



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년10월29일  
(11) 등록번호 10-1323046  
(24) 등록일자 2013년10월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C01B 13/11 (2006.01) H02M 7/537 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2008-7004458  
(22) 출원일자(국제) 2006년08월14일  
심사청구일자 2011년07월05일  
(85) 번역문제출일자 2008년02월25일  
(65) 공개번호 10-2008-0034481  
(43) 공개일자 2008년04월21일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2006/031664  
(87) 국제공개번호 WO 2007/035216  
국제공개일자 2007년03월29일  
(30) 우선권주장  
60/708,445 2005년08월16일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2002171765 A\*  
JP2003230280 A\*  
JP57156680 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
엠케이에스 인스트루먼트, 인코포레이티드  
미국, 매사추세츠 01810, 앤도버, 스위트 201, 테크 드라이브 2  
(72) 발명자  
엘킨, 이고  
미국 매사추세츠 02148 맬든 글렌우드 스트리트 145  
밀너, 앨런, 로이  
미국 매사추세츠 02420 렉싱턴 노스 스트리트 48  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
신영무

전체 청구항 수 : 총 31 항

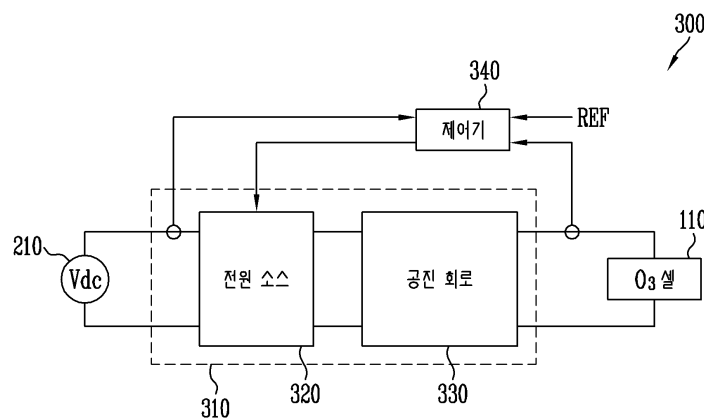
심사관 : 이승주

(54) 발명의 명칭 오존발생기를 위한 로드 공진형 전원 공급기

(57) 요약

오존 발생을 위해 공진 전원 공급기(300)가 제공된다. 전원 공급기(300)는 비용을 절감시키고 오존 발생기의 신뢰성을 증가시킨다. 전원 공급기(300)는 전원 소스(320)로부터 공진회로(330)로 제1 AC 전압을 제공하고 공진회로(330)는 제2 AC 전압을 오존 발생장치(110)에 제공하고, 제2 AC 전압은 제1 AC 전압보다 크다. 제어기(340)는 회로의 높은 Q 회로 요소 값들에 넓은 허용오차를 갖는 제어를 제공하기 위해 회로의 공진을 적응시킨다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

트렌, 켄

미국 메사추세츠 01863 노스 첼름스포드 워터포드  
플레이스 2

조쉬, 매드후완티

미국 메사추세츠 01803 버링턴 유닛 6 웨스트게이  
트 드라이브 105

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

전원 공급기에 있어서,

전원 소스 및 공진회로를 포함하는 무변압기 발진기(transformer-less oscillator) - 상기 공진회로는 큐-팩터(q-factor)를 가지며, 상기 전원 소스 및 오존 발생장치 사이에 직접 연결되고, 상기 공진회로는 공진 인덕터 및 공진 캐패시터를 가지며, 상기 공진 캐패시터는 상기 오존 발생장치의 본래 캐패시턴스임 - 를 포함하고;

상기 전원 소스는 상기 공진회로에 제1 AC 전압을 제공하고, 상기 공진회로는 오존 발생장치에 의해 사용되는 제2 AC 전압을 제공하고, 상기 제2 AC 전압은 상기 제1 AC 전압보다 크고 상기 오존 발생장치에 전원을 공급하기에 충분한 것을 특징으로 하는, 전원 공급기.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 공진회로는 상기 공진회로의 공진 주파수에 근접하는 주파수를 갖는 상기 제1 AC 전압에 응답하여 상기 오존 발생장치에 공진 전압을 인가하는 것을 특징으로 하는, 전원 공급기.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 공진회로는 상기 오존 발생장치에 직접 병렬 연결되는 것을 특징으로 하는, 전원 공급기.

### 청구항 4

삭제

### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 큐-팩터는 10보다 크거나 같은 것을 특징으로 하는, 전원 공급기.

### 청구항 6

삭제

### 청구항 7

삭제

### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 전원 소스는 하프 브릿지 인버터(half bridge inverter)인 것을 특징으로 하는, 전원 공급기.

### 청구항 9

제1항에 있어서,

상기 전원 소스는 풀 브릿지 인버터(full bridge inverter)인 것을 특징으로 하는, 전원 공급기.

### 청구항 10

제1항에 있어서,

상기 전원 소스는 스위칭 전원 소스인 것을 특징으로 하는, 전원 공급기.

### 청구항 11

제10항에 있어서,

상기 스위칭 요소들은 MOSFET, BJT, 또는 IGBT 인 것을 특징으로 하는, 전원 공급기.

#### 청구항 12

제1항에 있어서,

원하는 전압 크기(voltage magnitude)를 갖는 상기 제2 AC 전압을 발생시키기 위해, 상기 전원 소스가 상기 제1 AC 전압을 변조하도록 하는 신호를 상기 전원 소스에 제공하는 제어를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 전원 공급기.

#### 청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제1 AC 전압은 펄스폭 변조(pulse width modulation)를 사용하여 변조되는 것을 특징으로 하는, 전원 공급기.

#### 청구항 14

제12항에 있어서,

상기 제1 AC 전압은 주파수 변조(frequency modulation)를 사용하여 변조되는 것을 특징으로 하는, 전원 공급기.

#### 청구항 15

제12항에 있어서,

상기 제어기는 상기 공진회로가 그 공진 주파수 또는 그 근처의 주파수에서 동작하도록 하는 신호를 상기 전원 소스에 제공하는 것을 특징으로 하는, 전원 공급기.

#### 청구항 16

제15항에 있어서,

감지된 입력 DC 전류를 지정 입력 전류와 비교함으로써, 상기 제어기는 원하는 동작 레벨을 얻기 위해 상기 공진회로의 최대 동작 주파수를 조정하고 상기 회로의 상기 공진 주파수에 접근시키는 것을 특징으로 하는, 전원 공급기.

#### 청구항 17

제16항에 있어서,

감지된 공진 전류를 지정 공진 전류와 비교함으로써, 상기 제어기는 상기 공진회로의 상기 최대 동작 주파수에 대한 자기-조정중에 상기 오존 발생장치의 공진 전압을 제어하고 상기 회로의 상기 공진 주파수에 접근시키는 것을 특징으로 하는, 전원 공급기.

#### 청구항 18

오존 발생을 위한 전원을 공급하는 방법에 있어서,

전원 소스 및 공진회로를 포함하는 무변압기 발진기를 제공하는 단계와,

큐-팩터를 갖는 상기 공진회로를 상기 전원 소스와 오존 발생장치 사이에 직접 연결하는 단계 - 상기 공진회로는 공진 인덕터 및 공진 캐패시터를 가지며 상기 공진 캐패시터는 상기 오존 발생장치의 본래 캐패시턴스임 - 와,

상기 전원 소스로부터 상기 공진회로로 제1 AC 전압을 제공하는 단계와,

상기 공진회로로부터 상기 오존 발생장치로 제2 AC 전압을 제공하는 단계를 포함하며,

상기 제2 AC 전압은 상기 제1 AC 전압보다 크고 상기 오존 발생장치에 전원을 공급하기에 충분한 것을 특징으로

하는, 전원 공급 방법.

#### 청구항 19

제18항에 있어서,

상기 공진회로의 공진 주파수에 근접한 주파수를 갖는 상기 제1 AC 전압에 응답하여 상기 공진회로로부터 상기 오존 발생장치에 공진 전압을 제공하는 단계를 더 포함하는, 전원 공급 방법.

#### 청구항 20

제18항에 있어서,

상기 공진회로를 직접 연결하는 단계는, 상기 공진회로를 상기 오존 발생장치에 직접 병렬 연결하는 단계를 더 포함하는, 전원 공급 방법.

#### 청구항 21

삭제

#### 청구항 22

제20항에 있어서,

상기 큐-팩터는 10보다 크거나 같은, 전원 공급 방법.

#### 청구항 23

삭제

#### 청구항 24

삭제

#### 청구항 25

제18항에 있어서,

상기 전원 소스는 하프 브릿지 인버터(half bridge inverter)인 것을 특징으로 하는, 전원 공급 방법.

#### 청구항 26

제18항에 있어서,

상기 전원 소스는 풀 브릿지 인버터(full bridge inverter)인 것을 특징으로 하는, 전원 공급 방법.

#### 청구항 27

제18항에 있어서,

상기 전원 소스는 스위칭 전원 소스인 것을 특징으로 하는, 전원 공급 방법.

#### 청구항 28

제27항에 있어서,

상기 스위칭 요소들은 MOSFET, BJT, 또는 IGBT 인 것을 특징으로 하는, 전원 공급 방법.

#### 청구항 29

제18항에 있어서,

상기 전원 소스에 신호를 제공하는 단계와,

상기 신호에 응답하여, 원하는 전압 크기를 갖는 상기 제2 AC 전압을 발생시키도록, 상기 제1 AC 전압을 변조하

는 단계를 더 포함하는, 전원 공급 방법.

#### 청구항 30

제29항에 있어서,

상기 제1 AC 전압을 변조하는 단계는,

상기 제1 AC 전압의 펄스폭을 변조하는 단계를 포함하는, 전원 공급 방법.

#### 청구항 31

제29항에 있어서,

상기 제1 AC 전압을 변조하는 단계는,

상기 제1 AC 전압의 주파수를 변조하는 단계를 포함하는, 전원 공급 방법.

#### 청구항 32

제29항에 있어서,

상기 전원 소스에 제공된 상기 신호는 상기 공진회로가 그 공진 주파수에서 또는 그 근처의 주파수에서 동작하도록 하는, 전원 공급 방법.

#### 청구항 33

제32항에 있어서,

감지된 입력 DC 전류를 지정 입력 전류와 비교함으로써, 원하는 동작 레벨을 얻기 위해 상기 공진회로의 최대 동작 주파수를 조정하고 상기 회로의 상기 공진 주파수에 접근시키는 단계를 더 포함하는, 전원 공급 방법.

#### 청구항 34

제33항에 있어서,

상기 공진회로의 상기 최대 동작 주파수를 조정하는중에 상기 오존 발생장치의 공진 전압을 제어하는 단계와,

감지된 공진 전류를 지정 공진 전류와 비교함으로써 상기 회로의 상기 공진 주파수를 접근시키는 단계를 더 포함하는, 전원 공급 방법.

#### 청구항 35

오존 발생을 위한 전원을 공급하는 방법에 있어서,

전원 소스 및 공진회로를 각각 포함하는 다수의 무변압기 발진기를 제공하는 단계와,

각 전원 소스 및 오존 발생장치가 단지 하나의 공진회로와 연결되도록, 다수의 오존 발생장치 중 하나와 각각의 전원 소스 사이에 각 공진회로를 직접 연결하는 단계 - 각 공진 회로는 큐-팩터, 공진 인덕터 및 공진 캐패시터를 가지며, 상기 공진 캐패시터는 각각의 오존 발생장치의 본래 캐패시턴스임 - 와,

상기 다수의 전원 소스 각각으로부터 각각의 공진회로에 제1 AC 전압을 제공하는 단계와,

상기 각각의 공진회로로부터 각각의 오존 발생장치에 제2 AC 전압을 제공하는 단계를 포함하며,

상기 제2 AC 전압은 상기 제1 AC 전압보다 크고 상기 오존 발생장치에 전원을 공급하기에 충분한 것을 특징으로 하는, 전원 공급 방법.

#### 청구항 36

오존 발생을 위한 전원 공급기에 있어서,

전원 소스 및 공진회로를 각각 포함하는 다수의 무변압기 발진기 - 각 전원 소스 및 오존 발생장치가 단지 하나의 공진회로와 연결되도록, 상기 각 공진회로는 다수의 오존 발생장치 중 하나와 각각의 전원 소스 사이에 직접 연결되고, 각 공진 회로는 큐-팩터, 공진 인덕터 및 공진 캐패시터를 가지며, 상기 공진 캐패시터는 각각의 오

존 발생장치의 본래 캐패시턴스임 - 를 포함하고,

각 전원 소스는 각각의 공진회로에 제1 AC 전압을 제공하고, 상기 각각의 공진회로는 각각의 오존 발생장치에 제2 AC 전압을 제공하며, 상기 제2 AC 전압은 상기 제1 AC 전압보다 크고 상기 오존 발생장치에 전원을 공급하기에 충분한 것을 특징으로 하는, 전원 공급기.

### 청구항 37

오존 발생을 위한 전원을 공급하는 방법에 있어서,

전원 소스 및 공진회로를 포함하는 무변압기 발진기를 제공하기 위한 수단;

큐-팩터를 갖는 상기 공진회로를 상기 전원 소스와 오존 발생장치 사이에 직접 연결시키기 위한 수단 - 상기 공진회로는 공진 인덕터 및 공진 캐패시터를 가지며, 상기 공진 캐패시터는 상기 오존 발생장치의 본래 캐패시턴스임- ;

상기 전원 소스로부터 상기 공진회로로 제1 AC 전압을 제공하기 위한 수단과,

상기 공진회로로부터 상기 오존 발생장치로 제2 AC 전압을 제공하기 위한 수단을 포함하며, 상기 제2 AC 전압은 상기 제1 AC 전압보다 크고 상기 오존 발생장치에 전원을 공급하기에 충분한 것을 특징으로 하는, 전원 공급 방법.

### 청구항 38

삭제

### 청구항 39

삭제

## 명세서

### 기술분야

[0001] 오존은 높은 산화 레벨을 요하는 수많은 애플리케이션에서 유용하다. 예를 들어, 오존은 음료수의 살균에 유용하며 1900년대부터 물처리에 사용되어왔다. 최근에는 오존은 반도체 디바이스 프로세싱에 사용되고 있다. 반도체 디바이스 프로세싱에서 오존의 한가지 애플리케이션은 웨이퍼상에 절연막을 성장시킴으로써 또는박막을 산화시킴으로써 반도체 웨이퍼상에 절연층을 형성하는 것이다. 예를 들면, TEOS/오존 프로세스를 사용함으로써 고품질  $\text{SiO}_2$ 의 고증착을 화학 기상 증착이 얻어질 수 있다.

[0002] 반도체 디바이스 프로세싱에서 오존의 또 다른 애플리케이션은 반도체 웨이퍼와 반도체 프로세싱 장치의 프로세싱 챔버를 세정하는 것이다. 오존은 특히 반도체 웨이퍼의 표면으로부터 또는 프로세싱 챔버로부터 탄화수소를 제거하는데 유용하다. 값비싼 처리를 요하는 위험한 화학물질을 사용하지 않아도 되기 때문에 세정단계에서 오존을 사용하는 것이 이롭다. 오존은 잔류물 없이 산소로 붕괴하기 때문에 오존은 독성 폐기물 처리 문제점을 가지고 있지 않다.

### 배경기술

[0003] 오존은 소위 "무음 방전 원리(silent discharge principle)"에 따라 산소로부터 생성될 수 있다. 예를 들어, 오존은 고순도 산소를 전기 방전(electrical discharge) 또는 전기력선(electrical flux)에 노출시킴으로써 생성될 수 있다. 방전 또는 유속(flux)은 산소 분자를 여기시키고, 이들을 원자 상태로 쪼갬다. 그 다음 원자는 오존( $\text{O}_3$ )과 산소( $\text{O}_2$ )의 화합물로 재결합한다.

[0004] 일반적으로 오존( $\text{O}_3$ )은 오존 분자로의 산소 원자의 분해 및 재결합을 야기시키는 전기 방전에 따라 동작되는 오존 셀(cell)을 통해 산소를 통과시킴으로써 만들어진다. 오존 발생에 필요한 전기 방전 또는 전기력선은 오존 셀의 대향(opposing) 플레이트에 고전압 AC 전원을 인가함으로써 생산된다. 고전압 AC 전원은 변압기-기반 전원 발진기(transformer-based power oscillator)로부터 생산된다.

[0005] 변압기-기반 전원 공급기(발진기)는 일반적으로 고비용, 제한적인 신뢰성, 제한된 동작 범위와 같은 단점을 갖

는다. 예를 들어, 고비용은 다수의 권선(winding)을 갖는 고전압 변압기와 냉각 및 절연을 위한 특별한 포팅(potting) 필요성 때문이다. 제한적인 신뢰성은 자기-발진기의 토폴로지, 포팅 품질 의존에 따른 고전압 코로나(corona), 그리고 유일부품의 단일 소스 사용 때문이다. 조정된 출력 전압에 대한 제한된 동작범위는 자기-발진기 토폴로지 그리고 트랜지스터의 게이트 구동을 위한 변압기 피드백의 사용 때문이다.

### 발명의 상세한 설명

- [0006] 본발명은 무변압기(transformer-less) 고전압 전원 발진기를 포함하는 전원 공급기를 사용하여 오존 발생기에 전원을 공급하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다. 본발명의 실시예들은 비용을 절감할 수 있고, 신뢰성 및 오존 발생기의 동작 범위를 증가시킨다.
- [0007] 일실시예는 전원 소스와 전원 소스에 연결된 공진회로를 갖는 전원 공급기를 포함하며, 파워 소스는 공진회로에 제1 AC 전압을 제공하고, 공진회로는 오존 발생장치에 의해 사용되는 제2 AC 전압을 제공하고, 제2 AC 전압은 제1 AC 전압보다 크다. 공진회로는 공진회로의 공진주파수에 근접한 주파수를 갖는 제1 AC 전압에 대응하여 오존 발생장치에 공진 전압을 인가할 수 있다.
- [0008] 일실시예에서, 공진회로는 공진 캐패시터와 직렬로 연결된 공진 인덕터를 포함하는 직렬 공진회로가 될 수 있다. 공진 캐패시터는 개별적인 캐패시터, 오존 발생장치의 본래 캐패시턴스, 또는 개별적인 캐패시터와 오존 발생장치의 본래 캐패시턴스의 조합일 수 있다. 공진회로는 10보다 크거나 같은 큐-팩터(q-factor)를 갖는다. 다른 실시예에서, 공진회로는 공진 캐패시터와 병렬로 연결된 공진 인덕터를 포함하는 병렬 공진회로일 수 있다. 공진 캐패시터는 개별적인 캐패시터, 오존 발생장치의 본래 캐패시턴스, 또는 개별적인 캐패시터와 오존 발생장치의 본래 캐패시턴스의 조합일 수 있다.
- [0009] 전원 소스는 하프-브릿지 인버터(half-bridge inverter), 풀-브릿지 인버터(full-bridge inverter), 및/또는 스위칭 전원 소스일 수 있다. 스위칭 요소는 MOSFET, BJT, IGBT, 및/또는 임의의 다른 스위칭 요소일 수 있다.
- [0010] 전원 공급기는 원하는 전압 크기(magnitude)를 갖는 제2 AC 전압을 얻기위해 전원 소스가 제1 AC 전압을 변조하도록 야기시키는 신호를 전원 소스에 제공하는 제어기를 더 포함할 수 있다. 제1 AC 전압은 펄스폭 변조(pulse width modulation) 및/또는 주파수 변조(frequency modulation)를 이용하여 변조될 수 있다. 제어기는 공진회로가 그 최대 동작 공진 주파수에서 동작하도록 전원 소스에 신호들을 제공할 수 있다. 제어기는 감지된 입력 DC 전류를 지정 입력 전류와 비교함으로써 공진회로의 최대 동작 주파수를 조정(tune)할 수 있다. 제어기는 감지된 공진 전류를 지정 공진 전류와 비교함으로써 공진회로의 최대 동작 주파수를 자기-조정(self-tuning)하는 도중에 오존 발생장치의 공진 전압을 제어할 수 있다.
- [0011] 본발명의 실시예들은 또한 오존 발생을 위한 전원 공급기를 포함한다. 본발명의 다른 실시예들은 임의의 반응성 가스의 생성을 위해 전원을 공급하는데 적용될 수 있다.
- [0012] 본발명의 실시예들의 이점은 변압기를 제거함으로써 비용 절감, 신뢰성 및 동작 범위의 증가를 포함한다.
- [0013] 변압기 대신에 높은 Q 공진회로(오존 발생기에 대해  $Q \geq 10$ )를 사용하는 것은 회로 공진 주파수 피크가 좁다는 것을 내포한다. 중앙 주파수는 공진 피크 폭보다 넓은 허용오차를 갖는 회로 요소들에 따라 다르기 때문에 이러한 회로를 제어하는 것은 문제점이 될 수 있다. 높은 Q 공진회로를 제어하기 위한 회로는 오존 발생기에서 그리고 다른 애플리케이션에서 공진 전원 공급을 하는데 전문한 이점들을 실현하도록 한다.

### 실시예

- [0023] 도 1은 전형적인 오존 발생기(100)를 나타내는 도면이다. 오존 발생기(100)는 본명세서에서는 오존 셀(110a...110n)로 언급되는 오존 발생장치들의 बैं크(bank)를 포함한다. 오존( $O_3$ ) 및 산소( $O_2$ )의 화합물로의 전환을 위해 산소( $O_2$ )는 산소 입구(120)를 통해 각각의 오존 셀(110)로 공급된다. 그 결과물인 오존 화합물은 오존 출구(130)를 통해 오존 발생기(100)의 외부로 흐른다.
- [0024] 오존 셀(110)의 구성요소들은 일반적으로 대향 전극 플레이트(opposing electrode plate)(미도시)와 유전체 장벽(dielectric barrier)(미도시)을 포함한다. 유전체 장벽은 전극 플레이트중 하나에 대해 배치되며, 유전체 장벽과 대향 전극 플레이트 사이의 채널을 형성한다. 채널을 통과하는 산소( $O_2$ )는 오존 분자로의 산소 원자의 분리 및 재결합을 야기시키는 전기 방전에 따라 처리된다. 전기 방전 또는 유속을 야기시키기 위해, 고전압 AC 전원이 각각의 오존 셀(110)의 대향 전극 플레이트에 인가된다.



- [0025] 고전압 AC 전원은 각각의 오존 셀(110)에 전원을 공급하는 각각의 발전기(140)를 갖는 전원 발전기들(140a...140n)의 뱅크에 의해 공급된다. 전원 발전기(140)는 단상 또는 삼상 AC 선간전압(152)을 조정된 DC 전압(Vdc)으로 변환할 수 있는 공통의 DC 전원 공급기(150)에 연결된다. 차례로, 각각의 발전기(140)는 조정된 DC 전압(Vdc)을 대응하는 오존 셀(110)로 공급되는 고전압 AC 전원으로 변환하고, 오존 발생에 필요한 전기 방전 또는 유속을 발생시킨다. 오존 셀(110)의 대표적인 실시예는 미국 등록특허 5,932,180 에서 찾을 수 있으며, 본 명세서에 그 전부가 참조로서 포함된다.
- [0026] 일반적으로, 전원 발전기(140)는 고전압 AC 전원을 발생시키기 위해 변압기를 사용하여 구현된다. 도 2는 종래 기술에 따른 오존 발생기에서 사용되는 변압기-기반 전원 공급기를 나타내는 도면이다. 도시된 전원 공급기(200)는 DC 전원 공급기(210)와 2개의 추가적인 단으로 구성된다: (1) 출력 전원을 조정하기 위한 벅 컨버터(buck converter)(220) 그리고 (2) 오존 셀(110)에 대해 고전압 AC 전원을 발생시키기 위한 변압기(232)를 포함하는 자기 발진 푸쉬-풀 컨버터(self oscillating push-pull converter)(230).
- [0027] 도 3은 일실시예에 따른 단일 오존 셀(110)에서 오존 발생을 위한 무변압기 전원 발전기(310)를 갖는 전원 공급기(300)를 나타내는 도면이다. 전원 발전기(310)는 공진회로(330)에 연결된 전원 소스(320)를 포함한다. 차례로, 공진회로(330)는 오존 셀(110)에 연결된다. 전원 소스(320)는 스위칭 전원 소스가 될 수 있다.
- [0028] 동작에서, 전원 소스(320)는 DC 전압 소스(210)로부터 조정된 DC 전압(Vdc)을 공진회로(330)에 공급되는 제1 AC 전압으로 변환한다. 바람직하게는, 전원 소스(320)로부터의 제1 AC 전압은 공진회로(330)의 공진 주파수와 거의 근접하는 주파수를 갖는다. 공진회로(330)는 오존 셀(110)내에서 전기 방전 또는 유속을 야기시키는 제2 AC 전압을 오존 셀(110)에 인가한다. 따라서, 전원 소스(320)에 공진회로(330)를 결합시킴으로써, 전원 공급기(300)는 변압기를 사용하지 않고 오존 셀(110)내에서 오존 발생을 위해 필요한 고전압 AC 전원을 제공할 수 있다.
- [0029] 도 3을 참조하여, 공진회로(330)가 오존 셀(110)에 원하는 크기를 갖는 제2 AC 공진 전압을 제공하도록, 제어기(340)는 전원 소스(320)가 제1 AC 전압의 주파수 및/또는 듀티 사이클(duty cycle)을 변조하도록 하는 제어 신호를 전원 소스(320)에 제공한다. 일실시예에서 제2 공진 AC 전압은 30KHz에서 4.5 kVpk 일 수 있다.
- [0030] 동작에서, 제어기(340)는 전원 소스(320)에서 감지된 입력 전류와 기준 전류 REF를 비교하고, 원하는 크기를 얻도록 전원 소스(320)의 동작 주파수 또는 듀티 사이클을 조정하도록 하는 제어 신호(게이트 제어 신호)를 전원 소스(320)에 전송한다. 제1 AC 전압은 펄스폭 변조 및/또는 주파수 변조를 이용하여 제어기(340)에 의해 변조될 수 있다. 일실시예에서, 제어기(340)는 원하는 공진 전압을 결정하고 제어하기 위해 전압, 전류 또는 이들의 조합을 감지하도록 구성될 수 있다.
- [0031] 도 4는 특정 실시예에 따라 단일 오존 셀(110)에서 오존 발생을 위한 무변압기 전원 발전기(404)를 갖는 전원 공급기(400)를 나타내는 도면이다. 도시된 실시예에서, 공진회로(420)는 공진 캐패시터(424)와 직렬로 연결된 공진 인덕터(422)를 포함하는 직렬 공진회로이다. 오존 셀(110)은 공진 캐패시터(424)와 병렬로 연결된다. 공진 캐패시터(424)는 개별적인 캐패시터, 오존 발생장치의 본래 캐패시턴스, 또는 개별적인 캐패시터와 오존 발생장치의 본래 캐패시턴스의 조합일 수 있다. 도시된 실시예에서, 전원 소스(410)는 직렬로 연결된 2개의 스위칭 요소(412a, 412b)를 포함하는 하프 브릿지 인버터이다. 스위칭 요소(412a, 412b)는 MOSFET, BJT, IGBT 및/또는 공지된 임의의 스위칭 요소일 수 있다. 스위칭 요소(412a, 412b) 사이의 전기적 연결부는 공진회로(420)에 연결된다. 전원 소스(410)는 도 8A 및 8B에 도시된바와 같이 풀 브릿지 인버터일 수 있다.
- [0032] 동작에서, DC 전원 공급기(210)는 조정된 DC 전압(Vdc)을 전원 소스/ 하프 브릿지 인버터(410)에 공급한다. 직렬 공진회로(420)의 공진 주파수와 거의 근접하는 주파수를 갖는 제1 AC 전압을 공급하는 하프 브릿지 인버터(410)를 스위치(412a, 412b)가 턴온 그리고 턴오프시키도록 하는, 제어기(340)로부터의 제어 신호가 게이트 구동 회로(도 5A 및 5B 의 540)에 제공된다. 특히, 공진회로(420)에 인가된 제1 AC 전압은 제어된 듀티 사이클을 갖는 스퀘어 웨이브 펄스(square wave pulse)일 수 있다. 제어 신호는 또한 오존 셀(110)에 인가되는 제2 공진 AC 전압의 크기를 변경하도록 하프 브릿지 인버터(410)의 듀티 사이클을 변화시킬 수 있다. 하프 브릿지 인버터(410)로부터 제1 AC 전압을 수신한 것에 응하여, 직렬 공진회로(420)는 오존 셀(110)에 공진 AC 전압을 제공하고 이것에 의해 산소(O<sub>2</sub>)의 오존(O<sub>3</sub>)으로의 전환을 초래하는 전기 방전 또는 유속이 셀내에 제공된다. 특히, 공진회로(420)는 제어된 듀티 사이클을 갖는 인가된 스퀘어 웨이브 펄스를 제어된 크기의 고전압 사인 웨이브(high voltage sine wave)로 변환시킨다. 일실시예에 따라, 제2 공진 AC 전압의 주파수 및 크기는 30KHz에서 약 4.5kVpk이다.
- [0033] 오존(O<sub>3</sub>)과 산소(O<sub>2</sub>)의 비율은 오존 셀(110)에 공급되는 전원의 양에 따라 다르다. 오존 셀(110)에 인가되는 전

원은 오존 셀(110)에 인가되는 전압에 비례하여 증가하며 그리고 전술한 기준 신호 REF에 따라 제어기(340)에 의해 조정된다. 따라서, 하프 브릿지 인버터(410)의 동작 주파수 또는 듀티 사이클을 변화시킴으로써, 제어기(340)는 오존 농도를 변경할 수 있다. 또한, 인덕턴스 및 캐패시턴스에서의 작은 변화로도 공진 주파수가 변화될 수 있다. 따라서, 공진회로(420)는 변압기에 대한 필요성을 제거하기 위해 높은 Q 팩터(10보다 크거나 같은)를 가져야만 한다. 따라서, 제어기(340)는 공진 구성요소 변화에 독립적이어야 한다.

[0034] 도 5A 및 5B는 제어기(500)의 실시예를 상세히 나타내는 도면이다. 제어기(500)의 주요 구성요소는 펄스폭 변조된 집적회로(PWM IC)(510), 제1 연산/보정 증폭기(operational/error amplifier)(520), 제2 연산/보정 증폭기(530), 게이트 구동 회로(540), 제1 저항(550) 그리고 제2 저항(560)을 포함한다.

[0035] 도 5A는 주파수 변조된 제어기(500')의 일실시예를 나타낸다. 동작에서, 연산 증폭기/ 보정 증폭기(520)는 감지된 DC 입력 전류(522)를 지정 DC 전류(524)와 비교한다. 저항(550, 560)은 PWM IC(510)의 주파수를 제어한다. 보정 증폭기(520)의 출력은 저항(550)을 통해 흐르는 전류를 업 또는 다운하는 것에 의해 제어하고 따라서 제어기(510)의 주파수를 제어한다. 제어기(500')는 보정 증폭기(520)에 의해 생성된 초기 주파수가 공진회로(도 4의 420)의 최대 동작 주파수인지를 확인하는 자동 조정 회로를 포함한다.

[0036] 조정 회로는 저항(526), 캐패시터(528), 그리고 보정 증폭기(520)의 감지된 입력에서의 작은 오프셋 전압을 포함한다. 동작에서, 조정 회로가 커지면, 지정 DC 전류(524)는 저항(526) 및 캐피시터(528)에 의해 생성되는 지연(delay)을 통해 제로에서부터 그것의 지정점까지 천천히 증가한다. 그 때, 보정 증폭기(520)에서의 오프셋 전압은 보정 증폭기에 의해 생성된 주파수가 회로의 최대 동작 주파수인지를 확인한다. 최대 공진 주파수는 공진 회로 요소들 및 스위칭 디바이스의 캐패시터의 최대 허용오차를 고려하여 결정된다.

[0037] 도 6은 지정 전원과 공진 주파수 사이의 관계를 나타내는 그래프이다. 도시된 바와 같이, 지정 전원이 증가함에 따라, 펄스폭 변조 주파수는 그 최대값으로부터 최대 전원쪽으로 감소하기 시작한다. 즉, 펄스폭 변조 주파수는 최대 전원을 달성하기 위해 공진 커브를 따른다.

[0038] 최대 전원에 대한 주파수의 자동-조정중에 오존 셀(110) 전압은 매우 높은 전압을 일으킬 수 있기 때문에 오존 셀(110) 전압을 제어하는 것이 중요하다. 따라서, 제어기(500')는 제2 연산 증폭기/보정 증폭기(530)를 포함한다. 보정 증폭기(530)는 감지된 공진 전류(532)를 지정 공진 전류(534)에 비교함으로써 오존 셀(110)의 공진 전압을 제어한다.

[0039] 공진 전류는 또한 펄스폭 변조를 이용하여 제어될 수 있다. 도 5B는 펄스폭 변조 제어기(500'')의 일실시예를 나타내고 있다. 펄스폭 변조 제어기(500'')의 동작은 전술한 주파수 변조된 제어기(500')에 대한 동작과 유사하다.

[0040] 도 7은 일실시예에 따른 다수의 오존 셀(110a...110n)의 오존 발생을 위해 다수의 무변압기 전원 발진기(404a...404n)를 갖는 전원 공급기(600)를 나타내는 도면이다. 도시된 실시예에서, 조정된 DC 전압(Vdc)(예를 들면, 약 400V)이 풀 브릿지 고주파수 컨버터(610)에 의해 제공된다. 고주파수 컨버터(610)는 정류기 단(stage), 풀 브릿지 스위칭 단(614), 변압기 단(616), 그리고 필터 단(618)을 포함한다. 당업자에게 공지된 다른 회로들이 조정된 DC 전압을 제공하기 위해 구현될 수 있다. 고전압 AC 전원을 제공하기 위해 전원 발진기(404a...404n)는 대응하는 각각의 오존 셀(110a...110n)에 연결된다. 각각의 발진기(404)는 공진회로(420)에 연결된 전원 소스(410)를 포함한다. 도시된 실시예에서, 전원 소스(410)는 MOSFET 스위칭 디바이스(412a, 412b)를 이용하여 구현된 하프 브릿지 인버터이다. 당업자에게 공지된 다른 스위칭 디바이스 역시 사용될 수 있다. 또한, 하프 브릿지 발진기, 풀 브릿지 발진기의 조합된 구현, 그리고 또 다른 공지된 디바이스들이 사용될 수 있다. 도시된 실시예의 동작은 도 1 및 4를 통해 설명된 동작과 유사하다.

[0041] 도 8A 및 8B는 또 다른 특정 실시예에 따른 단일 오존 셀(110)에서 오존 발생을 위한 무변압기 전원 발진기를 갖는 전원 공급기(700)를 나타내는 도면이다. 두가지 실시예에서, 전원 소스(710)는 4개의 스위칭 요소(712a, 712b, 712c, 712d)를 갖는 풀 브릿지 컨버터로 구현된다.

[0042] 도 8A에 도시된 바와 같이, 전압 공급기(210)는 조정된 DC 전압(Vdc)을 풀 브릿지 컨버터(710)에 공급한다. 풀 브릿지 컨버터(710)는 공진 캐패시터(724)와 직렬로 연결된 공진 인덕터(722)를 갖는 직렬 공진회로(720)에 연결된다. 차례로, 공진회로(720)는 오존 셀(110)에 연결된다.

[0043] 도 8B에 도시된 바와 같이, 전류 공급기(730)는 조정된 DC 전류(Idc)를 풀 브릿지 컨버터(710)에 공급한다. 풀 브릿지 컨버터(710)는 공진 캐패시터(744)와 병렬로 연결된 공진 인덕터(742)를 갖는 병렬 공진회로(740)에 연

결된다. 차례로, 공진회로(740)는 오존 셀(110)에 연결된다.

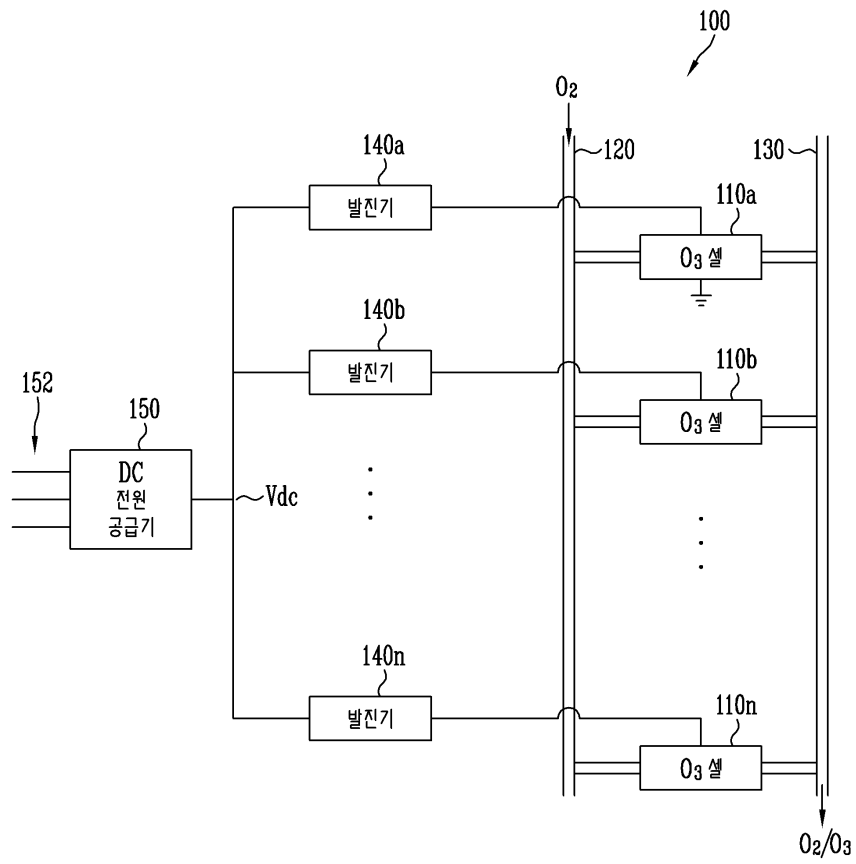
- [0044] 어느 실시예에서나, 공진 캐패시터는 개별적인 캐패시터일 수 있으며 또는 오존 셀(110)의 본래 캐패시턴스일 수 있으며 또는 개별적 캐패시터와 셀의 본래 캐패시턴스의 조합일 수 있다.
- [0045] 본 발명은 바람직한 실시예들을 참조하여 설명되었지만, 당업자라면 첨부된 특허청구범위에 포함되는 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 다양한 변경 및 변화가 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

### 도면의 간단한 설명

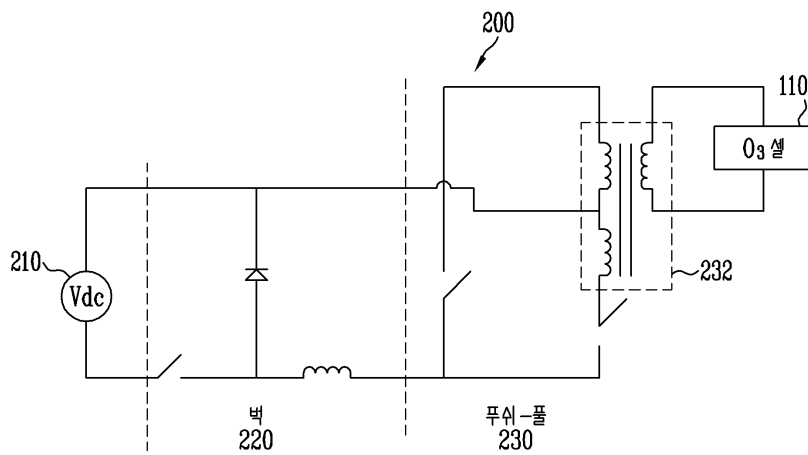
- [0014] 도 1은 전형적인 오존 발생기를 나타내는 도면이다.
- [0015] 도 2는 종래기술에 따른 오존 발생기에서 사용되는 변압기-기반 전원 발진기를 갖는 전원 공급기를 나타내는 도면이다.
- [0016] 도 3은 일실시예에 따른 단일 오존 셀에서 오존 발생을 위한 변압기-기반 전원 발진기를 갖는 전원 공급기를 나타내는 도면이다.
- [0017] 도 4는 특정 실시예에 따른 단일 오존 셀에서 오존 발생을 위한 변압기-기반 전원 발진기를 갖는 전원 공급기를 나타내는 도면이다.
- [0018] 도 5A는 주파수 변조 제어기의 일실시예를 상세히 나타내는 도면이다.
- [0019] 도 5B는 펄스폭 변조 제어기의 일실시예를 상세히 나타내는 도면이다.
- [0020] 도 6은 지정 전원 및 공진 주파수 사이의 관계를 나타내는 그래프이다.
- [0021] 도 7은 일실시예에 따른 다수의 오존 셀에 오존 발생을 위한 다수의 무변압기 전원 발진기를 갖는 전원 공급기를 나타내는 도면이다.
- [0022] 도 8A 및 8B는 다른 특정 실시예에 따른 단일 오존 셀에서 오존 발생을 위한 무변압기 전원 발진기를 갖는 전원 공급기를 나타내는 도면이다.

도면

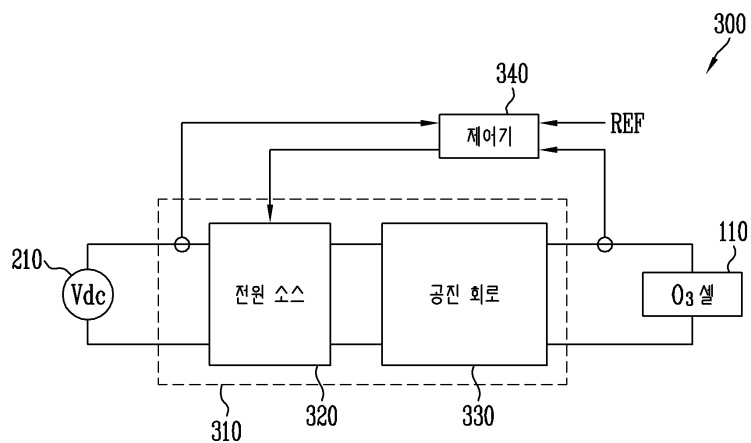
도면1



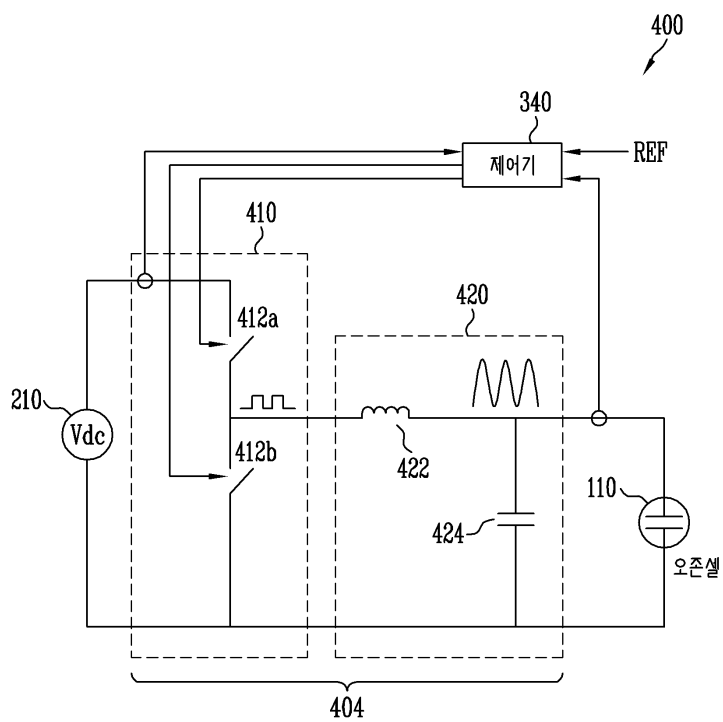
도면2



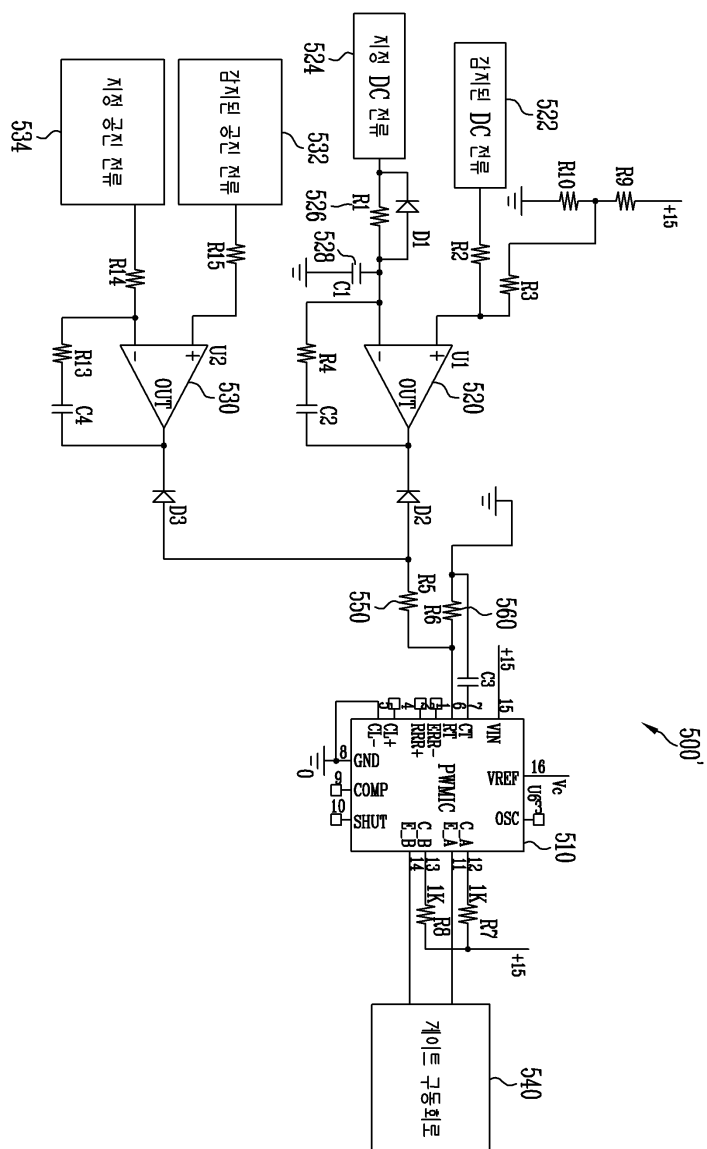
도면3



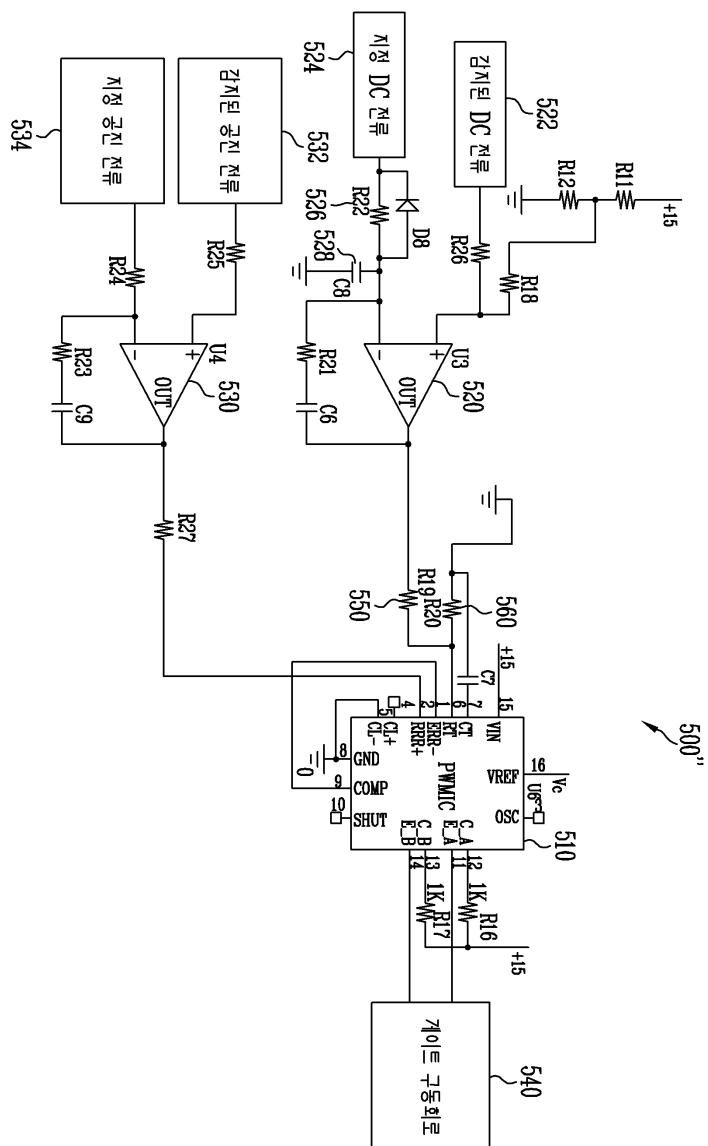
도면4



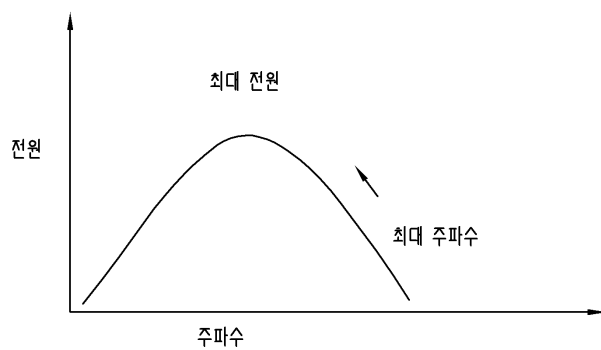
도면5A



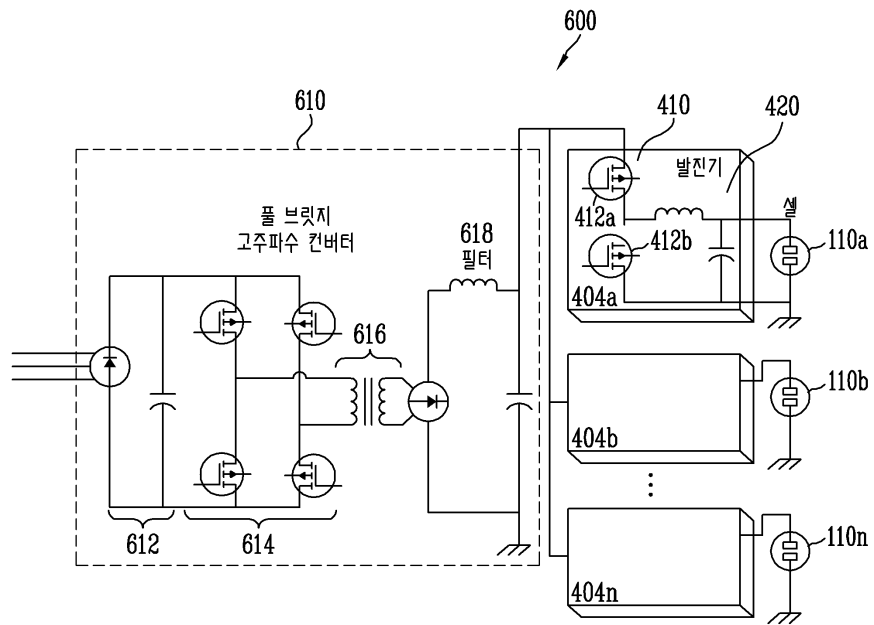
도면5B



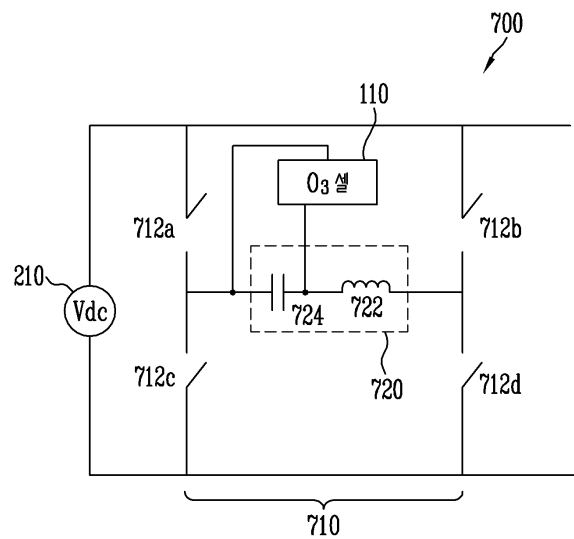
도면6



도면7



도면8A





도면8B

