광 정보 저장을 위한 삼진 연속 영 제한 변조법

Ternary Run Length Limited Modulation Method for Optical Information Storage

김 명 준

아주 대학교, 일반 대학원, 분자과학기술학과

Abstract

본 보고서에서는 삼진 연속 영 제한 부호를 광 디스크에 채용되게 하기 위해 여러 광 신호처리 기법의 변화을 소개한다. 삼진 광 정보의 기록 재생을 위해 광 기록 재생 시스템은 파형 등화법과 멀티 펄스 기록 보정법은 물론 적합한 오류 정정법을 필요로 하고 있다.

그림 1은 광 기록 시스템의 광디스크는 자료 흐름도로서 파일, 비디오, 음악 등의 이진자료를 자료구조크기 만큼씩 잘라서 패리티를 삽입하는 인코딩을 수행하고 기록밀도를 높이기 위해 EFM과 같은 변조법을 사용하여 기록펄스로 만들며 특히 열확산에 의한 효과를 보정하기위해 그림 2와 같은 멀티펄스 방식의 이차변조가 추가된다. 그림 3는 실제로 이진 자료를 기록한 후 재생할 때의 고주파 신호를 컨벌류션 방식으로 재현한 것이다.[1]

재생 시에는 그림3의 고주파 신호를 데컨벌류션하기 위해 특수한 계수를 지닌 컨벌류션을 수행하여 파형등화를 하면 분해능이 개선되며 고주파 신호에서 클록신호를 재생성 해내어 디스크 회전속도를 맞게 조정하면서 고주파신호를 재생을 하게 된다. 이진신호로 변환된 고주파신호는 변복조표를 참조하여 원래의 소스자료로 복원되며, 이 자료에 있는 추가 패리티를 이용하여 오류를 찾아내어 정정을 수행한다.

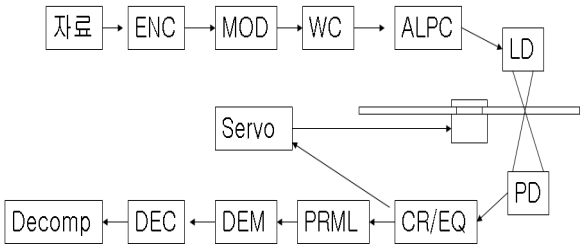

Fig.1 광 기록시스템 자료 흐름도

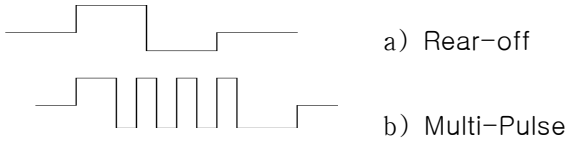

Fig.2 Binary Write compensation method

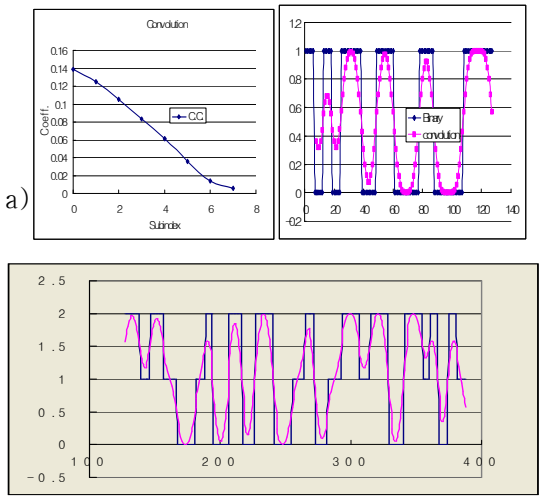

Fig.3 double freq. sampled binary and ternary data and their convolution. $C_k = \Sigma_{i=-n}^{n} b_i D_{k+i}$ a) convolution coefficients. & binary emulated HF signal by the diffraction limited optical system. b) ternary

광 기록 밀도는 회절 현상에 의해 제한되며 광원의 파장과 렌즈의 개구수(NA)에 의해 주어진다.

$$\text{Spot Size} = k\,\lambda/NA \qquad (1)$$

여기서, k는 약 0.6이다.

광변조 방식으로는 마크위치 기록 방식과 마크 에지기록방식이 있는데 마크 간격이나 마크 에지의 간격을 제어하여 자료를 기록 재생하는 방식들이다. 여기에서는 연속 영 제한(RLL)방식을 추가하여 회절 제한 기록밀도를 상승시키고 있다. 그리하여 이진기록을 다진화하여 얻을 수 있다고 생각되는 정보밀도 이득은 아래 식을 주어진다.

$$\text{Gain of density} = \log_2 M \qquad (2)$$

여기서 M은 M진 방식을 사용했을 때의 M이고 본 보고서에서는 M=2에서 3으로 변경 시도하는 것이다.

광 디스크 시스템의 잡신 원으로는 광원, 미디어, 검출기, 정보 면과 트랙 추종 서보 잔류 오류 등이며 그 각각의 것들이 스펙트럼 분석에 의해 구분 되고 있다.

검출기에서의 잡신으로 shot잡신과 열적 잡신이 유명하고, 디스크 미디어의 잡신으로는 기록 다층 박막의 그레인 경계에서 발생하는 그레인 잡신을 비롯하여 빛이 통과하는 기판 또는 커버 레이어의 고분자배향에 따른 복굴절, 회절 한계의 시스템으로 자료의 기록재생에 따른 컨벌루션을 포함하는 변조잡신 등이 있다.

이진과 삼진 변조 잡신 분석을 위해서는 스펙트럼 분석과 부분의 켜진 상태와 꺼진 상태의 스펙트럼의 차이를 비교하여 잡신을 분석할 수 있다.

실제로 잡신이 자료에 오류로 작용하게 되는데 그 형태로는 그림 4와 같이 마크 위치 기록 시에는 비트 미싱, 추가 비트, 비트 시프트의 형태로 되는 작은 오류에서 시작하여, 미디어 결함으로 인한 제법 큰 오류를 허용할 수 있는 그림 5와 같은 패리티를 사용하는 자료정정 구조를 도입하여 기록 재생 매질의 수율을 향상시키고 있다.[2] 재기록 방식의 광 디스크에 대해서는 수율을 보완하기 위해 결함 관리 방식을 사용하는데, 주 결함 섹터 번호 리스트와 부결함 섹터 번호 리스트를 유지하는 섹터 스킵과 대체 방식을 사용하여 기준 이상의 오류를 지닌 섹터를 불용 처리하고 있다.

에지 기록 방식에서의 오류 에지 시프트가 삼진 변조로 변화되면서 에지의 불분명한 정도가 상승하는 문제를 지니고 있다.

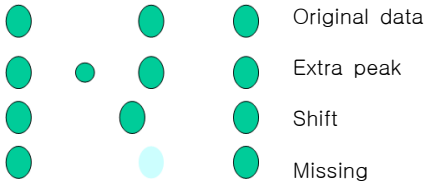

Fig.4 errors in mark position recording

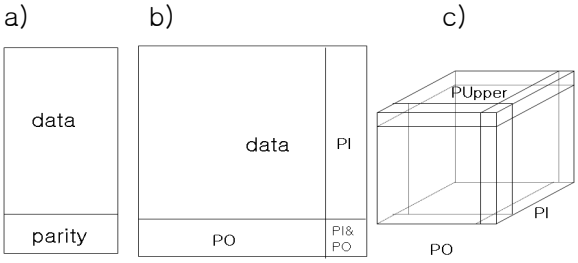

Fig.5 Data correction structure

a) MOD 5(or 10) way RS(120,104) b) DVD Reed Solomon Product Code(RSPC) of RS(208,192)× RS(182,172) c) Example RS cube code RS(104,100)× RS(104,100)× RS(104,100). Data Correction structure requirements are 1. Size of data correction structure should be less than a revolution. 2. High correction performance with relatively low parity rate. 3. Interleaving to divide defect error to a lot of code-words .

[1] M.J. Kim *et al* ISOM'98
[2] M.J. Kim *et al* S-ISOM'2000
[3] M.-J. Kim., Bulletin of Korea, Physical Society, I-19 (2005S). p.110
[4] M.-J. Kim and S.-Y. Kim, Photonics Conference, T2-E5 (2004)
[5] S.-H. Jiang *et al.*, JJAP. Vol.44, No.5B, pp.3453-3456 (2005)
[6] F.H.Lo *et al.*, JJAP. Vol.43, No.7B, pp.4852-4855 (2004)