

논문 94-3-3-06

광섬유 온도센서를 위한 InP의 광학적 특성 연구

김영수*, 신건학**, 전병실***

A study on optical properties of InP for
implementation of fiber-optic temperature sensor

Young Soo Kim, Keon Hak Shin, Byong Sil Chon,

요 약

InP 소자를 이용하여 광섬유 온도 센서를 제작하고 InP센서의 기초 광흡수단의 이동특성을 조사하였다. 그 결과를 일반 반도체의 흡수계수에 적용하여 InP 소자의 광흡수 계수(Ω)를 유도하였다. 광흡수 계수와 InP 센서 소자의 두께 파라미터를 전달특성에 대입하여 온도변화에 따른 기초 광흡수단 가장자리의 이동특성을 세점의 온도(249 °K, 298 °K, 369 °K)에서 컴퓨터로 계산하고 실험 결과와 비교하였다. 그 결과 InP 소자의 기초 광흡수단이 온도에 비례하여 장파장 영역으로 이동하였으며 단위 온도 상승시 광흡수단의 이동거리 는 약 0.42 nm / °K 였다. 또 반도체 소자의 두께가 증가할수록 광 파워 밀도 곡선이 낮은 온도로 이동하였다.

Abstract

A fiber-optic temperature sensor utilizing InP as a sensing medium was implemented and tested to determine the dependance of the optical characteristics of InP on physical parameters for the use as design parameters in this type of sensors. The optical absorption coefficient of InP has been determined through the experimental measurement of the fundamental optical absorption characteristics at various temperature points. The transmission characteristics of light source at three temperature points(249 °K, 298 °K, 369 °K) are computed from the optical absorption coefficient for a fixed length of InP. A series of measurement concluded that optical absorption edge moves to longer wavelength region at a speed of 0.42 nm / °K as the specimen gets hotter, and that increasing the thickness of the InP sensing layer shifts power density curve to lower temperature region.

I. 서 론

레이저 기술의 개발과 저손실 광섬유의 개발을 시작으로 이루어진 광기술의 급속한 발전은 산업 전반에

걸쳐 많은 영향을 미치고 있다. 특히 광통신 기술의 눈부신 발전으로 기존의 통신선로가 광섬유 케이블로 대체되고 있으며, 광통신용으로 널리 사용되고 있는 광섬유가 값싸게 보급됨에 따라 전기적 화학적으로 불활성 매질인 광섬유를 통하여 측정에 필요한 에너지를 공급하고, 동시에 측정대상 파라미터의 정보를 받아들일 수 있는 광섬유 센서 기술에 대한 연구가 지난 20년 가까이 진행되어 눈부신 성과를 거두어 왔다¹⁻³⁾. 이 새로운 감지 기술을 이용하여 고신뢰성, 소형화, 다중화, 원격감시 능력 등을 갖춘 광섬유 센서가 연구 개발되어 일부 실용화 되고, 또 많은 종류의 광섬유 센서

* 正會員 : 韓國電氣研究所 光應用시스템 研究팀
(Applied Optical System Research Team,
Korea Electrotechnology Research Institute)
** 韓國電力公社 技術研究員
(Korea Electric Power Co.)
*** 正會員 : 全北大學校 電子工學科
(Dept. of Electronics, Chonbuk Nat'l Univ.)
<접수일자 : 1994년 2월 14일>

가 의료^[4], 선박, 항공^[5], 전력^[6], 석유화학, 오일, 가스 산업 등의 분야에서 실장되어 시험되고 있다^[2].

광섬유 센서로 측정될 수 있는 대상으로는 이론상 거의 모든 물리, 화학, 환경요소를 포함하며, 실제로 측정 가능성을 증명한 시스템의 종류는 많다. 이러한 다양한 종류의 측정대상을 감지하기 위해 이용되는 빛의 성질로는 광의 세기, 위상, Doppler 편이, 편광 상태, 산란, 색 등^[2] 광의 모든 성질을 들 수 있다.

온도 측정에 있어서 기존의 서미스터를 센서로 사용할 경우에는 센서부에 별도의 전원이 필요하여 고전계가 존재하는 곳이나 화학적으로 폭발의 위험이 있는 곳에서는 적용하는데 어려움이 있었다. 그러나 광학적 온도센서 시스템은 이러한 문제를 모두 해결해줄 수 있을 뿐만아니라 현대의 계측 시스템으로 여러가지의 측정 파라미터를 동시에 계측할 수 있기때문에 미래의 센서 시스템으로서 주목을 받고 있다.

광섬유 온도 센서 시스템은 원리 및 그 구성 방식에 따라 여러가지로 분류할 수 있지만 그중에서 센서 시스템 구현이 간단한 방식으로서 반도체 소자의 광흡수형 온도 센서가 주목받고 있다. Kyuma^[10]는 GaAs 반도체 재료의 광흡수 특성을 이용하여 온도 측정의 가능성을 최초로 제시하였다. 이후로 외부 섭동등에 의한 시스템의 불안정 동작을 제거하기 위한 연구는 계속 이루어졌으나, 최적의 온도 센서 시스템을 설계하기 위한 파라미터 분석 연구가 거의 없었다.

따라서 본 연구에서는 -30 °C에서 +150 °C 범위에서 선형성이 우수한 InP 반도체 소자를 이용 광섬유 온도 센서를 제작한 후, 실험을 통하여 설계 파라미터를 분석한다. 여러가지 두께별 센서 소자의 기초 광흡수단의 이동특성을 실험을 통하여 조사하고, 이 실험 결과를 이용하여 InP 소자의 광흡수 계수를 유도한다. 유도된 광흡수 계수를 이용하여 각각의 두께별 센서에 대하여 세가지 온도(T_{cold} , T_{room} , T_{hot})에서 기초 광흡수단 이동특성을 컴퓨터로 계산하고, 계산 결과와 실험 결과를 비교한다. 센서 설계시 반도체 센서 소자의 두께와 사용 광원의 스펙트럼 특성이 온도 측정에 미치는 영향을 분석한다.

II. 광섬유 온도 센서 제작 및 실험

1. 센서 제작

그림 1은 제작한 광섬유 온도 센서의 구성도이다.

금속 substrate는 열전도도가 높은 알루미늄-플레이트를 이용하였다. 센서부의 양단에 glass tube를 접착제로 고정한 후, 광원측의 광섬유를 glass tube의 입력측에 수신측의 광섬유를 출력측에 각각 연결하였다.

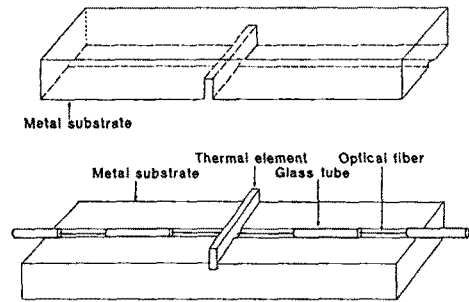


그림 1 광섬유 온도센서의 구조

Fig. 1. Configuration of fiber-optic temperature sensor.

송수신용 광섬유는 코어/클래드 직경이 100/140 μm 인 계단형 다중모드 광섬유를 사용하였다. 송수용 광섬유와 수신용 광섬유 사이에 InP 온도센서 소자가 위치하고 있으며, 송신측과 수신측 광섬유의 결합효율을 높이기 위하여 glass tube의 내경이 광섬유의 외경과 일치하도록 제작하였다. glass tube를 통하여 송수용 광섬유와 수신용 광섬유를 삽입하여 센서부의 양면에 밀착시키고 측정하고자 하는 온도범위 내에서 변형이 없도록 고정하였다. 송수신용 광섬유를 InP 센서 소자에 접촉시킬 때 광섬유 종단 단면의 연마상태에 의하여 결합효율이 정해지기 때문에 광섬유 절단시 단면상태를 고르게 유지되도록 하였다. 이러한 과정으로 세가지의 광섬유 온도 센서(101 μm , 213 μm , 398 μm)를 제작하였다.

2. 광흡수단 이동특성

광섬유 온도 센서의 흡수계수를 구하기 위하여 제작된 센서가 온도변화에 따라 광학적으로 어떠한 흡수 특성을 갖는지 실험을 통하여 조사하였다. 펠티어 소자에 InP 센서를 고정시킨 후, 펠티어 소자에 흐르는 전류의 크기와 방향을 제어해줌으로써 원하는 온도를 설정할 수 있다. 실험장치의 구성을 그림 2에 나타내었다.

그림 2의 (a)는 램프의 스펙트럼을 조사하기 위한 구성을 나타낸 것으로, 램프에서 방사되는 광이 코어/

클래드 직경이 100/140 μm 인 광섬유에 가이드되어 FC형 광 콘넥터를 거쳐 광 스펙트럼 분석기에 전달된다. 광 스펙트럼 분석기로 수신된 광의 스펙트럼과 광 파워의 크기를 출력한다.

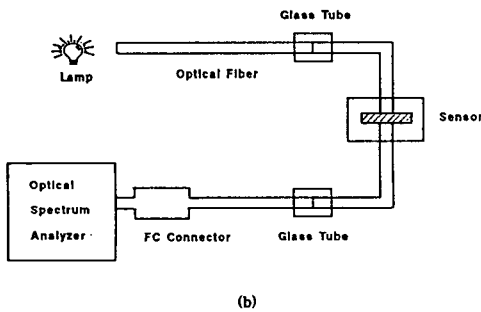
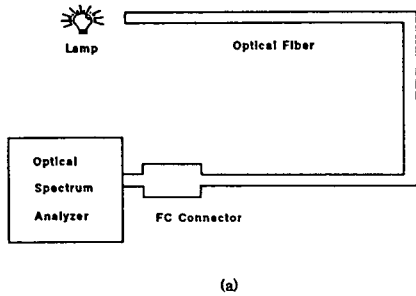


그림 2. 광흡수단 가장자리의 이동특성 실험장치

- (a) 램프 스펙트럼 측정장치
- (b) 기초 광흡수단 이동특성 측정시스템

Fig 2. System setup to measure optical absorption edge shift.

- (a) System setup for measuring lamp spectrum
- (b) System for measuring shift length in fundamental optical absorption edge.

그림 2의 (b)는 센서의 온도변화에 따른 센서의 기초 광흡수단 가장자리 이동특성을 조사하기 위한 구성을 나타낸 것으로, 램프에서 방사되는 광이 광섬유에 가이드되어 광섬유 온도 센서에 전달된다. 광섬유 센서부에는 펠티어 소자와 펠티어 소자 구동부가 함께 연결되어 있으며, 센서 소자의 온도를 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 에서 $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 까지 제어할 수 있도록 하였다.

그림 2의 (a)와 같이 램프에서 나오는 빛을 광섬유를 통하여 광스펙트럼 분석기에 입력한 후 그 스펙트

럼을 조사하였다. 그 결과 그림 3에서 보여주는 바와 같이 일정 파장대역($0.9\text{ }\mu\text{m} - 1.2\text{ }\mu\text{m}$)에서 광 파워가 균일하게 분포하고 있음을 알 수 있다.

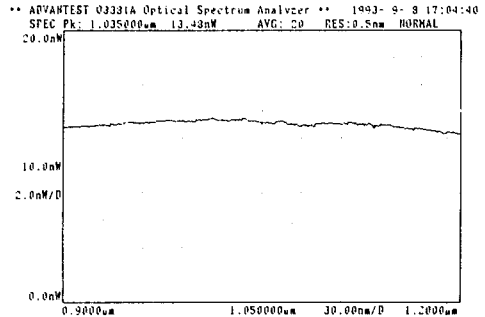


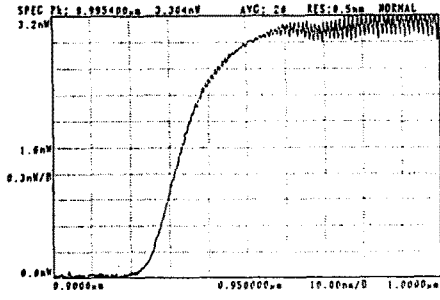
그림 3. 램프의 스펙트럼

Fig 3. Spectrum of a source lamp.

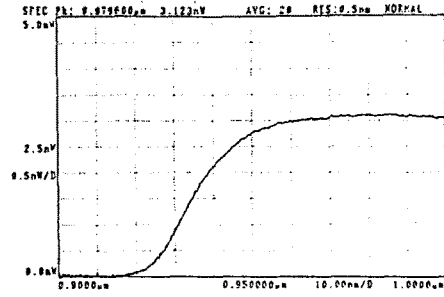
이후에 그림 2의 (b)와 같이 제작된 여러가지 길이의 광흡수 센서 소자들을 연결하고 각각의 센서 샘플들에 대하여 센서의 온도를 세가지($T_{\text{cold}} = 249\text{ }^{\circ}\text{K}$, $T_{\text{room}} = 298\text{ }^{\circ}\text{K}$, $T_{\text{hot}} = 369\text{ }^{\circ}\text{K}$)로 유지하고 InP 소자의 기초 광흡수단 가장자리의 이동상태를 광스펙트럼 분석기를 이용하여 조사하였다. 각각의 센서에 대하여 온도변화에 따른 기초 광흡수단 가장자리의 이동특성 결과를 그림 4에서 그림 6까지 나타내었다.

그림 4는 반도체 소자의 두께가 $101\text{ }\mu\text{m}$ 인 경우 기초 광흡수단 가장자리의 이동거리를 광 스펙트럼 분석기를 통하여 조사한 결과이다. 그림 5는 소자의 두께가 $213\text{ }\mu\text{m}$ 인 경우, 그림 6은 소자의 두께가 $398\text{ }\mu\text{m}$ 인 경우 기초 광흡수단 가장자리의 이동거리를 조사한 결과이다.

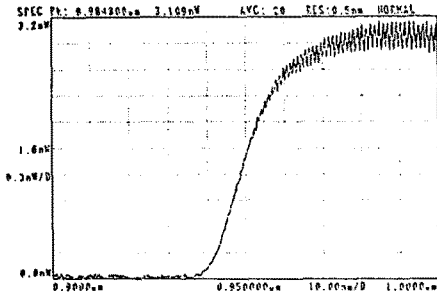
그림으로부터 반도체 소자의 온도가 증가할수록 기초 광흡수단 가장자리가 온도에 비례하여 장파장 영역으로 이동함을 알 수 있다. 이러한 광흡수단의 이동은 반도체 소자의 온도가 상승함으로써 반도체의 에너지 갭이 감소하기 때문에 일어나는 현상으로 해석할 수 있다. 반도체 소자의 에너지 갭은 결국 반도체 소자의 흡수 특성과 관계가 있기때문에, 이 결과를 이용하여 소자의 광흡수계수를 구하고 여러가지 소자 두께에 대한 전달특성을 구하여 광섬유 온도 측정 시스템 설계 파라미터로 이용하게 된다.



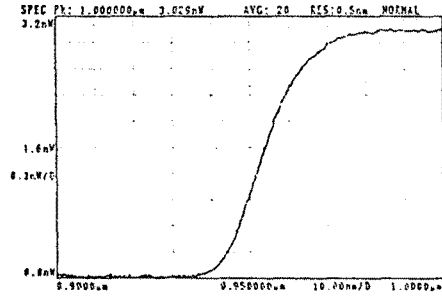
(a) T = 249 °K



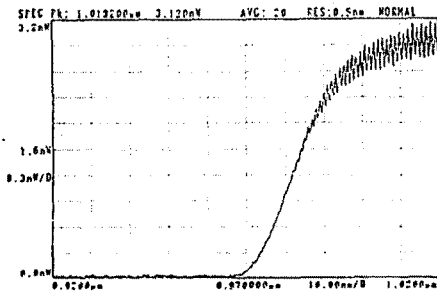
(a) T = 249 °K



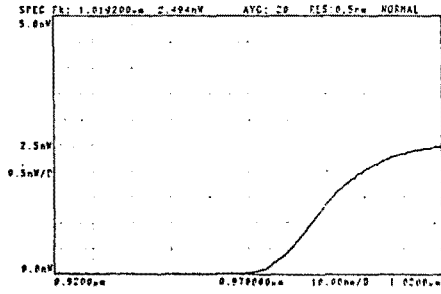
(b) T = 298 °K



(b) T = 298 °K



(c) T = 369 °K



(c) T = 369 °K

그림 4. 온도변화에 의한 광흡수단의 이동(L=101μm)
Fig. 4. Optical absorption edge shift due to temperature change (L=101μm).

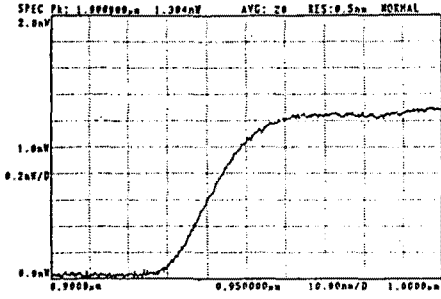
그림 5. 온도변화에 의한 광흡수단의 이동(L=213μm)
Fig. 5. Optical absorption edge shift due to temperature change (L=213μm).

III. 결과 고찰

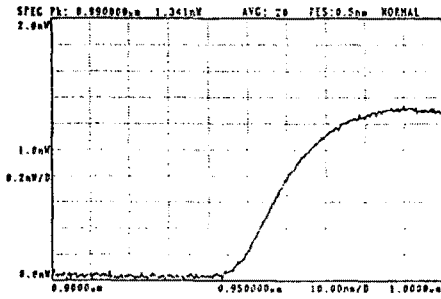
1. 센서의 광흡수 계수

일반적으로 반도체 재료의 흡수계수^[12] Ω는 아래식
으로 주어진다.

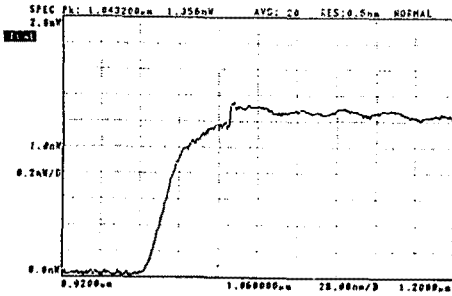
$$\Omega = A\sqrt{\frac{KT}{2\sigma}} \cdot \exp\left[\frac{\sigma}{KT} \cdot (h\nu - h\nu^*)\right] \quad (1)$$



(a) T = 249 °K



(b) T = 298 °K



(c) T = 369 °K

그림 6. 온도변화에 의한 광흡수단의 이동(L=398μm)
Fig. 6. Optical absorption edge shift due to temperature change (L=398μm).

여기서 A 는 반도체 센서 소자의 재료상수, K 는 볼츠만 상수($8.615 \times 10^{-5} \text{ eV} / ^\circ\text{K}$), T 는 온도, σ 는 불순물 계수(3 eV^{-1}), $h\nu$ 는 광원의 에너지, $h\nu^*$ 는 반도체 소자의 에너지 갭으로서 $h\nu^* = E_g(T) + \frac{KT}{2\sigma}$ 이다.

임의의 온도에서 반도체의 에너지 갭 E_g [12]는

$$E_g(T) = E_0 - \alpha \cdot \frac{T^2}{T + \beta} \quad (2)$$

실험에 사용한 InP(n-type)의 경우 α 는 4.906×10^{-4} 이고, E_0 는 $T=0$ 일때 반도체의 에너지 갭(E_g)으로 1.42eV, β 는 Debye 온도(327 °K)이다. 이때 $E_g(T)$ 는 1.35 eV($T=300$ °K)이고 이에 해당하는 파장은 0.92 μm이다. 따라서 -30°C에서 +150°C까지의 온도측정에 InP가 좋은 소자임을 예측할 수 있다.

임의의 길이(L)과 흡수계수(Ω)를 갖는 반도체 소자를 통과한 후의 광 파워 스펙트럼은 식(3)과 같이 주어진다[12].

$$\rho(\lambda) = \rho_0(\lambda) \cdot \exp(-\Omega \cdot L) \quad (3)$$

여기서 $\rho_0(\lambda)$ 는 광원의 파워 스펙트럼이고, L은 광이 통과하는 반도체 소자의 두께를 나타낸다.

식(3)으로 부터 반도체 센서 소자를 통과한 후의 전달특성을 나타내는 전달특성 T는 식(4)와 같이 된다..

$$T = \frac{\rho(\lambda)}{\rho_0(\lambda)} = \exp(-\Omega \cdot L) \quad (4)$$

식(4)의 양변에 로그를 취하면

$$\ln T = -\Omega \cdot L$$

양변의 부호를 바꾸고 다시 로그를 취하면

$$\ln(-\ln T) = \ln \Omega \cdot L \quad (5)$$

식(5)에 식(1)의 Ω 를 대입하고 정리하면

$$\ln(-\ln T) = \ln\left(A\sqrt{\frac{KT}{2\sigma}} \cdot L\right) + \frac{\sigma}{KT} \cdot (h\nu - h\nu^*) \quad (6)$$

여기서 실험에 사용한 InP 센서의 상수를 구하기 위하여 세점의 온도에서 얻어진 온도 변화에 의한 광흡수단의 이동특성 곡선의 출력 광파워를 정규화하고 각각의 에너지(파장)에 해당하는 값을 식(6)에 대입하여 정리하면 InP의 상수를 구할 수 있다. 최종적인 광흡수계수 Ω 는 식(7)과 같이 된다.

$$\Omega = 0.027 \exp\left[92 \cdot \left(\frac{1.24}{\lambda} - h\nu^*\right) + 0.017(T - 118)\right]$$

$$3.63 \times 10^{-3} \exp\left[92\left(\frac{1.24}{\lambda} - E_g(T)\right) + 182.3KT\right] \quad (7)$$

식(7)은 실험 결과로부터 얻어진 반도체 소자의 광 흡수특성에 관한 식으로서 반도체의 광 흡수계수가 광원의 에너지(파장)와 반도체 소자의 에너지 갭과 온도의 함수임을 알 수 있다.

2. 센서의 전달 특성

온도 변화에 따른 기초 광흡수단 가장자리의 이동특성 실험으로부터 유도된 광흡수 계수인 식(7)을 전달 특성을 나타내는 식(4)에 대입하고 반도체 센서소자의 두께(L)와 온도(T)를 정해두면 에너지(파장)에 대한 전달특성을 구할 수 있다. 그림 7에서 그림 9까지는 실험으로부터 구한 반도체 소자의 광흡수 계수인 식(7)을 광의 전달특성인 식(4)에 대입하고 소자의 두께별로 세 가지의 온도(T_{cold}, T_{room}, T_{hot})에서 전달특성(ρ/ρ₀)을 구한 것이다.

그림 7은 반도체 소자의 두께가 101 μm인 경우로서, 온도가 증가함에 따라 반도체의 기초 광흡수단의 가장자리가 장파장 영역으로 이동하며 반도체 센서 소자의 온도가 249 °K일 때 광파워가 최소로 되는 지점의 파장은 914 nm이고, 298 °K일 때는 932nm, 369 °K일 때는 964 nm였다. 반도체 소자의 온도변화가 249 °K에서 369 °K (ΔT = 120 °K)까지 변화할 때 광흡수단 가장자리의 이동은 914 nm에서 964 nm까지 변화하여 전체 이동거리는 Δl = 50 nm였다.

그림 8은 반도체 소자의 두께가 213 μm인 경우로서, 반도체 센서소자의 온도가 249 °K일 때 광 파워가 최소로 되는 지점의 파장은 920 nm 이고, 298 °K일 때는 938 nm, 369 °K일 때는 970 nm였다. 반도체 소자의 온도변화가 249 °K에서 369 °K (ΔT = 120 °K)까지 변화할때 광흡수단 가장자리의 이동은 920 nm에서 970 nm까지 변화하여 전체 이동거리는 Δl = 50 nm였다.

그림 9는 반도체 소자의 두께가 398 μm인 경우로서, 반도체 센서 소자의 온도가 249 °K일 때 광 파워가 최소로 되는 지점의 파장은 925 nm 이고, 298 °K일 때는 943 nm, 369 °K일 때는 975 nm였다. 반도체 소자의 온도변화가 249 °K에서 369 °K (ΔT = 120 °K)까지 변화할 때 광흡수단 가장자리의 이동은 925 nm에서 975 nm까지 변화하여 전체 이동거리는 Δl = 50 nm였다.

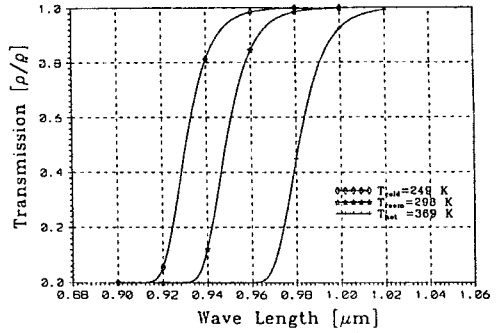


그림 7. 계산에 의한 기초 광흡수단의 이동특성 (L=101μm)

Fig. 7. Optical absorption edge shift due to computer calculation (L=101μm).

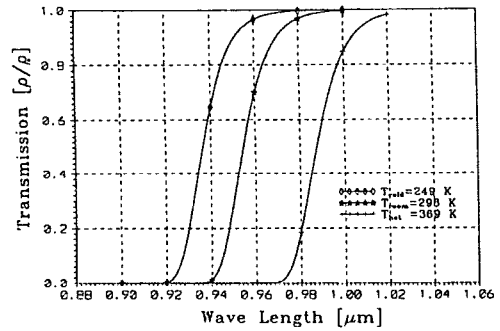


그림 8. 계산에 의한 기초 광흡수단의 이동특성 (L=213μm)

Fig. 8. Optical absorption edge shift due to computer calculation (L=213μm)

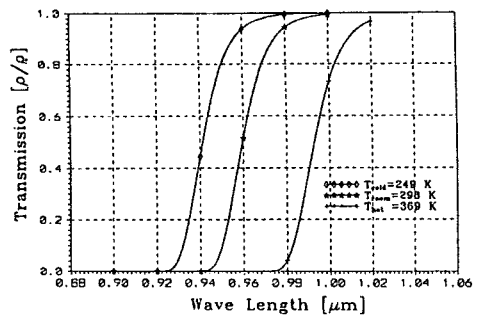


그림 9. 계산에 의한 기초 광흡수단의 이동특성 (L=398μm)

Fig. 9. Optical absorption edge shift due to computer calculation (L=398μm).

이상과 같은 결과로부터 단위온도 상승시 InP 소자의 기초 광흡수단 가장자리 이동거리는 약 0.42 nm / °K임을 알 수 있었다. 또 반도체 센서 소자의 두께가 증가할수록 같은 온도에서 광흡수단 가장자리가 장파장 영역으로 이동하여 결국 그림 12에서 보여주듯이 온도측정 영역이 낮은 온도쪽으로 이동하게 된다. 따라서 센서의 두께를 조정하면 온도 측정영역을 이동시킬 수 있게 된다.

3. 투과광 스펙트럼의 전달특성

광섬유 온도 센서 시스템의 원리를 그림 10과 그림 11에 나타낸다.

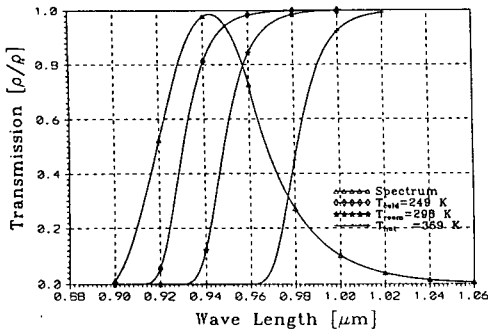


그림 10. LED 스펙트럼과 기초 광흡수단 가장자리의 이동 (L=101μm)

Fig. 10. LED spectrum and optical absorption edge shift(L=101μm).

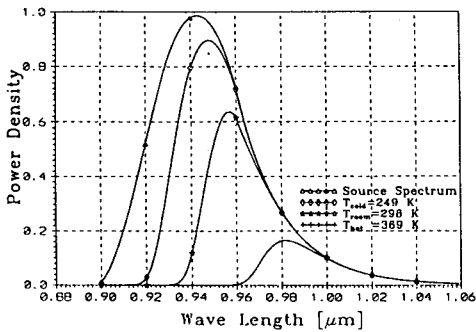


그림 11. 온도변화에 따른 센서의 출력 스펙트럼 (L=101μm)

Fig. 11. Spectrum at the output due to temperature change (L=101μm).

스펙트럼이 일정한 광을 반도체 센서에 투과시키고 센서의 온도를 변화시키면 반도체 센서의 에너지 갭이 변화하여 투과되는 광량이 변하므로 온도측정이 가능하게 된다.

그림 10은 반도체 소자의 두께가 101 μm인 경우 변조신호용 LED 광원의 스펙트럼과 그림 7의 온도변화에 따른 반도체 소자의 기초 광흡수단 이동특성을 함께 나타낸 것이다. 온도가 증가함에 따라 반도체 소자의 기초광흡수단이 장파장대로 이동하여 새로운 스펙트럼이 형성된다. 이 새로운 스펙트럼은 광원의 스펙트럼 ρ₀(λ)에 각각의 온도에 대응한 반도체 소자의 전달특성(T₁ = ρ₁(λ)/ρ₀(λ), T₂ = ρ₂(λ)/ρ₀(λ), T₃ = ρ₃(λ)/ρ₀(λ))을 곱함으로써 얻어진다. 그림 11은 각각의 온도에 대응한 투과광 스펙트럼을 나타낸 것이다. 온도가 249 °K 일때는 ρ₁(λ)의 스펙트럼을 갖는 광이 수광소자에 전달되고, 온도가 298 °K 일때는 ρ₂(λ)의 스펙트럼을 갖는 광이 수광소자에 전달되며, 온도가 369 °K 일때는 ρ₃(λ)의 스펙트럼을 갖는 광이 수광소자에 전달된다. 출력 스펙트럼에 대한 전체 광 파워는 온도가 249 °K 일때는 P₁ = ∫ ρ₁(λ) · dλ, 온도가 298 °K 일때는 P₂ = ∫ ρ₂(λ) · dλ, 온도가 369 °K 일때는 P₃ = ∫ ρ₃(λ) · dλ의 광 파워를 갖는 광이 수광소자에 전달된다.

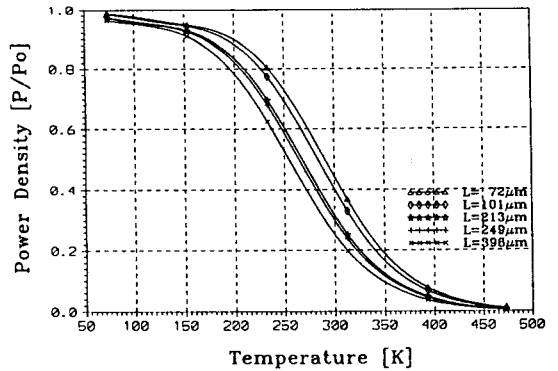


그림 12. 온도변화에 따른 P/P₀ 값의 변화

Fig. 12. Variations of optical power ratio with temperature change.

광섬유 온도 센서의 최종 출력은 광의 파워로 나타난다. 따라서 임의의 온도에서 광파워 P를 광원의 파워 P₀로 나누면 그림 12에서 보여주는 바와 같이 소자의 두께별 온도 변화에 대한 파워 밀도 특성곡선이 얻어진다. 그림에서 보여주는 바와 같이 온도 측정범위는 약 300°C 정도이고 반도체 소자의 두께가 두꺼워질

수록 특성곡선이 좌측으로 이동시킬 수 있어 두께를 조정하여 측정 온도의 범위를 이동시킬 수 있음을 알 수 있다.

결론적으로, 반도체 소자 InP의 광흡수계수 Ω 는 기초 광흡수단 가장자리 근처에서 에너지 밴드갭이 증가함에 따라 매우 빠르게 증가한다. 따라서 광의 전달특성(ρ/ρ_0)은 에너지 밴드갭의 증가와 더불어 매우 빠르게 감소하게 된다. 여기서 ρ_0 는 변조신호용 LED 광원의 스펙트럼이다. 대부분의 반도체에 있어서 에너지 밴드갭은 온도가 증가함에 따라서 감소한다. 따라서 기초 광흡수단 가장자리의 파장은 온도가 증가함에 따라 장파장 쪽으로 이동한다. 결국 온도가 증가함에 따라 전달특성 곡선이 장파장대로 옮겨간다. 주어진 광원의 스펙트럼 $\rho_0(\lambda)$ 에 대하여 전달특성 스펙트럼 $\rho(\lambda)$ 는 온도 (T_{cold} 에서 $\rho_1(\lambda)$, T_{room} 에서 $\rho_2(\lambda)$, T_{hot} 에서 $\rho_3(\lambda)$)에 의존한다. 센서를 통과한 후 광의 파워($P = \int \rho(\lambda) \cdot d\lambda$)는 온도가 증가함에 따라서 감소한다. 온도 측정영역은 광원의 스펙트럼 분포 $\rho_0(\lambda)$ 에 의해서도 영향을 받는다는 것을 알 수 있다. 광원으로 LED를 사용할 경우 광원의 스펙트럼 분포가 넓기 때문에 넓은 범위의 온도측정이 가능하지만 LD와 같이 스펙트럼 폭이 좁은 광원을 사용하게 되면 측정 감도는 높지만 측정 온도의 범위는 제한을 받는다. 그러나 측정 감도가 좋아 응용분야에 따라 적용가능하다.

IV. 결 론

광섬유 온도 센서를 InP의 두께별로 세계의 샘플 ($L=101-398 \mu\text{m}$)을 제작하고 각각의 센서 샘플에 대하여 온도변화에 대한 기초 광흡수단의 이동특성을 세점의 온도(249 °K, 298 °K, 369 °K)에서 조사하였다. 그 결과를 이용 광흡수 계수(Ω)를 유도하고 유도된 광흡수 계수와 여러가지 길이 파라미터를 전달특성식($\rho(\lambda)/\rho_0(\lambda)$)에 대입하여 온도변화에 따른 기초 광흡수단 가장자리의 이동특성을 세점의 온도(T_{cold} , T_{room} , T_{hot})에서 컴퓨터로 계산하였다. 계산 결과 단위 온도 상승시 광흡수단의 이동거리는 약 $0.42 \text{ nm} / ^\circ\text{K}$ 로 관측되었다. 또 그림 12에서 보여주듯이 반도체 소자의 두께가 두꺼워질수록 전달특성 곡선이 낮은 온도쪽으로 이동함을 알 수 있었다. 따라서 반도체 센서 소자의 두께를 조정해 줌으로써 온도측정 범위의 이동이 가능하게 된다. 또 광원의 스펙트럼 폭이 온도측정 범위를 결정해

주는 파라미터로 작용함을 알 수 있었다. 본 연구 결과는 반도체 흡수형 광섬유 온도센서 설계시 온도 측정범위 결정 및 측정 감도 향상을 위한 설계자료로 이용될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] G. B. Hocker, "Fiber-optic sensing of pressure and temperature," *Appl. Opt.*, Vol. 18, pp. 1445, 1979.
- [2] T. G. Giallorenzi, et al., "Optical fiber sensor technology," *Journ. of Quantum Electron.*, Vol. QE-18, pp. 626, 1982.
- [3] D. A. Krohn, "Fiber optic sensors fundamentals and applications" ISA, 1988.
- [4] A. M. Scheggi and A. M. Mignani, "Optical fiber biosensing," *Optics News*, pp. 28, Nov. 1989.
- [5] A. D. Kersey, et al., "Fiber optic gyroscope technology," *Optics News*, pp. 12, Nov. 1989.
- [6] A. J. Rogers, "Optical temperature sensor for high voltage applications, " *Appl. Opt.*, Vol. 21, pp. 882, 1982.
- [7] R. R. Dils and M. P. Moore, "Optical fiber thermometer measurements in automotive engines, " *Adv. in Instrumen.*, Vol. 41, pp. 1159, 1986.
- [8] G. R. Jones and E. Lewis, "Optical fiber monitoring of power circuit breaks," *SPIE*, Vol. 1120, pp. 224, 1989.
- [9] A. J. Rogers, "Optical temperature sensor for high voltage applications, " *Appl. Opt.*, Vol. 21, pp. 882, 1982.
- [10] K. Kyuma, S. Tai, T. Sanada, and M. Nunoshita, "Fiber optic instrument for temperature measurement," *Journ. Quantum. Electron.*, Vol. 18, pp. 676, 1982.
- [11] C. Ovren, et al., "Fiberoptic system for temperature and vibration measurements in industrial applications," *Opt. Laser End.*, Vol. 5, pp. 155, 1984.
- [12] С. Л. Галкин ц др. Волоконн - оптический датчик мемпературы С сен сором на арсенде галля. Цз данце Лзвееця Вуз ов. Пв цборонне. Изданце

Ленци грского цнеиштуто цнеиштута. Точнои механ

ц ц опіцки : 1990-Том хххш N7 - С.75 - 80

著 者 紹 介



金永洙

1959년 1월 4일 생, 1982년 전북대학교 전자공학과 졸업(공학사), 1984년 전북대학교 전자공학과 대학원 졸업(공학석사), 1994년 전북대학교 전자공학과 대학원 졸업(공학박사).

1984년 3월 - 현재 한국전기연구소 선임연구원.
주관심분야 : 광섬유 센서, 광센서 Networking 등임.



田柄實

1945년 2월 14일생. 1967년 전북대학교 공과대학 전기공학과 졸업. 1969년 전북대학교 대학원 전자공학 석사. 1974년 전북대학교 대학원 전자공학 박사. 1969년 미국 Univ. of Notre Dame 전기공학과 객원교수. 1986년 전북대학교 전자계산소장. 1971년 3월-현재 전북대학교 공과대학 전자공학과 교수. 주관심분야 : 병렬처리 컴퓨터, 지능망, VLSI 설계, 광센서 등임.

1986년 전북대학교 전자계산소장. 1971년 3월-현재 전북대학교 공과대학 전자공학과 교수. 주관심분야 : 병렬처리 컴퓨터, 지능망, VLSI 설계, 광센서 등임.



신건학

1934년 12월 25일 생, 1961년 서울대학교 전자공학과 졸업(공학사), 1975년 단국대학교 전기공학과 대학원 졸업(공학석사), 1961년 한전 입사, 1986년 - 1993년 한전기술연구원 전자응용연구실장, 1993년 - 현재 한전기술연구원 위촉연구원.

1986년 - 1993년 한전기술연구원 전자응용연구실장, 1993년 - 현재 한전기술연구원 위촉연구원.