



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년09월02일

(11) 등록번호 10-1549501

(24) 등록일자 2015년08월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G11B 21/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0028305

(22) 출원일자 2014년03월11일

심사청구일자 2014년03월11일

(65) 공개번호 10-2014-0111979

(43) 공개일자 2014년09월22일

(30) 우선권주장

13/796,767 2013년03월12일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

US6466412 B1*

US6052258 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

시게이트 테크놀로지 엘엘씨

미국 캘리포니아 95104 쿠퍼티노 사우스 디 엔자
블러바드 10200

(72) 발명자

아파리마른, 파라판

태국 10220 방콕 방콘 타랑 라민드라 로드 무반
탄야카른 소이 와츠차라폴 120/21

오나사코른, 수라우트

태국 10270 사무트프라칸 107 로드 탐번 삼롱누아
암푸어 무앙 무2 소이 베어링 수쿰윗 805

밤롱웅타리, 줌폰라데즈

태국 10260 방콕 소이14 방나 방나 방나트레드 로
드 239

(74) 대리인

특허법인 남앤드남

전체 청구항 수 : 총 8 항

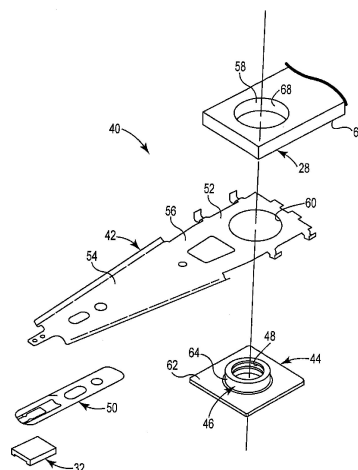
심사관 : 임동재

(54) 발명의 명칭 헤드 스택 어셈블리 및 그 제조 방법

(57) 요약

헤드 스택 어셈블리는, 액추에이터 암 -액추에이터 암에는 개구가 있음-, 로드 빔을 포함하는 헤드 서스펜션 어셈블리 -로드 빔은 개구가 있는 장착 구역을 포함함-, 및 액추에이터 암에 헤드 서스펜션 어셈블리를 부착하도록 적응된 베이스 플레이트를 포함하며, 베이스 플레이트는 외부 표면 및 스웨이징 홀을 갖는 보스 타워를 포함한다. 피치 방향에서보다는 롤 방향에서 보스 타워와 액추에이터 암 개구 간의 압축을 증가시키기 위해, 액추에이터 암 개구, 보스 타워 외부 표면 또는 스웨이징 홀 중 하나는 비-원형이다. 보스 타워를 제조하는 방법들이 또한 제공된다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

헤드 스택 어셈블리(head stack assembly)로서,

수직 방향 및 수평 방향;

액추에이터 암 —상기 액추에이터 암에는 개구가 있음 — ;

로드 빔을 포함하는 헤드 서스펜션 어셈블리(head suspension assembly) —상기 로드 빔은 개구가 있는 장착 구역을 포함함 — ; 및

상기 액추에이터 암에 상기 헤드 서스펜션 어셈블리를 부착하도록 적응된 베이스 플레이트 — 상기 베이스 플레이트는 외부 표면 및 스웨이징 홀(swaging hole)을 갖는 보스 타워(boss tower)를 포함함 — 를 포함하며,

상기 액추에이터 암 개구는 장축이 상기 수직 방향으로 연장되는 계란형 또는 타원형이거나,

상기 스웨이징 홀은 장축이 상기 수직 방향으로 연장되는 계란형 또는 타원형이거나,

상기 보스 타워 외부 표면은 수직 축이 상기 수평 방향으로 연장되는 계란형 또는 타원형인,

헤드 스택 어셈블리.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 액추에이터 암 개구 또는 상기 보스 타워 외부 표면 중 하나는 1.0047:1 내지 1.0429:1의 장축 대 단축(a long axis to a short axis)의 비를 포함하는,

헤드 스택 어셈블리.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 액추에이터 암 개구, 상기 보스 타워 외부 표면 또는 상기 스웨이징 홀 중 적어도 하나는 상기 수직 축 주변에서 대칭인,

헤드 스택 어셈블리.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 액추에이터 암 개구, 상기 보스 타워 외부 표면 또는 상기 스웨이징 홀 중 적어도 하나는 상기 수평 축 주

변에서 대칭인,
헤드 스택 어셈블리.

청구항 9

제 1 항에 있어서,
상기 액추에이터 암 개구, 상기 보스 타워 외부 표면 또는 상기 스웨이징 홀 중 적어도 하나는 상기 수직 축 및
상기 수평 축 모두의 주변에서 대칭인,
헤드 스택 어셈블리.

청구항 10

롤(roll) 방향 및 피치(pitch) 방향을 갖는 헤드 스택 어셈블리로서,
액추에이터 암 - 상기 액추에이터 암에는 개구가 있음 - ;
로드 빔을 포함하는 헤드 서스펜션 어셈블리 -상기 로드 빔은 개구가 있는 장착 구역을 포함함 - ; 및
상기 액추에이터 암에 상기 헤드 서스펜션 어셈블리를 부착하도록 적응된 베이스 플레이트 - 상기 베이스 플레
이트는 외부 표면 및 스웨이징 홀을 갖는 보스 타워를 포함함 - 를 포함하며,
상기 액추에이터 암 개구, 상기 보스 타워 외부 표면, 및 상기 스웨이징 홀 중 하나는 상기 피치 방향으로 연장
되는 장축을 가지는 계란형 또는 타원형이며,
상기 액추에이터 암, 상기 로드 빔 및 상기 베이스 플레이트는, 상기 액추에이터 암 개구 및 상기 장착 구역 개
구를 통과하여 존재하는 상기 보스 타워와 정렬되고 스웨이징되며, 상기 보스 타워와 상기 액추에이터 암 개구
간의 압축은 상기 피치 방향에서보다는 상기 롤 방향에서 증가되는,
롤 방향 및 피치 방향을 갖는 헤드 스택 어셈블리.

청구항 11

삭제

청구항 12

제 10 항에 있어서,
상기 액추에이터 암 개구, 상기 보스 타워 외부 표면 또는 상기 스웨이징 홀 중 하나는 1.0047:1 내지 1.0429:1
의 장축 대 단축의 비를 가지는,
롤 방향 및 피치 방향을 갖는 헤드 스택 어셈블리.

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

디스크 드라이브에서 액추에이터 암에 헤드 서스펜션을 스웨이징하는 방법으로서,
로드 빔을 포함하는 헤드 서스펜션 어셈블리를 제공하는 단계 - 상기 로드 빔은 개구를 갖는 장착 구역을 가짐
- ;

개구를 갖는 액추에이터 암을 제공하는 단계;

내부 표면을 갖는 스웨이징 홀 및 외부 표면을 갖는 보스 타워를 포함하는 베이스 플레이트를 제공하는 단계 - 상기 액추에이터 암 개구는 상기 액추에이터 암의 수직 방향으로 연장되는 장축을 가지는 계란형 또는 타원형이거나, 상기 스웨이징 홀은 상기 수직 방향으로 연장되는 장축을 가지는 계란형 또는 타원형이거나, 상기 보스 타워 외부 표면은 상기 액추에이터 암의 수평 방향으로 연장되는 장축을 가지는 계란형 또는 타원형임 - ;

상기 헤드 서스펜션 어셈블리의 장착 구역에서의 개구를 상기 액추에이터 암에서의 개구와 동심으로 위치설정하는 단계;

상기 장착 구역이 상기 액추에이터 암과 상기 베이스 플레이트 사이에 위치설정되도록 상기 장착 구역 및 상기 액추에이터 암의 개구들에 상기 보스 타워를 삽입하는 단계; 및

스웨이징 볼을 상기 스웨이징 홀에 삽입하는 단계를 포함하는,

디스크 드라이브에서 액추에이터 암에 헤드 서스펜션을 스웨이징하는 방법.

명세서

배경 기술

[0001] 하드 디스크 드라이브 시스템들(HDD들)은 전형적으로 하나 또는 그 초과 데이터 스토리지(storage) 디스크들을 포함한다. 슬라이더에 보유되는(carried) 변환 헤드는 디스크 상의 데이터 트랙으로부터의 판독 및 데이터 트랙에 대한 기록을 위해 이용된다. 슬라이더는 액추에이터 암을 포함하는 암 어셈블리 및 서스펜션 어셈블리(suspension assembly)에 보유된다.

[0002] 스웨이징 프로세스는 액추에이터 암에 서스펜션 어셈블리를 연결하기 위해 이용되는 통상의 재료 프로세싱 기술이다. 서스펜션 어셈블리는 액추에이터 암의 개구 내에 맞춰지도록 구성되는 보스 타워(boss tower)를 포함한다. 암 개구에 맞춰지는 경우 스웨이징 볼이 보스 타워를 통과할 때, 보스 타워는 확장되어, 개구 표면을 접촉하게 되고 액추에이터 암에 서스펜션 어셈블리를 연결하는 마찰 결합(frictional engagement) 발생시킨다.

발명의 내용

[0003] 본 개시물의 일 특정 실시예는 헤드 스택 어셈블리에 관한 것이며, 이 헤드 스택 어셈블리는, 액추에이터 암 -액추에이터 암에는 개구가 있음-, 로드 빔을 포함하는 헤드 서스펜션 어셈블리(head suspension assembly) -로드 빔은 개구가 있는 장착 구역(mounting region)을 포함함-, 및 액추에이터 암에 헤드 서스펜션 어셈블리를 부착하도록 적응된 베이스 플레이트를 포함하며, 베이스 플레이트는 외부 표면 및 스웨이징 홀을 갖는 보스 타워를 포함한다. 액추에이터 암 개구, 보스 타워 외부 표면 또는 스웨이징 홀 중 하나는 비-원형이다.

[0004] 이들 및 다양한 다른 특징들 및 장점들은 다음의 상세한 설명의 숙독으로부터 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0005] 본 발명은 첨부 도면과 관련하여 본 발명의 다양한 실시예들에 대한 다음의 상세한 설명을 참조하여 더욱 완벽하게 이해될 수 있을 것이다.

[0006] 도 1은 예시적인 하드 디스크 드라이브(HDD) 시스템의 투시도이다.

[0007] 도 2는 분해된 헤드 스택 어셈블리의 투시도이다.

[0008] 도 3은, 스웨이징 이전의, 베이스 플레이트, 로드 빔 및 액추에이터 암의 측면도이다.

[0009] 도 4는 베이스 플레이트, 로드 빔 및 액추에이터 암의 평면도(top plan view)이다

[0010] 도 5는 본 개시물의 일 실시예에 따른, 베이스 플레이트 및 액추에이터 암의 평면도이다.

[0011] 도 6은 본 개시물의 다른 실시예에 따른, 베이스 플레이트 및 액추에이터 암의 평면도이다

[0012] 도 7은 본 개시물의 다른 실시예에 따른, 베이스 플레이트 및 액추에이터 암의 평면도이다

[0013] 도 8a-8h는 본 개시물에 따른, 베이스 플레이트들의 다양한 실시예들의 평면도들이다.

[0014] 도 9a-9i는 본 개시물에 따른, 액추에이터 암들의 다양한 실시예들의 평면도들이다.

[0015] 도 10a-10b는 본 개시물에 따른 베이스 플레이트들의 다양한 실시예들의 평면도들이다.

[0016] 도 11a-11c는 "사실상 원형인(circular-in-nature)" 형상들의 예들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0006]

[0017] 본 발명은 디스크 드라이브들에 관한 것이다. 더 구체적으로, 본 발명은 스웨이징 프로세스에 의해 액추에이터 암에 부착되는 헤드-짐벌 어셈블리를 제공한다. 단지 예시로서, 본 발명은 하드 디스크 장치에 적용되지만, 본 발명이 훨씬 더 넓은 범위의 적용성을 갖는다는 것이 인식될 것이다.

[0007]

[0018] 스웨이징 프로세스는 다양한 엘리먼트들을 연결하기 위해 이용되는 재료 프로세싱 기술이다; 하드 디스크 장치에 대해, 스웨이징은 통상 헤드 스택 어셈블리를 형성하는데 이용된다. 프로세스 동안, 보스 타워는 확장되어 E-블록 또는 액추에이터 암에 헤드 짐벌 어셈블리의 로드 빔을 커플링한다. 본 개시물에 따르면, 헤드 스택 어셈블리 결합 표면들(즉, 보스 타워 외부 표면, 보스 타워 스웨이징 홀 또는 액추에이터 암 개구) 중 적어도 하나는 비-원형이다. 비-원형 결합 표면은, 피치(pitch) 및 롤(roll) 방향들에서 상이한(unequal) 압축력들을 생성함으로써, 원형 결합 표면들을 스웨이징할 경우 종종 경험되는 액추에이터 암의 구부러짐 및 왜곡을 감소시킨다. 그 결과, 액추에이터 암의 감소된 왜곡(예를 들어, 위로 또는 아래로 구부러짐)으로 인해 헤드 스택 어셈블리의 전체 품질이 개선된다.

[0008]

[0019] 다음의 설명에서, 본원의 일부를 형성하며 예시로서 적어도 하나의 특정 실시예가 도시되어 있는 첨부도면들에 대한 참조가 이루어진다. 다음의 설명은 추가적인 특정 실시예들을 제공한다. 다른 실시예들이 고려되며 본 발명의 범위 또는 정신으로부터 이탈하지 않고 구성될 수 있음이 이해될 것이다. 따라서, 다음의 상세한 설명은 제한적 의미로 취해지지 않는다. 본 발명이 그와 같이 제한되지 않는다면, 본 발명의 다양한 양상들의 인식은 아래에 제공되는 예들의 논의를 통해 얻어질 것이다.

[0009]

[0020] 본원에서 이용되는 바와 같이, 그 내용이 명시적으로 달리 서술되지 않는 한, 단수 형태들은 복수의 지시 대상들을 갖는 실시예들을 포괄한다. 본 명세서 및 첨부되는 청구항들에서 이용되는 바와 같이, "또는"이란 용어는 그 내용이 명시적으로 달리 서술되지 않는 한, 그 의미에 있어 "및/또는"을 포함하는 것으로 일반적으로 사용된다.

[0010]

[0021] 도 1은, 축(24)을 중심으로 회전하도록 구성되는 적어도 하나의 자기 스토리지 디스크(22), 구동 모터(actuation motor)(26)(예를 들어, 보이스 코일 모터), 액추에이터 암(28), 로드 빔을 포함하는 서스펜션 어셈블리(30), 및 변환 또는 판독/기록 헤드(도시되지 않음)를 보유하는(carrying) 슬라이더(32)를 포함하는, 예시적인 하드 디스크 드라이브(HDD) 시스템(20)의 투시도이다. 슬라이더(32)는 서스펜션 어셈블리(30)에 의해 지지되어, 결과적으로는(in turn) 액추에이터 암(28)에 의해 지지되게 된다. 액추에이터 암(28), 서스펜션 어셈블리(30) 및 슬라이더(32)가 합쳐져서(together) 헤드 스택 어셈블리(HSA)를 형성한다. 구동 모터(26)는, 회전 디스크(22)의 표면에 걸쳐 호형으로(in an arc) 서스펜션(30) 및 슬라이더(32)가 스위핑(sweep)하도록, 축(34)을 중심으로 액추에이터 암(28)을 피벗팅하도록 구성되며, 슬라이더(32)는 종종 에어 베어링으로 칭해지는 에어 쿠션(cushion of air) 상에서 디스크(22)에 걸쳐 "슬라이딩" 또는 "플라잉"한다. 슬라이더(32)에 보유된 판독/기록 헤드는 도 1에서는 도시되지 않은 압전 마이크로액추에이터에 의해 디스크(22)의 선택된 동심 데이터 트랙들(36)에 대해 위치설정될 수 있다. 동방향 회전(co-rotating) 디스크들(22)의 스택에는, 추가 액추에이터 암들(28), 서스펜션 어셈블리들(30), 및 스택에서의 각 디스크(22)의 최상부 및 바닥 표면들에서의 판독 및 기록을 위한 판독/기록 헤드들을 보유하는 슬라이더들(32)이 제공될 수 있다는 것을 주목해야 한다. 다수의 액추에이터 암들(28), 서스펜션 어셈블리들(30) 및 슬라이더(32)를 갖는 구조는 종종 E-블록으로 칭해진다.

[0011]

[0022] 본 개시물은 HDD 시스템(20)의 헤드 스택 어셈블리(HSA)를 생성하기 위한 부착 시스템을 제공한다; 즉, 본 개시물은 HSA를 형성하는 다양한 엘리먼트들을 함께 부착하기 위한 시스템을 제공한다.

[0012]

[0023] 도 2는, 로드 빔(42), 액추에이터 암(28) 및 보스 타워(46)를 갖는 베이스 플레이트(44)를 포함하는, 헤드 스택 어셈블리(HSA)(40)에 대한 분해된, 등각투상도(isometric view)이다. 예시된 실시예에서, HSA(40)는 플렉서(flexure)(50)를 포함하는데, 이 플렉서(50)에는, 변환 또는 판독/기록 헤드를 보유한 슬라이더(32)가 장착된다; 플렉서(50)는 임의의 통상적인 메커니즘에 의해 로드 빔(42)에 부착될 수 있거나 로드 빔(42)에 통합될 수 있다. 일부 실시예들에서는, 로드 빔(42), 플렉서(50) 및 슬라이더(32)를 합쳐 헤드 서스펜션 어셈블리라

청한다. 플렉서(50)는, 슬라이더(32) 및 관독/기록 헤드가 (도 1의) 디스크(22)의 데이터 트랙들(36) 위에서 이동할 때, 이들의 피치 및 롤 움직임을 허용한다.

- [0013] [0024] 로드 빔(42)은, 근접단(proximal end)에서의 장착 구역(52), 말단부(distal end) 근처에서의 강성(rigid) 구역(54), 그리고 장착 구역(52)과 강성 구역(54) 사이의 스프링 구역(56)을 포함한다. 개구(60)는 장착 구역(52)에 존재한다. 스프링 구역(56)은, 비교적 탄성적(resilient)이며, 디스크 위의 에어 베어링에 의해 생성되는 상향력(upward force)에 반대로, 스피닝(spinning) 디스크 근처에서 관독/기록 헤드를 갖는 슬라이더(32)를 유지하기 위해 로드 빔(42)의 말단 팁(tip)에 하향 바이어스력을 제공한다. HSA(40)는 통상적으로, 로드 빔(42)의 장착 구역(52)에 부착되는 액추에이터 암(28)을 통해 구동 모터(26)(도 1)에 커플링된다.
- [0014] [0025] 액추에이터 암(28)에 (장착 구역(52)에서) 로드 빔(42)을 커플링하기 위해 스웨이징-타입 부착이 이용된다. 액추에이터 암(28)의 개구(58) 및 로드 빔(42)의 개구(60)는 그곳을 통해 베이스 플레이트(44)의 보스 타워(46)를 수용하도록 형상화 및 크기설정(sized)된다. 보스 타워(46)는, 보스 타워(46) 및 베이스 플레이트(44)를 관통하는 스웨이징 개구 또는 홀(48) 및 외부 표면(64)을 갖는다. 일부 실시예들에서, 외부 표면(64)의 전체 높이는 베이스에 수직이며, 이 베이스로부터 보스 타워(46)가 연장된다.
- [0015] [0026] 로드 빔(42)을 액추에이터 암(28)에 스웨이징하기 위해, 액추에이터 암(28), 로드 빔(42) 및 베이스 플레이트(44)가 로드 빔 개구(60) 및 액추에이터 암 개구(58)를 통해 삽입되는 보스 타워(46)와 정렬된다. 도 3에 도시된 바와 같이, 장착 구역(52)은 베이스 플레이트(44)(구체적으로, 베이스 플레이트(44)의 표면(62))과 액추에이터 암(28)(구체적으로, 암(28)의 표면(63)) 사이에 샌드위치된다. 보스 타워(46)의 외부 표면(64)은 액추에이터 암(28)의 개구(58)의 내부 표면(68) 내에서 맞춰지도록 크기설정된다. 스웨이징 전에 결합의 정도(amount)는 달라질 수 있지만, 외부 표면(64)은 전형적으로 내부 표면(68)에 인접하다.
- [0016] [0027] 이후, 하나 또는 그 초과 스웨이징 볼들(70)(도 3)이 스웨이징 홀(48)을 통과하게 강압되어 액추에이터 암 개구(58)에서 보스 타워(46)가 확장된다. 이러한 확장은 보스 타워(46)의 외부 표면(64)과 액추에이터 암 개구(58)의 내부 표면(68) 사이의 마찰 부착 계면을 생성한다. 일부 실시예들에서, 마찰 부착은 또한 로드 빔 개구(60)에서도 발생할 수 있다.
- [0017] [0028] 스웨이징 홀(48) 및 개구들(58, 60)을 통과할 때, 통상적으로 스웨이징 볼(70)은 (보스 타워(46)의 내부 표면인) 스웨이징 홀(48)의 내부 표면과 결합되어, 표면에 대해 바깥으로 향해지는 힘을 발생시키고 보스 타워(46)를 변형시켜, 외부 표면(64)이 암 개구(58)의 내부 표면(68)과 마찰 결합하게 한다. 스웨이징 홀(48) 및 스웨이징 볼(70)이 대칭인 경우에, 그 힘은 동심으로 바깥으로 발산(radiate)될 것이다. 이후에, 보스 타워(46)를 더 확장하고 표면(64)과 표면(68) 사이의 결합을 증가시키기 위해, 차후 더 큰 직경의 스웨이징 볼(70)이 이용될 수 있다.
- [0018] [0029] 도 4는 베이스 플레이트(44)의 보스 타워(46)를 통해 로드 빔(42)에 연결되는 액추에이터 암(28)을 갖는, HSA(40)의 일부의 확대도를 예시한다. 도 4에 예시된 바와 같이, 어셈블리(40)는 보스 타워(46) 및 스웨이징 홀(48)의 중심에서 교차하는 가로 방향(lateral direction) y의 축(y-축으로 지칭됨) 및 세로 방향(longitudinal direction) x의 축(x-축이라 지칭됨)을 갖는다.
- [0019] [0030] 본 개시물에 따르면, 보스 타워(예를 들어, 보스 타워(48))와 액추에이터 암(예를 들어, 암(28)) 사이의 스웨이징된 마찰 맞춤(frictional fit)을 형성하는 표면들은 서로 다르다; 즉, 스웨이징 이전에, 액추에이터 암의 표면 또는 보스 타워의 표면 중 하나는 원형이 아니다. 예를 들어, 보스 타워 외부 표면(예를 들어, 표면(64))은 비-원형일 수 있으며 암 개구의 내부 표면(예를 들어, 내부 표면(68))은 원형일 수 있다. 다른 예는 비-원형인 보스 타워 스웨이징 홀 표면(예를 들어, 홀(48)) 및 원형인 암 개구의 내부 표면(예를 들어, 내부 표면(68))을 갖는다. 보스 타워 외부 표면(예를 들어, 표면(64))은 해당 스웨이징 홀(예를 들어, 스웨이징 홀(48))과 동일한 또는 다른 형상을 가질 수 있다; 즉, 이들 둘 다가 비-원형일 수도 있고 또는 단지 하나만이 비-원형일 수 있다. 다른 형상화된 접촉 표면들의 다른 예로서, 암 개구의 내부 표면(예를 들어, 내부 표면(68))은 비-원형일 수 있으며 보스 타워 외부 표면(예를 들어, 표면(64))은 원형일 수 있다. 보스 타워와 암 개구의 간섭을 감소시키기 위해 2개의 표면 형상들이 선택되며, 이는 피치 방향(즉, x-방향) 및 롤 방향(즉, y-방향)에서, 스웨이징 동안 그리고 스웨이징 후에, 상이한 압축력을 발생시킨다.
- [0020] [0031] 도 5 내지 7은 스웨이징된 마찰 맞춤을 형성하는 표면들 중 하나가 비-원형인, 서스펜션 어셈블리들, 또는 이들의 부분들에 대한 3개의 실시예들을 예시한다. 이들 실시예들의 각각에서, 평면도에서 볼 때 비-원형 표면은 계란형이며, 스웨이징될 때 암의 세로 방향(x-방향)에서 감소된 압축을 발생시킨다.

- [0021] [0032] 도 5에서, 액추에이터 암(128)에는 원형 개구(158)가 있는데, 이 원형 개구(158)에는 베이스 플레이트(144)의 보스 타워(146)가 삽입된다. 보스 타워(146)는 원형 스웨이 지 홀(148)을 갖지만 비-원형 외부 표면(164)을 갖는다. 외부 표면(164)은, 형상의 더 긴 축이 y-방향의 가로방향으로(laterally)로 연장하는, 계란형 또는 타원형 형상을 갖는다. 따라서, 스웨이 지 홀(148)과 외부 표면(164) 사이의 벽은 보스 타워(146) 주변에서(around) 가변 두께를 갖는다.
- [0022] [0033] 도 6에서, 액추에이터 암(228)에는 비-원형 개구(258)가 있는데, 이 비-원형 개구(258)에는 베이스 플레이트(244)의 보스 타워(246)가 삽입된다. 보스 타워(246)는 원형 스웨이 지 홀(248) 및 원형 외부 표면(264)을 가져, 보스 타워(246)의 벽 두께는 보스 타워(246) 주변에서 일정하다. 개구(258)는, 형상의 더 긴 축이 x-방향의 세로방향으로(longitudinally) 연장하는, 계란형 또는 타원형 형상을 갖는다.
- [0023] [0034] 도 7에서, 액추에이터 암(328)에는 원형 개구(358)가 있는데, 이 원형 개구(358)에는 베이스 플레이트(344)의 보스 타워(346)가 삽입된다. 보스 타워(346)는 원형 외부 표면(364)을 갖지만 비-원형 스웨이 지 홀(348)을 갖는다. 스웨이 지 홀(348)은, 형상의 더 긴 축이 x-방향의 세로방향으로 연장하는, 계란형 또는 타원형 형상을 갖는다. 도 5에서와 같이, 스웨이 지 홀(348)과 외부 표면(364) 사이의 벽은 가변 두께를 갖는다.
- [0024] [0035] 비-예시된, 그러나 대안적인 적합한 구성은 보스 타워의 벽 두께가 일정하도록, 비-원형 스웨이 지 홀(예를 들어, 계란형 또는 타원형) 및 대응하는 비-원형 외부 표면을 갖는 보스 타워를 가질 수 있다. 비-원형 보스 타워의 더 긴 축은 y-방향의 가로방향으로 연장한다. 액추에이터 암에 원형 개구를 갖는 이러한 보스 타워가 이용될 것이다.
- [0025] [0036] 보스 타워 스웨이 지 홀, 보스 타워 외부 표면 또는 액추에이터 암 개구 중 임의의 것에서의 비-원형 형상은, 피치 방향(도 5-7에서의 세로 또는 x-방향) 및 롤 방향(도 5-7에서의 가로 또는 y-방향)으로 상이한 압축력을 생성하는, 보스 타워와 액추에이터 암 홀의 비대칭 결합을 제공하도록 선택된다. 바람직한 비-원형 형상이 계란형 또는 타원형이더라도, 대칭 및 비-대칭, 규칙 및 불규칙한 다른 비-원형 형상들이 이용될 수 있다. 도 8a-8h, 도 9a-9i 및 도 10a 및 10b는 보스 타워 결합 표면들에 대한 다양한 대안적인 비-원형 형상들을 예시한다.
- [0026] [0037] 도 8a-8h는 보스 타워의 외부 표면을 위한 8개의 서로 다른 적합한 형상들을 예시한다. 다음의 엘리먼트들이 이들 도면들 각각에 존재한다: 액추에이터 암(444), 보스 타워(446), 보스 타워에서의 스웨이 지 홀(448), 및 보스 타워의 외부 표면(464). 엘리먼트들은, 숫자 다음에 있는 알파벳 지시자에 의해 여러 도면들 사이에서 구별된다; 예를 들어, 도 8a에서, 엘리먼트를 지시하는 숫자들 각각은 "A"로 끝나며, 도 8b에서, 엘리먼트를 지시하는 숫자들 각각은 "B"로 끝나는 식이지만, 예외적으로, 이들 도면들에서, 스웨이 지 홀(448)은 항상 동일하며, 따라서 어떠한 알파벳 지시자도 포함되지 않는다. 헤드 스택 어셈블리(예를 들어, 도 2 및 4의 HSA(40))에 통합될 때, 이들 예시된 보스 타워 형상들은, 암의 세로 방향 및 암의 가로 방향 둘 다에서 대칭인 형상, 암의 세로 방향으로만 대칭이지만 암의 가로 방향으로만 비대칭인 형상, 암의 가로 방향으로만 대칭이지만 암의 세로 방향으로만 비대칭인 형상, 및 암의 세로 방향 및 암의 가로 방향 둘 다에서 비대칭인 형상을 포함한다.
- [0027] [0038] 이제 도면들을 참조하면, 도 8a-8h 각각은, 베이스 플레이트(444A-H)를 도시하는데, 이 베이스 플레이트(444A-H)는 원형 스웨이 지 홀(448) 및 비-원형 외부 표면(464A-H)을 갖는 보스 타워(446A-H)를 가지며, 이는 보스 타워 주변에서 일정하지 않은 두께를 갖는 벽을 야기한다. 도 8a, 8b 및 8c는, 베이스 플레이트가 통합될 최종 서스펜션 어셈블리 및 베이스 플레이트의 스웨이 지 홀을 통한 세로 축 주변에서 대칭인 보스 타워 결합 표면들의 예들을 예시한다.
- [0028] [0039] 구체적으로, 도 8a는 베이스 플레이트(444A)를 도시하는데, 이 베이스 플레이트(444A)는 원형 스웨이 지 홀(448) 및 비-원형인 외부 표면(464A)을 갖는 보스 타워(446A)를 갖는다; 본 실시예에서, 표면 부분(465A)은 외부 표면(464A)에 비-원형 형상을 제공하는 아치형 윤곽을 갖는다. 표면 부분(465A)은 최말단(distal-most) 외부 표면(464A)의 대략 1/3을 차지하며 외부 표면(464A)의 나머지(other) 2/3의 반경과는 다른 반경으로 정의된다. 표면 부분(465A)에서의 보스 타워(446A)는 보스 타워(446A)의 나머지 2/3에서보다 더 적은 두께를 갖는다. (표면 부분(465A)에서의) 보스 타워(446A)의 더 얇은 부분은 통합될 최종 서스펜션 어셈블리 및 베이스 플레이트(444A)의 세로 방향 주변에서 대칭이다. 유사하게, 도 8b는 베이스 플레이트(444B)를 도시하는데, 이 베이스 플레이트(444B)는 원형 스웨이 지 홀(448) 및 비-원형인 외부 표면(464B)을 갖는 보스 타워(446B)를 갖는다; 본 실시예에서, 아치형 표면 부분(465B)은 외부 표면(464B)에 비원형 형상을 제공한다. 표면 부분(465B)은 최근접(proximal-most) 외부 표면(464B)의 대략 1/3을 점유하며 외부 표면(464B)의 나머지 2/3의 반

경과는 다른 반경으로 정의된다. 표면 부분(465B)에서의 보스 타워(446B)는 보스 타워(446B)의 나머지 2/3에서 더 적은 두께를 갖는다. (표면 부분(465B)에서의) 보스 타워(446B)의 더 얇은 부분은 통합될 최종 서스펜션 어셈블리 및 베이스 플레이트(444B)의 세로 방향 주변에서 대칭이다. 2개의 이전 예들에 대한 결합(accumulation)인, 도 8c는 베이스 플레이트(444C)를 도시하는데, 이 베이스 플레이트(444C)는 비-원형인 외부 표면(464C)을 갖는 보스 타워(446C)를 갖는다; 본 실시예에서, 2개의 아치형 표면 부분들(465C 및 465C')은 비-원형 형상을 외부 표면(464C)에 제공한다. 표면 부분(465C)은 최말단 외부 표면(464C)의 대략 1/3을 차지하며 표면 부분(465C')은 최근접 외부 표면(464C)의 대략 1/3을 차지한다. 2개의(both) 표면 부분들(465C, 465C')은 외부 표면(464C)의 나머지 1/3의 반경과는 다른 반경으로 정의된다. 표면 부분들(465C, 465C')에서의 보스 타워(446C)는 보스 타워(446C)의 나머지 1/3보다 더 적은 두께를 갖는다. 보스 타워(446C)의 더 얇은 부분은 통합될 최종 서스펜션 어셈블리 및 베이스 플레이트(444C)의 세로 방향 주변에서 대칭이며, 통합될 최종 서스펜션 어셈블리 및 베이스 플레이트(444C)의 가로 방향으로 스웨이징 홀(448)의 중심 주변에서 대칭이다. 도 8a, 8b 및 8c의 전부에서, 액추에이터 암 개구로 통합되고 스웨이징될 때, 그 결과, 비-원형 보스 타워로 인해 세로 또는 피치 방향에서 압축이 감소될 것이다.

[0029] [0040] 도 8d, 8e 및 8f는 베이스 플레이트가 통합될 최종 서스펜션 어셈블리 및 베이스 플레이트의 스웨이징 홀을 통한 가로 축 주변에서 대칭인 보스 타워 결합 표면들의 예들을 예시한다. 추가로, 도 8f는, 또한 세로 축 주변에서 대칭인 예시적인 베이스 플레이트를 예시한다.

[0030] [0041] 도 8d는 베이스 플레이트(444D)를 도시하는데, 이 베이스 플레이트(444D)는 원형 스웨이징 홀(448) 및 비-원형인 외부 표면(464D)을 갖는 보스 타워(446D)를 갖는다; 본 실시예에서, 표면 부분(465D)은 비-원형 형상을 외부 표면(464D)에 제공하는 아치형 윤곽을 갖는다. 표면 부분(465D)은 외부 표면(464D)의 대략 1/3을 차지하며 외부 표면(464D)의 나머지 2/3의 반경과는 다른 반경으로 정의된다. 표면 부분(465D)에서의 보스 타워(446D)는 보스 타워(446D)의 나머지 2/3에서보다 더 적은 두께를 갖는다. (표면 부분(465D)에서의) 보스 타워(446D)의 더 얇은 부분은 스웨이징 홀(448)의 중심을 통한 가로 축 주변에서 대칭이다. 도 8e는 도 8d의 미리 이미지를 예시하는데, 베이스 플레이트(444E)는 원형 스웨이징 홀(448) 및 비-원형인 외부 표면(464E)을 갖는 보스 타워(446E)를 갖는다; 본 실시예에서, 아치형 표면 부분(465E)은 보스 타워(446E)의 대략 1/3을 차지하며 보스 타워(446E)의 나머지 2/3에서보다 더 적은 두께를 생성한다. 보스 타워(446E)의 더 얇은 부분은 스웨이징 홀(448)의 중심을 통한 가로 축 주변에서 대칭이다. 도 8f는 이전 2개의 예들의 결합이며, 베이스 플레이트(444F)를 도시하는데, 이 베이스 플레이트(444F)는 원형 스웨이징 홀(448) 및 비원형인 외부 표면(464F)을 갖는 보스 타워(446F)를 갖는다; 본 실시예에서, 2개의 아치형 표면 부분들(465F 및 465F')은 비-원형 형상을 외부 표면(464F)에 제공한다. 표면 부분(465F)은 외부 표면(464F)의 대략 1/3을 점유하며 표면 부분(465F')은 대략, 외부 표면(464F)의 또 다른 1/3을 차지한다. 2개의 표면 부분들(465F, 465F')은 외부 표면(464F)의 나머지 1/3의 반경과는 다른 반경으로 정의된다. 표면 부분들(465F, 465F')에서의 보스 타워(446F)는 보스 타워(446F)의 나머지 1/3에서보다 더 적은 두께를 갖는다. 보스 타워(446F)의 더 얇은 부분은 통합될 최종 서스펜션 어셈블리 및 세로 방향 주변에서 대칭이며 가로 방향으로 스웨이징 홀(448)의 중심 주변에서 대칭이다. 도 8d, 8e 및 8f의 전부에서, 액추에이터 암 개구로 통합되고 스웨이징될 때, 그 결과, 비-원형 보스 타워로 인해 가로 또는 롤 방향에서 압축이 감소될 것이다.

[0031] [0042] 도 8g는 도 8c 및 8f의 2개의 결합이며, 양자 모두 가로 방향 및 세로 방향에서 대칭이다. 구체적으로, 도 8g는 베이스 플레이트(444G)를 도시하는데, 이 베이스 플레이트(444G)는 원형 스웨이징 홀(448) 및 비-원형인 외부 표면(464G)을 갖는 보스 타워(446G)를 갖는다; 본 실시예에서, 원형인 외부 표면(464G)의 부분은 존재하지 않고, 오히려, 외부 표면(464G)은 4개의 아치형 세그먼트들로 형성된다. 보스 타워(446G)는 통합될 최종 서스펜션 어셈블리 및 세로 방향 주변에서 대칭이며 가로 방향으로 스웨이징 홀(448)의 중심 주변에서 대칭이다.

[0032] [0043] 도 8h는, 베이스 플레이트(444H)가 외부 표면(464H) 및 원형 스웨이징 홀(448)을 갖는 보스 타워(446H)를 갖는다는 점에서 도 8g와 유사하며, 여기서 원형인 부분은 없고, 오히려 외부 표면(464H)은 3개의 아치형 세그먼트로 형성된다. 예시된 바와 같이, 보스 타워(446H)는 스웨이징 홀(448)의 중심을 통한 가로 축 주변에서 대칭이다. 외부 표면(464H)을 형성하는 3개의 아치형 세그먼트들은 대안적으로, 세로 축 주변에 대칭이거나 또는 가로 및 세로 축들 모두의 주변에서 비대칭인 보스 타워를 갖도록 구성될 수 있다.

[0033] [0044] 이전의 예들(도 8a-8h)은 비-원형 보스 타워 외부 표면을 갖는 실시예들을 예시하였다. 앞서 표시된 바와 같이, 결합 표면들(즉, 보스 타워 외부 표면, 보스 타워 스웨이징 홀 또는 액추에이터 암 개구) 중 임의의 것에서 비-원형 형상이 있을 수 있다. 다음의 예들, 도 9a-9i 각각은 비-원형 개구(458A-I)를 갖는 액추에이터

암(428A-I)을 도시한다. 도 9a 및 9b는 암이 통합될 최종 서스펜션 어셈블리 및 액추에이터 암을 통한 세로 축 주변에서 대칭인 보스 타워 결합 표면들(구체적으로, 액추에이터 암 개구들)의 예들을 예시한다. 도 9d 및 9e는 액추에이터 암 개구를 통한 가로 축 주변에서 대칭인 보스 타워 결합 표면들(구체적으로, 액추에이터 암 개구들)의 예들을 예시한다. 도 9c, 9f 및 9g는 액추에이터 암을 통한 세로 축 및 액추에이터 암 개구를 통한 가로 축 모두의 주변에서 대칭인 보스 타워 결합 표면들(구체적으로, 액추에이터 암 개구들)의 예들을 예시한다.

[0034]

[0045] 구체적으로, 도 9a는 비-원형 개구(458A)를 갖는 액추에이터 암(428A)을 도시한다; 본 실시예에서, 개구(458A)의 부분(455A)은 비-원형 형상을 개구(458A)에 제공하는 아치형 윤곽을 갖는다. 부분(455A)은 개구(458A)의 근접 측의 대략 1/3을 차지하며 개구(458A)의 나머지 2/3의 반경과는 다른 반경으로 정의된다. 개구(458A)는 통합될 최종 서스펜션 어셈블리 및 액추에이터 암(428A)의 세로 방향 주변에서 대칭이다. 유사하게, 도 9b는 비-원형 개구(458B)를 갖는 액추에이터 암(428B)을 도시한다; 본 실시예에서, 개구(458B)의 부분(455B)은 비-원형 형상을 개구(458B)에 제공하는 아치형 윤곽을 갖는다. 부분(455B)은 개구(458B)의 말단 측의 대략 1/3을 차지하며 개구(458B)의 나머지 2/3의 반경과는 다른 반경으로 정의된다. 개구(458B)는 통합될 최종 서스펜션 어셈블리 및 액추에이터 암(428B)의 세로 방향 주변에서 대칭이다. 2개의 이전 예들의 결합인, 도 9c는 비-원형 개구(458C)를 갖는 액추에이터 암(428C)을 도시한다; 본 실시예에서, 2개의 아치형 표면 부분들(455C 및 455C')은 비-원형 형상을 개구(458C)에 제공한다. 부분(455C)은 개구(458C)의 근접 측의 대략 1/3을 차지하며 부분(455C')은 개구(458C)의 말단 측의 대략 1/3을 차지한다. 2개의 부분들(455C, 455C')은 개구(458C)의 나머지 1/3의 반경과는 다른 반경으로 정의된다. 개구(458C)는 통합될 최종 서스펜션 어셈블리 및 액추에이터 암(428C)의 세로 방향 주변에서 대칭이며 가로 방향으로 개구(458C)의 중심 주변에서 대칭이다.

[0035]

[0046] 도 9d로 가면, 도 9d는 비-원형 개구(458D)를 갖는 액추에이터 암(428D)을 도시한다; 본 실시예에서, 개구(458D)의 부분(455D)은 비-원형 형상을 개구(458D)에 제공하는 아치형 윤곽을 갖는다. 부분(455D)은 개구(458D)의 대략 1/3을 차지하며 개구(458D)의 나머지 2/3의 반경과는 다른 반경으로 정의된다. 개구(458D)는 개구(458D)의 중심을 통해 취해지는 가로 축 주변에서 대칭이다. 유사하게, 도 9e는 비-원형 개구(458E)를 갖는 액추에이터 암(428E)을 도시한다; 본 실시예에서, 개구(458E)의 부분(455E)은 비-원형 형상을 개구(458E)에 제공하는 아치형 윤곽을 갖는다. 부분(455E)은 개구(458E)의 대략 1/3을 차지하며 개구(458E)의 나머지 2/3의 반경과는 다른 반경으로 정의된다. 개구(458E)는 개구(458E)의 중심을 통해 취해지는 가로 축 주변에서 대칭이다. 2개의 이전 예들의 결합인, 도 9f는 비-원형 개구(458F)를 갖는 액추에이터 암(428F)을 도시한다; 본 실시예에서, 2개의 아치형 표면 부분들(455F 및 455F')은 비-원형 형상을 개구(458F)에 제공한다. 부분(455F)은 개구(458F)의 제 1 측의 대략 1/3을 차지하며 부분(455F')은 개구(458F)의 제 2 측의 대략 1/3을 차지한다. 2개의 부분들(455F, 455F')은 개구(458F)의 나머지 1/3의 반경과는 다른 반경으로 정의된다. 개구(458F)는 통합될 최종 서스펜션 어셈블리 및 액추에이터 암(428F)의 세로 방향 주변에서 대칭이며, 또한 가로 방향으로 개구(458F)의 중심 주변에서 대칭이다.

[0036]

[0047] 도 9g는 도 9c 및 9f 2개의 결합이며, 양자 모두 가로 방향 및 세로 방향으로 대칭이다. 구체적으로, 도 9g는 비-원형 개구(458G)를 갖는 액추에이터 암(428G)을 도시한다; 본 실시예에서 원형인 개구(458G)의 부분이 존재하지 않고, 오히려 개구(458G)는 4개의 아치형 세그먼트들로 형성된다. 개구(458G)는 통합될 최종 서스펜션 어셈블리 및 세로 방향 주변에서 대칭이며 가로 방향으로 개구(458G)의 중심 주변으로 대칭이다.

[0037]

[0048] 도 9h는, 암(428H)의 개구(458H)가 원형인 부분을 갖지 않고 오히려 3개의 아치형 세그먼트들로 형성되는 점에서, 도 9g와 유사하다. 예시된 바와 같이, 개구(458H)는 세로 축 또는 가로 축 어느 쪽 주변에서도 대칭이 아니다. 개구(458H)를 형성하는 3개의 아치형 세그먼트들은 대안적으로, 세로 축 주변에서 대칭이거나, 가로 축 주변에서 대칭이거나, 이 둘다의 주변에서 대칭인 보스 타워를 갖도록 구성될 수 있다.

[0038]

[0049] 도 9i는 암이 통합될 최종 서스펜션 어셈블리 및 액추에이터 암을 통한 세로 축 주변에서 대칭인 보스 타워 결합 표면(구체적으로, 액추에이터 암 개구)의 다른 예를 도시한다. 도 9i에서, 액추에이터 암(428I)은 비-원형 형상을 개구(458I)에 제공하는 2개의 아치형 윤곽 부분들(455I, 455I')을 갖는 비-원형 개구(458I)를 갖는다.

[0039]

[0050] 이전의 예들(도 9a-9i)은 비-원형 액추에이터 암 개구들을 갖는 실시예들을 예시하였다. 앞서 표시된 바와 같이, 본 발명은 헤드 스택 어셈블리 결합 표면들(즉, 보스 타워 외부 표면, 보스 타워 스웨이 지 홀, 또는 액추에이터 암 개구) 중 임의의 것에서 비-원형 형상을 포함한다. 다음의 예들, 도 10a 및 10b는 비-원형 스웨이 지 홀들을 도시한다.

[0040]

[0051] 도 10a는 베이스 플레이트(544A)를 도시하는데, 이 베이스 플레이트(544A)는 비-원형 스웨이 지 홀

(548A) 및 원형 외부 표면(564A)을 갖는 보스 타워(546A)를 갖는다; 본 실시예에서, 스웨이징 홀(548A)은 세로 방향으로 더 긴 치수를 갖는 세장형(elongated shape)(예를 들어, 계란형 또는 타원형)을 갖는다. 보스 타워(546A)는 세로 방향으로 더 적은 두께를 갖는, 불균일한(inconsistent) 두께를 갖는다. 원형 액추에이터 암 개구에 통합될 때, 그 결과, 가로, 또는 롤 방향에서 압축이 증가된다. 도 10b는 베이스 플레이트(544B)를 도시하는데, 이 베이스 플레이트(544B)는 비-원형 스웨이징 홀(548B) 및 원형 외부 표면(564B)을 갖는 보스 타워(546B)를 갖는다; 본 실시예에서, 스웨이징 홀(548B)은 가로 방향으로 더 긴 치수를 갖는 세장형(예를 들어, 계란형 또는 타원형)을 갖는다. 보스 타워(546B)는 가로 방향으로 더 적은 두께를 갖는, 불균일한 두께를 갖는다. 원형 액추에이터 암 개구에 통합될 때, 그 결과, 세로, 또는 피치 방향에서 압축이 증가된다.

[0041]

[0052] 앞서 여러번 표시된 바와 같이, 적어도 하나의 헤드 스택 어셈블리 결합 표면은 비-원형이며, 헤드 스택 어셈블리 결합 표면에 대한 다양한 비-원형 형상들이 앞서 제공되었다. 형상들은 규칙, 불규칙, 대칭 또는 비대칭일 수 있다. 바람직하게는, 일부 실시예들에서 직선들 및/또는 뾰족한 각(sharp angle)들이 존재할 수 있더라도(예를 들어, 바람직하지 않더라도, 비-원형 형상이 정사각형 또는 직사각형 등일 수 있음), 형상은 아치형 세그먼트들로 정의된다. "사실상 원형(circular-in-nature)"인 형상들은 본 개시물의 목적들을 위해 "원형"으로 고려되며, 비-원형은 고려되지 않는다. 비록 실제로 원형이 아닐지라도, "사실상 원형인" 형상들의 예들이 도 11a-11c에 제공된다. 이들 형상들 각각이, 실제로 원형인 형상을 제거하는 2차적인 피쳐들을 가지더라도, 1차적인 형상은 원형이며, 따라서 "사실상 원형"이다.

[0042]

[0053] 계란형 또는 타원형 형상의 경우, 장축(long axis) 대 단축(short axis)의 비에 대해 약 1.001:1 내지 1.1:1의 범위가 바람직하다; 일부 실시예들에서는 약 1.0047:1 내지 1.0429:1의 비 범위가 바람직하다.

[0043]

[0054] 헤드 스택 어셈블리 결합 표면들(즉, 보스 타워 외부 표면, 보스 타워 스웨이징 홀, 또는 액추에이터 암 개구) 중 임의의 것에서의 사실상 비원형인 형상 또는 비원형 형상은, 보스 타워 및 액추에이터 암 홀의 비대칭 결합을 제공하고, 이는 피치 방향(세로 방향) 및 롤 방향(가로 방향)에서 상이한 압축력을 생성한다. 일부 실시예들에서, 압축력은 피치 방향에서보다 롤 방향에서 더 높은 것이 바람직하다.

[0044]

[0055] 상기 논의 및 다양한 예시들은, 스웨이징 프로세스 이전의, 헤드 스택 어셈블리 결합 표면들에 대한 비-원형 형상들에 관한 것이다. 스웨이징 후에, 즉, (도 3을 참조하여 예시되며 설명된 바와 같이) 스웨이징 볼(70)이 스웨이징 홀(48) 및 보스 타워(46)를 통과한 후에, 결합 표면들은 액추에이터 암(28)의 개구(58)의 내부 표면(68) 및 보스 타워(46)에 대해 스웨이징 볼(70)에 의해 야기되는 표면들의 압축으로 인해 왜곡된다. 스웨이징된 어셈블리에서, 어느 특정 표면(즉, 보스 타워 외부 표면, 보스 타워 스웨이징 홀, 또는 액추에이터 암 개구)이 비-원형인지를 결정하는 것이 가능하지 않을 수도 있지만, 스웨이징된 결합은 비-원형 부분이 존재하는 구역 근처에서는 덜 압축된다.

[0045]

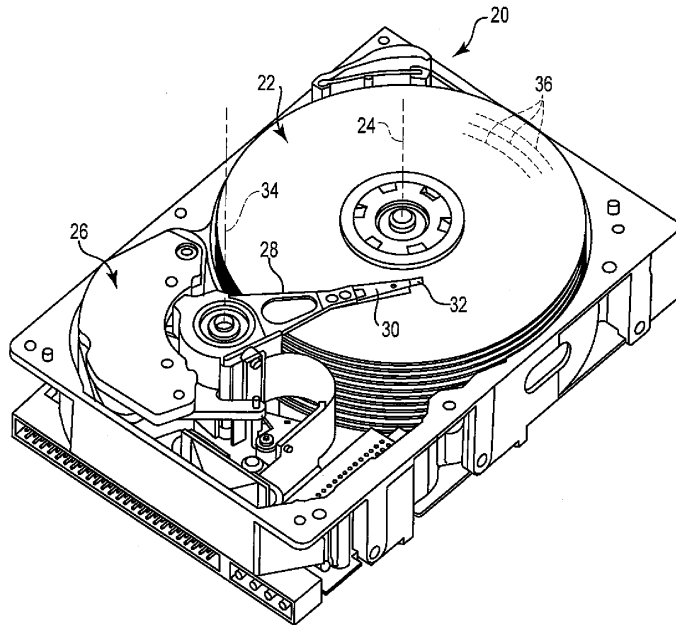
[0056] 전체 발명의 설계를 유지하고 본 발명의 범위를 유지하면서, 헤드 스택 어셈블리를 제조하는 방법들 및 헤드 스택 어셈블리 결합 표면들의 수 많은 변형들이 이루어질 수 있음이 이해된다. 수 많은 대안적인 설계 또는 엘리먼트 피쳐들이 앞서 언급되었다.

[0046]

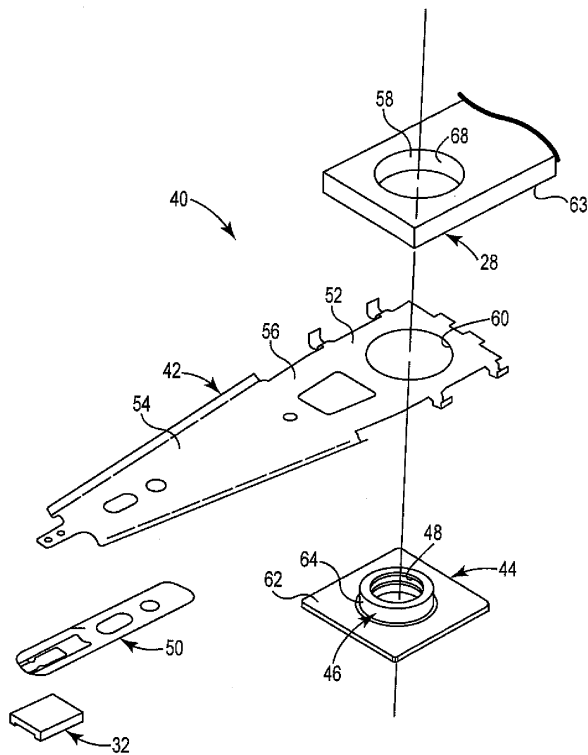
[0057] 이렇게 하여, "보스 타워 결합을 위한 비-원형 피쳐"의 실시예들을 개시했다. 앞서 설명된 구현들 및 다른 구현들이 다음의 청구항들의 범위에 속한다. 당업자는 본 발명이 개시된 것과 다른 실시예들로 실시될 수 있음을 인식할 것이다. 개시되는 실시예들은 제한이 아닌 예시의 목적들을 위해 제시되며, 본 발명은 후속하는 청구항들에 의해서만 제한된다.

도면

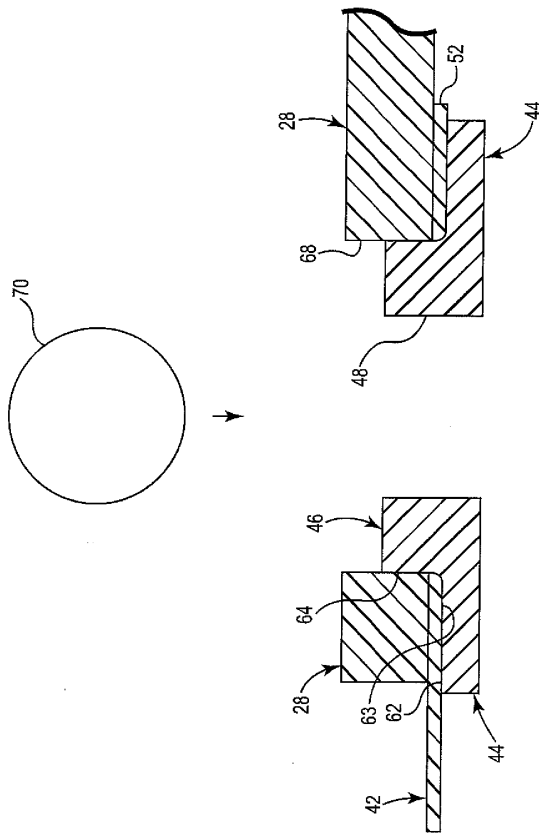
도면1



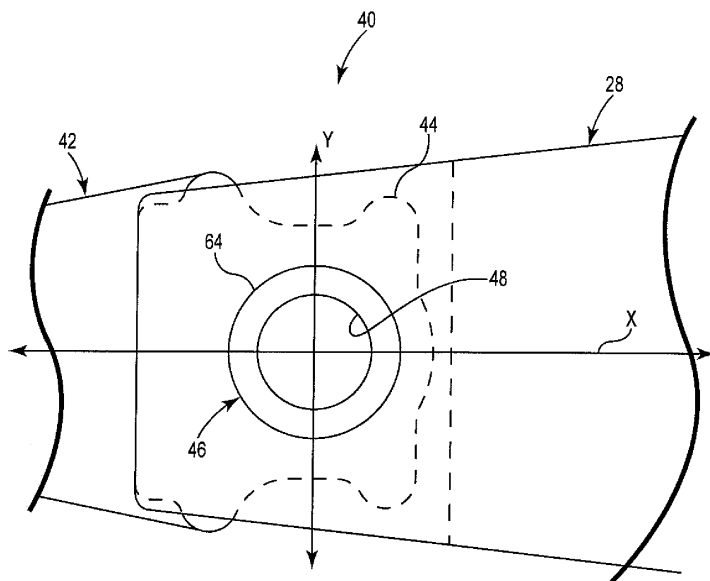
도면2



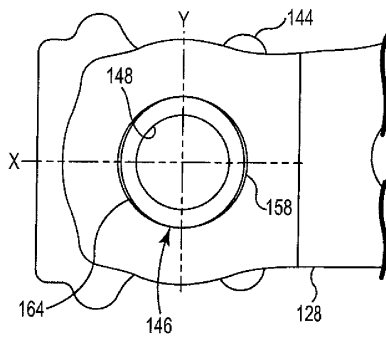
도면3



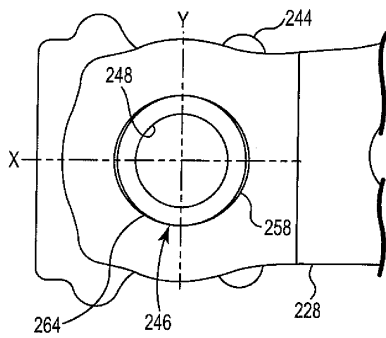
도면4



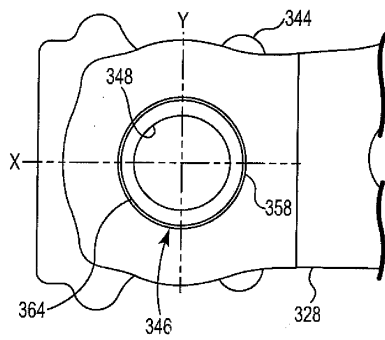
도면5



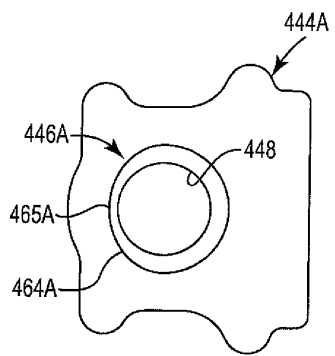
도면6



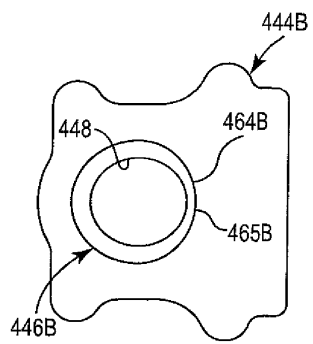
도면7



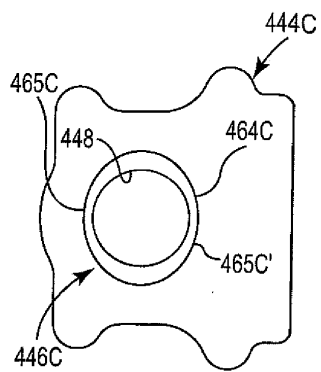
도면8a



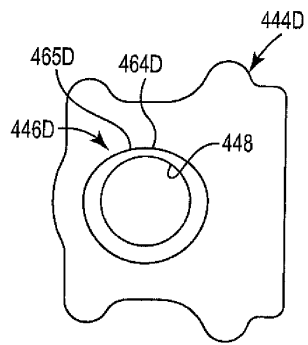
도면8b



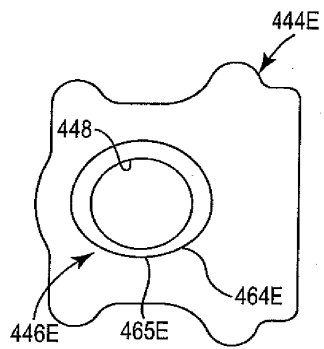
도면8c



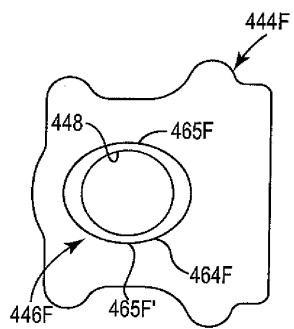
도면8d



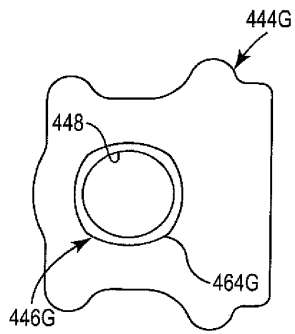
도면8e



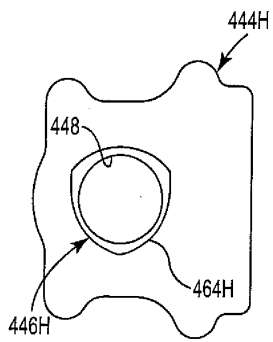
도면8f



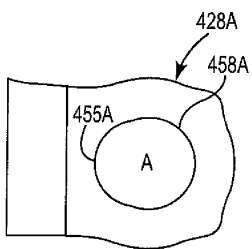
도면8g



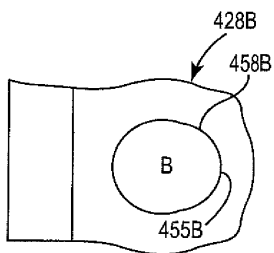
도면8h



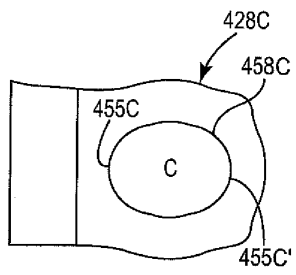
도면9a



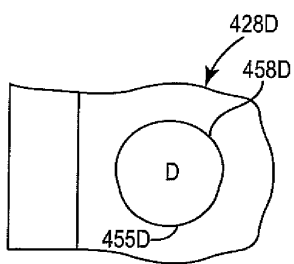
도면9b



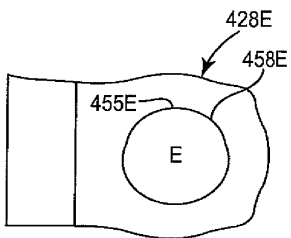
도면9c



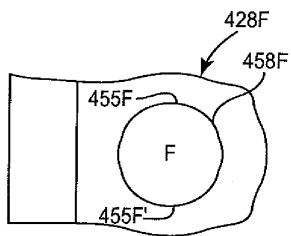
도면9d



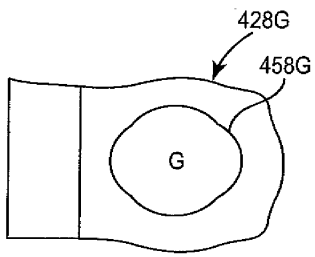
도면9e



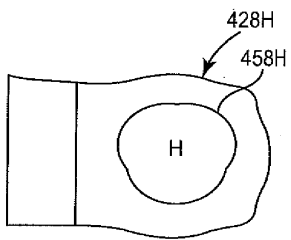
도면9f



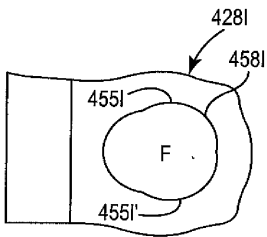
도면9g



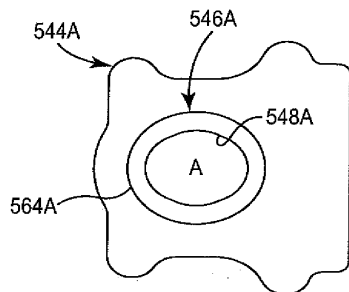
도면9h



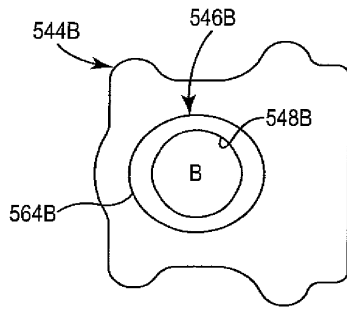
도면9i



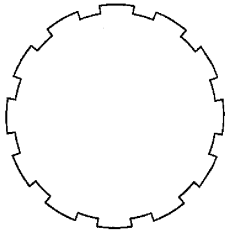
도면10a



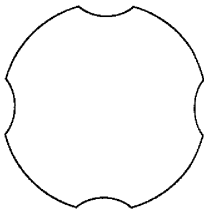
도면10b



도면11a



도면11b



도면11c

