

(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁶
H01F 27/34(11) 공개번호 특2001-0049160
(43) 공개일자 2001년06월15일

(21) 출원번호 10-1999-7006994
 (22) 출원일자 1999년08월03일
 번역문제출일자 1999년08월03일
 (86) 국제출원번호 PCT/SE1998/00153 (87) 국제공개번호 WO 1998/34245
 (86) 국제출원출원일자 1998년02월02일 (87) 국제공개일자 1998년08월06일
 (81) 지정국 AP ARIP0특허 : 레소토 말라위 수단 스와질랜드 우간다 케냐 가나
 감비아 짐바브웨
 EA 유라시아특허 : 아르메니아 아제르바이잔 벨라루스 키르기즈 카자흐
 스탄 몰도바 러시아 타지키스탄 투르크메니스탄
 EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 프랑스
 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투
 칼 스웨덴 핀란드
 OA OAPI특허 : 부르키나파소 베냉 중앙아프리카 콩고 코트디브와르 카
 메룬 가봉 기네 말리 모리타니 니제르 세네갈 차드 토고
 국내특허 : 알바니아 아르메니아 오스트리아 오스트레일리아 아제르바이
 잔 보스니아-헤르체고비나 바베이도스 불가리아 브라질 벨라루스 캐나
 다 스위스 중국 쿠바 체코(CZ실용) 독일(DE실용) 덴마크(DK실용) 에
 스토니아 스페인 핀란드(FI실용) 영국 그루지야 헝가리 이스라엘 아
 이슬란드 일본 캐나 키르기즈 북한 대한민국 카자흐스탄 세인트루시
 아 스리랑카 라이베리아 레소토 리투아니아 룩셈부르크 라트비아 몰
 도바 마다가스카르 마케도니아 몽고 말라위 멕시코 노르웨이 뉴질랜
 드 슬로베니아 슬로바키아 타지키스탄 투르크메니스탄 터키 트리니
 달드토바고 우크라이나 우간다 미국 우즈베키스탄 베트남 폴란드 포
 르투칼 루마니아 러시아 수단 스웨덴 싱가포르 가나 감비아 인도네
 시아 시에라리온 유고슬라비아 짐바브웨 기네비쓰

(30) 우선권주장 9700336-2 1997년02월03일 스웨덴(SE)

9704412-7 1997년11월28일 스웨덴(SE)

(71) 출원인 에이비비 에이비

스웨덴 에스-721 83 배스터라스

(72) 발명자 프롬, 우도

스웨덴 에스-72467배스터라스리가탄33

회른펠트, 스벤

스웨덴 에스-72462배스터라스괴트가탄40아

훌름베르크, 페르

스웨덴 에스-72178배스터라스하가파르크가타6체

퀄란더, 군나르

스웨덴 에스-72343배스터라스슈텐토르프스가탄160아

밍, 리

스웨덴 에스-72341배스터라스회그뷔스코그스베크1

라이온, 마츠

스웨덴 에스-72335배스터라스휘블라르가탄5

(74) 대리인 남상선

심사청구 : 없음(54) 전력 트랜스포머/인덕터요약

본 발명은 적어도 하나의 권선을 포함하는 전력 트랜스포머/인덕터에 관한 것이다. 권선은 전기 전도체, 및 상기 전도체 둘레에 배열된 제 1 반도체 층, 상기 반도체 층 둘레에 배열된 절연층 및 상기 절연층 둘레에 배열된 제 2 반도체 층을 포함하는 고전압 케이블에 의해 설계된다. 제 2 반도체 층은 각 권선의

양쪽 단부(26_1 , 26_2 ; 28_1 , 28_2)에 또는 근처에 접지되고 양쪽 단부(26_1 , 26_2 ; 28_1 , 28_2) 사이의 한가지 지점은 직접 접지된다.

대표도

도4

영세서

기술분야

본 발명은 전력 트랜스포머/인덕터에 관한 것이다.

배경기술

모든 전기 에너지의 송전 및 배전시, 트랜스포머는 일반적으로 다른 전압 레벨을 가지는 두개 또는 그 이상의 전기 시스템 사이의 에너지 교환에 사용된다. 트랜스포머는 VA 영역에서 1000 MVA 영역 사이의 전력에 이용할 수 있다. 전압 범위는 오늘날 사용된 가장 높은 송전 전압까지의 범위를 가진다. 전자기 유도는 전기 시스템 사이의 에너지 전송을 위하여 사용된다.

인덕터는 예를들어 위상 보상 및 필터링시 전기 에너지의 전송에 필수적인 부품이다.

본 발명에 따른 트랜스포머/인덕터는 몇백 KVA 내지 1000 MVA 이상의 정격 출력 및 3-4 kV의 정격 전압에서 매우 높은 전송 전압까지의 정격 전압을 가지는 소위 전력 트랜스포머/인덕터에 속한다.

일반적으로 말하면, 전력 트랜스포머의 주 목적은 동일 주파수를 가지는 다른 전압의 두개 또는 그 이상의 전기 시스템 사이에서 전기 에너지를 교환하는 것이다.

통상적인 전력 트랜스포머/인덕터는 1996년 스웨덴 로얄 인스티튜트 오브 테크놀로지(Royal Institute of Technology)에 의해 공개된 프레드릭 거스터브슨 (Fredrik Gustavson)에 의한 "Elektriska Maskiner" 책 페이지 3-6 - 3-12에 기술된다.

통상적인 전력 트랜스포머/인덕터는 일반적으로 실리콘 철의 적층된 방향성 시트로 구성된 코어같은 하기된 트랜스포머 코어를 포함한다. 상기 코어는 요크(yoke)에 의해 접속된 다수의 코어 다리로 구성된다. 다수의 권선은 일차, 이차 및 조절 권선이라 불리는 코어 다리 주변에 제공된다. 전력 트랜스포머에서 이들 권선은 실제적으로 항상 동심원 구조로 배열되고 코어 다리의 길이를 따라 분배된다. 통상적인 전력 트랜스포머/인덕터는 일반적으로 실리콘 철의 적층된 방향성 시트로 구성된 코어같은 하기된 트랜스포머 코어를 포함한다. 상기 코어는 요크(yoke)에 의해 접속된 다수의 코어 다리로 구성된다. 다수의 권선은 일차, 이차 및 조절 권선이라 불리는 코어 다리 주변에 제공된다. 전력 트랜스포머에서 이들 권선은 실제적으로 항상 동심원 구조로 배열되고 코어 다리의 길이를 따라 분배된다.

다른 형태의 코어 구조는 소위 웰 트랜스포머 또는 링 코어 트랜스포머에서 때때로 발생한다. 코어 구조에 관한 실시예는 DE 40414에서 논의된다. 코어는 상기 방향성 시트같은 통상적인 자기화 재료 및 페라이트, 비결정질 재료, 와이어 연선 또는 금속 테이프 같은 다른 자기화 재료로 구성된다. 자기화 코어는 공지된 바와같이 인덕터에 필요하지 않다.

상기된 권선은 직렬로 접속된 하나 이상의 코일을 구성하고, 상기 코일은 직렬로 접속된 다수의 턴을 가진다. 한 코일의 턴은 일반적으로 하나의 구조를 만들고, 그것의 연속적인 단위는 물리적으로 나머지 코일로부터 분리된다.

전도체는 미국특허 5, 036 165를 통하여 공지되었고, 상기 특허에서 반도체 열분해 유리섬유의 내부 및 외부 층에 절연이 제공된다. 미국특허 5 066 881에 기술된 바와같이 예를들어, 반도체 열분해 유리섬유 층이 전도체를 형성하는 두개의 평행한 봉과 접촉하고, 고정자 슬롯의 절연부가 반도체 열분해 유리섬유의 외부층에 둘러싸이는 경우, 다이너모-일렉트릭 장치의 전도체에 절연부를 제공하는 것이 공지된다. 열분해 유리섬유 재료는 그것이 주입 처리후조자 저항을 유지하기 때문에 적당한 재료로서 기술된다.

부분적으로 코일/권선의 안쪽 및 부분적으로 코일/권선 및 나머지 금속 부분 사이 절연 시스템은 고형 또는 바니시 절연체 형태이고 외부쪽 절연 시스템은 고체 셀룰로스 절연체, 유체 절연체, 및 가스 형태의 절연체 형태이다. 절연체 및 부피가 큰 부분을 가지는 권선은 트랜스포머에 속하는 활성 전기 자기 부분내 및 주변에 발생하는 높은 전기장 세기에 영향을 받을 큰 체적을 나타낸다. 절연 재료 특성의 상세한 지식은 발생한 유전체 필드 세기를 미리 결정하고 전기 방전 위험성이 최소가 되도록 크기를 결정하기 위하여 요구된다. 절연 특성을 변화시키거나 감소시키지 않는 주변 환경을 이루는 것은 중요하다.

통상적인 고전압 전력 트랜스포머/인덕터에 대한 오늘날 주로 사용되는 외부 절연 시스템은 고체 절연체로서 셀룰로스 재료 및 유체 절연체로서 트랜스포머 오일로 구성된다. 트랜스포머 오일은 소위 미네랄 오일을 바탕으로 한다.

통상적인 절연 시스템은 1996년 스웨덴 로얄 인스티튜트 오브 테크놀로지에 의해 공개된 프레드릭 거스터브슨에 의한 "Elektriska Maskiner" 책 3-9 - 3-11쪽에 기술된다.

통상적인 절연 시스템은 구성하기에 비교적 복잡하고 절연 시스템의 우수한 절연 특성을 이용하기 위하여 제조 동안 특별한 평가가 행해진다. 상기 시스템은 낮은 습기 함유량을 가져야 하고 절연 시스템의 고체 상태는 가스 포켓의 위험성이 최소이도록 주변에 오일이 잘 주입될 필요가 있다. 제조 동안 특별한 드라이 과정은 그것이 탱크속으로 내려지기전에 권선을 가지는 완성된 코어상에서 수행된다. 코어를 내리고 탱크를 밀봉한후, 탱크는 오일로 충전되기전에 특별한 진공 처리에 의해 모든 공기가 비워진다. 이런 과

정은 작업장에서 값비싼 자원을 사용하는 것외에 전체적인 제조 과정에서 비교적 시간이 많이 걸린다.

트랜스포머를 둘러싸는 탱크는 완전한 진공을 견디도록 구성되어야 하는데, 그 이유는 상기 과정이 여분의 재료 소비 및 제조 시간을 포함하는 거의 절대적인 진공으로 모든 가스를 펌핑하는 것을 요구하기 때문이다.

게다가 상기 장치는 트랜스포머가 검사를 위하여 개방되는 각각의 시간 동안 진공 처리가 반복되는 것을 요구한다.

발명의 상세한 설명

본 발명에 따라 전력 트랜스포머/인덕터는 다른 구조일수있는 자기화 코어 주변에 배열되는 적어도 하나의 권선을 포함한다. 용어 "권선"은 다음 설명을 간단히 하기 위하여 하기에 기술된다. 권선은 고체 절연체를 가지는 고전압 케이블로 구성된다. 케이블은 적어도 하나의 중앙에 배치된 전기 전도체를 가진다. 전도체 주변에는 제 1 반도체 층이 배열되고, 반도체 층 주변에는 고체 절연층이 배열되고 고체 절연층 주변에는 제 2 외부 반도체 층이 배열된다.

상기 케이블의 사용은 높은 전기 스트레스에 영향을 받는 트랜스포머/인덕터 지역이 케이블의 고체 절연체에만 한정되는 것을 포함한다. 고전압에 대하여 트랜스포머/인덕터의 나머지 부분은 매우 적당한 전기 장 세기애만 영향을 받는다. 게다가, 상기 케이블의 사용이 본 발명의 배경하에서 기술된 몇몇 문제 지역을 제거한다. 결과적으로, 절연 수단 및 냉각제를 위해 탱크가 필요하지 않다. 전체적으로 절연은 실질적으로 간단하게 된다. 구성 시간은 통상적인 전력 트랜스포머/인덕터와 비교하여 상당히 짧다. 권선은 분리되게 제조될수있고 전력 트랜스포머/인덕터는 현장에서 조립될수있다.

그러나, 상기 케이블의 사용은 해결되어야 하는 새로운 문제를 나타낸다. 반도체 외부 층은 정상적인 동작 전압 동안 및 과도 전류 진행 동안, 발생할수있는 전기적 스트레스가 케이블의 고체 절연체만 우선적으로 로딩하도록 케이블의 양쪽 단부 또는 상기 단부 근처에서 직접적으로 접지되어야 한다. 반도체 층 및 이들 직접적인 접지는 전류가 동작동안 유도되는 폐쇄된 회로를 함께 형성한다. 층의 저항은 층에서 발생하는 저항 손실이 무시할수있도록 충분히 커야 한다.

이런 자기 유도 전류외에 용량성 전류는 케이블의 접적 접지된 단부 양쪽을 통해 층으로 흐른다. 만약 층의 저항이 너무 높으면, 용량성 전류는 교번적인 스트레스 기간 동안 권선의 고체 절연체 지역과 다른 전력 트랜스포머/인덕터의 지역이 전기 스트레스에 영향을 받을 접지 전위 범위와 층 부분의 전위가 다르도록 제한될 것이다. 반도체 층의 몇몇 지점, 바람직하게 권선의 턴당 한 지점을 직접적으로 접지함으로써, 전체적인 외부 층은 접지 전위이고 상기된 문제점의 제거는 만약 층의 전도성이 충분히 높으면 보장된다.

외부 스크린의 턴에 대해 이런 한 지점 접지는 접지 지점이 권선에 대한 모면에 놓이고 권선의 축 길이를 따르는 지점이 공통 접지 전위에 접속된 전도 접지 트랙에 전기적으로 직접 접속되는 방식으로 수행된다.

외부층의 손실을 가능한한 작게 유지하기 위하여, 턴당 몇몇 접지 지점이 요구되는 외부 층에 높은 저항을 가지는 것이 바람직하다. 이것은 본 발명에 따른 특정 접지 과정에 따라 가능하다.

그래서, 본 발명에 따른 전력 트랜스포머/인덕터에서, 제 2 반도체 층은 각각의 권선의 양쪽 단부에 또는 근처에서 접지되고 양쪽 단부 사이의 하나의 지점은 직접적으로 접지된다.

본 발명에 따른 전력 트랜스포머/인덕터에서, 권선은 EPR 절연체를 가지는 XLPE 케이블 또는 케이블 같은 전력 배전용에 사용된 형태의 고체 압출 성형된 절연체를 가지는 케이블로 구성된다. 상기 케이블은 가요적이고, 상기 가요성은 어셈블리동안 구부러지는 케이블로 권선을 형성하는 권선 시스템상에서 본 발명에 따른 장치에 대한 기술이 우선적으로 기초로하기 때문에 본 상세한 설명에서 중요한 특성이다. XLPE 케이블의 가요성은 직경 30 mm에 대하여 대략 20 cm의 곡률 반경, 및 직경 80 mm의 케이블에 대하여 대략 63 cm의 곡률 반경에 해당한다. 본 응용에서 용어 "가요적"은 권선이 케이블 직경에 4배 정도, 바람직하게 케이블 직경에 8 내지 12 배의 곡률 반경으로 구부러지는 것을 가리키기 위하여 사용된다. 본 발명의 권선은 그것들이 구부러질때 및 동작 동안 열적 스트레스에 영향을 받을때 특성을 유지하도록 구성된다. 케이블 층이 명세서에서 서로 부착되어 있는 것은 중요하다. 층의 재료 특성, 특히 탄성 및 상대적 열팽창 계수는 여기서 중요하다. 예를들어 XLPE 케이블에서, 절연층은 교차 접속된 저밀도 폴리에틸렌으로 구성되고, 반도체 층은 혼합된 슈트(soot) 및 금속 입자를 가진 폴리에틸렌으로 구성된다. 온도 변화로 인한 체적의 변화는 케이블 반경 변화로서 완전히 흡수되고, 이들 재료의 탄성과 관련하여 층의 열 팽창 계수 사이의 비교적 약간의 차로 인해, 반경 팽창은 층 사이 부착이 손상되지 않을수있다.

상기된 재료 결합물은 단지 예로서 고려되어야 한다. 조건을 충족하는 다른 결합물이 기술되고 10^{-1} ~ 10^6 오옴-cm, 예를들어 1~500 오옴-cm, 또는 10~200 오옴-cm 범위내의 저항을 가지는 반도체 조건은 본 발명의 범위내에 속한다.

절연층은 저밀도 폴리에틸렌(LDPE), 고밀도 폴리에틸렌(HDPE), 폴리프로필렌(PP), 폴리부틸렌(PB), 폴리메틸 펜텐(PMP), 가교된 폴리에틸렌(XLPE) 같은 가교된 재료, 또는 에틸렌 프로필렌 고무(EPR) 또는 실리콘 고무 같은 고체 열가소성 재료로 구성될수있다.

내부 및 외부 반도체 층은 기본 재료가 동일하지만 혼합된 슈트 또는 금속 분말 같은 전도 재료 입자를 가질수있다.

이들 물질의 기계적 성질, 특히 열팽창 계수는 슈트 또는 금속 입자가 적어도 본 발명에 요구되는 도전성을 얻기 위하여 요구되는 비율로 혼합되었을 경우 이러한 혼합여부에 대하여는 상대적으로 영향을 적게 받는다. 따라서 절연층 및 반도체층은 동일한 열팽창 계수를 가진다.

에틸렌-비닐-아세테이트, 공중합체/질소 고무, 부틸 그래프트 폴리에틸렌, 에틸렌-부틸-아크릴레이트-공중합체 및 에틸렌-에틸-아크릴레이트 공중합체는 반도체 층에 적당한 중합체를 구성한다.

상이한 형태의 물질이 여러 가지 층의 베이스로서 이용되더라도, 이들의 열팽창 계수가 실질적으로 동일한 것이 바람직하다. 전술한 물질이 결합될 경우에 더욱 그러하다.

상기된 재료는 $E < 500 \text{ MPa}$, 바람직하게 $E < 200 \text{ MPa}$ 의 E -모듈을 가지는 비교적 우수한 탄성을 가진다. 상기 탄성은 갈라짐 또는 다른 손상이 나타나지 않고 층들이 서로 떨어지지 않도록 층 재료에 대한 열팽창 계수 사이의 임의의 작은 차가 탄성의 방사 방향으로 흡수되기에 충분하다. 층의 재료는 탄성이 있고, 층 사이의 부착력은 재료중 가장 약한 부착성을 가진 것과 적어도 동일한 크기이다. 두개의 반도체 층의 전도성은 각각의 층을 따라 전위를 실질적으로 동일하게 하기에 충분하다. 외부 반도체 층의 전도성은 케이블에서 전기장을 포함하기에 충분히 크기지만, 층의 길이 방향으로 유도된 전류로 인해 많은 손실이 발생하지 않게 충분히 작다.

따라서, 각각의 두 개의 반도체 층은 하나의 등전위 표면 및 권선으로 구성되며, 이를 층에 의하여 전기장이 감싸인다.

물론, 하나 이상의 부가적인 반도체 층이 절연층내에 배열되지 못한다.

본 발명의 상기된 다른 바람직한 실시예는 종속항에 기술된다.

본 발명은 첨부 도면을 참조하여 바람직한 실시예의 다음 설명에서 상세히 기술된다.

도면의 간단한 설명

도 1은 고전압 케이블의 단면을 도시한 도.

도 2는 권선 턴당 하나의 접지 지점을 가지는 권선의 투시도.

도 3은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 권선 턴당 두개의 접지 지점을 가지는 권선의 투시도.

도 4는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 권선 턴당 3개의 접지 지점을 가지는 권선의 투시도.

도 5a 및 도 5b는 3개의 다리를 가지는 3상 트랜스포머의 외부 다리상에, 본 발명의 제 3 실시예에 따라 권선 턴에 대해 3개의 접지 지점을 가지는 권선의 투시도 및 측면도를 각각 도시한 도.

도 6a 및 도 6b는 3개 또는 그 이상의 다리를 가지는 3상 트랜스포머의 중앙 다리상에, 본 발명의 제 4 실시예에 따른 권선 턴당 3개의 접지 지점을 가지는 권선의 투시도 및 측면도를 각각 도시한 도.

실시예

도 1은 전기 에너지의 전송을 위하여 통상적으로 사용된 고전압 케이블(10)의 단면도이다. 도시된 고전압 케이블은 예를들어 덮개 및 보호막 없는 145 kV 표준 XLPE 케이블이다. 고전압 케이블(10)은 예를들어 구리의 원형 단면을 가진 하나 이상의 연선(12)을 포함하는 전기 전도체를 가진다. 이들 연선(12)은 고전압 케이블(10)의 중심에 배열된다. 연선(12)의 둘레에는 제 1 전도층(14)이 배열된다. 제 1 반도체 층(14) 둘레에는 예를들어 XLPE 절연체인 제 1 절연층(16)이 배열된다. 제 1 절연층(16) 둘레에는 제 2 반도체층(18)이 배열된다. 도 1에 도시된 고전압 케이블(10)은 80 및 3000 mm² 사이의 전도체 영역 및 20 및 250 mm 사이의 외부 케이블 직경으로 제조된다.

도 2는 권선 턴에 대한 1개의 비간접 접지 지점을 가진 권선의 투시도를 도시한다. 도 2는 전력 트랜스포머 또는 인덕터내의 숫자 20으로 표시된 코어 다리를 도시한다. 두개의 권선(22₁ 및 22₂)은 도 1에 도시된 고전압 케이블(10)로부터 형성된 코어 다리(20) 둘레에 배열된다. 권선(22₁ 및 22₂)을 고정하기 위하여 권선 턴에 대해 4개의 방사상으로 배열된 스페이서 부재(24₁, 24₂, 24₃, 24₄)가 있다. 도 2에 도시된 바와같이 외부 반도체 층은 각각의 권선(22₁, 22₂)의 양쪽 단부(26₁, 26₂; 28₁, 28₂)에서 접지된다. 검은색으로 강조된 스페이서 부재(24₁, 24₃, 24₅)는 권선 턴에 대해 1개의 접지 지점을 달성하기 위하여 사용된다. 스페이서 부재(24₁)는 접지 트랙(30₁) 형태로 하나의 접지 엘리먼트(30₁)에 직접적으로 접속되고, 상기 접지 엘리먼트는 권선(22₂)의 주변 및 권선(22₂)의 축 길이를 따라 공통 접지 전위(32)에 접속된다. 도 2에 도시된 바와같이 접지 지점은 권선에 대한 모면 지점에 자리한다.

도 3은 본 발명의 제 1 실시예에 따라 권선 턴당 두개의 접지 지점을 가지는 권선의 투시도를 도시한다. 도 2 및 도 3에서 동일 부분은 도면을 명확하게 하기 위하여 동일 숫자로 표시된다. 또한 이런 경우 도 1에 도시된 고전압 케이블(10)로부터 형성된 두개의 권선(22₁ 및 22₂)은 코어 다리(20) 둘레에 배열된다. 스페이서(24₁, 24₂, 24₃, 24₄)는 권선(22₁, 22₂)을 고정하기 위하여 방사적으로 배열된다. 각 권선(22₁, 22₂)의 양쪽 단부(26₁, 26₂; 28₁, 28₂)에서 제 2 반도체 층(도 1과 비교하여)은 도 2에 따라 접지된다. 검은색으로 표시된 스페이서 부재(24₁, 24₃)는 권선 턴당 두개의 접지 지점을 달성하기 위하여 사용된다. 스페이서 부재(24₁)는 제 1 접지 엘리먼트(30₁)에 직접적으로 접속되고, 스페이서 부재(24₃)는 권선(22₂)의 주변 및 권선(22₂)의 축 길이를 따라 제 2 접지 엘리먼트(30₂)에 직접적으로 접속된다. 접지 엘리먼트(30₂, 30₃)는 공통 접지 전위(32)에 접속된 접지 트랙(30₁ 및 30₂)의 형태이다. 양쪽 접지 엘리먼트(30₁, 30₂)는 전기 접속부(34₁)(케이블)에 의해 결합된다. 전기 접속부(34₁)는 코어 다리(20)에 배열된 하나의 슬롯(36₁)에 배열된 하나의 슬롯(36₁)으로 인출된다. 슬롯(36₁)은 코어 다리(20)(및 자속 Φ)의 단면 영역(A₁)이 두개의 부분 영역(A₁, A₂)으로 분할되도록 배열된다. 따라서, 슬롯(36₁)은 코어 다리(20)를 두개의 부분(20₁, 20₂)으로 나눈다. 이것은 전류가 접지 트랙과 접속하여 자기적으로 유도되지 않는 것을 수반한다. 상기된 방식으로 접지함으로써 제 2 반도체 층의 손실은 최소로 유지된다.

도 4는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 권선당 3개의 접지 지점을 가지는 권선의 투시도를 도시한다. 도

2-4에서, 동일 부분은 도면을 명확하게 하기 위하여 동일 숫자로 표시된다. 또한 도 1에 도시된 고전압 케이블(10)로부터 형성된 두개의 권선(22₁ 및 22₂)은 코어 다리(20) 둘레에 배열된다. 스페이서 부재(24₁, 24₂, 24₃, 24₄, 24₅, 24₆)는 권선(22₁ 및 22₂)을 고정하기 위하여 방사적으로 배열된다. 도 4에 도시된 바와같이 권선 턴에 대해 6개의 스페이서 부재가 있다. 각각의 권선(22₁, 22₂)의 양쪽 단부(26₁, 26₂; 28₁, 28₂)에서, 외부 반도체 층(도 1과 비교하여)은 도 2 및 도 3과 같이 접지된다. 검은색으로 표시된 스페이서 부재(24₁, 24₃, 24₅)는 권선 턴당 3개의 접지 지점을 이루기 위하여 사용된다. 이들 스페이서 부재(24₁, 24₃, 24₅)는 고전력 케이블(10)의 제 2 반도체 층에 접속된다. 스페이서 부재(24₁)는 제 1 접지 엘리먼트(30₁)에 직접적으로 접속되고 스페이서 부재(24₃)는 제 2 접지 엘리먼트(30₂)에 직접적으로 접속되고 스페이서 부재(24₅)는 권선(22₂)의 주변 및 권선(22₂)의 축 길이를 따라 제 3 접지 엘리먼트(30₃)에 직접적으로 접속된다. 접지 엘리먼트(30₁, 30₂, 30₃)는 공통 접지 전위(32)에 접속된 접지 트랙(30₁, 30₂, 30₃) 형태이다. 모두 3개의 접지 엘리먼트(30₁, 30₂, 30₃)는 두개의 전기 접속부(34₁, 34₂)(케이블)에 의해 결합된다. 전기 접속부(34₁)는 코어 다리(20)에 배열된 제 2 슬롯(36₂)으로 인출된다. 슬롯(36₁, 36₂)은 코어 다리(20)(및 자속 Φ)의 횡단면 영역(A)이 3개의 부분 영역(A₁, A₂, A₃)으로 분할되도록 배열된다. 따라서 슬롯(36₁, 36₂)은 코어 다리(20)를 3개의 부분(20₁, 20₂, 20₃)으로 분할한다. 이것은 전류가 접지 트랙과 접속하여 자기적으로 유도되지 않는 것을 수반한다. 상기된 방식으로 접지함으로써 제 2 반도체 층의 손실은 최소로 유지된다.

도 5a 및 도 5b는 본 발명의 제 3 실시예에 따라 권선 턴당 3개의 접지 지점을 가지는 3개의 다리를 가진 3상 트랜스포머의 외부 다리상 권선의 단면을 나타낸다. 도 2-5에서, 동일 부분은 도면을 명확하게 하기 위하여 동일 숫자로 표시된다. 도 1에 도시된 고전압 케이블(10)로 형성된 권선(22₁)은 트랜스포머의 외부 다리(20) 주위에 배열된다. 부가적으로 이런 경우 스페이서 부재(24₁, 24₂, 24₃, 24₄, 24₅, 24₆)는 권선(22₁)의 고정을 위하여 방사적으로 배열된다. 권선(22₂)의 양쪽 단부에서, 제 2 반도체 층(도 1과 비교하여)은 접지된다(도 5a 및 도 5b에 도시되지 않음). 검은색으로 표시된 스페이서 부재(24₁, 24₃, 24₅)는 권선 턴당 3개의 접지 지점을 달성하기 위하여 사용된다. 스페이서 부재(24₁)는 직접적으로 제 1 접지 엘리먼트(30₁)에 접속되고, 스페이서 부재(24₃)는 제 2 접지 엘리먼트(도시되지 않음)에 직접적으로 접속되고 스페이서 부재(24₅)는 권선(22₁)의 주변 및 권선(22₁)의 축 길이를 따라 제 3 접지 엘리먼트(30₃)에 직접적으로 접속된다. 접지 엘리먼트(30₁-30₃)는 공통 접지 전위(도시되지 않음)에 접속된 접지 트랙 형태이다. 이들 접지 엘리먼트(30₁-30₃)는 두개의 전기 접속부(34₁, 34₂)(케이블)에 의해 결합된다. 두개의 전기 접속부(34₁, 34₂)는 3개의 접지 엘리먼트(30₁-30₃)를 서로 접속하는 요크(38)에 배열된 두개의 슬롯(36₁, 36₂)에 인출된다. 두개의 슬롯(36₁, 36₂)은 요크(38)의 단면 영역(A)(및 자속 Φ)이 3개의 부분 영역(A₁, A₂, A₃)으로 분할되도록 배열된다. 전기 접속부(34₁, 34₂)는 두개의 슬롯(36₁, 36₂)을 통하여 요크(38)의 전면 및 후면상에 스레드된다. 상기된 방식으로 접지함으로써 손실은 최소로 유지된다.

도 6a 및 도 6b는 3상 트랜스포머의 중앙 다리상에 본 발명의 제 4 실시예에 따라 권선 턴당 3개의 접지 지점을 가지는 권선의 단면을 가지는 권선의 투시도를 도시한다. 도 2-6에서 동일 부분은 도면을 명확하게 하기 위하여 동일 숫자로 표시된다. 도 1에 도시된 고전압 케이블(10)로 형성된 권선(22₁)은 트랜스포머의 중앙 다리(20) 둘레에 배열된다. 부가적으로 이런 경우 스페이서 부재(24₁-24₆)는 방사적으로 배열되고, 그중 3개(24₁, 24₃, 24₅)는 권선 턴당 3개의 접지 지점을 달성하기 위하여 사용된다. 스페이서 부재(24₁, 24₃, 24₅)는 도 5a 및 도 5b와 관련하여 상기된 바와 동일 방식으로, 두개만이 도시된 접지 엘리먼트(30₁-30₃)에 직접 접속된다. 3개의 접지 엘리먼트(30₁-30₃)는 두개의 전기 접속부(34₁, 34₂)(케이블)에 의해 접속된다. 두개의 전기 접속부(34₁, 34₂)는 요크(38)에 배열된 두개의 슬롯(36₁, 36₂)으로 인출된다. 두개의 슬롯(36₁, 36₂)은 요크(38)의 횡단면 영역(A)(및 자속 Φ)이 3개의 부분 영역(A₁, A₂, A₃)으로 분할되도록 배열된다. 두개의 전기 접속부(34₁, 34₂)는 요크(38)와 관련하여 중앙 다리(20)의 양쪽 측면상 슬롯(36₁, 36₂)을 통하여 스레드된다. 상기된 방식으로 접지함으로써 제 2 반도체 층의 손실은 최소로 유지된다.

상기된 원리는 권선 턴당 몇몇 접지 지점에 사용될수있다. 자속(Φ)은 횡단면 영역(A)을 가지는 코어에 배치된다. 이 단면 영역(A)은 다수의 부분 영역(A₁, A₂, ...)으로 분할되어, $A = \sum_{i=1}^n A_i$ 가 된다.

길이(l)를 가지는 권선 턴의 주변은 다수의 부분(l₁, l₂, ..., l_n)으로 분할되어 $I = \sum_{i=1}^n l_i$ 이된다. 부분 영역(A₁) 만이 전기 접속부(66₁) 및 세그먼트(l₁)로 구성된 코일에 의해 둘러싸이고 상기 조건이 충족하도록 모든 부분의 단부(l₁)가 전기적으로 접속되는 방식으로 전기 접속이 이루어지면 접지로 인한 추가의 손실이 유도되지 않고, 여기서 코어의 자속은 Φ 이고 부분 영역(A₁)을 통한 자속은 Φ_1 이다.

만약 자속 밀도가 코어의 전체 횡단면 영역을 통해 일정하다면, $\Phi = B * A$ 는 상기 비율로 다음식을 유도한다

$$\frac{A}{A} = \frac{l}{l}$$

;
$$\frac{A}{A} = \frac{l}{l}$$
 . 상기 도면에 도시된 전력 트랜스포머/인덕터는 코어 다리 및 요크로 구성된 절 코어를 포함

한다. 그러나 전력 트랜스포머/인덕터는 철 코어(공기 코어 트랜스포머)없이 설계될수있다는 것이 이해된다.

본 발명은 첨부된 특허 청구범위의 형태내에서 변형이 가능하기 때문에 도시된 실시예로 제한되지 않는다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

적어도 하나의 권선을 포함하는 전력 트랜스포머/인덕터에 있어서,

권선/권선들은 전기 전도체, 및 상기 전도체 둘레에 배열된 제 1 반도체 층(14), 상기 제 1 반도체 층(14) 둘레에 배열된 절연층(16) 및 상기 절연층(16) 둘레에 배열된 제 2 반도체 층(18)을 포함하는 고전압 케이블(10)로 구성되고, 제 2 반도체 층(18)은 각각의 권선(22₁, 22₂)의 양쪽 단부(26₁, 26₂; 28₁, 28₂)에서 접지되고 양쪽 단부(26₁, 26₂; 28₁, 28₂) 사이의 한 지점은 직접적으로 접지되는 것을 특징으로 하는 전력 트랜스포머/인덕터.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 적어도 한 권선의 적어도 하나의 턴당 n개의 지점($n \geq 2$)은 n개의 접지 지점 사이의 전기 접속부(34₁, 34₂, ..., 34_{n-1})가 접지에 의해 형성된 손실을 제한하도록 자속을 n 부분으로 분할하는 방식으로 직접적으로 접지되는 것을 특징으로 하는 전력 트랜스포머/인덕터.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 고전압 케이블(10)은 80 및 3000 mm² 사이의 전도체 영역 및 20 및 250 mm의 외부 케이블 직경으로 제조되는 것을 특징으로 하는 전력 트랜스포머/인덕터.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 권선은 횡단면 영역(A)을 둘러싸고 각 권선 턴의 주변 길이는 길이(l)를 가지며,

그것에 의해 n개의 접지 지점 사이 전기 접속부(34₁, 34₂, ..., 34_{n-1})는 $A = \sum_{i=1}^n A_i$ 가 되도록 상기 횡단면

영역을 n개의 부분 영역(A_1, A_2, \dots, A_n)으로 분할하고 $l = \sum_{i=1}^n l_i$ 가 되도록 길이(l)를 n개의 부분(l_1, l_2, \dots, l_n)으로 분할하는 경우, 상기 n 접지 지점 사이의 전기 접속부(34₁, 34₂, ..., 34_{n-1})는 부분 영역 $\Phi_i = \frac{l_i}{l}$ (A_i)만이 전기 접속부(34_{n-1}) 및 세그먼트(l_i)로 구성된 코일에 의해 둘러싸이고 조건($\Phi_i = \frac{l_i}{l}$)이 충족되도록 모든 세그먼트(l_i)의 단부가 전기적으로 접속되는 방식으로 수행되고, Φ_i 는 부분 영역(A_i)을 통한 자속인 것을 특징으로 하는 전력 트랜스포머/인덕터.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 자속 밀도(B)가 코어의 횡단면을 통하여 일정함으로써, n 접지 지점 사이의 전기 접속부(34₁, 34₂, ..., 34_{n-1})는 조건($\frac{A_i}{A} = \frac{l_i}{l}$)을 충족하는 방식으로 수행되는 것을 특징으로 하는 전력 트랜스포머/인덕터.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항중 어느 한 항에 있어서, 상기 전력 트랜스포머/인덕터는 자기화 코어를 포함하는 것을 특징으로 하는 전력 트랜스포머/인덕터.

청구항 7

제 1 항 내지 제 5 항중 어느 한 항에 있어서, 상기 전력 트랜스포머/인덕터는 자기화 코어없이 만들어지는 것을 특징으로 하는 전력 트랜스포머/인덕터.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 권선/권선들은 가요적이고 상기 층들은 서로 부착되는 것을 특징으로 하는 전력 트랜스포머/인덕터.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 층은 동작 중에 온도 변동에 의하여 야기되는 충 부피 변화가 물질의 탄성에 의하여 흡수되도록 하는 탄성 및 열확장 계수와의 관계를 가진 물질로 구성되어 동작 중에 발생되는 온도 변동에도 층들이 서로 부착되도록 하는 것을 특징으로 하는 전력 트랜스포머/인덕터.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 상기 층 재료는 바람직하게 500 MPa 이하의 E-모듈 및 가장 바람직하게 200 MPa 이하의 E-모듈을 가지는 고탄성 물질인 것을 특징으로 하는 전력 트랜스포머/인덕터.

청구항 11

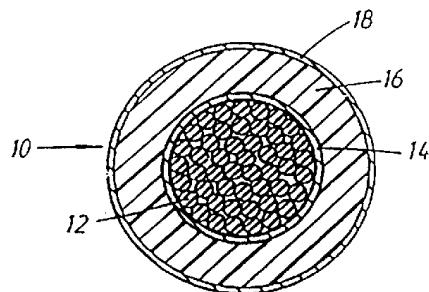
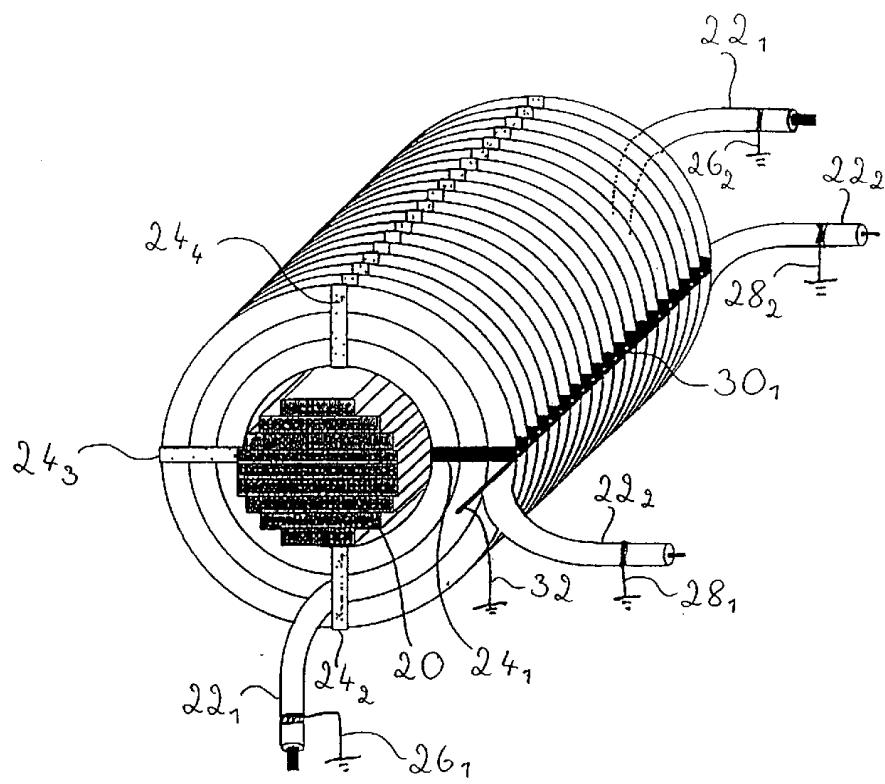
제 9 항에 있어서, 상기 층 재료의 열 팽창 계수는 같은 것을 특징으로 하는 전력 트랜스포머/인덕터.

청구항 12

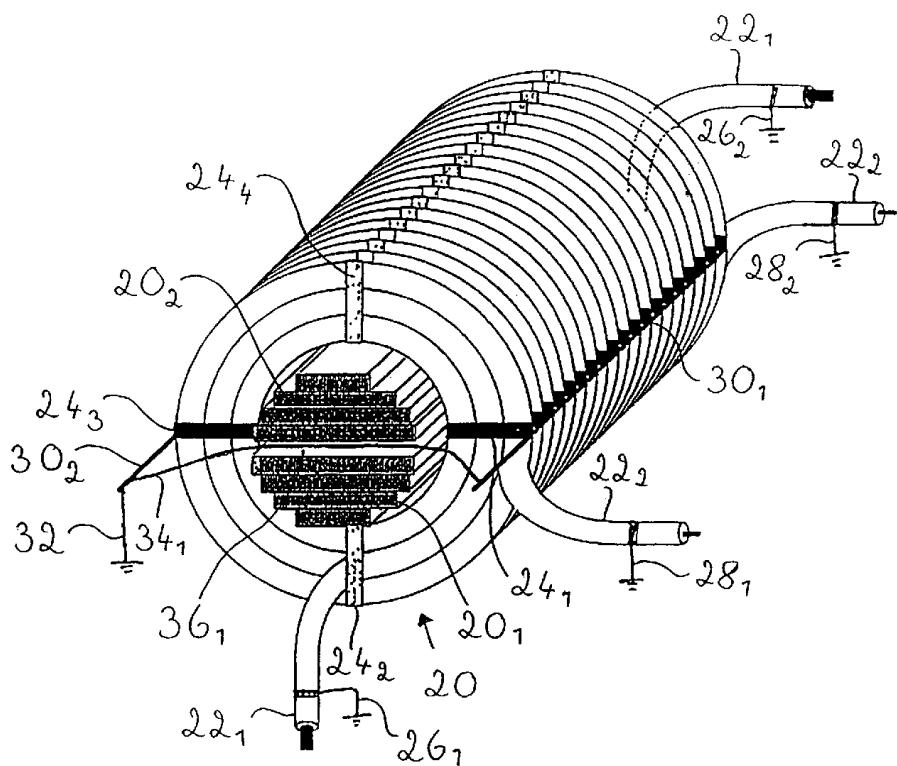
제 9 항에 있어서, 상기 층 사이의 접착력은 접착력이 가장 약한 부분의 접착력과 적어도 같은 부착력을 가지는 것을 특징으로 하는 전력 트랜스포머/인덕터.

청구항 13

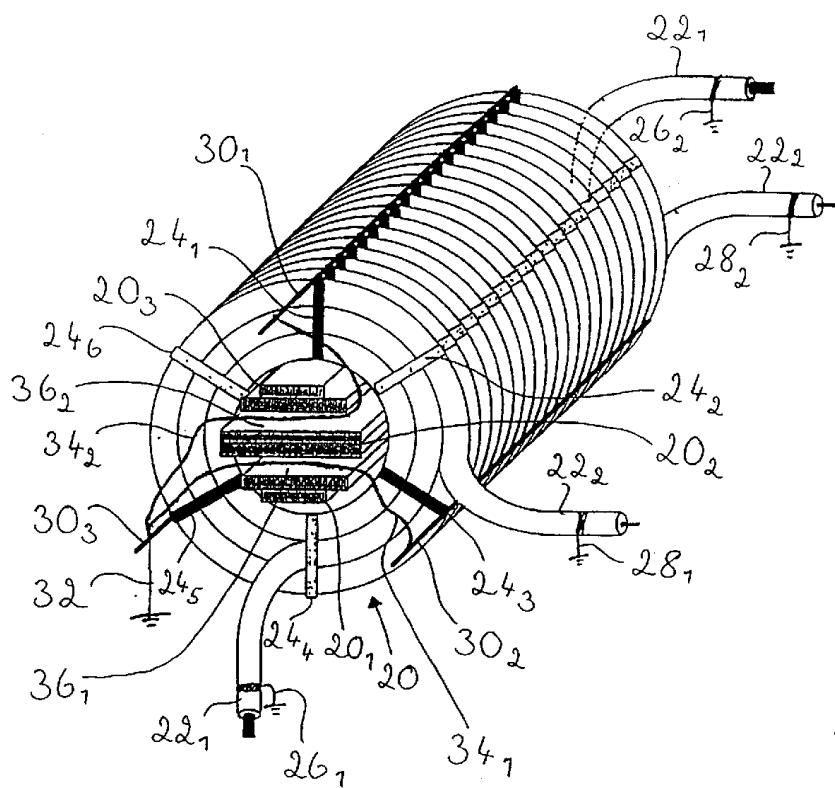
제 8 항 또는 제 9 항에 있어서, 상기 각각의 반도체 층은 동전위 표면을 구성하는 것을 특징으로 하는 전력 트랜스포머/인덕터.

도면**도면1****도면2**

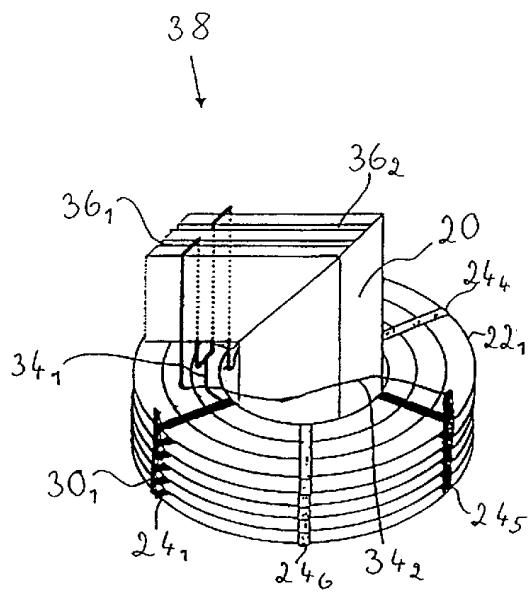
도면3



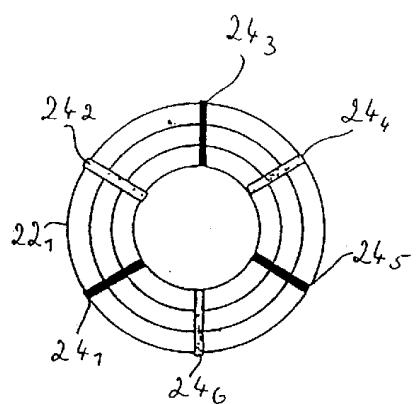
도면4



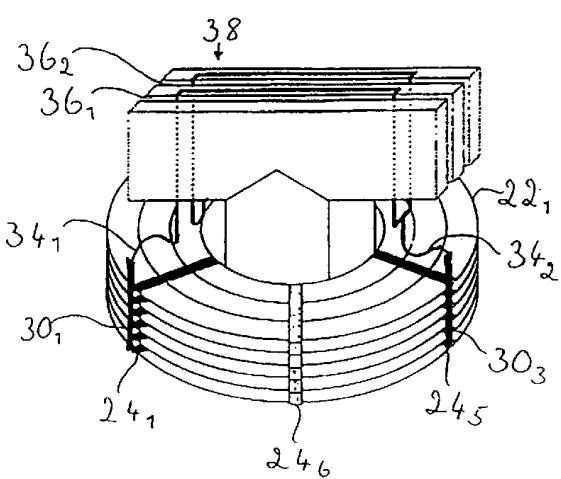
도면5a



도면5b



도면6a



도면6b

