



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0123376
(43) 공개일자 2009년12월02일

(51) Int. Cl.

G01N 21/25 (2006.01) G01N 21/01 (2006.01)

G01N 21/00 (2006.01) G01N 21/17 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0049420

(22) 출원일자 2008년05월28일

심사청구일자 2008년05월28일

(71) 출원인

서강대학교산학협력단

서울 마포구 신수동 1-1 서강대학교

(72) 발명자

정현식

서울특별시 강남구 압구정동 한양아파트 71-405

이세희

미국, 80027 콜로라도, 루이스빌, 나이트호크 서클 787

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

양부현

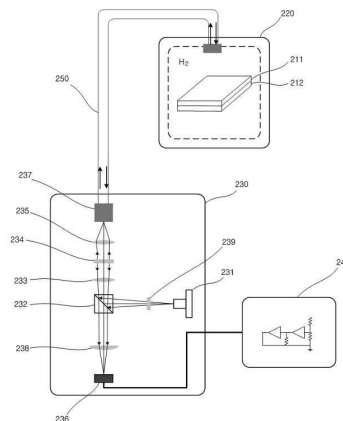
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 수소 광센서

(57) 요약

본 발명은 (a) 가스채색 박막(gasochromic thin film)을 포함하는 센싱 모듈; (b) (i) 광빔을 발생시키는 광원(light source), (ii) 상기 광원에서 나온 광빔을 분리시키는 광분리기, (iii) 상기 광분리기에 의해 분리된 광빔을 평행광으로 전환시키는 시준렌즈(collimating lens), (iv) 상기 시준렌즈를 통과한 평행 광빔의 편광방향을 90° 변화시키는 사분파장판(quarter wave plate), (v) 상기 사분파장판을 통과한 광빔을 집광하는 대물렌즈, 및 (vi) 상기 센싱 모듈에서 반사된 광을 검출하는 검출기를 포함하는 광학모듈; 그리고 (c) 상기 센싱 모듈과 광학모듈을 광학적으로 연결하는 광섬유를 포함하는 수소 광센서에 관한 것이다. 기존 CD-ROM 또는 DVD-ROM 등의 광픽업을 응용한 본 발명은 수소 광센서의 크기를 소형화하는데 크게 기여할 수 있다. 더욱이, 단가가 매우 저렴한 광픽업 장치를 간단하게 변형하여 본 발명의 수소 광센서에 적용하면 제작하는 시간과 비용을 크게 절감할 수 있다.

대 표 도 - 도2



(72) 발명자

심재영

경기도 과천시 별양동 주공아파트 711동 301호

이재동

서울특별시 마포구 신수동 89-58번지

진정모

서울특별시 마포구 신수동 89-58번지

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20075027

부처명 과학기술부

연구사업명 고효율 수소에너지 제조·저장·이용 기술 개발 사업

연구과제명 고성능 수소검지 광센서 응용기술 개발

주관기관 고효율 수소에너지 사업단

연구기간 2003년 10월 ~ 2009년 03월

특허청구의 범위

청구항 1

- (a) 가스채색 박막(gasochromic thin film)을 포함하는 센싱 모듈;
 (b) (i) 광빔을 발생시키는 광원(light source), (ii) 상기 광원에서 나온 광빔을 분리시키는 광분리기, (iii) 상기 광분리기에 의해 분리된 광빔을 평행광으로 전환시키는 시준렌즈(collimating lens), (iv) 상기 시준렌즈를 통과한 평행 광빔의 편광방향을 90° 변화시키는 사분파장판(quarter wave plate), (v) 상기 사분파장판을 통과한 광빔을 집광하는 대물렌즈, 및 (vi) 상기 센싱 모듈에서 반사된 광을 검출하는 검출기를 포함하는 광학모듈; 그리고
 (c) 상기 센싱 모듈과 광학모듈을 광학적으로 연결하는 광섬유를 포함하는 수소 광센서.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 가스채색 박막은 (i) 텅스텐 산화물, 텅스테이트, 니오복사이드, 몰리브덴 산화물, 몰리브테이트, 니켈 산화물, 티타늄 산화물, 바나듐 산화물, 이리듐 산화물, 망간 산화물, 코발트 산화물 및 이의 혼합물로 구성된 군으로부터 선택되는 전이금속 산화물; (ii) $La_{1-z}Mg_zH_x$, $Y_{1-z}Mg_zH_x$, $Gd_{1-z}Mg_zH_x$, Yb_b , LaH_b , SmH_b , $NiMg_zH_x$, $CoMg_zH_x$ 또는 이의 혼합물[z는 0-1, x는 0-5, 그리고 b는 0-3]로 구성된 군으로부터 선택되는 금속 수소화물; 또는 (iii) 폴리비올로젠, 폴리티오펜, 폴리아닐린 및 프루시안 블루로 구성된 군으로부터 선택되는 스위칭 중합체를 포함하는 것을 특징으로 하는 수소 광센서.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 가스채색 박막은 고상의 기질 상에 위치해 있는 것을 특징으로 하는 수소 광센서.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 광원은 레이저 다이오드인 것을 특징으로 하는 수소 광센서.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 수소 광센서는 대물렌즈와 광섬유 사이에 시준기(collimator)를 추가적으로 포함하는 것을 특징으로 하는 수소 광센서.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 수소 광센서는 상기 광분리기와 검출기 사이에 센싱 모듈에서 반사된 광을 단면광으로 전환시키는 원통형 렌즈(cylindrical lens)를 추가적으로 포함하는 것을 특징으로 하는 수소 광센서.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 검출기는 포토다이오드인 것을 특징으로 하는 수소 광센서.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 수소 광센서는 광분리기에 의해 분리된 광빔으로부터 생성된 레퍼런스 신호와 비교하여 상기 센싱 모듈에서 반사된 광의 신호를 처리하고, 상기 검출기에 연결되어 있는 조절모듈을 추가적으로 포함하는 것을 특징으로 하는 광센서.

청구항 9

제 1 항에 있어서, 상기 수소 광센서는 상기 광원과 광분리기 사이에 회절격자를 추가적으로 포함하는 것을 특징으로 하는 광센서.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> 본 발명은 수소 광센서에 관한 것이다.

배경 기술

- <2> 유력 대체 에너지인 수소 에너지는 공기 중에서 4% 이상의 농도에서 폭발의 위험성이 있기 때문에 수소 에너지를 안전하게 사용하기 위해서는 수소의 누출을 감지하는 수소센서가 필수적이다. 수소 센서는 용도에 따라 고정용 센서와 누출검지 센서로 구분할 수 있으며 누출검지 센서는 미량의 수소 누출을 감지하는 누출 검지센서와 수소 누출이 예상되는 공간에서 수소의 누출을 감지하는 안전센서로 분류할 수 있다. 안전센서는 공기 중에서 수소 이외의 기체와 반응하지 않고 안정적인 상태를 유지하다가 수소 누출시 즉각적으로 감지할 수 있다.
- <3> 종래의 수소 센서는 수소가 수소센서 물질에 접촉되었을 때 물질의 저항이 변하는 성질을 이용하여 제작하는 전기적 센서와, 마찬가지로 수소가 센서물질에 접촉되었을 때 물질의 색이 변하는 성질을 이용하여 물질을 투과하거나 반사하는 빛의 세기 차이로 수소를 감지하는 광학적 센서로 구분할 수 있다. 광학적 센서는 632 nm 파장의 반도체 레이저광을 광분리기로 나누어 하나는 레퍼런스 신호로 다른 하나는 센서부로 광케이블을 이용하여 연결한다. 센서부에 수소가 접촉되면 센서박막의 색이 변하게 되어 레이저 빛이 반사되는 정도가 달라지게 되며 포토다이오드로 반사된 빛의 세기를 측정하여 그 신호를 레퍼런스 신호와 비교하여 수소를 감지한다.
- <4> 도 1을 참조하여, 종래의 일반적인 수소 광센서의 동작원리를 설명하면 다음과 같다: 광원(133)으로부터 발생되어 입사된 광은 입사한 빛의 반은 통과하고 반은 반사하는 광분리기(132, beam splitter)로 분리되어 분리된 광 중 하나는 기준신호(레퍼런스 신호)로 사용되고, 다른 하나는 광섬유(150)를 통하여 센싱 모듈(120)의 수소 센서 박막인 가스채색박막(111)으로 이동한다. 가스채색박막은 수소에 노출되었을 때, 음극채색물질인 텅스텐 산화물의 영향으로 박막의 색이 어둡게 변하게 된다. 어둡게 된 박막은 빛의 반사도가 떨어져 반사되는 광의 세기가 작게 되며, 반사된 광이 다시 광섬유(150)를 따라 광분리기(132)를 통과하고, 이어 검출기(131)가 반사광의 세기를 측정하며, 그런 다음 조절모듈(140)에 있는 기준신호와 비교하도록 설계된 회로에 의해 수소를 감지하게 된다.
- <5> 본 명세서 전체에 걸쳐 다수의 논문 및 특허문헌이 참조되고 그 인용이 표시되어 있다. 인용된 논문 및 특허문헌의 개시 내용은 그 전체로서 본 명세서에 참조로 삽입되어 본 발명이 속하는 기술 분야의 수준 및 본 발명의 내용이 보다 명확하게 설명된다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <6> 본 발명자들은 소형화가 가능하고 보다 낮은 비용으로 제작할 수 있는 수소 광센서를 개발하고자 예의 연구 노력하였고, 그 결과 기존의 CD-ROM 또는 DVD-ROM의 광픽업 장치를 수소 광센서에 응용하면 상술한 목적을 달성할 수 있는 수소 광센서를 제공할 수 있음을 확인함으로써, 본 발명을 완성하게 되었다.
- <7> 따라서, 본 발명의 목적은 수소 광센서를 제공하는 데 있다.
- <8> 본 발명의 다른 목적 및 이점은 하기의 발명의 상세한 설명, 청구범위 및 도면에 의해 보다 명확하게 된다.

과제 해결수단

- <9> 본 발명의 양태에 따르면, 본 발명은
- <10> (a) 가스채색 박막(gasochromic thin film)을 포함하는 센싱 모듈;
- <11> (b) (i) 광빔을 발생시키는 광원(light source), (ii) 상기 광원에서 나온 광빔을 분리시키는 광분리기, (iii) 상기 광분리기에 의해 분리된 광빔을 평행광으로 전환시키는 시준렌즈(collimating lens), (iv) 상기 시준렌즈를 통과한 평행 광빔의 편광방향을 90° 변화시키는 사분파장판(quarter wave plate), (v) 상기 사분파장판을 통과한 광빔을 집광하는 대물렌즈, 및 (vi) 상기 센싱 모듈에서 반사된 광을 검출하는 검출기를 포함하는 광학모듈; 그리고
- <12> (c) 상기 센싱 모듈과 광학모듈을 광학적으로 연결하는 광섬유를 포함하는 수소 광센서를 제공한다.

- <13> 본 발명자들은 소형화가 가능하고 보다 낮은 비용으로 제작할 수 있는 수소 광센서를 개발하고자 예의 연구 노력하였고, 그 결과 CD-ROM 또는 DVD-ROM의 광픽업 장치를 기존 수소 광센서의 광학부에 응용하면 상술한 목적을 달성할 수 있는 수소 광센서를 제공할 수 있음을 확인하였다.
- <14> 본 발명의 수소 광센서는 크게 3개의 부분으로 이루어져 있다: (a) 센싱 모듈(220); (b) 광학모듈(230); 및 (c) 광섬유(250).
- <15> 센싱 모듈은 수소를 감지하는 부분으로서, 가스채색 박막(211)이 위치해 있다. 본 발명에서 이용되는 가스채색 박막은 종래의 어떠한 가스채색 박막도 포함한다. 바람직하게는, 상기 가스채색 박막은 (i) 텅스텐 산화물, 텅스테이트, 니오복사이드, 몰리브덴 산화물, 몰리브테이드, 니켈 산화물, 티타늄 산화물, 바나듐 산화물, 이리듐 산화물, 망간 산화물, 코발트 산화물 및 이의 혼합물로 구성된 군으로부터 선택되는 전이금속 산화물; (ii) $La_{1-z}Mg_zH_x$, $Y_{1-z}Mg_zH_x$, $Gd_{1-z}Mg_zH_x$, Yb_b , LaH_b , SmH_b , $NiMg_zH_x$, $CoMg_zH_x$ 또는 이의 혼합물[z는 0-1, x는 0-5, 그리고 b는 0-3]로 구성된 군으로부터 선택되는 금속 수소화물; 또는 (iii) 폴리비올로젠, 폴리티오펜, 폴리아닐린 및 프루시안 블루로 구성된 군으로부터 선택되는 스위칭 중합체를 포함한다. 보다 바람직하게는 가스채색 박막은 텅스텐 산화물, 텅스테이트, 니오복사이드, 몰리브덴 산화물, 몰리브테이드, 니켈 산화물, 티타늄 산화물, 바나듐 산화물, 이리듐 산화물, 망간 산화물, 코발트 산화물 및 이의 혼합물로 구성된 군으로부터 선택되는 전이금속 산화물을 포함한다. 보다 더 바람직하게는 가스채색 박막은 텅스텐 산화물이며, 가장 바람직하게는 WO_3 이다.
- <16> 본 발명의 바람직한 구현예에 따르면, 상기 가스채색 박막에는 촉매층이 증착되어 있다. 보다 더 바람직하게는, 상기 촉매층은 팔라듐(Pd) 및 백금(Pt) 포함한다. 촉매층에 포함되어 있는 팔라듐 및 백금은 팔라듐으로 이루어진 층 및 백금으로 이루어진 층 등 2개의 층을 구성하거나 또는 팔라듐과 백금의 합금층을 구성한다. 촉매층은 반응성 스퍼터링(reactive sputtering) 방식(바람직하게는, RF(radio frequency) 스퍼터링 또는 DC 스퍼터링)으로 증착된다.
- <17> 본 발명의 바람직한 구현예에 따르면, 상기 가스채색 박막은 고상의 기질(212) 상에 위치해 있다. 기질로 이용 가능한 물질은 특별하게 제한되지 않으며, 예를 들어 실리콘, 유리, 석영, 융합 실리카, 스테인레스강, 마이카, 카본, 탄소나노튜브, 폴리머, 세라믹 및 자기(porcelain) 에나멜 등이 이용될 수 있다.
- <18> 광학모듈(230)에서 광원(231)은 광빔을 발생시키는 수단이다. 상기 광원으로는 레이저광원이 바람직하며, 보다 바람직하게는 레이저 다이오드이며, 가장 바람직하게는, 선형 평광된 레이저광원이다.
- <19> 상기 광원에서 나온 광빔은 광분리기(232, beam splitter)에 의해 분리된다. 분리된 광빔은 시준렌즈(233, collimating lens)에 의해 평행광으로 전환되고, 시준렌즈를 통과한 평행 광빔은 편광방향을 90° 변화시키는 사분파장판(234, quarter wave plate)을 통과하며, 사분파장판을 통과한 광빔은 대물렌즈(235)에 의해 집광된다. 센싱 모듈에서 반사된 광은 검출기(236)에서 측정되며 전기적 신호로 전환된다. 바람직하게는 검출기는 포토다이오드이다.
- <20> 본 발명의 바람직한 구현예에 따르면, 본 발명의 수소 광센서는 대물렌즈와 광섬유 사이에 시준기(237, collimator)를 추가적으로 포함한다.
- <21> 본 발명의 바람직한 구현예에 따르면, 본 발명의 수소 광센서는 상기 광분리기와 검출기 사이에 센싱 모듈에서 반사된 광을 단면광으로 전환시키는 원통형 렌즈(238, cylindrical lens)를 추가적으로 포함한다.
- <22> 본 발명의 바람직한 구현예에 따르면, 본 발명의 수소 광센서는 광분리기에 의해 분리된 광빔으로부터 생성된 레퍼런스 신호와 비교하여 상기 센싱 모듈에서 반사된 광의 신호를 처리하고, 상기 검출기에 연결되어 있는 조절모듈(240)을 추가적으로 포함한다. 보다 바람직하게는, 조절모듈에는 일정 농도 이상의 수소 신호가 있는 경우에는 경고음 또는 경고표시가 발생하도록 하는 알람(alarm) 발생수단을 포함한다.
- <23> 본 발명의 바람직한 구현예에 따르면, 본 발명의 수소 광센서는 상기 광원과 광분리기 사이에 회절격자(239)를 추가적으로 포함한다. 회절격자(239)는 광원으로부터 입사된 광, 예컨대, 레이저광을 메인광 및 서브광으로 만든다.
- <24> 흥미롭게도, 본 발명의 수소 광센서에서 광학모듈은 기존의 광픽업 장치와 거의 동일한 구성을 갖는다. 따라서, 기존의 광픽업 장치를 조금 변형하여 광학모듈에 이용할 수 있다. 이러한 대체 가능성은, 본 발명의 수소 광센서를 보다 소형화 되고, 간편하면서도 저가의 비용으로 제작할 수 있도록 한다.

효 과

- <25> 본 발명의 특징 및 이점을 요약하면 다음과 같다:
- <26> (i) 기존 CD-ROM 또는 DVD-ROM 등의 광픽업을 응용한 본 발명은 수소 광센서의 크기를 소형화하는데 크게 기여할 수 있다.
- <27> (ii) 더욱이, 단가가 매우 저렴한 광픽업 장치를 간단하게 변형하여 본 발명의 수소 광센서에 적용하면 제작하는 시간과 비용을 크게 절감할 수 있다.
- <28> (iii) 기존 수소 광센서의 경우 광학 기성품을 구입하고 조립하여 제작했기 때문에 상당한 비용과 시간이 필요하고 그 크기도 컸으나 광학계가 정밀하게 제작된 기성 광픽업 장치를 사용하면 비용과 시간을 크게 절감할 수 있다.
- <29> (iv) 따라서, 본 발명은 구성이 간단하고 조립이 용이하면서 소형인 수소 안전센서를 보급하는데 크게 기여할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <30> 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하고자 한다. 이들 실시예는 오로지 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 요지에 따라 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 제한되지 않는다는 것은 당업계에서 통상의 지식을 가진 자에 있어서 자명할 것이다.

실시예

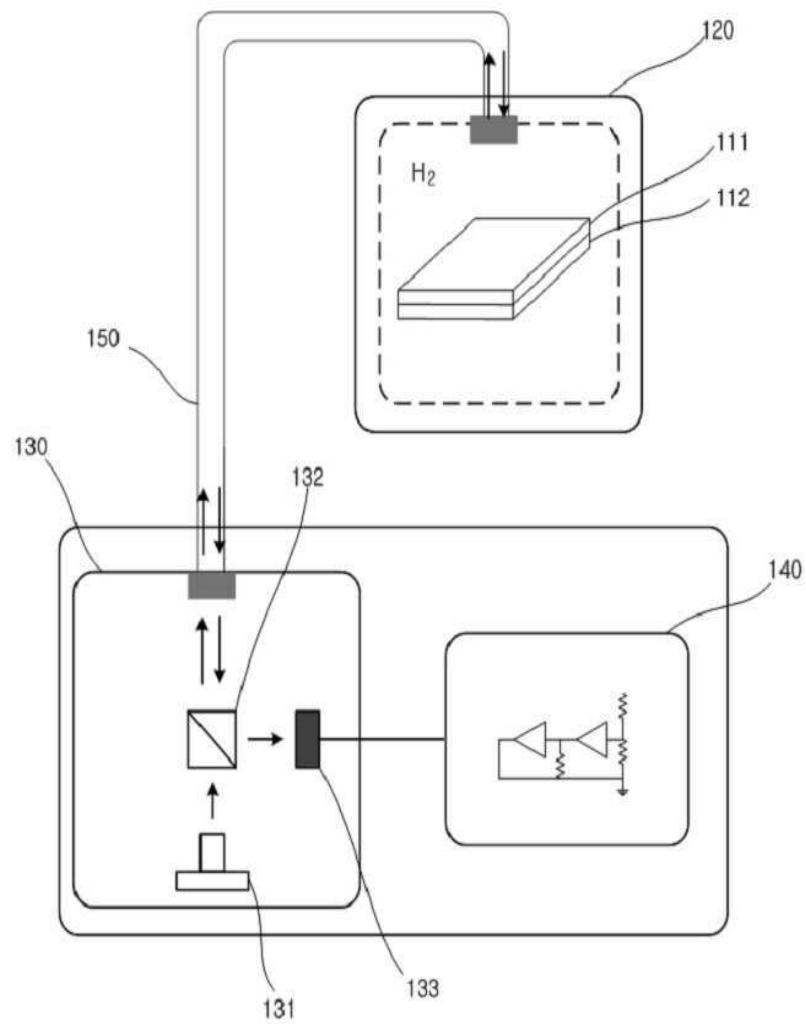
- <31>
- <32> 본 발명의 구체적인 일 실시예를 도 2를 참조하여 설명하면 다음과 같다. 광원(231), 바람직하게는 레이저 다이오드에서 발생된 630 nm 파장의 반도체 다이오드 레이저광은 회절격자(239)를 통하여 광분리기(232)로 입사되며 광분리기는 입사된 레이저광을 분리한다. 분리된 레이저광은 순차적으로 시준렌즈(233), 사분파장판(234), 대물렌즈(235) 및 시준기(237)를 통과하고 이어 광섬유(250)를 따라 기질(212) 상에 증착된 가스채색박막(211)이 포함된 센싱모듈(220)에 전달된다. 텅스텐 산화물로 이루어진 가스채색박막(211)은 음극채색 물질로서 수소가 접촉되면 물질의 색이 어둡게 변하는 가스채색 물질이며 어둡게 변했을 시 박막의 반사도가 감소하여 반사된 광은 초기 광의 세기에 비해 약하게 된다. 반사광은 다시 광섬유(250)를 따라 이동하고 순차적으로 시준기(237), 대물렌즈(235), 사분파장판(234), 시준렌즈(233) 및 광분리기(232)를 통과하고 이어 원통형 렌즈(238)를 통과한다. 원통형 렌즈를 통과한 광은 포토다이오드(236)에서 전기적 신호로 전환되고 측정된다. 포토다이오드(236)에서 발생된 전기 신호는 조절모듈(240)에 전달된다. 조절모듈(240)에는 레퍼런스 신호와 비교하여 상기 센싱 모듈(220)에서 반사된 광의 신호를 처리하는 회로가 있다. 즉, 조절모듈(240)에는 일정 농도 이상의 수소 신호가 있는 경우에는 경고음 또는 경고표시가 발생하도록 하는 알람(alarm) 발생수단이 포함되어 있다.
- <33> 이상으로 본 발명의 특정한 부분을 상세히 기술하였는 바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 이러한 구체적인 기술은 단지 바람직한 구현 예일 뿐이며, 이에 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백하다. 따라서, 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항과 그의 등가물에 의하여 정의된다고 할 것이다.

도면의 간단한 설명

- <34> 도 1은 종래의 수소 광센서의 모식도이다.
- <35> <도면의 주요부호의 설명>
- <36> 111: 가스채색박막, 112: 기질, 120: 센싱 모듈, 130: 광학모듈, 131: 검출기, 132: 광분리기, 133: 광원, 140: 조절모듈, 150: 광섬유
- <37> 도 2는 본 발명의 수소 광센서의 구체적인 일 실시예를 나타내는 도면이다.
- <38> <도면의 주요부호의 설명>
- <39> 211: 가스채색박막, 212: 기질, 220: 센싱 모듈, 230: 광학모듈, 231: 광원, 232: 광분리기, 233: 시준렌즈, 234: 사분파장판, 235: 대물렌즈, 236: 검출기, 237: 시준기, 238: 원통형 렌즈, 239: 회절격자, 240: 조절모듈, 250: 광섬유.

도면

도면1



도면2

