Pd이 코팅된 단일모드 광섬유 센서를 이용한 수소 검출 시스템

김광택† · **박선옥** · **황보승** · **마재평**

호남대학교 전자·광공학부

㉾ 506-714 광주광역시 광산구 서봉동 59-1

백세종 · **임기건**

전남대학교 물리학과

㉾ 500-757 광주광역시 북구 용봉동 300

김태언 · **김회종**

한국광기술원 광소자팀

㉾ 500-460 광주광역시 북구 월출동 971-35

(2007년 8월 13일 받음, 2007년 11월 20일 수정본 받음)

단일모드 광섬유를 이용한 수소센서의 특성을 이론 및 실험으로 분석하였다. 검출 소재로 팔라듐(Pd:palladium) 필름을 이용하였고 광섬유와 Pd 사이의 접착력을 강화하기 위해 니켈(Ni) 필름을 사용하였다. 제작된 센서의 반응감도와 반응시간은 팔라듐 박막의 두께에 크게 의존하였다. 단일모드 광섬유 끝단에 접착층으로 5 nm 두께의 Ni 박막과 감응막으로 10 nm 두께의 Pd가 코팅된 센서는 0.6 dB의 반사도의 변화와 3~5초의 반응시간을 보였다.

주제어 : Hydrogen sensor, Single mode fiber, Palladium film

I. 서 론

점차 고갈되는 화석에너지를 대체할 차세대 무공해 대체에너지로 수소에너지가 주목 받고 있다. 하지만 수소는 대기중 4%이상의 농도를 가지면 산소와 결합하여 자연발화하거나 폭발할 수 있는 위험한 물질이다. 따라서 수소의 생산, 보관, 사용할 때, 혹시 있을 수 있는 수소 유출을 감지할 수 있는 시스템이 갖추어지지 않고서는 수소연료의 광범위한 사용이 불가능할 것이다. 수소센서로는 반도체형, 열전대형 및 광섬유형 등이 알려져 있다.[1] 특히 광섬유 수소센서는 전기가 직접 흐를 필요가 없기 때문에 전기 방전에 의한 수소 폭발의 위험이 없어 현존하는 센서의 결점을 해결할 수 있다. 지금까지 광섬유 끝에 팔라듐(Pd: palladium)이 코팅된 반사형[2] 구조, 코어가 노출된 광섬유[3], 광섬유 격자(taper)[4], 테이퍼된 광섬유[5], 측면 연마 광섬유[6] 위에 Pd을 코팅한 구조 등 다양한 형태의 광섬유형 수소센서가 보고되었다. 특히 광섬유 끝에 Pd이 코팅된 반사형 센서는 구조가 간단하고 편광에 무관한 특성을 갖고 있다. 지금까지 보고된 대부분의 반사형 광섬유 수소센서는 다중모드 광섬유 형태이다. 그러나 이러한 다중모드 광섬유 형태의 수소센서는 현재 개발되어 있는 단일모드 광섬유 광학 소자와 호환되지 않는다. 예를 들면 통신용으로 개발된 광섬유 커플러, 아이솔레이터(isolator), 레이저 다이오드 등은 대부분 단일모드 광섬유를 이용하며, 이들 소자를 이용하려면 단일모드 광섬유형 수소센서가 필요하다.

기존에 Pd이 광섬유 끝에 코팅된 반사형 수소센서의 여러 특성이 보고 되었다. 수소 농도에 따른 반사도의 변화[1], 온도 및 습도의 영향[7]에 대한 실험 결과가 알려져 있다.

본 연구에서 저자들은 다음과 같은 연구를 수행한 결과를 보고한다. 단일모드형 광섬유를 이용한 반사형 수소센서를 제작하고 이를 수소 누출을 검출하기 위한 시스템에 적용하였다. 수소 농도에 따른 반사도의 변화, 온도, 습도 등의 영향은 어느 정도 알려져 있기 실험을 통한 분석은 수행하지 않았다. 그러나 Pd 박막의 두께가 수소 반응속도와 반응감도에 어떠한 영향을 미치는지는 아직 문헌에 알려져 있지 않아 본 문문에서 이를 이론 및 설험으로 분석하고자 하였다. 또한 과도한 수소 노출에 따른 Pd 박막의 표면 상태가 잘 유지되는 지 관찰하고 중간 접합층을 도입하여 센서의 신뢰성을 높이는 기법을 소개하였다. 이러한 이론과 실험적 연구를 통해 센서의 제작 조건을 확립하였다. 제작된 수소 센서를 이용하여 수소 누출을 감지할 수 있는 단일모드 광섬유 광학계를 구현하였고 시스템 구현을 위해 중요한 고려 사항들을 소개하였다. 구현된 시스템을 수소 누출 감지에 적용한 결과를 보고한다.

II. Pd 박막의 광학적 성질

수소센서에는 Pd이나 Pd 합금이 많이 이용되고 있다. Pd은

† E-mail: ktkim@honam.ac.kr

수소에만 선택적으로 반응하기 때문이다. 하나의 수소 분자(H_2)가 Pd 표면에 노출되면 두 개의 수소 원자(2H)로 분리되고 수소원자가 Pd 내부에 확산되면 Pd의 부피가 늘어난다. 이로 인하여 Pd 내부의 자유 전자의 농도가 감소하게 되어 Pd의 광학적 특성이 변화한다. 수소 가스에 노출된 Pd은 PdH_x로 분자 구조가 바뀌게 되어 순수한 Pd과는 다른 성질을 갖게 된다. 여기서 x는 수소와 Pd의 원자 비율을 의미한다. Pd은 금속으로 복소 유전률을 가지며 수소에 노출되면 유전률의 실수부와 허수부 크기가 모두 감소하며 다음과 같은 식으로 표현된다.[5]

$$\epsilon(c) = h(c)\epsilon(0) \tag{1}$$

식 (1)은 실험적으로 얻어진 식이다. 여기서 c는 수소의 농도를 의미하며 $h(c)$는 수소상수로서 수소의 농도가 증가하면 비선형적으로 감소하는 것으로 알려져 있다.[7] $\epsilon(0)$는 수소가 없을 때 Pd의 복소 유전율이다. 1550 nm 파장에서 $\epsilon(0)$ = -53.5+j54.0[8]인 복소수로 주어진다. 예를 들어 질소 속에 4% 수소가 포함된 경우 h(0.04)은 약 0.8이다.

수소에 노출된 팔라듐 PdH_x는 수소 농도, 온도 및 필름의 두께에 따라 두 가지의 고체 상, 즉 α상과 β상을 가진다. α상은 수소 농도가 낮을 때 나타나는 상이며 수소 농도가 높아지면 β상으로 바뀐다. 매질의 상이 바뀌면 광 및 기계적 성질의 히스테리시스가 발생할 수 있기 때문에 Pd을 수소센서에 활용할 경우 상이 바뀌는 것은 바람직하지 않다. 이러한 상전이를 억제하기 위해 Pd 박막의 두께를 얇게 하는 방법, 온도로 제어하는 방법 등이 있고 다른 방법으로 Pd을 은이나 크롬과 합금하여 이용하기도 한다.[9]

III. 소자 구조 및 광학적 특성

단일모드 광섬유 끝에 Pd이 코팅된 수소센서의 구조를 그림 1에 나타냈다. 다중모드 광섬유를 이용하면 코어가 크기 때문에 광결합이 용이하지만 입사광과 반사광을 분리하기 위해 복잡한 광학계가 필요하다. 반면 단일모드 광섬유를 이용하면 코어 크기가 작아 광결합이 어려운 점이 있다. 하지만 이러한 문제는 광섬유가 레이저 다이오드와 한 몸체로 부착된 Pig tailed LD를 이용하면 해결되고 반사광을 입사광과 분리하여 검출하기 위해 단일모드용 아이솔레이터와 광섬유 커플러를 이용하면 된다. 즉 단일모드 광섬유를 이용하면 광신호를 광섬유 내에서 제어 가능하기 때문에 광센서 시스템의 구현이 보다 자유롭고 복잡한 광학계의 정렬 문제를 해결할 수 있다.

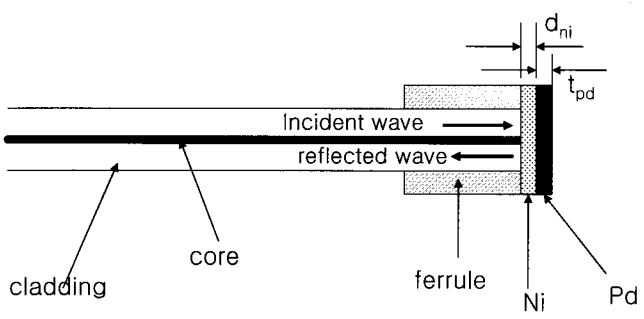


그림 1. 광섬유 수소 센서의 구조.

그림 1에서 Ni층은 실리카 광섬유와 Pd 사이의 접합력을 높여주기 위한 것이다. 이러한 다층구조에서 광신호는 투과, 반사 및 흡수가 발생한다. 다층구조에서 광반사도는 식 (2)와 같이 주어진다. 반사도는 각 층의 굴절률과 두께에 영향을 받는다. 접합층으로 작용하는 Ni층은 가능한 얇게 하는 것이 바람직하다. Pd이 수소에 노출되면 유전률이 변화하기 때문에 경계면에서 광반사도이 바뀌게 된다. Ni과 광섬유 끝단 경계에서 광 반사도는 다음과 같이 주어진다.

$$R = \left| \frac{r_1 + r_2 \exp(-i\delta_{ni}) + r_3 \exp[-i(\delta_{ni} + \delta_{pd})] + r_1 r_2 r_3 \exp(-i\delta_{pd})}{1 + r_1 r_2 \exp(-i\delta_{ni}) + r_1 r_3 \exp[-i(\delta_{ni} + \delta_{pd})] + r_2 r_3 \exp(-i\delta_{pd})} \right|^2$$

$$r_1 = \frac{n_{co} - n_{ni}}{n_{co} + n_{ni}}$$
$$r_2 = \frac{n_{ni} - n_{pd}}{n_{ni} + n_{pd}}$$
$$r_3 = \frac{n_{pd} - 1}{n_{pd} + 1} \tag{2}$$

그리고 각 층에 의한 위상 변화량은 다음과 같이 주어진다.

$$\delta_{ni} = 4\pi n_{ni} d_{ni} / \lambda$$
$$\delta_{pd} = 4\pi n_{pd} d_{pd} / \lambda \tag{3}$$

식 (2)에서 n_∞, n_{pd}, n_{ni}은 광섬유 코어, Pd, 및 Ni의 굴절률을 의미한다. 이들의 굴절률은 계산에서 사용한 1550 nm 파장에서 각각 1.449, 3.35+j8.06 및 3.14+j9.09이다. 실제 Ni 박막의 두께를 5 nm로 가정하면 Pd의 두께에 따른 반사도는 그림 2와 같다. 그림 2로부터 Pd 금속 박막의 두께가 반사도에 크게 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 여기서 이러한 현상을 설명하기 위해 Ni 박막은 없는 것으로 가정하자. Pd 박

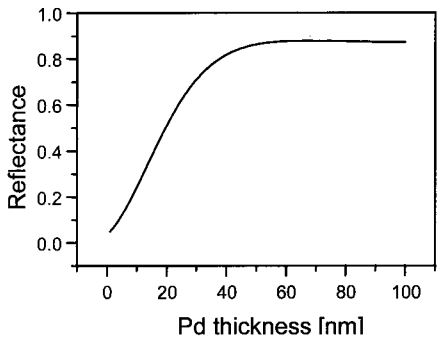


그림 2. Pd 박막의 두께에 따른 반사도의 변화, 단 Ni층의 두께는 5 nm로 가정함.

막층의 두께가 파장에 비에 매우 얇기 때문에 계면 앞단에서 반사된 광과 계면 뒷단에서 반사된 광의 경로 차이에 의한 위상 차이는 매우 작다. 우선 광섬유 끝단과 Pd 사이의 계면에서 광의 반사계수와 Pd과 공기 사이의 계면에서 반사계수는 서로 부호가 다르다. 이로 인하여 광섬유와 Pd 사이의 계면에서 반사된 광과 Pd와 공기 사이의 계면에서 반사된 광은 서로 반대 위상을 가지기 때문에 상쇄 간섭이 발생한다. 반면 금속이 두꺼워지면 금속을 투과하는 동안 광은 흡수되고 반사는 광섬유 끝단과 Pd 계면에서만 발생하며 상쇄 간섭은 발생하지 않는다.

그림 3은 수소농도 변화에 따른 상대적 광 반사량의 변화를 보여주고 있다. 수소가 없는 상태의 초기 반사량을 기준으로 Pd 박막 주위의 공기 속에 포함된 수소농도에 따른 상대적인 광반사량의 변화를 보여주고 있다. 여기서 수소 침투에 따른 Pd 박막의 두께 변화는 고려하지 않았다. 그림 3(a)에, 니켈 박막의 두께가 5 nm로 일정할 때 Pd 박막의 두께가 소자의 감도에 미치는 영향을 분석한 것이다. h(c)가 감소하면, 다시 말해서 센서 주위의 공기 속에 수소 농도가 증가하면 반사광량이 감소하는 것을 알 수 있다. Pd 박막의 두께에 따라 다소 차이는 있지만, 수소상수가 1에서 0.8로 바뀔 때 반사도의 변화는 대략 13%~18% 정도로 나타났다. 그림 3(b)는 Pd 박막의 두께를 40 nm로 가정하고 Ni 막의 두께가 소자의 감도에 미치는 영향을 분석한 것이다. Ni 박막의 두께가 증가하면 반사도는 증가하지만 수소 농도에 따른 반사도의 변화는 오히려 감소하는 것을 알 수 있다. 이는 Ni 박막의 두께가 증가하면 Pd 박막에 도달하는 광량이 줄어들기 때문이다. 소자 제작시 Ni 박막은 가능한 얇게 하는 것이 바람직하다.

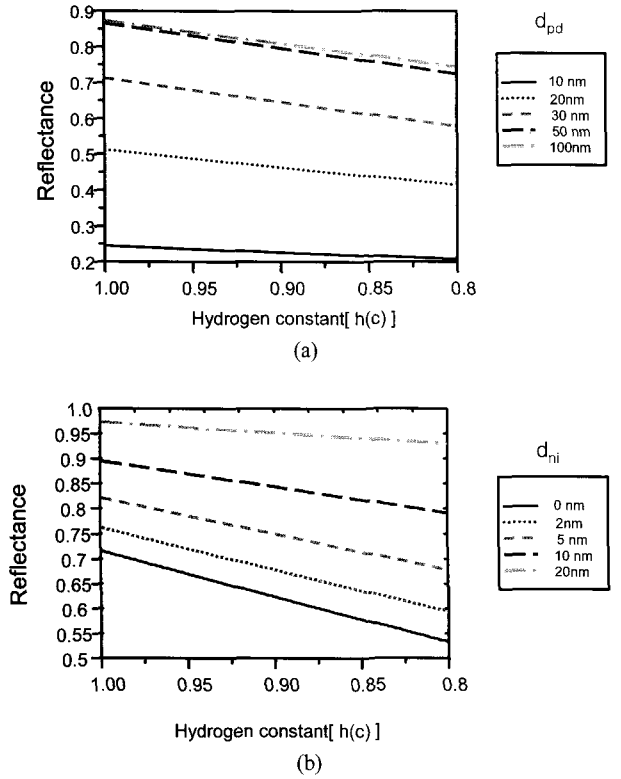


그림 3. 수소상수에 따른 광반사도 변화량. (a) d_{ni} = 5 nm 가정하고 Pd 박막의 두께의 영향을 고려함, (b) d_{pd} = 40 nm 가정하고 Ni 박막의 두께의 영향을 고려함.

IV. 광섬유 센서의 제작 및 특성 측정

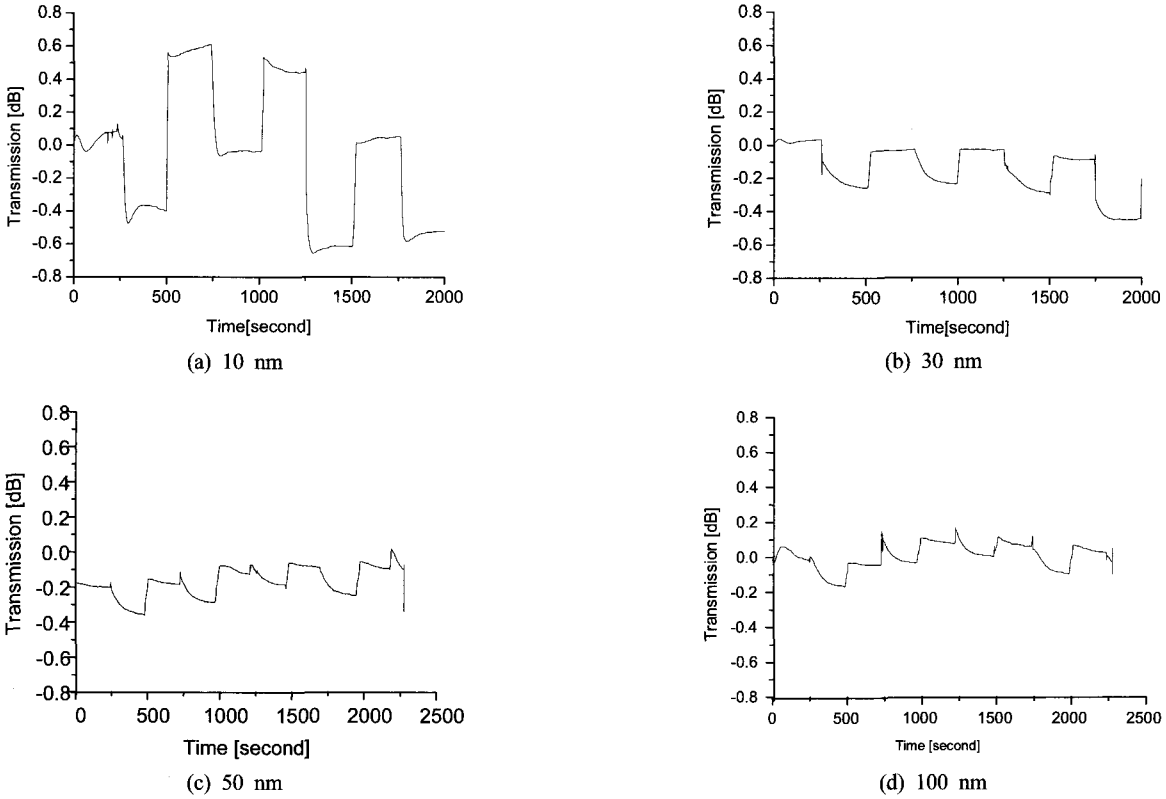
실험을 위해 질소 속에 수소가 4% 혼합된 가스를 준비하였다. 본 연구에서는 Pd 박막의 두께에 따른 센서의 반응도와 반응속도를 관찰하고 최적의 구조를 찾고자 한다. 센서의 제작과정은 다음과 같다. 코팅을 제거한 광섬유(SMF28, 코닝사)를 페룰(ferrule) 두 개가 마주보는 광커넥터 속에 에폭시로 고정하고 연마한다. 연마된 한쪽 표면에 전자빔 증착기로 Ni과 Pd을 연속적으로 증착시킨다. 실험을 위해 광섬유 끝단에 대표적으로 4가지의 두께, 즉 10, 30, 50, 100 nm를 갖는 Pd 박막을 각각 코팅하였다. 막의 두께 오차는 5% 이내이다. Pd 박막의 두께가 30 nm 이상으로 충분히 두꺼울 때 광 반사도는 0.6 정도 되었다.

우선 질소 속에 4% 수소가 포함된 혼합가스와 일반 대기에서 제작된 센서들을 교대로 약 5분간 씩 노출시키면서 반응속도와 반응감도를 측정하였다. 그림 4는 제작된 센서의 반응을 측정한 결과이다. 초기 광량을 기준으로 반사광의 세기 변화를 데시벨로 표기하였다. 실험 결과에서 두 가지 상태가 뚜렷하게 나타났으며 높은 반사도(위쪽 레벨)는 센서가 대기 중에 있을 때를 나타내고 낮은 반사도(아래쪽 레벨)는 센서가 수소 혼합가스에 노출 되었을 때의 결과이다. 그림 4(a)에서 보이듯 10 nm Pd 박막 두께를 가진 센서의 경우 대략 0.6 dB 정도 광세기 변화를 보였지만 그람 4(d)에 나타나 있듯이 100 nm Pd 박막 두께를 가진 소자의 반응은 0.2 dB 이하로 나타났다. 이러한 실험 결과에서 소자의 반응은 금속 두께에 크게 영향을 받는 것으로 나타났다. 반응감도, 즉 수소 혼합가스와 대기에 센서를 교대로 노출하면서 광파워 변화량을 측정한 결과, 금속 두께가 증가함에 따라 감도가 크게 감소함을 알 수 있었다.

본 실험 결과는, 광 반사량의 변화가 금속 두께에 크게 관련이 없는 것으로 분석되는 이론적 예측의 것과는 차이를 보였다. 이는 이론에서 고려하지 않았던 여러 가지 현상이 복합적으로 실험 결과에 나타났기 때문으로 생각되어진다. 이론에서는 Pd이 수소에 노출되었을 때 일어나는 박막의 두께 변화는 고려하지 않았다. 이러한 결과는 다음과 같이 해석된다. 수소 노출에 의한 Pd의 유전률 감소는 광 반사도를 낮추는 것과 대조적으로 수소 흡수에 의해 Pd 박막이 두꺼워지면 광 반사량이 증가하여 서로 반사량의 변화를 상쇄하기 때문으로 추정된다. 하지만 정확히 수소 노출에 의한 Pd 박막의 두께 변화를 예측할 수 없어 계산에 고려하지는 않았다. Pd 박막의 두께가 10 nm일 경우 4% 수소가 포함된 가스 노출에 따른 센서에서 검출된 광파워 변화량은 -0.6 dB 정도로 나타났다. 이는 13%의 광 반사량의 감소를 의미한다.

센서의 반응시간도 센서의 성능을 결정하는 중요 변수이다. 실온에서 측정한 결과 소자의 반응속도는 Pd 박막의 두께에 민감하게 나타났다. 여기서 반응시간은 정상값의 90%까지 도달하는 시간을 의미한다. 금속이 두꺼울수록 반응시간이 길어짐을 알 수 있다. 그림 4(a)의 10 nm 두께를 가진 센서는 반응시간이 3~5초 정도 소요 되었지만 그림 4(d)의 100 nm pd 박막 두께를 가진 센서는 수십 초 정도로 측정되었다. Pd 박막이 두꺼울수록 반응시간이 길어지는 이유는 수소가 Pd 박막으로 완전히 침투하는데 걸리는 시간이 길어지기 때문으로 추정된다. 그림 4(a)에 나타난 검출된 광파워의 전체적 불안정은 광원의 출력 흔들림과 센서를 물리적으로 이동할 때 광섬유의 구부림으로 인하여 발생한 것으로 보인다. 특히 본 실험에서 주의해야 할 사항으로, 광섬유와 광섬유 사이의 기계적 접속에서 공기층이 있을 경우 이는 공진기 역할을 하며 이로 인하여 광원의 흔들림이 발생할 수 있다는 점을 들 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 실험에서는 두 광섬유의 기계적 접속시 광섬유 사이에 정합액을 채워서 연결부위에서 Fresnel 반사가 없도록 주의하였다. 실제 이러한 센서를 이용하여 수소누출을 검출하기 위해서는 광원의 흔들림이나 광섬유 구부림을 보상할 수 있는 기준단이 필요하다.

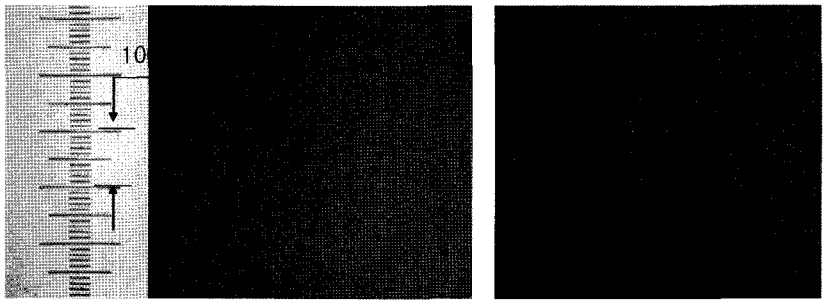
그림 5는 Pd 두께가 30 nm 인 센서를 100% 수소 가스에 약 1분간 노출 시켰을 때 Ni층이 있는 경우(a)와 없는 경우(b) Pd 박막의 상태를 보여주고 있다. 그림 (b)의 경우 5 nm Ni 박막이 증착되었다. 앞서 언급했듯이 Pd 박막이 수소에 노출되면 부피가 늘어나며 계면에 응력이 작용하게 된다. Pd



(a) 10 nm (b) 30 nm

(c) 50 nm (d) 100 nm

그림 4. Pd 박막의 두께에 따른 제작된 센서의 반응 특성 비교.



(a) (b)

그림 5. 수소 노출 후 30 nm 두께의 Pd 박막 표면 센서에 접합층(Ni)이 있는 경우(a)와 없는 경우(b).

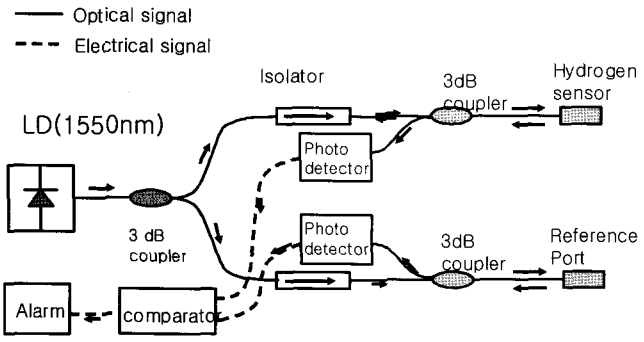


그림 6. 제작된 광섬유 수소센서를 이용한 수소 누설 검출 시스템 구성도.

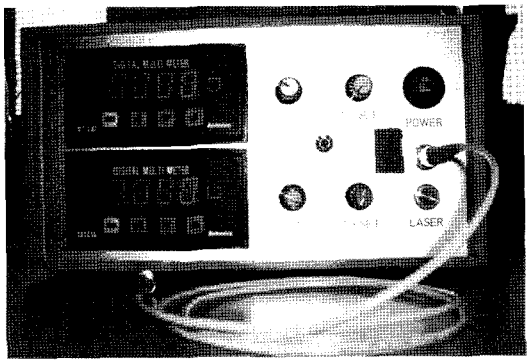
과 광섬유 사이의 접합력이 약한 경우 Pd 박막에 크랙(crack)이 발생함을 볼 수 있었다. 광섬유와 Pd 박막 사이에 Ni 박막으로 접합력을 강화시켜 이러한 문제를 피할 수 있었다.

V. 수소 누출 경보 시스템의 구현

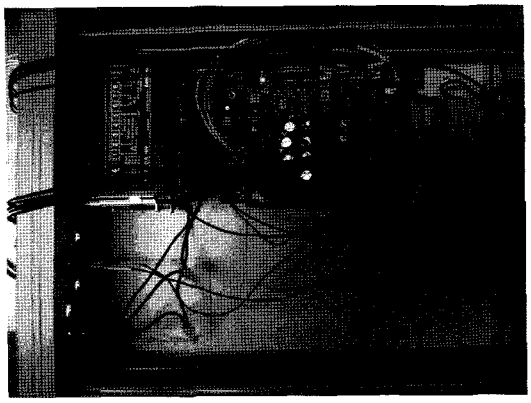
제작된 광섬유 수소센서를 이용하여 수소가 누출되었을 때 이를 경보할 수 있는 시스템의 구성도는 그림 6과 같다. 광원은 1550 nm 레이저 다이오드를 사용하였고 광원으로 반사파가 입력되는 것을 방지하기 위해 광아이솔레이터를 이용하였다.

LD 출력의 흔들림을 보상하기 위해 기준단이 필요하다. 기준단의 광섬유 끝에는 동일한 광섬유 센서가 부착되어 있고 수소에는 노출되지 않는다. 기준단과 센서단에서 반사되는 광량을 비교하여 일정량 이상의 차이가 발생하면 시스템은 경보를 발생하도록 되어있다. 이러한 수소 누출 센서 시스템의 장점은 광신호가 광섬유 내에서 이동하므로 복잡한 광정렬이 요구되지 않으며 장비의 기계적 흔들림으로부터 높은 안정성을 확보할 수 있다. 광섬유 커플러를 비롯한 소자들의 편광의존손실(polarization-dependent loss)이 매우 중요하다. 그 이유는 광섬유 내에서 광신호의 편광상태는 광섬유의 구부림, 광섬유 주위의 온도 및 압력 등의 변화로 쉽게 바뀔 수 있어 광섬유 소자의 편광의존 손실이 클수록 수소센서로부터 반사되는 광량도 크게 흔들릴 수 있다는 것이다. 즉 광검출기에 입사되는 광량은 광섬유 내의 광신호의 편광상태에 무관해야 하며 오로지 수소와 반응할 때에만 변화가 발생해야한다. 물론 센서 자체도 편광에 무관한 특성을 가져야 한다. 앞서 언급한 바와 같이 광섬유 소자와 소자를 서로 연결할 때 연결 부위에서 공기층이 있으면 이는 다중 반사를 일으켜 검출기에 입력되는 광량의 불안정으로 작용한다. 특히 광섬유 커플러는 2×2 구조를 가지며 일반적으로 사용하지 않은 하나의 광섬유 포트 끝단에서 광 반사가 되지 않도록 주의해야 한다.

그림 7과 같이 광섬유 광학계와 전자회로를 구성하여 수소 경보 시스템을 구현하였다. 센서를 수소 4%가 포함된 혼합가스에 노출시켰을 때 성공적으로 경보 시스템이 동작하는



(a) 외부 사진



(b) 내부 사진

그림 7. 구현된 수소 검출 시스템.

것을 확인하였다. 이때 10 nm Pd이 코팅된 반사형 수소 센서를 이용하였다. 현재 0.5% 이상의 수소가 누출되었을 때 경보를 발생시킬 수 있는 시스템의 개발을 진행 중에 있다. 시스템의 감도와 신뢰성은 시스템을 구성하는 전자회로의 잡음 제거 능력에 달려 있다.

VI. 결 론

단일모드 광섬유 끝단에 Pd을 코팅한 수소센서의 특성을 분석하였다. 특히 Pd 박막의 두께가 소자의 반응감도와 반응속도에 미치는 영향을 분석한 결과 적절한 두께를 선택하는 것이 매우 중요함을 알 수 있었다. Pd과 광섬유 사이에 접합층을 두어 Pd 박막에 크랙이 발생하는 것을 방지할 수 있음을 확인하였다. 제작된 수소센서를 이용하여 수소 누출 경보 시스템을 구성하였다. 대기 중에 수소 누출되었을 때 경보를 발생하는 시스템을 구현하였고 시스템의 성능개선이 진행 중에 있다.

감사의 글

본 논문은 전남대학교 광소재부품 연구센터(R/2-2002-054)의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

[1] 고효율 수소에너지 제조·저장·이용기술 개발 사업단, 수소센서 기술의 동향, 수소에너지정보, 제 1호, 2004. 8. 1.

[2] M. A. Bulter, "Micromirror optical-fiber hydrogen sensor," *Sen. & Act B.*, vol. 22, pp. 155-163, 1994.

[3] M. Tabib-Azar, B. Sutapun, R. Petrisk, and A. Kazemi, "Highly sensitive hydrogen sensors using palladium coated fiber optics with exposed cores and evanescent field interactions," *Sen. & Act B.*, vol. 58, pp. 158-163, 1999.

[4] B. Sutapun, M. Tabib-Azar, and A. Kazemi, "Pd-coated elastootic fiber Bragg grating sensors for multiplexed hydrogen sensors," *Sen. & Act B.*, vol. 60, pp. 27-34, 1999.

[5] D. Zalvidea, A. Diez, J. L. Cruz, and M. V. Andres, "Hydrogen sensor based on a fibre-taper with improved time-response," *Sen. Act B*, vol. 114, pp. 286-274, 2006.

[6] 송현석, 신은수, 김덕기, 박선옥, 김광택, 윤양일, 백세종, 임기건, "Pd 박막이 코팅된 측면 연마 광섬유를 이용한 수소센서", *Photonics Conference 2006*, F3D2, pp. 326-327, 2006.

[7] F. A. Lewis, The palladium hydrogen system, New York, Academic Press, 1967.

[8] M. A. Ordal, L. L. Long, R. J. Bell, S. E. Bell, R. W. Alexander Jr., and C. A. Ward, "Optical properties of the metals Al, Co, Cu, Fe, Pb, Ni, Pd, Pt, Ag, Ti, and W in the infrared and far infrared," *Appl. Optics*, vol. 22, pp. 1099-1120, 1983.

[9] X. Bevenot, A. Trouillet, C. Veillas, H. Gagnaire, and M. Clement, "Hydrogen leak detection using an optical fibre sensor for aerospace applications," *Sen. & Act. B*, vol. 67, pp. 57-67, 2000.

Hydrogen Detection System Based on Pd Coated Single Mode Fiber Sensor

Kwang Taek Kim†, Son Oc Park, Hwangbo Seung, and Jae Pyung Mah

Department of Electronic and Photonic Engineering, Honam University, 59-1, Seobong-Dong, Gwangsan-Gu, Gwangju 506-714, Korea

† *E-mail: ktkim@honam.ac.kr*

Se-Jong Baik and Kiegon Im

/Department of Physics, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

Tae Un Kim and Hwe-Jong Kim

Optical device team, Korea Photonics Technology Institute, 971-35, Wolchal-dong, Buk-gu, Gwangju 500-460, Korea

(Received August 13, 2007, Revised manuscript November 20, 2007)

The characteristics of the single mode fiber hydrogen sensor have been investigated theoretically and experimentally. Palladium is adopted as a material for the transducer and a thin Ni film is used for the adhesion between the fiber end and the Pd film. It is shown that sensitivity and response time strongly depend on the thickness of Pd film. The single mode fiber sensor coated with 5 nm thick Ni adhesion layer and 10 nm thick Pd transducer layer showed 0.6 dB change of reflectivity and 3~5 sec of response time as it absorbed 4% hydrogen gas.

OCIS code : 060.0060, 060.2370, 060.2340.