(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년11월22일
(11) 등록번호 10-1675625
(24) 등록일자 2016년11월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05H 1/40 (2006.01) *H01L 21/3065* (2006.01)
H03H 7/40 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-7019332
(22) 출원일자(국제) 2012년01월04일
심사청구일자 2014년06월27일
(85) 번역문제출일자 2013년07월22일
(65) 공개번호 10-2013-0133815
(43) 공개일자 2013년12월09일
(86) 국제출원번호 PCT/US2012/020219
(87) 국제공개번호 WO 2012/094416
국제공개일자 2012년07월12일
(30) 우선권주장
61/429,472 2011년01월04일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US05936481 A*
US20070139122 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
어드밴스드 에너지 인더스트리즈 인코포레이티드
미국 콜로라도 80525 포트 콜린즈 샤프 포인트 드라이브 1625
(72) 발명자
블랙번 토마스 조엘
미국 콜로라도 80525 포트 콜린스 샤프 포인트 드라이브 1625
매킨타이어 토마스
미국 콜로라도 80505 포트 콜린스 샤프 포인트 드라이브 1625
토마셀 페르난도 구스타보
미국 콜로라도 80526 포트 콜린스 윈드크릭 코트 1544
(74) 대리인
특허법인코리아나

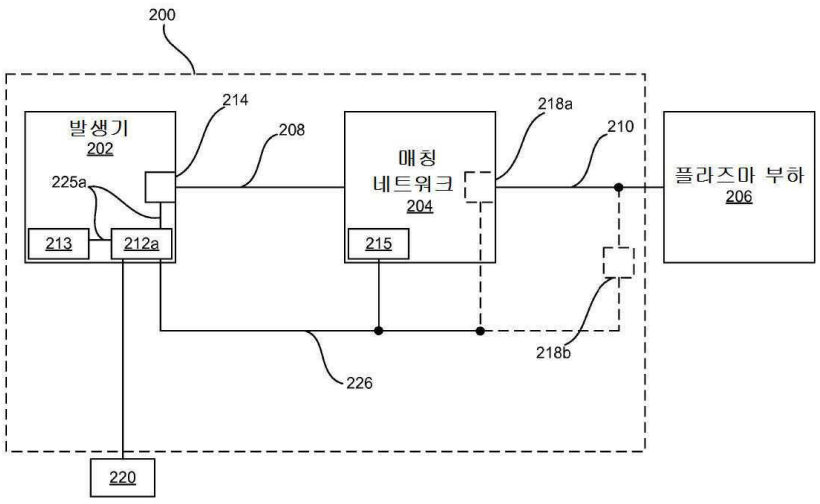
전체 청구항 수 : 총 19 항 심사관 : 이민형

(54) 발명의 명칭 **플라즈마 처리 부하에 대한 시스템 레벨 전원 공급**

(57) 요 약

본 발명은 전원 공급 시스템, 및 동작의 방법들에 관한 것으로, 하나 이상의 센서들을 통해, 발생기, 매칭 네트워크, 및 플라즈마 부하의 특성들을 모니터하고, 국부 제어기를 통해 이들 구성 부품들을 제어하도록 구성되어 플라즈마 부하의 전원 공급 정확도 및 균일성을 향상시키도록 한다. 제어는, 부품들 간의 변경 및 서너 가지 예를 들면, 플라즈마 밀도, 단부 포인트, 및 플라즈마 광 방출의 스펙트럼 부품들과 같은 비전기적 특성은 물론 전원 공급 시스템의 파워 특성의 통합된 모니터링에 기초할 수 있다.

대 표 도 - 도2a



명 세 서

청구범위

청구항 1

전원 공급 시스템으로,

플라즈마 부하에 파워를 제공하도록 구성되는 발생기;

발생기의 출력을 플라즈마 부하에 임피던스 매칭하도록 구성되는 매칭 네트워크;

발생기의 출력에서의 전압, 전류, 위상, 임피던스, 및 파워의 출력 중 적어도 하나를 측정하도록 구성되는 제1 센서로서, 전압 정상파 비 원 (voltage standing wave ratio circle) 상의 점에 의해 표현되는 임피던스 값에 대한 선형 응답을 가지는 제1 센서; 및

상기 발생기 내에 배치되는 국부 제어기를 포함하고,

상기 국부 제어기는,

센서로부터 전압, 전류, 위상, 임피던스, 및 파워의 적어도 하나를 수 신하고;

사용자 전원 공급 요구 사항을 수신하고;

전압, 전류, 위상, 임피던스, 및 파워의 적어도 하나와, 사용자 전원 공급 요구 사항을 분석하고;

상기 발생기, 상기 매칭 네트워크 및 상기 제1 센서의 상표 (브랜드), 모델 및 일련 번호 중 하나 이상을 포함하는 상기 발생기, 상기 매칭 네트워크 및 상기 제1 센서에 대한 식별 정보를 획득하고;

상기 사용자 전원 공급 요구 사항을 충족시키기 위해, 상기 식별 정보에 기초하여 상기 발생기 및 상기 매칭 네트워크 중 적어도 하나가 하나 이상의 동작 파라미터들을 조정하게 지시를 조정하도록 구성되는, 전원 공급 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 하나 이상의 동작 파라미터는 발생기 주파수 또는 매칭 네트워크 임피던스를 포함하는, 전원 공급 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 센서는 발생기의 파워 출력 및 발생기에 나타난 임피던스를 측정하도록 구성되는, 전원 공급 시스템.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 국부 제어기와 통신하는 제2 센서를 더 포함하고, 상기 제2 센서는 매칭 네트워크와 플라즈마 부하 간의 전압, 전류, 위상, 임피던스 및 파워의 적어도 하나, 챔버 압력, 챔버 내의 가스 화학물질, 플라즈마의 이온 에너지, 플라즈마의 광 세기, 플라즈마에 의해 발해진 빛의 스펙트럼 내용 및 플라즈마 아크 발생을 측정하도록 구성되는, 전원 공급 시스템.

청구항 7

삭제

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 국부 제어기는 전원 공급 시스템의 구성 부품들과 사용자의 상호작용을 위한 단일 도관으로 되도록 구성되는, 전원 공급 시스템.

청구항 9

발생기가 제공하는 펄스의 개시 전에, 센서에 상기 발생기의 상기 펄스의 개시 표시 (indication) 를 제공하는 단계;

상기 센서를 통해 발생기의 파워 출력의 전기적 특성을 모니터하고 상기 파워 출력의 전기적 특성을 국부 제어기에 제공하는 단계;

상기 파워 출력의 전기적 특성을 분석하는 단계; 및

상기 분석에 기초하여, 발생기 및 매칭 네트워크에 대한 지시를 중계함으로써 발생기 및 매칭 네트워크의 동시 튜닝을 가능케 하는 단계를 포함하고,

상기 센서는, 전압 정상파 비 원 (voltage standing wave ratio circle) 상의 점에 의해 표현되는 임피던스 값에 대한 선형 응답을 가지도록 구성되고,

상기 국부 제어기는, 상기 발생기, 상기 매칭 네트워크 및 상기 센서의 상표 (브랜드), 모델 및 일련 번호 중 하나 이상을 포함하는 상기 발생기, 상기 매칭 네트워크 및 상기 센서에 대한 식별 정보를 획득하고, 상기 식별 정보에 기초하여 상기 발생기 및 상기 매칭 네트워크에 대한 제어를 조정하도록 구성되는, 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

국부 제어기에서 발생기의 식별 정보를 수신하는 단계;

국부 제어기에서 매칭 네트워크의 식별 정보를 수신하는 단계;

발생기와 매칭 네트워크의 식별 정보는 물론 파워 출력의 전기적 특성을 분석하는 단계; 및

전기적 특성의 분석에 기초하여, 발생기와 매칭 네트워크에 명령들을 중계함으로써 발생기와 매칭 네트워크의 동시 튜닝을 가능케 하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 동시 튜닝은 발생기의 주파수 및 매칭 네트워크의 임피던스를 튜닝하는 것을 포함하는, 방법.

청구항 12

제10항에 있어서, 상기 발생기 및 매칭 네트워크의 식별은, 브랜드, 모델 또는 일련 번호를 포함하는, 방법.

청구항 13

삭제

청구항 14

전원 공급 시스템의 파워 콘트롤 시스템으로,

매칭 네트워크를 통해 플라즈마 부하에 파워를 제공하도록 구성되는 발생기의 파워 출력 및 발생기에 나타나는 임피던스를 모니터하고, 전압 정상파 비 원 (voltage standing wave ratio circle) 상의 점에 의해 표현되는 임피던스 값에 대한 선형 응답을 가지도록 구성되는 제1 센서; 및

상기 제1 센서와 통신하는 국부 제어기를 포함하고,

상기 국부 제어기는,

상기 발생기 및 상기 매칭 네트워크의 튜닝을 처리하되, 상기 튜닝은 발생기의 파워 출력 및 발생기에 나타나는

임피던스를 조정하고;

상기 발생기, 상기 매칭 네트워크 및 상기 제1 센서의 상표 (브랜드), 모델 및 일련 번호 중 하나 이상을 포함하는 상기 발생기, 상기 매칭 네트워크 및 상기 제1 센서에 대한 식별 정보를 획득하고;

상기 제1 센서에 상기 발생기의 주파수를 제공하도록 구성되며;

상기 발생기 및 상기 매칭 네트워크에 대한 제어는, 상기 식별 정보에 기초하여 조정되는, 파워 콘트롤 시스템.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 국부 제어기는, 상기 발생기 또는 매칭 네트워크의 프로세서 및 메모리에 대해 동작하도록 구성되는 소프트웨어 또는 펌웨어인, 파워 콘트롤 시스템.

청구항 16

제14항에 있어서, 상기 국부 제어기는 그에 대해 동작하는 소프트웨어 또는 펌웨어를 갖는 프로세서이고, 또한 기존의 전원 공급 시스템에 부가하여 구성되는, 파워 콘트롤 시스템.

청구항 17

삭제

청구항 18

제14항에 있어서, 상기 튜닝은, 상기 제1 센서의 식별 정보, 상기 발생기의 식별 정보 및 상기 매칭 네트워크의 식별 정보를 고려하는, 파워 콘트롤 시스템.

청구항 19

제14항에 있어서, 상기 플라즈마 부하에 공급되고 상기 매칭 네트워크의 파워 출력을 특정하도록 구성되는 제2 센서를 더 포함하는, 파워 콘트롤 시스템.

청구항 20

제19항에 있어서, 상기 제2 센서는, 플라즈마 챔버의 가스 압력을 모니터하도록 구성되고, 상기 플라즈마는 전원 공급 시스템으로부터 공급되는 파워에 의해 유지되는, 파워 콘트롤 시스템.

청구항 21

제14항에 있어서, 상기 국부 제어기는, 상기 발생기의 주파수와 매칭 네트워크의 임피던스의 동시 튜닝을 처리하도록 구성되는, 파워 콘트롤 시스템.

청구항 22

제14항에 있어서, 상기 국부 제어기는, 상기 제1 센서, 발생기 및 매칭 네트워크에 대해 또는 상기 제1 센서, 발생기 및 매칭 네트워크로부터의 사용자 입력 및 출력을 접속하는, 파워 콘트롤 시스템.

청구항 23

제22항에 있어서, 상기 국부 제어기는 외부 콘트롤러와 통신하도록 구성되며, 상기 외부 콘트롤러를 통해 사용자는 전원 공급 시스템과 접속하는, 파워 콘트롤 시스템.

청구항 24

제22항에 있어서, 상기 국부 제어기는,

사용자 전원 공급 요구들을 수신하고;

사용자 전원 공급 요구들을 달성하도록 발생기와 매칭 네트워크에 대한 명령들을 생성하고;

발생기 및 매칭 네트워크에 대한 명령들을 통과시키도록 구성되는, 파워 콘트롤 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

본 출원은 2011년 1월 4일자 출원된 미합중국 가특허 출원 제61/429,472호를 우선권 주장한 출원이다. 상기 제61/429,472호의 상세 내용은 전체적으로 적절한 목적을 위해 본 출원에 참고로 채용되어 있다.

본 발명은 플라즈마 처리 부하에 대한 전원 공급을 일정하게 유지하는 것에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 발생기(들), 매칭 네트워크(들), 센서들 및 이들의 모니터링 및 제어의 시스템 레벨 통합에 관한 것이다.

배 경 기 술

반도체 제조에 있어서 특징들을 축소시키기 위한 계속된 욕구는 툴 제조자 및 공정 개발자들에 상당한 문제를 제시하고 있다. 새로운 재료들의 도입과 관련된, 보다 높은 균일성, 임계 치수의 철저한 제어, 감소된 플라즈마 충격, 보다 얇은 층들, 보다 짧은 공정 시간과 같은 요구 사항들은 반도체 제조용 툴의 개발에 있어서 더욱 정교한 것을 요구한다. 이들 요구 사항들은 플라즈마 챔버에 적용되고 전원 공급 시스템을 계속 다운시킨다.

휴먼 오퍼레이터는 발생기 및 매칭 네트워크로부터의 다수의 센서 출력들을 모니터하고 불완전하고 비교적 느린 동작으로 수많은 파라미터들을 조정하여 플라즈마에 대한 전원 공급을 일정하게 유지하도록 한다. 운영자는, 시스템의 각종 구성 부품들로부터 정보를 수집하는 외부 콘트롤러와 상호작용하고, 운영자에 그 정보를 표시하고, 운영자로부터 시스템의 각종 구성 부품으로 요망 사항들을 전송한다. 비록 이 구성은 이전에 행해진 것이지만, 명백히 현재 시스템에 대해 적절치 않은 것이다.

일례로서, 에칭 공정들에 있어서의 주요 장점이, 펄싱 및 다중 발생기 동기화 펄싱과 함께 발생기 주파수 튜닝을 포함하여 향상된 성능으로 RF 전원의 최근 생성의 도입에 의해 가능하게 되고 있다. 이 커팅 에지 전원 공급 시스템은 아직도 유지되고 있는데 이는 시스템의 부품들이 독립적으로 작용하고 이에 따라 독립적으로 제어되기 때문이다. 특히, 발생기는 튜닝가능한 주파수로 펄스형 파워를 제공하는 반면, 매칭 네트워크는 펄스형 신호에 대한 검출, 측정 및 응답이 어렵고 그에 따라 발생기의 능력의 이점을 취하는 것이 곤란하기 때문이다. 운영자는 매칭 네트워크 내측에 최적의 가변 커패시터 위치를 선택한 다음 처리를 실행하는 경향이 있는데, 이는 실시간 파워 반사를 최소화하기 위한 차선책이다. 그래서, 플라즈마 처리 전원 장치에 있어서 상당한 개선이 이루어졌고, 발생기 및 매칭 네트워크의 독립적 제어에 의해 계속 유지되고 있다.

*도1은 당해 기술 분야에 공지된 발생기, 매칭 네트워크, 및 플라즈마 부하를 도시한다. 발생기(102)는 매칭 네트워크(104)를 통해 플라즈마 부하(106)에 파워를 제공하며, 상기 매칭 네트워크(104)는, 부하(106)의 임피던스가 변할 때 발생기 (102)에 나타나는 임피던스가 실질적으로 일정하게 되도록(예컨대, 50 Ω) 내부 임피던스를 변경할 수 있다. 상기 매칭 네트워크(104)는 전형적으로, 매칭 네트워크(102)에 들어오는 파워 및 매칭 네트워크(104)로부터 발생기로 다시 반사되는 파워를 측정한 다음, 플라즈마 부하(106)의 임피던스를 계산하기 위해 이들 값들을 사용하는 센서(116)를 포함한다. 발생기(102)는 종종, 발생기(102)의 파워 출력을 측정하는 센서(114)를 포함한다. 센서들(114,116)은, 가끔 외부 사용자 인터페이스(130)를 통해, 그들의 측정들을 사용자와 통신한다. 다음, 사용자는 시스템을 튜닝하도록 매칭 네트워크(104) 및/또는 발생기(102)에 명령할 수 있다.

특히, 발생기(102)는, 특정 전기적 특성들(예컨대, 파워 또는 주파수)을 생성하도록 지시될 수 있으며 또는 플라즈마 부하(106)에 방출되는 대한 소망 파워가 선택될 수 있고 발생기(102)는 그 파워를 튜닝할 수 있다. 이와 비슷하게, 매칭 네트워크(104)는 특정 임피던스를 연산하도록 지시될 수 있고 또한 소망의 반사 전력을 달성하기 위해 튜닝하도록 지시될 수 있다. 어떤 경우, 발생기(102) 및 매칭 네트워크(104)는 모두 소망의 파워 출력 특성을 충족하기 위해 튜닝하도록 지시될 수 있다.

발생기(102)는, 센서(114), 무선 주파수(RF) 엔진(113), 및 사용자 인터페이스(13) 간의 통신을 용이하게 하는 통신 및 로직 보드(112)를 포함한다. RF 엔진(113)은 RF 파워를 발생할 수 있고 발생기(102)에 의해 생성된 파워의 진폭 및 파형을 제어한다. 이와 비슷하게, 매칭 네트워크(104)는, 센서(116), 임피던스 제어 시스템(115), 및 사용자 인터페이스(13) 간의 통신을 용이하게 하는 통신 및 로직 보드(122)를 포함한다. 임피던스 제어 시스템(115)은, 예컨대, 매칭 네트워크(104)의 모터 드라이브 보드 조정 가변 커패시터들을 구비함으로써, 매칭 네트워크(104)의 임피던스를 제어할 수 있다.

상기 전원 공급 시스템(100)은 발생기(102)로부터의 동적 파워 프로파일(파워 정확도 또는 균일성) 및 플라즈마 부하(106)의 변화들을 서서히 조정할 수 있다. 예컨대, 센서(114,116)에 의한 측정의 순간과 측정된 값들이

사용자 인터페이스(130)에 도달될 때의 순간 사이에 지연이 존재한다. 또한, 지시들이 발생기(102) 및 매칭 네트워크(104)로 다시 보내질 때도 지연이 존재한다.

정확도에 대해, 매칭 네트워크(104)의 센서(116)는 임계 전류 또는 전압이 검출된 후에만 샘플링하며, 이에 따라 파워가 임계치에 비교되는 동안은 샘플링하지 않는다. 보다 작은 샘플 사이즈 및 펄스동작의 개시로부터 샘플에 대한 불능은 정확한 임피던스 측정의 정확도를 저하시킨다. 또한, 각 센서(114,116)의 교정에도 불구하고, 센서들(114,116)은 여전히 일정 레벨의 에러를 가지며, 그에 따라 결합하여 사용될 때, 네트 효과가 개별 센서들(114,116)의 에러의 합과 대략 동등한 에러를 갖는다. 끝으로, 임피던스 측정은 측정되는 파워의 주파수를 알고 있을 때 가장 정확하게 취해진다. 매칭 네트워크(104)의 센서(116)는 상기 매칭 네트워크(104)에 도달되는 파워의 주파수를 측정하기 위한 것이기 때문에, 이 측정은 통상적으로 어느 정도의 오류를 가지며, 센서(116)의 측정에 기초하여 계산된 임피던스는 또한, 대응하는 어느 정도의 에러를 갖는다. 도시된 바와 같이, 속도 및 정확도는 도 1에 도시된 것과 유사한 통상적인 시스템으로 한정된다.

전원 공급 시스템(100)의 부정확성 및 느린 속도가 불균일한 전원 공급을 야기하기 때문에 당해 분야에 질적으로 해로울 수 있다. 어떤 경우에, 다수의 발생기들이 다수의 매칭 네트워크들을 통해 단일 플라즈마 부하에 파워를 공급한다. 전원의 질은 이들 경우에 특히 문제로 되는 데 그 이유는 각 발생기 및 매칭 네트워크가 플라즈마 부하를 고려해야 함은 물론 다른 발생기들에 대해서도 마찬가지이기 때문이며, 이는 서로에 대해 가시적이다. 요컨대, 다수의 발생기들이 수반될 때 임피던스 매칭 시도가 증가되며, 이에 따라 다수의 발생기들이 사용될 때 전원의 질이 더욱 떨어진다.

도 1의 시스템은 과거에는 적절할 수 있으나, 정확도와 안정성 및 짧은 처리 단계들의 보다 엄중한 요구사항들을 수반하는 새로운 공정들의 비선형, 동적 플라즈마 부하들에 대한 신속한 조정, 정확 및 균일한 파워를 제공하기에는 부적합하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

본 출원은 전원 공급 시스템, 및 동작의 방법들에 관한 것으로, 하나 이상의 센서들을 통해, 발생기, 매칭 네트워크, 및 플라즈마 부하의 특성들을 모니터하고, 국부 제어기를 통해 이들 구성 부품들을 제어하도록 구성되어 플라즈마 부하의 전원 공급 정확도 및 균일성을 향상시키도록 한다.

과제의 해결 수단

본 발명의 한 관점은 전원 공급 시스템으로 특정될 수 있다. 전원 공급 시스템은, 발생기, 매칭 네트워크, 제1 센서 및 국부 제어기를 포함한다. 발생기는 플라즈마 부하에 파워를 제공하도록 구성될 수 있다. 매칭 네트워크는, 발생기의 출력을 플라즈마 부하에 임피던스 매칭하도록 구성될 수 있다. 제1 센서는, 발생기의 출력에서의 전압, 전류, 위상, 임피던스, 및/또는 파워의 출력을 측정하도록 구성될 수 있다. 국부 제어기는, 센서로부터, 측정된 전압, 전류, 위상, 임피던스, 및/또는 파워를 수신하고; 사용자 전원 공급 요구 사항을 수신하고; 상기 측정된 전압, 전류, 위상, 임피던스, 및/또는 파워는 물론 사용자 전원 공급 요구 사항을 분석하고; 상기 사용자 전원 공급 요구 사항을 충족시키기 위해 하나 이상의 동작 파라미터들을 조정하도록 발생기 및/또는 매칭 네트워크를 지시하도록 구성된다.

본 발명의 다른 관점은 모니터링, 분석 및 지연 동작들을 포함하는 방법으로 특정될 수 있다. 특히, 상기 방법은, 발생기의 파워 출력의 전기적 특성을 모니터하고 그 파워 출력의 전기적 특성을 국부 제어기에 제공하는 것을 포함할 수 있다. 상기 방법은 또한, 파워 출력의 전기적 특성을 분석하는 것을 포함할 수 있다. 상기 방법은 또한, 상기 분석에 기초하여, 발생기 및 매칭 네트워크에 대한 지시를 지연시키는 단계를 더 포함하고, 그에 의해 발생기 및 매칭 네트워크의 동시 튜닝을 가능케 할 수 있도록 한다.

본 발명의 또 다른 관점은 전원 공급 시스템의 파워 콘트롤 시스템으로 특정될 수 있다. 상기 파워 콘트롤 시스템은 제1 센서 및 국부 제어기를 포함할 수 있다. 제1 센서는, 발생기의 파워 출력 및 발생기에 나타나는 임피던스를 모니터하도록 구성된다. 상기 발생기는 매칭 네트워크를 통해 플라즈마 부하에 파워를 제공하도록 구성될 수 있다. 상기 국부 제어기는, 제1 센서와 통신할 수 있고 발생기 및 매칭 네트워크의 튜닝을 처리하도록 구성된다. 이 튜닝은 발생기의 파워 출력 및 발생기에 나타나는 임피던스를 고려한다.

도면의 간단한 설명

본 발명의 각종 목적과 이점 및 보다 완전한 이해를 위해 첨부 도면을 참조하여 발명의 상세한 설명 및 특허청구범위와 관련하여 이하에 상세히 설명한다.

도 1은 당해 분야에 공지된 발생기, 매칭 네트워크, 및 플라즈마 부하를 도시한다.

도 2a-2b는 매칭 네트워크에 파워를 제공하는 발생기를 포함하는 전원 공급 시스템의 실시예들을 도시한다.

도 3은 다중 발생기 전원 공급 시스템의 1 실시예를 도시한다.

도 4는 다중 발생기 전원 공급 시스템의 다른 실시예를 도시한다.

도 5는 다중 발생기 전원 공급 시스템의 또 다른 실시예를 도시한다.

도 6은 본 발명의 1 실시예에 따른 플라즈마 부하에 파워를 공급하는 방법을 도시한다.

도 7은 본 발명의 1 실시예에 따른 기계의 일례를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

본 발명은, 특히, 독립적으로 작동되는 발생기 및 매칭 네트워크에 있어서, 통상적인 커팅 에지 시스템들이 자동화 설계에 의해 여전히 제한되는 것을 인식함으로써 종래 직면된 문제들을 극복한다. 본 발명은 (전력 발생 및 전달 시스템으로도 알려진) 전원 공급 시스템의 구성 부품들 간의 통신, 측정, 및 제어를 통합하기 위한 시스템, 방법 및 장치를 기술한다. 본 발명의 어떤 이점은 펄스 동작되는 연속 파(CW) 파워에 대해, 넓은 동적 범위에 걸쳐 정확한 파워 레귤레이션을 제공하고, 천이 동안 파워의 안정화를 빠르게 하고, 반사 전력을 감소시키는 능력을 포함한다.

도2a-2c는 전원 공급 시스템(200)의 3 실시예들을 도시한다. 전원 공급 시스템(200)은 플라즈마 부하(206)에 파워를 제공하며, 매칭 네트워크(204)는 반사 전력을 최소화한다. 발생기(202)의 파워 출력은 제1 전송 매체(208)를 통해 매칭 네트워크(204)에 제공된 다음, 제2 전송 매체(210)를 통해 플라즈마 부하(206)에 제공된다. 제1 센서(214) 및 선택적 제2 센서(218)는 전압, 전류, 위상, 임피던스, 및 파워의 하나 이상을 측정함으로써 파워의 전기적 특성을 모니터하고 이 정보를 국부 제어기에 통과(또는 중계) 시킨다. 국부 제어기(212)는 발생기(202) 또는 매칭 네트워크(204)(도 2b 참조), 또는 전원 공급 시스템(200)(도 2c 참조) 내의 임의의 개소에 놓이며, 발생기(202), 매칭 네트워크(204) 및 하나 이상의 센서들(214,218) 간의 통신을 처리한다. 상기 국부 제어기(212)는 사용자와 전원 공급 시스템(200)의 임의의 구성 부품들 간의 통신을 처리할 수 있다. 상기 국부 제어기(212)는, 하나 이상의 전원 공급 요구들에 따라, 신속히 조정가능하고, 일정하고 정확한 파워가 플라즈마 부하(206)에 전달될 수 있도록 전원 공급 시스템(200)을 처리할 수 있다.

하나 이상의 센서들(214,218)은 국부 제어기(212)에 대한 파워를 모니터한다. 특히, 제1 센서(214)는 발생기(202)의 파워 출력을 모니터함은 물론 발생기(202)에 나타나는 임피던스를 모니터할 수 있다. 국부 제어기(212)는, 전원 공급 요구에 따라 제1 센서(및 선택적으로 제2 센서)에 의해 제공된 측정값들을 분석한다. 이는, 전원 공급 요구를 충족시키기 위해 충분히 판단된 발생기(202) 및 매칭 네트워크(204)에 대한 동작 파라미터들을 결정하고, 전원 공급 요구를 충족시키기 위해, 구성 부품들의 내부 파라미터들을 조정하도록 발생기(202) 및 매칭 네트워크(204)를 지시(또는 중계 지시)할 수 있다.

이 통합된 전원 공급 시스템(200), 또는 본 명세서에 기재된 제1 센서(214)(및 선택적으로 제2 센서 218)와 관련된 국부 제어기(212)의 사용은 종래보다 많은 이점을 갖는다. 첫째, 전원 공급 시스템(200)의 각종 부품들의 제어 및 동작을 통합함으로써, 신규한 전원 공급 방법들이 가능하게 되는 데, 예컨대 발생기(202) 출력의 파형을 펄스동작 또는 변경하면서 매칭 네트워크(204)를 튜닝하거나 또는 매칭 네트워크(204)와 발생기(202)를 동시에 튜닝하는 능력이 있다. 둘째, 시스템 및 접근방법은 플라즈마 부하(206)에 대한 신속히 조정가능하고, 정확하고, 균일한 전원 공급을 가능케 한다. 전원 공급 시스템(200)의 속도는, 동적 파워 응용 분야(예컨대, 펄스동작 발생기 202의 출력)에 특히 유용하다.

더욱 빠르게 전력 전달을 행하는 능력은 임피던스를 측정하기 전에 센서들이 먼저 주파수를 측정해야할 때 전통적 시스템들이 보여주는 지연들을 회피하는데 부분적으로 기여한다. 국부 제어기(212)는 주파수와 같은 발생기의 동작 파라미터를 제1 센서(214)에 제공하며, 이에 따라 제1 센서(214)는 임피던스를 샘플링하도록 개시하기 전에 주파수를 측정할 필요가 없다. 그 임피던스를 보다 일찍 샘플링하는 수단은 기존 기술보다 빠르게 결정될

수 있다. 국부 제어기(212)는 또한, 제1 센서 (214)에, 펄스동작의 지시 또는 전력 파형의 변화를 제공할 수 있으며, 이에 따라 제1 센서(214)가, 샘플링이 개시되기 전에 변화를 검출하도록 하는 것을 방지한다. 이는 또한, 제1 센서(214)가 기존의 센서보다 빨리 임피던스 측정을 개시할 수 있도록 한다.

전원 공급 시스템(200)은 또한, 4개의 방법으로 전원 공급의 정확성을 향상시킨다. 첫째, 다중 센서들이 파워 및 임피던스를 측정하기 위해 사용될 때(예컨대, 각각 114 및 116), 각 센서는 각 센서에 대해 이루어지는 교정들부터 비롯되는 센서와 관련된 오차 함수를 갖는다. 파워 및 임피던스를 측정하기 위해 단일 센서(214)를 사용함으로써, 오직 단일의 교정이 행해지며, 그에 따라 오차의 발생이 감소된다.

둘째, 매우 많은 샘플링 포인트들을 가지면 임피던스 측정들을 향상할 수 있다. 종래, 전형적인 샘플링은 발생기 파형에 있어서의 펄스동작 또는 변경이 검출된 후에만 개시될 수 있는 반면, 본 출원에서, 국부 제어기(212)는 펄스 또는 파형 변화가 일어나기 전에 발생기(202) 파형의 변화 또는 펄스의 개시를 제1 센서(214)에 지시한다. 이와 같이, 제1 센서(214)는, 종래 가능했던 것보다 일찍 샘플링을 개시할 수 있고, 이에 따라 더욱 정확한 임피던스 측정이 가능하다.

셋째, 임피던스의 측정은 측정되는 신호의 주파수에 의존하기 때문에, 측정 주파수의 오차들은 측정된 임피던스의 오차들로 트랜슬레이트한다. 종래 임피던스 측정들은 종종 매칭 네트워크의 센서(예컨대, 116)가 주파수를 측정한 후 행해지며, 이에 따라 불필요한 오차들을 발생한다. 또는, 광대역 센서를 사용할 때, 주파수의 함수로서 광대역 센서들의 아날로그 변형에 의해 오차들이 발생된다. 제1 센서(214)가 매칭 네트워크(예컨대, 104)에서 주파수를 측정하도록 요구하는 것보다, 발생기(202)가 생성하는 주파수를 제1 센서가 알게 함으로써, 제1 센서(214)는 종래에 있어서의 센서들보다 임피던스 측정들에 있어서의 오차를 덜 발생한다. 또한, 제1 센서(214)는 주파수를 반드시 측정하지 않기 때문에, 보다 많은 샘플링을 할 수 있고 더욱 큰 샘플 크기는 정확성을 향상시킨다.

넷째, 전원 공급 시스템의 모든 구성 부품(예컨대, 발생기 202, 제1 센서 214, 매칭 네트워크 204, 선택적 제2 센서 218)은 상이하기 때문에, 전원 공급 시스템의 동작 파라미터들은 상이한 부품들이 대체될 때 조정되는 것이 바람직하다. 통상적인 전원 장치들은 구성 부품들 간의 변경들을 고려하지 않는다. 이에 대해, 국부 제어기(212)는 전원 공급 시스템의 각종 구성 부품들을 알고 있고 그에 따라 발생기(202) 및 매칭 네트워크(204)에 대한 그의 지시들을 조정한다.

부품들의 변경은 국부 제어기(212)에 대한 부품들의 식별에 의해 고려될 수 있다. 발생기(202) 및 매칭 네트워크(204)는, 상표(브랜드), 모델, 일련 번호 또는 기타 식별 정보를 통해 국부 제어기(212)에 대해 그들을 식별시킬 수 있다. 또한, 이들은, 서너 개 예를 들면, 상태, 설정 포인트, 및 구성과 같은 동작 특성들을 제공할 수 있다. 이는 RF 엔진(213) 및 임피던스 제어 시스템(215)을 통해 각각 행해질 수 있다. 제1 및 제2 센서들(214,218)은 또한, 그들을 국부 제어기(212)에 식별시킬 수 있다. 인증은 인증 알고리즘을 통해 생성할 수 있다. 이와 같이, 1 실시예에서, 전송 매체를 통해 연결될 때 특정 형태 또는 브랜드의 발생기(202) 또는 매칭 네트워크(204)만 동작가능하다. 또한, 국부 제어기(212)는 그들의 유닛 형태, 일련 번호, 부품 번호 또는 기타 다른 식별 정보를 결정하기 위해 발생기(202), 매칭 네트워크(204) 및 센서(314,218)와 통신할 수 있다. 이와 같은 지식에 의해, 국부 제어기(212)는 부품들에 있어서의 변경을 고려하도록 발생기(202) 및 매칭 네트워크(204)에 대한 지시들을 조정할 수 있으며, 이에 따라 전원 공급 시스템(200)은 종래 가능했던 것보다 더욱 정확하고 균일한 전원을 제공할 수 있게 된다.

전원 공급 시스템(100)은 또한, 파워 및 임피던스 모두를 측정할 수 있기 때문에 전원 공급의 균일성(또는 질)을 개선할 수 있다. 부분적으로, 균일성은 상기한 정교한 정확도를 통해 향상된다(예컨대, 감소된 오차 누적 및 보다 빠르고 보다 광범위한 샘플링). 균일성 역시 향상되는 데, 그 이유는, 종래 기술은 전원 공급 시스템의 다중 제어 루프에서의 안정성을 유지하기가 어려운 반면, 단일 제어기(214)는 다중 제어 루프들을 제어할 수 있어 제어 루프들 간의 안정성 및 동기화를 보장하기 때문이다.

다수의 설계 관점은 이들 이점을 가능케 한다. 첫째는 발생기(202)에 나타나는 임피던스 및 발생기의 파워 출력 모두를 모니터하도록 하는 단일 센서(214)의 사용이다. 제1 센서(214)는 발생기(202)의 출력에서 전압, 전류, 위상 및 출력을 측정할 수 있다. 제1 센서(214)는 발생기(202)의 출력에 배치될 수 있다. 제1 센서(214)는, 종래 불가능했던 특징인 임피던스를 원격으로 측정할 수 있기 때문에 발생기(202)로부터의 파워에 더해 발생기(202)에 나타나는 임피던스를 측정할 수 있다. 원격 임피던스 측정은, 예컨대, (예컨대, 매칭 네트워크 204의 입력에서) 제1 센서(214)로부터 전송 매체(208)를 따라 어떤 물리적 거리의 위치에, 제1 센서(214)(또는 교정 포인트)로부터 물리적 원격의 위치에서 임피던스를 조사한다.

통상적인 임피던스 측정들의 부정확성은 그것이 불가능한 경우 임피던스의 원격 모니터링이 어렵다는 것을 뜻한다. 제1 센서(214)가 이들 문제들을 극복하는 두 개의 이유들이 있다: (1) 제1 센서(214)는 종래의 센서보다 교정 임피던스에 관한 전압 정상파 비를 증가시키는 것에 대해 보다 선형적인 응답을 갖는다: (2) 제1 센서(214)는 발생기(202) 출력 파워의 위상을 더욱 정밀하게 측정할 수 있다.

일반적으로, 센서들은 중심 동작 임피던스(예컨대, 50 Ω)에 최적으로 근접하여 동작하도록 교정될 수 있으나 임피던스 변경에 대한 그들의 비선형 응답으로 인해, 임피던스가 교정 임피던스로부터 멀리 이동함에 따라, 센서의 정확도가 급격히 저하한다. 이 물리적 국부 측정의 부정확성은 물리적 거리가 크게 떨어진 측정을 행할 때 증폭된다. 반대로, 센서(214)는 전압의 정상파 비 원(voltage standing wave ratio circle)에 대해 더욱 선형적인 응답을 가지며, 이는, 임피던스 교정 포인트로부터 멀리 떨어진 임피던스 및 그에 따른 물리적 원격 위치에서의 임피던스 측정을 정확히 행할 수 있도록 한다.

더욱이, 제1 센서(214)는 종래 센서들이 생성할 수 있는 것보다 발생기(202) 출력의 위상을 더욱 정확히 측정할 수 있다. 특히, 높은 위상 각에서, 위상 각 측정의 정확도에 대해 또한 그에 따른 결과적인 임피던스 및 파워 측정에 있어서 감도가 극히 높다. 제1 센서(214)는 위상 각을 정확히 측정할 수 있기 때문에, 임피던스의 원격 측정을 더욱 양호하게 행할 수 있다.

1 실시예에서, 제1 센서(214)는 방향성 커플러이다. 방향성 커플러는 순방향 및 역방향 전력의 모의 파워는 물론 그들 간의 위상차를 측정할 수 있다. 방향성 커플러는 다음, 모의 파워 및 위상 차를 국부 제어기(212)로 다시 통과시킨다. 모의 파워는, 방향성 커플러가 그의 명목상 부하 조건(예컨대, 50 Ω)에서 동작하는 발생기(202)의 출력 전압에 비례하는 측정 시스템에 제공하는 전압이다.

상기한 이점은 두 번째로, 단일 국부 제어기(212)를 통해 전원 공급 시스템(200)의 통합된 제어 및 모니터링에 의해 가능해지는 것이다. 상기 국부 제어기(212)는 발생기(202), 매칭 네트워크(204), 제1 센서(214) 및 선택적 제2 센서(218)로부터 정보를 수신하고 분석할 수 있다. 상기 국부 제어기(212)는 전원 공급 시스템(200)에 관해 수신된 정보를 분석하고 플라즈마 부하(206)로의 균일한 전원 공급을 보장하기 위해 취해질 절차를 결정하기 위해 하나 이상의 알고리즘을 실행할 수 있다. 상기 국부 제어기(212)는 또한, 임의의 동작들 및 절차를 행하기 위해, 발생기(202)와 매칭 네트워크(204)와 같은 전원 공급 시스템(200)의 다른 부품들에 대한 지시들을 발생할 수 있다.

상기 국부 제어기(212)는, 모든 측정들을 모니터하고 모든 제어 신호들 및 지시들을 분배하기 때문에, 운영자 책무의 대부분이 경감되고 발생기(202) 및 매칭 네트워크(204)가 파워 및 임피던스 변동에 대해 조정하는 속도가 향상된다. 이와 같은 구성은 또한, 필요한 리드선 및 신호선이 적어지기 때문에 전원 공급 시스템(200)의 하드웨어 요구를 간단하게 한다. 리드선 및 신호선의 수를 최소화함으로써, 발생기(202) 및 매칭 네트워크(204)는 보다 소형이고 덜 복잡한 소프트웨어 및 펌웨어를 통해 제어될 수 있다.

상기 국부 제어기(212)는 발생기(202) 및 매칭 네트워크(204) 모두의 동작을 처리하기 때문에, 이들 구성 부품의 동시 튜닝이 가능하다. 국부 제어기(212)는 발생기(202)의 RF 엔진(213)에 지시하여 진폭, 반송 주파수, 파워 주파수, 펄스 폭, 펄스 듀티 사이클 또는 발생기(202) 파워 출력을 조정하도록 한다. 상기 국부 제어기(212)는 또한, 예컨대, 매칭 네트워크(104)의 모터 드라이브 보드 조정 가변 커패시터들을 구비함으로써, 매칭 네트워크(204)의 임피던스를 조정하도록 매칭 네트워크(204)의 임피던스 제어 시스템(215)에 지시할 수 있다.

이용가능한 튜닝 선택들은 국부 제어기(212)가 전원 공급 시스템(200)을 어떻게 처리하는지를 지시한다. 발생기(202) 주파수가 고정된 경우, 국부 제어기 (212)는 임피던스를 조정하도록 매칭 네트워크(204)에 대한 지시들을 통과시킬 수 있다. 발생기(202) 주파수가 가변적인 경우, 국부 제어기(212)는 (1) 발생기(202)에 나타난 임피던스를 변경하도록 매칭 네트워크(204)에 대한 지시들을 통과시키고, (2) 파워 출력 주파수를 변경하도록 발생기(202)에 대한 지시들을 통과시키고, (3) 발생기(202)에 나타난 임피던스를 변경하도록 매칭 네트워크(204)에 대한 지시들을 통과시키고 또한 그의 파워 출력 주파수를 변경하도록 발생기(202)에 대한 지시들을 통과시킨다. 발생기(202) 주파수는 매칭 네트워크(204)의 임피던스보다 매우 빨리 조정되기 때문에, 임피던스를 조정하는 매칭 네트워크 대신 또는 그에 부가하여 주파수를 통해 튜닝하도록 발생기(202)에 지시하는 것은 빠른 튜닝이 요구되는 경우에 바람직할 수 있다. 요컨대, 임피던스 매칭은 발생기(202) 및 매칭 네트워크(204)의 동시 튜닝을 통해 행해질 수 있다.

국부 제어기(212)가 선택적 제2 센서(218)에 의해 제공되는 정보를 고려할 때 더욱 균일하고 정확한 파워가 전달될 수 있다. 예컨대, 선택적 제2 센서(218)는, 플라즈마 부하(206)에 공급되는 파워를 특정하는 데이터를 제

공할 수 있으며, 그에 의해 국부 제어기(212)가, 발생기(202) 및 매칭 네트워크(204)에 대한 지시들을 보다 정확하고 균일하게 제공할 수 있도록 한다. 선택적 제2 센서(218)로부터의 측정은 또한, 각각 다른 전원 공급 시스템을 갖는, 병렬로 동작하는 챔버들 간의 균일한 전원 공급을 향상시키기 위해, 매칭되는 챔버에 사용될 수 있다. 상기 국부 제어기(212)는 또한, 웨이퍼 표면에 걸친 웨이퍼 대 웨이퍼의 균일한 통합 처리, (예컨대, 플라즈마로부터 빛 방출들의 모니터링을 통한) 단부 포인트 검출 및 아크 처리를 향상시키기 위해 이들 측정들을 사용할 수 있다. 비록 도시되지는 않았지만, 어떤 실시예에서, 선택적 제2 센서(218)는 웨이퍼와 접하거나 또는 챔버 내에 배치될 수 있다.

1 실시예에서, 플라즈마 부하(206)에 제공되는 파워는 각종 설정 포인트들에 대해 변경될 수 있다(예컨대, 제1 설정 포인트로부터 제2 설정 포인트로). 매칭 네트워크(204)는, 발생기(202)가 파워 설정 포인트들 사이에 스위칭할 때 플라즈마 부하(206)에 대한 균일한 전원 공급을 유지하기에 충분히 빠르게 조정하는 것이 가능하지 않을 수도 있다. 이 문제를 극복하기 위해, 각 발생기(202)의 설정 포인트에 대응하는 바람직한 매칭 네트워크(204)의 설정 포인트들을 결정하기 위해 테스트 실행이 사용될 수 있다. 테스트 실행은 장치, 반도체 또는 처리될 임의의 기타 물체가 플라즈마 챔버에 위치되기 전에 행해진다. 매칭 네트워크(204) 및 발생기(202)는 다음, 각종 발생기(202)의 설정 포인트들에 대해 튜닝된다. 튜닝될 수 있는 파라미터들은 발생기(202)의 주파수, 펄스 폭 및 매칭 네트워크(204)의 임피던스를 포함한다. 이 튜닝은, 챔버 내의 장치를 훼손하지 않고 느린 튜닝이 행해질 수 있도록 챔버 내에 어떤 것도 없는 상태로 행해진다. 발생기(202)의 설정 포인트에 대해 바람직하도록 결정되는 파라미터들은 메모리에 저장될 수 있다. 실제의 플라즈마 처리 동안, 국부 제어기(212)는, 설정 포인트들과 관련된 바람직한 파라미터들로 동작하도록 발생기(202) 및 매칭 네트워크(204)에 지시를 발할 수 있다. 이와 같이, 매칭 네트워크(204) 및 발생기(202)는 처리 동안 튜닝하도록 하지 않으며, 대신, 테스트 실행에서 결정되는 바람직한 파라미터들로 신속히 설정되도록 한다.

국부 제어기(212)는 또한, 전원 공급 시스템(200)을 특정하는 다음의 예시적 관점들을 고려할 수 있다: 구성 부품 효율 특징, 제어 알고리즘 파라미터들, 매칭 네트워크(204) 내의 가변 커패시터 위치, 고장 및 경과와 같은 진단, 부품의 헬스 매트릭스, 부품 역사 로고들, 및 부품 상태 요구들.

국부 제어기(212)는 또한, 발생기(202) 및 매칭 네트워크(204)의 동작들을 처리할 때 플라즈마 부하(206)의 비전기적 특성들을 고려할 수 있다. 예컨대, 국부 제어기(212a)는, 서너 가지 예를 들면, 챔버 압력, 챔버 내의 가스 화학물질, 플라즈마의 이온 에너지, 플라즈마의 광 세기, 플라즈마에 의해 발해진 빛의 스펙트럼 내용 및 플라즈마 아크 발생을 고려할 수 있다. 1 실시예에서, 선택적 제2 센서(218)는, 서너 가지 예를 들면, 챔버 압력, 챔버 내의 가스 화학물질, 플라즈마의 이온 에너지, 플라즈마의 광 세기, 플라즈마에 의해 발해진 빛의 스펙트럼 내용물 및 플라즈마 아크 발생과 같은, 플라즈마 처리 챔버(도시되지 않음) 또는 플라즈마 부하(206)의 비전기적 특징들을 모니터할 수 있다.

도시된 바와 같이, 국부 제어기(212)는 전원 공급 시스템(200)과 사용자의 상호작용을 위한 단독 통로이다. 1 실시예에서, 사용자는 국부 제어기(212)와 통신하는 외부 제어기(220)와 접속할 수 있다. 발생기(202) 및 매칭 네트워크(204)의 사용자의 제어는 외부 제어기(220)를 경유하여 국부 제어기(212)를 통해 행해진다. 그러나, 당업자는, 전원 공급 시스템과 사용자의 상호작용이 반드시 국부 제어기(212)에 제한되지 않음을 인식할 것이다.

제1 센서(214)는 선택적 제2 센서(218)(또는 부하 센서)와 함께 선택적으로 실시될 수 있다. 선택적 제2 센서(218)는, 발생기(202) 및 매칭 네트워크(204) 간에 또는 그들을 포함한 임의의 개소 또는 매칭 네트워크(204)(218a)의 출력에 배치될 수 있다. 상기 선택적 제2 센서(218)는, 플라즈마 부하(206)에 전달되는 파워를 특정하도록 구성되고 매칭 네트워크(204)와 플라즈마 부하(206) 간의 임의의 개소 또는 매칭 네트워크(204)(218a)의 출력에서의 전압, 전류, 위상, 임피던스, 또는 전력을 측정할 수 있다. 1 실시예에서, 상기 선택적 제2 센서(218)는, 플라즈마 부하(206)에 결합될 수 있고 또한 플라즈마 처리 챔버에 결합될 수 있고 또는 처리 동안 웨이퍼에 결합될 수 있다.

상기 국부 제어기(212)는, 발생기;(202)(특히 RF 엔진 213), 제1 센서(214), 매칭 네트워크(204)(특히, 임피던스 제어 시스템 215), 및 선택적 제2 센서(218) 사이, 그 자신과 이들 부품 간, 및 (예컨대, 외부 제어기 220을 통한) 이들 부품들과 사용자 사이의 통신들을 처리할 수 있다. 이들 통신은 각각 발생기(202) 및 매칭 네트워크(204) 내의 신호 경로들(225a 또는 225b)을 통해, 또는 (비록 발생기 202 및 매칭 네트워크 204 내의 부분들을 포함할 수 있지만) 일반적으로 발생기(202) 및 매칭 네트워크(204) 외부의 신호 경로(226)를 통해 이루어질 수 있다

도시된 실시예에서, 신호 경로(226)는 버스(bus)이다(신호들은 양 방향으로 흐를 수 있고 다수의 신호들이 동일

한 경로를 따라 흐를 수 있다). 그러나, 다른 실시예에서, 각종 부품들이 국부 제어기(212)에 대한 그 자체의 신호 경로들을 가질 수 있으며, 또 다른 실시예에서, 버스 형태 및 비 버스 신호 경로들의 조합으로 될 수 있다.

어떤 실시예에서, 신호 경로(226)는 전송 매체(208)를 통한 통신들로 교체될 수 있다. 요컨대, 선택적 제2 센서(218)로부터 국부 제어기(2120로의 통신들은 발생기(202)와 매칭 네트워크(204) 간에 전송되는 파워 신호에 대해 변조될 수 있다. 도시된 각종 부품들 간의 통신은 RS-485와 같은 직렬 통신 프로토콜을 통해 행해질 수 있다. 대안적으로, 이들 통신들의 하나 이상은 무선 접속을 통해 또는 유선 또는 우선 네트워크를 통해 행해질 수 있다. 예컨대, 신호 경로(226)는 LAN(local area network)으로 구현될 수 있다.

도 2b를 참조하면, 국부 제어기(212b)는 전원 공급 시스템(200) 내에 배치되나, 발생기(202) 또는 매칭 네트워크(204)의 일부는 아니고 이들에 접속된다. 상기 국부 제어기(212b)는, 버스로서 구성되는 신호 경로(226)를 통해 각종 부품들과 통신한다. 또한, 버스의 구성은 요구되지 않으며, 각 부품들은 국부 제어기(212b)에 대해 절연(분리)된 신호 경로를 가질 수 있다.

도 2c에 있어서, 국부 제어기(212c)는 매칭 네트워크(204)에 결합되거나 또는 그의 일부이다. 또한, 버스형 신호 경로들 또는 분리된 신호 경로들의 임의의 조합이 사용될 수 있다. 도시된 바와 같이, 제1 위치(218a)에 있는 선택적 제2 센서(218)와 임피던스 제어 시스템(215)은 매칭 네트워크(204) 내의 신호 경로들 (625b)를 통해 국부 제어기(215c)와 통신한다. 발생기(202(특히, RF 엔진 213), 제1 센서(214), 및 다른 위치(218B)에 있는 선택적 제2 센서(218)는 버스의 구성인 신호 경로(226)를 통해 국부 제어기(212c)와 통신한다.

국부 제어기(212), RF 엔진(213), 제1 센서(214), 임피던스 제어 시스템(215), 및 선택적 제2 센서(218)는, 중앙 처리 장치(CPU), 필드 프로그래머블 게이트 어레이(FPGA), 프로그래머블 로직 디바이스(PLD), 디지털 신호 처리기(DSP) 또는 하나 이상의 CPU들, FPGA들, PLD들 및/또는 DSP들의 조합과 같은 임의의 프로세서들을 포함할 수 있으나, 이들에 한정되지 않는다. 이들 부품들의 어느 것은 그 자체의 메모리 또는 공유 메모리와 통신하거나 포함할 수 있으며 상기 메모리는 발생기(202) 및 매칭 네트워크(204) 또는 플라즈마 부하(206)에 전달되는 파워의 성격들과 같은 정보를 저장하도록 구성될 수 있다. 상기 메모리는 국부 제어기(212)의 일부로 될 수 있고 또는 발생기(202) 또는 매칭 네트워크(204)의 일부로 될 수 있다. 1 실시예에서, 상기 메모리는 RF 엔진(213) 또는 임피던스 제어 시스템(215)의 일부로 될 수 있다.

상기 국부 제어기(212)는, 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 예컨대, 국부 제어기(212)는, 프로세서, 메모리, 및 제1 및 제2 센서들(214,218)로부터의 데이터를 분석하고 부품들의 내부 파라미터들을 조정하기 위해 어떻게 및 언제 발생기(202)와 매칭 네트워크(204)를 지시할지를 결정하도록 구성되는 프로세서상에 실행되는 소프트웨어를 포함할 수 있다.

RF 엔진(213), 제1 센서(214), 임피던스 제어 시스템(215), 및 선택적 제2 센서(218)는, 국부 제어기(212)에 대해 정보를 지시하고 전송하는 프로세서와 같은 로직을 각각 포함한다. 또는, 상기 국부 제어기(212)는, 모든 로직을 처리할 수 있고 RF 엔진(213), 제1 센서(214), 임피던스 제어 시스템(215), 및 선택적 제2 센서(218)의 각각에 대한 기능들을 제어한다.

전원 공급 요망사항들은 국부 제어기(212)로 프로그램될 수 있고, 국부 제어기(212)에 의해 액세스 가능한 메모리상에 놓일 수 있으며, 또는 사용자(사용자 전원 공급 요구사항들)에 의해 제공된다. 1 실시예에서, 제1 및 제2 센서들(214,218)은 (전압, 전류 및 위상을 측정할 수 있는) V-I 센서들 또는 위상을 측정할 수 있는 방향성 커플러이다. 실제로는 두 개의 제2 센서(218) 위치들(218a 또는 218b) 중 하나만 실시된다.

전송 매체들(208,210)은, 대전력 케이블 또는 전송 라인들로 실시될 수 있다. 이들은 또한, 인접되어 있거나 또는 연결된 발생기(202)와 매칭 네트워크(204) 간의 전기적 접속일 수도 있다. 1 실시예에서, 발생기(202)는, 전송 매체(208)가 전원 공급 시스템(200)의 두 개의 부차적 부품들 간의 내부 전기적 접속만으로 되도록 통합된 전원 공급 시스템(200)의 일부로서 매칭 네트워크(204)에 접속된다. 다른 실시예에서, 발생기(202)와 매칭 네트워크(204)는 전송 매체(208)가 존재하지 않도록 결선된다. 요컨대, 발생기(202)와 매칭 네트워크(204)는, 단일 박스, 용기, 패키지, 또는 유닛의 일부일 수 있다. 이와 같은 실시예는, 발생기(202)와 매칭 네트워크(204) 간의 통신 및 부차적 부품(예컨대, 서너 개 예를 들면, 파워 소스. 메모리 및 프로세서들)의 전체적 통합을 이룰 수 있다. 발생기(202)와 매칭 네트워크(204) 내의 어떤 부차적 부품은 공유될 수 있다. 예컨대, 매칭 네트워크(204)는, 발생기(202)와 매칭 네트워크(204) 모두 필터를 공유할 수 있는 발생기(202)의 일체 부 및/또는 발생기(202)의 최종 결합기로 되도록 이루어질 수 있다.

1 실시예에서, 전원 공급 시스템은 국부 제어기(212), 제1 센서(214), 및 선택적으로 제2 센서(218)를 포함할 수 있다. 전원 공급 시스템은, 상기한 바와 같이 그들의 전원 공급 능력을 향상시키기 위해 기존의 전원 공급 시스템들을 변경하도록 사용될 수 있다.

도 3은 다중 발생기 전원 공급 시스템(300)의 1 실시예를 도시한다. 전원 공급 시스템(300)은 발생기들(302a, 302b, 302c)을 포함하고 이들은 각각, 이 발생기들(302a, 302b, 302c)이 플라즈마 부하(306)에 전원을 공급할 때 반사 전력을 최소화하도록 사용되는 매칭 네트워크(304a, 304b, 304c)를 갖는다. 센서(314a, 314b, 314c)는 발생기들(302a, 302b,302c)의 전압, 전류, 임피던스 및 파워를 모니터하기 위해 포함된다. 센서들(314a, 314b, 314c)은, 각 발생기(302a, 302b,302c)의 일부이거나 각 발생기(302a, 302b,302c)에 결합되거나 또는 각 발생기(302a, 302b, 302c)의 외부에 제공될 수 있다. 센서들(314a, 314b, 314c)은, 전압, 전류, 위상, 파워 및 임피던스를 국부 제어기(312)에 중계한다.

센서들(314a, 314b, 314c)은 또한, 구성 및 동작 파라미터들과 같은 정보를 포함하는 그들의 식별사항들을 국부 제어기(312)에 중계할 수 있다. 발생기(302a, 302b, 302c) 및 매칭 네트워크(315a, 315b, 315c)는 또한, 예컨대, RF 엔진(313a ,313b, 313c) 및 임피던스 제어 시스템(315a, 315b, 315c)을 통해, 각각, 국부 제어기(312)에 대해 그들 자신들을 식별할 수 있다.

국부 제어기(312)는, 발생기들(302a, 302b,302c), 매칭 네트워크들(304a, 304b, 304c) 및 센서들(314a, 314b, 314c) 간의 통신을 처리할 수 있다. 국부 제어기(312)는 또한, 내부 파라미터들을 어떻게 및 언제 조정할지에 관해 발생기들(302a, 302b,302c), 매칭 네트워크들(304a, 304b, 304c) 및 센서들(314a, 314b, 314c)에 명령을 제공하도록 구성된다. 이와 같이, 국부 제어기(312)는, 발생기들(302a, 302b,302c) 및 매칭 네트워크들(304a, 304b, 304c)이, 이들 부품들 및 다른 부품들의 동작 간에 변화를 고려하여 그에 맞추어 통합적으로 동작할 수 있도록 한다. 어떤 예에서, 전원 공급 시스템(300)의 이러한 통합적인 동작은 플라즈마 챔버 가스 화학물질 또는 처리 단부 포인트와 같은 비전기적 요인들을 고려할 수 있다. 1 실시예에서, 발생기들(302a, 302b,302c)의 주파수는 매칭 네트워크들(304a, 304b, 304c)을 튜닝하는 동안에도 튜닝될 수 있다.

이러한 다중 발생기 실시예에 있어서, 당해 분야의 특정 과제는, 각 발생기들(302a, 302b,302c)이 (그 구성에 따라) 플라즈마 부하(306) 또는 전송 매체(310a, 310b, 310c)를 통해 다른 발생기들(302a, 302b,302c)을 보기 때문에 균일한 파워를 생성하는 것이다. 환언하면, 통상적인 다중 발생기는 시스템들은 발생기들(302a, 302b,302c) 간의 크로스 토크 상호작용에 의해 문제로 된다. 발생기들(302a, 302b,302c) 및 매칭 네트워크들(304a, 304b, 304c)과 매칭 네트워크들(304a, 304b, 304c)이 국부 제어기(312)를 통해 서로 통신하고 동시에 이들 부품들의 모두를 동작을 고려하여 국부제어기(312)에 의해 제어되도록 함으로써, 균일하고 정확한 파워가 플라즈마 부하(306)에 제공될 수 있다.

1 실시예에서, 사용자는 국부제어기(312)와 통신하는 외부 제어기(320)와 접속할 수 있다. 외부 제어기(320)는 국부 제어기(312)에 또한 그로부터의 명령들 및 데이터 모두를 전송 및 수신할 수 있다. 발생기들(302a, 302b, 302c) 및 매칭 네트워크들(304a, 304b, 304c)의 사용자 제어는 외부 제어기(320)를 경유하여 국부제어기(312)를 통해 이루어진다.

국부제어기(312)가 발생기(302a)의 일부로서 도시되었으나, 이는 발생기(302b) 또는 발생기(302c)의 일부일 수도 있다. 또는, 전원 공급 시스템(300) 내의 모든 다른 위치들 역시 사용될 수 있다.

더욱이, 국부제어기(312)는 각 발생기들(302a, 302b,302c)의 RF 엔진(313a, 313b, 313c) 및 각 매칭 네트워크들(304a, 304b, 304c)의 임피던스 제어 시스템 (315a, 315b, 315c)과 통신할 수 있다. 특히, 국부제어기(312)는 이들 부차적 부품들과 통신할 수 있고 또한 그들에 명령들을 보낼 수 있다. 이와같이, 국부제어기(312)는 발생기들(302a, 302b,302c) 및 매칭 네트워크들(304a, 304b, 304c)에 명령하여 두 개의 비제한적 예들인, 펄스 주파수 및 가변 커패시터 위치와 같은 동작 파라미터들을 변경시킬 수 있다.

도 4는 다중 발생기 전원 공급 시스템(400)의 다른 실시예를 도시한다. 도 4는, 센서들(414a, 414b, 414c)이 발생기(402a, 402b, 402c)의 출력 대신 매칭 네트워크(404a, 404b, 404c)의 출력에 배치되는 점에서 도 3과 다르다. 센서들(414a, 414b, 414c)은, 매칭 네트워크(414a, 404b, 404c)의 출력 또는 플라즈마 부하(406)의 루트 상의 전압,전류, 위상, 임피던스, 및/또는 파워를 측정함으로써 각 발생기(402a, 402b, 402c) 및 매칭 네트워크(414a, 404b, 404c)에 대한 파워를 특정하도록 구성된다.

센서들(414a, 414b, 414c) 및 발생기(402a, 402b, 402c)는, 각각, RF 엔진 및 임피던스 제어 시스템(415a, 415b, 415c)을 통해 국부 제어기(412)에 대해 그들 자신들을 식별시킬 수 있다.

전원 공급 시스템(400)은 외부 제어기(420)를 통해 사용자와 인터페이스할 수 있다. 외부 제어기(420)는, 국부 제어기(412)와 통신할 수 있고 또한 국부 제어기(412)에 또한 그로부터 명령 및 데이터를 전송 및 수신할 수 있다.

상기 실시예에 있어서와 같이, 국부 제어기(412)는 도시된 바와 같이 발생기(402a)의 일부, 또는 전원 공급 시스템(400) 내의 임의의 다른 부품들 또는 전원 공급 시스템(400) 내에 있으나 이들 임의의 부품들에 인접한 부품들로서 배치될 수 있다.

*임피던스 제어 시스템(415a, 415b, 415c)이 각 매칭 네트워크(414a, 404b, 404c)에 대해 도시되었으나, 당업자는 별도의 하드웨어(또는 소프트웨어 또는 펌웨어) 부품들, 또는 각 매칭 네트워크(404a, 404b, 404c)에 대한 별도의 논리적 블록을 포함하는 단일 하드웨어 부품을 제공할 수 있음을 인식할 것이다. 다른 실시예에서, 단일 임피던스 제어 시스템(도시되지 않음)이 3개의 모든 매칭 네트워크들(414a, 404b, 404c)의 동작 파라미터들을 제어할 수 있다.

다른 실시예에서, 센서들(414a, 414b, 414c)은, 매칭 네트워크(404a, 404b, 404c)와 플라즈마 부하(406) 간에 위치된 단일 센서로 교체될 수 있다. 상기 단일 센서는, 도시 및 구성된 3개의 센서(414a, 414b, 414c)들로서 전압, 전류, 위상, 임피던스 및 파워를 측정할 수 있다.

비록 발생기(402a, 402b, 402c) 및 매칭 네트워크(404a, 404b, 404c)는 (버스 구성에 있어서) 동일한 신호 경로들을 통해 국부 제어기(412)와 통신하는 것으로 도시되었으나, 다른 실시예에서, 각 부품은 국부 제어기에 대한 별도의 신호 경로를 가질수 도 있다. 또는, 발생기(402a, 402b, 402c)는 국부 제어기(412)에 대해 한 신호 경로를 가질 수 있는 반면 매칭 네트워크(404a, 404b, 404c)는 국부 제어기(412)에 대해 다른 신호 경로를 가질 수 있다. 센서들(414a, 414b, 414c)은 국부 제어기(412)에 대해 그 자체의 신호 경로를 가질 수도 있다.

도 5는 다중 전원 공급 시스템(500)의 다른 실시예를 도시한다. 도5는, 도면의 센서들이 플라즈마 부하(506)의 입력에 배치된 단일 센서(514)로 교체된 점에서 도3 및 4와 다르다. 상기 센서(514)는 각 발생기(502a, 502b, 502c) 및 매칭 네트워크(504a, 504b, 504c)에 대한 파워를 특정하도록 구성된다.

전원 공급 시스템(500)은 외부 제어기(520)을 통해 사용자와 접속할 수 있다. 외부 제어기(520)는 국부 제어기(512)와 통신할 수 있고 또한 국부 제어기(512)에 또한 그로부터 명령 및 데이터를 전송 및 수신할 수 있다.

비록 발생기들(502a, 502b, 502c) 및 매칭 네트워크(504a, 504b, 504c)는 (버스 구성에 있어서) 동일한 신호 경로들을 통해 국부 제어기(512)와 통신하는 것으로 도시되었으나, 다른 실시예에서, 각 부품은 국부 제어기에 대한 별도의 신호 경로를 가질 수도 있다. 또는, 발생기(502a, 502b, 502c)는 국부 제어기(512)에 대해 한 신호 경로를 가질 수 있는 반면 매칭 네트워크(504a, 504b, 504c)는 국부 제어기(512)에 대해 다른 신호 경로를 가진다. 센서들(514a, 514b, 514c)은 국부 제어기(512)에 대해 그 자체의 신호 경로를 가질 수도 있다.

도 3-5의 각각의 외부 제어기는 국부 제어기에 대한 그 자체의 신호 경로를갖는 것으로 도시되었으나, 다른 실시예에서, 각 외부 제어기는, 국부 제어기와 통신하도록 사용되는 매칭 네트워크들과, 센서 발생기에 의해 사용되는 동일한 신호 경로를 공유할 수 있다.

비록 도 3-5에 도시된 다중 발생기는 3 세트의 발생기, 매칭 네트워크들, 및 센서들을 나타내고 있으나, 다른 실시예에 있어서, 이들 구성은 두 개 이상의 세트의 발생기, 매칭 네트워크들, 및 센서들로 구현될 수 있다. 1 실시예에서, 각 세트의 발생기들 및 매칭 네트워크들에 대한 센서보다는 단일 센서로 될 수 있다. 이 단일 센서는, 하나의 발생기에 대해 국부적으로 또는 두 개의 발생기들에 대해 원격적으로 출력되는 파워를 측정할 수 있다.

도6은 본 발명의 1 실시예에 따라 플라즈마 부하에 파워를 공급하는 방법(600)을 도시한다. 이 방법(600)은, 모니터링 동작(602), 분석 동작(604) 및 중계 동작(606)을 포함한다. 상기 모니터링 동작(602)은, 발생기(예컨대, 202)의 파워 출력의 전기적 특성을 모니터하는 단계 및 그 파워 출력의 전기적 특성을 국부 제어기(예컨대, 212)에 제공하는 단계를 수반한다. 상기 분석 동작(604)은, 파워 출력의 전기적 특성(예컨대, 전압, 전류, 위상, 임피던스, 파워)을 분석하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 분석 동작(604)은 또한, 전원 공급 시스템(예컨대, 200)이 모니터링된 전기적 특성에 따라 전압 공급 요구들을 충족하기 위해 어떻게 동작될 수 있는지를 결정하는 단계를 수반할 수 있다. 상기 중계 동작(606)은, 전원 공급 시스템의 발생기 및 매칭 네트워크에 대한 명령을 중계(통과 또는 전송)하는 단계를 수반할 수 있고, 상기 명령들은 상기 분석 동작(604)에 기초할 수 있다. 상기 명령들은 발생기와 매칭 네트워크의 동시 튜닝을 가능케 한다.

상기 시스템 및 방법들은, 상기한 바와 같이 특정 물리적 장치에 부가하여 컴퓨터 시스템과 같은 기계에서 실행될 수 있다. 도7은, 본 발명의 하나 이상의 관점 및/또는 방법론을 장치에 의해 행하거나 실시하도록 일련의 명령들을 실행할 수 있는 컴퓨터 시스템(700)의 예시적 형태에 있어서의 기계의 1 실시예의 도식적 표현을 나타낸다. 도7의 구성 부품들은 예시적일 뿐으로, 임의의 하드웨어, 소프트웨어, 임베디드 로직 부품 또는 특정 실시예들을 구현하는 부품들과 같은 둘 이상의 조합의 사용 또는 기능성의 관점을 제한하지 않는다.

컴퓨터 시스템(700)은, 버스(740)를 통해, 서로, 및 다른 부품들과 통신하는 프로세서(701), 메모리(703) 및 저장부(708)를 포함할 수 있다. 상기 버스(740)는 또한, 디스플레이(732), (예컨대, 키패드, 키보드, 마우스, 스틸러스 등을 포함할수 있는) 하나 이상의 입력 장치들, 하나 이상의 출력장치들(734), 하나 이상의 저장 장치들(735) 및 각종 탠저블 저장 매체(736)와 결합할 수 있다. 이들 모든 요소들은 버스에 직접 또는 하나 이상의 인터페이스를 통해 또는 아답터를 통해 접속할 수 있다. 예컨대 각종 탠저블 저장 매체(736)는 저장 매치 인터페이스(726)를 통해 버스(740)와 인터페이스할 수 있다. 컴퓨터 시스템(700)은, 이들에 한정되지 않지만, 하니 이상의 집적 회로(IC들), 인쇄 회로 기판(PCB들), 모바일 휴대형 장치들(휴대폰 또는 PDA 등), 랩톱 또는 노트북 컴퓨터, 분배 컴퓨터 시스템, 컴퓨팅 그리드 또는 서버를 포함하는 임의의 적절한 물리적 형태를 가질 수 있다.

프로세서(들)(701)(또는 중앙 처리 장치(들)(CPU들)은 선택적으로, 명령, 데이터, 또는 컴퓨터 어드레스들의 임시적 국부 저장을 위한 캐시 메모리 유닛(702)을 포함한다. 프로세서(들)(701)은, 컴퓨터 판독가능한 명령들의 실행에 일조하도록 구성된다. 컴퓨터 시스템(700)은, 메모리(703), 저장부(708), 저장 장치들(735) 및/또는 저장 매체(736)와 같은 하나 이상의 탠저블 컴퓨터 판독가능 저장 매체에서 구형되는 소프트웨어를 실행하는 프로세서(들)(901)의 결과로서의 기능을 제공할 수 있다. 상기 컴퓨터 판독가능 매체는 특정 실시예를 실행하는 소프트웨어를 저장할 수 있고, 상기 프로세서(들)(701)은 이 소프트웨어를 실행할 수 있다. 메모리(703)는, (대형 저장 장치(들) 735, 736과 같은) 하나 이상의 다른 컴퓨터 판독가능 매체로부터, 또는 네트워크 인터페이스와 같은 적절한 인터페이스를 통한 하나 이상의 다른 소스들로부터 상기 소프트웨어를 판독할 수 있다. 상기 소프트웨어는, 상기 프로세서(들)(701)이, 본 명세서에 기술 또는 도시된 하나 이상의 프로세스들 또는 하나 이상의 프로세스들의 하나 이상의 스텝들을 실행하도록 한다. 이와 같은 프로세스 또는 스텝들을 실행하는 것은 메모리(703)에 저장된 데이터 구조를 규정하는 단계 및 소프트웨어에 의해 지시된 데이터 구조를 변경하는 단계를 포함할 수 있다.

상기 메모리(703)는, 이들에 한정되지 않지만, 랜덤 액세스 메모리 부품들(예컨대, RAM 704))(예컨대, 정적 RAM "SRAM", 동적 RAM "DRAM", 등), 판독 전용 부품들(예컨대, ROM 705) 및 이들의 임의의 조합을 포함하는 각종 부품들(예컨대, 기계 판독가능 매체)를 포함할 수 있다. ROM(705)은, 프로세서(들)(701)에 단방향으로 명령하고 데이터를 전송하도록 동작할 수 있고, RAM(704)은, 프로세서(들)(701)에 양방향으로 명령하고 데이터를 전송하도록 동작할 수 있다. ROM(705)및 RAM(704)은, 하기와 같이 임의의 적절한 탠저블 컴퓨터 판독가능한 매체를 포함할 수 있다. 1 실시예에서, 예컨대 기동 시, 컴퓨터 시스템(700) 내의 요소들 간의 정보 전송에 일조하는 기본 루틴을 포함하는 기본 입/출력 시스템(706)(BIOS)은, 메모리(703)에 저장될 수 있다.

고정된 저장부(708)는, 선택적으로 저장부 제어 장치(707)를 통해, 프로세서(들)(701)에 양방향으로 접속된다. 고정 저장부(708)는, 부가적 데이터 저장 용량을 제공하고 또한 본 명세서에 기술된 임의의 적절한 탠저블 컴퓨터 판독가능 매체를 포함할 수도 있다. 저장부(708)는 운영 시스템(709), EXEC들(710(실행가능한 것들), 데이터(711), APV 애플리케이션(712)(응용 프로그램) 등을 저장하도록 사용될 수 있다. 종종, 항시 그렇지는 않지만, 저장부(708)는 1차 저장부(예컨대, 메모리 703)보다 느린 2차 저장 매체(예컨대, 하드 디스크)이다. 저장부(708)는 또한, 광학 디스크 드라이브, 솔리드 스테이트 메모리 장치(예컨대, 플래시 기반 시스템) 또는 상기한 것들의 임의의 조합을 포함할 수도 있다. 저장부(708)의 정보는, 적절한 경우에, 메모리(703)의 가상 메모리로서 채용된다.

1 실시예에서, 저장 장치(들)(735)는, 저장 장치 인터페이스(725)를 통해(예컨대, 도시되지 않은 외부 포트 커넥터를 통해) 컴퓨터 시스템(700)과 제거가능하게 접속될 수도 있다. 특히, 저장 장치(들)(735) 및 관련된 기계 판독가능한 매체는, 컴퓨터 시스템(700)에 대한 기계 판독가능한 명령, 데이터 구조, 프로그램 모듈, 및/또는 다른 데이터의 비휘발성 및/또는 휘발성 저장부를 제공할 수 있다. 1 실시예에서, 소프트웨어는, 완전히 또는 부분적으로, 저장 장치(들)(735) 상의 기계 판독가능한 매체 내에 놓일 수도 있다. 다른 실시예에서, 소프트웨어는, 완전히 또는 부분적으로, 프로세서(들)(701) 내에 놓일 수도 있다.

버스(740)는 매우 다양한 서브시스템들을 연결한다. 본 명세서에서, 버스에 대한 참조는, 적절한 경우, 공통 기능으로 작용하는 하나 이상의 디지털 신호 라인들을 망라할 수 있다. 버스(740)는, 예시적이지만, 임의의 다양

한 버스 아키텍처를 사용하는, 메모리 버스, 메모리 콘트롤러, 주변 버스, 로컬 버스, 및 이들의 임의의 조합을 포함하는 버스 구조의 여러 형태 중 임의의 것일 수도 있다. 예시적인 일례로서, 이와 같은 아키텍처들은, ISA(Industry Standard Architecture) 버스, 인핸스드 ISA(EISA) 버스, MCA(Miro Channel Architecture) 버스, VLB(Video Electronics Standard Association local bus), PCI(Peripheral Component Inreconnect) 버스, PCI-X(PCI-Express) 버스, AGP(Accelerated Graphics Port) 버스, HTX(HyperTransport) 버스, SATA(serial advanced technology attachment) 버스, 및 이들의 임의의 조합을 포함한다.

컴퓨터 시스템(700)은 입력 장치(733)를 포함할 수도 있다. 1 실시예에서, 컴퓨터 시스템(700)의 사용자는 입력 장치(들)(733)를 통해 컴퓨터 시스템(700)에 명령 및/또는 다른 정보를 입력할 수 있다. 입력 장치(들)(733)의 예로는, 이들에 한정되지 않지만, 영숫자 입력 장치(예컨대, 키보드), 포인팅 장치(예컨대, 마우스 또는 터치패드), 조이스틱, 게임패드, 오디오 입력 장치(예컨대, 마이크로폰, 음성 응답 시스템, 등), 광학 스캐너, 비디오 또는 스틸 이미지 캡쳐 장치(예컨대, 카메라) 및 이들의 임의의 조합을 포함한다. 입력 장치(들)(733)은, 이들에 한정되지 않지만, 직렬, 병렬, 게임 포트, USB, FIREWIRE, THUNDERBOLT, 또는 이들의 임의의 조합을 포함하는 다양한 입력 인터페이스(예컨대, 인터페이스 723)의 어느 것을 통해 버스(740)에 접속될 수 있다.

특정 실시예에서, 컴퓨터 시스템(700)이 네트워크(730)에 연결되었을 때, 컴퓨터 시스템(700)은, 네트워크(730)에 연결된 다른 장치들, 특히 모바일 장치 및 인터프라이즈 시스템들과 통신할 수 있다. 컴퓨터 시스템(700)과의 통신들은 네트워크 인터페이스(720)를 통해 보내질 수 있다. 예컨대, 네트워크 인터페이스(720)는, 네트워크(730)로부터 (IP(Internet Protocol) 패킷들과 같은) 하나 이상의 패킷들의 형태로 (다른 장치들로부터의 요구 또는 응답과 같은) 입력 명령들을 수신할 수 있고, 컴퓨터 시스템(700)은 처리를 위해 메모리(703)에 상기 입력 명령들을 저장할 수 있다. 컴퓨터 시스템(700)은, 상기와 비슷하게, 네트워크 인터페이스(20)로부터 네트워크(730)와 통신하고 메모리(703)에 하나 이상의 패킷들의 형태로 (다른 장치에 대한 요구 또는 응답과 같은) 출력 통신들을 저장할 수 있다. 프로세서(들)(701)은 처리를 위해 메모리(703)에 저장된 이들 통신 패킷들을 액세스할 수 있다.

네트워크 인터페이스(720)의 예로는, 이들에 한정되지 않지만, 네트워크 인터페이스 카드, 모뎀 및 이들의 임의의 조합을 포함한다. 네트워크(730) 또는 네트워크 세그먼트(730)는, 이들에 한정되지 않지만, WAN(wide area network)(예컨대, 인터넷, 엔터프라이즈 네트워크), LAN(local rea network)(예컨대 오피스, 빌딩, 캠퍼스 또는 다른 비교적 작은 지리적 공간과 관련된 네트워크), 전화망, 두 연산 장치 간의 직접 연경 및 이들의 임의의 조합을 포함한다. 네트워크(730)와 같은 네트워크는, 유선 및/또는 무선 모드의 통신을 채용할 수 있다. 일반적으로, 임의의 네트워크 토폴로지가 사용될 수 있다.

정보 및 데이터는 디스플레이(732)를 통해 표시될 수 있다. 디스플레이(732)의 예로는, 이들에 한정되지 않지만, 액정 표시 장치(LCD), 유기 액정 표시 장치(OLED), 캐소드 레이 튜브(CRT), 플라즈마 디스플레이, 및 이들의 임의의 조합을 포함한다. 디스플레이(732)는, 프로세서(들)(701), 메모리(703), 및 고정 저장부(708)는 물론, 버스(740)를 통한 입력 장치(들)(733)와 같은 다른 장치에 접속될 수 있다. 디스플레이(732)는 비디오 인터페이스(722)를 통해 버스(740)에 결합되고, 디스플레이(732)와 버스(740) 간의 데이터의 통신은 그래픽 콘트롤러(721)를 통해 제어될 수 있다.

디스플레이(732)에 더하여, 컴퓨터 시스템(700)은, 이들에 한정되지 않지만, 오디오 스피커, 프린터, 및 이들의 임의의 조합을 포함하는 하나 이상의 다른 주변 출력 장치들(734)을 포함할 수 있다. 이와 같은 주변 출력 장치들은 출력 인터페이스(724)를 통해 버스(740)에 연결될 수 있다. 출력 인터페이스(724)의 예로는, 이들에 한정되지 않지만, 직렬 포트, 병렬 접속, USB 포트, FIREWIRE 포트, THUNDERBOLT 포트 및 이들의 임의의 조합을 포함한다.

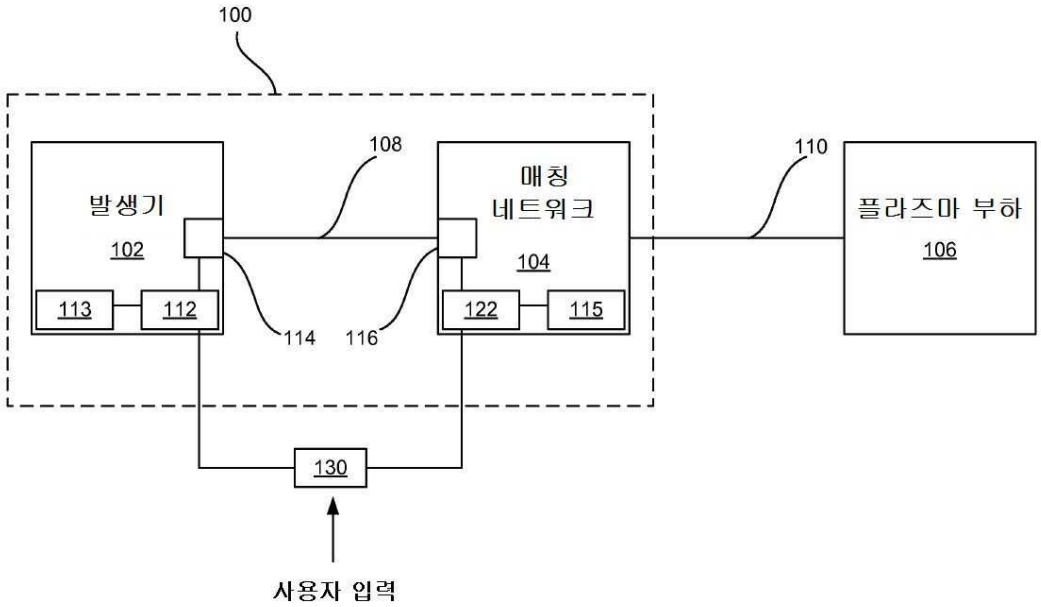
이에 덧붙여 또는 대안 예로서, 컴퓨터 시스템(700)은, 상기 기재 도는 도시된 하나 이상의 프로세스 또는 하나 이상의 프로세스의 하나 이상의 스텝들을 실행하도록 소프트웨어 대신 또는 그와 함께 동작할 수 있는, 회로에 있어서 하드와이어링되거나 달리 구현된 로직의 결과로서의 기능성을 제공할 수 있다. 본 발명에서 소프트웨어에 대한 참조는 로직을 망라할 수 있고, 로직에 대한 참조는 소프트웨어를 망라할 수 있다. 더욱이, 컴퓨터 판독가능한 매체에 대한 참조는, 적절한 경우, 실행용 소프트웨어를 저장하는 (IC와 같은) 회로, 실행용 로직을 구현하는 회로 또는 이들 모두를 망라할 수 있다. 본 발명은 하드웨어, 소프트웨어 또는 이들 모두의 임의의 적절한 조합을 망라한다.

결론적으로, 본 발명은 무엇보다도, 특히 전력 발생 및 챔버 조건이 동적인 플라즈마 처리를 위해 파워를 균일하고 정확히 제공하기 위한 시스템 및 방법을 제공한다. 상기 시스템 및 방법의 어떤 이점들은, 서너 개의 예를

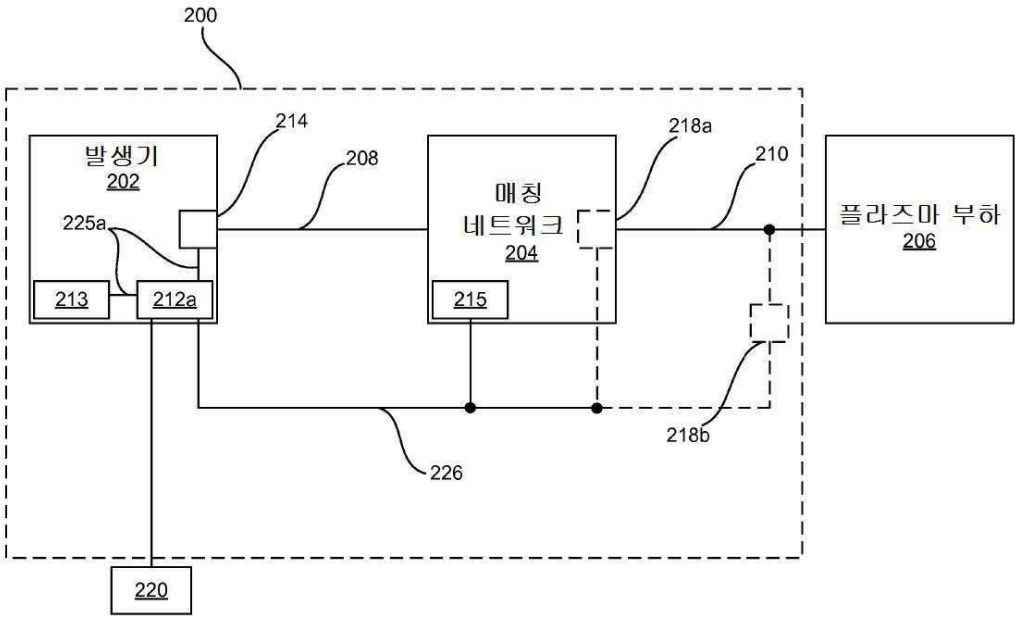
들면, 챔버 매칭, 챔버 특징화, 챔버 진단, 챔버 고장 예측 및 고장수리를 포함한다. 당업자는. T아기한 실시예들에 의해 달성된 동일한 결과들을 실질적으로 이루기 위해 그의 사용 및 그의 구성에 있어서 수많은 변형 및 대체물이 본 발명에서 이루어질 수 있음을 인식할 것이다. 따라서, 본 발명은 상기 실시예 형태들에 한정되지 않는다. 많은 변형예, 개조 및 대안적 구성이 첨부된 특허청구범위에 기재된 바와 같은 발명의 관점 및 정신 내에 들어가는 것이다.

도면

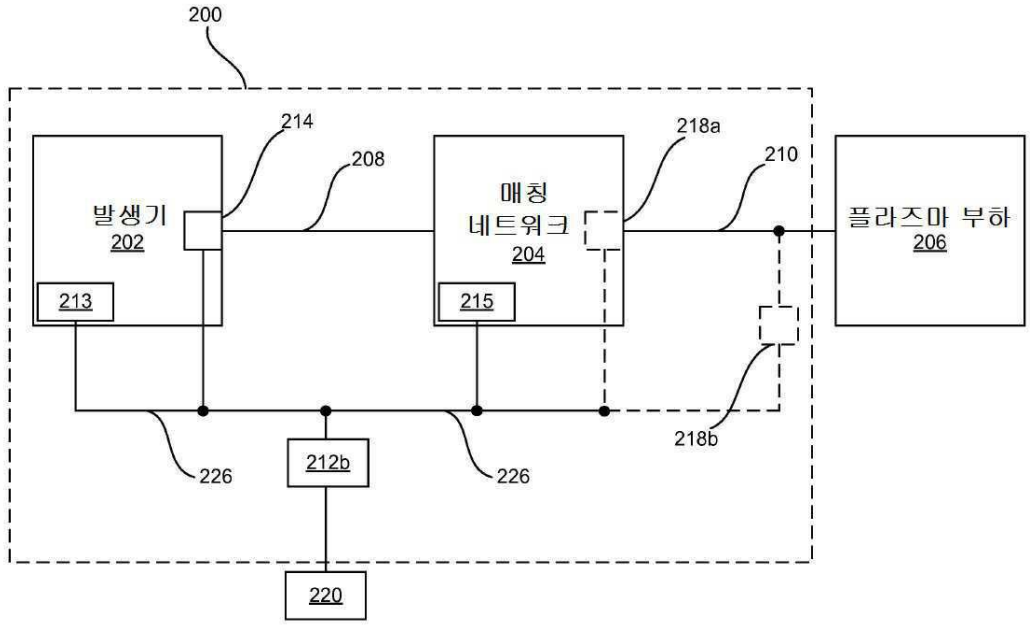
도면1



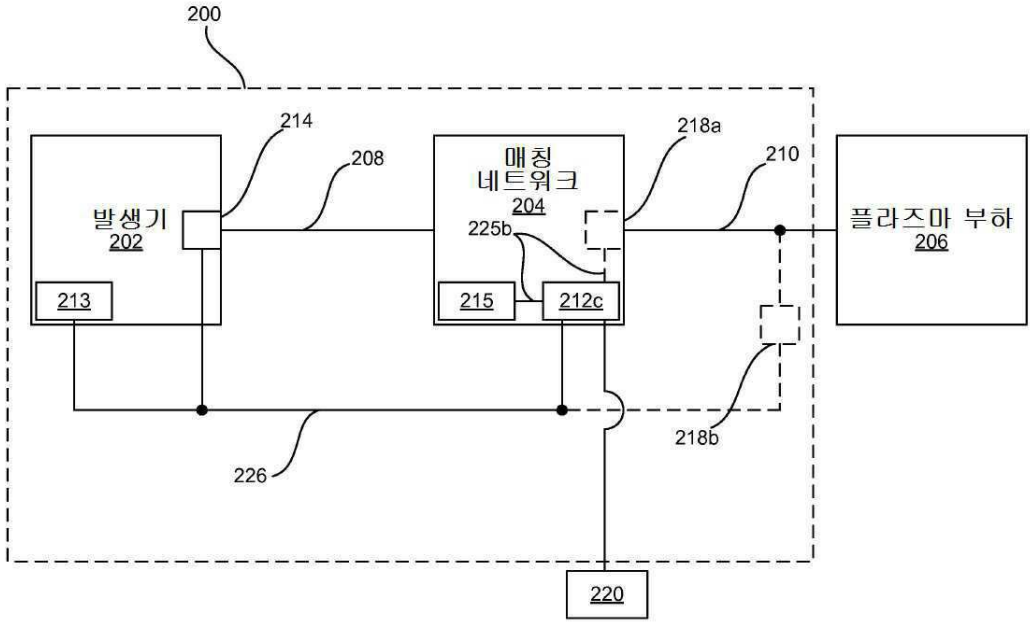
도면2a



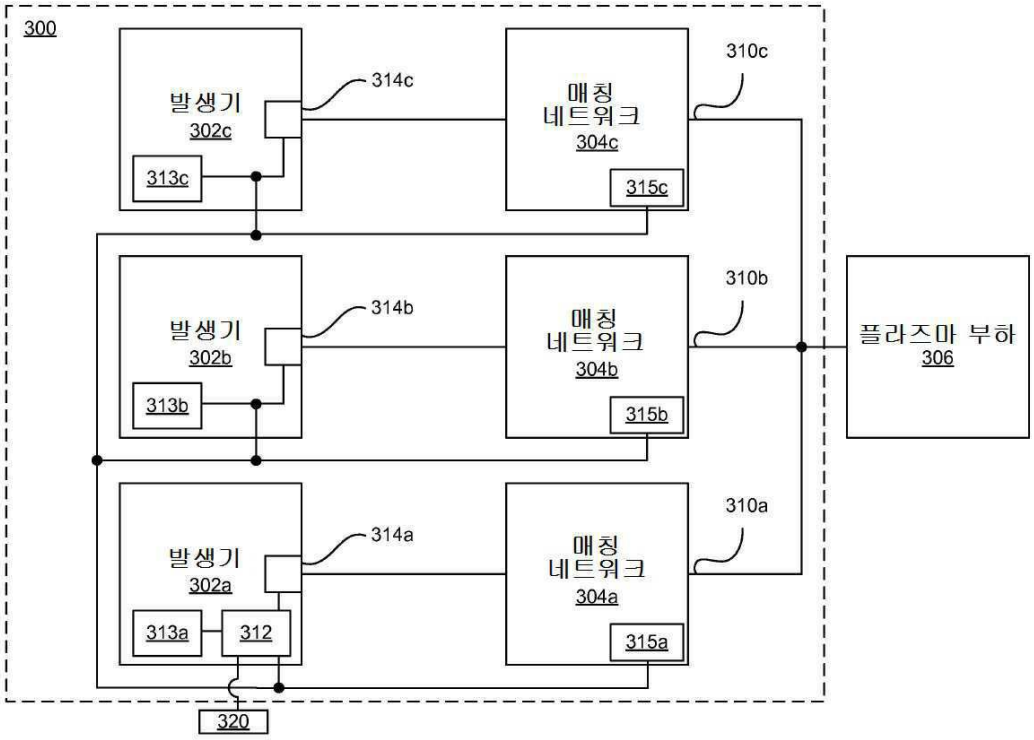
도면2b


200
214
208
218a
210
발생기
202
매칭
네트워크
204
플라즈마 부하
206
213
215
218b
226
212b
226
220

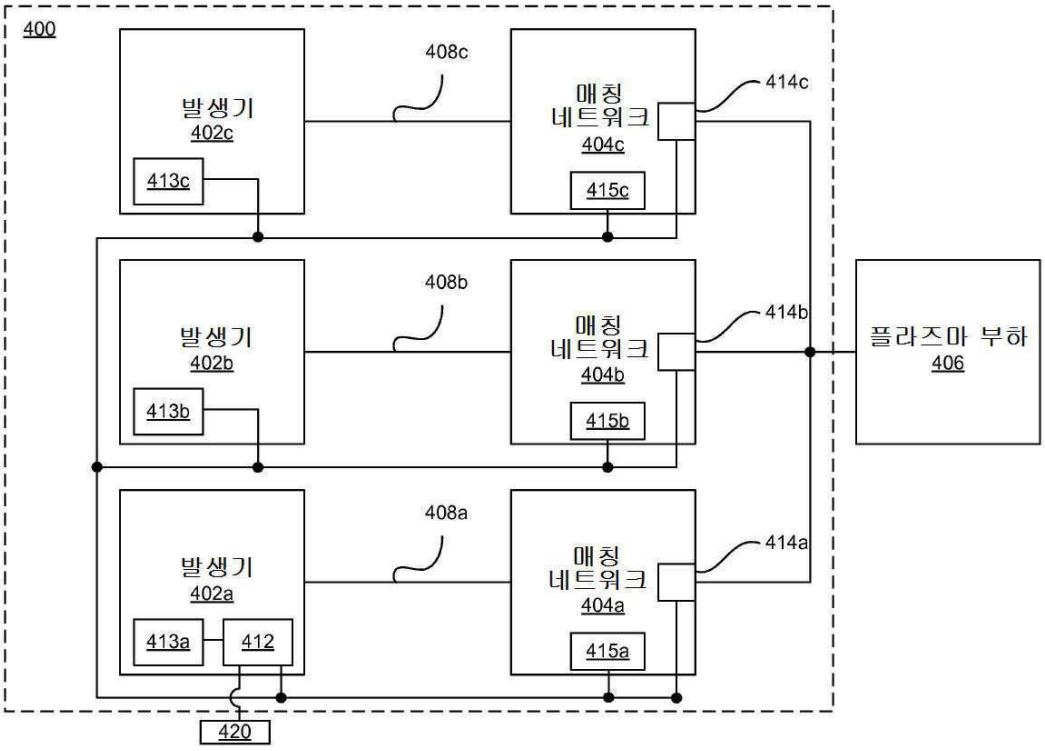
도면2c


200
214
208
218a
210
발생기
202
매칭
네트워크
204
225b
플라즈마 부하
206
213
215
212c
218b
226
220

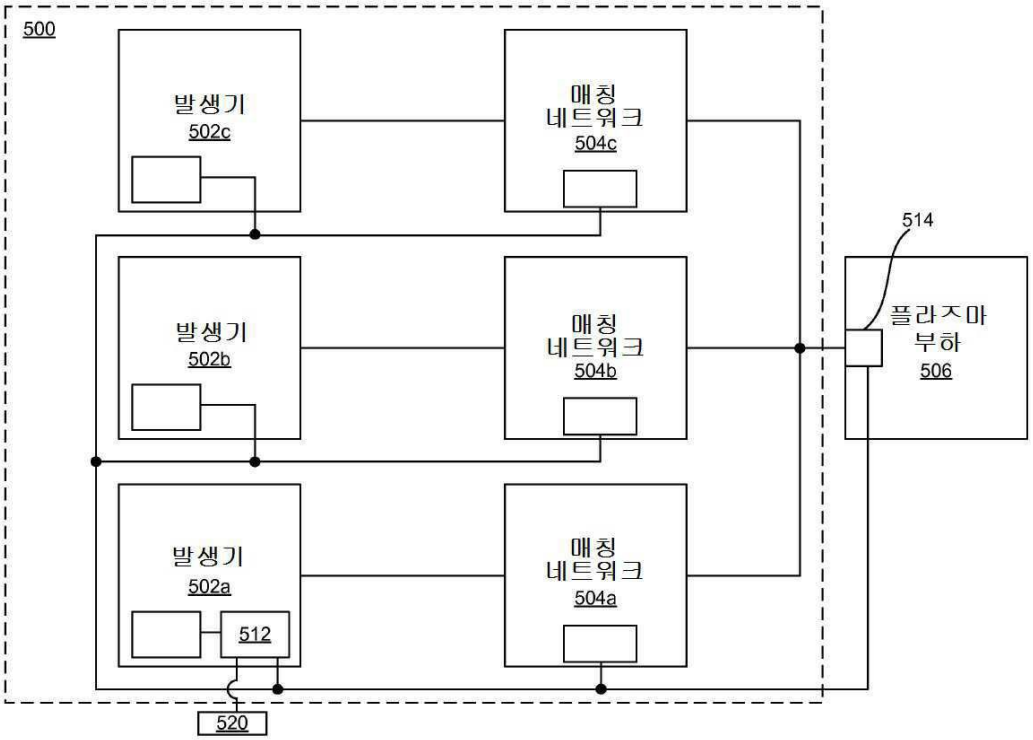
도면3


300
발생기
302c
313c
314c
매칭
네트워크
304c
315c
310c
발생기
302b
313b
314b
매칭
네트워크
304b
315b
310b
플라즈마 부하
306
발생기
302a
313a
312
314a
매칭
네트워크
304a
315a
310a
320

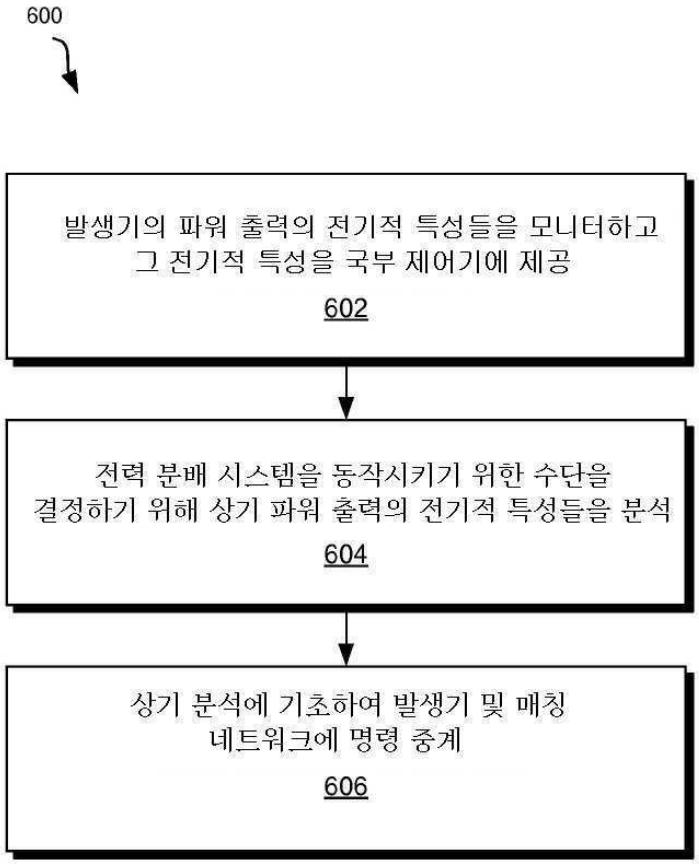
도면4


400
발생기
402c
413c
408c
매칭
네트워크
404c
415c
414c
발생기
402b
413b
408b
매칭
네트워크
404b
415b
414b
플라즈마 부하
406
발생기
402a
413a
412
408a
매칭
네트워크
404a
415a
414a
420

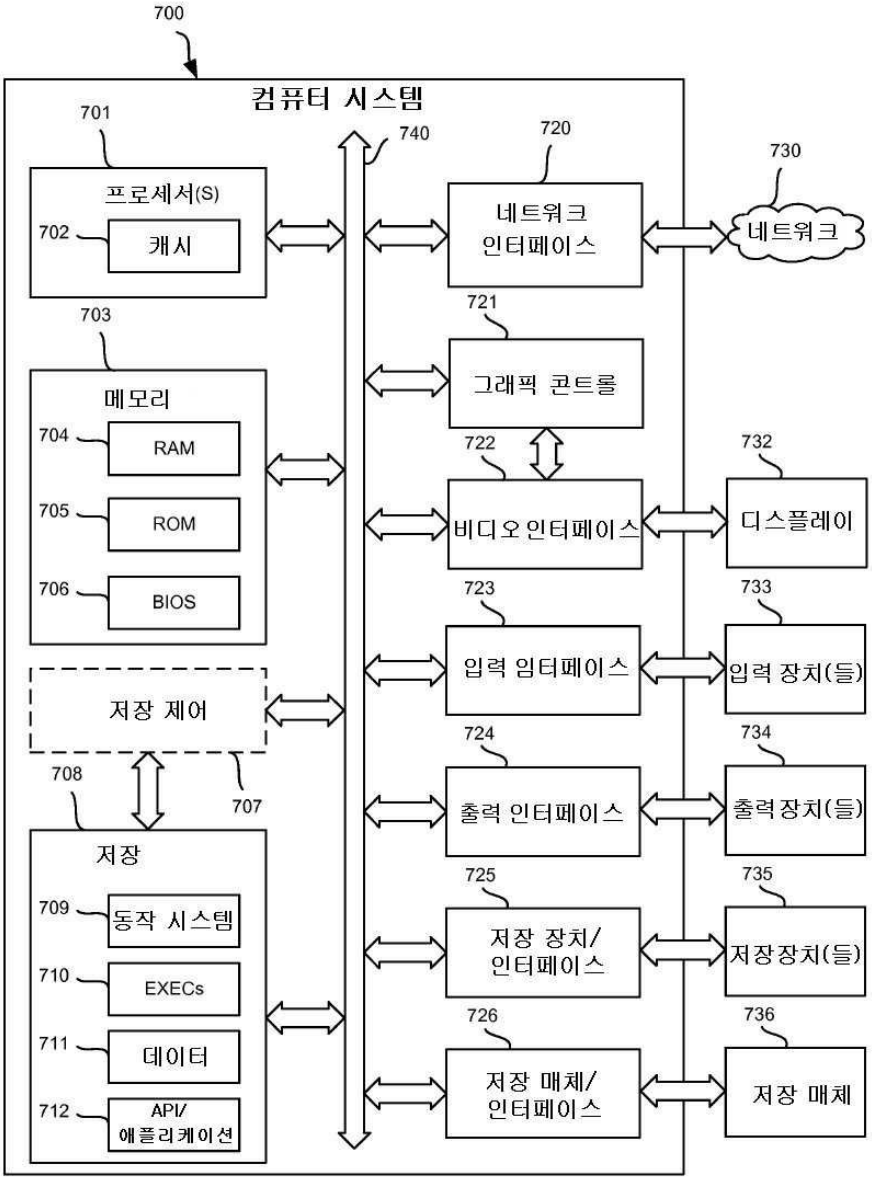
도면5


500
발생기
502c
매칭
네트워크
504c
514
발생기
502b
매칭
네트워크
504b
플라즈마
부하
506
발생기
502a
512
매칭
네트워크
504a
520

도면6


600
발생기의 파워 출력의 전기적 특성들을 모니터하고
그 전기적 특성을 국부 제어기에 제공
602
전력 분배 시스템을 동작시키기 위한 수단을
결정하기 위해 상기 파워 출력의 전기적 특성들을 분석
604
상기 분석에 기초하여 발생기 및 매칭
네트워크에 명령 중계
606

도면7



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 23

【변경전】

상기 외부 컨트롤러를 통해

【변경후】

상기 외부 콘트롤러를 통해