



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년12월17일
(11) 등록번호 10-1002371
(24) 등록일자 2010년12월13일

(51) Int. Cl.

H05H 1/46 (2006.01) H01J 37/32 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2005-7015699

(22) 출원일자(국제출원일자) 2004년02월20일

심사청구일자 2008년03월31일

(85) 번역문제출일자 2005년08월24일

(65) 공개번호 10-2006-0015465

(43) 공개일자 2006년02월17일

(86) 국제출원번호 PCT/US2004/004846

(87) 국제공개번호 WO 2004/077894

국제공개일자 2004년09월10일

(30) 우선권주장

60/449,543 2003년02월25일 미국(US)

(56) 선행기술조사문현

EP00878826 A2*

*는 심사관에 의하여 인용된 문현

(73) 특허권자

도쿄엘렉트론가부시키가이샤

일본 도쿄도 미나토구 아카사카 5초메 3반 1고

(72) 발명자

원드흔 토마스 에이치.

미국 아리조나 85274 메사 피.오.박스. 41888

(74) 대리인

송승필, 김태홍

전체 청구항 수 : 총 70 항

심사관 : 정종한

(54) 임피던스 매치 네트워크 및 네트워크 어셈블리를 제공하는 방법 및 시스템

(57) 요 약

임피던스 매치 네트워크 및 네트워크 어셈블리는 1이상의 가변 유도성 소자들을 채택하며, 상기 가변 유도성 소자들 중 1이상은 고온의 페라이트 코어, 나선형 코일 및 상기 나선형 코일을 통해 상기 자기 코어를 물리적으로 병진시키는 수단을 포함한다. 대안적으로 또는 추가적으로, 임피던스 매치 네트워크는 1이상의 가변 유도성 소자들을 채택할 수도 있으며, 상기 가변 유도성 소자들 중 1이상은 팬 어셈블리를 이용하여 냉각된다. 또한, 대안적으로 또는 추가적으로, 임피던스 매치 네트워크 및 네트워크 어셈블리는 1이상의 가변 유도성 소자들을 채택할 수도 있으며, 상기 가변 유도성 소자들의 1이상의 냉각은 상기 가변 유도성 소자 코어의 표면적을 증가시킴으로써 용이하게 된다.

특허청구의 범위

청구항 1

플라즈마 처리 시스템용의 고전력 무선 주파수 매치 네트워크에 있어서,

자기 코어, 나선형 코일 및 상기 나선형 코일을 통해 상기 자기 코어를 물리적으로 병진(translate)시키도록 구성된 액추에이터를 포함하고, 독립적으로 가변인 가변 유도성 소자를 2개 이상 포함하는 매치 네트워크 구성요소를 포함하고,

상기 2개 이상의 가변 유도성 소자들의 상기 자기 코어들은 상기 가변 유도성 소자들 중 유일하게 이동 가능한(movable) 소자들이고, 상기 매치 네트워크 내에 포함된 임의의 무선 주파수 전류-운반 구성요소들은 고정되어 있는(stationary) 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 플라즈마 처리 시스템은 자기적으로 강화된 용량성 결합 플라즈마 리액터인 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 플라즈마 처리 시스템은 2-주파수 용량성 결합 플라즈마 리액터인 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 플라즈마 처리 시스템은 용량성 결합 플라즈마 리액터인 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 플라즈마 처리 시스템은 유도성 결합 플라즈마 리액터인 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 플라즈마 처리 시스템은 변속기 결합 플라즈마(transformer coupled plasma, TCP) 리액터인 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 플라즈마 처리 시스템은 전자 사이클로트론 공명(electron cyclotron resonance, ECR) 플라즈마 리액터인 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 플라즈마 처리 시스템은 헬리콘(Helicon) 플라즈마 리액터인 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 매치 네트워크는 500 와트(W)의 최대 무선 주파수 전력을 전달하도록 구성되는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 매치 네트워크는 1500 와트의 최대 무선 주파수 전력을 전달하도록 구성되는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 매치 네트워크는 2500 와트의 최대 무선 주파수 전력을 전달하도록 구성되는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 매치 네트워크는 3500 와트의 최대 무선 주파수 전력을 전달하도록 구성되는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 매치 네트워크는 4500 와트의 최대 무선 주파수 전력을 전달하도록 구성되는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 매치 네트워크는 5000 와트의 최대 무선 주파수 전력을 전달하도록 구성되는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 가변 유도성 소자들 중 1개 이상에 대한 투자율의 온도 계수(temperature factor)는 100×10^{-6} 내지 150×10^{-6} 의 범위내에 있는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 가변 유도성 소자들 중 1개 이상의 상기 자기 코어는 150°C 보다 높은 퀴리 온도를 가지는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크.

청구항 17

제1항에 있어서,

상기 가변 유도성 소자들 중 1개 이상의 상기 자기 코어는 200°C 보다 높은 퀴리 온도를 가지는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크.

청구항 18

제1항에 있어서,

상기 가변 유도성 소자들 중 1개 이상의 상기 자기 코어는 250°C보다 높은 퀴리 온도를 가지는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크.

청구항 19

제1항에 있어서,

상기 가변 유도성 소자들 중 1개 이상의 상기 자기 코어는 300°C보다 높은 퀴리 온도를 가지는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크.

청구항 20

제1항에 있어서,

상기 가변 유도성 소자들 중 1개 이상의 상기 자기 코어는 350°C보다 높은 퀴리 온도를 가지는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크.

청구항 21

제1항에 있어서,

상기 가변 유도성 소자들 중 1개 이상의 상기 자기 코어는 400°C보다 높은 퀴리 온도를 가지는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크.

청구항 22

제1항에 있어서,

상기 매치 네트워크 구성요소는 L 회로 토플로지로 구성되는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크.

청구항 23

제1항에 있어서,

상기 매치 네트워크 구성요소는 T 회로 토플로지로 구성되는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크.

청구항 24

제1항에 있어서,

상기 매치 네트워크 구성요소는 $\Pi(P_i)$ 회로 토플로지로 구성되는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크.

청구항 25

제1항에 있어서,

상기 매치 네트워크 구성요소는 필터 구성요소를 포함하는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크.

청구항 26

제1항에 있어서,

상기 자기 코어들은 NiZn 페라이트-타입 61로 만들어지는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크.

청구항 27

제1항에 있어서,

상기 매치 네트워크 구성요소는, 상기 가변 유도성 소자들에 연결된 1개 이상의 용량성 소자와 1개 이상의 반응성 소자를 더 포함하는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크.

청구항 28

제27항에 있어서,

상기 매치 네트워크 구성요소는, 1개 이상의 부가적인 유도성 소자를 더 포함하는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크.

청구항 29

제1항에 있어서,

상기 자기 코어의 표면 영역은, 상기 자기 코어의 냉각을 용이하게 하는 종방향 흄과 횡방향 흄 중 적어도 하나를 포함하는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크.

청구항 30

삭제

청구항 31

제1항에 있어서,

상기 나선형 코일의 안팎으로 상기 자기 코어를 이동시키는 것은 상기 가변 유도성 소자의 인덕턴스를 변화시키는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크.

청구항 32

플라즈마 처리 시스템에 있어서,

자기 코어, 나선형 코일 및 상기 나선형 코일을 통해 상기 자기 코어를 물리적으로 병진시키도록 구성된 액추에 이터를 포함하고, 독립적으로 가변인 가변 유도성 소자를 2개 이상 포함하는 매치 네트워크 구성요소를 포함하는 고전력 무선 주파수 매치 네트워크와,

RF 전력원(power source)과,

플라즈마원(plasma source)

을 포함하고,

상기 2개 이상의 가변 유도성 소자들의 상기 자기 코어들은 상기 가변 유도성 소자들 중 유일하게 이동 가능한 소자들이고, 상기 매치 네트워크 내에 포함된 임의의 무선 주파수 전류-운반 구성요소들은 고정되어 있는 것인 플라즈마 처리 시스템.

청구항 33

제32항에 있어서,

상기 RF 전력원과 상기 매치 네트워크 구성요소의 사이에 위치하는 필터 구성요소를 더 포함하는 것인 플라즈마 처리 시스템.

청구항 34

제32항에 있어서,

상기 플라즈마원과 상기 매치 네트워크 구성요소의 사이에 위치하는 필터 구성요소를 더 포함하는 것인 플라즈마 처리 시스템.

청구항 35

제32항에 있어서,

상기 플라즈마원은 유도성 결합 플라즈마원인 것인 플라즈마 처리 시스템.

청구항 36

제32항에 있어서,

상기 플라즈마원은 변속기 결합 플라즈마(TCP)원인 것인 플라즈마 처리 시스템.

청구항 37

제32항에 있어서,

상기 플라즈마원은 헬리콘 플라즈마원인 것인 플라즈마 처리 시스템.

청구항 38

제32항에 있어서,

상기 플라즈마원은 전자 사이클로트론 공명(ECR) 플라즈마원인 것인 플라즈마 처리 시스템.

청구항 39

제32항에 있어서,

상기 플라즈마원은 용량성 결합 플라즈마원인 것인 플라즈마 처리 시스템.

청구항 40

제32항에 있어서,

상기 플라즈마원은 2-주파수 용량성 결합 플라즈마원인 것인 플라즈마 처리 시스템.

청구항 41

제32항에 있어서,

상기 플라즈마원은 자기적으로 강화된 용량성 결합 플라즈마원인 것인 플라즈마 처리 시스템.

청구항 42

제32항에 있어서,

상기 2개 이상의 가변 유도성 소자들 중 적어도 하나는, 상기 플라즈마 처리 시스템에 의해 사용되는 무선 주파수 전력원의 통합 부분(integral part)인 것인 플라즈마 처리 시스템.

청구항 43

제32항에 있어서,

상기 매치 네트워크로 입력되는 신호를 필터링하도록 구성된 용량성 소자들 및 유도성 소자들을 포함하는 필터 구성요소를 더 포함하며,

상기 매치 네트워크 구성요소는, 임피던스 매칭을 제공하기 위하여, 상기 2개 이상의 가변 유도성 소자들에 연결되는 용량성 소자들을 포함하는 것인 플라즈마 처리 시스템.

청구항 44

제32항에 있어서,

상기 자기 코어의 냉각을 제공하기 위하여, 상기 가변 유도성 소자의 상기 자기 코어 주위에서 공기를 순환시키도록 구성된 팬 유닛을 포함하는 팬 어셈블리를 더 포함하는 것인 플라즈마 처리 시스템.

청구항 45

플라즈마 처리 시스템용의 고전력 무선 주파수 매치 네트워크 어셈블리에 있어서,

각각이 자기 코어, 나선형 코일 및 상기 나선형 코일을 통해 상기 자기 코어를 물리적으로 병진시키도록 구성된 액추에이터를 포함하고, 독립적으로 가변인 복수의 가변 유도성 소자들, 및

상기 복수의 가변 유도성 소자들을 포함하고, 상기 가변 유도성 소자들 각각을 나머지 상기 가변 유도성 소자들 의해 발생된 필드들로부터 차폐하는 하우징 객실 파티션(compartment partition)을 포함하는 하우징을 포함하는 매치 네트워크 구성요소를 포함하고,

상기 가변 유도성 소자들의 상기 자기 코어들은 상기 가변 유도성 소자들 중 유일하게 이동 가능한 소자들이고, 상기 매치 네트워크 내에 포함된 임의의 무선 주파수 전류-운반 구성요소들은 고정되어 있는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크 어셈블리.

청구항 46

제45항에 있어서,

상기 매치 네트워크는 500 와트의 최대 무선 주파수 전력을 전달하도록 구성되는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크 어셈블리.

청구항 47

제45항에 있어서,

상기 매치 네트워크는 1500 와트의 최대 무선 주파수 전력을 전달하도록 구성되는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크 어셈블리.

청구항 48

제45항에 있어서,

상기 매치 네트워크는 2500 와트의 최대 무선 주파수 전력을 전달하도록 구성되는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크 어셈블리.

청구항 49

제45항에 있어서,

상기 매치 네트워크는 3500 와트의 최대 무선 주파수 전력을 전달하도록 구성되는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크 어셈블리.

청구항 50

제45항에 있어서,

상기 매치 네트워크는 4500 와트의 최대 무선 주파수 전력을 전달하도록 구성되는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크 어셈블리.

청구항 51

제45항에 있어서,

상기 매치 네트워크는 5000 와트의 최대 무선 주파수 전력을 전달하도록 구성되는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크 어셈블리.

청구항 52

제45항에 있어서,

상기 복수의 가변 유도성 소자들 중 1개 이상에 대한 투자율의 온도 계수는 100×10^{-6} 내지 150×10^{-6} 의 범위 내에 있는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크 어셈블리.

청구항 53

제45항에 있어서,

상기 복수의 가변 유도성 소자들 중 1개 이상의 상기 자기 코어는 150°C보다 높은 퀴리 온도를 가지는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크 어셈블리.

청구항 54

제45항에 있어서,

상기 복수의 가변 유도성 소자들 중 1개 이상의 상기 자기 코어는 200°C보다 높은 퀴리 온도를 가지는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크 어셈블리.

청구항 55

제45항에 있어서,

상기 복수의 가변 유도성 소자들 중 1개 이상의 상기 자기 코어는 250°C보다 높은 퀴리 온도를 가지는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크 어셈블리.

청구항 56

제45항에 있어서,

상기 복수의 가변 유도성 소자들 중 1개 이상의 상기 자기 코어는 300°C보다 높은 퀴리 온도를 가지는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크 어셈블리.

청구항 57

제45항에 있어서,

상기 복수의 가변 유도성 소자들 중 1개 이상의 상기 자기 코어는 350°C보다 높은 퀴리 온도를 가지는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크 어셈블리.

청구항 58

제45항에 있어서,

상기 복수의 가변 유도성 소자들 중 1개 이상의 상기 자기 코어는 400°C보다 높은 퀴리 온도를 가지는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크 어셈블리.

청구항 59

제45항에 있어서,

상기 매치 네트워크 구성요소는 L 회로 토플로지로 구성되는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크 어셈블리.

청구항 60

제45항에 있어서,

상기 매치 네트워크 구성요소는 T 회로 토플로지로 구성되는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크 어셈블리.

청구항 61

제45항에 있어서,

상기 매치 네트워크 구성요소는 $\Pi(P_i)$ 회로 토플로지로 구성되는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크 어셈블리.

청구항 62

제45항에 있어서,

상기 매치 네트워크 구성요소는 필터 구성요소를 포함하는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크 어셈블리.

청구항 63

제45항에 있어서,

상기 시스템의 RF 전원(source)과 상기 매치 네트워크 구성요소의 사이에 위치하는 필터 구성요소를 더 포함하는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크 어셈블리.

청구항 64

제45항에 있어서,

상기 시스템의 플라즈마 부하와 상기 매치 네트워크 구성요소의 사이에 위치하는 필터 구성요소들을 더 포함하는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크 어셈블리.

청구항 65

제45항에 있어서,

상기 자기 코어들은 NiZn 페라이트-타입 61로 만들어지는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크 어셈블리.

청구항 66

제45항에 있어서,

상기 복수의 가변 유도성 소자들에 연결된 1개 이상의 용량성 소자 및 1개 이상의 반응성 소자를 더 포함하는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크 어셈블리.

청구항 67

제45항에 있어서, 1개 이상의 부가적인 유도성 소자를 더 포함하는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크 어셈블리.

청구항 68

제67항에 있어서,

상기 매치 네트워크 어셈블리로 입력되는 신호를 필터링하도록 구성된 용량성 소자들 및 유도성 소자들, 및 임피던스 매칭을 제공하기 위하여, 상기 복수의 가변 유도성 소자들에 연결된 용량성 소자들을 더 포함하는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크 어셈블리.

청구항 69

제45항에 있어서,

상기 가변 유도성 소자들 각각의 자기 코어의 냉각을 제공하기 위하여, 상기 가변 유도성 소자들 중 하나의 자기 코어 주위에서 공기를 순환시키도록 구성된 팬 유닛을 각각 포함하는 복수의 팬 어셈블리를 더 포함하는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크 어셈블리.

청구항 70

제45항에 있어서,

상기 자기 코어들 각각의 표면 영역은, 상기 자기 코어의 냉각을 용이하게 하는 종방향 홈과 횡방향 홈 중 적어도 하나를 포함하는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크 어셈블리.

청구항 71

삭제

청구항 72

제45항에 있어서,

상기 가변 유도성 소자들 각각에 포함된 상기 나선형 코일의 안팎으로 상기 가변 유도성 소자들의 각각의 상기 자기 코어를 이동시키는 것은, 상기 가변 유도성 소자의 인덕턴스를 변화시키는 것인 고전력 무선 주파수 매치 네트워크 어셈블리.

명세서

기술분야

본 국제 출원서는, 2003년 2월 25일에 출원된 "Method and System for Providing Impedance Matching Network

and Network Assembly"라는 제목의 미국 가 출원 일련번호 제 60/449,543호의 이익(benefit)을 주장한다.

[0002] 본 발명은 임피던스 매칭에 관한 것으로; 보다 상세하게는, 본 발명은 임피던스 매치 네트워크들 및 네트워크 어셈블리들과, 임피던스 매칭 기술들에 관한 것이다.

배경기술

[0003] 많은 물질들을 처리하는 적용예들에서, 또한 반도체, 집적 회로(IC), 디스플레이들 및 여타의 전기 디바이스들의 제조 및 처리 시에, 플라즈마는 기판, 예컨대 반도체 웨이퍼와 반응하거나 반응을 용이하게 한다. 예를 들어, IC들을 제작하기 위해서, 현재의 반도체 처리 시스템들은, 반응성 이온 에칭(Reactive Ion Etching; RIE), 플라즈마 향상 화학 기상 증착(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition; PECVD), 스퍼터링, 반응성 스퍼터링 및 이온-어시스트 플라즈마 기상 증착(ion-assisted Plasma Vapor Deposition; PVD)와 같은 플라즈마 어시스트 기술들을 이용할 수도 있다. 따라서, 이러한 공지된 시스템들에서, 처리 플라즈마(processing plasma)는 흔히 에칭과 증착 공정 양자 모두를 어시스트하도록 채택된다. 예를 들어, 처리 플라즈마는, 무선 주파수(RF) 전력을 상기 처리 플라즈마에 연결(coupling)시킴으로써, 전극들을 통하여 용량성으로(capacitively) 또는 코일을 통하여 유도성으로(inductively) 형성될 수 있다. 두 경우 모두에서, 처리 플라즈마로의 RF 전력의 전달(transfer)을 개선시키기 위해서, 임피던스 매치 네트워크들이 사용된다.

발명의 상세한 설명

[0004] 본 발명의 하나 이상 실시예에 따르면, 임피던스 매치 네트워크 및 네트워크 어셈블리는 1개 이상의 가변 유도성 소자(variable inductive element)들을 채택하며, 상기 가변 유도성 소자들 중 1개 이상은 고온의 페라이트 코어(ferrite core), 나선형 코일 및 상기 나선형 코일을 통해 자기 코어를 물리적으로 병진(translate)시키는 수단을 포함한다.

[0005] 본 발명의 적어도 또 다른 실시예에 따르면, 임피던스 매치 네트워크는 1개 이상의 가변 유도성 소자들을 채택하며, 상기 가변 유도성 소자들 중 1개 이상은 팬 어셈블리(fan assembly)를 이용하여 냉각된다.

[0006] 본 발명의 적어도 또 다른 실시예에 따르면, 임피던스 매치 네트워크는 1개 이상의 가변 유도성 소자들을 채택하며, 상기 가변 유도성 소자들 중 1개 이상의 냉각은 가변 유도성 소자 코어의 표면 영역을 증가시킴으로써 용이해진다.

실시예

[0022] 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따르면, 가변 유도성 소자들은 매치 네트워크에 이용된다. 예를 들어, 도 1은 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따라 설계된 매치 네트워크의 일 구현예와 관련된 예시적인 전기 개략도(electrical schematic)를 제공한다. 도 1에 예시된 바와 같이, 매치 네트워크(100)는 입력 필터 구성요소(105) 및 매치 네트워크 구성요소(110)로 구성된다. 본 발명의 다양한 실시예들에 따라 설계된 매치 네트워크는, 예컨대 500, 1500, 2500, 3500, 4500 또는 5000 와트의 최대 무선 주파수 전력을 전달하도록 구성될 수도 있음을 이해하여야 한다.

[0023] 입력 필터링 기능(input filtering functionality)을 제공하기 위해서, 입력 필터 구성요소(105) 내에는 3개의 유도성 소자(115, 120, 125)와 2개의 용량성 소자(130, 135)들이 함께 연결(coupling)되어 있다. 매치 네트워크(100)에 연결된 특정 회로(circuitry)에 기초하여, 다른 전기 소자들의 부가에 따라 유도성 소자 및 용량성 소자의 개수 및 크기가 결정될 수도 있다. 하지만, 일 예시로서, 유도성 소자(115)는 300 나노-hen리(nH)일 수도 있다. 이와 유사하게, 유도성 소자(120)는 예컨대, 500nH일 수 있으며, 유도성 소자(125)는 예컨대, 250nH일 수 있다. 용량성 소자(130)는 200 피코-페럿(pF)일 수 있으며, 용량성 소자(135)는 예컨대, 200pF일 수 있다.

[0024] 임피던스 매칭 기능(impedance matching functionality)의 실제 구성요소와 가상 구성요소(imaginary component)를 제공하기 위해서, 매치 네트워크 구성요소(110) 내에는 2개의 유도성 소자(140, 145)와 3개의 용량성 소자(150, 155, 160)들이 함께 연결되어 있다. 매칭되는 부하 임피던스(load impedance)와 같이, 매치 네트워크(100)에 연결된 특정 회로에 기초하여, 다른 전기적 소자들을 부가함에 따라 유도성 소자와 용량성 소자의 개수 및 크기가 결정될 수도 있다. 하지만, 일 예시로서, 유도성 소자(140, 145)들은 6 내지 30 마이크로 헨리(μ H)의 범위를 갖는 가변 용량성 소자들일 수도 있다. 용량성 소자(150, 155)는 1000 피코-페럿(pF)일 수 있으며, 용량성 소자(160)는 예컨대, 0.02 마이크로-페럿(μ F)일 수 있다. 가변 용량성 소자 범위들을 제공함으로써, 매치 네트워크 구성요소는 매칭되는 시스템의 부하 임피던스로 튜닝(tune)될 수 있다.

- [0025] 도 1에 도시된 예시적인 전기 개략도는 도 2에서 평면도로 도시된 매치 네트워크 어셈블리(200)의 작동 설계도(working design)에 대응한다. 도 2에 도시된 바와 같이, 입력 필터 구성요소(105)와 매치 네트워크 구성요소(110)의 전기 구성요소들간의 설계(delineation)는, 매치 네트워크(100)를 수용(house)하는 하우징(205)의 특정한 물리적 칸(physical compartment)에서의 그것들의 위치에 기초하지 않는다. 하지만, 상기 하우징(205)의 전기적 구성요소들과 물리적 칸들간의 약간의 관련성(correspondence)이 있을 수도 있다.
- [0026] 도 2에 예시된 바와 같이, 유도성 소자(115)는 유도성 소자(120)와 용량성 소자(130) 양자 모두에 연결된다. 그 후, 유도성 소자(120)는 (하우징(205)의 좌측편상의 하부 칸에 위치된) 용량성 소자(135)에 연결된다. 상기 용량성 소자(135)는 용량성 소자(150)에 연결된 유도성 소자(125)에 연결된다. 도 2에서, 이 용량성 소자(150)는 2개의 용량성 소자들을 이용하여 구현된다; 하지만, 이는 필수적인 것은 아니다. 용량성 소자(150)는 용량성 소자(155)에도 연결된 가변 유도성 소자(140)에 연결된다. 용량성 소자(155)는 용량성 소자(160)에 연결된 가변 유도성 소자(145)에 연결된다.
- [0027] 본 실시예의 특정 구현예에 따르면, 매치 네트워크 구성요소에 사용되는 가변 유도성 소자(140, 145)들에는, 유도성 소자들의 페라이트 코어(ferrite core)가 이동 가능하게(movable) 만들어져 있으며, RF 전류-운반 코일(RF current-carrying coil)들은 고정되어(stationary) 있다. 가변 유도성 소자 기능을 제공하기 위해서, 도 2에서 각각의 모터들로서 구현된 선형 액추에이터(210)들은, 나선형 코일의 안팎으로 코어를 이동시키도록 동작하여, 유도성 소자들의 인덕턴스(유도계수)들을 변화시킨다. 따라서, 자기 코어들만이 이동 가능하게 되고, (작동기 또는 자동화 매치 네트워크 제어기의 제어하에서) 수동으로 또는 모터를 통해 작동된다; RF 구조체의 나머지 부분들, 특히 모든 전류-운반 구성요소들은 고정되어 있다. 예인 RF 전류-운반 도전체 경로(예컨대, 코일)를 고정되어 있게 하면, RF 회로들에서의 고장 가능한 지점(point of failure)들의 개수가 감소된다.
- [0028] 현재의 페라이트 물질들의 전력 손실은 RF 주파수에 따라 급격히 증가하기 때문에, 예컨대 10MHz보다 더 높은 고주파수들의 고전력 RF 회로들에서는 페라이트 물질들이 일반적으로 사용되고 있지 않다. 이러한 상황은 부가적인 페라이트 물질들이 이용가능해지면 바뀔 수 있다. RF 회로들에서의 페라이트 물질들의 이용은, 예를 들어 플라즈마 처리 툴 정전기 척(chuck) RF-드라이브 회로들(plasma processing tool electrostatic chuck RF-drive circuits) 및 저-주파 플라즈마-여기 RF 드라이브 회로들(low-frequency plasma-excitation RF drive circuits)을 포함하는 다양한 회로들에 대한 매치 네트워크에 매우 적합하다.
- [0029] 가변 유도성 소자(140, 145)들의 자기 코어는, 특정한 주파수 범위 및 온도 범위에 걸쳐 필수적인 인덕턴스 범위(requisite inductance range)를 제공하는 물질들로 구성될 수 있다. 예를 들어, 자기 코어는, 예컨대 (Wallkill(New York)의 Fair-rite Products Corporation사가 시판하고 있는) NiZn 페라이트-타입 61과 같이 고온의 페라이트 물질을 이용하여 형성될 수도 있다. 고온의 페라이트 물질은 약 150°C보다 더 높은 퀴리 온도(Curie temperature)를 갖는 물질이다. 대안적으로, 고온의 페라이트 물질은 약 200°C보다 더 높은, 또는 약 250°C보다 더 높은, 또는 300°C보다 더 높은, 또는 약 350°C보다 더 높은, 또는 약 400°C보다 더 높은 퀴리 온도를 가지는 물질이다.
- [0030] 도 3 내지 도 7은 본 발명에 따른 1개 이상의 가변 인더터를 갖는 척 RF 드라이브 매치 네트워크를 이용하는 다양한 플라즈마 처리 시스템 실시예들을 예시한다. 또한, 매치 네트워크는 임의 개수의 고정 인더터(fixed inductor)들 및 가변 또는 고정 캐패시터들을 가질 수도 있다. 모든 도면들에는, 매치 네트워크, 매치 네트워크 제어기, RF 전원(power source) 및 척 RF 드라이브 전송선이 도시되어 있다. 이를 도면들에서, 흔치는 않지만 RF 필터가 사용되는 경우, 상기 RF 필터는 매치 네트워크의 일부분일 수도 있다는 것을 이해하여야 한다.
- [0031] 도 3은 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따른 매치 네트워크 및 매치 네트워크 제어기를 이용하는 자기적으로 강화된 용량성-결합 플라즈마 리액터(a magnetically enhanced capacitive-coupled plasma reactor)를 포함하는 플라즈마 처리 시스템이다. 상기 시스템내의 척은, 예컨대 2개의 RF 전원 공급 장치들, 즉 하나는 플라즈마 생성을 위한 고주파수 전원 공급 장치(미도시됨)이고, 도면 번호(310)으로 예시된 다른 하나는 척 바이어스 생성을 위한 저주파수 전원 공급 장치에 의해 구동될 수도 있다. 또한, 상기 시스템은 용량성-결합 플라즈마 리액터를 강화시키는 한 세트의 자석(320)들을 포함한다. 챔버(330)는 기관(350)을 훌딩하기 위한 기관 훌더(340)를 포함한다. 매치 네트워크(360)는 RF 전송선(370)을 통해 챔버(330) 및 기관 훌더(340)에 연결되고; 또한, 매치 네트워크(360)는 상기 매치 네트워크(360)의 작동을 제어하는 매치 네트워크 제어기(380)에 연결된다. 매치 네트워크(360) 또는 고주파수 전원 공급 장치용 매치 네트워크는 1개 이상의 가변 인더터들을 포함할 수 있으며, RF 필터를 포함하거나 포함하지 않을 수도 있다.
- [0032] 도 4는 고주파수가 플라즈마 생성을 위한 상부 전극(400)에 인가되고 척 RF 바이어스가 RF 전원(420)을 통해 척

에 인가되는, 2-주파수 용량성 결합 플라즈마 리액터를 예시한다. 상기 시스템은 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따른 매치 네트워크 및 매치 네트워크 제어기를 이용한다. 또한, 도 3에서와 마찬가지로, 상기 시스템은 용량성-결합 플라즈마 리액터를 강화시키는 한 세트의 자석(430)들, 상부 전극(400)을 포함하는 챔버(440) 및 기관(460)을 홀딩하기 위한 기관 홀더(450)를 포함한다. 상부 전극(400)은 매치 네트워크(495)를 통해 RF 전원(425)에 연결된다. 매치 네트워크(470)는 RF 전송선(480)을 통해 챔버(440) 및 기관 홀더(450)에 연결되고 ; 또한, 상기 매치 네트워크(470)는 상기 매치 네트워크(470)의 작동을 제어하는 매치 네트워크 제어기(490)에 연결된다. 매치 네트워크(470 또는 495)는 1개 이상의 가변 인덕터들을 포함할 수 있으며, RF 필터를 포함하거나 포함하지 않을 수도 있다. 이 플라즈마 처리 시스템에서는, 척 바이어스 RF 전력만이 척에 인가되며, 플라즈마 생성을 위한 RF 전력은 상부 전극에 인가된다.

[0033] 도 5는 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따른 매치 네트워크 및 매치 네트워크 제어기와, 유도성 결합 플라즈마 (Inductive Coupled Plasma, ICP) 소스를 이용하는 시스템의 일 예시를 예시한다. 또한, 상기 시스템은 챔버(520) 주위에 위치하는 ICP 코일(510)을 포함하고, 관련된 RF 전원(540)에 연결된 매치 네트워크(530)에 연결된다. 상기 챔버(520)는 기관(560)을 홀딩하기 위한 기관 홀더(550)를 포함한다. 상기 챔버(520) 및 기관 홀더(550)는 RF 전송선(580)을 통해 매치 네트워크(570)에 연결되고; 또한, 상기 매치 네트워크(570)는 상기 매치 네트워크(570)의 작동을 제어하는 매치 네트워크 제어기(590)에 연결된다. 또한, 매치 네트워크(570)는 바이어스 RF 전원(595)에 연결된다. 매치 네트워크(570 또는 530)는 1개 이상의 가변 인덕터들을 포함할 수 있으며, RF 필터를 포함하거나 포함하지 않을 수도 있다. 이 플라즈마 처리 시스템에서는, 척 바이어스 RF 전력만이 척에 인가되며, 플라즈마 생성을 위한 RF 전력은 그 이외의 곳에 인가된다.

[0034] 도 6은 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따른 매치 네트워크 및 매치 네트워크 제어기와, 변속기 결합 플라즈마 (Transformer Coupled Plasma, TCP) 소스를 이용하는 것을 예시한다. 상기 시스템은 TCP 윈도우(625)를 포함하는 챔버(620) 위에 위치된 TCP 코일(610)을 포함한다. TCP 코일(610)은 그와 연관된 RF 전력원(635)에 연결된 매치 네트워크(630)에 연결된다. 상기 챔버(620)는 기관(650)을 홀딩하기 위한 기관 홀더(640)를 포함한다. 상기 챔버(620) 및 기관 홀더(640)는 전송선(670)을 통해 매치 네트워크(660)에 연결되며; 또한, 매치 네트워크(660)는 상기 매치 네트워크(660)의 작동을 제어하는 매치 네트워크 제어기(680)에 연결된다. 또한, 상기 매치 네트워크(660)는 바이어스 RF 전원(690)에 연결된다. 매치 네트워크(660 또는 630)는 1개 이상의 가변 인덕터들을 포함할 수 있으며, RF 필터를 포함하거나 포함하지 않을 수도 있다. 이 플라즈마 처리 시스템에서는, 척 바이어스 RF 전력만이 척에 인가되며, 플라즈마 생성을 위한 RF 전력은 그 이외의 곳에 인가된다.

[0035] 도 4 내지 도 6은 매치 네트워크(495, 530, 630)들과 관련하여 매치 네트워크 제어기를 예시하지 않았지만, 이들 매치 네트워크들의 각각은 매치 네트워크 제어기와 관련하여 구현될 수도 있음을 이해하여야 한다.

[0036] 도 7은 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따른 매치 네트워크 및 매치 네트워크 제어기와, 헬리콘(Helicon), 전자 사이클로트론 공명(electron cyclotron resonance, ECR) 등과 같은 플라즈마원을 이용하는 플라즈마 시스템을 개략적으로 예시한다. 상기 시스템은 플라즈마원(710)과, 기관(740)을 홀딩하기 위한 기관 홀더(730)를 포함하는 챔버(720)를 포함한다. 상기 챔버(720) 및 기관 홀더(730)는 RF 전송선(760)을 통해 매치 네트워크(750)에 연결되며; 또한, 상기 매치 네트워크(750)는 상기 매치 네트워크(750)의 작동을 제어하는 매치 네트워크 제어기(770)에 연결된다. 또한, 상기 매치 네트워크(750)는 바이어스 RF 전력원(780)에 연결된다. 매치 네트워크(750)는 1개 이상의 가변 인덕터들을 포함할 수 있으며, RF 필터를 포함하거나 포함하지 않을 수도 있다. 이 플라즈마 처리 시스템에서, 척 바이어스 RF 전력만이 척에 인가되며, 플라즈마 생성을 위한 RF 전력은 그 이외의 곳에 인가된다.

[0037] 도 3 내지 도 7에 예시되지는 않았지만, 이를 처리 시스템들의 각각은, 가변 유도성 소자들 및 매치 네트워크들이 플라즈마 처리 시스템에 의해 사용되는 무선 주파수 전원의 통합 부분(integral part)인 방식으로, 매치 네트워크들 및/또는 매치 네트워크 제어기들 모두와 관련하여 구현될 수도 있음을 이해하여야 한다.

[0038] 매치 네트워크가 구성된 시스템의 타입에 관계없이, 매치 네트워크는 다양한 토폴로지, 예컨대 L, T, Π(Pi) 및 그 조합들을 이용하여 구현될 수도 있다. 도 1에 도시된 네트워크는, 4개의 반응성 구성요소들(4번째 구성요소는 인덕터(145) 및 커페시터(160)의 직렬 임피던스로 구성됨)을 갖는 매치 네트워크에 연결된 5-구성요소 RF 필터(좌측)를 예시한다. 하지만, 도 8a 내지 도 8c에는 다른 가능한 토폴로지들이 예시되어 있으며, 임피던스(Z_i)의 박스로 표시된 각각의 반응성 구성요소는 직렬의 다수의 반응성 구성요소들로 구성될 수 있다.

[0039] 도 1의 RF 필터는, 도 9 및 도 10에 예시된 바와 같이 매치 네트워크의 이전 또는 이후에 삽입될 수도 있음을 이해하여야 한다. 예를 들면, 도 9에 예시된 바와 같이, 필터 회로(910)는 매치 네트워크 제어기(930)에 연결된

매치 네트워크(920) 이전에 삽입될 수도 있다. 대안적으로, 도 10에 예시된 바와 같이, 매치 네트워크(1010)는 매치 네트워크 제어기(1020)에 연결될 수 있으며, 필터 회로(1030) 이전에 삽입될 수도 있다. 본질적으로, 당업자에게 널리 알려진 임의의 적절한 RF 필터 토폴로지가 사용될 수도 있다는 것을 이해하여야 한다.

[0040] 도 11 내지 도 14는 타입 61 물질의 다양한 특성들, 예컨대 복소 투자율(complex permeability) 대 주파수(도 11), 원래의(original) 임피던스의 퍼센트 대 온도(도 12), 초기 투자율 대 온도(도 13), 및 유동 밀도 대 필드 강도로서의 이력 루프의 일부분(도 14)을 예시한다. 타입 61 물질은 대략 130의 초기 투자율을 가지며; 초기 투자율의 온도 계수(20 내지 70°C)는 $0.1\%/\text{°C}$ 이다. 상기 물질은 15 에르스텟(Oersted)의 필드 강도에서 2350 가우스(Gauss)의 유동 밀도를 가진다. 상기 타입 61 물질의 잔여 유동 밀도는 1200 가우스이다. 손실 계수(loss factor)는 1.0 메가 헤르츠에서 30×10^{-6} 이다.

[0041] 자기 유동 밀도 또는 주파수에 대한 전력 손실 특성이 도표화되지 않았지만, 이 전력 손실은 효율성의 손실을 야기하며, 작동시 가변 유도성 소자의 자기 코어가 가열되게 한다는 것을 이해하여야 한다. 코어 온도가 퀴리 온도를 초과하는 경우, 모든 자기/페라이트 속성들이 상실된다. 따라서, 아마도, 안전 마진(safety margin)을 제한, 유도성 소자의 자기 코어를 구현하는데 사용되는 특정한 물질에 대한 퀴리 온도는, 그 유도성 소자의 최대 작동 온도일 것이다. 도 13은 타입 61 물질에 대한 초기 투자율 대 온도를 예시하며, 이는 상기 물질이 (100 kHz의 주파수에 대해) 350°C 이상으로 가열되는 경우에 어떻게 되는지를 명확히 보여준다.

[0042] 도 15는 또 다른 강자성 물질, (Cerritos(CA)의 Dexter Magnetic사가 시판중인) 3C85에 대한 전력 손실 대 유동 밀도 및 주파수를 예시한다. 타입 61과 같은 고온의 페라이트 물질들을 포함하는 여타의 모든 물질들이 도 15의 3C85에 대해 예시된 것과 동일한 방식으로 행동(behavior)한다; 즉, 실제 전력 손실 특성이 강자성 물질의 품질에 따라 좌측과 우측으로 시프트될 수도 있다는 것을 이해하여야 한다. 따라서, 타입 61 물질과 같은 고온의 페라이트 물질들은, 3C85와 유사할 수도 있는 전력 손실과 유동 밀도 및 주파수간의 그래프 관계를 가질 수도 있다는 것을 이해하여야 한다.

[0043] 하지만, 그 특징적인 요소는 높은 온도를 견디는 고온의 페라이트 물질의 능력이며, 이는 "비합리적으로(unreasonably)" 크고, 및/또는 필요 이상으로 복잡한 냉각 기술들(fancy cooling technique)(예를 들어, 액체 흐름, 침지(immersion) 등)을 가지는 인덕터 코어 없이, 그것이 고전력 어플리케이션들에서 사용되도록 한다. 예를 들어, 저온의 페라이트를 이용하여야 하는 경우(예컨대, 160°C보다 더 낮은 퀴리 온도를 가지는 경우), 상기 코어는, 고정 RF 주파수에 대한 유동 밀도(도 15의 수평 방향)를 낮추며, 따라서 전력 손실(도 15의 수직 방향)을 감소시키는 매우 큰 단면으로 만들어질 필요가 있다. 전력 손실을 낮게 유지하면, 코어는 정교한 냉각 시스템(elaborate cooling system) 없이도, 그 퀴리 온도 이하에서 작동하게 된다. 하지만, 큰 코어는 사용하기에 비현실적일 수도 있는데, 전체 매치 네트워크가, 너무 커서 예를 들어 통상적으로 그것이 위치되는 곳인 정전기 척 밑에는 도저히 설치할 수 없을 정도로, 훨씬 커질 필요가 있을 수 있기 때문이다.

[0044] 고온의 페라이트 물질의 이용하면, 보다 높은 작동 온도를 허용하므로, 따라서 코어는 보다 작은 단면 및 크기로 구성될 수도 있고 보다 높은 유동 밀도에서 작동될 수도 있으며, 플라즈마 처리 툴들에 직면해 있는 RF 전력들에서의 사용을 위해 단순한 공기-냉각을 이용하는 시스템이 가능하다.

[0045] NiZn 페라이트 - 타입 61 물질은 자기 코어에 특히 유용한 350°C보다 더 높은 퀴리 온도를 가지지만, 매치 네트워크가 이용되는 특정한 용도에 대해 충분히 높은 퀴리 온도를 가진다면, 여타의 자기 코어 물질들도 이용될 수 있다.

[0046] 대안적으로, 보다 낮은 퀴리 온도들을 갖는 물질들은, 코어 유동 밀도를 감소시키기 위해, 특정한 자기 코어 구성(하기에 보다 상세히 서술됨)과 같은 추가의 냉각 기구들 또는 냉각 팬들이 사용되거나 큰 단면의 인덕터가 사용된다면, 자기 코어를 구현하는데 사용될 수도 있다. 하지만, 큰 단면의 인덕터 코어들을 이용하면, 인덕터들의 부피가 매우 커질 수도 있으며, 통상적인 척 지지대(chuck pedestal) 하에서 매치 네트워크가 고정되지 않을 수도 있다.

[0047] 그러므로, 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따르면, 페라이트 코어들의 온도를 안정화하고 그들의 작동 온도를 감소시키기 위해서 공기-냉각 시스템이 채택될 수 있다. 도 2에 예시된 바와 같이, 2개의 팬 어셈블리(215)들이 매치 네트워크 어셈블리에 포함될 수도 있다. 도 2는, 팬 어셈블리들에서 사용되는 팬 유닛들이 하우징(205)의 외부에, 하우징 바닥의 밑에 위치되기 때문에, 이들 어셈블리들용 팬 유입 포트들을 도시한다. 이들 팬 유닛들은, 가변 유도성 소자(140, 145)들에 사용되는 코어들을 냉각시키기 위해, 하우징의 2개의 우측 객실들을 통해 공기를 순환시키도록 작동된다. 이 공기 순환은, 필수적인 유도 특성들을 효과적으로 또한 안정되게 제공하는

투자율의 범위내에 자기 코어들의 물질을 유지시키기 위해서, 가변 유도성 소자들에 사용되는 자기 코어들을 냉각시키는 역할을 할 수도 있다.

[0048] 투자율이 실온으로부터 현저히 변화되지 않도록 페라이트 물질 온도가 유지되는 한, 인덕터들의 인덕턴스는 현저히 변화되지 않을 것이다. 예를 들어, 도 13에 도시된 바와 같이, 0°C 내지 250°C와, 300°C만큼의 높은 온도 범위는, 순수히 인덕턴스 드리프트(inductance drift)를 방지하는 관점에서 충분하다. 더욱이, 인덕터들이 가장 먼저 변동될 수 있기 때문에, 온도 증가로 인한 인덕턴스 드리프팅이 보상될 수도 있다. 인덕턴스들이 드리프트 되는 경우, 사용자 또는 자동화 매치 네트워크 제어기는 플라즈마 및 매치 네트워크 출력 임피던스들의 사소한 미스매치(mismatch)를 검출할 수도 있으며, 임피던스 매칭 조건을 재조성(re-establish)하도록 인덕터들을 조정할 수도 있다.

[0049] 그럼에도 불구하고, 코어 온도들을 250 내지 300°C로 상승되지 않게 하는 다른 이유들, 예컨대 그 부근에서의 뜨거운 페라이트 코어로부터의 가열 방사선으로 인한 전위 폴리머 도전체 절연 실패(potential polymer conductor insulation failure)가 존재할 수도 있다. 그러므로, 인덕턴스와 신뢰성(reliability)을 유지시키기 위해서, 도 13에 도시된 바와 같이, 인덕터들의 코어 온도는 0°C 내지 300°C 사이를 유지하는 것이 바람직하며, 특히, 150°C와 200°C 사이의 인덕터 코어 온도를 유지하는 것이 유용할 수도 있다. 이 경우 투자율의 온도 계수(temperature factor)는 100×10^{-6} 내지 150×10^{-6} 의 범위 내에 있다.

[0050] 또한, 하우징(205)은 2개의 가변 유도성 소자(140, 145)들을 분리하는 객실 파티션(compartment partition; 220)을 포함할 수도 있다. 이 객실 파티션은, 예를 들어 하우징(205)과 동일한 물질, 예컨대 몇몇 종류의 금속 또는 여타의 물질로 만들어질 수도 있다. 대안적으로, 객실 파티션(220)은 금속성 메시 물질(metallic mesh material)로 만들어질 수도 있다. 또한, 팬 어셈블리들의 작동의 결과로서, 객실 파티션(220)은 상기 객실들 각각 내에서 순환되는 공기에 방향을 제공하도록 역할할 수도 있다.

[0051] 또한, 본 발명의 실시예들 중 어느 것에 따르면, 객실 파티션(220)은 하우징(205) 내에 포함될 수도 있으며, 객실 파티션(220)을 구성하는데 사용되는 물질은, 회로들에 의해 생성된 전기장 및 자기장이 서로 상호작용하는 것을 차폐하는 전자기 차폐력들(electromagnetic shield capabilities)을 제공하도록 선택될 수도 있다.

[0052] 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따르면, 종방향 및/또는 횡방향 홈들은, 주변 공기와 열을 교환하고 주변부들과 방사열을 교환하는 표면적을 증가시킴으로써 페라이트 코어들의 냉각 효율성을 더욱 증가시키기 위해서, 가변 유도성 소자들에 포함된 자기 코어내에 포함될 수도 있다. 상기 면적을 증가시키는 것은, (팬들에 의해 이동되는 공기를 위한) 전vection(.convection)과 방사열 전달(radiation heat transfer) 양자 모두를 증가시킨다(팬이 존재하지 않는 경우, 작동시 코어 온도가 올라간다). 예를 들어, 도 16은 도 2에 도시된 가변 유도성 소자들에 사용되는 자기 코어의 확대 개략도를 제공한다. 도 16에 도시된 바와 같이, 자기 코어(1600)는 제 1 외측 직경을 갖는 횡방향 단면부(1610)들 및 상기 제 1 외측 직경보다 작은 제 2 외측 직경을 갖는 횡방향 단면부(1620)들을 포함할 수도 있다. 자기 코어(1600)는, 예를 들어 교번하는 크고 작은 외측 직경 페라이트 링들을 이용하여, 또는 하나의 피스(piece)에 주조(cast)되고 신타링(sinter)된 횡방향 홈들을 갖는 페라이트 코어를 이용하여 구성될 수도 있다.

[0053] 도 17은 절연 로드(알루미나)(1720)상에 슬립(slip)된 복수의 페라이트 링(1710)들로 구성되고, 종방향으로 진행되는 검은 선으로서 도시될 수 있는 캡톤 테이프(Kapton tape; 1730)(예컨대, 내고온성 테이프)를 이용하여 서로 이격되게 유지되는 자기 코어의 일례를 예시한다. 자기 코어는 이러한 구성, 또는 도 16에 예시된 구성을 이용하여 구현될 수도 있다.

[0054] 또한, 자기 코어는 상기 자기 코어의 종방향 중심으로부터 연장(span)되는 범위만큼 서로 상이한 종방향 단면부들을 제공하도록 구성될 수도 있다. 예를 들어, 도 18에 도시된 자기 코어(1800)의 단면도는, 자기 코어(1800)가 제 1 외측 직경을 갖는 종방향 단면부(180) 및 상기 제 1 외측 직경보다 큰 제 2 외측 직경을 갖는 종방향 단면부(1820)를 포함할 수도 있다는 것을 예시한다. 또한, 횡방향 또는 종방향 단면부들에 대한 것인지에 관계없이, 2개 이상의 상이한 외측 직경들이 존재할 수도 있음을 이해하여야 한다. 따라서, 자기 코어는 2개 이상의 상이한 외측 직경들을 갖는 단면부들을 가질 수도 있다.

[0055] 도 18에 예시된 바와 같이 구성된 자기 코어를 이용하는 경우, 효율적인 팬 위치는 코어 홈들을 따라 공기를 지향시키는 (도 2에서의) 하우징의 "우측" 단부내에 존재할 수도 있을 것이다. 이는 측면 벽들, 또는 최상부 및 저부 벽들내의 횡방향 개구부들을 통해 공기를 배출시킬 수 있을 것이다.

[0056] 본 발명의 다양한 실시예들은, 저 비용의 매치 네트워크들을 제공할 수 있다는 점에서 증가된 유용성/utility)

을 제공할 수도 있다. 또한, 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따라 설계된 매치 네트워크는, 본 발명의 실시예들에 의해 이용되는 가변 유도성 소자가 종래에 사용되는 가변 용량성 소자들보다 크기면에서 현저히 작을 수 있기 때문에, 종래에 제공된 것보다 감소된 크기로 구현될 수도 있다.

[0057] 특정 실시예들을 참조하여 본 발명을 설명하였지만, 이는 설명된 특정한 세부 사항들로 한정되지 않으며, 본 발명의 범위내에서 실현될 수 있는 수정예들 또는 변형예들을 포함하기 위함이다.

도면의 간단한 설명

[0007] 다음의 도면들을 참조하여, 본 발명의 다양한 실시예들을 보다 상세히 설명한다.

[0008] 도 1은 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따른 가변 유도성 소자들에서 고온 페라이트들을 채택하는 매치 네트워크에 대한 전기 개략도(electrical schematic);

[0009] 도 2는 본 발명의 하나 이상의 실시예의 구현예를 예시하는 도면;

[0010] 도 3 내지 도 7은 1개 이상의 가변 인덕터를 가지는 척(chuck) RF 드라이브 매치 네트워크(a chuck RF drive match network)를 이용하는 다양한 플라즈마 처리 시스템을 예시하는 도면;

[0011] 도 8a 내지 도 8c는 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따른 여러 가능한 회로 토플로지(topology)들을 예시하는 도면;

[0012] 도 9는 매치 네트워크에 대해 가능한 RF 필터 위치의 제 1 예시를 예시하는 도면;

[0013] 도 10은 매치 네트워크에 대해 가능한 RF 필터 위치의 제 2 예시를 예시하는 도면;

[0014] 도 11은 NiZn 페라이트-타입 61 강자성 물질에 대한 복소 투자율(complex permeability)과 주파수간의 관계를 예시하는 도면;

[0015] 도 12는 NiZn 페라이트-타입 61 강자성 물질에 대한 원래의(original) 임피던스와 온도간의 관계를 예시하는 도면;

[0016] 도 13은 NiZn 페라이트-타입 61 강자성 물질에 대한 초기 투자율과 온도간의 관계를 예시하는 도면;

[0017] 도 14는 NiZn 페라이트-타입 61 강자성 물질에 대한 유동 밀도(flux density) 대 필드 강도(field strength)로서 표시된 이력 루프(hysteresis loop)의 일부분을 예시하는 도면;

[0018] 도 15는 강자성 물질 3C85에 대한 전력 손실 대 유동 밀도 및 주파수를 예시하는 도면;

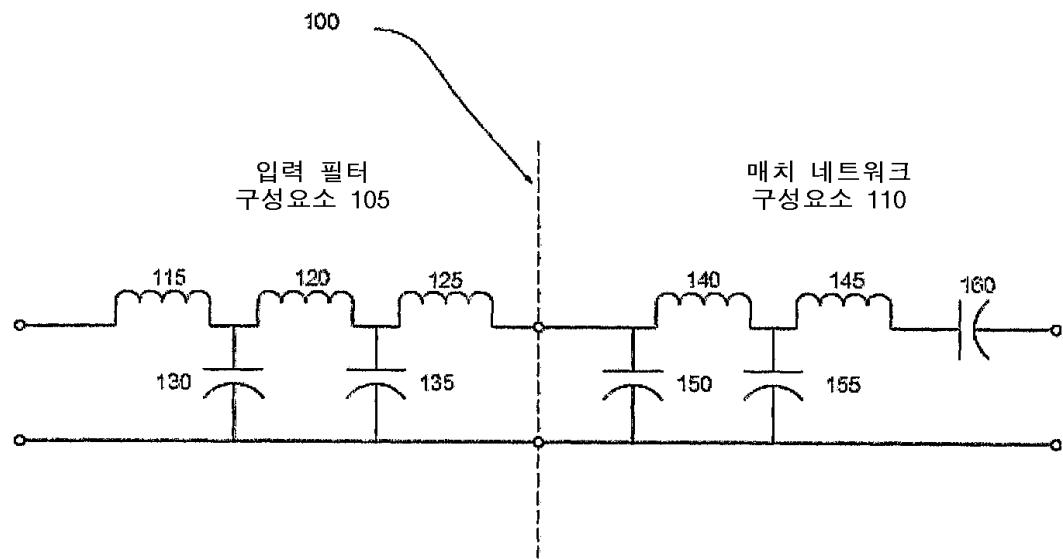
[0019] 도 16은 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따른 가변 유도성 소자에 사용되는 자기 코어 구성의 일 예시를 예시하는 도면;

[0020] 도 17은 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따른 가변 유도성 소자에 사용되는 자기 코어 구성의 또 다른 예시를 예시하는 도면; 및

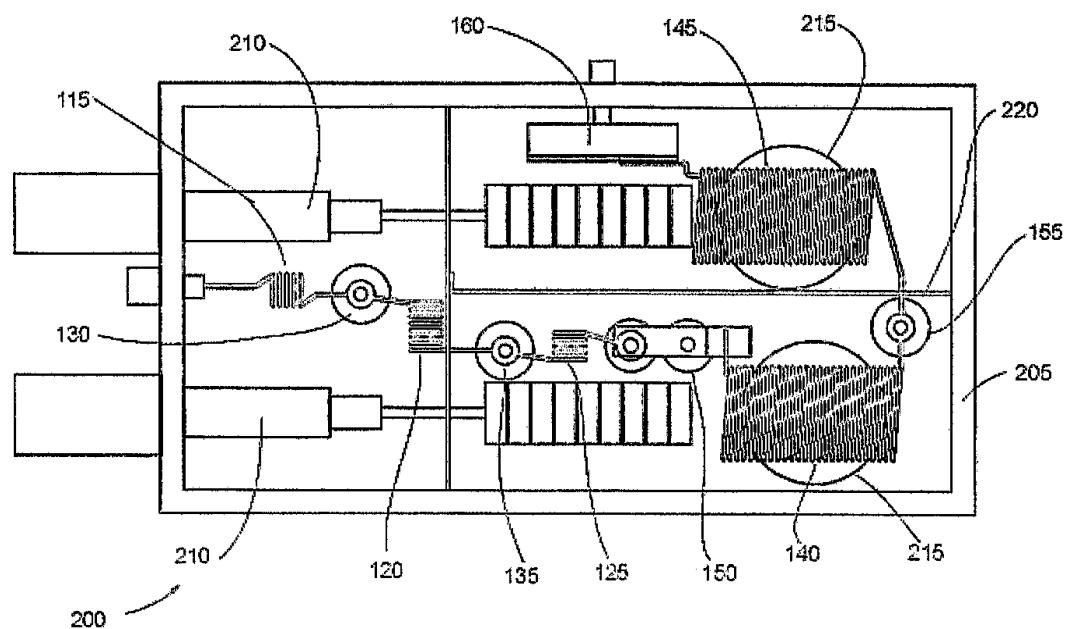
[0021] 도 18은 본 발명의 하나 이상의 실시예에 따른 가변 유도성 소자에 사용되는 자기 코어 구성의 또 다른 예시를 예시하는 도면이다.

도면

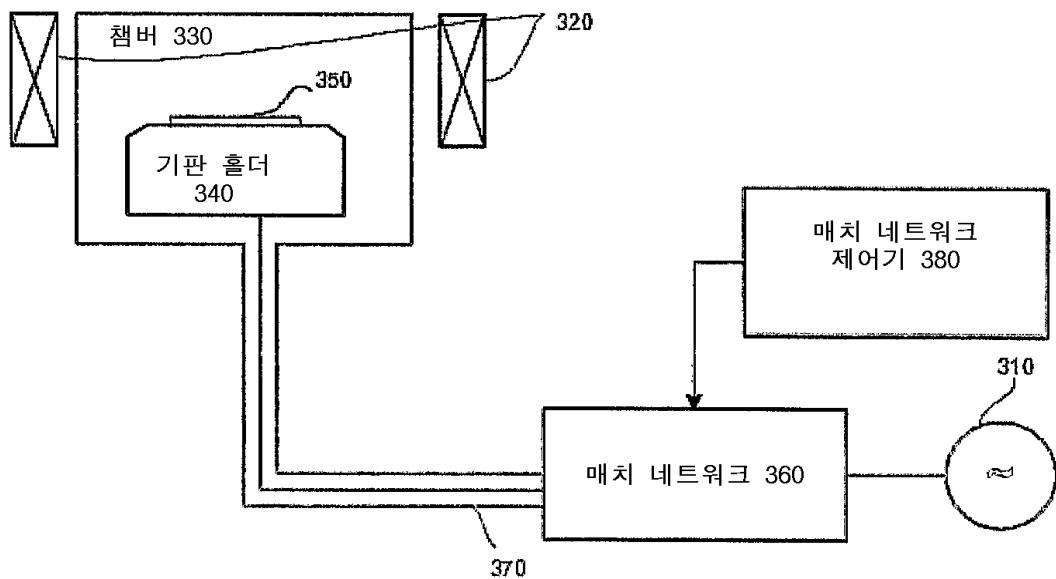
도면1



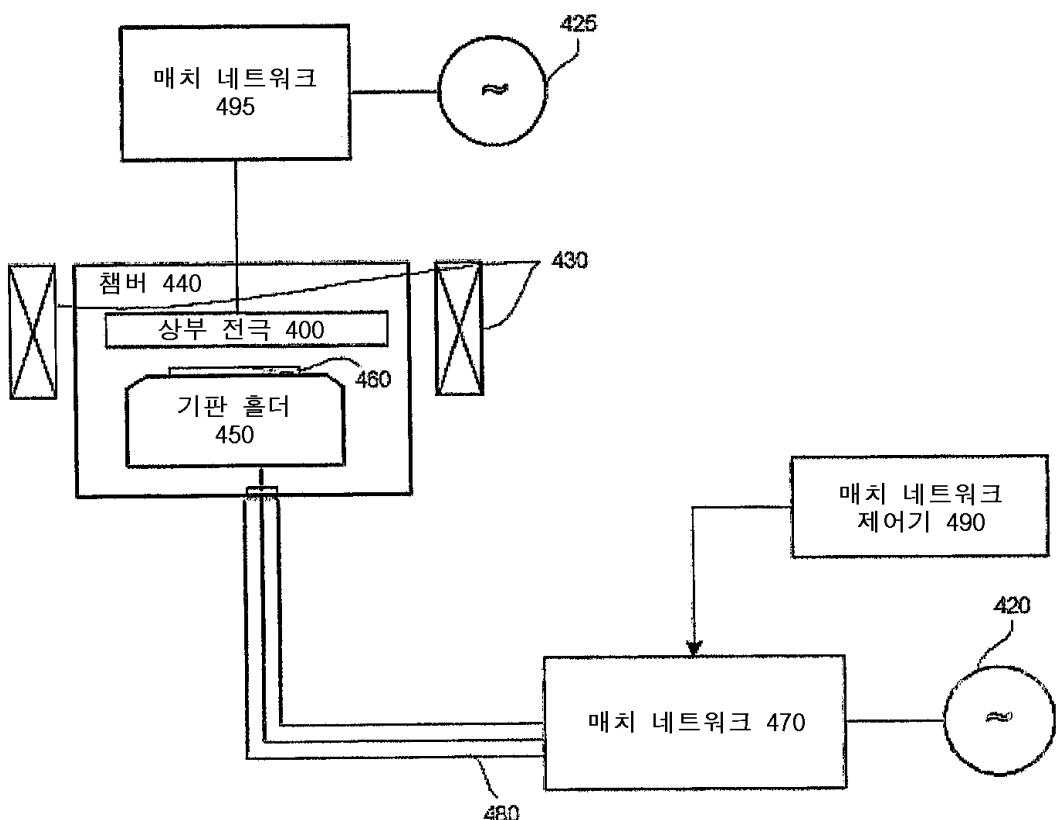
도면2



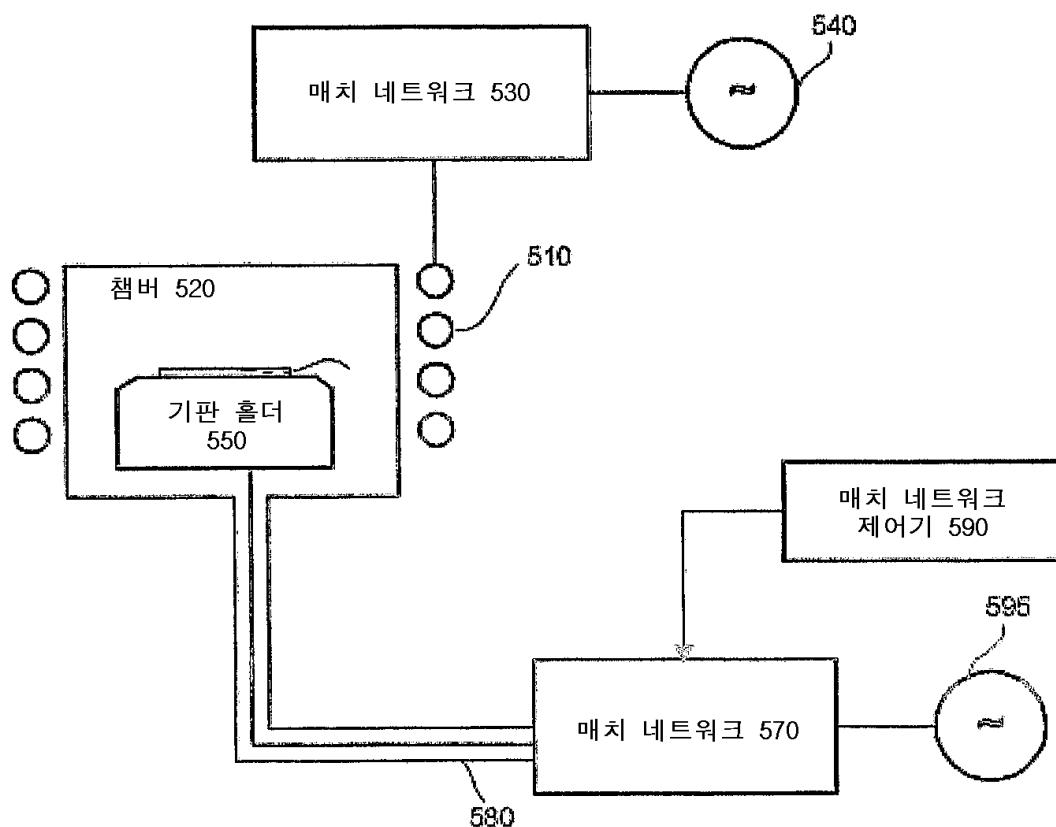
도면3



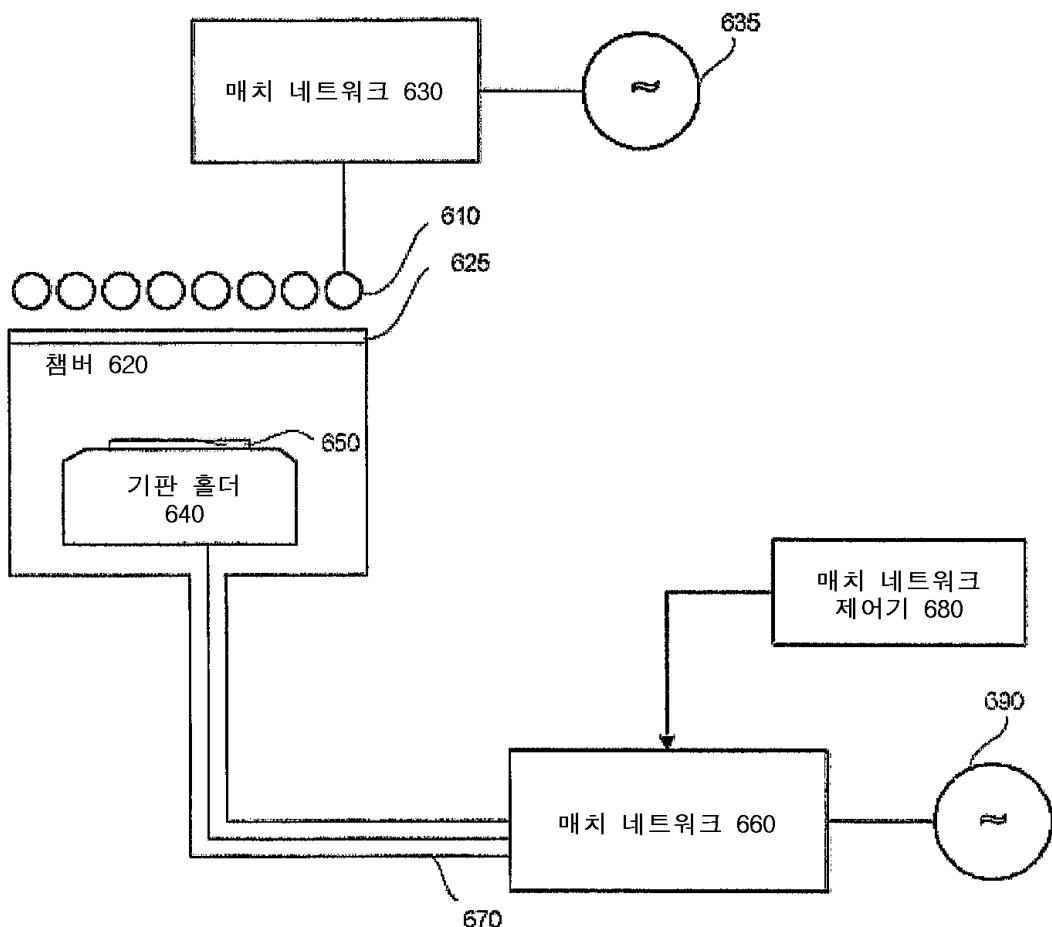
도면4



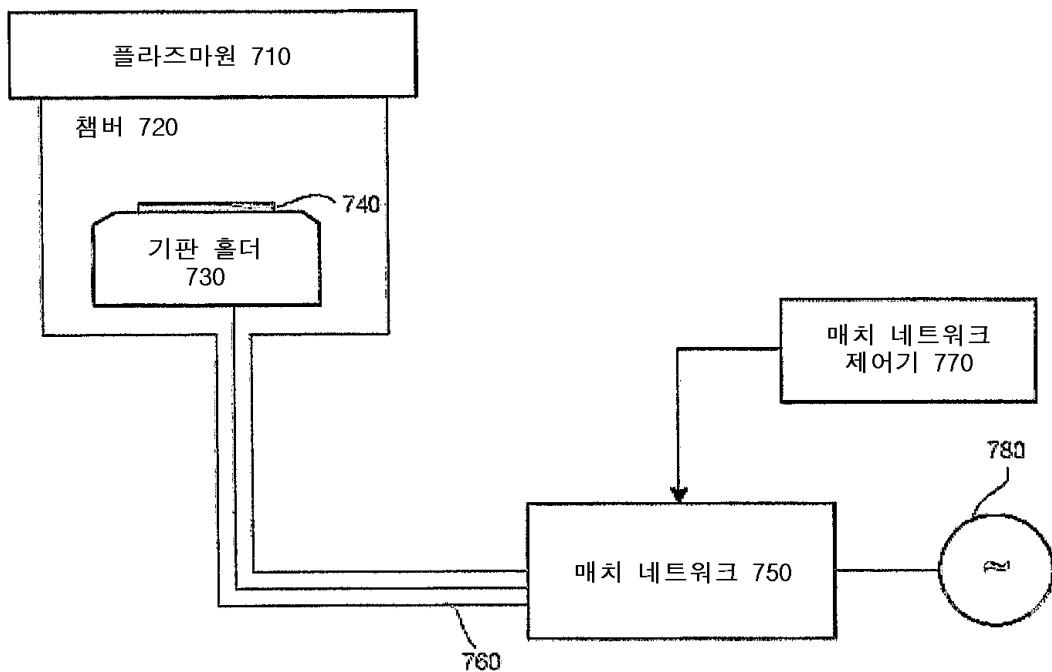
도면5



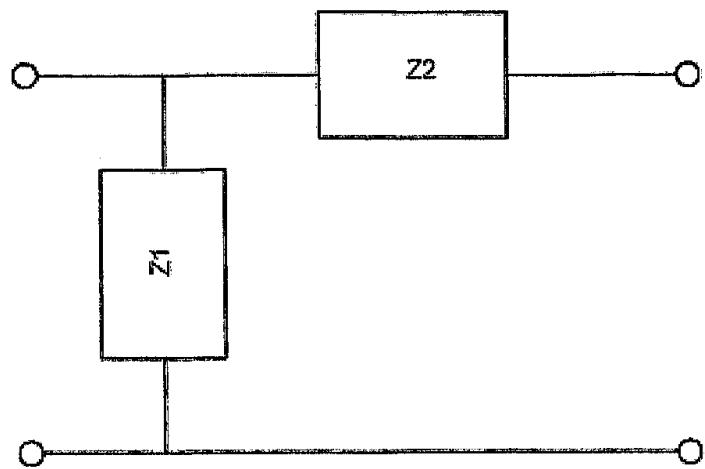
도면6



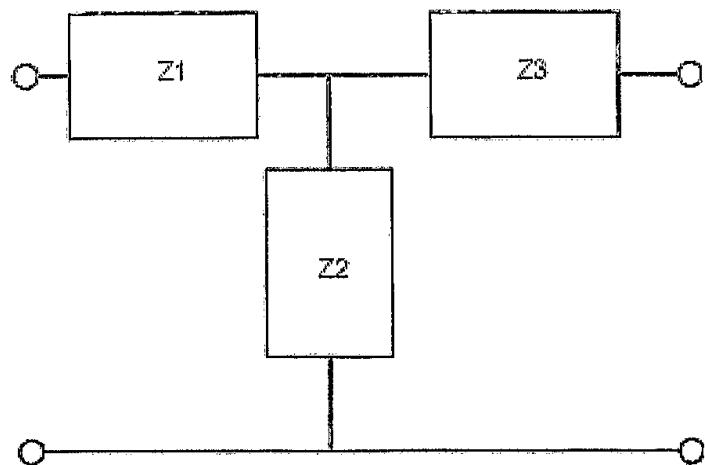
도면7



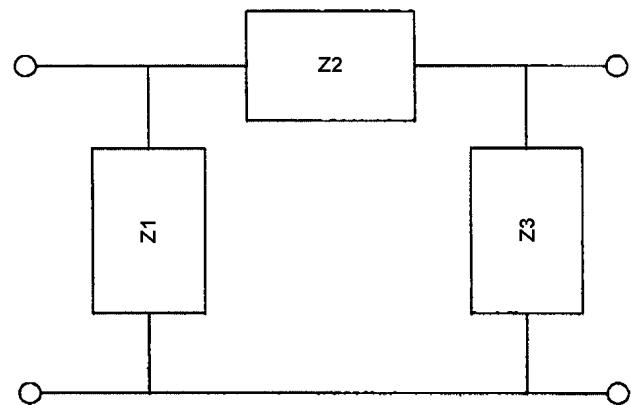
도면8a



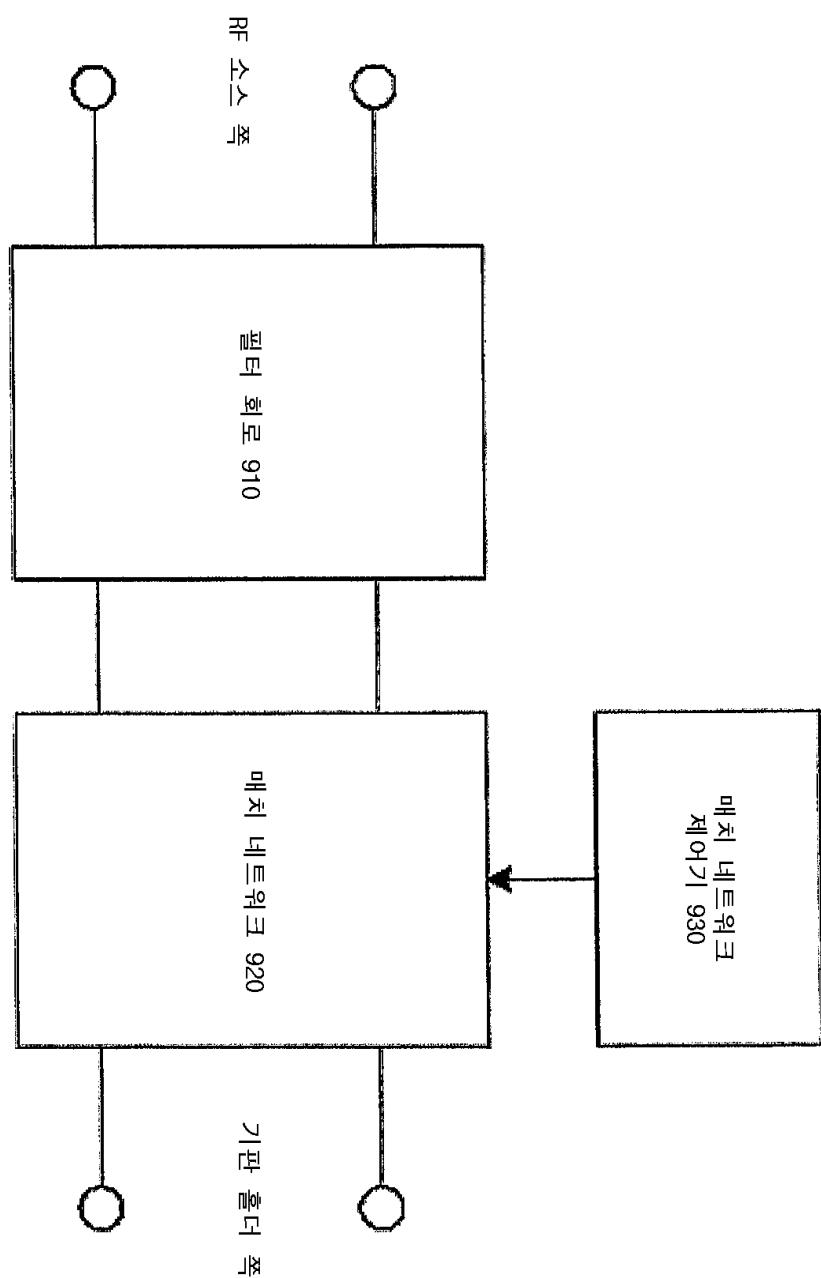
도면8b



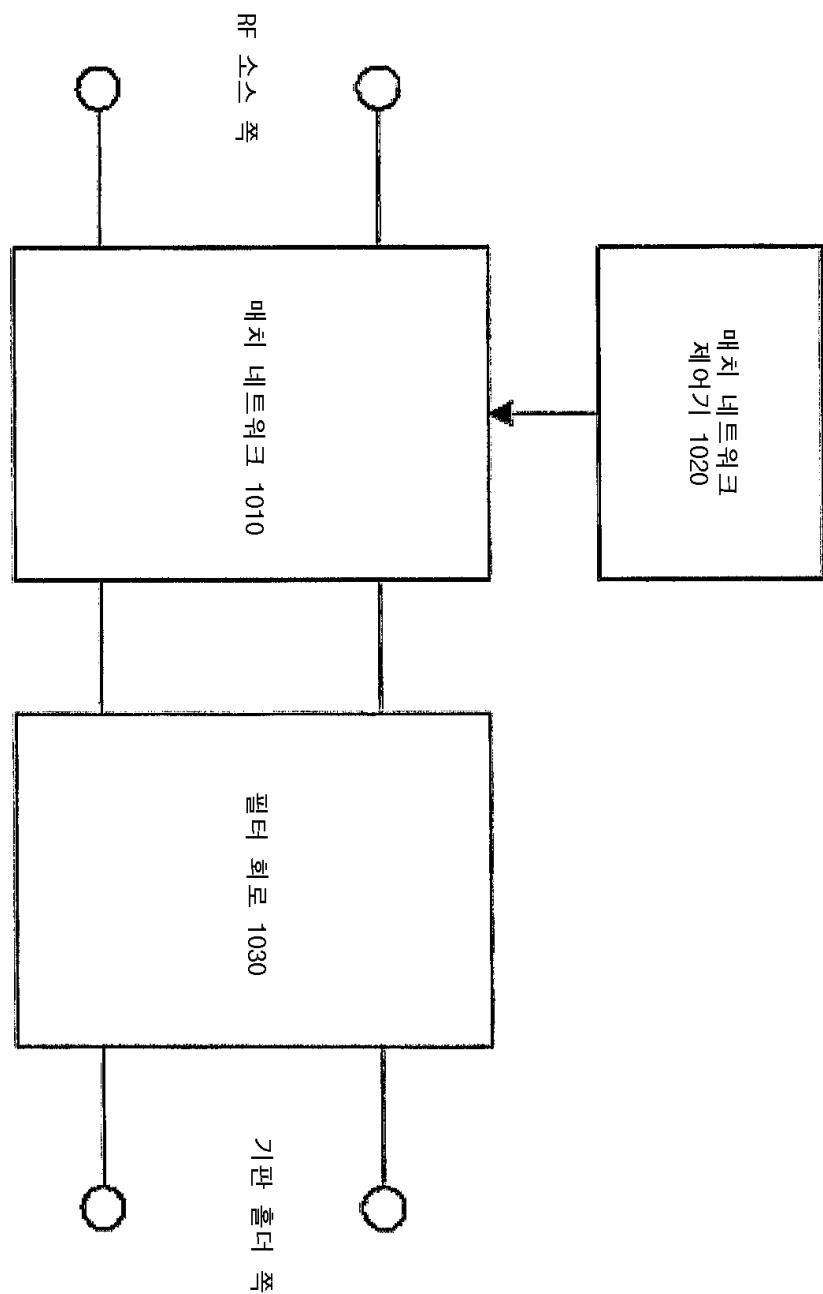
도면8c



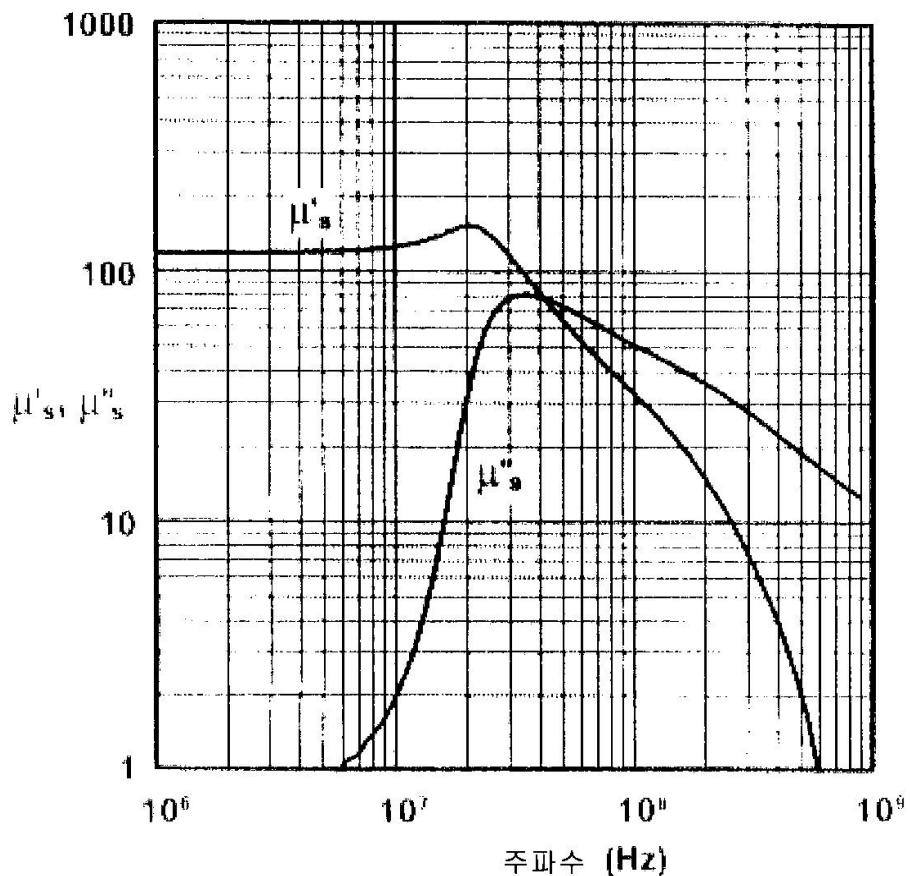
도면9



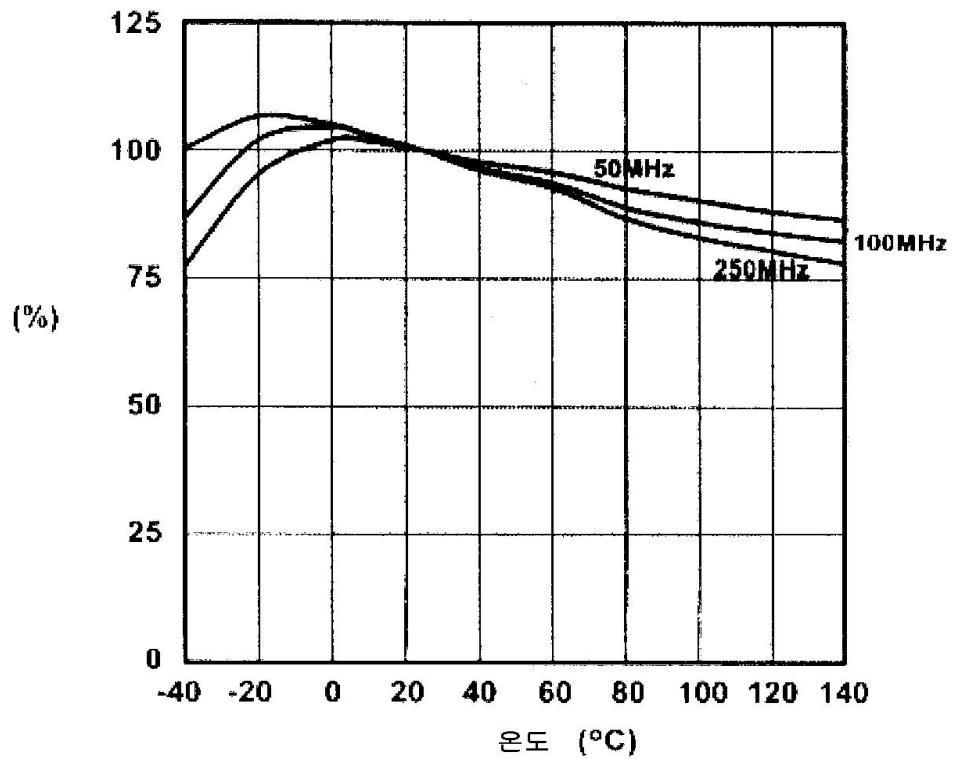
도면10



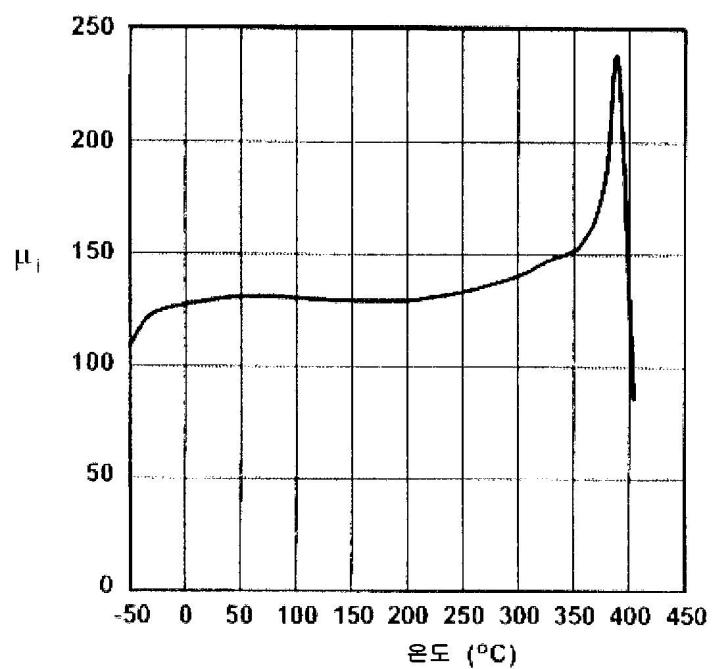
도면11



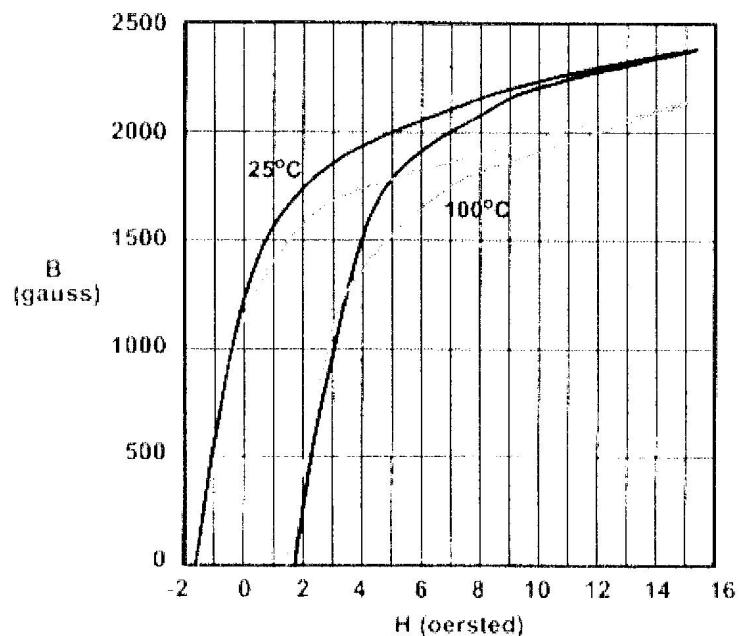
도면12



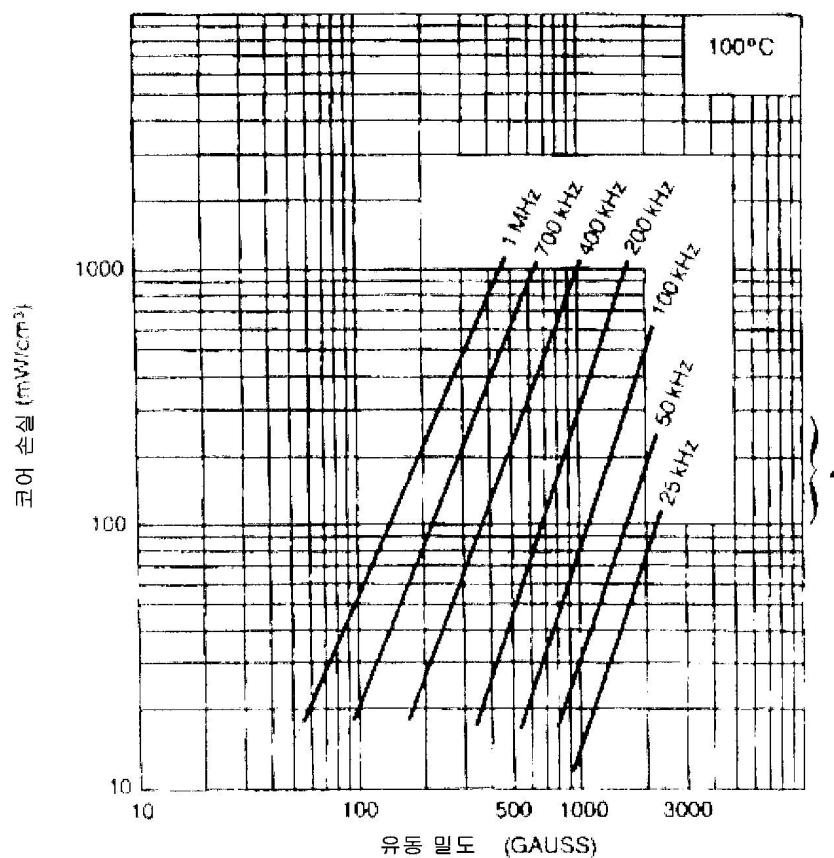
도면13



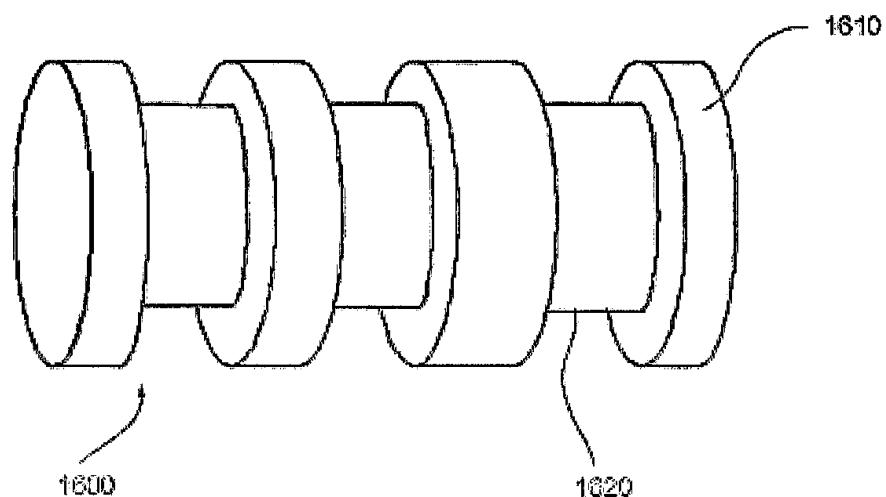
도면14



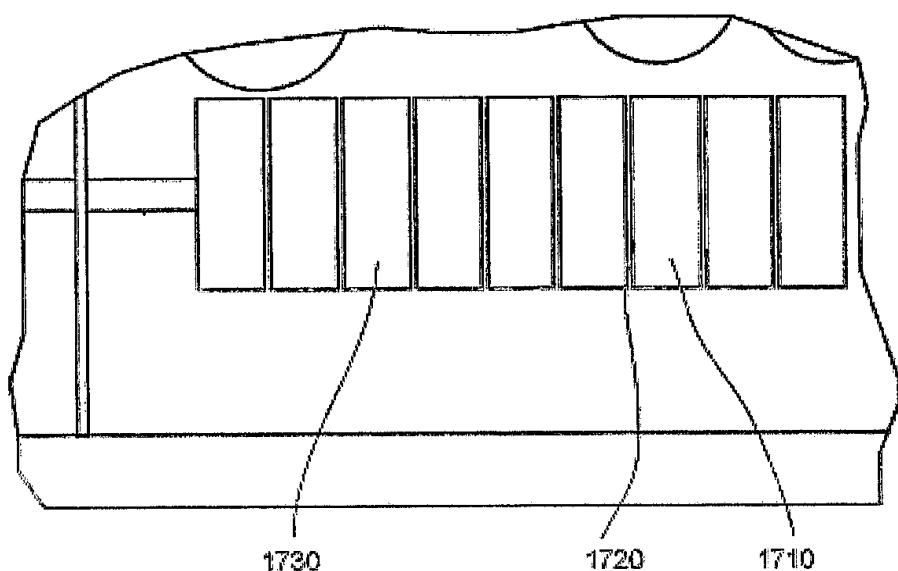
도면15



도면16



도면17



도면18

