

고밀도 기록을 위한 수평 자기 기록에서의 SNR 향상방안

송실대학교 장대중*, 조순철

Methods to increase SNR for high areal density in longitudinal magnetic recording

Soongsil University D.J. Jang*, S. Jo

1. 서론

디지털 자기 기록 시스템이 점점 고밀도화 됨에 따라 시스템의 어려움과 SNR의 크기를 이해하는 것은 매우 중요하다. 최근의 경향을 보면 해마다 HDD(Hard Disk Drive)의 용량이 약 60%씩 증가하고 있음을 알 수 있다. 밀도가 증가함에 따라 grain size, bit length, track width, 그리고 헤드와 매체간의 간격 등을 줄이는 것은 중요한 관심사이다. 또, 현 시스템의 data life time이 약 5 ~ 10년 정도의 저장 능력을 가지는 것은 매체에서 grain의 thermal fluctuation이 자기적 요소를 제한하기 때문이다.

밀도의 증가를 위해 매체의 잡음을 낮추는 것은 어렵고도 중요한 문제로서, 본 논문에서는 SNR 및 밀도의 크기 변화를 가져오는 여러 parameter중 transition parameter와 grain size의 비(a/D), write track width와 bit length의 비(W_w/B), film thickness와 grain size의 비(t/D), 그리고 PW_{50} 을 고려함으로써 SNR의 크기 변화를 살펴보았다.

2. 이론적 배경

매체의 고밀도화를 위한 노력은 여러 각도로 추구하고 있는데, 여기서는 parameter들과 그 parameter들간의 비(ratio)가 SNR 향상에 어떻게 영향을 미치는가를 확인하고자 하였다. 우선, 본 논문에서는 transition 잡음이 전자 잡음이나 dc 자화 잡음과 같은 다른 잡음 요소에 비해 매우 크다고 가정하고, tanh transition model을 가정하여 transition 잡음을 jitter 변화량으로 표현하였다. $M_s/H_k=0.05$, $t/D=1$ 인 전형적인 매체에서는 $a=0.75D$ 임을 알 수 있다. 자기 기록 시스템에서는 일반적으로 PRML 채널을 사용하는데 이 때 channel density $\gamma = PW_{50} / B$ 이고, PR4 채널에서 γ 는 2일 때가 가장 적합하다. Thermal fluctuation은 grain size를 제한하여 SNR 값에 영향을 주며, 매체 내에서 서로 독립적인 grain들이 수평 방향에 45° 의 이방축을 가질 때 최소 grain size를 구할 수 있다. 또한 자화 감소를 일으키는 감자장도 SNR의 감소와 밀도 제한에 영향을 준다. 여기서 표현되는 jitter 변화량과 SNR, transition parameter, grain size, demagnetization field의 수식은 [1]을 사용하였고, 좀 더 자세하게 표현한 PW_{50} 은 [2]를 사용하여 SNR과 갖는 관계를 확인 할 수 있었다.

3. 수치계산 결과 및 고찰

Figure 1의 (a)~(c)는 각각 transition parameter를 변화시켰을 때 W_w/B 에 따른 SNR의 값을 보여준다. 주어진 밀도에서 SNR은 W_w/B (Bit Aspect Ratio : BAR)이 감소함에 따라 증가하는데, BAR이 2일 때 최적의 값을 가짐을 알 수 있었다. (a)에서 밀도가 100 Gbit/in² 일 때 값이 매우 작았는데 (c)와 같이 transition parameter a 를 줄임으로써 해당 밀도에 대한 SNR 값을 높일 수 있었다.

Figure 2의 (a)~(c)도 각각 transition parameter를 변화시켰을 때 t/D 에 따른 SNR의 값을 보여준다. 주어진 밀도에서 SNR은 t/D 에 따라 변하는데 그 증가세가 t/D 가 커짐에 따라 점차적으로 작아졌다. 마찬가지로, (a)에서 밀도가 100 Gbit/in² 일 때 값이 매우 작았는데 (c)와 같이 transition parameter a 0.66D로 줄임으로써 해당 밀도에 대한 SNR 값을 높일 수 있었다.

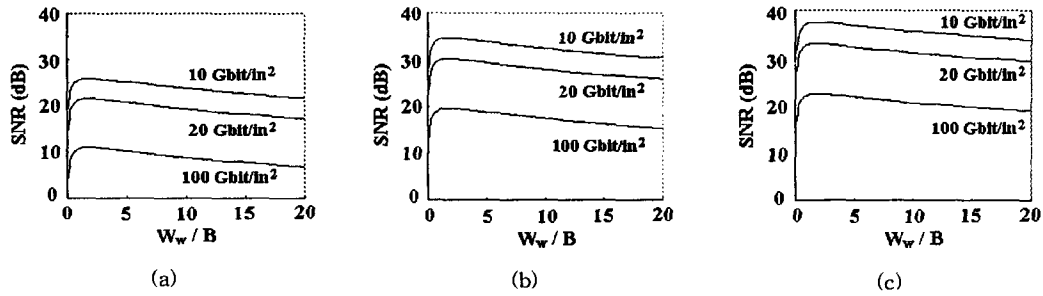


Fig. 1. SNR vs. W_w/B with transition parameters (a) $a=2.00D$, (b) $a=0.75D$, (c) $a=0.66D$ for areal densities of 10, 20, 100 Gbit/in²

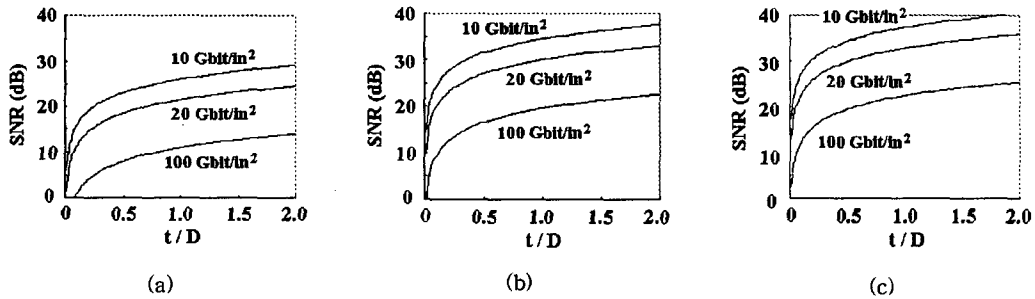


Fig. 2. SNR vs. t/D with transition parameters (a) $a=2.00D$, (b) $a=0.75D$, (c) $a=0.66D$ for areal densities of 10, 20, 100 Gbit/in²

Figure 3은 transition parameter a 의 변화에 따른 SNR과 PW_{50} 의 관계를 나타내는 그림이다. $a=2.00D$ 의 곡선에서 PW_{50} 이 40nm일 때 SNR은 21.9dB(에러율= 1.0×10^{-7})의 값을 얻을 수 있었다. 우리는 좀 더 자세한 PW_{50} 의 표현을 통해 매체의 두께 t , 헤드-매체간의 간격 d 도 SNR 값에 어떻게 영향을 미치는지를 알 수 있을 것이다. 그리고 실제 시스템에서는 기록 밀도에 미치는 영향도 전자 잡음도 기록 밀도를 감소시키는 요인이 된다.

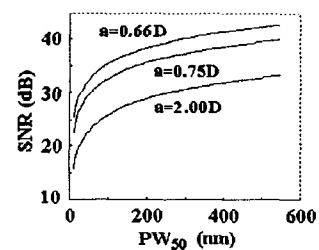


Fig. 3. SNR vs. PW_{50} with various transition parameter

4. 결론

Channel density γ 를 고정시키고 SNR 값을 보면 W_w/B 가 감소할수록, 매체의 두께와 grain 직경의 비(t/D)가 커질수록 성능이 좋아짐을 알 수 있었다. 또, transition parameter a 가 작아질수록, 밀도가 클수록 SNR 값은 좋아지지만, 실제 우리가 얻을 수 있는 적당한 SNR 값을 얻기 위해선 이에 맞는 적절한 parameter 값의 배합이 필요하다.

5. 참고 문헌

- [1] H. N. Bertram, H. Zhou, and R. Gustafson, IEEE Trans. Magn., Vol. 34(4), 1845-1847, 1998.
- [2] Y. Zhang and H. N. Bertram, J. Appl. Phys., Vol. 81(8), 4897-4899, 1997.