

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.

G11B 21/21 (2006.01)

(45) 공고일자	2006년06월21일
(11) 등록번호	10-0591966
(24) 등록일자	2006년06월14일

(21) 출원번호

10-2003-0056577

(65) 공개번호

10-2004-0016424

(22) 출원일자

2003년08월14일

(43) 공개일자

2004년02월21일

(30) 우선권주장

10/219,893

2002년08월15일

미국(US)

(73) 특허권자

히다치 글로벌 스토리지 테크놀로지스 네덜란드 비.브이.
네덜란드 암스테르담 1076 에이제트 로케텔리케이드 1

(72) 발명자

스미스고든제임스

미국미네소타주55902로체스터아이론우드래인에스.더블유3561

(74) 대리인

김진환
김두규

심사관 : 이인용**(54) 저 플라잉 높이에 대한 경고를 인시투 상태에서 구현하는 방법 및 장치****요약**

본 발명에 따르면, 직접 접근 기억 장치(DASD: Direct Access Storage Device)에서 저 플라잉 높이(flyheight)에 대한 경고를 인시투(in situ) 상태에서 구현하는 방법 및 장치가 제공된다. 직접 접근 기억 장치(DASD)의 각 헤드의 경우, 리드 백(readback) 진폭비는 두 개의 서로 다른 디스크 반경으로부터 식별된다. 직접 접근 기억 장치(DASD)의 각 헤드에 대한 초기 비의 값값이 저장된다. 직접 접근 기억 장치(DASD)의 동작동안, 리드백 진폭은 감시되며 동작 리드백 진폭비는 두 개의 서로 다른 디스크 반경으로부터 식별된다. 초기 비의 값값과 동작 리드백 비의 값간의 변화를 계산하여 임계치와 비교해서 저 플라잉 슬라이더(slider)를 식별한다. 임계치보다 큰 변환값에 응답하여 경고가 발생한다.

대표도

도 1a

명세서**도면의 간단한 설명**

도 1a는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 저 플라잉 높이에 대한 경고를 인시투 상태에서 구현하기 위한 직접 접근 기억 장치(DASD)를 도시하는 블록도.

도 1b는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 저 플라잉 높이에 대한 경고를 인시투 상태에서 구현하기 위해 디지털 증폭기 제어(DAD) 신호를 감시하는, 도 1의 직접 접근 기억 장치(DASD)의 디스크의 내경(ID) 및 외경(OD)에서의 두 개의 슬라이더 위치를 도시하는 도면.

도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 도 1의 직접 접근 기억 장치(DASD)에서의 저 플라잉 높이에 대한 경고를 인시투 상태에서 구현하기 위한 예시적인 순차적인 동작을 도시하는 흐름도.

도 3a 및 도 3b는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 저 플라잉 높이에 대한 경고를 인시투 상태에서 구현하기 위해 통상의 플라잉 중에 그리고 슬라이딩 접촉시 직접 접근 기억 장치(DASD)에서의 슬라이더 및 디스크 표면 상의 판독 헤드와 기록 헤드 사이의 공간을 각각 도시하는 도면.

도 4는 슬라이더가 내경(ID) 또는 외경(OD) 중 어느 하나에서 디스크와 접촉할 때 헤드 플라잉 높이에 있어서의 내경(ID)/외경(OD) 차이를 도시하는 차트 히스토그램.

도 5는 도 1의 직접 접근 기억 장치(DASD)에서의 복수의 헤드 번호에 슬라이딩 접촉하는데 필요한 진공 챔버의 대기 압력을 도시하는 차트.

도 6은 바람직한 실시예에 따른 컴퓨터 프로그램 제품을 도시하는 블록도.

<도면의 주요 부분에 대한 설명>

100 : 직접 접근 기억 장치(DASD)

110 : 기록 디스크

112 : 슬라이더/헤드 어셈블리

114 : 암 전자 장치(AE) 모듈

116 : 가변 이득 증폭기(VGA:Variable Gain Amplifier)

118 : 판독 채널

120 : 디지털 이득 루프

122 : 디스크 드라이브 제어기

124 : 기록 채널

126 : 저 플라잉 높이 검출 시스템

600 : 컴퓨터 프로그램 제품

602 : 기록 매체

604, 606, 608, 610 ; 프로그램 수단

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 일반적으로 데이터 처리 분야에 관한 것으로, 특히 직접 접근 기억 장치(DASD: Direct Access Storage Device)에서의 저(low) 플라잉(浮動) 높이(flyheight)의 인시투 상태에서의 경고를 구현하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

컴퓨터는 흔히 데이터를 기록할 수 있고 나중 사용을 위해 데이터를 판독할 수 있는 매체를 포함하고 있는 보조 메모리 기억 장치를 구비하고 있다. 디스크 드라이브 장치는 데이터를 자기 형태로 디스크 표면 상에 기억시키기 위해 사용되며, 적층형의 통상적으로 회전하는 강성의 자기 디스크로 결합(편성)되어 있다. 데이터는 디스크의 표면 상에 배열된 동심원의 방사상 방향으로 이격된 데이터 정보 트랙에 기록된다. 에어 베어링 상에 장착된 변환기 헤드는 구동축 쪽으로나 구동축으로부터 이격되는 경로로 구동되어 데이터를 디스크에 기록하거나 데이터를 디스크로부터 판독한다.

디스크 드라이브 또는 직접 접근 기억 장치(DASD)에 있어서, 데이터 기억 용량의 지속적인 증가는 선형 기록 밀도 및 트랙 밀도를 증가시킴으로써 달성된다. 리드백 신호의 적당한 신호 대 잡음비(SNR)를 제공하기 위해서는, 공칭의 헤드-디스크간 이격 공간이 감소되어야 한다. 이 헤드-디스크간 이격 공간이 감소되면 헤드 대 디스크간 상호 작용이 증가하고 단말 헤드가 충돌(crash)할 가능성성이 증가한다.

HRF(Harmonic Ratio Flyheight), CCD(Clearance Change Detector) 및 GEM(Generalized Error Measurement)을 포함하는 현재의 여러 가지 방법 및 장치를 이용하여 헤드의 플라잉 높이를 측정하고 있다. 종래의 방법의 일부의 단점은 TMR(Track Misregistration)에 민감하다는 것이며, 전용의 미리 기록된 테스트 트랙이 필요하다는 점이다. 전용 테스트 트랙을 이용하는 현재의 방법은 TMR 때문에 슬라이딩 접촉을 정확하게 측정할 수 없다. 또한, 현재의 방법, 예를 들어 GEM FH(Generalized Error Measurement Flyheight)는 미리 기록된 테스트 트랙으로부터 취득한 데이터의 실질적인 처리를 필요로 한다.

저 플라잉 높이를 인시투 상태에서 검출하여 저 플라잉 높이에 대한 경고를 인시투 상태에서 구현하기 위한 방법 및 장치에 대한 요구가 존재한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 주된 목적은 저 플라잉 높이에 대한 경고를 인시투 상태에서 구현하기 위한 방법 및 장치를 제공하는 것이다. 본 발명의 다른 중요한 목적은 부정적인 효과가 거의 없으면서 종래기술의 장치의 많은 단점을 극복하는, 저 플라잉 높이에 대한 경고를 인시투 상태에서 구현하기 위한 이러한 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

간단히 말해서, 직접 접근 기억 장치(DASD)에서의 저 플라잉 높이에 대한 경고를 인시투 상태에서 구현하기 위한 방법 및 장치가 제공된다. 직접 접근 기억 장치(DASD)의 각 헤드의 경우, 리드백 진폭비는 두 개의 서로 다른 디스크의 반경으로부터 식별된다. 직접 접근 기억 장치(DASD)의 각 헤드에 대한 초기 비의 값값이 저장된다. 직접 접근 기억 장치(DASD)의 동작동안, 리드백 진폭은 감시되며 동작 리드백 진폭비는 두 개의 서로 다른 디스크 반경으로부터 식별된다. 초기 비의 값값과 동작 리드백 비의 값간의 변화를 계산하여 임계치와 비교해서 저 플라잉 슬라이더(slider)를 식별한다. 임계치보다 큰 변환값에 응답하여 경고가 발생한다.

상기 및 다른 목적 및 이점과 함께 본 발명은 도면에 도시된 본 발명의 바람직한 실시예의 다음 상세한 설명으로부터 가장 잘 이해될 수 있다.

발명의 구성 및 작용

이하, 도 1에는 바람직한 실시예의 저 플라잉 슬라이더의 인시투 상태에서의 검출을 위한 방법을 구현하기 위한, 참조 부호 100으로 지정된 직접 접근 기억 장치(DASD) 또는 디스크 드라이브 시스템이 도시되어 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 직접 접근 기억 장치(DASD)(100)는 일정한 속도로 회전하며, 양면이 자기적으로 코팅되어 있는 기록 디스크(110)(이하, 스피닝 디스크라고도 칭함)를 구비하고 있다. 참조 부호 112는 판독/기록 헤드 및 에어 베어링 슬라이더의 어셈블리를 지정하며, 여기서 에어 베어링은 판독/기록 헤드를 운반한다. 슬라이더/헤드 어셈블리(112)의 판독/기록 헤드는 소정 트랙 상에 저장되어 있는 데이터를 판독하며 데이터를 스피닝 디스크면 상에 기록하기 위한 그 트랙 상에 위치한다.

직접 접근 기억 장치(DASD)(100)는 두 가지 기능, 즉 판독 기능 및 기록 기능을 행하는 암 전자 장치(AE: Arm Electronic) 모듈(114)을 구비하고 있다. 판독 기능에 있어서, 암 전자 장치(AE) 모듈(114)은 슬라이더/헤드 어셈블리(112)의 판독/기록 헤드로부터의 연속적인 리드백 신호를 증폭하여 고역 통과 필터링한다. 암 전자 장치(AE) 모듈(114)의

출력은 판독 채널(118)의 가변 이득 증폭기(VGA:Variable Gain Amplifier)(116)에 공급된다. 판독 채널(118)은 디지털 증폭기 제어(DAC) 신호를 VGA(116)로 제공하는 디지털 이득 루프(120)를 구비하고 있다. 판독 채널(118)에 있어서, 리드백은 디스크 드라이브 제어기(122)의 핸드셰이킹(handshaking) 제어 하에서 호스트 시스템에 의해 이용되는 2진 데이터 스트림으로 디코딩 및 변환된다.

기록 기능에 있어서, 암 전자 장치(AE) 모듈(114)은 스피닝 디스크(110) 상으로 데이터를 기록하기 위해 판독/기록 헤드(112)의 박막 기록 헤드 소자에 2진 전류 변조된 신호를 제공한다. 디스크 드라이브 제어기(122)의 제어하에서, 기록 채널(124)은 고객 데이터를 인코딩하고 주파수 변조한다. 스피닝 디스크(110) 상에 저장할 고객 데이터는 호스트 시스템으로 부터 수신된다.

바람직한 실시예의 특징에 따르면, 직접 접근 기억 장치(DASD)(100)는 저 플라잉 높이 검출 시스템(126)을 구비하고 있다. 디지털 증폭기 제어(DAC) 신호는 저 플라잉 높이 검출 시스템(126)에 의해 공급되고 감시된다. 저 플라잉 높이 검출 시스템(126)은 디스크 드라이브 제어기(122)에 공급되는 저 플라잉 높이에 대한 인시투 상태에서의 경고 신호를 제공한다. 저 플라잉 높이 검출 시스템(126)은 도 2의 처리 흐름도에 도시되어 있으며 이 처리 흐름도를 참조하여 설명된다.

이하, 도 1b에는 바람직한 실시예에 따라 저 플라잉 높이에 대한 경고를 인시투 상태에서 구현하기 위한 디지털 증폭기 제어(DAC) 신호를 감시하는, 직접 접근 기억 장치(DASD)(100)의 디스크(110)의 내경(ID) 및 외경(OD)에서의 슬라이더/헤드 어셈블리(112)의 두 개의 위치가 도시되어 있다. 디스크(110)의 내경(ID) 및 외경(OD)에서의 도시된 슬라이더/헤드 어셈블리(112)에 대한 각각의 디지털 증폭기 제어(DAC) 신호는 DAC(ID, t) 및 DAC(OD, t)라고 나타내어진다.

본 발명의 특징에 따르면, 저 플라잉 헤드는 적어도 두 개의 서로 다른 디스크 반경, 통상적으로 최대 및 최소 디스크 반경에 대한 소정의 슬라이딩 특성을 비교함으로써 검출된다. 본 발명은 디스크면과 접촉하고 있는 저 플라잉 헤드에 대한 검출 및 경고의 문제를 해결한다. 대부분의 디스크 드라이브 메이커가 슬라이더와 디스크면 사이에 에어 쿠션(air cushion)을 보유한 헤드를 채용하고 있지만, 그 에어 쿠션이 쿠션을 보장할 수 시기가 곧 도래한다. 헤드 충돌 및 데이터 손실을 야기할 수 있는 과도한 슬라이더 및 디스크 마모를 피하기 위해서, 저 플라잉 높이에 대한 인시투 상태에서의 경고가 제공된다.

본 발명의 특징에 따르면, 디스크(110)에 대한 전용 테스트 섹터 또는 트랙이 필요하지 않다. 이것은 본 발명으로 하여금 여러 가지 디스크 드라이브 제품에 걸쳐 구현을 용이하게 한다. 본 발명의 두 번째 중요한 이점은 TMR(Track Misregistration)과 상관없이 슬라이더-디스크 접촉을 검출할 수 있다는 점이다. 이것은

현 종래의 방법, 예를 들어 GEM(Generalized Error Measurement), CCD(Clearance Change Detector) 및 HRF(Harmonic Ratio Flyheight)을 이용할 때의 플라잉 높이 측정법에서 오차를 야기할 수 있는 TMR(Track Misregistration)을 변함없이 생성하는 소정의 슬라이더-디스크 접촉으로서 중요하다. 종래 방법에서 오차 발생의 이유로는, TMR(Track Misregistration)이 테스트 섹터에 대한 신호 진폭을 감소시킨다는 것이다. 감소된 진폭은 0점 조정되지 않은 플라잉 높이의 변화로서 허위 해석되며, 이 플라잉 높이의 변화는 신뢰할 수 없는 리드백 신호 진폭에 기초하는 0점 조정된 플라잉 높이의 변화를 제공하는 월리스(Wallace) 이격 공간 손실 관계이다.

본 발명의 특징에 따르면, 저 플라잉 높이는 디스크 트랙 주변 서보(servo) 필드에서 측정된 리드백 신호의 진폭에 기초하여 검출된다. 서보 정보가 방사상 방향으로 연속적이기 때문에, 데이터 섹터와는 달리, 판독 헤드가 트랙을 벗어날 때 리드백 신호의 진폭은 일정하게 유지된다. 이것은 의도적이다. 디스크 상의 트랙 중심선에 관련된 헤드의 위치는 이전에 기록된 서보 정보의 진폭으로부터 취득되는 서보 버스트 정보로부터 유도된다. 방사상 방향으로 심리스(seamless) 서보 정보를 가짐으로써, 헤드 위치가 쉽게 결정될 수 있다. 서보 정보가 방사상 방향으로 연속적이지 않은 경우, 예를 들어 서보 정보가 동일한 트랙 퍼치에 데이터 섹터로서 기록된 경우, 트랙간에 큰 데드 밴드(dead-band)가 존재한다. 이들 영역에서는, 서보 정보가 이용될 수 없고, 판독 및 기록동안 후속하는 트랙이 이용될 수 없다.

이하, 도 2에는 바람직한 실시예에 따른 저 플라잉 높이에 대한 인시투 상태에서의 검출을 위한 예시적인 순차적인 동작이 도시되어 있다. 본 발명의 동작을 개시하는 저 플라잉 슬라이더의 인시투 상태에서의 검출은 어느 시점에, 예를 들어 드라이브 제조시 디스크 드라이브의 각 헤드에 대한 리드백 신호 전압 진폭을 측정함으로써 시작한다. 블록(202)으로 나타낸 바와 같이, 진폭은 두 개의 서로 다른 디스크 반경에서 측정되며, 비의 값 결과, 예를 들어 각 헤드에 대한 초기 비의 값의 자연 로그(LVR)가 저장된다. 블록(204)으로 나타낸 바와 같이, 직접 접근 기억 장치(DASD)(100)의 동작동안, 리드백 신호, 예를 들어 디지털 증폭기 제어(DAC) 신호의 진폭은 감시되며, 두 개의 디스크 반경에서의 비의 값의 자연 로그의 LVR

값이 계산된다. 판정 블록(206)으로 나타낸 바와 같이, 각 헤드에 대한 순차적으로 계산된 LVR과 초기 LVR에서의 소정의 변화가 임계치와 비교된다. 블록(208)에 나타낸 바와 같이, 소정의 헤드에 대한 변화가 임계치보다 크면, 저 플라잉 높이 경고 신호가 발생된다.

헤드 진폭이 헤드 이격 공간의 지수, 즉 월리스 이격 공간 손실 관계에 비례하기 때문에, 헤드 이격 공간은 리드백 전압의 자연 로그에 비례하다. 이 사실을 이용해서 헤드 진폭 변화를 헤드 플라잉 높이 변화로 변환한다. 절대 헤드 플라잉 높이는 리드백 진폭에 기초하여 측정할 수 없음을 주목하자. 이것에 대해, 플라잉 높이 측정은 기압(barometric pressure)을 이용한 항공기의 고도 측정과 유사하다. 이 항에어에서 측정된 기압에 기초하여 항에어의 절대 고도는 알 수 없다. 지면 위의 절대 고도를 구하기 위해서는 지면에서의 기압을 알아야 한다. 유사한 방법으로, 리드백 진폭은 절대 헤드 플라잉 높이를 구하기 위해서, 헤드가 디스크와 접촉할 때 측정되어야 한다. 본 발명의 동작시키기 위해서는, 절대 헤드 플라잉 높이를 알아야 할 필요가 없으므로, 모든 측정이 통상의 디스크 속도 및 국부 주변 압력(ambient pressure)에서 이루어진다.

본 발명에서 하나 이상의 디스크 반경을 측정을 위해 사용하는 이유는 다음과 같이 이해되어도 좋다. 헤드 플라잉 높이의 변화 측정시에 리드백 진폭을 이용하는 데 대한 문제는, 리드백 진폭이 온도에 의존하고 있다는 점이다. 실질적인 원인은 암 전자 장치(AE) 모듈(114)의 온도에 대한 이득 민감성이다. 암 전자 장치(AE) 모듈의 온도가 증가하면, 그의 이득이 감소하여 리드백 신호의 진폭 감소를 야기한다. 따라서, 암 전자 장치(AE) 모듈의 온도의 소정의 증가는, 리드백 진폭이 작은 경우보다 헤드의 플라잉 높이가 높다는 것을 암시한다. 사실, 온도가 증가하면 헤드 플라잉 높이, 또는 판독 요소의 돌출에 기인하는 헤드-디스크간 이격 공간을 감소시킨다. 온도 제어된 판 위에 배치된 12 개의 헤드를 갖는 디스크 드라이브에 의해 테스트가 행해진다. 종래의 GEM FH(Generalized Error Measurement Flyheight), 및 드라이브의 온도로서 측정된 리드백 진폭 양쪽 모두가 감시된다. 리드백 신호를 이용하여 플라잉 높이의 변화를 측정하는 것은 드라이브의 온도가 그의 수명동안 30°C 이상(예컨대, 25°C ~ 55°C) 변동될 수 있는 실세계에서 작동하지 않을 것이 분명하다. 온도가 25°C 증가한 결과는 사실상 헤드의 FH(Flyheight)가 실제적으로 약 3 nm만큼 감소할 때의 리드백 진폭에 기초한 경우 약 13 nm FH(Flyheight)의 증가로서 나타난다. 그러나, 본 발명에 따라서 복수의 트랙 반경 진폭의 대표적인 신호를 이용하면 이 큰 온도 민감성을 제거한다.

대단한 온도 민감성과 상관없이, 서보 필드, 예를 들어 서보 자동 이득 제어(AGC: Automatic Gain Control) 필드에서의 리드백 진폭은 본 발명에 따라서 이용된다. 왜냐하면, 서보 리드백 진폭은 TMR(Track Misregistration)에 둔감하기 때문이다. 또한, 본 발명을 이용하면 온도 민감성을 제거할 수 있어, 그 결과로 헤드 FH(Flyheight)의 변화를 인시투 상태에서 검출하며, 후술하는 바와 같이 더 이해할 수 있는 확고한 방법이 야기된다.

판독 헤드로부터 얻어지는 리드백 전압은 다음 수학식 1로서 표현할 수 있다.

수학식 1

$$V(\lambda, \text{HEAD}, \text{DISK}, \text{AE}, R, T) = \text{AE}(T) * \text{HEAD} * \text{DISK}(R) * \exp(-2\pi d/\lambda)$$

여기서, AE는 온도(T)(의존성)인 암 전자 장치(AE) 모듈(114)의 이득이고, HEAD 및 DISK는 리드백 진폭에 기여하는 헤드 파라미터 및 디스크 파라미터이며, d는 헤드-디스크간 이격 공간이고, λ는 판독 할 기록 패턴의 파장이다. HEAD 파라미터는 자기저항(MR: Magnetoresistive) 판독 요소에서의 바이어스 전류의 폭 및 양과 같은 것을 포함한다. DISK 파라미터는 자기 코팅부의 두께 및 잔류 자기를 포함한다. 디스크의 성질은 그의 표면 전체에서 균일하지 않으므로, DISK는 반경(R)(의존성)이다. 어느 정도까지는, HEAD 및 DISK 양쪽 모두가 온도 의존성이지만, 본 발명에서 그다지 중요하지 않다.

이하, 두 개의 서로 다른 반경 R_1 및 R_2 의 주어진 헤드 및 디스크를 고려한다. 서보 주파수가 일정하고, 반경 R_1 및 R_2 는 파장 λ_1 및 $(R_2/R_1)\lambda_1$ 에 각각 대응하는 통상의 경우를 가정한다. 전압 V_1 및 V_2 는 파라미터 HEAD를 갖는 헤드에 대한 반경 R_1 및 R_2 에서의 리드백 전압을 각각 나타낸다고 하고, 온도 T에서 V_1/V_2 의 비를 다음 수학식 2와 같이 기록할 수 있다

수학식 2

$$V_1/V_2 = \{\text{DISK}(R_1)/\text{DISK}(R_2)\} * \exp\{(2\pi/\lambda_1) * (d_2 R_1 / R_2 - d_1)\}$$

플라잉 높이 d_1 및 d_2 사이의 가중된 차분은 상기 수학식 2에 자연 로그를 취함으로써 구할 수 있으며, 그 결과는 다음 수학식 3과 같다.

수학식 3

$$(R_1/R_2)d_2 - d_1 = (\ln(V_1/V_2) - \ln\{\text{DISK}(R_1)/\text{DISK}(R_2)\}) / (2\pi/\lambda_1)$$

반경 R_1 및 R_2 가 알려져 있기 때문에, 상기 수학식 3은 알려져 있지 않은 비의 값, 즉 $\text{DISK}(R_1)/\text{DISK}(R_2)$ 에 대한 반경 R_1 및 R_2 에서의 헤드의 헤드 플라잉 높이의 차분을 제공한다.

그러나, $\text{DISK}(R_1)/\text{DISK}(R_2)$ 에 대해 알려져 있는 것은, 이 비의 값이 시간에 따라 변해야 한다는 점이다. 따라서, 모든 의도 및 목적에 있어서 $\text{DISK}(R_1)/\text{DISK}(R_2)$ 는 일정하다. $(R_1/R_2)d_2 - d_1$ 을 Δd 로, $\{\text{DISK}(R_1)/\text{DISK}(R_2)\}$ 를 상수 D로, (V_1/V_2) 를 LVR로 정의하면, 수학식 3은 두 개의 서로 다른 시간 t_1 및 t_2 에서의 Δd 의 변화로 기록할 수 있다.

수학식 4

$$\Delta d(t=t_1) - \Delta d(t=t_2) = (\lambda_1/2\pi)(LVR(t=t_1) - LVR(t=t_2))$$

수학식 4는 두 개의 서로 다른 시간의 두 개의 서로 다른 반경에서의 헤드의 플라잉 높이의 차분을, LVR의 함수, 즉 두 개의 반경으로부터의 리드백 전압 비의 값의 자연 로그 단독으로서 제공한다. 본 발명의 특징에 따르면, 저 플라잉 높이는 주어진 헤드에 대한 LVR을 저장하고, 슬라이더 플라잉 높이가 실질적으로 변화된 두 개의 디스크 반경 사이에서 상이한 경우를 결정하는 수단으로서 시간에 따라 비교하는 것에 기초하여 검출한다.

디지털 증폭기 제어(DAC) 신호는 $DAC = 255 - (20 * \log(Vin/30))$ 로 나타낼 수 있다.

플라잉 높이의 변화 및 디지털 증폭기 제어(DAC) 신호는 $\Delta FH = (\lambda_1/2\pi)(\ln(Vin(t)) - \ln(Vin(t_0)))$ 및 $\Delta DAC(R) = \text{Constant} * (FH(R, t) - FH(R, t_0))$ 로 나타낼 수 있다.

내경(ID) 및 외경(OD)에서 디지털 증폭기 제어(DAC) 신호의 비의 값은 플라잉 높이(FH)의 변화비에 비례하며, 예를 들어 $\Delta DAC(ID)/\Delta DAC(OD) = \Delta IDFH/\Delta ODFH$ 로 나타낼 수 있다.

도 3a 및 도 3b를 참조하면, 플라잉 높이의 실질적인 차분에 대한 원인이 더 이해될 것이다. 슬라이딩 접촉동안 슬라이더와 디스크 사이의 상호 작용은 복잡하다. 그러나, 본 발명을 동작시킬 수 있는 모든 슬라이더에 의해 발생하는 현상이 있다. 이 현상은 스피닝 디스크와 접촉하는 슬라이더와, 슬라이더-디스크 경계에서의 마찰력에 기인하여 발생한 수반되는 피치 모멘트를 도시하는 도 3b를 조사함으로써 쉽게 이해된다. 피치 모멘트 또는 토오크는 판독 요소가 디스크(110)로부터 분리 d 를 증가시키도록 슬라이더를 회전한다. 분리가 증가된 결과 리드백 전압을 감소시킨다. 슬라이더 회전량 및 이에 따른 공간 이격 증가량은 디스크(110)에 면하는 슬라이더의 표면의 볼록 크라운 또는 볼록 형상의 크기, 디스크 감찰의 함수인 마찰력, 디스크 거칠기, 및 디스크 속도, 및 최종적으로 슬라이더의 경사(skew) 또는 주어진 디스크 반경에서의 접선에 대해서 슬라이더의 길이방향축의 각도에 의존한다. 후자의 요인, 즉 디스크 속도 및 경사는 통상적으로 가장 큰 영향을 미치는데, 왜냐하면 디스크 거칠기 및 감찰(lubrication)은 꽤 균일하고 크라운은 잘 제어되기 때문이다. 그 결과, 소위 디스크의 내부 트랙과 디스크의 외부 트랙간의 슬라이딩 접촉에서의 실질적인 차이가 있다. 이것은 실험적으로 검증되었다.

도 3a 및 도 3b에 도시된 바와 같이, 이격 공간 d 는 슬라이더 상의 판독 헤드와, 디스크면 사이의 거리이다. 통상의 플라잉 중의 이격 공간 d 는 도 3a에 도시되어 있고, 슬라이딩 접촉인 경우는 도 3b에 도시되어 있다. 도 3b의 슬라이딩 접촉의 경우, 슬라이더-디스크 경계에서의 접촉에 기인하는 마찰력은 디스크와, 판독 및 기록 헤드간의 대략 이격 공간 d 를 증가시키는 방법으로 슬라이더를 회전시키는 모멘트를 생성한다.

본 발명이 잘 동작하는지를 증명하기 위해서, 특별한 저 플라잉 헤드를 갖는 디스크 드라이브가 진공 챔버 내에서 테스트되었다. 진공 챔버를 사용하여 헤드 플라잉 높이를 서서히 감소시키는 한편, 디스크 내경 및 외경(ID 및 OD) 양쪽 모두에서 헤드 진폭을 측정하였다. 고객 응용 분야에 따라 시간이 경과함에 따라 플라잉 높이를 점진적으로 감소시키는 시뮬레이션을 행하였다. 데이터 수집을 단순화하기 위해서, 서보 VGA(Variable Gain Amplifier) 이득 측정은 소정의 트랙 주위의 총 124 개의 섹터 위치에서의 판독 채널을 이용하여 행해졌다. 이어서, 각각의 섹터 측정은 트랙 평균 VGA(Variable Gain Amplifier) 이득값을 생성하기 위해서 평균하였다. 이어서, 평균 VGA(Variable Gain Amplifier) 이득은 원래의 헤드 진폭으로 변환되었다. 이어서, 플라잉 높이의 차분은 상기 수학식 4를 이용하여 계산되었다.

도 4는 슬라이더가 내경(ID) 또는 외경(OD) 중 어느 하나에서 접촉할 때 헤드 플라잉 높이의 내경(ID)/외경(OD)의 차분을 도시하는 실험 결과의 히스토그램을 제공한다. 슬라이더 경사의 차분, 및 내경(ID) 및 외경(OD)에서의 디스크 속도에 기인하여, 두 개의 반경에서의 헤드 플라잉 높이의 부양(浮揚) 차이를 야기하는 내경(ID) 및 외경(OD) 슬라이딩 접촉 역학에서 차이가 항상 존재한다. 헤드가 정확히 플라잉하면, 내경(ID)/외경(OD) 플라잉 높이의 차분은 매우 작다[통상적으로, 나노 미터(nm) 이하임]. 역으로, 도 4는 접촉중 매우 큰 플라잉 높이의 차분을 도시하고 있다. 도 4의 x 축은 대략 나노 미터의 FH(flyheight) 차분에 대응한다. 또한, 도 4는, 플라잉 높이의 차분에 대한 범위가 꽤 큰, 예를 들어 4~24 사이인 경우를 도시한다. 그러나, 이것은 슬라이더가 정확히 플라잉한 경우 1 이하의 예측 차분에 비교되어야 한다. 도 4에서의 데이터는 약 10 nm로 공정적으로 플라잉하는 슬라이더로 구성된 복수의 디스크 드라이브로부터 취득된다. 슬라이더 접촉에 필요한 진공 레벨은 0.6~0.3 대기압이다.

도 5는 전술한 계산에 기초하는 슬라이딩 접촉을 필요로 하는 진공 챔버의 주변 압력을 도시하고 있다. 진공 레벨은 슬라이더에 의존하는 슬라이딩을 필요로 한다. 이것은 감소된 압력 때문에 슬라이더-디스크 간격의 순위를 허용하며, 즉 진공 레벨은 내경(ID) 또는 외경(OD) 중 어느 하나에서 슬라이딩을 야기하는데 필요하거나, 내경(ID) 및 외경(OD) 양쪽 모두는 통상의 조건에서 슬라이더의 플라잉 높이에 의존한다. 이 감소된 압력의 결과로 외경(OD) 또는 내경(ID) 중 어느 하나에서 슬라이딩 접촉을 야기하거나, 외경(OD) 및 내경(ID) 양쪽 모두가 도 5의 테스트된 디스크 드라이브 중 하나로서 도시된다. 도 5를 참조하면, 헤드(4, 5 및 6)는 최고의 공정 플라잉 높이를 갖는데, 왜냐하면 헤드는 외경(OD) 또는 내경(ID)에서 슬라이딩 접촉을 달성하기 위해서 최저 압력을 필요로 하기 때문이다. 헤드(2 및 3)는 공정적으로 보다 낮은 플라잉 헤드이다.

이하, 도 6은 본 발명의 제조 물품 또는 컴퓨터 프로그램 제품(600)을 도시하고 있다. 컴퓨터 프로그램 제품(600)은 기록 매체(602), 예를 들어 플로피 디스크, 광학 판독 콤팩트 디스크 또는 CD-ROM 형태의 고용량 ROM(Read Only Memory), 테이프, 전송형 매체, 예를 들어 디지털 또는 아날로그 통신 링크, 또는 유사한 컴퓨터 프로그램 제품을 포함한다. 기록 매체(602)는 도 1a에 도시된 직접 접근 기억 장치(DASD)(100)의 바람직한 실시예의 저 플라잉 높이에 대한 인시투 상태에서의 경고 방법을 수행하기 위한 프로그램 수단(604, 606, 608, 610)을 기록 매체(602) 상에 저장한다.

프로그램 명령의 시퀀스, 또는 기록된 프로그램 수단(604, 606, 608, 610)에 의해 정의된 하나 또는 그 이상의 상호 관계된 모듈의 논리 어셈블리는 바람직한 실시예의 저 플라잉 높이에 대한 경고를 인시투 상태에서 구현하기 위한 직접 접근 기억 장치(DASD)(100)에 관한 것이다.

발명의 효과

본 발명에 따르면, 저 플라잉 높이에 대한 경고를 인시투 상태에서 구현하기 위한 방법 및 장치를 제공한다.

본 발명은 도면에 도시된 본 발명의 실시예들의 세부설명을 참조하여 설명되고 있지만, 이들 세부설명은 첨부된 특허청구 범위에 특허청구된 바와 같은 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 의도는 없다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

직접 접근 기억 장치(DASD)에서 저 플라잉(浮動) 높이(flyheight)에 대한 경고를 인시투(in situ) 상태에서 구현하는 방법에 있어서,

상기 직접 접근 기억 장치(DASD)의 각 헤드에 대해서, 두 개의 서로 다른 디스크 반경으로부터 초기 리드백(readback) 진폭비를 식별하여 저장하는 단계와;

상기 직접 접근 기억 장치(DASD)의 동작동안, 리드백 진폭을 감시하고 두 개의 서로 다른 디스크 반경으로부터 동작 리드백 진폭비를 순차적으로 식별하는 단계와;

상기 초기 리드백 진폭비와 상기 동작 리드백 비의 값 간의 변화값을 순차적으로 계산하는 단계와;

상기 변화값과 임계치를 순차적으로 비교하여 저 플라잉 슬라이더를 식별하는 단계와;

상기 임계치보다 큰 비교된 변화값에 응답하여 저 플라잉 높이에 대한 경고를 발생하는 단계

를 포함하는 저 플라잉 높이에 대한 경고를 인시투 상태에서 구현하는 방법.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 직접 접근 기억 장치(DASD)의 각 헤드에 대해서, 두 개의 서로 다른 디스크 반경으로부터 초기 리드 백 진폭비를 식별하여 저장하는 단계는, 상기 직접 접근 기억 장치(DASD)의 각 헤드에 대해서, 두 개의 서로 다른 디스크 반경으로 판독 헤드를 통해 취득한 리드백 전압의 자연 로그의 비의 값을 식별하는 단계를 포함하는 것인 저 플라잉 높이에 대한 경고를 인시투 상태에서 구현하는 방법.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 직접 접근 기억 장치(DASD)의 각 헤드에 대해서, 두 개의 서로 다른 디스크 반경으로부터 초기 리드 백 진폭비를 식별하여 저장하는 단계는, 상기 직접 접근 기억 장치(DASD)의 각 헤드에 대해서, 두 개의 서로 다른 디스크 반경으로부터, 판독 헤드에 결합된 가변 이득 증폭기(VGA:Variable Gain Amplifier)로 공급되는 디지털 증폭기 제어(DAC) 신호의 비의 값을 식별하는 단계를 포함하는 것인 저 플라잉 높이에 대한 경고를 인시투 상태에서 구현하는 방법.

청구항 4.

제1항에 있어서, 상기 직접 접근 기억 장치(DASD)의 각 헤드에 대해서, 두 개의 서로 다른 디스크 반경으로부터 초기 리드 백 진폭비를 식별하여 저장하는 단계는, 상기 직접 접근 기억 장치(DASD)의 각 헤드에 대해서, 디스크의 내부 트랙과 디스크의 외부 트랙으로부터 초기 리드백 진폭비를 식별하여 저장하는 단계를 포함하는 것인 저 플라잉 높이에 대한 경고를 인시투 상태에서 구현하는 방법.

청구항 5.

제1항에 있어서, 상기 직접 접근 기억 장치(DASD)의 동작동안, 리드백 진폭을 감시하고 두 개의 서로 다른 디스크 반경으로부터 동작 리드백 진폭비를 순차적으로 식별하는 단계는, 리드백 진폭을 감시하고 디스크의 내부 트랙과 디스크의 외부 트랙으로부터 동작 리드백 진폭비를 순차적으로 식별하는 단계를 포함하는 것인 저 플라잉 높이에 대한 경고를 인시투 상태에서 구현하는 방법.

청구항 6.

제1항에 있어서, 상기 직접 접근 기억 장치(DASD)의 동작동안, 리드백 진폭을 감시하고 두 개의 서로 다른 디스크 반경으로부터 동작 리드백 진폭비를 순차적으로 식별하는 단계는, 두 개의 서로 다른 디스크 반경으로부터, 판독 헤드에 결합된 가변 이득 증폭기(VGA)로 공급되는 디지털 증폭기 제어(DAC) 신호의 비의 값을 식별하는 단계를 포함하는 것인 저 플라잉 높이에 대한 경고를 인시투 상태에서 구현하는 방법.

청구항 7.

제1항에 있어서, 상기 직접 접근 기억 장치(DASD)의 동작동안, 리드백 진폭을 감시하고 두 개의 서로 다른 디스크 반경으로부터 동작 리드백 진폭비를 순차적으로 식별하는 단계는, 두 개의 서로 다른 디스크 반경으로 판독 헤드를 통해 취득한 리드백 전압의 자연 로그의 비의 값을 식별하는 단계를 포함하는 것인 저 플라잉 높이에 대한 경고를 인시투 상태에서 구현하는 방법.

청구항 8.

직접 접근 기억 장치(DASD)에서 저 플라잉 높이에 대한 경고를 인시투 상태에서 구현하는 장치에 있어서,
상기 직접 접근 기억 장치(DASD)의 각 헤드에 대한 두 개의 서로 다른 디스크 반경으로부터 초기 리드백 진폭비를 저장하는 메모리와;
리드백 진폭 데이터를 처리하기 위한 판독 채널을 감시하고 두 개의 서로 다른 디스크 반경으로부터 동작 리드백 진폭비를 발생하는 비 값 발생기와;
상기 동작 리드백 진폭비, 및 상기 직접 접근 기억 장치(DASD)의 각 헤드에 대한 상기 저장된 초기 리드백 진폭비 간의 변화값을, 저 플라잉 슬라이더를 식별하기 위한 사전정의된 임계치와 비교하는 비교기와;
상기 임계치보다 큰 상기 비교된 변화값에 응답하여 저 플라잉 높이에 대한 경고를 발생하는 경고 발생기
를 포함하는 저 플라잉 높이에 대한 경고를 인시투 상태에서 구현하는 장치.

청구항 9.

제8항에 있어서, 상기 직접 접근 기억 장치(DASD)의 각 헤드에 대한 두 개의 서로 다른 디스크 반경으로부터의 초기 리드백 진폭비는 상기 두 개의 서로 다른 디스크 반경으로 판독 헤드를 통해 취득한 리드백 전압의 자연 로그의 초기 비의 값을 포함하는 것인 저 플라잉 높이에 대한 경고를 인시투 상태에서 구현하는 장치.

청구항 10.

제8항에 있어서, 상기 초기 리드백 진폭비는 상기 두 개의 서로 다른 디스크 반경으로부터, 판독 헤드에 결합된 VGA (Variable Gain Amplifier)로 공급되는 디지털 증폭기 제어(DAC) 신호의 초기 비의 값을 포함하는 것인 저 플라잉 높이에 대한 경고를 인시투 상태에서 구현하는 장치.

청구항 11.

제8항에 있어서, 상기 동작 리드백 진폭비는 상기 두 개의 서로 다른 디스크 반경으로 판독 헤드를 통해 취득한 리드백 전압의 자연 로그의 동작 비의 값을 포함하는 것인 저 플라잉 높이에 대한 경고를 인시투 상태에서 구현하는 장치.

청구항 12.

제8항에 있어서, 상기 동작 리드백 진폭비는 상기 두 개의 서로 다른 디스크 반경으로부터 판독 헤드에 결합된 VGA (Variable Gain Amplifier)로 공급되는 디지털 증폭기 제어(DAC) 신호의 동작 비의 값을 포함하는 것인 저 플라잉 높이에 대한 경고를 인시투 상태에서 구현하는 장치.

청구항 13.

저 플라잉 높이 검출 시스템을 구비한 직접 접근 기억 장치(DASD)에서 저 플라잉 높이에 대한 경고를 인시투 상태에서 구현하는 컴퓨터 프로그램을 포함하는 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체로서, 상기 컴퓨터 프로그램은 복수의 컴퓨터 실행 가능한 명령을 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체 상에 저장하고 있으며, 상기 명령은 상기 저 플라잉 높이 검출 시스템에 의해 실행되는 경우 상기 저 플라잉 높이 검출 시스템으로 하여금,

상기 직접 접근 기억 장치(DASD)의 각 헤드에 대해서, 두 개의 서로 다른 디스크 반경으로부터 초기 리드백 진폭비를 식별하여 저장하는 단계와;

상기 직접 접근 기억 장치(DASD)의 동작동안, 리드백 진폭을 감시하고 두 개의 서로 다른 디스크 반경으로부터 동작 리드백 진폭비를 순차적으로 식별하는 단계와;

상기 초기 리드백 진폭비와 상기 동작 리드백 비의 값간의 변화값을 순차적으로 계산하는 단계와;

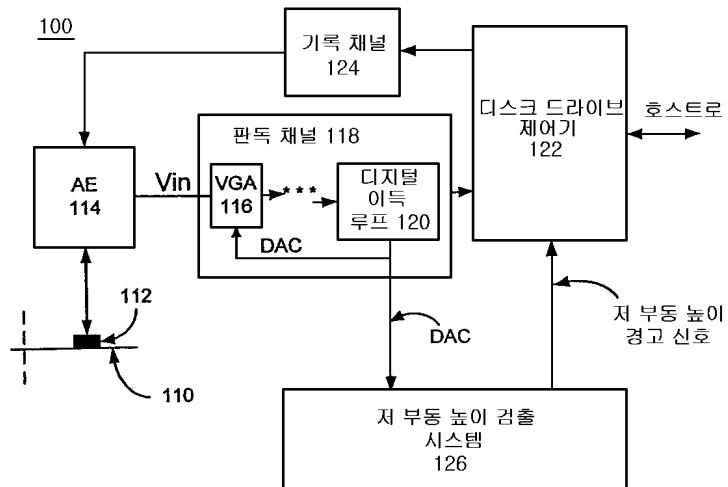
상기 변화값을 임계치와 순차적으로 비교하여 저 플라잉 슬라이더를 식별하는 단계와;

상기 임계치보다 큰 상기 비교된 변화값에 응답하여 저 플라잉 높이에 대한 경고를 발생하는 단계

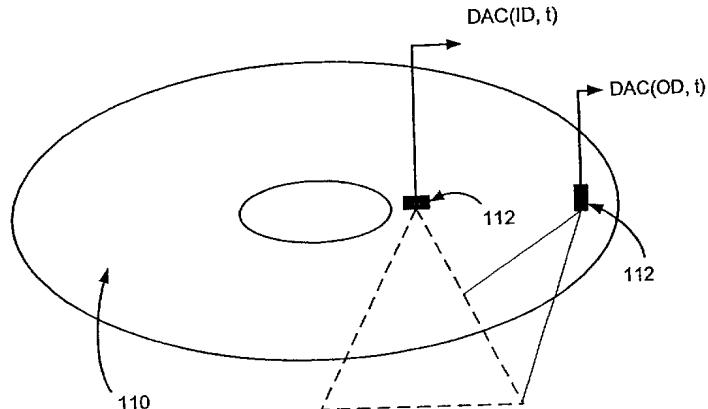
를 수행하도록 하는 것인 저 플라잉 높이에 대한 경고를 인시투 상태에서 구현하는 컴퓨터 프로그램을 포함하는 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체.

도면

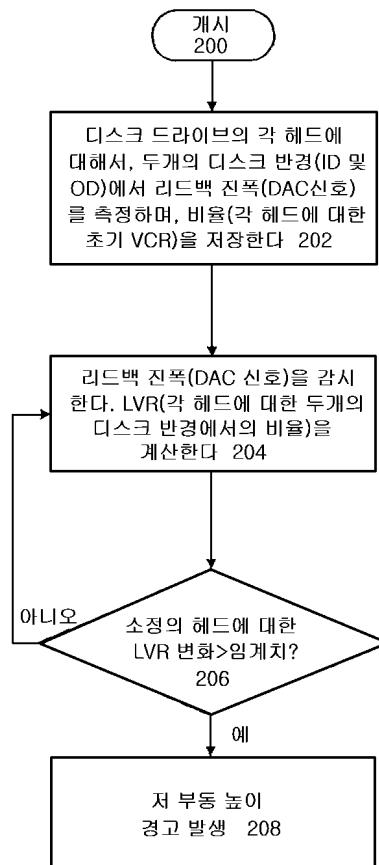
도면1a



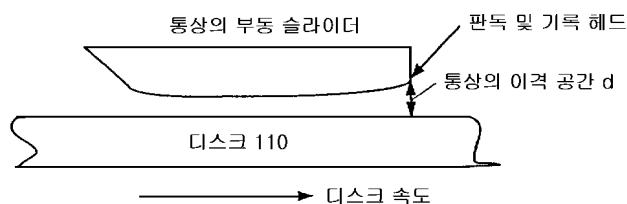
도면1b



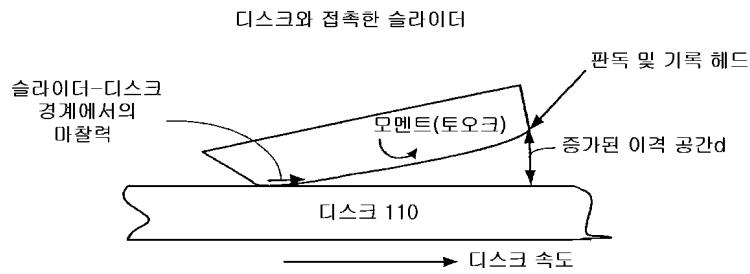
도면2



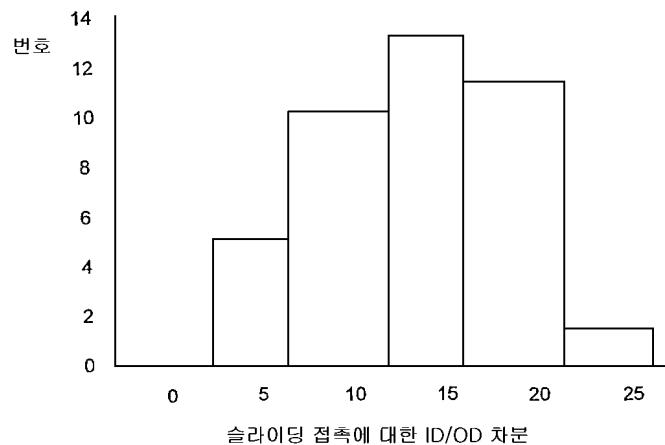
도면3a



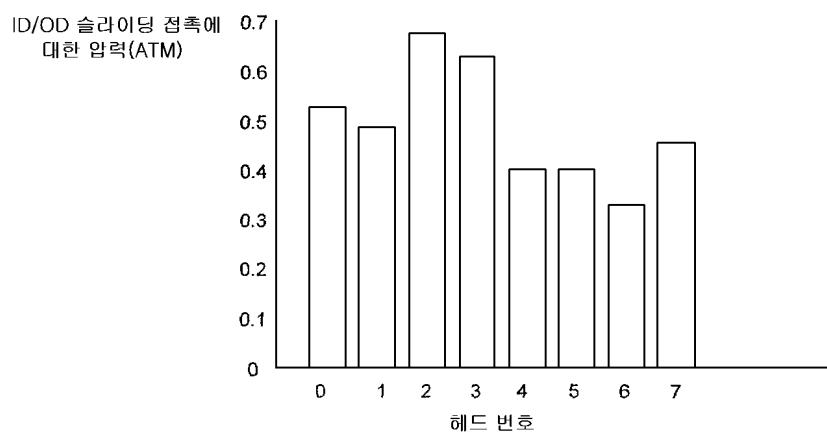
도면3b



도면4



도면5



도면6

