

論文 90-27-11-1

전압에 의하여 구동 가능한 12-Laser Diode Array의 광통신에의 응용

(Application of Voltage-Controlled 12-Laser Diode Array
in the Optical Fiber Communication)

李 相 信,** 池 尹 圭*

(Shang Shin Lee and Yoon Kyoo Jhee)

要 約

4개의 Quantum well을 갖는 GRINSCH InGaAs/InP Buried Heterostructure의 laser diode 12개로 구성되어 있는 12-laser diode array를 제작하여, 각 laser diode의 전자 흡수 영역의 인가 전압에 의하여 lasing 작용을 조절할 수 있는 가능성을 조사하였다. 12개의 V자 홈을 갖는 Si V-groove와 12개의 광섬유를 이용하여 12-laser diode array의 빛출력을 coupling하여 전자 흡수영역의 인가 전압의 변화에 따른 각 laser diode의 여러특성을 조사하였다. 마지막으로 12-laser diode array와 Si V-Groove와 광섬유를 이용하여 디지털 논리 gate들로 구성되어 있는 전자 회로 board들 간의 광대역 근거리 통신 및 B-ISDN을 위한 central office와 가입자 간의 통신을 구현하는 방법에 대하여 생각해 보았다.

Abstract

We made a 12-Laser Diode Array consisting of 12 Graded Index Separate Confinement (GRINSCH) InGaAs/InP Buried Heterostructure 4 Quantum Well Laser Diodes and examined the potential of controlling lasing operation of each laser diode by the voltage to its electroabsorption region. Using Si V-Groove with 12 V-grooves, a 12-Laser Diode Array, and 12 optical fibers, we investigated the various characteristics of each laser diode by changing the voltage to its electroabsorption region. Finally, we thought over the promising way of implementing optical local area communication between electric circuit boards or between subscribers and a central office using a 12-Laser Diode Array, Si V-groove, and optical fibers.

I. 서 론

Board 간의 상호 연결에 있어서 기존의 coaxial cable을 사용하면 고주파의 신호를 전송할 때 cable

간의 간섭으로 인하여 펄스에 distortion이 생겨 신호에 error가 발생하게 된다. 또한 외부 noise 에도 민감하고 고주파의 신호를 전송하기 위해서는 cable의 지름이 커야하므로 집적도가 낮아지고 비용면에서도 경제적이지 못하다. 이에 비하여 12-laser diode array를 이용하여 광통신을 하면 광진폭 변조된 광신호는 광파가 거의 광섬유 내에 제한되므로 고주파의 신호일지라도 전송 신호간에 간섭이 거의 없으며

*正會員, **準會員, 韓國科學技術院 電氣 및 電子工學科
(Dept. of Electrical Eng., KAIST)
接受日字: 1990年 7月 9日

로 전송시 error가 거의 생기지 않는다. Laser diode array와 광섬유의 크기가 coaxial cable에 비하여 훨씬 작으므로 집적도의 측면에서도 유리하다. 또한 broadband-ISDN의 실현화가 가까와 오에 따라 광대역 교환 소자들이 직접 구동시킬 수 있는 laser diode array가 필요하다. 이 laser diode array들은 central office에 위치하고 있는 교환 소자들에 의하여 구동되어 각 가정까지 설치예정인 optical fiber에 coupling 된다.

기존의 injection laser 들을 구동시키기 위해서는 수십 mA의 주입전류의 변화가 있어야만 한다. 그러나 본 논문에서 사용된 laser diode는 약 1V 이내의 작은 전압의 변화만으로도 laser를 구동시킬 수 있다. 즉, laser diode의 전자 흡수 영역의 인가 전압을 변화시켜 quantum confined stark effect에 의한 photon의 흡수 변화에 의하여 laser diode의 lasing 작용을 switching할 수 있다. 본 논문에서는 위와 같이 전류가 아닌 전압에 의하여 구동이 가능한 laser diode 12개로 12-laser diode array를 제작하여 출력빛을 광섬유로 coupling하여 전압 형태의 전기신호를 광진폭 변조된 광신호로 변화시킬 수 있음을 고찰하였다.

각 laser diode와 광섬유의 크기는 수 μm 정도로 매우 작으므로 그것의 빛출력을 효과적으로 coupling 하기가 어렵다. 그렇기 때문에 12개의 laser diode로 된 12-laser diode array와 12개의 V자 홈을 갖는 Si V-groove를 만들어, 광섬유들을 Si V-groove의 V자 홈 위에 엮기만 하면 자동적으로 12-laser diode array의 출력단과 광섬유들의 입력단이 자동적으로 맞물려서 효과적으로 출력빛을 coupling할 수 있는 방법을 사용하였다.

대부분의 디지털 논리 gate들의 출력 전압은 0.5V에서 15V의 범위에서 변하므로 이 출력 전압을 위 laser diode의 electroabsorption 영역의 인가 전압으로 이용하면, gate의 전압에 의하여 디지털 state ("0" 또는 "1")의 변화를 광진폭 변조된 광신호로 변환시킬 수 있다. 이렇게 함으로써 12-laser diode array와 광신호를 전송하는 광섬유와 Si V-groove를 이용하여 전자 회로 board간의 근거리 통신 및 B-ISDN을 위한 central office와 가입자 간의 통신을 구현할 수 있다.

II. Graded Index Separate Confinement (GRIN) InGaAs/InP Buried Heterostructure (BH) 4 Quantum Well 12-Laser Diode Array의 제작 과정

1. Laser Diode의 layer 제작

InGaAsP 결정은 Atmospheric pressure metal organic vapor phase epitaxy (MOVPE) 방법에 의해서 성장시켜졌다. Epitaxial layer는 (100) n-InP substrate 위에 표 1에 나타나 있는 단계를 따라서 성장시켜졌다.^[4]

표 1. Epitaxial layer의 층강구조
Table 1. The structure of epitaxial layer

Bandgap $\lambda_c (\mu\text{m})$	금 속	두께 (nm)
	P-InGaAsP cap layer	
	P-InP cladding	1~2
	InP setback layer	
1.0	InGaAsP grade	
1.1		
1.25		
1.33		
1.33	InGaAsP	25
	InGaAs ternary QW	9
1.33	InGaAsP grade	
1.25		
1.1		
1.0		
	InGaAsP (undoped)	22
	n-InP buffer	1000
	n-InP substrate	

전압을 가하여 laser 내부 cavity의 손실을 변화시킴으로써 laser diode의 출력을 변화시키기 위하여 monolithically integrated electroabsorption 영역을 갖는 buried heterostructure (BH) multiple quantum well (본 논문에서는 4QW) laser diode가 제작되었다.

Fe-InP와 MOVPE 방법을 이용한 selective etching과 재성장 과정을 통하여 active 영역의 폭을 줄여서 BH laser diode가 만들어졌다. 이 laser diode의 schematic diagram은 그림 1에 나타나 있다. 그림에서 p⁺접촉 layer의 전기접촉은 3개의 photolithographically defined metal stripe를 사용하여 이루어졌다. Metal stripe 간의 간격은 $6\mu\text{m}$ 이고, stripe의 폭은 $50\mu\text{m}$ 이며, 가운데의 작은 금속 segment의 길이 L_s 는 $6\mu\text{m}$ 이다. Metal stripe 사이의 InGaAsP 접촉층을 etching하여 벗겨낸후의 금속 segment 간의 격리 저

항은 $3k\Omega$ 이었다. 2개의 긴 metal stripe은 전기적으로 연결되어 있는 이들 영역이고, 가운데의 작은 segment는 modulation 흡수 영역이다. Cavity의 전체 길이, L_c 는 $500\mu m$ 이고, 이득 영역과 흡수 영역의 인가 전압은 각각 V_G 와 V_A 이다. 이득 영역과 흡수 영역에 흐르는 전류는 각각 I_G 와 I_A 이다.^[4] 그림 1에 있는 것과 같은 laser diode 12개를 나란히 배열하여 그림 2와 같은 12-laser diode array를 제작하였다.

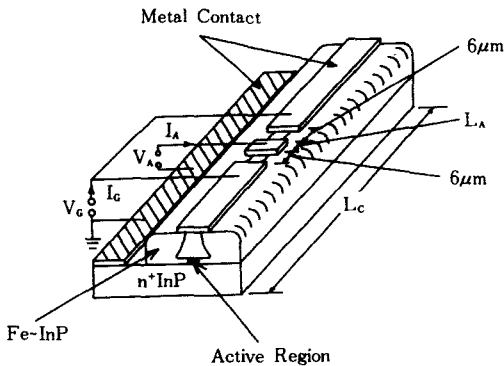


그림 1. Cavity의 길이가 L_c 이고 흡수 영역의 길이가 L_A 인 BH GRINSCH 4QW laser diode의 schematic sketch

Fig. 1. Schematic sketch of a BH GRINSCH 4QW laser diode with a cavity length L_c and an absorber region length L_A .

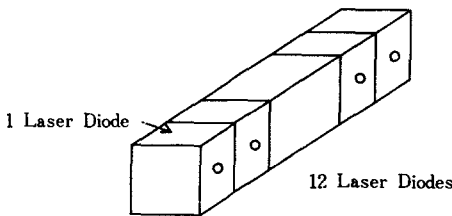


그림 2. 12-Laser diode array의 schematic diagram
Fig. 2. The schematic diagram of 12-laser diode array.

III. 12-Laser Diode Array의 특성 고찰

12-laser diode array의 각 laser diode의 폭은 수 μm 로 매우 작으므로 출력빛을 coupling 하는데 어려움이 많다. 그래서 그림 3 과 같이 12개의 V자 홈을

갖는 Si V-groove를 만들어서 그 위에 12개의 multi-mode 광섬유 ribbon cable을 얹어 각 laser diode의 출력빛을 coupling하였다. Coupling에는 끝단이 반구 모양인 lensed fiber가 사용되었다. Laser diode의 electroabsorption 영역의 인가 전압 V_A 는 $50V$ 의 저항에 전류를 흘려 양단의 전위차를 이용하여 얻었다. 이 때의 각 laser diode에 대한 측정 과정은 그림 4에 나타나 있다. 그림 5와 그림 6에는 이득 영역의 전류 I_G 와 빛의 파장에 따른 빛출력의 세기가 각각 나타나 있다.

이번에는 electroabsorption 영역의 인가전압 V_A 에 따른 laser diode의 특성을 알아보기 위하여 그림 7과 같은 장치를 하고 이득 영역의 전류를 0~60 mA로 변화시켜 가면서 출력빛의 세기를 측정하였다. 이때의 이득영역의 전류 I_G 에 따른 출력 빛의 세기는 그림 8에 나타나 있다. 또, $I_G=40$ mA로 고정시키고 V_A 를 변화시켰을 때의 laser diode의 V_A 에 따른 출력 빛의 세기는 그림 9에 나타나 있다. 다른 11개의 laser diode들도 서로 비슷한 특성들을 보여주었다.

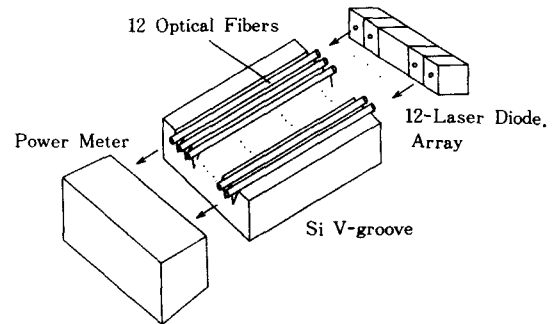


그림 3. 12개의 V자 홈을 갖는 Si V-groove와 광섬유를 이용한 12-laser diode array의 특성 측정 과정

Fig. 3. Measuring scheme of the characteristics of 12-laser diode array using Si V-groove and optical fibers.

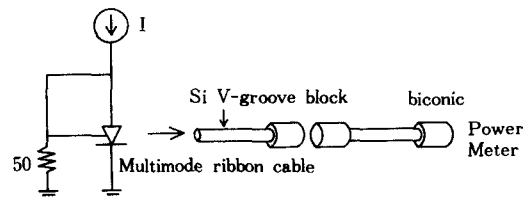


그림 4. Laser diode의 특성 측정 과정

Fig. 4. Measuring scheme of the characteristics of a laser diode.

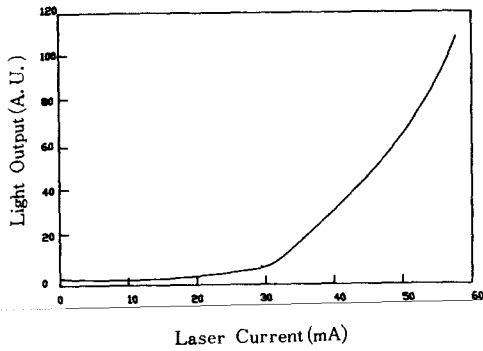


그림 5. 이득 영역의 전류 I_c 에 따른 laser diode의 출력 빛의 세기
 Fig. 5. Light output intensity of a laser diode as a function of the current in the gain region, I_c .

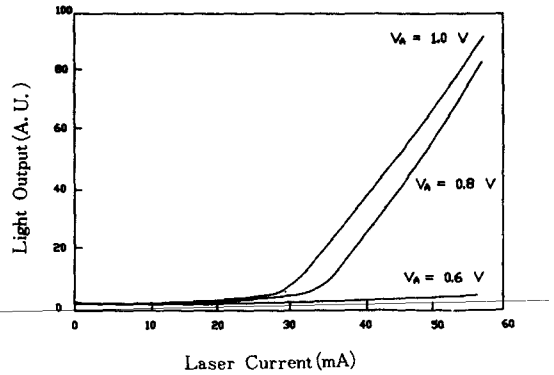


그림 8. Electroabsorption 영역의 인가 전압 V_A 에 따른 laser diode의 출력 빛의 세기
 Fig. 8. Light output intensity of a laser diode as a function of the voltage to its electroabsorption region, V_A .

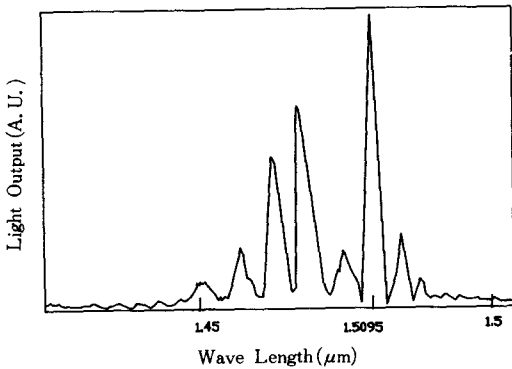


그림 6. Laser diode의 출력 빛의 스펙트럼
 Fig. 6. Light output spectrum of a laser diode.

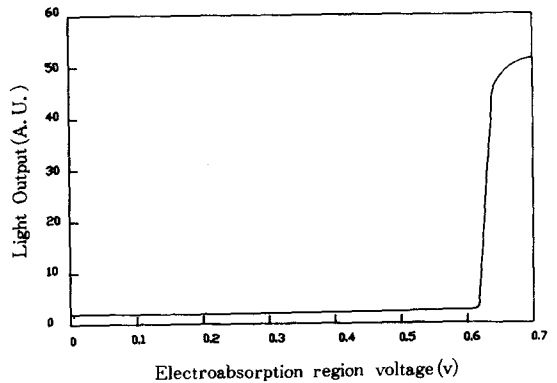


그림 9. 이득 영역의 전류 I_c 가 일정할 때 electroabsorption 영역의 인가 전압 V_A 에 laser diode의 출력 빛의 세기
 Fig. 9. Light output intensity of a laser diode as a function of the voltage to its electroabsorption region, V_A , when the current in the gain region, $I_c = 40\text{mA}$.

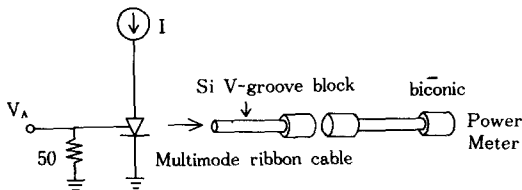


그림 7. Electroabsorption 영역의 인가 전압 V_A 에 따른 laser diode의 출력 빛의 세기 측정 과정
 Fig. 7. Measuring scheme of the light output intensity of a laser diode as a function of the voltage to its electroabsorption region.

IV. 각 Laser Diode의 특성 고찰 및 분석

1. Electroabsorption 영역의 인가 전압 V_A 의 변화에 따른 문턱 전류 I_{ctn} 의 변화

그림 8에서 알 수 있는 것처럼 V_A 가 0.6V에서 1.0V로 증가할 때 이득 영역의 문턱 전류 I_{ctn} 는 감소한다. $I_c = 40\text{mA}$ 로 일정하게 하고 V_A 를 변화시키면 그림 9에서 알 수 있듯이, $V_A = 0.6 \sim 0.7\text{V}$ 사이에서 출력 빛의 세기가 현저히 변한다. 이러한 출력 빛 세

기의 switching 현상은 다음과 같이 설명되어질 수 있다.

일반적으로 laser diode에서 lasing 작용이 일어날 조건은 다음의 식(1)과 같이 주어진다.^[1]

$$G_{th} = \alpha + (2L_c)^{-1} \ln(R_1 R_2)^{-1} \quad (1)$$

G_{th} : 문턱 이득

α : 단위 길이당의 손실 계수 (cm^{-1})

R_1, R_2 : mirror reflectivity

L_c : cavity의 길이

이번 실험에서는 이득 영역의 전류를 $I_c=40mA$ 로 일정하게 흘려주고 있기 때문에 laser의 이득 G 는 일정하다. 이런 상태에서 electroabsorption 영역의 인가 전압 V_A 를 변화시키면 α 가 변하게 되고 결과적으로 laser diode의 문턱 이득 G_{th} 가 변하게 된다.

즉, $V_A < \sim 0.6V$ 일 때에는 quantum-confined stark effect에 의하여, laser diode 이득 영역에서 생성된 photon이 electroabsorption 영역에서 흡수가 많이 되므로 α 의 값이 증가하게 된다. 이로 인하여 G_{th} 의 값이 증가하여, $G_{th} > G$ 인 상태가 되므로 lasing이 일어나지 못하여 출력 빛의 세기가 매우 작게 된다. 그러나, $V_A > \sim 0.7V$ 인 상태가 되면 이전에는 electroabsorption 영역에서 흡수되었던 photon들이 흡수되지 않고 그냥 통과하므로 α 의 값이 감소한다. 그러므로 G_{th} 의 값이 감소하여 $G > G_{th}$ 인 상태가 되므로 lasing이 일어나서, 출력 빛의 세기가 $V_A < \sim 0.6V$ 일 때에 비해 현격히 증가한다.

2. Quantum-confined stark effect의 고찰^[2,3,4,6]

위의 실험에서 V_A 에 따른 α 의 변화를 설명해 주는 QCSE를 설명하면 다음과 같다.

그림10은 single quantum well에서 전기장을 걸었을 때의 energy band diagram의 변화를 보여준다. 그림10의 (a)와 같이 QW layer에 수직인 방향의 전기장을 걸어주면 energy band diagram이 (b)와 같이 변하게 된다. 이때 전자와 홀은 각각 서로 반대편 well의 낮은 energy 준위 구석으로 이끌리게 된다. 결과적으로, 양전하의 홀과 음전하의 전자가 각각의 전극쪽으로 이동하게 되어 분극 현상을 일으키기 때문에 전자와 홀 pair의 위치에너지는 감소하게 된다. 반면에 전자와 홀이 well 가까이에서 더욱 강하게 속박되고, 그들간의 Coulomb 인력이 감소하여 홀과 전자의 운동 에너지는 증가한다.^[2]

그림10의 (b)에서 알 수 있는 것처럼, 전기장 ϵ 를 인가하기 전에는 QW의 energy band gap $E_g = E_{g0}$ 였으나 인가한 후에는 $E_g = E_{g\epsilon}$ (유효 energy band

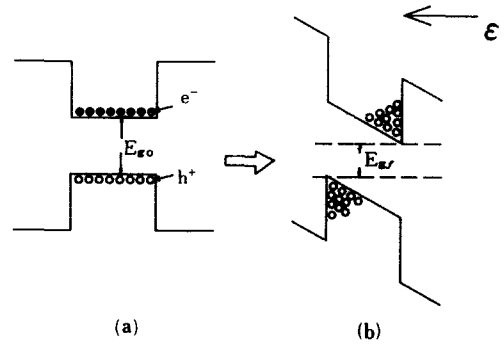


그림10. Single quantum well에 전기장을 걸었을 때의 energy band diagram의 변화
Fig. 10. Change in energy band diagram of single quantum well when it is applied by the electric field.

gap)로 되어 $E_{g\epsilon} < E_{g0}$ 가 되므로, E_g 는 전기장을 인가하면 감소하게 된다. 이 상태에서는 $E_{g\epsilon}$ 에 해당하는 energy를 갖는 photon이 QW에 들어오면, valence band의 전자가 photon을 흡수하여 conduction band의 exciton state로 천이하는 exciton resonance 현상이 일어나게 된다. 그 결과 $E_{g\epsilon}$ 에 해당하는 energy를 갖는 photon이 다른 energy를 갖는 photon들에 비하여 흡수가 훨씬 많이 되기 때문에 이러한 photon의 energy에 해당하는 파장의 빛은 QW를 거의 통과하지 못하게 된다.

그러므로 최대 흡수되는 photon의 energy는 걸어주는 전기장의 세기에 따라서 변하게 된다. 그림11은 LDS 821 dye laser에 여러 세기의 전기장을 걸었을 때 최대 흡수 photon energy의 천이를 보여준다.^[2] 그림11(a)에서 알 수 있듯이, 약 1.46 eV에 해당하는 photon은 인가 전기장의 세기가 증가함에 따라 흡수되는 수가 감소한다.

높은 전자장 하에서도 전자가 자유 전자가 되지 못하고 exciton state에 머무르는 exciton resonance 현상이 지속되는 이유는 다음의 두 가지 사실에 의하여 설명된다. 첫째로는 quantum well이 충분히 좁아서 전자와 홀이 서로 반대편의 energy well로 이동할 지라도 그들간의 coulomb 상호 관계가 여전히 충분히 강하기 때문이다. 둘째로는 전자와 홀이 quantum well을 빨리 tunneling을 하여 빠져나갈 수 없어서 resonance 현상이 광범위하게 일어날 수 있도록 하는 field ionization을 억제하기 때문이다.^[2]

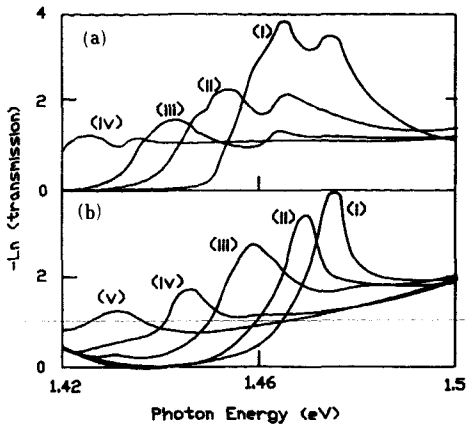


그림 11. QW layer에 수직하게 인가된 전기장의 변화에 따른 QW layer waveguide의 흡수 스펙트럼
 (a) layer 평면에 평행한 입사 분극
 (i) 1.6×10^4 V/cm (ii) 10^5 V/cm
 (iii) 1.3×10^5 V/cm, and (iv) 1.8×10^5 V/cm.
 (b) layer 평면에 수직인 입사 분극 (i) 1.6×10^4 V/cm, (ii) 10^5 V/cm, (iii) 1.4×10^5 V/cm,
 (iv) 1.8×10^5 V/cm, and (v) 2.2×10^5 V/cm, 전기장의 세기는 C-V 측정에 의해 계산되었다.

Fig. 11. Absorption spectrum of a quantum well waveguide of electric field applied perpendicular to the layers.
 (a) incident polarization parallel to the plane of the layers for fields of (i) 1.6×10^4 V/cm (ii) 10^5 V/cm (iii) 1.3×10^5 V/cm, and (iv) 1.8×10^5 V/cm,
 (b) incident polarization perpendicular to the plane of the layers for fields of (i) 1.6×10^4 V/cm, (ii) 10^5 V/cm, (iii) 1.4×10^5 V/cm, (iv) 1.8×10^5 V/cm, and (v) 2.2×10^5 V/cm. The fields were calculated from C-V measurements.

V. 12-Laser Diode Array의 응용

그림 9에서 알 수 있듯이, 12-laser diode array의 각 laser diode의 electroabsorption 영역의 인가 전압 V_A 를 0.6V 이하에서 0.7V 이상으로 변화시켰을때, laser diode에서 lasing 작용이 일어나 파장 $\lambda = 1.5095 \mu\text{m}$ 에서 세기가 최대인 스펙트럼을 갖는 빛이 출력된다. 이러한 사실로부터 전압 V_A 에 의하여 각 laser diode의 빛 출력을 조절할 수 있음을 알 수 있다.

기존의 laser diode에서는 lasing 작용을 switching

하기 위해서는 수십 mA의 전류의 변화가 필요하다. 그러나, 이번 실험에서 사용된 laser diode를 이용하면 수십 mA의 전류의 변화에 의해서 아니라, 0.1V 이내의 아주 작은 범위에서 electroabsorption 영역의 인가 전압 V_A 를 변화시킴으로써 lasing 작용을 switching할 수 있다. 단, 이러한 경우에는 laser diode에 일정한 전류를 흘려주어야만 한다. 결과적으로 주입 전류에 의해서가 아니라 전압에 의하여 laser diode의 lasing 동작을 조절하여 광진폭 변조를 구현할 수 있다.

위의 laser diode에 대한 실험 결과에서 알 수 있듯이 laser diode의 문턱 전류는 수십 mA이다. TTL (transistor transistor logic)이나 CMOS (complementary metal oxide semiconductor)등의 논리 gate의 출력단의 최대 전류가 1~2mA 이하이므로 이러한 전류의 변화로는 laser diode를 구동시킬 수 없다. 그러나, 위의 디지털 논리 gate 들의 전압 특성을 보면, TTL의 경우에는 출력 전압이 0.5V~2.7V의 범위에서 변하고, CMOS의 경우에는 0.4V~4.2V의 범위에서 변한다. 이 실험에서 사용된 laser diode의 특성은, electroabsorption 영역의 전압 V_A 를 0.6V~0.7V의 범위에서 변화시키면 laser diode의 lasing을 조절하여 빛출력을 switching 할 수 있다는 것이다. 그러므로, 디지털 논리 회로의 출력을 laser diode의 electroabsorption 영역에 연결함으로써 디지털 논리 gate의 전압 형태의 state 변화에 의하여 laser diode에서 출력되는 빛을 ON 또는 OFF 시켜, laser diode를 이용한 광진폭 변조를 구현할 수 있음을 알 수 있다.

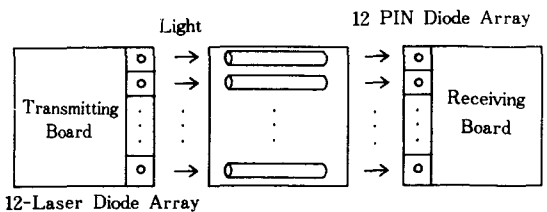


그림 12. 12-Laser diode array와 Si V-groove와 광섬유 ribbon cable을 이용한 광진폭 변조 방식에 의한 광대역 전자 회로 board간의 근거리 통신
 Fig. 12. Local area communication between B-band electric circuit boards by light amplitude modulation using 12-laser diode array, Si V-groove, and optical fibers ribbon cable.

근래에는, submicron CMOS기술이 개발됨에 따라 광대역 CMOS chip들이 생산된다. 디지털 논리 gate들로 구성된 광대역 전자 회로 board간의 근거리 통신에서 12-laser diode array를 사용할 수 있음을 위의 사실로부터 알 수 있다. 즉, 송신 board의 출력단에 12-laser diode array를 설치하여, 각 laser diode의 electroabsorption 영역에 board 내의 디지털 논리 gate들의 출력을 연결함으로써 gate 들의 전압에 의한 state 변화를 이용하여 laser diode의 lasing 작용을 switching 한다. 이렇게 함으로써 송신 board의 출력 전압 신호를 laser array에 의하여 광진폭 변조된 광신호로 변환할 수 있다. 12-laser diode array의 출력인 광진폭 변조된 신호를 전송하기 위해서, 12개의 V자 홈을 갖는 Si V-groove 위에 12개의 광섬유들을 엮어서 빛을 coupling 하도록 한다. 수신 board에서는 1.5 μm 근처의 파장을 갖는 빛에 민감한 PIN diode 광 detector를 입력단에 설치하여 입력 광신호를 전기 신호로 변환하여 수신 board 내의 디지털 논리 gate 들을 구동시킨다.

12-laser diode array의 각 laser diode들의 넓이는 보통 수 μm 이하이고 출력빛을 coupling하는데 사용되는 각 multimode 광섬유의 크기도 수십 μm 이하이므로 coupling하는데 많은 어려움이 있다. 그래서 12개의 V자 홈을 갖는 Si V-groove를 이용하여 광섬유들을 V자 홈위에 올려 놓아 광섬유의 입력단이 laser diode의 출력단에 자동적으로 맞도록 하여 효과적으로 빛을 coupling 할 수 있도록 한다. Multimode 광섬유로 광신호를 전송할 경우에는 mode간에 간섭이 생겨서 수신단에서 펄스의 dispersion이 생긴다. 그러므로 coupling을 용이하게 할 수 있는 single mode 광섬유를 사용한다면 전송시의 error를 줄일 수 있을 것이다.

위와 같은 광대역 전자 회로 board 간의 광진폭 변조 방식에 의한 통신을 2.4Gb/s GaAs 8 \times 8 Time multiplexed switch integrated circuit board에 응용한 예가 그림13에 나타나 있다. 이 laser diode array는 또한 B-ISDN에서 central office와 각 가입자 간을 연결하는 광 케이블의 interface로 사용될 수 있다.

VI. 결 론

본 논문에서는 electroabsorption 영역의 전압에 의하여 구동이 조절 가능한 4개의 quantum well을 갖는 laser diode 12개로 12-laser diode array를 제작하여, 각 laser diode의 출력 빛의 세기가 electroabsorption

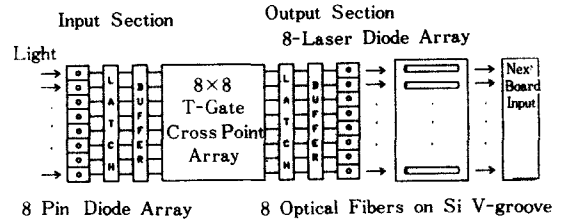


그림 13. 2.4Gb/s GaAs 8 \times 8 time multiplexed switch IC board간의 광 진폭 변조 방식에 의한 근거리 통신

Fig. 13. Local area communication between 2.4Gb/s GaAs 8 \times 8 time multiplexed switch IC boards by light amplitude modulation.

영역의 bias 전압에 의존함을 실험을 통하여 알아보았다. 특히, 전압이 0.6V에서 0.7V로 변할때 laser diode가 OFF 상태에서 ON 상태로 switching됨을 볼 수 있었다. Laser diode의 출력 빛의 스펙트럼을 보면 파장 $\lambda=1.5\mu\text{m}$ 근처에서 빛세기가 최대임을 알 수 있었다.

기존의 TTL이나 광대역 CMOS 등의 디지털 논리 gate들은 출력 전류가 매우 작아서 injection laser를 구동시키기는 불가능하다. 그러나 이들 gate들의 출력 전압을 위의 laser diode의 electroabsorption 영역의 인가 전압으로 이용한다면 gate의 출력 전압 신호를 광진폭 변조된 광신호로 변환시킬 수 있음을 알았다.

위의 laser diode와 이것의 출력 빛을 coupling하는 multimode 광섬유의 크기는 수 μm 로 매우 작으므로 효과적인 coupling을 하기가 어렵다. 그래서 12개의 V자 홈을 갖는 Si V-groove를 제작하여 그 위에 광섬유를 엮기만 하면 자동적으로 출력 빛이 광섬유에 coupling 되도록 하여 각 laser diode의 특성을 관찰하였다.

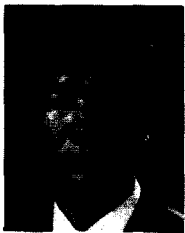
디지털 논리 gate들로 구성된 광대역 전자 회로 board 간의 통신에 위의 장치들을 응용할 수 있을 것이다. 즉, 송신 board의 출력단에 12-laser diode array를 설치하여 gate들의 출력 전압 신호를 광진폭 변조된 광신호로 변환하여 Si V-groove 위의 광섬유를 통하여 전송한다. 수신 board에서는 입력단에 1.5 μm 근처의 파장을 갖는 빛에 민감한 PIN diode 광 detector를 설치하여 입력 광신호를 전기 신호로 변환하여 board 내에서 디지털 gate들을 구동시킬 수 있도록 한다. 이 laser diode array는 또한 central office의 교환 소자들에 의해 구동되어 각 가정에 연결된 광케이블에 광신호를 공급할 수 있다.

전자 회로 board 간이나 IC chip간의 연결시 기존의 coaxial cable을 사용하면 신호의 band 대역이 수 MHz 이내이지만 위와 같이 광통신 방식을 이용하면 band 대역을 수 GHz 까지 높일 수 있을 것이다. 또한 신호를 갖는 광파가 거의 광섬유 내에서 제한되므로 신호간의 간섭이 고주파로 갈 지라도 거의 없게 될 것이다.

参 考 文 献

- [1] John M. Senior, *Optical Fiber Communications principles and practices*. Prentice/Hall, pp. 231-273, 1985.
- [2] David A.B. Miller, Joseph S. Weiner, and D.S. Chemla, "Electric-Field Dependence of Linear Optical Properties in Quantum Well Structures: Waveguide Electroabsorption and Sum Rules," *IEEE J. Quantum Electronics*, vol. QE-22, pp. 1816-1820, Sep. 1986.
- [3] D.A.B. Miller and J.E. Henry, "Integrated Quantum Well Self-Electro-Optic Effect Device: 2X2 Array of Optically Bistable Switches," *Appl. Phys Lett.* 49 (13), pp. 821, Sep. 1986.
- [4] K. Berthold, A.F.J. Levi, S.J. Pearton, R. J. Malik, W.Y. Jan, and J.E. Cunningham, "Bias-controlled intersubband wavelength switching in a GaAs/AlGaAs quantum well laer," *Appl. Phys. Lett.* 55 (14), pp. 1382-1384, Oct. 1989.
- [5] G.W. Dick, R.F. Huisman, Y.K. Jhee, R. A. Nordin, W.A. Payne, and K.W. Wyatt, "2.4 Gb/s GaAs 8X8 Time Multiplexed Switch Integrated Circuit," *GaAs IC Symposium*, pp. 101-104, 1989.
- [6] Y. Arakawa, A. Larsson, J. Paslaski, and A. Yariv, "Active Q. switching in a GaAs/AlGaAs multiquantum well laser with an intracavity monolithic loss modulator," *Appl. Phys. Lett.*, vol. 48, no. 9, pp. 561, Mar. 1986.

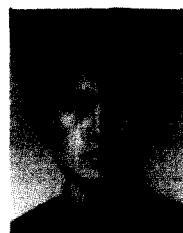
著 者 紹 介



池 尹 圭(正會員)

1951年 1月 30日生. 1978年 2月 서울대학교 전자공학과 공학사. 1980年 2月 서울대학교 대학원 전자공학과 졸업 공학석사. 1984年 5月 The University of Texas at Austin 공학박사. 1984年~1988

年 AT&T Bell Labs, Member of Technical staff. 1989年 8月~현재 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 조교수. 주관심분야는 광통신 광대역교환기. 광컴퓨터 등임.



李 相 信(準會員)

1968年 9月 5日生. 1991년 2月 한국과학기술원 과학기술대학 졸업 예정. 1991년 3月 한국과학기술원 석사과정 입학예정. 주관심분야는 광통신 광집적 소자. 광컴퓨터 등임.