(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0126865
(43) 공개일자 2024년08월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*C08K 5/14* (2006.01) *C08J 5/18* (2006.01)
*C08K 3/013* (2018.01) *C08K 3/04* (2006.01)
*C08K 5/00* (2006.01) *C08K 5/01* (2006.01)
*C08L 23/08* (2006.01) *C08L 91/08* (2006.01)
(52) CPC특허분류
*C08K 5/14* (2013.01)
*C08J 5/18* (2021.05)
(21) 출원번호 10-2024-7023615
(22) 출원일자(국제) 2022년12월16일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2024년07월15일
(86) 국제출원번호 PCT/US2022/081850
(87) 국제공개번호 WO 2023/115026
국제공개일자 2023년06월22일
(30) 우선권주장
63/265,635 2021년12월17일 미국(US)

(71) 출원인
**다우 글로벌 테크놀로지스 엘엘씨**
미국 미시건 (우편번호 48674) 미드랜드 에이취. 에이취. 다우 웨이 2211
(72) 발명자
**우, 샤오송**
미국 77566 텍사스, 레이크 잭슨 애브널 잭슨 파크웨이 230
**리, 광 밍**
미국 77566 텍사스, 레이크 잭슨 애브널 잭슨 파크웨이 230
**우, 가오시앙**
미국 77566 텍사스, 레이크 잭슨 애브널 잭슨 파크웨이 230
(74) 대리인
**양영준, 조윤성, 김영**

전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **가교성 올레핀/실란 혼성중합체 조성물**

## (57) 요 약

가교된 조성물을 형성하는 방법으로서, 이하의 *성분*을 포함하는 조성물을 열처리하는 단계를 포함하는 방법: a) 적어도 하나의 Si-H기를 포함한 적어도 하나의 올레핀/실란 혼성중합체, b) 적어도 하나의 퍼옥시드, c) 적어도 하나의 가교 보조제, 및 d) 충전제 및 가소제를 포함하는 첨가제 성분. 이하의 *성분*을 포함하는 조성물: a) 적어도 하나의 Si-H기를 포함한 적어도 하나의 올레핀/실란 혼성중합체, b) 적어도 하나의 퍼옥시드, c) 적어도 하나의 가교 보조제, 및 d) 충전제 및 가소제를 포함하는 첨가제 성분.

(52) CPC특허분류
***C08K 3/013*** (2018.01)
***C08K 3/04*** (2013.01)
***C08K 5/0016*** (2013.01)
***C08K 5/0025*** (2013.01)
***C08K 5/01*** (2013.01)
***C08L 23/0892*** (2013.01)
***C08L 91/08*** (2013.01)
*C08J 2323/08* (2013.01)

# *명 세 서*

## *청구범위*

### 청구항 1

가교된 조성물을 형성하는 방법으로서, 이하의 *성분*을 포함하는 조성물을 열처리하는 단계를 포함하는 방법:

a) 적어도 하나의 Si-H기를 포함한 적어도 하나의 올레핀/실란 혼성중합체,

b) 적어도 하나의 퍼옥시드,

c) 적어도 하나의 가교 보조제, 및

d) 충전제 및 가소제를 포함하는 첨가제 성분.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 에틸렌/알파-올레핀/실란 혼성중합체인, 방법.

### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 혼성중합체의 중량을 기준으로 ≥ 0.10 중량% 내지 ≤ 40 중량%의 실란을 중합 형태로 포함하는, 방법.

### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 조성물은 *성분 d에 대한 성분 a*의 중량 비율이 ≥ 1.0 내지 ≤ 3.0인, 방법.

### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 충전제는 카본 블랙이고, 상기 가소제는 파라핀 오일인, 방법.

### 청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항의 방법에 의해 형성된 가교된 조성물.

### 청구항 7

이하의 *성분*을 포함하는 조성물:

a) 적어도 하나의 Si-H기를 포함한 적어도 하나의 올레핀/실란 혼성중합체,

b) 적어도 하나의 퍼옥시드,

c) 적어도 하나의 가교 보조제,

d) 충전제 및 가소제를 포함하는 첨가제 성분.

### 청구항 8

제7항에 있어서, 상기 *성분 a*의 올레핀/실란 혼성중합체는 에틸렌/알파-올레핀/실란 혼성중합체인, 조성물.

### 청구항 9

제7항 또는 제 8항에 있어서, 상기 실란은 화학식 1로부터 선택된 실란 단량체로부터 유도되는, 조성물:

$A-(SiBC-O)_x-Si-EFH$(화학식 1),

상기 식에서, A는 알케닐기이고;

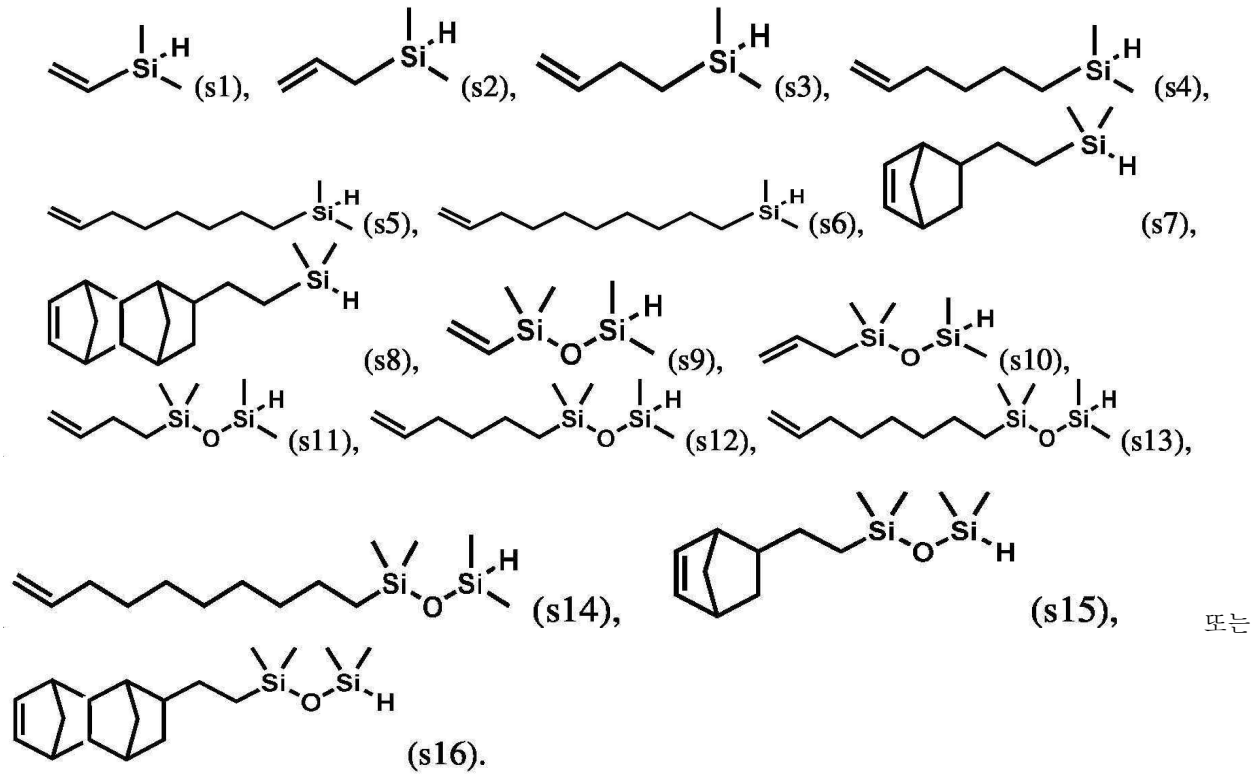
B는 하이드로카르빌기 또는 수소이고, C는 하이드로카르빌기 또는 수소이고, 여기에서 B와 C는 동일하거나 상이할 수 있고;

H는 수소이고, x ≥ 0이고;

E는 하이드로카르빌기 또는 수소이고, F는 하이드로카르빌기 또는 수소이고, 여기에서 E와 F는 동일하거나 상이할 수 있음.

**청구항 10**

제7항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 화학식 1은 하기 화합물 s1) 내지 s16)으로부터 선택되는, 조성물:




또는

**청구항 11**

제7항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 혼성중합체의 중량을 기준으로 ≥ 0.10 중량% 내지 ≤ 40 중량%의 실란을 중합 형태로 포함하는, 조성물.

**청구항 12**

제7항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서, *성분 d에 대한 성분 a*의 중량 비율은 ≥ 1.0부터이고 ≤ 3.0인, 조성물.

**청구항 13**

제7항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 충전제는 카본 블랙이고, 상기 가소제는 파라핀 오일인, 조성물.

**청구항 14**

제7항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서, 에틸렌/알파-올레핀 혼성중합체를 추가로 포함하는 조성물.

**청구항 15**

제7항 내지 제14항 중 어느 한 항의 조성물로부터 형성된 적어도 하나의 구성요소를 포함하는 물품.

## *발명의 설명*

## 기 술 분 야

[0001] 관련 출원의 참조

[0002] 본 출원은 2021년 12월 17일에 출원된 미국 임시 출원 제63/265,635호에 대한 우선권의 이익을 주장한다.

## 배 경 기 술

[0003] 퍼옥시드 개시형 가교, 작용화 및 레올로지 변형은 올레핀계 중합체 적용에 널리 사용된다. 반응 특성(예를 들어, 효율, 경화 속도, 및 반응 선택성)은 중합체 제제, 부품 공정 및 부품 성능에 크게 영향을 줄 수 있는 중요 요인이다. 예를 들어, 가교의 속도 및 효율이 개선된 올레핀계 중합체는, 고객이 부품 제조의 사이클 시간을 감소하고/하거나 제제 내의 비싼 경화 첨가제의 사용을 최소화하는 데 도움이 될 수 있다. 개선된(더욱 신속한) 가교 속도와 개선된 가교 효율(가교 정도가 더 큰)로 가교될 수 있는 올레핀계 중합체 조성물이 요구된다. 구체적으로, 높은 가교 속도 및 효율을 도모하고, 나아가 가교된 조성물 및 부품에 있어서 양호한 기계적 특성을 제공하는 새로운 올레핀계 중합체 조성물 및 이의 가교 방법이 여전히 요구된다. 이러한 요구는 하기의 본 발명에 의해 충족된다.

## 발명의 내용

[0004] 가교된 조성물을 형성하는 방법으로서, 상기 방법은 이하의 *성분*을 포함하는 조성물을 열처리하는 단계를 포함하는, 방법:

[0005] *a)* 적어도 하나의 Si-H기를 포함한 적어도 하나의 올레핀/실란 혼성중합체,

[0006] *b)* 적어도 하나의 퍼옥시드,

[0007] *c)* 적어도 하나의 가교 보조제(crosslinking coagent), 및

[0008] *d)* 충전제 및 가소제를 포함하는 첨가제 성분.

[0009] 이하의 *성분*을 포함하는 조성물:

[0010] *a)* 적어도 하나의 Si-H기를 포함한 적어도 하나의 올레핀/실란 혼성중합체,

[0011] *b)* 적어도 하나의 퍼옥시드,

[0012] *c)* 적어도 하나의 가교 보조제, 및

[0013] *d)* 충전제 및 가소제를 포함하는 첨가제 성분.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 이하의 뚜렷한 특성과 관련 이점을 제공하는 올레핀/실란 혼성중합체를 함유한 조성물이 발견되었다: a) 비용 절감과 퍼옥시드 부반응을 감소시키기 위해 퍼옥시드 로딩양의 감소를 가능하게 하는, 낮은 퍼옥시드 로딩양 하의 경화 효율 개선; b) 사이클 시간을 감소시키고, 제조 부품의 처리량을 증가시키고, 장비에 대한 가변 비용을 감소시키는, 경화 속도 개선; c) 맞춤 특성을 지닌 독특한 중합체 네트워크 미세구조의 설계를 가능하게 하는, 수소화 규소(Si-H) 작용기와의 선택적인 화학적 결합 형성; 및 d) 생성된 가교 조성물 및 부품에 대한 양호한 기계적 특성.

[0015] 이러한 조성물을 효율적으로 경화시키는 방법도 또한 발견되었다. 또한, 수소화 규소 작용기가 퍼옥시드와 쉽게 반응할 수 있기 때문에, 추가적인 경화 촉매를 필요로 하지 않으면서 충분히 가교된 혼성중합체를 형성할 수 있다는 사실이 발견되었다.

[0016] 또한, 실란 공단량체가 적게(예를 들어, ≤ 5.0 중량%) 포함된 경우에도, 종래의 가교 방법을 사용한 에틸렌계 중합체의 가교에 비해, 조성물의 가교 효율을 크게 개선시킨다는 사실도 발견되었다.

[0017] 논의된 바와 같이, 제1 양태에서, 가교된 조성물을 형성하는 방법이 제공되는데, 이는 이하의 *성분*을 포함한 조성물을 열처리하는 단계를 포함한다:

[0018] a) 적어도 하나의 Si-H기를 포함한 적어도 하나의 올레핀/실란 혼성중합체,

[0019] b) 적어도 하나의 퍼옥시드,

[0020] c) 적어도 하나의 가교 보조제, 및

[0021] d) 충전제 및 가소제를 포함하는 첨가제 성분.

[0022] 상기 방법은 본원에 기재된 둘 이상의 실시형태의 조합을 포함할 수 있다. 각각의 *성분 a, b, c 및 d*는 본원에 기재된 둘 이상의 실시형태의 조합을 포함할 수 있다.

[0023] 또한, 제2 양태에서, 이하의 *성분*을 포함한 조성물이 제공된다:

[0024] a) 적어도 하나의 Si-H기를 포함한 적어도 하나의 올레핀/실란 혼성중합체,

[0025] b) 적어도 하나의 퍼옥시드,

[0026] c) 적어도 하나의 가교 보조제, 및

[0027] d) 충전제 및 가소제를 포함하는 첨가제 성분.

[0028] 상기 조성물은 본원에 기술된 바와 같이 둘 이상의 실시형태의 조합을 포함할 수 있다. 각각의 *성분 a, b, c 및 d*는 본원에 기재된 둘 이상의 실시형태의 조합을 포함할 수 있다.

[0029] 이하의 실시형태는 달리 기술된 바가 없는 경우 제1 양태 및 제2 양태에 둘 다 적용된다.

[0030] 본원에 각각 기재된, 일 실시형태 또는 둘 이상의 실시형태의 조합에서, *성분 a*의 올레핀/실란 혼성중합체는, 에틸렌/실란 공중합체, 에틸렌/알파-올레핀/실란 혼성중합체, 또는 에틸렌알파-올레핀/실란 삼원중합체이다. 본원에 각각 기재된, 일 실시형태 또는 둘 이상의 실시형태의 조합에서, *성분 a*의 올레핀/실란 혼성중합체는, 비스-바이페닐-페녹시 금속 착물의 존재 하에서 형성된 올레핀/실란 혼성중합체이다.

[0031] 본원에 각각 기재된, 일 실시형태 또는 둘 이상의 실시형태의 조합에서, 조성물은 *성분 a*에 대해 단지 하나의 올레핀/실란 혼성중합체, 또는 단지 하나의 에틸렌/알파-올레핀/실란 혼성중합체, 또는 단지 하나의 에틸렌/알파-올레핀/실란 삼원중합체를 포함한다. 본원에 각각 기재된, 일 실시형태 또는 둘 이상의 실시형태의 조합에서, 조성물은 *성분 a*에 대해 둘 이상의 올레핀/실란 혼성중합체, 또는 둘 이상의 에틸렌/알파-올레핀/실란 혼성중합체, 또는 둘 이상의 에틸렌/알파-올레핀/실란 삼원중합체를 포함한다.

[0032] 본원에 각각 기재된, 일 실시형태 또는 둘 이상의 실시형태의 조합에서, *성분 a*의 혼성중합체는, 혼성중합체의 중량을 기준으로 ≥ 0.10 중량%, 또는 ≥ 0.20 중량%, 또는 ≥ 0.30 중량%, 또는 ≥ 0.40 중량%, 또는 ≥ 0.50 중량%, 또는 ≥ 0.60 중량%, 또는 ≥ 0.70 중량%, 또는 ≥ 0.80 중량%, 또는 ≥ 0.90 중량%, 또는 ≥ 1.0 중량%, 또는 ≥ 1.5 중량%, 또는 ≥ 2.0 중량%의 실란을 중합 형태로 포함한다. 본원에 각각 기재된, 일 실시형태, 또는 둘 이상의 실시형태의 조합에서, *성분 a*의 혼성중합체는, 혼성중합체의 중량을 기준으로 ≤ 40 중량%, 또는 ≤ 30 중량%, 또는 ≤ 20 중량%, 또는 ≤ 10 중량%, 또는 ≤ 8.0 중량%, 또는 ≤ 6.0 중량%, 또는 ≤ 5.0 중량%, 또는 ≤ 4.0 중량%의 실란을 중합 형태로 포함한다.

[0033] 본원에 각각 기재된, 일 실시형태 또는 둘 이상의 실시형태의 조합에서, *성분 a*의 혼성중합체는, 분자량 분포(MWD, 중합체의 중량 평균 분자량(Mw)과 수평균(Mn) 분자량의 비율로서 정의, Mw/Mn)가 ≥ 1.5, 또는 ≥ 1.6, 또는 ≥ 1.7, 또는 ≥ 1.8, 또는 ≥ 1.9이다. 본원에 각각 기재된, 일 실시형태 또는 둘 이상의 실시형태의 조합에서, *성분 a*의 혼성중합체는, 분자량 분포 MWD가 ≤ 5.0, 또는 ≤ 4.5, 또는 ≤ 4.0, 또는 ≤ 3.5, 또는 ≤ 3.0, 또는 ≤ 2.9, 또는 ≤ 2.8, 또는 ≤ 2.7, 또는 ≤ 2.6, 또는 ≤ 2.5, 또는 ≤ 2.4, 또는 ≤ 2.3이다.

[0034] 본원에 각각 기재된, 일 실시형태 또는 둘 이상의 실시형태의 조합에서, 실란은 화학식 1로부터 선택된 실란 단량체로부터 유도된다:

[0035] $A-(SiBC-O)_x-Si-EFH$(화학식 1),

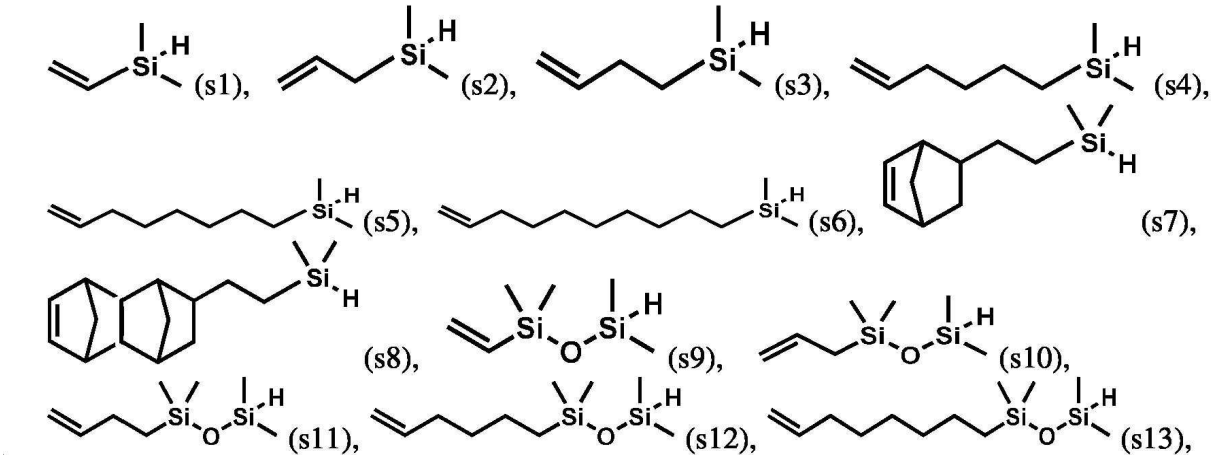
[0036] 상기 식에서, A는 알케닐기이고, B는 하이드로카르빌기 또는 수소이고, C는 하이드로카르빌기 또는 수소이고, 여기에서 B와 C는 동일하거나 상이할 수 있고;

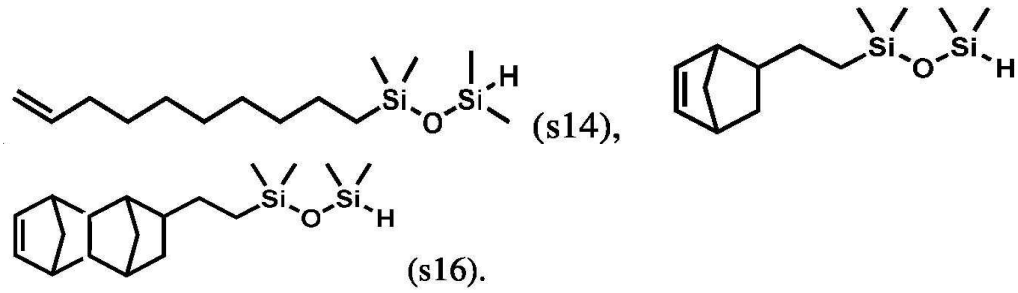
[0037] H는 수소이고, x ≥ 0이고;

[0038] E는 하이드로카르빌기 또는 수소이고, F는 하이드로카르빌기 또는 수소이고, 여기에서 E와 F는 동일하거나 상이할 수 있음.

[0039] 본원에 각각 기재된, 일 실시형태 또는 2개 이상의 실시형태의 조합에서, 화학식 1은 하기 화합물 s1) 내지

s16)에서 선택된다:

[0040] 


[0041] 

또는




[0042] 본원에 각각 기재된, 일 실시형태 또는 둘 이상의 실시형태의 조합에서, 조성물은 *성분 a*에 대한 "*성분 b*의 활성 산소 원자"의 몰 비율이 ≥ 0.5, 또는 ≥ 0.7, 또는 ≥1.0, 또는 ≥ 1.5, 또는 ≥ 2.0, 또는 ≥ 2.5, 또는 ≥ 3.0, 또는 ≥ 3.5, 또는 ≥ 4.0이다. 본원에 각각 기재된, 일 실시형태 또는 둘 이상의 실시형태의 조합에서, 조성물은 *성분 a*에 대한 "*성분 b*의 활성 산소 원자"의 몰 비율이 ≤ 30, 또는 ≤ 25, 또는 ≤ 20, 또는 ≤ 15, 또는 ≤ 12, 또는 ≤ 10, 또는 ≤ 7.5, 또는 ≤ 5.5이다.

[0043] 본원에 각각 기재된, 일 실시형태 또는 둘 이상의 실시형태의 조합에서, 조성물은 "*성분 b*의 활성 산소 원자"에 대한 *성분 c*의 몰 비율이 ≥ 0, 또는 ≥ 0.01, 또는 ≥ 0.05, 또는 ≥ 0.10, 또는 ≥ 0.15, 또는 ≥ 0.20이다. 본원에 각각 기재된, 일 실시형태 또는 둘 이상의 실시형태의 조합에서, 조성물은 "*성분 b*의 활성 산소 원자"에 대한 *성분 c*의 몰 비율이 ≤ 10.00, 또는 ≤ 7.50, 또는 ≤ 5.00, 또는 ≤ 2.50, 또는 ≤ 1.00, 또는 ≤ 0.75, 또는 ≤ 0.50이다.

[0044] 본원에 각각 기재된 일 실시형태 또는 둘 이상의 실시형태의 조합에서, 조성물은 에틸렌/알파-올레핀 혼성중합체 또는 에틸렌/알파-올레핀 공중합체를 추가로 포함한다.

[0045] 본원에 각각 기재된 일 실시형태 또는 둘 이상의 실시형태의 조합에서, 조성물은 *성분 b*에 대해 단 하나의 퍼옥시드를 포함한다. 본원에 각각 기재된 일 실시형태 또는 둘 이상의 실시형태의 조합에서, 조성물은 *성분 b*에 대해 둘 이상의 퍼옥시드를 포함한다. 본원에 각각 기재된 일 실시형태 또는 둘 이상의 실시형태의 조합에서, 조성물은 *성분 c*에 대해 둘 이상의 가교 보조제를 포함한다.

[0046] 본원에 각각 기재된 일 실시형태 또는 둘 이상의 실시형태의 조합에서, 조성물은 ≥ 120℃, 또는 ≥ 130℃, 또는 ≥ 140℃, 또는 ≥ 150℃의 온도에서 열처리된다. 본원에 각각 기재된 일 실시형태 또는 둘 이상의 실시형태의 조합에서, 조성물은 ≤ 200℃, 또는 ≤ 195℃, 또는 ≤ 190℃, 또는 ≤ 185℃, 또는 ≤ 180℃의 온도에서 열처리된다.

[0047] 또한, 본원에 기재된 본 발명의 방법에 의해 형성되거나, 본원에 기재된 본 발명의 조성물로부터 형성된 가교된 조성물이 제공된다.

[0048] 또한, 각각 본원에 기재된, 임의의 한 실시형태 또는 둘 이상의 실시형태의 조합의 조성물로부터 형성된 적어도 하나의 구성요소를 포함하는 물품이 제공된다. 본원에 각각 기재된 일 실시형태 또는 둘 이상의 실시형태의 조합에서, 물품은 필름이다. 본원에 각각 기재된 일 실시형태 또는 둘 이상의 실시형태의 조합에서, 물품은 태양

전지 모듈, 봉지재 필름, 케이블, 신발 구성요소, 자동차 부품, 창문 틀, 타이어, 웨더스트립(weatherstrip), 튜브, 벨트, 호스, 또는 지붕성형 멤브레인이다.

[0049] **실란 단량체**

[0050] 본원에 사용된 실란 단량체는 적어도 하나의 Si-H기를 포함한다. 일 실시형태에서, 실란 단량체는 상기 논의된 화학식 1로부터 선택된다.

[0051] 실란 단량체의 일부 예는 헥세닐실란, 알릴실란, 비닐실란, 옥테닐실란, 헥세닐디메틸실란, 옥테닐디메틸실란, 비닐디메틸실란, 비닐디에틸실란, 비닐디(n-부틸)실란, 비닐메틸옥타데실실란, 비닐디페닐실란, 비닐디벤질실란, 알릴디메틸실란, 알릴디에틸실란, 알릴디(n-부틸)실란, 알릴메틸옥타데실실란, 알릴디페닐실란, 비스헥세닐실란, 및 알릴디벤질실란을 포함한다. 상기 알케닐실란의 혼합물이 또한 사용될 수 있다.

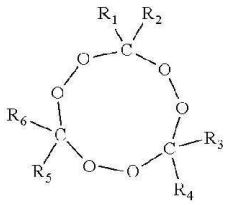
[0052] 실란 단량체의 더욱 구체적인 예는 이하의 것을 포함한다: (5-헥세닐-디메틸실란(HDMS), 7-옥테닐디메틸실란(ODMS), 알릴디메틸실란(ADMS), 3-부테닐디메틸실란, 1-(부트-3-엔-1-일)-1,1,3,3-테트라메틸디록산(BuMMH), 1-(헥스-5-엔-1-일)-1,1,3,3-테트라메틸디실록산(HexMMH), (2-비사이클로[2.2.1]헵트-5-엔-2-일)에틸)-디메틸실란(NorDMS) 및 1-(2-비사이클로[2.2.1]헵트-5-엔-2-일)에틸)-1,1,3,3-테트라메틸디실록산(NorMMH). 상기 알케닐실란의 혼합물이 또한 사용될 수 있다.

[0053] 퍼옥시드

[0054] 상기 기재된 조성물은 퍼옥시드를 포함한다. 본원에 사용된 퍼옥시드는 적어도 하나의 산소-산소 결합(O-O)을 함유한다. 퍼옥시드는 각각 동일하거나 상이한 알킬, 아릴, 알카릴 및 아랄킬 모이어티를 갖는 디알킬, 디아릴, 디알카릴 및 디아랄킬 퍼옥시드, 및 각각 동일한 알킬, 아릴, 알카릴 및 아랄킬 모이어티를 갖는 디알킬, 디아릴, 디알카릴 및 디아랄킬 퍼옥시드를 포함하나, 이에 제한되지 않는다.

[0055] 예시적인 유기 퍼옥시드에는 디큐밀 퍼옥시드("DCP"), tert-부틸 퍼옥시벤조에이트, 디-tert-아밀퍼옥시드("DTAP"), 비스(t-부틸-퍼옥시 이소프로필) 벤젠("BIPB"), 이소프로필큐밀 t-부틸 퍼옥시드, t-부틸큐밀퍼옥시드, 디-t-부틸 퍼옥시드; 2,5-비스(t-부틸퍼옥시)-2,5-디메틸헥산, 2,5-비스(t-부틸퍼옥시)-2,5-디메틸헥신-3, 1,1-비스(t-부틸퍼옥시)3,3,5-트리메틸사이클로헥산, 이소프로필큐밀 큐밀퍼옥시드, 부틸 4,4-디(tert-부틸퍼옥시)발레레이트, 디(이소프로필큐밀) 퍼옥시드, 1,1-디-(tert-부틸퍼옥시)사이클로헥산 ("Luperox 331"), 1,1-디-(tert-아밀퍼옥시)사이클로헥산 ("Luperox 531"); tert-부틸퍼옥시아세테이트 ("TBPA"), tert-아밀 퍼옥시아세테이트 ("TAPA"), 2,5-디메틸-2,5-디(tert-부틸퍼옥시)헥산 ("Luperox 101"), tert-부틸퍼옥시-2-에틸헥실카르보네이트 ("TBEC"), 및 이 둘 이상의 혼합물이 포함된다.

[0056] 하나 이상의 실시형태에서, 퍼옥시드는 환형 퍼옥시드일 수 있다. 환형 퍼옥시드의 예는 이하의 화학식 2로 나타나는데:

[0057]  (화학식 2),

[0058] 상기 식에서, R1-R6은 각각 독립적으로 수소 또는 불활성-치환 또는 비치환 C1-C20 알킬, C3-C20 사이클로알킬, C6-C20 아릴, C7-C20 아랄킬 또는 C7-C20 알카릴이다. R1-R6에 포함된 대표적인 불활성-치환기는, 하이드록실, C1-C20 알콕시, 선형 또는 분지형 C1-C20 알킬, C6-C20 아릴옥시, 할로겐, 에스테르, 카르복실, 니트릴 및 아미도이다. 하나 이상의 실시형태에서, R1R6은 각각 독립적으로 예를 들어 C1-C10 알킬 또는 C1-C4 알킬을 포함하는 저급 알킬이다.

[0059] 다수의 환형 퍼옥시드, 예컨대 3,6,9-트리에틸-3,6,9-트리메틸-1,4,7-트리퍼록소난은 예를 들어 상표명 TRIGONOX하에 시판되고 있다. 환형 퍼옥시드의 예는 그중에서도 아세톤, 메틸아밀 케톤, 메틸헵틸 케톤, 메틸헥실 케톤, 메틸프로필 케톤, 메틸부틸 케톤, 디에틸 케톤, 메틸에틸 케톤, 메틸옥틸 케톤, 메틸노닐 케톤, 메틸데실 케톤, 메틸운데실 케톤 및 이의 조합으로부터 유도된 것을 포함한다. 환형 퍼옥시드는 단독으로 또는 서로 조합하여 사용될 수 있다. 퍼옥시드는 액체, 고체 또는 페이스트일 수 있다.

[0060] **가교 보조제**

[0061] 본원에 사용된 "가교 보조제"는, 예를 들어 반응성 부위의 고농도화에 도움을 주고/주거나, 유해성 라디칼 부반응의 기회를 감소시키는 데 도움을 줌으로써 가교를 촉진시키는 화합물이다. 가교 보조제에는 트리알릴 시아누레이트(TAC), 트리알릴 포스페이트(TAP), 트리알릴 이소시아누레이트(TAIC), 1,3,5,7-테트라비닐-1,3,5,7-테트라메틸사이클로테트라실록산(비닐 D4), 2,4,6-트리메틸-2,4,6-트리비닐-1,3,5,2,4,6-트리옥사트리실리난(비닐 D3), 2,4,6,8,10-펜타메틸-2,4,6,8,10-펜타비닐-1,3,5,7,9,2,4,6,8,10-펜타옥사펜타실레칸(비닐 D5), 디펜타에리스리톨펜타-아크릴레이트 및 트리메틸올프로판 트리아크릴레이트, 트리알릴 트리멜리테이트, N,N,N′ ,N′ ,N″ ,N″ -헥사알릴-1,3,5-트리아진-2,4,6-트리아민, 트리알릴 오르토포르메이트, 펜타에리트리톨 트리알릴 에테르, 트리알릴 시트레이트; 트리알릴 아코니테이트, 트리메틸올프로판 트리아크릴레이트, 트리메틸올프로판 트리메틸아크릴레이트, 에톡실화 비스페놀 A 디메타크릴레이트, 1,6-헥산디올 디아크릴레이트, 펜타에리트리톨 테트라아크릴레이트, 디펜타에리트리톨 펜타아크릴레이트, 트리스(2-하이드록시에틸) 이소시아누레이트 트리아크릴레이트, 프로폭실화 글리세릴 트리아크릴레이트, 50 중량% 이상의 1,2-비닐 함량을 갖는 폴리부타디엔, 트리비닐 사이클로헥산, 특정 디카르보닐 종, 예를 들어, 1,3-디아세틸벤젠(DAB), 및 이 임의의 둘 이상의 혼합물이 포함되나, 이로 제한되지 않는다.

[0062] **첨가제**

[0063] 본 발명의 조성물은 추가의 첨가제를 포함할 수 있다. 첨가제에는, 비제한적으로, UV 안정화제, 항산화제, 충전제, 스코치 지연제(scorch retardant), 점착부여제, 왁스, 상용화제, 접착 촉진제, 가소제(예를 들어, 오일), 블로킹제(blocking agent), 블로킹 방지제, 정전기 방지제, 이형제, 부착 방지 첨가제(anti-cling additive), 착색제, 염료, 안료 및 이의 조합이 포함된다.

[0064] **정의**

[0065] 달리 명시되지 않는 한, 문맥상 암시적이거나 당업계에서 관례적인 경우를 제외하고는, 모든 부 및 백분율은 중량 기준이며, 모든 시험 방법은 본 개시내용의 출원일 현재 최신의 것이다.

[0066] 본원에 사용된 용어 "조성물"은 조성물뿐만 아니라 조성물의 물질로부터 형성된 반응 생성물 및 분해 생성물을 포함하는 물질의 혼합물을 포함한다. 임의의 반응 생성물 또는 분해 생성물은 전형적으로 미량 또는 잔류량으로 존재한다.

[0067] 본원에 사용된 용어 "중합체"는 동일하거나, 상이한 유형의 단량체를 중합시킴으로써 제조된 중합체성 화합물을 지칭한다. 따라서, 일반 용어 중합체는 용어 단독중합체(미량의 불순물이 중합체 구조에 혼입될 수 있다는 점을 포함하여 단지 하나의 유형의 단량체로부터 제조된 중합체를 지칭하는 데 이용됨) 및 이하에 정의된 바와 같은 용어 혼성중합체를 포함한다. 촉매 잔류물과 같은 미량의 불순물이 중합체 내로 및/또는 중합체 내에 혼입될 수 있다. 전형적으로, 중합체는 매우 적은 양("ppm" 양)의 하나 이상의 안정화제로 안정화된다.

[0068] 본원에서 사용되는 용어 "혼성중합체"는 적어도 2개의 상이한 유형의 단량체의 중합에 의해 제조된 중합체를 지칭한다. 따라서, 용어 혼성중합체는 용어 공중합체(2개의 상이한 유형의 단량체로부터 제조된 중합체를 지칭하는 데 이용됨) 및 2개 초과의 상이한 유형의 단량체로부터 제조된 중합체를 포함한다.

[0069] 본원에 사용된 용어 "올레핀계 중합체"는, (중합체의 중량을 기준으로) 적어도 50 중량% 또는 대부분의 중량%의 올레핀(예를 들어, 에틸렌 또는 프로필렌)을 포함하고, 선택적으로 하나 이상의 공단량체를 중합 형태로 포함할 수 있는 중합체를 지칭한다.

[0070] 본원에 사용된 용어 "프로필렌계 중합체"는, 중합된 형태로, (중합체의 중량을 기준으로) 적어도 50 중량% 또는 대부분의 중량%의 프로필렌을 포함하고, 선택적으로 하나 이상의 공단량체를 포함할 수 있는 중합체를 지칭한다.

[0071] 본원에 사용된 용어 "에틸렌계 중합체"는, 중합된 형태로, (중합체의 중량을 기준으로) 적어도 50 중량% 또는 대부분의 중량%의 에틸렌을 포함하고, 선택적으로 하나 이상의 공단량체를 포함할 수 있는 중합체를 지칭한다.

[0072] 본원에 사용된 용어 "에틸렌/알파-올레핀 혼성중합체"는, 중합된 형태로, (혼성중합체의 중량을 기준으로) 적어도 50 중량% 또는 대부분의 중량%의 에틸렌, 및 알파-올레핀을 포함하는 랜덤 혼성중합체를 지칭한다.

[0073] 본원에 사용된 용어 "에틸렌/알파-올레핀 공중합체"는, 중합된 형태로, (공중합체의 중량을 기준으로) 적어도 50 중량% 또는 대부분의 중량%의 에틸렌, 및 알파-올레핀을 단지 2가지 단량체 유형으로서 포함하는 랜덤 공중

합체를 지칭한다.

[0074] 본원에 사용된 "올레핀/실란 혼성중합체"라는 용어는, 중합된 형태로, (혼성중합체의 중량을 기준으로) 적어도 50 중량% 또는 대부분의 중량%의 올레핀과, 실란 단량체를 포함하는 랜덤 혼성중합체를 나타낸다. 본원에 사용된 혼성중합체는 적어도 하나의 Si-H기를 포함하고, "적어도 하나의 Si-H기"라는 어구는 "Si-H"기의 한 유형을 지칭한다. 당업계에서는 혼성중합체가 이러한 기를 다수 함유할 것으로 이해된다. 올레핀/실란 혼성중합체는 적어도 올레핀과 실란 단량체의 공중합(예를 들어, 비스-바이페닐-페녹시 금속 착물을 사용함)에 의해 형성된다. 실란 단량체의 예는 상기 기재된 화학식 1에 나타나 있다.

[0075] 본원에 사용된 "에틸렌/실란 혼성중합체"라는 용어는, 중합된 형태로, (혼성중합체의 중량을 기준으로) 적어도 50 중량% 또는 대부분의 중량%의 에틸렌과, 실란 단량체를 포함하는 랜덤 혼성중합체를 나타낸다. 본원에 사용된 혼성중합체는 적어도 하나의 Si-H기를 포함하고, "적어도 하나의 Si-H기"라는 어구는 상기 논의된 바와 같다. 에틸렌/실란 혼성중합체는 적어도 에틸렌과 실란 단량체의 공중합에 의해 형성된다.

[0076] 본원에 사용된 "에틸렌/알파-올레핀/실란 혼성중합체"라는 용어는, 중합된 형태로, (혼성중합체의 중량을 기준으로) 적어도 50 중량% 또는 대부분의 중량%의 에틸렌, 알파-올레핀 및 실란 단량체를 포함하는 랜덤 혼성중합체를 나타낸다. 본원에 사용된 이러한 혼성중합체는 상기 논의된 바와 같이 적어도 하나의 Si-H기를 포함한다. 에틸렌/실란 혼성중합체는 적어도 에틸렌, 알파-올레핀 및 실란 단량체의 공중합에 의해 형성된다.

[0077] 본원에 사용된 "에틸렌/알파-올레핀/실란 삼원중합체"라는 용어는, 중합된 형태로, (삼원중합체의 중량을 기준으로) 적어도 50 중량% 또는 대부분의 중량%의 에틸렌, 알파-올레핀 및 실란 단량체를, 단지 3가지 단량체 유형으로 포함하는 랜덤 삼원중합체를 나타낸다. 본원에 사용된 이러한 삼원중합체는, 상기 논의된 바와 같이 적어도 하나의 Si-H기를 포함한다. 에틸렌/실란 삼원중합체는 에틸렌, 알파-올레핀 및 실란 단량체의 공중합에 의해 형성된다.

[0078] 중합체(또는 혼성중합체 또는 삼원중합체 또는 공중합체)와 관련하여 본원에 사용되는 어구 "대부분의 중량 퍼센트"는 중합체 내에 최고량으로 존재하는 단량체의 양을 지칭한다.

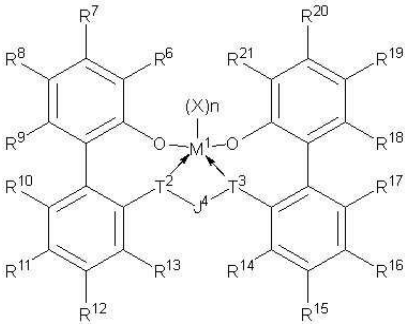
[0079] 본원에 사용된 "탄화수소기", "하이드로카르빌기"라는 용어와 유사 용어는, 탄소 원자와 수소 원자만 함유하는 화학기를 나타낸다.

[0080] 본원에 사용된 "가교된 조성물"이라는 용어는, 중합체 사슬 사이의 화학 결합 형성으로 인해 네트워크 구조를 갖는 조성물을 지칭한다. 이러한 네트워크 구조의 형성 정도는, 본원에서 논의되는 바와 같이 "MH-ML" 값의 증가에 의해 나타난다.

[0081] 본원에 사용된 "열처리하는(thermally treat)", "열처리(thermal treatment)"라는 용어 및 유사 용어는, 올레핀/실란 혼성중합체를 포함한 조성물에 대한 것일 때 조성물에 열을 가하는 것을 지칭한다. 전기적 수단(예를 들어, 열 코일) 및/또는 방사능 및/또는 고온의 오일 및/또는 기계적 전단에 의해 열을 가할 수 있다. 열적 처리가 발생하는 온도는 조성물의 온도(예를 들어, 조성물의 용융 온도)를 지칭함을 유의한다.

[0082] 본원에 사용된 "비스-바이페닐-페녹시 금속 착물"이라는 용어는 국제 공개 WO2012/027448에 개시된 것과 같은 착물을 지칭한다. 이러한 착물의 예에는 하기 실험 섹션에 나타낸 바와 같이 "PE CAT 1" 및 "PE CAT 2"가 포함되나, 이로 제한되지 않는다. 구체적으로, 본원에 사용된 "비스-바이페닐-페녹시 금속 착물"이라는 용어는 하나 이상, 바람직하게는 두 개의 바이페닐-페녹시리간드에 결합되고/되거나 배위된 금속 또는 금속 이온을 포함하는 화학 구조를 지칭한다. 일 실시형태에서, 상기 화학 구조는 각각의 바이페닐-페녹시 리간드의 산소 원자를 통해 두 개의 바이페닐-페녹시 리간드에 결합된 금속을 포함한다. 금속 착물은 전형적으로 하나 이상의 공촉매를 사용하여 촉매 활성화된다.

[0083] 예를 들어, 하기 화학식 D1를 참조한다.

[0084]  (화학식 D1),

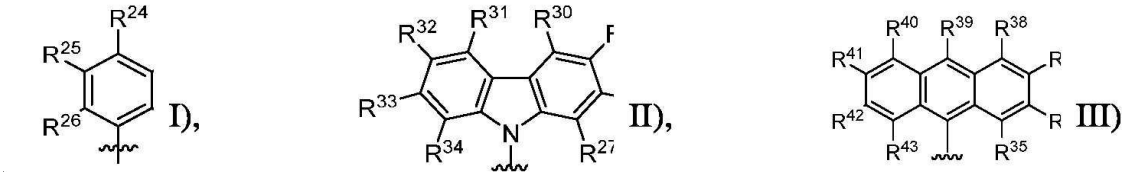
[0085] 상기 식에서, M1은 지르코늄(Zr) 또는 하프늄(Hf) 또는 티타늄(Ti)으로부터 선택되는 금속이고, 나아가 Zr 또는 Hf이고; 상기 금속은 +2, +3, 또는 +4의 형식적 산화 상태이고;

[0086] 각각의 X는 독립적으로 치환 또는 비치환된 (C1-C30)하이드로-카르빌, 치환 또는 비치환된 (C1-C30)헤테로하이드로카르빌, 및 -H로부터 선택되며; 각각의 X는 독립적으로 한자리 리간드 또는 두자리 리간드이고;

[0087] n은 0, 1 또는 2이고, 선택적으로 n이 1일 때, X는 두자리 리간드일 수 있고;

[0088] -T2- 및 -T3-은 각각 독립적으로 -O-, -S-, -N(RN)-, 및 -P(RP)-로부터 선택되고;

[0089] R6 및 R21은 각각 독립적으로 -H, 치환 또는 비치환된 (C1-C40)하이드로카르빌, 치환 또는 비치환된 (C1-C40)헤테로하이드로카르빌, $-Si(RC)_3$, $-Ge(RC)_3$, $-P(RP)_2$, $-N(RN)_2$, -ORC, -SRC, $-NO_2$, -CN, $-CF_3$, RCS(O)-, $RCS(O)_2$-, $(RC)_2C=N$-, RCC(O)O-, RCOC(O)-, RCC(O)N(R)-, $(RC)_2NC(O)$-, 할로겐, 하기 화학식 (I)을 갖는 라디칼, 하기 화학식 (II)을 갖는 라디칼, 하기 화학식 (III)을 갖는 라디칼로부터 선택되고:

[0090] 

[0091] R22-26, R27-34, 및 R35-43 각각은 독립적으로 치환 또는 비치환된 (C1-C40)하이드로카르빌, 치환 또는 비치환된 (C1C40)헤테로-하이드로카르빌, $-Si(RC)_3$, $-Ge(RC)_3$, $-P(RP)_2$, $-N(RN)_2$, -N=CHRC, -ORC, -SRC, -NO2, -CN, $-CF_3$, RCS(O)-, $RCS(O)_2$-, $(RC)_2C=N$-, RCC(O)O-, RCOC(O)-, RCC(O)N(RN)-, $(RC)_2NC(O)$-, 할로겐, 및 -H로부터 선택되고;

[0092] 각각의 R7-R20은 독립적으로 치환 또는 비치환된 (C1-C40)하이드로카르빌, 치환 또는 비치환된 (C1-C40)헤테로하이드로카르빌, $-Si(RC)_3$, $-Ge(RC)_3$, $-P(RP)_2$, $-N(RN)_2$, -N=CHRC, -ORC, -SRC, $-NO_2$, -CN, $-CF_3$, RCS(O)-, $RCS(O)_2$-, $(RC)_2C=N$-, RCC(O)O-, RCOC(O)-, RCC(O)N(RN)-, (RC)2NC(O)-, 할로겐, 및 -H로부터 선택되고;

[0093] J4는 치환 또는 비치환된 (C1-C40)하이드로카르빌렌 또는 치환 또는 비치환된 (C1-C40)헤테로하이드로카르빌렌이고, 치환 또는 비치환된 (C1-C40)하이드로카르빌렌은 (J4가 결합된) 화학식 D1에서 기 T2 및 기 T3을 연결하는 1-탄소 원자 내지 10-탄소 원자 링커 골격(linker backbone)을 포함하는 부분을 갖거나; 치환 또는 비치환된 (C1-C40)헤테로하이드로카르빌렌은 화학식 D1에서 기 T2 및 기 T3을 연결하는 1-원자 내지 10-원자 링커 골격을 포함하는 부분을 갖고; 1-원자 내지 10-원자 링커 골격의 1 내지 10개의 원자 각각은 독립적으로 헤테로원자기의 탄소 원자 또는 헤테로원자이고, 각각의 헤테로원자기는 독립적으로 O, S, S(O), $S(O)_2$, $Si(RC)_2$, $Ge(RC)_2$, P(RC), 또는 N(RC)이고, 각각의 RC는 독립적으로 치환 또는 비치환된 (C1-C30)하이드로카르빌 또는 치환 또는 비치환된 (C1-C30)헤테로하이드로카르빌이고;

[0094] 각각의 RP, RN, 및 화학식 D1에서 나머지 RC는 독립적으로 치환 또는 비치환된 (C1-C30)하이드로카르빌, 치환 또는 비치환된 (C1-C30)-헤테로하이드로-카르빌, 또는 -H이고; 금속 착물은 전체적으로 전하-중성이다.

[0095] 본원에서 사용된 용어 "비율"과 관련하여, 값 X는 X:1(또는 X 대 1)로 이해된다. 예를 들어, 적어도 2.0인의 비율은 2.0:1.0 (또는 2.0 대 1.0)으로 이해된다.

[0096] 본원에 사용된 "알케닐기"라는 용어는, 적어도 하나의 탄소-탄소 이중 결합(C=C)을 함유하는 유기 화학기를 지칭한다. 바람직한 실시형태에서, 알케닐기는 적어도 하나의 탄소-탄소 이중 결합을 함유하거나, 단지 하나의 탄소-탄소 이중 결합을 함유하는 탄화수소기의 예이다.

[0097] 본원에 사용된 "활성 산소 원자(active oxygen atom)"라는 용어는, 유기 퍼옥시드 내의 2개의 공유 결합된 산소 원자 중 하나로서 존재하는 산소 원자를 지칭한다. 예를 들어, 단일-작용성 퍼옥시드는 2개의 활성 산소 원자를 갖는다. 유기 퍼옥시드 내에서 다른 산소 원자에 공유적으로 결합하지 않는 산소 원자는, 활성 산소 원자로 간주되지 않는다. 본원에 사용된 "단일-작용성 퍼옥시드(mono-functional peroxide)"는, (예를 들어, R-O-O-R 구조를 갖는) 한 쌍의 공유 결합된 산소 원자를 갖는 퍼옥시드를 나타낸다. 본원에 사용된 "이중-작용성 퍼옥시드(di-functional peroxide)"는, (예를 들어, R-O-O-R-O-O-R 구조를 갖는) 두 쌍의 공유 결합된 퍼옥시드를 나타낸다. 일 실시형태에서, 유기 퍼옥시드는 단일-작용성 퍼옥시드이다.

[0098] 중합체에 대한 활성 산소 원자의 몰 비율은 하기 수식에 따라 계산된다. 중합체의 몰은 중합체의 Mn을 기준으로 계산된다.

$$\frac{(\textit{퍼옥시드의 몰})(\textit{퍼옥시드당 활성 산소 원자의 개수})}{(\textit{중합체의 몰})}$$

[0099]

[0100] 용어 "포함하는(comprising)", "포함하는(including)", "갖는(having)", 및 이의 파생어는, 구체적으로 개시되었는지 여부와 상관없이, 임의의 추가적인 성분, 단계, 또는 절차의 존재를 배제하도록 의도되지 않는다. 의심의 여지를 피하기 위해, 용어 "포함하는"의 사용을 통해 청구된 모든 조성물은, 달리 명시되지 않는 한, 중합체성인지의 여부에 관계없이, 임의의 추가적인 첨가제, 보조제, 또는 화합물을 포함할 수 있다. 반대로, "~를 본질적으로 이루어지는(consisting essentially of)"이라는 용어는, 작용가능성(operability)에 본질적이지 않은 것을 제외하고, 어떠한 후속 설명, 어떠한 다른 성분, 단계 또는 과정의 범주를 배제한다. 용어 "~로 이루어진"은 구체적으로 서술되거나, 열거되지 않은 임의의 성분, 단계, 또는 절차를 배제한다.

[0101] **일부 방법 및 조성물의 목록**

[0102] A] 가교된 조성물을 형성하는 방법으로서, 상기 방법은 이하의 *성분*을 포함하는 조성물을 열처리하는 단계를 포함하는, 방법:

[0103] a) 적어도 하나의 (유형의) Si-H기를 포함한 적어도 하나의 올레핀/실란 혼성중합체,

[0104] b) 적어도 하나의 퍼옥시드,

[0105] c) 적어도 하나의 가교 보조제, 및

[0106] d) 충전제 및 가소제를 포함하는 첨가제 성분.

[0107] B] 상기 A]에 있어서, *성분 a*의 올레핀/실란 혼성중합체는 에틸렌/알파-올레핀/실란 혼성중합체, 또는 에틸렌/알파-올레핀/실란 삼원중합체인, 방법.

[0108] C] 상기 B]에 있어서, 상기 에틸렌/알파-올레핀/실란 혼성중합체 또는 삼원중합체의 알파-올레핀은, C3-C20 알파-올레핀, 또는 C3-C10 알파-올레핀, 또는 C3-C8 알파-올레핀, 또는 프로필렌, 1-부텐, 1-헥센 또는 1-옥텐 중 하나, 또는 프로필렌, 1-부텐, 또는 1-옥텐 중 하나, 또는 1-부텐 또는 1-옥텐 중 하나, 또는 1-옥텐인, 방법.

[0109] D] 상기 A] 내지 상기 C] (A] 내지 C]) 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 중합 형태로 혼성중합체의 중량을 기준으로 ≥ 0.10 중량%, 또는 ≥ 0.20 중량%, 또는 ≥ 0.30 중량%, 또는 ≥ 0.40 중량%, 또는 ≥ 0.50 중량%, 또는 ≥ 0.60 중량%, 또는 ≥ 0.70 중량%, 또는 ≥ 0.80 중량%, 또는 ≥ 0.90 중량%, 또는 ≥ 1.0 중량%, 또는 ≥ 1.5 중량%, 또는 ≥ 2.0 중량%의 실란을 포함하는, 방법.

[0110] E] 상기 A] 내지 D] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 중합 형태로 혼성중합체의 중량을 기준으로 ≤ 40 중량%, 또는 ≤ 30 중량%, 또는 ≤ 20 중량%, 또는 ≤ 10 중량%, 또는 ≤ 8.0 중량%, 또는 ≤ 6.0 중량%, 또는 ≤ 4.0 중량%의 실란을 포함하는, 방법.

[0111] F] 상기 A] 내지 E] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 중합 형태로 혼성중합체의 중량을 기준으로 ≤ 5.0 중량%, 또는 ≤ 4.5 중량%, 또는 ≤ 4.0 중량%, 또는 ≤ 3.8 중량%, 또는 ≤ 3.6 중량%, 또는

≤ 3.4 중량%, 또는 ≤ 3.2 중량%, 또는 ≤ 3.0 중량%의 실란을 포함하는, 방법.

[0112] G] 상기 A] 내지 F] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 분자량 분포(MWD = Mw/Mn)가 ≥ 1.5, 또는 ≥ 1.6, 또는 ≥ 1.7, 또는 ≥ 1.8, 또는 ≥ 1.9인, 방법.

[0113] H] 상기 A] 내지 G] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 분자량 분포 MWD가 ≤ 5.0, 또는 ≤ 4.5, 또는 ≤ 4.0, 또는 ≤ 3.5, 또는 ≤ 3.0, 또는 ≤ 2.9, 또는 ≤ 2.8, 또는 ≤ 2.7, 또는 ≤ 2.6, 또는 ≤ 2.5, 또는 ≤ 2.4, 또는 ≤ 2.3인, 방법.

[0114] I] 상기 A] 내지 H] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 수 평균 분자량(Mn)이 ≥ 10,000 g/mol, 또는 ≥ 12,000 g/mol, 또는 ≥ 14,000 g/mol, 또는 ≥ 16,000 g/mol, 또는 ≥ 18,000 g/mol, 또는 ≥ 20,000 g/mol, 또는 ≥ 22,000 g/mol, 또는 ≥ 24,000 g/mol, 또는 ≥ 26,000 g/mol, 또는 ≥ 28,000 g/mol, 또는 ≥ 30,000 g/mol, 또는 ≥ 32,000 g/mol, 또는 ≥ 40,000 g/mol인, 방법.

[0115] J] 상기 A] 내지 I] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 수 평균 분자량(Mn)이 ≤ 100,000 g/mol, 또는 ≤ 95,000 g/mol, 또는 ≤ 90,000 g/mol, 또는 ≤ 85,000 g/mol, 또는 ≤ 80,000 g/mol, 또는 ≤ 75,000 g/mol, 또는 ≤ 70,000 g/mol, 또는 ≤ 68,000 g/mol, 또는 ≤ 66,000 g/mol, 또는 ≤ 64,000 g/mol, 또는 ≤ 62,000 g/mol, 또는 ≤ 60,000 g/mol인, 방법.

[0116] K] 상기 A] 내지 J] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 중량 평균 분자량(Mw)이 ≥ 20,000 g/mol, 또는 ≥ 25,000 g/mol, 또는 ≥ 30,000 g/mol, 또는 ≥ 35,000 g/mol, 또는 ≥ 40,000 g/mol, 또는 ≥ 45,000 g/mol, 또는 ≥ 50,000 g/mol, 또는 ≥ 52,000 g/mol, 또는 ≥ 54,000 g/mol, 또는 ≥ 56,000 g/mol, 또는 ≥ 58,000 g/mol, 또는 ≥ 60,000 g/mol, 또는 ≥ 62,000 g/mol, 또는 ≥ 70,000 g/mol, 또는 ≥ 80,000 g/mol, 또는 ≥ 90,000 g/mol인, 방법.

[0117] L] 상기 A] 내지 K] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 중량 평균 분자량(Mw)이 ≤ 300,000 g/mol, 또는 ≤ 250,000 g/mol, 또는 ≤ 200,000 g/mol, 또는 ≤ 190,000 g/mol, 또는 ≤ 180,000 g/mol, 또는 ≤ 170,000 g/mol, 또는 ≤ 160,000 g/mol, 또는 ≤ 150,000 g/mol, 또는 ≤ 148,000 g/mol, 또는 ≤ 146,000 g/mol, 또는 ≤ 144,000 g/mol, 또는 ≤ 142,000 g/mol, 또는 ≤ 140,000 g/mol, 또는 ≤ 138,000 g/mol, 또는 ≤ 120,000 g/mol인, 방법.

[0118] M] 상기 A] 내지 L] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 밀도가 ≥ 0.855 g/cc, 또는 ≥ 0.856 g/cc, 또는 ≥ 0.857 g/cc, 또는 ≥ 0.858 g/cc, 또는 ≥ 0.859 g/cc, 또는 ≥ 0.860 g/cc, 또는 ≥ 0.861 g/cc, 또는 ≥ 0.862 g/cc, 또는 ≥ 0.863 g/cc, 또는 ≥ 0.864 g/cc, 또는 ≥ 0.865 g/cc, 또는 ≥ 0.866 g/cc, 또는 ≥ 0.867 g/cc(1 cc = 1 $cm^3$)인, 방법.

[0119] N] 상기 A] 내지 M] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 밀도가 ≤ 0.950 g/cc, 또는 ≤ 0.920 g/cc, 또는 ≤ 0.900 g/cc, 또는 ≤ 0.890 g/cc, 또는 ≤ 0.888 g/cc, 또는 ≤ 0.886 g/cc, 또는 ≤ 0.884 g/cc, 또는 ≤ 0.882 g/cc, 또는 ≤ 0.880 g/cc, 또는 ≤ 0.878 g/cc, 또는 ≤ 0.876 g/cc, 또는 ≤ 0.874 g/cc인, 방법.

[0120] O] 상기 A] 내지 N] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 용융 지수(I2)가 ≥ 0.5 dg/분, 또는 ≥ 1.0 dg/분, 또는 ≥ 2.0 dg/분, 또는 ≥ 5.0 dg/분, 또는 ≥ 10 dg/분인, 방법.

[0121] P] 상기 A] 내지 O] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 용융 지수(I2)가 ≤ 1,000 dg/분, 또는 ≤ 500 dg/분, 또는 ≤ 250 dg/분, 또는 ≤ 100 dg/분, 또는 ≤ 50 dg/분, 또는 ≤ 20 dg/분 또는 ≤ 15 dg/분, 또는 ≤ 10 dg/분인, 방법.

[0122] Q] 상기 A] 내지 P] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 I10/I2 비율이 ≥ 6.0, 또는 ≥ 7.0, 또는 ≥ 8.0, 또는 ≥ 9.0, 또는 ≥ 10인, 방법.

[0123] R] 상기 A] 내지 Q] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 I10/I2 비율이 ≤ 30, 또는 ≤ 25, 또는 ≤ 20, 또는 ≤ 15, 또는 ≤ 12인, 방법.

[0124] S] 상기 A] 내지 상기 R] 중 어느 하나에 있어서, 상기 실란은 상기 기재된 화학식 1로부터 선택된 실란 단량체로부터 유도되는, 방법.

[0125] T] 상기 S]에 있어서, 화학식 1에서, x는 0 내지 10, 또는 0 내지 8, 또는 0 내지 6, 또는 0 내지 4, 또는 0

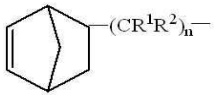
내지 2, 또는 0 또는 1, 또는 0인, 방법.

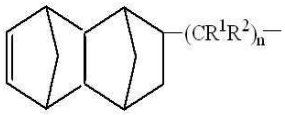
[0126] U] 상기 S] 또는 상기 T]에 있어서, 화학식 1에서, A는 C2-C50 알케닐기, 또는 C2-C40 알케닐기, 또는 C2-C30 알케닐기, 또는 C2-C20 알케닐기인, 방법.

[0127] V] 상기 S] 내지 상기 U] 중 어느 하나에 있어서, 화학식 1에서, A는 이하의 구조 i) 내지 iv)로부터 선택되는, 방법:

[0128] i) $R^1R^2C=CR^3-$, 상기 식에서 $R^1$, $R^2$는 각각 독립적으로 수소 또는 알킬기이고, $R^3$은 수소이고, 여기에서 $R^1$과 $R^2$는 동일하거나 상이할 수 있음;

[0129] ii) $R^1R^2C=CR^3-(CR^4R^5)_n-$, 상기 식에서 $R^1$, $R^2$, $R^4$, $R^5$는 각각 독립적으로 수소 또는 알킬기이고, $R^3$은 수소이고, 여기에서 $R^1$, $R^2$, $R^4$, $R^5$ 중 둘 이상은 동일하거나 상이할 수 있고, n은 1 내지 10, 또는 1 내지 8, 또는 1 내지 6, 또는 1 내지 4, 또는 1 내지 2, 또는 1임;

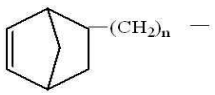
[0130] iii) , 상기 식에서 $R^1$ 및 $R^2$는 각각 독립적으로 수소 또는 알킬기이고, 여기에서 $R^1$, 및 $R^2$는 동일하거나 상이할 수 있고, n은 1 내지 10, 또는 1 내지 8, 또는 1 내지 6, 또는 1 내지 4, 또는 1 내지 2, 또는 1임; 또는

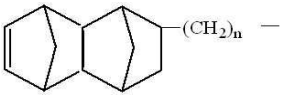
[0131] iv) , 상기 식에서 $R^1$ 및 $R^2$는 각각 독립적으로 수소 또는 알킬기이고, 여기에서 $R^1$, 및 $R^2$는 동일하거나 상이할 수 있고, n은 1 내지 10, 또는 1 내지 8, 또는 1 내지 6, 또는 1 내지 4, 또는 1 내지 2, 또는 1임.

[0132] W] 상기 S] 내지 상기 V] 중 어느 하나에 있어서, 화학식 1에서, A는 이하의 구조 i) 내지 iv)로부터 선택되는, 방법:

[0133] i) $H_2C=CH-$;

[0134] ii) $H_2C=CH-(CH_2)_n-$, 상기 식에서 n은 1 내지 10, 또는 1 내지 8, 또는 1 내지 6, 또는 1 내지 4, 또는 1 내지 2, 또는 1임;

[0135] iii) , 상기 식에서 n은 1 내지 10, 또는 1 내지 8, 또는 1 내지 6, 또는 1 내지 4, 또는 1 내지 2, 또는 1임; 또는

[0136] iv) , 상기 식에서 n은 1 내지 10, 또는 1 내지 8, 또는 1 내지 6, 또는 1 내지 4, 또는 1 내지 2, 또는 1임.

[0137] X] 상기 S] 내지 상기 W] 중 어느 하나에 있어서, 화학식 1에서, B는 알킬, 또는 C1-C5 알킬, 또는 C1-C4 알킬, 또는 C1-C3 알킬, 또는 C1-C2 알킬, 또는 메틸인, 방법.

[0138] Y] 상기 S] 내지 X] 중 어느 하나에 있어서, 화학식 1에서, C는 알킬, 또는 C1-C5 알킬, 또는 C1-C4 알킬, 또는 C1-C3 알킬, 또는 C1-C2 알킬, 또는 메틸인, 방법.

[0139] Z] 상기 S] 내지 상기 Y] 중 어느 하나에 있어서, 화학식 1에서, E는 알킬, 또는 C1-C5 알킬, 또는 C1-C4 알킬, 또는 C1-C3 알킬, 또는 C1-C2 알킬, 또는 메틸인, 방법.

[0140] A2] 상기 S] 내지 상기 Z] 중 어느 하나에 있어서, 화학식 1에서, F는 알킬, 또는 C1-C5 알킬, 또는 C1-C4 알킬, 또는 C1-C3 알킬, 또는 C1-C2 알킬, 또는 메틸인, 방법.

[0141] B2] 상기 S] 내지 상기 A2] 중 어느 하나에 있어서, 화학식 1은 상기 기재된 화합물 s1) 내지 s16)으로부터 선택되는, 방법.

[0142] C2] 상기 S] 내지 상기 B2] 중 어느 하나에 있어서, 화학식 1은 상기 기재된 구조 s1) 내지 s8)으로부터 선택되는, 방법.

[0143] D2] 상기 S] 내지 상기 B2] 중 어느 하나에 있어서, 화학식 1은 상기 기재된 구조 s9) 내지 s16)으로부터 선택되는, 방법.

[0144] E2] 상기 A] 내지 상기 D2] 중 어느 하나에 있어서, 상기 실란은 이하의 화합물: (5-헥세닐-디메틸실란(HDMS), 7-옥테닐디메틸실란(ODMS), 알릴디메틸실란, 3-부테닐디메틸-실란, 1-(부트-3-엔-1-일)-1,1,3,3-테트라메틸-디실록산(BuMMH), 1-(헥스-5-엔-1-일)-1,1,3,3-테트라메틸디실록산(HexMMH), (2-비사이클로-[2.2.1]헵트-5-엔-2-일)에틸)디메틸-실란(NorDMS), 1-(2-비사이클로[2.2.1]헵트-5-엔-2-일)에틸)-1,1,3,3-테트라메틸디실록산(NorMMH), 및 이의 임의의 조합으로부터 선택된 실란 단량체로부터 유도되는, 방법.

[0145] F2] 상기 A] 내지 상기 E2] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 *성분 b에 대한 성분 a*의 중량 비율이 ≥ 10, 또는 ≥ 15, 또는 ≥ 20, 또는 ≥ 22인, 방법.

[0146] G2] 상기 A] 내지 상기 F2] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 *성분 b에 대한 성분 a*의 중량 비율이 ≤ 100, 또는 ≤ 90, 또는 ≤ 80, 또는 ≤ 70, 또는 ≤ 60, 또는 ≤ 50, 또는 ≤ 40, 또는 ≤ 30, 또는 ≤ 25인, 방법.

[0147] H2] 상기 A] 내지 상기 G2] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 조성물의 중량을 기준으로 ≥ 10 중량%, 또는 ≥ 15 중량%, 또는 ≥ 20 중량%, 또는 ≥ 25 중량%, 또는 ≥ 30 중량%, 또는 ≥ 32 중량%의 *성분 d*를 포함하는, 방법.

[0148] I2] 상기 H2]에 있어서, 상기 조성물은 조성물의 중량을 기준으로 ≤ 50 중량%, 또는 ≤ 45 중량%, 또는 ≤ 40 중량%, 또는 ≤ 35 중량%의 *성분 d*를 포함하는, 방법.

[0149] J2] 상기 H2] 내지 상기 I2]에 있어서, 상기 성분 d는 가소제에 대한 충전제의 중량 비율이 ≥ 0.5, 또는 ≥ 1.0, 또는 ≥ 1.5, 또는 ≥ 2.0 내지 ≤ 0.5, 또는 ≤ 1.0, 또는 ≤ 1.5, 또는 ≤ 2.0인, 방법.

[0150] K2] 상기 A] 내지 J2] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 *성분 d에 대한 성분 a*의 중량 비율이 ≥ 1.0, 또는 ≥ 1.5, 또는 ≥ 2.0, 또는 ≥ 2.5, 또는 ≥ 3.0인, 방법.

[0151] L2] 상기 A] 내지 상기 K2] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 *성분 d에 대한 성분 a*의 중량 비율이 ≤ 5.0, 또는 ≤ 4.5, 또는 ≤ 4.0, 또는 ≤ 3.5, 또는 ≤ 3.0, 또는 ≤ 2.5, 또는 ≤ 2.0인, 방법.

[0152] M2] 상기 H2] 내지 상기 L2] 중 어느 하나에 있어서, *성분 a*의 올레핀/실란 혼성중합체는, 비스-바이페닐-페녹시 금속 착물의 존재 하에서 형성된 올레핀/실란 혼성중합체인, 방법.

[0153] N2] 상기 H2] 내지 상기 M2] 중 어느 하나에 있어서, 상기 충전제는 카본 블랙이고, 상기 가소제는 파라핀 오일인, 방법.

[0154] O2] 상기 A] 내지 상기 N2] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 조성물의 중량을 기준으로 ≥ 20.0 중량%, 또는 ≥ 30.0 중량%, 또는 ≥ 40.0 중량%, 또는 ≥ 45.0 중량%, 또는 ≥ 50.0 중량%, 또는 ≥ 55.0 중량%, 또는 ≥ 60.0 중량%, 또는 ≥ 65.0 중량%, 또는 ≥ 70.0 중량%, 또는 ≥ 75.0 중량%, 또는 ≥ 80.0 중량%, 또는 ≥ 85.0 중량%, 또는 ≥ 90.0 중량%의 *성분 a*를 포함하는, 방법.

[0155] P2] 상기 A] 내지 상기 O2] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 조성물의 중량을 기준으로 ≤ 90.0 중량%, 또는 ≤ 85.0 중량%, 또는 ≤ 80.0 중량%, 또는 ≤ 75.0 중량%, 또는 ≤ 70.0 중량%의 *성분 a*를 포함하는, 방법.

[0156] Q2] 상기 A] 내지 상기 P2] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 조성물의 중량을 기준으로 ≥ 0.50 중량%, 또는 ≥ 1.0 중량%, 또는 ≥ 1.5 중량%, 또는 ≥ 2.0 중량%, 또는 ≥ 2.5 중량%, 또는 ≥ 2.8 중량%, 또는 ≥ 3.0 중량%의 *성분 b*를 포함하는, 방법.

[0157] R2] 상기 A] 내지 상기 Q2] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 조성물의 중량을 기준으로 ≤ 5.0 중량%, 또는 ≤ 4.5, 또는 ≤ 4.0 중량%, 또는 ≤ 3.5 중량%, 또는 ≤ 3.0 중량%의 *성분 b*를 포함하는, 방법.

[0158] S2] 상기 A] 내지 상기 R2] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 조성물의 중량을 기준으로 ≥ 0.10 중량%, 또는 ≥ 0.20 중량%, 또는 ≥ 0.30 중량%, 또는 ≥ 0.40 중량%, 또는 ≥ 0.50 중량%, 또는 ≥ 0.60 중량%, 또는 ≥ 0.65 중량%, 또는 ≥ 0.70 중량%의 *성분 c*를 포함하는, 방법.

[0159] T2] 상기 A] 내지 상기 S2] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 조성물의 중량을 기준으로 ≤ 5.00 중량%, 또는 ≤ 3.00 중량%, 또는 ≤ 2.50 중량%, 또는 ≤ 2.00 중량%, 또는 ≤ 1.50 중량%, 또는 ≤ 1.00 중량%, 또는 ≤ 0.90 중량%, 또는 ≤ 0.80 중량%, 또는 ≤ 0.75 중량%, 또는 ≤ 0.70 중량%, 또는 ≤ 0.65 중량%의 *성분 c*를 포함하는, 방법.

[0160] U2] 상기 A] 내지 상기 T2] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 상기 조성물의 중량을 기준으로 ≥ 20.0 중량%, 또는 ≥ 30.0 중량%, 또는 ≥ 40.0 중량%, 또는 ≥ 45.0 중량%, 또는 ≥ 50.0 중량%, 또는 ≥ 55.0 중량%, 또는 ≥ 60.0 중량%, 또는 ≥ 65.0 중량%, 또는 ≥ 70.0 중량%의 *성분 a 및 b*의 합을 포함하는, 방법.

[0161] V2] 상기 A] 내지 상기 U2] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 조성물의 중량을 기준으로 ≤ 90.0 중량%, 또는 ≤ 85.0 중량%, 또는 ≤ 80.0 중량%, 또는 ≤ 75.0 중량%, 또는 ≤ 70.0 중량%의 *성분 a와 b*의 합을 포함하는, 방법.

[0162] W2] 상기 A] 내지 상기 V2] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 조성물의 중량을 기준으로 ≥ 20.0 중량%, 또는 ≥ 30.0 중량%, 또는 ≥ 40.0 중량%, 또는 ≥ 45.0 중량%, 또는 ≥ 50.0 중량%, 또는 ≥ 55.0 중량%, 또는 ≥ 60.0 중량%, 또는 ≥ 65.0 중량%, 또는 ≥ 70.0 중량%의 *성분 a, b, 및 c*의 합을 포함하는, 방법.

[0163] X2] 상기 A] 내지 상기 W2] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 조성물의 중량을 기준으로 ≤ 90.0 중량%, 또는 ≤ 85.0 중량%, 또는 ≤ 80.0 중량%, 또는 ≤ 75.0 중량%, 또는 ≤ 70.0 중량%의 *성분 a, b 및 c*의 합을 포함하는, 방법.

[0164] Y2] 상기 A] 내지 상기 X2] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 ≥ 120℃, 또는 ≥ 125℃, 또는 ≥ 130℃, 또는 ≥ 135℃, 또는 ≥ 140℃, 또는 ≥ 145℃, 또는 ≥ 150℃의 온도에서 열처리되는, 방법.

[0165] Z2] 상기 A] 내지 상기 Y2] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 ≤ 200℃, 또는 ≤ 195℃, 또는 ≤ 190℃, 또는 ≤ 185℃, 또는 ≤ 180℃의 온도에서 열처리되는, 방법.

[0166] A3] 상기 A] 내지 상기 Z2] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 180℃의 온도에서 30분 동안 열처리된 후 "MH-ML" 값이 ≥ 3.0, 또는 ≥ 3.5, 또는 ≥ 4.0, 또는 ≥ 4.5, 또는 ≥ 5.0, 또는 ≥ 5.5, 또는 ≥ 6.0, 또는 ≥ 6.5, 또는 ≥ 7.0, 또는 ≥ 7.5, 또는 ≥ 8.0, 또는 ≥ 8.5, 또는 ≥ 9.0인, 방법. 단위 = dN*m. MH 값 및 ML 값은 본원에 기재된 MDR에 의해 결정된다.

[0167] B3] 상기 A] 내지 상기 A3] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 180℃의 온도에서 30분 동안 열처리된 후 "MH-ML" 값이 ≤ 50.0, 또는 ≤ 45.0, 또는 ≤ 40.0, 또는 ≤ 35.0, 또는 ≤ 30.0, 또는 ≤ 25.0, 또는 ≤ 20.0, 또는 ≤ 15.0, 또는 ≤ 10.0, 또는 ≤ 9.5, 또는 ≤ 9.0인, 방법.

[0168] 단위 = dN*m.

[0169] C3] 상기 A] 내지 상기 B3] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 180℃의 온도에서 30분 동안 열처리된 후 [(MH-ML)/T90] 값이 ≥ 0.60 dN*m/분, 또는 ≥ 0.70 dN*m/분, 또는 ≥ 0.80 dN*m/분, 또는 ≥ 0.90 dN*m/분, ≥ 1.00 dN*m/분, 또는 ≥ 1.50 dN*m/분, 또는 ≥ 1.80 dN*m/분, 또는 ≥ 1.90 dN*m/분, 또는 ≥ 2.00 dN*m/분, 또는 ≥ 3.00 dN*m/분인, 방법. 상기 MH 값, ML 값 및 T90 값은 본원에 기재된 MDR에 의해 결정된다.

[0170] D3] 상기 A] 내지 상기 C3] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 180℃의 온도에서 30분 동안 열처리된 후 [(MH-ML)/T90] 값이 ≤ 20 dN*m/분, 또는 ≤ 15 dN*m/분, 또는 ≤ 10 dN*m/분, 또는 ≤ 5.0 dN*m/분, 또는 ≤ 3.0 dN*m/분, 또는 ≤ 2.0 dN*m/분인, 방법.

[0171] E3] 상기 A] 내지 상기 D3] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 하나 이상의 특성, 예컨대 단량체(들)의 유형 및/또는 양, 밀도, 용융 지수(I2), Mn, Mw, MWD, 또는 이의 임의의 조합과, 하나 이상의 추가적인 특성, 예컨대 단량체(들)의 유형 및/또는 양, Mn, Mw, MWD, 또는 이의 임의의 조합에서 *성분 a*의 혼성중합체와 상이한 열가소성 중합체를 추가로 포함하는, 방법.

[0172] F3] 상기 A] 내지 상기 E3] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 에틸렌/알파-올레핀 혼성중합체, 또는 에틸

렌/알파-올레핀 공중합체를 추가로 포함하는, 방법.

[0173] G3] 상기 F3]에 있어서, 상기 에틸렌/알파-올레핀 혼성중합체 또는 공중합체의 알파-올레핀은, C3-C20 알파-올레핀, 또는 C3-C10 알파-올레핀, 또는 C3-C8 알파-올레핀, 또는 프로필렌, 1-부텐, 1-헥센 또는 1-옥텐 중 하나, 또는 프로필렌, 1-부텐, 또는 1-옥텐 중 하나, 또는 1-부텐 또는 1-옥텐 중 하나, 또는 1-옥텐인, 방법.

[0174] H3] 상기 A] 내지 상기 G3] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 올레핀/실란 혼성중합체는 용융 온도($T_m$)가 ≥ 0℃, 또는 ≥ 5℃, 또는 ≥ 10℃, 또는 ≥ 15℃, 또는 ≥ 20℃, 또는 ≥ 25℃, 또는 ≥ 30℃, 또는 ≥ 35℃인, 방법.

[0175] I3] 상기 A] 내지 상기 H3] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 올레핀/실란 혼성중합체는 용융 온도($T_m$)가 ≤ 100℃, 또는 ≤ 90℃, 또는 ≤ 85℃, 또는 ≤ 80℃, 또는 ≤ 75℃, 또는 ≤ 70℃, 또는 ≤ 65℃인, 방법.

[0176] J3] 상기 A] 내지 상기 I3] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 조성물의 중량을 기준으로 ≥ 70.0 중량%, 또는 ≥ 75.0 중량%, 또는 ≥ 80.0 중량%, 또는 ≥ 85.0 중량%, 또는 ≥ 90.0 중량%, 또는 ≥ 95.0 중량%, 또는 ≥ 97.0 중량%, 또는 ≥ 99.0 중량%, 또는 ≥ 99.5 중량%, 또는 ≥ 99.9 중량%의 *성분 a, b, c 및 d*의 합을 포함하는, 방법.

[0177] K3] 상기 A] 내지 상기 J3] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 조성물의 중량을 기준으로 ≤ 100 ppm, 또는 ≤ 50 ppm, 또는 ≤ 20 ppm, 또는 ≤ 10 ppm, 또는 ≤ 5.0 ppm의 루이스 산(예를 들어, 술폰산)을 포함하는, 방법.

[0178] L3] 상기 A] 내지 상기 K3] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 루이스 산을 포함하지 않는, 방법.

[0179] M3] 상기 A] 내지 상기 L3] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 조성물의 중량을 기준으로 ≤ 100 ppm, 또는 ≤ 50 ppm, 또는 ≤ 20 ppm, 또는 ≤ 10 ppm, 또는 ≤ 5.0 ppm의 루이스 염기를 포함하는, 방법.

[0180] N3] 상기 A] 내지 상기 M3] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 루이스 염기를 포함하지 않는, 방법.

[0181] O3] 상기 A] 내지 상기 N3] 중 어느 하나의 방법에 의해 형성된, 가교된 조성물.

[0182] P3] 상기 O3]의 조성물로부터 형성된 적어도 하나의 구성요소를 포함하는, 물품.

[0183] Q3] 상기 P3]에 있어서, 필름인, 물품.

[0184] R3] 상기 P3]에 있어서, 상기 물품은 태양 전지 모듈, 케이블, 신발 구성요소, 자동차 부품, 창문 틀, 웨더스트립, 타이어, 튜브, 벨트, 호스, 또는 지붕성형 멤브레인인, 물품.

[0185] S3] 이하의 *성분*을 포함하는 조성물:

[0186] a) 적어도 하나의 (유형의) Si-H기를 포함한 적어도 하나의 올레핀/실란 혼성중합체,

[0187] b) 적어도 하나의 퍼옥시드,

[0188] c) 적어도 하나의 가교 보조제, 및

[0189] d) 충전제 및 가소제를 포함하는 첨가제 성분.

[0190] T3] 상기 S3]에 있어서, 상기 *성분 a*의 올레핀/실란 혼성중합체는 에틸렌/알파-올레핀/실란 혼성중합체 또는 에틸렌/알파-올레핀/실란 삼원중합체인, 조성물.

[0191] U3] 상기 T3]에 있어서, 상기 올레핀/실란 혼성중합체 또는 삼원중합체의 알파-올레핀은, C3-C20 알파-올레핀, 또는 C3-C10 알파-올레핀, 또는 C3-C8 알파-올레핀, 또는 프로필렌, 1-부텐, 1-헥센 또는 1-옥텐 중 하나, 또는 프로필렌, 1-부텐, 또는 1-옥텐 중 하나, 또는 1-부텐 또는 1-옥텐 중 하나, 또는 1-옥텐인, 조성물.

[0192] V3] 상기 S3] 내지 상기 U3] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 중합 형태로, 혼성중합체의 중량을 기준으로 ≥ 0.10 중량%, 또는 ≥ 0.20 중량%, 또는 ≥ 0.30 중량%, 또는 ≥ 0.40 중량%, 또는 ≥ 0.50 중량%, 또는 ≥ 0.60 중량%, 또는 ≥ 0.70 중량%, 또는 ≥ 0.80 중량%, 또는 ≥ 0.90 중량%, 또는 ≥ 1.0 중량%, 또는 ≥ 1.5 중량%, 또는 ≥ 2.0 중량%의 실란을 포함하는, 조성물.

[0193] W3] 상기 S3] 내지 상기 V3] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 중합 형태로 혼성중합체의 중량을 기준으로 ≤ 40 중량%, 또는 ≤ 30 중량%, 또는 ≤ 20 중량%, 또는 ≤ 10 중량%, 또는 ≤ 8.0 중량%, 또는

≤ 6.0 중량%, 또는 ≤ 4.0 중량%의 실란을 포함하는, 조성물.

[0194] X3] 상기 S3] 내지 상기 W3] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 중합 형태로 혼성중합체의 중량을 기준으로 ≤ 5.0 중량%, 또는 ≤ 4.5 중량%, 또는 ≤ 4.0 중량%, 또는 ≤ 3.8 중량%, 또는 ≤ 3.6 중량%, 또는 ≤ 3.4 중량%, 또는 ≤ 3.2 중량%, 또는 ≤ 3.0 중량%의 실란을 포함하는, 조성물.

[0195] Y3] 상기 S3] 내지 상기 X3] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 분자량 분포(MWD = Mw/Mn)가 ≥ 1.5, 또는 ≥ 1.6, 또는 ≥ 1.7, 또는 ≥ 1.8, 또는 ≥ 1.9인, 조성물.

[0196] Z3] 상기 S3] 내지 상기 Y3] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 분자량 분포 MWD가 ≤ 5.0, 또는 ≤ 4.5, 또는 ≤ 4.0, 또는 ≤ 3.5, 또는 ≤ 3.0, 또는 ≤ 2.9, 또는 ≤ 2.8, 또는 ≤ 2.7, 또는 ≤ 2.6, 또는 ≤ 2.5, 또는 ≤ 2.4, 또는 ≤ 2.3인, 조성물.

[0197] A4] 상기 S3] 내지 상기 Z3] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 수 평균 분자량(Mn)이 ≥ 10,000 g/mol, 또는 ≥ 12,000 g/mol, 또는 ≥ 14,000 g/mol, 또는 ≥ 16,000 g/mol, 또는 ≥ 18,000 g/mol, 또는 ≥ 20,000 g/mol, 또는 ≥ 22,000 g/mol, 또는 ≥ 24,000 g/mol, 또는 ≥ 26,000 g/mol, 또는 ≥ 28,000 g/mol, 또는 ≥ 30,000 g/mol, 또는 ≥ 32,000 g/mol, 또는 ≥ 40,000 g/mol인, 조성물.

[0198] B4] 상기 S3] 내지 상기 A4] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 수 평균 분자량(Mn)이 ≤ 100,000 g/mol, 또는 ≤ 95,000 g/mol, 또는 ≤ 90,000 g/mol, 또는 ≤ 85,000 g/mol, 또는 ≤ 80,000 g/mol, 또는 ≤ 75,000 g/mol, 또는 ≤ 70,000 g/mol, 또는 ≤ 68,000 g/mol, 또는 ≤ 66,000 g/mol, 또는 ≤ 64,000 g/mol, 또는 ≤ 62,000 g/mol, 또는 ≤ 60,000 g/mol인, 조성물.

[0199] C4] 상기 S3] 내지 B4] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 중량 평균 분자량(Mw)이 ≥ 20,000 g/mol, 또는 ≥ 25,000 g/mol, 또는 ≥ 30,000 g/mol, 또는 ≥ 35,000 g/mol, 또는 ≥ 40,000 g/mol, 또는 ≥ 45,000 g/mol, 또는 ≥ 50,000 g/mol, 또는 ≥ 52,000 g/mol, 또는 ≥ 54,000 g/mol, 또는 ≥ 56,000 g/mol, 또는 ≥ 58,000 g/mol, 또는 ≥ 60,000 g/mol, 또는 ≥ 62,000 g/mol, 또는 ≥ 70,000 g/mol, 또는 ≥ 80,000 g/mol, 또는 ≥ 90,000 g/mol인, 조성물.

[0200] D4] 상기 S3] 내지 상기 C4] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 중량 평균 분자량(Mw)이 ≤ 300,000 g/mol, 또는 ≤ 250,000 g/mol, 또는 ≤ 200,000 g/mol, 또는 ≤ 190,000 g/mol, 또는 ≤ 180,000 g/mol, 또는 ≤ 170,000 g/mol, 또는 ≤ 160,000 g/mol, 또는 ≤ 150,000 g/mol, 또는 ≤ 148,000 g/mol, 또는 ≤ 146,000 g/mol, 또는 ≤ 144,000 g/mol, 또는 ≤ 142,000 g/mol, 또는 ≤ 140,000 g/mol, 또는 ≤ 138,000 g/mol, 또는 ≤ 120,000 g/mol인, 조성물.

[0201] E4] 상기 S3] 내지 상기 D4] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 밀도가 ≥ 0.855 g/cc, 또는 ≥ 0.856 g/cc, 또는 ≥ 0.857 g/cc, 또는 ≥ 0.858 g/cc, 또는 ≥ 0.859 g/cc, 또는 ≥ 0.860 g/cc, 또는 ≥ 0.861 g/cc, 또는 ≥ 0.862 g/cc, 또는 ≥ 0.863 g/cc, 또는 ≥ 0.864 g/cc, 또는 ≥ 0.865 g/cc, 또는 ≥ 0.866 g/cc, 또는 ≥ 0.867 g/cc(1 cc = 1 $cm^3$)인, 조성물.

[0202] F4] 상기 S3] 내지 상기 E4] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 밀도가 ≤ 0.950 g/cc, 또는 ≤ 0.920 g/cc, 또는 ≤ 0.900 g/cc, 또는 ≤ 0.890 g/cc, 또는 ≤ 0.888 g/cc, 또는 ≤ 0.886 g/cc, 또는 ≤ 0.884 g/cc, 또는≤ 0.882 g/cc, 또는 ≤ 0.880 g/cc, 또는 ≤ 0.878 g/cc, 또는 ≤ 0.876 g/cc, 또는 ≤ 0.874 g/cc인, 조성물.

[0203] G4] 상기 S3] 내지 상기 F4] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 용융 지수(I2)가 ≥ 0.5 dg/분, 또는 ≥ 1.0 dg/분, 또는 ≥ 2.0 dg/분, 또는 ≥ 5.0 dg/분, 또는 ≥ 10 dg/분인, 조성물.

[0204] H4] 상기 S3] 내지 상기 G4] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 용융 지수(I2)가 ≤ 1,000 dg/분, 또는 ≤ 500 dg/분, 또는 ≤ 250 dg/분, 또는 ≤ 100 dg/분, 또는 ≤ 50 dg/분, 또는 ≤ 20 dg/분, 또는 ≤ 15 dg/분, 또는 ≤ 10 dg/분인, 조성물.

[0205] I4] 상기 S3] 내지 상기 H4] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 I10/I2 비율이 ≥ 6.0, 또는 ≥ 7.0, 또는 ≥ 8.0, 또는 ≥ 9.0, 또는 ≥ 10인, 조성물.

[0206] J4] 상기 S3] 내지 상기 I4] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 혼성중합체는 I10/I2 비율이 ≤ 30, 또는 ≤ 25, 또는 ≤ 20, 또는 ≤ 15, 또는 ≤ 12인, 조성물.

[0207] K4] 상기 S3] 내지 상기 J4] 중 어느 하나에 있어서, 상기 실란은 상기 기재된 화학식 1로부터 선택된 실란 단

량체로부터 유도되는, 조성물.

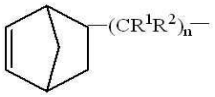
[0208] L4] 상기 K4]에 있어서, 화학식 1에서, x는 0 내지 10, 또는 0 내지 8, 또는 0 내지 6, 또는 0 내지 4, 또는 0 내지 2, 또는 0 또는 1, 또는 0인, 조성물.

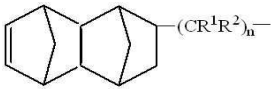
[0209] M4] 상기 K4] 또는 상기 L4]에 있어서, 화학식 1에서, A는 C2-C50 알케닐기, 또는 C2-C40 알케닐기, 또는 C2-C30 알케닐기, 또는 C2-C20 알케닐기인, 혼성중합체.

[0210] N4] 상기 K4] 내지 상기 M4] 중 어느 하나에 있어서, 화학식 1에서, A는 이하의 구조 i) 내지 iv)로부터 선택되는, 조성물:

[0211] i) 상기 기재된 $R^1R^2C=CR^3-$;

[0212] ii) 상기 기재된 $R^1R^2C=CR^3-(CR^4R^5)_n-$;

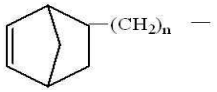
[0213] ii) 상기 기재된  ; 또는

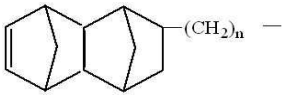
[0214] iv) 상기 기재된  .

[0215] O4] 상기 K4] 내지 상기 N4] 중 어느 하나에 있어서, 화학식 1에 대해, A가 하기 구조 i) 내지 iv)에서 선택되는, 혼성중합체:

[0216] i) $H_2C=CH-$;

[0217] ii) 상기 기재된 $H_2C=CH-(CH_2)_n-$;

[0218] iii) 상기 기재된  ; 또는

[0219] iv) 상기 기재된  .

[0220] P4] 상기 K4] 내지 상기 O4] 중 어느 하나에 있어서, 화학식 1에서, B는 알킬, 또는 C1-C5 알킬, 또는 C1-C4 알킬, 또는 C1-C3 알킬, 또는 C1-C2 알킬, 또는 메틸인, 조성물.

[0221] Q4] 상기 K4] 내지 상기 P4] 중 어느 하나에 있어서, 화학식 1에서, C는 알킬, 또는 C1-C5 알킬, 또는 C1-C4 알킬, 또는 C1-C3 알킬, 또는 C1-C2 알킬, 또는 메틸인, 조성물.

[0222] R4] 상기 K4] 내지 상기 Q4] 중 어느 하나에 있어서, 화학식 1에서, E는 알킬, 또는 C1-C5 알킬, 또는 C1-C4 알킬, 또는 C1-C3 알킬, 또는 C1-C2 알킬, 또는 메틸인, 조성물.

[0223] S4] 상기 K4] 내지 상기 R4] 중 어느 하나에 있어서, 화학식 1에서, F는 알킬, 또는 C1-C5 알킬, 또는 C1-C4 알킬, 또는 C1-C3 알킬, 또는 C1-C2 알킬, 또는 메틸인, 조성물.

[0224] T4] 상기 K4] 내지 상기 S4] 중 어느 하나에 있어서, 화학식 1은 상기 기재된 화합물 s1) 내지 s16)로부터 선택되는, 조성물.

[0225] U4] 상기 K4] 내지 상기 T4] 중 어느 하나에 있어서, 화학식 1은 상기 기재된 구조 s1) 내지 s8)로부터 선택되는, 조성물.

[0226] V4] 상기 K4] 내지 상기 T4] 중 어느 하나에 있어서, 화학식 1은 상기 기재된 구조 s9) 내지 s16)로부터 선택되는, 조성물.

[0227] W4] 상기 S3] 내지 상기 V4] 중 어느 하나에 있어서, 상기 실란은 이하의 화합물: (5-헥세닐-디메틸실란(HDMS), 7-옥테닐디메틸실란(ODMS), 알릴디메틸실란, 3-부테닐-디메틸실란, 1-(부트-3-엔-1-일)-1,1,3,3-테트라메틸-디

실록산(BuMMH), 1-(헥스-5-엔-1-일)-1,1,3,3-테트라메틸디실록산(HexMMH), (2-비사이클로-[2.2.1]헵트-5-엔-2-일)에틸)디메틸실란(NorDMS) 또는 1-(2-비사이클로[2.2.1]헵트-5-엔-2-일)에틸)-1,1,3,3-테트라-메틸디실록산(NorMMH), 및 이의 임의의 조합으로부터 선택된 실란 단량체로부터 유도되는, 조성물.

[0228] X4] 상기 S3] 내지 상기 W4] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 *성분 b에 대한 성분 a*의 중량 비율이 ≥ 10, 또는 ≥ 15, 또는 ≥ 20, 또는 ≥ 22인, 조성물.

[0229] Y4] 상기 S3] 내지 상기 X4] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 *성분 b에 대한 성분 a*의 중량 비율이 ≤ 100, 또는 ≤ 90, 또는 ≤ 80, 또는 ≤ 70, 또는 ≤ 60, 또는 ≤ 50, 또는 ≤ 40, 또는 ≤ 30, 또는 ≤ 25인, 조성물.

[0230] Z4] 상기 S3] 내지 상기 Y4] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 조성물의 중량을 기준으로 ≥ 10 중량%, 또는 ≥ 15 중량%, 또는 ≥ 20 중량%, 또는 ≥ 25 중량%, 또는 ≥ 30 중량%, 또는 ≥ 32 중량%의 *성분 d*를 포함하는, 조성물.

[0231] A5] 상기 Z4]에 있어서, 상기 조성물은 조성물의 중량을 기준으로 ≤ 50 중량%, 또는 ≤ 45 중량%, 또는 ≤ 40 중량%, 또는 ≤ 35 중량%의 *성분 d*를 포함하는, 조성물.

[0232] B5] 상기 Z4] 또는 상기 A5]에 있어서, 상기 성분 d는 가소제에 대한 충전제의 중량 비율이 ≥ 0.5, 또는 ≥ 1.0, 또는 ≥ 1.5, 또는 ≥ 2.0 내지 ≤ 0.5, 또는 ≤ 1.0, 또는 ≤ 1.5, 또는 ≤ 2.0인, 조성물.

[0233] C5] 상기 S3] 내지 상기 B5] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 *성분 d 에 대한 성분 a*의 중량 비율이 ≥ 1.0, 또는 ≥ 1.5, 또는 ≥ 2.0, 또는 ≥ 2.5, 또는 ≥ 3.0인, 조성물.

[0234] D5] 상기 S3] 내지 상기 C5] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 *성분 d에 대한 성분 a*의 중량 비율이 ≤ 5.0, 또는 ≤ 4.5, 또는 ≤ 4.0, 또는 ≤ 3.5, 또는 ≤ 3.0, 또는 ≤ 2.5, 또는 ≤ 2.0인, 조성물.

[0235] E5] 상기 Z4] 내지 상기 D5] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 올레핀/실란 혼성중합체는, 비스-바이페닐-페녹시 금속 착물의 존재 하에서 형성된 올레핀/실란 혼성중합체인, 조성물.

[0236] F5] 상기 Z4] 내지 상기 E5] 중 어느 하나에 있어서, 상기 충전제는 카본 블랙이고, 상기 가소제는 파라핀 오일인, 조성물.

[0237] G5] 상기 S3] 내지 상기 F5] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 조성물의 중량을 기준으로 ≥ 20.0 중량%, 또는 ≥ 30.0 중량%, 또는 ≥ 40.0 중량%, 또는 ≥ 45.0 중량%, 또는 ≥ 50.0 중량%, 또는 ≥ 55.0 중량%, 또는 ≥ 60.0 중량%, 또는 ≥ 65.0 중량%, 또는 ≥ 70.0 중량%, 또는 ≥ 75.0 중량%, 또는 ≥ 80.0 중량%, 또는 ≥ 85.0 중량%, 또는 ≥ 90.0 중량%의 *성분 a*를 포함하는, 조성물.

[0238] H5] 상기 S3] 내지 상기 G5] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 조성물의 중량을 기준으로 ≤ 90.0 중량%, 또는 ≤ 85.0 중량%, 또는 ≤ 80.0 중량%, 또는 ≤ 75.0 중량%, 또는 ≤ 70.0 중량%의 *성분 a*를 포함하는, 조성물.

[0239] I5] 상기 S3] 내지 상기 H5] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 조성물의 중량을 기준으로 ≥ 0.50 중량%, 또는 ≥ 1.0 중량%, 또는 ≥ 1.5 중량%, 또는 ≥ 2.0 중량%, 또는 ≥ 2.5 중량%, 또는 ≥ 2.8 중량%, 또는 ≥ 3.0 중량%의 *성분 b*를 포함하는, 조성물.

[0240] J5] 상기 S3] 내지 상기 I5] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 조성물의 중량을 기준으로 ≤ 5.0 중량%, 또는 ≤ 4.5, 또는 ≤ 4.0 중량%, 또는 ≤ 3.5 중량%, 또는 ≤ 3.0 중량%의 *성분 b*를 포함하는, 조성물.

[0241] K5] 상기 S3] 내지 상기 J5] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 조성물의 중량을 기준으로 ≥ 0.10 중량%, 또는 ≥ 0.20 중량%, 또는 ≥ 0.30 중량%, 또는 ≥ 0.40 중량%, 또는 ≥ 0.50 중량%, 또는 ≥ 0.60 중량%, 또는 ≥ 0.65 중량%, 또는 ≥ 0.7 중량%의 *성분 c*를 포함하는, 조성물.

[0242] L5] 상기 S3] 내지 상기 K5] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 조성물의 중량을 기준으로 ≤ 5.00 중량%, ≤ 3.00 중량%, 또는 ≤ 2.50 중량%, 또는 ≤ 2.00 중량%, 또는 ≤ 1.50 중량%, 또는 ≤ 1.00 중량%, 또는 ≤ 0.90 중량%, ≤ 0.80 중량%, 또는 ≤ 0.75 중량%, 또는 ≤ 0.70 중량%, 또는 ≤ 0.65 중량%의 *성분 c*를 포함하는, 조성물.

[0243] M5] 상기 S3] 내지 상기 L5] 중 어느 하나에 있어서, 조성물은 상기 조성물의 중량을 기준으로 ≥ 20.0 중량%, 또는 ≥ 30.0 중량%, 또는 ≥ 40.0 중량%, 또는 ≥ 45.0 중량%, 또는 ≥ 50.0 중량%, 또는 ≥ 55.0 중량%, 또

는 ≥ 60.0 중량%, 또는 ≥ 65.0 중량%, 또는 ≥ 70.0 중량%의 *성분 a 및 b*의 합을 포함하는, 조성물.

[0244] N5] 상기 S3] 내지 상기 M5] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 조성물의 중량을 기준으로 ≤ 90.0 중량%, 또는 ≤ 85.0 중량%, 또는 ≤ 80.0 중량%, 또는 ≤ 75.0 중량%, 또는 ≤ 70.0 중량%의 *성분 a와 b*의 합을 포함하는, 조성물.

[0245] O5] 상기 S3] 내지 상기 N5] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 조성물의 중량을 기준으로 ≥ 20.0 중량%, 또는 ≥ 30.0 중량%, 또는 ≥ 40.0 중량%, 또는 ≥ 45.0 중량%, 또는 ≥ 50.0 중량%, 또는 ≥ 55.0 중량%, 또는 ≥ 60.0 중량%, 또는 ≥ 65.0 중량%, 또는 ≥ 70.0 중량%의 *성분 a, b, 및 c*의 합을 포함하는, 조성물.

[0246] P5] 상기 S3] 내지 상기 O5] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 조성물의 중량을 기준으로 ≤ 90.0 중량%, 또는 ≤ 85.0 중량%, 또는 ≤ 80.0 중량%, 또는 ≤ 75.0 중량%, 또는 ≤ 70.0 중량%의 *성분 a, b 및 c*의 합을 포함하는, 조성물.

[0247] Q5] 상기 S3] 내지 상기 P5] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 180℃의 온도에서 30분 동안 열처리된 후 "MH-ML" 값이 ≥ 3.0, 또는 ≥ 3.5, 또는 ≥ 4.0, 또는 ≥ 4.5, 또는 ≥ 5.0, 또는 ≥ 5.5, 또는 ≥ 6.0, 또는 ≥ 6.5, 또는 ≥ 7.0, 또는 ≥ 7.5, 또는 ≥ 8.0, 또는 ≥ 8.5, 또는 ≥ 9.0인, 조성물. 단위 = dN*m. MH 값 및 ML 값은 본원에 기재된 MDR에 의해 결정된다.

[0248] R5] 상기 S3] 내지 상기 Q5] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 180℃의 온도에서 30분 동안 열처리된 후 "MH-ML" 값이 ≤ 50.0, 또는 ≤ 45.0, 또는 ≤ 40.0, 또는 ≤ 35.0, 또는 ≤ 30.0, 또는 ≤ 25.0, 또는 ≤ 20.0, 또는 ≤ 15.0, 또는 ≤ 10.0, 또는 ≤ 9.5, 또는 ≤ 9.0인, 조성물. 단위 = dN*m.

[0249] S5] 상기 S3] 내지 상기 R5] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 180℃의 온도에서 30분 동안 열처리된 후 [(MH-ML)/T90] 값이 ≥ 0.60 dN*m/분, 또는 ≥ 0.70 dN*m/분, 또는 ≥ 0.80 dN*m/분, 또는 ≥ 0.90 dN*m/분, ≥ 1.00 dN*m/분, 또는 ≥ 1.50 dN*m/분, 또는 ≥ 1.80 dN*m/분, 또는 ≥ 1.90 dN*m/분, 또는 ≥ 2.00 dN*m/분, 또는 ≥ 3.00 dN*m/분인, 조성물. 상기 MH 값, ML 값 및 T90 값은 본원에 기재된 MDR에 의해 결정된다.

[0250] T5] 상기 S3] 내지 상기 S5] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 180℃의 온도에서 30분 동안 열처리된 후 [(MH-ML)/T90] 값이 ≤ 20 dN*m/분, 또는 ≤ 15 dN*m/분, 또는 ≤ 10 dN*m/분, 또는 ≤ 5.0 dN*m/분, 또는 ≤ 3.0 dN*m/분, 또는 ≤ 2.0 dN*m/분인, 조성물.

[0251] U5] 상기 S3] 내지 상기 T5] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 하나 이상의 특성, 예컨대 단량체(들)의 유형 및/또는 양, 밀도, 용융 지수(I2), Mn, Mw, MWD, 또는 이의 임의의 조합과, 하나 이상의 추가적인 특성, 예컨대 단량체(들)의 유형 및/또는 양, Mn, Mw, MWD, 또는 이의 임의의 조합에서 *성분 a*의 혼성중합체와 상이한 열가소성 중합체를 추가로 포함하는, 조성물.

[0252] V5] 상기 S3] 내지 상기 U5] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 에틸렌/알파-올레핀 혼성중합체, 또는 에틸렌/알파-올레핀 공중합체를 추가로 포함하는, 조성물.

[0253] W5] 상기 V5]에 있어서, 상기 에틸렌/알파-올레핀 혼성중합체 및 추가로 공중합체의 알파-올레핀은, C3-C20 알파-올레핀, 또는 C3-C10 알파-올레핀, 또는 C3-C8 알파-올레핀, 또는 프로필렌, 1-부텐, 1-헥센 또는 1-옥텐 중 하나, 또는 프로필렌, 1-부텐, 또는 1-옥텐 중 하나, 또는 1-부텐 또는 1-옥텐 중 하나, 또는 1-옥텐인, 조성물.

[0254] X5] 상기 S3] 내지 상기 W5] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 올레핀/실란 혼성중합체는 용융 온도($T_m$)가 ≥ 0℃, 또는 ≥ 5℃, 또는 ≥ 10℃, 또는 ≥ 15℃, 또는 ≥ 20℃, 또는 ≥ 25℃, 또는 ≥ 30℃, 또는 ≥ 35℃인, 조성물.

[0255] Y5] 상기 S3] 내지 상기 X5] 중 어느 하나에 있어서, 상기 *성분 a*의 올레핀/실란 혼성중합체는 용융 온도($T_m$)가 ≤ 100℃, 또는 ≤ 90℃, 또는 ≤ 85℃, 또는 ≤ 80℃, 또는 ≤ 75℃, 또는 ≤ 70℃, 또는 ≤ 65℃인, 조성물.

[0256] Z5] 상기 S3] 내지 Y5] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 조성물의 중량을 기준으로 ≥ 70.0 중량%, 또는 ≥ 75.0 중량%, 또는 ≥ 80.0 중량%, 또는 ≥ 85.0 중량%, 또는 ≥ 90.0 중량%, 또는 ≥ 95.0 중량%, 또는 ≥ 97.0 중량%, 또는 ≥ 99.0 중량%, 또는 ≥ 99.5 중량%, 또는 ≥ 99.9 중량%의 *성분 a, b, c 및 d*의 합을 포함하는, 조성물.

[0257] A6] 상기 S3] 내지 상기 Z5] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 조성물의 중량을 기준으로 ≤ 100 ppm, 또는 ≤ 50 ppm, 또는 ≤ 20 ppm, 또는 ≤ 10 ppm, 또는 ≤ 5.0 ppm의 루이스 산(예를 들어, 술폰산)을 포함하는, 조성물.

[0258] B6] 상기 S3] 내지 상기 A6] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 루이스 산을 포함하지 않는, 조성물.

[0259] C6] 상기 S3] 내지 상기 B6] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 조성물의 중량을 기준으로 ≤ 100 ppm, 또는 ≤ 50 ppm, 또는 ≤ 20 ppm, 또는 ≤ 10 ppm, 또는 ≤ 5.0 ppm의 루이스 염기를 포함하는, 조성물.

[0260] D6] 상기 S3] 내지 상기 C6] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 루이스 염기를 포함하지 않는, 조성물.

[0261] E6] 상기 S3] 내지 상기 D6] 중 어느 하나의 조성물로부터 형성된, 가교된 조성물.

[0262] F6] 상기 S3] 내지 상기 E6] 중 어느 하나의 조성물로 형성된 적어도 하나의 구성요소를 포함하는 물품.

[0263] G6] 상기 F6]에 있어서, 필름인, 물품.

[0264] H6] 상기 F6]에 있어서, 상기 물품은 태양 전지 모듈, 케이블, 신발 구성요소, 자동차 부품, 창문 틀, 웨더스트립, 타이어, 튜브, 벨트, 호스, 또는 지붕성형 멤브레인인, 물품.

[0265] I6] 상기 A] 내지 상기 N3] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 180℃의 온도에서 30분 동안 열처리된 후 압축 변형률(compression set)이 ≥ 1%, 또는 ≥ 2%, 또는 ≥ 3%, 또는 ≥ 4%, 또는 ≥ 5%, 또는 ≥ 5.5%, 또는 ≥ 6.0%, 또는 ≥ 6.5%, 또는 ≥ 7.0%, 또는 ≥ 7.5%, 또는 ≥ 8.0%, 또는 ≥ 8.5%, 또는 ≥ 9.0%, 또는 ≥ 10.0%인, 방법.

[0266] J6] 상기 A] 내지 상기 N3] 또는 상기 I6] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 180℃의 온도에서 30분 동안 열처리된 후 압축 변형률이 ≤ 50%, 또는 ≤ 40%, 또는 ≤ 30%, 또는 ≤ 20%, 또는 ≤ 15%, 또는 ≤ 10%, 또는 ≤ 9%, 또는 ≤ 8.5%인, 방법.

[0267] K6] 상기 A] 내지 상기 N3], 상기 I6], 또는 상기 J6] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 180℃의 온도에서 30분 동안 열처리된 후 100% 모듈러스(modulus)가 ≥ 1 MPa, 또는 ≥ 2 MPa, 또는 ≥ 3 MPa, 또는 ≥ 3.75 MPa, 또는 ≥ 4 MPa, 또는 ≥ 4.5 MPa, 또는 ≥ 4.7 MPa, 또는 ≥ 4.8 MPa, 또는 ≥ 5.0 MPa인, 방법.

[0268] L6] 상기 A] 내지 상기 N3], 또는 상기 I6] 내지 상기 K6] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 180℃의 온도에서 30분 동안 열처리된 후 100% 모듈러스가 ≤ 20 MPa, 또는 ≤ 15 MPa, 또는 ≤ 10 MPa, 또는 ≤ 8 MPa, 또는 ≤ 6 MPa, 또는 ≤ 5 MPa, 또는 ≤ 4.5 MPa인, 방법.

[0269] M6] 상기 S3] 내지 상기 D6] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 180℃의 온도에서 30분 동안 열처리된 후 쇼어 A 경도가 ≥ 50, 또는 ≥ 55, 또는 ≥ 60, 또는 ≥ 65, 또는 ≥ 70, 또는 ≥ 75, 또는 ≥ 78, 또는 ≥ 80인, 조성물.

[0270] N6] 상기 S3] 내지 상기 D6] 또는 상기 M6] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 180℃의 온도에서 30분 동안 열처리된 후 쇼어 A 경도가 ≤ 200, 또는 ≤ 150, 또는 ≤ 100, 또는 ≤ 90, 또는 ≤ 80인, 조성물.

[0271] O6] 상기 S3] 내지 상기 D6], 상기 M6], 또는 상기 N6] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 180℃의 온도에서 30분 동안 열처리된 후 인장 강도가 ≥ 1 MPa, 또는 ≥ 5 MPa, 또는 ≥ 10 MPa, 또는 ≥ 15 MPa, 또는 ≥ 18 MPa, 또는 ≥ 18.5 MPa, 또는 ≥ 20 MPa인, 조성물.

[0272] P6] 상기 S3] 내지 상기 D6], 또는 상기 M6] 내지 상기 O6] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 180℃의 온도에서 30분 동안 열처리된 후 인장 강도가 ≤ 100 MPa, 또는 ≤ 75 MPa, 또는 ≤ 50 MPa, 또는 ≤ 25 MPa, 또는 ≤ 20 MPa, 또는 ≤ 18.5 MPa인, 조성물.

[0273] Q6] 상기 S3] 내지 상기 D6] 또는 상기 M6] 내지 상기 P6] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 180℃의 온도에서 30분 동안 열처리된 후 인열 강도가 ≥ 10 N/mm, 또는 ≥ 20 N/mm, 또는 ≥ 30 N/mm, 또는 ≥ 40 N/mm, 또는 ≥ 50 N/mm, 또는 ≥ 58 N/mm, 또는 ≥ 60 N/mm인, 조성물.

[0274] R6] 상기 S3] 내지 상기 D6] 또는 상기 M6] 내지 상기 Q6] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 180℃의 온도에서 30분 동안 열처리된 후 인열 강도가 ≤ 200 N/mm, 또는 ≤ 150 N/mm, 또는 ≤ 100 N/mm, 또는 ≤ 90 N/mm, 또는 ≤ 80 N/mm, 또는 ≤ 70 N/mm, 또는 ≤ 60 N/mm인, 조성물.

[0275] S6] 상기 S3] 내지 상기 D6] 또는 상기 M6] 내지 상기 R6] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 180℃의 온도

에서 30분 동안 열처리된 후 연신율이 ≥ 100%, 또는 ≥ 200%, 또는 ≥ 300%, 또는 ≥ 400%, 또는 ≥ 500%, 또는 ≥ 585%, 또는 ≥ 600%, 또는 ≥ 610%인, 조성물.

[0276] T6] 상기 S3] 내지 D6] 또는 상기 M6] 내지 상기 S6] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 180℃의 온도에서 30분 동안 열처리된 후 연신율이 ≤ 1000%, 또는 ≤ 900%, 또는 ≤ 800%, 또는 ≤ 700%, 또는 ≤ 610%, 또는 ≤ 600%인, 조성물.

[0277] U6] 상기 S3] 내지 상기 D6], 또는 상기 M6] 내지 상기 T6] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 180℃의 온도에서 30분 동안 열처리된 후 125℃에서 70시간 동안 열 에이징 후 100% 모듈러스가 ≥ 1 MPa, 또는 ≥ 2 MPa, 또는 ≥ 3 MPa, 또는 ≥ 4 MPa, 또는 ≥ 4.6 MPa, 또는 ≥ 5 MPa인, 조성물.

[0278] V6] 상기 S3] 내지 상기 D6], 또는 상기 M6] 내지 상기 U6] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 180℃의 온도에서 30분 동안 열처리된 후 125℃에서 70시간 동안 열 에이징 후 100% 모듈러스가 ≤ 20 MPa, 또는 ≤ 15 MPa, 또는 ≤ 10 MPa, 또는 ≤ 8 MPa, 또는 ≤ 6 MPa, 또는 ≤ 5 MPa인, 조성물.

[0279] W6] 상기 S3] 내지 상기 D6], 또는 상기 M6] 내지 상기 V6] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 180℃의 온도에서 30분 동안 열처리된 후 125℃에서 70시간 동안 열 에이징 후 인장 강도가 ≥ 1 MPa, 또는 ≥ 5 MPa, 또는 ≥ 10 MPa, 또는 ≥ 15 MPa, 또는 ≥ 19 MPa, 또는 ≥ 20 MPa인, 조성물.

[0280] X6] 상기 S3] 내지 상기 D6], 또는 상기 M6] 내지 상기 W6] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 180℃의 온도에서 30분 동안 열처리된 후 125℃에서 70시간 동안 열 에이징 후 인장 강도가 ≤ 100 MPa, 또는 ≤ 90 MPa, 또는 ≤ 80 MPa, 또는 ≤ 70 MPa, 또는 ≤ 60 MPa, 또는 ≤ 50 MPa, 또는 ≤ 40 MPa, 또는 ≤ 30 MPa, 또는 ≤ 20 MPa인, 조성물.

[0281] Y6] 상기 S3] 내지 상기 D6] 또는 상기 M6] 내지 상기 X6] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 180℃의 온도에서 30분 동안 열처리된 후 125℃에서 70시간 동안 열 에이징 후 연신율이 ≥ 100%, 또는 ≥ 200%, 또는 ≥ 300%, 또는 ≥ 400%, 또는 ≥ 500%, 또는 ≥ 550%, 또는 ≥ 600%, 또는 ≥ 650%인, 조성물.

[0282] Z6] 상기 S3] 내지 상기 D6] 또는 상기 M6] 내지 상기 Y6] 중 어느 하나에 있어서, 상기 조성물은 180℃의 온도에서 30분 동안 열처리된 후 125℃에서 70시간 동안 열 에이징 후 연신율이 ≤ 1000%, 또는 ≤ 900%, 또는 ≤ 800%, 또는 ≤ 700%, 또는 ≤ 600%, 또는 ≤ 650%인, 조성물.

[0283] A7] 상기 I6] 내지 상기 Z6] 중 어느 하나의 방법, 또는 상기 M6] 내지 상기 P6] 중 어느 하나의 조성물에 의해 형성되는, 가교된 조성물.

[0284] B7] 상기 A7]의 조성물로부터 형성된 적어도 하나의 구성요소를 포함하는 물품.

[0285] C7] 상기 B7]에 있어서, 필름인, 물품.

[0286] D7] 상기 B7]에 있어서, 상기 물품은 태양 전지 모듈, 케이블, 신발 구성요소, 자동차 부품, 창문 틀, 웨더스트립, 타이어, 튜브, 벨트, 호스, 또는 지붕성형 멤브레인인, 물품.

[0287] **시험 방법**

[0288] **겔 투과 크로마토그래피**

[0289] 크로마토그래피 시스템은 내부 IR5 적외선 검출기(IR5)가 장착된 PolymerChar GPC-IR(스페인 발렌시아 소재) 고온 GPC 크로마토그래프로 구성되었다. 오토샘플러 오븐 구획은 160℃로 설정하였고, 컬럼 구획은 150℃로 설정하였다. 컬럼은 4개의 AGILENT "Mixed A" 30 cm, 20 마이크론 선형 혼합층 컬럼이었다. 크로마토그래피 용매는 200 ppm의 부틸화 하이드록시톨루엔(BHT)을 함유한 1,2,4-트리클로로-벤젠이었다. 용매 공급원은 질소 스파징하였다. 사용된 주입 부피는 200 마이크로리터였고, 유량은 1.0 밀리리터/분이었다.

[0290] GPC 컬럼 세트의 보정은 580 내지 8,400,000 범위의 분자량을 갖고, 개별적 분자량 사이에 적어도 10의 간격을 갖는 6개의 "칵테일" 혼합물로 배열된 21개의 좁은 분자량 분포를 갖는 폴리스티렌 표준물을 사용하여 수행하였다. 표준물은 Agilent Technologies로부터 구입하였다. 폴리스티렌 표준물은 1,000,000 이상의 분자량의 경우, 용매 "50 밀리리터 중 0.025 그램" 및 1,000,000 미만의 분자량의 경우, 용매 "50 밀리리터 중 0.05 그램"으로 제조하였다. 폴리스티렌 표준물을 부드럽게 교반하면서 섭씨 80도에서 30분 동안 용해하였다. 폴리스티렌 표준 피크 분자량을 식 1을 사용하여 폴리에틸렌 분자량으로 변환하였다(문헌[Williams and Ward, J. Polym. Sci., Polym. Let., 6, 621 (1968)]에 기재된 바와 같음) :

[0291] $$M_{폴리에틸렌} = A \times \left(M_{폴리스티렌}\right)^{B}$$ (식 1) (상기 식에서, M은 분자량이고, A는 0.4315의 값을 가지며, B는 1.0임).

[0292] 5차 다항식을 사용하여 각각의 폴리에틸렌-등가 보정점을 정합시켰다. A에 대해 약간의 조정(대략 0.375에서 0.445로)을 수행하여 컬럼 분해능 및 대역 확장 효과를 보정하여 120,000 Mw에서 선형 단독중합체 폴리에틸렌 표준물을 얻는다.

[0293] GPC 컬럼 세트의 총 플레이트 카운트(total plate count)는 데칸(TCB "50 밀리리터 중 0.04 g"으로 제조하고, 부드럽게 교반하면서 20분 동안 용해시킴)을 이용하여 수행하였다. 플레이트 카운트(식 2) 및 대칭도(식 3)는 다음 식에 따라 200 마이크로리터 주입에 대해 측정하였다:

[0294] $$플레이트\ 카운트 = 5.54 * \left(\frac{RV_{피크\ 최대}}{\frac{1}{2}높이에서의\ 피크\ 폭}\right)^{2}$$ (식 2), 상기 식에서 RV는 밀리리터 단위의 체류 부피이고, 피크 폭은 밀리리터 단위이고, 피크 최대는 피크의 최대 높이이고, ½ 높이는 피크 최대의 ½ 높이임; 및

[0295] $$대칭도 = \frac{\left(후방\ 피크 RV_{\frac{1}{10}높이} - RV_{피크\ 최대}\right)}{\left(RV_{피크\ 최대} - 전방\ 피크 RV_{\frac{1}{10}높이}\right)}$$ (식 3)(상기 식에서, RV는 밀리리터 단위로의 체류 부피이고, 피크 폭은 밀리리터 단위이고, 피크 최대값은 피크의 최대 위치이고, 1/10 높이는 피크 최대값의 1/10 높이이고, 후방 피크는 피크 최대보다 나중의 체류 부피에서의 피크 테일을 지칭하고, 전방 피크는 피크 최대보다 이전의 체류 부피에서의 피크 전방을 지칭함). 크로마토그래피 시스템에 대한 플레이트 카운트는 18,000보다 커야 하며 대칭도는 0.98 내지 1.22이어야 한다.

[0296] 샘플은 PolymerChar "기기 제어" 소프트웨어를 사용하여 반자동 방식으로 제조되었으며, 여기서 샘플은 2 mg/ml의 중량을 목표로 하고, 용매(200 ppm BHT를 함유함)를 PolymerChar 고온 오토샘플러를 통해 질소로 사전 스파징된 격벽 마개를 갖는 바이알에 첨가하였다. 샘플을 "저속" 진탕 하에 섭씨 160° 에서 2시간 동안 용해시켰다.

[0297] $Mn_{(GPC)}$, $Mw_{(GPC)}$, 및 $Mz_{(GPC)}$의 계산은, PolymerChar GPCOne™ 소프트웨어, 각각의 동일한 간격의 데이터 수집 지점 (i)에서 기준선-감산된 IR 크로마토그램, 및 식 1로부터 지점 (i)에 대한 좁은 표준 보정 곡선으로부터 얻은 폴리에틸렌 등가 분자량을 사용하여 식 4 내지 6에 따라 PolymerChar GPC-IR 크로마토그래프의 내부 IR5 검출기(측정 채널)를 사용한 GPC 결과를 기준으로 하였다. 식 4 내지 6은 다음과 같다:

[0298] $$Mn_{(GPC)} = \frac{\sum^{i} IR_i}{\sum^{i}\left(IR_i / M_{폴리에틸렌_i}\right)}$$ (식 4), $$Mw_{(GPC)} = \frac{\sum^{i}\left(IR_i * M_{폴리에틸렌_i}\right)}{\sum^{i} IR_i}$$ (식 5), 및

[0299] $$Mz_{(GPC)} = \frac{\sum^{i}\left(IR_i * M_{폴리에틸렌_i}{}^{2}\right)}{\sum^{i}\left(IR_i * M_{폴리에틸렌_i}\right)}$$ (식 6).

[0300] 시간 경과에 따른 편차를 모니터링하기 위해, 유량 마커(데칸)를 PolymerChar GPC-IR 시스템으로 제어되는 마이크로펌프를 통해 각각의 샘플 내로 도입하였다. 이러한 유량 마커(FM)를 사용하여 좁은 표준물 보정 내의 데칸 피크의 RV 정렬(RV(FM 보정))에 대한 샘플 내의 각각의 데칸 피크의 RV 정렬(RV(FM 샘플))에 의해 각각의 샘플에 대한 펌프 유량(유량(공칭))을 선형으로 보정하였다. 이어서, 데칸 마커 피크의 시간에서의 임의의 변화를

전체 실행 동안 유량의 선형 이동(유량(유효))과 관련이 있는 것으로 가정하였다. 흐름 마커 피크의 RV 측정값의 최고 정확도를 용이하게 하기 위해, 최소-자승 정합법(least-squares fitting routine)을 사용하여 흐름 마커 농도 크로마토그램의 피크를 2차 방정식에 정합하였다. 이어서, 2차 방정식의 1차 도함수를 사용하여 실제 피크 위치를 구하였다. 시스템을 보정한 후, 흐름 마커 피크를 기준으로 (좁은 표준물 보정에 대한) 유효 유량을 식 7로 계산하였다: 유량(유효) = 유량(공칭) * (RV(FM 보정) / RV(FM 샘플)) (식 7). 흐름 마커 피크의 처리는 PolymerChar GPCOne™ 소프트웨어를 통해 수행하였다. 허용 가능한 유량 보정은 유효 유량이 공칭 유량의 +/- 0.7% 이내이어야 한다.

[0301] **용융 지수**

[0302] 에틸렌계 중합체의 용융 지수 I2는, ASTM D-1238에 따라, 190℃/2.16 kg(190℃/10.0 kg에서의 용융 지수 I10)의 조건으로 측정한다. I10 대 I2의 비로부터 I10/I2를 계산하였다. 프로필렌계 중합체의 용융 유량(MFR)은 ASTM D-1238, 조건 230℃/2.16 kg에 따라 측정한다.

[0303] **밀도**

[0304] ASTM D4703을 사용하여, 밀도 분석용 중합체 플라크를 만들었다. ASTM D792, 방법 B를 사용하여, 각 중합체의 밀도를 측정하였다.

[0305] 삼원중합체의 NMR(13C 및 1H) 특성화

[0306] $^{13}C$ NMR 실험을 위해, 샘플을 10 mm NMR 튜브에서 (0.025 M $Cr(acac)_3$을 포함하거나, 포함하지 않은) 테트라클로로에탄-$d_2$에 용해시켰다. 농도는 대략 300 mg/2.8 mL이었다. 이어서, 각각의 튜브를 110℃로 설정된 가열 블록에서 가열하였다. 균질한 유동성 유체가 얻어질 때까지 샘플 튜브를 반복적으로 볼텍싱하고 가열하였다. $^{13}C$ NMR 스펙트럼은 10 mm C/H DUAL 저온프로브(cryoprobe)가 장착된 BRUKER AVANCE 600 ㎒ 분광계에서 측정하였다. 하기 획득 파라미터를 사용하였다: 60초 이완 지연, 90도 펄스 12.0 ㎲, 256회 스캔. 스펙트럼에서 중심은 100 ppm이고, 스펙트럼 너비는 250 ppm이었다. 모든 측정은 110℃에서 샘플 회전 없이 수행하였다. $^{13}C$ NMR 스펙트럼은 용매의 공명 피크에 대해 "74.5 ppm"을 참조로 하였다. Cr이 함유된 샘플의 경우, "7초 이완 지연"과 1024회 스캔으로 데이터를 얻었다. "옥텐(또는 다른 알파-올레핀) mol%"는 옥텐(또는 다른 알파-올레핀)과 관련된 CH/CH3 탄소 대 에틸렌 단위와 관련된 CH2의 적분값에 기초하여 계산되었다.

[0307] $^{1}H$ NMR 실험을 위해, 각각의 샘플을 8 mm NMR 튜브에서 (0.001 M $Cr(acac)_3$ 을 포함하거나, 포함하지 않은) 테트라클로로에탄-$d_2$에 용해시켰다. 농도는 대략 100 mg/1.8 mL이었다. 이어서, 각각의 튜브를 110℃로 설정된 가열 블록에서 가열하였다. 균질한 유동성 유체가 얻어질 때까지 샘플 튜브를 반복적으로 볼텍싱하고 가열하였다. $^{1}H$ NMR 스펙트럼은 10 mm C/H DUAL 저온프로브가 장착된 BRUKER AVANCE 600 ㎒ 분광계에서 측정하였다. 표준 단일 펄스 $^{1}H$ NMR 실험을 수행하였다. 하기 획득 파라미터를 사용하였다: 70초 이완 지연, 90도 펄스 17.2 ㎲, 32회 스캔. 스펙트럼에서 중심은 1.3 ppm이고, 스펙트럼 너비는 20 ppm이었다. 모든 측정은 110℃에서 샘플 회전 없이 수행하였다. $^{1}H$ NMR 스펙트럼은 용매(잔류 양성자화된 테트라클로로에탄)의 공명 피크에 대해 "5.99 ppm"을 참조로 하였다. Cr이 함유된 샘플의 경우, "16초 이완 지연"과 128회 스캔으로 데이터를 얻었다. "실란(실란 단량체) mol%"는, SiMe 양성자 공명의 적분값 대 에틸렌 단위와 관련된 CH2 양성자 및 옥텐 단위와 관련된 CH3 양성자의 적분값에 기초하여 계산하였다.

[0308] **무빙 다이 레오미터(MDR)**

[0309] 올레핀/실란 혼성중합체에 대한 퍼옥시드 반응의 평가는, 무빙 다이 레오미터 시험(MDR)을 통해 이하와 같이 평가하였다. ASTM D5289에 따라 Alpha Technologies 무빙 다이 레오미터(MDR) 2000 E를 사용하여, 샘플의 가교 특성을 0.5도의 호(arc) 진동 진폭에서 측정하였다. MDR은 180℃에서 30분 동안 실행하였다. 주어진 간격 동안 "토크 대 시간"의 특성을 생성하였다. 시험 간격 동안 MDR에 의해 나타나는 최소 토크(ML) 최대 토크(MH)가 dNm으로 기록된다. MH와 ML 사이의 차이는 가교의 정도를 나타내며, 차이가 클수록 가교의 정도가 커진다. 토크가 90%의 MH에 도달하는 데 걸리는 시간(t90)은 분으로 기록된다. 최소 토크에서 X 포인트 증가에 필요한 시간(tsX)은 분으로 기록된다. ts1 값은 가교 공정을 시작하는 데 필요한 시간을 나타낸다. 시간이 짧을수록 가교가 더 신속하게 개시됨을 나타낸다.

[0310] **시차 주사 열량계(DSC)**

[0311] 시차 주사 열량계(DSC)는 에틸렌계(PE) 중합체 샘플 및 프로필렌계(PP) 중합체 샘플의 $T_m$, $T_c$, $T_g$ 및 결정화도를 측정하는 데 사용된다. 각 샘플(0.5 g)을 5000 psi, 190℃에서, 2분간 필름으로 압축 성형하였다. 약 5 내지 8 mg의 필름 샘플을 칭량하고 DSC 팬에 넣었다. 밀폐된 분위기를 보장하기 위해 뚜껑을 팬에 크림핑하였다. 달리 지시되지 않는 한, 샘플을 DSC 셀에 위치시킨 후, 10℃/분의 속도로, PE의 경우 180℃(PP의 경우 230℃)의 온도까지 가열하였다. 샘플을 이 온도에서 3분 동안 유지하였다. 이어서, 샘플을 10℃/분의 속도로 PE의 경우 -90℃(PP의 경우 -60℃)까지 냉각시키고, 3분 동안 이러한 온도에서 등온으로 유지하였다. 다음으로, 샘플이 완전히 용융될 때까지, 샘플을 10℃/분의 속도로 가열하였다(두 번째 가열). 달리 명시되지 않은 한, 각각의 중합체의 용융점($T_m$)과 유리 전이 온도($T_g$)는 2차 가열 곡선에서 측정하였으며, 결정화 온도($T_c$)는 1차 냉각 곡선에서 측정하였다. $T_m$ 및 $T_c$에 대한 각각의 피크 온도를 기록하였다. 결정성%는 제2 가열 곡선에서 결정된 융해열($H_f$)을 PE의 이론적인 융합열 292 J/g(PP의 경우 165 J/g)으로 나눈 다음, 이 수량에 100을 곱하여 계산될 수 있다(예를 들면, 결정성% = (Hf / 292 J/g) x 100 (PE의 경우)). DSC 측정에서는, 여러 개의 $T_m$ 피크가 관찰되는 것이 일반적이며, 여기에서 가장 높은 온도 피크를 중합체의 $T_m$으로서 기록한다.

[0312] **인장/인열 측정**

[0313] 인장 특성은 Zwick Roell Z010 장치를 사용하여 ASTM D412에 따라 측정하였다. 덤벨(유형 5A)을 경화된 플레이트에서 절단하였다(t95+3분, 180℃). 인열 강도는 Zwick Roell Z010 장치 상에서 ASTM D624 유형-T에 따라 측정하였다. 시험 견본을 경화된 플레이트에서 절단하였다(t95+3분, 180℃).

[0314] **압축 변형률 측정**

[0315] 압축 변형률은 ASTM D395 (25% 편위(deflection) 방법 B)에 기재된 대로 22시간 동안 100℃에서 측정하였다. 시험 견본은 표준 압력 하에 t90+10분간 180℃에서 경화하였다. 추가의 한 샘플 세트를 VW TL 52704-B의 품질 요건에서 PV3307에 따라 측정하였다. 샘플을, 100℃에서 22시간 동안 50%의 편위로 압축하였다. 압축 변형률 설정을 열기 전에, 샘플을 실온에서 추가로 2시간 동안 냉각하였다.

[0316] **쇼어 A 경도**

[0317] 쇼어 A 유형 경도를, ASTM D2240에 따라 3겹층의 경화된 플레이트를 이용하여 (t95+3분, 180℃) 측정하였다.

[0318] **핫 에어 에이징**

[0319] 경화된 플레이트를 72시간 또는 168시간 동안(EPDM 설계 연구) 및 94시간(블렌드 비율 연구) 동안 각각 125℃에서 ASTM D573에 따라 핫 에어에서 에이징하였다.

[0320] 실험

[0321] **물질**

[0322] SiH-POE D: 에틸렌/옥텐/실란 삼원중합체, 밀도 = 0.873 g/cc, I2 = 0.8 g/10분, I10/I2 = 9.10, 1.5 중량%의 HDMS, Mn = 49,056 g/mol, Mw = 108,548 g/mol, MWD = 2.21;

[0323] SiH-POE E: 에틸렌/옥텐/실란 삼원중합체, 밀도 = 0.870 g/cc, I2 = 0.8 g/10분, I10/I2 = 10.45, 3.4 중량%의 HDMS, Mn = 45,257 g/mol, Mw = 99,898 g/mol, MWD = 2.21;

[0324] ENGAGE™ 8100: The Dow Chemical Company로부터 입수 가능한 에틸렌/옥텐 공중합체, 밀도 = 0.87 g/cc, I2 = 1 g/10분, 0 중량% SiH 함량;

[0325] NORDEL™ 4785HM: The Dow Chemical Company로부터 입수 가능한 에틸렌 프로필렌 디엔(EPDM) 삼원중합체, 밀도 = 0.87 g/cc, Mooney 점도 (ML 1+4, 125C) = 70, ENB%= 4.9중량%, 0 중량% SiH 함량;

[0326] POE D: 에틸렌/옥텐 공중합체, 밀도 = 0.871 g/cc, I2 = 1.2 g/10분, 0 중량% SiH 함량;

[0327] Luperox 101-45: Arkema로부터 입수 가능한 퍼옥시드;

[0328] TAIC: 가교 보조제;

[0329] N550: Cabot으로부터 입수 가능한 카본 블랙;

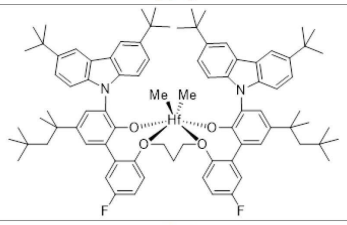
[0330] SUNPAR 2280: R.E. Carroll, Inc.로부터 입수 가능한 가소제/파라핀 오일

[0331] **중합체의 합성 및 특성**

[0332] 혼성중합체, SiH-POE D, SiH-POE E, 및 POE D는 유압으로 가득하며 정상 조건에서 작동되는 1 갤런의 중합 반응기 내에서 각각 제조하였다. 용매는 ExxonMobil Chemical Company에서 공급한 ISOPAR-E였다. Gelest에서 공급한 5-헥세닐디메틸실란(HDMS)은 삼원 단량체로 사용되었고, 사용 전에 UOP Honeywell에서 공급한 AZ-300 알루미나로 정제하였다. HDMS를 ISOPAR-E 중 22 중량% 용액으로서 반응기에 공급하였다. 반응기 온도는 반응기 출구 또는 출구 근처에서 측정하였다. 혼성중합체를 분리하고, 펠릿화하였다. 중합 조건은 표 1B 내지 표 1D에 나열되어 있고, 촉매 및 공촉매는 표 1A에 열거되어 있다. 각각의 에틸렌/옥텐/실란 삼원중합체(SiH-POE) 및 에틸렌/옥텐 공중합체(POE)의 중합체 특성은 표 2A 및 표 2B에 나타나 있다.

[0333] [표 1A]

촉매 및 공촉매

| 촉매(CAT) | 설명 |
|---|---|
| PE CAT 2(WO2012/027448) |  |
| 공촉매 | 설명 |
| CoCAT-1 | 미국 특허 제5,919,983호, 실시예 2에 실질적으로 기재되어 있는, 장쇄 트리알킬아민(Armeen™ M2HT, Akzo-Nobel, Inc.에서 입수 가능), HCl 및 Li[B(C6F5)4]의 반응에 의해 제조된 테트라키스(펜타플루오로페닐)보레이트의 메틸디(C14-18 알킬) 암모늄 염의 혼합물(추가 정제를 실시하지 않음) (Boulder Scientific) |
| CoCAT-2 | (추가 정제를 실시하지 않은) 개질된 메틸알루목산(MMAO) 유형 3A(Akzo Nobel) |

[0334]

[0335] [표 1B]

주목할 만한 SiH-POE 및 POE-D를 생성하기 위한 중합 조건

| | 반응기 온도, ℃ | 반응기 압력, psig | 용매, lb/hr | 에틸렌, lb/hr | 옥텐, lb/hr | HDMS, lb/h | 수소, sccm | 에틸렌 변환율, % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SiH-POE D | 170 | 729 | 38 | 3.8 | 5.0 | 1.4 | 192 | 83 |
| SiH-POE E | 168 | 726 | 36 | 3.8 | 5.0 | 2.9 | 193 | 82 |
| POE D | 170 | 728 | 39 | 3.8 | 5.4 | 0 | 162 | 83 |

[0336]

[0337] [표 1C]

촉매 공급물 유량 및 효율

| | 촉매 | 촉매 용액 유량, lb/hr | 촉매 용액 금속 농도, ppm* | 총 촉매 효율, (혼성중합체 g/총 촉매 금속 g) |
|---|---|---|---|---|
| SiH-POE D | PE CAT 2 | 0.33 | 3.96 | 3,911,000 |
| SiH-POE E | PE CAT 2 | 0.57 | 3.96 | 2,385,000 |
| POE D | PE CAT 2 | 0.33 | 3.96 | 3,939,000 |

[0338] * 각각의 촉매 공급 용액의 중량을 기준으로 한 "ppm" 양.

[0339] [표 1D]

공촉매 공급물 유량

| | CoCAT 1 용액 유량, lb/hr | CoCAT 1 용액 농도, ppm* | CoCAT 2 용액 유량, lb/hr | CoCAT 2 용액 농도, ppm Al** |
|---|---|---|---|---|
| SiH-POE D | 0.34 | 31.25 | 0.30 | 32.2 |
| SiH-POE E | 0.58 | 31.25 | 0.53 | 32.2 |
| POE D | 0.33 | 31.25 | 0.31 | 32.2 |

*공촉매 공급 용액의 중량을 기준으로 한 "ppm" 양.

**공촉매 공급 용액의 중량을 기준으로 한 Al 의 "ppm" 양.

[0340] [표 2A]

중합체 특성

| 수지 설명 | | | | | 실란 정보 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 수지 | 밀도 (g/cc) | MI (dg/분) | 옥텐 (mol%) | $T_m$ (C°) | 실란 유형 | 실란 mol%* | 실란 중량%** |
| SiH-POE D | 0.873 | 0.8 | 11.0 | 64.5 | HDMS | 0.4 | 1.5 |
| SiH-POE E | 0.87 | 0.8 | 11.0 | 61.9 | HDMS | 0.9 | 3.4 |
| POE D | 0.87 | 1.2 | 12.0 | 61.9 | - | - | - |

*1H NMR 로 결정되고 중합체 내 단량체의 전체 몰을 기준으로 하는 실란 Mol%

**혼성중합체의 중량을 기준으로 하되, mol%로부터 계산한 실란의 중량%.

[0341] HDMS = 5-헥세닐디메틸실란.

[표 2B]

중합체 특성(종래의 GPC)

| 수지 | Mn (kg/mol) | Mw (kg/mol) | Mw/Mn |
|---|---|---|---|
| SiH-POE D | 49 | 108 | 2.2 |
| SiH-POE E | 45 | 100 | 2.2 |
| POE D | 52 | 112 | 2.2 |

[0342]

[0343] **컴파운딩(Compounding) 절차**

[0344] 중합체 조성(수지/고무 100 중량부당 중량부수-phr) 및 경화 특성은 표 3에 나열되어 있다. 이 조성물의 기계적 특성은 표 4에 나열된다. 표 3의 각 조성물에 대해, 화합물을 표준 "업사이드-다운" 혼합 절차를 이용하여 한 쌍의 비스듬한 두 날개 회전자가 장착된 Banbury™ BR 1600 내부 고무 믹서에서 혼합하였다. "1.6 L 믹싱 챔버"를 75%의 충전 수준까지 충전하였다. 회전자 속도는 혼합 사이클 동안 45 rpm으로 일정하게 유지하였다. 믹서 본체 온도는 60℃이고, 화합물을 240초 동안 혼합하고, 용융 온도는 110℃ 미만으로 제어하였다. 혼합 완료 후, 화합물을 수집한 다음 90℃에서 시트로 압축했다.

[0345] 조성물의 경화 특성은 상기에 기재된 MDR 방법을 통해 측정하였다. 압축 성형기에서 경화된 가황 시트로부터 (인장, 압축 변형률 시험, 및 온도 수축 회복에 대한) 조성물의 물리적 특성을 측정하였다. 미경화된 블랭킷으로부터의 샘플을 절단하고, 가열하고 압축 성형기에서 경화시켜 PHI (100톤 프레스)를 이용하여 ASTM D3182에 따라 시험 시편을 제조하였다. 목적하는 몰드(6인치 x 6인치, 또는 압축 버튼)를 압반(platen) 위에 위치시켰다. 샘플(미경화된 블랭킷)을 개별 몰드 캐비티의 치수보다 약간 작게 절단하였다. 밀 방향을 표시하고 샘플에 라벨을 붙였다. 몰드에 묽은 실리콘 용액을 분사 브러싱하였다. 샘플을 밀 방향에 맞게 적절하게 배치되도록 주의하면서 예열된 몰드 안에 넣었다. 압반을 닫았다. "공칭" 작동 압력은 100톤이거나, 또는 게이지에 표시된 바와 같이 200,000파운드였다. 경화 시간이 끝난 후, 샘플을 꺼내 즉시 물 속에 넣어 경화를 중단시켰다. 샘플을 테스트 전에 실온에서 24시간 동안 컨디셔닝하였다. 가황을 위해, 플라크의 경우에는 t95 데이터 + 3분을 사용하고, 압축 변형률 버튼의 경우에는 t95 데이터 + 15분을 사용하여 180℃에서 3.5 MPa (500 psi)의 최소 압축 압력 하에 샘플을 두었다. v

[0346] [표 3]

| 조성물 (phr) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | CE-1 | CE-2 | CE-3 | IE-1 | IE-2 |
| ENGAGE™ 8100 | 100 | -- | -- | -- | -- |
| POE D | -- | 100 | -- | -- | -- |
| NORDEL™ 4785HM | -- | -- | 100 | -- | -- |
| SiH-POE D | -- | -- | -- | 100 | -- |
| SiH-POE E | -- | -- | -- | -- | 100 |
| Luperox 101-45 | 4.44 | 4.44 | 4.44 | 4.44 | 4.44 |
| TAIC | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| N550 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Sunpar 2280 | 20.7 | 20.7 | 20.7 | 20.7 | 20.7 |
| 총계 | 156.14 | 156.14 | 156.14 | 156.14 | 156.14 |
| 30 분 동안 180℃에서의 MDR | | | | | |
| ML, dN*m | 0.35 | 0.27 | 1.91 | 0.36 | 0.25 |
| MH, dN*m | 7.37 | 6.17 | 19.14 | 8.92 | 9.27 |
| MH-ML, dN*m | 7.02 | 5.9 | 17.23 | 8.56 | 9.02 |
| T90, 분 | 4.75 | 5.35 | 5.73 | 4.74 | 4.86 |
| TS2 | 1.03 | 1.28 | 0.56 | 0.85 | 0.82 |

[0347]

[0348] [표 4]

| 경화된 조성물 (30 분간 180° C) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | CE-1 | CE-2 | CE-3 | IE-1 | IE-2 |
| 쇼어 A 경도 | 76 | 76.1 | 60.5 | 78.5 | 74.4 |
| 100% 모듈러스(MPa) | 3.73 | 3.69 | 2.41 | 4.47 | 3.76 |
| 인장 강도(MPa) | 18.58 | 19.06 | 12.55 | 18.47 | 15.03 |
| 연신율(%) | 703.55 | 754.87 | 378.31 | 605.87 | 585.43 |
| 인열 강도(N/mm) | 54.52 | 52.25 | 27.37 | 58.15 | 49.8 |
| 압축 변형률(%) | 16.4 | 16.6 | 36.0 | 7.5 | 8.5 |
| 125° C 에서 70 시간 동안 열 에이징 후 경화된 조성물 | | | | | |
| 100% 모듈러스(MPa) | 3.93 | 4.01 | 2.45 | 4.63 | 3.9 |
| 인장 강도(MPa) | 15.89 | 13.4 | 12.44 | 19.16 | 14.57 |
| 연신율(%) | 593.08 | 509.45 | 375.18 | 607.6 | 557.6 |

[0349]

[0350] 발명예 1 및 2(IE-1 및 IE-2)는 본 출원의 본 발명의 조성물을 나타낸다. 비교예 1 내지 3(CE-1 내지 CE-3)은 통상의 조성물을 나타내며, CE-1 및 CE1은 통상의 POE(에틸렌/1-옥텐 공중합체) 조성물이고, CE-3은 통상의 EPDM 조성물이다.

[0351] 놀랍게도, 통상의 가교된 조성물에 비해 본 발명의 가교된 조성물은 고온 압축 변형률 저항 및 우수한 저온 유연성과 같이 개선되거나 양호한 기계적 특성과 더불어, 비교적 높은 경화 수준 및 신속한 경화를 보였다. CE-1 및 CE-2에 있어서, 통상의 가교 POE 조성물은 기계적 특성은 양호하였으나, 가교 특성은 열악하였다. CE-3의 경우, 통상의 가교된 EPDM 조성물은 양호한 경화 특성을 보였으나, 기계적 특성은 열악하였다. 따라서, 본 출원은 상대적으로 높은 경화 수준 및 신속한 경화를 허용하면서, 또한 양호한 기계적 특성을 제공하는 조성물을 제공한다는 점에서 최신 기술에 비해 진보적이다.