(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0033824
(43) 공개일자 2010년03월31일

(51) Int. Cl.
F16F 15/10 (2006.01) *F16F 15/00* (2006.01)
G01H 1/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0092867
(22) 출원일자 2008년09월22일
심사청구일자 2008년09월22일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천 남구 용현동 253 인하대학교
(72) 발명자
이철희
인천광역시 남구 용현3동 인하대학교 2북 269A
최승복
인천광역시 남구 용현3동 인하대학교 2북 388호
이재문
인천광역시 남구 용현3동 인하대학교 2북 380호
(74) 대리인
김순웅

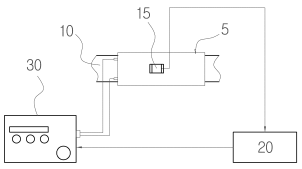
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 압전 파이버 복합 액추에이터를 이용한 축부재의 진동 감쇠장치

(57) 요 약

본 발명은 프로펠러 샤프트(Propeller shafts)와 같은 자동차 구동축 및 이와 유사하게 회전구동되는 축부재와 같은 원통형 중공축 구조물의 능동 진동 감쇠장치에 대한 것으로서, 축부재의 중앙부를 외감하고 외측부에 압전 센서가 고정된 압전 파이버 복합 액추에이터와, 상기 압전 파이버 복합 액추에이터에 의해 외감된 축부재의 진동량에 따라 상기 압전센서의 전기적 신호를 입력하여 상기 진동량을 측정하는 진동량 측정부와, 상기 진동량 측정부의 출력에 따라 상기 압전 파이버 복합 액추에이터의 양 단부에 통전되는 전압을 조절하는 통전전압조절부를 구비하여, 상기 통전전압조절부의 출력되는 전압에 따라 위상을 변화를 시키는 압전 파이버 복합 액추에이터의 위상변조에 따라 상기 축부재에 힘을 가하여 진동을 능동적으로 감쇠할 수 있도록 하였다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

축부재의 진동 감쇠장치로서, 상기 축부재의 중앙부를 외감하고 외측부에 압전센서가 고정된 압전 파이버 복합 액추에이터와, 상기 압전 파이버 복합 액추에이터에 의해 외감된 축부재의 진동량에 따라 상기 압전센서의 전기적 신호를 입력하여 상기 진동량을 측정하는 진동량 측정부와, 상기 진동량 측정부의 출력에 따라 상기 압전 파이버 복합 액추에이터의 양 단부에 통전되는 전압을 조절하는 전압제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 진동 감쇠장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 압전 파이버 복합 액추에이터는, 공진 시 축부재의 변형이 큰 부분에 판상형태로 감아서 마련되는 것을 특징으로 하는 진동 감쇠장치.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 전압제어는 설정 주파수(비 공진주파수)의 진동이 원통형 중공축에 가해질 경우 압전 파이버 복합 액추에이터의 부착에 의한 강성 증가로 진동을 감쇠하고 특정주파수(공진주파수)가 원통형 중공축에 가해질 경우 상기 원통형 중공축에 접합재를 매개로 착접된 압전 파이버 복합 액추에이터를 압전물질로서 사용하여 CLD(Constrained Layer Damping)층을 만들고 일반적인 진동에서는 이를 통해 진동을 감쇠하고 공진 발생 시 전압을 가하여 수축 응력을 발생시켜 진동을 제어할 수 있도록 된 것을 특징으로 하는 진동 감쇠장치.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 압전 파이버 복합 액추에이터는 표면 및 이면을 가지는 압전 재료에 의하여 형성된 평판자재를 슬라이스하여 병렬 배열된 복수의 압전 파이버층과, 이 다열로 수평 착접 배열된 압전 파이버층의 일면에 착접된 제1 및 제2 도전성 패턴부재와, 상기 제1 및 제2 도전성 패턴부재를 커버하고, 상기 제1 도전성 패턴이 상기 제2 도전성 패턴과 전기적으로 절연되고, 상기 제1 및 제2 도전성 패턴 각각이 교호 배치 전극 패턴을 형성하도록 쌍을 이루는 복수의 전극을 구비하는 제1 필름과, 상기 압전 파이버층에 있어서 그의 표면과 이면 각각에 상기 제1 필름을 포함하여, 상기 제1 필름의 제1 및 제2 도전성 패턴이 상기 압전 파이버층과 전기적 접속하는 구조로 된 것을 특징으로 하는 진동 감쇠장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 압전 파이버층의 적어도 일면에는 상기 압전 파이버층의 길이방향으로의 이방성 신축작용을 용이화하고, 상기 도전성 패턴부재들의 전기적 접속 효율을 향상시키기 위해 상기 도전성 패턴부재의 핑거부가 매입되는 다수의 함입공이 형성된 것을 특징으로 하는 진동 감쇠장치.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 압전 파이버 복합 액추에이터를 이용한 구동축의 진동 감쇠장치에 관한 것으로 곡면형상의 축부재(원통형 중실축, 원통형 중공축 등)의 진동감쇠에 적용되어 차량의 구동축, 공작기계의 스핀들 등과 같은 곡면 형상의 회전하는 구동축(이하, '축부재'라고만 함)의 진동감쇠장치에 관련한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로, 원통형 중공축 진동 감쇠 방식은 질량 댐퍼퍼 방식이나 구조물에 얇은 층(Layer)을 둘러 진동을 감쇠시키는 방식인 CLD(Constrained Layer Damping)방식이 일반적으로 사용되고 있다.

[0003] 이러한 구동축의 진동감쇠 방식은 질량 댐퍼, CLD 등과 같은 방식이 채용되고 있다.

[0004] 상기한 질량 댐퍼 방식은 구동축에 질량이 큰 물질을 달아 그 부분의 강성을 증가 시키고 전체 시스템의 고유진동수를 변화시켜 공진현상을 피하는 방식이다.

[0005] 이 방식은 질량의 증가로 동력 전달 효율을 감소시킴은 물론 시스템에 큰 영향을 미쳐 추가적인 문제를 야기 시키기도 한다.

[0006] 또한, 그 수명이 짧은 문제점도 있다. 이러한 질량 댐퍼 방식은 공진 주파수를 변화시키 방식으로 공진의 감쇠에 대한 근본적인 해결책이 될 수 없다.

[0007] 또 다른 방식으로서의 CLD방식은 구동축에 얇은 층을 도포하여 부분적으로 강성을 증가시켜 진동을 감쇠하는 방식이다.

[0008] 다만, 상기 CLD 방식은 진동을 감쇠시키기 방식이기는 하나 공진 시 증폭되는 변위에 대해서는 큰 효과를 보기 힘들다는 단점을 내포하고 있다.

[0009] 이에 본 발명에서는 위의 두 방식 중 CLD방식을 발전시킨 새로운 방식의 진동감쇠 시스템을 다루고 있다. 현재, 원통형 중공축의 진동을 감쇠시키고, 특히 공진시 변위를 감쇠시킬 수 있는 새로운 진동감쇠 방식이 절실히 대두되고 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0010] 이에 본 발명은 상기와 같은 종래의 제반 문제점을 해결하기 위해 제안된 것으로, 본 발명의 목적은 축부재의 진동을 감쇠 시키고, 특히 공진 시 진동을 효과적으로 감쇠할 수 있는 축부재의 진동 감쇠장치를 제공함에 있다.

[0011] 더욱이, 본 발명은 CLD방식의 중공축에 압전 파이버 복합 액추에이터(Macro Fiber Composite, MFC)를 적용하여 CLD 효과에 전압을 가해주면 추가적인 진동 감쇠효과를 가지는 능동 진동 감쇠 시스템을 제공한다.

과제 해결수단

[0012] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 축부재의 진동 감쇠장치는, 상기 축부재의 중앙부를 외감하고 외측부에 압전센서가 고정된 압전 파이버 복합 액추에이터과,

[0013] 상기 압전 파이버 복합 액추에이터에 의해 외감된 축부재의 진동량에 따라 상기 압전센서의 전기적 신호를 입력하여 상기 진동량을 측정하는 진동량 측정부와,

[0014] 상기 진동량 측정부의 출력에 따라 상기 압전 파이버 복합 액추에이터의 양 단부에 통전되는 전압을 조절하는 전압제어부를 구비하여,

[0015] 상기 통전전압조절부의 출력되는 전압에 따라 위상을 변화를 시키는 압전 파이버 복합 액추에이터의 위상변조에 따라 상기 축부재에 힘을 가하여 진동을 감쇠하도록 구성됨을 특징으로 한다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0016] 이와 같이 구성된 본 발명에 의한 축부재의 진동 감쇠장치의 바람직한 실시예를 첨부한 도면에 의거하여 상세히 설명하면 다음과 같다. 하기에서 본 발명을 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 판례 등에 따라 달라질 수 있으며, 이에 따라 각 용어의 의미는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 해석되어야 할 것이다.

[0017] 본 장비는 축부재(10)의 진동 감쇠장치로서, 일반적인 주파수(비 공진주파수)의 진동과 공진주파수의 진동을 모두 효과적으로 감쇠시킬 수 있는 방식을 제시하고 있다.

[0018] 본 발명은 CLD방식의 중공축에 압전 파이버 복합 액추에이터(Macro Fiber Composite, MFC)를 적용하여 CLD 효과에 전압을 가해주면 추가적인 진동 감쇠효과를 가지는 능동 진동 감쇠 시스템의 일환으로 안출되었다.

[0019] 본 발명에 채용된 압전 파이버 복합 액추에이터(5)는 고성능 및 유연성을 제공하는 액추에이터의 일환으로서, 접합제 층과 전해 폴리이미드(electroded polyimide) 필름의 사이에 개재된 다수의 병렬 적층배열된 장방형의 피에조 세라믹 로드로 이루어진 압전 파이버층(55)을 포함한다.

[0020] 또, 상기 압전 파이버 복합 액추에이터(5)는 표면 및 이면을 가지는 압전 재료에 의하여 형성된 평판자재를 슬라이스하여 병렬 배열된 복수의 압전 파이버층(53)과, 이 다열로 수평 착접 배열된 압전 파이버층(55)의 일면에 착접된 제1 및 제2 도전성 패턴부재(5a, 5b)와, 상기 제1 및 제2 도전성 패턴부재(5a, 5b)를 커버하고, 상기 제1 도전성 패턴(5a)이 상기 제2 도전성 패턴(5b)과 전기적으로 절연되고, 상기 제1 및 제2 도전성 패턴(5a, 5b) 각각이 교호 배치 전극 패턴을 형성하도록 쌍을 이루는 복수의 전극을 구비하는 제1 필름(51)과, 상기 압전 파이버층(55)에 있어서 그의 표면과 이면 각각에 상기 제1 필름(51)과, 상기 제1 필름(51)에 대응하는 부재로서의 제2 필름(53)과, 상기 제2 필름(53)과 상기 압전 파이버층(55)의 일면에 착접된 제3 및 제4 도전성 패턴부재(5c, 5d)를 포함하여, 상기 제1 및 제2 필름(51, 53)의 제1 내지 제4 도전성 패턴(5a 내지 5d)이 상기 압전 파이버층(55)과 전기적 접속하는 구조로 되어 있다.

[0021] 또, 상기 압전 파이버층(55)의 적어도 일면에는 상기 압전 파이버층(55)의 길이방향으로의 이방성 신축작용을 용이화하고, 상기 도전성 패턴부재(5a 내지 5d)들의 전기적 접속 효율을 향상시키기 위해 상기 도전성 패턴부재(5a 내지 5d)의 핑거부(F, …)가 매입되는 다수의 함입공이 형성되어 있다.

[0022] 또한, 상기 필름은 리본형 로드 사이에서의 인가 전압을 전송하는 인터디지테이티드(interdigitated) 전극을 포함하고 있다. 이러한 어셈블리는 밀봉, 내구성, 현장측정용 패키지에서의 횡전계 폴링(in-plane poling), 활성화 및 감지성능의 발휘를 가능케 한다. 가요성 구조로 부착 또는 표면 내에 장입될 경우, 상기 MFC는 고체상 편향, 진동 제어 및 응력 측정을 제공한다.

[0023] 본 발명에 따른 압전 파이버 복합 액추에이터(5)는 압전 물질(Piezoelectric material)의 일종으로 전압을 가해주면 응력에 의한 이방성 신축이 발생하는 자재이다.

[0024] 본 발명은 드라이브 샤프트(Drive shafts)와 같은 자동차 구동 축부재(10) 및 이와 유사한 원통형 축 구조물의 능동 진동 감쇠에 대한 것이다. 운행 중 일어나는 구동축의 공진 현상에 초점을 맞추어 압전 파이버 복합 액추에이터(5)를 작동기로 사용하여 구동축의 진동을 제어하는 본 발명은 경제성을 높이기 위해 가공이 용이하고 가격이 저렴한 선형의 압전 파이버 복합 액추에이터(5)를 사용한다. 선형의 압전 파이버 복합 액추에이터(5)를 구동축에 부착된 압전 파이버 복합 액추에이터(5)에 전압을 가하여 발생되는 수축성 응력을 이용하여 수축력을 발생시킨다. 이를 통해 구동축의 진동을 감쇠하는 것이 본 발명의 핵심이다.

[0025] 본 발명의 일실시예에 따른 축부재(10)의 진동 감쇠장치는, 상기 축부재(10)의 중앙부를 외감하고 외측부에 압전센서(15)가 고정된 압전 파이버 복합 액추에이터(5)와, 상기 압전 파이버 복합 액추에이터(5)에 의해 외감된 축부재(10)의 진동량에 따라 상기 압전센서(15)의 전기적 신호를 입력하여 상기 진동량을 측정하는 진동량 측정부(20)와, 상기 진동량 측정부(20)의 출력에 따라 상기 압전 파이버 복합 액추에이터(5)의 양 단부에 통전되는 전압을 조절하는 전압제어부(30)를 구비하고 있다.

[0026] 또, 본 발명에서 제시하는 진동 감쇠 시스템을 구축하기 위해 공진 시 축부재(10)의 변형이 큰 부분에 압전 파이버층(55)을 단일의 판상형태로 길이방향으로 일측 또는 양측에 부착한다.

[0027] 또한, 상기 부착된 압전 파이버 복합 액추에이터(5)는 일반적인 주파수(비 공진주파수)의 진동이 원통형 중공축에 가해질 경우 압전 파이버 복합 액추에이터(5)의 부착에 의한 강성 증가로 진동을 감쇠하고 특정주파수(공진주파수)가 원통형 중공축에 가해질 경우 상기 원통형 중공축(10)에 접합재를 매개로 착접된 압전 파이버 복합 액추에이터(5)를 압전물질로서 사용하여 CLD(Constrained Layer Damping)층을 만들고 일반적인 진동에서는 이를 통해 진동을 감쇠하고 공진 발생 시 전압을 가하여 응력을 발생시켜 진동을 제어할 수 있게 되어 있다.

[0028] 이것은, 위상 변조를 주는 것에 따라 생기는 위상의 변조를 이용하여 위상 변조 방식의 유도 수축 응력을 이용하여 진동을 감쇠시키는 것이다.

[0029] 따라서, 본 발명에 따른 진동 감쇠 구조는 혁신적인 액츄에이터로서, 그 응용도는 형상변경 구조 내지는 진동저감, 그리고 미세위치설정에서 동적 구조의 상태 검진이나 힘 센서의 적용에 이르기까지 다양하게 접목되어 사용될 수 있는 것이다.

[0030] 일예로, 상기 전압제어부(30)의 출력되는 전압에 따라 위상을 변화를 시키는 압전 파이버 복합 액추에이터(5)의 위상변조에 따라 상기 축부재(10)에 힘을 가하여 진동을 감쇠하게 되는 것이다.

[0031] 상기 제1 및 제2, 그리고 제3 및 제4 도전성 패턴은 각각 대향 극성으로 급전되고, 이 극성에 따라 인접하는 교호 배열형 전극 핑거(F, …)들의 영역에 압전 파이버층의 길이방향으로 지향하는 전계가 발생하는 바, 상기 도전성 배턴(5a 내지 5d)의 전극은 상기 압전 파이버층(55)의 분극에 사용되고, 이 압전 파이버(55)의 분극은 액추에이터로서 작용시키기 이전에 수행하는 것이 필요하고, 분극 처리는 교호 배치 전극 핑거 사이를 가로질러 직류전압을 인가하는 것에 의해 수행된다. 일예로, 압전 파이버층(55)은 실온 분극 유지 전압의 약 300%에 상당하는 평균 전기장 강도를 발생하는 전압이 사용된다. 이후, 상기 도전성 패턴에 이르러 전압을 인가하는 것에 따라 압전 파이버층(55)은 유도 응력을 발생하고, 여기에서 발생하는 최대 응력은 상기 압전 파이버층의 횡단방향으로 발생하는 수축 응력과 함께 상기 압전 파이버층(55)의 길이방향으로 발생함으로써, 상기한 감쇠작동을 수행하게 되는 것이다.

[0032] 본 발명은 기존은 진동감쇠 방식들과는 달리 시스템에 큰 영향을 주지 않고 진동 감쇠 효과를 줄 수 있으며, 특히 축부재(10)의 공진 시 능동적인 진동제어가 가능하여 진동감쇠 효과가 크다.

[0033] 본 발명은 기존의 회전형 축부재(10) 진동감쇠 방식을 대체하는 새로운 진동감쇠 방식으로 회전형 축부재(10) 부재가 사용되는 많은 분야에의 이용이 기대된다.

[0034] 이상과 같이 구성되는 본 발명의 작용을 설치방법에 따라서 설명하기로 한다.

[0035] 먼저, 상기와 같은 구성의 압전 파이버 복합 액추에이터(5)는 접합재를 매개로 원통형 회전축으로서의 축부재(10)의 외주에 착접시킨다.

[0036] 이와 같은 작업은 에폭시 접착제에 의해 유연성을 확보하면서 착접 가능하게 됨은 물론이고, 상기한 압전전단응력에 효과적으로 대응할 수 있게 되는 것이다.

[0037] 한편, 압전 파이버 복합 액추에이터(5)는 열에너지를 기계적인 에너지(변위, 힘)로의 전환이 가능하며 그 수명도 반영구적일 뿐 아니라 위상 변조치도 임의로 조절할 수 있는 위상변조방식으로서 채용되는 것으로, 상기 부착된 압전 파이버 복합 액추에이터(5)는 상기 원통형 중공축에 접합재를 매개로 착접된 압전 파이버 복합 액추에이터(5)를 압전물질로서 사용하여 CLD(Constrained Layer Damping)층을 만들고 일반적인 진동에서는 이를 통해 진동을 감쇠하고 공진 발생 시 전압을 가하여 응력을 발생시켜 진동을 제어할 수 있도록, 일반적인 주파수(비 공진주파수)의 진동이 원통형 중공축에 가해질 경우 압전 파이버 복합 액추에이터(5)의 부착에 의한 강성증가로 진동을 감쇠하고 특정주파수(공진주파수)가 원통형 중공축에 가해질 경우, 위상 변조를 주는 것에 따라 생기는 위상의 변조를 이용하여 전계 효과에 따른 응력을 이용하여 진동을 감쇠시키는 것이다.

[0038] 본 발명에서는 액튜에이터로서 압전 파이버 복합 액추에이터(5)를 사용한 것은 압전재료에 비하여 압전 파이버 복합 액추에이터(5)가 응력이 월등히 우수하기 때문에 축부재(10)의 진동을 억제하는데 유효하기 때문이며 제조가 용이하고 가격이 저렴한 장점이 있기 때문이다.

[0039] 상기와 같이 구성되는 축부재(10)의 진동 감쇠장치의 작용을 살펴보면, 상기 압전 파이버 복합 액추에이터(5)의 외측에 부착된 압전센서(15)는 상기 압전 파이버 복합 액추에이터(5)의 외측으로 부터 가해지는 진동양의 크기에 따라 전기적 신호를 비례적으로 발생시키고, 진동량 측정는 상기 압전센서(15)의 전기적 신호를 입력하여 진동량의 크기를 측정하며, 전압제어부(30)는 상기 진동량 측정부(20)의 출력을 인가받아 압전 파이버 복합 액추에이터(5)의 양단에 통전되는 전압을 조절한다.

[0040] 이때, 압전 파이버 복합 액추에이터(5)는 위상이 변화되어 상기 축부재(10)의 외주부에 가해지는 응력을 비례적으로 조절시키면서 축부재(10) 진동을 멈출 수 있게 되는 것이다.

[0041] 따라서, 본 발명은 상기한 압전 파이버 복합 액추에이터(5)를 사용하여 축부재(10)의 진동을 상기 진동의 크기에 비례하여 자동적으로 제거할 수 있게 되는 것이다.

[0042] 본 발명은 기존은 진동감쇠 방식들과는 달리 시스템에 큰 영향을 주지 않고 진동 감쇠 효과를 줄 수 있으며 특히 구동축의 공진시 능동적인 진동제어가 가능하여 진동감쇠 효과가 크다.

[0043] 본 발명은 기존의 원통형 중공축 진동감쇠 방식을 대체하는 새로운 진동감쇠 방식으로 원통형 중공축 형상을 가지는 차량의 구동축, 공작기계의 스핀들 등의 제품에 상용화는 물론 상용화할 경우 기존은 제품을 대체할 것으로 기대된다.

[0044] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 한정하여 설명하였으나, 본 발명은 이에 한정되지 않고 다양한 변화와 변경 및 균등물을 사용할 수 있다. 따라서 본 발명은 상기 실시예를 적절히 변형하여 응용할 수 있고, 이러한 응용도 하기 청구범위에 기재된 기술적 사상을 바탕으로 하는 한 본 발명의 권리범위에 속하게 됨은 당연하다 할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0045] 도 1은 본 발명에 따른 압전 파이버 복합 액추에이터를 이용한 진동 감쇠장치의 구성도.

[0046] * 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 *

[0047] 5 : 압전 파이버 복합 액추에이터

[0048] 10 : 축부재

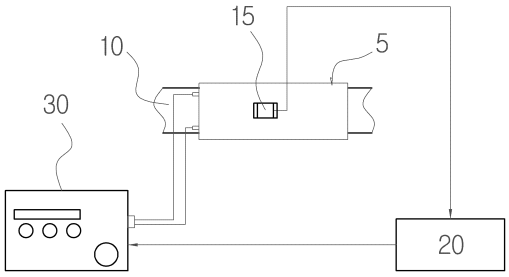
[0049] 15 : 압전센서

[0050] 20 : 진동량 측정부

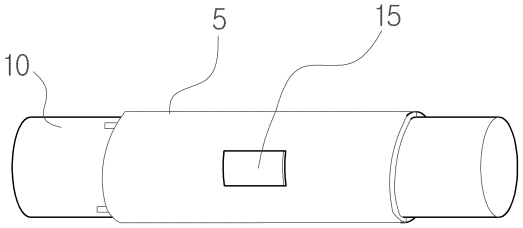
[0051] 30 : 전압제어부

도면

도면1



도면2



도면3

