



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0095689

(43) 공개일자 2020년08월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

E04B 1/98 (2006.01) C08K 3/013 (2018.01)

C08L 63/00 (2006.01) C08L 83/00 (2006.01)

E04B 1/24 (2006.01)

(52) CPC특허분류

E04B 1/98 (2013.01)

C08K 3/013 (2018.01)

(21) 출원번호 10-2019-0013322

(22) 출원일자 2019년02월01일

심사청구일자 2019년02월01일

(71) 출원인

한국기술교육대학교 산학협력단

충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한국기술교육대학교내)

(72) 발명자

안채현

충청남도 아산시 송악면 평촌길 149-6

임경화

충남 천안시 동남구 터미널 9 길 59 204 동 1201호(대림한들아파트)

(74) 대리인

장수현

전체 청구항 수 : 총 8 항

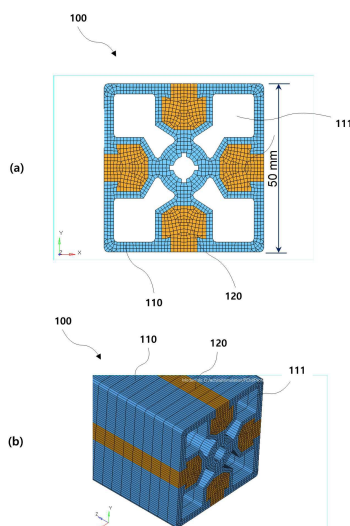
(54) 발명의 명칭 진동감쇠재, 진동감쇠재를 구비하는 구조물 및, 진동감쇠재 시공 방법

(57) 요약

본 발명은 진동감쇠재, 진동감쇠재를 구비하는 구조물 및, 진동감쇠재 시공 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 구조물에 주입 또는 점착시키는 진동감쇠재와, 진동감쇠재가 내부에 주입되거나 표면에 점착된 구조물 및, 진동감쇠재를 구조물에 주입 또는 점착시키는 시공 방법에 관한 것이다.

본 발명에 의하면, 반도체 장비의 지지 등에 사용되는 구조물에 있어서, 진동감쇠재를 구조물에 주입 또는 구조물 표면에 점착시킴으로써 진동 전달을 감쇠시킨 구조물 및, 진동감쇠재를 구조물에 주입하거나 또는 점착시키는 시공 방법, 그리고 그러한 진동감쇠재를 제공한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

C08L 63/00 (2013.01)

C08L 83/00 (2013.01)

E04B 1/24 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1425088790

부처명 중소벤처기업부

연구관리전문기관 중소기업기술정보진흥원

연구사업명 1인창조기업 과제 기술개발사업

연구과제명 반도체 디스플레이 장비용 알루미늄프로파일의 진동감쇠재 개발

기 여 율 1/1

주관기관 (주)아이젠스코프

연구기간 2014.08.08 ~ 2015.08.07

명세서

청구범위

청구항 1

진동감쇠재를 구비하는 구조물로서,
구조물; 및
상기 구조물에 주입되어 경화되거나 상기 구조물에 접촉시킨 진동감쇠재를 포함하는 진동감쇠재를 구비하는 구조물.

청구항 2

청구항 1에 있어서,
상기 진동감쇠재는,
베이스 소재; 및
상기 베이스 소재에 혼합된 첨가제를 포함하는 것을 특징으로 하는 진동감쇠재를 구비하는 구조물.

청구항 3

구조물에 주입 또는 접촉되는(이하 '적용되는'으로 통칭한다) 진동감쇠재로서,
베이스 소재; 및
상기 베이스 소재에 혼합된 첨가제를 포함하는 구조물에 적용되는 진동감쇠재.

청구항 4

청구항 3에 있어서,
상기 베이스 소재는,
에폭시(epoxy) 또는 실리콘 소재이고,
상기 첨가제는,
금속, 플라스틱, 수지, 목재, 모래 및 돌가루를 연마한 소재(이하, '연마재'라 한다) 중 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 구조물에 적용되는 진동감쇠재.

청구항 5

청구항 4에 있어서,
상기 베이스 소재는 실리콘 소재이고,
상기 첨가제는 굵은 연마재인 것을 특징으로 하는 구조물에 적용되는 진동감쇠재.

청구항 6

진동감쇠재를 구조물에 적용하는 시공 방법으로서,

- (a) 진동감쇠재를 준비하는 단계;
 - (b) 상기 진동감쇠재를 구조물에 주입 또는 구조물 표면에 바르는 단계; 및,
 - (c) 상기 구조물에 주입되거나 발라진 진동감쇠재를 경화시키는 단계
- 를 포함하는 진동감쇠재 시공 방법.

청구항 7

청구항 7에 있어서,

상기 단계(a)는,

- (a1) 상기 진동감쇠재의 베이스 소재를 준비하는 단계;
 - (a2) 상기 베이스 소재에 첨가할 첨가제를 준비하는 단계; 및,
 - (a3) 상기 첨가제를 상기 베이스 소재에 혼합하여 진동감쇠재를 제조하는 단계
- 를 포함하는 것을 특징으로 하는 진동감쇠재 시공 방법.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 단계(b) 내지 단계(c)에서 상기 진동감쇠재는,

단위 구조물에 주입 또는 단위 구조물 표면에 바른 후 경화시키거나, 또는

복수개의 단위 구조물이 결합되어 이미 형성된 구조물을 구성하는 각 단위 구조물에 주입 또는 각 단위 구조물 표면에 바른 후 경화시키는 것

을 특징으로 하는 진동감쇠재 시공 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 진동감쇠재, 진동감쇠재를 구비하는 구조물 및, 진동감쇠재 시공 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 구조물에 주입 또는 점착시키는 진동감쇠재와, 진동감쇠재가 내부에 주입되거나 표면에 점착된 구조물 및, 진동감쇠재를 구조물에 주입 또는 점착시키는 시공 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 디스플레이 장비는 수십 나노미터의 선폭을 가지는 초정밀 공정, 11세대 이상의 대형 패널의 생산 등 시장의 수요와 기술에 발전에 따라 급격히 발전해 나아가고 있다. 이때 반드시 고려되어야 하는 환경 사항이 진동이다. 반도체 디스플레이 생산 공정에서는 클린룸 유지 시설에 필요한 공조 장치, 로봇, 이송 장치 등 주변 장비의 진동 전달, 작업자의 이동 등 필연적으로 진동 환경에 놓이게 된다. 이때 생산 장비로 유입되는 미세한 진동은 웨이퍼 또는 글래스의 가공 공정에 치명적인 영향을 끼치게 되어 가공 결과의 불량률 유발하게 된다. 따라서 외부 진동의 유입과 내부 공정 장비의 진동이 사라질 때 까지 장비를 구동하지 못하게 되어 수율 저감에 주요한 요소로 작용하게 된다. 따라서 이와 같은 진동을 저감하기 위하여 고가의 능동형 제진대를 사용하기도 하나, 매우 높은 비용으로 인한 경제성의 문제가 있었다.

[0003] 알루미늄 프로파일은 중량 경감과 조립의 편리성을 위하여 조립 홈이 파여져 있는 구조물로서, 용융된 알루미늄 재료를 압출하고 후처리하여 다양한 규격 형식으로 제조되는 구조물용 재료이다. 알루미늄의 특성상 가볍고 가공이 편리한 장점이 있으며, 규격화된 크기로 절단 및 조립으로 쉽게 구조물을 제작할 수 있는 장점을 가지고 있어서 반도체 디스플레이 장비의 제조에 널리 쓰이고 있는 재료이다. 그러나 이와 같은 알루미늄 프로파일을 그대로 장비 지지를 위한 구조물로 사용할 경우, 장비에 전달되는 진동을 저감시키기 어려운 문제점이 있었다.

[0004] 또한 알루미늄 프로파일 외에도 다른 금속, 시멘트 또는 다양한 재질로 구성된 구조물 역시 진동에 관련된 문제점을 가지고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) KR 10-1341346 B1

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 창안된 것으로서, 반도체 장비의 지지 등에 사용되는 구조물에 있어서, 진동감쇠재를 구조물에 주입 또는 구조물 표면에 점착시킴으로써 진동 전달을 감쇠시킨 구조물 및, 진동 감쇠재를 구조물에 주입하거나 또는 점착시키는 시공 방법, 그리고 그러한 진동감쇠재를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 이와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 진동감쇠재를 구비하는 구조물은, 구조물; 및 상기 구조물에 주입되어 경화되거나 상기 구조물에 점착시킨 진동감쇠재를 포함한다.

[0008] 상기 진동감쇠재는, 베이스 소재; 및 상기 베이스 소재에 혼합된 첨가제를 포함한다.

[0009] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 구조물에 주입 또는 점착되는(이하 '적용되는'으로 통칭한다) 진동감쇠재는, 베이스 소재; 및 상기 베이스 소재에 혼합된 첨가제를 포함한다.

[0010] 상기 베이스 소재는, 에폭시(epoxy) 또는 실리콘 소재이고, 상기 첨가제는, 금속, 플라스틱, 수지, 목재, 모래 및 돌가루를 연마한 소재(이하, '연마재'라 한다) 중 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0011] 상기 베이스 소재는 실리콘 소재이고, 상기 첨가제는 굵은 연마재일 수 있다.

[0012] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 진동감쇠재를 구조물에 적용하는 시공 방법은, (a) 진동감쇠재를 준비하는 단계; (b) 상기 진동감쇠재를 구조물에 주입 또는 구조물 표면에 바르는 단계; 및, (c) 상기 구조물에 주입되거나 발라진 진동감쇠재를 경화시키는 단계를 포함한다.

[0013] 상기 단계(a)는, (a1) 상기 진동감쇠재의 베이스 소재를 준비하는 단계; (a2) 상기 베이스 소재에 첨가할 첨가제를 준비하는 단계; 및, (a3) 상기 첨가제를 상기 베이스 소재에 혼합하여 진동감쇠재를 제조하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0014] 본 발명에 의하면, 반도체 장비의 지지 등에 사용되는 구조물에 있어서, 진동감쇠재를 구조물에 주입 또는 구조물 표면에 점착시킴으로써 진동 전달을 감쇠시킨 구조물 및, 진동감쇠재를 구조물에 주입하거나 또는 점착시키는 시공 방법, 그리고 그러한 진동감쇠재를 제공하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명의 구조물에 사용되는 알루미늄 프로파일의 형상 및, 알루미늄 프로파일이 적용된 예를 도시한 도면.

도 2는 본 발명의 구조물로서, 알루미늄 프로파일에 진동감쇠재를 주입한 상태를 나타내는 모식도.

도 3은 알루미늄 프로파일에 진동감쇠재를 주입한 본 발명의 진동감쇠재를 구비하는 알루미늄 프로파일을 정면도 및 사시도로서 도시한 모식도.

도 4는 본 발명의 진동감쇠재를 구조물인 알루미늄 프로파일 내부에 주입하여 경화시키는 방법을 수행하는 공정의 순서도.

도 5는 본 발명의 진동감쇠재의 입자 구조의 모식도.

- 도 6은 본 발명의 진동감쇠재 제조시 베이스 소재에 첨가하는 첨가제의 예를 나타내는 도면.
- 도 7은 알루미늄 프로파일에 진동감쇠재가 주입된 상태의 일 실시예를 나타내는 도면.
- 도 8은 진동감쇠재 후보 재료의 고유진동수와 감쇠비 추출 결과를 나타내는 도면.
- 도 9는 진동감쇠재에 첨가제를 첨가한 경우, 첨가제의 조성과 고유진동수와 감쇠비 추출 결과를 나타내는 도면.
- 도 10은 설계 제작된 시험용 구조물의 특성을 파악하기 위한 유한요소 모델을 도시한 도면.
- 도 11은 감쇠비 변화에 따른 주파수 응답 함수의 크기 변화를 비교하여 나타낸 도면.
- 도 12는 알루미늄 프로파일 구조물의 모달 테스트 결과를 도시한 도면.
- 도 13은 도 12의 주파수 응답함수에서 각 모드별 크기의 변화를 표로써 나타낸 도면.
- 도 14는 바닥 가진에 대한 속도 응답을 비교하여 나타낸 도면.
- 도 15는 시험용 구조물의 모달 시험 장치의 실시예를 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 이하 첨부된 도면을 참조로 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다. 따라서, 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- [0018] 도 1은 본 발명의 구조물에 사용되는 알루미늄 프로파일의 형상 및, 알루미늄 프로파일이 적용된 예를 도시한 도면이다.
- [0019] 본 발명은, 전술한 바와 같이 구조물에 주입되는 진동감쇠재와, 진동감쇠재가 내부에 주입된 구조물 및, 진동감쇠재를 구조물에 주입 또는 구조물에 점착시키는 시공 방법에 관한 것이다. 여기서 '점착'이란 구조물의 표면에 바른 후 경화시키는 방법을 폭넓게 통칭하는 표현으로서 이하에서 사용하기로 한다.
- [0020] 이하에서 도면을 참조한 설명에서는 그러한 구조물의 일 실시예로서 가볍고 튼튼하여 널리 사용되는 알루미늄 프로파일에 대하여 본 발명의 진동감쇠재를 주입 또는 점착시켜 형성된 구조물과, 그러한 진동감쇠재를 알루미늄 프로파일에 주입 또는 점착시키는 시공 방법에 대하여 설명한다.
- [0021] 그러나 본 발명은 진동감쇠재를 적용할 구조물로서 알루미늄 프로파일에만 한정되어 있는 것은 아니며, 다른 금속 프로파일, 나아가 프로파일과 같이 내부 빈 공간을 갖지 않는 일반 금속 또는 시멘트 등 다양한 재료의 구조물에까지 적용가능하다.
- [0022] 즉, 프로파일과 같이 내부 빈 공간을 가진 경우에는 이하에서 설명하는 바와 같이 그 빈 공간에 진동감쇠재를 주입하는 방법을 사용하고, 그러한 빈 공간이 없는 일반적 구조물에는 구조물 자체에 진동감쇠재를 바른 후 경화시키는, 즉 점착시키는 등의 방법을 사용하여 진동 전달을 줄이는 구조물을 형성할 수 있다.
- [0023] 또한 도 4의 순서도를 참조하여 후술하는 바와 같이 진동감쇠재는, 결합하기 전의 개별적인 단위 구조물 자체 (예를 들어 도 7)에 주입 또는 바른 후에 경화시킬 수도 있고, 도 1(b)와 같이 단위 구조물이 다수 결합하여 이미 특정한 형태로 형성되어 있는 구조물에도 그와 같은 진동감쇠재를, 그 구조물을 구성하는 각 단위 구조물에 주입 또는 점착시킴으로써 진동감쇠재가 구비된 구조물로 시공하여 형성시킬 수 있는 것이다.
- [0025] 이하에서는 전술한 바와 같이 '구조물'의 예로서 '알루미늄 프로파일'을 들어 본 발명을 설명하며, 구조물에 진동감쇠재를 적용하는 방식은, 알루미늄 프로파일과 같이 내부 빈 공간을 구비하는 구조물에는 이하에서의 설명과 동일하게 주입하여 경화시키는 방식이 적용되고, 빈 공간이 없는 구조물에는 표면에 진동감쇠재를 바르고 경화시키는, 즉 점착시키는 방법으로 적용됨을 미리 일러둔다.

- [0027] 도 1(a)에 도시된 알루미늄 프로파일(110)은 용융된 알루미늄 재료를 압출하고 후처리하여 다양한 규격 형식으로 제조되는 구조물용 재료이다. 알루미늄의 특성상 가볍고 가공이 편리한 장점이 있으며, 내부에 빈 공간(111)이 있으며 규격화된 크기로 절단 및 조립으로 쉽게 구조물을 제작할 수 있는 장점을 가지고 있어서 반도체 디스플레이 장비의 제조에 널리 쓰이고 있는 재료이다. 이는 중량 경감과 조립의 편리성을 위하여 조립 홈이 파여져 있는 구조이다.
- [0028] 도 1(b)는 디스플레이 제조 공정 중 포토라인의 예를 보여준다. 세척 및 코팅 등 다양한 공정 단위로 구성되어 있으며 도면에서 보이는 바와 같이 많은 구조물이 알루미늄 프로파일로 제작되어 있음을 알 수 있다.
- [0030] 도 2는 본 발명의 구조물로서, 알루미늄 프로파일에 진동감쇠재를 주입한 상태(100)를 나타내는 모식도이고, 도 3은 알루미늄 프로파일(110)에 진동감쇠재(120)를 주입한 본 발명의 진동감쇠재를 구비하는 알루미늄 프로파일(100)을 정면도 및 사시도로서 도시한 모식도이다.
- [0031] 도시된 바와 같이 알루미늄 프로파일(110)의 내부 빈 공간에 진동감쇠재(120)가 주입되어 있고, 이와 같이 진동감쇠재를 구비하는 알루미늄 프로파일(100)은 기존 알루미늄 프로파일(110)의 특성에 더하여, 진동을 감쇠시킴으로써 반도체 디스플레이 장비 등과 같이 진동에 민감한 장비의 지지 구조물로서 매우 안정적인 구조물이 된다. 필요에 따라 진동감쇠재(120)가 더욱 견고하게 알루미늄 프로파일(110) 내에 위치되어 있도록 감쇠재 보강심(130)을 더 구비할 수도 있다.
- [0033] 도 4는 본 발명의 진동감쇠재(120)를 구조물인 알루미늄 프로파일(110) 내부에 주입하여 경화시키는 방법을 수행하는 공정의 순서도이다.
- [0034] 먼저 진동감쇠재의 베이스 소재를 준비한다(S401). 이러한 베이스 소재로는 에폭시(epoxy) 또는 실리콘 등이 사용될 수 있다. 이러한 베이스 소재에, 진동감쇠재의 특성을 향상시키기 위한 첨가제를 준비할 수 있다(S402). 이러한 첨가제로는, 금속, 플라스틱, 수지, 목재, 모래 및 돌가루를 연마한 소재 중 하나 이상을 사용할 수 있다. 이에 대하여는 도 6을 참조하여 상세히 후술한다. 이와 같은 첨가제를 베이스 소재에 적절한 비율로 혼합하여 진동감쇠재를 제조하여(S403), 제조된 진동감쇠재를 알루미늄 프로파일의 빈 공간에 주입한 후(S404), 진동감쇠재를 경화시킴으로써(S405), 진동감쇠재가 구비된 알루미늄 프로파일(100)을 형성하게 된다.
- [0035] 이러한 진동감쇠재(120)는 구조물로서 조립하기 전, 단위 알루미늄 프로파일에 주입될 수도 있고, 또는 복수개의 단위 알루미늄 프로파일이 결합된 알루미늄 프로파일 구조물 상태에서, 각 알루미늄 프로파일에 주입될 수도 있어, 기존 알루미늄 프로파일(110)만으로 형성된 구조물도 본 발명의 진동감쇠재가 구비된 알루미늄 프로파일(110)로 형성시킬 수 있다는 장점이 있다.
- [0037] 도 5는 본 발명의 진동감쇠재(120)의 입자 구조의 모식도이다.
- [0038] 본 발명의 진동감쇠재(120)는, 강한 강성을 가지는 입자(121)를 큰 감쇠를 보이는 재료(122)로 코팅하여 구성하는 방식으로 형성된다. 즉, 큰 감쇠를 가지는 재료(122)와 가볍고 튼튼한 입자(121)를 배합하여 구성하는 것이다. 큰 감쇠를 가지는 재료(122)는 베이스 소재로서, 베이스 소재로 사용되는 감쇠재료는 반고체 상태로 시공하고 시간이 지난 후 고체 상태로 변경되는 에폭시류나 실리콘류가 재료의 배합과 시공에 매우 유리하다. 강한 강성을 가지는 입자(121)는, 베이스 소재(122)에 첨가제(121)로서 혼합되게 되는데 이러한 첨가제의 실시예는 도 6에 도시되어 있다.
- [0040] 도 6은 본 발명의 진동감쇠재(120) 제조시 베이스 소재(122)에 첨가하는 첨가제(121)의 예를 나타내는 도면이다.
- [0041] 첨가제(121)는, 금속, 플라스틱, 수지, 목재, 모래 및 돌가루를 연마한 소재(이하, '연마재'라 한다) 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 도 6은 그러한 첨가제(121)의 실시예를 도시한 것으로서, 도 6(a)는 철가루, 도 6(b)는 철구, 도 6(c)는 중간 크기의 알갱이로 구성된 연마재, 도 6(d)는 잘게 부수어 작은 크기의 알갱이로 구성된 연

마재, 도 6(e)는 수지, 도 6(f)는 가는 모래를 도시한 것이다. 이와 같은 첨가제 중 하나 또는 둘 이상을 베이스 소재(122)에 혼합시켜서 진동감쇠재(120)를 제조한다.

- [0043] 도 7은 알루미늄 프로파일(110)에 진동감쇠재(120)가 주입된 상태의 일 실시예를 나타내는 도면이다.
- [0045] 도 8은 진동감쇠재 후보 재료의 고유진동수와 감쇠비 추출 결과를 나타내는 도면이고, 도 9는 진동감쇠재에 첨가제를 첨가한 경우, 첨가제의 조성과 고유진동수와 감쇠비 추출 결과를 나타내는 도면이다.
- [0046] 본 발명의 알루미늄 프로파일에 사용되는 진동감쇠재는, 높은 고유진동수와 높은 감쇠비를 갖는 것이 좋다.
- [0047] 도 8의 결과에서는 고유진동수와 감쇠비 모두에서 비교적 높은 값을 갖는 베이스 소재로서, silicon type 1, silicon type 3, silicon type 4를 선택할 수 있다.
- [0048] 도 9의 일 실시예로서의 결과에서는 고유진동수와 감쇠비 모두에서 비교적 높은 값을 갖는 베이스 소재와 첨가제의 쌍으로서, 일 예로서 실리콘과 굵은 연마재가 1:0.5, 1:1, 1:2 의 혼합비(질량비)를 갖는 세트를 선택할 수 있다. 이러한 일 실시예로서의 결과에서도 가장 바람직한 혼합비는, 실리콘과 굵은 연마재가 1:1인 경우를 선택할 수 있다.
- [0050] 도 10은 설계 제작된 시험용 구조물의 특성을 파악하기 위한 유한요소 모델을 도시한 도면이고, 도 11은 감쇠비 변화에 따른 주파수 응답 함수의 크기 변화를 비교하여 나타낸 도면이다.
- [0051] 설계 제작된 시험용 구조물의 특성을 파악하기 위해서 도 10(a)와 같이 유한요소 모델을 작성하였고, 해석을 통하여 모드 형상과 고유진동수를 예측하였으며, 감쇠비 변화에 따르는 감쇠 효과를 분석하였다. 모드 해석이 수행된 유한요소 모델의 감쇠재 부분에 적절한 감쇠비를 부여하고 이의 주파수 응답 함수를 확인하였다. 추출 부위는 모든 모드의 영향을 받을 것으로 판단되는 상단 모서리 부분(도 10(b))의 x방향(도 10(c))이다. 이는 구조물에서 감쇠재의 영향성을 분석하기 위하여 수행되었다. 모드 해석이 수행된 유한요소 모델의 감쇠재 부분에 적절한 감쇠비를 부여하고 이의 주파수 응답 함수를 확인하였다.
- [0052] 도 11(a)는 그 결과로서, 감쇠비가 0.4%일 때(파란색)와 이의 2.5배에 해당되는 1.0%일 경우(붉은색)의 차이를 확인한 것이다. 도 11(a)에서 보이는 바와 같이 첫번째 모드와 두번째 모드 뿐만 아니라 모든 모드에서 감쇠비의 증가는 주파수 응답함수의 피크 높이의 저감을 유도하는 것을 확인할 수 있다. 도 11(b)는 이중 첫번째와 두번째 모드를 확대한 것으로서 약 65%의 피크 높이가 저감되어, 진동 전달을 현격히 감소시키는 것을 확인할 수 있다.
- [0054] 도 12는 알루미늄 프로파일 구조물의 모달 테스트(modal test) 결과를 도시한 도면이고, 도 13은 도 12의 주파수 응답함수에서 각 모드별 크기의 변화를 표로써 나타낸 도면이다.
- [0055] 첫번째 모드의 경우 93% 정도의 큰 진동 감쇠 효과를 확인할 수 있으며, 두번째 모드 또는 62% 수준이 저감율을 보인다. 따라서 개발된 진동감쇠재가 진동 감쇠에 효과를 보이는 것을 확인할 수 있다.
- [0057] 도 14는 바닥 가진에 대한 속도 응답을 비교하여 나타낸 도면이고, 도 15는 시험용 구조물의 모달 시험 장치의 실시예를 도시한 도면이다.
- [0058] 진동허용규제치와 감쇠재의 효과의 상관관계를 분석하기 위해서는 지반(바닥) 가진에 대하여 그 응답을 확인할 필요가 있다. 따라서 도 15의 시험 장치에서 상단에 수직방향으로 속도 측정용 센서를 부착하고 바닥부의 지반을 가진하여 그 응답을 감쇠재가 없는 경우와 주입된 경우를 비교하여 진동허용 규제치의 저감 효과를 판단할 수 있다.
- [0059] 도 14는 실험의 결과로 수직 방향의 응답을 속도 차원에서 나타내고 있다. 진동 허용규제치의 한 등급의 차이는 속도 레벨로 2배에 해당된다. 본 실험의 결과로 최대 속도 레벨은 감쇠재가 없는 경우 6.536 mm/sec이며, 있는 경우 3.247 mm/sec이다. 따라서 2.01배의 저감효과를 확인할 수 있다. 이는 진동허용 규제치의 1등급 저감에 해

당된다. 따라서 -0.5 등급(1.5배 저감)을 달성한 것을 확인할 수 있다.

부호의 설명

[0060]

100: 본 발명의 진동감쇠재가 구비된 알루미늄 프로파일

110: 알루미늄 프로파일(profile)

111: 알루미늄 프로파일 내부의 빈 공간

120: 감쇠재

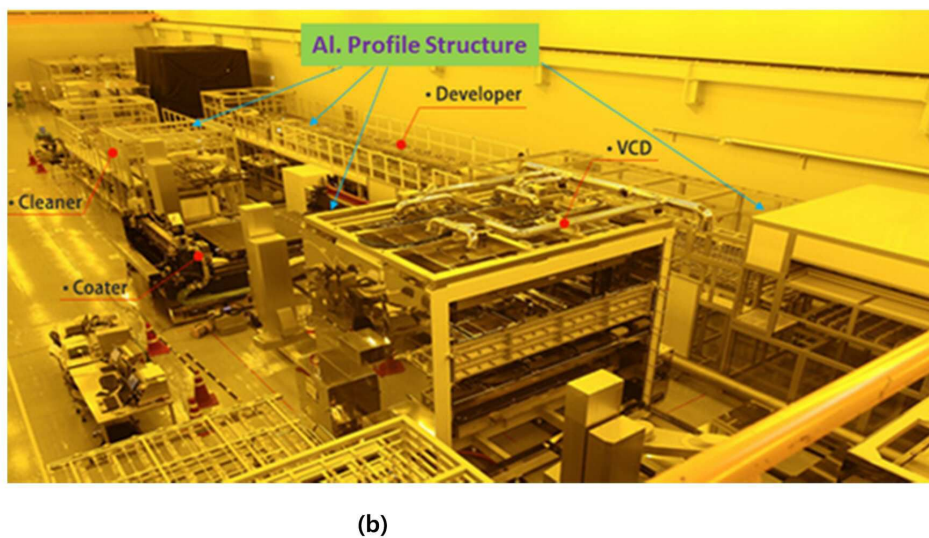
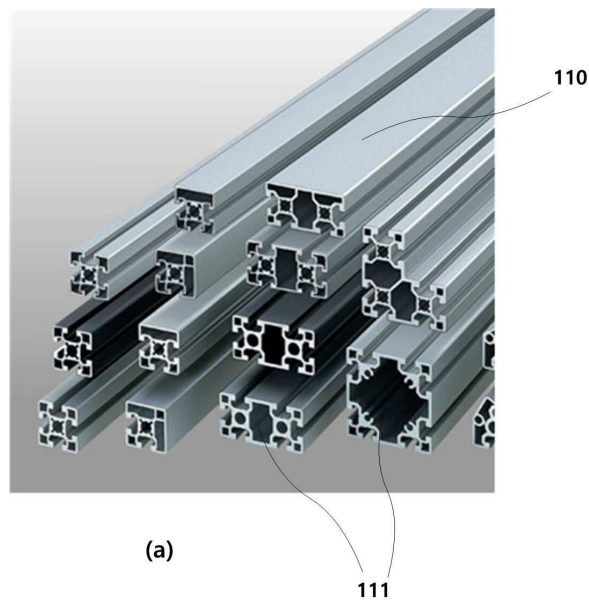
121: 단단한 소재(stiff particle)

122: 고감쇠 베이스 소재

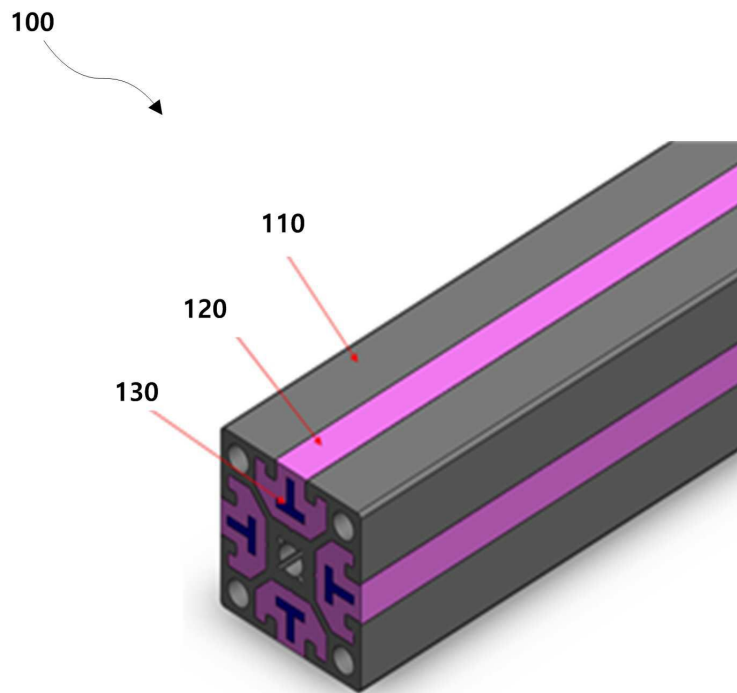
130: 감쇠재 보강심

도면

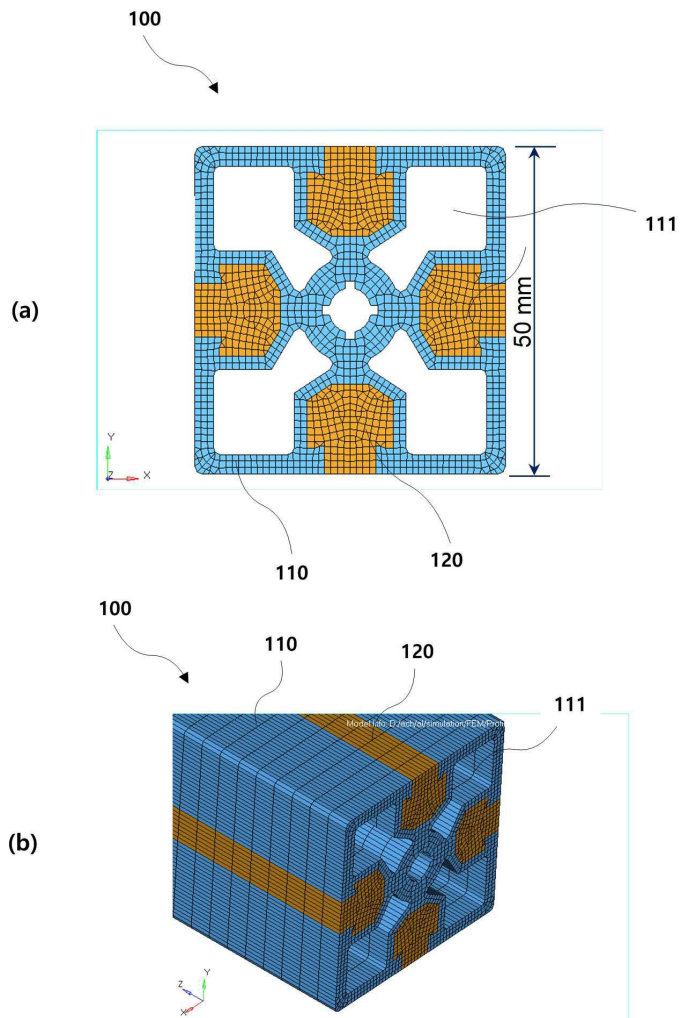
도면1



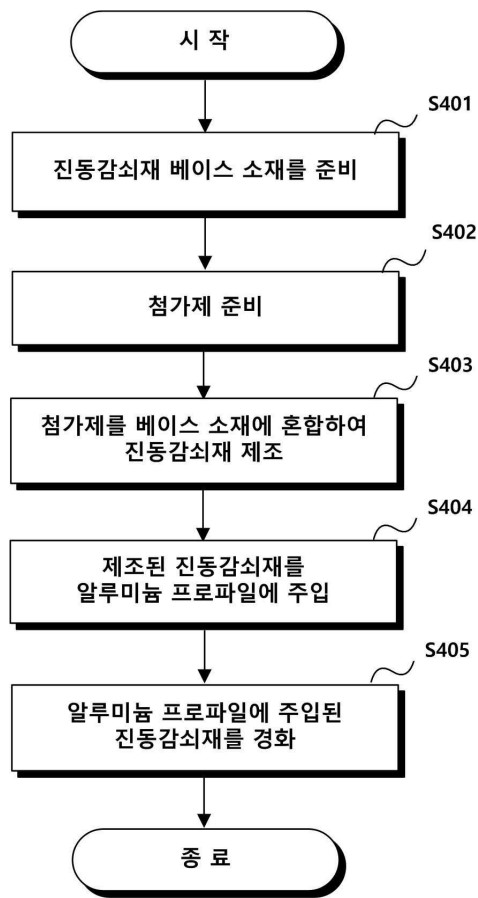
도면2



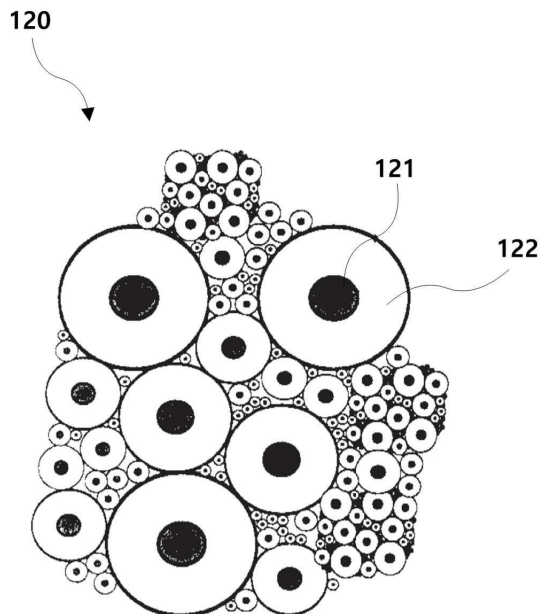
도면3



도면4



도면5



도면6



(a)

(b)



(c)

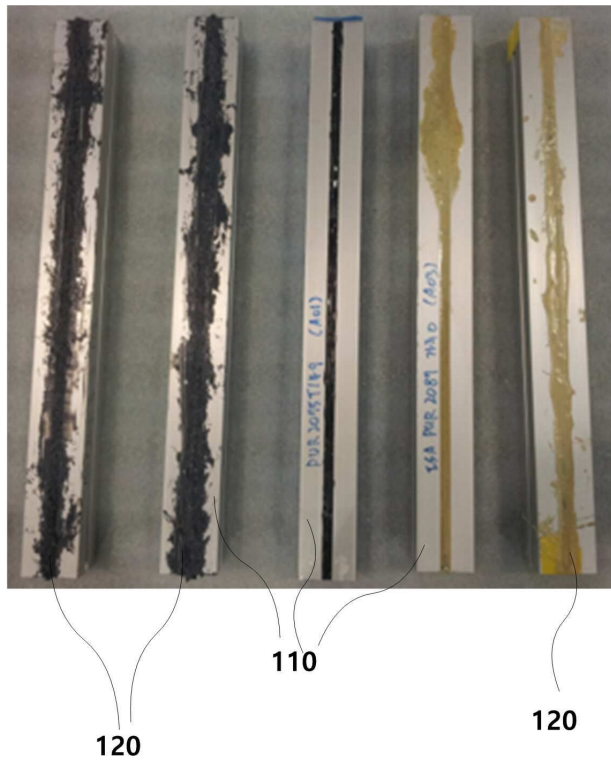
(d)



(e)

(f)

도면7



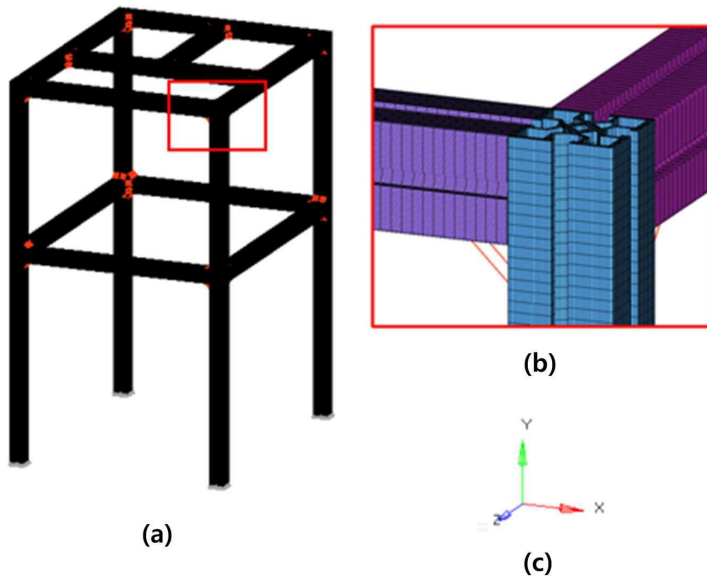
도면8

감쇠재 베이스 재료명	1st 고유진동수 (Hz)	감쇠비(%)
감쇠재 없음	1034.0	0.07
silicon type 1	964.7	0.397
silicon type 2	968.8	0.095
silicon type 3	859.4	1.340
epoxy type 1	973.8	0.094
epoxy_butil	969.1	0.159
silicon type 4	967.5	1.150
silicon type 5	955.3	0.257
epoxy type 2	903.8	0.275
epoxy type 3	885.9	0.317
epoxy type 4	876.6	0.263
bond type 1	906.6	0.112
bond type 2	888.8	0.166
bond type 3	880.3	0.035
bond type 4 (light)	1033	0.034
bond type 5 (light)	1031	0.018

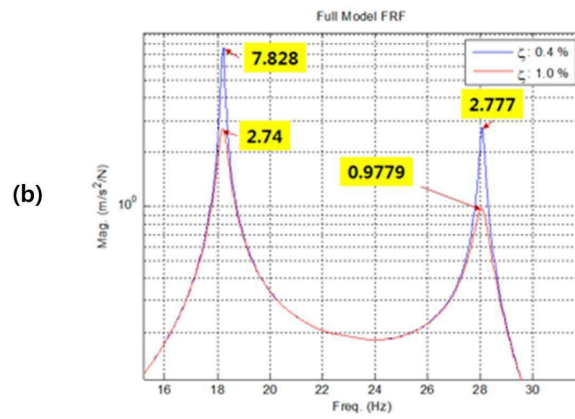
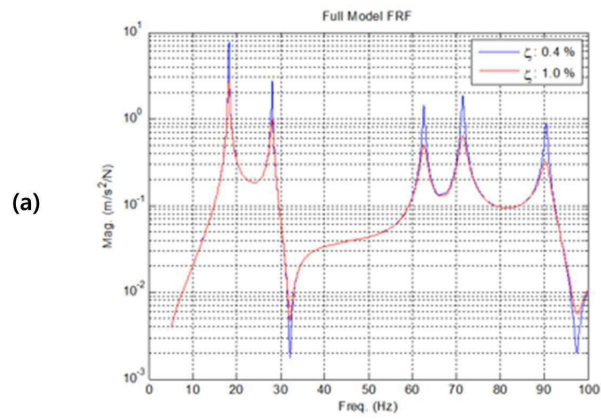
도면9

주재료	첨가제	혼합비율 (질량비)	1st 고유진동수 (Hz)	감쇠비(%)
감쇠재 없음	.	.	1034.0	0.07
Epoxy	bearing	1:0.05	949.7	0.263
Epoxy	철가루	1:0.5	975	0.222
Epoxy	철가루	1:1	955	0.204
Epoxy	가는 모래	1:0.5	967.5	0.345
Epoxy	가는 모래	1:1	980.3	0.280
Epoxy	Cleaner	1:2	978.1	0.188
Epoxy	PO	1:2	973.4	0.175
Epoxy	모래	2:1	954.7	0.315
Epoxy	굵은 모래	1:2	961.6	0.312
Epoxy	굵은 모래	2:1	950.9	0.450
Epoxy	굵은 연마재	2:1	833.4	0.693
Epoxy	굵은 연마재	2:1	833.1	0.678
Epoxy	굵은 모래	2:1	951.3	0.401
Epoxy	가는 연마재	1:1	961.3	0.229
Epoxy	가는 연마재	2:1	955.3	0.257
실리콘	칩 우드	1:0.2	979.1	0.137
실리콘	굵은 연마재	1:0.5	956.9	0.607
실리콘	굵은 연마재	1:1	949.4	0.679
실리콘	굵은 연마재	1:2	940.3	0.411

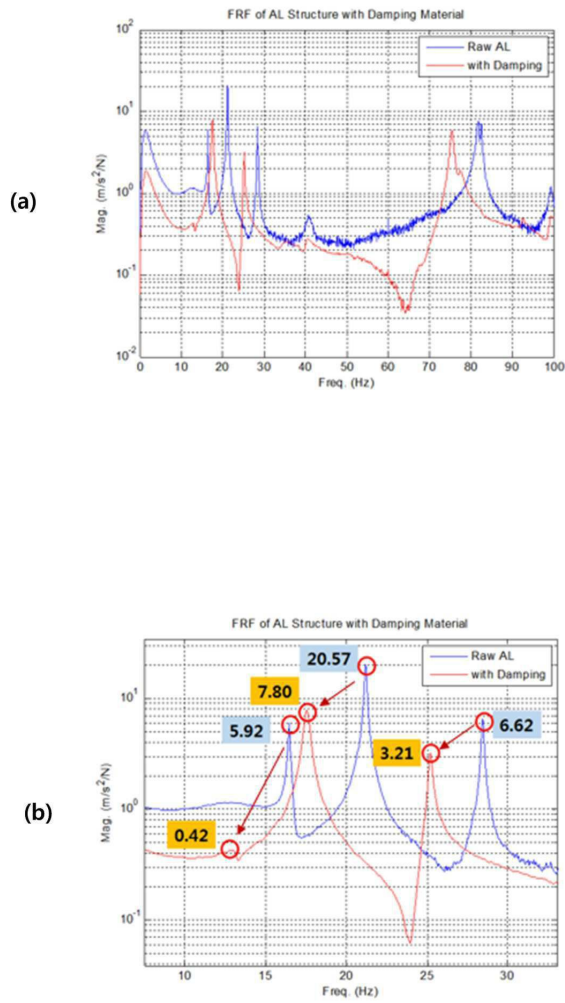
도면10



도면11



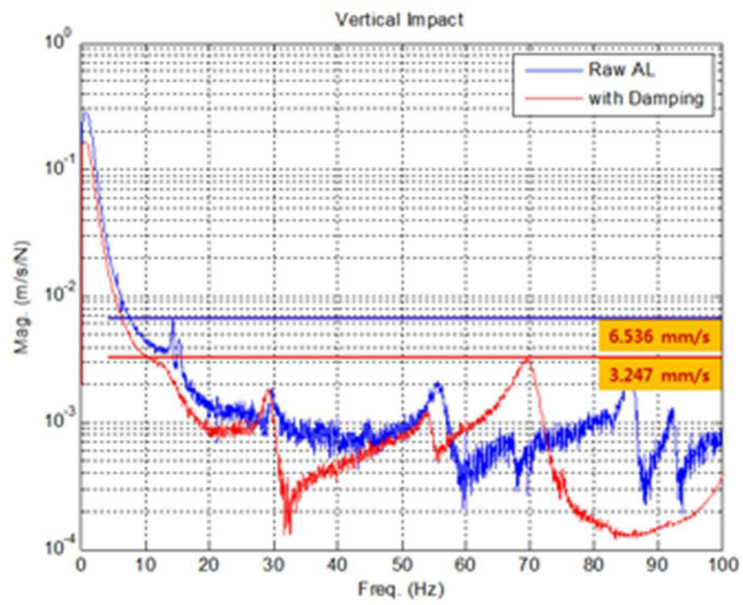
도면12



도면13

Mode	without damping material		with damping material		크기 저감율(%)
	고유진동수 (Hz)	크기 (m/s ² /N)	고유진동수 (Hz)	크기 (m/s ² /N)	
1	16.5	5.9	12.9	0.4	-93
2	21.2	20.6	17.6	7.8	-62
3	28.4	6.6	25.2	3.2	-51

도면14



도면15

