



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년05월13일
(11) 등록번호 10-1033799
(24) 등록일자 2011년05월02일

(51) Int. Cl.
G11B 20/10 (2006.01) G11B 20/14 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-0032434(분할)
(22) 출원일자 2009년04월14일
심사청구일자 2009년04월14일
(65) 공개번호 10-2009-0045180
(43) 공개일자 2009년05월07일
(62) 원출원 특허 10-2004-0025855
원출원일자 2004년04월14일
(30) 우선권주장 JP-P-2003-108821 2003년04월14일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌 JP07182786 A
JP08077726 A
JP11317030 A

(73) 특허권자 파나소닉 주식회사
일본 오오사카후 가도마시 오오아자 가도마 1006 반치
(72) 발명자 미야시타 하루미츠
일본 나라 631-0013 나라시 나카야마초니시 2-1048-24
나카지마 다케시
일본 나라 631-0011 나라시 오시쿠마초 2047-8
기무라 나오히로
일본 교토 611-0021 우지시 우지니반 92
(74) 대리인 이병호, 장훈

전체 청구항 수 : 총 7 항

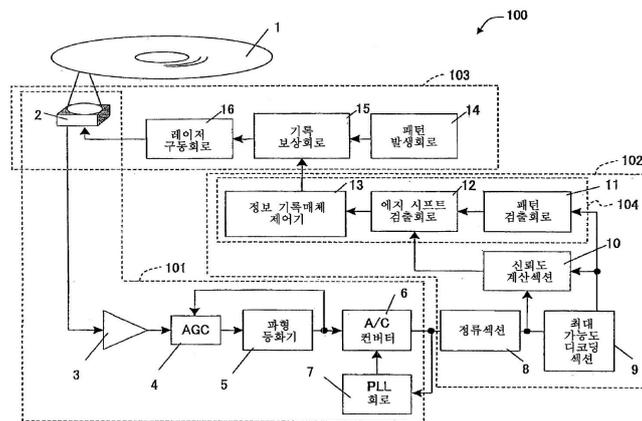
심사관 : 변성철

(54) 기록 제어 장치, 기록 및 재생 장치, 및 기록 제어 방법

(57) 요약

기록 제어 장치는, 정보 기록 매체로부터 재생된 정보를 나타내는 아날로그 신호로부터 발생된 디지털 신호를 수신하고 디지털 신호의 파형을 정류하는 파형 정류 섹션; 상기 정류된 파형을 가진 디지털 신호의 최대 가능도 디코딩을 수행하고 상기 최대 가능도 디코딩의 결과를 나타내는 이진 신호를 발생시키는 최대 가능도 디코딩 섹션; 상기 정류된 파형을 가진 디지털 신호 및 상기 이진 신호에 기초하여 상기 최대 가능도 디코딩의 결과에 대한 신뢰도를 계산하는 신뢰도 계산 섹션; 및 상기 계산된 신뢰도에 기초하여 상기 정보 기록 매체상에 상기 정보를 기록하기 위하여 기록 신호의 형상을 조절하는 조절 섹션을 포함한다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

최대 가능도 디코딩(maximum likelihood decoding)을 이용하여 재생된 신호를 디코딩하고 기록 매체 상에 기록된 기록 마크의 기록 시프트(recording shift)를 검출하는 방법에 있어서:

상기 최대 가능도 디코딩을 이용하여 선택된 n개의 상태 전이 경로들 중에서 상기 기록 마크의 에지 부분에 대응하는 m개의 패턴들을 검출하는 제 1 단계로서, n은 2보다 크거나 같은 정수이고, m은 n보다 작거나 같은 정수인, 상기 제 1 단계;

Pa, Pb 및 Pstd를 이용하여 최대 가능도 디코딩 결과의 신뢰도를 계산하기 위한 미리 결정된 처리를 수행하는 제 2 단계로서, 여기서 Pa는 상기 검출된 m개의 패턴들 중 제 1 패턴에서 상기 상태 전이의 확률을 표시하는 인덱스이고, Pb는 상기 제 1 패턴과는 상이한 상기 검출된 m개의 패턴들 중 제 2 패턴에서 상기 상태 전이의 확률을 표시하는 인덱스이고, -Pstd는 Pa=0일 때 Pa-Pb의 값으로 규정되거나 또는 Pstd는 Pb=0일 때 Pa-Pb의 값으로 규정되는, 상기 제 2 단계; 및

상기 제 2 단계에서의 상기 미리 결정된 처리로부터 획득된 정보에 기초하여, 상기 기록 마크의 상기 에지 부분의 상기 기록 시프트량 또는 상기 기록 마크의 상기 에지 부분의 상기 기록 시프트의 방향을 검출하는 제 3 단계를 포함하는, 디코딩 및 검출 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 단계에서, Pb-Pa-Pstd가 계산되고, 여기서 Pa는 상기 검출된 m개의 패턴들 중 제 1의 가장 가능성 있는 패턴에서 상기 상태 전이의 확률을 표시하는 인덱스이고, Pb는 상기 검출된 m개의 패턴들 중 제 2의 가장 가능성 있는 패턴에서 상기 상태 전이의 확률을 표시하는 인덱스이고, -Pstd는 Pa=0일 때 Pa-Pb의 값으로 규정되거나 또는 Pstd는 Pb=0일 때 Pa-Pb의 값으로 규정되는, 디코딩 및 검출 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제 3 단계에서, 상기 기록 마크의 상기 에지 부분의 기록 편차량이 상기 Pb-Pa-Pstd로부터 획득된 절대값에 기초하여 검출되는, 디코딩 및 검출 방법.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 제 3 단계에서, 상기 기록 마크의 상기 에지 부분의 상기 기록 시프트의 방향은 상기 Pb-Pa-Pstd로부터 획득된 부호에 기초하여 검출되는, 디코딩 및 검출 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 단계에서, |Pb-Pa| -Pstd가 계산되고, 여기서 Pa는 상기 검출된 m개의 패턴들 중 제 1의 가장 가능성 있는 패턴에서 상기 상태 전이의 확률을 표시하는 인덱스이고, Pb는 상기 검출된 m개의 패턴들 중 제 2의 가장 가능성 있는 패턴에서 상기 상태 전이의 확률을 표시하는 인덱스이고, -Pstd는 Pa=0일 때 Pa-Pb의 값으로 규정되거나 또는 Pstd는 Pb=0일 때 Pa-Pb의 값으로 규정되는, 디코딩 및 검출 방법.

청구항 6

기록 매체로서, 재생된 신호가 최대 가능도 디코딩을 이용하여 디코딩되고, 상기 기록 매체 상에 기록된 기록 마크의 기록 시프트가 검출되고, 기록 편차를 검출하는 방법이:

상기 최대 가능도 디코딩을 이용하여 선택된 n개의 상태 전이 경로들 중에서 상기 기록 마크의 에지 부분에 대

응하는 m개의 패턴들을 검출하는 제 1 단계로서, n은 2보다 크거나 같은 정수이고, m은 n보다 작거나 같은 정수인, 상기 제 1 단계;

Pa, Pb 및 Pstd를 이용하여 최대 가능도 디코딩 결과의 신뢰도를 계산하기 위한 미리 결정된 처리를 수행하는 제 2 단계로서, 여기서 Pa는 상기 검출된 m개의 패턴들 중 제 1 패턴에서 상기 상태 전이의 확률을 표시하는 인덱스이고, Pb는 상기 제 1 패턴과는 상이한 상기 검출된 m개의 패턴들 중 제 2 패턴에서 상기 상태 전이의 확률을 표시하는 인덱스이고, -Pstd는 Pa=0일 때 Pa-Pb의 값으로 규정되거나 또는 Pstd는 Pb=0일 때 Pa-Pb의 값으로 규정되는, 상기 제 2 단계; 및

상기 제2 단계에서의 상기 미리 결정된 처리로부터 획득된 정보에 기초하여, 상기 기록 마크의 상기 에지 부분의 상기 기록 시프트의 양 또는 상기 기록 마크의 상기 에지 부분의 상기 기록 시프트의 방향을 검출하는 제 3 단계를 포함하는, 기록 매체.

청구항 7

제 6 항에 따른 기록 매체 상에 기록된 정보를 재생하는 방법에 있어서:

상기 기록 매체를 레이저로 조사하는 단계;

상기 조사에 의해 상기 기록 매체로부터 반사광을 수신하는 단계; 및

상기 수신된 반사광으로부터 재생된 신호를 발생하는 단계를 포함하는, 정보 재생 방법.

청구항 8

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 이 정규 출원은 2003년 4월 14일 일본에서 출원된 특허 출원 2003-108821에 대해 U.S.C. 35 하에서 우선권을 주장하고, 그것의 전체 내용은 참조로서 본원에 포함된다.

[0002] 본 발명은 기록 제어 장치, 기록 및 재생 장치 및 최대 가능도 디코딩 방법을 사용하는 기록 제어 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0003] 휴대용 기록 매체상에 본래 디지털 정보를 기록하거나, 상기 매체로부터 상기 정보를 재생하기 위한 기록 및 재생 장치에서, 심지어 동일한 형상의 기록 펄스를 사용할 때조차 개별 장치들 또는 마크들 중 매체상에 형성된 마크들의 형상의 변화가 있을 수 있다. 이것은 재생된 신호의 품질을 상당한 차를 유발한다. 변화로 인한 신뢰도의 감소를 방지하기 위하여, 수정 동작은 예를 들어 기록 매체가 장착될 때 수행된다. 수정 동작은 사용자 데이터 신뢰도를 보장하기 위하여 재생 시스템, 기록 펄스의 형상 등의 특성 세팅을 최적화하기 위한 제어 동작이다.

[0004] 일반적인 정보 재생 장치는 재생 신호에 포함된 클럭 정보를 추출하고 추출된 클럭 정보를 기초로 본래의 디지털 정보를 식별하기 위한 PLL 회로를 포함한다.

[0005] 도 14는 종래 광학 디스크 드라이브를 도시한다. 광 디스크(17)에 의해 반사된 광은 광학 헤드(18)에 의해 재생 신호로 전환된다. 재생 신호는 파형 이퀄라이저(19)에 의해 형상 정류된다. 결과적인 재생 신호는 비교기(20)에 의해 이진화된다. 일반적으로, 비교기(20)의 임계치는 이진 신호 출력의 누적 결과가 0이도록 피드백 제어된다. 위상 비교기(21)는 이진 신호 출력들 및 재생 클럭들 사이의 위상 에러들을 얻는다. 위상 에러들은 LPF(22)에 의해 평균화되고 VCO(23)의 제어 전압은 처리 결과를 기초로 결정된다. 위상 비교기(21)는 위상 비교기(21)에 의해 출력된 위상 에러들이 항상 0이도록 피드백 제어된다. 정보가 열적으로 기록되는 기록 매체들에서, 그 위에 형성된 마크들의 형상은 기록될 마크 전후 매체들 및 기록 패턴들의 열적 간섭에 따라 가변한다. 그러므로, 각각의 패턴의 기록을 위하여 최적화되는 기록 파라미터들이 설정될 필요가 있다.

- [0006] 상기된 에러 검출 출력은 기록 파라미터를 평가하기 위한 인덱스이다. 기록 파라미터는 에러 검출 출력이 가능한 한 작도록 설정된다. 특히, 기록 보상 회로(27)는 처음에서 설정된 기록 파라미터를 사용하여 패턴 발생 회로(26)로부터 출력된 기록 패턴을 기초로 미리 기술된 패턴을 가진 펄스를 발생한다. 레이저 구동 회로(28)는 광학 디스크 상에 정보를 기록한다. 정보가 그 위에 기록된 미리 기술된 패턴을 가진 트랙으로부터 재생되는 중에, 에러 검출 회로(24)는 비교기(20)로부터의 출력 및 VCO(23)로부터의 출력 사이에 위상 에러들의 절대값들을 누적하여, 검출 신호를 얻는다. 검출 신호는 재생 클럭 및 이진화 펄스 에지 사이에서 지터와 상관된다. 기록 및 재생은 여러 기록 파라미터들로 반복적으로 수행된다. 검출값이 최소일 때 사용되는 기록 파라미터는 최적 기록 파라미터로서 결정된다.
- [0007] 도 15는 에러 검출 회로의 특정 동작을 도시한다. 여기서, 6T, 4T, 6T 및 8T의 반복을 가진 기록 패턴은 사용된다. 4T 마크들 및 6T 공간들의 결합 패턴에 해당하는 마크 종료 예지는 최적화된다. 6T 공간들 및 8T 마크들의 결합 패턴에 해당하는 마크 시작 예지, 및 8T 마크들 및 6T 공간들의 결합 패턴에 해당하는 마크 종료 예지는 최적의 기록 파라미터로 기록된다.
- [0008] 도 15의 파트(a)에 도시된 기간을 가진 NRZI 신호를 제공할 때, 기록 보상 회로(27)는 도 15의 파트(b)에 도시된 레이저 파형 펄스를 발생한다. T_{sfp} 는 마크 시작 위치를 설정하기 위한 파라미터이고, T_{elp} 는 마크 종료 위치를 설정하기 위한 파라미터이다. 레이저 구동 회로(28)는 도 15의 파트(b)에 도시된 패턴에 따른 광 방사 전력을 변조한다. 비정질 영역은 레이저 광에 의해 도 15의 파트(c)에 도시된 바와 같이 트랙상에 물리적으로 형성된다. T_{elp} 가 T_{elp1} , T_{elp2} 및 T_{elp3} 으로서 가변될 때, 형성된 마크의 형상은 도 15의 파트(c)에 도시된 바와 같이 변화된다. 상기 마크들을 가진 트랙으로부터 정보 재생은 논의될 것이다.
- [0009] 4T 마크의 종료시 기록 파라미터가 최적값인 T_{elp2} 일 때, 도 15의 파트(d)에서 실선으로 도시된 재생 신호는 얻어진다. 임계값은 비교기(20)로부터의 출력 누적값이 0이도록 정의된다. 비교기(20)로부터의 출력 및 재생 클럭 사이의 위상 차는 검출되고, 재생 클럭(도 15의 파트(e))은 위상 에러들의 누적값이 0이도록 발생된다.
- [0010] 4T 마크의 종료시 기록 파라미터가 최적값보다 작은 T_{elp1} 을 형성하는 경우, 실선으로 도 15의 파트(f)에 도시된 재생 신호는 얻어진다. 4T 마크의 종료 예지가 시간 축 방향으로 가변하기 때문에, 비교기(20)의 임계치(T_v)는 도 15의 파트(f)에서 일점 점선으로 표시된 바와 같이 도 15의 파트(d)에 도시된 재생 신호에서보다 크다. 비교기(20)로부터 출력에서 변화로 인해, 재생 클럭의 위상은 위상 에러들의 누적값이 0이도록 도 15의 파트(e)에 도시된 재생 클럭과 비교하여 앞선다. 결과적으로, 도 15의 파트(g)에 도시된 재생 클럭은 발생된다.
- [0011] 4T 마크의 종료시 기록 파라미터가 최적값보다 큰 T_{elp3} 을 형성하는 경우, 실선으로 도 15의 파트(h)에 도시된 재생 신호는 얻어진다. 4T 마크의 종료 예지가 시간 축 방향으로 가변하기 때문에, 비교기(20)의 임계치(T_v)는 도 15의 파트(h)에서 일점 쇄선으로 표시된 바와 같은 도 15의 파트(d)에 도시된 재생 신호에서보다 작다. 비교기(20)로부터의 출력 변화로 인해, 재생 클럭의 위상은 위상 에러들의 누적값이 0이도록 도 15의 파트(e)에 도시된 재생 클럭과 비교하여 뒤진다. 결과적으로, 도 15의 파트(i)에 도시된 재생 클럭은 발생된다.
- [0012] 마크 종료 예지(재생 신호의 상승 예지) 및 재생 클럭(소위 데이터 클럭 지터) 사이의 시간 차의 측정 결과는 도 15의 파트(j) 내지 (l)에 도시된 분포를 나타낸다. 예지들 양쪽이 동일한 변화값들의 정상적인 분포를 나타내도록 4T 마크 종료 예지 및 8T 마크 종료 예지가 변화를 갖는 것이 추정된다.
- [0013] 도 15의 파트(d)에 도시된 재생 신호, 및 도 15의 파트(e)에 도시된 재생 클럭의 경우, 비교기(20)로부터의 출력 및 마크 종료 예지(상승 예지)에서 재생 클럭 사이의 시간 차 분포는 도 15의 파트(k)에 도시된다. 4T 마크 종료 예지에서 분포된 값들의 평균값, 및 8T 마크 종료 예지에서 분포된 값들의 평균값은 각각 0이다.
- [0014] 4T 마크의 종료 기록 파라미터가 T_{elp1} (최적값 T_{elp2} 보다 작음)인 경우, 4T 마크 종료 예지에서 분포된 값들의 평균값이나, 8T 마크 종료 예지에서 분포된 값들의 평균값 어느 것도 0이 아니지만, 도 15의 파트(j)에 도시된 바와 같이, 양쪽은 동일한 거리만큼 0으로부터 떨어져 있다. 그러므로, 상승 예지에서 총 변화는 도 15의 파트(k)의 경우보다 크다.
- [0015] 4T 마크의 종료 기록 파라미터가 T_{elp3} (최적값 T_{elp2} 보다 큼)인 경우, 4T 마크 종료 예지에서 분포된 값들의 평균값이나, 8T 마크 종료 예지에서 분포된 값들의 평균값 어느 것도 0이 아니지만, 도 15의 파트(i)에 도시된 바와 같이, 양쪽은 동일한 거리만큼 0으로부터 떨어져 있다. 도 15의 파트(j) 및 파트(i)에서, 4T 마크 종료 예지의 분포 및 8T 마크 종료 예지의 분포는 반전된다. 이 경우, 상승 예지에서 총 변화는 도 15의 파트(k)의 경우보다 크다.

[0016] 위상 에러들의 절대값들의 누적 결과가 에러 검출 출력인 경우, 에러 검출값은 기록 파라미터(Te1p)의 변화에 따라 도 15의 파트(m)에 도시된 바와 같이 변화한다. 따라서, 기록 파라미터는 변화되고, 에러 검출 회로(24)로부터의 출력이 최소일 때 기록 파라미터는 최적 기록 파라미터처럼 결정된다.

[0017] 상기 실시예에서, 4T 마크 종료 예지에서 기록 파라미터 Te1p는 최적화된다. 다른 기록 파라미터들에 대하여, 각각의 특정 파라미터를 사용한 검사 기록은 수행되고 최적의 기록 파라미터들은 에러 검출 출력을 기초로 얻어진다.

[0018] 도 16은 상기된 과정에 따라 모든 기록 파라미터들을 얻기 위한 동작을 도시하는 흐름도이다. 검사 기록들이 수행되는 매체의 영역들은 액세스되고(S161), 검사 기록은 마크 시작 예지에서 기록 파라미터 또는 마크 종료 예지에서 기록 파라미터가 소정 영역(예를 들어, 섹터 단위)(S163)에 의해 소정 영역 변화되는 동안 수행된다. 정보는 검사 기록 영역들로부터 재생되고, 에러 검출 출력들에는 기록 파라미터가 변화되는(S164) 단위 영역이 얻어진다. 에러 검출 출력이 최소화되는 기록 파라미터는 최적 파라미터(S165)로서 결정된다. 이 동작은 모든 최적 파라미터들이 얻어질 때까지(S162)(일본 공개공보 2000-2000418 및 2001-109597 참조) 반복된다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0019] 지터가 최소화되도록 기록 파라미터가 설정되는 상기된 방법은 다음 문제를 가진다. 최대 가능도 디코딩 방법을 적용한 시스템에서, 에러 발생 가능도는 필수적으로 최소이지 않다. 통상적으로 최대 가능도 디코딩 방법에 의해, 신호 패턴은 재생 신호 파형으로부터 평가되고, 재생 신호 파형 및 평가된 신호 파형은 서로 비교되어, 재생 신호는 최대 가능도를 가진 신호 패턴을 구비한 신호로 디코딩된다. 최대 가능도 디코딩 방법에 의해, 에러 발생 가능도는 재생 신호 파형 및 평가된 신호 파형 사이의 차가 작을 때 작다.

과제 해결수단

[0020] 본 발명의 일측면에 따라, 기록 제어 장치는, 정보 기록 매체로부터 재생된 정보를 나타내는 아날로그 신호로부터 발생된 디지털 신호를 수신하고, 디지털 신호의 파형을 정류하기 위한 파형 정류 섹션; 정류된 파형을 가진 디지털 신호의 최대 가능도 디코딩을 수행하고, 최대 가능도 디코딩 결과를 나타내는 이진 신호를 발생하기 위한 최대 가능도 디코딩 섹션; 정류된 파형 및 이진 신호를 가진 디지털 신호를 기초로 최대 가능도 디코딩의 결과 신뢰도를 계산하기 위한 신뢰도 계산 섹션; 및 계산된 신뢰도를 기초로 정보 기록 매체상에 정보를 기록하기 위한 기록 신호 형상을 조절하기 위한 조절 섹션을 포함한다.

[0021] 본 발명의 일실시예에서, 조절 섹션은 기록 신호의 소정 부분의 형상을 조절한다.

[0022] 본 발명의 일실시예에서, 조절 섹션은 기록 신호의 예지 위치를 조절한다.

[0023] 본 발명의 일실시예에서, 최대 가능도 디코딩 섹션은 등화 시스템 PR(C0,C1,C0) 및 최소 극성 반전 간격 2를 가진 기록 심볼에 의해 한정된 상태 전이 규칙을 사용하여 최대 가능도 디코딩을 수행한다.

[0024] 본 발명의 일실시예에서, 최대 가능도 디코딩 섹션은 등화 시스템 PR(C0,C1,C1,C0) 및 최대 극성 반전 간격 2를 가진 기록 심볼에 의해 한정된 상태 전이 규칙을 사용하여 최대 가능도 디코딩을 수행한다.

[0025] 본 발명의 일실시예에서, 최대 가능도 디코딩 섹션은 등화 시스템 PR(C0,C1,C2,C1,C0) 및 최대 극성 반전 간격 2를 가진 기록 심볼에 의해 한정된 상태 전이 규칙을 사용하여 최대 가능도 디코딩을 수행한다.

[0026] 본 발명의 일실시예에서, 신뢰도 계산 섹션은 정보 기록 매체 및 이진 신호상에 형성된 기록 마크의 종료에 대응하는 디지털 신호를 기초로 신뢰도를 계산한다.

[0027] 본 발명의 일실시예에서, 조절 섹션은 신뢰도를 개선하기 위하여 기록 신호의 형상을 조절한다.

[0028] 본 발명의 일실시예에서, 조절 섹션은 계산된 신뢰도의 누적값 및 계산된 신뢰도의 평균값 중 하나를 계산하고, 누적값 및 평균값 중 하나를 기초로 기록 신호의 형상을 조절한다.

[0029] 본 발명의 일실시예에서, 조절 섹션은 기록 마크 길이 및 공간 길이의 각각의 결합을 위하여 계산된 신뢰도의 누적값 및 계산된 신뢰도의 평균값 중 하나를 계산한다.

[0030] 본 발명의 다른 특징에 따라, 기록 및 재생 장치는, 정보 기록 매체로부터 재생된 정보를 나타내는 아날로그 신

호로부터 디지털 신호를 발생하기 위한 재생 섹션; 디지털 신호를 수신하고 디지털 신호의 파형을 정류하기 위한 파형 정류 섹션; 정류된 파형을 가진 디지털 신호의 최대 가능도 디코딩을 수행하고, 최대 가능도 디코딩의 결과를 나타내는 이진 신호를 발생하기 위한 최대 가능도 디코딩 섹션; 정류된 파형 및 이진 신호를 가진 디지털 신호를 기초로 최대 가능도 디코딩의 결과 신뢰도를 계산하기 위한 신뢰도 계산 섹션; 계산된 신뢰도를 기초로 정보 기록 매체상에 정보를 기록하기 위한 기록 신호의 형상을 조절하기 위한 조절 섹션; 및 기록 신호의 형상 조절 결과를 기초로 정보 기록 매체상에 정보를 기록하기 위한 기록 섹션을 포함한다.

- [0031] 본 발명의 또다른 특징에 따라, 기록 제어 방법은, 정보 기록 매체로부터 재생된 정보를 나타내는 아날로그 신호로부터 발생된 디지털 신호를 수신하고, 디지털 신호의 파형을 정류하는 단계; 정류된 파형을 가진 디지털 신호의 최대 가능도 디코딩을 수행하고, 최대 가능도 결과를 나타내는 이진 신호를 발생시키는 단계; 정류된 파형 및 이진 신호를 가진 디지털 신호를 기초로 최대 가능도 디코딩 결과 신뢰도를 계산하는 단계; 및 계산된 신뢰도를 기초로 정보 기록 매체상 정보를 기록하기 위한 기록 신호의 형상을 조절하는 단계를 포함한다.
- [0032] 본 발명의 일실시예에서, 조절 단계는 기록 신호의 상기된 부분의 형상을 조절하는 단계를 포함한다.
- [0033] 본 발명의 일실시예에서, 조절 단계는 기록 신호의 에지 위치를 조절하는 단계를 포함한다.
- [0034] 따라서, 여기에 기술된 본 발명은 기록 제어 장치, 기록 및 재생 장치, 및 정보를 기록할 때 기록 파라미터를 최적화하기 위한 기록 제어 방법을 제공하여, 최대 가능도 디코딩시 에러 발생 가능성을 최소화하는 장점을 제공한다.
- [0035] 본 발명의 이들 및 다른 장점들은 첨부 도면을 참조하여 다음 상세한 설명을 판독 및 이해하는 당업자에게 명백할 것이다.
- [0036] 이후, 본 발명은 첨부 도면을 참조하여 도시된 실시예 방식으로 기술될 것이다.

효 과

- [0037] 본 발명에 따르면, 최대 가능도 디코딩의 결과에 대한 신뢰도는 최대 가능도 디코딩 섹션에 의하여 발생된 파형 정류 및 이진 신호를 가진 디지털 신호에 기초하여 계산된다. 계산된 신뢰도에 기초하여, 기록 매체상에 정보를 기록하기 위한 기록 신호의 형상이 조절된다. 따라서, 기록 신호의 형상은 최대 가능도 디코딩의 결과의 신뢰도를 개선하기 위하여 조절될 수 있으며 최대 가능도 디코딩의 시간에 에러확률은 감소될 수 있다.
- [0038] 본 발명에 따르면, 최대 가능도 디코딩 방법에 적합한 기록 파라미터는 최대 가능도 디코딩 방법을 사용하여 신호가 디코딩될 때 에러 확률이 최소가 되도록 세팅된다. 최대 가능도 디코딩의 결과에 대한 신뢰도는 기록 마크의 마크 시작 에지 및 마크 종료 에지에 대응하는 신호의 부분들을 위하여 계산되며 최대 가능도 디코딩 방법에 의하여 높은 에러확률을 가진다. 이러한 계산은 마크 길이/공간 길이 결합들의 각각에 대하여 실행된다. 계산 결과에 기초하여, 마크 시작 에지의 위치 및 마크 종료 에지의 위치를 최적화하기 위한 기록 파라미터가 얻어진다. 정보 기록은 얻어진 기록 파라미터를 반영하기 위하여 수행된다. 최대 가능도 디코딩의 시간에 높은 에러 확률을 가진 기록 신호의 일부분에 대한 기록 파라미터를 최적화함으로써, 재생된 정보의 신뢰도가 개선될 수 있다.
- [0039] 전술한 바와 같이, 본 발명은 기록 제어 장치, 기록 및 재생장치, 및 최대 가능도 디코딩 방법을 사용하는 기록 제어방법에 특히 유용하다.
- [0040] 다양한 다른 수정들은 본 발명의 범위 및 사상을 벗어나지 않고 당업자에 의하여 용이하게 수행될 수 있다. 따라서, 여기에 첨부된 청구항들의 범위는 여기에 기술된 상세한 설명에 제한되지 않고 청구항들은 가장 넓게 구성된다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0041] 우선, 최대 가능도 디코딩 방법을 사용함으로써 얻어진 재생 신호의 품질을 평가하기 위한 방법이 기술될 것이다. 다음 실시예에서, 최소 극성 반전 간격 2를 가진 기록 심볼은 사용되고, 신호의 파형은 정류되어 기록 및 재생시 신호의 주파수 특성은 PR(1,2,2,1)과 매칭한다.
- [0042] 여기서 순간적인 기록 심볼은 b_k 이고, 바로 이전 기록 신호는 b_{k-1} 이고, 두번째 이전 기록 신호는 b_{k-2} 이고, 3번째 이전 기록 신호는 b_{k-3} 이고, 이상적인 출력값 레벨 매칭 PR(1,2,2,1)은 수학식 1에 의해 표현된다.

[0043] [수학식 1]

[0044] **레벨 $v = b_{k-3} + 2b_{k-2} + 2b_{k-1} + b_k$**

[0045] 여기서 k는 시간을 나타내는 정수이고, v는 0 내지 6의 정수이다.

[0046] 여기서 시간 k의 상태는 $S(b_{k-2}, b_{k-2}, b_k)$ 이고, 상태 전이 표(표 1)가 얻어진다.

[0047] [표 1]

[0048] PR(1,2,2,1)의 등화 시스템 및 2T의 최대 극성 반전 간격을 가진 기록 심볼의 결합을 기초로 상태 변이

[0049]

시간 k-1에서의 상태 $S(b_{k-3}, b_{k-2}, b_{k-1})$	시간 k에서의 상태 $S(b_{k-2}, b_{k-1}, b_k)$	B_k /레벨 v
S(0, 0, 0)	S(0, 0, 0)	0/0
S(0, 0, 0)	S(0, 0, 1)	1/1
S(0, 0, 1)	S(0, 1, 1)	1/3
S(0, 1, 1)	S(1, 1, 0)	0/4
S(0, 1, 1)	S(1, 1, 1)	1/5
S(1, 0, 0)	S(0, 0, 0)	0/1
S(1, 0, 0)	S(0, 0, 1)	1/2
S(1, 1, 0)	S(1, 0, 0)	0/3
S(1, 1, 1)	S(1, 1, 0)	0/5
S(1, 1, 1)	S(1, 1, 1)	1/6

[0050] 여기서, 간략화를 위하여, 시간 k에서 상태(0, 0, 0)_k는 S0_k이고, 시간 k에서 상태(0, 0, 1)_k는 S1_k이고, 시간 k에서 상태(0, 1, 1)_k는 S2_k이고, 시간 k에서 상태(1, 1, 1)_k는 S3_k이고, 시간 k에서 상태(1, 1, 0)_k는 S4_k이고, 시간 k에서 상태(1, 0, 0)_k는 S5_k이고, 도 2에 도시된 상태 전이 도면은 얻어진다. 도 2에 도시된 상태 전이 도면은 PR(1,2,2,1)의 등화 시스템 및 최소 극성 반전 간격 2에 의해 한정된 상태 전이 규칙을 나타낸다. 시간 축에 따라 이런 상태 전이 도면을 전개함으로써, 도 3에 도시된 격자구조 도면은 얻어진다. 지금 시간 k에서 상태 S0_k 및 시간 k-4에서 상태 S0_{k-4}는 논의될 것이다. 도 3은 상태 S0_k 및 상태 S0_{k-4} 사이를 나타낼 수 있는 두개의 상태 전이 경로들을 도시한다. 여기서 상태 전이 경로들 중 하나는 경로 A이고, 경로 A는 상태 S2_{k-4}, S4_{k-3}, S5_{k-2}, S0_{k-1} 및 S0_k를 따른다. 여기서 상기 상태 전이 경로들 중 다른 하나는 경로 B이고, 경로 B는 상태 S2_{k-4}, S3_{k-3}, S4_{k-2}, S5_{k-1} 및 S0_k를 따른다. 여기서 시간 K-6 내지 시간 K에서 최대 가능도 디코딩 결과는 (C_{K-6}, C_{K-5}, C_{K-4}, C_{K-3}, C_{K-2}, C_{K-1}, C_K)이다. (C_{K-6}, C_{K-5}, C_{K-4}, C_{K-3}, C_{K-2}, C_{K-1}, C_K) = (0, 1, 1, X, 0, 0, 0)의 디코딩 결과가 얻어질 때 (여기서 X는 0 또는 1), 상태 전이 경로 A 또는 B는 최대 가능도를 갖도록 평가된다. 경로 A 및 경로 B는 시간 K-4에서 상태가 상태 S2_{k-4} 인 동일 레벨 가능도를 가진다. 그러므로, 경로 A 또는 경로 B중 어느 것이 최대 가능도를 갖는지는 (i) 시간 K-3 내지 K로부터 재생 신호 y_{K-3} 내지 y_K 값 및 (ii) 예상되는 경로 A의 값 또는 예상되는 경로 B의 값 사이 차의 제곱 누적값을 발견함으로써 결정될 수 있다. 여기서 (i) 시간 k-3 내지 시간 k에서 재생 신호 y_{k-3} 내지 재생 신호 y_k의 값 및 (ii) 예상되는 경로 A의 값 사이 차의 제곱의 누적값은 Pa 이고, Pa는 식 2에 의해 표현된다. 여기서 (i) 시간 k-3 내지 시간 k에서 재생 신호 y_{k-3} 내지 재생 신호 y_k의 값 및 (ii) 예상되는 경로 B의 값 사이 차의 제곱의 누적값은 Pb 이고, Pb는 수학식 3에 의해 표현된다.

[0051] [수학식 2]

[0052] **$P_a = (y_{k-3} - 4)^2 + (y_{k-2} - 3)^2 + (y_{k-1} - 1)^2 + (y_k - 0)^2$**

[0053] [수학식 3]

[0054] **$P_b = (y_{k-3} - 5)^2 + (y_{k-2} - 5)^2 + (y_{k-1} - 3)^2 + (y_k - 1)^2$**

[0055] 최대 가능도 디코딩 결과의 신뢰도를 나타내는 Pa 및 Pb(즉, Pa-Pb) 사이의 차는 다음 의미를 가진다. 최대 가능도 디코딩 섹션은 Pa << Pb일 때 신뢰도를 가진 경로 A를 선택하고 Pa >> Pb일 때 신뢰도를 가진 경로 B를 선택한

다. $P_a = P_b$ 일 때, 경로 A 또는 경로 B 어느 것을 선택하는데 비정상은 발견되지 않는다. 디코딩 결과가 옳은 가능성을 50%이다. 소정 시간 또는 소정 시간 수에 해당하는 디코딩 결과로부터 $P_a - P_b$ 를 발견함으로써, 도 4A에 도시된 바와 같은 $P_a - P_b$ 의 분포는 얻어진다.

[0056] 도 4a는 노이즈가 재생 신호에 중첩될 때 $P_a - P_b$ 의 분포를 도시한다. 분포는 두개의 피크를 가진 주파수이다. 하나의 피크는 $P_a=0$ 일 때이고 다른 피크는 $P_b=0$ 일 때이다. 여기서, $P_a=0$ 일 때 $P_a - P_b$ 의 값은 $-P_{std}$ 로서 표현되고, $P_b=0$ 일 때 $P_a - P_b$ 의 값은 P_{std} 로서 표현된다. $P_a - P_b$ 의 절대값은 계산되고, $|P_a - P_b| - P_{std}$ 는 얻어진다.

[0057] 도 4b는 $|P_a - P_b| - P_{std}$ 의 분포를 도시한다. 표준 편차 σ 및 도 4b에 도시된 분포의 평균값 P_{ave} 는 얻어진다. 도 4b에 도시된 분포는 정상 분포이고, 예를 들어 디코딩 결과 $|P_a - P_b|$ 의 신뢰도 값이 $-P_{std}$ 이거나 그 이하인 상태는 에러가 발생하는 상태이고, 에러 가능성 $P(\sigma, P_{ave})$ 는 σ 및 P_{ave} 를 사용하여 식 4에 의해 표현된다. 에러 가능성은 이전 디코딩 재생 신호가 올바르게 않은 가능성이다.

[0058] [수학식 4]

$$P(\sigma, P_{ave}) = \text{erfc}\left(\frac{P_{std} + P_{ave}}{\sigma}\right)$$

[0059]

[0060] 최대 가능성 디코딩 결과를 나타내는 이진 신호의 에러 가능성은 평균값 P_{ave} 및 표준 편차 σ 로부터 예측될 수 있고 여기서 σ 는 $P_a - P_b$ 의 분포로부터 계산된다. 즉, 평균값 P_{ave} 및 표준 편차 σ 는 재생 신호의 품질 인덱스일 수 있다. 상기 실시예에서, $|P_a - P_b|$ 의 분포는 정상 분포로 고려된다. 분포가 정상 분포가 아닌 경우, $|P_a - P_b| - P_{std}$ 의 값이 소정 기준값보다 작거나 같게 되는 수는 카운트된다. 얻어진 수는 재생 신호의 품질 인덱스일 수 있다.

[0061] 등화 시스템 PR(1,2,2,1) 및 최소 극성 반전 간격 2를 가진 기록 심볼에 의해 한정된 상태 전이 규칙의 경우, 다음 상태 전이 패턴의 수에서 두개의 가능한 상태 전이 경로들이 있다: 시간 $k-4$ 내지 시간 k 에서 8개의 패턴들; 시간 $k-5$ 내지 시간 k 에서 8개의 패턴들; 및 시간 $k-6$ 에서 시간 k 의 8개의 패턴들. 보다 넓은 범위의 검출에서, 신뢰도 레벨인 $P_a - P_b$ 패턴들이 있다. 재생 신호의 품질 인덱스로서 신뢰도 $P_a - P_b$ 를 사용하는 것이 바람직하다. 이 경우, 모든 패턴들을 검출할 필요는 없고; 단지 높은 에러 가능성을 가진 패턴들만을 검출함으로써, 상기 검출 결과는 에러 가능성과 상관된 인덱스로서 사용될 수 있다. 높은 에러 가능성을 가진 패턴은 $P_a - P_b$ 의 작은 값을 가진 패턴이다. $P_a - P_b = \pm 10$ 인 경우 8개의 패턴들이 있다. 이들 8개의 패턴들 및 $P_a - P_b$ 는 표 2에 요약된다.

[0062] [표 2]

[0063] 두개의 가장 짧은 상태 전이 경로들이 있는 패턴들

[0064]

상태 전이	디코딩 결과($P_a - P_b$)의 신뢰도	
	$P_a=0$	$P_b=0$
$S2_{k-4} \rightarrow S0_k$	-10	+10
$S3_{k-4} \rightarrow S0_k$	-10	+10
$S2_{k-4} \rightarrow S1_k$	-10	+10
$S3_{k-4} \rightarrow S1_k$	-10	+10
$S0_{k-4} \rightarrow S4_k$	-10	+10
$S5_{k-4} \rightarrow S4_k$	-10	+10
$S0_{k-4} \rightarrow S3_k$	-10	+10
$S5_{k-4} \rightarrow S3_k$	-10	+10

[0065] 상기된 8개의 패턴들에서 디코딩 결과의 신뢰도 $P_a - P_b$ 를 기초로, 수학식 5가 얻어진다.

[0066] [수학식 5]

[0067] 패턴 1

[0068] $(C_{k-6}, C_{k-5}, C_{k-4}, C_{k-3}, C_{k-2}, C_{k-1}, C_k) = (0, 1, 1, X, 0, 0, 0)$ 일 때,

[0069] $Pa-Pb = (E_{k-3}-F_{k-3}) + (D_{k-2}-F_{k-2}) + (B_{k-1}-D_{k-1}) + (A_k-B_k)$

[0070] 패턴 2

[0071] $(C_{k-6}, C_{k-5}, C_{k-4}, C_{k-3}, C_{k-2}, C_{k-1}, C_k) = (1, 1, 1, X, 0, 0, 0)$ 일 때,

[0072] $Pa-Pb = (F_{k-3}-G_{k-3}) + (D_{k-2}-F_{k-2}) + (B_{k-1}-D_{k-1}) + (A_k-B_k)$

[0073] 패턴 3

[0074] $(C_{k-6}, C_{k-5}, C_{k-4}, C_{k-3}, C_{k-2}, C_{k-1}, C_k) = (0, 1, 1, X, 0, 0, 0)$ 일 때,

[0075] $Pa-Pb = (E_{k-3}-F_{k-3}) + (D_{k-2}-F_{k-2}) + (B_{k-1}-D_{k-1}) + (B_k-C_k)$

[0076] 패턴 4

[0077] $(C_{k-6}, C_{k-5}, C_{k-4}, C_{k-3}, C_{k-2}, C_{k-1}, C_k) = (1, 1, 1, X, 0, 0, 0)$ 일 때,

[0078] $Pa-Pb = (F_{k-3}-G_{k-3}) + (D_{k-2}-F_{k-2}) + (B_{k-1}-D_{k-1}) + (B_k-C_k)$

[0079] 패턴 5

[0080] $(C_{k-6}, C_{k-5}, C_{k-4}, C_{k-3}, C_{k-2}, C_{k-1}, C_k) = (0, 0, 0, X, 1, 1, 0)$ 일 때,

[0081] $Pa-Pb = (A_{k-3}-B_{k-3}) + (B_{k-2}-D_{k-2}) + (D_{k-1}-F_{k-1}) + (E_k-F_k)$

[0082] 패턴 6

[0083] $(C_{k-6}, C_{k-5}, C_{k-4}, C_{k-3}, C_{k-2}, C_{k-1}, C_k) = (1, 0, 0, X, 1, 1, 0)$ 일 때,

[0084] $Pa-Pb = (B_{k-3}-C_{k-3}) + (B_{k-2}-D_{k-2}) + (D_{k-1}-F_{k-1}) + (E_k-F_k)$

[0085] 패턴 7

[0086] $(C_{k-6}, C_{k-5}, C_{k-4}, C_{k-3}, C_{k-2}, C_{k-1}, C_k) = (0, 0, 0, X, 1, 1, 1)$ 일 때,

[0087] $Pa-Pb = (A_{k-3}-B_{k-3}) + (B_{k-2}-D_{k-2}) + (D_{k-1}-F_{k-1}) + (F_k-G_k)$

[0088] 패턴 8

[0089] $(C_{k-6}, C_{k-5}, C_{k-4}, C_{k-3}, C_{k-2}, C_{k-1}, C_k) = (1, 0, 0, X, 1, 1, 1)$ 일 때,

[0090] $Pa-Pb = (B_{k-3}-C_{k-3}) + (B_{k-2}-D_{k-2}) + (D_{k-1}-F_{k-1}) + (F_k-G_k)$

[0091] 여기서, $AK = (yk-0)^2$, $BK = (yk-1)^2$, $CK = (yk-2)^2$, $DK = (yk-3)^2$, $EK = (yk-4)^2$, $FK = (yk-5)^2$ 및 $GK = (yk-6)^2$ 이다. 식 5를 충족시키는 최대 가능도 디코딩 결과 C_k , $Pa-Pb$ 는 얻어진다. $Pa-Pb$ 의 분포로부터 표준 편차 σ_{10} 및 평균값 $Pave_{10}$ 이 얻어진다. 여기서 $Pa-Pb$ 의 분포가 정상 분포라 가정되는 경우, 에러 가능도 P_{10} 은 수학 식 6에 의해 표현된다.

[0092] [수학식 6]

$$P_{10}(\sigma_{10}, Pave_{10}) = erfc\left(\frac{10 + Pave_{10}}{\sigma_{10}}\right)$$

[0093]

[0094] 상기된 8개의 패턴들에서, 1 비트 시프트 에러가 발생한다. 다른 패턴들에서, 2 또는 그 이상의 비트 시프트 에러가 발생한다. 포스트 PRML 처리 패턴들의 분석 결과는 대부분의 에러들이 1 비트 시프트 에러들 이라는 것을 나타낸다. 그러므로, 재생 신호의 에러 가능도는 수학식 6에 의해 평가될 수 있다. 이런 방식으로, 표준

편차 σ_{10} 및 평균값 $Pave_{10}$ 은 재생 신호의 품질 인덱스로서 사용될 수 있다.

- [0095] 본 발명의 이 실시예에서, 상기된 8개의 패턴들은 각각의 기록 패턴을 위하여 검출된다(마크 바로 앞의 마크 길이 및 공간 길이의 각각의 결합, 및 마크 바로 후 마크 길이 및 공간 길이의 각각의 결합을 위하여). 기록 신호의 에지 위치를 최적화하기 위한 기록 파라미터는 결정되고, 기록 신호의 형상, 특히 마크 시작 에지 및 마크 종료 에지에 특정 관심을 가진다. 모든 패턴들의 모든 최대 가능도 디코딩 결과들의 신뢰도 $|Pa-Pb|$ 중 최대 $|Pa-Pb|$ 값을 가진 패턴에만 관심이 집중되는 것은 기록 마크의 에지에만 관심을 가지는 것을 의미한다. 상기된 바와 같이, $Pa-Pb$ 의 작은 값을 가진 패턴은 높은 에러 가능도를 가진다. 이것은 최대 가능도 디코딩 결과의 신뢰도를 개선하기 위하여 기록 마크의 에지 위치를 부분적으로 최적화함으로써, 전체 기록 파라미터가 최적화되는 것을 의미한다.
- [0096] 기록 마크 에지 위치를 최적화하기 위한 방법은 이후에 기술될 것이다.
- [0097] 도 5의 a 내지 h는 8개의 패턴들(패턴 1 내지 패턴 8)의 샘플값들을 도시한다. 수평 축은 시간을 나타낸다. 하나의 스케일은 하나의 채널 클럭 기간(T_{clk})을 나타낸다. 수직 축은 신호 레벨(0 내지 6)을 나타낸다. 점선은 경로 A를 나타내고, 실선은 경로 B를 나타낸다. 각각의 샘플값은 표 1을 참조하여 상기된 최대 가능도 디코딩의 예상된 값 레벨 0 내지 6에 해당한다. 도 15의 파트(c) 및 파트(d)에 도시된 바와 같이, 기록된 부분(비정질 영역)은 기록된 부분에 의해 반사된 광양이 다른 부분에 의해 반사된 광양보다 적기 때문에 비교기의 임계값 이하 신호 레벨을 갖는 것으로서 표현된다. 기록되지 않은 부분(비정질 영역)은 비교기의 임계값 이상의 신호 레벨을 갖는 것으로 표현된다. 도 5의 a 내지 h에 도시된 8개의 패턴은 각각은 기록된 부분(마크) 및 기록되지 않은 부분(공간) 사이의 경계(마크 시작 에지 또는 마크 종료 에지)의 재생 파형에 각각 해당한다. 패턴 1, 패턴 2, 패턴 3 및 패턴 4는 각각 마크 시작 에지에 대응한다. 패턴 5, 패턴 6, 패턴 7, 및 패턴 8은 각각 마크 종료 에지에 대응한다.
- [0098] 마크 시작 에지의 시프트를 검출하기 위한 방법은 예로서 패턴 1을 사용하여 기술될 것이다.
- [0099] 도 6의 a 및 b는 패턴 1의 기록 마크 시프트 및 재생 파형 사이의 상관관계를 도시한다. 도 6의 a 및 b에서, " Δ "는 입력 신호를 나타낸다. 점선에 의해 표현된 경로 A는 정확한 상태전이 경로이다. 입력 신호는 기록 마크(B1)에 기초하여 발생된다. 기록 마크(A1)는 마크 시작 에지의 이상적인 위치를 가진다. 도 6의 a에서, 기록 마크(B1)의 마크 시작 에지의 위치는 이상 위치 뒤에 있다. 입력 신호의 샘플값($y_{k-3}, y_{k-2}, y_{k-1}, y_k$)은 (4.2, 3.2, 1.2, 0.2)이다. 수학적 식 2 및 수학적 식 3으로부터, 경로 A 및 입력 신호 간의 거리 Pa 및 입력 b 및 입력 신호 간의 거리 Pb 는 각각 수학적 식 7 및 수학적 식 8에 의하여 얻어진다.
- [0100] [수학적 식 7]
- [0101]
$$Pa = (4.2 - 4)^2 + (3.2 - 3)^2 + (1.2 - 1)^2 + (0.2 - 0)^2 = 0.16$$
- [0102] [수학적 식 8]
- [0103]
$$Pb = (4.2 - 5)^2 + (3.2 - 5)^2 + (1.2 - 3)^2 + (0.2 - 1)^2 = 7.76$$
- [0104] 마크 시작 에지의 시프트에 대한 양 및 방향은 이하의 수학적 식 9에 의하여 $LEFT | Pa-Pb RIGHT | -Pstd$ 를 구함으로써 얻어진다.
- [0105] [수학적 식 9]
- [0106]
$$E1 = |Pa - Pb| - Pstd = |0.16 - 7.76| - 10 = -2.4$$
- [0107] 수학적 식 9에 의하여 얻어진 E1의 절대값은 시프트량이며, E1의 부호는 시프트의 방향이다. 도 6의 a의 기록 마크(B1)의 경우에, $E1 = -2.4$ 이다. 이는 기록 마크(B1)의 마크 시작 에지의 위치가 기준으로부터 후방으로 2.4만큼 시프트된다는 것을 의미한다.
- [0108] 도 6의 b에서, 기록 마크(B1)의 마크 시작 에지에 대한 위치는 이상적 위치로 전진한다. 입력 신호의 샘플값($y_{k-3}, y_{k-2}, y_{k-1}, y_k$)은 (3.2, 2.8, 0.8, -0.2)이다. E2는 $E2 = LEFT | Pa-Pb RIGHT | -Pstd$ 에 의하여 얻어진다. E2는 2.4이다. 이는 기록 마크 B1의 마크 시작 에지에 대한 위치가 기준으로 후방으로 2.4만큼 시프트된다는 것을 의미한다.

- [0109] 도 7의 a 및 b는 패턴 -1의 기록 마크의 시프트 및 재생 과형간의 상관관계를 도시한다. 도 7의 a 및 b에서, 실선에 의하여 표현된 경로 B는 정확한 시작 전이 경로이다. 또한, 여기서 " Δ "는 입력 신호를 표현한다. 입력 신호는 기록 마크(B1)에 기초하여 발생된다. 기록 마크 A1은 마크 시작 에지의 이상적인 위치를 가진다. 도 7의 a에서, 기록 마크(B1)의 마크 시작 에지에 대한 위치는 이상적인 위치 뒤에 있다. 입력 신호의 샘플값 ($Y_{k-3}, Y_{k-2}, Y_{k-1}, Y_k$)은 (5.2, 5.2, 3.2, 1.2)이다. E3은 $E3 = \text{LEFT} | \text{Pa-Pb RIGHT} | \text{-Pstd}$ 에 의하여 얻어진다. E3은 2.4이다. 이는 기록 마크 B1의 마크 시작 에지에 대한 위치가 기준으로부터 후방으로 2.4만큼 시프트된다는 것을 의미한다. 도 7의 a에서, 기록 마크 B1의 마크 시작 에지에 대한 위치는 이상적 위치로 전진한다. 입력 신호의 샘플값 ($Y_{k-3}, Y_{k-2}, Y_{k-1}, Y_k$)은 (4.8, 4.8, 2.8, 0.8)이다. E4는 $E4 = \text{LEFT} | \text{Pa-Pb RIGHT} | \text{-Pstd}$ 에 의하여 얻어진다. E4는 -2.4이다. 이는 기록 마크 B1의 마크 시작 에지에 대한 위치가 기준으로부터 후방으로 2.4만큼 시프트된다.
- [0110] 경로 A가 정확한 상태 전이 경로인 도 6의 a 및 b의 경로와 경로 B가 정확한 상태 전이 경로인 도 7의 a 및 b의 경우를 비교할 때, 시프트 방향을 나타내는 심볼의 부호는 양이다. 심볼의 부호는 정확한 상태 전이 경로의 예상된 값 시리즈 및 입력 신호 시리즈 간의 상호관계에 의존하며 다른 후보 경로의 예상된 값 시리즈 및 입력 신호 시리즈 간의 상호관계에 의존한다. 부정확한 후보 경로의 예상된 값 및 입력 신호 간의 에러가 도 6의 a 및 b에서처럼 클 때, 식 9에 의하여 얻어진 값의 양의 부호를 가진다. 즉, 부정확한 후보 경로의 예상된 값 및 입력 신호 간의 차이가 크기 때문에, 최대 가능도 디코딩의 에러 확률은 낮아진다. 기록 마크의 마크 시작 에지의 위치에 대한 시프트 방향은 이를 고려하여 검출될 수 있다. 경로 A가 패턴-1에서 정확한 상태 전이 경로일 때, 패턴-1은 2T 공간 또는 4T 또는 이보다 긴 마크의 결합의 기준 마크에 대한 시작 에지를 검출하기 위하여 사용된다. 경로 B가 패턴-1에서 정확한 상태 전이 경로일 때, 패턴-1은 3T 공간 및 3T 또는 그 이상의 마크의 결합의 기록 마크에 대한 시작 에지를 검출하기 위하여 사용된다. 전술한 방법을 사용할 때, 각각의 기록 패턴 (즉, 각각의 마크 길이/공간 길이 결합)의 누적값 또는 평균값이 얻어지며, 기록 파라미터는 시작 에지 및 종료 에지의 위치에 대한 시프트량이 0에 근접하도록 세팅된다. 따라서, 최대 가능도 디코딩 방법에 대한 기록 제어 최적화가 실현된다.
- [0111] 기록 파라미터의 최적화가 기술될 것이다. 기록 심볼의 최소 극성 반전 간격은 m(예컨대, m=2)으로 표현된다. 정보 기록 매체상에 형성된 기록 마크의 시작 에지에 대한 위치는 기록 마크 직전 공간의 길이 및 기록 마크 그 자체의 길이에 의존할 수 있다. 예컨대, 기록 마크 직전 공간의 길이가 mT 내지 (m+b)T일 때, 기록 마크의 마크 시작 에지에 대한 위치는 기록 마크 직전의 공간의 길이에 의하여 좌우된다. 기록 마크 직전의 공간의 길이가 (m+b)T보다 클 때, 기록 마크의 마크 시작 에지에 대한 위치는 기록 마크 직전의 공간의 길이에 의하여 좌우되지 않는다. 기록 마크 그 자체의 길이가 mT 내지 (m+a)T일 때, 기록 마크의 마크 시작 에지에 대한 위치는 기록 마크 그 자체의 길이에 의하여 좌우된다. 기록 마크 그 자체의 길이가 (m+a)T보다 클 때, 기록 마크의 마크 시작 에지에 대한 위치는 기록 마크 그 자체의 길이에 의하여 좌우되지 않는다.
- [0112] 정보 기록 매체상에 형성된 기록 마크의 종료 에지에 대한 위치는 기록 마크 직후의 공간길이 및 기록 마크 그 자체의 길이에 의하여 좌우될 수 있다. 예컨대, 기록 마크 그 자체의 길이가 mT 내지 (m+a)T일 때, 기록 마크의 마크 종료 에지에 대한 위치는 기록 마크 기록 마크 그 자체에 의하여 좌우된다. 기록 마크 그 자체의 길이가 (m+a)T보다 클 때, 기록 마크의 마크 종료 에지에 대한 위치는 기록 마크 그 자체의 길이에 좌우되지 않는다. 기록 마크 직후의 공간의 길이가 mT 내지 (m+b)T일 때, 기록 마크의 마크 종료 에지에 대한 위치는 기록 마크 직후의 공간의 길이에 의하여 좌우된다. 기록 마크 직후의 공간의 길이가 (m+b)T 보다 클 때, 기록 마크의 마크 종료 위치에 대한 위치는 기록 마크 직후의 공간의 길이에 좌우되지 않는다. 앞에서, "a" 및 "b"는 각각 0보다 큰 정수이며, 기록 심볼의 최소 극성 반전 간격은 m+a 및 m+b보다 크다.
- [0113] 기록 마크의 마크 시작 에지의 위치 및 마크 종료 에지의 위치를 고려하여, 마크 시작 에지에서 파라미터 T_{sfp} 의 최적화는 (m+b)T 이하의 길이를 가진 공간에 인접한 기록 마크상에서 수행될 필요가 있다. 마크 종료 에지에서 파라미터 T_{elp} 의 최적화는 (m+a)T 이하의 길이를 가진 기록 마크상에서 수행될 필요가 있다. 여기서 단순화를 위하여, m=3 및 a=b=3이며, 파라미터는 도 8에 도시된 32 기록 패턴을 위하여 최적화될 필요가 있다. 도 8에서, $2T_s 2T_m$ 은 예컨대 2T 공간이 2T 마크 직전에 존재하는 패턴을 의미한다.
- [0114] 도 9는 8개의 패턴들(패턴-1 내지 패턴-8) 중 한 패턴이 도 8에 도시된 길고 패턴들(즉, 에지 패턴들)을 검출하기 위하여 사용된다는 것을 의미한다. 예컨대, $2T_s 3T_m$ 기록패턴(도 8)에 대응하는 신호의 시프트량은 P3A(도 9)를 사용하여 검출된다. P3A는 경로 A가 정확한 상태 전이 경로인 패턴-3이다. $3T_s 3T_m$ 기록 패턴(도 8)의 신호에 대한 시프트량은 P1B 또는 P4A(도 9)를 사용하여 검출된다. P1B는 경로 B가 정확한 상태 전이 경로인 패턴-1

턴-1이다. P4A는 경로 A가 정확한 상태 전이 경로인 패턴-4이다. 앞서 인식될 수 있는 바와 같이, 최대 가능도 디코딩 방법에 최적인 기록 파라미터를 제어하는 방법은 도 9에 도시된 모든 기록 패턴에 대응하는 신호의 시프트량이 0에 근접하도록 기록 파라미터를 변화시킨다.

- [0115] 도 9에서, 2Ts2Tm 기록 패턴(2T 공간은 2T 마크 직전에 제공됨) 및 2Tm2Ts(2T공간은 2T 마크 직후에 제공됨)의 각각에 대응하는 신호의 시프트량은 전술한 8개의 패턴들 중 일부에 의하여 검출된다. 따라서, 시프트량은 다른 방법에 의하여 최적화될 필요가 있다. 그러나, 2Ts2Tm 기록 패턴 및 2Tm2Ts 기록 패턴은 신뢰도 Pa-Pb의 비교적 큰 값을 가지며 이에 따라 앞의 8개의 패턴들에 포함되지 않는다. 다시 말해서, 2Ts2Tm 기록 패턴 및 2Tm2Ts 기록 패턴의 각각의 기록 마크에 대한 마크 시작 예지 또는 마크 종료 예지에서는 낮고, 즉 기록 파라미터들의 기록 파라미터를 정확히 최적화하는 것이 필요치 않다. 따라서, 적절한 초기값은 각각의 정보 기록 매체에 대한 시프트량을 최적화하는 대신에 기록 파라미터로서 사용될 수 있다. 선택적으로, 2Ts2Tm 기록 패턴 및 2Tm2Ts 기록 패턴은 재생 신호의 위상 에러에 대한 누적값이 최소이도록 최적화될 수 있다.
- [0116] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 기록 및 재생 장치(100)를 도시한다. 기록 및 재생 장치(100)는 기록 파라미터들을 최적화하기 위한 전술한 방법을 실행한다.
- [0117] 기록 및 재생장치(100)는 재생 섹션(101), 기록 제어 장치(102) 및 기록 섹션(103)을 포함한다. 기록 및 재생 장치(100)에서, 정보 기록 매체(1)가 장착될 수 있다. 정보기록 매체(1)는 광 정보 기록 및 재생을 위하여 사용가능하며 예컨대 광 디스크이다.
- [0118] 재생 섹션(101)은 광 헤드 섹션(2), 사전증폭기(3), AGC(4), 파형 등화기(5), A/D 컨버터(6) 및 PLL 회로(7)를 포함한다. 재생 섹션(101)은 정보 기록 매체(1)로부터 재생된 아날로그 신호 재생정보로부터 디지털 신호를 발생시킨다.
- [0119] 기록 제어 섹션(102)은 정류 섹션(8), 최대 가능도 디코딩 섹션(9), 신뢰도 계산 섹션(10) 및 조절 섹션(104)을 포함한다. 조절 섹션(104)은 패턴 검출 회로(11) 예지 시프트 검출 회로(12) 및 정보 기록 매체 제어기(13)를 포함한다. 기록 제어 섹션(102)은 예컨대 반도체 칩으로서 제조된다.
- [0120] 정류 섹션(8)은 예컨대 디지털 필터이며, 재생 섹션(101)에 의하여 발생된 디지털 신호를 수신하며 디지털 신호가 미리 정의된 등화 특징을 갖도록 디지털 신호의 파형을 정류한다.
- [0121] 최대 가능도 디코딩 섹션(9)은 예컨대 비터비 디코딩 회로이며, 정류 섹션(8)에 의하여 정류된 파형을 가진 디지털 신호의 최대 가능도 디코딩을 수행하며, 최대 가능도 디코딩의 결과를 재생하는 이진 신호를 발생시킨다.
- [0122] 신뢰도 계산 섹션(10)은 예컨대 차동 매트릭 검출 회로이며, 정류 섹션(8)에 의하여 정류된 파형을 가진 디지털 신호 및 최대 가능도 디코딩 섹션(9)으로부터 출력된 이진 신호에 기초하여 최대 가능도 디코딩의 결과에 대한 신뢰도를 계산한다. 본 발명의 일 실시예에서, 신뢰도 계산 섹션(10)은 정보 기록 매체(1)상에 형성된 기록 마크의 마크 시작 예지 및 마크 종료 예지에 대응하는 디지털 신호들 및 이진 신호들에 기초하여 최대 가능도 디코딩의 결과에 대한 신뢰도를 계산한다.
- [0123] 조절 섹션(104)은 신뢰도 계산 섹션(10)에 의하여 계산된 신뢰도에 기초하여 정보 기록 매체(1)상에 정보를 기록하기 위한 기록 신호의 미리 정의된 부분들의 형상을 조절한다. 조절 섹션(104)은 예컨대 기록 신호의 예지들에 대한 위치를 조절한다. 조절 섹션(104)에 의한 기록 신호의 형상조절은 최대 가능도 디코딩의 결과에 대한 신뢰도가 개선되도록 수행된다. 정보 기록 매체 제어기(13)는 예컨대 광 디스크 제어기이다.
- [0124] 기록 섹션(103)은 패턴 발생회로(14), 기록 보상회로(15), 레이저 구동회로(16), 및 광 헤드 섹션(2)을 포함한다. 기록 섹션(103)은 기록 신호의 형상에 대한 조절결과에 기초하여 정보 기록 매체(1)상에 정보를 기록한다. 이러한 예에서, 광 헤드 섹션(2)은 재생 섹션(101) 및 기록 섹션(103) 둘다에 포함되며 기록 헤드 및 재생 헤드의 기능을 가진다. 기록 헤드 및 재생 헤드는 개별적으로 제공될 수 있다. 기록 및 재생장치(100)의 동작은 이하에 상세히 기술될 것이다.
- [0125] 광 헤드 섹션(2)은 정보 기록 매체(1)로부터 판독된 정보를 나타내는 아날로그 재생 신호를 발생시킨다. 아날로그 재생신호는 사전증폭기(3)에 의하여 증폭 및 AC 결합되며 AGC(4)에 입력된다. AGC(4)는 이후에 신호를 처리하는 파형 등화기(5)로부터의 출력이 상수 증폭기를 갖도록 아날로그 재생신호의 이득을 조절한다. AGC(4)로부터 출력된 아날로그 재생신호는 파형 등화기(5)에 의하여 정류된 파형을 가진다. 결과적인 아날로그 재생 신호는 A/D 컨버터(6)에 출력된다. A/D 컨버터(6)는 PLL 회로(7)로부터 출력되는 재생 클럭과 동기로 아날로그 재생신호를 샘플링한다. PLL 회로(7)는 A/D 컨버터(6)에 의하여 수행되는 샘플링에 의하여 얻어진 디지털 재생

신호로부터 재생 클럭을 추출한다.

- [0126] A/D 컨버터(6)에 의하여 수행된 샘플링에 의하여 발생된 디지털 재생신호는 정류 섹션(8)에 의하여 발생된다. 정류 섹션(8)은 디지털 재생신호의 주파수를 조절하며(즉, 디지털 재생 신호의 파형을 조절하며), 이에 따라 디지털 재생신호의 주파수 특성은 기록 및 재생시간에 최대 가능도 디코딩 섹션(9)에 의하여 가정된 특성(이 예에서, PR(1,2,2,1) 등화 특성)이 된다.
- [0127] 최대 가능도 디코딩 섹션(9)은 정류 섹션(8)에 의하여 정류된 파형을 가진 디지털 재생 신호의 최대 가능도 디코딩을 수행하여 이진 신호를 발생시킨다. 신뢰도 계산 섹션(10)은 정류 섹션(8)에 의하여 정류된 파형 및 이진 신호를 가진 디지털 재생신호를 수신한다. 신뢰도 계산 섹션(10)은 이진 신호로부터의 상태 전이를 식별하며, 식별 결과 및 브랜치 메트릭에 기초하여 LEFT | Pa-Pb RIGHT |-Pstd (식 9 참조; 이후 단순히 "Pstd"로 언급됨)를 얻는다. 이진 신호에 기초하여, 패턴 검출 회로(11)는 도 9에 도시된 각각의 기록 패턴에 대한 전술한 8개의 패턴들(패턴-1 내지 패턴-8)을 할당하기 위한 펄스 신호를 발생시키며, 펄스신호를 에지 시프트 검출 회로(12)에 출력한다. 에지 검출 회로(12)는 패턴에 의하여 신뢰도 Pabs 패턴에 누적적으로 가산하며, 최적값으로부터 기록 보상 파라미터의 시프트(즉, 에지 시프트)를 얻는다. 정보 기록 매체 제어기(13)는 패턴단위로 가산된 에지 시프트량에 기초하여 변화되도록 결정되는 기록 파라미터(기록 신호의 파형)를 변화시킨다. 패턴 발생회로(14)는 기록 보상 리딩 패턴을 출력한다.
- [0128] 정보 기록 매체 제어기(13)로부터의 기록 파라미터에 기초하여, 기록 보상회로(15)는 기록 보상 리딩 패턴에 따라 레이저 광 방사 파형 패턴을 발생시킨다. 결과적인 광 방사 파형 패턴에 따르면, 레이저 구동회로(16)는 광 헤드 섹션(2)의 레이저 광 방사 동작을 제어한다.
- [0129] 다음에, 이 예에서 에지 시프트 검출 회로의 동작은 상세히 설명될 것이다. 도 10은 패턴 검출 회로(11) 및 에지 시프트 검출 회로(12)를 도시한다. 에지 시프트 검출 회로(12)는 패턴 검출 회로(11)에 의하여 얻어진 패턴 검출결과 및 신뢰도 계산 섹션(10)에 의하여 계산된 신뢰도 Pabs를 수신한다. 에지 시프트 검출 회로(12)에 입력된 신뢰도 Pabs 데이터는 패턴 검출 회로(11)에 의하여 야기된 지연을 고려하여 플립-플롭(FF)에 의하여 지연된다. 패턴 검출 출력 및 검출 출력 포인트에 대응하는 신뢰도 Pabs 데이터는 가산기에 입력되며, 패턴 검출 결과는 선택기에 입력된다. 선택기는 검출 패턴에 따라 포인트까지 얻어진 누적결과를 선택하여 선택된 결과를 가산기에 입력한다. 가산기는 누산 결과 및 새로이 입력된 신뢰도 Pabs 데이터를 가산하며 가산 결과를 출력한다. 검출 패턴에 대응하는 특정 레지스터는 인에이블 신호를 수신할 때 가산 결과를 저장한다.
- [0130] 예컨대, 정보가 어드레스에 의하여 관리되는 어드레스인 정보 기록 매체상에 정보가 기록되는 경우에, 가산영역 게이트 신호 및 도 11의 부분(b) 및 부분(c)에 도시된 레지스터 인에이블 신호를 사용하는 것이 가정된다. 도 11의 부분(a)은 어드레스 유닛을 도시한다. 테스트 기록이 에지 시프트량을 얻기 위하여 어드레스에 의하여 사용자 영역 어드레스에서 수행되는 경우에, 제어는 가산영역을 한정하기 위하여 실행될 필요가 있다. 도 11의 부분(b)에 도시된 가산 영역 게이트 신호가 에지 시프트 검출 회로(12)에 입력될 때, 가산영역 게이트 신호는 도 10에 도시된 2가지 스테이지 플립-플롭을 통과하며 플립-플롭들(FF29) 내지 (FF0)에 입력된다. 플립-플롭들은 도 11의 부분(b)에 도시된 가산영역 게이트 신호의 낮은 영역에서 리셋되며, 가산결과는 높은 영역에 저장된다. 도 11의 부분(b)에 도시된 레지스터 인에이블 신호는 가산 영역 게이트 신호로부터 발생된다. 레지스터 인에이블 신호는 가산 영역 게이트 신호의 끝에서 레지스터들(REG29) 내지 (REG0)에 가산결과를 저장하기 위하여 사용된다. 어드레스에 의하여 에지 시프트량 어드레스를 나타내는 데이터는 레지스터들(REG29) 내지 (REG0)에 저장된다. 이러한 회로구조로 인하여, 에지 시프트 검출 회로(12)는 하나의 가산기를 사용하여 기록 파라미터의 최적화를 위하여 필요한 모든 에지 시프트량을 얻을 수 있다.
- [0131] 도 10에 도시된 예에서, 기록 패턴들의 발생 주파수는 테스트 기록을 위하여 사용된 기록 패턴들(예컨대, 랜덤 패턴들) 사이에서 기록 파라미터를 최적화하는데 필요한 마크들 및 공간들의 미리 정의된 길이의 결합에 따라 변화한다. 검출된 30 에지 시프트량(R23T, R33T, ..., R45L, R55L)은 기록 패턴들의 발생 주파수에 의하여 좌우된다.
- [0132] 도 1에 도시된 PLL 회로(7)는 DC 성분(재생 신호에 포함된 낮은 주파수 성분)을 사용하여 슬라이서(도시안됨)의 임계값을 자동적으로 검출하며 재생신호 및 재생 클럭 신호를 동기시킨다. 따라서, 테스트 기록 패턴에 포함된 DC 성분의 양이 가능한 작은 것이 바람직하며, 이에 따라 피드백 제어가 PLL 회로(7)에 의하여 수행된 클럭 발생에 영향을 미치지 않는다. 최적화 및 최적화의 정확도에 필요한 시간을 고려하여, 최소 가능 기록영역에서 고정밀도를 가진 검출결과를 얻는 것이 바람직하다. 따라서, 다음과 같은 기록패턴, 즉 동일한 주파수에서 기록 파라미터의 최적화를 위하여 필요한 마크 길이/공간 길이 결합들을 가지며 또한 기록 파라미터를 최적화하는

데 필요한 마크 길이/공간 길이 결합들의 단위 영역당 발생 주파수가 높은 기록패턴이 필요하다. 이러한 기록 패턴의 예는 도 12에 도시된다.

[0133] 도 12에서, 2M은 2T 마크를 나타내며 2S는 2T공간을 나타낸다. 이러한 예에서, 2T 내지 5T 마크들 및 2T 내지 5T 공간들의 결합에 대한 각각의 30 패턴들은 108-비트 기록 패턴에서 한번 발생된다. 108-비트 기록 패턴을 포함하는 심볼들 "0" 및 심볼들 "1"의 수는 54이며, 기록 패턴의 DSV는 0이다. 도 10의 에지 시프트 검출 회로(12)에 상기 기록패턴을 적용함으로써, 각각의 패턴은 동일한 횡수로 검출될 수 있다. 따라서, 더 정확한 시프트량 검출결과가 얻어진다. 이러한 예에서, 5T 이상의 마크들 또는 5T 이상의 공간들이 동일한 기록 파라미터로 기록될 수 있는 것이 가정된다.

[0134] 도 13은 에지 시프트 검출 회로(12)를 수정한 에지 시프트 검출 회로(12a)를 도시한다. 에지 시프트 검출 회로(12a)에서, 랜덤 패턴들은 테스트 기록을 위하여 사용된다. 즉, 다른 테스트 기록 패턴들은 다른 주파수들로 발생된다.

[0135] 패턴 검출 회로(11)는 도 9에 도시된 특정 패턴들(30 패턴들)의 각각에 대한 에지를 검출한다. 에지 시프트 검출 회로(12a)는 패턴들의 각각에 대응하는 에지 시프트량을 누적하며 각각의 패턴이 검출된 횡수를 카운트한다. 각각의 패턴이 검출된 횡수를 사용하여 에지 시프트량의 누적결과를 나눔으로써, 각각의 특정 패턴의 평균 에지 시프트량이 얻어진다. 따라서, 랜덤 패턴들이 테스트 기록을 위하여 사용될 때조차, 변화되어야 하는 마크 종료 에지 위치 또는 마크 시작 에지 위치를 가진 기록 마크에 대응하는 패턴이 존재하는지가 결정될 수 있다.

[0136] 전술한 바와 같이, 에지 검출 회로(12)는 각각의 기록 패턴(즉, 각각의 마크 길이/공간 길이 결합)에 대한 최대 가능도 디코딩 결과의 신뢰도에 대한 누적값 또는 평균값 중 하나를 계산하며 얻어진 평균값 또는 누적값에 기초하여 기록 신호의 형상을 조절한다.

[0137] 전술한 예에서, PR(1,2,2,1)의 등화 시스템 및 2의 최소 극성 반전 간격을 가진 기록 심볼에 의하여 규정된 상태 전이 규칙은 최대 가능도 디코딩을 수행하기 위하여 최대 가능도 디코딩 섹션(9)에 의하여 사용된다. 본 발명은 이에 제한되지 않는다. 본 발명은 PR(C0, C1, C1, C0)의 등화 시스템 및 3의 최소 극성 반전 간격을 가진 기록 심볼에 의하여 규정된 상태 전이 규칙, PR(C0, C1, C0)의 등화 시스템 및 2 또는 3의 최소 극성 반전 간격을 가진 기록 심볼에 의하여 규정된 상태 전이 규칙, 및 PR(C0, C1, C2, C0)의 등화 시스템 및 2 또는 3의 최소 극성 반전 간격을 가진 기록 심볼에 의하여 규정된 상태 전이 규칙의 사용에 적용할 수 있다. C0, C1 및 C2는 각각 임의의 양의 수이다.

[0138] 표 3은 PR(a,b,c)의 등화 시스템 및 2의 최소 극성 반전 간격을 가진 기록 심볼에 의하여 규정된 상태 전이 규칙을 도시한다. 도 17은 상태 전이 규칙을 나타내는 상태 전이 다이어그램을 도시한다. 여기서, "a" 및 "b"는 각각 임의의 양의 수이다.

[0139] [표 3]

[0140] 상태 전이들은 PR(a,b,c)의 등화 시스템 및 2T의 최소 극성 반전 간격을 가진 기록 심볼의 결합에 기초한다.

[0141]

시간 k-1에서의 상태 S(b _{k-3} , b _{k-2} , b _{k-1})	시간 k에서의 입력 b _k	신호레벨
S(0,0)	0	0
S(0,0)	1	a
S(0,1)	1	a+b
S(1,0)	0	a
S(1,1)	0	a+b
S(1,1)	1	2a+b

[0142] 표 4는 PR(a,b,c,b,a)의 등화 시스템 및 2의 최소 극성 반전 간격을 가진 기록 심볼에 의하여 규정된 상태 전이 규칙을 도시한다. 도 18은 상태 전이 규칙을 나타내는 상태 전이 다이어그램을 도시한다. 여기서, "a", "b" 및 "c"는 각각 임의의 양의 수이다.

[0143] [표 4]

[0144] 상태 전이들은 PR(a,b,c,b,a)의 등화 시스템 및 2T의 최소 극성 반전 간격을 가진 기록 심볼의 결합에

기초한다.

[0145]	시간 k-1에서의 상태 S($b_{k-4}, b_{k-3}, b_{k-2}, b_{k-1}$)	시간 k에서의 입력 b_k	신호레벨
	S(0,0,0,0)	0	0
	S(0,0,0,0)	1	A
	S(0,0,0,1)	1	a+b
	S(0,0,1,1)	0	B+c
	S(0,0,1,1)	1	a+b+c
	S(0,1,1,0)	0	B+c
	S(0,1,1,1)	0	2b+c
	S(0,1,1,1)	1	a+2b+c
	S(1,0,0,0)	0	A
	S(1,0,0,0)	1	2a
	S(1,0,0,1)	1	2a+b
	S(1,1,0,0)	0	A+b
	S(1,1,0,0)	1	2A+b
	S(1,1,1,0)	0	A+b+c
	S(1,1,1,1)	0	A+2b+c
	S(1,1,1,1)	1	2a+2b+c

[0146] 최대 가능도 디코딩 섹션(9)은 표 3 및 4와 도 17 및 18에 도시된 상태 전이 규칙들을 사용하여 최대 가능도 디코딩을 수행할 수 있다.

[0147] 앞의 예에서, 기록 파라미터는 마크 시작 에지의 위치 및 기록 마크의 마크 종료 에지의 위치를 제어하기 위한 것이다. 본 발명은 이에 제한되지 않는다. 도 15를 참조하여 기술된 다중 펄스신호를 사용하여 레이저 광 방사를 수행하는 경우에, 리딩 펄스의 폭, 종료 펄스의 폭 또는 냉각 펄스의 폭을 제어하기 위한 파라미터는 최대 가능도 디코딩의 신뢰도에 기초하여 조절될 수 있다.

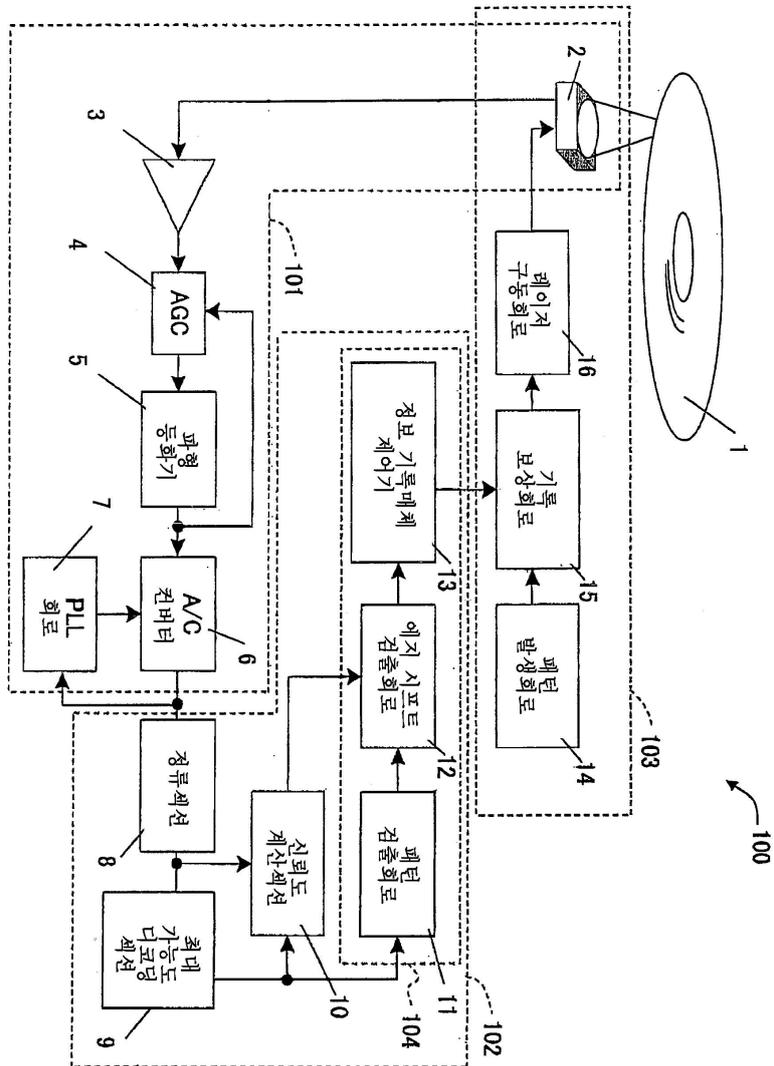
[0148] 기록 및 재생장치(100)의 엘리먼트들은 하드웨어 또는 소프트웨어에 의하여 실행될 수 있다. 예컨대, 정류 섹션(8), 최대 가능도 디코딩 섹션(9), 신뢰도 계산 섹션(10) 및 조절 섹션(11) 중 적어도 하나에 의하여 수행된 동작은 컴퓨터 실행가능 프로그램에 의하여 실행될 수 있다.

도면의 간단한 설명

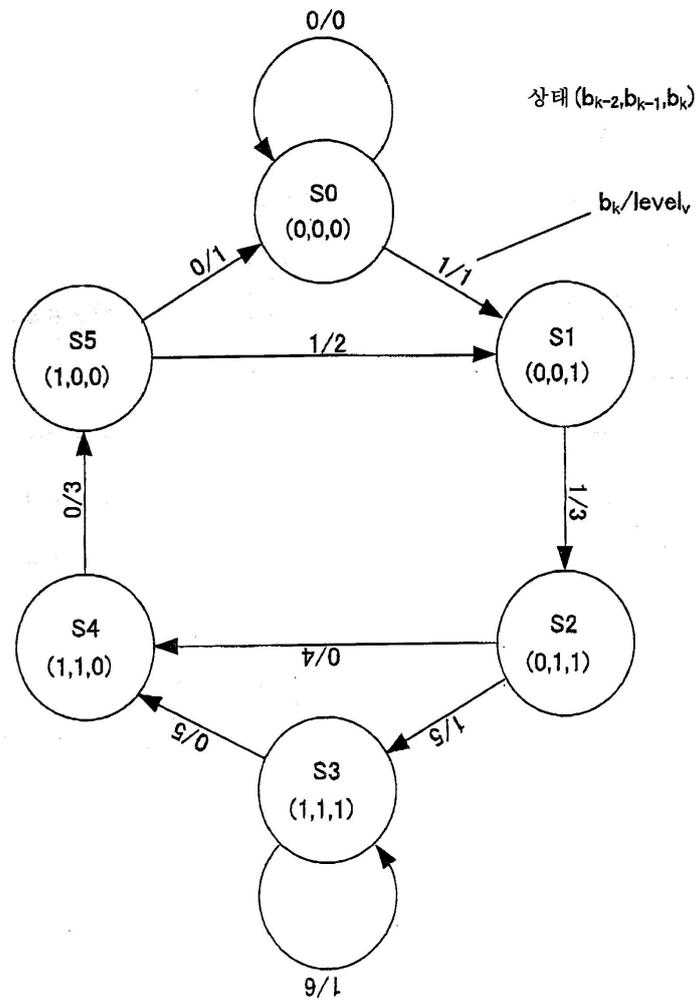
- [0149] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 기록 및 재생 장치의 구조를 도시한 도.
- [0150] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 PR(1,2,2,1)의 등화 시스템 및 2의 최소 극성 반전 간격을 가진 기록 심볼의 결합을 기초로 하는 상태 전이 규칙을 도시한 도.
- [0151] 도 3은 도 2에 도시된 상태 전이에 대응하는 격자 구조물을 도시한 도.
- [0152] 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 일실시예에 따른 최대 가능도 디코딩의 신뢰도를 가리키는 Pa-Pb의 분배를 도시한 도.
- [0153] 도 5의 a 내지 h는 본 발명의 일실시예에 사용된 8개의 특정 패턴들을 도시한 도.
- [0154] 도 6의 a 및 b는 경로 A가 올바른 경로이고, Pa-1이 8개의 특정 경로들 중 하나일 때 패턴 1의 기록 마크의 시프트 및 재생 파형 사이의 상관관계를 도시한 도.
- [0155] 도 7의 a 및 b는 경로 B가 올바른 경로이고, Pa-1이 8개의 특정 경로들 중 하나일 때 패턴 1의 기록 마크의 시프트 및 재생 파형 사이의 상관관계를 도시한 도.
- [0156] 도 8은 최적화되어야 하는 파라미터들의 기록 리스트를 도시하는 표.
- [0157] 도 9는 도 5에 도시된 8개의 패턴들 중 패턴들이 도 8에 도시된 기록 패턴들을 검출하기 위하여 사용되는 것을 도시하는 표.
- [0158] 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 에지 시프트 검출 회로를 도시한 도.

도면

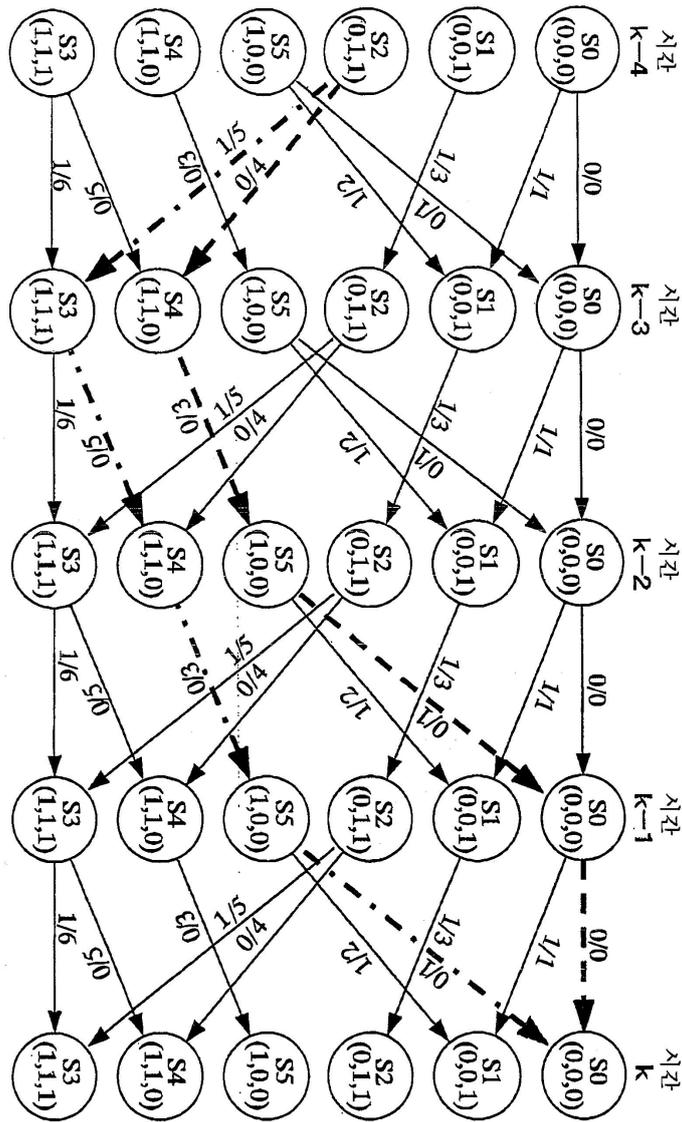
도면1



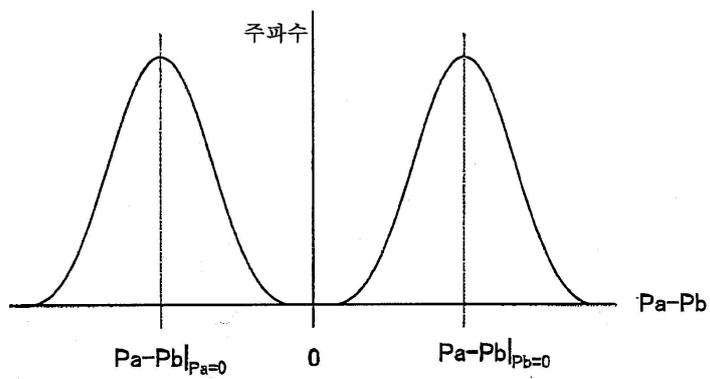
도면2



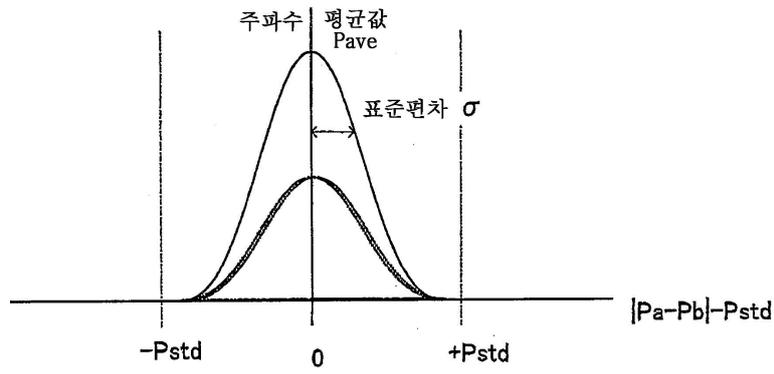
도면3



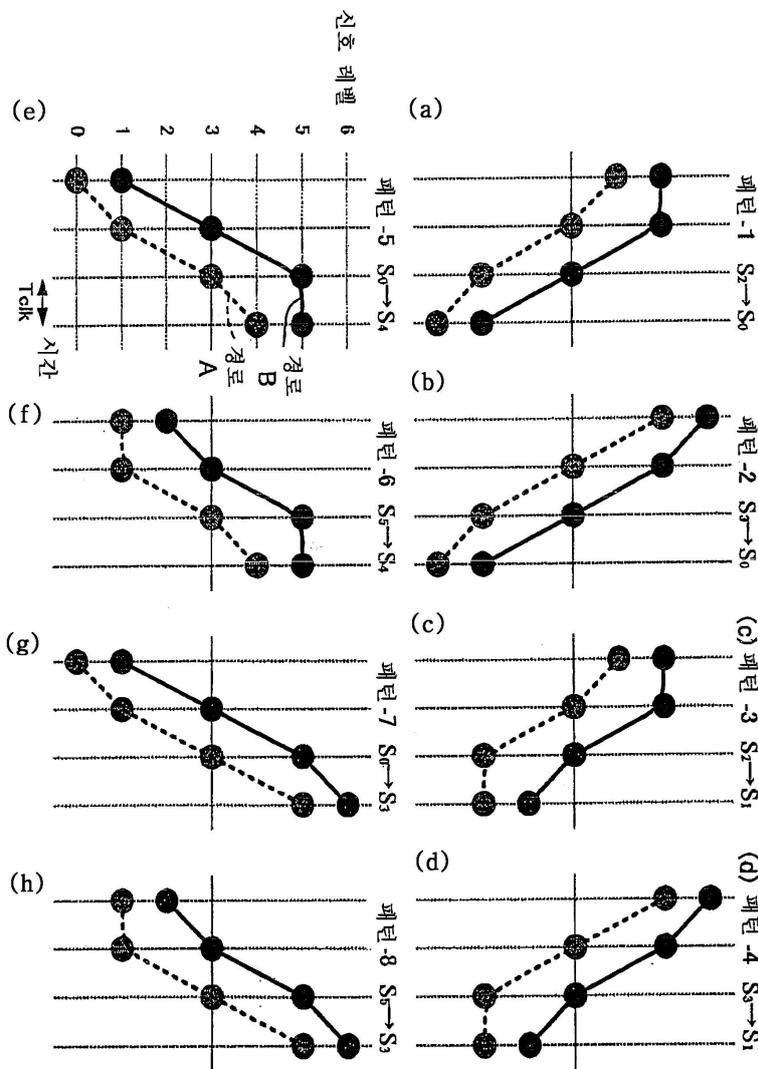
도면4a



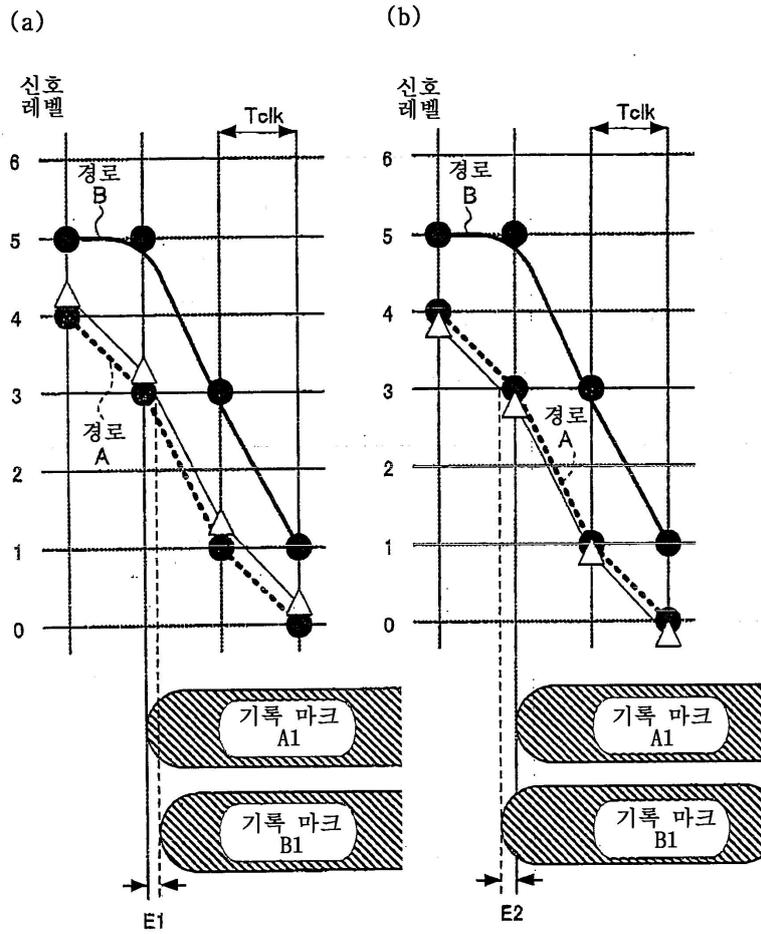
도면4b



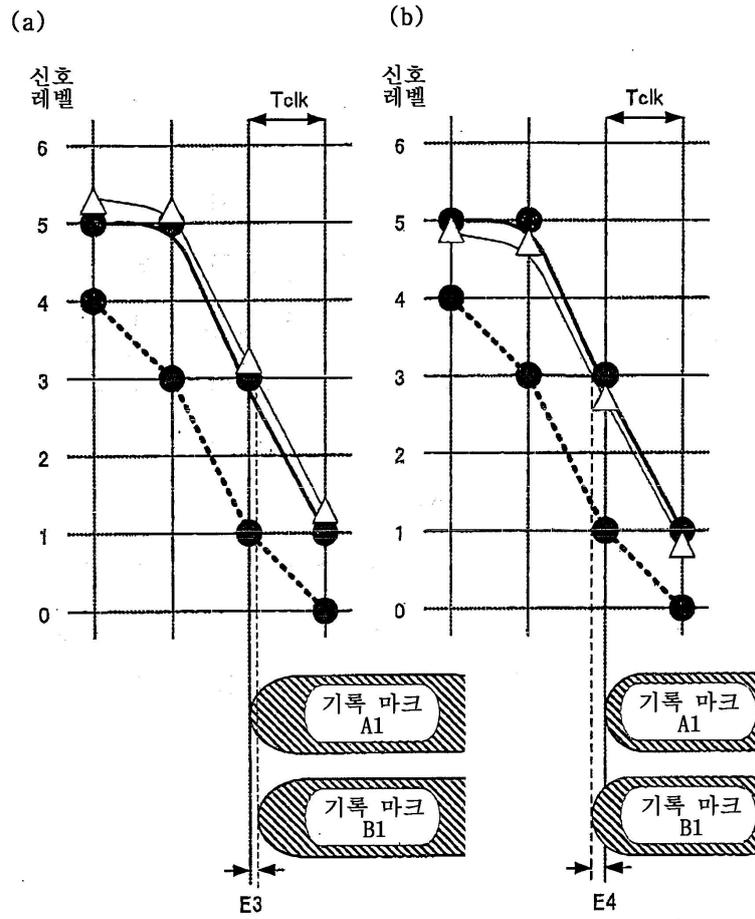
도면5



도면6



도면7



Tsfp	2Tm	3Tm	4Tm	5Tm 또는 그 이상
2Ts	2Ts2Tm	2Ts3Tm	2Ts4Tm	2Ts5Tm
3Ts	3Ts2Tm	3Ts3Tm	3Ts4Tm	3Ts5Tm
4Ts	4Ts2Tm	4Ts3Tm	4Ts4Tm	4Ts5Tm
5Ts 또는 그 이상	5Ts2Tm	5Ts3Tm	5Ts4Tm	5Ts5Tm

Telp	2Tm	3Tm	4Tm	5Tm 또는 그 이상
2Ts	2Tm2Ts	3Tm2Ts	4Tm2Ts	5Tm2Ts
3Ts	2Tm3Ts	3Tm3Ts	4Tm3Ts	5Tm3Ts
4Ts	2Tm4Ts	3Tm4Ts	4Tm4Ts	5Tm4Ts
5Ts 또는 그 이상	2Tm5Ts	3Tm5Ts	4Tm5Ts	5Tm5Ts

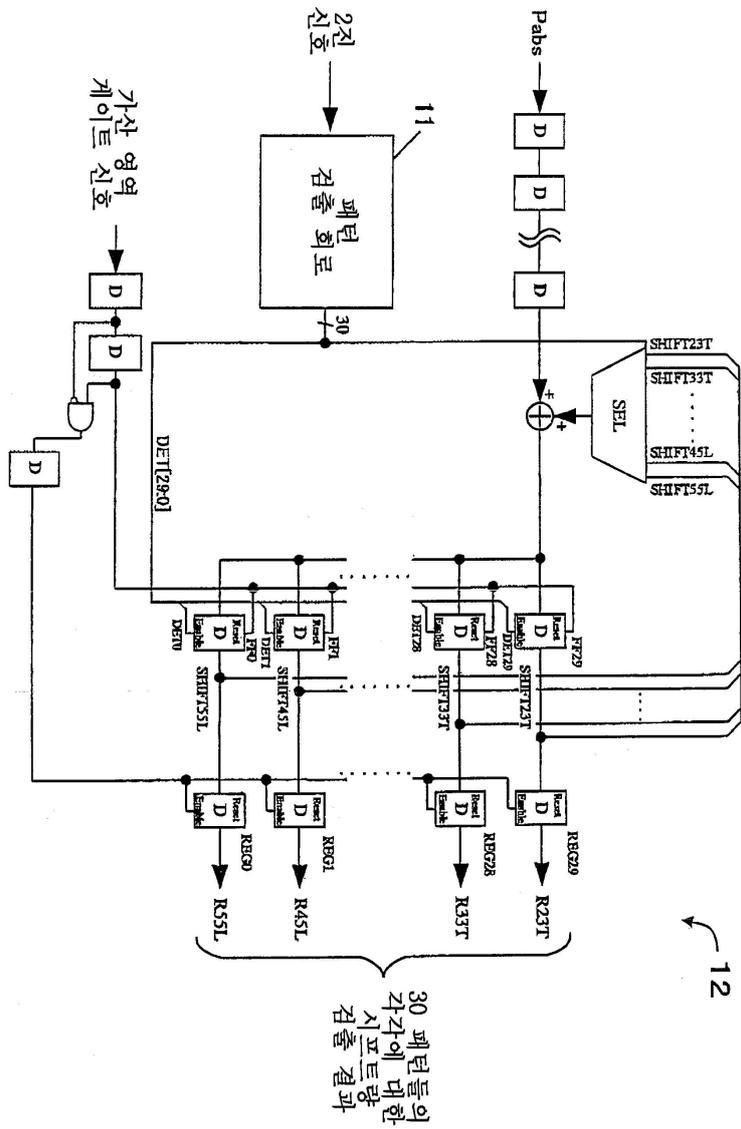
도면8

Tsfp	2Tm	3Tm	4Tm	5Tm 또는 그 이상
2Ts		P3A	P1A	P1A
3Ts	P3B	P1B/P4A	P1B/P2A	P1B/P2A
4Ts	P4B	P2B/P4A	P2B/P2A	P2B/P2A
5Ts 또는 그 이상	P4B	P2B/P4A	P2B/P2A	P2B/P2A

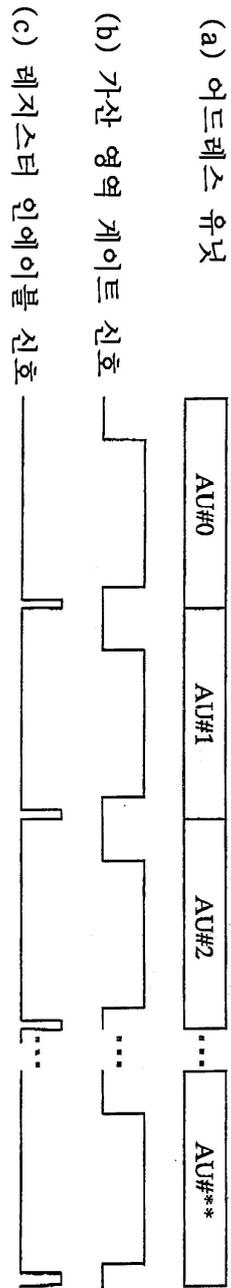
Telp	2Tm	3Tm	4Tm	5Tm 또는 그 이상
2Ts		P6A	P5A	P5A
3Ts	P6B	P5B/P8A	P5B/P7A	P5B/P7A
4Ts	P8B	P7B/P9A	P7B/P7A	P7B/P7A
5Ts 또는 그 이상	P8B	P7B/P8A	P7B/P7A	P7B/P7A

도면9

도면10



도면11

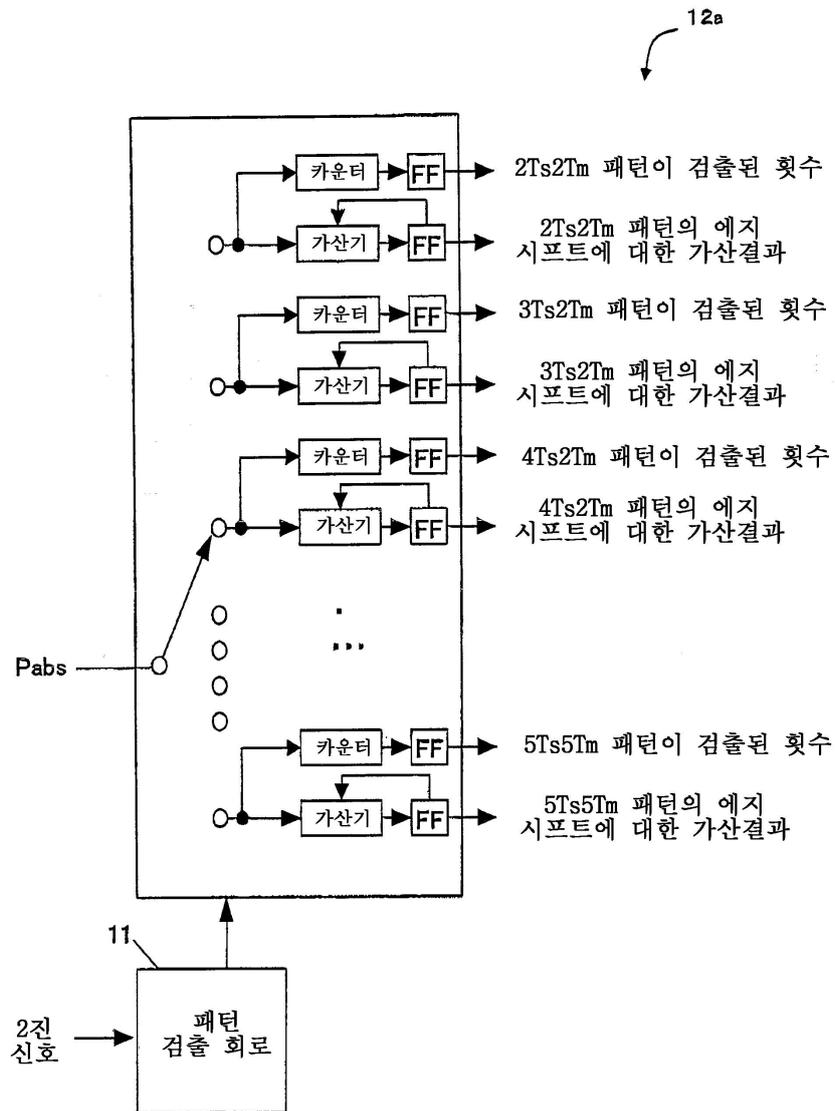


도면12

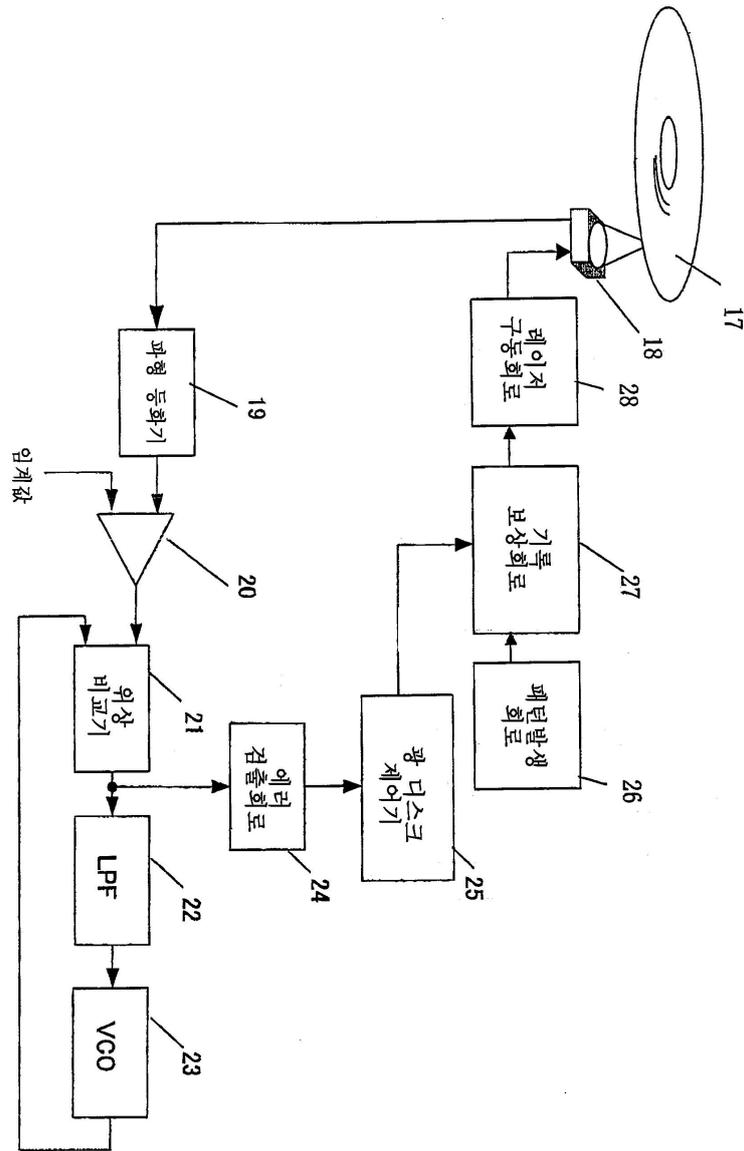
기록 패턴

<p>2M3S2M4S2M5S3M2S3M3S3M4S3M5S4M 2S4M3S4M4S4M5S5M2S5M3S5M4S5M5S</p>
<p>110001100001100000111001110001110000111000001111001111 00011110000111100000111110011111000111110000111110000</p>

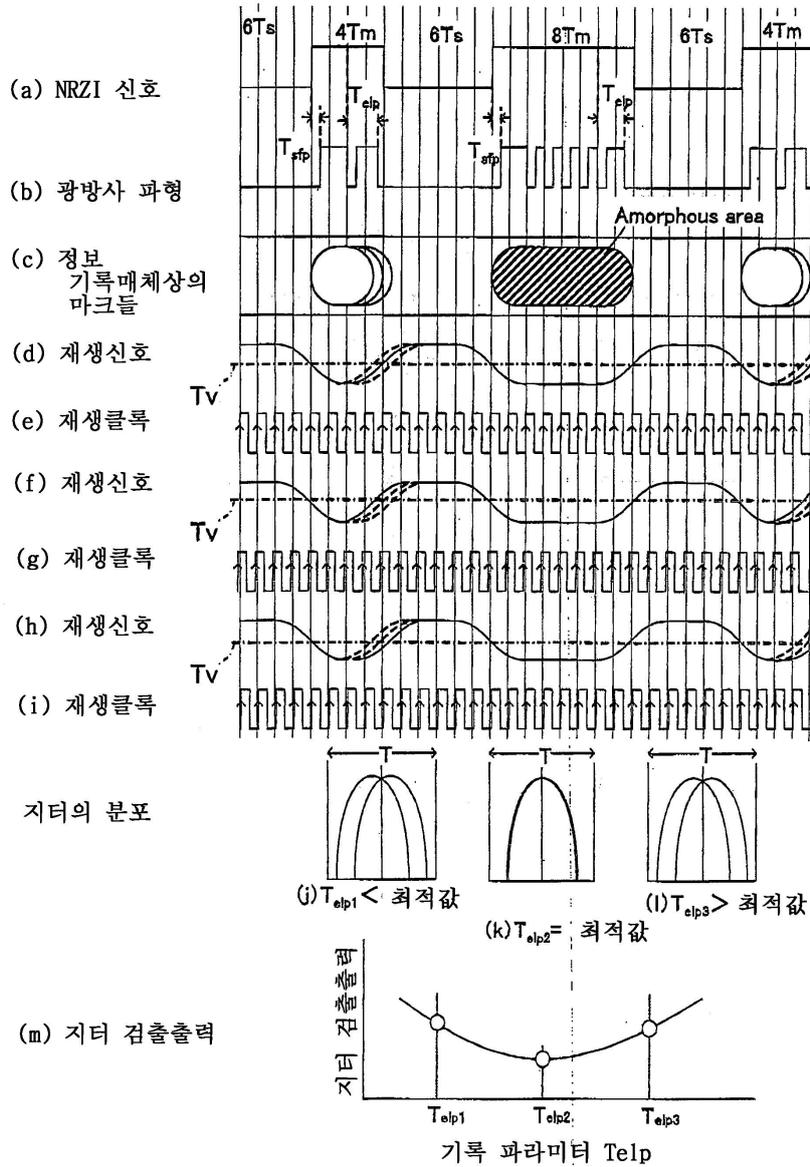
도면13



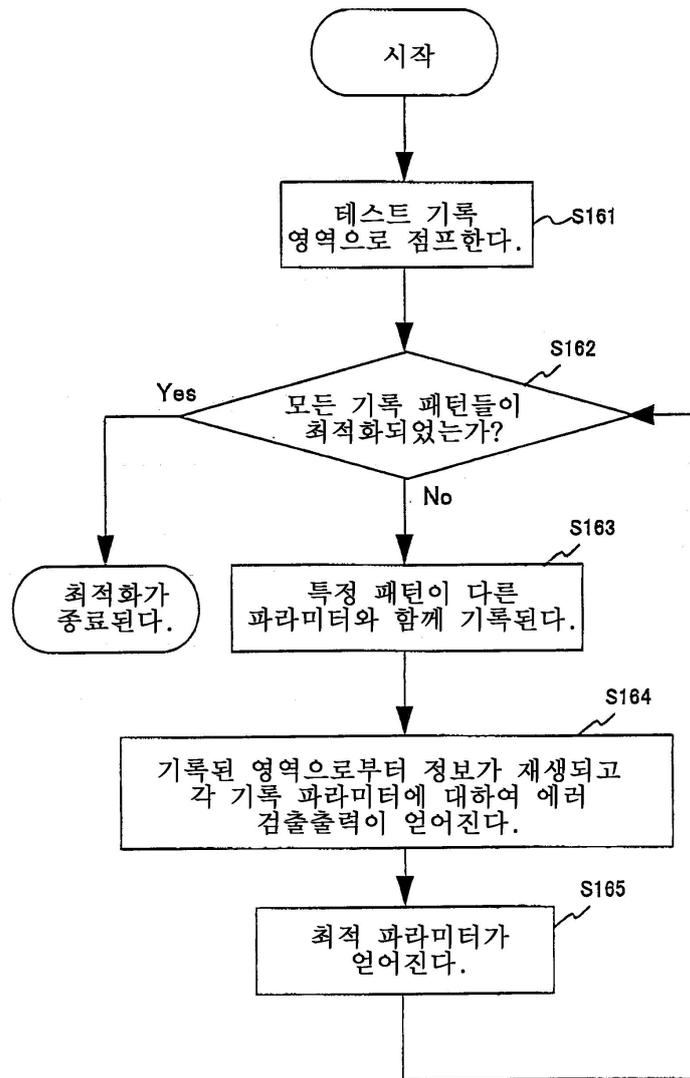
도면14



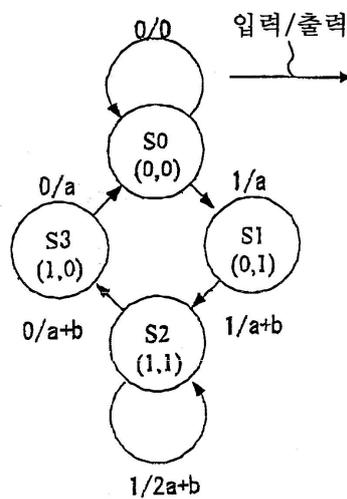
도면15



도면16



도면17



도면18

