



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년12월07일
(11) 등록번호 10-1805677
(24) 등록일자 2017년11월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 CO8L 63/00 (2006.01) CO8J 5/24 (2006.01)
 CO8K 3/00 (2006.01) CO8K 5/00 (2006.01)
 CO8K 7/02 (2006.01) CO8L 77/00 (2006.01)
 D01F 6/60 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
 CO8L 63/00 (2013.01)
 CO8J 5/24 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2015-0105659
 (22) 출원일자 2015년07월27일
 심사청구일자 2015년07월27일
 (65) 공개번호 10-2017-0013432
 (43) 공개일자 2017년02월07일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2009079073 A*
 KR1020110016289 A*
 KR1020070007110 A*
 JP2013159695 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 주식회사 이지컴퍼지트
 전라북도 김제시 백산면 자유무역길 195-20 , 비
 동 3층(김제자유무역지역표준공장)
 (72) 발명자
 정연중
 서울특별시 용산구 이촌로 248 21동 301호 (이촌
 동, 한강맨션)
 박용민
 서울특별시 성북구 길음로 16, 612동 204호
 (뫼면에 계속)
 (74) 대리인
 정진석

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 서진화

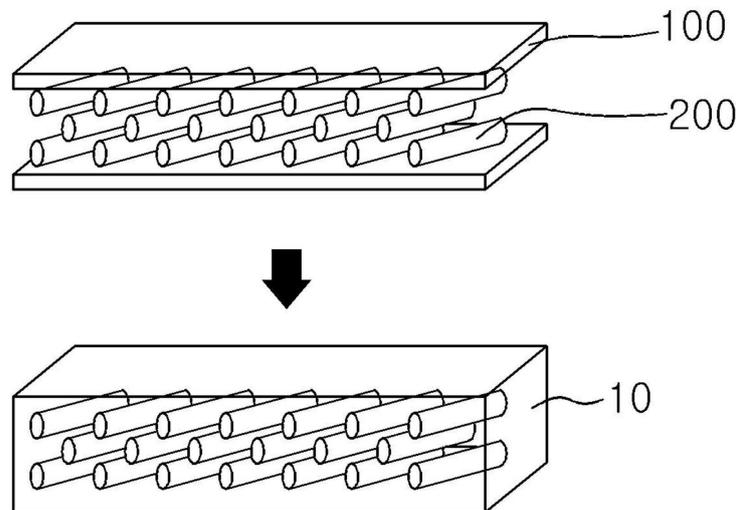
(54) 발명의 명칭 **아라미드 섬유 강화 복합재료용 에폭시 수지 조성물, 프리프레그 및 섬유 강화 복합재료**

(57) 요약

본 발명은 아라미드 섬유 강화 복합재료용 에폭시 수지 조성물, 프리프레그 및 섬유 강화 복합재료에 관한 것으로, 본 발명은 적어도 다음 구성 요소 [A], [B], [C]를 포함하는 에폭시 수지 조성물이며, 배합된 에폭시 수지 조성물의 비율은 에폭시 수지 [A] 100중량부에 TPAE [B] 1~30중량부 및 경화제 [C] 3~10중량부를 포함하는 것을 특징으로 하는 아라미드 섬유 강화 복합재료용 에폭시 수지 조성물을 제공할 수 있다.

또한, 아라미드 섬유 강화 복합재료용 에폭시 수지 조성물을 강화 섬유에 함침시켜 이루어지는 프리프레그 및 프리프레그를 경화시켜 얻어지는 섬유 강화 복합재료를 제공할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C08K 3/0033 (2013.01)

C08K 5/0025 (2013.01)

C08K 7/02 (2013.01)

C08L 77/00 (2013.01)

D01F 6/605 (2013.01)

(72) 발명자

배성우

전라북도 전주시 완산구 전릉로 128-5 롯데아파트
105동 602호

김소영

전라북도 전주시 완산구 강변로 120 한강아파트
103동 603호

박노현

전라북도 전주시 완산구 용머리로 29 효자롯데아파
트 7동 602호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415138128

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 광역경제권거점기관지원 사업

연구과제명 이송용 로봇핸드 개발
진동감쇠 성능이 20% 이상 향상된 Pitch계 탄소섬유-아라미드 하이브리드 복합재 적용 LCD

기여율 1/1

주관기관 (주)라컴텍

연구기간 2014.10.01 ~ 2016.09.30

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 다음 구성 요소 [A], [B], [C]를 포함하는 에폭시 수지 조성물이며, 배합된 에폭시 수지 조성물의 비율은 에폭시 수지 [A] 100중량부에 대하여 TPAE [B] 1~30중량부 및 경화제 [C] 3~10중량부를 포함하고,

[A]: 에폭시 수지

[B]: TPAE(Thermoplastic Polyamide Elastomers)

[C]: 경화제

상기 에폭시 수지 [A]는

1 분자당 2개 이상의 글리시딜기를 포함하고, 비스페놀(bispheno1)-A형 에폭시 수지, 비스페놀-F형 에폭시 수지, 비스페놀 S형 에폭시 수지, 하이드로젠 네이티드 비스페놀-A형 에폭시 수지, 글리시딜 에테르형 에폭시 수지, 글리시딜 에스테르형 수지, 글리시딜 아민형 에폭시 수지, 비페닐 에폭시 수지, 페놀 노볼락 에폭시 수지, 크레졸 노볼락 에폭시 수지, 이소시아네이트 변성 에폭시 수지 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 화합물 또는 에폭시 수지와 열경화성 수지를 공중합시킨 것이고,

상기 열경화성 수지는

불포화 폴리에스테르 수지, 비닐에스테르 수지, 에폭시 수지, 벤조옥사진 수지, 페놀 수지, 요소 수지, 멜라민 수지 및 폴리이미드 수지 중 하나이고,

경화촉진제 [D] 0.1 내지 10중량부를 더 포함하고,

상기 경화촉진제 [D]는

1분자 중 우레아 결합을 2개 이상 갖는 화합물인 1,1'-4(메틸-m-페닐렌)비스(3,3-디메틸우레아) 또는 4,4'-메틸렌비스(페닐디메틸우레아)이고,

무기물 충전제 [E] 0.1 내지 5 중량부, 커플링제 [F] 1 내지 10중량부, Sodium dodecylbenzene Sulfonate functionalized Graphene Oxide [G] 0.1 내지 10중량부, 희석제 [H] 50 내지 200중량부를 더 포함하고,

상기 에폭시 수지 조성물은,

열가소성 수지를 더 포함하고,

상기 열가소성 수지는

유리 전이 온도(Tg)가 150 내지 170℃이고, 입자가 구형상인 것을 특징으로 하는 아라미드 섬유 강화 복합재료용 에폭시 수지 조성물.

청구항 2

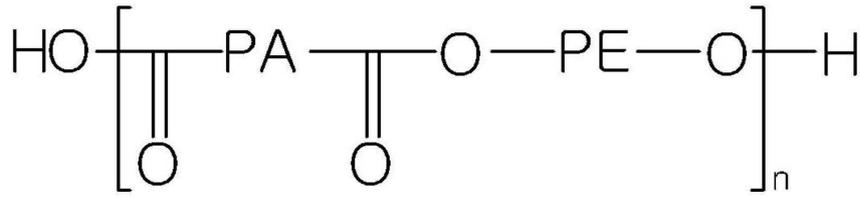
삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 TPAE [B]는 하기 화학식 1로 표시되는 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 아라미드 섬유 강화 복합재료용 에폭시 수지 조성물.

<화학식 1>



(식 중, PA는 Polyamide이고, PE는 Polyether를 나타냄. n은 7.26이다.)

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 경화제 [C]는 1 분자당 2개 이상의 아미노기를 포함하고, 디시아나디아미드(Dicyandiamide), 4-4'-Diaminodiphenylsulfone, 3-3'-Diaminodiphenylsulfone, 4-4'-Methylenedianiline 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 화합물인 것을 특징으로 하는 아라미드 섬유 강화 복합재료용 에폭시 수지 조성물.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

제 1 항, 제 3 항 및 제 4 항 중 어느 한 항에 기재된 아라미드 섬유 강화 복합재료용 에폭시 수지 조성물을 강화 섬유에 함침시켜 이루어지는 것을 특징으로 하는 프리프레그.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 강화섬유는 아라미드 섬유인 것을 특징으로 하는 프리프레그.

청구항 12

제 11 항에 기재된 상기 프리프레그를 경화시켜 얻어지는 것을 특징으로 하는 섬유 강화 복합재료.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 아라미드 섬유 강화 복합재료용 에폭시 수지 조성물, 프리프레그 및 섬유 강화 복합재료에 관한 것으로, 특히 폴리아미드계 열가소성 고분자를 첨가하여 아라미드 섬유와의 높은 접착성을 갖는 아라미드 섬유 강화 복합재료용 에폭시 수지 조성물, 프리프레그 및 섬유 강화 복합재료에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 섬유 강화 복합재료는 탄소 섬유나 아라미드 섬유 등과 같은 보강재에 기지체인 에폭시 등의 수지가 함침되어 제조된다. 섬유 강화 복합재료는 높은 비강도와 비탄성률을 가진다. 이러한 이유로 항공기나 자동차 등의 산업용 구조재료로 이용되고 있다. 또한, 테니스 라켓, 골프 샤프트 및 낚싯대 등의 스포츠용품과 같은 일상제품의 재료로도 이용되고 있다.

[0004] 이와 같은 복합재료 중 보강체인 강화 섬유에 부분적으로 경화된 수지가 함침되어 있는 시트 모양의 중간 재료인 프리프레그가 주류를 이루고 있다.

[0005] 프리프레그는 시트 모양뿐만 아니라 테이프 형상, 칩 형상으로도 응용할 수 있고, 다양한 형상으로 용이하게 가공할 수 있다. 또한, 목적에 따라 강화 섬유나 수지를 다양하게 적용할 수 있어 매우 폭넓은 분야에 응용할 수 있다. 이러한 이유로 최근 프리프레그에 대한 수요가 확대되고 있다.

[0006] 복합재료에 이용되는 강화 섬유로는 탄소 섬유, 아라미드 섬유, 유리 섬유 및 케블라 섬유가 보편적으로 이용된다. 그중에서도 방탄조끼, 방탄헬멧 같은 보호 장비와 하키 스틱, 골프 샤프트 등의 제품은 충격을 완화할 수 있는 소재가 사용되어야 한다. 이러한 소재로 아라미드 섬유를 이용한 복합재료 중간재가 이용되고 있다. 또한, 보잉 747 등의 항공기 내부 골재 및 토목용 시멘트의 보강재로도 사용되고 있다.

[0007] 아라미드 섬유는 방향족 폴리아미드 섬유이다. 아라미드결합 -CONH가 벤젠고리와 같은 방향족고리를 결합시켜 고분자 폴리아마이드를 형성한다. 아라미드 섬유는 폴리(m-페니렌이소프탈아미드)로 대표되는 메타계와 폴리(p-페니렌테레프탈아미드)로 대표되는 파라계가 있다. 일반적으로 사용되는 소재로 고강도, 고탄성 및 고감쇠 등의 특성이 있는 파라계 아라미드 섬유가 사용되고 있다. 또한, 아라미드 섬유는 탄소 섬유, 유리 섬유보다 잘 부서지지 않으며, 가볍고, 질긴 장점이 있어 충격 흡수용 소재로 적합하다. 아라미드 섬유는 불에 잘 타지 않으며, 500도가 넘어야 탄화할 정도로 내열성과 난연성이 뛰어나다. 또한, 아무리 힘을 가해도 늘어나지 않아 강화 섬유 중 가장 좋은 플라스틱 보강재로 손꼽힌다. 아라미드 섬유는 5mm 정도 굵기의 가느다란 직경으로도 약 2톤의 자동차를 들어 올릴 수 있는 강도를 가졌다. 아라미드 섬유는 나일론보다 3배 강하며, 같은 무게의 강철보다 5배의 강도를 가졌다.

[0008] 이러한 아라미드 섬유를 이용한 복합재료에는 통상적으로 에폭시 수지가 기지체로 많이 이용되고 있다. 하지만 기존의 아라미드 복합재료에 이용되는 에폭시 수지는 충격에 잘 깨지며, 페놀수지와 아라미드 섬유 내 분자들의 구조적인 상이함으로 인해 접착력이 낮은 단점이 있었다. 이러한 점에서 충격에도 강하고, 아라미드 섬유 내 분자들과 구조적으로 접착성이 좋은 에폭시 수지에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0009] 아라미드 섬유는 화학적으로 비활성적인 특성이 있는 재료이다. 또한, 섬유표면이 매우 미끄러워 복합재료 제조 시 매트릭스와의 접착특성이 좋지 않다고 알려져 있다. 종래에는 진술한 문제점을 해결하기 위해 섬유의 표면처리를 통해 접착성을 개선하는 방법들이 주를 이루었다. 본 발명에서는 이와 같은 방법과는 다른 방법으로 아라미드 섬유와 매트릭스와의 접착성을 향상하고자 한다. 아라미드 복합재료용 수지에 신규 첨가체인 TPAE를 사용하여, 수지와 섬유 간 결합력을 증가시킬 수 있다.

[0010] 종래의 기술로 한국공개특허공보 10-2007-0001180호(발명의 명칭: 탄소섬유 및 그 제조방법, 프리프레그 및 골프 샤프트)와 같은 발명이 제안되었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명은 전술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 폴리아미드계 열가소성 고분자를 첨가하여 아라미드 섬유와의 높은 접착성을 갖는 아라미드 섬유 강화 복합재료용 에폭시 수지 조성물, 프리프레그 및 섬유 강화 복합재료를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0014] 상기 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은 적어도 다음 구성 요소 [A], [B], [C]를 포함하는 에폭시 수지 조성물이며, 배합된 에폭시 수지 조성물의 비율은 에폭시 수지 [A] 100중량부에 대하여 TPAE [B] 1~30중량부 및 경화제 [C] 3~10중량부를 포함하는 것을 특징으로 하는 아라미드 섬유 강화 복합재료용 에폭시 수지 조성물을 제공할 수 있다.

[0015] [A]: 에폭시 수지

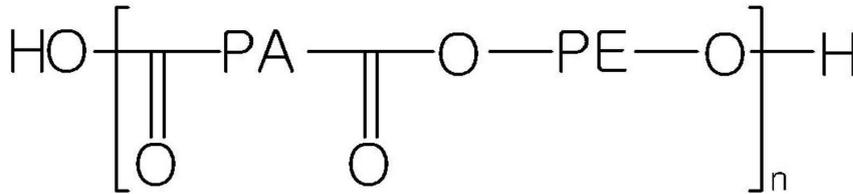
[0016] [B]: TPAE(Thermoplastic Polyamide Elastomers)

[0017] [C]: 경화제

[0018] 또한, 상기 에폭시 수지 [A]는 1 분자당 2개 이상의 글리시딜기를 포함하고, 비스페놀(bisphenol)-A형 에폭시 수지, 비스페놀-F형 에폭시 수지, 글리시딜 에테르형 수지, 글리시딜 에스테르형 수지, 글리시딜 아민형 에폭시 수지, 비페닐 에폭시 수지, 페놀 노볼락 에폭시 수지, 크레졸 노볼락 에폭시 수지, 비스페놀 에폭시 수지, 이소시아네이트 변성 에폭시 수지 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 화합물일 수 있다.

[0019] 또한, 상기 TPAE [B]는 하기 화학식 1로 표시되는 구조를 갖는 것일 수 있다.

[0020] <화학식 1>



[0021] (식 중, PA는 Polyamide이고, PE는 Polyether를 나타냄)

[0023] 또한, 상기 경화제 [C]는 1 분자당 2개 이상의 아민하이드록실기를 포함하고, 디시아나미드(Dicyandiamide), 4-4'-Diaminodiphenylsulfone, 3-3'-Diaminodiphenylsulfone, 4-4'-Methylenedianiline 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 화합물일 수 있다.

[0024] 또한, 경화촉진제 [D]를 더 포함할 수 있다.

[0025] 또한, 무기물 충전제 [E]를 더 포함할 수 있다.

[0026] 또한, 커플링제 [F]를 더 포함할 수 있다.

[0027] 또한, Sodium dodecylbenzene Sulfonate functionalized Graphene Oxide [G]를 더 포함할 수 있다.

[0028] 또한, 희석제 [H]를 더 포함할 수 있다.

[0029] 또한, 본 발명에서는 아라미드 섬유 강화 복합재료용 에폭시 수지 조성물을 강화 섬유에 함침시켜 이루어질 수 있다.

[0030] 또한, 상기 강화섬유는 아라미드 섬유일 수 있다.

[0031] 또한, 섬유 강화 복합재료는 상기 프리프레그를 경화시켜 얻어질 수 있다.

발명의 효과

[0033] 본 발명은 에폭시 수지 조성물 내에 질소 및 산소 원자의 수가 증가되어, 아미드기를 갖는 아라미드 섬유와 수

소결합(Hydrogen Bonding)력이 증가됨으로써, 에폭시 수지 조성물과 아라미드 섬유 간의 접착력이 향상될 수 있는 효과가 있다.

[0034] 또한, 본 발명은 TPAE 수지 자체가 가지는 질긴 특성으로 인해, 일반 에폭시 수지의 낮은 취성보다 우수한 취성을 가지며, 충격강도가 향상된 에폭시 수지를 제공할 수 있다.

[0035] 또한, 본 발명은 TPAE를 포함하는 폴리아미드계열 고분자가 혼합되어, 가황제나 가황촉진제가 필요 없기 때문에 혼련공정이 간소화될 수 있다.

[0036] 또한, 본 발명을 통해 구현한 에폭시 수지 조성물을 아라미드 프리프레그에 적용할 경우, 기존의 아라미드 프리프레그보다 섬유와 수지 간 계면 접착력이 향상되어, 높은 강도와 강성을 지닌 복합재 성형물의 제조가 가능하다.

[0037] 또한, 본 발명을 통해 구현한 아라미드 섬유 복합재료가 방탄헬멧, LCD 이송용 로봇핸드에 응용되는 경우, 탄소 섬유 복합재료와 대비하여 진동 감쇠율이 2배 이상 높은 아라미드 섬유 복합재료를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0039] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 에폭시 수지 조성물이 사용되는 아라미드 프리프레그의 구성을 설명하기 위한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0040] 이하, 도면을 참조한 본 발명의 설명은 특정한 실시 형태에 대해 한정되지 않으며, 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있다. 또한, 이하에서 설명하는 내용은 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0041] 이하의 설명에서 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용되는 용어로서, 그 자체에 의미가 한정되지 아니하며, 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0042] 본 명세서 전체에 걸쳐 사용되는 동일한 참조번호는 동일한 구성요소를 나타낸다.

[0043] 본 발명에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 또한, 이하에서 기재되는 "포함하다", "구비하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것으로 해석되어야 하며, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0044] 이하, 본 발명의 실시 예를 설명하기 위한 도 1을 참조하여, 본 발명의 아라미드 섬유 강화 복합재료용 에폭시 수지 조성물, 프리프레그 및 섬유 강화 복합재료에 대해서 상세히 설명한다.

[0046] 본 발명의 에폭시 수지 조성물은 에폭시 수지 [A], TPAE [B], 경화제 [C]를 포함할 수 있다.

[0047] 본 발명의 에폭시 수지 조성물에 포함되는 에폭시 수지 [A]는 분자 내에 2개 이상의 글리시딜기를 포함할 수 있다. 에폭시 수지에 글리시딜기를 적어도 2개를 포함함으로써, 화합물을 혼합하는 경우 수지 조성물 전체적으로 무기 미립자의 함유량을 대폭 향상시킬 수 있다. 무기 미립자에 기인하는 특이적인 성질을 충분히 발휘할 수 있어, 열팽창률이 크게 낮아질 수 있다. 따라서, 절연성이나 열충격성이 향상될 수 있다.

[0048] 에폭시 수지 조성물 중 에폭시 수지 [A]는 100중량부를 사용할 수 있다.

[0049] 에폭시 수지는 분자 내에 에폭시기 2개 이상을 갖는 수지상 물질 및 에폭시기의 중합에 의해서 생긴 열경화성 수지이다. 에폭시 수지는 굽힘강도, 균기 등 기계적 성질이 우수하고, 경화 시 휘발성 물질의 발생 및 부피의 수축이 없고, 재료 면에서 큰 접착력을 가진다. 이러한 특성에 근거하여 도자기, 유리 및 금속판의 접착 등 거의 모든 것을 접착시키는 데 사용된다. 또한, 내약품성이 우수하여 도료 등에도 사용된다.

[0050] 에폭시 수지는 비스페놀 A(bisphenol A)와 에피클로로히드린 (epichlorohydrin)의 축합 중합에 의해서 합성된다. 비스페놀 A와 에피클로로히드린의 비를 조절하면 다양한 종류의 분자량을 가진 에폭시 수지를 제조할 수 있다. 에폭시 수지는 분자 내에 에폭시기를 가지고 있다. 이 에폭시기는 경화제와 반응하여 가교 결합을 한 3차원적 고분자 구조를 만들게 된다.

- [0051] 본 발명에서 이용되는 에폭시 수지[A]로는, 화합물 중에 에폭시기를 2개 이상 갖는 화합물이면 특별히 한정되지 않는다. 예를 들면, 비스페놀(bisphenol)-A형 에폭시 수지, 비스페놀-F형 에폭시 수지, 비스페놀S형 에폭시수지, 브로미네이트(brominated) 에폭시 수지, 하이드로젠 네이티드 비스페놀(hydrogenated bisphenol)-A형 에폭시 수지, 노볼락(novolac)형 에폭시 수지, 페놀(phenol) 에폭시 수지, 에폭시변성 폴리올(polyol), 다 이머 액시드(dimer acid) 변성 에폭시 수지, 러버(rubber) 변성 에폭시 수지, 우레탄(urethane) 변성 에폭시 수 지, 나프탈렌형 에폭시수지, 플루오렌 골격을 갖는 에폭시수지, 페놀 화합물과 디시클로펜타디엔의 공중합체를 원료로 하는 에폭시수지, 디글리시딜레조르시놀, 테트라키스(글리시딜옥시페닐)에탄, 트리스(글리시딜옥시페 닐)메탄과 같은 글리시딜에테르형 에폭시수지 조성물, 테트라글리시딜디아미노디페닐메탄, 트리글리시딜아미노 페놀, 트리글리시딜아미노크레졸, 테트라글리시딜크실렌디아민과 같은 글리시딜아민형 에폭시수지, 비페닐형 에 폭시수지, 이소시아네이트 변성 에폭시수지, 이들의 혼합물 및 분자 내 2개 이상의 에폭시기를 갖는 에폭시 수 지 등을 들 수 있다.
- [0052] 본 발명에서 이용되는 에폭시 수지 [A]는 위에 서술한 종류의 수지를 단독으로 이용할 수 있고, 혼합하여 이용 할 수 있다. 특히, 내열성 및 기계적 물성이 우수한 복합재료에 응용하는 경우, 다관능 에폭시 수지와 2관능 에 폭시 수지를 조합하여 이용할 수 있다, 예를 들면 다관능 에폭시 수지로 페놀노볼락형 에폭시수지, 2관능 에폭 시수지로 비스페놀A형 에폭시수지나 비스페놀F형 에폭시수지를 조합하여 이용할 수 있다.
- [0053] 또한, 에폭시 수지와 열경화성 수지를 공중합시켜 이용할 수 있다. 이런 경우 사용될 수 있는 열경화성 수지로 는 불포화 폴리에스테르 수지, 비닐에스테르 수지, 에폭시 수지, 벤조옥사진 수지, 페놀 수지, 요소 수지, 멜라 민 수지 및 폴리이미드 수지 등을 들 수 있다.
- [0054] 참고로, 공중합(co-polymerization)이란 두 개 이상의 단량체(모노머)를 함께(共) 중합하는 것을 의미한다. 공 중합 형태에 따른 구조는 교대 공중합체, 불규칙(랜덤) 공중합체, 블록 공중합체, 가지형 공중합체가 있다. 이 러한 공중합을 통하여 전혀 다른 열적 성질 및 기계적 성질을 부여할 수 있다.
- [0055] 본 발명에서 이용될 수 있는 에폭시 수지의 공중합체 방법으로 블록공중합체 자기조립제어를 이용한 무결함 나 노구조를 가진 에폭시 수지를 이용할 수 있다. 이러한 경우 가교 결합을 위한 열처리 시간이 짧아질 수 있는 효 과가 있다.
- [0056] 또한, 고분자의 물성을 개질하는 방법으로 서로 다른 고분자를 물리적으로 혼합하는 고분자 blend 방법을 이용 할 수 있다. 이 방법은 공중합보다 훨씬 다양한 물성을 구현할 수 있다.
- [0057] 또한, 고품의 비스페놀 A형 에폭시 수지는 액상 비스페놀 A형 에폭시 수지와 대비하여 가교 밀도가 낮은 구조를 제공한다. 따라서 내열성은 낮아지지만, 인성이 높은 구조가 얻어질 수 있다. 이러한 이유로 글리시딜아민형 에 폭시 수지나 액상의 비스페놀 A형 에폭시 수지는 비스페놀 F형 에폭시 수지와 조합하여 이용하는 것이 좋다.
- [0058] 또한, 나프탈렌 골격을 가지는 에폭시 수지는 저흡수율 및 고내열성의 특성이 있다.
- [0059] 또한, 비페닐형 에폭시 수지, 디시클로펜타디엔형 에폭시 수지, 페놀아랄킬형 에폭시 수지 및 디페닐플루오렌형 에폭시 수지는 흡수율이 낮은 특성이 있다.
- [0060] 또한, 우레탄 변성 에폭시 수지 및 이소시아네이트 변성 에폭시 수지는 파괴 인성과 신장도가 높은 특성이 있다.
- [0062] 본 발명에서 이용되는 TPAE [B]는 폴리아미드계 열가소성 탄성체(Polyamide Thermoplastic Elastomer)이다. TPAE [B]의 배합량은 에폭시 수지 [A] 100중량부에 대하여 1 내지 30중량부가 좋다. TPAE [B]의 배합량이 1중량 부 미만일 경우, 아라미드 섬유 강화 복합 재료의 접착성이 거의 없을 수 있다. 또한, TPAE [B]의 배합량이 30 중량부 초과일 경우, 에폭시 수지와 혼용성이 떨어져 상분리 현상이 일어날 수 있고, 점도가 높아져 프리프레그 제조에 어려움이 있을 수 있다.
- [0063] 폴리아미드계 열가소성 탄성체는 결정성의 폴리아미드가 하드 세그먼트를 이루고, 유리전이온도가 낮은 고무상 의 폴리에테르 또는 폴리에스터가 소프트 세그먼트를 이루는 다중 블록 공중합체 형태의 대표적 엔지니어링 TPE 이다.
- [0064] 하드 세그먼트인 폴리아미드로는 지방족인 나일론6, 나일론66, 나일론610, 나일론612, 나일론11, 나일론12 등과 방향족을 함유하는 나일론2.T, 나일론4.T, 나일론6.T 등이 있다.
- [0065] 소프트 세그먼트로는 poly(tetramethylene oxide)(PTMO, PTMG 또는 PTHF라고도 함), poly(ethylene

oxide)(PEO, PEG라고도 함), poly(propylene oxide)(PPO, PPG라고도 함)등의 폴리에테르가 주로 사용된다. 또한, 폴레스테르, 폴라카보네이트, 폴리부타디엔, 폴리디메틸실록산 및 이들의 혼합물이 사용될 수도 있다.

- [0066] 또한, 피마자유를 기반으로 제조될 수 있는 나일론 11을 하드 세그먼트로 하는 바이오 매스 기반의 TPAE가 사용될 수 있다. 이러한 TPAE는 하드 세그먼트를 이루는 폴리아미드로 인하여 TPE 소재 중 사용 온도의 한계치가 높다. 또한, 뛰어난 내피로파괴 특성, 내마모성, 내화학성 등을 지녔다. 이러한 이유로 스포츠용품, 자동차의 연료호스, 유압 및 공압기기 및 의료용 튜브 등에 응용될 수 있다.
- [0067] TPAE는 용액 중합과 벌크상에서의 용융 중합법 등으로 합성될 수 있으며, 이 중 산업적으로는 벌크 용융 중합법이 사용된다.
- [0068] 일반적으로 용매를 사용하는 용액 중합법은 단량체와 합성되는 고분자의 용융 온도가 너무 높아 벌크 조건에서 중합을 수행하기 어려운 경우와 폴리아미드 블록과 폴리에테르 블록이 충분한 상용성을 갖지 않을 경우에 사용된다.
- [0069] 예를 들면, 테트라메틸렌설폰과 같은 극성 용매 상에서 양말단에 -COOH기를 갖는 폴리에테르인 α, ω -polyoxyethylene dicarboxylic acid를 이염기산 및 디이소시아네이트와의 반응시켜 TPAE를 합성할 수 있다.
- [0070] 이러한 방법을 이용한 TPAE는 4,4'-methylene bis(phenylisocyanate)(MDI), adipic acid, isophthalic acid, azelaic acid 및 폴리아미드가 용매에 잘 용해될 수 있도록 이들의 혼합물을 PTMG, PEG 또는 이들의 혼합물과 반응시켜 제조할 수 있다.
- [0071] 한편, 폴리아미드와 폴리에테르 세그먼트는 비상용성이어서 상분리가 일어나며, 반응성 사슬 말단 간의 반응은 계면에서만 일어날 수 있다. 이러한 반응 시 말단 관능기로써 반응성이 좋은 acid halide를 사용하여 촉진시킬 수 있다.
- [0072] 예를 들면, 양 끝단에 -OH기를 갖는 폴리에테르인 α, ω -dihydroxy polyether를 60-90°C에서 벌크상 diacid chloride와 반응시켜 양 끝단에 acid chloride를 갖는 폴리에테르를 제조한 후, 제조된 혼합물을 디아민과 NaOH의 수용액에 넣고 혼합시켜 TPAE를 합성할 수 있다.
- [0073] 다른 방법으로 유기 용매를 사용하지 않는 벌크 중합이 사용될 수 있다. 용매를 사용하지 않고 4,4'-disubstituted bisoxazolones를 사슬 커플링제로 사용하여 아민 말단기를 갖는 폴리에테르 및 폴리아미드 올리고머 간의 결합을 유도하여 polyamide-b-ether 공중합체를 합성할 수 있다.
- [0074] 이러한 중합방법은 진공을 가하지 않고, 비교적 낮은 온도에서 짧은 시간에 반응이 이루어질 수 있다. 또한, 사슬 커플링제와 아민 말단 반응물 간의 정량적 몰비만 맞추면 되고, 폴리아미드와 폴리에테르 간에 정량적인 몰비를 정확히 맞춰야 하는 제약 조건이 없다는 장점이 있다.
- [0075] TPAE의 기계적 물성과 열적 안정성을 향상시키기 위하여 폴리아미드를 형성하는 단량체와 디아미노 폴리에테르를 trimellitic anhydride와 함께 벌크 중합시킴으로써 이미드 결합을 갖도록 멀티블록화된 poly(ether-b-amide)를 합성할 수 있다. 이때, naphthalene -1,2,5- tricarboxylic acid도 이러한 중합에 단량체로써 사용될 수 있다.
- [0076] 또한, 폴리아미드와 폴리에테르를 에스테르 교환 반응시킬 수 있다. 반응성이 낮은 디올과 diester의 축합 반응은 이염기산과의 반응에 비해 더 효과적으로 일어날 수 있다. 또한, 이염기산의 에스테르는 낮은 용융 온도를 가지므로, 반응물 간의 혼합이 더 용이해질 수 있다.
- [0077] 예를 들어, PA66-PTMO로 이루어진 멀티 블록 공중합체는 카복실기 말단을 갖는 폴리아미드 블록을 hydroxybutyrate 또는 butanoate 말단으로 변화시키고, 이를 에스테르 교환 반응에 의해 폴리에테르 폴리올과 반응시키는 방법으로 합성할 수 있다. 이때, 에스테르교환반응에 의해 부산물로써 1,4-butane diol 또는 *n*-butanol이 각각 생성될 수 있다.
- [0078] 폴리아미드 올리고머와 폴리올은 서로 상용성이 매우 낮으므로 초기의 중합 시스템은 2개의 상으로 이루어질 수 밖에 없고, 중합 반응은 이들의 계면에서 일어나게 되므로 반응 초기에 중합 반응 속도는 매우 낮다. 그러나 중합에서 얻어지는 블록 공중합체가 두 올리고머 간에 상용화제로 작용하게 되므로 시간이 지날수록 반응이 빨라진다.
- [0079] 또한, 올리고머 간의 에스테르화 반응이 효과적으로 일어나기 위해서는 빠른 속도의 교반이 필요하다. 교반 속도가 빨라지면 고분자의 전단 묽음 현상에 의해 점도가 낮아지므로, 반응물의 확산이 용이해져 혼합이 잘 일어

날 수 있다. 다만, 전단 속도가 증가함으로써 Weissenbeg 효과가 수반될 수 있다. 따라서, Weissenbeg 효과를 방지하기 위해 혼합액의 점도를 높이는 첨가제를 추가할 수 있다.

- [0080] TPAE는 멀티 블록 공중합체 구조를 가지므로 각 세그먼트에 무엇을 어느 정도 결합하는가에 의해 성질이 정해진다.
- [0081] 예를 들어 하드 세그먼트로써 나일론6과 나일론12를 사용한 것을 비교해보면, 나일론6을 사용한 것이 나일론6 호모폴리머의 특성을 반영하여 나일론12보다 흡수성이 뛰어나다.
- [0082] 소프트 세그먼트로써 친수성인 PEG를 사용하게 되면 상대적으로 소수성인 PPG를 사용하는 경우에 비해 정전기 방지 특성이 크게 향상된다.
- [0083] 또한, 모든 물성은 하드세그먼트와 소프트 세그먼트의 비율에 의해 결정된다. 소프트 세그먼트의 함량이 증가되면, 유연성은 증가하지만, 용융 온도 및 인장 강도 등의 기계적 물성은 저하된다.
- [0084] 그리고, 하드 세그먼트인 폴리아미드 함량이 높을수록 전반적으로 우수한 내화학성을 나타낸다.
- [0085] TPAE는 TPE 중 비중이 작고, 성형 가공성이 용이하며, 우수한 내가수분해성, 열안정성 및 내약품성 등의 특성을 가지고 있다.
- [0086] 폴리에스테르계 TPE는 TPAE와 대비하여 성형성과 비중이 다소 떨어진다.
- [0087] 우레탄계 TPE는 접착성과 내마찰성이 우수하지만 다른 성능 면에서는 사용하기에 좋지 않은 재료이다.
- [0088] TPAE는 가공 시 열적 안정성이 양호하고 사이클이 짧으며, 안료나 염료의 착색이 용이하고, 성형 후의 치수 안정성이 양호하며, 결정화 속도가 빨라 사출 성형 사이클이 짧다는 장점이 있다. 이와 같은 장점으로 인해서 생산 비용을 절감할 수 있는 효과가 있다.
- [0089] 또한, TPAE는 TPU나 TPEE에 비해 저온에서도 우수한 유연성을 나타낸다.
- [0090] TPAE는 낮은 비중, 우수한 내굴곡 피로 파괴 저항성, 낮은 히스테레시스, 우수한 저온특성 등의 특성이 있다.
- [0091] 이처럼 우수한 성형성과 마찰 마모성을 가지고 있어, 자동차 기어와 벨트 등의 산업용품, 카테터와 텐탈플로싱 등의 의료용품 등으로 사용되고 있다.
- [0092] 또한, 폴리아미드 함량이 낮으며 상분리가 잘 이루어진 TPAE는 우수한 투명성과 인쇄성을 가지므로, 고급 스포츠용품 등의 데코레이션 필름으로 사용될 수 있다.
- [0093] 또한, TPAE는 우수한 약물 담지기능 및 방출 기능을 갖기 때문에 방향제, 살충제, 의약품 등의 담지체로도 활용할 수 있다.
- [0094] 본 발명에서 이용되는 TPAE [B]의 시판품으로는 TPAE(Thermoplastic Polyamide elastomer) series(일본 Toka 제조) 등을 들 수 있다.
- [0096] 본 발명의 섬유 강화 복합 재료용 에폭시 수지 조성물에 있어서, 경화제 [C] 이외의 구성 요소(성분)를 우선 150 내지 170 °C 정도의 온도에서 균일하게 가열 혼련하고, 이어서 60°C 정도의 온도까지 냉각한 후, 경화제 [C]를 가하여 혼련할 수 있다. 그리고 각 성분의 배합 방법은 특별히 이 방법으로 한정되는 것은 아니다.
- [0097] 본 발명에서 에폭시 수지 조성물에 열가소성 수지 입자를 배합할 수 있다. 열가소성 수지 입자를 배합함으로써, 아라미드 섬유 강화 복합 재료를 제조했을 경우, 매트릭스 수지의 인성이 향상되고 내충격성이 향상될 수 있다.
- [0098] 이러한 이유로 본 발명의 에폭시 수지 조성물에 열가소성 수지를 혼합 또는 용해시켜 이용할 수 있다.
- [0099] 이러한 열가소성 수지로는, 일반적으로 주쇄에 탄소-탄소 결합, 아미드 결합, 이미드 결합, 에스테르 결합, 에테르 결합, 카르보네이트 결합, 우레탄 결합, 티오에테르 결합, 술폰 결합 및 카르보닐 결합으로 이루어지는 군으로부터 선택된 결합을 갖는 열가소성 수지일 수 있다.
- [0100] 또한, 열가소성 수지는 부분적으로 가교 구조를 가질 수 있다. 또한, 결정성을 갖고 있거나 비정질성일 수도 있다.
- [0101] 특히, 폴리아미드, 폴리카르보네이트, 폴리아세탈, 폴리페닐렌옥사이드, 폴리페닐렌술폰, 폴리아릴레이트, 폴리 에스테르, 폴리아미드 이미드, 폴리이미드, 폴리에테르이미드, 페닐트리메틸인단 구조를 갖는 폴리이미드, 폴리술폰, 폴리에테르술폰, 폴리에테르케톤, 폴리에테르에테르케톤, 폴리아라미드, 폴리에테르니트릴 및 폴리벤즈이

미다졸로 이루어지는 군으로부터 선택된 적어도 하나의 수지가 에폭시 수지 조성물에 혼합 또는 용해되어 있을 수 있다.

- [0102] 에폭시 수지 조성물의 우수한 내열성을 얻기 위해서는, 열가소성 수지의 유리 전이 온도(Tg)가 적어도 150℃ 이상이고, 170℃ 이상인 열가소성 수지가 좋다. 배합하는 열가소성 수지의 유리 전이 온도가 150℃ 미만이면, 성형체로써 이용하면 열에 의한 변형을 일으키기 쉬워질 수 있다.
- [0103] 또한, 열가소성 수지의 말단 관능기로는 수산기, 카르복실기, 티올기, 산 무수물 등이 양이온 중합성 화합물과 반응할 수 있어 이용된다.
- [0104] 에폭시 수지의 취약성을 열가소성 수지가 보완할 수 있다. 또한, 열가소성 수지가 갖는 성형에 대한 불안정성을 에폭시 수지가 안정화시킬 수 있다. 따라서 에폭시 수지와 열가소성 수지와의 혼합물은 이들을 단독으로 이용한 경우보다 우수한 물성치를 얻을 수 있다.
- [0105] 본 발명에서 이용되는 열가소성 수지 입자의 소재로는, 에폭시 수지 조성물에 혼합 또는 용해시켜 이용할 수 있는 열가소성 수지를 사용할 수 있다.
- [0106] 그중에서도 폴리아미드가 사용될 수 있다. 폴리아미드 중에서도 나일론 12, 나일론 11이나 나일론 6/12 공중합체는 우수한 열경화성을 갖고 있으며, 수지와 접착 강도를 향상시킬 수 있다.
- [0107] 이 열가소성 수지 입자의 형상으로는 구형상 입자일 수도 있고 비구형상 입자일 수도 있으며, 다공질 입자일 수도 있지만, 구형상인 것이 수지의 유동 특성을 저하시키지 않기 때문에 점탄성이 우수하며, 응력 집중의 기점이 없어, 높은 내충격성을 제공할 수 있다.
- [0109] 본 발명의 섬유 강화 복합재료용 에폭시 수지 조성물은, 경화제 [C]를 배합하여 이용할 수 있다. 본 발명에서 이용되는 경화제 [C]는 에폭시기와 반응할 수 있는 활성기를 갖는 화합물이다.
- [0110] 경화제 [C]의 배합량은 에폭시 수지 [A] 100 중량부에 대하여 3 내지 10 중량부가 좋다. 경화제 [C]의 배합량이 3중량부 미만일 경우, 에폭시 수지 조성물의 경화가 제대로 이루어지지 않을 가능성이 있다. 또한, 경화제 [C]의 배합량이 10중량부 초과일 경우, 미반응된 디시아나디아미드계 경화제가 잔류하여 에폭시 수지 조성물의 내열성 및 기계적인 물성이 저하될 수 있다.
- [0111] 본 발명에서 이용되는 경화제 [C]는 1 분자당 2개 이상의 아미노기를 포함하고, 디시아나디아미드(Dicyandiamide), 4-4'-Diaminodiphenylsulfone, 3-3'-iaminodiphenylsulfone, 4-4'Methylenedianiline 및 이들의 혼합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 화합물일 수 있다.
- [0112] 또한, 경화제 [C]로 방향족 폴리아민, 아미노 벤조산에스테르류, 각종 산 무수물, 페놀노볼락 수지, 크레졸노볼락 수지, 폴리페놀 화합물, 이미다졸 유도체, 지방족 아민, 테트라메틸구아니딘, 티오 요소 부가 아민, 메틸헥사히드로프탈산 무수물과 같은 카르복실산 무수물, 카르복실산히드라이드, 카르복실산아미드, 폴리메르캡탄 및 삼불화붕소에틸아민 착체와 같은 루이스산 착체 등을 사용할 수 있다.
- [0113] 또한, 폴리아미드계 수지, 아미드아민형 수지, 폴리아미드 Adduct형 수지, 변성 지방족 아민 경화제 수지, 변성 지방족 아민 경화제 수지, 변성 방향족 아민 경화제 수지, 수용성 경화제 수지 및 산무수물 경화제 수지 중 적어도 하나를 포함하는 경화제를 사용할 수 있다.
- [0114] 디시아나디아미드와 요소 화합물의 예로, 3,4-디클로로페닐-1,1-디메틸우레아와의 조합 또는 이미다졸류를 경화제로써 이용할 수 있다. 이에 따라 비교적 저온에서 경화하면서 높은 내열내수성을 얻을 수 있다.
- [0115] 산 무수물을 이용하여 에폭시 수지를 경화하는 경우, 아민 화합물 경화보다 흡수율이 낮은 경화물을 사용할 수 있다.
- [0116] 서술한 바와 같은 경화제를 이용함으로써, 내열성이 우수한 에폭시 수지 조성물을 얻을 수 있다. 또한, 경화제 첨가량의 최적값은 에폭시 수지와 경화제의 종류에 따라 달라질 수 있다.
- [0118] 본 발명의 섬유 강화 복합재료용 에폭시 수지 조성물은, 경화촉진제 [D]를 배합하여 이용할 수 있다. 본 발명에서 이용되는 경화촉진제 [D] 경화 활성을 높일 수 있다.
- [0119] 경화촉진제 [D]의 배합량은 에폭시 수지 [A] 100 중량부에 대하여 0.1 내지 10 중량부가 좋다. 경화촉진제 [D]의 배합량이 0.1중량부 미만일 경우, 경화제의 경화 촉진 반응속도가 늦어질 수 있다. 또한, 경화촉진제 [D]의 배합량이 10중량부 초과일 경우, 에폭시 수지 조성물의 점도가 상승하고, 경화물의 기계적인 물성이 저하될 수

있다.

- [0120] 본 발명에서 이용되는 경화촉진제 [D]로는 예를 들면, 디시안디아미드에 3-페닐-1,1-디메틸요소, 3-(3,4-디클로로페닐)-1,1-디메틸요소(DCMU), 3-(3-클로로-4-메틸페닐)-1,1-디메틸요소, 2,4-비스(3,3-디메틸우레이도)톨루엔과 같은 요소 유도체나 이미다졸 유도체를 경화촉진제로서 조합해서 사용할 수 있다.
- [0121] 디시안디아미드 단독 사용되는 경우, 경화하는 데 170~180℃ 정도의 온도가 필요하다. 하지만, 이러한 조합을 이용한 수지조성물은 80~150℃정도에서도 경화가 가능할 수 있다.
- [0122] 특히, 디시안디아미드와 1 분자 중 우레아 결합을 2개 이상 갖는 화합물의 조합이 사용될 수 있다. 1분자 중 우레아 결합을 2개 이상 갖는 화합물로서는 1,1'-4(메틸-m-페닐렌)비스(3,3-디메틸우레아) 또는 4,4'-메틸렌비스(페닐디메틸우레아)가 사용될 수 있다. 이들의 화합물을 이용하는 경우, 150~160℃에서 2~10분이면, 경화가 가능할 수 있다.
- [0123] 또한, 두께가 얇은 판에 응용될 경우, 에폭시 수지 조성물의 난연성이 향상되어, 전기/전자재료 용도에 사용될 수 있다.
- [0124] 또한, 방향족 아민에 3불화 붕소에틸아민 착체를 경화촉진제로서 조합할 수 있다.
- [0126] 또한, 저온 경화성이 필요한 분야에서 경화제가 반응개시온도 70~125℃의 범위에서 활성화할 수 있도록 잠재성 경화제를 사용할 수 있다.
- [0127] 이러한 반응개시온도(이하, 활성화 온도라고 한다)는 시차주사 열량분석(DSC)에 의해 구할 수 있다. 구체적으로는, 에폭시 당량 184~194 정도의 비스페놀A형 에폭시수지 100중량부에 평가대상의 경화제 10중량부를 첨가한 에폭시수지 조성물에 대해서, 시차주사 열량분석에 의해 얻어지는 발열곡선의 변곡점의 접선과 베이스라인의 접선 교점으로부터 구할 수 있다. 이러한 활성화 온도가 70℃ 미만이면 안정성이 충분하지 않을 수 있고, 125℃ 초과이면 충분한 경화성이 얻어지지 않을 수 있다.
- [0128] 70~125℃에서 활성화하는 잠재성 경화제로서는, 예를 들면 아민어덕트형 잠재성 경화제, 마이크로캡슐형 잠재성 경화제, 아민이미드, 블록이소시아네이트, 에폭시기에 카르바민산 에스테르를 반응시켜 옥사졸리디논환으로 한 화합물, 비닐에테르블록카르복실산, 이미다졸과 카르복실산의 염, 아민의 카르바민염, 오늄염 등을 사용할 수 있다.
- [0129] 참고로, 아민어덕트형 잠재성 경화제는 1급, 2급 및 3급 아미노기를 갖는 화합물이나, 여러 가지 이미다졸 화합물이 이들 화합물과 반응함으로써 고분자량화되고, 보존 온도에서 불용화한 것을 의미한다.
- [0130] 또한, 마이크로캡슐형 잠재성 경화제가 사용될 수 있다. 참고로 마이크로캡슐형 잠재성 경화제는 경화제를 핵으로 하여, 이것을 에폭시수지, 폴리우레탄수지, 폴리스티렌계, 폴리이미드 등의 고분자물질 및 사이크로텍스트린 등을 셀로서 피막함으로써, 에폭시수지와 경화제의 접촉을 감소시킨 것이다.
- [0131] 또한, 경화제가 70~125℃에서 활성화하는 잠재성 경화제에 특정의 경화제를 조합하면, 저온에서 빠른 경화가 가능해진다. 예를 들면, "아미큐어" PN-23 등의 잠재성 경화제에 발린 디히드라이드 등의 유기산 디히드라이드를 조합한 경화제계나 잠재성 경화제에 DCMU 등의 경화촉진제를 조합한 경화제계가 사용될 수 있다. 이를 사용함으로써 에폭시 수지 조성물의 경화가 110℃에서 10분 정도면 경화될 수 있다.
- [0133] 본 발명의 섬유 강화 복합재료용 에폭시 수지 조성물은, 무기물 충전제 [E]를 배합하여 이용할 수 있다. 본 발명에서 이용되는 무기물 충전제 [E]는 내열성, 내구성 및 강도를 향상시킬 수 있다. 무기물 충전제 [E]는 열팽창계수를 낮추어 에폭시 수지 조성물의 열적 안전성을 높여준다.
- [0134] 무기물 충전제 [E]의 배합량은 에폭시 수지 [A] 100 중량부에 대하여 0.1 내지 5 중량부가 좋다. 무기물 충전제 [E]의 배합량이 0.1 미만일 경우, 에폭시 수지 조성물의 내열성이 저하될 수 있다. 또한, 무기물 충전제 [E]의 배합량이 5중량부 초과일 경우, 수지요변성이 낮아져 아라미드 섬유와의 접착성이 현저하게 저하될 수 있다.
- [0135] 무기물 충전제 [E]로는 예를 들면, 질화알루미늄, 탄화규소, 활석, 탄산칼슘, 규조토, 질석, 질화붕소, 흙드실리카, 산화규소, 산화알루미늄, 산화티타늄, 산화마그네슘, 이산화티타늄, 필라이트 및 이들의 혼합물로 이루어질 수 있다.
- [0137] 본 발명의 섬유 강화 복합재료용 에폭시 수지 조성물은, 커플링제 [F]를 배합하여 이용할 수 있다. 본 발명에서 이용되는 커플링제 [F]는 유기물인 에폭시 수지와 무기물 간의 접착력을 증가시키기 위한 것이다.

- [0138] 커플링제 [F]의 배합량은 에폭시 수지 [A] 100 중량부에 대하여 1 내지 10 중량부가 좋다. 커플링제 [F]의 배합량이 1중량부 미만일 경우, 에폭시 수지 조성물의 구성요소인 유기물 수지와 무기물 충전제간의 접착력 향상 효과가 미미할 수 있다. 또한, 커플링제 [F]의 배합량이 10중량부 초과일 경우, 유리전이온도(Tg)가 저하되는 문제가 있다.
- [0139] 커플링제 [F]로는 예를 들면, 3-글리시독시프로필 트리메톡시실란(3-glycidoxy propyl trimethoxysilane), 2-(3,4-에폭시시클로헥실) 에틸 트리메톡시실란(2-(3,4- epoxy cyclohexyl)ethyl trimethoxysilane), 3-글리시딜 옥시프로필 메틸디에톡시 실란(3-glycidyl oxypropyl methyl diethoxysilane) 등의 실란계 커플링제 및 디(디옥틸포스페이트)에틸렌 티타네이트(di(dioctylphosphato) ethylene titanate), 디(쿠밀)페닐 옥소에틸렌티타네이트(di(cumyl)phenyl oxoethylene titanate), 이소프로필트리(디옥틸피로포스페이트)티타네이트(isopropyltri(dioctyl)phosphate titanate) 등의 티타네이트계 커플링제가 사용될 수 있다.
- [0141] 본 발명의 섬유 강화 복합재료용 에폭시 수지 조성물은, Sodium dodecylbenzene Sulfonate functionalized Graphene Oxide [G]를 배합하여 이용할 수 있다. 본 발명에서 이용되는 Sodium dodecylbenzene Sulfonate functionalized Graphene Oxide [G]는 내열성, 내마모성 및 기계적 강도를 크게 향상시킬 수 있다. Sodium dodecylbenzene Sulfonate functionalized Graphene Oxide [G]는 2차원 단일 시트를 가지는 구조로 넓은 표면적을 가지고, 유연성과 투명성을 가져, 에폭시 수지 조성물의 물성 향상을 이룰 수 있다.
- [0142] Sodium dodecylbenzene Sulfonate functionalized Graphene Oxide [G]의 배합량은 에폭시 수지 [A] 100 중량부에 대하여 0.1 내지 10 중량부가 좋다. Sodium dodecylbenzene Sulfonate functionalized Graphene Oxide [G]의 배합량이 0.1중량부 미만일 경우, 에폭시 수지 조성물의 물성 향상에 대한 효과가 미미할 수 있다. 또한, Sodium dodecylbenzene Sulfonate functionalized Graphene Oxide [G]의 배합량이 10중량부 초과일 경우, 수지 용해성이 낮아져 아라미드 섬유와의 접착성이 저하될 가능성이 있다.
- [0144] 본 발명의 섬유 강화 복합재료용 에폭시 수지 조성물은, 희석제 [H]를 배합하여 이용할 수 있다. 본 발명에서 이용되는 희석제 [H]는 에폭시 수지 조성물의 용해도, 점도 및 비중의 조절을 위해 사용될 수 있다.
- [0145] 희석제 [H]는 에폭시 수지 조성물의 점도를 낮추기 위한 것이다.
- [0146] 희석제 [H]의 배합량은 에폭시 수지 [A] 100 중량부에 대하여 50 내지 200 중량부가 좋다. 희석제 [H]의 배합량이 50중량부 미만일 경우, 에폭시 수지 조성물 점도저하 효과가 미미할 수 있다. 또한, 희석제 [H]의 배합량이 200중량부 초과일 경우, 경화물의 유리전이온도(Tg) 및 기계적 물성이 저하될 수 있다.
- [0147] 희석제 [H]로는 예를 들면, 1분자당 1개 이상의 글리시딜기를 포함하는 알킬모노글리시딜에테르, 페놀모노글리시딜에테르, 알킬페놀모노글리시딜에테르, 폴리글리콜디글리시딜에테르, 알킬디글리시딜에테르 등을 사용할 수 있다.
- [0148] 반응성 희석제의 구체적인 예로는 에폭시기가 하나인 일관능형 반응성 희석제, 에폭시기가 2개인 이관능형 반응성 희석제 및 에폭시기가 3개 이상인 다관능형 반응성 희석제를 들 수 있다.
- [0150] 본 발명의 아라미드 섬유 강화 복합재료용 에폭시 수지 조성물은 상기 필수 성분 이외에도 필요에 따라, 잠재성 경화 촉진제, 산화방지제, 소포제, 탈포제, 분산제, 안료, 염료 및 그 밖의 성분을 포함할 수 있다.
- [0151] 또한, 만능 혼합기 등을 이용하여 각각의 성분 및 첨가제를 분산혼합 및 진공혼합 하여 제조할 수 있다.
- [0153] 본 발명의 아라미드 섬유 강화 복합재료용 에폭시 수지 조성물을 제조하는 방법은 다음과 같다. 에폭시 수지 100 중량부를 기준으로 TPAE 첨가제를 1 내지 30 중량부와 MEK(Methy Ethyl Keton) 50~100중량부를 교반기를 이용하여 60도~80도의 온도에서 3시간~5시간 동안 1차 혼합한다.
- [0154] 이어서, 1차 혼합된 혼합물과 에폭시 수지 및 무기물 충전제, 커플링제, 소포제, 안료, 염료, 경화촉진제, 잠재성 경화촉진제를 교반기를 이용하여 1~2시간 동안 2차 혼합한다.
- [0155] 다음으로, 2차 혼합된 결과물에 경화제 3 내지 10 중량부를 교반기를 이용하여 10~30분 동안 3차 혼합한다.
- [0156] 이와 같은 제조 과정을 통해서 아라미드 섬유 강화 복합재료용 에폭시 수지 조성물을 제조할 수 있다.
- [0157] 참고로, 에폭시는 경화제의 활성수소와 주로 반응하지만, 경화된 3급 아민에 의해서도 경화 반응이 일어날 수 있다. 따라서 일반적으로 계산량보다 적게 사용될 수 있다.
- [0159] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 에폭시 수지 조성물이 사용되는 아라미드 프리프레그의 구성을 설명하기 위한

도면이다.

- [0160] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 아라미드 프리프레그(10)는 에폭시 수지 조성물 (100)과 아라미드 섬유(200)로 구성되어 있음을 알 수 있다.
- [0161] 본 발명의 에폭시 수지 조성물(100)은 위에서 서술한 바와 같은 재료와 방법을 이용하여 제조될 수 있다. 이렇게 제조된 에폭시 수지 조성물(100)을 아라미드 섬유(200)에 함침하고, 경화시켜 아라미드 프리프레그(10)를 얻을 수 있다.
- [0163] 본 발명의 프리프레그에 이용되는 강화 섬유로는 아라미드 섬유, 탄소 섬유, 탄소 나노튜브 섬유, 유리 섬유, 보론 섬유, 케블라 섬유, PBO(Poly-phenylene benzobisoxazole) 섬유, 스펙트라 섬유, 고장력 폴리에틸렌 섬유, 알루미늄 섬유 및 탄화규소 섬유, 금속섬유, 실리콘 탄화물 무기 섬유, 실리콘 질화물 무기섬유 등을 사용할 수 있다. 또한, 이들 섬유를 2개 이상 혼합하여 사용할 수 있다. 강화 섬유의 형태나 배열에 대해서는 한정되지 않는다. 따라서, 강화 섬유의 형태나 배열은 일방향 또는 교차 등 다양한 형태로 제조될 수 있다.
- [0164] 아라미드 섬유의 형태나 배열에 대해서는, 일방향으로 정렬시킨 장섬유나 직물 등으로부터 사용자의 필요에 따라 선택할 수 있다.
- [0165] 가벼우면서도 내구성이 높은 아라미드 섬유 강화 복합 재료를 얻기 위해서는, 아라미드 섬유가 일방향으로 정렬된 장섬유(섬유 다발)이나 직물 등 연속 섬유의 형태가 사용될 수 있다. 또한, 일방향 프리프레그와 직물 프리프레그를 혼합하여 성형할 수 있다.
- [0166] 일방향 프리프레그는 강화 섬유의 방향이 일렬로 정렬되어 있다. 따라서 섬유의 구부러짐이 적기 때문에 섬유 방향의 강도 이용률이 높다.
- [0167] 또한, 복수개의 프리프레그를 적절한 적층구성으로 적층한 후 성형하면, 아라미드 섬유 강화 복합재료의 각 방향의 탄성률 및 강도를 용이하게 제어할 수 있는 장점이 있다.
- [0168] 특히, 재료의 경량화나 고강도화가 필요한 용도에 있어서는 우수한 비탄성률과 비강도를 가진 아라미드 섬유를 사용하는 것이 좋다.
- [0170] 본 발명에서 이용되는 아라미드 섬유는, 내충격성의 면에서 적어도 450 Gpa의 인장 탄성률을 갖는 아라미드 섬유일 수 있다. 또한, 높은 강성 및 기계 강도를 갖는 복합 재료를 얻기 위해서, 인장강도는 4.5 내지 7 Gpa인 아라미드 섬유가 사용될 수 있다. 또한, 인장 신도는 1.5 내지 3%의 고강도 고신장도 아라미드 섬유인 것이 좋다.
- [0171] 또한, 높은 강성 및 기계 강도를 갖는 복합 재료를 얻기 위해서 20cN/dtex 이상의 인장강도를 갖는 아라미드가 사용될 수 있다.
- [0172] 또한, 인장탄성률은 350~700cN/dtex를 갖는 아라미드의 섬유인 것이 좋다.
- [0173] 또한, 과단신도는 2.5~5%의 고강도의 아라미드 섬유인 것이 좋다.
- [0175] 본 발명의 프리프레그는, 섬유 강화 복합 재료용 에폭시 수지 조성물을 아라미드 섬유에 함침한 것이다.
- [0176] 프리프레그 내의 에폭시 수지 조성물의 함량은 아라미드 섬유 100중량부를 기준으로 20~60중량부일 수 있다. 에폭시 수지 조성물이 20중량부보다 낮으면, 수지 조성물의 함침이 충분치 않아, 제조되는 복합 재료 내부에 공극이 많아질 수 있다. 이에 따라 복합재료의 물성치가 현저하게 저하될 수 있다. 또한, 에폭시 수지 조성물이 60중량부보다 높으면, 얻어지는 복합 재료의 중량이 과대해져, 비강도 및 비탄성률이 우수한 섬유 강화 복합 재료의 물성이 저하될 수 있다.
- [0177] 에폭시 수지 조성물을 프리프레그에 함침하는 공정에서 아라미드 섬유의 길이를 기준으로 분당 약 0.5~15m정도가 생산될 수 있다. 이 경우 함침 및 압축이 동시에 진행될 수 있다.
- [0179] 본 발명의 프리프레그는 아라미드 섬유와 매트릭스 수지인 에폭시 수지로 이루어지는 일차 프리프레그 표면에 열가소성 수지 입자를 입자의 형태로 도포하는 방법을 사용할 수 있다.
- [0180] 또한, 매트릭스 수지인 에폭시 수지 중에 이들 입자를 균일하게 혼합한 혼합물을 조정하고, 이 혼합물을 아라미드 섬유에 함침시키는 과정에서 강화 섬유로 이들 입자의 침입을 차단시켜 프리프레그의 표면 부분에 입자를 국재화시키는 방법을 사용할 수 있다.

- [0181] 또한, 미리 에폭시 수지를 아라미드 섬유에 함침시켜 일차 프리프레그를 제작하고, 일차 프리프레그 표면에 이 들 입자를 많이 함유하는 열경화성 수지의 필름을 발라서 붙이는 방법 등으로 제조할 수 있다.
- [0182] 이에 따라, 열가소성 수지 입자가 프리프레그의 두께 20% 깊이의 범위에 균일하게 존재함으로써, 높은 내충격성을 갖는 섬유 복합 재료용 프리프레그가 얻어질 수 있다.
- [0183] 다른 실시 예로, 아라미드 강화 섬유를 에폭시 수지 조성물에 함침할 수 있다.
- [0185] 본 발명의 프리프레그는 에폭시 수지 조성물을 메틸에틸케톤(MEK), 아세톤 등의 용매에 용해시켜 점도를 조절하여 강화 섬유에 함침시키는 웨트법에 의해 제조될 수 있다.
- [0186] 웨트법은 강화 섬유를 에폭시 수지 조성물의 용액에 침지한 후, 취출(purge)하고, 가열하여 용매를 증발시켜 프리프레그를 얻는 방법이다.
- [0187] 또한, 본 발명의 프리프레그는 에폭시 수지 조성물을 가열하여 점도를 낮추어 강화 섬유에 함침시키는 핫멜트(Hot Melt)법에 의해 제조될 수 있다.
- [0188] 핫멜트법은 가열에 의해 점도가 낮아진 에폭시 수지 조성물을 직접 강화 섬유에 함침시키는 방법 또는 에폭시 수지 조성물을 이형지 등의 표면에 코팅한 수지 필름을 제작하고, 강화 섬유의 양측 또는 일측으로부터 그의 수지 필름을 중첩하고, 가열 및 가압함으로써 에폭시 수지 조성물을 전사 함침시켜 프리프레그를 얻는 방법이다. 이 방법은 제조된 프리프레그 내부에 잔류하는 용매가 실질적으로 전혀 없으므로, 물성치의 저하를 방지하는 효과가 있다.
- [0189] 핫멜트법을 이용하는 경우, 수지조성물 제조 시 가열 온도는 30~80도일 수 있다. 30도 미만이면 점도가 높아져 수지가 불안정 상태일 수 있다. 또한, 80도를 초과하면 코팅 중에 수지의 경화가 진행되어 점도가 크게 상승할 가능성이 있다.
- [0190] 핫멜트 타입의 프리프레그는 열경화성 수지의 유동을 발생시키기 위해 열을 가하여, 수지 내의 휘발분이 매우 적으므로, 이를 이용하여 만든 수지필름을 보강섬유와 함께 경화가 일어나지 않는 범위에서 높은 온도와 압력을 주어 제조될 수 있다.
- [0191] 참고로, 열가소성의 경우 Film Casting, Powder Deposition, Film Stacking, Commingled yarn Impregnation 방법이 이용될 수 있다.
- [0192] 또한, 본 발명의 프리프레그는 솔벤트 타입의 경우, 저점도의 수지가 담긴 통에 섬유 직물을 통과시킨 후, 열을 가하여 용제를 제거하고, 이형필름 및 이형지를 이용해 포장하여 제조될 수 있다.
- [0194] 또한, 본 발명의 섬유 강화 복합 재료는 웨트법, 핫멜트 및 솔벤트 타입 등의 방법에 의해 제조된 복수개의 프리프레그를 적층시킨 후, 적층된 복수개의 프리프레그에 고열과 고압을 부여하여 에폭시 수지를 가열 경화시키는 방법 등에 의해 제조될 수 있다.
- [0195] 참고로, 고열 및 고압력을 부여하는 방법으로는, 프레스 성형법, 버깅 성형법, 오토클레이브 성형법, 랩핑 테이프법 및 내압 성형법 등이 사용될 수 있다.
- [0197] 본 발명의 아라미드 섬유 강화 복합 재료는 에폭시 수지 조성물을 이용하여 프리프레그를 경유하지 않는 방법에 의해서도 제조될 수 있다.
- [0198] 이러한 방법으로 에폭시 수지 조성물을 직접 강화 섬유에 함침시킨 후 가열 경화하는 방법인 핸드 레이업법, 필라멘트 와인딩법, 펄트루전법, 레진/인젝션/몰딩법 및 레진/트랜스퍼/몰딩법 등이 이용될 수 있다.
- [0200] 본 발명의 아라미드 섬유 강화 복합 재료는 항공, 풍력, 자동차 부품, 전자제품, 일상제품 등에 이용될 수 있다.
- [0201] 본 발명을 통해 구현된 아라미드 프리프레그를 적용한 제품으로 예를 들면, LCD 이송용 로봇핸드를 들 수 있다. 최근 디스플레이 산업에서 TV의 화면 크기가 커지고 있다. 또한, LCD 생산 공장에서 생산성을 높이기 위해서 디스플레이용 유리 기관의 사이즈가 증가하고 있는 추세이다. 이에 따라, 로봇핸드의 크기 또한 커지고 있다. 로봇 핸드 길이가 길어짐에 따라서, 디스플레이용 유리 기관 고정 능력 및 운반 시 핸드의 처짐량의 제어를 뒷받침할 수 있는 고강성 소재가 필요하다. 과거보다 대형화된 유리 기관은 운반 시 로봇 핸드의 진동을 크게 하는 현상을 유발하여 작동하는 중에 로봇핸드가 자주 정지가 된다. 정지 후 재가동까지 대기 시간이 길어지고, 이에 따라 패널의 생산성이 저하되는 문제점이 있었다. 따라서 아라미드 섬유와 수지 간 계면의 접촉력 향상됨으로써

고강도, 고강성 및 우수한 진동감쇠능을 가진 복합재료를 사용하여 로봇 핸드에 응용할 수 있다.

- [0202] 본 발명을 통해 구현된 프리프레그 수지 조성물과 이를 적용한 아라미드 프리프레그 및 섬유 강화 복합재료의 사용을 통해 종래의 이송용 로봇 핸드와 대비하여 보다 높은 성능을 가진 LCD 이송용 로봇핸드를 제공할 수 있다.
- [0204] 이하, 실시예 및 비교예를 통하여 본 발명의 아라미드 섬유 강화 복합재료용 에폭시 수지 조성물, 프리프레그 및 섬유 강화 복합재료를 더욱 상세히 설명한다. 실시 예에서 이용한 에폭시 수지 조성물의 재료, 프리프레그, 섬유 강화 복합재료의 제조 방법 및 전단 강도 평가법을 이어서 나타내었다. 단, 본 발명은 아래에 기술한 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0206] [Reference]
- [0207] 액상 에폭시 수지(액상 BPA계 수지 YD-128, 국도화학) 35중량부, 고상 에폭시 수지(고상 BPA계 수지 YD-011, 국도화학) 65중량부, MEK(메틸에틸케톤, 대진화학) 50중량부를 혼합기에 투입하고, 교반기를 이용하여 70도의 온도에서 약 4시간 동안 1차 혼합시켰다. 1차 혼합된 결과물에 경화촉진제 (DCMU, Air Product) 3중량부를 투입하고, 교반기를 이용하여 약 1시간 동안 2차 혼합시켰다. 2차 혼합된 결과물에 경화제(DICY, Air Product) 6중량부를 투입하고, 교반기를 이용하여 약 30분 동안 3차 혼합시켰다. 혼합이 완료된 에폭시 수지 조성물을 아라미드 섬유(헤라크론 HF 300 원사, 코오롱) 100중량부에 함침하여 프리프레그를 제조하였다.
- [0209] [실시예 1] EZR-CV07
- [0210] 액상 에폭시 수지(액상 BPA계 수지 YD-128, 국도화학) 35중량부, 고상 에폭시 수지(고상 BPA계 수지 YD-011, 국도화학) 65중량부, MEK(메틸에틸케톤, 대진화학) 50중량부 및 Thermoplastic Polyamide Elastomer(TPAE-32, TOKA) 6중량부를 혼합기에 투입하고, 교반기를 이용하여 70도의 온도에서 약 4시간 동안 1차 혼합시켰다. 1차 혼합된 결과물에 경화촉진제 (DCMU, Air Product) 3중량부를 투입하고, 교반기를 이용하여 약 1시간 동안 2차 혼합시켰다. 2차 혼합된 결과물에 경화제(DICY, Air Product) 6중량부를 투입하고, 교반기를 이용하여 약 30분 동안 3차 혼합시켰다. 혼합이 완료된 에폭시 수지 조성물을 아라미드 섬유(헤라크론 HF 300 원사, 코오롱) 100중량부에 함침하여 프리프레그를 제조하였다.
- [0212] [비교예 1]
- [0213] 액상 에폭시 수지(액상 BPA계 수지 YD-128, 국도화학) 35중량부, 고상 에폭시 수지(고상 BPA계 수지 YD-011, 국도화학) 65중량부, MEK(메틸에틸케톤, 대진화학) 50중량부 및 Polyvinylfomal(PVF-K, SIGMA-ALDRICH) 6중량부를 혼합기에 투입하고, 교반기를 이용하여 70도의 온도에서 약 4시간 동안 1차 혼합시켰다. 1차 혼합된 결과물에 경화촉진제 (DCMU, Air Product) 3중량부를 투입하고, 교반기를 이용하여 약 1시간 동안 2차 혼합시켰다. 2차 혼합된 결과물에 경화제(DICY, Air Product) 6중량부를 투입하고, 교반기를 이용하여 약 30분 동안 3차 혼합시켰다. 혼합이 완료된 에폭시 수지 조성물을 아라미드 섬유(헤라크론 HF 300 원사, 코오롱) 100중량부에 함침하여 프리프레그를 제조하였다.
- [0215] [비교예 2]
- [0216] 액상 에폭시 수지(액상 BPA계 수지 YD-128, 국도화학) 35중량부, 고상 에폭시 수지(고상 BPA계 수지 YD-011, 국도화학) 65중량부, MEK(메틸에틸케톤, 대진화학) 50중량부 및 Phenoxy(YP-50, 국도화학) 6중량부를 혼합기에 투입하고, 교반기를 이용하여 70도의 온도에서 약 4시간 동안 1차 혼합시켰다. 1차 혼합된 결과물에 경화촉진제 (DCMU, Air Product) 3중량부를 투입하고, 교반기를 이용하여 약 1시간 동안 2차 혼합시켰다. 2차 혼합된 결과물에 경화제(DICY, Air Product) 6중량부를 투입하고, 교반기를 이용하여 약 30분 동안 3차 혼합시켰다. 혼합이 완료된 에폭시 수지 조성물을 아라미드 섬유(헤라크론 HF 300 원사, 코오롱) 100중량부에 함침하여 프리프레그를 제조하였다.
- [0218] [에폭시 수지 조성물을 이용한 아라미드 프리프레그의 물성 평가]
- [0219] Reference, 실시예 1, 비교예 1 및 비교예 2에서 제조된 아라미드 프리프레그의 전단강도(만능재료 시험기, INSTRON 3382)를 평가하여 그 결과를 표 1에 나타내었다.
- [0220] 아라미드 섬유 프리프레그의 전단강도 측정은 만능재료 시험기를 이용하여, ASTM-D3165의 시험 규격에 준하여 전단 강도 시험을 시행하였다.
- [0221] 참고로, 아라미드 프리프레그의 전단접착강도 측정 시, 아라미드 섬유와 수지의 계면에서 파괴가 이루어진다.

따라서, 아라미드 프리프레그의 전단접착강도를 평가하는 것은 아라미드 섬유와 수지간 접착력을 평가하는 유용한 측정 방법이라고 할 수 있다.

[0222] 표1

	Reference	실시에 1	비교예 1	비교예 2
에폭시 수지 조성물				
(에폭시 수지 [A])				
· 액상 BPA계 수지 YD128	35	35	35	35
· 고상 BPA계 수지 YD011	65	65	65	65
(TPAE [B])				
· Nylon-Multipolymer (TPAE-32)		6		
(경화제 [C])				
· DICY	6	6	6	6
(경화촉진제 [D])				
· DCMU	3	3	3	3
(기타첨가제)				
· Polyvinylfomal (PVF-K)			6	
· Phenoxy (YP-50)				6
평가				
Shear Strength(MPa)	754	860	781	732
Relative Value(%)	100	114	103.5	97

- [0223]
- [0224] 표 1로부터, Thermoplastic Polyamide Elastomer(TPAE-32, TOKA)를 사용한 실시예 1이 Reference와 비교예 1 및 2에 비해 전단강도가 우수함을 알 수 있다. 본 발명의 실시예 1은 Reference를 기준으로 전단강도가 약 14% 증가하였다.
- [0225] 통상적으로 프리프레그의 수지 첨가제로 사용되는 Polyvinylfomal (PVF-K)를 사용한 비교예 1은 전단강도가 약 3.5% 증가하였다. 반면, Phenoxy (YP-50)를 사용한 비교예 2는 전단강도가 약 3% 감소되었다.
- [0226] 이와 같이 본 발명의 실시예 1의 Thermoplastic Polyamide Elastomer(TPAE-32, TOKA)를 사용한 아라미드 프리프레그의 전단강도성이 기존에 비해 향상된 것을 알 수 있다.
- [0227] 또한, 이 결과를 통해 아라미드 프리프레그와 수지 간의 접착력이 증가하였다고 판단할 수 있다. 이는 아라미드 섬유 프리프레그의 기계적 물성이 향상되었다는 것을 의미한다.
- [0228] 본 발명은 기존 아라미드 프리프레그의 문제점이었던 에폭시 수지와 아라미드 섬유 간 접착력을 향상시킨 효과를 제공할 수 있다.
- [0230] 이상 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 아라미드 섬유 강화 복합재료용 에폭시 수지 조성물, 프리프레그 및 섬유 강화 복합재료는 접착성과 전단강도가 향상되었다. 이러한 고강성, 고강도 및 진동감쇠 특성을 이용하여 다양한 산업분야에 응용할 수 있다.
- [0232] 이상에서 설명한 본 발명은 전술한 실시예에 의해 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능함은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명백할 것이다.

부호의 설명

- [0234] 10: 아라미드 프리프레그
 100: 에폭시 수지 조성물

200: 아라미드 섬유

도면

도면1

