(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0072834
(43) 공개일자 2008년08월07일

(51) Int. Cl.
H01L 31/042 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-7010797
(22) 출원일자 2008년05월02일
심사청구일자 없음
번역문제출일자 2008년05월02일
(86) 국제출원번호 PCT/US2006/043073
국제출원일자 2006년11월03일
(87) 국제공개번호 WO 2007/120197
국제공개일자 2007년10월25일
(30) 우선권주장
60/733,684 2005년11월04일 미국(US)

(71) 출원인
다우 코닝 코포레이션
미국 미시간주 48686-0994 미드랜드 웨스트 살츠 버그 로드 2200 피.오.박스 994
(72) 발명자
드레이크 로버트 앤드류
영국 페나르드 씨에프64 5비알 웨스트번 로드 180
하비마나 장 드 라 크루아
벨기에 비-7140 모를란벨츠 애비뉴 웨스트 처칠 16/4
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이범래

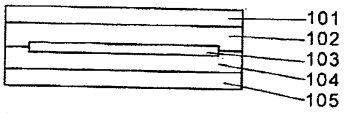
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 광전지의 캡슐화

(57) 요 약

본 발명은 광전지 모듈, 및 실리콘계 고온 용융 캡슐화제 재료(102a, 104a)을 광전지(103a) 위에 적용시켜 광전지 모듈을 형성하는 방법에 관한 것이다. 유기 캡슐화제의 처리 용이성 뿐만 아니라, 실리콘 캡슐화제의 광학적 및 화학적 이점을 갖는 실리콘 캡슐화제 광전 장치를 제공하는 실리콘 고온 용융 시트(102a, 104a)를 사용함으로써 보다 효율적인 제조 및 태양 스펙트럼의 보다 양호한 유용성을 갖는 광전지 어레이가 제공된다. 선행 기술 분야의 캡슐화 방법에 비교할 때, 처리량 및 광학적 효율이 증가된 광전지의 제조 방법이 또한 제공된다. 바람직한 실리콘 재료는 고온 용융 특성 및 낮은 표면 점성을 갖는 가요성 시트로 제공된다.

대표도 - 도1a



(72) 발명자

쉐퍼드 닉 에반

미국 미시건주 48642 미들랜드 노쓰 페린 로드 2333

모하메드 무스타파

미국 미시건주 48642 미들랜드 이스트론 1909 아파트먼트 지-9

케톨라 바리 마크

미국 미시건주 48623 프리랜드 애플셔 코트 6

텅 제임스 스티븐

미국 미시건주 48657-9540 샌포드 노쓰 레이크뷰 드라이브 3105

젠킨스 스티븐

미국 미시건주 48706 베이 시티 알바라도 드라이브 4425

알튬 스티븐

미국 미시건주 48640 미들랜드 이스트 베이커 스트리트 118

특허청구의 범위

청구항 1

i) 실온에서 하나 이상의 오가노폴리실록산계 고온 용융 재료 시트(102a, 104a)를 (a) 광전지 또는 광전지 어레이(103a) 및/또는 (b) 광투명 강유전체(101a)와 접촉시키는 단계;

ii) 단계(i)로부터 생성된 혼합물을, 오가노폴리실록산계 고온 용융 재료의 시트(들)가 상기 광전지(들)(103a) 및/또는 상기 강유전체에 부착되기에 충분히 낮은 점도의 액체가 되도록 가열하는 단계;

iii) 단계(ii)로부터 생성된 생성물을 냉각시키는 단계 및

iv) 단계(iii)의 생성물을, 단계(i)로부터 생략되는 경우에 (a) 또는 (b)와 및/또는 임의로 기판(105a)와 접촉시키고, 재가열 및 냉각시켜 광전지 모듈을 형성하는 단계를 포함하는, 광전지 모듈의 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 단계(iv)가 실온보다 높은 온도에서 단계(iii) 도중에 또는 단계(iii) 후에 일어남을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 단계(iii)의 생성물이 단계(iv) 도중 재가열될 수 있음을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중의 어느 한 항에 있어서, 하나 이상의 오가노폴리실록산계 고온 용융 재료 시트(들)를 광전지 또는 광전지 어레이에 적용시킨 다음, 생성된 캡슐화된 광전지 또는 광전지 어레이를 강유전체 위에 적용시킴을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

제1항 내지 제3항 중의 어느 한 항에 있어서, 하나 이상의 오가노폴리실록산계 고온 용융 재료 시트(들)(102a, 104a)를 초기에 강유전체(101a) 위에 적용시켜 예비-피복물을 제공한 다음, 광전지(103a) 또는 광전지 어레이를 예비-피복된 강유전체 위에 적용시킴을 특징으로 하는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 박막 광전지(106b)를 투명한 강유전체(101b) 위에 적용시키고, 그 위에 하나 이상의 오가노폴리실록산계 고온 용융 재료 시트를 적용시킴을 특징으로 하는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 광전지(106c)를 캡슐화한 후에 하나 이상의 오가노폴리실록산계 고온 용융 재료 시트(102c)가 강유전체로서 작용함을 특징으로 하는 방법.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중의 어느 한 항에 있어서, 고온 용융 광물질 반응성 고온 용융 재료임을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중의 어느 한 항에 있어서, 고온 용융 재료가 개시제 또는 촉매/가교결합제 시스템의 존재하에 경화되도록 조정된 실질적으로 선형인 오가노폴리실록산 중합체 및 실리콘 수지의 혼합물을 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중의 어느 한 항에 있어서, 고온 용융 재료가,

성분(A): 분자당 둘 이상의 반응성 그룹을 갖는 실리콘 고무로서 또한 언급되는 고분자량의 디오가노폴리실록산(이때 반응성 그룹은 가능한 경우, 성분 B에 의해 경화되도록 고안된다);

성분(B): 성분(C)의 존재하에 성분(A)와 상호작용하게 되는 반응성 그룹을 함유하는 실리콘 수지(MDTQ) 또는 수지 혼합물 및

성분(C): 성분 A와 B 사이에 상호작용하는 그룹을 경화시키도록 선택된 적절한 경화 패키지(통상, 경화 시스템은 가장 적절한 경화 패키지(들)로부터 선택된다)를 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 성분(A) 및 성분(B) 둘다의 반응성 그룹이 불포화 그룹이며, 성분(C)가 분자당 2개 이상의 규소-결합된 수소 원자를 갖는 폴리오가노실록산 형태의 가교결합제와 혼합된 하이드로실릴화 촉매임을 특징으로 하는 방법.

청구항 12

제10항에 있어서, 성분(C)가 유기 과산화물임을 특징으로 하는 방법.

청구항 13

제1항 내지 제12항 중의 어느 한 항에 있어서, 고온 용융 재료가 단계(i)의 개시 전에 부분 경화되고/되거나 형체화(bodying)됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 14

제1항 내지 제8항 중의 어느 한 항에 있어서, 고온 용융 재료가 유리전이 온도 T_g가 광전지 모듈의 작동 온도 이상인 중합체를 포함하는 "경질" 단편 및 유리전이 온도 T_g가 광전지 모듈의 작동 온도 이하인 오가노폴리실록산 중합체 형태의 "연질" 단편을 혼합하여 수득할 수 있는 하나 이상의 열가소성 블록 공중합체를 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 열가소성 블록 공중합체가 실리콘-우레탄 및 실리콘-우레아 공중합체의 그룹으로부터 선택됨을 특징으로 하는 방법.

청구항 16

제1항 내지 제15항 중의 어느 한 항에 있어서, 고온 용융 시트가, 규회석, 실리카, 이산화티탄, 유리 섬유, 중공 유리구 및 점토로 이루어진 그룹 중 하나 이상으로부터 선택되는, 실질적으로 시트 재료의 굴절률에 일치하고/하거나 광의 파장의 1/4보다 작은 크기의 분산된 입자인 충전제를 추가로 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 17

제1항 내지 제16항 중의 어느 한 항에 있어서, 고온 용융 시트가 조촉매; 광학 증백제; 레올로지 개질제; 부착 촉진제, 안료, 열안정화제, 방염제, UV 안정화제, 쇄연장제, 전기적 및/또는 열전도성 충전제, 가소제, 증량제, 살진균제 및/또는 살생물제, 물 스캐빈저, 및 예비-경화 실리콘 및/또는 유기 고무 입자의 그룹으로부터 선택되는 하나 이상의 부가제를 추가로 함유함을 특징으로 하는 방법.

청구항 18

광투명 강유전체(101a) 및 임의로 지지 기판(105a)에 부착되는 오가노폴리실록산계 고온 용융 재료(102a, 104a)에 캡슐화된 광전지 또는 광전지 어레이(103a)를 포함하는 광전지 모듈.

청구항 19

태양 전지의 캡슐화에서의, 하나 이상의 오가노폴리실록산계 고온 용융 재료 시트(102a, 104a)의 용도.

명 세 서

<1> 본 발명은 에너지부에 의해 부여된 NREL 하도급계약 번호 제ZAX-5-33628-02호, 원청계약 번호 제DE-AC36-98GO10337호하에 정부 지원에 의해 이루어졌다. 정부는 본 발명에 대해 특정 권리를 갖는다. 본 출원은 35 U.S.C. §119(e)하에 2005년 11월 4일자로 출원된 미국 가특허 출원 제60/733,684호를 우선권으로 주장한다. 미국 가특허 출원 제06/733,684호는 본 명세서에 참조로 인용된다.

기 술 분 야

<2> 본 발명은 광전지 모듈 및 실리콘계 캡슐화제(encapsulant) 재료를 광전지에 적용시켜 광전지 모듈을 형성하는 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

<3> 태양 전지 또는 광전지는 광을 전기로 전환시키는 데 사용되는 반도체 장치이다(이하 광전지라 함). 통상적으로 광에 노출되면, 광전지는 이의 단자를 통해 전압을 발생시켜 전자의 후속적인 흐름을 일으키고, 이때 이의 크기는 전지 표면에 형성된 광전지 접합부에 대한 광 충돌의 강도에 비례한다. 현재에는 두 종류의 광전지, 즉 웨이퍼 및 박막이 일반적이다. 웨이퍼는 단결정 또는 다결정 잉곳 또는 캐스팅으로부터 이를 기계적으로 절단하여 제조한 반도체 재료의 얇은 시트이다. 박막계 광전지는 스퍼터링 또는 화학적 증착 방법 또는 유사한 기술로 통상 기판 또는 강유전체 위에 침착시킨 반도체 재료의 연속 층이다.

<4> 웨이퍼 및 박막계 광전지 둘다의 취성 성질로 인해, 내하중 지지 부재로 전지를 지지하는 것이 필수적이다. 광전지 모듈의 지지 부재는, 일광에 투명하고 광전지와 광원 사이에 배치되는 상부 층(강유전체)일 수 있다. 또는, 지지 부재는, 광전지의 이면에 배치되어 있는 배면 층(기판)일 수 있다. 종종, 광전지 모듈은 강유전체와 기판 둘 다를 포함한다. 기판 및 강유전체는 각각 강유전체용 재료의 선택이 일광에 투명해야하는 요건에 의해 제한됨에도 불구하고, 강성 재료 (예: 유리판) 또는 가요성 재료(예: 금속 필름 및/또는 시트) 또는 적절한 가소성 재료(예: 폴리이미드)일 수 있다.

<5> 태양 전지 또는 광전지 모듈(이하 광전지 모듈이라 함)은 단일 광전지, 또는 하기 기술되는 강유전체 및/또는 기판 위의 전기적으로 상호연결된 광전지의 판상 어셈블리(어레이)를 포함한다. 전지는 일반적으로 캡슐화제 또는 차단 피복재(이하, "캡슐화제(들)"로 언급함)를 사용하여 강유전체 및/또는 기판에 부착시킨다. 캡슐화제는 일반적으로 환경(예: 바람, 비, 눈, 먼지 등)으로부터 전지를 보호하기 위하여 사용되며, 일반적인 통상의 관행에 따라, 전지를 캡슐화하고 이들을 기판 및/또는 강유전체에 적층시켜 일체형 광전지 모듈을 형성하기 위해 사용된다.

<6> 통상, 일련의 광전지 모듈은 상호연결되어 단일 전기 생성 단위로서 작용하는 태양 어레이를 형성하며, 이때 전지 및 모듈은 장치의 일부를 가동시키거나 저장 등을 위해 전지를 공급하기 위하여 적절한 전압을 생성하는 방식으로 상호연결된다.

<7> 통상적으로, 웨이퍼계 광전지 모듈은, 통상적으로 기판과 조합하여 일광에 투명하고 강유전체 및 기판(존재하는 경우)에 전지를 접착시키기 위한 전지 접착제로서 하나 이상의 캡슐화제 층을 갖는 강유전체를 사용하여 설계된다. 따라서, 광은 반도체 웨이퍼에 도달하기 전에 투명한 강유전체 및 캡슐화제/접착제를 통과한다.

<8> 많은 경우에, 몇몇 캡슐화제 층은 상이한 층에 대해 동일하거나 상이한 캡슐화제 재료를 사용하여 적용시킬 수 있다. 예를 들면, 모듈은 일련의 상호연결된 광전지에 강유전체를 부착시키기 위하여, 접착제로서 사용되는 일광에 투명한 유기 캡슐화제(예: 에틸 비닐 아세테이트(EVA))의 제1층에 의해 다수의 광전지를 지지하는 강유전체(예: 유리)를 포함할 수 있다. 그 다음에, 캡슐화제의 제2 또는 배면층을 캡슐화제와 상호연결된 광전지의 제1층 위에 적용할 수 있다. 캡슐화제의 제2층은 제1 캡슐화제에 대해 사용된 것과 동일한 재료의 부가적 층이고/이거나, 투명하거나 적절한 색상을 가질 수 있다.

<9> 강유전체, 통상적으로 강성 패널은 잠재적으로 유해한 환경적 조건으로부터 광전지의 한 면을 보호하는 작용을 하고, 다른 면은 캡슐화제 및 기판의 몇몇 층의 조합에 의해 보호된다. 다양한 재료가 광전지 모듈 캡슐화제로서의 용도로 제안되어 있다. 통상적인 예에는 에틸렌-비닐 아세테이트 공중합체(EVA)의 필름[웰밍톤 델라웨어 소재의 이.아이. 듀폰 드 네무어 앤드 캄파니(E.I. Dupont de Nemours & Co)의 테들라(Tedlar^{R})] 및 UV 경화성 우레탄이 포함된다. 캡슐화제는 일반적으로 필름 형태로 공급되고, 전지, 및 강유전체 및/또는 기판에 적층된다. 종래 기술의 예에는 미국 특허 제4,331,494호에 예시된 바와 같은 접착제를 사용한 광전지의 적층 및 미국 특허 제4,374,955호에 기재된 바와 같은 아크릴계 중합체와 내후성 층의 적용이 포함된다. 광전지 모듈은 또한

미국 특허 제4,549,033호에 기재된 바와 같이 아크릴 예비중합체를 광전지 위에 캐스팅하여 경화시킴으로써 제조한다.

<10> 기판은 존재하는 경우 강성 형태, 또는 모듈의 배면에 보호를 제공하도록 고안된 강직성 백스킨 형태이다. 기판용의 다양한 재료가 제안되어 있고, 이는 반드시 광에 투과성일 필요는 없으며, 강유전체(예: 유리)와 동일한 재료를 포함하지만, 또한 유기 플루오로중합체 등의 재료, 예를 들면, 에틸렌 테트라플루오로에틸렌(ETFE), 테들라(Tedlar^{R}) 또는 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)를 단독으로 포함하거나, 규소계 및 산소계 재료(SiO_x)로 피복할 수 있다.

<11> 현재 산업적으로 사용되는 광전지 모듈의 한가지 문제점은 광전지 모듈을 적층화하는 캡슐화제로서 사용되는 유기계 열가소성 재료가 유리와 비교하여 불량한 접착 특성을 갖는 것으로 공지되어 있다는 점이다. 이러한 문제는, 언제나 초기에 입증되는 것은 아니지만, 종종 장기간의 풍화작용 기간에 걸쳐 광전지 중의 유리 표면으로부터 열가소성 층의 점차적인 박리를 유도한다. 이러한 박리 방법은 전지 효율에 있어서 몇가지 부정적인 효과를 일으키고, 자체로서 캡슐화제 중의 물 축적을 유발하여 궁극적으로는 전지 부식을 초래한다. 이러한 유기계 열가소성 재료를 사용하여 제조된 적층체는 또한 낮은 UV 저항성 및 탈색을 갖고, 일반적으로 광전지의 수명 동안에 황색 또는 갈색으로 변하여 미적으로 불만족스러운 모듈을 유도한다. 통상적으로, 이러한 재료가 캡슐화제로서 사용되는 경우에, 박리 효과를 감소시키기 위해 현저한 양의 접착제가 종종 요구되고, 장기간 탈색을 감소시키기 위해 UV 스크린이 모듈에 도입되어야 한다. 이러한 UV 스크린은 불가피하게 UV 파장을 흡수하여 태양 전지 상의 전체 유효 광 충돌을 감소시켜 전지 효율을 감소시킨다.

<12> 웨이퍼형 태양 모듈, 예를 들면, 결정성 규소 웨이퍼 모듈의 경우, 주요 문제 중의 하나는 사용된 재료의 가격이고, 예를 들면, 기판 재료는 일반적으로 고가이다. 기판 재료로는 고가인 경향이 있는 2종류, 즉 위에서 언급한 바와 같은 EVA 적층체 및 테들라(Tedlar^{R}), 폴리비닐 플루오라이드(PVF)가 광범위하게 사용되고, 광범위하게 사용되는 기타 기판 재료는 유리/전지/유리 배열의 유리이다. 앞서 논의된 바와 같이, 기판은 또한 유기 플루오로 중합체(예: 에틸렌 테트라플루오로에틸렌(ETFE)), 또는 폴리 에틸렌 테레프탈레이트(PET)를 단독으로 또는, 규소와 산소계 재료(SiO_x)로 피복하여 포함할 수 있다. 캡슐화제 및 기판 재료의 비용은 필요한 경우에, 각각의 전지 및/또는 모듈의 전체 비용의 상당 부분을 나타낸다고 또한 공지되어 있다.

<13> 역사적으로, 1970년대 초기에 제조된 제1 광전지 어레이는 전지를 보호하기 위하여 액체 실리콘을 사용했다. 그러나, 이들 캡슐화 광전지 어레이의 장기간 내구성은 우수한 것으로 입증된 반면에, 캡슐화에 사용되는 재료 및 방법은 다음을 포함한 많은 문제점을 사용자에게 제공한다:

<14> i. 실리콘이 매우 비싸고;

<15> ii. 공정은 두 부분 재료를 감쇠시키고 충전시킴을 요하며;

<16> iii. 필름 두께는 조절하기 어렵다.

<17> 이들 문제점은 외관상 한번에 극복하기 어려운 것으로 보이며, 시장은 여전히 오늘날 사용되고 있는 에틸 비닐 아세테이트(EVA) 수지 캡슐화제(EVA 시트 수지의 형태)로 이동되고 있다.

<18> 최근 최상의 실행은 통상 열경화성 EVA 유기 중합체 시트의 적용을 포함한다. 캡슐화될 광전지의 형태에 따라(즉, 강성 또는 가요성, 결정성 또는 무정형), EVA의 하나 또는 다수의 시트가 투명한 강유전체 아래에 샌드위치된 다음, 전체 어셈블리는 열, 진공 및 압력에 적용시키는데, 이때 EVA는 유동되고 습윤화되고 반응하여 청정한 보호층을 형성한다. EVA 시트 수지는 사용시 EVA 내구성을 감소시키는 부반응을 촉진할 수 있는 과산화물에 의해 경화된다.

<19> EVA는 통상 적층체 온도가 150 내지 160 ℃의 범위인 라디칼 경화 공정으로 한정된다. 이러한 저온은 취성 광전지에서의 과도한 응력 및, 일반적으로 적층화기계에서 손실이 큰 마모를 방지하기 위하여 사용된다. 적절한 저장 수명을 유지하면서 충분한 경화 정도를 제공하기에 적합한 반감기를 갖는 라디칼 개시제는 용이하게 이용가능하지 않다.

<20> EVA는 가시광선 스펙트럼에서 필요한 물리적 특성을 갖는다. 그러나, 400 ㎚ 미만의 파장에 의해 분해된다. 따라서, 통상의 EVA계 모듈은 파장이 400㎚ 보다 큰 수집광으로 제한된다. EVA를 보호하기 위하여, 통상 세륨으로 도핑된 특별한 유리가 필요하다. 또는, UV 흡수제 또는 장애된 아민 광 안정화제를 포함한 UV 안정화 패키지가 사용된다. 이는 효율에 있어 1 내지 5%의 손실을 나타낸다.

<21> 규소계 재료를 함유하는 다양한 캡슐화제가 제안되었다. 제JP09-064391호는 광전지용 접착제 캡슐화 층을 위한 페닐 함유 실리콘 수지의 사용을 기술하고 있다. 미국 특허 제5,650,019호는 박막 광전지를 위한 접착제 층의 제공 및 적절히 강건한 캡슐화의 제공 방법을 논의한다. 이 경우에, 불화탄소계 강유전체가 이용된다. 또한, 실리콘 수지의 특성은 상세하지 않다. 미국 특허 제6,204,443호는 유리에 적용될 수 있는 다층(통상 3개 이상의 층) 캡슐화 시스템을 기술하고 있다. 미국 특허 제6,706,960호는 하나가 실록산일 수 있는 두 중합체의 상분리 혼합물로부터 제조되는 강유전체 및 광전지 사이의 접착제 층을 기술하고 있으며, 선행 기술에 비하여 광전지에 대한 광 입사가 증가되는 이점을 가짐을 제시하고 있다.

<22> JP09-132716호는 투명도, 방염 특성, 내후성 및 성형성이 우수한 광전지 모듈을 제공하기 위한 실록산 고점도 고무(HCR) 보호 시트의 사용을 기술하고 있다. JP10-321888, JP10-321887 및 JP10-321886호는 무기, 유기 또는 실리콘 수지를 표면에 적용시킴으로써 점성을 감소시키는 방법을 제안하고 있다. EP0042458호는 투명한 실리콘 탄성 중합체를 포함할 수 있는 강유전체를 포함하는 광전지 모듈을 기술하고 있다. US4057439호는 단일 성분에 의해 이의 기재 표면에 부착되는 광전지를 갖고, 실리콘 수지를 실온 가황화시키며, 다성분 실리콘 수지에 캡슐화되는 태양 전지판을 기술하고 있다.

<23> US4116207호는 실리콘 수지에 캡슐화된 광전지를 포함하는 태양 전지판을 기술하고 있으며, 이때 실리콘 수지가 부착되는 기본 부재는 적층물 또는 성형된 형태의 유리 매트 폴리에스테르이다. US4139399호는 그 내부에 수지 고체 바디를 수용하고 유지하도록 조정된 프레임 한정 채널을 사용하여 형성된 태양 전지판을 기술하고 있다. 수지 바디는 광전지를 캡슐화하는 매트릭스를 형성한다.

<24> 본 출원인의 공-계류중인 출원, WO 2005/006451호가 액체계 캡슐화제 재료를 사용하는 연속 캡슐화 공정을 위한 조성물 및 방법을 기술하고 있지만, 통상 존재하는 광전지 모듈 캡슐화 방법은 대개 하나 이상의 적층 단계에 대한 필요성으로 인하여 배치식으로 수행된다.

<25> 탄화수소 연료 공급원의 제한된 유용성은 광전지 산업의 확장을 유도하고 있다. 전기를 생성하기 위한 광전지의 사용은 적어도 부분적으로 광전지 어레이의 초기 높은 비용으로 인하여 여전히 단지 비교적 낮은 시장 점유율 만을 갖는다. 따라서, 광전지 어레이 어셈블리 속도 및 최종 전지 효율에 있어서의 개선에 대한 산업적 요구가 존재한다.

<26> 발명의 요지

<27> 본 발명의 첫 번째 측면에 따르면, 광투명 강유전체 및 임의로 지지 기판에 부착되는 오가노폴리실록산계 고온 용융 재료 속에 캡슐화된 광전지 또는 광전지 어레이를 포함하는 광전지 모듈이 제공된다.

<28> 본 발명의 목적상, 광전지 어레이는 일련의 상호연결된 광전지이다.

<29> "고온 용융" 재료는 반응성 또는 비반응성일 수 있다. 반응성 고온 용융 재료는 화학적으로 경화성인 열경화성 생성물이며, 이는 본래 실온에서 강도 및 유동 저항이 높다(즉, 고점도). 고온 용융 재료의 점도는 비교적 저온(즉, 실온 또는 그 미만)에서는 고도로 점성이고, 온도가 200 ℃로 증가되면 비교적 저점도로 온도의 변화에 따라 상당히 달라진다. 반응성 또는 비반응성 고온 용융 재료를 함유하는 조성물은 일반적으로 조성물이 실온 또는 그 부근보다 상승된 온도(예: 50 내지 200 ℃)에서 상당히 덜 점성이므로 상승된 온도(즉, 실온보다 높은 온도, 통상 50 ℃ 이상)에서 기판에 적용시킨다. 통상, 고온 용융 재료는 유동성 매스로서 승온에서 기판에 적용시킨 다음, 단지 냉각에 의해 신속히 "재고형화"시키지만, 본 발명에서는 다른 공정, 즉 고온 용융 재료 시트를, 초기에 실온에서 적용시키고, 함께 부착시켜 요구되는 모듈을 형성할 목적으로 하나 이상의 광전지 및/또는 강유전체 및 임의로 기판의 존재하에 가열한다.

<30> 이러한 고온 용융 재료는 고온 용융 재료, 광전지(들), 강유전체 및 임의로 기판 사이에 강한 초기 결합을 요구하는 적용을 위해 충분한 미처리 강도(green strength)를 제공하도록 고안된다.

<31> 상기 언급한 바와 같은 "미처리 강도"는, 예를 들면, 하기 기술되는 경화 시스템중 어느 하나에 의해 오가노폴리실록산 성분의 화학적 경화를 완결하기 전의 결합 강도이다.

<32> 본 발명의 다른 측면에 따르면,

<33> i) 실온에서 하나 이상의 오가노폴리실록산계 고온 용융 재료 시트를 광전지 또는 광전지 어레이(a) 및/또는 광투명 강유전체(b)와 접촉시키는 단계;

<34> ii) 단계(i)로부터 생성된 혼합물을, 오가노폴리실록산계 고온 용융 재료 시트(들)가 상기 광전지(들) 및/또는

상기 강유전체에 부착되기에 충분히 낮은 점도의 액체가 되도록 가열하는 단계;

<35> iii) 단계(ii)로부터 생성된 생성물을 냉각시키는 단계 및

<36> iv) 단계(iii)의 생성물을, 단계(i)로부터 생략되는 경우에 (a) 또는 (b)와 및/또는 임의로 기판과 접촉시키고, 재가열 및 냉각시켜 광전지 모듈을 형성하는 단계를 포함하는, 광전지 모듈의 제조 방법이 제공된다.

<37> 단계(iv)는 단계(iii) 도중에 또는 단계(iii) 후에 일어날 수 있지만, 바람직하게는 실온보다 높은 온도에서 일어난다. 필요한 경우, 단계(iii)의 생성물은 단계(iv) 도중에 재가열하여 캡슐화제의 미처리 강도를 개선할 수 있다.

<38> 바람직하게는, 본 발명에 따르는 시트는 실온에서 및/또는 가열 전에 점성 상태가 아님으로써, 점성 시트의 적용에 관련되는 잠재적인 취급의 문제점을 피할 수 있다. 시트는 수동으로 또는 다른 적절한 수단으로, 예를 들면, 로봇에 의해 경화시키기 전에 적용시킬 수 있다. 시트는 이들이 적용 도중 연신되고/되거나 인열되지 않음을 보장하기에 충분한 강도를 요한다. 시트는 사용시 경화되지 않거나 부분 경화된 채로 제공될 수 있다.

<39> 본 발명의 하나의 양태에 있어서, 오가노폴리실록산계 고온 용융 재료 시트를 광전지 또는 광전지 어레이에 먼저 적용시킨 다음, 생성된 캡슐화 광전지 또는 광전지 어레이를 강유전체 위에 적용시키는, 오가노폴리실록산계 고온 용융 재료 시트를 사용한 광전지 또는 광전지 어레이의 캡슐화 방법이 제공된다. 또는, 오가노폴리실록산계 고온 용융 재료 시트를 강유전체(예: 유리)에 먼저 적용시킨 다음, 전지를 예비-피복된 강유전체(예: 유리) 위에 적용시키는, 오가노폴리실록산계 고온 용융 재료 시트를 사용한 광전지 어레이의 캡슐화 방법이 제공된다.

<40> 본 발명에 따르는 방법은 선행 기술 분야의 캡슐화 방법에 비하여, 증가된 처리량 및 광학적 효율을 제공하는데, 이는 점성이 없고, 기존의 유기 EVA 캡슐화제와 비견되는 보다 신속한 속도로 동일하거나 보다 낮은 적층화 온도에서 처리되는 단일 성분 실리콘 고온 용융 시트를 사용함으로써, 이용되는 공정의 간소함에 기인한다. 생성된 생성물은 광투명 강유전체 및 광투명 실리콘과 함께 UV 민감성 전지를 이용함으로써 개선된 전지 효율을 제공한다.

<41> 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 오가노폴리실록산계 고온 용융 재료 시트의 제조 방법이 제공된다.

<42> 경화 전에 시트로 성형될 수 있는 한 어떠한 적절한 오가노폴리실록산계 고온 용융 재료라도 이용될 수 있다. 그러나, 바람직하게는, 오가노폴리실록산계 고온 용융 재료는 반응성 오가노폴리실록산계 고온 용융 재료이다. 반응성 실리콘 고온-용융 캡슐화제 제형으로부터 제조되는 가요성 시트의 사용시 매우 중요한 한가지 이점은 실리콘 경화 화학 성질을 사용하는 몇몇 경로를 통해 성취될 수 있는 네트워크 형태로 캡슐화제를 경화시킬 수 있다는 점이다. 포함되는 반응성 작용기에 따라, 경화는 습기, 열 또는 방사를 통해 영향받을 수 있다.

<43> 본 발명의 하나의 양태에 따르면, 오가노폴리실록산계 고온 용융 재료는 적절한 실리콘 중합체와 수지, 가장 바람직하게는 실리콘 수지를 혼합하여 제조한 시트로부터 제조되므로, 바람직하게는 낮은 비용과 취급 용이성을 위해 실질적으로 선형 오가노폴리실록산 중합체 및 실리콘 수지를 혼합하여 제조할 수 있다. 생성된 고온 용융 재료는 바람직하게는 시트가 광전지(들), 강유전체 및 임의로 기판과 접촉시 경화될 수 있을 정도로 반응성이다. 실리콘 중합체 및 수지의 비-반응성 물리적 혼합물이 다소 유용하지만, 이들은 가열 및 냉각 주기에서 실제적으로 생성된 캡슐화제의 유해한 유동 및 크리프(creep)을 유발하고, 이는 바람직하지 못하다.

<44> 따라서, 필수적이진 않지만, 통상 중합체와 수지는 모두 개시제 또는 촉매/가교결합제 시스템의 존재하에 상호작용하도록 조정된 입체 장애되지 않은 반응성 그룹을 포함한다.

<45> 본 발명의 이러한 양태의 경우에, 본 발명에 따라 캡슐화제로서 사용되는 오가노폴리실록산계(실리콘) 재료의 가요성 시트는 바람직하게는 다음을 포함한다:

<46> 성분(A): 분자당 둘 이상의 반응성 그룹을 갖는 실리콘 고무로서 또한 언급되는 고분자량의 디오가노폴리실록산(이때 반응성 그룹은 가능한 경우, 성분 B에 의해 경화되도록 고안된다);

<47> 성분(B): 실리콘 수지(MDTQ) 또는 수지 혼합물. 수지(들)는 성분(A)와 가능하게 반응할 수 있는 그룹을 함유하거나 함유하지 않을 수 있다.

<48> 성분(C): 성분 A와 B 사이의 상호작용성 그룹을 경화시키도록 선택된 적절한 경화 패키지(이때, 통상적으로, 경화 시스템은 가장 적절한 경화 패키지(들)로부터 선택된다).

<49> 성분(A)는 바람직하게는 하기 화학식의 평균 유닛으로 표현되는 디오가노폴리실록산이다:

<50> $(R'_3SiO_{1/2})_x(R'_2SiO_{2/2})_y(R'SiO_{3/2})_z$

<51> 상기 식에서, x 및 y는 양수값이고, z는 0 또는 양수값이며, 단 x+y+z는 700 이상이지만, 바람직하게는 10000보다 크고, y/(x+y+z)는 0.8 이상이고, 보다 바람직하게는 0.95 이상이며, R'는 각각 동일하거나 상이할 수 있고, 알킬 그룹(예: 메틸, 에틸, 프로필, 이소프로필, 부틸, 3급 부틸), 페닐 그룹 또는 알킬페닐 그룹, 수소, 하이드록실, 알케닐, 알콕시, 옥시모, 에폭시드, 카복실 및 알킬 아미노 라디칼로 이루어진 그룹으로부터 독립적으로 선택되는 1가 라디칼이다. 바람직하게는, 분자당 둘 이상의 R' 그룹은 반응성 그룹이다. 바람직한 반응성 그룹은 불포화 그룹(예: 알케닐 및/또는 알키닐 그룹)이지만, 가장 바람직하게는 알케닐 그룹이다. 바람직하게는, 성분(A)는 25 ℃에서 1000000 mPa.s보다 큰 점도(즉, 고무 유사 경도를 가짐) 및 부분적으로 측쇄화될 수 있음에도 불구하고, 실질적으로 선형인 분자 구조를 갖는다. 중합체는 불포화 그룹이 아닌 다른 반응성 그룹을 추가로 함유할 수 있다. 특히 바람직한 부가 반응성 그룹은 알콕시 그룹 및/또는 에폭시 그룹이며, 이의 존재는 모듈의 다른 구성 성분에 대한 생성된 시트의 부착 특성을 개선한다.

<52> 일반적으로, 이러한 강성 고무-유사 중합체는 중합도(dp)가 약 1500 이상이고, 이들의 점도 특성으로 인하여, 일반적으로 이러한 고점도의 측정시 문제점 때문에 윌리암스 가소성 번호(Williams plasticity number)(통상 ASTM D926을 사용함)로 언급된다. 이러한 고무에 대한 윌리암스 가소성 번호는 통상 약 30 내지 250(ASTM D926을 사용함), 바람직하게는 95 내지 125의 범위이다. 본 명세서에 사용된 바와 같이, 가소성 번호는 시험편을 25 ℃에서 3분 동안 49 뉴턴(Newton)의 압축 하중하에 적용시킨 후에, 용적이 2 ㎤이고 높이는 대략 10 ㎜인 원통형 시험편의 두께(㎜) x 100으로서 정의한다. 성분(A)의 각각의 알케닐 그룹으로 가장 바람직한 것은 비닐 또는 헥세닐 그룹이다.

<53> 비닐, 프로페닐, 부테닐 및 헥세닐 등과 같은 알케닐 반응성 그룹을 포함하는 성분(A)의 예로는 디메틸알케닐실옥시 말단화 디메틸폴리실록산, 메틸알케닐실록산과 디메틸실록산의 디메틸알케닐실옥시 말단화 공중합체, 메틸페닐실록산과 디메틸실록산의 디메틸알케닐실옥시 말단화 공중합체, 메틸페닐실록산, 메틸알케닐실록산과 디메틸실록산의 디메틸알케닐실옥시 말단화 공중합체, 디페닐실록산과 디메틸실록산의 디메틸알케닐실옥시 말단화 공중합체, 디페닐실록산, 메틸알케닐실록산과 디메틸실록산의 디메틸알케닐실옥시 말단화 공중합체, 또는 이들의 적절한 혼합물이 포함된다.

<54> 중합체가 말단 그룹이거나 아닐 수 있는 하이드록시 또는 가수분해성 그룹을 포함하되, 단 이들이 입체 장애되지 않은 경우에, 이때 중합체는 둘 이상의 하이드록실 또는 가수분해성 그룹을 함유하는 폴리실록산계 중합체이며, 가장 바람직하게는 중합체는 하기에 다시 기술되는 바와 같이 동일하거나 상이할 수 있는 말단 하이드록실 또는 가수분해성 그룹 X 및 X^1을 포함한다. 예를 들면, 중합체가 화학식 X-A-X^1의 중합체인 경우에, X 및 X^1은 독립적으로 선택되며, 하이드록실 또는 가수분해성 그룹으로 종결되고, A는 실록산 분자쇄이다.

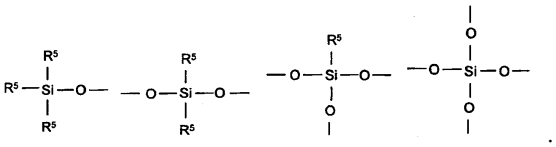
<55> X 및/또는 X^1은, 예를 들면, 다음의 그룹 - $Si(OH)_3$, $-(R^a)Si(OH)_2$, $-(R^a)_2SiOH$, $-R^aSi(OR^b)_2$, $-Si(OR^b)_3$, $-R^a_2SiOR^b$ 또는 $-R^a_2Si-R^c-SiR^d_p(OR^b)_{3-p}$(여기서, R^a는 각각 독립적으로, 1가 하이드로카빌 그룹을 나타내며, 예를 들면, 특히 탄소수가 1 내지 8인 알킬 그룹, 바람직하게는 메틸이고; R^b 및 R^d 그룹은 각각 독립적으로, 알킬 또는 알콕시 그룹이며, 이때 알킬 그룹은 적절히 6개 이하의 탄소 원자를 갖고; R^c는 6개 이하의 규소 원자를 갖는 하나 이상의 실록산 스페이서에 의해 차단될 수 있는 2가 탄화수소 그룹이며, p는 0, 1 또는 2의 값을 갖는다. 적합하게는, X 및/또는 X^1은 수분의 존재하에 가수분해될 수 있는 그룹을 함유한다.

<56> 상기 화학식에서 적절한 그룹 A의 예는 폴리디오가노-실록산 쇄를 포함하는 그룹이다. 따라서, 그룹 A는 바람직하게는 화학식 $-(R^5_sSiO_{(4-s)/2})-$의 실록산 단위를 포함하며, 이때 R^5는 각각 독립적으로, 하나 이상의 할로겐 그룹(예: 염소 또는 불소)에 의해 임의로 치환된, 탄소수가 1 내지 10인 하이드로카빌 그룹과 같은 유기 그룹이고, s는 0, 1 또는 2이다. 그룹 R^5의 특별한 예는 메틸, 에틸, 프로필, 부틸, 비닐, 사이클로헥실, 페닐, 톨릴 그룹, 염소 또는 불소에 의해 치환된 프로필 그룹(예: 3,3,3-트리플루오로프로필, 클로로페닐, 베타-(퍼플루오로부틸)에틸 또는 클로로사이클로헥실 그룹)을 포함한다. 적합하게는, 적어도 일부, 바람직하게는 실질적으로 모든 그룹 R^5이 메틸이다. 바람직하게는, 분자당 상기 단위 약 700개 이상이 존재한다.

<57> 성분(B)는 $R^5_3SiO_{1/2}$ 단위 및 $SiO_{4/2}$ 단위를 함유하는 MQ 수지; $R^5SiO_{3/2}$ 단위 및 $R^5_2SiO_{2/2}$ 단위를 함유하는 TD

수지; $R^5_3SiO_{1/2}$ 단위 및 $R^5SiO_{3/2}$ 단위를 함유하는 MT 수지; $R^5_3SiO_{1/2}$ 단위, $R^5SiO_{3/2}$ 단위 및 $R^5_2SiO_{2/2}$ 단위를 함유하는 MTD 수지 또는, 이들의 혼합물(여기서, R5는 상기 기술한 바와 같다)과 같은 오가노실록산 수지일 수 있다.

<58> 상기 사용된 기호 M, D, T 및 Q는 유기규소 유체, 고무(탄성 중합체) 및 수지를 포함한 폴리오가노실록산의 구조 단위의 작용기를 나타낸다. 기호는 실리콘 산업에서 확립된 이해에 따라 사용된다. M은 일작용성 단위 $R^5_3SiO_{1/2}$을 나타내고, D는 이작용성 단위 $R^5_2SiO_{2/2}$를 나타내며, T는 삼작용성 단위 $R^5SiO_{3/2}$을 나타내고, Q는 사작용성 단위 $SiO_{4/2}$를 나타낸다. 이들 단위의 구조식은 하기에 제시된다.

<59> 

<60> [M] [D] [T] [Q]

<61> 바람직하게는, 수지 대 고무의 비는 1:1 내지 9:1이고, 가장 바람직하게는 1.5:1 내지 3:1이다. 바람직하게는, 수지의 분자량은 5000 이상, 바람직하게는 10000 초과이다.

<62> 이러한 형태의 실리콘 수지는 캡슐화제에 탁월한 UV 저항성을 부여하므로, 대부분의 선행 기술 분야 제형의 경우에 통상 필수적인 하나 이상의 UV 스크린 부가제를 포함할 필요가 없어진다. 더욱이, 세륨 도핑된 유리도 마찬가지로 필요치 않다. 본 발명에 따라 사용된 시트로부터 생성된 경화된 오가노폴리실록산 고온 용융 재료는 장기간의 UV 및 가시광선 투과성을 나타냄으로써, 태양 전지에 최대량의 광이 도달할 수 있도록 한다.

<63> 앞서 논의한 바와 같이, 바람직하게는, 사용되는 고온 용융 재료는 조성물중 다른 성분의 반응성 특성에 좌우되는, 적절한 경화 패키지를 포함하는 반응성 고온 용융물이다. 하기에 성분(C)(i) 내지 (C)(iv)로서 확인된, 고온 용융 조성물을 경화시키기 위하여 선택될 수 있는 다른 적절한 경화 패키지의 목록을 제시한다. 각각의 목적을 위해 사용되는 이상적인 경화 패키지는 조성물의 성분(A) 및 (B)에 존재하는 반응성 그룹에 비추어 결정한다:

<64> **성분(C)(i)**

<65> 이 성분은 성분 A 및 B가 모두 둘 이상의 알케닐 그룹을 함유하는 경우에 사용되며, 분자당 둘 이상의 규소-결합된 수소 원자를 갖는 폴리오가노실록산 형태의 가교결합제와 함께 하이드로실릴화 촉매를 포함한다. 하이드로실릴화 또는 부가 경화 반응은 인접한 규소 원자 사이에 알킬렌 그룹(≡Si-CH_2-CH_2-Si≡)을 형성하기 위한 Si-H 그룹(통상, 가교결합제로서 제공됨) 및 Si-알케닐 그룹, 통상 비닐 그룹 사이의 반응이다.

<66> 바람직하게는, 성분(C)(i)의 촉매는 하이드로실릴화(즉, 부가 경화 형태) 촉매이며, 적절한 백금, 로듐, 이리듐, 팔라듐 또는 루테늄계 촉매를 포함할 수 있다. 그러나, 바람직하게는 성분(C)(i)의 촉매는 백금계 촉매이다. 백금계 촉매는, 예를 들면, 미세한 백금 분말, 백금 블랙, 클로로백금산, 클로로백금산의 알콜성 용액, 클로로백금산의 올레핀 착물, 클로로백금산과 알케닐실록산의 착물, 또는 상기 언급한 백금 촉매를 함유하는 열가소성 수지와 같은 적절한 백금 촉매일 수 있다. 백금 촉매는 금속 백금 원자의 함량이 성분(A) 1,000,000 중량부당 0.1 내지 500 중량부를 구성하도록 하는 양으로 사용된다.

<67> 성분(C)(i)의 가교결합제는 분자당 둘 이상의 규소-결합된 수소 원자를 갖는 폴리오가노실록산의 형태일 수 있으며, 하기의 평균 단위 화학식을 갖는다:

<68> $R^i_bSiO_{(4-b)/2}$

<69> 위의 화학식에서, R^i은 각각 동일하거나 상이할 수 있고, 수소, 알킬 그룹(예: 메틸, 에틸, 프로필 및 이소프로필) 또는 아릴 그룹(예: 페닐 및 톨릴)이다. 성분(C)는 선형, 부분 분지화 선형, 사이클릭 또는 망상형 구조를 가질 수 있다.

<70> 상기 언급한 오가노폴리실록산의 예로는 다음중 하나 이상이 포함되거나, 제WO2003/093349호 또는 제WO2003/093369호(본 명세서에 참조로 인용됨)에 제시된 바와 같은 사이클릭 실리콘 하이드라이드 가교결합제를

사용한다:

<71> 트리메틸실옥시 말단화 폴리메틸하이드로겐실록산,

<72> 메틸하이드로겐실록산과 디메틸실록산의 트리메틸실옥시 말단화 공중합체,

<73> 메틸하이드로겐실록산과 디메틸실록산의 디메틸하이드로겐실옥시 말단화 공중합체,

<74> 메틸하이드로겐실록산의 사이클릭 중합체,

<75> 메틸하이드로겐실록산과 디메틸실록산의 사이클릭 공중합체,

<76> 화학식 $(CH_3)_3SiO_{1/2}$로 표시되는 실록산 단위, 화학식 $(CH_3)_2HSiO_{1/2}$로 표시되는 실록산 단위 및 화학식 $SiO_{4/2}$로 표시되는 실록산 단위로 구성되는 오가노폴리실록산,

<77> 화학식 $(CH_3)_2HSiO_{1/2}$로 표시되는 실록산 단위 및 화학식 $CH_3SiO_{3/2}$으로 표시되는 실록산 단위로 구성되는 오가노폴리실록산,

<78> 화학식 $(CH_3)_2HSiO_{1/2}$로 표시되는 실록산 단위, $(CH_3)_2SiO_{2/2}$로 표시되는 실록산 단위 및 화학식 $CH_3SiO_{3/2}$으로 표시되는 실록산 단위로 구성되는 오가노폴리실록산,

<79> 디메틸하이드로겐실옥시 말단화 폴리디메틸실록산,

<80> 메틸페닐실록산과 디메틸실록산의 디메틸하이드로겐실옥시 말단화 공중합체 및

<81> 메틸(3,3,3-트리플루오로프로필)실록산과 디메틸실록산의 디메틸하이드로겐실옥시 말단화 공중합체.

<82> 성분(C)(i)의 가교결합제는 가교결합제 (C)(i)중 규소-결합된 수소 원자 대 성분(A) 및 (B)중 알케닐 그룹의 몰수의 몰 비가 0.1:1 내지 5:1, 보다 바람직하게는 0.8:1 내지 4:1의 범위가 되도록 하는 양으로 부가하도록 권장된다. 상기 비가 0.1:1보다 낮은 경우에, 가교결합 밀도는 너무 낮아, 고무-형 탄성 중합체를 수득하기 어렵게 된다. 과량의 Si-H를 갖는 비(즉, > 1:1)가 강유전체/기판, 예를 들면, 유리와 캡슐화제 사이의 부착력을 향상시키는데 바람직하다.

<83> 성분(C)(i)이 존재하는 경우에, 조성물은 또한 조성물의 취급 조건 및 저장 특성을 개선하기 위하여 하나 이상의 경화 억제제를 포함할 수 있으며, 그 예로는 아세틸렌-형 화합물(예: 2-메틸-3-부틴-2-올, 2-페닐-3-부틴-2-올, 3,5-디메틸-1-헥신-3-올, 1-에티닐-1-사이클로헥산올, 1,5-헥사디엔, 1,6-헵타디엔; 3,5-디메틸-1-헥센-1-인; 3-에틸-3-부텐-1-인 및/또는 3-페닐-3-부텐-1-인); 알케닐실록산 올리고머(예: 1,3-디비닐테트라메틸디실록산, 1,3,5,7-테트라비닐테트라메틸 사이클로테트라실록산 또는 1,3-디비닐-1,3-디페닐디메틸디실록산); 에티닐 그룹을 함유하는 규소 화합물(예: 메틸트리스(3-메틸-1-부틴-3-옥시)실란); 질소-함유 화합물(예: 트리부틸아민, 테트라메틸에틸렌디아민, 벤조트리아졸); 유사한 인-함유 화합물(예: 트리페닐포스핀) 및 황-함유 화합물, 하이드로퍼옥시 화합물 또는 말레산 유도체가 있다.

<84> 상기 언급한 경화 억제제는 성분(A) 100 중량부당 0 내지 3 중량부, 통상 0.001 내지 3 중량부 및 바람직하게는, 0.01 내지 1 중량부의 양으로 사용된다. 경화 억제제중에 가장 바람직한 것은 상기 언급한 디알릴말레에이트-형 화합물이며, 이는 이들이 상기 언급한 성분(D)와 함께 사용되는 경우에 저장 특성 및 경화 속도간에 최상의 균형을 나타낸다.

<85> **성분(C)(ii)**

<86> 성분(C)(ii)는 ≡Si-CH_3 그룹과 다른 ≡Si-CH_3 그룹; ≡Si-CH_3 그룹과 ≡Si-알케닐 그룹(통상, 비닐) 또는 ≡Si-알케닐 그룹과 ≡Si-알케닐 그룹을 포함하는 실록산 간의 유리 라디칼계 반응을 위해 사용되는 과산화물 촉매로 이루어진다. 상기 과산화물 경화 성분 A 및 B의 경우 바람직하게는 적절한 과산화물 촉매와 함께 유지하며, 다른 곳에 기술된 부가제중 어느 하나 또는 모두(하이드로실릴화 형태 촉매 작용에 특이적인 경화 억제제는 예외임)가 이용될 수 있다. 이 경화 시스템은 이의 특성으로 인하여, 달리 미반응 중합체/수지 혼합물을 경화시키지만, 알케닐 그룹, 통상 비닐 그룹의 존재가 바람직하다. 상기 과산화물 경화 성분 A 및 B의 경우 바람직하게는 적절한 과산화물 촉매와 함께 유지하며, 상기 기술된 부가제중 일부 또는 모두가 이용될 수 있다. 적절한 과산화물 촉매는 이로써 제한되는 것은 아니지만, 순수 화합물로서 또는 불활성 매트릭스(액체 또는 고체) 중에서 전달되는, 2,4-디클로로벤조일 과산화물, 벤조일 과산화물, 디쿠밀 과산화물, 3급 부틸 퍼벤조에이트, 1,1-비스(3급 부틸퍼옥시)-3,3,5-트리메틸사이클로헥산(TMCH)(2,5-비스(3급 부틸퍼옥시)-2,5-디메틸헥산) 촉매,

1,1-비스(3급 아밀퍼옥시)사이클로헥산, 에틸 3,3-비스(3급 아밀퍼옥시)부티레이트 및 1,1-비스(3급 부틸퍼옥시)사이클로헥산을 포함할 수 있다.

<87> 성분(C)(ii)는 바람직하게는 성분(A) 1,000,000 중량부당 0.01 내지 500 중량부의 양으로 존재한다.

<88> 성분(C)(ii), 즉 하나 이상의 라디칼 개시제가 경화가 개시되는 온도를 이용하는 경우에, 일반적으로 라디칼 개시제의 반감기를 기준으로 하여 결정/조절되지만, 경화 속도 및 궁극적인 물리적 특성은 불포화의 수준에 의해 조절한다. 제시된 반응 프로파일을 위해 필수적인 임계 불포화 수준을 성취하는데 사용될 수 있는 수많은 실리콘 그룹이 존재한다. 반응 동력학 및 물리적 특성은 중합도(dp)가 상이한 선형 비-반응적으로 말단차단된 중합체와 비닐 말단차단이 존재 또는 부재인 디메틸메틸비닐-공중합체를 혼합하여 조절할 수 있다.

<89> (C)(iii)(성분 A 및 B가 모두 하이드록시 및/또는 가수분해성 그룹을 함유하는 경우 이용함)은 규소 결합된 가수분해성 그룹, 예를 들면, 아실옥시 그룹(예: 아세톡시, 옥타노일옥시 및 벤조일옥시 그룹); 케톡시미노 그룹(예: 디메틸 케톡시미노 및 이소부틸케톡시미노); 알콕시 그룹(예: 메톡시, 에톡시, 프로폭시) 및 알케닐옥시 그룹(예: 이소프로페닐옥시 및 1-에틸-2-메틸비닐옥시)을 함유하는 하나 이상의 실란 또는 실록산계 가교결합제와 혼합된 축합 촉매이다.

<90> 수지 중합체 혼합물은 이들이 습윤한 대기에 노출시 반응하여 영구적인 네트워크를 형성하는 쉬팅 재료를 형성하도록 제조될 수 있다. 광전용으로 사용하기에 적합한 재료는 습기-당김 중합체와 공반응할 수 있거나 없는 수지와 함께 알콕시-작용성 실리콘 중합체를 사용하여 제조할 수 있다.

<91> (C)(iii)은 규소 결합된 가수분해성 그룹, 예를 들면, 아실옥시 그룹(예: 아세톡시, 옥타노일옥시 및 벤조일옥시 그룹); 케톡시미노 그룹(예: 디메틸 케톡시미노 및 이소부틸케톡시미노); 알콕시 그룹(예: 메톡시, 에톡시, 프로폭시) 및 알케닐옥시 그룹(예: 이소프로페닐옥시 및 1-에틸-2-메틸비닐옥시)을 함유하는 하나 이상의 실란 또는 실록산계 가교결합제와 혼합된 축합 촉매이다.

<92> 적절한 축합 촉매는 조성물을 경화시키기 위하여 이용될 수 있으며, 이들은 주석, 납, 안티몬, 철, 카드뮴, 바륨, 망간, 아연, 크롬, 코발트, 닉켈, 알루미늄, 갈륨 또는 게르마늄과 지르코늄을 포함한 축합 촉매를 포함한다. 그 예로는 디부틸주석 디옥토에이트, 디부틸주석 디아세테이트, 디부틸주석 디말레에이트, 디부틸주석 디라우레이트, 부틸주석 2-에틸헥소에이트와 같은 알킬주석 에스테르 화합물 등의 유기 주석 금속 촉매가 포함된다. 철, 코발트, 망간, 납 및 아연의 2-에틸헥소에이트가 또한 사용될 수 있지만, 티타네이트 및/또는 지르코네이트계 촉매가 바람직하다. 이러한 티타네이트 및 지르코네이트는 각각 화학식 $Ti[OR]_4$ 및 $Zr[OR]_4$에 따르는 화합물을 포함할 수 있으며, 이때 R은 각각 동일하거나 상이할 수 있고, 탄소수가 1 내지 10인 직쇄 또는 측쇄형일 수 있는 1가의 1급, 2급 또는 3급 지방족 탄화수소 그룹을 나타낸다. 임의로, 티타네이트는 부분 불포화된 그룹을 함유할 수 있다. 그러나, R의 바람직한 예는 이로써 제한되는 것은 아니지만, 메틸, 에틸, 프로필, 이소프로필, 부틸, 3급 부틸 및 측쇄형 2급 알킬 그룹(예: 2,4-디메틸-3-펜틸)을 포함한다. 바람직하게는, R이 각각 동일한 경우에, R은 이소프로필, 측쇄형 2급 알킬 그룹 또는 3급 알킬 그룹, 특히 3급 부틸이다.

<93> 또한, 티타네이트는 킬레이트화될 수 있다. 킬레이트화는 알킬 아세틸아세토네이트(예: 메틸 또는 에틸아세틸아세토네이트)와 같은 적절한 킬레이트화제를 사용하여 수행할 수 있다. 적절한 티탄 및/또는 지르코늄계 촉매의 예는 본 명세서에 참조로 인용된 EP1254192호에 기술되어 있다. 사용되는 촉매의 양은 사용되는 경화 시스템에 따라 좌우되지만, 통상 전체 조성물의 0.01 내지 3중량%이다.

<94> 포함시키고자 선택되는 촉매는 필요한 경화 속도에 따라 좌우된다. (C)(iii)의 가교결합제가 옥시모실란 또는 아세톡시실란인 경우에, 주석 촉매, 특히 디오가노틴 디카복실레이트 화합물(예: 디부틸주석 디라우레이트, 디부틸주석 디아세테이트, 디메틸주석 비스네오데카노에이트)이 일반적으로 경화를 위해 사용된다. 알콕시실란 가교결합제 화합물을 포함하는 조성물의 경우에, 바람직한 경화 촉매는 티타네이트 또는 지르코네이트 화합물(예: 테트라부틸 티타네이트, 테트라이소프로필 티타네이트) 또는 킬레이트화된 티타네이트나 지르코네이트(예: 디이소프로필 비스(아세틸아세토닐)티타네이트, 디이소프로필 비스(에틸아세토아세토닐)티타네이트, 디이소프로폭시티탄 비스(에틸아세토아세테이트) 등)이다.

<95> (C)(iii)에 사용되는 가교결합제는 바람직하게는 가수분해성 그룹을 함유하는 실란 화합물이다. 이들은 규소 결합된 가수분해성 그룹, 예를 들면, 아실옥시 그룹(예: 아세톡시, 옥타노일옥시 및 벤조일옥시 그룹); 케톡시미노 그룹(예: 디메틸 케톡시미노 및 이소부틸케톡시미노); 알콕시 그룹(예: 메톡시, 에톡시, 프로폭시) 및 알케닐옥시 그룹(예: 이소프로페닐옥시 및 1-에틸-2-메틸비닐옥시)을 함유하는 하나 이상의 실란 또는 실록산을

포함한다.

<96> 실록산의 경우에, 분자 구조는 직쇄, 측쇄 또는 사이클릭형일 수 있다.

<97> 가교결합제는 분자당 2개, 그러나 바람직하게는, 3개 이상의 규소-결합된 가수분해성 그룹을 가질 수 있다. 가교결합제가 실란이고, 실란이 분자당 3개의 규소-결합된 가수분해성 그룹을 갖는 경우에, 네 번째 그룹은 적절히 비-가수분해성 규소-결합된 유기 그룹이다. 이들 규소-결합된 유기 그룹은 적절히 할로겐(예: 불소 및 염소)에 의해 임의로 치환되는 가수분해성 그룹이다. 이러한 네 번째 그룹의 예로는 알킬 그룹(예: 메틸, 에틸, 프로필 및 부틸); 사이클로알킬 그룹(예: 사이클로펜틸 및 사이클로헥실); 알케닐 그룹(예: 비닐 및 알릴); 아릴 그룹(예: 페닐 및 톨릴); 아르알킬 그룹(예: 2-페닐에틸) 및 상기 유기 그룹중 수소의 일부 또는 모두를 할로겐으로 치환시켜 수득한 그룹이 포함된다. 그러나 바람직하게는, 네 번째 규소-결합된 유기 그룹은 메틸이다.

<98> 축합 경화 시스템에서 가교결합제로서 사용될 수 있는 실란 및 실록산은 알킬트리알콕시실란(예: 메틸트리메톡시실란(MTM) 및 메틸트리에톡시실란), 알케닐트리알콕시 실란(예: 비닐트리메톡시실란 및 비닐트리에톡시실란), 이소부틸트리메톡시실란(iBTM)을 포함한다. 다른 적절한 실란은 에틸트리메톡시실란, 비닐트리에톡시실란, 페닐트리메톡시실란, 알케닐 알킬 디알콕시실란(예: 비닐 메틸디메톡시실란, 비닐 에틸디메톡시실란, 비닐 메틸디에톡시실란, 비닐 에틸디에톡시실란), 알케닐알킬디옥시모실란(예: 비닐 메틸 디옥시모실란, 비닐 에틸디옥시모실란, 비닐 메틸디옥시모실란, 비닐에틸디옥시모실란), 알콕시트리옥시모실란, 알케닐트리옥시모실란, 알케닐알킬디아세톡시실란(예: 비닐 메틸 디아세톡시실란, 비닐 에틸디아세톡시실란, 비닐 메틸디아세톡시실란, 비닐에틸디아세톡시실란) 및 알케닐알킬디하이드록시실란(예: 비닐 메틸 디하이드록시실란, 비닐 에틸디하이드록시실란, 비닐 메틸디하이드록시실란, 비닐에틸디하이드록시실란), 메틸페닐-디메톡시실란, 3,3,3-트리플루오로프로필트리메톡시실란, 메틸트리아세톡시실란, 비닐트리아세톡시실란, 에틸트리아세톡시실란, 디-부톡시 디아세톡시실란, 페닐-트리프로피오녹시실란, 메틸트리스(메틸에틸케복시모)실란, 비닐-트리스-(메틸에틸케톡시모)실란, 메틸트리스(메틸에틸케톡시미노)실란, 메틸트리스(이소프로펜옥시)실란, 비닐트리스(이소프로펜옥시)실란, 에틸폴리실리케이트, n-프로필오르토실리케이트, 에틸오르토실리케이트, 디메틸테트라아세톡시디실록산을 포함한다. 또 다른 가교결합제는 알킬알케닐비스(N-알킬아세트아미도)실란[예: 메틸비닐디-(N-메틸아세트아미도)실란 및 메틸비닐디-(N-에틸아세트아미도)실란]; 디알킬비스(N-아릴아세트아미도)실란[예: 디메틸디-(N-메틸아세트아미도)실란 및 디메틸디-(N-에틸아세트아미도)실란]; 알킬알케닐비스(N-아릴아세트아미도)실란[예: 메틸비닐디(N-페닐아세트아미도)실란] 및 디알킬비스(N-아릴아세트아미도)실란[예: 디메틸디(N-페닐아세트아미도)실란]을 포함한다. 사용되는 가교결합제는 또한 상기중 둘 이상의 혼합물을 포함할 수 있다.

<99> (C)(iv)는 본 발명에 따라 사용되는 시트로서 사용하기에 적합한 수지/중합체 혼합물이 지환족 에폭시 작용기를 함유하는 경우에 사용될 수 있는 양이온성 개시제이다. 이들 양이온성 개시제는 열적 및/또는 UV 경화에 적합하다. 바람직한 수지는 요오도늄 또는 설포늄 염과 합성되는 경우에 가열하에 경화된 네트워크가 수득되도록 제조할 수 있다. 이러한 시스템의 개시 온도는 적절한 라디칼 개시제의 사용에 의해 조절할 수 있다. 이들 시스템은 또한 성분(C)(ii)로서 상기 기술한 바와 같은 적절한 UV-가시 라디칼 개시제로 민감화시키는 경우에 UV-가시 조사에 의해 경화될 수 있다. 작용성 및 촉매 수준은 주위 조건하에 고속에서 경화를 개시한 다음, 결합시키고, 적층체에서 최종 경화시키도록 조절할 수 있다.

<100> 이러한 본 발명의 양태의 경우에, 가장 바람직하게는, 경화 공정은 성분(C)(i) 및 성분(C)(ii)로부터 선택되며, 중합체와 수지는 불포화 그룹, 통상 비닐 그룹을 포함한다.

<101> 메틸 비닐 사이클릭 오가노폴리실록산 구조(D^{Vi}_x) 및 측쇄형 구조[예: $(M^{Vi}D_x)_4Q$](본 명세서에 참조로 인용된 EP 1070734호에 기술된 바와 같은)와 같은 현저히 작용성인 소형 개질제 형태의 성분(D)는 경화 시스템 (C)(i) 및 (C)(ii)를 사용하는 경우에, 일부 성분(A) 이외에 또는 이 대신에 임의로 사용될 수 있다.

<102> 성분(A), (B) 및 (C)와 제형에 존재하는 임의 성분의 비는 적절한 양을 포함할 수 있지만, 전체 조성물은 최대 100중량%이어야 한다. 함께 철저히 혼합하는 경우에, 압출 또는 성형 공정 등을 사용하여 생성된 혼합물을 가요성 시트로 형성할 수 있다. 각각의 시트는 경화되지 않거나, 태양 전지에 적용하기 전에 부분 경화시킬 수 있다. 각각의 시트는 또한 하나 또는 두 개의 방출 라이너 사이에서 지지될 수 있다. 방출 라이너는 실리콘 시트로부터 라이너의 용이한 방출을 수득하기 위하여 적절히 피복시켜야 한다.

<103> 이러한 본 발명의 양태에 사용되는 캡슐화제는 상기 정의한 경화 시스템 (C)(i) 내지 (C)(iv)중 어느 하나 또는 이들의 혼합물을 포함할 수 있다. 각각의 경화 시스템에 따른 상이한 장점 및 단점이 존재한다, 예를 들면, 보

다 신속히 조절되고 보다 청결한 경화가 축합 또는 하이드로실릴화 반응과 같은 비-과산화물 경화 시스템을 사용함으로써 성취될 수 있다. 더욱이, 공정 시간, 특히 적층체 순환 시간은 >20%만큼 감소되거나, 적층체는 과산화물 EVA 등을 사용하는 캡슐화와 비교시, 상기 기술한 바와 같은 경화 시스템을 사용하는 경우에 완전히 제거될 수 있다.

<104> 성분(A)의 벌크와의 혼합을 용이하게 하기 위해 적절한 양의 성분(A) 또는 용매에 성분(B)를 분산시키는 것이 바람직하다. 예를 들면, 방향족 용매(예: 톨루엔 및 크실렌), 케톤(예: 메틸 이소부틸 케톤), 알콜(예: 이소프로판올) 및 비-방향족 사이클릭 용매(예: 헥산)와 같은 적절한 용매가 사용될 수 있다. 통상, 용매가 사용되는 경우에, 크실렌이 바람직하다.

<105> 혼합 도중 부분 경화를 수행하기 위한 대안으로서, 본 발명에 따라 사용하기에 적합한 공-반응성 실리콘 중합체 및 수지는 함께 예비-반응(또는 테더링(tethered))시켜 이어서 적절한 시트로 성형될 수 있는 경화성 중합체-수지 네트워크를 형성할 수 있다. 이러한 공정은 종종 형체화(bodying)으로서 공업적으로 언급된다. 본 발명에 따라 경화성 수지-중합체 네트워크를 시트로 형성하는 한가지 중요한 이점은 구성성분인 수지 및 중합체가 화학적으로 예비-반응(테더링)하는 경우에 광범위한 수지-중합체 조성물이 사용될 수 있다는 것이다. 성분 수지/들 및 중합체/들의 화학적 테더링(tethering)으로 보다 낮은 수지 부하 수준에서 표면 점성을 감소시키고, 보다 가요성이며 덜 취약한 캡슐화제의 제조를 유도한다. 광전 적용에 사용하기에 적합한 재료는 실란올 작용성 중합체를 실란올 작용성 수지로 "형체화"시켜 제조할 수 있다. 축합 및 재-조직화를 포함하는 복잡한 공정인 형체화 공정은 염기 또는 산 촉매작용을 사용하여 수행할 수 있다. 공정은 또한 본 명세서에 참조로 인용된 EP1083195호에 제시된 바와 같이, 반응성 또는 비-반응성 오가노-실란 그룹을 포함함으로써 정제될 수 있다. 이들 시스템은 또한 상기 제시된 지시 경화 공정을 포함하도록 구성할 수 있다.

<106> 본 발명의 두 번째 양태에 따르면, 본 발명에 사용하기에 적합한 오가노폴리실록산계(실리콘) 고온 용융 시트는 또한 "경질" 단편(유리전이 온도 T_g가 본 발명에 따르는 광전지 모듈의 작동 온도 이상임) 및 "연질" 단편(유리전이 온도 T_g가 본 발명에 따르는 광전지 모듈의 작동 온도 이하임)을 갖는 열가소성 탄성 중합체로서 통상 기술되는 블록 공중합체로부터 제조할 수 있다. 본 발명에 있어서, 연질 단편은 오가노폴리실록산 단편이다. 실리콘은 우수한 열적, UV, 기후 안정성 및 우수한 수증기 투과성을 갖는다. 그러나, 실리콘은 많은 유기 중합체가 나타내는 일부 기계적 강도가 결여되어 있다. 실록산의 바람직한 특성을 유지하면서 기계적 강도를 개선하는 중요한 방법은 AB 및 ABA 또는 (AB)n 블록 공중합체의 조절된 합성을 통한 것이다. 본 발명의 이러한 양태에 이러한 열가소성 탄성 중합체의 사용으로 보다 양호한 고무 특성과 함께, 보다 낮은 용융 온도 및 점도가 수득된다.

<107> 바람직하게는, 열가소성 실리콘 공중합체의 시트는:

<108> (i) 유기 단량체 또는 올리고머 또는 유기 단량체 및/또는 올리고머의 혼합물로부터 제조되는 경질 단편 중합체 성분(예: 이로써 제한되는 것은 아니나, 스티렌. 메틸메타크릴레이트, 부틸아크릴레이트, 아크릴로니트릴, 알케닐 단량체, 이소시아네이트 단량체) 및

<109> (ii) 하나 이상의 규소 원자를 갖는 화합물, 통상 바람직하게는 앞서 기술한 바와 같은 형태의 오가노폴리실록산 중합체로부터 제조되는 연질 단편 중합체 성분으로부터 제조된다.

<110> 상기 언급한 경질 및 연질 단편은 각각 선형 또는 측쇄형의 중합체 네트워크 또는 이들의 혼합물일 수 있다. 공중합체는 단량체 또는 예비 중합체/올리고머의 중합을 사용하여 제조할 수 있다. 본 발명을 위해, 이러한 재료는 광전지 캡슐화에 유용한 투명 시트 형태로서 제조할 수 있다.

<111> 본 발명의 이러한 양태에 사용하기 위한 하나의 바람직한 공중합체는 실리콘-우레탄 및 실리콘-우레아 공중합체이다. 실리콘-우레탄 및 실리콘-우레아 공중합체(미국 특허 제4840796호, 미국 특허 제4686137호)는 실온에서 탄성 중합체성이 되는 것과 같은 양호한 기계적 특성을 갖는 재료를 제공하는 것으로 알려져 있다. 실리콘-우레아/우레탄 공중합체의 원하는 특성은 폴리디메틸실록산(PDMS)의 수준, 쇄 연장제 형태 및 이소시아네이트 형태를 변화시켜 수득할 수 있다.

<112> 실리콘 우레아 또는 우레탄 공중합체를 합성하는 가장 통상적인 방법은 우레아 또는 우레탄 그룹을 각각 형성하기 위한 실리콘 작용성 디아민 또는 디올과 과량의 디이소시아네이트와의 반응을 포함한다. 생성된 선형 중합체는 쇄 연장제로서 단쇄 디올 또는 디아민과 반응한다.

<113> 우레탄 또는 우레아 공중합체를 합성하는데 사용되는 이소시아네이트중에, 지환족 디이소시아네이트는 이의 UV

저항 및 우수한 내후성으로 인하여 주요 이점을 제공한다.

<114> 실리콘-우레탄/우레아(들) 공중합체는 광 투과성이 우수한 투명 탄성 중합체성 재료이다. 본 발명자들이 알고 있는 한, 본 발명자들은 광전지용 캡슐화제로서의 실리콘-우레탄/우레아(들)의 용도를 알지 못하였다. 이의 우수한 광 투과성 및 우수한 내후성으로 인하여, 이들 공중합체는 광전지의 광 접촉 면을 위한 캡슐화제로서 유용하다.

<115> 2-단계 경화를 성취하는데 필요한 것으로 간주되거나 부착이 요구되는 시스템에서, 상기 언급한 시스템이 조합될 수 있다. 라디칼 개시 및 전이 금속 촉매화된 부가 반응이 과거에 기술된 바 있다. 이러한 이중 경화 시스템의 이점은 경화 장치의 외부에서 경화 및 부착 구성을 지속하면서, 추가로 취급 및 광전지 제조를 허용하기에 충분한 경화 정도를 신속히 전개한다는 것이다. 특히, 유용한 점은 장치가 적층체로부터 제거되고 어셈블리 공정 하류로 지속되면서, 주위 조건하에 소정의 시간 후에 완전한 경화 및 부착이 전개될 수 있도록 하는 열적으로 개시되는 미처리 상태의 형성에 있다. 이러한 시스템은 제조 폐기물을 유도하고, 초기 재작업성과 양호한 장기간 안정성을 위해 제공되는 광전지 웨이퍼 및 전지판이 직면하는 열적 응력을 감소시킨다. 더욱이, 적층화 단계에 필요한 시간이 상당히 감소할 수 있다. 또한, 배치식 적층화 공정은 비용 효율적 연속 공정을 제공하는 가열된 핀치 롤러로 대체할 수 있다.

<116> 바람직하게는, 앞서 기술한 바와 같은 공중합체는 앞서 기술한 바와 같은 경화 시스템중 하나를 사용하며 반응성이고, 또한 경화성이다. 공중합체는 단독으로 사용될 수 있지만, 바람직하게는 앞서 기술한 바와 같은 경화 시스템에 의해 경화시킨다. 경우에 따라, 앞서 기술한 바와 같은 실리콘 수지가 공중합체에 부가될 수 있지만, 통상 이는 필요치 않다.

<117> 임의로, 중합체 수지 혼합물, 수지 중합체 네트워크 및 상기 기술한 공중합체는 충전제, 증량 충전제, 부착 촉진제, 부식 억제제, 염료, 희석제 등과 같은 다양한 부가제와 함께 사용될 수 있다. 이러한 부가제는 적절한 실험하에 선택되어 저장 수명, 경화 동력학 및 광학적 특성에 대한 역효과를 피할 수 있다.

<118> 고온 용융 재료는 중량을 감소시키고, 경비를 낮추며, 색상 또는 반사율을 변화시키는 하나 이상의 충전제를 추가로 포함할 수 있다. 이들은 하나 이상의 미분된 보강 충전제(예: 큰 표면적의 발연 및 침강 실리카 및 상기 논의한 바와 같은 탄산칼슘) 또는 부가의 증량 충전제(예; 분쇄 석영, 규조토, 황산바륨, 산화철, 이산화티탄 및 카본 블랙, 규회석)를 포함할 수 있다. 단독으로 또는 상기의 것 이외에 사용되는 다른 충전제에는 알루미나이트, 황산칼슘(무수물), 석고, 황산칼슘, 탄산마그네슘, 점토(예: 카올린), 삼수산화알루미늄, 수산화마그네슘(수활석), 흑연, 탄산구리(예: 말라카이트), 탄산니켈(예: 자라카이트), 탄산바륨(예: 위더라이트) 및/또는 탄산스트론튬(예: 스트론티아나이트)이 포함된다. 또한, 저밀도 충전제가 용적당 중량 및 경비를 감소시키는데 사용될 수 있다.

<119> 산화알루미늄, 감람석류; 석류석; 알루미노실리케이트; 환형 실리케이트; 쇄 실리케이트 및 시트 실리케이트로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 실리케이트. 감람석류는 이로써 제한되는 것은 아니지만, 포르스테라이트 및 Mg_2SiO_4와 같은 실리케이트 광물질을 포함한다. 석류석은 이로써 제한되는 것은 아니지만, 홍석류석; $Mg_3Al_2Si_3O_{12}$; 그로술라 및 $Ca_2Al_2Si_3O_{12}$와 같은 분말 실리케이트 광물질을 포함한다. 알루미노실리케이트는 이로써 제한되는 것은 아니지만, 실리만나이트; Al_2SiO_5; 멀라이트; $3Al_2O_3.2SiO_2$; 키아나이트 및 Al_2SiO_5와 같은 분말 실리케이트 광물질을 포함한다. 환형 실리케이트 그룹은 이로써 제한되는 것은 아니지만, 코디어라이트 및 $Al_3(Mg, Fe)_2[Si_4AlO_{18}]$과 같은 실리케이트 광물질을 포함한다. 쇄 실리케이트 그룹은 이로써 제한되는 것은 아니지만, 규회석 및 $Ca[SiO_3]$과 같은 분말 실리케이트 광물질을 포함한다.

<120> 시트 실리케이트 그룹은 이로써 제한되는 것은 아니지만, $K_2Al_{14}[Si_6Al_2O_{20}](OH)_4$; 파이로필라이트; $Al_4[Si_8O_{20}](OH)_4$; 활석; $Mg_6[Si_8O_{20}](OH)_4$; 사문석(예: 석면); 카올리나이트; $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$ 및 버미큘라이트와 같은 실리케이트 광물질을 포함한다.

<121> 또한, 충전제(들)의 표면 처리를, 예를 들면, 지방산 또는 지방산 에스테르(예: 스테아레이트)로, 또는 오가노실란, 오가노실록산 또는 오가노실라잔 헥사알킬, 디실라잔 또는 단쇄 실록산 디올로 수행하여 충전제(들)를 소수성으로 만들 수 있으므로, 취급이 보다 용이하고 다른 밀봉제 성분과의 균질 혼합물을 수득할 수 있다. 충전제의 표면 처리는 분말 실리케이트 광물질이 실리콘 중합체에 의해 용이하게 습윤될 수 있도록 만든다. 이들 표면 개질된 충전제는 덩어리지지 않고 실리콘 중합체로 균질하게 혼입시킬 수 있다. 이로 인해 비경화 조성물의 실온 기계적 특성을 개선시킬 수 있다. 더욱이, 표면 처리된 충전제는 미처리 재료 또는 원료보다 낮은 전

기 전도도를 제공한다. 열전도성 충전제의 사용은 기판도 또한 열전도성이어서 전지 효율이 개선된 광전지로부터 과열을 제거할 수 있는 경우에 특히 유용하다.

<122> 광 투명성이 요구되는 시트에 사용하기에 적합한 충전제는 광의 산란을 피하기 위해 실질적으로 실리콘의 굴절률에 일치하거나 광의 파장의 1/4보다 작은 분산된 입자일 필요가 있다. 따라서, 규회석, 실리카, 이산화티탄, 유리 섬유, 중공 유리구 및 점토(예: 카올린)와 같은 충전제가 특히 바람직하다.

<123> 사용시 이러한 충전제의 비는 탄성 중합체-형성 조성물 및 경화된 탄성 중합체에서 바람직한 특성에 따라 좌우된다. 대개, 조성물중 충전제 함량은 희석제 부분을 제외한 중합체 100 중량부당 약 5 내지 약 150 중량부의 범위이다.

<124> 조성물에 포함될 수 있는 다른 성분은 이로써 제한되는 것은 아니지만, 조성물의 경화를 가속화하기 위한 조촉매(예: 카복실산 및 아민의 금속염); 광학 증백제[전지가 모든 파장의 태양 스펙트럼의 이용을 증가시키기에 보다 효율적인 경우에, 보다 낮은 파장(200 내지 500 ㎚)에서 태양 에너지를 흡수할 수 있고, 보다 높은 파장(600 내지 900)에서 재방출할 수 있는]; 레올로지 개질제; 부착 촉진제, 안료, 열안정화제, 방염제, UV 안정화제, 쇄연장제, 전기 전도성 및/또는 열 전도성 충전제, 가소제, 증량제, 살진균제 및/또는 살생물제 등(이는 0 내지 0.3중량%의 양으로 적절히 존재할 수 있다), 물 스캐빈저(통상, 가교결합제 또는 실라잔으로서 사용되는 것과 동일한 화합물) 및 연성을 개선하고 낮은 표면 점성을 유지하기 위한 예비-경화 실리콘 및/또는 유기 고무 입자를 포함한다.

<125> 필요한 경우, 하나 이상의 부착 촉진제가 또한 강유전체 및/또는 기판 표면에 대한 캡슐화제의 부착력을 개선하기 위하여 사용될 수 있다. 적절한 부착 촉진제가 사용될 수 있다. 그 예로는 비닐트리에톡시실란, 아크릴로프로필트리메톡시실란, 알킬아크릴로프로필트리메톡시실란, 알릴트리에톡시실란, 글리시도프로필트리메톡시실란, 알릴글리시딜에테르, 하이드록시디알킬 실릴 말단화된 메틸 비닐실록산-디메틸실록산 공중합체, 하이드록시디알킬 실릴 말단화된 메틸비닐실록산-디메틸실록산 공중합체와 글리시도프로필트리메톡시실란의 반응 생성물 및 비스-트리에톡시실릴 에틸렌 글리콜(트리에톡시실란과 에틸렌 글리콜의 반응 생성물)이 포함된다.

<126> 바람직한 부착 촉진제는 i) 하이드록시디알킬 실릴 말단화된 메틸 비닐실록산-디메틸실록산 공중합체, ii) 하이드록시디알킬 실릴 말단화된 메틸비닐실록산-디메틸실록산 공중합체와 글리시도프로필트리메톡시실란의 반응 생성물, iii) 비스-트리에톡시실릴 에틸렌 글리콜 및 iv) 0.5:1 내지 1:2, 바람직하게는 약 1:1의 (i)과 메타크릴프로필트리메톡시실란의 혼합물이다.

<127> 광전지의 사용시 오염을 방지하는 것이 필요한 경우에 방오제(anti-soiling additives)가 사용될 수 있으며, -플루오르화 실세스퀴옥산(예: 디메틸하이드로겐실옥시 말단화된 트리플루오로프로필 실세스퀴옥산), 하이드록시 말단화 트리플루오로프로필메틸 실록산, 하이드록시 말단화 트리플루오로프로필메틸실릴 메틸비닐실릴 실록산, 3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-트리데칸플루오로옥틸트리에톡시실란, 하이드록시 말단화 메틸비닐, 트리플루오로프로필실라잔 및 디메틸하이드로겐실옥시 말단화 디메틸 트리플루오로프로필메틸 실록산과 같은 점도가 10000 mPa.s인 플루오로알켄 또는 플루오로실리콘 부가제가 특히 바람직하다.

<128> 바람직하게는, 방오제는 0 내지 5 중량부, 보다 바람직하게는 0 내지 2 중량부 및 가장 바람직하게는 0 내지 1.5 중량부의 양으로 존재한다. 바람직하게는, 캡슐화제가 접착제 층과 함께 사용될 때 뿐만 아니라, 아래에서 언급되는 접착제 층의 부재하에 사용되는 경우에도 모두, 방오제는 캡슐화제 조성물에 포함된다.

<129> 물리적 특성을 개선하는 다른 부가제가 조성물에 사용될 수 있다. 하나의 구체적 예는 발화 지연제의 포함이다. 적절한 발화 지연제 또는 이들의 혼합물은 이들이 캡슐화제 조성물의 다른 물리적 특성에 부정적인 영향을 주지 않는 한, 사용될 수 있다. 그 예로는 알루미나 분말 또는, 제WO 00/46817호에 기술된 바와 같은 규회석이 포함된다. 후자는 단독으로 또는 다른 발화 지연제나 안료(예: 이산화티탄)와 함께 사용될 수 있다. 캡슐화제가 광 투명성일 필요가 없는 경우에, 안료를 포함할 수 있다.

<130> 시트의 제조 전에, 조성물은 적절한 혼합물로 저장할 수 있지만, 바람직하게는 1부분 또는 2부분 시스템이다.

<131> 본 발명에 따르는 캡슐화는 적절한 방법을 사용하여 수행할 수 있다. 통상의 표준 공업 공정은 일반적으로 EVA(에틸 비닐 아세테이트) 열가소성 캡슐화제 및 적층 가능한 기판(종종, 배면 재료로 언급됨)(예: 폴리에스테르/테들라)을 사용하며, 전지 또는 전지 어레이/모듈이 적층화 기술을 사용하여 제조된다. 통상, 적절한 적층체가 다음과 같은 "샌드위치"의 층을 적층시키기 위하여 사용된다.

<132> 1) 유리 강유전체,

<133> 2) EVA,

<134> 3) 광전지 시리즈,

<135> 4) EVA 및

<136> 5) 적절한 배면 재료 형태의 기판(기판).

<137> 표준 공정은 적층체 장치를 사용하여 모듈당 약 20분 동안 진공하에 140℃ 영역(사용된 실제 온도는 적층될 실제 조성물에 비추어 결정된다)의 온도에서 "샌드위치" 층을 용융시킨다. 적층 및 폐기물 제거 후, 요건에 추가하여, 배치식 공정의 후속 단계는 통상적으로 보호성 밀봉제를 제공하는 적용 단계이며, 이는 모듈의 엣지를 덮은 다음, 통상 알루미늄 또는 플라스틱 재료로 제조하고 위에 언급된 주변 프레임 속에서 모듈을 구성한다. 전체 작업은 배치식 공정으로 실시하고, 통상 느리고 매우 노동 집약적이다.

<138> 본 발명의 하나의 측면에 있어서, 다음과 같은 층의 "샌드위치"를 적층시키는 단계를 포함하는 광전지의 캡슐화 방법이 제공된다.

<139> 1) 강유전체,

<140> 2) 본 발명에 따르는 가요성 실리콘 시트,

<141> 3) 광전지(시리즈),

<142> 4) 적절한 캡슐화 재료의 상부 시트, 바람직하게는 본 발명에 따르는 가요성 실리콘 시트, 및 임의로

<143> 5) 적절한 배면 재료 형태의 기판(기판).

<144> 본 발명에 따르는 가요성 실리콘 시트(2)는 적층체에 넣고 열의 적용시 강유전체와 광전지(들) 사이에 접착제로서 작용하도록(상기 (2)의 경우에) 시트의 "용융"을 일으키는 반면에, 실온에서는 가요성 시트의 형태로 존재하는 고온 용융 특성을 나타내는 것이 본 발명의 필수적인 특징이다. 본 발명의 부분 경화되거나 경화되지 않은 가요성 실리콘 시트의 경우에, 통상 적층체 또는 다른 적절한 가열 장치에 의한 열의 적용은 경화 공정을 개시하거나 재-개시시킨다. 따라서, 냉각시, 생성된 모듈은 캡슐화 시트의 강성화로부터 초기 미처리 강도를 가지며, 상기 기술된 경화 공정중 하나를 사용하여 경화시킨다. 본 발명의 방법에 따르는 하나의 양태에 있어서, 캡슐화는 적층화 공정을 통해 수행한다.

<145> 바람직하게는, 상기 시트(4)도 또한 시트(2)와 동일한 조성물일 수 있는 본 발명에 따르는 가요성 실리콘 시트이지만, 상기 논의된 바와 같이, 시트(2)는 광에 투명해야 하는 반면에, 시트(4)는 그럴 필요가 없으므로, 그 안에 충전제를 혼입시켜 강화시킬 수 있다. 시트(4)는 상이할 수 있지만, 바람직하게는 시트(2)와 시트(4) 사이에 양호한 상호-적층화를 일으키도록 적층화 도중에 두 층 사이에 부착력을 촉진하기 위하여 시트(2)와 유사한 특성이 갖는다. 시트(4)를 충전한 경우에, 충전제에 의해 제공되는 부가 강도는 기판 (5)를 강하게 만들 수 있다.

<146> 경화 속도를 적절히 조절하는 경우에, 적층체 공정을 전적으로 피할 수 있다. 대신에, 가열된 핀치 롤러 공정이 다양한 층을 조립하고 재유동시키는데 사용될 수 있다. 그 다음에, 경화는 핀치 롤러로부터 하부 스트림으로 진행된다.

<147> 바람직하게는, 시트는 먼저 수지/중합체 혼합물을 적절한 압출기를 따라 혼합하여 제조하는 다단계 공정으로 제조한다. 수지를 적절한 용매(예: 크실렌)중 용액의 형태로 압출기 위에 도입시킨 다음, 용매를 혼합에 이어 스트리핑시키는 것이 바람직하다. 임의로, 1단계 공정에서, 촉매 시스템은 필요한 경우, 압출기 내로 이를 도입하기 전에 수지 스트림 내로 도입시킬 수 있지만, 바람직하게는 촉매 및 다른 임의 성분(예: 희석제, 부착 촉진제 또는 경화 패키지)을 트윈 스크류 배럴을 따라 적절한 지점에서 도입시키는 적절한 방법을 사용하여 압출기 내로 도입시킨다. 혼합은 약 200 ℃ 이하의 적절한 온도에서 수행할 수 있으며, 통상 사용되는 경화 시스템에 좌우된다. 고무는 적절한 방법에 의해 압출기로 도입시킬 수 있지만, 스크류 컨베이어 등의 사용이 고무의 점도 면에서 바람직하다. 수지 대 고무의 비는 1:1 내지 9:1이고, 보다 바람직하게는 1:1 내지 4:1의 범위이다. 가장 바람직한 비는 2:1 내지 3:1이다. 촉매를 이러한 압출 단계 도중 조성물로 도입시키는 경우에, 생성된 생성물은 부분 경화됨으로써, 진행 도중 생성된 시트의 강도를 증진시킨다.

<148> 바람직하게는, 생성된 스트리핑 재료를 압출시키고, 필요한 경우 펠렛화(pelletising) 전에 냉각 단계와 함께

펠렛으로 가공할 수 있다. 이어서, 생성된 혼합물은 적절한 방법으로 포장할 수 있다.

<149> 바람직한 다단계 공정에서, 촉매 시스템은 고무/수지 혼합물의 제조에 이어서 조성물로 도입시킨다. 이는 적절한 방식으로 성취할 수 있는데, 예를 들면, 적절한 양의 고무 수지 혼합물을 촉매, 가교결합제(필요한 경우) 및 다른 임의 성분(예: 부착 촉진제 및/또는 충전제)과 혼합할 수 있다. 이러한 혼합 단계는 적절한 혼합기 및/또는 압출기 등을 사용하여 수행할 수 있다. 촉매 등의 도입에 이어서, 조성물은 바람직하게는 시트 및/또는 롤(플라텐 프레스를 사용함)로 압착시켜 두께가 5 ㎜ 이상, 바람직하게는 두께가 15 ㎜ 이상인 필름을 형성한다. 이러한 필름은 사용 전에 적절한 방출 라이너를 사용하여 보호할 수 있다.

<150> 펠렛은 단일 또는 트윈 스크류 압출기로 중량적으로 공급된다. 단일 스크류 압출기는 쉬팅 다이에서 원하는 역압을 성취하는 것이 바람직하다. 스크류 속도 및 배럴 냉각은 온도를 모든 성분들의 비점 또는 반응 온도 미만인 온도, 바람직하게는 110 ℃ 미만으로 유지하도록 한다. 진공 탈기 부분은 공극 없는 필름을 보장하기 위해 사용될 수 있다. 압출기는 고압에서 매니폴드를 통해 쉬팅 다이로 공급하여 양호한 생산 속도로 균일한 시트 프로파일을 유지한다. 통상의 쉬팅 다이는 약 6 피트(feet)(1.83 m) 너비 이하의 임의의 적절한 폭의 5 내지 50 mil(0.127 내지 1.27 ㎜) 두께 시트를 제공한다. 바람직한 폭은 15 내지 20 mil(0.381 내지 0.508 ㎜) 두께 및 4 피트(1.22 m) 너비이다. 시트를 냉각 롤에서 냉각시켜 고온 용융물을 고형화시키고, 임의의 방출 라이너를 취해진 롤에 공급하여 고온 용융 시트의 연속 롤을 제공한다. 적절한 방출 라이너는 왁스 피복지, 폴리프로필렌 필름, 방출 피복물이 존재 또는 부재인 플루오로 중합체 필름으로 이루어진다. 방출 라이너가 필수적이진 않지만, 바람직하게는 이 방법으로 연속해서 생성된 고온 용융 시트의 한면 또는 양면은 방출 라이너로 보호한다. 생성된 시트는 연속 롤 위에 제조하거나, 이들의 최종 용도에 따라 결정되는 바와 같이, 특정 너비 및 길이 요건에 따라 절단하여 적층시킬 수 있다.

<151> 생성된 고온 용융 시트(들)는 다시 가공하여, 예를 들면, EVA 공급자중 통상적인 딤플형(dimpled) 표면을 부여할 수 있다. 시트에 딤플링(dimpling)의 제공은 표면 점성에 의해 유발되는 문제점을 감소시키고, 캡슐화 도중 공기 제거를 돕고자 한다(EVA를 사용하는 경우의 적층화).

<152> 또 다른 제조 방법에 있어서, 본 발명에 따르는 고온 용융 시트는 용매로부터 연속 방출 라이너 위로 캐스팅 제조할 수 있지만, 이 공정은 바람직하지 못하다.

<153> 오가노폴리실록산계 고온 용융 재료의 사용은, 유기 캡슐화제의 처리의 용이성 뿐만 아니라 실리콘 캡슐화제의 광학적 및 화학적 이점과 함께, 실리콘 캡슐화제 광전 장치를 제공하는 실리콘 고온 용융 시트를 사용함으로써 보다 효율적인 제조 및 보다 양호한 태양 스펙트럼 이용의 이점을 제공한다. 부가의 이점은 다음을 포함한다:

<154> i. 실리콘계 캡슐화제는 UV 투명성이고, 1 내지 5% 이상만큼 전지 효율을 증가시킬 수 있다;

<155> ii. 과산화물 경화 실리콘계 조성물은 EVA에 비하여 보다 양호한 투명성 및 유사한 경화 속도를 제공한다;

<156> iii. 실리콘계 시트 캡슐화제는 액체 실리콘 캡슐화제에 비하여, 보다 효율적인 전지 어셈블리를 갖는다;

<157> iv. 축합 또는 하이드로실릴화 반응과 같은 비-과산화물 경화 시스템을 사용함으로써 보다 신속하게 조절되고 보다 청정한 경화물이 성취될 수 있다. 적층체 순환 시간은 >20%만큼 감소되거나, 적층체가 완전히 제거될 수 있다.

<158> 본 발명은 이제 하기의 도면 및 실시예를 참조로 예로서 기술된다.

<159> 도 1a 및 도 1b는 각각 선행 기술 분야 및 본 발명에 따르는 캡슐화된 광전지를 도시한 것이다.

<160> 도 2 및 3은 각각 본 발명에 따르는 다른 캡슐화된 광전지 모듈을 도시한 것이다.

<161> 도 4는 시트 재료의 경화의 그래프 연구를 도시한 것이다.

<162> 도 5는 EVA 캡슐화 전지와 비교하여, 본 발명에 따르는 시트를 사용하여 캡슐화시킨 단일 웨이퍼 광전지에 대한 전지 효율을 도시한 것이다.

<163> 도 1a는 적층화 전에 광전지 모듈중 통상 가장 유용한 층의 배열을 도시하고자 하며, 통상 바람직한 광전지(PV) 모듈의 제조 방법은 PV 웨이퍼를 포함한다. 배열은 유리 강유전체(전면)(101) 및 테들라 또는 PET/SiO_x-PET/Al 기판(배면)(105)에 Si-웨이퍼(103)를 결합시켜 캡슐화하기 위한 고온 용융 열경화성 접착제로서 EVA의 다중 시트(102 및 104)를 이용한다. 강유전체(101)는 광에 투명한 반면에, UV 광을 여과하는 적절한 도핑제로 통상 도핑해야 하는 적절한 유리로부터 제조된다. 바람직한 도핑제는 세륨이다. 그러나, 도핑제는 본 발명에 따르

는 캡슐화제가 이들의 실리콘 함량으로 인하여 우수한 UV 안정성을 갖기 때문에 필요치 않다.

<164> 본 발명에 따라 도 1b에 도시된 바와 같이, 전면 시트 캡슐화제(102a)는 주로 PV 전지를 유리 강유전체(101a)에 부착시키는 수단으로서 작용한다. 통상, 본 발명에 따르는 전면 시트 캡슐화제(102a)는 규소 수지와 실록산 고무 및/또는 실리콘 유체 또는 상기 기술한 바와 같은 실리콘-유기 블록 공중합체의 혼합물이다. 바람직하게는, 캡슐화제(102a)는 사용 전에 경화되지 않은 상태이지만, 사용 전에 앞서 논의한 경화 시스템중 어느 하나의 방법에 의해 부분 경화시킬 수 있다. 또한, 경화는 상기 생성된 적층물의 제조 도중 일어날 수 있다. 이 층의 주요 특징은 실온에서 최소한의 점성 또는 유동을 갖는 고체 시트 형태로 제조되지만, 가열시 제2 실리콘 시트(104a) 뿐만 아니라, 강유전체(유리)(101a) 및 실리콘 웨이퍼/PV 전지(103a)에 습윤되어 고착되도록 유동된다는 점이다. 시트(102a)는 가시 파장에 대해 높은 투광도 및 UV에 대한 장기간 안정성을 나타내며, PV 전지(103a)에 대해 장기간의 보호를 제공한다. 도 1a에 도시된 선행 기술 분야의 양태와는 다르게, 통상 도핑제(예: 세륨)로 도핑된 본 발명에 따라 사용되는, 강유전체에 대한 필요성은 없는데, 이는 본 발명에 따라 캡슐화제로서 사용되는 고온 용융 시트가 이들의 실리콘 함량으로 인하여 우수한 UV 안정성을 갖기 때문이다.

<165> 조성물이 실리콘 수지를 포함하는 경우에, 사용되는 수지는 바람직하게는 MQ 형태이고, 바람직하게는 알케닐(통상, 비닐) 작용기를 함유한다. 중합체(즉, 실리콘 고무 또는 유체)는 실질적으로 선형이며, 가교결합을 위한 비닐 작용기 및 다른 작용기(예: 하이드록시 또는 다른 가수분해성 그룹 및 잠재적으로, 부착을 촉진하기 위한 SiH 및/또는 에폭시 형태 그룹)을 함유할 수 있다. 시트(102a) 내에 적절한 충전제가 제형(예: 유리 섬유 또는 유리 비이드)으로 혼입될 수 있으며, 이들은 광 투과성을 유지하는데 상응하는 굴절률(RI)이 되어야 한다. 이는 화염 중복성 정도를 제공하면서 정화도를 유지하기 위하여 백금을 포함할 수 있다. 또한, 광학 증백제를 가하여 전지 효율을 추가로 증가시킬 수 있다.

<166> 본 발명에 따라 생성된 시트(102a)는, 점성이 없어 적용 도중(레이 업)에 조작이 가능하고; 적용 도중(레이 업)에 연신 또는 파괴되지 않도록 충분한 기계적 강도로 존재하며; 높은 정화도 및 광 투과성을 제공하고; 캡슐화 공정(예: 적층화) 도중에 유동하며 모든 부분을 습윤화시키고 밀봉할 수 있으며; 모든 다른 성분들에 부착되도록 조정된다.

<167> 배면 시트 캡슐화제(104a)는 시트(102a)와 유사한 조성을 가지며, 일반적으로 층(102a), 전지(103a) 및 존재하는 광학 기판(기판)(105a) 사이에 중간층으로서 작용한다. 배면 시트 캡슐화제(104a)는 임의의 층(105a)의 부재하에 기판으로서 작용한다. 실리콘 시트(104a)는 PV 전지로 광을 투과시키는 수단으로서 작용하지 않기 때문에 유리의 굴절율에 근접한 굴절율을 가질 필요가 없으며, 이의 굴절률에 부정적 효과를 갖는 충전제를 추가로 포함할 수도 있는데, 바람직한 예로는 규회석, 실리카, TiO_2, 유리 섬유, 중공 유리구 및 점토가 포함된다. 이들 충전제는 방염성, 부가의 기계적 강도 및 비용의 감소를 제공한다. 또한, 재료는 실온에서 최소한으로 유동하는 시트 형태로 제공되지만, 가열시 유동한다. 다른 각각의 시트(104a)로서, 이는 경화되지 않거나, 사용 전에 부분 경화 또는 완전 경화될 수 있다. 층(104a)은 또한 본 명세서에 참조로 인용된 본 출원인의 공-계류중인 출원 제WO 2005/006451호에 따라 액체 형태로 적용될 수 있다.

<168> 기판(105a)의 존재는 임의적이며, 기판의 필요성은 배면 시트 캡슐화제의 필요한 기계적 특성 및 전반적으로 모듈의 요건에 따라 결정된다. 또 다른 층이 사용되어 전지의 배면에 부가적 보호를 제공할 수 있다. 이는 폴리에스테르, 폴리올레핀 등일 수 있다. 또한, (104a)는 취급을 돕기 위해 공정 도중에 (103a)에 대한 캐리어로서 사용될 수 있으며 사용 도중에 적소에 남겨질 수 있다. 대안으로서, (104a)가 (102a)와 유사한 조성을 갖는 반면에, (105a)는 경화된 HCR 또는 LSR 시트일 수 있으며, (104a)와 PV 전지 사이에 및 시트(102a)에 대해 부착력을 제공하도록 작용한다.

<169> 따라서, 본 발명의 바람직한 양태에 있어서:

<170> 강유전체(101a)는 통상 UV 투명 유리이다.

<171> 시트(102a)는 본 발명에 따라 실리콘 시트이다.

<172> PV 전지는 (103a)로 도시되며, 통상 다중 또는 일결정질 실리콘 웨이퍼로부터 제조된다.

<173> (104a)는 본 발명에 따르는 제2 실리콘 시트이다.

<174> 기판(105a)는 필요치 않다.

<175> 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 대안적 양태가 제공된다. 박막 PV를 기본으로 하는 PV 모듈을 또한 예상

할 수 있는데, 이때 박막 PV 전지(106b)는 투명한 강유전체에 적용시키며, (101b), (104b) 및 (105b)는 각각 상기의 (101a), (104a) 및 (105a)와 동일하다. 그러나 통상, 이 경우에, 박막 PV 전지(106)는 화학적 증착과 같은 적절한 방법에 의해 유리 위에 침착시킨 다음, 본 발명에 따르는 실리콘 재료의 가요성 시트를 도포한다.

<176> 도 3에 제시된 바와 같은 또 다른 양태에 있어서, 박막 PV 전지를 기본으로 하는 PV 모듈이 또한 의도될 수 있으며, 이때 박막 PV 전지(106c)는 비투명 기판(105c)에 적용된다. 도 3에서, 시트(102c)는 PV 전지 강유전체로서 또한 작용하는 본 발명에 따르는 실리콘 재료의 가요성 시트이다. 이 경우에, 박막 전지는 상기 기술한 바와 같은 방식으로 기판 위에 증착시킨다. 강유전체는, 예를 들면, 유리 또는 적절한 불화탄소 시트이다(필요한 경우 이용될 수 있음, 도시되지 않음).

실 시 예

<177> 실시예 1: 수지/중합체 혼합물의 제조

<178> ASTM 926으로 측정하는 경우에 가소성이 58 mil인 트리메틸 말단화 폴리디메틸, 메틸 비닐 실록산 고무를 다음의 공정을 사용하여 ZSK 이중 로브 트윈 스크류 압출기에서 크실렌중 비닐 작용성 MQ 수지의 30중량% 용액과 혼합한다: M:Q수지는 M:Q 비가 대략 0.75이고, 비닐 함량은 대략 1.8중량%이며, 수평균 분자량은 6000 g/mole이다. 트리메틸 말단화된 폴리디메틸, 메틸 비닐 실록산 고무를 단일 스크류 공급기를 사용하여 압출기로 공급하고, 수지 용액은 포지티브 변위 공급 펌프를 사용하여 도입시키며, 초기 혼합은 대략 150 ℃의 온도에서 일어나고, 1분 후에, 온도를 180 ℃로 증가시켜 혼합 공정을 완결하고, 크실렌을 스트립핑시킨다. 각각 29" Hg(98.2 kNm^{-2})의 압력에서, 3개의 진공 스트립핑 영역이 99% 이상의 용매 제거율을 성취하기 위하여 이용된다. 생성된 고무/수지 혼합물은 직경이 1/4 inch(0.635 ㎝)인 다이를 통해 압출시킨 다음, 냉각 영역을 통해 길이가 1/8 inch(0.32 ㎝)인 펠렛을 제조하도록 조정된 펠레타이저로 운반한다. 그 다음에, 펠렛은 플라스틱 백에 포장한다.

<179> 실시예 1에서 제조된 고무/수지 혼합물은 28% 고무 및 72% 수지를 함유하고, 최종 비닐 함량이 1중량%인 최종 조성물을 제조하기 위하여 계량한다.

<180> 실시예 2: 수지 고무 혼합물에 촉매의 부가

<181> 상기 실시예 1의 생성물로 촉매 패키지를 도입시키기 위하여, 실시예 1의 생성물 95.5중량%를 시그마 블레이드가 장착되고 110 ℃로 예열된 하케 혼합기(Hakke mixer)에서 1,1-비스(3급 부틸퍼옥시)3,3,5-트리메틸사이클로헥산 3중량%, 중합도가 100이고 비닐 함량이 0.05중량%인 선형 폴리디메틸실록산 형태의 비닐 작용성 가교결합제 1중량% 및 아크릴릴프로필트리메톡시 실란 작용성 부착 촉진제 0.5%와 혼합한다. 생성된 생성물은 300 kN의 힘으로 평압식 프레스를 사용하여 시트로 압착시켜 두께가 약 25 mil(0.635 ㎜)인 청정한 필름을 수득한다. 실리콘 피복된 폴리에스테르는 프레스에 생성물의 부착을 방지하기 위한 방출 라이너로서 사용된다.

<182> 실시예 3

<183> 실시예 3에서는, 실시예 1에 기술된 바와 같이 제조된 고무/수지 혼합된 펠렛 93.4%를 시그마 블레이드가 장착되고 110 ℃로 예열된 하케 혼합기로 도입시킨다. 여기에 평균 환 크기가 4.5 반복 단위인 메틸 하이드로겐 사이클릭 실록산 6.13중량%를 가한다. 혼합에 이어서, 대략 110 ℃에서, 혼합을 계속하면서 생성된 혼합물을 70 ℃로 냉각시킨다. 마지막으로, 디알릴 말레에이트 촉매 억제제 0.28중량% 및 균질한 Pt 착화합물 0.19중량%를 혼합물로 도입시킨다. 생성된 균질 혼합물을 2장의 플루오로-피복된 PET 시트 사이에서 15 mil(0.381 ㎜)의 두께로 압착시키고, 150 ℃ 경화 온도에서 7분 이내에 적층체에서 유리 아래에 경화시킨다.

<184> 실시예 4

<185> 실시예 4에서, 본 발명에 따르는 고온 용융 시트는, 폴리디메틸실록산 블록 40 반복 단위 및 우레아 블록 3 반복 단위를 갖는 폴리실리콘 블록 우레아를 포함한다. 자기 교반기, 온도계, 질소 주입구 및 냉각기가 장착된 3 ℓ 3구 환저 플라스크에 비스(4-이소시아네이토사이클로헥실)메탄(HMDI) 8.6 g 및 무수 테트라하이드로푸란(Aldrich) 300 mℓ를 가하고, 혼합물을 교반한 다음, 아미노프로필 말단화된 실록산(DMS-A15, Gelest) 100 g을 가한다. 반응 혼합물을 70 ℃에서 2시간 동안 가열한다. 반응물을 IR에 적용시킨다. 2264 cm^{-1}에서 이소시아네이트 피크가 소멸된 후에, 생성된 혼합물을 라이너에 붓고, 용매를 증발시켜 투명한 시트를 수득한다. 투명 시트는 100 psi(703 x 10^5 gm^{-2}) 및 80 ℃에서 30분 동안 드레이크(Drake) 수압 프레스를 사용하여 균일한 두께

로 압착시킨다. 생성된 투명한 열가소성 탄성 중합체는 점성이 없는 표면을 가지며, 연화점은 대략 80 ℃이다.

<186> 통상의 공업 표준과 비교하는 수단으로서, 상기 결과를 적층화에 의한 광전지의 캡슐화용으로 통상적으로 시판되는 재료를 대표하는 과산화물 경화된 EVA 캡슐화제 재료 형태의 비교 실시예 5와 비교한다.

<187> 촉매된 수지 고무 혼합물의 경화

<188> 실시예 2 및 3의 경화 속도를 고무 샘플의 경화를 위한 표준 도구인 이동식 다이 레오미터(MDR)(Monsanto 2000E)를 사용하여 비교 실시예 5와 비교한다. 다이 온도는 150 ℃이다. 모든 결과는 토크를 플래토우 토크(plateau torque)로 나누어 정규화하고, 결과는 도 4에 도시하였다. 실시예 4는 경화시키도록 고안되지 않았으므로 측정하지 않았다.

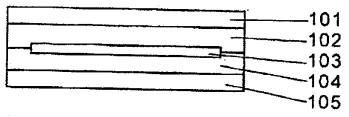
<189> 경화 속도의 증가는 비교 실시예 5에 비하여 실시예 3에서 쉽게 주지될 수 있는 반면에, 실시예 2는 비교 실시예 5와 유사한 경화 속도를 갖는다.

<190> 광 투과성 측정을 위한 샘플을, 실시예 2 및 4의 시트를 석영 유리 두 조각 사이에 적층시켜 제조한다. 비교 실시예 5도 또한 석영 유리 두 조각 사이에 적층시킨다. UV/가시 분광계는 배경값 공제를 위해 단일 2.6 ㎜ 석영 유리를 이용하여 투과율을 측정하는데 사용된다. 예상한 바와 같이, 실시예 2는 보다 넓은 광 스펙트럼에 걸쳐서 우수한 더 큰 투명성을 갖는 것으로 밝혀졌다. 이는 보다 많은 유효 광이 PV 표면에 충돌할 수 있게 하여 어레이의 효율을 증가시킬 수 있다. 실시예 2와 비교시, 실시예 4는 UV 범위에서 보다 양호한 투명성 및 보다 높은 파장에서는 유사한 투명성을 가짐을 알 수 있다. 또한, 예상한 바와 같이, 비교 실시예 5는 400 ㎚보다 짧은 파장에서는 작용하지 않는다.

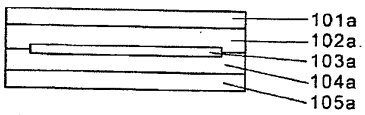
<191> 도 5는 도 2에 도시된 바와 같이 제조된 본 발명에 따르는 시트를 사용하여 캡슐화된 단일 웨이퍼 광전지에 대한 전지 효율을 도시한 것이다. 전지 효율은 4개의 휠 위에 설치된 1-㎾ 크세논 아크 램프 및 61개 소폭-밴드-패스 필터를 사용하는 스펙트럼 응답 시스템(Spectral Response System) 여과된 광원을 사용하여 측정한다. 시스템은 각 필터를 통해 통과된 빔 강도를 측정하기 위해 보정한다. 양자 효율(QE) 프로파일은 QE의 상대 단위에 대한 이의 최대치에서 100%로 정규화한다. 도 6은 실시예 2, 4 및 비교 실시예 5에 대한 양자 효율 데이터를 포함한다. 도 5에 제시된 결과는 실시예 2 및 4를 사용하였을 때 완전히 작용성인 우수한 광전지가 제조됨을 입증한다. 실시예 2는 비교 실시예 5에 비해서 개선된 QE를 지녔다. 실시예 4는 단파장에 걸쳐서 보다 양호하였다.

도면

도면1a

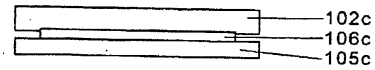


도면1b

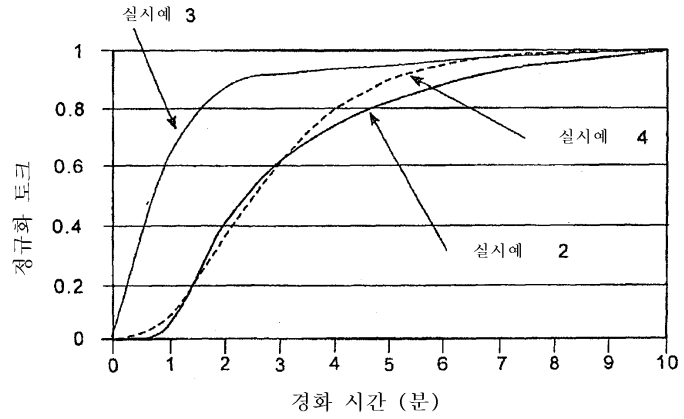
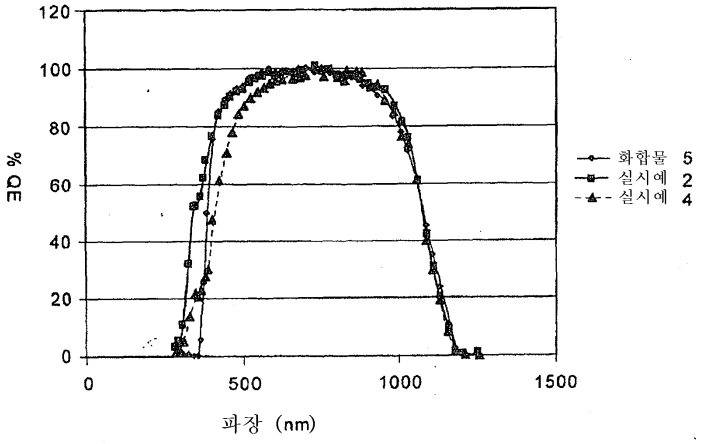


도면2

도면3



도면4



도면5