



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년05월29일  
(11) 등록번호 10-1735979  
(24) 등록일자 2017년05월08일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01F 27/28 (2006.01) H01F 27/32 (2006.01)  
H01F 41/04 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
H01F 27/2804 (2013.01)  
H01F 27/323 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7018559
- (22) 출원일자(국제) 2012년12월19일  
심사청구일자 2015년07월10일
- (85) 번역문제출일자 2015년07월10일
- (65) 공개번호 10-2015-0095820
- (43) 공개일자 2015년08월21일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2012/076119
- (87) 국제공개번호 WO 2014/094841  
국제공개일자 2014년06월26일
- (56) 선행기술조사문헌  
US20100219926 A1\*  
US20110140824 A1  
CN201717110 U\*  
KR1020120035196 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
텔레폰악티에블라겟엘엠에릭슨(펍)  
스웨덴왕국 스톡홀름 에스이-164 83
- (72) 발명자  
피슨 오스카  
스웨덴 에스-394 71 칼마르 말렉스보겐 30  
칼손 마그너스  
스웨덴 에스-572 50 오스카르스함 케드스트롬스보그 17
- (74) 대리인  
서장찬, 박병석

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 임영국

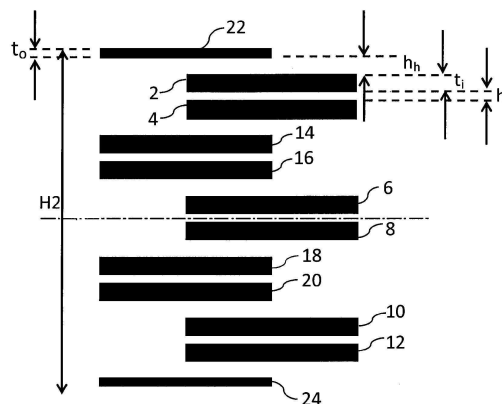
(54) 발명의 명칭 평면 변압기

(57) 요약

실시예들은 평면 마그네틱 변압기의 1차 측면을 위한 제1권선과 평면 마그네틱 변압기의 2차 측면을 위한 제2권선을 제공하기 위하여, 다층 PCB를 제공하고, PCB는 : 제1권선을 제공하기 위해 구성된 복수의 전도층들; 제2권선을 제공하기 위해 구성된 복수의 전도층들; 및 복수의 절연 물질의 층을 포함하고; 절연 물질의 각 층은 상기

(뒷면에 계속)

대표도 - 도5



두 전도성 층들 간 전기적 절연을 제공하기 위해 두 전도성 층들 사이에 배열되고; 둘 이상의 인접한 전도성 층들은 모두 제1권선의 전도성 층들이며 제2권선의 두 전도성 층들 사이에 모두 배열되고, 제1권선의 인접한 전도성 층들의 그룹 간 절연 물질의 두께는 제1권선의 전도성 층과 제2권선의 전도성 층 간 절연 물질의 두께보다 작다. 유리하게, 알려진 완전히 인터리브된 평면 마그네틱 변압기 설계와 함께 실현 가능한 것보다 낮은 높이를 갖는 PCB가 제공된다. 감소된 높이는 PCB의 열전도율을 개선하고, 누설 인덕턴스는 감소하며 1차 측면과 2차 측면들 사이에 좋은 마그네틱 결합이 유지된다.

(52) CPC특허분류

*H01F 41/041* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

평면 마그네틱 변압기의 2차 측면을 위한 제2권선과 평면 마그네틱 변압기의 1차 측면을 위한 제1권선을 제공하기 위한 다층 PCB에 있어서:

상기 제1권선을 제공하기 위하여 구성된 복수의 전도성 층들(2, 4, 6, 8, 10, 12);

상기 제2권선을 제공하기 위하여 구성된 복수의 전도성 층들(22, 14, 16, 18, 20, 24); 및

복수의 절연 물질의 층들을 포함하며;

절연 물질의 각 층은 상기 두 전도성 층들 간 전기적 절연을 제공하도록 상기 두 전도성 층들 사이에 배열되고; 및

둘 이상의 인접한 전도성 층들(6, 8)의 그룹은 모두 상기 제1권선의 전도성 층이며, 상기 제2권선의 전도성 층들(16, 18) 사이에 모두 배열되고, 상기 제1권선의 층들의 그룹 안 적어도 한 쌍의 인접한 전도성 층들(6, 8) 간 상기 절연 물질의 두께는 상기 제1권선의 전도성 층(6)과 상기 제2권선의 전도성 층(16) 간 상기 절연 물질의 두께보다 작고,

상기 절연 물질은 2차 권선의 전도성 층들 사이에 있는 기관을 포함하고,

상기 제1권선의 전도성 층(6)과 상기 제2권선의 전도성 층(16)간 절연 물질이 프리-프레그이고,

상기 기관의 두께는 90 $\mu$ m에서 110 $\mu$ m 범위의 값을 가지며; 및

상기 프리-프레그의 두께는 157.5 $\mu$ m에서 192.5 $\mu$ m 범위의 값을 가지는 것을 특징으로 하는 다층 PCB.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

둘 이상의 인접한 전도성 층들(14, 16)의 그룹은 모두 상기 제2권선의 전도성 층들이며, 상기 제1권선의 전도성 층들(4, 6) 사이에 모두 배열되고, 상기 제2권선의 층들(14, 16)의 상기 그룹 안 적어도 한 쌍의 인접한 층들 간 상기 절연 물질의 두께는 상기 제2권선의 전도성 층(14)과 상기 제1권선의 전도성 층(4) 간 상기 절연 물질의 두께보다 작은 것을 특징으로 하는 다층 PCB.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

복수의 전도성 층들이 다음과 같이 적어도 4개 그룹으로 배열되어:

둘 이상의 인접한 전도성 층들(2, 4)의 제1그룹은 모두 상기 제1권선의 전도성 층들이며, 상기 제2권선의 전도성 층들(22, 14) 사이에 모두 배열되고, 상기 제1권선의 층들의 상기 제1그룹 안 적어도 한 쌍의 인접한 전도성 층들(2, 4) 간 상기 절연 물질의 두께는 상기 제1권선의 전도성 층(2)과 상기 제2권선의 전도성 층(22) 간 상기 절연 물질의 두께보다 작게 하고;

둘 이상의 인접한 전도성 층(6, 8)의 제2그룹은, 둘 이상의 인접한 전도성 층들(2, 4)의 상기 제1그룹 안 층을 포함하지 않고, 모두 상기 제1권선의 전도성 층들이며, 상기 제2권선의 전도성 층들(16, 18) 사이에 모두 배열되고, 상기 제1권선의 층들(6, 8)의 상기 제2그룹 안 적어도 한 쌍의 인접한 전도성 층들 간 상기 절연 물질의 두께는 상기 제1권선의 전도성 층(6)과 상기 제2권선의 전도성 층(16) 간 상기 절연 물질의 두께보다 작게 하고;

둘 이상의 인접한 전도성 층들(14, 16)의 제3그룹은 모두 상기 제2권선의 전도성 층들이며, 상기 제1권선의 전도성 층들(4, 6) 사이에 모두 배열되고, 상기 제2권선의 층들의 상기 제3그룹 안 적어도 한 쌍의 인접한 전도성 층들(14, 16) 간 상기 절연 물질의 두께는 상기 제2권선의 전도성 층(14)과 상기 제1권선의 전도성 층(4) 간 상

기 절연 물질의 두께보다 작게 하고; 및

둘 이상의 인접한 전도성 층들(18, 20)의 제4그룹은, 둘 이상의 인접한 전도성 층들(14, 16)의 상기 제3그룹 안 층을 포함하지 않고, 모두 상기 제2권선의 전도성 층들이며, 상기 제1권선의 전도성 층들(8, 10) 사이에 모두 배열되고, 상기 제2권선의 층(18, 20)들의 상기 제4그룹 안 적어도 한 쌍의 인접한 전도성 층들 간 상기 절연 물질의 두께는 상기 제2권선의 전도성 층(18)과 상기 제1권선의 전도성 층(8) 간 상기 절연 물질의 두께보다 작게 하는 것을 특징으로 하는 다층 PCB.

**청구항 4**

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서:

상기 제1권선의 한 쌍의 두 인접한 전도성 층들(6, 8)은 상기 절연 물질로서 상기 인접한 전도성 층들 사이에 제공된 기판을 가지며, 상기 전도성 층들이 상기 기판 위에 형성되는 것을 특징으로 하는 다층 PCB.

**청구항 5**

제2항 또는 제3항에 있어서:

상기 제2권선의 한 쌍의 두 인접한 전도성 층들(14, 16)은 상기 절연 물질로서 상기 인접한 전도성 층들 사이에 제공된 기판을 가지며, 상기 전도성 층들이 상기 기판 위에 형성되고;

선택적으로 상기 제1권선의 한 쌍의 두 인접한 전도성 층들(6, 8)은 상기 절연 물질로서 상기 인접한 전도성 층들 사이에 제공된 기판을 가지며, 상기 전도성 층들이 상기 기판 위에 형성되는 것을 특징으로 하는 다층 PCB.

**청구항 6**

삭제

**청구항 7**

삭제

**청구항 8**

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서:

상기 제1권선은 변압기의 1차 측면의 권선이며, 상기 제2권선은 상기 변압기의 2차 측면의 권선이며; 또는

상기 제1권선은 변압기의 상기 2차 측면의 권선이며, 상기 제2권선은 상기 변압기의 1차 측면의 권선인 것을 특징으로 하는 다층 PCB.

**청구항 9**

평면 마그네틱 변압기의 1차 측면의 제1권선과 상기 평면 마그네틱 변압기의 2차 측면의 제2권선을 제공하기 위한 복수의 층들을 포함하는 다층 PCB를 제조하는 방법에 있어서:

적어도 두 전도성 층들(6, 8)의 그룹을 형성(903)하고, 상기 그룹의 인접한 전도성 층들은 절연 물질의 층에 의해 서로로부터 분리되며;

상기 전도성 층들의 그룹 상부에 적어도 하나의 전도성 층(16)을 형성(905)하고, 상기 적어도 하나의 전도성 층(16)은 절연 물질의 층에 의해 상기 그룹의 전도성 층으로부터 분리되며;

상기 전도성 층들의 그룹 하부에 적어도 또 하나의 전도성 층(18)을 형성(907)하고, 상기 적어도 또 하나의 전도성 층(18)은 절연 물질의 층에 의하여 상기 그룹의 전도성 층으로부터 분리되며;

모든 전도성 층들이 제1권선을 제공하도록 상기 전도성 층들(6, 8)의 그룹 안 모든 전도성 층들을 연결(909)하고; 및

제2권선을 제공하도록 상기 적어도 하나의 전도성 층(16)과 상기 적어도 또 하나의 전도성 층(18)을 연결(911)하며;

상기 제1권선의 전도성 층들(6, 8)의 그룹 안 적어도 한 쌍의 인접한 전도성 층들 간 상기 절연 물질의 두께는 상기 제1권선의 전도성 층(6)과 상기 제2권선의 전도성 층(16) 간 상기 절연 물질의 두께보다 작은 것을 포함하고,

상기 절연 물질은 2차 권선의 전도성 층들 사이에 있는 기판을 포함하고,

전도성 층들의 결합은 프리-프레그 프로세스를 이용하여 수행되고 접촉된 층들 간 상기 절연 물질로서 프리-프레그를 제공하며;

상기 기판의 두께는 90 $\mu\text{m}$ 에서 110 $\mu\text{m}$  범위 안의 값을 가지며;

상기 그룹의 인접한 전도성 층들 간 프리-프레그의 두께는 135 $\mu\text{m}$ 에서 165 $\mu\text{m}$  범위 안의 값을 가지고; 및

상기 제1권선의 전도성 층과 상기 제2권선의 인접한 전도성 층 간 프리-프레그의 두께는 157.5 $\mu\text{m}$ 에서 192.5 $\mu\text{m}$  범위 안의 값을 가지는 것을 특징으로 하는 다층 PCB를 제조하는 방법.

#### 청구항 10

제9항에 있어서,

적어도 두개의 전도성 층들의 상기 그룹을 형성하는 것은:

기판의 상기 상부와 하부 표면 위에 전도성 층들의 상기 그룹의 두 인접한 전도성 층들(6, 8)을 형성하고, 상기 기판은 상기 인접한 전도성 층들 간 절연 물질을 제공하며, 상기 기판의 두께는 상기 제1권선의 인접한 전도성 층(6)과 상기 제2권선의 전도성 층(16) 간 상기 절연 물질의 두께보다 작은 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 다층 PCB를 제조하는 방법.

#### 청구항 11

제10항에 있어서,

적어도 두개의 전도성 층들의 상기 그룹을 형성하는 것은:

제2기판의 상기 상부와 하부 표면 위에 전도성 층들의 그룹의 두 인접한 전도성 층들을 형성하며, 상기 제2기판은 상기 두 전도성 층들 간 상기 절연 물질을 제공하며; 및

절연 물질의 층에 의하여 상기 전도성 층들이 분리되도록 상기 제2기판의 전도성 층을 다른 기판의 전도성 층에 접촉하며, 상기 그룹의 상기 전도성 층들 간 상기 절연 물질이 상기 기판들보다 두껍고, 상기 제1권선의 인접한 전도성 층과 상기 제2권선의 전도성 층 간 상기 절연 물질의 두께보다 작은 것을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 다층 PCB를 제조하는 방법.

#### 청구항 12

제10항에 있어서:

모든 인접한 전도성 층들을 분리하는 절연 물질의 층과 함께 상기 제1권선의 3개의 인접한 전도성 층들의 그룹을 형성하도록 상기 제1권선의 두 인접한 전도성 층들의 전도성 층에 또다른 전도성 층을 접촉하고, 또다른 전도성 층과 상기 두 인접한 전도성 층들 간 절연 물질이 제2권선의 전도성 층과 제1권선의 인접한 전도성 층 간 절연 물질보다 덜 두꺼운 것을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 다층 PCB를 제조하는 방법.

#### 청구항 13

삭제

#### 청구항 14

제10항 내지 12항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1권선은 변압기의 1차 측면의 권선이며, 상기 제2권선은 상기 변압기의 2차 측면의 권선이며; 또는

상기 제1권선은 변압기의 2차 측면의 권선이고, 상기 제2권선은 상기 변압기의 1차 측면의 상기 권선인 것을 특

징으로 하는 다층 PCB를 제조하는 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 여기에 개시된 실시예들은 평면 마그네틱 변압기의 분야, 특히, 다층 인쇄회로기판(multi-layered printed circuit board) 위 평면 마그네틱 변압기에 이용된 권선의 배열과 관련한다.

**배경 기술**

[0002] 변압기는 변압기의 1차 및 2차 측면들 위 회로 사이에 절연을 제공하기 위하여 그리고 전압을 바꾸기 위한 것과 같은, 많은 용도를 갖는 마그네틱 요소이다.

[0003] 최근에, 평면 마그네틱 요소는 스위치모드전원(SMPSs)과 같은 전력기기에 널리 이용되어 왔다. 평면 마그네틱 요소로 구성된 SMPS의 예는 도 1에 도시된다.

[0004] 평면 마그네틱 요소는 인쇄회로기판(PCB) 위에 인쇄된 하나 이상의 평판코일(또한 턴(turns)이라고 불림)과 함께 이용되는 두 피스의 마그네틱 물질(일반적으로 "코어(cores)"로 불리며, 그러나 때때로 "반-코어(half-cores)"로 불림)를 포함한다. PCB 안에 적어도 한 홀(hole)을 통해 함께 연결된 코어와 함께, 보통, 하나의 코어는 하나 이상의 코일 위에 놓이며, 제2, 동일한, 코어는, 하나 이상의 코일 아래에 놓인다.

[0005] 도 2는, 한 예로서, 평면 마그네틱 변압기의 부품이 조립이 안 된 상태로 도시되었다. 상부 코어(11)과 하부 코어(12)가 다층 PCB(13)의 위와 아래에 각각 제공된다. 코어(11)과 (12)는 동일한 E-평면(E-plane) 코어이다. PCB의 층들은 각 코어의 중심부가 PCB(13)으로 연장하도록 적어도 하나의 홀(hole)을 포함한다. 보통 PCB(13)는, 각 코어의 "E"의 외부 날개가 PCB(13)로 또한 연장되도록, 도 2에는 도시되지 않으며, 홀들을 또한 포함할 것이다. PCB(13)의 층들 위에 인쇄된 트랙은 코어의 중심부 둘레에 코일뿐만 아니라 변압기에 입력과 출력 연결을 제공한다. 각 층 위 코일은 변압기의 1차 측면을 위한 권선 또는 2차 측면을 위한 권선을 제공한다.

[0006] 상부 코어(11)와 하부 코어(12)는 기계적인 클립(14)에 의해 서로 부착된다. 도 2에 도시된 배열에서, 기계적인 클립(14)은 PCB(13)의 가장자리를 둘러싸고, 기계적인 클립(14)의 끝이 상부 코어(11)의 탑 표면 안 리세스(15), (16)로 부착된다. 비록 단일의 기계적인 클립이 도시되었지만, 상부와 하부 코어의 각 끝에 부착하는 분리된 클립과 함께 두개의 기계적인 클립이 선택적으로 이용될 수 있다. 두개의 코어는 이용된 기계적인 클립 대신에 선택적으로 접착제로 함께 붙여질 수 있다.

[0007] 평면 마그네틱 변압기를 위하여, 1차 및 2차 권선이 도 2에 도시된 배열과 같은 다층 PCB를 이용함으로써 제공된다. 도 2에 도시된 배열에서, 복수의 코일, 또는 턴이 PCB의 각 층 위에 제공된다. 선택적으로, 단지 단일 코일, 또는 턴이 각 층 위에 이용될 수 있다.

[0008] 도 2에 도시된 변압기는 완전히 인터리브된, 변압기의 코일을 제공하는, 인쇄된 트랙을 포함하는 층들을 갖는다. 다시 말해서, 구조 속 층들(즉, 맨 위와 맨 아래 층들 사이의 것들)에 있어서, 변압기의 1차 권선의 코일을 제공하는 각 층은 직접적으로 인접한다, 즉, 변압기의 2차 측면의 코일을 제공하는 위와 아래, 두개층들. 유사하게, 변압기의 2차 측면의 코일을 제공하는 각 층은 변압기의 1차 측면의 코일을 제공하는 층들에 직접 인접한다. 이러한 방식으로, 1차 권선을 제공하는 층은 1차 권선을 제공하는 또 다른 층과 인접하지 않는다. 유사하게, 제2권선을 제공하는 층은 제2권선을 제공하는 또다른 층과 인접하지 않는다.

[0009] 평면 변압기의 1차 및 2차 측면의 권선을 완전히 인터리브하는 것이 알려져 있다. 평면 변압기의 1차 및 2차 측면의 권선을 완전히 인터리브하는 것은 1차 측면과 2차 측면들 간 마그네틱 결합을 개선시키고, 1차 권선과 2차 권선 간 인터리빙이 없는 배열과 비교할 때 누설 자속(flux leakage)을 감소시킨다.

[0010] 도 3은 12개 층으로 완전히 인터리브된 변압기의 권선을 도시하는 다층 PCB의 수직 단면도이다. 바깥 층들은(즉, 도 3의 맨 위와 맨 아래층) 각각 금속 두께  $t_0$ 를 갖는다. 내부 층들은 각각  $t_0$ 보다 두꺼운 금속 두께  $t_1$ 을 갖는다. 층들을 형성하기 위해 이용된 금속은 보통 구리이다.

[0011] 금속층들의 각 쌍 사이에 전기적 절연이 제공된다. 절연 물질은 보통 플라스틱 기판이다. 층들 간 절연 물질의 두께는  $h_0$ 이다. 도 3은 각 층들 사이에  $h_0$  간격을 두는 것이 PCB의 수직 단면도 전체에서 동일한 알려진 배열을 도시한다.

- [0012] 도 3에 도시된 완전히 인터리브된 PCB에 의해 겪게 되는 문제는 1차 및 2차 권선 사이에 기생 용량성 결합(parasitic capacitive coupling)이 크다는 것이다. 기생 용량성 결합을 줄이는 방법은 층들 간 절연 물질의 두께를 증가시켜, PCB 안에 금속층들이 서로 더 떨어져서 간격을 두는 것이다. 그러나 층들 간 간격을 증가시키는 것은 기생 누설 인덕턴스(leakage inductance)의 증가를 초래한다.
- [0013] 그러한 평면 마그네틱 변압기의 또 다른 요건은 변압기의 1차 및 2차 측면 사이에 좋은 절연을 유지하는 것이다. 1차 및 2차 권선 간 간격을 두는 것과 절연 물질은 그러므로 변압기의 요구된 절연 특성을 제공해야 한다. 표준 절연 전압은 1차 및 2차 측면들 간 2250V이다. 이것은 1차 및 2차 권선 간 거리와 절연 물질에 엄격한 요건을 부과한다.
- [0014] 평면 마그네틱 변압기를 위한 다층 PCB의 알려진 제조 프로세스는 도 4를 참고로 하단에 설명된다.
- [0015] 라미네이트(laminate)라고도 불리는, 고체 플라스틱 기판이 보통 절연 물질로 이용된다. PCB의 트랙은 금속에 의해 전체가 커버된 상부와 하부 표면을 갖는 기판으로부터 서브트랙티브 프로세스(subtractive process)에 의해 또는 그것의 상부와 하부 표면 위에 금속 커버링 없이 기판 위에 추가적인 프로세스에 의해 기판의 상부와 하부 표면 위에 형성된다.
- [0016] 여러 그러한 기판들은 이어서 유체의 프리-프레그(pre-preg)를 적용하고, 이어서 압력과 열을 적용하여 함께 접착된다.
- [0017] PCB의 상부와 하부 층들은 이어서 또 프리-프레그 프로세스를 이용하고, 그 위에 더 얇은 상부와 하부 금속층들을 형성하여 추가된다.
- [0018] 이어서 층들 간 바이어스(vias)를 위해 PCB 안에 드릴로 홀이 만들어지고, 만약 이미 존재하지 않는다면, PCB로 연장되도록 변압기의 윙과 코어가 절단이 된다. 그 다음, 비어 홀이 일렉트로 플레이트(electro-plated)되어 비어를 형성한다.
- [0019] 도 4는 6개의 금속층을 갖는 PCB의 제조 단계별 전체 PCB의 수직 단면도를 도시한다.
- [0020] 도 4에서, 프로세스(1)는 다수의 기판들 간, 그것들의 상부와 하부 표면 위에 금속 트랙과, 프리-프레그와의 접착을 도시한다. 도 2는 PCB의 상부와 하부 금속 표면의 연속되는 추가를 도시한다.
- [0021] 본 문서 전체에, 층의 두께는 평면 층의 하나의 하부 또는 상부 표면에 수직 방향인 층의 치수이다.
- [0022] 도 4에서 분명히 나타났듯이, 프리-프레그 층들은 기판의 그것들보다 두껍다.
- [0023] 프리-프레그 프로세스에 의해 형성된 층들은 프리-프레그 프로세스의 특징 때문에 기판의 층보다 얇게 형성될 수 없다.
- [0024] 표준 제조 프로세스는 층들의 두께의  $\pm 10\%$  공차(tolerance)를 갖는다.
- [0025] 표준 설계 프로세스를 이용하여, 설계될 수 있는 최소 기판 두께는 약  $100\mu\text{m}$ 이며, 설계될 수 있는 최소 프리-프레그 두께는 약  $150\mu\text{m}$ 이다. 그러므로,  $\pm 10\%$ 의 제조 공차 때문에, 최소 실제 기판과 프리-프레그 두께는 각각  $90\mu\text{m}$ 과  $135\mu\text{m}$  만큼 낮아질 수 있다.
- [0026] 프리-프레그가 금속층들 안 인쇄된 트랙들 사이의 갭(gap) 안에 채워지는 것이 가능하도록 하기 위해 프리-프레그 층의 평균 두께는 기판의 그것보다 두껍도록 요구된다.
- [0027] 변압기의 1차 및 2차 측면들 간 2250V의 절연 전압을 제공하기 위하여, 프리-프레그 절연 물질은  $175\mu\text{m}$ 의 최소 두께로 설계되어야 한다. 다시 말해서, 제조 공차 때문에, 만약 적어도  $157.5\mu\text{m}$ 의 두께를 갖는다면 프리-프레그 절연 물질은 2250V 요건을 충족한다.
- [0028] 이에 따라, 도 3에 도시된 완전히 인터리브된 변압기 안 절연 물질은 적어도 두께  $175\mu\text{m}$ ,  $h_h \geq 175\mu\text{m}$ 로 설계되어야 하고, 기판과 프리-프레그의 최소 제조 가능한 두께는 이용될 수 없다.
- [0029] 금속층의 두께에 관해서, 이것은 구리의 온스(ounce)로 명시된다:
- [0030]  $1\text{oz} = 1\text{ft}^2$ 의 영역 위로 펼쳐졌을 때 구리 1온스의 두께
- [0031]  $= 35\mu\text{m}$

- [0032] 도 3에서,  $t_o = 2oz$  그리고  $t_i = 4oz$ .
- [0033] 본 문서 전체에, PCB의 높이는 평면 층의 하나의 상부 또는 하부 표면에 수직 방향인 PCB의 치수이다.
- [0034] 도 3에 도시된 PCB의 총 높이는:
- [0035]  $H1 = (10 \times 4oz) + (2 \times 2oz) + (11 \times 175\mu m)$
- [0036]  $= 3.465mm$
- [0037] 상기에 설명된 완전히 인터리브된 겹쳐진(stacked-up) 다층 PCB의 알려진 배열의 문제는, PCB의 높이가 상대적으로 크고, 이것은 변압기로부터 낮은 열전도율(thermal conductivity)을 초래한다는 것이다.
- [0038] 게다가, 금속 두께 또는 층들의 수를 증가시키는 것은 PCB의 총 높이를 더 증가시키고, 그러므로 열전도율을 더 감소시킨다. 낮은 열전도율은 평면 마그네틱 변압기가 고 전력 응용에 적합하지 않는 결과를 초래한다.

**발명의 내용**

**과제의 해결 수단**

- [0039] 실시예들은 상기에 알아본 몇몇 또는 모든 문제들을 극복하는 평면 마그네틱 변압기를 위한 다층 PCB를 제공한다.
- [0040] 실시예는 평면 마그네틱 변압기의 1차 측면을 위한 제1턴과 평면 마그네틱 변압기의 2차 측면을 위한 제2턴을 제공하기 위한, 다층 PCB를 제공하며, 다층 PCB는 포함한다: 제1턴을 제공하기 위하여 구성된 복수의 전도성 층들(conductive layers); 제2턴을 제공하기 위하여 구성된 복수의 전도성 층들; 복수의 절연 물질의 층들; 그리고: 상기 두 전도성 층들 간 전기적 절연을 제공하기 위하여 절연 물질의 각 층이 두 전도성 층들 사이에 배열된다; 그리고 둘 이상의 인접한 전도성 층들의 그룹은 모두 제1턴의 전도성 층들이며, 제2턴의 전도성 층들 사이에 모두 배열되고, 제1턴의 층들의 그룹 안 적어도 한 쌍의 인접한 전도성 층들 간 절연 물질의 두께는 제1턴의 전도성 층과 제2턴의 전도성 층 간 절연 물질의 두께보다 작다.
- [0041] 이러한 특징의 결과로서, PCB 안 층들의 적어도 하나의 두께가 감소되기 때문에 PCB의 높이는 알려진 설계보다 작다. PCB의 감소된 높이는 PCB의 열전도율을 개선시킨다. 제1턴과 제2턴 사이에 기생 용량성 결합 또한 알려진 완전히 인터리브된 설계보다 낮다. 비록 완전히 인터리브되지 않지만, 제1와 2차 측면의 턴은 부분적으로 인터리브되며, 그래서 1차 측면과 2차 측면 사이에 좋은 마그네틱 결합이 유지된다.
- [0042] 선택적으로, 둘 이상의 인접 전도성 층들의 그룹은 모두 제2턴의 전도성 층이며, 제1턴의 전도성 층들 사이에 모두 배열되고, 제2턴의 층들의 그룹 안에 인접한 전도성 층들의 적어도 한 쌍 사이에 절연 물질의 두께가 제2턴의 전도성 층과 제1턴의 전도성 층 간 절연 물질의 두께보다 작다.
- [0043] 유리하게, 인접한 층들을 함께 변압기의 양면 위로 그룹핑함으로써, PCB의 높이는 더 감소될 수 있고, 열전도율은 더 개선될 수 있으며, 기생 정전용량(parasitic capacitance)은 더 감소될 수 있다.
- [0044] 선택적으로, 복수의 전도성 층들은 다음과 같이 적어도 4개 그룹으로 배열된다: 둘 이상의 인접한 전도성 층들의 제1그룹은 모두 제1턴의 전도성 층들이며, 두번째 턴의 전도성 층들 사이에 모두 배열되고, 제1턴의 층들의 제1그룹 안 적어도 한 쌍의 인접한 전도성 층들의 사이의 절연 물질의 두께는 제1턴의 전도성 층과 제2턴의 전도성 층 사이에 절연 물질의 두께보다 작다; 둘 이상의 인접한 전도성 층들의 제2그룹은, 둘 이상의 인접한 전도성 층들의 제1그룹 안에 층을 포함하지 않으며, 모두 제1턴의 전도성 층들이며, 제2턴의 전도성 층들 사이에 모두 배열되고, 제1턴의 층들의 제2그룹 안 적어도 한 쌍의 인접한 전도성 층들의 사이에 절연 물질의 두께는 제1턴의 전도성 층과 제2턴의 전도성 층 간 절연 물질의 두께보다 작다; 둘 이상의 인접한 전도성 층들의 제3그룹은 모두 제2그룹의 전도성 층들이며, 제1턴의 전도성 층들 사이에 모두 배열되고, 제2턴의 층들의 제3그룹 안 적어도 한 쌍의 인접한 전도성 층들 간 절연 물질의 두께는 제2턴의 전도성 층과 제1턴의 전도성 층 간 절연 물질의 두께보다 작다; 그리고 둘 이상의 인접한 전도성 층들의 제4그룹은, 둘 이상의 인접한 전도성 층들의 제3그룹 안 층을 포함하지 않으며, 모두 제2턴의 전도성 층들이며, 제1턴의 전도성 층들 사이에 모두 배열되며, 제2턴의 층들의 제4그룹 안 적어도 한 쌍의 인접한 전도성 층들 간 절연 물질의 두께는 제2턴의 전도성 층과 제1턴의 전도성 층 간 절연 물질의 두께보다 작다.
- [0045] 유리하게, 변압기의 양면 위에 한 그룹 이상으로 인접한 층들을 함께 그룹핑함으로써, 좋은 마그네틱 결합이 유



지되고, PCB의 높이는 더 감소될 수 있으며, 열전도율이 더 개선될 수 있고, 기생 정전용량이 더 감소될 수 있다.

- [0046] 선택적으로, 제1턴의 한 쌍의 두 인접한 전도성 층들은 절연 물질로서 인접한 전도성 층들 사이에 제공된 라미네이트를 가지며 전도성 층들이 라미네이트 위에 형성된다.
- [0047] 유리하게, 라미네이트 위에 전도성 층을 형성함으로써, 전도성 층들 간 간격이 작아질 수 있고, PCB의 높이는 더 감소될 수 있다.
- [0048] 선택적으로, 제2턴의 한 쌍의 두 인접한 전도성 층들은 절연 물질로서 인접한 전도성 층들 사이에 제공된 라미네이트를 가지며, 전도성 층들이 라미네이트 위에 형성된다; 그리고, 선택적으로, 제1턴의 한 쌍의 인접한 전도성 층들은 절연 물질로서 인접한 전도성 층들 사이에 제공된 라미네이트를 가지며, 전도성 층들은 라미네이트 위에 형성된다.
- [0049] 유리하게, 라미네이트 위에 가능한 한 많은 전도성 층들을 형성함으로써, 전도성 층들간 간격은 표준 제조 기술과 함께 가능한 한 작아질 수 있으며, PCB의 높이도 더 감소될 수 있다.
- [0050] 선택적으로, 제1턴의 전도성 층과 제2턴의 전도성 층 사이에 절연 물질은 프리-프레그이다.
- [0051] 선택적으로 라미네이트의 두께는 90 $\mu\text{m}$ 에서 110 $\mu\text{m}$  범위의 값을 가지며; 프리-프레그의 두께는 157.5 $\mu\text{m}$ 에서 192.5 $\mu\text{m}$  범위의 값을 갖는다.
- [0052] 유리하게, 변압기의 1차 측면과 2차 측면들 간 절연 요건이 유지된다.
- [0053] 상기 설명된 제1턴은 변압기의 1차 측면의 턴일 수 있으며, 제2턴(turnings)은 변압기의 2차 측면의 턴일 수 있다.
- [0054] 대안으로, 상기 설명된 제1턴은 변압기의 2차 측면의 턴일 수 있으며, 제2턴은 변압기의 1차 측면의 턴일 수 있다.
- [0055] 또 다른 실시예는 평면 마그네틱 변압기의 1차 측면의 제1턴과 평면 마그네틱 변압기의 2차 측면의 제2턴을 제공하기 위한 복수의 층들을 포함하는 다층 PCB를 제조하는 방법을 제공하며, 방법은 포함한다: 적어도 두개의 전도성 층들의 그룹을 형성하고, 그 그룹의 인접한 전도성 층들은 절연 물질의 층에 의해 서로 분리되며; 전도성 층들의 그룹 위에 적어도 하나의 전도성 층을 형성하고, 적어도 하나의 전도성 층은 절연 물질의 층에 의하여 그룹의 전도성 층으로부터 분리되며; 전도성 층들의 그룹 아래에 적어도 하나의 또다른 전도성 층을 형성하고, 적어도 하나의 또다른 전도성 층은 절연 물질의 층에 의하여 그룹의 전도성 층으로부터 분리되며; 전도성 층들의 그룹 안에 모든 전도성 층들을 연결하여 모든 전도성 층들이 제1턴을 제공하고; 및 제2턴을 제공하기 위하여 상기 적어도 하나의 전도성 층과 상기 적어도 하나의 또다른 전도성 층을 연결하고; 제1턴의 전도성 층들의 그룹 안에 적어도 한 쌍의 인접한 전도성 층들 간 절연 물질의 두께는 제1턴의 전도성 층과 제2턴의 전도성 층 사이 절연 물질의 두께보다 작다.
- [0056] 유리하게, 제조된 PCB의 높이는 PCB 안 층들의 적어도 하나의 두께가 감소되기에 알려진 설계보다 낮다. PCB의 감소된 높이는 PCB의 열전도율을 개선시킨다. 제1턴과 제2턴 간 기생 용량성 결합 또한 알려진 완전히 인터리브된 설계보다 낮다. 비록 완전히 인터리브되지 않지만, 제1와 2차 측면들의 턴은 부분적으로 인터리브되고, 그래서 1차 측면과 2차 측면들 간 마그네틱 결합은 좋다.
- [0057] 선택적으로, 적어도 두 전도성 층들의 그룹을 형성하는 것은 포함한다: 라미네이트의 상부와 하부 표면 위 전도성 층들의 그룹의 두 인접한 전도성 층들을 형성하고, 라미네이트는 인접한 전도성 층들 사이에 절연 물질을 제공하며, 그리고 라미네이트의 두께는 제1턴의 인접한 전도성 층과 제2턴의 전도성 층 사이에 절연 물질의 두께보다 작다.
- [0058] 유리하게, 라미네이트 위에 전도성 층들을 형성함으로써, 전도성 층들 간 간격이 표준 제조 기술과 함께 가능한 한 작아질 수 있고, PCB의 높이도 더 감소된다.
- [0059] 선택적으로, 적어도 두개의 전도성 층들의 그룹을 형성하는 것을 더 포함한다: 제2 라미네이트의 상부와 하부 표면 위에 전도성 층들의 그룹의 두 인접한 전도성 층들을 형성하고, 제2 라미네이트는 두 전도성 층들 사이에 절연 물질을 제공하며; 그리고 전도성 층들이 절연 물질의 층들에 의해 분리되도록 제2 라미네이트의 전도성 층을 다른 라미네이트의 전도성 층에 접착하며, 그룹의 전도성 층들 간 절연 물질은 라미네이트보다 두껍고, 제1턴의 인접한 전도성 층과 제2턴의 전도성 층 간 절연 물질의 두께보다 작다.

- [0060] 유리하게, 변압기의 모든 동일한 면의 4개 근접한 층들의 그룹이 층들 간 최소 총 간격으로 형성된다.
- [0061] 선택적으로, 방법은 모든 인접한 전도성 층들을 분리하는 절연 물질의 층과 함께 제1권선의 3개의 인접한 전도성 층들의 그룹을 형성하기 위하여 또다른 전도성 층을 제1턴의 두 인접한 전도성 층들의 전도성 층에 접착하는 것을 더 포함하고, 또다른 전도성 층과 상기 두 인접한 전도성 층들 간 절연 물질은 라미네이트보다 두껍고, 제1턴의 인접한 전도성 층과 제2턴의 전도성 층 간 절연 물질보다 덜 두껍다.
- [0062] 유리하게, 변압기의 모든 동일한 면의 3개의 인접한 층들의 그룹은 층들 간 최소 총 간격으로 형성된다.
- [0063] 선택적으로, 전도성 층들의 접착은 프리-프레그 프로세스를 이용하여 수행되고, 접착된 층들 간에 절연 물질로서 프리-프레그를 제공한다; 그리고 상기 방법을 따라 제조된 다층 PCB는 90 $\mu\text{m}$ 에서 110 $\mu\text{m}$  범위에 라미네이트 두께를 가지며; 제1턴의 인접한 전도성 층들 간 프리-프레그의 두께는 135 $\mu\text{m}$ 에서 165 $\mu\text{m}$  범위에 있으며; 및 제2턴의 인접한 전도성 층과 제1턴의 전도성 층 간 프리-프레그의 두께는 157.5 $\mu\text{m}$ 에서 192.5 $\mu\text{m}$  범위에 있다.
- [0064] 유리하게, PCB 안 절연 물질의 두께는 표준 제조 기술과 함께 가장 낮은 높이의 PCB를 가능하게 한다.
- [0065] 상기 설명된 방법에 따라 제조된 다층 PCB는 변압기의 1차 측면의 턴인 제1턴과 변압기의 2차 측면의 턴인 제2턴을 가질 수 있다.
- [0066] 대안으로, 상기 설명된 방법으로 제조된 다층 PCB는 변압기의 2차 측면의 턴인 제1턴과 변압기의 1차 측면의 턴인 제2턴을 가질 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0067] 첨부된 도면과 관련하여, 단지 예로서, 실시예들이 이제 설명될 것이다:
  - 도 1은 평면 마그네틱 요소들을 이용한 SMPS의 일반적인 구조를 도시한다;
  - 도 2는 알려진 평면 마그네틱 변압기의 조립되지 않은 부품을 도시하는 도해도이다;
  - 도 3은 알려진 완전히 인터리브된 12층 PCB의 수직 단면도이다;
  - 도 4는 그것의 제조 프로세스 동안 다른 단계별 알려진 다층 PCB를 도시하는 도해도이다;
  - 도 5는 실시예에 따른 다층 PCB의 수직 단면도를 도시한다.
  - 도 6은 실시예에 따른 다층 PCB의 수직 단면도를 도시한다.
  - 도 7은 실시예에 따른 다층 PCB의 수직 단면도를 도시한다.
  - 도 8은 실시예에 따른 다층 PCB의 수직 단면도를 도시한다.
  - 도 9는 실시예에 따른 방법으로 수행되는 작동을 도시하는 흐름도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0068] 실시예들은 다층 PCB 위에 형성된 평면 마그네틱 변압기의 권선 배열을 제공한다. 실시예들에 따른 권선 배열은 변압기로부터의 열 전도를 개선시켜 변압기는 알려진 평면 변압기 설계보다 더 높은 전력 응용에 이용될 수 있다.
- [0069] PCB의 낮아진 높이 또한 실현 가능하다.
- [0070] 게다가, 변압기 안 기생 용량성 결합은 알려진 완전히 인터리브된 변압기 설계보다 낮다. 누설 인덕턴스는 알려진 완전히 인터리브된 변압기 설계로부터 현저히 증가되지 않으며, 1차 측면과 2차 측면들 간 좋은 마그네틱 결합이 유지된다.
- [0071] 실시예들은 PCB 안 절연 층들의 몇몇의 두께를 감소시킴으로써 상기 이점들을 실현한다.
- [0072] 이것은 PCB의 감소된 높이, 및/또는 PCB 내 금속층의 증가된 두께, 및/또는 금속층들의 증가된 수를 가능하게 한다.
- [0073] 실시예들에 따르면, 변압기의 1차 측면과 2차 측면들의 권선이 인터리브된 방법이 알려진 배열과 비교하여 변화된다.

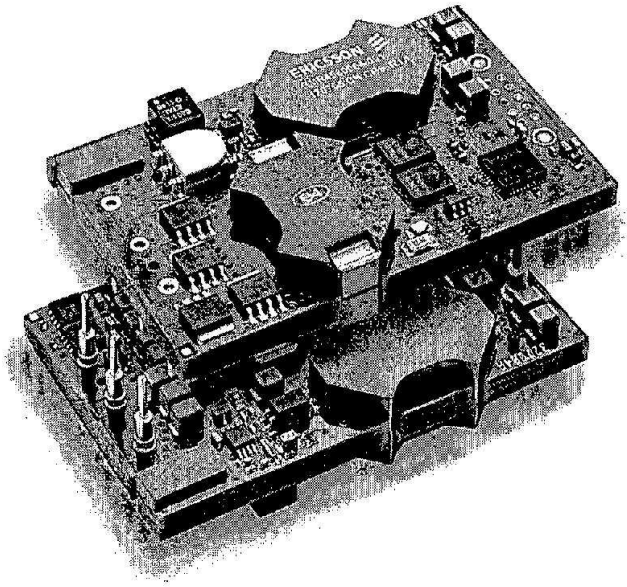
- [0074] 도 5에서 8은 실시예들에 따른 다층 PCB의 수직 단면도를 도시한다.
- [0075] 실시예들에서, 1차 측면과 2차 측면들의 권선은 도 2와 3에 도시된 알려진 변압기 설계와 같이 완전히 인터리브 되지 않는다.
- [0076] 대신에 변압기의 동일한 면을 위한 권선을 형성하는 둘 이상의 층들이 그룹 안에 서로 인접하여 배열된다. 이 그룹은 이어서 층, 또는 층들의 그룹 사이에, 변압기의 다른 면을 위한 권선을 형성하며 인터리브된다. 그룹의 층들 간 절연 물질의 두께는 알려진 완전히 인터리브된 설계로 간격을 갖는 층보다 낮게 만들어진다. 후에 더 자세히 설명될 것이지만, 그룹 안 층들이 모두 변압기의 동일한 면을 위한 권선을 제공하고 변압기의 다른 면들 위의 인접한 층들보다 층들 간에 전기적 절연이 유지됨을 보장하기 위하여 이러한 층들 간 간격이 요건에 의하여 덜 제한되기 때문에 그룹의 전도성 층들 간 절연 물질의 두께를 감소시키는 것이 가능하다.
- [0077] 그룹이 형성될 때, 바람직하게 그룹 안 금속층들은 절연 물질을 제공하는 기관 위에 기초한다. 유리하게, 프리-프레그 프로세스를 이용하는 것보다 기관을 대거나, 또는 둘러진 기관으로부터 금속을 제거함에 의해 구조가 형성되기 때문에 기관을 이용하는 것은 더 얇은 절연 물질이 실현되는 것을 가능하게 한다.
- [0078] 다층 PCB의 금속층을 위해 이용된 금속은 구리일 수 있다.
- [0079] 도 5에서 8은 실시예들에 따른 층들의 다른 배열을 도시한다.
- [0080] 도 5와 6은 1차 측면과 2차 측면들의 층들이 PCB 안에 두 그룹으로 배열된, 상부와 하부 층으로서 단지 단일층이 제공된 실시예를 도시한다.
- [0081] 그러므로, 예컨대, 각 층(2),(4),(6),(8),(10)과 (12)는 변압기의 1차 측면을 위한 하나 이상의 권선을 제공하며, 반면 각 층(14), (16), (18)과 (20)은 변압기의 2차 측면을 위한 하나 이상의 권선을 제공한다. 층(22)와 (24)는 단일층이며, 각각 2차 측면을 위한 하나 이상의 권선을 제공한다. 그러므로 층(2)와 (4)는 1차 측면을 위한 층들의 제1그룹을 구성하고, 층(6)과 (8)은 1차 측면을 위한 층들의 제2그룹을 구성하며, 층(10)과 (12)는 1차 측면을 위한 층들의 제3그룹을 구성한다. 층(14)와 (16)은 2차 측면을 위한 층들의 제1그룹을 구성하고, 층(18)과 (20)은 2차 측면을 위한 층들의 제2그룹을 구성한다. 2차 측면을 위한 제1와 제2그룹이 1차 측면을 위한 제1, 제2 및 제3그룹과 함께 인터리브된다. 도 5와 6의 실시예들에서, 각 그룹은 두 층들을 포함한다. 그러나, 하단에 설명될 것처럼, 각 그룹은 둘 이상의 층들을 가지며, 각 그룹 안 층들의 수는 동일할 필요가 없다.
- [0082] 유리하게, 각 그룹 안에서, 각 층 사이에 이용되는 프리-프레그의 증가된 두께 없이 기관의 상부와 하부 표면 위에 두개의 층들이 형성될 수 있다.
- [0083] 각 그룹 안 금속층들이 모두 변압기의 동일한 면 위에 권선을 제공하기 때문에, 금속층들 간 전위차는 상대적으로 작고, 그것들 사이에 용량성 결합이 작다. 각 그룹 안 금속층들 간 절연을 유지할 필요가 여전히 있지만, 요구된 절연은 보통 500V이며, 변압기의 다른 면들 위 층들 간에 제공되어야 하는 2250V의 절연 전압보다 더 가까운 층 간격을 가능하게 한다.
- [0084] 이에 따라, 그룹 안 금속층 간에 간격은 변압기의 다른 면들 위에 권선을 제공하는 금속층들 간 간격보다 낮게 만들어질 수 있고, 절연이 제공된다는 보장을 위해 보다 제한적인 요건과 용량성 결합에 의해 제한된다. 도 5에서 8은 변압기의 다른 면들 위에 권선을 제공하는 인접한 층들 간 간격이 그러므로 도 3의 간격  $h_1$ 처럼 동일한 절연 요건에 의하여 제지된다.
- [0085] 도 5에서, 가장 위와 가장 낮은 금속층은 2oz의  $t_0$  두께를 가지며, 내부 금속층들은 4oz의  $t_1$  두께를 갖는다. 변압기의 동일한 면 위에 코일을 제공하는 금속층들 간 기관  $h_1$ 의 두께는 최소 설계 가능한 두께  $100\mu\text{m}$ 이고, 그러므로  $\pm 10\%$  제조 공차 때문에 실제로는  $90\mu\text{m}$ 에서  $110\mu\text{m}$ 이다. 변압기의 다른 면들 위에 코일을 제공하는 금속층들 간 절연 물질  $h_0$ 가 프리-프레그에 의하여 제공되고, 2250V 절연 요건 때문에,  $175\mu\text{m}$ 가 되도록 설계되며, 그러므로 실제로는  $\pm 10\%$  제조 공차 때문에  $157.5\mu\text{m}$ 에서  $192.5\mu\text{m}$  범위 안에 있다.
- [0086] 도 5에서 PCB의 총 높이는 그러므로:
- [0087] 
$$H2 = (10xt_1) + (2xt_0) + (6xh_h) + (5xh_1)$$
- [0088] 
$$= (10x4oz) + (2x2oz) + (6x175\mu\text{m}) + (5x100\mu\text{m})$$
- [0089] 
$$= 3.090\text{mm}$$

- [0090] 도 5의 배열은 그러므로 PCB 안 몇몇 층들 간 간격이 줄어들기 때문에, 도 3에 도시된 알려진 배열보다 더 낮은 높이를 갖는 12층 다층 PCB를 제공한다. 유리하게, 이것은 PCB의 열전도율을 개선시킬 뿐만 아니라 기생 정전 용량을 감소시킨다. 비록 누설 인덕턴스가 증가되었지만, 증가는 크지 않고, 변압기의 다른 면들 간 좋은 마그네틱 결합이 유지된다.
- [0091] 도 6에 도시된 배열은 도 5보다 두꺼운 금속층을 이용하고, 도 3에 도시된 알려진 다층 PCB처럼 동일한 PCB 높이를 갖도록 설계될 수 있다. 도 6에 도시된 설계는 금속층들이 더 두껍기 때문에 더 낮은 저항을 갖는다.
- [0092] 도 6에서, 도 5에 도시된 PCB와의 유일한 차이점은 5oz로 증가된 내부 금속층들,  $t_{12}$ 의 두께이다.
- [0093] 도 6에 도시된 PCB의 높이는 그러므로:
- [0094] 
$$H4 = (10xt_{i2}) + (2xt_o) + (6xh_h) + (5+h_1)$$
- [0095] 
$$= (10x5oz) + (2x2oz) + (6x175\mu m) + (5x100\mu m)$$
- [0096] 
$$= 3.440mm$$
- [0097] 도 7과 8은 1차 측면과 2차 측면들 위 그룹 안 층들의 수가 상이한 다른 가능한 배열을 도시한다. 그러나, 각 경우에서, 층들의 각 그룹은 변압기의 동일한 각 층을 위한 권선을 제공하는 적어도 2개 층들을 포함한다. 주어진 금속층들의 수를 위하여, 2차 측면들의 금속층과 1차 측면의 금속층에 인접한 절연 물질의 층들의 수가 감소되고, 그리고 절연 물질의 더 많은 층들이 더 얇은 절연 물질에 의하여 제공될 수 있기 때문에, 층들의 이러한 배열은 도 5와 6에 도시된 것들보다 더 낮은 높이를 갖는 PCB를 실현하도록 이용될 수 있다.
- [0098] 도 7은 2개 층들의 그룹들을 포함하는 1차 측면과 4개 층들의 그룹들을 포함하는 2차 측면을 갖는 14층 PCB를 도시한다.
- [0099] 4개 층의 각 그룹은 양쪽 면 위에 구리로 덮인, 최소 기판 두께,  $h_{12}$ 를 갖는 기판을 포함한다. 각 그룹에서 두개의 구리로 덮인 기판들은 프리-프레그의 최소 설계 가능한 두께,  $150\mu m$ (실제로는  $\pm 10\%$  제조 공차로 인해  $135\mu m$ 에서  $165\mu m$  사이에 있다),  $h_{1p}$ 을 제공하는 프리-프레그 프로세스를 이용하여 함께 접착된다.
- [0100] 도 7에서 PCB의 총 높이는:
- [0101] 
$$H5 = (12xt_i) + (2xt_o) + (4xh_{hp}) + (5xh_{11}) + (4xh_{1p})$$
- [0102] 
$$= (12x4oz) + (2x2oz) + (4x175\mu m) + (5x100\mu m) + (4x150\mu m)$$
- [0103] 
$$= 3.620mm$$
- [0104] 도 8은 12층 PCB의 또 다른 배치를 도시한다. 1차 측면은 각 2개 층들을 포함하는 3개의 그룹을 가지며, 반면 제2그룹은 각 3개 층들을 포함하는 두 그룹을 갖는다.
- [0105] 3개 층들의 각 그룹은 최소 설계 가능한 두께,  $h_{11}$ 으로 기판의 양면 위에 층들의 2개를 형성하고, 이어서 기판 위에 형성된 금속층과 제3 금속층 사이에 최소 설계 가능한 두께,  $h_{1p}$ 으로 프리-프레그의 층을 제공함으로써 구성된다.
- [0106] 도 8에서 PCB의 총 높이는:
- [0107] 
$$H3 = (10xt_i) + (2xt_o) + (3xh_{11}) + (2xh_{h1}) + (4xh_{1p}) + (2xh_{hp})$$
- [0108] 
$$= (10x4oz) + (2x2oz) + (3x100\mu m) + (2x175\mu m) +$$
- [0109] 
$$(4x150\mu m) + (2x175\mu m)$$
- [0110] 
$$= 3.140mm$$
- [0111] 도 7과 8에서 도시된 배열은 절연 요건이 500인 400V 응용과 같은 고 전압 응용에 특히 적합하며, 예컨대, 절연 요건을 충족하기 위하여 변압기의 다른 면들 위에 층들 간  $175\mu m$ 보다 더 크게 설계된 간격이 요구된다. 모든 금속층들 간 절연 물질은 프리-프레그에 의하여 제공될 수 있다. 그룹 안 인접한 층들 간에 이용되는 프리-프레그의 더 얇은 두께에 의해 본 실시예의 이점이 실현된다.

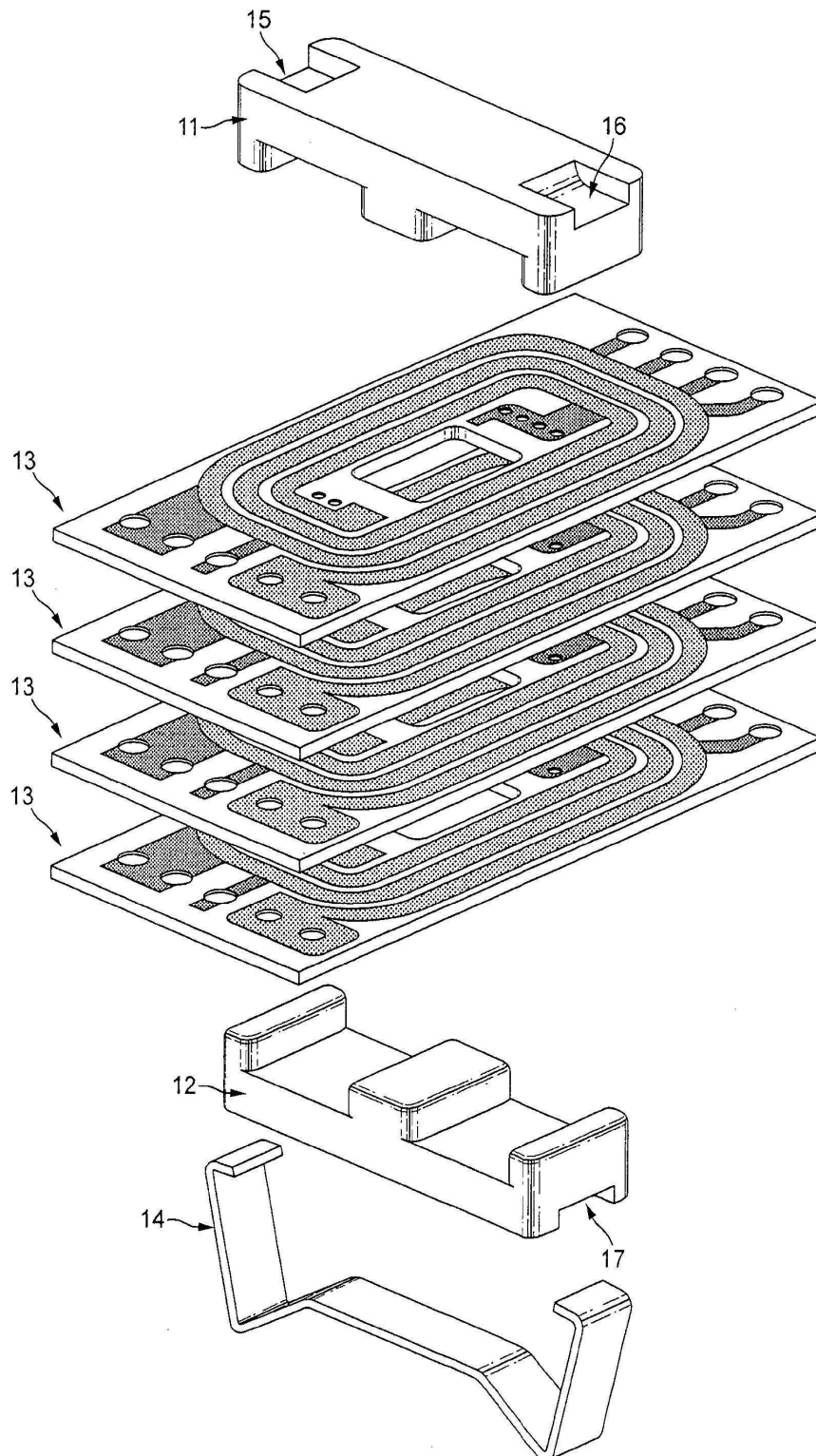
- [0112] 도 9는 실시예에 따라 다층 PCB를 제조하는 방법이 수행되는 작용을 도시한다.
- [0113] 제조 프로세스는 단계(901)에서 시작한다.
- [0114] 단계(903)에서, 적어도 두 전도성 층들(6,8)의 그룹이 형성되고, 그 그룹의 인접한 전도성 층들이 절연 물질의 층에 의해 서로로부터 분리된다.
- [0115] 단계(905)에서, 전도성 층들의 그룹 위에 적어도 한 전도성 층(16)이 형성되고, 적어도 한 전도성 층(16)이 절연 물질의 층에 의해 그룹의 전도성 층으로부터 분리된다.
- [0116] 단계(907)에서, 전도성 층들의 그룹 하부에 적어도 또다른 전도성 층(18)이 형성되고, 적어도 하나의 또 다른 전도성 층이 절연 물질의 층에 의해 그룹의 전도성 층으로부터 분리된다.
- [0117] 단계(909)에서, 전도성 층들(6,8)의 그룹 안 모든 전도성 층들이 연결되어 모든 전도성 층들이 제1권선을 제공한다.
- [0118] 단계(911)에서, 상기 적어도 하나의 전도성 층(16)과 상기 적어도 또다른 전도성 층(18)이 제2권선을 제공하기 위해 연결된다.
- [0119] 상기 방법에 따라 제조된 다층 PCB에서, 제1권선의 전도성 층들(6,8)의 그룹 안에 적어도 한 쌍의 인접한 전도성 층들 간 절연 물질의 두께는 제1권선의 전도성 층과 제2권선의 전도성 층(16) 간 절연 물질의 두께보다 작다.
- [0120] 변압기의 적어도 한 면이 두 개의 금속층들 간 인터리브된 다른 면으로부터 코일 없이 변압기의 그 면을 위한 코일을 제공하는 적어도 두개의 인접한 금속층을 갖는다면 도 5에서 도 8까지 도시된 것들보다 금속층들의 다른 배열이 실시예의 이점을 실현하기 위하여 가능하다. 금속층들의 그룹들은 어떤 수의 층들을 포함할 수 있고, 도 5에서부터 8에 도시된 2개, 3개, 또는 4개에 제한되지 않는다.
- [0121] 변압기의 총 턴 비율은 이용된 평행 층들의 수와 각 층위에 코일의 수에 의하여 결정된다. 예컨대, 도 5에서 도시된 배열은 4:1 턴 비율을 가지도록 설계될 수 있다.
- [0122] 다층 PCB 구조 안 몇몇 층들 간 절연 물질의 두께가 감소되기 때문에, 변압기의 열 전달이 개선된다. 1차 측면과 2차 측면들 간 기생 용량성 결합이 또한 감소된다.
- [0123] 실시예에 따른 평면 마그네틱 변압기의 이점은 그룹의 인접한 층들이 권선의 동일한 코일을 제공할 때 특히 크다. 동일한 코일, 또는 턴을 제공하는 둘 이상의 인접한 층들을 이용함으로써, 저항은 감소된다.
- [0124] 그룹의 인접한 층들 간 간격이 기판 위에 금속층들을 형성함으로써 제공될 수 있다. 이것은 프리-프레그 층으로 실현 가능한 그것보다 낮은 절연 물질 두께를 가능하게 한다.
- [0125] 도 5에서 도시된 예시에서, 절연 물질의 두께는 그룹 안 인접한 층들 간에 175 $\mu$ m에서 100 $\mu$ m으로 감소되었다. PCB의 높이는 도 3에 도시된 알려진 배열보다 약 10% 작다. 기생 정전 용량 또는 누설 인덕턴스의 어떠한 증가 없이 열 저항 또한 18% 감소되었다.
- [0126] 유리하게, 더 낮은 높이를 갖는 변압기가 주어진 전력 요건을 위해 실현될 수 있다.
- [0127] 도 6에 도시된 실시예는 도 3에 도시된 설계보다 19% 낮은 저항을 갖고, 18% 낮은 열 저항을 갖는다. 이에 따라, 실시예에 따른 변압기 설계는 도 3에 도시된 알려진 변압기처럼 대략 동일한 기계적 외부 크기를 갖지만, 20% 더 높은 전력에 작동할 수 있다. 개선은 낮은 저항과, 또한 개선된 열전도율을 제공하는 두꺼워진 금속 트랙에 의하여 제공된다.
- [0128] 청구항에 의해 규정된 바와 같은 발명의 범위로부터 벗어남 없이 많은 수정과 변형이 상기에 설명된 실시예들에 대해 만들어질 수 있다.

도면

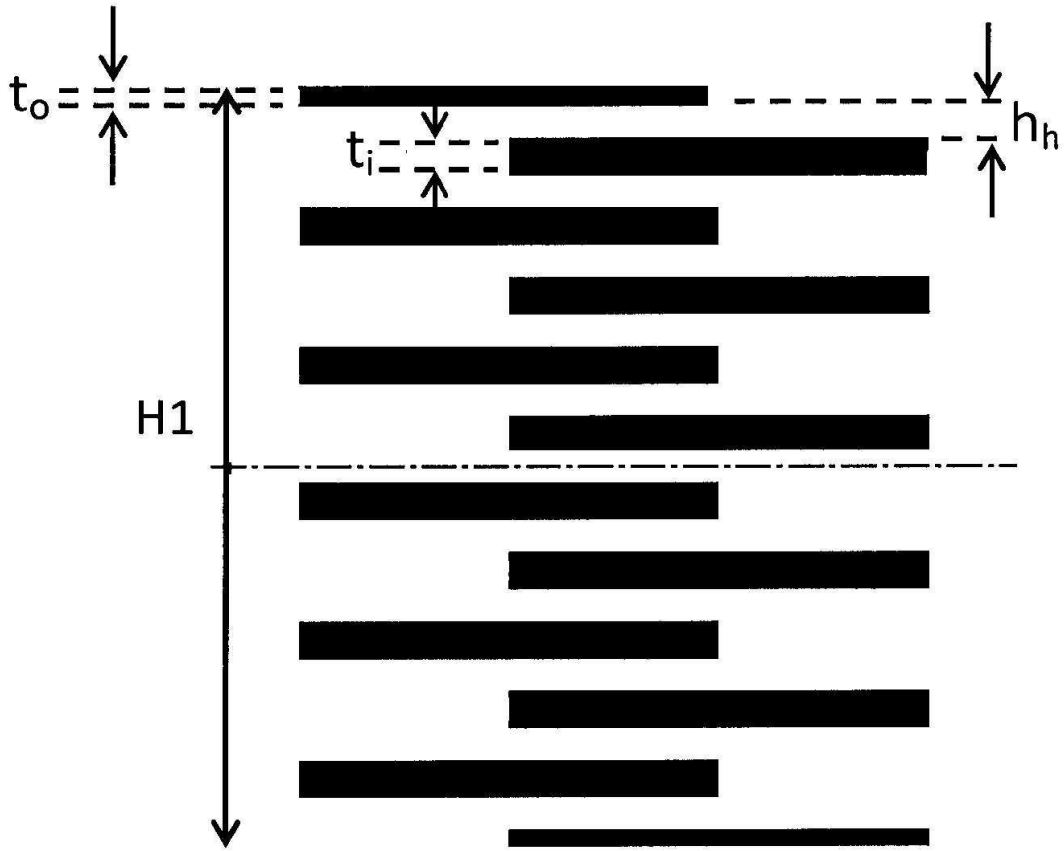
도면1



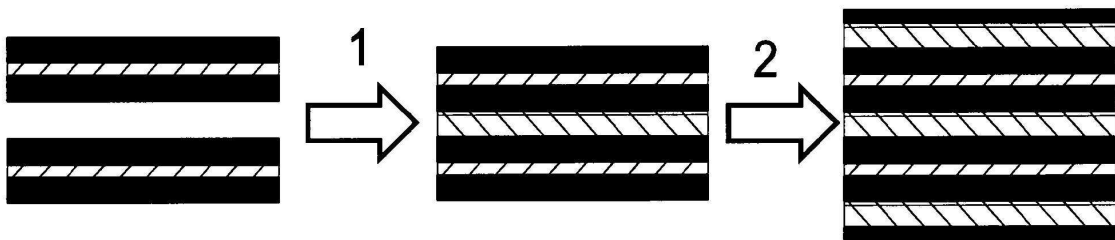
도면2



도면3



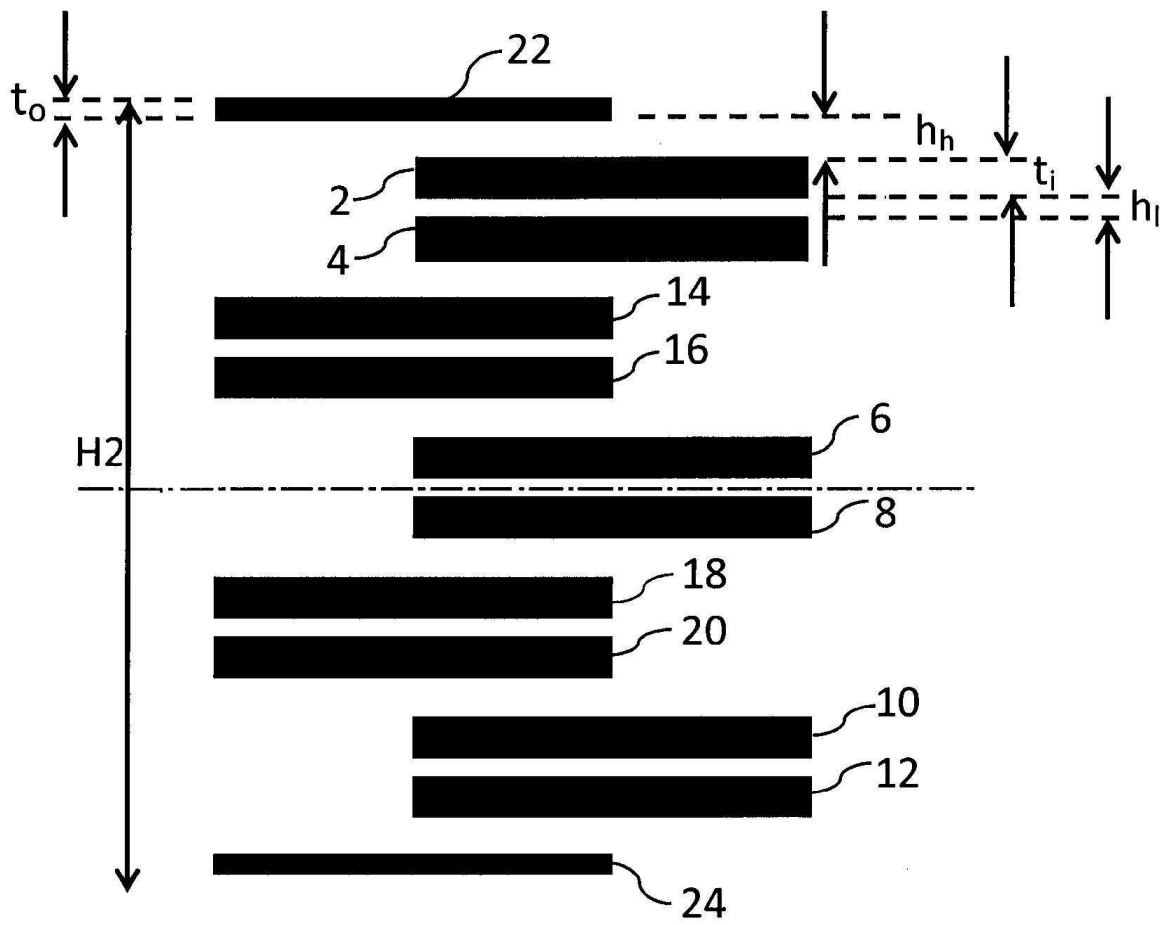
도면4



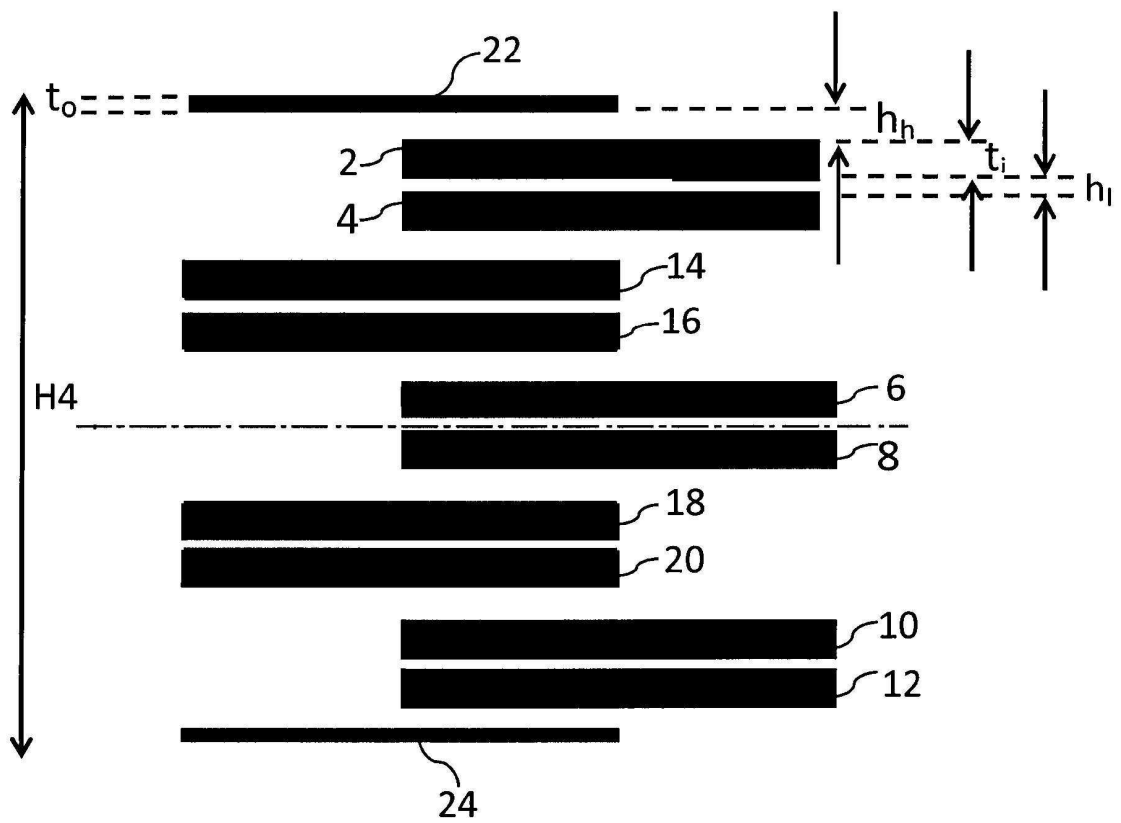
구리
  라미네이트
  프리-프레그



도면5

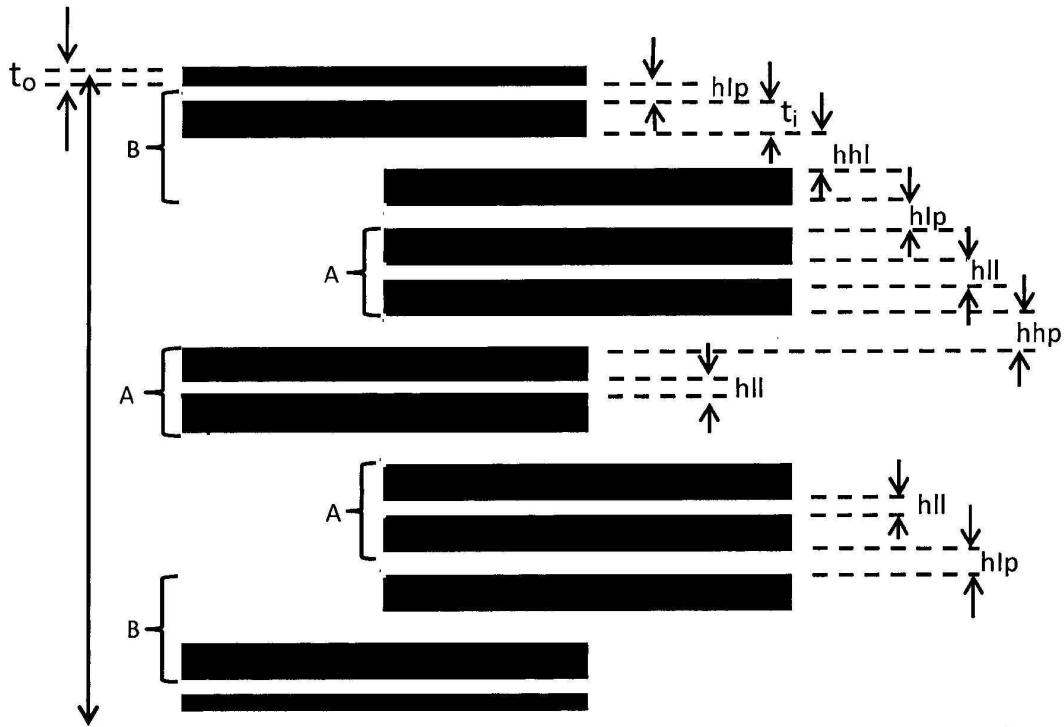


도면6



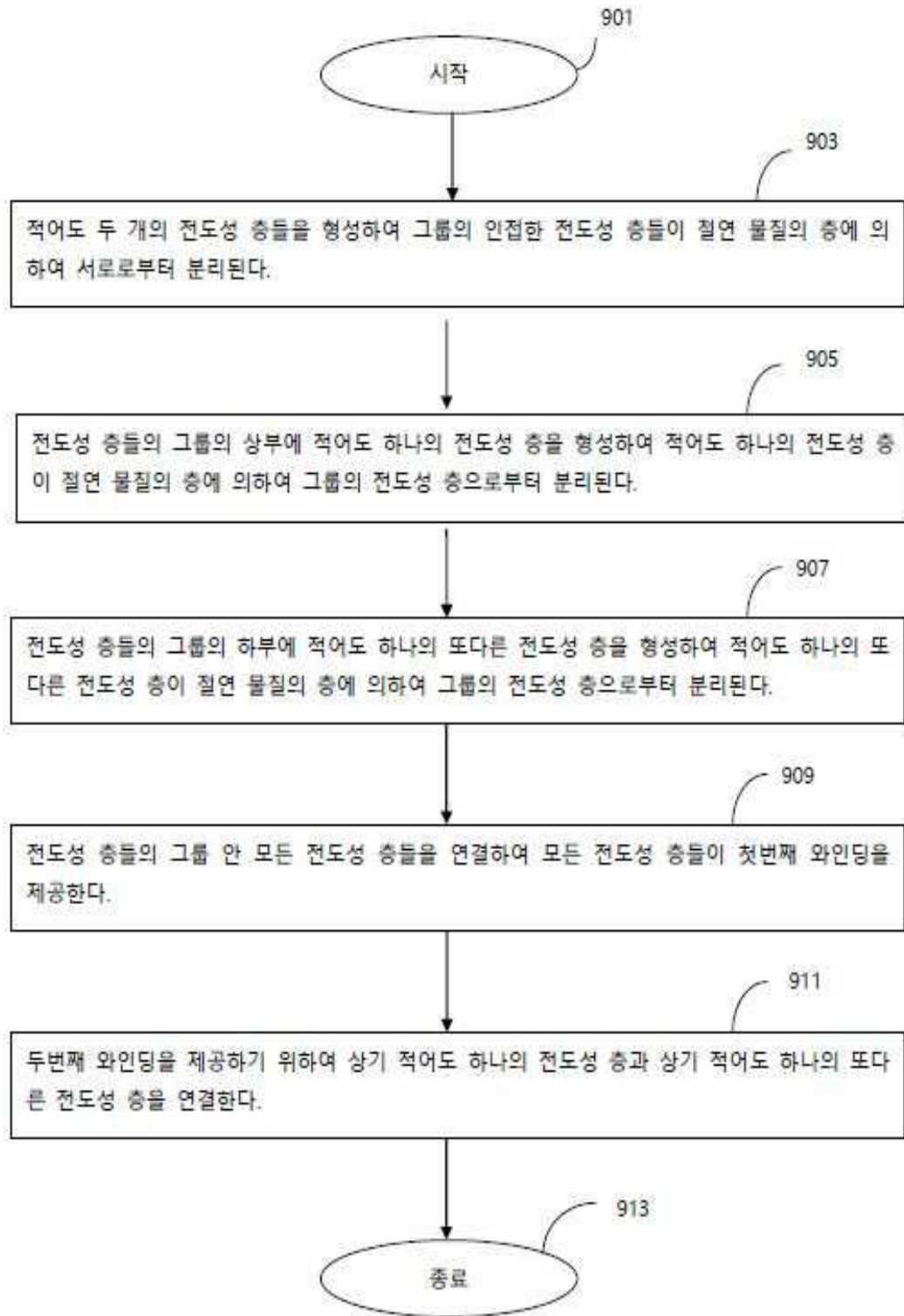


도면8



- A- 구리로-덮인 미니-라미네이트
- B- 구리로-덮인 두꺼운-라미네이트

도면9



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 제11항

【변경전】

~ 상기 전도성 층들이 분리되도록 상기 제2기관의 전도성 층을 상기 다른 기관의 전도성 층에 접촉하며, ~

**【변경후】**

~ 상기 전도성 층들이 분리되도록 상기 제2기판의 전도성 층을 다른 기판의 전도성 층에 접착하며, ~