



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년12월04일

(11) 등록번호 10-2052779

(24) 등록일자 2019년11월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F16F 1/52 (2006.01) B64C 13/28 (2006.01)
B64C 27/51 (2006.01) B64C 27/605 (2006.01)
F16F 15/08 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-7023510

(22) 출원일자(국제) 2013년05월24일

심사청구일자 2018년04월04일

(85) 번역문제출일자 2014년08월22일

(65) 공개번호 10-2015-0024808

(43) 공개일자 2015년03월09일

(86) 국제출원번호 PCT/US2013/042768

(87) 국제공개번호 WO 2014/003940

국제공개일자 2014년01월03일

(30) 우선권주장

13/534,938 2012년06월27일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP2001050345 A*

JP2010150802 A*

JP2011144833 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

더 보잉 컴파니

미국, 일리노이스 60606, 시카고, 100 노스 리버
사이드 플라자

(72) 발명자

화이트, 에드워드 브이.

미국 미주리주 36134, 버클리, 엠씨
에스245-1260, 136에이치 룸, 245 빌딩, 프로스트
가 8900

(74) 대리인

강철중, 김윤배

전체 청구항 수 : 총 15 항

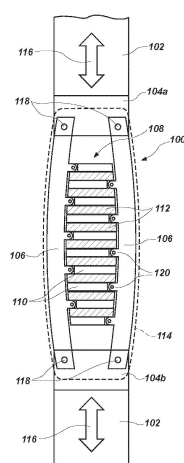
심사관 : 방경근

(54) 발명의 명칭 기계적 댐핑 연결 장치

(57) 요약

기계적 연결 장치(100)는 제1 및 제2 단부 부재(104a, 104b)와 단부 부재들을 상호 연결하고 그들 사이에 측면 공간(108)을 정의하는 한 쌍의 일반적으로 평행한 활모양 빔(106)을 포함한다. 다수의 교호하는 핑거(106)는 각 빔에서 측면 공간으로 연장하고, 그리고 댐핑 부재는 측면 공간 내에서 각 인접하는 핑거 쌍 사이에 부착되어 있다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

기계적 연결 장치(100)로서,

구조 부재의 길이방향 축이 기계적 연결 장치(100)의 길이방향 축과 정렬되도록, 구조 부재에 통합되어 구조 부재의 부품을 형성하고,

상기 장치는,

제1 및 제2 단부 부재(104a/104b);

한 쌍의 일반적으로 평행한 활모양 빔(106)으로서, 한 쌍의 빔의 일단부들은 서로 이격되고 제1 단부 부재(104a)에 부착되고, 한 쌍의 빔의 타단부들은 서로 이격되고 제2 단부 부재(104b)에 부착되어, 한 쌍의 빔이 그들 사이에 측면 공간(108)을 정의하는, 한 쌍의 일반적으로 평행한 활모양 빔(106);

각 빔(106)에서 측면 공간(108)으로 연장하고, 인접하는 핑거(110) 쌍들에 배열된 다수의 교호하는 핑거(110); 그리고

측면 공간(108) 내에 각 인접하는 핑거(110) 쌍들의 각 핑거(110) 사이에 부착된 댐핑 부재(112)를 포함하는 기계적 연결 장치.

청구항 2

제 1 항에서 있어서,

댐핑 부재(112)는 점탄성 재료를 포함하는 기계적 연결 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

점탄성 재료는 사운드코트 다이애드 601(Soundcoat Dyad 601), 하이파론(Hypalon 30) 및 네오프렌(Neoprene[®])으로 구성된 그룹으로부터 선택되는 기계적 연결 장치.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에서,

빔(106)은 축 방향 하중 하에 있을 때 미리 설정된 방향에서 편향을 일으키도록 형성되는 기계적 연결 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

빔(106)은 0.1에서 3의 아치 라이즈를 가지는 대향하여 향하여 있는 원호를 정의하는 기계적 연결 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

빔(106), 핑거(110) 및 단부 부재(104a/104b)가 일체적으로 형성되는 기계적 연결 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

빔(106)은 단부 부재(104a/104b)에 핀 고정되는 기계적 연결 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

제1 및 제2 단부 부재(104a/104b), 빔(106) 및 핑거(110)는 강, 티타늄, 알루미늄, 그리고 그들의 합금, 섬유유리 에폭시, 탄소섬유 복합재료 및 위의 어떤 것들의 조합들로 구성된 그룹으로부터 선택된 재료인 기계적 연결 장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

빔(106), 핑거(110) 및 댐핑 부재(112) 주위에 배치된 커버(114)를 더 포함하는 기계적 연결 장치.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

활모양 빔(106)은 실질적으로 일정한 단면 형상을 가지는 기계적 연결 장치.

청구항 11

하중 축의 방향으로 인장 또는 압축 하중을 받는 댐핑 구조 부재를 제조하는 방법으로서, 상기 방법은,

댐핑 구조 부재의 하중 축과 정렬되도록 댐핑 연결 장치의 제1 및 제2 단부 부재(104a/104b) 사이에 한 쌍의 대향하는 곡선의 활모양 빔(106)을 부착하는 것으로서, 한 쌍의 빔의 일단부들은 서로 이격되고 제1 단부 부재(104a)에 부착되고, 한 쌍의 빔의 타단부들은 서로 이격되고 제2 단부 부재(104b)에 부착되는, 한 쌍의 대향하는 곡선의 활모양 빔(106)을 부착하는 것;

핑거(110)는 하중 축에 횡 방향으로 향하고, 교호하여, 상호 배치된 형상의 빔(106) 쌍 사이의 측면 공간으로 연장하며, 각 활모양 빔(160)에 적어도 하나의 핑거(110)를 부착하는 것; 그리고

핑거(110)들 사이에 점탄성 댐핑 부재를 부착하는 것을 포함하는 댐핑 구조 부재를 제조하는 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

각 활모양 빔(106)에 적어도 하나의 핑거(110)를 부착하는 것은 각 활모양 빔(106)에 핑거(110)를 일체적으로 부착하는 것을 포함하는 댐핑 구조 부재를 제조하는 방법.

청구항 13

제 11 항 또는 제 12 항에 있어서,

단부 부재(104a/104b)에 활모양 빔(106)을 부착하는 것은 단부 부재(104a/104b)에 활모양 빔(106)을 일체적으로 부착하는 것을 포함하는 댐핑 구조 부재를 제조하는 방법.

청구항 14

제 11 항에 있어서,

활모양 빔(106) 각각은 측면 공간(108)로 연장하는 같은 수의 핑거(110)를 포함하고, 그리고 핑거(110) 사이에 점탄성 댐핑 부재를 부착하는 것은 인접하는 핑거(110)에 점탄성 댐핑 재료를 끈끈하게 접합하는 것을 포함하는 댐핑 구조 부재를 제조하는 방법.

청구항 15

제 11 항에 있어서,

빔(106), 핑거(110) 및 댐핑 부재(112) 주위에 커버(114)를 제공하는 것을 더 포함하는 댐핑 구조 부재를 제조하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 기계적 연결 장치에 관한 것이다. 좀 더 구체적으로, 본 발명은 높은 강성 및 높은 댐핑을 가지는 기계적 연결 장치에 관한 것이다. 이 연결 장치는 그러한 특성이 요구되는 항공기 및 다른 적용분야에 사용될 수 있다

배경 기술

[0002] 이 섹션에서 설명들은 본 발명과 관련된 배경 정보를 제공하고 선행 기술을 구성하지 않는다. 높은 강성 및 고 에너지 댐핑 특성의 양쪽을 가진 구조 부재를 가지는 것이 바람직하다는 다양한 상황들이 있다. 예를 들어, 현대 고정-날개 및 회전-날개 항공기는 높은 강성 및 중요한 진동력을 경험하는 제어 기구를 포함한다. 이들은 예를 들어 조종익면(翼面)들을 위한 작동장치를 포함할 수 있다. 진동력을 약화시키는 것이 바람직하다는 동안에, 에너지 댐핑에 효과적인 재료 및 부재는 특별한 부재의 힘에 대해 그들을 적절하지 않게 하는 낮은 기계적 강성(low mechanical stiffness)을 가지고 있다. 대부분의 재료는 높은 강성 또는 높은 댐핑을 가지고 있으나, 그러나 양쪽을 가지고 있지 않다. 강과 같은 높은 강성 재료 그들은 댐핑 진동력(damping vibration forces)이 약하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 엔진, 항공기 등과 같이 진동 및 충격력을 경험하는 기계 및 부품들에 사용하기 위해서 개발되어온 다양한 타입의 댐핑 기구가 있다. 이들 중의 많은 것은 비교적 복잡 및/또는 비싸다. 높은 댐핑은 (종종 제한된 유효성을 가지고 있는) 댐퍼의 추가 또는 능동 폐-루프 제어(active closed-loop control)에 의해 제공되어 진다. 예를 들어, 일부 알려진 댐핑 장치는 유체를 사용하고, 그리고 벨로즈와 시일을 포함하고, 그리고 그래서 누설의 가능성이 있다. 알려진 많은 댐핑 기구들은 많은 수의 부품을 포함하고, 중요한 보수 문제를 포함하고, 또는 그들은 신중(exotic) 또는 비싼 재료를 포함한다. 본 발명은 위에 언급된 문제들의 하나 이상에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

[0004] 일 실시 예에서, 본 발명은 제1 및 제2 단부 부재를 갖는 기계적 연동 장치와 단부 부재를 상호 연결하고 그들 사이에 측면 공간(a lateral space)을 정의하는 한 쌍의 일반적인 평행 빔(beam)을 제공한다. 다수의 교호하는 핑거(fingers)는 각 빔에서 측면 공간으로 연장하고, 그리고 댐핑 부재는 측면 공간 내에서 각 인접하는 핑거 쌍들 사이에 부착되어진다.

[0005] 하나의 특정 실시 예에서, 댐핑 부재는 탄성중합체(an elastomer)를 포함한다.

[0006] 또 다른 특정 실시 예에서, 빔들은 축 하중(axial load) 하에 있을 때 미리 설정된 방향에서 편향(a deflection)을 야기하도록 형성되어 있다.

[0007] 또 다른 특정 실시 예에서, 빔은 약 0.03에서 약 0.10의 코드비(a chord ratio)를 가지는 대향하여 향하여 있는 원호(arcs)들을 정의한다.

[0008] 일 실시 예에서, 빔들은 단부 부재에서 핀으로 고정되어 있고, 반면에 다른 특정 실시 예에서, 빔, 핑거 및 단부 부재들은 일체적으로 형성되어 있다.

[0009] 또 다른 특정 실시 예에서, 단부 부재, 빔 및 핑거들은 강, 티타늄, 알루미늄, 그리고 그들의 합금, 섬유유리 에폭시(fiberglass epoxy), 탄소섬유 복합재료 및 위의 어떤 것들의 조합들로 구성된 그룹으로부터 선택된 재료이다. 다양한 실시 예에서, 빔은 플랫바(a flat bar), 채널(a channel), 앵글 및 박스 빔(an angle and a box beam)의 단면을 가질 수 있다.

[0010] 또 다른 실시 예에 따라서, 본 발명은 축 방향 응력 및 진동을 받도록 맞추어진 구조 부재(a structural member)를 갖는 항공우주비행체를 제공한다. 댐핑 연결 장치는 구조 부재 내에 제공되고, 그리고 제1 및 제2 단부 부재와 단부 부재를 상호 연결하고 그들 사이에 측면 공간을 정의하는 한 쌍의 대향하여 향하여 있는 활모양

의 빔들을 포함한다. 다수의 교호하는 핑거는 각 활모양의 빔으로부터 연장하고, 그리고 댐핑 부재(a damping member)는 측면 공간에서 인접하는 핑거들 사이에서 접합되어 있다.

[0011] 이제 또 다른 실시 예에 따라서, 본 발명은 항공기 시스템의 댐핑 구조 부재를 제조하는 방법을 제공한다. 상기 방법은 댐핑 연결 장치의 단부 부재들 사이에 한 쌍의 대향하는 곡선의 활모양의 빔을 부착하는 것 및 각 활모양의 빔에 적어도 하나를 부착하는 것을 포함한다. 핑거들은 교호하여 상호 끼워 넣어진 구성(an alternating, interleaved configuration)에서 빔 쌍들 사이에서 측면 공간으로 연장하고, 그리고 점탄성 댐핑 부재(a viscoelastic damping member)가 핑거들 사이에 부착되어진다.

[0012] 하나의 특정 실시 예에서, 상기 방법은 빔, 핑거 및 댐핑 부재 주위에 커버를 제공하는 것을 포함한다.

[0013] 이제 또 다른 실시 예에서, 축 방향 응력 및 진동을 받도록 맞추어진 구조 부재(a structural member); 제1 및 제2 단부 부재들을 포함하는 구조 부재 내에 댐핑 연결 장치; 제1 및 제2 단부 부재를 상호 연결하고 그들 사이에 측면 공간을 정의하는 한 쌍의 대향하여 향하여 있는 활모양의 빔; 각 활모양의 빔으로부터 연장하는, 다수의 교호하는 핑거; 그리고 측면 공간에서 인접하는 핑거들 사이에서 접합된 댐핑 부재를 포함하는 항공우주비 행제가 기재되어 있다.

[0014] 유리하게 제1 및 제2 단부 부재, 활모양 빔, 그리고 핑거들이 일체적으로 형성되고; 활모양 빔들은 실질적으로 일정한 단면 형상을 가지고; 빔들은 약 0.1에서 3.0까지의 아치 라이즈(an arch rise)를 갖는 대향하여 향하여 있는 빔들을 정의하고; 그리고 댐핑 부재는 사운드코트 다이애드 601(Soundcoat Dyad 601), 하이파론 30(Hypalon 30) 및 네오프렌(Neoprene[®])으로 구성되는 그룹으로부터 선택된 탄성중합체(an elastomer)를 포함한다.

[0015] 논의된 특징, 기능 및 이점들은 다양한 실시 예에서 독립적으로 달성되어질 수 있거나 또는 보다 상세한 사항들이 아래의 상세한 설명 및 도면을 참조하여 나타나는 또 다른 실시 예와 결합되어진다.

도면의 간단한 설명

[0016] 여기에 기재된 도면들은 단지 예시 목적으로 있고, 어떤 방법으로 본 발명의 범위를 제한하는 것으로는 생각되지 않는다.

도 1은 아치형 빔과 횡 방향 핑거의 핀 고정 연결을 갖는 본 발명에 따른 기계적 댐핑 연결 장치의 실시 예의 정면도이다.

도 2는 도 1의 기계적 댐핑 연결 장치의 사시도이다.

도 3은 아치형 빔과 핑거들이 단부 부재에 일체적으로 부착된 본 발명에 따른 기계적 댐핑 연결 장치의 실시 예의 정면도이다.

도 4는 도 3의 기계적 댐핑 연결 장치의 사시도이다.

도 5는 아치형 빔의 아치 라이즈를 정의하는 파라미터들을 나타내는 도해이다.

도 6은 날개 조종익면 작동 시스템(a wing control surface actuation system)에 통합된 기계적 댐핑 연결 장치를 갖는 항공기 날개의 부분의 측면, 단면도이다.

도 7은 피치 링크(a pitch link)에 통합된 기계적 댐핑 연결 장치를 갖는 헬리콥터 로터 헤드 어셈블리 부분의 측면도이다.

도 8은 본 발명에 따른 댐핑 구조 부재를 제조하기 위한 방법의 흐름도이다.

도 9는 항공기 생산 및 서비스 방법의 흐름도이다.

도 10은 항공기의 블록선도이다.

도 11은 본 발명에 따른 기계적 댐핑 연결 장치의 구성요소들을 도시하는, 도 10의 유압 시스템 부분의 좀 더 상세한 블록선도이다.

도 12는 본 발명에 따른 기계적 댐핑 연결 장치를 사용하는 방법에서 단계들의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 예시적인 실시 예들은 그들이 높은 강성 및 높은 댐핑을 가진 기계 연결 장치에 사용되질 때 아래에 기술되어져 있다. 명확성을 위하여, 실질적인 구현의 모든 특징들이 본 명세서에 기재되어 있지 않다. 어떤 그런 실체의 실시 예의 개발에서, 많은 구현 특유의 결정들이 하나의 구현에서 다른 구현으로 변화하는 시스템 관련 및 사업 관련 제한들에 순응하는 것과 같이, 개발자의 특정 목적을 달성하도록 이루어져야 한다는 것이 물론 인정되어질 것이다. 또한, 그런 개발 노력이 복잡하고 시간이 걸리지만, 그러나 그럼에도 불구하고 본 발명의 이점을 가지는 관련 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자들에게는 일상적인 일이다.
- [0018] 다양한 실시 예들의 또 다른 측면 및 이점들은 아래의 상세한 설명 및 도면의 고려로부터 분명하게 될 것이다. 이들 실시 예들은 관련 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자가 발명을 실행할 수 있도록 충분히 상세히 기재되어 있고, 그리고 본 발명의 사상과 범위를 이탈함이 없이 다양한 기재된 실시 예들에 대한 수정들이 만들어질 수 있고, 그리고 다른 실시 예들이 사용될 수 있다. 그러므로 아래의 상세한 설명은 제한하는 의미로 사용되지 않는다.
- [0019] 용어 "연결하다(link)" 및 "연결(linkage)"은 여기에서 호환하여 사용되어지고, 그리고 기계분야에서 사용된 것처럼 그들의 통상적인 의미를 가지는 것으로 고려되어진다.
- [0020] 위에서 언급한 바와 같이, 대부분의 재료들은 높은 강성 또는 높은 댐핑을 가지고 있으나, 양쪽 모두를 가지고 있지 않다. 높은 댐핑을 가진 높은 강성 부재를 제공하기 위하여, 알려진 댐핑 기구들은 복잡하고 (종종 제한된 유효성을 가지는) 댐퍼들의 추가 또는 능동 폐-루프 제어(active closed-loop control)에 의존한다. 결과적으로, 많은 알려진 댐핑 기구들은 많은 수의 부품, 높은 복잡성(high complexity)을 포함하고, 그리고 중요한 보수(significant maintenance)를 포함하고, 또는 그들은 신중 또는 비싼 재료를 포함한다.
- [0021] 유리하게, 본 발명은 높은 강성 및 높은 댐핑을 가지는 기계적 연결 장치를 제공하고, 반면에 다른 알려진 댐핑 기구의 불리한 점의 일부를 회피한다. 도 1에 본 발명에 따라 기계적 댐핑 연결 장치의 실시 예의 정면도가 제공되어 있고, 그리고 도 2는 같은 것의 사시도이다. 여기에 기재된 기계적 댐핑 연결 장치(100)는 통합되어 도시되고, 항공기 작동장치 연결 장치와 같이, 구조 부재(102)의 부품을 형성한다. 기계적 댐핑 연결 장치(100)는 일반적으로 구조 부재(102)의 세그먼트 내에 부착되어지게 조정되어지는 제1 및 제2 단부 부재(104a, 104b)를 포함한다. 한 쌍의 일반적인 평행 빔(106)은 단부 부재(104)와 상호 연결되어 그들 사이에 측면 공간(a lateral space)(108)을 정의 한다. 다수의 교호하는 핑거(110)는 각 빔(106)에서 측면 공간(108)으로 연장한다. 즉, 일측의 빔(106)으로부터 연장하는 핑거(110)는 대향하는 빔(106)으로부터 연장하는 핑거(110)와 서로 맞물려 있다. 점탄성 재료를 포함하는 다수의 댐핑 부재(112)는 교호하는 쌍들의 핑거(110)(예를 들어, 접착제를 통하여) 사이에 부착되어 있다. 커버(114)는 기계적 댐핑 연결 장치(100)를 보호하기 위하여 또한 제공될 수 있다. 기계적 댐핑 연결 장치(100)는 그래서 공통 축(a common axis)을 따라 연장하는 두 개의 축(106)에 부착되어지고, 그리고 단부 부재(104)에 부착되어지는 교호하는 핑거(110)를 제공한다.
- [0022] 단부 부재(104), 빔(106) 및 핑거(110)는 다양한 재료들로 구성될 수 있다. 적절한 재료들은 강, 티타늄, 알루미늄 및 같은 재료의 합금을 포함하는 금속과 같이 일반적으로 항공우주적용에 사용되는 것들을 포함한다. 다른 금속들이 또한 사용되어질 수 있다. 단부 부재(104), 빔(106) 및 핑거는 금속으로 만들어지고, 그들은 단조 가공되어지고(forged), 압인 가공되어지고(stamped), 프레스 가공되어지고(pressed), 또는 어떤 다른 적절한 공정들에 의해 생산되어질 수 있고, 그들은 단일 유닛처럼 분리 또는 통합적으로 형성되어진다. 단부 부재(104), 빔(106) 및 핑거(110)는 또한 탄소섬유 복합재료(예를 들어, 단일 방향 고 모듈 섬유(unidirectional high modulus fiber))와 같은, 비금속 재료로 또한 만들어질 수 있고, 그리고 관련 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 알려진 방법에 따라 조립되어질 수 있다.
- [0023] 일부 실시 예에서, 핑거(110)는 빔(106)에 교호로 부착되고, 댐핑 재료(112)에 각 핑거(110)의 측면이 부착되어지는 서로 맞물리는 강성 핀(stiff fins)을 포함한다. 핑거(110)의 수는 변할 수 있다. 도 1 및 2에 도시된 실시 예에서, 기계적 댐핑 연결 장치(110)는 각 빔(106)으로부터 연장하는 다섯 개 핑거(110)를 포함한다. 더 크거나 또는 더 작은 수의 핑거(110)가 사용될 수 있고, 그러는 동안 각 빔(106)로부터 연장라고 댐핑 재료(112)에 부착되는 적어도 하나의 핑거(110)가 있다. 같은 수의 핑거(110)가 각 빔(106)으로부터 연장할 수 있고, 그리고 핑거(110)는 기계적 댐핑 연동 장치(100) 내에 비대칭 힘(asymmetrical forces)들을 최소화하도록 교호하거나 또는 상호 배치되는 구성으로 배열되어질 수 있다.
- [0024] 핑거(110)들은 각 빔(106)으로부터 연장하고, 그리고 활모양 빔(106) 사이에서 측면 공간(108)에 배치되는 댐핑 재료(112)에 고정되어 부착되어진다. 핑거(110)는 예를 들어, 화학 접착제(a chemical adhesive)를 통하여 댐핑 재료(112)에 접합되어질 수 있다. 점탄성 재료(a viscoelastic material)에 금속 핑거를 접합하기 위한 적절한

접착제는 상업적으로 이용 가능하고, 그리고 예를 들어, 에폭시(epoxy)와 접촉성 접착제(contact adhesives)를 포함한다. 부가적으로, 댐핑 재료 그 자체는 몇몇 경우에 접착제가 바라져(self-adhesive) 있을 수 있다. 다른 접착제와 다른 부착 방법이 기계적 댐핑 연결 장치(100) 및 다른 인자들의 재료들에 의존하여 또한 사용되어질 수 있다. 부착 방법이 무엇이든지, 핑거가 댐핑 부재를 손상시키는 것 없이 댐핑 재료(112)에 적절하게 전단력을 전달할 수 있도록 핑거(110)들이 부착되어진다.

[0025] 댐핑 재료(112)는 변형(deformation)을 통하여 기계적 힘을 흡수 및 분산하는 것이 좋은 점탄성 재료를 포함한다. 일반적으로, 좋은 댐핑 재료는 고손실율(a high loss factor)을 가지며, 그것에 의해 재료에 적용되어지는 기계적 에너지는 열을 통하여 에너지를 분산시키는 재료의 변형을 일으킨다. 이들 타입의 재료의 손실율은 무단위 수(a unitless number)(종종 %로)로 표시되어진다. 여기에 기재된 기계적 댐핑 연결 장치(100)를 위하여, 0.1에서 2까지의 손실율을 가지는 재료가 전형적인 현재 이용 가능한 점탄성 재료이고, 그리고 댐핑 재료(112)에 적절한 것으로 생각되어진다. 고손실율을 가진 재료가 또한 사용될 수 있고, 그러한 재료들은 이용 가능하거나 개발 중에 있는 것으로 생각되어진다. 일반적으로, 손실율이 높을수록, 더 좋다. 고손실율 재료들은 온도 같은, 다양한 환경 인자들에 민감할 수 있다는 것이 또한 인정되어질 것이다. 이들 재료들은 예를 들어, 다른 온도에서 매우 다른 기계적 특성들을 가질 수 있다. 관련 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자들은 작업 온도(operational temperature), 시효(aging) 및 환경 노출(environmental exposure) 등과 같이, 적용의 세부사항에 의존하는 기계적 댐핑 연결 장치(100)를 위한 적절한 댐핑 재료(112)를 선택할 수 있다.

[0026] 이들 인자들을 고려하여, 적용에 의존하여, 본 발명에 따른 기계적 댐핑 연결 장치(100)에 사용되어질 수 있는 넓은 범위의 상업적으로 이용 가능한 점탄성 댐핑 재료들이 있다. 많은 상황에서 사용되어질 수 있는 하나의 특별한 재료는 뉴욕 디어파크의 더 사운드코트 컴퍼니(The Soundcoat Company)로부터 이용 가능한 억압층 댐핑 폴리머(a constrained layer damping polymer)로 있는 사운드코트 다이애드 601(Soundcoat Dyad 601)이다. 사용되어질 수 있는 다른 물질들은 하이팔론 30(Hypalon 30)과 텔라웨이 월밍톤 및 이. 아이. 드 느무르(E. I. de Nemours)로부터 이용 가능하게 있는, 상표 네오프렌(Neoprene[®])하에서 팔리고 있는 다양한 등급의 폴리프로필렌(polychloroprene)을 포함한다. 또한 사용되어질 수 있는 많은 다른 상업적으로 이용 가능한 댐핑 재료들이 있다.

[0027] 일부 실시 예들에서, 기계적 댐핑 연결 장치(100)는 보통 연속 또는 중단되지 않는 구조 부재의 일부분인 것으로 고려되어진다. 구조 부재는 거의 모든 타입의 구조 부재일 수 있다. 하나의 적용에서, 도 6에 도시된, 구조 부재는 항공기 조종익면 작동장치 링크(an aircraft control surface actuator link)를 포함한다. 이 실시 예에서, 작동장치(an actuator)(600)는 항공기 부재(606)의 조종익면(a control surface)(604)(예를 들어, 보조익(an aileron), 방향타(a rudder) 등)의 레버 아암(a lever arm 602)에 부착된다. 작동장치(600)는 본 발명에 따라 구성된 댐핑 부재(a damping member)(610)를 포함하는 기계 연결 장치(608)를 통하여 레버 아암(602)에 부착되어진다. 이 적용에서, 조종익면(604) 위에 작용하는 공력(aerodynamic forces)으로부터 충격 및 진동(impact and vibration)은 작동장치(600) 및 주위의 항공기 구조(600) 위에 마모를 감소시키도록 약화되어진다.

[0028] 다른 적용에서, 도 7에 도시된, 본 발명에 따른 기계적 댐핑 연결 장치(700)는 헬리콥터 로터 피치 링크(a helicopter rotor pitch link)(702)의 부품을 포함한다. 피치 링크(702)는 회전 경사판 어셈블리(a swash plate assembly)(704)에서 로터 블레이드 피벗(a rotor blade pivot)(706)까지 연장하고, 제어 시스템 입력에 따라 로터가 회전할 때 로터(708)의 피치를 조정하여 작동한다. 이 적용에서, 회전 경사판 어셈블리(704)의 급격한 회전 및 로터(708) 위에 작용하는 공력으로부터 충격 및 진동은 회전 경사판 어셈블리(704)와 주위의 항공기 구조 위에 마모를 감소시키도록 약화되어진다. 도 6 및 7에 도시된 적용에 부가하여, 본 발명에 따른 기계적 댐핑 연결 장치는 헬리콥터 로터 시스템용 장착 받침대(a mounting strut), 기어박스 장착 구성요소(gear box mounting components), 구동렬(驅動列) 구성요소(drive train components), 정밀 피벗 장치(precision pivoting equipment), 작동장치(actuators) 등과 같이, 다른 적용 분야에도 또한 사용되어질 수 있다. 이들 구성요소들은 항공기, 우주선, 자동차 및 트럭, 기차, 배, 산업기계, 그리고 많은 다른 장치들의 부품이다.

[0029] 다시 도 1 및 2를 참조하면, 기계적 댐핑 연결 장치(100)는 축 방향 힘-인장력 또는 압축력-을 다루도록 기본적으로 설계되어 있지만, 그러나 어떤 구조적 제한들 내에서 일부 굽힘 및 비틀림 힘을 또한 견딜 수 있다. 구조 부재(102) 위에서 힘들이 변화하거나 또는 충격 및 진동을 동반되어지는 곳에서 댐핑을 제공하도록 설계되어져 있다. 이 부재에 의해 제공된 댐핑은 연결 장치에 부착된 다른 기계적 부품들에 손상 및 마모를 방지하는 것을 도울 수 있다.

[0030] 빔(106)은 대향하는 곡선의 활모양 빔들이다. 즉, 각 빔(106)은 다른 하나로부터 떨어져 굽은 얇은 아치(a

shallow arch)를 정의한다. 대향하고, 강성인, 얇은 아치는 하중 하의 빔(106)의 탄성 변형(elastic flexure)을 증폭시키고, 그리고 그래서 댐핑 재료(112)에 전단 응력을 적용한다. 그들 곡선 형상 때문에, 빔(106)은 응력 하에 있을 때 미리 설정된 방향에서 편향을 경험한다. 도 1에서 화살표(116)에 의해 예시된 바와 같이, 압축 하중이 단부 부재(104)에 적용되어질 때, 빔(106)은 바깥쪽으로 구부러지고(즉, 서로로부터 떨어지는), 그래서 서로로부터 떨어지는 교차하여 핑거(110)를 당기고 댐핑 재료(112) 위에 전단 응력을 부가한다. 인장 하중 하에서, 빔(106)은 똑바르게 되려는 경향이 있고, 그래서 서로로 향하여 핑거(110)를 밀고 다시 댐핑 재료(112) 위에 전단 응력을 적용한다. 그래서 댐핑 재료(112)는 기계적 연결 장치(100)에 적용된 힘의 일부를 흡수하고, 그리고 이 힘을(기본적으로 열로서)을 분산시킨다. 이렇게 하여, 기계적 연결 장치(100)는 높은 강성 및 높은 댐핑을 제공한다.

[0031] 관련 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자는 빔 또는 기둥(column)의 강성 및 편향 특성들은 그것의 형상에 직접적으로 관련되어 있는 것을 알고 있을 것이다. 빔(106)은 일정한 단면 형상과 두께를 가지고 있거나, 또는 단면 형상이 변화할 수 있다. 예를 들어, 도 1 및 2에 도시된 빔(106)은 단부에서 단부까지 일정한 두께를 가지고 있다. 그러나 도 3 및 4에 도시된 빔(106)은 빔(106)의 한 단부에서 다른 단부로 변화하는 두께를 가지고 있다. 이 경우에, 빔(106)은 아치 형상의 중앙으로 향하여 더 두껍고 단부에서 더 얇으며, 빔(106)은 단부 부재(104)에 부착한다. 이 구성은 좀 더 편 고정 빔처럼 작동하는 빔을 제공한다. 대안적으로, 빔(106)은 단부에서 더 두껍고 아치의 중앙으로 향하여 더 얇으며(도시되지 않음), 강성 단부 연결을 가진 빔처럼 대부분 작동하는 빔을 제공한다.

[0032] 빔(106)의 단면 형상은 거의 모든 형상이다. 도 1 및 2에 도시된 바와 같이, 빔(106)은 사각형 단면을 가진 고체 바(solid bars)일 수 있다. 그러나 다른 단면 형상이 원형, 팔각형 또는 육각형, 채널, I-빔, 앵글, 박스 빔, 튜브 및 다른 형상과 같은 것이 또한 사용되어질 수 있다. 빔(106)에 적용된 힘은 빔의 탄성 강도 범위 내에 들어가고, 그리고 좀 더 구체적으로, 기계적 댐핑 연결 장치(100) 위의 압축력은 빔(106)의 좌굴(buckling)을 야기하기 충분히 높지 않는 것이 바람직하다.

[0033] 빔(106)의 곡률은 도 5에 예시된 아치 라이즈(an archy rise)에 의해 정의되어질 수 있다. 기하학적으로, 코드(a chord)는 원호 위의 두 점 사이의 직선(a straight line)이다. 도 3에 두 개의 대향하는 곡선의 얇은 아치 빔(300)이 도시되어 있다. 베이스 코드(a base chord)(302)는 단부에서 빔(300)의 중심선을 통과하여 도시되어 있다. 빔(300)의 곡률은 아치 라이즈로 알려진 파라미터에 의해 정의될 수 있다. 빔(300)의 아치 라이즈는 빔의 두께 h의 절반에 의해 나누어진 아치의 중앙(쇄선에 의해 나타난)에서 아치의 중심의 높이(또는 편향) f이다. 이 파라미터는 때때로 문헌에서 람다 (λ)로 불려지고, 그리고 아치 라이즈는 식 [1]로 기재된다.

$$\lambda = f / (h/2) \quad [1]$$

[0035] λ 의 선택은 댐핑 연결 장치의 강성에 직접적인 영향을 미친다. 곡선 빔(비교 가능한 직선 빔과 비교하여)의 상대적인 강성은 다음의 공식에 따라 강성비(a stiffness ratio)(S)에 의해 주어진다.

$$S = 1 / (1 + 8 * \lambda^2 / 5) \quad [2]$$

[0037] λ 가 영(zero)이고, S가 1과 같게 되는 위의 방법적으로부터 명백하게 된다. λ 가 영보다 약간 큰 값이지만 그러나 비교적 작은 곳에서, 강성 S는 1보다 조금 더 작게 된다. 그래서 더 작은 아치 라이즈 λ 는 좀 더 강성을 가지는 빔(300)을 제공하고, 그러므로 더 큰 강성이지만 더 적은 댐핑을 제공하는 댐핑 연결 장치를 생산한다. 그러나 λ 가 더 크고, S가 더 적어지게 되고, 그리고 댐핑 연결 장치는 그래서 더 작은 강성 및 더 많은 댐핑을 제공하게 된다. 방정식 [2]에서 주어진 강성비는 댐핑 기구의 전체 강성에 대해 댐핑 재료(도 1에서 112)의 공헌을 무시하는 것을 인정하게 된다. 그러나 이 공헌은 비교적 낮게 될 가능성이 있고, 그리고 그래서 댐핑 연결 장치의 전체 강성을 상당히 증가시킬 것 같지 않다.

[0038] λ 가 2.5보다 큰 곳에서, 빔(300)은 비교 가능한 직선 빔의 10%보다 더 작은 강성 S를 가지게 된다. 보다 큰 값의 λ 는 강성이 λ 에서 증가와 함께 극적으로 감소한다는 이해를 가지고 또한 사용되어질 수 있다. 결과적으로, 여기에 기재된 바와 같이 기계적 댐핑 연결 장치에서 빔을 위해 사용되어질 것 같은 아치 라이즈 λ 의 범위는 일반적으로 작고, 그리고 장치에 기대되어진 하중 범위에 부분적으로 의존한다. 본 발명에 따른 기계적 댐핑 연

결 장치에서, λ 는 0에서 약 4의 범위에 있고, 그리고 좀 더 구체적으로 0.1에서 약 3의 범위에 있을 수 있는 것으로 생각되어진다. 하나의 모범적인 실시 예에서, 본 발명에 따른 기계적 댐핑 연결 장치는 3" (~는 인치) 길이이고, 0.172"의 아치 편향(f) 및 0.43"의 두께(h)를 갖는 빔이 설계되어져 있다. 이는 0.8의 아치 라이즈 λ 와 0.49의 강성비 S를 제공한다. 원호의 기하학적인 구조의 위의 논의는 특히 원형 원호를 논의하는 동안에, 비원형 곡물을 가진 빔이, 여기에 기재된 바와 같이, 기계적 댐핑 연결 장치에서 또한 사용되어질 수 있고, 그리고 그런 곡선의 기하학적 특성 및 강성은 관련 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 또한 결정되어질 수 있다는 것이 인정되어질 것이다.

[0039] 다시 도 1 및 3을 참조하면, 빔(106)은 다양한 방법으로 단부 부재(104) 및 핑거(110)에 부착되어질 수 있다. 도 1 및 2의 실시 예에서, 빔(106)은 핀(118)에서 단부 부재(104)에 핀 고정되어 있다. 비슷하게, 핑거(110)는 핀(102)에서 빔(106)에 또한 핀-결합되어질 수 있다. 빔(106)과 핑거(110)에 대한 핀 고정 연결의 사용은 댐핑을 증가시키는데 도움을 줄 수 있지만, 그러나 또한 강성을 감소시키는 경향이 있고, 그리고 기계적 연결 장치(100)가 고 하중을 받으면, 핀 고정 연결은 마모되어 없어지는 경향이 있다.

[0040] 대안적으로, 빔과 단부 부재는 일체적으로 연결되거나 또는 일체적으로 형성되어진다. 단부 부재(104)에 빔(106)의 고정 부착은 기계적 댐핑 연결 장치(100)의 강성과 강도를 증가시키지만, 그러나 또한 댐핑을 감소시킨다. 또한, 고정 연결은 하중이 크면 피로 균열(fatigue cracks)로 이어지는 응력 집중을 잠재적으로 생성한다. 고정 또는 핀 고정 연결 사이의 선택은 일반적으로 기계적 연결 장치(100)의 하중에 의존한다. 높은 부하 연결 장치(a highly loaded linkage)에 대해, 고정 연결 장치를 갖는 것이 바람직하고, 그리고 반대로 있다. 아치형 빔(206)이 단부 부재(204)에 일체적으로 부착되고, 핑거(210)가 빔(206)에 일체적으로 부착되는 본 발명에 따른 기계적 댐핑 연결 장치의 다른 실시 예가 도 3 및 4에 도시되어 있다. 도 1 및 2의 실시 예와 같이, 이 기계적 댐핑 연결 장치(200)는 구조 부재(202)에 통합되어지게 설계되고, 그리고 단부 부재(204)를 상호 연결하고 그들 사이에 측면 공간(208)을 정의하는 한 쌍의 일반적인 평행 빔(206)을 가진, 제1 및 제2 단부 빔(204a, 204b)을 포함한다. 다수의 교호하는 핑거(210)는 각 빔(206)에서 측면 공간(208)으로 연장하고 대향하는 빔(206)으로부터 연장하는 핑거(210)와 상호 맞물려 있다. 교호하는 핑거(210) 쌍들 사이에 다수의 점탄성 댐핑 부재(212)들이 부착되어 있다. 일체적으로 형성된 단일 유닛으로서 빔(206), 단부 부재(204) 및 핑거(210)를 제공하는 것은 기계적 댐핑 연결 장치(200)를 지지하는 부품을 감소시키고 그것의 무게에 대해 그것의 전체 강도를 증가시킬 수 있다. 빔(206), 단부 부재(204) 및 핑거(210)는 용접 등과 같이, 다른 방법으로 일체적으로 부착될 수 있다. 빔(206), 핑거(210), 그리고 단부 부재(204) 및 댐핑 부재(212)의 재료와 특성들은 도 1 및 2의 실시 예에 대하여 위에 논의되어진 같은 파라미터들에 따라 선택될 수 있다. 좀 더 광범위하게, 도 1 및 2에 대한 여기의 논의는 다른 특별하게 설명하지 않으면 도 3 및 4의 실시 예에 동등하게 적용한다.

[0041] 핀 및 고정 연결의 조합이 빔(106), 단부 부재(104) 및 핑거(110)를 위해 사용되고, 그리고 다양한 부착 방법이 사용되는 것이 인정되어지게 된다. 예를 들어, 빔(106)과 단부 부재(104)는 도 1에 도시된 바와 같이, 핀 고정 연결(118)로 부착되어지고, 반면에 핑거(110)는 용접되어지거나 또는 그렇지 않으면 빔(106)에 일체적으로 부착된다. 대안적으로, 빔(106)과 단부 부재(104)는 도 3에 도시된 바와 같이, 일체적으로 부착되고, 반면에 핑거(110)는 도 1에 도시된 바와 같이, 핀 고정 연결(120)에서 빔(106)에 핀 고정 연결되어진다. 다른 조합들이 또한 사용될 수 있다.

[0042] 여기에 기재된 기계적 댐핑 연결 장치(100)의 크기는 그것의 적용에 의존하여 변화할 수 있다. 위에서 언급된 바와 같이, 이 장치의 실시 예는 0.172"의 원호 높이(f)를 가진, 3" 길이로 있는 빔(106)으로 설계되어 있다. 이 실시 예에서, 빔(106)은 0.43" 두께로 있는 평평한 강철 바(flat steel bar)이다. 핑거(110)는 또는 0.5", 1.0" 폭과 0.125" 두께의 강철이고, 그리고 댐핑 재료(112)는 네오프렌(Neoprene[®])이고, 각 조각은 약 0.45", 폭 1.0" 및 0.05"에서 0.25"의 두께이고, 0.125" 두께를 가지는 것이 예상되는 치수이다. 이런 두께는 각 주어진 경우에 최적화되게 변화할 수 있다. 이 실시 예에서, 단부 부재(104)는 또한 강철이고, 그리고 약 1" 폭, 1" 높이, 그리고 1" 두께이다. 이들 단부 부재(104)는 약 1" x 1" 인 단면을 가지는 구조 부재(102)에 부착하도록 구성되어 있다. 이런 특별한 실시 예의 분석적 성능은 빔의 편향 인치 당 4백만 파운드(lb)의 강성을 가지는 것이 기대되어지고, 그리고 30,000lb 인장 또는 압축 최대 하중을 지지하는 것을 나타내고 있다.

[0043] 위에 설명된 기계적 댐핑 연결 장치(100)의 실시 예의 크기는 약 5" 길이, 1.27" 폭 및 1" 두께 기계적 댐핑 연결 장치를 형성한다. 이 특별한 실시 예는 항공기 방향타 작동장치 링크를 위해 설계되었다. 이 장치의 실제 실시 예는 이것보다 더 작거나 더 크다. 예를 들어, 이 장치의 충분히 가능한 적용은 여기에 표시된 크기보다 훨씬 더 클 수 있고, 그리고 또한 다른 적용들에서는 더 작을 수 있다고 믿어진다.

- [0044] 본 발명에 따른 기계적 댐핑 연결 장치를 설계하는 것은 최대 정적 인장 및 압축 하중, 요구된 강성, 동하중의 정의, 그리고 요구된 감쇠(the attenuation required)를 포함하여, 제1의 확인 주 설계 요구사항들을 포함할 수 있다. 아치들은 요구된 강성을 유지하는 동안에 가장 큰 아치 라이즈를 갖도록 설계될 수 있다. 설계자는 아치들에서 최대 굽힘에 기인하는 응력을 계산하는 것에 의해 인장에서 하중 운반 능력을 확인하고, 그리고 아치의 좌굴 하중이 최대 기대된 압축 하중을 확인할 수 있다. 마지막으로, 설계자는 두 개의 아치를 위한 분리 치수를 결정할 수 있다. 더 큰 분리는 댐핑 재료의 더 큰 체적을 허용하고, 진동 감쇠를 개선시킬 수 있다. 동시에, 더 큰 빔 분리는 부재의 치수 및 무게를 증가시키는 경향이 있고, 고려되어지는 설계 거래(a design trade-off)이다.
- [0045] 다양한 조립 방법이 조립과 댐핑 부재의 어셈블리를 용이하게 하기 위하여 사용되어진다. 본 발명에 따른 댐핑 구조를 만들기 위한 방법(800)의 실시 예에서 단계들을 나타내는 흐름도는 도 8에 제공되어 있다. 일반적으로, 단부 부재(802)에 빔을 부자착하는 것, 빔(804)에 핑거를 부착하는 것 및 인접하는 핑거(806) 사이에 댐핑 부재를 부착하는 것을 포함한다.
- [0046] 좀 더 구체적으로, 도 1을 또한 참조하면, 방법은 두 개의 활모양의 빔(106)에 단부 부재(104)를 부착하는 것을 포함한다. 위에 언급된 것처럼, 단부 부재(104)는 활모양 빔(106)에 일체적으로 부착되거나 또는 일체적으로 형성되어지고, 또는 그들은 빔(106)이 그 때 부착되는 분리 요소들일 수 있다. 유사하게, 핑거(110)는 활모양 빔(106)과 일체로 되거나, 또는 그들은 빔들 사이에 측면 공간(108)로 연장하도록 빔(106)에 그 때 부착되는 분리 요소들일 수 있다. 예를 들어, 아치 및 핑거들은 단일 조각의 재료(예를 들어, 강, 알루미늄, 티타늄 및 동일 재료의 합금)로부터 기계 가공될 수 있고, 그래서 일체형 빗 핑거(integral comb fingers)를 제공한다. 다른 조립 방법은 다른 물질에 사용되어진다. 유사하게, 양쪽 아치는 원하면, 설계에서 동일하다.
- [0047] 핑거(110)는 빔(106)에 부착되는 분리 요소들이고, 핑거(110)는 도 1 및 2에 도시된 핀 고정 연결(120)을 통하여 빔(106)에 부착될 수 있거나, 또는 그들은 더브테일 연결(a dovetail connection)(도시되지 않음)을 통하여 서로와 것이, 다른 방법들로 부착될 수 있다. 댐핑 부재(112)는 위에서 논의된 바와 같이, 화학적 접착제(a chemical adhesive)를 통하여 접합하는 것과 같이, 인접하는 핑거(110)들 사이에 부착 또는 접착되어진다. 도 8에 도시된 단계의 순서는 설계에 따라 변화할 수 있다. 예를 들어, 핑거(110)는 아치(106)들에 핀 고정 연결되고, 교호하는 댐핑 층(damping layer)(112)과 핑거(110)는 첫 번째로 함께 부착될 수 있고(단계(806)), 그리고 그 때 핑거(110)와 댐핑 부재(112)의 어셈블리는 부착 핀을 통하여 아치(106)에 장착(즉, 부착)될 수 있다. 여기에 논의된 조립 방법의 어느 것에도, 핑거(110)는 끼워 넣어져, 교호하는 구성에서 측면 공간(108) 내로 연장하고, 그리고 빔(106)의 편형에 대응하여 댐핑 부재(112)에 전단 응력으로서-압축 또는 인장 응력-빔에서 축 방향 응력을 전달하는 도움이 된다.
- [0048] 기계적 댐핑 연결 장치(100)는 화학약품(chemicals), 햇빛, 또는 다른 잠재적 저하 요소(degrading elements) 또는 환경 조건들로부터 기계적 링크를 보호하기 위하여 단부 부재(104)와 활모양 빔(106) 주위, 핑거(110)와 댐핑 재료(112)에 부착된 커버(114)를 또한 포함한다. 이 커버는 다양한 방법으로 구성될 수 있다. 예를 들어, 커버(114)는 기계적 댐핑 연결 장치(100) 주위에 배치되는 수축 포장 중합체(a shrink-wrapped polymer) 또는 열수축 튜브(a heat-shrink tube)일 수 있다. 거의 모든 커버(114)는 빔(106)의 접합을 제한하는 강성이지 않는 한 적절한 것으로 믿어진다. 동시에, 기계적 댐핑 연결 장치(100)는 커버 없이 작용한다. 그것의 장착을 완성하기 위하여, 기계적 댐핑 연결 장치(100)는 그 부재에 대한 댐핑 및 하중 베어링 양쪽을 제공하기 위하여, 구조 부재(도 1에서 102)의 부품들에 그 때 부착되어질 수 있다.
- [0049] 여기에 개시된 기계적 댐핑 연결 장치(100)는 콤팩트하고 전자장치 없이 수동적으로 작동한다. 서로 맞물린 핑거(110)는 진동을 흡수하는 점탄성 재료(110)에 접합되어진다. 핑거(110)는 두 개의 단부 부재(104)를 가지고, 전형적으로 인장 또는 압축에 있는 빔(106) 또는 아암에 연결되어진다. 연결 장치(100)는 점탄성 댐핑 재료(112)를 가로지르는 전단하중을 부과하는 것에 의해 축 방향 힘과 진동을 흡수한다. 하나의 실시 예에서, 빔 또는 아암(106)은 얇은 원호 형상을 정의하는 곡선으로 되어 있다.
- [0050] 얇은 아치들의 기하학적 형상을 다수의 이익을 제공한다. 첫째, 압축 또는 인장력 하에서 변형의 기계적 증폭을 제공하고, 그리고 그 증폭된 변형을 점탄성 재료 댐핑을 통하여 에너지의 분산에 적합한 좋은 형태로 변환한다. 부재 위에 하중을 가지고 일직선(in-line)으로 댐핑을 제공하는 일부 다른 댐핑 장치와는 다르게, 현재의 장치는 하중 라인을 가로질러 댐핑을 제공한다. 댐핑 재료에 변형을 증폭하고 전단 변형시키기 위하여 대향하는 강성의 얇은 아치들의 사용에 의해, 이 기계적 연결 장치는 높은 강성 및 높은 댐핑 양쪽을 제공한다. 기계적으로 직선 배치를 증폭하기 위하여 아치의 자연 변형을 사용하고, 그리고 댐핑 재료에 증폭된 운동을 적용할 뿐만 아

나라 이 타입의 댐핑 재료를 사용하는 댐핑을 위한 효과적인 방법(즉, 전단)에서 이것을 또한 적용한다.

- [0051] 본 발명의 실시 예들은 도 10에 도시된 것처럼 항공기(902)를 위하여, 도 9에 도시된 것처럼 항공기의 제조 및 서비스 방법(900)의 내용으로 기재되어진다. 제작 준비 단계 동안에, 모범적인 방법(900)은 항공기(902)의 사양 및 설계(specification and design)(904)와 자재 조달(material procurement)(906)을 포함한다. 생산 동안에, 항공기(902)의 구성요소 및 하위조립체의 제조(component and subassembly manufacturing)(908)와 시스템 통합(system integration)(910)이 일어난다. 그 후, 항공기(902)는 서비스 상태(in service)(914)에 놓이도록 인증 및 인도(certification and delivery)(912)를 통과한다. 고객에 의한 서비스 상태에 있는 동안에, 항공기(902)는 일상적인 보수 및 점검(routine maintenance and service)(916)(수정(modification), 구조 변경(reconfiguration), 재정비(refurbishment) 등을 또한 포함하는)이 계획되어 있다.
- [0052] 방법(900)의 각 공정들은 시스템 통합자(a system integrator), 제3자(a third party), 및/또는 운용자(an operator)(예를 들어, 고객)에 의해 수행 또는 실행되어진다. 이 설명을 목적으로, 시스템 통합자는 제한 없이 많은 항공기 제조업자 및 주 시스템 하도급업자를 포함하고; 제3자는 제한 없이 많은 판매회사, 하도급업자, 그리고 공급자를 포함하고; 그리고 운용자는 항공회사, 리스회사, 군용업체, 서비스 기구 등을 포함한다.
- [0053] 도 10에 도시된 바와 같이, 모범적인 방법(900)에 의해 생산된 항공기(902)와 같은 항공우주비행체는 다수의 시스템(920) 및 인테리어(an interior)(922)를 가진 항공기 기체(an airframe)(918)를 포함한다. 고-레벨 시스템의 예들은 하나 이상의 추진 시스템(a propulsion system)(924), 전기 시스템(an electrical system)(926), 유압 시스템(a hydraulic system)(928), 그리고 환경 시스템(an environmental system)(930)을 포함한다. 많은 다른 시스템이 포함되어진다. 비록 항공기가 본 발명을 위한 항공우주 적용의 예로서 주어졌을지라도, 이는 항공우주 적용의 단지 하나의 예라는 것으로 이해되어야 한다. 부가적으로, 항공우주 예가 도시되어 있는 동안에, 발명의 원리들은 예를 들어, 자동차 산업분야 같이, 다른 산업분야에도 적용되어진다.
- [0054] 도 11에 도시된 특별한 실시 예에서, 항공기(902)는 유압 시스템(926)과 관련된 구조 부재(934)의 부품인 기계적 댐핑 연결 장치(932)를 갖는 것이 도시되어 있다. 그런 구조 부재는 예를 들어, 방향타, 에일러론(aileron), 또는 다른 조종익면을 위한 작동장치 연결 장치이다. 그러나 이는 단지 하나의 모범적인 적용이라는 것이 인정되어야 한다. 본 발명에 따른 기계적 댐핑 연결 장치는 항공기(902)의 전기 시스템(926), 환경 시스템(930) 또는 추진 시스템(924)을 포함하는 다른 시스템(920)과 관련되어 있을 수 있고, 그리고 또한 항공기의 기체(918) 또는 인테리어(922)에 사용되어질 수 있다.
- [0055] 여기에 논의된 바와 같이, 기계적 댐핑 연결 장치(934)는 구조 부재(934)에 부착되고 또한 활모양 빔(938)에 상호 연결되는 단부 부재(936)를 포함한다. 핑거(940)는 빔 사이에서 활모양 빔에서 측면 공간으로 연장하고, 그리고 댐핑 부재(942)는 핑거들 사이에 부착되어진다.
- [0056] 여기에 구체화된 장치 및 방법들은 도 9에 도시된, 생산 및 서비스 방법(900)의 어떤 하나 이상의 단계 동안에 이용되어진다. 예를 들어, 생산 공정(908)에 따른 구성요소 또는 하위조립체는 항공기(902)가 서비스 상태에 있는 동안에 생산된 구성요소 또는 하위조립체와 유사한 방법으로 조립되거나 제조되어진다. 또한, 하나 이상의 장치 실시 예, 방법 실시 예, 또는 그것의 조합이 예를 들어, 항공기(902)를 실질적으로 신속히 조립하거나 제작비용을 저감시키는 것에 의해 생산 단계(908) 및 단계(910) 동안에 이용되어진다. 유사하게, 하나 이상의 장치 실시 예, 방법 실시 예, 또는 그것의 조합이 예를 들어 제한 없이 보수 및 점검(916)하기 위하여 항공기(902)가 서비스 상태에 있는 동안에 이용되어진다.
- [0057] 위에 언급된 바와 같이, 여기에 기재된 장치의 실시 예들은 조종익면 작동장치, 헬리콥터 로터 시스템용 장착 받침대, 로터 날개 항공기에서 로터 피벗 링크 어셈블리 등과 같이, 항공기 시스템에 적용하고 있다. 많은 다른 적용이 또한 가능하다. 예를 들어, 본 발명에 따른 기계적 댐핑 연결 장치는 정밀 포인팅 장비의 장착 등을 위한 것과 같이, 우주선에 사용될 수 있다고 믿어진다. 이는 구동렬 구성요소, 기어박스 장착 구성요소에 또한 사용될 수 있고, 그리고 항공기, 우주선, 자동차와 트럭, 배, 기차, 산업기계 등을 포함하는 넓은 범위의 시스템과 관련되어 있다. 일반적으로, 본 발명에 따른 기계적 댐핑 연결 장치는 높은 강성과 높은 댐핑 양쪽이 기계적 연결 장치에 요구되는 어떤 적용에도 사용될 수 있다.
- [0058] 위에서 논의된 것과 같이, 기계적 댐핑 연결 장치에 대해 다양한 가능한 적용에 따라, 본 발명에 따른 기계적 댐핑 연결 장치를 사용하는 모범적인 방법에서 단계들을 나타내는 흐름도가 도 12에 제공되어 있다. 장치를 사용하는 첫째 단계는 구조 부재(1202)에 댐핑 부재를 장착하는 것이다. 이는 예를 들어 축 방향 힘(즉, 인장 및/또는 압축)을 받도록 예상되는 구조적인 트러스 부재(a structural truss member)이다. 댐핑 부재의 작동은 구

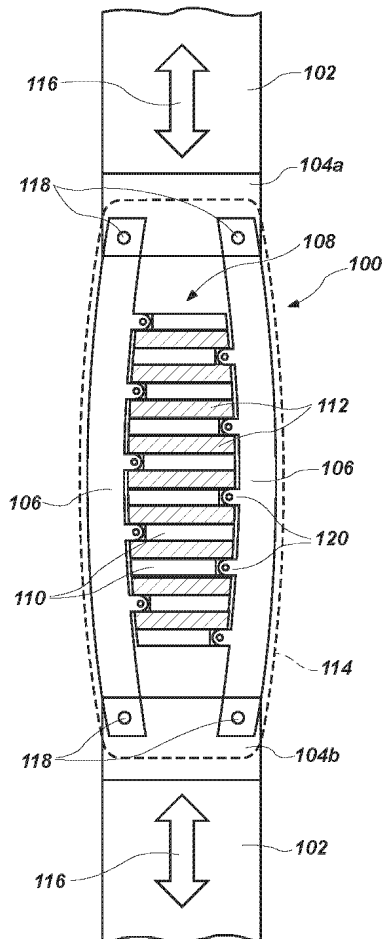
조 부재처럼 수동적이다. 사용자(예를 들어, 보수 요원)는 에이징(aging) 또는 환경 인자 때문에 댐핑 재료의 저하 또는 아치에서 피로 균열과 같은 잠재적 고장 메커니즘(potential failure mechanisms)을 검사하도록 주기적으로 부재를 검사한다(1204). 검사는 하나가 존재하면, 댐핑 부재 위의 커버의 제거 및 교체를 또한 포함한다. 마지막으로, 보수 작업자는 원하여 댐핑 부재(1206)를 교체할 수 있다. 검사 및 교체 단계는 화살표(1208)에 의해 표시된 바와 같이, 반복되어질 수 있다.

[0059]

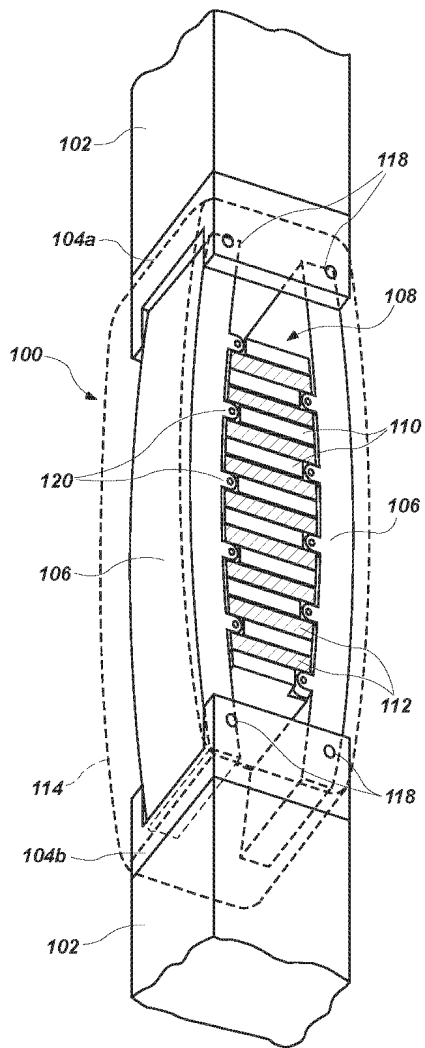
여기에 기재된 높은 강성 및 높은 댐핑을 가진 기계적 연결 장치가 어떤 특정 실시 예들로 기재되었을지라도, 여기에 개시된 모든 특징들을 제공하지 않는 실시 예들을 포함하여, 관련 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 분명한 다른 실시 예들이 본 발명의 범위 내에 또한 있다는 것을 이해해야 한다. 관련 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 여기에 포함된 가르침이 청구범위 내에서 다양한 수정을 가지고 실행되어질 수 있다는 것을 인식할 것이다. 따라서 본 발명의 범위는 첨부된 청구항들과 그것의 균등물을 참조하여 단지 정의되어진다.

도면

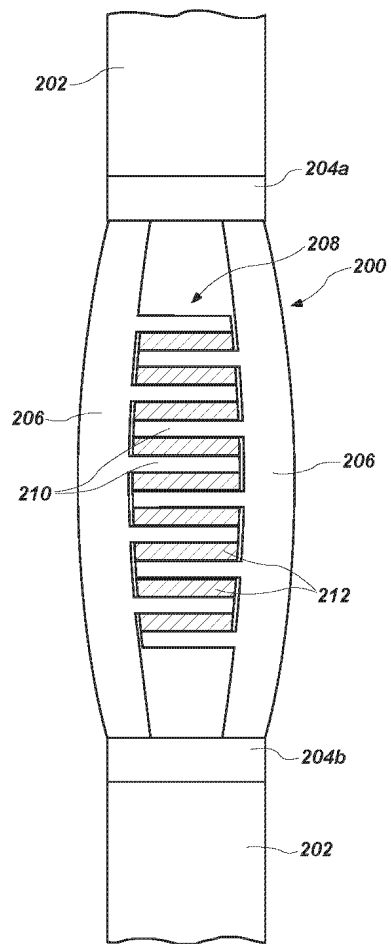
도면1



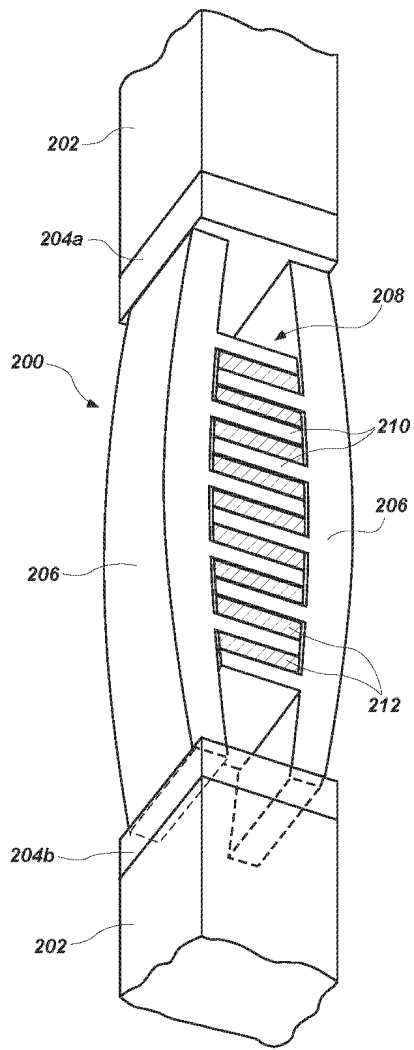
도면2



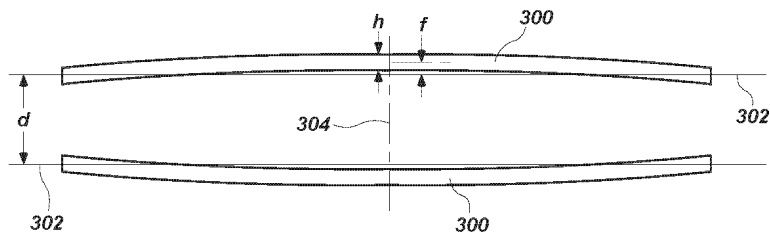
도면3



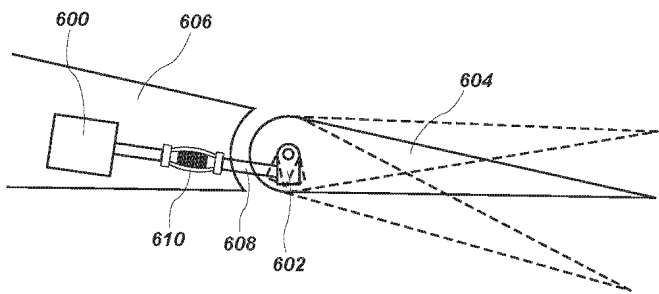
도면4



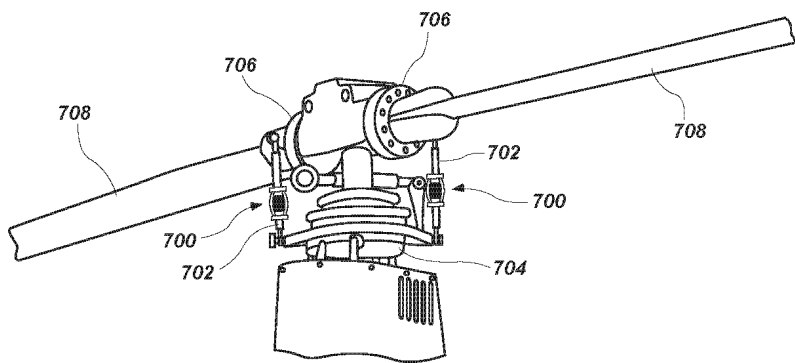
도면5



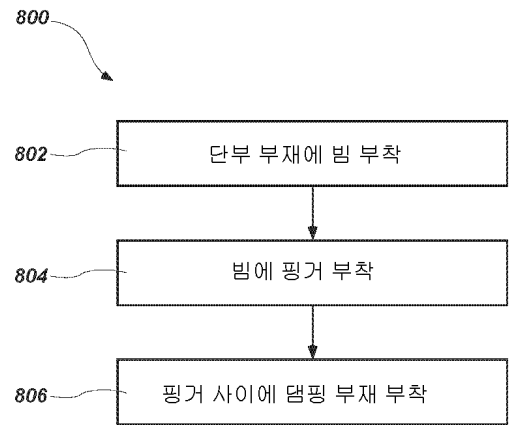
도면6



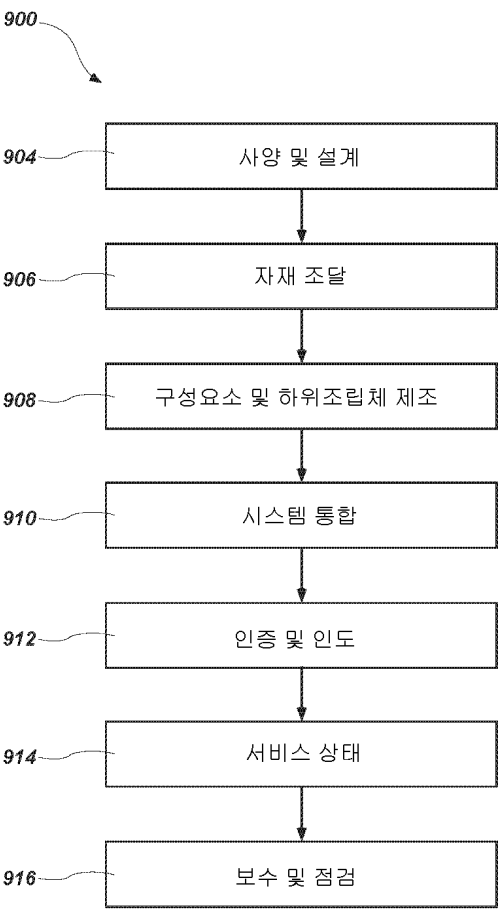
도면7



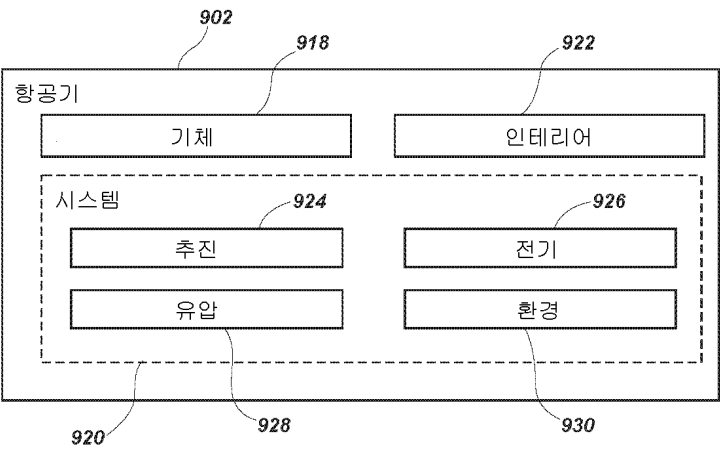
도면8



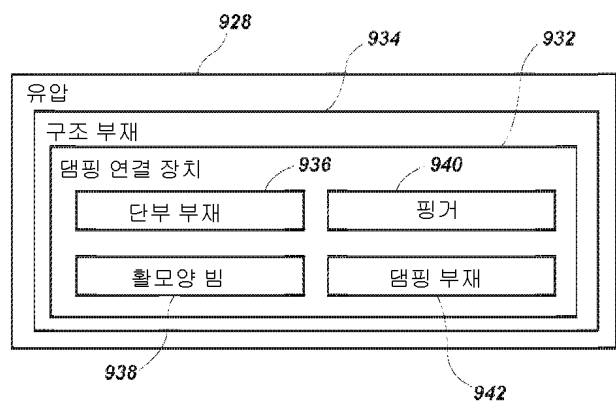
도면9



도면10



도면11



도면12

