



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0119795
(43) 공개일자 2022년08월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C09K 11/65 (2006.01) G01J 1/42 (2006.01)
G01J 1/50 (2006.01) B82Y 15/00 (2017.01)
B82Y 40/00 (2017.01)

(52) CPC특허분류

C09K 11/65 (2013.01)
G01J 1/429 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0023058

(22) 출원일자 2021년02월22일

심사청구일자 2021년02월22일

(71) 출원인

부경대학교 산학협력단

부산광역시 남구 용소로 45, 부경대학교내 (대연동)

(72) 발명자

양현경

부산광역시 남구 신선로 365, 908호(용당동, 부경대학교용당캠퍼스 한미르관)

박진영

부산광역시 남구 신선로 365, 907호(용당동, 부경대학교용당캠퍼스 한미르관)

(74) 대리인

남진필, 박종수, 차상운

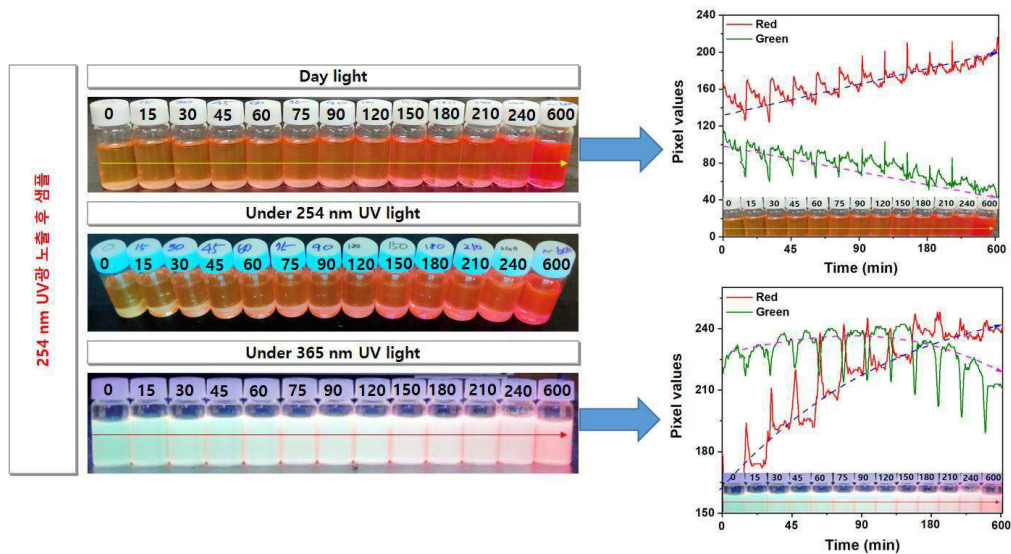
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 UV의 노출 누적량에 변색 특성을 보이는 탄소양자점 제조 방법 및 이를 포함하는 변색 센서

(57) 요약

본 발명은 UV의 노출 누적량에 변색 특성을 보이는 탄소양자점 제조 방법 및 이를 포함하여 누적 UV 량을 표시하는 변색 센서에 관한 것으로, 상기 탄소양자점 제조 방법은 청색 잉크젯 프린터 염료, 우레아 및 유기 용매를 고압 반응기에서 용매열 합성(solvothermal reaction)함을 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

G01J 1/50 (2013.01)

B82Y 15/00 (2013.01)

B82Y 40/00 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

청색 잉크젯 프린터 염료, 우레아 및 유기 용매를 고압 반응기에서 용매열 합성(solvothermal reaction)함을 포함하는,

UV의 노출 누적량에 변색 특성을 보이는 탄소양자점 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 유기 용매는 DMF(Dimethylformamide), 에탄올, 사이클로헥세인(cyclohexane), 톨루엔, THF(Tetrahydrofuran) 및 벤젠 중에서 선택된 어느 하나 이상을 포함함을 특징으로 하는,

UV광의 노출 누적량에 변색 특성을 보이는 탄소양자점 제조 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 용매열 합성은 180℃ 이상 250℃ 이하의 온도에서 3 시간 이상으로 수행하는 것을 특징으로 하는,

UV의 노출 누적량에 변색 특성을 보이는 탄소양자점 제조 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 용매열 합성 후 얻어진 탄소양자점은 UV의 노출 누적량에 따라 색 또는 형광의 변화가 나타나는 것을 특징으로 하는,

UV의 노출 누적량에 변색 특성을 보이는 탄소양자점 제조 방법.

청구항 5

청색 잉크젯 프린터 염료, 우레아 및 유기 용매를 고압 반응기에서 용매열 합성하여 얻은 탄소양자점을 포함하는,

누적 UV량을 표시하는 변색 센서.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 변색 센서는 액상형임을 특징으로 하는,

누적 UV량을 표시하는 변색 센서.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 탄소양자점은 UV의 노출 누적량에 따라 색 또는 형광의 변화가 나타나는 것을 특징으로 하는,
누적 UV량을 표시하는 변색 센서.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 UV의 노출 누적량에 변색 특성을 보이는 탄소양자점 제조 방법 및 이를 포함하여 누적 UV 량을 표시하는 변색 센서에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 자외선은 태양광선 중 가시광선의 자색(보라색)보다 짧은 광선을 의미하며, 약어로 UV(Ultraviolet)이라 한다. 자외선은 파장에 따라 자외선A(UV-A; 315~400 nm), 자외선B(UV-B;280~315 nm), 자외선C(UV-C;100~280 nm)으로 구분된다.

[0003] 자외선이 인체에 조사되면 인체 면역계의 약화와 피부암 발생률 등이 증가하며 피부의 광노화를 일으킬 수 있다. 광노화는 피부가 지속적으로 자외선에 노출되면 색소침착증이 생기고 콜라겐과 엘라스틴이 감소해 피부탄력이 떨어지고 굵은 주름이 생기는 현상을 말한다. 또한, 오랜 시간 자외선에 노출되면 안구 노화가 빠르게 진행되어 백내장 등의 안구 질환을 유발할 수 있다.

[0004] 눈을 자외선으로부터 보호하기 위한 방법으로는 선글라스의 착용, 자외선 차단 필터를 안구에 삽입하는 방법 등이 알려져 있으며, 피부를 보호하기 위해서는 선크림을 바르는 방법이 활용되고 있다.

[0005] 하지만, 인체가 자외선에 얼마만큼 노출되었는지를 근본적으로 인지하기는 어려우며, 국내에 출시되어 있는 UV 표시기는 부피가 커 휴대가 불편하고, 실시간 광량 측정만이 가능할 뿐, 자외선의 조사 시간에 따른 누적 광량의 측정이 불가능한 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 일 목적은 UV의 노출 누적량에 변색 특성을 보이는 탄소양자점 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0007] 본 발명의 다른 목적은 상기 탄소양자점을 포함하여 누적 UV 량을 표시하는 변색 센서를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 실시예에 따른 UV의 노출 누적량에 변색 특성을 보이는 탄소양자점 제조 방법은 청색 잉크젯 프린터 염료, 우레아 및 유기 용매를 고압 반응기에서 용매열 합성(solvothermal reaction)함을 포함한다.

[0009] 일 실시예에서, 상기 유기 용매는 DMF(Dimethylformamide), 에탄올, 사이클로헥세인(cyclohexane), 톨루엔, THF(Tetrahydrofuran) 및 벤젠 중에서 선택된 어느 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0010] 일 실시예에서, 상기 용매열 합성은 180℃ 이상 250℃ 이하의 온도에서 3 시간 이상으로 수행하는 것이 바람직하다.

[0011] 일 실시예에서, 상기 용매열 합성 후 얻어진 탄소양자점은 UV의 노출 누적량에 따라 색 또는 형광의 변화가 나타날 수 있고, 이로 인해 인체에 조사되는 UV의 누적량을 시간에 따라 확인할 수 있어 UV 누적량을 표시하는 센서 물질로 활용될 수 있다.

[0012] 한편, 본 발명의 다른 실시 형태로 누적 UV 량을 표시하는 변색 센서를 들 수 있는데, 상기 누적 UV량을 표시하는 변색 센서는 청색 잉크젯 프린터 염료, 우레아 및 유기 용매를 고압 반응기에서 용매열 합성하여 얻은 탄소양자점을 포함한다.

[0013] 일 실시예에서, 상기 변색 센서는 액상형일 수 있고, 이로 인해 높은 휴대성을 가질 수 있다.

[0014] 또한, 상기 탄소양자점은 UV의 노출 누적량에 따라 색 또는 형광의 변화가 나타나, 인체에 조사되는 UV의 누적량을 시간에 따라 확인할 수 있다.

발명의 효과

[0015] 본 발명에 따르면, 청색 잉크젯 프린터 염료를 사용하여 용매열 합성법을 통해 UV의 노출 누적량에 변색 특성을 보이는 탄소양자점을 제조할 수 있다.

[0016] 상기 탄소양자점을 포함하는 변색 센서는 UV의 조사 시간에 따라 변색되는 특성을 보이며, 이로 인해 인체에 조사되는 UV의 누적량을 시간에 따라 확인할 수 있고, 액상형으로 제조되어 높은 휴대성을 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따라 합성된 탄소 양자점의 투과전자현미경 이미지를 도시한 것이다.

도 2는 본 발명의 실시예 1에 따른 탄소 양자점의 254 nm 파장의 UV 노출 시간에 따른 색 변화 및 형광 변화를 촬영한 이미지(좌측), 및 UV 노출 시간에 따른 색 변화 및 형광 변화를 화소값으로 나타낸 그래프(우측)이다.

도 3은 본 발명의 실시예 1에 따른 탄소 양자점의 365 nm 파장의 UV 노출 전후 시간에 따른 색 변화 및 형광 변화를 촬영한 이미지(좌측), 및 UV 노출 시간에 따른 색 변화 및 형광 변화를 화소값으로 나타낸 그래프(우측)이다.

도 4는 본 발명의 실시예 1 및 비교예 1에 따라 합성된 탄소양자점의 UV 광 조사 전후의 색 변화 및 형광 변화를 일광 및 365 nm 파장의 UV 하에서 각각 측정된 이미지와 PL 스펙트럼을 나타낸다.

도 5는 다양한 용매를 사용하여 합성한 탄소 양자점의 색 및 형광을 나타낸 이미지이다.

도 6a 내지 6h는 본 발명의 실시예 1-1 내지 1-5, 및 비교예 1-1 내지 1-3에 따라 합성된 탄소 양자점의 UV 노출 시간에 따른 색 변화 및 형광 변화를 촬영한 이미지를 도시한 것이다.

도 7은 다양한 색상의 잉크젯 프린터 염료를 사용하여 합성한 탄소 양자점의 색 및 형광을 나타낸 이미지이다.

도 8은 본 발명의 비교예 2-1 내지 2-3에 따라 합성된 탄소 양자점의 UV 노출 시간에 따른 색 변화 및 형광 변화를 촬영한 이미지를 도시한 것이다.

도 9는 본 발명의 실시예 3-1 내지 3-2, 비교예 3-1에 따라 합성된 탄소 양자점의 UV 노출 시간에 따른 색 변화 및 형광 변화를 촬영한 이미지를 도시한 것이다.

도 10a 는 Brother 사의 청색 잉크젯 프린터 염료를 사용하여 합성된 탄소 양자점의 365 nm 파장의 UV광 조사 전후의 용액의 색 변화 및 발광색의 변화를 나타낸 것이다.

도 10b는 Samsung 사의 청색 잉크젯 프린터 염료를 사용하여 합성된 탄소 양자점의 365 nm 파장의 UV광 조사 전후의 용액의 색 변화 및 발광색의 변화를 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.

[0019] 본 출원에서 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 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0020] 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 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의

미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

- [0021] 본 발명의 일 실시예에 따른 UV의 노출 누적량에 변색 특성을 보이는 탄소양자점 제조 방법은 청색 잉크젯 프린터 염료, 우레아 및 유기 용매를 고압 반응기에서 용매열 합성(solvothermal reaction)함을 포함한다.
- [0022] 일 실시예에서, 상기 청색 잉크젯 프린터 염료는 상용되는 제품들, 예컨대 Samsung 사, Brother 사 등에서 제조되는 청색 잉크젯 프린터 염료를 사용할 수 있다.
- [0023] 일 실시예에서, 상기 유기 용매는 DMF(Dimethylformamide), 에탄올, 사이클로헥세인(cyclohexane), 톨루엔, THF(Tetrahydrofuran) 및 벤젠 중에서 선택된 어느 하나 이상을 포함할 수 있다. 상기 유기 용매 존재 하에서 용매열 합성된 탄소양자점은 UV의 노출 누적량에 변색 특성을 보인다.
- [0024] 일 실시예에서, 상기 용매열 합성은 180℃ 이상 250℃ 이하의 온도에서 3 시간 이상으로 수행할 수 있다. 180℃ 미만으로 용매열 합성을 수행하는 경우, 우레아와 화학 반응하지 않아 붉은색 용액의 탄소양자점이 합성되며, 합성된 탄소양자점이 UV의 노출 전후의 색이 변하지 않는다. 250℃ 를 초과하여 용매열 합성을 수행하는 경우, 합성된 탄소양자점이 UV의 노출 전후의 색이 변화하지 않는 문제점이 발생한다.
- [0025] 또한, 충분한 반응이 이루어지도록 3 시간 이상 용매열 합성을 수행하는 것이 바람직하다. 3 시간 미만으로 용매열 합성을 진행하면 탄소 양자점의 합성이 이루어지지 않을 수 있다.
- [0026] 위와 같이, 본 발명은 청색 잉크젯 프린터 염료를 사용하여 용매열 합성법을 통해 UV의 노출 누적량에 변색 특성을 보이는 탄소양자점을 제조할 수 있다.
- [0027] 상기 용매열 합성 후 얻어진 탄소양자점은 UV의 노출 누적량에 따라 색 또는 형광의 변화가 나타나기 때문에, 인체에 조사되는 UV의 누적량을 시간에 따라 확인할 수 있어 UV 누적량을 표시하는 센서 물질로 활용될 수 있다.
- [0028] 한편, 본 발명의 다른 실시 형태로 청색 잉크젯 프린터 염료, 우레아 및 유기 용매를 고압 반응기에서 용매열 합성하여 얻은 탄소양자점을 포함하는 누적 UV 량을 표시하는 변색 센서를 들 수 있다.
- [0029] 일 실시예에서, 상기 변색 센서는 액상형일 수 있고, 이로 인해 높은 휴대성을 갖는다. 예를 들어, 상기 변색 센서는 탄소양자점이 정제수 또는 DMF 에 용해된 액상형일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0030] 일 실시예에서, 상기 탄소 양자점은 UV의 노출 누적량에 따라 색 또는 형광의 변화가 나타나기 때문에, 인체에 조사되는 UV의 누적량을 시간에 따라 확인할 수 있다.
- [0031] 이하 본 발명의 다양한 실시예들 및 실험예들에 대해 상술한다. 다만, 하기의 실시예들은 본 발명의 일부 실시예에 불과한 것으로서, 본 발명이 하기 실시예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 아니된다.
- [0033] [실시예 1]
- [0034] 35 mL의 DMF(Dimethylformamide), 4 mL의 청색 잉크젯 프린터 염료(High Density INK, (주)지오테크링크), 1g의 우레아를 비커에 도입한 후 혼합될 때까지 충분히 교반시켰다. 이후 혼합용액을 오토클레이브 내로 옮긴 후, 200℃의 온도로 3 시간 동안 반응시켰다.
- [0035] 반응 종료 후, 오토클레이브를 서서히 냉각시키고, 멤브레인 필터를 사용하여 용액을 여과하여 합성된 탄소 양자점(실시예 1)을 수득하였다.
- [0036] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따라 합성된 탄소 양자점의 투과전자현미경 이미지를 도시한 것이다.
- [0037] 도 1에 나타나듯이, 탄소 양자점(실시예 1)은 구형을 가지며, 5 nm 이하의 입자 크기를 갖는다. 또한, 탄소 양자점은 그래파이트 탄소의 (002) 피크에 상응하는 0.31 nm의 격자 간격을 나타냈다.
- [0038] 이후, 탄소 양자점의 변색 특성 평가를 위해, 실시예 1에 따라 합성된 탄소 양자점 4 mL을 유리병에 담아 준비하였다.
- [0040] 탄소 양자점의 변색 특성

- [0041] 이후, 탄소 양자점의 UV 노출 시간에 따른 색(일광(Day light) 하에서) 및 형광(365 nm 하에서) 변화를 확인하기 위해, 탄소 양자점 용액을 각각 254 nm, 365 nm 파장의 UV 광에 600 분 동안 노출시키고, UV 노출 시간에 따른 탄소 양자점의 색 변화 및 형광 변화를 일광 및 365 nm 파장의 UV 하에서 각각 측정하였다.
- [0042] 도 2는 본 발명의 실시예 1에 따른 탄소 양자점의 254 nm 파장의 UV 노출 시간에 따른 색 변화 및 형광 변화를 촬영한 이미지(좌측), 및 UV 노출 시간에 따른 색 변화 및 형광 변화를 화소값으로 나타낸 그래프(우측)이다.
- [0043] 도 2를 보면, 일광 하에서 본 발명의 탄소 양자점은 UV 노출 시간에 따라 점차적으로 적색이 짙어지고, 녹색은 감소하는 변색 특성을 보이는 것을 확인할 수 있다.
- [0044] 또한, 365 nm 파장 하에서 형광 변화를 보면, UV 노출 시간에 따라 점차적으로 적색이 짙어지고, 녹색은 감소하는 변색 특성을 나타내는 것을 관찰할 수 있다.
- [0045] 도 3은 본 발명의 실시예 1에 따른 탄소 양자점의 365 nm 파장의 UV 노출 전후 시간에 따른 색 변화 및 형광 변화를 촬영한 이미지(좌측), 및 UV 노출 시간에 따른 색 변화 및 형광 변화를 화소값으로 나타낸 그래프(우측)이다.
- [0046] 도 3을 참조하면, 위의 결과와 유사하게 탄소 양자점은 일광 하에서 UV 노출 시간에 따라 점차적으로 적색이 짙어지고, 녹색은 감소하는 변색 특성을 보였으며, 365 nm 파장 하에서 형광 변화 또한 UV 노출 시간에 따라 점차적으로 적색이 짙어지고, 녹색은 감소하는 변색 특성을 나타냈다.
- [0048] 우레아 유무에 따른 탄소양자점 특성 비교
- [0049] 용매열 합성 시 우레아 유무에 따른 탄소양자점의 특성을 비교하기 위해, 우레아를 미첨가한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 탄소양자점을 합성(이하, 비교예 1로 명명)하였다.
- [0050] 이후, 실시예 1 및 비교예 1에 따라 합성된 탄소양자점의 UV 광 조사 전후의 색 변화 및 형광 변화를 일광 및 365 nm 파장의 UV 하에서 각각 측정한 이미지와 PL 스펙트럼을 도 4에 나타냈다.
- [0051] 도 4에 나타나듯이, 실시예 1 및 비교예 1에 따른 탄소양자점의 색과 형광 색은 다르게 나타났으며, 우레아를 미첨가하여 합성한 탄소 양자점은 UV 광을 조사하여도 변화가 일어나지 않은 것을 확인할 수 있다.
- [0053] 용매 종류에 따른 탄소양자점 특성 비교
- [0054] 하기 표 1에 나타난 것처럼, 다양한 용매를 사용하여 실시예 1과 동일한 방법으로 탄소 양자점을 합성하였다.

표 1

	용매 종류
실시예 1	DMF
실시예 1-1	EtOH
실시예 1-2	Cyclohexane
실시예 1-3	Toluene
실시예 1-4	THF
실시예 1-5	Benzene
비교예 1-1	DI water
비교예 1-2	2-PrOH
비교예 1-3	Acetone

- [0056] 도 5는 다양한 용매를 사용하여 합성한 탄소 양자점의 색 및 형광을 나타낸 이미지이고, 도 6a 내지 6h는 본 발명의 실시예 1-1 내지 1-5, 및 비교예 1-1 내지 1-3에 따라 합성된 탄소 양자점의 UV 노출 시간에 따른 색 변화 및 형광 변화를 촬영한 이미지를 도시한 것이다.
- [0057] 실시예 1의 경우, 도 2에 나타나듯이 UV 노출 시간에 따라 점차적으로 적색이 짙어지고, 녹색은 감소하는 변색 특성을 보이는 것을 알 수 있다.
- [0058] 실시예 1-1의 경우, 도 6a에 나타나듯이 합성된 탄소양자점을 UV 광에 노출시키면 용액의 색이 약간

질어졌으며, UV 광 조사 전, 후 UV 여기광에서 발광색의 변화가 관찰되었다.

[0059] 실시예 1-2의 경우, 도 6b를 보면 합성된 탄소양자점을 UV 광에 노출시켜도 용액의 색은 변화하지 않았으나, 광 반응한 탄소양자점은 UV 여기광에서 발광색이 청색 광에서 녹색 광으로 색 변화된 것을 관찰할 수 있다.

[0060] 실시예 1-3의 경우, 도 6c를 보면 합성된 탄소양자점을 UV 광에 노출시키면 광반응하여 용액 색이 붉은 색으로 변화하였으며, 광반응한 탄소양자점은 UV 여기광에서 발광색이 청색 광에서 녹색 광으로 색 변화된 것을 관찰할 수 있다.

[0061] 실시예 1-4의 경우, 도 6d를 보면 합성된 탄소양자점을 UV 광에 노출시키면 광반응하여 용액 색이 노란색에서 붉은 색으로 변화하였으며, 광반응한 탄소양자점은 UV 여기광에서 발광색이 녹색 광에서 주황색 광으로 색 변화된 것을 관찰할 수 있다.

[0062] 실시예 1-5의 경우, 도 6e에 나타나듯이 합성된 탄소양자점을 UV 광에 노출시켜도 용액 색의 변화는 없었으나, 광반응한 탄소양자점은 UV 여기광에서 발광색이 청색 광에서 노란색 광으로 색 변화되었다.

[0063] 반면, 비교예 1-1 내지 1-3의 경우, 도 6f - 6h 를 참조하면, 합성된 탄소양자점을 UV 광에 노출시켜도 용액의 색 변화가 없었으며, UV광 조사 전, 후 UV 여기광에서 발광색의 변화가 관찰되지 않았다.

[0065] 잉크젯 프린터 염료 색상에 따른 탄소양자점 특성 비교

[0066] 하기 표 2에 나타난 것처럼, 다양한 색상의 잉크젯 프린터 염료를 사용하여 실시예 1과 동일한 방법으로 탄소 양자점을 합성하였다.

표 2

	잉크젯 프린터 염료 색상
실시예 1	Blue
비교예 2-1	Yellow
비교예 2-2	Magenta
비교예 2-3	Black

[0068] 도 7은 다양한 색상의 잉크젯 프린터 염료를 사용하여 합성한 탄소 양자점의 색 및 형광을 나타낸 이미지이고, 도 8은 본 발명의 비교예 2-1 내지 2-3에 따라 합성된 탄소 양자점의 UV 노출 시간에 따른 색 변화 및 형광 변화를 촬영한 이미지를 도시한 것이다.

[0069] 실시예 1의 경우, 도 2에 나타나듯이 UV광 조사 전후에 용액의 색 변화 및 발광색의 변화가 관찰되었다.

[0070] 반면, 비교예 2-1 내지 2-3의 경우, 도 8에 나타난 것처럼 합성된 탄소양자점에 UV광을 조사하여도 용액의 색 변화나 발광색의 변화가 일어나지 않았다.

[0072] 합성 온도에 따른 탄소양자점 특성 비교

[0073] 하기 표 3에 나타난 것처럼, 합성 온도를 변화시킨 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 탄소 양자점을 합성하였다.

표 3

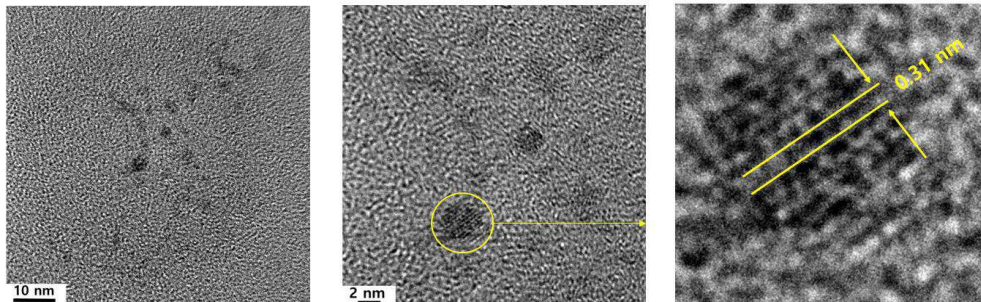
	합성 온도
실시예 1	200℃
실시예 3-1	180℃
실시예 3-2	250℃
비교예 3-1	160℃

[0075] 도 9는 본 발명의 실시예 3-1 내지 3-2, 비교예 3-1에 따라 합성된 탄소 양자점의 UV 노출 시간에 따른 색 변화 및 형광 변화를 촬영한 이미지를 도시한 것이다.

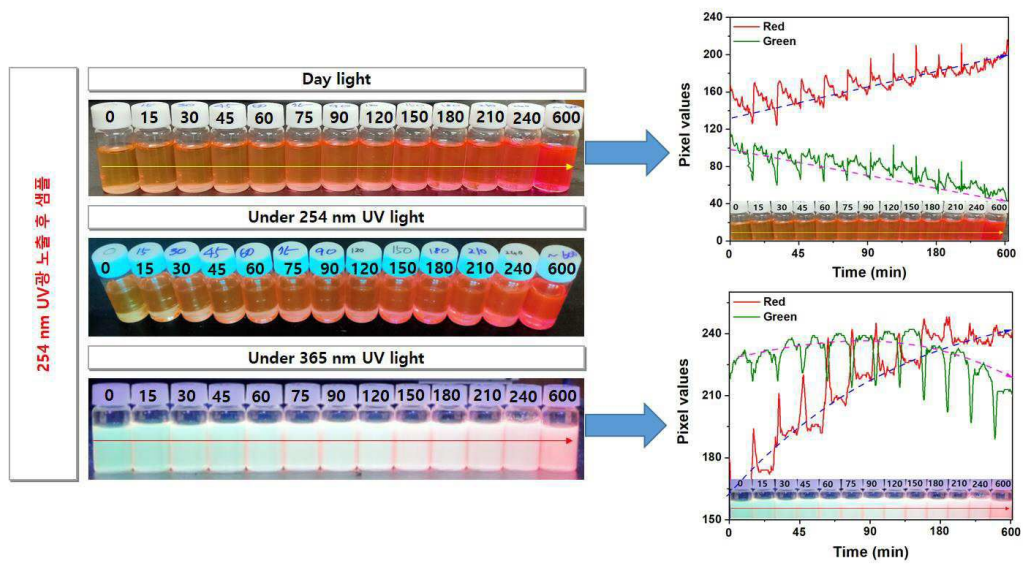
- [0076] 도 2 및 9 를 보면, 실시예 1, 3-1, 3-2 의 경우 합성된 탄소양자점은 UV광 조사 전후에 용액의 색 변화 및 발광색의 변화를 나타냈으나, 비교예 3-1(160℃)의 경우, 용액의 색 변화 및 발광색의 변화가 없는 것으로 관찰되었다.
- [0077] 이를 통해, 본 발명의 탄소양자점의 합성 가능 온도는 180℃ 내지 250 ℃ 로 정의할 수 있다.
- [0079] 잉크젯 프린터 염료 종류에 따른 탄소양자점 특성 비교
- [0080] Brother 사, Samsung 사의 청색 잉크젯 프린터 염료를 각각 사용하여, 실시예 1과 동일한 방법으로 탄소 양자점을 합성한 후, DMF 와 혼합한 용액(as-prepared)을 제조하였다. 다음으로, 탄소 양자점 용액(1ml)에 정제수(DI water) 및 DMF 4ml 를 각각 희석한 용액을 제조하였다.
- [0081] 이후, 365 nm 파장의 UV광 조사 전후의 용액의 색 변화 및 발광색의 변화를 확인하고, 그 결과를 도 10a 및 10b 에 도시하였다.
- [0082] Brother 사의 청색 잉크젯 프린터 염료를 사용한 결과인 도 10a를 보면, 합성한 탄소양자점이 UV 광원에 반응하여 용액의 색과 UV 여기광에서의 발광색이 변화된 것을 관찰할 수 있다.
- [0083] 유사하게, Samsung 사의 청색 잉크젯 프린터 염료를 사용하는 경우에도, 도 10b에 나타나듯이 합성한 탄소양자점이 UV 광원에 반응하여 용액의 색과 UV 여기광에서의 발광색의 변화가 관찰되었다.
- [0084] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면

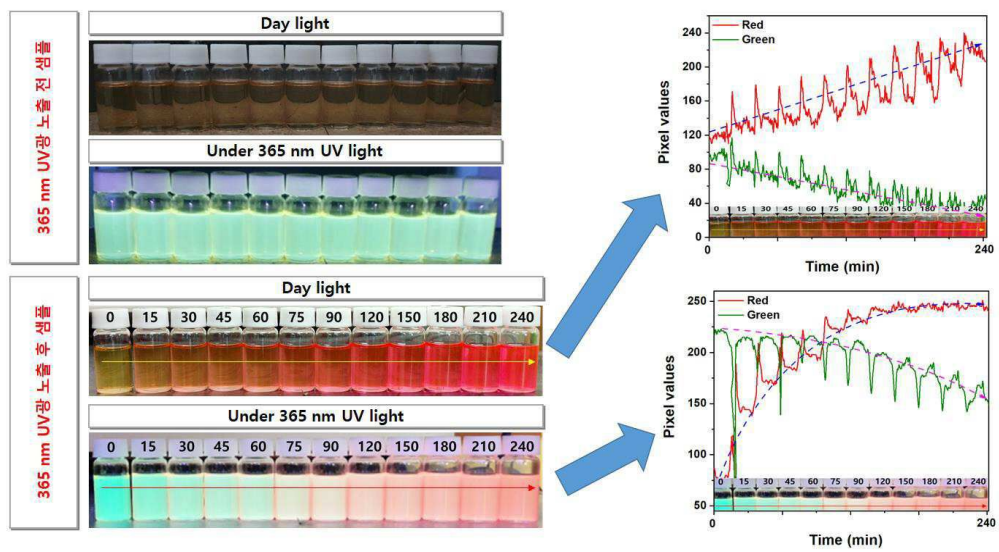
도면1



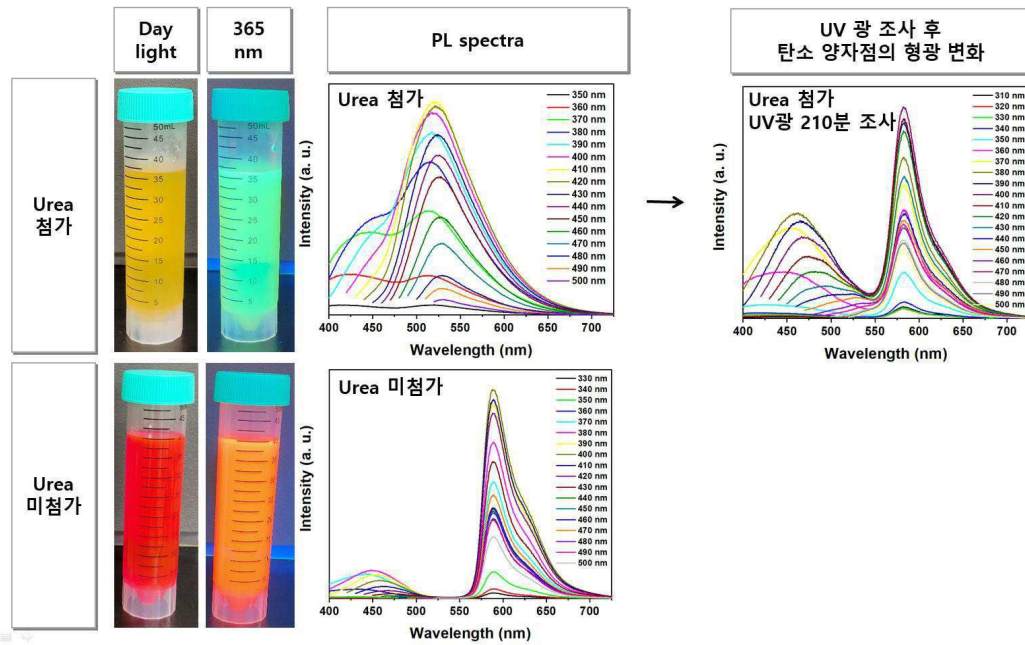
도면2



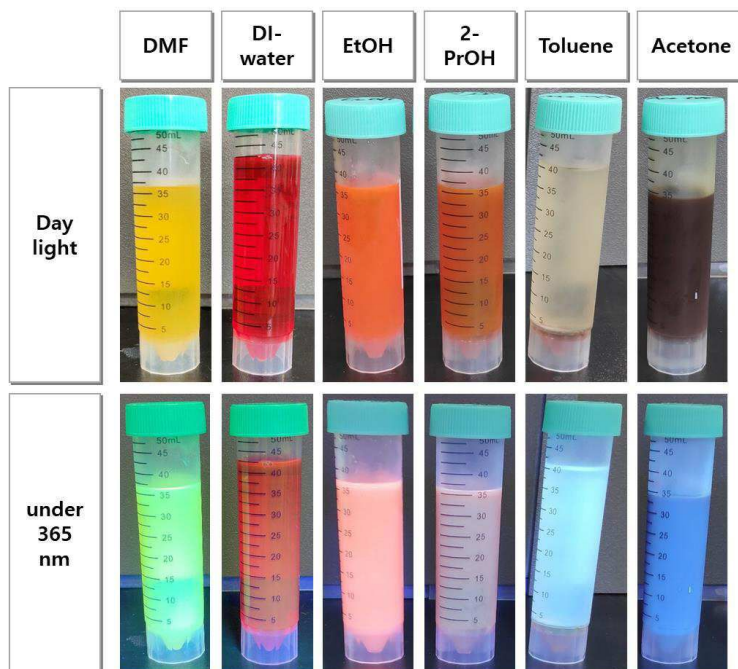
도면3



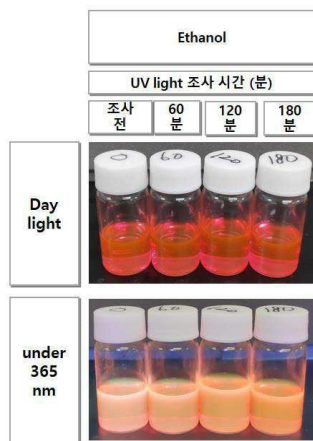
도면4



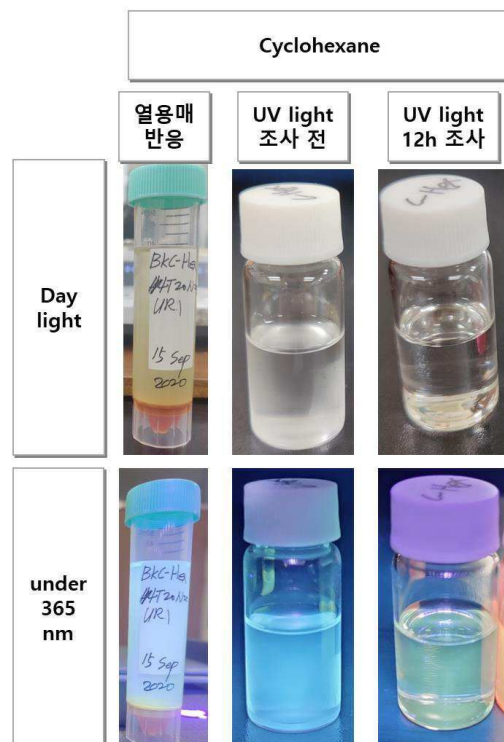
도면5



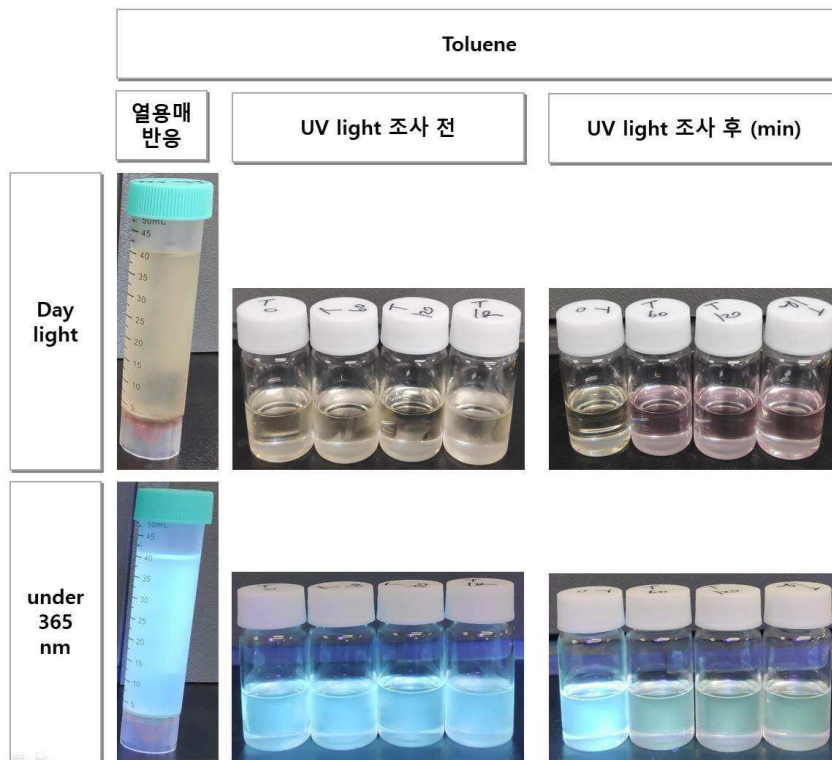
도면6a



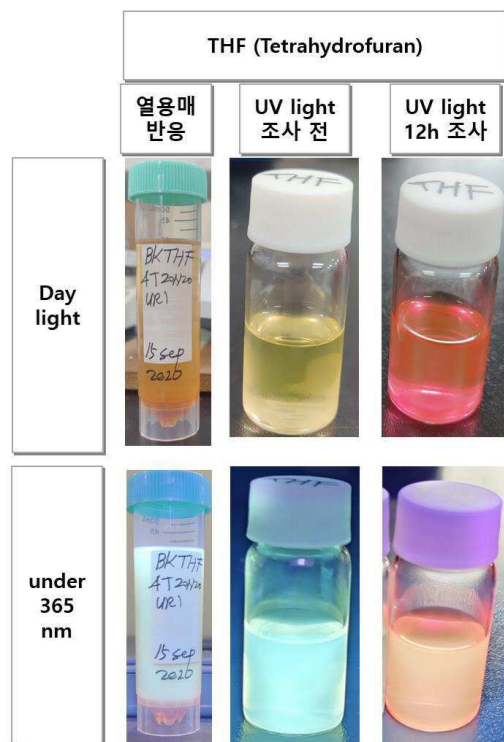
도면6b



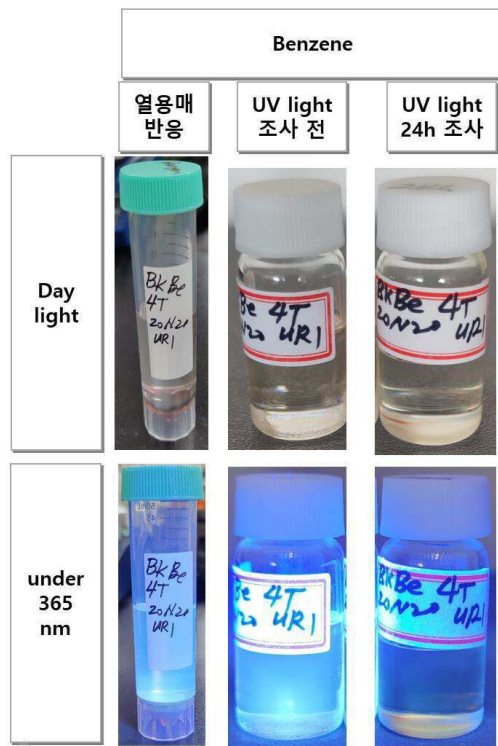
도면6c



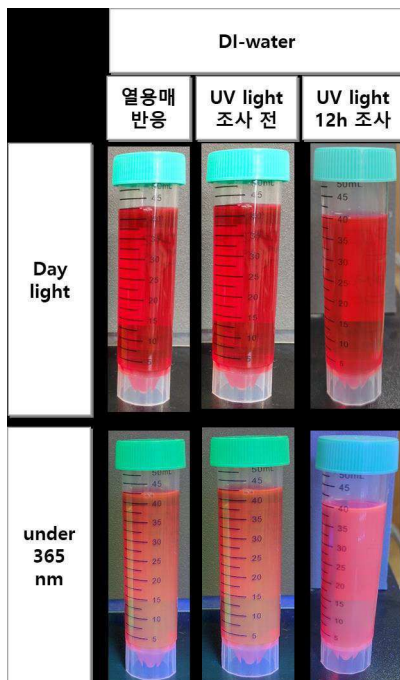
도면6d



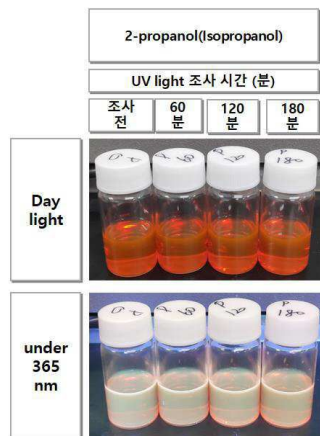
도면6e



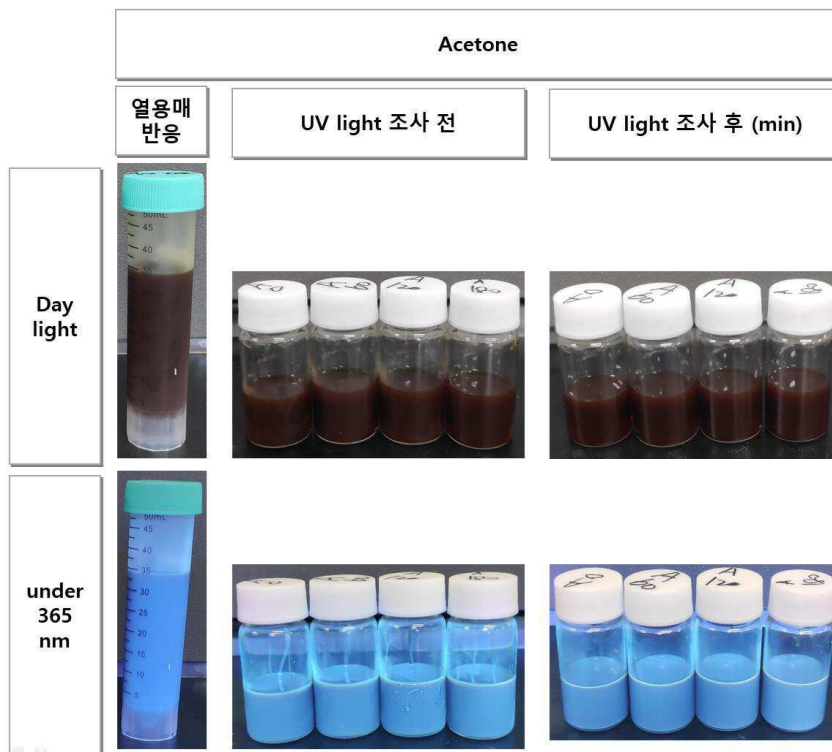
도면6f



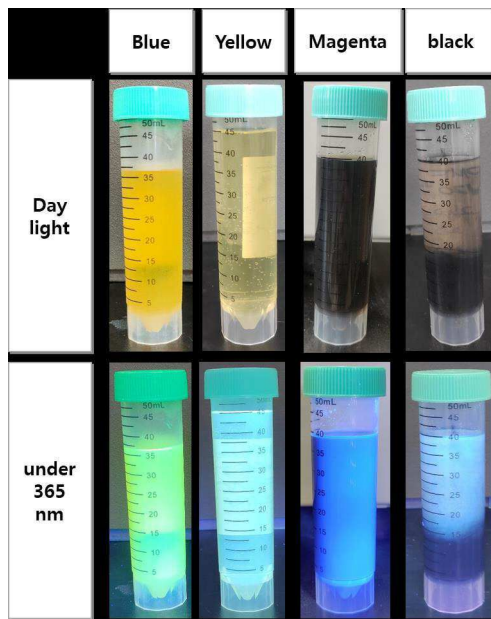
도면6g



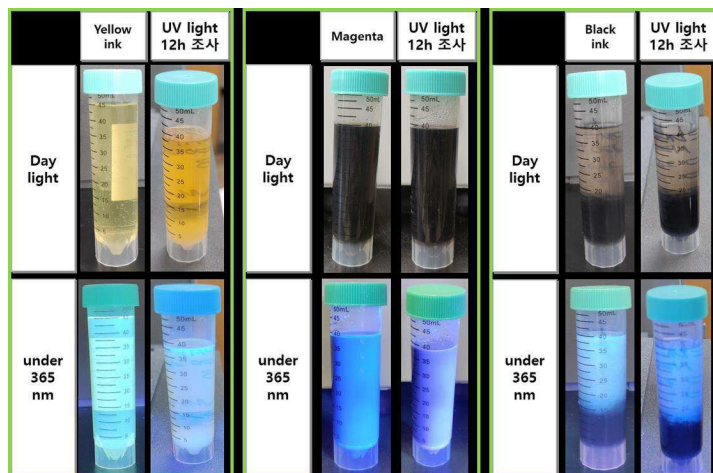
도면6h



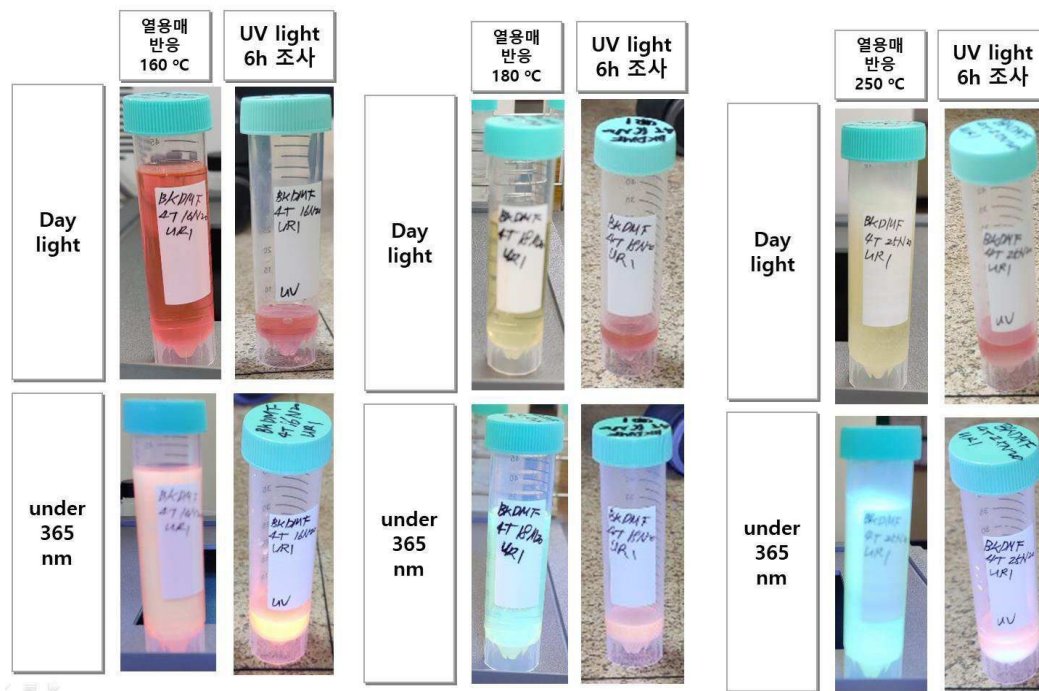
도면7



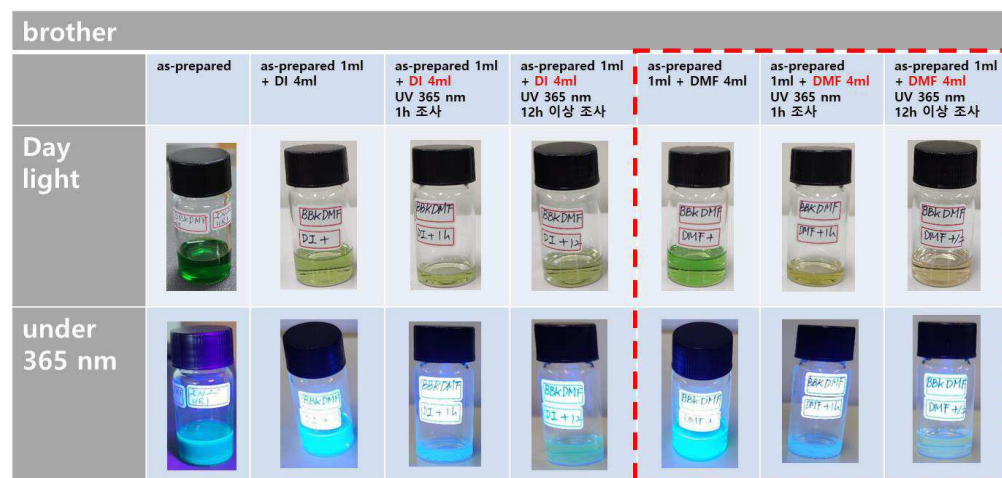
도면8



도면9



도면10a



도면10b

