

(19)대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl.⁶
G11B 5/02

(45) 공고일자 2005년11월29일
(11) 등록번호 10-0515720
(24) 등록일자 2005년09월09일

(21) 출원번호 10-1998-0005516
(22) 출원일자 1998년02월21일

(65) 공개번호 10-1999-0070582
(43) 공개일자 1999년09월15일

(73) 특허권자 삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자 김규택
서울특별시 강남구 개포동 12번지 대청아파트 301-906
윤종윤
대구광역시 북구 동천동 880-1 칠곡 영남2차아파트 101-1618

(74) 대리인 이권주

심사관 : 장현숙

(54) 리드/라이트 채널인자 최적화방법

요약

가. 청구범위에 기재된 발명이 속한 기술분야:리드/라이트 채널회로를 구비하는 하드 디스크 드라이브의 채널인자 최적화방법에 관한 것이다.

나. 발명이 해결하려고 하는 기술적 과제:리드/라이트 채널회로를 구비하는 하드 디스크 드라이브에 있어서 리드채널인자 및 라이트채널인자를 최적화하여 데이터 리드/라이트 에러율을 낮춤으로서 결과적으로 드라이브의 성능을 향상시킬 수 있는 리드/라이트 채널인자 최적화방법을 제공함에 있다.

다. 그 발명의 해결방법의 요지:본 발명은 라이트채널인자들의 레벨값을 변환시키면서 임의의 데이터 패턴을 라이트하고 라이트헤트수와 동수로 데이터를 리드함으로서 모든 헤드/존 조합 특성에 맞는 라이트채널인자 각각의 레벨값을 서치하는 방식으로 라이트채널인자를 최적화한다. 그리고 리드채널조합을 변환시키면서 동일한 헤트수로 데이터 라이트/리드동작을 수행함으로서 위글 노이즈의 발생을 억제하여 최적화된 리드채널조합을 서치하는 방식으로 리드채널인자를 최적화한다.

라. 발명의 중요한 용도:하드 디스크 드라이브에 사용할 수 있다.

대표도

도 3

명세서

도면의 간단한 설명

- 도 1은 종래의 리드채널인자 최적화방법에 따른 에러율 산출예시도.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 하드 디스크 드라이브의 블럭구성도.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 라이트채널인자 최적화 제어흐름도.
- 도 4는 도 3중 테스트 트랙 서치 서브루틴(Test Track Search Sub-Routine) 수행흐름도.
- 도 5는 도 3중 스트레스 설정 서브루틴(Stress Setting Sub-Routine) 수행흐름도.
- 도 6은 도 3중 라이트/리드 테스트 서브루틴(Write/Read Test Sub-Routine)수행흐름도.
- 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 리드채널인자 최적화 제어흐름도.
- 도 8은 도 7중 리드채널인자 조합에 대한 라이트/리드 테스트 서브루틴 수행흐름도.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 자자 디스크 기록장치인 하드 디스크 드라이브의 리드/라이트 채널인자 최적화에 관한 것으로, 특히 리드채널인자는 물론 라이트채널인자까지도 각 드라이브의 헤드/존 조합 특성에 맞게 최적화시키기 위한 라이트채널인자 최적화방법 및 리드채널인자 최적화방법에 관한 것이다.

리드/라이트 채널은 호스트컴퓨터로부터 전송된 라이트데이터를 인코딩하여 헤드로 출력함으로써 소정의 라이트데이터가 디스크면에 라이트될 수 있도록 하는 한편, 디스크면으로부터 독출된 리드데이터를 디코딩하여 호스트컴퓨터로 전송하는 역할을 수행한다. 따라서 하드 디스크 드라이브에 있어서의 리드/라이트 채널회로는 데이터 리드/라이트 성능을 좌우하는 중요한 요소로 작용한다. 일반적으로 디스크면으로부터 재생된 아날로그신호를 해석하는 방법이나 디스크면에 소정의 데이터를 라이트하는 방법은 리드/라이트 채널회로의 채널인자(Channel Parameter) 설정에 따라 달라지게 된다. 즉, 채널인자들의 설정에 따라 데이터 리드/라이트시의 에러율이 달라진다. 따라서 하드 디스크 드라이브 제조업체에서는 리드/라이트 채널의 인자값들을 몇대의 드라이브 샘플을 취하여 실험을 통해 결정하고, 결정된 값을 모든 드라이브에 공통적으로 적용하였다. 이러한 경우 각 드라이브의 특성이 고려되지 않기 때문에 드라이브별로 에러율 편차가 심하고 높은 에러율 발생에 의해 드라이브의 데이터 재생능력이 저하되는 문제가 발생하게 되었다. 이러한 문제를 해결하기 위해 여러 가지의 리드채널인자 최적화방법이 사용되고 있다. 상기 리드 채널인자란 데이터 리드동작시 리드신호를 처리하기 위한 리드/라이트 채널회로 IC의 차단주파수(Cut Off Frequency), 필터 부스트(Filter Boost), 임계전압(Threshold Voltage), 윈도우 쉬프트(Window Shift) 등을 지칭하며, 리드채널인자 최적화방법이란 디스크면의 채널 최적화 대상위치에 특정한 패턴(Pattern)을 라이트한 후 최적화하려는 채널인자들의 조합을 변경해 가면서 반복 리드하고, 리드동작시 에러발생 빈도수를 누계함으로써 채널인자들을 평가하는 방법을 말한다.

그러나 하드 디스크 드라이브 제조업체에서는 상술한 방법으로 리드채널인자들만을 최적화하고 라이트채널인자에 대해서는 최적화를 수행하지 않기 때문에 드라이브 성능의 극대화를 기대하기는 어렵다. 왜냐하면 라이트채널인자가 최적화되지 않은 상태에서 특정 패턴이 헤드를 통해 채널 최적화 대상위치에 라이트되기 때문에 정상적인 패턴이 디스크면에 라이트되었다고 볼 수 없기 때문이다. 따라서 라이트채널인자의 최적화가 선행되어야만 올바른 리드채널인자의 최적화가 수행될 수 있다.

또한 상술한 리드채널인자 최적화방법을 채용하는 경우에는 다음과 같은 문제가 발생하게 된다. 우선 데이터 리드동작시 헤드의 노이즈, 외부 스트레스에 기인하여 비반복성 런아웃(Non-repeatable Runout) 등이 발생한다고 가정하면, 상술한 리드채널인자 최적화방법에 의해 얻을 수 있는 에러율은 도 1에 도시한 바와 같이 특정 시간에 높은 에러율을 보일 것이다.

도 1은 종래의 리드채널인자 최적화방법에 따른 에러율 산출예시도를 도시한 것이다. 도 1에서 행(Exp01~Exp25)은 리드채널인자들의 조합(하기 설명에서는 리드채널조합으로 명기한다)으로 25가지의 리드채널조합을 테스트함을 보여주고 있으며, 열(RUN1~RUN6)은 하나의 리드채널조합에 대해 6번의 실험이 반복되었음을 보여주고 있다. 그리고 각 런(RUN)에서 채널 최적화 대상위치에 데이터 패턴을 한번 다시 라이트 해주면 런2의 경우 그외의 런들에서의 에러수와 큰 차이가 발생했음을 알 수 있다. 이러한 현상은 특정 데이터 패턴 라이트시 발생한 위글노이즈(Wiggle Noise) 때문에 정상적으로 데이터 리드가 이루어질 수 없기 때문이다. 따라서 상술한 종래의 리드채널인자 최적화방법에서는 데이터 라이트 횟수와 데이터 리드횟수의 불일치로 인해 위글 노이즈가 발생하고, 위글 노이즈 발생으로 인해 에러발생 빈도수가 증가하기 때문에 정확한 에러율의 산출을 기대할 수 없어 리드채널조합을 최적화시킬 수 없다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서 본 발명의 목적은 리드/라이트 채널회로를 구비하는 하드 디스크 드라이브에 있어서 라이트채널인자를 최적화하여 데이터 리드/라이트 에러율을 낮춤으로서 결과적으로 드라이브의 성능을 향상시킬 수 있는 라이트채널인자 최적화방법을 제공함에 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 리드/라이트 채널회로를 구비하는 하드 디스크 드라이브에 있어서 리드채널인자 최적화과정에서 발생하는 위글 노이즈를 제거하여 정확한 에러율을 산출할 수 있는 리드채널인자 최적화방법을 제공함에 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 리드/라이트 채널회로를 구비하는 하드 디스크 드라이브에 있어서 라이트채널인자들과 리드채널인자들을 각각 최적화함으로써 드라이브의 성능 및 신뢰성을 향상시킬 수 있는 리드/라이트 채널인자 최적화방법을 제공함에 있다.

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은 리드/라이트 채널회로를 구비하는 하드 디스크 드라이브의 리드/라이트 채널인자 최적화방법에 있어서,

구비된 복수개의 헤드/존 조합들 각각에서 임의의 트랙을 테스트 트랙으로 설정하는 테스트 트랙 서치과정과,

설정된 테스트 트랙에 임의의 데이터 패턴을 라이트하고 라이트 횟수와 동수로 리드하면서 라이트채널인자들에 각각에 대한 최적의 레벨값을 서치하고, 서치된 최적의 레벨값과 디폴트 레벨값중 하나를 해당 헤드/존 조합에 최적화된 값으로 기록하는 라이트채널인자 최적화과정과,

설정된 상기 테스트 트랙에 임의의 데이터 패턴을 라이트하고 라이트횟수와 동수로 리드하면서 리드채널조합들 각각에 대한 에러수를 누계하여 최적의 리드채널조합을 서치하고, 서치된 최적의 리드채널조합과 디폴트채널조합중 하나를 해당 헤드/존 조합에 최적화된 값으로 기록하는 리드채널인자 최적화과정으로 이루어짐을 특징으로 한다.

발명의 구성 및 작용

이하 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 동작을 상세히 설명하기로 한다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 하드 디스크 드라이브의 블럭구성도를 도시한 것으로 두장의 디스크(200)와 그에 대응하는 4개의 헤드(202)를 구비하는 하드 디스크 드라이브를 도시한 것이다. 도 2를 참조하면, 디스크(200)들은 통상 스택(stack)형태로서 스핀들모터(222) 구동축에 장착되어 회전하며 각각의 디스크면은 하나의 헤드(202)에 대응되어 있다. 디스크(200)는 다수개의 존(Zone)으로 구획되어지며 각각의 존에는 동심원상으로 배열되어 있는 복수개의 트랙들이 존재한다. 그리고 상기 디스크면에는 드라이브 비사용시 헤드(202)가 위치할 수 있는 파킹 존(Parking Zone)과 디섹터에 대한 정보 및 각종 시스템 유지보수를 위한 정보들이 기록되어지는 메인터너스영역이 포함된다. 헤드(202)는 환상 보이스 코일 모터(Rotary Voice Coil Motor;VCM)(216) 암 어셈블리(Arm Assembly)로부터 신장된 암(204)에 설치되어 있으며 VCM(216)에 인가되는 전류레벨 및 방향에 따라 디스크(200)상에서 수평이동한다. 전치증폭기(206)는 데이터 리드시 하나의 헤드(202)에 의해 픽업된 리드신호를 전치증폭하여 리드/라이트 채널회로(Read/Write channel circuit)(208)에 인가하며 데이터 라이트시에는 리드/라이트 채널회로(208)로부터 인가되는 부호화된 라이트데이터(Encoded Write Data)를 선택된 하나의 헤드(202)를 통해 디스크(200)면에 라이트되도록 한다. 리드/라이트 채널회로(208)는 상기 전치증폭기(206)로부터 인가되는 리드신호를 디코딩하여 시리얼 리드데이터 RDATA와 그에 따른 클럭을 발생하여 DDC(224)로 출력한다. 그리고 리드/라이트 채널회로(208)는 상기 DDC(224)로부터 인가되는 기록데이터 WDATA를 인코딩하여 전치증폭기(206)에 인가한다. 한편 리드/라이트 채널회로(208)는 서보 복조부(Servo Demodulator)를 구비함으로써 상기 전치

증폭기(206)를 통해 입력되는 리드신호로부터 각종 서보정보(예를들면 헤드의 위치에러신호)를 복조하여 마이크로 콘트롤러(210)로 출력한다. DDC(224)는 마이크로 콘트롤러(210)의 제어하에 호스트컴퓨터와 디스크(200) 사이의 데이터 경로를 제어하며 호스트컴퓨터와 마이크로 콘트롤러(210)간의 통신을 인터페이싱한다.

한편 마이크로 콘트롤러(210)는 메모리(228)에 저장된 제어프로그램에 근거하여 드라이브의 전반적인 동작을 제어한다. 예를들면 마이크로 콘트롤러(210)는 상기 리드/라이트 채널회로(208)에 내장된 서보 복조부로부터 입력되는 위치에러신호를 내장된 ADC(Analog-to-Digital Converter)를 통해 디지털신호로 입력받아 선택된 헤드(202)를 온-트랙(on-track)제어한다. 그리고 마이크로 콘트롤러(210)는 호스트컴퓨터로부터 수신되는 데이터 리드/라이트 명령에 응답하여 DDC(224)를 제어하며 헤드들(202) 및 스핀들모터(222)의 서보제어를 수행한다. 그리고 마이크로 콘트롤러(210)는 상기 서보복조부로부터 복조된 서보정보를 입력받아 서보제어 및 데이터 리드/라이트 동작수행을 위해 필요한 신호들(서보게이트신호, 데이터 라이트인에이블신호 등)을 발생하여 리드/라이트 채널회로(208)와 DDC(224)로 각각 출력한다. DAC(Digital-to-Analog Converter)(212)는 마이크로 콘트롤러(210)로부터 출력되는 헤드(202)들의 위치제어를 위한 디지털 제어입력값을 아날로그신호로 변환하여 출력한다. VCM구동부(214)는 상기 DAC(212)로부터 인가되는 아날로그신호에 의해 액츄에이터를 구동하기 위한 전류 I(t)를 발생하여 VCM(216)에 인가한다. 일측에 헤드들(202)이 부착된 액츄에이터의 타측에 위치하는 VCM(216)은 상기 VCM구동부(214)로부터 입력되는 전류방향 및 전류레벨에 대응하여 헤드(202)들을 디스크(200)상에서 수평이동시킨다. 스핀들모터 구동부(220)는 마이크로 콘트롤러(210)로부터 출력되는 제어값에 대응되는 스핀들구동신호를 출력하여 스핀들모터(222)를 구동시킨다. 버퍼 메모리(226)는 상기 DDC(224)에 내장된 버퍼 콘트롤러에 의해 제어되며 디스크(200)와 호스트컴퓨터 사이에 전송되는 데이터가 일시 저장된다. 상기 마이크로 콘트롤러(210)에 연결되어 있는 메모리(228)는 본 발명의 실시예에 따른 제어프로그램이 저장된 롬(ROM)과 드라이브 제어시 발생하는 각종 데이터가 저장되는 램(RAM)으로 구성되어진다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 라이트채널인자 최적화 제어흐름도를 도시한 것이며, 도 4는 도 3중 테스트 트랙 서치 서브루틴(Test Track Search Sub-Routine) 수행흐름도를, 도 5는 도 3중 스트레스 설정 서브루틴(Stress Setting Sub-Routine) 수행흐름도를, 도 6은 도 3중 라이트/리드 테스트 서브루틴(Write/Read Test Sub-Routine) 수행흐름도를 각각 도시한 것이다.

이하 도 2내지 도 6을 참조하여 라이트채널인자 최적화방법을 상세히 설명하면 다음과 같다. 우선 본 발명의 실시예에 따른 라이트채널인자 최적화방법과 리드 채널인자 최적화방법은 하드 디스크 드라이브의 제조공정중의 하나인 번-인(Burn-In)공정에서 수행되는 것으로 한다.

이하 번-인 공정 초기에 수행되는 라이트채널인자 최적화방법을 설명하면, 우선 마이크로 콘트롤러(210)는 300단계에서 임의의 헤드/존 조합을 설정한다. 상기 임의의 헤드/존 조합이란 각각의 디스크(200)면에 복수개로 존재하는 존들중 하나의 존과 그에 대응되는 헤드(202)의 조합을 의미한다. 따라서 본 발명의 실시예에서는 2장의 디스크(200)를 구비하는 하드 디스크 드라이브를 예로 들었으므로 각 디스크면에 존재하는 존의 갯수에 헤드의 수를 곱한 값이 헤드/존 조합수가 된다. 이와 같이 복수개로 존재하는 헤드/존 조합중에서 임의의 헤드/존 조합을 설정한 마이크로 콘트롤러(210)는 302단계에서 테스트 트랙 서치 서브루틴을 수행한다. 상기 테스트 트랙이라함은 설정된 존에 포함되어 있는 다수개의 트랙들중 본 발명의 실시예에 따른 라이트채널인자 최적화 테스트를 위해 설정되는 하나의 트랙을 의미한다.

이하 도 4를 참조하여 상기 테스트 트랙 서치 서브루틴 수행과정을 설명하면, 우선 마이크로 콘트롤러(210)는 400단계에서 설정된 존중에서 최내주 트랙을 목표트랙으로 설정한다. 그리고 마이크로 콘트롤러(210)는 402단계로 진행하여 설정된 목표트랙에 소정 패턴의 데이터를 라이트한후 404단계로 진행하여 라이트된 데이터를 리드한다. 리드시 마이크로 콘트롤러(210)는 데이터 리드에러가 발생하는가를 406단계에서 검사하고 검사결과 에러가 발생하지 않으면 410단계로 진행하여 상기 목표트랙을 라이트/리드(W/R) 테스트 트랙으로 설정한후 도 3의 메인루틴, 즉 라이트채널인자 최적화루틴으로 리턴한다. 만약 406단계의 검사결과 데이터 리드에러가 발생하면 마이크로 콘트롤러(210)는 408단계로 진행하여 400단계에서 설정된 목표트랙의 인접 외주트랙을 새로운 목표트랙으로 설정한후 상술한 데이터 라이트/리드과정을 반복한다. 즉, 마이크로 콘트롤러(210)는 300단계에서 설정된 존에서 데이터 리드에러가 발생하지 않는 하나의 트랙을 서치한후 이를 해당 존을 대표하는 트랙으로 설정하는 것이다.

상술한 바와 같이 테스트 트랙 서치 서브루틴을 수행하여 하나의 트랙을 라이트/리드(W/R) 테스트 트랙으로 설정한 마이크로 콘트롤러(210)는 이후 도 3의 304단계로 리턴하여 스트레스 설정 서브루틴을 수행한다. 상기 스트레스 설정 서브루틴은 라이트/리드(W/R) 테스트에 사용될 오프트랙 스트레스 조건을 설정하기 위한 서브루틴이며, 라이트/리드(W/R) 테스트시 스트레스를 설정하는 이유는 적절한 스트레스를 사용함으로써 보다 많은 에러를 유발하여 짧은 시간내에 테스트를 마치기 위함이다. 이하 도 5를 참조하여 상기 스트레스 설정 서브루틴을 설명하면, 마이크로 콘트롤러(210)는 500단계에서 테스트 카운트를 "0"으로 초기화한다. 그리고 마이크로 콘트롤러(210)는 502단계로 진행하여 초기 오프-트랙값을 설

정한후 504단계로 진행하여 데이터 라이트/리드(W/R) 테스트를 수행하는 동시에 테스트 카운트를 "1"증가시킨다. 504단계에서 수행되는 라이트/리드(W/R) 테스트는 일반적인 데이터 라이트/리드(W/R) 테스트로서 소정의 사용자 패턴을 테스트 트랙에 라이트한 후 리드하는 테스트를 의미한다. 만약 데이터 라이트/리드(W/R) 테스트 수행중 에러가 발생하면 마이크로 콘트롤러(210)는 508단계로 진행하여 에러수를 증가시킨후 510단계로 진행하고 에러가 발생하지 않으면 직접 510단계로 진행한다. 510단계에서 마이크로 콘트롤러(210)는 누적된 에러수와 테스트 카운트 횟수가 스트레스 설정조건을 만족하는가를 검사한다. 상기 스트레스 설정조건이라함은 상기 누적된 에러수가 미리 설정된 에러 최대값과 에러 최소값 사이에 있는가 혹은 상기 테스트 카운트 횟수가 미리 설정된 최대 테스트 횟수를 초과하는가를 검사하기 위해 설정된 조건이다. 즉, 마이크로 콘트롤러(210)는 510단계의 검사결과 현재 누적된 에러수가 미리 설정된 에러 최대값과 에러 최소값 사이의 값이거나 테스트 카운트 횟수가 미리 설정된 최대 테스트 횟수를 초과하면 514단계로 진행하여 현재 오프-트랙값을 스트레스 조건으로 설정한후 도 3의 메인루틴으로 리턴한다. 그러나 510단계의 검사결과 상기 누적된 에러수가 미리 설정된 에러 최대값 보다 크다면 마이크로 콘트롤러(210)는 512단계에서 현재 설정된 오프-트랙값을 "1"감소시키고, 상기 누적된 에러수가 미리 설정된 에러 최소값 보다 작다면 마이크로 콘트롤러(210)는 512단계에서 현재 설정된 오프-트랙값을 "1"증가시킨후 504단계로 되돌아가 라이트/리드(W/R) 테스트를 수행한다.

상술한 스트레스 설정 서브루틴을 통해 최적의 스트레스 조건을 설정한 마이크로 콘트롤러(210)는 이후 도 3의 306단계로 리턴하여 라이트채널인자를 설정한다. 상기 라이트채널인자는 라이트전류, 라이트 프리컴(Write Precom)을 예로 들 수 있다. 따라서 마이크로 콘트롤러(210)는 306단계에서 복수개의 라이트채널인자 중 하나를 설정한후 308단계로 진행한다. 그리고 마이크로 콘트롤러(210)는 308단계에서 상기 설정된 라이트채널인자에 대한 라이트/리드(W/R) 테스트 서브루틴을 수행한다. 이하 도 6을 참조하며 라이트/리드(W/R) 테스트 서브루틴을 설명하면, 우선 마이크로 콘트롤러(210)는 600단계에서 에러누계를 초기화한후 602단계로 진행하여 설정된 라이트채널인자의 레벨을 설정한다. 이후 604단계로 진행한 마이크로 콘트롤러(210)는 상술한 테스트 트랙 서치 서브루틴에서 설정된 라이트/리드(W/R) 테스트 트랙에 특정 패턴을 정해진 섹터 수만큼 라이트한후 606단계로 진행하여 라이트한 패턴을 정해진 섹터 수만큼 리드한다. 데이터 리드중 마이크로 콘트롤러(210)는 608단계에서 리드에러가 발생하는가를 검사한다. 검사결과 리드에러가 발생하지 않으면 612단계로 직접 진행하고 그렇지 않으면 610단계로 진행하여 에러누계를 가산한후 612단계로 진행한다. 612단계에서 마이크로 콘트롤러(210)는 라이트/리드(W/R) 테스트 반복횟수가 미리 설정된 목표치를 초과하는가를 검사하여 초과하지 않으면 614단계로 진행하여 반복횟수를 증가시킨후 다시 604단계 내지 612단계를 반복 수행한다. 이와 같은 방법으로 라이트/리드(W/R) 테스트 반복횟수가 목표치를 초과하면 마이크로 콘트롤러(210)는 616단계로 진행하여 설정된 라이트채널인자의 레벨변경이 종료되었는가, 즉 설정된 라이트채널인자의 레벨을 더 이상 변경할 수 없는가를 검사한다. 만약 설정된 라이트채널인자의 레벨을 변경시킬 수 있다면 마이크로 콘트롤러(210)는 618단계에서 레벨을 변경설정한후 다시 604단계 내지 616단계를 반복 수행함으로써 설정된 라이트채널인자의 모든 레벨에 대해 라이트/리드(W/R) 테스트를 수행한다. 이와 같이 임의의 라이트채널인자의 모든 레벨 각각에 대해 동수(同數)로 라이트/리드(W/R) 테스트를 수행한 마이크로 콘트롤러(210)는 620단계에서 에러수가 가장 적은 레벨을 최적 레벨로 설정하며 디스크(200)면의 메인터너스영역에 기록한후 라이트채널인자 최적화를 위한 메인루틴으로 리턴 한다.

한편 상술한 라이트/리드(W/R) 테스트 서브루틴을 수행한 마이크로 콘트롤러(210)는 이후 310단계에서 디폴트(Default)레벨과 상기 라이트/리드(W/R) 테스트 서브루틴 결과 얻어진 임의의 라이트채널인자에 대한 최적 레벨에 대해 라이트/리드(W/R) 테스트를 수행한다. 이때 디폴트레벨과 최적 레벨 각각에 대한 라이트/리드 테스트는 다음과 같이 간단히 구현할 수 있다. 우선 도 3의 306단계에서 설정된 라이트채널인자에 대응되는 디폴트레벨에 대해 라이트/리드(W/R) 테스트를 수행한다. 이때 라이트/리드 테스트횟수는 도 6의 612단계에서 비교대상인 목표치의 2배로 설정한다. 그 이유는 디폴트레벨과 최적 레벨의 에러누계를 좀 더 정확하게 비교하기 위해서이다. 즉, 마이크로 콘트롤러(210)는 디폴트레벨에 대해 라이트/리드(W/R) 테스트를 반복 수행하여 에러수를 산출하고, 이후 최적 레벨에 대해 동일한 방법으로 에러수를 산출한다. 에러수를 산출한 마이크로 콘트롤러(210)는 312단계로 진행하여 최적 레벨의 에러수가 임계치 보다 작은가를 검사한다. 상기 임계치는 상기 최적 레벨의 에러수가 디폴트레벨 에러수의 80%인 값으로 설정한다. 만약 312단계의 검사결과 최적 레벨의 에러수가 임계치 보다 작다면, 마이크로 콘트롤러(210)는 314단계로 진행하며 최적 레벨을 현재 설정된 헤드/존 조합에 최적화된 라이트채널인자값으로 메인터너스영역에 기록한다. 반면 312단계의 검사결과 최적 레벨의 에러수가 임계치 이상이면, 마이크로 콘트롤러(210)는 316단계로 진행하여 디폴트레벨을 현재 설정된 헤드/존 조합에 최적화된 라이트채널인자값으로 메인터너스영역에 기록한후 318단계로 진행한다. 그리고 마이크로 콘트롤러(210)는 318단계에서 현재의 라이트채널인자가 마지막 라이트채널인자인가를 검사하여 마지막 라이트채널인자가 아니면 320단계로 진행하여 라이트 채널인자를 변경설정한후 다시 308단계 내지 318단계를 수행한다. 이와 같은 방법에 의해 임의의 헤드/존 조합에 대하여 라이트채널인자들 각각의 레벨을 최적화시킬 수 있다. 한편 마이크로 콘트롤러(210)는 322단계에서 모든 헤드/존 조합에 대해 라이트/리드(W/R) 테스트 서브루틴이 수행되었는가를 검사한다. 검사결과 모든 헤드/존 조합에 대하여 라이트/리드(W/R) 테스트 서브루틴이 수행되지 않았으면, 마이크로 콘트롤러(210)는 324단계로 진행하여 잔여 헤드/존 조합중 하나의 헤드/존 조합을 설정한후 302단계로 되돌아간다. 그리고 마이크로 콘트롤러(210)는 상술한 302단계 내지 322단계를 반복 수행함으로써 모든 헤드/존 조합에 대하여 라이트채널인자들 각각의 레벨을 최적화시킬 수 있다.

상술한 라이트채널인자 최적화방법을 정리해 보면, 우선 디스크면에 복수개로 구획되어 있는 존들중 임의의 헤드/존 조합을 선택하고 선택된 존내의 임의의 트랙을 테스트 트랙으로 설정하고, 그 다음 리드/라이트 채널회로내의 라이트채널인자들 각각에 대해 레벨을 변환해가면서 임의의 데이터 패턴을 라이트/리드한다. 이때 데이터 라이트/리드 횟수와 리드/리드 횟수는 동수로 하면서 설정된 라이트채널인자에 대한 최적의 레벨값을 서치한다. 그리고 서치된 라이트채널인자들 각각의 최적 레벨값과 디폴트값에 대한 라이트/리드 테스트를 재수행하여 최적 레벨값에 대한 에러 발생횟수가 미리 설정된 임계치를 초과하지 않는 경우, 서치된 라이트채널인자들의 최적 레벨값을 해당 라이트채널인자들의 최적화된 라이트채널인자의 레벨값으로 설정하는 것이다. 이와 같은 방법으로 라이트채널인자들의 레벨값이 헤드/존 조합 특성에 맞게 최적화됨으로서 결국 드라이브의 성능 및 신뢰성이 향상될 수 있다.

이상에서는 라이트채널인자들의 최적화방법을 설명하였다. 이하 리드채널인자들의 최적화방법에 대해 상세히 설명하기로 한다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 리드채널인자 최적화 제어흐름도를 도시한 것이며 도 8은 도 7중 리드채널인자 조합에 대한 라이트/리드(W/R) 테스트 서브루틴 수행흐름도를 도시한 것이다. 본 발명의 실시예에 따른 리드채널인자 최적화방법은 라이트채널인자 최적화방법과 유사하기 때문에 라이트채널인자 최적화방법에서 언급된 동일 내용의 상세한 설명은 하기 설명에서 생략하기로 한다.

이하 도 7과 도 8을 참조하여 번-인 공정 초기에 수행되는 리드채널인자 최적화방법을 설명하면, 우선 마이크로 콘트롤러(210)는 700단계에서 임의의 헤드/존 조합을 설정한후 702단계로 진행하여 도 4에 도시된 바와 같은 테스트 트랙 서치 서브루틴을 수행한다. 상기 테스트 트랙 서치 서브루틴을 수행하여 하나의 트랙을 라이트/리드(W/R) 테스트 트랙으로 설정한 마이크로 콘트롤러(210)는 이후 도 7의 704단계로 리턴하여 스트레스 설정 서브루틴을 수행한다. 그리고 스트레스 설정 서브루틴을 통해 최적의 스트레스 조건을 설정한 마이크로 콘트롤러(210)는 이후 도 7의 706단계로 리턴하여 리드채널조합에 대한 라이트/리드(W/R) 테스트 서브루틴을 수행한다.

이하 도 8을 참조하여 리드채널조합에 대한 라이트/리드(W/R) 테스트 서브루틴을 설명하면, 우선 마이크로 콘트롤러(210)는 800단계에서 각 리드채널조합별 에러누계를 초기화시킨후 802단계로 진행한다. 그리고 802단계에서 마이크로 콘트롤러(210)는 임의의 리드채널조합을 선정하여 리드채널에 설정한후 804단계 내지 808단계를 순차적으로 수행한다. 즉, 마이크로 콘트롤러(210)는 804단계에서 테스트 트랙에 특정 패턴을 정해진 섹터 수만큼 라이트한후 806단계에서 라이트한 패턴을 정해진 섹터 수만큼 리드한다. 이러한 경우 한번의 특정 데이터 패턴 라이트에 대해 한번의 리드만이 수행됨으로서 위글 노이즈에 의한 에러발생확률은 저하될 수 있고, 설령 위글 노이즈가 발생되더라도 전체 라이트/리드(W/R) 테스트 결과에 미치는 영향은 적다. 한편 마이크로 콘트롤러(210)는 808단계에서 데이터 리드에러가 발생하는가를 검사하여 에러가 발생하면 810단계로 진행하여 에러누계를 가산하고 그렇지 않으면 직접 812단계로 진행한다. 812단계에서 마이크로 콘트롤러(210)는 설정된 리드채널조합에 대한 라이트/리드(W/R) 테스트 반복횟수가 미리 설정된 목표치를 초과하는가를 검사하여 초과하지 않으면 614단계로 진행한다. 그리고 814단계에서 반복횟수를 "1"증가시킨후 다시 804단계로 되돌아가 812단계까지의 제어동작을 반복 수행한다. 이와 같은 방법으로 설정된 리드채널조합에 대한 라이트/리드(W/R) 테스트 반복횟수가 목표치를 초과하면 마이크로 콘트롤러(210)는 816단계로 진행하여 모든 리드채널조합에 대한 라이트/리드(W/R) 테스트가 종료되었는가를 검사한다. 검사결과 모든 리드채널조합에 대한 라이트/리드(W/R) 테스트가 종료되지 않았으면 마이크로 콘트롤러(210)는 818단계로 진행하여 잔여 리드채널조합중 임의의 리드채널조합을 선정한후 이를 리드채널에 설정하고 다시 804단계로 되돌아간다. 이와 같은 방법으로 마이크로 콘트롤러(210)는 모든 리드채널조합에 대하여 라이트/리드(W/R) 테스트 서브루틴을 수행하여 에러누계를 산출한다. 그리고 816단계의 검사결과 모든 리드채널조합에 대하여 라이트/리드(W/R) 테스트 서브루틴이 수행되었으면 마이크로 콘트롤러(210)는 820단계로 진행하여 에러수가 가장 적은 리드채널조합을 최적 채널조합으로 메인터넌스영역에 기록한후 도 7의 메인루틴으로 리턴한다.

상술한 라이트/리드(W/R) 테스트 서브루틴을 수행한 마이크로 콘트롤러(210)는 이후 708단계에서 디폴트(Default)채널조합과 상기 최적 채널조합에 대해 라이트/리드(W/R) 테스트를 수행한다. 이때 디폴트채널조합과 최적 채널조합에 대한 라이트/리드 테스트는 다음과 같이 간단히 구현할 수 있다. 우선 미리 설정되어 있는 디폴트채널조합에 대해 라이트/리드(W/R) 테스트를 수행한다. 이때 라이트/리드 테스트횟수는 도 8의 812단계에서 비교대상인 목표치의 2배로 설정한다. 그 이유는 디폴트채널조합과 최적 채널조합의 에러누계를 좀 더 정확하게 비교하기 위해서이다. 따라서, 마이크로 콘트롤러(210)는 디폴트채널조합에 대해 라이트/리드(W/R) 테스트를 반복 수행하여 에러수를 산출하고, 이후 최적 채널조합에 대해 동일한 방법으로 에러수를 산출한다. 에러수를 산출한 마이크로 콘트롤러(210)는 이후 710단계로 진행하여 최적 채널조합의 에러수가 임계치 보다 작은가를 검사한다. 상기 임계치는 상기 최적 채널조합의 에러수가 상기 디폴트채널조합에 대한 에러수의 80% 값으로 설정한다. 만약 710단계의 검사결과 최적 채널조합의 에러수가 임계치 보다 작다면, 마이크로 콘트롤러(210)는 712단계로 진행하여 최적 채널조합을 현재 설정된 헤드/존 조합에 최적화된 리드채널조합으로 메인터넌

스영역에 기록한다. 반면 710단계의 검사결과 최적 채널조합의 에러수가 임계치 이상이면, 마이크로 콘트롤러(210)는 718단계로 진행하여 디폴트채널조합을 현재 설정된 헤드/존 조합의 최적 채널조합으로 기록한후 714단계로 진행한다. 이와 같은 방법으로 임의의 헤드/존 조합에 대하여 리드채널조합이 최적화될 수 있다. 그리고 마이크로 콘트롤러(210)는 714단계에서 모든 헤드/존 조합에 대해 리드채널조합을 최적화시키기 위한 라이트/리드(W/R) 테스트 서브루틴이 수행되었는가를 검사한다. 검사결과 모든 헤드/존 조합에 대하여 리드채널조합을 최적화시키기 위한 라이트/리드(W/R) 테스트 서브루틴이 수행되지 않았으면 마이크로 콘트롤러(210)는 716단계로 진행하여 잔여 헤드/존 조합중 하나의 헤드/존 조합을 설정한후 702단계로 되돌아가 상술한 702단계 내지 718단계를 반복 수행함으로써 모든 헤드/존 조합에 대하여 리드채널인자들을 최적화시킬 수 있다.

상술한 리드채널인자 최적화방법을 정리해 보면, 우선 디스크면에 구획되어 있는 존들에 의해 복수개로 존재하는 헤드/존 조합중 임의의 헤드/존 조합을 선택하고 선택된 존내의 임의의 트랙을 테스트 트랙으로 설정한다. 그리고 리드/라이트 채널회로내의 리드채널인자들의 조합들중 하나의 채널조합을 순차적으로 설정하면서 임의의 데이터 패턴을 라이트하고 라이트헤드와 동수로 리드하면서 리드에러발생횟수를 누계하며 최적의 리드채널조합을 서치한다. 그리고 서치된 리드채널조합과 디폴트채널조합에 대하여 각각 라이트/리드 테스트를 수행하여 리드채널조합에 대한 에러수가 디폴트채널조합에 대한 에러수의 임계치를 초과하지 않는 경우 상기 서치된 리드채널조합을 선택된 상기 헤드/존 조합의 최적화된 리드채널조합으로 기록하는 것이다. 이와 같은 방법에 의해 모든 헤드/존 조합 특성에 맞게 리드채널인자들이 최적화될 수 있다.

그리고 상술한 방법으로 최적화되어 메인턴넌스영역에 기록된 리드채널인자 및 리드채널인자들의 값은 실제 사용자모드에서 전원인가시마다 독출되어 사용됨으로서 데이터 라이트/리드시의 에러율 다운시켜 드라이브의 성능을 향상시키는 원동력이 된다.

발명의 효과

상술한 바와 같이 본 발명은 헤드/존 조합 특성에 맞도록 리드채널인자들을 최적화시킴으로서 드라이브의 성능 및 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 또한 본 발명은 리드채널조합을 변환하면서 동일한 헤드로 데이터 라이트/리드동작을 수행함으로써 위급 노이즈의 발생을 억제할 수 있으며, 그 결과 위급 노이즈 발생으로 인한 에러발생 빈도수의 감소로 정확한 에러율을 산출할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

리드/라이트 채널회로를 구비하는 하드 디스크 드라이브의 리드 채널인자 최적화방법에 있어서,

구비된 복수개의 헤드/존 조합들 각각에서 임의의 트랙을 테스트 트랙으로 설정하는 테스트 트랙 서치과정과,

라이트채널인자들 각각의 레벨을 변환해 가면서 설정된 테스트 트랙에 임의의 데이터 패턴을 라이트하고, 라이트헤드와 동수로 리드하면서 상기 리드시 리드채널인자들 각각의 에러발생횟수가 적은 레벨값을 서치하여 상기 서치된 레벨값을 최적의 레벨값으로 설정하는 리드채널인자 최적 레벨값 서치과정과,

상기 서치된 리드채널인자들 각각의 최적 레벨값과 디폴트 레벨값으로 라이트/리드 테스트 하고, 테스트 결과에 따라 리드채널인자들의 디폴트 레벨값과 최적 레벨값중 하나를 최적화된 값으로 설정하여 상기 최적화된 값을 헤드/존 조합에 기록하는 리드채널인자 기록과정으로 이루어짐을 특징으로 하는 리드채널인자 최적화방법.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 리드채널인자 최적 레벨값 서치과정중에 수행되는 라이트/리드 테스트시 보다 많은 에러를 유발하기 위한 스트레스 조건을 설정하는 스트레스 설정과정을 더 포함함을 특징으로 하는 리드채널인자 최적화방법.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 채널인자 기록과정에서 최적화된 라이트채널인자 값은 디스크면의 메인터넌스영역에 기록됨을 특징으로 하는 라이트채널인자 최적화방법.

청구항 4.

제1항에 있어서, 상기 테스트 트랙 서치과정은;

선택된 헤드/존 조합의 존중에서 데이터 라이트/리드 에러가 발생하지 않는 트랙을 테스트 트랙으로 설정함을 특징으로 하는 라이트채널인자 최적화방법.

청구항 5.

제1항에 있어서, 상기 라이트채널인자 기록과정은;

상기 서치된 라이트채널인자들 각각의 최적 레벨값과 디폴트값에 대하여 임의의 데이터 패턴을 상기 테스트 트랙에 라이트/리드하여 에러수를 산출하는 제1과정과,

상기 라이트채널인자들 각각의 최적 레벨값에 대한 에러수를 미리 설정된 임계치와 비교하는 제2과정과,

상기 라이트채널인자들 각각의 최적 레벨값이 상기 임계치 보다 작을 경우에만 그 값을 선택된 헤드/존 조합에 최적화된 라이트채널인자 값으로 기록하고, 그 외의 조건에서는 해당 라이트채널인자의 디폴트값을 라이트채널인자 값으로 기록하는 제3과정으로 이루어짐을 특징으로 하는 라이트채널인자 최적화방법.

청구항 6.

리드/라이트 채널회로를 구비하는 하드 디스크 드라이브의 리드채널인자 최적화방법에 있어서,

구비된 복수개의 헤드/존 조합들 각각에서 임의의 트랙을 테스트 트랙으로 설정하는 테스트 트랙 서치과정과,

리드채널조합들을 순차적으로 가변 설정하면서 설정된 테스트 트랙에 임의의 데이터 패턴을 라이트하고, 라이트횟수와 동수로 리드하면서 각각의 리드채널조합에 대한 에러수를 누계하여 상기 에러수가 가장 적은 리드채널조합을 서치하는 최적의 리드채널조합 서치과정과,

상기 서치된 최적의 리드채널조합과 디폴트채널조합에 대해 라이트/리드 테스트 하고, 테스트 결과에 따라 최적의 리드채널조합과 디폴트채널조합중 하나를 최적화된 값으로 설정하여 상기 최적화된 값을 헤드/존 조합에 기록하는 리드채널인자 기록과정으로 이루어짐을 특징으로 하는 리드채널인자 최적화방법.

청구항 7.

제6항에 있어서, 상기 최적의 리드채널조합 서치과정중에 수행되는 라이트/리드 테스트시 보다 많은 에러를 유발하기 위한 스트레스 조건을 설정하는 스트레스 설정과정을 더 포함함을 특징으로 하는 리드채널인자 최적화방법.

청구항 8.

제6항에 있어서, 상기 리드채널인자 기록과정에서 최적화된 값들은 디스크면의 메인터넌스영역에 기록됨을 특징으로 하는 리드채널인자 최적화방법.

청구항 9.

제6항에 있어서, 상기 테스트 트랙 서치과정은;

선택된 헤드/존 조합의 존중에서 데이터 라이트/리드 에러가 발생하지 않는 트랙을 테스트 트랙으로 설정함을 특징으로 하는 리드채널인자 최적화방법.

청구항 10.

제6항에 있어서, 상기 리드채널인자 기록과정은:

서치된 최적의 리드채널조합과 디폴트채널조합에 대하여 임의의 데이터 패턴을 상기 테스트 트랙에 라이트/리드하여 에러수를 산출하는 제1과정과,

상기 최적의 리드채널조합에 대한 에러수를 미리 설정된 임계치와 비교하는 제2과정과,

상기 최적의 리드채널조합에 대한 에러수가 상기 임계치 보다 작을 경우에만 그 값을 선택된 헤드/존 조합에 최적화된 리드채널인자 값으로 기록하고, 그 외의 조건에서는 디폴트채널조합을 선택된 헤드/존 조합에 최적화된 값으로 기록하는 제3과정으로 이루어짐을 특징으로 하는 리드채널인자 최적화방법.

청구항 11.

리드/라이트 채널회로를 구비하는 하드 디스크 드라이브의 리드/라이트 채널인자 최적화방법에 있어서,

구비된 복수개의 헤드/존 조합들 각각에서 임의의 트랙을 테스트 트랙으로 설정하는 테스트 트랙 서치과정과,

설정된 테스트 트랙에 임의의 데이터 패턴을 라이트하고라이트 횟수와 동수로 리드하면서 상기 리드시 라이트채널인자들 각각에 대한 에러발생 횟수가 적은 레벨값을 서치하여 상기 서치된 레벨값을 최적의 레벨값으로 설정하고, 상기 서치된 최적의 레벨값과 디폴트 레벨값중 하나를 최적화된 값으로 설정하여 상기 최적화된 값을 해당 헤드/존 조합에 기록하는 리드채널인자 최적화과정과,

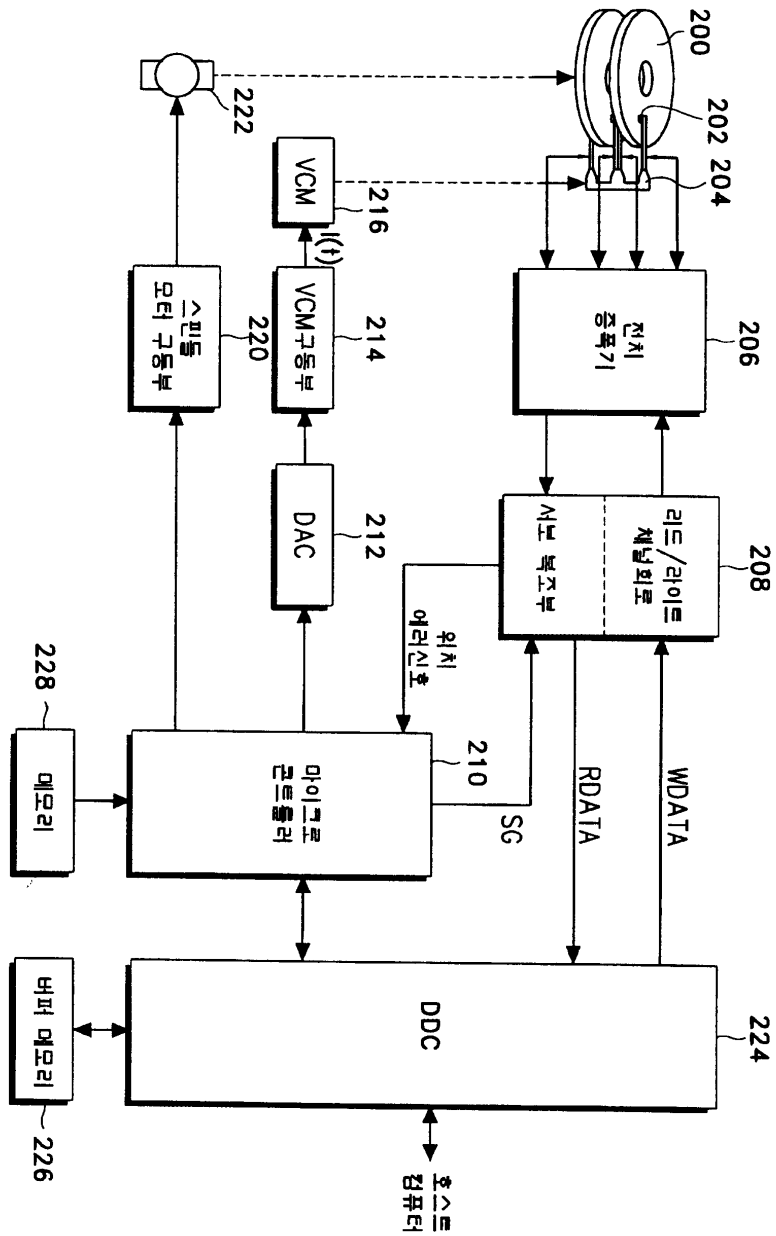
설정된 상기 테스트 트랙에 임의의 데이터 패턴을 라이트하고 라이트 횟수와 동수로 리드하면서 리드채널조합들 각각에 대한 에러수를 누계하여 에러수가 가장 적은 리드채널조합을 서치하고 상기 서치된 리드채널조합을 최적의 리드채널조합으로 설정하고, 서치된 최적의 리드채널조합과 디폴트 채널조합중 하나를 해당 헤드/존 조합에 기록하는 리드채널인자 최적화과정으로 이루어짐을 특징으로 하는 리드/라이트 채널인자 최적화방법.

도면

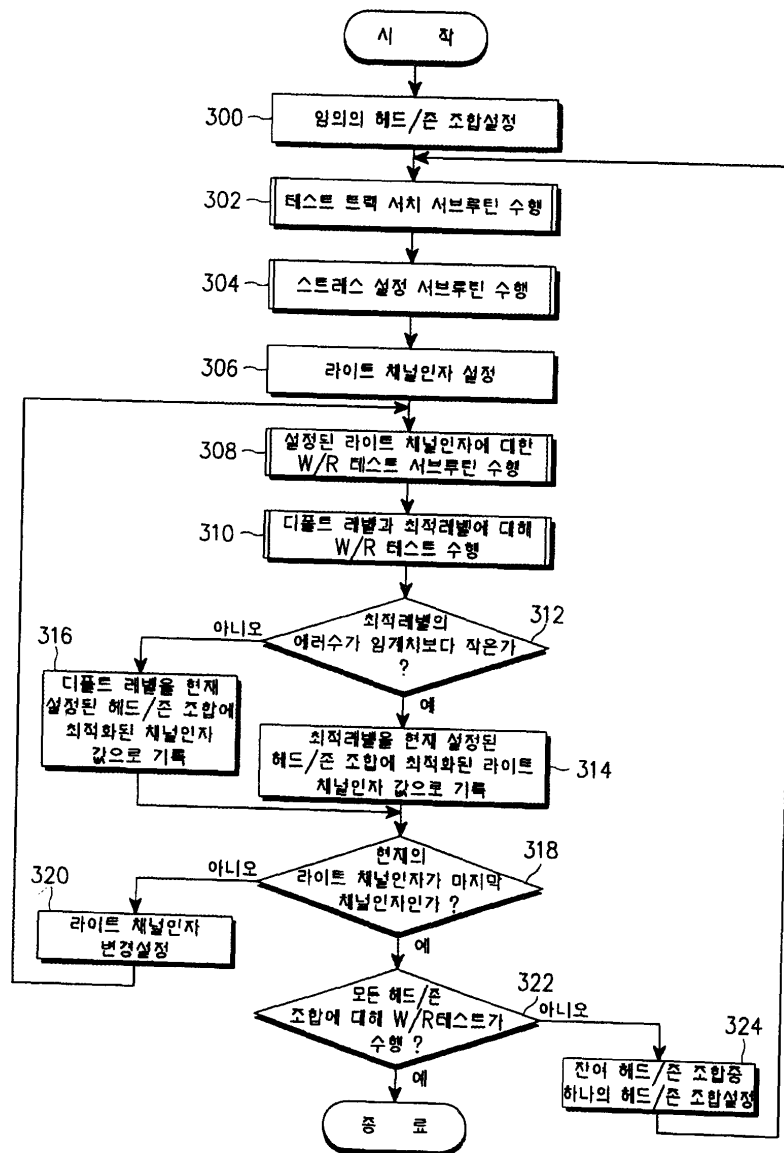
도면1

반복횟수 실험횟수	RUN1	RUN2	RUN3	RUN4	RUN5	RUN6
Exp01	0028	0492	0019	0010	0030	0035
Exp02	0008	0217	0011	0003	0007	0013
Exp03	0004	0112	0001	0001	0003	0010
Exp04	0001	0046	0000	0002	0000	0008
Exp05	0002	0039	0000	0001	0000	0007
Exp06	0004	0190	0006	0001	0001	0009
Exp07	0000	0093	0003	0000	0001	0006
Exp08	0000	0054	0001	0000	0002	0007
Exp09	0001	0042	0004	0001	0000	0005
Exp10	0019	0484	0021	0002	0033	0030
Exp11	0001	0086	0002	0002	0004	0000
Exp12	0000	0058	0000	0003	0001	0006
Exp13	0000	0030	0004	0002	0000	0005
Exp14	0017	0425	0016	0004	0016	0012
Exp15	0004	0193	0009	0002	0006	0008
Exp16	0000	0041	0002	0001	0000	0003
Exp17	0002	0024	0002	0004	0004	0004
Exp18	0012	0353	0013	0002	0011	0012
Exp19	0005	0181	0003	0001	0001	0013
Exp20	0003	0107	0006	0001	0000	0012
Exp21	0000	0035	0006	0006	0003	0014
Exp22	0019	0387	0013	0003	0019	0021
Exp23	0004	0150	0001	0003	0006	0012
Exp24	0009	0087	0001	0003	0002	0006
Exp25	0003	0063	0002	0004	0001	0008

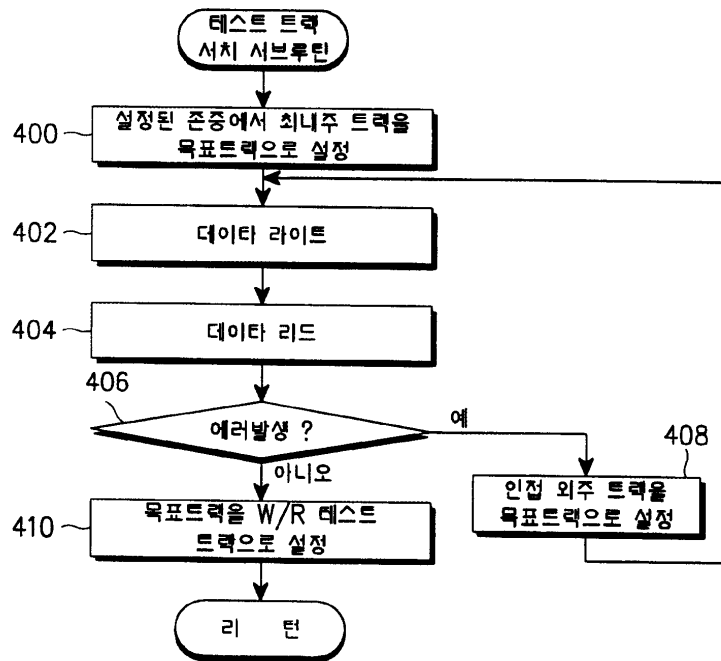
도면2



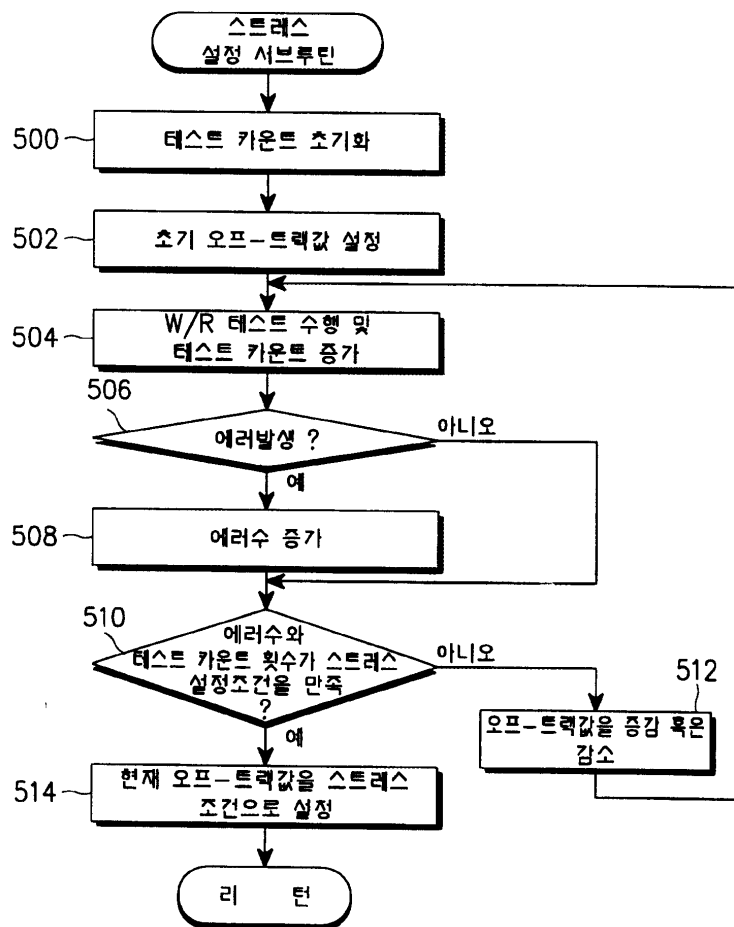
도면3



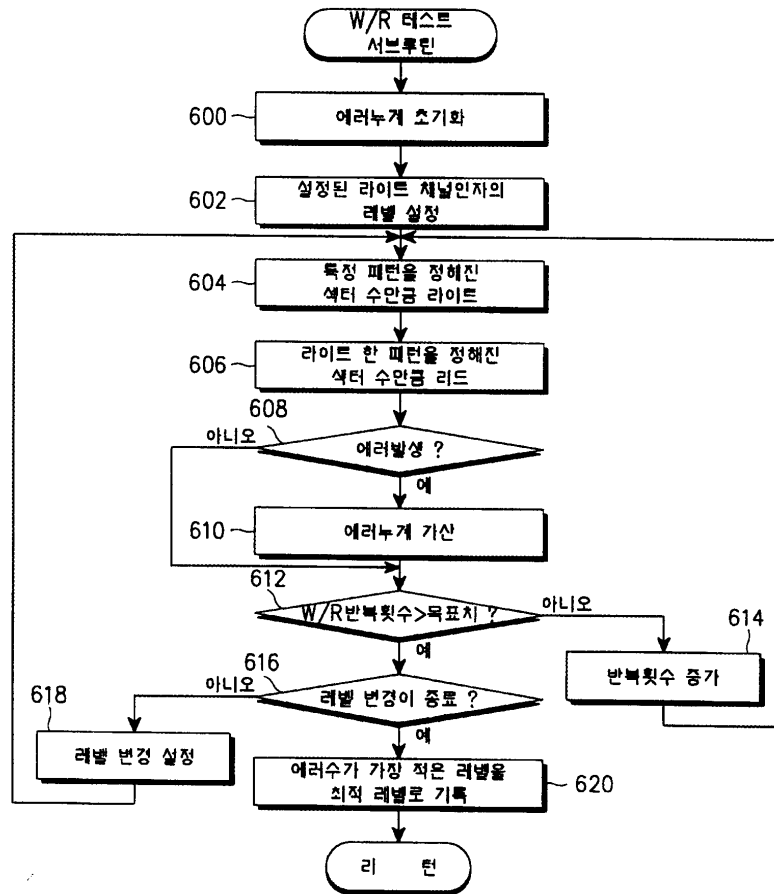
도면4



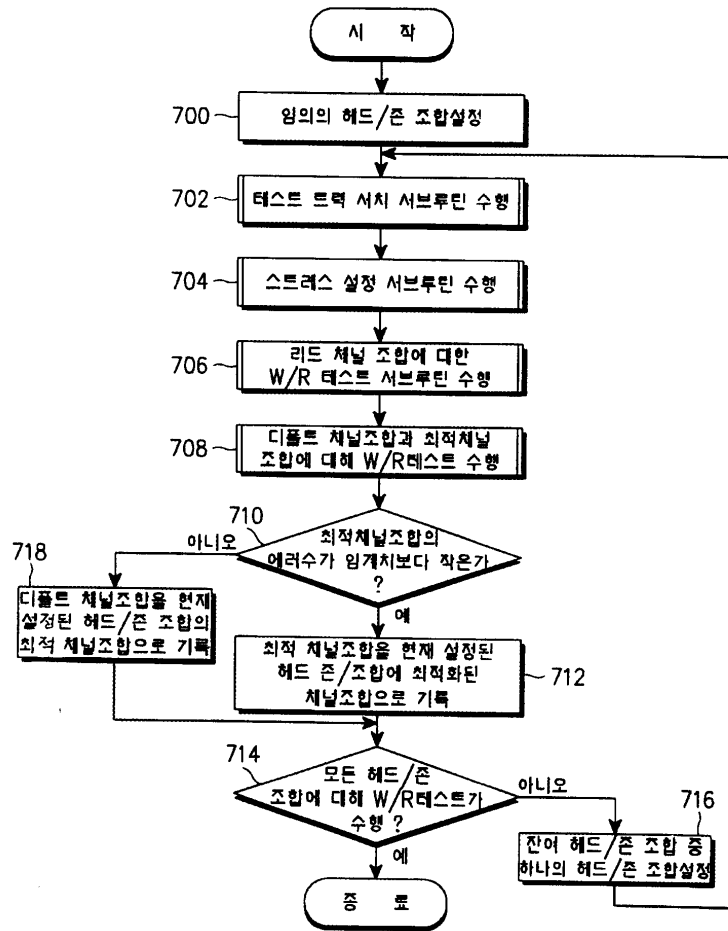
도면5



도면6



도면7



도면8

