(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0021027
(43) 공개일자 2023년02월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H03F 3/217 (2006.01) *F26B 3/34* (2006.01)
H02M 5/458 (2006.01) *H03F 3/19* (2006.01)
H03F 3/21 (2006.01) *H03F 3/24* (2006.01)
H04B 1/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H03F 3/2173 (2013.01)
F26B 3/34 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-7046343
(22) 출원일자(국제) 2021년05월21일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2022년12월29일
(86) 국제출원번호 PCT/CA2021/050695
(87) 국제공개번호 WO 2021/243442
국제공개일자 2021년12월09일
(30) 우선권주장
63/034,647 2020년06월04일 미국(US)

(71) 출원인
에테라 테크놀로지스 리미티드
캐나다 노바스코샤 비3에스 1비5 핼리팩스 크레인 레이크 드라이브 63
(72) 발명자
하디 팀
캐나다 노바스코샤 비3에스 1비5 핼리팩스 크레인 레이크 드라이브 63 내
워커 브라이언
캐나다 노바스코샤 비3에스 1비5 핼리팩스 크레인 레이크 드라이브 63 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김태홍, 김진희

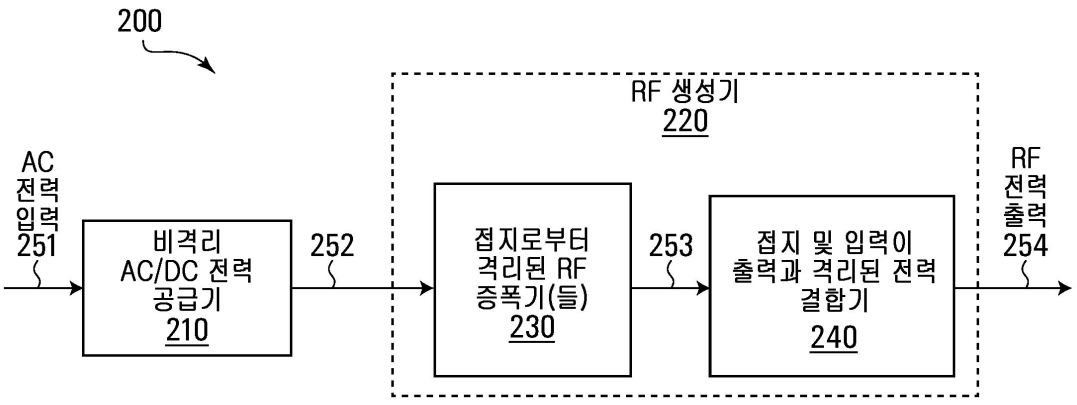
전체 청구항 수 : 총 24 항

(54) 발명의 명칭 **개선된 갈바닉 격리를 갖는 RF 전력원**

(57) 요 약

전력 공급기 입력의 AC(교류) 전압을 전력 공급기 출력의 제2 전압으로 변환하도록 구성된 전력 공급기, 및 RF 생성기 입력에서 제2 전압을 수신하고 제2 전압을 사용하여 RF 생성기 출력에서 출력 RF 신호를 생성하도록 구성된 RF 생성기를 포함하는 RF(무선 주파수) 전력원이 개시된다. 개시의 일 실시예에 따르면, 전력 공급기는 전력 공급기 입력과 전력 공급기 출력 사이의 갈바닉 격리 없이 전압 변환을 수행하고, 이는 복잡성 및 비용을 감소시키면서 에너지 효율을 증가시킬 수 있다. 대신에, RF 발생기는 RF 발생기 입력과 RF 발생기 출력 사이에 갈바닉 격리를 제공하고, 이는 안전상의 이유로 전력 공급기 입력과 RF 발생기 출력 사이에 갈바닉 격리를 달성하기에 충분할 수 있다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
H02M 5/458 (2013.01)
H03F 3/19 (2013.01)
H03F 3/211 (2013.01)
H03F 3/2176 (2013.01)
H03F 3/245 (2013.01)
H04B 1/04 (2020.08)
H03F 2200/451 (2013.01)
H03F 2200/459 (2013.01)
H04B 2001/0408 (2013.01)
(72) 발명자
즈윅커 커크
캐나다 노바스코샤 비3에스 1비5 핼리팩스 크레인 레이크 드라이브 63 내
슈 찰스
캐나다 노바스코샤 비3에스 1비5 핼리팩스 크레인 레이크 드라이브 63 내

명 세 서

청구범위

청구항 1

RF(Radio Frequency; 무선 주파수) 전력원에 있어서,

전력 공급기 입력과 전력 공급기 출력 사이에 갈바닉 격리(galvanic isolation)가 없이, 상기 전력 공급기 입력의 AC(Alternating Current; 교류) 전압을 상기 전력 공급기 출력의 제2 전압으로 변환하도록 구성된 전력 공급기; 및

RF 생성기 입력과 RF 생성기 출력 사이에 갈바닉 격리를 가지고, 상기 RF 생성기 입력에서 제2 전압을 수신하고 상기 제2 전압을 사용하여 상기 RF 생성기 출력에서 출력 RF 신호를 생성하도록 구성된 RF 생성기

를 포함하고,

상기 RF 생성기는 상기 제2 전압을 사용하여 개별 RF 신호를 생성하도록 각각 구성된 복수의 RF 전력 증폭기, 및 각각의 개별 RF 신호를 결합하여 상기 출력 RF 신호를 생성하도록 구성된 전력 결합기를 포함하는 것인, RF 전력원.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 AC 전압은 3상 AC 전압을 포함하고, 상기 제2 전압은 DC(Direct Current; 직류) 전압을 포함하고, 상기 전력 공급기는 상기 3상 AC 전압을 상기 DC 전압으로 변환하는 정류기 회로를 포함하는 것인, RF 전력원.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 정류기 회로는 6-펄스 정류기를 포함하는 것인, RF 전력원.

청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서,

상기 정류기 회로는 다이오드 정류기를 포함하는 것인, RF 전력원.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전력 공급기는 리플 전압을 감소시키도록 구성된 필터를 더 포함하는 것인, RF 전력원.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 RF 생성기 입력과 상기 RF 생성기 출력 사이의 갈바닉 격리는 격리된 결합기를 포함하는 상기 전력 결합기에 의해 제공되는 것인, RF 전력원.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 격리된 결합기는 상기 RF 생성기 입력과 상기 RF 생성기 출력 사이에 갈바닉 격리를 제공하면서 상기 RF 전력 증폭기의 전력을 결합하기 위한 복수의 RF 변압기를 포함하는 것인, RF 전력원.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 격리된 결합기는, 각각의 RF 전력 증폭기에 대해, 상기 RF 전력 증폭기로부터 상기 개별 RF 신호를 수신하기 위한 상기 복수의 RF 변압기 중 대응하는 RF 변압기를 포함하여, 상기 복수의 RF 변압기의 직렬 접속부가 상기 개별 RF 신호를 결합하여 상기 출력 RF 신호를 생성하게 하는 것인, RF 전력원.

청구항 9

제6항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 격리된 결합기는 기능 절연을 넘어서는 보호 절연을 제공하는 것인, RF 전력원.

청구항 10

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 RF 생성기 입력과 상기 RF 생성기 출력 사이의 갈바닉 격리는 격리된 RF 전력 증폭기를 포함하는 각각의 RF 전력 증폭기에 의해 제공되는 것인, RF 전력원.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 격리된 RF 전력 증폭기는 갈바닉 격리를 제공하기 위해 내부 출력 변압기를 갖는 풀 브리지 D급 증폭기(full bridge Class-D amplifier)를 포함하는 것인, RF 전력원.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 격리된 RF 전력 증폭기는 갈바닉 격리를 제공하기 위해 내부 출력 변압기를 갖는 E급 증폭기를 포함하는 것인, RF 전력원.

청구항 13

제10항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서,

각각의 격리된 RF 전력 증폭기는 기능 절연을 넘어서는 보호 절연을 제공하는 것인, RF 전력원.

청구항 14

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 RF 생성기 입력과 상기 RF 생성기 출력 사이의 갈바닉 격리는, (i) 격리된 결합기를 포함하는 상기 전력 결합기와 (ii) 격리된 RF 전력 증폭기를 포함하는 각각의 RF 전력 증폭기 양측 모두에 의해 제공되는 것인, RF 전력원.

청구항 15

제1항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 복수의 RF 전력 증폭기는 8개의 RF 전력 증폭기를 포함하는 것인, RF 전력원.

청구항 16

제1항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서,

각각의 RF 전력 증폭기를 개별적으로 활성화 또는 비활성화하는 제어 회로

를 포함하는, RF 전력원.

청구항 17

RF(Radio Frequency; 무선 주파수) 전력원에 있어서,

전력 공급기 입력과 전력 공급기 출력 사이에 갈바닉 격리가 없이, 상기 전력 공급기 입력의 3상 AC(Alternating Current; 교류) 전압을 상기 전력 공급기 출력의 DC(Direct Current; 직류) 전압으로 변환하도록 구성된 정류기 회로를 갖는 전력 공급기; 및

RF 생성기 입력과 RF 생성기 출력 사이에 갈바닉 격리를 가지고, 상기 RF 생성기 입력에서 DC 전압을 수신하고 상기 DC 전압을 사용하여 상기 RF 생성기 출력에서 출력 RF 신호를 생성하도록 구성된 RF 생성기

를 포함하는, RF 전력원.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 정류기 회로는 6-펄스 정류기를 포함하는 것인, RF 전력원.

청구항 19

제17항 또는 제18항에 있어서,

상기 정류기 회로는 다이오드 정류기를 포함하는 것인, RF 전력원.

청구항 20

제17항 내지 제19항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전력 공급기는 리플 전압을 감소시키도록 구성된 필터를 더 포함하는 것인, RF 전력원.

청구항 21

유전체 가열 장치에 있어서,

출력 RF 신호를 생성하기 위한 제1항 내지 제20항 중 어느 한 항의 RF 전력원, 및 상기 출력 RF 신호를 전압 및 전류 신호로부터 교류 전기장으로 변환하기 위해 상기 RF 전력원에 커플링된 한 쌍의 전극을 포함하는, 유전체 가열 장치.

청구항 22

제품을 가열 및/또는 건조하는 방법에 있어서,

제1항 내지 제20항 중 어느 한 항의 RF 전력원을 사용하여 출력 RF 신호를 생성하는 단계;

상기 출력 RF 신호를 전압 및 전류 신호로부터 교류 전기장으로 변환하는 단계; 및

상기 교류 전기장을 상기 제품에 인가하여 상기 제품을 가열 및/또는 건조하는 단계

를 포함하는, 제품을 가열 및/또는 건조하는 방법.

청구항 23

송신 장치에 있어서,

출력 RF 신호를 생성하기 위한 제1항 내지 제20항 중 어느 한 항의 RF 전력원, 및

상기 출력 RF 신호를 전압 및 전류 신호로부터 무선 채널을 통한 전송을 위한 전자기파로 변환하기 위해 상기 RF 전력원에 커플링된 안테나

를 포함하는, 송신 장치.

청구항 24

무선 통신 방법에 있어서,

제1항 내지 제20항 중 어느 한 항의 RF 전력원을 사용하여 출력 RF 신호를 생성하는 단계; 및

상기 출력 RF 신호를 전압 및 전류 신호로부터 무선 채널을 통한 전송을 위한 전자기파로 변환하는 단계

를 포함하는, 무선 통신 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 관련 출원

[0002] 이 특허 출원은 2020년 6월 4일에 출원된 미국 가특허 출원 번호 63/034,647의 우선권을 주장하며, 그 전체 내용은 참조에 의해 포함된다.

[0003] 기술분야

[0004] 본 개시는 전자 장치에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 RF(Radio Frequency; 무선 주파수) 전력원에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0005] RF 전력원은 저주파 또는 DC(Direct Current; 직류) 전기 전력원, 일반적으로 AC(Alternating Current; 교류) 전력망으로부터의 에너지를 RF 에너지로 변환하는 디바이스이다. 많은 가능한 애플리케이션이 있다. 송신기의 경우, RF 에너지가 통신에 사용될 수 있다. RF 전력 생성기의 경우, RF 에너지는 가열, 건조 또는 플라즈마 생성과 같은 다른 용도로 사용될 수 있다.

[0006] 안전상의 이유로, AC 유틸리티 메인(예를 들어, 건물의 전기 에너지원인 배선)에 직접 접속된 임의의 도체 또는 컴포넌트는 AC 접속되도록 설계되지 않은 유저 또는 기타 장비로부터 격리되어야 한다. 갈바닉 격리(galvanic isolation)는 가혹한 조건에서 AC 유틸리티 메인으로부터 유저 및 기타 장비로 전류가 흐르는 것을 방지하는 높은 표준의 전기 절연을 말한다. 불행하게도, 갈바닉 격리는 전력 비효율을 초래할 수 있다.

[0007] RF 전력원은 안전상의 이유로 갈바닉 격리를 제공해야 한다. 그러나, RF 전력원은, 특히 고전력 애플리케이션에 사용될 때, 운영 비용과 환경에 대한 피해를 감소시키도록 가능한 한 에너지 효율적이어야 한다. 안전상의 이유로 갈바닉 격리를 제공하면서도 개선된 에너지 효율을 가진 RF 전력원을 제공하는 것이 바람직하다.

발명의 내용

[0008] 전력 공급기 입력의 AC 전압을 전력 공급기 출력의 제2 전압으로 변환하도록 구성된 전력 공급기, 및 RF 생성기 입력에서 제2 전압을 수신하고 제2 전압을 사용하여 RF 생성기 출력에서 출력 RF 신호를 생성하도록 구성된 RF 생성기를 갖는 RF 전력원이 개시된다. 일부 구현에서, 제2 전압은 DC 전압이다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 전력 공급기는 전력 공급기 입력과 전력 공급기 출력 사이에 갈바닉 격리 없이 전압 변환을 수행하여 복잡성 및 비용을 감소시키면서 에너지 효율을 증가시킬 수 있다. 대신에, RF 발생기는 RF 발생기 입력과 RF 발생기 출력 사이에 갈바닉 격리를 제공하여, 안전상의 이유로 전력 공급기 입력과 RF 발생기 출력 사이에 갈바닉 격리를 달성하기에 충분할 수 있다.

[0010] 일부 구현에서, RF 전력원은 비격리 전력 공급기가 있는 RF 전력 아키텍처를 활용하여 복잡성 및 비용을 감소시키면서 에너지 효율성을 증가시킬 수 있다. 전력 공급기 입력과 전력 공급기 출력 사이의 갈바닉 격리와 연관된 에너지 비효율, 복잡성 및 비용은 방지되거나 완화될 수 있다. RF 생성기 입력과 RF 생성기 출력 사이의 갈바닉 격리가 에너지 효율을 감소시킬 수 있지만, 그러한 감소는, 전력 공급기 입력과 전력 공급기 출력 사이의 갈바닉 격리를 생략하는 것에 의한 상대적으로 큰 에너지 효율 이득에 비해 상대적으로 작고 덜 중요하다. 이러한 방식으로, RF 전력원은 안전상의 이유로 갈바닉 격리를 제공하면서 에너지 효율을 향상시킬 수 있다.

[0011] 일부 구현에서, RF 생성기는 개별 RF 신호를 생성하기 위해 제2 전압을 사용하도록 각각 구성된 다중 RF 전력 증폭기, 및 각각의 개별 RF 신호를 결합하여 출력 RF 신호를 생성하도록 구성된 전력 결합기를 갖는다. 이러한 방식으로, 상기 언급한 비격리 전력 공급기의 장점을 여전히 달성하면서, 다중 RF 전력 증폭기를 통해 고전력 애플리케이션에 적합한 고전력 출력을 달성할 수 있다.

[0012] 일부 구현에서, AC 전압은 3상 AC 전압이고, 제2 전압은 DC 전압이고, 전력 공급기는 3상 AC 전압을 DC 전압으로 변환하기 위한 정류기 회로를 갖는다. 정류기 회로는 예를 들어 6-펄스 정류기를 포함할 수 있다. 이러한 방식으로, RF 생성기를 통해 안전상의 이유로 갈바닉 격리를 달성하면서 전력 공급기에 높은 에너지 효율을 제

공할 수 있다.

[0013] 본 발명의 다른 양태 및 특징은 본 발명의 다양한 실시예에 대한 다음의 설명을 검토하면 당업자에게 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0014] 이제 첨부된 도면을 참조하여 실시예들이 설명될 것이다.

도 1은 격리된 전력 공급기 및 RF 생성기를 갖는 RF 전력원의 블록도이다.

도 2는 비격리 전력 공급기 및 격리된 RF 생성기를 갖는 RF 전력원의 블록도이다.

도 3은 비격리 전력 공급기 및 격리된 RF 생성기를 갖는 또다른 RF 전력원의 회로도이다.

도 4는 비격리 전력 공급기 및 격리된 RF 생성기를 갖는 또다른 RF 전력원의 회로도이다.

도 5는 입력-출력 격리가 없는 예시적인 RF 전력 증폭기의 회로도이다.

도 6은 입력-출력 격리가 있는 예시적인 RF 전력 증폭기의 회로도이다.

도 7은 입력-출력 격리가 있는 또다른 예시적인 RF 전력 증폭기의 회로도이다.

도 8은 RF 전력원을 갖는 예시적인 유전체 가열 장치의 블록도이다.

도 9는 제품을 가열 및/또는 건조하는 예시적인 방법의 흐름도이다.

도 10은 RF 전력원을 갖는 예시적인 송신 장치의 블록도이다.

도 11은 예시적인 무선 통신 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 발명의 하나 이상의 실시예의 예시적인 구현이 아래에 제공되지만, 개시된 시스템 및/또는 방법은 현재 알려져 있거나 존재하는지 여부에 관계없이 임의의 수의 기술을 사용하여 구현될 수 있음을 처음부터 이해해야 한다. 본 발명은 본 명세서에 도시되고 설명된 예시적인 설계 및 구현을 포함하여 아래에 예시된 예시적인 구현, 도면 및 기술에 제한되지 않아야 하지만, 첨부된 청구범위의 범위 내에서 그들의 전체 범위의 등가물과 함께 수정될 수 있다.

[0016] 도입

[0017] 먼저 도 1을 참조하면, 격리된 전력원(110) 및 RF 생성기(120)를 갖는 RF 전력원(100)의 블록도가 도시되어 있다. 일부 구현에서, 설명된 예에 도시된 바와 같이, RF 생성기(120)는 하나 또이상의 RF 전력 증폭기(130), 전력 결합기(140), 구체적으로 도시되지 않은 다른 컴포넌트를 가질 수 있다.

[0018] 일부 구현에서, RF 전력 증폭기(130)는 DC 전압을 사용한다. 전력은 일반적으로 AC 전력을 사용하는 전기 전력 유틸리티에 의해 분배되기 때문에, 격리된 전력 공급기(110)는 전력 공급기 입력(151)의 AC 전압을 전력 공급기 출력(152)의 DC 전압으로 변환한다. 그렇게 하면, 격리된 전력 공급기(110)는 전력 공급기 입력(151)과 전력 공급기 출력(152) 사이에 갈바닉 격리를 제공한다. 이러한 갈바닉 격리는 안전상의 이유로, 예를 들어 전력 공급기 입력(151)에서의 전압 스파이크가 RF 전력원(100)을 통해 전파되는 것을 방지하거나 완화하기 위해 제공된다. 일부 구현에서, 격리된 전력 공급기(110)는 인버터, 변압기 및 정류기를 포함하는 3단(도시되지 않음)을 가지며 갈바닉 격리는 변압기에 의해 제공된다.

[0019] RF 생성기(120)는 RF 생성기 입력(152)에서 DC 전압을 수신하고 DC 전압을 사용하여 RF 생성기 출력(154)에서 출력 RF 신호를 생성한다. 일부 구현에서, RF 생성기(120)는 다중 RF 전력 증폭기(130)를 갖는다. 고전력 RF 애플리케이션에서, RF 전력 증폭기(130)는 최대 전력 용량의 관점에서 제한되고, 따라서 다중 RF 전력 증폭기(130)는 더 많은 전력을 생성하는데 사용될 수 있다. 다중 RF 전력 증폭기(130)의 RF 전력 출력(153)은 전력 결합기(140)를 사용하여 단일 출력(154)을 생성하도록 결합될 수 있다.

[0020] 갈바닉 격리는 직접적인 전도 경로가 허용되지 않도록 전류 흐름을 제한하기 위해 전기 시스템의 기능 섹션을 격리시키는 원리이다. 전력 공급기 입력과 전력 공급기 출력 사이에 갈바닉 격리를 제공하기 위해 여러 가지 방법이 있다. 일부 구현에서, 갈바닉 격리는 변압기(도시되지 않음)에 의해 제공되어 전기 에너지가 직접적인

전도 경로 없이 유도를 통해 분리된 코일들 사이에서 전달된다. 그러나, 다른 구현도 가능하다. 일반적으로, 갈바닉 격리는 전기장을 이용한 커패시턴스, 자기장을 이용한 유도, 또는 광학적, 음향적 또는 기계적 수단에 의해 제공될 수 있다. 사용될 수 있는 격리된 전력 공급기의 여러 가지 유형 및 실시예가 있다. 불행하게도, 갈바닉 격리(예를 들어, 변압기 사용)는 복잡성 및 비용을 증가시키는 것 외에도 상당한 에너지 비효율을 초래하는 경향이 있다. 따라서, 도 1의 RF 전력원(100)은 원하는 것이 많다.

[0021] 상기 언급한 바와 같이, 전력 공급기 출력(152)과 전력 공급기 입력(151) 사이에 갈바닉 격리가 제공된다. 따라서, RF 발생기 입력(152)과 RF 발생기 출력(154) 사이의 갈바닉 격리는 필요하지 않다. 이와 관련하여, RF 발생기(120)를 형성하는 RF 전력 증폭기(130) 및 전력 결합기(140)는 어떠한 갈바닉 격리도 제공할 필요가 없을 수 있거나, 또는 낮은 등급의 절연만을 제공할 수도 있다.

[0022] 향상된 RF 전력원

[0023] 이제 도 2를 참조하면, 비격리 전력 공급기(210) 및 격리된 RF 발생기(220)를 갖는 RF 전력원(220)의 블록도가 도시되어 있다. 동작 중에, 비격리 전력 공급기(210)는 전력 공급기 입력(251)의 AC 전압을 전력 공급기 출력(252)의 제2 전압으로 변환한다. 일부 구현에서, 제2 전압은 DC 전압이지만, 제2 전압이 저주파 전압인 다른 구현이 가능하다. RF 생성기(220)는 RF 생성기 입력(252)에서 제2 전압을 수신하고 제2 전압을 사용하여 RF 생성기 출력(254)에서 출력 RF 신호를 생성한다.

[0024] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 비격리 전력 공급기(210)는 전력 공급기 입력(251)과 전력 공급기 출력(252) 사이에 갈바닉 격리 없이 전압 변환을 수행하고, 이는 에너지 효율을 증가시키면서 복잡성 및 비용도 감소시킬 수 있다. 대신에, RF 생성기(220)는 RF 생성기 입력(252)과 RF 생성기 출력(254) 사이에 갈바닉 격리를 제공하고, 이는 안전상의 이유로 전력 공급기 입력(251)과 RF 생성기 출력(254) 사이에 갈바닉 격리를 달성하기에 충분할 수 있다. 비격리된 전력 공급기(210)는 다른 회로 및 표면으로부터 AC 입력 단자 및 DC 출력 단자(+ 및 -)의 갈바닉 격리를 가질 수 있음을 유의한다. 그러나, AC 입력 단자와 DC 출력 단자는 서로 갈바닉 격리되지 않는다.

[0025] 일부 구현에서, RF 전력원(220)은 비격리 전력 공급기(210)을 갖는 RF 전력 아키텍처의 활용을 통해 복잡성 및 비용을 감소시키면서 증가된 에너지 효율을 허용한다. 전력 공급기 입력(251)와 전력 공급기 출력(252) 사이의 갈바닉 격리와 연관된 에너지 비효율성, 복잡성 및 비용은 회피되거나 완화될 수 있다. RF 생성기 입력(252)과 RF 생성기 출력(254) 사이의 갈바닉 격리가 에너지 효율을 감소시킬 수 있지만, 그러한 감소는, 전력 공급기 입력(251)과 전력 공급기 출력(252) 사이의 갈바닉 격리를 생략하는 것에 의한 상대적으로 큰 에너지 효율 이득에 비해 상대적으로 작고 덜 중요하다. 이러한 방식으로, 도 2의 RF 전력원(220)은 안전상의 이유로 여전히 갈바닉 격리를 제공하면서 도 1의 RF 전력원(100)에 비해 개선된 에너지 효율을 가질 수 있다.

[0026] RF 에너지는 이미 변압기를 통한 송신에 적합하다는 점에 유의한다. 따라서, 일부 구현에서, RF 생성기 입력(252)과 RF 생성기 출력(254) 사이의 갈바닉 격리는 RF 변압기(도시되지 않음)에 의해 제공되며, 이는 특히 격리된 전력 공급기의 전압기에 의한 에너지 송신과 비교할 때, RF 에너지의 송신이 효율적으로 수행될 수 있게 한다. DC 전압 및 기타 저주파 전압은 변압기를 통해 잘 전송되지 않음에 유의한다. 따라서, 상기 언급된 바와 같이, 격리된 전력 공급기는 3단계(즉, 인버터, 변압기 및 정류기)를 가질 수 있어, 변압기는 AC 전압이 DC 전압으로 정류되기 이전 단에서 갈바닉 격리를 제공할 수 있다.

[0027] RF 생성기(220)에 대해 많은 가능성이 있다. 일부 구현에서, 설명된 예에 도시된 바와 같이, RF 생성기(220)는 하나 이상의 RF 전력 증폭기(230), 갈바닉 격리를 갖는 전력 결합기(240)를 갖고, 구체적으로 도시되지 않은 다른 컴포넌트를 가질 수 있다. 일부 구현에서, RF 생성기(220)는 RF 전력 출력(253)에서 개별 RF 신호를 생성하기 위해 전력 공급기 출력(252)으로부터의 제2 전압을 사용하도록 각각 구성된 다중 RF 전력 증폭기를 갖고, 전력 결합기(240)는 각각의 개별 RF 신호를 결합하여 RF 생성기 출력(254)에서 출력 RF 신호를 생성한다. 이러한 방식으로, 비격리 전력 공급기(210)의 이점을 여전히 달성하면서, 고전력 애플리케이션에 적합한 다중 RF 전력 증폭기(230)를 통해 고전력 출력을 달성하는 것이 가능하다.

[0028] 특히 전력 공급기 출력과 전력 공급기 입력 사이에 갈바닉 격리가 필요하지 않기 때문에 전력 공급기에 대대 많은 가능성이 있다. 일부 구현에서, AC 전압은 3상 AC 전압이고, 제2 전압은 DC 전압이고, 전력 공급기는 3상 AC 전압을 DC 전압으로 변환하기 위한 정류기 회로를 갖는다. 정류기 회로는 예를 들어 6-펄스 정류기를 포함할 수 있다. 이러한 방식으로, RF 생성기(220)를 통해 안전상의 이유로 갈바닉 격리를 여전히 달성하면서 전력 공급기에 높은 에너지 효율을 제공하는 것이 가능하다.

[0029] 안전상의 이유로, AC 메인에 접속된 디바이스는 사람이 접촉할 수 있는 전도성 장비나 표면으로부터 격리되어야 한다. 추가적으로, 이러한 디바이스, 잠재적으로 전력 공급기의 출력은 AC 메인에 접속된 입력으로부터 격리될 수도 있다. 출력이 입력으로부터 격리된 경우, 다운스트림 장비는 격리가 필요하지 않거나 낮은 등급의 절연만 필요할 수 있다. 이를 "격리된 전력 공급기 "라고 한다. 대안적으로, AC 메인에 접속된 "비격리 전력 공급기"는 접지된 표면으로부터 격리되지만, 그 출력은 그 입력으로부터 격리되지 않는다. 비격리 전력 공급기가 사용되는 경우, 다운스트림 장비는 높은 표준으로 절연되어야 하며 입력-출력 절연을 가져야 한다.

[0030] RF 생성기 입력(252)과 RF 생선기 출력(254) 사이에 갈바닉 격리가 제공된다. 일부 구현에서, 갈바닉 격리는 격리된 결합기인 전력 결합기(240)에 의해 제공된다(즉, 전력 결합기 입력 단자(253)는 전력 결합기 출력 단자(254)로부터 갈바닉 격리된다). 예시는 도 3 및 도 4를 참조하여 이하 설명된다. 다른 구현에서, 격리된 RF 전력 증폭기인 각각의 RF 전력 증폭기(230)에 의해 갈바닉 격리가 제공된다. 격리된 RF 전력 증폭기의 예시는 도 6 및 도 7을 참조하여 아래에 설명된다. 다른 구현에서, 갈바닉 격리는 (i) 절연된 결합기인 전력 결합기(240) 및 (ii) 절연 RF 전력 증폭기인 각각의 RF 전력 증폭기(230)에 의해 제공된다.

[0031] RF 생성기 입력(252)과 RF 생성기 출력(254) 사이의 갈바닉 격리가 격리된 결합기인 전력 결합기(240)에 의해 제공되는 구현의 경우, 각각의 RF 전력 증폭기(230)가 그 DC 입력 단자(252)와 RF 출력 단자(253) 사이에 갈바닉 격리를 제공할 필요가 없다. 그럼에도 불구하고, 각각의 RF 전력 증폭기(230)는 제어 및 모니터링 접속를 포함한 다른 서피스 및 접속으로부터 갈바닉 격리된 DC 입력 단자(252)(+ 및 -) 및 RF 출력 단자(253)를 가질 수 있다.

[0032] 본 명세서에 설명된 예시는 다중 RF 전력 증폭기(230)에 초점을 맞춘다. 그러나, 다른 구현에서, RF 생성기(220)는 단일 RF 전력 증폭기(230)를 갖는다. 일부 구현에서, RF 생성기 입력(252)과 RF 생성기 출력(254) 사이의 갈바닉 격리는 격리된 RF 전력 증폭기인 단일 RF 전력 증폭기(230)에 의해 제공될 수 있다. 단일 격리된 RF 전력 증폭기(230)를 수반하는 구현의 경우, 전력 결합기(240)가 필요하지 않을 수 있다. 따라서, 전력 결합기(240)는 생략될 수 있거나 비격리 유형일 수 있다.

[0033] RF 전력 증폭기(230)에 대해 많은 가능성이 있다. 일부 구현에서, RF 전력 증폭기(230)는 높은 전력 효율에 적합한 D급 증폭기이다. 그러나, 다른 증폭기도 가능하다. 예를 들어, 다른 구현에서, 하나 이상의 격리된 RF 전력 증폭기(230)는 E급 증폭기 또는 F급 증폭기이다. 예시적인 RF 전력 증폭기는 도 5 내지 도 7을 참조하여 나중에 설명된다.

[0034] RF 전력원의 예

[0035] 이제 도 3을 참조하면, 비격리 전력 공급기(310) 및 격리된 RF 생성기(320)를 갖는 또다른 RF 전력원(300)의 회로도가 도시되어 있다. RF 생성기(320)는 RF 전력 증폭기(330) 및 전력 증폭기(330)로부터의 개별 RF 신호들을 결합하는 전력 결합기(340)를 갖는다. 도시된 예에서, RF 전력 증폭기(330)는 3개의 RF 전력 증폭기(331-333)를 포함하지만, 임의의 적절한 수의 RF 전력 증폭기가 사용될 수 있다.

[0036] 전력 결합기(340)에 대해 많은 가능성이 있다. 일부 구현에서, 전력 결합기(340)는 RF 전력 증폭기(331-333)의 전력을 결합하기 위해 RF 변압기(341-343)를 이용한다. 특정 구현에서, 설명된 예에 도시된 바와 같이, 격리된 결합기(340)는, 각각의 RF 전력 증폭기(331-333)에 대해, RF 전력 증폭기(331-333)로부터 개별 RF 신호를 수신하기 위한 입력 단자(353a-353c)를 갖는 대응하는 RF 변압기(341-343)를 가져서, RF 변환기(341-343)의 직렬 접속부가 입력 단자(353a-353c)로부터의 개별 RF 신호(353a-353c)를 결합하여 출력 RF 신호(354)를 생성하도록 한다. 다른 구현이 가능하다. RF 변압기(341-343)는 RF 생성기 입력(352a-352b)과 RF 생성기 출력(354) 사이에 갈바닉 격리를 제공하여 전력 공급기 출력(352a-352b)과 전력 공급기 입력(351) 사이에 갈바닉 격리가 필요하지 않도록 한다. 전력 결합기(340)의 입력 단자(353a-353c)는 또한 접지된 표면으로부터 갈바닉 격리되어야 한다.

[0037] RF 생성기 입력(352a-352b)과 RF 생성기 출력(354) 사이의 갈바닉 격리가 RF 생성기(320)의 기능을 위해 제공된다. 예로서 도 3의 전력 결합기(340)를 사용하면, RF 변압기(341-343)는 적절하게 기능하기 위해 본질적으로 격리를 갖는다. 이 경우 격리를 달성하기 위해 사용되는 절연을 '기능 절연'이라고 한다. 그러나 RF 발생기(320)에 의해 제공되는 갈바닉 격리는 RF 전력원(300)과 접촉할 수 있는 유저를 보호하기 위한 것이므로, 갈바닉 격리를 달성하기 위해 사용되는 절연은 더 높은 표준을 유지해야 하며 '보호 절연'으로 간주된다. 유저를 보호하기 위한 절연 표준은 애플리케이션에 따라 다르며, 강화(Reinforced), 보조(Supplementary) 또는 이중 절연(Double Insulation)을 포함한 상이한 등급의 것일 수 있다. 그러나, 이러한 모든 등급에서, 표준은 기능 절

연에 사용되는 표준보다 높다.

[0038] 비격리 전력 공급기의 경우, RF 생성기(320)에서 보호를 위해 사용되는 절연은, 격리된 전력 공급기의 경우에 순전히 기능적인 목적으로 사용되는 절연보다 성능이 좋아야 한다. 절연 성능은 일반적으로, 특히 고체 절연 평가에 사용되는 전압 테스트 중의 그 성능뿐만 아니라 크리피지(creepage) 및 클리어런스(clearance)와 관련된 그 치수의 측면에서 고려된다. 고체 절연은 기체(예를 들어, 공기) 또는 액체로 구성되지 않은 절연이다. 클리어런스는 고체를 통하지 않는 도체들 사이의 공간이며, 크리피지는 고체 절연체의 표면을 가로지르는 도체들 사이의 거리이다. 절연이 보호되어야 하는 클리어런스의 경우(본 개시의 경우), 사용되는 전압 및 표준에 따라, 클리어런스는 예를 들어 1.3mm(기능 절연용) 내지 7.1mm(보호 절연용)의 증가를 포함할 수 있다. 고체 절연의 경우, 보호 절연에 대한 적합성을 결정하기 위해 전압 테스트가 수행될 수 있다. 예를 들어, 5000V의 임펄스 내력 테스트 및 2900V의 AC 테스트 전압은 기능 절연에 대한 특별한 테스트가 없는 곳에서 수행될 수 있다.

[0039] 특히 전력 공급기 출력과 전력 공급기 입력 사이에 갈바닉 격리가 필요하지 않기 때문에 전력 공급기(310)에 대해 많은 가능성이 있다. 일부 구현에서, 전력 공급기(310)는 3상 AC 전압을 DC 전압으로 변환하기 위한 정류기 회로(311-316)를 포함한다. 특정 구현에서, 정류기 회로는 설명된 예에 도시된 바와 같이 6-펄스 정류기(311-316)를 포함한다. 특정 구현에서, 정류기 회로(311-316)는 다이오드 정류기(311-316)이다. 이러한 구현은 비교적 낮은 복잡도 및 비용을 가지면서 상대적으로 높은 효율성을 가질 수 있다. 또한, 그러한 구현은 상대적으로 높은 신뢰성을 가질 수 있고, 가열 및 건조 애플리케이션을 위한 RF 전력 발생기에 사용하기에 적합할 수 있다. 격리된 전력 공급기는 상술한 바와 같이 3단(즉, 인버터, 변압기, 정류기)으로 구성될 수 있지만, 도 3에 도시된 전력 공급기(310)는 비교적 단순하며 인버터나 변압기가 필요하지 않다.

[0040] 다이오드 정류기(311-316)는 상대적으로 단순한 설계를 가지며 활성 디바이스를 턴 온/오프하기 위한 제어 시스템을 필요로 하지 않는다. 그러나, 능동 제어 시스템과 함께 IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor; 절연 게이트 바이폴라 트랜지스터) 또는 MOSFET(Metal Oxide Field Effect Transistor; 금속 산화물 전계 효과 트랜지스터)와 같은 능동 스위치를 사용하는 다른 구현도 가능하다. 예를 들어, 다이오드(311-316)의 일부 또는 전부는 적절한 제어 회로를 갖는 사이리스터 또는 트랜지스터로 대체될 수 있다. 또한, 도시된 예는 6-펄스 브리지 정류기(311-316)에 초점을 맞추고 있지만, 임의의 수의 브리지 정류기가 사용될 수 있다는 점에 유의해야 한다. 예를 들어, 다른 구현은 12-펄스 브리지 정류기를 사용한다. 브리지의 수는 구현에 따라 다르다.

[0041] 정류기 회로(311-316)가 전력 공급기 입력(351)의 3상 AC 전압을 전력 공급기 출력(352a-352b)의 DC 전압으로 변환하는 것으로 도시되어 있지만, 다른 구현에서 정류기 회로는 단상 AC 전압을 DC 전압으로 변환하기 위해 제공된다. 그러한 구현을 위해, 전력 공급기(310)는 단상 브리지 정류기(도시되지 않음)를 포함할 수 있다. 또한, 정류기 회로(311-316)가 전파(full-wave) 정류기(311-316)로 도시되어 있지만, 다른 구현에서 반파(half-wave) 정류기 회로(도시되지 않음)가 AC 전압(단상 또는 3상)을 DC 전압으로 변환하기 위해 제공된다. 또한, 다른 가능한 구현은 3상 유형(예를 들어, 비엔나 정류기) 및 단상 유형(예를 들어, 벅 및 부스트 토폴로지와 다이오드 브리지가 있거나 없는 토폴로지)을 포함하는 PFC(Power Factor Correction) 정류기를 포함할 수 있다. 다른 구현도 가능하다.

[0042] 이제 도 4를 참조하면, 비격리 전력 공급기(410) 및 격리된 RF 생성기(320)를 갖는 또다른 RF 전력원(400)의 회로도가 도시되어 있다. 도 4의 RF 전력원(400)은, 필터(417-418)가 전력 공급기 출력(352a-352b)에서 리플 전압을 감소시키기 위해 전력 공급기(410)에 추가된 것을 제외하고, 도 3의 RF 전력원(300)과 동일하다. 필터(417-418)에 대해 많은 가능성이 있다. 일부 구현에서, 설명된 예에 도시된 바와 같이, 필터(417-418)는 인덕터(417) 및 커패시터(418)를 포함하는 LC 필터(417-418)이다. 이러한 구현은, RF 증폭기(330)가 PDM(Pulse Duration Modulation) 변조기를 포함하는 경우 PSM(Pulse Step Modulation) 또는 PDM 변조기를 사용하는 고전력 무선 송신기에 바람직할 수 있다. 예를 들어 미국 특허 번호 2,903,518을 참조한다. 필터에 대해 다른 구현이 가능하다.

[0043] 도 3의 RF 전력원(300)과 매우 유사하게, RF 전력 증폭기(330)의 수는 구현에 따라 다르다. 특정 구현에서, 8개의 RF 전력 증폭기(331-333)가 있다(3개만 도시됨). 그러나, 다른 구현도 가능하다. 일부 구현에서, RF 전력원(400)은 각각의 RF 전력 증폭기(331-333)를 개별적으로 활성화 또는 비활성화하는 제어 회로(이제 도시됨)를 갖는다. 이는 애플리케이션에 따라 전력 출력을 조정하기 위해 수행될 수 있다. 일부 구현에서, 제어 회로는 변조를 달성하기 위해 상이한 권선비를 갖는 전력 결합기(340)로 RF 전력 증폭기(331-333)를 온 및 오프로 스위칭하는 변조 기술을 제공한다. 그러한 구현을 위해, 다중 RF 전력 증폭기(330)는 10개 이상의 RF 전력 증폭기

(331-333)를 포함할 수 있다. 그러나 다른 구현도 가능하다.

[0044] 다른 구현에서, RF 전력원(400)은 RF 증폭기(330) 앞에 벅 토폴로지 유형의 DC-DC 변환기(즉, 변조기)를 추가하는 2단 증폭기(도시되지 않음)를 갖는다. 다단의 증폭을 활용하여 더 큰 전력 출력을 달성할 수 있다.

[0045] RF 전력 증폭기의 예

[0046] 이제 도 5를 참조하면, 입력-출력 격리가 없는 예시적인 RF 전력 증폭기(500)의 회로도가 도시되어 있다. 예시된 예에서, RF 전력 증폭기(500)는 다른 증폭기에서와 같이 선형 이득 디바이스가 아니라 전자 스위치로서 동작하는 전력 트랜지스터(501-504)(예를 들어, MOSFET)를 갖는 풀 브리지 D급 증폭기이다. 전력 트랜지스터(501-504)는 제어 회로(511-514)에 의해 제어되어 RF 출력(353)을 생성한다. 절연 회로는 전력 트랜지스터(501-504)의 게이트 접속부와 접지 전위에서 동작하는 제어 회로 사이에 보호 갈바닉 격리를 제공하기 위해 사용된다. 전력 단자(DC 입력(352a-352b) 및 RF 출력(553))는 접지 및 제어 회로 접속부로부터 완전히 격리되어 있다. 그러나, RF 전력 증폭기(500)는 DC 입력(352a-352b)과 RF 출력(553) 사이에 갈바닉 격리를 갖지 않는다.

[0047] 도 5에 도시된 RF 전력 증폭기(500)는 제어 회로(511-514)와 4개의 전력 트랜지스터(501-504) 모두 사이에 갈바닉 격리를 갖는다. 이러한 갈바닉 격리는 RF 전력 증폭기(500)가 AC 입력 단자와 DC 출력 단자가 서로 갈바닉 격리되지 않은 비격리된 전력 공급기와 함께 사용될 수 있도록 제공된다. 격리된 전력 공급기의 경우 전력 공급기의 DC- 전위는 일반적으로 비격리 드라이브 회로를 사용하여 접지된 전력 공급기 접속부(예를 들어, 도 5의 경우 DC- 접속부(352b))에 그들 소스 단자(MOSFET의 경우에)를 갖는 트랜지스터의 게이트 단자를 제어할 수 있는 접지 전위에 있다.

[0048] 제어 회로(511-514)와 4개의 전력 트랜지스터(501-504) 모두 사이에 갈바닉 격리는 RF 전력 증폭기(500)의 기능을 위해 제공된다. 예로서 도 5의 RF 전력 증폭기(500)를 사용하면, DC+ 단자(352a)에 접속된 2개의 트랜지스터(501-502)는, 이들 RF 전력 트랜지스터(501-502)의 소스 단자가 제어 시스템에 의해 일반적으로 사용되는 접지 전위가 아니라 RF 출력(353)의 전위에 있기 때문에 본질적으로 적절하게 기능하기 위해 절연을 갖는다. 이 경우에 사용되는 격리를 달성하기 위해 사용되는 절연을 '기능 절연'이라고 한다. 그러나, 사용되는 절연은 RF 전력원과 접촉할 수 있는 유저를 보호하기 위한 것이므로, 절연은 '보호 절연'으로 알려진 더 높은 표준으로 업그레이드해야 한다. 유저를 보호하기 위한 절연의 표준은 애플리케이션에 따라 다르며, 강화, 보조 또는 이중 절연을 포함하는 상이한 등급일 수 있다. 그러나, 이러한 모든 등급에서 표준은 도 3 및 4의 RF 발생기(320)에 대해 상기 유사하게 논의된 바와 같이 기능 절연에 사용되는 표준보다 높다.

[0049] DC 입력(352a-352b)과 RF 출력(353) 사이에 갈바닉 격리를 도입하는데 많은 방법이 있다. 일부 구현에서, DC 입력(352a-352b)과 RF 출력(353) 사이의 갈바닉 격리는 내부 출력 변압기를 통해 도입된다. 이에 대한 예가 도 6에 도시되어 있고, 이는 입력-출력 격리를 갖는 예시적인 RF 전력 증폭기(600)의 회로도이다. 내부 출력 변압기(631)는 비격리 전력 공급기과 최종 출력 사이에 격리를 제공한다. 따라서, RF 전력 증폭기(600)는 격리가 내장되어 있어 격리된 결합기가 없이도 사용될 수 있다. 도 5의 RF 전력 증폭기(500)와 매우 유사하게, 도 6의 RF 전력 증폭기(600)는 일반적으로 접지 전위에 있는 제어 회로와 RF 전력 증폭기(600) 사이에 격리를 제공하는 격리된 드라이브 회로(511-514)를 갖는다.

[0050] 이제 도 7을 참조하면, 입력-출력 격리를 갖는 또다른 예시적인 RF 전력 증폭기(700)의 회로도가 도시되어 있다. 도시된 예에서, RF 전력 증폭기(700)는 조정된 반응적 네트워크(721-724)를 구동하고 RF 출력(353)을 생성하기 위해 제어 회로(711)에 의해 제어되는 전력 트랜지스터(701)(예를 들어, MOSFET)를 갖는 E급 증폭기로이다. 조정된 반응적 네트워크(721-724)는 인덕터(721-722) 및/또는 커패시터(723-724)의 임의의 적절한 조합을 포함할 수 있다. 일반적으로, E급 증폭기는 MOSFET 소스 접속부가 일반적으로 접지 전위에 있기 때문에 게이트 단자에 격리된 접속부를 사용하지 않는다. 격리 회로는 도 5의 RF 전력 증폭기(500)에 대해 상기 설명한 것과 유사하게, 접지 전위에서 작동하는 제어 회로(711)와 전력 트랜지스터(701)의 게이트 접속부 사이에 보호 갈바닉 격리를 제공하는데 사용된다. 전력 단자(DC 입력(352a-352b) 및 RF 출력(535))는 접지 및 제어 회로 접속부로부터 완전히 격리된다. 일반적으로, DC- 접속부(352b)는 접지 전위에 있다. 또한, RF 전력 증폭기(700)는 내부 출력 변압기(731)를 통해 DC 입력(352a-352b)과 RF 출력(353) 사이에 갈바닉 격리를 갖는다. 따라서, RF 전력 증폭기(700)는 격리가 내장되어 있어 격리 결합기가 없이 사용될 수 있다.

[0051] 애플리케이션 예

[0052] 여기에 설명된 RF 전력원에 대래 많은 가능한 애플리케이션이 있다. 제1 예로서, RF 전력원은 도 8 및 도 9를

참조하여 아래에서 더 상세히 설명되는 바와 같이 제품을 가열 및/또는 건조하는데 사용될 수 있다. 제2 예로서, RF 전력원은 도 10 및 도 11을 참조하여 아래에서 더 상세히 설명되는 바와 같이 무선 통신에 사용될 수 있다. 그러나, 예를 들어 플라즈마 생성과 같은 다른 애플리케이션이 가능하다는 것을 이해해야 한다. 본 명세서에 기술된 RF 전력원은 많은 다른 애플리케이션 및 많은 다른 산업에 적용될 수 있다.

[0053] 이제 도 8을 참조하면, RF 전력원(810)을 갖는 예시적인 유전체 가열 장치(800)의 블록도가 도시되어 있다. RF 전력원(810)은 본 명세서에 기술된 바와 같이 출력 RF 신호를 생성하도록 구성된다. 유전체 가열 장치(800)는 출력 RF 신호를 전압 및 전류 신호로부터 교류 전기장(830)으로 변환하기 위한 한 쌍의 전극(821-822)을 갖는다. 동작 중에, 교류 전기장(830)은 제품(도시되지 않음)에 인가되어 제품을 가열 및/또는 건조한다. 일부 구현에서, 설명된 예에 도시된 바와 같이, 제품은 컨베이어 벨트(840)를 통해 전극(821-822) 사이에서 이동되고, 그에 따라 제품이 전극(821-822) 사이에서 이동하는 동안 제품이 교류 전기장(830)을 받게 한다. 그러나, 제품이 교류 전기장(830)을 받게 하는 다른 수단도 가능하다.

[0054] 유전체 가열 장치(800)는 산업 현장에서 사용될 수 있다. 예를 들어, 유전체 가열 장치(800)는 특히 제품의 일관성이 중요한 벌크 제품의 경우 제조에서 가열 처리에 사용될 수 있다. 구체적인 예로서, 유전체 가열 장치(800)는 목제품 건조에 사용될 수 있다. 다른 구체적인 예로서, 유전체 가열 장치는 식품을 가열하기 위해 사용될 수 있다. 유전체 가열 장치(800)에 대한 다른 용도가 가능하고 본 개시의 범위 내에 있다.

[0055] 이제 도 9를 참조하면, 제품을 가열 및/또는 건조하는 예시적인 방법의 흐름도가 도시되어 있다. 이 방법은 유전체 가열 장치, 예를 들어 도 8에 도시된 유전체 가열 장치(800) 또는 임의의 다른 적절하게 구성된 유전체 가열 장치에 의해 구현될 수 있다. 단계(9-1)에서 유전체 가열 장치는 출력 RF 신호를 생성한다. 이것은 여기에 설명된 RF 전력원을 사용하여 수행될 수 있다. 단계(9-2)에서, 유전체 가열 장치는 출력 RF 신호를 전압 및 전류 신호로부터 교류 전기장으로 변환한다. 이것은 예를 들어 전극을 사용하여 수행될 수 있다. 마지막으로, 단계(9-3)에서 유전체 가열 장치는 제품을 가열 및/또는 건조시키기 위해 제품에 교류 전기장을 인가한다.

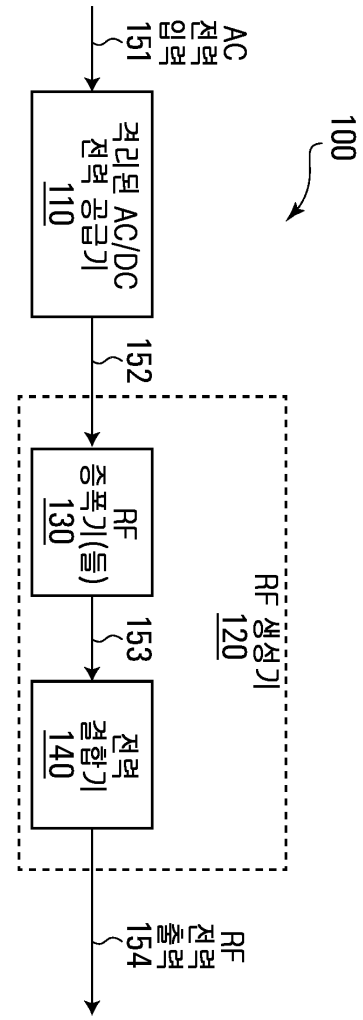
[0056] 이제 도 10을 참조하면, RF 전력원(1010)을 갖는 예시적인 송신 장치(1000)의 블록도가 도시되어 있다. RF 전력원(1010)은 본 명세서에 기술된 바와 같이 출력 RF 신호(1054)를 생성하도록 구성된다. 송신 장치(1000)는 출력 RF 신호(1054)를 전압 및 전류 신호로부터 무선 채널을 통한 송신을 위한 전자기파로 변환하기 위해 RF 전력원(1010)에 커플링된 안테나(1020)를 갖는다. 일부 구현에서, 설명된 예에 도시된 바와 같이, 안테나(1020)는 송신 라인(1030)을 통해 RF 전력원(1010)에 커플링된다. 어느 정도의 반사 신호(1055)가 가능하다. 대부분의 관련 고전력 구현에서, 안테나(1020)와 RF 전력원(1010)은 물리적으로 분리되어 있으므로 송신 라인(1030)은 안테나(1020)를 RF 전력원(1010)에 접속하는데 사용된다. 그러나, 다른 구현에서는, 송신 라인(1030)이 없다.

[0057] 이제 도 11을 참조하면, 예시적인 무선 통신 방법의 흐름도가 도시되어 있다. 이 방법은 송신 장치, 예를 들어 도 10에 도시된 송신 장치(1000) 또는 임의의 다른 적절하게 구성된 송신 장치에 의해 구현될 수 있다. 단계(11-1)에서 송신 장치는 출력 RF 신호를 생성한다. 이것은 여기에 설명된 RF 전력원을 사용하여 수행될 수 있다. 단계(11-2)에서 송신 장치는 출력 RF 신호를 전압 및 전류 신호로부터 무선 채널을 통한 송신을 위한 전자파로 변환한다. 이것은 예를 들어 안테나를 사용하여 수행될 수 있다. 일부 구현에서, RF 전력원은 전자기파를 생성하기 위해 안테나로 종단된 송신 라인에 접속된다.

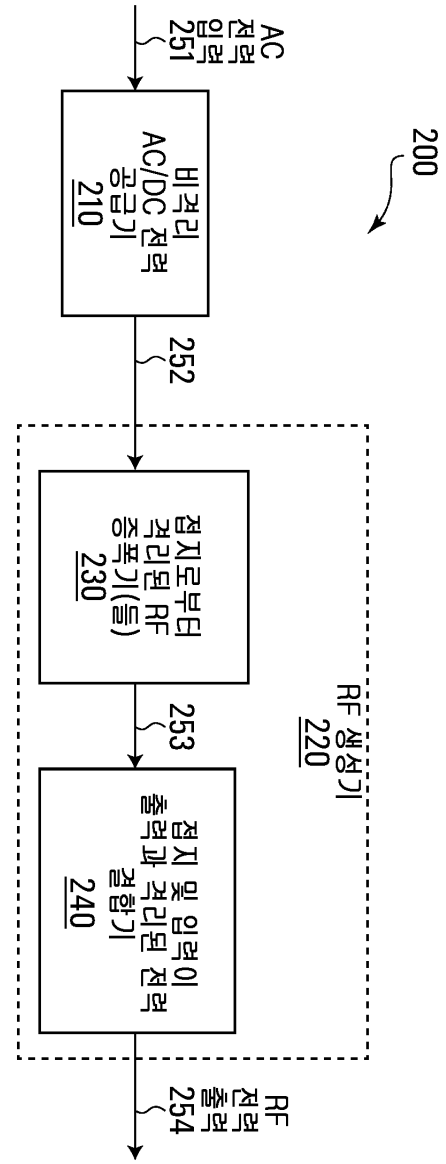
[0058] 본 개시의 수많은 수정 및 변형이 상기 교시에 비추어 가능하다. 따라서, 첨부된 특허청구범위 내에서 본 개시는 본 명세서에 구체적으로 기술된 것과 달리 실시될 수 있음을 이해해야 한다.

도면

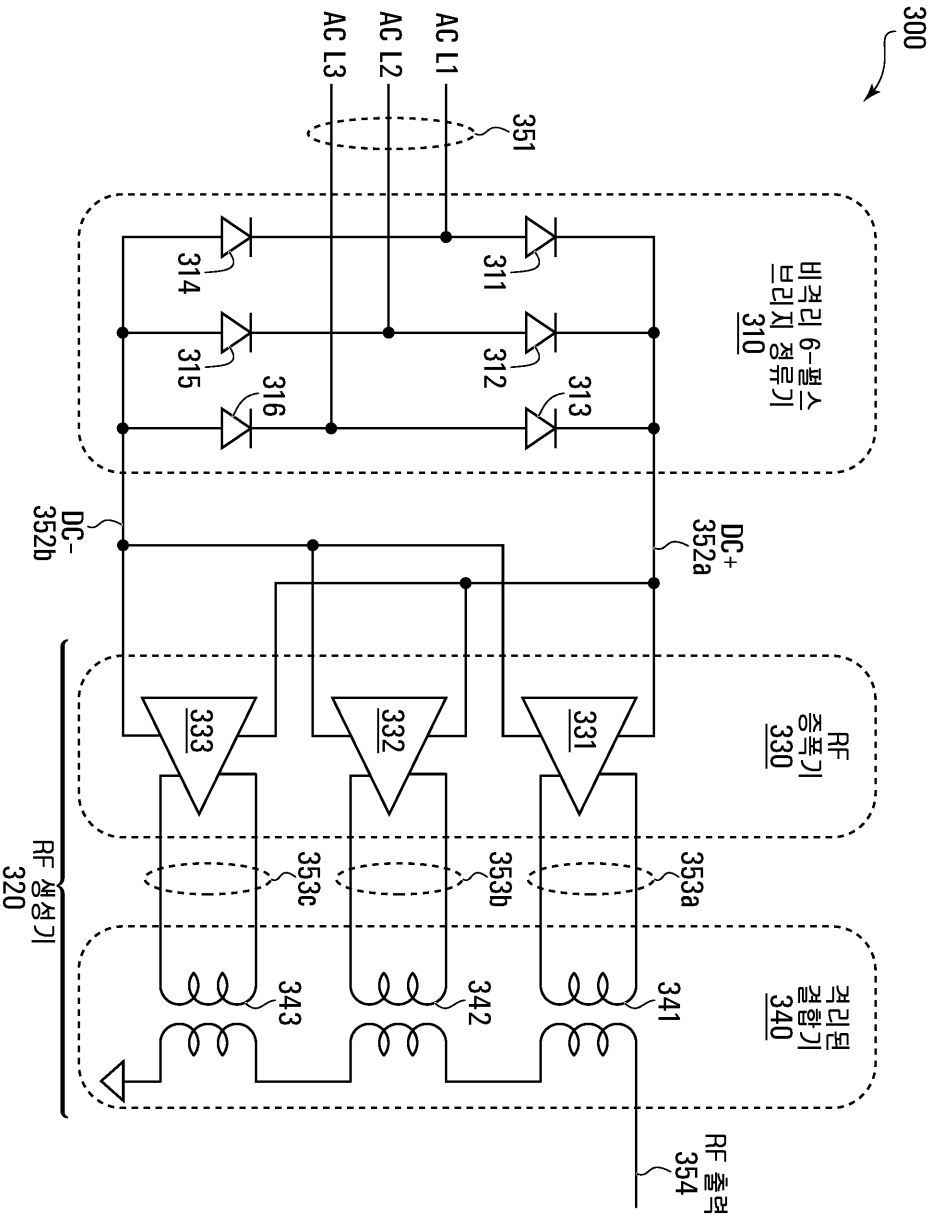
도면1


AC 전력 입력
151
격리된 AC/DC 전력 공급기
110
100
152
RF 증폭기(들)
130
RF 생성기
120
153
전력 결합기
140
RF 전력 출력
154

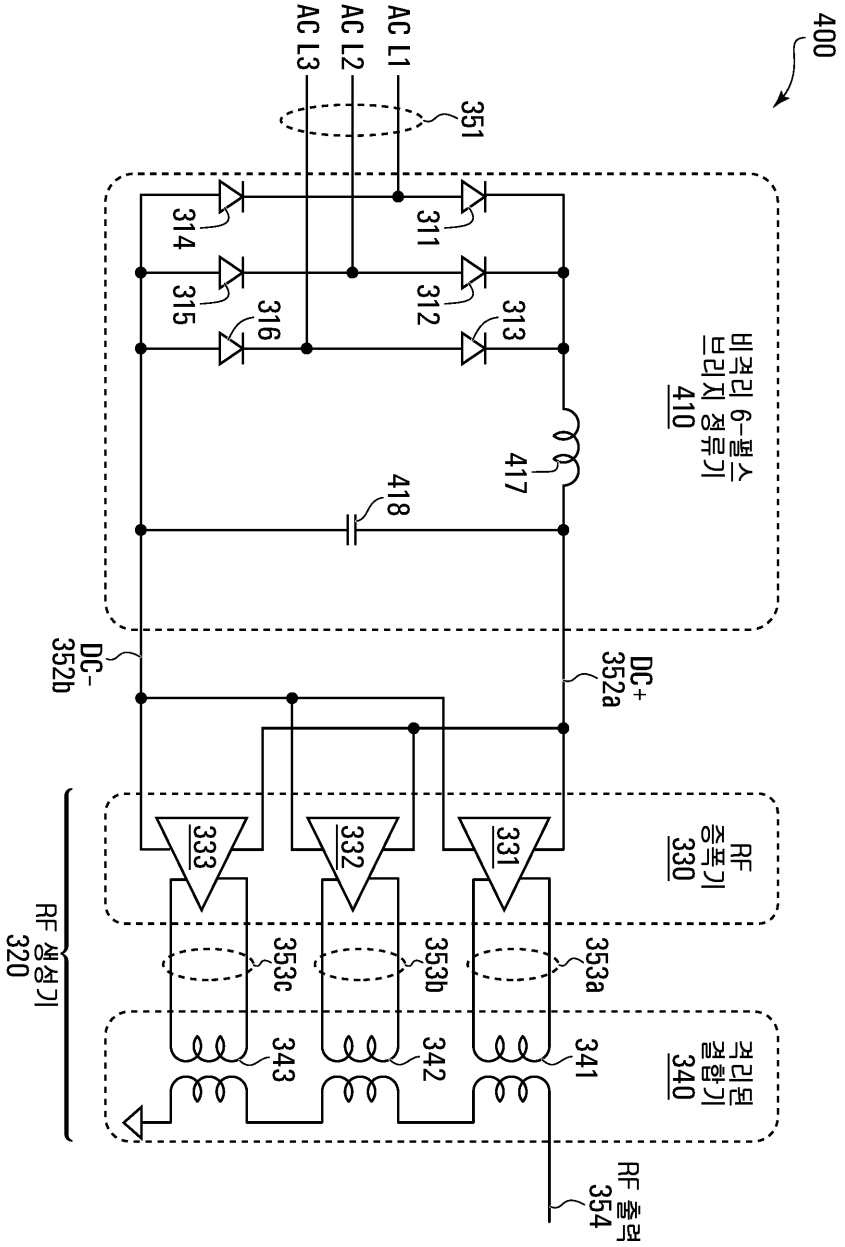
도면2


200
AC 전력 입력 251
비격리 AC/DC 전력 공급기 210
252
접지로부터 격리된 RF 증폭기(들) 230
253
접지 및 입력이 출력과 격리된 전력 결합기 240
RF 생성기 220
RF 전력 출력 254

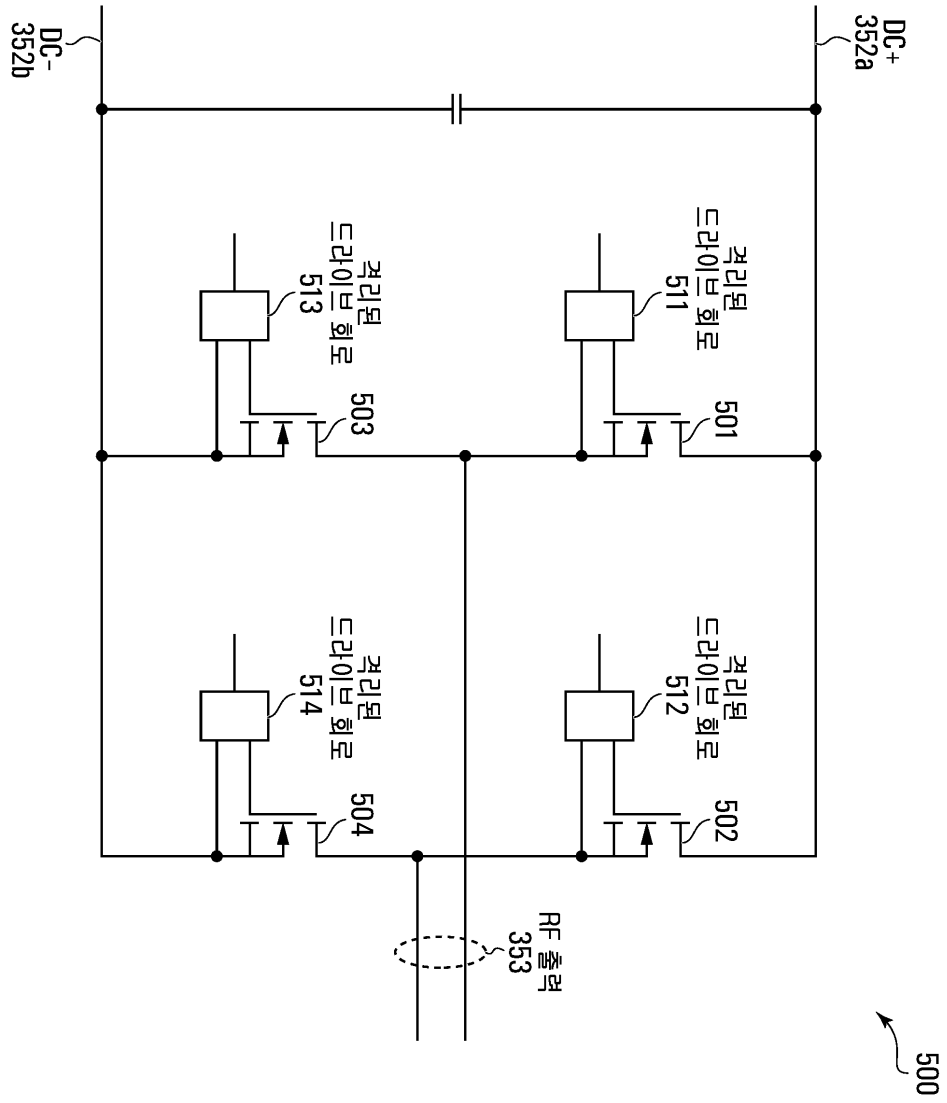
도면3


300
AC L1
AC L2
AC L3
351
비격리 6-펄스 브리지 정류기 310
311
312
313
314
315
316
DC+ 352a
DC- 352b
RF 증폭기 330
331
332
333
353a
353b
353c
격리된 결합기 340
341
342
343
RF 출력 354
RF 생성기 320

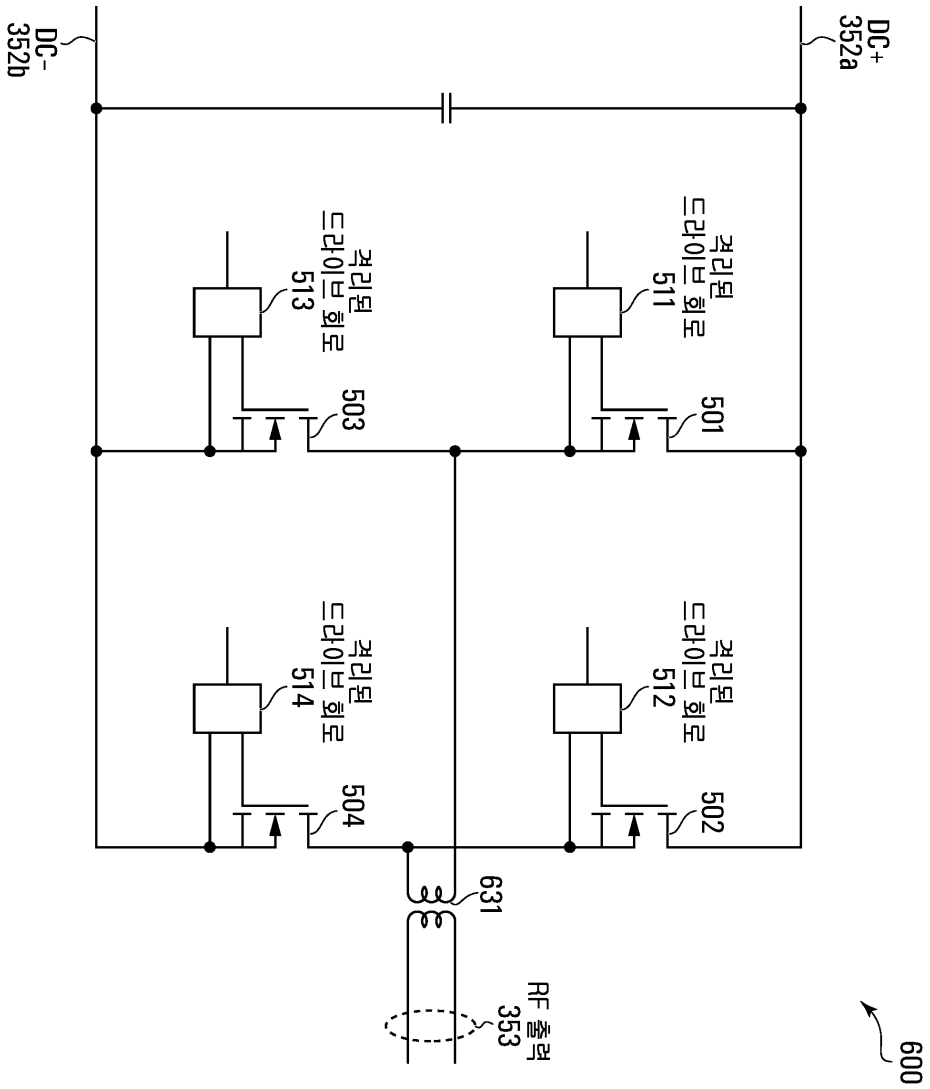
도면4


400
AC L1
AC L2
AC L3
351
314
315
316
311
312
313
비격리 6-펄스 브리지 정류기 410
417
418
DC- 352b
DC+ 352a
RF 증폭기 330
333
332
331
353c
353b
353a
343
342
341
격리된 결합기 340
RF 생성기 320
RF 출력 354

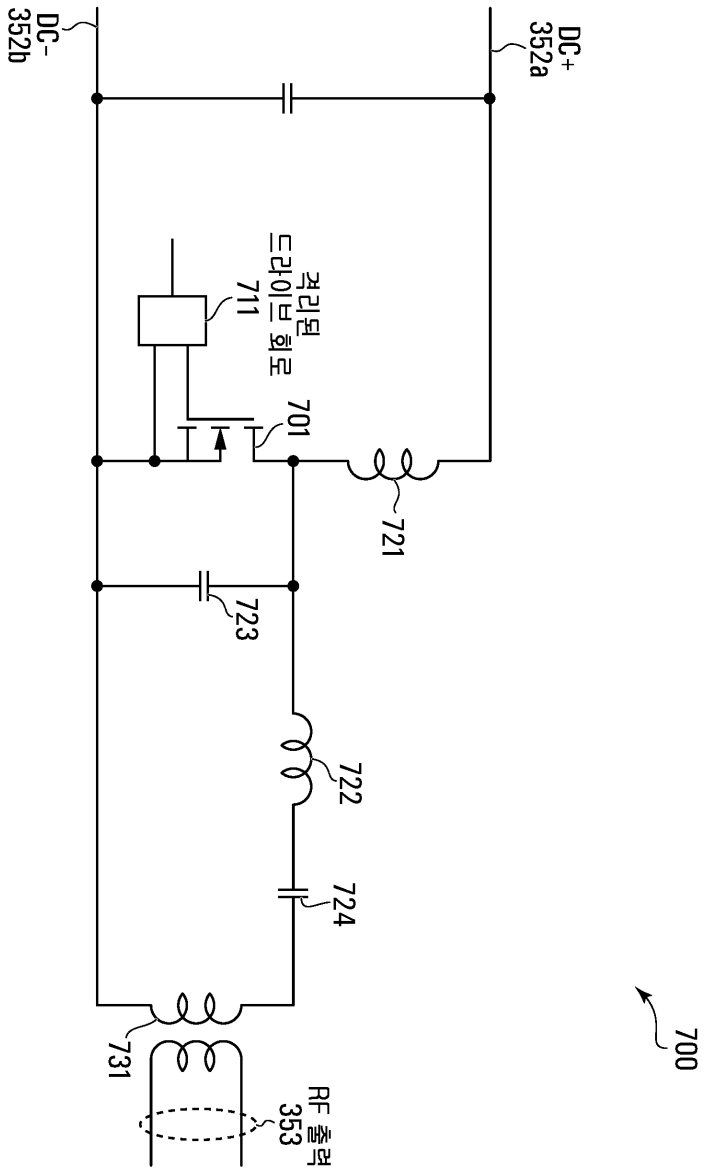
도면5


DC-
352b
DC+
352a
게리덥
드라이브 회로
513
503
게리덥
드라이브 회로
511
501
게리덥
드라이브 회로
514
504
게리덥
드라이브 회로
512
502
RF 출력
353
500

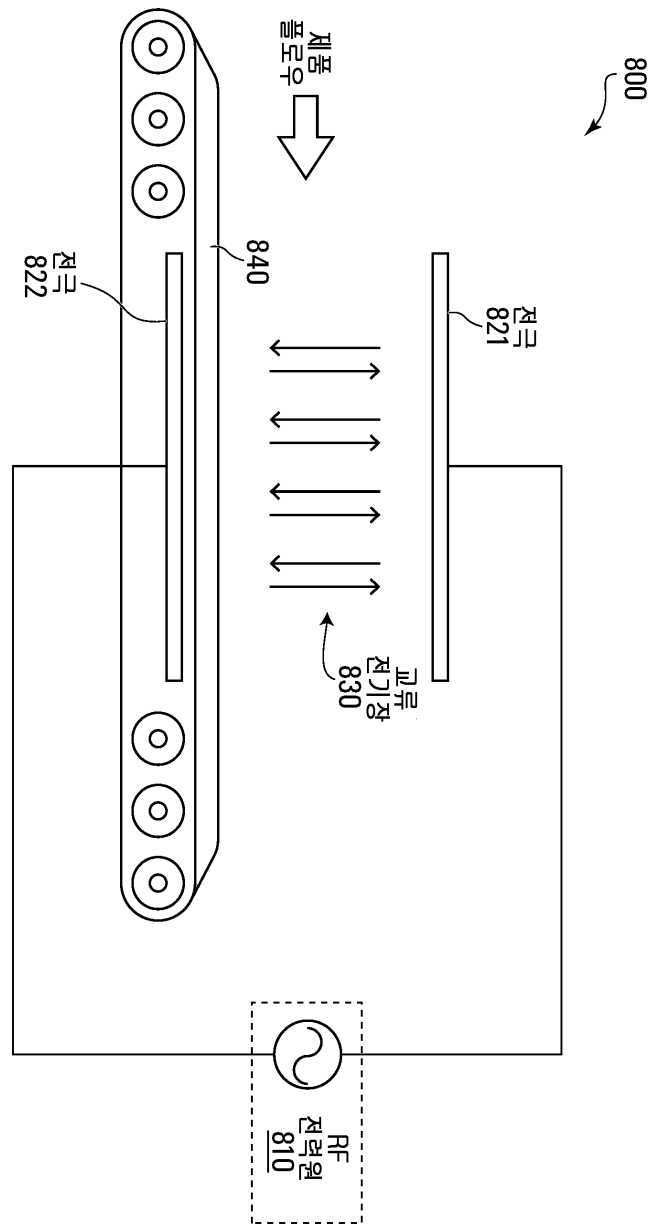
도면6


DC-
352b
DC+
352a
게이트 드라이브 회로
513
게이트 드라이브 회로
511
503
501
게이트 드라이브 회로
514
게이트 드라이브 회로
512
504
502
631
RF 출력
353
600

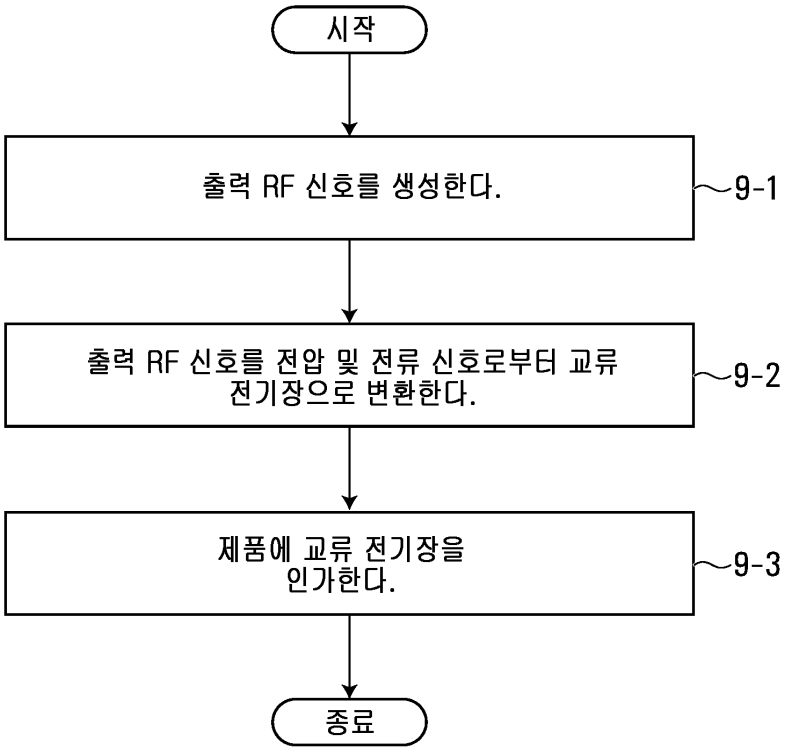
도면7


DC-
352b
DC+
352a
게이트
드라이브 회로
711
701
721
723
722
724
731
RF 출력
353
700

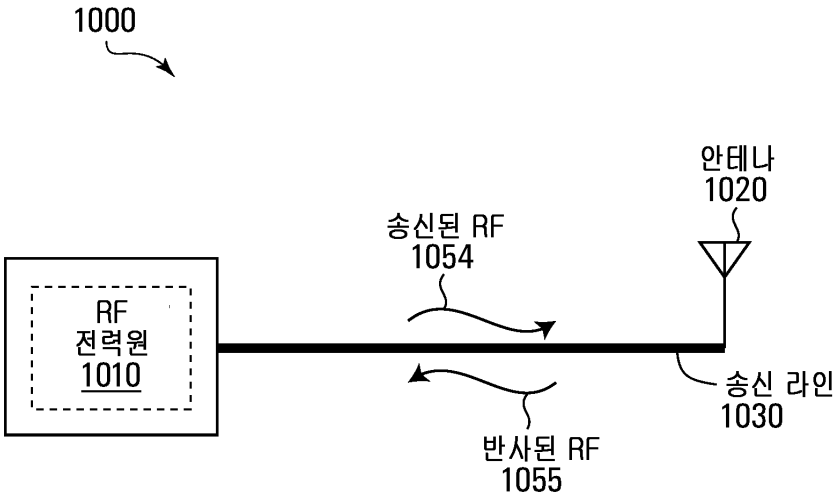
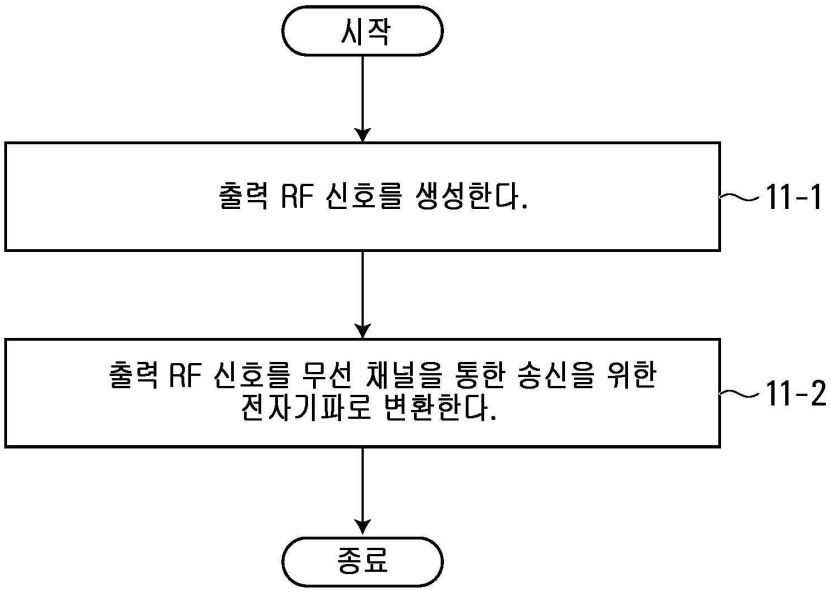
도면8



도면9


시작
출력 RF 신호를 생성한다.
9-1
출력 RF 신호를 전압 및 전류 신호로부터 교류 전기장으로 변환한다.
9-2
제품에 교류 전기장을 인가한다.
9-3
종료

도면10


1000
안테나
1020
송신된 RF
1054
RF
전력원
1010
송신 라인
1030
반사된 RF
1055

도면11