



# DVD-RAM용 고출력 반도체레이저

CD(Compact Disc)의 약 7배의 용량을 가진 디스크와 그 관련 기기가 시판되기 시작했다. DVD(Digital Versatile Disc), DVD-ROM이라는 이 기기는 디스크 위에 集光되는 光스포트의 크기를 작게 하여 기록밀도를 높이기 위해, 對物렌즈의 NA를 0.6으로 크게 하였고(CD에서는 NA가 0.45) 광원이 되는 레이저의 파장도 650nm帶로 단파장화(CD에서는 780nm)하였다.

이의 실현을 본격화하기 위해서는 DVD에 대응할 수 있는 대용량의 기록미디어와 장치가 필요하다. 이미 CD-R을 비롯한 몇 가지의 追記型, 書換型 디스크와 장치의 보급이 진전되고 있으나, 어느 것이나 DVD에 대응할 수 있을 만한 용량은 아니다. 그래서 追記型 디스크장치인 DVD-R, 書換型의 DVD-RAM 등이, 재생전용DVD가 시판되기 이전부터 제안되어 규격화되었으며 미쓰비시電機에서도 그것에 조준을 맞추어 광원이 되는 고출력 반도체레이저의 개발과 제품화를 추진하여 온 것이다.

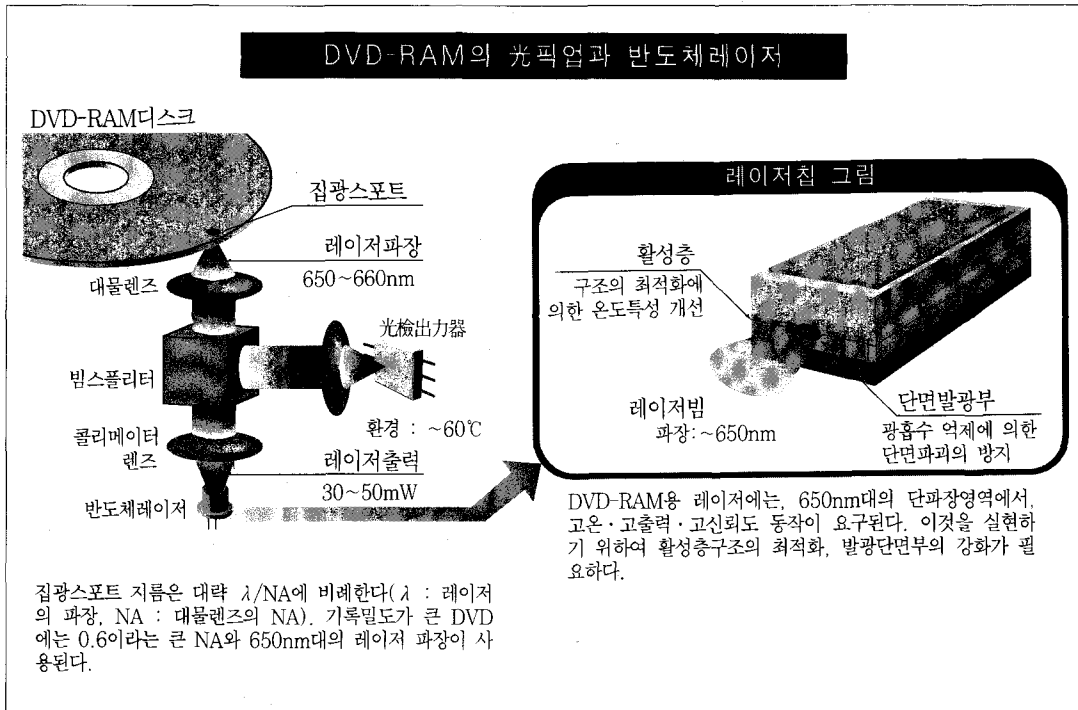
여기서는 다음에 제시하는 DVD-RAM용 반도체레이저에 대한 요구성과 이를 실현하기 위한 방법 및 결과에 대하여 기술한다.

- 파장 650nm대에서 30~50mW의 높은 광출력을 얻을 수 있는 활성층의 재료와 구조의 개발
- 60℃의 고온에서도 동작전류 증가가 적은 활성층구조의 최적화
- 고온, 고출력의 장시간 동작에서도 발광부 단면의 열화를 방지할 수 있는 단면 강화기술의 개발

同社は 이들 기술과 과제에 대하여 검토를 거듭한 결과 DVD-RAM 광원에 적합한 고출력 반도체레이저(MLIxx6시리즈)의 제품화를 실현할 수 있었다.

## 1. 머리말

書換型 高密度 光디스크메모리로서 현재 가장 주목을 받고 있는 것으로는 DVD-RAM이 있다. 이것은 CD사이즈의 디스크에 片面當 2.6G바이트의 기억용량을 갖게 한 것으로서 앞으로는 DVD-ROM과 같은 4.7G바이트로 대용량화될 계획이다. 그러기 위해서는 디스크면에 집광되는 광스포트의 크기를 작게 하여 기록밀도를 높여야 하며, 그 과정에서 광원이 되는 반도체레이저의 단파장화가 필요하게 된다. 현재 시판되고 있는 書換型 고밀도 광디스크로서 3.5인치 디스크에 약 640M바이트의 용량을 갖는 光磁氣디스크가 있으며, 여기서는 파장 685nm대, 출력 30~



〈DVD-RAM에서의 반도체레이저의 역할〉

픽업에 탑재된 반도체레이저광은, 콜리메이터 렌즈에 의하여 평행광으로 되어 빔스플리터를 투과하여, 대물렌즈에 의하여 디스크면에 집광된다. 기록시에는 높은 광출력 디스크로 물성을 변화시키고 재생시에는 낮은 광출력을 디스크면에 照射하여 그 반사광을 광검출기로 受光한다.

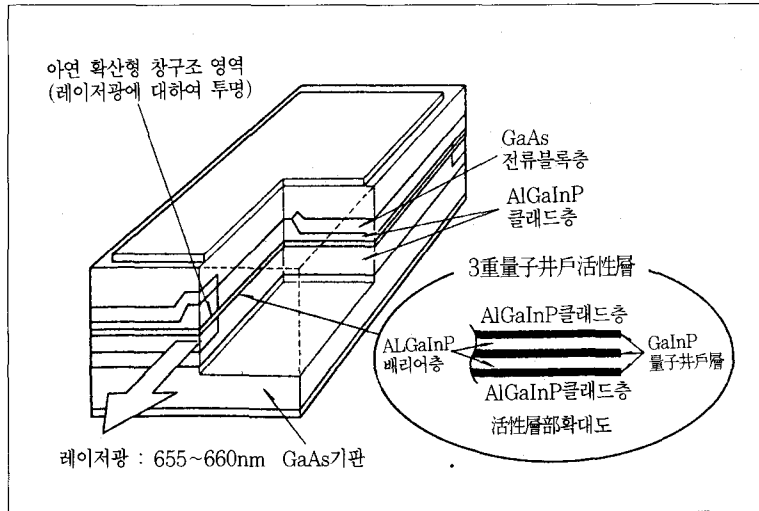
50mW의 고출력레이저가 사용되고 있다.

그러나 DVD-RAM 등의 보다 고밀도화된 디스크에 대하여는 파장 650nm대의 고출력레이저가 필요하게 되어, 이를 실현하기 위해서는 레이저의 단파장화에 따른 발진 임계치 및 동작전류의 상승, 온도특성의 열화, 신뢰성의 악화 등 해결하여야 할 여러 가지 과제들이 있다. 또 광디스크장치는 방열성이 나쁜 소형케이스, 또는 내부온도가 고온에 이르는 퍼스컴 등에 내장되는 경우가 많기 때문에 적어도 60°C에서 장시간 안정동작이 가능한 제품이 요구된다.

본고에서는 주로 DVD-RAM용 광원으로 개발하여 이번에 제품화를 실현한 고출력레이저(MLIxx6시리즈)에 대하여 기술하기로 한다.

## 2. 素子構造

그림 1은 이번에 개발한 650nm대 고출력레이저의 소자구조이다. 640M바이트의 광자기디스크 등에 사용되고 있는 685nm대 레이저를 더욱 단파장화하는 경우 발진 임계치 전류가 급격히 증가하거나 최대발진온도가 현저하게 저하되는 문제가 제기되고 있다. 특히 파장이 650nm 이하로 짧아지면 그 경향은 현저해지고 수mW의 저출력에서는 50~60°C의 고온에서도 장시간의 안정동작이 가능하지만, 30mW 이상의 고출력동작을 시도해보려고 할 경우 注入電流量을 증가시켜도 레이저출력이 포화상태가 되기 때문에 동작하지 않는 경우가 있다. 이것은 활성층을 구성하는 GaInP층의 밴드갭이 커



〈그림 1〉 650nm대 단면창구조형 레이저의 소자구조

지기 때문에 전자를 가두어두는 클래드층의 밴드갭과의 에너지 장벽차가 상대적으로 작아져서 활성층에 주입되는 전자의 오버플로가 현저해지기 때문이다. 따라서 작은 주입전자밀도로 레이저 동작을 가능케 할 수 있는 활성층구조의 최적설계가 필요하다.

동사는 DVD-RAM에 필요한 온도특성을 실현할 수 있는 낮은 전자밀도뿐만 아니라 광밀도 부분도 착안하여 광출력-전류특성의 직線性이 쉽게 손상되지 않는 활성층구조를 검토하여 왔다. 그 결과 그림의 활성층부 확대도에 나타내는 것과 같은 量子井戸가 3層積層된 3重量子井戸構造를 채택하기에 이르렀다.

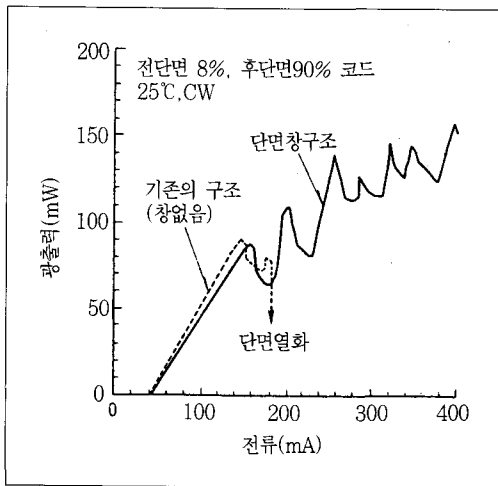
한편 높은 광출력으로 레이저를 동작시키면 素子端面部 活性層에서의 국부적인 光흡수로 인해 단면을 용해, 열화시키게 되어 발진불능이 되는 문제가 있다. 이 단면열화는 정격출력에 제한을 줄 뿐만 아니라 장시간 동작시켰을 경우에는 수명도 제한된다. 이 문제를 해결하기 위해서는 단면부 활성층의 밴드갭을 소자 내부의 利得領域에 비하여 상대적으로 크게 하는 방법, 즉 레이저광에 대하여 투명체가 되는 구조를 개발하는 것이 필

요하다. 이 구조는 그 특징 때문에 端面窓構造라 불리며 몇 가지 구조가 제안되어 왔다.

동사는 그림에 표시한 것과 같이 아연을 단면부근의 활성층에 선택적으로 확산시켜, GaInP 量子井戸構造를 무질서화하는 방법으로 밴드갭이 큰 窓領域을 형성하였다. 또한 창영역은 素子길이 650 $\mu$ m인 레이저의 양단면부에, 길이 20 $\mu$ m의 영역에 걸쳐 형성하였다. 나아가 共振器 내부의 광을 전면측에 효율 좋게 끌어낼 수 있도록 前端面에는 8%의 저반사막 코팅을, 後端面에는 90%의 고반사막 코팅을 하였다. 소자는 활성영역을 형성한 素子上面에 히트싱크를 납땜하여 방열성을 높였다.

### 3. 素子特性

그림 2에 창구조레이저의 광출력-전류특성을, 기존의 창구조를 갖지 않는 레이저와 비교하여 표시하였다. 양자의 레이저 공히 90mW 부근까지 직線性이 좋은 출력특성을 얻고 있으나 이제까지의 구조에서는 '킹크(Kink)'



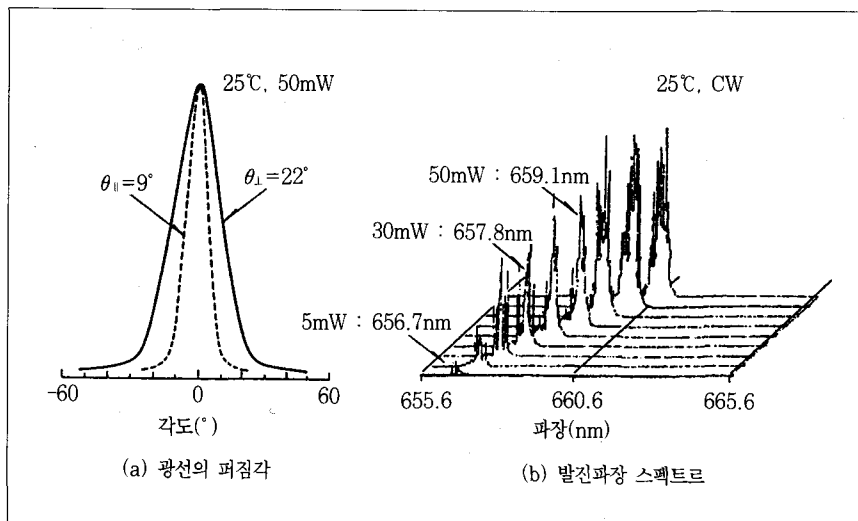
〈그림 2〉 광출력-전류 특성

직후에 단면파괴에 의한 소자열화가 발생하고 있다. 한편 창구조 레이저에서는 높은 출력역에서 몇 개의 '킥' 발생이 보이나 150mW까지 단면파괴에 의한 소자열화는 발생하지 않고 있으며, 이 출력특성은 반복측정하여도 마찬가지로 결과를 보이고 있다. 이상과 같이 단면창구조는 대단히 강한 端面을 갖고 있음을 알 수 있다.

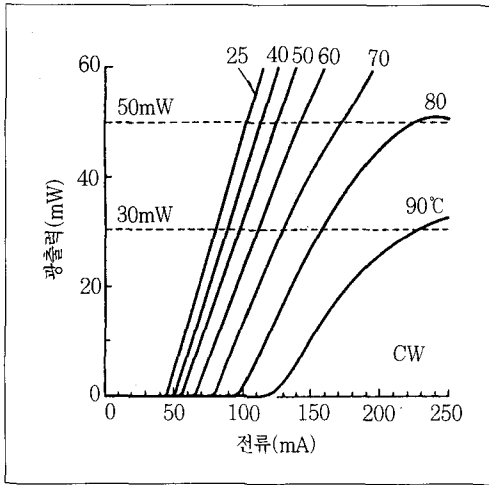
레이저광의 광선의 퍼짐角 및 발진파장을 그림 3(a)와 (b)에 각각 표시한다. 활성층에 대하여 평행방향 및 수직방향으로 광선이 퍼지는 것은 어느것이냐 양호한 가우시언(Gaussian)狀의 분포를 표시하고, 각각의 半値全角,  $\theta_{||}$ ,  $\theta_{\perp}$ 는 각각  $9^{\circ}$ ,  $22^{\circ}$ 이다. 이들의 광선 퍼짐角은 반도체레이저로서는 좁은 부류에 속하고 광픽업을 구성하는 광학부품과의 결합효율을 높일 수 있을 것으로 기대된다. 또 DVD-RAM시스템에서는 재생시에는 3~5mW의 저출력, 기록시에는 30~50mW의 고출력이 사용되는데 어느 출력역에서도 650nm대의 레이저광을 얻고 있음을 그림(b)에서 알 수 있다.

그림 4에 창구조 레이저에서의 광출력-전류특성의 온도의존성을 표시한다. 60°C에서도 비교적 직선성이 양호한 출력특성이 60mW까지 실현되고 80°C에서도 50mW의 출력을 얻고 있다. 고온에서 고출력동작을 하는 경우에는 레이저의 수명은 현저히 짧아진다. 그러나 상술한 활성층구조의 최적화, 창구조에 의한 단면강화 등의 효과로 신뢰성은 높을 것으로 기대된다.

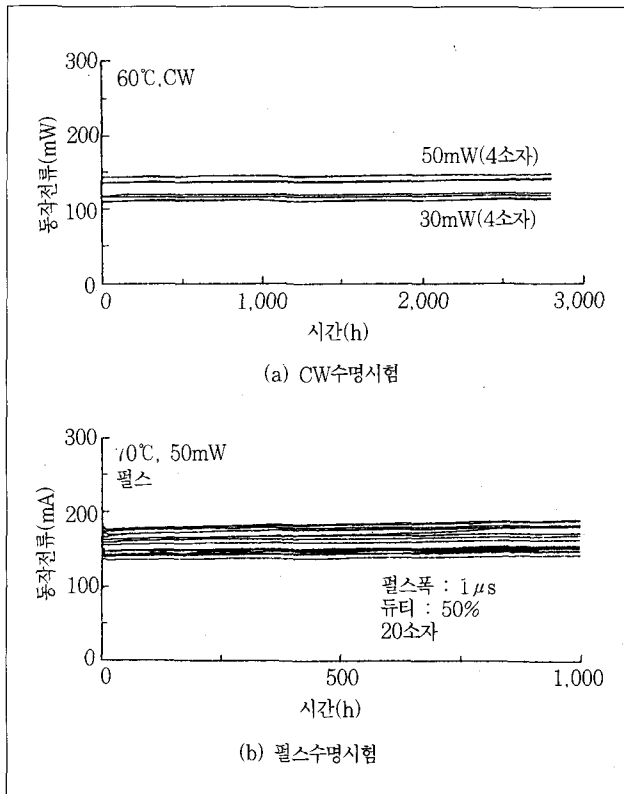
그림 5에 60°C, CW의 조건에서 실시한 수명시험결



〈그림 3〉 광선 특성



〈그림 4〉 광출력-전류특성의 온도의존성



〈그림 5〉 수명시험결과

과를 표시했다. 기록시에 필요한 30~50mW의 고출력으로 2,800시간 이상 안정하게 동작하고 있음을 알 수 있다. 또 실사용에서는 펄스로 구동되기 때문에 70°C, 50mW의 조건에서 듀티(Duty) 50%의 펄스수명시험을 실시한 결과를 그림(b)에 표시했다. 이 조건에서 1,000시간이 경과하여도 현저한 동작전류 상승이 없고 안정된 동작을 하고 있음을 알 수 있다.

#### 4. 맺는말

활성층구조의 최적화에 의한 온도특성의 개선과 단면 창구조에 의한 단면열화의 방지 등으로 고온, 고출력으로 고신뢰 동작이 가능한 650nm대 DVD-RAM용 레이저를 실현할 수 있고 제품화하기에 이르렀다. 앞으로의 기술동향을 보면 기록속도의 개선, 광픽업의 설계 마진(Margin) 확대의 관점에서 레이저출력의 보다 고출력화가 요구될 것이다. 또 노트북스کم 등에 탑재하기 위하여 광픽업의 소형화가 불가결하게 되고, 그를 위한 레이저패키지 내에 복수의 광학부품을 집적화하는 요구도 예상된다. 앞으로 우리들은 이와 같은 고출력화와 고기능화의 요구에도 대응해 가고자 한다. ■

이 원고는 일본 三菱電機技報에서 번역, 전재한 것입니다. 본고의 저작권은 三菱電機(株)에 있고 번역책임은 대한전기협회에 있습니다.