



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0066246
(43) 공개일자 2024년05월14일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C08L 63/00 (2006.01) *B01D 53/14* (2006.01)
B32B 27/06 (2006.01) *B32B 27/20* (2006.01)
B32B 37/14 (2006.01) *B32B 5/18* (2006.01)
C08G 59/50 (2006.01) *C08J 9/08* (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C08L 63/00 (2013.01)
B01D 53/14 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2024-7004098
- (22) 출원일자(국제) 2022년08월18일
 심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2024년02월02일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2022/031250
- (87) 국제공개번호 WO 2023/032698
 국제공개일자 2023년03월09일
- (30) 우선권주장
 JP-P-2021-143143 2021년09월02일 일본(JP)
 JP-P-2022-070863 2022년04월22일 일본(JP)

- (71) 출원인
미쯔비시 가스 케미칼 컴파니, 인코포레이티드
 일본 도쿄 100-8324 짜요다구 마루노우찌 2-쵸메 5-2
- (72) 발명자
코우노, 카즈키
 일본국, 카나가와 2540016, 히라츠카-시, 히가시야와타 5-쵸메, 6-2, 미쯔비시 가스 케미칼 컴파니 인코포레이티드 히라츠카 연구소내
카와시마, 유키
 일본국, 카나가와 2540016, 히라츠카-시, 히가시야와타 5-쵸메, 6-2, 미쯔비시 가스 케미칼 컴파니 인코포레이티드 히라츠카 연구소내
이케우치, 코우스케
 일본국, 카나가와 2540016, 히라츠카-시, 히가시야와타 5-쵸메, 6-2, 미쯔비시 가스 케미칼 컴파니 인코포레이티드 히라츠카 연구소내
- (74) 대리인
특허법인씨엔에스

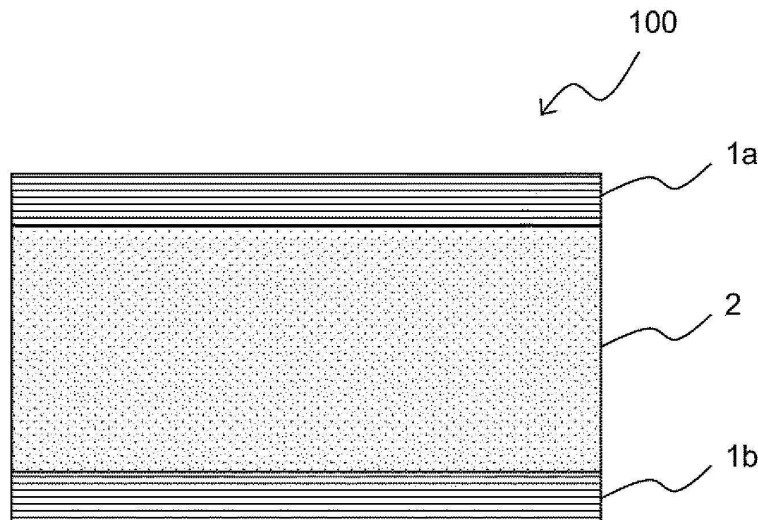
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 **에폭시 수지계 발포체, 이산화탄소 흡수제, 에폭시 수지계 발포체의 제조방법, 다층 구조체 그리고 그의 제조방법**

(57) 요약

아민계 경화제(A) 및 에폭시 수지(B)를 포함하는 에폭시 수지 조성물(C)을 발포하여 이루어지는 에폭시 수지계 발포체(D)로서, 상기 아민계 경화제(A)가, 환식 아민 화합물(a1)을 포함하는 아민 화합물과 이산화탄소와의 반응물(a2)을 포함하고, 상기 환식 아민 화합물(a1)이 제1급 탄소원자에 결합한 아미노기를 갖는, 에폭시 수지계 발포체이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B32B 27/065 (2013.01)

B32B 27/20 (2013.01)

B32B 37/14 (2013.01)

B32B 5/18 (2013.01)

C08G 59/50 (2013.01)

C08J 9/08 (2013.01)

B32B 2266/0271 (2013.01)

C08L 2203/14 (2013.01)

로 수소원자 또는 탄소수 1 이상 4 이하의 탄화수소기를 나타내고, x 및 y는 각각 독립적으로 0 이상 6 이하의 정수를 나타내고, x+y는 1 이상 6 이하이고, p 및 q는 각각 독립적으로 0 이상 4 이하의 정수이고, p 및 q 중 적어도 일방이 1 이상이다.)

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 환식 아민 화합물(a1)의 아미노기의 수가 2 이상 6 이하인, 에폭시 수지계 발포체.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 환식 아민 화합물(a1)의 환상 구조가 5원환 및 6원환으로부터 선택되는 적어도 1종을 포함하는, 에폭시 수지계 발포체.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 환식 아민 화합물(a1)이 비스(아미노메틸)시클로헥산 및 그의 유도체, 리모넨디아민 및 그의 유도체, 그리고 이소포론디아민 및 그의 유도체로부터 선택되는 적어도 1종을 포함하는, 에폭시 수지계 발포체.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 기재된 에폭시 수지계 발포체(D)를 포함하는 이산화탄소 흡수제.

청구항 11

아민계 경화제(A) 및 에폭시 수지(B)를 포함하는 에폭시 수지 조성물(C)을 발포하는 공정을 포함하고,
상기 아민계 경화제(A)가, 환식 아민 화합물(a1)을 포함하는 아민 화합물과 이산화탄소와의 반응물(a2)을 포함하고, 상기 환식 아민 화합물(a1)이 제1급 탄소원자에 결합한 아미노기를 갖는, 에폭시 수지계 발포체의 제조방법.

청구항 12

제11항에 있어서,
상기 에폭시 수지 조성물(C)을 발포하는 공정 전에, 상기 아민 화합물을 이산화탄소 농도가 0.01체적% 이상 10체적% 이하인 기체에 접촉시킴으로써, 상기 아민 화합물과 상기 이산화탄소를 반응시켜 상기 반응물(a2)을 얻는 공정을 추가로 포함하는, 에폭시 수지계 발포체의 제조방법.

청구항 13

제11항 또는 제12항에 있어서,
상기 아민 화합물을 23℃, 50%RH의 공기환경하, 1주간 정치했을 때의, 하기 식으로 산출되는 상기 아민 화합물의 질량증가율이 15질량% 이상 50질량% 이하인, 에폭시 수지계 발포체의 제조방법.
아민 화합물의 질량증가율[질량%]=100×아민 화합물의 질량증가량(g)/(아민 화합물의 질량(g)+아민 화합물의 질량증가량(g))

청구항 14

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 기재된 에폭시 수지계 발포체의 적어도 편면에 외층을 갖는, 다층 구조체.

청구항 15

제14항에 있어서,
상기 다층 구조체가, 외층(Ia), 상기 에폭시 수지계 발포체로 이루어지는 코어층, 및 외층(Ib)을 순서대로

갖는, 다층 구조체.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 외층(Ia) 및 상기 외층(Ib) 중 적어도 일방이, 매트릭스 수지 및 강화섬유를 포함하는 섬유강화 복합체인, 다층 구조체.

청구항 17

하기 공정(i)~공정(iii)으로부터 선택되는 적어도 하나의 공정을 포함하는, 제15항 또는 제16항에 기재된 다층 구조체의 제조방법.

공정(i): 상기 외층(Ia) 또는 그의 전구체, 상기 아민계 경화제(A) 및 에폭시 수지(B)를 포함하는 에폭시 수지 조성물(C)로 이루어지는 발포성 층(II), 및, 상기 외층(Ib) 또는 그의 전구체를 순서대로 적층하여 적층체(i)를 제작하고, 이어서, 상기 발포성 층(II)을 발포시키는 공정

공정(ii): 상기 외층(Ia) 또는 그의 전구체, 상기 코어층, 및, 상기 외층(Ib) 또는 그의 전구체를 순서대로 적층하여 적층체(ii)를 제작하고, 이어서, 상기 외층(Ia) 또는 그의 전구체, 상기 코어층, 및 상기 외층(Ib) 또는 그의 전구체를 일체화시키는 공정

공정(iii): 상기 외층(Ia) 또는 그의 전구체와 상기 코어층을 적층하고, 일체화시켜 적층체(iii)를 제작한 후, 이 적층체(iii)와, 상기 외층(Ib) 또는 그의 전구체를 적층하고, 일체화시키는 공정

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 에폭시 수지계 발포체, 이산화탄소 흡수체, 에폭시 수지계 발포체의 제조방법, 다층 구조체 그리고 그의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 에폭시 수지는, 예를 들어, 내열성, 내약품성, 밀착성, 접착성, 내식성, 전기절연성, 가요성 등이 우수하여, 도료, 토목, 전재(電材), 접착용도 등의 각종 분야에서 폭넓게 이용되고 있다. 또한, 에폭시 수지를 발포시킴으로써, 에폭시 수지에 단열성, 차음성, 경량성 등의 기능을 부여하는 것도 검토되고 있다.

[0003] 에폭시 수지계 발포체에 관한 기술로는, 예를 들어, 특허문헌 1 및 2에 기재된 것을 들 수 있다.

[0004] 특허문헌 1에는, (A)1분자 중에 1개 이상의 에폭시기를 포함하는 액상 에폭시 수지 100중량부당, (B)평균입자경이 300 μm 이하인 메타아크릴계 수지 10~200중량부, (C)멜트인덱스가 100 이하이며 또한 평균입자경이 300 μm 이하인 폴리에틸렌계 수지 10~200중량부, (D)에폭시 수지용 잠재성 경화제 0.5~20중량부, (E)분해가스 발생온도가 100~220℃인 발포제 0.5~20중량부 및 (F)계면활성제 0.05~5중량부로 이루어지는 것을 특징으로 하는 에폭시 수지계 발포성 조성물이, 경량이며 고강성을 갖는 치밀한 발포체를 부여하는 데다가, 유면(油面) 금속에 대해서도 강고하게 접착시킬 수 있고, 게다가 내열성이 양호하다고 기재되어 있다.

[0005] 특허문헌 2에는, 에폭시 수지(A)와 경화제(B)를 배합하여 이루어지는 에폭시 수지 조성물을 경화시킬 때에, 에폭시 수지(A)와 경화제(B)의 반응에 의해 저분자량 화합물을 생성시키고, 반응열에 의해 이 저분자 화합물을 기화시켜 발포시키는 것을 특징으로 하는 에폭시 수지 발포체의 제조방법이 기재되어 있으며, 상기 제조방법에 따르면, 발포체를 첨가하지 않아도, 또한, 외부가열을 가하지 않아도 빙점 부근으로부터 상온분위기하에 있어서 균일하며 치밀한 기포구조를 갖는 에폭시 수지 발포체를 현장시공 레벨로 용이하게 제조할 수 있다고 기재되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 일본특허공개 H5-194780호 공보

(특허문헌 0002) 일본특허공개 2006-225438호 공보

발명의 내용

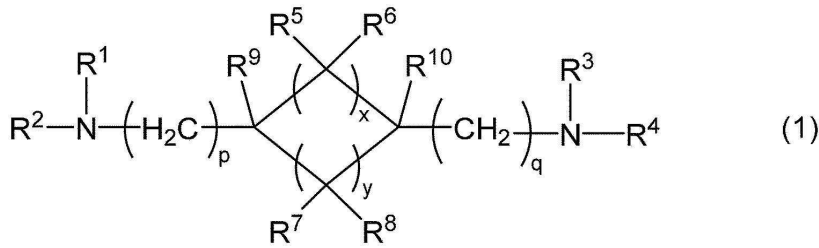
해결하려는 과제

- [0007] 특허문헌 1 및 2에서는, 에폭시 수지계 발포체의 이산화탄소 흡수능력에 대해서는 검토되어 있지 않다.
- [0008] 본 발명은 상기 사정을 감안하여 이루어진 것으로, 이산화탄소 흡수능력이 향상된 에폭시 수지계 발포체를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0009] 본 발명자들은, 상기 과제를 해결하기 위해 예의 검토를 거듭하였다. 그 결과, 아민계 경화제 및 에폭시 수지를 포함하는 에폭시 수지 조성물을 발포하여 이루어지는 에폭시 수지계 발포체에 있어서, 상기 아민계 경화제가, 환식 아민 화합물을 포함하는 아민 화합물과 이산화탄소와의 반응물을 포함함과 함께, 상기 환식 아민 화합물이 제1급 탄소원자에 결합한 아미노기를 가짐으로써, 에폭시 수지계 발포체의 이산화탄소 흡수능력을 향상할 수 있는 것을 발견하여, 본 발명을 완성시켰다.
- [0010] 즉, 본 발명에 따르면, 이하에 나타내는 에폭시 수지계 발포체, 이산화탄소 흡수제, 에폭시 수지계 발포체의 제조방법, 다층 구조체 그리고 그의 제조방법이 제공된다.
- [0011] [1]
- [0012] 아민계 경화제(A) 및 에폭시 수지(B)를 포함하는 에폭시 수지 조성물(C)을 발포하여 이루어지는 에폭시 수지계 발포체(D)로서,
- [0013] 상기 아민계 경화제(A)가, 환식 아민 화합물(a1)을 포함하는 아민 화합물과 이산화탄소와의 반응물(a2)을 포함하고, 상기 환식 아민 화합물(a1)이 제1급 탄소원자에 결합한 아미노기를 갖는, 에폭시 수지계 발포체.
- [0014] [2]
- [0015] 상기 아민 화합물을 23℃, 50%RH의 공기환경하, 1주간 정치했을 때의, 하기 식으로 산출되는 상기 아민 화합물의 질량증가율이 15질량% 이상 50질량% 이하인, 상기 [1]에 기재된 에폭시 수지계 발포체.
- [0016] 아민 화합물의 질량증가율[질량%]=100×아민 화합물의 질량증가량(g)/(아민 화합물의 질량(g)+아민 화합물의 질량증가량(g))
- [0017] [3]
- [0018] 상기 에폭시 수지계 발포체(D)의 단위체적당 이산화탄소의 흡수량이 0.003g/cm³ 이상인, 상기 [1] 또는 [2]에 기재된 에폭시 수지계 발포체.
- [0019] [4]
- [0020] 상기 에폭시 수지계 발포체(D)의 밀도가 0.01g/cm³ 이상 0.80g/cm³ 이하인, 상기 [1]~[3] 중 어느 하나에 기재된 에폭시 수지계 발포체.
- [0021] [5]
- [0022] 상기 에폭시 수지(B)가, 방향환 또는 지환식 구조를 분자 내에 갖는 에폭시 수지를 포함하는, 상기 [1]~[4] 중 어느 하나에 기재된 에폭시 수지계 발포체.
- [0023] [6]
- [0024] 상기 환식 아민 화합물(a1)이 하기 식(1)로 표시되는 화합물을 포함하는, 상기 [1]~[5] 중 어느 하나에 기재된 에폭시 수지계 발포체.

[0025] [화학식 1]



[0026]

[0027] (상기 식(1) 중, R¹~R⁴는 각각 독립적으로 수소원자, 또는 아미노기, 시아노기 및 페닐기로부터 선택되는 적어도 1종의 치환기를 갖고 있을 수도 있는 탄소수 1 이상 10 이하의 탄화수소기를 나타내고, R⁵~R¹⁰은 각각 독립적으로 수소원자 또는 탄소수 1 이상 4 이하의 탄화수소기를 나타내고, x 및 y는 각각 독립적으로 0 이상 6 이하의 정수를 나타내고, x+y는 1 이상 6 이하이고, p 및 q는 각각 독립적으로 0 이상 4 이하의 정수이고, p 및 q 중 적어도 일방이 1 이상이다.)

[0028] [7]

[0029] 상기 환식 아민 화합물(a1)의 아미노기의 수가 2 이상 6 이하인, 상기 [1]~[6] 중 어느 하나에 기재된 에폭시 수지계 발포체.

[0030] [8]

[0031] 상기 환식 아민 화합물(a1)의 환상 구조가 5원환 및 6원환으로부터 선택되는 적어도 1종을 포함하는, 상기 [1]~[7] 중 어느 하나에 기재된 에폭시 수지계 발포체.

[0032] [9]

[0033] 상기 환식 아민 화합물(a1)이 비스(아미노메틸)시클로hexan 및 그의 유도체, 리모넨디아민 및 그의 유도체, 그리고 이소포론디아민 및 그의 유도체로부터 선택되는 적어도 1종을 포함하는, 상기 [1]~[8] 중 어느 하나에 기재된 에폭시 수지계 발포체.

[0034] [10]

[0035] 상기 [1]~[9] 중 어느 하나에 기재된 에폭시 수지계 발포체(D)를 포함하는 이산화탄소 흡수제.

[0036] [11]

[0037] 아민계 경화제(A) 및 에폭시 수지(B)를 포함하는 에폭시 수지 조성물(C)을 발포하는 공정을 포함하고,

[0038] 상기 아민계 경화제(A)가, 환식 아민 화합물(a1)을 포함하는 아민 화합물과 이산화탄소와의 반응물(a2)을 포함하고, 상기 환식 아민 화합물(a1)이 제1급 탄소원자에 결합한 아미노기를 갖는, 에폭시 수지계 발포체의 제조방법.

[0039] [12]

[0040] 상기 에폭시 수지 조성물(C)을 발포하는 공정 전에, 상기 아민 화합물을 이산화탄소 농도가 0.01체적% 이상 10 체적% 이하인 기체에 접촉시킴으로써, 상기 아민 화합물과 상기 이산화탄소를 반응시켜 상기 반응물(a2)을 얻는 공정을 추가로 포함하는, 상기 [11]에 기재된 에폭시 수지계 발포체의 제조방법.

[0041] [13]

[0042] 상기 아민 화합물을 23℃, 50%RH의 공기환경하, 1주간 정치했을 때의, 하기 식으로 산출되는 상기 아민 화합물의 질량증가율이 15질량% 이상 50질량% 이하인, 상기 [11] 또는 [12]에 기재된 에폭시 수지계 발포체의 제조방법.

[0043] 아민 화합물의 질량증가율[질량%]=100×아민 화합물의 질량증가량(g)/(아민 화합물의 질량(g)+아민 화합물의 질량증가량(g))

[0044] [14]

- [0045] 상기 [1]~[9] 중 어느 하나에 기재된 에폭시 수지계 발포체의 적어도 편면에 외층을 갖는, 다층 구조체.
- [0046] [15]
- [0047] 상기 다층 구조체가, 외층(Ia), 상기 에폭시 수지계 발포체로 이루어지는 코어층, 및 외층(Ib)을 순서대로 갖는, 상기 [14]에 기재된 다층 구조체.
- [0048] [16]
- [0049] 상기 외층(Ia) 및 상기 외층(Ib) 중 적어도 일방이, 매트릭스 수지 및 강화섬유를 포함하는 섬유강화 복합체인, 상기 [15]에 기재된 다층 구조체.
- [0050] [17]
- [0051] 하기 공정(i)~공정(iii)으로부터 선택되는 적어도 하나의 공정을 포함하는, 상기 [15] 또는 [16]에 기재된 다층 구조체의 제조방법.
- [0052] 공정(i): 상기 외층(Ia) 또는 그의 전구체, 상기 아민계 경화제(A) 및 에폭시 수지(B)를 포함하는 에폭시 수지 조성물(C)로 이루어지는 발포성 층(II), 및, 상기 외층(Ib) 또는 그의 전구체를 순서대로 적층하여 적층체(i)를 제작하고, 이어서, 상기 발포성 층(II)을 발포시키는 공정
- [0053] 공정(ii): 상기 외층(Ia) 또는 그의 전구체, 상기 코어층, 및, 상기 외층(Ib) 또는 그의 전구체를 순서대로 적층하여 적층체(ii)를 제작하고, 이어서, 상기 외층(Ia) 또는 그의 전구체, 상기 코어층, 및 상기 외층(Ib) 또는 그의 전구체를 일체화시키는 공정
- [0054] 공정(iii): 상기 외층(Ia) 또는 그의 전구체와 상기 코어층을 적층하고, 일체화시켜 적층체(iii)를 제작한 후, 이 적층체(iii)와, 상기 외층(Ib) 또는 그의 전구체를 적층하고, 일체화시키는 공정

발명의 효과

- [0055] 본 발명에 따르면, 이산화탄소 흡수능력이 향상된 에폭시 수지계 발포체를 제공할 수 있다. 이 발포체는, 다층 구조체의 코어재로도 유용하다.

도면의 간단한 설명

- [0056] 도 1은 본 발명의 다층 구조체의 일 실시형태를 나타내는 단면 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0057] 본 발명을 실시하기 위한 형태(이하, 간단히 「본 실시형태」라고 한다.)에 대하여 상세히 설명한다. 이하의 본 실시형태는, 본 발명을 설명하기 위한 예시이며, 본 발명의 내용을 한정하지 않는다. 본 발명은, 그 요지의 범위 내에서 적당히 변형하여 실시할 수 있다. 본 실시형태에 있어서, 바람직하다고 되어 있는 규정은 임의로 채용할 수 있고, 바람직한 것끼리의 조합은 보다 바람직하다고 할 수 있다. 본 실시형태에 있어서, 「XX-YY」의 기재는, 「XX 이상 YY 이하」를 의미한다.

[0058] [에폭시 수지계 발포체]

- [0059] 본 발명의 에폭시 수지계 발포체는, 아민계 경화제(A) 및 에폭시 수지(B)를 포함하는 에폭시 수지 조성물(C)을 발포하여 이루어지는 에폭시 수지계 발포체(D)로서, 아민계 경화제(A)가, 환식 아민 화합물(a1)을 포함하는 아민 화합물과 이산화탄소와의 반응물(a2)을 포함하고, 환식 아민 화합물(a1)이 제1급 탄소원자에 결합한 아미노기를 갖는다.

[0060] 본 발명의 에폭시 수지계 발포체는, 이산화탄소 흡수능력이 향상된 발포체이다.

- [0061] 본 실시형태에 있어서, 「이산화탄소 흡수능력이 향상」이란, 공기 중의 저농도(약 0.04체적%)의 이산화탄소에 대한 흡수량이 보다 많은 것을 의미하고, 「제1급 탄소원자」란, 다른 탄소원자 1개와 결합하고 있는 탄소원자를 의미한다. 「반복사용성」이란, 이산화탄소의 흡수와 해리의 사이클시험을 행했을 때의 이산화탄소 흡수량의 유지율을 의미한다.

[0062] 에폭시 수지계 발포체(D)는, 에폭시 수지(B)를 경화시키기 위한 경화제로서, 환식 아민 화합물(a1)을 포함하는 아민 화합물과 이산화탄소와의 반응물(a2)을 포함하는 아민계 경화제(A)를 이용함으로써, 이산화탄소 흡수능력

을 향상시킬 수 있다. 그 이유는 확실하지는 않으나, 이하와 같이 생각된다.

[0063] 우선, 에폭시 수지 조성물(C)을 가열함으로써, 반응물(a2)로부터 환식 아민 화합물(a1)을 포함하는 아민 화합물 및 이산화탄소가 생성된다. 이때, 생성된 이산화탄소에 의해 에폭시 수지 조성물(C)이 발포함과 함께, 생성된 아민 화합물과 에폭시 수지(B)가 반응하여 에폭시 수지 조성물(C)의 경화가 일어남으로써, 에폭시 수지계 발포체(D)가 얻어진다.

[0064] 즉, 에폭시 수지계 발포체(D)에 있어서의 발포구조는, 다공구조이기 때문에 표면적이 크고, 나아가 이산화탄소가 해리하여 형성된 구조이기 때문에, 이산화탄소를 흡수하기 쉬운 구조로 되어 있다고 생각된다.

[0065] 또한, 환식 아민 화합물(a1)은, 제1급 탄소원자에 결합한 아미노기를 갖는다. 이러한 아미노기는 입체장애가 작고, 이산화탄소를 흡수하기 쉽다고 생각된다.

[0066] 이상의 이유로부터, 에폭시 수지계 발포체(D)는, 이산화탄소 흡수능력을 향상할 수 있다고 생각된다.

[0067] <아민계 경화제(A)>

[0068] 아민계 경화제(A)는, 환식 아민 화합물(a1)을 포함하는 아민 화합물과 이산화탄소와의 반응물(a2)을 포함한다.

[0069] 환식 아민 화합물(a1)은, 환상 구조를 갖는 아민 화합물이다. 환식 아민 화합물(a1)의 환상 구조로는, 예를 들어, 지환식 탄화수소구조, 방향족 탄화수소구조, 환 중에 헤테로원자를 포함하는 복소환식 구조 등을 들 수 있고, 환식 아민 화합물(a1)로부터의 이산화탄소의 해리성을 보다 향상시키는 관점에서, 지환식 탄화수소구조를 포함하는 것이 바람직하다.

[0070] 여기서, 본 실시형태에 있어서, 지환식 탄화수소구조란, 방향족성을 갖지 않는 포화 또는 불포화의 탄소와 수소로 이루어지는 환상 구조를 말하며, 환 중에 헤테로원자를 포함하는 복소환식 구조는 제외된다. 또한, 복소환식 구조란, 환 중에 헤테로원자를 포함하는 복소환구조를 말한다.

[0071] 환식 아민 화합물(a1)의 환상 구조는, 이산화탄소와의 반응성 및 발포성을 보다 향상시키는 관점에서, 5원환 및 6원환으로부터 선택되는 적어도 1종을 포함하는 것이 바람직하고, 6원환을 포함하는 것이 보다 바람직하다. 포화 6원환을 포함하는 환식 아민 화합물(a1)은, 시스체, 트랜스체, 시스체와 트랜스체의 혼합물 중 어느 것이어도 된다.

[0072] 또한, 환식 아민 화합물(a1)은, 이산화탄소와의 반응성 및 발포성을 보다 향상시키는 관점에서, 환상 구조를 1개 갖는 것이 바람직하다. 즉, 환식 아민 화합물(a1)은 단환식 화합물인 것이 바람직하다.

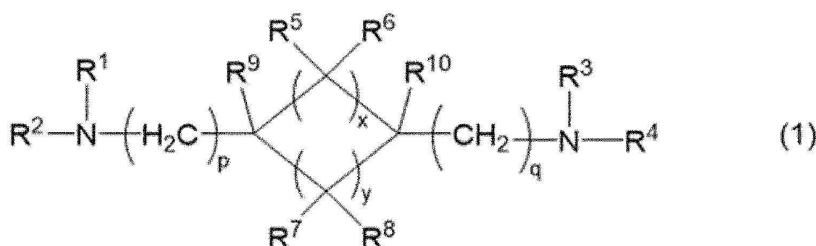
[0073] 환식 아민 화합물(a1)의 지환식 탄화수소구조로는, 예를 들어 시클로프로판환, 시클로부탄환, 시클로펜탄환, 시클로헥산환, 시클로헵탄환, 시클로옥탄환 등을 들 수 있다. 상기 환구조 중에서도, 시클로펜탄환, 시클로헥산환이 바람직하고, 시클로헥산환이 보다 바람직하고, 1,3-치환된 시클로헥산환이 더욱 바람직하다.

[0074] 환식 아민 화합물(a1)의 아미노기의 수는, 이산화탄소와의 반응성, 경화성 및 발포성을 보다 향상시키는 관점에서, 바람직하게는 2 이상이고, 그리고, 바람직하게는 6 이하, 보다 바람직하게는 4 이하, 더욱 바람직하게는 3 이하, 더욱 바람직하게는 2이다.

[0075] 또한, 아미노기로는, 이산화탄소와의 반응성, 경화성 및 발포성을 보다 향상시키는 관점에서, 질소-수소결합을 갖는 아미노기가 바람직하고, 제1급 아미노기 및 제2급 아미노기로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종의 아미노기가 보다 바람직하고, 제1급 아미노기가 더욱 바람직하다.

[0076] 환식 아민 화합물(a1)은, 바람직하게는 하기 식(1)로 표시되는 화합물을 포함하고, 보다 바람직하게는 하기 식(1)로 표시되는 화합물이다.

[0077] [화학식 2]



[0078]

- [0079] 상기 식(1) 중, R^1 - R^4 는 각각 독립적으로 수소원자, 또는 아미노기, 시아노기 및 페닐기로부터 선택되는 적어도 1종의 치환기를 갖고 있을 수도 있는 탄소수 1 이상 10 이하의 탄화수소기를 나타내고, R^5 - R^{10} 은 각각 독립적으로 수소원자 또는 탄소수 1 이상 4 이하의 탄화수소기를 나타내고, x 및 y 는 각각 독립적으로 0 이상 6 이하의 정수를 나타내고, $x+y$ 는 1 이상 6 이하이고, p 및 q 는 각각 독립적으로 0 이상 4 이하의 정수이고, p 및 q 중 적어도 일방이 1 이상이다.
- [0080] R^1 - R^4 는, 각각 독립적으로, 수소원자, 또는 아미노기, 시아노기 및 페닐기로부터 선택되는 적어도 1종의 치환기를 갖고 있을 수도 있는 탄소수 1 이상 10 이하의 탄화수소기이고, 바람직하게는 수소원자, 또는 아미노기, 시아노기 및 페닐기로부터 선택되는 적어도 1종의 치환기를 갖고 있을 수도 있는 탄소수 1 이상 4 이하의 알킬기이고, 보다 바람직하게는 수소원자, 또는 아미노기 및 시아노기로부터 선택되는 적어도 1종의 치환기를 갖고 있을 수도 있는 탄소수 1 이상 4 이하의 알킬기이고, 더욱 바람직하게는 수소원자, 또는 아미노기 및 시아노기로부터 선택되는 적어도 1종의 치환기를 갖고 있을 수도 있는 탄소수 2 이상 4 이하의 알킬기이고, 더욱 바람직하게는 수소원자이다.
- [0081] R^1 - R^4 의 탄화수소기의 탄소수는, 각각 독립적으로, 1 이상, 바람직하게는 2 이상, 그리고 10 이하, 바람직하게는 5 이하, 보다 바람직하게는 4 이하, 더욱 바람직하게는 3 이하이다.
- [0082] R^5 - R^{10} 은, 각각 독립적으로, 수소원자 또는 탄소수 1 이상 4 이하의 탄화수소기이고, 바람직하게는 수소원자 또는 탄소수 1 이상 4 이하의 알킬기이고, 보다 바람직하게는 수소원자 또는 탄소수 1 이상 3 이하의 알킬기이고, 더욱 바람직하게는 수소원자 또는 메틸기이고, 더욱 바람직하게는 수소원자이다.
- [0083] R^5 - R^{10} 의 탄화수소기의 탄소수는, 각각 독립적으로, 1 이상 4 이하, 바람직하게는 1 또는 2, 보다 바람직하게는 1이다.
- [0084] p 및 q 는, 각각 독립적으로, 0 이상, 바람직하게는 1 이상이고, 그리고 4 이하, 바람직하게는 2 이하, 보다 바람직하게는 1이다. 단, p 및 q 중 적어도 일방이 1 이상이다.
- [0085] x 및 y 는, 각각 독립적으로, 0 이상 6 이하의 정수를 나타내고, $x+y$ 는 1 이상 6 이하이다. 이산화탄소 흡수량 및 발포성을 보다 향상시키는 관점에서, $x+y$ 는, 바람직하게는 2 이상, 보다 바람직하게는 3 이상, 더욱 바람직하게는 4 이상이고, 이산화탄소 흡수량 및 발포성을 보다 향상시키는 관점에서, 바람직하게는 5 이하, 보다 바람직하게는 4이다. 즉, 치환식 탄화수소구조는 5원환 또는 6원환인 것이 바람직하고, 6원환인 것이 보다 바람직하다. $x+y$ 가 4인 경우, 바람직하게는 x 가 1이고, y 가 3이다.
- [0086] 환식 아민 화합물(a1)로는, 이산화탄소와의 반응성, 경화성 및 발포성을 보다 향상시키는 관점에서, *o*-자일틸렌디아민 및 그의 유도체, *m*-자일틸렌디아민 및 그의 유도체, *p*-자일틸렌디아민 및 그의 유도체, 비스(아미노메틸)시클로hex산 및 그의 유도체, N-(2-아미노에틸)피페라진 및 그의 유도체, 리모넨디아민 및 그의 유도체, 이소포론디아민 및 그의 유도체, 2,5-비스(아미노메틸)푸란 및 그의 유도체, 그리고, 2,5-비스(아미노메틸)테트라하이드로푸란 및 그의 유도체로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종을 포함하는 것이 바람직하고, *m*-자일틸렌디아민 및 그의 유도체, 비스(아미노메틸)시클로hex산 및 그의 유도체, N-(2-아미노에틸)피페라진 및 그의 유도체, 리모넨디아민 및 그의 유도체, 그리고, 이소포론디아민 및 그의 유도체로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종을 포함하는 것이 보다 바람직하고, 비스(아미노메틸)시클로hex산 및 그의 유도체, 리모넨디아민 및 그의 유도체, 그리고 이소포론디아민 및 그의 유도체로부터 선택되는 적어도 1종을 포함하는 것이 더욱 바람직하고, 비스(아미노메틸)시클로hex산 및 그의 유도체가 더욱 바람직하고, 1,3-비스(아미노메틸)시클로hex산 및 그의 유도체가 더욱 바람직하고, 1,3-비스(아미노메틸)시클로hex산이 더욱 바람직하다.
- [0087] 여기서, 상기 각종 아민의 유도체로는, 예를 들어, 아미노기의 수소원자 중 적어도 1개가, 아미노기, 시아노기 및 페닐기로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종의 치환기를 갖고 있을 수도 있는 탄소수 1 이상 10 이하의 탄화수소기, 바람직하게는 아미노기, 시아노기 및 페닐기로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종의 치환기를 갖고 있을 수도 있는 탄소수 1 이상 4 이하의 알킬기, 보다 바람직하게는 아미노기 및 시아노기로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종의 치환기를 갖고 있을 수도 있는 탄소수 1 이상 4 이하의 알킬기, 더욱 바람직하게는 아미노기 및 시아노기로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종의 치환기를 갖고 있을 수도 있는 탄소수 2 이상 4 이하의 알킬기로 치환된 화합물을 들 수 있다.
- [0088] 또한, 상기 각종 아민의 유도체로는, 예를 들어, 환상 구조의 수소원자 중 적어도 일부가 탄소수 1 이상 4 이하

의 탄화수소기, 바람직하게는 탄소수 1 이상 3 이하의 알킬기, 보다 바람직하게는 메틸기 또는 에틸기, 더욱 바람직하게는 메틸기로 치환된 화합물을 들 수 있다.

- [0089] 이들 환식 아민 화합물(a1)은, 단독으로 또는 2종 이상을 조합하여 이용할 수 있다.
- [0090] 반응물(a2)에 있어서의 아민 화합물 중의 환식 아민 화합물(a1)의 비율은, 이산화탄소 흡수량 및 발포성을 보다 향상시키는 관점에서, 아민 화합물의 전체량을 100질량부로 했을 때, 바람직하게는 50질량부 이상, 보다 바람직하게는 60질량부 이상, 더욱 바람직하게는 70질량부 이상, 더욱 바람직하게는 80질량부 이상, 더욱 바람직하게는 90질량부 이상, 더욱 바람직하게는 95질량부 이상이고, 그리고 바람직하게는 100질량부 이하이다.
- [0091] 환식 아민 화합물(a1) 이외의 아민 화합물로는, 예를 들어, 환식 아민 화합물(a1) 이외의 환식 아민 화합물; 모노에탄올아민, 2-아미노-2-메틸-1-프로판올, 디에탄올아민, 2-(메틸아미노)에탄올, 2-(에틸아미노)에탄올, 2-(디메틸아미노)에탄올, 2-(디에틸아미노)에탄올, 에틸렌디아민, N,N'-디메틸에틸렌디아민, 디에틸렌트리아민 등의 비환식 지방족계 아민 화합물을 들 수 있다.
- [0092] 아민계 경화제(A)는, 이산화탄소와 반응하고 있지 않은 아민 화합물 등의, 반응물(a2) 이외의 성분을 함유할 수도 있다. 이산화탄소와 반응하고 있지 않은 아민 화합물로는, 상기 환식 아민 화합물(a1)이 호적하다. 바람직한 화합물에 대해서도 환식 아민 화합물(a1)과 동일하고, o-자일틸렌디아민 및 그의 유도체, m-자일틸렌디아민 및 그의 유도체, p-자일틸렌디아민 및 그의 유도체, 비스(아미노메틸)시클로hexan 및 그의 유도체, N-(2-아미노에틸)피페라진 및 그의 유도체, 리모넨디아민 및 그의 유도체, 이소포론디아민 및 그의 유도체, 2,5-비스아미노메틸푸란 및 그의 유도체, 그리고, 2,5-비스(아미노메틸)테트라하이드로푸란 및 그의 유도체로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종이 바람직하고, m-자일틸렌디아민 및 그의 유도체, 비스(아미노메틸)시클로hexan 및 그의 유도체, 그리고, 이소포론디아민 및 그의 유도체로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종을 포함하는 것이 보다 바람직하고, m-자일틸렌디아민, 1,3-비스(아미노메틸)시클로hexan, 및 이소포론디아민으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종이 더욱 바람직하다.
- [0093] 이산화탄소와 반응하고 있지 않은 아민 화합물은, 반응물(a2)에 있어서의 아민 화합물과 동일한 아민 화합물이어도 되고, 상이한 종류의 아민 화합물이어도 된다.
- [0094] 아민계 경화제(A) 중의 반응물(a2)의 함유량은, 이산화탄소 흡수량 및 발포성을 보다 향상시키는 관점에서는, 아민계 경화제(A)의 전체량을 100질량%로 했을 때, 바람직하게는 50질량% 이상, 보다 바람직하게는 70질량% 이상, 더욱 바람직하게는 80질량% 이상, 더욱 바람직하게는 90질량% 이상, 더욱 바람직하게는 95질량% 이상, 더욱 바람직하게는 98질량% 이상이고, 그리고 바람직하게는 100질량% 이하이다.
- [0095] 또한, 아민계 경화제(A) 중의 반응물(a2)의 함유량은, 발포체의 기계강도를 향상시키는 관점에서는, 아민계 경화제(A)의 전체량을 100질량%로 했을 때, 바람직하게는 30질량% 이상, 보다 바람직하게는 40질량% 이상, 더욱 바람직하게는 50질량% 이상이고, 또한, 바람직하게는 90질량% 이하, 보다 바람직하게는 80질량% 이하, 더욱 바람직하게는 70질량% 이하이다.
- [0096] 이하의 방법으로 측정되는, 환식 아민 화합물(a1)의 이산화탄소 최대해리온도는, 이산화탄소의 해리성을 향상시키고, 발포성 및 예폭시 수지계 발포체의 반복사용성을 향상시키는 관점에서, 바람직하게는 200℃ 이하, 보다 바람직하게는 180℃ 이하, 더욱 바람직하게는 160℃ 이하, 더욱 바람직하게는 150℃ 이하, 더욱 바람직하게는 140℃ 이하, 더욱 바람직하게는 135℃ 이하, 더욱 바람직하게는 130℃ 이하이다. 상기 이산화탄소 최대해리온도의 하한값은 특별히 한정되지 않는데, 예를 들어 40℃ 이상이다.
- [0097] (방법)
- [0098] 이산화탄소를 흡수시킨 환식 아민 화합물(a1)을, 승온속도 10℃/분으로 23℃에서 250℃까지 가열하여, 이산화탄소의 탈리에 수반하는 흡열량이 최대가 되는 온도를 측정하고, 이 온도를 이산화탄소 최대해리온도로 한다. 여기서, 이산화탄소를 흡수시킨 환식 아민 화합물(a1)은, 예를 들어, 환식 아민 화합물(a1) 5mmol을 23℃, 50%RH의 공기 중에 24시간 정지함으로써 조제할 수 있다.
- [0099] 환식 아민 화합물(a1)의 산해리상수(pKa)는, 이산화탄소 흡수량 및 발포성을 보다 향상시키는 관점에서, 바람직하게는 8.0 이상, 보다 바람직하게는 8.5 이상, 더욱 바람직하게는 9.0 이상이고, 그리고 이산화탄소의 해리성을 향상시키고, 발포성 및 예폭시 수지계 발포체의 반복사용성을 보다 향상시키는 관점에서, 바람직하게는 12.0 이하, 보다 바람직하게는 11.5 이하, 더욱 바람직하게는 11.0 이하이다.

- [0100] 환식 아민 화합물(a1)의 산해리상수는, 산업기적정(適定)법에 기초한 하기 측정방법에 의해 구해지는 값이다.
- [0101] (1)환식 아민 화합물(a1) 0.2g을 정제수 30mL에 용해한다.
- [0102] (2)상기 (1)에 의해 얻어진 용액을, 전위차 자동적정(滴定)장치(예를 들어 교토전자공업주식회사제, AT-610)를 이용하여, 0.1 규정 과염소산-아세트산용액으로 적정함으로써 산해리상수(pKa)를 산출한다.
- [0103] 한편, 측정시의 온도는, 25±2℃로 한다.
- [0104] 환식 아민 화합물(a1)의 분자량은, 이산화탄소를 해리시킬 때의 열처리시의 중량감소를 억제하는 관점에서, 바람직하게는 110 이상, 보다 바람직하게는 120 이상, 더욱 바람직하게는 130 이상이고, 이산화탄소 흡수량 및 발포성을 보다 향상시키는 관점에서, 바람직하게는 200 이하, 보다 바람직하게는 180 이하, 더욱 바람직하게는 175 이하이다.
- [0105] 이하의 방법으로 측정되는 환식 아민 화합물(a1)의 최대흡열온도는, 이산화탄소를 해리시킬 때의 열처리시의 중량감소를 억제하는 관점에서, 바람직하게는 130℃ 이상, 보다 바람직하게는 140℃ 이상, 더욱 바람직하게는 150℃ 이상이고, 이산화탄소 흡수량 및 발포성을 보다 향상시키는 관점에서, 바람직하게는 260℃ 이하, 보다 바람직하게는 230℃ 이하, 더욱 바람직하게는 200℃ 이하, 더욱 바람직하게는 170℃ 이하이다.
- [0106] (방법)
- [0107] 환식 아민 화합물(a1)을, 승온속도 10℃/분으로 23℃에서 350℃까지 가열하여, 환식 아민 화합물(a1)의 휘발에 수반하는 흡열량이 최대가 되는 온도를 측정하고, 이 온도를 환식 아민 화합물(a1)의 최대흡열온도로 한다.
- [0108] 환식 아민 화합물(a1)의 아민가는, 이산화탄소 흡수량 및 발포성을 보다 향상시키는 관점에서, 바람직하게는 400mgKOH/g 이상, 보다 바람직하게는 500mgKOH/g 이상, 더욱 바람직하게는 600mgKOH/g 이상, 더욱 바람직하게는 650mgKOH/g 이상이고, 그리고 바람직하게는 1500mgKOH/g 이하, 보다 바람직하게는 1200mgKOH/g 이하, 더욱 바람직하게는 1000mgKOH/g 이하, 더욱 바람직하게는 900mgKOH/g 이하, 더욱 바람직하게는 850mgKOH/g 이하, 더욱 바람직하게는 800mgKOH/g 이하이다. 아민가란, 화합물 중의 아민의 양을 나타내고, 화합물 1g량을 중화하는 데에 요하는 산과 당량의 수산화칼륨(KOH)의 mg수를 말한다.
- [0109] 아민가는 JIS K7237-1995에 준하여, 하기 방법에 의해 측정할 수 있다.
- [0110] (1)환식 아민 화합물(a1) 0.1g을 아세트산 20mL에 용해한다.
- [0111] (2)상기 (1)에 의해 얻어진 용액을, 전위차 자동적정장치(예를 들어 교토전자공업주식회사제, AT-610)를 이용하여, 0.1 규정 과염소산-아세트산용액으로 적정함으로써 아민가를 산출한다.
- [0112] 상기 아민 화합물을 23℃, 50%RH의 공기환경하, 1주간 정치했을 때의, 하기 식으로 산출되는 상기 아민 화합물의 질량증가율은, 예폭시 수지계 발포체(D)의 이산화탄소 흡수량 및 발포성을 보다 향상시키는 관점에서, 바람직하게는 15질량% 이상, 보다 바람직하게는 18질량% 이상, 더욱 바람직하게는 20질량% 이상, 더욱 바람직하게는 23질량% 이상이고, 그리고, 바람직하게는 50질량% 이하, 보다 바람직하게는 45질량% 이하, 더욱 바람직하게는 40질량% 이하, 더욱 바람직하게는 30질량% 이하, 더욱 바람직하게는 28질량% 이하이다.
- [0113] 아민 화합물의 질량증가율[질량%]=100×아민 화합물의 질량증가량(g)/(아민 화합물의 질량(g)+아민 화합물의 질량증가량(g))
- [0114] 상기 아민 화합물의 질량증가율은, 구체적으로는 실시예에 기재된 방법에 의해 측정할 수 있다.
- [0115] 아민계 경화제(A)는, 환식 아민 화합물(a1)을 포함하는 아민 화합물을, 이산화탄소를 포함하는 기체에 접촉시켜, 아민 화합물과 이산화탄소를 반응시킴으로써 얻을 수 있다.
- [0116] 아민 화합물과 이산화탄소와의 반응물(a2)은, 예를 들어, 아민 화합물과 이산화탄소와의 반응물인, 카르바민산, 카르바민산염, 탄산염, 탄산수소염 등으로부터 선택되는 적어도 1종을 포함한다.
- [0117] <예폭시 수지(B)>
- [0118] 예폭시 수지(B)는, 포화 또는 불포화의 지방족 화합물이나 지환식 화합물, 방향족 화합물, 복소환식 화합물 중 어느 것이어도 된다. 내열성, 내약품성, 경화성, 기계강도 등을 향상시키는 관점에서, 방향환 또는 지환식 구조를 분자 내에 갖는 예폭시 수지를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0119] 해당 예폭시 수지의 구체예로는, 메타자일릴렌디아민으로부터 유도된 글리시딜아미노기를 갖는 예폭시 수지, 파

라자일릴렌디아민으로부터 유도된 글리시딜아미노기를 갖는 에폭시 수지, 1,3-비스(아미노메틸)시클로헥산으로부터 유도된 글리시딜아미노기를 갖는 에폭시 수지, 1,4-비스(아미노메틸)시클로헥산으로부터 유도된 글리시딜아미노기를 갖는 에폭시 수지, 디아미노디페닐메탄으로부터 유도된 글리시딜아미노기를 갖는 에폭시 수지, 파라아미노페놀로부터 유도된 글리시딜아미노기 및/또는 글리시딜옥시기를 갖는 에폭시 수지, 비스페놀A로부터 유도된 글리시딜옥시기를 갖는 에폭시 수지, 비스페놀F로부터 유도된 글리시딜옥시기를 갖는 에폭시 수지, 페놀노블락으로부터 유도된 글리시딜옥시기를 갖는 에폭시 수지 및 레조르시놀로부터 유도된 글리시딜옥시기를 갖는 에폭시 수지로부터 선택되는 적어도 1종의 수지를 들 수 있다. 상기 에폭시 수지는, 2종 이상 혼합하여 이용할 수도 있다.

[0120] 상기 중에서도, 내열성, 내약품성, 기계강도 등을 향상시키는 관점에서는, 에폭시 수지(B)로는 메타자일릴렌디아민으로부터 유도된 글리시딜아미노기를 갖는 에폭시 수지, 파라자일릴렌디아민으로부터 유도된 글리시딜아미노기를 갖는 에폭시 수지, 비스페놀A로부터 유도된 글리시딜옥시기를 갖는 에폭시 수지, 및 비스페놀F로부터 유도된 글리시딜옥시기를 갖는 에폭시 수지로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종을 주성분으로 하는 것이 바람직하고, 내열성, 내약품성, 기계강도 등을 향상시키는 관점, 그리고, 입수성 및 경제성의 관점에서, 비스페놀A로부터 유도된 글리시딜옥시기를 갖는 에폭시 수지를 주성분으로 하는 것이 보다 바람직하다.

[0121] 한편, 여기서 말하는 「주성분」이란, 본 발명의 취지를 일탈하지 않는 범위에서 다른 성분을 포함할 수 있는 것을 의미하고, 바람직하게는 전체의 50~100질량%, 보다 바람직하게는 70~100질량%, 더욱 바람직하게는 90~100질량%를 의미한다.

[0122] 에폭시 수지 조성물(C) 중의 아민계 경화제(A)의 함유량은, 에폭시 수지(B) 중의 에폭시기수에 대한 아민계 경화제(A) 중의 활성 아민수소수의 비(상기 활성 아민수소수/상기 에폭시기수)가, 에폭시 수지계 발포체(D)의 이산화탄소 흡수량을 보다 향상시키는 관점에서, 바람직하게는 0.5 이상, 보다 바람직하게는 0.8 이상, 더욱 바람직하게는 1.0 이상, 더욱 바람직하게는 1.1 이상, 더욱 바람직하게는 1.2 이상이고, 에폭시 수지계 발포체(D)의 내열성, 내약품성, 경화성 및 기계강도를 향상시키는 관점에서, 바람직하게는 2.0 이하, 보다 바람직하게는 1.8 이하, 더욱 바람직하게는 1.5 이하, 더욱 바람직하게는 1.4 이하, 더욱 바람직하게는 1.3 이하가 되는 양이다.

[0123] 여기서, 아민계 경화제(A) 중의 활성 아민수소수는, 반응물(a2)에 있어서의 이산화탄소와 반응하기 전의 아민 화합물의 활성 아민수소수와, 아민계 경화제(A)에 포함되는, 이산화탄소와 반응하고 있지 않은 아민 화합물의 활성 아민수소수의 합계수를 의미한다.

[0124] 에폭시 수지 조성물(C)에는, 추가로, 충전제, 가소제 등의 개질성분, 요변제(搖變劑) 등의 유동조정성분, 안료, 레벨링제, 점착부여제, 엘라스토머 미립자, 경화촉진제, 정포제(整泡劑), 화학발포제 등의 기타 성분을 용도에 따라 함유시킬 수도 있다.

[0125] 단, 본 발명의 효과를 유효하게 얻는 관점에서, 에폭시 수지 조성물(C) 중의 아민계 경화제(A) 및 에폭시 수지(B)의 합계량은, 바람직하게는 50질량% 이상, 보다 바람직하게는 70질량% 이상, 더욱 바람직하게는 80질량% 이상, 더욱 바람직하게는 90질량% 이상, 더욱 바람직하게는 95질량% 이상이다. 또한, 상한은 100질량%이다.

[0126] 에폭시 수지계 발포체(D)의 단위체적당 이산화탄소의 흡수량은, 이산화탄소 흡수능력을 보다 향상시키는 관점에서, 바람직하게는 0.003g/cm³ 이상, 보다 바람직하게는 0.005g/cm³ 이상, 더욱 바람직하게는 0.010g/cm³ 이상, 더욱 바람직하게는 0.020g/cm³ 이상, 더욱 바람직하게는 0.025g/cm³ 이상이다. 상기 이산화탄소의 흡수량은 많으면 많을수록 바람직하기 때문에 상한값은 특별히 한정되지 않는데, 예를 들어 0.10g/cm³ 이하이다. 상기 이산화탄소의 흡수량은, 구체적으로는 실시예에 기재된 방법에 의해 측정할 수 있다.

[0127] 에폭시 수지계 발포체(D)의 밀도는, 기계강도를 향상시키는 관점에서, 바람직하게는 0.01g/cm³ 이상, 보다 바람직하게는 0.05g/cm³ 이상, 더욱 바람직하게는 0.10g/cm³ 이상, 더욱 바람직하게는 0.13g/cm³ 이상이고, 단열성, 차음성, 경량성 등의 기능을 보다 향상시키는 관점에서, 바람직하게는 0.80g/cm³ 이하, 보다 바람직하게는 0.60g/cm³ 이하, 더욱 바람직하게는 0.50g/cm³ 이하, 더욱 바람직하게는 0.45g/cm³ 이하이다. 에폭시 수지계 발포체(D)의 밀도는, 구체적으로는 실시예에 기재된 방법에 의해 측정할 수 있다.

[0128] <에폭시 수지 조성물(C)의 조제방법>

[0129] 에폭시 수지 조성물(C)의 조제방법에는 특별히 제한은 없고, 아민계 경화제(A), 에폭시 수지(B), 및 필요에 따

라 다른 성분을 공지의 방법 및 장치를 이용하여 혼합하고, 제조할 수 있다.

[0130] [에폭시 수지계 발포체의 제조방법]

[0131] 본 발명의 에폭시 수지계 발포체의 제조방법은, 아민계 경화제(A) 및 에폭시 수지(B)를 포함하는 에폭시 수지 조성물(C)을 발포하는 공정을 포함하고, 아민계 경화제(A)가, 환식 아민 화합물(a1)을 포함하는 아민 화합물과 이산화탄소와의 반응물(a2)을 포함하고, 환식 아민 화합물(a1)이 제1급 탄소원자에 결합한 아미노기를 갖는다.

[0132] 본 발명에 따른 에폭시 수지계 발포체의 제조방법에 따르면, 이산화탄소 흡수능력이 향상된 발포체를 얻는 것이 가능하다.

[0133] 본 발명에 따른 에폭시 수지계 발포체의 제조방법의 효과가 얻어지는 이유는, 전술한 본 발명의 에폭시 수지계 발포체의 효과가 얻어지는 이유와 동일한 이유가 생각된다.

[0134] 본 발명에 따른 에폭시 수지계 발포체의 제조방법에서 사용하는 각 성분 및 그의 호적한 태양은, 전술한 본 발명에 따른 에폭시 수지계 발포체와 동일하다.

[0135] 에폭시 수지 조성물(C)을 발포하는 공정에서는, 예를 들어, 에폭시 수지 조성물(C)을 가열함으로써, 반응물(a2)로부터 환식 아민 화합물(a1) 및 이산화탄소를 생성시키고, 이산화탄소에 의해 에폭시 수지 조성물(C)을 발포 시킴과 함께, 생성된 환식 아민 화합물(a1)을 포함하는 아민 화합물과 에폭시 수지(B)의 반응에 의해 에폭시 수지 조성물(C)을 경화시킨다. 이에 따라, 에폭시 수지계 발포체(D)가 얻어진다.

[0136] 에폭시 수지 조성물(C)을 발포하는 공정에 있어서의 가열온도 및 가열시간은 적당히 선택할 수 있는데, 반응속도 및 생산성, 그리고 원료의 분해 등을 방지하는 관점에서는, 바람직하게는 50~250℃, 보다 바람직하게는 100~200℃, 더욱 바람직하게는 120~180℃이다. 또한 반응시간은, 바람직하게는 10분간~12시간, 보다 바람직하게는 15분간~4시간이다.

[0137] 본 발명에 따른 에폭시 수지계 발포체의 제조방법에서는, 에폭시 수지 조성물(C)을 발포하는 공정 전에, 환식 아민 화합물(a1)을 포함하는 아민 화합물을 이산화탄소 농도가 0.01체적% 이상 10체적% 이하인 기체에 접촉시킴으로써, 상기 아민 화합물과 상기 이산화탄소를 반응시켜 반응물(a2)을 얻는 공정을 추가로 포함하는 것이 바람직하다.

[0138] 상기 이산화탄소 농도는, 바람직하게는 0.02체적% 이상, 보다 바람직하게는 0.03체적% 이상이고, 그리고, 바람직하게는 5체적% 이하, 보다 바람직하게는 1체적% 이하, 더욱 바람직하게는 0.5체적% 이하, 더욱 바람직하게는 0.1체적% 이하이다. 또한, 0.01체적% 이상 10체적% 이하의 상기 기체는 공기인 것이 더욱 바람직하다.

[0139] 반응물(a2)은, 환식 아민 화합물(a1)을 포함하는 아민 화합물과 이산화탄소와의 반응물이고, 예를 들어, 아민 화합물과 이산화탄소와의 반응물인, 카르바민산, 카르바민산염, 탄산염, 탄산수소염 등으로부터 선택되는 적어도 1종을 포함한다.

[0140] [이산화탄소 흡수제]

[0141] 본 발명에 따른 이산화탄소 흡수제는, 전술한 에폭시 수지계 발포체(D)를 포함한다. 본 발명에 따른 이산화탄소 흡수제는, 에폭시 수지계 발포체(D)를 포함하기 때문에, 이산화탄소 흡수능력을 향상시킬 수 있다.

[0142] 본 발명에 따른 이산화탄소 흡수제 중의 에폭시 수지계 발포체(D)의 함유량은, 이산화탄소 흡수능력을 향상시키는 관점에서, 이산화탄소 흡수제의 전체량을 100질량%로 했을 때, 60질량% 이상, 바람직하게는 70질량% 이상, 보다 바람직하게는 80질량% 이상, 더욱 바람직하게는 90질량% 이상, 더욱 바람직하게는 95질량% 이상, 더욱 바람직하게는 98질량% 이상이고, 그리고 바람직하게는 100질량% 이하이다.

[0143] 본 발명에 따른 이산화탄소 흡수제는, 공기 중으로부터의 이산화탄소 흡수량이 양호하기 때문에, 공기 중의 이산화탄소를 직접 흡수하는 기술(DAC)에 호적하게 이용할 수 있다.

[0144] 또한, 본 발명에 따른 이산화탄소 흡수제는, 예를 들어, 0.01체적% 이상 1체적% 이하의 저농도의 이산화탄소를 회수하는 경우에 호적하게 이용할 수 있다.

[0145] 본 발명에 따른 이산화탄소 흡수제는, 발명의 효과를 손상시키지 않는 범위에서, 에폭시 수지계 발포체(D) 이외의 성분을 적당히 함유할 수 있다. 에폭시 수지계 발포체(D) 이외의 성분으로는, 예를 들어, 에폭시 수지계 발포체(D) 이외의 이산화탄소를 흡수할 수 있는 화합물, 열화억제제, 소포제(消泡劑), 산화방지제, 수분을 제거하기 위한 건조제(황산마그네슘, 몰레클러 시브스 등) 등을 들 수 있다.

- [0146] [다층 구조체]
- [0147] 본 발명의 다층 구조체는, 상기 에폭시 수지계 발포체의 적어도 편면에 외층을 갖는다.
- [0148] 다층 구조체의 외층을 구성하는 재료는 특별히 제한되지 않고, 금속, 수지, 섬유강화 복합재 등을 들 수 있다. 이 금속으로는, 스테인리스, 알루미늄, 철, 구리, 기타 합금 등, 이 수지로는, 열가소성 수지, 열경화성 수지의 경화물, 에너지선경화성 수지의 경화물 등을 들 수 있다.
- [0149] 외층을 구성하는 섬유강화 복합재로는, 매트릭스 수지 및 강화섬유를 포함하는 섬유강화 복합재를 들 수 있다.
- [0150] 매트릭스 수지로는, 열가소성 수지, 열경화성 수지의 경화물, 에너지선경화성 수지의 경화물 등을 들 수 있다. 외층과, 코어층인 에폭시 수지계 발포체의 접착성 향상의 관점에서는, 매트릭스 수지는 열경화성 수지의 경화물인 것이 바람직하고, 에폭시 수지 조성물의 경화물인 것이 보다 바람직하다.
- [0151] 매트릭스 수지의 전구체인 에폭시 수지 조성물은, 상기 에폭시 수지 조성물(C)과 동일한 조성이어도 되고, 상이해도 되는데, 발포성을 갖지 않는 에폭시 수지 조성물인 것이 바람직하다. 즉 매트릭스 수지의 전구체인 에폭시 수지 조성물은, 에폭시 수지 및 에폭시 수지 경화제를 적어도 포함하고, 또한, 아민 화합물과 이산화탄소와의 반응물을 포함하지 않는 것이 바람직하다. 이 에폭시 수지 조성물 중의, 아민 화합물과 이산화탄소와의 반응물의 함유량은, 바람직하게는 5질량% 이하, 보다 바람직하게는 1질량% 이하, 더욱 바람직하게는 0.5질량% 이하이고, 보다 더 바람직하게는 0질량%이다.
- [0152] 섬유강화 복합재에 이용하는 강화섬유의 형태로는, 단섬유, 장섬유, 연속섬유를 들 수 있다. 이들 중에서도, 다층 구조체를 원하는 형상으로 성형할 때의 성형용이성의 관점에서는, 장섬유 또는 연속섬유가 바람직하고, 연속섬유가 보다 바람직하다.
- [0153] 한편 본 명세서에 있어서, 단섬유란 섬유길이 0.1mm 이상 10mm 미만, 장섬유란 섬유길이 10mm 이상 100mm 이하인 것을 말한다. 또한 연속섬유란, 100mm를 초과하는 섬유길이를 갖는 섬유다발을 말한다.
- [0154] 연속섬유의 형상으로는, 모노필라멘트 또는 멀티필라멘트를 일방향 또는 교호로 교차하도록 나열한 일방향(UD)재, 편직물 등의 포백, 부직포, 매트 등의 다양한 형태를 들 수 있다. 이들 중, 외층용의 섬유강화 복합재를 제조하는 관점에서는, 바람직하게는 모노필라멘트, 포백, 부직포, 또는 매트 형태이고, 보다 바람직하게는 포백이다.
- [0155] 연속섬유에 있어서, 연속섬유다발의 평균섬유길이에는 특별히 제한은 없는데, 성형가공성의 관점에서, 바람직하게는 1~10,000m, 보다 바람직하게는 100~10,000m이다.
- [0156] 연속섬유다발의 평균섬도는, 성형가공성의 관점, 고강도 및 고탄성률이 얻어지기 쉽다는 관점에서, 바람직하게는 50~2000tex(g/1000m), 보다 바람직하게는 200~1500tex, 더욱 바람직하게는 500~1500tex이다.
- [0157] 또한 연속섬유다발의 평균인장탄성률은, 바람직하게는 50~1000GPa이다.
- [0158] 강화섬유의 재료로는, 예를 들어, 탄소섬유, 유리섬유, 바살트섬유, 금속섬유, 보론섬유, 세라믹섬유 등의 무기섬유; 아라미드섬유, 폴리옥시메틸렌섬유, 방향족 폴리아미드섬유, 폴리파라페닐렌벤조비스옥사졸섬유, 초고분자량 폴리에틸렌섬유 등의 유기섬유를 들 수 있다. 이들 중에서도, 고강도를 얻는 관점에서는 무기섬유가 바람직하고, 경량이며 또한 고강도, 고탄성률인 점에서 바람직하게는 탄소섬유, 유리섬유, 및 바살트섬유로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종이고, 강도 및 경량성의 관점에서는, 보다 바람직하게는 탄소섬유이다.
- [0159] 탄소섬유로는, 폴리아크릴로니트릴계 탄소섬유, 피치계 탄소섬유 등을 들 수 있다. 또한, 리그닌이나 셀룰로오스 등, 식물유래 원료의 탄소섬유도 이용할 수 있다.
- [0160] 강화섬유는, 처리제로 처리된 것이어도 된다. 처리제로는, 표면처리제 또는 집속제가 예시된다.
- [0161] 상기 표면처리제로는, 실란커플링제가 바람직하다. 예를 들어, 비닐기를 갖는 실란커플링제, 아미노기를 갖는 실란커플링제, 에폭시기를 갖는 실란커플링제, (메트)아크릴기를 갖는 실란커플링제, 메르캅토기를 갖는 실란커플링제 등을 들 수 있다.
- [0162] 상기 집속제로는, 예를 들어, 우레탄계 집속제, 에폭시계 집속제, 아크릴계 집속제, 폴리에스테르계 집속제, 비닐에스테르계 집속제, 폴리올레핀계 집속제, 폴리에테르계 집속제, 및 카르본산계 집속제 등을 들 수 있고, 이들 중 1종 또는 2종 이상을 조합하여 이용할 수 있다. 2종 이상을 조합한 집속제로는, 예를 들어, 우레탄/에폭시계 집속제, 우레탄/아크릴계 집속제, 우레탄/카르본산계 집속제 등을 들 수 있다.

- [0163] 상기 처리제의 양은, 강화섬유와 매트릭스 수지의 계면접착성을 향상시키고, 강도, 내충격성을 보다 향상시키는 관점에서, 강화섬유에 대하여, 바람직하게는 0.001~5질량%, 보다 바람직하게는 0.1~3질량%, 더욱 바람직하게는 0.5~2질량%이다.
- [0164] 강화섬유로서 시판품을 이용할 수도 있다. 연속탄소섬유의 시판품으로는, 예를 들어 도레이(주)제의 도레이카 클로스 「C06142」, 「C06151B」, 「C06343」, 「C06343B」, 「C06347B」, 「C06644B」, 「CK6244C」, 「CK6273C」, 「CK6261C」, 「UT70」 시리즈, 「UM46」 시리즈, 「BT70」 시리즈, 「T300」 시리즈, 「T300B」 시리즈, 「T400HB」 시리즈, 「T700SC」 시리즈, 「T800SC」 시리즈, 「T800HB」 시리즈, 「T1000GB」 시리즈, 「M35JB」 시리즈, 「M40JB」 시리즈, 「M46JB」 시리즈, 「M50JB」 시리즈, 「M55J」 시리즈, 「M55JB」 시리즈, 「M60JB」 시리즈, 「M30SC」 시리즈, 「Z600GT」 시리즈 등; 도레이카 실(絲) 「T300」, 「T300B」, 「T400HB」, 「T700SC」, 「T800SC」, 「T800HB」, 「T830HB」, 「T1000GB」, 「T100GC」, 「M35JB」, 「M40JB」, 「M46JB」, 「M50JB」, 「M55J」, 「M55JB」, 「M60JB」, 「M30SC」, 「Z600」의 각 시리즈 등; 테이진(주)제의 테낙스 「HTA40」 시리즈, 「HTS40」 시리즈, 「HTS45」 시리즈, 「HTS45P12」 시리즈, 「STS40」 시리즈, 「UTS50」 시리즈, 「ITS50」 시리즈, 「ITS55」 시리즈, 「IMS40」 시리즈, 「IMS60」 시리즈, 「IMS65」 시리즈, 「IMS65P12」 시리즈, 「HMA35」 시리즈, 「UMS40」 시리즈, 「UMS45」 시리즈, 「UMS55」 시리즈, 「HTS40MC」 시리즈 등; 테이진(주)제의 테낙스 「HTA40」 시리즈, 「HTS40」 시리즈, 「HTS45」 시리즈, 「HTS45P12」 시리즈, 「STS40」 시리즈, 「UTS50」 시리즈, 「ITS50」 시리즈, 「ITS55」 시리즈, 「IMS40」 시리즈, 「IMS60」 시리즈, 「IMS65」 시리즈, 「IMS65P12」 시리즈, 「HMA35」 시리즈, 「UMS40」 시리즈, 「UMS45」 시리즈, 「UMS55」 시리즈, 「HTS40MC」 시리즈 등; 미쯔비시케미컬(주)제의 PYROFIL 「TR3110M」, 「TR3523M」, 「TR3524M」, 「TR6110HM」, 「TR6120HM」, 「TRK101M」, 「TRK510M」, 「TR3160TMS」, 「TRK979PQRW」, 「TRK976PQRW」, 「TR6185HM」, 「TRK180M」, SGL제 「50K NCF° /90°」 등의 탄소섬유패브릭, 미쯔비시케미컬(주)제의 PYROFIL 「HT」, 「IM」, 「HM」 시리즈, GRAFIL 「HT」 시리즈, 「DIALEAD」 시리즈의 탄소섬유 토우를 들 수 있다.
- [0165] 외층이 섬유강화 복합재인 경우, 외층 중의 강화섬유의 함유량은, 고강도 및 고탄성률을 얻는 관점에서, 외층 중의 강화섬유의 체적분율이, 바람직하게는 0.10 이상, 보다 바람직하게는 0.20 이상, 더욱 바람직하게는 0.30 이상, 보다 더 바람직하게는 0.40 이상이 되는 범위이다. 또한, 내충격성 및 성형가공성의 관점에서는, 바람직하게는 0.85 이하, 보다 바람직하게는 0.80 이하, 더욱 바람직하게는 0.70 이하가 되는 범위이다.
- [0166] 외층 중의 강화섬유의 체적분율Vf는 하기 식으로부터 산출할 수 있다.
- [0167]
$$V_f = \frac{\text{강화섬유의 질량(g) / 강화섬유의 비중}}{\text{강화섬유의 질량(g) / 강화섬유의 비중} + \text{매트릭스 수지의 질량(g) / 매트릭스 수지의 비중}}$$
- [0168] <다층 구조체의 구성>
- [0169] 본 발명의 다층 구조체는, 상기 에폭시 수지계 발포체의 적어도 편면에 외층을 갖고 있으면 되는데, 기계강도 향상의 관점에서, 상기 에폭시 수지계 발포체의 양면에 외층을 갖는 것이 바람직하다. 즉 본 발명의 다층 구조체는, 도 1에 나타내는 바와 같이, 외층(Ia), 상기 에폭시 수지계 발포체로 이루어지는 코어층, 및 외층(Ib)을 순서대로 갖는 것이 보다 바람직하다.
- [0170] 도 1은 본 발명의 다층 구조체(100)의 일 실시형태를 나타내는 단면 모식도이며, 1a는 외층(Ia), 1b는 외층(Ib), 2는 코어층이다. 외층(Ia) 및 외층(Ib)은, 서로 동일한 재료로 구성되어 있을 수도 있고, 상이한 재료로 구성되어 있을 수도 있다.
- [0171] 본 발명의 다층 구조체는, 기계강도 및 경량성 향상의 관점에서는, 외층(Ia), 상기 에폭시 수지계 발포체로 이루어지는 코어층, 및 외층(Ib)을 순서대로 갖고, 외층(Ia) 및 외층(Ib) 중 적어도 일방이, 매트릭스 수지 및 강화섬유를 포함하는 섬유강화 복합재인 것이 바람직하고, 외층(Ia) 및 외층(Ib)이, 모두 섬유강화 복합재인 것이 바람직하다.
- [0172] <다층 구조체의 제조방법>
- [0173] 본 발명의 다층 구조체의 제조방법은 특별히 제한되지 않고, 공지된 방법을 이용할 수 있다.
- [0174] 예를 들어, 도 1에 나타내는, 외층(Ia), 상기 에폭시 수지계 발포체로 이루어지는 코어층, 및 외층(Ib)을 순서대로 갖는 다층 구조체(100)의 제조방법은, 제조효율의 향상의 관점에서, 하기 공정(i)~공정(iii)으로부터 선택되는 적어도 하나의 공정을 포함하는 것이 바람직하다.

- [0175] 공정(i): 상기 외층(Ia) 또는 그의 전구체, 상기 아민계 경화제(A) 및 에폭시 수지(B)를 포함하는 에폭시 수지 조성물(C)로 이루어지는 발포성 층(II), 및, 상기 외층(Ib) 또는 그의 전구체를 순서대로 적층하여 적층체(i)를 제작하고, 이어서, 상기 발포성 층(II)을 발포시키는 공정
- [0176] 공정(ii): 상기 외층(Ia) 또는 그의 전구체, 상기 코어층, 및, 상기 외층(Ib) 또는 그의 전구체를 순서대로 적층하여 적층체(ii)를 제작하고, 이어서, 상기 외층(Ia) 또는 그의 전구체, 상기 코어층, 및 상기 외층(Ib) 또는 그의 전구체를 일체화시키는 공정
- [0177] 공정(iii): 상기 외층(Ia) 또는 그의 전구체와 상기 코어층을 적층하고, 일체화시켜 적층체(iii)를 제작한 후, 이 적층체(iii)와, 상기 외층(Ib) 또는 그의 전구체를 적층하고, 일체화시키는 공정
- [0178] (공정(i))
- [0179] 공정(i)에서는, 상기 외층(Ia) 또는 그의 전구체, 상기 아민계 경화제(A) 및 에폭시 수지(B)를 포함하는 에폭시 수지 조성물(C)로 이루어지는 발포성 층(II), 및, 상기 외층(Ib) 또는 그의 전구체를 순서대로 적층하여 적층체(i)를 제작하고, 이어서, 상기 발포성 층(II)을 발포시킨다.
- [0180] 공정(i)에서는, 발포성 층(II)의 발포와 함께, 외층(Ia), 이 발포성 층(II)을 발포시켜 얻어지는 코어층, 및 외층(Ib)을 일체화시킨다. 또한, 외층(Ia) 및 외층(Ib)의 전구체는, 발포성 층(II)의 발포와 함께, 각각 외층(Ia) 및 외층(Ib)으로 변환된다.
- [0181] 「외층의 전구체」란, 예를 들어, 외층이 매트릭스 수지 및 강화섬유를 포함하는 섬유강화 복합체인 경우에는, 강화섬유에 매트릭스 수지 전구체를 함침시킨 강화섬유 프리프레그를 들 수 있다. 이 강화섬유 프리프레그는, 시판되는 프리프레그를 이용해도 되고, 공지의 RTM(Resin Transfer Molding) 성형, 핸드레이업 성형 등에 의해 제작한 것이어도 된다.
- [0182] 이 강화섬유 프리프레그는, 바람직하게는 열경화성 수지 및 에너지선경화성 수지로부터 선택되는 적어도 1종의 매트릭스 수지 전구체와, 강화섬유를 포함하고, 보다 바람직하게는, 열경화성 수지와 강화섬유를 포함하고, 더욱 바람직하게는, 에폭시 수지 조성물과 강화섬유를 포함한다. 매트릭스 수지 전구체 및 그의 바람직한 태양은, 상기와 같다.
- [0183] 상기 적층체(i)는, 예를 들어, 외층(Ia) 또는 그의 전구체의 일방의 면에 에폭시 수지 조성물(C)을 도포하여 발포성 층(II)을 형성하고, 이 발포성 층(II) 상에 외층(Ib) 또는 그의 전구체를 적층하여 제작할 수 있다. 혹은, 에폭시 수지 조성물(C)을 예비반응시켜 시트상으로 성형한 발포성 층(II)을 미리 제작하고, 외층(Ia) 또는 그의 전구체, 시트상으로 성형한 발포성 층(II), 및 외층(Ib) 또는 그의 전구체를 순서대로 적층하여 제작할 수도 있다.
- [0184] 본 발명의 다층 구조체의 제조효율 향상의 관점에서는, 상기 적층체(i)는, 미리 제작한 외층(Ia) 및 외층(Ib)을 이용하여 제작하는 것이 바람직하다. 적층체(i)의 제작에 있어서, 외층(Ia) 및 외층(Ib)의 전구체를 이용할 수도 있는데, 공정(i)에 있어서 외층의 전구체의 외층으로의 변환과, 발포성 층(II)의 발포를 동시에 행하려면, 고온에서 장시간 가열할 필요가 생기기 때문이다.
- [0185] 공정(i)에 있어서, 발포성 층(II)을 발포시킬 때의 가열온도 및 가열시간은 적당히 선택할 수 있고, 예를 들어, 상기 에폭시 수지 조성물(C)을 발포하는 공정에 있어서의 가열온도 및 가열시간과 동일한 조건을 이용할 수 있다.
- [0186] 발포성 층(II)을 발포시킬 때에는, 외층과, 발포성 층(II)을 발포시켜 얻어지는 코어층의 층간접착성을 향상시키기 위해, 열프레스기 등을 이용하여, 가열과 동시에 가압을 행할 수도 있다. 가압조건은 특별히 제한되지 않는데, 통상, 0.1~5MPa의 범위이다.
- [0187] (공정(ii))
- [0188] 공정(ii)에서는, 상기 외층(Ia) 또는 그의 전구체, 상기 코어층, 및, 상기 외층(Ib) 또는 그의 전구체를 순서대로 적층하여 적층체(ii)를 제작하고, 이어서, 상기 외층(Ia) 또는 그의 전구체, 상기 코어층, 및 상기 외층(Ib) 또는 그의 전구체를 일체화시킨다.
- [0189] 상기 적층체(ii)는, 미리 제작한 코어층을 이용하여, 외층(Ia) 또는 그의 전구체, 코어층, 외층(Ib) 또는 그의 전구체를 순서대로 적층하여 제작할 수 있다.

- [0190] 공정(ii)에서 이용하는 외층 또는 그의 전구체는, 공정(i)에 기재된 것과 동일하다.
- [0191] 다층 구조체의 제조효율 향상의 관점에서는, 상기 적층체(ii)는, 미리 제작한 외층(Ia) 및 외층(Ib)을 이용하여, 외층(Ia), 코어층, 외층(Ib)을 순서대로 적층하여 제작하는 것이 바람직하다.
- [0192] 적층체(ii)에 있어서의 외층(Ia) 또는 그의 전구체, 코어층, 및 외층(Ib) 또는 그의 전구체를 일체화시키는 방법으로는, 적층체(ii)를 가열조건에 제공하는 방법을 들 수 있다. 이 가열조건에 제공함으로써, 외층(Ia) 및 외층(Ib)의 전구체는, 각각 외층(Ia) 및 외층(Ib)으로 변환되고, 코어층과 일체화된다. 또한, 열프레스기 등을 이용하여, 가열과 동시에 가압을 행할 수도 있다. 이때의 바람직한 가열가압조건은, 공정(i)과 동일하다.
- [0193] (공정(iii))
- [0194] 공정(iii)에서는, 상기 외층(Ia) 또는 그의 전구체와 상기 코어층을 적층하고, 일체화시켜 적층체(iii)를 제작한 후, 이 적층체(iii)와, 상기 외층(Ib) 또는 그의 전구체를 적층하고, 일체화시킨다.
- [0195] 상기 적층체(iii)는, 예를 들어, 코어층의 편면에, 외층(Ia) 또는 그의 전구체를 적층하고, 가열조건에 제공함으로써 제작할 수 있다. 이 가열조건에 제공함으로써, 외층(Ia)의 전구체는 외층(Ia)으로 변환되고, 코어층과 일체화된다. 또한, 열프레스기 등을 이용하여, 가열과 동시에 가압을 행할 수도 있다. 이때의 바람직한 가열가압조건은, 공정(i)과 동일하다.
- [0196] 이어서, 적층체(iii)의 코어층측의 면에, 상기 외층(Ib) 또는 그의 전구체를 적층하고, 외층(Ia)과 동일한 방법으로 일체화시켜, 원하는 다층 구조체를 제작할 수 있다.
- [0197] 상기 공정(i)~공정(iii) 중에서도, 제조효율의 향상의 관점, 얻어지는 다층 구조체의 층간접착성 향상의 관점에서, 이 다층 구조체의 제조방법은, 공정(i)을 포함하는 것이 보다 바람직하다.
- [0198] 본 발명의 다층 구조체는, 기계강도가 높으며, 또한 경량성을 갖는 점에서, 이산화탄소 흡수제로서의 사용 외에, 항공기의 2차구조체를 비롯하여, 자동차부재, 건조물부재, 패널부재, 전자·전기부재, 광체(筐體) 등에 이용할 수 있다.
- [0199] **실시예**
- [0200] 이하, 본 발명을 실시예에 의해 설명하는데, 본 발명은 실시예의 범위로 한정되지 않는다. 한편 본 실시예에 있어서, 각종 측정은 이하의 방법에 의해 행하였다.
- [0201] (아민 화합물의 산해리상수(pKa))
- [0202] 아민 화합물의 산해리상수는, 하기 측정방법에 의해 구하였다.
- [0203] (1)아민 화합물 0.2g을 정제수 30mL에 용해하였다.
- [0204] (2)상기 (1)에 의해 얻어진 용액을, 전위차 자동적정장치(교토전자공업주식회사제, AT-610)를 이용하여, 0.1 규정 과염소산-아세트산용액으로 적정함으로써 산해리상수(pKa)를 산출하였다.
- [0205] 한편, 측정시의 온도는, 25±2℃로 하였다.
- [0206] (아민 화합물의 아민가)
- [0207] 아민가는 JIS K7237-1995에 준하여, 하기 측정방법에 의해 측정하였다.
- [0208] (1)아민 화합물 0.1g을 아세트산 20mL에 용해하였다.
- [0209] (2)상기 (1)에 의해 얻어진 용액을, 전위차 자동적정장치(교토전자공업주식회사제, AT-610)를 이용하여, 0.1 규정 과염소산-아세트산용액으로 적정함으로써 아민가를 산출하였다.
- [0210] (아민 화합물의 최대흡열온도)
- [0211] 아민 화합물에 대하여, 다음과 같이 하여 DSC측정을 행하고, 아민 화합물의 최대흡열온도를 측정하였다. 우선, 아민 화합물에 대하여, 측정온도범위 23~350℃, 승온속도 10℃/분, 질소분위기의 조건하에서, 시차열중량 측정계(제품명: DTG-60, 주식회사시마즈제작소제)를 이용하여 시차주사열량 측정을 행하였다. 이에 따라 얻어진 DSC곡선으로부터, 아민 화합물의 휘발에 수반하는 흡열량이 최대가 되는 온도를 산출하고, 그 온도를 아민 화합물의 최대흡열온도로 하였다.

- [0212] (아민 화합물의 이산화탄소(CO₂) 최대해리온도)
- [0213] 개폐가능한 데시케이터(내측 치수: 370mm×260mm×272mm) 내에 이산화탄소 농도계와 살레를 배치하였다. 그 후, 아민 화합물(5mmol)을 데시케이터 내의 살레에 첨가하여, 바로 문을 닫고, 데시케이터 내에 아민 화합물을, 23℃, 50%RH의 공기환경하, 24시간 정치하였다. 한편, 이산화탄소의 초기농도는, 약 400ppm으로 조정하였다.
- [0214] 이어서, 데시케이터 내로부터 아민 화합물을 취출하여, 이산화탄소를 흡수시킨 아민 화합물을 얻었다. 이산화탄소를 흡수시킨 아민 화합물에 대하여, 다음과 같이 하여 DSC측정을 행하고, 아민 화합물의 이산화탄소 최대해리온도를 측정하였다. 우선, 아민 화합물에 대하여, 측정온도범위 23~250℃, 승온속도 10℃/분, 질소분위기의 조건하에서, 시차열중량 측정계(제품명: DTG-60, 주식회사시마즈제작소제)를 이용하여 시차주사열량 측정을 행하였다. 이에 따라 얻어진 DSC곡선으로부터, 이산화탄소의 탈리에 수반하는 흡열량이 최대가 되는 온도를 산출하고, 그 온도를 아민 화합물의 이산화탄소 최대해리온도로 하였다.
- [0215] 표 1에 기재된 실시예 및 비교예에 있어서, 아민 화합물 및 에폭시 수지로는 이하의 것을 이용하였다.
- [0216] (아민 화합물)
- [0217] MXDA: 메타자일릴렌디아민(미쯔비시가스화학주식회사제)
- [0218] 1,3-BAC: 1,3-비스(아미노메틸)시클로헥산(미쯔비시가스화학주식회사제)
- [0219] AEP: N-(2-아미노에틸)피페라진(도쿄화학공업주식회사제)
- [0220] PACM: 4,4'-메틸렌비스(시클로헥실아민)(도쿄화학공업주식회사제)
- [0221] IPDA: 이소포론디아민(도쿄화학공업주식회사제)
- [0222] (에폭시 수지)
- [0223] bis-A형 에폭시 수지: 비스페놀A형 액상 에폭시 수지(미쯔비시케미컬(주)제 「jER828」, 비스페놀A 디글리시딜 에테르, 에폭시당량 186g/당량)
- [0224] 실시예 1(에폭시 수지계 발포체의 제조 및 평가)
- [0225] (1)아민 화합물에 대한 이산화탄소의 흡수(아민 화합물과 이산화탄소와의 반응물(a2)의 조제)
- [0226] 데시케이터 내의 용기에, 아민 화합물인 MXDA(5mmol)를 첨가하고, 바로 데시케이터의 문을 닫았다. 이어서, 데시케이터 내에 MXDA를, 23℃, 50%RH의 공기환경하, 1주간 정치하였다. 이에 따라, MXDA와 공기 중의 이산화탄소를 반응시켜, MXDA의 탄산염을 얻었다. 여기서, 반응열폭을 억제하기 위해, 적당히, 아민 화합물이 들어 있는 용기를 흔들며, 미반응의 MXDA가 생기지 않도록 하였다. 한편, 데시케이터 내의 이산화탄소의 초기농도는, 400ppm으로 조정하였다.
- [0227] 이어서, MXDA의 질량증가량을 측정하고, 이하의 식으로부터 아민 화합물의 질량증가율을 산출하였다.
- [0228] 아민 화합물의 질량증가율[질량%]=100×아민 화합물의 질량증가량(g)/(초기의 아민 화합물의 질량(g)+아민 화합물의 질량증가량(g))
- [0229] (2)에폭시 수지 조성물의 조제
- [0230] 상기 (1)에 있어서의 초기의 MXDA의 활성 아민수소수를 계산하고, 상기 활성 아민수소수/에폭시 수지 중의 에폭시 수지수가 표 1에 기재된 값이 되도록 bis-A형 에폭시 수지를 칭량하였다.
- [0231] 이어서, (1)에서 얻어진 MXDA의 탄산염과 bis-A형 에폭시 수지를 디스퍼로 3000rpm, 5분의 조건으로 교반혼합하여, 에폭시 수지 조성물을 얻었다.
- [0232] (3)에폭시 수지계 발포체의 제조
- [0233] (2)에서 얻어진 에폭시 수지 조성물을 세로×가로×높이=7×12×2.1cm의 형(型)에 넣고, 열풍건조기를 이용하여, 가열온도 150℃, 가열시간 30분의 조건으로 가열하고, 에폭시 수지 조성물을 경화 및 발포시켰다. 이에 따라, 에폭시 수지계 발포체를 얻었다.
- [0234] 얻어진 에폭시 수지계 발포체에 대하여, 이하의 각 평가를 행하였다. 얻어진 결과를 표 1에 나타낸다.

- [0235] (발포성의 평가)
- [0236] 에폭시 수지계 발포체의 밀도에 의해, 에폭시 수지 조성물의 발포성을 평가하였다. 밀도가 낮을수록 발포성이 우수한 것을 의미한다.
- [0237] 에폭시 수지계 발포체의 밀도는, 발포체의 질량과 체적으로부터 산출하였다.
- [0238] (이산화탄소 흡수능력의 평가)
- [0239] 개폐가능한 데시케이터(내측 치수: 370mm×260mm×272mm) 내에, 얻어진 에폭시 수지계 발포체와 이산화탄소 농도계를 배치하고, 에폭시 수지계 발포체를 데시케이터 내에 배치하고 나서 1000분 후의 데시케이터 내의 이산화탄소 농도C1과, 데시케이터 내에 배치하고 나서 1000분까지의 사이에 있어서의 데시케이터 내의 이산화탄소의 최대농도C2의 차(C2-C1)로부터, 에폭시 수지계 발포체의 단위체적당 이산화탄소의 흡수량(g/cm^3)을 산출하였다.
- [0240] 한편, 데시케이터 내는, 23℃, 50%RH의 공기환경하로 하고, 이산화탄소의 초기농도는, 400ppm으로 조정하였다.
- [0241] (실시예 2~4 및 비교예 1)
- [0242] 아민 화합물의 종류를 표 1에 나타내는 화합물로 변경한 것 이외에는 실시예 1과 동일하게 하여 에폭시 수지계 발포체를 각각 얻었다.
- [0243] 얻어진 에폭시 수지계 발포체에 대하여, 상기 각 평가를 각각 행하였다. 얻어진 결과를 표 1에 나타낸다.

[0244] [표 1]

표 1

비교예 1	PACM	구조식	아민 화합물							에폭시 수지	에폭시 수지계 발포체의 평균	
			분자량 [-]	CO ₂ 최대해리 온도 [°C]	최대흡열 온도 [°C]	아민기 [mgKOH/건]	pKa	질량중기율 [질량%]	활성 아민 수소수/에폭시 수지 [-]		밀도 [g/cm ³]	CO ₂ 흡수량 [g/cm ³]
실시에 1	MXDA		136.2	135.5	183.5	824	9.5	24.1	bis-A형 에폭시 수지	1.0	0.19	0.0305
실시에 2	1,3-BAC		142.2	125.7	160.9	789	10.8	25.9	bis-A형 에폭시 수지	1.0	0.17	0.0076
실시에 3	AEP		129.2	81.9	140.2	1303	8.9	43.7	bis-A형 에폭시 수지	1.3	0.13	0.0220
실시에 4	JPDA		170.3	114.4	168.8	659	10.4	23.5	bis-A형 에폭시 수지	1.0	0.25	0.0288
비교예 1	PACM		210.4	53	218.5	533	10.3	12.2	bis-A형 에폭시 수지	1.3	0.21	0.0007
											0.26	0.0011

- [0245]
- [0246] 표 1로부터, 실시예의 에폭시 수지계 발포체는, 비교예의 발포체보다도, 이산화탄소 흡수량이 많은 것을 알 수 있다. 즉, 본 발명의 에폭시 수지계 발포체는, 이산화탄소 흡수능력을 향상할 수 있는 것을 알 수 있다.
- [0247] 실시예 5(다층 구조체의 제작 및 평가)
- [0248] 이하의 방법에 의해, 외층(Ia), 에폭시 수지계 발포체로 이루어지는 코어층, 및 외층(Ib)이 순서대로 적층된, 도 1에 나타내는 다층 구조체를 제작하고, 평가를 행하였다.
- [0249] (1)외층(Ia), (Ib)용의 탄소섬유강화 복합체의 제작
- [0250] 에폭시 수지인 비스페놀A형 액상 에폭시 수지(OLIN제 「DER332」)를 100g, 에폭시 수지 경화제인 1,3-비스(아미노메틸)시클로헥산(1,3-BAC, 미쯔비시가스화학(주)제, 시스/트랜스비=77/23) 19g을 혼합하여, 에폭시 수지 조성물을 조제하였다. 이 에폭시 수지 조성물을, 실온에서의 핸드레이업에 의해 탄소섬유직물(SGL제 「50K NCF0°/90°」, 300g/m², 0.33mm 두께, 6ply)에 함침시켜 탄소섬유 복합기체를 제작하였다. 이어서, 오븐 내에서 미

리 130℃로 가열한 알루미늄 상하형에 탄소섬유 복합기재를 얹어, 신속하게 형을 단고, 3분 가열하여 에폭시 수지 조성물을 경화시켜, 탄소섬유직물과, 매트릭스 수지인 에폭시 수지 조성물의 경화물로 이루어지는, 외층용의 탄소섬유강화 복합재를 얻었다. 동일한 방법으로 외층용의 탄소섬유강화 복합재를 2매 제작하였다.

[0251] 탄소섬유강화 복합재의 두께는 2mm, 탄소섬유강화 복합재 중의 탄소섬유의 체적분율Vf는 0.49였다.

[0252] (2)에폭시 수지 조성물(C)의 조제

[0253] 아민계 경화제(A)로서, 실시예 1에서 얻어진 반응물(a2)인 메타자일릴렌디아민의 탄산염 5.94g(32.96mmol)과, 메타자일릴렌디아민(MXDA, 미쯔비시가스화학(주)제) 2.99g(21.95mmol)을 이용하고, 에폭시 수지(B)로서, 비스페놀A형 액상 에폭시 수지(미쯔비시케미컬(주)제 「jER828」, 비스페놀A 디글리시딜에테르, 에폭시당량 186g/당량) 40.90g을 이용하였다. 이들을 디스퍼로 3000rpm, 5분의 조건으로 교반혼합하여, 에폭시 수지 조성물(C)을 얻었다. 아민계 경화제(A) 중의 활성 아민수소수/에폭시 수지(B) 중의 에폭시기수는 1/1이다.

[0254] (3)다층 구조체의 제작

[0255] 상기 (1)에서 제작한 외층(Ia)용의 탄소섬유강화 복합재 상에 두께 10mm의 스페이서를 재치하였다. 이 스페이서 내에 상기 (2)에서 조제한 에폭시 수지 조성물(C)을 도포하여, 발포성 층(II)을 형성하였다. 나아가, 이 스페이서 상에 외층(Ib)용의 탄소섬유강화 복합재를 겹치고(적층체(i)의 제작), 80℃에서 30분 가열하여 발포성 층(II)을 발포시켜, 외층(Ia), 에폭시 수지계 발포체로 이루어지는 코어층, 및 외층(Ib)이 순서대로 적층된 다층 구조체를 제작하였다.

[0256] (4)다층 구조체의 평가

[0257] 상기 (3)에서 제작한 다층 구조체에 대하여, 이하의 방법에 의해 기계강도 및 비중을 측정하였다. 결과를 표 2에 나타낸다.

[0258] (기계강도)

[0259] 오토그래프((주)시마즈제작소제 「AG-Xplus 100kN」)를 이용하여, 온도 23℃, 지점간거리 80mm, 시험속도 5mm/분으로 굽힘시험을 행하고, 굽힘강도(MPa), 비강도(N·m/kg), 굽힘탄성률(GPa), 최대시험력(N), 및 변위(mm)를 측정하였다.

[0260] (비중)

[0261] 전자비중계(알파미라지(주)제 「MDS-300」)를 이용하여 측정하였다.

[0262] [표 2]

표 2

굽힘강도 (MPa)	비중 (g/cm ³)	비강도 (N·m/kg)	굽힘탄성률 (GPa)	최대시험력 (N)	변위 (mm)
33.8	0.63	54	1.23	815	8.7

[0263]

[0264] 실시예 6(다층 구조체의 제작 및 층간접착성 평가)

[0265] 이하의 방법에 의해, 외층(Ia), 에폭시 수지계 발포체로 이루어지는 코어층, 및 외층(Ib)이 순서대로 적층된, 도 1에 나타내는 다층 구조체를 제작하고, 층간접착성의 평가를 행하였다.

[0266] (1)외층(Ia), (Ib)용의 탄소섬유강화 복합재의 제작

[0267] 실시예 5와 동일한 방법으로 외층(Ia), (Ib)용의 탄소섬유강화 복합재를 제작하였다.

[0268] (2)에폭시 수지 조성물(C)의 조제

[0269] 아민계 경화제(A)로서, 실시예 1에서 얻어진 반응물(a2)인 메타자일릴렌디아민의 탄산염 1.35g(7.49mmol)과, 메타자일릴렌디아민(MXDA, 미쯔비시가스화학(주)제) 0.68g(4.99mmol)을 이용하고, 에폭시 수지(B)로서, 비스페놀A형 액상 에폭시 수지(미쯔비시케미컬(주)제 「jER828」, 비스페놀A 디글리시딜에테르, 에폭시당량 186g/당량) 9.30g을 이용하였다. 이들을 디스퍼로 3000rpm, 5분의 조건으로 교반혼합하여, 에폭시 수지 조성물(C)을 얻었다. 아민계 경화제(A) 중의 활성 아민수소수/에폭시 수지(B) 중의 에폭시기수는 1/1이다.

- [0270] (3)다층 구조체(JIS K6851:1994에 기재된 시험편)의 제작
- [0271] 상기 (1)에서 제작한 외층(Ia)용의 탄소섬유강화 복합재 상에, 상기 (2)에서 조제한 에폭시 수지 조성물(C)을 두께 1mm가 되도록 도포하고, 60℃에서 45분 가열하여, 발포성 층(II)을 형성하였다. 나아가, 발포성 층(II) 상에 외층(Ib)용의 탄소섬유강화 복합재를 겹치고(적층체(i)의 제작), 130℃에서 15분 가열하여 발포성 층(II)을 발포시켜, 외층(Ia), 에폭시 수지계 발포체로 이루어지는 코어층, 및 외층(Ib)이 순서대로 적층된 다층 구조체를 제작하였다. 이 다층 구조체는 JIS K6851:1994에 기재된 시험편형상이며, 동일한 방법으로 시험편을 3개 제작하였다.
- [0272] (4)층간접착성의 평가
- [0273] 상기 (3)에서 제작한 다층 구조체(시험편)를 이용하여, 오토그래프((주)시마즈제작소제 「AG-Xplus 100kN」)로, JIS K6851:1994에 준거한 방법으로, 23℃, 시험속도 1mm/분으로 인장시험을 행하고, 최대전단응력(MPa)을 측정하였다. 3회의 시험결과와 평균값을 표 3에 나타낸다. 값이 클수록 층간접착성이 높은 것을 의미한다.
- [0274] 실시예 7
- [0275] 실시예 6에 있어서, 아민계 경화제(A)로서, 실시예 1에서 얻어진 반응물(a2)인 메타자일릴렌디아민의 탄산염 1.35g(7.49mmol)과, 1,3-비스(아미노메틸)시클로헥산(1,3-BAC, 미쯔비시가스화학(주)제) 0.71g(4.99mmol)을 이용한 것 이외에는, 실시예 6과 동일한 방법으로 다층 구조체의 제작 및 층간접착성 평가를 행하였다. 결과를 표 3에 나타낸다.
- [0276] 실시예 8
- [0277] 실시예 6에 있어서, 아민계 경화제(A)로서, 실시예 1에서 얻어진 반응물(a2)인 메타자일릴렌디아민의 탄산염 1.13g(6.27mmol)과, 이소포론디아민(IPDA, EVONIK제) 1.06g(6.22mmol)을 이용한 것 이외에는, 실시예 6과 동일한 방법으로 다층 구조체의 제작 및 층간접착성 평가를 행하였다. 결과를 표 3에 나타낸다.
- [0278] 실시예 9~11
- [0279] 외층(Ia), (Ib)으로서, 철재(주식회사팔텍제 「SS400 편면 샌드블라스트」, 25mm×100mm×두께 1.6mm)를 준비하였다.
- [0280] 실시예 6에 있어서, 외층(Ia), (Ib)으로서 상기 철재를 이용하고, 아민계 경화제(A)로서, 메타자일릴렌디아민과, 실시예 1에서 얻어진 반응물(a2)인 메타자일릴렌디아민의 탄산염을 표 3에 기재된 비율로 이용한 것 이외에는, 실시예 6과 동일한 방법으로 다층 구조체의 제작 및 층간접착성 평가를 행하였다. 결과를 표 3에 나타낸다.
- [0281] 실시예 12
- [0282] 외층(Ia), (Ib)으로서, 철재(주식회사팔텍제 「SS400 편면 샌드블라스트」, 25mm×100mm×두께 1.6mm)를 준비하였다.
- [0283] 실시예 7에 있어서, 외층(Ia), (Ib)으로서 상기 철재를 이용하고, 아민계 경화제(A)로서, 1,3-비스(아미노메틸)시클로헥산과, 실시예 1에서 얻어진 반응물(a2)인 메타자일릴렌디아민의 탄산염을 표 3에 기재된 비율로 이용한 것 이외에는, 실시예 7과 동일한 방법으로 다층 구조체의 제작 및 층간접착성 평가를 행하였다. 결과를 표 3에 나타낸다.
- [0284] 실시예 13
- [0285] 외층(Ia), (Ib)으로서, 철재(주식회사팔텍제 「SS400 편면 샌드블라스트」, 25mm×100mm×두께 1.6mm)를 준비하였다.
- [0286] 실시예 8에 있어서, 외층(Ia), (Ib)으로서 상기 철재를 이용하고, 아민계 경화제(A)로서, 이소포론디아민과, 실시예 1에서 얻어진 반응물(a2)인 메타자일릴렌디아민의 탄산염을 표 3에 기재된 비율로 이용한 것 이외에는, 실시예 8과 동일한 방법으로 다층 구조체의 제작 및 층간접착성 평가를 행하였다. 결과를 표 3에 나타낸다.
- [0287] 실시예 14
- [0288] 실시예 13에 있어서, 실시예 1에서 얻어진 반응물(a2) 대신에, 실시예 4에서 얻어진 반응물(a2)인 이소포론디아민의 탄산염을 이용하고, 아민계 경화제(A)로서, 이소포론디아민과, 이소포론디아민의 탄산염을 표 3에 기재된

비율로 이용한 것 이외에는, 실시예 13과 동일한 방법으로 다층 구조체의 제작 및 층간접착성 평가를 행하였다. 결과를 표 3에 나타낸다. 한편, 이소포론디아민의 탄산염은, 이소포론디아민 1몰에 대하여 이산화탄소가 1몰, 물이 1몰 부가되어 있는 점에서, 물질량은 232.31g/mol로서 계산하였다.

[표 3]

수지 조성물 (C)	반응물(a2) 이산화탄소와 반응하고 있지 않은 아민 화합물	아민계 경화제(A)		실시예 6	실시예 7	실시예 8	실시예 9	실시예 10	실시예 11	실시예 12	실시예 13	실시예 14							
		MXDA (g)	IPDA (g)										반응물(a2) 이산화탄소와 반응하고 있지 않은 아민 화합물	외층(Ia), (Ib)의 종류	최대전단응력(MPa)				
																1,3-BAC (g)	IPDA (g)	CFRP	CFRP
반응물(a2)/이산화탄소와 반응하고 있지 않은 아민 화합물(molar)				1.35	1.35	1.13	1.13	1.35	1.58	1.35	1.13	1.16							
에폭시 수지(B)				0.68	0.71	1.06	0.85	0.68	0.51	0.71	1.06	1.28							
에폭시 수지(B)				60/40	60/40	50/50	50/50	60/40	70/30	60/40	50/50	40/60							
에폭시 수지(B)				9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3							
에폭시 수지(B)				JER828 (g)	JER828 (g)	JER828 (g)	JER828 (g)	JER828 (g)	JER828 (g)	JER828 (g)	JER828 (g)	JER828 (g)							
외층(Ia), (Ib)의 종류				CFRP	CFRP	CFRP	철판	철판	철판	철판	철판	철판							
최대전단응력(MPa)				11.1	3.6	9.9	11.5	11.1	8.7	9.9	4.9	3.6							

[0290] 실시예 15-17, 19

[0291] 실시예 10에 있어서, 외층(Ia), (Ib)을 표 4에 기재된 재료로 변경한 것 이외에는, 실시예 10과 동일한 방법으로 다층 구조체의 제작 및 층간접착성 평가를 행하였다. 결과를 표 4에 나타낸다.

[0292] 실시예 18

[0293] (1)외층(Ia), (Ib)용의 유리섬유강화 복합재의 제작

[0294] 에폭시 수지인 비스페놀A형 액상 에폭시 수지(OLIN제 「DER332」)를 100g, 에폭시 수지 경화제인 1,3-비스(아미노메틸)시클로헥산(1,3-BAC, 미쯔비시가스화학(주)제, 시스/트랜스비=77/23) 19g을 혼합하여, 에폭시 수지 조성

물을 조제하였다. 조제한 에폭시 수지 조성물을, 실온에서의 Va-RTM 성형에 의해, 16cm×16cm의 평직 유리클로스(센트럴글래스파이버(주)제 로빙글로스 「ERW320-554A」, 두께 0.3mm)에 함침시켜 프리프레그를 제작하였다. 이어서, 이 프리프레그를 60℃의 열풍건조기 내에서 15시간 유지하여 에폭시 수지 조성물을 열경화시켜, 두께 2mm의 외층용의 유리섬유강화 복합재를 제작하였다.

[0296] (2)에폭시 수지 조성물(C)의 조제, 다층 구조체의 제작 및 층간접착성 평가

[0297] 실시예 10에 있어서, 외층(Ia), (Ib)을 상기 유리섬유강화 복합재로 변경한 것 이외에는, 실시예 10과 동일한 방법으로 에폭시 수지 조성물(C)의 조제, 다층 구조체의 제작 및 층간접착성 평가를 행하였다. 결과를 표 4에 나타낸다.

[0298] [표 4]

수지 조성물 (C)	아민계 경화제(A) 이산화탄소와 반응하고 있지 않은 아민 화합물	MXDA (g)	실시예 10		실시예 15		실시예 16		실시예 17		실시예 18		실시예 19			
			반응물(a2)	MXDA탄산염 (g)	1.35	60/40	1.35	60/40	1.35	60/40	1.35	60/40	1.35	60/40	1.35	60/40
			반응물(a2)/이산화탄소와 반응하고 있지 않은 아민 화합물 (m비)	이산화탄소와 반응하고 있지 않은 아민 화합물 (m비)	9.3	60/40	9.3	60/40	9.3	60/40	9.3	60/40	9.3	60/40	9.3	60/40
에폭시 수지(B)				9.3	60/40	9.3	60/40	9.3	60/40	9.3	60/40	9.3	60/40	9.3	60/40	
외층(Ia), (Ib)의 종류				철	구리	SUS	Al	GFRP	GFRP							
최대전단응력 (MPa)				11.1	3.0	2.4	1.9	6.7	8.2							

[0299]

[0300] 표 4에 기재된 외층의 상세는 하기와 같다.

[0301] 구리: 주식회사스탠다드테스트피스제 JIS K6850 시험편 「C1020P-1/2H」, 25mm×100mm×두께 2mm

[0302] SUS: 주식회사스탠다드테스트피스제 JIS K6850 시험편 「SUS304-2B」, 25mm×100mm×두께 2mm

[0303] A1: 주식회사스탠다드테스트피스제 JIS K6850 시험편 「A1050P-H24」, 25mm×100mm×두께 2mm

[0304] GFRP: 실시예 18에서 제작한 유리섬유강화 복합재

[0305] CFRP: 실시예 5에서 제작한 탄소섬유강화 복합재

[0306] **산업상 이용가능성**

[0307] 본 발명에 따르면, 이산화탄소 흡수능력이 향상된 에폭시 수지계 발포체를 제공할 수 있다. 이 발포체는, 다층 구조체의 코어재로도 유용하다.

[0308] **부호의설명**

[0309] 100 다층 구조체

[0310] 1a, 1b 외층

[0311] 2 에폭시 수지계 발포체(코어층)

도면

도면1

