

명세서

발명의 명칭: 봉지재 필름용 조성물 및 이를 포함하는 봉지재 필름

기술분야

- [1] 관련 출원과의 상호 인용
 [2] 본 출원은 2021년 11월 26일자 한국 특허 출원 2021-0165772에 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] 상기과 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 봉지재 필름의 체적저항률을 감소시키게 되어 결국 물성 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 체적저항률 및 광 투과율이 우수한 봉지재 필름용 조성물 및 이를 포함하는 봉지재 필름을 제공하는 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 및 폴리에틸렌 글리콜을 포함하고, 상기 폴리에틸렌 글리콜의 수평균 분자량은 1,000 내지 50,000 g/mol이고, 상기 폴리에틸렌 글리콜의 함량은, 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 및 폴리에틸렌 글리콜 총 중량 기준 0.05 내지 0.7 중량%인 봉지재 필름용 조성물을 제공한다.
- [19] (2) 본 발명은 상기 (1)에 있어서, 상기 폴리에틸렌 글리콜의 수평균 분자량은 2,000 내지 30,000 g/mol인 봉지재 필름용 조성물을 제공한다.
- [20] (3) 본 발명은 상기 (1) 또는 (2)에 있어서, 상기 폴리에틸렌 글리콜의 함량은, 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 및 폴리에틸렌 글리콜 총 중량 기준 0.1 내지 0.6 중량%인 봉지재 필름용 조성물을 제공한다.
- [21] (4) 본 발명은 상기 (1) 내지 (3) 중 어느 하나에 있어서, 가교제, 가교 조제, 실란 커플링제, 불포화 실란 화합물, 아미노 실란 화합물, 광안정제, UV 흡수제 및 열안정제로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 더 포함하는 봉지재 필름용 조성물을 제공한다.
- [22] (5) 본 발명은 상기 (1) 내지 (4) 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.
- [23] (6) 본 발명은 상기 (1) 내지 (5) 중 어느 하나에 있어서, 상기 알파-올레핀은 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 기준 0 초과 99 이하 몰% 포함되는 봉지재 필름용 조성물을 제공한다.
- [24] (7) 본 발명은 상기 (1) 내지 (6) 중 어느 하나의 봉지재 필름용 조성물을 포함하는 봉지재 필름을 제공한다.
- [25] (8) 본 발명은 상기 (7)의 봉지재 필름을 포함하는 태양전지 모듈을 제공한다.
- [26]

발명의 효과

- [27] 본 발명의 봉지재 필름용 조성물은 우수한 체적저항률 및 광 투과율을

나타내어 전기전자 산업 분야에서 다양한 용도로 널리 이용 가능하다.

[28]

발명의 실시를 위한 형태

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

[30] 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.

[31]

[32] <봉지재 필름용 조성물>

[33] 본 발명의 봉지재 필름용 조성물은 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 및 폴리에틸렌 글리콜을 포함하고, 상기 폴리에틸렌 글리콜의 수평균 분자량은 1,000 내지 50,000 g/mol이고, 상기 폴리에틸렌 글리콜의 함량은, 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 및 폴리에틸렌 글리콜 총 중량 기준 0.05 내지 0.7 중량%인 것을 특징으로 한다.

[34]

[35] 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.

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

[37] 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.

[38] 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.

[39]

[40] 본 발명의 봉지재 필름용 조성물은 폴리에틸렌 글리콜을 포함한다.

[41] 상기 폴리에틸렌 글리콜의 수평균 분자량은 1,000 내지 50,000 g/mol이고, 구체적으로 2,000 g/mol 이상, 2,500 g/mol 이상, 3,000 g/mol 이상, 30,000 g/mol 이하, 20,000 g/mol 이하, 15,000 g/mol 이하, 예컨대 2,000 내지 30,000 g/mol일 수

있다.

- [42] 봉지재 필름용 조성물에 폴리에틸렌 글리콜을 포함할 경우, 강한 극성을 가지는 폴리에틸렌 글리콜과 무극성의 에틸렌/알파-올레핀 공중합체가 블렌딩되어 전하의 움직임을 방해하게 되며 전기 전도도가 감소하고 체적저항률의 증가로 이어진다. 반면, 높은 극성의 고분자를 사용한 봉지재 필름용 조성물에서는, 폴리에틸렌 글리콜과 만날 경우 전기 전도도가 더 높아져 오히려 체적저항률이 감소하게 되는 결과가 나타난다.
- [43] 특히, 상기와 같은 효과를 바람직하게 구현하기 위해서는, 폴리에틸렌 글리콜의 수평균 분자량이 1,000 내지 50,000 g/mol이어야 한다.
- [44] 상기 폴리에틸렌 글리콜의 수평균 분자량이 1,000 g/mol 미만일 경우, 헤이즈가 상승하여 광학 물성의 저해를 유발하기 때문에 봉지재 필름으로서 사용이 부적합하고, 상기 폴리에틸렌 글리콜의 수평균 분자량이 50,000 g/mol 초과일 경우, 조성물의 극성이 너무 높아져 오히려 체적저항률이 감소될 우려가 있다.
- [45]
- [46] 상기 폴리에틸렌 글리콜의 함량은, 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 및 폴리에틸렌 글리콜 총 중량 기준 0.05 내지 0.7 중량%이고, 구체적으로 0.1 내지 0.6 중량%일 수 있다.
- [47] 상기 폴리에틸렌 글리콜이 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 및 폴리에틸렌 글리콜 총 중량 기준 0.05 중량% 미만일 경우, 체적저항률의 개선 효과가 제대로 구현될 수 없고, 0.7 중량% 초과일 경우, 헤이즈가 상승하여 광학 물성의 저해를 유발하기 때문에 봉지재 필름으로서 사용이 부적합한 문제가 나타난다.
- [48]
- [49] 본 발명의 봉지재 필름용 조성물은 가교제, 가교 조제, 실란 커플링제, 불포화 실란 화합물, 아미노 실란 화합물, 광안정제, UV 흡수제 및 열안정제로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 더 포함할 수 있다.
- [50]
- [51] 상기 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.
- [52] 상기 가교제는 비닐기의 라디칼 중합을 개시할 수 있거나 가교 결합을 형성할 수 있는 가교성 화합물이라면 기술 분야에서 공지된 다양한 가교제를 다양하게 사용할 수 있으며, 예를 들면, 유기 과산화물, 히드로과산화물 및 아조 화합물로 이루어진 군에서 선택되는 1종 또는 2종 이상을 사용할 수 있다.
- [53] 구체적으로는, 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.

- [54] 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.
- [55] 상기 가교제는 상기 봉지재 필름용 조성물 100 중량부에 대하여 0.01 내지 1 중량부, 예를 들면, 0.05 내지 0.55, 0.1 내지 0.5 또는 0.15 내지 0.45 중량부의 함량으로 포함되며, 상기 가교제가 0.01 중량부 미만으로 포함될 경우, 내열 특성의 향상 효과가 미미하며, 1 중량부를 초과하여 포함될 경우 봉지재 시트의 성형성이 감소하여, 공정상 제약이 발생하는 문제가 발생할 수 있으며, 봉지재의 물성에 영향을 줄 수 있다.
- [56]
- [57] 상기 가교제 이외에도 가교 조제를 포함할 수 있다. 상기 가교 조제가 수지 조성물에 포함됨으로써 전술한 가교제에 의한 수지 조성물 사이의 가교도를 높일 수 있으며 이에 따라 최종 제품, 예컨대 봉지재 시트의 내열 내구성을 보다 향상시킬 수 있다.
- [58] 상기 가교 조제는 기술 분야에서 공지된 다양한 가교 조제를 사용할 수 있으며, 예를 들어, 상기 가교 조제로서, 알릴기 또는(메타)아크릴옥시기 등의 불포화기를 적어도 하나 이상 함유하는 화합물을 사용할 수 있다.

- [59] 상기 알릴기를 함유하는 화합물은 예를 들어, 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.
- [60] 상기 가교 조제는 상기 봉지재 필름용 조성물 100 중량부에 대하여 0.01 내지 0.5 중량부, 예를 들면, 0.01 내지 0.3, 0.015 내지 0.2 또는 0.016 내지 0.16 중량부의 함량으로 포함되며, 상기 가교 조제가 0.01 중량부 미만으로 포함될 경우, 내열 특성의 향상 효과가 미미하며, 0.5 중량부를 초과하여 포함될 경우 최종 제품, 예컨대 봉지재 시트의 물성에 영향을 미치는 문제가 발생하고 생산 단가가 증가할 수 있다.
- [61]
- [62] 상기 실란 커플링제로는, 예를 들어,
N-(β -아미노에틸)- γ -아미노프로필트리메톡시실란,
N-(β -아미노에틸)- γ -아미노프로필메틸디메톡시실란,
 γ -아미노프로필트리에톡시실란, γ -글리시독시프로필트리메톡시실란, 및
 γ -메타크릴옥시프로필트리메톡시실란(MEMO)으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 사용할 수 있다.
- [63] 상기 실란 커플링제는 봉지재 필름용 조성물 100 중량부에 대하여 0.1 내지 0.4 중량부로 포함될 수 있다. 0.3 미만으로 사용 할 경우 태양광 모듈 제작시 유리와의 접착력이 불량하여 수분 침투가 용이해져 모듈의 장기 성능을 보장 할 수 없으며 1 중량부 이상으로 사용 시 Y.I의 증가 요인으로 작용하여 바람직하지 않다.
- [64]
- [65] 또한, 상기 봉지재 필름용 조성물은 불포화 실란 화합물, 아미노 실란 화합물을 추가로 포함할 수 있다.
- [66] 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.
- [67] 상기 불포화 실란 화합물은 비닐트리메톡시 실란, 비닐트리에톡시 실란, 비닐트리프로폭시 실란, 비닐트라이소프로폭시 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.
- [68] 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 유리기판 또는 불소 수지 등으로 구성되는 이면 시트와 접착 강도를 보다 향상시킬 수 있다. 또한 이와 동시에, 상기 아미노 실란 화합물은 직접 공중합 반응에 반응물로서도 관여함으로써, 아미노 실란 변성 수지 조성물에 아민 관능기를 가지는 모이어티를 제공할 수 있다.

- [69] 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), 아미노에틸아미노프로필트리에톡시실란, 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.

- [70] 상기 불포화 실란 화합물 및/또는 아미노 실란 화합물의 함량은 특별히 한정되지 않는다.

[71]

- [72] 또한, 상기 봉지재 필름용 조성물은 필요에 따라 광안정제, UV 흡수제 및 열안정제 등으로부터 선택되는 1종 이상의 첨가제를 추가로 포함할 수 있다.

- [73] 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.

- [74] 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.
- [75] 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)펜타에리쓰리톨디포스파이트 등의 인계 열안정제; 8-히드록시-5,7-디-*tert*-부틸-푸란-2-온과 α -크실렌과의 반응 생성물 등의 락톤계 열안정제를 들 수 있고, 상기 중 1종 또는 2종 이상을 사용할 수 있다.
- [76] 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 봉지재 필름용 조성물의 전체 고형분 100 중량부에 대하여 0.01 내지 5 중량부의 범위 내에서 적절히 조절될 수 있다.
- [77]
- [78] 또한, 본 발명의 봉지재 필름용 조성물은 상기 성분 외에도 수지 성분이 적용되는 용도에 따라, 해당 분야에서 공지되어 있는 다양한 첨가제를 적절히 추가로 포함할 수 있다.
- [79] 또한, 상기 봉지재 필름용 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.
- [80]
- [81] <봉지재 필름>
- [82] 또한, 본 발명은 상기 봉지재 필름용 조성물을 포함하는 봉지재 필름을 제공한다.
- [83] 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.

- [84] 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.

[85]

[86] <태양전지 모듈>

- [87] 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.

- [88] 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.

- [89] 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.

- [90] 이외에도, 본 발명의 태양전지 모듈은 전술한 봉지재 필름을 포함하는 것을 제외하고는, 당해 기술분야에 알려진 방법에 따라 제한되지 않고 제조할 수 있다.

- [91] 본 발명의 태양전지 모듈은 체적저항률이 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.

[92]

[93] 실시예

- [94] 이하, 실시예에 의하여 본 발명을 더욱 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 하기 실시예는 본 발명을 예시하기 위한 것으로 이들만으로 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

[95]

[96] [전이금속 화합물의 제조]

[97] 제조예 1

[98] (1) 리간드 화합물의 제조

[99] <N-tert-butyl-1-(1,2-dimethyl-3H-benzo[b]cyclopenta[d]thiophen-3-yl)-1,1-dimethyl silanamine의 합성>

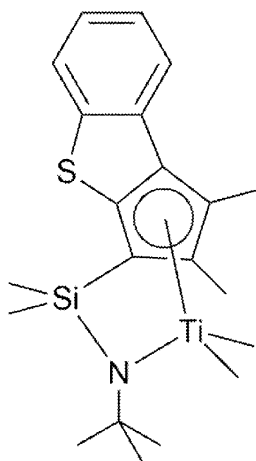
[100] 100 mL 쉬랭크 플라스크에

클로로(1,2-디메틸-6,7-디히드로-3H-벤조[b]시클로펜타[d]티오펜-3-일)디메틸실란의 화합물 4.65g(15.88mmol)을 정량하여 첨가한 후, 여기에 THF 80 mL를 투입하였다. 상온에서 tBuNH₂(4eq, 6.68ml)을 투입한 후, 상온에서 3일 동안 반응시켰다. 반응 후, THF를 제거한 후, 헥산으로 여과하였다. 용매 건조 후 노란색 액체를 4.50g(86%)의 수율로 얻었다.

[101] ¹H-NMR(in CDCl₃, 500 MHz): 7.99(d, 1H), 7.83(d, 1H), 7.35(dd, 1H), 7.24(dd, 1H), 3.49(s, 1H), 2.37(s, 3H), 2.17(s, 3H), 1.27(s, 9H), 0.19(s, 3H), -0.17(s, 3H).

[102] (2) 전이금속 화합물의 제조

[103]

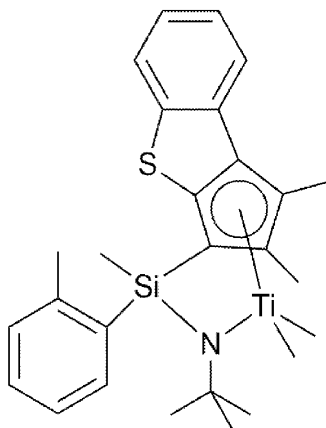


[104] 50 mL 쉬랭크 플라스크에 상기 리간드 화합물(1.06g, 3.22mmol/1.0eq) 및 MTBE 16.0mL(0.2M)를 넣고 먼저 교반시켰다. -40°C에서 n-BuLi(2.64 mL, 6.60mmol/2.05eq, 2.5M in THF)을 넣고, 상온에서 밤새 반응시켰다. 이후, -40°C에서 MeMgBr(2.68 mL, 8.05 mmol/2.5eq, 3.0M in diethyl ether)를 천천히 적가한후, TiCl₄(2.68 mL, 3.22 mmol/1.0eq, 1.0M in toluene)을 순서대로 넣고 상온에서 밤새 반응시켰다. 이후 반응 혼합물을 헥산을 이용하여 셀라이트(Celite)를 통과하여 여과하였다. 용매 건조 후 갈색 고체를 1.07g(82%)의 수율로 얻었다.

[105] ¹H-NMR(in CDCl₃, 500 MHz): 7.99(d, 1H), 7.68(d, 1H), 7.40(dd, 1H), 7.30(dd, 1H), 3.22(s, 1H), 2.67(s, 3H), 2.05(s, 3H), 1.54(s, 9H), 0.58(s, 3H), 0.57(s, 3H), 0.40(s, 3H), -0.45(s, 3H).

- [106]
- [107] **제조예 2**
- [108] (1) 리간드 화합물의 제조
- [109] <N-tert-부틸-1-(1,2-디메틸-3H-벤조[b]시클로펜타[d]티오펜-3-일)-1,1-(메틸)(2-메틸페닐)실란아민의 합성>
- [110] (i)
- 클로로-1-(1,2-디메틸-3H-벤조[b]시클로펜타[d]티오펜-3-일)-1,1-(메틸)(2-메틸페닐)실란의 제조
- [111] 250 mL 쉬랭크 플라스크에 1,2-디메틸-3H-벤조[b]시클로펜타[d]티오펜 2.0 g(1.0 eq, 9.985 mmol)과 THF 50 mL를 넣고, n-BuLi 4.2 mL(1.05 eq, 10.484 mmol, 2.5 M in 헥산)를 -30°C에서 적가한 후, 상온에서 밤새 교반하였다. 교반한 Li-complex THF 용액을 디클로로(O-톨일메틸)실란 2.46 g(1.2 eq, 11.982 mmol)과 THF 30 mL가 담긴 쉬랭크 플라스크에 -78°C에서 캐눌레이션 한 후 상온에서 밤새 교반하였다. 교반 후 진공건조한 다음 헥산 100 mL로 추출하였다.
- [112] (ii)
- N-tert-부틸-1-(1,2-디메틸-3H-벤조[b]시클로펜타[d]티오펜-3-일)-1,1-(메틸)(2-메틸페닐)실란아민의 제조
- [113] 추출한
- 클로로-1-(1,2-디메틸-3H-벤조[b]시클로펜타[d]티오펜-3-일)-1,1-(메틸)(2-메틸페닐)실란 4.0 g(1.0 eq, 10.0 mmol)을 헥산 10 mL에서 교반한 후, t-BuNH₂ 4.2 mL(4.0 eq, 40.0 mmol)를 상온에서 투입한 다음, 상온에서 밤새 교반하였다. 교반 후 진공건조 한 다음, 헥산 150 mL로 추출하였다. 용매 건조 후 끈적이는 액체 4.26 g(99 %, dr = 1:0.83)을 얻었다.
- [114] ¹H-NMR(CDCl₃, 500 MHz): δ 7.95(t, 2H), 7.70(d, 1H), 7.52(d, 1H), 7.47-7.44(m, 2H), 7.24-7.02(m, 9H), 6.97(t, 1H), 3.59(s, 1H), 3.58(s, 1H), 2.50(s, 3H), 2.44(s, 3H), 2.25(s, 3H), 2.16(s, 3H), 2.06(s, 3H), 1.56(s, 3H), 1.02(s, 9H), 0.95(s, 9H), -0.03(s, 3H), -0.11(s, 3H)
- [115] (2) 전이금속 화합물의 제조

[116]



[117] 250 mL 둥근 플라스크에 상기 리간드 화합물(4.26 g, 10.501 mmol)을 MTBE 53 mL(0.2 M)에 넣고 교반시켰다. -40°C에서 n-BuLi(8.6 mL, 21.52 mmol, 2.05eq, 2.5 M in 헥산)을 넣고, 상온에서 밤새 교반하였다.

[118] 이후, -40°C에서 MeMgBr(8.8 mL, 26.25 mmol, 2.5 eq, 3.0 M in 디에틸에터)을 천천히 적가한 후, TiCl₄(10.50 mL, 10.50 mmol)를 순서대로 넣고 상온에서 밤새 교반하였다. 이후 반응 혼합물을 헥산을 이용하여 여과하였다. 여과액에 DME(3.3 mL, 31.50 mmol)를 넣고 용액을 헥산에서 여과, 농축하여 노란색 고체 3.42 g(68 %, dr=1:0.68)을 얻었다.

[119] ¹H NMR(CDCl₃, 500 MHz): δ 7.83(d, 1H), 7.80(d, 1H), 7.74(d, 1H), 7.71(d, 1H), 7.68(d, 1H), 7.37(d, 1H), 7.31-6.90(m, 9H), 6.84(t, 1H), 2.54(s, 3H), 2.47(s, 3H), 2.31(s, 3H), 2.20(s, 3H), 1.65(s, 9H), 1.63(s, 9H), 1.34(s, 3H), 1.00(s, 3H), 0.98(s, 3H), 0.81(s, 3H), 0.79(s, 3H), 0.68(s, 3H), 0.14(s, 3H), -0.03(s, 3H)

[120]

[121] [에틸렌/알파-올레핀 공중합체의 제조]

[122] 1.5 L 연속 공정 반응기에 헥산 용매를 7 kg/h, 1-부텐을 0.94 kg/h 투입하면서 150°C에서 예열하였다. 트리이소부틸알루미늄 화합물(0.05 mmol/min), 상기 제조예 1 및 제조예 2의 화합물을 1:1.5 몰비로 혼합한 혼합물, 디메틸아닐리늄 테트라키스(펜타플루오로페닐)보레이트 조촉매(1.5 μmol/min)를 동시에 반응기로 투입하였다. 이어서, 상기 반응기 속으로 에틸렌(0.87 kg/h) 및 수소 가스(26 cc/min)를 투입하여 89 bar의 압력으로 연속 공정에서 136.0°C로 60분 이상 유지시켜 공중합 반응을 진행하여 공중합체를 얻었다. 이후 진공 오븐에서 12시간 이상 건조하여, 압출 및 펠렛화 과정을 거친 후 물성을 측정하였다.

[123]

[124] [봉지재 필름의 제조]

[125] 실시예 1

[126] 상기와 같이 제조한 에틸렌/알파-올레핀 공중합체에 수평균 분자량이 3,350

g/mol인 폴리에틸렌 글리콜(Sigma Aldrich社)을 첨가하되, 폴리에틸렌 글리콜이 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 및 폴리에틸렌 글리콜 총 중량 기준 0.1 중량%가 되도록 첨가한 후 Extrusion Blending한 샘플을 펠렛화하였다.

- [127] 이후, 40°C로 예열된 Planetary Mixer에 상기 펠렛 500 g을 넣고, 가교 조제 0.5 phr, 실란 커플링제 0.2 phr, 유기 퍼옥사이드 1.0 phr를 각각 적가한 후, 1시간 동안 혼합하여 봉지재 필름용 조성물을 수득하였다.
- [128] 이후, T-die 온도 90°C 조건 하에 두께 $500 \pm 100 \mu\text{m}$ 의 봉지재 필름을 제조하였다.
- [129]
- [130] 상기 폴리에틸렌 글리콜의 수평균 분자량은, 하기 겔 투과 크로마토그래피(Gel Permeation Chromatography, GPC) 분석 조건 하에 측정하여 확인하였다.
- [131] - 컬럼: Ultrahydrogel 250 + 120
- [132] - 용매: pH 6.35 phosphate buffer solution
- [133] - 유속: 0.7 ml/min
- [134] - 시료농도: 1.0 mg/ml
- [135] - 주입량: 100 μl
- [136] - 컬럼온도: 35°C
- [137] - Detector: Vicsotek TDA 302
- [138] - Data processing: OmniSEC 5.0
- [139]
- [140] **실시예 2**
- [141] 폴리에틸렌 글리콜이 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 및 폴리에틸렌 글리콜 총 중량 기준 0.3 중량%인 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 봉지재 필름을 제조하였다.
- [142]
- [143] **실시예 3**
- [144] 폴리에틸렌 글리콜이 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 및 폴리에틸렌 글리콜 총 중량 기준 0.5 중량%인 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 봉지재 필름을 제조하였다.
- [145]
- [146] **실시예 4**
- [147] 폴리에틸렌 글리콜이 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 및 폴리에틸렌 글리콜 총 중량 기준 0.6 중량%인 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 봉지재 필름을 제조하였다.
- [148]
- [149] **실시예 5**
- [150] 수평균 분자량이 6,000 g/mol인 폴리에틸렌 글리콜을 사용하고, 폴리에틸렌 글리콜이 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 및 폴리에틸렌 글리콜 총 중량 기준 0.5 중량%인 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 봉지재 필름을 제조하였다.

[151]

[152] **실시예 6**

[153] 수평균 분자량이 8,000 g/mol인 폴리에틸렌 글리콜을 사용하고, 폴리에틸렌 글리콜이 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 및 폴리에틸렌 글리콜 총 중량 기준 0.5 중량%인 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 봉지재 필름을 제조하였다.

[154]

[155] **실시예 7**

[156] 수평균 분자량이 12,000 g/mol인 폴리에틸렌 글리콜을 사용하고, 폴리에틸렌 글리콜이 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 및 폴리에틸렌 글리콜 총 중량 기준 0.5 중량%인 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 봉지재 필름을 제조하였다.

[157]

[158] **실시예 8**

[159] 수평균 분자량이 20,000 g/mol인 폴리에틸렌 글리콜을 사용하고, 폴리에틸렌 글리콜이 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 및 폴리에틸렌 글리콜 총 중량 기준 0.5 중량%인 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 봉지재 필름을 제조하였다.

[160]

[161] **비교예 1**

[162] 폴리에틸렌 글리콜을 혼합하지 않은 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 봉지재 필름을 제조하였다.

[163]

[164] **비교예 2**

[165] 폴리에틸렌 글리콜이 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 및 폴리에틸렌 글리콜 총 중량 기준 0.04 중량%인 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 봉지재 필름을 제조하였다.

[166]

[167] **비교예 3**

[168] 폴리에틸렌 글리콜이 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 및 폴리에틸렌 글리콜 총 중량 기준 0.8 중량%인 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 봉지재 필름을 제조하였다.

[169]

[170] **비교예 4**

[171] 폴리에틸렌 글리콜이 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 및 폴리에틸렌 글리콜 총 중량 기준 1.0 중량%인 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 봉지재 필름을 제조하였다.

[172]

[173] **비교예 5**

[174] 폴리에틸렌 글리콜이 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 및 폴리에틸렌 글리콜 총 중량 기준 3.0 중량%인 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 봉지재 필름을

제조하였다.

[175]

[176] **비교예 6**

[177] 폴리에틸렌 글리콜이 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 및 폴리에틸렌 글리콜 총 중량 기준 5.0 중량%인 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 봉지재 필름을 제조하였다.

[178]

[179] **비교예 7**

[180] 수평균 분자량이 400 g/mol인 폴리에틸렌 글리콜을 사용하고, 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 및 폴리에틸렌 글리콜 총 중량 기준 폴리에틸렌 글리콜이 0.5 중량%인 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 봉지재 필름을 제조하였다.

[181]

[182] **비교예 8**

[183] 수평균 분자량이 100,000 g/mol인 폴리에틸렌 글리콜을 사용하고, 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 및 폴리에틸렌 글리콜 총 중량 기준 폴리에틸렌 글리콜이 0.5 중량%인 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 봉지재 필름을 제조하였다.

[184]

[185] **비교예 9**

[186] 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 대신 에틸렌/비닐아세테이트 공중합체를 사용하고, 폴리에틸렌 글리콜을 혼합하지 않은 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 봉지재 필름을 제조하였다.

[187]

[188] **비교예 10**

[189] 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 대신 에틸렌/비닐아세테이트 공중합체를 사용하고, 폴리에틸렌 글리콜이 에틸렌/비닐아세테이트 공중합체를 및 폴리에틸렌 글리콜 총 중량 기준 0.5 중량%인 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 봉지재 필름을 제조하였다.

[190]

[191] **비교예 11**

[192] 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 대신 에틸렌/비닐아세테이트 공중합체를 사용하고, 폴리에틸렌 글리콜이 에틸렌/비닐아세테이트 공중합체를 및 폴리에틸렌 글리콜 총 중량 기준 1.0 중량%인 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 봉지재 필름을 제조하였다.

[193] [표1]

	공중합체	PEG	
수평균 분자량	공중합체 및 PEG 총 중량 기준 함량(중량%)		
실시예 1	에틸렌/알파-올레핀 공중합체	3,350	0.1
실시예 2	에틸렌/알파-올레핀 공중합체	3,350	0.3
실시예 3	에틸렌/알파-올레핀 공중합체	3,350	0.5
실시예 4	에틸렌/알파-올레핀 공중합체	3,350	0.6
실시예 5	에틸렌/알파-올레핀 공중합체	6,000	0.5
실시예 6	에틸렌/알파-올레핀 공중합체	8,000	0.5
실시예 7	에틸렌/알파-올레핀 공중합체	12,000	0.5
실시예 8	에틸렌/알파-올레핀 공중합체	20,000	0.5
비교예 1	에틸렌/알파-올레핀 공중합체	-	-
비교예 2	에틸렌/알파-올레핀 공중합체	3,350	0.04
비교예 3	에틸렌/알파-올레핀 공중합체	3,350	0.8
비교예 4	에틸렌/알파-올레핀 공중합체	3,350	1.0
비교예 5	에틸렌/알파-올레핀 공중합체	3,350	3.0
비교예 6	에틸렌/알파-올레핀 공중합체	3,350	5.0
비교예 7	에틸렌/알파-올레핀 공중합체	400	0.5
비교예 8	에틸렌/알파-올레핀 공중합체	100,000	0.5
비교예 9	에틸렌/비닐아세테이트 공중합체	-	-
비교예 10	에틸렌/비닐아세테이트 공중합체	3,350	0.5
비교예 11	에틸렌/비닐아세테이트 공중합체	3,350	1.0

[194]

[195] 실험예 1

[196] 2개의 이형필름(두께: 약 100 μ m) 사이에 상기 실시예 및 비교예에서 제조한 봉지재 필름(15cm $\times$ 15cm)을 넣고 진공 라미네이터에서 공정 온도 150°C, 공정 시간 20분 동안 라미네이션하여 가교시켰다.

[197] (1) 체적저항률

[198] ASTM D257 규격에 기반하여 측정하였다. 구체적으로, $23\pm1^{\circ}\text{C}$ 온도와 $50\pm3\%$ 습도 조건에서 샘플을 keithley 8009 test fixture에 넣고, 이와 연결된 keithley 6517B 전위계를 이용하여 1000V의 전압을 600초 동안 가하며 측정하였다.

[199] (2) 광 투과율

[200] 또한, 550 nm에서의 광 투과율을 Shimadzu UV-3600 분광광도계를 이용하여 측정하였다(측정 모드: transmittance, 파장 interval: 1nm, 측정 속도: medium).

[201] [표2]

	체적저항률	광 투과율
	($\Omega\cdot\text{cm}$)	%
실시예 1	2.00×10^{16}	92.0
실시예 2	3.50×10^{16}	92.0
실시예 3	6.40×10^{16}	92.0
실시예 4	4.70×10^{16}	92.0
실시예 5	5.20×10^{16}	92.0
실시예 6	5.10×10^{16}	92.1
실시예 7	2.40×10^{16}	92.0
실시예 8	4.50×10^{16}	92.0
비교예 1	9.50×10^{15}	92.1
비교예 2	9.80×10^{15}	92.0
비교예 3	4.70×10^{16}	91.9
비교예 4	4.50×10^{16}	91.8
비교예 5	5.70×10^{16}	91.3
비교예 6	5.10×10^{16}	91.0
비교예 7	1.20×10^{16}	91.5
비교예 8	5.40×10^{15}	92.0
비교예 9	1.29×10^{14}	92.3
비교예 10	1.11×10^{14}	92.1
비교예 11	1.32×10^{14}	92.0

[202] 상기 표 2에서와 같이, 실시예 1 내지 8에서 제조한 봉지재 필름은 체적저항률 및 광 투과율 모두 우수하게 나타났다. 반면, 비교예 9 내지 11의 경우 에틸렌/알파-올레핀 공중합체가 아닌 에틸렌/비닐아세테이트 공중합체를 사용한 것인데, 실시예 대비 체적저항률이 현저히 낮게 나타났다. 또한,

에틸렌/비닐아세테이트 공중합체는 폴리에틸렌 글리콜을 추가로 사용하더라도 체적저항률이 개선되는 효과가 나타나지 않음을 확인하였다.

[203] 또한, 에틸렌/알파-올레핀 공중합체를 사용하더라도, 폴리에틸렌 글리콜의 함량이 너무 적게 사용된 비교예 2는 체적저항률이 낮게 나타났다.

[204] 한편, 수평균 분자량이 400 g/mol인 폴리에틸렌 글리콜을 사용한 비교예 7에서는, 광 투과율이 낮게 나타났고, 수평균 분자량이 100,000 g/mol으로 50,000 g/mol 초과인 폴리에틸렌 글리콜을 사용한 비교예 8에서는 오히려 체적저항률이 저하되는 것을 알 수 있었다.

[205]

[206] **실험예 2**

[207] 미국재료시험학회규격 ASTM D1003에 따라 상기 봉지재 필름의 1T(1mm)에 빛을 쏘았을 때에 빛이 굴절된 정도(%)를 측정하였다. 헤이즈는 $Td(\text{굴절된 빛})/Tt(\text{통과한 빛}) \times 100(\%)$ 으로 시편의 투명도를 측정하였다.

[208] [표3]

	헤이즈
	%
실시예 1	3.34
실시예 2	4.61
실시예 3	5.82
실시예 4	5.97
실시예 8	5.24
비교예 1	2.14
비교예 2	2.21
비교예 3	8.99
비교예 4	14.89
비교예 5	31.90
비교예 6	42.64
비교예 7	7.92
비교예 8	5.92
비교예 9	0.98
비교예 10	5.32
비교예 11	7.57

[209] 상기 표 3에서와 같이, 폴리에틸렌 글리콜을 너무 많은 양으로 사용한 비교예 3

내지 6, 수평균 분자량이 1,000 내지 50,000 g/mol을 벗어나는 비교예 7 및 8에서는 헤이즈가 높아지기 때문에 봉지재 필름의 용도로 사용하기 부적합하다는 것을 확인하였다. 상기 실험예 1 및 실험예 2를 통해, 에틸렌/알파-올레핀 공중합체와 수평균 분자량이 1,000 내지 50,000 g/mol인 폴리에틸렌 글리콜을 혼합한 봉지재 필름용 조성물로서, 폴리에틸렌 글리콜이 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 및 폴리에틸렌 글리콜 총 중량 기준 0.05 내지 0.7 중량%일 경우, 체적저항률 및 광 투과율이 우수하게 나타나고, 헤이즈도 낮게 나타나 봉지재 필름으로서 유용하게 사용될 수 있음을 확인하였다.

- [210] 또한, 폴리에틸렌 글리콜의 수평균 분자량과 함량 중 하나 이상이 본 발명에서 정의한 범위를 벗어날 경우, 봉지재 필름용 조성물에 요구되는 물성이 저하되는 것을 알 수 있었다.

청구범위

- [청구항 1] 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 및 폴리에틸렌 글리콜을 포함하고, 상기 폴리에틸렌 글리콜의 수평균 분자량은 1,000 내지 50,000 g/mol이고, 상기 폴리에틸렌 글리콜의 함량은, 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 및 폴리에틸렌 글리콜 총 중량 기준 0.05 내지 0.7 중량%인 봉지재 필름용 조성물.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서, 상기 폴리에틸렌 글리콜의 수평균 분자량은 2,000 내지 30,000 g/mol인 봉지재 필름용 조성물.
- [청구항 3] 청구항 1에 있어서, 상기 폴리에틸렌 글리콜의 함량은, 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 및 폴리에틸렌 글리콜 총 중량 기준 0.1 내지 0.6 중량%인 봉지재 필름용 조성물.
- [청구항 4] 청구항 1에 있어서, 가교제, 가교 조제, 실란 커플링제, 불포화 실란 화합물, 아미노 실란 화합물, 광안정제, UV 흡수제 및 열안정제로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 더 포함하는 봉지재 필름용 조성물.
- [청구항 5] 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 6] 청구항 1에 있어서, 상기 알파-올레핀은 에틸렌/알파-올레핀 공중합체 기준 0 초과 99 이하 몰% 포함되는 봉지재 필름용 조성물.
- [청구항 7] 청구항 1 내지 6 중 어느 한 항의 봉지재 필름용 조성물을 포함하는 봉지재 필름.
- [청구항 8] 청구항 7의 봉지재 필름을 포함하는 태양전지 모듈.