



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년08월13일
(11) 등록번호 10-1427729
(24) 등록일자 2014년08월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C08L 63/00 (2006.01) C08L 63/02 (2006.01)
C08G 59/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0064522
(22) 출원일자 2013년06월05일
심사청구일자 2013년06월05일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020050110457 A
KR1020050098866 A
KR1020120014426 A
KR1019900018315 A

(73) 특허권자
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
박수진
서울 강남구 역삼로 315-1, 503동 2013호 (역삼동, 개나리SK뷰)
서민강
전북 전주시 덕진구 천마산로 100, 108동 1104호 (송천동1가, 진흥더블파크)
임윤지
전라북도 전주시 완산구 효자동 560-885 현대아파트 103-805
(74) 대리인
이은철

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 이숙주

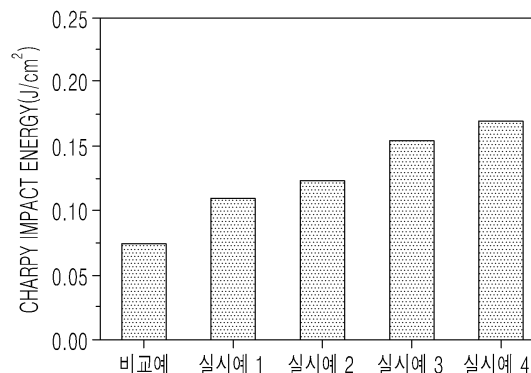
(54) 발명의 명칭 바이오매스 오일 기반의 친환경 에폭시 수지 조성물

(57) 요약

본 발명은 친환경 에폭시 수지 조성물에 관한 것이다.

상기와 같은 본 발명에 따르면, 2관능성 에폭시 수지와 에폭시화된 린시드오일(epoxidized linseed oil, ELO) 또는 에폭시화된 소이빈오일(epoxidized soybean oil, ESO)이 혼합된 바이오매스 오일 기반의 친환경 에폭시 수지 조성물 및 이의 제조방법을 제공함으로써, 에폭시 수지의 단점인 취성이 배제되어 충격특성이 우수하며 제조 원가를 낮출 수 있고 종래의 2관능성 에폭시 수지를 대체하여 높은 성능의 발현이 가능한 전기전자재료로 활용 가능한 친환경 수지로 사용할 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

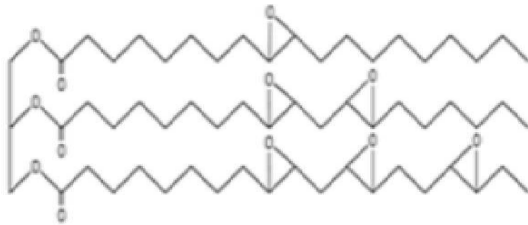
과제고유번호	1415116986
부처명	지식경제부
연구사업명	청정생산기반전문기술개발사업
연구과제명	바이오매스를 이용한 전기전자용 친환경 수지 제조 및 접착제 개발
기 여 율	1/1
주관기관	인하대학교 산학협력단
연구기간	2013.06.01 ~ 2014.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

디글리시딜에테르 비스페놀 A(diglycidylether of bisphenol A, DGEBA)와 하기 화학식 1로 표시되는 에폭시화된 린시드오일(epoxidized linseed oil, ELO)의 에폭시 수지로 이루어진 2관능성 하이브리드 에폭시 수지 조성물.

[화학식 1]



청구항 2

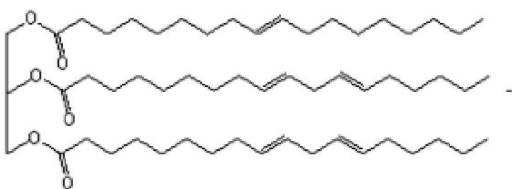
제 1 항에 있어서,

상기 디글리시딜에테르 비스페놀 A는 60 내지 99중량%, 에폭시화된 린시드오일의 에폭시 수지는 1 내지 40중량%로 포함되는 것을 특징으로 하는 2관능성 하이브리드 에폭시 수지 조성물.

청구항 3

디글리시딜에테르 비스페놀 A(diglycidylether of bisphenol A, DGEBA)와 하기 화학식 2로 표시되는 에폭시화된 소이빈오일(epoxidized soybean oil, ESO)의 에폭시 수지로 이루어진 2관능성 하이브리드 에폭시 수지 조성물.

[화학식 2]



청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 디글리시딜에테르 비스페놀 A는 60 내지 99중량%, 에폭시화된 소이빈오일의 에폭시 수지는 1 내지 40중량%로 포함되는 것을 특징으로 하는 2관능성 하이브리드 에폭시 수지 조성물.

청구항 5

(1) 린시드오일(linseed oil), 빙초산(glacial acetic acid), 앰버라이트(amberlite), 톨루엔(toluene)을 혼합

하는 단계;

(2) 상기 (1)단계에 의해 제조된 혼합물에 과산화수소를 첨가하여 반응시키는 단계;

(3) 상기 (2)단계에 의해 제조된 반응물을 건조시키는 단계; 및

(4) 상기 (3)단계에 의해 제조된 에폭시화된 린시드오일(epoxidized linseed oil, ELO)의 에폭시 수지와 디글리시딜에테르 비스페놀 A를 혼합하는 단계;를 포함하는 2관능성 하이브리드 에폭시 수지 조성물의 제조방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 친환경 에폭시 수지 조성물에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 2관능성 에폭시 수지와 에폭시화된 린시드오일(epoxidized linseed oil, ELO) 또는 에폭시화된 소이빈오일(epoxidized soybean oil, ESO)이 혼합된 바이오매스 오일 기반의 친환경 에폭시 수지 조성물에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 20세기에 접어들면서 최초의 합성수지 중 하나인 페놀수지를 적층판 (laminar) 제조시에 접착제로 사용한 것을 계기로 각종 합성계 접착제가 잇달아 등장하고 1940년 전후에는 에폭시수지 접착제 (epoxy resin adhesives)가 금속접합에 사용되기 시작하였다. 하지만 최근 환경오염 문제가 더욱 심각하게 대두되고 기존이 합성접착제의 유해성 문제들이 발생됨에 따라 환경에 나쁜 영향을 주지 않는 친환경 제품 및 제조방법, 자동화에 의한 제조 단가의 저하, 경량화, 고기능화 소재 개발 및 요구가 증대되어 전 계적으로 친환경 접착소재에 대한 관심이 집중되고 그에 따른 연구와 기존 천연접착소재의 한계를 극복한 새로운 소재의 개발이 요구되고 있다. 이러한 시기적 상황과 필요에 맞물려 기존의 친환경 접착제의 기본 원료인 단백질, 탄수화물, 리그닌, 타닌 등을 대체하기 위해서 식물유와 같은 바이오매스 물질을 기반으로 하여 수지를 합성하는 기술이 떠오르게 되었고 식물유를 석유 대체 자원으로 개발하는 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0003] 대두유와 같은 식물성 기름은 그 화학구조상 폴리에스터와 유사한 성분을 가지고 있으며 이외에도 다양한 지방산을 가지고 있다. 예를 들어 주변에서 쉽게 볼 수 있는 식물성 기름인 콩기름은 트리글리세리드 (triglyceride) 분자들의 혼합물로써 분자 내에 평균 약 4.5개의 이중 결합을 갖는 알코올과 불포화지방산의 에스테르로 되어 있어 무독성이고 생분해성이 있는 환경친화적인 특성을 가지고 있다. 이 트리글리세리드 (triglyceride) 오일의 주요한 성분인 포화, 불포화 지방산들은 탄성 중합체 조직의 형태로 합성시킬 수 있고 석유화학에서 파생된 수지를 대체할 궁극적인 소재로 전망되고 있으며 가격이 매우 저렴하다는 장점을 지니고 있다.

[0004] 특히, 린시드오일 및 소이빈오일과 같은 식물유는 대표적인 바이오매스 물질로 현재 우리가 아주 널리 많은 양을 사용하고 있으며 매년 재배에 의해 많은 양이 생산되므로 고갈의 위험이 없이 지속적인 생산이 가능하며 지구 온난화의 주범으로 생각되고 있는 이산화탄소 배출에 대한 기여도가 낮은 점 그리고 벤젠고리 화합물을 포함하고 있지 않기 때문에 자연환경에 유출시 생분해도가 높은 장점을 가지고 있다. 이러한 이유로 인하여 식물유를 대체 에너지원으로 하여 천연접착소재를 개발하는 등의 연구가 진행되어 왔다.

[0005] 한편, 에폭시 수지는 접착력, 기계적 물성, 내화학성이 우수하여 경화시 수축변형이 적으며 부산물이 생성되지 않는 장점이 있다. 특히, 디글리시딜에테르 비스페놀 A (diglycidylether of bisphenol A, DGEBA)의 2관능성 에폭시 수지는 복합재료의 매트릭스, 코팅제, 구조용 접착제, 전기·전자부품 재료 등에 널리 사용되고 있다.

[0006] 그러나 상기 2관능성 에폭시 수지는 높은 가교밀도 때문에 구조적으로 잘 깨지는 취성 (脆性, brittleness)으로 인하여 고성능 구조의 재료로 사용하는 데 제약을 받아왔다. 상기 취성이라 함은 물체에 탄성한계 이상의 힘을 가했을 때, 영구변형을 하지 않고 파괴되거나 또는 극히 일부분 영구변형을 일으키는 성질을 말한다. 따라서, 종래의 2관능성 에폭시 수지의 단점을 개선하기 위해서, 2관능성 에폭시 수지에 고무 등의 강화제를 사용하여 충격강도를 증가시키는 방법 등의 다양한 연구가 시도된 바 있으며, 그 중 기계적 물성을 향상시키기 위하여 촉매형 개시제로서 N-벤질피라지니움헥사플루오안티모네이트 (benzylpyrazinium hexafluoroantimonate, BPH)를 첨가 사용하여 디글리시딜에테르비스페놀 A (DGEBA)를 제조하는 방법이 통용되고 있다 [W. D. Xiao et al., J. Appl. Polym. Sci., 2002, 86, 2530]. 또한, 최근에는 2관능성 에폭시 수지에 열가소성 수지 또는 열경화성 수지를 하이브리드화하여 강인성 등의 기계적 물성 또는 열적 물성을 향상시키는 방법들이 활발히 시도되고 있다. 그의 일례로서, 대한민국 등록특허공보 제275897호에서는 에폭시/불포화 폴리에스테르 수지의 하이브리드 시스템을 이용한 매트릭스를 공지하고 있으며, 보다 상세하게는, 에폭시 수지 90 내지 98 중량%와 불포화 폴리에스

테르 수지 2 내지 10 중량%를 하이브리드시킨 조성물을 포함하는 복합재료용 매트릭스를 공지하고 있다.

[0007] 본 발명자들은 종래의 2관능성 에폭시 수지의 취성을 극복하고, 제조원가를 낮출 수 있는 새로운 친환경적인 에폭시 수지 조성물을 개발하고자 노력하던 중, 2관능성 에폭시 수지에 에폭시화된 린시드오일 (epoxidized linseed oil) 및 에폭시화된 소이빈오일 (epoxidized soybean oil)을 하이브리드화하여 조성한 바이오매스 오일 기반 친환경 에폭시 수지 조성물을 제조하고, 상기 조성물이 종래보다 기계적 물성이 우수함을 확인함으로써, 본 발명을 완성하였다.

[0008] 특히, 본 특허에서는 식물성 기름과 같은 바이오매스를 이용한 친환경 수지를 제조하고 원천기술의 확보하는 동시에 그 제조된 수지를 이용한 전기전자용 하이브리드 접착소재 등의 핵심 산업소재를 개발하여 신규 소재산업의 창출 또한 목적으로 한다.

발명의 내용

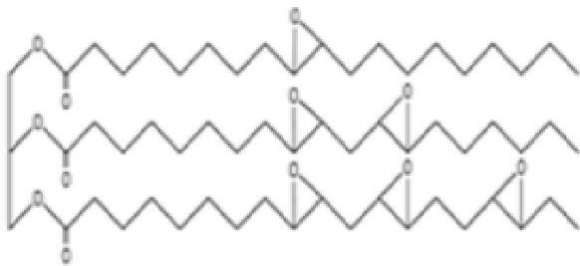
해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상기 종래기술의 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 에폭시 수지의 단점인 취성이 배제되어 충격특성이 우수하며 제조원가를 낮출 수 있을 뿐만 아니라 우수한 성능을 발휘할 수 있는 바이오매스 오일 기반의 에폭시 수지 조성물 및 이의 제조방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 디글리시딜에테르 비스페놀 A(diglycidylether of bisphenol A, DGEBA)와 하기 화학식 1로 표시되는 에폭시화된 린시드오일(epoxidized linseed oil, ELO)의 에폭시 수지로 이루어진 2관능성 하이브리드 에폭시 수지 조성물을 제공한다.

[0011] [화학식 1]

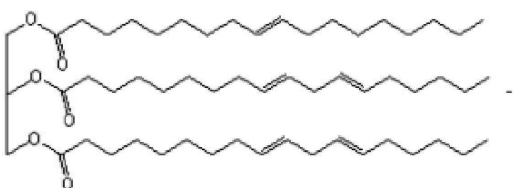


[0012]

[0013] 상기 디글리시딜에테르 비스페놀 A는 60 내지 99중량%, 에폭시화된 린시드오일의 에폭시 수지는 1 내지 40중량%로 포함되는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 본 발명은 디글리시딜에테르 비스페놀 A(diglycidylether of bisphenol A, DGEBA)와 하기 화학식 2로 표시되는 에폭시화된 소이빈오일(epoxidized soybean oil, ESO)의 에폭시 수지로 이루어진 2관능성 하이브리드 에폭시 수지 조성물을 제공한다.

[0015] [화학식 2]



[0016]

[0017] 상기 디글리시딜에테르 비스페놀 A는 60 내지 99중량%, 에폭시화된 소이빈오일의 에폭시 수지는 1 내지 40중량%로 포함되는 것을 특징으로 한다.

[0018] 또한, 본 발명은 (1) 린시드오일(linseed oil), 빙초산(glacial acetic acid), 앰버라이트(amberlite), 톨루엔(toluene)을 혼합하는 단계;와 (2) 상기 (1)단계에 의해 제조된 혼합물에 과산화수소를 첨가하여 반응시키는 단

계;와 (3) 상기 (2)단계에 의해 제조된 반응물을 건조시키는 단계; 및 (4) 상기 (3)단계에 의해 제조된 에폭시화된 린시드오일(epoxidized linseed oil, ELO)의 에폭시 수지와 디글리시딜에테르 비스페놀 A를 혼합하는 단계;를 포함하는 2관능성 하이브리드 에폭시 수지 조성물의 제조방법을 제공한다.

발명의 효과

[0019] 상기와 같은 본 발명에 따르면, 2관능성 에폭시 수지와 에폭시화된 린시드오일(epoxidized linseed oil, ELO) 또는 에폭시화된 소이빈오일(epoxidized soybean oil, ESO)이 혼합된 바이오매스 오일 기반의 친환경 에폭시 수지 조성물 및 이의 제조방법을 제공함으로써, 에폭시 수지의 단점인 취성이 배제되어 충격특성이 우수하며 제조 원가를 낮출 수 있고 종래의 2관능성 에폭시 수지를 대체하여 높은 성능의 발현이 가능한 전기전자재료로 활용 가능한 친환경 수지로 사용할 수 있는 효과가 있다. 또한, 향후 본 바이오매스인 오일을 바탕으로 하는 친환경 수지 기술은 반도체, 평판디스플레이, 에너지, 환경, 그리고 전지분야 등 열경화성 수지를 매트릭스로 사용하는 모든 분야에서 직/간접적인 수요의 촉발 및 증가가 예상되므로 전기전자용 친환경 접착제 개발기술이 이루어진다면 수입대체 및 원가절감 측면에서 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1 은 본 발명의 실시예에 따른 린시드오일(linseed oil) 단량체, 에폭시화된 린시드오일(epoxidized linseed oil, ELO), 소이빈오일(soybean oil) 단량체 및 에폭시화된 소이빈오일(epoxidized soybean oil, ESO)에 대한 각각의 FT-IR 분석결과.

도 2 는 본 발명의 실시예 1 내지 4에 따른 2관능성 에폭시 수지 및 에폭시화된 린시드오일(epoxidized linseed oil, ELO)로 이루어진 에폭시 수지 조성물을 경화제로 경화시켜 만든 경화물의 충격강도 분석결과.

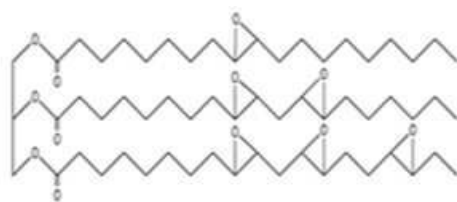
도 3 은 본 발명의 실시예 5 내지 8에 따른 2관능성 에폭시 수지 및 에폭시화된 소이빈오일(epoxidized soybean oil, ELO)로 이루어진 에폭시 수지 조성물을 경화제로 경화시켜 만든 경화물의 충격강도 분석결과.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 이하, 본 발명을 상세히 설명한다.

[0022] 본 발명은 디글리시딜에테르 비스페놀 A(diglycidylether of bisphenol A, 이하 "DGEBA"라고 한다.)와 하기 화학식 1로 표시되는 에폭시화된 린시드오일(epoxidized linseed oil, 이하 "ELO"라고 한다.)의 에폭시 수지 및 하기 화학식 2로 표시되는 에폭시화된 소이빈오일(epoxidized soybean oil, 이하 "ESO"라고 한다.)의 에폭시 수지로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나를 혼합한 2관능성 하이브리드 에폭시 수지 조성물을 제공한다. 한편, 상기 DGEBA는 60 내지 99중량%, ELO 또는 ESO는 1 내지 40중량%로 포함되는 것이 바람직하다.

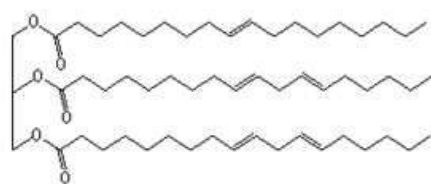
[0023] [화학식 1]



ELO (Epoxidized Linseed oil)

[0024]

[0025] [화학식 2]



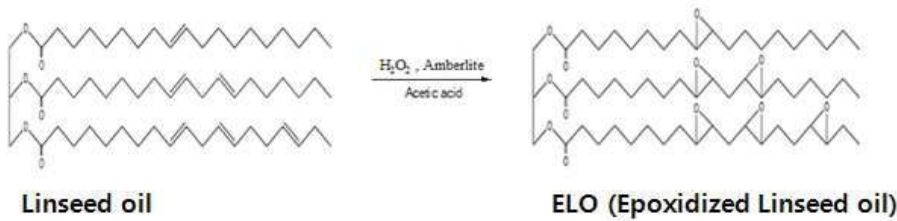
ESO (Epoxidized Soybean Oil)

[0026]

[0027] 한편, 상기 화학식 1.의 ELO는 하기 반응식 1과 같이 린시드오일을 앰버라이트(Amberlite)의 존재하에 용매 중

에서 예를 들면, 산 및 과산화수소수로 산화 반응시켜 45 내지 60℃의 온도에서 6 내지 12 시간 반응시켜 제조할 수 있다.

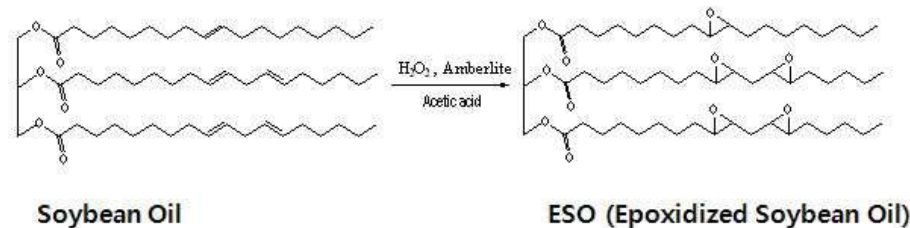
[0028] [반응식 1]



[0029]

[0030] 또한, 상기 화학식 2.의 ESO는 하기 반응식 2과 같이 소이빈오일을 앰버라이트 (Amberlite)의 존재하에 용매 중에서 예를 들면, 산 및 과산화수소수로 산화 반응시켜 45 내지 60℃의 온도에서 6 내지 12 시간 반응시켜 제조할 수 있다.

[0031] [반응식 2]



[0032]

[0033] 더불어, 본 발명에 따른 바이오매스 오일 기반 친환경 에폭시 수지 조성물은 디아미노디페닐메탄 (Deamino Diphenyl Methane, DDM)을 경화제로 사용하여 1:1의 당량비로 반응시켜 교반혼합하여 경화물을 제조할 수 있고, N-벤질피라지니움헥사플루오안티모네이트 (benzylpyrazinium hexafluoroantimonate, BPH)를 촉매형 경화제로 사용하여 교반혼합하여 경화물을 제조할 수도 있다.

[0034] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하고자 한다. 이들 실시예는 오로지 본 발명을 예시하기 위한 것으로서, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 제한되는 것으로 해석되지는 않는 것은 당업계에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 자명할 것이다.

[0035] **실시예 1.**

[0036] (1) 환류냉각기가 달린 500ml 4구 플라스크에 Linseed oil (100 g, 0.12 mol), glacial acetic acid (24.5 g, 0.4 mol), Amberlite (29 g), 그리고 toluene을 넣고 교반한 후 55℃를 유지하였다. 이 혼합물에 30% H₂O₂ (91.68 g, 0.8 mol)를 천천히 적가하고 7시간 동안 반응시킨 후에, 반응이 종결되면 pH 7이 될 때까지 NaCO₃와 증류수로 세척과 필터링을 반복하였다. 상기 과정을 통하여 얻어진 반응물에 anhydrous sodium sulfate를 넣어 수분을 제거하고 필터링한 후 80℃ 진공오븐에서 건조하여 수율 87%의 Epoxidized Linseed Oil (ELO)을 얻었다.

[0037] (2) 2관능성 에폭시 수지로서, 밀도 1.16 g/cm³, 점도 12,000 cps, 당량=185~190 g/eq.인 디글리시딜에테르 비스페놀 A(diglycidylether of bisphenol A, DGEBA) 90 중량%에 상기 (1)에서 제조된 ELO 10 중량%를 혼합하여 2관능성 하이브리드 에폭시 수지 조성물을 제조하였다. 상기 하이브리드 에폭시 수지 조성물에 디아미노디페닐메탄 (Deamino Diphenyl Methane, DDM)을 경화제로 사용하여 1:1의 당량비로 반응시켜 시편을 제작하였다.

[0038] **실시예 2.**

[0039] 상기 실시예 1.과 동일한 과정을 실시하되, DGEBA 80 중량%에 ELO 20 중량%로 하여 시편을 제작하였다.

[0040] **실시예 3.**

[0041] 상기 실시예 1.과 동일한 과정을 실시하되, DGEBA 70 중량%에 ELO 30 중량%로 하여 시편을 제작하였다.

[0042] 실시예 4.

[0043] 상기 실시예 1.과 동일한 과정을 실시하되, DGEBA 60 중량%에 ELO 40 중량%로 하여 시편을 제작하였다.

[0044] 실시예 5.

[0045] (1) 환류냉각기가 달린 500ml 4구 플라스크에 soybean oil (100 g, 0.14 mol), glacialaceticacid (25.2 g, 0.42 mol), Amberlite (25 g), 그리고 toluene을 넣고 교반한 후 55℃를 유지하였다. 이 혼합물에 30% H₂O₂ (79.4 g, 0.7 mol)를 천천히 적가하고 7시간 동안 반응시킨 후에, 반응이 종결되면 pH 7이 될 때까지 증류수로 세척과 필터링을 반복하였다. 상기 반응을 통하여 얻어진 반응물에 anhydrous sodium sulfate를 넣어 수분을 제거하고 필터링한 후 80℃ 진공오븐에서 건조하여 수율 89%의 Epoxidized Soybean Oil (ESO)을 얻었다.

[0046] (2) 2관능성 에폭시 수지로서, 밀도 1.16 g/cm³, 점도 12,000 cps, 당량=185~190 g/eq.인 DGEBA 90중량%에 상기 실시예 1.에서 제조된 ESO 10 중량%를 혼합하여 2관능성 하이브리드 에폭시 수지 조성물을 제조하였다. 상기 하이브리드 에폭시 수지 조성물에 디아미노디페닐메탄 (Deamino Dephenyl Methane, DDM)을 경화제로 사용하여 1:1의 당량비로 반응시켜 시편을 제작하였다.

[0047] 실시예 6.

[0048] 상기 실시예 5.와 동일한 과정을 실시하되, DGEBA 80중량%에 ESO 20중량%로 하여 시편을 제작하였다.

[0049] 실시예 7.

[0050] 상기 실시예 5.와 동일한 과정을 실시하되, DGEBA 70중량%에 ESO 30중량%로 하여 시편을 제작하였다.

[0051] 실시예 8.

[0052] 상기 실시예 5.와 동일한 과정을 실시하되, DGEBA 60중량%에 ESO 40중량%로 하여 시편을 제작하였다.

[0053] 비교예.

[0054] 상기 실시예 1.과 동일한 과정을 실시하되, DGEBA 100 중량%를 사용하여 시편을 제작하였다.

[0055] 실험예 1.

[0056] 상기 실시예 1. 및 실시예 5.에서 제조한 ELO와 ESO의 화학구조 변화를 관찰하기 위하여 Thermo SCINTIFIC사의 FT-IR Spectrometer (Niclet, iS10)를 사용하여 FT-IR 스펙트럼을 측정하였으며, 그 결과를 표 1. 및 도 1.에 나타내었다.

[0057] [표 1]

Measurement		Analysis results
ELO	FT-IR (cm ⁻¹)	3009 cm ⁻¹ (C=C), 841, 849 cm ⁻¹ (epoxide group)
ESO	FT-IR (cm ⁻¹)	3009 (C=C), 835, 852 cm ⁻¹ (epoxide group)

[0058]

[0059] 실험예 2.

[0060] 상기 실시예 1. 및 실시예 5.에서 제조한 ELO와 ESO의 NMR 스펙트럼을 확인하기 위하여 400MHz에서 chloroform-d를 용매로 사용하였으며, JEOL사의 FT/NMR spectrometr (JNM-EX400)를 사용하여 ¹H NMR과 ¹³C NMR 스펙트럼을 측정하였으며, 그 결과를 표 2에 나타내었다.

[0061] [표 2]

	Measurement	Analysis results
ELO	$^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3 , ppm)	5.3 ppm (2H, C=C), 2.8 ppm (2H, epoxide group)
	$^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3 , ppm)	132.6–132.7 ppm (C=C), 54.1 ppm (epoxide group).
ESO	$^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3 , ppm)	5.3 ppm (2H, C=C), 2.9–3.1 ppm (2H, epoxide group)
	$^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3 , ppm)	129.7–130.2 ppm (C=C), 54.0, 54.3 ppm (epoxide group)

[0062]

[0063] 실험예 3.

[0064] 상기 실시예 1. 및 실시예 5에서 제조한 ELO와 ESO의 Gel Permeation Chromatography 분석은 chloroform-d를 용매로 사용하였으며, Polymer laboratories사의 PL-GPC110을 사용하여 GPC 스펙트럼을 측정하였으며, 그 결과를 표 3.에 나타내었다.

[0065] [표 3]

	M_n	M_w	M_w/M_n
ELO	1806	1894	1.049
ESO	1437	1643	1.143

[0066]

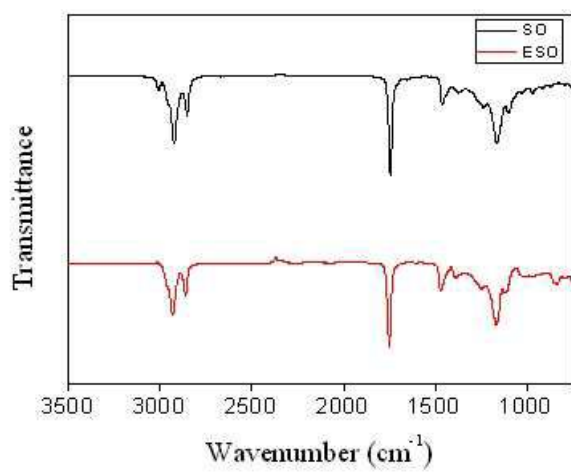
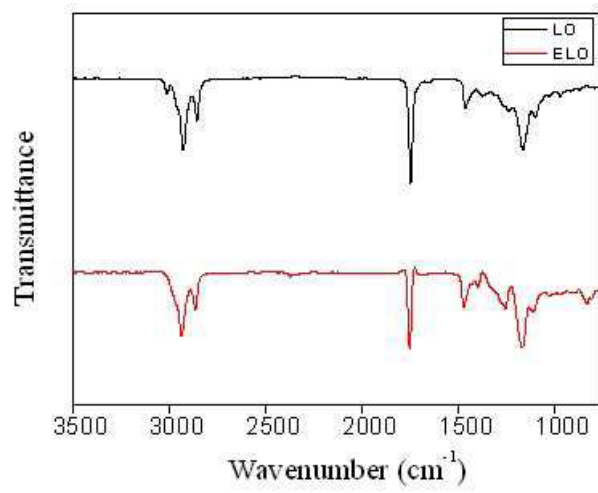
[0067] 실험예 4.

[0068] 상기 실시예 1. 내지 8.에서 제조한 하이브리드 에폭시 수지 조성물 및 비교예의 에폭시 수지 조성물을 경화제로 경화시켜 제조한 시편의 충격강도는 ASTM D6110-04에 따라 25.5 kgf 용량의 Charpy 충격 시험기를 이용하여 분석하였다. 각 시편 당 5개씩 실험하여 평균값을 취하였으며, 그 결과를 도 2.와 도 3.에 나타내었다.

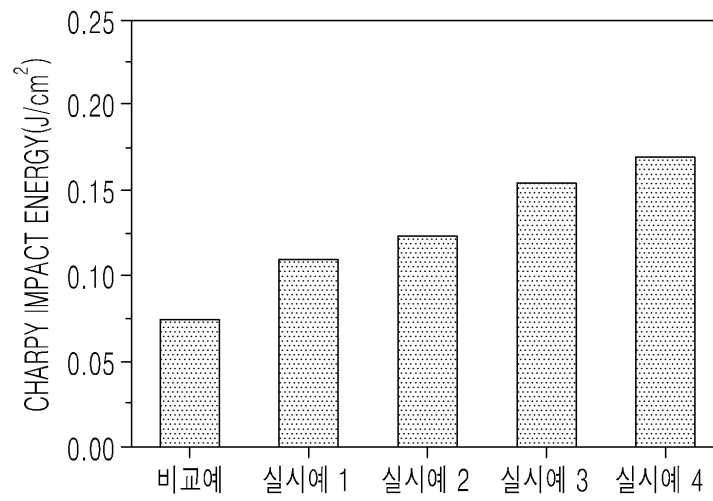
[0069] 이상, 본 발명내용의 특정한 부분을 상세히 기술하였는바, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서, 이러한 구체적인 기술은 단지 바람직한 실시양태일 뿐이며, 이에 의해 본 발명의 범위가 제한되는 것이 아닌 점은 명백할 것이다. 따라서 본 발명의 실질적인 범위는 첨부된 청구항들과 그것들의 등가물에 의해 정의된다고 할 것이다.

도면

도면1



도면2



도면3

