(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년09월18일
(11) 등록번호 10-2579440
(24) 등록일자 2023년09월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05K 7/20 (2006.01) *H02M 7/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H05K 7/209 (2013.01)
H02M 7/003 (2021.05)
(21) 출원번호 10-2019-0001247
(22) 출원일자 2019년01월04일
심사청구일자 2021년09월30일
(65) 공개번호 10-2020-0085116
(43) 공개일자 2020년07월14일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020160050282 A
KR1020170069322 A
KR1020180038597 A
JP2016063625 A

(73) 특허권자
현대모비스 주식회사
서울특별시 강남구 테헤란로 203 (역삼동)
(72) 발명자
박유철
경기도 용인시 기흥구 마북로240번길 17-2 (마북동)
(74) 대리인
특허법인지명

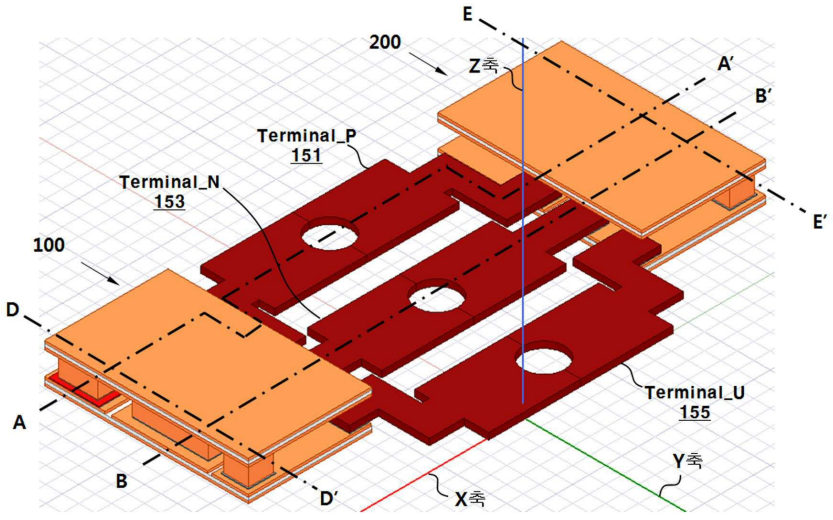
전체 청구항 수 : 총 11 항 심사관 : 양진석

(54) 발명의 명칭 **양면 냉각형 파워 모듈**

(57) 요 약

본 발명의 양면 냉각형 파워 모듈은 제1 상부기판, 제1 하부 기판 및 상기 제1 상부기판과 상기 제1 하부 기판 사이에 임베딩된 상기 하이-사이드 다이오드 소자와 상기 로우-사이드 스위칭 소자를 포함하도록 모듈화된 제1 파워 모듈; 및 제2 상부 기판, 제2 하부 기판 및 상기 제2 상부기판과 상기 제2 하부 기판 사이에 임베딩된 상기 하이-사이드 스위칭 소자와 상기 로우-사이드 다이오드 소자를 포함하도록 모듈화된 제2 파워 모듈을 포함한다.

대 표 도 - 도7



명 세 서

청구범위

청구항 1

직렬 연결된 하이-사이드(high-side) 스위칭 소자와 로우-사이드(low-side) 스위칭 소자를 포함하고, 상기 하이-사이드 스위칭 소자에 병렬 연결된 하이-사이드 다이오드 소자 및 상기 로우-사이드 스위칭 소자에 병렬 연결된 로우-사이드 다이오드 소자를 포함하는 인버터 암(arm)이 모듈화된 양면 냉각형 파워 모듈에서,

제1 상부기판, 제1 하부 기판 및 상기 제1 상부기판과 상기 제1 하부 기판 사이에 임베딩된 상기 하이-사이드 다이오드 소자와 상기 로우-사이드 스위칭 소자를 포함하도록 모듈화된 제1 파워 모듈; 및

제2 상부 기판, 제2 하부 기판 및 상기 제2 상부기판과 상기 제2 하부 기판 사이에 임베딩된 상기 하이-사이드 스위칭 소자와 상기 로우-사이드 다이오드 소자를 포함하도록 모듈화된 제2 파워 모듈

을 포함하는 양면 냉각형 파워 모듈.

청구항 2

제1항에서,

상기 하이-사이드 다이오드는 상기 제1 하부 기판 상에 실장되고, 상기 로우-사이드 스위치 소자는 상기 제1 상부 기판 상에 실장되는 것인 양면 냉각형 파워 모듈.

청구항 3

제1항에서,

상기 하이-사이드 스위칭 소자는 상기 제2 하부 기판상에 실장되고, 상기 로우-사이드 다이오드 소자는 상기 제2 상부 기판 상에 실장되는 양면 냉각형 파워 모듈.

청구항 4

제1항에서,

상기 제1 파워 모듈은,

상기 제1 하부 기판 상에 실장되는 상기 하이-사이드 다이오드 소자를 상기 제1 상부 기판에 전기적으로 연결하는 하이-사이드 스페이서; 및

상기 제1 상부 기판 상에 실장되는 상기 로우-사이드 스위칭 소자를 상기 제1 하부 기판에 전기적으로 연결하는 로우-사이드 스페이서;

를 포함하는 것인 양면 냉각형 파워 모듈.

청구항 5

제1항에서,

상기 제2 파워 모듈은,

상기 제2 하부 기판 상에 실장되는 상기 하이-사이드 스위칭 소자를 상기 제2 상부 기판에 전기적으로 연결하는 하이-사이드 스페이서; 및

상기 제2 상부 기판 상에 실장되는 상기 로우-사이드 다이오드 소자를 상기 제2 하부 기판에 전기적으로 연결하는 로우-사이드 스페이서

를 포함하는 것인 양면 냉각형 파워 모듈.

청구항 6

제1항에서,

상기 제1 하부 기판상에 실장되는 상기 하이-다이오드 소자와 상기 제2 하부 기판 상에 실장되는 상기 하이-사이드 스위칭 소자에 공통으로 연결되는 제1 단자(Terminal_P); 및

상기 제1 상부 기판 상에 실장되는 상기 로우-사이드 스위칭 소자를 상기 제1 하부 기판에 전기적으로 연결하는 로우-사이드 스페이서와 상기 제2 상부 기판 상에 실장되는 상기 로우-사이드 다이오드 소자를 상기 제2 하부 기판에 전기적으로 연결하는 로우-사이드 스페이서에 공통으로 연결되는 제2 단자(Terminal_N)

를 포함하는 것인 양면 냉각형 파워 모듈.

청구항 7

제6항에서,

상기 제1 단자(Terminal_P)는,

상기 하이-다이오드 소자와 상기 하이-사이드 스위칭 소자에게 양의 전압을 인가하는 양극 단자가 결합되는 결합홈을 가지며,

상기 제2 단자(Terminal_N)는,

상기 로우-사이드 스위칭 소자와 상기 로우-사이드 다이오드 소자에게 음의 전압을 인가하는 음극 단자가 결합되는 결합홈을 갖는 것인 양면 냉각형 파워 모듈.

청구항 8

제6항에서,

상기 하이-사이드 다이오드 소자와 상기 제1 단자(Terminal_P)의 한쪽 단부를 전기적으로 연결하도록 상기 제1 하부 기판 상에 패터닝된 제1 배선 패턴(L1);

상기 하이-사이드 스위칭 소자와 상기 제1 단자(Terminal_P)의 다른쪽 단부를 전기적으로 연결하도록 상기 제2 하부 기판 상에 패터닝되는 제2 배선 패턴(L2);

상기 제1 상부 기판 상에 실장되는 상기 로우-사이드 스위칭 소자를 상기 제1 하부 기판에 전기적으로 연결하는 로우-사이드 스페이서와 상기 제2 단자(Terminal_N)의 한쪽 단부를 전기적으로 연결하도록 상기 제2 하부 기판 상에 패터닝되는 제3 배선 패턴(L3);

상기 제2 상부 기판상에 실장되는 상기 로우-사이드 다이오드 소자를 상기 제2 하부 기판에 전기적으로 연결하는 로우-사이드 스페이서와 상기 제2 단자(Terminal_N)의 한쪽 단부를 전기적으로 연결하도록 상기 제2 하부 기판 상에 패터닝되는 제4 배선 패턴(L4);

청구항 9

제6항에서,

상기 제1 하부 기판 상에 실장되는 하이-사이드 다이오드 소자를 상기 제1 상부 기판에 전기적으로 연결하는 하이-사이드 스페이서와 상기 제1 상부 기판상에 실장되는 로우-사이드 스위칭 소자에 전기적으로 연결하도록 상기 제1 상부 기판상에 패터닝되는 제5 배선 패턴(L5); 및

상기 제2 하부 기판상에 실장되는 하이-사이드 스위칭 소자와 제2 상부 기판을 전기적으로 연결하는 하이-사이드 스페이서와 상기 제2 상부 기판상에 실장되는 로우-사이드 다이오드 소자를 전기적으로 연결하도록 상기 제2 상부 기판상에 패터닝되는 제6 배선 패턴(L6);

을 포함하는 것인 양면 냉각형 파워 모듈.

청구항 10

제1항에서,

스트레이 인덕턴스(stray inductance)의 해석에 따른 제1 전류 경로는,

제1 단자(Terminal_P);

상기 제2 하부 기판상에 실장되어, 상기 제1 단자(Terminal_P)와 전기적으로 연결되는 하이-사이드 스위칭 소자;

상기 하이-사이드 스위칭 소자와 상기 제2 상부 기판을 전기적으로 연결하는 하이-사이드 스페이서;

상기 제2 상부 기판 상에 실장되어, 상기 하이-사이드 스페이서와 전기적으로 연결되는 로우-사이드 다이오드 소자;

상기 로우-사이드 다이오드 소자와 상기 제2 하부 기판을 전기적으로 연결하는 로우-사이드 스페이서; 및

상기 로우-사이드 스페이서와 전기적으로 연결되는 제2 단자(단자_N)

를 포함하도록 구성된 경로인 것인 양면 냉각형 파워 모듈.

청구항 11

제1항에서,

스트레이 인덕턴스(stray inductance)의 해석에 따른 제2 전류 경로는,

제1 단자(Terminal_P);

상기 제1 하부 기판 상에 실장되어, 상기 제1 단자(Terminal_P)와 전기적으로 연결되는 하이-사이드 다이오드 소자;

상기 하이-사이드 다이오드 소자와 상기 제1 상부 기판을 전기적으로 연결하는 하이-사이드 스페이서;

상기 제1 상부 기판 상에 실장되어, 상기 하이-사이드 스페이서와 전기적으로 연결되는 로우-사이드 스위칭 소자;

상기 로우-사이드 스위칭 소자와 상기 제1 하부 기판을 전기적으로 연결하는 로우-사이드 스페이서; 및

상기 로우-사이드 스페이서와 전기적으로 연결되는 제2 단자(Terminal_N)

를 포함하도록 구성된 경로인 것인 양면 냉각형 파워 모듈.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 하이브리드 자동차 및 전기자동차의 구동모터를 작동시키는 양면 냉각형 파워 모듈에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 하이브리드 자동차 및 전기자동차의 구동모터를 작동시키기 위해서는 인버터가 필수적이다. 구동모터의 효율을 향상시키기 위해서는, 인버터에 포함되는 일종의 스위치 소자인 파워모듈을 소형화시키고, 동시에 냉각효율을 향상시키는 것이 중요하다.

[0004] 두 개의 기판 사이에 반도체칩을 설치하여 양 기판의 바깥쪽에 냉각기를 설치하는 양면냉각 파워모듈은 단면 냉각 파워모듈에 비해 냉각 효율이 높고, 회로 구조를 단순화시킬 수 있어 파워모듈의 소형화를 위해 중요한 기술이다.

[0005] 도 1은 종래의 인버터를 나타내는 회로도이다.

[0006] 도 1에 도시된 바와 같이, 종래의 인버터는 양극 단자(Terminal_P)와 음극 단자(Terminal_N) 사이에 병렬 연결된 인버터 암(arm, 이하, '파워 모듈'이라 함)들(11, 13, 15)을 포함한다.

[0007] 각 인버터 암은 직렬 연결된 하이-사이드(high-side) 트랜지스터(T_{high})와 로우-사이드(low-side) 트랜지스터(T_{low})를 포함하고, 이들 트랜지스터와 각각 병렬로 연결된 하이 다이오드(D_{high})와 로우 다이오드(D_{low})를 포함한다. 각 파워 모듈은 하이 트랜지스터(T_{high})와 로우 트랜지스터(T_{low}) 사이의 출력 단자(Terminal_U, Terminal_V, Terminal_W)를 통해 서로 다른 상의 전압을 구동 모터(M)에 인가한다.

[0008] 도 2는 종래의 파워 모듈의 구조를 나타낸 3차원 모델이고, 도 3은 도 2에 도시한 3차원 모델을 도 2에 도시한 Y 축 방향(A 시점)으로 바라본 측면도이고, 도 4는 도 2에 도시한 3차원 모델을 위에서 바라본 것으로, 파워 모듈의 내부 구조를 명확히 보여주기 위해, 상부 기판을 제거한 상태에서 3차원 모델을 위에서 바라본 평면도이다. 한편, 도 3은 Y 축 방향(A 시점)으로 바라본 측면도이므로, 도 4에서 도시한 하이 트랜지스터(T_{high}), 하이 다이오드(D_{high})와 같은 반도체 소자들과 일부 스페이서 구조물들이 로우 트랜지스터(T_{low}), 로우 다이오드(D_{low})) 등의 반도체 소자들에 의해 가려진 상태이기 때문에, 하이 트랜지스터(T_{high}), 하이 다이오드(D_{high})와 같은 반도체 소자들이 도 3에서는 나타나지 않는다.

[0009] 도 2 내지 4을 참조하면, 파워 모듈은 상부 기판(10), 하부 기판(30), 이들(10, 30) 사이에 칩 형태로 임베딩된 다수의 전력용 반도체 소자(하이 트랜지스터(T_{high})와 로우 트랜지스터(T_{low}), 하이 다이오드(D_{high})와 로우 다이오드(D_{low})) 및 스페이서(spacer, 23)를 포함한다.

[0010] 먼저, 상부 기판(10)은 솔더(solder, 21)에 의해 스페이서(23)의 상부면과 전기적으로 연결된다. 여기서, 스페이서(23)는 금속 재질이다. 스페이서(23)의 하부면은 솔더(25)에 의해 하부 기판(30) 상에 탑재되는 반도체 소자들과 전기적으로 연결된다. 각 반도체 소자(T_{high}, T_{low}, D_{high}, D_{low})의 하부면은 솔더(29)에 의해 하부 기판(30)과 전기적으로 연결된다.

[0011] 또한, 하부 기판(30)은 솔더(20)에 의해 단자들(Terminal_P, Terminal_N, Terminal_U)의 일단부와 전기적으로 연결되어, 파워 모듈은 단자들(Terminal_P, Terminal_N)을 통해 전류(또는 전압)를 인가하는 외부 유닛 및 단자를 통해(Terminal_U) 구동모터와 전기적으로 연결된다.

[0012] 종래의 파워 모듈에서는, 도 2 내지 4에 도시된 바와 같은 구조에 기인한 스트레이 인덕턴스(stray inductance)에 의해 하부 기판(30)상에 탑재되는 반도체 소자(T_{high}, T_{low})의 턴-오프(turn-off) 시, 각 반도체 소자에서 과전압(overvoltage)이 발생하고, 이러한 과전압은 노이즈 및 반도체 소자를 손상시킨다.

[0013] 도 5는 도 2 내지 4에 도시한 종래의 파워 모듈의 3차원 구조에서 스트레이 인덕턴스(stray inductance)의 해석에 따른 제1 전류 경로를 평면도와 등가회로 상에 나타낸 도면이고, 도 6은 스트레이 인덕턴스(stray inductance)의 해석에 따른 제2 전류 경로를 평면도와 등가회로 상에 나타낸 도면이다.

[0014] 스트레이 인덕턴스(stray inductance)의 해석에 따른 제1 전류 경로는 도 5에 도시된 바와 같이, 단자 P(Terminal_P)에 의한 경로(①), 하이 트랜지스터(T_{high})에 의한 경로(②), 상부 기판(10)에 패터닝된 배선 패턴에 의한 경로(③, ④), 스페이서(23)에 의한 상부기판에서 하부 기판을 내려가는 경로(⑤), 로우 다이오드(D_{low})에 의한 경로(⑥), 로우 다이오드(D_{low})와 상부 기판을 연결하는 스페이서와 상부 기판(10)에 패터닝된 배선 패턴(⑦, ⑧), 상부 기판에서 하부 기판으로 내려가는 스페이서에 의한 경로(⑨) 및 단자 N(Terminal_N)에 의한 경로(⑩)를 포함한다.

[0015] 스트레이 인덕턴스(stray inductance)의 해석에 따른 제2 전류 경로는, 도 6에 도시된 바와 같이, 단자 P에 의한 경로(①), 하이 다이오드(D_{high})에 의한 경로(②), 하이 다이오드(D_{high})와 상부기판(10)을 연결하는 스페이서와 상부기판에 패터닝된 배선패턴에 의한 경로(③), 상부기판(10)에서 하부기판(30)으로 내려가는 스페이서에 의한 경로(④), 로우 트랜지스터(T_{low})에 의한 경로(⑤), 로우 트랜지스터(T_{low})와 상부기판을 연결하는 스페이서와 상부 기판에 패터닝된 배선 패턴에 의한 경로(⑥), 상부 기판에서 하부 기판으로 내려가는 스페이서에 의한 경로(⑦) 및 단자 N에 의한 경로(⑧)를 포함한다.

[0016] 이와 같이, 종래의 파워 모듈에서는, 스트레이 인덕턴스(stray inductance)를 유발하는 다수의 전류 경로가 형성되기 때문에, 과전압에 따른 노이즈 및 반도체 소자를 손상을 유발하는 문제가 있다.

[0017] 과전압을 줄이기 위해, 반도체 소자의 게이트 저항을 증가시키면, 손실이 증가하여 반도체 소자의 온도가 증가하는 현상이 발생하고 시스템 효율이 낮아진다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0019] 따라서, 본 발명은 스트레이 인덕턴스(stray inductance)를 저감시키는 구조를 갖는 양면 냉각형 파워 모듈을

제공하는 데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0021] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 양면 냉각형 파워 모듈은, 직렬 연결된 하이-사이드(high-side) 스위칭 소자와 로우-사이드(low-side) 스위칭 소자를 포함하고, 상기 하이-사이드 스위칭 소자에 병렬 연결된 하이-사이드 다이오드 소자 및 상기 로우-사이드 스위칭 소자에 병렬 연결된 로우-사이드 다이오드 소자를 포함하는 인버터 암(arm)이 모듈화된 양면 냉각형 파워 모듈에서, 제1 상부기판, 제1 하부 기판 및 상기 제1 상부기판과 상기 제1 하부 기판 사이에 임베딩된 상기 하이-사이드 다이오드 소자와 상기 로우-사이드 스위칭 소자를 포함하도록 모듈화된 제1 파워 모듈; 및 제2 상부 기판, 제2 하부 기판 및 상기 제2 상부기판과 상기 제2 하부 기판 사이에 임베딩된 상기 하이-사이드 스위칭 소자와 상기 로우-사이드 다이오드 소자를 포함하도록 모듈화된 제2 파워 모듈을 포함한다.

발명의 효과

[0023] 본 발명에 따르면, 기존의 모듈 대비 노이즈 측면에서 우수하며, 반도체 소자에 가해지는 스트레스를 줄일 수 있다. 또한 게이트 저항을 낮출 수 있어, 고주파 동작 시 유리하고 손실이 작아 효율이 우수하다. 게이트 저항을 낮춰 속도가 상승하면, 턴-온(turn-on), 턴-오프(turn-off)가 빠르고 데드 타임(dead time)이 줄어들어 파형의 왜곡이 줄어든다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 종래의 인버터를 나타내는 회로도.

도 2는 종래의 파워 모듈의 3차원 모델.

도 3은 도 2에 도시한 3차원 모델을 도 2에 도시한 Y 축 방향(A 시점)으로 바라본 측면도.

도 4는 도 2에 도시한 3차원 모델을 위에서 바라본 평면도.

도 5는 종래의 파워 모듈의 3차원 구조에서 스트레이 인덕턴스(stray inductance)의 해석에 따른 제1 전류 경로를 평면도와 등가회로 상에 나타낸 도면.

도 6은 종래의 파워 모듈의 3차원 구조에서 스트레이 인덕턴스(stray inductance)의 해석에 따른 제2 전류 경로를 평면도와 등가회로 상에 나타낸 도면.

도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 양면 냉각형 파워 모듈의 3차원 모델.

도 8은 도 7에 도시한 절단선 A-A'에 따른 3차원 모델의 단면도.

도 9는 도 7에 도시한 절단선 B-B'에 따른 3차원 모델의 단면도.

도 10은 도 7에 도시한 절단선 D-D'에 따른 3차원 모델의 단면도.

도 11는 도 7에 도시한 절단선 E-E'에 따른 3차원 모델의 단면도.

도 12은 도 7에 도시한 3차원 모델을 위에서 바라본 평면도.

도 13는 본 발명의 실시 예에 따른 파워 모듈의 3차원 구조에서 스트레이 인덕턴스(stray inductance)의 해석에 따른 제1 전류 경로를 도 14의 평면도 상에 나타낸 도면.

도 14는 본 발명의 실시 예에 따른 파워 모듈의 3차원 구조에서 스트레이 인덕턴스(stray inductance)의 해석에 따른 제2 전류 경로를 도 14의 평면도 상에 나타낸 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 여기서 사용되는 전문용어는 단지 특정 실시예를 언급하기 위한 것이며, 본 발명을 한정하는 것을 의도하지 않는다. 여기서 사용되는 단수 형태들은 문구들이 이와 명백히 반대의 의미를 나타내지 않는 한 복수 형태들도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함하는"의 의미는 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분을 구체화하며, 다른 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소, 성분 및/또는 군의 존재나 부가를 제외시키는 것은 아니다.

[0027] 다르게 정의하지는 않았지만, 여기에 사용되는 기술용어 및 과학용어를 포함하는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 일반적으로 이해하는 의미와 동일한 의미를 가진다. 보통 사용되는 사전에 정의된 용어들은 관련기술문헌과 현재 개시된 내용에 부합하는 의미를 가지는 것으로 추가 해석되고, 정의되지 않는 한 이상적이거나 매우 공식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0028] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예에 의한 양면 냉각형 파워 모듈에 대하여 설명하기로 한다.

[0029] 도 7 내지 13은 본 발명의 실시 예에 따른 양면 냉각형 파워 모듈을 나타내는 도면으로서, 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 양면 냉각형 파워 모듈의 3차원 모델이고, 도 8은 도 7에 도시한 절단선 A-A'에 따른 3차원 모델의 단면도이고, 도 9는 도 7에 도시한 절단선 B-B'에 따른 3차원 모델의 단면도이고, 도 10은 도 7에 도시한 절단선 D-D'에 따른 3차원 모델의 단면도이고, 도 11는 도 7에 도시한 절단선 E-E'에 따른 3차원 모델의 단면도이고, 도 12은 도 7에 도시한 3차원 모델을 위에서 바라본 평면도이다.

[0030] 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 양면 냉각형 파워 모듈의 3차원 모델이고, 도 8은 도 7에 도시한 절단선 A-A'에 따른 3차원 모델의 단면도이고, 도 9는 도 7에 도시한 절단선 B-B'에 따른 3차원 모델의 단면도이고, 도 10은 도 7에 도시한 절단전 C-C'에 따른 3차원 모델의 단면도이고, 도 11은 도 7에 도시한 절단전 D-D'에 따른 3차원 모델의 단면도이고, 도 12는 도 7에 도시한 절단전 E-E'에 따른 3차원 모델의 단면도이다. 그리고 도 13은 도 7에 도시한 3차원 모델을 위에서 바라본 평면도이다.

[0031] 본 발명의 실시 예에 따른 양면 냉각형 파워 모듈은 도 5 및 6에 도시된 바와 같은 스트레이 인덕턴스(stray inductance)에 따른 전류 경로를 최소화하여 스트레이 인덕턴스(stray inductance)를 저감시킬 수 있는 새로운 3차원 구조를 갖는다.

[0032] 이를 위해, 본 발명의 실시 예에 따른 양면 냉각형 파워 모듈은 도 7에 도시된 바와 같이 종래의 양면 냉각형 파워 모듈(도 2의 3차원 모델)과는 다르게 2개의 모듈(100, 200)로 분리된다.

[0033] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 양면 냉각형 파워 모듈은, 인버터 암(11, 13 또는 15)을 구성하는 하이-사이드 스위칭 소자, 하이-사이드 다이오드 소자, 로우-사이드 스위칭 소자 및 로우-사이드 소자가 하나의 파워 모듈에 임베딩되는 종래와는 다르게, 하이-사이드 다이오드 소자와 로우-사이드 스위칭 소자가 한 쌍으로 이루어 제1 파워 모듈(100)에 임베딩되고, 하이-사이드 스위칭 소자와 로우-사이드 다이오드 소자가 한 쌍을 이루어 제2 파워 모듈(200)에 임베딩된다.

[0034] 본 발명의 실시 예에 따른 양면 냉각형 파워 모듈은, 제1 파워 모듈과 제2 파워 모듈에 공통으로 연결되는 제1 내지 제3 단자(151, 153 및 155)를 포함한다.

[0035] 이하, 제1 및 제2 파워 모듈에 대해 상세히 설명한다.

[0037] **제1 파워 모듈(100)**

[0038] 도 7 내지 12를 참조하면, 제1 파워 모듈(100)은 제1 상부 기판(110), 제1 하부 기판(130) 및 상기 제1 상부기판(110)과 상기 제1 하부 기판(130) 사이에 임베딩된 상기 하이-사이드 다이오드 소자(113)와 상기 로우-사이드 스위칭 소자(127)를 포함한다.

[0039] 제1 상부 기판(110)은, 상부 구리층(101), 하부 구리층(105) 및 이들 사이에 개재되는 세라믹층(103)을 포함하는 DBC(Direct Bonded Copper) 기판일 수 있다. 제1 하부 기판(130)은 상부 구리층(117), 하부 구리층(121) 및 이들 사이에 개재되는 세라믹층(119)을 포함하는 DBC(Direct Bonded Copper) 기판일 수 있다.

[0040] 제1 하부 기판(130) 상에는 하이-사이드 다이오드 소자(113)가 실장되고, 제1 상부 기판(110) 상에는 로우-사이드 스위칭 소자(127)가 실장된다.

[0041] 구체적으로, 하이-사이드 다이오드 소자(113)는 솔더(도 8 및 10의 115)에 의해 상기 제1 하부 기판(130)의 상부 구리층(117) 상에 실장되고, 로우-사이드 스위칭 소자(127)는 솔더(도 9 및 10의 125)에 의해 상기 제1 상부 기판(110)의 하부 구리층(105) 상에 실장된다. 여기서, 하이-사이드 다이오드 소자(113)는 칩 형태로 제조된 전력용 반도체 소자일 수 있다. 로우-사이드 스위칭 소자(127)는 칩 형태로서, MOSFET, IGBT, Diode와 같은 전력용 반도체 소자일 수 있다.

[0042] 제1 하부 기판(130) 상에 실장되는 하이-사이드 다이오드 소자(113)는 하이-사이드 스페이서(109)에 의해 상부 기판(130)과 전기적으로 연결된다. 구체적으로, 하이-사이드 다이오드 소자(113)는 솔더(111)에 의해 하이-사이

드 스페이서(109)의 하부면과 전기적으로 연결되고, 하이-사이드 스페이서(109)의 상부면은 솔더(107)에 의해 상부 기판(110)의 하부 구리층(105)과 전기적으로 연결된다. 이때, 하이-사이드 스페이서(109)는 구리와 같은 금속재일 수 있다. 따라서, 하이-사이드 다이오드 소자(113)는 하이-사이드 스페이서(109)에 의해 상부 기판(130)과 전기적으로 연결될 수 있다.

[0043] 로우-사이드 스위칭 소자(127)는 로우-사이드 스페이서(131)에 의해 하부 기판(130)과 전기적으로 연결된다. 구체적으로, 로우-사이드 스위칭 소자(127)는 솔더(129)에 의해 로우-사이드 스페이서(131)의 상부면과 전기적으로 연결되고, 로우-사이드 스페이서(131)의 하부면은 솔더(133)에 의해 제1 하부 기판(130)의 상부 구리층(117)과 전기적으로 연결된다. 이때, 로우-사이드 스페이서(131)는 구리와 같은 금속재질일 수 있다. 따라서, 로우-사이드 스위칭 소자(127)는 로우-사이드 스페이서(131)에 의해 하부 기판(130)과 전기적으로 연결될 수 있다.

[0044] 또한, 로우-사이드 스위칭 소자(127)는 제1 상부 기판(110)의 하부 구리층(105)을 패터닝한 제5 배선 패턴(도 10 및 12의 L5)에 의해 하이-사이드 스페이서(109)와 전기적으로 연결된다. 따라서, 하이-사이드 다이오드 소자(113)와 로우-사이드 스위칭 소자(127)는 하이-사이드 스페이서(109) 및 제5 배선 패턴(L5)에 의해 전기적으로 연결될 수 있다.

[0045] **제2 파워 모듈(200)**

[0046] 도 7 내지 13을 참조하면, 제2 파워 모듈(200)은 제2 상부 기판(210), 제2 하부 기판(230) 및 상기 제2 상부기판(210)과 상기 제2 하부 기판(230) 사이에 임베딩된 상기 하이-사이드 스위칭 소자(213)와 상기 로우-사이드 다이오드 소자(227)를 포함한다.

[0047] 제2 상부 기판(210)은, 상부 구리층(201), 하부 구리층(205) 및 이들 사이에 개재되는 세라믹층(203)을 포함하는 DBC(Direct Bonded Copper) 기판일 수 있다. 제2 하부 기판(230)은 상부 구리층(217), 하부 구리층(221) 및 이들 사이에 개재되는 세라믹층(219)을 포함하는 DBC(Direct Bonded Copper) 기판일 수 있다.

[0048] 제2 하부 기판(230) 상에는 하이-사이드 스위칭 소자(213)가 실장되고, 제2 상부 기판(210) 상에는 로우-사이드 다이오드 소자(227)가 실장된다.

[0049] 구체적으로, 하이-사이드 스위칭 소자(213)는 솔더(215)에 의해 제2 하부 기판(230)의 상부 구리층(217) 상에 실장된다. 로우-사이드 다이오드 소자(227)는 솔더(225)에 의해 제2 상부 기판(210)의 하부 구리층(205) 상에 실장된다.

[0050] 제2 하부 기판(230) 상에 실장되는 하이-사이드 스위칭 소자(213)는 하이-사이드 스페이서(209)에 의해 제2 상부 기판(210)과 전기적으로 연결된다. 구체적으로, 하이-사이드 스위칭 소자(213)는 솔더(211)에 의해 하이-사이드 스페이서(209)의 하부면과 전기적으로 연결되고, 하이-사이드 스페이서(209)의 상부면은 솔더(207)에 의해 제2 상부 기판(210)의 하부 구리층(205)과 전기적으로 연결된다. 따라서, 제2 하부 기판(230) 상에 실장되는 하이-사이드 스위칭 소자(213)는 제2 상부 기판(210)과 전기적으로 연결될 수 있다.

[0051] 제2 상부 기판(210) 상에 실장되는 로우-사이드 다이오드 소자(227)는 로우-사이드 스페이서(231)에 의해 제2 하부 기판(230)과 전기적으로 연결된다. 구체적으로, 로우-사이드 다이오드 소자(227)는 솔더(229)에 의해 로우-사이드 스페이서(231)의 상부면과 전기적으로 연결되고, 로우-사이드 스페이서(231)의 하부면은 솔더(233)에 의해 제2 하부 기판(230)의 상부 구리층(217)과 전기적으로 연결된다. 따라서, 제2 상부 기판(210) 상에 실장되는 로우-사이드 다이오드 소자(227)는 제2 하부 기판(230)과 전기적으로 연결될 수 있다.

[0052] 또한, 로우-사이드 다이오드 소자(227)는 제2 상부 기판(210)의 하부 구리층(205)을 패터닝한 제6 배선 패턴(도 11 및 12의 L6)에 의해 하이-사이드 스페이서(209)와 전기적으로 연결된다.

[0053] 따라서, 제2 상부 기판(210) 상에 실장되는 로우-사이드 다이오드 소자(227)는 제6 배선 패턴(L6)과 하이-사이드 스페이서(209)에 의해 제2 하부 기판(230) 상에 실장되는 하이-사이드 스위칭 소자(213)와 전기적으로 연결될 수 있다.

[0054] **제1 단자(151)**

[0055] 제1 단자(151, Terminal_P)는 도 2에 도시된 Terminal_P에 대응하는 단자로서, 제1 파워 모듈(100)에 임베딩된 하이-사이드 다이오드 소자(113)와 제2 파워 모듈(200)에 임베딩된 하이-사이드 스위칭 소자(213)에 공통으로 연결된다.

[0056] 구체적으로, 제1 단자(151, Terminal_P)는 중앙에 결합홈(H1)이 형성되며, 결합홈(H1)에는 제1 파워 모듈(100)

에 임베딩된 하이-사이드 다이오드 소자(113)와 제2 파워 모듈(200)에 임베딩된 하이-사이드 스위칭 소자(213)에게 양의 전압을 인가하는 양극 단자(도시하지 않음)가 결합된다.

[0057] 제1 단자(151, Terminal_P)의 한쪽 단부는 솔더(도 8의 123)에 의해 제1 파워 모듈(100)의 제1 하부 기판(130)에 전기적으로 연결되고, 제1 단자(151, Terminal_P)의 다른쪽 단부는 솔더(도 8의 223)에 의해 제2 파워 모듈(200)의 제2 하부 기판(230)에 전기적으로 연결된다.

[0058] 제1 하부 기판(130)에 전기적으로 연결된 제1 단자(151, Terminal_P)의 한쪽 단부는 제1 하부 기판(130)의 상부 구리층(117)을 패터닝한 제1 배선 패턴(도 8 및 12의 L1)에 의해 하이-사이드 다이오드 소자(113)에 전기적으로 연결된다.

[0059] 제2 하부 기판(230)에 전기적으로 연결된 제1 단자(151, Terminal_P)의 다른쪽 단부는 제2 하부 기판(230)의 상부 구리층(217)을 패터닝한 제2 배선 패턴(도 8 및 12의 L2)에 의해 하이-사이드 스위칭 소자(213)와 전기적으로 연결된다.

[0060] **제2 단자(153)**

[0061] 제2 단자(153, Terminal_N)는 도 2에 도시한 Terminal_N에 대응하는 단자로서, 제2 단자(153, Terminal_N)는 중앙에 결합홈(H2)이 형성되며, 결합홈(H2)에는 제1 파워 모듈(100)에 임베딩된 로우-사이드 스위칭 소자(127)와 제2 파워 모듈(200)에 임베딩된 로우-사이드 다이오드 소자(227)에게 음의 전압을 인가하는 음극 단자(도시하지 않음)가 결합된다.

[0062] 구체적으로, 제2 단자(153, Terminal_N)의 한쪽 단부는 솔더(도 9의 135)에 의해 제1 하부 기판(130)에 전기적으로 연결되고, 제2 단자(153, Terminal_N)의 다른쪽 단부는 솔더(도 9의 235)에 의해 제2 하부 기판(230)에 전기적으로 연결된다.

[0063] 제1 하부 기판(130)에 연결되는 제2 단자(153, 단자 N)의 한쪽 단부는 제1 하부 기판(130)의 상부 구리층(117)을 패터닝한 제3 배선 패턴(도 9 및 12의 L3)에 의해 로우-사이드 스페이서(131)와 전기적으로 연결된다. 따라서, 제1 하부 기판(130)에 연결되는 제2 단자(153, Terminal_N)는 제3 배선 패턴(도 9의 L3) 및 로우-사이드 스페이서(131)에 의해 제1 상부 기판(110) 상에 실장된 로우-사이드 스위칭 소자(127)와 전기적으로 연결될 수 있다.

[0064] 제2 하부 기판(230)에 연결되는 제2 단자(153, Terminal_N)의 다른쪽 단부는 제2 하부 기판(230)의 상부 구리층(217)을 패터닝한 제4 배선 패턴(도 9 및 12의 L4)에 의해 로우-사이드 스페이서(231)에 전기적으로 연결된다. 따라서, 제2 단자(153, Terminal_N)는 제4 배선 패턴(도 9 및 12의 L4)과 로우-사이드 스페이서(231)에 의해 제2 상부 기판(210) 상에 실장된 로우-사이드 다이오드 소자(227)와 전기적으로 연결된다.

[0065] 결과적으로, 제2 단자(153, Terminal_N)는 제1 파워 모듈(100)의 제1 상부 기판(110) 상에 실장된 로우-사이드 스위칭 소자(127)와 제2 파워 모듈(200)의 제2 상부 기판(210) 상에 실장된 로우-사이드 다이오드 소자(227)에 공통으로 연결된다.

[0066] 도 13은 본 발명의 실시 예에 따른 파워 모듈에서 스트레이 인덕턴스(stray inductance)의 해석에 따른 제1 전류 경로를 도 12의 평면도를 이용하여 나타낸 도면이다.

[0067] 도 13을 참조하면, 제1 전류 경로는, 도 5의 등가 회로상에 나타나는 전류 경로에 대응하는 것으로, 제1 단자(151, Terminal_P)에 의한 경로, 제2 하부 기판(230)에 패터닝된 제2 배선 패턴(L2)에 의한 경로, 제2 하부 기판(230) 상에 실장된 하이-사이드 스위칭 소자(213)에 의한 경로, 하이-사이드 스위칭 소자(213)를 제2 상부 기판(210)에 연결하는 하이-사이드 스페이서(209)에 의한 경로, 하이-사이드 스페이서(209)와 제2 상부 기판(210)에 실장된 로우-사이드 다이오드 소자(227)를 연결하는 제6 배선 패턴(L6)에 의한 경로, 로우-사이드 다이오드 소자(227)에 의한 경로, 로우-사이드 다이오드 소자(227)를 제2 하부 기판(230)에 연결하는 로우-사이드 스페이서(231)에 의한 경로, 로우-사이드 스페이서(231)와 제2 단자(153, Terminal_N)를 연결하는 제4 배선 패턴(L4)에 의한 경로, 및 제2 단자(153, Terminal_N)에 의한 경로를 포함한다.

[0068] 도 5에 도시한 전류 경로와 대비할 때, 그 길이가 대폭 짧아진 것을 확인할 수 있다. 이것은 본 발명의 파워 모듈의 구조에서는 도 5의 스페이서(도 4의 23)가 삭제되어, 삭제된 스페이서(도 4의 23)만큼 그 경로가 줄어들기 때문에 가능한 것이다.

[0069] 도 5의 스페이서(도 4의 23)의 삭제가 가능한 것은 무엇보다도 본 발명의 파워 모듈의 구조에서는 제1 전류경로

를 형성하는 하이-사이드 스위치 소자(213)와 로우-사이드 다이오드 소자(231)를 한 쌍으로 구성하여 이를 제2 파워 모듈(200)에 임베딩한 상태에서 로우-사이드 다이오드 소자(231)를 하부 기판(230)이 아니라 상부 기판(210) 상에 실장하였기 때문에 가능한 것이다. 즉, 본 발명의 파워 모듈에서는 도 5의 전류 경로 ⑤, ⑦, ⑧, ⑨가 삭제될 수 있다.

[0070] 이와 같이, 종래에 비해 제1 전류 경로가 짧아졌기 때문에, 그에 따른 스트레이 인덕턴스를 크게 줄일 수 있다.

[0071] 도 14는 본 발명의 실시 예에 따른 파워 모듈의 3차원 구조에서 스트레이 인덕턴스(stray inductance)의 해석에 따른 제2 전류 경로를 도 12의 평면도를 이용하여 나타낸 도면이다.

[0072] 도 14를 참조하면, 제2 전류 경로는, 도 6의 등가 회로상에 나타나는 전류 경로에 대응하는 것으로, 제1 단자(151, Terminal_P)에 의한 경로, 제1 배선 패턴(L1), 하이-사이드 다이오드 소자(113)에 의한 경로, 하이-사이드 스페이서(109), 제5 배선 패턴(L5), 제1 상부 기판(110) 상에 실장된 로우-사이드 스위칭 소자(127), 로우-사이드 스페이서(131), 제3 배선 패턴(L3) 및 제2 단자(153, Terminal_N)을 포함한다.

[0073] 도 6에 도시한 전류 경로와 대비할 때, 그 길이가 대폭 짧아진 것을 확인할 수 있다. 도 13에서 설명한 바와 유사하게 본 발명의 파워 모듈의 구조에서는 도 6의 스페이서(도 4의 23)가 삭제되어, 삭제된 스페이서(도 4의 23)만큼 그 경로가 줄어들기 때문에 가능한 것이다.

[0074] 도 6의 스페이서(도 4의 23)의 삭제가 가능한 것은 무엇보다도 본 발명의 파워 모듈의 구조에서는 제2 전류경로를 형성하는 하이-사이드 다이오드 소자(113)와 로우-사이드 스위칭 소자(127)를 한 쌍으로 구성하여 이를 제1 파워 모듈(200)에 임베딩한 상태에서 로우-사이드 스위칭 소자(127)를 하부 기판(130)이 아니라 상부 기판(110) 상에 실장하였기 때문에 가능한 것이다. 이렇게 함으로써, 본 발명의 파워 모듈에서는 도 6의 전류 경로 ④, ⑥, ⑦가 삭제될 수 있다.

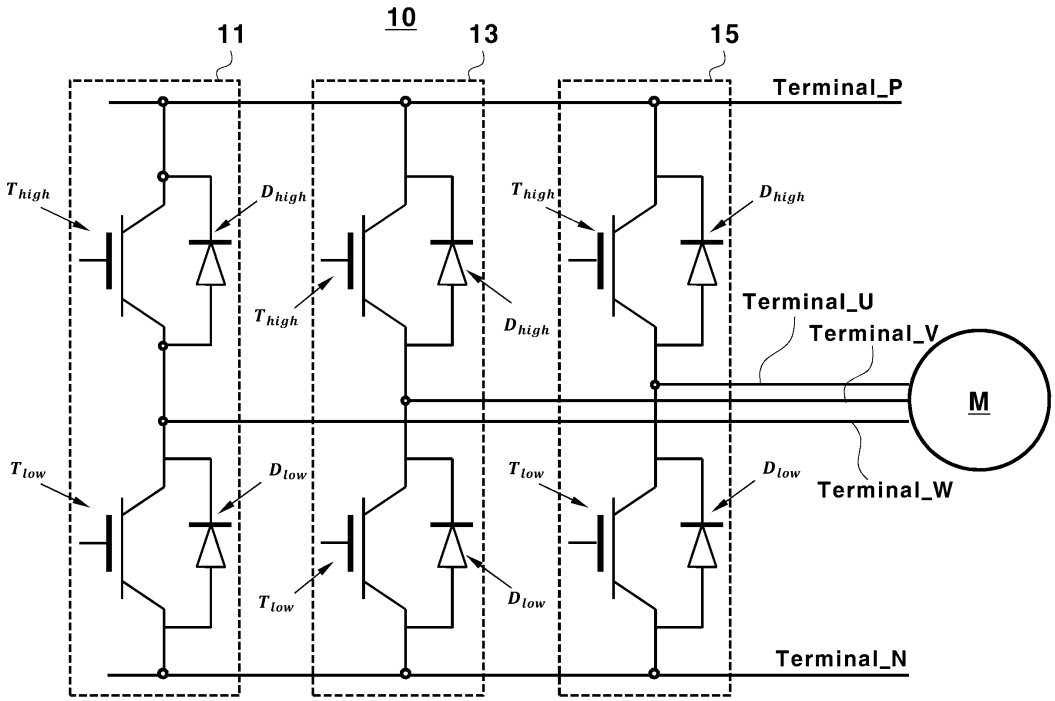
[0075] 이와 같이, 종래에 비해 제2 전류 경로 또한 짧아졌기 때문에, 그에 따른 스트레이 인덕턴스를 크게 줄일 수 있다.

[0077] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명에 따라 개선된 파워모듈은 기존대비 30% 낮은 over voltage를 가짐을 시뮬레이션 및 테스를 거쳐 확인할 수 있었다. 이는 기존의 모듈 대비 노이즈 측면에서 우수하며, 반도체 소자에 가해지는 스트레스를 줄일 수 있다. 또한, 게이트 저항을 낮출 수 있어, 고주파 동작 시 유리하고 손실이 작아 효율이 우수하다. 게이트 저항을 낮춰 속도가 상승하면, 턴-온(turn-on), 턴-오프(turn-off)가 빠르고 데드 타임(dead time)이 줄어들어 파형의 왜곡이 줄어든다.

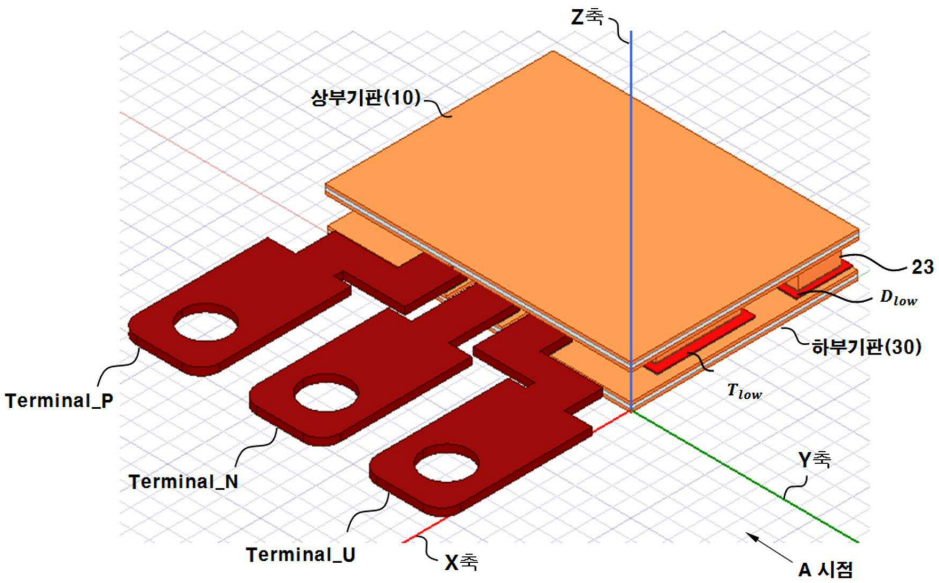
[0078] 이상에서와 같이 본 발명은 설명된 실시 예들의 구성과 방법이 한정되게 적용될 수 있는 것이 아니라, 실시 예들은 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시 예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수도 있다.

도면

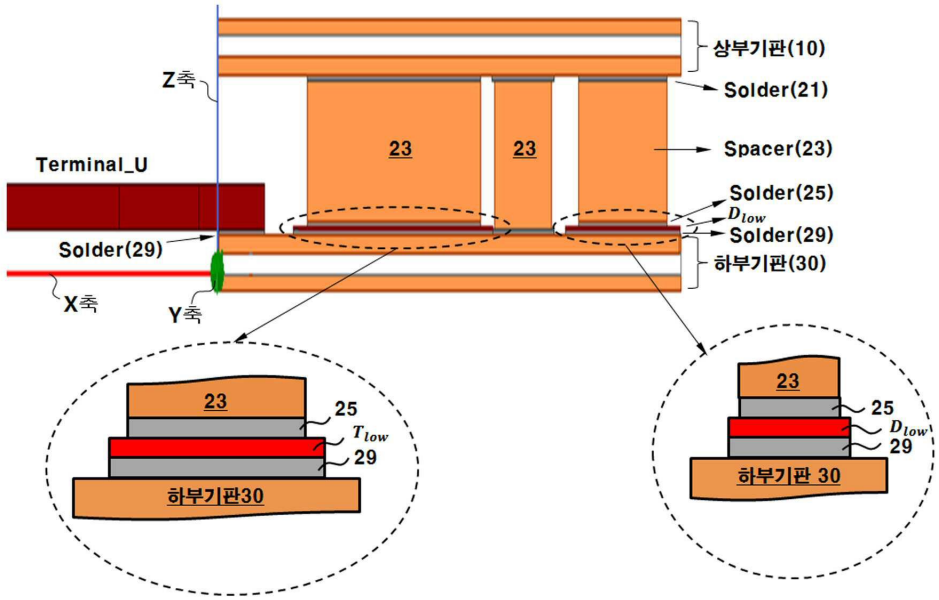
도면1


10
11
13
15
Terminal_P
T_{high}
D_{high}
Terminal_U
Terminal_V
M
Terminal_W
T_{low}
D_{low}
Terminal_N

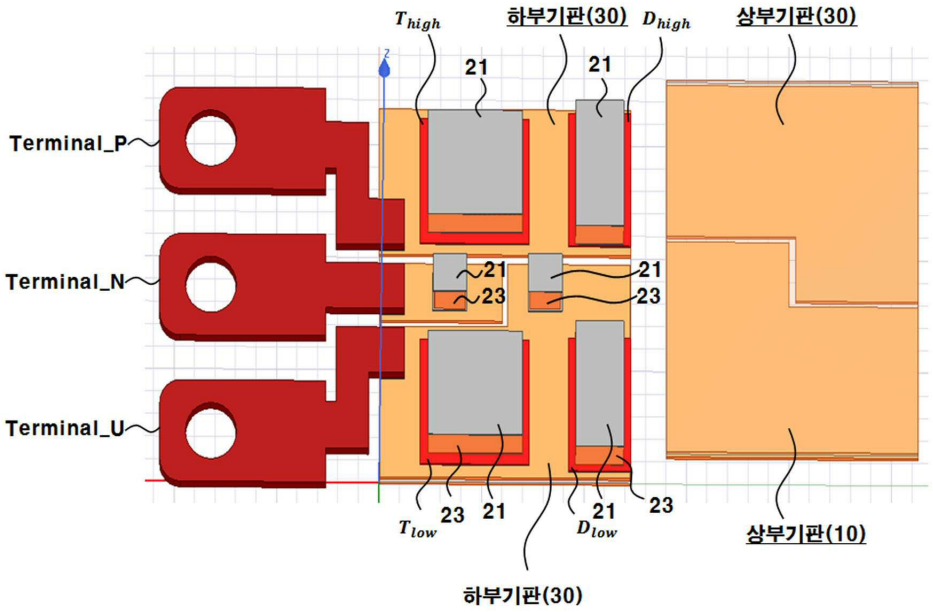
도면2


Z축
상부기판(10)
23
D_{low}
하부기판(30)
T_{low}
Terminal_P
Terminal_N
Terminal_U
X축
Y축
A 시점

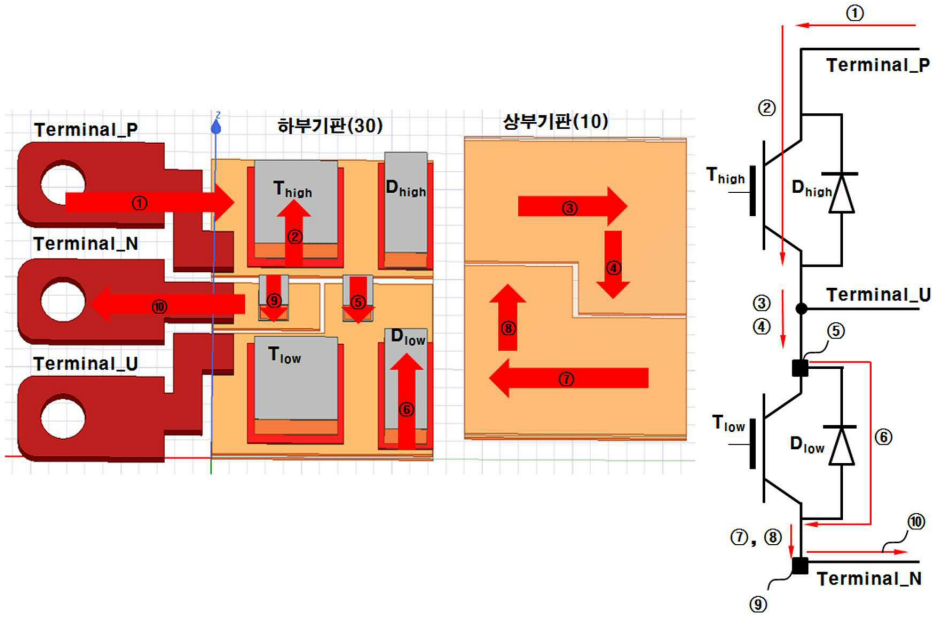
도면3


상부기판(10)
Solder(21)
Spacer(23)
Solder(25)
Solder(29)
하부기판(30)
Z축
X축
Y축
Terminal_U
23
23
Solder(29)
25
29
하부기판30
25
29
하부기판 30

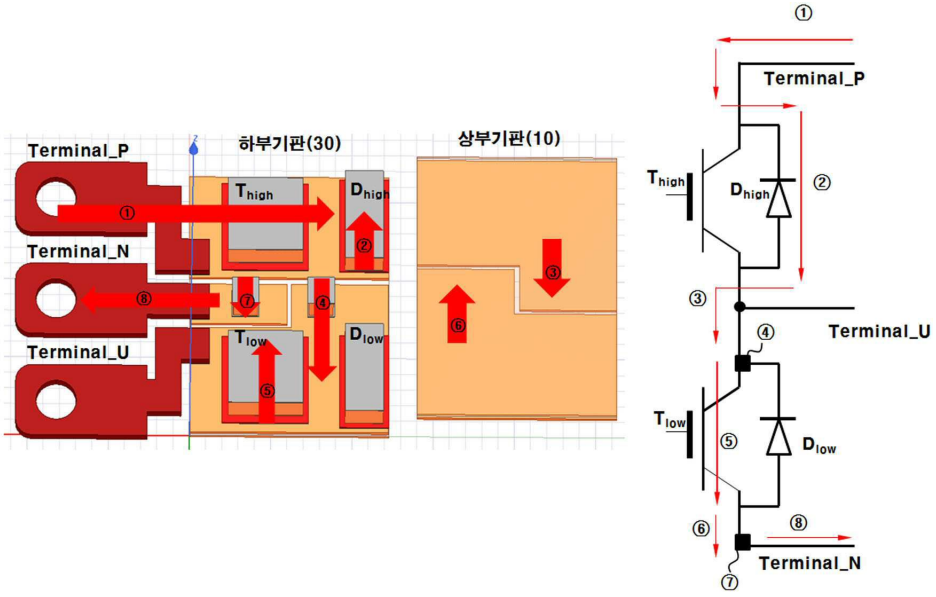
도면4


하부기판(30)
상부기판(30)
Terminal_P
Terminal_N
Terminal_U
21
23
하부기판(30)
상부기판(10)

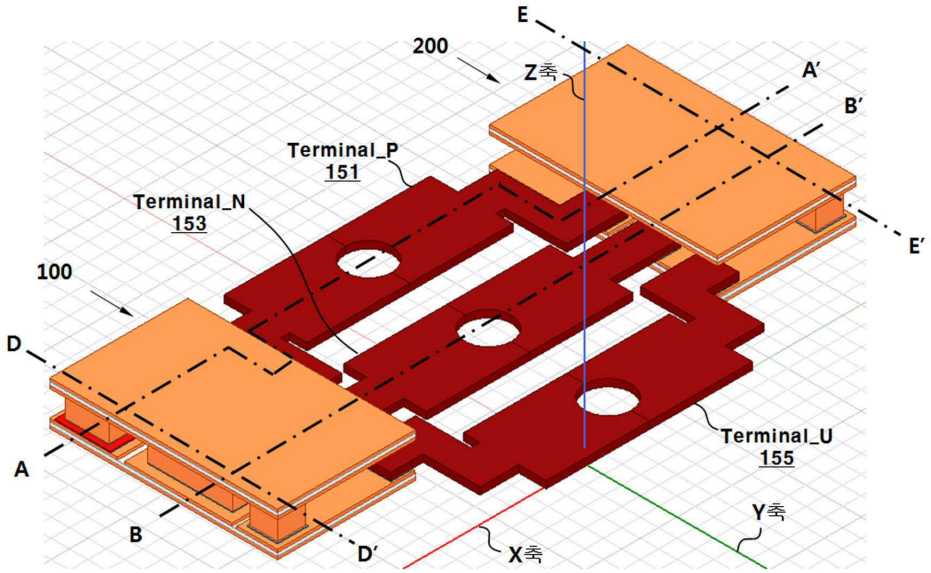
도면5


Terminal_P
하부기판(30)
상부기판(10)
Terminal_N
Terminal_U
Thigh
Dhigh
Tlow
Dlow
Terminal_P
Terminal_U
Terminal_N

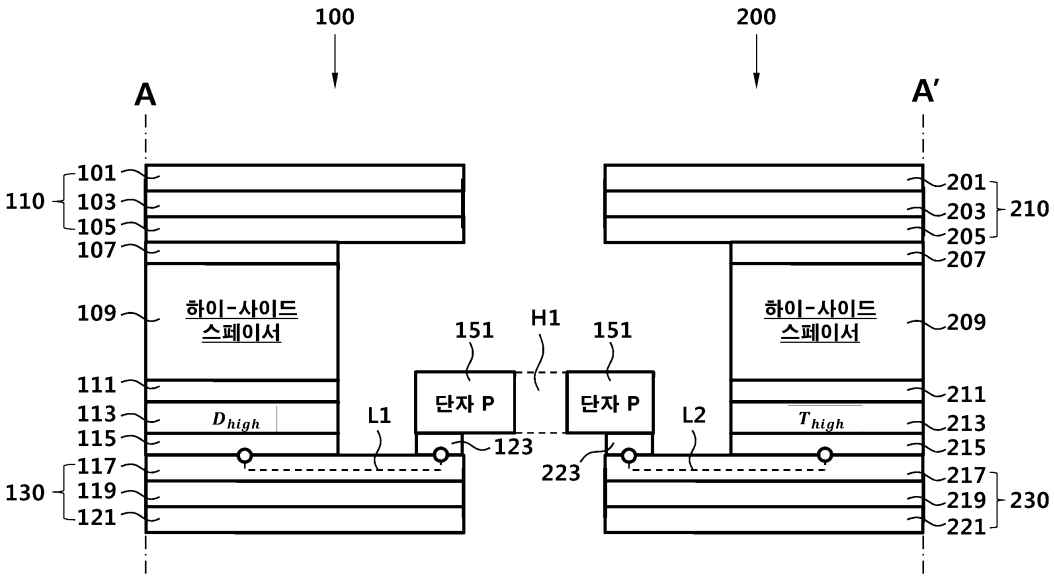
도면6


Terminal_P
하부기판(30)
상부기판(10)
Terminal_N
Terminal_U
Thigh
Dhigh
Tlow
Dlow
Terminal_P
Terminal_U
Terminal_N

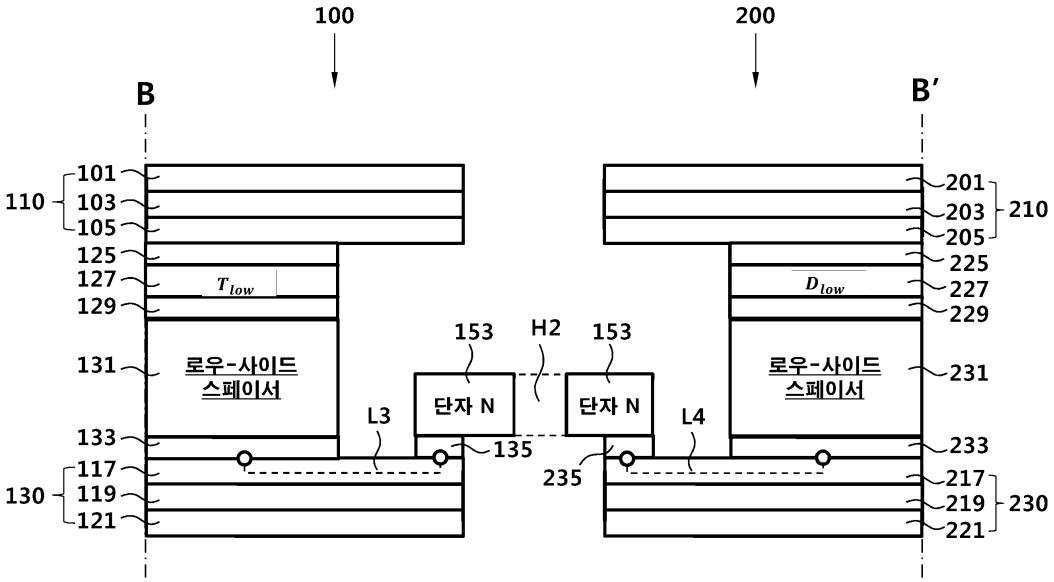
도면7


E
200
Z축
A'
B'
Terminal_P
151
Terminal_N
153
E'
100
D
A
B
D'
X축
Terminal_U
155
Y축

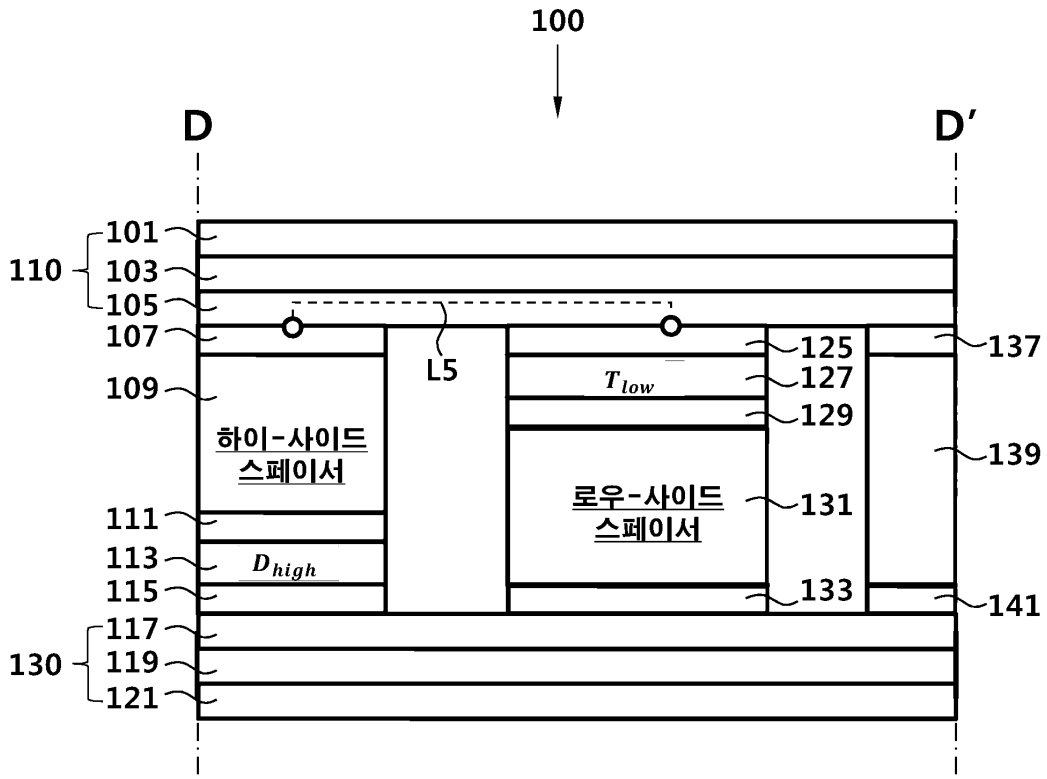
도면8


100
200
A
A'
101
103
105
107
110
109
하이-사이드
스페이서
151
H1
151
단자 P
단자 P
111
113
115
117
119
121
130
D_{high}
L1
123
223
L2
T_{high}
201
203
205
207
210
209
211
213
215
217
219
221
230

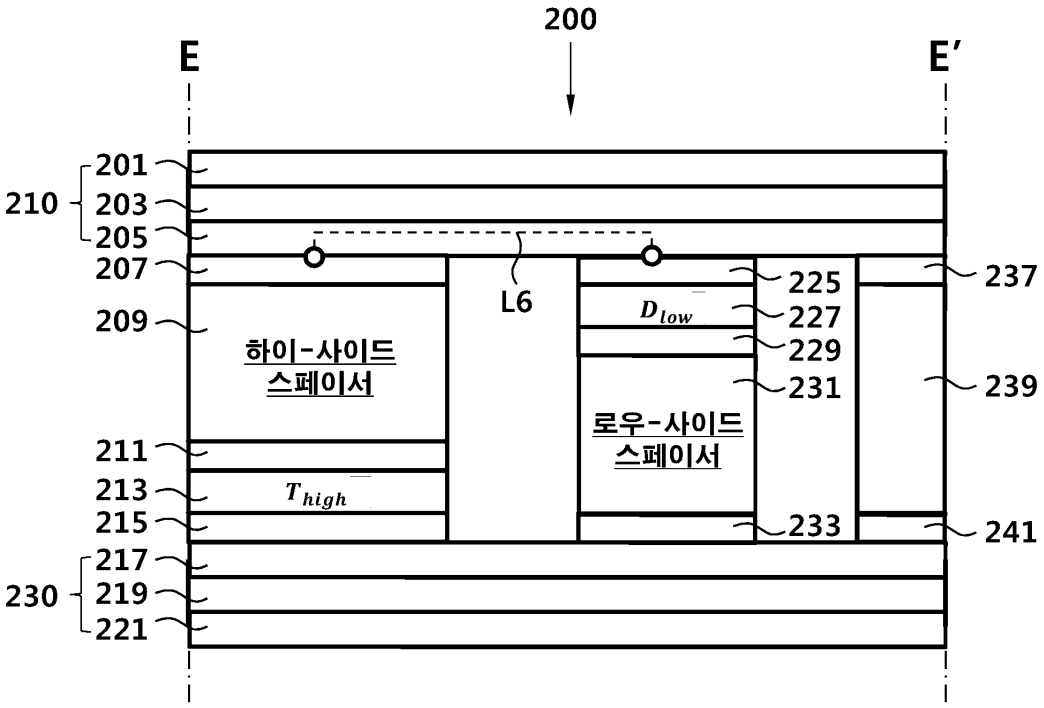
도면9


100
200
B
B'
101
103
105
110
125
127
129
131
133
117
119
121
130
T_{low}
로우-사이드
스페이서
153
H2
153
단자 N
단자 N
L3
L4
135
235
D_{low}
201
203
205
210
225
227
229
231
233
217
219
221
230

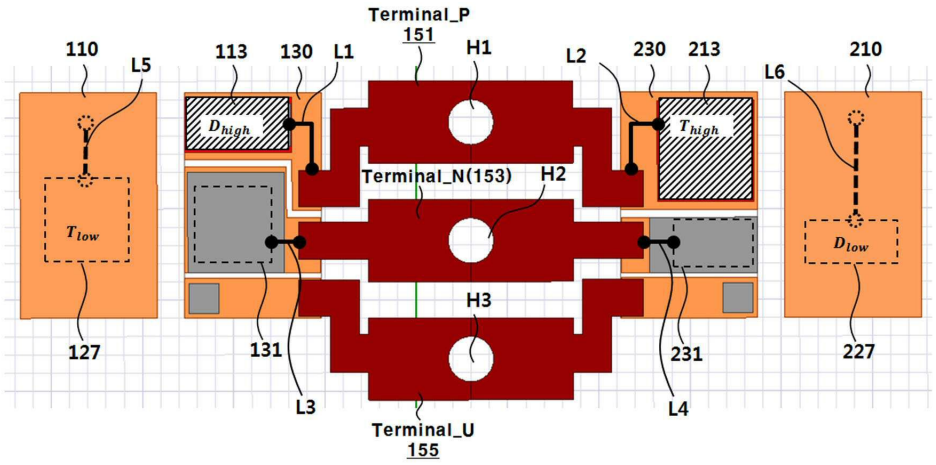
도면10


100
D
D'
101
103
105
110
107
109
111
113
115
117
119
121
130
L5
T_{low}
D_{high}
하이-사이드
스페이서
로우-사이드
스페이서
125
127
129
131
133
137
139
141

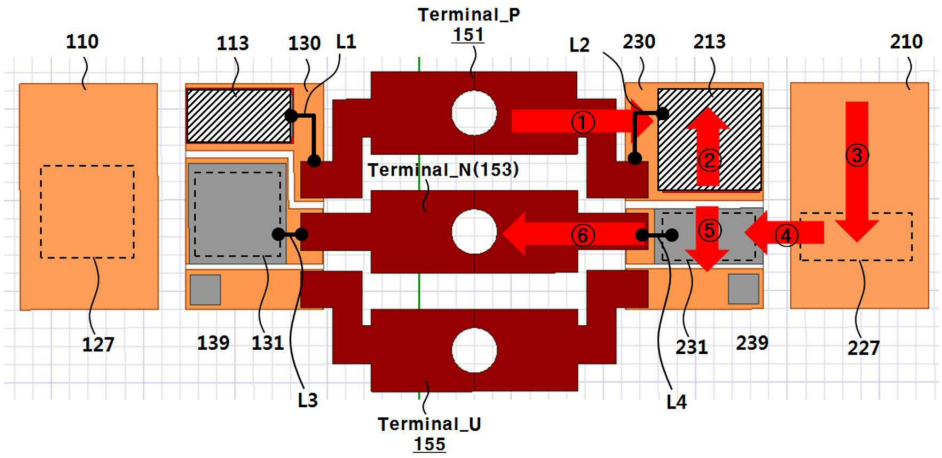
도면11


200
E
E'
201
203
205
210
207
209
211
213
215
217
219
221
230
L6
D_{low}
225
227
229
231
233
237
239
241
하이-사이드
스페이서
로우-사이드
스페이서
T_{high}

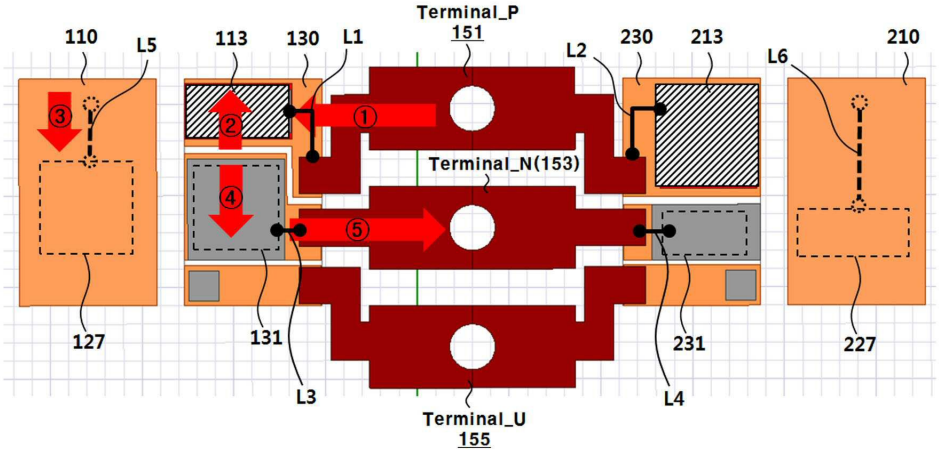
도면12


Terminal_P
151
110
L5
113
130
L1
H1
L2
230
213
L6
210
D_{high}
T_{high}
Terminal_N(153)
H2
T_{low}
D_{low}
H3
127
131
231
227
L3
L4
Terminal_U
155

도면13



도면14



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 10

【변경전】

제1항에서,

스트레이 인덕턴스(stray inductance)의 해석에 따른 제1 전류 경로는,

제1 단자(Terminal_P);

상기 제2 하부 기판상에 실장되어, 상기 제1 단자(단자 P)와 전기적으로 연결되는 하이-사이드 스위칭 소자;

상기 하이-사이드 스위칭 소자와 상기 제2 상부 기판을 전기적으로 연결하는 하이-사이드 스페이서;

상기 제2 상부 기판 상에 실장되어, 상기 하이-사이드 스페이서와 전기적으로 연결되는 로우-사이드 다이오드 소자;

상기 로우-사이드 다이오드 소자와 상기 제2 하부 기판을 전기적으로 연결하는 로우-사이드 스페이서; 및

상기 로우-사이드 스페이서와 전기적으로 연결되는 제2 단자(단자_N)

를 포함하도록 구성된 경로인 것인 양면 냉각형 파워 모듈.

【변경후】

제1항에서,

스트레이 인덕턴스(stray inductance)의 해석에 따른 제1 전류 경로는,

제1 단자(Terminal_P);

상기 제2 하부 기판상에 실장되어, 상기 제1 단자(Terminal_P)와 전기적으로 연결되는 하이-사이드 스위칭 소자;

상기 하이-사이드 스위칭 소자와 상기 제2 상부 기판을 전기적으로 연결하는 하이-사이드 스페이서;

상기 제2 상부 기판 상에 실장되어, 상기 하이-사이드 스페이서와 전기적으로 연결되는 로우-사이드 다이오드 소자;

상기 로우-사이드 다이오드 소자와 상기 제2 하부 기판을 전기적으로 연결하는 로우-사이드 스페이서; 및

상기 로우-사이드 스페이서와 전기적으로 연결되는 제2 단자(단자_N)

를 포함하도록 구성된 경로인 것인 양면 냉각형 파워 모듈.

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 11

【변경전】

제1항에서,

스트레이 인덕턴스(stray inductance)의 해석에 따른 제2 전류 경로는,

제1 단자(Terminal_P);

상기 제1 하부 기판 상에 실장되어, 상기 제1 단자(단자 P)와 전기적으로 연결되는 하이-사이드 다이오드 소자;

상기 하이-사이드 다이오드 소자와 상기 제1 상부 기판을 전기적으로 연결하는 하이-사이드 스페이서;

상기 제1 상부 기판 상에 실장되어, 상기 하이-사이드 스페이서와 전기적으로 연결되는 로우-사이드 스위칭 소자;

상기 로우-사이드 스위칭 소자와 상기 제1 하부 기판을 전기적으로 연결하는 로우-사이드 스페이서; 및

상기 로우-사이드 스페이서와 전기적으로 연결되는 제2 단자(Terminal_N)

를 포함하도록 구성된 경로인 것인 양면 냉각형 파워 모듈.

【변경후】

제1항에서,

스트레이 인덕턴스(stray inductance)의 해석에 따른 제2 전류 경로는,

제1 단자(Terminal_P);

상기 제1 하부 기판 상에 실장되어, 상기 제1 단자(Terminal_P)와 전기적으로 연결되는 하이-사이드 다이오드 소자;

상기 하이-사이드 다이오드 소자와 상기 제1 상부 기판을 전기적으로 연결하는 하이-사이드 스페이서;

상기 제1 상부 기판 상에 실장되어, 상기 하이-사이드 스페이서와 전기적으로 연결되는 로우-사이드 스위칭 소자;

상기 로우-사이드 스위칭 소자와 상기 제1 하부 기판을 전기적으로 연결하는 로우-사이드 스페이서; 및

상기 로우-사이드 스페이서와 전기적으로 연결되는 제2 단자(Terminal_N)

를 포함하도록 구성된 경로인 것인 양면 냉각형 파워 모듈.