(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl. [7]
G11B 21/21

(11) 공개번호 특2002-0003902
(43) 공개일자 2002년01월16일

(21) 출원번호 10-2000-0034507
(22) 출원일자 2000년06월22일

(71) 출원인 삼성전자 주식회사
윤종용
경기 수원시 팔달구 매탄3동 416

(72) 발명자 강태식
경기도수원시권선구서둔동17-443
박노열
서울특별시중구신당2동432-714
김재원
서울특별시송파구오륜동올림픽선수촌아파트2단지201동258호

(74) 대리인 이영필
조혁근
이해영

심사청구 : 있음

(54) 부압 공기 윤활 베어링 슬라이더

요약

부압 공기윤활 베어링 슬라이더에 관해 개시된다. 개신된 슬라이더는: 정보가 기록되는 디스크의 트랙을 따라 소정 높이 부상한 상태에서 제1방향으로 비행하는 몸체와; 상기 디스크의 표면에 대응하는 상기 몸체의 저면에 마련되는 복수의 레일과; 상기 몸체의 저면에 제 1 방향으로 배치되는 것으로 슬라이더의 선단부로 부터의 공기 유입부분과 상기 몸체 안쪽으로의 유출부분을 가지는 공기유입채널과; 상기 공기유입채널의 공기배출측에 마련되는 것으로 공기유입채널을 중심으로 상기 제 1 방향에 수직인 제 2 방향으로 배치되는 한 조의 부압 공동부를; 구비한다.

따라서, 디스크 전 영역에서의 부상높이를 일정하게 유지되고, 디스크 전 영역에서의 피치각이 적정범위 내에서 유지되고, 디스크 전 영역에서의 롤각의 크기를 최소화하고 일정하게 할 수 있고, 특히 외부에서 작용하는 외란 및 트랙 탐색에 대한 운동 안정성이 부여됨은 물론 헤드-디스크 인터페이스로 유입되는 오염입자의 양을 최소화 하며, 유입된 오염입자가 부압공동부에 축적되는 현상을 효과적으로 방지할 수 있다.

대표도
도 7a

색인어
부압, 공기, 윤활, 슬라이더

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 일반적인 하드 디스크 드라이브(HDD)의 내부 구조도를 나타내는 평면도이다.

도 2a 내지 도 2c는 헤드-디스크 인터페이스를 나타내는 것으로 도 2a는 사시도, 도 2b는 측면도 그리고 도 2c 는 배면도이다.

도 3은 종래의 테이퍼 플랫 슬라이더를 도시하는 사시도이다.

도 4는 종래의 트라이-패트 슬라이더를 도시하는 사시도이다.

도 5는 종래의 부압 공기윤활 슬라이더로 제로-로드 슬라이더를 도시하는 사시도이다.

도 6은 본 발명에 따른 부압 공기 윤활 베어링 슬라이더의 구조적 특징을 보인 개념도이다.

도 7a는 본 발명의 부압 공기윤활 베어링 슬라이더에 따른 제1실시예의 사시도이다.

도 7b는 도 7a에 도시된 본 발명의 부압 공기윤활 베어링 슬라이더에 따른 제1실시예의 평면도이다.

도 8a는 본 발명의 부압 공기윤활 베어링 슬라이더에 따른 제2실시예의 사시도이다.

도 8b는 도 8a에 도시된 본 발명의 부압 공기윤활 베어링 슬라이더에 따른 제2실시예의 평면도이다.

도 9는 본 발명에 따른 부압 공기윤활 베어링 슬라이더에 마련된 전방 단차부의 폭A 변화 및 디스크의 트랙 위치별 부상높이의 변화를 나타낸 그래프이다.

도 10은 본 발명에 따른 부압 공기윤활 베어링 슬라이더에 마련된 전방 단차부의 폭A 변화 및 디스크의 트랙 위치별 피치각의 변화를 나타낸 그래프이다.

도 11은 본 발명에 따른 부압 공기윤활 베어링 슬라이더에 마련된 전방 단차부의 폭A 변화 및 디스크의 트랙 위치별 롤각의 변화를 나타낸 그래프이다.

도 12a는 본 발명의 부압 공기윤활 베어링 슬라이더에 따른 제3실시예의 사시도이다.

도 12b는 도 12a에 도시된 본 발명의 부압 공기윤활 베어링 슬라이더에 따른 제3실시예의 평면도이다.

도 13은 도 12a와 도 12b에 도시된 본 발명에 따른 압 공기윤활 베어링 슬라이더의 제3실시예에 있어서, 돌출부의 길이B의 변화에 따른 부상높이의 변화를 나타낸 그래프이다.

도 14는 도 12a와 도 12b에 도시된 본 발명에 따른 압 공기윤활 베어링 슬라이더의 제3실시예에 있어서, 돌출부의 길이B의 변화에 따른 피치각의 변화를 나타낸 그래프이다.

도 15는 도 12a와 도 12b에 도시된 본 발명에 따른 압 공기윤활 베어링 슬라이더의 제3실시예에 있어서, 돌출부의 길이B의 변화에 따른 롤각의 변화를 나타낸 그래프이다.

도 16은 본 발명의 부압 공기윤활 베어링 슬라이더에 따른 제4실시예의 평면도이다.

도 17은 본 발명의 부압 공기윤활 베어링 슬라이더에 따른 제5실시예의 평면도이다.

도 18은 본 발명의 부압 공기윤활 베어링 슬라이더에 따른 제6실시예의 평면도이다.

도 19a는 본 발명에 따른 부압 공기윤활 베어링 슬라이더의 3차원 압력분포도이다.

도 19b도는 본 발명에 따른 부압 공기윤활 베어링 슬라이더의 2차원 압력분포이다.

도 20은 종류가 다른 종래 세개의 슬라이더와 본 발명에 따른 슬라이더에 대한 정상상태 해석을 통한 시뮬레이션 결과로 피치각의 변화를 보이는 비교 그래프이다.

도 21은 종류가 다른 종래 세개의 슬라이더와 본 발명에 따른 슬라이더에 대한 정상상태 해석을 통한 시뮬레이션 결과로 롤각의 변화를 보인 비교 그래프이다.

도 22는 종류가 다른 종래 세개의 슬라이더와 본 발명에 따른 슬라이더에 대한 정상상태 해석을 통한 시뮬레이션 결과로 롤각의 변화를 보인 비교 그래프이다.

도 23는 종류가 다른 종래 세개의 슬라이더와 본 발명에 따른 슬라이더에 충격을 가한 경우의 슬라이더의 부상높이의 상대적 값의 변동을 나타내 보인 비교 그래프이다.

도 24는 종류가 다른 종래 세개의 슬라이더와 본 발명에 따른 슬라이더에 충격을 가한 경우의 슬라이더의 피치각 변동을 나타내 보인 비교 그래프이다.

도 25는 종류가 다른 종래 세개의 슬라이더와 본 발명에 따른 슬라이더에 충격을 가한 경우의 슬라이더의 롤각 변동을 나타내 보인 비교 그래프이다.

도 26는 종류가 다른 종래 두가지의 슬라이더와 본 발명에 따른 슬라이더에 대한 트랙탐색시의 슬라이더의 부상높이 변동을 나타낸다.

도 27은 종류가 다른 종래 두가지의 슬라이더와 본 발명에 따른 슬라이더에 대한 트랙 탐색시의 슬라이더의 피치각 변동을 나타낸다.

도 28은 종류가 다른 종래 두가지의 슬라이더와 본 발명에 따른 슬라이더에 대한 트랙탐색시의 슬라이더의 롤각 변동을 나타낸다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 자기 기록장치에서 자기 트랜스듀서가 장착되는 부압 공기윤활 베어링 슬라이더에 관한 것으로서, 상세히는 부상 안정성(Flying Stability)이 향상된 슬라이더에 관한 것이다.

자기 기록장치는 1950년 후반에 개발되어 현재까지 널리 이용되고 있으며, 이 장치에서 슬라이더는 공기를 윤활제로 사용하여 디스크 위에서 비행한다. 도 1은 자기 기록 장치의 구체 예로서 하드 디스크 드라이브(HDD)의 내부 구조를 나타낸다.

도 1을 참조하면, 하드 디스크 드라이브(10) 구동 장치는 자기 디스크(11)가 스핀들 모터(12)에 장착되어 회전 운동하며, 자기 디스크(11)에 대향하는 부압 공기윤활 베어링 슬라이더(14)가 서스펜션(15)에 부착되며 엑츄에이터(16)의 회전운동에 의해 디스크(11)의 원하는 트랙(13) 위치로 움직인다. 기록 매체로 이용되는 디스크(11)는 원의 형태이며 각 반경트랙(13)에는 서로 다른 정보를 기억하고 있다. 따라서 원하는 정보를 얻기 위해서 디스크 트랙(13)을 찾아 슬라이더(14)가 움직이게 된다. 이때에, 트랙(13)의 위치에 따라 선속도가 변하고 따라서 슬라이더(14)의 부상높이, 피치각, 롤각 및 스큐각이 변화되게 된다.

도 2a, 도 2b 및 도 2c를 참조하면, 반경이 서로 다른 각 디스크 트랙에서는 디스크(11)의 회전에 의한 선속도(25)가 반경에 비례하여 변하게 됨으로써 각 트랙의 위치에 따라 슬라이더의 부상상태 인 부상높이(21), 피치각 (22), 롤각(23)이 변하게 된다.

부상높이(21)는 정보를 기록/재생하는 자기 트랜스듀서(26)가 장착된 지점에서의 슬라이더(14)와 디스크간의 높이를 나타내며, 피치각(22)은 슬라이더(14)의 길이방향과 디스크 평면이 이루는 각을 나타내며, 롤각(23)은 슬라이더(14)의 폭 방향과 디스크 평면이 이루는 각을 의미한다. 또한 스큐각(24)은 디스크의 트랙의 접선(16)과 슬라이더(14)의 길이방향(15) 사이의 각을 의미한다. 이러한 스큐각(24)은 베어링에 발생하는 압력 발생에 큰 영향을 끼치게 되어 디스크 반경에 따라 부상상태 즉, 부상높이(21), 피치각(22), 그리고 롤각(23)의 변화가 심하게 된다.

종래에는 부상높이가 약 2~3 마이크로인치 이상이 요구되어 부상높이의 변동량이 다소 크더라도 정보의 기록 및 재생에는 큰 영향을 미치지 못했다. 그러나 최근에는 부상높이가 1 마이크로인치 이하로 낮아지면서 부상높이의 변동폭도 매우 작고 안정된 부상을 요구하고 있다. 부상높이의 변동폭이 크게 되면 정보의 기록 및 재생이 어렵게 되고, 또한 슬라이더와 디스크 간의 충돌 발생 빈도가 커지게 되어 전 시스템의 내구성 및 신뢰성이 떨어지게 된다.

수학식 1

$$Hw = a * Hc$$

수학식 1은 헤드 재생 필드 (head writing field, Hw)와 기록 매체의 보자력 (coercivity, Hc)과의 관계를 나타낸다. 기록 매체의 보자력이 고정되었다고 가정할 경우, 비례 상수인 a 값에 의해 헤드재생 필드의 크기가 결정되는데 a 값이 작을 수록 헤드 재생 필드가 작아지게 된다. 이것은 헤드가 작은 재생 필드를 가지고도 충분히 정보를 기록 매체에 기록할 수 있음을 의미한다. 비례 상수 a는 슬라이더와 디스크간의 간극인 부상높이에 관련된 값으로써 이 값을 작아지도록 하려면 부상높이를 낮추면 된다. 부상높이가 낮아지면 기록 밀도와 관련된 비트(bit)의 크기를 줄일 수 있어, 보다 많은 자기정보를 저장할 수 있게 된다.

그러나 부상높이가 낮아지면 기록밀도가 향상되는 반면, 외부 충격과 같은 외란(外亂)에 의해 슬라이더와 디스크 간의 충돌이 발생할 가능성이 커지게 되어 이를 방지하기 위한 여러 가지 슬라이더 형상이 제시되고 있다.

도 3은 미국 특허 US3823416에서 제안된 것으로서 슬라이더로서 전통적인 형태의 슬라이더의 구조를 보이는 것으로 도 2a, 2b, 2c 에 도시된 형태와 동일하다.

도 3을 참조하면, 슬라이더의 저면의 양측에 테이퍼(32a)가 형성된 레일(31a)이 길이방향으로 나란하게 형성되어 있다. 이러한 형태의 슬라이더는 초기 자기기록 장치에서 기본적으로 사용되어져 왔던 형태로 이를 테이퍼 플랫(TF) 슬라이더라 한다. 이와 같은 슬라이더는 도 2a, 2b, 2c에서 설명된 디스크 선속도와 스큐각의 변화에 대하여 부상높이,

피치각, 그리고 롤각이 매우 크게 변하게 되는 단점을 지닌다. 자기 트랜스듀서(26)는 슬라이더의 후측의 일측 레일의 후방에 위치하게 되어 부상높이가 피치각 뿐만아니라 롤각의 변화에도 큰 영향을 받아 디스크 반경에 대하여 일정한 부상높이를 유지하기가 어렵다.

이러한 문제점에도 불구하고 이러한 테이퍼 플랫 슬라이더의 사용이 가능하였던 주된 이유는, 첫째 회전식 엑츄에이터 대신 선형 엑츄에이터가 주로 사용되어 스큐각의 영향을 고려하지 않아도 되었고, 둘째 부상높이가 4 마이크로인치 이상으로 디스크 반경에 대한 부상높이의 변동량이 커도 자기 정보의 기록 및 재생에는 큰 영향을 끼치지 않았기 때문이다.

도 4는 미국 특허 US4894740에서 제안된 구조의 슬라이더를 보인다. 도 4를 참조하면, 슬라이더의 저면 양측에 테이퍼(32b)가 전방에 형성된 레일(31b)이 슬라이더의 중반부까지 형성되고, 슬라이더의 후방부 중앙에 패드(33b)가 형성된 구조를 가진다. 이러한 구조의 슬라이더를 트라이-패드 (Tri-pad) 슬라이더라 한다. 이와 같은 슬라이더는 기존의 테이퍼 플랫 슬라이더보다는 안정된 부상상태를 보여준다.

그러나 기록장치의 고밀도화가 요구되면서 슬라이더와 디스크간의 부상높이가 크게 (2 마이크로인치 이하) 낮아지게 되었고, 외란에 대한 보다 안정된 부상상태를 지니도록 하는 부압이 발생하는 슬라이더가 제시되기에 이르렀다.

도 5에 도시된 슬라이더는 미국 특허 US4894740에서 제안된 부압 공기윤활 베어링 슬라이더(Negative Pressure Air-Lubricated Bearing Slider)로 제로-로드 슬라이더(Zero-load slider)라고도 한다.

도 5를 참조하면, 슬라이더의 저면 양측에 레일(31c)이 나란하게 형성되어 있고, 양 레일(31c)의 중간부분에 브리지(35c)가 형성되어 상기 양 레일(31c)사이의 공간의 양압 공동부(33c)과 부압 공동부(34c)로 구획한다.

이러한 구조의 부압 슬라이더의 특징은 다음과 같다. 슬라이더를 디스크 위쪽으로 부상시키는 양의 압력이 양압 공동부(33c)에서 발생하고 그리고 공기 베어링 면(air bearing surface, ABS) 사이의 부압 공동부(34c)에서는 상기 양의 압력에 대항하는 부압이 발생된다. 이러한 구조에 따르면, 부압 공동부(34c)에서의 부압에 의해 슬라이더는 디스크로의 흡입력이 발생되어 작은 외부하중을 가지면서도 큰 공기베어링 강성을 형성하게 된다. 그러나 이와 같은 형태의 부압 슬라이더는 스큐각의 변화에 따른 롤각의 변화량이 크게 발생함으로써 자기 트랜스듀서(26)가 있는 곳에서의 부상높이가 크게 영향을 받아 기록/재생에 큰 어려움이 존재한다. 이와 함께 트랙탐색 (track seek motion), 램프 로딩과 같이 롤에 대한 변화가 심한 경우에는 롤 방향으로의 운동 안정성이 떨어진다.

안정된 부상특성을 겸비하기 위해서는 다음과 같은 조건들을 만족시켜야 한다.

첫째, 디스크 반경에 대한 부상높이가 일정하게 유지되어야 한다. 즉, 디스크 내측에서 외측에 이르는 전 디스크 영역에서 공기의 기류속도와 스큐각에 변화에도 관계없이 슬라이더의 부상높이는 변하지 않아야 한다. 현재 부상높이가 매우 낮아지면서(1 마이크로인치 이하) 이러한 조건은 보다 강화되고 있다.

둘째, 슬라이더가 이루는 피치각 크기가 디스크 반경에 관계없이 적정범위 내에 모두 포함되어야 한다. 피치각이 지나치게 작으면 슬라이더의 전방부와 디스크와의 충돌형상인 크래쉬 (crash)가 발생하여 치명적인 디스크 파손이 우려되며, 충분한 쐐기효과가 나타나지 않아 작동 중에도 슬라이더가 디스크에 흡착 (dynamic stiction)하는 현상이 발생하게 된다. 그리고 피치각이 지나치게 크면 충분한 베어링 강성을 유지시키지 못하고 슬라이더의 운동 안정성 또한 떨어지게 된다.

셋째, 디스크 반경 전 영역에서의 슬라이더 롤각의 변화는 작아야 한다. 부상높이는 슬라이더의 후방 중심에서 측정되므로, 롤각에 의해 부상높이가 큰 변화를 발생시키지는 않지만, 트랙탐색과 롤 방향으로의 외부 모멘트 등에 대한 롤 방향으로의 운동 안정성을 고려할 때, 롤각은 항상 안정된 작은 값을 지녀야 한다.

넷째, 부압이 충분히 크게 발생할 수 있는 형상을 제시함으로써 공기베어링의 강성을 극대화 시켜준다. 자기 기록 장치의 조립오차, 외부하중 크기의 오차, 그리고 공기 베어링 면의 제조오차에 대한 부상높이의 변동을 최소화하려면 공기베어링의 강성을 극대화해야 한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 제1의 목적은 디스크 전 영역에서의 부상높이를 일정하게 유지시켜 줄수 있는 부압 공기윤활 베어링 슬라이더를 제공하는 것이다.

본 발명의 제2의 목적은 디스크 전 영역에서의 피치각이 적정범위 내에서 유지되도록 할 수 있는 부압 공기윤활 베어링 슬라이더를 제공함에 있다.

본 발명의 제3의 목적은 디스크 전 영역에서의 롤각의 크기를 최소화하고 일정하게 할 수 있는 부압 공기윤활 베어링 슬라이더를 제공하는 것이다.

본 발명의 제4의 목적은 외부에서 작용하는 외란 및 트랙탐색에 대한 운동 안정성이 부여된 부압 공기윤활 베어링 슬라이더를 제공하는 것이다.

본 발명의 제5의 목적은 헤드-디스크 인터페이스 (head-disk interface, HDI)로 유입되는 오염입자의 양을 최소화하며, 유입된 오염입자가 부압공동부에 축적되는 현상을 효과적으로 방지할 수 있는 부압 공기윤활 베어링 슬라이더를 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따르면,

정보가 기록되는 디스크의 트랙을 따라 소정 높이 부상한 상태에서 제1방향으로 비행하는 몸체와;

상기 디스크의 표면에 대응하는 상기 몸체의 저면에 마련되는 복수의 레일과;

상기 몸체의 저면에 제 1 방향으로 배치되는 것으로 슬라이더의 선단부로 부터의 공기 유입부분과 상기 몸체 안쪽으로의 유출부분을 가지는 공기유입채널과;

상기 공기유입채널의 공기배출측에 마련되는 것으로 공기유입채널을 중심으로 상기 제 1 방향에 수직인 제 2 방향으로 배치되는 한 조의 부압 공동부를; 구비하는 부압 공기윤활 베어링 슬라이더가 제공된다.

상기 본 발명의 부압 공기윤활 베어링 슬라이더에 있어서, 상기 슬라이더의 제1방향의 전방에 상기 양 부압 공동부를 각각 감싸며 그 중앙에 상기 양 부압 공동부들의 사이로 연장되는 돌출부가 마련되어 있는 W 형 제 1 레일 베이스가 마련되고, 상기 제 1 레일 베이스 상에 상기 양 부압 공동부에 대응하는 제1레일이 각각 마련되어 있는 것이 바람직하다. 또한, 상기 돌출부의 상면은 상기 제 1 레일에 비해 낮게 위치하며, 상기 돌출부의 상면에 상기 공기유입채널이 마련되는 것이 바람직하다.

또한, 부압 공기윤활 베어링 슬라이더에 있어서, 상기 제 1 레일은 상기 제1레일 베이스의 상면 일부에 형성되며, 상기 제 1 레일의 전방에 제1레일 베이스의 상면에 의한 전방 단차부가 마련되며, 특히, 상기 제 1 레일은 상기 제1레일 베이스의 상면 일부에 형성되며, 상기 부압 공동부쪽을 향하는 제 1 레일의 후방에 제1레일 베이스의 상면에 의한 후방 단차부가 마련되어 있는 것이 바람직하다.

나아가서는 상기 제 1 레일 베이스 후방 양측에 제 2 레일 베이스가 상호 일정 간격을 두고 마련되고, 상기 각 제 2 레일베이스 상에 제 2 레일이 마련되어 있는 것이 바람직하며, 상기 양 제 2 레일 들의 사이에 제 3 레일이 마련되어 있고, 상기 제 2 레일은 상기 몸체의 후단으로 부터 소정거리 이격되어 있는 것이 바람직하며, 제 1 레일 베이스의 전방 양측 가장자리에 경사부가 형성되어 있는 것이 또한 바람직하다.

상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 다른 유형에 따르면,

몸체와;

상기 몸체의 제 1 방향의 전방부분에 마련되는 것으로, 제 1 방향의 양측에 배치되는 한조의 제 1 부분과, 상기 제 1 부분의 선단부에 그 양단이 연결되는 제 2 방향의 제 2 부분과, 상기 제 2 부분의 중간부분에 마련되는 제 1 방향의 공기유입채널이 구비되고, 상기 양 제 1 부분과 제 2 부분들 사이의 내측 공간에 상기 공기유입채널을 중심으로 제 2 방향의 양측에 소정간격을 두고 위치하는 한조의 부압공동부가 마련되어 있는 제 1 레일과;

상기 슬라이더 몸체의 제 1 방향의 후방 양측에 상기 제 1 레일과 소정간격을 두고 각각 마련되는 한조의 제 2 레일을 ; 구비하는 부압 공기윤활 베어링 슬라이더가 제공된다.

상기 다른 유형의 부압 공기윤활 베어링 슬라이더에 있어서, 상기 양 제 2 레일의 사이에는 제1방향의 후방 중앙부분에 위치하는 제 3 레일이 개재되어 있는 것이 바람직하며, 상기 양 제 1 레일은 소정 높이의 그 중앙부분에 돌출부가 형성되고 상기 양 부압 공동부를 감싸는 형태의 W 형 제 1 레일 베이 상의 양측에 형성되고, 상기 공기유입채널은 상기 제 1 레일 베이스의 돌출부의 상면에 의해 제공되고, 상기 제 1 레일은 상기 제 1 레일 베이스 상면 일부에 형성되어, 그 전방 및 후방 중의 어느 일측에 제 1 레일이 형성되지 않은 제 1 레일 베이스의 상면에 의한 단차부가 형성되어 있고, 그리고, 상기 돌출부의 길이는 상기 몸체의 길이의 70 % 이하의 값을 가지는 것이 바람직하다.

이하 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명의 부압 공기 베어링 슬라이더의 바람직한 실시예들을 상세히 설명한다.

도 6은 본 발명에 따른 부압 공기 윤활 베어링 슬라이더의 구조적 특징을 보인 개념도이다.

도 6을 참조하면, 정보가 기록되는 디스크의 트랙을 따라 소정 높이 부상한 상태에서 제1방향으로 비행하는 몸체(300)를 구비한다. 여기에서 비행한다는 의미는 몸체(300)가 디스크의 회전에 의한 양압력에 의해 부상하여 디스크의 트랙에 대해 소정 간격을 유지한 상태에서 상대적인 속도를 가진다는 것이다. 실제 몸체(300)는 서스펜션에 지지된 상태로서, 이에 대응하는 트랙, 엄밀히는 디스크가 회전한다. 상기 몸체(300)의 선단부 중앙부분에는 제1방향을 향하는 업스트림(upstream)방향의 공기유입채널(350)이 마련된다. 이 공기유입채널(350)의 공기유입부는 몸체(300)의 전방을 향하며, 다운스트림(downstream)측의 공기유출부는 몸체(300)의 안쪽으로 향한다. 이러한 공기유입채널(350)은 공기통과경로로서 후술하는 레일들에 의해 제공되는 것이다. 상기 몸체(300)의 저면에는 한 조의 부압 공동부(340)가 마련된다. 이 부압 공동부(340)는 제1방향에 수직인 제2방향으로 일정 간격을 두고 배치된다. 여기에서 제2방향은 트랙 탐색이 이루어 지는 방향이다. 이러한 양 부압 공동부(340)는 상기 제1방향으로 배치된 공기유입채널(350)의 공기유출부에 인접하게 배치된다. 이러한 한 조의 부압 공동부(340)에 의하면 트랙탐색방향으로의 각도 롤각을 안정되게 유지시켜 주고, 특히 외란에 대한 공기 베어링의 강성을 높여준다.

상기와 같은 개념에 입각한 본 발명의 부압 공기 윤활 베어링 슬라이더의 구체적인 실시예들을 상세히 설명한다.

도 7a 는 본 발명의 부압 공기 윤활 베어링 슬라이더에 따른 제1실시예의 사시도이며, 도 7b는 그 저면도이다.

도 7a와 도 7b를 참조하면, 부압 공기윤활 베어링 슬라이더의 몸체(300)의 저면에 양의 압력이 발생되는 5개의 레일(310, 310, 370, 370, 330)와 음의 압력이 발생되는 한조의 부압공동부(340)가 마련된다.

상기 슬라이더의 몸체(300)는 디스크와 마주 보는 윤활면을 가지고 있으며, 상기 윤활면에는 레일과 리세스(recess)로 형성되어 있다. 슬라이더의 윤활면은 제1, 제2, 제3 레일(310, 310, 370, 370, 330)에 의해 형성된다.

상기 제 1 레일(310)은 한 조가 마련되며, 이 두 레일(310)은 부압공동부을 형성할 수 있도록 몸체 측면부에서는 슬라이더 길이방향으로 길게 형성되며, 전체적으로 완곡한 만(滿)을 형성하는 제1레일 베이스(380)에 상에 형성된다.

이를 구체적으로 살펴보면, 몸체(300)의 전단부에 한조의 제1레일(310,310)이 배치되고 이들의 사이에 전술한 공기 유입채널(350)이 마련된다. 제1레일(310)과 공기 유입채널(350)의 몸체상에 소정 높이로 형성된 제 1 레일 베이스(380) 상에 형성된다. 제 1 레일 베이스(380)는 'M' 형 또는 'W' 형으로서 제 1 레일(310)의 일부분으로 볼 수 있으며, 충분하고 적절히 조절된 용적의 부압 공동부(340)를 제공하게 된다. 제 1 레일 베이스(380)에서 양 부압 공동부(340)의 사이로 소정 길이 연장된 돌출부(360)는 양 부압 공동부(340)를 공간적으로 약간 격리하여 양 부압 공동부(340)에서의 각 압력이 적절히 유지되도록 한다.

양의 압력이 발생되는 5개의 레일부에서 선단부에 위치한 제 1 레일(310)은 피치각을 일정하게 유지시켜 디스크와의 충돌을 방지한다. 그리고 제 1 레일(310)의 각 후방에는 제 2 레일(370, 370)가 위치한다. 이는 슬라이더의 롤(roll) 강성을 높여줌으로써 롤의 안정성을 높여준다. 그리고 제2 레일(370, 370)의 사이에 마련된 제 3 레일(330)의 측면에는 정보를 기록/재생하는 자기 트랜스듀서(26)가 장치된다. 상기 제 1 레일(310, 310)과 마찬가지로 상기 제2레일(370) 및 제3레일(330)도 소정 높이의 제 2, 제 3 레일 베이스(381, 382)의 정상면에 소정의 면적으로 형성된다.

상기 제1, 제2, 제3 레일(310, 330, 370)은 각각의 레일 베이스(380, 381, 382)의 정상면에 이보다 좁은 면적으로 형성되고 따라서 이들의 주위에 좁은 면적을 단차부(320,322,325)가 형성된다. 이러한 단차부(320, 322, 325)는 각 레일(310, 330, 370)을 충분히 감쌀 수 있는 정도로 형성되어 쐐기현상에 의한 압력형성 기구를 제공해 주며, 이러한 단차를 이용하면 기존의 테이퍼 가공보다 수월하게 가공을 할 수 있고 테이퍼 가공시 발생하는 가공오차를 최소화할 수 있는 장점을 지니게 된다.

제1 레일 베이스(380)에 위치한 단차부(320)에서 슬라이더의 후단부 방향으로 길게 연장된 돌출부(360)에 의해 부압공동부(340)가 실질적으로 두 개로 나뉘게 된다. 이와 같은 두 개의 부압공동부(340, 340)를 형성함으로써 스큐각의 변화에도 상관없이 큰 부압발생에 의해 안정된 흡입력을 발생시켜 슬라이더 몸체의 부상 안정성을 높여준다.

상기 제 2 레일(370)은 이를 둘러싸는 단차(321)의 쐐기효과에 의해 충분히 양의 압력을 발생시킬 수 있으며 롤 방향의 안정성을 향상시켜 준다. 그리고 후단부의 레일(330)은 마찬가지로 단차(322)에 의해 둘러싸여 충분한 압력을 발생시키고 지나치게 부상높이가 낮아지게 되면 큰 압력을 발생시켜 슬라이더의 부상을 위해 큰 반반력을 발생시킨다.

본 발명에 따르면, 제 1 레일(310, 310), 그리고 그 후방의 제 2 레일(370)에 의해 안정된 네 개의 압력이 형성되며 이로 인해 슬라이더는 보다 안정된 부상상태를 지니게 된다. 그리고 제 1 레일(310)에 의해 형성되는 부압공동부(340)에서는 큰 부압이 발생되어 큰 공기 베어링의 강성을 유지시킨다.

위와 같은 구조에 있어서, 제1방향의 몸체를 중심으로 좌우 대칭적인 구조로 상기 레일 및 레일 베이스 들이 형성되며, 경우에 따라서는 비대칭적으로 형성될 수 도 있다.

도 7a 및 도 7b에 도시된 바와 같이, 제 2 레일 베이스(381)가 몸체(300)의 후단부로 부터 일정거리를 유지되고, 그리고 상기 몸체(300)의 모서리 부분에는 제 1 레일 베이스(381)가 확장되지 않고 이에 대응하는 제 1 레일 베이스(381)의 경사진 부분(380a)는 제 1 방향에 경사지게 되어 있다. 이에 의하면, 상기 몸체(300)에 롤 운동이 발생하더라

도 제 1 레일 베이스(380)와 디스크와의 충돌이 방지되고, 부압 공동부(340)를 포함하는 몸체와 디스크 사이의 영역으로 오염입자가 유입되는 양을 줄일 수 있도록 하였다.

상기에서 설명한 바와 같이 양의 압력의 대부분은 슬라이더의 네 모서리(310,370)와 슬라이더 후미 (330)에서 발생하며, 부압은 부압공동부(340)가 있는 슬라이더의 중심에서 발생한다. 이와 같은 압력발생 형태는 디스크 반경의 트랙 위치에 관계없이 슬라이더의 부상높이(21), 피치각(22), 그리고 롤각(23)의 변동량을 최소화할 수 있다. 매우 낮은 부상높이를 유지하면서 동시에 안정된 부상상태를 얻음으로써 헤드-디스크 인터페이스의 신뢰성을 얻을 수 있으며, 이 기술은 차후 이와 비슷한 원리를 이용하는 NFRD (near field optical recording drive) 등에도 이용이 가능하다.

도 8a와 8b는 본 발명의 부압 공기 윤활 베어링 슬라이더의 제 2 실시예를 나타 보이는 사시도 및 평면도이다.

여기에서 부압 공동부(340)에 인접한 단차부(323)를 제외한 나머지 부분에 대해서는 상기 도 6a와 6b에서 설명된 동일한 요소에 대해서 동일 참조번호를 사용되며, 이미 설명된 부분에 대해서 더 이상 설명되지 않는다.

도 8a, 8b 에 도시된 제 2 실시예는, 도 7a 및 도 7b에 도시된 제1실시예에서 제 1 레일 베이스(380)에 마련되는 돌출부(360)의 형상이 약간 변화되고, 제 1 레일 베이스(380)의 안쪽에 그리고 부압 공동부(340)에 접하는 내측 단차부(323)가 추가되었다.

상기 제 2 실시에에 있어서, 제 1 레일 베이스(380)의 내측 단차부(323)는 부압공동부(340)이 인접하게 제1레일(310)의 후방에 형성되어 부압공동부(340)로의 급격한 압력 변동으로 인해 발생하는 미세한 오염입자의 적층현상을 최소화시켜주는 역할을 한다.

도 9 내지 11 은 상기 실시예 2 에서의 내측 단차부(323)의 폭(A)에 대한 슬라이더의 부상특성을 보인 선도이다.

도 9 내지 도 11에 도시된 바와 같이, 폭A가 클수록 부압공동부(340)에 발생하는 부압량이 작아지게 되어 부상높이(flying height), 피치각(pitch angle) 그리고 롤각(roll angle)이 동시에 증가하게 된다. 따라서 폭A의 크기는 지나치게 크지 않아야 하며, 적당한 폭A의 길이는 제 1 레일(310)간의 거리(310T)의 25 % 이내로 한정된다. 도 9 내지 도 11 에서 ID(inner diameter), MD(middle diameter), 그리고 OD(outer diameter)는 각각 자기정보가 저장된 디스크 최 내측직경, 중간측 직경, 그리고 최외측 직경을 나타낸다.

도 12a와 12b는 본 발명의 제 3 실시예를 나타내 보이는 사시도 및 평면도이다.

본 실시예는 돌출부(360')를 제외하고 전술한 제1실시예와 사실상 동일한 구조를 가진다. 도시된 바와 같이, 제 1 레일 베이스(320)의 바깥측에 마련된 단차(320)로 부터 연장된 돌출부(360')가 전술한 제 1, 제 2 실시예에서의 돌출부(360)에 비해 길게 연장된 것이다. 이 돌출부(360')는 양 부압공동부(340, 340)를 분리시켜주는 역할을 하며 상기 그 길이에 대한 압력의 크기는 그다지 크게 변하지 않는 것으로 나타났다.

도 13 내지 도 15에서 상기 돌출부(360')의 길이(B)에 대한 슬라이더의 부상특성을 나타내 보인 선도이다. 도 13 내지 도 15에 도시된 바와 같이, 부상높이와 피치각은 큰 변화를 보이지 않으나 상기 돌출부(360')의 길이(B)가 클 수록 디스크 반경에 따른 롤각의 크기의 차가 커짐을 알 수 있다. 그리고 상기 중심부(360)가 후단부 중심에 위치한 레일의 단차(332)와 연결된 상태의 경우에는 OD에서의 부상높이가 급격히 증가하게 되며 또한 OD에서 록각이 급격하게 작아지게 된다. 모든 부상특성을 고려하여 보았을 때, 상기 중심부(360)의 길이B는 슬라이더 길이의 70 % 이내가 적당한다. 도 13 내지 도 15 에서 ID(inner diameter), MD(middle diameter), 그리고 OD(outer diameter)는 각각 자기정보가 저장된 디스크 최 내측직경, 중간측 직경, 그리고 최외측 직경을 나타낸다.

도 16과 17은 본 발명의 제 4, 5 실시예를 보이는 평면도로서, 비 대칭 슬라이더 슬라이더들의 구조를 보인다.

도 16 및 도 17에 도시된 바와 같이, 제 1 방향의 X - X 선을 중심으로 각 레일베이스 및 이의 정상면에 형성되는 비대칭적으로 형성될 수 있다. 이는 X - X 선을 중심으로 그 양쪽에서는 양압 및 부압의 크기의 비대칭적 조절을 위한 것으로서, 다양한 형태로 변형이 가능하다. 이러한 비대칭적인 구조는 몸체(300) 상에 형성된 모든 요소에 적용될 수 있고, 특히 전술한 제1실시예 내지 제3 실시예에 적용이 가능하다.

도 18은 도 16 및 도 17에 도시된 바와 같이 비대칭적인 구조를 가지는 슬라이더에 있어서, 몸체에 형성된 레일 베이스 및 레일의 모서리 부분이 완곡한 곡선형태로 마무리된 상태를 보인다. 이와 같이 레일 베이스 및 레일의 모서리 부분을 완곡하게 형성되는 구조는 전술한 모든 실시예에 적용될 수 있다.

전술한 실시예에 있어서, 레일베이스와 레일의 높이차이, 즉 단차부의 깊이는 0.1 내지 1.0㎛이며, 바람직하게는 0.1 내지 0.4㎛ 이다. 부압 공동부의 바닥면으로부터 레일 베이스 상에 형성된 레일들의 정상면까지의 높이는 즉, 리세스(recess) 의 전체 깊이는 1.0 내지 10.0㎛이며, 바람직하기로는 1.0 내지 4.0㎛이다. 본 발명의 실시예에서는 슬라이더의 제1방향의 길이는 500 내지 4000㎛이고 폭은 그 길이의 50 내지 100 퍼센트에 이른다.

도 19a과 19b는 전술한 본 발명에 따른 도 8에 도시된 실시예 1에 따른 부압 공기 윤활 슬라이더에서 발생하는 압력분포를 3차원과 2차원으로 각각 나타낸 그래프이다.

제1레일베이스의 바깥측 단차(320)에서 시작하여 제 1 레일(310)에 이어지는 양의 압력은 몸체의 길이방향으로 증가하다가, 부압공동부에서 급격히 압력이 감소하여 부압이 형성된다. 그리고 제 1 레일(310)은 측면에서 레일이 끝나는 지점까지 양의 압력이 지속된다. 슬라이더의 부압공동부를 포함하여 중앙부에서는 전체적으로 부압이 형성되고 있으며, 제 2 레일(370), 그리고 제 3 레일(330)에서 큰 양의 압력이 형성된다.

도 20 내지 도 28은 본 발명에 따른 부압 공기 윤활 베어링 슬라이더(Invention)와 도 3를 통해 설명된 종래 테이퍼 플랫 슬라이더(TP), 도 4를 통해 설명된 종래 트라이-패드 슬라이더(Tripad), 그리고 도 5를 통해 설명된 종래 제로-로드 슬라이더(Zeroload)에 대하여 디스크 반경의 변화, 즉 트랙탐샛이 시도에 따른 정상상태 해석을 통한 시뮬레이션 결과로 부상높이 변화를 보이는 비교 그래프이다.

도 20은 상기 TP, Tripad, Zeroload, Invention 등 네 가지 슬라이더에 대한 정상상태 해석을 통한 시뮬레이션 결과로 피치각의 변화를 보이는 비교 그래프이다. 도 20에 도시된 바와 같이, 제로로드 슬라이더(Zeroload)의 부상높이의 변화가 가장 심하고, 테이퍼 플렛 슬라이더(TP), 트라이 패드 슬라이더(Tripad)의 순으로 그 변화량이 감소한다. 그리고 본 발명에 따른 슬라이더(Invention)이 가장 좁은 범위에서의 부상 높이 변화가 나타난다.

도 21은 상기 TP, Tripad, Zeroload, Invention 등 네가지 슬라이더에 대한 정상상태 해석을 통한 시뮬레이션 결과로 롤각의 변화를 보인 비교 그래프이다. 도 21에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 슬라이더(Invention)을 제외한 제로로드 슬라이더(Zeroload), 테이퍼 플렛 슬라이더(TP), 트라이 패드 슬라이더(Tripad)의 피치 앵글 변화가 크게 나타난다. 이를 통해 알수 있듯이 본 발명에 따른 슬라이더(Invention)의 슬라이더가 가장 안정적인 피치앵크의 변화를 보임과 아울러 특히 거의 일정한 값을 유지한다.

도 22는 상기 TP, Tripad, Zeroload, Invention 등 등 네가지 슬라이더에 대한 정상상태 해석을 통한 시뮬레이션 결과로 롤각의 변화를 보인 비교 그래프이다. 도 22에 도시된 바와 같이, 종래의 모든 슬라이더는 상당히 큰 범위에서의 롤각의 변화가 나타나는 반면에 본발명에 따른 슬라이더(Invention)은 변화가 매우 미미한 안정인 롤각을 유지하는 것을 알수 있다.

도 23는 상기 TP, Tripad, Zeroload, Invention 등 네 가지 슬라이더에 충격을 가한 경우의 슬라이더의 부상높이의 상대적 값의 변동을 나타내 보인 비교 그래프이다. 도 23에 도시된 바와 같이, 충격이 가해졌을 때에, 모든 슬라이더에서 부상높이의 상대적인 값의 극심한 변화가 나타나는데, 본 발명에 따른 슬라이더(Invention)는 다른 종래 슬라이더들에 비해 매우 빠른 상태로 안정화됨을 알수 있다.

도 24은 상기 TP, Tripad, Zeroload, Invention 등 네 가지 슬라이더에 충격을 가한 경우의 슬라이더의 피치각 변동을 나타내 보인 비교 그래프이다. 도 24에 도시된 바와 같이, 충격이 가해졌을 때에, 모든 슬라이더에서 피치각의 상대적인 값의 극심한 변화가 나타나는데, 본 발명에 따른 슬라이더(Invention)는 다른 종래 슬라이더들에 비해 매우 빠른 상태로 안정화됨을 알수 있다.

도 25는 상기 TP, Tripad, Zeroload, Invention 등 네 가지 슬라이더에 충격을 가한 경우의 슬라이더의 롤각 변동을 나타내 보인 비교 그래프이다. 도 25에 도시된 바와 같이, 충격이 가해졌을 때에, 모든 슬라이더에서 롤의 상대적인 값의 극심한 변화가 나타나는데, 본 발명에 따른 슬라이더(Invention)는 다른 종래 슬라이더들에 비해 매우 빠른 상태로 안정된다.

도 20 내지 도 25을 통해 트랙 탐색시의 슬라이더의 거동을 살펴본 바, 종래의 제로-로드 슬라이더는 매우 불안정한 부상특성을 보이는 반면, 본발명에 따른 슬라이더(Invention)은 매우 안정적임을 알수 있다.

그리고, 테이퍼 플랫 슬라이더(TP), 트라이-패드 슬라이더(Tripad)와 본 발명의 슬라이더(Invention)에 대한 부상특성을 비교하면 다음과 같다.

도 26은 상기의 TP, Trapad, 및 Invention 등 세 가지 슬라이더에 대한 트랙탐색시의 슬라이더의 부상높이 변동을 나타내며, 도 27은 상기의 TP, Trapad, 및 Invention 등 세 가지 슬라이더에 대한 트랙 탐색시의 슬라이더의 피치각 변동을 나타내며, 그리고 도 28은 상기의 TP, Trapad, 및 Invention 등 세 가지 슬라이더에 대한 트랙탐색시의 슬라이더의 롤각 변동을 나타낸다. 도 26 내지 도 28을 통해서 알수 있듯이 본 발명에 따른 슬라이더(Invention)은 모든 특성면에서 안정된 특징을 가진다.

발명의 효과

상기한 바와 같이 본 발명에 따른 부압 공기 윤활 베어링 슬라이더는 디스크 전 영역에서의 부상높이를 일정하게 유지되고, 디스크 전 영역에서의 피치각이 적정범위 내에서 유지되고, 디스크 전 영역에서의 롤각의 크기를 최소화하고 일정하게 할 수 있고, 특히 외부에서 작용하는 외란 및 트랙 탐색에 대한 운동 안정성이 부여됨은 물론 헤드-디스크 인터페이스로 유입되는 오염입자의 양을 최소화 하며, 유입된 오염입자가 부압공동부에 축적되는 현상을 효과적으로 방지할 수 있다.

본 발명은 첨부된 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 보호 범위는 첨부된 특허 청구 범위에 의해서만 정해져야 할 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

정보가 기록되는 디스크의 트랙을 따라 소정 높이 부상한 상태에서 제1방향으로 비행하는 몸체와;

상기 디스크의 표면에 대응하는 상기 몸체의 저면에 마련되는 복수의 레일과;

상기 몸체의 저면에 제 1 방향으로 배치되는 것으로 슬라이더의 선단부로 부터의 공기 유입부분과 상기 몸체 안쪽으로의 유출부분을 가지는 공기유입채널과;

상기 공기유입채널의 공기배출측에 마련되는 것으로 공기유입채널을 중심으로 상기 제 1 방향에 수직인 제 2 방향으로 배치되는 한 조의 부압 공동부를; 구비하는 것을 특징으로 하는 부압 공기윤활 베어링 슬라이더.

청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 슬라이더의 제1방향의 전방에 상기 양 부압 공동부를 각각 감싸며 그 중앙에 상기 양 부압 공동부들의 사이로 연장되는 돌출부가 마련되어 있는 W 형 제 1 레일 베이스가 마련되고,

상기 제 1 레일 베이스 상에 상기 양 부압 공동부에 대응하는 제1레일이 각각 마련되어 있는 것을 특징으로 하는 부압 공기윤활 베어링 슬라이더.

청구항 3.

제2항에 있어서,

상기 돌출부의 상면은 상기 제 1 레일에 비해 낮게 위치하며,

상기 돌출부의 상면에 상기 공기유입채널이 마련되는 것을 특징으로 하는 부압 공기윤활 베어링 슬라이더.

청구항 4.

제2항 또는 제3항에 있어서,

상기 제 1 레일은 상기 제1레일 베이스의 상면 일부에 형성되며,

상기 제 1 레일의 전방에 제1레일 베이스의 상면에 의한 전방 단차부가 마련되어 있는 것을 특징으로 하는 부압 공기윤활 베어링 슬라이더.

청구항 5.

제4항에 있어서,

상기 제 1 레일은 상기 제1레일 베이스의 상면 일부에 형성되며,

상기 부압 공동부쪽을 향하는 제 1 레일의 후방에 제1레일 베이스의 상면에 의한 후방 단차부가 마련되어 있는 것을 특징으로 하는 부압 공기윤활 베어링 슬라이더.

청구항 6.

제2항 또는 제3항에 있어서,

상기 제 1 레일은 상기 제1레일 베이스의 상면 일부에 형성되며,

상기 부압 공동부쪽을 향하는 제1레일의 후방에 제 1 레일 베이스의 상면에 의한 후방 단차부가 마련되어 있는 것을 특징으로 하는 부압 공기윤활 베어링 슬라이더.

청구항 7.

제1항 내지 제3항 및 제5항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 레일 베이스 후방 양측에 제 2 레일 베이스가 상호 일정 간격을 두고 마련되고,

상기 각 제 2 레일베이스 상에 제 2 레일이 마련되어 있는 것을 특징으로 하는 부압 공기윤활 베어링 슬라이더.

청구항 8.

제4항에 있어서,

상기 제 1 레일 베이스 후방 양측에 제 2 레일 베이스가 상호 일정 간격을 두고 마련되고,

상기 각 제 2 레일베이스 상에 제 2 레일이 마련되어 있는 것을 특징으로 하는 부압 공기윤활 베어링 슬라이더.

청구항 9.

제6항에 있어서,

상기 제 1 레일 베이스 후방 양측에 제 2 레일 베이스가 상호 일정 간격을 두고 마련되고,

상기 각 제 2 레일베이스 상에 제 2 레일이 마련되어 있는 것을 특징으로 하는 부압 공기윤활 베어링 슬라이더.

청구항 10.

제7항에 있어서,

상기 양 제 2 레일 들의 사이에 제 3 레일이 마련되어 있는 것을 특징으로 하는 부압 공기윤활 베어링 슬라이더.

청구항 11.

제9항 또는 제10항에 있어서,

상기 양 제 2 레일 들의 사이에 제 3 레일이 마련되어 있는 것을 특징으로 하는 부압 공기윤활 베어링 슬라이더.

청구항 12.

제7항에 있어서,

상기 제 2 레일은 상기 몸체의 후단으로 부터 소정거리 이격되어 있는 것을 특징으로 하는 부압 공기윤활 베어링 슬라이더.

청구항 13.

제8항 내지 제10항에 있어서,

상기 제 2 레일은 상기 몸체의 후단으로 부터 소정거리 이격되어 있는 것을 특징으로 하는 부압 공기윤활 베어링 슬라이더.

청구항 14.

제11항에 있어서,

상기 제 2 레일은 상기 몸체의 후단으로 부터 소정거리 이격되어 있는 것을 특징으로 하는 부압 공기윤활 베어링 슬라이더.

청구항 15.

제2항에 있어서,

제 1 레일 베이스의 전방 양측 가장자리에 경사부가 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 부압 공기윤활베어링.

청구항 16.

몸체와;

상기 몸체의 제 1 방향의 전방부분에 마련되는 것으로, 제 1 방향의 양측에 배치되는 한조의 제 1 부분과, 상기 제 1 부분의 선단부에 그 양단이 연결되는 제 2 방향의 제 2 부분과, 상기 제 2 부분의 중간부분에 마련되는 제 1 방향의 공기유입채널이 구비되고, 상기 양 제 1 부분과 제 2 부분들 사이의 내측 공간에 상기 공기유입채널을 중심으로 제 2 방향의 양측에 소정간격을 두고 위치하는 한조의 부압공동부가 마련되어 있는 제 1 레일과;

상기 슬라이더 몸체의 제 1 방향의 후방 양측에 상기 제 1 레일과 소정간격을 두고 각각 마련되는 한조의 제 2 레일을 ; 구비하는 것을 특징으로 하는 부압 공기윤활 베어링 슬라이더.

청구항 17.

제16항에 있어서,

상기 양 제 2 레일의 사이에는 제1방향의 후방 중앙부분에 위치하는 제 3 레일이 개재되어 있는 것을 특징으로 하는 부압 공기윤활 베어링 슬라이더.

청구항 18.

제16항 또는 제17항에 있어서,

상기 양 제 1 레일은 소정 높이의 그 중앙부분에 돌출부가 형성되고 상기 양 부압 공동부를 감싸는 형태의 W 형 제 1 레일 베이 상의 양측에 형성되고,

상기 공기유입채널은 상기 제 1 레일 베이스의 돌출부의 상면에 의해 제공되는 것을 특징으로 하는 부압 공기윤활 베어링 슬라이더.

청구항 19.

제18항에 있어서,

상기 제 1 레일은 상기 제 1 레일 베이스 상면 일부에 형성되어, 그 전방 및 후방 중의 어느 일측에 제 1 레일이 형성되지 않은 제 1 레일 베이스의 상면에 의한 단차부가 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 부압 공기윤활 베어링 슬라이더.

청구항 20.

제18항에 있어서,

상기 돌출부의 길이는 상기 몸체의 길이의 70 % 이하의 값을 가지는 것을 특징으로 하는 부압 공기윤활 베어링 슬라이더.

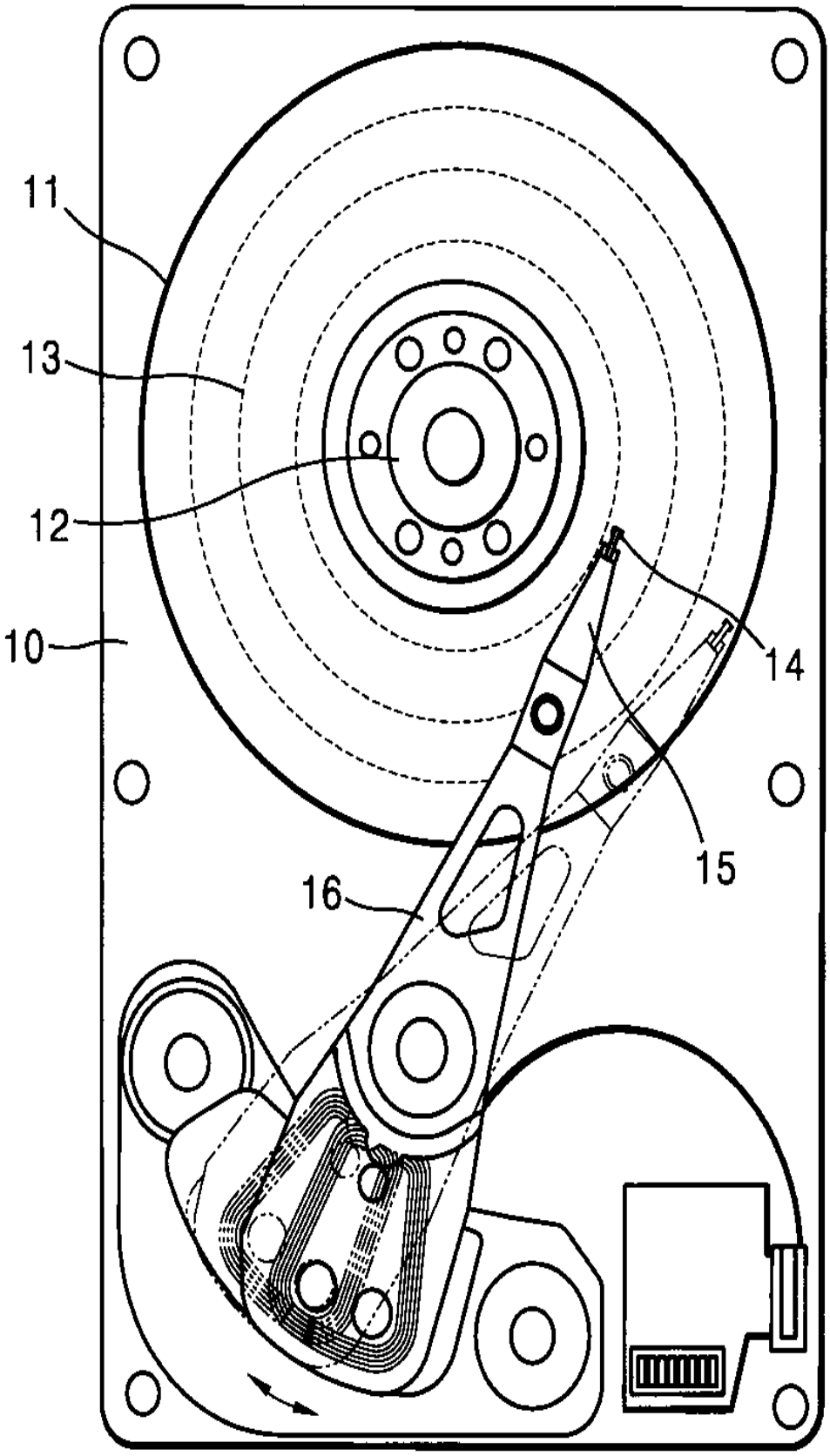
청구항 21.

제19항에 있어서,

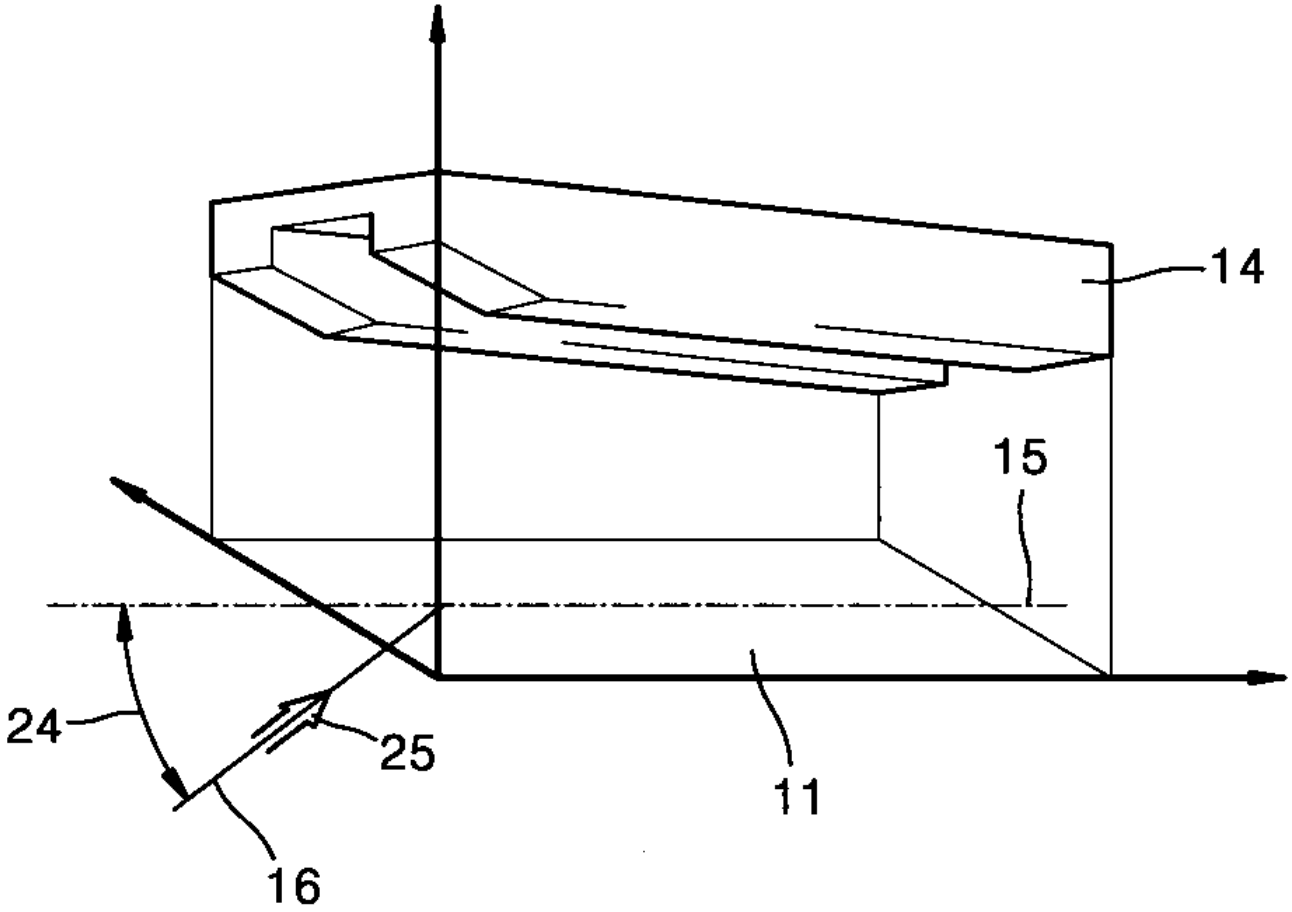
상기 돌출부의 길이는 상기 몸체의 길이의 70 % 이하의 값을 가지는 것을 특징으로 하는 부압 공기윤활 베어링 슬라이더.

도면

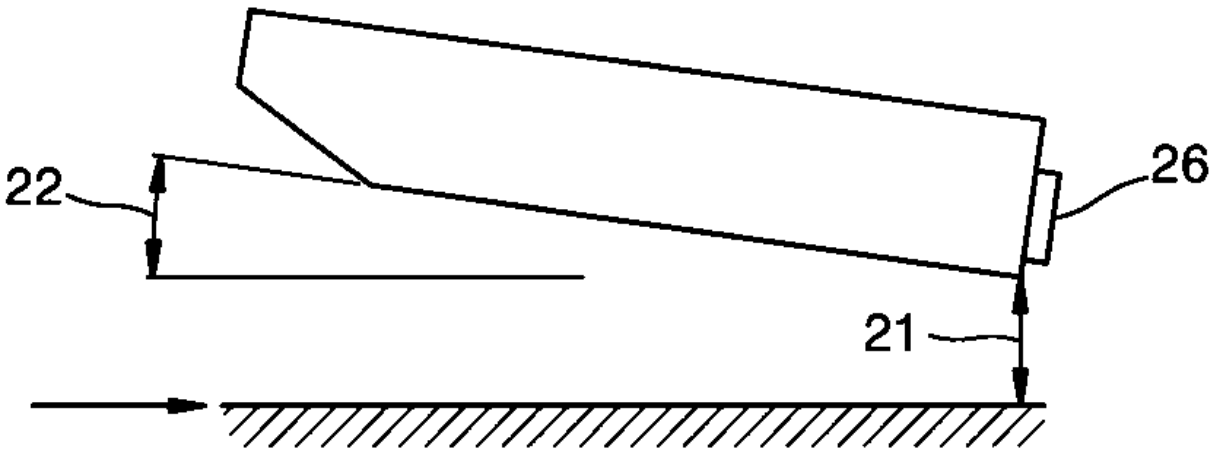
도면 1



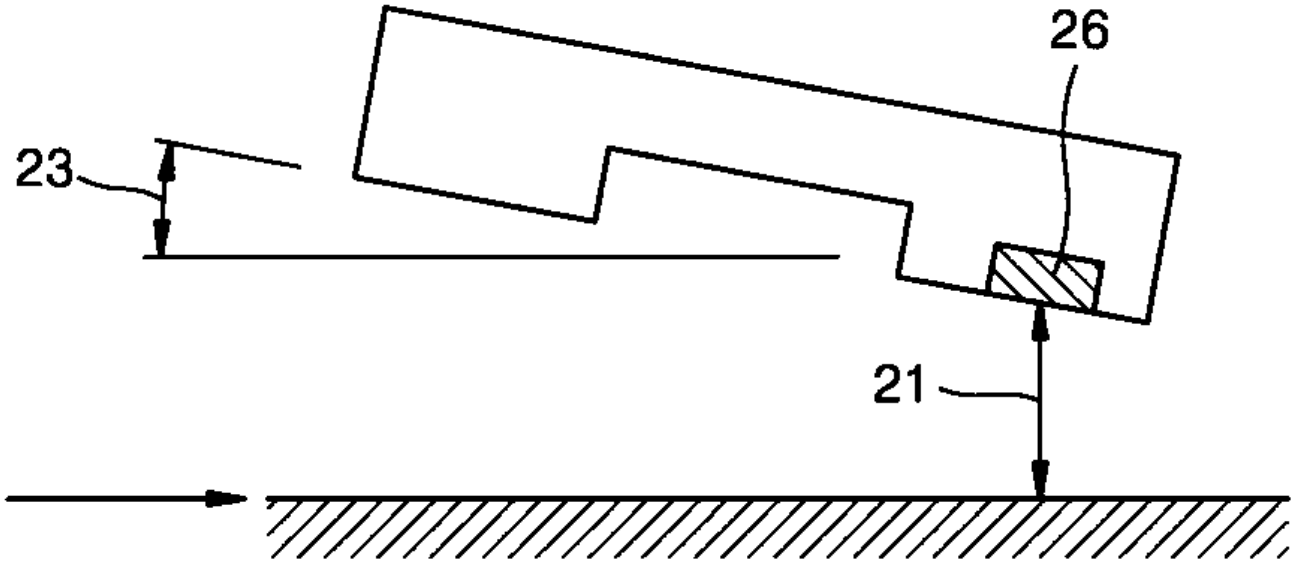
도면 2a



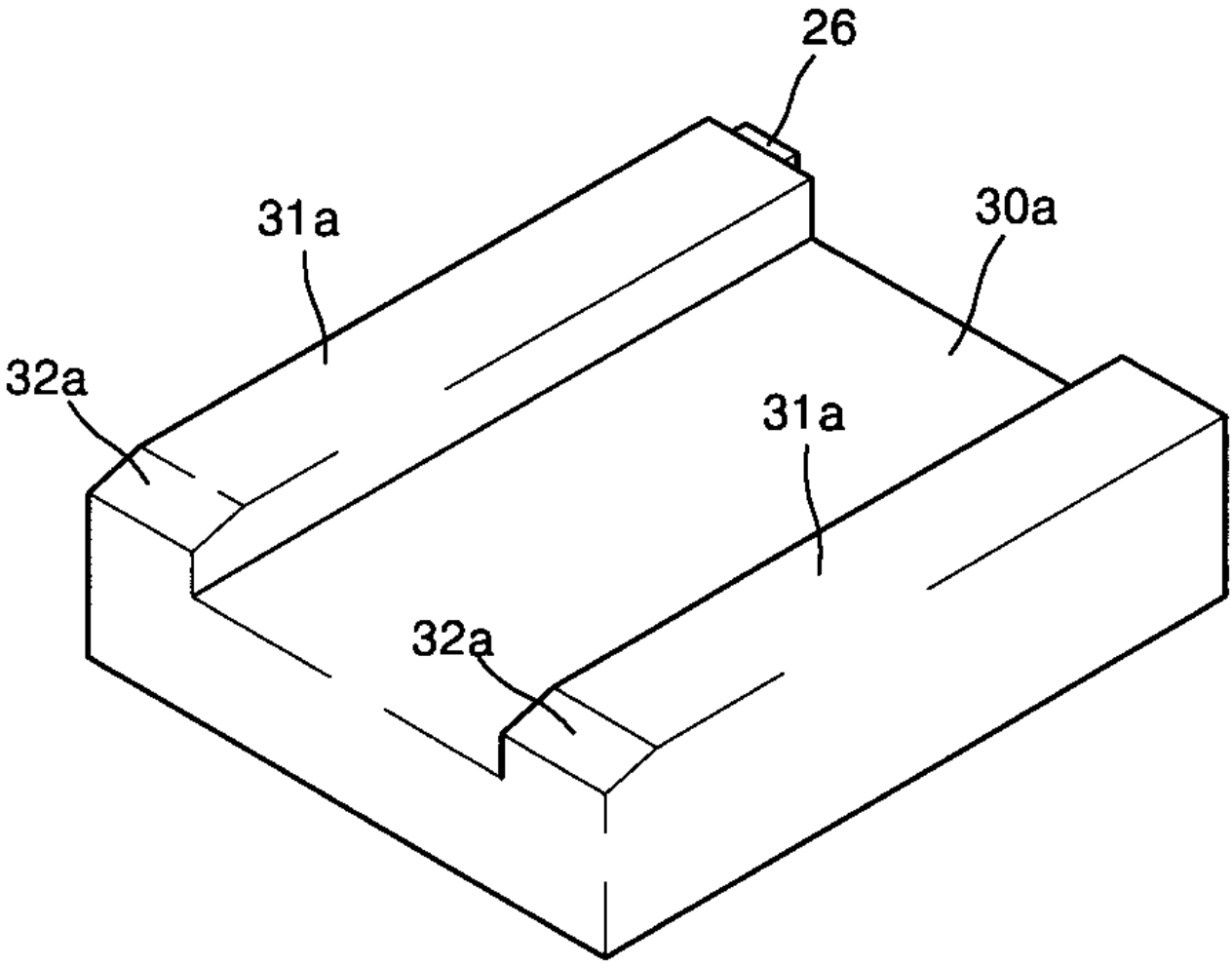
도면 2b



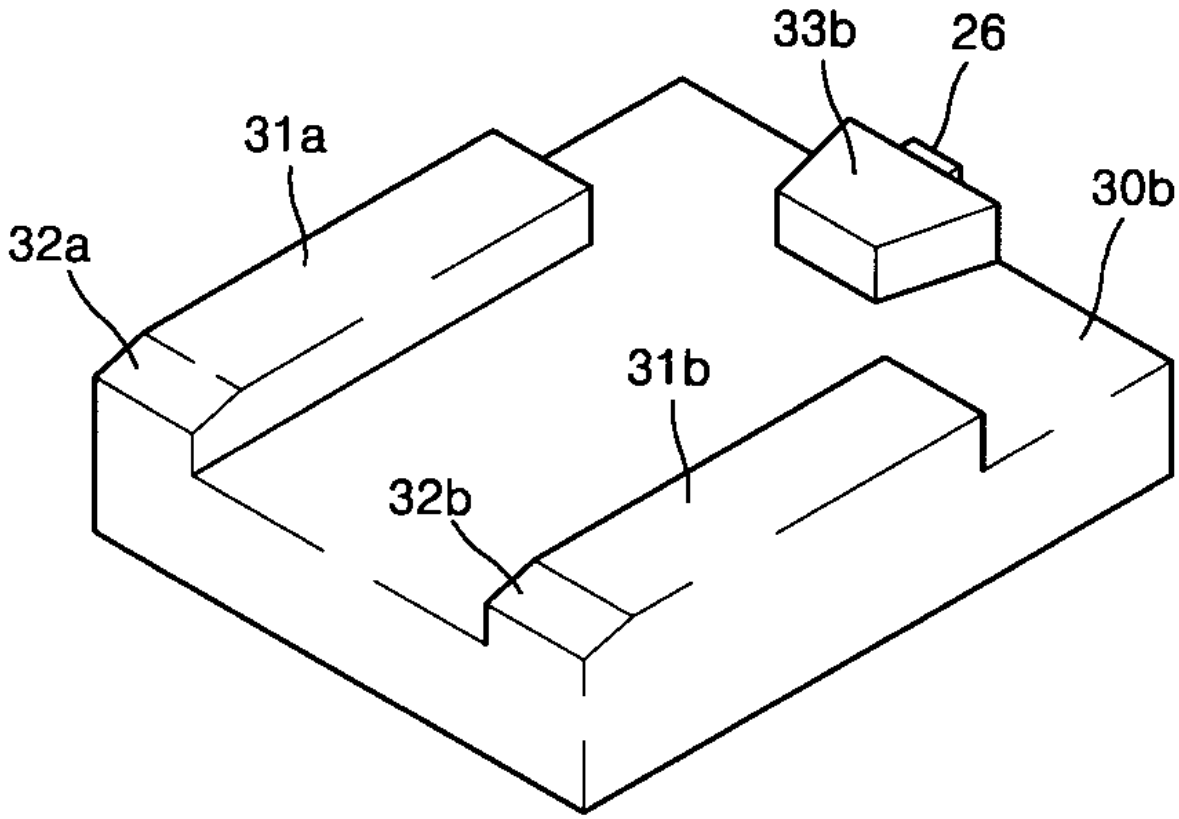
도면 2c



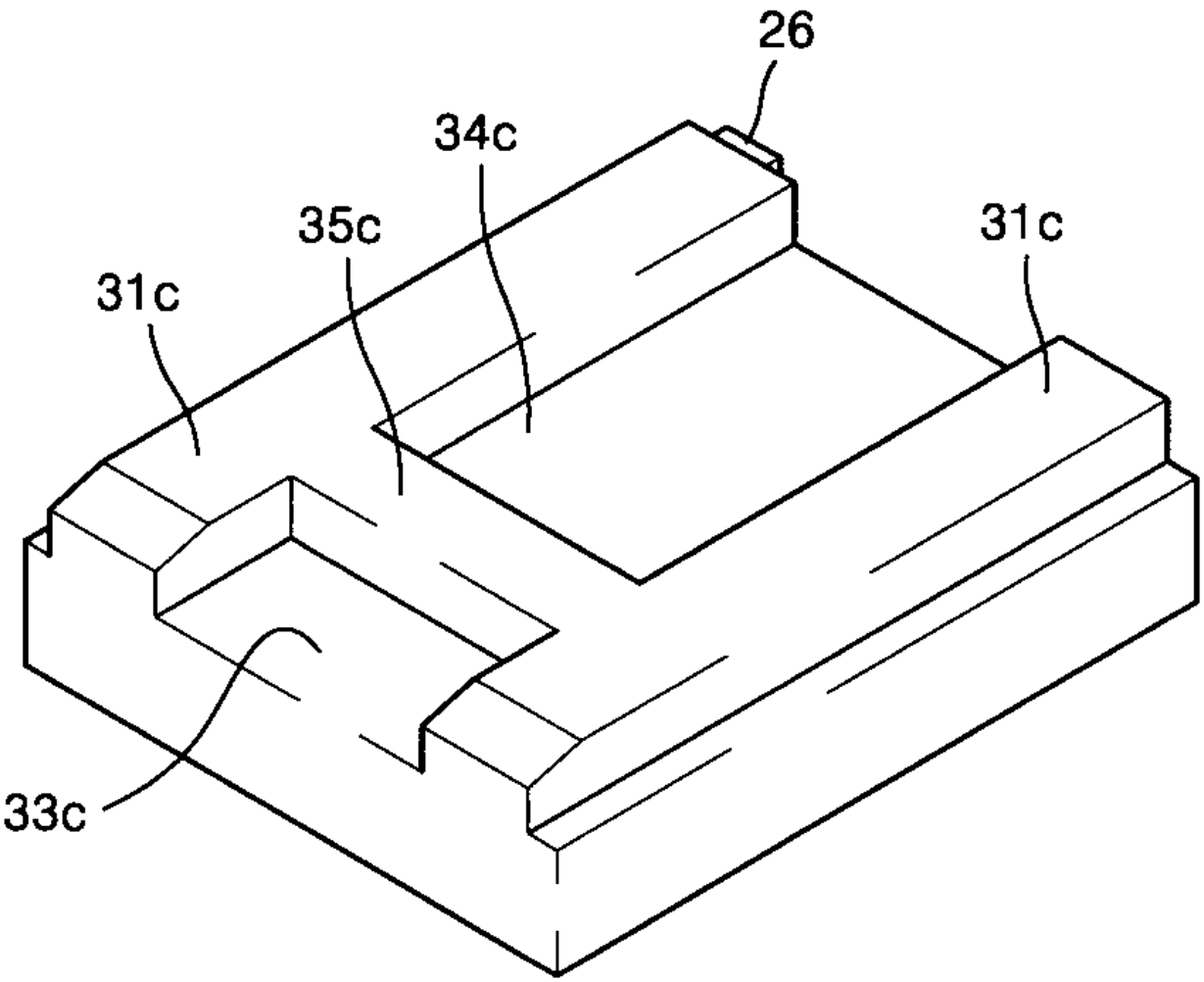
도면 3



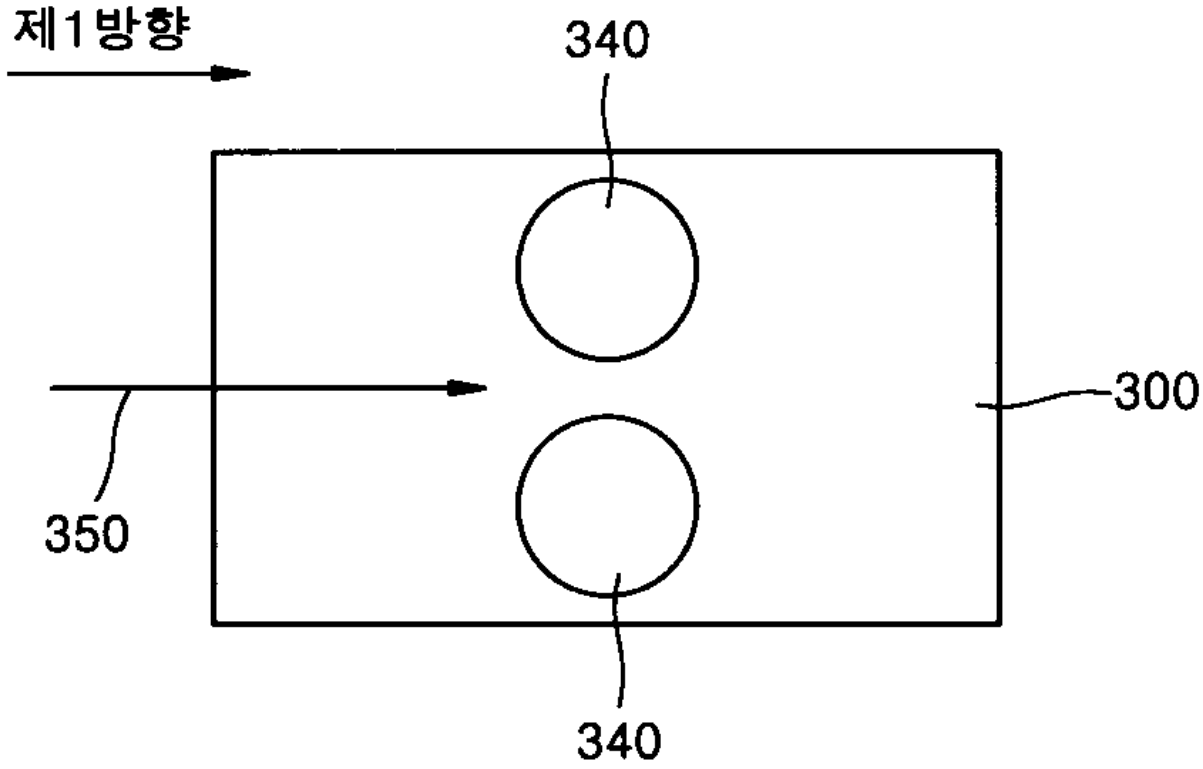
도면 4



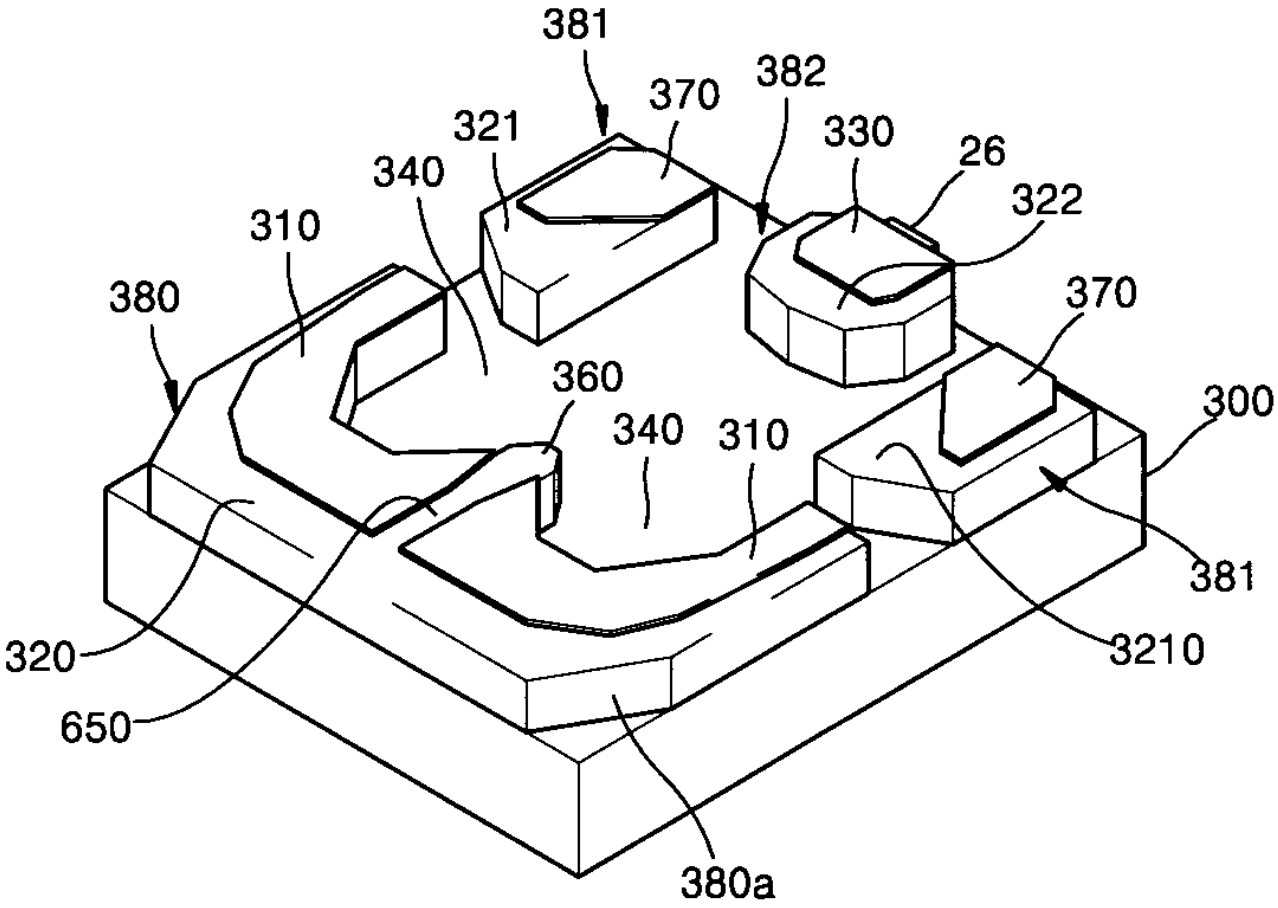
도면 5



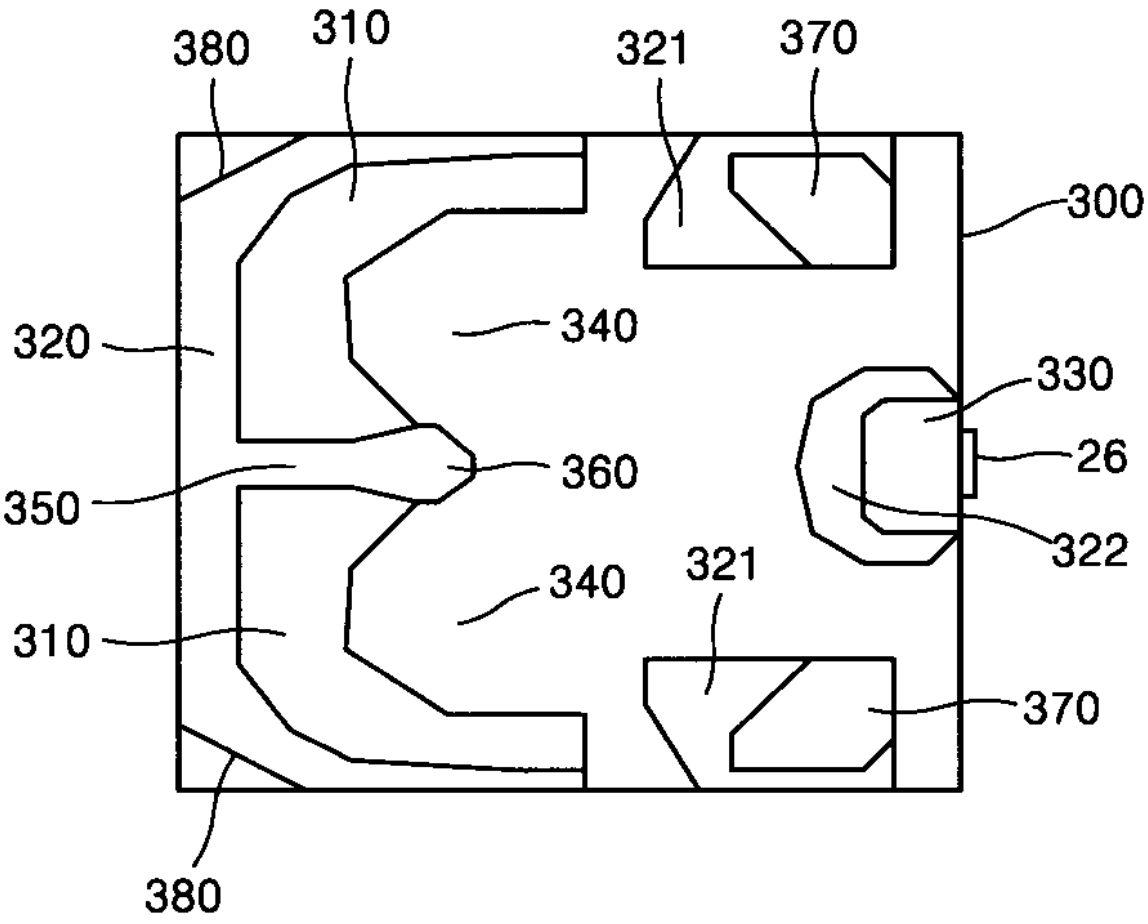
도면 6



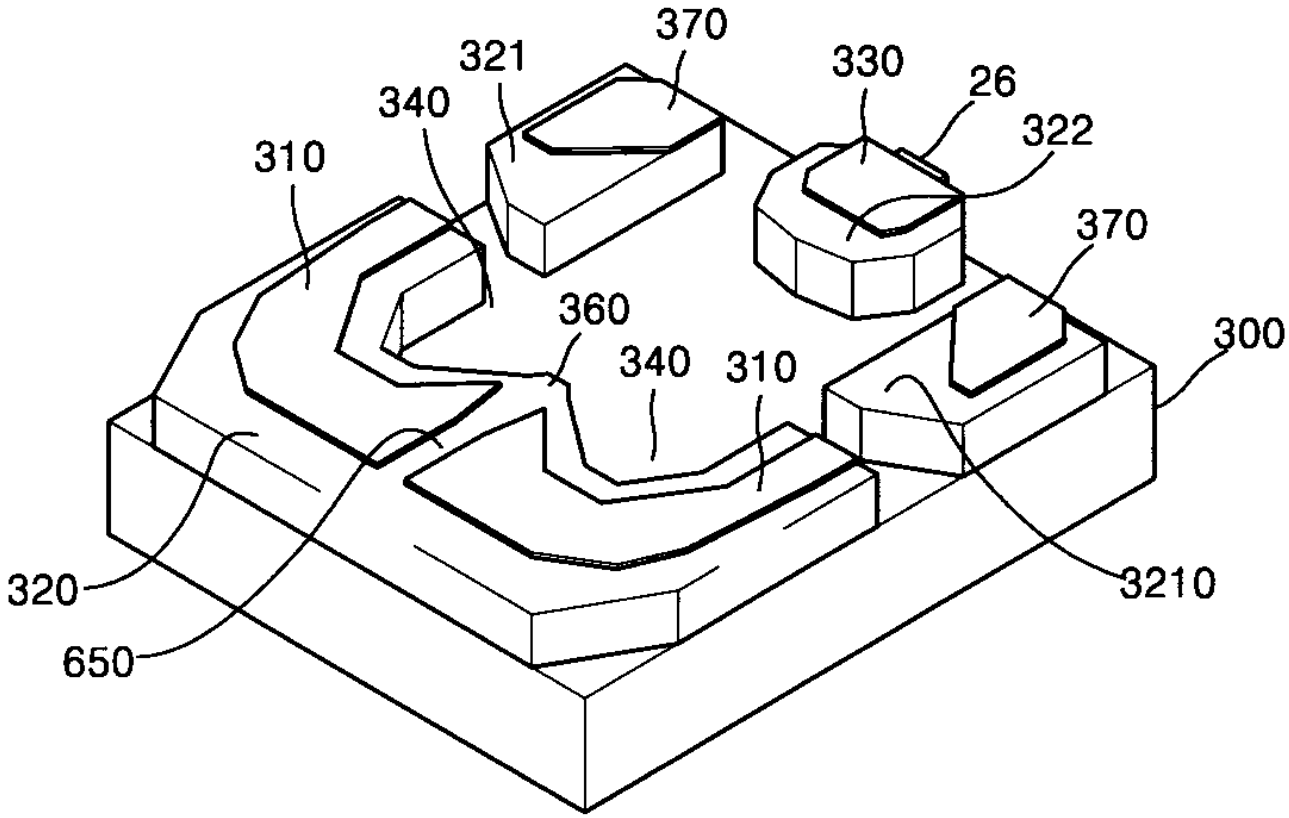
도면 7a


381
370
382
321
330
26
340
322
310
380
370
360
300
340
310
381
320
3210
650
380a

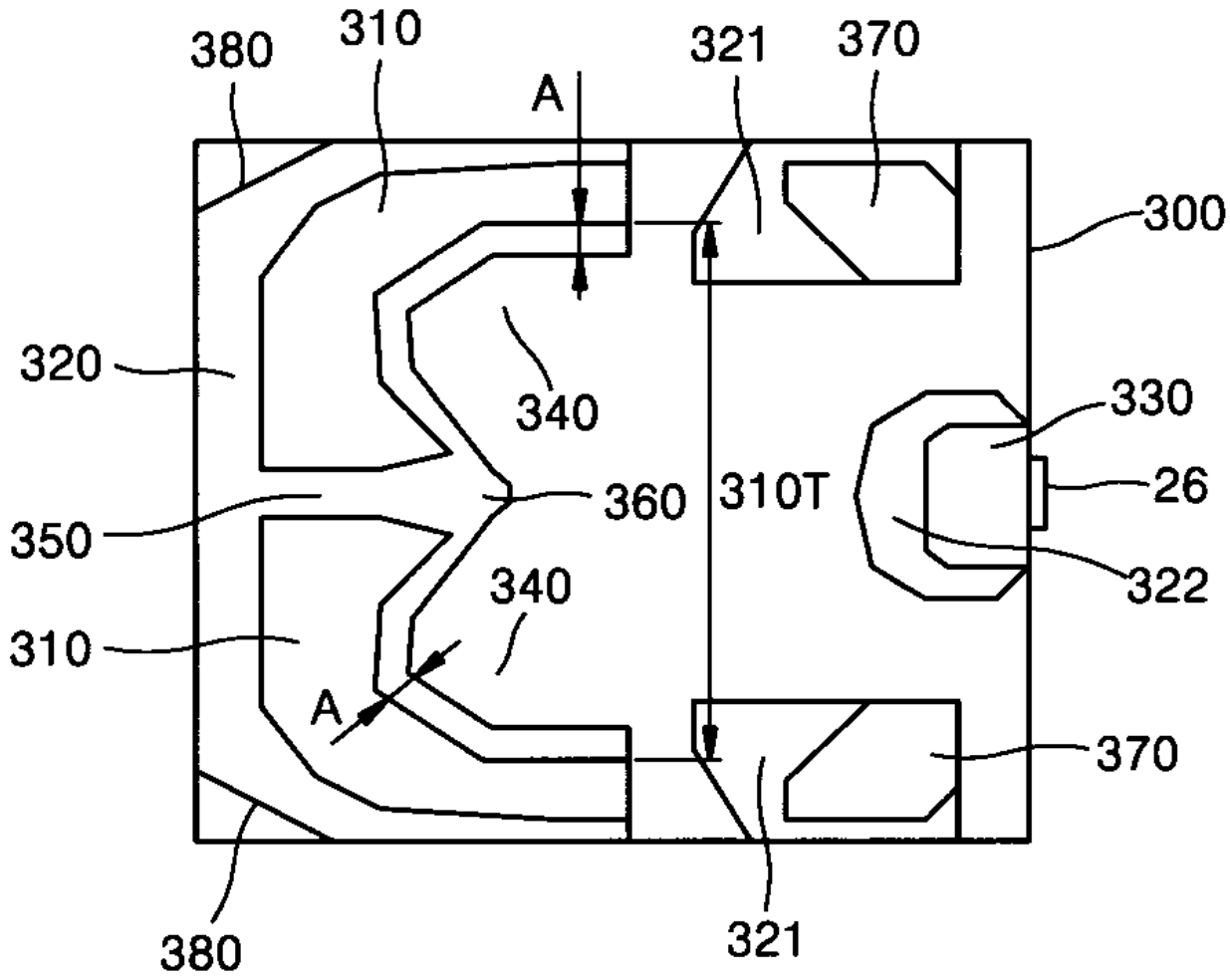
도면 7b


380
310
321
370
300
320
340
330
360
26
350
322
340
321
310
370
380

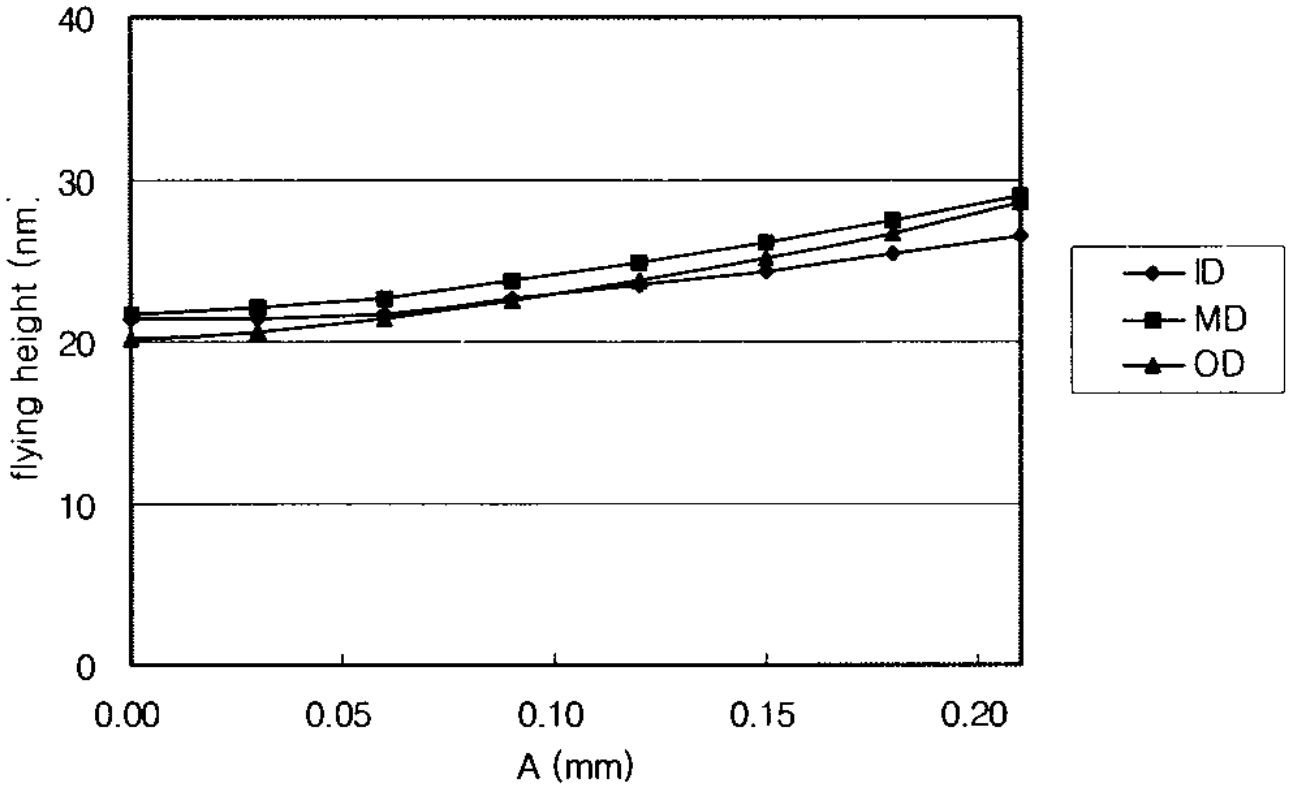
도면 8a



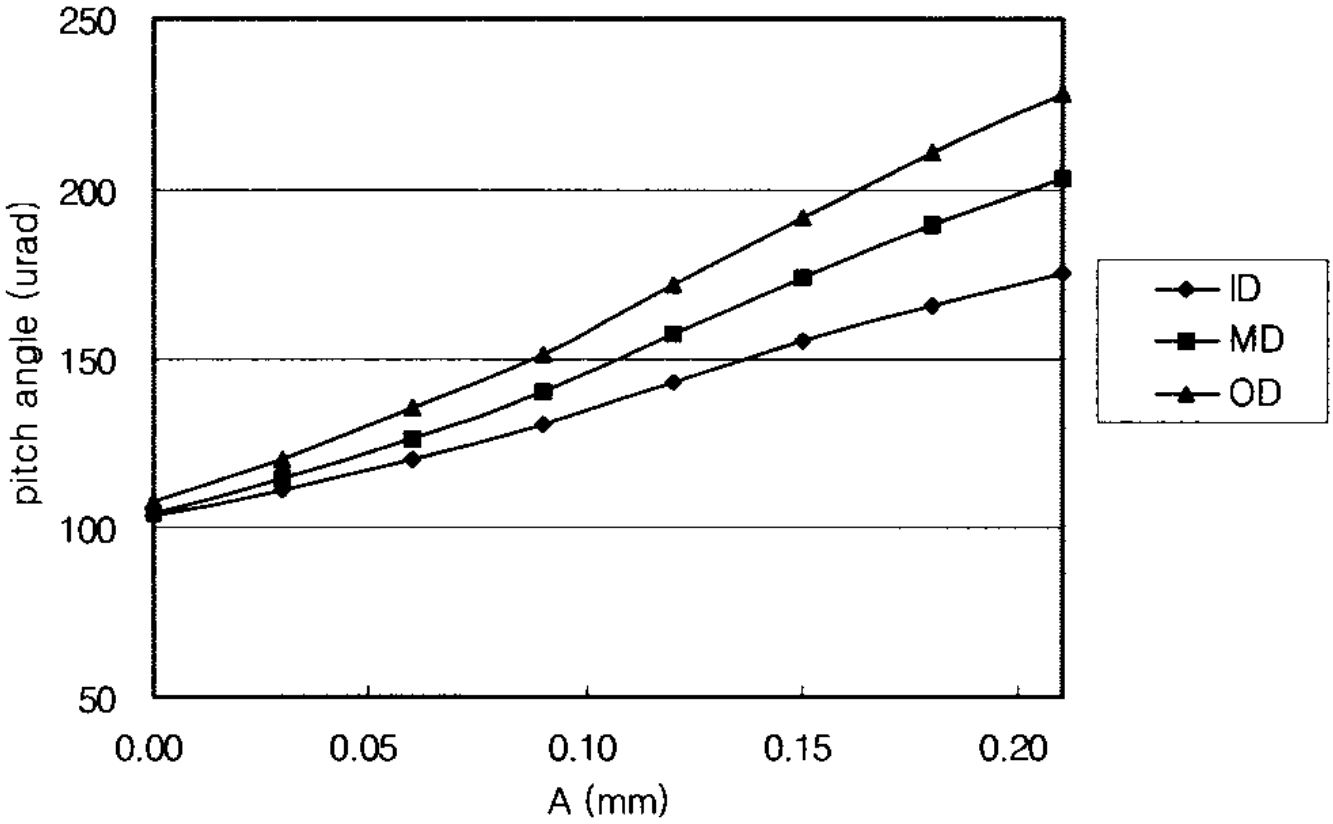
도면 8b


380
310
A
321
370
300
320
340
330
360
310T
26
350
340
322
310
A
370
380
321

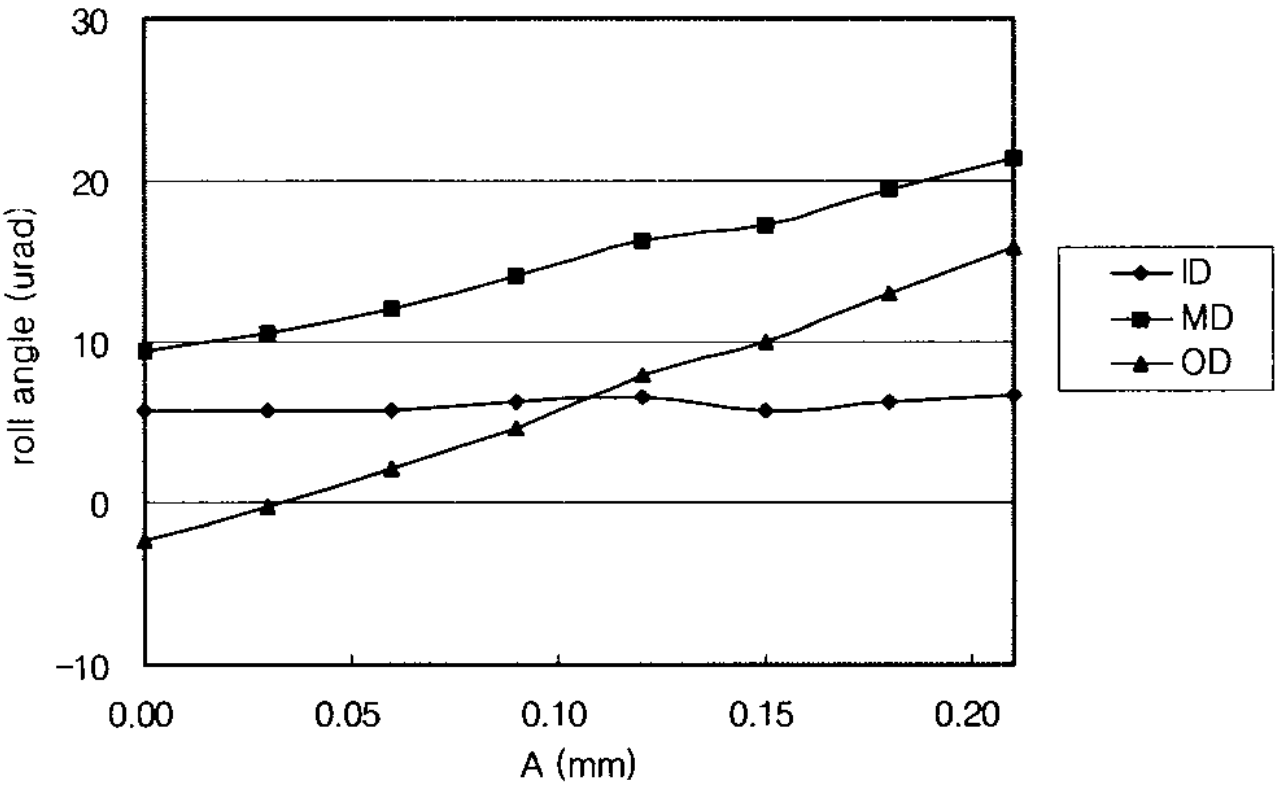
도면 9



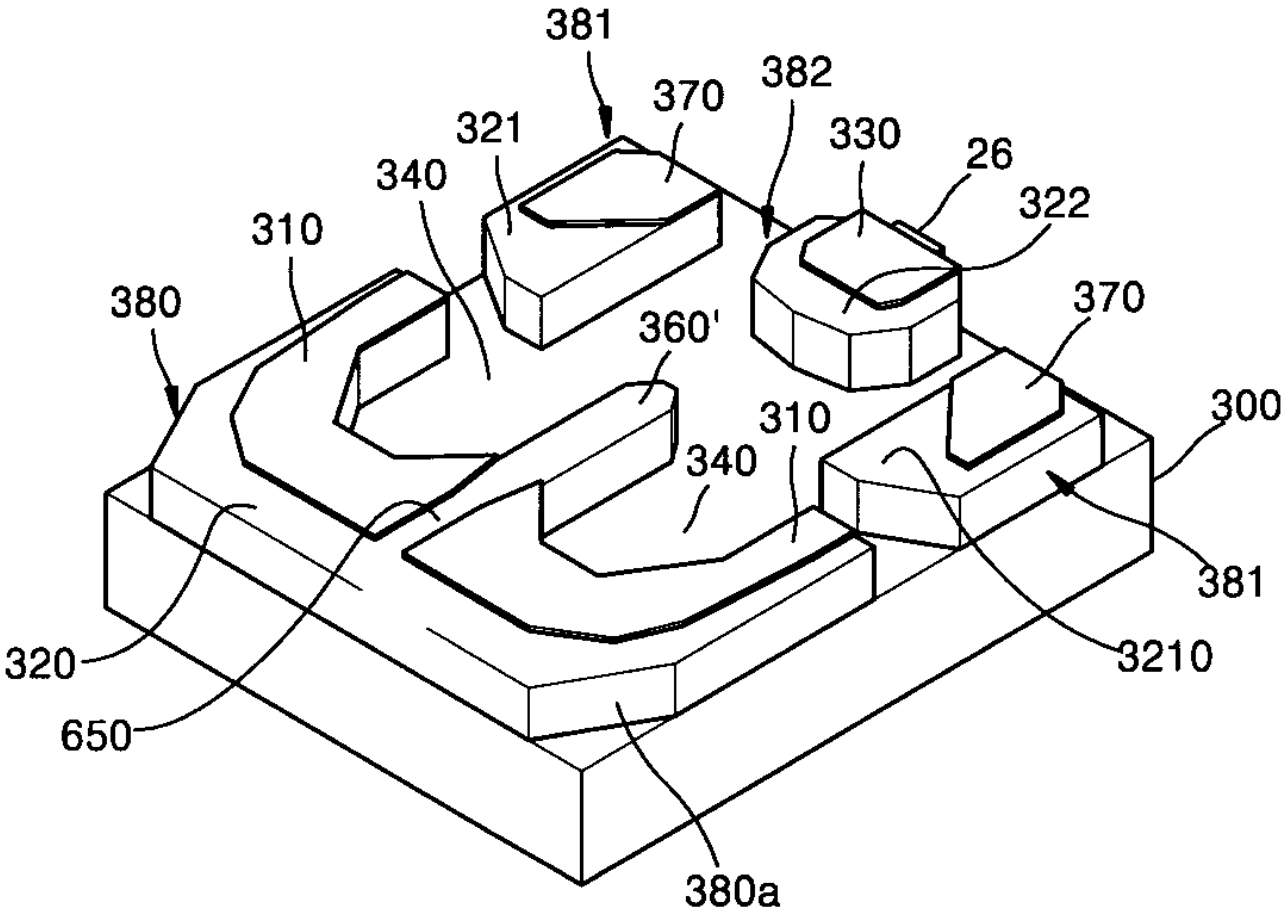
도면 10


250
200
150
100
50
pitch angle (urad)
0.00
0.05
0.10
0.15
0.20
A (mm)
ID
MD
OD

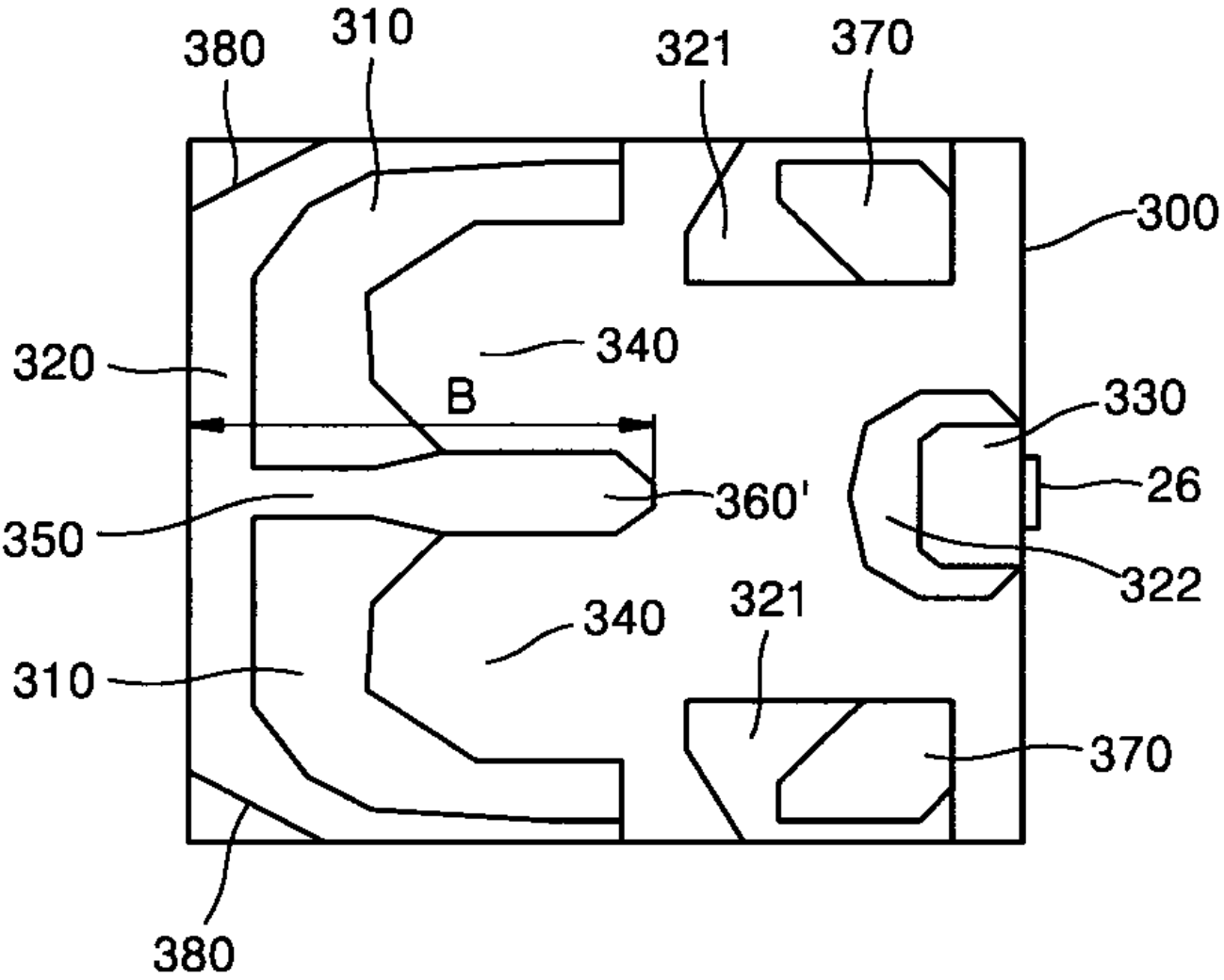
도면 11



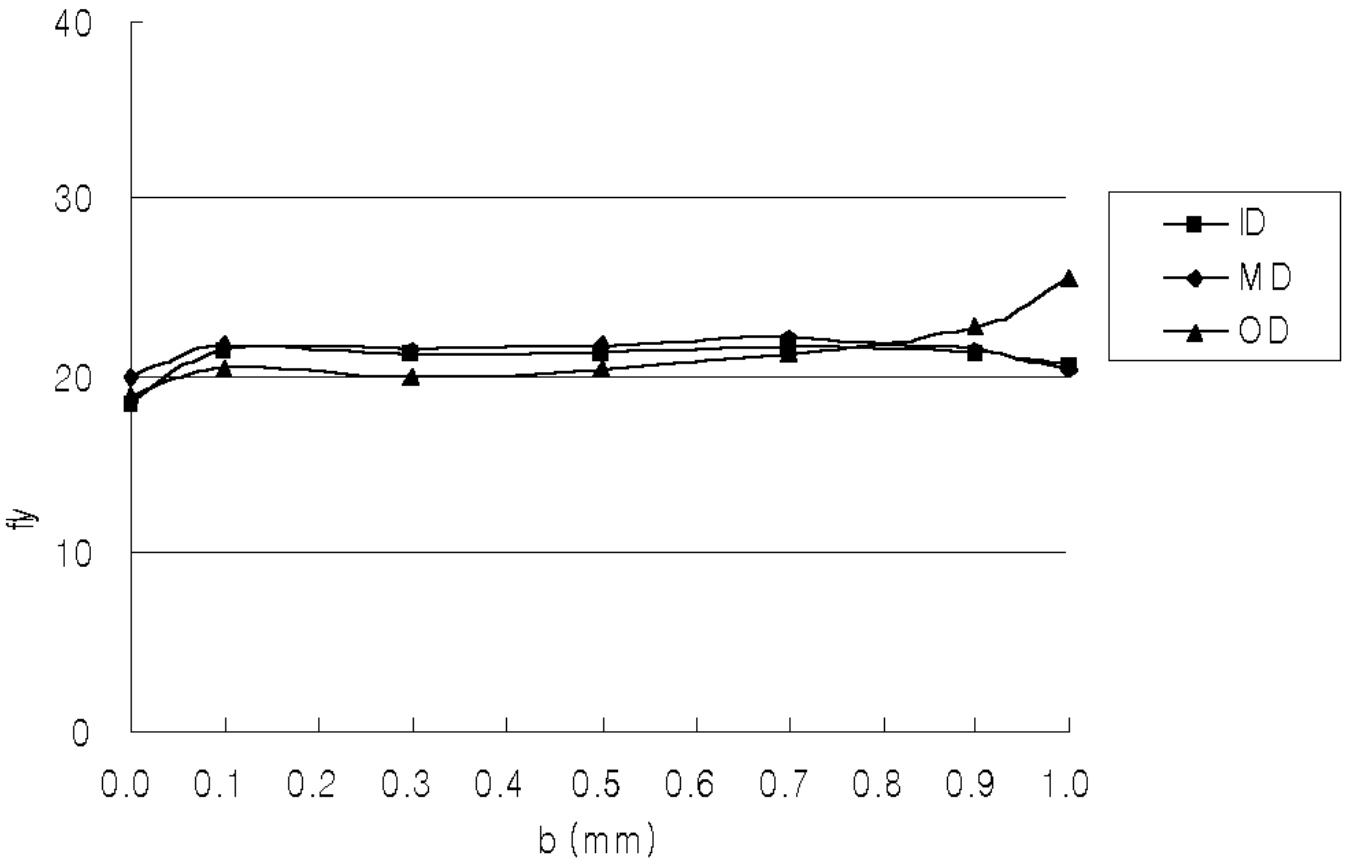
도면 12a


381
370
382
321
330
26
340
322
310
380
370
360'
300
310
340
381
320
3210
650
380a

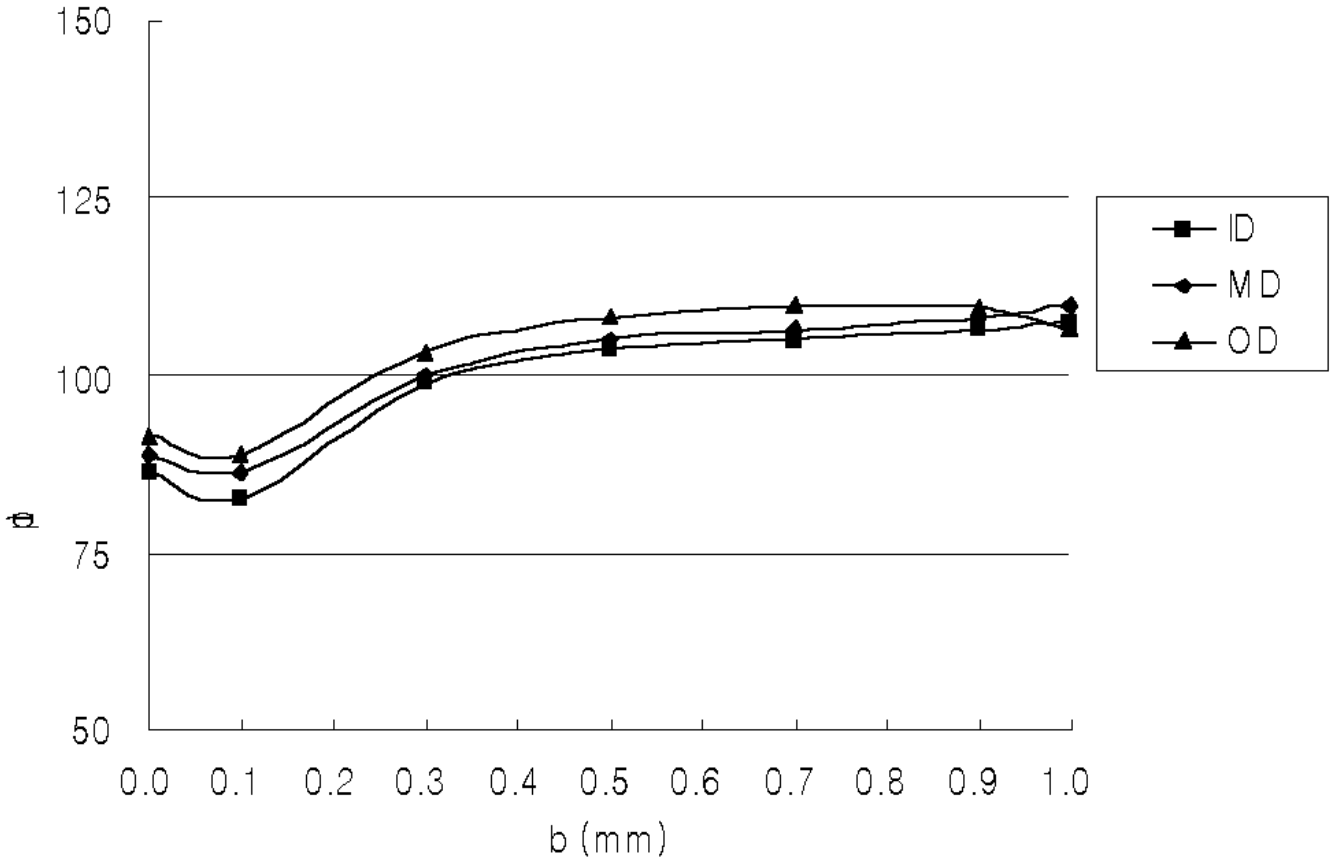
도면 12b


380
310
321
370
300
320
340
B
330
26
360'
350
322
340
321
310
370
380

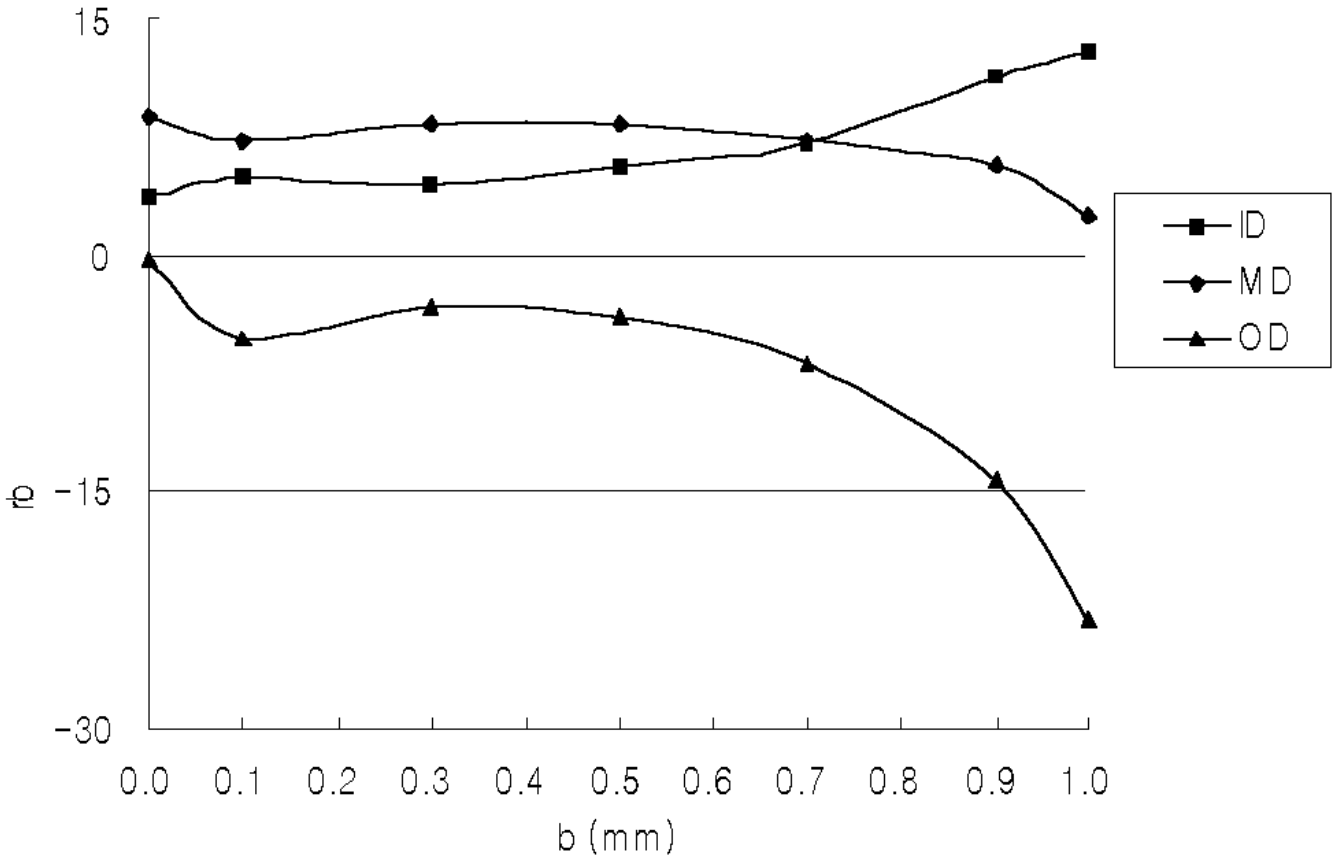
도면 13



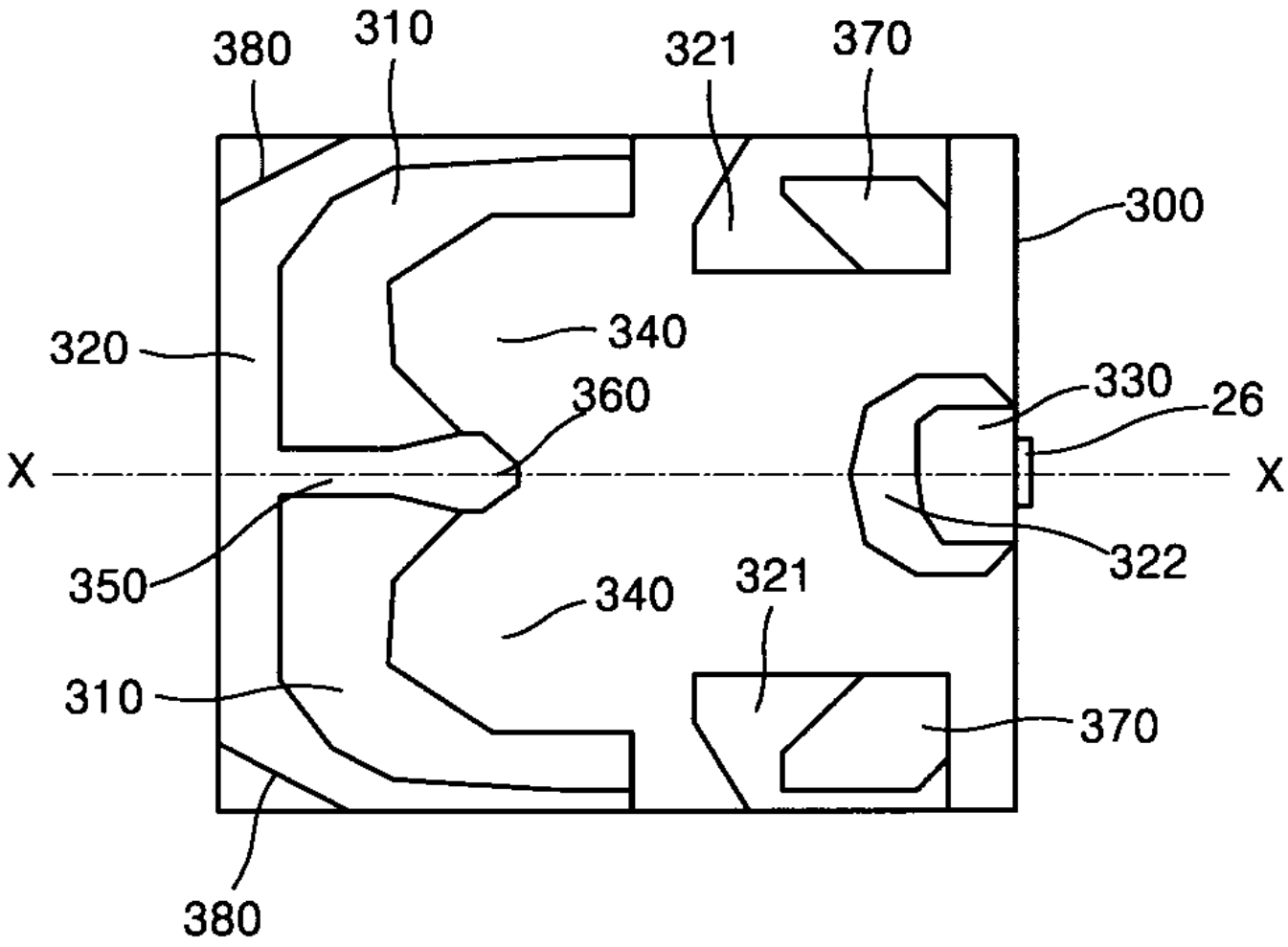
도면 14



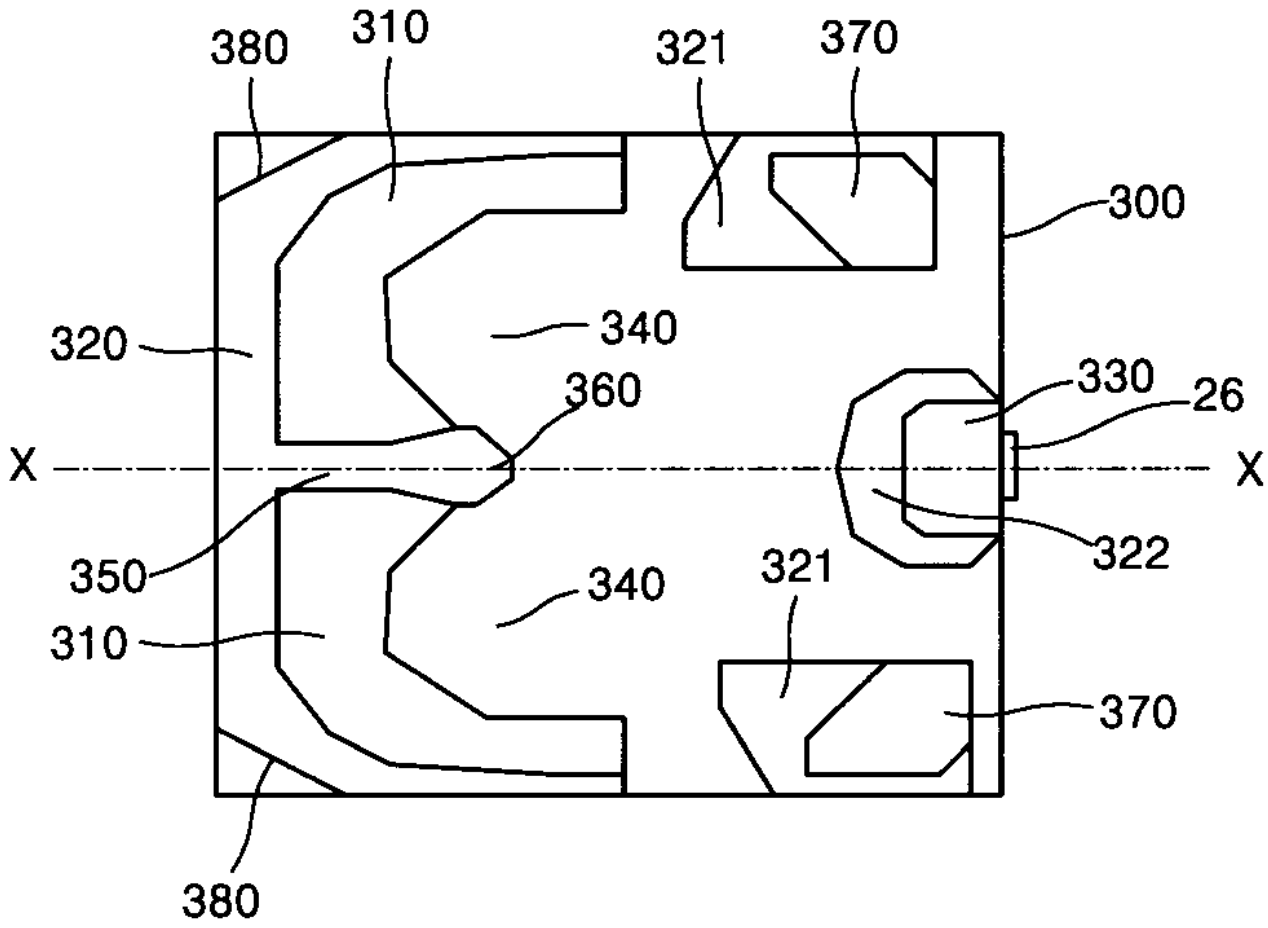
도면 15



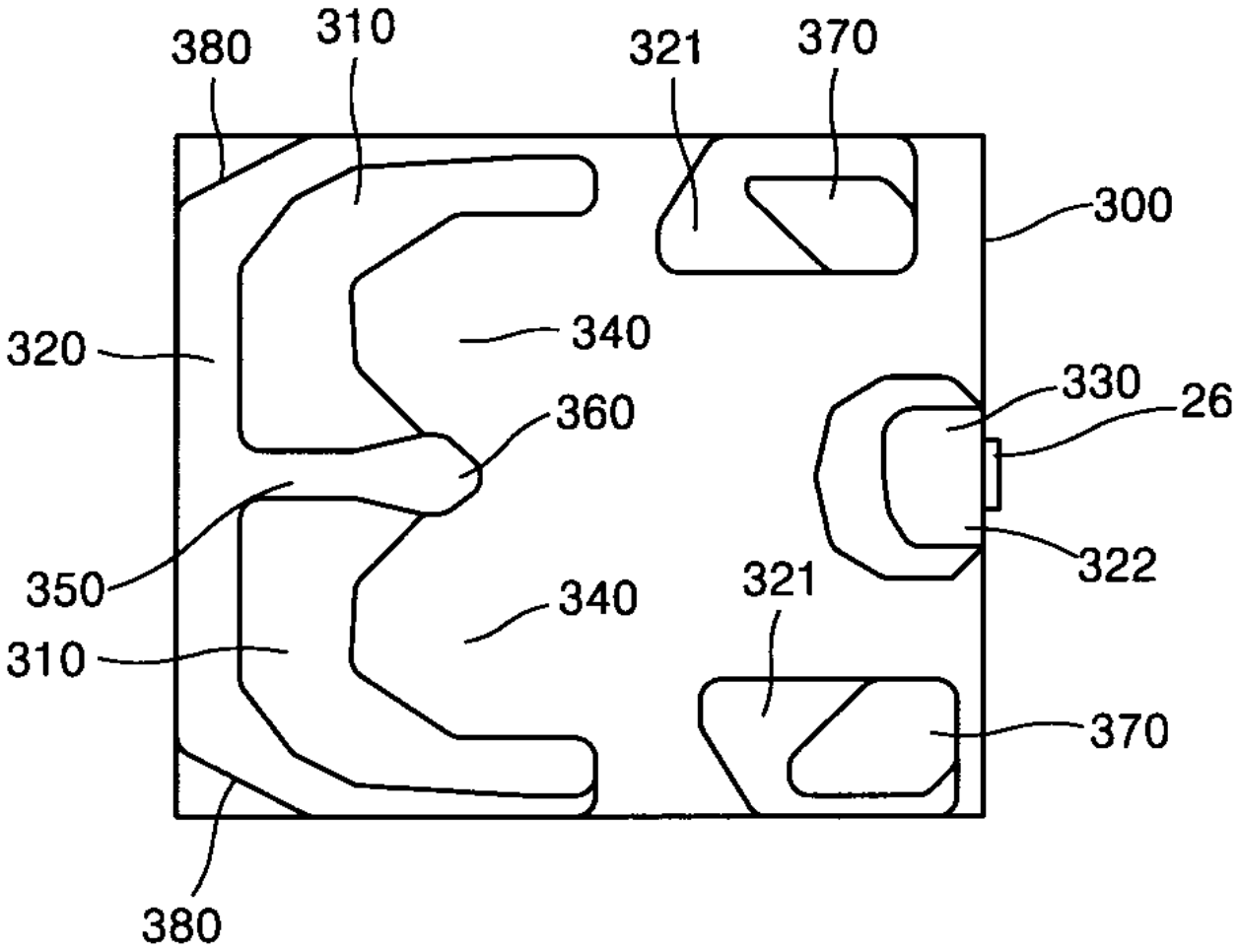
도면 16


380
310
321
370
300
320
340
360
330
26
X
X
350
340
321
322
310
370
380

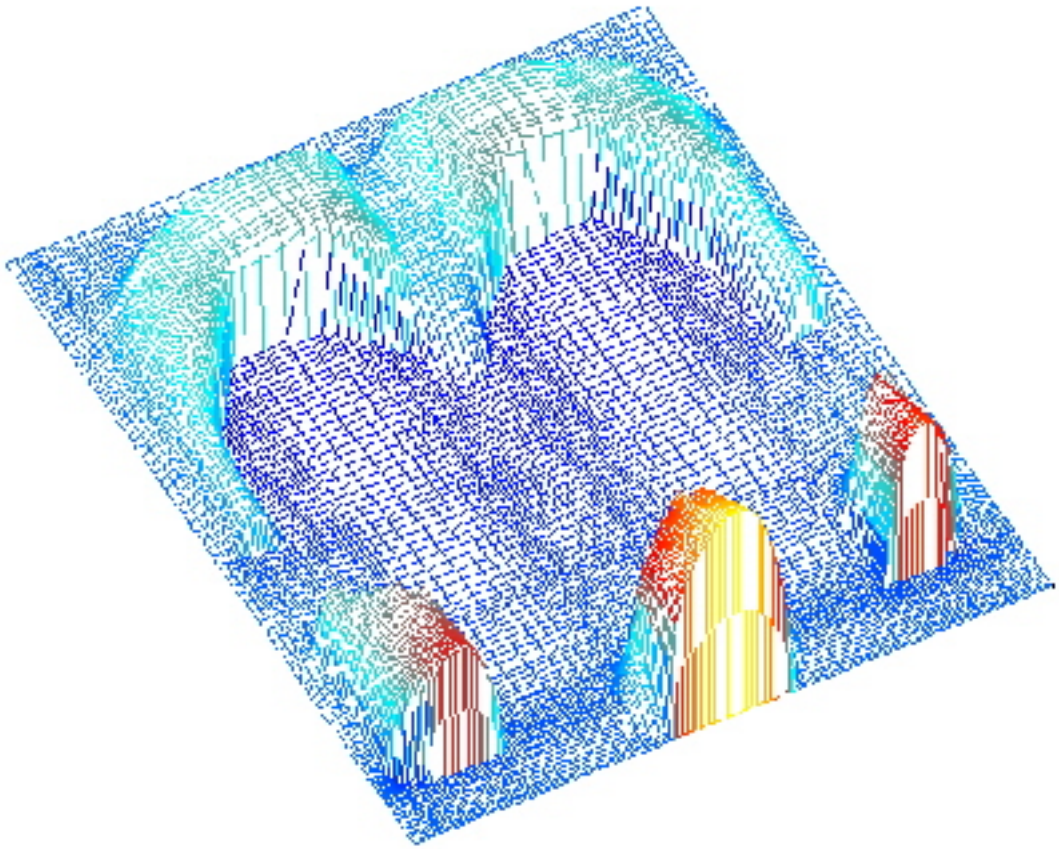
도면 17


380
310
321
370
300
320
340
360
330
26
X
X
350
340
321
322
310
370
380

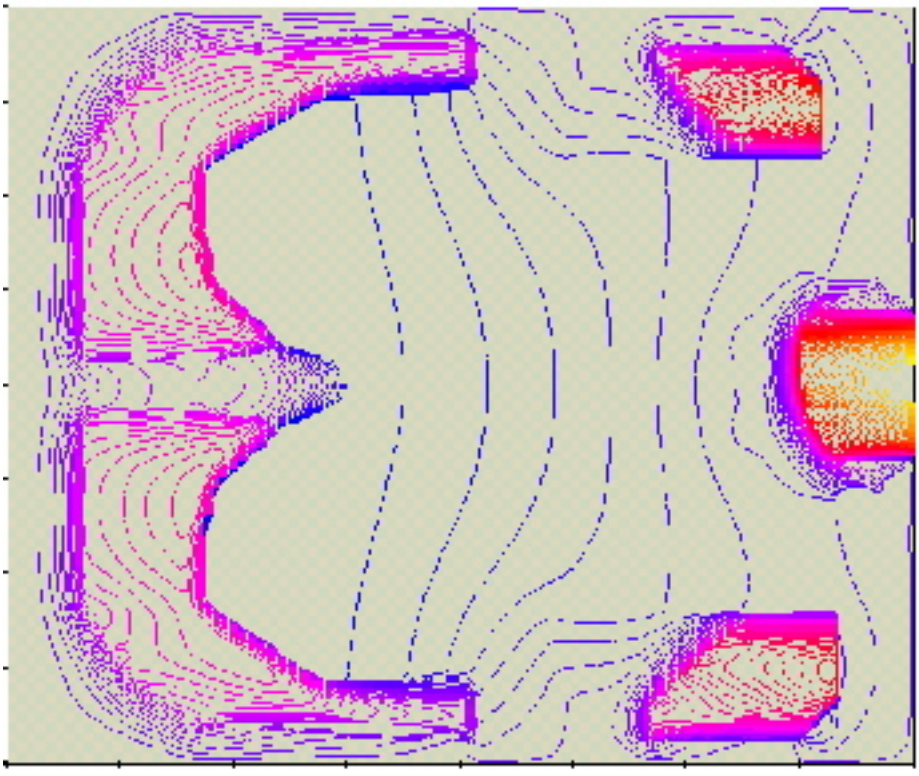
도면 18


380
310
321
370
300
320
340
330
26
360
322
350
340
321
310
370
380

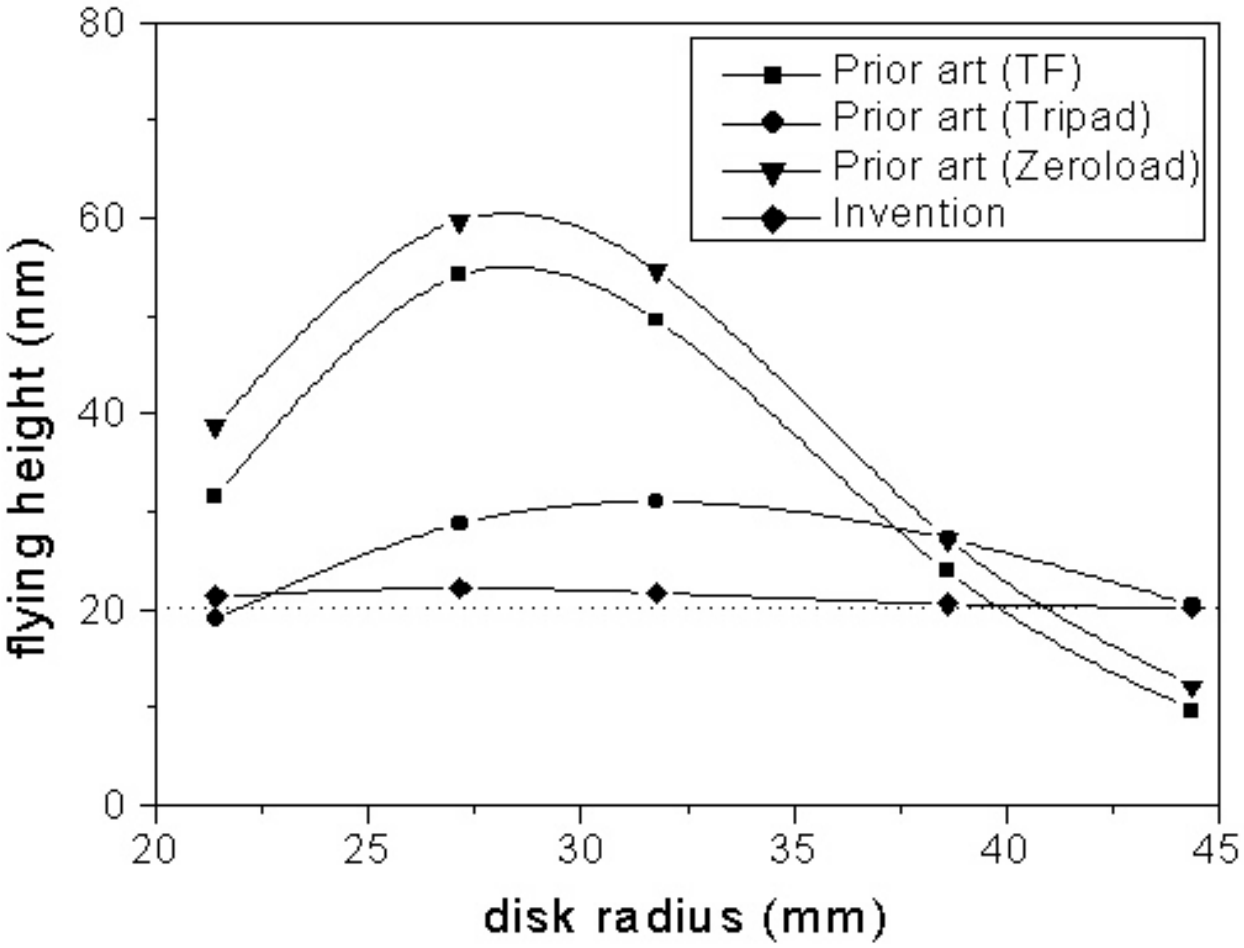
도면 19a



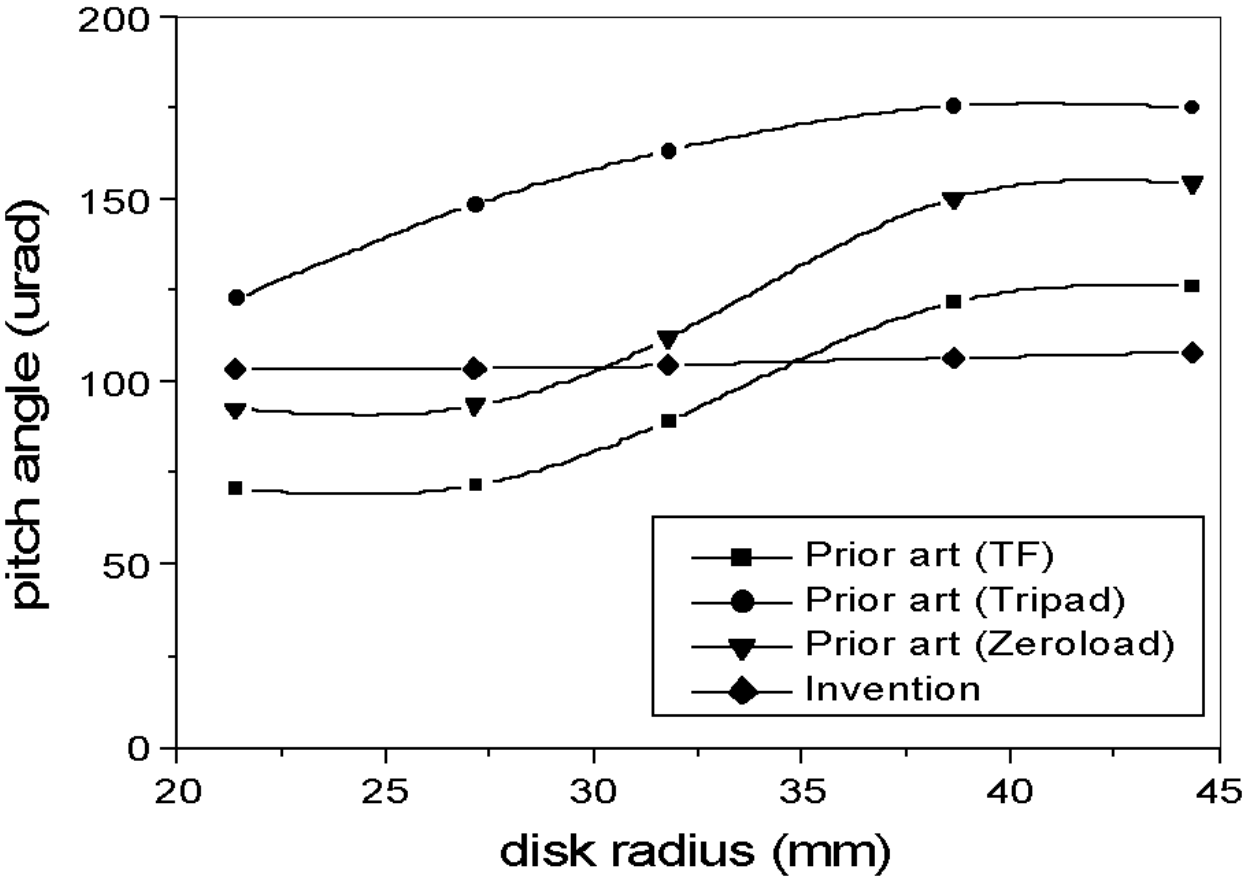
도면 19b



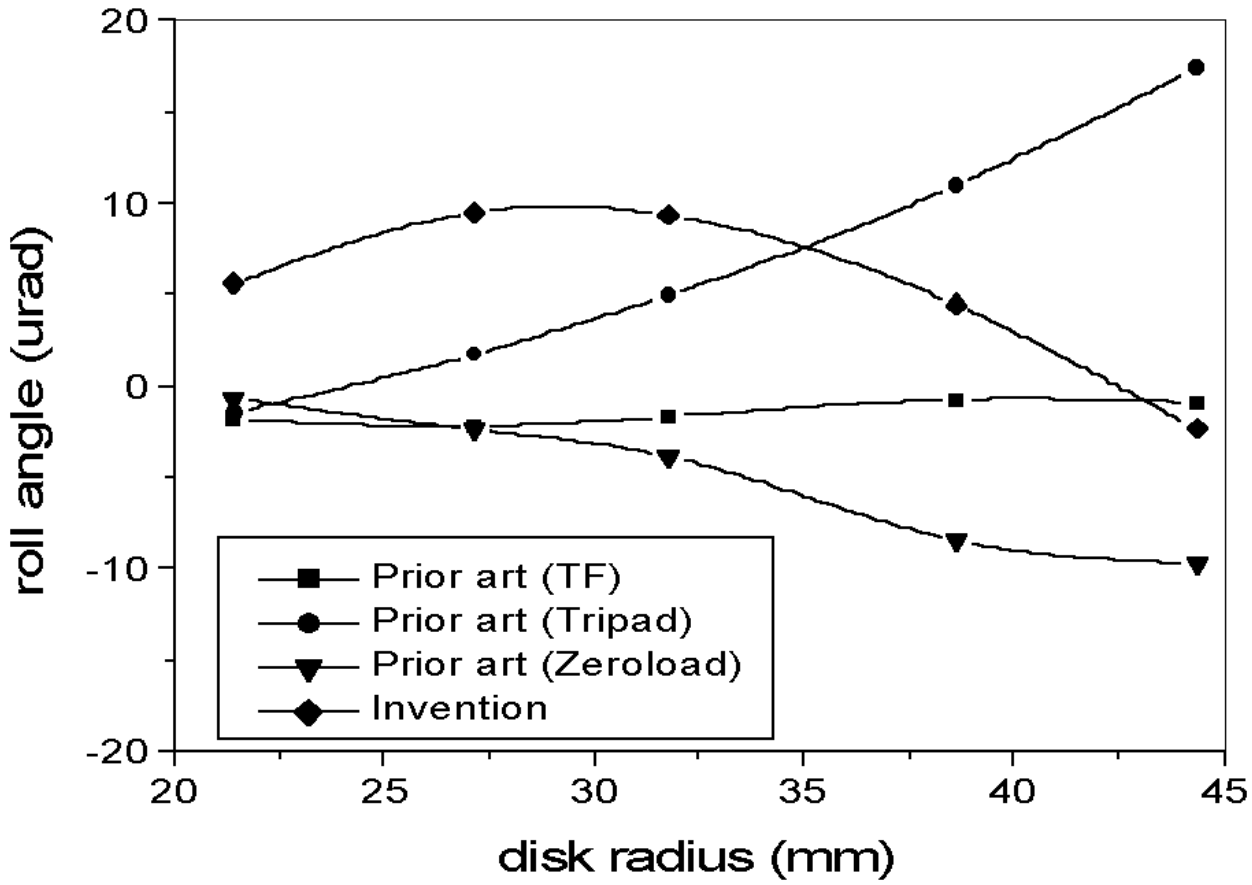
도면 20


Prior art (TF)
Prior art (Tripad)
Prior art (Zeroload)
Invention
flying height (nm)
disk radius (mm)
0
20
40
60
80
20
25
30
35
40
45

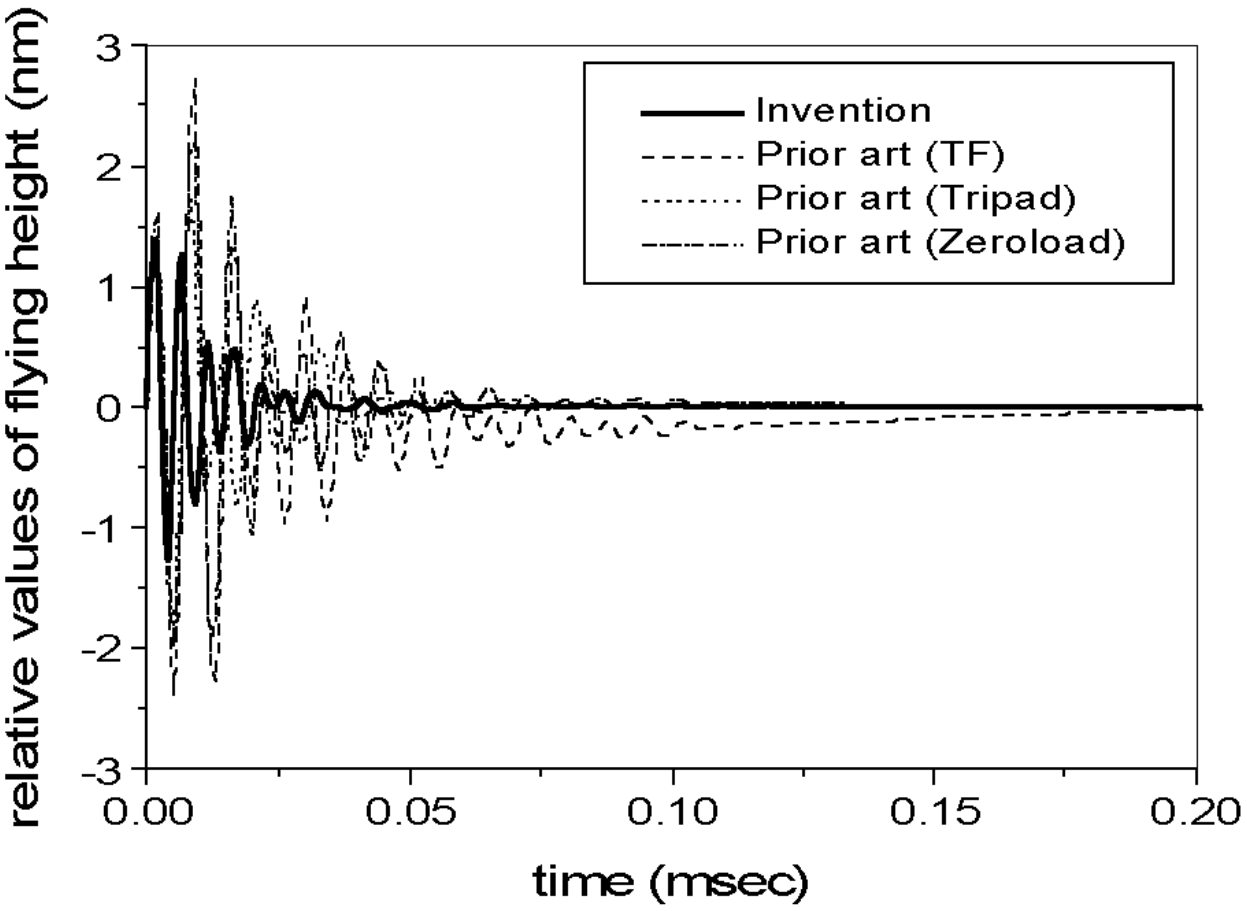
도면 21


200
150
100
50
0
pitch angle (urad)
20
25
30
35
40
45
disk radius (mm)
Prior art (TF)
Prior art (Tripad)
Prior art (Zeroload)
Invention

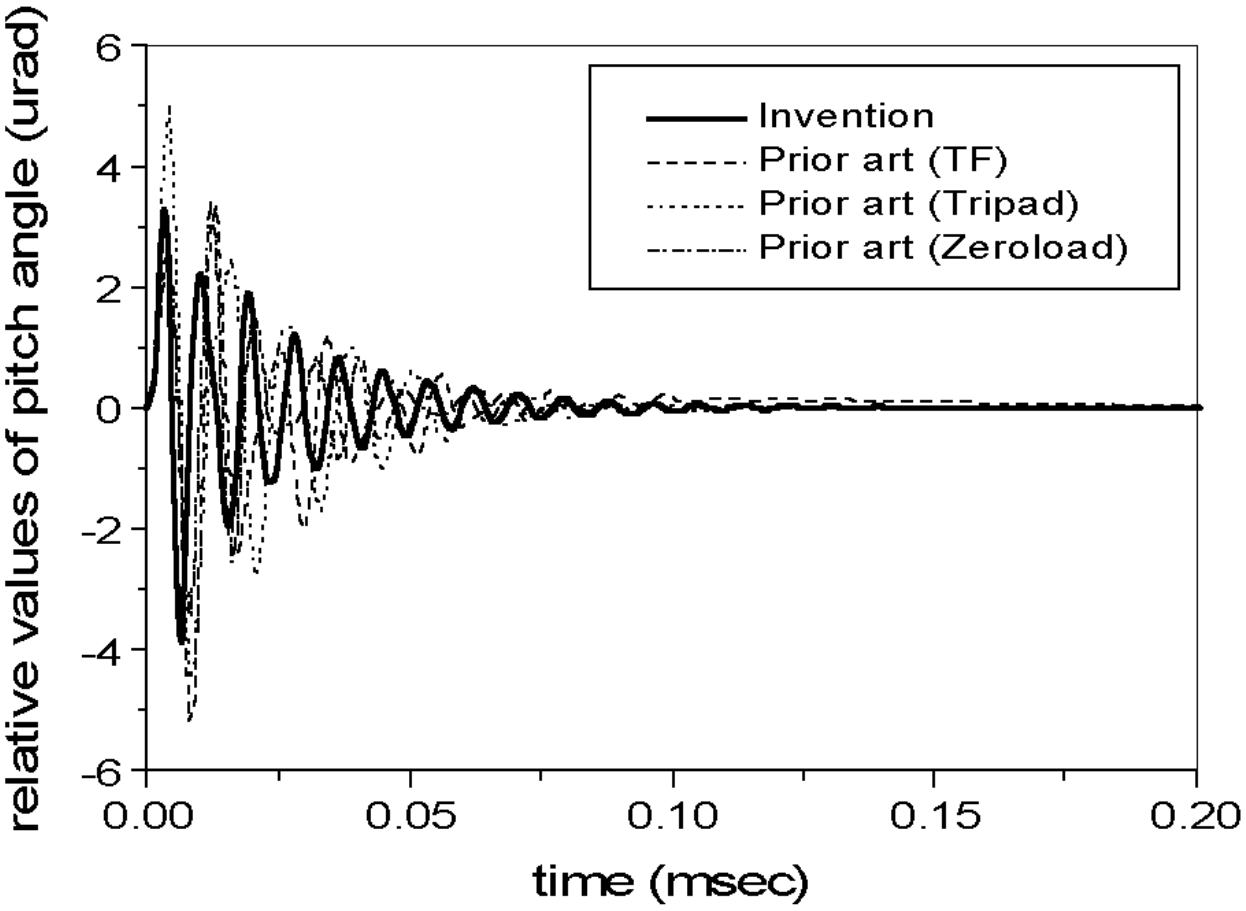
도면 22


20
10
0
-10
-20
roll angle (urad)
20
25
30
35
40
45
disk radius (mm)
Prior art (TF)
Prior art (Tripad)
Prior art (Zeroload)
Invention

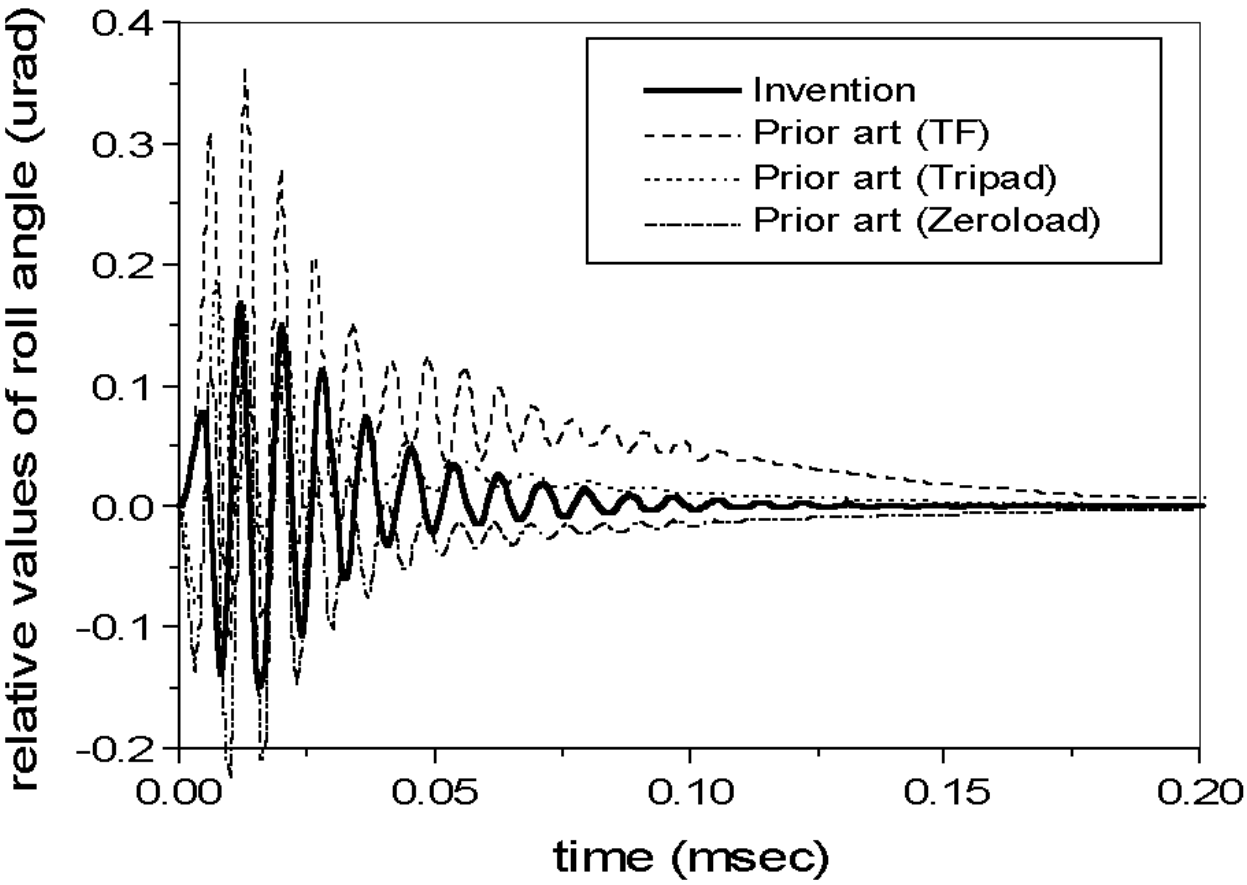
도면 23


relative values of flying height (nm)
time (msec)
Invention
Prior art (TF)
Prior art (Tripad)
Prior art (Zeroload)
3
2
1
0
-1
-2
-3
0.00
0.05
0.10
0.15
0.20

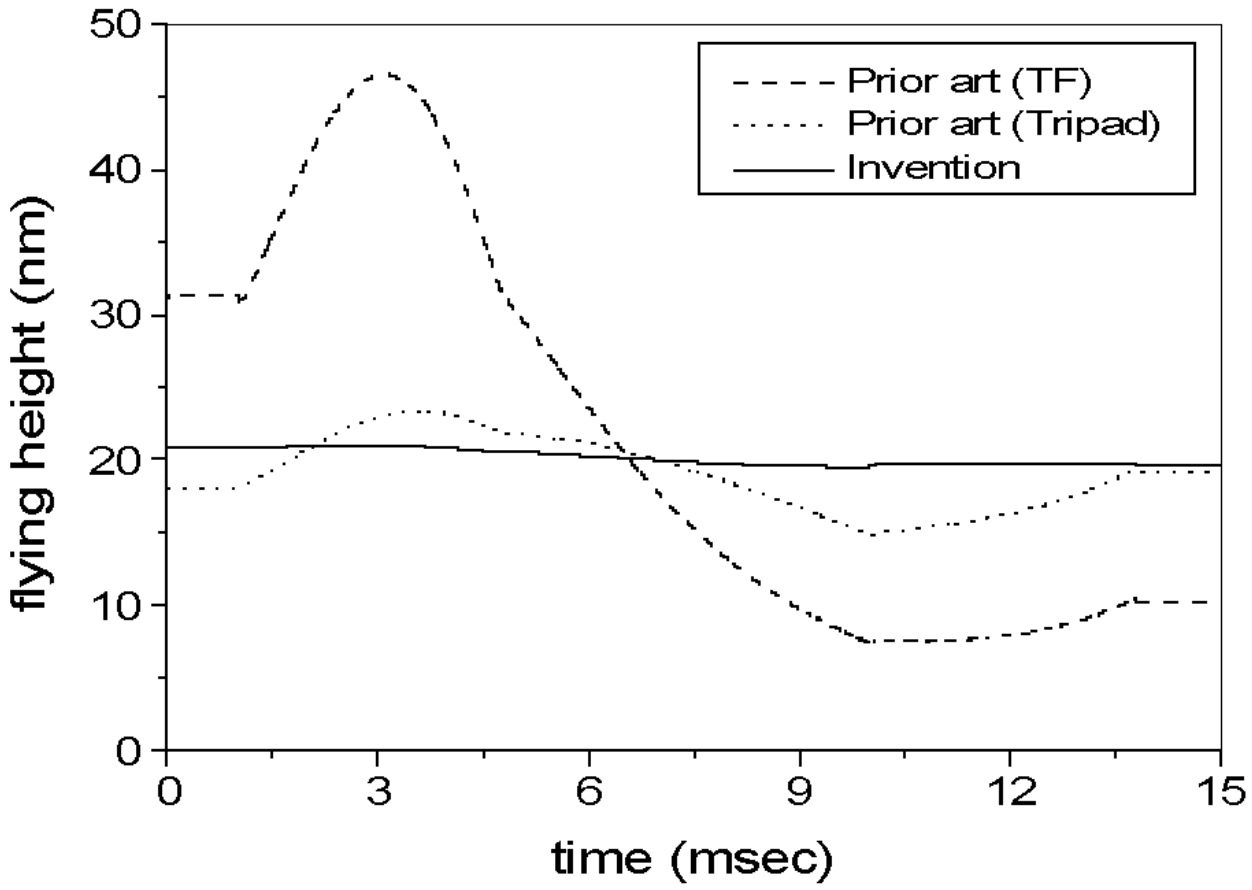
도면 24


relative values of pitch angle (urad)
6
4
2
0
-2
-4
-6
0.00
0.05
0.10
0.15
0.20
time (msec)
Invention
Prior art (TF)
Prior art (Tripad)
Prior art (Zeroload)

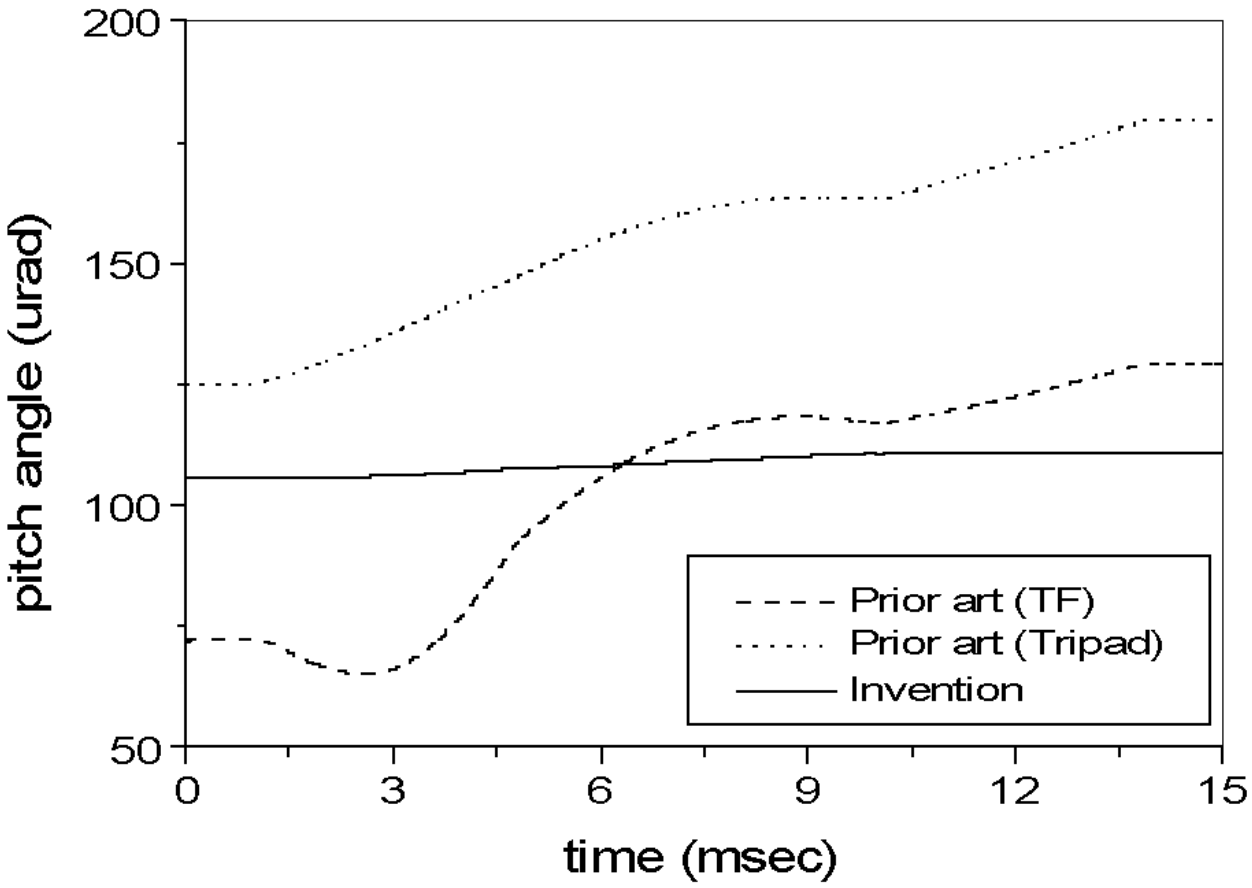
도면 25


relative values of roll angle (urad)
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
-0.1
-0.2
0.00
0.05
0.10
0.15
0.20
time (msec)
Invention
Prior art (TF)
Prior art (Tripad)
Prior art (Zeroload)

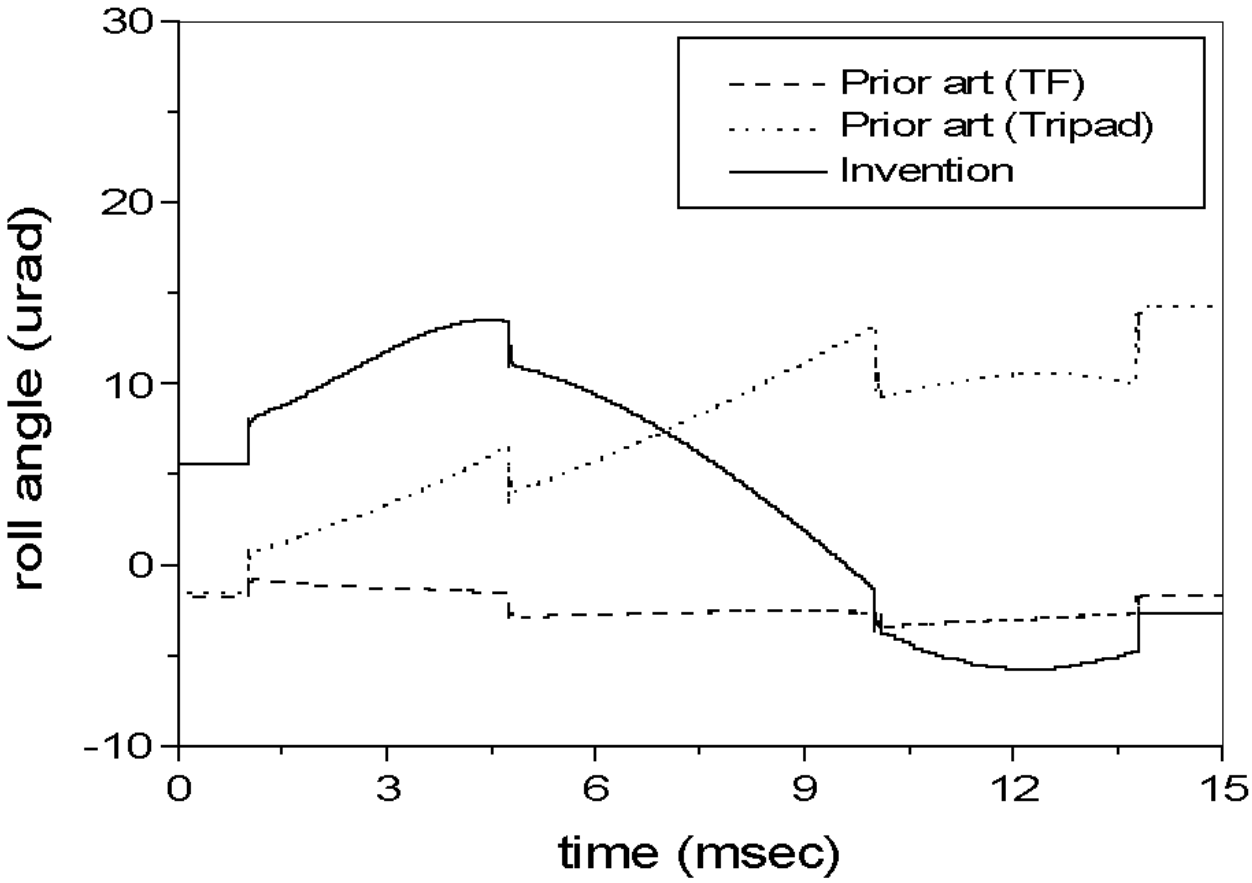
도면 26


Prior art (TF)
Prior art (Tripad)
Invention
flying height (nm)
time (msec)
0
10
20
30
40
50
0
3
6
9
12
15

도면 27


200
150
100
50
pitch angle (urad)
0
3
6
9
12
15
time (msec)
Prior art (TF)
Prior art (Tripad)
Invention

도면 28


Prior art (TF)
Prior art (Tripad)
Invention
roll angle (urad)
time (msec)
30
20
10
0
-10
0
3
6
9
12
15