(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년08월30일
(11) 등록번호 10-1770007
(24) 등록일자 2017년08월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05K 1/16 (2006.01) *C08K 3/10* (2006.01)
C08K 3/22 (2006.01) *C08K 3/36* (2006.01)
C08L 63/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-7014283
(22) 출원일자(국제) 2010년10월21일
심사청구일자 2015년10월21일
(85) 번역문제출일자 2012년06월01일
(65) 공개번호 10-2012-0103608
(43) 공개일자 2012년09월19일
(86) 국제출원번호 PCT/US2010/053562
(87) 국제공개번호 WO 2011/056455
국제공개일자 2011년05월12일
(30) 우선권주장
61/258,809 2009년11월06일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20090073636 A1*
KR100576882 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠 센터
(72) 발명자
파이퍼 조엘 에스
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터
(74) 대리인
양영준, 김영

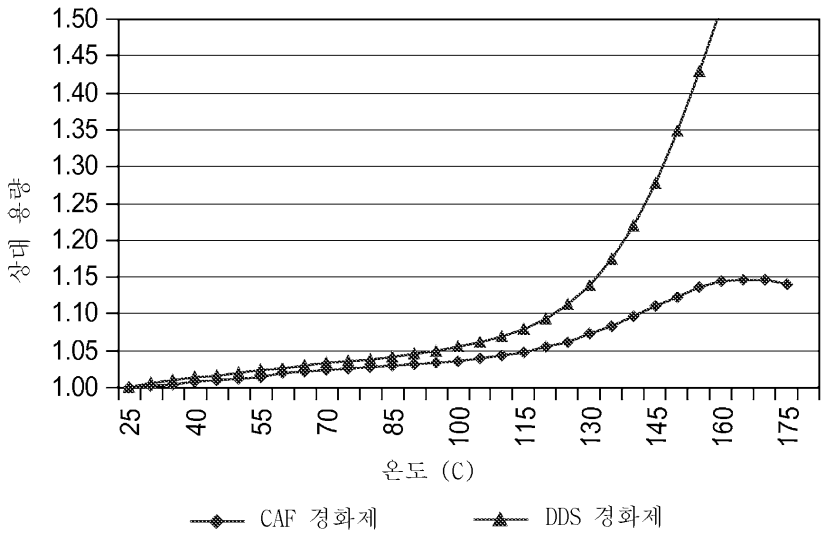
전체 청구항 수 : 총 3 항 심사관 : 신재경

(54) 발명의 명칭 **비할로겐화된 경화제를 갖는 유전체 재료**

(57) 요 약

비할로겐화된 다이아미노다이페닐설폰 경화제를 갖는 유전체 재료가 제공된다.

대 표 도 - 도1



명 세 서

청구범위

청구항 1

비경화 중합체성 유전체 조성물을 갖는 전기 용품으로서,

상기 중합체성 유전체 조성물은 10 내지 60 중량%의 에폭시 수지, 20 내지 89.9 중량%의 유전성 충전제 및 0.1 내지 10 중량%의 다이아미노다이페닐설폰 경화제를 포함하고, 경화 시 120℃ 내지 160℃에서 지수함수적으로 증가하는 상대 용량을 갖는, 비경화 중합체성 유전체 조성물을 갖는 전기 용품.

청구항 2

유전층에 인접한 전도성 기재를 갖는 전기 용품으로서,

유전층은 경화된 에폭시 수지 조성물을 포함하고, 상기 경화된 조성물은 에폭시 수지와 다이아미노다이페닐설폰 경화제의 반응 생성물을 포함하고, 120℃ 내지 160℃에서 지수함수적으로 증가하는 상대 용량을 갖는, 유전층에 인접한 전도성 기재를 갖는 전기 용품.

청구항 3

제2항에 있어서, 에폭시 수지는 다가 페놀의 다이글리시딜 에테르, 에폭시 노볼락 수지, 및 그 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는, 유전층에 인접한 전도성 기재를 갖는 전기 용품.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 전기 용품, 전기 용품의 제조 방법, 및 그로부터 제조된 물품에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 전자 산업에서 계속되고 있는 경향은 전자 회로의 소형화 및 이에 대응하는 전자 회로의 회로 요소 밀도의 증가이다. 종래의 인쇄 회로 기판에서, 기판 표면적 중 많은 부분이 표면 실장된 수동 전기 소자(passive electrical device), 예컨대 저항기, 커패시터 및 인덕터에 의해 점유된다. 전기 회로에서 회로 요소들의 밀도를 증가시키는 한 가지 방법은 수동 소자들을 회로 기판의 표면으로부터 제거하고 이러한 수동 소자들을 회로 기판 자체 내에 매립 또는 집적하는 것이다. 이는 수동 소자들을 능동 회로 구성요소(active circuit component)들에 더욱 가깝게 배치하여, 그에 따라 전기 도선 길이 및 도선 인덕턴스를 감소시키고 회로 속도를 개선하며 신호 노이즈를 감소시키는 추가 이점을 갖게 한다. 신호 노이즈 및 전력 버스 노이즈는 신호 무결성(signal integrity) 및 전자기 간섭(EMI) 문제로 이어질 수 있다. 수동 구성요소들을 기판 내에 매립함으로써 기판에서 요구되는 층들의 크기, 두께 및 개수를 감소시킬 수 있으며, 이는 회로 기판 비용을 상당히 감소시킬 수 있다. 기판 크기 및 두께의 감소뿐만 아니라 표면 실장된 구성요소들 및 이들의 관련 비아(via)와 솔더 조인트(solder joint)의 제거는 중량의 상당한 감소와 신뢰성의 개선을 제공할 수 있다.

[0003] 복잡한 고속 디지털 및 혼합 신호 시스템이 전자 제품에서의 기능성의 증가에 대한 요구를 수용하기 위해 이용되고 있다. 이들 고속 디지털 시스템은 전원으로부터 AC 노이즈를 효과적으로 디커플링하기 위하여 대량의 전원 디커플링 커패시터(power supply decoupling capacitor)를 필요로 한다. 부가적으로, 작동 전압 및 관련 노이즈 마진(noise margin)이 감소함에 따라, 신호 상승 시간, 주파수 및 전류 및 기판 밀도가 계속 증가한다.

동시 스위칭 노이즈(simultaneous switching noise; SSN)는 낮은 작동 전압과 높은 전류로 인해 증가하고 있다. 이들 인자는 전원 디커플링을 더 어렵게 만든다.

[0004] 매립된 수동 소자의 사용에서조차도, 평균적인 인쇄 회로 기판 층 수(layer count)는 증가하고 있으며, 이는 전체 기판 두께를 증가시키고 있다. 증가된 기판 두께 및 높은 조립 온도 - 이는 규정상 요구되는 무연 조립체를 수용하기 위해 필요함 - 는 기판 재료와 구성요소에 대한 열 응력과 수분 증기압을 상당히 증가시킨다. 복잡한 기판 디자인은 양면의 표면 실장 구성요소의 증가로 인한 더 많은 조립 패스(pass) 및 더 높은 구성요소 밀도로 인한 증가된 재작업을 견뎌야 한다. 증가된 조립 패스 회수와 가혹한 조건에서 버티기 위하여, 기판 재료는 우수한 밀착성, 높은 분해 온도 및 수분 민감도에 대한 높은 저항성을 가져야 한다.

[0005] 부가적으로, 최근의 규정적 요건은 900 ppm 미만의 브롬 및 900 ppm 미만의 염소를 갖는 재료를 인쇄 회로 기판, 모듈 및 칩 패키징(packaging)에 사용할 것을 명기하였다. 따라서, 매립된 수동 재료는 탁월한 전기적, 기계적, 열적 특성과 높은 신뢰성을 가져야 할 뿐만 아니라 미량(trace amount)보다 많은 할로겐을 포함하지 않도록 조성에 의해 제한되어야 한다.

발명의 내용

[0006] 본 발명의 실시 형태는 전기 성능에 관한 산업 요건을 충족하며 높은 무연 조립 온도와 상용성인 높은 유전상수를 가지면서, 또한 비할로겐화 구성요소를 이용하는 유전체 재료를 포함한다.

[0007] 본 발명의 유전체 재료는 약 115℃ 초과의 온도에서 높은 상대 용량과 높은 손실 계수(dissipation factor)를 갖는 것으로 밝혀졌으며, 이는 전원 디커플링 저역 통과 필터, 저주파수 및 중주파수 대역 통과 필터, 및 대역 소거 필터에 사용하기에 적합하도록 한다.

[0008] 본 발명의 일 실시 형태는 비경화 중합체성 유전체 조성물을 갖는 전기 용품을 포함하는 물품을 제공하며, 여기서 중합체성 유전체 조성물은 10 내지 60 중량%의 에폭시 수지, 20 내지 89.9 중량%의 유전성 충전제, 및 0.1 내지 10 중량%의 다이아미노다이페닐설폰 경화제를 포함한다.

[0009] 본 발명의 제2 실시 형태는 유전층에 인접한 전도성 기재를 갖는 전기 용품을 포함하는 물품을 제공하며, 유전층은 경화된 에폭시 수지 조성물을 포함하며, 여기서 경화된 조성물은 에폭시 수지와 다이아미노다이페닐설폰 경화제의 반응 생성물을 포함한다.

[0010] 본 발명의 하나 이상의 실시 형태의 상세 사항이 첨부 도면 및 이하의 상세한 설명에 기재되어 있다. 본 발명의 다른 특징, 목적 및 이점이 상세한 설명 및 도면으로부터 그리고 특허청구범위로부터 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0011] <도 1>

도 1은 DDS 경화된 에폭시 수지 제형과 CAF 경화된 에폭시 수지 제형을 이용한 용량의 온도 의존성을 비교한다.

<도 2>

도 2는 DDS 경화된 에폭시 수지 제형과 CAF 경화된 에폭시 수지 제형을 위한 손실 계수의 온도 의존성을 비교한다.

여러 도면에서의 유사한 도면 부호는 유사한 요소를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 일 태양에서, 본 발명은 커패시터, 저항기, 인덕터 또는 그 조합과 같은 전기 용품에서 사용될 수 있는 유전층이다. 적합한 전기 용품은 본 명세서에서 참고로 포함되는 국제특허 공개 WO 00/45624호 및 WO07/002100호에 기재된다. 국제특허 공개 WO 00/45624호에 기재된 전기 용품은 일반적으로 2개의 대향하는 주표면을 갖는 제1 자립형 기재 및 2개의 대향하는 주표면을 갖는 제2 자립형 기재를 포함한다. 제1 기재와 제2 기재 사이의 유전층은 전기 절연 기능을 제공하며 이들 2개의 기재를 함께 부착시킨다. 국제특허 공개 WO07/002100호에 기재된 전기 용품은 저항 및/또는 유도 요소를 형성하기 위한 하나 이상의 추가 층을 포함할 수 있다.

[0013] 하나 이상의 층으로 제조될 수 있는 전기 용품의 유전층은 중합체로 제조된다. 예컨대 약 200 내지 약 290℃의 전형적인 솔더 리플로우 작업에서 만나게 되는 온도를 견딜 수 있는 임의의 중합체가 이용될 수 있다. 유전층에 사용하기 적합한 중합체에는 다가 페놀의 다이글리시딜 에테르, 알릴화된 폴리페닐렌 에테르, 아크릴레이트,

벤조사이클로부텐, 비스말레이미드 트라이아진, 시아네이트 에스테르, 폴리이미드, 폴리아미드, 폴리에스테르, 폴리페닐렌 옥사이드, 폴리테트라플루오로에틸렌, 에폭시 수지, 예를 들어, 에폭시 노볼락 수지 및 전술한 것들의 블렌드와 조합이 포함된다. 에폭시 수지와 그 블렌드가 바람직하다.

[0014] 본 발명의 전기 용품 내의 유전층을 제조하기 위해 사용되는 에폭시 수지 조성물은 적어도 하나의 방향족 폴리에폭사이드, 및 방향족 폴리에폭사이드에 존재하는 에폭시 기 당 약 0.5 내지 약 1.5 아미노기, NH-R을 제공하기에 충분한 양으로 존재하는 다이아미노다이페닐설폰 (본 명세서에서, "DDS"로도 또한 불림) 경화제, 예를 들어, 4-다이아미노다이페닐설폰 또는 3,3-다이아미노다이페닐설폰을 포함한다. 전형적으로, DDS는 약 0.1 중량% 내지 10 중량%의 양으로 존재한다. 본 출원에서, 방향족 폴리에폭사이드는 방향족 기에 직접 또는 간접적으로 부착된 에폭사이드 기를 하나보다 더 많이 포함하는 분자를 의미한다. 용어 에폭시 수지 조성물은, 경화된 에폭시 수지를 형성하도록 경화될 수 있는 방향족 폴리에폭사이드 및 DDS 경화제를 포함하는 비경화 조성물을 지칭하는 데 사용될 것이다.

[0015] 바람직한 방향족 폴리에폭사이드에는 다가 페놀의 폴리(글리시딜 에테르)가 포함된다. 적합한 방향족 폴리에폭사이드에는 미국 텍사스주 휴스턴 소재의 헥시온 케미칼 컴퍼니(Hexion Chemical Company)로부터 상표명 에폰(EPON) 1001F, 에폰 1050, 및 에폰 HPT-1050으로 입수가능한 에폭시 수지가 포함된다. 특히 바람직한 수지에는 비스페놀 A의 다이글리시딜에테르 및 노볼락 에폭시의 블렌드, 예를 들어, 수지의 총 중량을 기준으로 70 내지 90 중량%의 에폰 1001F와 30 내지 10 중량%의 에폰 HPT-1050이 포함된다. 전형적으로, 에폭시 수지는 약 10 중량% 내지 약 60 중량%의 양으로 존재한다.

[0016] 촉매는 예를 들어 아민과 이미다졸과 같은 에폭시 수지 조성물에 사용될 수 있다. 적합한 보조 촉매는 국제특허 공개 WO 00/45624호와 미국 특허 제4,684,678호에 기재되며, 바람직한 촉매에는 2,4,6-트리스(다이메틸아미노메틸)페놀 및 5-아미노벤조트라이아졸이 포함된다.

[0017] 에폭시 수지 조성물은 또한 분산제 및 용매와 같은 종래의 첨가제를 포함할 수 있다. 특히 적합한 분산제는 영국의 루브리졸, 리미티드(Lubrizol, Ltd.)로부터 상표명 솔스퍼스(SOLSPERSE) 76500 및 솔스퍼스 71000으로 입수가능한, 분자량이 높은 폴리프로필렌 옥사이드계 분산제이다. 솔스퍼스 76500은 4차 아민과 폴리프로필렌 옥사이드를 함유한 n-부틸 아세테이트 중의 50% 활성 중합체성 분산제이며, 전형적으로 액체 유기 매질에서 안료 분산성과 안정성을 개선하기 위해 사용된다. 솔스퍼스 71000은 폴리에틸렌이민, 폴리프로필렌 옥사이드, 및 폴리에틸렌 옥사이드 공중합체를 함유한 100% 활성 중합체성 분산제이며, 전형적으로 UV-경화된 코팅에서 안료 분산성과 안정성을 개선하기 위해 사용된다. 다른 적합한 분산제는 영국의 루브리졸, 리미티드로부터 상표명 솔스퍼스 24000으로 입수가능한 폴리에스테르-폴리아민계 중합체이다. 적합한 용매의 예에는 메틸 에틸 케톤과 메틸 아이소부틸 케톤이 포함된다. 점도를 변화시키거나 수평 코팅을 생성하기 위한 제제(agent)와 같은 다른 첨가제가 사용될 수 있다.

[0018] 에폭시 수지 조성물은 또한 바람직하게는 복수의 입자를 포함한다. 적합한 입자는 국제특허 공개 WO 00/45624호에 기재되며, 바륨 티타네이트, 바륨 스트론튬 티타네이트, 산화티타늄, 납 지르코늄 티타네이트, 칼슘 구리 티타네이트, 납 마그네슘 티타네이트, 납 란탄 지르코네이트 티타네이트, 이산화규소, 및 그 혼합물이 포함된다. 입자는 임의의 형상일 수 있으며, 규칙적이거나 불규칙한 형상일 수 있다. 예시적인 형상은 구형, 소판형(platelet), 입방형, 바늘형, 편원형(oblate), 편구형(spheroid), 피라미드형, 프리즘형, 플레이크형, 봉형, 판형, 섬유형, 칩형, 휘스커형(whisker) 및 이들의 조합을 포함한다. 적합한 입자 크기, 예를 들어, 직경은 약 100 nm 내지 약 0.05 nm의 하한 범위 및 약 2 마이크로미터 (㎛) 내지 약 10 ㎛의 상한 범위를 가질 수 있다. 바람직하게는, 입자는 적어도 2개 내지 3개의 입자가 전기 절연층 두께 내에서 수직하게 적층될 수 있는 크기를 갖는다. 바람직하게는, 입자는 예를 들어 50 이상의 높은 유전 상수(dielectric constant)를 갖는다. 중합체 내의 입자의 로딩율(loading of particle)은 유전층의 전체 부피를 기준으로 전형적으로 20 내지 90 부피%, 바람직하게는 30 내지 65 부피%, 더 바람직하게는 40 내지 60 부피%이다. 바람직한 일 실시 형태에서, 입자는 유전 상수가 50보다 크며 30 이상의 부피%로 로딩된다.

[0019] 에폭시 수지 조성물은 전형적으로 에폭시 수지, DDS 경화제, 입자 및 다른 선택적인 성분을 혼합함으로써 형성된다. 생성되는 실질적으로 균일한 혼합물은 이어서 적합한 기재 상에 코팅되고 건조되어 휘발성 성분을 제거한 후, 휘발성 성분을 제거하고 조성물을 경화하기에 충분한 시간 동안 그리고 충분한 온도에서 가열된다. 생성되는 경화된 에폭시 수지 조성물은 전기 용품의 유전층을 형성한다. 경화 동안, 방향족 폴리에폭사이드와 DDS 경화제는 반응하여 경화된 에폭시 수지를 형성한다. 경화된 에폭시 수지의 바람직한 실시 형태는 Tg가 100 ℃ 이상, 바람직하게는 120℃이고, 분해 온도는 325℃ 이상이다.

[0020] 본 발명의 유전층은 전형적으로 두께가 약 1 ㎛ 내지 약 35 ㎛이고, 가장 전형적으로는 약 4 ㎛ 내지 약 25 ㎛이다.

[0021] 본 발명의 전기 용품의 전도성 기재는 단층, 또는 라미네이트 구조로 배열된 복수의 층을 포함할 수 있다. 기재는 전형적으로 전도성이며 구리 또는 알루미늄과 같은 금속일 수 있다. 바람직한 기재는 구리이다. 예시적인 구리에는 독일 뉘른베르그 소재의 칼 슈렌크, 아게(Carl Schlenk, AG)로부터 입수가능한 구리 포일이 포함된다. 제 1 및 제 2 기재는 동일하거나 상이할 수 있다.

[0022] 본 발명의 전기 용품에 따른 기재는 바람직하게는 자립형(self-supporting)이다. "자립형 기재"라는 용어는 기재가 코팅 및 취급될 수 있도록 충분한 구조적 완전성을 갖는 기재를 지칭한다. 기재가 가요성인 것이 바람직하지만, 경성 기재도 사용될 수 있다.

[0023] 커패시터를 형성할 경우, 예를 들어, 전기 절연층과 접촉하는 제1 기재의 주표면과 전기 절연층과 접촉하는 제2 기재의 주표면은 전기 전도성이다. 예를 들어, 커플링제와의 반응 또는 산화에 의해 이들 주표면에 재료를 부가하는 표면 처리를 이용하여 밀착성을 촉진시킬 수 있다. 기재의 주표면 상의 생성된 재료 자체는 반드시 전도성일 필요는 없으나, 기재 자체가 전도성이면 커패시터가 형성된다. 바람직하게는, 기재는 두께가 대략 10 내지 80 ㎛ (0.5 내지 3 mil) 범위이며, 더욱 바람직하게는 대략 10 내지 38 ㎛ (0.5 내지 1.5 mil) 범위이다.

[0024] 커패시터와 같은 본 발명의 전기 용품을 제조하는 일반적으로 적합한 방법은 국제특허 공개 WO 00/45624호에 상세히 기재된다. 이 방법은 2개의 대향하는 주표면을 갖는 제1 기재를 제공하는 단계를 포함한다. 이어서, 에폭시 수지 조성물이 제1 기재의 제1 주표면 상에 코팅될 수 있다. 2개의 대향하는 주표면을 갖는 제2 기재가 제1 기재의 제1 주표면 상의 에폭시 수지 조성물에 라미네이팅된다. 이어서, 생성된 라미네이트는 에폭시 수지 조성물을 경화시키기에 충분한 온도에서 그리고 충분한 시간 동안 가열된다.

[0025] 대안적으로, 제2 기재는 또한 그의 제1 주표면 상에 에폭시 수지 조성물을 포함할 수 있으며, 제1 및 제2 기재는 함께 라미네이팅되어 제1 및 제2 기재 각각의 제1 주표면을 연결할 수 있으며, 즉 각 기재의 에폭시 수지 코팅 면이 함께 라미네이팅될 수 있다.

[0026] 기재는 임의의 적합한 방법, 예를 들어, 그라비어 또는 다이 코팅기(coater)를 이용하여 에폭시 수지 조성물로 코팅될 수 있다. 이어서, 수지 조성물은 잔류 용매를 제거하기 위해 건조된다. 코팅된 에폭시 수지 조성물의 건조 두께는 조성물 내의 고형물 퍼센트와 코팅 속도 및 방법에 좌우된다.

[0027] 라미네이션은 바람직하게는 전술한 2개의 코팅된 기재를 이용하여 실시된다. 코팅된 기재 중 하나는 라미네이터에 도달하기 전에 오븐을 통과하거나 가열된 롤러 위를 통과할 수 있다. 이러한 예비 가열 단계는 코팅된 기재 중 하나 또는 둘 모두에서 이루어질 수 있다. 본 발명의 전기 용품을 제조하기 위하여, 코팅된 기재는 2개의 가열된 닙 롤러를 갖는 라미네이터를 이용하여 유전층 대 유전층으로 라미네이팅될 수 있다. 적합한 공기압이 라미네이터 롤에 공급된다. 롤러 속도는 임의의 적합한 값으로 설정될 수 있다. 이어서, 라미네이팅된 재료는 에폭시 수지 조성물을 경화시키기에 충분한 시간 동안 그리고 충분한 온도에서 가열될 수 있다.

[0028] 본 발명의 전기 용품이 제조됨에 따라 기능적일 수 있지만, 전기 용품은 예를 들어 측방향 전도성을 제한하기 위하여 별개의 섬(island) 또는 제거된 영역을 형성하도록 바람직하게는 패터닝될 수 있다. 패터닝된 전기 용품은 이하에서 기술되는 바와 같이 회로 용품 자체로서 또는 회로 용품 내의 구성요소로서 사용될 수 있다. 전기 용품의 어느 하나 또는 둘 모두의 면은 제1 및 제2 기재의 각각의 주표면에 대한 접근을 허용하고 스루홀 접점을 제공하도록 패터닝된다. 당업계에서 공지된 임의의 적합한 패터닝 기술이 채용될 수 있다. 적합한 패터닝 기술이 국제특허 공개 WO 00/45624호에 기재된다.

[0029] 접근가능한 전기 용품의 제1 또는 제2 기재의 표면은, 예를 들어, 전기 트레이스에 의해 접촉되어, 전기 접점을 만들어 제1 또는 제2 기재가 전극으로 작용하도록 할 수 있다. 또한, 유전층과 접촉하는 제1 또는 제2 기재의 주표면과 전기 접촉하거나 또는 스루홀 접점을 제공하는 것이 바람직할 수 있다. 스루홀 접점은 전기 소자와의 상호 작용을 필요로 하지 않을 때 유용하다.

[0030] 본 발명의 전기 용품은, 예를 들어, PWB 또는 연성 회로를 제조하기 위하여 하나 이상의 추가 층을 추가로 포함할 수 있다. 추가 층은 경성이거나 연성일 수 있다. 예시적인 경성 층은 미국 애리조나주 챈들러 소재의 이솔라 그룹(Isola Group)으로부터 상표명 PCL-FR-226으로 구매가능한 유리섬유/에폭시 복합재, 세라믹, 금속, 또는 이들의 조합을 포함한다. 예시적인 가요성 층은 폴리이미드 또는 폴리에스테르와 같은 중합체 필름, 금속 포일, 또는 이들의 조합을 포함한다. 폴리이미드는 듀폰(DuPont)으로부터 상표명 캡톤(KAPTON)으로 구매가능하

며, 폴리에스테르는 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 미네소타 마이닝 앤드 매뉴팩쳐링 컴퍼니(Minnesota Mining and Manufacturing Company; 3M)로부터 상표명 스카치파(SCOTCHPAR)로 구매가능하다. 이들 추가 층은 또한 층의 상부 상에 있는 또는 층 내에 매립된 전기 전도성 트레이스를 포함할 수 있다. 전기 전도성 트레이스라는 용어는 전류를 전달하도록 설계된 전도성 재료의 스트립 또는 패턴을 말한다. 전기 전도성 트레이스를 위한 적합한 재료로는 구리, 알루미늄, 주석, 땜납, 은 페이스트, 금, 및 이들의 조합이 있다.

[0031] 본 발명의 전기 용품은 PWB, 예를 들어, 연성 회로에서 커패시터로 기능하는 구성요소로서 사용될 수 있다. 도 1과 도 2에 도시된 바와 같이, 약 120 내지 160℃의 온도 사이에서 용품의 상대 용량은 지수적으로 증가하며 약 115 내지 145℃ 온도 사이에서 용품의 손실 계수는 지수적으로 증가한다. 이들 특성은 본 발명의 전기 용품이 고역 통과 필터, 또는 낮은 감쇠를 요하는 것들과 같은 응용에 덜 적합하도록 하는 한편, 전원 디커플링, 저역 통과 필터, 저주파수 및 중주파수 대역 통과 필터, 및 대역 소거 필터와 같은 응용에 매우 적합하도록 하며, 그 이유는 더 높은 용량 밀도는 용량 요건을 충족하기 위해 더 작은 커패시터 면적이 필요할 것임을 의미하며 더 높은 손실 계수는 원치않는 주파수의 더 높은 감쇠로 이어질 것이기 때문이다.

[0032] 전기 용품은 PWB 또는 연성 회로에 매립되거나 집적된다. 그들은 인쇄 회로 기판, 예를 들어, 모듈, 마더보드, 및 도터카드(daughtercard), 및 집적 회로 패키지에 사용하기 적합하다. 본 발명의 전기 용품을 이용하여 연성 회로 또는 PWB를 제조하는 방법은 국제특허 공개 WO 00/45624호에 기재되며 본 명세서에 참고로 인용된다.

[0033] 본 발명은 또한 회로 기판(PWB) 또는 연성 회로의 전기 회로에서 기능하는 본 발명의 전기 용품을 포함하는 전기 장치를 포함한다. 이 전기 장치는 용량성 구성요소를 갖는 PWB 또는 연성 회로를 전형적으로 이용하는 임의의 전기 장치를 포함할 수 있다. 예시적인 전기 장치로는 휴대전화, 전화, 팩스기, 컴퓨터 및 서버, 네트워크 스위치 및 라우터(router), 프린터, 호출기(pager), 및 당업자가 인식하는 다른 장치가 포함된다. 본 발명의 전기 용품은 공간이 중요하거나 또는 500 MHz 초과의 주파수에서 작동하는 전기 장치에서 특히 유용하다.

[0034] 본 발명은 하기의 실시예에 의해 예시되지만, 이러한 실시예들에서 언급되는 특정 재료 및 그의 양과 다른 조건 및 세부 사항은 본 발명을 부당하게 제한하는 것으로 해석되어서는 안 된다.

[0035] 실시예

[0036] 재료

[0037] DDS-1은 4,4'-다이아미노다이페닐설폰 (CAS-80-08-1)이다.

[0038] DDS-2는 3,3'-다이아미노다이페닐설폰 (CAS-599-61-1)이다.

[0039] OTBAF는 9,9'-비스(3-메틸-4-아미노페닐)불소 (CAS-15499-84-0)이다.

[0040] CAF는 9,9'-비스(3-클로로-4-아미노페닐)불소 (CAS-107934-68-9)이다.

[0041] 에폰 1001F는 미국 오하이오주 컬럼버스 소재의 헥시온 스페셜티 케미칼(Hexion Specialty Chemical)로부터의 비스페놀 A-계 에폭시 수지 제품 (CAS-25036-25-3)의 상표이다.

[0042] 에폰 HPT-1050은 미국 오하이오주 컬럼버스 소재의 헥시온 스페셜티 케미칼로부터의 노볼락 에폭시 수지 제품 (CAS-28064-14-4)의 상표이다.

[0043] 일본 도쿄 소재의 니폰 케미칼 인더스트리얼 컴퍼니(Nippon Chemical Industrial Co.)로부터의 바륨 티타네이트 ($BaTiO_3$)

[0044] 미국 위스콘신주 밀워키 소재의 알드리치 케미칼(Aldrich Chemical)로부터의 메틸 아이소부틸 케톤 (MIBK) 용매

[0045] 미국 위스콘신주 밀워키 소재의 알드리치 케미칼로부터의 메틸 에틸 케톤 (MEK) 용매

[0046] 실시예 1

[0047] 에폰 1001F 및 에폰 HPT-1050을 메틸 아이소부틸 케톤 (MIBK) 용매와 메틸 에틸 케톤 (MEK) 용매에 용해시켜 배치량(batch quantity)의 50 중량% 에폭시 용액을 제조하였다. 에폰 1001F 대 에폰 HPT-1050 비는 4:1이었다. MIBK 대 MEK 비는 1.5:1이었다. 에폭시 수지를 용매에 첨가하고, 오븐에서 대략 70℃로 가열하고, 실질적으로 균질한 용액으로 혼합하였다.

[0048] 배치량의 82% 고형물 마스터 배치 용액은 바륨 티타네이트 ($BaTiO_3$), 영국 소재의 루브리졸, 리미티드로부터 상표명 솔스퍼스 76500으로 구매가능한 50% 고형물 분산제, MIKB, 및 MEK를 혼합하여 제조하였다. 솔스퍼스

76500 대 바륨 티타네이트 비는 0.024:1이었다. MIBK 대 MEK 비는 1.36:1이었다. 1.0 ㎜ 지르코니아 밀링 매질 및 독일 셀프 소재의 네취-파인마흘테크닉 게엠베하(Netzsch-Feinmahltechnik GmbH)로부터 구매가능한 밀(mill), 네취 랩스타(Labstar) LS1을 이용하여 마스터 배치 용액을 밀링하여 응집물을 파괴하고 직렬 배치된 10 ㎛ 필터와 7 ㎛ 필터를 통해 여과하였다.

[0049] 미국 미주리주 세인트 루이스 소재의 시그마-알드리치 케미칼(Sigma-Aldrich Chemical)로부터 구매가능한 83 그램의 경화성 다이아미노다이페닐설폰 (DDS-1)을 874 그램의 MIBK와 583 그램의 MEK에 용해시켜 비할로겐화 경화제 용액을 형성하였다.

[0050] 1021 그램의 50% 에폭시 용액과 3000 그램의 여과된 마스터 배치 용액을 비할로겐화 경화제 용액에 첨가하여 실질적으로 균질한 용액으로 혼합하였으며, 그 결과 55% 고형물을 갖는 최종 분산 용액이 되었다.

[0051] 최종 분산액을 2.4 ㎛ 필터를 통해 여과하고 미국 코네티컷주 워터베리 소재의 올린 코포레이션(Olin Corp.)으로부터 구매가능한 등급 110의 35 ㎛ 두께 구리 포일 상에 다이 코팅하고, 건조시켜 대략 80%의 바륨 티타네이트 로딩율을 갖는 대략 7 ㎛의 유전체 두께를 생성하였다.

[0052] 코팅된 구리 포일의 2개 롤을 91 ㎝/min (3 ft/min) 및 135℃ (275°F)의 고온 롤 라미네이터를 이용하여 함께 (유전체 대 유전체) 라미네이팅하여 유전체 두께가 대략 14 ㎛인 최종 라미네이팅된 제품을 생성하였다.

[0053] 라미네이팅된 롤을 패널로 변환시켜 오븐에서 4시간 동안 190℃에서 공기 중 경화시켰다.

[0054] 비교예 C1

[0055] 에폰 1001F 및 에폰 HPT-1050을 메틸 아이소부틸 케톤 (MIBK) 용매와 메틸 에틸 케톤 (MEK) 용매에 용해시켜 배치량의 50 중량% 에폭시 용액을 제조하였다. 에폰 1001F 대 에폰 HPT-1050 비는 4:1이었다. MIBK 대 MEK 비는 1.5:1이었다. 에폭시 수지를 용매에 첨가하고, 오븐에서 대략 70℃로 가열하고, 실질적으로 균질한 용액으로 혼합하였다.

[0056] 배치량의 82% 고형물 마스터 배치 용액은 바륨 티타네이트 ($BaTiO_3$), 영국 소재의 루브리졸, 리미티드로부터 상표명 솔스퍼스 76500으로 구매가능한 50% 고형물 분산제, MIKB, 및 MEK를 혼합하여 제조하였다. 솔스퍼스 76500 대 바륨 티타네이트 비는 0.024:1이었다. MIBK 대 MEK 비는 1.36:1이었다. 1.0 ㎜ 지르코니아 밀링 매질 및 독일 셀프 소재의 네취-파인마흘테크닉 게엠베하로부터 구매가능한 밀, 네취 랩스타 LS1을 이용하여 마스터 배치 용액을 밀링하여 응집물을 파괴하고 직렬 배치된 10 ㎛ 필터와 7 ㎛ 필터를 통해 여과하였다.

[0057] 124 그램의 경화성 클로로아미노페닐불소 (CAF)를 888 그램의 MIBK와 592그램의 MEK에 용해시켜 할로겐화 경화제 용액을 형성하였다.

[0058] 983 그램의 50% 에폭시 용액과 2971 그램의 여과된 마스터 배치 용액을 할로겐화 경화제 용액에 첨가하여 실질적으로 균질한 용액으로 혼합하였으며, 그 결과 55% 고형물을 갖는 최종 분산 용액이 되었다.

[0059] 최종 분산액을 2.4 ㎛ 필터를 통해 여과하고 미국 코네티컷주 워터베리 소재의 올린 코포레이션으로부터 구매가능한 등급 110의 35 ㎛ 두께 구리 포일 상에 다이 코팅하고, 건조시켜 대략 80%의 바륨 티타네이트 로딩율을 갖는 대략 7 ㎛의 유전체 두께를 생성하였다.

[0060] 코팅된 구리 포일의 2개 롤을 91 ㎝/min (3 ft/min) 및 135℃ (275°F)의 고온 롤 라미네이터를 이용하여 함께 (유전체 대 유전체) 라미네이팅하여 유전체 두께가 대략 14 ㎛인 최종 라미네이팅된 제품을 생성하였다.

[0061] 라미네이팅된 롤을 패널로 변환시켜 오븐에서 4시간 동안 190℃에서 공기 중 경화시켰다.

[0062] 실시예 1의 비할로겐화 재료 (DDS-1) 및 비교예 1 할로겐화 재료 (CAF)를 1 ㎑와 23℃에서의 용량 및 1 ㎑와 23℃에서의 손실 탄젠트(loss tangent)에 대해 미국 캘리포니아주 팔로 알토 소재의 휴렛-패커드 컴퍼니(Hewlett-Packard Company)로부터 구매가능한 LCR 미터, H.P. 모델 4263B를 이용하여 시험하였다. 양 샘플에 대한 용량 측정치를 식 C = k*Dk*A/t (여기서, C는 용량이고, k는 상수이며, Dk는 유전 상수이고, t는 유전체 두께임)를 이용하여 유전 상수로 변환하였다. 유전체 두께는 단면화 및 광학 현미경을 이용하여 500X 배율에서의 측정에 의해 결정하였다. 100 볼트 (DC)에서 누설 전류는 LCR 미터, H.P. 모델 4263B와 함께 미국 매사추세츠주 메이나드 소재의 콰드테크(Quadtech)로부터 구매가능한 내전압 시험기(hipot tester), 콰드테크 모델 1030을 이용하여 측정하였다. 박리 강도는 문헌[IPC-TM-650 2.4.8C "Peel Strength of Metallic Clad Laminates", December 1994]에 따라 90도 박리 접착 방법 및 미국 캘리포니아주 헌팅턴 비치 소재의 유나이티드 캘리브레이션 코포레이션(United Calibration Corporation)으로부터 입수가능한 박리 시험기(peel tester), 유나이티드 모델 STM-

10을 이용하여 측정하였다. 결과는 표 1에 나타난다.

표 1

전기적 및 기계적 재료 특성

[0063]

	실시예 1	비교예 C1
유전 상수 (1 ㎑)	20.6	16.8
손실 탄젠트 (1 ㎑)	0.009	0.006
100 V에서의 누설 전류 (nA/cm2 (nA/in2))	<0.155 (<1)	<0.155 (<1)
부착력 (kg/㎝ (pli))	0.62 (3.46)	0.59 (3.26)

[0064] 부가적으로, 각각의 샘플을 미국 델라웨어주 뉴캐슬 소재의 티에이 인스트루먼츠(TA Instruments)로부터 구매가능한, 역전 열 유동 4℃/min의 변조 시차 주사 열량계 (MDSC), 티에이 인스트루먼츠 Q2000을 이용하여 유리 전이 온도 (Tg)에 대해 그리고 미국 델라웨어주 뉴캐슬 소재의 티에이 인스트루먼츠로부터 구매가능한, 5℃/min 승온의 변조 열중량 분석기 (MTGA), 티에이 인스트루먼츠 2950을 이용하여 질소와 공기 중 분해 온도 (Td)에 대해 시험하였다. 결과는 표 2에 나타날 수 있다.

표 2

열적 특성

[0065]

	실시예 1	비교예 C1
유리 전이 온도 (℃)	120	119
분해 온도 N2 (℃)	376	363
분해 온도 공기 (℃)	374	338

[0066] 양 샘플을 오븐에서 25℃에서 175℃로 가열하면서, 이들 샘플 모두의 유전 상수 및 손실 탄젠트 대 온도를 LCR 미터, H.P. 모델 4263B를 이용하여 25℃에서 175℃까지 측정하였다. 그 결과가 표 3에 나타나 있다.

표 3

승온에서의 전기적 특성

[0067]

	실시예 1	비교예 C1
상대 유전 상수/손실 탄젠트 (25℃)	1.00/0.009	1.00/0.005
상대 유전 상수/손실 탄젠트 (50℃)	1.02/0.007	1.01/0.005
상대 유전 상수/손실 탄젠트 (75℃)	1.04/0.009	1.03/0.006
상대 유전 상수/손실 탄젠트 (100℃)	1.06/0.013	1.04/0.008
상대 유전 상수/손실 탄젠트 (125℃)	1.11/0.038	1.06/0.020
상대 유전 상수/손실 탄젠트 (150℃)	1.35/0.157	1.12/0.042
상대 유전 상수/손실 탄젠트 (175℃)	1.80/0.482	1.14/0.060

[0068] 마지막으로, 양 샘플을 문헌[IPC/JEDEC J-STD-020C "Moisture/Reflow Sensitivity Classification for Nonhermetic Solid State Surface Devices", July 2004]에 따라 수분 민감도(팝코닝(popcorning))에 대해 시험하였다. 그 결과를 표 4에 나타내었다.

표 4

수분 민감도

[0069]

	실시예 1	비교예 C1
수분 민감도 레벨 3	통과	통과
수분 민감도 레벨 1	통과	통과

[0070] 실시예 2 내지 실시예 4 및 비교예 C2 내지 비교예 C7

[0071] 실시예 2 내지 실시예 4 및 비교예 C2 내지 비교예 C7의 조성물이 하기의 표 5에 나타난다. 표 5에 나타난 성분을 폴리스티렌 샘플 바이알 (5 ㎝ 길이 × 1.8 ㎝ 직경 (2 in 길이 × 0.5 in 직경), 미국 미주리주 세인트 루이스 소재의 시그마 알드리치로부터의 제품 번호 Z11153-8)에 첨가하여 실시예들을 제조하였다. 뚜껑을 닫고

샘플을 대략 30초 동안 손으로 진탕하고 흔들어서 성분 층상화(stratification)를 파괴하였다. 수동 혼합 후, 플렉시글라스(PLEXIGLAS) 볼 막자(0.9 ㎝ 직경(3/8 in 직경), 미국 미주리주 세인트 루이스 소재의 시그마 알드리치로부터 제품 번호 Z111503)를 바이알 내에 두고, 샘플을 크레센트(Crescent) WIG-L-BUG (미국 일리노이주 엘진 소재의 린(RINN)으로부터의 제품 C32010B)를 이용하여 60초의 기계적 혼합을 받게 하였다. 이어서, 막자를 바이알로부터 꺼내어 재료의 더 많은 운동을 가능하게 하였다. 혼합물을 다시 30초 동안 수동 혼합한 후, 막자를 교체하고 60초 동안 기계적 혼합을 반복하였다. 수동 혼합과 기계적 혼합의 과정을 총 3회 반복하였다.

[0072] 샘플의 균질성을 확보하기 위해 다소 강한 혼합 절차가 필요함이 앞서 밝혀졌다. 이러한 절차는 상기에 기재되어 있으며, 이러한 실험의 모든 샘플은 이 절차를 이용하여 생성하였다.

표 5

[0073]

		제형			
예	에폭시:경화제 비	1001F (g)	DDS-2 (g)	OTBAF (g)	CAF (g)
2	1:0.9 (에폰 1001F:DDS-2)	0.8964	0.0933		
3	1:1 (에폰 1001F:DDS-2)	0.8968	0.1038		
4	1:1.4 (에폰 1001F:DDS-2)	0.8966	0.1457		
C2	1:0.9 (에폰 1001F:OTBAF)	0.8513		0.1338	
C3	1:1 (에폰 1001F:OTBAF)	0.8521		0.1492	
C4	1:1.4 (에폰 1001F:OTBAF)	0.8061		0.1974	
C5	1:0.9 (에폰 1001F:CAF)	0.8391			0.1477
C6	1:1 (에폰 1001F:CAF)	0.8396			0.1635
C7	1:1.4 (에폰 1001F:CAF)	0.7857			0.2141

[0074] 변조 시차 주사 열량계 (MDSC)

[0075] 이용된 MDSC는 티에이 인스트루먼츠 (미국 델라웨어주 뉴캐슬 소재)로부터의 Q200 1517이었다.

[0076] 시차 주사 열량계 (DSC)의 이 방법은, 전통적인 승온 프로그램에 걸쳐 시편을 시험하기 위해 온도를 사인파 곡선으로 변화시켜 반응속도 사건(kinetic event; 예를 들어, 반응의 엔탈피) 및 온도 감응 사건(temperature responsive event; 예를 들어, 열경화 수지의 T_g)에 대해 열 유동 신호의 분리로 이어진다는 점에서 독특하다.

[0077] 티에이 인스트루먼츠 Q200 1517 MDSC 방법:

[0078] 1: 외부 사건: 온(On)

[0079] 2: 데이터 저장: 오프(Off)

[0080] 3: 25.00℃에서 평형화

[0081] 4: 60초 마다 +/- 0.80℃ 조절

[0082] 5: 15.00분 동안 등온

[0083] 6: 데이터 저장: 온

[0084] 7: 300.00℃까지 5.00℃/min으로 승온

[0085] 8: 2.00분 동안 등온

[0086] 9: 25.00℃에서 평형화

[0087] 10: 15.00분 동안 등온

[0088] 11: 300.00℃까지 5.00℃/min으로 승온

[0089] 12: 방법의 끝

[0090] MDSC 스캔의 분석은 역전 열 유동 신호의 평가로 이루어졌다. 두번째 승온 동안 기저선(baseline)에서의 S자형 단계 변화(sigmoidal step change)는 각 샘플에 대해 명확히 가시적이었다. T_g는 이러한 단계 변화를 분석하기 위하여 티에이 인스트루먼츠 만능 분석 소프트웨어에 제공된 유리 전이 분석 도구를 이용하여 결정하였다. 유

리 전이의 관찰된 개시 및 중점 온도의 요약이 스캔에 따라 표 6에 나타난다.

표 6

[0091]

MDSC: 에폭시 유리 전이 요약			
예	경화제	$T_{개시}$ (℃)	$T_g = T_{중점}$ (℃)
2	1:0.9 DDS-2	101.1	107.9
3	1:1 DDS-2	111.8	118.4
4	1:1.4 DDS-2	122.9	128.4
C2	1:0.9 OTBAF	105.1	111.2
C3	1:1 OTBAF	110.1	121.7
C4	1:1.4 OTBAF	116.2	121.9
C5	1:0.9 CAF	106.7	111.3
C6	1:1 CAF	116.2	121.8
C7	1:1.4 CAF	124.1	129.4

[0092] DDS-2 및 CAF 경화제는 화학양론 비를 증가시킴으로써 재료의 T_g를 증가시킬 수 있음이 관찰되었다. OTBAF는 에폭시 대 아민 작용기의 화학양론 비를 넘는 증가를 나타내지 않았다.

[0093] 나노압입에 의한 모듈러스와 경도 측정

[0094] 이러한 측정 과정은 샘플 표면 내로의 깊이의 연속 함수로서 탄성 모듈러스(E)와 경도(H)를 측정한다. 모듈러스와 경도 데이터는 경도와 모듈러스의 개략 평가(bulk assessment)를 위해 2000 ㎚의 공간 윈도우(spatial window)에 대해 평균하였다. 그 결과가 표 7에 나타나 있다.

[0095] 모든 시편은 MTS 나노압입자(Nanoindenter) DCM으로 시험하였다. 샘플의 상부 표면으로부터 탐침하면서 샘플을 시험하였다. 모든 실험에 대하여, 다이아몬드 베르코비치(Berkovich) 탐침자를 사용하였다. 공간 드리프트 설정점은 최대 0.5 ㎚/s로 유지하였다. 일정한 변형율 실험을 2000 ㎚의 요구 깊이(command depth)까지 0.05 /s로 실시하였다. 100X 배율로 비디오 스크린을 통하여 보았을 때 수직형(top-down)으로 보여지듯이 시험될 영역을 위치시켰다. 시험되는 영역이 원하는 샘플 물질을 대표하는 것을, 즉 공극, 내포물(inclusion) 또는 파편이 없음을 보장하기 위하여 DCM의 100X 비디오 배율을 사용하여 시험 영역을 국소적으로 선택한다. 더욱이, 용융 석영 표준물 내로 시험 압입이 행해지는 반복 공정에 의한 시험 이전에, DCM에서 소프트웨어에 의해 제공되는 에러 보정을 사용하여, 현미경 광학축-압입자 축 정렬을 점검하고 교정하였다. 압입자의 동적 여기 주파수 및 진폭을 모든 실험에 대하여 75 Hz 및 1 ㎚로 일정하게 유지하였다. 재현성을 평가하기 위하여 각 샘플에 대해 다수의 시험을 실시하였다.

[0096] 샘플 표면을 표면 발견 함수(surface find function)를 통해 위치를 찾았으며, 여기서 표면이 마주칠 때 유의하게 변하는 공기 중 스프링 강성(stiffness)을 갖는 탐침이 표면에 접근하게 하였다. 일단 표면이 마주치면, 탐침이 표면에 압입할 때 하중-변위 데이터(load-displacement data)가 얻어졌다. 이어서, 이 데이터를 후술하는 방법에 기초하여 경도 및 탄성 모듈러스 재료 특성으로 변환하였다. 실험을 샘플의 상이한 영역에서 반복하여 통계적 평가가 기계적 특성에 대해 이루어질 수 있도록 하였다.

[0097] 탄성 모듈러스는 하중-변위 데이터로부터 직접 결정하였으며, 이는 복합 모듈러스(composite modulus), 즉 압입자-샘플 기계 시스템의 모듈러스이다. 이들 하중-변위 압입 실험에 대한 복합 모듈러스를 하기로부터 결정할 수 있다:

[0098] $$S = 2\beta\sqrt{\frac{1}{\pi A}}F$$

[0099] 여기서,

[0100] S - 접촉 강성, 이는 주기적 강제 함수(periodic forcing function)와 샘플-압입자 기계 시스템의 계수, 즉 강제 함수에 대한 변위 응답의 동위상(in-phase) 및 역위상(out-of-phase) 성분의 관련성을 나타내는 미분 방정식,

[0101] $$f(t,\varpi)=kx+b\frac{dx}{dt}+m\frac{dx2}{dt2}$$

[0102] 을 풀어서, 즉 동위상 용수철 상수, k (따라서, 강성 - 그러므로, 접촉 면적) 및 역위상 감쇠 계수, b를 생성함으로써 연속-강성-방법(Continuous-Stiffness-Method; CSM)을 통해 결정된다. 이들 시험을 위한 기본 여기 주파수는 75 Hz이다.

[0103] A - 접촉 면적 [m^2], 압입 동안 압입이 압입자의 모양을 복제하는 것으로 가정하면, 압입자 기하학적 형상은 투사된 면적, A = h^2 + 고차 항 (여기서, h는 변위 깊이이고, 고차 항은 실험적으로 측정됨)인 것으로 분석 기하학을 통해 모델링된다.

[0104] F - 복합 모듈러스 [GPa]

[0105] $\beta=1.04$, 베르코비치 기하학적 형상.

[0106] 이어서, 샘플 재료의 탄성 모듈러스(E)는 1/F = (1-u^2)/K + (1-v^2)/E로부터 얻으며, 여기서,

[0107] u - 다이아몬드 압입자의 포아송 비 = 0.07

[0108] K - 다이아몬드 압입자의 탄성 모듈러스 = 1141 GPa

[0109] v - 샘플의 포아송 비 (여기서 이들 샘플에 대해 약 0.35라는 가정이 이루어져야 함.)

[0110] 경도는 시편의 소성 유동의 개시에 대해 기가 파스칼 또는 메가 파스칼 단위로 표현된 임계 접촉 응력으로 정의된다. 이는 H = P/A로 표현되며, 여기서

[0111] H - 경도 [GPa]

[0112] P - 소성 유동에 필요한 하중

[0113] A - 소성 접촉 면적

표 7

[0114] 나노압입 실험의 탄성 모듈러스 및 경도 결과

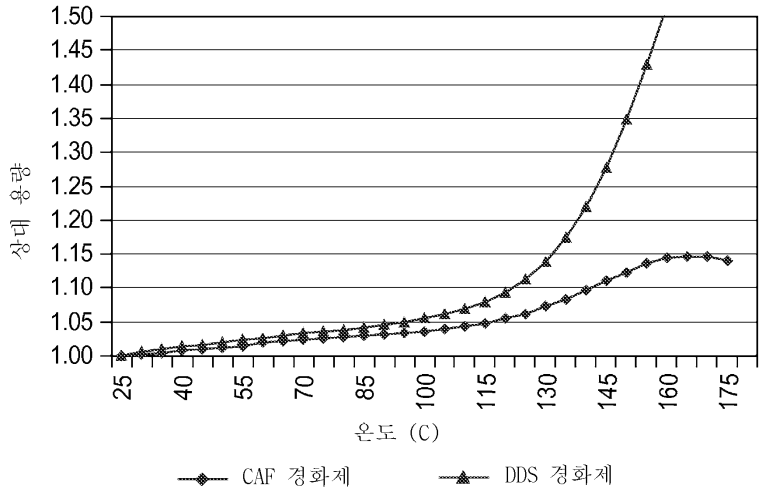
압입 깊이		2000nm	
예	경화제 비 (에폭시:아민)	E (Gpa)	H (MPa)
2	1:0.9	3.245	236.3
3	1:1	3.264	217.1
4	1:1.4	2.998	196.2
C2	1:0.9	2.93	211.6
C3	1:1	3.262	221.1
C4	1:1.4	3.144	236.5
C5	1:0.9	3.109	215.4
C6	1:1	1.665	166.1
C7	1:1.4	1.398	136

[0115] 2000 nm 깊이로부터의 측정이 "벌크" 재료를 대표하는 것으로 가정하면, DDS-2 및 CAF 경화제 둘 모두에 대해 아민/에폭시 비를 증가시키는 것은 샘플의 경도 감소로 이어졌다. CAF 경화제는 경도의 최대 감소를 나타냈는데, 0.9 내지 1.4의 아민/에폭시 비에서 36% 감소하였다. 대안적으로, OTBAF는 0.9 내지 1.4의 비에 걸쳐 경도의 11% 증가로 이어졌다.

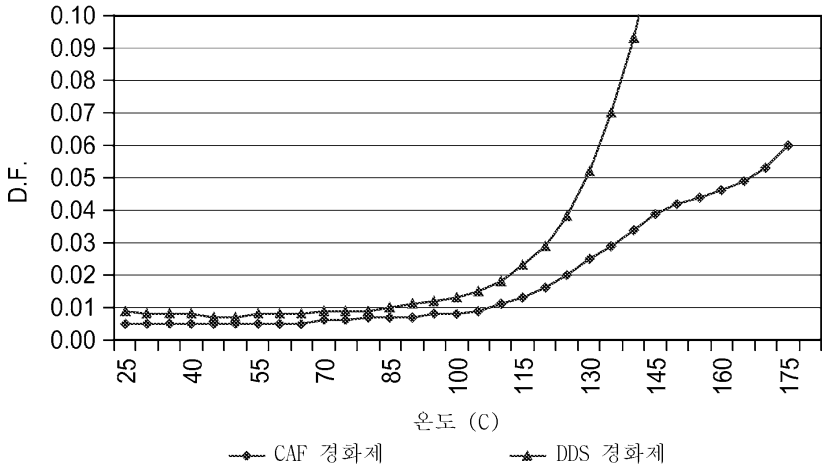
[0116] 본 발명의 다양한 변형 및 변경은 본 발명의 범주 및 사상으로부터 벗어남이 없이 당업자에게 명백하게 될 것이며, 본 발명이 본 명세서에 나타낸 예시적인 실시 형태들로 부당하게 한정되지 않음을 이해하여야 한다.

도면

도면1



도면2



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 발명(고안)의 설명

【보정세부항목】 [0008]

【변경전】

중합체성 유전체 조성물은 약 10 내지 약 60 중량%의 에폭시 수지, 약 20 내지 90 중량%의 유전성 충전제, 및 약 0.1 내지 약 10 중량%의 다이아미노다이페닐설폰 경화제를 포함한다

【변경후】

중합체성 유전체 조성물은 10 내지 60 중량%의 에폭시 수지, 20 내지 89.9 중량%의 유전성 충전제, 및 0.1 내지 10 중량%의 다이아미노다이페닐설폰 경화제를 포함한다