(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0050221
(43) 공개일자 2020년05월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01F 17/04 (2006.01) *B60L 50/50* (2019.01)
H01F 27/28 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01F 17/045 (2013.01)
B60L 53/20 (2019.02)
(21) 출원번호 10-2018-0132972
(22) 출원일자 2018년11월01일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지이노텍 주식회사
서울특별시 강서구 마곡중앙10로 30(마곡동)
(72) 발명자
염재훈
서울특별시 중구 후암로 98, 17층(남대문로 5가, LG서울역빌딩)
배석
서울특별시 중구 후암로 98, 17층(남대문로 5가, LG서울역빌딩)
정종선
서울특별시 중구 후암로 98, 17층(남대문로 5가, LG서울역빌딩)
(74) 대리인
이승찬

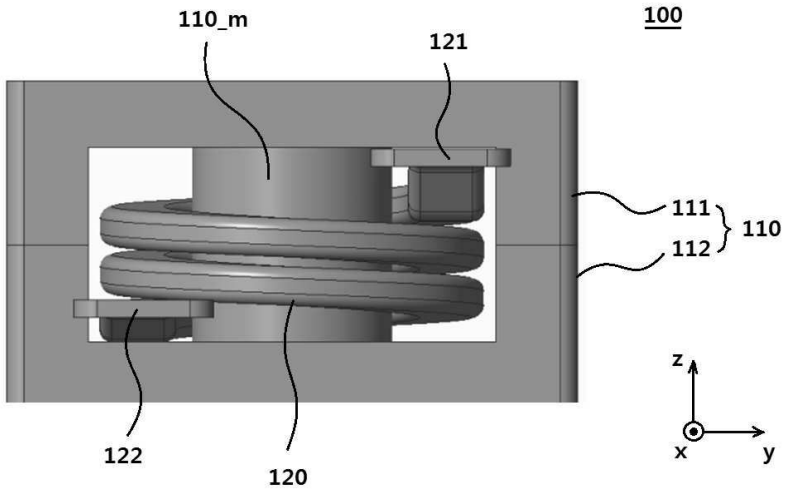
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 **인덕터 및 이를 포함하는 직류 컨버터**

(57) 요 약

본 발명의 일 실시예에 따른 인덕터는 중족을 갖는 코어와 중족의 외주면을 따라 권선되는 코일부를 포함하되, 코일부는 두께 방향으로 중첩되어 함께 권선되는 복수의 금속 도선을 포함하고, 복수의 금속 도선 각각은 권선 방향을 따라 연장되는 적어도 하나의 패턴부를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도3a



(52) CPC특허분류
H01F 27/28 (2013.01)
B60L 2210/10 (2013.01)
B60Y 2200/91 (2013.01)
Y02T 10/7216 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

중족을 갖는 코어; 및

상기 중족의 외주면을 따라 권선되는 코일부를 포함하되,

상기 코일부는,

두께 방향으로 중첩되어 함께 권선되는 복수의 금속 도선을 포함하고,

상기 복수의 금속 도선 각각은 권선 방향을 따라 연장되는 적어도 하나의 패턴부를 포함하는, 인덕터.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 복수의 금속 도선 각각은,

다각형 단면 형상을 갖는, 인덕터.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 적어도 하나의 패턴부는,

상기 복수의 금속 도선 각각의 상면에 배치되는 제1 패턴부; 및

상기 복수의 금속 도선 각각의 하면에 배치되는 제2 패턴부를 포함하는, 인덕터.

청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 제1 패턴부 및 상기 제2 패턴부는 상기 두께 방향을 따라 적어도 일부가 서로 중첩되는, 인덕터.

청구항 5

제1 직류 전력을 입력받아 제1 교류 전력으로 변환하는 구동회로;

상기 제1 교류 전력을 적어도 전압이 상이한 제2 교류 전력으로 변환하는 변압기; 및

상기 제2 교류 전력을 제2 직류 전력으로 출력하되, 적어도 인덕터를 구비하는 출력 회로를 포함하되,

상기 인덕터는,

중족을 갖는 코어; 및

상기 중족의 외주면을 따라 권선되는 코일부를 포함하고,

상기 코일부는 두께 방향으로 중첩되어 함께 권선되는 복수의 금속 도선을 포함하고,

상기 복수의 금속 도선 각각은 권선 방향을 따라 연장되는 적어도 하나의 패턴부를 포함하는, 직류 변환기.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 인덕터 및 이를 포함하는 직류 컨버터에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 환경에 대한 지속적인 관심과 규제에 따라 전기 모터를 구비한 차량의 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 이러한 차량에서는 전기 모터를 구동하기 위한 고전압 배터리와 전장 부하에 전원을 공급하기 위한 보조 배터리가 함께 구비되는 것이 보통이며, 보조 배터리는 고전압 배터리의 전력을 통해 충전될 수 있다. 보조 배터리의 충전을 위해서는 고전압 배터리의 직류 전원을 보조 배터리의 전압에 해당하는 직류 전원으로 변환할 필요가 있으며, 이를 위해 직류 컨버터(DC-DC CONVERTER)가 사용될 수 있다.

[0003] 도 1은 일반적인 직류 컨버터 구성의 일례를 나타내는 블럭도이다.

[0004] 도 1을 참조하면, 직류 컨버터(10)는 제1 배터리(Batt 1, 20)와 제2 배터리(batt 2, 30) 사이에 배치되며, 구동 회로(11), 변압기(12) 및 출력 회로(13)를 포함할 수 있다.

[0005] 제1 배터리(20)은 직류 전압과 직류 전류를 출력하며, 변압기(12)는 교류 전압과 교류 전류를 변환할 수 있다. 따라서, 구동 회로(11)는 변압기(12)에 교류 전류가 입력되도록 제1 배터리(20)가 출력하는 직류 전류를 시간에 따라 변화하는 교류 전류로 변환하여 변압기(12)의 1차 코일에 공급할 수 있다. 이를 위하여 구동 회로(11)는 풀 브리지를 구성하는 복수의 구동 스위치를 포함할 수 있으며, 각 구동 스위치는 제어부(40)의 제어에 따라 동작할 수 있다.

[0006] 변압기(12)는 구동회로(11)로부터 교류 전력을 입력받아 제1 배터리(20)와 제2 배터리(30)의 상대적 전압 차에 대응되도록 승압 또는 강압하여 2차 코일로 변환된 전력을 출력한다.

[0007] 출력 회로(13)는 변압기(12)로부터 출력되는 교류 전류를 직류 전류로 변환하여 제2 배터리(30)로 전달할 수 있다.

[0008] 출력 회로(13)는 일반적으로 출력 인덕터와 출력 캐패시터를 포함하는 저역 통과 필터(low pass filter)를 포함할 수 있다. 이러한 출력 인덕터는 변압기(12)에서 전달되는 고전류를 견디기 위해 여유율을 고려한 코일 설계가 이루어지며 단면이 사각형인 각선 코일이 적용되는 것이 보통이다.

[0009] 그런데, 출력 인덕터의 코일에 교류전류가 코일을 통과할 때, 표피 효과(skin effect)가 문제된다. 직류가 전선을 통과할 때에는 도체(즉, 코일) 단면적에 대하여 전부 같은 밀도로 전류가 흐르게 되나, 주파수가 있는 교류에서는 전선의 외측 부분으로 전류 밀도가 커지는 경향이 있는데, 이러한 현상을 표피 효과라 칭한다. 표피 효과가 발생하는 이유는 전선 단면적 내의 중심일수록 자속쇄교수가 커져서 인덕턴스가 증가하므로 중심부에서는 전류가 잘 흐르지 못하고 표면으로 몰리기 때문이다.

[0010] 표피 효과가 발생할 경우 실효교류 저항에 해당하는 저항값이 작용하므로 발열 특성이 저하되므로 효율이 떨어지는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 표피 효과를 완화할 수 있는 코일 구조를 갖는 인덕터 및 직류 컨버터를 제공하는 것이다.

[0012] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 일 실시예에 따른 인덕터는, 중족을 갖는 코어 및 상기 중족의 외주면을 따라 권선되는 코일부를 포함하되, 상기 코일부는 두께 방향으로 중첩되어 함께 권선되는 복수의 금속 도선을 포함하고, 상기 복수의 금속 도선 각각은 권선 방향을 따라 연장되는 적어도 하나의 패턴부를 포함할 수 있다.

[0014] 예를 들어, 상기 복수의 금속 도선 각각은 다각형 단면 형상을 가질 수 있다.

[0015] 예를 들어, 상기 적어도 하나의 패턴부는 상기 복수의 금속 도선 각각의 상면에 배치되는 제1 패턴부; 및 상기 복수의 금속 도선 각각의 하면에 배치되는 제2 패턴부를 포함할 수 있다.

[0016] 예를 들어, 상기 제1 패턴부 및 상기 제2 패턴부는 상기 두께 방향을 따라 적어도 일부가 서로 중첩될 수 있다.

[0017] 일 실시예에 따른 직류 변환기는, 제1 직류 전력을 입력받아 제1 교류 전력으로 변환하는 구동회로; 상기 제1 교류 전력을 적어도 전압이 상이한 제2 교류 전력으로 변환하는 변압기; 및 상기 제2 교류 전력을 제2 직류 전력으로 출력하되, 적어도 인덕터를 구비하는 출력 회로를 포함할 수 있다. 여기서, 상기 인덕터는, 중족을 갖는 코어 및 상기 중족의 외주면을 따라 권선되는 코일부를 포함하되, 상기 코일부는 두께 방향으로 중첩되어 함께 권선되는 복수의 금속 도선을 포함하고, 상기 복수의 금속 도선 각각은 권선 방향을 따라 연장되는 적어도 하나의 패턴부를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0018] 실시 예에 의한 인덕터 및 이를 포함하는 직류 컨버터는 코일의 패턴으로 인해 유효 단면적이 증가하여 표피 효과과 완화되므로 효율이 향상된다.

[0019] 본 발명에서 얻은 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 일반적인 직류 컨버터 구성의 일례를 나타내는 블럭도이다.

도 2는 주파수에 따른 도선에서의 표피효과에 따른 침투 깊이를 나타낸다.

도 3a는 일 실시예에 따른 인덕터의 정면도이다.

도 3b는 일 실시예에 따른 인덕터의 평면도이다.

도 3c는 도 3b의 A-A’ 선을 따라 절개한 인덕터의 단면도이다.

도 4a는 일 실시예에 따른 패턴을 포함하는 금속 도선의 단면도이다.

도 4b 및 도 4c는 일 실시예에 따른 패턴을 포함하는 코일부의 평면도이다.

도 4d는 다른 실시예에 따른 패턴을 포함하는 금속 도선의 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0022] 제2, 제1 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제2 구성요소는 제1 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제1 구성요소도 제2 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

[0023] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0024] 실시예들의 설명에 있어서, 각 층(막), 영역, 패턴 또는 구조들이 기판, 각층(막), 영역, 패드 또는 패턴들의 "상/위(on)"에 또는 "하/아래(under)"에 형성된다는 기재는, 직접(directly) 또는 다른 층을 개재하여 형성되는 것을 모두 포함한다. 각 층의 상/위 또는 하/아래에 대한 기준은 도면을 기준으로 설명한다. 또한, 도면에서 각 층(막), 영역, 패턴 또는 구조물들의 두께나 크기는 설명의 명확성 및 편의를 위하여 변형될 수 있으므로, 실제 크기를 전적으로 반영하는 것은 아니다.

[0025] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함

하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0026] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0027] 본 발명의 실시예들에 따른 인덕터 및 그를 이용한 직류 컨버터를 설명하기 앞서, 표피 효과를 보다 상세히 설명한다.

[0028] 표피 효과의 정도는 아래 수학식 1과 같이 관통 깊이(Skin depth of penetration)로 표현될 수 있다.

수학식 1

[0029]
$$\delta = \frac{1}{\sqrt{\pi f \mu \sigma}}$$

[0030] 수학식 1에서 δ는 관통 깊이(Skin depth of penetration (㎜))를, F는 주파수(Frequency (Hz))를, μ는 투자율(Magnetic permeability (H/㎜))을, ρ는 전도율(Electrical conductivity)을 각각 나타낸다. 따라서, 수학식 1에 의하면 관통 깊이는 주파수, 전도율 및 투자율에 반비례함을 알 수 있다. 주파수별 도선에서의 침투 깊이가 도 2에 도시된다.

[0031] 도 2는 주파수에 따른 도선에서의 표피효과에 따른 침투 깊이를 나타낸다.

[0032] 도 2에서 도선의 재질은 스틸(steel)인 경우를 가정한다. 도 2를 참조하면, 60Hz에서는 150㎜의 관통 깊이를, 1kHz에서는 5㎜의 관통 깊이를, 400kHz에서는 0.75㎜의 관통 깊이를 각각 보인다. 따라서, 주파수가 높을수록 관통 깊이가 낮아지고, 이는 표피 효과가 심해짐을 의미한다.

[0033] 수학식 1을 근거로 할 때, 표피 효과의 완화를 위해서는 주파수 및 투자율을 감소시키는 방법이 고려될 수 있느나, 주파수는 출력 회로 전단의 구동 회로의 구현에 종속되며, 투자율 또한 도선의 물질 구성에 종속된다. 따라서, 본 발명의 실시예들에서는 코일을 구성하는 도선을 중첩시키고, 도선의 외곽에 패턴을 형성하는 방법으로 도선의 표면적을 증가시켜 표피 효과에 의한 문제점을 극복하고자 한다.

[0034] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 실시예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0035] 먼저, 도 3a 내지 도 3c를 참조하여 일 실시예에 따른 인덕터(100)를 설명한다. 도 3a는 일 실시예에 따른 인덕터의 정면도이고, 도 3b는 일 실시예에 따른 인덕터의 평면도이며, 도 3c는 도 3b의 A-A' 선을 따라 절개한 인덕터의 단면도를 각각 나타낸다.

[0036] 도 3a 내지 도 3c를 참조하면, 실시예에 따른 인덕터(100)는 코어부(110) 및 코어부(110)의 중족(110_m)의 외주면을 따라 권선된 코일부(120)를 포함할 수 있다.

[0037] 자기회로의 성격을 가지는 코어부(110)는 자속의 통로 역할을 할 수 있다. 코어부는 상부 코어(111)와 하부 코어(112)를 포함할 수 있다. 상부 코어(141) 및 하부 코어(142) 각각은 도 3a 내지 도 3c에 도시된 바와 같이"E"형 코어일 수도 있고, 둘(111, 112) 중 어느 하나는 "E"형 코어이고 나머지 하나가 "I"형 코어로 구성될 수도 있다. 두 코어(111, 112) 모두가 "E" 형 코어인 경우, 두 코어(111, 112)는 서로 상하로 대칭되는 형상일 수도 있고, 비대칭 형상일 수도 있다. 코어부(110)는 자성물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 코어부(110)는 Mn-Zn계 페라이트를 포함하고, 페라이트의 투자율(μ)은 2,000내지 15,000일 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. "E"형 코어 및 "I"형 코어의 구체적인 형상은 널리 알려진 바와 같으므로 명세서의 간명함을 위해 상세한 기재는 생략하기로 한다. 또한, 중족(110_m)은 도 3a 내지 도 3c에서 원기둥 형상을 갖는 것으로 도시되었으

나, 이는 예시적인 것으로 다각형 기둥이나 타원기둥 형상 등 다향한 형상을 가질 수도 있음은 물론이다.

[0038] 코일부(120)는 도전성 금속, 예컨대, 구리나 알루미늄을 포함할 수 있으며, 도 3c에 도시된 바와 같이 다각형 단면 형상을 갖는 두 개의 금속 도선(즉, 각선)이 두께 방향(예컨대, Z축)으로 중첩된 상태로 권선된 형태일 수 있다.

[0039] 예를 들어, 금속 도선의 단면 형상은 사각형일 수 있으나, 이는 예시적인 것으로 개별 금속 도선의 단면 형상을 이루는 사각형의 내각이 반드시 직각인 것은 아니며, 가장자리가 만곡된 형태일 수도 있다. 또한, 코일부(120)를 구성하는 각 금속 도선의 외표면은 코어부(110) 및 권선시 두께 방향(예컨대, Z축 방향)으로 중첩되는 인접한 표면 간의 절연을 위해 절연재(예컨대, 에나멜)로 코팅될 수 있다.

[0040] 금속 도선 각각이 도 3c에 도시된 바와 같이 장축(즉, Y축)과 단축(즉, Z축)을 포함하는 단면 형상을 갖는다고 가정하면, 함께 권선되는 복수의 금속 도선은 단축 방향을 따라 서로 중첩되는 것으로 볼 수 있다.

[0041] 도 3a 내지 도 3c에 도시된 코일부(120)의 권선수는 2턴을 보장하도록 도시되나, 이는 예시적인 것으로 실시예에 따른 코일부(120)의 권선수는 이보다 많거나 적을 수도 있다.

[0042] 아울러, 코일부(120)의 양단부에는 인덕터(100)를 포함하는 디바이스(예컨대, 직류 변환기)의 기판 등 다른 구성 요소와의 전기적 연결을 위한 터미널(121, 122)이 연결될 수도 있다. 예를 들어, 각 터미널(121, 122)은 두께 방향으로 중첩된 두 금속 도선 각각의 양단과 함께 연결될 수 있다.

[0043] 상술한 실시예에서 코일부(120)를 구성하되 서로 두께 방향으로 중첩되어 함께 권선되는 금속 도선은 두 개인 것으로 설명하였으나, 이는 예시적인 것으로 셋 이상의 금속 도선이 두께 방향으로 중첩된 상태로 권선될 수도 있다.

[0044] 상술한 바와 같이 복수의 금속 도선이 중첩된 상태로 권선될 경우, 단면적이 동일한 하나의 금속 도선을 이용하는 경우 대비 표면적이 넓어지므로, 표피 효과의 영향이 저감될 수 있어 발열 특성이 향상될 수 있다.

[0045] 한편, 설명의 간명함을 위해 도 3a 내지 도 3c에 도시되지는 않았으나, 실시예에 따른 코일(120)의 상면과 하면 중 적어도 하나에는 패턴부가 구비되어, 코일(120)의 표면적을 더 증대시킬 수 있다. 패턴부가 구비됨으로 인해 증가된 표면적은 표피 효과를 더욱 완화시킬 수 있다.

[0046] 이하, 패턴부의 구성을 도 4a 내지 도 4d를 참조하여 상세히 설명한다.

[0047] 도 4a는 일 실시예에 따른 패턴을 포함하는 금속 도선의 단면도이다.

[0048] 도 4a에는 일 실시예에 따른 금속 도선(120A)의 단면 형상이 도시된다. 예를 들어, 도 4a에 도시된 단면 형상은 도 3c의 'B'부분과 같이, 코일부(120)를 구성하는 복수의 금속 도선 중 하나에 해당하는 단면 형상일 수 있다. 따라서, 이하에서 설명되는 금속 도선(120A, 120B)의 단면 형상은 코일부(120)를 구성하는 금속 도선의 일부 또는 전체에 적용될 수 있다.

[0049] 도 4a를 참조하면, 금속 도선(120A)의 상면과 하면에는 복수의 패턴부(P1)가 배치될 수 있다. 각 패턴부(P1)는 단면 형상이 사각형인 리세스 형상 또는 그루브 형상을 갖되, 금속 도선(120A)이 연장되는 방향 또는 권선 방향을 따라 연장될 수 있다. 도 4a에서는 상면에 3개와 하면의 3개, 총 6개의 패턴부가 금속 도선(120A)에 구비되는 것으로 도시되었으나, 이는 예시적인 것으로 실시예에 따른 금속 도선 (120A)은 이보다 많거나 적은 수의 패턴부를 구비할 수도 있다.

[0050] 각 패턴부(P1)는 일정 간격을 두고 단면의 장축 방향(예컨대, y축 방향)을 따라 서로 이격되어 배치될 수 있다. 이때, 패턴부(P1)의 폭(w2)의 총합(즉, 3*w2)은 코일 전체 폭(w1)의 60% 내지 80%에 해당할 수 있으며, 바람직하게는 70%에 해당할 수 있다.

[0051] 또한, 각 패턴부(P1)의 깊이(h2, h3)의 총합(즉, h2+h3)은 금속 도선(120A)의 높이(h1)의 20% 내지 40%에 해당할 수 있으며, 바람직하게는 30%에 해당할 수 있다. 예를 들어, 상면에 위치하는 패턴부의 깊이(h2)와 하면에 위치하는 패턴부의 깊이(h3)가 동일할 경우, 각 깊이(h2, h3)는 금속 도선(120A) 높이(h1)의 15%에 해당할 수 있다. 물론, 실시예에 따라 각 깊이(h2, h3)는 서로 다를 수도 있다.

[0052] 이러한 패턴부(P1)는 개별 금속 도선이 절연재로 코팅되기 전에 금속 도선 상에 형성되는 것이 바람직하며, 에칭이나 절삭을 통해 형성될 수 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 예컨대, 패턴부(P1)는 개별 금속 도선이 압출될 때 패턴부의 단면 형상에 대응되는 형태의 노즐을 통해 형성될 수도 있다.

[0053] 도 4b 및 도 4c는 일 실시예에 따른 패턴을 포함하는 코일부의 평면도이다. 도 4b 및 도 4c에서는 이해를 돕기 위해 코어부(110) 및 터미널(121, 122)의 도시는 생략되었다.

[0054] 먼저 도 4b를 참조하면, 패턴부(P1)는 코일부(120) 전체 영역에 걸쳐 배치될 수 있다. 이와 달리, 도 4c에 도시된 바와 같이 패턴부(P1)는 코일부(P1)에서 실질적으로 턴을 구성하는 부분(예컨대, 곡선 평면 형상을 갖는 부분)에만 배치될 수도 있다.

[0055] 지금까지 상술한 실시예에서는 패턴부(P1)가 금속 도선(120A)의 상면과 하면에 서로 상하 대칭되거나, 두께 방향(예컨대, Z축 방향)으로 중첩되는 형태로 형성되었다. 이와 달리, 다른 실시예에 의하면, 금속 도선에서 상면의 패턴부와 하면의 패턴부의 적어도 일부는 두께 방향으로 서로 중첩되지 않을 수도 있다. 이를 도 4d를 참조하여 설명한다.

[0056] 도 4d는 다른 실시예에 따른 패턴을 포함하는 금속 도선의 단면도이다.

[0057] 도 4d를 참조하면, 금속 도선(120B)의 상면과 하면에 각각 하나 이상의 패턴부(P2, P3)가 형성되되, 두 패턴부(P2, P3)는 두께 방향(예컨대, Z축 방향)으로 교차되도록, 즉, 적어도 일부가 서로 중첩되지 않도록 배치될 수 있다.

[0058] 각 패턴부(P2, P3)는 단면 형상이 사각형인 리세스 형상 또는 그루브 형상을 갖되, 금속 도선(120B)이 연장되는 방향 또는 권선 방향을 따라 연장될 수 있다. 도 4d에서는 상면에 3개의 패턴부(P2, 이하 "상부 패턴부"라 칭함)와 하면에 4개의 패턴부(P3, 이하 "하부 패턴부"라 칭함)가 금속 도선(120B)에 구비되는 것으로 도시되었으나, 이는 예시적인 것으로 실시예에 따른 금속 도선 (120B)은 이보다 많거나 적은 수의 패턴부를 구비할 수도 있다.

[0059] 상부 패턴부(P2)와 하부 패턴부(P3) 각각의 폭(w5, w7)은 인접한 패턴부 사이의 간격(w4, w6)의 0.5배 내지 0.9배에 해당할 수 있다. 또한, 상부 패턴부(P2)와 하부 패턴부(P3) 각각의 깊이(h4, h5)는 금속 도선(120B) 두께(h1)의 0.05배 내지 0.3배에 해당할 수 있다. 아울러, 두께 방향으로 상부 패턴부(P2)의 폭(w5)과 하부 패턴부(P3) 간의 간격(w7), 또는 상부 패턴부(P2) 간의 간격(w4)과 하부 패턴부(P3)의 폭(w7)은 50% 내지 70%, 바람직하게는 60%까지 중첩될 수 있다.

[0060] 이러한 상대적 길이 비율을 가짐으로 인해, 패턴부(P2, P3)로 인한 표면 요철에도 불구하고 절연재의 이탈이 최소화될 수 있다.

[0061] 지금까지 설명한 실시예들에 의하면, 다음과 같은 효과가 기대될 수 있다.

[0062] 먼저, 복수의 금속 도선이 서로 중첩되어 권선되므로 코일부의 유효 단면적 증가로 표피 효과로 인한 영향이 완화될 수 있다. 또한, 패턴부의 배치를 통해 표피 효과가 더욱 완화될 수 있다.

[0063] 구체적으로, 구리 재질의 금속 도선이 적용될 경우, 전류 밀도는 약 4%(8.5A/mm2→8.2A/mm2)가 개선될 수 있다. 아울러, 제한된 코어 내부 공간에 상대적으로 유리한 코일 구조의 권선이 가능하다.

[0064] 아울러, 전기 모터를 구비하는 차량에 장착되는 직류 컨버터에서 동작하는 환경을 상정할 때, 아래 표 1과 같이 발열 성능 향상이 기대될 수 있다.

표 1

[0065]

	비교례에 따른 일반적인 인덕터	복수의 금속 도선 중첩 권선	패턴부를 포함하는 복수의 금속 도선 중첩 권선
코일부 온도	115℃	110℃	105℃

[0066] 표 1에서, 비교례에 따른 인덕터는 실시예에 따른 인덕터와 동일한 재질의 구성 요소를 갖되, 코일부를 구성하는 금속 도선의 단면적은, 실시예에 따른 중첩되어 권선되는 복수의 금속 도선들의 단면적과 동일한 것으로 가정한다. 또한, 실험 환경은 직류 컨버터 챔버의 온도가 85℃, 전력 전자(PE) 계통에 공급되는 냉각수온이 65℃, 직류 컨버터의 입력단 전압이 350V, 출력단 전압과 전류가 각각 14V / 230A 인 상황이 상정되었다.

[0067] 표 1에 나타난 바와 같이, 실시예에 따른 인덕터는 비교례 대비 5℃ 이상 발열 성능이 개선되며, 특히 패턴부까지 적용될 경우 더욱 발열 성능이 개선됨을 알 수 있다.

[0068] 전술한 실시 예 각각에 대한 설명은 서로 내용이 상충되지 않는 한, 다른 실시 예에 대해서도 적용될 수 있다.

[0069] 이상에서 실시 예를 중심으로 설명하였으나 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시 예의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 실시 예에 구체적으로 나타난 각 구성 요소는 변형하여 실시할 수 있는 것이다. 그리고 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부된 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0070] 100: 인덕터

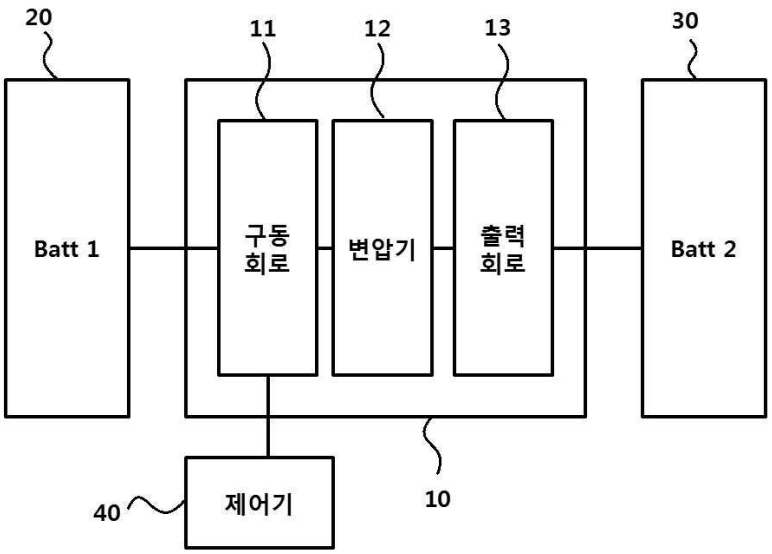
110: 코어부

120, 120A, 120B: 코일

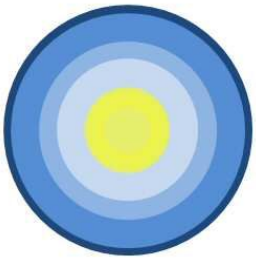
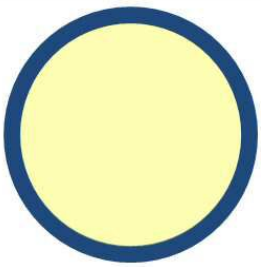
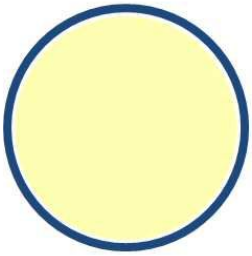
P1, P2, P3: 패턴부

도면

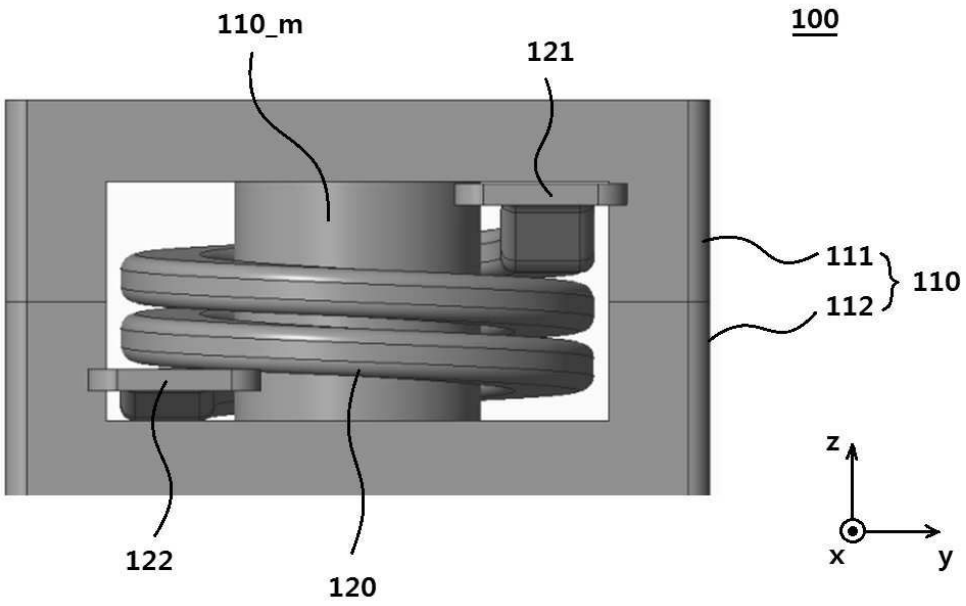
도면1



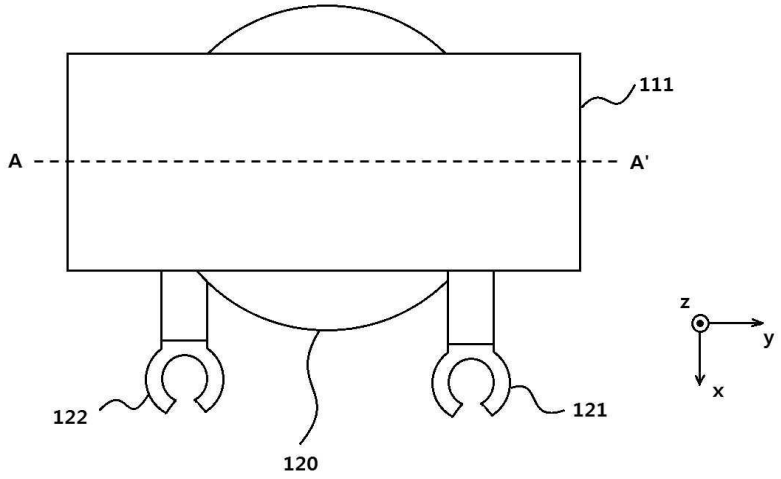
도면2

도선 단면			
주파수	60Hz	1kHz	400kHz
관통 깊이	150mm	5mm	0.75mm

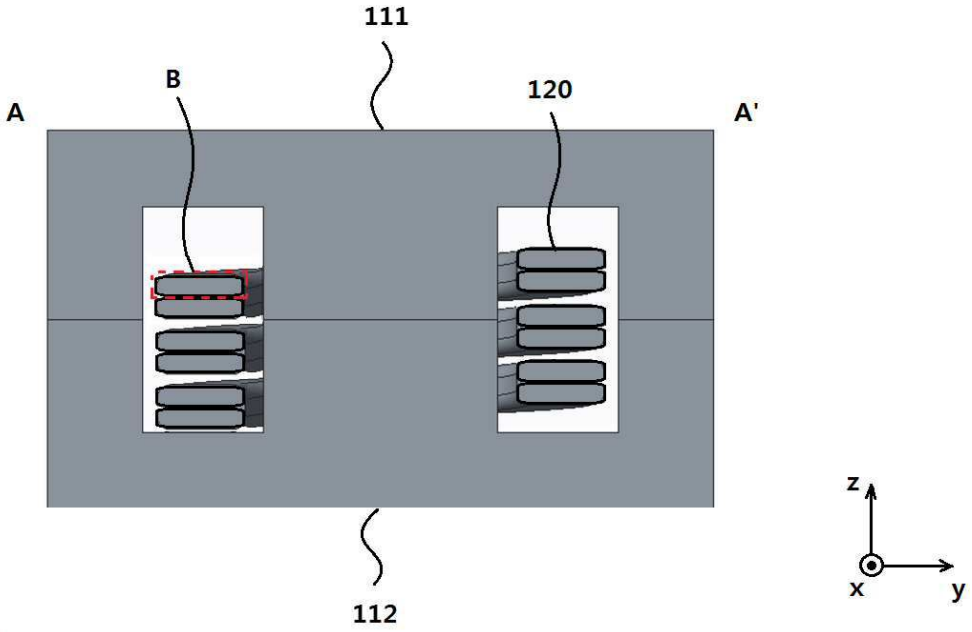
도면3a



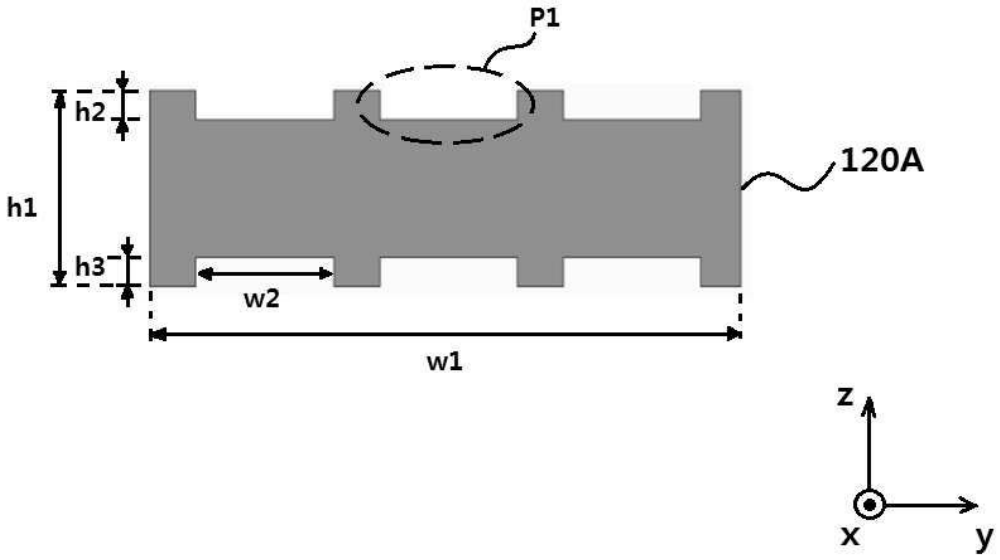
도면3b



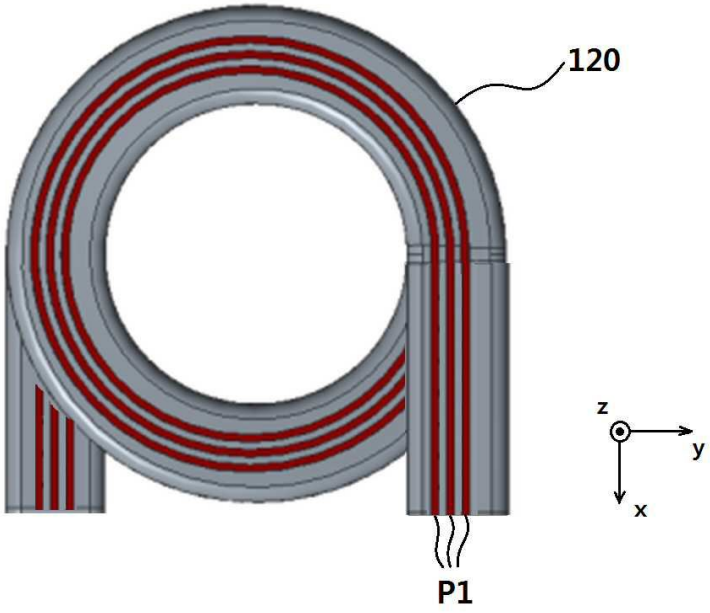
도면3c



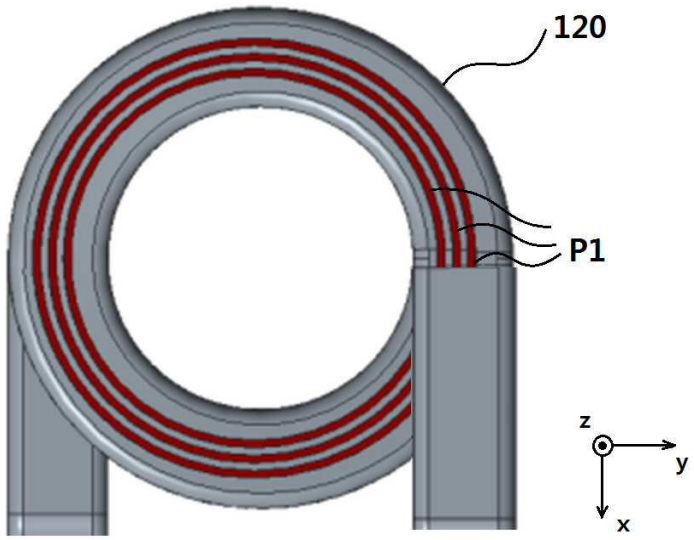
도면4a



도면4b



도면4c



도면4d

