



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년09월27일
(11) 등록번호 10-1660570
(24) 등록일자 2016년09월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 31/048 (2014.01)
(21) 출원번호 10-2013-7007449
(22) 출원일자(국제) 2011년09월22일
심사청구일자 2016년07월20일
(85) 번역문제출일자 2013년03월25일
(65) 공개번호 10-2014-0009972
(43) 공개일자 2014년01월23일
(86) 국제출원번호 PCT/US2011/052788
(87) 국제공개번호 WO 2012/091771
국제공개일자 2012년07월05일
(30) 우선권주장
12/970,230 2010년12월16일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2008047815 A
JP2008047813 A
JP2009290164 A

(73) 특허권자
더 보잉 컴파니
미국, 일리노이스 60606, 시카고, 100 노스 리버
사이드 플라자
(72) 발명자
스트렛 앤드류
미국, 캘리포니아 92672, 샌 클레멘테, 507 아베
니다 빅토리아 샬4
(74) 대리인
김윤배, 강철중

전체 청구항 수 : 총 26 항

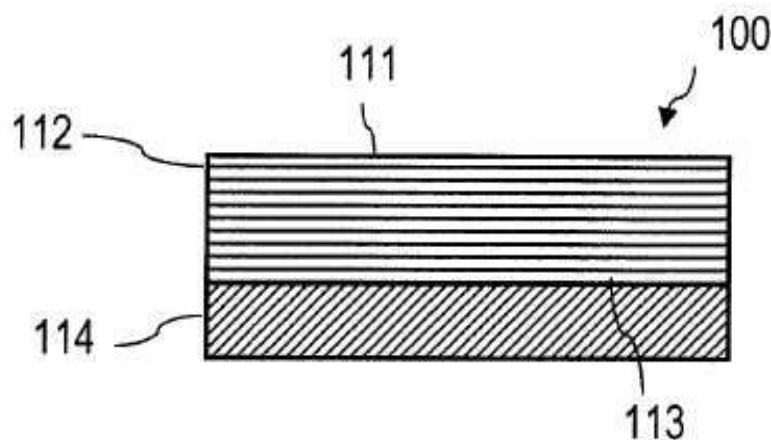
심사관 : 전병식

(54) 발명의 명칭 폴리이미드에 태양전지를 직접 접합하는 방법

(57) 요약

태양전지 패널을 구성하는 방법은, 정상 작동시 정면이 태양을 향하게 되는 정면과 후면을 가지는 태양전지를 제공하고, 열가소성 폴리이미드를 최소한 그의 환류온도로 가열하며, 최소한 그의 환류온도에서 가열시키면서 태양전지의 후면에 열가소성 폴리이미드를 유동시키고, 열가소성 폴리이미드를 그의 환류온도 이하의 온도로 냉각시켜서 열가소성 폴리이미드를 직접 태양전지에 접합시키는 것을 포함한다. 태양전지에 열가소성 폴리이미드의 직접 접합은 RTV 접착제와 같은 접착제 없이 달성된다. 이 방법은 태양전지 반대편의 열가소성 폴리이미드에 직접 기질을 접합시키는 것을 포함한다.

대표도 - 도2



명세서

청구범위

청구항 1

정상 작동시 태양전지의 정면이 태양을 향하도록 정면과 후면을 가지는 태양전지를 제공하고;

열가소성 폴리이미드를 최소한 그의 환류온도로 가열하며;

최소한 그의 환류온도에서 가열시키면서 상기 태양전지의 후면에 상기 열가소성 폴리이미드를 유동시키고;

상기 열가소성 폴리이미드를 그의 환류온도 이하의 온도로 냉각시켜서 상기 열가소성 폴리이미드를 직접 태양전지에 접합시키고; 및

접착제 없이, 복합체 형성을 위해 상기 태양전지의 후면 반대편에 흑연, 아라미드-기본재료, 탄소 섬유 또는 이들의 조합물을 포함하는 기질을 직접적으로 상기 열가소성 폴리이미드에 접합하는 것을 포함하되;

여기서 상기 열가소성 폴리이미드는;

적어도 하나의 디아민 모노머와 적어도 2개의 디무수물 모노머, 적어도 두개의 디아민 모노머와 적어도 하나의 디무수물 모노머, 또는 적어도 두개의 디아민 모노머와 두개의 디무수물 모노머, 여기서 디아민 모노머는 2,2-비스[4-(4아미노페녹시)페닐]-헥사플루오로프로판과 4-4'-디아미노벤즈아닐라이드와 디무수물 모노머는 4-4'-(헥사플루오로이소프로필리덴)디-프탈리칸하이드라이드와 3,3',4,4'-비페닐테트라카르복실산 디무수물로부터 선택하여서 되는 태양전지 패널을 구성하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 열가소성 폴리이미드는 상기 태양전지의 열팽창 계수와 실질적으로 일치하는 열팽창 계수를 갖는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 태양전지의 열팽창 계수는 약 3 내지 8 ppm/°C인 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 환류 온도는 약 300°C 이상, 400°C 이하인 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 가열은 약 300°C 내지 약 375°C에서 상기 열가소성 폴리이미드의 가열을 포함하는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 열가소성 폴리이미드의 냉각은 주변 온도 하에서의 냉각을 포함하는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 열가소성 폴리이미드를 폴리이미드 시트로 제공하고, 상기 폴리이미드 시트를 가열하기 전에 상기 태양전지 위에 배치하며, 상기 열가소성 폴리이미드를 유동 및 냉각시키는 단계를 추가로 하여서 이루어지는 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 열가소성 폴리이미드를 냉각시키기 전에 상기 열가소성 폴리이미드 위에 상기 기질을 배치하는 단계를 추가로 하여 이루어지는 방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 열가소성 폴리이미드에 상기 기질의 접합은 냉각 단계 이후에 복합체에 열과 압력의 제공을 포함하는 방법.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 기질은 복합체 재료인 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 하니 컴 복합체를 구성하는 기질은 흑연 페이스시트 또는 아라미드-기본재료 페이스시트를 포함하는 방법.

청구항 12

제1항에 있어서, 태양전지의 후면은 금속 또는 세라믹을 포함하는 방법.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 열가소성 폴리이미드를 유동시키기 전에 상기 태양전지의 후면에 하네스를 전기적으로 연결하고, 상기 하네스는 다른 태양전지, 태양전지 패널 또는 하네스에도 연결할 수 있는 방법.

청구항 14

정상 작동시 태양전지의 정면이 태양을 향하도록 정면과 후면을 각각 가지는 태양전지를 제공하고;

열가소성 폴리이미드를 최소한 그의 환류온도로 가열하며;

최소한 그의 환류온도에서 가열시키면서 상기 태양전지의 후면에 상기 열가소성 폴리이미드를 유동시키고;

상기 열가소성 폴리이미드를 그의 환류온도 이하의 온도로 냉각시켜서 상기 열가소성 폴리이미드를 직접 태양전지에 접합시키며;

접착제 없이, 복합체 형성을 위해 상기 태양전지의 후면 반대편에 흑연, 아라미드-기본재료, 탄소 섬유 또는 이들의 조합물로 구성되는 기질을 직접적으로 상기 열가소성 폴리이미드에 접합시키고; 및

어레이 내에 적어도 하나의 다른 태양전지에 태양 전지 각각을 전기적으로 연결하는 것을 포함하되;

여기서 상기 열가소성 폴리이미드는;

적어도 하나의 디아민 모노머와 적어도 2개의 디무수물 모노머, 적어도 두개의 디아민 모노머와 적어도 하나의 디무수물 모노머, 또는 적어도 두개의 디아민 모노머와 두개의 디무수물 모노머, 여기서 디아민 모노머는 2,2-비스[4-(4아미노페녹시)페닐]-헥사플루오로프로판과 4-4'-디아미노벤즈아닐라이드와 디무수물 모노머는 4-4'-(헥사플루오로이소프로필리덴)디-프탈리칸하이드라이드와 3,3',4,4'-비페닐테트라카르복실산 디무수물로부터 선택하여서 되는, 모듈 태양전지 어레이를 구성하는 방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 각각 상기 태양전지는 인접한 태양전지의 열팽창 계수와 실질적으로 같은 열팽창 계수를 갖고, 상기 열가소성 폴리이미드는 상기 태양전지의 열팽창 계수와 실질적으로 일치하는 열팽창 계수를 갖는 방법.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 각각 태양전지의 열팽창 계수는 약 3 내지 8 ppm/°C인 방법.

청구항 17

제14항에 있어서, 상기 환류 온도는 약 300°C 이상, 400°C 이하인 방법.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 가열은 약 300°C 내지 약 375°C에서 상기 열가소성 폴리이미드의 가열을 포함하는 방법.

청구항 19

제14항에 있어서, 상기 열가소성 폴리이미드의 냉각은 주변 온도 하에서의 냉각을 포함하는 방법.

청구항 20

제14항에 있어서, 상기 열가소성 폴리이미드를 폴리이미드 시트로 제공하고, 상기 폴리이미드 시트를 가열하기 전에 상기 태양전지 위에 배치하며, 상기 열가소성 폴리이미드를 유동 및 냉각시키는 단계를 추가로 하여서 이루어지는 방법.

청구항 21

제14항에 있어서, 상기 열가소성 폴리이미드에 상기 기질의 접합은 냉각 단계 이후에 복합체에 열과 압력의 제공을 포함하는 방법.

청구항 22

제14항에 있어서, 상기 방법은;

상기 열가소성 폴리이미드를 냉각시키기 전에 상기 열가소성 폴리이미드 위에 상기 기질을 배치하는 단계를 추가로 하여 이루어지는 방법.

청구항 23

제14항에 있어서, 상기 기질은 복합체 재료인 방법.

청구항 24

제23항에 있어서, 상기 복합체를 구성하는 기질은 흑연 페이스시트 또는 아라미드-기본재료 페이스시트를 포함하는 방법.

청구항 25

제14항에 있어서, 태양전지의 후면은 금속 또는 세라믹을 포함하는 방법.

청구항 26

제14항에 있어서, 상기 열가소성 폴리이미드를 유동시키기 전에 상기 각각 태양전지의 후면에 하네스를 전기적으로 연결하고, 상기 하네스는 다른 태양전지, 태양전지 패널 또는 하네스에도 연결할 수 있는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 태양전지에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 태양전지에 직접 열가소성 폴리이미드를 접합하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 도 1에 예시한 같이, 우주선(10)은 전개된 모양으로 나타낸 다수의 경질의 태양 패널(12)을 포함하고 있다. 태양 어레이(14)는 태양패널(12)의 각각에 접합되어 있는 수백 개 또는 수천 개의 태양 전지(16)를 포함할 수 있으며, 다양한 우주선 시스템을 구동시키고 그의 배터리를 충전하기 위해서 전기적인 동력을 제공하는데 사용된다. 우주선은 태양으로부터 직접 조명을 수용하여 효율을 증대시키기 위해서 태양패널(12)이 회전된다.

[0003] 태양전지(16)는 반대편에 전도성 타입의 박막 표면층이 형성되어 있고 그 위에 n-타입 또는 p-타입 결정질 반도체 재료, 예를 들면 실리콘, 갈륨-비소, 게르마늄으로 만들어진 평판 광전지 웨이퍼를 포함하고 있다. 이러한 표면층과 웨이퍼의 주영역 사이의 계면은 반도체 접합으로 정의된다. 박막 표면의 조명은 반도체 접합의 영역 내에서 전자 및 홀을 포함해서 전하 담체의 유리를 일으키며, 태양전지 전역에서 잠재성을 설정하기 위해서 반대편 표면쪽으로 이주하게 된다.

[0004] 태양 패널(12)은 3가지의 주요한 기능이 있다. 하나는, 동적으로 능동의 발사 환경을 통해서 궤도로 태양전지

어레이(14)를 이동시키고 조명을 수용할 수 있는 위치에 있도록 하기 위해 충분한 축과 휘어지는 단단함을 겸비한 경질 지지체 구조물이 제공되어 있다. 둘째는, 셀이 접합되어 있는 태양 패널(12)의 정면은 전기적으로 불활성이므로 각각의 태양 전지(16)는 전기적으로 단리되어 있다. 마지막으로, 태양 패널(12)은 태양전지 어레이를 위해서 우주를 향하는 면에 대해 열 저장장치로서 작용을 한다는 것이다, 도 1의 우주선(10)은 기재한 바와 같이 경질 어레이이다. 박막 태양 어레이는 발사시 경질 패널보다 가볍고 더 탑재 효율성이 있는 다른 실려진 구조물을 또한 이용할 가능성이 있다. 이것은 태양전지를 홀딩하는 박막 태양 어레이에서 우주 멀리 달아나려는 태양전지를 홀딩하고 있는 거미줄 배치 구조를 포함할 수 있다.

[0005] 경질 어레이, 박막 어레이, 또는 유연성의 어레이의 존재와는 상관없이 태양 패널 설계와 관련해서 많은 중요한 이슈가 있다. 기질의 열 저장 능력은 파워 효율을 유지하기 위하여 태양 전지 어레이를 충분히 냉각시켜야만 한다. 태양 패널은 태양전지와 비교해서 낮고 또는 일치하는 열팽창 특성을 갖고 있어야 한다. 어레이의 조사면상의 온도는 후면에 있는 박막 어레이에 대해 +70℃까지 올라갈 수 있고, -180 또는 그 이하로 낮아질 수 있다. 이들 열팽창 특성 때문에, 태양 패널이 휘거나 손상이 일어나게 될 것이다.

[0006] 태양 패널 디자인과 관련하여 가장 중요한 것은 중량이다. 현존하는 우주선은 한쪽에 4개씩, 8개의 태양 패널을 가지고 있으며, 구조적인 구성부품의 중량은 대략 패널 당 10lbs(4.5kg)이다. 현재 우주선 비행 경비는 우주선의 수명기간 동안 파운드 당 \$25,000 또는 그 이상으로 높게 예상하고 있다. 그러므로 태양 패널의 중량은 우주선을 작동시키는 전체 비용에 영향을 주게 된다.

[0007] 태양전지는 종종 "RTV" 접착제라고 불리는 실리콘-기반 접착제에 의해서 태양전지에 접합되어지는 흑연 페이스시트(facesheet) 및 절연층 페이스시트에 의해서 지지되어진다. 이러한 태양전지의 단면은, 상부로부터 하부까지, 하니컴 기질 위에 일반적으로 태양전지 CIC(커버 글라스, 상호연결, 셀), RTV 접착제의 층, 절연층 페이스시트(예를 들면, DuPont™ Tedlar® 폴리비닐 플로라이드(PVF) 필름 또는 Dupont™Kapton® 폴리이미드 필름) 및 흑연 또는 Kevlar® 페이스시트를 포함한다. RTV는 산업 분야에서 태양 어레이의 수명의 저하원으로 인식되고 있다. 태양 어레이의 수명 저하를 감소할 시도로서 초저하 가스방출 RTVs의 개발을 포함하고 있다.

[0008] RTVs는 100 ~ 200ppm/℃ 범위의 열팽창계수("CTE")를 갖는다. A Kapton® 폴리이미드 필름은 17~20ppm/℃ 주변의 CTE를 가지며, 일부 태양전지는 3~8ppm/℃의 CTE를 갖는다. 태양전지와 RTV 접착제 및 Kapton® 폴리이미드 필름 간의 CTE에서의 불일치는 태양 어레이를 구성하기 위한 표준 접착제로서 인정된 접착제를 사용하는데 필연적인 것이다. 이러한 불일치를 해소하기 위한 방법은 RTV의 두께를 최적화하는 것이다. 그러나, 두께를 증가시키면 태양 어레이의 중량이 늘어난다. 태양 어레이에 대해 의도된 적용분야에 따라 바람직하지 않을 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 하나의 특징으로서, 본 발명의 방법은 정면과 후면(정상 작동시 태양을 향하는 정면)을 가지는 태양전지를 제공하고, 열가소성 폴리이미드를 최소한 그의 환류온도로 가열하며, 최소한 그의 환류온도에서 가열시키면서 태양전지의 후면에 열가소성 폴리이미드를 유동시키고, 열가소성 폴리이미드를 그의 환류온도 이하의 온도로 냉각시켜서 열가소성 폴리이미드를 직접 태양전지에 접합시키는 것에 의해 태양전지를 구성하는 것을 포함한다. 태양전지에 열가소성 폴리이미드의 직접 접합은 RTV 접착제와 같은 접착제 없이 달성된다. 이 방법은 박막의 접혀지거나 유연한 태양 어레이에 사용될 수 있다. 따라서 이와 같은 이점은 경질 및 유연성 있는 태양 어레이를 제공하게 된다. 특히, RTV 접착제의 제거는 태양 어레이의 전체 무게를 줄여주고, 인접하는 층의 CTE 값에서 불균형을 감소시키게 된다. 따라서, 궁극적으로 태양 어레이의 열 사이클시 열응력을 낮추고 어레이의 수명을 증대시켜 주게 된다.

[0010] 상기 방법은 또한 태양전지의 반대편의 열가소성 폴리이미드에 직접 기질의 접합을 포함할 수 있다. 이러한 접합 단계는 열가소성 폴리이미드의 유동 및 냉각 이후에 일어나게 할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0011] 다른 특징으로서, 본 발명의 방법은 정면과 후면(정상 작동시 태양을 향하는 정면)을 가지는 복수의 태양전지를 제공하고, 열가소성 폴리이미드를 최소한 그의 환류온도로 가열하며, 최소한 그의 환류온도로 가열시키면서 복수의 태양전지의 후면에 열가소성 폴리이미드를 유동시키고, 열가소성 폴리이미드를 그의 환류온도 이하의 온도로 냉각시켜서 열가소성 폴리이미드를 직접 복수의 태양전지에 접합시키며, 어레이 내에서 복수의 태양전지를

적어도 하나의 다른 태양전지에 전기적으로 연결시키는 것에 의해 태양전지를 구성하는 것을 포함한다.

[0012] 한 구현예로서, 복수의 태양전지의 각각에는 태양전지에 전기적으로 연결된 하네스를 포함한다. 다른 구현예로서, 상기 방법은 태양전지의 후면 반대편에 있는 열가소성 폴리이미드에 기질의 접합을 포함한다.

[0013] 본 발명의 특징, 기능 및 이점들은 여러 가지 구현예를 통해서 독립적으로 또는 다른 구현예와의 조합에 의해서 달성될 수 있으며, 첨부하는 도면에 의거하여 더욱 상세히 설명하기로 한다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 전개된 위치에 태양전지를 겹치한 우주 비행체의 사시도이다.

도 2는 열가소성 이미드에 직접 적층된 태양전지를 가지는 태양전지 패널의 한 구현예의 단면을 예시한 도면이다.

도 3은 열가소성 폴리이미드에 의한 지지 구조물에 직접 적층된 태양전지를 가지는 태양전지 패널의 한 구현예의 단면을 예시한 도면이다.

도 4는 도 3의 견고한 태양전지 패널의 확대 사시도이다.

도 5는 열가소성 폴리이미드에 매립된 하네스를 가지는 태양전지 패널의 한 구현예의 단면도를 예시한 도면이다.

도 6은 열가소성 폴리이미드에 매립된 하네스를 가지는 태양전지 패널의 다른 구현예의 단면도를 예시한 도면이다.

도 7은 여기서 개시한 방법의 한 구현예의 플로우 차트이다.

도 8은 여기서 개시한 방법의 다른 구현예의 플로우 차트이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 발명의 일반적인 원리에 대해 첨부한 도면에 의거하여 더욱 상세히 설명하면 다음과 같다. 도면에서, 동일한 부품 또는 기능적으로 유사한 부품에 대해서는 동일한 부호를 사용하기로 한다.

[0016] 도 2와 관련하여, 태양전지 패널의 한 구현예로서 부호 100으로 표시되어 있으며, 그의 단면도가 예시되어 있다. 태양전지 패널(100)은 정면(111)과 후면(113)을 가지는 태양전지(112)와, 상기 태양전지(112)의 후면에 직접 접합(접착제 없이)되어 있는 열가소성 폴리이미드(114)를 포함하고 있다. 정상 작동시에, 태양전지(112)의 정면(111)은 태양과 마주하게 되고, 열가소성 폴리이미드는 태양전지 패널(100) 내에서 절연층으로 작용하게 된다. 도 2에서 보는 바와 같이, 태양전지 패널(100)은 폴리이미드 아래에 기질이나 페이스시트(facesheet)를 포함하고 있지 않다. 이 구현예에서, 패널(100)은 가요성 어레이에 포함시키기에 적합하게 되어 있다.

[0017] 다른 구현예로서, 패널(100)은 도 3에 나타난 기질을 포함할 수 있고 견고한 어레이에 포함시키기에 적합하게 되어 있다. 도 3과 관련하여, 참조 부호 100'으로 표시한 태양전지 패널의 단면도가 예시되어 있으며, 태양전지(112), 후면(113)에 직접 접합되어 있는 열가소성 폴리이미드(114) 그리고 해당 태양전지(112)의 반대편에서 열가소성 폴리이미드(114)에 직접 접합된 기질(116)을 포함하고 있다. 열가소성 폴리이미드(114)는 제1 주표면(118)과 제2 주표면(120)을 가지되 제1 주표면(118)은 태양전지(112)에 적층되어 있고, 제2 주표면(120)은 기질(116) 위에 적층되어 있다. 도 2와 유사하게, 태양전지 패널(100')의 어떤 층들간에는 접착제를 사용하지 않는다. 대신에 열가소성 폴리이미드(114)는 태양전지 패널(100')의 구성부품을 서로 접합하기 위해 절연층과 접착제로서 작용을 하게 된다.

[0018] 접착제가 존재할 경우, 태양전지(112)와 폴리이미드(114) 및 폴리이미드(114)와 기질(116) 간의 접착제의 제거는, 태양전지 패널의 무게를 감소시키고, 그의 제조 사이클도 줄여준다. 접착제의 제거는 견고한 태양전지의 전체 무게를 약 6~10% 정도 줄여주고, 가요성 어레이의 무게는 약 33~38% 정도 줄여준다. RTV 접착제의 제거는 또한 인접 층(태양전지와 폴리이미드)을 제공하는 것에 의해 태양 어레이를 개선시키고 더욱 긴밀하게 정렬(이들 간에 불일치가 적어짐)되는 CTEs를 갖는다. 폴리이미드를 태양전지에 직접 접합하면, 열적 사이클 과정에서 피로가 감소하고, 태양전지의 열적 및 파워 효율은 증가하게 되며, 지상, 항공 및 항공 우주의 분야에 다방면으로 적용할 수 있다. 또한, 태양전지(112)의 폴리이미드(114)에 대한 직접적인 접합의 이점은 태양전지를 위한 보다 더 직접 열적 경로가 있으며 태양전지(112)의 온도는 낮추고 역으로 그의 효율은 증대시키게 된다.

- [0019] 도 2와 3의 태양전지는 어떤 타입의 태양전지일 수 있다. 한 구현예로서, 태양전지(112)는 금속 또는 세라믹(예를 들면, 실리콘(Si), 게르마늄(Ge), 갈륨비소(GaAs)를 포함하는 후면(113)을 갖고 있다. 금속 또는 세라믹은 폴리이미드층(114)에 대한 보다 더 균일한 접합을 위해서 태양전지(112)의 후면(113) 전체를 덮고 있을 수 있다. 다른 구현예로서, 금속 또는 세라믹은 후면(113)의 일부만 덮고 있을 수 있다. 여기서, 금속은 이에 한정하고자 하는 것은 아니지만, 은, 금 및/또는 아연일 수 있다. 여기서 사용한 용어 "금속"은 금속 또는 금속 합금, 적어도 하나의 금속 또는 금속 합금을 포함하는 화합체 또는 복합체를 모두 포함하는 의미이다.
- [0020] 태양전지(112)의 타입은 일반적으로 이에 한정하는 것은 아니지만 폴리이미드가 직접 접합되어 있다. 적당한 태양전지로는 개량된 삼중 접합 태양전지, 단일 접합 또는 다중 접합 또는 다중결정 실리콘 태양전지, 이중-접합 태양전지, 역변성(inverted metamorphic: IMM) 태양전지, 비정질 실리콘 태양전지, 유기 또는 무기 태양전지, CIGS 태양전지, 단일 접합 GaAs 태양전지 및 CdTe 태양전지 및 이후에 개발된 태양전지 등을 포함한다.
- [0021] 한 구현예로서, 태양전지는 온도에 따라 약 3 내지 8 ppm/°C의 CTE를 가질 수 있다.
- [0022] 폴리이미드(114)는 어떤 열가소성 폴리이미드일 수 있다. 한 구현예로서, 열가소성 폴리이미드는 태양전지의 CTE와 실질적으로 일치하는 CTE를 갖는다. 실질적으로 일치하는 CTEs는 열적 사이클링 시 낮은 피로도를 경험하게 될 것이기 때문에 수명이 개선된 우수한 태양전지 패널을 제공하게 된다. 폴리이미드의 CTE를 실질적으로 일치시키기 위해서는 태양전지의 CTE 값의 약 $\pm 1\%$ - 5%로 할 수 있다. 예를 들어, 태양전지가 8ppm/°C를 갖는다면, 폴리이미드의 CTE는 8ppm/°C $\pm 0.08 \sim 0.4$ ppm/°C가 된다.
- [0023] 열가소성 폴리이미드는 약 3 내지 8ppm/°C의 CTE를 갖는다. 한 구현예로서, 태양전지는 약 3ppm/°C를 가지며, 열가소성 폴리이미드는 약 3ppm/°C의 CTE를 갖는다. 다른 구현예로서, 태양전지는 약 4ppm/°C의 CTE를 가지고, 열가소성 폴리이미드는 약 4ppm/°C의 CTE를 갖는다. 다른 구현예로서, 태양전지는 약 5ppm/°C의 CTE를 가지고, 열가소성 폴리이미드는 약 5ppm/°C의 CTE를 갖는다. 또 다른 구현예로서, 태양전지는 약 6ppm/°C의 CTE를 가지고, 열가소성 폴리이미드는 약 6ppm/°C의 CTE를 갖는다. 또 다른 구현예로서, 태양전지는 약 7ppm/°C의 CTE를 가지고, 열가소성 폴리이미드는 약 7ppm/°C의 CTE를 갖는다. 또 다른 구현예로서, 태양전지는 약 8ppm/°C의 CTE를 가지고, 열가소성 폴리이미드는 약 8ppm/°C의 CTE를 갖는다.
- [0024] 열가소성 폴리이미드는 환류할 수 있는 특징을 가질 수 있으며, 그 환류 온도는 약 300°C 또는 그 이상이지만, 열가소성 폴리이미드를 액화 또는 분해시키는 온도 및/또는 선택된 태양전지(일반적으로 400°C 이상)를 손상시키는 온도 이하이다. 한 구현예로서, 열가소성 폴리이미드의 환류 온도는 약 300°C와 약 375°C 또는 그 사이이다. 다른 구현예로서, 열가소성 폴리이미드의 환류 온도는 약 315°C와 350°C 또는 그 사이이다. 환류 가능한 열가소성 폴리이미드는 태양 패널 및 태양 어레이의 설계시 가요성을 허용하게 된다. 그 이유는 열가소성 폴리이미드는 변형적인 형상으로 유도될 수 있기 때문이다. 또한 균일한 또는 불균일한 두께 층을 제작할 수도 있다.
- [0025] 열가소성 폴리이미드는 절연성이 있는 것이 특징일 수 있다. 태양 패널에 적용하는데 적합한 절연성의 열가소성 폴리이미드는 유전체 강도가 약 1000V/mil 이거나 그 이상을 가질 수 있다. 한 구현예로서, 절연성의 열가소성 폴리이미드는 유전체 강도가 약 1800V/mil 이거나 그 이상일 수 있다.
- [0026] 태양전지에 한번 접합되면, 열가소성 폴리이미드는 약 1/2mil(0.0005in) 내지 약 10mil(0.01in)의 두께를 가지는 층으로 존재할 수 있다. 한 구현예로서, 열가소성 폴리이미드층의 두께는 약 1mil(0.001in) 내지 약 2mil(0.002in)일 수 있다.
- [0027] 한 구현예로서, 열가소성 폴리이미드는 알라바마(Alabama), 헌즈빌(Huntsville)의 ManTech SRS Technologies, Inc 사에서 제조한 Novastrat® 폴리이미드일 수 있다. Novastrat® 폴리이미드 제품 라인은 CTEs를 조정할 수 있는 폴리이미드를 제공한다. Novastrat® 폴리이미드는 CTEs를 흑연/에폭시, 탄소강, 구리 및 알루미늄(각각)의 CTE에 해당하는 0ppm/°C, 10ppm/°C 및 17ppm/°C 및 25ppm/°C를 포함해서 -16 ppm/°C와 53 ppm/°C 사이를 보이도록 조정할 수 있다. 열가소성 폴리이미드는 CTE와 같이 원하는 특성을 가지도록 특별히 처리한 디아민과 테트라카르복실산(디무수물로 한정하는 것은 아님) 성분의 배합물인 폴리이미드 조성물일 수 있다. 한 구현예로서, 폴리이미드 조성물은 적어도 하나의 디아민 모노머와 적어도 2개의 디무수물 모노머 타입으로 이루어지며, 상기 폴리이미드 조성물은 적어도 2개의 디무수물 성분의 몰 비율을 서로에 대해 변화시켜서 원하는 특성을 가지도록 처리된 것이다. 다른 구현예로서, 폴리이미드 조성물은 적어도 2개의 디아민 모노머 타입과 적어도 하나의 디무수물 모노머로 이루어질 수 있으며, 상기 폴리이미드 조성물은 적어도 2개의 디아민 성분의 몰 비율을 서로에 대해 변화시켜서 원하는 특성을 가지도록 처리된 것이다. 또 다른 구현예로서, 폴리이미드 조성물은 적어도 2개의 디아민 모노머 타입과 적어도 2개의 디무수물 모노머 타입으로 이루어지며, 상기 폴리이미드

조성물은 적어도 2개의 디무수물 성분의 몰 비율을 서로에 대해 변화시키거나 적어도 2개의 디무수물 성분의 몰 비율을 서로에 대해 변화시키고 그리고 적어도 2개의 디아민 성분의 몰 비율을 서로에 대해 변화시켜서 원하는 특성을 가지도록 처리된 것이다.

[0028] 디아민과 디무수물 성분은 이 기술분야에서 잘 알려진 어떤 디아민 또는 디무수물 성분일 수 있다. 한 구현예로서, 디아민 모노머는 2,2-비스[4-아미노페녹시]페닐-헥사플루오로프로판(BDAF), 또는 4,4'-디아미노벤즈아닐라이드(DABA) 또는 이들의 배합물이며, 디무수물 모노머는 4,4'-(헥사플루오로이소프로필리덴)디-프탈리칸하드라이드(6-FDA)와 3,3',4,4'-비페닐테트라카르복실산 디무수물(s-BDPA) 또는 이들의 배합물이다. 한 구현예로서, DABA(89 내지 50몰%)와 디무수물(100몰%)로서 s-BPDA로 이루어진 폴리이미드 조성물 중에서 BDAF의 몰 백분율을 증가시키면, 폴리이미드 조성물의 CTE 값(25 내지 200℃에서 측정)이 15.1 ppm/K(11몰% BDAF)에서 26.6ppm/K(50몰% BDAF)로 증가하게 된다. 다른 구현예로서, DABA(100 몰%)와 s-BPDA(89와 55몰%)로 이루어진 폴리이미드 조성물 중에서 6-FDA의 몰 백분율을 증가시키면 폴리이미드 조성물의 CTE 값(25 내지 200℃에서 측정)이 -16.5 ppm/K(11몰% 6-FDA)에서 12.3ppm/K(45몰% 6-FDA)로 증가하게 된다. 또 다른 구현예로서, DABA(67 몰%), BDAF(33몰%) 및 s-BPDA(11~33몰%)로 이루어진 폴리이미드 조성물 중에서 6-FDA의 몰 백분율을 증가시키면 폴리이미드 조성물의 CTE 값(25 내지 200℃에서 측정)이 15.6ppm/K(11몰% 6-FDA)에서 31.8ppm/K(33몰% 6-FDA)로 증가하게 된다. 또 다른 구현예로서, DABA(100과 67몰%), s-BPDA(89몰%) 및 6-FDA(89몰%)로 이루어진 폴리이미드 조성물 중에서 BDAF의 몰 백분율을 증가시키면 폴리이미드 조성물의 CTE 값(25 내지 200℃에서 측정)이 -16.5ppm/K(0몰% BDAF)에서 15.6ppm/K(33몰% 6-FDA)로 증가하게 된다.

[0029] 폴리이미드 조성물은 일반적으로 이 기술분야에서 잘 알려진 방법으로 제조할 수 있다. 예를 들면, 미국특허 제 3,179,630호와 제3,179,634호, "Polyimides-Thermally Stable Polymers", Plenum Publishing (1987), "Synthesis and Characterization of Thermosetting Polyimide Oligomers for Microelectronics Packaging, Dunson D.L., (Dissertation submitted to faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Apr.21, 2000)와 미국특허출원공개제2008/0214777호 to Poe(SRS Technologies로 양도됨)에 기재된 것을 들 수 있다.

[0030] 열가소성 폴리이미드는 그의 환류 온도로 가열되어진 벌크원일 수 있으며, 폴리이미드층을 형성하기 위해 태양 전지 위로 부어지게 된다. 선택적으로 열가소성 폴리이미드는 태양전지 위에 놓여지는 폴리이미드 시트일 수 있으며 태양전지 위에서 폴리이미드가 유동되도록 환류 온도로 가열되어진다.

[0031] '시트'는 다른 여러가지 형태일 수 있다. 예를 들면 이에 한정하는 것은 아니지만, 메시(mesh) 또는 스크림(scrim), 스트립(strips) 또는 필름 형태일 수 있으며 균일 또는 불균일한 주표면을 갖는다. 열가소성 폴리이미드 시트는 경화된 "B-단계"일 수 있다. 폴리이미드는 시트로서 취급되지만 특별한 폴리이미드의 환류온도로 가열되어지면 환류될 수 있다.

[0032] 기질(116)은 어떤 적당한 재료일 수 있으며, 항공우주, 항공 및/또는 지상의 적용분야를 위해서 개발된 재료일 수 있다. 적용분야에 따라 기질의 특성은 변화될 수 있다. 항공 우주 분야에서, 적당한 기질로는 고강성 및 경량을 제공하는 것일 수 있다. 기질(116)이 존재하고 강성을 제공할 경우, 경질의 태양 어레이는 태양전지 패널(110')과 같이 복수개의 태양전지 패널을 사용하여 형성될 수 있다. 항공 분야에서, 적당한 기질로는 항공기 또는 다른 항공 장치 또는 디바이스의 외피로 적당한 재료일 수 있다. 지상 분야에서, 적당한 기질로는 태양전지로부터 떨어져서 열을 끌어당길 수 있는 것일 수 있다. 기질은 또한 그 위에 및/또는 태양 어레이에 태양전지-폴리이미드 복합체를 설치하기 위한 경질 표면을 제공할 수 있다.

[0033] 기질(116)은 흑연, 아라미드-기본 재료, 탄소섬유 재료, 금속 또는 금속 합금 및/또는 기타 재료를 포함할 수 있으며, 이들 재료를 하나 또는 그 이상을 함유하는 복합체도 포함될 수 있다. 한 구현예로서, 태양전지 패널이 항공 우주 분야를 위한 것이면 기질은 흑연 및/또는 아라미드-기본 재료이거나 이들을 포함할 수 있다. 한 구현예로서, 태양전지 패널이 항공 분야인 경우, 기질은 흑연, 아라미드-기본, 탄소섬유 및/또는 알루미늄 금속 또는 금속합금 재료를 포함할 수 있다. 다른 구현예로서 항공분야일 경우 기질은 복합체 재료, 예를 들면 탄소섬유/에폭시 복합체 또는 세라믹 복합체이거나 이들을 포함할 수 있다. 한 구현예로서, 태양전지 패널이 지상 분야일 경우 기질은 구리 및/또는 알루미늄 금속 또는 금속 합금을 포함할 수 있다.

[0034] 다른 구현예로서, 도 4에 예시한 바와 같이, 태양전지 패널(110')은 기질(116)에 접합된 폴리이미드(114)를 포함하며, 여기서 기질(116)은 하니컴 복합체 기질일 수 있다. 하니컴 복합체 기질(116)은 페이스시트(132)와 하니컴 코어(130)를 포함할 수 있으며, 이들은 폴리이미드층(114)에서 서로 경화되거나, 적층되거나 직접적으로 접합되어 있다. 한 구현예로서, 흑연 또는 아라미드-기본 재료가 하니컴 복합체 기질(116)의 페이스시트(132)이

다. 허니컴 코아(130)는 열 저장 매체 및 보강재 구조체로서 작용을 한다. 여기서 사용하는 용어인 허니컴은 어떤 조밀하지 않은 패턴을 말한다. 바람직한 패턴은 육각형, 예를 들면 "허니컴", 형상의 셀이다. 선택적으로, 패턴은 사각형 또는 어떤 다른 기하학적인 형상일 수 있다. 코아는 알루미늄과 같이 경량이고 열전도성이 우수한 재료로 형성하는 것이 바람직하다.

[0035] 도 5 및 6도로 돌아가서, 태양전지(112)는 전통적인 상호연결방법에 의해서 적어도 하나의 다른 태양전지에 상호연결될 수 있다. 태양전지 상호연결에 추가로 또는 선택적으로, 도 5와 6에서 부호 120과 120"로 표시된 태양전지 패널은 태양전지 및/또는 태양전지 패널을 상호 연결하기 위해서 적어도 하나의 매립 하네스(122, 123)를 각각 포함할 수 있다. 태양전지 패널(120)(도 5)은 하네스(122)가 포함되어 있는 것을 제외하고는 도 2의 태양전지 패널(100)과 유사하다. 하네스(122)는 폴리이미드층(114)에 매립되어 있으며, 하네스는 태양전지(112)와 전기적으로 접촉하고 있다. 하네스(122)는 폴리이미드층(114)을 통해서 연장되어 있고 폴리이미드층(114) 또는 태양전지(112)의 반대편 패널(120)의 주표면으로부터 나와있는 제1 리드선(124)을 포함할 수 있다. 또한 다른 구현예로서, 제2 리드선(126)이 존재할 수 있으며, 폴리이미드층(114)의 가장자리에서 밖(도면에서 예시한 것에 대해 오른쪽 또는 왼쪽)으로 확장되어 있다. 다른 구현예로서, 하네스(122)는 제1 리드선과 제2 리드선(124, 126)을 모두를 포함할 수 있다. 제1 리드선(124)과 제2 리드선(126)의 각각에 대해 2개 리드선을 예시하고 있지만, 하네스가 이에 한정되는 것은 아니다. 이 기술분야의 통상의 기술자는 복수의 태양전지(112) 및/또는 태양패널(120)을 서로 연결하는데 몇 개의 리드선이 적당한지 이해할 수 있을 것이다.

[0036] 도 5의 하네스(122)는 열가소성 폴리이미드에 하네스를 매립하거나 하네스(122) 주위 및 태양전지(112) 위에 열가소성 폴리이미드를 유동시키는 것을 허용할 수 있는 형상 또는 구조를 가질 수 있다. 예를 들면, 하네스(122)는 리드선(124, 126)과 같은 리드선이 확장될 수 있는 메시 또는 스크립의 형태일 수 있다. 하네스(122)는 편평한 가요성 구리 또는 알루미늄 하네스 또는 다른 얇은 와이어 하네스 재료/합금일 수 있다. 하네스 재료는 태양전지 및/또는 열가소성 폴리이미드의 CTE 값과 실질적으로 일치하는 CTE를 갖는 것 중에서 선택하는 것이 바람직하다.

[0037] 도 6과 관련하여, 태양전지 패널(120')은 하네스(123)를 포함하지만, 기질(116)을 가지는 도 3의 태양전지 패널(100')과 유사하다. 도 5의 하네스(122)와 유사하게, 도 6에서의 하네스(123)은 폴리이미드층(114)에 매립되어 있다. 그래서 하네스(123)는 전기적으로 태양전지(112)와 접촉되어 있다. 하네스(123)는 제1 리드선(124)을 포함할 수 있으며, 태양전지(112)의 반대편에 있는 기질(116)의 주표면으로 빠져나오고 있으며, 제2 리드선(126)은 폴리이미드층(114)의 가장자리에서 밖(도면에 예시한 것에서 좌측 또는 우측 방향)으로 확장되어 있고, 제3 리드선(128)이 기질(116)의 가장자리에서 밖으로 빠져나오거나 확장되어 있다. 리드선(124, 126, 128)의 위치는 이에 한정하는 것은 아니며, 리드선(126, 128)에 대해 폴리이미드(114)의 가장자리를 따라 어느 곳이든 위치할 수 있으며, 리드선(124)에 대해서는 기질의 주표면을 따라 어느 곳이든 위치할 수 있다. 하네스(123)에 대해 제1 리드선(124), 제2 리드선(126) 및 제3 리드선을 각각 2개의 리드선을 예시하고 있지만 하네스는 이에 한정되는 것은 아니다. 이 기술분야의 통상의 기술자는 복수의 태양전지(112) 및/또는 태양전지 패널(120')을 서로 연결하는데 몇 개의 리드선이 필요한지 잘 이해할 것이다.

[0038] 하네스(122)와 유사하게, 하네스(123)는 열가소성 폴리이미드(114)에 하네스를 매립하거나 하네스(122) 주위 및 태양전지(112) 위에 열가소성 폴리이미드를 유동시키는 것이 가능한 형상 또는 구조를 가질 수 있다. 예를 들면, 하네스(123)는 리드선(124, 126)과 같은 리드선이 확장될 수 있는 메시 또는 스크립의 형태일 수 있다. 하네스(123)는 편평한 가요성의 구리 또는 알루미늄 하네스 또는 다른 얇은 와이어 하네스 재료/합금일 수 있다.

[0039] 본 발명에서, 보다 쉽게 수선하고, 비용을 줄이기 위해서, 태양전지 패널은 하나의 태양 전지 내지 열가소성 폴리이미드에 의해서 서로 접합시킨 약 20개의 태양전지를 가지는 모듈 장치로 형성할 수 있다. 한 구현예로서, 모듈 장치는 한개 내지 8개의 태양전지를 포함한다. 따라서, 모듈 장치는 8개의 태양전지, 7개의 태양전지, 6개의 태양전지, 5개의 태양전지, 4개의 태양전지, 3개의 태양전지, 2개의 태양전지 또는 하나의 태양전지를 포함한다. 100개의 태양전지를 가지는 어레이에서, 하나의 모듈 장치는 손상이 되거나 결함이 있을 경우 대체하는 것이 가능할 수 있다. 위에서 기재한 하네스는 모듈 장치를 위한 연결 가능성을 제공할 수 있으며, 또한 교체 가능성에 기여하게 된다.

[0040] 도 7과 관련하여, 다음 단계를 가지는 태양전지 패널을 구성하는 방법(200)을 설명하는 플로우 차트를 나타낸 것이다. 단계(202) - 정상 작동시 정면이 태양을 향하도록 정면과 후면을 가지는 태양전지를 제공하는 단계; 단계(204) - 열가소성 폴리이미드를 최소한 그의 환류온도로 가열하는 단계; 단계(206) - 태양전지의 후면에 상기 열가소성 폴리이미드를 유동시키는 단계; 단계(208) - 상기 열가소성 폴리이미드를 그의 환류온도 이하의 온도

로 냉각시켜서 상기 열가소성 폴리이미드를 직접 태양전지에 접합시키는 단계. 태양전지는 상기에서 기재한 바와 같은 어떤 타입의 태양전지일 수 있다.

[0041] 단계(204)는 열가소성 폴리이미드를 약 300℃ 이상의 환류 온도, 하지만 열가소성 폴리이미드를 액화 또는 분해하는 온도 및/또는 선택된 태양전지에 손상을 주는 온도 이하로 가열하는 것을 포함할 수 있다. 이와 같이 온도는 사용되는 열가소성 폴리이미드의 용융, 또는 환류온도에 따라 변할 수 있다. 예를 들면, 적당한 열가소성은 약 100℃ 내지 약 400℃ 범위의 용융점을 가질 수 있고, 가열 단계의 온도는 약 100℃ 내지 약 400℃에서 변화시킬 수 있다. 한 구현예로서, 열가소성 폴리이미드의 환류 온도는 약 300℃ 내지 약 375℃ 또는 그 사이의 온도이다. 따라서, 단계(204)는 약 300℃ 내지 약 375℃ 또는 그 사이의 온도에서 가열하는 것을 포함한다. 다른 구현예로서, 열가소성 폴리이미드의 환류온도는 약 315℃ 내지 약 350℃ 또는 그 사이의 온도를 가져야 한다. 추가로, 열가소성은 태양전지 패널이 연속적으로 처리 및/또는 사용될 수 있는 온도 이상의 환류 온도를 가져야 한다. 이 방식에서, 열가소성은 부착 이후에 환류될 수 없다.

[0042] 가열 단계(204)는 열가소성 폴리이미드에 적용된 열을 조절하기 위해서 어떤 적당한 장치 또는 메카니즘에 의해서 수행될 수 있다고 생각된다. 한 구현예로서, 가열 단계는 오븐, 마이크로웨이브 또는 기타 방사형태, 고열수조 또는 다른 장치 또는 방법에 의해서 수행되어질 수 있다. 압력의 적용은 일반적으로 방법(200)의 단계에서는 필요하지 않으며 이 단계는 대기압 하에서 수행할 수 있다. 압력을 변경 또는 제어하기를 원한다면 어떤 적당한 수단을 적용할 수 있다.

[0043] 열가소성 폴리이미드를 유동시키는 단계(206)는 어떤 잘 알려진 또는 그 이후에 개발된 메카니즘 또는 방법에 의해 수행할 수 있다. 한 구현예로서, 하나의 태양전지, 복수의 태양전지 및/또는 태양전지의 시트를 마주하는 태양전지의 후면에 있는 케스팅 테이블(선택적으로 이형체로 처리) 위에 배치할 수 있고, 환류 온도로 가열되어진 후의 열가소성 폴리이미드를 태양전지 위에 붓거나 유동시킬 수 있다. 이때 열가소성 폴리이미드를 대기 온도 중에서 냉각시킨다. 그런 후에, 태양전지 패널(들)을 케스팅 테이블로부터 제거할 수 있다. 다른 구현예로서, 하나의 태양전지, 복수개의 태양전지 및/또는 태양전지 시트를 잘 알려진 또는 그 이후에 개발된 코팅 기술을 사용하여 유동 가능한 열가소성 폴리이미드의 연속 또는 불연속 적용을 위해서 현탁 또는 이송시킬 수 있다. 유동 가능한 열가소성 폴리이미드에 태양전지를 코팅시킨 후에, 폴리이미드는 대기 온도 중에서 냉각되게 된다.

[0044] 단계(202) 내지 단계(208)를 수행한 결과로서, 도 2에 나타난 것과 유사한 단면을 가지는 태양전지 패널이 형성된다. 이들 태양전지 패널은 유연성 있는 태양 패널 어레이에 포함될 수 있다.

[0045] 경질의 어레이를 원한다면, 방법(200)은 태양전지의 후면 반대편의 열가소성 폴리이미드에 기질을 접합하는 임의 단계(210)를 포함시킬 수 있다. 단계(210)는 태양전지(단계(204) 내지 단계(206))에 열가소성 폴리이미드를 접합시킨 이후 또는 동시에 수행될 수 있다. 이후에 접합되기를 원한다면, 단계(210)는 열가소성 폴리이미드에 기질을 접합시키기 위한 열과 압력의 적용을 포함시킬 수 있다. 접합 단계(210)는 태양전지와 폴리이미드에 적용되는 열과 압력을 조절하기 위해서 여기에 한정하는 것은 아니지만 오토클레이브 또는 다른 유사한 장치를 포함하는 어떤 적당한 장치 또는 메카니즘에 의해서 수행될 수 있다고 생각된다. 한 구현예로서, 가열 단계는 오븐, 고열 수조, 마이크로웨이브 또는 다른 방사형태, 또는 다른 장치 및 방법에 의해서 수행될 수 있다. 기질을 태양전지에 동시에 접합되게 하려면, 냉각 단계(208) 이전에, 바람직하게는 유동 단계(206) 이후에 열가소성 폴리이미드 상에 기질을 배치할 수 있다.

[0046] 도 7과 관련해서, 단계(202)에 제공된 태양전지는 전기적으로 태양전지, 일반적으로 태양전지의 후면에 연결된 하네스를 포함할 수 있다. 따라서, 상기 방법은 태양전지에 하네스를 전기적으로 연결하는 단계를 포함할 수 있다. 하네스는 열가소성 폴리이미드를 그 위에 유동시키기 전에 태양전지에 전기적으로 연결시키는 것이 바람직하다. 하네스는 다른 태양전지, 태양전지 패널 또는 하네스에 연결될 수 있는 것을 특징으로 한다.

[0047] 이 방법(200)에 사용하기 위한 적당한 태양전지, 열가소성 폴리이미드, 기질 및 하네스는 상기 도 2 내지 6에서 이미 설명하였다.

[0048] 도 8과 관련하여, 다음 단계를 가지는 모듈 태양전지 어레이를 구성하는 방법(300)을 설명하는 플로우 차트를 나타낸 것이다. 단계(302) - 정상 작동시 정면이 태양을 향하도록 정면과 후면을 가지는 태양전지를 복수개 제공하는 단계; 단계(304) - 열가소성 폴리이미드를 최소한 그의 환류온도로 가열하는 단계; 단계(306) - 복수개의 태양전지의 후면에 상기 열가소성 폴리이미드를 유동시키는 단계; 단계(308) - 상기 열가소성 폴리이미드를 그의 환류온도 이하의 온도로 냉각시켜서 상기 열가소성 폴리이미드를 직접 복수개의 태양전지에 접합시키는 단

계 그리고 단계(309) - 어레이 내에서 복수개의 태양전지를 적어도 하나의 다른 태양전지에 전기적으로 연결하는 단계이다.

[0049] 제공된 태양전지는 상기에서 기재한 바와 같은 어떤 적당한 태양전지(112)일 수 있다. 한 구현예로서, 각각의 태양전지(112)는 거기에 전기적으로 연결된 하네스(120 또는 120')를 포함할 수 있다. 일반적으로 하네스(120, 120')는 태양전지(112)의 후면에 전기적으로 연결되어 있다. 따라서, 상기 방법(300)은 태양전지의 각각에 하네스를 전기적으로 연결하는 단계를 포함할 수 있다. 하네스(120, 120')는 열가소성 폴리이미드(114) 위를 이동하기 전에 태양전지(112)에 전기적으로 연결되게 하는 것이 바람직하다. 하네스는 다른 태양전지, 태양전지 패널 또는 하네스에 연결될 수 있는 특징이 있다. 한 구현예로서, 도 5-6에 나타난 바와 같이, 하네스(120, 120')는 적어도 하나의 다른 태양전지 패널(100 또는 100')에 태양전지 패널(100 또는 100')을 연결하는 확장 하네스일 수 있다. 태양전지(112)가 상호 연결되게 태양전지(112)에 대해 별개의 연결을 제공할 수 있다. 하네스(120, 120')는 항공우주, 항공 또는 지상 구조물과 같은 패널이 설치되었을 때 플랫폼으로 전원을 다시 플랫폼에 공급할 수 있다. 다른 구현예로서, 하네스(120, 120')는 태양전지(112)에 태양전지(112)의 상호연결과 패널이 설치될 때 플랫폼에 전원을 다시 공급하기 위해서 복수의 태양전지는 복수의 태양전지 패널을 상호 연결하는 상호연결 모듈을 제공할 수 있다.

[0050] 가열단계(304), 유동 단계(306) 및 냉각 단계(308)는 방법(200)에 대해 위에서 기재한 단계(204) 내지 단계(208)과 유사할 수 있다.

[0051] 도 8와 관련해서, 방법(300)은 또한 복수의 태양전지가 각각 어레이 내에서 적어도 하나의 다른 태양전지에 전기적으로 연결되는 단계(309)를 포함한다. 단계(309)는 도 5와 6에 대해서 위에서 기재한 하네스의 리드선을 다른 태양전지 패널의 하네스에 또는 다른 태양전지 또는 태양전지 패널에 직접 전기적으로 연결하는 어떤 방법을 포함할 수 있다. 한 구현예로서, 단계(309)는 다른 태양전지 또는 태양전지 패널에 리드선을 서로 납땜하는 단계를 포함할 수 있다. 다른 구현예로서, 단계(309)는 두개 또는 그 이상의 태양전지 패널의 리드선을 와이어 캡을 사용해서 함께 꼬이는 단계를 포함할 수 있다. 또 다른 구현예로서, 단계(309)는 제1 태양전지 패널의 하네스로부터의 리드선을 다른 하네스 또는 제2 태양전지 패널에 플러그 연결 단계를 포함할 수 있다.

[0052] 방법(300)은 도 7의 단계(210)와 유사한 선택적인 단계, 즉 태양전지의 반대편 표면과 같은 태양전지 다층의 폴리이미드의 표면에 기질을 접합하는 단계(310)를 포함할 수 있다. 방법(200)과 유사하게, 기질의 접합은 열가소성 폴리이미드에 태양전지의 접합 이후에 할 수 있거나 동시에 할 수 있다.

[0053] 압력의 적용은 일반적으로 방법(300)의 단계에서 필요하지 않으며, 이러한 단계는 대기 압력하에서 수행할 수 있다. 압력을 변경 또는 조절하기를 원한다면, 어떤 적당한 수단을 적용할 수 있다. 한 구현예로서, 기질은 복합체 매트릭스를 포함하며, 압력은 다음 단계(306)에서 적용함으로써 열가소성 폴리이미드가 복합체 매트릭스에 존재하는 어떤 공극으로 유동하게 된다.

[0054] 방법(300)에 사용하기 위한 적당한 태양전지, 열가소성 폴리이미드, 기질 및 하네스는 도 2 내지 6과 관련해서 위에서 설명되어 있다.

[0055] 여기서 개시한 내용은 본 발명의 특정한 구현예를 예시할 목적으로 기재한 것으로, 본 발명의 정신과 범위를 벗어남이 없이 여러 가지 형태로 개조 및 변형이 가능할 것이다. 이에 따라 여기서 개시한 내용은 첨부하는 청구범위를 제외하고는 한정하고자 하는 것은 아니다.

부호의 설명

[0056] 100, 100': 태양전지 패널

111: 정면

112: 태양전지

113: 후면

114: 폴리이미드

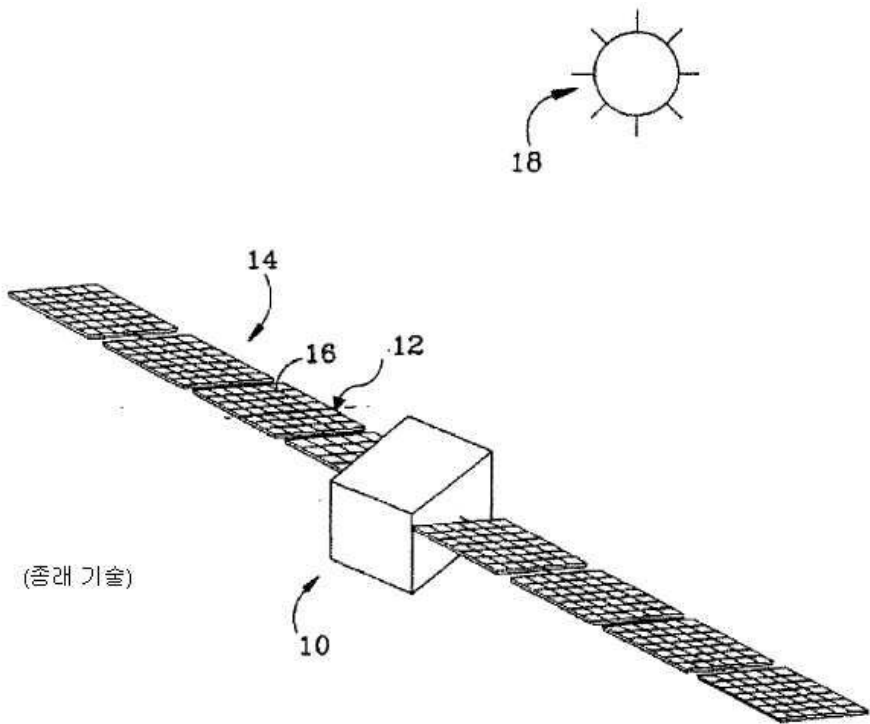
116 : 기질

120: 태양전지 상호연결,

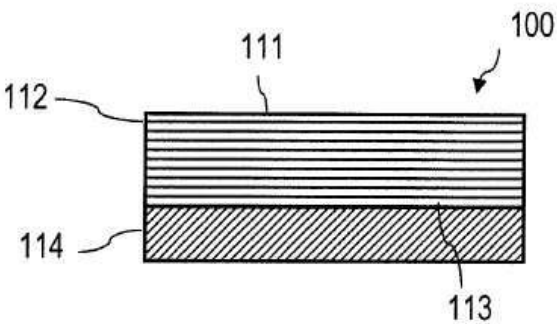
- 120': 태양전지 패널
- 122,123: 하네스
- 124,126,128: 리드선
- 130: 허니컴 코어
- 132: 페이스시트

도면

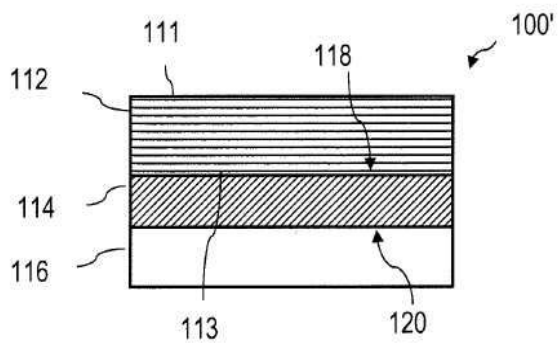
도면1



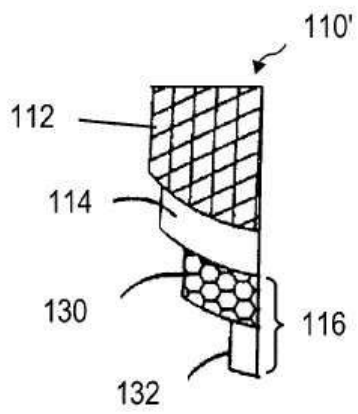
도면2



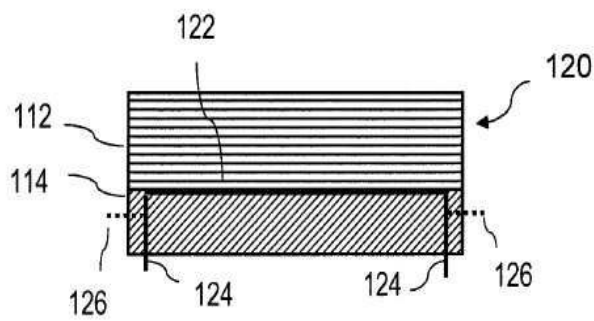
도면3



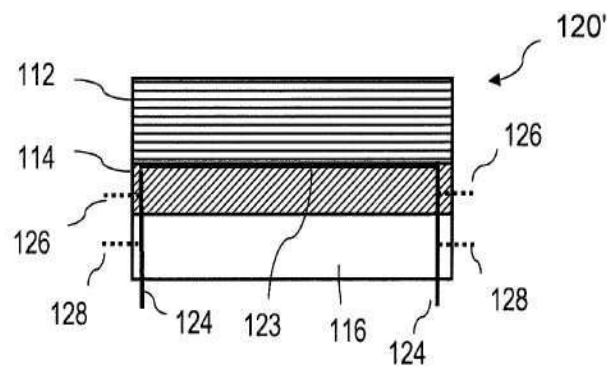
도면4



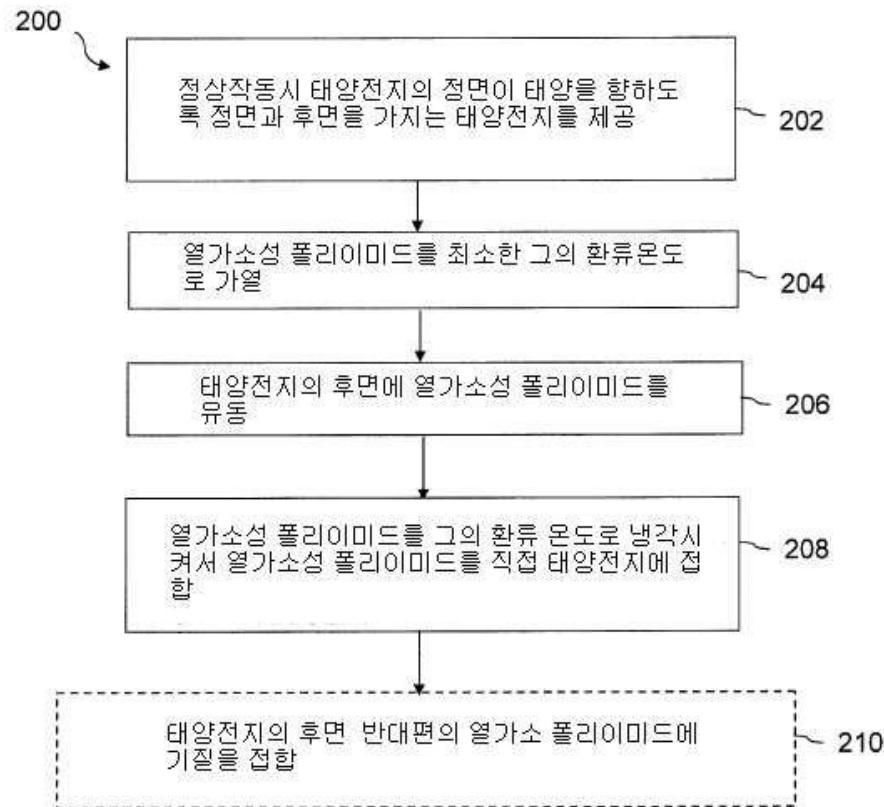
도면5



도면6



도면7



도면8

