

(72) 발명자

송, 홍웨이

미국 콜로라도 80503 롱몬트 캐논 마운틴 드라이브
1613

그룬드비히, 제프리, 피.

미국 콜로라도 80537 러브랜드 메도우뷰 드라이브
264

안남페듀, 비스와나쓰

미국 펜실베이니아 18078 슈넥스빌 에로우헤드 드라
이브 5173

특허청구의 범위

청구항 1

저장 디바이스에 있어서,

서보 어드레스 마크(servo address mark)를 각각 포함하는 복수의 서보 데이터 영역들을 포함하는 저장 매체와,
상기 저장 매체에 관하여 배치된 판독/기록 헤드 어셈블리(read/write head assembly)와,

계산 회로를 구비하되,

상기 계산 회로는, 상기 판독/기록 헤드 어셈블리를 통해 상기 복수의 서보 데이터 영역들로부터 상기 서보 어드레스 마크를 수신하고, 수신된 상기 복수의 서보 데이터 영역들로부터의 상기 서보 어드레스 마크에 기초하여 제 1 고조파 비율을 계산하고, 상기 제 1 고조파 비율과 제 2 고조파 비율을 비교하여 상기 판독/기록 헤드 어셈블리와 상기 저장 매체 사이의 거리에서 에러를 결정하는

저장 디바이스.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 서보 데이터 영역은 제 1 서보 데이터 영역과 제 2 서보 데이터 영역을 포함하고, 상기 제 1 서보 데이터 영역으로부터의 서보 어드레스 마크는 적어도 제 1 샘플, 제 2 샘플, 제 3 샘플 및 제 4 샘플을 포함하고, 상기 제 2 서보 데이터 영역으로부터의 서보 어드레스 마크는 적어도 제 5 샘플, 제 6 샘플, 제 7 샘플 및 제 8 샘플을 포함하고,

상기 제 1 고조파 비율을 계산하는 것은,

평균화된 샘플 세트를 형성하는 것-상기 평균화된 샘플 세트는 적어도 제 1 평균 값, 제 2 평균 값, 제 3 평균 값 및 제 4 평균 값을 포함하고, 상기 제 1 평균 값은 상기 제 1 샘플 및 상기 제 5 샘플을 포함하고, 상기 제 2 평균 값은 상기 제 2 샘플 및 상기 제 6 샘플을 포함하고, 상기 제 3 평균 값은 상기 제 3 샘플 및 상기 제 7 샘플을 포함하고, 상기 제 4 평균 값은 상기 제 4 샘플 및 상기 제 8 샘플을 포함함-과,

상기 평균화된 샘플 세트에 기초하여 적어도 2개의 고조파들을 계산하는 것과,

상기 2개의 고조파들의 비율을 계산하는 것을 포함하는

저장 디바이스.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 평균화된 샘플 세트에 기초하여 상기 적어도 두개의 고조파들을 계산하는 것은 이산 푸리에 변환(discrete Fourier transform)을 수행하는 것을 포함하는

저장 디바이스.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 서보 데이터 영역으로부터의 서보 어드레스 마크는 상기 제 2 서보 데이터 영역으로부터의 서보 어드레스 마크와 동일한

저장 디바이스.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 서보 데이터 영역으로부터의 서보 어드레스 마크는 단축(truncating)되고, 상기 제 2 서보 데이터 영역으로부터의 서보 어드레스 마크는 단축되는

저장 디바이스.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 단축은 상기 서보 데이터 영역에서의 선행 패턴에 가장 가까운 서보 어드레스 마크의 하나 이상의 샘플들을 제거하는 것인

저장 디바이스.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 선행 패턴은 프리앰블 패턴(preamble pattern)인

저장 디바이스.

청구항 8

제 5 항에 있어서,

상기 단축은 상기 서보 데이터 영역에서의 후속 패턴에 가장 가까운 서보 어드레스 마크의 하나 이상의 샘플들을 제거하는 것인

저장 디바이스.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 후속 패턴은 그레이 코드 패턴(Gray code pattern)인

저장 디바이스.

청구항 10

제 5 항에 있어서,

상기 단축은 상기 서보 어드레스 마크에 근사한 데이터와의 심볼간 간섭(inter-symbol interference)을 감소시키기 위해 동작가능한

저장 디바이스.

청구항 11

서보 어드레스 마크 데이터에 기초하여 거리 에러를 식별하기 위한 방법에 있어서,

공지된 위치에 대응하는 제 1 고조파 비율을 제공하는 단계와,

저장 매체를 제공하는 단계-상기 저장 매체는 제 1 서보 데이터 영역 및 제 2 서보 데이터 영역을 포함하고, 상기 제 1 서보 데이터 영역 및 상기 제 2 서보 데이터 영역 둘 모두는 서보 어드레스 마크를 포함함-와,

상기 제 1 서보 데이터 영역으로부터의 서보 어드레스 마크 및 상기 제 2 서보 데이터 영역으로부터의 서보 어드레스 마크에 액세스하는 단계와,

상기 제 1 서보 데이터 영역으로부터의 서보 어드레스 마크 및 상기 제 2 서보 데이터 영역으로부터의 서보 어드레스 마크의 조합에 기초하여 제 2 고조파 비율을 계산하는 단계와,

상기 제 1 고조파 비율과 상기 제 2 고조파 비율을 비교하여 거리 에러를 결정하는 단계를 포함하는

거리 에러 식별 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 고조파 비율은 초기화 단계 동안 계산되는

거리 에러 식별 방법.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 서보 데이터 영역으로부터의 서보 어드레스 마크는 적어도 제 1 샘플, 제 2 샘플, 제 3 샘플 및 제 4 샘플을 포함하고, 상기 제 2 서보 데이터 영역으로부터의 서보 어드레스 마크는 적어도 제 5 샘플, 제 6 샘플, 제 7 샘플 및 제 8 샘플을 포함하고,

상기 제 2 고조파 비율을 계산하는 단계는,

평균화된 샘플 세트를 형성하는 단계-상기 평균화된 샘플 세트는 적어도 제 1 평균 값, 제 2 평균 값, 제 3 평균 값 및 제 4 평균 값을 포함하고, 상기 제 1 평균 값은 상기 제 1 샘플 및 상기 제 5 샘플을 포함하고, 상기 제 2 평균 값은 상기 제 2 샘플 및 상기 제 6 샘플을 포함하고, 상기 제 3 평균 값은 상기 제 3 샘플 및 상기 제 7 샘플을 포함하고, 상기 제 4 평균 값은 상기 제 4 샘플 및 상기 제 8 샘플을 포함함-와,

상기 평균화된 샘플 세트에 기초하여 적어도 2개의 고조파들을 계산하는 단계와,

상기 2개의 고조파들의 비율을 계산하는 단계를 포함하는

거리 에러 식별 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 평균화된 샘플 세트에 기초하여 상기 적어도 두개의 고조파들을 계산하는 단계는 이산 푸리에 변환을 수행하는 단계를 포함하는

거리 에러 식별 방법.

청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 제 1 서보 데이터 영역으로부터의 서보 어드레스 마크는 단축되고, 상기 제 2 서보 데이터 영역으로부터의 서보 어드레스 마크는 단축되는

거리 에러 식별 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 단축은, 상기 서보 데이터 영역에서의 선행 패턴에 가장 가까운 서보 어드레스 마크의 하나 이상의 샘플들, 및 상기 서보 데이터 영역에서의 후속 패턴에 가장 가까운 서보 어드레스 마크의 하나 이상의 샘플들로 이루어진 그룹으로부터 선택된 서보 어드레스 마크의 하나 이상의 샘플들을 제거하는 것인

거리 에러 식별 방법.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 선행 패턴은 프리앰블 패턴이고, 상기 후속 패턴은 그레이 코드 패턴인

거리 에러 식별 방법.

청구항 18

제 15 항에 있어서,

상기 단축은 상기 서보 어드레스 마크에 근사한 데이터와의 심볼간 간섭을 감소시키기 위해 동작가능한 거리 에러 식별 방법.

청구항 19

계산 회로에 있어서,

적어도 제 1 서보 데이터 영역으로부터의 서보 어드레스 마크에 대응하는 제 1 샘플 세트 및 제 2 서보 데이터 영역으로부터의 서보 어드레스 마크에 대응하는 제 2 샘플 세트를 수신하고, 적어도 상기 제 1 샘플 세트 및 상기 제 2 샘플 세트를 포함하는 평균 계산을 수행하고, 평균화된 샘플 세트를 제공하는 샘플 평균화 회로와,

상기 평균화된 샘플 세트를 수신하고 적어도 2개의 고조파들을 계산하는 이산 푸리에 변환 회로와,

상기 2개의 고조파들의 비율을 계산하는 고조파 비율 계산 회로를 포함하는

계산 회로.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 고조파 비율은 제 1 고조파 비율이고,

상기 계산 회로는,

제 2 고조파 비율을 저장하는 메모리와,

상기 제 1 고조파 비율 및 상기 제 2 고조파 비율의 비교에 적어도 부분적으로 기초하여 거리 에러 신호를 제공하도록 동작가능한 비교기를 더 포함하는

계산 회로.

명세서

기술분야

[0001]

관련 출원들에 대한 상호 참조

[0002]

본 발명의 출원은 Mathew 등에 의해 2007년 12월 14일 출원된 "SAM Based Approach for Harmonic Estimation During Servo Sector"란 제목의 미합중국 특허 출원 제 61/013,656호(의 가-출원)에 대해 우선권을 주장한다. 전술한 출원의 전체가 모든 면에서 참조로서 본 명세서에 인용된다.

[0003]

본 발명은 저장 매체를 액세스하기 위한 시스템들 및 방법들에 관한 것으로, 특히 저장 매체와 관련하여 판독/기록 헤드 어셈블리(read/write head assembly)의 위치를 결정하기 위한 시스템들 및 방법들에 관한 것이다.

배경기술

[0004]

마그네틱 저장 매체(magnetic storage medium)에 정보를 기록하는 단계는 기록될 저장 매체에 근처에 자계(magnetic field)를 발생하는 단계를 포함한다. 이것은 통상적으로 종래 기술에 알려진 바와 같이 판독/기록 헤드 어셈블리를 이용하여 이루어질 수 있으며, 마그네틱 저장 매체와 관련하여 판독/기록 헤드 어셈블리를 적절히 위치시키는 것에 매우 달려있다. 판독/기록 헤드 어셈블리와 저장 매체 사이의 거리는 통상적으로 플라이-하이트(fly-height)로서 지칭된다. 플라이-하이트의 적절한 제어는 판독 백 신호가 최상의 가능한 신호-대-잡음비를 나타내도록 보장하는데 도움이 되며, 이에 의해 성능을 향상시킨다. 전형적인 구현에 있어서, 플라이-하이트는 동작하지 않는 동안 고조파 측정에 기초하여 결정된다. 이러한 해결책은 고조파들이 측정될 주기적인 패턴을 기록하기 위해 마그네틱 저장 매체상의 빈 또는 전용 영역을 이용한다. 비록 이러한 해결책이 플라이-하이트의 적당한 정적 추정치를 제공하지만, 표준 동작 주기를 동안 발생하는 플라이-하이트에 있어서 어떠한 변화의 표

시를 제공하지 않는다. 그 자체로, 해결책들은 디스크의 동작 동안 발생하는 변화들에 대한 조절을 위한 능력을 제공하지 않는다. 다른 해결책들은 플라이-하이트를 결정하기 위해 채널 비트 밀도(channel bit density; CBD) 추정을 이용한다. 이러한 해결책은 디-콘볼루션 해결책을 이용하여 다양한 ADC로부터 CBD를 추정하는 것에 의존한다. 이것은 채널 임펄스 응답의 상관-길이를 단축(truncating)시키고, 디펄스 (비트) 응답에 의해 채널 임펄스 응답을 근사화하는 것에 기초한다. 디-콘볼루션은 매트릭스 전도(matrix inversion)를 요구하며, 매트릭스 사이즈가 증가함에 따라서 매트릭스 전도를 구현하기가 매우 어려워지고, 매트릭스 사이즈 증가는 채널 상관의 단축 길이(truncation length)가 느슨해짐에 따라서 일어난다. 이러한 해결책인 블록 단위로 작업함에 따라서, 연속적인 방식으로 CBD 변화를 획득하기 위해 이러한 해결책을 이용하는 것이 또한 어렵다. 그럼에도 불구하고, 다른 해결책들은 플라이-하이트를 추론하기 위해 이용가능한 AGC 신호를 이용한다. 이러한 해결책은 정상 동작 기간들 동안 플라이-하이트를 계속적으로 모니터링(monitoring)할 수 있지만, 해결책의 정확성은 신호/회로들에서의 PVT-유도된 변화들로 인하여 상당히 감소된다. 전술한 어떠한 해결책들도 정상적인 기록 동작들 동안 플라이-하이트 모니터링 및 제어를 용이하게 하지 못한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 따라서, 적어도 전술한 이유로 인해, 플라이-하이트를 결정하기 위한 첨단 시스템 및 방법의 기술을 필요로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명은 저장 매체를 액세스하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것으로, 특히 저장 매체와 관련하여 판독/기록 헤드 어셈블리의 위치를 결정하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다.

[0007] 본 발명의 다양한 실시예는 저장 매체, 저장 매체에 관하여 배치된 판독/기록 헤드 어셈블리, 및 서보 어드레스 마크(servo address mark; SAM) 기반 플라이-하이트 조절 회로를 포함하는 저장 디바이스를 제공한다. 저장 매체는 서보 어드레스 마크를 각각 포함하는 복수의 서보 데이터 영역들을 포함한다. SAM 기반 플라이-하이트 조절 회로는 판독/기록 헤드 어셈블리를 통해 복수의 서보 데이터 영역들로부터 서보 어드레스 마크를 수신하며, 수신된 데이터에 기초하여 제 1 고조파 비율을 계산한다. 제 1 고조파 비율은 제 2 고조파 비율과 비교되어 판독/기록 헤드 어셈블리와 저장 매체 사이의 거리 내 에러를 결정한다.

[0008] 전술한 실시예의 몇몇 예에서, 복수의 서보 데이터 영역은 제 1 서보 데이터 영역과 제 2 서보 데이터 영역을 포함한다. 제 1 서보 데이터 영역으로부터 서보 어드레스 마크는 적어도 제 1 샘플, 제 2 샘플, 제 3 샘플 및 제 4 샘플을 포함하고; 제 2 서보 데이터 영역으로부터 서보 어드레스 마크는 적어도 제 5 샘플, 제 6 샘플, 제 7 샘플 및 제 8 샘플을 포함한다. 이러한 경우에 있어서, 제 1 고조파 비율의 계산은 평균화된 샘플 세트를 형성하고, 상기 평균화된 샘플 세트에 기초하여 적어도 두 고조파를 계산하고, 상기 두 고조파의 비율을 계산하는 것을 포함한다. 평균화된 샘플 세트는 적어도 제 1 평균값, 제 2 평균값, 제 3 평균값 및 제 4 평균값을 포함한다. 제 1 평균값은 제 1 샘플 및 제 5 샘플을 포함하고, 제 2 평균값은 제 2 샘플 및 제 6 샘플을 포함하며, 제 3 평균값은 제 3 샘플 및 제 7 샘플을 포함하고, 제 4 평균값은 제 4 샘플 및 제 8 샘플을 포함한다. 이러한 예에서, 평균화된 샘플 세트에 기초하여 적어도 두 고조파를 계산하는 것은 이산 푸리에 변환(discrete Fourier transform)을 수행하는 것을 포함한다. 몇몇 경우에 있어서, 제 1 서보 데이터 영역으로부터의 서보 어드레스 마크는 제 2 서보 데이터 영역으로부터의 서보 어드레스 마크와 동일하다. 특별한 경우에 있어서, 제 1 서보 데이터 영역으로부터의 서보 어드레스 마크가 단축되고, 제 2 서보 데이터 영역으로부터의 서보 어드레스 마크가 단축된다. 하나 이상의 경우에 있어서, 단축은 서보 어드레스 마크에 근사한 데이터를 갖는 심볼간 간섭(inter-symbol interference)을 감소시키기 위해 실시할 수 있다. 단축은 서보 데이터 영역 내 선행 패턴에 가장 가까운 서보 어드레스 마크의 하나 이상의 샘플 및/또는 서보 데이터 영역내 후속 패턴에 가장 가까운 서보 어드레스 마크의 하나 이상의 샘플을 제거하는 단계를 포함할 수 있다. 선행 패턴은 프리앰블 패턴(preamble pattern)일 수 있으며 후속 패턴은 그레이 코드 패턴(Gray code pattern)을 포함할 수 있다.

[0009] 본 발명의 다른 실시예는 서보 어드레스 마크 데이터에 기초한 거리 에러(distance error)를 식별하기 위한 방법을 제공한다. 이러한 방법들은 알려진 위치에 대응하는 제 1 고조파 비율을 제공하는 단계와 제 1 서보 데이터 영역과 제 2 서보 데이터 영역을 포함하는 저장 매체를 제공하는 단계를 포함한다. 제 1 서보 데이터 영역과 제 2 서보 데이터 영역 모두는 서보 어드레스 마크를 포함한다. 방법들은 제 1 서보 데이터 영역으로부터

터의 서보 어드레스 마크와 제 2 서보 데이터 영역으로부터의 서보 어드레스 마크를 액세스하는 단계, 및 제 1 서보 데이터 영역으로부터의 서보 어드레스 마크와 제 2 서보 데이터 영역으로부터의 서보 어드레스 마크의 조합에 기초하여 제 2 고조파 비율을 계산하는 단계를 추가로 포함한다. 제 1 고조파 비율은 제 2 고조파 비율과 비교되어 거리 에러를 결정한다. 전술한 실시예의 몇몇 예에서, 제 1 고조파 비율은 초기화 단계 동안 계산된다.

[0010]

전술한 실시예의 다양한 예에서, 제 1 서보 데이터 영역으로부터의 서보 어드레스 마크는 제 1 샘플, 제 2 샘플, 제 3 샘플 및 제 4 샘플을 포함하고; 제 2 서보 데이터 영역으로부터 서보 어드레스 마크는 적어도 제 5 샘플, 제 6 샘플, 제 7 샘플 및 제 8 샘플을 포함한다. 이러한 경우에 있어서, 제 2 고조파 비율을 계산하는 것은 평균화된 샘플 세트를 형성하고, 상기 평균화된 샘플 세트에 기초하여 적어도 두 고조파를 계산하고, 상기 두 고조파의 비율을 계산하는 것을 포함한다. 평균화된 샘플 세트는 적어도 제 1 평균값, 제 2 평균값, 제 3 평균값 및 제 4 평균값을 포함한다. 제 1 평균값은 제 1 샘플 및 제 5 샘플을 포함하고, 제 2 평균값은 제 2 샘플 및 제 6 샘플을 포함하며, 제 3 평균값은 제 3 샘플 및 제 7 샘플을 포함하고, 제 4 평균값은 제 4 샘플 및 제 8 샘플을 포함한다. 이러한 경우에 있어서, 평균화된 샘플 세트에 기초하여 적어도 두 고조파를 계산하는 것은 이산 푸리에 변환을 수행하는 위상을 포함한다. 하나 이상의 경우에 있어서, 제 1 서보 데이터 영역으로부터의 서보 어드레스 마크가 단축되고, 제 2 서보 데이터 영역으로부터의 서보 어드레스 마크가 단축된다. 몇몇 경우에 있어서, 단축은 서보 데이터 영역 내 선행 패턴에 가장 가까운 하나 이상의 샘플, 및 서보 데이터 영역 내 후속 패턴에 가장 가까운 하나 이상의 샘플로 구성된 그룹으로부터 선택된 서보 어드레스 마크의 하나 이상의 샘플을 제거한다.

[0011]

본 발명의 또 다른 실시예는 SAM 기반 플라이-하이트 조절 회로를 제공한다. 이러한 회로는 샘플 평균화 회로, 이산 푸리에 변환 회로, 및 고조파 비율 계산 회로를 포함한다. 샘플 평균화 회로는 제 1 서보 데이터 영역으로부터의 서보 어드레스 마크에 대응하는 제 1 샘플 세트와 제 2 서보 데이터 영역으로부터의 서보 어드레스 마크에 대응하는 제 2 샘플 세트를 수신하고, 적어도 제 1 샘플 세트와 제 2 샘플 세트를 포함하는 평균 계산을 수행하고, 평균화된 샘플 세트를 제공한다. 이산 푸리에 변환 회로는 평균화된 샘플 세트를 수신하고 적어도 두 고조파를 계산하고, 고조파 비율 계산 회로는 두 고조파의 비율을 계산한다. 전술한 실시예의 몇몇 예에서, 회로들은 다른 고조파 비율을 저장하는 메모리, 및 비교기를 추가로 포함한다. 비교기는 앞서 계산된 고조파 비율과 다른 고조파 비율의 비교에 적어도 부분적으로 기초하여 거리 에러를 제공하기 위해 동작할 수 있다.

[0012]

본 발명의 개요는 단지 본 발명의 몇몇 실시예의 일반적인 개요를 제공한다. 본 발명의 많은 다른 목적들, 특징들, 장점들 및 다른 실시예들이 다음의 상세한 설명, 첨부된 청구항들 및 도면들로부터 보다 분명해질 것이다.

[0013]

본 발명의 다양한 실시예의 한층 더한 이해는 명세서의 나머지 부분들에 기술된 도면들을 참조하여 실현될 수 있다. 도면들에서, 유사한 참조 번호가 유사한 구성요소들을 지칭하기 위해 여러 도면들에 걸쳐서 사용된다. 몇몇 예들에서, 소문자로 구성되는 서브-라벨(sub-label)은 다수의 유사한 구성요소들 중 하나를 표시하기 위해 참조 번호와 연관된다. 참조가 상술함이 없이 기존의 서브-라벨에 대해 참조 번호가 이루어질 때, 이것은 모든 이러한 유사한 구성요소들을 지칭하기 위함이다.

도면의 간단한 설명

[0014]

도 1은 서보 데이터를 포함하는 기존의 저장 매체를 도시하는 도면;

도 2a는 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따라서 서보 기반 플라이-하이트 제어 회로를 갖는 판독 채널을 포함하는 저장 디바이스를 도시하는 도면;

도 2b는 도 2a의 디스크 플래터(disk platter)에 관하여 배치된 도 2a의 판독/기록 헤드 어셈블리를 도시하는 도면;

도 3은 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따라서 SAM 기반 플라이-하이트 제어 회로를 포함하는 데이터 처리 시스템의 일부를 도시하는 도면;

도 4는 서보 데이터를 이용한 플라이-하이트를 제공하기 위해 본 발명의 다양한 실시예에 따른 방법을 도시하는 흐름도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 본 발명은 저장 매체를 액세스하기 위한 시스템들 및 방법들에 관한 것으로, 특히 저장 매체와 관련하여 판독/기록 헤드 어셈블리의 위치를 결정하기 위한 시스템들 및 방법들에 관한 것이다.
- [0016] 본 발명의 다양한 실시예들은 저장 매체상에 분배된 서보 데이터의 일부로서 수신된 서보 어드레스 마크 데이터를 이용한 플라이-하이트를 모니터 및/또는 조절하기 위한 능력을 제공한다. 몇몇 경우에 있어서, 서보 어드레스 마크는 서보 어드레스 마크를 둘러싸는 데이터로 인해 어떠한 간섭을 최소화하기 위해 하나 또는 양 끝단이 단축된다. 몇몇 경우에 있어서, 둘 이상의 섹터로부터 유도된 서보 어드레스 마크로부터의 대응하는 샘플이 플라이-하이트 조절을 수행하기 위해 사용될 수 있다. 본 발명의 실시예의 몇몇 장점들로 인해, 플라이-하이트 제어를 수행하기 위해 설계된 특별한 패턴이 필요하지 않다. 이것은 저장 매체에 대해 요구되는 제어 정보의 감소를 가져오고 대응하여 저장 매체 상의 이용가능한 저장 영역을 증가시킨다. 더욱이, 이러한 해결책들을 이용함으로써, 플라이-하이트 제어를 수행하기 위해 사용된 정보가 이러한 판독들 및 기록들 동안 또한 액세스됨에 따라서 플라이-하이트의 모니터링 및 제어가 저장 매체에 대한 표준 판독 및 기록 액세스들이 동시에 이루어질 수 있다. 본 명세서에 제공된 상세한 설명에 기초하여, 당업자는 본 발명의 상이한 실시예들의 구현을 통해서 달성될 수 있는 다양한 다른 장점들을 인식할 것이다.
- [0017] 도 1은 파선으로서 표시된 두개의 예시적인 트랙들(150, 155)을 갖는 저장 매체(100)를 도시한다. 트랙들은 웨지들(wedges)(160, 165)(이들 웨지들은 본 명세서에서 서보 섹터 또는 섹터들로서 지칭될 수 있다)내에 기록된 내장된 서보 데이터를 갖는다. 이들 웨지들은 저장 매체(100) 상의 원하는 로케이션 위에 판독/기록 헤드 어셈블리의 제어 및 동기화를 위해 사용되는 서보 데이터 패턴(110)을 포함한다. 특히, 이들 웨지들은 일반적으로 프리앰블 패턴(152)에 이은 서보 어드레스 마크(154)(SAM)를 포함한다. 주목해야 할 것은 서보 어드레스 마크(154)에 이어 그레이 코드(156)가 이어지면, 그레이 코드(156)에 이어 버스트 정보(158)가 이어진다는 것이다. 주목해야 할 것은 비록 두개의 트랙들과 두개의 웨지들이 도시되지만, 전형적으로 수많은 모양이 주어진 저장 매체 상에 포함될 수 있다는 것이다. 더욱이, 서보 데이터 세트가 둘 이상의 버스트 정보의 필드를 가질 수 있다는 것을 주목해야 한다. 몇몇 경우에 있어서, 스페이스(spacer)들은 프리앰블 패턴(152), 서보 어드레스 마크(154), 그레이 코드(156) 및/또는 버스트 정보(158) 중 하나 이상의 사이에 배치될 수 있다. 서보 어드레스 마크는 규정된 길이의 알려진 비트 패턴이다. 더욱이, 하나의 웨지의 서보 어드레스 마크는 또 다른 웨지의 서보 어드레스 마크와 동일하다. 따라서, 예를 들면, 웨지(160)의 서보 어드레스 마크는 웨지(165)의 서보 어드레스 마크와 동일할 것이다.
- [0018] 동작시, 저장 매체(100)로부터의 데이터는 (도시되지 않은) 연속 스트림으로서 판독 채널 회로에 제공된다. 판독 채널 회로는 프리앰블 패턴(152)을 검출하기 위해 동작한다. 프리앰블 패턴(152)은 특별한 위상 및 주파수를 표시한다. 이러한 위상 및 주파수 정보는 서보 데이터 패턴(110)의 나머지 부분을 샘플링하기 위해 사용되는 샘플링 클럭을 복구하기 위해 사용된다. 특히, 서보 어드레스 마크(154)가 식별되어 위치가 그레이 코드(156)와 버스트 정보(158)의 후속 샘플링 및 처리의 간격을 조절하기 위해 사용된다.
- [0019] 도 2에서, SAM 기반 플라이-하이트 제어 회로(214)를 포함하는 저장 시스템(200)이 본 발명의 다양한 실시예에 따라서 도시된다. 예를 들면, 저장 시스템(200)은 하드 디스크 드라이브일 수 있다. 또한, 저장 시스템(200)은 인터페이스 제어기(interface controller)(220), 전치증폭기(preamplifier)(212), 하드 디스크 제어기(266), 모터 제어기(motor controller)(268), 스피들 모터(spindle motor)(272), 디스크 플래터(disk platter)(278), 및 판독/기록 헤드 어셈블리(276)를 포함한다. 인터페이스 제어기(220)는 디스크 플래터(278)로/로부터의 데이터의 어드레싱 및 타이밍을 제어한다. 디스크 플래터(278) 상의 데이터는 어셈블리가 디스크 플래터(278) 위에 적절히 위치될 때 판독/기록 헤드 어셈블리(276)에 의해 검출될 수 있는 마그네틱 신호들(magnetic signals)의 그룹으로 구성된다. 전형적인 판독/기록 동작에서, 판독/기록 헤드 어셈블리(276)는 디스크 플래터(278) 상의 원하는 데이터 트랙위에 모터 제어기(268)에 의해 정확히 위치된다. 모터 제어기(268)는 디스크 플래터(278)에 관하여 판독/기록 헤드 어셈블리(276)를 위치시키고 하드 디스크 제어기(266)의 지시하에 디스크 플래터(278) 상의 적절한 데이터 트랙으로 판독/기록 헤드 어셈블리를 이동시킴으로써 스피들 모터(272)를 구동한다. 스피들 모터(272)는 정해진 회전 속도(RPM)로 디스크 플래터(278)를 회전시킨다. 판독 채널 회로(210)는 전치증폭기(212)로부터 정보를 수신하고 판독 데이터(203)로서 디스크 플래터(278)에 처음부터 기록된 데이터를 복구하기 위해 잘 알려진 데이터 디코드/검출 프로세스를 수행한다. 또한, 판독 채널 회로(210)는 기록 데이터(201)를 수신하고 수신된 데이터를 잘 알려진 바와 같이 디스크 플래터(278)에 기록가능한 형태로 전치증폭기(212)에 제공한다.

- [0020] SAM 기반 플라이-하이트 보상 회로(SAM based fly-height compensation circuit)(214)는 전치증폭기(212)로부터 데이터의 아날로그-디지털 변환을 수신한다. 이러한 정보로부터, SAM 기반 플라이-하이트 보상 회로(214)는 플라이-하이트 조절 값을 산출하기 위해 적어도 두 고조파를 표시하는 둘 이상의 서보 어드레스 마크의 샘플을 활용한다. 도 2b는 예시적인 플라이-하이트(295)를 도시하며, 이 높이는 판독/기록 헤드 어셈블리(276)와 디스크 플래터(278) 사이의 거리이다. 본 발명의 몇몇 실시예에서, SAM 기반 플라이-하이트 보상 회로(214)는 도 3에 관하여 이하 기술된 회로와 일치하게 구현된다.
- [0021] 동작시, 판독/기록 헤드 어셈블리(276)는 적절한 데이터 트랙에 인접하여 위치되고, 디스크 플래터(278) 상의 데이터를 나타내는 마그네틱 신호는 디스크 플래터(278)가 스핀들 모터(272)에 의해 회전됨에 따라서 판독/기록 헤드 어셈블리(276)에 의해 감지된다. 감지된 마그네틱 신호는 디스크 플래터(278) 상의 마그네틱 데이터를 나타내는 연속적이고, 미세한 아날로그 신호로서 제공된다. 이러한 미세한 아날로그 신호는 전치증폭기(212)를 통해 판독/기록 헤드 어셈블리(276)로부터 판독 채널 회로(210)로 전달된다. 전치증폭기(212)는 디스크 플래터(278)로부터 액세스된 미세한 아날로그 신호의 조건을 이루도록 동작할 수 있다. 또한, 전치증폭기(212)는 디스크 플래터(278)에 기록되도록 예정된 판독 채널 회로(210)로부터의 데이터의 조건을 이루도록 동작할 수 있다. 차례로, 판독 채널 회로(210)는 디스크 플래터(278)에 처음부터 기록된 정보를 재생하기 위해 수신된 아날로그 신호를 디코딩하고 계수화한다. 이러한 데이터는 판독 데이터(203)로서 수신 회로에 제공된다. 판독 채널 모듈(210)에 제공되는 데이터(201)를 기록함에 따라서 기록 동작은 실질적으로 선행 판독 동작의 반대이다. 그 다음, 이러한 데이터는 인코딩되어 디스크 플래터(278)에 기록된다. 판독 및 기록 프로세스 동안(또는 오프라인 시간 주기 동안), SAM 기반 플라이-하이트 보상 회로(214)는 주어진 섹터 내 서보 어드레스 마크를 수신한다. 서보 어드레스 마크의 샘플들은 분석되어 이산 푸리에 변환을 이용해 적어도 두개의 영이 아닌(non-zero) 고조파들을 산출한다. 두 고조파 사이의 비율이 계산되고, 계산된 비율은 어떠한 변화를 검출하기 위해 앞서 결정된 비율과 비교된다. 앞서 결정된 비율은 알려진 플라이-하이트와 연관되고, 그 자체로, 검출된 변화는 플라이-하이트의 변화에 대응한다. 검출된 변화에 기초하여, 대응하는 플라이-하이트 조절 값이 계산되고 적용된다. 동작시, 전술한 플라이-하이트 조절은 검출된 변화를 감소시키기 위해 동작한다. 중요한 것은, SAM 기반 플라이-하이트 보상 회로(214)가 표준 판독 프로세스 또는 표준 기록 프로세스 또는 두 프로세스 동안 폐 루프 플라이-하이트 제어(closed loop fly-height control)를 제공한다는 것이다.
- [0022] 도 3을 참조하면, SAM 기반 플라이-하이트 제어 회로를 포함하는 데이터 처리 시스템(300)의 일부가 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따라서 도시된다. SAM 기반 플라이-하이트 제어 회로에 더하여, 데이터 처리 시스템(300)은 아날로그-디지털 컨버터(310)와 프리앰블 검출 및 디지털 위상 동기 루프 회로(340)를 포함한다. SAM 기반 플라이-하이트 제어 회로는 서보 어드레스 마크 검출 회로(370), 샘플 평균화 회로(325), 이산 푸리에 변환 회로(330), 고조파 비율 계산 회로(335), 비교기 회로(355), 및 오리지널 고조파 비율 메모리(350)를 포함한다.
- [0023] 아날로그-디지털 컨버터(310)는 입력(305)을 수신한다. 아날로그-디지털 컨버터(310)는 아날로그 입력을 수신하고, 샘플링 클럭(342)에 기초하여 아날로그 입력을 샘플링할 수 있는 어떠한 아날로그-디지털 컨버터일 수 있다. 본 명세서에 제공된 상세한 설명에 기초하여, 당업자는 본 발명의 상이한 실시예에 따라서 사용될 수 있는 다양한 아날로그-디지털 컨버터들을 인식할 것이다. 샘플링 프로세스는 입력(305)에 대응하는 일련의 디지털 샘플(312)을 산출한다. 몇몇 경우에 있어서, 입력(305)은 판독 채널(210) 내 (도시되지 않은) 마그네틱 저장 매체로부터의 정보를 감지하는 (도시되지 않은) 판독/기록 헤드 어셈블리로부터 비롯된다. 감지된 정보는 (도시되지 않은) 아날로그 전단 회로에 의해 입력(305)으로 변환된다. 본 명세서에 제공된 상세한 설명에 기초하여, 당업자는 입력(305)의 다양한 잠재적인 소스를 인식할 것이다.
- [0024] 디지털 샘플들(312)은 프리앰블 검출 및 디지털 위상 동기 루프 회로(340)로 제공된다. 프리앰블 검출 및 디지털 위상 동기 루프 회로(340)는 알려진 프리앰블 패턴을 검출하고, 검출된 프리앰블 패턴의 디지털 샘플(312)에 기초하여 샘플링 클럭(342)의 위상 및/또는 주파수를 조절하기 위해 동작할 수 있다. 프리앰블 검출 및 샘플링 클럭 동기화는 수신된 데이터 스트림으로부터 클럭을 복구하기 위해 종래의 어떠한 프로세스를 이용하여 이루어질 수 있다. 예를 들면, 디지털 위상 동기 루프 회로(340)가 기존의 하드 디스크 드라이브 시스템들에서 사용된 프리앰블 검출기와 클럭 복구 회로에 일치하게 구현될 수 있다.
- [0025] 일단 프리앰블이 검출되면, 프리앰블 검출 신호(343)가 단정(assert)된다. 이 시점에서, SAM 검출 회로(370)는 알려진 서보 어드레스 마크 패턴을 위한 디지털 샘플(312)을 절의하기 시작한다. SAM 검출 회로(370)는 서보 어드레스 마크를 검출하고 서보 어드레스 마크 식별시 SAM Found 신호(380)를 단정하기 위해 동작할 수 있다. 이러한 SAM Found 신호는 후속 그레이 코드와 버스트 정보의 처리를 동기화하기 위해 종래의 기술에서 사용되었던 SAM Found 신호들에 비교될 수 있다. SAM Found 신호(380)에 더하여, SAM 검출 회로(370)는 단축된 SAM 수신

신호(360)를 발생한다. 단축된 SAM 수신 신호(360)는 때를 같이하거나 디지털 샘플(312)내 서보 어드레스 마크 정보가 개시된 후 몇몇 시점에서 단정될 수 있으며 때를 같이하거나 디지털 샘플(312) 내 서보 어드레스 마크 정보의 종료 전 언젠가 디-어서트(de-assert)된다. 본 발명의 몇몇 특별한 실시예에서, 단축된 SAM 수신 신호(360)는 디지털 샘플(312) 내 서보 어드레스 마크 정보가 시작된 후 샘플링 클럭(342)의 1비트 주기가 주장되고, 디지털 샘플(312) 내 서보 어드레스 마크 정보가 종료되기 전에 샘플링 클럭(342)의 1비트 주기가 디-어서트된다. 몇몇 경우에 있어서, (도시되지 않은) FIFO 메모리는 단축된 SAM 수신 신호(360)의 실제 로케이션이 설정될 때까지 주기 동안 디지털 샘플(312)을 저장하기 위해 사용될 수 있다. 이러한 FIFO가 사용되는 곳에서, 단축된 SAM 수신 신호(360)의 단정에 대응하는 샘플이 처리를 위한 평균 회로(325)를 샘플링하기 위해 제공될 수 있다.

[0026] 타이밍도(301)는 디지털 샘플(312)에 포함된 SAM 정보에 대해 단축된 SAM 수신 신호(360)의 관계를 도시한다. 특히, SAM 정보는 주기(391)(예를 들면, 샘플링 클럭(342)의 규정된 수의 사이클)동안 확장되지만, 단축된 SAM 수신 신호(360)는 주기(391)와 동일하거나 더욱 짧은 길이를 위해 단정될 수 있다. 특히, 단축된 SAM 수신 신호(360)는 주기(393) 동안 또는 주기(395) 동안 단정되지 않는다. 주기(393)의 지속기간은 주기(395)의 지속기간과 동일하거나 다를 수 있으며, 주기(393, 395)의 각각은 0보다 크거나 같을 수 있다. 전에 언급한 바와 같이, 본 발명의 몇몇 실시예에서, 주기(393)와 주기(395)는 대략 샘플링 클럭(342)의 1비트 주기이다.

[0027] 단축된 SAM 수신 신호(360)가 단정될 때 수신된 디지털 샘플(312)은 샘플 평균화 회로(325)에 의해 함께 평균화된다. 샘플 평균화 회로(325)를 이용해 평균화된 샘플은 둘 이상의 섹터를 가로질러 서보 어드레스 마크로부터 획득될 수 있다. 섹터를 가로질러 이러한 평균은 어떠한 주어진 섹터의 샘플링 동안 분명한 노이즈(noise)를 감소시킨다. 예로서, 서보 어드레스 마크의 평균 영역(즉, 단축된 SAM 수신 신호(360)의 단정에 대응하는 영역)은 4개의 샘플을 포함하고, 두 섹터를 가로지르는 평균은 다음의 샘플 평균 세트:

$$AverageSet[3:0] = \frac{SectorA[3:0] + SectorB[3:0]}{2}$$

[0028] 이다.

[0029] 주목해야 할 것은 진술한 평균은 단지 예시적인 것이라는 것이며, 특별한 설계에 따라서 수정될 수 있다는 것이다. 예를 들면, 평균은 3개 이상의 섹터로부터의 샘플을 포함하도록 확장될 수 있으며, 서보 어드레스 마크의 이용가능한 샘플의 어떠한 수가 포함될 수 있다. 특히, 보다 큰 수의 샘플이 사용되는 경우에, 주기(393) 및/또는 주기(395)의 지속기간이 감소될 수 있다. 감소된 수의 샘플이 사용될 경우에, 주기(393) 및/또는 주기(395)의 지속기간이 증가될 수 있다. 감소된 수의 샘플이 사용될 경우에, 주기(393) 및/또는 주기(395)의 지속기간이 증가될 수 있다. 이하 기술된 바와 같이, 보다 많은 수의 샘플의 사용은 대응하는 보다 많은 수의 고조파로부터의 선택을 허용한다. 본 명세서에 제공된 상세한 설명에 기초하여, 당업자는 본 발명의 상이한 실시예와 관련하여 사용될 다양한 평균을 인식할 것이다.

[0030] 샘플 평균 사용 샘플 평균화 회로(325)가 둘 이상의 섹터로부터 비롯된 서보 어드레스 마크 정보로부터 획득됨에 따라서, 섹터에서 섹터로 변화할 수 있는 서보 어드레스 마크 패턴을 둘러싸는 데이터에 기초하여 충격을 최소화하는 것이 바람직할 것이다. 주기(393) 동안 0이 아닌 지속기간이 설계되어 평균 프로세스에서 사용되는 샘플 상의 서보 어드레스 마크를 앞서는 프리앰블 패턴으로부터의 어떠한 간섭을 제한한다. 유사하게, 주기(395) 동안 0이 아닌 지속기간이 설계되어 평균 프로세스에서 사용되는 샘플상의 후속 그레이 코드로부터의 어떠한 간섭을 제한한다. 선행 프리앰블과 후속 그레이 코드 패턴에 가장 가까운 서보 어드레스 마크 샘플을 거절함으로써, 평균에 궁극적으로 포함된 서보 어드레스 마크 샘플은 선행 및 후속 패턴으로부터의 최소 영향(예를 들면, 심볼 사이의 간섭)만을 표시한다. 몇몇 경우에 있어서, 주기(393)는 0일 수 있으며 주기(395)는 프리앰블이 섹터를 가로질러 동일하지만 그레이 코드 패턴은 섹터를 가로질러 변환할 수 있는 0이 아닐 수 있다. 본 명세서에 제공된 상세한 설명에 기초하여, 당업자는 섹터를 가로질러 서보 어드레스 마크 샘플에 의한 어떠한 비균일 간섭을 경감하기에 유용한 주기(393) 및 주기(395) 동안 적절한 지속기간을 인식할 것이다.

[0031] 일단 충분한 수의 샘플이 샘플 평균화 회로(325)에 의해 평균화되었다면, 샘플 평균 세트(326)는 이산 푸리에 변화 회로(330)로 제공된다. 이산 푸리에 변환 회로(330)는 수신된 샘플과 연관된 둘 이상의 고조파를 계산한다. 계산된 고조파들은 다음의 식에 따라서 정해진 고조파 비율을 계산하는 고조파 비율 계산 회로(335)로 제공된다:

- [0032] 계산된 고조파 비율 = $\log(\text{고조파 A} / \text{고조파 B})$
- [0033] 몇몇 경우에 있어서, 이산 푸리에 변환 회로(330)는 다수의 가능한 고조파로부터 단지 두개의 선택된 고조파들(즉, 고조파 A와 고조파 B)만을 계산할 수 있다. 고조파들은 주어진 고조파에 의해 제공된 스펙트럼 신호 대 잡음비, 및 플라이-하이트 변화에 대해 전술한 비율의 감도, 및/또는 선택된 비율에 의해 성취가능한 해상도에 기초하여 선택될 수 있다.
- [0034] 몇몇 경우에 있어서, 고조파 비율(예를 들면, 제 1 고조파와 제 5 고조파)에서 사용될 특별한 고조파들은 시스템의 동작에 앞서 선택된다. 대응하는 오리지널 고조파 비율이 개시시 계산되었으며 메모리(350)에 저장되었다. 오리지널 고조파 비율은 유사한 방식으로 계산되지만, 판독/기록 헤드 어셈블리가 저장 매체로부터 알려진 거리(즉, 오리지널 고조파 비율은 알려진 플라이-하이트 값에 대응한다)일 때 이루어진다. 새로이 계산된 고조파 비율은 비교기 회로(355)를 이용하여 앞서 저장된 고조파 비율과 비교된다. 비교기 회로(355)의 출력은 다음 식에 의해 규정된 바와 같이 값을 나타내는 플라이-하이트 조절 신호(365)이다 :
- [0035] 플라이 하이트 조절 신호 = 오리지널 고조파 비율 - 계산된 고조파 비율
- [0036] 플라이-하이트가 오리지널 고조파 비율이 결정되었을 때로부터 변화되지 않을 때, 플라이-하이트 조절 신호(365)는 0에 근사한다. 따라서, 어떠한 플라이-하이트 조절은 플라이-하이트 조절 신호(365)의 값을 0으로 가져감으로써 이루어진다.
- [0037] 도 4에서, 흐름도(400)는 둘 이상의 섹터로부터의 서보 어드레스 마크를 이용한 플라이-하이트 제어를 제공하기 위해 본 발명의 다양한 실시예에 따른 방법을 도시한다. 흐름도(400)에 따라서, 일련의 디지털 샘플이 수신된다(블록 405). 일련의 디지털 샘플은 저장 매체로부터 비롯된 아날로그 데이터 스트림에 대응할 수 있다. 일련의 디지털 샘플은 프리앰블 패턴(블록 410)의 존재에 대해 질의 된다. 몇몇 경우에 있어서, 프리앰블 패턴은 2개의 네거티브 샘플이 이어지는 2개의 포지티브 샘플의 다수의 예(예를 들면, ++++----++...)를 포함하는 2T 프리앰블 패턴이다. 그러나, 주목해야 할 것은 다른 프리앰블 패턴(예를 들면, 4T 프리앰블 패턴)이 본 발명의 상이한 실시예에 따라서 가능하다는 것이다. 표준 동기화는 식별된 프리앰블 패턴을 이용해 수행된다. 이러한 동기화는 알려진 바와 같이 샘플링 클럭의 위상 및/또는 주파수를 조정하고 어떠한 이득 팩터를 조정하는 단계를 포함한다.
- [0038] 프리앰블 검출 및 동기화의 프로세스는 프로세스가 끝날때까지 지속한다(블록 410). 프리앰블 패턴이 식별되고 동기화 프로세스가 완료되었다면(블록 410), 후속 서보 어드레스 마크 영역이 개시되었는지가 결정된다(블록 415). 서보 어드레스 마크 영역이 시작된 경우(블록 415), 초기 단축 주기가 기다려진다(블록 420). 주목해야 할 것은 초기 단축 주기가 종료되기 전에 서보 어드레스 마크가 식별되지 않을 수 있다. 이러한 경우에 있어서, FIFO 메모리가 프로세싱에서 활용되어 서보 어드레스 마크가 식별될 때까지 서보 어드레스 마크에 대응할 수 있는 샘플들을 저장할 수 있다. 그러한 시점에서, 식별된 서보 어드레스 마크에 대응하는 샘플이 FIFO로부터 검색될 수 있으며 다음의 프로세스 블록에 따라서 처리될 수 있다. 초기 단축 주기는 앞서 기술된 주기(393)에 대응한다.
- [0039] 일단 초기 단축 주기가 경과하였다면(블록 420), 서보 어드레스 마크에 대응하는 샘플은 샘플의 이동 평균 내에 포함된다(블록 425). 이러한 평균의 프로세스는 초기 단축 주기 후에 일어나는 모든 샘플에 대해 수행되며(블록 420) 종료 단축 주기의 시작 때까지 계속된다(블록 430). 예로서, 서보 어드레스 마크의 평균 영역(즉, 주기(391)에 대응하는 서보 어드레스 마크의 영역)은 4개의 샘플을 포함하고, 2개의 섹터를 가로지르는 평균은 다음의 샘플 평균 세트를 가져온다:

$$AverageSet[3:0] = \frac{SectorA[3:0] + SectorB[3:0]}{2}$$

- [0040]
- [0041] 주목해야 할 것은 전술한 평균은 단지 예시적인 것이며, 특별한 설계에 따라서 수정될 수 있다는 것이다. 예를 들면, 평균은 3개 이상의 섹터로부터 샘플을 포함하도록 확장될 수 있으며, 서보 어드레스 마크에 대응하는 이용가능한 샘플의 어떠한 수가 포함될 수 있다. 본 발명의 하나의 특별한 실시예에서, 평균은 10개의 샘플을 포함하는 각각의 샘플 세트를 갖는 2백개의 섹터로부터의 샘플을 포함한다. 본 명세서에 제공된 상세한 설명에 기초하여, 당업자는 본 발명의 상이한 실시예에 따라서 다른 다수의 샘플이 포함될 수 있다는 것을 인식할 것이다.

- [0042] 일단 종료 단축 주기가 시작되면(블럭 430), 충분한 수의 샘플이 이동 평균 내에 포함되었는지가 결정된다(블럭 435). 예를 들면, 본 발명의 일 실시예에서, 샘플은 2백개의 섹터를 가로질러 축적된다. 다수의 샘플이 아직 충분하지 않은 경우(블럭 435), 블럭(405 내지 430)의 프로세스가 추가적인 샘플을 축적하기 위해 반복된다. 달리, 충분한 수의 샘플이 축적되었다면(블럭 435), 적어도 2개의 고조파가 평균 샘플에 기초하여 계산된다(블럭 440). 고조파들은 잘 알려진 이산 푸리에 변화를 이용하여 계산될 수 있다. 주목해야 할 것은 보다 긴 서보 어드레스 마크 패턴(즉, 보다 긴 지속기간 주기(391))이 선택을 위해 이로부터 보다 큰 수의 고조파들의 가능성을 산출할 것이라는 것이다.
- [0043] 그 다음, 0이 아닌 고조파 중 2개가 고조파 비율을 계산하기 위해 사용된다(블럭 445). 예를 들면, 선택된 고조파가 제 3 고조파와 제 7 고조파에 대응하면, 고조파 비율은 다음의 두 식 중 어느 하나에 따라서 계산될 수 있다.
- [0044] 계산된 고조파 비율 = $\log(\text{제 7 고조파}/\text{제 3 고조파})$; 또는
- [0045] 계산된 고조파 비율 = $\log(\text{제 3 고조파}/\text{제 7 고조파})$ 이다.
- [0046] 주목해야 할 것은 다른 고조파들이 비율 계산을 위해 선택될 수 있다는 것이다. 평균 샘플로부터 이용가능한 어떠한 두 고조파들이 선택될 수 있다. 고조파들은 주어진 고조파에 의해 제공된 스펙트럼 신호 대 잡음비, 및 플라이-하이트 변화에 대한 전술한 비율의 감도, 및/또는 선택된 비율에 의해 달성가능한 해상도에 기초하여 선택될 수 있다. 저장 디바이스의 셋업 또는 초기화 동안 몇몇 시점에서, 대응하는 고조파 비율은 비율과 연관된 이상적인 플라이-하이트가 결정됨에 따라서 규정된다(예를 들면, 오리지널 고조파 비율). 예를 들면, 저장 디바이스가 파워 온될 때, 플라이-하이트는 어떠한 알려진 해결책을 이용해 조절될 수 있다. 일단 이러한 이상적인 플라이-하이트가 설정되면, 프리앰블 동기화의 프로세스, SAM 검출, 및 고조파 비율 계산이 이러한 초기 상태동안 수행된다(블럭 405 내지 블럭 445).
- [0047] 본래의 계산된 고조파 비율에서 새로이 계산된 고조파 비율(블럭 445)을 빼어 다음에 식에 따른 에러를 산출한다(블럭 450).
- [0048] 에러 = 오리지널 고조파 비율 - 계산된 고조파 비율
- [0049] 이러한 에러는 플라이-하이트 조절 신호로서 플라이-하이트 제어기로 제공된다(블럭 455). 플라이-하이트 제어기는 폐 루프 조절로서 동작하고 에러가 0을 향하도록 수정한다.
- [0050] 결론적으로, 본 발명은 서보 어드레스 마크 데이터에 기초한 플라이-하이트 제어를 수행하기 위한 신규한 시스템들, 디바이스들, 방법들 및 장치들을 제공한다. 비록 본 발명의 하나 이상의 실시예들의 상세한 설명이 앞서 주어졌지만, 다양한 대안들, 변경들, 및 등가물들이 본 발명의 사상을 벗어남이 없이 당업자에게 분명할 것이다. 따라서, 전술한 상세한 설명은 본 발명의 범주를 제한하는 것으로 간주되지 않을 것이며, 본 발명의 범주는 첨부된 청구항들에 의해 규정된다.

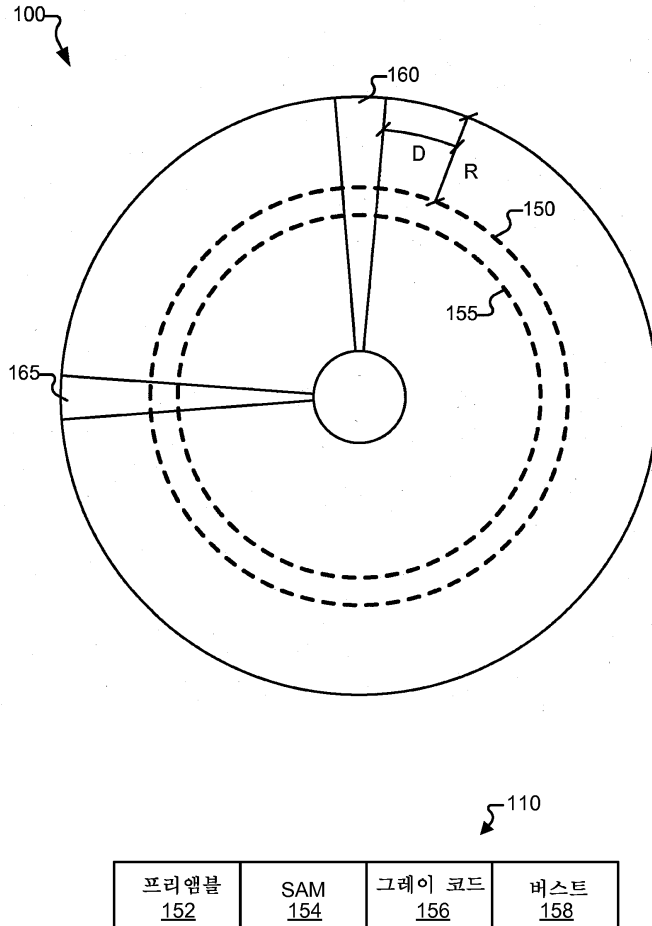
부호의 설명

- | | |
|---------------------------------|---------------------|
| [0051] 110 : 서보 데이터 영역 | 154 : 서보 어드레스 마크 |
| 214 : 플라이-하이트 조절 장치 | 276 : 관독/기록 헤드 어셈블리 |
| 278 : 저장 매체 | 300 : 데이터 처리 시스템 |
| 310 : 아날로그-디지털 컨버터 | 325 : 샘플 평균화 회로 |
| 330 : 이산 푸리에 변환 회로 | 335 : 고조파 비율 계산 회로 |
| 340 : 프리앰블 검출 및 디지털 위상 동기 루프 회로 | |
| 350 : 오리지널 고조파 비율 메모리 | |
| 370 : 서보 어드레스 마크 검출 회로 | |

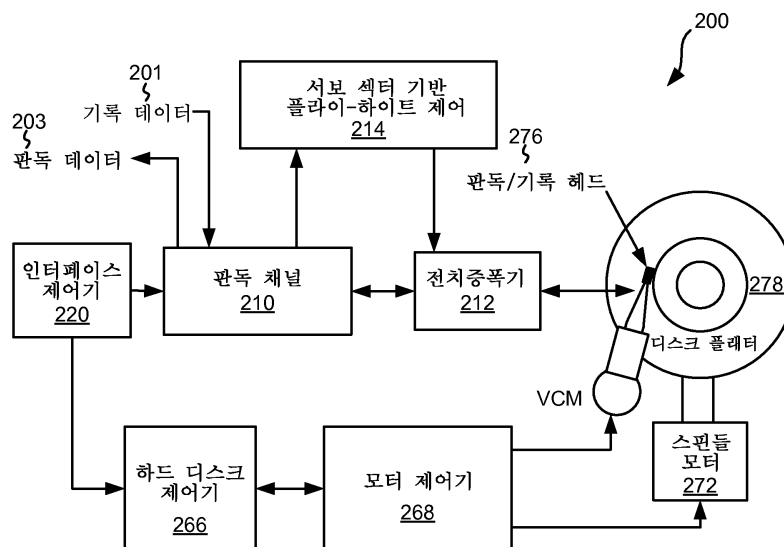
도면

도면1

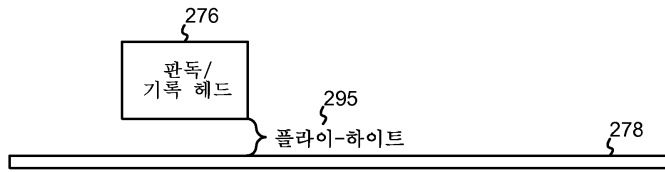
종래기술



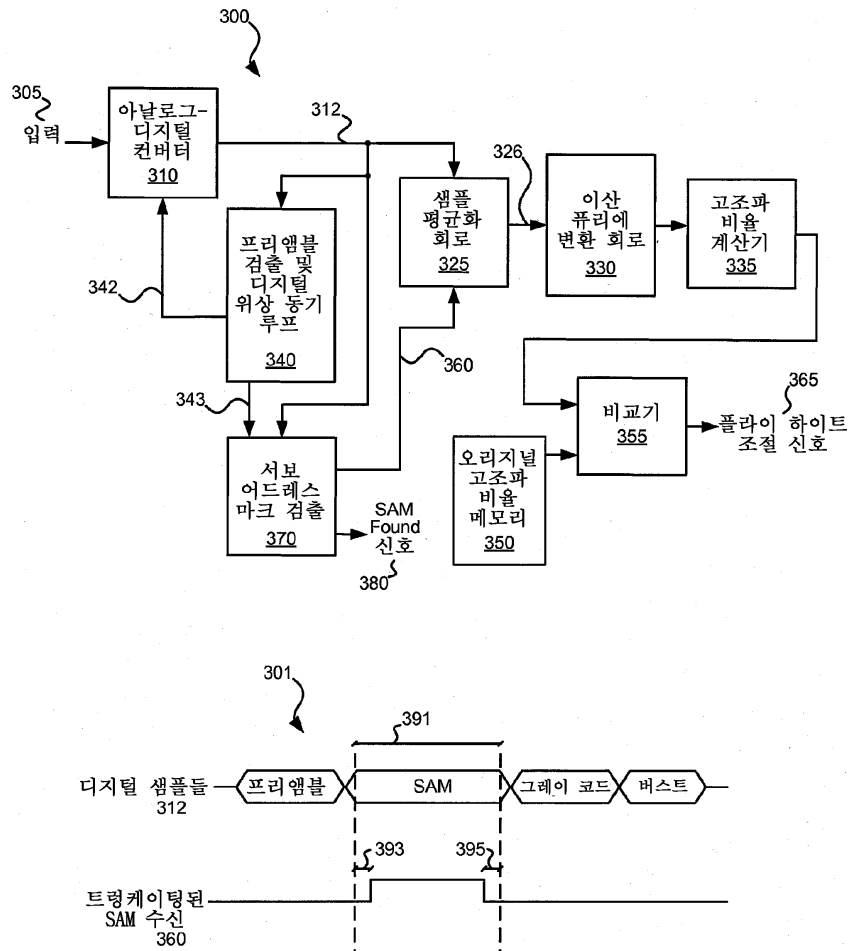
도면2a



도면2b



도면3



도면4

