(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.[7]
G11B 7/004

(11) 공개번호 10-2004-0100802
(43) 공개일자 2004년12월02일

(21) 출원번호 10-2003-0046127
(22) 출원일자 2003년07월08일

(30) 우선권주장 1020030032093 2003년05월20일 대한민국(KR)

(71) 출원인 삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자 황성희
서울특별시강남구개포동189주공아파트420동403호

이윤우
경기도수원시팔달구영통동현대아파트725동503호

김기현
경기도성남시분당구구미동무지개마을대림아파트103동1103호

(74) 대리인 이영필
이해영

심사청구 : 없음

(54) 에러 정정 부호화 방법, 이를 이용한 데이터 기록 방법 및그 장치

요약

에러 정정 부호화 방법, 이를 이용한 데이터 기록 방법 및 그 장치가 개시된다. 본 발명에 따른 에러 정정 부호화 방법은 (a) 32킬로바이트의 사용자 데이터 단위로 (184,152,33,216)의 LDC 블록을 생성하는 단계; (b) 군집 에러의 발생 위치를 알 수 있도록 하기 위한 BIS(Burst Indicator Subcode)블록을 생성하는 단계; 및 (c) 상기 LDC 블록 데이터에 소정량의 상기 BIS 블록 데이터를 소정 간격으로 배치하여 ECC 블록을 생성하는 단계를 포함한다. 본 발명에 따른 에러 정정 부호화 방법, 이를 이용한 데이터 기록 방법 및 그 장치는, 광 디스크의 소형화 또는 광 디스크의 기록 반경의 감소에 따라 하나의 ECC 블록이 둘 이상의 트랙에 겹쳐져서 기록되는 것을 방지하고 에러 정정 능력을 보다 향상시킨다.

대표도

도 3

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 종래 ECC 블록 단위로 데이터가 기록된 소형 광 디스크의 내주 영역을 나타내는 도면,

도 2는 본 발명에 따른 LDC 블록을 나타내는 도면,

도 3은 도 2에 도시된 LDC 블록의 구조의 일 실시예를 나타내는 도면,

도 4는 도 3에 도시된 LDC 블록을 소정 방식에 따라 인터리빙한 후의 LDC 블록을 나타내는 도면,

도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 BIS 블록의 구조를 나타내는 도면,

도 6은 도 5에 도시된 BIS 블록을 인터리빙한 후의 상태를 나타내는 도면,

도 7은 도 4에 도시된 본 발명에 따른 LDC 블록과 도 6에 도시된 본 발명에 따른 BIS 블록을 싱크 패턴과 결합하여 생성한 ECC 블록을 나타내는 도면,

도 8은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 데이터 기록/재생 장치의 블록도,

도 9는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 데이터 기록 방법을 나타내는 흐름도이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 에러 정정 부호화 방법, 이를 이용한 데이터 기록 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

정보를 저장하는 정보 저장 매체로는 플로피 디스크 및 하드 디스크와 같은 자기 디스크, 자기 테이프, ROM 이나 RAM과 같은 반도체 메모리 칩 및 CD, DVD와 같은 광 디스크 등 다양한 종류가 있다.

이러한 정보 저장 매체들 중에서 광 디스크는 반도체 기술 및 신호처리기술의 발전으로 인해 정보 저장 용량이 급격히 증가하고 있으며, 그 가격도 비교적 저렴하여 매우 광범위하게 사용되고 있다.

한편, 광 디스크에 기록되는 정보는 일정한 크기의 블록(block) 단위로 기록된다. 데이터가 기록되는 단위 블록은 에러 정정의 기본 단위인 ECC(Error Correction Code) 블록이기도 하다. 종래 광 디스크에 적용된 ECC 블록의 크기는 보통 32 KByte 또는 64 KByte 중 하나이다.

최근에는 캠코더와 같이 음성뿐 아니라 영상 정보까지 함께 기록 및/또는 재생할 수 있는 휴대용 전자 장치의 정보 저장 매체로서 광 디스크를 이용하고자 하는 시도가 있다.

그러나 종래의 광 디스크를 캠코더와 같은 휴대용 전자 장치에 이용하기에는 여러 가지 문제가 있다. 즉, 현재 주로 사용되는 80mm 또는 120mm 사이즈의 광 디 스크를 캠코더의 정보 저장 매체로 이용하기에는 너무 크고, 전력 소비가 큰 문제가 있다.

따라서, 캠코더와 같은 휴대용 전자 장치의 정보 저장 매체로서 광 디스크를 이용하기 위해서는 종래의 광 디스크보다 사이즈는 더 작은 반면에 데이터 기록 밀도는 더 향상된 소형의 광 디스크가 요구된다.

직경이 30~50 mm인 소형 광 디스크에 종래와 동일한 크기의 ECC 블록 단위로 데이터 기록 및 재생하는 경우, 기록된 데이터의 재생시 에러 정정에 있어서 문제가 발생한다.

종래 DVD에 있어서 에러 정정 부호화를 위해 리드-솔로몬 프로덕트 코드(RSPC: Reed-Solomon Product Code)가 이용된다. RSPC의 경우 416개의 레코딩 프리임(Recording Frame)으로 구성된 하나의 ECC 블록에는 사용자 데이터가 32Kbytes 포함된다. 하나의 싱크 프레임은 1488 채널 비트(channel bit)를 가지고, 하나의 채널 비트의 길이가 0.133um이므로 하나의 ECC 블록이 차지하는 트랙 방향의 길이는 82,328.064um 가 되고 이 길이는 반경이 약 13.1 mm 인 원의 원주 길이에 해당한다. 따라서, 반경 13.1mm 이내의 영역에 종래 DVD에서 이용되는 ECC 블록이 기록되는 경우, ECC 블록이 하나 이상의 트랙에 기록된다. 직경이 30 mm이상, 50 mm이하인 소형 광 디스크에 종래 규격에 따른 하나의 ECC 블록을 기록하는 경우, 두 바퀴 이상의 트랙에 걸쳐 기록되는 현상을 피할 수 없다.

도 1은 종래 ECC 블록 단위로 데이터가 기록된 소형 광 디스크의 내주 영역을 나타내는 도면이다.

예컨대, 소형 광 디스크의 중심으로부터 반경 6 mm의 최내주의 데이터 기록 영역에 64 KByte의 종래 ECC 블록 단위로 내주에서 외주 방향으로 데이터를 기록하는 경우, 하나의 종래 ECC 블록은 도 1에 도시된 점 A부터 점 D까지의 영역에 기록된다. 즉, 종래 ECC 블록을 최내주 영역부터 기록하면 두 바퀴의 트랙에 걸쳐 기록되어, 도 1에 도시한 바와 같이, 하나의 ECC 블록이 래디얼 방향으로 겹쳐지는 영역이 발생한다. 하나의 ECC 블록이 래디얼 방향으로 겹쳐지는 영역에 스크래치(scratch)가 발생한다면, ECC 블록에 심각한 에러가 발생하게 되어 에러 정정 능력이 현저하게 감소하게 된다.

즉, 소형 광 디스크의 최내주 또는 내주의 소정 위치의 한 트랙에 하나의 ECC 블록이 모두 기록되지 못하고 두 개 이상의 트랙에 걸쳐 기록되는 경우, 스크래치 등에 의해 소형 광 디스크의 내주 영역에 결함이 발생하면 내주 영역에 기록된 ECC 블록의 에러 정정 능력이 현저하게 감소하는 문제가 있다.

상기 문제는 ECC 포맷으로 RSPC를 이용한 경우 뿐 아니라 LDC(Long Distance Code)를 이용한 경우에도 동일하게 발생한다.

미국등록특허 제6,367,049호에 제시된 ECC 포맷에 의하면, 하나의 ECC 블록은 RS (248,216,33)에 따라 생성된 304개의 LDC와 RS (62,32,33)에 따라 생성된 24개의 Burst Indicator Subcode(BIS)를 포함한다. 하나의 ECC 블록에는 64Kbytes의 사용자 데이터가 포함되고 496 Recording Frame으로 구성된다. 하나의 Recording Frame은 Sync 패턴과 ECC 데이터 152bytes, BIS 3 bytes를 포함한다.

RLL(Run Length Limit) (1,7)계열의 변조 방식에 따라 8비트를 12비트로 변 조하고 Sync Pattern의 비트 수가 20 비트라 할 때, Channel Bit Length(CBL)에 따른 상기 ECC 포맷에 따른 ECC블록이 차지하는 트랙 방향의 길이는 937,440 x CBL 이 된다.

미국등록특허 제6,367,049호에 개시된 ECC 블록의 길이는 반경이 149,274 x CBL인 원의 원주 길이와 같다. 상기 ECC 포맷에 의하면 64개의 Recording Frame에 해당하는 길이의 에러 정정이 가능하므로 최대 에러 정정 길이는 120,960 x CBL 이다.

따라서, CBL이 0.100um인 경우, ECC 블록의 길이와 동일한 원주 길이를 가지는 반경은 약 14.93mm, 최대 에러 정정 길이는 약 12.10mm이다. CBL=0.090um인 경우 ECC 블록의 길이와 동일한 원주 길이를 가지는 반경은 약 13.43 mm, 최대 에러 정정 길이는 약 10.89mm이다. CBL=0.080um인 경우 ECC 블록의 길이와 동일한 원주 길이를 가지는 반경은 약 11.94mm, 최대 에러 정정 길이는 약 9.68mm이다. CBL=0.070um인 경우, ECC 블록의 길이와 동일한 원주 길이를 가지는 반경은 약 10.45mm, 최대 에러 정정 길이는 약 8.47mm이다. 끝으로, CBL=0.060um인 경우, ECC 블록의 길이와 동일한 원주 길이를 가지는 반경은 약 8.96mm, 최대 에러 정정 길이는 약 7.26mm 이다.

실제로 직경 120mm의 광 디스크는 데이터 기록을 반경 20여mm 이후부터 기록을 하기 때문에 겹치는 영역이 존재하지 않는다. 그러나 직경이 30~50mm 정도의 소형 디스크에 있어서는 최대한 많은 저장 용량을 위해 그 데이터 기록 또는 저장을 위한 시작 반경은 작을 수 밖에 없다. 미국등록특허 제6,367,049호에 개시된 64Kbytes의 ECC 포맷을 반경 6mm~9mm 정도에서 데이터 기록 또는 저장을 시작하는 소형 디스크에 적용할 경우, CBL이 0.060보다 큰 경우는 하나의 ECC 블록이 둘 이상의 트랙에 걸쳐 기록되는 영역이 발생할 수밖에 없다.

만약, 채널 비트 길이(CBL: Channel Bit Length)가 0.070um이고, 하나의 Recording Frame에 1890개의 채널 비트가 포함된 경우, 하나의 Recording Frame이 차지하는 길이는 132.3um가 된다. 따라서 2mm의 스크래치는 약 16개의 Recording Frame에 연속해서 영향을 미친다. 이 경우 RS (248, 216, 33) 코드에 대해서는 8Byte의 에러를 유발시키고, 하나의 ECC 블록이 둘 이상의 트랙에 겹치는 영역에 발생한 경우는 두 배인 16Byte의 에러를 유발시킨다.

스크래치가 발생한 영역에 대해 이레이져 정정(Erase Correction)을 하고 Byte Error Rate가 10^{-3} 이라고 가정하면, 하나의 ECC 블록에 8Bytes의 에러가 발생한 경우와 16Bytes의 에러가 발생한 경우의 BER(Block Error Rate)은 아래의 표1과 같다.

[표 1]

	8Bytes의 에러가 발생한 경우	16Bytes의 에러가 발생한 경우
1mm의 스크래치가 발생한 경우의 BER	$7.8*10^{-20}$	$2.5*10^{-16}$
2mm의 스크래치가 발생한 경우의 BER	$2.5*10^{-16}$	$1.1*10^{-9}$

상기 표 1에 나타낸 바와 같이, 하나의 ECC 블록이 둘 이상의 트랙에 겹치는 영역에 스크래치가 발생한 경우의 에러는 하나의 ECC블록에 동일 길이의 스크래치가 발생한 경우의 에러의 두 배이고, BER도 현저하게 차이가 생긴다.

기록 및 재생의 데이터 단위인 ECC 블록이 기록 매체 상에서 차지하는 트랙방향의 길이는 ECC 블록의 채널 비트의 수와 광학적 특성(Numerical Aperture and Laser wavelength)에 따른 최소 마크 길이(Minimum Mark Length)와 변조 코드에 의해 결정되는 채널 비트 길이와의 곱으로 나타난다. 동일한 변조 코드에서 기록 선 밀도를 높임에 따라(Minimum Mark Length를 줄임에 따라) 채널 비트의 길이를 줄임으로써 ECC 블록의 길이를 감소시켜 하나의 ECC 블록이 둘 이상의 트랙에 겹치는 영역을 최소화하거나 없앨 수 있다.

그러나 동일한 길이의 스크래치나 지문 같은 긴 에러 요인에 대한 영향은 채널 비트의 길이가 감소된 것과 반비례해서 증가하고, 결국 동일한 길이의 에러에 대한 영향은 증가한다. 다시 말하면, 채널 비트의 길이가 감소하면 ECC 블록의 최대 에러 정정 길이 또한 감소한다. 그러므로 하나의 ECC 블록이 둘 이상의 트랙에 겹치는 영역에서의 에러 정정 능력의 저하를 만회하기 위한 방안으로 채널 비트 길이의 감소는 최대 에러 정정 길이의 감소를 수반하는 문제가 있다.

다른 한편으로, 채널 비트의 길이는 고정(최소 마크 길이(Minimum Mark Length)와 변조 코드가 동일)하고 데이터의 부가율을 동일하게 한 상태에서 ECC 블록의 크기를 줄이는 경우에도 마찬가지로 최대 에러 정정 길이는 반비례해서 감소할 것이다. 전술한 미국 특허 제6,367,049호에서 제시한 ECC 포맷의 구조 아래에서 최대 에러 정정 길이는 하나의 ECC 블록 내에 존재하는 코드워드의 부가 패리티의 개수와 코드워드들간의 Interleaving Depth에 의해 결정된다. 즉, ECC 포맷이 RS (248,216,33)code x 304 이므로 그 최대 에러 정정 바이트 수는 9728이다.

결국, 부가율을 유지한 채 ECC 블록의 크기를 줄이는 것은 Interleaving Depth를 줄이거나 아니면 코드워드의 사용자 데이터 양과 부가 패리티를 줄이게 되므로 최대 에러 정정 바이트 수는 감소한다. 따라서 최대 에러 정정 길이를 비롯한 에러 정정 능력의 저하를 수반하게 된다.

이상에서 살펴본 경우와 같이 ECC 블록이 기록 또는 저장되는 영역의 원주의 길이가 ECC 블록의 길이보다 짧은 경우에는 하나의 ECC 블록이 둘 이상의 트랙에 걸쳐 기록되기 때문에 에러 정정 능력이 저하되어 재생 데이터의 신뢰성에 문제가 발생한다.

또한, 종래 광 디스크는 내주부터 외주 방향으로 리드 인 영역(lead-in area), 사용자 데이터 영역(user data area) 및 리드 아웃 영역(lead-out area)이 배치된 데이터 영역 구조를 가진다. 따라서 일반적으로 광 디스크의 내주 영역에는 광 디스크에 기록된 데이터의 재생에 관련한 중요 데이터가 기록된 리드 인(lead-in) 영역에 해당하게 된다.

따라서, 광 디스크의 내 영역에 기록된 ECC 블록의 에러 정정 능력의 현저한 감소는 더욱이 문제가 된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 광 디스크의 소형화 또는 광 디스크의 기록 반경의 감소에 따라 하나의 ECC 블록이 둘 이상의 트랙에 겹쳐져서 기록되는 것을 방지하고 에러 정정 능력을 보다 향상시키기 위한 에러 정정 부호화 방법을 제공하는데 있다.

본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는, 광 디스크의 소형화 또는 광 디스크의 기록 반경의 감소에 따라 하나의 ECC 블록이 둘 이상의 트랙에 겹쳐져서 기록되는 것을 방지하고 에러 정정 능력을 보다 향상시키기 위한 데이터 기록 장치 및 그 방법을 제공하는데 있다.

발명의 구성 및 작용

상기 과제를 이루기 위한 본 발명에 의한 에러 정정 부호화 방법은,

(a) 32킬로바이트의 사용자 데이터 단위로 (184,152,33,216)의 LDC 블록을 생성하는 단계; (b) 군집 에러의 발생 위치를 알 수 있도록 하기 위한 BIS(Burst Indicator Subcode)블록을 생성하는 단계; 및 (c) 상기 LDC 블록 데이터에 소정량의 상기 BIS 블록 데이터를 소정 간격으로 배치하여 ECC 블록을 생성하는 단계를 포함한다.

상기 다른 과제를 이루기 위한 본 발명에 의한 소형 광 디스크에 데이터를 기록하는 장치는,

광 헤드; 소정량의 입력 데이터를 소정 방식으로 에러 정정 부호화하여 다수의 코드 워드를 생성하는 코덱; 및 상기 다수의 코드 워드를 포함하는 데이터를 소형 광 디스크의 내주 영역의 소정 트랙의 길이보다 짧은 길이를 가지는 기록 단위로 상기 소형 광 디스크에 기록하도록 상기 광 헤드를 제어하는 제어부를 포함한다.

또한, 상기 코덱은 입력 데이터 D바이트에 부가 정보 P바이트를 부가하는 리드-솔로몬 부호화 방식에 따라 에러 정정 부호화하는 것을 특징으로 하는 것이 바 람직하고,

상기 코덱은 상기 기록 단위의 길이가 짧음으로 인한 에러 정정 능력의 감소를 보상하도록 미리 결정된 부가정보율 P/(D+P)에 따라 에러 정정 부호화하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 부가정보율은 입력 데이터 D바이트를 감소시키고 부가 정보 P바이트는 고정시켜 결정된 것이 바람직하다.

상기 과제를 이루기 위한 본 발명에 의한 소형 광 디스크에 데이터를 기록하는 방법은,

(a) 소정량의 입력 데이터를 소정 방식으로 에러 정정 부호화하여 다수의 코드 워드를 생성하는 단계; 및 (b) 상기 다수의 코드 워드를 포함하는 데이터를 소형 광 디스크의 내주 영역의 소정 트랙의 길이보다 짧은 길이를 가지는 기록 단위로 상기 소형 광 디스크에 기록하는 단계를 포함한다.

또한, 상기 (a)단계는 입력 데이터 D바이트에 부가 정보 P바이트를 부가하는 리드-솔로몬 부호화 방식에 따라 에러 정정 부호화하는 단계인 것을 특징으로 하는 것이 바람직하고,

상기 (a)단계는 상기 기록 단위의 길이가 짧음으로 인한 에러 정정 능력의 감소를 보상하도록 부가정보율 P/(D+P)을 결정하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 (a)단계는 입력 데이터 D바이트를 감소시키고 부가 정보 P바이트는 고정시켜 상기 부가정보율을 향상시키는 단계인 것이 바람직하다.

이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명한다.

전술한 바와 같이, 직경 30mm~50mm 정도의 소형 디스크형 정보 저장 매체에 있어서, Channel Bit Length(CBL)가 0.060~0.133um 사이에 있고, 데이터 기록 시작 반경이 6mm~9mm 사이일 경우, 전술한 미국 특허 제6,367,049호에 개시된 64Kbytes의 사용자 데이터를 포함하는 ECC 포맷에 따라 데이터 기록시, 반드시 ECC 블록이 래디얼 방향으로 겹치는 영역이 존재한다. 본 발명에서는 ECC 블록이 래디얼 방향으로 겹치는 영역의 발생을 방지하기 위해 데이터 기록 단위, 즉 ECC 블록에 포함되는 사용자 데이터를 32Kbytes로 줄인다. 또한, 이로 인한 에러 정정 능력의 감소를 보상하기 위해 데이터의 부가율을 높인다. 데이터 부가율은 아래의 수학식1과 같이 표현된다.

수학식 1

$$\text{데이터부가율} = P/(D+P)$$

수학식 1에서 D는 사용자 데이터의 바이트 수이고, P는 부가 정보(parity)의 바이트 수를 나타낸다.

현재의 광학적 특성(Numerical Aperture and Laser wavelength)과 변조 코드에 의해 가능한 채널 비트 길이(CBL)가 0.060um라 할 때, 전술한 미국 특허 제6,367,049호에서 제시한 64Kbytes ECC 포맷에서와 같이, Recording Frame은 동일하게 하고 RS (248,216,33)code x 152 또는 RS (124,108,17)code x 304와 같이 데 이터 부가율을 유지한 채 32Kbytes의 ECC 포맷으로 변형한 경우, 그 32Kbytes ECC 블록의 길이는 반경 약 4.48mm인 원의 원주 길이와 동일하게 된다. 따라서 데이터 기록 시작 반경이 6mm~9mm 사이일 경우, ECC 블록이 래디얼 방향으로 겹치는 영역은 존재하지 않지만 최대 에러 정정 길이가 3.63mm로 줄어들므로 에러 정정 능력이 현저하게 감소된다.

에러 정정 능력의 감소를 방지하기 위해서 데이터가 기록되는 영역 내에서 ECC블록이 래디얼 방향으로 겹치는 영역이 없도록 하고 최대 에러 정정 길이를 적절하게 늘이기 위해 데이터 부가율을 증가시켜야 한다. 그러나 ECC 포맷의 총체적인 변화는 바람직하지 않다.

도 2는 본 발명에 따른 LDC 블록을 나타내는 도면이다. 도 2를 참고하면, N은 RS code의 길이, K는 RS code의 사용자 데이터의 길이, P는 RS code의 패리티의 길이 및 C_NUM은 RS code의 개수이다.

(N, K, P, C_NUM) = (248, 216, 32, 152) 또는 (N, K, P, C_NUM) = (124, 108, 16, 304)인 경우는 앞에서 설명한 바와 같이 기존 발명 US 6,367,049의 ECC format에서 C_NUM을 반으로 줄이거나 또는 N, K, P를 반으로 줄여 32 Kbytes ECC 포맷으로 만든 경우로서, CBL이 0.060um인 경우 그 최대 에러 정정 길이가 3.63mm에 불가하다. 따라서 재생 데이터의 신뢰도에 문제를 일으킬 여지가 있으므로 데이터의 부가율을 적절하게 높여 에러 정정 능력을 향상시키는 것이 필요하다.

본 발명에 따른 ECC 포맷은 다음과 같은 조건을 만족하여야 한다.

첫째, 기록 및 재생의 단위인 ECC 블록이 둘 이상의 트랙에 걸쳐 기록되어 ECC 블록이 디스크의 래디얼 방향으로 겹치는 영역을 없애기 위해 ECC 블록의 크기를 32Kbytes로 한다. 즉, 2Kbytes(2048bytes) 섹터(sector) 단위로 EDC (Error Detection Code) 4bytes를 부가하므로 LDC 블록 내에서 패리티를 제외한 바이트 수는 32,832 바이트가 된다.

둘째, BIS를 고려하여야 한다. BIS에는 Physical sector address 및 Control Data가 저장될 정도의 크기를 필요로 한다.

세째, 가능한 긴 최대 에러 정정 길이를 가져야 한다.

네째, 데이터 효율에 따른 저장 용량을 고려하여야 한다.

다섯째, ECC 블록을 구성했을 때 전체 Recording Frame의 수는 8의 배수 또는 16의 배수 이어야 한다. DVD의 경우 ECC 블록은 16개의 Physical sector로 구성되고, 각각의 Physical sector에는 Data ID를 가지고 있어서 재생시 ECC 블록 또는 Physical sector에 대해 빨리 억세스 할 수 있다.

여섯째, RS 코드의 에러 정정 시스템의 하드웨어적인 부담으로 RS 코드의 패리티 수는 32를 넘지 않는 것이 바람직하고, RS 코드의 길이를 최대한 길게 하여야 한다.

상기 첫째 조건에 대해 설명하면, LDC와 BIS로 구성된 ECC 포맷은 DVD의 RSPC 구조와 달라서 전술한 미국특허 제 6,367,049호와 같이 Physical sector를 억세스 하기 위한 어드레스 정보가 BIS에 들어 있고, Control Data에 사용자 데이터를 제어할 수 있는 데이터를 저장할 수 있기 때문에 순수 사용자 데이터와 EDC를 제외한 데이터의 부가가 필요없다.

상기 둘째 조건에 대해 설명하면, Physical sector의 억세스 또는 사용자 데이터의 control 정보가 들어갈 공간이 필요하다.

상기 셋째 및 네째 조건에 대해 설명하면, 최대 에러 정정 길이를 길게 하면 할 수록 전체적인 사용자 데이터의 비율이 적어 데이터 효율이 떨어져 전체 매체의 저장 용량을 줄게 되는 것은 분명하다. 하지만 ECC format의 에러 정정 능력은 일정한 수치 이상을 달성해야 저장 용량이 의미가 있을 수 있다. 아무리 많은 저장 용량을 가진 매체라 할지라도 그 데이터의 신뢰성이 떨어진다면 무용지물이다. 물론 에러 정정 능력을 일정치 이상 확보한 상태에서 매체의 저장 용량 또한 고려되어야 함이 바람직하다.

상기 다섯째 조건에 대해 설명하면, 규칙적이고 적당한 간격으로 Physical sector가 매체상에 배치됨이 바람직하다. 호스트와 드라이브간의 사용자 데이터를 2Kbytes 단위로 주고받기 때문에 한 블록이 32K임을 감안하면 한 ECC 블록 내 존재하는 Recording Frame의 수는 16의 배수가 바람직하다.

상기 여섯째 조건에 대해 설명하면, RS coded의 에러 정정 시스템의 하드웨어적인 부담은 Parity수에 의해 결정된다.

Parity수가 많으면 많을 수록 codeword 내에서 정정할 수 있는 에러 수는 증가하지만 그 만큼 하드웨어적인 부담은 증가한다. 기존 발명이 32Parity를 가지는 것을 감안하면 32Parity를 넘지 않는 것이 바람직하다. 동일한 부가율에 대해 codeword의 길이가 길면 길수록 codeword의 에러 정정 능력은 증가한다.

도 3은 도 2에 도시된 LDC 블록의 구조의 일 실시예를 나타내는 도면이다. 도 3을 참조하면, 본 발명에 따른 LDC 블록의 구조는 (184, 152, 32, 216)이다. 즉, N이 184, K가 152, P가 32 및 C_NUM이 216이다. 다시 말해서, 216개의 (184,152,33)의 LDC로 이루어진 32Kbytes의 에러 정정 LDC Block이다.

일반적으로 호스트와 디스크 드라이브간에 통신 시의 데이터 단위가 2Kbytes(2048bytes) sector이기 때문에 ECC 포맷은 2Kbytes의 사용자 데이터에 Error Detection Code(EDC) 4bytes를 추가한다. 디스크 드라이브는 디스크에 기록된 데이터를 독출하여 에러 정정 후 에러 정정이 제대로 수행되었는지 여부를 체크하기 위하여 인코딩 시에 EDC 4bytes를 추가한다. 도 3에 도시한 바와 같이, 2Kbytes의 사용자 데이터에 EDC 4bytes를 포함한 2052bytes는 13.5 열(column)에 해당한다.

도 4는 도 3에 도시된 LDC 블록을 소정 방식에 따라 인터리빙한 후의 LDC 블록을 나타내는 도면이다.

인터리빙의 방법은 여러 가지가 있으나, 전술한 미국 특허 제6,367,049호의 도 10 및 도 12에 나타낸 방식에 따라 인터리빙을 수행한 이후의 블록이다. 즉, 미국 특허 제6,367,049호의 도 10에 개시된 첫 번째 인터리빙 방법은 홀수 열의 바이트 정보를 짝수열의 바이트 정보 사이에 삽입하는 방법이다. 미국 특허 제6,367,049호의 도 12에 개시된 두 번째 인터리빙 방법은 첫 번째 인터리빙 후 각 행의 바이트 정보를 행 방향으로 쉬프트한다. 그러나 상기 미국특허에서는 쉬프트 값을 3으로 하고 있으나, 본 실시예에서는 1 또는 7과 같이 108과 서로소인 값으로 하여 그 주기를 최대로 크게 한다.

도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 BIS 블록의 구조를 나타내는 도면이다. 본 실시예에 따른 BIS 블록은 (46, K, P, BIS C_NUM)의 구조를 가지며, 실시예는 다음 표 2와 같다.

[표 2]

K	P	C_NUM	Physical Address	Control Data
14	32	16	16*9 bytes	16*5 bytes
14	32	24	16*9 bytes	16*12 bytes
22	24	16	16*9 bytes	16*13 bytes
22	24	24	16*9 bytes	16*24 bytes

도 6은 상기 표 2의 첫 번째와 세 번째 구조의 BIS 블록을 전술한 미국특허 제 6,367,049호의 도 14A에 도시된 바와 같은 방식으로 인터리빙된 후의 BIS 블록을 나타낸다. 다시 말하면, C_NUM이 16인 경우이므로 도 5에서 2개의 코드워드를 묶어 총 8개로 나누어 미국특허 제 6,367,049호의 도 14A에 도시된 바와 같은 방식으로 인터리빙한다. 별도의 도면으로 도시하지는 아니하였으나, 상기 표 2의 두 번째와 네 번째 구조의 BIS 블록에 대해서도 도 6에서 행의 개수가 3으로 바뀌는 것을 제외하고는 동일하다.

도 7은 도 4에 도시된 본 발명에 따른 LDC 블록과 도 6에 도시된 본 발명에 따른 BIS 블록을 싱크 패턴(Sync Pattern)과 결합하여 생성한 ECC 블록을 나타내는 도면이다.

도 7을 참조하면, ECC 블록은 368개의 Recording Frame으로 이루어진다. 각 Recording Frame은 Sync Pattern, LDC 108 bytes 및 BIS 2 bytes를 포함한다. ECC 블록은 16개의 Physical Sector로 구성되며, 하나의 Physical Sector에는 23개의 Recording Frame이 기록된다.

각각의 BIS 바이트에는 Physical Sector의 Address가 포함되어 하나의 ECC 블록에는 16개의 Physical Sector의 Address가 일정한 간격으로 기록된다.

한편, 도 5에 도시한 BIS 블록의 C_NUM이 24인 경우에는 도 6에 도시된 BIS 블록의 행의 개수가 3이되고, 도 7에 도시한 ECC 블록의 각 행은 27 bytes LDC 4개와 1bytes BIS 3개가 27 bytes LDC 사이에 삽입된 구조를 가진다.

이상에서는 도 3에 도시한 (184, 152, 32, 216)구조의 LDC 블록을 예를 들어 설명하였다. 본 발명에 따른 LDC 블록의 구조는 그 외에도 (132, 108, 24, 304), (136, 108, 28, 304) 및 (140, 108, 32, 304) 등의 구조가 가능하다.

(132, 108, 24, 304)인 LDC 블록의 경우에는 (33, 17, 16, 24)인 BIS Block을 가지고, 8개의 Physical Sectors에 264개의 Recording Frame이 기록된 ECC 블록의 구현이 가능하다.

(136, 108, 28, 304)인 LDC 블록의 경우에는 (34, 18, 16, 24)인 BIS Block을 가지고 8개의 Physical Sectors에 27

2개의 Recording Frame이 기록된 ECC 블록의 구현이 가능하다.

(140, 108, 32, 304)인 LDC 블록의 경우에는 (35, 19, 16, 24)인 BIS Block을 가지고 8개의 Physical Sectors에 280개의 Recording Frame이 기록된 ECC 블록의 구현이 가능하다.

표 2에 나타낸 바와 유사하게, 상기 실시 예들에서도 BIS Block의 (N, K, P, C_NUM)의 값은 예시한 값 외에도 적절하게 ECC 블록 내의 Recording Frame의 구조와 소정 크기를 가지는 Physical Sectors의 개수에 맞게 설계 변형이 가능하다.

도 7에 도시한 ECC 블록에서 변조 코드가 RLL (1,7) 계열의 8bit를 12bit로 변조하고, Sync Pattern의 길이가 20bit인 경우, CBL이 0.070um 이하에 대해서는 상기 실시 예에 따른 ECC 블록은 기록 반경 6mm 이후에서는 ECC 블록이 래디얼 방향으로 겹치는 영역이 발생하지 않는다.

전술한 본 발명에 따른 ECC 블록의 실시예들과 종래 ECC 블록의 CBL에 따른 최대 에러 정정 길이와 데이터 효율은 아래 표 3과 같다.

[표 3]

	Recording Frame내의 BIS byte 수	실시예1	실시예2	실시예3	실시예4	종래기술
최대에러정정길이 (CBL= 0.070um)	2	6.01mm				
	3	6.10mm	6.35mm	7.41mm	8.47mm	8.47mm
최대에러정정길이 (CBL= 0.060um)	2	5.18mm				
	3	5.23mm	5.44mm	6.35mm	7.28mm	7.28mm
데이터 효율 (%)	2	79.15				
	3	78.45	78.81	76.49	74.30	83.89

상기 표 3에서 실시예1은 도 7에 도시한 바와 같이, (184, 152, 32, 216)인 LDC블록 및 (46, 14, 32, 16)인 BIS 블록을 가지고, 16개의 Physical Sectors에 368개의 Recording Frame이 기록된 ECC 블록이다. 실시예2는 (132, 108, 24, 304) 인 LDC 블록과 (33, 17, 16, 24)인 BIS Block을 가지고, 8개의 Physical Sectors에 264개의 Recording Frame이 기록된 ECC 블록이다. 실시예3은 (136, 108, 28, 304)인 LDC 블록과 (34, 18, 16, 24)인 BIS Block을 가지고 8개의 Physical Sectors에 272개의 Recording Frame이 기록된 ECC 블록이다. 실시예4는 (140, 108, 32, 304)인 LDC 블록과 (35, 19, 16, 24)인 BIS Block을 가지고 8개의 Physical Sectors에 280개의 Recording Frame이 기록된 ECC 블록이다. 그리고, 종래 기술은 전술한 미국특허 제 6,367,049호에 개시된 ECC 블록이다.

스크래치가 발생한 부분에 대해서 Erase Correction을 한다고 가정하고 Byte Error Rate에 따른 종래 기술과 본 발명의 실시예에 따른 Block Error Rate(BER)을 다음의 표 4 내지 6에 나타내었다. Block Error Rate(BER)은 아래의 수학식 2 및 3에 의해 계산된다.

수학식 2

$$CER = 1 - \sum_{i=0}^{(Parity-e)/2} \binom{N-e}{i} (1-p)^{N-e-i} p^{i}$$

수학식 3

$$BER = 1 - (1 - CER)^{C_{NM}}$$

상기 수학식 2 및 3에서 CER은 Codeword Error Rate, e는 Erase number 및 p는 Byte Error Rate를 나타낸다.

[표 4]

	실시예1	실시예2	실시예3	종래기술
Parity	32	24	28	32
p	0.001	0.001	0.001	0.001
e	14	10	10	10
N	184	132	136	248
C_NUM	216	304	304	304
BER	$7.9*10^{-13}$	$2.6*10^{-10}$	$5.3*10^{-14}$	$1.3*10^{-14}$

상기 표 4는 2.268mm Scratch가 발생한 경우의 각각의 BER을 나타낸다.

[표 5]

	실시예1	실시예2	실시예3	종래기술
Parity	32	24	28	32
p	0.001	0.001	0.001	0.001
e	7	5	5	5
N	184	132	136	248
C_NUM	216	304	304	304
BER	$3.2*10^{-18}$	$5.7*10^{-14}$	$8.6*10^{-18}$	$4.8*10^{-18}$

상기 표 5는 1.134mm Scratch가 발생한 경우의 각각의 BER을 나타낸다.

[표 6]

	실시예1	실시예2	실시예3	종래기술
Parity	32	24	28	32
p	0.001	0.001	0.001	0.001
e	0	0	0	0
N	184	132	136	248
C_NUM	216	304	304	304
BER	$1.3*10^{-9}$	$3.2*10^{-7}$	$3.4*10^{-9}$	$2.8*10^{-7}$

상기 표 6은 Scratch가 발생하지 않은 경우의 각각의 BER을 나타낸다.

상기 표 4 내지 6의 실시예1 내지 3과 종래기술은 상기 표 3에 기재된 실시예 1 내지 3 및 종래기술을 각각 의미한다.

종래 기술과 비교할 때, CBL이 0.060um일 경우, 실시 예들의 데이터 효율과 에러 정정 능력을 보면 실시 예 1과 실시 예 3이 가장 바람직하다.

이하에서는 본 발명에 따른 데이터 기록 및/또는 독출 장치를 설명한다.

도 8은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 데이터 기록 및/또는 독출 장치(200)의 블록도이다.

도 8을 참조하면, 데이터 기록 및/또는 독출 장치(200)는 광 헤드(210), 코덱(220), 광 디스크 정보 저장부(240), 제어부(260), 입력 데이터 인터페이스부(270) 및 사용자 인터페이스부(280)를 포함한다.

광 헤드(210)는 제어부(260)의 제어에 따라 소형 광 디스크(100)에 데이터를 기록하거나 소형 광 디스크(100)에 기록된 데이터를 독출한다. 소형 광 디스크(100)는 데이터가 기록되는 최내주의 반경이 6mm 정도인 광 디스크이다.

코덱(codec)(220)은 제어부(260)의 제어에 따라 소형 광 디스크(100)에 기록할 데이터를 본 발명에 따른 에러 정정 부호화를 수행하거나 소형 광 디스크(100)로부터 독출된 데이터를 상기 에러 정정 부호화의 역과정으로 복호화한다.

코덱(220)은 전술한 본 발명의 실시예1 내지 4와 같이 다양한 ECC 포맷에 따라 사용자 데이터를 부호화하여 LDC 블록을 생성한다. 코덱(220)은 패리티를 소정 방식에 따라 계산한다. 패리티 계산 과정은 종래 방식을 따르기 때문에 상세한 설명을 생략한다.

또한, 코덱(220)은 데이터 재생 시, 에러가 발생한 위치를 알 수 있도록 하기 위한 BIS(Burst Indicator Subcode) 블록을 생성하고, 도 7에 도시한 바와 같이 LDC 데이터와 BIS 데이터를 일정 간격으로 배치하여 ECC 블록을 생성한다. 코덱(220)은 최종적으로 소형 광 디스크(100)에 기록될 ECC 블록을 생성하여 광 헤드(210)로 출력한다.

광 디스크 정보 저장부(240)는 소형 광 디스크(100)에 관한 정보가 저장된다. 예컨대, 소형 광 디스크(100)의 데이터 영역 구조 정보 또는 데이터 기록 전략에 관한 정보 등이 저장된다.

제어부(260)는 본 발명에 따라 소형 광 디스크(100)에 데이터를 기록하기 위해 코덱(220) 및 광 헤드(210)를 제어한다. 특히, 제어부(260)는 코덱(220)으로부터 출력된 데이터를 소형 광 디스크(100)의 내주 영역의 소정 트랙의 길이보다 짧은 길이를 가지는 기록 단위로 소형 광 디스크(100)에 기록하도록 광 헤드(210)를 제어한다.

입력 데이터 인터페이스부(270)는 소형 광 디스크(100)에 기록할 데이터를 입력받아 제어부(220)로 제공한다.

사용자 인터페이스부(280)는 소형 광 디스크(100)에 데이터 기록 명령 또는 기록된 데이터의 재생 명령 등을 사용자로부터 입력받아 제어부(260)로 제공한다.

이상에서 설명한 데이터 기록 및/또는 독출 장치(200)의 구조를 참조하여, 본 발명에 따른 소형 광 디스크(100)에 데이터를 기록하는 방법에 대해 설명한다.

도 9는 본 발명에 따른 데이터 기록 방법을 나타내는 흐름도이다.

소형 광 디스크(100)에 데이터 기록을 위해, ECC 블록의 크기를 감소시키되, ECC 블록의 크기 감소로 인한 에러 정정 능력의 감소를 보상하도록 에러 정정을 위한 리드 솔로몬 코드의 부가 정보율을 결정한다(제410 단계). 본 발명의 바람직한 실시예에서는 (184,152,33)의 LDC 216개로 구성된 LDC 블록을 채택하여 부가 정보율을 32/184로 향상시킨다. 결정된 부가 정보율을 포함한 에러 정정을 위해 필요한 정보들은 코덱(220)에 미리 입력되어 설정된다.

코덱(220)은 결정된 리드 솔로몬 코드의 부가 정보율에 따라 소정량의 입력 데이터, 예컨대 32 킬로 바이트 단위의 사용자 데이터를 에러 정정 부호화하여 다수의 코드 워드를 생성한다(제430 단계).

별도의 단계로 도시하지는 아니하였으나, 코덱(220)은 데이터 재생 시, 에러가 발생한 위치를 알 수 있도록 하기 위한 BIS(Burst Indicator Subcode)블록을 생성하고, 도 7에 도시한 바와 같이 LDC 데이터와 BIS 데이터를 일정 간격으로 배치하여 ECC 블록을 생성한다. 코덱(220)은 최종적으로 소형 광 디스크(100)에 기록될 ECC 블록 데이터를 생성하여 광 헤드(210)로 출력한다.

한편, (184,152,33,216)의 LDC 블록 외에도 전술한 본 발명의 실시예2 내지 4와 같이 다양한 ECC 포맷이 가능하다.

광 헤드(210)는 다수의 코드 워드를 포함하는 데이터를 코덱(220)으로부터 입력받고 제어부(260)의 제어에 따라 소형 광 디스크(100)의 내주 영역의 소정 트랙의 길이보다 짧은 길이를 가지는 기록 단위로 소형 광 디스크(100)에 기

록한다(제450 단계).

또한, 본 발명은 또한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는, ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광데이터 저장 장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어, 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로 저장되고 실행될 수 있다.

발명의 효과

이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 에러 정정 부호화 방법, 이를 이용한 데이터 기록 방법 및 그 장치는, 광 디스크의 소형화 또는 광 디스크의 기록 반경의 감소에 따라 하나의 ECC 블록이 둘 이상의 트랙에 겹쳐져서 기록되는 것을 방지하고 에러 정정 능력을 보다 향상시킨다.

또한, 종래 리드 솔로몬 코드의 패리티 길이와 동일한 패리티 길이를 유지하고 사용자 데이터 길이만을 감소시켜 부가정보율을 높이는 경우에는 종래의 하드웨어를 별다른 변경없이 사용할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.
(a) 소정량의 입력 데이터를 소정 방식으로 에러 정정 부호화하여 다수의 코드 워드를 생성하는 단계; 및

(b) 상기 다수의 코드 워드를 포함하는 데이터를 소형 광 디스크의 내주 영역의 소정 트랙의 길이보다 짧은 길이를 가지는 기록 단위로 상기 소형 광 디스크에 기록하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 기록 방법.

청구항 2.
제1 항에 있어서,

상기 (a)단계는 입력 데이터 D바이트에 부가 정보 P바이트를 부가하는 리드-솔로몬 부호화 방식에 따라 에러 정정 부호화하는 단계인 것을 특징으로 하는 데이터 기록 방법.

청구항 3.
제2 항에 있어서,

상기 (a)단계는 상기 기록 단위의 길이가 짧음으로 인한 에러 정정 능력의 감소를 보상하도록 부가정보율 P/(D+P)을 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 기록 방법.

청구항 4.
제3 항에 있어서,

상기 (a)단계는 입력 데이터 D바이트를 감소시키고 부가 정보 P바이트는 고정시켜 상기 부가정보율을 향상시키는 것을 특징으로 하는 데이터 기록 방법.

청구항 5.
광 헤드;

소정량의 입력 데이터를 소정 방식으로 에러 정정 부호화하여 다수의 코드 워드를 생성하는 코덱; 및

상기 다수의 코드 워드를 포함하는 데이터를 소형 광 디스크의 내주 영역의 소정 트랙의 길이보다 짧은 길이를 가지는 기록 단위로 상기 소형 광 디스크에 기록하도록 상기 광 헤드를 제어하는 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 기록 장치.

청구항 6.
제5 항에 있어서,

상기 코덱은 입력 데이터 D바이트에 부가 정보 P바이트를 부가하는 리드-솔로몬 부호화 방식에 따라 에러 정정 부호화하는 것을 특징으로 하는 데이터 기록 장치.

청구항 7.
제6 항에 있어서,

상기 코덱은 상기 기록 단위의 길이가 짧음으로 인한 에러 정정 능력의 감소를 보상하도록 미리 결정된 부가정보율 P/(D+P)에 따라 에러 정정 부호화하는 것을 특징으로 하는 데이터 기록 장치.

청구항 8.
제7 항에 있어서,

상기 부가정보율은 입력 데이터 D바이트를 감소시키고 부가 정보 P바이트는 고정시켜 결정된 것을 특징으로 하는 데이터 기록 장치.

청구항 9.
제1 항 내지 제4 항에 기재된 방법을 실현하기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

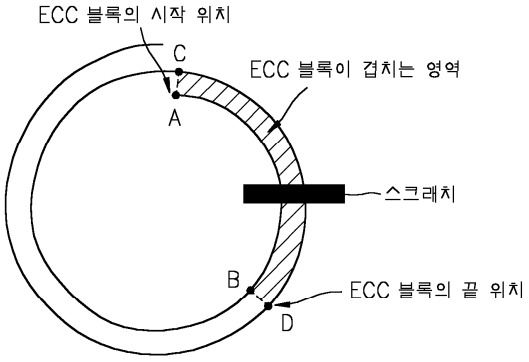
청구항 10.
(a) 32킬로바이트의 사용자 데이터 단위로 (184,152,33,216)의 LDC 블록을 생성하는 단계; 및

(b) 군집 에러의 발생 위치를 알 수 있도록 하기 위한 BIS(Burst Indicator Subcode)블록을 생성하는 단계; 및

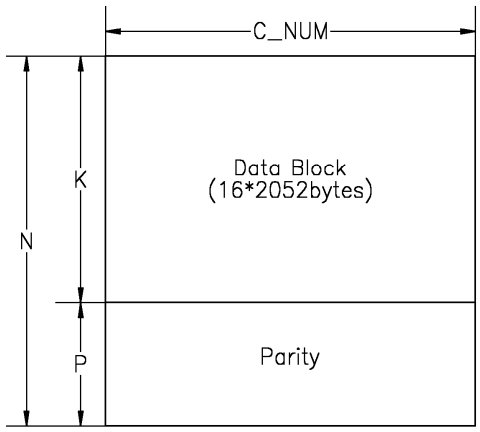
(c) 상기 LDC 블록 데이터에 소정량의 상기 BIS 블록 데이터를 소정 간격으로 배치하여 ECC 블록을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 에러 정정 부호화 방법.

도면

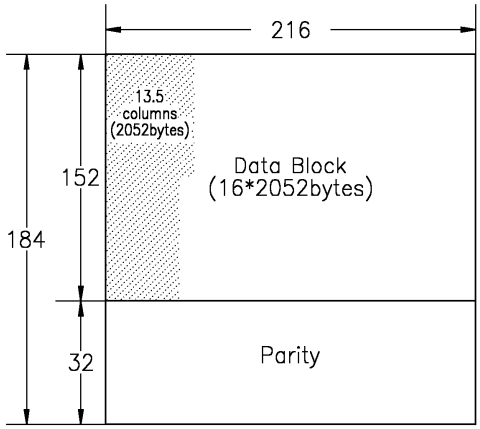
도면1



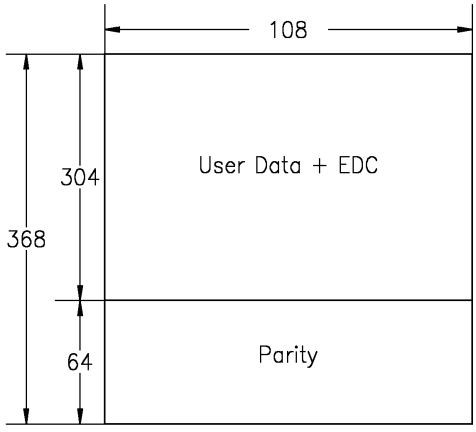
도면2


C_NUM
K
N
P
Data Block
(16*2052bytes)
Parity

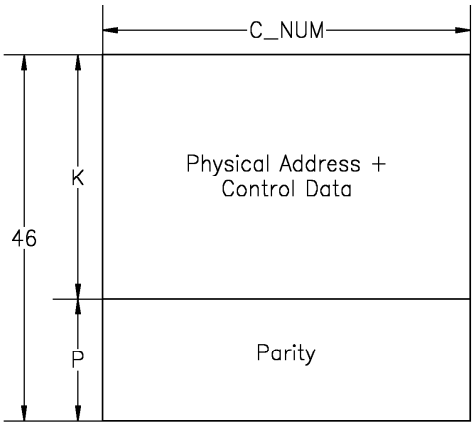
도면3


216
13.5
columns
(2052bytes)
152
184
32
Data Block
(16*2052bytes)
Parity

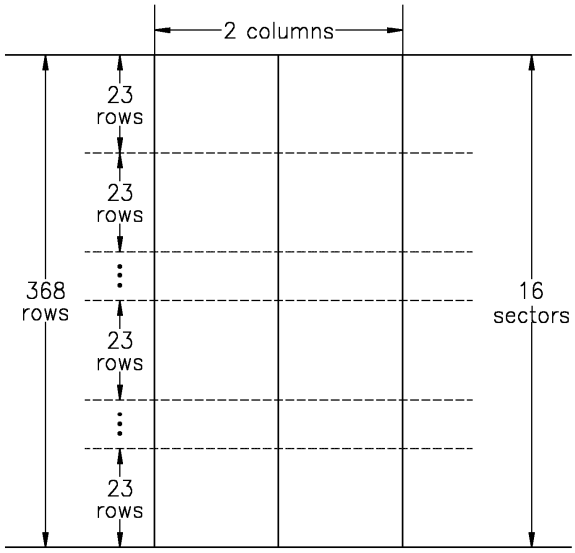
도면4


108
304
368
64
User Data + EDC
Parity

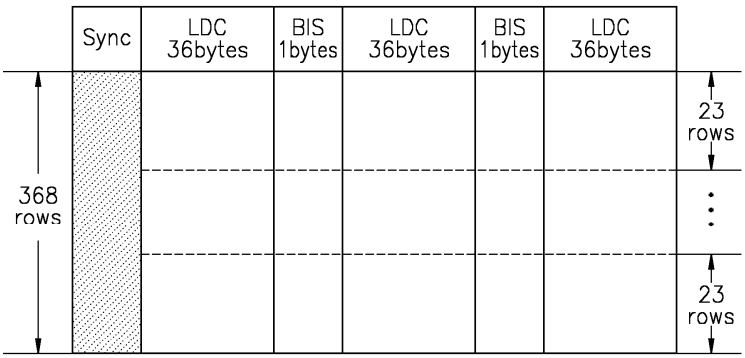
도면5


C_NUM
Physical Address +
Control Data
Parity
K
P
46

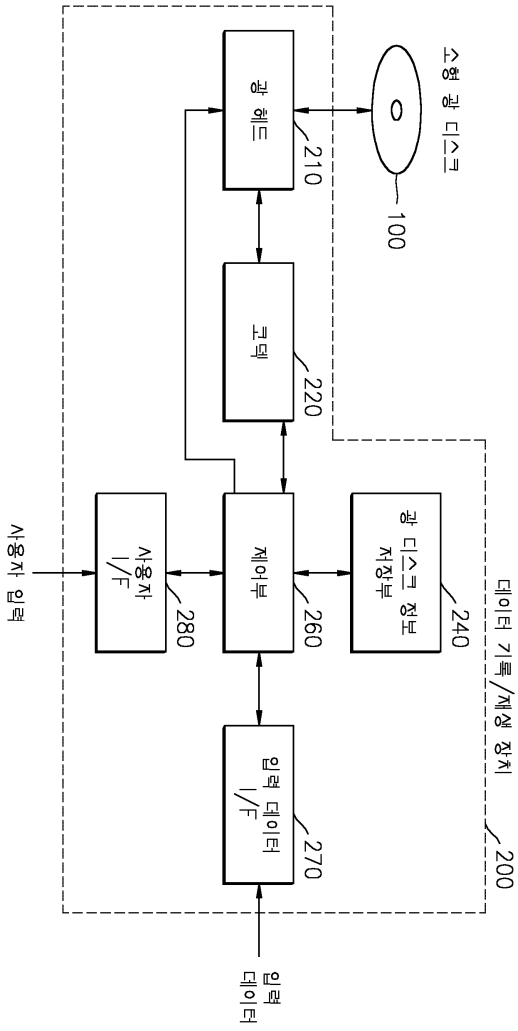
도면6


2 columns
23
rows
23
rows
23
rows
23
rows
368
rows
16
sectors

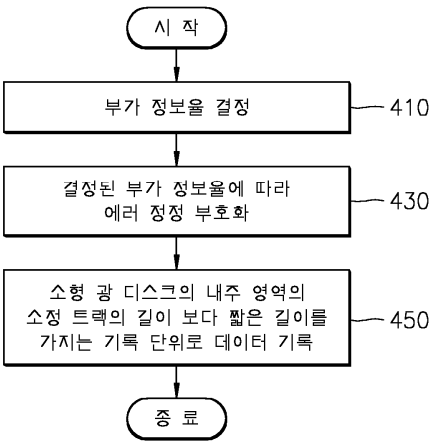
도면7


Sync
LDC
36bytes
BIS
1bytes
LDC
36bytes
BIS
1bytes
LDC
36bytes
368
rows
23
rows
23
rows

도면8


소형 광 디스크
100
광 헤드
210
코덱
220
제어부
260
광 디스크 정보 저장부
240
사용자 I/F
280
입력 데이터 I/F
270
데이터 기록/재생 장치
200
사용자 입력
입력 데이터

도면9


시 작
부가 정보율 결정
410
결정된 부가 정보율에 따라 에러 정정 부호화
430
소형 광 디스크의 내주 영역의 소정 트랙의 길이 보다 짧은 길이를 가지는 기록 단위로 데이터 기록
450
종 료