



(19) 대한민국특허청(KR)
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년02월18일
 (11) 등록번호 10-1949250
 (24) 등록일자 2019년02월12일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02M 7/00 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H02M 7/003 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7000921
- (22) 출원일자(국제) 2014년06월06일
 심사청구일자 2016년02월26일
- (85) 번역문제출일자 2016년01월13일
- (65) 공개번호 10-2016-0021825
- (43) 공개일자 2016년02월26일
- (86) 국제출원번호 PCT/IB2014/062021
- (87) 국제공개번호 WO 2014/203112
 국제공개일자 2014년12월24일
- (30) 우선권주장
 1310940.0 2013년06월19일 영국(GB)
- (56) 선행기술조사문현
 JP2002373971 A*
 (뒷면에 계속)
- 전체 청구항 수 : 총 14 항

(73) 특허권자
프로틴 일렉트릭 리미티드
 영국 지유10 5이에이치 서레이 알튼 로드 파넘 콕
 스브릿지 비즈니스 파크 유니트 10비 실버트리
 (72) 발명자
오웬, 제프리
 영국 지유10 5이에이치 서레이 알튼 로드 파넘 콕
 스브릿지 비즈니스 파크 유니트 10비 실버트리 프
 로틴 일렉트릭 리미티드 내

(74) 대리인
성낙훈

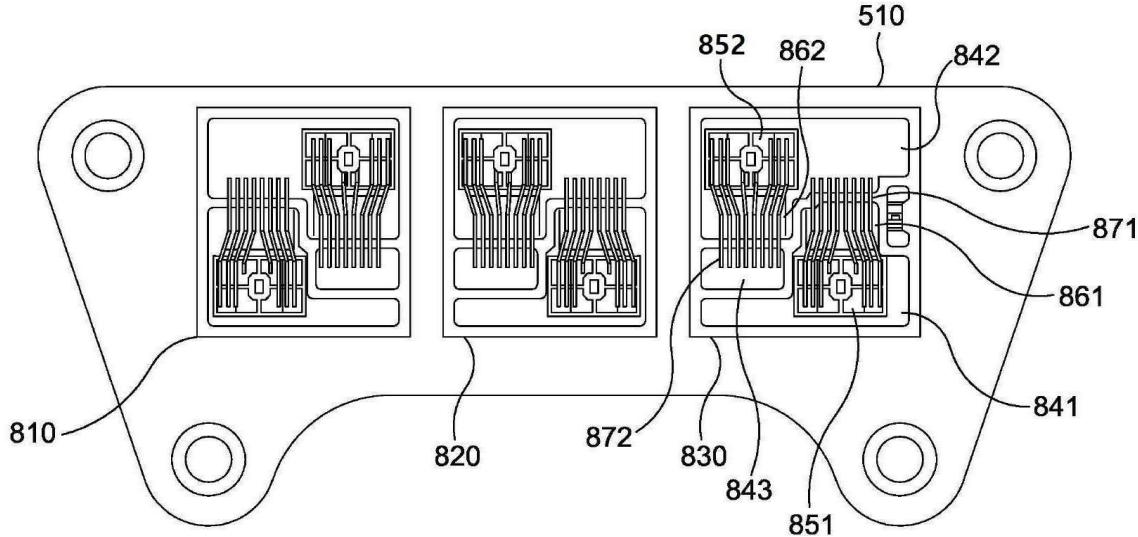
심사관 : 최창락

(54) 발명의 명칭 전동기 또는 발전기용 인버터

(57) 요 약

전동기 또는 발전기용 인버터로서, 인버터는 요소 상에 장착된 제1 디바이스 및 제2 디바이스를 포함하되, 제1 디바이스는 제1 스위치, 전력원의 제1 단자에 결합되도록 구성된 제1 콘택트 및 제2 콘택트를 포함하고, 동작의 제1 모드에서 제1 스위치가 제1 콘택트를 제2 콘택트에 전기적으로 결합시키도록 구성되고 동작의 제2 모드에서
 (뒷면에 계속)

대 표 도



제1 스위치가 제1 콘택트를 제2 콘택트로부터 전기적으로 절연시키도록 구성되고; 제2 디바이스는 제2 스위치, 전력원의 제2 단자에 결합되도록 구성된 제3 콘택트 및 제4 콘택트를 포함하고, 동작의 제1 모드에서 제2 스위치가 제3 콘택트를 제4 콘택트에 전기적으로 결합시키도록 구성되고 동작의 제2 모드에서 제2 스위치가 제3 콘택트를 제4 콘택트로부터 전기적으로 절연시키도록 구성되고, 제1 디바이스 및 제2 디바이스가 요소 상에 장착되어 전력원의 제1 단자에 결합되도록 구성된 제1 디바이스의 제1 콘택트의 일부분 및 전력원의 제2 단자에 결합되도록 구성된 제2 디바이스의 제3 콘택트의 일부분이 요소의 제1 영역 상에서 서로 인접하게 위치되고 제1 디바이스의 제2 콘택트 및 제2 디바이스의 제4 콘택트가 전동기 또는 발전기의 코일 권선에 결합되게 구성된다.

(56) 선행기술조사문현

JP2003199363 A*

US08054660 B2*

JP2010178494 A*

JP2010239811 A*

WO2011093202 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문현

명세서

청구범위

청구항 1

전동기 또는 발전기의 인버터를 위한 인버터 레그(810, 820, 830)로서,

상기 인버터 레그(810, 820, 830)는 전력 기판(510)의 절연 요소(610) 상에 장착된 제1 디바이스 및 제2 디바이스를 포함하되,

상기 제1 디바이스는 제1 반도체 스위치(851), 전력원의 제1 단자에 결합되도록 구성된 제1 전도성 영역(841), 및 제1 전도성 요소(871)을 포함하고, 동작의 제1 모드에서 상기 제1 반도체 스위치(851)가 상기 제1 전도성 영역(841)을 상기 제1 전도성 요소(871)에 전기적으로 결합시키도록 구성되고 동작의 제2 모드에서 상기 제1 반도체 스위치(851)가 상기 제1 전도성 영역(841)를 상기 제1 전도성 요소(871)로부터 전기적으로 절연시키도록 구성되고;

상기 제2 디바이스는 제2 반도체 스위치(852), 전력원의 제2 단자에 결합되도록 구성된 제3 전도성 영역(843), 및 제2 전도성 영역(842)을 포함하고, 동작의 제1 모드에서 상기 제2 반도체 스위치(852)가 상기 제3 전도성 영역(843)을 상기 제2 전도성 영역(842)에 전기적으로 결합시키도록 구성되고 동작의 제2 모드에서 상기 제2 반도체 스위치(852)가 상기 제3 전도성 영역(843)을 상기 제2 전도성 영역(842)로부터 전기적으로 절연시키도록 구성되고;

상기 제1 디바이스 및 상기 제2 디바이스가 상기 절연 요소(610) 상에 장착되어 전력원의 상기 제1 단자에 결합되도록 구성된 상기 제1 디바이스의 상기 제1 전도성 영역(841)의 일부분 및 전력원의 제2 단자에 결합되도록 구성된 상기 제2 디바이스의 상기 제3 전도성 영역(843)의 일부분이 상기 절연 요소(610)의 미리 결정된 영역 상에서 서로 인접하게 위치되고 상기 제1 디바이스의 상기 제1 전도성 요소(871)가 상기 제2 전도성 영역(842)에 결합되고, 상기 제2 디바이스의 상기 제2 전도성 영역(842)이 상기 전동기 또는 발전기의 코일 권선에 결합되게 구성되며,

상기 제1 디바이스는 제1 다이오드(861)를 더 포함하고 상기 제2 디바이스는 제2 다이오드(862)를 더 포함하고, 상기 제1 반도체 스위치(851) 및 상기 제1 다이오드(861)의 제1 측이 상기 제1 전도성 영역(841) 상에 장착되고 상기 제1 전도성 요소(871)가 상기 제1 반도체 스위치(851) 및 상기 제1 다이오드(861)의 제2 측 상에 장착되며, 상기 제2 반도체 스위치(852) 및 제2 다이오드(862)의 제1 측이 상기 제2 전도성 영역(842) 상에 장착되고 상기 제3 전도성 영역(843)이 제2 전도성 요소(872)를 통해 상기 제2 반도체 스위치(852) 및 상기 제2 다이오드(862)의 제2 측 상에 장착되며, 상기 제1 다이오드(861)와 상기 제1 반도체 스위치(851)가 서로에 대해 반전된 극성을 가지고 병렬로 접속되고, 상기 제2 다이오드(862)와 상기 제2 반도체 스위치(852)가 서로에 대해 반전된 극성을 가지고 병렬로 접속되는, 인버터 레그.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제1 전도성 요소(871)가 상기 전력원의 상기 제1 단자 및 제2 단자로부터 멀어지는 제1 방향으로 상기 제1 반도체 스위치(851)로부터 연장하도록 구성되는, 인버터 레그.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제3 전도성 영역(843)이 상기 전력원의 상기 제1 단자 및 제2 단자를 향하는 제2 방향으로 상기 제2 반도체 스위치(852)로부터 연장하도록 구성되는, 인버터 레그.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제1 전도성 요소(871)의 세로축 및 상기 제3 전도성 영역(843)의 세로축이 서로에 대해 평행하도록 구성되

는, 인버터 레그.

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제1 디바이스의 상기 제1 전도성 요소(871) 및 상기 제2 디바이스의 상기 제2 전도성 영역(842)이, 전력원의 상기 제1 단자에 대한 상기 제1 디바이스의 상기 제1 전도성 영역(841)의 결합 및 전력원의 상기 제2 단자에 대한 상기 제2 디바이스의 상기 제3 전도성 영역(843)의 결합에 대해 상기 절연 요소(610)의 대향하는 측 상에 상기 전동기 또는 발전기의 코일 권선에 결합되도록 구성되는, 인버터 레그.

청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 따른 복수의 인버터 레그(810, 820, 830)를 포함하는, 전동기 또는 발전기용 다중 위상 인버터.

청구항 7

전동기 또는 발전기용 전력 모듈로서,

상기 전력 모듈은 제 6 항에 따른 다중 위상 인버터 및 상기 전력원의 제1 단자 및 상기 전력원의 제2 단자를 포함하고, 상기 전력원의 상기 제1 단자가 각 인버터 레그(810, 820, 830)에 대한 상기 절연 요소(610)의 제1 측 상에 장착되고 상기 전력원의 상기 제2 단자가 각 인버터 레그(810, 820, 830)에 대한 상기 절연 요소(610)의 상기 제1 측 상에 장착되는, 전력 모듈.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 전력원의 상기 제1 단자는 상기 절연 요소(610)의 평면 위의 제1 평면 내에 위치되고 상기 전력원의 상기 제2 단자는 상기 절연 요소(610)의 평면 위의 제2 평면 내에 위치되며, 상기 제1 평면 및 상기 제2 평면은 서로에 대해 분리되는, 전력 모듈.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 전력원의 상기 제1 단자 및 상기 전력원의 상기 제2 단자가 동일 평면 상에 있도록 구성되는, 전력 모듈.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

각 인버터 레그(810, 820, 830)의 상기 제1 전도성 영역(841)이 제1 와이어 본드를 통해 상기 전력원의 상기 제1 단자에 결합되도록 구성되고 각 인버터 레그(810, 820, 830)의 상기 제3 전도성 영역(843)이 제2 와이어 본드를 통해 상기 전력원의 상기 제2 단자에 결합되도록 구성되는, 전력 모듈.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 제1 와이어 본드 및 상기 제2 와이어 본드가 각각 상기 전력원의 상기 제1 단자 및 상기 전력원의 상기 제2 단자에 결합될 때 오버랩하는, 전력 모듈.

청구항 12

제 7 항에 있어서,

상기 복수의 인버터 레그의 각 인버터 레그에 있어서 상기 전력원의 상기 제1 단자까지의 상기 제2 디바이스의 가장 가까운 포인트의 거리가 상기 복수의 인버터 레그의 각 인버터 레그에 있어서 상기 전력원의 상기 제1 단자까지의 상기 제2 디바이스의 가장 먼 거리보다 더 작은, 전력 모듈.

청구항 13

제 7 항에 있어서,

두 개의 다중 위상 인버터들 및 상기 두개의 다중 위상 인버터들의 반도체 스위치들의 동작을 제어하는 제어 신호를 조절하기 위한 드라이버를 더 포함하되, 상기 드라이버가 상기 두 개의 다중 위상 인버터들 사이에 위치되는, 전력 모듈.

청구항 14

전동기로서,

상기 전동기는 상기 전동기의 자기장을 생성하도록 구성되고 각각이 복수의 코일 하위-세트를 포함하는 두 개의 코일 세트들을 구비하는 고정자(stator); 및 제어 디바이스를 포함하되, 상기 제어 디바이스는 제 6 항에 따른 복수의 다중 위상 인버터를 포함하고, 상기 복수의 다중 위상 인버터의 상기 제1 디바이스의 상기 제1 전도성 요소(871) 및 상기 제2 디바이스의 상기 제2 전도성 영역(842)이 제1 코일 세트에 대한 개별 복수의 코일 하위-세트에 결합되도록 구성되고, 상기 복수의 다중 위상 인버터의 상기 제1 디바이스의 상기 제1 전도성 요소(871) 및 상기 제2 디바이스의 상기 제2 전도성 영역(842)이 제2 코일 세트에 대한 개별 복수의 코일 하위-세트에 결합되도록 구성되고, 상기 복수의 인버터가 상기 개별 코일 세트 내의 다른 하나 이상의 코일 하위-세트와 상이한 자기 위상을 갖도록 각 코일 하위-세트 내의 자기장을 발생시키기 위해 상기 개별 복수의 코일 하위-세트 내의 전류를 제어하도록 구성되며, 상기 제1 디바이스 및 상기 제2 디바이스가 상기 고정자에 인접하게 장착되는, 전동기.

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

발명의 설명**기술 분야**

[0001] 본 발명은 전동기(electric motor) 또는 발전기(generator)를 위한 인버터에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전동기 시스템은 전형적으로 전동기 및 전동기의 전력을 제어하도록 배치된 제어 유닛을 포함한다. 전동기의 알려진 타입들의 예는 유도 전동기(induction motor), 동기식 브러시리스 영구 자석 모터(synchronous brushless permanent magnet motor), 스위치드 레럭턴스 모터(swapped reluctance motor) 및 선형 모터를 포함한다. 상업적 무대에서는 3상(three phase) 전동기가 가장 흔하게 입수 가능한 전동기의 유형이다.

[0003] 3상 전동기는 전형적으로 3개의 코일 세트를 포함하며, 이때 각 코일 세트는 교류 전압의 3상들 중 하나와 연관된 자기장을 발생시키도록 배치된다.

[0004] 전동기 내에서 형성되는 자극(magnetic pole)들의 수를 증가시키기 위해서, 각 코일 세트가 전형적으로 회전 자기장을 발생시키도록 구동되는 전동기의 주변기기 둘레에 분산된 다수의 코일 하위세트들을 구비할 것이다.

[0005] 예시로서, 도 1은 세 개의 코일 세트들(14, 16, 18)을 구비하는 전형적인 3상 전동기(10)를 도시한다. 각 코일

세트는 직렬 접속된 4개의 코일 하위세트들로 구성되며, 이때 하나의 주어진 코일 세트에 있어서 개별 코일 하위세트들에 의해 생성된 자기장이 공통의 위상(phase)을 가질 것이다.

- [0006] 3상 전동기의 3개의 코일 세트들은 전형적으로 델타(delta) 또는 와이(seye) 구성으로 구성된다. DC 파워 서플라이를 갖는 3상 전동기를 위한 제어 유닛은 전형적으로 전동기를 구동하기 위한 3상 전압 서플라이를 생성하는 3상 브릿지 인버터를 포함할 것이다. 개별 전압 위상들 각각이 전동기의 개별 코일 세트에 적용된다.
- [0007] 3상 브릿지 인버터는 DC 전압 서플라이로부터 교류 전압을 발생시키도록 사용되는 다수의 스위칭 디바이스들, 예를 들어 절연 게이트 양극성 트랜지스터(IGBT) 스위치와 같은 전력 전자 스위치를 포함한다.
- [0008] 그러나, 전형적으로 DC 링크 커퍼시터와 관련된 DC 파워 서플라이 및 제어 유닛이 전동기로부터 위치된 거리가 멀수록 전동기 시스템 내의 전류 흐름에 대한 연관된 전류 루프가 클 것이다, 이때 전류 루프 크기에서의 증가는 전동기의 인덕턴스를 증가시키는 효과를 가질 것이다.
- [0009] 전체 전동기 시스템의 인덕턴스가 증가할 때, 예를 들어 교류 전압 서플라이를 생성할 때 인버터 스위치들의 동작에 따라, 전류 흐름에서의 변화가 발생할 때 전압 트랜센트(voltage transient)가 더 클 것이다. 전동기 시스템 내의 전압 트랜센트가 높을수록 전동기 인버터 내의 인버터 스위치에 대해 더 큰 전력 소요량이 필요할 것이다, 이때 더 높은 전력이 소요되는 스위치가 대응하는 더 작은 스위칭 디바이스보다 더 느린 스위칭 속도 및 더 큰 스위칭 손실을 가진다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명의 양태에 따르면 첨부된 청구범위에 따른 인버터가 제공된다.
- [0011] 본 발명은 인버터 내의 전류 루프 영역을 최소화하는 장점을 제공한다. 특히, 전류 루프 영역은 인버터 스위치를 구성함으로써 최소화되며 그에 따라 인버터의 레그(leg)로의 포지티브 및 네거티브 전력 레일 라인들의 결합이 회로 보드의 대향하는 측 상의 인버터의 레그에 결합되는 전동기의 위상 권선(phase winding)을 갖는 회로 보드의 하나의 측 상에서 서로 인접하게 위치된다.

도면의 간단한 설명

- [0012] 본 발명이 이제 첨부된 도면들을 참조하여 예시적인 방식으로 기술될 것이다:

- 도 1은 종래 기술의 3상 전동기를 도시한 도면;
- 도 2는 본 발명을 구현하는 모터의 분해도;
- 도 3은 다른 각도에서의 도 1에 도시된 전동기의 분해도;
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 전동기를 도시한 도면;
- 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 전동기의 제어 디바이스를 도시한 도면;
- 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 전력 기판의 단면도;
- 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 인버터를 도시한 도면;
- 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 인버터 레그의 전기적 결합을 도시한 도면;
- 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 인버터 레그의 치수를 도시한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 기술된 본 발명의 실시예는 전동기용 인버터에 대한 것이며, 이때 전동기는 차량의 훨에서 사용하기 위한 것이다. 그러나 전동기는 차량 내부 어디에든 위치될 수 있다. 모터는 훨에 부착하기 위한 자석들의 세트를 운반하는 회전자(rotor)에 의해 방사상으로 둘러싸인, 차량에 부착하기 위한 고정자(stator)의 부분인 코일들의 세트를 구비하는 타입이다. 의심 없이, 본 발명의 다양한 양태들이 동일한 구성을 갖는 전기 발전기에 동일하게 적용가능하다. 이렇게, 전동기의 정의는 전기 발전기를 포함하고자 의도된다. 또한, 본 발명의 양태들의 일부는 방사상 둘러싸는 코일들 내에서 중앙에 장착된 회전자를 구비하는 구성에 적용가능하다. 당업자에 의해 이해될 수 있는 바와 같이, 본 발명은 다른 타입의 전동기들과 사용하도록 적용가능하다.
- [0014] 본 실시예의 목적을 위해서, 도 2 및 3에 도시된 바와 같이, 인-휠(in-wheel) 전동기는 열 싱크(heat sink)(253)를 포함하는 고정자(252), 다수의 코일들(254), 코일들을 구동하기 위해 고정자의 후방 부분 상의 열 싱크(253) 상에 장착된 두 개의 제어 디바이스(400) 및 다르게는 DC 링크 커패시터로서 알려져 있고 제어 디바이스(400)의 내부 반지름 내의 고정자 상에 장착된 환형 커패시터를 포함한다. 코일들(254)은 코일 권선을 형성하도록 고정자 투스 라미네이션(tooth lamination) 상에 형성된다. 고정자 커버(256)는 차량에 고정될 수 있고 사용 중에 차량에 대해 회전하지 않는 고정자(252)를 형성하기 위해 제어 디바이스(400)를 에워싸는 고정자(252)의 후방 부분 상에 장착된다.
- [0015] 각 제어 디바이스(400)는 두 개의 인버터(410) 및 제어 로직(420)을 포함하며, 본 실시예에서 도 4에 개략적으로 표현된 인버터들(410)의 동작을 제어하기 위한 프로세서를 포함한다.
- [0016] 환형 커패시터는 다르게는 DC 버스바(busbar)로도 알려진 전동기의 파워 서플라이 라인 상의 전압 리플(voltage ripple)을 감소시키며, 전동기의 동작 동안에 전압 오버슈트(overshoot)를 감소시키기 위해 전동기의 DC 전력원(power source) 및 인버터(410)를 가로질러 결합된다. 감소된 인덕턴스를 위해서 커패시터가 제어 디바이스(400)에 인접하게 장착된다.
- [0017] 회전자(240)는 전방 부분(220) 및 실질적으로 고정자(252)를 둘러싸는 커버를 형성하는 원통형 부분(221)을 포함한다. 회전자는 원통형 부분(221)의 내부 둘레에 배치된 복수의 영구 자석(242)을 포함한다. 본 실시예를 위해서 32개의 자석 쌍들이 원통형 부분(221)의 내부 상에 장착된다. 그러나, 임의의 수의 자석 쌍들이 사용될 수 있다.
- [0018] 자석들은 코일들에 의해 생성된 자기장이 회전자(240)가 회전하게 하도록 회전자(240)의 원통형 부분(221)의 내부 둘레에 배치된 자석들(242)과 상호작용하도록 고정자(252) 상의 코일 권선들에 인접하게 존재한다. 영구 자석들(242)이 전동기를 구동하기 위한 구동 토크(drive torque)를 발생시키도록 활용되기 때문에, 영구 자석은 전형적으로 구동 자석으로 지칭된다.
- [0019] 회전자(240)는 베어링 블록(223)에 의해 고정자(252)에 부착된다. 베어링 블록(223)은 이러한 모터 어셈블리가 피팅될 차량 내에서 사용될 수 있는 것과 같은 표준 베어링 블록일 수 있다. 베어링 블록은 두 개의 부분들을 포함하며, 제1 부분은 고정자에 고정되고 제2 부분은 회전자에 고정된다. 베어링 블록은 고정자(252)의 벽의 중앙 부분(253)에 고정되고 또한 회전자(240)의 하우징 벽(220)의 중앙 부분(225)에도 고정된다. 따라서 회전자(240)는 회전자(240)의 중앙 부분(225)에서 베어링 블록(223)을 통해 사용될 차량에 회전식으로 고정된다. 이것은 훨 림(rim)을 회전자의 중앙 부분에 고정하고 결과적으로 베어링 블록(223)의 회전가능한 측 상에 단단히 고정하기 위한 정상 훨 볼트를 이용하여 훨 림 및 타이어가 중앙 부분(225)에서 회전자(240)에 고정될 수 있다는 점에서 장점을 가진다. 훨 볼트는 회전자의 중앙 부분(225)을 통해 베어링 블록 자체 내로 피팅될 수 있다. 회전자(240) 및 베어링 블록(223)에 장착되는 훨 모두를 이용하여, 회전자와 훨의 회전 각도 사이의 일대일 관련성이 존재한다.
- [0020] 도 3은 반대편으로부터의 도 2에 도시된 동일한 모터 어셈블리의 분해도를 나타낸다. 회전자(240)는 외부 회전자 벽(220) 및 자석들(242)이 원주식으로 배치된 원주 벽(circumferential wall)(221)을 포함한다. 전술된 바와 같이, 고정자(252)는 회전자 및 고정자 벽들의 중앙 부분들에서 베어링 블록을 통해 회전자(240)에 접속된다.
- [0021] V 형태의 실(seal)이 회전자의 원주 벽(221)과 고정자의 외부 에지 사이에 제공된다.
- [0022] 회전자는 다르게는 정류(commutation) 자석으로도 알려진 위치 감지를 위한 자석들(227)의 세트를 포함하며, 이것은 고정자 상에 장착된 센서들과 함께 회전자 플러스 각도가 예측되는 것을 가능하게 한다. 회전자 플러스 각도는 코일 권선에 대한 구동 자석의 위치적인 관계를 정의한다. 대안적으로, 개별적인 자석들의 세트를 대신하여 회전자가 개별적인 자석들의 세트로서 동작하는 다수의 극(pole)을 갖는 자기적 재료의 고리를 포함할 수

있다.

- [0023] 정류 자석들이 회전자 플럭스 각도를 계산하도록 사용되는 것을 가능하게 하도록, 바람직하게는 각 구동 자석이 연관된 정류 자석을 구비하며, 이때 회전자 플럭스 각도가 측정된 정류 자석 플럭스 각도를 캘리브레이션함으로써 정류 자석들의 세트와 연관된 플럭스 각도로부터 파생된다. 정류 자석 플럭스 각도와 회전자 플럭스 각도 사이의 상관관계를 단순화하기 위해서, 바람직하게는 정류 자석들의 세트가 구동 자석 쌍들의 세트로서 동일한 수의 자석들 또는 자석 극 쌍들을 구비하며, 이때 정류 자석들 및 연관된 구동 자석들이 대략 서로와 방사상으로 정렬된다. 따라서, 본 실시예를 위해서 정류 자석들의 세트가 32개의 자석들의 세트를 구비하며, 이때 각 자석 쌍은 개별 구동 자석 쌍과 대략 방사상으로 정렬된다.
- [0024] 본 실시예에서 홀 센서(Hall sensor)인 센서는 고정자 상에 장착된다. 센서는 회전자가 회전할 때 정류 자석 고리를 형성하는 정류 자석들 각각이 센서를 통과하여 개별적으로 회전하도록 위치된다.
- [0025] 회전자가 고정자에 대해 회전할 때, 이에 상응하여 정류 자석들은 AC 전압 신호를 출력하는 홀 센서를 갖는 센서를 통과하여 회전하며, 여기서, 센서는 센서를 통과하는 각 자석 쌍에 대해 360 전기 각도(electrical degree)의 완전한 전압 사이클을 출력한다.
- [0026] 위치 검출을 향상시키기 위해서, 바람직하게는 센서가 제1 센서로부터 이동된 90 전기 각도로 배치된 연관된 제2 센서를 포함한다.
- [0027] 본 실시예에서, 전동기는 네 개의 코일 세트들(60)을 포함하며, 각각의 코일 세트(60)는 와이 구성으로 결합되어 3상 하위-모터를 형성하는 세 개의 코일 하위-세트들(61, 62, 63)을 구비하며, 결과적으로 상기 전동기는 네 개의 3상 하위-모터들을 구비한다. 개별 하위-모터들의 동작은 아래에서 기술되는 바와 같은 두 개의 제어 디바이스들(400) 중 하나를 통해 제어된다. 그러나, 본 실시예가 네 개의 코일 세트들(60)(즉, 네 개의 하위-모터들)을 구비하는 전동기를 기술하지만, 모터는 연관된 제어 디바이스를 갖는 하나 이상의 코일 세트를 동일하게 구비할 수 있다. 바람직한 실시예에서, 모터(40)는 8개의 코일 세트들(60)을 포함하며, 각각의 코일 세트(60)는 와이 구성으로 결합되어 3상 하위-모터를 형성하는 세 개의 코일 하위-세트들(61, 62, 63)을 구비하며, 결과적으로, 모터는 8개의 3상 하위-모터들을 구비한다. 유사하게, 각 코일 세트는 임의의 수의 코일 하위-세트를 구비할 수 있으며, 그에 따라 각 하위-모터가 둘 이상의 위상을 갖는 것을 가능하게 한다.
- [0028] 도 4는 개별 코일 세트(60)와 제어 디바이스(400) 사이의 접속을 도시하며, 이때 개별 코일 세트(60)는 제어 디바이스(400) 상에 포함된 개별 3상 인버터(410)에 접속된다. 당업자에게 잘 알려진 바와 같이, 3상 인버터는 6 개의 스위치를 포함하며, 이때 3상 교류 전압이 6개의 스위치의 제어된 동작에 의해 발생될 수 있다. 그러나, 스위치의 개수는 개별 하위-모터들에 적용될 전압 위상들의 수에 의존할 것이며, 이때 하위-모터들은 임의의 수의 위상을 갖도록 구성될 수 있다.
- [0029] 바람직하게는, 제어 디바이스들(400)이 모듈식 구성을 가진다. 도 5는 바람직한 실시예의 분해도를 도시하며, 이때, 각각의 제어 디바이스(400) 또는 소위 전력 모듈은 전력 인쇄 회로 보드(500)를 포함하는데, 여기서, 두 개의 전력 기판 어셈블리(510), 제어 인쇄 회로 보드(520), DC 배터리에 접속시키기 위한 네 개의 전력원 버스 바(530) 및 개별 코일 권선에 연결하기 위한 6개의 위상 권선 버스바(540)가 장착된다. 제어 디바이스 구성요소들 각각은 위상 권선 버스바(540)에 대해 제어 디바이스 하우징(550)의 반대편 상에 장착되는 4개의 전력원 버스바(530)를 갖는 제어 디바이스 하우징(550) 내에 장착된다.
- [0030] 각 전력 기판(510)은 전력 인쇄 회로 보드(500) 내에 형성된 개별 개구(aperture) 내에 장착되도록 배치된다.
- [0031] 바람직한 전력 기판 어셈블리(510)의 단면이 도 6에 도시되었으며, 이때 제어 디바이스(400) 내에 장착된 전력 기판(510)의 각각이 3상 인버터(410)가 형성되는 3mm 구리 베이스 플레이트(600)를 갖는 활성 금속 납땜 알루미늄 기판이고, 이때 각 인버터(410)가 개별 코일 세트(60)에 결합된다. 알루미늄 뒤판(backing)(620)을 갖는 절연 요소(610)는 아래에서 기술되는 바와 같이 절연 요소(610) 상에 장착된 인버터(410)의 요소들을 갖는 구리 베이스 플레이트(600)에 납땜된다.
- [0032] 전력 인쇄 회로 보드(500)는 전력 기판 어셈블리(510) 상에 형성된 인버터 스위치에 대한 드라이버를 포함하는 다양한 구성요소들을 포함하며, 이때 드라이버는 전형적으로 인버터 스위치를 터-온 및 터-오프 하기에 적합한 형태로 제어 신호를 변환하도록 사용된다.
- [0033] 전력원 버스바들(530)의 제1 쌍은 전력 기판 어셈블리들(510) 중 하나 상에 형성된 인버터(410)에 전류 소스를 제공하기 위한 것이다. 전력원 버스바들(530)의 제2 쌍은 다른 전력 기판 어셈블리(510) 상에 형성된 인버터

(410)에 전류 소스를 제공하기 위한 것이다.

[0034] 전력원 버스바들(530)의 각 쌍에 있어서, 전력원 버스바들(530) 중 하나가 전력 회로 보드(500)의 평면 위에 형성된 제1 평면에 위치된다. 다른 전력원 버스바(530)가 제1 평면 위의 제2 평면에 위치된다. 바람직하게는, 전력원 버스바들(530)의 각 쌍은 실질적으로 동일한 평면 상에 배치된다.

[0035] 제어 디바이스 하우징(550)은 제어 디바이스 하우징(550)이 고정자에 장착되었을 때 전력 기판(510) 각각의 바닥이 고정자 열 싱크와 직접 접촉하게 배치되도록 구성되며, 그에 따라 전력 기판(510) 각각의 베이스에 냉각이 직접 적용되는 것을 가능하게 한다.

[0036] 제어 인쇄 회로 보드(520)는 전력 인쇄 회로 보드(500) 위의 제어 디바이스 하우징(550) 내에 장착되도록 구성된다.

[0037] 제어 인쇄 회로 보드(520)는 인버터 스위치들의 동작을 제어하기 위한 프로세서를 포함한다. 또한, 각 제어 인쇄 회로 보드(520)는 전동기 외부에 장착된 차량 컨트롤러와 통신하도록 구성되는 하나의 제어 디바이스(400)를 갖는 통신 버스를 통해 개별 제어 디바이스들(400) 사이의 통신을 가능하게 하기 위한 인터페이스 배치를 포함한다. 각각의 제어 디바이스(400) 상의 프로세서(420)는 인터페이스 배치 상에서의 통신을 다루도록 구성된다.

[0038] 개별 제어 디바이스(400) 상의 프로세서(420)는 전동기 코일 세트(60)의 각각에 3상 전압 서플라이가 공급되는 것을 가능하게 하도록 제어 하우징(550) 내에 개별 전력 기판(520) 상에 장착된 인버터 스위치의 동작을 제어하도록 구성되며, 그에 따라 개별 코일 하위-세트들(61, 62, 63)이 회전 자기장을 발생시키는 것을 가능하게 한다. 전술된 바와 같이, 본 실시예가 각 코일 세트(60)가 세 개의 코일 하위-세트들(61, 62, 63)을 갖는 것으로 기술하지만, 본 발명이 이것으로 제한되지 않으며 각 코일 세트(60)가 하나 이상의 코일 하위-세트를 가질 수 있음이 이해될 것이다.

[0039] 개별 프로세서(420)의 제어 하에서, 각 3상 브릿지 인버터(410)가 개별 코일 하위-세트들(61, 62, 63) 양단에 PWM 전압 제어를 제공하도록 구성되며, 그에 따라 개별 하위-세트들에 의해 요구되는 토크를 제공하기 위해 개별 코일 하위-세트들 내의 전류 흐름을 발생시킨다.

[0040] PWM 제어는 요구된 전류를 모터 코일로 구동하기 위해 인가된 펄스 전압을 평균 내도록 모터 인더턴스를 이용함으로써 작동한다. PWM 제어를 이용하여 인가된 전압이 모터 권선 양단에서 스위칭된다. 전압이 모터 코일들 양단에서 스위칭되는 기간 동안에, 전류가 모터 코일 내에서 자신들의 인더턴스 및 인가된 전압에 의해 표기되는 속도로 상승한다. PWM 전압 제어는 요구된 값 위로 전류가 증가되기 전에 스위칭-오프되며, 그에 따라 전류의 정확한 제어가 획득되는 것을 가능하게 한다.

[0041] 주어진 코일 세트(60)에 있어서, 세 개의 위상 브릿지 인버터(410) 스위치들이 코일 하위-세트들(61, 62, 63) 각각의 양단에 단일 전압 위상을 인가하도록 구성된다.

[0042] PWM 스위칭을 이용하여, 복수의 스위치가 개별 코일 하위-세트들 양단에 교류 전압을 인가하도록 구성된다. 전압 인벨롭(voltage envelope) 및 전기 신호의 위상 각도는 변조 전압 펄스에 의해 결정된다.

[0043] 인버터 스위치는 MOSFET 또는 IGBT와 같은 반도체 디바이스를 포함할 수 있다. 본 예시에서, 스위치는 IGBT를 포함한다. 그러나, 임의의 적절한 알려진 스위칭 회로가 전류를 제어하기 위해 사용될 수 있다. 이러한 스위칭 회로 중 하나의 잘 알려진 예시는 3상 전동기를 구동하도록 구성된 6개의 스위치를 구비하는 3상 브릿지 회로이다. 6개의 스위치는 두 개의 스위치의 3개의 별도 세트들로서 구성되며, 이때 스위치들의 각 쌍이 직렬로 배치되고 3상 브릿지 회로의 레그를 형성한다. 단일 위상 인버터는 인버터의 두 개의 레그들을 형성하도록 직렬로 배치된 스위치들의 두 쌍들을 구비할 것이다.

[0044] 도 7은 3상 인버터에 상응하는 전력 기판(510) 상의 인버터 스위치 레이아웃을 도시하며, 이때 3개의 인버터 레그(810, 820, 830)가 전력 기판(510) 상에 형성된다. 인버터 레그들(810, 820, 830) 각각에 대한 구성요소들은 전력 기판의 구리 베이스 플레이트 상에 납땜된 개별 절연 요소(610) 상에 장착되며, 이때 각 절연 요소는 대략 22.1mm×22.1mm이다.

[0045] 각 인버터 레그(810, 820, 830)는 개별 절연 요소(610) 상에 형성된 제1 전도성 영역(841), 제2 전도성 영역(842) 및 제3 전도성 영역(843)을 구비한다.

[0046] 제1 전도성 영역(841)은 가로로 연장하는 영역의 일 측 상에 장착되는 제1 반도체 스위치(851)를 가지고 대략 20.1mm에 대한 절연 요소(610)의 하나의 에지를 따라 가로로 연장한다. 제1 반도체 스위치(851)가 장착되는 제

1 전도성 영역(841)의 부분은 연장된 부분 상의 제1 반도체 스위치(851)에 인접하게 장착되는 제1 다이오드(861)를 가지고 절연 요소(610)의 대략 중간까지 연장하도록 구성된다.

[0047] 동작의 제1 모드에서, 제1 반도체 스위치(851)는 제1 전도성 영역(841)과 접촉하는 스위치(851)의 표면을 제1 반도체 스위치(851)의 반대편의 마주하는 표면과 전기적으로 결합하도록 구성된다. 동작의 제2 모드에서, 제1 반도체 스위치(851)는 제1 전도성 영역(841)과 접촉하는 스위치(851)의 표면을 제1 반도체 스위치(851)의 반대편의 마주하는 표면과 전기적으로 절연시키도록 구성된다.

[0048] 제2 전도성 영역(842)은 제1 전도성 영역(841)을 대략 20.1mm로 형성한 절연 요소(610)의 반대편의 마주하는 에지를 따라 가로로 연장한다. 제2 반도체 스위치는 가로로 연장하는 영역의 일 측 상에 장착된다. 제2 반도체 스위치(852)가 장착되는 제2 전도성 영역(842)의 부분은 절연 요소(610)의 대략 중간까지 연장하도록 구성되고, 제2 다이오드(862)는 연장된 부분의 제2 반도체 스위치(852)에 인접하게 장착된다.

[0049] 제1 반도체 스위치(851) 및 제2 반도체 스위치(852)는 절연 요소(610) 상의 자신의 위치와 관련하여 서로에 대해 대각선으로 위치된다. 접촉하지 않지만, 제1 전도성 영역(841)의 연장된 부분이 제2 전도성 영역(842)의 연장된 부분을 통과하여 연장하도록 구성되며, 그에 따라 제1 전도성 영역(841)의 연장된 부분이 제2 전도성 영역(842)의 연장된 부분과 오버랩하게 한다.

[0050] 동작의 제1 모드에서, 제2 반도체 스위치(852)는 제2 반도체 스위치(852)의 반대편 마주하는 표면을 갖는 제2 전도성 영역(842)과 접촉하는 스위치(852)의 표면을 전기적으로 결합하도록 구성된다. 동작의 제2 모드에서, 제2 반도체 스위치(852)는 제2 반도체 스위치(852)의 반대편 마주하는 표면을 갖는 제2 전도성 영역(842)과 접촉하는 스위치(852)의 표면을 전기적으로 절연시키도록 구성된다.

[0051] 제3 전도성 영역(843)은 제2 반도체 스위치(852) 및 제2 다이오드(862)가 장착된 제2 전도성 영역(842)의 부분과 제1 반도체 스위치(851)가 형성되지 않은 제1 전도성 영역(841)의 가로로 연장하는 영역 사이에 위치되며, 그에 따라 제3 전도성 영역(843)이 제1 전도성 영역(841), 제1 반도체 스위치(851), 제2 전도성 영역(842) 및 제2 다이오드(862)에 인접하게 형성되게 한다.

[0052] 제1 전도성 요소(871)는 제1 반도체 스위치(851)의 상단, 제1 다이오드(862)의 상단 및 제2 전도성 영역(842)의 가로로 연장하는 부분 상에 결합된다. 즉, 제2 반도체 스위치(852)가 장착되지 않은 제2 전도성 영역(842)의 영역 상에 결합된다.

[0053] 제2 전도성 요소(872)가 제2 반도체 스위치(852)의 상단, 제2 다이오드(862)의 상단 및 제3 전도성 영역(843) 상에 결합된다.

[0054] 본 실시예를 위해서 제1 전도성 요소(871) 및 제2 전도성 요소(872)가 와이어 본딩되고, 이때 바람직하게는 제1 전도성 요소(871) 및 제2 전도성 요소(872)가 모두 6개의 와이어 본드를 포함한다. 바람직하게는, 제1 전도성 요소(871) 및 제2 전도성 요소(872)는 서로에 대해 실질적으로 평행하도록 장착된다.

[0055] 제1 반도체 스위치(851) 및 제1 다이오드(861)와 제1 전도성 영역(841) 및 제1 전도성 요소(871)의 전기적 결합은, 제1 반도체 스위치(851)와 제1 다이오드(861)가 서로에 대해 반전된 극성을 가지고 병렬로 결합되고, 그에 따라 제1 반도체 스위치(851) 및 제1 다이오드(861)의 전기적 결합이 역병렬(anti-parallel)이다.

[0056] 제2 반도체 스위치(852) 및 제2 다이오드(862)와 제2 전도성 영역(842) 및 제2 전도성 요소(872)의 전기적 결합은, 제2 반도체 스위치(852)와 제2 다이오드(862)가 서로에 대해 반전된 극성을 가지고 병렬로 결합되고, 그에 따라 제2 반도체 스위치(852) 및 제2 다이오드(862)의 전기적 결합이 역병렬이다.

[0057] 각각의 전력 기관(510) 및 상응하게는 인버터 레그들(810, 820, 830)이 제어 디바이스 하우징(550) 내에 배향되며, 그에 따라 각 인버터 레그(810, 820, 830)에 있어서 제1 반도체 스위치(851)가 장착된 절연 요소(610)의 측면이 한 쌍의 전력원 버스바들(530)에 인접하게 위치되고, 제2 반도체 스위치(852)가 장착되는 절연 요소(610)의 측면이 위상 권선에 인접하게 위치되며, 이때 전력원 버스바(530) 및 위상 권선 버스바(540)가 제어 디바이스 하우징(550)의 반대편 측면들 상에 위치된다.

[0058] 각각의 인버터 레그에 있어서 제1 전도성 영역이 전력원 버스바들의 쌍의 다른 전력원 버스바에 전기적으로 결합되는 제3 전도성 영역을 갖는 전력원 버스바들의 쌍 중 하나의 전력원 버스바에 전기적으로 결합된다. 유사하게, 제2 전도성 영역이 위상 권선 버스바에 전기적으로 결합된다. 바람직하게는, DC 파워 서플라이 및 DC 링크 커피시터로의 전력 접속부가 전력원 버스바(530)에 용접되며, 이때 위상 권선 버스바(540)가 전동기의 위상

권선에 용접된다.

[0059] 바람직한 실시예에서, 도 8에 도시된 바와 같이, 와이어 본드(871, 872)가 실질적으로 오버랩하도록 구성된 제1 전도성 영역 및 제2 전도성 영역으로부터의 와이어 본드(871, 872)를 갖는 개별 전력원 버스바에 제 1 전도성 영역 및 제3 전도성 영역을 전기적으로 결합하도록 사용된다. 개별 전력원 버스바의 다른 단부가 DC 전력원에 결합되며, 이때 바람직하게는 개별 전력원 버스바의 길이가 최소 길이로 유지되며, 그에 따라 DC 전력원 및 DC 링크 커패시터를 개별 인버터 레그의 단부에 근접하게 유지시킨다.

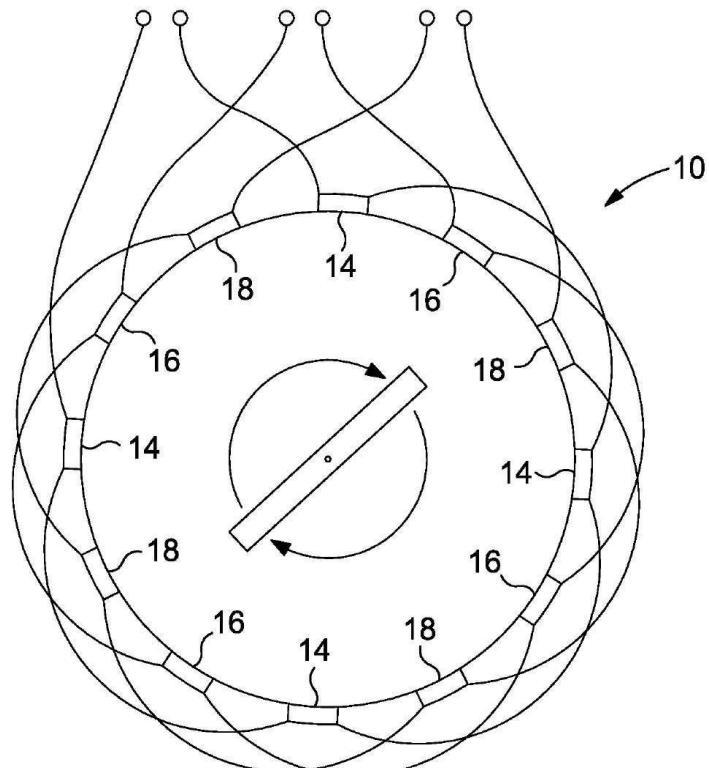
[0060] 인버터 레그에 직접 결합되지 않은 개별 위상 권선 버스바의 단부가 개별 코일 세트 위상 권선에 결합되며, 이때 바람직하게는 개별 위상 권선 버스바의 길이가 최소 길이로 유지되며, 그에 따라 코일 세트 위상 권선을 개별 인버터 레그의 중심에 근접하게 유지시킨다.

[0061] 도 9는 인버터 레그의 구성요소들에 대한 대략적인 치수들을 도시하며, 도 9a는 절연 요소(610) 상에 형성된 전도성 영역들(841, 842, 843)에 대해 mm 단위로 대략적인 치수를 도시하고 도 9b는 전도성 영역들(841, 842) 상에 형성된 반도체 스위치(851, 852) 및 다이오드(861, 862)에 대해 mm 단위로 대략적인 치수를 도시한다. 따라서, 서로에 인접하게 위치되는 개별 인버터 스위치들 및 인버터 레그의 양 단부들을 가짐으로써 전류 루프 영역이 낮게 유지될 수 있다.

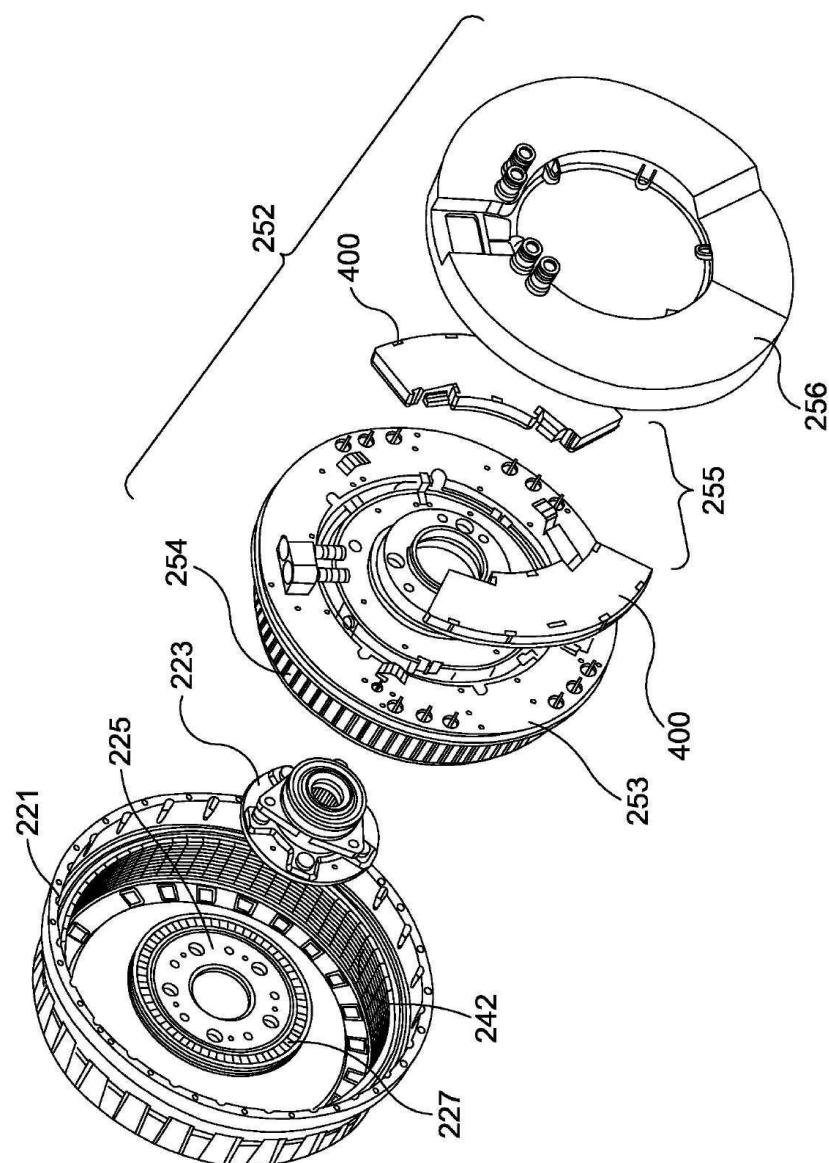
[0062] 바람직하게는 인버터 레그 구성요소들의 치수 및 배향이 10nH보다 작은 내부 인더턴스를 제공한다.

도면

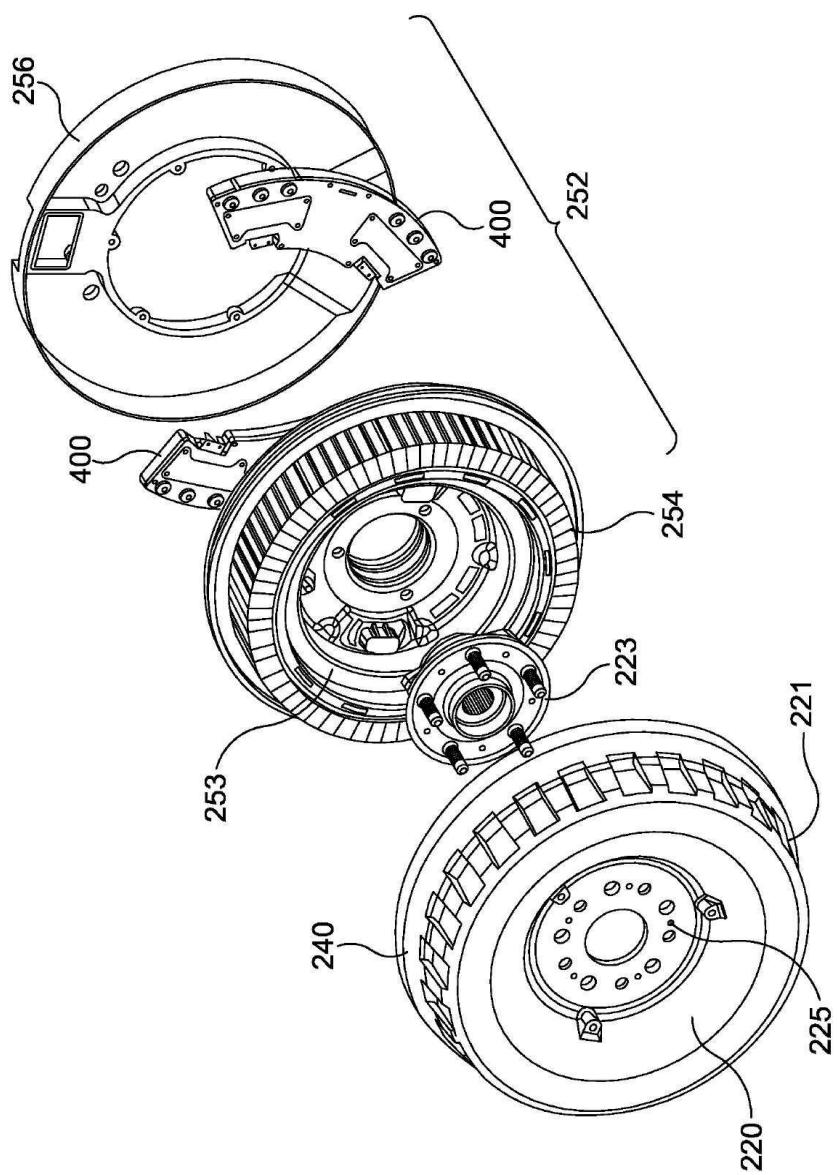
도면1



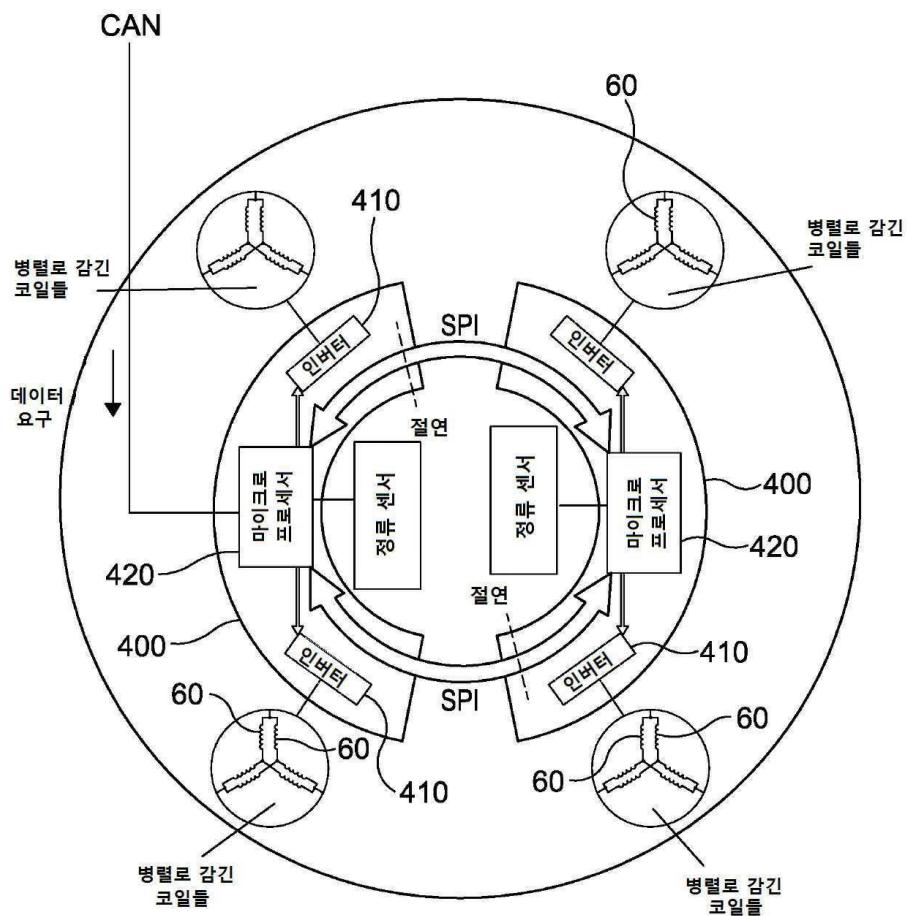
도면2



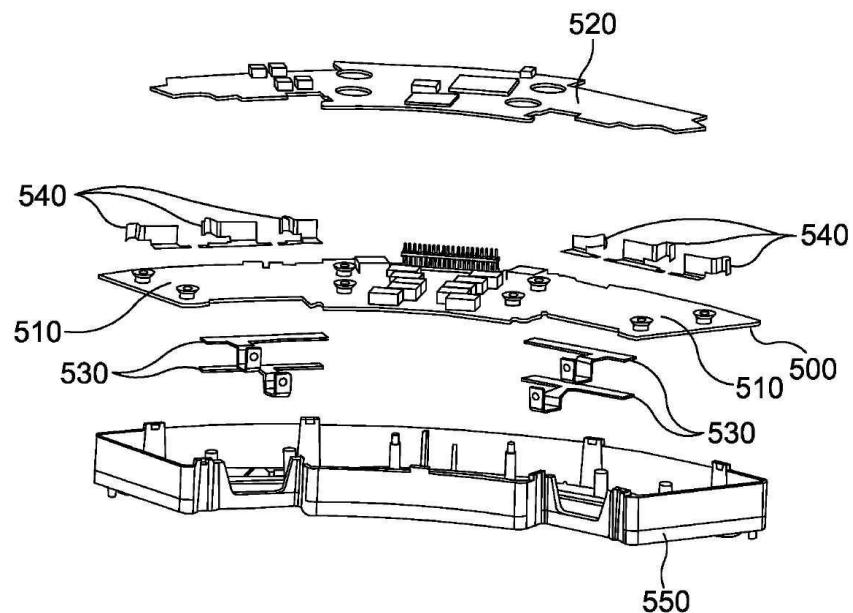
도면3



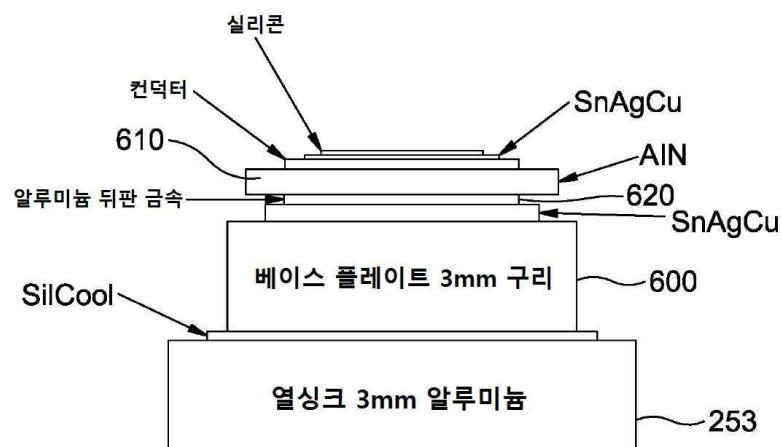
도면4



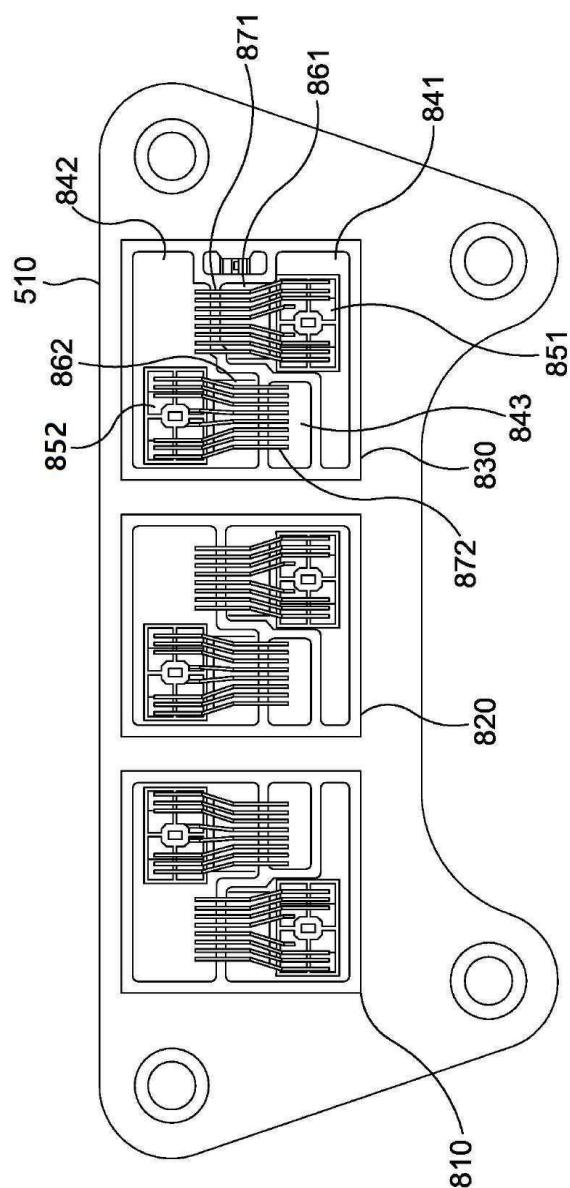
도면5



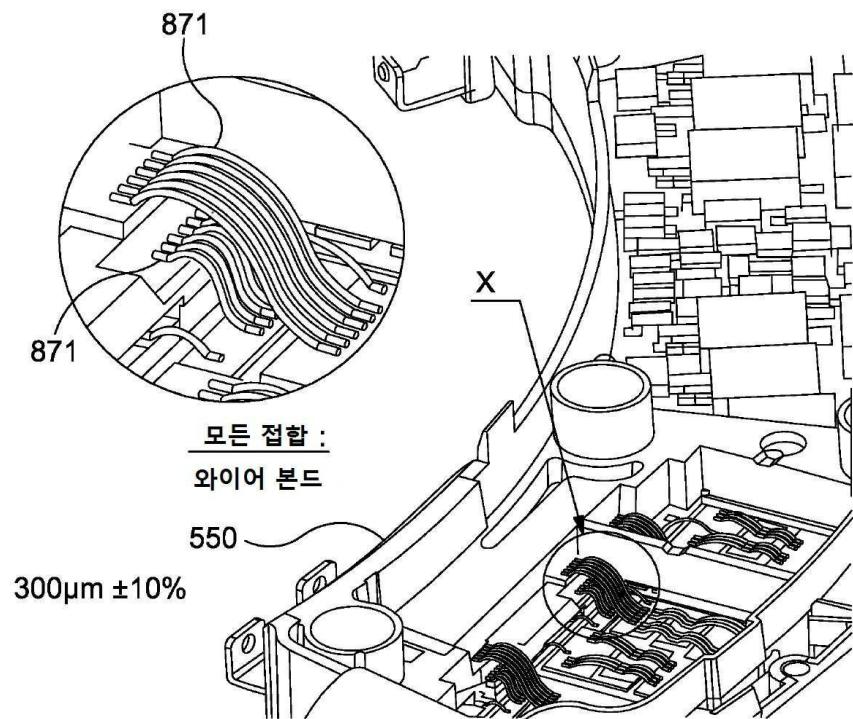
도면6



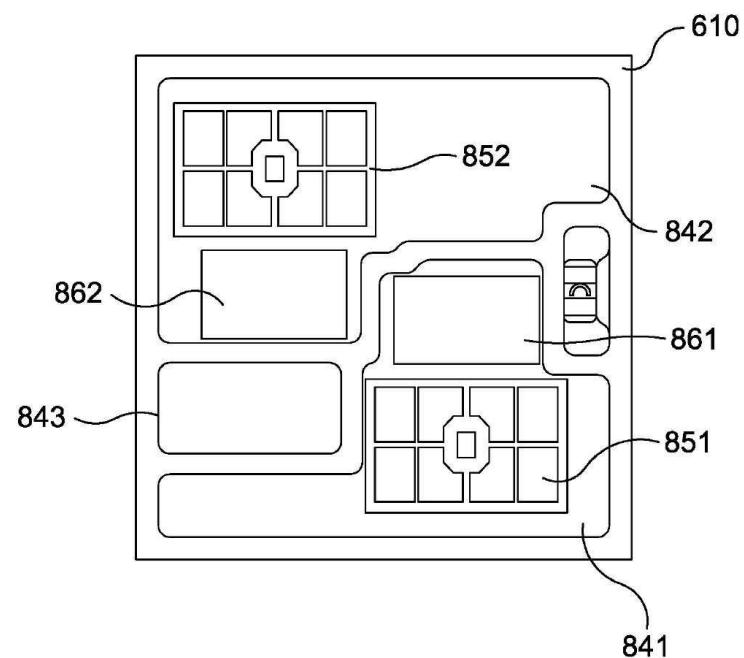
도면7



도면8



도면9a



도면9b

