(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년01월19일
(11) 등록번호 10-1107393
(24) 등록일자 2012년01월11일

(51) Int. Cl.
H01J 37/32 (2006.01) *H05H 1/24* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-7007856
(22) 출원일자(국제출원일자) 2005년11월11일
심사청구일자 2010년10월06일
(85) 번역문제출일자 2007년04월06일
(65) 공개번호 10-2007-0099526
(43) 공개일자 2007년10월09일
(86) 국제출원번호 PCT/CH2005/000669
(87) 국제공개번호 WO 2006/050632
국제공개일자 2006년05월18일
(30) 우선권주장
60/627,784 2004년11월12일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20030098127 A1*
US20040035365 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
오리콘 솔라 아게, 트루바흐
스위스국, 시에이취-9477 트루바흐 하우프스트라세 1에이
(72) 발명자
베링거, 안디
스위스 체하-9478 아즈무스 곤젠웨그 2
(74) 대리인
홍순우, 김해중

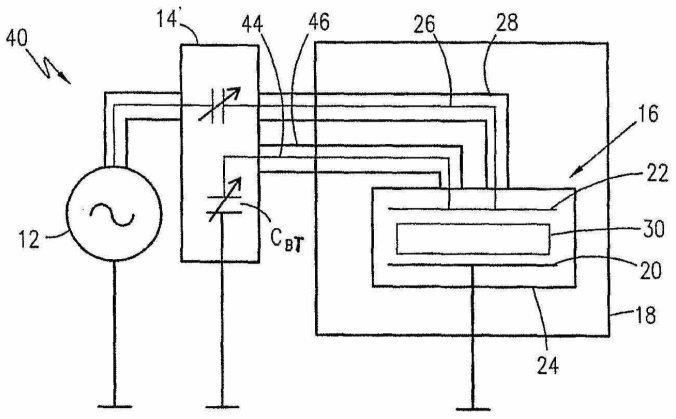
전체 청구항 수 : 총 3 항 심사관 : 양기성

(54) 용량 결합형 R F 플라즈마 반응기

(57) 요 약

RF 플라즈마 반응기는 대면적 유리 위에 반도체층들을 증착하기 위해 제공된다. 상기 RF 플라즈마 반응기는 진공 챔버, 반응기 챔버, RF 전원 장치, 매칭 네트워크, 상기 진공 챔버 내측에 배치된 제1 및 제2 금속 판들 및 상기 제1 및 제2 금속 판들 사이에 형성된 플라즈마-방전 영역을 포함한다. 상기 RF 플라즈마 반응기는, 제1 금속 판에 전기적으로 접속된, 급전 라인 및 임피던스-변환 회로를 더 포함한다. 상기 임피던스-변환 회로는 반응기의 임피던스를 변환하는 동조 가능한-블록킹 커패시터를 더 포함한다.

대 표 도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

진공 챔버(18);

RF 전원 장치(12);

매칭 네트워크(14);

상기 진공 챔버 내에 배치된 제1 금속 판(22) 및 제2 금속 판(20);

상기 제1 및 제2 금속 판들 사이에 형성된 플라즈마-방전 영역(30);

상기 제1 금속 판(22), 매칭 네트워크(14) 및 RF 전원 장치(12)에 전기적으로 접속되는 급전 소자(26); 및, 상기 제1 금속 판(22)에 전기적으로 접속되며, 상기 제1 금속 판(22)에 전기적으로 접속된 변환 회로 급전 소자(44) 및 접지에 전기적으로 접속된 동조가능한-블록킹 커패시터 C_{BT}를 포함하는 임피던스-변환 회로(42)를 포함하며,

상기 급전 소자(26)와 상기 변환 회로 급전 소자(44)가 상기 진공 챔버(18) 내측에 위치되어 있는 RF 플라즈마 반응기에 있어서,

상기 동조가능한-블록킹 커패시터 C_{BT}는 상기 진공 챔버(18) 외측에 위치되어 있는 RF 플라즈마 반응기.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 금속 판(22)은 RF 전원 장치(12)에 전기적으로 접속되며, 상기 제2 금속 판(20)은 접지에 전기적으로 접속되고, 상기 임피던스-변환 회로(42)는 접지에 전기적으로 접속되는 RF 플라즈마 반응기.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 급전 소자(26)는 상기 RF 전원 장치(12)에 전기적으로 접속되며 상기 변환 회로 급전 소자(44)는 상기 동조가능한-블록킹 커패시터 C_{BT} 를 통해 접지에 전기적으로 접속되며 상기 제2 금속 판(20)은 접지에 전기적으로 접속되는 RF 플라즈마 반응기.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 출원은 2004년 11월 12일자로 출원된 미국 특허 출원 제60/627,784호의 우선권을 주장하는 바이다.

[0002] 본 발명은 일반적으로 대면적 디스플레이를 처리하기 위한 RF 용량 결합형 플라즈마 반응기에 관한 것이다. 더 구체적으로, 본 발명은 13.56MHz 이하의 주파수에서 플라즈마로 출력되는 RF 전력의 결합 효율의 증진에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 본 발명은 디스플레이 및 태양 광선 이용 제조 산업용의 대형 유리 영역 상에 반도체층들을 증착할 때 발생되는 문제들 및 요구 조건들에 기초하고 있다. 그러나, 결과적인 해결책은 다른 응용들에도 적용될 수 있다. 따라서, 본 발명이 대면적 디스플레이 처리를 위한 플라즈마 인핸스드 화학 증착(PECVD) 시스템용 플라즈마 반응기에 관한 것이지만, 본 발명은 플라즈마 반응기에 관한 다른 응용들에도 적용될 수 있다. 또한, 대면적 디스플레이 처리를 위한 PECVD의 개발은 미국 특허 제6,281,469호에 개시되어 있으며, 그 내용은 본 출원에 참조되어 있다.

[0004] 도1은 PECVD 시스템용의 종래의 용량 결합형 RF 플라즈마 반응기 시스템(10)을 나타내고 있다. 상기 반응기 시스템(10)은 RF 전원 장치(12), 매칭 네트워크(14), 반응기 챔버(16) 및 진공 챔버(18)를 포함한다. 상기 반응기 챔버(16)는 금속 반응기 케이싱(24)에 평행으로 봉입되어 배열된 두개의 금속 판들(20,22)을 포함한다. 상기 제1 금속 판(22)은 급전 소자(26) 및 매칭 네트워크(14)를 통해 RF 전원 장치(12)에 전기적으로 접속되며 따라서 상기 제1 금속 판(22)은 라이브 전극이다. 상기 제2 금속 판(20)은 접지에 접속되며 따라서 접지 전극이

다. 증착 프로세스 중에 기판은 처리를 위해 상기 제2 금속 판(20) 상에 배치된다. 상기 급전 소자(26)는 접지 실드(28)로 차폐되며 RF 스트립라인, RF 리본, 또는 트리플레이트 스트립라인 등의, 잘 알려져 있는 임의 타입의 전기적 급전 소자로 될 수 있다. 상기 두개의 금속 판들(20,22) 사이에 플라즈마-방전 영역(30)이 형성된다. 도1에 도시된 바와 같이, 상기 RF 전원 장치(12) 및 매칭 네트워크(14)는 진공 챔버(18) 외측에 배치되며 반응기 챔버(16) 및 급전 소자(26)는 진공 챔버(18) 내측에 배치된다. 따라서, 증착 프로세스 중에, 상기 RF 전원 장치(12) 및 매칭 네트워크(14)는 대기압 조건 하에 있고 반응기 챔버(16) 및 RF 급전 라인(28)은 진공 상태 하에 있다. PECVD 프로세스에서 플라즈마를 형성하도록 사용되는 통상의 가스는 질화 규소 SiN 가스이다. 그러나, 이러한 타입의 응용에서 유기 금속, 수소화물 및 할로겐화물 등의 통상적으로 알려진 다른 가스들이 사용될 수 있다.

[0005] 도2는 SiN의 증착 중에 종래의 PECVD 시스템의 간단화된 등가 회로를 나타내며 종래의 RF 플라즈마 반응기 시스템(10)의 단점을 나타내도록 이용될 것이다. 점선 박스들은 참조 부호들로 나타낸 바와 같이 종래의 RF 플라즈마 반응기 시스템(10)의 일부를 나타낸다. 증착 프로세스 중에, RF 플라즈마 반응기에서, 13.56MHz의 무선 주파수로 수 킬로와트의 RF 전력이 플라즈마로 출력되어 필요한 증착율을 얻고 적당한 스루풋을 유지하여야 한다. 대면적 평행 판 반응기들에서의 상기 프로세스에 대한 단점은 라이브 전극(22) 및 접지된 반응기 케이싱(24) 사이에 통상 5000pF 초과의 매우 큰 기생-반응기 커패시턴스 C_R이 형성된다는 점이다. 따라서, 상기 급전 소자(26)는 통상 300A 초과의 매우 큰 RF 전류 I_F를 처리할 수 있어야 한다. 상기 큰 RF 전류는 매우 넓은 스트립라인 설계를 필요로 하며, 이로써 상기 급전 소자(26)의 라이브 와이어 및 접지 실드(28) 사이에 제2 기생-급전-라인 커패시턴스 C_F를 야기하게 된다. 상기 급전-라인 커패시턴스 C_F는 통상 3000pF를 초과한다. 상기 반응기 C_R 및 급전-라인 커패시턴스 C_F는 플라즈마 임피던스 Z_P를 통상 0.05오옴 미만의 매우 작은 값을 가진 피드-스루 임피던스 $Re(Z_F)$로 변환한다. 상기 피드-스루 임피던스 $Re(Z_F)$는 상기 급전 소자(26)가 진공 챔버(18)로 진입하게 되는 진공 챔버(18)의 입구에서 보여지는 임피던스이다. 또한, 상기 피드-스루 임피던스 $Re(Z_F)$는 통상 400A 초과의 보다 큰 RF 전류 IF를 형성하며, 이는 이제 상기 매칭 네트워크(14) 및 급전 소자(26)에 의해 수용되어야 한다. 그 결과, RF 전원 장치에 의해 출력되는 대부분의 전력이 상기 매칭 네트워크(14) 및 급전 소자(26) 각각의 손실 소자들 R_M, R_F에서 소산된다. 따라서, 상기 시스템의 효율은 통상 $\eta s<0.3$으로 낮다. 이로써, 필요한 플라즈마 전력 밀도 및 증착율을 얻기 위해 매우 크고 고가의 RF 전원 장치들이 필요하게 된다. 또한, 유리의 사이즈가 증가함에 따라, 플라즈마 전력 결합 효율이 13.56MHz의 RF 주파수에서 20% 미만의 값으로 감소한다.

[0006] 상기한 문제를 해결하는 여러 가지 해결책들이 있었지만, 다른 단점들을 가진다. 예컨대, 기생 커패시턴스 C_R 및 C_F는 라이브 전극(22) 및 급전 소자(26) 등의 라이브 부품들 및 반응기 케이싱(24) 및 접지 실드(28) 등의 접지된 부품들 사이의 갭을 증가시킴에 의해 감소될 수 있다. 그러나, 이 해결책의 단점은 상기 갭들 사이의 플라즈마가 점화될 수 있다는 것이다. 다른 해결책은 반응기를 물로 냉각시키는 것이다. 그러나, 이는 진공 시스템에서 어렵고 물 냉각으로는 플라즈마 효율을 크게 향상시키지 못한다.

[0007] 또 다른 해결책은 RF-플라즈마 반응기 시스템(10)에 임피던스-변환 회로를 추가하는 것이다. 상기 매칭 네트워크(14) 및 급전 소자(26) 각각의 손실 소자들 R_M, R_F를 통한 전력 손실은 RF 전류 I_F를 감소시킴에 의해 감소될 수 있다. 플라즈마 전력을 유지하면서 상기 RF 전류 I_F를 감소시키는 작용은 임피던스-변환 회로에서 이루어지며, 피드-스루 임피던스 $Re(Z_F)$를 증가시킨다. 이론적으로, 라이브 전극 및 접지 사이에 인덕터를 접속하는 것은 임피던스-변환 회로로서 충분하다. 그러나, 하나의 인덕터 만으로 된 임피던스-변환 회로는 여러 가지 이유들로 부적절하다. 예컨대, 상기 인덕터는 저 손실 인덕터로 되어야 하고, 쇼팅(shorting)에서 접지로의 DC 전압을 방지할 수 없으며, 동조 능력도 없다.

[0008] 따라서, 상기한 단점들을 극복하는, 대형 기판들을 처리하기 위한 RF 용량 결합형 플라즈마 반응기용의 실제적인 임피던스-변환 회로가 요망되고 있다.

발명의 상세한 설명

[0009] 본 발명의 일 양태에 따르면, 진공 챔버, 상기 진공 챔버 내측에 배치된 제1 금속 판 및 제2 금속 판, RF 전원 장치, 매칭 네트워크, 상기 제1 및 제2 금속 판들 사이에 형성된 플라즈마를 포함하는 플라즈마-방전 영역, 상기 제1 금속 판에 전기적으로 접속되는 급전 소자, 및 상기 제1 금속 판에 전기적으로 접속된 임피던스

-변환 회로를 포함하는 플라즈마 반응기가 제공된다.

[0010] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 진공 챔버, RF 전원 장치, 매칭 네트워크, 상기 진공 챔버 내측에 배치된 제1 금속 판 및 제2 금속 판, 상기 제1 및 제2 금속 판들 사이에 형성된 플라즈마를 포함하는 플라즈마-방전 영역, 상기 제1 금속 판 에 전기적으로 접속되는 급전 소자, 및 블록킹 커패시터로서 후술되는, 절연 커패시터를 포함하는, 상기 제1 금속 판에 전기적으로 접속된 임피던스-변환 회로를 포함하는 플라즈마 반응기가 제공된다.

[0011] 본 발명의 또 다른 양태에 따르면, RF 전원 장치, 진공 챔버, 상기 진공 챔버 내측에 배치된, 반응기 임피던스를 갖는, 반응기 챔버, 상기 진공 챔버 내측에 배치된 제1 및 제2 금속 판; 상기 제1 및 제2 금속 판 사이에 형성된 플라즈마를 포함하는 플라즈마-방전 영역, 상기 제1 금속 판에 전기적으로 접속된 급전 소자, 및 상기 제1 금속 판에 전기적으로 접속된 임피던스-변환 회로를 가진 플라즈마 반응기를 제공하는 단계, 상기 제2 금속 판 상에 기판을 배치하는 단계, RF 전압을 플라즈마에 출력하는 단계, 반응기 임피던스를 임피던스-변환 회로에서 중간 임피던스로 변환하는 단계, 및 상기 중간 임피던스를 상기 급전 소자에서 피드-스루 임피던스로 변환하여, 상기 피드-스루 임피던스를 증가시키는 단계를 포함하는, 진공에서 반도체층들을 증착하는 방법이 제공된다.

[0012] 본 발명의 다른 이익들 및 장점들은 이하의 상세한 설명을 읽고 이해한다면 당업자들에게 더욱 명확하게 될 것이다.

실 시 예

[0019] 이제 도3 및 4를 참조하면, 도3에는 더욱 실제적인 임피던스-변환 회로가 개략적으로 도시되어 있고 도4에는 전기 등가 회로가 도시되어 있다. 도3 및 4에서와 동일한 상기 도1 및 2에서 설명된 모든 부품들은 되풀이하여 설명되지 않는다.

[0020] 도3은, 본 발명에 따라, 도4에 도시된, 임피던스-변환 회로(42)를 가진 PECVD 시스템용 용량-결합형, RF-플라즈마 반응기 시스템(40)(이하, "변환된 RF-플라즈마 반응기 시스템"이라 함)을 나타내고 있다. 상기 임피던스-변환 회로(42)는 접지 실드(46) 및 동조 가능한-블록킹(blocking) 커패시터 C_{BT}를 가진 변환 회로 급전 소자(44)를 포함한다.

[0021] 도4를 참조하면, 상기 제2 급전 소자(44)는 기생 커패시턴스 C_T, 손실 소자 R_T, 및 저손실 인덕터 L_T를 가진 등가 회로로 나타나 있다. 상기 변환 회로 급전 소자(44)는 진공 챔버(18) 내측에 배치되어 동조 가능한-블록킹 커패시터 C_{BT}를 통해 접지에 접속된다. 따라서, 상기 임피던스-변환 회로(42)의 추가에 의해, 이제 상기 변환된 RF-플라즈마 반응기 시스템(40)은 급전 소자(26) 및 변환 회로 급전 소자(44)를 포함하며 이 둘다는 제1 금속 판(22)에 전기적으로 접속된다. 상기 동조 가능한-블록킹 커패시터 C_{BT}는 진공 챔버(18) 외측에 배치되어 매칭 네트워크(14)로 통합됨으로써, 보상된 매칭 네트워크(14')(도3)로 된다. 상기 동조 가능한-블록킹 커패시터 C_{BT}는 피드-스루 임피던스 $Re(Z_F')$를 증가시켜서 증착 프로세스 중에 전체 RF 전류 I_F'를 감소시킨다. 또한, 상기 동조 가능한-블록킹 커패시터 C_{BT}는 시스템을 벤팅시키지 않고 상기 두개의 급전 소자(26,44) 사이의 전류를 발란싱할 수 있다.

[0022] 이하의 식들은 전력 손실에 관한 임피던스-변환 회로(42)의 효과를 설명하게 된다. 첫째, 종래의 RF-플라즈마 반응기 시스템(10)에서, 도1 및 2에 도시된 바와 같이, 임피던스-변환 회로(42)가 없이 급전 소자(26)를 통해 매칭 네트워크(14) 외부로 흐르는 전류 I_F는 대략 :

[0023] (1) $$I_F = sqrt[P_F/Re(Z_F)]$$

[0024] 이고, RF 신호는 전극의 직경보다 크거나 또는 급전 라인보다 긴 파장을 가지며 P_F는 상기 매칭 네트워크(14)의 출력의 전력이며, 급전 소자(26) 및 플라즈마에서의 손실 소자들 R_M,R_F를 통해 소산된다. 매칭 네트워크(14) 및 급전 소자(26)의 손실 소자들 R_M,R_F를 통한 전력 손실은 다음 식에 의해 정의된다 :

[0025] (2) $$P_{LOSS1}=I_F^2(R_M+R_F)$$

[0026] 매칭 네트워크(14)의 효율은 다음 식에 의해 정의된다 :

[0027] (3) $\eta_{MB}=Re(Z_F)/[Re(Z_F)+R_M]$

[0028] 또한, L-타입 또는 T-타입 매칭 네트워크의 효율은 다음 식에 의해 정의된다 :

[0029] (4) $\eta=Q_U/(Q_U+Q_L)$

[0030] 상기 식에서 Q_U는 집중 정수 소자들 중 언로딩 퀄리티 팩터이고 Q_L은 집중 정수 소자들 중 로딩 퀄리티 팩터이다.

[0031] 도3 및 4에 도시된 바와 같이, 임피던스-변환 회로(42)의 추가에 의해, 급전 소자(26)를 통해 매칭 네트워크(14) 외부로 흐르는 전류 I_F'는 상기 변환 회로 급전 소자(44) 및 동조 가능한-블록킹 커패시터 C_{BT}를 통해 흐르는 전류 I_T에 의해 부분적으로 보상된다. I_F' 및 I_T 사이의 최적의 균형은 동조 가능한-블록킹 커패시터 C_{BT}를 통해 조정될 수 있고 상기 변환 회로 급전 소자(44)의 손실 소자 R_T 및 급전 소자(26) 및 매칭 네트워크(14)의 손실 소자들 ($R_F'+R_M$)의 전력 손실들 사이의 균형에 따르게 된다. 매칭 네트워크(14) 및 급전 소자(26) 및 변환 회로 급전 소자(44)의 전체 손실은 :

[0032] (5) $P_{LOSS2}=I_F'^2(R_M+R_F')+I_T^2R_T$

[0033] 로 정의되며, RF 신호는 전극의 직경보다 크거나 또는 급전 라인보다 긴 파장을 가진다. 동조 가능한-블록킹 커패시터 C_{BT}는, 전류들 I_F', I_T가 동일하게 되도록 조정되면 $I_F'=I_T=I_F/2$로 된다. 또한, 전류들 I_F', I_T가 동일하고 손실 소자들 R_M,R_F',R_T 및 R_F도 동일하다면, $R_M=R_F'=R_T=R_F$로 된다. 따라서, I_F', I_T가 동일하면 P_{LOSS1}은 :

[0034] (6) $P_{LOSS1}=I_F^2(R_M+R_F)=2I_F^2R_F$

[0035] 그리고 P_{LOSS2}는

[0036] (7) $P_{LOSS2}=I_F'^2(R_M+R_F')+I_T^2R_T=(3/4)I_F^2R_F$

[0037] 따라서, 종래의 RF-플라즈마 반응기 시스템(10)(임피던스-변환 회로(42)가 없음) 및 임피던스-변환 회로(42)를 가진 변환된 RF-플라즈마 반응기 시스템(40) 사이의 손실 비는 :

[0038] (8) $P_{LOSS1}/P_{LOSS2}=(2I_F^2R_F)/(3/4)I_F^2R_F=8/3$

[0039] 이다.

[0040] 상기 식들에서와 같이, 종래의 RF-플라즈마 반응기 시스템(10)(임피던스-변환 회로(42)가 없음)의 손실 소자들 R_M,R_F를 통한 전력 손실은 임피던스-변환 회로(42)를 가진 변환된 RF-플라즈마 반응기 시스템(40)의 손실 소자들 R_M,R_F',R_T를 통한 전력 손실의 2배 이상이다. 따라서, 임피던스-변환 회로(42)를 가진 변환된 RF-플라즈마 반응기 시스템(40)의 전력 손실이 감소하기 때문에, 종래의 RF-플라즈마 반응기 시스템(10)(임피던스-변환 회로(42)가 없음)과 동일한 증착율을 유지하도록 플라즈마로 출력되는 전력이 감소될 수 있다. 따라서, 동일 증착율을 얻도록 보다 작은 RF 전원 장치가 사용될 수 있다. 한편, 동일 사이즈의 RF 전원 장치가 사용되면 증착율이 증가되어 스루풋을 증가시킬 것이다.

[0041] 도5는 손실 소자들을 통한 전력 손실을 감소시키도록 임피던스-변환 회로(42)가 피드-스루 임피던스 $Re(Z_F')$를 변환하는 방법을 나타낸 그래프이다. 종래의 RF-플라즈마 반응기 시스템(10)에서, 플라즈마 임피던스 Z_P는 반응기 커패시턴스 C_R 및 반응기 인덕턴스 L_R에 의해 급전 소자(26)의 단부에 배치된 반응기 임피던스 Z_R로 변환된다. 다음, 상기 급전 소자(26)는 반응기 임피던스 Z_R을 피드-스루 임피던스 Z_F로 변환한다. 변환된 RF-플라즈마 반응기 시스템(40)에서, 플라즈마 임피던스 Z_P는 종래의 RF-플라즈마 반응기 시스템(10)과 같이 반응기 임피던스 Z_R로 변환된다. 그러나, 상기 임피던스-변환 회로(42)는 반응기 임피던스 Z_R을 중간 임피던스 Z_R'로 변환한다. 다음, 상기 급전 소자(26)는 중간 임피던스 Z_R'를 피드-스루 임피던스 Z_F'로 변환한다. 도5에 도시된 바

와 같이, 피드-스루 임피던스 Z_F'는 상기 피드-스루 임피던스 Z_F보다 높은 저항 또는 실수부 및 높은 유도성 리액티브 또는 허수 부분 둘다를 가진다. 즉, $Re(Z_F')>Re(Z_F)$ 및 $Im(Z_F')>Im(Z_F)$로 된다. 더 구체적으로, 피드-스루 임피던스 $Re(Z_F')$의 실수부는 대략 0.1 내지 0.2 오옴인 반면에 피드-스루 임피던스 $Re(Z_F)$의 실수부는 대략 0.0 내지 0.1 오옴으로 된다. 피드-스루 임피던스 $Re(Z_F')$의 허수부는 대략 1 내지 5 오옴인 반면에 피드-스루 임피던스 $Re(Z_F)$의 허수부는 대략 -3 내지 1 오옴으로 된다. 또한, 상기 임피던스-변환 회로(42)는 리액티브 임피던스를 보상하지 않거나 또는 위상 시프트를 취소한다. 그러나, 인덕티브 피드-스루 임피던스 Z_F가 더욱 커지면, 상기 매칭 네트워크에서 낮은 인덕턴스가 요구된다. 그 결과, 상기 매칭 네트워크의 퀄리티는 RF 전력 손실이 구리로 된 인덕터 등의 집중 정수 소자들과 주로 연관되어 있기 때문에 더욱 향상될 수 있게 된다.

[0042] 본 발명의 구체적 실시예들이 개시되어 설명되었지만, 이 실시예들은 예시적으로만 제공되었으며 본 발명은 그 내용으로 제한되는 것이 아니고 이하의 특허청구의 범위의 적절한 범위에 의해서만 한정되는 것임을 이해하기 바란다.

도면의 간단한 설명

[0013] 본 발명은 일정한 부품들 및 부품들의 배열의 물리적 형태를 취할 수 있으며, 그의 바람직한 실시예가 본 명세서에 상세하게 기재되며 본 명세서의 일부를 형성하는 첨부 도면들에 도시될 것이다.

[0014] 도1은 종래의 용량 결합형 RF-플라즈마 반응기 시스템의 개략적인 도면,

[0015] 도2는 도1의 반응기 시스템의 등가 회로도,

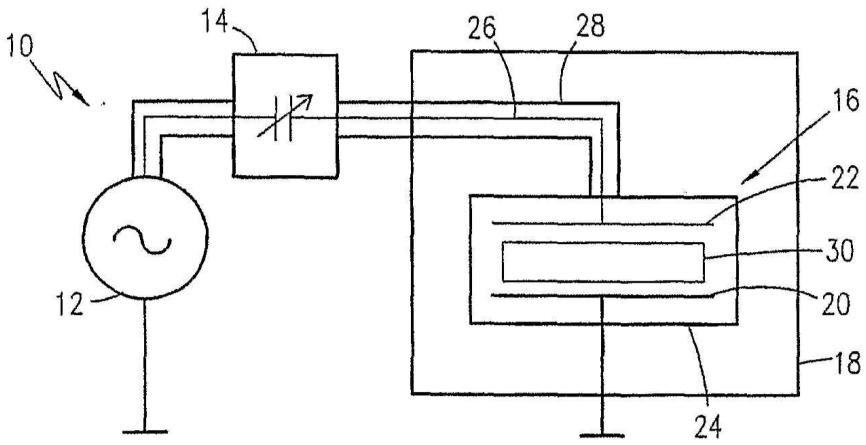
[0016] 도3은 본 발명에 따른 임피던스-변환 회로를 가진 용량 결합형 RF-플라즈마 반응기 시스템의 개략적인 도면,

[0017] 도4는 도3의 반응기 시스템의 등가 회로도, 및

[0018] 도5는 도2의 종래의 회로 및 도4의 임피던스-변환 회로를 가진 회로 사이의 임피던스 변환의 비교를 나타낸 그래프이다.

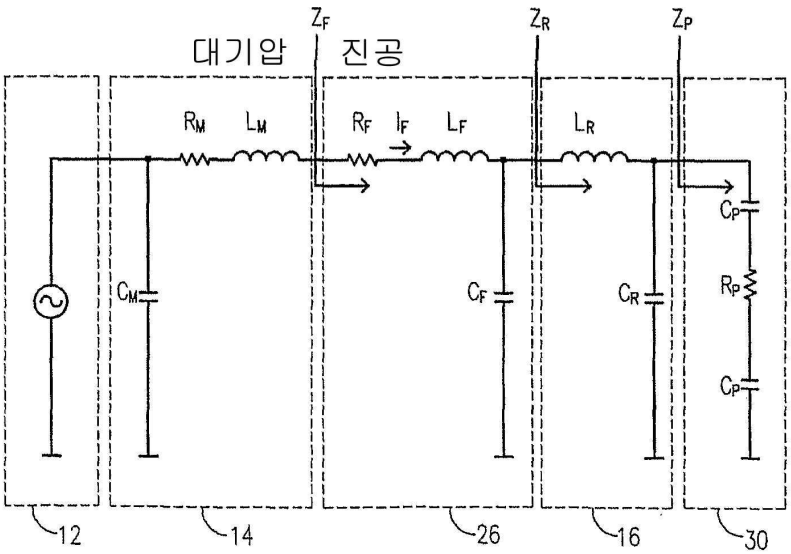
도면

도면1



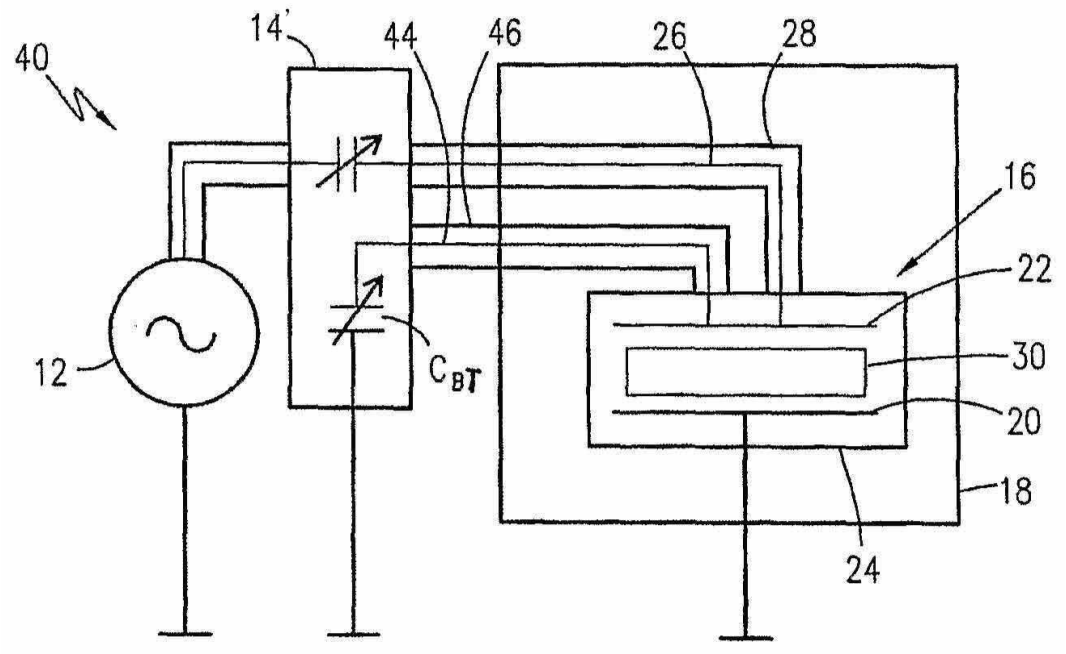
종래기술

도면2

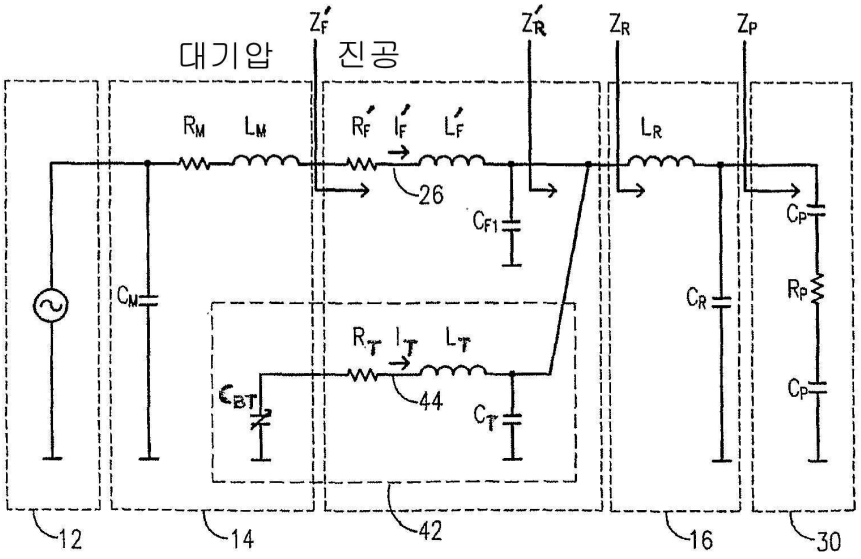

대기압
진공
Z_F
Z_R
Z_P
R_M
L_M
R_F
I_F
L_F
L_R
C_M
C_F
C_R
C_P
R_P
C_P
12
14
26
16
30

종래기술

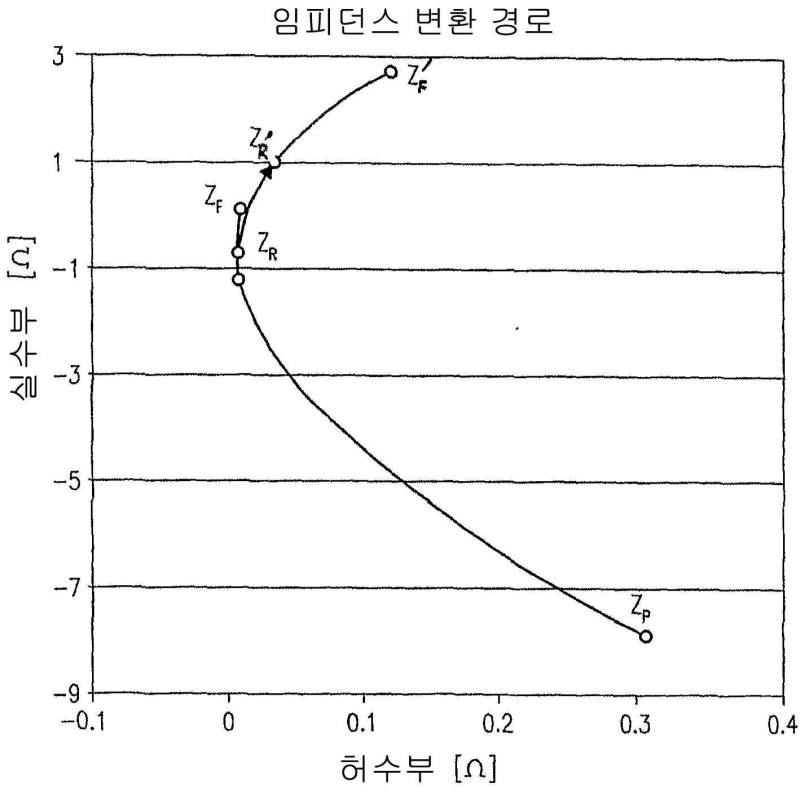
도면3


40
14'
44
46
26
28
16
22
30
20
18
24
12
C_{BT}

도면4


대기압
진공
Z_F'
Z_R'
Z_R
Z_P
R_M
L_M
R_F'
I_F'
L_F'
26
C_{F1}
L_R
C_P
R_P
C_P
C_M
C_R
R_T
I_T
L_T
C_{BT}
44
C_T
12
14
42
16
30

도면5


임피던스 변환 경로
3
1
-1
-3
-5
-7
-9
Z_F'
Z_R'
Z_F
Z_R
Z_P
-0.1
0
0.1
0.2
0.3
0.4
허수부 [Ω]
실수부 [Ω]