
광학 디스크 기록을 위한 Blu-ray Laser Diode의 온도특성 및 기록품질 개선에 관한 연구

이도한* · 김영길**

아주대학교

A Study of Temperature Characteristic and Recording Quality Improvement of Blu-ray Laser Diode for Optical Media Recording

Do-Han Lee* · Young-Kil Kim**

Ajou University

E-mail : dohanv@naver.com

요 약

본 논문에서는 Blu-ray 디스크의 기록을 위한 Laser Diode의 온도특성을 고려한 기록품질의 개선 방법에 대해 연구했다. 주변 온도변화에 따라 Blu-ray Laser Diode는 전류-전압 관계로부터 미분저항이 변화하게 되는데 이러한 미분저항이 기록품질에 미치는 영향에 대해 분석하고 개선하는 방법을 제안한다.

ABSTRACT

In this paper, we research the method for write quality improvement by temperature characteristic of Laser diode for optical recording. Differential Resistance of Blu-ray laser diode is changed by temperature. We analyze the effect of the change of the differential resistance and propose the method for the write quality improvement.

키워드

laser diode, jitter, write quality, differential resistance

1. 서 론

오늘날 광학 디스크 저장장치로는 DVD 기록형 드라이브가 시장에서 주류를 이루고 있다. 최근에는 DVD 저장용량의 6배에 달하는 최대 50GB의 데이터 저장용량을 가진 Blu-ray Disc 및 Blu-ray 드라이브 제품들이 속속 출시되고 있으며 Blu-ray에 관한 연구도 활발히 이뤄지고 있다.[1]

광학디스크 드라이브를 구성하는 주요 부품으로는 DSP (Digital Signal Processor), 광학 픽업 (Optical Pickup), 스피들 모터(Spindle Motor) 등이 있는데 그중에서도 광학 픽업을 구성하고 있는 레이저 다이오드에 대해 본 논문에서 다룬다. Blu-ray 레이저 다이오드는 주변 온도의 변화

에 따라 전류-전압 특성이 변화하게 되는데 이러한 전류-전압 관계로부터 레이저 다이오드 고유의 미분저항(differential resistance)을 구할 수 있다. 특히 레이저 다이오드의 온도가 고온에서 상온, 상온에서 저온으로 변화할 때 미분저항이 점차 증가하게 된다. 미분저항의 변화는 레이저 다이오드의 발광 및 소광특성에 영향을 미치게 된다.[2]

결과적으로 미분저항의 증가는 광학 디스크에 mark를 형성하기 위한 레이저가 발광될 때의 Tr(rising time) 및 소광될 때의 Tf(falling time)가 그림1과 같이 증가하는 효과를 초래한다. 이러한 레이저 다이오드의 미분저항 특성으로 인한 기록 품질의 저하를 개선할 수 있는 방법에 대해 살펴본다.

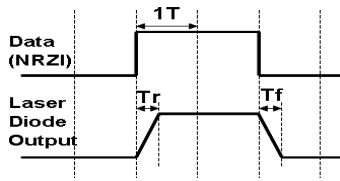


그림 1. Data와 Tr, Tf

II. 본 론

2.1 Blu-ray 레이저 다이오드의 미분저항특성

Blu-ray 레이저 다이오드의 전류-전압의 관계를 측정한 결과 그림2와 같은 curve특성을 갖고 있다.

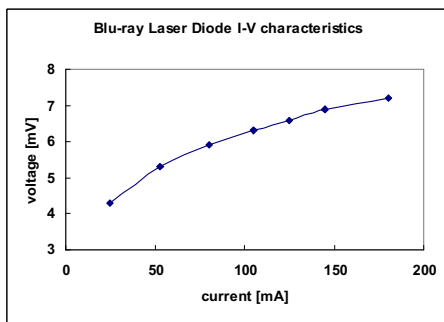


그림 2. Blu-ray 레이저 다이오드의 I-V 특성

위의 전류-전압 특성으로부터 레이저 다이오드의 미분저항(Rd)은 식(1)과 같은 관계식을 갖는다.

$$Rd = \frac{\Delta V}{\Delta I} \quad (1)$$

2.2 미분저항의 온도특성

상온에서 서로 다른 값의 미분저항을 갖는 2개의 Blue-ray 레이저 다이오드에 대해 주변의 온도를 변화시켜가면서 측정한 미분저항의 변화는 그림3과 같다.

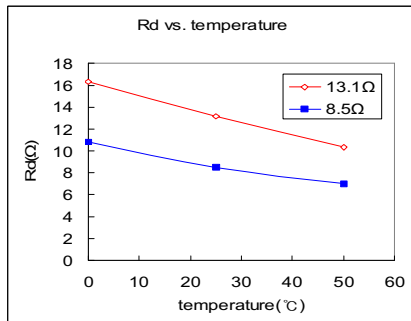


그림 3. 온도변화에 의한 미분저항의 변화

이때 2개의 Blu-ray 레이저 다이오드에 인가되는 전류는 동일하다. 2개의 Blu-ray 레이저 다이오드 모두 주변온도가 고온에서 상온, 상온에서 저온으로 변화했을 때 미분저항이 점차적으로 증가되는 결과를 얻었다. 또한 주변 온도의 변화에 따른 미분저항의 변화는 상온에서 미분저항이 큰 레이저 다이오드가 상온에서 미분저항이 작은 레이저 다이오드보다 상대적으로 크게 나타났다.

III. 미분저항과 기록품질

2개의 서로 다른 미분저항을 갖는 Blu-ray 레이저 다이오드에 대해 2종의 기록파워로 주변온도를 변화시켜가면서 발광 및 소광에 관한 제어를 실시하였다. 측정결과 그림 4, 5와 같은 rising time과 falling time을 얻었다.

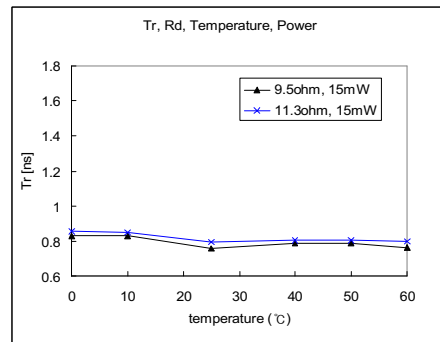


그림 4. Rising time의 변화

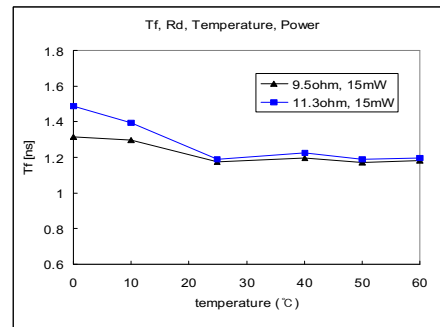


그림 5. Falling time의 변화

위 실험으로부터 Blu-ray 레이저 다이오드 주변의 온도가 낮아질수록 Tf가 증가하며, 미분저항이 큰 레이저 다이오드 일수록 Tf의 증가량이 상대적으로 큰 것으로 나타났다. 또한 timing delay는 rising edge 보다 falling edge에 영향이 큰 것으로 나타났다. 528Mbps이상의 고배속 데이터 기록 시 1T의 길이는 약 1.9ns이므로 위에서 측정된 Tf의 delay는 기록품질에 대한 영향이 크게 작용할 것으로 예상되었다.

상온에서 최적화된 write strategy에 의해 저온에서 기록 후 측정된 기록품질은 그림6처럼 eye pattern이 선명하지 않고 jitter 측정결과 14%를 상회하여 개선이 필요한 수준이다.

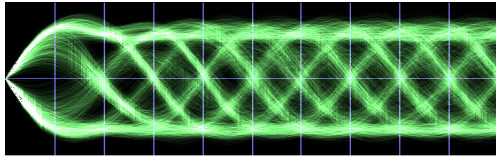


그림 6. 개선 전 RF 파형

IV. 기록품질의 개선

일반적으로 광학 미디어 기록에 있어서 jitter를 낮게 하기 위해서는 레이저 다이오드의 기록 Power를 가급적 높게 사용하고 발광시간을 최대한 짧은 형태로 write strategy를 설정한다. 이에 상온에서 최적화된 write strategy는 가장 짧은 Mark인 2T의 경우 기록 Power가 최고치에 도달하는 시간이 NRZI 길이의 27%로 설정되어 있었다. 그러나 저온에서 기록 시에는 미분저항의 증가에 따른 Tr 및 Tf의 delay를 고려하여 write strategy가 설정되어야 한다. 이에 기록 power가 최고치에 도달하는 시간을 NRZI 길이의 50%로 설정하여 jitter를 개선하는 효과를 가져왔다.

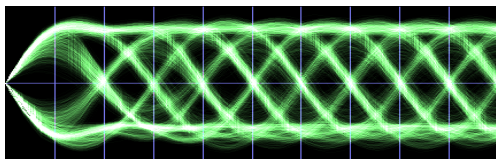


그림 7. 기록품질이 개선된 RF 파형

개선된 write strategy를 이용하여 저온에서 기록된 RF 파형을 그림7에 보였는데 eye pattern이 선명해졌음을 볼 수 있고 이때 측정된 jitter는 9%대로 개선되었다.

IV. 결 론

Blu-ray 레이저 다이오드의 주변온도가 낮아짐에 따라 레이저 다이오드의 미분저항특성이 증가하여 Tr 및 Tf의 delay가 발생하고 고배속 데이터 기록 시 jitter가 증가한다. 이에 저온에서는 상온에서 최적화된 write strategy에서 수정된 write strategy를 설정하여 jitter가 개선됨을 보였다.

참고문헌

[1] Takakyo Yasukawa, Motoyuki Suzuki,

Koichi Watanabe, Kikuo Shimizu, "High-speed Recording in Blu-ray Disc Drive", ICCE 2007
 [2] Takuma Tsukuda, Tetsuya Ishitobi, Koichi Watanabe, Hisataka Sugiyama "Write System of Blu-ray Disc Drive for Video Camera", ICCE 2008