(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0062223
(43) 공개일자 2012년06월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 31/22 (2006.01) *C07C 215/88* (2006.01)
G01N 21/75 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0123388
(22) 출원일자 2010년12월06일
심사청구일자 2010년12월06일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가 1
(72) 발명자
김종승
경기도 성남시 분당구 내정로 186, 롯데아파트 130동 2402호 (수내동, 파크타운)
(74) 대리인
특허법인충현

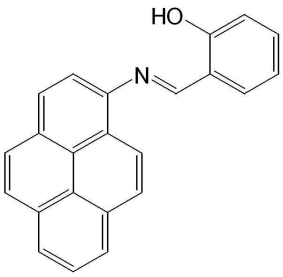
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **수은 이온 선택성을 갖는 파이렌계 화합물 및 이를 이용한 수은 이온 검출 시스템**

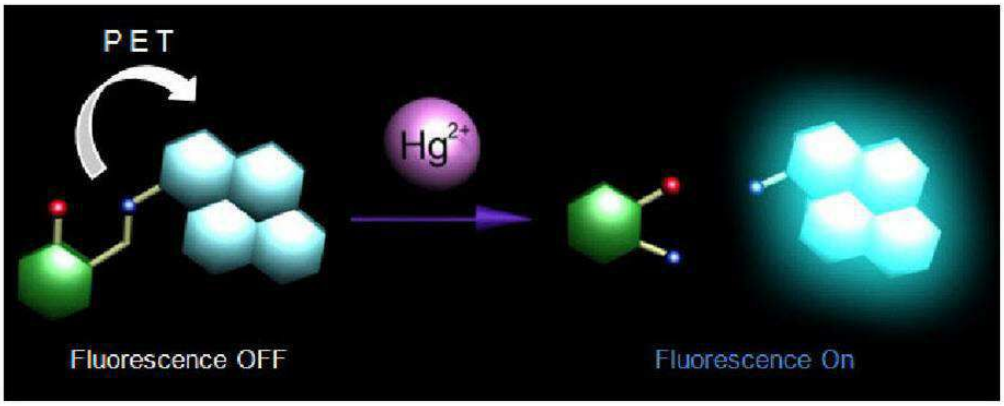
(57) 요 약

본 발명은 수은 이온 선택성을 갖는 하기 화학식 (1)의 파이렌계 화합물 및 이를 포함하는 수은 이온 검출 시스템에 관한 것으로서, 화학식 (1)의 화합물과 수은의 결합에 의한 UV 흡수, 형광 방출, 색상 등의 변화를 이용하여 수은을 검출할 수 있으며, 수용액 중에서 다른 이온의 존재하에서도 높은 선택도를 나타내기 때문에 생물학 분야에서 수은 이온의 검출에 매우 효과적이다.

[화학식 1]



대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

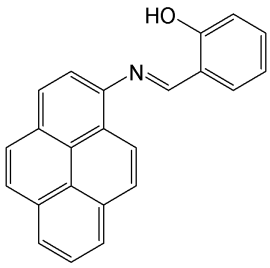
과제고유번호	20100000728
부처명	한국연구재단
연구사업명	리더연구자지원_창의연구
연구과제명	발광센서 재료 연구단
주관기관	고려대학교 산학협력단
연구기간	2010.03.01 ~ 2011.02.28

특허청구의 범위

청구항 1

수은 이온 선택성을 갖는 하기 화학식 1의 파이렌계 화합물:

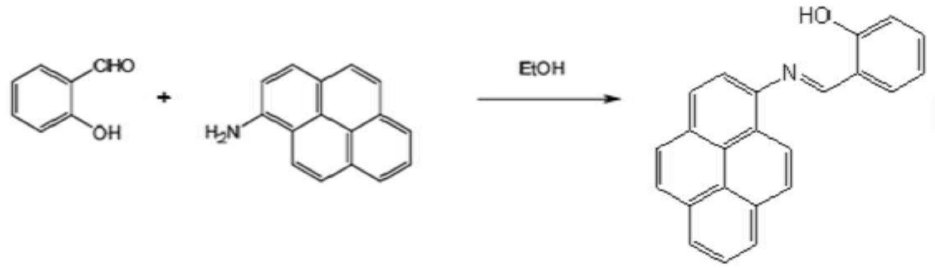
[화학식 1]



청구항 2

하기 반응식 (1)에 따라 화학식 (1)의 화합물을 제조하는 방법.

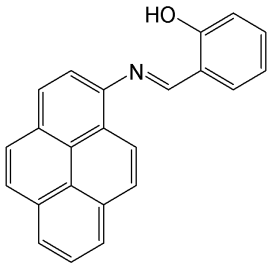
[반응식 1]



청구항 3

제1항에 따른 하기 화학식 (1)의 화합물을 이용하여 수은 이온을 검출하는 방법.

[화학식 1]



청구항 4

제3항에 있어서,

수용액 중에서 수행되는 것을 특징으로 하는 수은 이온을 검출하는 방법.

청구항 5

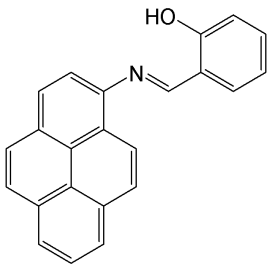
제3항에 있어서,

상기 수은 이온의 검출은 수은 결합시 일어나는 형광, UV 흡수, 색상 변화에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는 이온을 검출하는 방법.

청구항 6

하기 화학식 1로 표시되는 화합물을 이용한 수은 이온 검출 시스템

[화학식 1]



청구항 7

제6항에 있어서,

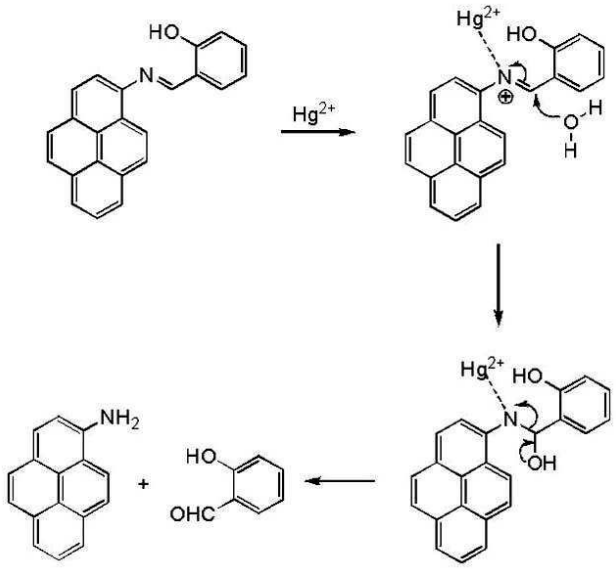
형광 케모도시미터(fluorescent chemodosimeters)인 것을 특징으로 하는 수은 이온 검출 시스템.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 수은 이온 검출은 하기 반응식 2에 의한 형광, UV 흡수, 색상 변화에 따라 수행되는 것을 특징으로 하는 수은 이온 검출 시스템.

[반응식 2]



명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 수은 이온 검출용 파이렌계 화합물, 및 이를 포함하는 수은 검출시스템에 관한 것으로서, 보다 구체적으로 수은 결합에 따른 UV 흡수, 형광 변화등을 이용하여 수은 이온을 검출할 수 있는 이미노파이렌 유도체, 이의 제조방법 및 이를 이용한 형광 화학검출 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 수용체 내에서 형광 또는 색상 변화를 유도하는 계측 분자(dosimetric molecules)와 타겟 화학종(target

species) 간의 특이적 비가역 화학반응을 이용하는 화학 센서로서 케모도시미터(chemodosimeters)의 사용이 많은 관심을 받고 있다. 목적하는 분석물에 의하여 유도되는 비가역적이고 선택성이 높은 반응의 이용 또한 주목을 받고 있는데, 이에 축적된 효과는 분석물의 농도와 직접적으로 관련되어 있다.

[0003] 수은(Hg(II))은 미국 독성물질 질병등록국(Agency for Toxic Substances and Disease Registry: ATSDR)의 리스트 중 세 번째로 많이 발견되고 두 번째로 일반적인 독성 중금속으로서, 수은의 검출 및 측정을 위한 케모도시미터는 특히 많은 관심을 받고 있다. 수은 오염은 광범위하게 퍼져있고, 다양한 자연적 원인으로부터 발생한다. 일단 해양 환경에 도입되면, 박테리아는 무기 Hg^{2+} 이온을 메틸수은으로 변화시키고, 이는 신경독성이고 심각한 비가역적 신경학성 손상과 관련된 수은 오염원으로 영향을 주게 된다. 따라서, 민감성이 있고 선택적인 수은 이온의 검출을 위한 분석방법을 제공할 필요가 있다.

[0004] 또한 티오아미드 유도체와 Hg^{2+} 이온 간의 비가역적 화학반응을 제공하는 수은-촉진 탈황반응을 채택한 몇 가지의 화학검출 시스템이 설계되고 있다. 또한, Hg^{2+} 이온에 의한 티오아세탈기의 탈황반응이 수은 화학검출 시스템의 화합물로서 개발되고 있다.

[0005] 한편 이민(Schiff 염기) 리간드는 이들이 알데히드 및 이민의 축합반응으로부터 쉽게 제조된다는 점에서 특별한 리간드로 고려되고 있다. Schiff 염기 리간드가 다른 다양한 금속 이온과 결합할 수 있고 다양한 산화 상태로 이들을 안정화시킬 수 있다는 것이 알려져 있다. 또한, Schiff 염기 복합체는 촉매반응 및 생물학적 시스템을 위한 모델로서도 사용될 수 있다. 화학검출적 비가역적 반응과 관련하여, 지금까지 Fe^{3+} 및 Cu^{2+} 이온은 Schiff 베이스의 가수분해를 촉진시키는 것으로 알려져 있다. 그러나 Hg^{2+} 유발된 가수분해를 이용한 화학센서는 현재까지 보고된 바 없다.

발명의 내용

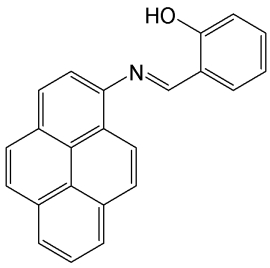
해결하려는 과제

[0006] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 생물학 분야에서 보다 효과적으로 수은 이온을 검출할 수 있는 파이렌계 화합물, 이의 제조 방법 및 이를 포함하는 수은 이온 검출 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명은 하기 화학식 1로 표시되는 수은 이온 선택성을 갖는 파이렌계 화합물을 제공한다.

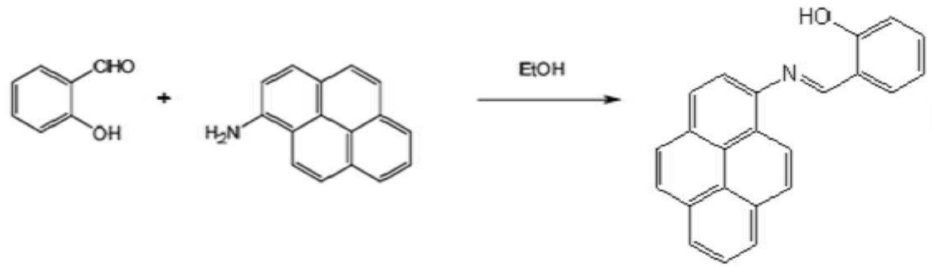
[0008] [화학식 1]



[0009]

[0010] 또한 본 발명은 하기 반응식에 따라 상기 화학식 (1)의 화합물을 제조하는 방법을 제공한다.

[0011] < 반응식 1 >

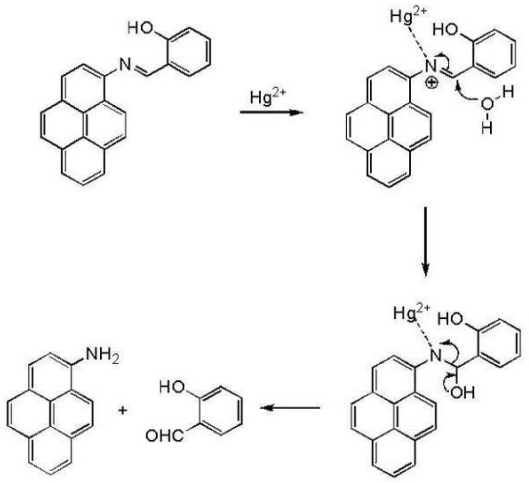


[0012]

[0013] 또한 본 발명은 상기 화학식 (1)의 화합물을 이용하여 수은 이온을 검출하는 방법을 제공한다. 이때 수은 이온 검출은 수용액 중에서 수행되는 것이 바람직하며, 이에 따라 생물학적 환경에 이용하기에 적합하다. 본 발명에서 수은 이온의 검출은 수은 결합시 일어나는 UV 흡수, 형광 및 색상 변화에 의해 수행된다.

[0014] 또한 본 발명은 상기 화학식 (1)의 화합물을 이용하여 수은 이온을 검출하는 시스템을 제공하며, 수은 이온은 검출은 하기 메커니즘에 의해 수행된다.

[0015] [반응식 2]

[0016] 

[0017] 본 발명에 따른 수은 이온 검출 시스템은 케모도시미터일 수 있으며, 수용액 중에서 수은 이온에 대하여 UV 흡수, 형광 방출, 색상 등의 선택적인 변화를 나타낼 수 있다.

발명의 효과

[0018] 본 발명에 따른 화학식 (1)의 파이렌계 화합물은 수은 이온에 대해 높은 선택성을 나타내며, 이를 이용한 수은 검출 시스템은 수용액 내에서 다른 양이온이 존재할 경우에도 수은 이온에 대해 선택적으로 UV 흡수, 형광 방출, 색상 등의 변화를 나타낸다. 따라서, 본 발명은 생물학 분야에서 수은 이온의 검출에 보다 유용하게 적용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 수은 이온 검출용 파이렌계 화합물을 포함하는 형광 화학검출 시스템의 수은 이온 검출 메커니즘을 보여주는 모식도이다.

도 2는 본 발명의 일실시예로서 (a) 다양한 양이온들의 첨가에 대한 파이렌계 화합물의 흡수 스펙트럼, 및 (b) 서로 다른 수은 이온의 농도에 대한 파이렌계 화합물의 흡수 스펙트럼을 나타낸 도이다.

도 3은 본 발명의 일실시예로서 다양한 양이온들의 첨가에 대한 파이렌계 화합물의 형광 스펙트럼을 나타낸 도이다.

도 4는 본 발명의 일실시예로서 수은 이온의 첨가에 대한 파이렌계 화합물의 ^{1}H-NMR 스펙트럼 변화를 나타낸 도이다.

도 5는 본 발명의 일실시예로서 파이렌계 화합물/수은 이온의 FAB-Mass 스펙트럼을 나타낸 도이다.

도 6은 본 발명의 일실시예로서 다양한 양이온들의 첨가에 대한 파이렌계 화합물의 형광 강도를 나타낸 도이다.

도 7은 본 발명의 일실시예로서 수은 이온의 첨가에 대한 파이렌계 화합물의 시간에 대한 형광 강도 변화를 나타낸 도이다.

도 8은 화학식 (1)의 화합물의 ^{1}H NMR ($CDCl_3$, 400 MHz) 스펙트럼을 보여주는 그래프이다.

도 9는 화학식 (1)의 화합물의 ^{13}C NMR ($CDCl_3$, 100 MHz) 스펙트럼을 보여주는 그래프이다.

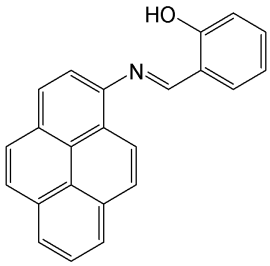
도 10은 화학식 (1)의 화합물의 FAB-Mass 스펙트럼을 보여주는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기로 한다.

[0021] 본 발명에 따른 수은 이온 검출용 파이렌계 화합물은 하기 화학식 1로 표시된다.

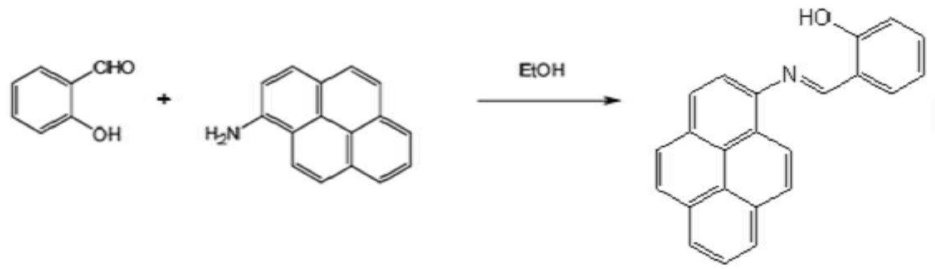
[0022] [화학식 1]



[0023]

[0024] 본 발명의 일실시예에 따르면 화학식 (1)의 화합물은 하기 반응식에 따라 합성할 수 있다.

[0025] < 반응식 1 >

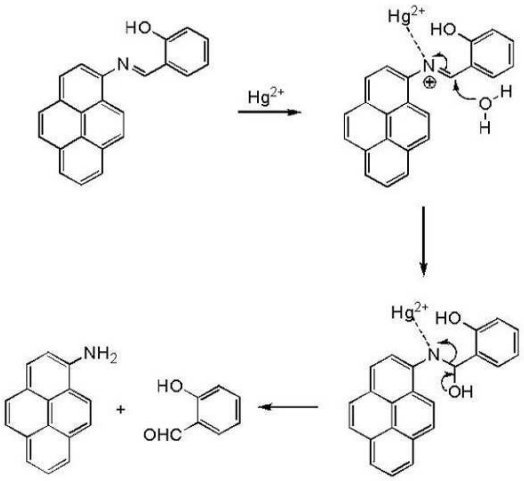


[0026]

[0027] 또한 본 발명은 상기 화학식 (1)의 화합물을 이용하여 수은 이온을 검출하는 방법을 제공한다. 이때 수은 이온 검출은 수용액 중에서 수행되는 것이 바람직하며, 이에 따라 생물학적 환경에 이용하기에 적합하다. 수은 이온의 검출은 수은 결합시 일어나는 UV 흡수, 형광 및 색상 변화에 의해 수행된다.

[0028] 한편 본 발명에 따른 수은 이온 검출 시스템은 하기 메커니즘(반응식 2)에 의해 수행되는 것을 특징으로 한다.

[0029] [반응식 2]

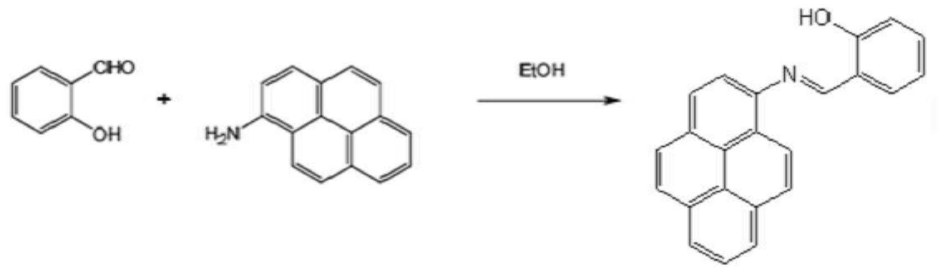


[0030]

[0031] 본 발명에 따른 수은 검출 시스템은 구체적으로 형광 케모도시미터일 수 있으며, 다른 이온이 존재하는 경우에도 수은 이온에 대하여 UV 흡수, 형광 방출, 색상 등의 선택적인 변화를 나타낸다.

[0032] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 바람직한 실시예를 제시한다. 그러나, 하기의 실시예는 본 발명을 보다 쉽게 이해하기 위하여 제공되는 것일 뿐, 이에 의해 본 발명의 내용이 한정되는 것은 아니다.

[0033] **합성예 1: 화학식 1의 화합물 합성**



[0034]

[0035] (1)

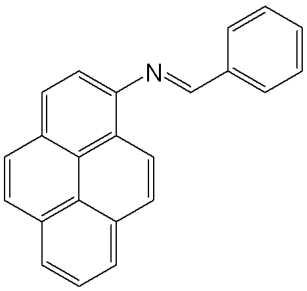
[0036] 살리실알데히드(0.05 g, 0.46 mmol)와 1-아미노파이렌(0.1 g, 0.46 mmol)을 고온 순수 에탄올에서 2시간 동안 혼합하여 녹황색 오일 상태의 화학식 1의 화합물(0.1 g, 2.52 mmol) 을 얻었으며, 수율은 68%였다.

[0037] IR (KBr pellet, cm^{-1}): 1687, 1624;

[0038] ^{1}H NMR ($CDCl_3$, 300 MHz) δ6.98 (t, 1H), 7.12(d, 1H), 7.42 (t, 1H), 7.49 (d, 1H), 7.79 (d, 1H), 7.99 (t, 1H), 8.04 (s, 1H), 8.11 (d, 1H), 8.18 (d, 1H), 8.49(d, 1H), 8.86 (s, 1H), 8.04 (s, 1H), 13.65 (s, 1H).

[0039] ^{13}C NMR ($CDCl_3$, 100 MHz) δ163.8, 161.4, 142.6, 133.6, 132.7, 131.6, 130.4, 128.2, 127.4, 126.5, 125.8, 125.6, 125.5, 125.4, 125.1, 124.9, 122.6, 119.9, 119.5, 117.5, 115.9 ppm. FAB MS *m/z* (M+): calcd, 321.37. Found, 321.50.

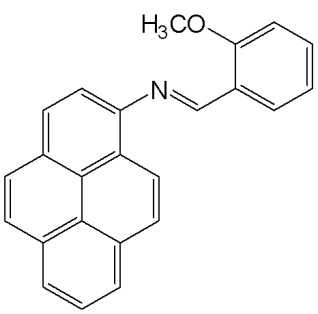
[0040] **합성예 2: 화학식 2의 화합물 합성**



[0041] (2)

[0042] 상기 화합물 2는 논문(Banik, B. K.; Zegrocka, O.; Banik, I.; Hackfeld, L.; Becker, F. F. Tetrahedron Lett. 1999, 40, 6731)에 기재된 방법에 따라 합성하였다.

[0043] **합성예 3: 화학식 3의 화합물 합성**



[0044] (3)

[0045] 4-메톡시벤즈알데히드(4-methoxybenzaldehyde, 0.06g, 0.46mmol) 및 1-아미노파이렌(1-aminopyrene, 0.1g, 0.46mmol)을 뜨거운 무수알코올(absolute ethanol, 10.0mL) 내에서 2시간 동안 결합시켜서 노란색의 고체를 61%의 수율로 얻었다.

[0046] Mp: 100 - 102℃.

[0047] ^{1}H-NMR ($CDCl_3$, 400 MHz): δ 9.17 (s, NCH, 1H), 8.68-8.65 (d, 1H, ArH, J = 9.15 Hz), 8.47-8.44 (dd, 1H, ArH, J = 1.78Hz, 7.99 Hz), 8.17-8.13 (m, 3H, ArH), 8.08-7.95 (m, 4H, ArH), 7.74-7.72 (d, 1H, ArH, J = 8.12 Hz), 7.51-7.47 (1H, ArH, J = 1.79 Hz, 8.13 Hz), 7.15-7.12 (t, 1H, ArH, J = 5.65 Hz), 7.01-6.99 (d, 1H, ArH, J = 8.39 Hz), 3.93 (s, 3H, OCH3).

[0048] ^{13}C-NMR (100 MHz, $CDCl_3$): δ 158.8, 157.1, 146.8, 133.0, 131.7, 129.6, 128.0, 127.5, 127.1, 126.7, 126.2, 125.8, 125.5, 125.4, 125.3, 125.1, 125.0, 124.9, 123.7, 121.2, 116.0, 111.4, 55.8 ppm.

[0049] FAB MS m/z (M^+): calcd, 335.13; found, 336.14 ($3+H^+$).

[0050] IR (KBr pellet, cm^{-1}): 3049, 1604, 1475, 1252.

[0051] **실시예: 수은 검출용 형광 화학검출 시스템**

[0052] 도 2는 본 발명의 일실시예로서 (a) 다양한 양이온들의 첨가에 대한 파이렌계 화합물의 흡수 스펙트럼, 및 (b) 서로 다른 수은 이온의 농도에 대한 파이렌계 화합물의 흡수 스펙트럼을 나타낸 그래프이다. 보다 구체적으로 도 2의 (a)는 Li^+; Na^+; K^+; Ag^+; Mg^{2+}; Ca^{2+}; Fe^{2+}; Co^{2+}; Ni^{2+}; Cu^{2+}; Zn^{2+}; Rb^{2+}; Sr^{2+}; Cd^{2+}; Ba^{2+}; Hg^{2+}; Pb^{2+}; Fe^{3+} (10eq)의 ClO_4^- 염 각각의 첨가시의 화합물 1(20.0μM)의 흡수 스펙트럼을 나타낸 것이고, (b)는 CH_3CN : H_2O(9 : 1) 내에서 서로 다른 수은 이온 농도에서의 흡수 스펙트럼을 나타낸 것이다.

[0053] 도 2의 (a)에서, CH_3CN : H_2O(9 : 1 v/v) 내 담황색(pale yellow)의 화합물 1 용액은 380nm에서 강한 흡수밴드를 나타낸다($\varepsilon = 3.9 \times 10^4\ M^{-1}cm^{-1}$). 화합물 1 용액에 수은 이온의 도입은 화합물 1의 UV/Vis 흡수 밴드의 뚜렷한 청색-이동을 유도하였고, 다른 금속 이온의 추가시에는 어떠한 스펙트럼 변화가 관찰되지 않았다. 도 2의 (b)에서 340nm에 집중된 새로운 흡수 밴드($\varepsilon = 3.7 \times 10^4\ M^{-1}cm^{-1}$)는 노란색에서 무색으로 식별할 수 있는 색상 변화를 일으킨다. 비율적 흡수 스펙트럼 내 350nm에서 날카로운 등흡수점이 관찰되고, 이는 수은 이온의 첨가에 따라 1 : 1의 화학양론 반응으로 화합물 1이 새로운 종으로 변화되었음을 나타낸다. 단기간에 화학식 2로 표시되는 화합물에 대응되는 340nm에서의 새로운 밴드의 형성은 수은 이온에 의한 화합물 1의 가수분해가 화학식 2로 표시되는 화합물을 산출한다는 것을 의미한다. 따라서, 화학검출적 가수분해 동안 화합물 1은 다른 금속 양이온보다 수은 이온에 대하여 식별할 수 있는 색상 변화와 함께 1-아미노파이렌을 산출하는 매우 높은 선택성을 보여준다.

[0054] 도 3은 본 발명의 일실시예로서 다양한 양이온들의 첨가에 대한 파이렌계 화합물의 형광 스펙트럼을 나타낸 도이다. 보다 구체적으로, 도 3은 380nm의 여기상태에서 Li^+; Na^+; K^+; Ag^+; Mg^{2+}; Ca^{2+}; Fe^{2+}; Co^{2+}; Ni^{2+}; Cu^{2+}; Zn^{2+}; Rb^{2+}; Sr^{2+}; Cd^{2+}; Ba^{2+}; Hg^{2+}; Pb^{2+}; Fe^{3+} (10eq)의 ClO_4^- 염 첨가시의 화합물 1(3.0μM)의 형광 스펙트럼을 나타낸 것이다.

[0055] 도 3에 나타낸 것과 같이, 수은 이온의 첨가는 다른 금속 양이온보다 높은 선택성을 가지는 화합물 1의 형광 강화를 제공한다. 일반적으로, H-결합 시스템에서 전자는 질소 원자로부터 수소 원자로 이동하고, 그 결과로서 N에 대한 전하 밀도가 현저하게 감소한다. 그러나, 본 발명자들은 DFT 계산으로부터, 화합물 1이 N 원자와 페놀성 -OH기 사이에 상호작용하는 H-결합을 가짐에도 불구하고, 화합물 1의 N 원자가 -OH기가 없는 화합물보다 높은 전자 밀도를 가지고 있음을 알아내었다. 이러한 자유 화합물 1의 N에 대한 비정상적인 음전하 배분은 형광 억제를 야기시킨다. 그러나, CH_3CN : H_2O(9 : 1 v/v)의 용액에 수은 이온이 첨가되었을 때, 화합물 1의 형광 강도는 430nm에서 뚜렷하게 증가하였다. 430nm에서의 형광 강화는 형광성의 1-아미노파이렌이 양적 수율

로서 강렬하게 생성되는 화합물 1의 화학검출 결과에 기인한 것이다.

[0056] 도 4는 본 발명의 일실시예로서 수은 이온의 첨가에 대한 파이렌계 화합물의 ^{1}H-NMR 스펙트럼 변화를 나타낸 도이고, 도 5는 본 발명의 일실시예로서 파이렌계 화합물/수은 이온의 FAB-Mass 스펙트럼을 나타낸 도이다. 보다 구체적으로, 도 4의 (A)는 화합물 1의 ^{1}H-NMR 스펙트럼을 나타낸 것이고, (B)는 수은 이온 첨가시 화합물 1+수은 이온의 스펙트럼을 나타낸 것이며, 도 5는 화합물 1/수은 이온의 FAB-Mass 스펙트럼을 나타낸 것이다.

[0057] 화합물 1의 용액에 수은 이온의 첨가시, 13.66ppm에서 화합물 1의 H-결합 양자는 화학식 2로 표시되는 화합물의 아민 양자에 대응되는 4.52ppm에서의 새로운 피크의 출현과 함께 사라졌다. 또한, 반응으로부터의 정제된 제품의 질량 스펙트럼은 화학식 2로 표시되는 화합물과 동일하게 216.51 m/z 이었고, 실제로 화합물 1은 수은 이온에 의하여 화학식 2로 표시되는 화합물로 변하였다. 이러한 결과는 물의 존재하에서 수은 이온에 의한 화합물 1의 비가역적 가수분해가 화학식 2로 표시되는 화합물을 생성한다는 것을 의미한다.

[0058] 도 6은 본 발명의 일실시예로서 다양한 양이온들의 첨가에 대한 파이렌계 화합물의 형광 강도를 나타낸 도이다. 보다 구체적으로, 도 6은 380nm의 여기상태에서 CH_3CN : H_2O(9 : 1) 내 Li^{+}; Na^{+}; K^{+}; Ag^{+}; Mg^{2+}; Ca^{2+}; Fe^{2+}; Co^{2+}; Ni^{2+}; Cu^{2+}; Zn^{2+}; Rb^{2+}; Sr^{2+}; Cd^{2+}; Ba^{2+}; Hg^{2+}; Pb^{2+}; Fe^{3+} (10eq)의 ClO_4^{-} 염 첨가시 화합물 1 내지 화합물 3(3.0μM)의 430nm에서의 형광 강도를 나타낸 것이다.

[0059] 금속 이온 선택성과 관련하여 화합물 1의 H-결합 상호작용을 연구하기 위하여 화합물 2 및 화합물 3을 준비하였다. 화합물 2 및 화합물 3에 다양한 금속 이온의 추가시, 수은 이온에 대한 관찰되는 형광 변화는 화합물 1과 같이 선택적이지 못하였고, 이는 화합물 1의 페놀성 -OH기 및 이민의 N 사이의 H-결합이 다른 양이온보다 수은 이온에 대하여 높은 선택성을 가지게 하는 결정적인 역할을 수행한다는 것을 의미한다. 이는 화합물 1이 화합물 2 또는 화합물 3보다 약한 염기인 리간드의 염기성에 기인한 것이다. 상기 약한 염기는 수은 이온에 대한 리간드 응답이 보다 늦어서 다른 루이스산 금속 이온보다 수은 이온에 대한 보다 높은 선택성을 유도한다.

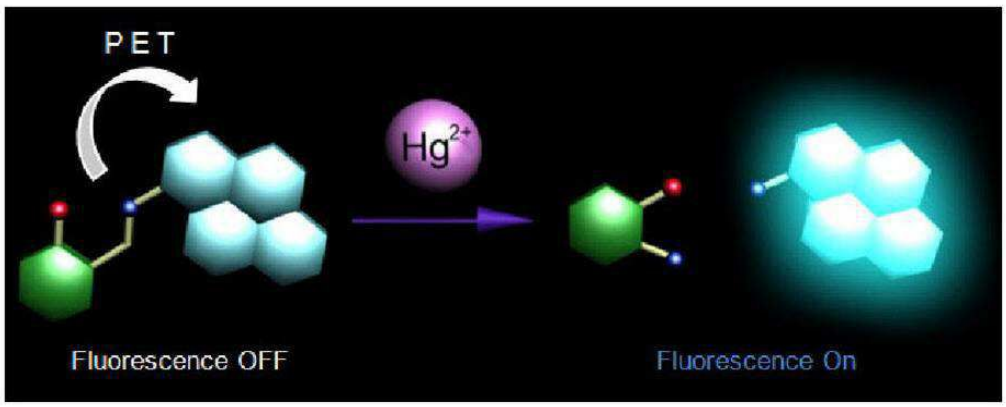
[0060] 도 7은 본 발명의 일실시예로서 수은 이온의 첨가에 대한 파이렌계 화합물의 시간에 대한 형광 강도 변화를 나타낸 도이다. 보다 구체적으로, 도 7은 CH_3CN : H_2O(9 : 1) 내 화합물 1 내지 화합물 3(3.0μM) 용액에 수은 이온(10eq)의 첨가시 시간에 대한 형광 강도 변화를 나타낸 도이다.

[0061] 화합물 1의 1차 속도상수는 화합물 2 및 화합물 3보다 작았다. 이러한 현상은 화합물 1의 염기성을 감소시키는 페놀성 -OH와 이민의 N 사이의 H-결합에 기인한 것이다.

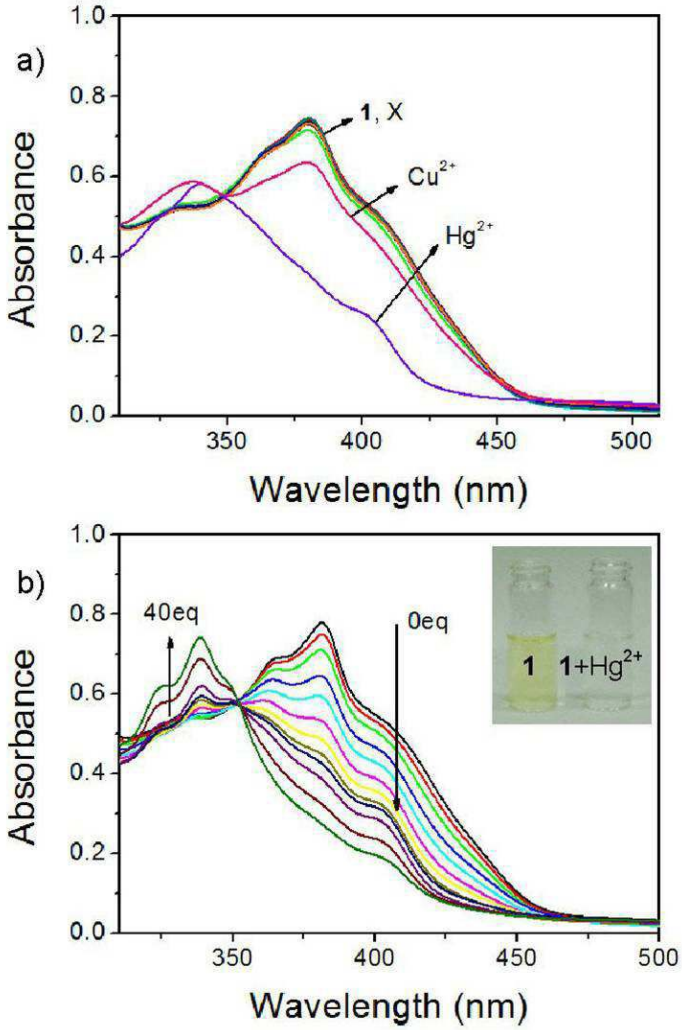
[0062] 상기와 같이 본 발명에 따른 화학식 1로 표시되는 수은 이온 검출용 파이렌계 화합물 및 이를 포함하는 형광 케모도시미터는 수용액(CH_3CN : H_2O(9 : 1)) 내에서 다른 양이온보다 수은 이온에 대하여 선택적으로 UV 흡수, 형광 방출, 색상 변화를 나타낼 수 있다.

도면

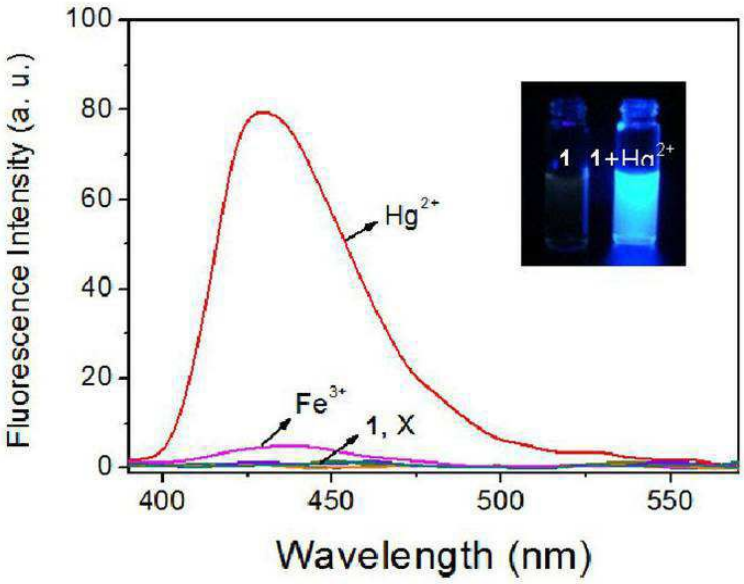
도면1



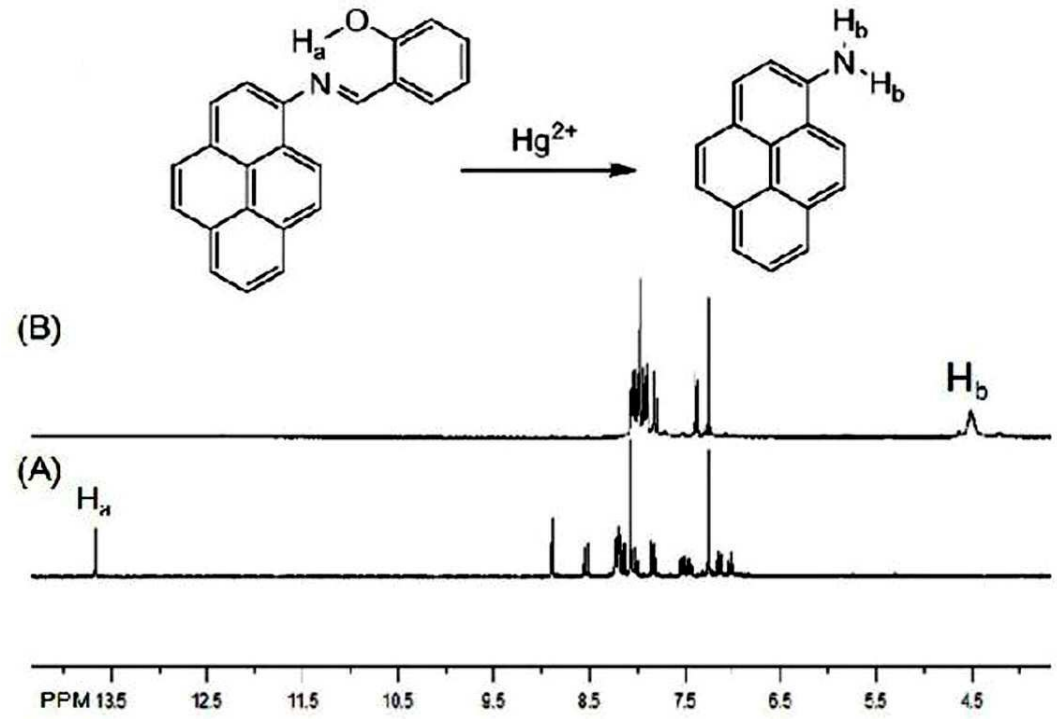
도면2


a)
Absorbance
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
350
400
450
500
Wavelength (nm)
1, X
Cu2+
Hg2+
b)
Absorbance
40eq
0eq
1
1+Hg2+
Wavelength (nm)

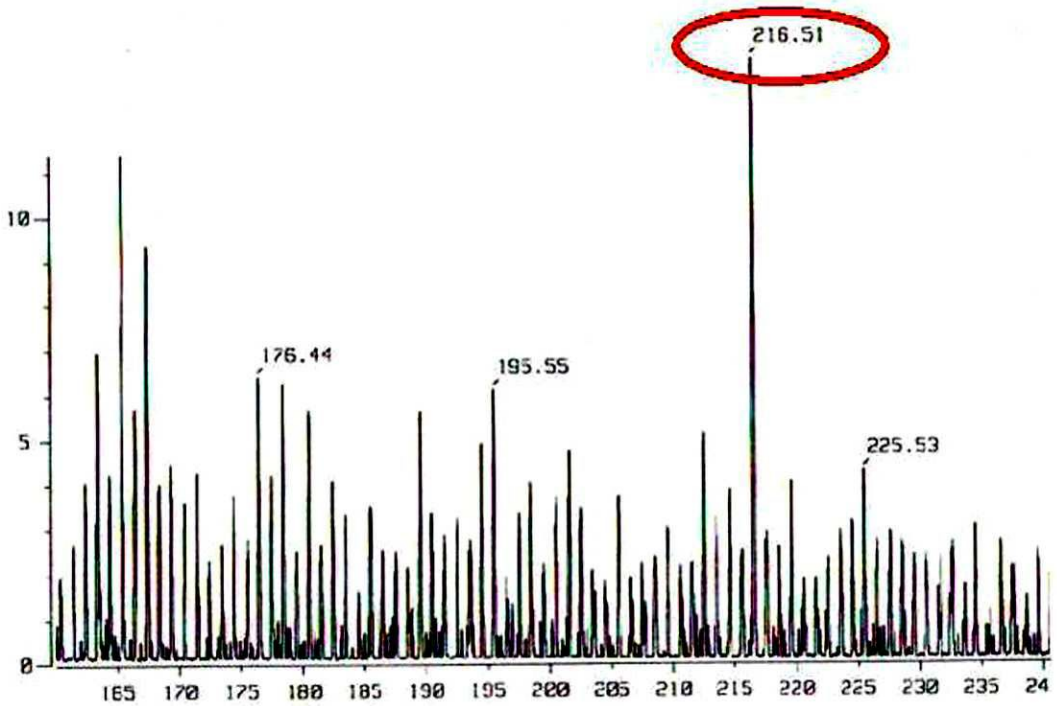
도면3


Fluorescence Intensity (a. u.)
100
80
60
40
20
0
400
450
500
550
Wavelength (nm)
Hg2+
Fe3+
1, X
1
1+Hg2+

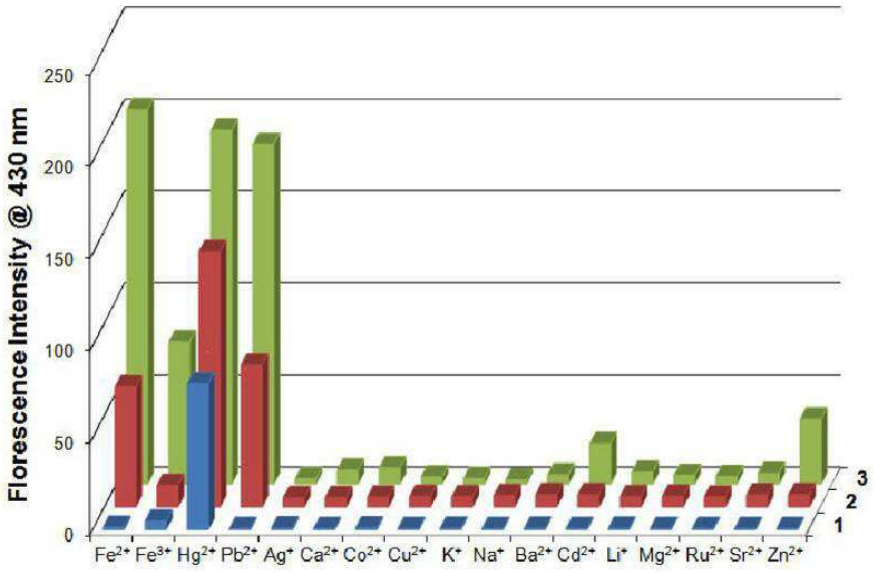
도면4


Ha
O
N
Hg2+
Hb
N
Hb
(B)
Hb
(A)
Ha
PPM 13.5
12.5
11.5
10.5
9.5
8.5
7.5
6.5
5.5
4.5

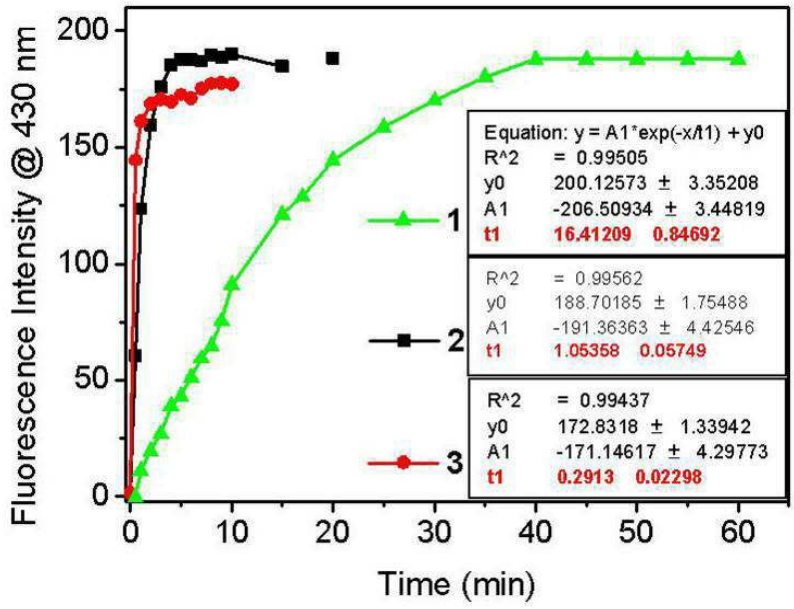
도면5


216.51
176.44
195.55
225.53
10
5
0
165
170
175
180
185
190
195
200
205
210
215
220
225
230
235
24

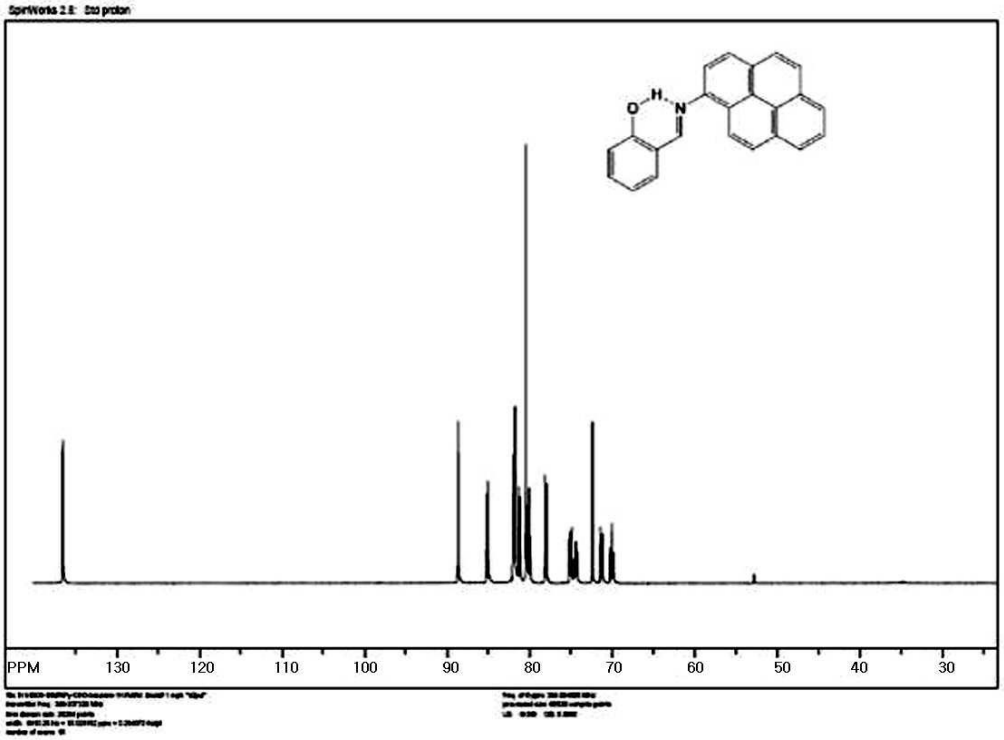
도면6


Florescence Intensity @ 430 nm
250
200
150
100
50
0
Fe2+ Fe3+ Hg2+ Pb2+ Ag+ Ca2+ Co2+ Cu2+ K+ Na+ Ba2+ Cd2+ Li+ Mg2+ Ru2+ Sr2+ Zn2+
3
2
1

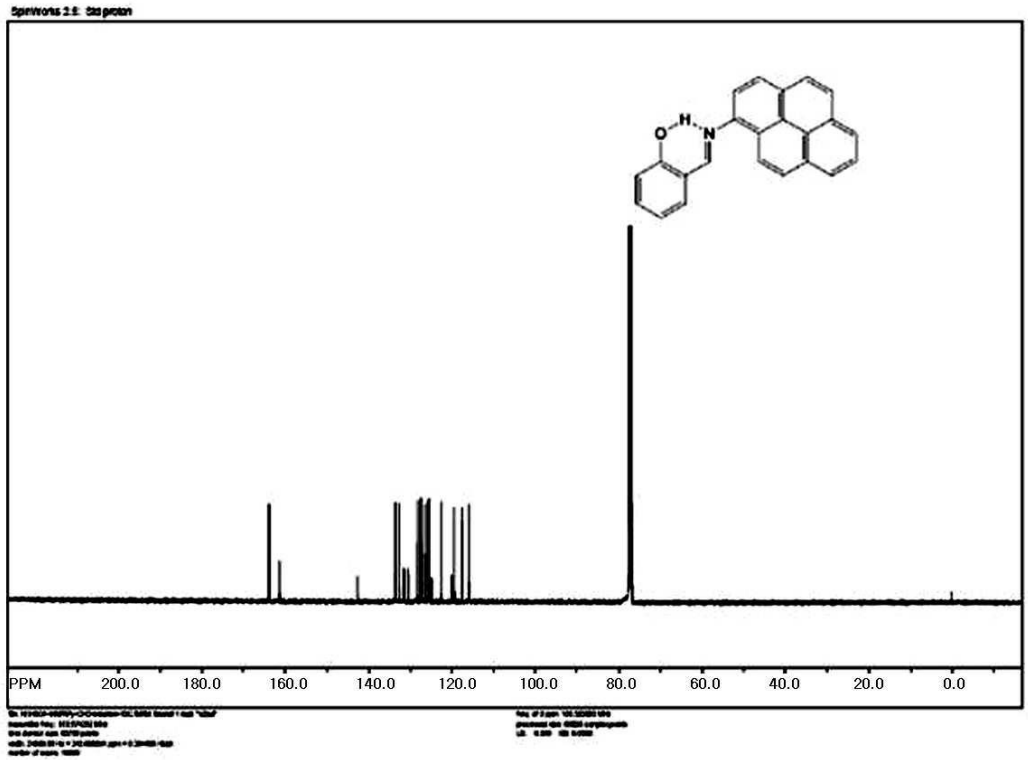
도면7


Fluorescence Intensity @ 430 nm
200
150
100
50
0
0
10
20
30
40
50
60
Time (min)
Equation: y = A1*exp(-x/t1) + y0
R^2 = 0.99505
y0 200.12573 ± 3.35208
A1 -206.50934 ± 3.44819
t1 16.41209 0.84692
R^2 = 0.99562
y0 188.70185 ± 1.75488
A1 -191.36363 ± 4.42546
t1 1.05358 0.05749
R^2 = 0.99437
y0 172.8318 ± 1.33942
A1 -171.14617 ± 4.29773
t1 0.2913 0.02298
1
2
3

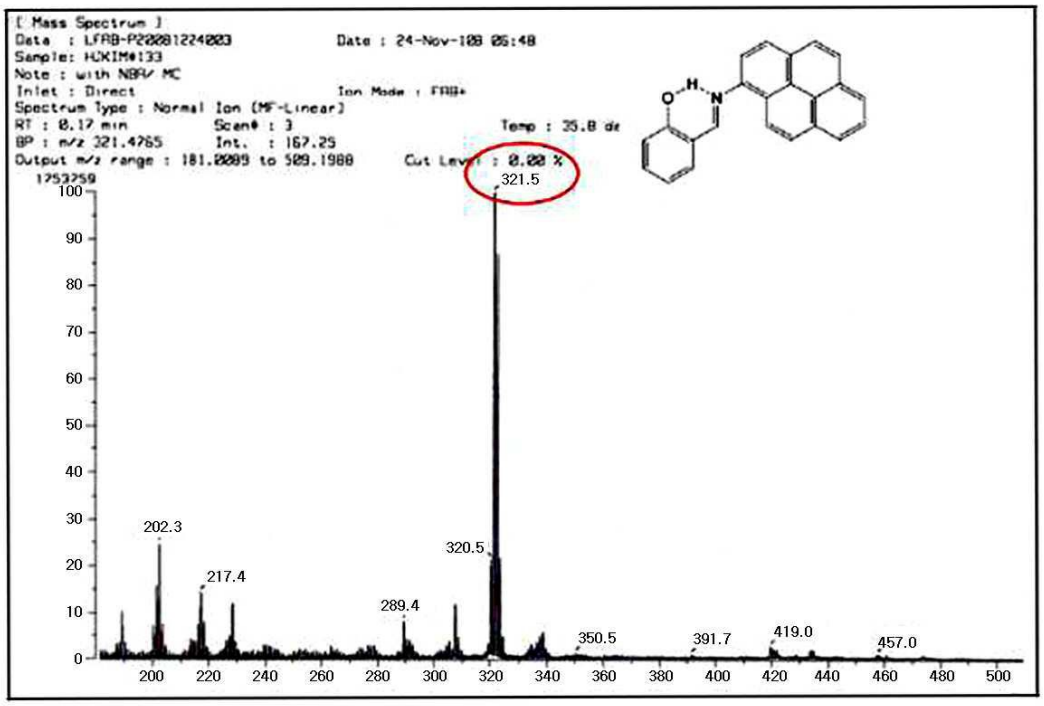
도면8


PPM
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30

도면9


PPM
200.0
180.0
160.0
140.0
120.0
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0

도면10


[Mass Spectrum]
Data : LFRB-P20081224003
Date : 24-Nov-108 05:48
Sample: HJKIM#133
Note : with NBP/ MC
Inlet : Direct
Ion Mode : FAB+
Spectrum Type : Normal Ion (MF-Linear)
RT : 8.17 min
Scan# : 3
BP : m/z 321.4765
Int. : 167.25
Output m/z range : 181.0089 to 509.1988
Temp : 35.8 dg
Cut Level : 0.00 %
1753259
321.5
202.3
217.4
289.4
320.5
350.5
391.7
419.0
457.0
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
200
220
240
260
280
300
320
340
360
380
400
420
440
460
480
500