



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년07월01일  
(11) 등록번호 10-0905715  
(24) 등록일자 2009년06월25일

- (51) Int. Cl.  
G11B 21/02 (2006.01) G11B 21/16 (2006.01)  
G11B 21/21 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2007-0042119  
(22) 출원일자 2007년04월30일  
심사청구일자 2007년04월30일  
(65) 공개번호 10-2007-0111976  
(43) 공개일자 2007년11월22일  
(30) 우선권주장 11/437,209 2006년05월19일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌 US20050024775 A1  
JP평성11045436 A
- (73) 특허권자 삼성전자주식회사  
경기도 수원시 영통구 매탄동 416  
(72) 발명자 류 벤자민  
미국 캘리포니아 95014 쿠파티노 메리만로드 10680  
(74) 대리인 리앤특허법인

전체 청구항 수 : 총 18 항

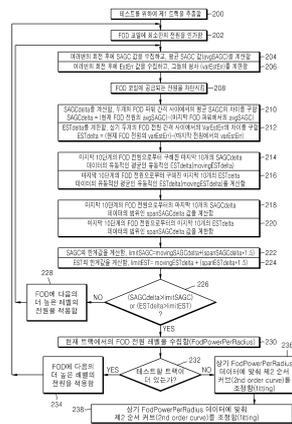
심사관 : 신상길

(54) 하드 디스크 드라이브 장치 및 하드 디스크 드라이브의 헤드와 디스크 사이의 접촉 지점을 결정하는 방법

(57) 요약

FOD(fly on demand) 헤드를 포함하는 하드 디스크 드라이브와 FOD 헤드와 디스크 사이의 접촉 지점을 결정하는 방법이 개시된다. 헤드는 다양한 레벨의 전원을 인가받을 수 있는 히팅 코일을 포함한다. 상기 결정 방법은 헤드 위치 추정 에러 데이터를 결정하는 과정을 포함한다. 추정 에러 데이터에서의 편차 값들은 서로 다른 전원 값들에 의하여 발생되며 헤드와 디스크 사이의 접촉 지점을 결정하기 위하여 이용된다. 상기 결정 방법은 또한 다수 개의 증폭 이득 제어 신호(SAGC)를 수집하며, 상기 SAGC 값들의 평균을 계산한다. 서로 다른 전원 레벨에서의 SAGC 값들의 평균은 발생되어지며, 헤드와 디스크 사이의 접촉 지점을 결정하기 위하여 이용된다.

대표도 - 도7



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

디스크;

상기 디스크와 결합되어지며, 기입 소자, 독출 소자, 및 히터 코일을 구비하는 헤드;

상기 헤드와 결합되어지는 보이스 코일 모터; 및

상기 헤드, 및 상기 보이스 코일 모터와 결합되어지는 컨트롤러를 구비하며,

상기 컨트롤러는

상기 히터 코일로 전원을 공급하며,

상기 헤드의 측정된 위치와 추정된 위치의 차이에 대응하는 추정된 에러 데이터를 수집하는 과정을 수행하고,

상기 헤드와 상기 디스크의 접촉 지점을 결정하기 위하여 상기 추정된 에러 데이터들의 편차 값을 결정하는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 상기 추정된 에러 데이터는

추정된 헤드 위치와 측정된 헤드 위치의 모두를 포함하는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

**청구항 3**

제1항에 있어서, 상기 컨트롤러는

상기 히터 코일로 공급되는 다수개의 전원 레벨들과 연관되어 있는 추정된 에러 데이터의, 편차 값을 결정하는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

**청구항 4**

제3항에 있어서, 상기 컨트롤러는

제1 전원 레벨에서의 편차 값과 제2 전원 레벨에서의 편차 값의 차이(delta)를 결정하는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

**청구항 5**

제3항에 있어서, 상기 편차 값과 상기 전원 레벨은

플롯(plot)되어지는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

**청구항 6**

제1항에 있어서, 상기 편차 값은

$$stdEstErr(Vr_{ss}) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left\{ EstErr(i) - \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N EstErr(k) \right\}^2}$$

의 수학적식에 따라서

계산되어 지는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브. (단, Vr<sub>ss</sub> = 히터 코일로 인가되는 전압, N = 수집된 추정된 에러 데이터들의 개수, EstErr(i) = i 번째로 수집된 추정된 에러 데이터)

**청구항 7**

디스크;

상기 디스크와 결합되어지며, 기입 소자, 독출 소자, 및 히터 코일을 구비하는 헤드;

상기 헤드와 결합되어지는 보이시 코일 모터; 및

상기 히터 코일에 전원을 공급하고

상기 헤드의 측정된 위치와 추정된 위치의 차이에 대응하는 추정된 에러 데이터를 수집하는 과정을 수행하며,

상기 헤드와 상기 디스크 사이의 접촉 지점을 결정하기 위하여 상기 추정된 에러 데이터의 편차 값을 결정하는 회로 장치를 구비하는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

**청구항 8**

청구항 8은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제7항에 있어서, 상기 추정된 에러 데이터는

추정된 헤드 위치와 측정된 헤드 위치 모두를 포함하는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

**청구항 9**

청구항 9은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제7항에 있어서, 상기 회로 장치는

상기 히터 코일에 공급되는 다수개의 전원 레벨들과 관련되어 있는 추정된 에러 데이터에서의 편차 값을 결정하는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

**청구항 10**

청구항 10은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제9항에 있어서, 상기 회로 장치는

제1 전원 레벨에서의 편차 값과 제2 전원 레벨에서의 편차 값 사이의 차이(delta)를 결정하는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

**청구항 11**

청구항 11은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제9항에 있어서, 상기 편차 값과 상기 전원 레벨은

플롯(plot) 되어지는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

**청구항 12**

청구항 12은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제7항에 있어서, 상기 편차 값은

$$stdEstErr(Vr_{ss}) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \{EstErr(i) - \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N EstErr(k)\}^2}$$

의 수학적식에 의하여

계산되는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브. (단, Vr<sub>ss</sub> = 히터 코일로 인가되는 전압, N = 수집된 추정된 에러 데이터들의 개수, EstErr(i) = i 번째로 수집된 추정된 에러 데이터)

**청구항 13**

기입 소자, 독출 소자, 및 히터 코일을 구비하는 헤드 및 디스크를 포함하는 하드 디스크 드라이브를 위한 프로그램 저장 매체에 있어서,

상기 저장 매체는

컨트롤러가 히터 코일에 전원을 공급하도록 하도록 하고, 상기 헤드의 측정된 위치와 추정된 위치의 차이에 대

응하는 추정된 에러 데이터를 수집하도록 하고, 상기 헤드와 상기 디스크 사이의 접촉 지점을 결정하기 위하여 상기 추정된 에러 데이터의 편차 값을 결정하도록 하는 프로그램을 포함하는 것을 특징으로 하는 프로그램 저장 매체.

**청구항 14**

제13항에 있어서, 상기 편차 값은

추정된 헤드 위치와 측정된 헤드 위치를 모두 포함하는 것을 특징으로 하는 프로그램 저장 매체.

**청구항 15**

제13항에 있어서, 상기 프로그램은

상기 컨트롤러가 히터 코일에 공급되어지는 다수개의 전원 레벨들과 관련되어 있는 추정된 에러 데이터를 결정하도록 하는 과정을 수행하는 것을 특징으로 하는 프로그램 저장 매체.

**청구항 16**

제15항에 있어서, 상기 프로그램은

상기 컨트롤러가 제1 전원 레벨에서의 편차 값과 제2 전원 레벨에서의 편차 값 사이의 차이를 결정하도록 하는 과정을 수행하는 것을 특징으로 하는 프로그램 저장 매체.

**청구항 17**

제15항에 있어서, 상기 프로그램은

상기 편차 값들과 상기 전원 레벨들이 플롯(plot)되도록 하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 프로그램 저장 매체.

**청구항 18**

제13항에 있어서, 상기 편차 값은

$$stdEstErr(Vr_{ss}) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \{EstErr(i) - \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N EstErr(k)\}^2}$$

의 수학적식에 따라서

계산되어지는 것을 특징으로 하는 프로그램 저장 매체. (단, Vr<sub>ss</sub> = 히터 코일로 인가되는 전압, N = 수집된 추정된 에러 데이터들의 개수, EstErr(i) = i 번째로 수집된 추정된 에러 데이터)

**청구항 19**

하드 디스크 드라이브의 헤드와 디스크 사이의 접촉 지점을 결정하는 방법에 있어서,

전원을 헤드의 히터 코일에 공급하는 단계; 및

상기 헤드의 측정된 위치와 추정된 위치의 차이에 대응하는 추정된 에러 데이터를 수집하는 과정을 수행하며, 상기 헤드와 상기 디스크 사이의 접촉 지점을 결정하기 위하여 상기 추정된 에러 데이터의 편차 값을 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 헤드와 디스크 사이의 접촉 지점 결정 방법.

**청구항 20**

청구항 20은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제19항에 있어서, 상기 추정된 에러 데이터는

추정된 헤드 위치와 측정된 헤드 위치를 모두 포함하는 것을 특징으로 하는 헤드와 디스크 사이의 접촉 지점 결정 방법.

**청구항 21**

청구항 21은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제19항에 있어서, 상기 결정 방법은

히터 코일로 공급되어지는 다수개의 전원 레벨과 관련되어 있는 추정된 에러 데이터에서의 편차 값을 결정하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 헤드와 디스크 사이의 접촉 지점 결정 방법.

**청구항 22**

청구항 22은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제21항에 있어서, 상기 결정 방법은

제1 전원 레벨에서의 편차 값과 제2 전원 레벨에서의 편차 값의 미소 차이(delta)를 결정하는 것을 특징으로 하는 헤드와 디스크 사이의 접촉 지점 결정 방법.

**청구항 23**

청구항 23은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제21항에 있어서, 상기 편차 값과 전원 레벨은

플롯(plot) 되어지는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 헤드와 디스크 사이의 접촉 지점 결정 방법.

**청구항 24**

청구항 24은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제19항에 있어서, 상기 편차 값은

$$stdEstErr(Vr_{ss}) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \{EstErr(i) - \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N EstErr(k)\}^2}$$

의 수학식에 의하여

구해지는 것을 특징으로 하는 헤드와 디스크 사이의 접촉 지점 결정 방법. (단, Vr<sub>ss</sub> = 히터 코일로 인가되는 전압, N = 수집된 추정된 에러 데이터들의 개수, EstErr(i) = i 번째로 수집된 추정된 에러 데이터)

**청구항 25**

디스크;

상기 디스크와 결합되어지며, 기입 소자, 독출 소자, 및 히터 코일을 구비하는 헤드;

상기 헤드와 결합되어지는 증폭기;

상기 증폭기와 결합되어지며, 서보 증폭 이득 제어(SAGC) 신호를 발생시키는 자동 이득 제어 회로;

상기 헤드와 결합되어지는 보이스 코일 모터; 및

상기 헤드, 및 상기 보이스 코일 모터와 결합되어지는 컨트롤러를 구비하며,

상기 컨트롤러는

상기 히터 코일에 전원을 공급하고, 다수개의 SAGC 값들을 수집하는 과정을 수행하며, 상기 헤드와 상기 디스크의 접촉 지점 결정을 위하여 상기 SAGC 값들의 평균을 결정하는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

**청구항 26**

제25항에 있어서, 상기 컨트롤러는

상기 히터 코일로 공급되어지는 다수개의 전원 레벨들과 관련되는 SAGC 값들의 평균을 결정하는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

**청구항 27**

제26항에 있어서, 상기 컨트롤러는

제1 전원 레벨에서의 SAGC 값들의 평균과 제2 전원 레벨에서의 SAGC 값들의 평균 사이의 차이(delta)를 결정하는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

**청구항 28**

제26항에 있어서, 상기 SAGC 값들의 평균과 상기 전원 레벨은

플롯(plot) 되어지는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**발명의 목적**

**발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

- <28> 본 발명은 하드 디스크 드라이브 장치 및 헤드와 디스크 사이의 접촉 지점을 결정하기 위한 방법에 관한 것으로서, 특히 히터 코일을 가지는 헤드에 있어서 디스크 사이의 접촉 지점을 결정하기 위한 방법에 관한 것이다.
- <29> 하드 디스크 드라이브는 회전하는 디스크와 결합되어지는 다수개의 자기 헤드를 구비한다. 헤드는 디스크 표면의 마그네틱 필드(자계, magnetic field)를 자기화 및 센싱하는 것에 의하여 정보를 기입(wirte) 및 독출(read)한다. 각각의 헤드는 헤드 짐벌 어셈블리(HGA- Head gimbal assembly)의 하위 부품을 형성하는 굴곡 암(flexure arm)에 부착된다. 헤드 짐벌 어셈블리(HGA)는 액츄에이터 암(actuator arm)으로부터 부양된다. 액츄에이터 암은 디스크의 표면을 가로질러서 헤드를 이동시킬 수 있는 보이스 코일 모터(VCM- Voice coil motor)를 가진다.
- <30> 디스크는 하드 디스크 드라이브의 스피들 모터(spindle motor)에 의하여 회전된다. 디스크의 회전은 하드 디스크 드라이브 내의 공기 흐름을 발생시킨다. 각각의 헤드는 헤드와 인접한 디스크 표면 사이의 에어 베어링(air bearing)을 발생시키기 위한 공기 흐름과 협력하는 에어 베어링 표면(air bearing surface)을 가진다. 에어 베어링은 헤드와 디스크 사이의 기계적인 마모(mechanical wear)를 제거 또는 최소화한다. 에어 베어링의 높이는 일반적으로 헤드의 비행 높이(flying height)로 간주된다.
- <31> 자계는 헤드가 헤드의 비행 높이에 역으로 비례하도록 함으로써 감지된다. 이와 같이, 디스크 위의 자계의 강도는 또한 상기 비행 높이에 역으로 비례한다. 더 큰 비행 높이는 디스크 상의 더 작은 강도의 자계를 생성하게 되는 것이다.
- <32> 다양한 이유에 의하여, 헤드의 비행 높이는 디스크 드라이브의 동작 주기 동안 변하게 된다. 비행 높이의 이러한 변화는 디스크 상의 데이터 기록 저하를 초래한다. 예를 들어, 약하게 기록된 데이터는 독출 동작 동안에 에러를 발생시킬 수 있다. 따라서, 하드 디스크 드라이브 장치 내의 헤드의 비행 높이를 정확하게 결정 및 조절하는 것이 바람직하다.
- <33> 히터 코일(heater coil)을 포함하여 발전된 형태의 헤드들이 생산되고 있다. 전류는 열을 생성하기 위하여 히터 코일(heater coil)로 제공되고, 기입 및 독출 요소들을 디스크로 근접하도록 이동할 수 있도록 헤드를 물리적으로 확장시킨다. 이러한 종류의 헤드들은 플라이 온 디맨드(FOD- fly on demand) 헤드라 불리기도 한다. FOD 헤드의 비행 높이는 히터 코일에 제공되는 전원의 양을 바꿈으로써 달라질 수 있다.
- <34> 제로(0)에 가까운 값을 갖는 비행 높이(flying height)를 생성시키는 것이 중요하다. 최소한의 비행 높이에 도달하기 위하여, 헤드와 디스크 사이의 접촉 지점을 인지하는 것이 중요하다. 헤드 접촉을 결정하기 위한 시도는 디스크 드라이브 내의 서보 루틴(servo routine)의 위치 에러 신호(PES- position error signal)를 모니터링하는 과정을 포함한다.
- <35> 도 1은 헤드 접촉 지점을 결정하기 위하여 사용한 종래 기술에서의 모니터링을 나타내는 것으로, 전압(V)에 따른 위치 에러 신호(PES) 값을 나타내는 그래프이다.

- <36> 상술한 시도의 결과가 도 1에 도시되어 있다.
- <37> 상기와 같은 곡선(curve)은 무수한 최대 피크치 및 최소 피크치를 가진다. 결과적으로, 헤드가 디스크에 접촉되는 지점을 결정하는 것은 어려운 문제인 것이다.

**발명이 이루고자 하는 기술적 과제**

- <38> 본 발명이 이루고자하는 기술적 과제는 헤드와 디스크의 접촉 지점을 정확하게 결정할 수 있는 하드 디스크 드라이브 장치를 제공하는데 있다.
- <39> 본 발명이 이루고자하는 다른 기술적 과제는 하드 디스크 드라이브에 있어서, 헤드와 디스크의 접촉 지점을 결정하는 방법을 제공하는 것이다.

**발명의 구성 및 작용**

- <40> 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 하드 디스크 장치는 디스크, 디스크와 결합되어 지며, 기입 소자, 독출 소자, 및 히터 코일을 구비하는 헤드, 헤드와 결합되어지는 보이스 코일 모터, 및 헤드, 및 보이스 코일 모터와 결합되어지는 컨트롤러를 구비한다.
- <41> 컨트롤러는 히터 코일로 전원을 공급하며, 추정된 에러 데이터를 수집하는 과정을 수행하고, 헤드와 디스크의 접촉 지점을 결정하기 위하여 추정된 에러 데이터들의 편차 값을 결정한다.
- <42> 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 하드 디스크 드라이브의 헤드와 디스크 사이의 접촉 지점을 결정하는 방법은 전원을 헤드의 히터 코일에 공급하는 단계, 및 추정된 에러 데이터를 수집하는 과정을 수행하며, 헤드와 디스크 사이의 접촉 지점을 결정하기 위하여 추정된 에러 데이터의 편차 값을 결정하는 단계를 포함한다.
- <43> 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시예에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 도면에 기재된 내용을 참조하여야 한다.
- <44> 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 각 도면에 제시된 동일한 참조부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- <45> 본 발명에 따른 하드 디스크 드라이브(HDD- hard disk drive)는 플라이 온 디맨드(FOD) 헤드를 포함하고, 플라이 온 디맨드(FOD) 헤드와 디스크 사이의 접촉을 결정하기 위한 처리 과정을 포함한다. 헤드는 다양한 레벨 값의 전원(power)을 받을 수 있는 히팅 코일(heating coil)을 포함한다. 상기 처리 과정은 헤드 위치 추정 에러 데이터(head position estimate error data)를 결정하기 위한 과정을 포함할 수 있다. 상기 추정 에러 데이터에서의 가변적인 값들은 서로 다른 전원 값을 입력함으로써 발생하며, 헤드와 디스크 사이의 접촉 지점을 결정하기 위하여 이용된다. 상기 과정은 또한 다수개의 신호 증폭 이득 조절(SAGC- signal amplification gain control) 신호의 값을 수집하고, 상기 다수의 신호 증폭 이득 조절(SAGC) 신호 값들의 평균을 계산한다. 서로 다른 전원 레벨에서의 신호 증폭 이득 조절(SAGC) 신호 값들의 평균은 발생되어질 수 있으며, 헤드와 디스크 사이의 접촉 지점을 결정하기 위하여 이용된다.
- <46> 도 2는 본 발명에 따른 하드 디스크 드라이브 장치를 나타내는 도면이다.
- <47> 도 2를 참조하면, 하드 디스크 드라이브(10) 장치는 스핀들 모터(14)에 의하여 회전하는 하나 또는 그 이상의 자기 디스크(disk)(12)를 포함할 수 있다. 스핀들 모터(14)는 기본 기판(base plate)(16)의 위에 탑재될 수 있다. 하드 디스크 드라이브(10)는 디스크(12)를 둘러싸는 덮개(cover)(18)를 더 구비할 수 있다.
- <48> 하드 디스크 드라이브(10)는 디스크(12)에 인접하여 위치하는 다수개의 헤드(head)(20)를 포함한다.
- <49> 도 3은 도 2의 하드 디스크 드라이브의 헤드를 확대한 도면이다.
- <50> 도 3에 도시된 바와 같이, 헤드(20)는 기입 소자(write element)(22)와 독출 소자(read element)(24)로 분리될 수 있다. 기입 소자(22)는 데이터를 기입하기 위하여 디스크를 자화시킨다. 독출 소자(24)는 데이터를 독출하기 위하여 디스크(12)에 형성된 자계(magnetic field)를 감지(sense)한다. 독출 소자(24)는 자속(magnetic flux)의 변화와 함께 선형적으로 변하는 저항을 가지는 물질인 자기-저항(magneto-resistive)성의 물질로 이뤄진다.
- <51> 헤드(20)는 또한 히터 코일(heater coil)(25)을 포함한다. 전류는 헤드(20)의 내에 열(heat)을 발생시키기 위하여 히터 코일(25)로 공급될 수 있다. 상기 열은 헤드(20)를 물리적으로 확장시키고, 기입 소자(22)와 독출 소자

(24)가 디스크(12)에 가까워지도록 이동시킨다.

- <52> 도 2를 참조하면, 각각의 헤드(20)는 헤드 짐벌 어셈블리(HSA)의 일부분에 속하는 휘어진 암(flexure arm)(26)에 평형을 유지하며 탑재된다. 휘어진 암(26)은 베어링 어셈블리(bearing assembly)(30)에 의하여 기판(base plate)(16)에 중추적으로 탑재되는 액츄에이터 암(actuator arm)(28)에 부착된다. 보이스 코일(voice coil)(32)은 액츄에이터 암(28)에 부착된다. 보이스 코일(32)은 보이스 코일 모터(VCM- voice coil motor)(36)를 생성하기 위하여 마그넷 어셈블리(magnet assembly)(34)와 결합된다. 보이스 코일(32)에 전류를 제공하는 것은 액츄에이터 암(28)을 진동시키는 토크(torque)를 생성시키고, 헤드(20)가 디스크(12)에 가까이 이동하도록 한다.
- <53> 하드 디스크 드라이브(10) 장치는 인쇄 회로 기판(PCB- Printed Circuit Board)(42)과 결합된 다수개의 집적 회로(integrated circuit)(40)를 포함하는 인쇄 회로 기판 어셈블리(PCB assembly- Printed Circuit Board assembly)(38)를 더 구비할 수 있다. PCB(40)는 보이스 코일(32), 헤드(20), 및 스피들 모터(14)와 전선(wire)(미도시)에 의하여 연결되어 있다.
- <54> 도 4는 도 2의 하드 디스크 드라이브에서의 전기적 회로를 개략적으로 나타낸 도면이다.
- <55> 도 4를 참조하면, 디스크(12) 상에서 데이터를 기입 및 독출하기 위한 전기적 회로(50)가 나타나있다. 전기적 회로(50)는 헤드(20)와 결합되어 있는 프리 앰프(preamp.: pre-amplifier) 회로(52)를 포함한다. 프리 앰프 회로(52)는 독출 및 기입 채널(read/write channel) 회로(58)와 연결되는 독출 데이터 채널(read data channel)(54)과 기입 데이터 채널(write data channel)(56)을 가진다. 프리 앰프(52)는 또한 컨트롤러(controller)(64)와 연결된 독출 및 기입 가능 게이트(read/write enable gate)(60)를 가진다. 독출 및 기입 가능 게이트(60)를 활성화시킴으로써, 데이터는 디스크(12) 상에 기입될 수 있으며, 또는 디스크(12)로부터 독출될 수 있다.
- <56> 독출 및 기입 채널 회로(58)는 기입 및 독출 채널들(66, 68) 각각을 통하여 컨트롤러(64)와 연결된다. 그리고, 독출 게이트(RG)(70) 및 기입 게이트(WG)(72) 각각을 통하여 컨트롤러(64)와 연결된다.
- <57> 독출 게이트(RG- read gate)(70)는 데이터가 디스크(12)로부터 읽혀질 때 활성화된다. 기입 게이트(WG- write gate)(72)는 데이터가 디스크(12)에 기록될 때 활성화된다. 컨트롤러(64)는 소프트웨어적인 루틴(routine)에 따라서 동작되는 디지털 신호 처리 장치 일 수 있다. 상기 소프트웨어적인 루틴은 디스크(12)로부터 데이터를 기입 또는 독출하기 위한 과정들을 포함한다. 독출 및 기입 채널 회로(58)와 컨트롤러(64)는 또한 하드 디스크 드라이브(10)의 보이스 코일 모터(36) 및 스피들 모터(14)를 제어하는 모터 제어 회로(motor control circuit)(74)와 연결된다.
- <58> 컨트롤러(64)는 비 휘발성 메모리(non-volatile memory) 장치(76)와 연결될 수 있다. 예로써, 메모리 장치(76)는 독출 전용 메모리(ROM- read only memory)가 될 수 있다. 메모리 장치(76)는 컨트롤러(64) 및 디스크 드라이브(10)를 동작시키기 위한 명령어(instruction)들을 포함할 수 있다. 다른 방안으로, 컨트롤러(64)는 하드 디스크 드라이브를 동작시키기 위한 임베디드 펌웨어(embedded firmware)를 가질 수도 있다.
- <59> 컨트롤러(64)는 각각의 헤드의 히터 코일(25) 및 프리 앰프(52)와 도선(78)들에 의하여 연결될 수 있다. 컨트롤러(64)는 헤드의 비행 높이(flying height)를 제어하기 위하여 히터 코일(25)에 전류를 공급할 수 있다.
- <60> 도 5는 도 4의 전기적 회로에서의 독출 채널을 개략적으로 나타내는 도면이다.
- <61> 도 5를 참조하면, 하드 디스크 드라이브의 독출 채널 및 프리 앰프의 기능 블록이 도시되어 있다. 독출 채널(read channel)은 헤드(미도시)와 결합된 증폭기(amplifier)(80)를 포함한다. 증폭기(80)는 헤드에 의하여 읽혀지는 신호의 진폭(amplitude)을 조정한다. 증폭된 신호는 필터(filter)(82)에 의하여 필터링되고, 아날로그 디지털 변환기(ADC- analog to digital converter)(84)에 의하여 디지털 비트 스트림으로 변환된다.
- <62> 증폭기(80)의 이득은 자동적인 이득 제어 회로(86)에 의하여 맞춰진다. 자동적인 이득 제어 회로(86)는 입력으로써 디지털 아날로그 변환기(84)의 출력을 전송받고, 증폭기(80)에 아날로그 제어 신호(analog control signal)를 공급한다. 아날로그 제어 신호는 일반적으로 서보 증폭 이득 제어 신호(SAGC- Servo amplifier gain control)로 불린다.
- <63> 상기 제어 신호는 독출 신호의 진폭에 반비례(inversely proportional)한다. 약한 신호는 큰 값의 제어 신호를 초래한다. 큰 값의 제어 신호는 자동적 이득 조절 회로(86)의 이득을 증가시키고, 독출 신호의 진폭을 상승시킨다. 헤드에 의하여 읽혀진 신호는 헤드의 비행 높이에 역으로 비례한다. 결과적으로, 상기 제어 신호는 비행 높

이에 비례하는 것이다. 큰 값의 제어 신호는 비행 높이가 증가한다는 것을 가리키는 것이다.

<64> 도 6은 도 2의 하드 디스크 드라이브의 서보 루프를 개략적으로 나타내는 도면이다.

<65> 도 6을 참조하면, 헤드의 위치를 제어하기 위하여 사용되는 서보 루틴(servo routine)의 기능 블록을 개략적으로 알 수 있다. 상기 루틴은 헤드 위치의 목표 값과 추정부(estimator)(102)의 출력 값을 합산하는 접합부(junction)(100)를 포함한다. 접합부(100)의 출력은 서보 컨트롤러(104)로 제공되는 위치 에러 신호(PES)가 된다. 서보 컨트롤러(104)는 드라이브 신호(drive signal)인  $u(k)$ 를 플랜트(plant)(106)에 제공한다. 여기서, 플랜트(106)는 보이스 코일 모터, 액추에이터 암 등을 포함한다. 또다른 접합부(108)는 헤드의 측정된 위치(measured position)와 추정기(102)에 의하여 제공된 추정된 위치(estimated position)를 합산한다. 접합부(108)의 출력은 추정기 에러 값(EstErr- estimator error)이 된다.

<66> 도 7은 데이터를 수집하고 헤드와 디스크 사이의 접촉을 결정하는데 사용할 수 있는 데이터를 얻기 위한 계산을 수행하는 본 발명에 따른 과정을 나타내는 플로우차트이다.

<67> 헤드와 디스크 사이의 접촉을 결정하기 위한 데이터는 도시된 도 7의 과정을 이용하여 구할 수 있다. 헤드는 디스크 상의 첫 번째 트랙 위치로 이동한다(200 단계).

<68> 전원(power)은 헤드의 히터 코일로 제공된다(202).

<69> 다수개의 서보 증폭 이득 제어 신호(SAGC) 값들은 디스크가 여러 번 회전하는 동안에 수집되어 얻어지며, 상기 SAGC 값들의 평균값이 계산된다(204 단계).

<70> 다수개의 추정기 에러 값(EstErr)들은 디스크가 여러 번 회전하는 동안에 수집되어 얻어지며, 상기 추정기 에러 값(EstErr)의 편차(variance)가 구해진다. 추정기 에러 값은 다음의 [수학식 1]에 따라서 구해질 수 있다.

<71> [수학식 1]

$$stdEstErr(Vr_{rss}) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \{EstErr(i) - \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N EstErr(k)\}^2}$$

<72>

<73> 여기서,

<74>  $Vr_{rss}$  = 히터 코일(heater coil)로 인가되는 전압

<75> N = 수집된 추정기 에러 값들의 개수

<76>  $EstErr(i)$  = i 번째로 수집된 추정기 에러 값이 된다.

<77> 히터 코일에 공급되는 전원을 차단한다(208 단계).

<78> 서보 증폭 이득 제어 신호(SAGC)의 미소 변화값(delta SAGC value)은 현재의 전원 레벨(power level)에서의 평균 서보 증폭 이득 제어 신호(average SAGC) 값과 마지막 전원 레벨(power level)에서의 평균 서보 증폭 이득 제어 신호(average SAGC) 값의 차이가 된다. 이와 같이, EST 차이값(EST delta)은 가장 최근의 전원 레벨들 사이의 에러 측정 편차(variance)들의 차이 값으로서 계산된다(212 단계).

<79> 유동적인 서보 증폭 이득 제어 신호(SAGC)의 미소 변화값(delta SAGC value)은 n 개의 이전 전원 레벨들에서의 SAGC delta 값들의 유동적인 평균(moving average)으로써 계산된다(214 단계). 유동적인 EST delta 값(moving EST delta)은 n 개의 이전 전원 레벨들에서의 EST delta 값들의 유동적인 평균으로써 계산된다(216 단계).

<80> SAGC delta 값의 전체 폭(spanSAGCdelta value)은 SAGC delta 값들의 마지막 n 개의 범위로 계산된다(218 단계). EST delta 값의 전체 폭(spanESTdelta value)은 EST delta 값의 전체 폭의 마지막 n 개의 범위로 계산된다(220 단계).

<81> SAGC 한계값(limitSAGC)은 유동적인 SAGC delta(moving SAGC delta) 값과 EST delta 값의 전체 폭(spanESTdelta)의 1.5배의 합으로서 계산되어질 수 있다(224 단계).

<82> SAGC delta 값이 SAGC의 한계 값(limitSAGC)보다 더 큰 값을 가지는지, 또는 EST delta 값이 EST 한계 값(limitEST)보다 더 큰 값을 가지는지 여부를 판단한다(226 단계). 만약 크지 않으면, 전원 레벨이 증가하고 있다는 것을 나타내고, 그러면 수행 과정은 상술한 204 단계로 복귀한다(228 단계). 만약 226 단계에서의 판단 결

과가 큰 것으로 판단되면, 전원 레벨은 저장된다(230 단계).

- <83> 헤드가 마지막 트랙에 있는지 여부를 결정한다(232 단계). 만약, 헤드가 마지막 트랙에 있지 않다면, 헤드는 그 다음 트랙으로 이동하고 202 단계로 이동하여 계속 도 7의 수행 과정을 진행한다(234 단계). 만약 헤드가 마지막 트랙에 있다면, SAGC의 평균값은 이전의 값으로 대체된다(236 단계). 제2 명령 커브 맞춤(second order curve fit)은 데이터 상에서 수행되어 질 수도 있다. 도 7에 도시된 수행 과정은 메모리에 저장되어있는 데이터와 연산들에 따라서 컨트롤러(64)에 의하여 수행되어진다. 데이터와 연산들은 컨트롤러(64) 및/또는 외부의 프로세서에 의하여 수행되어 지는 루틴들에 따라서 구성되어질 수 있다.
- <84> 도 8은 헤드의 히팅 코일에 공급되는 전원 레벨 대 헤드 위치 측정 에러의 변화 값을 나타내는 그래프이다.
- <85> 도 8을 참조하면, 히팅 코일 전압 차이에서의 변화 값의 차이가 나타나있다. 데이터 변화는 헤드가 디스크와 접촉을 형성하는 지점에서 가파른 변화가 있다.
- <86> 도 9는 헤드의 히팅 코일에 공급되는 전원 레벨 대 평균 SAGC 값을 나타내는 그래프이다.
- <87> 도 9는 코일 전압에 대비하여 평균 SAGC 값을 보여준다. 이 데이터는 또한 헤드가 디스크와 접촉을 이루는 지점에서 가파른 변화가 있음을 알려준다. 상기 그래프들은 도 1에 도시된 무수한 전이 지점들을 가지는 종래 기술과 구별되는 것이다. 따라서, 종래 기술은 (헤드와 디스크의) 접촉 지점을 정확하게 결정하는 것이 어려웠다.
- <88> 이상에서와 같이 도면과 명세서에서 최적 실시예가 개시되었다. 여기서 특정한 용어들이었으나, 이는 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이지 의미한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 본 기술분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

**발명의 효과**

- <89> 상술한 바와 같이 본 발명에 따른 하드 디스크 드라이브 장치 및 하드 디스크 드라이브의 헤드와 디스크 사이의 접촉 지점을 결정하는 방법은 쉽고 정확하게 헤드와 디스크 사이의 접촉 지점을 결정할 수 있는 장점이 있다.

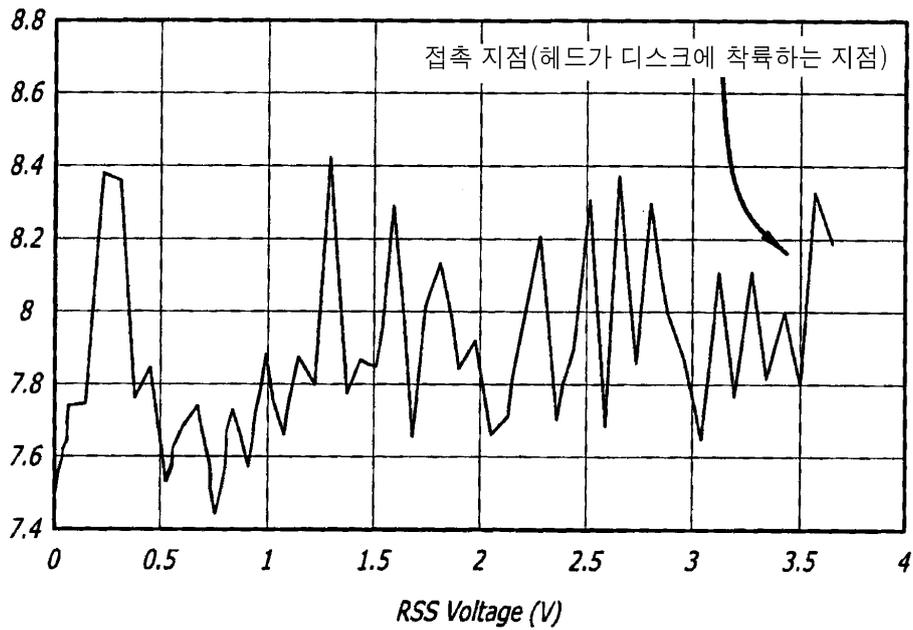
**도면의 간단한 설명**

- <1> 본 발명의 상세한 설명에서 인용되는 도면을 보다 충분히 이해하기 위하여 각 도면의 간단한 설명이 제공된다.
- <2> 도 1은 헤드 접촉 지점을 결정하기 위하여 사용한 종래 기술에서의 모니터링을 나타내는 것으로, 전압(V)에 따른 위치 에러 신호(PES) 값을 나타내는 그래프이다.
- <3> 도 2는 본 발명에 따른 하드 디스크 드라이브 장치를 정면으로 나타내는 도면이다.
- <4> 도 3은 도 2의 하드 디스크 드라이브의 헤드를 확대한 도면이다.
- <5> 도 4는 도 2의 하드 디스크 드라이브에서의 전기적 회로를 개략적으로 나타낸 도면이다.
- <6> 도 5는 도 4의 전기적 회로에서의 독출 채널을 개략적으로 나타내는 도면이다.
- <7> 도 6은 도 2의 하드 디스크 드라이브의 서보 루프를 개략적으로 나타내는 도면이다.
- <8> 도 7은 데이터를 수집하고 헤드와 디스크 사이의 접촉을 결정하는데 사용할 수 있는 데이터를 얻기 위한 계산을 수행하는 본 발명에 따른 과정을 나타내는 플로우차트이다.
- <9> 도 8은 헤드의 히팅 코일에 공급되는 전원 레벨 대 헤드 위치 측정 에러의 편차 값을 나타내는 그래프이다.
- <10> 도 9는 헤드의 히팅 코일에 공급되는 전원 레벨 대 평균 SAGC 값을 나타내는 그래프이다.
- <11> \*\*도면의 주요부분에 대한 부호의 설명\*\*
- <12> 10: 하드 디스크 드라이브(HDD- hard disk drive)
- <13> 12: 디스크(disk)
- <14> 14: 스피들 모터(spindle motor)
- <15> 16: 기본 기판(base plate)

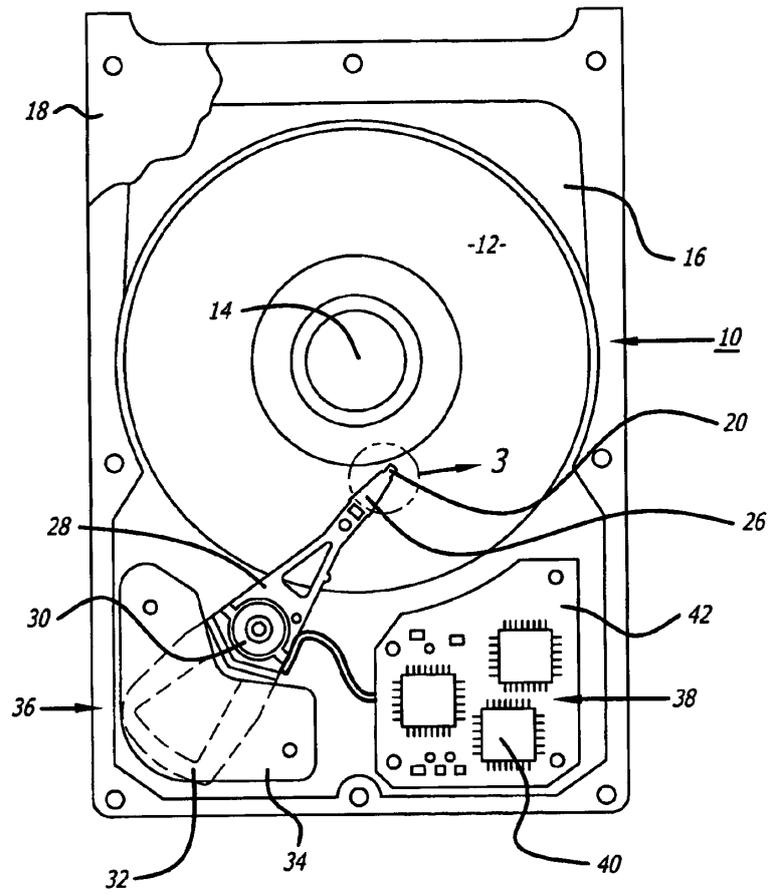
- <16> 18: 덮개
- <17> 20: 헤드(head)
- <18> 22: 기입 소자
- <19> 24: 독출 소자
- <20> 26: 휘어진 암(flexure arm)
- <21> 28: 액츄에이터 암(actuator arm)
- <22> 30: 베어링 어셈블리(bearing assembly)
- <23> 32: 보이스 코일(voice coil)
- <24> 36: 보이스 코일 모터(voice coil motor)
- <25> 38: 인쇄 회로 기판 어셈블리(PCB assembly)
- <26> 40: 집적 회로(integrated circuit)
- <27> 42: 인쇄 회로 기판(PCB)

도면

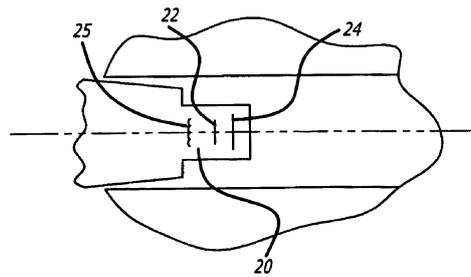
도면1



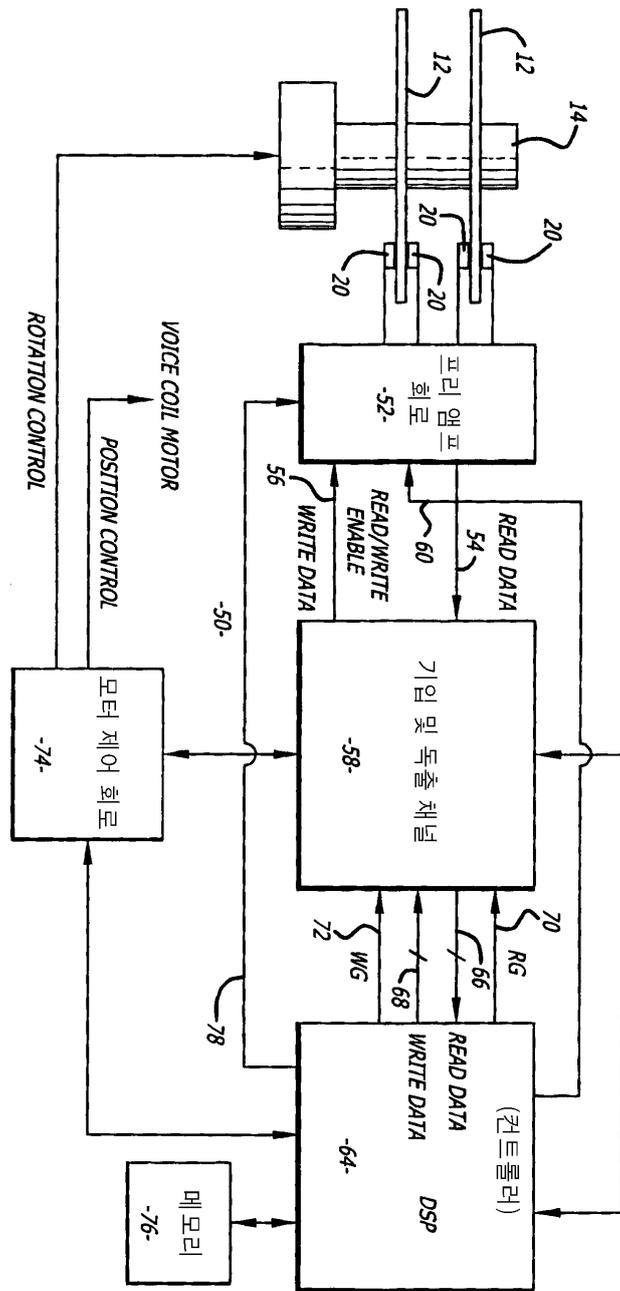
도면2



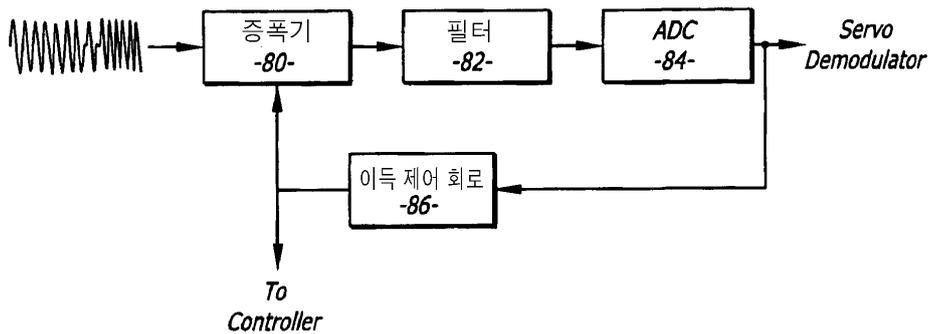
도면3



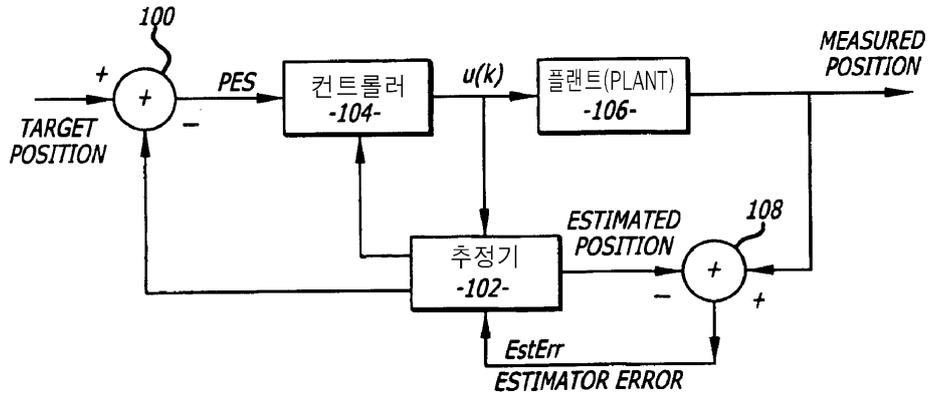
도면4



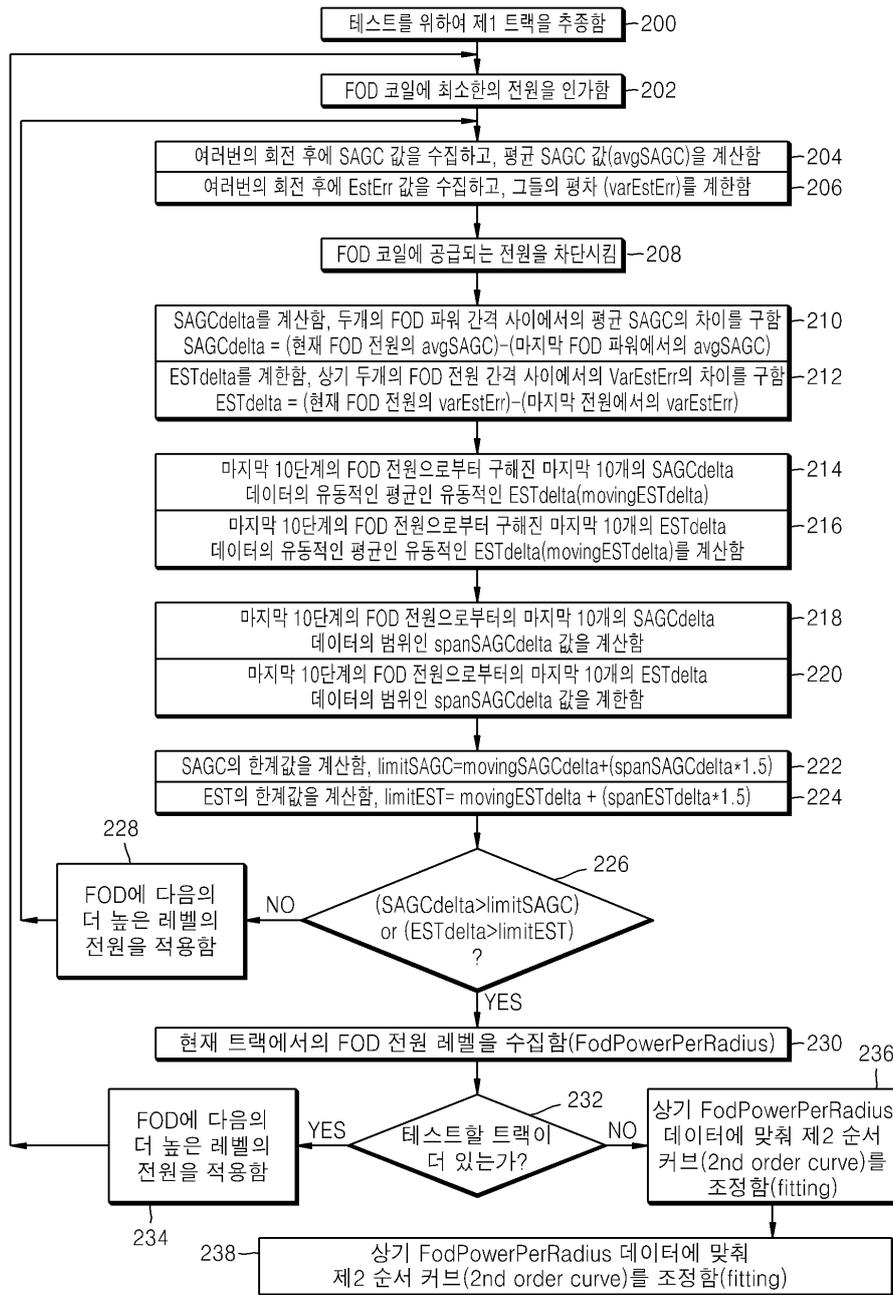
도면5



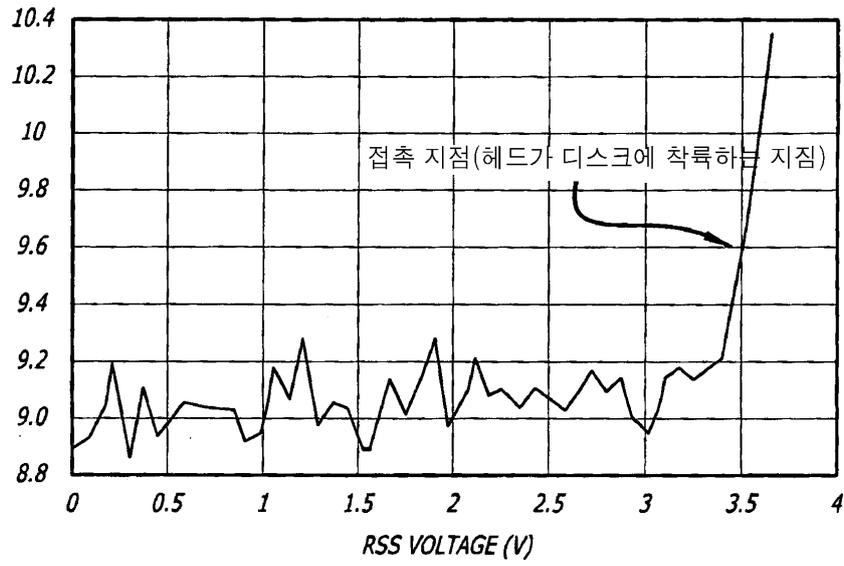
도면6



도면7



도면8



도면9

