(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년09월13일
(11) 등록번호 10-2578626
(24) 등록일자 2023년09월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B32B 15/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B32B 15/08 (2013.01)
B32B 2367/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0180090
(22) 출원일자 2020년12월21일
심사청구일자 2021년09월06일
(65) 공개번호 10-2021-0082095
(43) 공개일자 2021년07월02일
(30) 우선권주장
62/952,553 2019년12월23일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2587510 B2*
JP3896324 B2*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
창 춘 플라스틱스 컴퍼니, 리미티드
중화민국 타이완 타이페이 송키앙 로드 301 7 플로어
(72) 발명자
두 안-방
중화민국 타이완 타이페이 송키앙 로드 301 7 플로어
천 첸-춘
중화민국 타이완 타이페이 송키앙 로드 301 7 플로어
우 쟈-홍
중화민국 타이완 타이페이 송키앙 로드 301 7 플로어
(74) 대리인
유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 11 항 심사관 : 이인철

(54) 발명의 명칭 **라미네이트, 회로 기판, 및 이에 적용되는 액정 폴리머 필름**

(57) 요 약

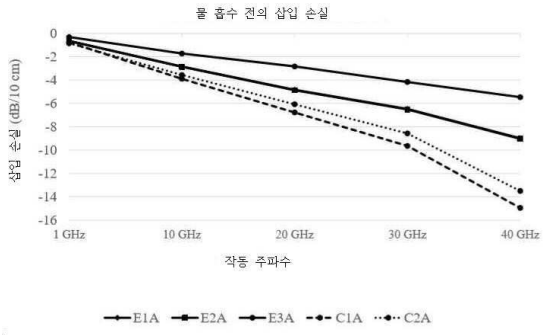
본 발명은, 라미네이트, 회로 기판, 및 그 안에 포함되는 액정 폴리머(LCP) 필름에 관한 것이다. 상기 라미네이트는 금속 호일 및 LCP 필름을 포함한다. 상기 라미네이트 내 LCP 필름은, 다음의 식으로 계산되는 물 흡수 전의 유전 인자(Df'_0), 물 흡수 후의 유전 인자(Df'_1), 및 유전 인자들 사이의 상대적 백분율 차($\Delta Df'$)를 가진다:

$$\Delta Df'(\%) = \frac{|Df'_1 - Df'_0|}{Df'_0} \times 100\%;$$

상기 $\Delta Df'$는 16% 이하일 수 있다.

라미네이트 내 LCP 필름의 $\Delta Df'$를 제어함으로써, 저-, 중-, 및/또는 고-주파 대역으로 신호 전송 중에 라미네이트를 포함하는 회로 기판의 삽입 손실이 감소 및/또는 억제된다. 또한, 물 흡수 전 및 후의 신호 전송의 삽입 손실 사이의 차가 감소되어, 상기 라미네이트가 하이-엔드 또는 실외 고-주파 전자 제품에 적합하다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
B32B 2457/08 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

금속 호일 및 액정 폴리머 필름을 포함하는 라미네이트로서,

상기 액정 폴리머 필름은 상기 금속 호일 위에 배치되고,

상기 라미네이트 내 상기 액정 폴리머 필름은, 0.0012 내지 0.0020의 범위인 물 흡수 전의 유전 인자(Df'_0), 물 흡수 후의 유전 인자(Df'_1), 및 다음의 식으로 계산되는 유전 인자들 사이의 상대적 백분율 차(ΔDf')를 가지고:

$$\Delta Df'(\%) = \frac{|Df'_1 - Df'_0|}{Df'_0} \times 100\%$$

;

상기 △Df'는 16% 이하이며,

상기 Df'_0 및 Df'_1은, 물 흡수를 위해 상기 라미네이트 내 상기 액정 폴리머가 23℃에서 24 시간 동안 순수(pure water)에 함침되기 전과 후에, 각각 10 GHz에서 측정되고,

상기 액정 폴리머 필름의 재료는 방향족 디카르복실산, 지방족 디카르복실산, 또는 방향족 히드록시 카르복실산을 포함하는, 라미네이트.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 라미네이트 내 액정 폴리머 필름의 상기 ΔDf'가 5% 내지 16%인, 라미네이트.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 라미네이트 내 상기 액정 폴리머 필름의 상기 Df'_1은 0.0011 내지 0.0065인, 라미네이트.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 라미네이트 내 상기 액정 폴리머 필름의 흡습성(hygroscopicity)은 1% 이하인, 라미네이트.

청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 라미네이트는 물 흡수 전의 박리 강도 (F_0) 및 물 흡수 후의 박리 강도(F_1)를 가지고, 여기서 상기 F_0 및 상기 F_1은, 물 흡수를 위해 24 시간 동안 23℃에서 상기 라미네이트가 순수(pure water)에 함침되기 전과 후, 각각 측정되고, 상기 F_0가 0.85 kN/m 내지 0.95 kN/m이고, 상기 F_1이 0.85 kN/m 내지 0.95 kN/m인, 라미네이트.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 라미네이트는 다음의 식으로 계산되는, 박리 강도들 사이의 상대적 백분율 차(ΔF)를 가지고:

$$\Delta F(\%) = \frac{|F_1 - F_0|}{F_0} \times 100\%$$;

상기 식에서, ΔF가 5% 이하인, 라미네이트.

청구항 7

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 라미네이트는 다른 금속 호일을 추가로 포함하고, 상기 액정 폴리머 필름은 상기 금속 호일 및 상기 다른 금속 호일 사이에 개재되는, 라미네이트.

청구항 8

액정 폴리머 필름으로서,

0.0012 내지 0.0020의 범위인 물 흡수 전의 유전 인자(Df_0), 물 흡수 후의 유전 인자(Df_1), 및 다음의 식으로 계산되는 유전 인자들 사이의 상대적 백분율 차(ΔDf)를 가지고:

$$\Delta Df\,(\%) = \frac{|Df_1 - Df_0|}{Df_0} \times 100\%$$;

상기 ΔDf는 16% 이하이며,

상기 Df_0 및 상기 Df_1은, 물 흡수를 위해 24 시간 동안 23℃에서 상기 액정 폴리머 필름이 순수(pure water)에 함침되기 전과 후, 각각 10 GHz에서 측정되고;

상기 액정 폴리머 필름의 재료는 방향족 디카르복실산, 지방족 디카르복실산, 또는 방향족 히드록시 카르복실산을 포함하는, 액정 폴리머 필름.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 액정 폴리머 필름의 ΔDf는 5% 내지 15%인, 액정 폴리머 필름.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 액정 폴리머 필름의 Df_1은 0.0011 내지 0.0065인, 액정 폴리머 필름.

청구항 11

제8항의 액정 폴리머 필름을 포함하는, 회로 기판.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 라미네이트, 회로 기판, 및 그 안에 포함된 액정 폴리머(liquid crystal polymer, LCP) 필름에 관한 것으로, 보다 구체적으로는, 저-, 중-, 및/또는 고-주파 대역으로 신호 전송하는데 적합한 전자 제품용 라미네이트, 회로 기판, 및 LCP 필름에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 4 세대 모바일 네트워크(4G)의 데이터 전송 속도, 응답 시간 및 시스템 용량 등과 같은 성능을 최적화하기 위해, 모바일 통신 기술의 급속한 발전은, 통신 산업이, 5G로 약칭된 5 세대 모바일 네트워크를 적극 개발하도록 영향을 미쳤다.

[0003] 5G 통신 기술에서, 고-주파 대역이 신호 전송에 사용된다. 신호의 작동 주파수가 더 높을 경우, 전송에서 신호 감쇄의 정도 및 신호 왜곡의 정도가 더 커지며, 삽입 손실도 그러하다. 그럼에도 불구하고, 기술의 진보로, 산업은 고-주파 대역에서 전자 제품의 더 나은 신호 전송 능력을 적극 추구한다. 따라서, 고-주파 대역에서 신호 전송으로부터 초래되는 회로 기판의 삽입 손실을 감소 또는 억제하는 방법은, 산업이 연구하고 있는 주제 중 하나가 되었다.

[0004] 고-주파 대역에서 신호 전송 능력의 향상 외에, 저-, 중-, 및/또는 고-주파 전자 제품의 크기를 줄이기 위해, 산업은 또한 더 높은 부품 밀도(component density)를 가진 회로 기판을 적극 추구한다. 하지만, 전자 제품의 성분이 작아질수록, 회로 기판의 물 흡수가 많아진다. 즉, 더 소형인 전자 제품의 품질 및 성능은 소량의 수분에 더 민감하여, 제조 및 사용 동안 악화된다. 또한, 일부 실외 전자 제품의 경우, 장시간 사용 동안 가혹한 환경(예: 고 수분 환경)에 노출될 수 있어, 전자 제품의 품질 및 성능이 수분에 의해 영향 받아서, 악화될 수 있다. 전자 제품의 삽입 손실은 물 흡수 후 더 커지며, 따라서, 전자 제품이 기대한 만큼 저-, 중-, 및/또는 고-주파 대역에서 우수한 신호 전송 능력을 수행할 수 없다.

[0005] 상기 단점을 극복하기 위해, 전자 제품 내 회로 기판의 물 흡수 저항이 향상될 필요가 있다. 향상 후에는, 저-, 중-, 및/또는 고-주파 대역에서 회로 기판의 삽입 손실이 억제 또는 감소될 것이며, 상기 회로 기판은 저-, 중-, 및/또는 고-주파 전자 제품에 적합할 것이다.

발명의 내용

[0006] 본 발명의 일 목적은, 저-주파 대역, 중-주파 대역, 및/또는 고-주파 대역에서 신호 전송 중에, 라미네이트를 포함하는 회로 기판의 삽입 손실을 감소 및/또는 억제하는 것이다.

[0007] 본 발명의 또 다른 목적은, 라미네이트를 포함하는 회로 기판의 수분 저항성을 향상시켜, 상기 회로 기판이 고 수분 환경의 영향에 효과적으로 저항하고, 따라서, 물 흡수 전과 후에, 저-, 중-, 및/또는 고-주파 대역에서 신호 전송 중 회로 기판의 삽입 손실을 감소시키는 것이다.

[0008] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명은 라미네이트를 제공한다. 상기 라미네이트는 금속 호일 및 LCP 필름을 포함하며, 여기서 상기 LCP 필름은 상기 금속 호일 위에 배치된다. 상기 라미네이트 내 상기 LCP 필름은, 물 흡수 전의 유전 인자(Df'_0), 물 흡수 후의 유전 인자(Df'_1), 및 다음의 식으로 계산되는 유전 인자들 사이의 상대적 백분율 차($\Delta Df'$)를 가진다:

[0009] $$\Delta Df'(\%) = \frac{|Df'_1 - Df'_0|}{Df'_0} \times 100\%,$$

[0010] 여기서 상기 $\Delta Df'$는 16% 이하이고, 상기 Df'_0 및 Df'_1은, 물 흡수를 위해 상기 라미네이트 내 상기 LCP 필름이 24 시간 동안 23℃에서 순수(pure water)에 함침되기 전과 후에, 각각 10 GHz에서 측정된다.

[0011] 상기 라미네이트 내 상기 LCP 필름의 유전 인자들 사이의 상대적 백분율 차를 제어함으로써, 저-, 중-, 및/또는 고-주파 대역에서 신호 전송 중에 라미네이트를 포함하는 회로 기판의 삽입 손실이 감소 및/또는 억제될 수 있다. 또한, 물 흡수 전과 후의 상이한 주파수로의 신호 전송 중에 회로 기판의 삽입 손실의 차도 감소될 수 있어, 회로 기판은 수많은 전자 제품에 적합하다.

[0012] 일 구현예에서, 가혹한 환경(예: 고 수분 환경)에서 고-주파 대역에서 우수한 신호 전송 능력을 가지기 위해서, 고 습도 환경을 견딜 수 있도록 회로 기판의 수분 저항성을 향상시킴으로써, 본 발명의 회로 기판이 5G 안테나

제품과 같은 실외 전자 제품에 더 적합해진다.

[0013] 본 명세서에서 유전 인자는 물질 내 신호 유전을 의미한다. 신호 무결성(signal integrity)은, 신호 유전의 정도를 억제 및/또는 감소함으로써 향상될 수 있다. 물질의 유전 인자는 특히, 물이 물질로 침투하는 경우 일어나는 물 흡수에 민감하다. 물의 유전 인자는, 통상 사용되는 물질의 유전 인자보다 훨씬 큰, 약 40이므로, 물 흡수가 물질의 유전 인자에 크게 영향을 미친다. 공기의 습도만 제어되는 일반적인 물 흡수 시험과는 대조적으로, 본 발명에 사용되는 물질이 매우 가혹한 조건하에서 회로 기판의 삽입 손실을 확실히 억제 및/또는 감소시킬 수 있는지를 확인하기 위해서, 본 명세서의 매우 가혹한 조건하 - 장시간 동안 물질이 물에 함침된 조건 - 에서, 물 흡수 전과 후의 물질의 유전 인자가 평가된다.

[0014] 일 구현예에서, 본 발명의 라미네이트 내 LCP 필름의 Df'_0 및 Df'_1은 각각 0.0010 내지 0.0030 및 0.0011 내지 0.0065일 수 있다. 또 다른 구현예에서, 본 발명의 라미네이트 내 LCP 필름의 Df'_0 및 Df'_1은 각각 0.0012 내지 0.0020 및 0.0013 내지 0.0023일 수 있다. 보다 다른 구현예에서, 본 발명의 라미네이트 내 LCP 필름의 Df'_0 및 Df'_1은 각각 0.0013 내지 0.0015 및 0.0015 내지 0.0017일 수 있다. 라미네이트 내 LCP 필름의 Df'_0 및 Df'_1은, 라미네이트 내 구리 호일을 에칭(etching)한 후, IPC-TM-650 2.5.5.13에 따라 측정된다. 당업자는, 유전 인자(dissipation factor)가 낮아질수록, 유전 특성(dielectric property)이 더 개선되며, 라미네이트 내 LCP 필름의 유전 인자와 다른 라미네이트 내 다른 LCP 필름의 유전 인자들 사이의 차의 절대값이 0.0005 이상일 경우, 라미네이트 내 LCP 필름이 매우 다른 유전 특성을 가지는 것을 의미한다고 이해할 수 있다.

[0015] 일 구현예에서, 본 발명의 라미네이트 내 LCP 필름의 $\Delta Df'$는 5% 내지 16%일 수 있다. 또 다른 구현예에서, 본 발명의 라미네이트 내 LCP 필름의 $\Delta Df'$는 10% 내지 16%일 수 있다. 보다 다른 구현예에서, 본 발명의 라미네이트 내 LCP 필름의 $\Delta Df'$는 12% 내지 15.5%일 수 있다.

[0016] 선택적으로, 본 발명의 라미네이트는 물 흡수 전의 박리 강도 (F_0) 및 물 흡수 후의 박리 강도(F_1)를 가지고, 여기서 F_0 및 F_1은 각각, 24 시간 동안 23℃에서 라미네이트를 순수(pure water)에 함침되기 전과 후에, 측정된다. 일 구현예에서, 본 발명의 라미네이트의 F_0 및 F_1은 모두, 0.85 킬로뉴턴/미터 (kN/m) 내지 0.95 kN/m일 수 있다. 또 다른 구현예에서, 본 발명의 라미네이트의 F_0 및 F_1은 모두, 0.90 kN/m 내지 0.95 kN/m일 수 있다. 본 발명의 라미네이트의 F_0 및 F_1은, 라미네이트 내 LCP 필름과 금속 호일 간 박리 강도를 평가하기 위해, IPC-TM-650 2.4.9D에 따라 측정된다. 박리 강도가 클수록, 라미네이트 내 LCP 필름과 금속 호일 간 박리 강도가 강해져, LCP 필름과 금속 호일이 서로 쉽게 분리되지 않음을 나타낸다.

[0017] 선택적으로, 본 발명의 라미네이트의 박리 강도들 사이의 상대적 백분율 차(ΔF)는 다음의 식으로 계산될 수 있다:

[0018]
$$\Delta F(\%) = \frac{|F_1 - F_0|}{F_0} \times 100\%.$$

[0019] 일 구현예에서, 본 발명의 라미네이트의 ΔF는 5% 이하일 수 있다. 또 다른 구현예에서, 본 발명의 라미네이트의 ΔF는 0% 내지 2%일 수 있다. 즉, 본 발명의 라미네이트는 우수한 수분 저항성을 가진다. 바람직하게는, 본 발명의 라미네이트는, 기포(bubbling) 또는 판분리(delamination) 없이, 물 흡수 전과 후에 가혹한 열 저항 시험에 합격한다. 선택적으로, 본 발명의 라미네이트 내 상기 LCP 필름의 흡습성은 1% 이하일 수 있다. 일 구현예에서, 본 발명의 라미네이트 내 상기 LCP 필름의 흡습성은 0% 내지 0.5%일 수 있다. 또 다른 구현예에서, 본 발명의 라미네이트 내 상기 LCP 필름의 흡습성은 0.01% 내지 0.5%일 수 있다. 또 다른 구현예에서, 본 발명의 라미네이트 내 상기 LCP 필름의 흡습성은 0.02% 내지 0.5%일 수 있다. 보다 다른 구현예에서, 본 발명의 라미네이트 내 상기 LCP 필름의 흡습성은 0.01% 내지 0.09%일 수 있다. 보다 또 다른 구현예에서, 본 발명의 라미네이트 내 상기 LCP 필름의 흡습성은 0.01% 내지 0.05%일 수 있다. 더욱 더 다른 구현예에서, 본 발명의 라미네이트 내 상기 LCP 필름의 흡습성은 0.01% 내지 0.03%일 수 있다.

[0020] 본 발명에 따르면, 라미네이트 내 LCP 필름의 두께는 특별히 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, LCP 필름의 두께는 10 마이크로미터 (μm) 이상 500 μm 이하일 수 있다. 일 구현예에서, 본 발명의 LCP 필름의 두께는 10 μm 이상 300 μm 이하일 수 있다. 또 다른 구현예에서, 본 발명의 LCP 필름의 두께는 15 μm 이상 200 μm 이하일 수 있다. 보다 다른 구현예에서, 본 발명의 LCP 필름의 두께는 20 μm 이상 200 μm 이하일 수 있다. 보다

또 다른 구현예에서, 본 발명의 LCP 필름의 두께는 50 μm 이상 200 μm 이하일 수 있다.

[0021] 일 구현예에서, 본 발명의 라미네이트가 두께 약 50 μm 내지 200 μm의 LCP 필름을 포함할 경우, 1 GHz의 작동 주파수에서, 라미네이트를 포함하는 회로 기판의 삽입 손실은 -0.70 데시벨 (dB)/10 센티미터 (cm) 이하일 수 있다. 또한, 10 GHz에서 회로 기판의 삽입 손실은 -3.50 dB/10 cm이하일 수 있고; 20 GHz에서 회로 기판의 삽입 손실은 -6.00 dB/10 cm이하일 수 있고; 30 GHz에서 회로 기판의 삽입 손실은 -8.50 dB/10 cm이하일 수 있고; 40 GHz에서 회로 기판의 삽입 손실은 -13 dB/10 cm이하일 수 있다. 상술된 회로 기판은 물 흡수 전의 라미네이트를 포함할 수 있고, 물 흡수 후의 라미네이트를 포함할 수 있다. 상이한 주파수에서 회로 기판의 삽입 손실은 상술된 범위 이내로 잘 제어될 수 있다.

[0022] 선택적으로, 라미네이트는 또 다른 금속 호일을 추가로 포함할 수 있고, LCP 필름은 금속 호일(제1 금속 호일로 지칭됨) 및 또 다른 금속 호일(제2 금속 호일로 지칭됨) 사이에 배치될 수 있다. 본 발명에 따르면, 제1 금속 호일 및/또는 제2 금속 호일은, 구리 호일, 금 호일, 은 호일, 니켈 호일, 알루미늄 호일, 스테인레스 스틸 호일 등일 수 있지만, 이에 제한되는 것은 아니다. 일 구현예에서, 제1 금속 호일 및 제2 금속 호일은 다른 재료로 구성된다. 바람직하게는, 제1 금속 호일 및/또는 제2 금속 호일은 구리 호일일 수 있어, 구리 호일 및 LCP 필름이 적층되어 구리 클래드 라미네이트(CCL)를 형성하도록 한다. 또한, 제1 금속 호일의 제조 방법 및/또는 제2 금속 호일의 제조 방법은, 본 발명의 목적에 반하지 아니하는 한, 특별히 제한되는 것은 아니다. 예를 들면, 금속 호일은, 롤-투-롤 법(roll-to-roll method) 또는 전착법(electrodeposition method)으로 제조될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0023] 본 발명에 따르면, 라미네이트 내 LCP 필름은 금속 호일에 적층될 수 있고, 금속 호일 위에 배치될 수 있다. "적층(stacking)"은 직접 접촉 방식의 적층에 한정되지 않을 뿐만 아니라, 간접 접촉 방식의 적층도 포함한다. 예를 들어, 본 발명의 일 구현예에서, 제1 금속 호일은 직접 접촉 방식으로 라미네이트 내 LCP 필름의 제1 표면에 적층된다. 본 발명의 또 다른 구현예에서, 제1 금속 호일은 간접 접촉 방식으로 라미네이트 내 LCP 필름의 제1 표면에 적층되고; 더 구체적으로, 다양한 필요에 따라, 연결층(connection layer)은 제1 금속 호일과 LCP 필름의 제1 표면 사이에 배치될 수 있어, 제1 금속 호일이 연결층을 통해 LCP 필름의 제1 표면과 접촉한다. 상기 연결층의 재료는 다양한 필요에 따라 조정될 수 있다. 연결층의 재료는, 다양한 필요에 따라 조정될 수 있다. 예를 들어, 연결층의 재료는, 내열성, 내화학성, 또는 전기 저항과 같은 기능을 제공하기 위해, 니켈, 코발트, 크롬, 또는 이들의 합금을 포함할 수 있다. 유사하게, 라미네이트 내 제2 금속 호일 및 LCP 필름도 직접 접촉 방식 또는 간접 접촉 방식으로 서로 적층될 수 있다. 본 발명의 일 구현예에서, LCP 필름 및 제1 금속 호일에 대한 적층 방식은 LCP 필름 및 제2 금속 호일에 대한 적층 방식과 동일하거나 상이할 수 있다.

[0024] 본 발명에 따르면, 제1 금속 호일 및/또는 제2 금속 호일의 두께는 특별히 제한되지 않고, 당업자의 다양한 필요에 따라 조정될 수 있다. 예를 들어, 일 구현예에서, 제1 금속 호일 및/또는 제2 금속 호일의 두께는 독립적으로 1 μm 이상 200 μm 이하일 수 있고; 바람직하게는, 제1 금속 호일 및/또는 제2 금속 호일의 두께는 독립적으로 1 μm 이상 40 μm 이하일 수 있고; 더 바람직하게는, 제1 금속 호일 및/또는 제2 금속 호일의 두께는 독립적으로 1 μm 이상 20 μm 이하일 수 있고; 더욱 더 바람직하게는, 제1 금속 호일 및/또는 제2 금속 호일의 두께는 독립적으로 3 μm 이상 20 μm 이하일 수 있다.

[0025] 본 발명에 따르면, 본 발명의 제1 금속 호일 및/또는 제2 금속 호일의 표면 처리는 당업자의 다양한 필요에 따라 행해질 수 있다. 예를 들어, 상기 표면 처리는 조면화 처리(roughening treatment), 산-염기 처리, 열 처리, 탈지 처리, 자외선 조사 처리, 코로나 방전 처리, 플라즈마 처리, 프라이머 코팅 처리 등에서 선택될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0026] 본 발명에 따르면, 제1 금속 호일 및/또는 제2 금속 호일의 거칠기는 특별히 제한되지 않으며, 당업자의 다양한 필요에 따라 조정될 수 있다. 일 구현예에서, 제1 금속 호일의 10점 평균 거칠기(Rz) 및/또는 제2 금속 호일의 Rz는 독립적으로 0.1 μm 이상 2.0 μm 이하일 수 있고; 바람직하게는, 제1 금속 호일의 Rz 및/또는 제2 금속 호일의 Rz는 독립적으로 0.1 μm 이상 1.5 μm 이하일 수 있다. 일 구현예에서, 제1 금속 호일의 Rz 및 제2 금속 호일의 Rz는 둘 다 전술된 범위 중 어느 하나에 속할 수 있다. 일 구현예에서, 제1 금속 호일의 Rz 및 제2 금속 호일의 Rz는 필요에 따라 동일하거나 상이할 수 있다. 일 구현예에서, 제1 금속 호일의 Rz 및 제2 금속 호일의 Rz는 상이하다.

[0027] 일 구현예에서, 제3 금속 호일은, 당업자의 다양한 필요에 따라 추가적으로 제공될 수 있으며, 여기서 상기 제3 금속 호일은 LCP 필름 위에 배치될 수 있다. 제3 금속 호일은, 필요에 따라 제1 금속 호일 및/또는 제2 금속 호일과 동일하거나 상이할 수 있다. 일 구현예에서, 제3 금속 호일의 Rz는 제1 금속 호일의 Rz 및/또는 제2 금속

호일의 Rz의 전술된 범위 중 어느 하나에 속할 수 있다. 일 구현예에서, 제1 금속 호일의 Rz, 제2 금속 호일의 Rz, 및 제3 금속 호일의 Rz는 상이하다.

[0028] 바람직하게는, 제1, 제2, 및/또는 제3 금속 호일은, 예컨대 낮은 거칠기를 가진 구리 호일과 같이, 낮은 거칠기를 가진 금속 호일일 수 있다.

[0029] 일 구현예에서, 라미네이트는 다중 LCP 필름을 포함할 수 있다. 본 발명의 사상에 반하지 않는다는 전제하에서, 본 발명의 다중 LCP 필름 및 전술한 제1 금속 호일, 제2 금속 호일, 및/또는 제3 금속 호일과 같은 다중 금속 호일은, 당업자의 다양한 필요에 따라 적층되어 다중 LCP 필름 및 다중 금속 호일을 가진 라미네이트를 제조할 수 있다.

[0030] 라미네이트 내 LCP 필름의 상술된 유전 특성을 제어하는 것 이외에, LCP 필름 자체의 유전 특성을 제어하는 것도 본 발명에서 행해진다. LCP 필름(미처리 필름 (raw film))은, 물 흡수 전의 유전 인자 (Df_0), 물 흡수 후의 유전 인자 (Df_1), 및 다음의 식으로 계산되는 유전 인자들 사이의 상대적 백분율 차를 가진다:

[0031] $$\Delta Df\,(\%) = \frac{|Df_1 - Df_0|}{Df_0} \times 100\%$$,

[0032] 여기서, 상기 ΔDf는 16% 이하이고, 상기 Df_0 및 Df_1은 각각, 물 흡수를 위해 상기 LCP 필름이 23℃에서 24 시간 동안 순수(pure water)에 함침되기 전과 후에, 10 GHz에서 측정된다.

[0033] 일 구현예에서, 본 발명의 LCP 필름의 Df_0는 0.0010 내지 0.0030일 수 있고, 본 발명의 LCP 필름의 Df_1은 0.0011 내지 0.0065일 수 있다. 또 다른 구현예에서, 본 발명의 LCP 필름의 Df_0 는 0.0012 내지 0.0020일 수 있고, 본 발명의 LCP 필름의 Df_1은 0.0013 내지 0.0023일 수 있다. 보다 다른 구현예에서, 본 발명의 라미네이트 내 LCP 필름의 Df_0는 0.0013 내지 0.0015이고, 본 발명의 LCP 필름의 Df_1은 0.0015 내지 0.0017일 수 있다. LCP 필름 (미처리 필름)의 Df_0 및 Df_1 는 IPC-TM-650 2.5.5.13에 따라 측정된다. 상기 언급된 바와 같이, 당업자는 유전 인자가 낮아질수록, 유전 특성이 더 개선되며, LCP 필름(미처리 필름)의 유전 인자와 다른 LCP 필름(미처리 필름)의 유전 인자들 간 차의 절대값이 0.0005 이상인 경우, LCP 필름 (미처리 필름)은 매우 다른 유전 특성을 가진다는 것을 의미한다고 이해할 수 있다.

[0034] 바람직하게는, 본 발명의 LCP 필름의 ΔDf는 15% 이하이다. 일 구현예에서, 본 발명의 LCP 필름의 ΔDf는 5% 내지 16%일 수 있다. 또 다른 구현예에서, 본 발명의 LCP 필름의 ΔDf는 5% 내지 15%일 수 있다. 보다 다른 구현예에서, 본 발명의 LCP 필름의 ΔDf는 6.5% 내지 14.5%일 수 있다.

[0035] 본 발명에 따르면, LCP 필름은, 상업적으로 이용 가능하거나 종래 원료로부터 제조되는 LCP 수지로 제조될 수 있다. 본 발명에서, LCP 수지는 특별히 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 히드로퀴논, 레소르신(resorcin), 2,6-나프탈렌디올, 에탄디올, 1,4-부탄디올, 및 1,6-헥산디올과 같은 방향족 또는 지방족 히드록시 화합물; 테레프탈산, 이소프탈산, 2,6-나프탈렌디카르복실산, 2-클로로테레프탈산 및 아디프산과 같은 방향족 또는 지방족 디카르복실산; 3-히드록시벤조산, 4-히드록시벤조산, 6-히드록시-2-나프탈렌카르복실산, 및 4´-히드록시-4-비페닐카르복실산과 같은 방향족 히드록시 카르복실산; *p*-페닐렌디아민, 4,4´-디아미노비페닐, 나프탈렌-2,6-디아민, 4-아미노페놀, 4-아미노-3-메틸 페놀, 및 4-아미노벤조산과 같은 방향족 아민 화합물이 원료로서 사용되어 LCP 수지를 제조할 수 있고, 그런 다음 상기 LCP 수지가 본 발명의 LCP 필름을 제조하는데 사용된다. 본 발명의 일 구현예에서, 6-히드록시-2-나프탈렌카르복실산, 4-히드록시벤조산, 및 아세틸 무수물(아세트산 무수물이라고도 함), 또는 6-히드록시-2-나프탈렌카르복실산 및 4-히드록시벤조산의 임의의 유도체가, 본 발명의 LCP 필름을 제조하기 위해 사용될 수 있는 LCP 수지를 얻기 위해 선택된다.

[0036] 일 구현예에서, 당업자의 다양한 필요에 따라, 본 발명의 LCP 필름의 제조 동안에, 윤활제, 산화방지제, 전기절연제, 또는 충전제와 같은 첨가제를 첨가할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 사용 가능한 첨가제는 폴리카보네이트, 폴리아미드, 폴리페닐렌 설파이드, 또는 폴리에테르에테르케톤 등일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0037] 또 다른 측면에서, 본 발명은, 상기 LCP 필름을 포함하는 회로 기판을 제공한다. 상기 언급한 바와 같이, 본 발명의 LCP 필름을 채택함으로써, 저-, 중-, 및/또는 고-주파 대역에서 신호 전송 중에 회로 기판의 삽입 손실은

심지어 매우 가혹한 조건하에서도 억제 및/또는 감소될 수 있다.

[0038] 본 발명의 다른 목적, 장점 및 신규 특징은, 첨부 도면과 함께, 이하의 상세한 설명에서 더 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0039] 도 1은, 다양한 작동 주파수에서 회로 기판의 물 흡수 전의 삽입 손실에 대한 도표이며, 여기서 각각의 회로 기판은 실시예 1A 내지 3A(E1A 내지 E3A) 및 비교예 1A 및 2A(C1A 및 C2A)의 라미네이트 중 하나를 포함한다.

도 2는, 다양한 작동 주파수에서 회로 기판의 물 흡수 후의 삽입 손실에 대한 도표이며, 여기서 각각의 회로 기판은 E1A 내지 E3A 및 C1A 및 C2A의 라미네이트 중 하나를 포함한다.

도 3a는, 다양한 작동 주파수에서 회로 기판의 물 흡수 전과 후의 삽입 손실들 사이의 상대적 백분율 차에 대한 도표이며, 여기서 각각의 회로 기판은 E1A, C1A 및 C2A의 라미네이트 중 하나를 포함한다.

도 3b는, 다양한 작동 주파수에서의 회로 기판의 물 흡수 전과 후의 삽입 손실들 사이의 상대적 백분율 차에 대한 도표이며, 여기서 각각의 회로 기판은 E2A, C1A 및 C2A의 라미네이트 중 하나를 포함한다.

도 3c는, 다양한 작동 주파수에서의 회로 기판의 물 흡수 전과 후의 삽입 손실들 사이의 상대적 백분율 차에 대한 도표이며, 여기서 각각의 회로 기판은 E3A, C1A 및 C2A의 라미네이트 중 하나를 포함한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0040] 이하에서는, 본 발명의 LCP 필름을 제조하는데 사용되는 원료를 설명하기 위해 다수의 제조예를 제공한다. 다수의 실시예가 본 발명의 LCP 필름 및 라미네이트의 실시를 설명하기 위해 추가로 제공되며, 다수의 비교예가 대조로서 제공된다. 당업자는 하기의 실시예 및 비교예로부터 본 발명의 장점 및 효과를 쉽게 실현할 수 있다. 본 명세서에서 제안된 설명은 단지 실례를 보여주기 위한 바람직한 구현예일뿐이며, 본 발명의 범위를 제한하려고 의도한 것은 아니다. 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 본 발명을 실시하거나 적용하기 위해 다양한 수정 및 변형이 이루어질 수 있다.

[0041] **<<LCP 수지>>**

[0042] **제조예 1: LCP 수지**

[0043] 6-히드록시-2-나프탈렌카르복실산(540 g), 4-히드록시벤조산(1071 g), 아세틸 무수물(1086 g), 아인산 나트륨(1.3 g), 및 1-메틸이미다졸(0.3 g)의 혼합물을 3-리터 오토클레이브 안으로 충전하였고, 160℃에서 약 2시간 동안 질소 분위기 하, 정상 압력에서, 아세틸화를 위해 교반하였다. 이어서, 상기 혼합물을 시간당 30℃의 가열 속도로 320℃까지 가열하였다. 이 온도 조건 하에서, 760 torr에서 3 torr 이하로 천천히 감압하였고, 온도를 320℃에서 340℃로 높였다. 그 후, 교반력 및 압력을 증가시켰고, 폴리머를 배출하는 단계, 스트랜드를 연신하는 단계, 및 스트랜드를 펠렛으로 절단하는 단계를 수행하여 융점이 약 278℃이고, 300℃에서 측정된 점도(이하, @300℃로 지칭)가 약 45 파스칼-초 (Pa˙s) 인 LCP 수지를 수득하였다.

[0044] **제조예 2: LCP 수지**

[0045] 6-히드록시-2-나프탈렌카르복실산(440 g), 4-히드록시벤조산(1145 g), 아세틸 무수물(1085 g), 및 아인산 나트륨(1.3 g)의 혼합물을 3-리터 오토클레이브 안으로 충전하였고, 160℃에서 약 2시간 동안 질소 분위기 하, 정상 압력에서, 아세틸화를 위해 교반하였다. 이어서, 상기 혼합물을 시간당 30℃의 가열 속도로 320℃까지 가열하였다. 이 온도 조건 하에서, 760 torr에서 3 torr 이하로 천천히 감압하였고, 온도를 320℃에서 340℃로 높였다. 그 후, 교반력 및 압력을 증가시켰고, 폴리머를 배출하는 단계, 스트랜드를 연신하는 단계, 및 스트랜드를 펠렛으로 절단하는 단계를 수행하여 융점이 약 305℃이고, 점도가 약 40 Pa˙s @320℃인 LCP 수지를 수득하였다.

[0046] **<<LCP 필름>>**

[0047] **실시예 1: LCP 필름**

[0048] 제조예 1로부터 수득한 LCP 수지를 27 밀리미터(㎜)의 스크류 직경의 압출기(제조사: Leistritz, 모델: ZSE27) 안으로 넣었고, 300℃ 내지 320℃ 범위의 온도로 가열한 다음, 시간당 5.5 킬로그램(kg/hr)의 공급 속도로 500 ㎜ 너비의 T-다이로부터 압출시켰다. 그런 다음, 약 300℃의 온도 및 약 35 ㎝ 내지 45 ㎝ 범위의 직경을 가진 2개의 캐스팅 휠(casting wheel) 사이의 공간에, LCP 수지를 옮겼고, 약 20 킬로뉴턴(kilonewtons, kN) 내지

60 kN의 힘으로 압출시킨 다음, 실온에서의 냉각을 위해 냉각 휠로 이송시켜, 두께 약 50 ㎛의 LCP 필름을 수득하였다. 본 명세서에서, 캐스팅 휠은 T-다이로부터 약 20 mm 이격되어 있다.

[0049] **실시예 2: LCP 필름**

[0050] 제조예 2로부터 수득한 LCP 수지를 27 mm의 스크류 직경의 압출기(제조사: Leistritz, 모델: ZSE27) 안으로 넣었고, 300℃ 내지 320℃ 범위의 온도로 가열한 다음, 7.5 kg/hr의 공급 속도로 500 mm 너비의 T-다이로부터 압출시켰다. 그런 다음, 약 310℃ 의 온도 및 약 35 cm 내지 45 cm 범위의 직경을 가진 2개의 캐스팅 휠 사이의 공간에, LCP 수지를 옮겼고, 약 20 kN 내지 60 kN의 힘으로 압출시킨 다음, 실온에서의 냉각을 위해 냉각 휠로 이송시켜, 두께 약 50 ㎛의 LCP 필름을 수득하였다. 본 명세서에서, 캐스팅 휠은 T-다이로부터 약 20 mm 이격되어 있다.

[0051] **실시예 3: LCP 필름**

[0052] 제조예 1로부터 수득한 LCP 수지를 27 mm의 스크류 직경의 압출기(제조사: Leistritz, 모델: ZSE27) 안으로 넣었고, 300℃ 내지 320℃ 범위의 온도로 가열한 다음, 6.5 kg/hr의 공급 속도로 500 mm 너비의 T-다이로부터 압출하였다. 그런 다음, 약 305℃ 의 온도 및 약 35 cm 내지 45 cm 범위의 직경을 가진 2개의 캐스팅 휠 사이의 공간에, LCP 수지를 옮겼고, 약 20 kN 내지 60 kN의 힘으로 압출한 다음, 실온에서의 냉각을 위해 냉각 휠로 이송시켜, 두께 약 200 ㎛의 LCP 필름을 수득하였다. 본 명세서에서, 캐스팅 휠은 T-다이로부터 약 20 mm 이격되어 있다.

[0053] 상기 언급된 LCP 필름의 제조 방법은 본 발명의 실시를 예시하기 위해서만 사용된다. 당업자는 LCP 필름을 제조하기 위해 라미네이트 연장법(laminate extension method), 인플레이션법(inflation method), 및 용매 캐스팅법과 같은 종래의 방법을 채택할 수 있다.

[0054] 일 구현예에서, 당업자의 필요에 따라, LCP 수지를 T-다이로부터 압출시킨 후, LCP 수지를 2개의 고온 저항성 필름과 함께 2개의 캐스팅 휠 사이의 공간에 옮겨, 3층의 라미네이션된 구조를 형성할 수 있다. 상기 2개의 고온 저항성 필름을 실온에서 LCP 수지로부터 탈착시켜, 본 발명의 LCP 필름을 수득하였다. 캐스팅 휠의 직경은 특별히 제한되지 않는 것으로 이해된다. 고온 저항성 필름은 폴리(테트라플루오로에텐)(PTFE) 필름, 폴리이미드(PI) 필름, 및 폴리(에테르 설폰)(PES) 필름에서 선택될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0055] 또한, 당업자의 다양한 필요에 따라, 수득된 LCP 필름에 대해 후 처리가 행해질 수 있다. 후 처리는, 연마(polishing), 자외선 조사, 가열, 플라즈마 처리 등일 수 있지만, 이에 제한되는 것은 아니다. 플라즈마 처리를 예로 들면, 당업자의 다양한 필요에 따라, 질소, 산소, 또는 공기 분위기 하에서 감압 또는 정상 압력(1 atm)으로 1kW의 전력으로 작동하는 플라즈마를 적용할 수 있지만, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0056] **비교예 1: 시판되는 폴리머 필름**

[0057] 비교예 1은 시판되는 폴리머 필름으로, Kaneka Corporation(모델: PIXEO BP FRS-282#SW; 두께: 약 50 μm)에서 입수하였다.

[0058] **비교예 2: 시판되는 폴리머 필름**

[0059] 비교예 2는 시판되는 폴리머 필름으로, Ube Industries, Ltd.(모델: UPILEX-50NVT, 두께: 약 50 μm)에서 입수하였다.

[0060] **<<라미네이트>>**

[0061] **실시예 1A 내지 3A 및 비교예 1A 및 2A: 라미네이트**

[0062] 실시예 1 내지 3의 LCP 필름 및 비교예 1 및 2의 시판되는 폴리머 필름을, 2개의 동종의 시판되는 구리 호일들 사이로 각각 개재하여, 실시예 1A 내지 3A 및 비교예 1A 및 2A의 라미네이트를 제조하였다.

[0063] 구체적으로, 상기 언급된 폴리머 필름(실시예 1 내지 3의 LCP 필름 및 비교예 1 및 2의 시판되는 폴리머 필름을 지칭) 및 2개의 동종의 시판되는 구리 호일(모델: CF-H9A-HD2, FUKUDA METAL FOIL & POWDER CO.,LTD.에서 입수, Rz: 약 1.0 μm)을 먼저 각각 20 cm × 20 cm의 크기로 절단하였다. 그런 다음, 상기 폴리머 필름 각각을 2개의 시판되는 구리 호일 사이로 개재하여, 라미네이션된 구조를 형성하였다. 상기 라미네이션된 구조에 대해, 60 초 동안 180℃에서 제곱 센티미터당 5 킬로그램(kg/cm^2)의 압력으로 라미네이션 공정을 행한 다음, 300℃에서 25분(min) 동안 20 kg/cm^2의 압력으로 라미네이션 공정을 행하고, 그 후 실온으로 냉각시켜 라미네이트를 수

득하였다.

[0064] 실시예 1A 내지 3A의 각각의 라미네이트는, 2개의 시판되는 구리 호일- 각각 약 12㎛의 두께- 및 2개의 시판되는 구리 호일 사이로 개재된 LCP 필름을 포함하였다. 실시예 1A 내지 3A의 라미네이트는 각각 50㎛의 두께의 실시예 1의 LCP 필름, 50㎛의 두께의 실시예 2의 LCP 필름 및 200㎛의 두께의 실시예 3의 LCP 필름을 포함하였다. 각각의 비교예 1A 및 2A의 라미네이트는, 2개의 시판되는 구리 호일- 각각 약 12㎛의 두께- 및 2개의 시판되는 구리 호일 사이로 개재된 시판되는 폴리머 필름을 포함하였다. 비교예 1A 및 2A의 라미네이트는 각각 50㎛의 두께의 비교예 1의 시판되는 폴리머 필름 및 50㎛의 두께의 비교예 2의 시판되는 폴리머 필름을 포함하였다.

[0065] 라미네이트를 위한 라미네이션 방법은 특별히 제한되지 않는다. 당업자는 와이어 라미네이션 또는 표면 라미네이션과 같은 종래 기술을 이용하여 라미네이션 공정을 수행할 수 있다. 본 발명에 적용 가능한 라미네이터는 간헐적 열-프레스 머신(intermittent hot-press machine), 롤-투-롤 휠링 머신(roll-to-roll wheeling machine), 더블 벨트 프레스 머신(double belt press machine) 등일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 당업자의 다양한 필요에 따라, 구리 호일로 LCP 필름을 정렬하여 라미네이션된 구조를 또한 형성할 수 있고, 그런 다음 가열 단계 및 프레싱 단계를 포함하는 표면 라미네이션으로 가공할 수 있다.

[0066] 또 다른 구현예에서, LCP 필름 상에 구리 호일과 같은 금속 호일은, 당업자의 다양한 필요에 따라, 스퍼터링, 전기 도금, 화학 도금, 증발 증착 등을 통해 형성될 수 있다. 또는, 당업자의 다양한 필요에 따라, 글루층, 니켈층, 코발트층, 크롬층 또는 이의 합금층과 같은 연결층이 LCP 필름 및 금속 호일 사이에 형성될 수 있다.

[0067] **시험예 1: 폴리머 필름의 유전 특성 분석**

[0068] 이 시험예에서는, 실시예 1 내지 3의 LCP 필름 및 비교예 1 및 2의 시판되는 폴리머 필름을 시험 샘플로서 사용하였다. 공명 캐비티가 있는 마이크로파 네트워크 분석기(모델: ZNB20, ROHDE & SCHWARZ에서 입수)로, IPC-TM-650 2.5.5.13에 따라 10 GHz에서 시험 샘플의 물 흡수 전과 후의 유전 인자를 측정하였다.

[0069] 각 시험 샘플의 물 흡수 전의 유전 인자(Df_0)를 다음과 같이 측정하였다. 시험 샘플을 각각 오븐 안에서 105℃ 내지 110℃에서 1 시간 동안 가열하였고, 그런 다음 데시케이터(desiccator) 내에서 건조시키고 실온으로 냉각시켰다. 그 후, 각 시험 샘플의 물 흡수 전의 유전 인자(Df_0)를 상술된 방법에 따라 측정하였다. 또한, 각 시험 샘플의 물 흡수 후의 유전 인자(Df_1)를 다음과 같이 측정하였다. IPC-TM-650 2.6.2.1A에 따라, 시험 샘플을 24 시간 동안 23℃에서 순수(pure water)에 함침하였다. 그 후, 시험 샘플을, 이의 표면 상에 물이 남아 있지 않은 때까지, 건조 천으로 건조시켰다. 마지막으로, 각 시험 샘플의 물 흡수 후의 유전 인자(Df_1)를 상술된 방법에 따라 측정하였다. 실험 결과는 아래 표 1에 나타내었다.

[0070] 또한, 시험 샘플의 물 흡수 전과 후의 유전 인자들 사이의 상대적 백분율 차를 분석하기 위해, 다음의 식을 사용하여 시험 샘플의 유전 인자들 사이의 상대적 백분율 차(ΔDf)를 평가하고, 여기서 상기 ΔDf의 단위는 백분율(%)이다. 다음의 식에서 나타낸 바와 같이, 절대값의 기호는 Df_1과 Df_0 사이의 차에 사용되기 때문에, 폴리머 필름의 유전 인자들 사이의 상대적 백분율 차가 양의 백분율 값으로 나타낸다.

$$\Delta Df\,(\%) = \frac{|Df_1 - Df_0|}{Df_0} \times 100\%$$

[0071]

[0072] [표 1] 10 GHz에서 측정된, 실시예 1 내지 3의 LCP 필름 및 비교예 1 및 2의 시판되는 폴리머 필름의 물 흡수 전과 후의 유전 인자

	유전 인자		
	Df_0	Df_1	ΔDf
실시예 1	0.0015	0.0017	13.33%
실시예 2	0.0015	0.0016	6.67%
실시예 3	0.0014	0.0016	14.29%
비교예 1	0.0077	0.0234	203.90%
비교예 2	0.0047	0.0151	221.28%

[0073]

[0074] 표 1로부터, 실시예 1 내지 3의 LCP 필름(미처리 필름)의 ΔDf는 16% 미만인 것이 명백하다. 구체적으로, 실시예 1 내지 3의 LCP 필름의 ΔDf는 5% 내지 16%의 범위 이내로, 실시예 1 내지 3의 각각의 LCP 필름이 물 흡수 후에 우수한 유전 인자를 유지하는 것을 나타낸다. 이에 반해, 비교예 1 및 2의 시판되는 폴리머 필름의 ΔDf는 200%를 초과한다.

[0075] 표 1에서 나타낸 바와 같이, 물 흡수 전의 유전 인자((Df_0)의 경우, 실시예 1 내지 3의 LCP 필름의 Df_0는 0.0014 내지 0.0015이고, 이는 비교예 1 및 2의 시판되는 폴리머 필름의 Df_0보다 현저히 작다. 또 다른 구현예에서, 본 발명의 LCP 필름의 Df_0는 0.0010 내지 0.0030일 수 있다. 또한, 물 흡수 후의 유전 인자((Df_1)의 경우, 실시예 1 내지 3의 LCP 필름의 Df_1은 0.0016 내지 0.0017이고, 이는 비교예 1 및 2의 시판되는 폴리머 필름의 Df_1보다 현저히 작다. 또 다른 구현예에서, 본 발명의 LCP 필름의 Df_1은 0.0011 내지 0.0065일 수 있다.

[0076] **시험예 2: 라미네이트 내 폴리머 필름의 유전 특성 분석**

[0077] 이 시험예에서는, 2개의 시판되는 구리 호일을 제거하고 그 안에 폴리머 필름을 수득하기 위해, 실시예 1A 내지 3A 및 비교예 1A 및 2A의 각각의 라미네이트를 먼저 에천트(etchant)로 에칭하였고, 여기서 에천트는 약 150 그램/리터(g/L) 내지 240 g/L의 구리 이온의 농도 및 약 0.04 N 내지 0.3 N의 염산의 노말리티(N)를 가진 산성 염화 구리 에칭액(acidic cupric chloride etching solution)이었다. 시험 샘플로 사용되기 위해, 폴리머 필름을 순수(pure water)로 여러번 세척하여 에천트를 제거하였다. 공명 캐비티가 있는 마이크로파 네트워크 분석기(모델: ZNB20, ROHDE & SCHWARZ로부터 입수)로, IPC-TM-650 2.5.5.13에 따라 10 GHz에서 시험 샘플의 물 흡수 전과 후의 유전 인자를 측정하였다.

[0078] 각 시험 샘플의 물 흡수 전의 유전 인자(Df'_0)를 다음과 같이 측정하였다. 시험 샘플을 각각 오븐 안에서 105℃ 내지 110℃에서 1 시간 동안 가열하였고, 그런 다음 데시케이터 내에서 건조시키고 실온으로 냉각시켰다. 그 후, 각 시험 샘플의 물 흡수 전의 유전 인자(Df'_0)를 상술된 방법에 따라 측정하였다. 또한, 각 시험 샘플의 물 흡수 후의 유전 인자(Df'_1)를 다음과 같이 측정하였다. IPC-TM-650 2.6.2.1A에 따라, 시험 샘플을 23℃에서 24 시간 동안 순수에 함침하였다. 그 후, 시험 샘플을, 이의 표면 상에 물이 남아 있지 않은 때까지, 건조 천으로 건조시켰다. 마지막으로, 각 시험 샘플의 물 흡수 후의 유전 인자(Df'_1)를 상술된 방법에 따라 측정하였다. 실험 결과는 아래 표 2에 나타내었다.

[0079] 또한, 시험 샘플의 물 흡수 전과 후의 유전 인자들 사이의 상대적 백분율 차를 분석하기 위해, 다음의 식을 사용하여 시험 샘플의 유전 인자들 사이의 상대적 백분율 차(ΔDf')를 평가하고, 여기서 상기 ΔDf'는 백분율(%)이다. 다음의 식에서 나타낸 바와 같이, 절대값 기호는 Df_1' 및 Df_0' 사이의 차에 사용되기 때문에, 폴리머 필름의 유전 인자들 사이의 상대적 백분율 차가 양의 백분율 값으로 나타낸다.

$$\Delta Df'(\%) = \frac{|Df_1' - Df_0'|}{Df_0'} \times 100$$

[0080]

[0081] 상기 시험 샘플의 제조로부터, 각 시험 샘플에 대해 측정된 물 흡수 전과 후의 유전 인자는 실시예 1A 내지 3A 및 비교예 1A 및 2A의 각각의 라미네이트 내 폴리머 필름의 물 흡수 전과 후의 유전 인자를 나타내는 것으로 이해된다. 즉, 표 2에서, 각각의 실시예 1A 내지 3A의 Df'_0, Df'_1, 및 $\Delta Df'$ 는 각각의 실시예 1A 내지 3A의 라미네이트 내 LCP 필름의 Df'_0, Df'_1, 및 $\Delta Df'$를 지칭하고; 각각의 비교예 1A 및 2A의 Df'_0, Df'_1, 및 $\Delta Df'$는 각각의 비교예 1A 및 2A의 라미네이트 내 시판되는 폴리머 필름의 Df'_0, Df'_1, 및 $\Delta Df'$ 를 지칭한다.

[0082] [표 2] 10 GHz에서 측정된, 실시예 1A 내지 3A의 라미네이트 내 LCP 필름 및 비교예 1A 및 2A의 라미네이트 내 시판되는 폴리머 필름의 물 흡수 전과 후의 유전 인자

	유전 인자		
	Df_0	Df_1	$\Delta Df'$
실시예 1A	0.0014	0.0016	14.3%
실시예 2A	0.0015	0.0017	13.3%
실시예 3A	0.0013	0.0015	15.4%
비교예 1A	0.0074	0.0212	186.5%
비교예 2A	0.0044	0.0143	225.0%

[0083]

[0084] 표 2에서 나타낸 바와 같이, 실시예 1A 내지 3A의 각각의 라미네이트는 16% 미만이다. 구체적으로, 실시예 1A 내지 3A의 각각의 라미네이트 내 LCP 필름의 $\Delta Df'$는 5% 내지 16%의 범위 이내이며, 이는 실시예 1A 내지 3A의 각각의 라미네이트 내 LCP 필름이 물 흡수 후 우수한 유전 인자를 유지하는 것을 나타낸다. 대조적으로, 비교예 1A 및 2A의 각각의 라미네이트 내 시판되는 폴리머 필름의 $\Delta Df'$는 185%를 초과하고 심지어 225%까지로, 이는 비교예 1A 및 2A의 각각의 라미네이트 내 시판되는 폴리머 필름이 고 수분 환경에 민감하다는 것을 나타낸다. 그 결과, 비교예 1A 및 2A의 각각의 시판되는 폴리머 필름의 물 흡수 후의 유전 인자의 유전 특성은 명백히 악화된다.

[0085] 표 2에서 나타낸 바와 같이, 물 흡수 전의 유전 인자(Df'_0)의 경우, 실시예 1A 내지 3A의 각각의 라미네이트 내 LCP 필름의 Df'_0는 0.0013 내지 0.0015이고, 이는 비교예 1A 및 2A의 각각의 라미네이트 내 시판되는 폴리머 필름의 Df'_0보다 현저히 작다. 다른 구현예에서, 본 발명의 라미네이트 내 LCP 필름의 Df'_0는 0.0010 내지 0.0030이다. 또한, 물 흡수 후의 유전 인자(Df'_1)의 경우, 실시예 1A 내지 3A의 각각의 라미네이트 내 LCP 필름의 Df'_1은 0.0015 내지 0.0017이고, 이는 또한 비교예 1A 및 2A의 각각의 라미네이트 내 시판되는 폴리머 필름의 Df'_1보다 현저히 작다. 다른 구현예에서, 본 발명의 라미네이트 내 LCP 필름의 Df'_1은 0.0011 내지 0.0065이다.

[0086] **시험예 3: 라미네이트의 박리 강도**

[0087] 이 시험예에서, 실시예 1A 내지 3A의 라미네이트를 시험 샘플로서 사용하였다. 시험 샘플의 물 흡수 전과 후의 박리 강도를 IPC-TM-650 2.4.9D에 따라 측정하였다. 각각의 시험 샘플을, 약 228.6 mm의 길이 및 약 3.2 mm의 너비를 가진 에칭된 시편으로 각각 절단하였으며, 여기서 에칭된 각각의 시편은 IPC-TM-650 2.4.9D의 타입 A 였다. 그런 다음, 에칭된 시편을 23±2℃의 온도 및 50±5%의 상대 습도에서 24시간 동안 두어 안정화에 도달했다. 그 후, 각각의 에칭된 시편을 양면 접착 테이프로 시험기(제조업체: Hung Ta Instrument Co., Ltd., 모델: HT-9102)의 고정기(fixture)에 부착하였다. 고정기 상에 에칭된 시편을 50.8 mm/분의 박리 속도로 박리시키고, 박리 공정 동안의 박리 강도를 연속적으로 기록하였다. 본 명세서에서, 박리 강도는 시험기의 견딜 수 있는 최대 박리 강도의 15 % 내지 85 %의 범위 이내로 제어되어야 하며; 박리 거리는 적어도 57.2mm를 초과해야 하며, 6.4mm의 초기 박리 거리에 대한 박리 강도는 무시되었다.

[0088] 이 시험예에서, 물 흡수 전의 박리 강도를 측정하기 위해, IPC-TM-650 2.4.9D에 따라, 실시예 1A 내지 3A의 라미네이트로부터 에칭된 시편을 직접 제조한 반면, 물 흡수 후의 박리 강도를 측정하기 위해, 23℃에서 24 시간 동안 순수에 라미네이트를 먼저 함침하였고, 표면 상에 물이 남아 있지 않은 때까지 건조 천으로 라미네이트를

건조시킨 다음, IPC-TM-650 2.4.9D에 따라 제조하여, 실시예 1A 내지 3A의 라미네이트로부터 에칭된 시편을 제조하였다.

[0089] 실시예 1A 내지 3A의 각각의 라미네이트의 물 흡수 전의 박리 강도(F_0) 및 물 흡수 후의 박리 강도(F_1)는 아래 표 3에 나타내었다. 또한, 시험 샘플의 물 흡수 전과 후의 박리 강도들 사이의 상대적 백분율 차를 분석하기 위해, 다음의 식이 사용되어, 시험 샘플의 박리 강도들 사이의 상대적 백분율 차(ΔF)를 평가하고, 여기서 상기 ΔF의 단위는 백분율(%)이다. 다음의 식에서 나타낸 바와 같이, 절대값의 기호는 F_1 및 F_0 사이의 차에 사용되기 때문에, 라미네이트의 박리 강도들 사이의 상대적 백분율 차는 양의 백분율 값으로 나타낸다.

[0090]
$$\Delta F(\%) = \frac{|F_1 - F_0|}{F_0} \times 100\%$$

[0091] [표 3] 실시예 1A 내지 3A의 라미네이트의 물 흡수 전과 후의 박리 강도

	F_0 (kN/m)	F_1 (kN/m)	ΔF (%)
실시예 1A	0.91	0.92	1.1%
실시예 2A	0.90	0.91	1.1%
실시예 3A	0.91	0.91	0%

[0092]

[0093] 상기 표 3에서 나타낸 바와 같이, 실시예 1A 내지 3A의 각각의 라미네이트의 F_0는 0.90 kN/m 내지 0.91 kN/m이고, 실시예 1A 내지 3A의 각각의 라미네이트의 F_1은 0.91 kN/m 내지 0.92 kN/m이다. 실시예 1A 내지 3A의 각각의 라미네이트의 F_0 및 F_1은 유사하고, ΔF는 2% 미만이다. 특히, 실시예 3A의 각각의 라미네이트의 ΔF는 0%이어서, 다른 2개의 실시예보다 우수하였다. 다른 구현예에서, 본 발명의 라미네이트의 F_0는 0.85 kN/m 내지 0.95 kN/m이고, 본 발명의 라미네이트의 F_1은 0.85 kN/m 내지 0.95 kN/m이다. 또한, 본 발명의 라미네이트의 ΔF는 5% 이하일 수 있고; 구체적으로, 본 발명의 라미네이트의 ΔF는 0% 내지 2%일 수 있다.

[0094] **시험예 4: 라미네이트 내 폴리머 필름의 흡습성(hygroscopicity) 분석**

[0095] 이 시험예를 IPC-TM-650 2.6.2.1A에 따라 수행하였다. 2개의 시험 구리 호일을 제거하고 그 안에 폴리머 필름을 수득하기 위해, 실시예 1A 내지 3A 및 비교예 1A 및 2A의 각각의 라미네이트를 먼저 에천트로 에칭하였고, 여기서 에천트는 약 150 g/L 내지 240 g/L의 구리 이온의 농도 및 약 0.04 N 내지 0.3 노말리티(N)의 염산의 노말리티(N)를 가진 산성 염화 구리 에칭액이었다. 그런 다음, 폴리머 필름을 길이 약 2.0 인치 및 너비 2.0 인치의 에칭된 시편으로 절단하였다. 그 후, 에칭된 시편을 105℃ 내지 110℃에서 1 시간 동안 건조시켰고, 실온으로 냉각하였고, 건조 중량(W_0)으로 칭량하였다. 그런 다음, 에칭된 시편을 23±1.1℃에서 24 시간 동안 순수에 함침하였고, 표면 상에 물이 남아 있지 않은 때까지 건조 천으로 건조시켰고, 습식 중량(W_1)으로서 칭량하였다. 각각의 라미네이트의 폴리머 필름의 흡습성(ΔW)을 다음의 식으로 계산하며, ΔW의 단위는 백분율(%)이다. 실험 결과는 아래 표 4에 나타내었다.

[0096]
$$\Delta W(\%) = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100\%$$

[0097] 표 4에서 나타낸 바와 같이, 실시예 1A 내지 3A의 각각의 라미네이트 내 LCP 필름의 흡습성은 단지 0.02% 내지 0.03%이며, 이는 비교예 1A 및 2A의 라미네이트의 흡습성(1.28% 및 1.49%)보다 현저히 낮다. 일부 구현예에서, 본 발명의 라미네이트 내 LCP 필름의 흡습성은 1% 이하일 수 있다. 다른 구현예에서, 본 발명의 라미네이트 내 LCP 필름의 흡습성은 0.01% 내지 0.5%일 수 있다.

[0098] **시험예 5: 라미네이트의 내열성(heat resistance) 분석**

[0099] 이 시험예에서, 실시예 1A 내지 3A 및 비교예 1A 및 2A의 라미네이트를 시험 샘플로 사용하였고, 물 흡수 전과 후에 IPC-TM-650 2.4.13F에 따라 가공하였다. 각각의 시험 샘플을 약 50 mm × 50 mm의 크기로 먼저 절단하였다. 납땜 용제(Soldering flux)를 시험 샘플 내 금속 호일 중 하나에 도포한 다음, 상기 시험 샘플을 1시간 동안 135±10℃에서 베이킹하였고 실온으로 냉각시켰다. 그 후, 시험 샘플을 288±5℃에서 10초 동안 내열성 시험을 수행하여, 실시예 1A 내지 3A의 라미네이트 내 LCP 필름 및 비교예 1A 및 2A의 라미네이트 내 시판되는 폴리머 필름의 표면 상에 기포(bubbling) 또는 판분리(delamination)가 생기는지 여부를 관찰하였다.

[0100] 상기 언급된 바와 같이, 물 흡수를 위해 23℃에서 24 시간 동안 순수에 라미네이트를 함침한 다음, 표면 상에 물이 남아 있지 않은 때까지 건조 천으로 건조시켰다.

[0101] 시험 샘플을 물 흡수 전과 후에 내열성 시험한 다음, 각각의 시험 샘플이 기포 또는 판분리가 일어나는지 여부를 평가하였다. 만약 기포나 판분리 중 어느 것도 관찰되지 않았다면, 아래 표 4에서 "합격"으로 나타내었지만; 기포 또는 판분리 중 어느 하나라도 관찰되었다면, 아래 표 4에서 "불합격"으로 나타내었다.

[0102] [표 4] 실시예 1A 내지 3A 및 비교예 1A 및 2A의 라미네이트의 물 흡수 전과 후의 내열성뿐만 아니라 실시예 1A 내지 3A 및 비교예 1A 및 2A의 라미네이트의 폴리머 필름의 물 흡수 전과 후의 흡습성

	흡습성	물 흡수 전의 내열성	물 흡수 후의 내열성
실시예 1A	0.03%	합격	합격
실시예 2A	0.02%	합격	합격
실시예 3A	0.02%	합격	합격
비교예 1A	1.28%	합격	불합격
비교예 2A	1.49%	합격	불합격

[0103]

[0104] 표 4(시험예 4 및 5의 실험 결과를 나타냄)에서 나타낸 바와 같이, 실시예 1A 내지 3A의 라미네이트 내 LCP 필름의 흡습성은 비교예 1A 및 2A의 라미네이트 내 시판되는 폴리머 필름의 흡습성보다 현저히 낮기 때문에, 물 흡수 후에 실시예 1A 내지 3A의 라미네이트 내에서 기포 또는 판분리 중 어느 것도 발생하지 않았다. 따라서, 실시예 1A 내지 3A의 라미네이트는 내열성 시험을 합격했다. 이에 반해, 비교예 1A 및 2A의 라미네이트 내 LCP 필름의 흡습성은 훨씬 높았으며, 물 흡수 및 288℃의 고온에서 베이킹한 후, 라미네이트 내에서 기포 및 판분리가 발생했다. 따라서, 비교예 1A 및 2A의 라미네이트는 내열성 시험을 불합격했다.

[0105] **시험예 6: 라미네이트를 포함하는 회로 기판의 삽입 손실 분석**

[0106] 이 시험예에서, 실시예 1A 내지 3A 및 비교예 1A 및 2A의 라미네이트를 물 흡수 전과 후에 IPC-TM-650 2.5.5.7A에 따라 가공하였다. 즉, 각각의 라미네이트의 일면을 에칭하여, 약 100 mm의 길이, 약 100 μm 내지 250 μm의 너비, 및 약 50 Ohm (Ω)±10 Ω의 임피던스(impedance)를 가지는 스트립 선로(strip line)를 형성하였고, 상기 라미네이트의 다른 일면을 그라운딩 와이어(grounding wire)로서 구리 호일로 완전히 커버하여 회로 기판(이 시험예의 시험 샘플로서 사용)을 수득하였고, 여기서 선로의 너비는 라미네이트의 유전 특성 및 두께에 따라 조정될 수 있다. 이어서, 마이크로파 네트워크 분석기(모델: 8722ES, Agilent Technology에서 입수) 및 프로브(모델: ACP40-250, Cascade Microtech에서 입수)로 각각의 시험 샘플의 삽입 손실을 1 GHz 내지 40 GHz에서 각각 측정하였다.

[0107] 상기 언급된 바와 같이, 물 흡수를 위해, 23℃에서 24 시간 동안 순수에 라미네이트를 함침한 다음, 표면 상에 물이 남아 있지 않은 때까지, 건조 천으로 건조시켰다. 상술된 방법에 따라 상이한 주파수에서 측정된, 시험 샘플의 물 흡수 전의 삽입 손실(I_0) 및 물 흡수 후의 삽입 손실(I_1)을 아래 표 5에 나타내었다. 또한, 회로 기판의

물 흡수 전과 후의 삽입 손실들 사이의 상대적 백분율 차를 분석하기 위해, 다음의 식이 사용되어 회로 기판의 삽입 손실들 사이의 상대적 백분율 차(ΔI)를 계산하고, 여기서 ΔI의 단위는 백분율(%)이다. 다음의 식에서 나타낸 바와 같이, 절대값 기호는 I_1 및 I_0 사이의 차에 사용되기 때문에, 회로 기판의 삽입 손실들 사이의 상대적 백분율 차가 양의 백분율 값으로 나타난다. 실험 결과를 표 5에 나타내었다.

$$\Delta I\ (\%) = \frac{|I_1 - I_0|}{I_0} \times 100\%$$

[0108]

[0109] [표 5] 1 GHz 내지 40 GHz에서 측정된, 회로 기판의 I_0, I_1, 및 ΔI, 여기서 각각의 회로 기판은 실시예 1A 내지 3A 및 비교예 1A 및 2A의 라미네이트 중 하나를 포함함

		삽입 손실 (dB/10 cm)				
		1 GHz	10 GHz	20 GHz	30 GHz	40 GHz
실시예 1A	I_0	-0.64	-2.84	-4.83	-6.47	-8.98
	I_1	-0.66	-2.88	-4.95	-6.96	-9.44
	ΔI	3.13%	1.41%	2.48%	7.57%	5.12%
실시예 2A	I_0	-0.65	-2.86	-4.86	-6.51	-9.03
	I_1	-0.67	-2.9	-4.98	-6.99	-9.44
	ΔI	3.08%	1.40%	2.47%	7.37%	4.54%
실시예 3A	I_0	-0.31	-1.72	-2.83	-4.16	-5.46
	I_1	-0.32	-1.76	-2.92	-4.43	-5.7
	ΔI	3.23%	2.33%	3.18%	6.49%	4.40%
비교예 1A	I_0	-0.77	-3.89	-6.77	-9.64	-14.95
	I_1	-0.93	-6.46	-11.56	-17.77	-24.38
	ΔI	20.78%	66.07%	70.75%	84.34%	63.08%
비교예 2A	I_0	-0.85	-3.56	-6.07	-8.57	-13.5
	I_1	-0.92	-5.62	-10.31	-15.33	-21.87
	ΔI	8.24%	57.87%	69.85%	78.88%	62.00%

[0110]

[0111] 표 5에서 나타낸 바와 같이, 물 흡수 전의 삽입 손실(I_0)의 경우, 1 GHz 내지 40 GHz에서 측정된, 실시예 1A 내지 3A의 라미네이트 중 하나를 각각 포함하는 회로 기판의 I_0는, 1 GHz 내지 40 GHz에서 측정된, 비교예 1A 및 2A의 라미네이트 중 하나를 각각 포함하는 회로 기판의 I_0보다 현저히 낮았다. 물 흡수 후의 삽입 손실(I_1)의 경

우, 1 GHz 내지 40 GHz에서 측정된, 실시예 1A 내지 3A의 라미네이트 중 하나를 각각 포함하는 회로 기판의 I_1도, 1 GHz 내지 40 GHz에서 측정된, 비교예 1A 및 2A의 라미네이트 중 하나를 각각 포함하는 회로 기판의 I_1보다 현저히 낮았다. 또한, 삽입 손실들 사이의 상대적 백분율 차(ΔI)의 경우, 1 GHz 내지 40 GHz에서 측정된, 실시예 1A 내지 3A의 라미네이트 중 하나를 각각 포함하는 회로 기판의 ΔI도 역시, 1 GHz 내지 40 GHz에서 측정된, 비교예 1A 및 2A의 라미네이트 중 하나를 각각 포함하는 회로 기판의 ΔI보다 현저히 낮았다.

[0112] 표 2 내지 5로부터, 실시예 1A 내지 3A의 라미네이트 내 LCP 필름의 ΔDf'는 16% 이하의 범위 이내로 제어되어, 고 수분 환경에서 회로 기판의 물 흡수 저항은 향상되고, 이로써 1 GHz 내지 40 GHz에서 회로 기판의 삽입 손실은 효과적으로 억제 및/또는 감소한다. 따라서, 실시예 1A 내지 3A의 라미네이트 중 어느 하나를 포함하는 회로 기판은 물 흡수 전과 후에 상이한 주파수 대역에서 우수한 신호 전송 능력을 유지한다. 유사하게, 표 1 내지 5로부터, 실시예 1 내지 3의 LCP 필름(미처리 필름)의 ΔDf가 16% 이하의 범위 이내로 제어되어, 고 수분 환경에서 실시예 1 내지 3의 LCP 필름 중 어느 하나를 포함하는 회로 기판의 물 흡수 저항이 향상되고, 이로써 1 GHz 내지 40 GHz에서 회로 기판의 삽입 손실이 효과적으로 억제 및/또는 감소하는 것으로 이해된다. 따라서, 실시예 1A 내지 3A의 라미네이트 중 어느 하나를 포함하는 회로 기판이 물 흡수 전과 후에 다양한 주파수 대역에서 우수한 신호 전송 능력을 유지한다.

[0113] 신호의 작동 주파수가 증가함에 따라 회로 기판의 삽입 손실이 현저하게 증가하며, 즉 삽입 손실이 더 높은 음의 값이다. 상기 표 1 및 도 1에서의 회로 기판의 물 흡수 전의 삽입 손실로부터, 작동 주파수 변화에 따른 삽입 손실 변화의 비율인, 실시예 1A 내지 3A의 라미네이트 중 어느 하나를 포함하는 회로 기판의 삽입 손실의 경사는, 비교예 1A 및 2A의 라미네이트 중 어느 하나를 포함하는 회로 기판의 삽입 손실의 경사보다 평평하며, 이것은 실시예 1A 내지 3A의 라미네이트 중 어느 하나를 포함하는 회로 기판이 고주파에서 작동되더라도, 회로 기판의 삽입 손실이 효과적으로 억제 및/또는 감소됨을 의미하는 것으로 이해된다. 표 5 및 도 2에서의 회로 기판의 물 흡수 후의 삽입 손실로부터, 작동 주파수 변화에 따른 삽입 손실 변화의 비율인, 실시예 1A 내지 3A의 라미네이트 중 어느 하나를 포함하는 회로 기판의 삽입 손실의 경사가, 비교예 1A 및 2A의 라미네이트 중 어느 하나를 포함하는 회로 기판의 삽입 손실의 경사보다 평평하며, 이것은 물 흡수 후의 실시예 1A 내지 3A의 라미네이트 중 어느 하나를 포함하는 회로 기판이 고주파에서 작동되더라도, 회로 기판의 삽입 손실이 효과적으로 억제 및/또는 감소됨을 의미하는 것으로 이해된다.

[0114] 상기 표 5 및 도 3a에서, 실시예 1A 및 비교예 1A 및 2A의 라미네이트 중 하나를 각각 포함하는 회로 기판의 물 흡수 전과 후의 삽입 손실들 사이의 상대적 백분율 차(ΔI)로부터, 실시예 1A의 라미네이트를 포함하는 회로 기판의 ΔI는 1GHz 내지 40 GHz에서 10% 이내로 제어되고, 비교예 1A 및 2A의 라미네이트 중 하나를 각각 포함하는 회로 기판의 ΔI는 10 GHz에서 약 60%, 20 GHz에서 약 70%, 30 GHz에서 약 80%, 40 GHz에서 약 60%이다. 상기 결과는, 그 안에 포함된 LCP 필름의 ΔDf'가 16% 이내로 제어되어, 이로써 실시예 1A의 라미네이트를 포함하는 회로 기판의 ΔI가 1GHz 내지 40 GHz에서 효과적으로 억제 또는 감소하기 때문에, 실시예 1A의 라미네이트가 고 수분 환경에서 양호한 물 흡수 저항성을 가진다는 것을 보여준다. 따라서, 실시예 1A의 라미네이트를 포함하는 회로 기판이 물 흡수 전과 후에 상이한 주파수 대역에서 우수한 신호 전송 능력을 유지한다. 유사하게, 도 3b 및 도 3c에서, 실시예 2A 및 3A의 라미네이트도, 그 안에 포함된 LCP 필름의 ΔDf'가 16% 이내로 제어되어, 실시예 2A 및 3A의 라미네이트를 포함하는 회로 기판의 ΔI가 1GHz 내지 40 GHz에서 효과적으로 억제 또는 감소하기 때문에, 실시예 2A 및 3A의 라미네이트가 고 수분 환경에서 양호한 물 흡수저항성을 가진다는 것을 입증한다. 따라서, 실시예 2A 및 3A의 라미네이트를 포함하는 회로 기판이 물 흡수 전과 후에 상이한 주파수 대역에서 우수한 신호 전송 능력을 유지한다.

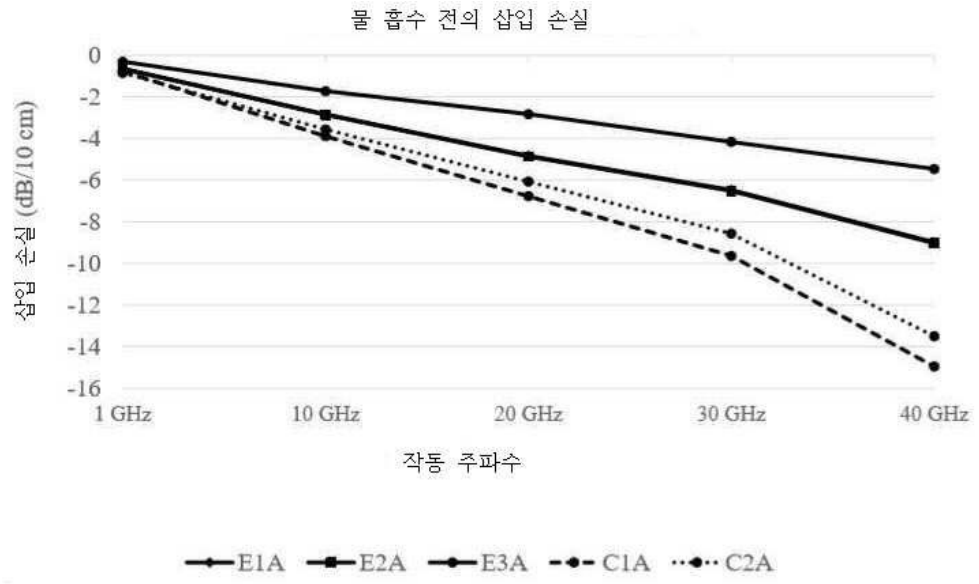
[0115] 요약하면, 라미네이트 내 LCP 필름의 유전 인자들 사이의 상대적 백분율 차(ΔDf') 및 LCP 필름(미처리 필름)의 유전 인자들 사이의 상대적 백분율 차(ΔDf)를 16% 이하로 제어함으로써, 본 발명의 라미네이트를 포함하는 회로 기판은 고 수분 환경에서 양호한 수분 흡수 저항성을 가진다. 따라서, 회로 기판의 물 흡수 전의 삽입 손실 및 물 흡수 후의 삽입 손실은 1 GHz 내지 40 GHz에서 감소될 수 있고, 물 흡수 전과 후의 삽입 손실들 사이의 상대적 백분율 차(ΔI)도 1 GHz 내지 40 GHz에서 효과적으로 억제 또는 감소될 수 있다. 본 명세서에서 본 발명의 회로 기판은 물 흡수 전 또는 후에 저-, 중-, 및/또는 고-주파 대역에서 우수한 신호 전송 능력을 유지하여, LCP 필름 및 LCP 필름을 포함하는 라미네이트 모두 우수한 수분 저항성을 가지고 다양한 하이-엔드 또는 실외 전자 제품에 적합한 것으로 확인되었다.

[0116] 비록 본 발명의 구조 및 특징의 세부 사항과 함께 본 발명의 많은 특징 및 장점이 전술한 설명에서 기재되어 있더라도, 본 개시 내용은 단지 예시일 뿐이다. 세부 사항, 특히 첨부된 청구범위가 표현되는 용어의 광범위한 일

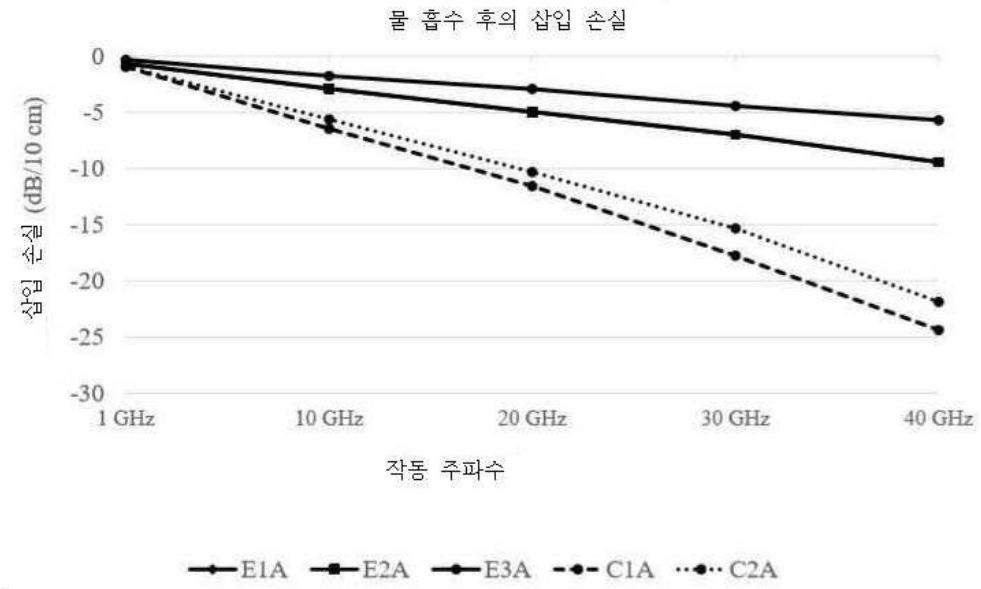
반적인 의미에 의해 표현되는 한, 본 발명의 기술적 사상 내에서 전체 범위까지, 형태, 크기 및 배열의 일부가 변형될 수 있다.

도면

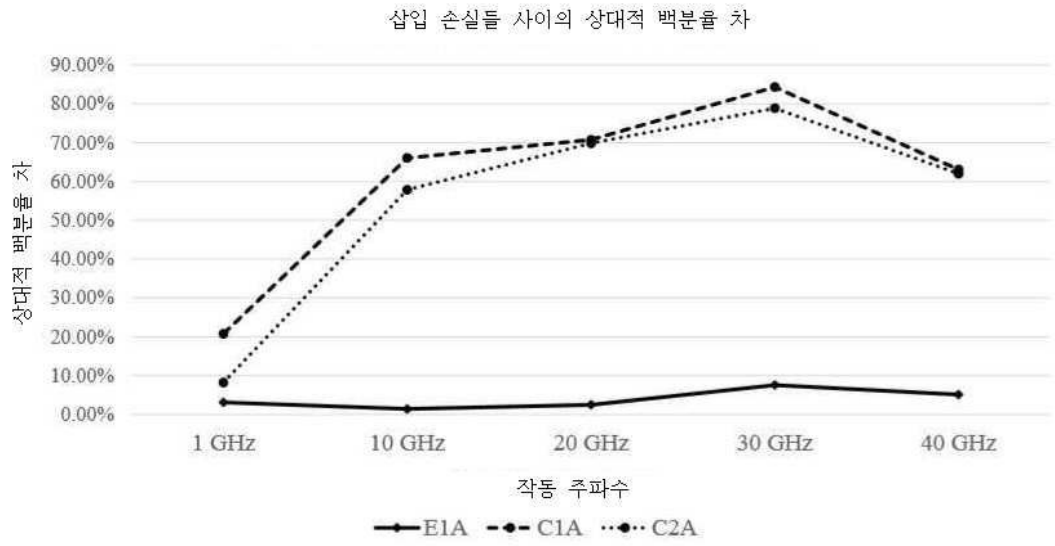
도면1



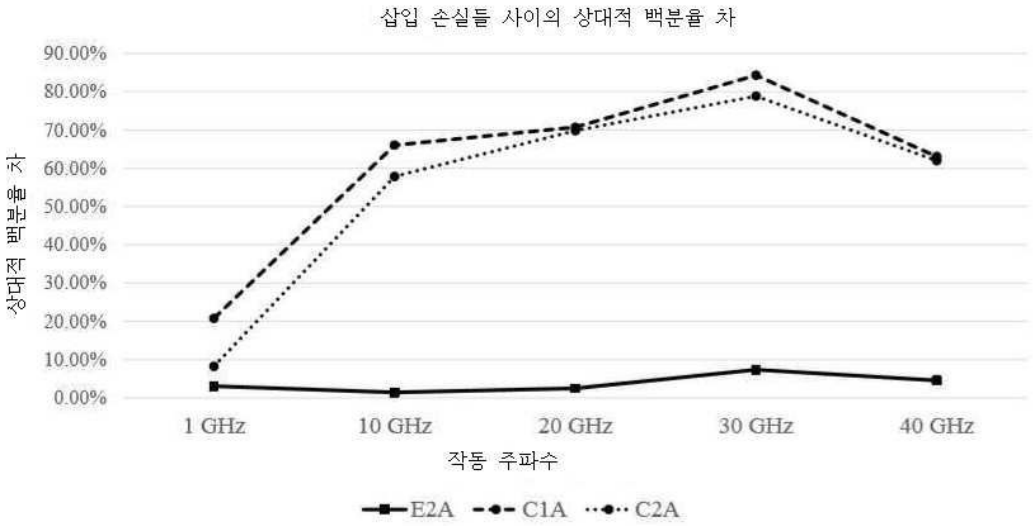
도면2



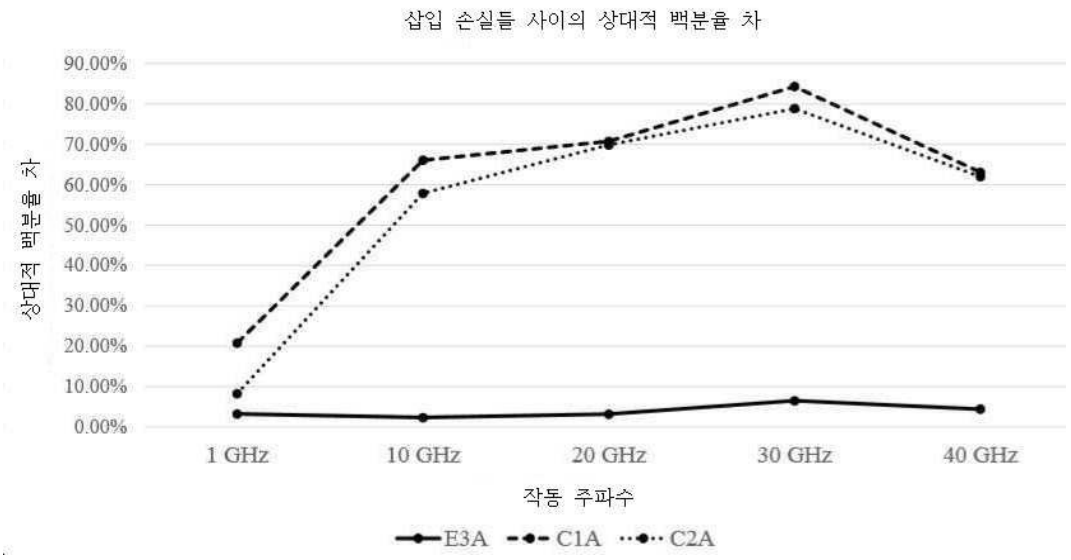
도면3a


삽입 손실들 사이의 상대적 백분율 차
90.00%
80.00%
70.00%
60.00%
50.00%
40.00%
30.00%
20.00%
10.00%
0.00%
상대적 백분율 차
1 GHz
10 GHz
20 GHz
30 GHz
40 GHz
작동 주파수
E1A
C1A
C2A

도면3b


삽입 손실들 사이의 상대적 백분율 차
90.00%
80.00%
70.00%
60.00%
50.00%
40.00%
30.00%
20.00%
10.00%
0.00%
상대적 백분율 차
1 GHz
10 GHz
20 GHz
30 GHz
40 GHz
작동 주파수
E2A
C1A
C2A

도면3c


삽입 손실들 사이의 상대적 백분율 차
90.00%
80.00%
70.00%
60.00%
50.00%
40.00%
30.00%
20.00%
10.00%
0.00%
상대적 백분율 차
1 GHz
10 GHz
20 GHz
30 GHz
40 GHz
작동 주파수
E3A
C1A
C2A