 1과 2에서 자외선의 락스전이 외에도 푸른색 발광이 나타난다는 점이며, 이는 아연 이온의 불순물 준위에서 발생함을 확인할 수 있었다. 또한, 이런 푸른색 발광은 질화갈륨 내의 아연 함량이 높아질수록 청색편이를 나타내고 있음을 확인할 수 있었다. 아연의 함량이 높아짐에 따라, 아연의 청색 발광원으로서의 역할 보다는 표면을 보호하는 역할이 강해지기 때문에 청색 발광은 감소하고 자외선 발광이 강해지게 된다. 따라서 실시예 5에서 나타나듯 더 강한 자외선 발광을 관찰할 수 있었다.

[81] 또한, 실시예 5에 대한 형광들뜸 스펙트럼을 측정하여, 도 4에 나타내었다. 도 4에 도시한 바와 같이, 실시예 5의 형광들뜸 스펙트럼은 도 2에 명시된 실시예 5의 흡광 스펙트럼과 일치하는 것을 확인할 수 있다. 이는 실시예 5의 형광이 질화갈륨 양자점의 전기적 구조에서 기인한 것을 증명한다.

[82] (실험예 2)

[83] 실시예 1의 샘플에 대한 X선 회절 패턴을 측정하여, 도 5에 나타내었다. 대조구로 사용된 금속이온이 도핑되지 않은 질화갈륨 양자점과 본 출원의 실시예는 회절 패턴에서 큰 차이를 보이지 않았다. 이는 아연 이온이 질화갈륨 양자점의 표면에 주로 존재해 그 구조를 훼손하지 않는다는 것을 보여주었다. 하지만 나노 사이즈의 입자의 특성에서 기인하여 패턴이 넓어졌기 때문에, 실시예의 회절 스펙트럼과 반응의 불순물로서 존재할 가능성이 있는 γ -산화갈륨과 구분하기 어려웠다.

[84] (실험예 3)

[85] 실시예 1 내지 5에 대하여, 전자 현미경을 이용하여 각 샘플에 대해 촬영하고, 각 이미지를 도 6에 나타내었으며, 각각의 아연 이온의 크기에 따른 수를 세어 그래프로 나타내었다. 도 6에 나타낸 바와 같이, 실시예 1에서 5로 반응이 진행이 될수록 입자의 평균 크기가 증가하고 있음을 확인할 수 있었다. 이를 도 2와 3과 연계하여, 검토하여 보면, 아연이 도핑된 질화갈륨 양자점에서 양자제한효과의 존재를 직접적으로 설명할 수 있다.

[86] (실험예 4)

[87] 실시예 1에 대하여 에너지 분산 스펙트럼을 측정하여 도 7에 나타내었다. 도 7에 도시된 바와 같이, 아연, 갈륨, 질소에 대한 피크가 관측되었다. 이를 통하여, 아연이 도핑된 질화갈륨 양자점이 형성되었음을 확인할 수 있었다.

[88] (실험예 5)

[89] 실시예 1에 대하여, 실리콘 웨이퍼 위에 필름을 만든 후, X선 광전자 스펙트럼을 측정하여, 갈륨 영역과 질소 영역에 대한 그래프를 도 8 및 도 9에 각각 나타내었다.

[90] 도 8 및 도 9에 도시된 바와 같이, X선 광전자 스펙트럼의 갈륨과 질소 영역의 결합 에너지를 분석한 결과, 실시예의 결과물에서 갈륨과 질소 원소가 서로 결합해서 결정을 이루고 있음을 확인할 수 있었다. 구체적으로는, X선 광전자 스펙트럼 측정 결과 갈륨의 3d 영역에서는 19.78 eV, 질소의 1s 영역에서는 397.3 eV의 결합 에너지를 가지는 것으로 확인이 되었는데, 이는 기존에 알려져있던 벌크 질화갈륨 반도체에서 측정되는 값과 정확히 일치하였다.

[91] (실험예 6)

[92] 실시예 1에 대하여, 산화알루미늄 웨이퍼 위에 스핀 코팅을 이용하여 필름을 제작한 후, 라만 스펙트럼을 측정하여, 이를 도 10에 나타내었다. 도 10에 도시한 바와 같이, 측정된 스펙트럼은 실시예의 물질에 γ 형태의 산화갈륨이 존재하지 않고, 질화갈륨만이 존재한다는 것을 확인해 준다. 또한 측정된 스펙트럼의 데이터가 도핑되지 않은 질화갈륨과 동일한 점으로 미뤄 보아, 도입된 아연 이온에 의해 결정 구조가 뒤트리지 않는다는 점 또한 확인할 수 있었다.

[93] (실험예 7)

[94] 다른 리간드와 결합된 질화갈륨 양자점의 특성을 확인하기 위하여, 아래와 같은 실험을 추가로 수행하였다.

[95] 유기 리간드가 없는 양자점 자체의 광학 성질을 관찰하기 위해서, 아연 도핑 질화갈륨으로 제작한 필름에 Cetyltrimethylammonium bromide (CTAB)을 처리해, 존재하고 있던 올레일아민 및 올레일산 리간드를 브로민 이온으로 모두 치환하였다. 브로민 이온으로 리간드를 치환한 질화갈륨 양자점의 UV-Vis 흡광 및 IR 흡광을 나타내는 그래프를 도 11 및 도 12에 각각 나타내었다.

[96] 도 11 및 도 12를 통하여, 리간드의 치환 여부는 FT-IR 스펙트럼에서 C-H의 진동 에너지에 해당하는 피크의 유무를 통해 확인할 수 있으며, 광학 성질은 자외선-가시광선 흡광기를 통해 확인할 수 있었다. 브로민 이온으로 리간드를 치환한 후에도 양자점 필름의 흡광은 그대로 유지되는 것을 확인할 수 있었다. 이는 용액 상태에서 관찰되었던 자외선 영역의 흡광이 리간드의 π 결합에서 기인하는 것이 아닌, 양자점 자체에서 발생하는 것임을 증명해 준다.

[97] 리간드로서, 올레일아민 대신 올레일 산(Oleic acid)로 치환하기 위해서는, 10% 부피 퍼센트의 올레일산-헥세인 용액에 실시예 1에서 합성된 아연 도핑 질화갈륨을 약한 열을 가해주면서 초음파 분산기를 통해 리간드의 치환을

촉진시켰다. 리간드의 치환이 완료된 후, 해당 용액에 다시 에탄올을 가해 양자점의 용해도를 감소시킨 후 원심분리기를 통해 올레일산 리간드가 결합된 양자점을 분리시켰다.

[98] 올레일아민과 올레일산 리간드와 각각 결합되고, 아연이 도핑된 질화갈륨 양자점에 대한 흡광 스펙트럼 측정하여 도 13에 나타내었다. 또한, 올레일아민 리간드와 결합되고, 아연이 도핑된 질화갈륨 양자점의 발광 스펙트럼을 측정하여 도 14에 나타내었다. 올레일산 리간드와 결합되고, 아연이 도핑된 질화갈륨 양자점의 발광 스펙트럼을 측정하여 도 15에 나타내었다.

[99] 그러나 형광의 경우, 아민 기반 리간드와 산 기반 리간드를 사용하였을 때 큰 차이를 보였다. 구체적으로, 아민 리간드를 사용한 경우 엑시톤 형광의 세기가 약하고 낮은 에너지 영역대에서 깊은 트랩 준위 관련 형광이 관찰되지만, 산 리간드의 경우 낮은 에너지의 형광은 관찰되지 않고 엑시톤 픽만 강하게 관측되었다.

[100] 또한, 도 16을 통해 제시한 바와 같이, 아연이 도핑된 질화갈륨 양자점은 기판에 코팅된 박막 상태에서도 용액 상에서 보여 주었던 성질을 그대로 발현 수 있음을 확인할 수 있었다. 이는 본 발명에서 제시한 아연이 도핑된 질화갈륨 양자점은 기존의 지식을 통해 다양한 공학적 응용에 직접적으로 활용할 수 있음을 제시한다.

[101] 이러한 실험예들을 통하여, 본 출원의 제조 방법에 의하여, 아연이 도핑된 질화갈륨 양자점을 제공할 수 있음을 확인할 수 있었다.

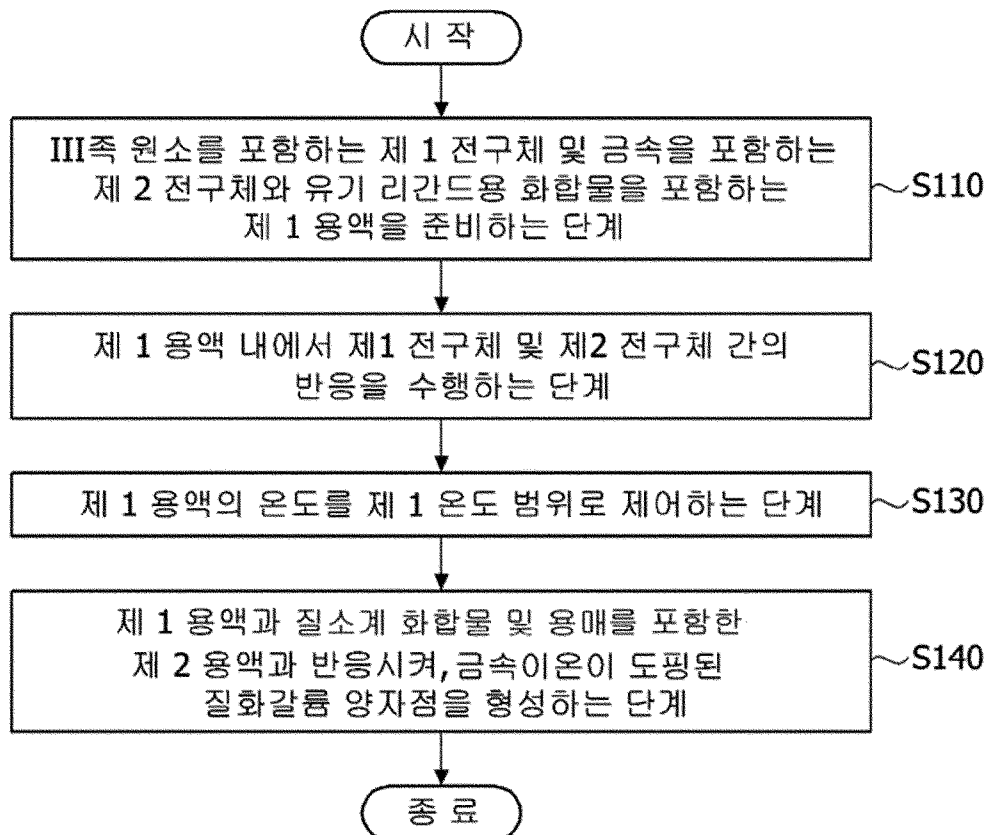
[102] 이상, 구현예 및 실시예를 들어 본 발명을 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 상기 구현예들에 한정되지 않으며, 여러 가지 다양한 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 기술적 사상 내에서 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 여러 가지 많은 변형이 가능함이 명백하다. 또한, 청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 당 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 형태의 치환, 변형 및 변경이 가능할 것이며, 이 또한 본 발명의 범위에 속한다고 할 것이다.

청구범위

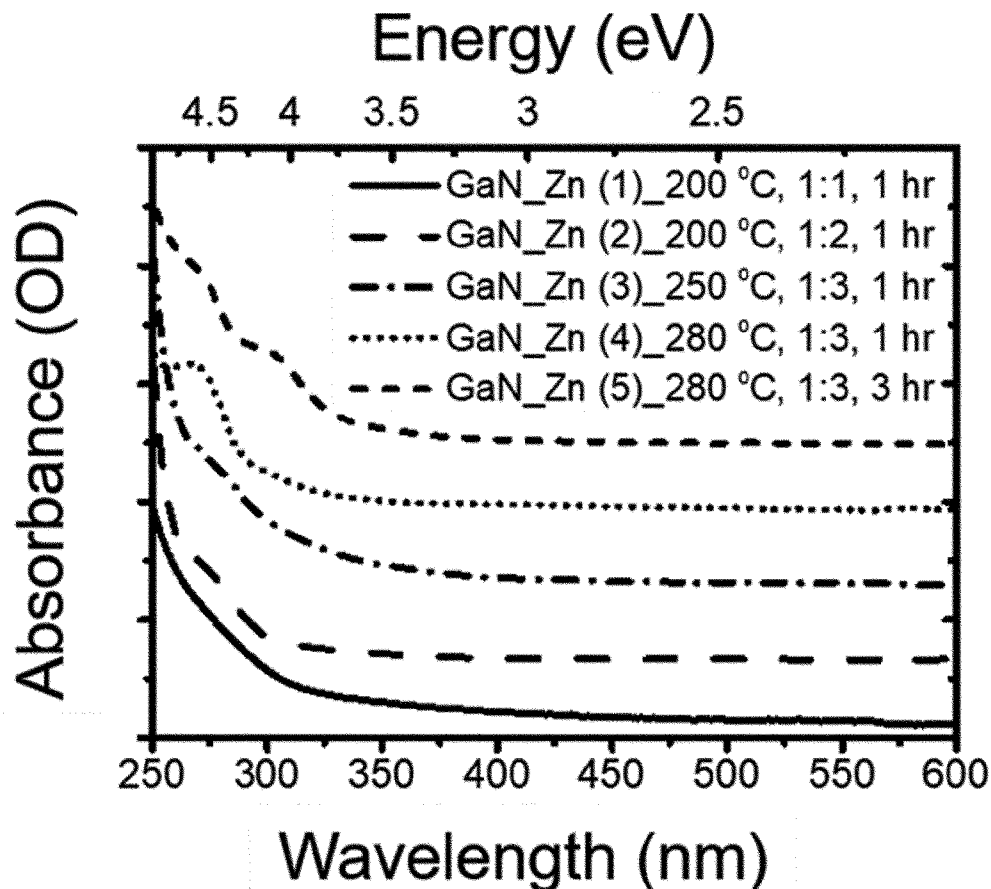
- [청구항 1] III족 원소를 포함하는 제 1 전구체 및 금속을 포함하는 제 2 전구체와 리간드용 화합물을 포함하는 제 1 용액을 준비하는 단계;
상기 제 1 용액 내에서 상기 제1 전구체 및 상기 제2 전구체 간의 반응을 수행하는 단계;
상기 제 1 용액의 온도를 제 1 온도 범위로 제어하는 단계; 및
상기 제 1 용액과 질소계 화합물을 용매에 용해시킨 제 2 용액과 반응시켜, 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점을 형성하는 단계를 포함하는 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점의 제조방법.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서, 상기 제 1 전구체는 할로젠화갈륨을 포함하는 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점의 제조방법.
- [청구항 3] 제 2 항에 있어서, 상기 할로젠화갈륨은 삼염화갈륨(GaCl_3), 삼브롬화갈륨(GaBr_3) 및 삼요오드화갈륨(GaI_3)으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 하나를 포함하는 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점의 제조방법.
- [청구항 4] 제 1 항에 있어서, 상기 제 2 전구체는 아연(Zn), 마그네슘(Mg) 및 인듐(In)으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 하나를 포함하는 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점의 제조방법.
- [청구항 5] 제 1 항에 있어서, 상기 리간드용 화합물은 올레일아민(oleylamine)을 포함하는 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점의 제조방법.
- [청구항 6] 제 1 항에 있어서, 상기 제 1 온도 범위는 200 내지 280°C인 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점의 제조방법.
- [청구항 7] 제 1 항에 있어서, 상기 제 1 용액과 제 2 용액을 1 내지 3 시간 동안 반응시키는 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점의 제조방법.
- [청구항 8] 제 1 항에 있어서, 상기 제 2 용액은 리튬 헥사메틸다이실라자이드를 무수 헥세인을 포함하는 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점의 제조방법.
- [청구항 9] 제 1 항에 있어서, 상기 제 2 용액은 n-부틸리튬(n-butyllithium)과 테트라메틸에틸렌디아민(tetramethylethylenediamine)의 혼합물과 올레일아민을 포함하는 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점의 제조방법.
- [청구항 10] 제 1 항에 있어서, 상기 제조방법은 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점을 형성한 후,
상기 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점을 포함한 용액으로부터 원심분리 방법에 의하여, 불순물을 제거하는 단계;
상기 불순물이 제거된 용액과 에탄올을 혼합하는 단계; 및
상기 에탄올이 혼합된 용액으로부터 원심분리 방법에 의하여 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점을 분리하는 단계를 추가로 포함하는 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점의 제조방법.

- [청구항 11] 리간드가 표면에 결합된 질화갈륨 양자점으로서,
상기 질화갈륨 양자점에 금속이온이 도핑되어, 상기 질화갈륨의
띠틈전이 에너지가 낮아진, 금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점.
- [청구항 12] 제 11 항에 있어서, 상기 금속이온은 아연(Zn), 마그네슘(Mg) 및
인듐(In)으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 하나의 이온을 포함하는
금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점.
- [청구항 13] 제 11 항에 있어서, 상기 리간드는 올레일아민(oleylamine)을 포함하는
금속이온이 도핑된 질화갈륨 양자점.
- [청구항 14] 제 11 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항의 양자점을 포함하는 전자 소자.

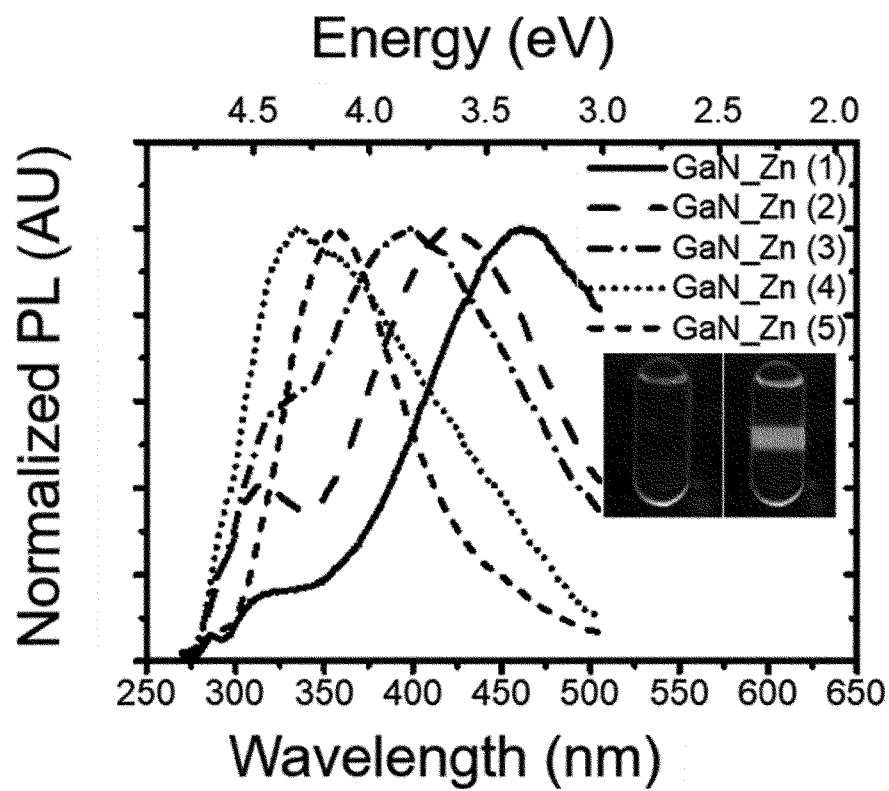
[도1]



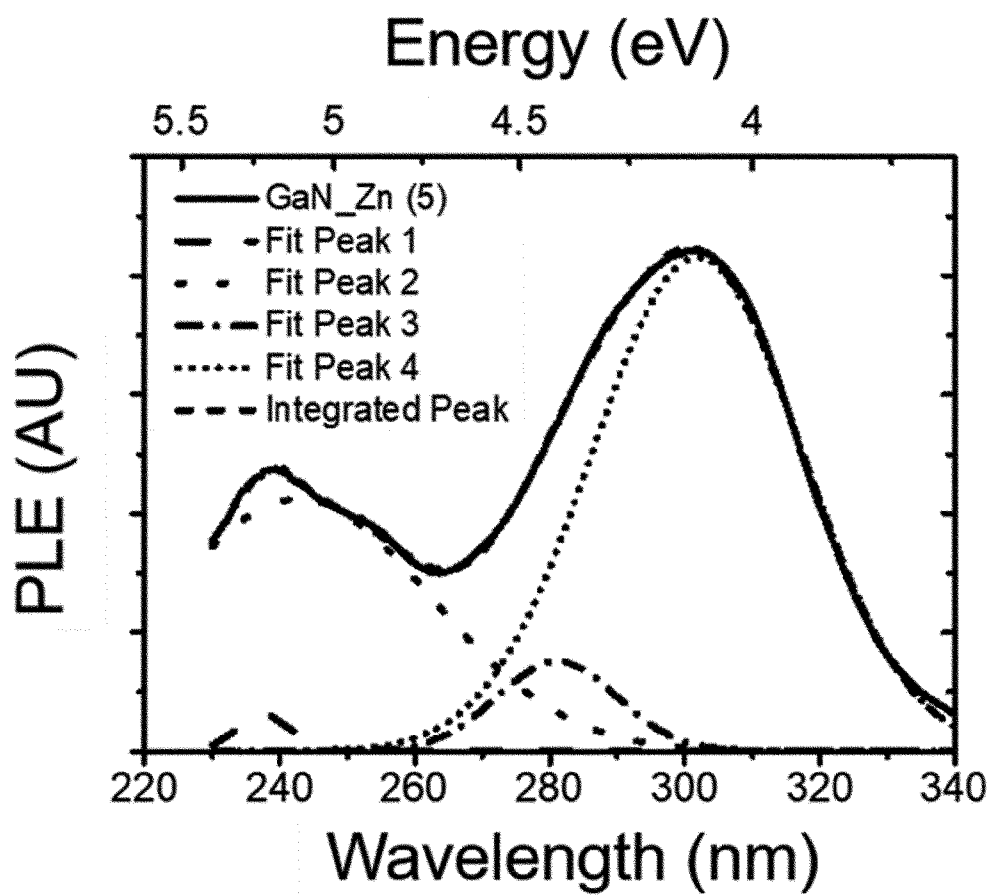
[도2]



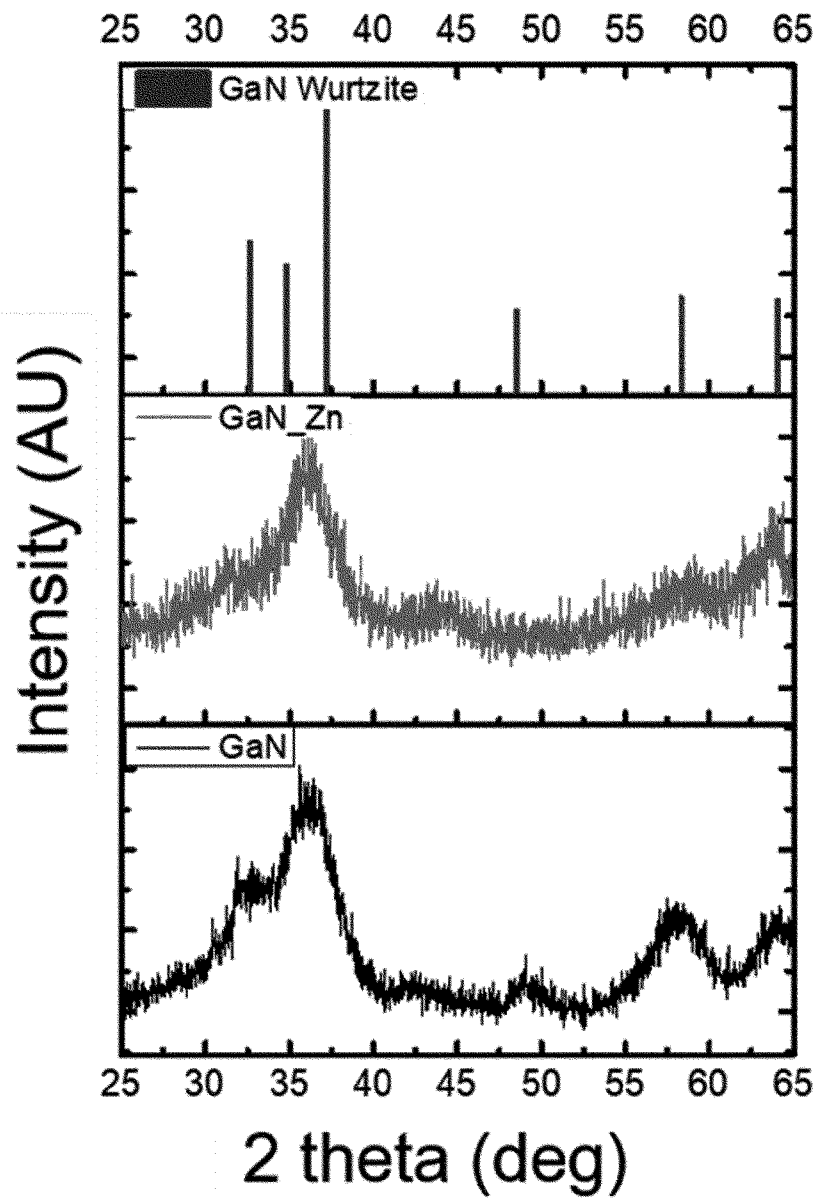
[도3]



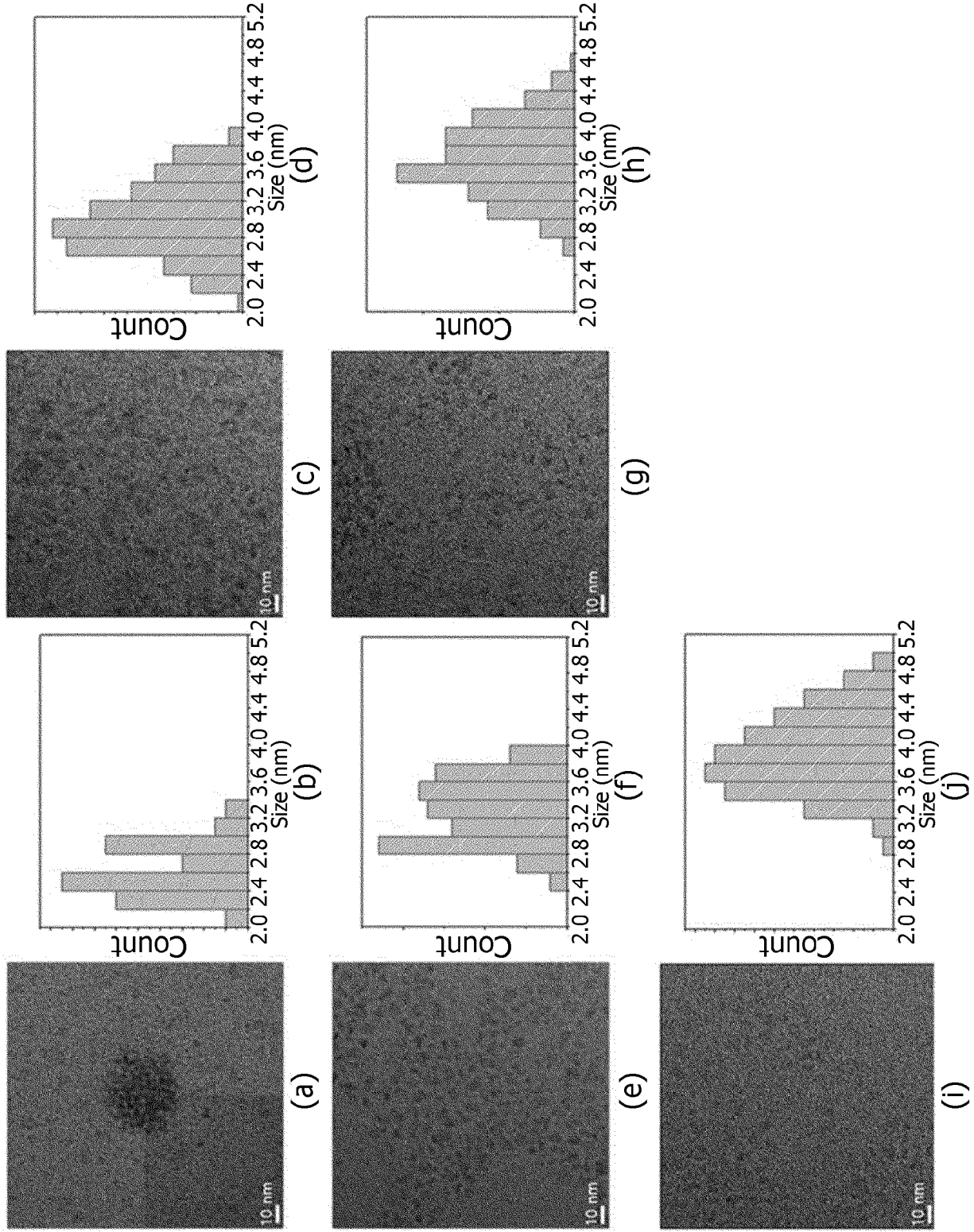
[도4]



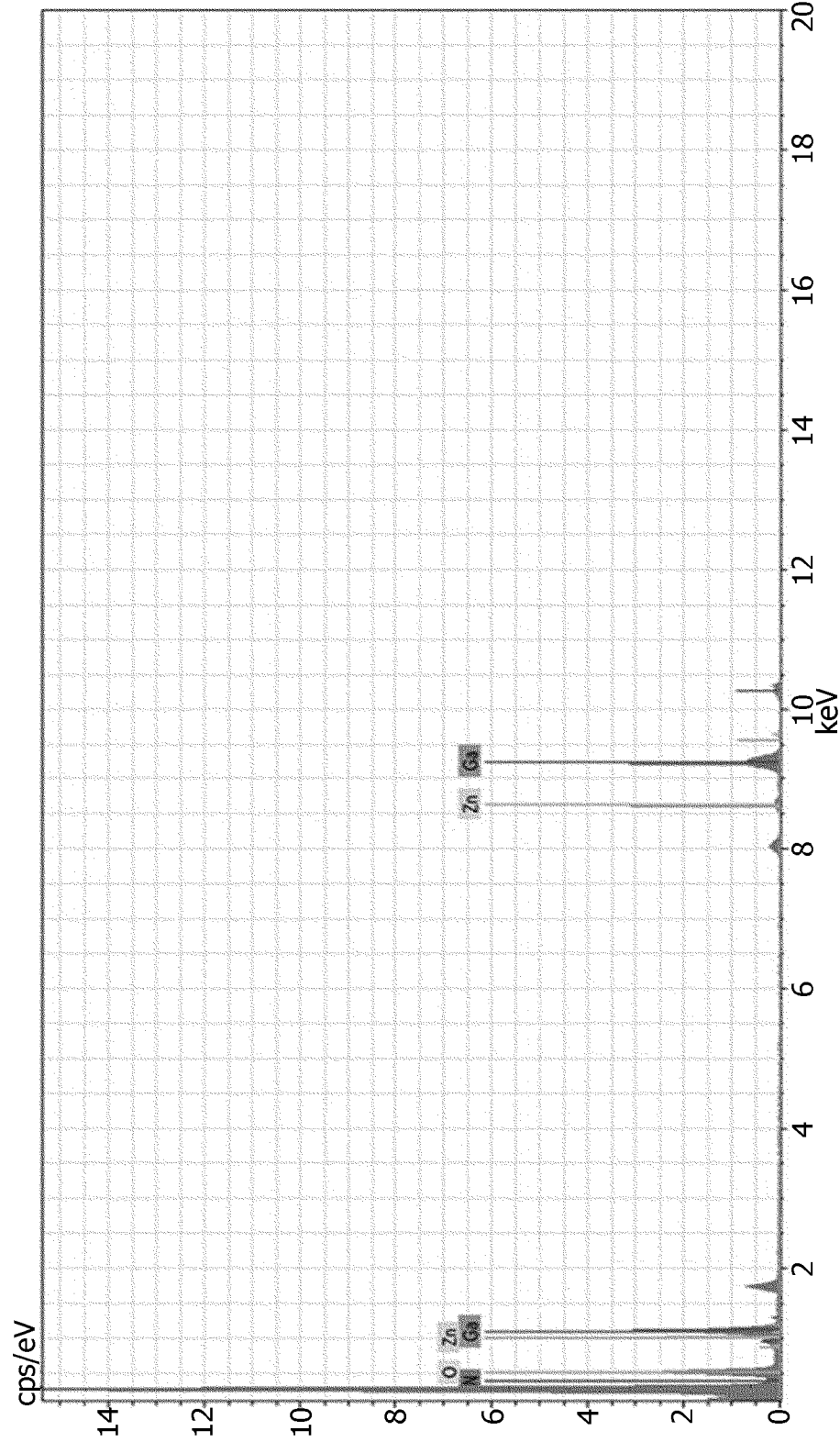
[도5]



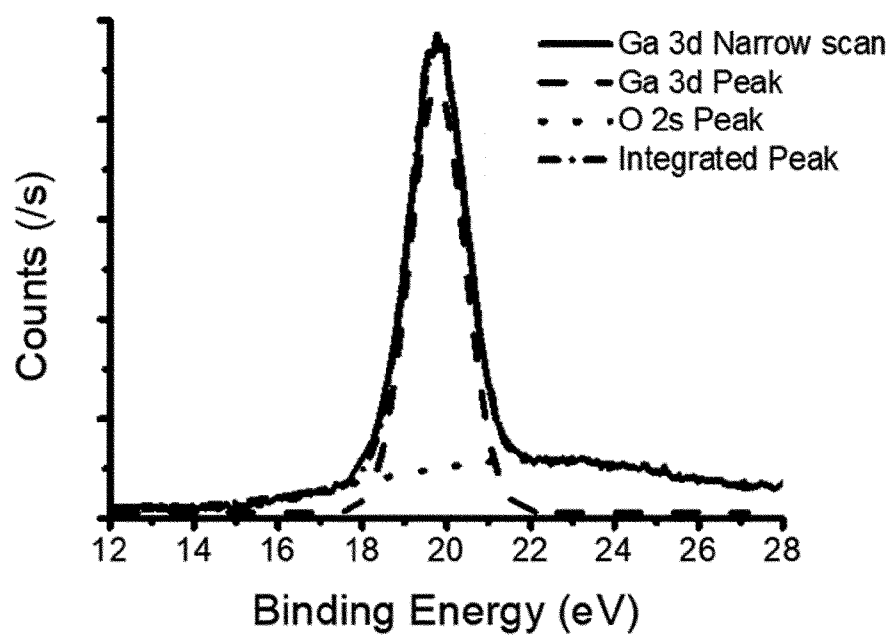
[도6]



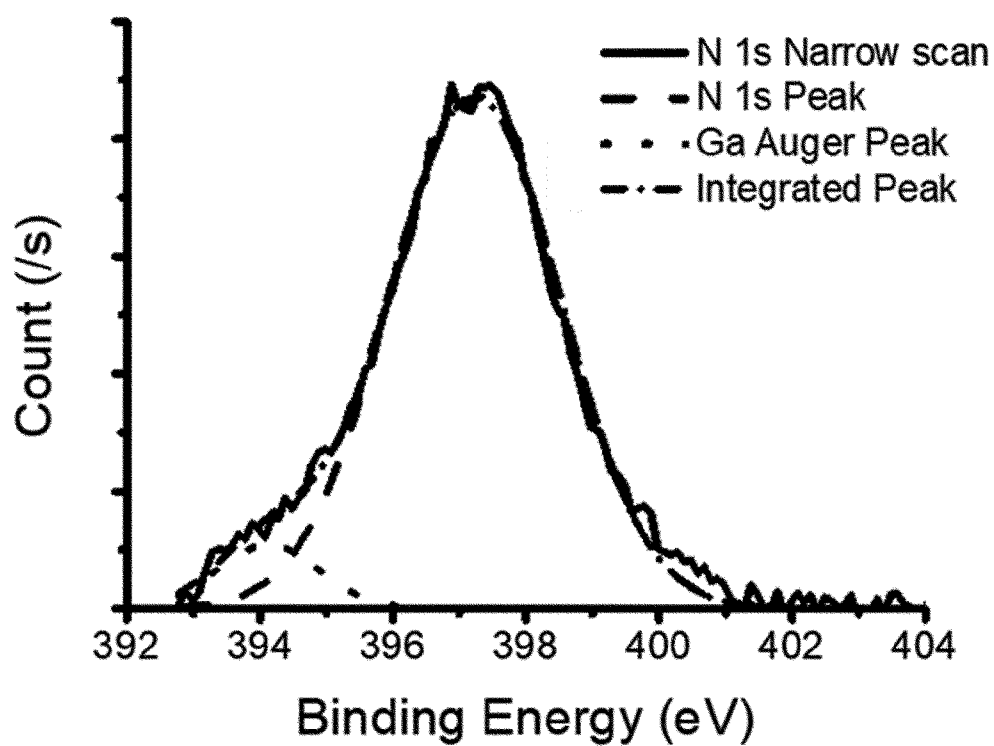
[도7]



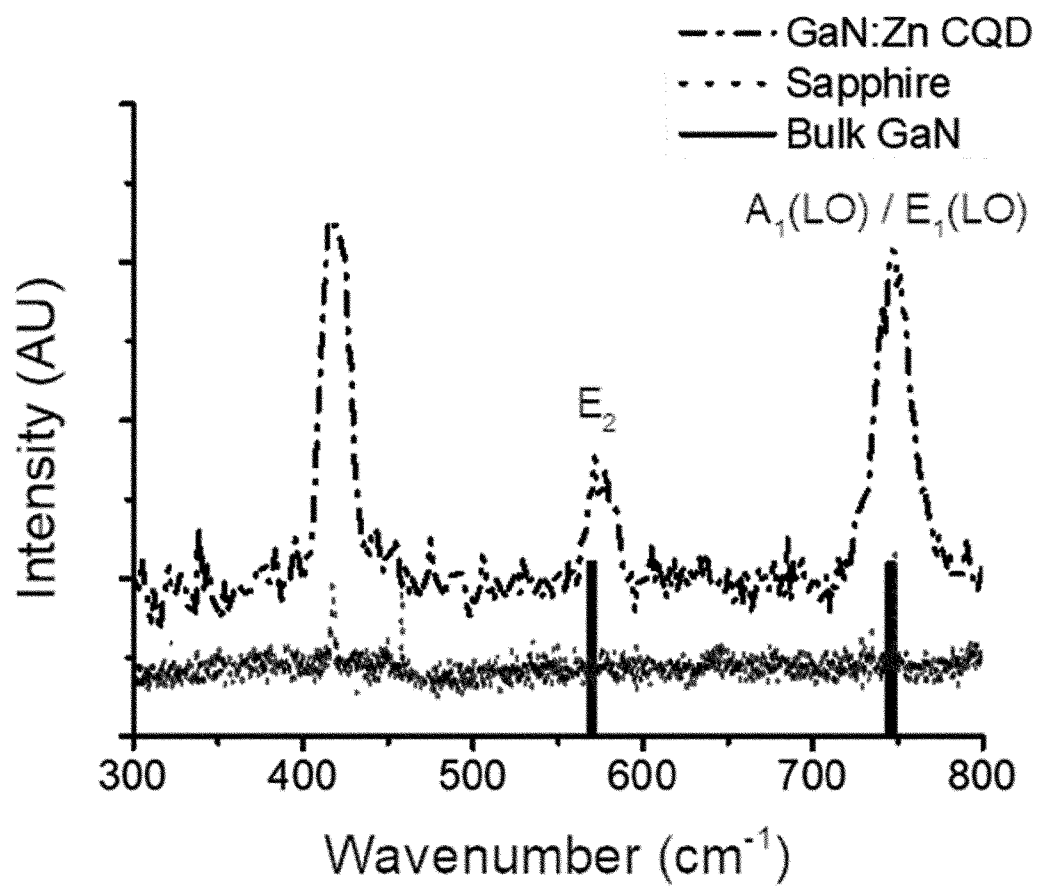
[도8]



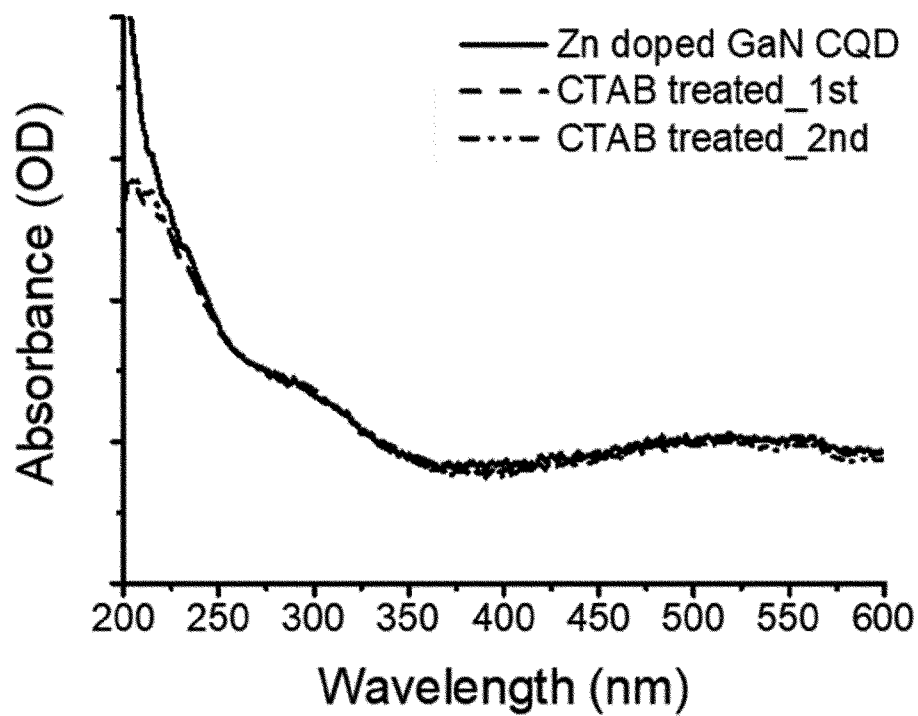
[도9]



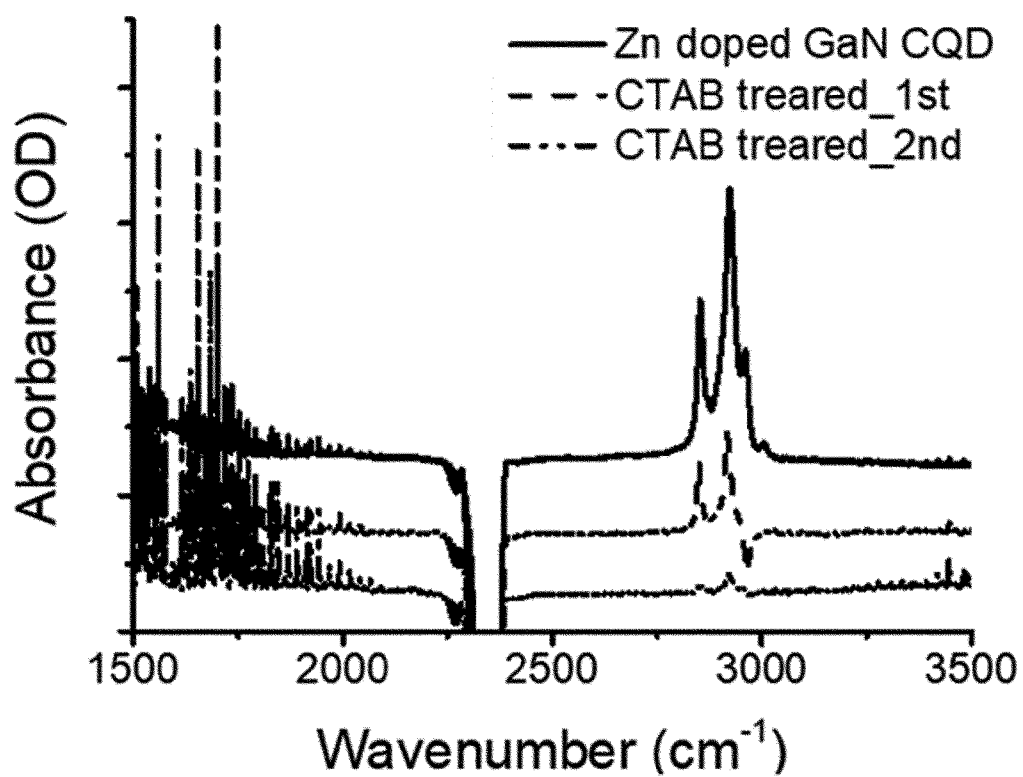
[도10]



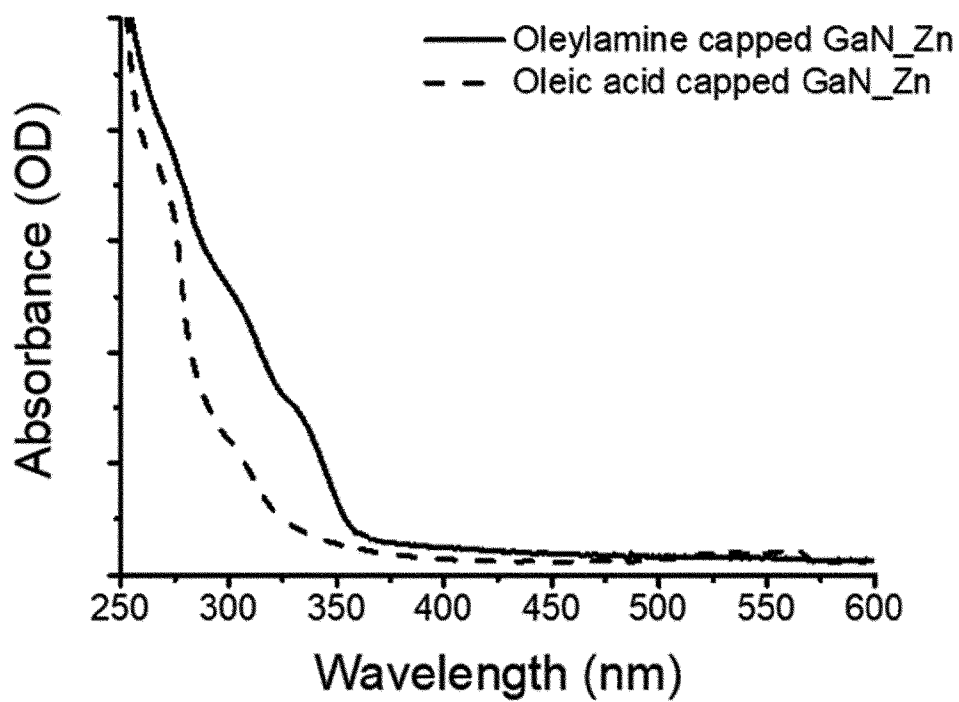
[도11]



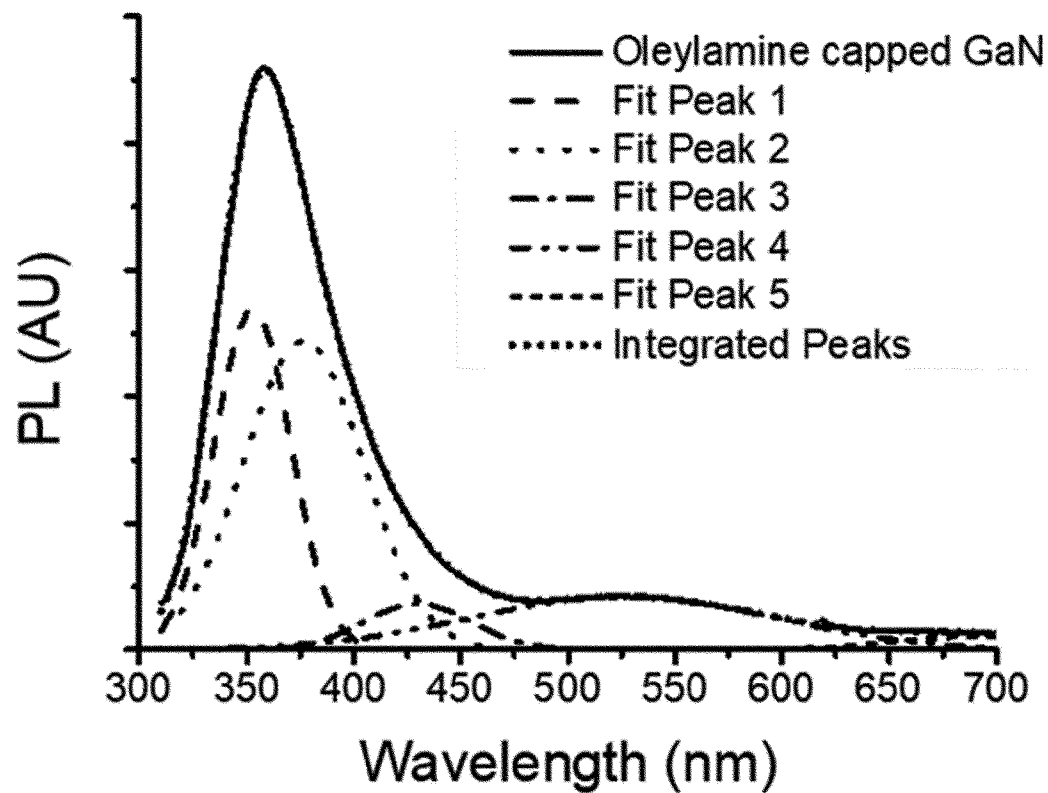
[도12]



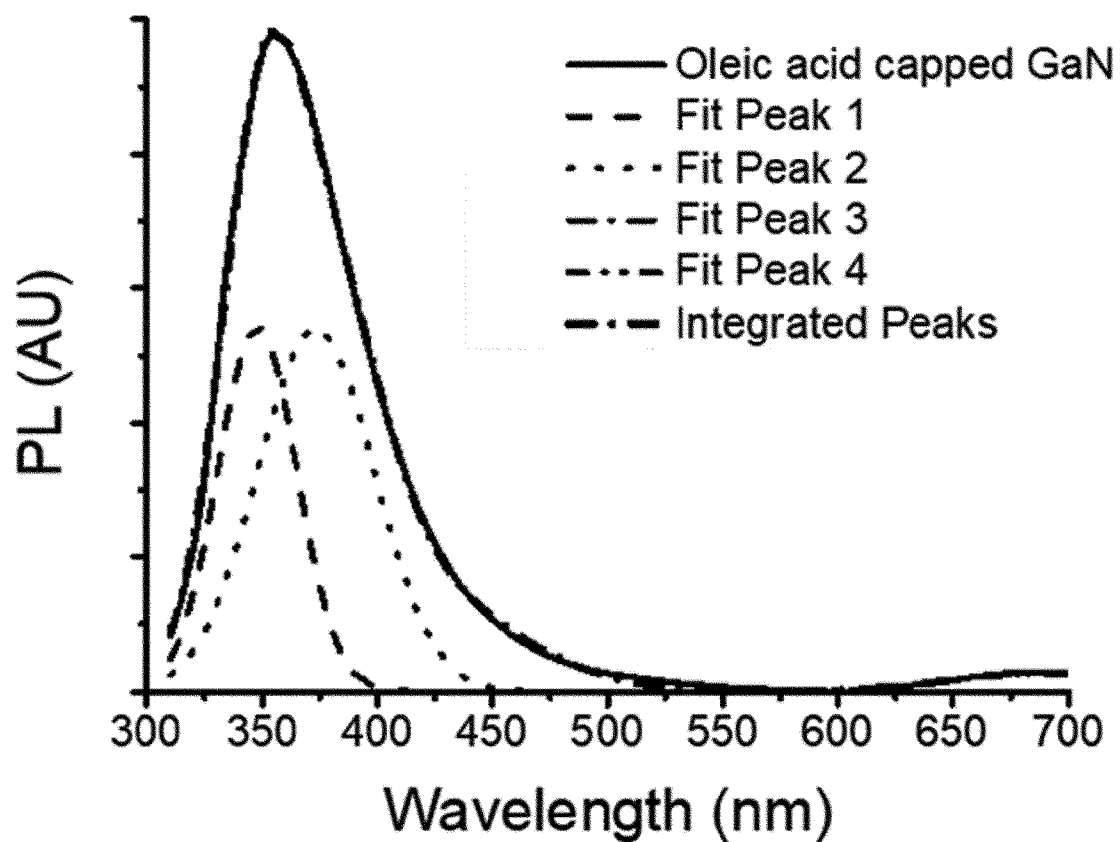
[도13]



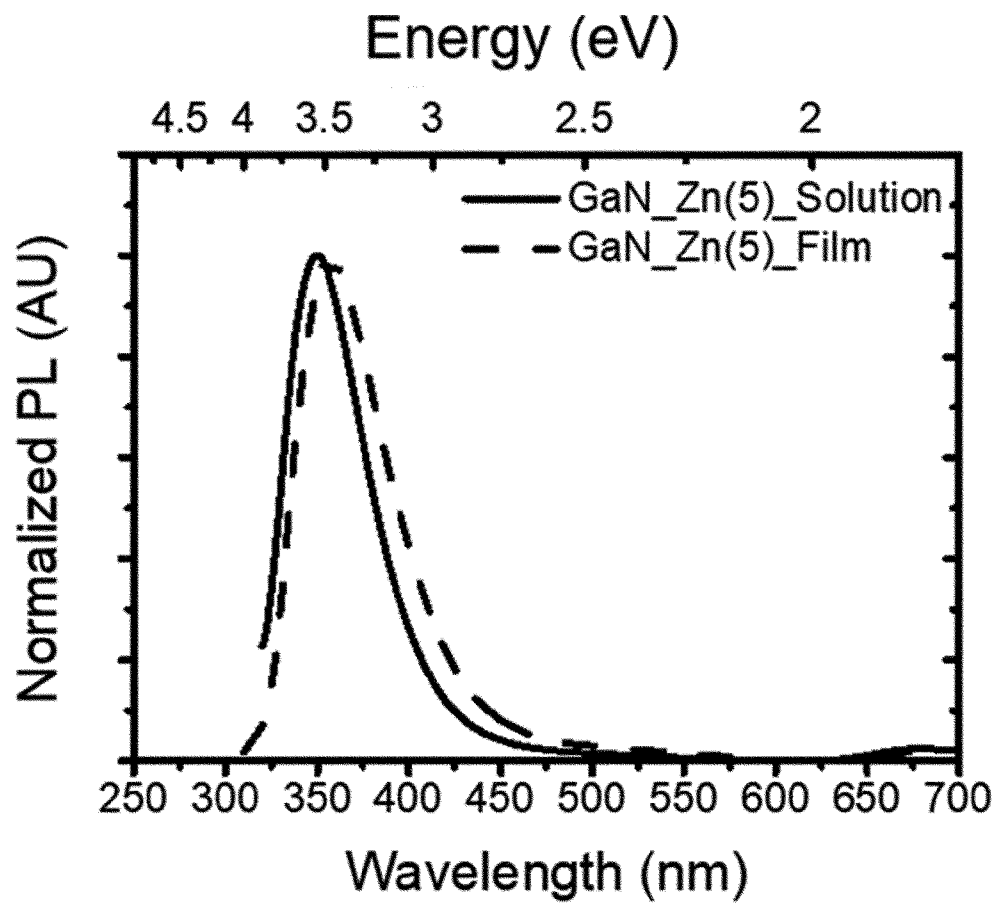
[도14]



[도15]



[도16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2019/005472

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C09K 11/02(2006.01)i, C01B 21/06(2006.01)i, C09K 11/08(2006.01)i, C09K 11/62(2006.01)i, B82Y 20/00(2011.01)n, B82Y 30/00(2011.01)n, B82Y 40/00(2011.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C09K 11/02; B82Y 20/00; C09K 11/56; C09K 11/58; H01L 33/00; H01L 33/04; H01L 33/06; C01B 21/06; C09K 11/08; C09K 11/62; B82Y 30/00; B82Y 40/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above

Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: gallium nitride, quantum dot, precursor, ligand, doping

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-1665450 B1 (UNIST(ULSAN NATIONAL INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY)) 13 October 2016 See paragraphs [0001], [0042]; and claims 1, 2, 15, 16.	1-14
Y	KR 10-2018-0033758 A (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) 04 April 2018 See paragraph [0027]; and claims 1, 8.	1-14
A	BHAT, S.V et al. Synthesis and optical properties of In-doped GaN nanocrystals. Solid state communications. 2007, vol. 141, pages 325-328 See the entire document.	1-14
A	KR 10-2009-0054410 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD. et al.) 29 May 2009 See the entire document.	1-14
A	KR 10-2015-0045196 A (TORAY CHEMICAL KOREA INC.) 28 April 2015 See the entire document.	1-14



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

07 AUGUST 2019 (07.08.2019)

Date of mailing of the international search report

08 AUGUST 2019 (08.08.2019)

Name and mailing address of the ISA/KR



Korean Intellectual Property Office
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsu-ro, Seo-gu,
Daejeon, 35208, Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2019/005472

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-1665450 B1	13/10/2016	None	
KR 10-2018-0033758 A	04/04/2018	KR 10-1971586 B1 WO 2018-056570 A1	18/06/2019 29/03/2018
KR 10-2009-0054410 A	29/05/2009	CA 2627823 A1 CN 101346827 A CN 101346827 B EP 2064751 A1 JP 2010-504627 A JP 5260502 B2 KR 10-1485890 B1 SG 174789 A1 US 2009-0302308 A1 US 8120012 B2 WO 2008-035447 A1	27/03/2008 14/01/2009 06/10/2010 03/06/2009 12/02/2010 14/08/2013 26/01/2015 28/10/2011 10/12/2009 21/02/2012 27/03/2008
KR 10-2015-0045196 A	28/04/2015	None	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

C09K 11/02(2006.01)i, C01B 21/06(2006.01)i, C09K 11/08(2006.01)i, C09K 11/62(2006.01)i, B82Y 20/00(2011.01)n, B82Y 30/00(2011.01)n, B82Y 40/00(2011.01)n

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

C09K 11/02; B82Y 20/00; C09K 11/56; C09K 11/58; H01L 33/00; H01L 33/04; H01L 33/06; C01B 21/06; C09K 11/08; C09K 11/62; B82Y 30/00; B82Y 40/00

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 질화갈륨(gallium nitride), 양자점(quantum dot), 전구체(precursor), 리간드(ligand), 도핑(doping)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-1665450 B1 (울산과학기술원) 2016.10.13 단락 [0001], [0042]; 및 청구항 1, 2, 15, 16 참조.	1-14
Y	KR 10-2018-0033758 A (고려대학교 산학협력단) 2018.04.04 단락 [0027]; 및 청구항 1, 8 참조.	1-14
A	BHAT, S.V 등, 'Synthesis and optical properties of In-doped GaN nanocrystals', Solid state communications, 2007, 141권, 페이지 325-328 전체 문헌 참조.	1-14
A	KR 10-2009-0054410 A (스미토모덴키고교가부시킴이이샤 등) 2009.05.29 전체 문헌 참조.	1-14
A	KR 10-2015-0045196 A (도레이케미칼 주식회사) 2015.04.28 전체 문헌 참조.	1-14

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2019년 08월 07일 (07.08.2019)

국제조사보고서 발송일

2019년 08월 08일 (08.08.2019)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



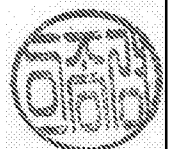
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

이종경

전화번호 +82-42-481-3360



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1665450 B1	2016/10/13	없음	
KR 10-2018-0033758 A	2018/04/04	KR 10-1971586 B1 WO 2018-056570 A1	2019/06/18 2018/03/29
KR 10-2009-0054410 A	2009/05/29	CA 2627823 A1 CN 101346827 A CN 101346827 B EP 2064751 A1 JP 2010-504627 A JP 5260502 B2 KR 10-1485890 B1 SG 174789 A1 US 2009-0302308 A1 US 8120012 B2 WO 2008-035447 A1	2008/03/27 2009/01/14 2010/10/06 2009/06/03 2010/02/12 2013/08/14 2015/01/26 2011/10/28 2009/12/10 2012/02/21 2008/03/27
KR 10-2015-0045196 A	2015/04/28	없음	