



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0130409  
(43) 공개일자 2017년11월28일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H02J 50/10* (2016.01) *H01F 27/245* (2006.01)  
*H01F 27/28* (2006.01) *H01F 27/32* (2006.01)  
*H01F 38/14* (2006.01) *H01F 38/30* (2006.01)  
*H02M 7/217* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*H02J 50/10* (2016.02)  
*H01F 27/245* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7026220
- (22) 출원일자(국제) 2016년03월08일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2017년09월18일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2016/021350
- (87) 국제공개번호 WO 2016/148981  
국제공개일자 2016년09월22일
- (30) 우선권주장  
14/661,468 2015년03월18일 미국(US)

- (71) 출원인  
쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박  
스 33427 쓰리엠 센터
- (72) 발명자  
보스 마틴 제이  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오  
피스 박스 33427 쓰리엠 센터
- (74) 대리인  
양영준, 조윤성, 김영

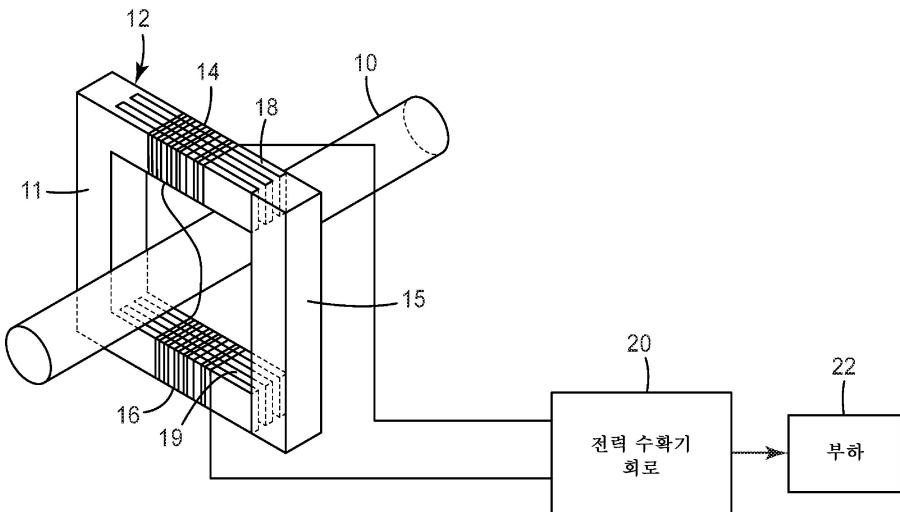
전체 청구항 수 : 총 23 항

(54) 발명의 명칭 전력 제한 능력을 갖는 유도 전력 수확기

### (57) 요 약

전류 도체에 유도 결합되도록 구성된 전류 변환기 및 부하에 전력을 전달하기 위한 회로를 갖는 전력 수확기이다. 변환기 코어는 함께 결합되어 있으며 인터리빙된 부분들에서 서로로부터 분리가능한 두 개의 섹션들을 가져서, 변환기가 전류 도체 둘레에 설치될 수 있게 한다. 회로는 변환기에 결합된 정류기 및 정류기와 부하 사이에 직렬로 결합된 트랜지스터를 포함한다. 트랜지스터는 정류기로부터 출력 전류를 수신하고 부하에 전력을 제공한다. 저항은 트랜지스터 및 부하에 결합되고, 트랜지스터 및 저항은 광범위한 도체 선전류에 걸쳐 부하로의 전력의 제한을 제공한다.

### 대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류

*H01F 27/2823* (2013.01)

*H01F 27/327* (2013.01)

*H01F 38/14* (2013.01)

*H01F 38/30* (2013.01)

*H02M 7/2176* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

전력 수확기로서,

코어 및 코어 둘레의 코일을 갖는 변환기 - 코어는 인터리빙된(interleaved) 부분을 가지고 변환기는 전류 도체에 유도 결합되도록 구성됨 -;

코일에 결합된 정류기;

정류기와 부하 사이에 직렬로 결합된 트랜지스터 - 트랜지스터는 정류기로부터 출력 전류를 수신하고 부하에 전력을 제공함 -; 및

트랜지스터 및 부하에 결합된 저항을 포함하고,

트랜지스터 및 저항은 전류 도체 내의 특정한 전류 범위에 걸쳐 부하로의 전력의 제한을 제공하는, 전력 수확기.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 정류기는 다이오드 브릿지를 포함하는, 전력 수확기.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 트랜지스터는 공핍(depletion) 트랜지스터를 포함하는, 전력 수확기.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 저항은 트랜지스터와 부하 사이에 직렬로 결합되는, 전력 수확기.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 부하는 병렬 커패시터를 포함하는, 전력 수확기.

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 부하는 병렬 제너 다이오드를 포함하는, 전력 수확기.

#### 청구항 7

제1항에 있어서, 저항은 부하와 병렬로 결합되는, 전력 수확기.

#### 청구항 8

제1항에 있어서, 코어는 제1 섹션 및 제2 섹션을 포함하고, 제1 섹션은 인터리빙된 부분에서 제2 섹션으로부터 분리 가능한, 전력 수확기.

#### 청구항 9

제1항에 있어서, 코어는 라미네이팅된(laminated) 스텀 시트들을 포함하는, 전력 수확기.

#### 청구항 10

제1항에 있어서, 코일은 인터리빙된 부분 둘레에 있는, 전력 수확기.

#### 청구항 11

제1항에 있어서, 인터리빙된 부분은 직사각형 형상의 돌출부들로 구성되는, 전력 수확기.

**청구항 12**

전력 수확기로서,

전류 도체에 유도 결합되도록 구성되며 코어 및 코어 둘레의 코일을 갖는 변환기 - 코어는 제1 및 제2 섹션, 제1 및 제2 인터리빙된 부분을 가지고, 제1 섹션은 제1 및 제2 인터리빙된 부분에서 제2 섹션으로부터 분리가능함 -;

코일에 결합된 정류기;

정류기와 부하 사이에 직렬로 결합된 트랜지스터 - 트랜지스터는 정류기로부터 출력 전류를 수신하고 부하에 전력을 제공함 -; 및

트랜지스터 및 부하에 결합된 저항을 포함하고,

트랜지스터 및 저항은 전류 컨덕터 내의 특정한 전류 범위에 걸쳐 부하로의 전력의 제한을 제공하는, 전력 수확기.

**청구항 13**

제12항에 있어서, 정류기는 다이오드 브릿지를 포함하는, 전력 수확기.

**청구항 14**

제12항에 있어서, 트랜지스터는 공핍 트랜지스터를 포함하는, 전력 수확기.

**청구항 15**

제12항에 있어서, 저항은 트랜지스터와 부하 사이에 직렬로 결합되는, 전력 수확기.

**청구항 16**

제12항에 있어서, 저항은 부하와 병렬로 결합되는, 전력 수확기.

**청구항 17**

제12항에 있어서, 부하는 병렬 커패시터를 포함하는, 전력 수확기.

**청구항 18**

제12항에 있어서, 부하는 병렬 제너 다이오드를 포함하는, 전력 수확기.

**청구항 19**

제12항에 있어서, 코어는 라미네이팅된 스틸 시트들을 포함하는, 전력 수확기.

**청구항 20**

제12항에 있어서, 코일은 코어의 제1 부분 둘레의 절연된 와이어의 제1 코일 및 제1 부분에 대향하는 코어의 제2 부분 둘레의 절연된 와이어의 제2 코일을 포함하고, 제1 코일은 제2 코일과 직렬로 결합되는, 전력 수확기.

**청구항 21**

제20항에 있어서, 제1 코일은 제1 인터리빙된 부분 둘레에 있고, 제2 코일은 제2 인터리빙된 부분 둘레에 있는, 전력 수확기.

**청구항 22**

제12항에 있어서, 제1 및 제2 섹션은 각각 U-형 부분들 및 I-형 부분들로 구성되는, 전력 수확기.

**청구항 23**

제12항에 있어서, 제1 및 제2 인터리빙된 부분은 각각 직사각형 형상의 돌출부들로 구성되는, 전력 수확기.

## 발명의 설명

### 배경기술

- [0001] 전력 수화기는 전력 그리드 모니터링 장비의 필수적인 요소이다. 전력 그리드 모니터링은 그리드 신뢰성을 향상시키고 정전 및 고장에 관련된 책임을 감소시키기 위해 전력 산업에 의해 점점 더 추구되고 있다. 그리드 모니터링을 위한 센서들 및 연관된 장비에 전력을 제공하기 위해, 기존의 유틸리티 그리드 기반구조로부터 전력을 발생시키는 데 전력 수화기가 사용될 수 있다.
- [0002] 전력 수화기는 전기 전력의 유도 변환(inductive transformation)을 사용한다. 유도 변환기는 맥스웰 방정식에 의해 기술된 것과 같은 전자기 현상을 이용한다. 가장 일반적인 구현에는, 비교적 고정된 효율(relatively fixed efficiency)을 가지며 따라서 정수비(constant ratio)의 입력 대 출력 전력을 갖는 변환기를 포함한다. 그 경우에, 전달된 입력(1차) 전력은 요구된(2차) 전력에 자동적으로 결합되고 이 정수비는 와트로부터 메가와트까지 확장될 수 있다.
- [0003] 따라서, 개선된 전력 수화기, 특히 광범위한 1차 선전류(line current)에 걸쳐 비교적 고정된 전력 출력을 제공하는 전력 수화기에 대한 요구가 존재한다.

### 발명의 내용

- [0004] 본 발명에 따른 전력 수화기는 인터리빙된(interleaved) 부분을 갖는 코어 및 코어 둘레의 코일을 갖는 변환기를 포함하고, 변환기는 전류 도체에 유도 결합되도록 구성된다. 정류기가 코일에 결합되고, 트랜지스터는 정류기와 부하 사이에 직렬로 결합된다. 트랜지스터는 정류기로부터 출력 전류를 수신하고 부하에 전력을 제공한다. 저항은 트랜지스터 및 부하에 결합되고, 트랜지스터 및 저항은 전류 도체 내의 특정한 전류 범위에 걸쳐 부하로의 전력의 제한을 제공한다.

### 도면의 간단한 설명

- [0005] 첨부 도면은 본 명세서에 포함되어 그의 일부를 구성하며, 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 이점 및 원리를 설명한다. 도면에서,
- 도 1은 전력 수화기의 블록 다이어그램.
- 도 2는 전류 감지를 갖는 전력 수화기를 구현하기 위한 회로도.
- 도 3은 전압 감지를 갖는 전력 수화기를 구현하기 위한 회로도.
- 도 4는 전력 수화기를 위한 변환기의 측면도.
- 도 5는 조립된 상태로의 변환기의 평면도.
- 도 6은 분해된 상태로의 변환기의 평면도.
- 도 7은 U-형 및 I-형 부분들로 구성될 때, 분해된 상태로의 변환기 코어의 사시도.
- 도 8은 전력 수화기의 예시적인 구현예에 대한 출력 전력의 그래프.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0006] 정전 및 재해적 고장의 책임을 감소시키기 위해 전력 산업은 그리드 성능 모니터링을 점점 더 요구하고 있다. 그리드로부터 수집된 데이터의 프로세싱 및 통신은 하나의 그러한 디바이스에 대해 대략 10 와트의 많지 않은 전력량을 필요로 한다. 이 전력량은 가장 편리하게는 통전(current carrying) 도체로부터 유도적으로 수화된다.
- [0007] 본 발명의 실시예들은, 예를 들어, 약 50 내지 1000 암페어 또는 심지어 그 초과로 변할 수 있는 넓은 범위의 1차 도체 전류에 걸쳐 변환될, 대략 10 와트의 다소 고정된 2차 전력을 포함하는 과제를 해결한다. 전력 수화기 회로는 그러한 넓은 전류 범위에 걸쳐 비교적 일정한 전력 전달을 유지한다. 변환은 낮은 선전류에 대해 효율적으로 이루어져야 하고 더 높은 선전류에 대해 점점 덜 효율적이 되어야 한다. 추가적인 태양은, 요구되는 필수 회로 전력이 가능한 한 일정하게 유지되도록, 더 높은 선전류에 대한 보조 부하로의 전력 우회(diversion)를 수반한다. 다른 양의 비교적 고정된 출력 전력은, 예를 들어, 수화기 회로에 의해 전력을 공급받는 컴포넌트들

에 의존하여, 발생될 수 있다.

[0008] 도 1은 전력 수화기의 블록 다이어그램이다. 전력 수화기는 변환기(12), 및 부하(22)에 전력을 제공하는 전력 수화기 회로(20)를 포함한다. 변환기(12)는 1차 선도체(line conductor) 둘레에 위치해 있고 그것과 유도 결합된다. 변환기(12)는 제1 섹션(11) 및 제2 섹션(15)으로 구성된 코어를 포함한다. 코어는 직렬로 함께 결합된 제1 코일(14) 및 제2 코일(16)을 포함한다. 코일들(14, 16)은 코어의 부분들을 둘러 싸고 있는 구리 와이어와 같은 절연된 전기 도체를 사용하여 구현될 수 있다. 섹션들(11, 15)은 제1 인터리빙된 부분(18) 및 제2 인터리빙된 부분(19)에서 함께 결합된다. 전력 수화기 회로(20)는 코일들(14, 16)에 전기적으로 결합되고, 코일들로부터 전류를 수신하고, 비교적 일정한 전력을 부하(22)에 전달한다.

[0009] 도 2 및 도 3은 전력 수화기 회로(20)를 두 개의 구성, 전류 감지 및 전압 감지로 구현하기 위한 회로도이다. 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 회로(20)는 다이오드 브릿지(24)로서 구현되었으며 변환기(12)와 병렬로 결합된 정류기를 포함한다. 변환기(12)는 선전류( $I_{line}$ )를 갖는 제1 선도체(10)에 유도 결합된다. 공핍(depletion) 트랜지스터(26)는, 다이오드 브릿지(24)에 결합되고 그로부터 전류 신호( $I_d$ )를 수신하는 드레인 단자, 부하(22)에 전력을 제공하는 소스 단자, 및 가변 저항(전위차계)( $R_p$ )에 결합된 게이트 단자를 가진다. 도 2의 전류 감지 구성에서, 트랜지스터(26)의 소스 단자는 감지 저항( $R_s$ ) 및 부하(22)와 직렬로 결합되고, 가변 저항( $R_p$ )은 감지 저항( $R_s$ )과 병렬로 결합된다. 도 3의 전압 감지 구성에서, 트랜지스터(26)의 소스 단자는 부하(22)와 직렬로 결합되고, 가변 저항( $R_p$ )은 부하(22)와 병렬로 결합된다. 전력 수화기 회로(20)는, 광범위한 선전류( $I_{line}$ )에 걸쳐 부하(22)로의 전력 출력의 제한을 제공하기 위해, 변환기 코어(섹션들(11, 15))를 강제로 포화되게 하도록 구성된다. 또한, 전력 수화기의 이 특정한 구성은 1차 전류 도체로부터 전력을 수화하는 것에 있어 비교적 저 비용 해법을 제공할 수 있다.

[0010] 트랜지스터(26)는 간단히 공핍 N-채널 MOSFET로 구현될 수 있다. 공핍 MOSFET는 보통, 통상적으로  $0.1 \Omega$  미만인 매우 작은 드레인-소스 채널 저항을 가지고 도통하고 있어서, 전력 수화기는 시동 및 낮은 선전류( $I_{line}$ )에서 항상 어느 정도의 전력을 제공할 것이다. 더 큰 선전류( $I_{line}$ )에 대해서는, 트랜지스터(26)의 대응하는 게이트-소스 전압( $V_{gs}$ ) 증가가 드레인-소스 채널 저항을 증가시키고 부하에 전달되는 전력을 제한할 것이다. 이 경우에, 감지 저항( $R_s$ ) =  $1.5 \Omega$ 이고, 전위차계  $R_p$  =  $10 \text{ k}\Omega$ 이다. 부하는 수화기 회로에 의해 전력 공급될 수 있는 임의의 컴포넌트일 수 있다. 부하 디바이스들의 예는 스마트 그리드 모니터링을 위한 센서들을 포함한다. 부하는 또한, 부하에 대한 전압 리플을 감소시키기 위해, 예를 들어  $5 \text{ mF}$ 의 병렬 커��시터를 포함할 수 있다. 뿐만 아니라 부하는, 예를 들어 매우 높은 선전류 고장 이벤트 동안에 부하 전압을 클램핑(clamping)하기 위해, 예를 들어  $15 \text{ V}$ 의 병렬 고 와트 저너 다이오드를 포함할 수 있다.

[0011] 도 1의 사시도에 도시된 바와 같이, 변환기(12)는 섹션들(11, 15)의 인터리빙을 통해 개선된 코어를 가진다. 특히, 인터리빙은 섹션들(11, 15)이 함께 결합될 때, 이들 사이의 에어 캡으로부터의 원치 않는 자기저항(resistance) 증가를 감소시킨다. 에어 캡( $g$ )이 길이( $l$ ) 및 상대 코어 투과율( $\mu_r$ )의 풀러스 경로에서 생성될 때 자기저항에 계수  $M$ 이 곱해지는 것을 볼 수 있다.

$$M = 1 + (\mu_r - 1) \frac{2g}{l}$$

[0012] 예를 들어, 상대 투과율  $\mu_r = 5000$ 을 갖는 길이( $l$ ) =  $0.5 \text{ 미터}$ 의 연속 코어 내에  $g = 50 \mu\text{m}$ 의 작은 에어 캡이 생성될 때, 자기저항은 두 배가 된다. 증가된 자기저항은 낮은 선전류에서 전력 전달 능력을 감소시킨다. 하기에 기술된 것과 같은 인터리빙은 낮은 선전류에서 자기저항을 감소시키고 전력 전달 능력을 증가시킨다.

[0014] 도 4는 전력 수화기를 위한 변환기(12)의 측면도이다. 도 5 및 도 6은 각각 조립된 상태 및 분해된 상태로의 변환기(12)의 평면도이다. 섹션(11)은 인터리빙된 부분들(18, 19)을 통해 섹션(15)과 결합된다. 도 5 및 도 6에 도시된 바와 같이, 인터리빙된 부분(18)은 섹션들(11, 15) 상의 리프 패키지(leaf package)들을 포함한다. 구체적으로, 섹션(11) 상의 돌출부들(30)이 섹션(15) 상의 돌출부들(31)과 인터리빙된다. 인터리빙된 부분(19)은 인터리빙된 부분(18)과 동일하거나 유사한 방식으로 구성될 수 있다. 인터리빙된 부분들은 바람직하게는 5 내지 7개의 리프 패키지들을 가지고, 도 4 내지 도 6에 도시된 예는 5 개의 리프 패키지들을 가진다. 두 개

의 인터리빙된 부분들을 갖는 대신, 변환기 코어는, 하나의 인터리빙된 부분 및 다른 인터리빙되지 않은 부분, 예컨대 평면형 인터페이스를 가질 수 있다. 인터리빙된 부분들(18, 19)이 직사각형 형상의 돌출부들로 도시되어 있으나, 이것들은 테이퍼형 돌출부들과 같은 다른 구성들을 가질 수 있다. 그러한 인터리빙을 가지면, 코어를 따라 이어지는 가상의 폐쇄 플러스 선(flux line)이 직각 코어-캡 인터페이스를 횡단하지 않아야 할 것이다. 대신, 플러스 선은 리프 팩(pack)들 사이의 비-직각 인터페이스를 횡단하여 흐를 수 있다. 순효과(net effect)는 인터리빙되지 않은 경우에 비해 감소된 자기저항이다.

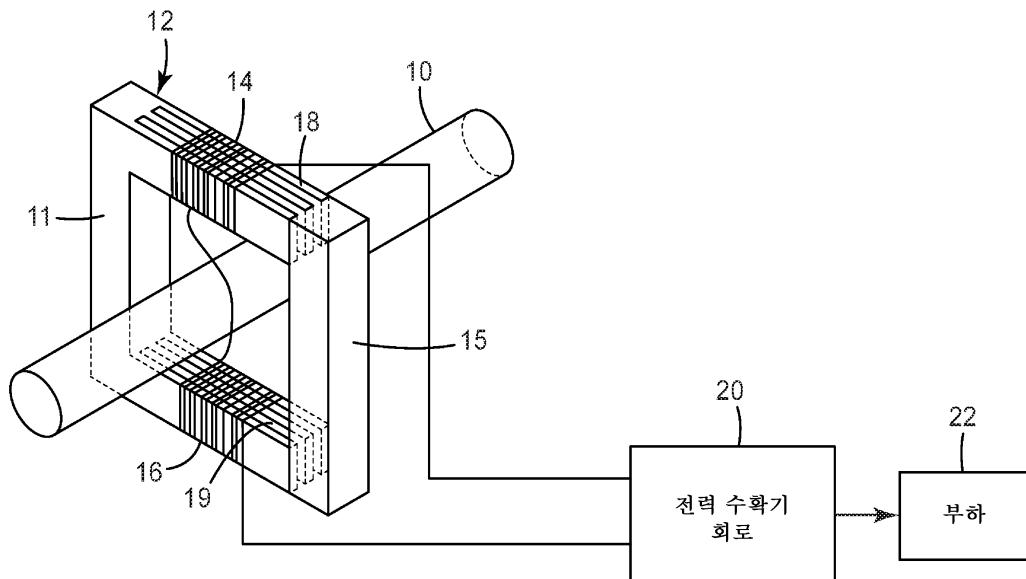
[0015] 도 7은 U-형 및 I-형 부분들로 구성될 때, 분해된 상태로의 변환기 코어의 사시도이다. 이 예시적인 구현에는 돌출부들(30, 31)을 제공하기 위한 U-형 부분들을 사용하고, U-형 부분들을 이격시키기 위해 I-형 부분들(32, 33)을 사용하여, 돌출부들(30, 31)이 인터리빙된 부분들을 위한 리프 팩ket(packet)들을 형성할 수 있다. U-형 및 I-형 부분들 각각은 단일의 재료 시트 또는 라미네이팅(laminating)되거나 다르게 함께 결합된 다수의 시트들로 구성될 수 있다.

[0016] 섹션(11)은 인터리빙된 부분들(18, 19)을 통해 섹션(15)으로부터 분리가능하여, 예를 들어, 변환기(12)가 필드에서 1차 선도체 둘레에 조립될 수 있게 한다. 변환기 코어는, 예를 들어, 고 투과율 변환기 스틸의 라미네이팅된 시트들로 구현될 수 있다. 변환기(12)가 U-형 부분들 및 I-형 부분들을 갖는 것으로 도시되어 있으나, 다른 구성들이 가능하다. 10 W, 12 V 경우에 대한 변환기의 하나의 특정한 실시예는 50/50/5 조합을 가지며, 이는 50 번의 턴, 및 5 개의 서브-라미네이트들을 갖는 14 밀리 두께 스틸의 50 개의 시트들을 의미하고, 약 8 cm<sup>2</sup>의 변환기 코어 단면적을 제공한다.

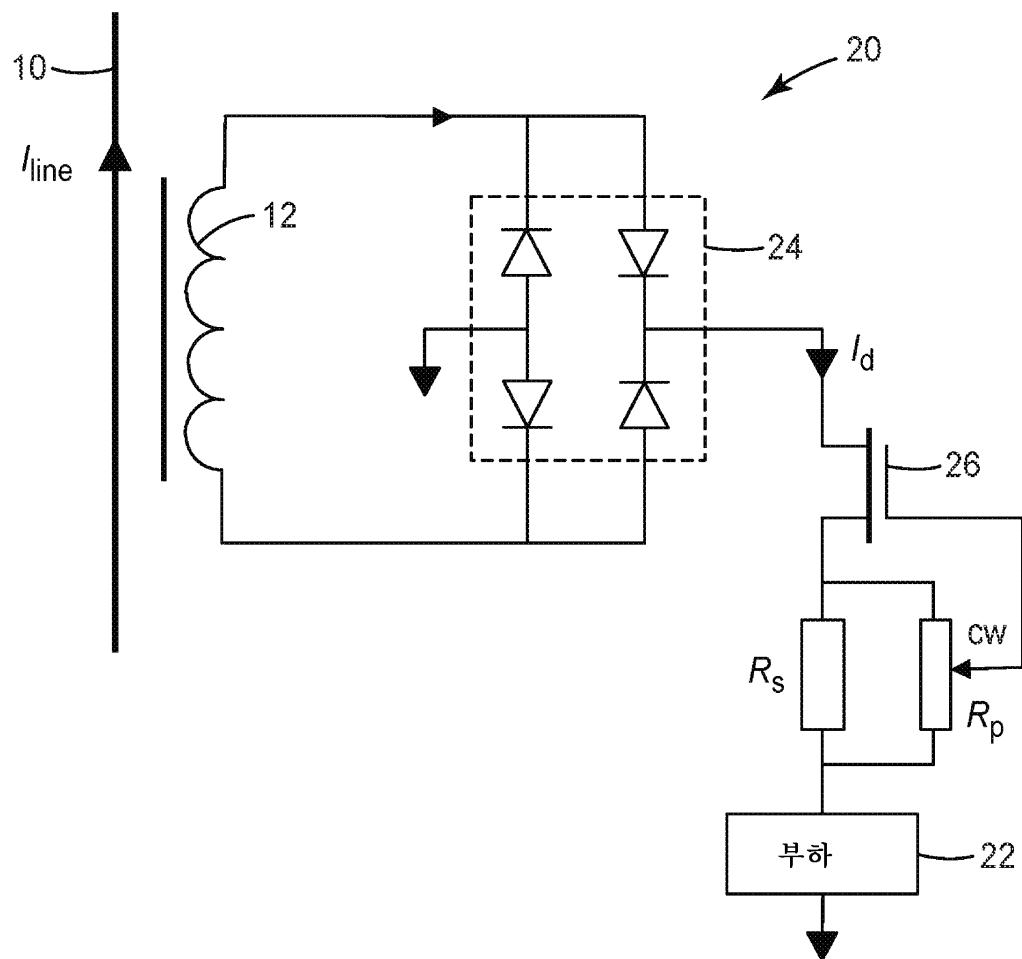
[0017] 전력 수학기의 예시적인 구현예에서, 전위차계  $R_p$ 가 조정되었고, 따라서 도 8에 도시된 것과 같은 특정한 선전류에 대해 요구되는 전력 레벨이 얻어졌다. 전력 제한은, 큰 선전류 범위에 걸쳐, 10 W에 가까운 전달된 부하 전력에서 명확하게 볼 수 있다. 변환기로부터 직접 오는 총 전력은 선 전류가 증가함에 따라 항상 증가할 것이나, 부하 전력에 대해서는 높은 선전류에서 약간의 전력 감소를 볼 수 있다. 이 감소는, (50/60 Hz) 사이클 동안에 코어가 포화될 때의 시간의 단편(fraction of time)이 더 높은 선전류에서 증가하기 때문에, 더 짧은 시간 동안에 선형 레짐(linear regime)에서 동작하는 코어의 결과이다.

## 도면

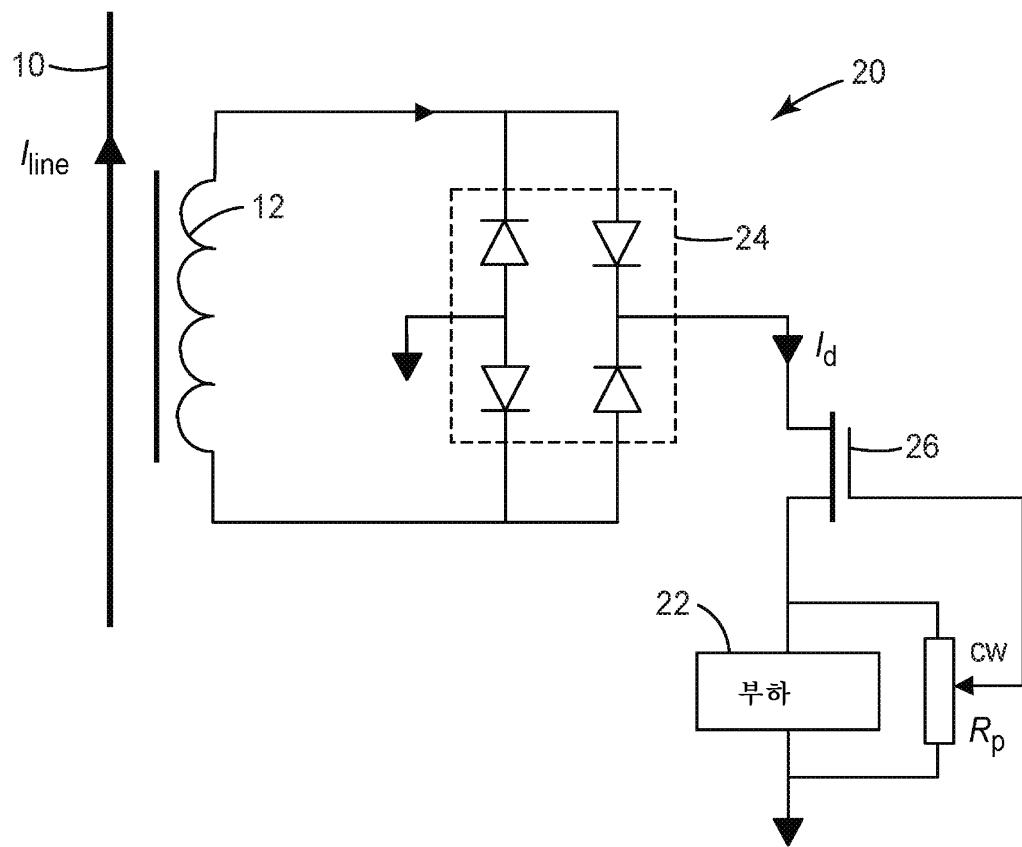
### 도면1



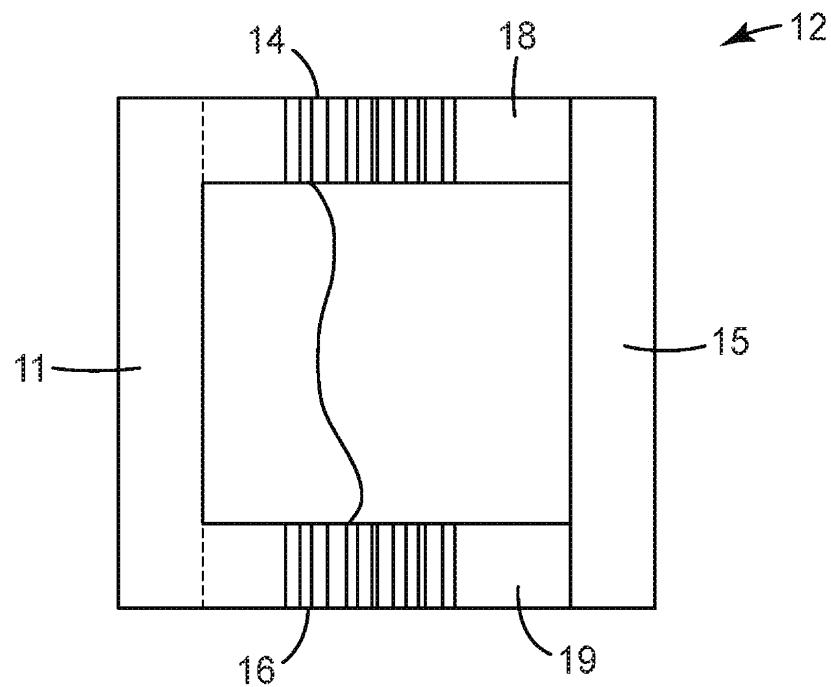
도면2



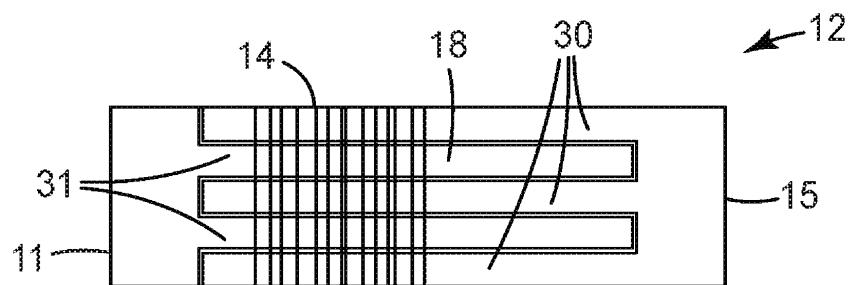
도면3



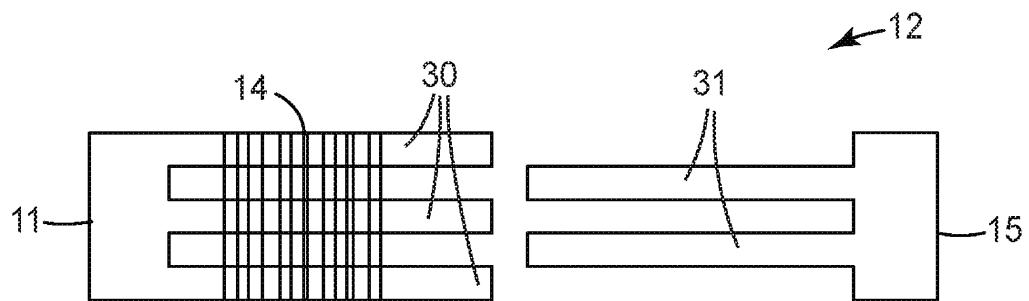
도면4



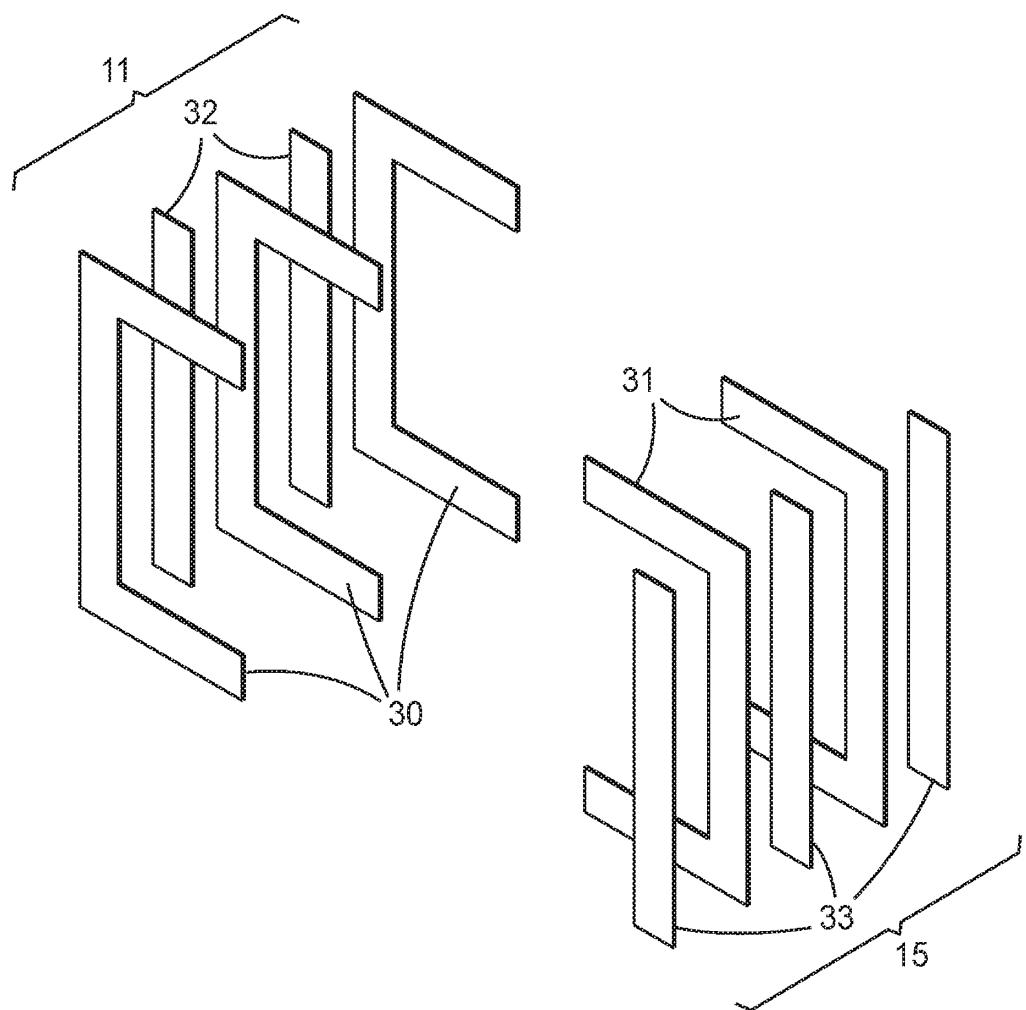
도면5



도면6



도면7



## 도면8

