

# Pre-and Post-Curing of Readout Layer of Super Resolution Disc

Sun-Hee Kim<sup>\*</sup>, Keumcheol Kwak<sup>†</sup>, Changho Lee<sup>\*</sup> and Kichang Song<sup>\*</sup>

## Abstract

재생층이 상변화물질로 이루어진 초해상 광디스크에 있어서, 기록 전과 후에 thermal curing 을 실시하여 신호품질과 재생안정성이 크게 향상되었다. Pre-curing 으로 수천 회 이하에서 나타나는 short-term stability 가 향상되었고, post-curing 한 후 mid-term stability 가 향상되었다. 그리고, pre- and post-curing 후 noise level 은 전반적으로 1~2dB 가 낮아졌고, CNR 은 2~3dB, jitter 는 2~3% 가 향상되었다.

**Key Words :** Super resolution disc, readout layer, noise level, readout stability, pre-curing, post-curing

## 1. Introduction

시간이 지남에 따라 개인이나 기업에서 취급하는 정보의 양이 극도로 증가하였고 그에 대응하는 25GB(Blu-ray disc) 혹은 15GB(HD-DVD) 급의 대용량 저장 매체가 상용화 되었다. 그리고, 최근 들어 그 이상의 용량을 가지는 차세대 광 메모리 기술들이 활발히 연구되고 있다. 특히 1998 년에 J. Tominaga 박사가 “super-RENS” 기술을 발표한 이후로 super-RENS 기술이 많은 관심을 받아왔다 [1]. Super-RENS 기술은 기존 pick-up 시스템을 그대로 사용하고 디스크에 재생층만을 삽입하여 용량을 100GB 에서 1TB 까지 늘릴 수 있는 기술로 NFR(Near Field recording technology) 이나 multilayer 디스크 기술과 비교하여 많은 장점이 있는 것으로 알려져 왔다.

Super-RENS 기술 연구 초반에는 bubble type 의 기록 층(PtO<sub>x</sub>, AgO<sub>x</sub>)을 중심으로 연구되었으나 [2~3], 최근 들어 metal/Si [4], BaTiO<sub>x</sub> [5], BiO<sub>x</sub> 등의 기록 물질도 보고되고 있다.

이들 초해상 WORM 형 디스크의 기록 층은 크게 one layer type 과 bi-layer type 로 나눌 수 있는데 one layer type 은 bubble 형태의 마크를 기록하는 경우이고 bi-layer type 은 2 가지 이상의 물질의 혼합에 의한 광학 특성을 변화를 이용해 기록하는 경우이다. One layer type 은 나노 크기의 금속산화물 또는 질화물 입자(예, Pt, Ag)가 특정온도 이상

에서 나노 입자와 산소로 분리되면서 만들어 내는 bubble 을 마크로 이용한다.

초해상디스크의 재생층으로는 상변화재료 (GeSbTe, AgInSbTe, Sb<sub>3</sub>Te, etc.)가 많이 연구되어 왔으나 [1-5] 최근 들어 반도체 재료 [6-7], 무기재료 (ZnO), 및 열전재료(PbTe) 등 다양한 재료들이 연구되고 있다.

초해상 디스크의 재생층으로 상변화재료를 사용할 경우 이들 물질들이 다른 광디스크 매체에서 기록 층으로 사용되거나 사용 가능한 물질이기 때문에 degradation 관점에서 기록 전과 기록 후의 재생층의 phase 가 중요한 문제로 나타나게 된다. 재생층이 as-deposited 상태인 초해상 디스크에 기록 후 반복 재생을 할 경우 두 가지 원인에 의해서 재생층의 degradation 이 일어난다. 그 첫 번째 이유는 재생층의 상이 점차 변화하는 것이고, 두 번째 이유는 유전체층으로 ZnS-SiO<sub>2</sub> 를 사용했을 때 S 의 재생층으로의 유입으로 인한 것이다. 소위 short-term 과 mid-term degradation 이라 불리는 경우는 전자의 경우이고, long-term degradation 은 후자의 경우이다.

따라서, 본 연구에서는 기록 전 pre-curing 과 기록 후 post-curing 을 통해 기록 전 후의 재생층의 phase 를 균일화하여 degradation 을 방지하였고 그 결과로 CNR, jitter 향상과 재생 안정성 또한 확보 하였다.

## 2. Experimental Procedure

### 2.1 Fabrication of super resolution disc

박막 구조는 그림 1 에서 보는 바와 같이 substrate/reflective-layer/ZnS-SiO<sub>2</sub>/metal/Si /ZnS- SiO<sub>2</sub> /readout-layer/ZnS-SiO<sub>2</sub>/cover-layer 순서로 적층 하

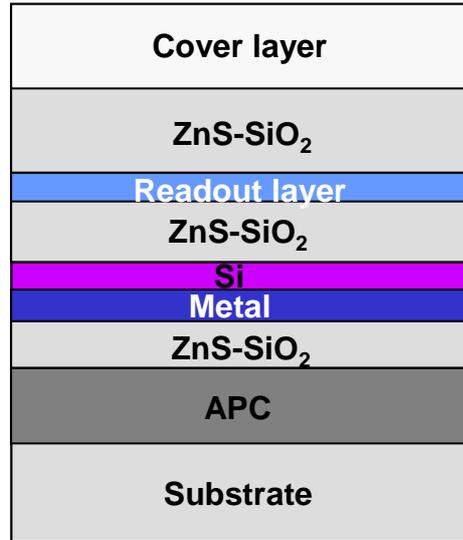
<sup>†</sup> LG Electronics Institute of Technology (LG-Elite)  
E-mail : kkwak95@lge.com  
TEL : (02)526-4577

<sup>\*</sup> LG Electronics Institute of Technology (LG-Elite)

였다. 모든 층은 magnetron sputtering 으로 이루어졌고, 기록 층으로 metal/Si 을 사용하였다. 기록 층에서 metal 층은 마주 접해 있는 Si 층과 반응성이 없어야 하고 열을 잘 빼주어야 하기 때문에 귀금속 물질인 Ag 를 base 물질로 선택하였고, 기록 온도를 낮추고 열 조절을 용이하게 하기 위해 Ag 와 다른 metal 을 co-sputtering 하였다. Metal 과 Si 의 두께 비율은 기록을 했을 때 modulation 이 극대화 되는 두께를 선택하였다. 기판은 1.1mm 두께에 track pitch 가 0.32  $\mu\text{m}$ 인 polycarbonate 를 사용하였고 cover layer 는 0.1mm 의 polycarbonate sheet 를 사용하였다.

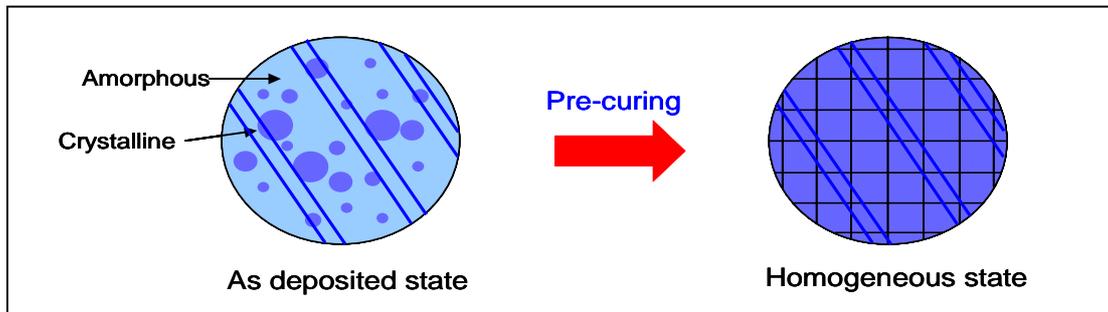
**2.2 Thermal curing**

Pre-curing 은 초기화 장비로 선속도와 레이저의 revolution 밀도를 달리하여 각각의 파워에 대해서 초기화하여 적정 초기화 조건을 찾아내었다. Post-curing 은 최적의 pre-curing 을 실시한 후 연속 기록하여 dynamic tester 에서 erase 파워를 조절하면서 실험하였다. 모든 기록 및 재생 특성은 ODU-1000 (Pulsec;

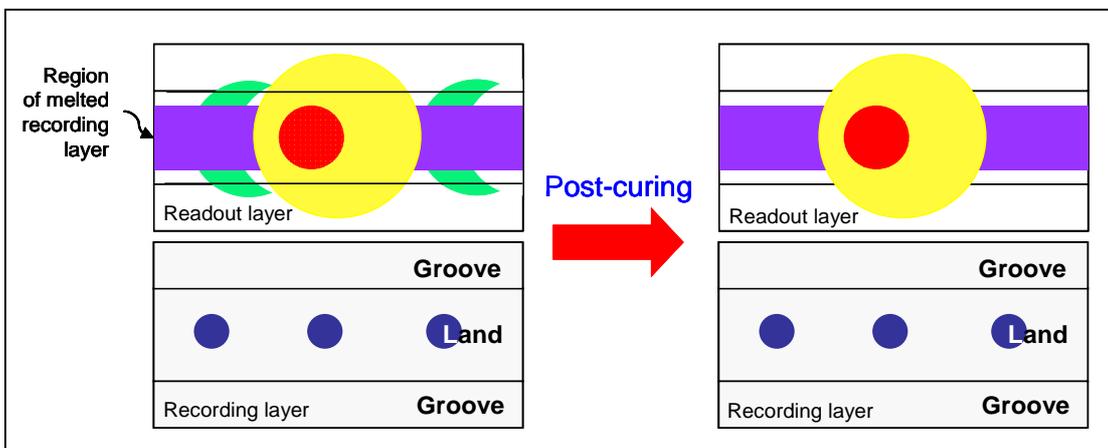


**Fig. 1** Film structure of super resolution WORM type disc

laser wavelength( $\lambda$ ): 405nm, numerical aperture (NA): 0.85)로 이루어졌고 속도는 2.46m/s, transfer clock 은 66MHz 이었다. CNR 과 LFN 은 spectrum analyzer (Agilent Technology, 4395A REV 1.04)를 이용하여 측정하였다.



**Fig. 2** Schematic of as-deposited state and state of after pre-curing



**Fig. 3** Schematic of readout layer and recording layer before and after post-curing

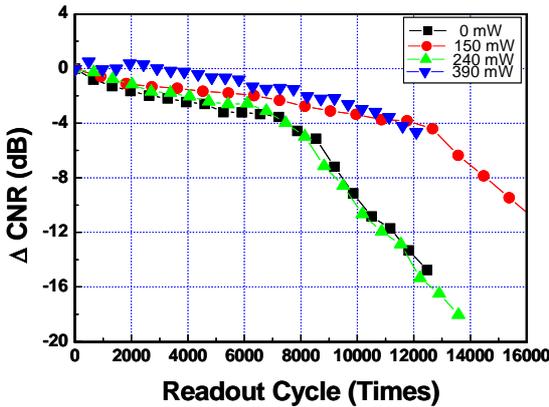
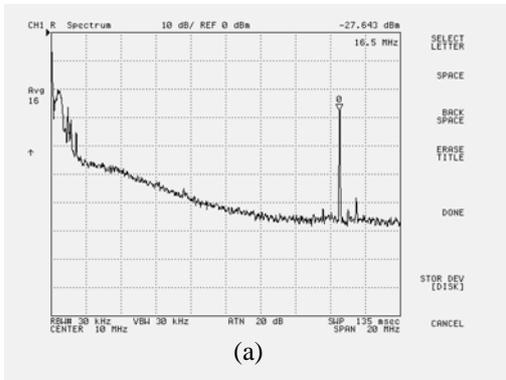
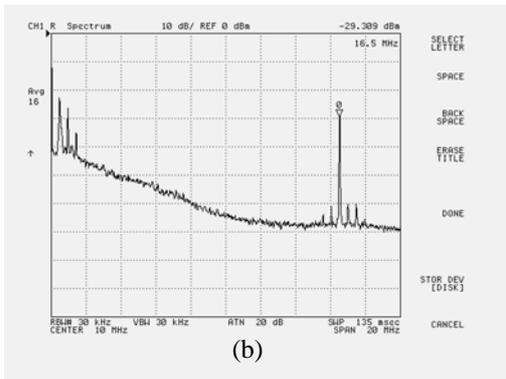


Fig. 4 CNR change vs. readout cycles of 75nm mark(2T-2T) with variation of pre-curing power



(a)



(b)

Fig. 5 Image of spectrum analyzer of 75nm mark(2T-2T);(a)before pre-curing, and (b)after pre-curing

### 3. Results and Discussions

#### 3.1 Pre-curing

박막의 적층은 sputtering 에 의해서 이루어지고 as-deposited 상태의 금속 박막은 대부분 amorphous phase 이거나 polycrystalline phase, 혹은 polycrystalline phase 와 amorphous phase 가 섞여 있는 상태가 된다. 현재 초해상 디스크에서 가장 많

이 연구되고 있는 재생층은 phase change(GeSbTe, AgInSbTe, Sb<sub>3</sub>Te, etc) 물질로 이들 물질은 as-deposited 상태에서 대부분 amorphous phase 이거나 amorphous 와 crystalline phase 의 혼합상이고 특정 조성에서 crystalline phase 를 이루기도 한다. 여기서, 재생층의 phase 는 매우 중요한데, 그 이유는 다른 광디스크 분야에서 기록 층으로 사용하고 있거나 사용 가능한 물질이기 때문이다. 즉, 초해상 디스크에 이들 물질을 재생층으로 사용할 경우, 기록시 재생층도 동시에 기록이 된다는 것을 의미한다.

재생층이 as-deposited 상태에서 기록이 된다면 그림 2 에서 보는 바와 같이 기록이 되지 않은 재생층 부분은 amorphous 혹은 혼합상을 형성하고 있어 재생 시 crystalline phase 가 noise 를 일으키는 원인이 될 수 있고, amorphous phase 는 약한 열에도 crystalline phase 로 상이 쉽게 변화하기 때문에 디스크의 반사도가 변하게 된다. 뿐만 아니라 amorphous phase 가 무른 형태이기 때문에 물질의 반복적인 melting & cooling 에 의해서 in-groove 로의 물질의 이동이 일어나기 쉬워지고 원래의 조성 비에서 벗어난 조성으로 segregation 이 일어날 수 있게 된다.

따라서 본 실험에서는 기록 전 재생층의 pre-curing 을 통해 재생층의 결정화를 피하고 디스크 전체에 걸쳐 균일한 상을 형성함으로써 위에서 설명한 문제점을 제거하고자 하였다.

Pre-curing 후 디스크의 반사도가 변화하기 때문에 디스크 설계 시 pre-curing 후의 반사도를 고려하는 것이 중요하다.

그림 4 는 초기화 장비를 이용하여 각각 0, 150, 240, 390mW 의 파워로 초기화 한 후 75nm (2T-2T) 를 기록한 후 반복 재생하여 재생 안정성을 살펴본 결과이다. 초기화를 하지 않은 경우에는 시간에 따라, 소위 short-term degradation 이라 불리우는 초기 CNR 이 감소하는 속도가 가장 빠르며 초기화를 거친 경우는 그 정도가 작아지고 390mW 에서는 3000 회까지 CNR 이 감소하지 않았다. 그러나, 수천 회 이상의 mid-term degradation 은 여전히 나타나고 있다.

그림 5 는 pre-curing 한 디스크에 기록을 한 후 spectrum analyzer 로 noise level 를 측정된 것이다. Pre-curing 을 한 후가 하기 전보다 noise level 이 전반적으로 1~2dB 정도 낮아졌음을 알 수 있다.

#### 3.2 Post-curing

Pre-curing 과정을 시행했을 지라도 rewritable-type 디스크의 기록 층이 기록되는 원리와 똑같이

초해상 디스크는 기록시 재생층에 기록 마크가 남게 된다. 이 재생층의 기록 마크의 크기와 모양은 기록 층의 기록 마크와 다를 수 있다. 재생층의 기록 마크는 aperture 가 지나가면서 소거 될 수도 있으나, 연속 재생 시 aperture 가 열리기 전의 신호가 먼저 읽히게 되어 재생 층의 마크가 기록 층의 마크와 섞여서 읽히게 된다. 또한, 그 재생층의 마크 크기가 클 경우도 aperture 에 의해 소거되지 않은 채 기록 층의 마크와 동시에 읽혀 재생 신호와 섞여 검출되게 된다. 그리고 재생층의 마크는 amorphous 마크이므로 반복적인 재생에 의해 crystalline phase 로 상변화하여 반사도를 변화시켜 degradation 의 원인을 제공한다.

그림 6 은 pre-curing 을 거친 초해상디스크에 75nm(2T-2T)를 연속 기록 후 dynamic tester 를 이용하여 파워를 달리하여 post curing 을 실시하고 반복 재생에 따른 CNR 변화율을 보여주는 그래프이다. 그래프에서 알 수 있듯이 2.0, 2.5mW 의 낮은 파워에서는 재생층의 마크가 충분히 소거되지 않아 CNR degradation 이 크고 3.0mW 이상에서는 stability 가 증가함을 알 수 있다. 그러나, 너무 높은 파워로 post-curing 을 실시 할 경우 재결정화가 일어나 degradation 이 심해짐을 알 수 있다.

그림 7 은 post-curing 을 실시하기 전과 위의 그림 6 에서 최적화 된 post -curing 조건인 3mW 에서 post-curing 을 실시 한 후의 RF 및 EQ 이미지를 나타낸 것이다. Post-curing 을 실시 하기 전에 비해서 post-curing 을 실시한 후의 RF 이미지가 더 깨끗해졌음을 알 수 있고, 이 때 CNR 은 1~2dB 정도 향상되었고, jitter 도 2~3% 정도 향상되었다. 이는 post-curing 을 행함으로써 재생층의 마크를 소거하고 phase 를 균일하게 하여 aperture 가 깨끗하게 열리는 조건을 형성시켰다는 것을 의미한다.

#### 4. Conclusions

초해상 디스크에서 상변화 물질을 재생층으로 사용할 경우 재생층의 degradation 문제가 심각하였다. 이를 해결하기 위해 기록 전 pre-curing 으로 재생층의 결정화 및 균일화를 도모하여 noise 를 1~2dB 정도 감소시켰고 short-term degradation 을 향상시켰다. 또한, 기록 후 재생층에 남아 있는 마크를 post-curing 으로 소거하여 RF 신호를 향상시켰을 뿐만 아니라, CNR, 재생안정성도 확보할 수 있었다. 유전층에서 S 의 유입으로 인한 long-term degradation 은 GeN 와 같은 protective layer 를 삽입하면 향상될 것으로 사료된다.

#### 참고문헌

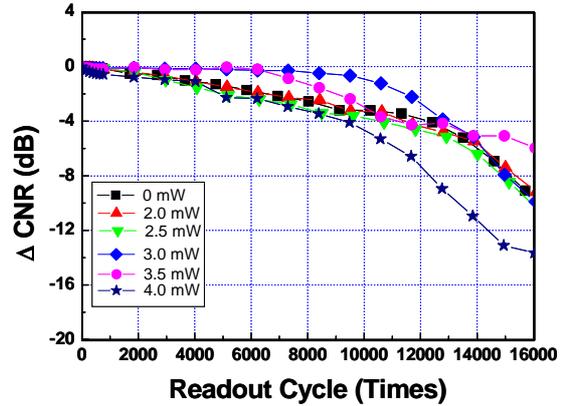


Fig. 6 CNR change vs. readout cycles with variation of post-curing power

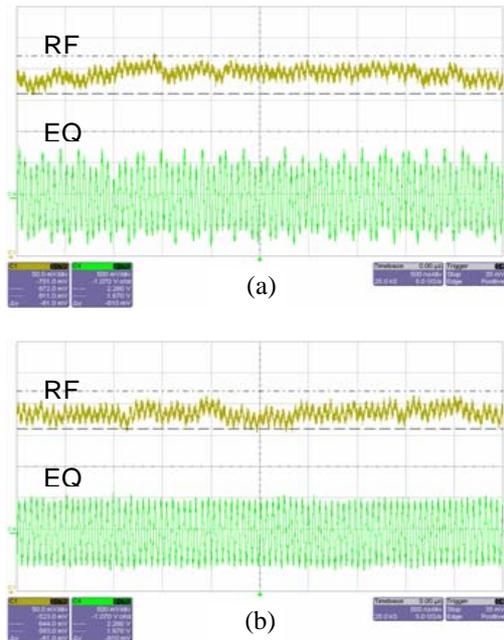


Fig. 7 RF and EQ image of 75nm mark (2T-2T);(a)before post-curing, and (b) after post-curing

[1] J. Tominaga, T. Nakano, and N. Atoda, 1998, "An approach for recording and readout beyond the diffraction limit with an Sb thin film", Appl. Phys. Lett., pp.2078-2080.  
 [2] T. Kikukawa, T. Nakano, T. Shima, and J. Tominaga, 2002, "Rigid bubble pit formation and huge signal enhancement in super resolution near-field structure disk with platinum-oxide layer", Appl. Phys. Lett., No. 81, pp.4697-4699.  
 [3] Y. Guo, H. Ming, L. Tang, Y. H. Lu, etc., 2002, "The size effect in the AgO<sub>x</sub>-type super-resolution near-field structure", Opt. Comm., No.212, pp.7-10.

- [4] K. Kwak, S.-H. Kim, C. Lee, and K. Song, 2007, "New material for super resolution disc", ODS2007, TuC5.
- [5] J. Kim, J. Bae, I. Hwang, C. Chung, and I. Park, 2007, "Stability enhancement of super-RENS high temperature readout signal", ODS2007, TuC4.
- [6] C. Fery, L. Pacearescu, G. Pilard, and S. Knappmann, 2007, "Influence of donor impurity concentration in a semiconducting mask layer for super-resolution near-field pre-recorded disk", ODS2007, TuC6.
- [7] B. Hyot, S. Gidon, O. Lemonnier, and F. Laulagnet, 2007, "Super-resolution effect on ROM disc with a semiconductor", ISPS2007, pp.11-12.