



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년08월18일
(11) 등록번호 10-2433578
(24) 등록일자 2022년08월12일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 - C08J 5/24 (2006.01) C08J 5/04 (2006.01)
 - C08K 3/14 (2006.01) C08K 5/3492 (2006.01)
 - C08K 5/5415 (2006.01) C08K 7/14 (2006.01)
 - C08K 9/06 (2006.01) C08L 71/12 (2006.01)
 - C08L 9/06 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
 - C08J 5/24 (2021.05)
 - C08J 5/043 (2021.05)
- (21) 출원번호 10-2020-7024258
- (22) 출원일자(국제) 2018년12월18일
 - 심사청구일자 2020년08월24일
- (85) 번역문제출일자 2020년08월24일
- (65) 공개번호 10-2020-0110424
- (43) 공개일자 2020년09월23일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2018/046589
- (87) 국제공개번호 WO 2019/167391
 - 국제공개일자 2019년09월06일
- (30) 우선권주장
 - JP-P-2018-032996 2018년02월27일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
 - JP2011091066 A*
 - JP2017082200 A*
 - KR1020170086558 A
 - KR1020140138677 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌
- (73) 특허권자
 - 교세라 가부시킴가이사
 - 일본국 교토후 교토시 후시미쿠 다케다 토바도노쵸 6반지
- (72) 발명자
 - 우치다 카즈미치
 - 일본국 교토후 교토시 후시미쿠 다케다 토바도노쵸 6반지 교세라 가부시킴가이사 나이
- (74) 대리인
 - 하영욱

전체 청구항 수 : 총 7 항

심사관 : 권오은

(54) 발명의 명칭 프리프레그 및 회로 기판용 적층판

(57) 요약

저유전율 및 저유전정접를 갖고, 글라스 클로스와의 접착성이 개선된 프리프레그 및 회로 기판용 적층판을 제공한다. 기재인 글라스 클로스와, 상기 글라스 클로스에 함침한 열경화성 수지 조성물의 반경화물로 구성되는 프리프레그로서, 상기 글라스 클로스는 메타크릴계 실란커플링제, 아크릴계 실란커플링제 및 이소시아네이트계 실란커플링제에서 선택되는 적어도 1종의 실란커플링제로 처리된 처리 표면을 갖고, 상기 열경화성 수지 조성물은 주쇄의 말단 히드록실기가 에틸렌성 불포화 화합물로 변성된 폴리페닐렌에테르를 함유하는 프리프레그 및 이 프리프레그와 도체층을 적층한 회로 기판용 적층판.

(52) CPC특허분류

C08K 3/14 (2013.01)
C08K 5/34924 (2013.01)
C08K 5/5415 (2013.01)
C08K 7/14 (2013.01)
C08K 9/06 (2013.01)
C08L 71/126 (2013.01)
C08L 9/06 (2013.01)
H05K 1/0366 (2013.01)
C08J 2371/12 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

기재인 글라스 클로스와, 상기 글라스 클로스에 함침한 열경화성 수지 조성물의 반경화물로 구성되는 프리프레그로서,

상기 글라스 클로스는 아크릴계 실란커플링제 및 이소시아네이트계 실란커플링제에서 선택되는 적어도 1종의 실란커플링제로 처리된 처리 표면을 갖고,

상기 열경화성 수지 조성물은 주쇄의 말단 히드록실기가 에틸렌성 불포화 화합물로 변성된 폴리페닐렌에테르를 함유하는 것을 특징으로 하는 프리프레그.

청구항 2

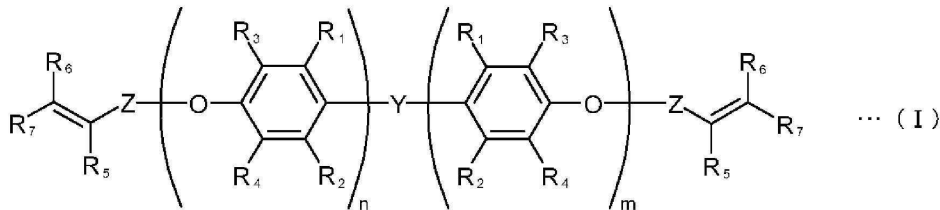
제 1 항에 있어서,

상기 열경화성 수지 조성물이, (A)주쇄의 말단에 존재하는 히드록실기가 에틸렌성 불포화 화합물로 변성된 폴리페닐렌에테르와, (B)트리알릴이소시아누레이트 및 트리알릴시아누레이트 중 적어도 1종으로 이루어지는 시아누레이트 화합물과, (C)유기 과산화물을 함유하는 것을 특징으로 하는 프리프레그.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 (A)폴리페닐렌에테르가 하기 일반식(I)으로 나타내어지는 폴리페닐렌에테르



(단, 일반식(I) 중, R₁~R₇은 각각 독립적으로 수소원자, 탄소수가 1~8개인 직쇄 또는 분기쇄 알킬기, 탄소수가 2~8개인 직쇄 또는 분기쇄 알케닐기, 탄소수가 2~8개인 직쇄 또는 분기쇄 알키닐기, 또는 탄소수가 6~10개인 아릴기이며, Y는 산소원자, 메틸렌기 또는 디메틸메틸렌기를 나타내고, Z는 카르보닐기, 티오펜기, 메틸렌기, 에틸렌기, 트리메틸렌기 또는 테트라메틸렌기를 나타내고, n은 1~100의 정수, m은 1~100의 정수, n+m이 2~200의 정수이다.)를 20중량% 이상 포함하는 것을 특징으로 하는 프리프레그.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 (C)유기 과산화물이 벤젠환을 포함하지 않는 유기 과산화물이며, 또한, 상기 (A)폴리페닐렌에테르, 상기 (B)시아누레이트 화합물 및 상기 (C)유기 과산화물의 배합량의 합계를 100질량%로 했을 때, 0.1~7질량% 포함되는 것을 특징으로 하는 프리프레그.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 열경화성 수지 조성물이 (D)부타디엔-스티렌 공중합체를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 프리프레그.

청구항 6

제 1 항, 제 2 항 및 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 글라스 클로스는, 두께가 10~200 μ m, 통기도가 20~200cm³/cm²/s, 또한, 상기 실란커플링제의 처리량이 상기 글라스 클로스를 100질량%로 했을 때, 0.01~1.50질량%인 것을 특징으로 하는 프리프레그.

청구항 7

제 1 항, 제 2 항 및 제 5 항 중 어느 한 항에 기재된 프리프레그와, 도체층을 적층해서 이루어지는 것을 특징으로 하는 회로 기판용 적층판.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 프리프레그 및 회로 기판용 적층판에 관계되고, 특히, 저유전을 및 저유전정점을 갖는 회로 기판을 작성할 수 있는 프리프레그 및 그것을 사용한 회로 기판용 적층판에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, LSI의 고속화나 고집적화, 메모리의 대용량화 등이 진행되고, 이것에 따라서 각종 전자부품의 소형화, 경량화, 박형화 등이 급속하게 진행되고 있다. 이 때문에, 재료의 면에서도 보다 뛰어난 내열성, 치수안정성, 전기특성 등이 요구되고 있다.

[0003] 종래, 프린트 배선판용으로는, 페놀 수지, 에폭시 수지, 폴리이미드 수지 등의 열경화성 수지가 사용되고 있다. 이들 수지는 각종의 성능을 밸런스 좋게 갖고 있지만, 고주파 영역에서의 유전 특성이 불충분하다.

[0004] 이 문제를 해결하는 새로운 재료로서, 폴리페닐렌에테르가 주목을 받고, 동장 적층판으로의 응용이 시도되고 있다(예를 들면, 특허문헌 1 참조). 또 최근, 회로의 파인피치화에 대응해서 글라스 클로스 표면에 실란커플링제 흡착층을 형성한 것도 알려져 있다(예를 들면, 특허문헌 2, 3 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본 특허공개 2005-8829호 공보
 (특허문헌 0002) 일본 특허 제4325337호 공보
 (특허문헌 0003) 일본 특허공개 평 7-142830호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 최근, 더 나은 고주파 영역에서의 유전을 및 유전정점의 저하가 요구되고 있다. 이 때문에, 폴리페닐렌에테르에 대해서도, 이러한 고주파 영역에서의 유전을 및 유전정점의 추가적인 저하가 요구되고 있다. 그러나 폴리페닐렌에테르는 접착에 기여하는 극성이 높은 관능기가 적기 때문에, 글라스 클로스와 수지 경화층의 접착 특성이 저하하는 경향이 있어, 보다 접착력이 높은 저유전 기판의 요구가 높아지고 있다.

[0007] 본 발명은 저유전을 및 저유전정점을 갖고, 글라스 클로스와 접착성이 개선된 프리프레그의 제공을 목적으로 하고 있다. 또한 본 발명은, 이러한 프리프레그를 사용한 회로 기판용 적층판의 제공을 목적으로 하고 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 프리프레그는, 기재인 글라스 클로스와, 상기 글라스 클로스에 함침한 열경화성 수지 조성물의 반경화물로 구성되는 프리프레그로서, 상기 글라스 클로스는 메타크릴계 실란커플링제, 아크릴계 실란커플링제 및 이소시아네이트계 실란커플링제에서 선택되는 적어도 1종의 실란커플링제로 처리된 처리 표면을 갖고, 상기 열경화성 수지 조성물은 주쇄의 말단 히드록실기가 에틸렌성 불포화 화합물로 변성된 폴리페닐렌에테르를 함유하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 본 발명의 회로 기판용 적층판은, 본 발명의 프리프레그와 도체층을 적층해서 이루어지는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0010] 본 발명의 프리프레그 및 회로 기판용 적층판에 의하면, 저유전율 및 저유전정점을 갖고, 글라스 클로스와 수지 경화물의 접착성이 우수한 재료가 얻어지며, 이것들을 사용함으로써 고주파용 배선 기판을 용이하게 제조할 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

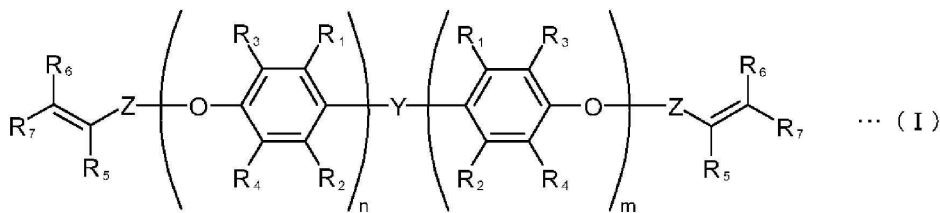
[0011] 이하, 본 발명의 프리프레그 및 회로 기판용 적층판에 대해서 일 실시형태를 참조하면서 설명한다.

[0012] [프리프레그]

[0013] 본 실시형태의 프리프레그는 기재인 글라스 클로스와, 글라스 클로스에 함침한 열경화성 수지 조성물의 반경화물로 구성되고, 여기에서 사용하는 글라스 클로스는 메타크릴계 실란커플링제, 아크릴계 실란커플링제, 이소시아네이트계 실란커플링제 중 어느 하나로 처리된 처리 표면을 갖고, 열경화성 수지 조성물은 주쇄의 말단 히드록실기가 에틸렌성 불포화 화합물로 변성된 폴리페닐렌에테르를 함유하는 것이다.

[0014] 본 실시형태에서 사용하는 열경화성 수지 조성물은, 주쇄의 말단 히드록실기가 에틸렌성 불포화 화합물로 변성된 폴리페닐렌에테르를 함유하는 것이며, 시판의 저유전율의 수지 조성물도 사용할 수 있다. 이러한 열경화성 수지 조성물로서는, 예를 들면, (A)주쇄의 말단에 존재하는 히드록실기가 에틸렌성 불포화 화합물로 변성된 변성 폴리페닐렌에테르와, (B)트리알릴이소시아누레이트 및 트리알릴시아누레이트 중 적어도 1종으로 이루어지는 시아누레이트 화합물과, (C)유기 과산화물을 함유하는 수지 조성물이 바람직하게 사용된다. 이하, (A)~(C)의 각 성분 에 대해서 상세하게 설명한다.

[0015] (A)주쇄의 말단 히드록실기가 에틸렌성 불포화 화합물로 변성된 폴리페닐렌에테르로서는, 예를 들면 하기 일반식(I)으로 나타내어지는 폴리페닐렌에테르



[0016]

[0017] (단, 일반식(I) 중, R₁~R₇은 각각 독립적으로 수소원자, 탄소수가 1~8개인 직쇄 또는 분기쇄 알킬기, 탄소수가 2~8개인 직쇄 또는 분기쇄 알케닐기, 탄소수가 2~8개인 직쇄 또는 분기쇄 알킬닐기, 또는 탄소수가 6~10개인 아릴기이며, Y는 산소원자, 메틸렌기 또는 디메틸메틸렌기를 나타내고, Z는 카르보닐기, 티오카르보닐기, 메틸렌기, 에틸렌기, 트리메틸렌기 또는 테트라메틸렌기를 나타내고, n은 1~100의 정수, m은 1~100의 정수, n+m이 2~200의 정수이다.)

[0018] R₁~R₇은 각각 독립적으로 수소원자, 메틸기, 에틸기 또는 페닐기인 것이 바람직하다.

[0019] 또, 상기 일반식(I) 중에 있어서의 R₁~R₇의 탄소원자를 함유하는 유기기, 예를 들면 알킬기, 알케닐기, 알킬닐기, 아릴기는 치환기를 더 갖고 있어도 되고, 이 치환기로서는, 예를 들면 카르복실기, 알데히드기, 히드록실기, 아미노기 등을 들 수 있다.

[0020] (A)변성 폴리페닐렌에테르의 함유량은, (A)변성 폴리페닐렌에테르, (B)시아누레이트 화합물, 및 (C)유기 과산화물의 합계량을 100질량%로 했을 때, 29.9~90질량%인 것이 바람직하다. 이 함유 범위로 함으로써 유전율 및 유전정점을 더욱 저하시킬 수 있다. 또한, (A)변성 폴리페닐렌에테르의 함유량은 40~75질량%인 것이 보다 바람직하다.

[0021] 본 실시형태에서 사용되는 (B)시아누레이트 화합물은, 트리알릴이소시아누레이트 및 트리알릴시아누레이트에서 선택되는 1종을 포함해서 이루어지는 것이며, (A)변성 폴리페닐렌에테르와 가교하는 가교제로서 작용하는 것이다. (B)시아누레이트 화합물은 트리알릴이소시아누레이트 및 트리알릴시아누레이트를 각각 단독으로 사용해도 좋고, 이것들을 병용해도 좋다. 시아누레이트 화합물을 사용함으로써 뛰어난 유전 특성 및 내열성을 갖는 경화

물을 얻을 수 있다. 그 중에서도, 트리알릴이소시아누레이트를 사용하는 것이 바람직하다.

- [0022] 이 (B)시아누레이트 화합물로서는 시판품을 사용할 수 있다. 예를 들면, 트리알릴이소시아누레이트의 시판품으로서, TAICROS(에보닉 데구사사제, 상품명; 디알릴이소시아누레이트 함유량: 100~400ppm) 등을 들 수 있다. 또한, 내열성의 저하를 억제하는 관점으로부터, 트리알릴이소시아누레이트에 포함되는 불순물로서의 디알릴이소시아누레이트는 500ppm 이하인 것이 바람직하다. 이것은 트리알릴시아누레이트에서도 같다.
- [0023] (B)시아누레이트 화합물의 함유량은 (A)변성 폴리페닐렌에테르, (B)시아누레이트 화합물, 및 (C)유기 과산화물의 합계량을 100질량%로 했을 때, 9.9~70질량%인 것이 바람직하다. 이 함유 범위로 함으로써 높은 내열성의 경화물을 얻을 수 있다. 또한, (B)시아누레이트 화합물의 함유량은 20~50질량%인 것이 보다 바람직하다.
- [0024] 본 실시형태에서 사용되는 (C)유기 과산화물은 라디칼 개시제로서 작용하는 화합물이다. 이 (C)유기 과산화물은, (A)변성 폴리페닐렌에테르와 (B)시아누레이트 화합물을 라디칼 반응에 의해 중합시켜서 이것들의 중합체(가교물)를 얻기 때문에, 온화한 조건에서 라디칼을 발생시켜 중합반응을 진행시키는 화합물이다.
- [0025] 이 (C)유기 과산화물은 공지의 라디칼 개시제로서 기능하는 유기 과산화물이면 좋고, 특별히 한정되는 것은 아니다. 이러한 유기 과산화물로서는, 예를 들면, 디-*t*-부틸퍼옥사이드, 2,5-디메틸-2,5-디(*t*-부틸퍼옥사이드)헥산, 2,5-디메틸-2,5-디(*t*-부틸퍼옥사이드)헥신-3, *t*-부틸쿠밀퍼옥사이드, α, α' -디-(*t*-부틸퍼옥시)디이소프로필벤젠, *t*-부틸퍼옥시벤조에이트 등을 들 수 있다.
- [0026] 이 (C)유기 과산화물로서는 시판품을 사용할 수 있다. 이러한 것으로서는, 예를 들면 「퍼부틸 D」, 「퍼핵사 25B」, 「퍼핵신 25B」, 「퍼부틸 C」, 「퍼부틸 P」, 「퍼부틸 Z」(모두 니치유 가부시기가이사사제) 등을 들 수 있다.
- [0027] 또, (C)유기 과산화물은 벤젠환을 갖지 않는 구조가 바람직하다. 벤젠환을 갖지 않음으로써 유전정접를 보다 효율적으로 저하시킬 수 있다.
- [0028] (C)유기 과산화물의 함유량은, (A)변성 폴리페닐렌에테르, (B)시아누레이트 화합물, 및 (C)유기 과산화물의 합계량을 100질량%로 했을 때, 0.1~7질량%인 것이 바람직하다. 이 함유 범위로 함으로써 높은 내열성의 경화물을 얻을 수 있다. 또한, (C)유기 과산화물의 함유량은 0.5~5질량%인 것이 보다 바람직하다.
- [0029] 본 실시형태의 수지 조성물로서는, 상기 (A)~(C)의 각 성분이 배합되어 있는 것이 바람직하지만, 다음에 설명하는 (D)부타디엔·스티렌 공중합체를 함유시키는 것이 더욱 바람직하다.
- [0030] 본 실시형태에서 사용되는 (D)부타디엔·스티렌 공중합체는, 부타디엔과 스티렌을 중합해서 얻어지는 공중합체이며, (A)변성 폴리페닐렌에테르 및 (B)시아누레이트 화합물과 반응해서 중합체(가교물)를 형성하는 성분이다. 구체적으로는, (D)부타디엔·스티렌 공중합체 중에 존재하는 이중결합과, (A)변성 폴리페닐렌에테르 및 (B)시아누레이트 화합물 중에 존재하는 이중결합이 반응해서 중합한다.
- [0031] 이 (D)부타디엔·스티렌 공중합체는, 부타디엔과 스티렌을 50/50~90/10의 질량비(부타디엔/스티렌)로 중합시킨 것이 바람직하다. 질량비가 50/50~90/10일 경우, 동박과의 밀착성을 높일 수 있다. 또, 이 질량비는 유전정접 등의 관점으로부터, 50/50~80/20이 보다 바람직하고, 50/50~70/30이 더욱 바람직하다.
- [0032] 이 (D)부타디엔·스티렌 공중합체의 질량 평균 분자량이나 수 평균 분자량은 특별하게 한정되지 않고, 중합도가 비교적 낮은(분자량이 작은) 올리고머를 사용할 수도 있다. 또, 이 (D)부타디엔·스티렌 공중합체로서는, 통상 1,000~100,000 정도의 질량 평균 분자량을 갖는 것을 사용할 수 있다.
- [0033] (D)부타디엔·스티렌 공중합체의 함유량은, (A)변성 폴리페닐렌에테르, (B)시아누레이트 화합물, (C)유기 과산화물, 및 (D)부타디엔·스티렌 공중합체의 합계량을 100질량%로 했을 때, 0.5~20질량%가 바람직하다. 이 함유 범위로 함으로써 유전율, 유전정접를 저하시킴과 아울러, 금속박과의 밀착성을 높일 수 있다. (D)부타디엔·스티렌 공중합체의 함유량은 3~15질량%인 것이 보다 바람직하다.
- [0034] 본 실시형태에 사용되는 수지 조성물은, 필요에 따라서, 또한, 본 발명의 취지에 반하지 않는 한도에 있어서, 용제를 더 포함해도 좋다. 여기에서, 용제는 (A)~(D)의 각 성분을 용해 또는 분산시키기 위한 용제로서 사용되고, 예를 들면, 톨루엔 등을 들 수 있다.
- [0035] 이 용제는 (A)변성 폴리페닐렌에테르, (B)시아누레이트 화합물, (C)유기 과산화물, 및 (D)부타디엔·스티렌 공중합체의 합계량을 100질량부로 했을 때, 70~140질량부인 것이 바람직하고, 80~130질량부인 것이 보다 바람직하다.

- [0036] 본 실시형태에 사용되는 수지 조성물은, 필요에 따라서, 또한 본 발명의 취지에 반하지 않는 한도에 있어서, 충전제, 난연제, 응력완화제 등을 더 포함할 수도 있다.
- [0037] 충전제로서는, 예를 들면 분쇄 실리카, 용융 실리카 등의 실리카, 카본블랙, 산화티탄, 티탄산 바륨, 유리 비드, 유리 중공구 등을 들 수 있고, 이것들은 1종을 단독 사용해도 되고, 2종 이상을 혼합해서 사용해도 된다. 충전제로서는 시판품을 사용할 수 있고, 예를 들면, 실리카로서는 메타크릴실란 처리 용융 실리카: SFP-130MHM(덴키 카가쿠 고교 가부시카이가이샤제, 상품명), FUSELEX E-2, Adma Fine SO-C5, PLV-3(모두 가부시카이가이샤 타츠모리제, 상품명) 등을 들 수 있다.
- [0038] 충전제의 평균 입경은, 10 μ m 이하인 것이 바람직하다. 10 μ m 이하의 경우, 금속박과의 밀착성을 보다 높일 수 있다.
- [0039] 충전제를 배합할 경우, 그 함유 비율은 (A)변성 폴리페닐렌에테르, (B)시아누레이트 화합물, (C)유기 과산화물, 및 (D)부타디엔·스티렌 공중합체의 합계량을 100질량부로 했을 때, 5~40질량부인 것이 바람직하다. 이 함유 범위로 함으로써 수지 조성물의 용융 유동성이 양호해짐과 아울러, 금속박과의 밀착성이 높아지고, 스루홀 도체의 접속 신뢰성도 높아진다. 충전제는 10질량부 이상이 보다 바람직하고, 15질량부 이상이 더욱 바람직하고, 20질량부 이상이 특히 바람직하다. 또한, 충전제는 35질량부 이하가 보다 바람직하다.
- [0040] 난연제로서는 인산 멜라민, 폴리인산 멜람, 폴리인산 멜렘, 피로인산 멜라민, 폴리인산 암모늄, 적린, 방향족 인산 에스테르, 포스폰산 에스테르, 포스핀산 에스테르, 포스핀옥사이드, 포스파젠, 멜라민시아노레이트 등을 들 수 있다. 이들 난연제는 1종을 단독으로 사용해도 좋고, 2종 이상을 병용해도 좋다. 이것들 중에서도, 유전 특성, 내연성, 내열성, 밀착성, 내습성, 내약품성, 신뢰성 등의 관점에서부터, 피로인산 멜라민, 폴리인산 멜라민, 폴리인산 멜람, 폴리인산 암모늄이 바람직하다.
- [0041] 난연제를 배합할 경우, 그 함유 비율은 (A)변성 폴리페닐렌에테르, (B)시아누레이트 화합물, (C)유기 과산화물, 및 (D)부타디엔·스티렌 공중합체의 합계량을 100질량부로 했을 때, 15~45질량부인 것이 바람직하다. 이 함유 범위로 함으로써 경화물의 유전 특성, 밀착성, 내습성에 거의 영향을 주지 않고, 내연성, 내열성을 보다 향상시킬 수 있다.
- [0042] 응력 완화제로서는 코어셀 구조를 갖지 않는 실리콘 수지 입자 등을 들 수 있다. 이러한 실리콘 수지 입자로서는, 예를 들면 X-52-875, X-52-854(신에츠 카가쿠 고교 가부시카이가이샤제, 상품명), MSP-1500(닛코 리카 가부시카이가이샤제, 상품명), MSP-3000(닛코 리카 가부시카이가이샤제, 상품명)) 등을 들 수 있다. 이들 응력완화제는 1종을 단독으로 사용해도 좋고, 2종 이상을 병용해도 좋다.
- [0043] 응력 완화제의 평균 입경은 10 μ m 이하인 것이 바람직하다. 10 μ m 이하일 경우, 금속박과의 밀착성을 보다 높일 수 있다. 또, 본 명세서에 있어서의 평균 입경은 레이저 회절·산란법을 이용하여 체적기준의 입도분포를 측정하고, 얻어진 입도분포 곡선으로부터 구해지는 50% 적산값(50% 입자지름)이다.
- [0044] 응력 완화제를 배합할 경우, 그 함유 비율은 (A)변성 폴리페닐렌에테르, (B)시아누레이트 화합물, (C)유기 과산화물, 및 (D)부타디엔·스티렌 공중합체의 합계량을 100질량부로 했을 때, 1~10질량부인 것이 바람직하다. 이 함유 범위로 함으로써 경화물의 동박과의 밀착성 및 내습성을 보다 높일 수 있고, 스루홀 도체의 접속 신뢰성도 보다 높일 수 있다.
- [0045] 본 실시형태에서 사용되는 수지 조성물은, 첨가제 등을 더 포함할 수 있다. 이 첨가제로서는, 예를 들면 산화방지제, 열안정제, 대전방지제, 가소제, 안료, 염료, 착색제 등을 들 수 있다. 첨가제의 구체적인 것은, 예를 들면 R-42(사카이 가카쿠 가부시카이가이샤제), IRGANOX1010(BASF사제) 등을 들 수 있다. 충전제나 첨가제는 1종을 단독으로 사용해도 좋고, 2종 이상을 병용해도 좋다.
- [0046] 또한, 본 실시형태에서 사용되는 수지 조성물은, 또 다른 열가소성 수지 및 열경화성 수지 중 적어도 1종을 포함할 수 있다. 열가소성 수지로서는, 예를 들면GPPS(범용 폴리스티렌), HIPS(내충격성 폴리스티렌) 등을 들 수 있다. 열경화성 수지로서는, 예를 들면 에폭시 수지 등을 들 수 있다. 이들 수지는 1종을 단독으로 사용해도 좋고, 2종 이상을 병용해도 좋다.
- [0047] 본 실시형태에서 사용되는 수지 조성물은, 예를 들면 필수성분인 (A)~(C)의 각 성분, 필요에 따라서 첨가되는 (D)성분이나 그 밖의 성분을 혼합해서 얻어진다. 혼합 방법으로서, 전체 성분을 용매 중에 균일하게 용해 또는 분산시키는 용액 혼합법, 압출기 등에 의해 가열해서 행하는 용융 블렌드법 등을 들 수 있다.

- [0048] [글라스 클로스]
- [0049] 본 실시형태에서 사용하는 글라스 클로스는, 그 표면을 메타크릴계 실란커플링제, 아크릴계 실란커플링제 및 이소시아누레이트계 실란커플링제에서 선택되는 적어도 1종의 실란커플링제로 처리된 글라스 클로스 기재이다.
- [0050] 여기에서 사용하는 글라스 클로스의 재질은 공지가 것이라면 특별히 제한되지 않고 사용할 수 있고, 통상의 E유리 외에, D유리, S유리, 석영 유리 등을 들 수 있고, 그 짜임 방법도 특별히 제한을 받지 않고, 예를 들면 평직, 능직, 발이 거친 평직 등 공지의 것을 임의로 선택할 수 있다. 그 중에서도, 표면 평활성이 얻어지기 쉬운 점에서 평직의 글라스 클로스가 바람직하다.
- [0051] 또한, 글라스 클로스의 두께나 적층체 전체의 두께에 대한 글라스 클로스의 두께의 비율도 특별히 제한을 받지 않고, 공지의 글라스 클로스와 마찬가지로 할 수 있다. 글라스 클로스의 두께는, 예를 들면 10~200 μ m가 바람직하다.
- [0052] 또한, 글라스 클로스는 20~220 $\text{cm}^2/\text{cm}^2/\text{초}$ 의 범위의 통기도를 구비하는 것이 바람직하다. 본 실시형태의 글라스 클로스에 있어서, 통기도가 220 $\text{cm}^2/\text{cm}^2/\text{초}$ 이하일 때에는, 상기 글라스 클로스를 프리프레그로 했을 때에 핀홀의 발생을 억제할 수 있다. 또한, 본 실시형태의 글라스 클로스에 있어서 통상의 기술에 의하면, 통기도는 20 $\text{cm}^2/\text{cm}^2/\text{초}$ 이상으로 된다.
- [0053] 본 실시형태의 글라스 클로스는, 상기와 같이 특징의 커플링제를 이용하여 표면처리된 것이지만, 커플링제를 사용한 글라스 클로스의 표면처리는 공지의 방법으로 행할 수 있고, 특별히 제한되지 않는다. 예를 들면, 상기한 커플링제를 용해한 유기용매 용액 또는 현탁액을 소위 사이징제로서 글라스 클로스에 도포하는 사이징 처리 등의 방법을 예시할 수 있다.
- [0054] 여기에서, 실란커플링제의 처리량은 글라스 클로스를 100질량%로 했을 때, 그것에 대해서 0.01~1.50질량%의 범위가 바람직하다. 이러한 범위로 함으로써 양호한 층간 박리강도, 흡습 내열성, 내리플로우성, 절연 신뢰성을 확보할 수 있다.
- [0055] 여기에서, 실란커플링제의 처리량의 평가 방법은 표면처리 후의 글라스 클로스를 공기분위기 하 630 $^{\circ}\text{C}$ 에서 30분 소각하고, 소각 전후의 질량의 차를 소각 전의 질량으로 나누어서 100을 곱한 값으로부터 산출했다.
- [0056] 또, 여기서 글라스 클로스의 두께는 JIS R 3420에 준거하여 마이크로미터에 의해 측정되고, 글라스 클로스의 질량은 JIS R 3420에 준거한 저울에 의해 측정되고, 글라스 클로스의 통기도는 JIS R 3420에 준거하여 프래질형 통기성 시험기에 의해 측정되어서 얻어지는 것이다.
- [0057] 글라스 클로스의 표면처리에 사용되는 실란커플링제로서는, 에폭시계나 아미노계의 시판의 실란커플링제가 에폭시계 기재에 효과가 있어 오랜 세월 사용되어 왔지만, 최근의 고주파화예의 대응에는, 층간 박리강도 및 내열성 등의 요구 특성을 만족할 수 없을 경우가 증가되고 있다.
- [0058] 본 실시형태에서는 폴리페닐렌에테르를 주성분으로 하는 수지 조성물을 사용했을 때에 있어서의 특성 향상을 가능하게 하는 구성을 예의 검토한 결과, 표면처리제로서 메타크릴계 실란커플링제, 아크릴계 실란커플링제 및 이소시아누레이트계 실란커플링제 중 적어도 어느 1종을 포함하는 실란커플링제를 사용함으로써 층간 박리강도 및 내열성을 향상시키고, 뛰어난 프리프레그를 얻을 수 있는 것을 찾아냈다. 실란커플링제로서는, 이 중 아크릴계 실란커플링제 또는 이소시아네이트계 실란커플링제가 흡습 내열성 향상의 점으로부터 보다 바람직하다.
- [0059] 메타크릴계 실란커플링제로서는, 예를 들면 3-메타크릴옥시프로필메틸디메톡시실란(제품명: KBM-502, 신에츠 가카구 고교사제), 3-메타크릴옥시프로필트리메톡시실란(제품명: KBM-503, 신에츠 가카구 고교사제), 3-메타크릴옥시프로필메틸디에톡시실란(제품명: KBE-502, 신에츠 가카구 고교사제), 3-메타크릴옥시프로필트리에톡시실란(제품명: KBE-503, 신에츠 가카구 고교사제) 등을 들 수 있다.
- [0060] 아크릴계 실란커플링제로서는, 예를 들면 3-아크릴옥시프로필메틸디메톡시실란(제품명: KBM-5102, 신에츠 가카구 고교사제), 3-아크릴옥시프로필트리메톡시실란(제품명: KBM-5103, 신에츠 가카구 고교사제) 등을 들 수 있다.
- [0061] 이소시아네이트계 실란커플링제로서는, 예를 들면 트리스-(트리메톡시실릴프로필)이소시아누레이트(제품명: KBM-9659, 신에츠 가카구 고교사제), 3-트리아이소시아네이트프로필트리에톡시실란(제품명: A-1310, 모멘티브 퍼포먼스 마테리얼즈사제), 3-이소시아네이트프로필트리메톡시실란(제품명: Y-5187, 모멘티브 퍼포먼스 마테리얼즈사제) 등을 들 수 있다.

- [0062] 실시형태의 프리프레그는, 상기한 소정의 실란커플링제로 처리된 표면을 갖는 글라스 클로스에, 수지 조성물을 상법에 따라서 기재에 도포 또는 함침 후, 건조하여, 상기 수지 조성물을 반경화 상태로 해서 얻어진다.
- [0063] 본 실시형태에 따른 프리프레그를 제조하는 방법은 특별하게 한정되지 않고 공지的方法을 사용할 수 있고, 예를 들면 본 실시형태에 따른 수지 조성물을, 필요에 따라서 용매(예를 들면, 방향족계 용매, 아세톤과 같은 케톤계 용매 등)에 균일하게 용해 또는 분산시켜서 기재에 도포 또는 함침 후, 건조하는 방법을 들 수 있다. 또한, 수지 조성물을 용융하여 기재 중에 함침시켜도 좋다.
- [0064] 도포 방법 및 함침 방법은 특별하게 한정되지 않고, 예를 들면 수지 조성물의 용해액 또는 분산액을 스프레이, 브러시, 바 코터 등을 이용하여 도포하는 방법, 수지 조성물의 용해액 또는 분산액에 기재를 침지하는 방법(디핑) 등을 들 수 있다. 도포 또는 함침은 필요에 따라서 복수의 반복하는 것도 가능하다. 또는, 수지 농도가 다른 복수의 용해액 또는 분산액을 이용하여 도포 또는 함침을 반복하는 것도 가능하다.
- [0065] [회로 기관용 적층판]
- [0066] 본 실시형태의 회로 기관용 적층판은, 본 실시형태의 프리프레그의 표면에 금속박을 접합하여 얻어지는 금속박장 적층판이다. 이 금속박장 적층판은 상기 프리프레그에 동박 등의 금속박을 겹치고, 가열 가압 성형해서 제조할 수 있다.
- [0067] 금속장 적층판은, 예를 들면 소망의 두께에 따라서 본 실시형태의 프리프레그와 금속박을 복수매 겹치고, 가열 가압 성형함으로써 얻어진다. 또한, 얻어진 적층판과 별도의 프리프레그를 조합하여 보다 두꺼운 다층판을 얻을 수 있다.
- [0068] 본 실시형태의 회로 기관용 적층판은, 복수의 절연층과, 이것들의 절연층간에 배치된 도체층을 갖고, 절연층이 상기 프리프레그로 형성되어 있다. 즉, 본 실시형태의 프리프레그를 사용한 것 이외에는 공지의 회로 기관용 적층판과 동일하다.
- [0069] 본 실시형태의 회로 기관은 상기 프리프레그에 동박을 겹치고, 가열 가압 성형해서 제조할 수 있다. 동장 적층판은, 예를 들면 소망의 두께에 따라서 본 실시형태의 프리프레그와 동박을 복수매 겹치고, 가열 가압 성형함으로써 얻어진다. 또한, 얻어진 적층판과 별도의 프리프레그를 조합하여 보다 두꺼운 다층판을 얻을 수 있다.
- [0070] 가열 가압 성형에서는, 예를 들면 열 프레스기를 이용하여 성형과 경화를 동시에 행한다. 가열 가압 성형은 80~300℃, 0.1~50MPa의 가압 하, 1분~10시간 행하여지는 것이 바람직하고, 150~250℃, 0.5~6MPa의 가압 하, 60분~5시간 행하여지는 것이 보다 바람직하다. 또, 성형과 경화는 나누어서 행해도 된다. 예를 들면, 반경화 상태의 적층판을 성형한 후, 열처리기에 의해 처리해서 완전하게 경화시켜도 좋다.
- [0071] 본 실시형태의 회로 기관은 복수의 절연층과, 이들 절연층간에 배치된 도체층을 갖고, 절연층이 상기 프리프레그로 형성되어 있다. 즉, 본 실시형태의 프리프레그를 사용한 것 이외에는 공지의 회로 기관과 동일한 구성이다.
- [0072] 이러한 회로 기관은, 예를 들면 이하와 같이 해서 제조할 수 있다.
- [0073] 우선, 상기 금속장 적층판에 회로 및 스투홀 도체를 형성해서 내층판을 제조한다. 그 후, 이 내층판의 표면에 프리프레그 및 도전성 금속박을 이 순서로 적층해서 가열 가압 성형한다. 이것에 의해, 복수의 절연층의 사이에 도체층이 배치된 회로 기관을 얻을 수 있다. 또한, 이 회로 기관의 표면에 형성된 도전성 금속박에 회로 및 스투홀을 형성하여 다층 프린트 배선기관으로 해도 된다.
- [0074] (실시예)
- [0075] 이하, 실시예를 참조해서 본 발명의 실시형태를 구체적으로 설명한다. 또, 본 발명의 실시형태는 이들 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0076] 이하에, 실시예 및 비교예의 수지 조성물의 조제에 사용한 성분을 나타낸다.
- [0077] <수지 조성물>
- [0078] [(A)폴리페닐렌에테르]
- [0079] (A1): 메타크릴 변성 폴리페닐렌에테르 SA9000(사빅스사제, 상품명, 수 평균 분자량(Mn): 2,000~3,000, 일반식(I)에 있어서 R₃, R₄, R₅가 메틸기, R₁, R₂, R₆, R₇이 수소원자, Y가 비스페놀A 잔기, Z가 카르보닐기로 나타내어

지고, m이 1~80, n이 1~80인 것)

- [0080] (A2): 메타크릴 변성 폴리페닐렌에테르 SA6000(사빅스사제, 상품명, 수 평균 분자량(Mn): 3,000~5,000, 일반식 (I)에 있어서 R₃, R₄, R₅가 메틸기, R₁, R₂, R₆, R₇이 수소원자, Y가 비스페놀A 잔기, Z가 카르보닐기로 나타내어 지고, m이 1~90, n이 1~90인 것)
- [0081] (A3): 폴리페닐렌에테르 SA90(사빅스사제, 상품명, 수 평균 분자량(Mn): 2,000~3,000)
- [0082] [(B)시아누레이트 화합물]
- [0083] (B1): 트리알릴이소시아누레이트 TAICROS(에보닉 가부시키가이샤제, 상품명, 디알릴이소시아누레이트량 300ppm)
- [0084] [(C)유기 과산화물]
- [0085] (C1): α, α'-디-(t-부틸퍼옥시)디이소프로필벤젠 퍼부틸 P(니치유 가부시키가이샤제, 상품명)
- [0086] [(D)부타디엔-스티렌 공중합체]
- [0087] (D1): 부타디엔-스티렌 공중합체 RICON184(CRAY VALLEY제, 상품명, 질량비 (부타디엔/스티렌)=72/28)
- [0088] [기타]
- [0089] (실리카): SFP-130MC(덴키 카카쿠 고교 가부시키가이샤제, 상품명, 평균 입경 0.5μm)
- [0090] (실시예 1~7, 비교예 1~4)
- [0091] 표 1 및 표 2에 나타내는 비율이 되도록, (A)폴리페닐렌에테르, (B)시아누레이트 화합물, (C)유기 과산화물, (D)부타디엔-스티렌 공중합체, 및 실리카를 혼합하고, 이것들을 실온(25℃)에서 교반해서 열경화성 수지 조성물을 얻었다.
- [0092] 다음에, 하기의 실란커플링제를 각각 물에 용해시켜서 농도 2.0g/L의 수용액을 얻었다. 이 수용액을 100μm의 평직의 글라스 클로스(닛토보우제 2116타입)에 디핑 방식으로 균일해지도록 도포했다. 여기에서 사용한 실란커플링제를, 이하에 나타낸다. 또, 여기에서 얻어진 글라스 클로스의 실란커플링제의 처리량은 표면처리 완료의 글라스 클로스를 공기분위기 하 630℃에서 30분 소각하고, 소각 전후의 질량의 차를 소각 전의 질량으로 나누어서 100을 곱한 값으로부터 산출하고, 표 1~2에 나타냈다.
- [0093] [실란커플링제]
- [0094] (메타크릴계 1): 3-메타크릴옥시프로필메틸디메톡시실란(제품명: KBM-502, 신에츠 가카쿠 고교사제)
- [0095] (메타크릴계 2): 3-메타크릴옥시프로필트리메톡시실란(제품명: KBM-503, 신에츠 가카쿠 고교사제)
- [0096] (메타크릴계 3): 3-메타크릴옥시프로필메틸디에톡시실란(제품명: KBE-502, 신에츠 가카쿠 고교사제)
- [0097] (메타크릴계 4): 3-메타크릴옥시프로필트리에톡시실란(제품명: KBE-503, 신에츠 가카쿠 고교사제)
- [0098] (아크릴계): 3-아크릴옥시프로필트리메톡시실란(제품명: KBM-5103, 신에츠 가카쿠 고교사제)
- [0099] (이소시아누레이트계): 트리스-(트리메톡시실릴프로필)이소시아누레이트(제품명: KBM-9659, 신에츠 가카쿠 고교사제)
- [0100] (에폭시계): 2-(3,4-에폭시시클로헥실)에틸트리메톡시실란(제품명: KBM-303, 신에츠 가카쿠 고교사제)
- [0101] (아민계): N-페닐-3-아미노프로필이소시아누레이트(제품명: KBM-573, 신에츠 가카쿠 고교사제)
- [0102] (비닐계): 비닐트리메톡시실란(제품명: KBM-1003, 신에츠 가카쿠 고교사제)
- [0103] 다음에, 상기 얻어진 열경화성 수지 조성물을 틀루엔에 용해시켜서 수지 바니시를 얻었다. 이 수지 바니시에 100μm의 두께를 갖는 유리 직포를 침지하여 유리 직포에 수지 바니시를 함침시켰다. 그 후, 이 수지 바니시가 함침된 유리 직포를 130℃에서 7분간 건조시켜 135μm의 두께를 갖는 프리프레그를 얻었다. 또, 프리프레그에 있어서의 기재의 비율은 60질량%이다.
- [0104] 이 프리프레그를 6매 포개서 적층체를 제조했다. 또한, 이 적층체의 양면에 18μm의 두께를 갖는 동박을 적층했다. 그 후, 4MPa의 가압 하, 195℃, 75분간의 가열을 행하여 프리프레그 중의 수지를 경화시키고, 0.8mm의 두께를 갖는 동장 적층판을 얻었다.

- [0105] [시험예]
- [0106] 다음에, 실시예 1~7 및 비교예 1~4의 동장 적층판 및 이것을 사용한 배선판에 대해서 이하의 특성에 대해서 평가를 행하였다. 그 결과를 표 1, 표 2에 아울러 나타낸다.
- [0107] (층간 박리강도)
- [0108] 동장 적층판에 대해서 커터로 최외층의 경화한 프리프레그를 벗기고, 그 후 90도 박리시험을 행함으로써 층간 박리강도(kN/m)를 측정했다. 90도 박리시험은 경화한 프리프레그의 일단을 약 10mm 동장 적층판으로 벗겨낸 시료를, 지지 금구에 부착하고, 상기에서 벗긴 프리프레그의 선단을 잡고 시료의 표면에 수직인 방향으로 50mm/min의 속도로 25mm 이상 벗겨 행하였다.
- [0109] (흡습 땀납 내열성)
- [0110] 동박을 에칭한 적층판을 PCT(121℃, 2atm)로 8시간 처리한 후에, 300℃, 또는 320℃의 땀납 중에 동장 적층판을 3분간 침지하고, 디라미네이션을 관찰함으로써 내열성을 평가했다. 평가는 4매의 적층판에 대해서 관찰을 행하고, 320℃에서 4매 모두 불룩함이 발생하지 않은 것을 「양호」, 300℃에서 4매 모두 불룩함이 발생하지 않은 것을 「가능」, 300℃에서 1매라도 불룩함이 발생한 것을 「불가」로 했다.
- [0111] (유전율·유전정접)
- [0112] 동박을 에칭한 적층판을 110℃에서 2시간 건조 후, 원반형 공동 공진기를 사용해 10GHz에서 측정을 행하였다.
- [0113] (내리플로우성)
- [0114] 얻어진 동장 적층판에 스루홀을 형성한 후, 회로(배선층) 및 스루홀 도체를 형성해서 내층판을 얻었다. 이 내층판과 각 예에서 얻어진 프리프레그를 겹쳐서 190℃, 4MPa로 가열 가압해서 3.0mm 배선판을 얻었다. 내리플로우성을, 전처리: 85℃/85%/168h, 리플로우 조건: Pb 프리 리플로우(260℃)로 시험하고, 디라미네이션의 발생을 주사형 전자현미경으로 확인했다.
- [0115] 리플로우 20회 후에 디라미네이션의 발생이 없을 경우를 「양호」, 리플로우 10회 후에 디라미네이션의 발생이 없을 경우를 「가능」, 일부의 디라미네이션의 발생이 있었을 경우를 「불가」로 했다. 결과를 표에 나타낸다.
- [0116] (절연 신뢰성)
- [0117] 얻어진 동장 적층판에 스루홀을 형성한 후, 회로(배선층) 및 스루홀 도체를 형성해서 내층판을 얻었다. 이 내층판과 프리프레그를 겹쳐서 190℃, 4MPa로 가열 가압해서 3.0mm 배선판을 얻었다. 스루홀간의 절연성을, 전처리: Pb 프리 리플로우 10사이클, 조건: 65℃/85%/50VDC로 시험하고, 절연저항이 $10^8 \Omega$ 이상을 유지하고 있었던 시간(h)을 측정했다.
- [0118] (전송손실)
- [0119] 얻어진 동장 적층판에 스루홀을 형성한 후, 회로(배선층) 및 스루홀 도체를 형성해서 내층판을 얻었다. 이 내층판과 프리프레그를 겹쳐서 190℃, 4MPa로 가열 가압해서 3.0mm 배선판을 얻었다. 그 후 벡터 네트워크 애널리저를 사용해 10GHz의 전송손실(dB/m)을 측정했다.

표 1

			실시예						
			1	2	3	4	5	6	7
수 지 (필 량 부 조 성 분)	(A)	(A 1)	50	50	50	50	50	50	-
		(A 2)	-	-	-	-	-	-	50
		(A 3)	-	-	-	-	-	-	-
	(B)	(B 1)	35	35	35	35	35	35	35
	(C)	(C 1)	5	5	5	5	5	5	5
	(D)	(D 1)	10	10	10	10	10	10	10
	(실리카)	30	30	30	30	30	30	30	
글라스 클로스			평직의 E 글라스 클로스						
표면처리제			메타크릴계1	메타크릴계2	메타크릴계3	메타크릴계4	아크릴계	이소시아네이트계	이소시아네이트계
표면처리제의 처리량 (%)			0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
특 성	중간 박리강도 (kN/m)		0.51	0.52	0.53	0.54	0.67	0.79	0.71
	흡습 내열성		가능	가능	가능	가능	양호	양호	양호
	내리플로우성		양호	양호	양호	양호	양호	양호	양호
	절연신뢰성(h)		500 이상	500 이상	500 이상	500 이상	500 이상	500 이상	500 이상
	유전율		3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.7
	유전정접		0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0028	0.0025	0.0026
	전송손실 (dB/m)		-17.5	-17.4	-17.3	-17.2	-16.9	-16.6	-16.7

[0120]

표 2

			비교예			
			1	2	3	4
수 지 (필 량 부 조 성 분)	(A)	(A 1)	50	50	50	-
		(A 2)	-	-	-	-
		(A 3)	-	-	-	50
	(B)	(B 1)	35	35	35	35
	(C)	(C 1)	5	5	5	5
	(D)	(D 1)	10	10	10	10
	(실리카)	30	30	30	30	
글라스 클로스			평직의 E 글라스 클로스			
표면처리제			에폭시계	아민계	비닐계	메타크릴계3
표면처리제의 처리량 (%)			0.7	0.7	0.7	0.7
특 성	중간 박리강도 (kN/m)		0.23	0.18	0.43	0.50
	흡습 내열성		불가능	가능	불가능	가능
	내리플로우성		불가능	가능	불가능	가능
	절연신뢰성(h)		100	50	200	500 이상
	유전율		3.7	3.6	3.6	3.6
	유전정접		0.0048	0.0053	0.0039	0.0089
	전송손실 (dB/m)		-18.9	-19.2	-18.0	-20.1

[0121]

[0122]

표 1, 표 2로부터 분명하게 나타나 있는 바와 같이, 특정의 폴리페닐렌에테르, 시아누레이트 화합물, 및 유기 과산화물을 함유하고, 또한 글라스 클로스 표면은 메타크릴실란, 아크릴실란, 이소시아누레이트실란의 어느 하나로 표면처리된 프리프레그를 사용할 경우, 적층판의 유전율, 유전정접을 낮게 하고, 또한 중간 박리강도, 흡습 내열성을 높게 할 수 있다. 또한 회로 기관의 내리플로우성, 절연 신뢰성, 전송손실을 향상할 수 있다.