

명세서

발명의 명칭: 광소자용 봉지재 조성물 및 이를 이용한 광소자용 봉지재 필름

기술분야

- [1] 본 발명은 2021년 11월 10일에 출원된 한국특허출원 제10-2021-0154112호에 기초한 우선권의 이익을 주장하며, 해당 한국특허출원 문헌에 개시된 모든 내용은 본 명세서의 일부로서 포함된다.
- [2] 본 발명은 체적 저항 및 광 투과율이 높은 광소자용 봉지재 조성물 및 이를 이용한 광소자용 봉지재 필름에 관한 것이다.

배경기술

- [3] 지구 환경 문제, 에너지 문제 등이 갈수록 심각해지고 있는 가운데 깨끗하면서도 고갈 우려가 없는 에너지 생성 수단으로서 태양전지가 주목받고 있다. 태양전지는 건물의 지붕 등 옥외에서 사용하는 경우 모듈 형태로 사용하는 것이 일반적인데, 태양전지 모듈의 제조 시에는 결정형 태양전지 모듈을 얻기 위해 태양전지 모듈용 보호 시트(표면측 투명 보호 부재)/태양전지 봉지재/결정형 태양전지 소자/결정형 태양전지 소자/태양전지 봉지재/태양전지 모듈용 보호 시트(이면측 보호 부재)의 순서대로 적층하여 제조한다. 한편, 박막계 태양전지 모듈을 얻기 위해서는 박막형 태양전지 소자/태양전지 봉지재/태양전지 모듈용 보호 시트(이면측 보호 부재)의 순서대로 적층하여 제조하게 된다.
- [4] 상술한 태양전지 봉지재로서, 일반적으로 에틸렌/아세트산비닐 공중합체나 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 등이 사용되고 있다. 또한, 태양전지 봉지재에는 장기간의 내후성이 요구되는 점에서, 첨가제로서 광 안정제가 통상 포함되어 있다. 또한 유리로 대표되는 표면측 투명 보호 부재 내지 이면측 보호 부재의 밀착성을 고려하여, 태양전지 봉지재에는 실란 커플링제도 통상 포함되어 있다.
- [5] 구체적으로, 에틸렌/아세트산비닐 공중합체(EVA) 시트가 투명성, 유연성 및 접착성 등이 우수한 점에서 널리 사용되어 왔다. 에틸렌·아세트산 비닐 공중합체(EVA)막은 투명성, 유연성 및 접착성 등이 우수한 점에서 널리 사용되고 있다. 그러나, EVA 조성물을 태양전지 봉지재의 구성 재료로서 사용할 경우, EVA가 분해하여 발생하는 아세트산 가스 등의 성분이 태양전지 소자에 영향을 미칠 가능성이 염려되었다.
- [6] 에틸렌/알파-올레핀 공중합체는 수지의 가수분해 문제가 없으므로 수명 저하나 신뢰성 저하의 문제를 해결할 수 있었다. 그러나 에틸렌/알파-올레핀 공중합체는 수지에 극성기를 포함하지 않으므로, 기존에 태양전지 봉지재의 구성 재료로 포함되는 극성의 가교조제와는 혼합성이 저하되어 함침에 매우 오랜 시간이 소요되므로 생산성에 문제가 있었다.

- [7] 이와 같이, 체적 저항이 우수하여 태양 전재 봉지재 등 높은 절연성이 요구되는 물질로서 유용하게 활용할 수 있는 에틸렌/알파-올레핀 공중합체를 포함하는 태양전지 봉지재의 생산성을 향상시킬 수 있는 가교조제의 개발이 필요한 실정이다.
- [8] [선행기술문헌]
- [9] [특허문헌]
- [10] (특허문헌 1) 한국 공개특허 2018-0063669

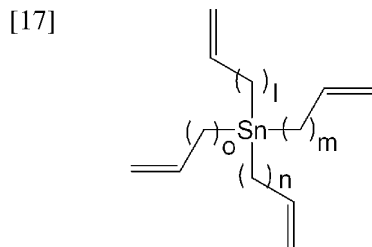
발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [11] 본 발명의 해결하고자 하는 과제는 올레핀계 공중합체와 혼합성이 우수한 가교조제를 포함하고, 높은 체적 저항 및 이를 통한 우수한 절연성을 나타내는 광소자용 봉지재 조성물을 제공하는 것이다.
- [12] 본 발명의 다른 해결하고자 하는 과제는 상기 광소자용 봉지재 조성물을 이용하여 제조된 광소자용 봉지재 필름을 제공하는 것이다.
- [13] 본 발명의 또 다른 해결하고자 하는 과제는 상기 광소자용 봉지재 필름을 포함하는 광소자 모듈을 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [14] 상기 과제를 해결하기 위해, 본 발명은 광소자용 봉지재 조성물, 광소자용 봉지재 필름 및 광소자 모듈을 제공한다.
- [15] [1] 본 발명은 (1) 올레핀계 공중합체; (2) 가교제; (3) 실란 커플링제; 및 (4) 하기 화학식 1의 화합물을 포함하는 광소자용 봉지재 조성물을 제공한다.
- [16] [화학식 1]



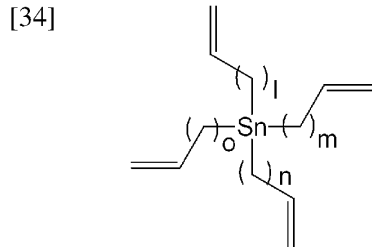
- [18] 상기 화학식 1에서 l, m, n, 및 o는 각각 독립적으로 0 내지 4의 정수이다.
- [19] [2] 본 발명은 상기 [1]에 있어서, 상기 (1) 올레핀계 공중합체는 하기 요건을 만족하는 것인 광소자용 봉지재 조성물을 제공한다:
- [20] (a) 밀도 0.85 내지 0.90 g/cc, 및 (b) 용융지수 0.1 내지 100 g/10min.
- [21] [3] 본 발명은 상기 [1] 또는 [2]에 있어서, 상기 (1) 올레핀계 공중합체는 에틸렌 알파-올레핀 공중합체인 광소자용 봉지재 조성물을 제공한다.
- [22] [4] 본 발명은 상기 [1] 내지 [3] 중 어느 하나에 있어서, 상기 (1) 올레핀계 공중합체는 체적 저항이 $1.0 \times 10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ 이상인 에틸렌 알파-올레핀 공중합체인 광소자용 봉지재 조성물을 제공한다.

- [23] [5] 본 발명은 상기 [1] 내지 [4] 중 어느 하나에 있어서, 상기 가교제는 유기 과산화물, 히드로과산화물 및 아조 화합물로 이루어진 군에서 선택되는 1종 또는 2종 이상인 광소자용 봉지재 조성물을 제공한다.
- [24] [6] 본 발명은 상기 [1] 내지 [5] 중 어느 하나에 있어서, 상기 가교제는 t-부틸큐밀퍼옥사이드, 디-t-부틸 퍼옥사이드, 디-큐밀 퍼옥사이드, 2,5-디메틸-2,5-디(t-부틸퍼옥시)헥산, 2,5-디메틸-2,5-디(t-부틸퍼옥시)-3-헥신, 큐멘 히드로퍼옥사이드, 디이소프로필 벤젠 히드로 퍼옥사이드, 2,5-디메틸-2,5-디(히드로퍼옥시)헥산, t-부틸히드로퍼옥사이드, 비스-3,5,5-트리메틸헥사노일 퍼옥사이드, 옥타노일퍼옥사이드, 벤조일 퍼옥사이드, o-메틸벤조일퍼옥사이드, 2,4-디클로로벤조일 퍼옥사이드, t-부틸퍼옥시 아이소 부틸레이트, t-부틸퍼옥시 아세테이트, t-부틸퍼옥시-2-에틸헥실카보네이트(TBEC), t-부틸퍼옥시-2-에틸헥사노에이트, t-부틸퍼옥시 피바레이트, t-부틸퍼옥시 옥토에이트, t-부틸퍼옥시아이소프로필 카보네이트, t-부틸퍼옥시벤조에이트, 디-t-부틸퍼옥시프탈레이트, 2,5-디메틸-2,5-디(벤조일퍼옥시)헥산, 2,5-디메틸-2,5-디(벤조일퍼옥시)-3-헥신, 메틸에틸케톤 퍼옥사이드, 사이클로헥사논 퍼옥사이드 아조비스이소부티로니트릴 및 아조비스(2,4-디메틸발레로니트릴)로 이루어지는 군에서 선택된 1종 이상인 광소자용 봉지재 조성물을 제공한다.
- [25] [7] 본 발명은 상기 [1] 내지 [6] 중 어느 하나에 있어서, 상기 실란 커플링제는 N-(β -아미노에틸)- γ -아미노프로필트리메톡시실란, N-(β -아미노에틸)- γ -아미노프로필메틸디메톡시실란, γ -아미노프로필트리에톡시실란, γ -글리시독시프로필트리메톡시실란, γ -메타크릴옥시프로필트리메톡시실란(MEMO), 비닐트리메톡시실란, 비닐트리에톡시실란, 3-메타크릴옥시프로필 메틸디메톡시실란, 3-메타크릴옥시프로필 트리에톡시실란, 및 p-스티릴 트리메톡시실란으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상인 광소자용 봉지재 조성물을 제공한다.
- [26] [8] 본 발명은 상기 [1] 내지 [7] 중 어느 하나에 있어서, 상기 화학식 1에서 l, m, n, 및 o는 각각 독립적으로 0 내지 2의 정수인 광소자용 봉지재 조성물을 제공한다.
- [27] [9] 본 발명은 상기 [1] 내지 [8] 중 어느 하나에 있어서, 상기 화학식 1의 화합물은 테트라비닐주석(tetravinyltin)인 광소자용 봉지재 조성물을 제공한다.
- [28] [10] 본 발명은 상기 [1] 내지 [9] 중 어느 하나에 있어서, 상기 광소자용 봉지재 조성물은 (1) 올레핀계 공중합체를 80 내지 99 중량부, (2) 유기 과산화물을 0.1 내지 9 중량부, (3) 실란커플링제를 0.01 내지 2 중량부, 및 (4) 화학식 1의 화합물을 0.1 내지 9 중량부 포함하는 것인 광소자용 봉지재 조성물을 제공한다.
- [29] [11] 본 발명은 상기 [1] 내지 [10] 중 어느 하나에 있어서, 상기 광소자용 봉지재 조성물은 추가적으로 상기 화학식 1의 화합물 이외의 (5) 가교조제를 포함하고,

상기 (5) 가교조제는 알릴기 또는 (메타)아크릴옥시기를 하나 이상 함유하는 화합물을 포함하는 광소자용 봉지재 조성물을 제공한다.

- [30] [12] 본 발명은 상기 [11]에 있어서, 상기 (5) 가교조제는 트리알릴 이소시아누레이트(TAIC), 트리알릴 시아누레이트, 디알릴 프탈레이트, 디알릴 푸마레이트, 디알릴 말레에이트, 에틸렌글리콜 디아크릴레이트, 에틸렌글리콜 디메타크릴레이트, 및 트리메틸올프로판 트라이메타크릴레이트로 이루어지는 군으로부터 선택된 1종 이상을 포함하는 광소자용 봉지재 조성물을 제공한다.
- [31] [13] 본 발명은 상기 [11] 또는 [12]에 있어서, 상기 (4) 화학식 1의 화합물 및 (5) 가교조제의 중량비는 20:80 내지 80:20인 광소자용 봉지재 조성물을 제공한다.
- [32] [14] 본 발명은 올레핀계 공중합체 및 하기 화학식 1의 화합물을 포함하는 광소자용 봉지재 필름을 제공한다.

[33] [화학식 1]



- [35] 상기 화학식 1에서 l, m, n, 및 o는 각각 독립적으로 0 내지 4의 정수이다.
- [36] [15] 본 발명은 광소자, 및 상기 [14]에 따른 광소자용 봉지재 필름을 포함하는 광소자 모듈을 제공한다.

발명의 효과

- [37] 본 발명의 광소자용 봉지재 조성물은 올레핀계 공중합체와 혼합성이 우수한 주석을 포함하는 화합물을 가교조제로 포함하는 것으로, 우수한 체적 저항 및 광 투과율을 나타내어 전기전자 산업 분야에서 다양한 용도로 널리 이용 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [38] 도 1은 실시예 1 내지 5에서 각각 측정한 에틸렌/1-부텐 공중합체에 가교제, 가교조제, 실란 커플링제를 함침시킬 때의 교반시간에 따른 함침 토크(torque) 값을, 함침 토크 커브(torque curve)로 작성하여 나타낸 그래프이다.
- [39] 도 2는 비교예 1에서 측정한 에틸렌/1-부텐 공중합체에 가교제, 가교조제, 실란 커플링제를 함침시킬 때의 교반시간에 따른 함침 토크(torque) 값을, 함침 토크 커브(torque curve)로 작성하여 나타낸 그래프이다.
- [40] 도 3은 비교예 3에서 측정한 에틸렌/1-부텐 공중합체에 가교제, 가교조제, 실란 커플링제를 함침시킬 때의 교반시간에 따른 함침 토크(torque) 값을, 함침 토크 커브(torque curve)로 작성하여 나타낸 그래프이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [41] 이하, 본 발명에 대한 이해를 돕기 위하여 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다.

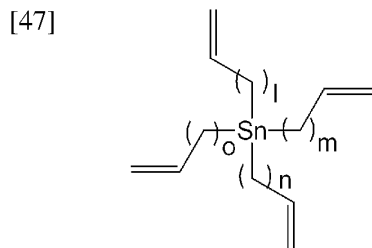
[42] 본 발명의 설명 및 청구범위에서 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

[43]

[44] [광소자용 봉지재 조성물]

[45] 본 발명의 광소자용 봉지재 조성물은 (1) 올레핀계 공중합체; (2) 가교제; (3) 실란 커플링제; 및 (4) 하기 화학식 1의 화합물을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[46] [화학식 1]



[48] 상기 화학식 1에서 l, m, n, 및 o는 각각 독립적으로 0 내지 4의 정수이다.

[49]

[50] 본 발명은 체적 저항이 높아 전기 절연성이 우수하게 나타나는 광소자용 봉지재 조성물에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명의 광소자용 봉지재 조성물은 종래 광소자용 봉지재 조성물에 적용되던 에틸렌비닐알코올(EVA)을 대신하여 올레핀계 공중합체를 포함하는 것으로, 다습한 환경에서 에틸렌비닐알코올의 아세테이트기가 가수분해되어 아세트산을 형성하는 문제를 해결하여 광소자 모듈의 내구성 및 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 또한, 올레핀계 공중합체에 상기 화학식 1로 표시되는 화합물을 가교조제로서 적용함으로써 기존에 에틸렌비닐알코올(EVA)에 적용되던 극성 가교조제가 극성기를 포함하지 않는 올레핀계 공중합체와 혼합성이 부족하여 가교제 함침이 지연되는 문제를 해결할 수 있고, 높은 가교도, 체적 저항 및 광투과도를 달성할 수 있다.

[51]

[52] (1) 올레핀계 공중합체

[53] 본 발명의 일례에 따른 광소자용 봉지재 조성물이 포함하는 상기 (1) 올레핀계 공중합체는 (a) 밀도 0.85 내지 0.90 g/cc, 및 (b) 용융지수 0.1 내지 100 g/10min를 만족하는 것일 수 있다.

[54] 상기 올레핀계 공중합체의 (a) 밀도는 구체적으로 0.850 g/cc 이상, 0.855 g/cc 이상, 0.860 g/cc 이상, 0.865 g/cc 이상 0.870 g/cc 내지 0.900 g/cc 이하 0.895 g/cc 이하, 0.890 g/cc 이하, 0.885 g/cc 이하, 0.880 g/cc 이하, 0.875 g/cc 이하, 또는 0.870

g/cc 이하일 수 있다. 상기 올레핀계 공중합체의 밀도가 너무 높으면 상기 올레핀계 공중합체에 포함되는 결정상으로 인해 광소자용 봉지재 조성물 및 이를 이용하여 제조한 광소자용 봉지재의 광투과도가 감소할 수 있으나, 상기 올레핀계 공중합체가 상기 밀도 범위를 만족할 경우 높은 광투과도를 나타낼 수 있다.

- [55] 상기 올레핀계 공중합체의 (b) 용융지수는 0.1 g/10min 이상, 0.5 g/10min 이상, 1.0 g/10min 이상, 1.5 g/10min 이상, 2.0 g/10min 이상, 2.5 g/10min 이상, 5.0 g/10min 이상, 또는 10.0 g/10min 이상 내지 100 g/10min 이하, 95 g/10min 이하, 90 g/10min 이하, 85 g/10min 이하, 80 g/10min 이하, 75 g/10min 이하, 70 g/10min 이하, 60 g/10min 이하, 또는 50 g/10min 이하일 수 있다. 상기 올레핀계 공중합체의 용융지수가 상기 범위를 벗어나서 너무 낮거나 높다면 상기 광소자용 봉지재 조성물의 성형성이 나빠지게 되어 안정적인 압출이 어려운 문제가 있을 수 있으나, 상기 올레핀계 공중합체가 상기 용융지수 범위를 만족할 경우, 상기 광소자용 봉지재 조성물의 성형성이 우수하므로, 안정적으로 광소자용 봉지재, 광소자용 봉지재 시트(sheet)를 압출할 수 있다.

[56]

- [57] 본 발명의 일례에 따른 광소자용 봉지재 조성물이 포함하는 상기 (1) 올레핀계 공중합체는 에틸렌/알파-올레핀 공중합체일 수 있다.

- [58] 통상 에틸렌/알파-올레핀 공중합체의 밀도는 중합 시 사용되는 단량체의 종류와 함량, 중합도 등의 영향을 받으며, 공중합체의 경우 공단량체의 함량에 의한 영향을 크게 받는다. 이때 공단량체의 함량이 많을수록 저밀도의 에틸렌/알파-올레핀 공중합체가 제조될 수 있고, 공단량체가 공중합체 내 도입될 수 있는 함량은 촉매 고유의 공중합성에 의존적일 수 있다.

- [59] 본 발명의 광소자용 봉지재 조성물에 포함된 에틸렌/알파-올레핀 공중합체는 상기한 바와 같은 저밀도를 나타내며 우수한 가공성을 나타내는 것일 수 있다.

- [60] 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 C4 내지 C20의 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.

- [61] 이 중에서도, 상기 알파-올레핀은 1-부텐, 1-헥센 또는 1-옥텐일 수 있고, 바람직하게는 1-부텐, 1-헥센, 또는 이들의 조합일 수 있다.

- [62] 또한, 상기 에틸렌/알파-올레핀 공중합체에서 알파-올레핀의 함량은 상기한 물성적 요건을 충족하는 범위 내에서 적절히 선택될 수 있으며, 구체적으로는 0 초과 99몰% 이하, 또는 10 내지 50몰%일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.

[63]

- [64] 또한, 본 발명의 광소자용 봉지재 조성물의 일례에 있어서, 상기 (1) 올레핀계

공중합체는 체적 저항이 $1.0 \times 10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ 이상인 에틸렌 알파-올레핀 공중합체일 수 있고, 구체적으로 $3.0 \times 10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ 이상, $5.0 \times 10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$, $7.0 \times 10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ 이상, $1.0 \times 10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$ 이상, $3.0 \times 10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$ 이상, 또는 $5.0 \times 10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$ 이상인 공중합체일 수 있다. 상기 (1) 올레핀계 공중합체의 체적 저항이 너무 낮을 경우 광소자용 봉지재 조성물의 가교 후의 체적 저항이 적절한 수준에 이르지 못할 수 있으나, 상기 (1) 올레핀계 공중합체의 체적 저항이 상기 값을 만족할 경우 광소자용 봉지재 조성물이 가교 후 우수한 체적 저항을 나타낼 수 있다. 상기 (1) 올레핀계 공중합체의 체적 저항의 상한은 특별히 제한되지 않지만, 올레핀계 공중합체가 통상적으로 나타내는 체적 저항과 체적 저항이 높은 올레핀계 공중합체의 제조에는 어려움이 따른다는 점을 고려할 때, $9.9 \times 10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$ 이하, $9.0 \times 10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$ 이하, $7.0 \times 10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$ 이하, $5.0 \times 10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$ 이하, $3.0 \times 10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$ 이하, $2.5 \times 10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$ 이하, 또는 $2.0 \times 10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$ 이하인 것이 사용될 수 있다.

[65]

[66] (2) 가교제

[67] 상기 가교제는 라디칼 중합을 개시할 수 있거나 가교 결합을 형성할 수 있는 가교성 화합물이라면 기술 분야에서 공지된 다양한 가교제를 다양하게 사용할 수 있으며, 유기 과산화물, 히드로과산화물 및 아조 화합물로 이루어진 군에서 선택되는 1종 또는 2종 이상을 사용할 수 있다.

[68] 또한, 본 발명의 일례에 있어서, 상기 가교제는 구체적으로 유기 과산화물일 수 있다.

[69] 상기 유기 과산화물은 120 내지 135°C, 예를 들어, 120 내지 130°C, 120 내지 125°C, 바람직하게는 121°C의 1시간 반감기 온도를 가지는 유기 과산화물일 수 있다. 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 과산화물을 가교제로서 사용할 경우, 광전자 장치를 제조하기 위한 라미네이션 공정 온도에서 라디칼 개시 반응, 즉, 가교 반응이 효과적으로 진행될 수 있다.

[70] 상기 가교제로는 t-부틸큐밀퍼옥사이드, 디-t-부틸 퍼옥사이드, 디-큐밀 퍼옥사이드, 2,5-디메틸-2,5-디(t-부틸퍼옥시)헥산, 2,5-디메틸-2,5-디(t-부틸퍼옥시)-3-헥신 등의 디알킬퍼옥사이드류; 큐멘 히드로퍼옥사이드, 디이소프로필 벤젠 히드로 퍼옥사이드, 2,5-디메틸-2,5-디(히드로퍼옥시)헥산, t-부틸히드로퍼옥사이드 등의 히드로퍼옥사이드류; 비스-3,5,5-트리메틸헥사노일 퍼옥사이드, 옥타노일퍼옥사이드, 벤조일 퍼옥사이드, o-메틸벤조일퍼옥사이드, 2,4-디클로로벤조일 퍼옥사이드 등의 디아실퍼옥사이드류; t-부틸퍼옥시 아이소 부틸레이트, t-부틸퍼옥시 아세테이트, t-부틸퍼옥시-2-에틸헥실카보네이트(TBEC), t-부틸퍼옥시-2-에틸헥사노에이트,

t-부틸퍼옥시 피바레이트, t-부틸퍼옥시 옥토에이트, t-부틸퍼옥시아이소프로필 카보네이트, t-부틸퍼옥시벤조에이트, 디-t-부틸퍼옥시프탈레이트, 2,5-디메틸-2,5-디(벤조일퍼옥시)헥산, 2,5-디메틸-2,5-디(벤조일퍼옥시)-3-헥신 등의 퍼옥시 에스터류; 및 메틸에틸케톤 퍼옥사이드, 사이클로헥사논 퍼옥사이드 등의 케톤 퍼옥사이드류, 라우릴 퍼옥사이드, 아조비스이소부티로니트릴 및 아조비스(2,4-디메틸발레로니트릴) 등의 아조 화합물로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 들 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[71]

[72] (3) 실란 커플링제

[73] 상기 실란 커플링제는 예컨대, 상기 실란 커플링제는

N-(β-아미노에틸)-γ-아미노프로필트리메톡시실란,

N-(β-아미노에틸)-γ-아미노프로필메틸디메톡시실란,

γ-아미노프로필트리에톡시실란, γ-글리시독시프로필트리메톡시실란,

γ-메타크릴옥시프로필트리메톡시실란(MEMO), 비닐트리메톡시실란,

비닐트리에톡시실란, 3-메타크릴옥시프로필 메틸디메톡시실란,

3-메타크릴옥시프로필 메틸디에톡시실란, 3-메타크릴옥시프로필

트리에톡시실란, 및 p-스티릴 트리메톡시실란으로 이루어진 군으로부터

선택되는 1종 이상일 수 있다.

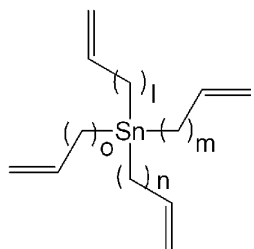
[74]

[75] (4) 화학식 1의 화합물

[76] 본 발명의 광소자용 봉지재 조성물은 하기 화학식 1의 화합물을 포함한다.

[77] [화학식 1]

[78]



[79] 상기 화학식 1에서 l, m, n, 및 o는 각각 독립적으로 0 내지 4의 정수이다.

[80] 또한, 상기 화학식 1에서 l, m, n, 및 o는 각각 독립적으로 0 내지 2의 정수일 수 있다.

[81] 또한, 본 발명의 일례에 따른 광소자용 봉지재 조성물은 구체적으로 하기 화학식 1의 화합물로서 테트라비닐주석(tetravinyltin)을 포함할 수 있다.

[82] 상기 화학식 1의 화합물은 광소자용 봉지재 조성물에 가교조제로서 포함될 수 있으며, 상기 화학식 1의 화합물은 기존에 가교조제로서 사용되던 트리알릴 이소시아누레이트(TAIC)와 같은 알릴기를 함유하는 화합물에 비해 상대적으로

낮은 극성을 가지므로 본 발명의 광소자용 봉지재 조성물이 포함하는 상기 (1) 올레핀계 공중합체와 우수한 혼합성을 나타낼 수 있고, 이에 따라 가교조제의 함침시간을 단축시킬 수 있다. 또한, 상기 화학식 1의 화합물을 가교조제로서 포함하는 광소자용 봉지재 조성물은 이를 이용하여 광소자용 봉지재를 제조했을 때, 제조된 광소자용 봉지재가 높은 체적 저항을 나타낼 수 있다.

[83]

[84] 본 발명의 일례에 따른 광소자용 봉지재 조성물은 상기 (1) 올레핀계 공중합체를 80 내지 99 중량부, (2) 가교제를 0.1 내지 9 중량부, (3) 실란 커플링제를 0.01 내지 2 중량부, 및 (4) 화학식 1의 화합물을 0.1 내지 9 중량부 포함할 수 있다. 상기 각각의 성분의 함량은 상기 광소자용 봉지재 조성물이 포함하는 각각의 성분들의 중량들간의 상대적인 비율을 의미할 수 있다.

[85] 상기 (1) 올레핀계 공중합체는 80 내지 99 중량부 포함될 수 있고, 구체적으로 80 중량부 이상, 82 중량부 이상, 85 중량부 이상, 86 중량부 이상, 87 중량부 이상, 88 중량부 이상 내지 99 중량부 이하, 98 중량부 이하, 97 중량부 이하, 96 중량부 이하, 또는 95 중량부 이하로 포함될 수 있다. 상기 (1) 올레핀계 공중합체의 포함량이 과소하면 광소자용 봉지재의 인열 저항, 인열 강도 등의 기계적 물성이 적절히 발휘되기 어려우므로, 상기 (1) 올레핀계 공중합체가 전체 광소자용 봉지재 조성물에 상기 범위로 포함될 경우 광소자용 봉지재로서 적절한 기계적 물성을 발휘할 수 있다.

[86] 상기 (2) 가교제는 0.1 내지 9 중량부 포함될 수 있고, 구체적으로 0.1 중량부 이상, 0.2 중량부 이상, 0.3 중량부 이상, 0.4 중량부 이상, 0.5 중량부 이상, 0.6 중량부 이상, 0.7 중량부 이상, 0.8 중량부 이상, 또는 1 중량부 이상 내지 9 중량부 이하, 8 중량부 이하, 7 중량부 이하, 6 중량부 이하, 5 중량부 이하, 4 중량부 이하, 또는 3 중량부 이하로 포함될 수 있다. 상기 (2) 가교제의 포함량이 과소하면 가교 반응이 일어나기 어렵고, 상기 (2) 가교제의 포함량이 과대하면 광소자용 봉지재의 체적 저항이 감소하게 되므로, 상기 (2) 가교제가 전체 광소자용 봉지재 조성물에 상기 범위로 포함될 경우 광소자용 봉지재 조성물이 적절히 가교 반응을 일으켜 광소자용 봉지재로 제조될 수 있으면서도, 제조된 광소자용 봉지재가 높은 체적 저항을 나타낼 수 있다.

[87] 상기 (3) 실란 커플링제는 0.01 내지 2 중량부 포함될 수 있고, 구체적으로 0.01 중량부 이상, 0.02 중량부 이상, 0.05 중량부 이상, 0.07 중량부 이상, 0.09 중량부 이상, 0.1 중량부 이상, 또는 0.15 중량부 이상 내지 2 중량부 이하, 1.8 중량부 이하, 1.7 중량부 이하, 1.5 중량부 이하, 1.2 중량부 이하, 1.0 중량부 이하, 0.8 중량부 이하, 0.7 중량부 이하, 0.5 중량부 이하, 또는 0.4 중량부 이하의 양으로 포함될 수 있다. 상기 (3) 실란 커플링제의 포함량이 과소하면 광소자용 봉지재 조성물의 기판에 대한 접착력, 예컨대 유리 기판에 대한 상기 광소자용 봉지재 조성물의 접착력이 낮아 광소자용 봉지재로서 적절한 성능을 발휘하기 어렵고, 상기 (3) 실란 커플링제의 포함량이 과대하면 광소자용 봉지재의 체적 저항이

감소하게 되므로 적절하지 못하다. 상기 (3) 실란 커플링제가 전체 광소자용 봉지재 조성물에 상기 범위로 포함될 경우 광소자용 봉지재 조성물이 광소자의 기관 또는 광소자가 위치하는 유리 기관에 대해 우수한 접착성을 나타내어 수분의 침투 등을 효과적으로 막아 광소자가 장기적으로 우수한 성능을 유지할 수 있도록 할 수 있고, 광소자용 봉지재가 높은 체적 저항을 나타낼 수 있다.

[88] 상기 (4) 화학식 1의 화합물은 0.1 내지 9 중량부 포함될 수 있고, 구체적으로 0.1 중량부 이상, 0.2 중량부 이상, 0.3 중량부 이상, 0.4 중량부 이상, 0.5 중량부 이상, 0.6 중량부 이상, 0.7 중량부 이상, 0.8 중량부 이상, 또는 1 중량부 이상 내지 9 중량부 이하, 8 중량부 이하, 7 중량부 이하, 6 중량부 이하, 5 중량부 이하, 4 중량부 이하, 또는 3 중량부 이하로 포함될 수 있다. 상기 (4) 화학식 1의 화합물의 포함량이 과소하면 가교 반응이 일어나기 어렵고, 상기 (4) 화학식 1의 화합물의 포함량이 과대하면 광소자용 봉지재의 체적 저항이 감소하게 되므로, 상기 (4) 화학식 1의 화합물이 전체 광소자용 봉지재 조성물에 상기 범위로 포함될 경우 광소자용 봉지재 조성물이 적절히 가교 반응을 일으켜 광소자용 봉지재로 제조될 수 있으면서도, 제조된 광소자용 봉지재가 높은 체적 저항을 나타낼 수 있다.

[89]

[90] 또한, 상기 광소자용 봉지재 조성물은 추가적으로 상기 화학식 1의 화합물 이외의 (5) 가교조제를 포함할 수 있다.

[91] 상기 (5) 가교조제로서는 당 기술 분야에서 공지된 다양한 가교조제들이 사용될 수 있으며, 예컨대 알릴기 또는 (메타)아크릴옥시기 등의 불포화기를 적어도 하나 이상 함유하는 화합물이 포함될 수 있다.

[92] 상기 (5) 가교조제로는, 예컨대 트리알릴 이소시아누레이트(TAIC), 트리알릴 시아누레이트, 디알릴 프탈레이트, 디알릴 푸마레이트 또는 디알릴 말레에이트와 같은 폴리알릴화합물이 예시될 수 있으며, 상기 (메타)아크릴 옥시기를 함유하는 화합물은 예를 들어, 에틸렌글리콜 디아크릴레이트, 에틸렌글리콜 디메타크릴레이트, 트리메틸올프로판 트라이메타크릴레이트와 같은 폴리(메타)아크릴록시화합물 등이 예시될 수 있으나, 특별히 이에 제한되는 것은 아니다.

[93] 본 발명의 일례에 따른 광소자용 봉지재 조성물이 추가적으로 상기 화학식 1의 화합물 이외의 (5) 가교조제를 포함할 경우, 상기 (4) 화학식 1의 화합물 및 (5) 가교조제의 중량비는 20:80 내지 80:20일 수 있고, 구체적으로 21:79 내지 79:21, 22:78 내지 78:22, 23:77 내지 77:23, 24:76 내지 76:24, 또는 25:75 내지 75:25일 수 있다. 본 발명의 일례에 따른 광소자용 봉지재 조성물이 추가적으로 상기 화학식 1의 화합물 이외의 (5) 가교조제를 포함할 경우, 상기 (4) 화학식 1의 화합물 및 (5) 가교조제는 그 합계량이 0.1 내지 9 중량부의 양으로 포함될 수 있고, 구체적으로 0.1 중량부 이상, 0.2 중량부 이상, 0.3 중량부 이상, 0.4 중량부 이상, 0.5 중량부 이상, 0.6 중량부 이상, 0.7 중량부 이상, 0.8 중량부 이상, 또는 1

중량부 이상 내지 9 중량부 이하, 8 중량부 이하, 7 중량부 이하, 6 중량부 이하, 5 중량부 이하, 4 중량부 이하, 또는 3 중량부 이하로 포함될 수 있다.

- [94] 본 발명의 일례에 따른 광소자용 봉지재 조성물이 상기 (4) 화학식 1의 화합물 및 (5) 가교조제를 함께 포함할 경우, 높은 체적 저항, 빠른 침지속도, 우수한 광투과도 및 부착성을 만족할 수 있으며, 상기 (4) 화학식 1의 화합물만을 사용하는 경우에 비해 더욱 높은 가교도를 달성할 수 있다. 상기 (4) 화학식 1의 화합물 및 (5) 가교조제를 함께 포함하면서, 상기 (4) 화학식 1의 화합물에 대한 (5) 가교조제의 비율이 증가할수록 같은양의 가교조제의 사용량에 대비한 광투과도가 증가될 수 있고, (5) 가교조제의 비율이 감소할수록 침지속도, 체적 저항 및 가교도가 향상되므로 발휘하고자 하는 물성에 따라 상기 범위에서 적절히 비율을 결정할 수 있다.
- [95]
- [96] 또한, 상기 광소자용 봉지재 조성물은 필요에 따라 광안정제, UV 흡수제 및 열안정제 등으로부터 선택되는 1종 이상의 첨가제를 추가로 포함할 수 있다.
- [97] 상기 광안정제는 상기 조성물이 적용되는 용도에 따라서 수지의 광열화 개시의 활성종을 포착하여, 광산화를 방지하는 역할을 할 수 있다. 사용할 수 있는 광안정제의 종류는 특별히 제한되지 않고, 예를 들면, 힌더드 아민계 화합물 또는 힌더드 피페리딘계 화합물 등과 같은 공지의 화합물을 사용할 수 있다.
- [98] 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.
- [99] 또한, 상기 열안정제의 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*-부틸페닐)펜타에리스리톨디포스파이트 등의 인계 열안정제; 8-히드록시-5,7-디-*tert*-부틸-푸란-2-온과 *o*-크실렌과의 반응 생성물 등의 락톤계 열안정제를 들 수 있고, 상기 중 1종 또는 2종 이상을 사용할 수 있다.
- [100] 상기 광안정제, UV 흡수제 및/또는 열안정제의 함량은 특별히 한정되지 않는다. 즉, 상기 첨가제의 함량은, 수지 조성물의 용도, 첨가제의 형상이나 밀도 등을 고려하여 적절히 선택할 수 있고, 통상적으로 광소자용 봉지재 조성물의 전체 고형분 100 중량부에 대하여 0.01 내지 5 중량부의 범위 내에서 적절히 조절될 수 있다.
- [101]
- [102] 또한, 본 발명의 광소자용 봉지재 조성물은 상기 성분 외에도 수지 성분이

적용되는 용도에 따라, 해당 분야에서 공지되어 있는 다양한 첨가제를 적절히 추가로 포함할 수 있다.

- [103] 또한, 상기 광소자용 봉지재 조성물은 사출, 압출 등의 방법으로 성형하여 다양한 성형품으로 활용될 수 있고, 구체적으로 다양한 광전자 장치(optoelectronic device), 예컨대 태양전지 등에서 소자를 캡슐화하는 봉지재(Encapsulant)로 사용될 수 있고, 예를 들어 승온 라미네이션 공정 등에 적용되는 산업용 소재로도 사용될 수 있으나, 용도가 이에 제한되는 것은 아니다.

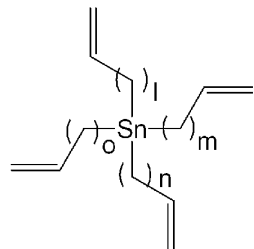
[104]

[105] [광소자용 봉지재 필름 및 광소자 모듈]

- [106] 또한, 본 발명은 올레핀계 공중합체 및 하기 화학식 1의 화합물을 포함하는 광소자용 봉지재 필름을 제공한다.

[107] [화학식 1]

[108]



- [109] 상기 화학식 1에서 l, m, n, 및 o는 각각 독립적으로 0 내지 4의 정수이다.
- [110] 또한, 상기 화학식 1에서 l, m, n, 및 o는 각각 독립적으로 0 내지 2의 정수일 수 있다.
- [111] 또한, 본 발명의 일례에 따른 광소자용 봉지재 조성물은 구체적으로 하기 화학식 1의 화합물로서 테트라비닐주석(tetravinyltin)을 포함할 수 있다.
- [112] 상기 올레핀계 공중합체 및 상기 화학식 1의 화합물에 대한 설명은 전술한 바와 같다.
- [113] 또한, 본 발명은 상기 광소자용 봉지재 조성물을 포함하는 광소자용 봉지재 필름을 제공한다.
- [114] 본 발명의 광소자용 봉지재 필름은 상기 올레핀계 공중합체 및 하기 화학식 1의 화합물을 포함하는 조성물을 필름 또는 시트 형상으로 성형함으로써 제조할 수 있고, 구체적으로 상기 광소자용 봉지재 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 광소자용 봉지재 필름의 제조는 상기 광소자용 봉지재 조성물을 이용한 수지 조성물의 제조 및 필름화 또는 시트화 공정이 서로 연결되어 있는 장치를 사용하여 인-시츄(in situ) 공정으로 수행할 수 있다.

- [115] 상기 광소자용 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.
- [116]
- [117] 또한, 본 발명은 광소자 및 상기 광소자용 봉지재 필름을 포함하는 광소자 모듈을 제공한다. 상기 광소자는 예컨대 태양전지일 수 있고, 광소자 모듈은 태양전지 모듈일 수 있다. 본 발명에서 상기 광소자 모듈은 직렬 또는 병렬로 배치된 광소자 셀, 예컨대 태양전지 셀을 상기 본 발명의 광소자용 봉지재 필름으로 간격을 메우고, 태양광이 부딪히는 면에는 유리면이 배치되고, 이면은 백시트로 보호하는 구성을 가질 수 있으나 이에 제한되는 것은 아니며, 당해 기술분야에서 광소자용 봉지재 필름을 포함하여 제조한 광소자 모듈 또는 태양전지 모듈의 다양한 종류와 형태가 모두 본 발명에 적용될 수 있다.
- [118] 상기 유리면은 외부의 충격으로부터 광소자를 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.
- [119] 상기 백시트는 광소자 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.
- [120] 이외에도, 본 발명의 광소자 모듈은 전술한 광소자용 봉지재 필름을 포함하는 것을 제외하고는, 당해 기술분야에 알려진 방법에 따라 제한되지 않고 제조할 수 있다.
- [121] 본 발명의 광소자 모듈은 체적 저항이 우수한 광소자용 봉지재 필름을 이용하여 제조된 것으로서, 광소자용 봉지재 필름을 통해 광소자 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.
- [122]
- [123] 실시예
- [124] 이하, 실시예에 의하여 본 발명을 더욱 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 하기 실시예는 본 발명을 예시하기 위한 것으로 이들만으로 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.
- [125]
- [126] [봉지재 필름의 제조]
- [127] 실시예 1

- [128] 에틸렌/1-부텐 공중합체인 LG 화학의 LUCENE™ LF675 500 g을 40°C 컨벡션 오븐을 이용하여 밤새 건조시켰다. 상기 LUCENE™ LF675의 ASTM D1505에 의해 측정된 밀도는 0.877 g/cm³이고, ASTM D1238에 의해 측정된 용융지수(190°C, 2.16 Kg)는 14.0 g/10 min이다. 점도계(Thermo Electron (Karsruhe) GmbH 사제, Haake Modular Torque Viscometer)의 보울(bowl) 온도를 40°C로 세팅하였다. 보울에 에틸렌/1-부텐 공중합체를 투입한 후, 전동피펫을 이용하여 가교제로서 t-부틸 1-(2-에틸헥실) 모노퍼옥시카보네이트(TBEC, 시그마알드리치사제) 1 phr(parts per hundred rubber), 가교조제로서 트리알릴이소시아누레이트(TAIC, 시그마알드리치사제) 0.375 phr 및 테트라비닐주석(TVT, 시그마알드리치사제) 0.125 phr, 실란 커플링제로서 메타크릴옥시프로필트리메톡시실란(MEMO, 신에츠사제) 0.2 phr를 투입하였다. 40 rpm으로 교반하면서 시간에 따른 토크(torque) 값의 변화를 관찰하여 토크 값이 급격히 증가할 때 합침을 종료하였다.
- [129] 이후, 합침 완료된 시료를 마이크로 압출기를 이용하여, 고온 가교가 되지 않을 정도의 저온(압출기 배럴 온도 90 내지 100°C 조건)에서 평균 두께 0.5 mm로 프레스 성형하여 시트 형태의 봉지재 필름을 제조하였다.
- [130]
- [131] 실시예 2 내지 5
- [132] 가교조제로서 트리알릴이소시아누레이트(TAIC) 및 테트라비닐주석(TVT)의 사용량을 하기 표 2와 같이 달리한 것을 제외하고는, 실시예 1과 마찬가지로의 방법으로 광소자용 봉지재 조성물 및 봉지재 필름을 제조하였다.
- [133]
- [134] 비교예 1
- [135] 제조예 1의 LUCENE™ LF675를 대신하여 에틸렌비닐아세테이트(EVA, EP28025, LG화학사제)를 사용하고, 가교조제로서 트리알릴이소시아누레이트(TAIC)만을 0.5 phr 사용한 것을 제외하고는, 실시예 1과 마찬가지로의 방법으로 광소자용 봉지재 조성물 및 봉지재 필름을 제조하였다.
- [136]
- [137] 비교예 2
- [138] 가교조제를 사용하지 않은 것을 제외하고는, 실시예 1과 마찬가지로의 방법으로 광소자용 봉지재 조성물 및 봉지재 필름을 제조하였다.
- [139]
- [140] 비교예 3
- [141] 가교조제로서 트리알릴이소시아누레이트(TAIC)만을 0.5 phr 사용한 것을 제외하고는, 실시예 1과 마찬가지로의 방법으로 광소자용 봉지재 조성물 및 봉지재 필름을 제조하였다.
- [142]

[143] **비교예 4**

[144] 가교조제로서 트리알릴이소시아누레이트(TAIC) 0.5 phr 및 테트라비닐실란(TVS) 0.5 phr를 사용한 것을 제외하고는, 실시예 1과 마찬가지로의 방법으로 광소자용 봉지재 조성물 및 봉지재 필름을 제조하였다.

[145]

[146] **비교예 5**

[147] 가교조제로서 테트라비닐실란(TVS)만을 0.5 phr 사용한 것을 제외하고는, 실시예 1과 마찬가지로의 방법으로 광소자용 봉지재 조성물 및 봉지재 필름을 제조하였다.

[148]

[149] **비교예 6**

[150] 가교조제로서 트리알릴이소시아누레이트(TAIC) 0.25 phr 및 테트라비닐실란(TVS) 0.25 phr를 사용한 것을 제외하고는, 실시예 1과 마찬가지로의 방법으로 광소자용 봉지재 조성물 및 봉지재 필름을 제조하였다.

[151]

[152] [표1]

	수지의 종류	가교제 (phr)	실란커플 링제 (phr)	가교조제		
				TAIC (phr)	TVT (phr)	TVS (phr)
실시예 1	POE	1	0.2	0.375	0.125	-
실시예 2	POE	1	0.2	0.250	0.250	-
실시예 3	POE	1	0.2	0.125	0.375	-
실시예 4	POE	1	0.2	-	0.5	-
실시예 5	POE	1	0.2	-	1.0	-
비교예 1	EVA	1	0.2	0.5	-	-
비교예 2	POE	1	0.2	-	-	-
비교예 3	POE	1	0.2	0.5	-	-
비교예 4	POE	1	0.2	0.5	-	0.5
비교예 5	POE	1	0.2	-	-	0.5
비교예 6	POE	1	0.2	0.25	-	0.25

[153] 상기 표 1에서 POE는 에틸렌 1-부텐 공중합체를, EVA는 에틸렌비닐알코올을, TAIC는 트리알릴이소시아누레이트를, TVT는 테트라비닐주석을, TVS는 테트라비닐실란을 나타낸다.

[154]

[155] 실험예

[156] [봉지재 필름의 분석]

[157] 2개의 이영필름(두께: 약 100 μm) 사이에 상기에서 제조된 두께 0.5 mm의 봉지재 필름(15cm $\times$ 15cm)을 넣고 진공 라미네이터에서 공정 온도 150°C, 공정 시간 20분(5분 진공/1분 가압/14분 압력 지속) 동안 라미네이션하여 가교시켰다.

[158]

[159] (1) 함침 속도

[160] 상기 실시예 1 내지 5 및 비교예 1 내지 6에서, 상기 제조된 광소자용 봉지재 조성물을 40°C에서 40 rpm의 조건으로 교반시켰을 때 가교제 함침 완료 시간을 측정하여 하기 표 3에 기재하였다. 함침시의 교반시간에 따른 함침 토크(torque) 값을 측정하여 도 1 내지 3에 함침 토크 커브(torque curve)로 작성하였다.

[161]

[162] (2) 체적 저항

[163] 23 $\pm$ 1°C 온도와 50 $\pm$ 3% 습도 조건에서 Agilent 4339B High-Resistance meter(에질런트·테크놀로지 가부시키가이샤제)를 이용하여, 1000V의 전압을 600초 동안 가하며 측정하였다.

[164]

[165] (3) 광 투과도

[166] Shimadzu UV-3600 분광광도계를 이용하여 200 nm 내지 1,000 nm에서의 광 투과율을 측정하여 광투과도 커브(curve)를 얻은 후 280 nm 내지 380 nm의 값 및 380 nm 내지 1,100 nm의 값을 확인하였다.

[167] - 측정 모드: transmittance

[168] - 파장 interval: 1 nm

[169] - 측정 속도: medium

[170]

[171] (4) 부착성 측정

[172] 유리기판 면적의 40%를 봉지재 필름으로 덮고 나머지 60%는 폴리이미드 필름으로 덮은 후, 그 위에 불소계 태양광 백시트를 적층하였다. 150°C의 온도로 20분 동안 라미네이션하여 봉지재 필름이 가교되면서 유리 기판에 부착되도록 하였다. 시편의 봉지재 필름을 폭 1 cm로 칼집을 내어 측정 부위의 폭이 1 cm가 되도록 하였다.

[173] 인장압축시험기(LRX Plus Universal Test Machine, LLOYD사제)에 UTM용 샘플 홀더 및 1 kN의 로드셀(load cell)을 장착하고, 유리 기판에 부착된 봉지재 필름과, 유리 기판의 봉지재 필름이 부착되지 않은 부분의 끝을 각각 고정된 다음 60 mm/min으로 당겨서 부착성을 시험하였다.

[174]

[175] (5) 가교도 측정

[176] 상기 가교된 시트를 가위를 이용하여 3 $\times$ 3mm²의 크기로 잘랐다. 7 $\times$ 10cm²의 200

메쉬(mesh) 철망의 측면 및 하부를 스테이플로 막았다. 상기 철망에 상기 시트를 넣고 투입한 시트의 무게를 측정하였다. 시트의 양은 0.49 내지 0.51 g이 되도록 하였다. 시트를 넣었으면 철망의 상부를 스테이플로 막고 샘플의 전체 무게를 측정하였다. 2 L 실린더 반응기에, 자일렌(xylene) 1,000 g에 BHT(다이부틸하이드록시톨루엔) 10 g을 녹인 용액을 붓고, 상기 샘플 3개~4개를 넣었다. 반응기를 가열하여 끓기 시작하는 시점에서 5시간 경과시 환류(reflux)를 종료하였다. 금속 뜸채로 반응기내 샘플을 꺼내어 자일렌으로 세척하였다. 100°C에서 밤새 진공 건조하였다. 건조한 샘플의 무게를 측정하여 가교도를 계산하였다. 가교도는 자일렌에서 환류시킨 샘플 3개~4개의 평균값으로 정할 수 있다.

[177]

[178] $\text{가교도}(\%) = [(\text{환류 전 시트의 무게})/(\text{환류 후 시트의 무게})] \times 100$

[179]

[180] [표2]

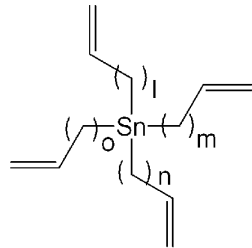
	함침 속도		가교 후 체적 저항 ($\Omega \cdot \text{cm}$)	광투과도 (%)		부착 성 (N/cm ²)	가교 도 (%)
	Soaking 완료시 간 (분)	비교예 3에 대비한 완료시간 단축비율(%)		가교후 (280~380 nm)	가교후 (380~110 0 nm)		
실시예 1	34	41	1.38×10^{17}	88.6	92.3	235	71.3
실시예 2	19	67	4.04×10^{17}	87.7	92.2	208	72.6
실시예 3	9	84	5.53×10^{17}	88.0	92.2	218	73.3
실시예 4	5	91	7.60×10^{17}	86.9	92.2	224	67.6
실시예 5	4	93	1.04×10^{18}	85.1	92.2	212	67.1
비교예 1	2	97	1.70×10^{14}	-	-	160	94.3
비교예 2	6	-	4.63×10^{16}	87.6	92.1	219	43.1
비교예 3	58	0	4.44×10^{16}	87.3	92.1	204	76.9
비교예 4	4	93	5.00×10^{16}	-	-	-	72.3
비교예 5	3	95	5.50×10^{16}	88.1	91.9	103	61.3
비교예 6	23	60	5.78×10^{16}	87.9	92.1	184	68.1

[181] 상기 표 2를 참조하면, 실시예 1 내지 5의 광소자용 봉지재 조성물은 비교예 1 내지 6의 광소자용 봉지재 조성물에 비해 높은 가교 후 체적 저항을 나타냄을 확인할 수 있다. 이러한 결과는 수지 성분으로서 올레핀계 공중합체를 대신하여

통상적으로 사용되는 EVA를 사용한 비교예 1뿐만아니라, 실시예와 마찬가지로 에틸렌 1-부텐 공중합체를 사용한 비교예 2 내지 6 역시 마찬가지였다. 이를 통해 실시예 1 내지 5에서 사용된 테트라비닐주석(TVT)에 의해 광소자용 봉지재 조성물이 가교 후에 더욱 높은 체적 저항을 나타내게 되었음을 확인할 수 있었다. 또한, 실시예 1 내지 5는 트리알릴이소시아누레이트(TAIC)가 0.5 phr 사용된 비교예 3에 비해 향상된 가교제 함침 속도를 나타내었는데, 가교제 함침속도는 테트라비닐주석(TVT)의 사용 비율이 증가할 수록 빨라짐을 확인할 수 있었다. 실시예 1 내지 3은 테트라비닐주석(TVT)과 트리알릴이소시아누레이트(TAIC)가 함께 사용된 예이고, 실시예 4 및 5는 테트라비닐주석(TVT)이 단독으로 사용된 예이다. 이를 통해 테트라비닐주석(TVT)의 단독 사용 또는 테트라비닐주석(TVT)과 트리알릴이소시아누레이트(TAIC)의 혼합 사용이 가능하며, 가교 후 체적 저항의 증가를 위해서는 테트라비닐주석(TVT)의 사용량을, 가교도의 증가를 위해서는 트리알릴이소시아누레이트(TAIC)의 사용량을 늘리며 혼합 비율을 결정할 수 있음을 확인할 수 있었다. 또한, 테트라비닐주석(TVT)의 단독 사용시에는 더욱 향상된 가교 후 체적 저항 값을 얻을 수 있으며, 테트라비닐주석만의 단독 사용만으로도 높은 수준의 가교도 향상 효과를 얻을 수 있음을 확인할 수 있었다.

청구범위

- [청구항 1] (1) 올레핀계 공중합체;
 (2) 가교제;
 (3) 실란 커플링제; 및
 (4) 하기 화학식 1의 화합물을 포함하는 광소자용 봉지재 조성물:
 [화학식 1]



상기 화학식 1에서 l, m, n, 및 o는 각각 독립적으로 0 내지 4의 정수이다.

- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
 상기 (1) 올레핀계 공중합체는 하기 요건을 만족하는 것인 광소자용 봉지재 조성물:
 (a) 밀도 0.85 내지 0.90 g/cc, 및
 (b) 용융지수 0.1 내지 100 g/10min.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서,
 상기 (1) 올레핀계 공중합체는 에틸렌 알파-올레핀 공중합체인 광소자용 봉지재 조성물.
- [청구항 4] 제 1 항에 있어서,
 상기 (1) 올레핀계 공중합체는 체적 저항이 $1.0 \times 10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ 이상인 에틸렌 알파-올레핀 공중합체인 광소자용 봉지재 조성물.
- [청구항 5] 제 1 항에 있어서,
 상기 가교제는 유기 과산화물, 히드로과산화물 및 아조 화합물로 이루어진 군에서 선택되는 1종 또는 2종 이상인 광소자용 봉지재 조성물.
- [청구항 6] 제 1 항에 있어서,
 상기 가교제는 t-부틸큐밀퍼옥사이드, 디-t-부틸 퍼옥사이드, 디-큐밀 퍼옥사이드, 2,5-디메틸-2,5-디(t-부틸퍼옥시)헥산, 2,5-디메틸-2,5-디(t-부틸퍼옥시)-3-헥신, 큐멘 히드로퍼옥사이드, 디이소프로필 벤젠 히드로 퍼옥사이드, 2,5-디메틸-2,5-디(히드로퍼옥시)헥산, t-부틸히드로퍼옥사이드, 비스-3,5,5-트리메틸헥사노일 퍼옥사이드, 옥타노일퍼옥사이드, 벤조일 퍼옥사이드, o-메틸벤조일퍼옥사이드, 2,4-디클로로벤조일 퍼옥사이드, t-부틸퍼옥시 아이소 부틸레이트, t-부틸퍼옥시 아세테이트, t-부틸퍼옥시-2-에틸헥실카보네이트(TBEC),

t-부틸퍼옥시-2-에틸헥사노에이트, t-부틸퍼옥시 피바레이트,
t-부틸퍼옥시 옥토에이트, t-부틸퍼옥시아이소프로필 카보네이트,
t-부틸퍼옥시벤조에이트, 디-t-부틸퍼옥시프탈레이트,
2,5-디메틸-2,5-디(벤조일퍼옥시)헥산,
2,5-디메틸-2,5-디(벤조일퍼옥시)-3-헥신, 메틸에틸케톤 퍼옥사이드,
사이클로헥사논 퍼옥사이드 아조비스이소부티로니트릴 및
아조비스(2,4-디메틸발레로니트릴)로 이루어지는 군에서 선택된 1종
이상인 광소자용 봉지재 조성물.

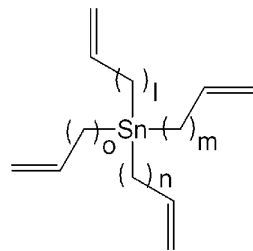
- [청구항 7] 제 1 항에 있어서,
상기 실란 커플링제는 N-(β -아미노에틸)- γ -아미노프로필트리메톡시실란,
N-(β -아미노에틸)- γ -아미노프로필메틸디메톡시실란,
 γ -아미노프로필트리에톡시실란, γ -글리시독시프로필트리메톡시실란,
 γ -메타크릴옥시프로필트리메톡시실란(MEMO), 비닐트리메톡시실란,
비닐트리에톡시실란, 3-메타크릴옥시프로필 메틸디메톡시실란,
3-메타크릴옥시프로필 메틸디에톡시실란, 3-메타크릴옥시프로필
트리에톡시실란, 및 p-스티릴 트리메톡시실란으로 이루어진 군으로부터
선택되는 1종 이상인 광소자용 봉지재 조성물.
- [청구항 8] 제 1 항에 있어서,
상기 화학식 1에서 l, m, n, 및 o는 각각 독립적으로 0 내지 2의 정수인
광소자용 봉지재 조성물.
- [청구항 9] 제 1 항에 있어서,
상기 화학식 1의 화합물은 테트라비닐주석(tetravinyltin)인 광소자용
봉지재 조성물.
- [청구항 10] 제 1 항에 있어서,
상기 광소자용 봉지재 조성물은
(1) 올레핀계 공중합체를 80 내지 99 중량부,
(2) 가교제를 0.1 내지 9 중량부,
(3) 실란 커플링제를 0.01 내지 2 중량부, 및
(4) 화학식 1의 화합물을 0.1 내지 9 중량부 포함하는 것인 광소자용
봉지재 조성물.
- [청구항 11] 제 1 항에 있어서,
상기 광소자용 봉지재 조성물은 추가적으로 상기 화학식 1의 화합물
이외의 (5) 가교조제를 포함하고,
상기 (5) 가교조제는 알릴기 또는 (메타)아크릴옥시기를 하나 이상
함유하는 화합물을 포함하는 광소자용 봉지재 조성물.
- [청구항 12] 제 11 항에 있어서,
상기 (5) 가교조제는 트리알릴 이소시아누레이트(TAIC), 트리알릴
시아누레이트, 디알릴 프탈레이트, 디알릴 푸마레이트, 디알릴

말레에이트, 에틸렌글리콜 디아크릴레이트, 에틸렌글리콜 디메타크릴레이트, 및 트리메틸올프로판 트라이메타크릴레이트로 이루어지는 군으로부터 선택된 1종 이상을 포함하는 광소자용 봉지재 조성물.

[청구항 13] 제 10 항에 있어서,
상기 (4) 화학식 1의 화합물 및 (5) 가교조제의 중량비는 20:80 내지 80:20인 광소자용 봉지재 조성물.

[청구항 14] 올레핀계 공중합체 및 하기 화학식 1의 화합물을 포함하는 광소자용 봉지재 필름:

[화학식 1]



상기 화학식 1에서 l, m, n, 및 o는 각각 독립적으로 0 내지 4의 정수이다.

[청구항 15] 광소자, 및 제 14 항에 따른 광소자용 봉지재 필름을 포함하는 광소자 모듈.