



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0003709
(43) 공개일자 2025년01월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C08G 77/46 (2006.01) C08G 65/336 (2006.01)
C08G 77/00 (2006.01) C08G 77/12 (2006.01)
C08G 77/38 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C08G 77/46 (2013.01)
C08G 65/336 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7037009
(22) 출원일자(국제) 2023년01월18일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2024년11월06일
(86) 국제출원번호 PCT/US2023/010994
(87) 국제공개번호 WO 2023/200497
국제공개일자 2023년10월19일
(30) 우선권주장
63/330,348 2022년04월13일 미국(US)

(71) 출원인
다우 실리콘즈 코퍼레이션
미국 미시간 미들랜드 웨스트 찰츠부르크 로드
2200 (우:48686)
(72) 발명자
그라스만, 마틴
미국 48686-0994 미시간, 미드랜드 웨스트 찰츠부
르크 로드 2200
듀케스네, 에마뉘엘
벨기에 세네페 7180 파크 인터스트리얼 존 씨, 루
줄스 보르멧
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
장훈

전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 하이드로실릴화 경화성 폴리에테르 제형

(57) 요약

(a) 분자당 평균 1.4개 이상의 불포화 탄소-탄소 결합을 갖는 폴리에테르; (b) 페닐기가 없고 다음 실록산 단위의 조합을 90 몰% 이상 포함하는 하나 이상의 실릴하이드라이드 작용성 폴리실록산 가교제의 조합: $H(R^3)_2SiO_{1/2}$, $SiO_{4/2}$ 및 선택적으로 $(R^3)_3SiO_{1/2}$, 이때 $H(R^3)_2SiO_{1/2}$ 단위의 분자당 평균 수는 2 이상이고, $SiO_{4/2}$ 단위의 분자당 평균 수는 1 이상이고, $(R^3)_3SiO_{1/2}$ 단위의 분자당 평균 수는 $(R^3)_3SiO_{1/2}$ 단위의 수를 $H(R^3)_2SiO_{1/2}$ 단위와 $(R^3)_3SiO_{1/2}$ 단위의 합으로 나눈 값이 0.7 미만이 되도록 하는 것이고; R^3 은 각각의 경우에 독립적으로 1 내지 8개의 탄소 원자를 갖는 하이드로카빌기에서 선택됨; 및 (c) 하이드로실릴화 촉매; 를 포함하는 조성물로서, 조성물에서 $SiH/C=C$ 의 몰 비는 0.3 내지 10의 범위에 있음.

(52) CPC특허분류

C08G 77/12 (2013.01)

C08G 77/38 (2013.01)

C08G 77/70 (2013.01)

(72) 발명자

주, 비즈중

미국 48686-0994 미시간, 미드랜드 웨스트 잘츠부
르크 로드 2200

하크니스, 브라이언

미국 48686-0994 미시간, 미드랜드 웨스트 잘츠부
르크 로드 2200

명세서

청구범위

청구항 1

부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물로서,

- 분자당 평균 1.4개 이상의 불포화 탄소-탄소 결합을 갖는 폴리에테르;
- 폐닐기가 없고 다음 실록산 단위의 조합을 90 몰% 이상 포함하는 하나 또는 하나 초과와 실릴하이드라이드 작용성 폴리실록산 가교제의 조합: $H(R^3)_2SiO_{1/2}$, $SiO_{4/2}$ 및 선택적으로 $(R^3)_3SiO_{1/2}$, 이때 $H(R^3)_2SiO_{1/2}$ 단위의 분자당 평균 수는 2 이상이고, $SiO_{4/2}$ 단위의 분자당 평균 수는 1 이상이고, $(R^3)_3SiO_{1/2}$ 단위의 분자당 평균 수는 $(R^3)_3SiO_{1/2}$ 단위의 수를 $H(R^3)_2SiO_{1/2}$ 단위와 $(R^3)_3SiO_{1/2}$ 단위의 합으로 나눈 값이 0.7 미만인 되도록 하는 것이고; R^3 은 각각의 경우에 독립적으로 1 내지 8개의 탄소 원자를 갖는 하이드로카빌기에서 선택됨; 및
- 하이드로실릴화 촉매;

를 포함하며, 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물에서 $SiH/C=C$ 의 몰 비는 0.3 내지 10의 범위에 있는, 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물.

청구항 2

제1항에 있어서, 분자당 평균 2개의 실릴-하이드라이드기를 함유하고 $SiO_{4/2}$ 실록산 단위가 없는 사슬 연장제 성분을 더 포함하는, 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 하이드로실릴화 촉매 억제제를 더 포함하는, 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물에서 $SiH/C=C$ 의 몰 비는 0.4 내지 5의 범위인, 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 폴리에테르의 불포화 탄소-탄소 결합은 알릴 또는 메탈릴기의 일부분인, 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 폴리에테르는 다음 폴리에테르 중 임의의 하나 또는 하나 초과와 임의의 조합인, 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물:

(i) 평균 화학 구조 (I)을 갖는 삼분기 폴리프로필렌 옥사이드:



m 의 값은 소정의 폴리에테르 세그먼트에서 프로필렌 옥사이드 단위의 평균 수이고, 3개의 폴리에테르 세그먼트 각각에 대해 동일하거나 상이할 수 있으며, 단 m 의 값은 3개의 세그먼트 각각에서 0보다 크고, 3개의 m 값의 합은 평균 값은 60 이상인 동시에 1000 이하이고, R^2 은 3가 하이드로카빌기임;

(ii) 평균 화학 구조 (II)를 갖는 디알릴 말단-캡핑 폴리프로필렌 옥사이드:



상기 식에서 R^4 는 2가 하이드로카빌이고 아래 첨자 n 은 R^4 로부터 연장되는 2개의 폴리프로필렌 옥사이드기 각각의 프로필렌 옥사이드 단위의 평균 수이며, 각각의 경우에 독립적으로 10 이상의 평균 값을 가지는 동시에 1600 이하의 평균 값을 가짐;

(iii) 평균 화학 구조 (III)을 갖는 디메탈릴 말단-캡핑 폴리프로필렌 옥사이드:



상기 식에서 R^4 는 2가 하이드로카빌이고, 아래 첨자 n 은 R^4 로부터 연장되는 2개의 폴리프로필렌 옥사이드기 각각의 프로필렌 옥사이드 단위의 평균 수이며, 각각의 경우에 독립적으로 10 이상의 평균 값을 가지는 동시에 1600 이하의 평균 값을 가짐.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 추가적 실릴-하이드라이드 작용성 가교제를 더 포함하는, 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 페닐 작용기를 또한 갖는 실릴-하이드라이드 작용성 폴리실록산이 없는, 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 실릴-하이드라이드 작용성 가교제는 분자당 평균 5 내지 6개의 $SiO_{4/2}$ 단위, 4 내지 10개의 $H(R^3)_2SiO_{1/2}$ 단위 및 분자당 0 내지 5개의 $(R^3)_3SiO_{1/2}$ 단위를 함유하며, 각각의 R^3 은 각각의 경우에서 독립적으로 1 내지 8개의 탄소 원자를 갖는 하이드로카빌기로부터 선택되는, 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항의 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물을 사용하는 공정으로서, 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물을 다른 재료 상에 배치하는 단계, 및 이어서 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물을 섭씨 80도 이상으로 가열하여 경화시키는 단계를 포함하는 공정.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 상용화 가교제로서 페닐-작용성 실리콘 가교제를 필요로 하지 않는 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 실란 개질 중합체(SMP)는 실란기로 종결된 유기 중합체 백본으로 구성된 재료의 한 종류이다. SMP는 실란 말단기의 반응성을 경화에 활용하여 접착제 및 실란트, 예컨대 실온 가황(RTV) 실란트를 제형화하는 데 유용하다. 현재 사용 가능한 SMP의 두 가지 유형은 실란 말단 폴리에테르(STPE) 및 실란 개질 폴리우레탄(STPU)이다. 실란 말단 폴리에테르는 실란 말단 폴리우레탄보다 탄성률이 낮고 내구성이 더 좋기 때문에 특히 실란트 응용 분야에서 더 바람직하다.

[0003] SMP 조성물은 중축합을 통해 경화되므로 경화를 위해 습기를 필요로 한다. 전형적으로 SMP 조성물의 중축합 경화는 경화를 위해 대기 습기를 활용한다. 이는 경화를 달성하기 위해 대기 습기가 있어야 함을 의미한다. 또한, 이는 완벽한 경화를 위해 습기가 SMP 조성물에 침투해야 함을 의미한다. 결과적으로 SMP 조성물의 경화 속도는 사용 가능한 습기와 습기가 SMP 재료에 침투하는 속도에 따라 달라진다. 대기 습기가 낮으면(예컨대 건조한 지형) 경화를 달성하기 어렵다. 대기 습기가 있는 경우에도, 전형적으로 SMP 재료 내로 습기 침투가 느리기 때문에 완벽한 경화를 달성하는 데 몇 시간에서 며칠이 걸릴 수 있다. 대기 습기가 심지어 제형에 도달하기 위

해 긴 확산 경로를 거쳐야 하는 위치에 SMP 기반 제형이 있는 경우 습기의 침투가 더욱 큰 문제가 된다. 중축합 경화성 SMP 조성물의 또 다른 단점은 경화되면서 메탄올과 같은 휘발성 유기 화합물(VOC)을 생성한다는 것이다.

[0004] 습기와 VOC 부산물의 생성을 피하기 위해 중축합 이외의 메커니즘으로 경화되는 현재 사용 가능한 SMP 조성물에 대한 대안을 발견하는 것이 바람직하다. 특히, 중축합 이외의 메커니즘으로 경화되는 부가-경화성 실란 개질 폴리에테르 조성물을 식별하는 것이 바람직하다. 한 가지 대안은 하이드로실릴화와 같은 부가 경화 화학을 사용하여 경화하는 것이다. 폴리에테르 조성물에 대한 하이드로실릴화 화학의 과정은 조성물에 있는 폴리에테르 성분과 실리콘 가교제 성분과의 상용성을 달성하여 혼합할 수 있도록 하는 것이다. 이러한 과정은 실리콘 가교제에 페닐기를 통합하여 상용성을 증가시킴으로써 종래 기술에서 해결되었다. 그러나 페닐-함유 실리콘 재료는 이의 제조의 복잡성으로 인해 비싸다. 따라서 페닐-작용성 실리콘 가교제를 필요로 하지 않지만 서로 상용성인 성분을 갖고 섭씨 80도(°C)에서 90분 이내에, 바람직하게는 25°C에서 24시간 이내에 경화되는 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물을 식별하는 것이 바람직하다.

발명의 내용

[0005] 본 발명은, 페닐-작용성 실리콘 가교제를 필요로 하지 않지만 서로 상용성인 성분을 갖는 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물을 제공한다. 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물은 섭씨 80도(°C)에서 90분 이내에 경화될 수 있으며, 일부 경우에는 25°C에서 24시간 이내에 경화될 수 있다. 실제로, 전체 조성물은 페닐-작용성 실리콘 가교제가 없을 수 있으며, 심지어 페닐-작용성 성분이 전혀 없을 수 있다.

[0006] 본 발명은, 실릴 하이드라이드 작용성 실리콘 수지가, 수지 내 총 실록산 단위에 대하여 $\text{SiO}_{4/2}$, $\text{H}(\text{R}^1)_2\text{SiO}_{1/2}$ 및 선택적으로 $(\text{R}^1)_3\text{SiO}_{1/2}$ 실록산 단위의 조합을 90 몰-퍼센트(몰%) 이상 포함하고, 95 몰% 이상, 심지어 99 몰% 이상, 심지어 100 몰% 포함할 수 있으며 - 이때 몰%는 총 실록산 단위, 바람직하게는 SiH 작용성 폴리실록산의 총 공중합 단위에 대한 것임 -, 중축합보다 부가 화학에 의해 경화되는 페닐이 없는 실란 개질 폴리에테르 조성물에서 알케닐 작용성 폴리에테르 및 적합한 가교제와 상용성이라는 것을 발견한 결과이다.

[0007] 제1 양태에서, 본 발명은 다음을 포함하는 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물이다: (a) 분자당 평균 1.4개 이상의 불포화 탄소-탄소 결합을 갖는 폴리에테르; (b) 페닐기가 없고 다음 실록산 단위의 조합을 90 몰% 이상 포함하는 하나 또는 하나 초과와 실릴하이드라이드 작용성 폴리실록산 가교제의 조합: $\text{H}(\text{R}^3)_2\text{SiO}_{1/2}$, $\text{SiO}_{4/2}$ 및 선택적으로 $(\text{R}^3)_3\text{SiO}_{1/2}$, 이때 $\text{H}(\text{R}^3)_2\text{SiO}_{1/2}$ 단위의 분자당 평균 수는 2 이상이고, $\text{SiO}_{4/2}$ 단위의 분자당 평균 수는 1 이상이고, $(\text{R}^3)_3\text{SiO}_{1/2}$ 단위의 분자당 평균 수는 $(\text{R}^3)_3\text{SiO}_{1/2}$ 단위의 수를 $\text{H}(\text{R}^3)_2\text{SiO}_{1/2}$ 단위와 $(\text{R}^3)_3\text{SiO}_{1/2}$ 단위의 합으로 나눈 값이 0.7 미만인 되도록 하는 것이고; R^3 은 각각의 경우에 독립적으로 1 내지 8개의 탄소 원자를 갖는 하이드로카빌기에서 선택됨; 및 (c) 하이드로실릴화 촉매; 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물에서 SiH/C=C의 몰 비는 0.3 내지 10의 범위에 있음.

[0008] 제2 양태에서, 본 발명은 선행하는 양태의 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물을 사용하는 공정으로서, 공정은 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물을 다른 재료 상에 배치하는 단계, 및 이어서 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물을 섭씨 80도 이상으로 가열하여 경화시키는 단계를 포함한다.

[0009] 본 발명의 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물은 예를 들어 실란트 또는 접착제로 사용될 수 있는 조성물로 유용하다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 시험 방법은 시험 방법 번호에 날짜가 표시되지 않은 경우 이 문서의 우선일 기준으로 가장 최근의 시험 방법을 지칭한다. 시험 방법에 대한 참조에는 시험 협회와 시험 방법 번호에 대한 참조가 모두 포함된다. 다음 시험 방법 약어 및 식별자가 본원에 적용된다: ASTM은 American Society for Testing and Materials를 지칭하고; EN은 European Norm을 지칭하고; DIN은 Deutsches Institut für Normung을 지칭하고; ISO는 International Organization for Standards를 지칭한다.

[0011] "다수"는 두 개 이상을 의미한다. "및/또는"은 "및, 또는 대안으로서"를 의미한다. 달리 명시되지 않는 한 모

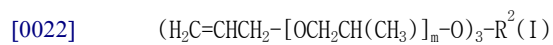
든 범위에는 종결점이 포함된다.

- [0012] 본원의 화학 구조는 프로필렌 옥사이드 단위를 $[\text{OCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)]$ 로서 표시하지만, 화학 구조가 프로필렌 옥사이드의 방향에 제한되지 않는다는 것이 이해되어야 하고 의도된다. 예를 들어, 프로필렌 옥사이드 단위는 $[\text{OCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)]$, $[\text{OCH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2]$, 또는 두 방향의 조합일 수 있다.
- [0013] 실록산 단위는 M, D, T 또는 Q라는 명칭으로 특징지어질 수 있다. M은 화학식 " $(\text{CH}_3)_3\text{SiO}_{1/2}$ "를 갖는 실록산 단위를 지칭한다. D는 화학식 " $(\text{CH}_3)_2\text{SiO}_{2/2}$ "를 갖는 실록산 단위를 지칭한다. T는 화학식 " $(\text{CH}_3)\text{SiO}_{3/2}$ "를 갖는 실록산 단위를 지칭한다. Q는 화학식 " $\text{SiO}_{4/2}$ "를 갖는 실록산 단위를 지칭한다. M, D 및 T 단위에서 규소 원자에 결합된 비산소 기는 달리 명시되거나 표시되지 않는 한 메틸기이다. 특히, "1/2" 배수의 아래 첨자를 갖는 산소 원자는 산소가 지정된 원자를 제2 원자에 연결하며, 제2 원자 또한 "1/2" 배수의 아래 첨자를 갖는 산소로 지정됨을 나타낸다. 예를 들어, $((\text{CH}_3)_3\text{SiO}_{1/2})(\text{SiO}_{4/2})$ 또는 MQ는 M 단위가 Q 단위에 결합되어 있고 산소 원자가 M 단위의 규소 원자와 Q 단위의 규소 원자 사이에 공유되는 것을 지칭한다. $\frac{1}{2}$ 아래 첨자의 배수는 실록산 단위의 규소 원자와 그러한 공유 결합 구성에 있는 산소 원자의 수를 나타낸다.
- [0014] 접미사 "-유형"이 있는 실록산 단위 지정에 대한 참조는 임의의 하나 이상의 메틸기가 실제로 R기인 실록산 단위를 지칭하며, 여기서 R은 하이드록실, 알콕실 또는 하이드로카빌과 같은 메틸이 아닌 기이다. 하이드로카빌은 전형적으로 1 내지 8개의 탄소 원자를 함유한다. 예를 들어, R은 메틸, 에틸, 프로필, 부틸, 펜틸, 헥실, 헵틸 또는 옥틸일 수 있다.
- [0015] 실록산 단위는 알킬기의 자리에 규소 원자에 결합된 기를 나타내는 위 첨자를 포함할 수 있다. 예를 들어, " M^{H} -유형" 단위는 하나의 R기가 수소로 대체된 M-유형 단위를 지칭한다: $((\text{R}^1)_2\text{HSiO}_{1/2})$. " M^{H} " 단위는 하나의 메틸이 수소 원자로 대체된 M 단위를 지칭한다 $((\text{CH}_3)_2\text{HSiO}_{1/2})$. T^{Ph} 단위는 메틸이 페닐기로 대체된 T 단위를 지칭한다.
- [0016] M, D, T, Q 약어를 사용하는 폴리실록산의 화학식 지정은 전형적으로 단위 지정자와 연관된 아래 첨자가 있으며, 이는 분자 내의 모든 실록산 단위에 대한 해당 실록산 단위의 평균 몰 비, 또는 분자 내의 연관된 실록산 단위의 평균 수를 지칭할 수 있다. 실록산 단위와 연관된 아래 첨자가 1 이상인 경우, 아래 첨자는 분자 내 해당 실록산 단위의 평균 수를 지칭한다. 실록산 단위와 연관된 아래 첨자가 1 미만인 경우, 아래 첨자는 분자 내 모든 실록산 단위의 몰 수에 대한 해당 실록산 단위의 평균 몰 비를 지칭한다. 아래 첨자가 없는 것은 아래 첨자 값이 1인 것을 의미한다.
- [0017] 본 발명의 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물은 바람직하게는 알릴 및/또는 메탈릴 작용기 형태로, 불포화 탄소-탄소 결합을 갖는 폴리에테르를 포함한다. 폴리에테르는 선형 또는 분지형일 수 있거나, 선형 및 분지형 폴리에테르의 조합일 수 있다. 폴리에테르는 페닐기가 없을 수 있다. 폴리에테르는 분자당 평균 1.4 이상, 바람직하게는 1.6 이상, 1.7 이상, 심지어 1.8 이상의 불포화 탄소-탄소 결합을 갖고, 평균 2.0 이상 가질 수 있는 동시에 전형적으로 분자당 평균 5개 이하, 4개 이하, 3개 이하, 심지어 2개 이하의 불포화 탄소-탄소 결합을 갖는다. 전형적으로 불포화 탄소-탄소 결합은 탄소-탄소 이중 결합($\text{C}=\text{C}$)이다.
- [0018] 폴리에테르는 특별히 제한되지 않으며, 다양한 폴리에테르를 사용할 수 있다. 이의 전형적인 예는 반복되는 $(-\text{R}^1-\text{O}-)$ 단위의 주쇄를 갖는 폴리에테르를 포함하며, 여기서 $-\text{R}^1-$ 은 2가 알킬렌기를 나타낸다. 폴리에테르는 한 종류의 반복 단위 또는 여러 종류의 반복 단위를 가질 수 있으며, 즉, R^1 은 반복 단위에서 동일하거나 상이할 수 있다. 폴리에테르는 선형 중합체 또는 분지형 중합체일 수 있다. 폴리에테르는 중합체 사슬을 따라 반복되거나 반복되지 않을 수 있는 소량의 다른 단위를 함유할 수 있고, 전형적으로는 이를 함유한다. 다른 단위는, 예를 들어 중합체를 합성하는 데 사용된 개시제로부터의 것일 수 있다. 개시제는 폴리에테르 전구체를 중합하기 위해 촉매화될 수 있는 임의의 화학 종일 수 있다. 적합한 개시제의 예는 글리세롤 및 1,4-부탄 디올을 포함한다.
- [0019] 폴리에테르의 주쇄는 바람직하게는 폴리옥시프로필렌이다(즉, 상기 $-\text{R}^1$ 은 $-\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)-$ 이다). 주쇄로 폴리옥시프로필렌을 갖는 폴리에테르는 상업적 이용 가능성과 가공성의 관점에서 유리하다. 불포화 탄소-탄소 결합기가 아닌 폴리에테르의 모든 영역은 바람직하게는 폴리옥시알킬렌 골격을 갖지만, 이 영역은 다른 구조적 단위도 함

유할 수 있다. 이러한 경우, 중합체 내의 폴리에테르 골격의 총량은 바람직하게는 폴리에테르의 중량 대비 80 중량% 이상, 더 바람직하게는 90 중량% 이상이다. 폴리에테르의 수평균 분자량은 실온에서의 가공성과 접착 특성의 관점에서 바람직하게는 3000 이상, 심지어 5000 이상인 동시에 전형적으로 50000 이하, 바람직하게는 40000 이하이다. 3000 미만의 수평균 분자량을 갖는 폴리에테르는 종종 더 취성인 경화 제품을 제공하는 반면, 50000 초과와 수평균 분자량을 갖는 폴리에테르는 더 점성이 높아 가공성이 저하된다. 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물은 서로 다른 분자량을 갖는 폴리에테르의 조합을 포함할 수 있으며, 이는 광범위한 분자량 분포의 특성이 필요하거나 바람직한 경우 바람직할 수 있다. 상기 분자량은 겔 투과 크로마토그래피(GPC)에 의해 결정된 폴리스티렌으로서의 수평균 분자량이다. 불포화 탄소-탄소 이중 결합기와 폴리에테르의 결합은 특별히 제한되지 않으며, 그 예는 알케닐기 에테르의 직접 결합, 에스테르 결합, 카보네이트 결합, 우레탄 결합, 우레아 결합 등을 포함한다.

[0020] 예를 들어, 폴리에테르는 선형 또는 분지형 알릴, 또는 메탈릴 캡핑 폴리프로필렌 옥사이드, 또는 이들의 조합일 수 있다. 바람직하게는, 중합체는 다음 세 가지 예시적 폴리에테르 중 임의의 하나 초과와 임의의 조합에서 선택된다:

[0021] 첫째, 평균 화학 구조 (I)을 갖는 삼분기 폴리프로필렌 옥사이드:

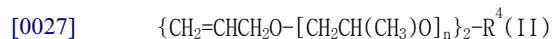


[0023] 상기 식에서,

[0024] m의 값은 소정의 폴리에테르 세그먼트에서 프로필렌 옥사이드 단위의 평균 수이며, 3개의 폴리에테르 세그먼트 각각에 대해 동일하거나 상이할 수 있으며, 단 m의 값은 3개의 세그먼트 각각에서 0보다 크고, 3개의 m 값의 합의 평균 값은 60 이상, 80 이상, 100 이상, 125 이상, 150 이상, 200 이상, 250 이상, 300 이상, 350 이상, 375 이상, 385 이상, 심지어 400 이상인 동시에 1000 이하, 750 이하, 700 이하, 600 이하, 500 이하, 400 이하, 또는 심지어 385 이하이고;

[0025] R^2 는 3가 하이드로카빌기이며, 이는 3개의 폴리에테르 사슬이 부착된 하이드로카빌기라는 의미이다. 예를 들어, R^2 는 각각의 "-"에 폴리에테르 사슬이 부착된 화학 구조 $-\text{CH}(\text{CH}_2)-$ 를 가질 수 있다.

[0026] 둘째, 평균 화학 구조 (II)를 갖는 디알릴 말단 캡핑 폴리프로필렌 옥사이드:



[0028] 상기 식에서 R^4 는 바람직하게는 탄소 원자를 하나 이상 함유하고 2개 이상, 3개 이상, 4개 이상, 5개 이상, 6개 이상, 7개 이상, 심지어 8개 이상 함유할 수 있는 동시에 전형적으로 10개 이하, 9개 이하, 8개 이하, 7개 이하, 6개 이하, 5개 이하, 4개 이하, 심지어 3개 이하를 함유하는 2가 하이드로카빌이고; 아래 첨자 n은 R^4 로부터 연장되는 2개의 폴리프로필렌 옥사이드기 각각의 프로필렌 옥사이드 단위의 평균 수이며, 각각의 경우에 독립적으로 10 이상, 20 이상, 50 이상, 60 이상, 75 이상, 100 이상, 심지어 125 이상의 평균 값을 가질 수 있는 동시에 전형적으로 1600 이하, 1400 이하, 1200 이하, 1000 이하, 750 이하, 500 이하, 250 이하, 200 이하의 평균 값을 가지며, 175 이하, 150 이하, 100 이하, 75 이하, 70 이하, 심지어 65 이하의 평균 값을 가질 수 있다. 하나의 특히 바람직한 R^4 2가 하이드로카빌은 $-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2-$ 이다.

[0029] 셋째, 평균 화학 구조 (III)를 갖는 디메탈릴 말단 캡핑 폴리프로필렌 옥사이드:



[0031] 상기 식에서 R^4 는 바람직하게는 탄소 원자를 하나 이상 함유하고 2개 이상, 3개 이상, 4개 이상, 5개 이상, 6개 이상, 7개 이상, 심지어 8개 이상 함유할 수 있는 동시에 전형적으로 10개 이하, 9개 이하, 8개 이하, 7개 이하, 6개 이하, 5개 이하, 4개 이하, 심지어 3개 이하를 함유하는 2가 하이드로카빌이고; 아래 첨자 o는 R^4 로부터 연장되는 2개의 폴리프로필렌 옥사이드기 각각의 프로필렌 옥사이드 단위의 평균 수이며, 각각의 경우에 독립적으로 10 이상, 20 이상, 50 이상, 60 이상, 65 이상, 75 이상, 100 이상, 심지어 125 이상의 평균 값을 가질 수 있는 동시에 전형적으로 1600 이하, 1400 이하, 1200 이하, 1000 이하, 750 이하, 500 이하, 250

이하, 200 이하의 평균 값을 가지며, 175 이하, 150 이하, 100 이하, 75 이하, 심지어 70 이하의 평균 값을 가질 수 있다. 하나의 특히 바람직한 R^4 가 하이드로카빌은 $-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2-$ 이다.

[0032] 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물은 또한 하나 또는 하나 초과와 실릴 하이드라이드(SiH) 작용성 폴리실록산 가교제의 조합을 포함한다. 특히, SiH 작용성 폴리실록산 가교제는 페닐기가 없다.

[0033] SiH 작용성 폴리실록산 가교제는 다음 실록산 단위의 조합을 90 몰-퍼센트(몰%) 이상 포함하고, 95 몰% 이상, 심지어 99 몰% 이상, 심지어 100 몰%를 포함할 수 있으며, 이때 몰%는 총 실록산 단위, 바람직하게는 SiH 작용성 폴리실록산 가교제의 총 공중합 단위에 대한 것이다: $\text{SiO}_{4/2}$, $\text{H}(\text{R}^3)_2\text{SiO}_{1/2}$ 및 선택적으로 $(\text{R}^3)_3\text{SiO}_{1/2}$. 각각의 R^3 은 각각의 경우에 독립적으로 탄소 원자 1개 이상을 갖고, 2개 이상, 3개 이상, 4개 이상, 5개 이상, 6개 이상, 심지어 7개 이상을 가질 수 있는 동시에 전형적으로 8개 이하, 7개 이하, 6개 이하, 5개 이하, 4개 이하, 3개 이하, 또는 심지어 2개 이하를 가질 수 있는 하이드로카빌기로부터 선택된다. 각각의 R^3 은 동일할 수 있거나, 동일한 분자 내에 상이한 R^3 기가 있을 수 있다. 바람직하게는, 각각의 R^3 은 메틸기이다.

[0034] 일반적으로, SiH 작용성 폴리실록산 가교제는 분자당 평균 1개 이상, 2개 이상, 3개 이상, 4개 이상, 5개 이상, 6개 이상, 10개 이상, 15개 이상, 심지어 20개 이상인 동시에 전형적으로 40개 이하, 30개 이하, 25개 이하, 20개 이하, 심지어 15개 이하의 $\text{SiO}_{4/2}$ 실록산 단위를 함유한다.

[0035] 일반적으로, SiH 작용성 폴리실록산 가교제는 $\text{H}(\text{R}^3)_2\text{SiO}_{1/2}$ 단위를 분자당 평균 2개 이상 함유하고, 3개 이상, 4개 이상, 5개 이상, 6개 이상, 10개 이상, 15개 이상, 심지어 20개 이상 함유할 수 있는 동시에 전형적으로 40개 이하를 함유하고, 30개 이하, 25개 이하, 20개 이하, 15개 이하, 10개 이하, 8개 이하, 7개 이하, 6개 이하, 심지어 5개 이하를 함유할 수 있다.

[0036] 일반적으로, SiH 작용성 폴리실록산 가교제는 $(\text{R}^3)_3\text{SiO}_{1/2}$ 단위를 분자당 평균 0개 이상, 1개 이상을 함유하고, 2개 이상, 3개 이상, 4개 이상, 5개 이상, 6개 이상, 10개 이상, 심지어 20개 이상을 함유할 수 있는 동시에 전형적으로 30개 이하를 함유하고, 20개 이하, 15개 이하, 10개 이하, 8개 이하, 7개 이하, 6개 이하, 심지어 5개 이하를 함유할 수 있으며, 단 $(\text{R}^3)_3\text{SiO}_{1/2}$ 단위의 분자당 평균 수는 $(\text{R}^3)_3\text{SiO}_{1/2}$ 단위의 수를 $\text{H}(\text{R}^3)_2\text{SiO}_{1/2}$ 단위와 $(\text{R}^3)_3\text{SiO}_{1/2}$ 단위의 합으로 나눈 값이 0.7 미만인 되도록 하는 것이고, 0.6 이하, 0.5 이하, 0.4 이하, 0.3 이하, 0.2 이하, 0.1 이하 또는 심지어 0이 되도록 하는 것일 수 있다.

[0037] 실록산 "수지"는 T-유형 및 Q-유형 실록산 단위를 함유하고 전형적으로 불완전 응축 Q-유형, T-유형 및 때로는 D-유형 실록산 단위를 포함하며, 이는 "-OZ" 기를 갖고, Z는 H 또는, 하나 이상 또는 두 개 이상인 동시에 8개 이하, 전형적으로 6개 이하의 탄소 원자를 갖는 알킬기로부터 선택된다. 일반적으로 실록산 수지에서 -OZ기의 농도는 수지의 실록산 단위 물을 기준으로 5 몰-퍼센트(몰%) 이하이다. 여기서 "수지"는 수지의 화학식에 -OZ 성분이 지정되지 않더라도 수지의 실록산 단위 물을 기준으로 최대 5 몰%를 함유하는 것으로 추정된다.

[0038] 알릴 및/또는 메탈릴 작용기를 갖는 폴리에테르와, SiH 작용성 폴리실록산 가교제의 상대 농도는 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물에서 $\text{SiH}/\text{C}=\text{C}$ 결합의 몰 비가 0.3 이상, 바람직하게는 0.4 이상이 되도록 하는 것이고, 0.5 이상, 0.6 이상, 0.7 이상, 0.8 이상, 0.9 이상, 1 이상, 심지어 1.5 이상인 동시에 바람직하게는 10 이하, 바람직하게는 9 이하, 8 이하, 7 이하, 6 이하, 심지어 5 이하, 4 이하, 또는 심지어 3 이하가 되도록 하는 것일 수 있다.

[0039] 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물은 하이드로실릴화 촉매를 더 포함한다. 전형적으로, 하이드로실릴화 촉매는 백금 기반 하이드로실릴화 촉매이다. 백금 기반 하이드로실릴화 촉매는 화합물 및 복합체, 예컨대 백금(0)-1,3-디비닐-1,1,3,3-테트라메틸디실록산(카르스테트 촉매), 백금-카보닐 복합체, 백금 사이클로비닐메틸실록산 복합체, 백금 아세틸아세토네이트(acac), 사이클로펜타디에닐 알킬 백금, 백금 블랙, 백금 화합물, 예컨대 염화 백금산, 염화백금산 6수화물, 염화백금산과 1가 알코올의 반응 생성물, 백금 비스(에틸아세토아세테이트), 백금 비스(아세틸아세토네이트), 백금 이염화물, 및 올레핀 또는 저분자량 유기폴리실록산 또는 매트릭스 또는 코어-셸 유형 구조에 마이크로캡슐화된 백금 화합물의 복합체를 포함한다. 촉매는 탄소 또는 알루미늄과 같은 지지체 물질에 흡착되거나 흡수된 Pt 금속 입자 또는 화합물을 갖는 지지된 Pt 촉매일 수 있다. 하이드로실릴화 촉

매는 백금을 갖는 1,3-디에테닐-1,1,3,3-테트라메틸디실록산 복합체를 포함하는 저분자량 유기폴리실록산과 백금의 복합체를 포함하는 용액의 일부일 수 있다. 이러한 복합체는 수지 매트릭스에 마이크로캡슐화될 수 있다. 다른 전이 금속 또는 귀금속 화합물 또한 하이드로실릴화 촉매로 사용될 수 있으며, 예를 들어, 디- μ -카보닐 디- π -사이클로펜타디에닐 디니켈이 있다.

[0040] 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물은 분자당 평균 2개의 SiH기를 함유하고 $\text{SiO}_{4/2}$ 실록산 단위를 포함하지 않는 사슬 연장제 성분을 더 포함하거나 이를 포함하지 않을 수 있다. 사슬 연장제는 페닐기를 포함하거나 이를 포함하지 않을 수 있다. 예를 들어, 사슬 연장제는 평균 화학 조성 $\text{HR}^3_2\text{SiOPh}_2\text{SiOSiR}^3_2\text{H}$ 를 가질 수 있으며, "Ph"는 페닐기를 지칭하고 R^3 상기 정의된 바와 같으며, 바람직하게는 메틸이다. 사슬 연장제의 농도는 전형적으로 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물 중량의 2 중량% 이하이며, 1.8 중량% 이하, 1.6 중량% 이하, 1.4 중량% 이하, 1.2 중량% 이하, 1.0 중량% 이하, 0.8 중량% 이하, 0.6 중량% 이하, 0.3 중량% 이하, 0.1 중량% 이하 또는 심지어 0 중량%일 수 있다.

[0041] 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물은 하이드로실릴화 촉매 억제제를 더 포함하거나 이를 포함하지 않을 수 있다. 적합한 하이드로실릴화 촉매 억제제의 예는 2-메틸-3-부틴-2-올; 3-메틸-1-부틴-3-올; 3,5-디메틸-1-헥신-3-올; 2-페닐-3-부틴-2-올; 3-페닐-1-부틴-3-올; 1-에티닐-1-사이클로헥산올; 1,1-디메틸-2-프로피닐옥시)트리메틸실란; 및 메틸(트리스(1,1-디메틸-2-프로피닐옥시))실란; 3-메틸-3-펜텐-1-인 및 3,5-디메틸-3-헥센-1-인과 같은 엔-인 화합물; 벤조트리아졸과 같은 트리아졸; 하이드라진 기반 화합물; 포스핀 기반 화합물; 머캅탄 기반 화합물; 1,3,5,7-테트라메틸-1,3,5,7-테트라비닐 사이클로테트라실록산 및 1,3,5,7-테트라메틸-1,3,5,7-테트라헥세닐 사이클로테트라실록산과 같은 메틸비닐사이클로실록산을 포함하는 사이클로알케닐실록산과 같은 아세틸렌-유형 화합물 중 임의의 하나 또는 하나 초과 임의의 조합을 포함한다.

[0042] 촉매의 백금에 대한 몰 비로서 하이드로실릴화 촉매 억제제의 농도는 0 이상, 0.5 이상, 1.0 이상, 5.0 이상, 10 이상, 20 이상, 30 이상, 40 이상, 50 이상, 심지어 100 이상인 동시에 전형적으로 200 이하, 100 이하, 50 이하, 40 이하, 30 이하, 20 이하, 10 이하, 5 이하이며 1.0 이하일 수 있다.

[0043] 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물은 분자당 평균 2개 이상, 바람직하게는 3개 이상의 SiH 작용기를 함유하는 "추가적" SiH 작용성 가교제를 더 포함하거나 이를 포함하지 않을 수 있으며, 추가 SiH 작용성 가교제는 상기에 기재된 SiH 작용성 폴리실록산 가교제의 자격을 충족하지 않는다. 추가적 SiH 작용성 가교제는 Ph기를 함유하거나 Ph기가 포함하지 않을 수 있다. 또한, SiH 작용성 가교제는 $\text{SiO}_{4/2}$ 실록산 단위를 포함하거나 $\text{SiO}_{4/2}$ 실록산 단위를 포함하지 않을 수 있다.

[0044] 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물은 페닐 작용기를 갖는 SiH 작용성 폴리실록산을 포함하지 않을 수 있다. SiH 작용성 가교제는 환형 또는 비환형일 수 있다. 추가적 SiH 작용성 가교제는 또한 비환형일 수 있다. 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물은 환형 SiH 작용성 가교제가 없을 수 있다.

[0045] 본 발명은 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물을 사용하는 공정을 더 포함한다. 이 공정은 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물을 다른 재료, 예를 들어 기판 상에 배치하는 단계, 및 이어서 부가 반응 경화성 폴리에테르 조성물을 바람직하게는 섭씨 80도(°C) 이상의 온도로 가열하여 경화시키는 단계를 포함한다.

[0046] 실시예

[0047] 표 1은 다음 실시예에서 사용된 성분을 식별한다. Me는 메틸을 지칭하고 Ph는 페닐을 지칭한다.

[0048] [표 1]

성분	설명	출처
폴리에테르 1	하기의 평균 화학 구조를 갖는 폴리에테르: $\{H_2C=CHCH_2-[OCH_2CH(CH_3)]_m-OCH_2\}_2-CH-O-[CH(CH_3)CH_2O]_p-CH_2CH=CH_2$ 로서, 상기 식에서 각각의 m과 p의 합은 385의 평균 값을 가짐.	HuangMa로부터 HMS-752M이라는 제품명으로 입수 가능한 소재.
폴리에테르 2	하기의 평균 화학 구조를 갖는 폴리에테르: $CH_2=CHCH_2O-[CH_2CH(CH_3)O]_{63}-CH(CH_3)CH_2-[O(CH_3)CHCH_2]_{63}-OCH_2CH=CH_2$.	NOF로부터 UNISAFE PKA-5230이라는 이름으로 입수 가능.
폴리에테르 3	$CH_2=C(CH_3)CH_2O-[CH_2CH(CH_3)O]_{68}-CH(CH_3)CH_2-[O(CH_3)CHCH_2]_{68}-OCH_2C(CH_3)=CH_2$.	알릴 클로라이드 대신 메탈릴 클로라이드를 사용하는 것을 제외하고, 미국 특허 US8901255호의 실시예 1의 교시에 따라 제조.
SiH 가교제 1	평균 화학 구조: $Me_3SiO-[HMeSiO]_{3.7}-[Me_2SiO]_{8.7}-SiMe_3$	Dow Chemical Company로부터 DOWSIL™ 1-3502 Polymer로서 입수 가능.
SiH 가교제 2	평균 화학 구조: $Me_3SiO-[HMeSiO]_{56}-[Me_2SiO]_{34}-SiMe_3$	Dow Chemical Company로부터 SYL-OFF™ 12-7672 가교제로서 입수 가능.
SiH 가교제 3	평균 화학 구조: $Me_3SiO-[HMeSiO]_{50}-SiMe_3$	Dow Chemical Company로부터 DOWSIL™ MH1107 Fluid 20 cSt로서 입수 가능.
SiH 가교제 4	45 내지 50% 메틸하이드로실록산-페닐메틸실록산 공중합체 하이드라이드 말단, 75 내지 110 센티스토크(cSt), 평균 화학식: $[HMe_2SiO_{1/2}]_2[PhMeSiO_{2/2}]_{20}[HMeSiO_{2/2}]_{15}$	Gelest로부터 HPM 502로서 입수 가능.
SiH 가교제 5	메틸트리스(디메틸실록시)실란. 평균 화학 구조: $[HMe_2SiO]_3MeSi$	Gelest로부터 입수 가능.
SiH 가교제 6	페닐트리스(디메틸실록시)실란. 평균 화학 구조: $[HMe_2SiO]_3PhSi$	ABCR로부터 입수 가능.
SiH 가교제 7	평균 화학 구조: 최대 5 몰%의 $Ph(OZ)SiO_{2/2}$ 를 갖는 $[HMe_2SiO_{1/2}]_6[PhSiO_{3/2}]_4$ 로서, 상기 식에서 Z는 수소, 및 1 내지 8개의 탄소 원자를 갖는 알킬기에서 선택됨.	미국 특허 US7625986호에 기재된 바와 같이 제조.
SiH 가교제 8	평균 화학 구조: 일반적으로 $(OZ)_aSiO_{(4-a)/2}$ (아래 첨자 a는 1 또는 2이고, Z는 수소, 및 1 내지 8개의 탄소 원자를 갖는 알킬기에서 선택됨)로 표시되는, 불완전 응축 Q 성분을 최대 5 몰%를 갖는 $[HMe_2SiO_{1/2}]_{9.83}[SiO_{4/2}]_{5.65}$.	미국 특허 US3884866호에 기재된 바와 같이 제조.
SiH 가교제 9	평균 화학 구조: 일반적으로 $(OZ)_aSiO_{(4-a)/2}$ (아래 첨자 a는 1 또는 2이고, Z는 수소, 및 1 내지 8개의 탄소 원자를 갖는 알킬기에서 선택됨)로 표시되는, 불완전 응축 Q 성분을 최대 5 몰%를 갖는 $[HMe_2SiO_{1/2}]_{3.22}[Me_3SiO_{1/2}]_{4.98}[SiO_{4/2}]_{5.72}$.	미국 특허 US4774310호에 기재된 바와 같이 제조.
사슬 연장제 1	하기의 평균 화학 구조를 갖는 1,1,5,5-테트라메틸-3,3-디페닐트리실록산: $[HMe_2SiO]_2Ph_2Si$	TCI로부터 제품 번호 T3832로서 입수 가능.
하이드로실릴 화 촉매 1	백금(0)-1,3-디비닐-1,1,3,3-테트라,에틸디실록산	Sigma-Aldrich로부터 입수 가능(CAS#68478-92-2)

[0049]

[0050] DOWSIL은 Dow Chemical Company의 상표명이다. SYL-OFF는 Dow Silicones Corporation의 상표명이다.

[0051] **샘플 조성물의 제조**

[0052] 샘플 조성물의 성분은 아래 표에 나와 있다. 폴리에테르 성분을 진공 상태에서 섭씨 110도(℃)에서 12시간 동안 건조하고 글러브 박스에 보관한다. 글러브 박스 안에서 Flacktec SpeedMixer™(Flacktec SpeedMixer는 Flacktec, Inc.의 상표명임)를 사용하여 2500 RPM(분당 회전 수)에서 30초 동안 폴리에테르와 촉매 성분을 조합한다. 글러브 박스 안에서 SiH 가교제 성분을 첨가하고 Flacktec SpeedMixer™를 사용하여 2500 RPM에서 30초 동안 혼합한다.

[0053] 아래 표에 표시된 바와 같이 80℃에서 열린 컵에서 샘플을 30분 또는 90분 동안 경화한다.

[0054] **샘플 조성물의 특성분석**

[0055] **상용성.** 유리 바이알에서 조성물 혼합물을 시각적으로 검사하여 조성물 성분의 상용성을 평가한다. "투명" 또는 "T" 혼합물은 완전한 상용성을 나타낸다. "흐릿함" 또는 "H" 혼합물은 입자 상용성을 나타낸다. "불투명" 또는 "O" 혼합물은 섞일 수 없는 비상용성(incompatibility)을 나타낸다.

[0056] **경화 결과.** 경화 평가는 경화 상태를 결정하기 위해 80℃에서 30분 및 90분 동안 경화한 후 각각의 조성물에 대해 수행된다. 값 "1"은 "잘 경화된" 샘플에 할당되며, 이는 스페큘러로 표면을 찔렀을 때 경화된 표면이 확인되는, 상부에서 하부까지 시각적으로 균일한 고체 재료이다. 값 "2"는 "경화되었지만 끈적끈적한" 샘플에 할당되며, 이는 끈적끈적한 표면을 가진 경화 조성물이다. 값 "3"은 점도가 증가했지만 고체 재료로 경화되지 않은 샘플에 할당된다. 값 "4"는 점도가 크게 변하지 않고 유체를 재이송하는 샘플에 할당되며 "비경화" 샘플로 간주된다.

[0057] **샘플 및 결과**

[0058] 다음 표 2 및 표 3은 각각의 샘플의 성분을 그램 단위(하이드로실릴화 촉매는 백만 중량부 조성물당 중량부로 나타냄)로 나열하고, 상용성과 경화에 대한 평가 결과를 포함한다.

[0059] 심지어 80분 안에 상용성과 완전 경화를 달성하는 표 2의 유일한 조성물은 페닐 작용기를 함유하는 SiH-작용성 가교제만 포함하는 조성물이다.

[0060] 표 3의 각각의 조성물은 80분 안에 상용성 성분과 완전 경화를 보이며, 일부는 단 30분 만에 완전 경화에 도달한다. 표 3의 각각의 조성물은, 페닐 작용기를 함유하지 않고 다음 실록산 단위의 조합을 90 몰% 이상 포함하는 SiH 작용성 가교제를 사용한다: $H(R^3)_2SiO_{1/2}$, $SiO_{4/2}$ 및 선택적으로 $(R^3)_3SiO_{1/2}$, 이때 $H(R^3)_2SiO_{1/2}$ 단위의 분자당 평균 수는 2 이상이고, $SiO_{4/2}$ 단위의 분자당 평균 수는 1 이상이고, $(R^3)_3SiO_{1/2}$ 단위의 분자당 평균 수는 $(R^3)_3SiO_{1/2}$ 단위의 수를 $H(R^3)_2SiO_{1/2}$ 단위와 $(R^3)_3SiO_{1/2}$ 단위의 합으로 나눈 값이 0.7 미만인 되도록 하는 것이고; R^3 은 각각의 경우에 독립적으로 1 내지 8개의 탄소 원자를 갖는 하이드로카빌기에서 선택된다. 특히, 표 3은, 이러한 가교제와 함께 표 2에서 상용성 및/또는 경화를 달성하지 못했지만 표 3의 가교제와 혼합하면 이를 달성하는 가교제의 조합을 포함하는 상용성 조성물을 포함한다.

[0061] [표 2]

성분	샘플						
	CE 1	CE 1	CE 3	CE 4	CE 5	CE 6	CE 7
SiH 가교제 1	0.2223						
SiH 가교제 2		0.0863					
SiH 가교제 3			0.0506				
SiH 가교제 4				0.132			
SiH 가교제 5					0.0717		
SiH 가교제 6						0.0883	
SiH 가교제 7							0.1286
폴리에테르 1	4	4	4	4	4	4	4
하이드로실릴화 촉매 1 (ppm)	5	5	5	5	5	5	5
특성분석							
상용성	H	O	O	T	T	T	T
30 분 경화	4	4	4	3	4	4	2
80 분 경화	3	3	3	1	4	4	2

[0062]

[0063] [표 3]

성분	샘플								
	IE 1	IE 1	IE 3	IE 4	IE 5	IE 6	IE 7	IE 8	IE 9
SiH 가교제 1				0.1111					
SiH 가교제 2					0.043				
SiH 가교제 3						0.025			
SiH 가교제 7			0.064						
SiH 가교제 8	0.081	0.041	0.041	0.041	0.041	0.041		0.163	0.185
SiH 가교제 9							0.182		
사슬 연장제 1		0.067							
폴리에테르 1	4	4	4	4	4	4	4		
폴리에테르 2								4	
폴리에테르 3									5
하이드로실릴화 촉매 1 (ppm)	5	5	5	5	5	5	5	5	5
특성분석									
상용성	T	T	T	T	T	H	H	H	T
30 분 경화	1	1	1	1	1	3	3	3	3
80 분 경화	1	1	1	1	1	1	1	1	1

[0064]