

명세서

발명의 명칭: 봉지재 필름용 조성물 및 이를 포함하는 봉지재 필름 기술분야

- [1] 관련 출원과의 상호 인용
 [2] 본 출원은 2022년 8월 26일자 한국 특허 출원 2022-0107467에 기초한 우선권의 이익을 주장하며, 해당 한국 특허 출원들의 문헌에 개시된 모든 내용은 본 명세서의 일부로서 포함된다.

- [3]
 [4] 기술분야
 [5] 본 발명은 에틸렌/알파-올레핀 공중합체를 포함하는 봉지재 필름용 조성물, 봉지재 필름 및 태양전지 모듈에 관한 것이다.

[6] 배경기술

- [7] 지구 환경 문제, 에너지 문제 등이 갈수록 심각해지고 있는 가운데, 환경 오염과 고갈 우려가 없는 에너지 생성 수단으로서 태양전지가 주목받고 있다. 태양전지를 건물의 지붕 등 옥외에서 사용하는 경우, 일반적으로 태양전지의 모듈 형태로 사용한다. 태양전지 모듈 제조시 결정형 태양전지 모듈을 얻기 위해서는, 전면 유리/태양전지 봉지재/결정형 태양전지 소자/태양전지 봉지재/후면 유리(또는 후면 보호 시트)의 순서대로 적층한다. 상기 태양전지 봉지재로서, 일반적으로 투명성, 유연성, 접착성 등이 우수한 에틸렌/아세트산비닐 공중합체나 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 등이 사용된다.
- [8] 태양전지 모듈은 실리콘, 갈륨-비소, 구리-인듐-셀렌 등의 태양전지 소자를 상부 투명 보호재와 하부 기판 보호재로 보호하고 태양전지 소자와 보호재를 밀봉재로 고정하여 패키징한 것이다. 일반적으로는, 태양전지 모듈에 있어서의 태양전지 소자의 밀봉재는 유기 과산화물이나 실란 커플링제를 배합한 에틸렌/알파-올레핀 공중합체를 시트상으로 압출 성형함으로써 제작되어 있고, 얻어진 시트상의 밀봉재를 사용하여 태양전지 소자를 밀봉하여 태양전지 모듈이 제조되어 있다.
- [9] 상기와 같은 태양전지 모듈 제조 시, 생산성 향상을 위해서 봉지재 필름용 조성물에 포함되는 여러 원료와 에틸렌/알파-올레핀 공중합체의 친화성을 증가시켜 흡수성을 높이는 것이 하나의 방안이 될 수 있다. 특히, 봉지재 필름 제조를 위해 필수적으로 사용되는 가교제, 가교 조제 등은 극성 물질로서 비극성인 에틸렌/알파-올레핀 공중합체에 대한 흡수성이 낮을 수밖에 없고, 이는 생산성 저하를 유발하는 요인 중 하나로 지목된다.

[10]

[11] [선행기술문헌]

- [12] [특허문헌]
 [13] (특허문헌 1) 일본 공개특허 2015-211189
 [14]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [15] 본 발명의 목적은 에틸렌/알파-올레핀 공중합체와 친화성이 높은 가교제, 가교 조제 등을 사용함으로써 봉지재 필름 제조 시 초기 단계에서 에틸렌/알파-올레핀 공중합체의 함침 시간을 단축시키는 것이다.

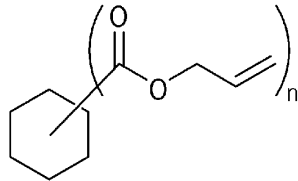
[16]

과제 해결 수단

- [17] 상기 과제를 해결하기 위해, 본 발명은 봉지재 필름용 조성물, 봉지재 필름 및 태양전지 모듈을 제공한다.
- [18] (1) 본 발명은 에틸렌/알파-올레핀 공중합체, 유기 과산화물 가교제, 가교 조제 및 실란 커플링제를 포함하고, 상기 가교 조제는 하기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하고, 상기 유기 과산화물 가교제는 1시간 반감기 온도가 115 내지 130°C인, 봉지재 필름용 조성물을 제공한다.

- [19] [화학식 1]

[20]



- [21] 상기 화학식 1에서,
- [22] n 은 2 내지 6의 정수임.
- [23] (2) 본 발명은 상기 (1)에 있어서, 상기 유기 과산화물 가교제는, *t*-부틸퍼옥시 2-에틸헥실 카보네이트, *t*-아밀퍼옥시 2-에틸헥실 카보네이트, 1,1-디(*t*-부틸퍼옥시)-3,3,5-트리메틸사이클로헥산, 1,1-디(*t*-부틸퍼옥시)-사이클로헥산, 2,2-디(*t*-아밀퍼옥시)-부탄, 2,2-디(*t*-부틸퍼옥시)-부탄, *n*-부틸-4,4-디(*t*-부틸퍼옥시)말레이트, 폴리에테르 폴리(*t*-부틸 퍼옥시카보네이트), *t*-아밀퍼옥시 3,5,5-트리메틸헥사노에이트, *t*-부틸 퍼옥시아세테이트 및 *t*-부틸 퍼옥시벤조에이트로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상인 봉지재 필름용 조성물을 제공한다.
- [24] (3) 본 발명은 상기 (1) 또는 (2)에 있어서, 상기 유기 과산화물 가교제는 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 100 중량부 기준 0.1 내지 3.0 중량부인 봉지재 필름용 조성물을 제공한다.
- [25] (4) 본 발명은 상기 (1) 내지 (3) 중 어느 하나에 있어서, 상기 가교 조제는 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 100 중량부 기준 0.1 내지 3.0 중량부인 봉지재 필름용 조성물을 제공한다.

- [26] (5) 본 발명은 상기 (1) 내지 (4) 중 어느 하나에 있어서, 상기 실란 커플링제는 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 100 중량부 기준 0.1 내지 1.0 중량부인 봉지재 필름용 조성물을 제공한다.
- [27] (6) 본 발명은 상기 (1) 내지 (5) 중 어느 하나에 있어서, 상기 가교 조제는 알릴기 함유 화합물을 더 포함하는 봉지재 필름용 조성물을 제공한다.
- [28] (7) 본 발명은 상기 (6)에 있어서, 상기 알릴기 함유 화합물은 트리알릴 이소시아누레이트, 트리알릴 시아누레이트, 디알릴 프탈레이트, 디알릴 푸마레이트 및 디알릴 말레에이트로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함하는 봉지재 필름용 조성물을 제공한다.
- [29] (8) 본 발명은 상기 (6) 및 (7) 중 어느 하나에 있어서, 상기 화학식 1로 표시되는 화합물 및 알릴기 함유 화합물의 몰비는 1 : 0.1 내지 1 : 10인 봉지재 필름용 조성물을 제공한다.
- [30] (9) 본 발명은 상기 (1) 내지 (8) 중 어느 하나에 있어서, 상기 알파-올레핀은 프로필렌, 1-부텐, 1-펜텐, 4-메틸-1-펜텐, 1-헥센, 1-헵텐, 1-옥텐, 1-데센, 1-운데센, 1-도데센, 1-테트라데센, 1-헥사데센 및 1-에이코센으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함하는 봉지재 필름용 조성물을 제공한다.
- [31] (10) 본 발명은 상기 (1) 내지 (9) 중 어느 하나에 있어서, 상기 알파-올레핀은 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 기준 0 초과 99 이하 몰% 포함되는 봉지재 필름용 조성물을 제공한다.
- [32] (11) 본 발명은 상기 (1) 내지 (10) 중 어느 한 항의 봉지재 필름용 조성물을 포함하는 봉지재 필름을 제공한다.
- [33] (12) 본 발명은 상기 (11)의 봉지재 필름을 포함하는 태양전지 모듈을 제공한다.
- [34]

발명의 효과

- [35] 본 발명에 따른 봉지재 필름용 조성물을 이용하여 봉지재 필름 제조 시, 에틸렌/알파-올레핀 공중합체의 함침 시간을 단축시킴으로써 봉지재 필름 생산 공정의 경제성을 개선할 수 있다. 또한, 본 발명을 이용하여 제조된 봉지재 필름용 조성물은 우수한 가교도를 나타낸다.

[36]

발명의 실시를 위한 형태

- [37] 이하, 본 발명에 대한 이해를 돕기 위하여 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다.
- [38] 본 발명의 설명 및 청구범위에서 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

[39]

- [40] <봉지재 필름용 조성물>

- [41] 본 발명의 봉지재 필름용 조성물은 (a) 에틸렌/알파-올레핀 공중합체, (b) 유기 과산화물 가교제, (c) 가교 조제 및 (d) 실란 커플링제를 포함하고, 상기 가교 조제는 하기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [42]
- [43] 이하, 각 성분 별로 상세히 설명한다.
- [44]
- [45] (a) 에틸렌/알파-올레핀 공중합체
- [46] 본 발명의 봉지재 필름용 조성물은 에틸렌/알파-올레핀 공중합체를 포함한다. 상기 에틸렌/알파-올레핀 공중합체는 에틸렌과 알파-올레핀계 단량체를 공중합하여 제조된 것으로서, 이 때 공중합체 내 알파-올레핀계 단량체로부터 유래된 부분을 의미하는 상기 알파-올레핀은 탄소수 4 내지 20의 알파-올레핀, 구체적으로 프로필렌, 1-부텐, 1-펜텐, 4-메틸-1-펜텐, 1-헥센, 1-헵텐, 1-옥텐, 1-데센, 1-운데센, 1-도데센, 1-테트라데센, 1-헥사데센, 또는 1-에이코센 등을 들 수 있으며, 이들 중 1종 단독 또는 2종 이상의 혼합물일 수 있다.
- [47] 이 중에서도, 상기 알파-올레핀은 1-부텐, 1-헥센 또는 1-옥텐일 수 있고, 바람직하게는 1-부텐, 1-옥텐, 또는 이들의 조합일 수 있다.
- [48] 또한, 상기 에틸렌/알파-올레핀 공중합체에서 알파-올레핀의 함량은 상기한 물성적 요건을 충족하는 범위 내에서 적절히 선택될 수 있으며, 구체적으로는 0 초과 99 이하 몰%, 10 내지 50 몰%일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [49] 본 발명에서, 에틸렌/알파-올레핀 공중합체를 준비하는 방법이나 수득 경로는 제한되지 않으며, 통상의 기술자가 봉지재 필름용 조성물의 물성과 목적을 고려하여 적절한 것을 선택하여 사용할 수 있다.
- [50]
- [51] (b) 유기 과산화물 가교제
- [52] 본 발명의 봉지재 필름용 조성물은 유기 과산화물 가교제를 포함한다. 상기 유기 과산화물 가교제는 실란 변성 수지 조성물의 제조 단계에서는 라디칼 개시제로서, 수지 조성물에 불포화 실란 화합물이 그래프트되는 반응을 개시하는 역할을 할 수 있다. 또한, 광전자 장치의 제조 시에 라미네이션하는 단계에서 상기 실란 변성 수지 조성물 사이 또는 실란 변성 수지 조성물과 비변성 수지 조성물 사이의 가교 결합을 형성함으로써, 최종 제품, 예컨대 봉지재 시트의 내열 내구성을 향상시킬 수 있다.
- [53] 특히, 태양전지용 봉지재는 가교제로 유기 과산화물을 포함할 수 있으며, 상기 유기 과산화물은 태양전지용 봉지재의 내후성을 향상시키는 역할을 한다.
- [54]
- [55] 상기 유기 과산화물 가교제는 1시간 반감기 온도가 115 내지 130°C일 수 있다.
- [56] 상기 "1시간 반감기 온도"란 상기 가교제의 반감기가 1시간이 되는 온도를 의미한다. 상기 1시간 반감기 온도에 따라, 라디칼 개시 반응이 효율적으로 일어나는 온도가 상이해지며, 따라서, 전술한 범위의 1시간 반감기 온도를 가지는 유기

과산화물 가교제를 사용할 경우, 광전자 장치를 제조하기 위한 라미네이션 공정 온도에서 라디칼 개시 반응, 즉, 가교 반응이 효과적으로 진행될 수 있다.

[57]

[58] 구체적으로, 상기 유기 과산화물 가교제는, t-부틸퍼옥시 2-에틸헥실 카보네이트(TBEC), t-아밀퍼옥시 2-에틸헥실 카보네이트(TAEC), 1,1-디(t-부틸퍼옥시)-3,3,5-트리메틸사이클로헥산, 1,1-디(t-부틸퍼옥시)-사이클로헥산, 2,2-디(t-아밀퍼옥시)-부탄, 2,2-디(t-부틸퍼옥시)-부탄, n-부틸-4,4-디(t-부틸퍼옥시)말레이트, 폴리에테르 폴리(t-부틸 퍼옥시카보네이트), t-아밀퍼옥시 3,5,5-트리메틸헥사노에이트, t-부틸 퍼옥시아세테이트 및 t-부틸 퍼옥시벤조에이트로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 들 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[59]

[60] 유기 과산화물 가교제의 1시간 반감기 온도가 상기 범위일 때 가교 과정에서 가교제의 라디칼 분해 속도가 에틸렌/알파-올레핀 공중합체의 가교 속도보다 빠르지 않게 나타나 원하는 가교도를 구현할 수 있다. 또한, 일반적인 가교 조건 (140~150°C)에서 가교제의 라디칼 분해 속도가 느려 가교 속도가 느려지는 것을 억제할 수 있다.

[61]

[62] 상기 유기 과산화물 가교제는 상기 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 100 중량부 기준 0.1 내지 3.0 중량부, 0.1 내지 2.0 중량부, 또는 0.5 내지 1.5 중량부의 함량으로 포함될 수 있다. 유기 과산화물 가교제가 상기 범위로 포함될 경우, 내열 특성의 향상 효과가 충분히 나타나면서도, 봉지재 필름의 성형성 또한 우수하여 공정상 제약이나 봉지재 물성 저하가 발생하지 않을 수 있다.

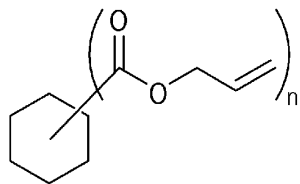
[63]

[64] (c) 가교 조제

[65] 본 발명의 봉지재 필름용 조성물은 가교 조제를 포함하고, 여기서 가교 조제는 하기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함한다.

[66] [화학식 1]

[67]



[68] 상기 화학식 1에서,

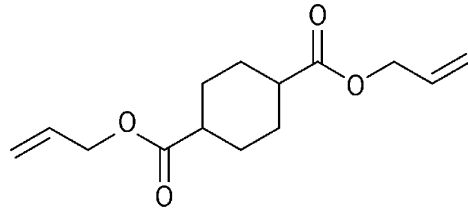
[69] n은 2 내지 6의 정수임.

[70]

[71] 구체적으로, 상기 화학식 1로 표시되는 화합물은 하기 화합물 중에서 선택될 수 있다.

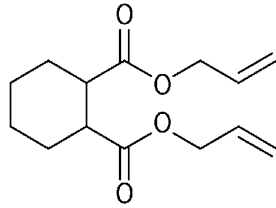
[72] [화학식 1-1]

[73]



[74] [화학식 1-2]

[75]



[76] 본 발명에서 사용하는 상기 가교 조제는 트리알릴 이소시아누레이트와 같이 종래에 사용되어온 가교 조제와 달리, 비극성으로서 에틸렌/알파-올레핀 공중합체와의 친화력이 우수하여 빠른 함침이 가능하다.

[77] 또한, 가교 조제 구조의 중앙에 위치한 사이클로헥산 및 카복실레이트 작용기가 고분자 사슬 사이를 견고하게 고정하여 우수한 가교도를 달성할 수 있다.

[78]

[79] 이와 같이, 상기 가교 조제가 상술한 유기 과산화물 가교제와 함께 봉지재 필름용 조성물에 포함됨으로써, 전술한 가교제 및 가교 조제의 봉지재 필름용 조성물 내 흡수 속도를 크게 개선하고, 동시에 가교도를 더욱 높임으로써, 봉지재 필름 등 최종 제품의 내열성 및 내구성을 유지하면서 생산 경제성을 높게 향상시킬 수 있다.

[80]

[81] 본 발명에서, 상기 봉지재 필름용 조성물은 가교 조제로서 알릴기 함유 화합물을 더 포함할 수 있다.

[82] 상기 알릴기 함유 화합물은 트리알릴 이소시아누레이트, 트리알릴 시아누레이트, 디알릴 프탈레이트, 디알릴 푸마레이트 및 디알릴 말레에이트로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있다.

[83] 여기서, 상기 화학식 1로 표시되는 화합물 및 알릴기 함유 화합물의 몰비는 1:0.1 내지 1:10일 수 있고, 구체적으로 1:0.2 내지 1:5, 보다 구체적으로 1:0.3 내지 1:4일 수 있다.

[84] 상기 범위 내에서, 에틸렌/알파-올레핀 공중합체의 함침 시간을 단축하면서도 봉지재 필름용 조성물의 가교도 또한 높일 수 있다.

[85]

- [86] 또한, 상기 가교 조제는 상기 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 100 중량부 기준 0.1 내지 3.0 중량부, 구체적으로, 0.1 내지 2.0 중량부, 0.25 내지 1.50 중량부의 함량일 수 있다.
- [87] 상기 범위로 가교 조제를 포함함으로써, 봉지재 필름용 조성물의 가교도를 높게 유지하면서도 에틸렌/알파-올레핀 공중합체의 가교 조제 함침 시간을 단축시킬 수 있다.
- [88]
- [89] (d) 실란 커플링제
- [90] 본 발명의 봉지재 필름용 조성물은 실란 커플링제를 포함하고, 이는 봉지재 필름과 태양전지 셀의 접착력을 향상시키는 역할을 할 수 있다.
- [91] 상기 실란 커플링제로는, 예를 들어, N-(β -아미노에틸)- γ -아미노프로필트리메톡시실란, N-(β -아미노에틸)- γ -아미노프로필메틸디메톡시실란, γ -아미노프로필트리에톡시실란, γ -글리시톡시프로필트리메톡시실란 및 γ -메타크릴옥시프로필트리메톡시실란(MEMO)으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 사용할 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [92] 상기 실란 커플링제는 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 100 중량부 기준 0.1 내지 1.0 중량부, 또는 0.1 내지 0.4 중량부로 포함될 수 있다.
- [93]
- [94] 실란 커플링제의 함량이 상기 범위 내일 때, 태양전지 모듈 제작 시 유리와의 접착력이 우수하여 수분 침투에 따른 모듈의 장기 성능 저하를 방지할 수 있다.
- [95]
- [96] 또한, 본 발명의 봉지재 필름용 조성물은 불포화 실란 화합물, 아미노 실란 화합물, 광 안정제, UV 흡수제 및 열 안정제로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 추가로 포함할 수 있다.
- [97] 상기 불포화 실란 화합물은 라디칼 개시제 등의 존재 하에서 본 발명 공중합체의 단량체의 중합단위를 포함하는 주쇄에 그래프팅(grafting)되어 실란 변성 수지 조성물 또는 아미노 실란 변성 수지 조성물에 중합된 형태로 포함될 수 있다.
- [98] 상기 불포화 실란 화합물은 비닐트리메톡시 실란, 비닐트리에톡시 실란, 비닐트리프로폭시 실란, 비닐트리아이소프로폭시 실란, 비닐트리부톡시 실란, 비닐트리펜톡시 실란, 비닐트리페녹시 실란, 또는 비닐트리아세톡시 실란 등일 수 있고, 일 예로서 이 중 비닐트리메톡시 실란 또는 비닐트리에톡시 실란을 사용할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [99]
- [100] 또한, 상기 아미노 실란 화합물은 에틸렌/알파-올레핀 공중합체의 그래프팅 변성 단계에서 공중합체의 주쇄에 그래프팅된 불포화 실란 화합물, 예컨대 비닐트리에톡시실란의 알콕시기와 같은 반응성 관능기를 히드록시기로 전환하는 가수분해 반응을 촉진시키는 촉매로서 작용함으로써, 상 하부의 유리기관 또는 불소수지 등으로 구성되는 이면 시트와 접착 강도를 보다 향상시킬 수 있다. 또한 이

와 동시에, 상기 아미노 실란 화합물은 직접 공중합 반응에 반응물로서도 관여함으로써, 아미노 실란 변성 수지 조성물에 아민 관능기를 가지는 모이머를 제공할 수 있다.

- [101] 상기 아미노 실란 화합물로는 아민기를 포함하는 실란 화합물로서, 1차 아민, 2차 아민이면, 특별히 제한되지 아니한다. 예를 들어, 아미노 실란 화합물로는 아미노트리알콕시실란, 아미노디알콕시실란 등을 사용할 수 있으며, 예로는 3-아미노프로필트리메톡시실란(3-aminopropyltrimethoxysilane; APTMS), 3-아미노프로필트리에톡시실란(3-aminopropyltriethoxysilane; APTES), 비스[(3-트리에톡시실릴)프로필]아민, 비스[(3-트리메톡시실릴)프로필]아민, 3-아미노프로필메틸디에톡시실란, 3-아미노프로필메틸디메톡시실란, N-[3-(트리메톡시실릴)프로필]에틸렌디아민 (N-[3-(Trimethoxysilyl)propyl]ethylenediamine; DAS), 아미노에틸아미노프로필트리메톡시실란, 아미노에틸아미노프로필메틸디메톡시실란, 아미노에틸아미노프로필메틸디에톡시실란, 아미노에틸아미노메틸트리에톡시실란, 아미노에틸아미노메틸메틸디에톡시실란, 디에틸렌트리아미노프로필트리메톡시실란, 디에틸렌트리아미노프로필트리에톡시실란, 디에틸렌트리아미노프로필메틸디메톡시실란, 디에틸렌아미노메틸메틸디에톡시실란, (N-페닐아미노)메틸트리메톡시실란, (N-페닐아미노)메틸트리에톡시실란, (N-페닐아미노)메틸메틸디메톡시실란, (N-페닐아미노)메틸메틸디에톡시실란, 3-(N-페닐아미노)프로필트리메톡시실란, 3-(N-페닐아미노)프로필트리에톡시실란, 3-(N-페닐아미노)프로필메틸디메톡시실란, 3-(N-페닐아미노)프로필메틸디에톡시실란, 및 N-(N-부틸)-3-아미노프로필트리메톡시실란으로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상을 들 수 있다. 상기 아미노 실란 화합물은 단독으로 또는 혼합하여 사용할 수 있다.
- [102]
- [103] 상기 광 안정제는 상기 조성물이 적용되는 용도에 따라서 수지의 광열화 개시의 활성종을 포착하여, 광산화를 방지하는 역할을 할 수 있다. 사용할 수 있는 광 안정제의 종류는 특별히 제한되지 않고, 예를 들면, 힌더드 아민계 화합물 또는 힌더드 피페리딘계 화합물 등과 같은 공지의 화합물을 사용할 수 있다.
- [104] 상기 UV 흡수제는 조성물의 용도에 따라서 태양광 등으로부터의 자외선을 흡수하여, 분자 내에서 무해한 열 에너지로 변환시켜, 수지 조성물 중의 광열화 개시의 활성종이 여기되는 것을 방지하는 역할을 할 수 있다. 사용할 수 있는 UV 흡수제의 구체적인 종류는 특별히 제한되지 않으며, 예를 들면, 벤조페논계, 벤조트리아졸계, 아크릴니트릴계, 금속 착염계, 힌더드 아민계, 초미립자 산화 티탄 또는 초미립자 산화 아연 등의 무기계 UV 흡수제 등의 1종 또는 2종 이상의 혼합물을 사용할 수 있다.
- [105] 또한, 상기 열 안정제의 예로는 트리스(2,4-디-*tert*-부틸페닐)포스파이트, 비스[2,4-비스(1,1-디메틸에틸)-6-메틸페닐]에틸에스테르 아인산, 테트라키스(2,4-디-*tert*-부틸페닐)[1,1-비페닐]-4,4'-디일비스포스포네이트 및 비스(2,4-디-*tert*-부틸페

닐)펜타에리쓰리톨디포스파이트 등의 인계 열안정제; 8-히드록시-5,7-디-*tert*-부틸-푸란-2-온과 6-크실렌과의 반응 생성물 등의 락톤계 열안정제를 들 수 있고, 상기 중 1종 또는 2종 이상을 사용할 수 있다.

- [106] 상기 광 안정제, UV 흡수제, 열 안정제의 함량은 특별히 한정되지 않는다. 즉, 상기 첨가제의 함량은, 수지 조성물의 용도, 첨가제의 형상이나 밀도 등을 고려하여 적절히 선택할 수 있고, 통상적으로 봉지재 필름용 조성물의 전체 고형분 100 중량부 기준 0.01 중량부 내지 5 중량부의 범위 내에서 적절히 조절될 수 있다.
- [107]
- [108] <봉지재 필름 및 태양전지 모듈>
- [109] 또한, 본 발명은 상기 봉지재 필름용 조성물을 포함하는 봉지재 필름을 제공한다.
- [110] 본 발명의 봉지재 필름은 상기 봉지재 필름용 조성물을 필름 또는 시트 형상으로 성형함으로써 제조할 수 있다. 이와 같은 성형 방법은 특별히 제한되지 않으며, 예를 들면, T 다이 공정 또는 압출 등과 같은 통상적인 공정으로 시트화 또는 필름화하여 제조할 수 있다. 예를 들어, 상기 봉지재 필름의 제조는 상기 봉지재 필름용 조성물을 이용한 변성 수지 조성물의 제조 및 필름화 또는 시트화 공정이 서로 연결되어 있는 장치를 사용하여 인-시츄(*in situ*) 공정으로 수행할 수 있다.
- [111] 상기 봉지재 필름의 두께는 광전자 장치에서 소자의 지지 효율 및 파손 가능성, 장치의 경량화나 작업성 등을 고려하여, 약 10 내지 2,000 μm , 또는 약 100 내지 1,250 μm 으로 조절할 수 있으며, 구체적인 용도에 따라서 변경될 수 있다.
- [112]
- [113] 또한, 본 발명은 상기 봉지재 필름을 포함하는 태양전지 모듈을 제공한다. 본 발명에서 태양전지 모듈은 직렬 또는 병렬로 배치된 태양전지 셀을 상기 본 발명의 봉지재 필름으로 간격을 메우고, 태양광이 부딪히는 면에는 유리면이 배치되고, 이면은 백시트로 보호하는 구성을 가질 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니며, 당해 기술분야에서 봉지재 필름을 포함하여 제조한 태양전지 모듈의 다양한 종류와 형태가 모두 본 발명에 적용될 수 있다.
- [114] 상기 유리면은 외부의 충격으로부터 태양전지를 보호하고 파손 방지하기 위해 강화 유리를 사용할 수 있고, 태양광의 반사를 방지하고 태양광의 투과율을 높이기 위해 철 성분 함량이 낮은 저철분 강화 유리(*low iron tempered glass*)를 사용할 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [115] 상기 백시트는 태양전지 모듈의 이면을 외부로부터 보호하는 내후성 필름으로서, 예컨대, 불소계 수지 시트, 알루미늄 등의 금속판 또는 금속박, 고리형 올레핀계 수지 시트, 폴리카보네이트계 수지 시트, 폴리(메타)아크릴계 수지 시트, 폴리아미드계 수지 시트, 폴리에스테르계 수지 시트, 내후성 필름과 배리어 필름을 라미네이트 적층한 복합 시트 등이 있으나, 이에 제한되지 않는다.

- [116] 이외에도, 본 발명의 태양전지 모듈은 전술한 봉지재 필름을 포함하는 것을 제외하고는, 당해 기술분야에 알려진 방법에 따라 제한되지 않고 제조할 수 있다.
- [117] 본 발명의 태양전지 모듈은 체적저항이 우수한 봉지재 필름을 이용하여 제조된 것으로서, 봉지재 필름을 통해 태양전지 모듈 내의 전자가 이동하여 외부로 전류가 유출되는 것을 방지할 수 있으며, 따라서 절연성이 악화되어 누설전류가 발생하고 모듈의 출력이 급격히 저하되는 PID(Potential Induced Degradation) 현상을 크게 억제시킬 수 있다.
- [118]
- [119] **실시예**
- [120] 이하, 실시예에 의하여 본 발명을 더욱 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 하기 실시예는 본 발명을 예시하기 위한 것으로 이들만으로 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.
- [121]
- [122] **실시예 1**
- [123] 에틸렌/알파-올레핀 공중합체로 LG화학의 LF675(에틸렌/1-부텐 공중합체, 밀도 0.877 g/cc, MI 14.0)을 사용하였다.
- [124] 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 펠렛 수지에 가교제로서 TBEC(t-butylperoxy 2-ethylhexyl carbonate), 가교 조제로서 하기 화학식 1-1로 표시되는 화합물인 DAHX(diallyl 1,4-cyclohexanedicarboxylate) 2.5g(0.5 phr), 실란 커플링제로서 MEMO(3-(trimethoxysilyl)propyl methacrylate)를 투입한 후 함침을 수행하였다.
- [125] 함침 공정은 Haake mixer 기기를 이용하였다. 41.5°C 온도에서 40 rpm으로 교반하면서 시간에 따른 Torque 값의 변화를 관찰하고 Torque 값이 급격히 증가할 때 함침을 종료하였다. 가교제가 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 내부로 흡수되기 전에는 윤활제 역할을 하여 낮은 Torque 값을 유지하다가 가교제가 모두 흡수되면 Torque 값이 증가하게 되므로, Torque 값이 급격히 증가하는 시점을 함침 완료시간으로 설정한 것이다.
- [126]
- [127] **실시예 2 내지 5, 비교예 1 내지 8**
- [128] 가교제, 가교 조제의 종류, 함량을 하기 표 1과 같이 변경한 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 방법으로 봉지재 필름을 제조하였다.

[129]

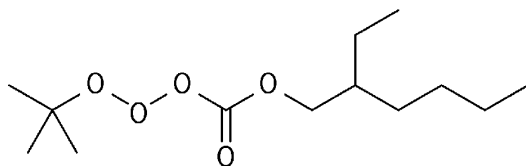
[130] [표1]

	가교제	가교 조제 종류	가교조제 함량(phr)
실시예 1	TBEC	DAHX	0.5
실시예 2	TBEC	DAHX	0.25
실시예 3	TBEC	DAHX+TAIC	0.375:0.125

실시예 4	TAEC	DAHX	0.25
실시예 5	TAEC	DAHX+TAIC	0.375:0.125
비교예 1	TBEC	TAIC	0.5
비교예 2	TBEC	1,6-bis(acryloyloxy)hexane	0.5
비교예 3	TBEC	pentaerythritol tetraacrylate	0.5
비교예 4	TBEC	trimethylolpropane triacrylate	0.5
비교예 5	TBEC	triethyl citrate	0.5
비교예 6	1,1-디(<i>t</i> -아밀퍼옥시)사이클로헥산	DAHX	0.5
비교예 7	<i>t</i> -아밀퍼옥시 2-에틸헥사노에이트	DAHX	0.5
비교예 8	사용X	DAHX	0.5

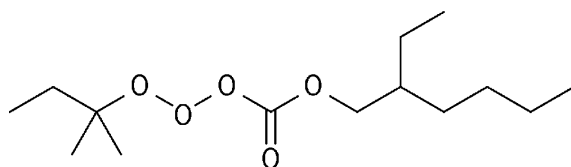
[131] * TBEC: *t*-부틸퍼옥시 2-에틸헥실 카보네이트

[132]



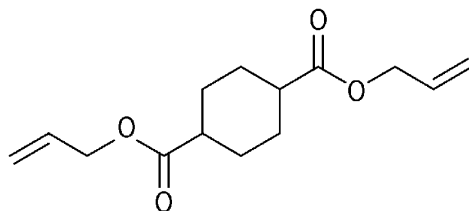
[133] * TAEC: *t*-아밀퍼옥시 2-에틸헥실 카보네이트

[134]



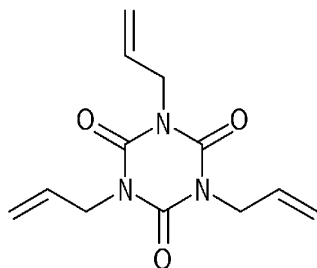
[135] * DAHX: 디알릴 1,4-사이클로헥산디카르복실레이트

[136]



[137] * TAIC: 트리알릴 이소시아누레이트

[138]



[139] [표2]

가교제	1시간 반감기 온도(°C)
TBEC	121
TAEC	117
1,1-디(t-아밀퍼옥시)사이클로헥산	112
t-아밀퍼옥시 2-에틸헥사노에이트	92

[140] 실험예 1

[141] (1) 함침 완료 시간

[142] 실시예 1에서 설명한 바와 같이, Torque 값이 급격히 증가하는 시점을 함침 완료시간으로 하여, 교반을 시작한 시점부터 함침이 완료되는 시점까지의 시간을 측정하였다.

[143]

[144] (2) 가교도(%)

[145] 가교도 평가는 CPIA(China Photovoltaic Industry Association) 규격 및 ASTM D2765를 기반으로 진행하였다. 위에서 제조한 봉지재 필름을 10 cm × 10 cm 자른 후, 150°C에서 진공 라미네이션 20분(5분 진공/1분 가압/14분 압력 지속)하여 가교된 시편을 수득하였다.

[146] 가교된 시편을 2 mm × 2 mm 크기로 재단한 후, 200 mesh 철망 cage에 0.5 g씩 정량하여 xylene reflux 하에서 5시간 동안 용해 처리하였다. 이후 시편을 진공 오븐에서 건조한 후, reflux 전후의 무게를 비교하여 각 시편의 가교도를 측정하였다.

[147]

[148] [표3]

	함침 완료 시간(min)	가교도(%)
실시예 1	22	74
실시예 2	13	70
실시예 3	30	76

실시예 4	19	75
실시예 5	27	78
비교예 1	60	77
비교예 2	40	60
비교예 3	>60	미실험
비교예 4	>60	미실험
비교예 5	>60	미실험
비교예 6	17	63
비교예 7	15	16
비교예 8	10	0

[149] 상기 표 3의 결과와 같이, 실시예 1 내지 5 모두 화학식 1로 표시되는 화합물에 해당하지 않는 TAIC을 가교 조제로 사용한 비교예 1 내지 5 대비하여, 함침 완료 시간이 단축된 것을 확인하였다. 또한, 가교도 평가 실험 결과를 살펴보면 다음과 같다. 여기서, 함침 완료 시간이 비교예 1 대비 매우 높게 나타난 비교예 3 내지 5 는 가교도 평가 대상에서 제외하였다.

[150] 1시간 반감기 온도가 115 내지 130°C를 벗어나 115°C보다 낮은 유기 과산화물 가교제를 사용한 비교예 6 및 7의 경우, 가교도가 실시예 대비 낮게 나타났으며, 특히 가교 조제는 동일한 종류와 함량으로 사용한 실시예 1과 비교하였을 때 가교제 종류의 차이에 따라 가교도가 달라진 것임을 명확하게 확인할 수 있었다. 한편, 비교예 8은 1시간 반감기 온도가 115 내지 130°C인 유기 과산화물 가교제를 사용하지 않은 경우로서, DAHX만을 사용한 것으로는 가교가 전혀 진행되지 않음을 확인하였다.

[151]

[152] **실험예 2**

[153] (1) 체적저항

[154] 상기 가교도 평가를 위해 제조한 가교 필름(thickness 0.6mm)의 체적저항을 KEITHLEY 8009 RESISTIVITY TEST FIXTURE을 이용하여 측정하였다. 체적저항은 Volume resistivity를 Voltage 1000V 조건에서 600초 측정 후 그 결과를 사용하였다.

[155] [표4]

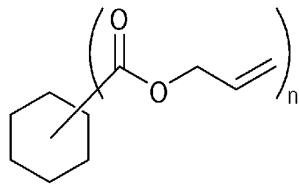
	체적저항($\Omega \cdot \text{cm}$)
실시예 1	3.7×10^{16}
실시예 2	2.6×10^{16}
실시예 3	3.3×10^{16}

실시예 4	4.6×10^{16}
실시예 5	3.7×10^{16}
비교예 1	2.3×10^{16}
비교예 2	8.5×10^{16}
비교예 3	미실험
비교예 4	미실험
비교예 5	미실험
비교예 6	3.0×10^{16}
비교예 7	4.1×10^{16}
비교예 8	4.0×10^{16}

- [156] 상기 표 4와 같이, 본 발명에 따른 봉지재 필름용 조성물은 함침 완료 시간을 단축하면서 가교도를 향상시켰고, 이와 동시에, 봉지재 필름용 조성물로 사용하기 위해 충분한 절연 효과를 나타내려면 체적저항이 최소 1.0×10^{16} 이 되어야 하는데, 모든 실시예에서 체적저항 또한 우수한 수준으로 구현됨을 알 수 있었다.

청구범위

- [청구항 1] 에틸렌/알파-올레핀 공중합체, 유기 과산화물 가교제, 가교 조제 및 실란 커플링제를 포함하고,
 상기 가교 조제는 하기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하고,
 상기 유기 과산화물 가교제는 1시간 반감기 온도가 115 내지 130°C인, 봉지재 필름용 조성물:
 [화학식 1]



- 상기 화학식 1에서,
 n 은 2 내지 6의 정수임.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서,
 상기 유기 과산화물 가교제는, *t*-부틸퍼옥시 2-에틸헥실 카보네이트, *t*-아밀퍼옥시 2-에틸헥실 카보네이트, 1,1-디(*t*-부틸퍼옥시)-3,3,5-트리메틸사이클로헥산, 1,1-디(*t*-부틸퍼옥시)-사이클로헥산, 2,2-디(*t*-아밀퍼옥시)-부탄, 2,2-디(*t*-부틸퍼옥시)-부탄, *n*-부틸-4,4-디(*t*-부틸퍼옥시)발레이트, 폴리에테르 폴리(*t*-부틸 퍼옥시카보네이트), *t*-아밀퍼옥시 3,5,5-트리메틸헥사노에이트, *t*-부틸 퍼옥시아세테이트 및 *t*-부틸 퍼옥시벤조에이트로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상인 봉지재 필름용 조성물.
- [청구항 3] 청구항 1에 있어서,
 상기 유기 과산화물 가교제는 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 100 중량부 기준 0.1 내지 3.0 중량부인 봉지재 필름용 조성물.
- [청구항 4] 청구항 1에 있어서,
 상기 가교 조제는 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 100 중량부 기준 0.1 내지 3.0 중량부인 봉지재 필름용 조성물.
- [청구항 5] 청구항 1에 있어서,
 상기 실란 커플링제는 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 100 중량부 기준 0.1 내지 1.0 중량부인 봉지재 필름용 조성물.
- [청구항 6] 청구항 1에 있어서,
 상기 가교 조제는 알릴기 함유 화합물을 더 포함하는 봉지재 필름용 조성물.
- [청구항 7] 청구항 6에 있어서,

- 상기 알릴기 함유 화합물은 트리알릴 이소시아누레이트, 트리알릴 시아누레이트, 디알릴 프탈레이트, 디알릴 푸마레이트 및 디알릴 말레에이트로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함하는 봉지재 필름용 조성물.
- [청구항 8] 청구항 6에 있어서,
상기 화학식 1로 표시되는 화합물 및 알릴기 함유 화합물의 몰비는 1 : 0.1 내지 1 : 10인 봉지재 필름용 조성물.
- [청구항 9] 청구항 1에 있어서,
상기 알파-올레핀은 프로필렌, 1-부텐, 1-펜텐, 4-메틸-1-펜텐, 1-헥센, 1-헵텐, 1-옥텐, 1-데센, 1-운데센, 1-도데센, 1-테트라데센, 1-헥사데센 및 1-에이코센으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함하는 봉지재 필름용 조성물.
- [청구항 10] 청구항 1에 있어서,
상기 알파-올레핀은 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 기준 0 초과 99 이하 몰% 포함되는 봉지재 필름용 조성물.
- [청구항 11] 청구항 1 내지 10 중 어느 한 항의 봉지재 필름용 조성물을 포함하는 봉지재 필름.
- [청구항 12] 청구항 11의 봉지재 필름을 포함하는 태양전지 모듈.