

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(21) 출원번호	10-2000-7000258	(65) 공개번호	10-2001-0021699
(22) 출원일자	2000년01월10일	(43) 공개일자	2001년03월15일
번역문 제출일자	2000년01월10일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1998/014125	(87) 국제공개번호	WO 1999/03308
국제출원일자	1998년07월08일	국제공개일자	1999년01월21일

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

(30) 우선권주장 60/052,029 1997년07월09일 미국(US)

(73) 특허권자 어드밴스드 에너지 인더스트리즈 인코포레이티드  
미국 콜로라도 80525 포트 콜린즈 샤프 포인트 드라이브 1625

(72) 발명자 스카츠더글라스에스.  
미국콜로라도80524포트콜린즈로클랜드코트1009

도렌베이커존엠.  
미국콜로라도80526포트콜린즈에핑햄1806

## (74) 대리인 백덕열

심사관 : 박재일

#### (54) 주파수 선택형 가변출력 인덕터 히터 시스템 및 방법

요약

코일(1)의 복수의 영역(7,8,9)을 이용하는 유도가열 시스템은, 특히 반도체 및 다른 박막 처리 응용에 대해 균일성을 향상시키기 위해 선택적 가열제어를 제공한다. 다른 공진 주파수를 갖도록 영역(7,8,9)을 배치함에 의해, 전원(20)은, 그의 주파수출력을 변경함으로써 다양한 영역(7,8,9)을 제어할 수 있다. 또한, 주파수제어와 함께 영역들 사이의 스위칭, 다양한 주파수를 통한 스위프, 다른 주파수에 걸쳐 전력을 동시에 제공, 각 주파수에서 거주 시간을 변경, 또는 각 주파수에 대해 다른 전력을 출력하는 등에 의해 차동 가열을 제어하도록 전원(20)이 작용할 수 있다. 따라서, 각 영역은 원하는 유도가열 특성을 얻도록 적절하게 동조된다.

대표도

## 명세서

### 기술분야

본 발명은 고주파 에너지를 이용하여 물체(objects) 내의 전류를 유도하여 물체를 직접적으로 또는 간접적으로 가열하는 시스템("유도가열시스템")에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 화학기상증착에 의해 가열된 반도체 웨이퍼상에 층들이 형성되는 반도체처리장치용 가열 시스템에 관한 것이다.

### 배경기술

반도체 웨이퍼상에 에피택셜 실리콘이나 폴리실리콘 등의 층을 형성하기 위한 장치는 주지되어 있다. 반도체 웨이퍼상에 재료층을 형성할 때의 문제들 중 하나는 반도체 웨이퍼의 온도를 증착 공정, 즉, 가열(heat-up), 처리 및 냉각(cool-down) 공정 동안에 웨이퍼 전체에 걸쳐 균일하게 유지하는 것이다. 웨이퍼상의 재료층의 증착속도는 웨이퍼의 온도에 의존하므로, 웨이퍼의 중앙과 에지 사이의 온도 변화는 웨이퍼상에 바람직하지 않게도 불균일한 두께를 갖는 층의 증착을 유발하게 된다. 그리고 가열, 처리 및 냉각 공정동안의 불균일한 온도는 웨이퍼에 스트레스를 야기시켜서 바람직하지 않은 슬립(slip)이 생길 수 있다. 따라서, 실리콘 웨이퍼상에 재료층을 증착하는 동안 웨이퍼 표면에서의 온도 변화를 최소화하는 것이 중요하다.

웨이퍼 전체에 걸쳐 균일한 온도를 달성하도록 개발된 몇몇 종래 시스템들은 웨이퍼의 모든 부분에 걸쳐서 균일한 방식으로 열을 가하는 것을 개시하고 있다. 그러나, 열 손실은 통상 중앙보다는 웨이퍼의 에지에서 통상 더 크기 때문에, 이러한 종래의 시스템들에 의해서는 웨이퍼의 중앙과 바깥쪽 부분 사이에 현저한 온도차가 생길 수 있고, 따라서 웨이퍼 표면 전체에 걸쳐 온도 구배(gradient)를 최소화하는 데에는 크게 효과적이지 못하였다.

몇몇 최근의 가열 구조는 복수의 독립적인 제어영역(controlled zones)내에 배열된 가열 램프(lamp)를 구비한 램프 어셈블리를 이용하여 서로 다른 가열량이 웨이퍼의 외측 및 중앙 부분에 인가되도록 한다. 이러한 방식으로, 웨이퍼의 여러 부분에 다른 양의 열을 인가하여 웨이퍼 전체에 걸쳐서 보다 균일한 온도를 달성함으로써 웨이퍼 상의 열손실 변화가 보상될 수 있다. 이러한 기술에 의해 웨이퍼 전체에 걸쳐서 10°C 미만의 온도차를 유지할 수 있다.

이러한 멀티플 영역 가열 어셈블리에서 이용되는 가열 램프는 몇가지 단점을 가질 수 있다. 통상 텅스텐 할로겐 타입인 이 램프들 각각은, 유한한 수명을 가지며 따라서 주기적으로 교체되어야만 한다. 이러한 램프의 교체는 에이징으로 인한 램프의 주기적 조정과 함께 제조 비용을 증가시킬 뿐만 아니라 화학 기상 증착(CVD) 시스템의 처리량을 감소시킨다.

게다가, 방사상으로 가열되는 CVD 시스템에서 이러한 가열 램프를 사용하게 되면 바람직하지 않게도 반응체임버의 석영(quartz) 벽을 주기적으로 세정하여 체임버 벽으로부터 증착된 재료를 제거하여야 한다. 램프 가열형 CVD 반응 체임버내의 벽이 가열되므로 웨이퍼 위 뿐만 아니라 체임버 벽에도 재료 층이 증착된다. 이 체임버 벽상에 결과적으로 형성된 막은 가열 램프로부터 방출되는 방사 에너지의 일부를 흡수하여 체임버 벽의 온도를 부분적으로 상승시킨다. 그 결과, 재료층은 끊임없이 증가하는 속도로 체임버 벽상에 증착되어, "눈덩이(snowball)" 효과를 형성한다. 따라서, 램프가열형 CVD 체임버의 경우 그 벽이 매우 청결하게 유지되어야 하는 것이 중요하다. 이로 인해 벽이 자주, 몇몇 경우에는 작동후에 매번 에 칭되어야 한다. 벽의 세정은 통상 에피택셜 층의 증착후에 2 내지 4 분 정도 소요되고 이 세정시간은 폴리실리콘층을 증착하는 후에는 더욱 길어진다. 미온의 벽(warm wall)을 갖는 CVD 시스템에서 전체 사이클은 5 내지 10 분사이에 있을 수 있으므로, 벽의 세정이 총 사이클 시간중 상당부분을 차지하며, 따라서, CVD 시스템의 처리량을 현저히 감소시킬 수 있다.

### 발명의 상세한 설명

따라서, 상술한 단점이 없이 반도체 웨이퍼를 균일하고 정확하게 가열하는 화학기상증착 시스템용 가열 시스템을 제공하는 것이 바람직하다.

따라서, 본 발명의 목적은 유도 가열 시스템에 의해 가열된 물체의 복수의 영역(zones) 각각에 전달된 전력의 제어가 가능한 것이다.

또한, 본 발명의 목적은 유도 가열 시스템에 의해 가열된 물체의 온도 프로파일에 대해 세밀하고 정확한 제어를 가능하도록 하는 것이다.

또한, 본 발명의 목적은 유도 가열 시스템에 의해 가열된 물체에서 빠른 온도 변화를 가능하게 하는 동시에, 정확한 비율로 상기 물체의 복수의 영역에 온도를 유지하도록 하는 것이다.

또한, 본 발명의 목적은 물체가 가열된 상태로부터 냉각됨에 따라 정확한 비율로 상기 물체의 복수의 영역의 온도를 유지하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 유도 가열 시스템내에서 물체의 급속한 냉각을 가능하게 하면서 동시에 서로 정확한 비율로 상기 물체의 복수의 영역의 온도를 유지하는 것이다.

또한, 본 발명의 목적은 다중영역(multi-zone) 유도 가열 시스템에서 고전류 스위치에 대한 필요성을 제거하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 다중영역 유도 가열 시스템에서 단일전원의 사용을 가능하게 하는 것이다.

또한, 본 발명의 목적은 다중영역 유도 가열 시스템의 영역 간에 상호동작을 제거하거나 크게 감소시키는 것이다.

또한, 본 발명의 목적은 다중영역 유도 가열 시스템에서 고전원 이용을 얻는 것이다.

따라서, 본 발명의 한 실시예는 물체에 가열을 제공하는 시스템에 관한 것으로, 가열될 물체내 또는 가열될 물체의 근방에 위치한 서셉터(susceptor)내에서 순환 전류를 유도하는 근방의 유도 코일의 부분으로 전달되는 전력의 정확한 제어를 통하여 상기 가열되는 물체의 복수의 영역에 축적된 에너지의 정확한 제어가 가능하다.

한 실시예는 유도 코일의 부분("탭" 된 유도 코일)으로의 분할을 이용하고 각 부분에 대해 공진 커패시터를 선택함으로써, 공진 주파수가 각 부분마다 다르도록 하여 이러한 목적을 달성한다. 주파수에 응하는 전원이 코일에 접속되어 전원의 출력 주파수가 제1 부분에 대한 공진 주파수로부터 제2 부분의 공진 주파수로, 제3 부분의 공진 주파수로 등 전력이 모든(또는 모든 소망하는) 부분으로 적용될 때까지 계속 스위칭된다.

### 도면의 간단한 설명

도 1은 공진 회로에서의 순환 전류를 도시한 도면.

도 2는 탭형(tapped) 코일로 스위칭된 전력을 포함하는 시스템을 도시한 도면.

도 3은 탭형 코일로 스위칭된 전력을 포함하는 시스템에 대한 다른 구성을 도시한 도면.

도 4는 주파수 응답 전력 시스템(frequency agile power system)을 도시한 도면.

도 5는 스위치를 갖는 멀티플 탭 코일 구성을 구비한 시스템을 도시한 도면.

### 실시예

일반적으로, 유도 가열 시스템은 전원, 유도 코일, 가열될 물체, 및 필요한 경우 코일의 자계로부터 에너지를 흡수하여 이 에너지를 가열될 물체에 재전달하는 "서셉터"를 포함한다. 시스템은 가열될 물체 또는 (존재하는 경우) 서셉터내를 순환하는 전류의 유도 원리에 기초하여 동작한다. 일반적으로, 가열될 물체가 적절한 전도성을 가지고 있지 않거나(따라서, 유도된 가열 전류를 서포트할 수 없는 경우) 또는 그러한 전류에 의해 손상될 수 있는 경우에 서셉터가 사용된다. 커다란 물체에서의 실질적인 가열 또는 작은 물체의 급속한 가열을 얻기 위해서는 큰 전류가 요구된다. 큰 전류를 갖는 코일은 그 근방에 큰 자계를 생성하고 이 자계 내에 에너지가 저장된다. 이 자계의 대부분은 서셉터 내 또는 가열될 물체 내에 유도된 전류에 의해 상쇄될 수 있지만, 저장하는데 충분한 정도의 상당한 에너지가 남아 있게 된다. 이러한 에너지는 전기적으로 인덕턴스로서 나타내는데, 인덕터내에 큰 전류를 생성하기 위해서 고전압을 요구한다. 고전압과 대전류의 존재는, 전류가 그 각 사이클마다 감쇠할 때 시스템 내의 어디인가에 자계에 의해 발현되는 에너지가 저장되지 않는다면 전원으로부터 상당한 전력을 요구한다. 전기 용량(capacitance)이 코일과 직렬 또는 병렬로 배치되고, 또한 교류전류의 주파수가 적절히 선택되는 경우, 에너지가 용량내에 저장될 수 있어서 커패시터가 없는 경우에 요구되는 것 보다 훨씬 작게 전원을 제작할 수 있다. 따라서, 유도 가열 시스템은 코일이 커패시터와 "공진"되도록 배치되는 것이 전형적이다. 즉, 커패시터는 전기 회로가 전원의 동작 주파수에서 공진하도록 하는 값을 가지며 직렬 또는 병렬로 배치된다. 그러한 배열이 도 1에서 도시되어

있다. 여기서 코일(1)은 이 코일과 병렬로 접속된 커패시터(2)를 갖는다. 저항(3)은 가열된 물체 또는 서셉터 및 코일과 커패시터에서의 에너지 손실로부터 기인하는 등가 저항을 나타낸다. 에너지는 코일 및 커패시터에 교대로 저장되는데, 이 에너지는 코일과 커패시터 사이에서 전원의 교류출력의 매 사이클마다 두번씩 교환된다. 이 시스템에 의해 전원은 공진 회로의 손실만을 공급할 수 있는데, 공진 회로의 손실은 원리적으로는 가열된 물체(존재한다면, 서셉터) 및 코일 자체에서 손실되는 에너지이며, 코일은 그 코일을 통해 흐르는 전류에 의해 가열된다. "양호도(quality factor)"를 나타내는 "Q"는

$$Q = \frac{\omega L}{R}$$

이며, 이 때 L은 코일(1)의 인덕턴스, R은 등가 저항(3), 그리고  $\omega$ 는 각주파수(단위는 Hz로서 주파수의 2pi 배)로서, 공진 조건이 성립하는 경우에, 커패시터(2)의 용량 C를 다음의 공식에 따라서 선택함으로써, 전류(4)는 전류(5)보다 Q배 높게 된다.

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

통상 Q는 유도 가열 시스템의 경우 대략 10이고, 그래서 전원은 순환 전류의 1/10만을 공급할 필요가 있다. 반대로 보면, 이러한 방법에 의해 전원의 10배의 코일 전류를 쉽게 얻을 수 있다. 이러한 "공진" 시스템은 주지되어 있으며 반도체 처리 시스템을 포함하는 유도 가열 응용분야에서 수년동안 성공적으로 사용되어 오고 있다.

현 상황에서, 이런 방법으로 서셉터의 복수 영역을 가열하여 높은 수준의 온도 균일성을 제공하는 것이 바람직하다. 이를 위하여 복수의 코일, 즉, 코일의 여러 부분에서의 전류가 달라지도록 하는 전기적 템을 갖는 코일이 이용된다. 코일의 다른 부분에서의 다른 전류는 서셉터 또는 가열될 물체의 물리적 영역내에 다른 전류를 유도하여, 선택적으로 그리고 정확한 양으로 상기 영역에 에너지를 축적할 수 있는 능력을 부여한다. 하지만, 코일의 여러 부분의 상호 결합(mutual coupling)때문에 시스템이 공진하게 될 때 문제가 발생한다.

전류가 다중 섹션 코일중 하나의 섹션에 유도될 때, 그 전류에 의해 자계가 생성된다. 자력선은 가열될 물체 및 (존재한다면) 서셉터를 차단하여, 다중 섹션 코일의 상기 섹션과 관련된 서셉터 또는 가열될 물체의 물리적 영역에 소망하는 순환전류 및 그 결과 얻어지는 원하는 가열이 생성된다. 그러나, 이러한 자력선은 코일의 다른 부분과도 교차하여 그 다른 코일 세그먼트내에 전류가 유도되도록 하는데, 가열될 물체 또는 (존재한다면) 서셉터의 원하지 않는 물리적 영역에 가열이 일어난다. 모든 자력선이 코일의 다른 부분과 교차하는 것이 아니므로, 가열은 소망하는 영역(즉, 코일의 구동부와 관련된 영역)에서 가장 클 것이지만, 다른 영역에서의 소망하지 않는 가열에 의해 온도 분포를 정확하게 제어하는 능력이 방해받는다. 가열될 물체 또는 서셉터가 코일로부터 더 멀리 이동하면, 코일의 여러 세그먼트 사이의 상호작용이 증가하고 여러 영역에 축적된 에너지를 제어하는 능력은 열화된다.

코일의 소망하는 세그먼트를 통해서만 전원 전류가 흐르도록 전원을 코일의 한 템으로부터 다른 템으로 스위칭하는 전자 스위치를 사용하는 것이 실용적일 수 있다. 도 2에는, 공진 커패시터를 갖는 템형 코일과 스위치를 갖는 전원(17, 18, 19)이 도시되어 있다. 스위치(13, 14)가 닫히면, 전원(17)이 코일(1)의 코일 섹션(7)에 접속된다. 스위치(15, 16)가 개방되어 있는 경우에도, 코일 섹션(8,9)의 권선을 통과하는 코일 섹션(7)의 자력선에 의해 야기되는, 코일 섹션(8, 9)사이의 상호결합 및 코일 섹션(7, 9) 사이의 상호결합은 그 결합된 코일(8,9)내에 순환전류를 생성할 수 있다. 그 각각의 코일 섹션과 공진 루프를 형성하는 코일 섹션(8, 9)를 가르지르는 커패시터(11, 12) 때문에 상기 전류가 흐를 수 있다. 도 3에 도시된 바와 같이 스위치 위치를 이동시켜서 구동되지 않은 코일 섹션 내에 유도된 순환 전류를 차단할 수 있지만, 이는 스위치가 전체 순환 전류를 운반한다는 것을 의미하는데, 여기서 전체 순환전류는 상술한 바와 같이 공진의 다중화 효과로 인해 수천 암페어가 될 수 있다. 또한, 실제적인 이유로, 커패시터를 코일에 매우 근접하게 배치하여 커패시터와 코일 사이의 리드선의 인덕턴스를 낮출 필요가 필요가 있을 수 있다. 이것이 행해지지 않으면, 대전류에 의해 고전압이 커패시터를 가로질러 나타나게 되며 또한 접속 리드를 둘러싸고 있는 높은 자계로 인해 국부적 도전표면에 손실이 발생하게 된다. 이것에 의해 적합한 우수한 스위치가 있을 지라도, 스위칭 장치를 장착할 공간이 남지 않을 수도 있다.

도 2의 회로가 상기 섹션의 부적절한 분리를 제공하고, 따라서 가열될 물체 또는 (존재한다면) 서셉터내의 에너지 축적에 대한 부적절한 제어를 제공하며 또한 도 3의 회로가 반도체 스위치의 비실용적인 선택과 위치를 요구하는 경우에는, 다른

접근이 필요하다. 이러한 경우에, 필요한 것은 에너지를 유도 가열 코일의 개개의 섹션에 선택적으로 축적하는 방법인데, 그러한 방법은 각 섹션에 축적된 에너지의 양에 대해 세밀한 제어를 가능하게 하는 한편, 코일의 여러 섹션 사이에서의 재배른 스위칭을 가능하게 하여, 전체적으로 가열될 물체의 세밀하고 정확한 제어를 가능하게 한다.

또한, 다중영역 유도 코일 및 '스폿' 온도 감시 시스템을 이용하여 정확한 양의 에너지를 웨이퍼의 영역들에 축적할 수도 있다. 상기 다중영역 코일은 웨이퍼를 차례로 가열하는 서셉터의 여러 부분들에 정확한 양의 에너지를 효과적으로 전달하도록 별도로 전력 공급되어야 하는 몇개의 섹션을 포함할 수 있다. 그러나, 상기 코일 세그멘트들에 대하여 별도로 전력을 공급하는 것은 본 명세서에서 설명하는 이유때문에 전원 설계의 새로운 접근을 필요로 한다.

일 실시예에서는, 도 4에 도시된 바와 같이, 코일(1)이 텁에 의해 섹션들(7,8,9)로 분할되어 있다. 커패시터들(10,11,12)은 각각 코일 섹션들(7,8,9)과 별도로 배치되며, 주파수 응답 전원(20)은 전체 코일(1)과 별도로 배치된다. 커패시터(10,11,12)의 용량치는 각각 주파수( $f_1, f_2, f_3$ )에서 코일 섹션들(7,8,9)과 공진하도록 선택된다. 즉, 커패시터(10)의 용량은 다음 식에 따라 선택된다 :

$$\omega_1 = 2\pi f_1 = \frac{1}{\sqrt{L_7 C_{10}}}$$

상기 식에서,  $L_7$ 은 코일 섹션(7)의 인덕턴스이고  $C_{10}$ 은 커패시터(10)의 용량이다.

커패시터(11,12)의 용량은 유사하게 코일 섹션(8)과 커패시터(11)가 바람직하게는 주파수  $f_1$ 이 아닌 주파수  $f_2$ 에서 공진하며 코일 부분(9)과 커패시터(12)는 바람직하게는 주파수  $f_1$  및  $f_2$ 와 다른 주파수  $f_3$ 에서 공진하도록 선택된다. 물론, 더 많은 텁들이 코일상에 제공될 수 있어서 상기 코일 섹션들이 더 많게 또는 더 적게 형성되고 그리고 상기 섹션 각각이 다른 주파수에서 공진하도록 할 수 있다.

코일(1) 섹션들 각각이 다른 주파수에서 공진하는 상태로, 주파수들( $f_1, f_2, f_3$ )에서 전원 공급부(20)의 주파수를 선택하여 각각 코일 섹션들(7,8,9) 내에 전류를 여기시킬 수 있다. 만약 제어 시스템이 그와 같이 배치되어 있으면, 전원의 주파수는  $f_1$ 에서  $f_2, f_3$ 로 그리고 다시  $f_1$ 으로 연속적으로 순환되도록 할 수 있다. 따라서, 각 코일 세그멘트는 차례대로 여기되며, 가열될 물체 또는 서셉터의 대응하는 영역들에 차례대로 에너지를 선택적으로 제공할 수 있다.

나머지 영역들에 대해 각 영역들에 공급되는 전력을 제어하기 위해 상기한 배치에 적어도 여러가지 사용가능한 방법들이 있다. 일 실시예에서는, 각 주파수에서 전원 공급이 정지되는 시간을 변화시켜서 각 사이클에서 각 영역에 축적되는 에너지를 결정할 수 있다. 다른 실시예에서는, 각 주파수에서 전원 공급이 정지되는 기간중에 전원에 의해 공급되는 전력을 변화시킬 수 있는 한편, 임의의 주어진 주파수에서 전원 공급이 정지되는 기간은 일정하게 유지될 수 있다. 또 다른 실시예에서는, 전원 공급의 주파수가 정확한 공진으로부터 벗어나서 공진 소자들 내의 순환전류에 영향을 미칠 수 있는 한편, 각 영역에 대한 전력과 시간은 일정하게 고정된다. 이러한 제어 방법은, 사이클의 각 스텝에서의 정지 시간, 사이클의 각 스텝중에 공급되는 전력, 및 사이클의 각 스텝에서 발생되는 정확한 주파수(이들 모두는 원하는 에너지(즉, 온도) 프로파일을 얻도록 적절히 변화될 수 있음)와 조합할 수 있음은 명백하다.

당업자라면, 주어진 전력량에 대하여 전원 공급부로부터 전압 또는 전류가 과잉으로 공급될 가능성을 방지하기 위하여 전원의 전압 및 전류가 서로 거의 위상이 같도록 각 스텝에서 주파수를 유지하는 것이 요구될 수 있는 점을 알 수 있을 것이다. 소정의 경우에 이것이 바람직한 정도로, 주파수를 조정함에 의해 전력을 제어할 능력이 제한될 수 있고, 원하는 온도 또는 에너지 프로파일을 얻기 위해서는 각 스텝에서의 타이밍 또는 전력 레벨의 조정이 필요할 수 있다.

또한, 도 2 및 도 4의 방법을 조합할 수도 있다. 당업자라면 전원(20)의 주파수 범위가 분할되는 불연속적인 주파수 대역들의 수에 제한이 있을 수도 있음을 이해할 수 있을 것이다. 이 제한은 전원으로부터의 에너지가 상기한 바와 같이 회로 "Q"에 의해 결정되는 작은 범위의 주파수들의 공진 섹션에 공급되는 사실에 의해 설정된다. 회로 "Q"를 10 또는 20 보다 훨씬 크게 설정하는 것이 불가능 또는 바람직하지 않기 때문에, 10의 회로 "Q"를 갖는 섹션은 대략  $(1 - 1/Q)f_r < f < (1 + 1/Q)f_r$ 에

의해 한정되는 주파수 대역에서 에너지를 흡수하게 되는데, 상기 식에서  $f_r$ 은 코일의 섹션 및 이에 대응하는 커패시터의 공진 주파수이다. 따라서, 구동되는 섹션 근방의 공진 주파수를 갖는 다른 섹션들의 원치 않는 여기를 방지하도록 각 코일 섹션의 공진 주파수를 충분히 분리시킬 필요가 있다.

### 산업상 이용 가능성

영역들의 수가 많고 상기 영역들 모두를 커버하기에는 전원(20)의 주파수 범위가 불충분한 경우, 도 2 및 도 4에 나타낸 방식들을 조합할 수 있다. 즉, 도 5에 도시된 바와 같이 2개(또는 그 이상)의 코일(21,22)을 배치할 수 있는데, 각 코일은 도 2 또는 도 4의 방식으로 탭(tap)되지만, 스위치(23,24)에 의해 전원(20)에서 분리됨으로써 전원(20)이 한번에 코일들(21,22)중 하나에만 접속되도록 할 수 있다. 이 배치에 의해, 제한된 주파수 범위를 갖는 단일 주파수 응답 전원을 이용하여 복수의 영역들을 고정 확도로 제어할 수 있게 된다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1.

- a. 복수의 영역으로 분할된 코일시스템으로서, 상기 영역들 중 적어도 2개는 전기 공진주파수를 가지며, 상기 공진 주파수는 적어도 2개의 다른 값을 갖는, 코일시스템;
- b. 출력주파수를 갖는 전원; 및
- c. 상기 전원의 상기 출력 주파수를 변화시키는 제어회로를 구비하고, 상기 영역들 각각에 공급된 전력을 제어하는 제어시스템을 포함하는 다중영역 유도가열 시스템.

#### 청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 코일시스템은 복수의 코일을 포함하는 다중영역 유도가열 시스템.

#### 청구항 3.

제 1 항에 있어서, 상기 코일시스템은 복수의 부분으로 분할된 적어도 1개의 코일을 포함하는 다중영역 유도가열 시스템.

#### 청구항 4.

제 1 항에 있어서, 상기 제어시스템은 적어도 2개의 동작 주파수 사이에서 상기 출력 주파수를 절환하는 회로를 더 포함하는 다중영역 유도가열 시스템.

#### 청구항 5.

제 4 항에 있어서, 상기 제어시스템은, 상기 출력 주파수가 상기 동작 주파수 사이에서 절환될 때 상기 전원의 출력 전력을 변화시키는 회로를 더 포함하는 다중영역 유도가열 시스템.

#### 청구항 6.

제 4 항에 있어서, 상기 제어시스템은, 상기 전원의 상기 각 동작 주파수에서 체류시간을 변화시키는 회로를 더 포함하는 다중영역 유도가열 시스템.

### 청구항 7.

제 1 항에 있어서, 상기 제어시스템은, 주파수 범위에 걸쳐 연속적으로 상기 출력 주파수를 변화시키는 회로를 더 포함하는 다중영역 유도가열 시스템.

### 청구항 8.

- a. 복수의 영역으로 분할된 코일시스템으로서, 상기 영역들중 적어도 2개는 전기 공진주파수를 가지며, 상기 공진주파수는 적어도 2개의 다른 값을 갖는, 코일시스템;
- b. 적어도 2개의 동시에 방출된 출력 주파수를 갖는 전원;
- c. 상기 영역들 각각에 공급된 전력을 제어하는 제어시스템을 포함하며,

상기 적어도 2개의 출력 주파수는 상기 영역들에 의해서 다른 양의 유도 가열이 발생하도록 설정되는 다중영역 유도가열 시스템.

### 청구항 9.

제 8 항에 있어서, 상기 코일시스템은 복수의 코일을 포함하는 다중영역 유도가열 시스템.

### 청구항 10.

제 8 항에 있어서, 상기 코일시스템은 복수의 부분으로 분할된 적어도 1개의 코일을 포함하는 다중영역 유도가열 시스템.

### 청구항 11.

제 8 항에 있어서, 상기 동시에 방출된 출력 주파수들중 적어도 1개는 대략 상기 코일시스템의 상기 복수의 영역중 1개의 공진주파수에서 동작하는 다중영역 유도가열 시스템.

### 청구항 12.

제 8 항에 있어서, 상기 동시에 방출된 출력 주파수들중 적어도 1개는 상기 영역들중 어느 1개의 공진주파수와는 다른 주파수로 동작하는 다중영역 유도가열 시스템.

### 청구항 13.

제 8 항에 있어서, 상기 각 영역들에 공급된 전력을 제어하는 상기 제어시스템은, 상기 영역들중 적어도 1개의 영역에 의해서 발생되는 유도 가열 양을 변경하도록 구성된 가변조절회로를 더 포함하는 다중영역 유도가열 시스템.

### 청구항 14.

- a. 복수의 영역으로 분할된 코일시스템으로서, 상기 영역들중 적어도 2개는 전기 공진주파수를 가지며, 상기 공진주파수는 적어도 2개의 다른 값을 갖는, 코일시스템;
- b. 적어도 1개의 출력 주파수를 갖는 적어도 1개의 전원; 및
- c. 상기 영역들 각각의 공진주파수를 설정하고 그리고 상기 영역들에 의해서 다른 양의 유도 가열을 설정하는 비스위칭(unswitched) 공진회로를 포함하는, 상기 영역들 각각에 공급된 전력을 제어하는 제어시스템을 포함하는 다중영역 유도 가열 시스템.

#### 청구항 15.

제 14 항에 있어서, 상기 코일시스템은 복수의 코일을 포함하는 다중영역 유도가열 시스템.

#### 청구항 16.

제 14 항에 있어서, 상기 코일시스템은 복수의 부분으로 분할된 적어도 1개의 코일을 포함하는 다중영역 유도가열 시스템.

#### 청구항 17.

제 14 항에 있어서, 상기 출력 주파수는, 대략 상기 코일시스템의 상기 복수의 영역중 하나의 영역의 공진주파수에서 동작하는 다중영역 유도가열 시스템.

#### 청구항 18.

제 14 항에 있어서, 상기 영역들 각각에 공급된 전력을 제어하는 상기 제어시스템은, 상기 영역들중 적어도 하나의 영역에 의해서 발생된 유도 양을 변경하도록 구성된 가변조절회로를 더 포함하는 다중영역 유도가열 시스템.

#### 청구항 19.

제 14 항에 있어서,

상기 영역들 각각의 공진주파수를 설정하는 상기 비스위칭 공진회로는:

- a. 제1군의 영역의 공진주파수를 설정하는 제1군의 비스위칭 공진회로; 및
- b. 제2군의 영역의 공진주파수를 설정하는 제2군의 비스위칭 공진회로를 포함하고,

상기 제어시스템은, 상기 군들의 비스위칭 공진회로들 각각에 선택적으로 전력을 제공하도록 구성된 스위칭회로를 더 포함하는 다중영역 유도가열 시스템.

#### 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.  
삭제

### 청구항 39.

제 18 항에 있어서, 상기 가변조절회로는 주파수 스위칭 회로를 포함하는 다중영역 유도 가열 시스템.

### 청구항 40.

삭제

### 청구항 41.

제 13 항에 있어서, 상기 가변조절회로는 다중 주파수 회로를 포함하는 다중영역 유도 가열 시스템.

### 청구항 42.

삭제

### 청구항 43.

제 13 항에 있어서, 상기 가변조절 회로는 공진주파수 변경 회로를 포함하는 다중영역 유도 가열 시스템.

### 청구항 44.

삭제

### 청구항 45.

제 43 항에 있어서, 상기 공진주파수 변경 회로는 적어도 1개의 가변 임피던스 부재를 포함하는 다중영역 유도 가열 시스템.

### 청구항 46.

삭제

### 청구항 47.

제 14 항에 있어서, 상기 비스위칭 공진 회로는 상기 영역들중 1개에 주로 영향을 미치는 비스위칭 공진 주파수 회로를 포함하는 다중영역 유도 가열 시스템.

### 청구항 48.

삭제

### 청구항 49.

제 11 항에 있어서, 상기 동시에 방출된 출력 주파수들중 적어도 1개는 상기 영역들중 어느 1개의 공진주파수와는 다른 주파수에서 동작하는 다중영역 유도가열 시스템.

### 청구항 50.

제 11 항에 있어서, 상기 영역들 각각에 공급된 전력을 제어하는 상기 제어시스템은, 상기 영역들중 적어도 1개에 의해서 발생된 유도 가열 양을 변경하도록 구성된 가변조절회로를 더 포함하는 다중영역 유도가열 시스템.

### 청구항 51.

제 12 항에 있어서, 상기 영역들 각각에 공급된 전력을 제어하는 상기 제어시스템은, 상기 영역들중 적어도 1개에 의해서 발생된 유도 가열 양을 변경하도록 구성된 가변조절회로를 더 포함하는 다중영역 유도가열 시스템.

### 청구항 52.

제 49 항에 있어서, 상기 영역들 각각에 공급된 전력을 제어하는 상기 제어시스템은, 상기 영역들중 적어도 1개에 의해서 발생된 유도 가열 양을 변경하도록 구성된 가변조절회로를 더 포함하는 다중영역 유도가열 시스템.

### 청구항 53.

제 17 항에 있어서, 상기 영역들 각각에 공급된 전력을 제어하는 상기 제어시스템은, 상기 영역들중 적어도 1개에 의해서 발생된 유도 가열 양을 변경하도록 구성된 가변조절회로를 더 포함하는 다중영역 유도가열 시스템.

### 청구항 54.

제 17 항에 있어서, 상기 영역들 각각의 공진주파수를 설정하는 상기 비스위칭 공진회로는:

- a. 제1군의 영역의 공진주파수를 설정하는 제1군의 비스위칭 공진회로; 및
- b. 제2군의 영역의 공진주파수를 설정하는 제2군의 비스위칭 공진회로를 포함하고,

상기 제어시스템은, 상기 군들의 비스위칭 공진회로들 각각에 선택적으로 전력을 제공하도록 구성된 스위칭회로를 더 포함하는 다중영역 유도가열 시스템.

### 청구항 55.

제 18 항에 있어서, 상기 영역들 각각의 공진주파수를 설정하는 상기 비스위칭 공진회로는:

- a. 제1군의 영역의 공진주파수를 설정하는 제1군의 비스위칭 공진회로; 및
- b. 제2군의 영역의 공진주파수를 설정하는 제2군의 비스위칭 공진회로를 포함하고,

상기 제어시스템은, 상기 군들의 비스위칭 공진회로들 각각에 선택적으로 전력을 제공하도록 구성된 스위칭회로를 더 포함하는 다중영역 유도가열 시스템.

### 청구항 56.

제 53 항에 있어서, 상기 영역들 각각의 공진주파수를 설정하는 상기 비스위칭 공진회로는:

- a. 제1군의 영역의 공진주파수를 설정하는 제1군의 비스위칭 공진회로; 및

b. 제2군의 영역의 공진주파수를 설정하는 제2군의 비스위칭 공진회로를 포함하고,

상기 제어시스템은, 상기 군들의 비스위칭 공진회로들 각각에 선택적으로 전력을 제공하도록 구성된 스위칭회로를 더 포함하는 다중영역 유도가열 시스템.

**청구항 57.**

삭제

**청구항 58.**

삭제

**청구항 59.**

삭제

**청구항 60.**

삭제

**청구항 61.**

삭제

**청구항 62.**

삭제

**청구항 63.**

삭제

**청구항 64.**

삭제

**청구항 65.**

제 53 항에 있어서, 상기 가변조절 회로는 주파수 스위칭 회로를 포함하는 다중영역 유도 가열 시스템.

**청구항 66.**

삭제

**청구항 67.**

삭제

**청구항 68.**

삭제

**청구항 69.**

제 50 항에 있어서, 상기 가변조절 회로는 다중 주파수 회로를 포함하는 다중영역 유도 가열 시스템.

**청구항 70.**

제 51 항에 있어서, 상기 가변조절 회로는 다중 주파수 회로를 포함하는 다중영역 유도 가열 시스템.

### 청구항 71.

제 52 항에 있어서, 상기 가변조절 회로는 다중 주파수 회로를 포함하는 다중영역 유도 가열 시스템.

### 청구항 72.

제 18 항에 있어서, 상기 가변조절 회로는 다중 주파수 회로를 포함하는 다중영역 유도 가열 시스템.

### 청구항 73.

제 53 항에 있어서, 상기 가변조절 회로는 다중 주파수 회로를 포함하는 다중영역 유도 가열 시스템.

### 청구항 74.

삭제

### 청구항 75.

삭제

### 청구항 76.

삭제

### 청구항 77.

삭제

### 청구항 78.

삭제

### 청구항 79.

제 50 항에 있어서, 상기 가변조절 회로는 공진주파수 변경 회로를 포함하는 다중영역 유도 가열 시스템.

### 청구항 80.

제 51 항에 있어서, 상기 가변조절 회로는 공진주파수 변경 회로를 포함하는 다중영역 유도 가열 시스템.

### 청구항 81.

제 52 항에 있어서, 상기 가변조절 회로는 공진주파수 변경 회로를 포함하는 다중영역 유도 가열 시스템.

### 청구항 82.

제 18 항에 있어서, 상기 가변조절 회로는 공진주파수 변경 회로를 포함하는 다중영역 유도 가열 시스템.

**청구항 83.**

제 53 항에 있어서, 상기 가변조절 회로는 공진주파수 변경 회로를 포함하는 다중영역 유도 가열 시스템.

**청구항 84.**

삭제

**청구항 85.**

삭제

**청구항 86.**

삭제

**청구항 87.**

삭제

**청구항 88.**

삭제

**청구항 89.**

제 79 항에 있어서, 상기 공진주파수 변경 회로는 적어도 1개의 가변 임피던스 부재를 포함하는 다중영역 유도 가열 시스템.

**청구항 90.**

제 80 항에 있어서, 상기 공진주파수 변경 회로는 적어도 1개의 가변 임피던스 부재를 포함하는 다중영역 유도 가열 시스템.

**청구항 91.**

제 81 항에 있어서, 상기 공진주파수 변경 회로는 적어도 1개의 가변 임피던스 부재를 포함하는 다중영역 유도 가열 시스템.

**청구항 92.**

제 82 항에 있어서, 상기 공진주파수 변경 회로는 적어도 1개의 가변 임피던스 부재를 포함하는 다중영역 유도 가열 시스템.

**청구항 93.**

제 83 항에 있어서, 상기 공진주파수 변경 회로는 적어도 1개의 가변 임피던스 부재를 포함하는 다중영역 유도 가열 시스템.

청구항 94.

삭제

청구항 95.

삭제

청구항 96.

삭제

청구항 97.

삭제

청구항 98.

삭제

청구항 99.

삭제

청구항 100.

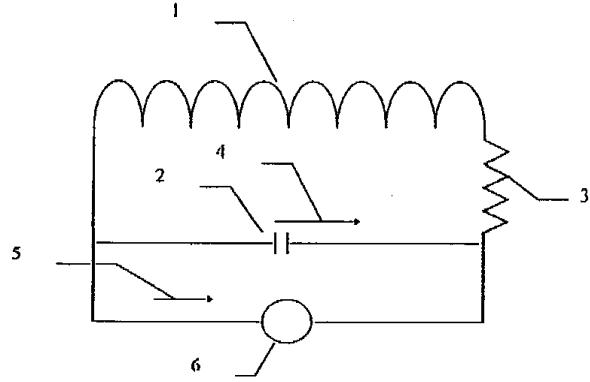
삭제

청구항 101.

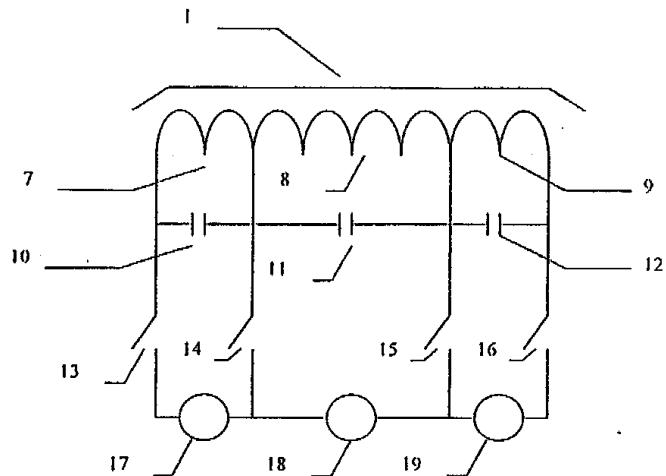
삭제

도면

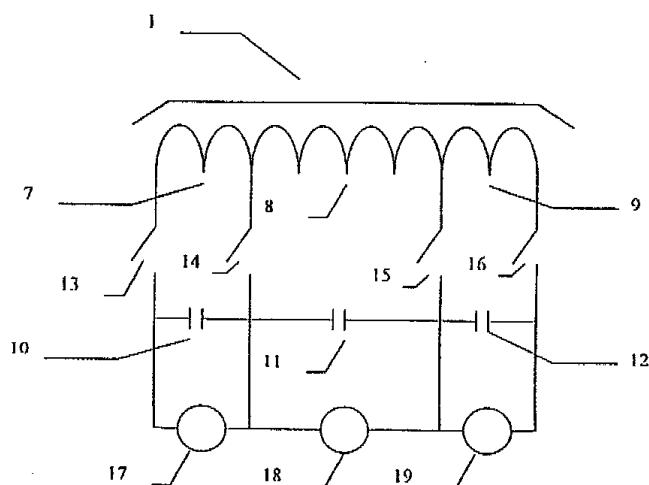
도면1



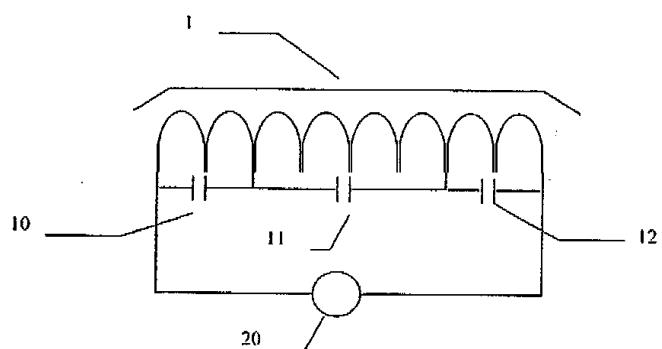
도면2



도면3



도면4



도면5

