(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.[7]
H03M 13/29
G11B 20/12

(11) 공개번호 10-2004-0093499
(43) 공개일자 2004년11월05일

(21) 출원번호 10-2004-7015809
(22) 출원일자 2004년10월04일
번역문 제출일자 2004년10월04일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2003/001068
(87) 국제공개번호 WO 2003/085840
(86) 국제출원출원일자 2003년03월14일
(87) 국제공개일자 2003년10월16일

(30) 우선권주장 02076354.6 2002년04월05일 EP(EP)

(71) 출원인 코닌클리케 필립스 일렉트로닉스 엔.브이.
네델란드왕국, 아인드호펜, 그로네보드스베그 1

소니 가부시끼 가이샤
일본국 도쿄도 시나가와쿠 키타시나가와 6쵸메 7반 35고

(72) 발명자 반듀크마르텐이.
네덜란드 5656 아아 아인트호벤, 프로페써 홀스틀란 6

야마모토코우헤이
일본국 도쿄도 시나가와쿠 키타시나가와 6쵸메 7반 35고 소니 가부시키가이샤 나이

핫토리마사유키
일본국 도쿄도 시나가와쿠 키타시나가와 6쵸메 7반 35고 소니 가부시키가이샤 나이

(74) 대리인 이화익

심사청구 : 없음

(54) 오류정정의 추가층을 오류정정코드 내에 삽입하는 방법 및장치

요약

본 발명은, 정보를 제 1 유한체에 대해 오류정정코드의 코드어들로 인코딩하고, 다수의 코드어를 사용자 데이터 서브블록 및 패리티 데이터 서브블록을 포함한 코드블록의 열 내에 배치하는 경우의 오류정정의 추가층을 오류정정코드 내에 삽입하는 방법에 관한 것이다. 오류정정능력을 향상시키는 호환성을 잃지 않고 쉽게 실행될 수 있는 오류정정의 추가층을 제공하기 위해서, - 상기 제 1 유한체보다 큰 제 2 유한체에 대해 수평 오류정정코드를 사용하여 따로따로 또는 그룹별로 적어도 상기 사용자 데이터 서브블록의 행들을 인코딩하여 수평 패리티들을 얻는 단계와, - 상기 오류정정코드 내에 추가층으로서 상기 수평 패리티들을 삽입하는 단계를 포함한 방법을 제안한다.

대표도

도 2

색인어

디코딩장치, 오류정정코드, 유한체, 코드어, 추가층, 수평 패리티

명세서

본 발명은, 정보를 제 1 유한체(Galois Field)에 대해 상기 코드의 코드어들로 인코딩하고, 다수의 코드어를 사용자 데이터 서브블록 및 패리티 데이터 서브블록을 포함한 코드블록의 열 내에 배치하는 경우의 오류정정의 추가층을 오류정정코드 내에 삽입하는 방법에 관한 것이다. 또한, 본 발명은, 상기와 같은 오류정정코드를 디코딩하는 방법, 이에 대응한 장치, 이러한 코드의 코드어들을 기억하는 저장매체, 상기와 같은 코드어들을 포함한 신호 및 상기 방법을 실행하기 위한 컴퓨터 프로그램에 관한 것이다.

WO 00/07300에는 워드식 삽입으로 멀티워드 정보를 인코딩하는 방법이 기재되어 있다. 여기서, 소위 피켓(picket) 코드는, 2개의 형태의 코드어로 이루어진, LDC(Long Distance Code; 장거리 코드) 코드어 및 BIS(Burst Indicator Subcode; 버스트 표시기 서브코드) 코드어가 기재되어 있고, 이것은 광 기록매체 상에 데이터, 특히 비디오 데이터를 기억하기 위한 DVR(디지털 비디오 레코딩)에 사용될 것이다. 상기 BIS 코드어는, 오류정정능력이 크다. 최악의 경우의 상황하에서도, 그들은 정확히 디코딩될 수 없을 가능성이 매우 적다. BIS열의 디코딩 후 오류의 버 스는 인지될 수 있다. 소거 스트래티지를 적용한 후도 상기 오류정정능력이 보다 적은 상기 LDC코드어를 정확히 디코딩할 수 있다.

기존의 오류정정코드, 예를 들면, DVD에서의 제품코드와 비교하여, 상기 피켓코드 (다수의) 버스트 오류를 정정하는 능력을 향상시킨다. 그러나, 피켓 코드는, 보다 적게 랜덤한 오류를 정정할 수 있다. 따라서, 본 발명의 목적은, 오류정정능력을 개선하여, 특히 랜덤한 오류를 정정하는 구성을 제공하여, 현재의 오류정정코드방식과 호환성을 잃지 않고 쉽게 실행하는데 있다. 상기 구성은, 임의의 오류정정코드에, 특히 DVR에 사용된 피켓 코드에 적용가능하다.

상기 목적은, 다음의 단계들:

- 상기 제 1 유한체보다 큰 제 2 유한체에 대해 수평 오류정정코드를 사용하여 따로따로 또는 그룹별로 적어도 상기 사용자 데이터 서브블록의 행들을 인코딩하여 수평 패리티들을 얻는 단계와,

- 상기 오류정정코드 내에 상기 추가층으로서 상기 수평 패리티들을 삽입하는 단계를 포함한 청구항 1에 기재된 방법으로 달성된다.

본 발명은 일반적인 아이디어에 의거하여 코드블록의 열에 배치된 코드어에 대한 수평 패리티를 생성한다. 상기 코드블록의 필드 크기, 예를 들면 상기 코드블록의 행마다의 길이는, 일반적으로 상기 코드블록의 열내의 코드어들이 속한 상기 제 1 유한체에 대해 최장 코드보다 크므로, 보다 큰 유한체에 대한 코드가 사용된다. 상기 보다 큰 유한체의 크기는, 상기 보다 큰 유한체에 대해 상기 코드의 코드어들의 길이가 추가 수평 패리티를 생성하는 코드블록의 행의 길이보다 크도록 선 택된다. 그래서, 상기 생성된 수평 패리티는, 오류정정용 추가층으로서 최초 코드에 삽입될 수 있다. 이러한 추가층은, 소거, 버스트 오류 및 디코딩 실패를 정정하기 위해 디코딩할 때 사용될 수 있다. 상기 얻어진 수평 패리티가 특별히 보호되므로, 높은 수준의 오류정정능력은 본 발명에 따라 달성될 수 있다.

또한, 본 발명은, 상술한 것과 같은 인코딩방법에 따라 오류정정의 추가층을 삽입한 오류정정코드를 디코딩하는 방법에 관한 것으로, 상기 방법은:

- 상기 오류정정코드로부터 상기 수평 패리티를 추출하는 단계와,

- 상기 수평 패리티를 사용한 상기 제 1 유한체보다 큰 제 2 유한체에 대해, 청구항 1의 방법에서 인코딩하기 위해 사용되었던 상기 수평 오류정정코드를 사용하여 따로따로 또는 그룹별로 적어도 상기 사용자 데이터 서브블록의 행을 디코딩하는 단계를 포함한다.

또 다른 본 발명은, 청구항 12 및 13에 기재된 것과 같은 상기에 대응한 장치와, 오류정정의 추가층을 삽입하는 오류정정코드의 코드어 형태로 데이터 기억하는 저장매체, 특히 CD, DVD 또는 DVR 디스크 등의 광 기록매체와, 청구항 15에 기재된 것과 같은 코드어 형태의 데이터를 포함한 신호와, 그리고 컴퓨터 상에서 동작시에 컴퓨터가 상기 청구항 1 또는 11의 방법의 단계들을 실행하도록 하는 프로그램 코드수단을 포함한 컴퓨터 프로그램에 관한 것이다. 본 발명의 바람직한 실시예들은 종속항에 기재되어 있다.

보다 큰 유한체에 대해 상기 행들을 인코딩하기 위해서는, 소정값을 갖는 소정수의 비트는, 그것을 인코딩하기 전에 사용자 데이터 서브블록의 각 심볼에 추가 된다. 가장 쉬운 방식은, 비트값이 제로인 1비트를 각 심볼에 추가하는데 있다. 그러나, 일반적으로, 임의의 다른 비트값도 가능하다. 또한, 임의의 비트값을 갖는 비트들은 각 심볼에 추가되는 것이 더욱 가능하다, 즉 모든 비트는 동일한 비트값을 가질 필요가 없다. 그러나, 행마다 동일한 시퀀스를 추가해야

하므로 1행의 심볼에 상기 추가된 비트의 시퀀스를 기억하는 것이 필요하다. 이 경우, 상기 시퀀스의 기억을 위한 레지스터가 필요하다. 그러나, 비트값이 제로인 비트를 추가하는 경우, 기억을 위해 레지스터를 추가할 필요는 없다. 또한 AND 연산을 보다 적게 행해야 한다.

바람직하게, 본 발명은, 상기 코드 블록이 LDC 블록의 열들에 배치된, LDC 코드어, 특히 GF(2^8)에 대한 [248,216,33] 코드어를 포함한 LDC 블록이고, BIS 코드어가 추가로 특히, GF(2^8)에 대한 [62,30,33] 리드 솔로몬(Reed Solomon) 코드어를 사용하는, 특히 DVR에 사용된 것처럼 피켓 코드를 사용하는 방법에서 적용된다. 상기 얻어진 수평 패리티는 추가 오류정정코드로 인코딩되는 것이 바람직하다, 즉 피켓 코드를 사용하는 경우, 상기 수평 패리티들은 상기 BIS 코드어 내에 인코딩되어 기록되는 것이 바람직하다.

피켓 코드에 관한 본 발명을 적용하는 경우 사용자 데이터 서브블록의 각 행은 유한체 GF(2^9)에 대한 [306,304,3] 리드 솔로몬(RS) 코드를 사용하여 따로따로 인코딩하는 것이 바람직하다. 이것이 의미하는 것은, 사용자 데이터 서브블록의 각 심볼에 1개의 여분의 비트를 추가하여, 각 심볼이 9비트를 포함한다는 것이다. 상 술한 것처럼, 비트값이 제로인 1비트를 각 심볼에 추가하는 것이 바람직하다. 상기 GF(2^9)에 대한 상기 코드를 사용하여, 수평 패리티의 2개의 추가열을 얻는다.

또 다른 바람직한 실시예에서는, 리드 솔로몬의 서브스페이스 서브코드(SSRS: Subspace Subcode of a Reed Solomon) 코드를 사용하여 사용자 데이터 서브블록의 행을 인코딩한다. 특히, 상기와 같은 리드 솔로몬의 서브스페이스 서브코드 코드들은, M.Hattori,R.J.McEliece,G.Solomon 'Subspace subcodes of Reed-Solomon codes', IEEE transactions on IT,vol.44,no.5, September 1998에 기재되어 있다. 상기와 같은 SSRS 코드는, 모든 코드어의 모든 심볼의 특정 비트가 항상 제로인 코드이다. 통상의 리드 솔로몬 코드와 비교하여, 추가 사용자 데이터 비트를 희생하여 패리티 비트가 보다 덜 필요하다. 피켓 코드에 관한 상기의 SSRS 코드를 적용하는 경우, 특히 유한체 GF(2^9)에 대한 [307,305,3] SSRS 코드를 사용한다.

또 다른 이점은, 각 행을 따로따로 인코딩하지 않고, 그 행을 적어도 2개의 행으로 이루어진 그룹별로 인코딩하는 경우, 예를 들면, 먼저 3개의 행을 수평 패리티를 얻는 1개의 긴행으로 조합하는 경우, 달성될 수 있다. 피켓 코드에 관해 적용하면, GF(2^{10})에 대한 [916,912,5]RS코드를 사용하는 것이 바람직하고, 각 심볼의 확장은 바람직하게는 비트값이 제로인 2개의 추가비트만큼 필요하다.

또 다른 바람직한 실시예에서, SSRS 코드의 용도는, 적어도 2개의 연속적인 행으로 이루어진 상기와 같은 그룹에 적용되고, 훨씬 더 많은 행에 의해 필요한 수 평 패리티의 수가 감소된다. 특히, 피켓 코드에 적용에서는, GF(2^{10})에 대한 [917,913,5] SSRS 코드를 사용한다.

이하, 본 발명을 첨부도면을 참조하여 상세히 설명하겠다:

도 1은 피켓 코드의 인코딩처리의 개략적인 설명도,

도 2는 본 발명에 따른 인코딩장치의 블록도,

도 3은 본 발명에 따른 인코딩방법의 제 1 실시예를 나타내고,

도 4는 본 발명에 따른 디코딩장치의 블록도,

도 5는 본 발명에 따른 인코딩방법의 제 2 실시예를 나타내며,

도 6은 본 발명에 따른 인코딩방법의 제 3 실시예를 나타내고,

도 7은 본 발명에 따른 인코딩방법의 제 4 실시예를 나타낸다.

도 1은 WO 00/07300에 기재된 것처럼 인코딩방법의 개략적인 표현을 나타낸다. 먼저, 호스트 또는 애플리케이션이어도 되는 소스로부터 수신된 것과 같은 사용자 데이터는, 각각이 2048+4바이트로 이루어진 데이터 프레임으로 분할된다. 도 1의 블록 200에 도시된 것처럼, 이들 프레임 중 32개는 다음 인코딩단계에서 참조한다. 블록 202에서는, 데이터 블록을 형성하여 각각 216행의 304열로 배치한다. 블록 204에서는, 32행 패리티의 추가에 의해 장거리 코드(LDC) 블록을 형성한다. 블록 206에서는, 152열 및 496행에 따라 ECC 클러스터를 배치한다. 이것은, 종합 코드 포맷 NTT인 물리섹터 블록(218)에 ECC로 적힌 4개의 부분을 채우도록 구성된 다.

레코딩 시스템에 의해 추가된 어드레스 및 제어 데이터도 연속적인 단계로 변환된다. 먼저, 논리 어드레스 및 제어 데이터는, 블록(208)에서 32 x 18바이트로 배치된다. 그 논리 어드레스는, 기능성의 용도에 관련된 것들이고, 사용자

프로그램의 렌더링의 지속기간까지 중계된 국면을 나타내기도 한다. 또한, 물리 어드레스는, 블록(210)에서 16 x 9 바이트로 배치된다. 상기 물리 어드레스는, 광 디스크 등의 기록매체에 관해 물리적 거리까지 중계하였다. 상기 반복된 리넘버링 및 인터리빙으로 인해, 물리 어드레스와 논리 어드레스간의 관계는 깨진다. 프로그램에 있어서 서로 밀접하게 수반하는 항목들은, 물리적 거리가 상당히 서로 이격되고, 이와는 반대이어도 된다. 또한, 매핑은 균일하게 진척되지 않고 있다. 블록(212)에서는, 24열 x 30행의 액세스 블록에서 어드레스들을 조합한다. 블록(214)에서는 추가된 패리티를 갖는 32행이 있다. 블록(216)에서는, 이들을 3열 및 496행으로 이루어진 버스트 표시기 서브코드(BIS) 클러스터 내에 배치한다. 이들은 그 3개의 BIS 열을 블록 218에 채운다. 또한, 동기 비트 그룹의 행이 추가되므로, 155열 x 496행의 물리 클러스터가 성립된다. 아울러, 이들은 도시된 것처럼 496 레코딩 프레임으로 그룹화된 16개의 물리섹터를 구성한다.

일반적으로, LDC 코드어 및 BIS 코드어로 이루어진 상술한 오류정정코드는, 피켓 코드라고 불리고 DVR 기술에서 사용된다. 상기 코드의 더욱 상세한 내용에 관해서는, 특히 상기 코드에 대한 인코딩 및 디코딩장치, 코드 포맷, 인터리빙 및 매핑방법, 및 프레임 포맷을 여기서 인용문헌으로 포함한 WO 00/07300을 참조한다.

도 2에는, 본 발명에 따른 인코딩 장치, 특히 오류정정의 제 3 층을 2개의 층인 LDC 및 BIS층을 포함하는 도 1에 도시된 피켓 코드에 삽입하는 장치의 블록도가 도시되어 있다. 도 3은 상기 코드에 관한 이러한 인코딩방법의 단계들의 실행을 나타낸다. 이들 도면을 사용하여, 오류정정의 추가층의 피켓 코드로의 삽입을 설명한다.

첫 번째 단계에서는, 정보원(10)으로부터 출력되는, 예를 들면 전송채널, 애플리케이션 또는 저장매체로부터 출력되는 사용자 데이터를, 유한체 GF(2^8)에 대한 [248,216,33] 리드 솔로몬 코드어인 304개의 LDC 코드어로 인코딩한다. 이러한 인코딩 단계는, 사용자 데이터 서브블록 L1과 패리티 데이터 서브블록 L2로 이루어진 LDC 블록 L이 되는 LDC 인코더(11)로 수행된다. 상기 LDC 코드어 c는, 각각 216개의 사용자 데이터 심볼과 32개의 패리티 심볼을 포함하고 상기 LDC블록 L의 열들에 배치된다. 랜덤한 오류라고 하면, 상기 304개의 LDC 코드어 c 중의 하나만이 디코더 실패가 생기는 것이 가장 바람직한 경우이다. LDC 코드어에서의 이러한 디코더 실패를 정정하기 위해서는, ECC의 제 3층을 도입한다. GF(2^8)에 대한 최장 RS 코드의 길이는 304인 LDC 블록 L의 행의 길이보다 작은 255이므로, GF(2^8)에 대한 RS 코드는 직접 적용될 수 없다. 그러므로, 본 발명에서는, GF(2^9)에 대한 리드 솔로몬[306,304,3] 코드를 ECC의 제 3층으로서 이용한다.

도 3a에 도시된 것처럼, 행렬 V1을 사용하여 추가로 인코딩을 하는데, 이때, V1은 원래의 코드블록 L의 사용자 데이터 서브블록 L1에 해당한다. 비트값이 제로인 1비트를 비트 삽입기(12)에 의해 상기 행렬 V1의 각 심볼에 추가하여, 원래 8비트를 포함하는 각 심볼은 마지막 비트의 비트값이 제로인 9비트를 포함한다. 이어서, 제 3 층 ECC 인코더(13)는, GF(2^9)에 대한 대칭 RS[306,304,3] 코드를 갖는 행렬 V1의 각 행을 인코딩한다. 그래서, 매 행은, 각각 9비트를 포함하는 2개의 패리티 심볼을 생성한다. 그래서, 총합하여, 패리티 심볼 V2의 2개의 추가열을 얻는다.

도 3b에는, 이와 같이 얻어진 단일 수평 코드어 h1이 도시되어 있다. 상기 코드어 h1은, 원래(8비트) 심볼 h11, 추가된 제로 비트 h13 및 상기 얻어진 각각 9비트를 포함하는 2개의 패리티 심볼 h12을 포함한다.

이후, 상기 생성된 수평 패리티 심볼 V2는 제 3 층 ECC 패리티 추출기(14)에 의해 추출되어 [62,30,33]RS 코드를 사용한 BIS 인코더(15)에 의해 BIS 코드어에 인코딩되어 기록된다. 이것이 가능한 것은, 상기 BIS 코드어내의 피켓 코드 576바이트의 현재 포맷 내에, 상기 수평 패리티를 삽입하는데 486(216 x(2x9)/8)바이트를 사용하는 것에 대해 미정의되어 있기 때문이다. 인코딩을 위한 나머지 정보심볼은, BIS 정보원(17)으로부터 BIS 인코더(15)로 전달된다. 피켓 코드의 현재 포맷의 나머지는 동일한 상태를 유지한다. 즉, 제 3 층은 상기 얻어진 486개의 수평 패리티 바이트로 이루어진다.

끝으로, 인터리버(interleaver)(16)에서는, WO 00/07300에 기재된 것과 같은 LDC 코드어 내에 상기 BIS코드어를 인터리브한 후 그 인터리브된 데이터 스트림을 또 다른 처리를 위해 변조기(18)에 출력한다. 본 정보에 따라 제안된 제 3 층이 종 래의 오류정정 인코딩 및 디코딩방식과 호환가능하므로, DVR 재생장치는 상기 제 3층의 디코딩을 반드시 실행할 필요는 없다.

이제, 상술한 것처럼 오류정정의 제 3층을 포함한 상기 확장된 피켓 코드의 디코딩을 도 4를 참조하여 더욱 상세히 설명하고, 이때의 도 4는 본 발명에 따른 디코딩장치의 블록도를 나타낸다. 상기 피켓 코드는, BIS 코드어를 디코딩하고, 소거 스트래티지를 적용하고 상기 LDC 코드어를 디코딩함으로써 디코딩된다. 이후 본 발명에 따른 피켓 코드 내에 삽입된 제 3층이 LDC 코드어의 1개 또는 2개의 디코딩 실패를 어떻게 방지하는지를 설명하겠다.

먼저, BIS-LDC 스플리터(splitter)(21)에 의해, BIS 코드어와 LDC코드어를 포함한 복조기(20)로부터 받은 데이터 스트림으로부터 BIS 코드어를 추출하고, BIS디코더(22)에 의해 먼저 BIS 코드어를 디코딩한다. 여기서, 오류전용 디코딩을 적용한다. 상기 BIS 코드어가 매우 높은 오류정정능력으로 보호되므로, 모든 BIS 코드어를 정확히 디코딩한다고 가정한다. 그래서, 도 3에 도시된 행렬 V의 상기 217[219,217,3]RS 코드어 각각의 2개의 패리티는 공지되어 있

다. 또한, 이것은, 이들은 인접 BIS 바이트에 영향을 주기 때문에 버스트 오류에 대한 지식을 제공하고, 이러한 인식에 의해 버스트 오류가 의심되는 LDC 바이트를 소거하게 된다, 즉 소거가 블록(23)에서 선언된다. 이제, 오류 및 소거 디코딩을 적용하는 LDC 디코더(24)에서 상기 LDC 코드어를 디코딩한다, 즉 코드블록 L을 재구성하는데, 이는 오류 및 소거를 포함하여도 된다.

다음에, 적어도 사용자 데이터 서브블록 L1에 대해, 비트 삽입기(26)에 의해 제로 비트를 삽입하여 1비트씩 상기 서브블록 L1의 각 비트를 확장한다. 그래서, 제 3층 ECC 디코더(28)에서는, 상기 얻어진 행렬 V을, 제 3층 ECC 패리티 추출기(25)에 의해 추출된 수평 패리티들을 사용하고 소거 선언부(27)로부터 얻어진 원래의 코드블록 L 내의 소거위치에 관한 지식을 사용하여, GF(2^9)에 대한 RS[306,304,3] 코드에 의해 디코딩한다. 상기 ECC 디코더(28)로부터 얻어진 상기 정정된 행렬 V에서, 상기 삽입된 제로 비트는, 제로비트 제거기(29)에 의해 각 심볼로부터 다시 제거되어, 예를 들면 애플리케이션 또는 전송채널과 같은 정보싱크(30)에 최종 출력될 수 있는 사용자 데이터를 포함한 사용자 데이터 서브블록 L1을 얻는다.

ECC의 제 3층은, 아래에 열거된 것과 같은 LDC 코드어의 일부 디코더 실패 및 디코더 오류를 정정할 수 있다:

a) LDC 코드어 내의 2개의 디코더 실패 및 0개의 디코더 오류: 매 RS[306,304,3]코드어에 관한 2개의 디코더 실패에 해당하는 2개의 소거가 선언되고, 그 GF(2^9)에 대한 RS[306,304,3]코드어는 소거전용 디코딩으로 디코딩된다. RS[306,304,3]코드가 2개의 소거를 정정할 수 있으므로, 상기 2개의 디코더 실패를 복구할 수 있다.

b) LDC 코드어 내의 1개의 디코더 실패 및 0개의 디코더 오류: GF(2^9)에 대한 RS[306,304,3]코드어는 오류전용 디코딩으로 디코딩된다. RS[306,304,3]코드가 1개의 오류를 정정할 수 있으므로, 상기 디코더 실패를 복구할 수 있다.

c) LDC 코드어 내의 0개의 디코더 실패 및 1개의 디코더 오류: GF(2^9)에 대한 RS[306,304,3]코드어는 오류전용 디코딩으로 디코딩된다. RS[306,304,3]코드가 1개의 오류를 정정할 수 있으므로, 상기 디코더 오류를 복구할 수 있다.

도 5a에는 본 발명에 따른 인코딩방법의 다른 실시예가 도시되어 있다. 여기서, GF(2^9)에 대한 리드 솔로몬의 서브스페이스 서브코드(SSRS) 코드는, GF(2^9)에 대한 RS 코드 대신에 사용된다. SSRS 코드는, 전체 코드어의 전체 심볼의 일부비트들이 항상 제로인 코드이다, 즉 SSRS 코드는 RS 코드의 선형 서브코드이다. 이러한 SSRS 코드에 대한 더욱 상세한 설명에 대해서는 M.Hattori 등의 상술한 논설을 참조한다.

도 5a에 도시된 실시예에서는, 전체 코드어의 전체 심볼의 각 마지막 비트를, 1개의 정보심볼내의 1비트를 희생하여 상기 패리티 심볼을 포함한 비트값 제로로 설정함으로써, GF(2^9)에 대한 상기 RS[306,304,3] 코드로부터 GF(2^9)에 대한 SSRS[307,305,3]코드를 구성한다. 이것은, 도 5b에 도시된 행렬 V의 1개의 수평 코드어 h2내에 도시되어 있다. 상기 코드어 h2는, 비트값이 제로인 1비트(h23)를 각각 추가한 8비트를 각각 포함한 원래의 사용자 데이터 서브블록 L1의 304개의 정보심볼 h21을 포함한다. 또한, 상기 코드어 h2는, 마지막 비트 h25로서 비트값이 제로인 비트, 2개의 마지막 8비트 심볼+1개의 추가비트를 세 번째 마지막 심볼에 추가하는 17 패리티 비트 h22를 각각 포함한 3개의 추가 심볼을 포함한다. 세 번째 마지막 심볼의 나머지 7비트 h24는 공백으로 둔다.

GF(2^9)에 대한 RS[306,304,3]와 비교하여, GF(2^9)에 대한 SSRS[307,305,3]는, 패리티 비트가 덜 필요하다. GF(2^9)에 대한 RS[307,305,3]는 (h25를 포함한 모든 마지막 비트를 제로로 설정하는 것으로 인해) 8x2+1=17비트가 필요한 반면에, GF(2^9)에 대한 RS[306,304,3]는 9x2=18비트가 필요하다. 행렬 V가 216 SSRS[307,305,3]코드어를 포함하므로, GF(2^9)에 대한 RS[306,304,3]를 GF(2^9)에 대한 SSRS[307,305,3]로 대체함으로써 총 1x216/8=27바이트를 절약할 수 있다. 그럼에도 불구하도, GF(2^9)에 대한 SSRS[307,305,3]가 ECC의 제 3층으로서 사용되면, GF(2^9)에 대한 SSRS코드가 GF(2^9)에 대한 RS코드의 특수 클래스이므로 동일한 정정능력을 이룰 것이다.

도 6a에는 본 발명에 따른 인코딩방법의 제 3 실시예가 도시되어 있다. 여기서, GF(2^9)보다 큰 필드를 사용하여 하나의 코드어에서의 일부의 연속적인 행들을 인코딩한다. 제 1 및 제 2 실시예에서 상기 행렬 V의 1행은 GF(2^9)에 대한 RS[306,304,3]의 1개의 코드어를 구성하고, GF(2^{10})에 대한 RS[916,912,5]는 3행을 하나의 코드어로 인코딩할 수 있게 한다.

보다 큰 필드를 얻기 위해서는, 비트값이 제로인 1비트뿐만 아니라 2비트를 적어도 상기 사용자 데이터 서브블록 L1의 각 심볼에 추가하여 행렬 V1'을 얻는다. 패리티 심볼 V2'의 4개의 추가 열은, 각 행을 인코딩함으로써 함께 구성하는 행렬 V'이 얻어진다.

도 6b에는 단일 수평 코드어 h3이 도시되어 있다. 각 코드어 h3은, 비트값이 제로인 2개의 비트 h33을 각각 추가한

사용자 데이터 심볼의 3개의 연속적인 행 h311, h312, h313와, 상기 추가된 제로 h33을 포함한 상기 3개의 연속적인 행 h311, h312, h313을 인코딩하여 얻어진 10비트의 각 패리티 h32의 4개의 심볼을 포함한다.

GF(2 ^{9})에 대한 RS[306,304,3]와 비교하여, 이러한 코드는, 126 패리티 바이트를 절약하고 거의 동일한 정정능력을 갖는다. 도 4에 도시된 것처럼 동일한 디코더를 사용하는 경우, LDC 코드어에서이 하나의 디코더 실패만을 정정할 수 있다. 하나의 디코더 실패는, 4개의 소거를 정정할 수 있는 GF(2 ^{10})에 대한 RS[916,912,5]에 관한 3개의 소거에 해당한다. 그러나, LDC 코드어가 상기 제 3층의 오류전용 디코딩 후 다시 디코딩되면, 여러 가지 경우에 있어서 2개의 디코더 실패 또는 한 개의 디코더 오류를 복구할 수 있는데, 그 이유는 LDC디코딩 후 남는 오류 심볼이 GF(2 ^{10})에 대한 RS[916,912,5]의 한 개의 코드어에 위치될 가능성이, 랜덤한 오류라고 가정할 경우 적기 때문이다. 더욱이, LDC와 제 3층간의 디코딩 반복의 수가 증가되는 경우, 한번의 과정의 디코딩보다 낮은 성능을 얻을 것이다.

또 다른 실시예에 의하면, 코드블록 L의 전체 248행, 즉 사용자 데이터 서브 블록 L1과 상기 패리티 데이터 서브블록 L2의 모든 행을 GF(2 ^{10})에 대한 RS[916,912,5]로 보호하고 상기 제 3층 및 LDC를 반복적으로 디코딩하는 것이 가능하다. 이에 따라 54개의 별도의 패리티 바이트를 사용하여 사용자 데이터 서브블록 L1의 행들만을 보호하는 것보다 성능이 아주 좋아지게 될 것이다. 이러한 또 다른 실시예에서는, 또한, 상기 LDC 블록 L의 패리티 바이트를 제 3층에 의해 보호하는, 즉 패리티들에 관한 패리티들을 발생하여 보호한다. 상기 패리티들에 관한 패리티들은, 상기 제 3 층 및 LDC가 DVD에 사용된 것처럼 일종의 제품코드를 구성하기 때문에, GF(2 ^{10})에 대한 216개의 RS[916,912,5]보다 상기 전체 확장된 피켓 코드의 보다 큰 최소거리를 제공한다. 일반적으로 말하면, 큰 최소 거리를 갖는 제품 코드는, 반복적인 디코딩에 따라 좋은 성능을 달성할 것이다. 이때, 이러한 또 다른 실시예의 일반적인 아이디어, 즉 패리티 데이터 서브블록 L2의 행들의 인코딩은 마찬가지로 임의의 다른 실시예들에도 적용될 수 있다.

도 7a에는 본 발명에 따른 인코딩방법의 또 다른 실시예가 도시되어 있다. 상기 실시예는, 도 5a 및 도 6a에 도시된 제 2 및 제 3 실시예의 2가지 아이디어, 즉 SSRS 코드 및 하나의 코드 당 다수의 행의 인코딩을 조합한다. 이러한 실시예에 의하면, 행렬 V'의 3개의 연속적인 행은, 총 38개의 패리티 바이트를 얻는 GF(2 ^{10})에 대한 RS[917,913,5] 코드를 동시에 사용하여 인코딩된다.

도 7b에는 상기와 같은 하나의 코드어 h4가 도시되어 있다. 이 코드어는, 비트값이 제로인 2개의 비트 h43을 각각 추가한 사용자 데이터 심볼의 3개의 연속적 인 행 h411, h412, h413과, 마지막 5개의 심볼에 위치된 상기 얻어진 38개의 패리티 비트 h42 및 2개의 공백비트 h44를 포함한다. 또한, 상기 SSRS 코드가 사용되므로, 상기 코드어 h4의 마지막 5개의 심볼의 마지막 2비트는 비트값 제로로 설정된다.

또 다른 실시예에서, LDC 블록 L의 전체 248행이 GF(2 ^{10})에 대한 SSRS[917,913,5]에 의해 보호되고 제 3층 및 LDC가 반복적으로 디코딩되면, 51개의 여분의 패리티 비트를 사용하여 GF(2 ^{10})에 대한 216개의 SSRS[916,912,5]보다 좋은 성능을 얻을 것이다.

요약하면, 본 발명은 현재의 오류정정코드 설계와 호환성을 유지하는 것외에 랜덤 오류에 대한 정정능력을 개선한다. 본 발명은, 중복성 및 정정능력의 균형을 선택 가능하게 하고 디코더에 의해 용이하게 실행될 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

정보를 제 1 유한체에 대해 오류정정코드의 코드어들로 인코딩하고, 다수의 코드어를 사용자 데이터 서브블록 및 패리티 데이터 서브블록을 포함한 코드블록의 열 내에 배치하는 경우의 오류정정의 추가층을 오류정정코드 내에 삽입하고,

- 상기 제 1 유한체보다 큰 제 2 유한체에 대해 수평 오류정정코드를 사용하여 따로따로 또는 그룹별로 적어도 상기 사용자 데이터 서브블록의 행들을 인코딩하여 수평 패리티들을 얻는 단계와,

- 상기 오류정정코드 내에 추가층으로서 상기 수평 패리티들을 삽입하는 단계를 포함한 것을 특징으로 하는 삽입방법.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

소정값을 갖는 소정 수의 비트를, 상기 사용자 데이터 서브블록의 행들을 인코딩하기 전에 상기 사용자 데이터 서브블록의 각 심볼에 추가하는 것을 특징으로 하는 삽입방법.

청구항 3.
제 2 항에 있어서,

비트값이 제로인 1 또는 2비트를, 상기 사용자 데이터 서브블록의 각 심볼에 추가 하는 것을 특징으로 하는 삽입방법.

청구항 4.
제 1 항에 있어서,

상기 코드 블록은, 상기 LDC 블록의 열들에 배치된, LDC 코드어, 특히 제 1 유한체 GF(2^8)에 대한 코드어를 포함한 장거리코드(LDC) 블록인 것을 특징으로 하는 삽입방법.

청구항 5.
제 4 항에 있어서,

상기 사용자 데이터 서브블록의 각 행은, 유한체 GF(2^9)에 대한 [306,304,3] 리드 솔로몬 코드를 사용하여 따로따로 인코딩되는 것을 특징으로 하는 삽입방법.

청구항 6.
제 4 항에 있어서,

상기 사용자 데이터 서브블록의 각 행은, 리드 솔로몬 코드의 서브스페이스 서브코드를 사용하여, 특히 유한체 GF(2^9)에 대한 리드 솔로몬 코드의 서브스페이스 서브코드를 사용하여 따로따로 인코딩되는 것을 특징으로 하는 삽입방법.

청구항 7.
제 4 항에 있어서,

상기 사용자 데이터 서브블록의 행은, 적어도 2개의 연속적인 행, 특히 유한체 GF(2^{10})에 대한 리드 솔로몬 코드를 사용하여 3개의 연속적인 행의 그룹별로 인코딩되는 것을 특징으로 하는 삽입방법.

청구항 8.
제 4 항에 있어서,

상기 사용자 데이터 서브블록의 행은, 리드 솔로몬 코드의 서브스페이스 서브코드를 사용하여 적어도 2개의 연속적인 행, 특히 유한체 GF(2^{10})에 대한 리드 솔로몬 코드의 서브스페이스 서브코드를 사용하여 3개의 연속적인 행의 그룹별로 인코딩되는 것을 특징으로 하는 삽입방법.

청구항 9.
제 1 항에 있어서,

상기 전체의 코드블록의 행은, 따로따로 또는 그룹별로 인코딩되는 것을 특징으로 하는 삽입방법.

청구항 10.
제 1 항에 있어서,

상기 수평 패리티는, 추가 오류정정코드, 특히 GF(2^8)에 대한 리드 솔로몬 코드어를 포함한 버스트 표시기 서브코드(BIS)에 의해 인코딩되는 것을 특징으로 하는 삽입방법.

청구항 11.
정보를 제 1 유한체에 대해 오류정정코드의 코드어들로 인코딩하고, 다수의 코드어를 사용자 데이터 서브블록 및 패리티 데이터 서브블록을 포함한 코드블록의 열 내에 배치하는 경우, 청구항 1의 방법에 따라 오류정정의 추가층을 삽입한 오류정정코드를 디코딩하고,

- 상기 오류정정코드로부터 상기 수평 패리티를 추출하는 단계와,

- 상기 수평 패리티를 사용한 상기 제 1 유한체보다 큰 제 2 유한체에 대해, 청구항 1의 방법에서 인코딩하기 위해 사용되었던 상기 수평 오류정정코드를 사용하여 따로따로 또는 그룹별로 적어도 상기 사용자 데이터 서브블록의 행을

디코딩하는 단계를 포함한 것을 특징으로 하는 디코딩방법.

청구항 12.
정보를 제 1 유한체에 대해 오류정정코드의 코드어들로 인코딩하고, 다수의 코드어를 사용자 데이터 서브블록 및 패리티 데이터 서브블록을 포함한 코드블록의 열 내에 배치하는 경우의 오류정정의 추가층을 오류정정코드 내에 삽입하고,

- 상기 제 1 유한체보다 큰 제 2 유한체에 대해 수평 오류정정코드를 사용하여 따로따로 또는 그룹별로 적어도 상기 사용자 데이터 서브블록의 행들을 인코딩하여 수평 패리티들을 얻는 수단과,

- 상기 오류정정코드 내에 추가층으로서 상기 수평 패리티들을 삽입하는 수단을 구비한 것을 특징으로 하는 삽입장치.

청구항 13.
정보를 제 1 유한체에 대해 오류정정코드의 코드어들로 인코딩하고, 다수의 코드어를 사용자 데이터 서브블록 및 패리티 데이터 서브블록을 포함한 코드블록의 열 내에 배치하는 경우, 청구항 1의 방법에 따라 오류정정의 추가층을 삽입한 오류정정코드를 디코딩하고,

- 상기 오류정정코드로부터 상기 수평 패리티를 추출하는 수단과,

- 상기 수평 패리티를 사용한 상기 제 1 유한체보다 큰 제 2 유한체에 대해, 청구항 1의 방법에서 인코딩하기 위해 사용되었던 상기 수평 오류정정코드를 사용하여 따로따로 또는 그룹별로 적어도 상기 사용자 데이터 서브블록의 행을 디코딩하는 수단을 구비한 것을 특징으로 하는 디코딩장치.

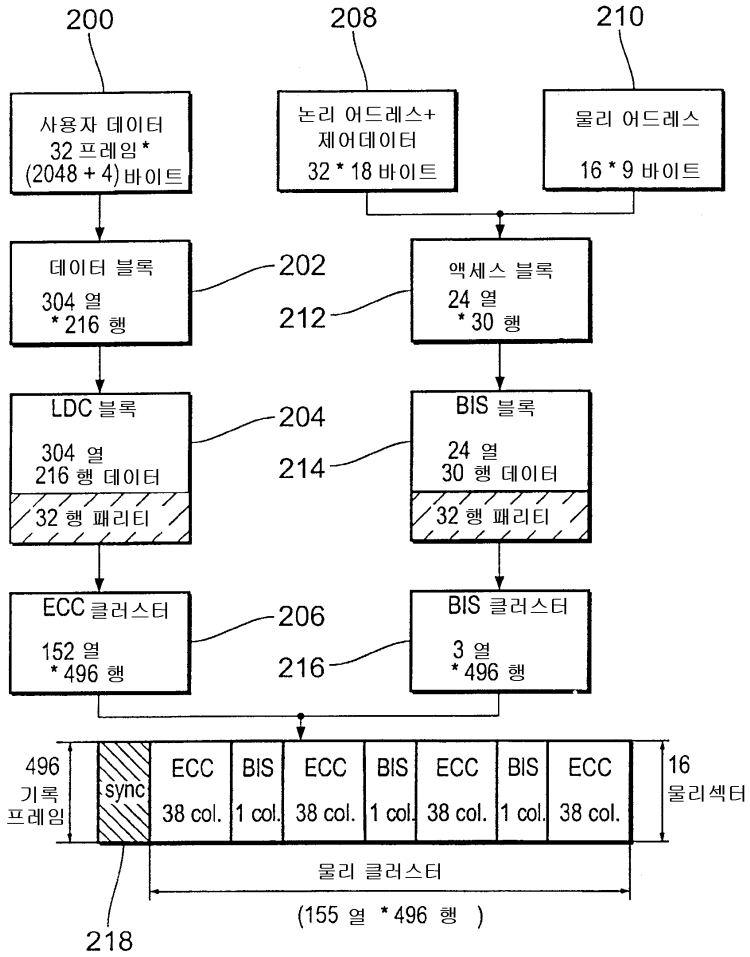
청구항 14.
오류정정코드에 추가층으로서 수평 패리티를 삽입하고, 사용자 데이터 서브블록 및 패리티 데이터 서브블록을 포함한 코드블록의 열 내에 상기 코드의 다수의 코드어 를 배치하는 경우, 청구항 1의 방법에 따라 오류정정의 추가층을 삽입한 상기 오류정정코드의 코드어 형태로 데이터를 저장한 것을 특징으로 하는 저장매체.

청구항 15.
오류정정코드에 추가층으로서 수평 패리티를 삽입하고, 사용자 데이터 서브블록 및 패리티 데이터 서브블록을 포함한 코드블록의 열 내에 상기 코드의 다수의 코드어를 배치하는 경우, 청구항 1의 방법에 따라 오류정정의 추가층을 삽입한 오류정정코드의 코드어 형태로 데이터를 포함한 것을 특징으로 하는 신호.

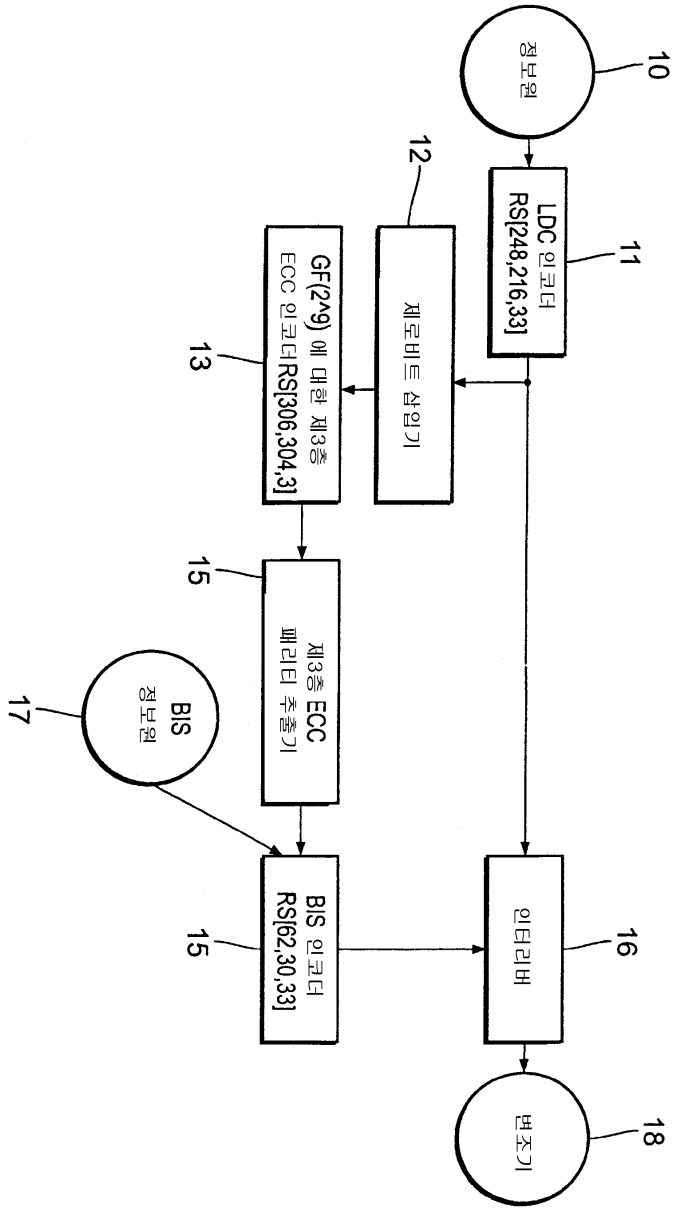
청구항 16.
컴퓨터 상에서 동작하는 경우, 청구항 1 또는 11의 방법의 단계들을 컴퓨터가 실행하도록 하는 프로그램 코드 수단을 포함한 것을 특징으로 하는 컴퓨터 프로그램.

도면

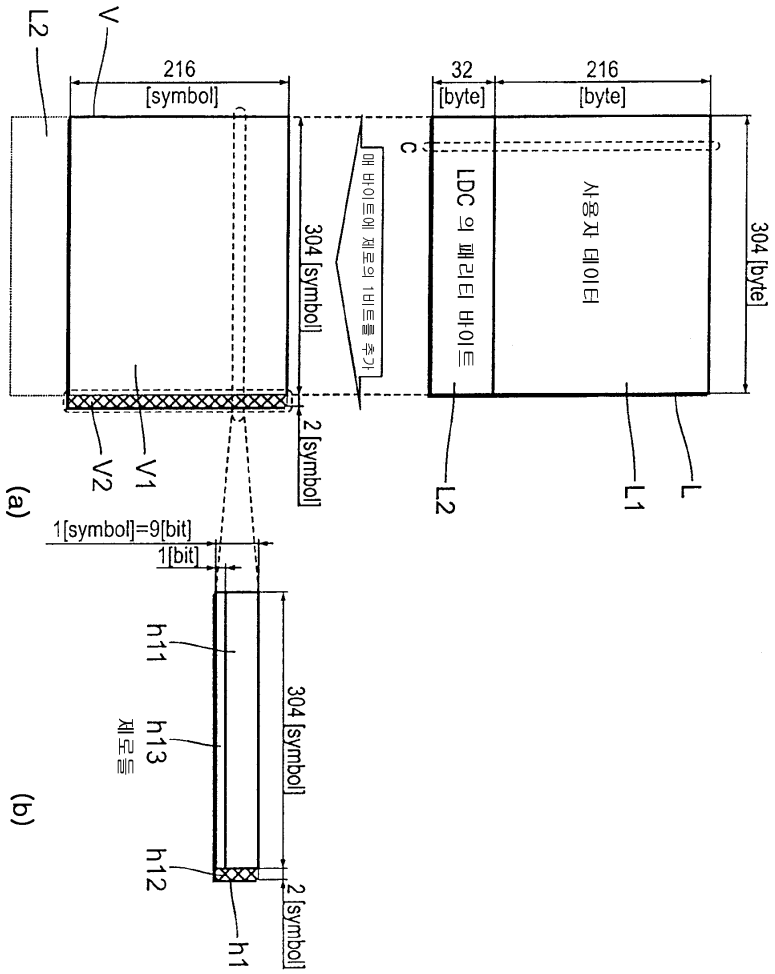
도면1


200
208
210
사용자 데이터
32 프레임 *
(2048 + 4) 바이트
논리 어드레스+
제어데이터
32 * 18 바이트
물리 어드레스
16 * 9 바이트
데이터 블록
304 열
* 216 행
202
212
액세스 블록
24 열
* 30 행
LDC 블록
304 열
216 행 데이터
32 행 패리티
204
214
BIS 블록
24 열
30 행 데이터
32 행 패리티
ECC 클러스터
152 열
* 496 행
206
216
BIS 클러스터
3 열
* 496 행
496
기록
프레임
sync
ECC
38 col.
BIS
1 col.
ECC
38 col.
BIS
1 col.
ECC
38 col.
BIS
1 col.
ECC
38 col.
16
물리섹터
물리 클러스터
(155 열 * 496 행)
218

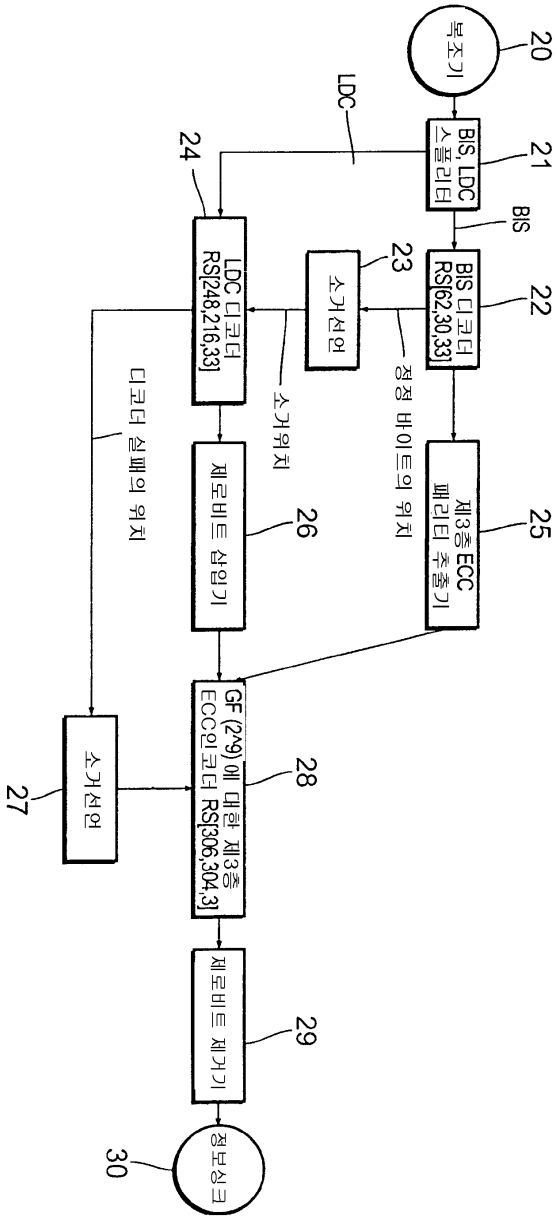
도면2


정보원
10
LDC 인코더
RS[248,216,33]
11
제로비트 삽입기
12
GF(2^9) 에 대한 제3층
ECC 인코더RS[306,304,3]
13
제3층 ECC
패리티 추출기
15
BIS
정보원
17
BIS 인코더
RS[62,30,33]
15
인터리버
16
변조기
18

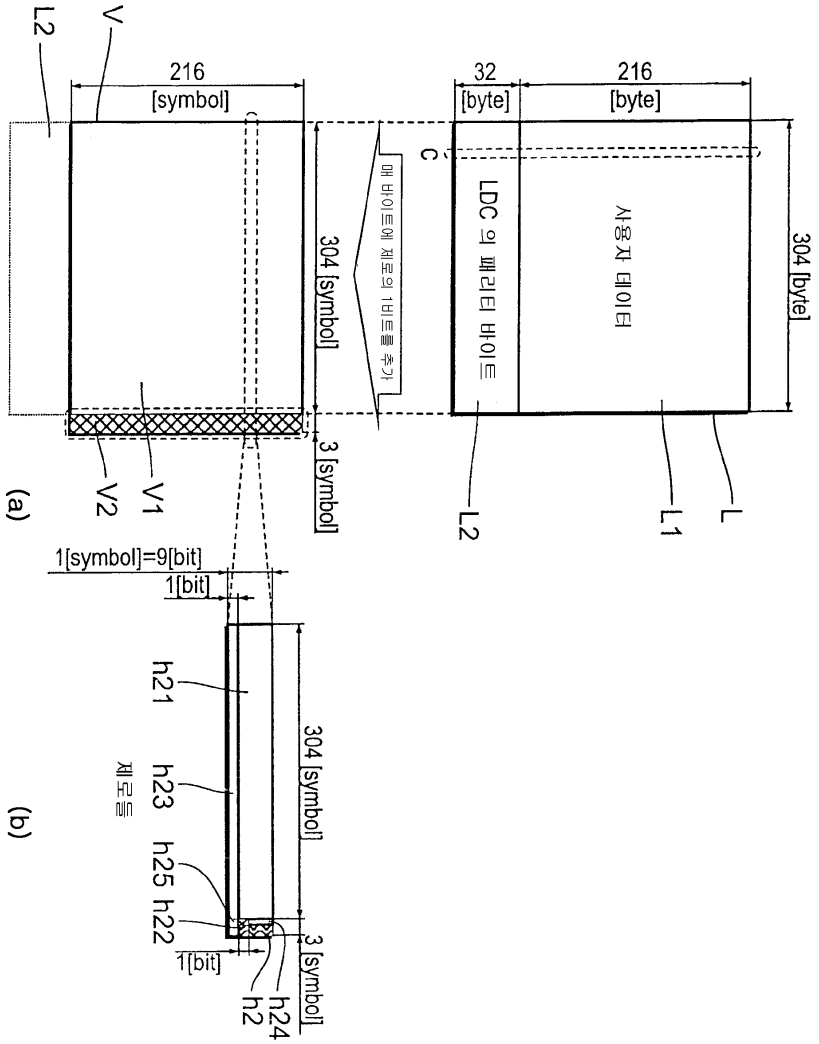
도면3


L2
V
216
[symbol]
304 [symbol]
2 [symbol]
V2
V1
(a)
1[symbol]=9[bit]
1[bit]
h11
h13
제로들
h12
h1
304 [symbol]
2 [symbol]
(b)
32
[byte]
216
[byte]
C
LDC 의 패리티 바이트
사용자 데이터
304 [byte]
L2
L1
L
애 바이트에 제로의 1바이트를 추가

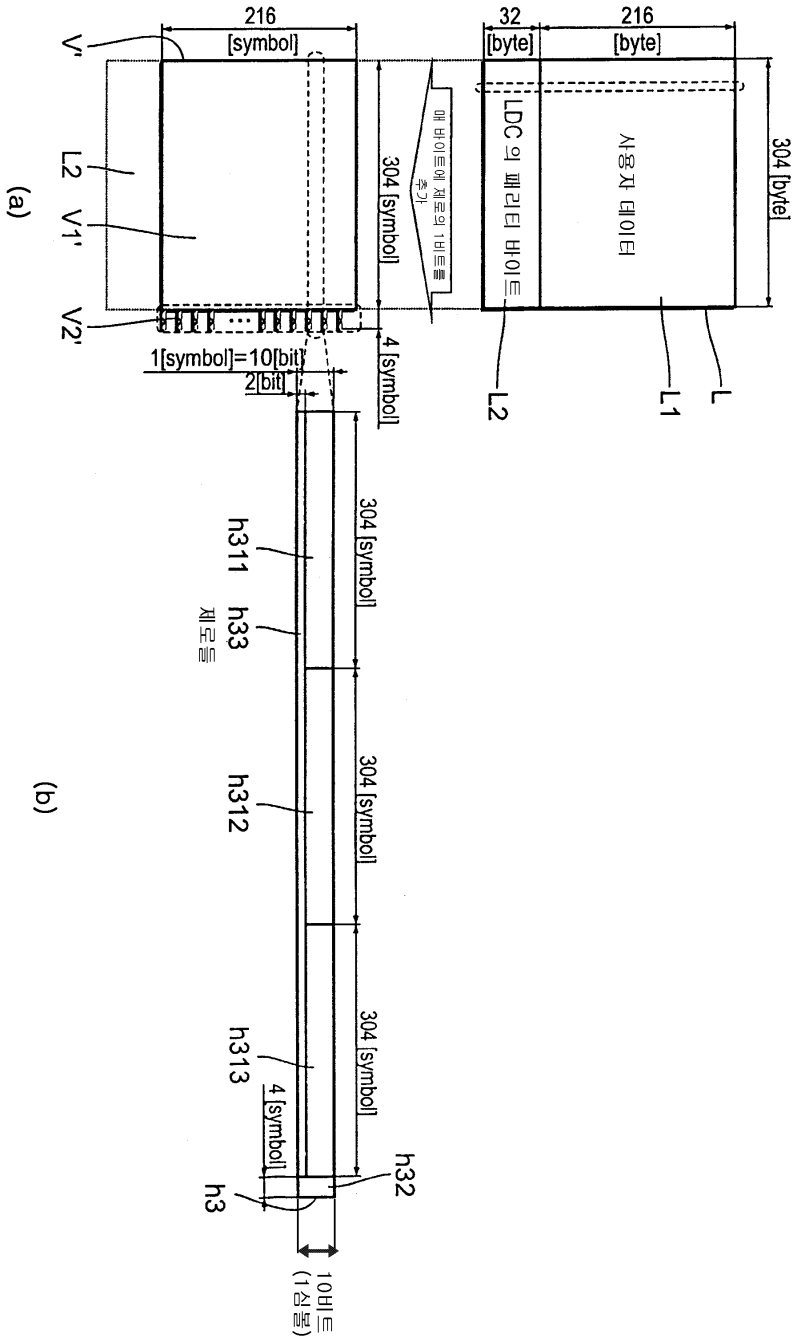
도면4


복조기
20
BIS, LDC 스플리터
21
LDC
BIS
BIS 디코더 RS[62,30,33]
22
소거선언
23
LDC 디코더 RS[248,216,33]
24
정정 바이트의 위치
소거위치
디코더 실패의 위치
제3층 ECC 패리티 추출기
25
제로비트 삽입기
26
GF (2^9)에 대한 제3층 ECC의 코더 RS[306,304,3]
28
소거선언
27
제로비트 제거기
29
정보싱크
30

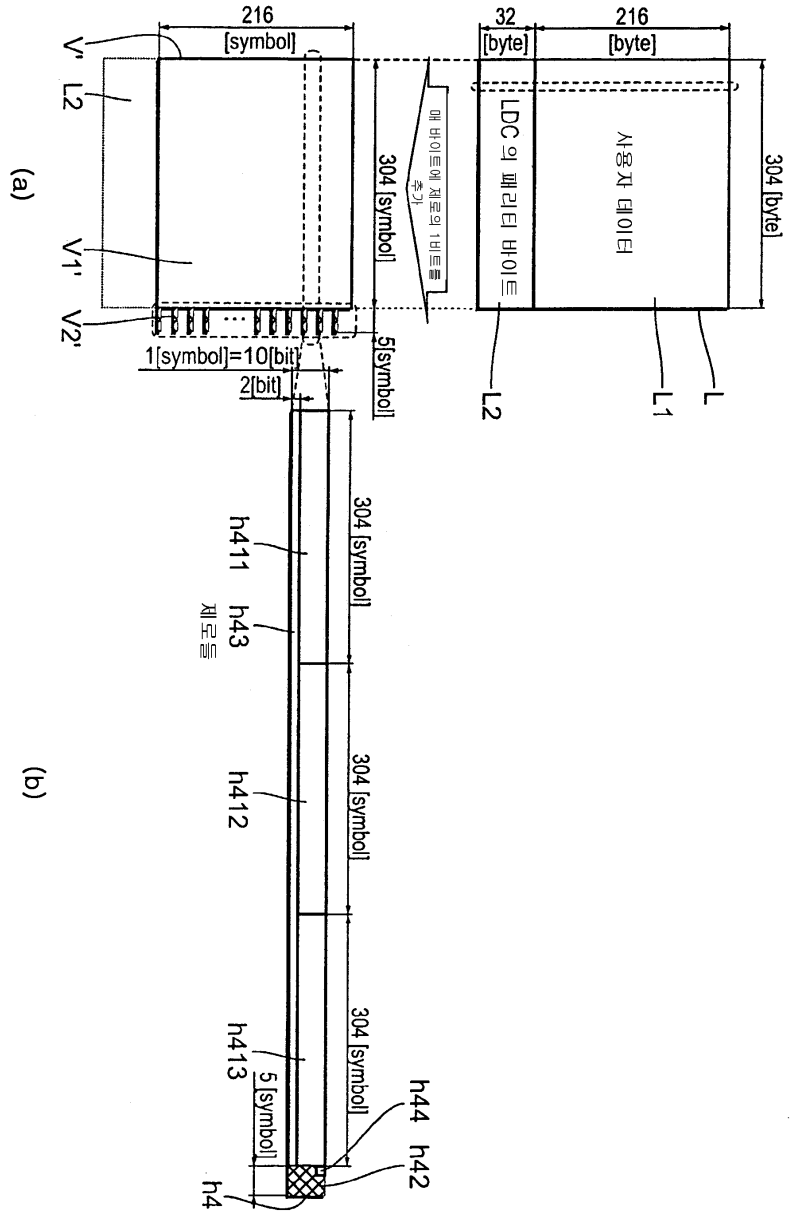
도면5


(a)
L2
V
216
[symbol]
304 [symbol]
3 [symbol]
V2
V1
C
매 바이트에 제로의 1비트를 추가
32
[byte]
216
[byte]
LDC 의 패리티 바이트
사용자 데이터
304 [byte]
L2
L1
L
(b)
1[symbol]=9[bit]
1[bit]
h21
h23
h25
h22
제로들
304 [symbol]
3 [symbol]
1[bit]
h24
h2

도면6


(a)
V'
L2
V1'
V2'
216
[symbol]
304 [symbol]
1[symbol]=10[bit]
2[bit]
4 [symbol]
32
[byte]
216
[byte]
304 [byte]
매 바이트에 제로의 1비트를 추가
LDC 의 패리티 바이트
사용자 데이터
L2
L1
L
(b)
h311
h33
제로들
h312
h313
h3
h32
304 [symbol]
304 [symbol]
304 [symbol]
4 [symbol]
10비트
(1심볼)

도면7


(a)
216 [symbol]
32 [byte]
216 [byte]
V'
L2
V1'
V2'
304 [symbol]
메 바이트에 제로의 1비트를 추가
LDC 의 패리티 바이트
사용자 데이터
304 [byte]
1[symbol]=10[bit]
2[bit]
5[symbol]
L2
L1
L
(b)
h411
304 [symbol]
h43
제로들
h412
304 [symbol]
304 [symbol]
h413
5 [symbol]
h44
h42
h4