



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

(45) 공고일자 2014년07월09일  
 (11) 등록번호 10-1416167  
 (24) 등록일자 2014년07월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 C07D 213/26 (2006.01) G01N 31/22 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2012-0151765  
 (22) 출원일자 2012년12월24일  
 심사청구일자 2012년12월24일  
 (65) 공개번호 10-2014-0082190  
 (43) 공개일자 2014년07월02일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR100862606 B1  
 KR1020110020455 A  
 KR1020110023505 A

(73) 특허권자  
 서울과학기술대학교 산학협력단  
 서울특별시 노원구 공릉로 232 (공릉동, 서울과학기술대학교)  
 (72) 발명자  
 김철  
 경기 성남시 분당구 분당로201번길 17, 111동 404호 (서현동, 효자촌현대아파트)  
 김경범  
 경기 수원시 장안구 파장천로58번길 77-3, 나동 406호 (파장동, 장안아파트)  
 이정아  
 서울 중랑구 신내로17길 41, (신내동, 신내7단지진로아파트)  
 (74) 대리인  
 한양특허법인

전체 청구항 수 : 총 10 항

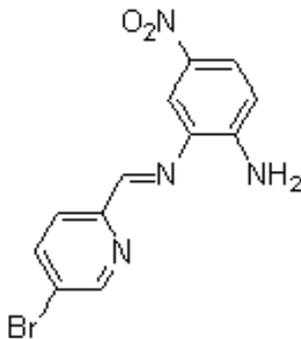
심사관 : 최원철

(54) 발명의 명칭 **신규한 이민계 화합물, 이를 이용한 수은 이온, 구리 이온 또는 플루오르 이온 검출제, 검출 방법 및 검출 장치**

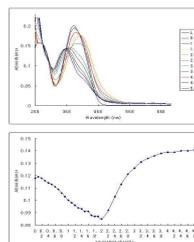
**(57) 요약**

본 발명은 노란색을 띄는 하기 화학식 1의 신규한 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 화합물을 합성하여, 색 및 UV 변화 분석을 통해 하나의 화합물로 수은 이온(Hg<sup>2+</sup>)은 무색으로, 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>)은 녹색으로, 플루오르 이온(F<sup>-</sup>)은 붉은 색으로 변화하는 것을 효과적, 정량적으로 탐지할 수 있는 리간드에 관한 것이다.

[화학식 1]



**대표도 - 도5**



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2012-0228

부처명 교육과학기술부

연구사업명 기초연구사업-일반연구자지원사업-기본연구지원사업(유형1)

연구과제명 생체모방 코발트와 망간착물을 이용한 유기물질의 산화반응

기여율 1/1

주관기관 한국연구재단

연구기간 2012.05.01 ~ 2013.04.30

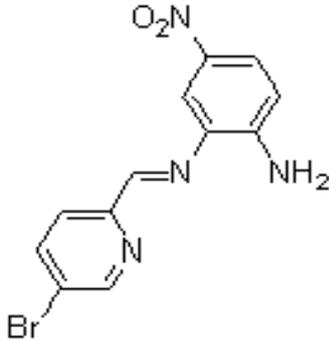
---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

하기 화학식 1의 (E)-N<sup>1</sup>-((5-브로모피리딘-2-일)메틸렌)-5-니트로벤젠-1,2-디아민 화합물.

[화학식 1]



**청구항 2**

4-니트로벤젠-1,2-디아민(4-Nitrobenzene-1,2-diamine)을 에탄올에 용해시킨 후, 상기 4-니트로벤젠-1,2-디아민이 용해된 용액과 5-브로모피리딘-2-카르발데하이드(5-bromopyridine-2-carbaldehyde)를 반응시키는 단계; 및

상기 반응 후의 침전물을 에탄올 및 다이메틸에테르로 세척한 후 건조시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 청구항 1의 화학식 1의 화합물의 제조 방법.

**청구항 3**

청구항 1의 화학식 1의 화합물을 포함하는 이온 검출제.

**청구항 4**

청구항 3에 있어서, 상기 이온은 수은 이온(Hg<sup>2+</sup>), 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>) 및 플루오르 이온(F<sup>-</sup>)으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종인 것을 특징으로 하는, 이온 검출제.

**청구항 5**

청구항 3에 있어서, 상기 이온 검출제는 추가로 용매를 포함할 수 있고, 상기 용매로 디메틸포름아미드(DMF:dimethylformamide)를 사용하는 것을 특징으로 하는, 이온 검출제.

**청구항 6**

청구항 1의 화학식 1의 화합물을 포함하는 이온 검출 방법.

**청구항 7**

청구항 6에 있어서, 상기 이온은 수은 이온(Hg<sup>2+</sup>), 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>) 및 플루오르 이온(F<sup>-</sup>)으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종인 것을 특징으로 하는, 이온 검출 방법.

**청구항 8**

청구항 3의 이온 검출제를 포함하는 이온 검출 장치.

**청구항 9**

청구항 8에 있어서, 상기 검출 장치는 프로브(Probe)인 것을 특징으로 하는, 이온 검출 장치.

**청구항 10**

청구항 8에 있어서, 상기 이온은 수은 이온( $Hg^{2+}$ ), 구리 이온( $Cu^{2+}$ ) 및 플루오르 이온( $F^{-}$ )으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종인 것을 특징으로 하는, 이온 검출 장치.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 신규한 (E)-N<sup>1</sup>-((5-브로모피리딘-2-일)메틸렌)-5-니트로벤젠-1,2-다이아민((E)-N<sup>1</sup>-((5-bromopyridin-2-yl)methylene)-5-nitrobenzene-1,2-diamine)을 합성하여, 이를 바탕으로 낮은 농도에서도, 다른 금속 이온이 있어도 수은 이온( $Hg^{2+}$ ), 구리 이온( $Cu^{2+}$ )을 서로 다른 색으로 선택적으로 인식하고, 음이온인 플루오르 이온( $F^{-}$ )을 특정 색으로 선택적으로 인식하는 검출제, 이를 이용한 검출 방법 및 검출 장치를 개발하는 것에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 산업 활동으로 인하여 오염된 하수의 방출과 같은 인류 활동에 의한 중금속 오염은 우리 인류의 큰 걱정이 되었다. 특히 몇몇 중금속은 적은 농도로도 환경과 인간에게 매우 큰 독성을 갖는다. 그 예로, 수은 이온은 인체로 흡입되면 감각계, 운동계 및 신경계에 심각한 장애를 유발시킨다. 또 다른 중금속, 예컨대 구리 이온은 미량 원소로서는 생물학적으로 중요성을 갖지만 고농도가 되면 높은 독성을 갖게 된다.

[0003] 또한 생물학적, 화학적 반응의 광범위한 분야에서 음이온의 탐지는 큰 중요성을 갖는다. 다양한 음이온 중에서도 특히 플루오르 이온의 탐지는 화학자들의 관심을 끌고 있다. 그 이유는 사람의 음식과 치아 보호 등의 많은 분야에서 플루오르 이온이 중요하게 사용되고 있기 때문이다.

[0004] 그 결과로 다양한 금속 이온 또는 음이온을 탐지하기 위해서 다양하고 정교한 분석 도구들이 만들어졌다. 그 도구 중에는 형광 검출기, 색 변화 센서, 전기 센서 등이 있다.

[0005] 다양한 금속 중에서 수은 이온은 굉장히 위험성이 큰 물질로 잘 알려져 있다. 하지만 일상 생활에서는 여전히 수은을 많이 사용하고 있다. 또한 구리 이온도 폐수나 도금 공장에서 다량으로 흘러나와 하천으로 유입되고 있다. 또한, 여러 음이온 중 특히 플루오르 이온은 희귀한 성질 때문에 화학적으로 주목 받는 음이온이지만, 플루오르 이온이 몸에 축적되면 인체에 유해하다고 알려져 있다.

[0006] 상기의 이온들은 생물학적, 화학적, 의학적으로 검출의 필요성이 큰 물질이다. 따라서, 수은 이온( $Hg^{2+}$ ), 구리 이온( $Cu^{2+}$ ) 또는 플루오르 이온( $F^{-}$ )의 검출제 또는 검출 장치가 필요하다.

**발명의 내용**

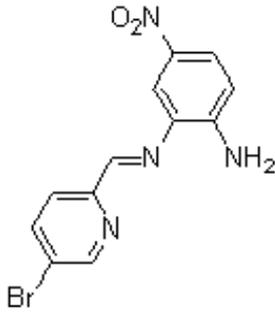
**해결하려는 과제**

[0007] 본 발명의 목적은 다양한 도구들 중에서 특정 이온에 선택적으로 반응하는 신규한 화합물을 제공하는데 있다. 보다 상세하게, 본 발명의 목적은 여러 금속 이온 중에서 수은 이온( $Hg^{2+}$ ), 구리 이온( $Cu^{2+}$ )만을 각각 선택적으로 인식하고, 여러 음이온 중에서 플루오르 이온( $F^{-}$ )만을 별도의 분광학 기기의 사용 없이 선택적으로 인식하여 색 변화를 육안으로 검출할 수 있는 센서를 제공하는데 있다.

**과제의 해결 수단**

[0008] 본 발명은 상기 목적 달성을 위하여 하기 화학식 1의 (E)-N<sup>1</sup>-((5-브로모피리딘-2-일)메틸렌)-5-니트로벤젠-1,2-다이아민(5-Br-NO<sub>2</sub>-imine)을 제공한다.

[0009] [화학식 1]



[0010]

[0011] 본 발명은 상기 화학식 1의 (E)-N<sup>1</sup>-((5-브로모피리딘-2-일)메틸렌)-5-니트로벤젠-1,2-다이아민(5-Br-NO<sub>2</sub>-imine)을 포함하는 수은 이온, 구리 이온 또는 플루오르 이온의 검출제, 이를 이용한 검출 방법 및 검출 장치를 제공한다.

### 발명의 효과

[0012] 본 발명의 화학식 1의 화합물은 합성 반응 조건이 간단하며, 다양한 금속 중에서 수은 이온(Hg<sup>2+</sup>), 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>)과 각각 선택적으로 결합하여 색을 변화시키는 특징을 나타낸다. 또한, 여러 음이온 중에서 플루오르 이온(F<sup>-</sup>)과 선택적으로 결합하여 색을 변화시킨다. 따라서 본 발명의 화학식 1의 화합물과 3 종류의 이온이 선택적으로 결합한 것을 각각 육안으로 확인할 수 있다. 또한, 이를 확인하기 위하여 별도의 분광학기기를 사용하지 않는 편리한 장점이 있다.

[0013] 본 발명의 화학식 1의 화합물은 낮은 농도로도 수은 이온(Hg<sup>2+</sup>), 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>) 또는 플루오르 이온(F<sup>-</sup>)에 민감하게 반응하여 비용 면에서도 효율적이다. 또한, 본 발명의 화학식 1의 화합물의 구조를 변경시켜서 수용성, 선택성 또는 특이성을 조절할 수 있는 장점도 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 화학식 1의 화합물의 제조 방법이다.

도 2는 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 화합물에 다양한 금속 이온을 반응시켰을 때, 수은 이온(Hg<sup>2+</sup>)과 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>)에서 색 변화를 나타낸 사진이다.

도 3은 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 화합물과 수은 이온(Hg<sup>2+</sup>)의 당량별 색 변화를 나타낸 사진이다.

도 4는 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 화합물과 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>)의 당량별 색 변화를 나타낸 사진이다.

도 5는 UV에서 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 화합물에 수은 이온(Hg<sup>2+</sup>)을 점점 증가시키면서 흡수 파장의 변화를 측정한 그래프이다.

도 6은 UV에서 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 화합물에 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>)을 점점 증가시키면서 흡수 파장의 변화를 측정한 그래프이다.

도 7은 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 화합물에 다양한 음이온을 반응시켰을 때, 플루오르 이온(F<sup>-</sup>)에서 색 변화를 나타낸 사진이다.

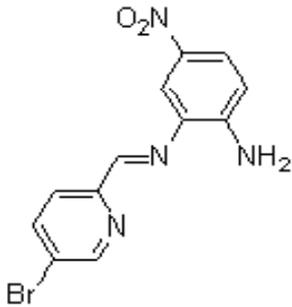
도 8은 UV에서 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 화합물에 플루오르 이온(F<sup>-</sup>)을 점점 증가시키면서 흡수 파장의 변화를 측정한 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0015] 이하, 본 발명에 대하여 상세히 설명한다.

[0016] 본 발명은 수은 이온(Hg<sup>2+</sup>), 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>) 또는 플루오르 이온(F<sup>-</sup>)에 서로 다른 색으로 선택성을 갖는 하기 화학식 1의 (E)-N<sup>1</sup>-((5-브로모피리딘-2-일)메틸렌)-5-니트로벤젠-1,2-다이아민(5-Br-NO<sub>2</sub>-imine) 화합물에 관한 것이다.

[0017] [화학식 1]



[0018]

[0019] 상기 화학식 1의 화합물은 도 1에 나타낸 것과 같이 4-나이트로벤젠-1,2-다이아민(4-Nitrobenzene-1,2-diamine)과 5-브로모피리딘-2-카르발데하이드 (5-bromopyridine-2-carbaldehyde)의 반응을 통해 얻어진다.

[0020] 본 발명의 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 화합물은 다양한 금속(예컨대, Hg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup>) 중에서 수은 이온(Hg<sup>2+</sup>)과 결합하여 본래의 리간드 색인 노란색이 무색으로 변한다. 또한 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>)과 결합해서는 노란색에서 녹색으로 변한다. 뿐만 아니라 다양한 음이온(예로, F<sup>-</sup>, OAc<sup>-</sup>, CN<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>) 중에서 플루오르 이온(F<sup>-</sup>)과 결합하여 노란색에서 붉은색으로 변한다.

[0021] 상기 화학식 1의 화합물은 중래의 수은 이온(Hg<sup>2+</sup>), 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>) 또는 플루오르 이온(F<sup>-</sup>)에 선택성을 가지는 물질과 비교하여 탐침 분자의 낮은 농도로 검출이 가능하다. 또한 이미 알려진 물질과 비교하여 세가지 이온을 각각 다른 색깔로 검출하는 장점이 있다.

[0022] 또한, 상기 화학식 1의 화합물은 가격이 비싼 분광학기기를 사용하지 않고 육안으로 색 변화가 뚜렷하게 나타나는 장점이 있다. 즉, 상기 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 화합물은 수은 이온(Hg<sup>2+</sup>), 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>) 또는 플루오르 이온(F<sup>-</sup>)에 대하여 선택성이 뛰어난 장점을 가지고 있다.

[0023] 본 발명은 상기 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 화합물을 포함하는 이온 검출제를 제공할 수 있다. 상기 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 화합물로 검출될 수 있는 이온은 수은 이온(Hg<sup>2+</sup>), 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>) 및 플루오르 이온(F<sup>-</sup>)으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종인 것이 바람직하다. 본 발명의 이온 검출제는 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 화합물과 용매를 포함할 수 있으며,

상기 용매는 바람직하게는 디메틸포름아미드(DMF:dimethylformamide)를 사용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0024] 본 발명은 상기 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 화합물을 포함하는 이온 검출 방법을 제공할 수 있다. 상기 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 화합물로 검출될 수 있는 이온은 수은 이온(Hg<sup>2+</sup>), 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>) 및 플루오르 이온(F<sup>-</sup>)으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종인 것이 바람직하다. 보다 상세하게는, 상기 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 화합물을 이용하여 색 변화를 통해 다양한 이온들 중에서 수은 이온(Hg<sup>2+</sup>), 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>) 또는 플루오르 이온(F<sup>-</sup>)과 결합한 경우만 색 변화를 나타내는 이온 검출 방법을 제공한다.

[0025] 본 발명에서는 색을 가지고 있는 리간드를 이용하여 특정 금속 이온 및 음이온을 서로 다른 색으로 검출하는 방법을 사용하고 있다. 리간드는 특정 파장을 흡수하고 그의 보색을 보이게 하는데, 타겟(target)물질이 결합하면서 흡수하는 파장이 변하게 되면서 색이 변하는 원리를 이용한다.

[0026] 또한, 본 발명은 상기 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 화합물을 포함하는 이온 검출 장치로, 화학 센서(Chemosensor)를 이용하여 제공할 수 있으며, 수은 이온(Hg<sup>2+</sup>), 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>) 또는 플루오르 이온(F<sup>-</sup>)과 결합하였을 경우에만 특이성을 나타내기 때문에, 상기 이온들의 검출 장치로 적합하다.

[0027] 또한, 본 발명은 상기 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 화합물을 포함하는 이온 검출제를 포함하는 이온 검출 장치를 제공할 수 있으며, 상기 검출 장치는 프로브(Probe)인 것이 보다 바람직하다.

[0028] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세하게 설명하기로 한다. 이들 실시예는 단지 본 발명을 예시하기 위한 것이므로, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 제한되는 것으로 해석되지는 않는다.

[0029] **실시예 1. 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 리간드의 제조**

[0030] 4-나이트로벤젠-1,2-다이아민 20 mmol(3.06 g)을 에탄올 40 mL에 넣고 다 녹았을 때, 5-브로모피리딘-2-카보알데하이드 20 mmol(3.8 g)을 천천히 첨가하였다. 상온에서 10시간 동안 교반하였다. 침전물은 필터를 통해 얻을 수 있으며 차가운 에탄올과 다이메틸에테르를 사용하여 세척 후 진공 상태에서 건조시켰다. 수율은 82.1% (5.28 g)이다.

[0031] IR (KBr): (cm<sup>-1</sup>) = 3374, 3158 (N-H), 1635 (C=N), 750 (C-Br)

[0032] <sup>1</sup>H NMR ((CD<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO-d<sub>6</sub>, 300 MHz) δ: 8.87 (s, 1H, Pyridyl-H<sub>6</sub>), 8.76 (s, 1H, Benzyl-H<sub>3</sub>), 8.42 (d, 1H, Benzyl-H<sub>5</sub>), 8.24 (d, 1H, Pyridyl-H<sub>4</sub>), 8.09 (s, 1H, C=N), 7.95 (d, 1H, Pyridyl-H<sub>3</sub>), 6.92 (s, 2H, NH<sub>2</sub>), 6.79 (d, 1H, Benzyl-H<sub>6</sub>)

[0033] <sup>13</sup>C NMR ((CD<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO-d<sub>6</sub>): 158.5 (s, 1H, Pyridyl-H<sub>6</sub>), 153.9 (s, 1H, C=N), 151.8 (s, 1H, Pyridyl-H<sub>2</sub>), 151.0 (s, 1H, Benzyl-H<sub>1</sub>), 140.2 (s, 1H, Pyridyl-H<sub>4</sub>), 136.2 (s, 1H, Benzyl-H<sub>4</sub>), 133.1 (s, 1H, Benzyl-H<sub>2</sub>), 125.7 (s, 1H, Pyridyl-H<sub>3</sub>), 124.3 (s, 1H, Benzyl-H<sub>5</sub>), 123.0 (s, 1H, Benzyl-H<sub>6</sub>), 114.1 (s, 1H, Benzyl-H<sub>3</sub>), 113.9 (s, 1H, Pyridyl-H<sub>5</sub>)

[0034] Anal. Calcd for C<sub>12</sub>H<sub>9</sub>BrN<sub>4</sub>O<sub>2</sub> (321.13): C, 44.88; H, 2.82; N, 17.45 Found: C, 44.88; H, 1.27; N, 17.25

[0035] **실시예 2. 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 리간드와 다양한 금속들과의 색 변화 관찰**

[0036] 8 mL 바이알(vial)에 용매는 디메틸포름아미드 (DMF:dimethylformamide)를 사용하고 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 리간드는 10 μM로 3 mL를 준비한다. Host는 리간드만 넣었을 경우를 나타내며, 다른 바이알에는 각각의 금속 양이온을 10 당량씩 넣은 직후에 관찰하였다. 이 때, 상기 금속이온 용액은 질산염(nitrate salt)을 사용하여 제조하였다.

[0037] 칼륨 이온과 나트륨 이온의 산화수는 1가이고, 철 이온은 2가이다. 나머지 금속 이온은 모두 2가의 산화수를 갖는다.

[0038] 각각의 금속 이온에 대한 색 변화 관찰 결과를 도 2에 나타내었다. 그 결과 K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup> 와 같은 금속 이온은 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 리간드와 반응 시 색 변화가 나타나지 않았으나, 수은 이온(Hg<sup>2+</sup>)과 결합하여 본래의 리간드 색인 노란색에서 무색으로 변화였고 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>)과 결합해서는 노란색에서 녹색으로 변하는 색 변화를 나타냈다. 따라서, 본 발명의 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 리간드가 수은 이온(Hg<sup>2+</sup>)과 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>)에 대하여 선택적으로 반응한다는 것을 확인 할 수 있었다.

[0039] **실시예 3. 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 리간드와 수은 이온(Hg<sup>2+</sup>)의 당량별 색 변화**

[0040] 8 mL 바이알에 용매는 디메틸포름아미드(DMF:dimethylformamide)를 사용하였고 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 리간드는 10 μM로 3 mL 준비하였다. Host는 리간드만 넣었을 때를 나타내고, 다른 바이알에는 각각 1 당량, 5 당량, 10 당량에 해당하는 수은 이온(Hg<sup>2+</sup>)을 넣은 직후에 관찰하였다.

[0041] 각각의 수은 이온(Hg<sup>2+</sup>)의 당량별 색 변화 관찰 결과를 도 3에 나타내었다. 수은 이온(Hg<sup>2+</sup>)의 농도를 증가 시킬수록, 본래의 리간드 색인 노란색에서 점점 무색으로 변화였다.

[0042] **실시예 4. 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 리간드와 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>)의 당량별 색 변화**

[0043] 8 mL 바이알에 용매는 디메틸포름아미드(DMF:dimethylformamide)를 사용하였고 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 리간드는 10 μM로 3 mL 준비하였다. Host는 리간드만 넣었을 때를 나타내고, 다른 바이알에는 각각 1 당량, 5 당량, 10 당량에 해당하는 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>)을 넣은 직후 관찰하였다.

[0044] 각각의 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>)의 당량별 색 변화 관찰 결과를 도 4에 나타내었다. 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>)의 농도를 증가 시킬수록, 본래의 리간드 색인 노란색에서 점점 녹색으로 변화였다.

[0045] **실시예 5. 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 리간드와 수은 이온(Hg<sup>2+</sup>)의 UV titration**

[0046] 용매는 디메틸포름아미드(DMF:dimethylformamide)를 사용하였고, 리간드 용액은 10 μM로 3 mL 준비하고 수은 이온(Hg<sup>2+</sup>)을 0.5에서 5.1 당량까지 넣으면서 UV 변화를 관찰하였다. 그 결과를 도 5에서 그래프로 나타내었다. 리간드 용액에 수은 이온(Hg<sup>2+</sup>)을 첨가 후 385nm에서 큰 값을 갖는 Receptor의 흡광도(absorbance)가 당량이 증가함에 따라 점차 줄어드는 것을 알 수 있다. 또한 동시에 345 nm의 흡광도가 당량 수가 증가함에 따라 점점 증가하는 것을 관찰 할 수 있었다. 이것은 수은 이온(Hg<sup>2+</sup>)이 Receptor를 만나 반응을 일으킴으로써 발생하는 UV 변화라고 볼 수 있다.

[0047] **실시예 6. 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 리간드와 구리 이온(Cu<sup>2+</sup>)의 UV titration**

[0048] 용매는 디메틸포름아미드(DMF:dimethylformamide)를 사용하였고, 리간드 용액은 10  $\mu\text{M}$ 로 3 mL를 준비하고 구리 이온( $\text{Cu}^{2+}$ )을 0.6에서 4당량까지 넣으면서 UV 변화를 관찰하였다. 도 6에서의 그래프와 같이 리간드에 구리이온( $\text{Cu}^{2+}$ )을 첨가 후 385 nm에서 큰 값을 갖는 리간드의 흡광도가 구리 이온의 당량 수가 증가함에 따라 점차 줄어드는 것을 알 수 있었다. 또한 동시에 330, 440, 600 nm에서의 흡광도는 당량 수가 증가함에 따라 점차 증가하는 것을 관찰할 수 있었다.

[0049] **실시예 7. 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 리간드와 다양한 음이온들과의 색 변화 관찰**

[0050] 8 mL 바이알에 용매는 디메틸포름아미드(DMF:dimethylformamide)를 사용하고 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 리간드는 20  $\mu\text{M}$ 로 3 mL 준비하였다. Host는 리간드만 넣었을 때를 나타내며 다른 바이알에는 각각의 음이온을 100 당량씩 넣은 직후에 관찰하였다. 음이온의 양이온 염은 테트라에틸암모늄(tetraethylammonium)을 사용하여 제조하였다.

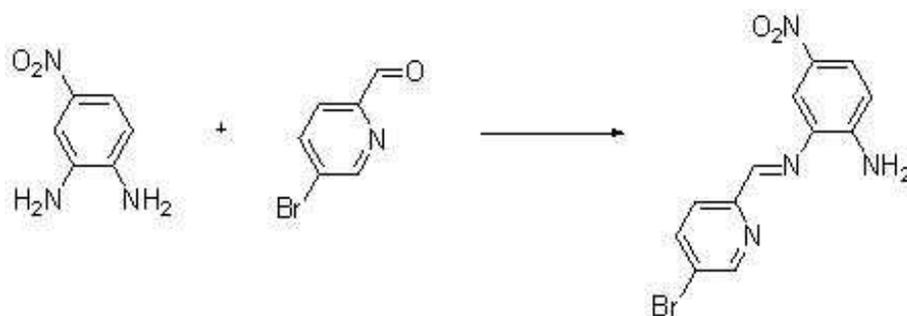
[0051] 각각의 음이온에 대한 색 변화 관찰 결과를 도 7에 나타내었다. 그 결과  $\text{OAc}^-$ ,  $\text{CN}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{I}^-$ 와 같은 음이온은 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 리간드와 반응 시 색 변화가 나타나지 않았으나, 플루오르 이온( $\text{F}^-$ )에서는 노란색에서 붉은색으로 색 변화가 나타났다. 따라서, 본 발명의 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 리간드가 플루오르 이온( $\text{F}^-$ )에 대하여 선택적으로 반응한다는 것을 확인 할 수 있었다.

[0052] **실시예 8. 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 리간드와 플루오르 이온( $\text{F}^-$ )의 UV titration**

[0053] 용매는 디메틸포름아미드(DMF:dimethylformamide)를 사용하였고, 5-Br-NO<sub>2</sub>-imine 리간드 용액은 20  $\mu\text{M}$ 로 3 mL를 준비하고 플루오르 이온( $\text{F}^-$ )을 50에서 200 당량까지 넣으면서 UV titration 실험을 하였다. 도 8에서의 그래프와 같이 385 nm에서 큰 값을 갖는 리간드의 흡광도가 플루오르 이온( $\text{F}^-$ )의 당량 수가 증가함에 따라 점차 줄어드는 것을 알 수 있었다. 또한 동시에 330, 530 nm에서의 흡광도는 당량 수가 증가함에 따라 점차 증가하는 것을 관찰할 수 있었다.

**도면**

**도면1**



도면2



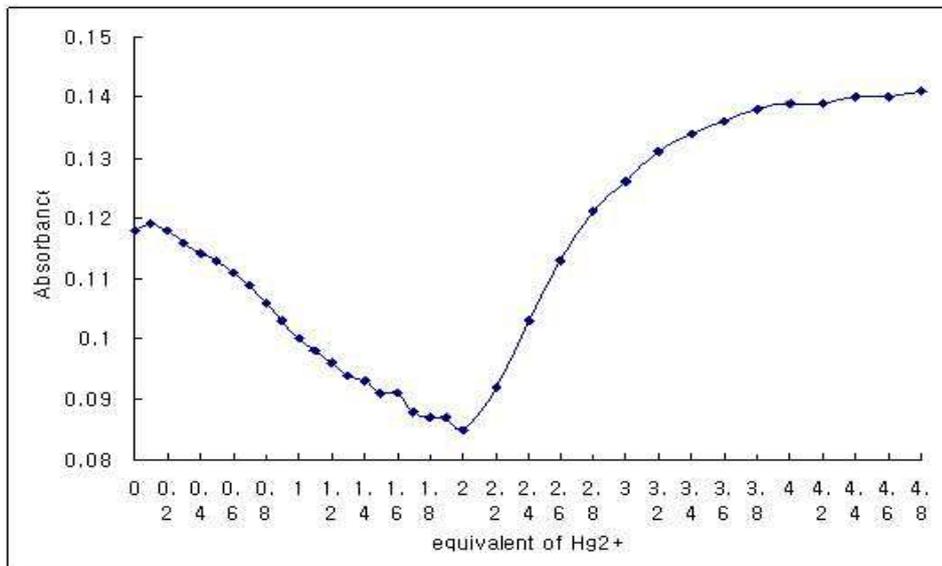
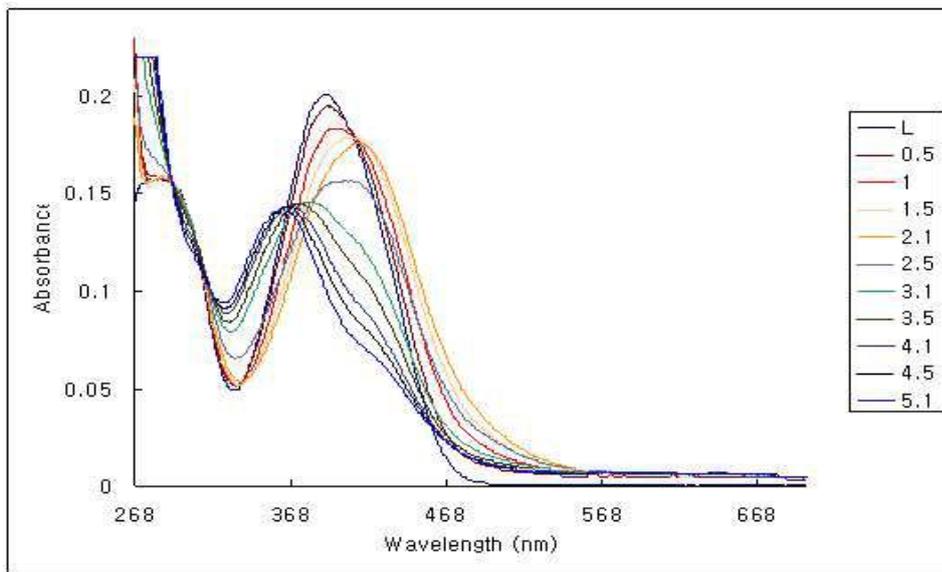
도면3



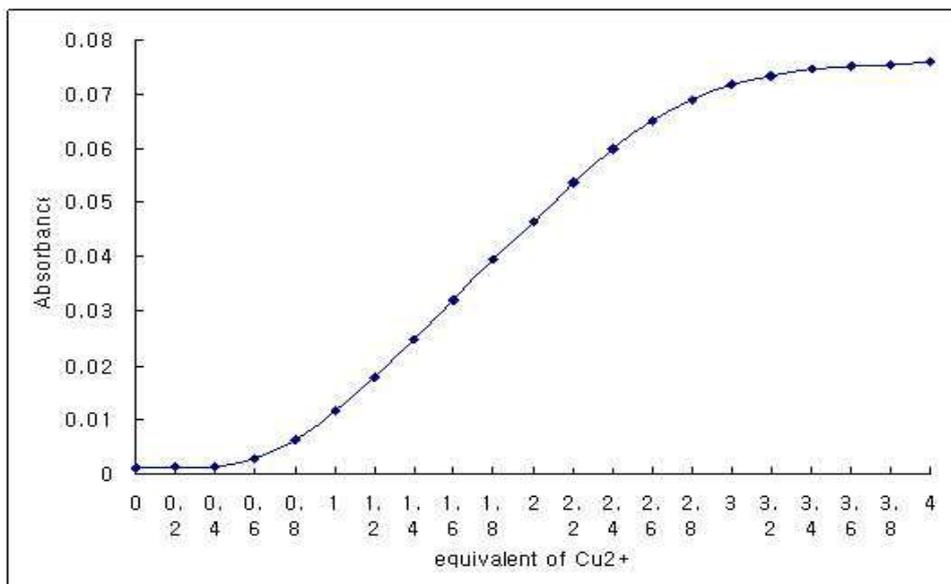
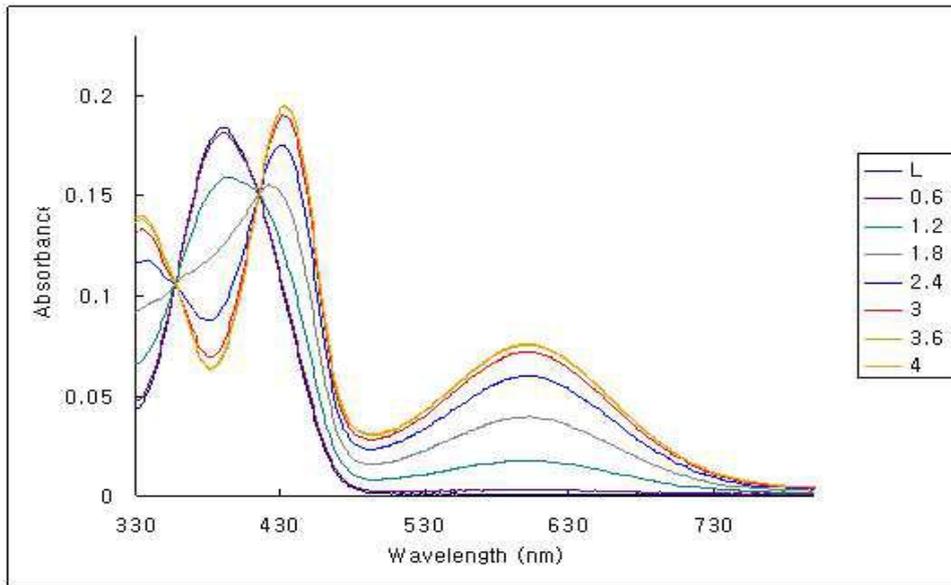
도면4



도면5



도면6



도면7



도면8

