

광전소자의 기술동향

기술해설 2

Technology Trend of Optoelectronic Device

라용춘^{*}, 조장연^{*}, 박대희^{**}

(Young-Choon Ra, Jang-Yun Jo, Dae-Hee Park)

Key Words(중요용어) : Device(소자), Phonon(광자), Photo Diode(다이오드), Laser(레이저), Kerr Effect(Kerr 효과)

1. 서론

광전변환소자(Photo Electric Conversion Device)는 광전효과-내부 광전효과(광도전 및 광기전력) 및 외부광전효과(광전자방출)를 이용하여 광을 전기신호로 변화시키는 소자를 광전자소자라 하며, 광전자 및 양자전자공학의 발전과 함께 많은 개발이 되고 있다. 이 광전변환소자는 주로서 고체박막의 재료를 이용하며, 소자의 소형화, 고성능화, 고신뢰성등의 요구와 함께 광전기술연구가 활발하게 진행되고 있다. 현재 광전소자의 광의 파장은 가시부만이 아니고, X선으로 부터 적외선까지에 걸쳐 있다. 이 파장에 대응하여 각종의 단결정이 필요하고, 소자의 설계가 요구된다.

이들의 응용은 소자의 광의 발전, 증폭, 검출의 소자만이 아니고 변조, 편향, 기록, 전달로등 다종다양의 기능을 갖는 소자가 요구되고 있다. 이들의 Optoelectronic Device의 연구가 활발하게 진행되어 새로운 광전소자의 제품이 개발되고 있어, 이에 대한 소개를 하고자한다.

2. 발광소자

발광소자는 전류를 흐르게하므로 전기에너지를 광에너지로 변환하고 발광성의 반도체 소자로 발광다이오드(LED)와 반도체Laser가 있다. 이것은 어느 것이나 PN접합을 형성하는 3층구조로 중앙의 얇은 발광층(활성층)에 있으며, 주입 전자와 Hole이 재결합하고 전도 대에서 가전자대로 전이하면서 광으로서 방출되어지는 에너지를 이용하는 것이다. 반도체의 에너지 밴드의 구조는 직접천이형과 간접천이형으로 나누어지며 밴드간의 천이 기구를 그림 1에 나타냈다. 직접천이형에서는 전도대의 최소치와 가전자대의 최대치가 Brillouin대에서 같은 파동벡터를 갖으나 간접천이형에서는 약간 벗어나 있다.

천이의 전후에 전자의 운동량은 직접천이형에

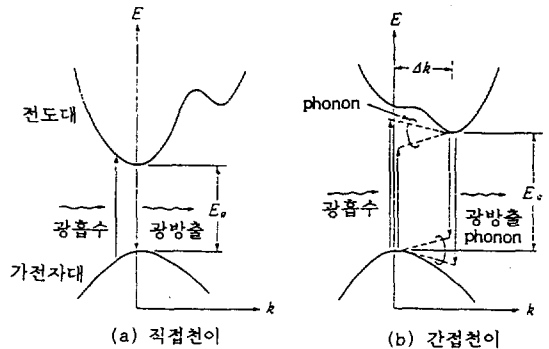


그림 1. 광흡수와 광방출에 의한 밴드간의 천이 기구.

Fig. 1. Transition by absorption and emission of phonon in Energy band.

서는 자동적으로 보존되어지나, 후자의 간접천이형에서는 벡터의 차에 상당하는 Phonon의 흡수나 방출을 필요 하게되어, 천이 확률이 작게 된다. 따라서 직접천이형의 재료는 광증폭계수도 크고, Laser발진에 적합하다.

접합구조도 매질과 광과의 상호작용을 최적으로 하는것이 중요하며 Homo접합, Single Hetero접합 및 Double Hetero접합이 있다. 주입캐리어가 적당하게 활성층내에 들어가 또 광도 같은 장소에 들어있는 Double Hetero는 고효율인 발광특성이 얻어지는 것으로 반도체Laser나 고회도 발광다이오드에 이용되어 진다.

2.1 반도체Laser

반도체중의 캐리어로 반전분포를 형성하여 유전방출 이득을 갖게하는 상태에서, 광공진기에 의해서 귀환을 거는 것에 의해 Laser발진이 얻어진다. 캐리어의 반전분포의 형성법에는 전자Beam이나 광여기에 의한 방법도 있으나, 반도체Laser중에 형성되어진 PN접합에 순방향으로 전압을 가하여, 전자 및 정공을 각각 P측, N측에 주입하여 캐리어의 반전분포를 만드는 방법이 일반적이다. 주입한

캐리어가 효율 좋게 발광하여 Laser 동작을 하기 위해서는 캐리어를 Hetero장벽에 넣는 Double Hetero구조가 적합하다.

반도체 Laser에 사용되는 재료는 여기 방법에 따라 발진이 확인되어진 재료의 종류는 대단히 많으나 실용되어진 반도체 Laser는 극히 한정되어져 있다. 그림 2는 직접천이형의 밴드구조를 갖는 III-IV족 및 IV-VI족의 화합물 반도체 재료와 이들을 이용한 3원계, 4원계 혼합결정에 의한 Laser 발진 가능한 파장범위, 혼정의 고용체의 조성범위 및 기판 결정 재료를 나타냈다.

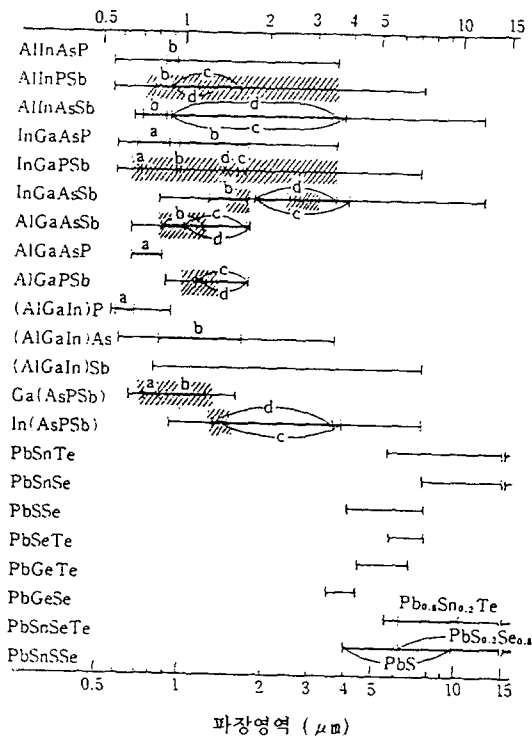


그림 2. III-IV족 및 IV-VI족 발진가능한 파장영역
Fig. 2. Emission wavelength of III-IV and IV-VI compound.

반도체 Laser의 구조는 집합면에서 전류분포를 제한하는 Stripe구조는 다양하다. Stripe 구조에 의해서 전류분포만을 제한하는 것과 전류분포와 함께 광의 분포를 제한하는 것도 있다. 전자의 예로서는 산화막이나 이온주입, 표면아연확산등으로 형성한 Stripe laser가 있다. 한편 매입구조등의 도파구조를 갖는 Laser는 후자의 예이고, 여기 Level의 변화에 의존하지 않고, 안정한 광출력의 형태를 갖는다.

반도체 Laser의 동작 특성은 광공진기의 반사면에 있어서 파장선택성의 유무에 의존한다. 결정에 의해 만들어지는 Fabry-Perot공진기에서는 파장선택성을 갖지 않으므로 동작조건의 변동 등에 의해 모드 불안정이 생기고, 파장안정성이 떨어진다. 광공진기의 반사경을 회절격자로 구성하는 것에 의해, 단일종 Mode 동작이 가능하다.

이 구성에는 분포귀환형(DFB : Distributed Feedback)laser, 분포반사형(DBR : Distributed Bragg Reflection)Laser가 있다.(그림 3 참조) 회절격자에서 선택되어진 단일종 Mode 발진은 고속변조시나 완화진동발생시에도 유지되어진다.

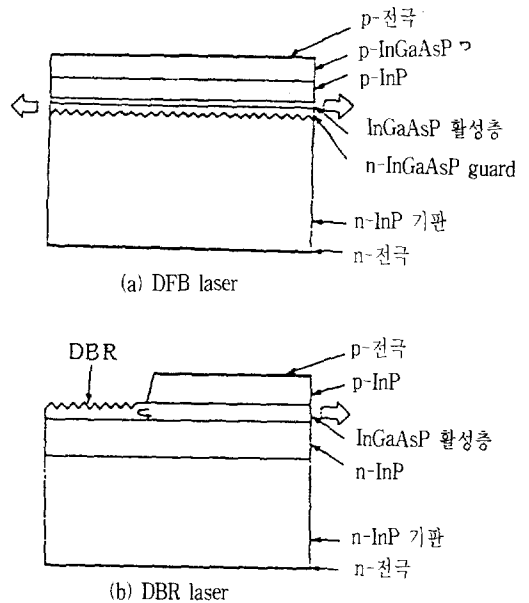


그림 3. 분포귀환형 Laser의 구성
Fig. 3. Construction of Distributed Feedback laser.

다중 양자Well형(MQW : Multi-Quantum Well)구조를 활성층으로 갖는 MQW laser는 두께 방향으로 캐리어의 상태밀도가 양자화되어지는 것으로 발진파장의 단파장화나, 저잡화, 온도특성의 개선등이 시도되고 있다. MQW구조의 제작에는 분자선Epitaxy (MBE) 및 유기금속기상성장(MOCVD)기술이 이용되고 있다.

반도체 Laser의 출력한계를 주는 기본요인에는 소자의 온도상승에 의한 출력포화화 광전계 강도에 의한 광학손상(COD : Catastrophic Optical Damage)가 있다. 이용되어지는 재료에 따라서 다르나, 일반적으로 전자는 CW Laser이고, 후자는

펄스Laser에서 문제가 되는 경우가 많다. COD의 발생기구는 (i)어떠한 원인에 의해서 국부적인 온도상승이 (ii)밴드갭 감소의 현상을 일으키고 그 결과 (iii)흡수의 증대 및 (iv)발열량의 증대를 초래하고 (i)온도상승이 더욱 증진하여 정귀환이 걸려서 표면파괴에 이른다.

출력 단면 근방에 있어서 표면의 비발광성재결합의 크기는 이 COD의 Laser에 깊은 영향이 있다. AlGaAs계 재료의 표면재결합은 InGaAs계 재료에 비하여 빠르다는 것이 잘 알려져 있고, AlGaAs계 재료에서는 출력단면측이 국소적으로 응용하는 단면파괴라 불리는 현상에 의해서 그 최대 출력Level이 제한되어지고 있다. 한편 InGaAsP계 재료에서의 COD의 보고는 거의 없다. COD의 Level은 최대광Power 밀도로 결정되며, 실험적으로 이 값은 수MW/cm²인 것으로 알려져 있다.

고출력을 도모하기 위해서는 Coating나 Array화, 비안정공진기 구조의 채용등을 하는 것이 효율적이다. Array화 소자에서는 10W이상의 연속출력도 얻어지고 있다. 면발광Laser도 단면Power밀도를 낮게 되어지는 점에서 본질적으로 고출력화에 적당한 구조이다.

2.2 발광다이오드

발광다이오드는 그 용도에 따라 표시조명용과 광통신용으로 구분되어진다. 표.1은 대표적인 반도체 재료에 의한 발광다이오드의 특성을 정리한 것이다. 발광다이오드의 광발광면에서 광출력을 결정외부로 끌어 내는 외부발광효율 η_{do} 는 발광다이오드의 특성을 결정하는 중요한 파라미터나, 이들은 발광영역에서의 캐리어 재결합에 의한 발광효율 η_i 및 광발광 효율 η_{ext} 와의 사이에는 다음식의 관계가 있다.

$$\eta_{do} = \eta_{ext} \cdot \eta_i \quad (1)$$

광발광효율은 결정계면에서의 부분반사나 전반사, 더욱이 뒷면에서의 반사등이 영향을 미치는 것으로 재료의 굴절률 및 다이오드의 형태에 크게 의존한다.

비발광중심을 감소시키는 발광효율 η_i 의 개선에 의한 고휘도화를 도모함과 함께, 좌장역의 개척에 의한 청색발광의 효율화가 진전되고 있다.

발광다이오드의 구조에 대해서는 그림 4에 나타난 바와 같이 면발광과 단면발광으로 분류되어진다. 전자는 넓은 발광면을 갖는 것으로 주로 표

표 1. 발광다이오드용 재료와 발광파장
Table 1. Emission peak of LED materials.

| 材 料 | 中心波長 (nm) | 構 造 | 備 考 |
|-----------|--------------------|-----|-----|
| ZnS | 465 | MIS | |
| ZnSe | 465 | MIS | 青 |
| GaN | 490 | MIS | |
| SiC | 490 | pn | |
| GaP (Zn) | 556 | pn | 綠 |
| GaP (N) | 570 | pn | |
| GaAsP (N) | 587 | pn | 黃綠 |
| GaAlP | 634 | pn | |
| GaAlAs | 670 ~ 850 | pn | 赤 |
| GaAs | 880 ~ 950 | pn | |
| InGaAs | 1,060 | pn | 近赤外 |
| InGaAsP | ~ 1,300 ~ 1,550 | pn | |

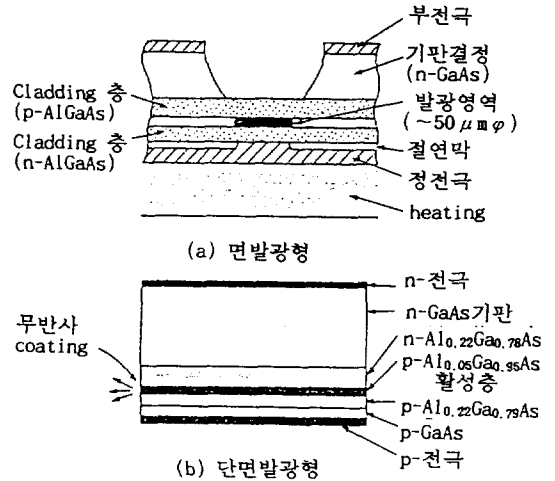


그림 4. 발광다이오드의 구성
Fig. 4. Construction of LED.

시형이나 조명등에 이용되어진다. 한편 후자의 단면발광형은 반도체Laser와 유사한 구조를 하고 있으나, 무반사Coating등에 의해서 공진기는 구성되어 있지 않다. 이득을 갖는 활성층내의 광파의 전달효과에 의해, 광출력에서 더욱 공간적인 Coherent가 증대한다. 단면발광형 발광다이오드의 전광출력은, 면발광형의 수분의 1정도인 것이 많으나, 광Fiber입력에 대해서는 면발광형과 같은 정도가 그 이상 되는 것이 많다.

또 유도방출광성분이 들어가 공간적인 Coherent가 개선되어짐과, 함께 전류-광출력 특성에 대해서는 Super linear한 특성을 나타낸다. 이와 같이 반도체Laser와 발광다이오드의 중간의 특징을 갖추어, 유도방출의 영향의 현저한 발광다이오드를 Super luminescence다이오드(SLD)라 부르

고, 특히 단일모드광Fiber와의 결합에 있어서 양호한 특징을 나타낸다.

발광다이오드의 변조 주파수의 상한 값은 주입 캐리어의 발광수명으로 결정되어, Hole농도가 높을수록 발광수명을 짧게 된다. 한편 불순물의 고농도 첨가에 의해, 점결함을 중심으로한 결정결함이 증가함과 함께 광흡수나 Auger효과가 현저하게 되고, 발광효율은 저하한다. 이와같은 발광다이오드의 차단주파수는 수MHz가 대표적이나, 고농도Dope에 의해 GHz정도까지의 차단주파수를 갖는 광통신용 다이오드도 있다.

3. 수광소자

수광소자의 기본원리, 응답속도, 잡음등에 대하여 간단히 설명한다. 반도체결정에 광을 조사하고 전기신호로서 얻는 방법은 접합에서의 기전력으로 얻는 광기전력효과, 반도체의 저항변화를 이용한 광전도효과 및 진공중에 전자방출을 이용하여 전류를 얻는 광전자 방사효과가 있다. 광자가 전자로 변환되어지기 위해서는 광이 수광소자내에서 흡수되어지는 것이 필요하며, 광자에너지가 수광소자의 밴드갭보다 커야한다.

수광소자에 요구되어지는 조건으로서는 높은 양자효율, 고속응답성, 광대역 특성, 저잡음동작, 소형경량, 저소비전력, 고신뢰성등이 있다. 이 제조건에 적당한 수광소자로서는, Pin광검출기 및 사태광검출기(APD : Avalanche Photodiode)가 있다. Pin광검출기는 광에 의해서 생성되어진 캐리어를 그대로 외부회로로 전류로서 검출하는 것에 대하여, APD에서는 수광소자 내부에 증폭기능을 갖는다. 이 증폭기능은 접합에 역바이어스를 인가하는 것으로 가능한 고전계영역으로 캐리어가 원자와 충돌·이온화를 반복되어 사태효과로부터 증폭되어진다.

수광소자 재료로서는 수광하는 광파장을 흡수할 수 있어야 하며 즉, 광의 에너지보다 금지대폭의 작은 재료가 요구되어진다. 표. 2에 대표적인 Optoelectric용 검출기의 특성을 나타냈다. 암전류가 작고, APD동작에 있어서는 증폭과 함께 잡음이 적은 것이 바람직하다. 이 잡음은 재료고유의 값으로 전자와 정공의 이온화율(α 와 β)의 비, $K = \alpha/\beta$ 에 의존하고, 클수록 과잉잡음은 적게 된다. Si에서는 이 값은 50~100으로 크며, 이와같이 큰 K값을 갖는 재료는 아직 없다. 그림 5는 대표적인 수광소자 재료의 양자효율의 파장특성을 나

표 2. 근적외선 역수광 재료의 특성

Table 2. Characteristics of diode materials.

| 재 료 | Cut-off 파장 | 암전류 | 이온화비율 $K = \alpha/\beta$ |
|------------|---------------|-----------|--------------------------|
| Si | ~1.1 μ m | ~1nA | 50~100 |
| Ge | ~1.6 μ m | ~ μ A | ~1 |
| InGaAs/InP | ~1.65 μ m | ~20nA | ~2.5 |

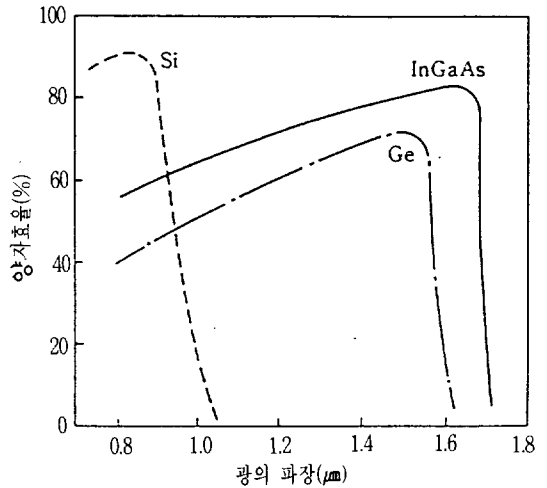


그림 5. 양자효율의 파장의존성

Fig. 5. Quantum Efficiency versus wavelength.

타냈다. 1.3 μ m~1.55 μ m의 장파장대에 대하여, InGaAs가 재료로서 우수한 것을 나타낸다.

수광소자의 응답속도는 CR시정수와 공지층내의 캐리어의 주행시간으로 제한되어 진다. 수광소자에서는 공지층을 중심으로 광을 흡수하나, 동시에 공지층은 접합용량 C_j 와 암전류로 결정되어지는 내부저항 R_i 를 갖는다. 더욱이 수광소자는 검출소자이므로, 부하저항 R_L 로 대표 되어지는 외부회로로 연결되어진다. 정현파변조광의 저주파영역에 대한 고주파영역의 전압진폭비가 $\frac{1}{\sqrt{2}}$, 즉 전력이

$$\frac{1}{2}(-3dB) \text{로 되는 주파수가 차단주파수라 하고,}$$

$$f_c = (2\pi C_j Req)^{-1}, Req^{-1} = R_i^{-1} + R_L^{-1} \quad (2)$$

로 주어진다. 대표적인 Si의 검출기에서는 이 값은 수십GHz정도로 되나, 실제로는 Package용량 등이 가해지기 때문에 차단주파수는 10배정도 낮게 된다.

수광소자의 잡음은 광전류에 의해서 발생하는 Shot잡음(散射雜音)과, 온도에의한 부하저항 및 증

폭기에서 발생하는 열잡음이 있다. 또, APD에서는 shot잡음은 사태증배 되어진다. APD의 과잉잡음지수 F는 잡음특성을 결정하는데 중요하고, 다음식으로 주어진다.

$$F = \frac{M - (1 - K^{-1})(M - 1)^2}{M} \quad (3)$$

M은 증배계수이고, 이온화율비 K가 클수록 잡음을 줄이는데 유효하다. 재료고유의 값인 이온화율을 인위적으로 크게 하는 경우도 있다. Pin구조의 i층이 경사 접 구조를 갖는 다중양자Well에서는, 전자-정공대가 Hetero계면에 따라서 가속되어진다. 이 때에 정공충돌에 의한 전리는 억제되고, 전자충돌에 의한 전리만이 추진되어 지는 것으로, 이온화율은 인위적으로 크게하여, 고감도·고속응답의 고체광증배검출기로써 사용된다.

4. 광제어소자

광전자시스템에 있어서 광Beam의 강도, 위상, 진행방향 등을 필요에 따라서 변화 시키는 것이 있다. 이와 같은 기능을 갖는 것이 광제어소자이고, 물질층의 전계나 자계, 음장등에 대한 광파의 비선형적 상호작용 특성을 이용하여, 물질을 투과하는 광의 특성을 제어하는 것이 있다. 이와 같은 광제어 소자를 간단히 소개한다.

4.1 광변조기

가장 대표적인 광변조기는 전기 광학효과를 이용한 것이다. 모든 물질은 외부에서 전계를 인가하면, 굴절율의 크기가 변화하는 전기광학적 효과를 갖는다. 굴절율 변화가 인가 전계에 비례하는 경우를 1차 전기광학효과 Kerr Effect, 전계의 2승에 비례하는 경우를 2차의 전기광학효과(Pockels Effect)라 부른다. 일반적으로 Pockels효과는 대칭 중심을 갖지 않는 결정(압전성결정)에서 존재하고, Kerr효과는 모든 물질에 존재한다. 고속의 소자에서는 주로 Pockels 효과가 이용되어 지고 있다.

전기광학결정에 전계를 인가한 경우의 광파진달은, 결정구조나 전계, 광축의 방향에 복잡하게 관계하나, 적당하게 그의 방향을 선택하는 것에 의해 서로 직교하는 2개의 고유한 직선 편광이 성해지고, 각 편광에 대한 굴절율이 변화분이 인가전압에 비례한다. 즉 위상변조가 얻어진다. 그림 6은 Pockels 효과를 이용하여 강도변조를 행하는 변조기의 구성원리를 나타냈다. 입사광 및 출력광의 강

도를 각각 I_0 및 I라 하면

$$\frac{I}{I_0} = \sin^2\left(\frac{\Delta\psi}{2}\right) = \sin^2\left(\frac{\psi_0}{2} + \frac{\pi V}{2V_p}\right) \quad (3)$$

$\Delta\psi$ 는 2개의 고유편광 간의 위상차(Retardation)이다. $V_p (= \frac{\lambda d}{n^3 r l})$ 는 위상차 $\Delta\psi$ 를 x만큼 변화시키는 것에 필요한 전압이고, 반파장 전압이라 부른다.

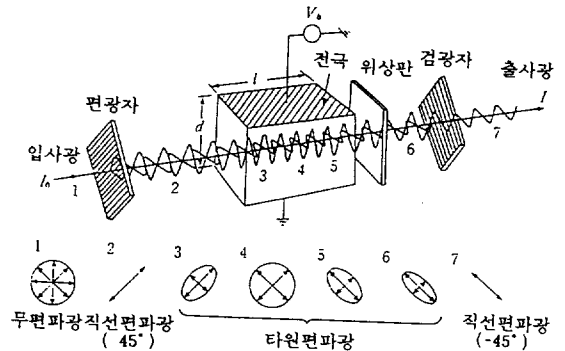


그림 6. 전기광학변조기

Fig. 6. Arrangement of Electro-optic modulator.

또 ψ_0 는 인가전압 영의 때의 위상차이다. 여기에서 d는 결정의 두께, l은 상호작용 길이, n은 굴절율, r은 전기광학 계수이다.

변조대역폭은 전극간 용량 C와 병렬저항 R과 CR시정수로 통상제한되어 특수한 구조의 진행파형변조기에서는 10GHz이상의 것도 있다.

광도파로를 변조의 활성영역으로 하는 광도파로형변조기는, 두께나 폭을 Bulk형의 것에 비해서 초소형화 할 수 있으므로 변조전압을 대폭적으로 저감할 수 있을 뿐만 아니라, 광집적회로의 중요한 구성요소로서, 유전체재료 및 반도체재료의 양면에서 검토가 되고 있다.

음향광학효과나, 자기광학효과중에서 감도높은 Faraday효과를 이용한 것, 반도체의 기초흡수판의 외부전계 효과인 Franz-Keldysh Effect나, 반도체의 자유캐리어흡수를 이용한 것등이 있다.

고속응답 가능한 광강도 변조기로서 다중양자 Well을 이용한 것이 있다. 양자Well면에서 수직인 전계는 Well내의 전도대, 가전자대에 있어서 파동함수를 변형시켜, 그의 결과로서, 광흡수계수의 변화를 일으킨다(양자포쇄 Stark Effect). 그의 응답은 ps이하로 대단히 고속현상이고, 이 동작기구를 이용한 고속 광pulse의 스위치 예가 있다.

4.2 광 편향기

광전자의 계측 및 정보처리에 응용에 있어서 광Beam의 편향 혹은 주사가 요구되어지는 경우가 많다. 편향법으로서는 전기기계적 방법 외에, 음향광학적 및 전기광학적인 방법이 있다. 음향광학 효과에 의해서 초음파의 파장 Λ 의 피치에서 굴절율의 주기적 변화가 매질중에 만들어져, 광파의 회절 격자로서 이용할 수 있다. 이 초음파에 의한 굴절율의 주기구조를 이용한 편향기는, 편향속도나 편향점수(집점면상에서 식별 가능한 Spot수)가 비교적 크다는 특징이 있다.

그림 7은 Bragg회절형 음향광학 편향기의 기본구조를 나타냈다. 매질 중에서의 광파의 파장을 λ 라 하면, 초음파의 Beam폭 l 이 $l > \Lambda^2 / \lambda$ 로 되는 바와 같이 비교적 넓게 취해지는 경우에는, 효율 좋은 Bragg회절이 $\theta_B = \sin^{-1}(\lambda / 2\Lambda)$ 의 조건에서 얻어진다.

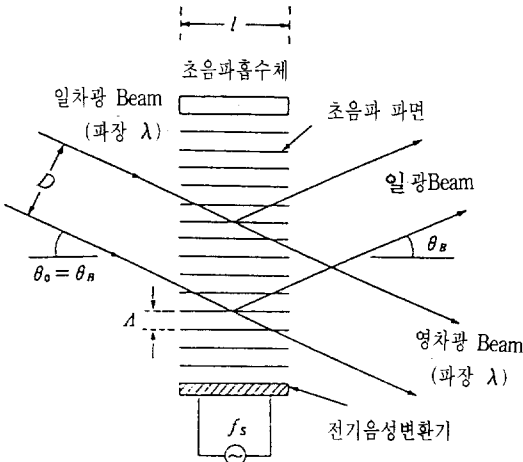


그림 7. Bragg형 광편향기

Fig. 7. Integrated optical spectrum analyzer using Bragg reflection.

초음파의 주파수 f_s 를 f_B 에서 Δf 만큼 변화시키면, 회절각의 변화, 즉 편향각 θ_d 는

$$\theta_d = (\lambda / v_s) \Delta f \tag{4}$$

로 된다. v_s 는 매질중의 속도이다. 광Beam경을 D 라 하면, 회절의 넓은 각은 $\Delta \theta \sim \lambda / D$ 이므로, 편향점수 N 은

$$N = \frac{\theta_d}{\Delta \theta} \sim \frac{D \Delta f}{v_s} = \tau \Delta f \tag{5}$$

로 된다. 여기에서 τ 는 초음파가 광Beam을 횡으로 찌르는 시간이다. N 을 크게하면 동작시간 ($\sim \tau$)는 길게되어지고, 편향점수와 주사시간은 양립하지 않는다.

5. 광전자집적회로 소자

광전자소자나 전자소자를 집적화한 광전자집적회로(OEIC : Opto-Electronic Integrated Circuits)는 광전자의 특성을 충분히 나타내고, 고속화·소형화가 되어지고, 새로운 광기술의 전개가 기대된다. OEIC의 특징에는 다음과 같은 것이 있다.

- (i) 집적화에 의한 소형화·고신뢰화·저가격화
- (ii) 배선을 짧게 할 수 있으므로, 고속화·광대역화의 실현
- (iii) Array화등에 의한 다기능화·고기능화

가장 기본적인 OEIC에는 Laser와 그의 제어용의 FET와의 집적화 및 수광소자와 FET 증폭기의 집적화에 의한 고감도·고속도화를 이루는 것이 있다. 그림 8은 동일기판상에 집적화 한 예로, 파장 $1.3 \mu m$ 대 에서 수광·발광하는 것이다.

광학소자는 광파의 발생·검출등의 광학적인 움직임과 함께 다이오드로서의 전기적인 움직임이 필요하다. 이 때문에 이종재료의 접합(Hetro 접합) 구조에 의한 광파의 전달층 혹은 흡수층을 필요로 한다. 그 두께는 수 μm 이하로 또한 표면에서 수 μm 아래에 설치되는 경우가 많다.

한편 FET등의 전자소자는 표면층을 전자가 통하기 때문에 단일재료라도 좋으며, 또 그의 층두께는 $0.5 \mu m$ 이하로 얇다. 이 차이는 표면단차의 문제를 일으키고, 평면공정의 정도를 떨어뜨림과 함께 여러가지의 공정에 있어서 문제 발생의 원인이 되고 있다.

이와같은 다른 특질을 갖는 양소자를 동일 기판상에 집적화하기 위해서는 양공정의 적합성이 중요하다. Hetero Bipolar Transistor(HBT)는 광소자와의 적합성이 좋으며, 고속동작이 기대가능하다.

OEIC는 현재 개발단계이고, 수개의 소자의 집적이 시작되고 있는 단계이다. OEIC는 그의 발전 단계에 대응하여 제 1세대, 제 2세대, 제 3세대로 분류되어 진다.

제 1세대는 그림 8과 같이 수광소자, Transistor, 발광소자를 직렬한 것이다. 제 2세대

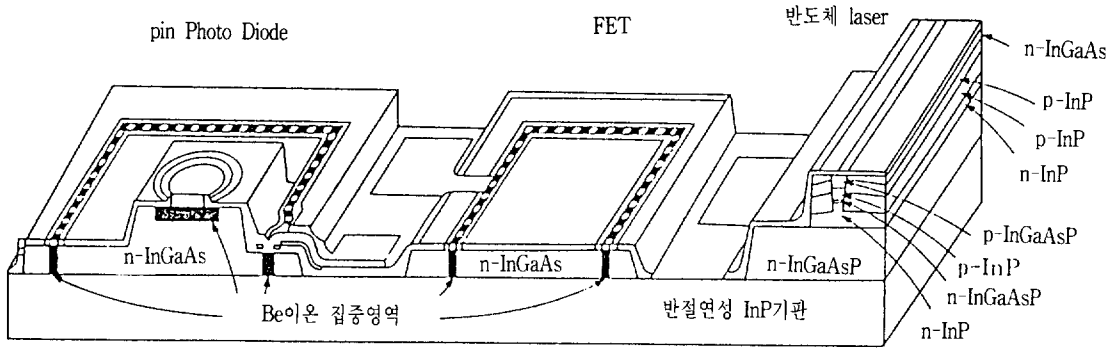


그림 8. OEIC의 구성

Fig. 8. Construction of OEIC.

OEIC는 제 1세대 OEIC를 광도파로로 결합한 것이며, 제 3세대의 것은 광논리소자를 갖고 집적화하여, 다기능화를 이루는 것이다.

현재 광통신에 이용되어지고 있는 송신기·수신기·중계기등은 모두 OEIC에 의해서 chip화 가능하고, 배선이 짧게되어 주파수 특성의 향상만이 아니고, 장래 양산기술이 확립되면 신뢰성도 높게 되고 낮은 가격으로 될 것으로 기대된다.

한편 이 기술은 단순하게 광중계기만에 그치지 않고, Computer등에 이용되어지는 LSI chip간의 접속에 있어서도 큰 Impact를 줄 것으로 기대된다.

LSI상의 고속 Transistor는 100ps혹은 그 이하의 빠른 신호를 처리 할수 있도록 되어 있다. 그러나 고속처리용 chip사이의 접속에 이용되어지는 배선이 갖는 표유용량 때문에 전달시간의 늦음이 생기고, 이것이 LSI의 고속화·고집적화에 문제로 되고 있다. 이 문제를 해결하기 위하여 OEIC를 이용하는 chip사이의 배선이 고려되어지고 있다. 이것이 광접속이고, OEIC의 향후의 큰 전개분야의 하나이다. 광접속에서는 금속도체 대신에 광의 도파로가 이용되어져 전달의 늦음은 거의 없다. 더욱이 광의 공중전달을 이용하는 것도 가능하며 배선 상호간의 간섭을 피할수 있으며 광배선에서 교차 배선도 가능하고, 전기접속에서도 없는 큰 자유도를 갖는 것이 된다.

6. 결 언

이와같은 광전소자는 1960년대 부터 전자부품으로서 많은 분야에 이용이 급격하게 증가되고 있으며, 많은 기술적인 첨단성이 요구된다. 따라서

광전소자는 광전자·양자전자, 광전자물성등의 학문적인 지식과 광학적인 연구가 필요하다.

또한 광전소자를 연구하기 위해서는 재료적인 측면의 개선과 전기광학적 측정의 기술이 고도로 요구되는 것으로 전기전자재료 분야에 있어서 전문가의 많은 연구가 요구된다.

참 고 문 헌

- (1) H.C.Casey, Jr. & M.B.Panish : "Hetrostructure Lasers", Academic Press (1978).
- (2) 米津 : 「光通信素子工學—發光·受光素子—」, 工學圖書 (昭 59)
- (3) 堀越·小林 : 「2~10 μ m帶半導體 레이저」, 應用物理, 49, 1214 (昭 55)
- (4) 伊藤 : 「半導體 레이저에 於ける高出力化와 短波長化」, 應用物理, 53, 128 (昭 59)
- (5) G.L.Harnagel, P.S.Cross, D.R.Scifres & D. P.Worland : "11 Wquasi-CW monolithic diode arrays", Electron. Lett., 22, 231 (1986)
- (6) S.Uchiyama & K.Iga : "Consideration on threshold current density of GaInAsP/InP surface emitting junction lasers", IEEE J.Quantum Electron., QE-22, 302 (1986)
- (7) H.Ito, N.Komagata, H.Yamada & H.Inaba : "Novel structure of laser diode and light-emitting diode realised by coaxial transverse junction (CTJ)", Electron. Lett., 20, 571 (1984)
- (8) T.P.Lee, C.A.Burrus, Jr. & B.I.Miller : "A stripe-geometry double heterostructure amplified-spontaneous-emission(superlumine

- scent)diode" ,IEEE J. Quantum Electron., QE-9, 820 (1973)
- (9) A.Suzuki, K.Minemura & H.Nomura : "Gbit/s fiber transmission experiments using 1.3 μ m-wavelength high speed surface-emitting DH LEDs" ,Proc. 10th European Conf. Opt. Commun., PD-5 (1984)
- (10) F.Capasso : "New multilayer and graded gap optoelectronic and high speed devices by band gap engineering" ,Surf.Sci., 513, 142 (1984)
- (11) T.H.Wood, C.A.Burns, D.A.B.Miller, D.S. Chemla, T.C.Damen, A.C.Gossard & W.Wiegmann: "131 ps optical modulation in semiconductor multiple quantum wells (MQW's)" , IEEE J.Quantum Electron., QE-21, 117 (1985)
- (12) 林 : 「光電子集積回路(OEIC)」, 情報處理, 26, 877 (昭 60)
- (13) S.Hata, M.Ikeda, Y.Noguchi & S.Kondo : "Monolithic integration of an InGaAsP PIN photodiode, two InGaAsP column gate FETs and an InGaAsP laser for optical regeneration" , Extended Abstracts 17th Conf. Solid State Devices and Materials, 79 (1985) 日經エレクトロニクス, No.378, 114 (昭 54)

저자소개



조장연

1956년 4월 25일생. 1982년 2월 한양대학교 무기재료공학과 졸업. 1986년 8월 한양대학교 대학원 졸업. 1981년 10월 (주)한국광전자연구소 입사. 현재 광전자반도체(주) 대표이사.

박대희

1954년 11월 10일생. 1979년 한양대학교 전기공학과 졸업. 1989년 日本大阪大學 대학원 전자공학과(공학박사). 1979년-1991년 금성전선연구소 선임연구원. 1991년-현재 원광대학교 전자재료공학과 조교수.



나용춘

1956년 4월 9일생. 1983년 2월 동아대학교 전자공학과 졸업. 1984년 4월-1990년 6월 한국전자(주) 근무. 1991년 6월-현재 광전자반도체(주) 부설연구소 실장.

■ '95년도 1월호의 기술해설 제목과 저자는 다음과 같으니 많은 참조 바랍니다.

| 제 목 | 저 자 | 소 속 |
|-------------------------|-------|-----------------|
| Nano Technology와 분자소자 | 권 영 수 | 동아대학교 전기공학과 교수 |
| Micromachine기술의 현황 및 전망 | 정 귀 상 | 동서공과대학 전기공학과 교수 |