(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0151749
(43) 공개일자 2022년11월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B32B 17/10 (2006.01) *B32B 17/04* (2006.01)
B32B 17/06 (2006.01) *B32B 27/20* (2006.01)
B32B 27/40 (2006.01) *B32B 7/12* (2019.01)
(52) CPC특허분류
B32B 17/10614 (2021.01)
B32B 17/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0058929
(22) 출원일자 2021년05월07일
심사청구일자 2021년05월07일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
국도화학 주식회사
서울특별시 금천구 가산디지털2로 61 (가산동)
(뒷면에 계속)
(72) 발명자
심상은
인천광역시 연수구 송도문화로28번길 81, 105동 903호
최진규
인천광역시 미추홀구 남주길11번길 45, 502호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 공간

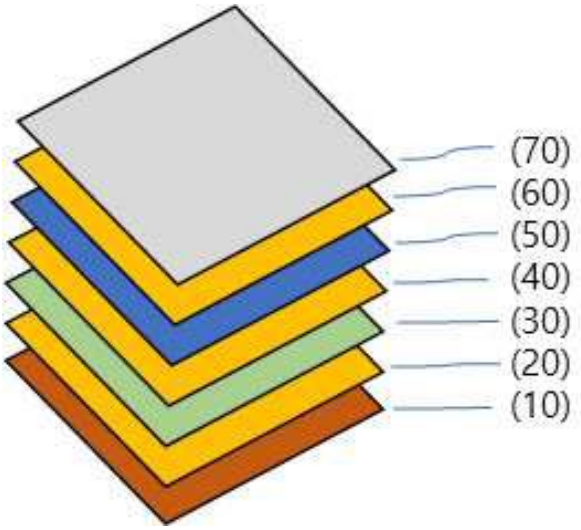
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 **자동차 엔진 인캡슐레이션용 흡음성 단열재**

(57) 요 약

자동차 엔진 인캡슐레이션용 흡음성 단열재에 관한 것으로서, 상세하게는 고분자 수지층, 실리카 에어로겔/폴리우레탄 복합체층, 복합섬유층 및 알루미늄 시트층을 포함하여 다층으로 형성되고, 인캡슐레이션 엔진에 밀착 적용할 수 있어 엔진 외부로 방출되는 열에너지와 소음을 보다 효율적으로 감소시켜 향상된 단열 및 흡음 효과를 나타내도록 하는, 자동차 엔진 인캡슐레이션용 흡음성 단열재에 관한 것이다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
B32B 17/061 (2021.01)
B32B 17/10761 (2021.01)
B32B 27/20 (2013.01)
B32B 27/40 (2013.01)
B32B 7/12 (2019.01)
B32B 2311/24 (2013.01)
B32B 2605/08 (2013.01)

(71) 출원인
삼우기업 주식회사
대구광역시 달성군 논공읍 논공중앙로 428
엔브이에이치코리아(주)
울산광역시 북구 모듈화산업로 207-14(연암동)

(72) 발명자
김병석
인천광역시 미추홀구 인하로120번길 21, 202호
박예서
인천광역시 미추홀구 용정공원로83번길 49, 704호
황정민
경기도 화성시 동탄대로24길 199, 475-2202
윤성환
경기도 광명시 하안로 364, 911-908
김석경
서울특별시 영등포구 선유서로21길 19, 101-1303
오치봉
경기도 화성시 동탄기흥로353번길 77, 1604-1205
김준현
대구시 달서구 한실로 6길 123, 109-905

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415172396
과제번호	10080492
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	산업소재핵심기술개발(R&D)
연구과제명	초절연 소재를 활용한 엔진 열효율 향상 인캡슐레이션 기술 개발
기 여 율	50/100
과제수행기관명	국도화학주식회사
연구기간	2017.08.01 ~ 2021.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711119462
과제번호	2020R1A5A1019131
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	집단연구지원(R&D)
연구과제명	에어로겔소재연구센터
기 여 율	50/100
과제수행기관명	연세대학교
연구기간	2020.07.01 ~ 2027.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

고분자 수지로 이루어지는 고분자 수지층;

상기 고분자 수지층의 상부에 적층되는 실리카 에어로겔/폴리우레탄 복합체층;

상기 실리카 에어로겔/폴리우레탄 복합체층 상부에 적층되고 폴리아마이드 및 유리섬유를 포함하는 복합섬유층; 및

상기 복합섬유층 상부에 적층되는 알루미늄 시트층;을 포함하여 다층으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 자동차 엔진 인캡슐레이션용 흡음성 단열재.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 각 층 사이에는 바인더층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 자동차 엔진 인캡슐레이션용 흡음성 단열재.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 실리카 에어로겔/폴리우레탄 복합체는 폴리우레탄 지지체에 실리카 에어로겔이 단일체(monolith)형태로 결합된 구조인 것을 특징으로 하는 자동차 엔진 인캡슐레이션용 흡음성 단열재.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 실리카 에어로겔/폴리우레탄 복합체의 기공률은 50 % 이상인 것을 특징으로 하는 자동차 엔진 인캡슐레이션용 흡음성 단열재.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 자동차 엔진 인캡슐레이션용 흡음성 단열재에 관한 것으로서, 자동차 엔진으로부터 발생되는 소음 및 열에너지를 효과적으로 감소시켜 향상된 단열 및 흡음 효과를 나타내고, 더욱이 엔진에 밀착 적용될 수 있는 것을 특징으로 하는, 자동차 엔진 인캡슐레이션용 흡음성 단열재에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 자동차의 엔진룸에서는 주행을 위한 엔진의 가동이라든가 냉난방장치의 가동 등으로 인한 소음뿐만 아니라 자동차 외부로부터 엔진룸 측으로 유입되는 소음이 발생한다. 이렇게 생성된 소음은 자동차의 실내측으로 전달되어 승차감을 저하시키는 요인으로 작용한다.

[0003] 따라서, 엔진을 둘러싸서 소음을 감소시키는 구조체, 즉 엔진 인캡슐레이션(Engine encapsulation)기술에 대해 개발되고 있다. 도 1은 엔진 인캡슐레이션 개념을 설명하기 위한 참고도로, 카 바디 쉐이프 인캡슐레이션(Car body shaped Encapsulation)은 엔진룸 내 차체 형상에 따라 차체 표면에 부재를 부착하여 엔진룸 전체를 인캡슐하는 개념이고, 미드-필드 인캡슐레이션(Mid-field Encapsulation)은 엔진(부속된 배기계 부품 포함)과 변속기

가 조합된 파워트레인과 차체 중간에서 인캡슐레이션하는 개념으로, 이는 성능, 레이아웃, 원가, 중량의 최적화를 위한 복합인캡슐레이션 개념이며, 니어-필드 인캡슐레이션(Near-field Encapsulation)은 인캡슐레이션 부재를 엔진 및 변속기 표면에 직접 부착하여 인캡슐레이션하는 개념으로 엔진의 소음원과 가장 근접한 부위에 부착되므로 엔진에서 발생되는 소음을 보다 효율적으로 흡음할 수 있다.

[0004] 그러나, 니어-필드 인캡슐레이션의 경우 엔진, 변속기 및 그 부속 부품의 다양한 구조 및 배치로 인하여 레이아웃 구성 및 밀착에 어려움이 있고, 더욱이 엔진의 소음원에 근접할수록 열원에 근접하기 때문에 200℃ 이상의 고온 환경에서도 형상 유지가 가능하여 흡음재로서의 기능 발휘로 인하여 요구되는 내열성이 증가하게 되고, 화재의 위험성으로 인하여 난연성의 요구도 증가되기 때문에 흡음성은 물론이고 단열성능이 요구되고 있다.

[0005] 또한, 흡음성 단열재 성능을 구현하기 위하여 인캡슐레이션되는 흡음성 단열재의 중량을 증가시킬 경우 자동차의 중량 증가로 인해 자동차 연비가 감소하는 문제점과 함께 향상시킬 수 있는 흡음 및 단열성능에도 한계가 있다.

[0006] 따라서, 엔진에 밀착하여 부착될 수 있으면서도 경량성을 갖는 흡음성 단열재로 방음 성능을 갖는 폴리우레탄 폼과 단열성을 가는 유리섬유를 포함한 흡음성 단열재가 사용되고 있다.

[0007] 한국등록특허 제10-0238549호(2000.01.15. 공고일)는 자동차의 방음 및 단열재의 제조방법에 관한 것으로서, 각기 얇은 두께를 갖되 고밀도로 성형 제작된 폴리우레탄과 유리섬유가 겹쳐지고 이들의 상하에는 난연재인 부직포나 또는 알루미늄 호일 등이 겹쳐져 자동차 엔진으로부터 발생되는 소음 및 고열을 차단할 수 있음을 개시하고 있다.

[0008] 그러나, 유리섬유의 경우 조직 결속력이 약해 쉽게 찢어지고 사용중 외부로 노출된 유리섬유의 방사로 건강상 매우 해롭고 산업 공해를 유발시키게 되며 폴리우레탄의 경우에는 물성과 흡음성에 한계가 있어 상기 폴리우레탄이 유리섬유와 겹쳐지는 것만으로는 만족스러운 흡음 단열 효과를 얻기 어려우며, 특히, 자동차 소음 중 고음역대에서 가장 큰 비중을 차지하는 공기전달 소음에 대하여 만족스러운 흡음률을 나타내기 어렵다.

[0009] 따라서, 본 발명은 이러한 문제점을 개선하여 자동차 엔진에 밀착 적용할 수 있는 자동차 엔진 인캡슐레이션용 흡음성 단열재를 제공하고자 한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-0238549호(2000.01.15. 공고일)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 자동차 엔진에 밀착 적용할 수 있어 엔진 외부로 방출되는 열에너지와 소음을 보다 효과적으로 감소시켜 향상된 단열 및 흡음 효과를 나타낼 수 있는, 자동차 엔진 인캡슐레이션용 흡음성 단열재를 제공하는 것을 해결과제로 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명은 고분자 수지로 이루어지는 고분자 수지층; 상기 고분자 수지층의 상부에 적층되는 실리카 에어로겔/폴리우레탄 복합체층; 상기 실리카 에어로겔/폴리우레탄 복합체층 상부에 적층되고 폴리아마이드 및 유리섬유를 포함하는 복합섬유층; 및 상기 복합섬유층 상부에 적층되는 알루미늄 시트층;을 포함하여 다층으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 자동차 엔진 인캡슐레이션용 흡음성 단열재를 제공한다.

[0013] 일 실시예로, 상기 각 층 사이에는 바인더층이 더 포함될 수 있다.

[0014] 일 실시예로, 상기 실리카 에어로겔/폴리우레탄 복합체는 폴리우레탄 지지체에 실리카 에어로겔이 단일체(monolith)형태로 결합된 구조이고, 상기 실리카 에어로겔/폴리우레탄 복합체의 기공률은 50 % 이상일 수 있다.

발명의 효과

[0015] 본 발명의 자동차 엔진 인캡슐레이션용 흡음성 단열재는 고온 환경에서도 형상 유지가 가능하여 고온이 발생되는 엔진에도 밀착 적용할 수 있어 보다 효율적으로 엔진 외부로 방출되는 열에너지와 소음을 감소시켜, 엔진에서 소모되는 발열에 대한 개선된 단열특성 및 흡음성능을 나타낸다.

[0016] 또한, 본 발명에 따라 개선된 단열특성으로 인해 연비가 향상될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 엔진 인캡슐레이션 개념을 설명하기 위한 참고도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 자동차 엔진 인캡슐레이션용 흡음성 단열재를 도시화하여 나타낸 그림이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 폴리우레탄폼에 실리카 에어로겔을 합성하기 전 및 후의 고배율 단면 사진이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 실시예 1 및 비교예1의 흡음률을 나타낸 그래프이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 실시예 1 및 비교예1의 CO_2 배출량과 엔진회전수를 나타낸 그래프이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 엔진 인캡슐레이션 흡음성 단열재를 자동차 엔진에 장착한 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 다른 식으로 정의되지 않는 한, 본 명세서에서 사용된 모든 기술적 및 과학적 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 숙련된 전문가에 의해서 통상적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로, 본 명세서에서 사용된 명명법은 본 기술분야에서 잘 알려져 있고 통상적으로 사용되는 것이다.

[0019] 본 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 "포함" 한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0020] 본 발명은 일 측면으로 고분자 수지로 이루어지는 고분자 수지층; 상기 고분자 수지층의 상부에 적층되는 실리카 에어로겔/폴리우레탄 복합체층; 상기 실리카 에어로겔/폴리우레탄 복합체층 상부에 적층되고 폴리아마이드 및 유리섬유를 포함하는 복합섬유층; 및 상기 복합섬유층 상부에 적층되는 알루미늄 시트층;을 포함하여 다층으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 자동차 엔진 인캡슐레이션용 흡음성 단열재를 제공한다.

[0021] 도 2는 본 발명에 따른 자동차 엔진 인캡슐레이션용 흡음성 단열재의 일 실시예를 도시화하여 나타낸 그림으로, 이를 참고하여 본 발명을 상세하게 설명한다.

[0022] 본 발명에 있어서, 고분자 수지층(10)은 일반적으로 자동차 내장용 흡음 단열재로 사용가능한 고분자 수지가 사용될 수 있으나, 바람직하게는 폴리에스테르계 부직포로 면밀도 50 내지 300 g/m^2 로 조성된 것으로 한다. 상기 면밀도가 50 g/m^2 미만의 경우는 제품 강성이 소정 범위 이하로 감소되어 제품보호 효과를 상실할 우려가 있고, 300 g/m^2 초과의 경우에는 복합체 중량의 증가로 연비향상을 위한 경량화 효과가 저하되기 때문이다.

[0023] 본 발명에 있어서, 상기 실리카 에어로겔/폴리우레탄 복합체층(30)은 상기 고분자 수지층에 적층된 층으로, 상기 실리카 에어로겔/폴리우레탄 복합체는 발포 폴리우레탄을 지지체로 사용하여 상기 발포 폴리우레탄 기공 벽면(Cell walls)의 표면과 기공 내에 실리카 에어로겔이 합성되어 기공률이 50% 이상, 바람직하게는 80% 이상으로 이루어져 실리카 에어로겔의 낮은 기계적 물성을 강화하고 폴리우레탄의 낮은 단열 특성을 보완한다.

[0024] 이때 상기 발포 폴리우레탄의 밀도는 10 내지 100 kg/m^3이다. 상기 발포 우레탄의 밀도가 10 kg/m^3미만일 경우 폴리우레탄폼 도입을 통한 실리카 에어로겔의 낮은 기계적 물성 보완이 충분하지 않으며 100 kg/m^3 초과할 경우 중량 증가로 인한 차량연비의 감소가 발생할 수 있기 때문이다. 특히 이러한 발포 우레탄 상의 기공은 10 내지 90%의 오픈셀(Open cells)을 포함한다.

[0025] 상기 발포 우레탄의 기공은 오픈셀(Open cells)과 클로즈드셀(Closed cells)을 포함하여 탄성, 흡음성, 내구성, 단열성을 갖도록 하며, 특히 셀의 일부분이라도 개방되어 있는 셀을 모두 일컫는 오픈셀을 10 내지 90%의 비율로 포함하여 단열, 탄성 및 흡음성을 향상시킨다. 구체적으로 발포 우레탄의 오픈셀이 10 % 미만인 경우는 실리카에어로겔을 합성할 수 있는 면적이 감소하여 단열효과가 감소되며, 90 %를 초과하는 경우에는 폼의 회복력

이 높아 프레스 성형 공정 후 의도한 형태로 성형이 불가하게 되므로, 오픈셀을 10 내지 90%로 포함한다.

[0026] 또한, 상기 실리카 에어로겔/폴리우레탄 복합체층(30)의 실리카 에어로겔은 높은 기공률과 50 ㎚ 내외의 메조포러스(mesoporous) 기공구조를 가짐에 따라 크누센 확산(Knudsen diffusion) 효과를 나타낸다. 크누센 확산효과는 기체가 기공을 통과할 때, 기체 분자들이 서로 충돌할 확률보다 기공을 이루는 벽과 충돌할 확률이 더 큰 경우를 통칭하는 가스확산을 의미하는 것으로, 실리카 에어로겔은 크누센 확산 효과로 인해 우수한 단열 효과 및 흡음률을 나타낸다.

[0027] 더욱이 본 발명에 있어서 상기 실리카 에어로겔은 폴리우레탄 100 중량부에 대해 1 내지 100 중량부로 포함되고, 단일체(monolith)형태로 발포 폴리우레탄 표면 및 기공 내에 결합되어 발포 우레탄 표면 및 기공 내에 균일하게 분포됨으로써, 이러한 효율을 더욱 향상시킬 수 있다.

[0028] 이에 따라 상기 실리카 에어로겔/폴리우레탄 복합체층(30)은 기존의 실리카 에어로겔의 낮은 기계적 물성을 강화하고 폴리우레탄의 낮은 단열특성을 보완하면서 단열 및 흡음률을 향상시킬 수 있다.

[0029] 상기 실리카 에어로겔/폴리우레탄 복합체의 형성방법은 제한되지 않으나, 산 및 염기 촉매를 사용한 졸-겔법(sol-gel)에 의해 제조될 수 있으며, 구체적으로는 몰비 기준으로 실리카 전구체의 1 몰을 기준으로 솔벤트 6 내지 30 몰, 물 5 내지 20 몰, 산촉매 0.001 내지 1 몰, 염기촉매 0.01 내지 5 몰의 비율로 이루어진 혼합물을 상온에서 1시간 내지 24 시간 동안 교반 후 발포 폴리우레탄의 기공에 상기 용액을 침투시킨 후 축합반응으로 젤(Gel)을 형성시킨다. 이후 초임계유체를 사용한 건조가 아닌 대기압 건조 공정으로 10시간 내지 3일간 섭씨 30 내지 50도 오븐에서 에이징한 후 솔벤트를 건조시켜 졸겔(Sol-gel)반응을 통해 기공률 80% 이상의 실리카에어로겔/폴리우레탄 하이브리드 흡음 단열재를 제조한다. 이때 상기 솔벤트는 메탄올, 에탄올, 이소프로필 알코올 및 부탄올 중 선택되는 하나 이상으로, 상기 솔벤트는 실리카 전구체의 1 몰 기준으로 6 내지 30 몰로 포함된다. 상기 솔벤트의 함량이 6 몰 미만의 경우 실리카 에어로겔의 부피가 감소되어 낮은 단열특성을 나타내게 되고, 30 몰을 초과할 경우에는 젤의 부피 증가로 인해 건조 과정에서 크랙(crack)이 발생되어 모노리스 단일체 제품으로 제조가 불가하기 때문이다.

[0030] 상기 물은 실리카 전구체의 1 몰 기준으로 물 5 내지 20 몰 포함된다. 상기 물이 함량이 5 몰 미만의 경우 낮은 반응속도로 인해 기계적 성능이 저하되며, 20 몰 초과의 경우 젤의 부피 증가로 인해 건조 과정에서 크랙이 발생되기 때문이다.

[0031] 상기 산촉매는 황산, 염산, 아세트산 및 옥살릭산 중 선택되는 어느 하나 이상으로, 실리카 전구체의 1 몰 기준으로 0.001 내지 1 몰 포함된다. 상기 산촉매의 함량이 0.001 몰 미만의 경우 실리카 전구체의 입자형성 속도가 늦어지며 1 몰 초과의 경우 입자의 크기가 증가하여 침전이 발생되기 때문이다.

[0032] 상기 염기촉매는 암모니아수를 사용하며, 실리카 전구체의 1 몰 기준으로 0.01 내지 5 몰 포함한다. 염기촉매의 함량이 0.01 몰 미만의 경우 축합반응 속도가 저하되어 젤 형성이 지연되며 5 몰 초과의 경우 불균일한 젤이 형성되기 때문이다.

[0033] 또한, 이때 상기 실리카 전구체로는 MTMS(Methyltrimethoxysilane), MTES(Methyltriethoxysilane), TMOS(Tetramethyl orthosilicate), TEOS(Tetraethyl orthosilicate), PTMS(Phenyltrimethoxysilane), PTES(Phenyltriethoxysilane), DMDMS(Dimethyldimethoxysilane) 및 DMDES(Dimethyldiethoxysilane)로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 이상일 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0034] 본 발명에 있어서, 복합섬유(50)는 상기 실리카 에어로겔/폴리우레탄 복합체층 상부에 적층되고 폴리아마이드 및 유리섬유를 포함하는 층으로, 상기 복합섬유는 폴리아마이드(Polyamide) 50 중량%와 유리섬유(Glass fiber, glass wool) 50중량%로 1:1의 중량% 비로 혼합되고, 면밀도가 200 내지 2000 g/m^2 이다. 상기 복합섬유는 복합체의 내열성을 강화시키는 역할을 하며, 면밀도가 200 g/m^2 미만의 경우 흡음성능이 소정 범위 이하로 감소하여 소음을 제거하지 못하게 되며, 2000 g/m^2 초과의 경우에는 소재 무게의 증가로 인해 연비가 증가하게 된다.

[0035] 본 발명에 있어서, 알루미늄 시트층(70)는 흡음성 단열재의 표피층으로 적용된 것으로서, 복사열의 이동을 차단하고 유연성을 부여하여 복잡한 표면 형상을 갖는 부위에 밀착될 수 있도록 한다. 이러한 효과를 나타내기 위하여 상기 알루미늄 시트층은 50 내지 250 ㎛ 두께를 갖는다. 구체적으로는 상기 알루미늄 시트층의 두께가 50 ㎛ 미만인 경우 복사열 차단 효과가 미비하고, 250 ㎛ 초과의 경우에는 복합체 성형 및 밀착에 어려움이 있기 때문으로, 상기 알루미늄 시트층은 50 내지 250 ㎛ 두께로 이루어지며, 니들펀칭될 수 있다.

[0036] 본 발명에 있어서, 흡음성 단열재는 상기 각 층 사이에 바인더층(20, 40, 60)을 더 포함할 수 있다.

[0037] 상기 바인더층은 각 층 사이에 포함되어 하나의 층을 다른 하나의 층과 접착하며, 일반적으로 자동차 내장용 흡음 단열재로 사용 가능한 바인더가 사용될 수 있어 그 종류는 제한되지 않으나, 바람직하게는 무기계 바인더, 보다 바람직하게는 액상규산나트륨을 이용한 무기계 바인더로 하며, 상기 바인더층은 각 층 사이에 0.1 내지 2 ㎜의 두께로 형성하여 접착력을 부여하면서도 불필요한 두께 형성에 의한 소재 무게 증가를 유발하지 않도록 한다.

[0038] 이러한 본 발명의 자동차 엔진 인캡슐레이션용 흡음성 단열재는 인캡슐레이션 엔진에 밀착 적용할 수 있어 엔진 외부로 방출되는 열에너지와 소음을 보다 효율적으로 감소시켜 향상된 단열 및 흡음 효과를 나타내며, 상기 흡음성 단열재는 각각의 층을 이루는 부재들을 이용하여 다층 구조 멀티레이어로 열간성형, 냉간성형 및 트리밍(Trimming)하여 제조할 수 있다.

[0039] 이하, 본 발명을 실시예로서 더욱 상세하게 설명하나, 본 발명이 실시예에 의해 한정되는 것은 아니다.

[0040] **실시예**

[0041] **1. 흡음성 단열재 제조**

[0042] **실시예 1**

[0043] **(1) 실리카에어로겔/폴리우레탄 복합체 제조**(Hybrid PU-Silica Aerogel Composite)

[0044] 실리카 전구체 Tetraethoxysilane(TMOS) 1 몰비를 기준으로 메탄올 10 몰, 물 10몰, 황산 0.003몰, 암모니아수 0.05 몰의 비율로 혼합하여 혼합물을 제조하였다. 다음으로 상기 혼합물을 상온에서 20시간 동안 교반한 다음, 발포 폴리우레탄의 기공에 상기 혼합물을 침투시켜 축합반응으로 겔(gel)을 형성시켰으며, 이때 상기 발포 폴리우레탄 100 중량부 기준으로 상기 혼합물은 100 중량부로 첨가되었다.

[0045] 이 후, 대기압에서 1 일간 50 ℃ 오븐에서 에이징하고, 솔벤트를 건조시켜 졸-겔(sol-gel)반응을 통해 기공률 80% 이상의 실라카에어로겔/폴리우레탄 복합체를 제조하였다.

[0046] 도 3은 폴리우레탄폼에 실리카 에어로겔이 결합되어 복합체로 형성된 사진(a) 및 이를 확대한 사진으로, 실라카에어로겔/폴리우레탄 복합체가 제조되었음을 알 수 있다.

[0047] **(2) 흡음성 단열재 제조**

[0048] 도 1과 같이, 흡음성 단열재를 제조하였다. 먼저 고분자 수지층(10)를 제조한 후 상기 고분자 수지층(10) 상부면에 바인더층(20)을 형성하고, 상기 바인더층(20) 상부면에 상기 제조된 실리카에어로겔-폴리우레탄 복합체층(30)을 형성하고, 상기 실리카에어로겔-폴리우레탄 복합체층(30) 상부면에 바인더층(40)을 형성하고, 상기 바인더층(40) 상부면에 복합섬유층(50)을 형성하고, 상기 복합섬유층(50) 상부면에 바인더층(60)을 형성하고, 상기 바인더층(60) 상부면에 알루미늄 시트층(70)를 형성하여 멀티레이어(Multi-layered) 구조의 다층 흡음성 단열재를 제조하였다.

[0049] **비교예 1**

[0050] 실시예 1의 실리카에어로겔-폴리우레탄 복합체층(30)을 폴리우레탄 폼만으로 조성된 폴리우레탄 폼층으로 형성한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 다층 흡음성 단열재를 제조하였다.

[0051] **2. 물성 비교**

[0052] 본 발명에 따른 다층 흡음성 단열재의 열전도도와 흡음률을 비교 확인하기 위하여, 상기 실시예 1과 비교예 1을 통해 제조된 다층 흡음성 단열재의 열전도도(단열성능)와 흡음률을 ASTM C518 열판법 및 MS 200-39 분석법을 통해 측정하여 하기 표 1과 도 4 및 5에 나타내었으며, 표 1의 흡음성능은 주파수대 1, 2, 3.15, 5kHz 영역에서의 평균흡음률 값을 명시하였다.

[0053] 또한, 이러한 단열특성 향상으로 인한 연료소비 감소효과를 확인하기 위해 실제 차량 엔진에 본 발명의 흡음 단열재를 도 6과 같이 장착한 후 FTP-75 (HWFET)을 이용하여 CO_2 배출량을 측정하여, 표 1에 나타내었다.

표 1

[0054]

구분	열전도도 (mW/mK)	평균 흡음률 (1, 2, 3.15, 5 kHz)	CO_2 배출량 (g/km)
실시예 1	36.1	0.66	183.21
비교예 1	40.1	0.53	187.96

[0055] 표 1 및 도 4 내지 6을 통해 실시예 1의 열전도도는 36.1mW/mK로 비교예 1의 40.1mW/mK 대비 4.0 mW/mK 감소되어, 실시예 1의 흡음성 단열재는 다층 중 폴리우레탄 폼에 실리카에에로겔을 결합시킨 실리카에어로겔/폴리우레탄 복합체층을 포함함으로써, 단열특성을 향상시킴을 알 수 있다.

[0056] 또한, 실시예 1의 평균 흡음률은 0.66로 비교예 1의 0.53 대비 약 24.53% 개선됨을 확인할 수 있다.

[0057] 또한, 실시예 1의 CO_2 배출량은 183.21g/km로 비교예 1의 187.96 g/km 대비 약 2.5% 저감됨을 확인하였다.

[0058] 이에 따라, 본 발명의 엔진 인캡슐레이션용 흡음 단열재를 엔진에 적용함에 따라 엔진에서 소모되는 발열에 대해 보다 개선된 단열특성 및 발생하는 소음에 대한 높은 흡음성능을 제공할 수 있고, 더욱이 감소된 CO_2 배출량을 통해 개선된 단열특성으로 인해 연비향상 효과를 나타낼 수 있다.

부호의 설명

[0059] 10: 고분자 수지층

20: 바인더층

30: 실리카에어로겔/폴리우레탄 복합체층

40: 바인더층

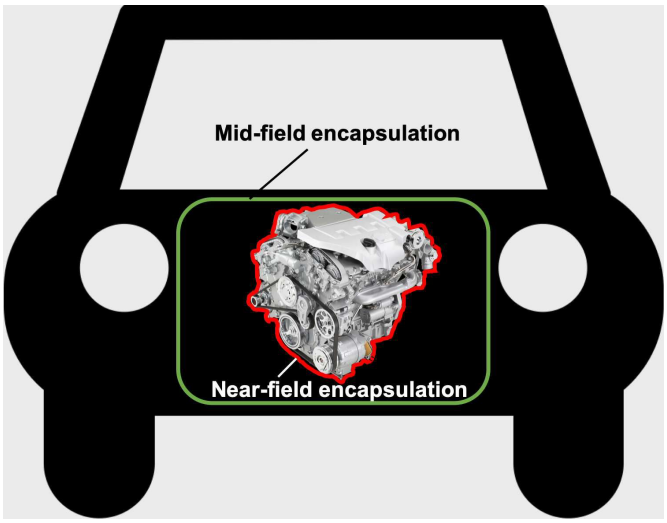
50: 복합섬유층

60: 바인더층

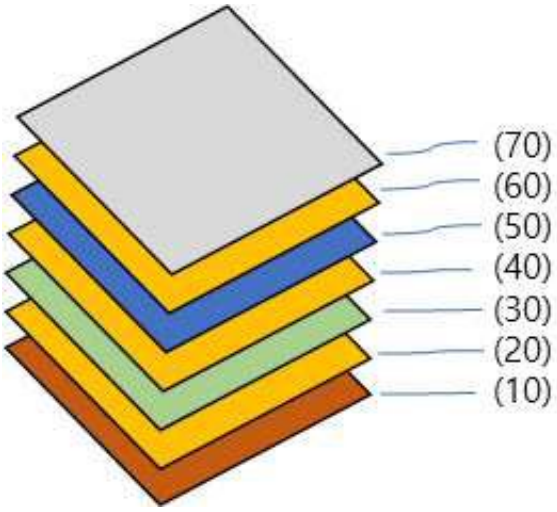
70: 알루미늄 시트층

도면

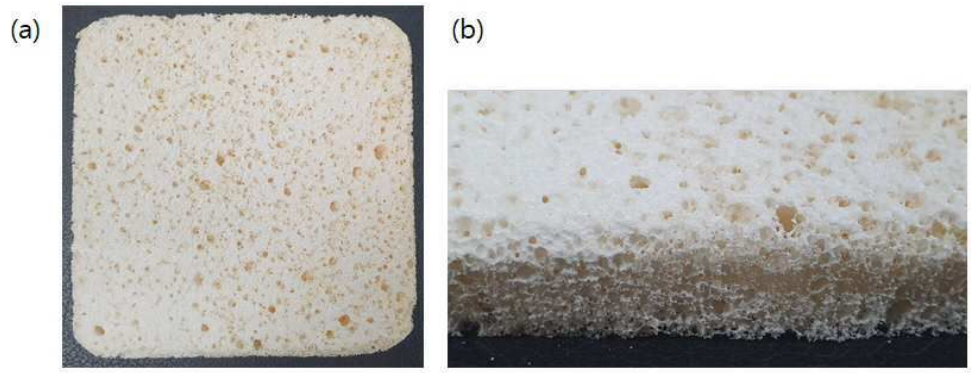
도면1



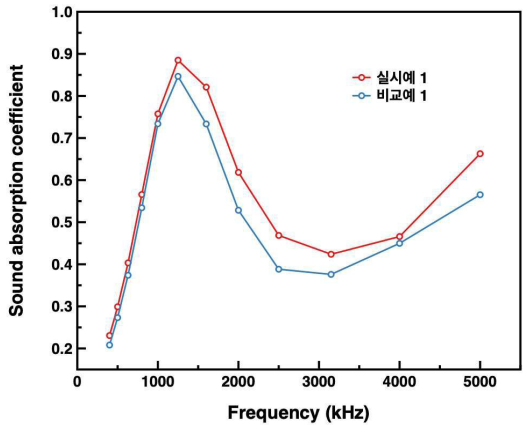
도면2


(70)
(60)
(50)
(40)
(30)
(20)
(10)

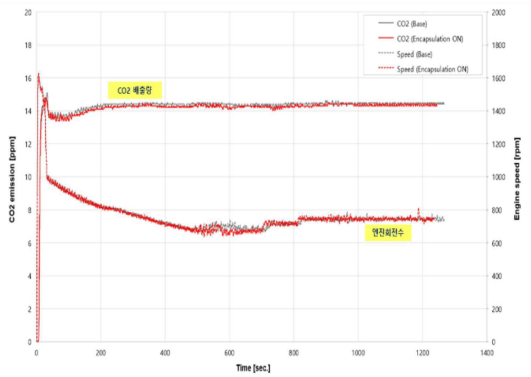
도면3


(a)
(b)

도면4


Sound absorption coefficient
Frequency (kHz)
실시예 1
비교예 1
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0
1000
2000
3000
4000
5000

도면5


CO2 (Base)
CO2 (Encapsulation ON)
Speed (Base)
Speed (Encapsulation ON)
CO2 배출량
엔진회전수
CO2 emission [ppm]
Engine speed [rpm]
Time [sec.]

도면6

(a)



(b)

