

## 면기록 방식에서의 먼지 영향에 관한 연구

### Study of Dust Effect at First Surface Recording

임광섭, 김대식, 조건호, 노명도  
 삼성전자 디지털 미디어 연구소  
 daesikkim@samsung.com

First surface recording(FSR) 기술의 중요한 특징은 대물렌즈의 작동거리(working distance)가 길고, 대물렌즈의 소형화가 가능하며, 디스크 경사나 두께 변동에 대한 영향이 작고, 복굴절에 의한 영향이 거의 없으며, 양면 디스크 제작시 접착공정이 불필요하여 저렴한 미디어 제작이 가능하다는 것이다. 반면 기록면의 산화, 표면 굽힘에 취약하며, 특히 표면상의 작은 먼지의 영향을 많이 받는다. 따라서, NFR(near field recording)연구 분야나 FSR 방법을 응용하는 분야에서는 이러한 먼지의 영향에 관한 실험을 활발히 수행하고 있는 실정이다. 본 연구에서는 FSR 디스크를 optical recording 응용 기기에 적용하기 위하여 FSR 디스크의 최적화 준비단계에서 보호층 두께와 각 보호층에 따른 먼지 분포량이 디스크에 미치는 영향을 분석하고자 한다.

본 연구의 실험에서는 일반 DVD player를 modify하여 디스크의 보호층 두께 0-100um 정도에서 재생할 수 있도록 하였고, FSR 디스크는 1.1mm 두께의 투명기판 위에 기록막을 형성시킨 후, 0, 5, 10, 20, 50, 100um의 보호층을 형성시켜 재생시의 지터를 측정하여 평가하였다. 지터의 측정장비는 time interval analyzer(HP:E1725A)를 이용하였고, 트랙 신호의 지워진 부분(dropout)의 개수와 시간을 측정하여 먼지량(%)을 계산하였고 데이터에서 가장 많은 비중을 차지하는 3T를 기준으로 지터값(ns)을 평가하였다. 먼저 FSR의 보호층 두께의 최적화를 위해서 0, 5, 10, 20, 50, 100 um의 보호층을 갖는 디스크를 제작한 후 광축에서의 베이스 지터(base jitter, 먼지가 없을 때의 지터)를 측정한 결과 최적 보호층 두께를 20um, 50um의 선정하였다. 선정된 FSR 디스크를 land/groove 방식의 디스크와 한 세트로 하여, 일반 환경에서의 자연적인 가장 많이 분포되어 있는 먼지크기가 5um 이하인 점을 감안하여 평균 직경이 1um와 5um인 먼지를 양을 달리하면서 도포한 후, 각 세트에 대하여 먼지의 크기와 양에 따른 먼지량과 지터를 측정하였다.

그림 1은 보호층 두께 20, 50 um의 디스크에 대한 베이스 지터를 측정한 것이며, 그림 2는 먼지 분포가 0 일때의 베이스 지터를 기준으로 동일한 먼지에 대하여 먼지량과 20, 50 um 보호층을 가지는 각 디스크의 지터를 비교한 것이다. 이때 먼지 분포량이 증가함에 따라 트랙 신호를 감지하지 못하여 재생 신호 검출이 불가능해지는 때의 먼지량과 지터를 '한계 먼지량', '한계 지터'라고 정의하기로 한다.

이상의 실험을 통하여 보호층 두께 20, 50 um 디스크 각각에 대하여, 베이스 지터는 5.64ns(10.8%), 5.83ns(11.1%)이고 한계 지터는 먼지크기 1um일 때 6.82ns(13.0%), 7.17ns(13.7%)였고, 먼지크기 5um일 때 6.99ns(13.4%), 7.02ns(13.4%)임을 알 수 있었다. 팔호 안의 값은 data to clock으로 환산한 지터 값이다. 한편, 한계 먼지량은 먼지크기 1um일 때 0.18%이고, 5um일 때 0.23%였다.

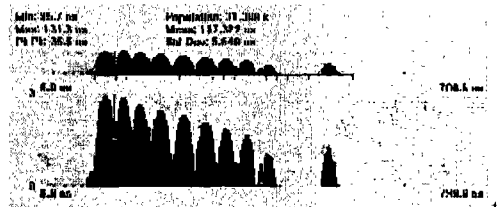
지금까지의 결과를 바탕으로 다음과 같은 결론을 도출할 수 있다.

1. 일반적으로 DVD의 경우 베이스 지터는 8.0%(4.2ns)이하를 규격으로 하고 있는데 반해 FSR 디스크의 베이스 지터가 10.8%인 이유는 기록막 형성시 일반 DVD 기준의 막 두께(100nm이상)가 형성되어 세트 구성상 역방향으로 재생되었기 때문이라고 판단되므로 FSR에 최적화된 기록막 설계(최적 기록막 두께)가 요구된다.

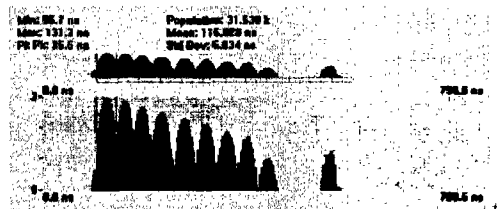
2. 자연상태의 한계 먼지량은 0.2%라고 추정된다. 디스크를 공기 중에 완전 노출시킨 상태에서 0.2%의 자연 먼지가 쌓이는 데는 약 18일이 걸린다는 것을 실험을 통하여 알 수 있었다.

3. FSR 디스크의 베이스 지터를 8.0%(4.2ns)로 최적화한다고 가정하면, 그림 2의 그래프로부터 추론하면 한계 먼지량이 약 0.28%가 된다는 것을 알 수 있는데 이는 약 30일간 방치했을 경우의 자연먼지 분포량과 같다.

본 연구를 통하여 FSR 디스크는 예상한 바와 같이 먼지에 대하여 취약하여 최적화된 FSR 디스크를 사용하여도 자연상태에서 약 30일 이상을 방치했을 경우, 재생에서의 신뢰성이 보장될 수 없음을 실험적으로 알 수 있다. 따라서 FSR 디스크를 사용할 때는 카트리지를 사용하여 효과적으로 먼지를 차폐하거나 먼지오염을 제거하는 수단을 통하여 신뢰성 확보가 필수적임을 알 수 있다. 추후 FSR 기술의 여러 가지 장점들에 이용하기 위해서는 상대적으로 가장 취약한 부분인 FSR 디스크의 먼지 오염에 대한 대책에 관한 연구가 계속될 것으로 기대된다.



(가) 보호층 두께 20 마이크로



(나) 보호층 두께 50 마이크로

그림 1. 먼지가 없을 때의 지터 측정

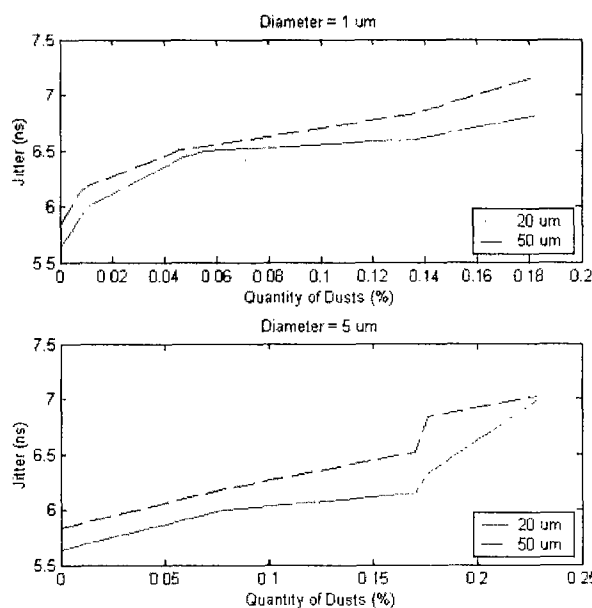


그림 2. 먼지량과 지터의 관계

