

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. <sup>8</sup> H01F 27/28 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년02월08일 10-0549558 2006년01월27일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호	10-2000-7010762	(65) 공개번호	10-2001-0042234
(22) 출원일자	2000년09월27일	(43) 공개일자	2001년05월25일
번역문 제출일자	2000년09월27일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1998/006131	(87) 국제공개번호	WO 1999/49481
국제출원일자	1998년03월27일	국제공개일자	1999년09월30일

(81) 지정국

국내특허 : 알바니아, 오스트레일리아, 보스니아 헤르체고비나, 바르바도스, 불가리아, 브라질, 캐나다, 중국, 쿠바, 체코, 에스토니아, 그루지야, 헝가리, 이스라엘, 아이슬란드, 키르기스스탄, 북한, 대한민국, 세인트루시아, 스리랑카, 리베이라, 레소토, 리투아니아, 라트비아, 마다가스카르, 마케도니아공화국, 몽고, 말라위, 멕시코, 뉴질랜드, 슬로베니아, 슬로바키아, 터어키, 트리니다드토바고, 우크라이나, 우즈베키스탄, 베트남, 폴란드, 루마니아, 러시아, 수단, 싱가포르, 가나, 감비아, 인도네시아, 시에라리온, 세르비아 앤 몬테네그로, 짐바브웨, 기니 비사우,

AP ARIPO특허 : 케냐, 레소토, 말라위, 수단, 스와질랜드, 우간다, 시에라리온, 가나, 감비아, 짐바브웨,

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르기스스탄, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크멘,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투갈, 스웨덴, 핀란드, 사이프러스,

OA OAPI특허 : 부르키나파소, 베닌, 중앙아프리카, 콩고, 코트디부아르, 카메룬, 가봉, 기니, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고, 기니 비사우,

(73) 특허권자           메트글라스, 인코포레이티드  
미국, 사우스 캐롤라이나 29526, 콘웨이, 알라이드 드라이브 440

(72) 발명자           나타신희데비드엠  
미국, 뉴저지07840, 하켓스타운, 포우하타탄웨이19  
  
푸루에스디.크리스찬  
미국, 뉴저지07960, 모리스타운, 힐크레스트에비뉴96

(74) 대리인           특허법인씨엔에스

심사관 : 정현수

(54) 거의 직사각형이며, 레진이 피복된 코일을 갖는 건식 변압기

**요약**

건식형 배전 변압기는 거의 직사각형이고 권선된 강자성 금속 철심과, 레진 피복된 거의 직사각형인 코일을 가지고 있다.

상기 철심은, 그 내부에 상기 코일의 실질적으로 직선인 부분이 위치된 거의 직사각형의 철심 창을 가지고 있다. 배전 변압기가 형성하기 위해 조립될때, 상기 코일의 실제적으로 직선인 부분 형상은 상기 철심 창의 형상과 일치한다.

상기 변압기는 제작하는 데 비용이 적게 들고 저항이 적고 철심 손실이 적다. 그리고 상기 변압기는 가볍고 조밀하며 작동성이 우수하다.

**대표도**

도 2A

**색인어**

변압기, 철심 손실, 코일, 철심 창

**명세서**

**기술분야**

본 발명은 변압기에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 권선된 강자성 금속 철심 및 거의 직사각형의 레진 피복된 코일을 갖는 건식 배전 변압기에 관한 것이다.

**배경기술**

전형적인 건식 배전 변압기는 원형 내지 환상(toroidal)의 개방형 권선코일 과 권선되거나 다양하게 성층된 실리콘 강(steel) 내지 비정질 금속 철심을 가지고 있다. 상기 변압기 철심은 전통적으로 그 내부에 코일이 위치되는 직사각형의 창을 한정하는 직사각형의 모양을 하고 있다. 상기 철심과 코일사이에서의 상기 코일의 환상형태는 상기 철심창(core window)이 관계되는 범위내에서는 일치하지 않는다. 즉, 상기 직사각형의 창 형태는 그 안에 위치하는 코일의 단면 모양과 일치하지 않는다. 철심과 코일간의 이러한 불일치는 철심과 코일 형태가 거의 일치된 변압기에서 요구되는 것보다 상기 변압기의 크기와 가격을 현저하게 크게 한다.

실리콘 강이든 비정질 금속이든 배전 변압기에 사용된 권선 철심은 직사각형의 단면을 하고 있으며 상기 코일의 원형형태와 일치하지 않는다. 이와 반면에, 성층된 실리콘 강 변압기 철심은 코일의 환상형태와 거의 일치할 수 있는 십자형의 단면을 가질 수도 있다. 비정질 금속조각을 다양한 폭으로 잘라내거나 주조하는데 드는 많은 비용 때문에, 십자형 단면을 가진 성층된 비정질 금속 철심으로 하는 것은 비실용적이다. 상기와 같은 이유로 권선된 것이든 성층된 것이든 강자성 금속 철심을 가지는 건식형 배전 변압기의 제작에서 철심의 단면모양(예: 직사각형)과 코일의 형태(예: 원형)은 일치하지 않는다. 코일 재료의 사용은 비경제적이고 변압기의 크기가 너무 크게 된다.

배전 변압기는 다양한 곳에 설치될 수 있고 극심한 주변 조건, 예를 들어 미세한 물(티끌, 먼지 등), 습기, 가성(caustic)물질 및 변압기의 작동과 수명에 악영향을 주는 것과 같은 조건에 영향을 받는다. 개방형 권선 코일은 상기 악조건의 효과에 대한 방어책이 없다.

**발명의 상세한 설명**

본 발명은, 권선된 강자성 금속 철심과 거의 직사각형이며 레진이 피복된 코일을 갖는 건식 배전 변압기를 제공한다. 상기 철심은 상기 레진이 피복된 코일의 통상적인 직사각형 모양과 거의 일치하는 전반적으로 직사각형의 단면 모양을 하고 있다. 상기 코일의 모양을 상기 철심의 단면의 모양에 일치시킴으로써 코일을 감는데 코일 재료가 적게 들고 일반적으로 원형 혹은 둥근 코일을 가지는 변압기보다 더 조밀하다는 점에서 제조하는 데 비용이 적고, 저항이 적으며 손실도 적다.

일반적으로 건식형 배전 변압기는 실질적으로 직선인 부분을 갖는 레진 피복된 거의 직사각형의 코일과, 비정질 금속이나 실리콘강으로 구성되고 그 속에 한정된 거의 직사각형의 철심창(core window)을 갖는 강자성 금속철심을 포함한다. 상기 코일과 철심은, 상기 코일의 실질적으로 직선인 부분의 형상이 상기 철심창의 형상과 일치하도록 하는 크기와 형상을 하고 있다. 상기 코일과 철심이 배전 변압기를 형성하기 위해 조립될때 실질적으로 상기 코일의 직선 부분은 철심창내에 위치한다. 상기 레진 피복은 주위의 악조건으로부터 상기 코일을 보호하고, 상기 코일의 절연 시스템을 보호하며, 단락상태(short-circuit conditions)에서 코일의 내구력을 향상시키며, 그리고 공기(강압적이거나 대류에 의한)가 외부에 부드럽고 쉽게 지나갈 수 있도록 코일 외관에 대해 부드럽고 균일한 표면을 제공함으로써 코일의 냉각특성을 향상시킨다.

본 발명의 상기 건식 배전 변압기는 바람직하게 내구성이 있고 튼튼하다. 코일 및 철심재료는 제작비용과 변압기 크기를 현저히 줄이는 매우 경제적인 방법으로 실용화된다. 이러한 특징들은 크기, 비용 및 성능이 시장수용을 결정짓는 배전 변압기에 있어서 특히 바람직하다.

### 도면의 간단한 설명

본 발명은 첨부된 도면과 다음의 상세한 설명을 참조하면 더 충분히 이해되고 본 발명의 장점을 더 알 수 있을 것이다. 인용번호는 몇 개의 도를 통해 동종의 요소를 나타낸다.

도 1A는 본 발명에 따라 제작된 코일을 부분적으로 제거한 외철형(shell-type) 단상 변압기의 정면도;

도 1B는 도 1A의 B-B선을 따라 자른 단면도;

도 2A는 본 발명에 따라 제작된 내철형(core-type) 단상 변압기의 정면도;

도 2B는 도 2A의 B-B선을 따라 자른 단면도;

도 3A는 본 발명에 따라 제작된 3상 변압기의 정면도;

도 3B는 도 3A의 B-B선을 따라 자른 단면도;

도 4는 본 발명에 따라 직사각형 축(mandrel)으로 권선된 거의 직사각형이고 저전압의 코일에 대한 사시도;

도 5는 본 발명에 따라 직사각형의 축(mandrel)으로 권선된 거의 직사각형이고 고전압의 코일에 대한 사시도;

도 6은 본 발명에 따라 거의 직사각형 코일을 피복하기 위해 형성된 에폭시 수용용기의 사시도;

도 7은 그 속에 거의 직사각형의 코일을 갖고 있는 도 6의 에폭시 수용용기의 평면도;

도 8은 본 발명에 따라 제작된 코일을 피복하기 위한 피복 시스템의 블록도;

### 실시예

도 1A 및 2B를 참조하면, 본 발명의 제1 실시형태의 두가지 다른 형태인 외철형(shell-type) 단상 배전 변압기(도 1A) 및 내철형(core-type) 단상 배전 변압기(도 1B)가 도시되어 있다. 외철형 단상 변압기는 거의 직사각형의, 레진 피복된 코일(40) 및 2개의 강자성 금속 철심(20)으로 이루어진다. 내철형 단상 변압기(10)는 2개의 거의 직사각형의, 레진 피복된 코일(40) 및 단상의 강자성 금속 철심(20)으로 이루어진다. 도 3A는 본 발명의 제2 실시형태를 도시한다. 그 실시형태에서는 외철형 3상 배전 변압기(10)는 3개의 거의 직사각형의, 레진 피복된 코일(40) 및 4개의 강자성 금속 철심(20)으로 이루어진다. 이하, 상세한 설명은 상기 외철형 단상 변압기의 실시형태를 설명하지만, 당 기술 분야의 숙련자는 도 2A, 2B, 3A 및 3B에 도시된 상기 내철형 단상 및 외철형 3상 변압기 실시형태에도 적용가능하다는 것을 인지할 것이다. 나아가, 본 발명 및 아래의 상세한 설명은 다양한 다른 건식 배전 변압기 구성과 설계에 적용된다는 것은 당 기술분야의 숙련자에게는 자명하다. 따라서, 이하 제공되는 외철형 단상 변압기에 대한 상세한 설명은 예시로 설명되는 것이지 본 발명의 범위를 한정하는 의미는 아니다.

상기와 같이, 철심(20)를 갖는 강자성 금속은 실리콘 강 또는 비정질 금속으로부터 형성된다. 여기에서 사용되는, "비정질 금속" 및 "비정질 금속합금"이라는 용어는 실질적으로 장범위 규칙도가 결여되고 액체 또는 무기 산화물 유리에서 관찰되는 것과 정성적으로 유사한 특성을 갖는 것으로 X-레이 회절 강도 최대치로 특징되는 금속합금이다.

비정질 금속합금은 철심을 형성하는데 사용하기에 아주 적합하다. 그 이유는 비정질 금속합금이 이하의 특성의 조합을 가지기 때문이다. (a) 낮은 이력 손실(hysteresis loss), (b) 낮은 과전류(eddy current), (c) 낮은 보자력(coercive force), (d) 높은 투자율(magnetic permeability), (e) 높은 포화치(saturation value) 및 (f) 온도에 따른 투자율의 최소 변화.

이러한 합금은 X레이 회절로 결정되는 바와 같이, 최소 약 50% 비정질이다. 바람직한 비정질 금속합금은  $M_{60-90}T_{0-15}X_{10-25}$  식을 갖는 비정질 금속합금을 포함한다. 여기서, M은 철, 코발트 및 니켈 원소 중 적어도 하나이고, T는 전이금속 원소 중 적어도 하나이며, X는 인, 붕소 및 탄소 비금속원소 중 적어도 하나이다. 상기 탄소, 붕소, 인 함량의 80%까지를 알루미늄, 안티몬, 베릴륨, 게르마늄, 인듐, 실리콘 및(또는) 주석으로 대체할 수도 있다. 자기 장치의 철심으로써 사용되는 경우에, 이러한 비정질 금속 합금은 일반적으로 사용되는 통상의 다결정질 금속 합금에 비교하여 우수한 특성을 나타낸다. 바람직하게는 이러한 비정질 합금의 스트립(strip)은 적어도 80% 비정질이고, 보다 바람직하게는, 95%이 비정질이다.

철심(20)의 비정질 합금은 약 106°C/sec의 속도로 용액을 냉각함으로써 형성하는 것이 바람직하다. 급냉응고(rapidly quenched)시켜 연속적인 금속 스트립을 제조하는데 있어 다양한 공지 기술이 적용가능하다. 상기 스트립 재료가 비정질 금속 변압기용 자기철심에 사용될 때에 철심(20)의 스트립 재료는 어떤 종류의 칠(chill) 표면상에서 또는 냉매(quenching medium)에서 직접 용융된 재료를 주조함으로써 용이하게 마련한다.

이러한 공정 기술은 중간 와이어 드로잉(wire drawing) 또는 리본 성형(ribbon-forming) 과정을 요구하지 않으므로 제조 비용을 상당히 절감시킨다.

바람직하게 철심을 이루는 상기 비정질 금속합금은 특정 조성에 따라서 일반적으로 약 200,000에서 600,000 psi의 높은 인장강도를 나타낸다. 이는 어닐링된 조건에서 사용되고 대개 약 4,000에서 8,000 psi 범위를 갖는 다결정질 합금과 비교된다. 보다 높은 강도 합금은 상기 변압기의 서비스 라이프를 연장하므로, 높은 인장강도는 높은 원심력이 존재하는 적용에서 중요한 고려사항이다.

게다가, 철심(20)을 형성하는데 사용되는 비정질 금속 합금은 특정 조성에 따라서 25°C일때에 160에서 180 마이크로옴-cm의 범위로 높은 전기 저항도를 나타낸다. 종래 선행기술의 재료는 약 45에서 160 마이크로옴-cm의 저항도를 갖는다. 상기 정의된 비정질 금속 합금에 보유하는 상기 높은 저항도는 과전류 손실, 즉 감소되는 철심손실에 대한 인자를 최소화하는 AC 적용에서 유용하다.

비정질 금속 합금을 사용하여 철심(20)을 형성하는 추가적인 잇점은 실질적으로 동일 금속 함량에서 종래 기술보다 낮은 보자력을 얻을 수 있다. 이로써, 고가의 큰 비율의 니켈과 비교하여, 비교적 저렴한, 보다 많은 철을 철심(20)으로 유용할 수 있다.

축(mandrel; 미도시) 상에서 연속되는 회전을 권선함으로써 상기 철심(20)의 각각을 형성하고, 기밀한 형성에 영향을 주는 인장하에서 상기 스트립 재료를 유지한다. 회전의 수는 각 철심(20)의 소망하는 크기에 따라 선택된다. 철심(20)의 상기 스트립 재료의 두께는 1에서 2 mm의 범위가 바람직하다. 여기서 사용되는 비정질 금속 합금의 비교적 높은 인장 강도로 인해, 1에서 2mm의 두께인 스트립 재료를 균열의 우려없이 사용할 수 있다. 과전류가 통과해야 하는 반지름 길이의 단위 당 다수 경계가 있으므로 상기 스트립 재료를 상대적으로 얇게 유지하는 것은 유효 저항도를 증가시킨다고 고려할 수 있다.

도 1A 및 1B를 참조하면, 외철형 단상, 건식 배전 변압기(10)는 2개의 강자성 금속 철심(20) 및 피복된, 거의 직사각형 코일(40)으로 구성된 철심/코일 어셈블리(12)를 포함한다. 또한, 변압기(10)는 각각 하단 및 상단 코일 지지대(32, 36)를 갖고 상기 철심/코일 어셈블리(12) 내에서 지지하며 실장된 하단 프레임(30) 및 상단 프레임(34)를 포함한다. 바람직하게는 각 철심(20)은 거의 직사각형의 단면형태(도 1B에 도시됨)를 갖는 복수의 강자성 금속 스트립 또는 층(28)으로부터 권선하는 것이다. 각 철심(20)은 본 발명의 일반적 직사각형 코일(40)의 실질적인 직선 중앙부 내에 위치한 철심 창(22)을 공동으로 정하는 2개의 긴 면(24) 및 2개의 짧은 면(26)을 갖는다. 여기서 상기 종횡비, 즉 상기 긴 면과 짧은 면(24,26) 사이의 관계는 상기 창높이(즉, 긴 면(24) 대 창폭(짧은 면(26))의 비로 정해지고, 바람직하게는 약 3.5:1에서 4.5:1사이이다. 이 바람직한 철심 구성은 그 코일(40)에서 보다 낮은 온도 구배를 얻는 철심(20)을 구성함에 요하는 강자성 금속의 권선된 스트립 또는 층의 수(28)를 최소화한다. 에폭시의 층을 긴 면(24)에 따라 적용하여 상기 철심(20)의 높이를 지탱한다. 초기

에폭시 층은 일반적으로 연질이고 상기 철심을 이루는 상기 강자성 금속 스트립 또는 층(28) 사이를 침투하는 것이 바람직하다. 후속되는 에폭시 층은 상기 철심(20)의 긴 면(24)에 소망하는 강도를 부여하기 위해 일반적으로 보다 경질이다. 철심(20)은 화학식  $Fe_{80}B_{11}Si_9$ 을 갖는 강자성 금속 리본(알라이드시그날사에서 METGLAS 합금 SA-1 상표로 판매됨)으로 구성되는 것이 바람직하다.

본 발명의 코일(40)의 소망하는 형태는 거의 직사각형이다. 그러나, 다른 기하학적 형태도 본 발명의 범위 내에서 고려된다. 이러한 다른 기하학적 형태는 상기 철심(20)의 거의 직사각형 창(22)내에 맞는 크기와 형태인 실질적으로 직선 중앙부(52)를 포함한다. 예를 들면, 상기 코일(40)은 상기 철심 창(22) 내에 위치하지 않는 둥근 말단부(54)와 상기 철심 창을 통과하고 그 내에 위치한 일반적인 직선형 중간부(52)를 가질 수 있다. 예를 들어, 일반적으로 직선 중간부를 갖는 타원을 가질 수 있다.

도 1B에서 보다 분명히 도시된 바와 같이, 본 발명의 거의 직사각형 코일(40)은 절연재(44) 및 선택적으로 배치되는 냉각 덕트 공간(46)과 함께 복수의 코일 권선(42)으로 이루어진다(도 4 및 5에 도시됨). 상기 코일 요소를 직사각형 권선 축(60) 주위에 권선함, 즉 복수의 동심층에서 코일 권선(42) 및 절연재(44)를 번갈아 권선함으로써 상기 일반 직사각형(예를 들어, 권선(42) 및 절연재(44))이 얻어진다.

바람직한 실시형태에서는, 절연재(44)는 상기 권선된 코일의 최내각 및 최외각 층으로 이루어지고, 나아가 인접한 권선된 코일 권선(42) 사이에 전기적 절연을 제공한다. 직사각형의 권선된 축(60)을 제거하는 경우에 상기 코일(40)의 세로축으로 실질적 직사각형 코일 채널(56)이 정해진다.

일단 상기 코일권선재료는 전통적으로 스푼(spool)상에 제공되면, 상기 재료는 코일(40)이 굽어지게 하고 혹은 상기 권선 재료의 기억으로 인해 일반적으로 전체 모양을 기억하게 함으로써 상기 코일(40)이 권선된 이후 굽은 반경을 유지할 수 있다. 이것은 불이익하게 상기 코일의, 바람직하게는 실제적으로 직선인 중간단면(52)에서, 조립치수를 증가시켜, 치수가 너무 커서 상기 철심(20)에 맞지 않는 코일이 될 수 있다. 코일권선(42)(그리고 상기 코일(40))은 자신이 권선축(60; mandrel)으로부터 제거된 후 거의 직사각형의 모양을 유지하도록 확실하게 해두는 것이 필요하다.

본 발명에 의한 한가지 문제는 상기 코일권선(42)사이의 절연물질(44)로서 에폭시도트(epoxy-dotted) 크라프트지(kraft paper)를 사용함으로써 해결된다. 상기 에폭시는 코일권선(42)에 부착되고 경화된 후, 그 위에 권선재료의 휘어지는 경향을 방해하는 상기 권선(42)에 경화가 전해진다. 선택적으로 권선형(62)(도 4 및 도 5 참조)은 코일권선(42) 및 축(60; mandrel)상에 권선된 코일(40)에 코너를 형성하는 코일 금속코너(64)를 포함한다. 세 번째 문제점은 나무 블록 및 나일론 망치를 사용하는 것처럼 축(60)상에 권선된 권선재료같은 거의 직사각형 형태의 코일(40) 형상을 함으로써 해결된다. 또 다른 해결책은 권선축(60)상에 코일을 제거함으로써 가능하고 상기 코일(40)이 완전히 권선되고 피복하기 전에 클램프사이에 권선(40)의 긴 지지대를 누름으로써 해결된다. 상기 코일(40)에 거의 직사각형의 형태를 제공하는 것을 추가로 하여, 상기 후자의 해결책은 권선(42)과 조립이 최소화 되는 상기 단면내의 절연물질(44)사이에서 조립을 최소화함으로써 상기 코일(40)의 긴 지지대를 압박하는 것으로 해결된다.

완성된 코일(40)의 크기를 더 최소화하기 위해, 상기 냉각 덕트 공간(46)은 상기 코일의 실제적으로 직선 중간 단면(52)에 위치하지 않게 한다(그리고 냉각 덕트(58)는 두지 않는다). 상기 냉각 덕트 공간(46)은 주변에 불연속적인 냉각 덕트를 필요로 하는 원형 혹은 환상 코일에 다른 장점을 제공한다. 따라서 상기 공간(46)의 선택적 장소에 의해 결정된 주변에 불연속적인 냉각 덕트는 실제적으로 직사각형의 코일(40)의 끝단면(54)에만 제공된다.

상기 절연물질(44)은 코일권선(42)의 주변층사이에 배치되어 그들 사이에서 전기적 절연을 하고 상기 코일(40)의 최내각 및 최외각 층을 형성한다(이하에서 기술되는 에폭시 피복은 고려되지 않음). 보다 바람직한 실현에서는, 상기 절연물질(44)은 Dupont's Nomex제와 같은 하나 이상의 아라미드지(aramid paper)의 시트(sheet)를 포함한다. 본 기술내에 속하는 숙련된 사람은 본 발명의 정신 혹은 취지에서 벗어나지 않고 다양한 다른 절연물질이 사용할 수 있을 것이다.

절연물질(44)의 최내각 및 최외각 시트(sheet)는 코일(40)의 세로끝보다 약 12mm 더 길게 되도록 적당한 크기로 되어 있다. 더욱이 냉각 덕트(duct) 공간(46)의 각 측면에 위치한 절연물질(44)은 코일(40)의 끝을 지나 약 12mm더 길게 한다. 연장된 절연물질(44)의 상기 시트는 얇은 에폭시 예를 들어 Magnolia Co., part번호 3126, A/B에 의해 만들어진 에폭시 같은 것으로 봉입되어 있다. 그리고 나서 절연물질(44)의 에폭시로 처리된 연장된 시트는 코일(40)의 피복처리(이하에서 상세히 설명함) 과정에서 교정된 에폭시를 포함하도록 한다.

건식형 배전 변압기 냉각은 대류식 혹은 공기 강제식이 있다. 덕트를 통해 공기의 흐름을 가능하게 하는 코일 권선사이의 덕트(58) 냉각이 필요하다. 상기 덕트 냉각 공간(46)은 코일(40)이 감겨진 코일권선(42)사이에서 삽입될 수 있고 상기 코일(40)이 피복되어진(이하에서 더 상세히 설명함) 후에는 제거될 수 있다. 철심(20)의 철심창(22)내에 코일(40)이 적합하게 될 것이라는 것을 확실하게 할 수 있도록 코일(40)의 권선 치수를 제어하는 것이 바람직하기 때문에 상기 냉각 덕트 공간(46)은 조립된 변압기(10)에서 철심창(22)(예를 들어 도 1B에서 명확히 볼 수 있듯이 코일(40)의 세로의 끝에) 내에 위치하지 않는 철심(40)의 단면에 단지 삽입된다. 따라서 상기 코일(40)의 치수는 더 작은 배전 변압기를 차례로 생산하는 더 작은(예: 더 좁은) 코일(40)을 제공함으로써 철심창(22)내에 위치하게 될 단면에서 제어된다. 본 발명에 따라 거의 직사각형 형태의 코일은 직사각형 코일의 둘레에 대해 연속적이지 않은 냉각 덕트(58)의 사용을 가능하게 한다. 선택적으로 상기 냉각 덕트(58)를 위치시키고 주변적으로 연속적이지 않은 냉각 덕트(58)를 제공하는 것에 대해 바람직한 것은 상기 냉각 덕트(58)는 코일의 크기 - 코일(40)의 실제적으로 직선의 중간단면에서 특히 바람직함 - 를 증가시킨다는 사실을 명확히 고려한다는 것이다. 본 발명에 따라 거의 직사각형 형태의 코일(40)은 코일(40)의 끝단면(54)에 냉각 덕트(58)의 선택적 위치를 허용하는 명확하게 도시된 네가지 측면(둥근 혹은 원형코일은 그렇지 않음)을 제공한다.

배전 변압기의 2차 권선으로 사용된 종래의 변압기같은 저압코일에서는 상기 코일권선(42)은 하나 이상의 알루미늄 혹은 구리 시트를 포함한다(도 4 참조). 배전 변압기의 1차 권선으로 사용된 종래의 변압기같은 고압코일에서는 상기 코일권선(42)은 단면적으로 직사각형의 혹은 원형 구리 와이어(wire)를 포함한다(도 5 참조). 저압과 고압코일 모두에 대하여 상기 코일(40)은 미리 결정된 모가 난 구성을 갖는 금속코너(64)를 지닌 권선 형태(62)와 결합된 직사각형의 축(60; mandrel)에 감겨져 있다. 본 발명에 따른 상기 실제적으로 직사각형의 코일(40)은 단지 저압코일 혹은 고압코일 혹은 교대로 포함할 수 있고 저압, 고압코일을 동시에 포함할 수도 있다. 상기 권선코일(40)은 이하에서 더 상세히 설명하듯이 에폭시 수지층(50)에 의해 완전히 포함되고 피복된다.

도 4 및 도 5에는 특히 저압 및 고압 적용에 대해 본 발명에 따라 구성된 거의 직사각형의 코일(40)이 나타나 있다. 도 4에 있는 저압코일(40)은 일반적으로 직사각형의 권선 축(60; mandrel)에 대해 구리나 알루미늄 시트 같은 코일권선(42)을 권선함으로써 형성된다. 전기적으로 권선(42)의 주변층을 절연시키기 위해서 절연물질(44)은 권선의 주변 층 사이사이에 배치된다. 절연물질(44)은 권선코일(40)의 최내각 및 최외각 층을 포함한다. 냉각 덕트(58)는 코일(40)이 감겨져 있는 코일권선(42)사이에서 냉각 덕트 공간(56)을 삽입함으로써 권선코일(40)내에 위치한다. 상기 공간(56)은 상기 코일(40)이 피복되고 그 이후에 상기 냉각 덕트(58)가 제거된 공간(46)에 의해 생성된 공동(cavity)에 의해 결정된 다음에 제거된다. 상기 코일권선(42)이 직사각형의 축(60; mandrel)에 대해 나선형 혹은 원형으로 권선된 직사각형 혹은 원형 구리 와이어를 포함하는 것은 제외하고는, 도 5에 도시된 고압코일(40)은 도 4의 저압코일(40)의 방법과 비슷한 방법으로 형성된다.

본 발명에 따른 상기 코일(40)은 도 6에서 도시된 바와 같이 용기(70)를 사용하는 에폭시 수지층(50)으로 피복되어 있다. 상기 용기(70)는 첫 번째 및 두 번째 반(72a, 72b), 용기철심(74), 용기바닥(76)을 가지는 용기덮개(vessel shell)를 포함한다. 상기 용기철심(74) 또한 첫 번째 및 두 번째 반(74a, 74b) 혹은 교대로 포함하고, 본 발명에 따른 일반적으로 직사각형의 코일(40)이 권선되고 형성되어 있는 직사각형의 권선 축(60; mandrel)을 포함할 수 있다. 첫 번째 및 두 번째 반(72a, 72b)위에 제공된 브래킷(78; bracket)은 피복과정에서 두 개의 반을 하나로 묶는데 사용될 수 있다.

상기 피복과정을 도 6, 7 및 8을 참조하여 상세히 설명한다. 상기 권선코일(40)은 경화후 에폭시내에서 어떤 흔들림에도 견디도록 약 100mm만큼 상기 코일(40)의 상부위로 더 확장한 용기(70)내에 위치한다. 그리고 나서 상기 용기(70) 및 코일(40)은 진공소스(82; source) 및 에폭시소스(84)에 연결된 진공실(80)내에 위치하게 된다. 그리고 나서 상기 진공실(80)은 상기 진공소스(82)에 의해 약 150 torr까지 진공된다. 파트번호 111-047같은 Magnolia Co.에 의해 판매된 비스페놀 A(bisphenol A)형태의 저점도의 에폭시가 나와 용기(70)를 완전히 채운다. 상기 용기(70)가 에폭시로 상부까지 채워지면 상기 진공실(80)은 약 20 torr 더 진공된다. 만약 상기 진공실(80)내에 상기 기술된 압력이 변하는 동안 에폭시 레벨이 떨어지면 용기(70)내로 에폭시가 추가로 공급된다. 일단 용기(70)가 에폭시로 완전히 채워지고 에폭시 레벨이 용기(70)내에서 안정화되면 상기 에폭시는 에폭시 수지층(50)이 상기 코일(40)을 완전히 감싸고 피복하도록 경화된다. 에폭시가 경화된 후 상기 코일(40)은 용기(70)로부터 제거되고 냉각 덕트 공간(46)은 상기 코일(40)로부터 제거된다.

거의 직사각형이고 레진 피복된 코일(40)은 현재 일반적으로 직사각형의 단면 및 직사각형의 철심창(22)을 가지는 권선된 강자성 금속 철심(20)과 함께 사용될 수 있다. 상기 코일(40)의 실제적으로 직선단면(52)은 철심창(20)내에 위치하고 실제적으로 상기 창(22)의 크기와 형태가 일치한다.

따라서, 본 발명은 일반적으로 직사각형의 단면모양 및 일반적으로 수지로 피복된 코일을 가진 권선형 강자성 금속 철심을 포함하는 건식 배전 변압기를 나타낸다. 상기 피복은 주위의 악조건으로부터 코일을 보호하고 코일의 절연시스템을 보호하고 단락회로 상태에서 코일의 내구력을 향상시키고, 또한 공기(대류에 의한 혹은 강제적인)가 부드럽고 쉽게 통과할 수

있도록 코일의 외부에 대한 부드럽고 균일한 표면을 제공함으로써 코일의 냉각 특성을 향상시킨다. 더욱이 철심의 단면의 모양과 코일의 모양을 일치시킴으로써 본 발명은 제작에 비용이 적게 들고 저항이 적고 따라서 손실이 적고(코일을 감는데 필요한 코일재료가 적게 들고) 일반적으로 원형 혹은 둥근 코일을 가진 종래기술의 변압기보다 더 조밀한 건식 강자성 금속 배전 변압기를 나타낸다. 또 본 발명은 변압기 제조비용과 전체 변압기 크기를 줄이는 좀 더 경제적인 방법으로 변압기 재료를 사용하는 견고하고 내구성이 있는 건식 배전 변압기를 나타낸다.

상술한 바와같이 본 발명은 상세히 설명되었지만, 본 발명은 이러한 설명에 엄격하게 제한되지 않으며, 본 발명이 속하는 기술분야의 숙련가의 견지에서 가능한 다양한 변화와 개조들도 그것이 첨부된 청구항에 의해 정의되어 있는 한 모두 본 발명의 범위내에 속한다고 이해되어야 할 것이다.

### 산업상 이용 가능성

상기한 바와 같이, 본 발명은 제조비용을 줄이고 그 크기를 줄일 수 있을 뿐만 아니라 그 성능도 우수한 건식 배전 변압기를 제공함에 그 유용한 효과가 있다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1.

건식 배전 변압기에 있어서,

전도성 코일 권선과 상기 코일의 복수의 인접 동심층간에 절연을 제공되는 절연재를 포함하고 실질적으로 직선인 부분을 갖는, 레진피복된 거의 직사각형인 코일; 및

그 내부에 정의되는 거의 직사각형의 철심창(core window)을 갖는 강자성 금속 철심;을 포함하고,

상기 코일과 상기 철심은 상기 코일의 실질적으로 직선인 부분 형상이 상기 철심창의 형상과 실제적으로 일치하도록 하는 크기와 형상을 가지며, 상기 코일과 상기 철심을 조립하여 상기 배전 변압기를 형성할 때 상기 코일의 실질적으로 직선인 부분은 상기 철심 창 내부에 위치되어 있음을 특징으로 하는 건식 배전 변압기.

#### 청구항 2.

삭제

#### 청구항 3.

제 1항에 있어서,

상기 코일은,

상기 복수의 동심층중 인접한 동심층 사이에서 정의되는 복수의 냉각 덕트를 추가로 포함하고,

상기 냉각 덕트는 상기 거의 직사각형인 코일 주위를 비연속적으로 둘러싸고 있으며, 그리고 상기 실질적으로 직선인 부분을 포함하지 않는 상기 코일의 일부에 위치되어 있음을 특징으로 하는 건식 배전 변압기.

#### 청구항 4.

삭제

#### 청구항 5.

제 1항 또는 3항에 있어서,

상기 레진층은 저점도의 에폭시 레진 또는 바이스페놀 A 에폭시 레진으로 이루어짐을 특징으로 하는 건식 배전 변압기.

**청구항 6.**

삭제

**청구항 7.**

제 1항에 있어서,

상기 강자성 금속 철심은 권선된 철심임을 특징으로 하는 건식 배전 변압기.

**청구항 8.**

제 1항에 있어서,

상기 철심은

M은 철, 코발트 및 니켈 원소중 적어도 하나이고, T는 전이금속 원소 중 적어도 하나이며, X는 인, 붕소 및 탄소 비금속원소 중 적어도 하나이고, 상기 탄소, 붕소, 인 함량의 80%까지를 알루미늄, 안티몬, 베릴륨, 게르마늄, 인듐, 실리콘 및 주석으로 대체할 수도 있는  $M_{60-90}T_{0-15}X_{10-25}$  식을 만족하는 비정질 금속 합금으로 제조됨을 특징으로 하는 건식 배전 변압기.

**청구항 9.**

삭제

**청구항 10.**

삭제

**청구항 11.**

삭제

**청구항 12.**

삭제

**청구항 13.**

제 1항에 있어서,

상기 코일은 저전압 코일 또는 고전압 코일로 이루어짐을 특징으로 하는 건식 배전 변압기.

**청구항 14.**

삭제

**청구항 15.**

삭제

청구항 16.

삭제

청구항 17.

삭제

청구항 18.

삭제

청구항 19.

삭제

청구항 20.

삭제

청구항 21.

삭제

청구항 22.

삭제

청구항 23.

삭제

청구항 24.

삭제

청구항 25.

삭제

청구항 26.

삭제

청구항 27.

삭제

청구항 28.

삭제

청구항 29.

삭제

청구항 30.

삭제

청구항 31.

삭제

청구항 32.

삭제

청구항 33.

삭제

청구항 34.

삭제

청구항 35.

삭제

청구항 36.

삭제

청구항 37.

삭제

청구항 38.

제 8항에 있어서,

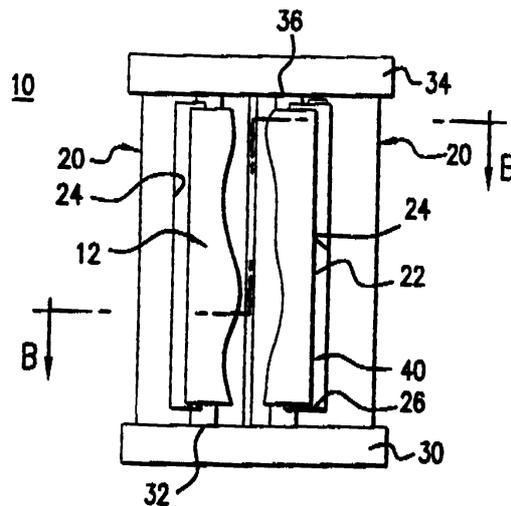
상기 철심은  $Fe_{80}B_{11}Si_9$ 식을 갖는 비정질 금속 합금으로부터 제조됨을 특징으로 하는 건식 배전 변압기.

청구항 39.

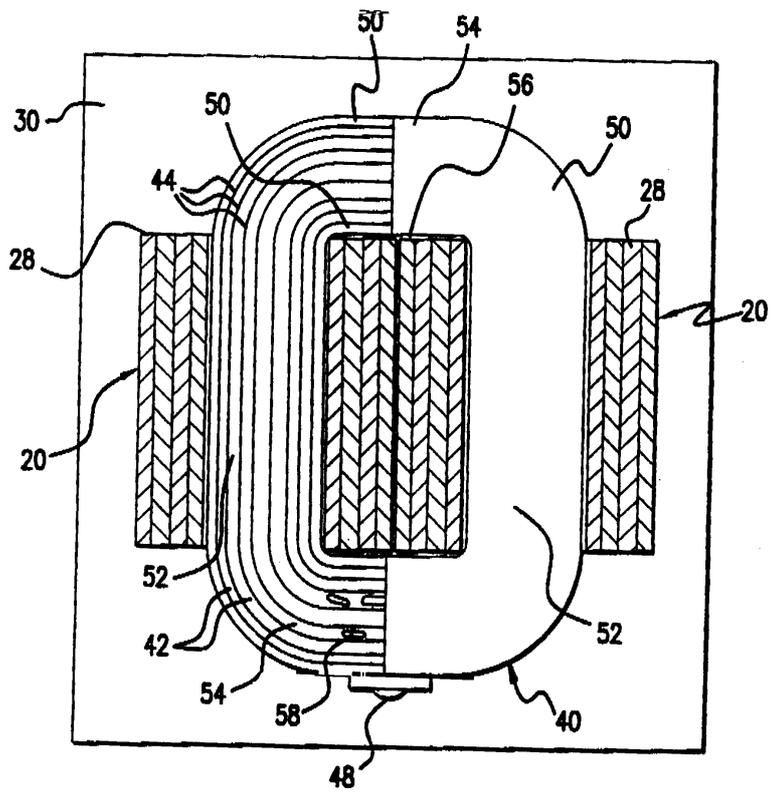
삭제

도면

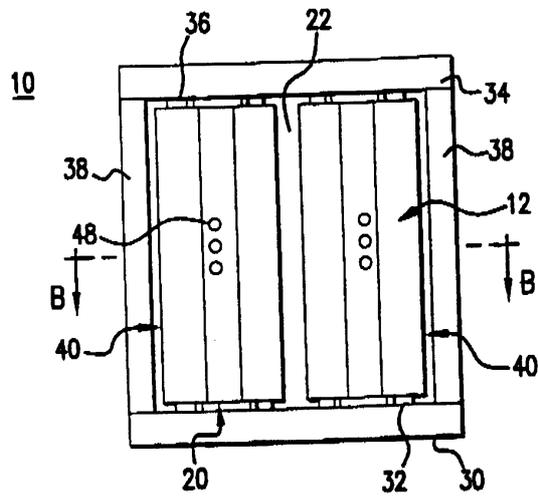
도면1A



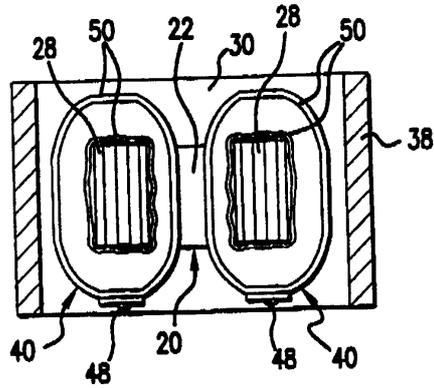
도면1B



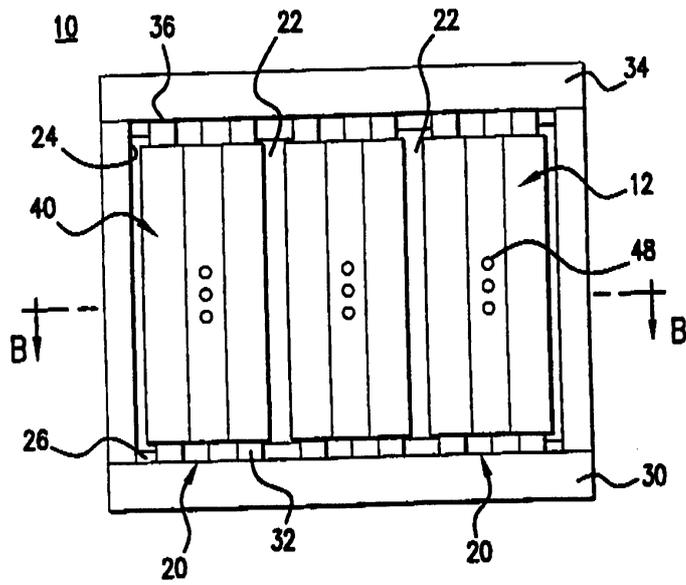
도면2A



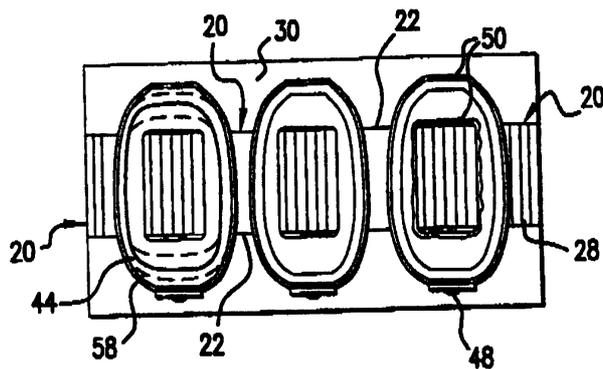
도면2B



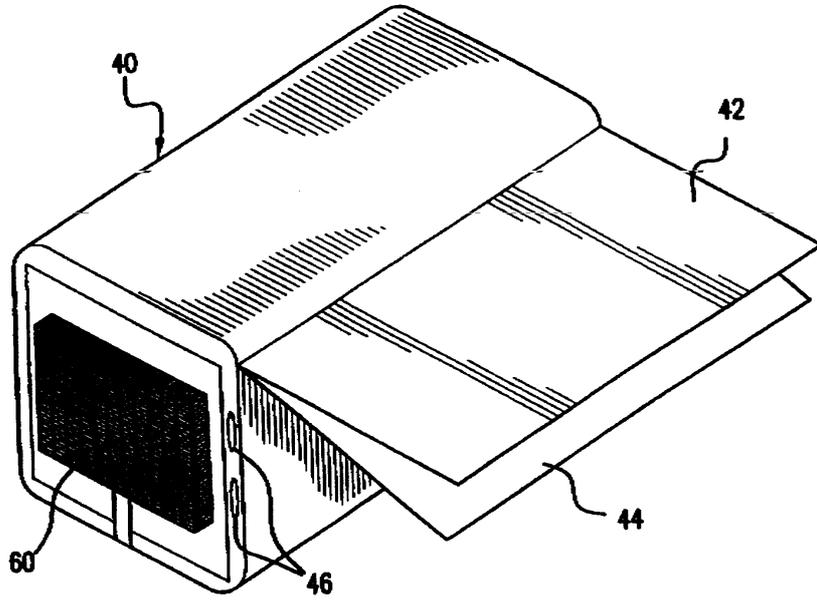
도면3A



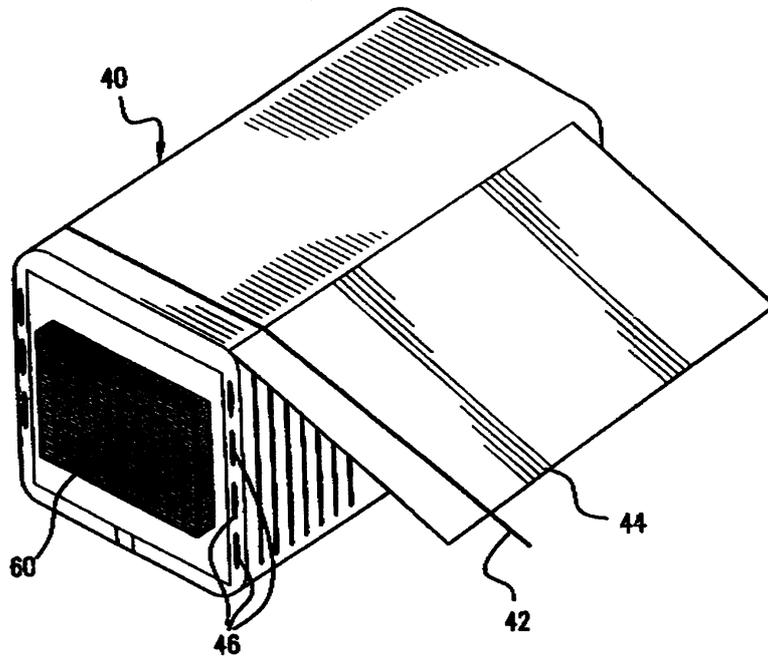
도면3B



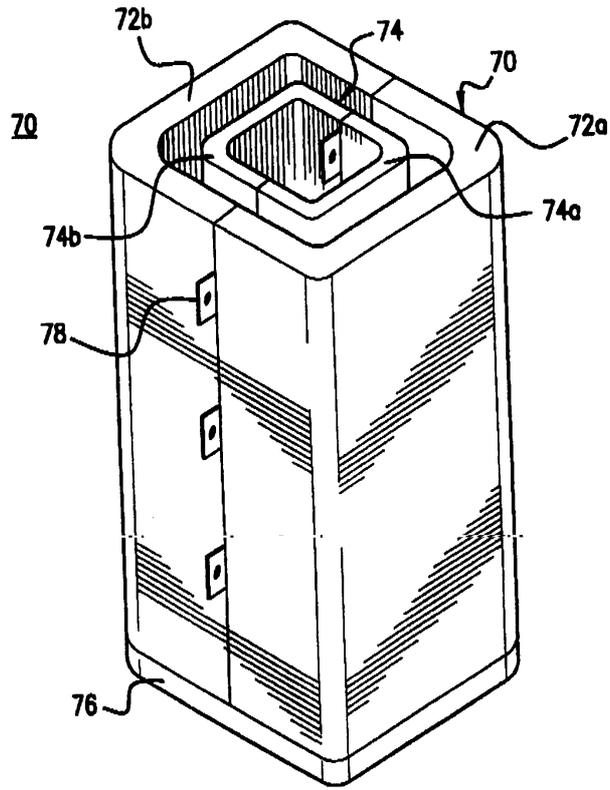
도면4



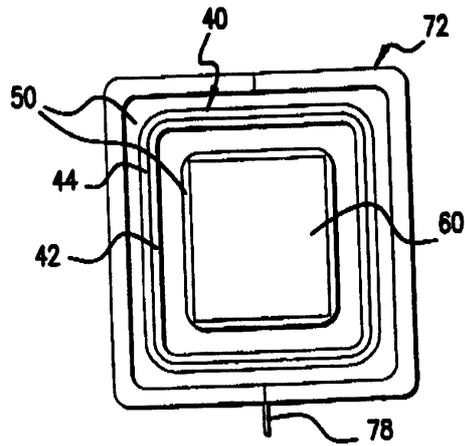
도면5



도면6



도면7



도면8

