

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁶
G11B 5/58

(11) 공개번호 특1999-0064032
(43) 공개일자 1999년07월26일

(21) 출원번호	10-1998-0702510		
(22) 출원일자	1998년04월04일		
번역문제출일자	1998년04월04일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1997/13610	(87) 국제공개번호	WO 1998/06092
(86) 국제출원출원일자	1997년08월04일	(87) 국제공개일자	1998년02월12일
(81) 지정국	EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 핀란드 프랑스 영국 그리스 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 국내특허 : 아일랜드 오스트레일리아 캐나다 중국 일본 대한민국		
(30) 우선권 주장	8/692,394 1996년08월05일 미국(US) 8/736,117 1996년10월24일 미국(US) 8/736,117 1996년10월24일 미국(US)		
(71) 출원인	퀀텀 코퍼레이션 앤드류 크라이더		
(72) 발명자	미합중국 캘리포니아 95035 밀피타스 맥카티 불러바드 500 리에너 티모시 에이. 미국 94555 캘리포니아주 프레몬트 다윈 드라이브3663 로우 제임스 엠. 미국 95126 캘리포니아주 산 호세 엘도라도 애비뉴1672 자코비 존 이. 미국 95126 캘리포니아주 산 호세 가우드 드라이브 5347 해치 마이클 알. 미국 94040 캘리포니아주 마운틴 뷰 우드리프 웨이 2163 윌리엄스 스티븐 피. 미국 95037 캘리포니아주 모건 힐 시카모어 드라이브 15035		
(74) 대리인	안국찬, 장수길		

심사청구 : 없음

(54) 트랙 오정열 저감을 위해 롤링-바이어스된 헤드 서스펜션

요약

하드 디스크 드라이브(13)의 회전 디스크(10)의 평면 이탈 운동으로 인한 트랙 오정열을 정정하기 위한 방법은, 정밀한 측정 장치로 헤드 아암(15)과 회전 데이터 저장 디스크 사이의 롤링-바이어스 각을 측정하는 단계와, 롤링-바이어스에 대한 트랙 오정열을 최소화시키도록 선택된 롤링-바이어스 각으로 헤드 아암 및 하중 비임(17)을 결합시키는 단계를 포함한다. 다수의 연결 배열 및 구조들이 트랙 오정열 저감을 달성하기 위해 제공된다.

대표도

도7

명세서

기술분야

본 발명은 현재 포기된 1996년 8월 5일자 출원인 미국 출원번호 제08/692,394호의 부분 연속 출원이다.

본 발명은 하드 디스크 드라이브에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 공칭 회전면에 대한 저장 디스크의 평면 이탈(out-of-plane) 운동에 의해 발생하는 헤드/디스크 트랙 오정열(track misregistration)을 최소화하기 위해 롤링-바이어스(roll-biased)된 헤드 서스펜션에 관한 것이다.

배경기술

하드 디스크 드라이브는 통상 슬라이더(12) 및 슬라이더(12)에 의해 운반되는 전자기 판독/기록 변환기 유닛을 포함하는 판독/기록 헤드 변환기 조립체와, 회전 데이터 저장 디스크(10)를 포함한다. 이러한 종류의 디스크 드라이브의 평면도가 도1에 도시되어 있다. 슬라이더(12)는 헤드 아암 조립체(15)에 의해 회전 디스크(10)에 대해 방사상으로 위치되어, 기록 및 판독 요소가 다수의 가용 동심 데이터 트랙 위치가 있는 디스크(10)의 저장면 상에 형성된 데이터 트랙(dt)을 따라간다. 헤드 아암 조립체는 예컨대 회전 보이소 코일 모터(도1에 도시 안됨)에 의해 데이터 트랙(dt)으로 이동된다.

디스크(10)의 회전 중에, 슬라이더(12)는 디스크의 데이터 저장면에 아주 근접한 공기막 베어링 위를 '비행'한다. 슬라이더(12)는 짐발(gimbal, 16)(도7에 도시됨)과 하중 비임 또는 스프링(16)을 거쳐 헤드 아암(15)에 장착되며, 헤드 아암은 짐발을 통해 슬라이더(12)에 소정의 예비 하중을 가하여 슬라이더(12)가 디스크(10)의 저장면을 누르게 한다. 슬라이더에 대한 디스크 회전에 의해 발생된 경계층 공기류는 슬라이더가 디스크 표면에 아주 근접해서 '비행'하도록 하는 공기막 베어링을 발생시킨다. 짐발 장착으로 해서, 비행시 슬라이더(12)는, 슬라이더의 시작 모서리 및 최종 모서리가 피칭(pitching) 운동에서 저장면과 가까워지고 멀어진다는 의미에서 '피칭'으로부터 자유롭다. 슬라이더(12)는 또한 측면에서 측면으로 짐발 둘레에서 자유롭게 '롤링' 또는 회전을 한다. 명목상, 디스크(10) 및 헤드 아암 어블록(15)은 예컨대 알루미늄 합금으로 성형되거나 또는 압형될 수 있는 베이스(13)에 평행면으로 공칭 회전하도록 장착된다. 상술한 바와 같은 도1의 디스크 드라이브는 종래의 것이다. 상술한 바와 같은 도1의 디스크 드라이브는 종래의 것이다. 그렇지만, 후술하는 바와 같이, 도1의 디스크 드라이브는 본 발명의 원리에 따른 저장된 트랙 오정열을 위한 롤링-바이어스된 헤드 서스펜션을 포함한다.

디스크 드라이브의 설계는 성능과 데이터 저장 용량을 증가시키는 것에 의해 특징지어진다. 성능은 디스크의 회전 속도를 예컨대 3600 RPM 내지 7200 RPM 또는 그 이상으로 증가시킴으로써 개선된다. 빠른 디스크 회전은 데이터 트랙에서의 데이터 기록의 평균 지연도(latency)를 줄이는 장점을 제공한다. 빠른 디스크 회전은 예컨대 증가된 공기 난류, 또는 스펀들 베어링을 통한 진동의 결합에 의해 하나 이상의 디스크 공명 모드를 잠재적으로 여기시킨다는 바람직하지 않은 단점을 갖는다. 디스크 공명의 결과는 디스크(10)가 디스크 회전 중 평면 이탈을 변형시킨다는 것이다. 디스크 공명 주파수에서 발생하는 디스크 진동을 포함하거나 그에 한정되지 않는 디스크 진동은 데이터 변환기와 데이터 변환기가 뒤따르는 디스크 표면 상의 원형 데이터 트랙 사이의 오정열을 발생시킨다. 이 오정열은 본 기술분야에서 트랙 오정열 또는 'TMR'로 공지되어 있다.

데이터 저장 용량은 데이터 트랙 폭을 감소시키고, 디스크당 트랙 수를 증가시킴으로써 증가된다. 서로 근접해진 보다 작은 트랙에 의해, 임의의 원인으로 인한 디스크 평면 이탈 운동에 대한 TMR의 감도가 증가된다.

1996년 1월자 음향 및 진동 저어널 제24면 내지 제28면에 제시된 제이. 에스. 맥알리스터(J. S. McAllister)의 제목이 '디스크 드라이브에서의 트랙 오정열에 대한 플래터 공명 효과'인 논문은 디스크 진동을 헤드 디스크 조립체('HDA') 내의 내부 윈디지 여기(windage excitation)에 의해서 주로 구동되는 디스크 공명에 의한 것으로 보며 진동과 TMR 사이의 상호관계를 설명한다. 이 논문은 또한 HDA 내의 개별 디스크에 의해 나타나는 진동은 널리 사용되는 3.5 인치 직경 알루미늄 합금 디스크 매체에 공통인 특징임을 보고한다. 이 논문은 또한 진동 운동이 스펀들이나 덮개부 또는 HDA의 다른 구조적 설계에 의해서가 아닌 디스크 재료 특성에 의해 주도됨을 보고한다. 또한 논문은 디스크 진동 유도 TMR의 동적 및 구조적 원인을 다루고 있지는 않으며 최종 TMR을 교정하고자 하는 해법을 제시하지 않고 있다.

본 발명자들에 의한 관찰 및 측정은 상기 논문에서 맥알리스터가 언급한 3.5 인치 직경 알루미늄 합금 디스크의 일반적인 진동 운동을 확인한다. 또한 본 발명자들은 디스크 스펀들 조립체에서 발생하는 진동에 의해 전송된 디스크 평면 이탈 운동 및 편향을 주의하고 있다. 이들 효과들은 제어하기 어려우며, 모두 제거하기는 불가능하다. 또한, 상술한 디스크와 헤드 아암 사이의 편평도의 부족으로 해서, 본 발명자들은 특정 데이터 변환기가 디스크 저장면에 대해 '상향 대면' 또는 '하향 대면'하는지 여부에 따른 TMR의 차이를 관찰하였다. 특히, 적어도 일군의 디스크 드라이브 상향 대면 변환기는 디스크 평면 이탈면 진동 및 운동이 있을 시 하향 대면 변환기보다 낮은 TMR을 갖는 것으로 관찰된다. 또한, TMR 효과는 관찰자가 HDA 내의 저장 디스크의 대경 트랙으로부터 외경 트랙으로 관찰할 때 더 악화됨을 관찰하였다.

디스크가 편향력 또는 진동 여기에 반응해서 공칭 회전면으로부터 이탈하도록 이동하면, 동시에 디스크는 베이스(13)에 대해 방사상 평면 이탈 방향으로 디스크 표면 상에 기록된 데이터 트랙을 변위시키도록 변형 또는 회전시킨다. 또한, 동시에, 슬라이더 및 판독/기록 헤드는 이것이 유연형 서스펜션/헤드 짐발 조립체에 부착된다는 사실로 해서 트랙 이탈되도록 이동되며, 디스크 외형을 뒤따른다. 슬라이더가 디스크(10)의 방사상 평면 이탈 운동을 따르면, 슬라이더는 트랙으로부터 벗어난다. 따라서, 디스크의 방사상 평면 이탈 이동이 TMR 인자와 '커플링(coupling)'된다. 이러한 커플링은 디스크(10)와 작동기(15)가 평행에서 조금 벗어나 평면에서 회전하는 디스크 드라이브에서, 제작 공차로 인해, 디스크 이동이 하향 대면 변환기와 상향 대면 변환기 사이에 TMR 차이를 발생시키도록 한다.

디스크 변형에 대한 상술한 문제들을 해결하기 위한 한 방법은 디스크를 두텁게(명목상 0.8 mm 두께) 제조함으로써, 전체적으로 얻을 수 있는 (디스크 스펀들 높이 방향으로 측정된) Z 높이 크기의 디스크 드라이브에 부(negative)의 충격력을 가해서 수직 변형을 저감시키기 위해 저장 디스크를 강화시키도록 하는 것이다. 다른 방법은 저장된 데이터 저장 용량을 갖는 작은 외측 직경이나, 또는 유리 또는 세라믹과 같이 큰 강성을 갖는 재료로 된 디스크를 제작하는 것이지만, 비용이 증가한다. 제3의 방법은 저장 디스크를 적절한 방전 재료로 된 내부 억제층을 포함하는 복합 적층 구조물과 같은 저장 디스크를 형성하는 것일 수 있지만, 디스크당 훨씬 더 많은 비용을 들이게 된다.

따라서, 종래의 디스크 및 헤드를 최소의 추가 비용으로 계속 사용가능하도록 하는 방식으로 디스크 평면 이탈 운동 및 변형에 의해 야기된 TMR을 저감시키기 위한 방법에 대한 해결 요구가 있다.

발명의 상세한 설명

본 발명의 일반적인 목적은 종래 기술의 한계 및 단점을 극복하는 방법으로 데이터 저장 디스크의 평면

이탈 운동에 커플링된 하드 디스크 드라이브 내의 TMR을 저감시키기 위한 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 종래 기술의 한계 및 단점을 극복하는 방법으로 저장 디스크의 평면 이탈 운동 중에 TMR을 저감시키는 방식으로 하드 디스크 드라이브 내의 데이터 변환기 서스펜션 조립체에 롤링-바이어스를 부가하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

본 발명의 다른 목적은 저장 디스크의 회전 작업 중에 저장 디스크의 평면 이탈 편향에 의해 야기된 TMR을 저감시키기 위해 종방향 아암 축에 대한 롤링-바이어스를 갖는 하드 디스크 드라이브의 인-라인(in-line) 헤드 아암 조립체를 형성하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 소정의 롤링-바이어스를 하드 디스크 드라이브의 데이터 변환기 서스펜션 조립체에 부가하기 위한 다수의 방법 및 설계를 제공하는 것이다.

본 발명의 원리에 따른 하드 디스크 드라이브는 드라이브 베이스에 대해 회전하는 적어도 하나의 데이터 저장 디스크를 포함한다. 작동기 블록은 기부판에 피벗식으로 장착되며 적어도 2개의 헤드 아암을 형성한다. 각 헤드 아암은 디스크의 인접 대면 데이터 저장면 상에 기록된 동심 트랙 위치에 슬라이더의 모서리에 형성된 데이터 변환기 헤드를 위치시키기 위해 짐발 장착 슬라이더를 수반하는 적어도 하나의 하중 비임을 지지한다. 디스크는 디스크 회전 동안 평면 변형을 받기 쉽다. 따라서, 헤드 아암 및 하중 비임은 방사상 평면 이탈 디스크 편향과 TMR 사이의 커플링을 저감시키도록 선택된 롤링-바이어스 각으로 장착된다.

본 발명의 한 실시예의 한 특징에서, 하중 비임을 장착하기 위한 각 헤드 아암의 장착면은 롤링-바이어스 각의 적어도 하나의 요소를 이루도록 형성된다. 2개의 아암이 단일 저장 디스크의 대향면들과 대향하는 상태에서, 하나의 헤드 아암의 장착면은 한 평면에 놓이도록 되며 다른 헤드 아암의 장착면은 제2 평면에 놓이고, 제1 및 제2 평면은 디스크의 회전축 방향으로 디스크의 대면 데이터 저장면에 대해 수렴한다.

본 발명의 한 실시예의 다른 특징에서, 다수의 웨지형 시임(shim)은 롤링-바이어스 각을 발생시키기 위해 헤드 아암과 하중 비임 사이에 개재된다.

본 발명의 한 실시예의 다른 특징에서, 하중 비임은 롤링-바이어스 각을 이루도록 수행되며, 이들은 헤드 아암에 대해 사전 형성된 상태로 장착된다.

본 발명의 한 실시예의 다른 특징에서, 헤드 아암은 롤링-바이어스 각을 이루도록 사전 형성되며, 종래의 하중 비임은 사전 형성된 헤드 아암에 장착된다.

본 발명의 한 실시예의 다른 특징에서, 하중 비임 베이스판은 롤링-바이어스 각을 이루도록 사전 형성되며, 하중 비임 조립체는 소정의 형성된 롤링-바이어스 각으로 헤드 아암에 부착된다.

본 발명의 다른 실시예로서, 하드 디스크 드라이브 내의 베이스에 대해 회전하는 저장 디스크의 평면 이탈 운동으로 인한 TMR을 저감시키기 위한 방법이 제공된다. 헤드 아암은 디스크의 인접 대면 데이터 저장면 상에 형성된 동심 트랙 위치에 슬라이더의 모서리에 형성된 데이터 변환기 헤드를 위치시키기 위해 짐발 장착 슬라이더를 수반하는 하중 비임을 지지하도록 베이스에 피벗식으로 장착된다. 디스크는 디스크 회전 중에 TMR을 발생시키는 평면 이탈 변형을 쉽게 받을 수 있다. 이 방법은,

정밀한 측정 장치로 회전 데이터 저장 디스크와 헤드 아암 사이의 베이스판-롤링-바이어스 각을 측정하는 단계와,

방사상 평면 이탈 디스크 편향 및 TMR 사이의 커플링을 저감시키도록 선택된 롤링-바이어스 각으로 헤드 아암 및 하중 비임을 결합시키는 단계를 포함한다.

본 발명의 이들 및 다른 목적들, 장점들, 형태 및 특징들은 첨부된 도면과 관련한 양호한 실시예에 대한 하기의 상세한 설명을 고려하면 기술 분야의 당업자에 의해 완전히 이해되고 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

도1은 본 발명의 원리에 따른 적어도 하나의 롤링-바이어스된 헤드 서스펜션에 의해 개선된 하드 디스크 드라이브 헤드/디스크 조립체의 개략적인 확대 평면도이다.

도2A는 도1에 도시된 것과 유사하지만 헤드 아암과 디스크 사이의 공칭 평행면 관계를 도시한 종래의 하드 디스크 드라이브의 선 S-S를 따른 개략 단면도이다.

도2B는 도1에 도시된 것과 유사하지만 헤드 아암과 디스크 사이의 공칭 평행 평면 관계를 도시한 다른 하드 디스크 드라이브의 구역 선 S-S를 따른 개략 단면도이다.

도2C는 도2A에 유사하며 베이스 및 디스크와의 평행 관계에서 벗어난 작동기 아암의 단면도이다.

도2D는 도2A에 유사하며 베이스 및 디스크와의 평행 관계에서 벗어나도록 가공된 작동기 아암의 베이스판의 단면도이다.

도3A는 디스크를 어느 정도 사발 형상으로 변형시키는 기본 진동 모드를 나타내는 저장 디스크의 유한 요소 해석도이다.

도3B는 디스크 변형이 도시된 정방향(+)이나 도시되지 않은 부방향(-)으로 원주의 함수로써 단일 방향인 것을 도시하는 도3A 디스크의 개략 평면도이다.

도4A는 단일 노달 라인을 따라서 디스크를 변형시키는 진동 모드를 나타내는 저장 디스크의 유한 요소 해석도이다.

도4B는 디스크 표면의 반은 부방향 또는 하향 대면으로 변형되고, 나머지 반은 정방향 또는 상향으로 변

형된 단일 노달 라인을 도시하는 도4A 디스크의 개략 평면도이다.

도5A는 서로에 대해 수직인 2개의 노달 라인을 따라 디스크를 변형시키는 진동 모드를 나타내는 저장 디스크의 유한 요소 해석도이다.

도5B는 디스크의 인접하지 않은 2개의 1/4면은 상향(+)으로 변형되고 디스크의 인접하지 않은 2개의 1/4면은 하향(+)으로 변형된 2개의 상호 교차하는 노달 라인을 도시하는 도5A 디스크의 개략 평면도이다.

도6은 디스크의 방사상 평면 이탈 편향에 대응해서 헤드와 디스크 사이의 TMR 수직 커플링을 개략적으로 도시한 저장 디스크 및 2개의 헤드/슬라이더 조립체의 개략 단면도이며, 그래프 A는 편향이 없는 저장 디스크, 그래프 B는 사발 형상의 하향(-) 편향을 갖는 디스크, 그래프 C는 도3A 및 도3B에서 도시된 형태의 '사발 형상'의 상향(+) 편향을 갖는 디스크를 도시한다.

도7은 본 발명에 따른 저장된 TMR을 위한 롤링-바이어스된 헤드 서스펜션을 갖는 도1에 도시된 것과 같은 디스크 드라이브의 개략적 확대 단면도이다.

도8은 변환기에 정의 롤링-바이어스를 부가하기 위한 베이스판 구조를 도시하며 도7의 A-A 선을 따라 취한 도7의 헤드 아암 서스펜션의 개략도이다.

도9는 변환기에 음의 롤링-바이어스를 부가하기 위한 베이스판 구조를 도시하며 도7의 A-A 선을 따라 취한 도7의 헤드 아암 서스펜션의 개략도이다.

도10은 도6에 유사하지만 본 발명의 원리에 따른 저장된 TMR을 위한 롤링-바이어스된 헤드 서스펜션의 반응을 도시하는 것으로, 서스펜션 베이스판 롤링은 도10에는 도시되지 않지만 도시된 구조에는 존재한다.

도11은 내경(ID) 및 외경(OD) 데이터 트랙에서 TMR 커플링을 나타내는, 베이스판에 대해 제공된 트랙 이탈 수직 커플링비의 그래프이다.

도12는 최소 커플링 지점들을 도시하며, 피코 슬라이더 및 나노 슬라이더에 대한 베이스판 롤링 각을 제공하는 트랙 이탈 커플링비의 그래프이다.

도13A는 본 발명의 원리에 따른 소정의 롤링-바이어스를 제공하기 위해 웨지 형상의 절삭 공구를 구비한 작동기 E-블록의 헤드 아암 스웨이지면을 가공하도록 설정한 것에 대한 개략적 평면도이다.

도13B는 도13A의 스웨이지면의 개략적 단부도로서, E-블록은 도13A 기계 가공 작업 및 하중 비임 베이스판의 조립을 한다.

도14는 본 발명의 원리에 따른 소정의 롤링-바이어스를 발생시키기 위한 시임의 사용을 보여주는 도7의 다른 헤드 아암 서스펜션 조립체의 개략적 단부도이다.

도15는 하중 비임이 슬라이더에 소정의 롤링-바이어스를 제공하는 형상으로 된 본 발명의 원리에 따른 하중 비임 및 슬라이더의 확대 등축도이다.

도16A는 본 발명의 원리에 따른 소정의 롤링-바이어스를 발생시키기 위한 특징을 형성하기 위해 하중 비임 베이스판의 하나의 모서리를 따라 성형된 하중 비임 및 헤드 아암의 결합부에 대한 확대 분해 등축도이다.

도16B는 도16A 조립체의 확대 단면도이다.

도17A는 시임이 헤드 아암에 부착되기 전에 하중 비임에 부착된 하중 비임 및 헤드 아암의 결합부에 대한 확대 분해 등축도로서, 시임은 베이스판에 하나의 모서리를 따라 본 발명의 원리에 따른 소정의 롤링-바이어스를 발생시킨다.

도17B는 도17A 조립체의 확대 단면도이다.

도18A, 도18B 및 도18C는 각각 본 발명의 원리에 따른 하중 비임 구조물의 조립시 소정의 롤링-바이어스를 발생시키기 위해 가공된 단차부를 갖는 헤드 아암의 확대 평면도, 정면도 및 측면도이다.

도18D는 도18A 내지 도18C의 가공된 헤드 아암을 포함하는 헤드 아암-하중 비임 구조물의 확대 단면도이다.

도19A, 도19B 및 도19C는 각각 본 발명의 원리에 따른 하중 비임 구조물의 조립시 소정의 롤링-바이어스를 발생시키기 위해 다수의 가공된 단차부를 갖는 헤드 아암의 확대 평면도, 정면도 및 측면도이다.

도19D는 도19A 내지 도19C의 다단식 헤드 아암을 포함하는 헤드 아암-하중 비임 구조물의 확대 단면도이다.

도20A는 본 발명의 원리에 따른 소정의 롤링-바이어스를 발생시키는 2개의 경사 리지를 형성하도록 하중 비임이 성형된 하중 비임과 헤드 아암 결합부의 확대 분해 등축도이다.

도20B는 도20B의 B-B 선을 따른 도20A의 구조의 단면도이다.

도20C는 도20C의 C-C 선을 따른 도20A의 구조의 단면도이다.

도20D는 도20A의 구조물의 확대 단면 조립도이다.

도21A는 본 발명의 원리에 따른 편평 헤드 아암과 하중 비임의 조립시 서로 소정의 롤링-바이어스를 발생시키는 2개의 경사 리지의 피크 사이의 2개의 피크 사이에 2개의 경사 리지와 단일면 연결 리지를 형성하도록 성형된 하중 비임과 헤드 아암 결합부의 확대 분해 등축도이다.

도21B는 도21A의 B-B 선을 따른 도21A의 구조의 단면도이다.

도21C는 도21A의 C-C 선을 따른 도21A의 구조의 단면도이다.

도21D는 도21A의 구조물의 확대 단면 조립도이다.

도22A는 본 발명의 원리에 따른 편평 헤드 아암과 하중 비임의 조립시 소정의 롤링-바이어스를 발생시키는 한 세트의 덤플을 형성하도록 하중 비임이 형성되거나 또는 성형된 하중 비임과 헤드 아암 결합부의 확대 분해 등축도이다.

도22B는 도22A 구조물의 단면도이다.

도22C는 도22A 구조물의 단면 조립도이다.

도23A는 본 발명의 원리에 따른 하중 비임과 편평 헤드 아암의 조립시 소정의 롤링-바이어스를 발생시키는 경사진 플랫폼을 형성하도록 형성되거나 또는 성형된 하중 비임의 확대 등축도이다.

도23B는 도23A의 B-B 선을 따른 도23A의 구조물의 단면도이다.

도24A는 본 발명의 원리에 따른 하중 비임과 편평 헤드 아암의 조립시 하중 비임이 소정의 롤링-바이어스를 설립시키도록 횡단 한지 모서리를 따라 형성된 하중 비임의 확대 등축도이다.

도24B는 도24A 구조물의 정면도이다.

도21C는 도24A의 구조물의 단부도이다.

도25A는 회전면에 대해 소정의 롤링-바이어스 각으로 형성된 아암 팁을 갖는 분리된 E-블록 헤드 아암의 등축도이다.

도25B는 도25A의 다수의 분리된 E-블록 헤드 아암을 적층 성형함으로써 형성된 복합 헤드 아암 조립체의 평면도이다.

도25C는 도25B 헤드 아암 조립체의 측면도이다.

도25D는 도25B의 선 D-D를 따라 취한 각 아암 선단부에 의해 형성된 롤링-바이어스 각을 도시하는 도25B의 복합 헤드 아암 조립체의 아암 선단부의 단부도이다.

실시예

도1에 도시된 디스크 드라이브(HDA)는 진동 또는 충격 에너지력으로 된 다수의 잠재적 원인 중 하나 또는 다수의 원인으로 인한 저장 디스크(10)의 평면 이탈 운동에 의한 TMR을 저감시키기 위해 롤링-바이어스를 부가함으로써 개선된다. 롤링-바이어스는 종축(L)을 따라 헤드 아암(15)의 평면에 가해진다. 도1에 도시된 헤드 아암 배열은 기술 분야에서 '인-라인(in-line)' 회전 보이스 코일 작동기로서 공지되어 있으며, 이 작동기에서 하중 비임(17)은 작동기 E-블록 구조물의 헤드 아암(15)의 단부로부터 축(L)을 따라 정렬 연장된다.

도2A에 도시된 바와 같이, 공칭 평행 정렬(nominal parallel alignment)은 베이스(13)를 기준면으로 해서 저장 디스크의 적층부(stack, 10)와 헤드 아암 구조물(15) 사이에 요구된다. 베이스(13)에 의해 발생 디스크(10)와 작동기(15) 사이의 완전 평행 상태에서, 슬라이더(12) 및 짐발(16)의 구조상의 내재적 반응으로 해서 몇몇 디스크 방사상 평면 이탈 편향이 TMR로 커플링된다.

또한, 도2B, 도2C 및 도2D에 도시된 바와 같이, 디스크(10)와 헤드 아암 구조물(15) 사이의 편평도 사이에 작은 차이가 있을 수 있다. 도2B에서, 디스크(10)는 베이스(13) 및 헤드 아암에 대해 평행에서 벗어나 있는 것으로 도시된다. 도2C에서, 작동기 아암(15)은 베이스(13) 및 디스크(10)에 대해 평행을 벗어난 것으로 도시된다. 도2D에서, 헤드 아암(15)의 베이스판 또는 스웨이지(swage)판면(45)은 '베니션 블라인드(venetian blind)'식으로 설계 명세서 이외의 방법으로 가공되어, 작동기 구조물(15)이 디스크(10)의 회전면에 평행한 평면에서 회전하는 동안, 변환기가 디스크(10)에 대해 상향 대면하는지 하향 대면하는지 여부에 따라 TMR에 가감된 롤링-바이어스 각으로 하중 비임(17)이 장착된다. 몇몇 조건에서, 디스크 및 헤드 아암은 서로에 대해 또는 베이스(13)에 대해 완전히 평행하지 않은 것으로 기대된다. 이 공차는 도2B 및 도2C에서 각(α)으로 지시되며, 예컨대 ± 5 도의 범위일 수 있다. 도2D에서 도시된 바와 같이, 디스크(9)와 헤드 적층부(15) 사이의 평행 편평도로부터의 각방향 오프셋은 디스크 평면 이탈 운동에 대하여 몇몇 헤드의 TMR을 증가시키면서도 동일한 운동에 대하여 다른 헤드의 TMR을 감소시키는 효과를 갖는다.

디스크 방사상 평면 이탈 운동의 몇몇 예들이 도3A, 도3B, 도4A, 도4B, 도5A, 및 도5B에서 도시된다. 도3A에서, 디스크(10)는 평면 이탈 운동의 제1 또는 기준 모드에서 이동 또는 진동하며, 평면이러기 보다 사발 형상으로 된다. 도3B의 (+)부호는 디스크 편향이 일방향으로 '상향'하며, '사발' 형상을 형성함을 나타낸다. 도4A에서, 디스크(10)는 단일 노달 라인(nodal line)(도4B에서 디스크(10)를 이등분하는 수직 점선으로 도시됨)에 의해 특징지워지는 모드로 이동 또는 진동한다. 제2의 모드에서, 디스크(10)의 우측 반부는 상향(+) 변형되는 반면, 디스크(10)의 좌측 반부는 하향(-) 변형된다. 도5A에서, 디스크(10)는 직각으로 양분하는 2개의 노달 라인에 의해 특징지워지는 모드로 이동 또는 진동한다. 제3 실시예에서, 디스크(10)는 4분원으로 실질적으로 분할됨으로써, 도5B에 도시된 바와 같이 2개의 대향 4분원은 상향(+) 변형되며 대향하는 2개의 4분원은 하향(-) 변형된다.

도3B, 도4B 및 도5B에서, 디스크 스피들(11) 및 판독/기록 변환기 슬라이더(12)가 도시되며, 슬라이더(12)는 방사상 내향 및 방사상 외향 위치에 서스펜션이 없이 도시되어 있다. 스피들 모터 축방향 모드 및 로킹(rocking) 모드를 포함하는 다른 디스크 진동 모드는 공지되고 고려되었지만 본 논의에서 도시되지 않았다.

본 발명에서 해결된 문제는 도6의 도면에서 보다 분명해진다. 도6의 A에서, 디스크(10)는 변형되지 않으며, 2개의 슬라이더, 즉 '하향 대면' 슬라이더(12) 및 '상향 대면' 슬라이더(14)는 각각 헤드 변환기(20, 22)를 수반한다. 헤드 짐발(16, 18)은 슬라이더(12, 14)가 디스크(10)의 인접 대면 저장면과 일치하도록

슬라이더(12, 14)에 2차원 피칭 및 롤링 이동 자유도를 부여하면서, 하중 비임(17)이 슬라이더(12, 14)에 대해 지점 접촉력을 가하도록 한다. 기준선(24)은 베이스판(13)에 대한 공칭 트랙 정렬선을 나타내며 여기에 디스크(10)가 스피들 구조물(11)에 의해 물리적 기준면이 된다. 원형 트랙(26, 28)은 디스크(10)의 상면 및 저면 상에 자기적으로 기록된다. 디스크(10)가 디스크의 공칭 회전면에 놓여 있는 도6의 A에서, 트랙(26, 28)은 각각 기준선(24) 및 변환기(20, 22)와 정렬된다. 도6의 A에서, 거리(d)는 기준선(24)으로부터 짐발(16, 18)의 오프셋을 나타낸다.

도6의 B 및 C에서, 여기력 및 작동 조건에 반응해서 디스크(10)는 베이스판(13)에 대해 각각 상향(+) 및 하향(-)으로 변형되며, 이러한 변형과 헤드(20, 22)의 커플링에 의해 나타난 최종 TMR이 명백해진다. B에서 디스크(10)의 상면 상의 원형 트랙(26)은 헤드(12)의 판독/기록 요소(20)로부터 방사상 외향으로 이동되는 반면, 디스크(10)의 저면 상의 원형 트랙(28)은 판독/기록 요소(22)로부터 방사상 내향으로 이동된다(도6의 A, B 및 C에서, 디스크 허브는 접지 부호에 의해 베이스에 접지된 것으로 도시됨). 반대 효과가 C에서 도시된다. B 및 C에서, 슬라이더(12, 14)는 계속 디스크 표면에 일치된다는 것과 각 짐발(16, 18)과 기준선(24) 사이의 거리(d)는 사실상 일정하게 유지되어, 도시된 바와 같이, 슬라이더(12, 14) 및 헤드(20, 22)가 트랙(26, 28)의 중심선으로부터 벗어나게 됨을 알아야 한다. 디스크 수직 편향의 함수로서 도6의 B 및 C에서 도시된 바와 같은 TMR에 영향을 주는 것은 크기(d)의 사실상 일정성이다. 다른 인자는 디스크 표면으로부터의 슬라이더 높이, 폭 크기 및 슬라이더 거리 등을 포함한다.

TMR은 부분적으로 짐발(16 또는 18) 둘레에서의 회전에 의해 야기되므로, 기술분야의 당업자는 슬라이더(12 또는 14)의 크기를 저감시키는 것이 짐발(16 또는 18) 둘레에서의 슬라이더(12 또는 14)의 회전 아암을 저감시켜서, 헤드 운동에 의한 TMR의 요소를 저감시키는 알게 된다. 동일한 양상으로, 디스크(10)의 수직 편향이 트랙(26 또는 28) 및 슬라이더(12 또는 14) 모두의 변위를 제어하고, 수직 디스크 편향이 디스크의 방사선을 따라 단조롭게 증감하기 때문에, 디스크(10)의 표면을 가로질러 슬라이더(12 또는 14)의 방사상 평면 이탈을 제한함으로써 TMR이 저감될 수 있다는 것은 사실이다. 이것은 사용자가 디스크의 전체 방사상 범위를 횡단하지 않고도 더 큰 디스크를 사용할 수 있거나, 또는 사용자가 TMR을 저감시킬 수 있고 더 작은 직경의 디스크를 사용함으로써 다른 작업 이익을 확보할 수 있음을 의미한다.

도6은 정적 상태에서 디스크(10)가 헤드 아암(15)의 평면과 완전 평행인 평면에 놓여 있음을 전제한다. 베이스(13)에 의한 롤링-바이어스가 도2B, 도2C 도 2C에 도시된 바와 같이 존재할 때, 하향 대면 헤드(12) 및 상향 대면 헤드(14) 사이의 TMR의 차이는 명백해지며, 디스크(10)의 평면 이탈 수직 변형에 반응해서, 한 세트의 헤드[예. 헤드(12)]는 작은 크기의 TMR을 드러내는 반면 다른 세트의 헤드[예. 헤드(14)]는 상당히 큰 크기의 TMR을 나타낸다(여러 가지 TMR 크기는 정 또는 부일 수 있음을 명백히 알아야 한다). 이는 특히 트랙의 폭은 좀 더 좁아질 수 있고 트랙 밀도는, 예컨대 인치당 8000 트랙 및 그 이상으로 더 높아지면서 주어진 디스크 드라이브에서 예컨대 상향 대면 헤드와 같은 몇몇 헤드들이 예컨대 하향 대면 헤드와 같은 다른 헤드들 보다 훨씬 큰 TMR을 나타내는 이유를 설명한다.

도7 내지 도22에서, 본 발명자들은 디스크(10)의 방사상 평면 이탈 운동으로 해서 발생하는 TMR을 저감시키기 위해 슬라이더 지지 구조물(헤드 아암(15), 하중 비임(17) 중 어느 하나, 또는 둘다)에 롤링-바이어스를 적용하고 조절하는 것이 가능함을 것을 발견하였다. 도7 내지 도22에서, 상술한 것과 동일한 구조적 요소들은 동일한 인용 부호를 가지며 따라서 이들 요소에 대한 설명은 반복되지 않을 것이다.

도7에서, 도1의 디스크 드라이브 헤드/디스크 조립체는 본 발명의 한 양호한 실시예에서 헤드 아암(15)이 디스크(10)의 평면 이탈 운동에 의해 야기된 TMR을 저감시키기 위한 소정의 방식으로 각을 이루는 하향 대면 스웨이지면(50) 및 상향 대면 스웨이지면(52)을 갖도록 개조되었다. 도8은 베이스판 또는 스웨이지면(50, 52)이 관련된 저장 디스크(10)로부터 발산하며 관련 저장 디스크를 향해 수렴하는 평면에 놓이도록 각을 이루는 것을 도시한다. 기술분야의 당업자는 도8의 배열을 공칭(nominal) 드라이브(도2A)에 적용시키는 것이 TMR을 증가시킴을 알기 때문에, 도8의 배열은 드물게 발생하는, 네트 정의 헤드 아암-하중 비임 롤링 공차(net positive head arm-load beam roll tolerance)를 정정하는 데 사용될 수 있다. 도9는 헤드 아암 스웨이지면(50, 52)이 디스크 스피들(11)에 수렴하는 평면에 놓이도록 헤드 아암 스웨이지면(50, 52)의 각을 이루는 것을 도시한다. 도9의 배열은 네트 부 헤드 아암-하중 비임 롤링 각에 의해 야기된 TMR을 저감시키기 위해 사용되며, 이것은 본 발명의 한 중요한 특징, 즉 부의 롤링-바이어스를 부가하는 것이 공칭 디스크 드라이브에서 평면 이탈 운동에 대한 TMR을 저감시키는 데 필요함을 보여준다(예, 도2A의 배열).

도10은 네트 부의 헤드 아암-하중 비임 롤링 공차(net negative head arm-load beam roll tolerance)를 갖는 도7의 디스크 드라이브의 한 예를 도시한다. 도6과 도면상 동등한 이 예에서, 도9의 롤링-바이어스를 적용시킴으로써 하향 대면 및 상향 대면 변환기(20, 22)는 부의 디스크 평면 이탈 이동(도10의 B) 및 정의 디스크 평면 이탈 이동(도10의 C)에 직면하여 훨씬 가깝게 트랙(26, 28)을 뒤따른다. 헤드 아암 또는 하중 비임에 소정의 롤링-바이어스를 부가한 후, 도10의 A는 디스크(10)가 공칭면에서 회전할 때 트랙(26, 28)에 대한 바람직한 트랙-상(on-track) 정렬을 보여주고 있다. 도10의 A는 도6의 A와 거의 동일한 도면이다. 그렇지만, 도10의 B 및 C는 도6의 B 및 C와는 명백하게 다르며, 롤링-바이어스를 하중 비임 지지 변환기(20, 22)에 부가함으로써 TMR에 유익한 결과가 얻어짐을 도시한다. 부(-)의 변형을 갖는 디스크를 도시한 도10의 B에서, 부의 롤링-바이어스를 부가하게 되면 하향 대면 슬라이더(12)의 짐발(16)을 기준선(24)으로 향하게 해서, 슬라이더(12)는 라인(24)에 가깝게 되고 변환기(20)는 트랙(26)과 거의 정렬되게 유지된다. 동시에, 상향 대면하는 슬라이더(14)의 짐발(18)은 기준선(24)으로부터 거리(d)보다 큰 거리(d')만큼 멀어져서, 변환기(22)는 트랙(28)과 거의 정렬되어 유지된다.

도10의 C는 디스크(10)의 정(+)의 변형에 대한 롤링-바이어스된 헤드 구조물의 반응을 도시한다. C에서 하향 대면 슬라이더(12)의 짐발(16)은 기준선(24)으로부터 거리(d')만큼 멀어지게 되며, 상향 대면 슬라이더(14)의 짐발(18)은 기준선(24)쪽으로 이동된다. 결과는 부의 디스크 변형에 대한 도10의 B에서 도시된 것과 거의 동일하다. 변환기(20)는 트랙(26)과 사실상 정렬되어 유지되며, 변환기(22)는 TMR의 상당한 감소와 함께 트랙(28)과 사실상 정렬되어 유지된다.

도11은 약 -2.5도의 베이스판 롤링을 부가하는 것이 외경 트랙 위치에 대한 디스크 평면 이탈 운동의 함수로서 최소화된 TMR을 갖게 됨을 보여주는 도1 및 도7에 도시된 드라이브에 대한 것과 같은 롤링-바이어

스에 대한 TMR의 도표를 나타내고 있다. 도11에서, 수평축은 베이스판 롤링 각을 각도로서 나타내고 있으며, 수직축은 트랙 이탈 수직 커플링비를 나타낸다('트랙 이탈 수직 커플링비'는 디스크의 외경에서 측정된 디스크 평면 이탈 또는 수직 변위에 의해 분할된 헤드의 네트 트랙 이탈 거리로 정의된다). 도11에서 도시된 2개의 플롯은 디스크(10)의 외경(O.D.)에 위치한 데이터 트랙 및 내경(I.D.)에 위치한 데이터 트랙 상에 있는 판독/기록 변환기에 대한 헤드 아암-하중 비임(즉, '베이스판') 롤링 각에 대한 수직 트랙 이탈 또는 디스크 평면 이탈 운동 커플링비에 대한 도면이다. 도11의 O.D. 및 I.D. 도면은 TMR에 대한 디스크의 수직 이동의 커플링이 디스크의 외경에 위치한 트랙에 대해 크며, 이것은 도4 내지 도7과 일치한다. 도11의 예에서, -2.5도의 롤링-바이어스 각은 외경 트랙에서의 디스크 평면 이탈 운동의 함수로서 TMR을 최소화시키도록 선택될 수 있다. 이러한 부의 -2.5도의 롤링-바이어스 각은 내경 트랙에서의 디스크 평면 이탈 운동의 기능으로서 TMR의 작은 저감도 발생시키며, I.D.에서의 디스크(10)의 수직 운동은 사실상 낮아져서 TMR도 I.D.에 대해 더 작은 크기로 됨을 알아야 한다.

도11에서 O.D. 및 I.D.에서의 데이터 트랙에 대한 커플링비를 비교하면, I.D.에서의 커플링비는 O.D. 데이터 트랙에서 보다 사실상 낮다. 따라서, 소정 크기의 디스크 상의 소정 헤드에서, TMR은 슬라이더의 방사상 평면 이탈 범위를 제한함으로써 최소화될 수 있다. 비록 이것은 도11에서만 제시되고 있지만, TMR이 디스크 반경과 함께 증가하며, TMR이 다시 부분적으로 디스크 평면 이탈 편차에 의해 발생할 수 있음을 보일 수 있다. 이러한 특징에서, 저장 디스크의 직경을 줄이는 것이 (이것은 데이터를 저장하는 데 사용되지 않기 때문에) 최대의 디스크 평면 이탈 편차를 저감시키고 따라서 최대의 디스크 평면 이탈 디스크/TMR 커플링비를 최소화시키는 데 사용될 수 있음을 알 수 있다. 사용자 데이터 저장 용량 감소의 의미는 저감된 디스크 직경 해법에서 명백하다.

도12에서, 소위 '나노' 및 '피코' 슬라이더 사이의 커플링 반응에는 차이가 있다. 슬라이더를 설명하는 데 사용되는 '나노' 또는 '피코'라는 용어는 슬라이더의 크기를 지칭하는 공업상 표준 용어이다. '피코' 슬라이더는 '나노' 슬라이더의 대략 60%의 높이, 폭 및 깊이 크기를 갖는다. 피코 슬라이더의 크기가 작을수록 베이스판 각의 커플링비는 낮아진다. 도12에 도시된 바와 같이, 커플링을 해제시키기 위해 요구되는 베이스판 롤링-바이어스 각은 나노 슬라이더에 대해 대략 -2.5도 인데 비해 피코 슬라이더에 대해 대략 -2도이다.

도13A는 본 발명에 따른 헤드 아암 스웨이지면(50, 52)을 형성하기 위한 가공 설정을 도시한다. 이 도면에서, 작동기 E-블록(15)은 가공 공구에 고정되며, 소정의 웨지 형상의 2개의 절삭면을 갖는 웨지 형상 절삭기(60)는 점선 화살표에 의해 지시된 추적 경로를 따라 파지된 E-블록쪽으로 이동된다. 절삭기(60)는 회전 절삭기 스피들에 대해 한 무리로 고정된 다수의 유사 절삭기를 포함하며 따라서 도13B에 도시된 바와 같이 다중 헤드 아암에 대한 면들을 동시에 형성한다.

또한, 도14A 및 도14B에 도시된 바와 같이, 소정의 롤링-바이어스 경사를 갖는 시임(70)은 각 아암(15)의 스웨이지면과 하중 비임(17)의 스웨이지면(72) 사이에 위치될 수 있다. 디스크 드라이브 조립 동안, 자동화된 레이저식 정밀 측정 공구가 디스크(10)와 아암(15) 사이의 편평도를 측정하기 위해 사용될 수 있으며, 선택된 롤링-바이어스 각으로 된 일련의 웨지는 측정된 베이스판 롤링 공차를 로봇식으로 정정하도록 선택되고 설정된다. 또는, 시임은 소정의 공칭 롤링 각을 갖도록 설계될 수 있다. 공정 변이가 증가하는 동안, 각 아암을 측정할 필요가 없어진다.

도15는 본 발명의 다른 실시예를 도시한다. 이 실시예에서, 하중 비임(스프링(17A))은 헤드 서스펜션 구조물에 소정의 롤링 바이어스를 제공하기 위해 영구 형상으로 되거나 또는 그렇게 변형된다. 따라서, 로봇식 가공 공구는 공장에서 헤드 적층 조립에 앞서 또는 이와 동시에 하중 비임(17A)을 소정의 롤링-바이어스 형상으로 변형시킨다.

도16A 및 도16B는 본 발명의 다른 실시예를 도시한다. 이들 도면에서, 베이스판(72A)은 도16B에 도시된 바와 같이 하중 비임(17), 베이스판(72A) 및 헤드 아암(15)을 조립할 때 소정의 롤링-바이어스 각을 발생시키는 2개의 필라(74)를 형성하는 종래의 다이 성형 기술에 의해 하나의 모서리를 따라 성형된다. 얇은 시트 금속 하중 비임(17)은 성형된 필라가 헤드 아암 선단 영역의 부착면(52)과 접촉하도록 76에서 노치(notch) 형성된다. 베이스판(72)은 헤드 아암(15)의 부착 단부에 형성된 개구(34)에 지지되도록 볼-스웨이지와 같은 임의의 적절한 기술에 의해 확장된 스웨이지 튜브(73)를 포함한다.

도17A 및 도17B는 본 발명의 다른 실시예를 도시한다. 이 실시예에서 단일 시임 판(70A)은 하중 비임(17)에 국부 용접되며, 헤드 아암(15)으로부터 소정의 롤링-바이어스 각만큼 하중 비임(17) 및 베이스판(72)을 오프셋시킨다.

도18A, 도18B, 도18C 및 도18D는 본 발명의 다른 실시예를 도시한다. 이 실시예에서 헤드 아암의 부착 단부는 레지(53, 55)를 형성하도록 각 면(51A, 52A) 상에서 가공된다. 하중 비임(17) 및 베이스판(72)은 그 후 헤드 아암에 부착되며, 긴 레지(53, 55)들은 하향 대면(17D) 및 상향 대면(17U) 하중 비임 조립체에 대해 소정의 롤링-바이어스 각을 발생시킨다. 도19A, 도19B, 도19C 및 도19D는 도18A 내지 도18D 방법을 더욱 정밀화하여 도시하고 있다. 도19A 내지 도19D에서, 헤드 아암(15)의 부착 단부는 하향 대면 하중 비임(17D)에 대한 단차부(53A, 53B, 53C) 및 상향 대면 하중 비임(17U)에 대한 단차부(55A, 55B, 55C)를 형성하도록 가공된다(도19D에 도시). 이런 배열에서 단차부 모서리는 소정의 롤링-바이어스 각을 발생시키고 유지한다.

도20A, 도20B, 도20C 및 도20D는 본 발명의 다른 실시예를 도시한다. 이 실시예는 헤드 아암(15)의 편평면과 조립할 때 리지의 꼭지점이 소정의 롤링-바이어스 각을 형성하도록 하중 비임(17B)을 가로지르는 한 쌍의 이격되고, 사실상 평행한 경사 리지(74)를 성형함으로써 실현된다. 이러한 방법은 헤드 아암(15)의 편평면을 조립할 때 리지(74, 77)의 꼭지점이 소정의 롤링-바이어스 각을 형성하도록 일정한 높이의 연결 리지(77)에 의해 서로 연결된 2개의 이격된 경사 리지(74)를 갖는 하중 비임(17C)을 도시하는 도21A, 도21B, 도21C 및 도21D에 의해 확장된다. 이러한 방법은 또한 제1 높이로 된 2개의 덩플(75)과, 덩플(75)보다는 낮은 제2의 높이로 된 2개의 덩플(76)로 성형된 일련의 덩플(예컨대, 4개)을 갖는 하중 비임(17D)을 도시하는 도22A, 도22B, 도22C 및 도22D에 의해 더욱 확장된다. 이 배열에서, 덩플 피크는 헤드 아암(15)의 편평 부착 단부에 대해 소정의 롤링-바이어스 각을 형성한다. 또한, 도23A 및 도23B는 헤드 아

암(15)의 편평면에 조립할 때 소정의 롤링-바이어스 각을 발생시키는 표면을 갖는 압형 또는 성형된 경사 플랫폼(78)을 갖는 하중 비임(17E)을 도시한다.

도24A, 도24B 및 도24C는 헤드 아암(15)의 편평면에 조립할 때 경사진 접착부(79)가 하중 비임(17F)의 베이스판부(82)로부터 하중 비임(17F)의 스프링 및 본체부(80)의 평면을 소정의 롤링-바이어스 각만큼 분리시키도록 압연 또는 성형하여 형성된 다른 하중 비임(17F)을 도시한다.

도25A, 도25B, 도25C 및 도25D는 본 발명의 다른 실시예를 도시한다. 이 실시예에서, 각각 하향 대면 및 상향 대면하는 하중 비임에 대한 소정의 롤링-바이어스 각을 형성하도록 형성된 경사진 부착면(53, 55)을 갖는 분리된 헤드 아암(15A)이 형성된다. 개별 헤드 아암(15A)이 형성된 후, 이들은 적절한 형태의 연결구와 같은 다른 체결 기구가 하중 비임(17)을 헤드 아암(15)의 단부에 고정하는 데 사용될 수 있음을 알 수 있다. 따라서, '스웨이저판' 및 '스웨이저면'이라는 용어는 본 명세서에서 연결구의 방식을 지시하거나 제한하기 보다는 장착면을 형성하는 것으로 사용되고 있다. 또한, 본 명세서에서 사용되고 있는 용어인 '성형'은 임의의 부재가 소정의 형상 또는 외형을 형성하도록 영구 변형되는 임의의 형성 작업을 정의하는 넓은 범위에서 사용되고, 예컨대 압연, 압형, 팽창 등과 같은 것을 포함한다.

'베이스판'과, '스웨이저판'과, '스웨이저면'이라는 용어는 본 명세서에서 볼 또는 로드 스웨이저 과정에 의해 헤드 아암(15)에 하중 비임(17)을 부착시키는 것을 용이하게 하는 장착면을 나타내는 데 사용되지만, 기술분야의 당업자들은 나사, 리벳, 국부 용접, 스테이킹 및 다른 적절한 형태의 연결구와 같은 다른 체결 기구가 하중 비임(17)을 헤드 아암(15)의 단부에 고정하는 데 사용될 수 있음을 알 수 있다. 따라서, '스웨이저판' 및 '스웨이저면'이라는 용어는 본 명세서에서 연결구의 방식을 지시하거나 제한하기 보다는 장착면을 형성하는 것으로 사용되고 있다. 또한, 본 명세서에서 사용되고 있는 용어인 '성형'은 임의의 부재가 소정의 형상 또는 외형을 형성하도록 영구 변형되는 임의의 형성 작업을 정의하는 넓은 범위에서 사용되고, 예컨대 압연, 압형, 팽창 등과 같은 것을 포함한다.

또한, 베이스판 면(50, 52)은 웨지 형상의 공구에 의해 가공되고, 롤링 각 분할 시암(70)은 면(50)과 하중 비임 베이스판 사이에 개재되어 있는 것으로 도시되고 있으나, 많은 다른 기술, 방법 및 구조들이 TMR을 저감시키기 위해 소정의 롤링-바이어스를 적용시키도록 사용될 수 있다. 예컨대, 면(50, 52)은 와이어 전자 대전 가공('EDM') 또는 정밀 성형 또는 연마에 의해 가공될 수 있다. 또는, 상술한 바와 같이, 하중 비임들 자체들, 또는 하중 비임 베이스판은 본 발명의 원리에 따른 소정의 롤링-바이어스를 제공하도록 형성될 수 있다.

본 발명과 사용되는 헤드 변환기는, 세라믹(또는 다른 재료로 된) 슬라이더 본체에 부착, 고정, 또는 다른 방식으로 형성 또는 연결된 박막 유도성 판독/기록, 박막 유도성/항자성 판독, 또는 와이어 권선 금속-내-간극 변환기 중에 임의의 적절한 형태일 수 있다.

기술분야의 당업자들에게는, 본 발명의 정신과, 다음의 특허 청구의 범위에서 보다 특별히 지적된 범위를 벗어남이 없이 양호한 실시예에 대한 전술한 설명으로부터 다양한 개조 및 변경들이 명백할 것이다. 본 명세서에서의 설명 및 개시된 것들은 단지 설명적인 것이며 다음의 특허 청구의 범위에서 보다 특별히 지적된 본 발명의 범위를 제한하는 것으로 이해되어서는 안된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

베이스에 대해 회전하는 적어도 하나의 데이터 저장 디스크와, 디스크의 인접 대면 데이터 저장면 상에 형성된 동심 트랙 위치에 슬라이더의 모서리에 형성된 데이터 변환기를 위치시키기 위해 짐발 장착 슬라이더를 수반하는 하중 비임을 지지하기 위한 베이스에 피벗식으로 장착된 적어도 하나의 헤드 아암을 포함하며;

상기 디스크는 디스크 회전 중에 평면 이탈 동작을 받기 쉬우며, 헤드 아암 및 하중 비임은 디스크의 평면 이탈 운동 중에 데이터 변환기에 의해 트랙 오정열을 저감시키도록 선택된 롤링-바이어스 각으로 형성되고 결합된 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

청구항 2

제1항에 있어서, 하중 비임을 장착하기 위한 헤드 아암의 장착면은 롤링-바이어스 각을 이루도록 형성되며, 이렇게 형성되어 인접 대면 데이터 저장면을 포함하고 디스크의 회전축을 향해 라인 방향을 따르는 평면에 수렴하는 평면에 놓인 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

청구항 3

제2항에 있어서, 헤드 아암은 회전 보이스 코일 작동기를 포함하는 단일 E-블록 조립체의 다수의 헤드 아암부 중 하나이고, 헤드 아암부의 장착면은 롤링-바이어스 각을 이루도록 가공된 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

청구항 4

제2항에 있어서, 헤드 아암부의 장착면은 사실상 편평하게 가공되어 웨지 형상 단면을 형성하는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

청구항 5

제2항에 있어서, 헤드 아암부의 장착면은 단차부들의 모서리 상에 놓인 하중 비임이 롤링-바이어스 각으로 되도록 적어도 2개의 단차부를 형성하도록 가공된 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 장착면은 3개의 단차부의 모서리에 놓인 하중 비임이 롤링-바이어스 각으로 되도록

적어도 3개의 단차부를 형성하도록 가공된 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

청구항 7

제2항에 있어서, 헤드 아암은 분리되어 있고 롤링-바이어스 각을 이루도록 형성된 장착면을 가지며, 다수의 분리된 헤드 아암들은 회전 보이스 코일 작동기를 형성하도록 서로 조립된 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

청구항 8

제1항에 있어서, 롤링-바이어스 각을 발생시키기 위해 헤드 아암과 하중 비임 사이에 적어도 하나의 시임도 또한 포함하는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 적어도 하나의 시임은 웨지 형상의 시임으로 이루어진 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 적어도 하나의 시임은 롤링-바이어스 각을 얻기 위해 헤드 아암에 대해 하중 비임을 오프셋시키도록 하중 비임의 하나의 종방향 모서리를 따라 정렬된 소정 두께의 스페이서를 포함하는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 하중 비임은 롤링-바이어스 각을 형성하도록 사전 형성된 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 하중 비임은 롤링-바이어스 각을 형성하기 위해 종축을 따라 사전 형성된 것을 특징으로 하는 디스크 드라이브.

청구항 13

제11항에 있어서, 하중 비임의 부착 영역은 다수의 면(feature)을 형성하도록 변형되고, 상기 면들의 꼭지점은 하중 비임과 헤드 아암의 조립시에 롤링-바이어스 각을 형성하는 것을 특징으로 하는 디스크 드라이브.

청구항 14

제11항에 있어서, 하중 비임의 부착 영역은 덤플의 피크들이 하중 비임과 헤드 아암의 조립시에 롤링-바이어스 각을 형성하도록 횡방향으로 경사진 높이를 갖는 일렬의 덤플을 형성하도록 변형된 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

청구항 15

제11항에 있어서, 하중 비임은 베이스판을 포함하며 상기 베이스판은 롤링-바이어스 각을 형성하도록 사전 형성되는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 베이스판은 헤드 아암과의 조립시 롤링-바이어스 각을 발생시키는 적어도 하나의 면을 형성하도록 하나의 종방향 모서리를 따라 성형되는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

청구항 17

제1항에 있어서, 롤링-바이어스 각은 0 ± 5 의 범위에 놓여 있는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

청구항 18

베이스판에 대해 회전하는 적어도 하나의 데이터 저장 디스크와, 상기 베이스에 피벗식으로 장착되어 적어도 2개의 헤드 아암을 형성하는 작동기 블록을 포함하며;

각각의 헤드 아암은 디스크의 인접 대면 데이터 저장면 상에 형성된 동심 트랙 위치에 슬라이더의 모서리에 형성된 데이터 변환기 헤드를 위치시키기 위해 하중 비임을 지지하기 위한 짐발 장착 슬라이더를 수반하며;

상기 디스크는 디스크 회전 중에 평면 이탈 동작을 받기 쉬우며, 헤드 아암들 및 하중 비임은 디스크의 평면 이탈 변형 동안 트랙 오정렬을 저감시키도록 선택된 롤링-바이어스 각으로 장착된 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

청구항 19

제18항에 있어서, 하중 비임들을 장착하기 위한 상기 헤드 아암들의 장착면들은 인접 대면 디스크 저장면들에 의해 점유된 면들에 대해 사실상 동일한 절대값으로 된 롤링-바이어스 각을 이루도록 형성된 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

청구항 20

제19항에 있어서, 헤드 아암들의 장착면들은 웨지 형상 단면을 형성하는 편평 표면들로서 형성된 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

청구항 21

제19항에 있어서, 헤드 아암들의 장착면들은 소정의 롤링-바이어스 각들로 하중 비임과 접촉하고 정렬하기 위한 모서리들을 갖는 다수의 단차부로서 형성된 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

청구항 22

제19항에 있어서, 각 헤드 아암의 장착면은 인접 대면 디스크 저장면에 의해 점유된 면과 수렴하는 면에 놓인 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

청구항 23

제22항에 있어서, 장착면들의 수렴면들은 디스크의 회전축쪽 방향으로 수렴하는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

청구항 24

제18항에 있어서, 소정의 롤링-바이어스 각을 발생시키기 위해 헤드 아암들과 하중 비임들 사이에 다수의 시임들을 포함하는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

청구항 25

제24항에 있어서, 시임들은 웨지 형상이고 소정의 롤링-바이어스 각들을 발생시키기 위해 헤드 아암들과 하중 비임들 사이에 개재된 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

청구항 26

제24항에 있어서, 시임들은 하중 비임들의 유사 종방향 모서리들을 따라 장착되고 소정의 롤링-바이어스 각들을 발생시키기 위해 헤드 아암들과 모서리를 형성하는 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

청구항 27

제18항에 있어서, 하중 비임들은 롤링-바이어스 각들을 이루도록 사전 형성된 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

청구항 28

제27항에 있어서, 하중 비임들은 롤링-바이어스 각을 형성하기 위해 종축을 따라 사전 형성된 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

청구항 29

제27항에 있어서, 하중 비임들의 부착 영역은 다수의 면을 형성하도록 변형되고, 상기 면들의 꼭지점은 각 하중 비임과 대응 헤드 아암의 조립시에 롤링-바이어스 각을 형성하는 것을 특징으로 하는 디스크 드라이브.

청구항 30

제27항에 있어서, 하중 비임의 부착 영역은 덤플들의 피크가 각 하중 비임과 대응 헤드 아암의 조립시에 롤링-바이어스 각을 형성하도록 횡방향으로 경사진 높이를 갖는 일렬의 덤플을 형성하도록 변형된 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

청구항 31

제27항에 있어서, 하중 비임은 베이스판들을 포함하며 각각의 베이스판은 소정의 롤링-바이어스 각을 형성하도록 사전 형성된 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

청구항 32

제31항에 있어서, 상기 베이스판은 대응 헤드 아암과의 조립시 롤링-바이어스 각을 발생시키는 적어도 하나의 면을 형성하도록 하나의 종방향 모서리를 따라 성형된 것을 특징으로 하는 하드 디스크 드라이브.

청구항 33

데이터 저장 디스크의 인접 대면 데이터 저장면 상에 형성된 동심 트랙 위치에 슬라이더의 모서리에 형성된 데이터 변환기를 위치시키기 위해 짐발 장착 슬라이더를 수반하는 하중 비임 및 베이스에 피벗식으로 장착된 작동기 구조물 내의 하드 디스크용 인-라인 헤드 아암에 있어,

상기 디스크는 디스크 회전 중에 평면 이탈 운동을 받기 쉬우며, 헤드 아암 및 하중 비임은 종축을 따라 형성되고 디스크의 평면 이탈 운동 동안 데이터 변환기에 의해 트랙 오정열을 저감시키도록 선택된 롤링-바이어스 각을 이루도록 형성되고 결합된 것을 특징으로 하는 인-라인 헤드 아암.

청구항 34

제33항에 있어서, 하중 비임을 장착하기 위한 헤드 아암의 장착면은 롤링-바이어스 각을 이루도록 형성되며, 이렇게 형성되어 인접 대면 데이터 저장면을 포함하고 디스크의 회전축을 향해 라인 방향을 따르는

평면에 수렴하는 평면에 놓인 것을 특징으로 하는 인-라인 헤드 아암.

청구항 35

제33항에 있어서, 롤링-바이어스 각을 발생시키기 위해 헤드 아암 및 하중 비임 사이에 웨지 형상으로 된 시임도 또한 포함하는 것을 특징으로 하는 인-라인 헤드 아암.

청구항 36

제33항에 있어서, 하중 비임은 롤링-바이어스 각을 형성하도록 사전 형성된 것을 특징으로 하는 인-라인 헤드 아암.

청구항 37

제33항에 있어서, 롤링-바이어스 각은 0 ± 5 도의 범위에 놓여 있는 것을 특징으로 하는 인-라인 헤드 아암.

청구항 38

디스크의 인접 대면 데이터 저장면 상에 형성된 동심 트랙 위치에 슬라이더의 모서리에 형성된 데이터 변환기 헤드를 위치시키기 위해 짐발 장착 슬라이더를 수반하는 하중 비임을 지지하도록 베이스에 피봇식으로 헤드 아암이 장착되며, 상기 디스크는 디스크 회전 동안 이탈 운동을 받기 쉬우며, 하드 디스크 드라이브 내의 베이스에 대해 회전하는 적어도 하나의 데이터 저장 디스크의 평면 이탈 운동으로 인한 트랙 오정열을 정정하기 위한 방법에 있어서,

헤드 아암과 회전 데이터 저장 디스크 사이의 롤링-바이어스 각을 측정하는 단계와,

디스크의 평면 이탈 운동에 의한 트랙 오정열을 정정하도록 선택된 롤링-바이어스 각으로 헤드 아암 및 하중 비임을 결합시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 트랙 오정열 정정 방법.

청구항 39

제38항에 있어서, 상기 결합 단계는 헤드 아암의 장착면을 형성한 후, 상기 롤링-바이어스 각으로 하중 비임을 장착면에 결합시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 트랙 오정열 정정 방법.

청구항 40

제39항에 있어서, 상기 형성 단계는 편평한 각으로 된 결합 영역을 형성함으로써 수행되는 것을 특징으로 하는 트랙 오정열 정정 방법.

청구항 41

제39항에 있어서, 상기 형성 단계는 단차부로 된 결합 영역을 형성함으로써 수행되는 것을 특징으로 하는 트랙 오정열 정정 방법.

청구항 42

제38항에 있어서, 상기 결합 단계는 헤드 아암과 하중 비임 사이에 적어도 하나의 시임을 제공함으로써 수행되는 것을 특징으로 하는 트랙 오정열 정정 방법.

청구항 43

제38항에 있어서, 상기 결합 단계는 하중 비임을 사전 형성하는 단계에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는 트랙 오정열 정정 방법.

청구항 44

제43항에 있어서, 하중 비임을 사전 형성하는 상기 단계는 짐발 부착 영역이 인접 대면 데이터 저장면으로 수렴하는 평면에 놓이도록 하중 비임을 종방향으로 변형시키고, 사전 형성된 하중 비임을 헤드 아암에 부착시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 트랙 오정열 정정 방법.

청구항 45

제43항에 있어서, 하중 비임을 사전 형성하는 상기 단계는 헤드 아암 결합 영역에서 적어도 하나의 면을 하중 비임에 형성하고, 사전 형성된 하중 비임을 헤드 아암에 부착시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 트랙 오정열 정정 방법.

청구항 46

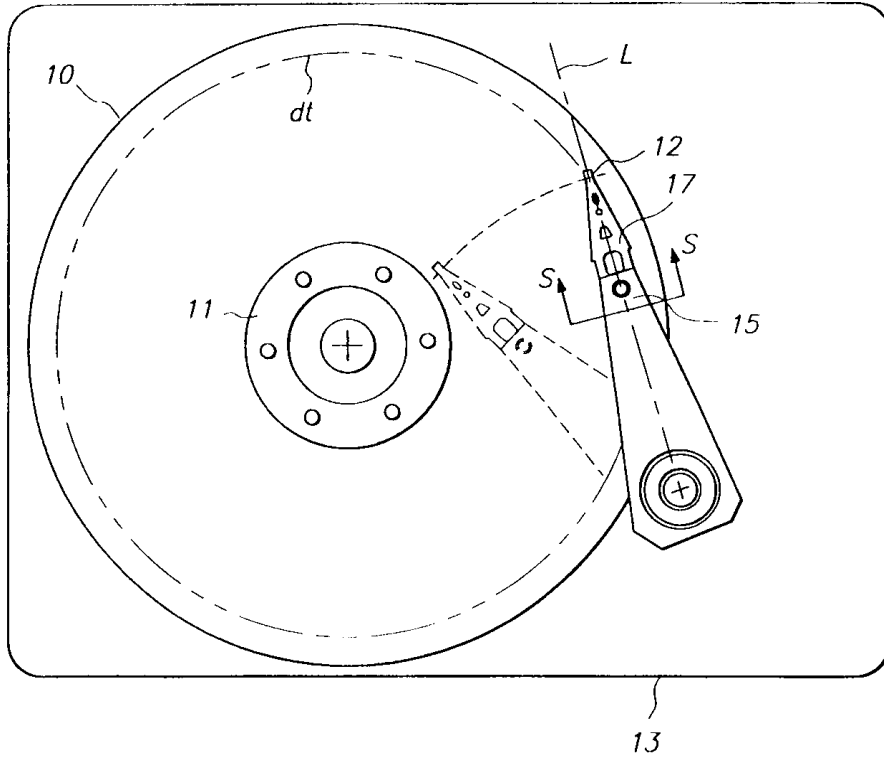
제43항에 있어서, 상기 하중 비임은 베이스판을 포함하고, 하중 비임을 사전 형성하는 단계는 사전 형성된 하중 비임을 헤드 아암에 부착시킬 때 롤링-바이어스 각을 발생시키기 위해 베이스판에 적어도 하나의 면을 제공하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 트랙 오정열 정정 방법.

청구항 47

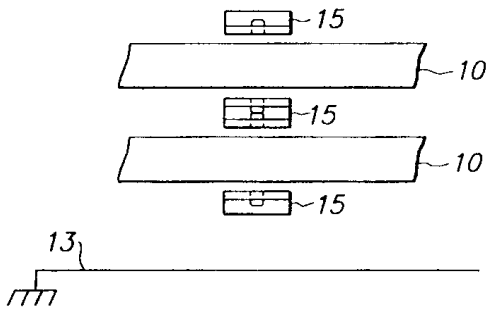
제38항에 있어서, 베이스판 롤링 각은 0 ± 5 도의 범위에 놓여 있는 것을 특징으로 하는 트랙 오정열 정정 방법.

도면

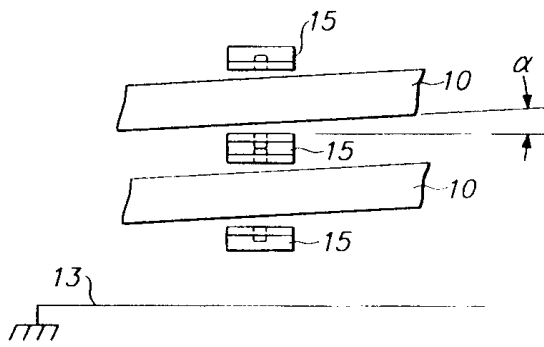
도면1



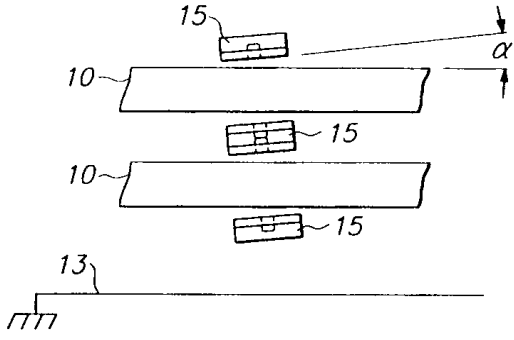
도면2A



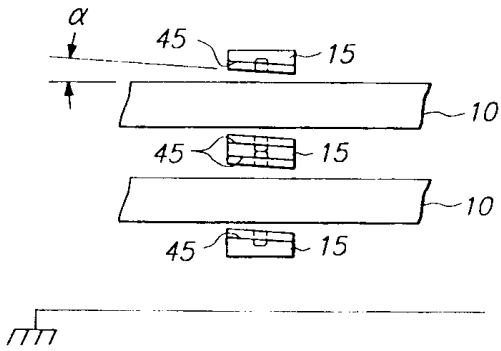
도면2B



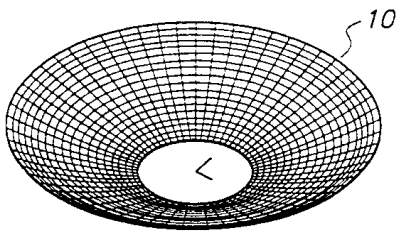
도면2C



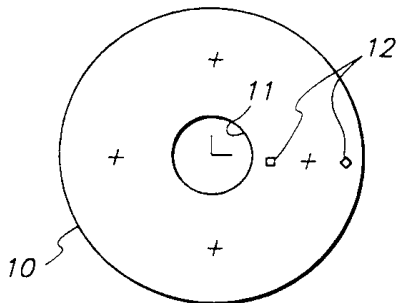
도면2D



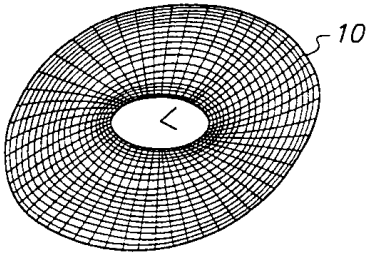
도면3A



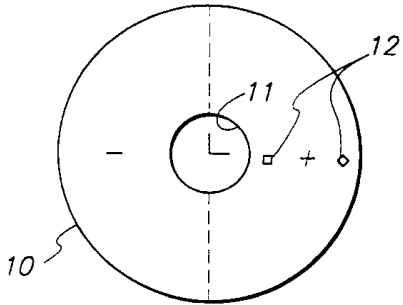
도면3B



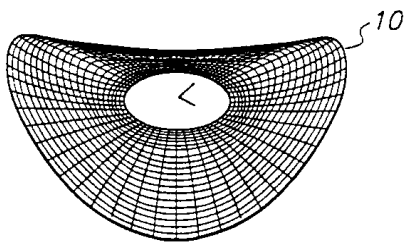
도면4A



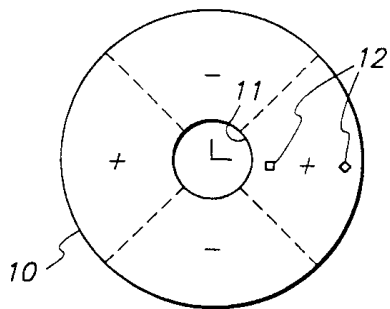
도면4B



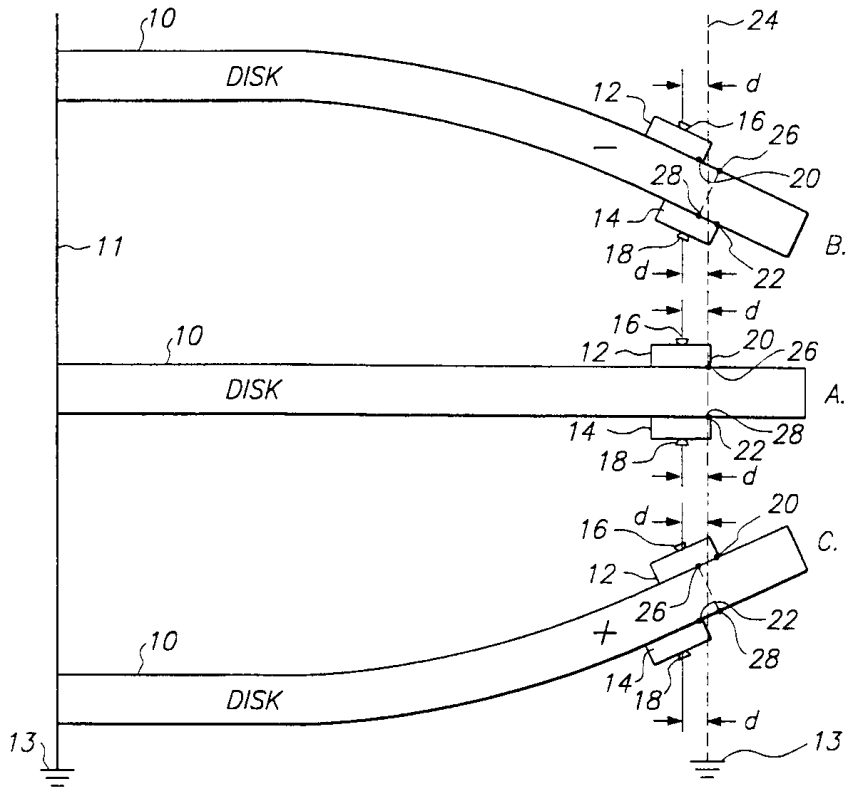
도면5A



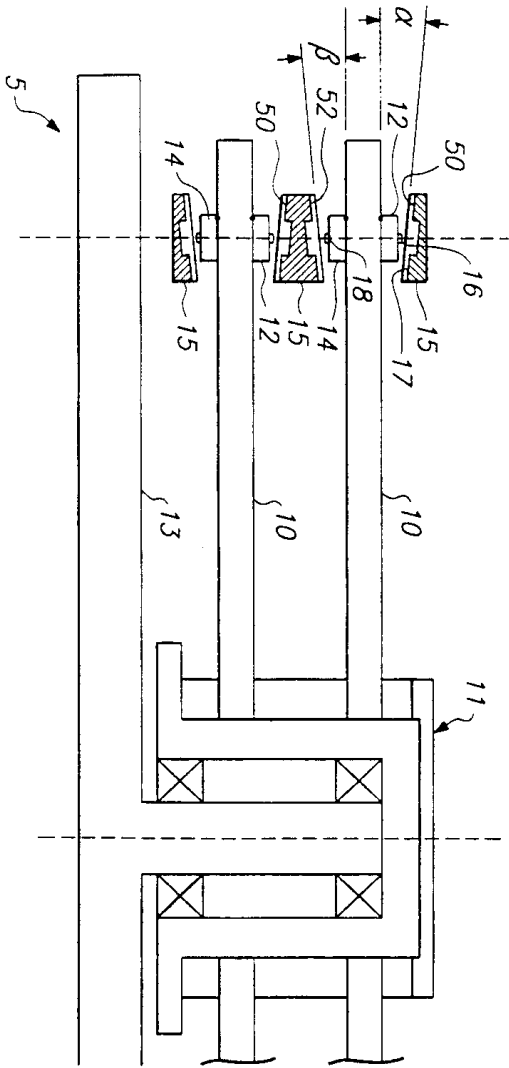
도면5B



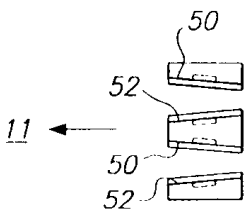
도면6



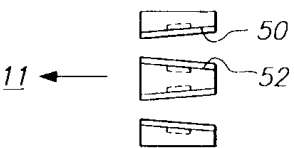
도면7



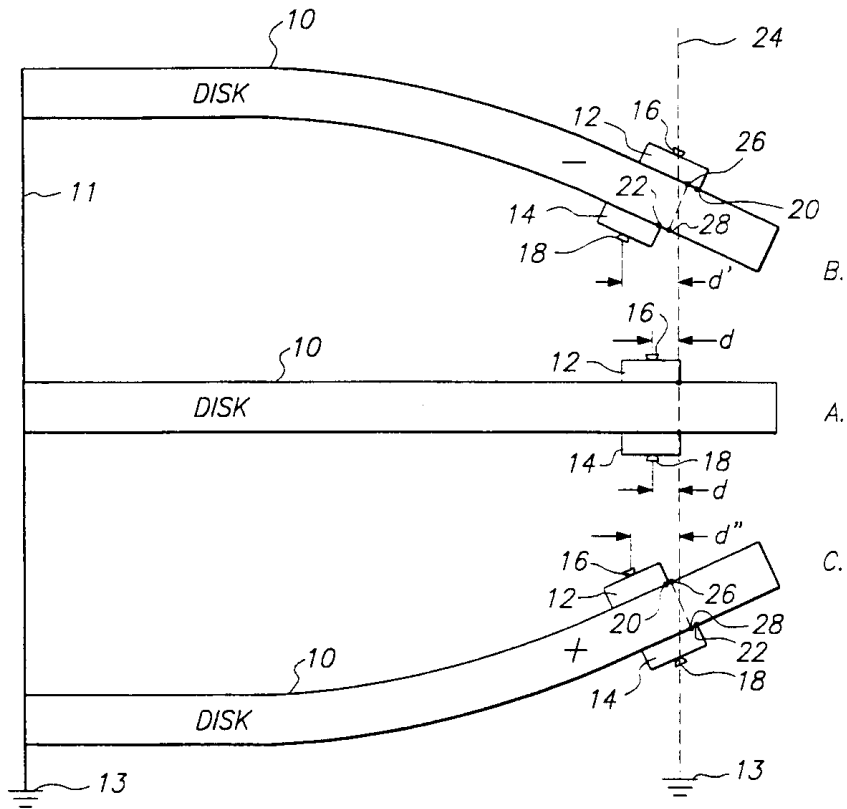
도면8



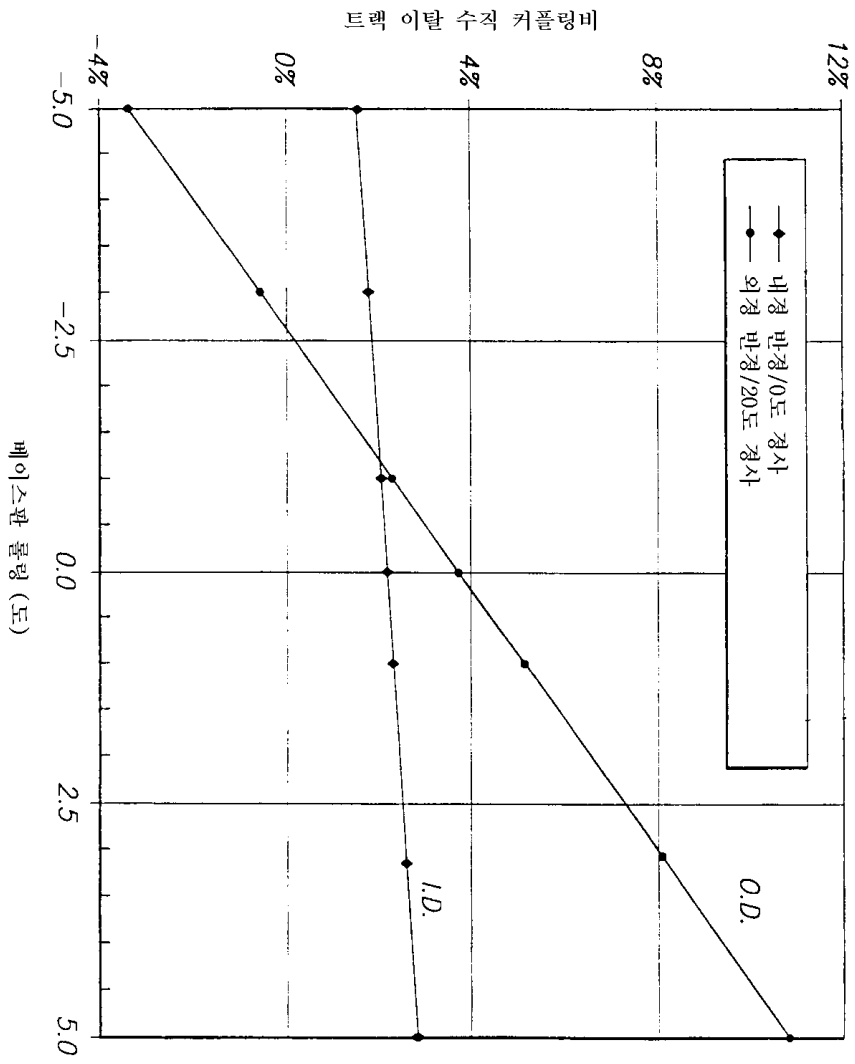
도면9



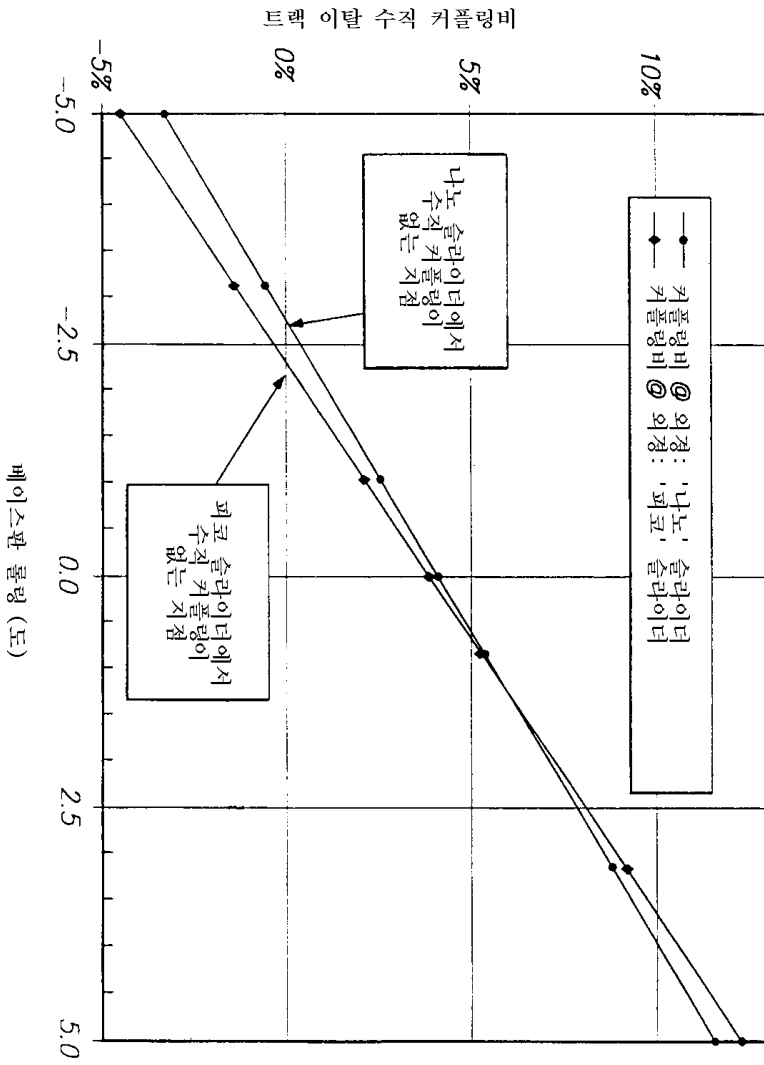
도면10



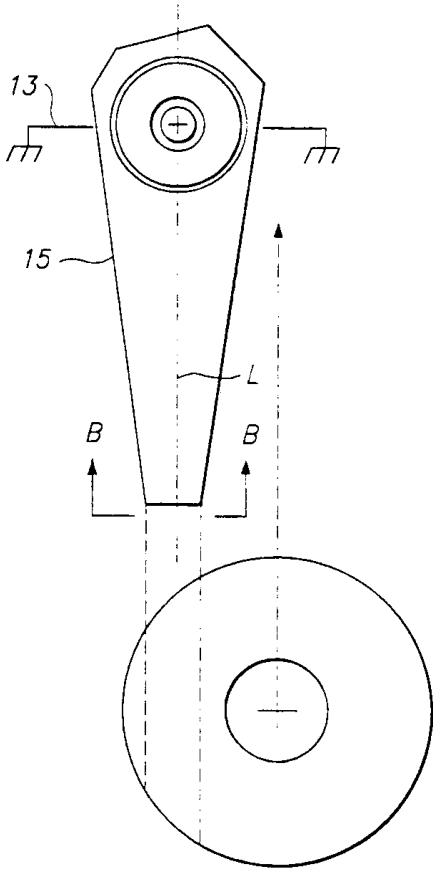
도면11



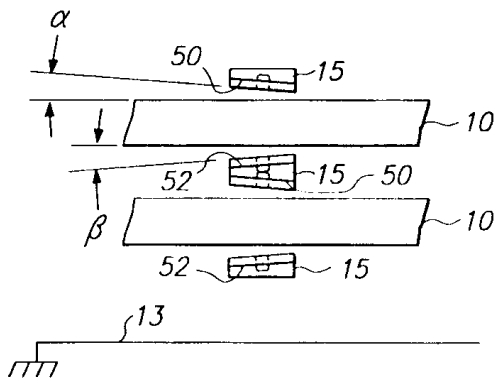
도면 12



도면 13A

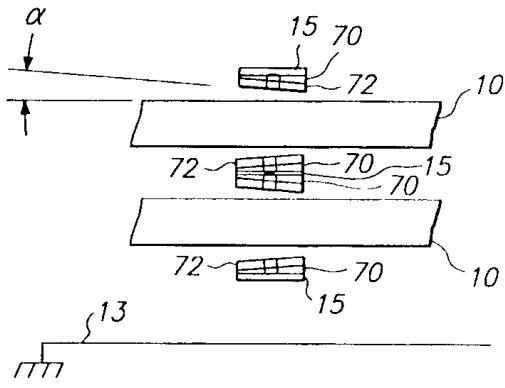


도면 13B



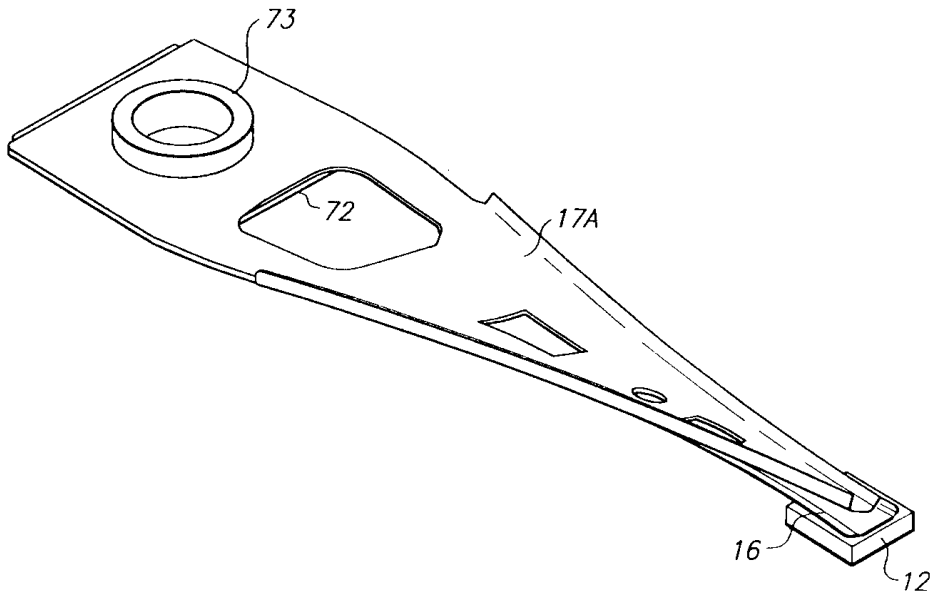
회전 장착면 개념

도면14

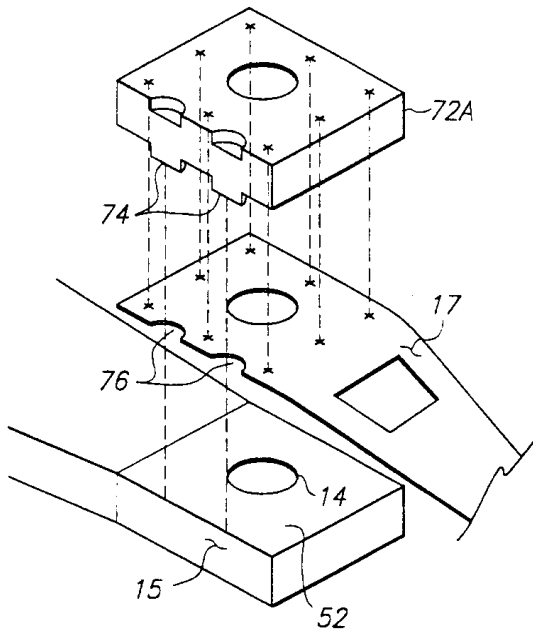


경사 시임 개념

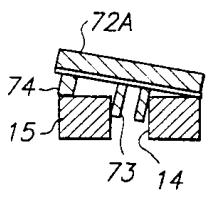
도면15



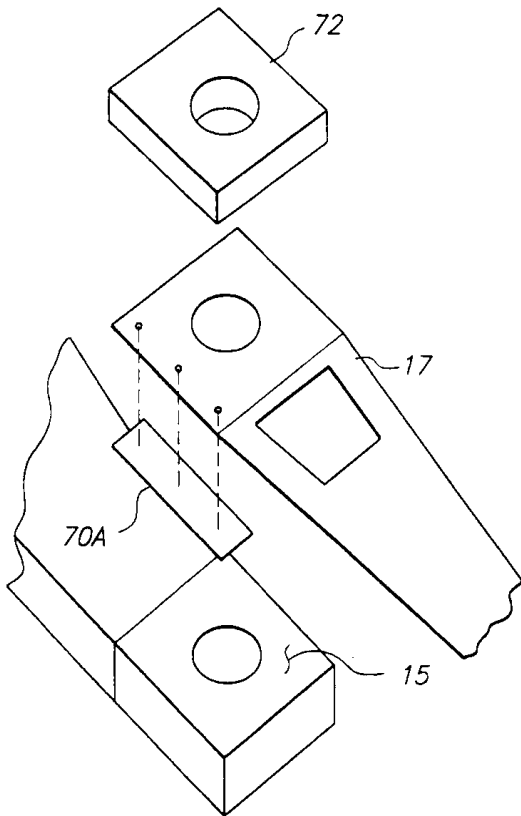
도면 16A



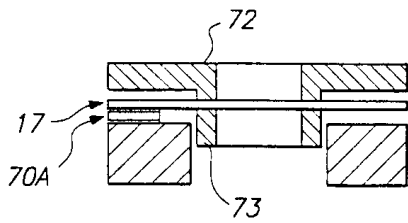
도면 16B



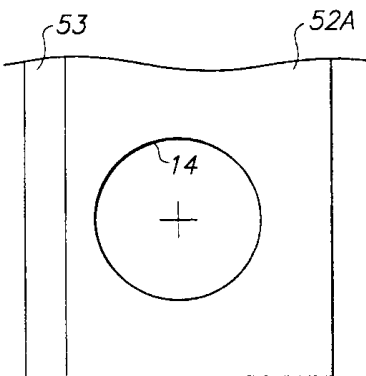
도면17A



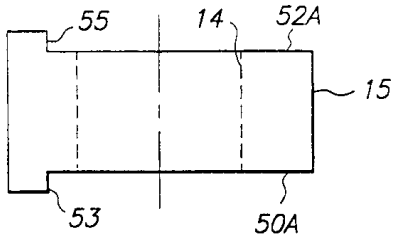
도면17B



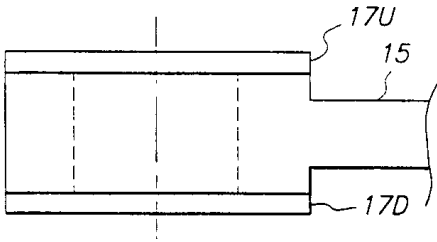
도면18A



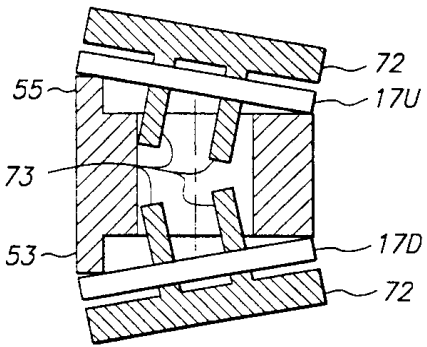
도면 18B



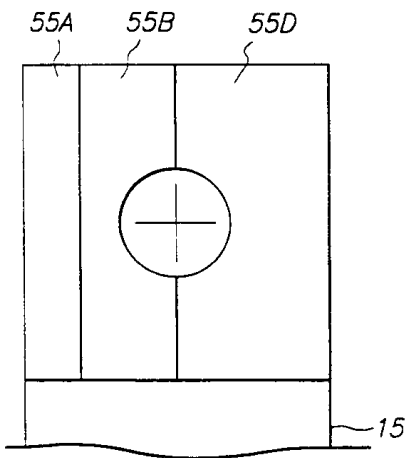
도면 18C



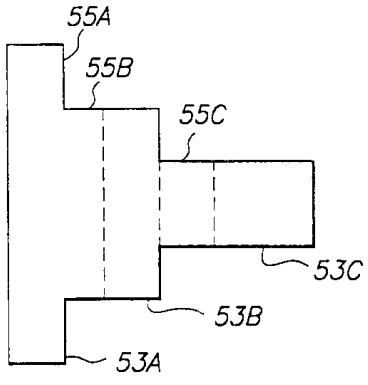
도면 18D



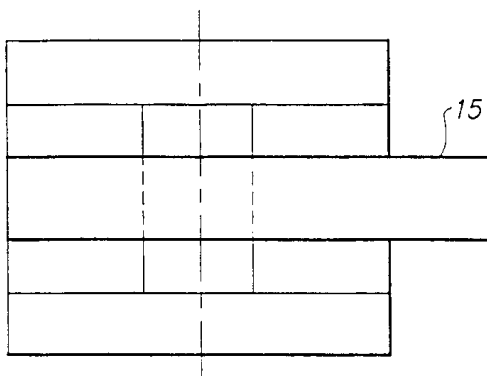
도면 19A



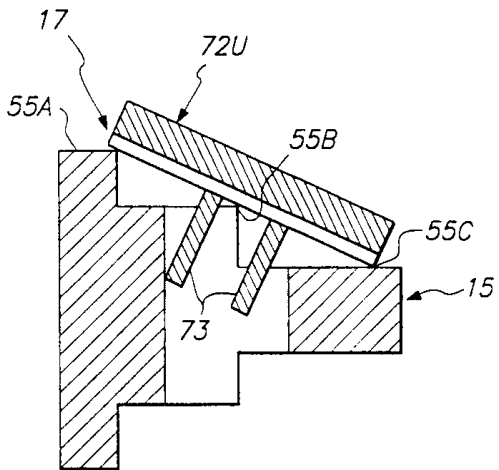
도면 19B



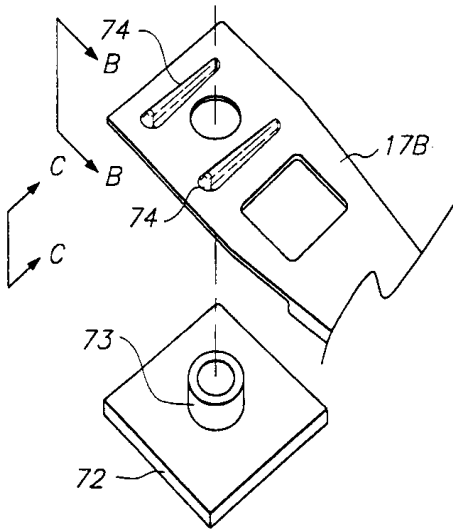
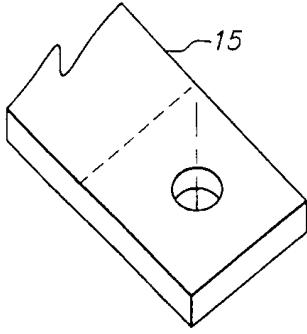
도면 19C



도면 19D



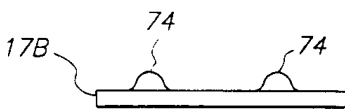
도면20A



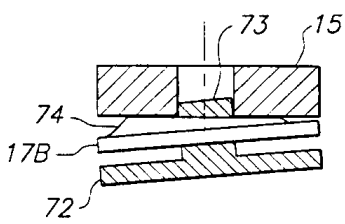
도면20B



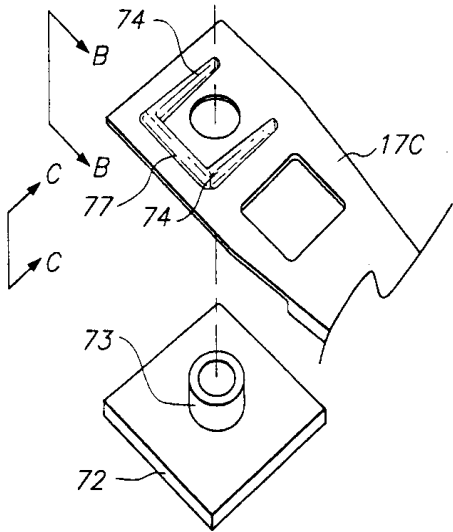
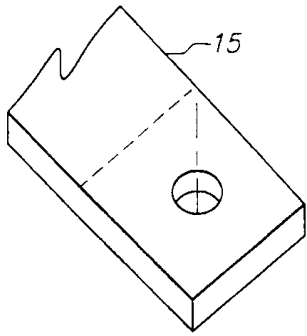
도면20C



도면20D



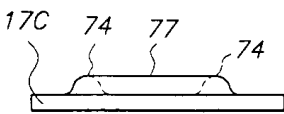
도면21A



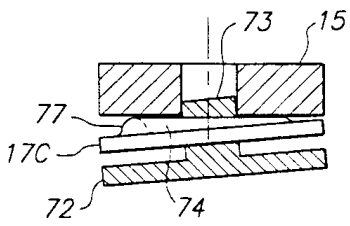
도면21B



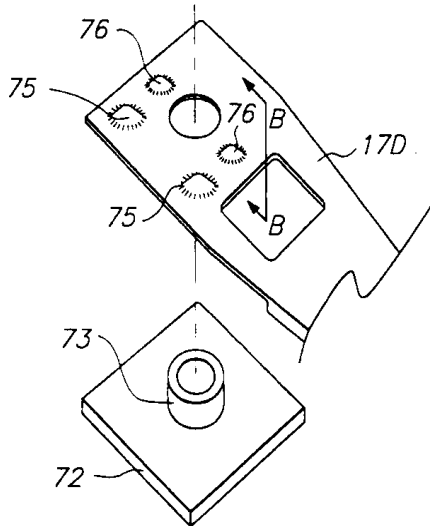
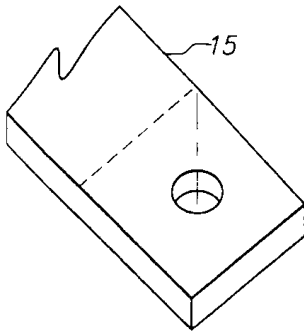
도면21C



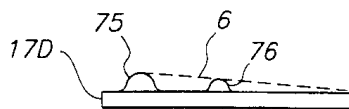
도면21D



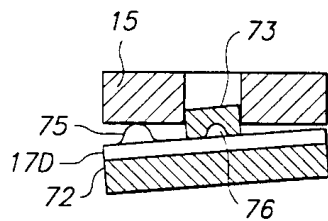
도면22A



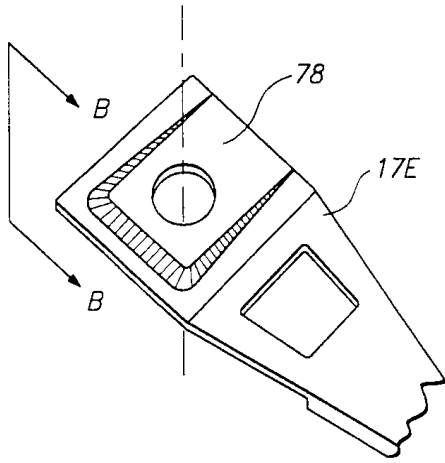
도면22B



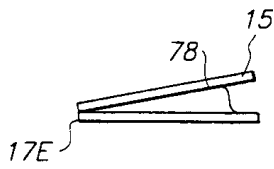
도면22C



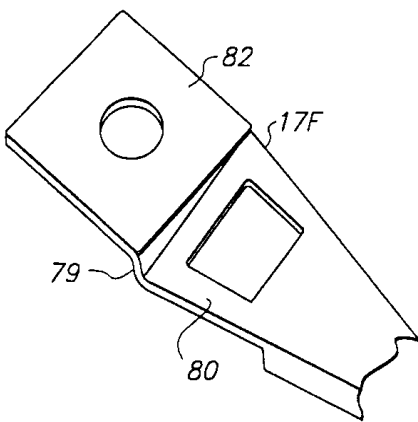
도면23A



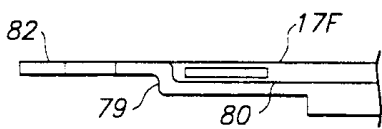
도면23B



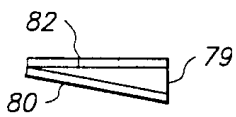
도면24A



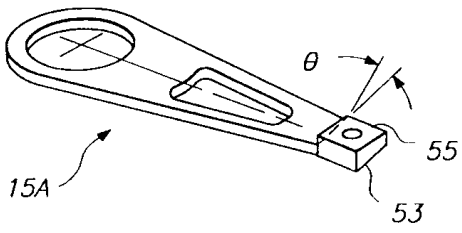
도면24B



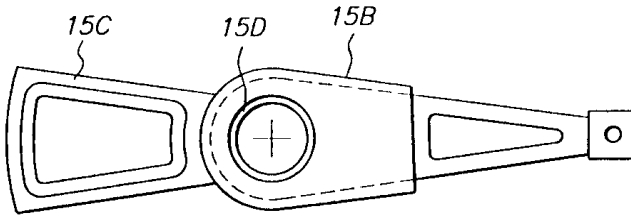
도면24C



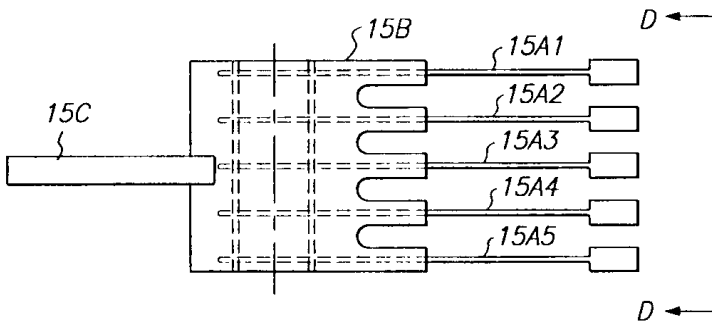
도면25A



도면25B



도면25C



도면25D

