



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0058646  
(43) 공개일자 2014년05월14일

- |  |   |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/>H05B 6/64 (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2014-7007663</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2012년08월30일<br/>심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2014년03월24일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/US2012/053044</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2013/033330<br/>국제공개일자 2013년03월07일</p> <p>(30) 우선권주장<br/>61/529,361 2011년08월31일 미국(US)<br/>61/612,961 2012년03월19일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인<br/>고지 엘티디.<br/>버뮤다, 에이취엠08 4층 8 파-라-빌 로드 해밀톤,<br/>민트플라워 플레이스</p> <p>(72) 발명자<br/>하다드, 샤론<br/>이스라엘, 지바타임, 33 포엘리 하라케벳 스트리트<br/>립만, 애브너<br/>이스라엘, 호론, 94 마이프르즈 쉬로모 스트리트<br/>(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인<br/>허용록</p> |
|--|---|

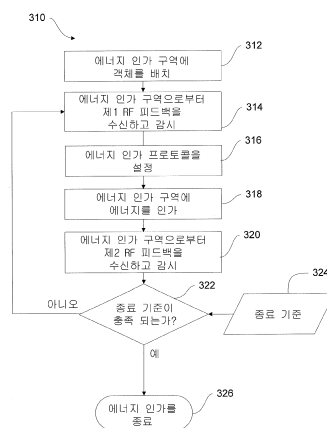
전체 청구항 수 : 총 52 항

(54) 발명의 명칭 RF 방사를 이용한 객체 처리 상태 감지

(57) 요약

에너지 인가 구역에 배치된 객체의 처리 상태를 검출하기 위해 객체의 처리 동안에 RF 에너지를 인가하는 방법은 처리 동안에 객체에 RF 에너지를 인가하는 것을 포함할 수 있다. 그 방법은 또한 객체의 하나 이상의 처리 상태들과 상관된, 계산된 RF 피드백을 수신하는 단계; 및 객체의 하나 이상의 처리 상태들을 검출하기 위해 처리 동안에, 계산된 RF 피드백을 감시하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도3b



(72) 발명자

**야리, 이갈**

미국, 캘리포니아 94306, 팔로 알토, 3108 미들필드 알디.

**벤-하임, 유발**

이스라엘, 44643 케이파 사마, 7 아터 예다 에스티., 씨/오 고지 이스라엘 엘티디

**베레진, 막심**

이스라엘, 42434 넷나야, 85/7 스밀란스키 스트리트

**실코프, 엘리야드**

이스라엘, 텔 아비브, 14 비네이 모쉐 에스티.

**론, 아미차이**

이스라엘, 96347 예루살렘, 94/8 쉬데라트 헤르젤

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

에너지 인가 구역에 배치된 객체의 처리 상태를 상기 객체의 처리 동안에 검출하기 위해 RF 에너지를 인가하는 방법으로서,

처리 동안에 상기 객체에 RF 에너지를 인가하는 단계;

상기 객체의 하나 이상의 처리 상태들과 상관된, 계산된 RF 피드백을 수신하는 단계; 및

상기 객체의 상기 하나 이상의 처리 상태들을 검출하기 위해 상기 처리 동안에 상기 계산된 RF 피드백을 감시하는 단계를 포함하는, RF 에너지를 인가하는 방법.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 계산된 RF 피드백은 RF 피드백의 2개 이상의 직접적으로 측정가능한 값들에 대한 수학적 조작의 하나 이상의 결과들을 포함하는, 방법.

### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 계산된 RF 피드백과 상기 객체의 상기 처리 상태 사이의 상관성을 수신하는 단계를 더 포함하는, 방법.

### 청구항 4

제3항에 있어서, 상기 상관성은 상기 객체의 상기 하나 이상의 처리 상태를 검출하는 데 이용되는, 방법.

### 청구항 5

제3항 또는 제4항에 있어서, 상기 계산된 RF 피드백과 상기 객체의 상기 처리 상태 사이의 상기 상관성을 제어기와 연관된 메모리로부터 수신하는 단계를 더 포함하되, 상기 제어기는 처리 동안에 상기 객체로의 상기 RF 에너지의 인가를 야기하도록 구성된, 방법.

### 청구항 6

제3항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 계산된 RF 피드백과 상기 객체의 상기 처리 상태 사이의 상기 상관성을 상기 객체와 연관된 머신 판독가능한 요소로부터 수신하는 단계, 및 상기 객체의 상기 하나 이상의 처리 상태들을 판정하기 위해 상기 상관성을 이용하는 단계를 더 포함하는, 방법.

### 청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 객체를 처리하는 단계는 상기 객체에 열을 가하는 단계를 포함하는, 방법.

### 청구항 8

제7항에 있어서, 열을 가하는 단계는 대류열을 통해 상기 객체를 가열하는 단계를 포함하는, 방법.

### 청구항 9

제7항에 있어서, 열을 가하는 단계는 IR 열을 통해 상기 객체를 가열하는 단계를 포함하는, 방법.

### 청구항 10

제7항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 열을 가하는 단계는 상기 객체를 가열하기 위해 RF 에너지를 인가하는 단계를 포함하는, 방법.

### 청구항 11

제10항에 있어서, 상기 객체를 가열하기 위해 RF 에너지를 인가하는 단계는 제1 전력 수준에서이고, 상기 계산된 RF 피드백을 수신하기 위해 RF 에너지를 인가하는 단계는 제2 전력 수준에서이며, 상기 제1 전력 수준은 상기 제2 전력 수준보다 높은, 방법.

#### 청구항 12

제10항에 있어서, 상기 객체를 가열하기 위해 RF 에너지를 인가하는 단계는 여기 셋업당 제1 평균 에너지량에서이고, 상기 계산된 RF 피드백을 수신하기 위해 RF 에너지를 인가하는 단계는 여기 셋업당 제2 평균 에너지량에서이며, 여기 셋업당 상기 제1 평균 에너지량은 여기 셋업당 상기 제2 평균 에너지량보다 높은, 방법.

#### 청구항 13

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 하나 이상의 처리 상태들은 상기 객체의 상(phase)과 연관된, 방법.

#### 청구항 14

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 하나 이상의 처리 상태들은 상기 객체의 물리적 속성과 연관된, 방법.

#### 청구항 15

제1항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 하나 이상의 처리 상태들은 상기 객체의 화학적 속성과 연관된, 방법.

#### 청구항 16

제1항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 객체는 식품 품목이고, 상기 하나 이상의 처리 상태들은 조리 상태들을 포함하는, 방법.

#### 청구항 17

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 객체의 상기 하나 이상의 검출된 처리 상태들에 기초하여 상기 객체의 상기 처리를 제어하는 단계를 더 포함하는, 방법.

#### 청구항 18

제1항 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 계산된 RF 피드백은 상기 객체의 EM 에너지 흡수성의 표시를 포함하는, 방법.

#### 청구항 19

제1항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 하나 이상의 처리 상태들이 목표 값에 도달할 때, 상기 객체의 상기 처리를 종료하는 단계를 더 포함하는, 방법.

#### 청구항 20

제1항 내지 제19항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 객체의 상기 처리 상태들을 나타내는 표현들을 표시하는 단계를 더 포함하는, 방법.

#### 청구항 21

제1항 내지 제20항 중 어느 한 항에 있어서, RF 피드백의 하나 이상의 값들로부터 상기 계산된 RF 피드백을 계산하는 단계를 더 포함하는, 방법.

#### 청구항 22

에너지 인가 구역에 배치된 객체의 처리 상태를 검출하기 위해 상기 객체의 처리 동안에 적어도 하나의 방사 요소를 통해 RF 에너지를 인가하는 장치로서,

RF 피드백을 생성하기 위해 상기 객체에 에너지를 인가하도록 구성된 RF 에너지 인가 유닛; 및

적어도 하나의 제어기를 포함하되,

상기 제어기는,

상기 RF 에너지 인가 유닛에 의해 RF 에너지 인가를 야기하고;

상기 객체의 하나 이상의 처리 상태들과 상관된, 계산된 RF 피드백을 수신하고;

상기 객체의 상기 하나 이상의 처리 상태들을 검출하기 위해 상기 처리 동안에 상기 계산된 RF 피드백을 감시하도록 구성된, RF 에너지를 인가하는 장치.

#### 청구항 23

제22항에 있어서, 상기 적어도 하나의 제어기는 상기 객체를 처리하기 위해 에너지의 인가를 야기하도록 추가로 구성된, 장치.

#### 청구항 24

제22항 또는 제23항에 있어서, 상기 계산된 RF 피드백을 검출하도록 구성된 적어도 하나의 검출기를 더 포함하는, 장치.

#### 청구항 25

제22항 또는 제23항에 있어서, RF 피드백을 검출하도록 구성된 적어도 하나의 검출기를 더 포함하고, 상기 계산된 RF 피드백은 상기 적어도 하나의 제어기에 의해 상기 RF 피드백의 하나 이상의 값들에 기초하여 계산되는, 장치.

#### 청구항 26

제22항 또는 제23항에 있어서, 상기 제어기는 복수의 여기 셋업들에서 RF 에너지의 인가를 야기하도록 구성된, 장치.

#### 청구항 27

제24항 또는 제25항에 있어서, 상기 검출기는 상기 에너지 인가 유닛에 포함된 방사 요소와 연관된, 장치.

#### 청구항 28

제20항 내지 제24항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 계산된 RF 피드백은 상기 객체의 EM 에너지 흡수성의 표시를 포함하는, 장치.

#### 청구항 29

제24항 또는 제25항에 있어서, 상기 적어도 하나의 제어기는 상기 적어도 하나의 검출기를 통해 상기 계산된 RF 피드백을 수신하도록 추가로 구성된, 장치.

#### 청구항 30

제22항 내지 제29항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 객체를 처리하기 위해 열을 가하는 적어도 하나의 열원을 더 포함하는, 장치.

#### 청구항 31

제30항에 있어서, 상기 열원은 대류열의 소스를 포함하는, 장치.

#### 청구항 32

제30항에 있어서, 상기 열원은 IR 램프를 포함하는, 장치.

#### 청구항 33

제30항에 있어서, 상기 열원은 RF 소스를 포함하는, 장치.

#### 청구항 34

제22항 내지 제33항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 하나 이상의 처리 상태들은 상기 객체의 상과 연관된, 장치.

#### 청구항 35

제22항 내지 제33항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 하나 이상의 처리 상태들은 상기 객체의 화학적 속성들과 연관된, 장치.

#### 청구항 36

제22항 내지 제33항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 하나 이상의 처리 상태들은 상기 객체의 물리적 속성과 연관된, 장치.

#### 청구항 37

제22항 내지 제33항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 객체는 식품 품목을 포함하고, 상기 하나 이상의 처리 상태들은 조리 상태들을 포함하는, 장치.

#### 청구항 38

제22항 내지 제37항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 적어도 하나의 제어기는 상기 검출된 하나 이상의 처리 상태에 기초하여 상기 처리를 제어하도록 추가로 구성된, 장치.

#### 청구항 39

제38항에 있어서, 제어하는 단계는, 상기 하나 이상의 처리 상태들이 목표 값에 도달할 때, 상기 처리를 종료하는 단계를 포함하는, 장치.

#### 청구항 40

제22항 내지 제39항 중 어느 한 항에 있어서, 정보를 수신하도록 구성된 인터페이스를 더 포함하는, 장치.

#### 청구항 41

제40항에 있어서, 수신된 상기 정보는 상기 객체의 상기 처리 상태의 표시를 포함하는, 장치.

#### 청구항 42

제40항에 있어서, 상기 정보는 적어도 하나의 에너지 인가 프로토콜을 포함하는, 장치.

#### 청구항 43

제40항 내지 제42항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 정보는 머신 판독가능 요소에 기록되고, 상기 인터페이스는 상기 머신 판독가능 요소로부터 상기 정보를 판독하도록 구성된, 장치.

#### 청구항 44

제22항 내지 제43항 중 어느 한 항에 있어서, 디스플레이를 더 포함하고, 상기 적어도 하나의 제어기는 상기 디스플레이 상에 상기 하나 이상의 처리 상태들의 표현을 표시하도록 구성된, 장치.

#### 청구항 45

제44항에 있어서, 상기 디스플레이는 상기 하나 이상의 처리 상태들의 시각적 표현을 표시하도록 구성된 시각적 디스플레이를 포함하는, 장치.

#### 청구항 46

제44항에 있어서, 상기 디스플레이는 상기 하나 이상의 처리 상태들의 청각적 표현을 제공하도록 구성된 청각적 구성소자를 포함하는, 장치.

#### 청구항 47

제22항 내지 제46항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 수신된 계산된 RF 피드백은 반사 에너지, 결합 에너지, 입사 에너지, S 파라미터들 또는 입력 임피던스 중 적어도 2개의 수학적 조작을 포함하는, 장치.

#### 청구항 48

머신 판독가능한 요소로서,

각각이 상기 객체의 처리 상태를 나타내는, 계산된 RF 피드백의 하나 이상의 저장된 값들을 포함하는 데이터 저장부를 포함하는, 머신 판독가능한 요소.

#### 청구항 49

제48항에 있어서, 상기 하나 이상의 저장된 값들은 상기 객체의 EM 에너지 흡수성 표시자를 나타내는 값들을 포함하는, 머신 판독가능한 요소.

#### 청구항 50

에너지 인가 구역에 배치된 객체를 처리하는 방법으로서,

계산된 RF 피드백을 수신하기 위해 RF 에너지를 인가하는 단계;

상기 처리 동안에, 상기 객체의 하나 이상의 처리 상태들과 상관된 상기 계산된 RF 피드백을 감시하는 단계; 및  
상기 계산된 RF 피드백이 목표 값에 도달할 때 상기 객체의 상기 처리를 종료하는 단계를 포함하는, 객체를 처리하는 방법.

#### 청구항 51

제50항에 있어서, 상기 객체를 처리하는 단계는 상기 객체를 가열하기 위해 열을 가하는 단계를 포함하는, 방법.

#### 청구항 52

제50항에 있어서, 열을 가하는 단계는 대류열 또는 IR 열을 통해 상기 객체를 가열하는 단계를 포함하는, 방법.

### 명세서

#### 기술 분야

[0001] 본 출원은, 2011년 8월 31일에 출원된 미국 특허 가출원 제61/529,361호에 대한 우선권의 이점을 주장하고, 또한 2012년 3월 19일에 출원된 미국 특허 가출원 제61/612,961호에 대한 우선권의 이점을 주장하며, 이들 미국 특허 가출원들은 그들 전체가 본 명세서에 포함된다.

[0002] 본원은 전자기 에너지를 인가하는 디바이스 및 방법에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 그러나 배타적이지는 않게, 개시된 실시예들은 무선 주파수 범위에서 전자기 에너지를 인가하여 처리되고 있는 객체의 처리 상태를 판정하거나 또는 검출하는 디바이스 및 방법에 관한 것일 수 있다.

#### 배경 기술

[0003] 전자기(EM) 파들은 객체들에 에너지를 공급하는 다양한 애플리케이션들에서 이용되어 왔다. 예를 들어 무선 주파수(RF) 방사의 경우에 있어서, RF 에너지는 단일 주파수에서만 RF 에너지를 공급하기 위해 그 단일 주파수로 통상 조율되는 마그네트론을 이용하여 공급될 수 있다. RF 에너지를 공급하기 위해 통상적으로 사용되는 디바이스의 일 예는 마이크로파 오븐이다. 통상적인 마이크로파 오븐들은 2.45 GHz의 단일 주파수에서 또는 그 근처에서 RF 에너지를 공급한다. 객체들을 처리하기 위한 다른 장치가 사용되어 왔다. 예를 들어, 통상의 오븐들은 객체들을 조리하고, 가열하고, 건조하는 데 사용될 수 있다. 다른 처리 장치는 화학 제품, 생산품 제조, 재료 제조 등의 분야에서 채용될 수 있다. 각각의 이러한 분야들 또는 장치에 있어서, 공정 또는 공정들의 진전을 감시할 필요성이 존재할 수 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 RF 방사를 이용한 객체 처리 상태 감지를 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 몇몇 예시적인 양태들은 에너지 인가 구역에 놓이는 처리(예컨대, 가열)될 객체의 하나 이상의 처리 상태들을 검출하고 감지하도록 RF 에너지를 인가하는 방법들 및 장치들에 관한 것일 수 있다. 객체는 다양한 타입들의 에너지, 예를 들어 대류열, 적외(IR) 방사(열) 등을 인가함으로써 처리될 수 있다. 대류 및/또는 IR 열을 인가하는 것 외에도, RF 에너지는 또한 IR 및/또는 대류열과 동시에 또는 그 대신에 객체를 처리하도록 인가될 수 있다. 선택적으로, RF 에너지는 IR 및/또는 대류열에 앞서 그리고/또는 그 뒤에 인가될 수 있다. 처리 중에 객체에서 발생할 수 있는 변화들은 객체의 처리 상태라고 지칭될 수 있다. 객체의 처리 상태들의 몇몇 예들은 객체의 물리적 속성(예컨대, 온도, 압력, 유속, 상(들) 등), 객체의 화학적 속성(예컨대, pH, 화학 조성 등)을 포함할 수 있으며, 객체가 식품 품목이라면, 객체의 처리 상태는 객체의 조리 및/또는 익은 상태(예컨대, 해동된 상태, 숙성 농도(proofed), 완전히 구운/조리된 상태 등)를 포함할 수 있다. 처리 중의 객체에서의 변화들은 RF 에너지 인가에 대한 객체의 유전적 거동(dielectric behavior) 및 응답에 영향을 미칠 수 있다. RF 에너지 인가에 선택적으로 응답하는 에너지 인가 구역으로부터 수신된 하나 이상의 RF 피드백은, 객체의 하나 이상의 처리 상태에 상관될 수 있다. RF 피드백은 객체의 하나 이상의 처리 상태들을 검출하기 위해 객체의 처리 동안 감시될 수 있다.

[0006] 몇몇 실시예들에서, RF 에너지를 인가하여 객체의 하나 이상의 처리 상태들을 검출하는 장치는 처리 장치에 설치될 수 있는 애드-온 디바이스로서 제공될 수 있다(예컨대, 그 장치는 쿠킹 오븐, 예를 들어: 통상적인 MW 오븐, 대류에 의해 작동되는 쿠킹 오븐, 또는 객체에 열을 인가하기 위한 임의의 다른 디바이스에 설치될 수 있으며, 객체들의 조리 상태를 나타낼 수 있다). 그 장치는 처리 장치의 제조 위치 상에 설치될 수 있고, 또는 이후 단계(예컨대, 구매 후)에서 설치될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 객체의 하나 이상의 처리 상태들을 검출하는 애드-온 디바이스에는 하나 이상의 방사 요소들이 제공될 수 있다. 대안적으로, 또는 추가로, 그 디바이스는 처리 장치에 설치된 하나 이상의 방사 요소들 또는 센서들에 접속될 수 있고, RF 피드백을 수신하는 요소들 또는 센서들을 사용할 수 있다.

[0007] 몇몇 추가적인 실시예들은, 식품 품목의 조리 동안, 에너지 인가 구역에 배치된 식품 항목의 조리 상태를 검출하기 위해 RF 에너지를 인가하는 장치 및 방법을 포함할 수 있다. RF 에너지는 조리 동안 식품 품목에 인가될 수 있다. 식품 품목을 조리하는 것은, 쿠킹 장치들, 이를테면, 쿠킹 오븐, 스토브, 가열용 IR 램프를 사용하는 오븐, 프라이팬, RF 오븐(예컨대, 마이크로파 오븐) 또는 이들 쿠킹 장치들 중 2개 이상을 포함하는 장치에서 수행될 수 있다. RF 피드백은 에너지 인가 구역으로부터 (예컨대, 제어기에 의해) 수신될 수 있다. RF 피드백은 식품 품목의 하나 이상의 처리 상태들, 예를 들어 (예컨대, 품목이 냉동 또는 해동되거나, 또는 구워지는) 온도, 익힌 정도, 일정한 물, 조리 상태(숙성도, 조리된 상태, 구워진 상태 등)와 상관될 수 있다. RF 피드백은, 선택적으로 상관성에 기초하여, 식품 항목의 처리 상태를 검출하기 위해 조리 공정 동안에 감시될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 계산된 RF 피드백(후술됨)은, 선택적으로 계산된 RF 피드백과 식품 품목의 처리 상태 사이의 상관성에 기초하여, 식품 항목의 처리 상태를 검출하기 위해 조리 공정 동안에 감시될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 제어기는 수신된 RF 피드백으로부터 계산된 RF 피드백을 계산할 수 있다.

[0008] 몇몇 예시적인 실시예들은, 객체의 처리 동안, 에너지 인가 구역에 배치된 객체의 처리 상태를 검출하기 위해 RF 에너지를 인가하는 장치 및 방법을 포함할 수 있다. RF 에너지는 처리 동안에 복수의 여러 셋업들(예컨대, 주파수들, 위상들, 진폭들 - 후술됨)에서 객체에 인가될 수 있다. 객체의 하나 이상의 처리 상태와 상관되는 RF 피드백 또는 계산된 RF 피드백이 수신될 수 있다. RF 피드백 또는 계산된 RF 피드백은, 선택적으로 상관성에 기초하여, 객체의 처리 상태를 검출하기 위해 객체의 처리 동안에 감시될 수 있다.

[0009] 몇몇 실시예들에서, RF 피드백은 계산된 RF 피드백을 포함할 수 있다. 계산된 RF 피드백은 에너지 인가 구역으로부터 수신된 미가공 RF 피드백의 수학적 조작을 이용하여 계산될 수 있다. 에너지 인가 구역에 배치된 객체의 처리 상태를 검출하기 위해 RF 에너지를 인가하는 방법 및 장치는 처리 동안에 객체에 RF 에너지를 인가하는 것을 포함할 수 있다. RF 에너지 인가에 응답하여, 미가공 RF 피드백은, 선택적으로, RF 신호들을 수신하도록 구성된 검출기로부터 (예컨대, 제어기에 의해) 수신될 수 있다. 계산된 RF 피드백은 미가공 RF 피드백 파라미터들



(예컨대, S-파라미터들, 하나 이상의 주파수들에서의 DR 값들 등)과 연관된 적어도 2개의 값들에 기초하여 계산될 수 있다. 계산된 RF 피드백은 객체의 하나 이상의 처리 상태들과 상관될 수 있다. 계산된 RF 피드백은 객체의 하나 이상의 처리 상태들을 검출하기 위해 처리 동안에 감시될 수 있다.

[0010] 본 발명의 몇몇 예시적인 실시예들은 객체의 처리 상태와 RF 피드백 사이의 상관성을 판정하는 방법 및 장치를 개시한다. 상관성을 판정하는 것은 객체의 처리 동안에 행해질 수 있다. 객체의 하나 이상의 처리 상태들의 표시는 객체의 처리 동안에 수신될 수 있다. 그 표시는 적어도 하나의 센서로부터 수신될 수 있고/있거나 사용자에게 의해 점검되고 사용자 인터페이스로부터 수신될 수 있다. RF 에너지는 에너지 인가 구역에 인가될 수 있고, RF 피드백은 객체의 처리 동안에 (RF 에너지 인가에 응답하여) 에너지 인가 구역으로부터 수신될 수 있다. RF 피드백과 객체의 하나 이상의 처리 상태들 사이의 상관성이 (제어기에 의해) 판정될 수 있다.

[0011] 몇몇 다른 예시적인 방법들 및 장치는, 객체의 처리 동안, 에너지 인가 구역에 배치된 객체의 처리 상태를 검출하기 위해 RF 에너지를 인가하는 것을 포함할 수 있다. RF 에너지는 RF 피드백을 생성하기 위해 객체에 에너지를 인가하도록 구성된 적어도 하나의 방사 요소를 포함하는 RF 에너지 인가 유닛을 선택적으로 사용하여, 처리 동안에 객체에 인가될 수 있다. 객체의 하나 이상의 처리 상태들과 상관되는 계산된 RF 피드백이, 적어도 하나의 제어기에 의해, 수신될 수 있다. 제어기는 객체의 하나 이상의 처리 상태들을 검출하기 위해 처리 동안에, 계산된 RF 피드백을 감시하도록 추가로 구성될 수 있다. 선택적으로, 계산된 RF 피드백은 RF 피드백의 둘 이상의 직접적으로 측정 가능한 값들에 대한 수학적 조작의 하나 이상의 결과들을 포함할 수 있다.

[0012] 몇몇 실시예들에서, (제어기에 의해 실행되는) 방법은 계산된 RF 피드백과 객체의 처리 상태 사이의 상관성을 수신하는 것을 더 포함할 수 있다. 상관성은 객체의 하나 이상의 처리 상태들을 검출하는 데 이용될 수 있다. 계산된 RF 피드백과 객체의 처리 상태 사이에서의 상관성은 제어기와 연관된 메모리로부터 수신될 수 있다. 제어기는 처리 동안에 객체로의 RF 에너지 인가를 야기하도록 추가로 구성될 수 있다. 추가적으로, 또는 대안적으로, 계산된 RF 피드백과 객체의 처리 상태 사이의 상관성은 객체와 연관된 머신 판독가능한 요소로부터 수신될 수 있고, 객체의 하나 이상의 처리 상태를 판정하는 데 추가로 이용될 수 있다.

[0013] 몇몇 실시예들에서, 객체를 처리하는 것은 열원으로부터 객체에 열을 인가하는 것을 포함할 수 있다. 제어기는 열 인가를 야기하고/하거나 제어할 수 있다. 열을 인가하는 것은 대류 열원을 이용하여 객체를 가열하는 것을 포함할 수 있다. 대안적으로, 또는 추가로, 열은 IR 열을 통해 가해질 수 있다. 몇몇 실시예들에서, RF 에너지는, 선택적으로 다른 열원(들)(예컨대, IR, 대류 등) 외에도, 객체를 또한 가열하기 위해 RF 소스로부터 인가될 수 있다. 제어기는 복수의 여기 셋업들에서 RF 에너지의 인가를 야기하도록 구성될 수 있다. 제어기는 제1 전력 수준에서 객체를 가열하도록 RF 에너지의 인가를 제어할 수 있고, 제2 전력 수준에서 계산된 RF 피드백을 수신하도록 RF 에너지의 인가를 제어할 수 있으며, 제1 전력 수준이 제2 전력 수준보다 높도록 한다. 선택적으로, RF 에너지는 여기 셋업당 제1 평균 에너지량으로 객체를 가열하고 여기 셋업당 제2 평균 에너지량으로 계산된 RF 피드백을 수신하도록 인가되며, 여기 셋업당 제1 평균 에너지량이 여기 셋업당 제2 평균 에너지량보다 높도록 한다.

[0014] 몇몇 실시예들에서, 객체의 처리 상태는 객체의 상(phase)와 연관될 수 있고/있거나, 객체의 상 및/또는 객체의 물리적 속성 및/또는 객체의 화학적 속성과 연관될 수 있다. 객체가 식품 품목인 경우에 있어서, 하나 이상의 처리 상태들은 조리 상태들, 예를 들어 익힌 정도를 포함한다.

[0015] 몇몇 실시예들에서, 제어기는 객체의 하나 이상의 검출된 처리 상태들에 기초하여 객체의 처리를 추가로 제어할 수 있다. 제어기는 또한 하나 이상의 처리 상태들이 목표 값에 도달할 때 객체의 처리를 종료할 수 있다.

[0016] 몇몇 실시예들에서, 계산된 RF 피드백은 계산된 RF 피드백을 검출하도록 구성된 적어도 하나의 검출기로부터 수신될 수 있다. 추가로, 또는 대안적으로, 적어도 하나의 검출기는 RF 피드백을 검출하도록 구성될 수 있고, 적어도 하나의 계산된 RF 피드백은 적어도 하나의 제어기에 의해 RF 피드백의 하나 이상의 값들에 기초하여 계산될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 검출기는 방사 요소와 연관될 수 있다. 계산된 RF 피드백은 객체의 EM 에너지 흡수성의 표시를 포함할 수 있다. 제어기는 계산된 RF 피드백을 RF 피드백의 하나 이상의 값들로부터 계산할 수 있다. 선택적으로, 수신된 계산된 RF 피드백은 반사된 에너지, 결합된 에너지, 입사 에너지, S 파라미터들 또는 입력 임피던스 중 적어도 2개의 수학적 조작을 포함할 수 있다.

[0017] 본 발명의 몇몇 실시예들은 디스플레이를 포함할 수 있으며, 본 명세서에서는, 적어도 하나의 제어기가 디스플레이 상에서 하나 이상의 처리 상태들의 표현을 나타내도록 구성된다. 디스플레이는 하나 이상의 처리 상태들의 시각적 표현을 표시하도록 구성된 시각적 디스플레이를 포함할 수 있다. 추가로, 또는 대안적으로, 디스플레이

는 하나 이상의 처리 상태들의 청각적 표현을 제공하도록 구성된 청각적 구성소자를 포함할 수 있다.

- [0018] 몇몇 실시예들에서, 장치는 정보를 수신하도록 구성된 인터페이스를 더 포함할 수 있다. 수신되는 정보는 객체의 처리 상태의 표시를 포함할 수 있다. 추가로, 또는 대안적으로, 정보는 적어도 하나의 에너지 인가 프로토콜을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 정보는 머신 판독가능한 요소 상에서 기록될 수 있고, 인터페이스는 머신 판독가능한 요소로부터 그 정보를 판독하도록 구성될 수 있다.
- [0019] 본 발명의 몇몇 다른 양태들은 머신 판독가능한 요소와 관련될 수 있으며, 이러한 머신 판독가능한 요소는, 각각이 객체의 처리 상태를 나타내는 계산된 RF 피드백의 하나 이상의 저장된 값들을 포함하는 데이터 저장부를 포함한다. 선택적으로, 하나 이상의 저장된 값들은 객체의 EM 에너지 흡수성 표시자를 나타내는 값들을 포함할 수 있다.
- [0020] 본 발명의 몇몇 예시적인 실시예들은 에너지 인가 구역에 배치된 객체의 처리를 위한 방법을 포함할 수 있다. 그 방법은 계산된 RF 피드백을 수신하도록 RF 에너지를 인가하는 단계; 처리 동안에 계산된 RF 피드백을 감시하되, 계산된 RF 피드백은 객체의 하나 이상의 처리 상태들과 상관되는 단계; 및 계산된 RF 피드백이 목표 값에 도달할 때 객체의 처리를 종료하는 단계를 포함할 수 있다. 객체의 처리는 (예컨대, 대류열 또는 IR 열을 통해) 열을 가하여 객체를 가열하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0021] 본 발명의 몇몇 양태들은, 적어도 하나의 제어기가 머신 판독가능한 요소와 연관된 객체의, 에너지 인가 구역에서의 처리를 제어하도록 하는 명령들을 나타내는 데이터를 포함하는 머신 판독가능한 요소와 관련될 수 있으며, 그 명령들은 적어도 하나의 제어기로 하여금 에너지 인가 구역으로부터 수신된 RF 피드백이 기준을 충족하기 전의 제1 시간 주기 동안에 제1 프로토콜에 따라 에너지 인가 구역에 에너지를 인가하게 하고; 에너지 인가 구역으로부터 수신된 RF 피드백이 기준을 충족한 후의 제2 시간 주기 동안에 제2 프로토콜에 따라 에너지 인가 구역에 에너지를 인가하게 하도록 구성될 수 있다.
- [0022] 몇몇 실시예들에서, 에너지를 인가하는 것은 적어도 하나의 방사 요소를 통해 RF 에너지를 인가하는 것을 포함할 수 있다. 추가로, 또는 대안적으로, 에너지를 인가하는 것은 IR 에너지를 인가하는 것 및/또는 대류열을 인가하는 것을 포함할 수 있다.
- [0023] 몇몇 실시예들에서, 에너지 인가 구역으로부터 수신된 RF 피드백은 객체의 EM 에너지 흡수성의 표시를 제공할 수 있다.
- [0024] 몇몇 실시예들에서, 명령들을 나타내는 데이터는 기준을 포함할 수 있고; 선택적으로, 기준은 RF 피드백에 대한 임계 값을 포함할 수 있다. 추가로, 또는 대안적으로, 명령들을 나타내는 데이터는 제1 프로토콜 및 제2 프로토콜 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 데이터는 객체의 아이덴티티를 포함할 수 있고, 선택적으로, 명령들은 적어도 하나의 제어기로 하여금 객체의 아이덴티티에 따라 제1 프로토콜을 선택하게 하도록 추가로 구성될 수 있다. 대안적으로, 명령들은 적어도 하나의 제어기로 하여금 수신된 RF 피드백에 따라 제1 프로토콜을 선택하게 하도록 구성될 수 있다.
- [0025] 몇몇 실시예들에서, 명령들은 적어도 하나의 제어기로 하여금 객체의 초기 처리 상태에 따라 제1 프로토콜을 선택하게 하도록 추가로 구성될 수 있다. 선택적으로, 명령들은 적어도 하나의 제어기로 하여금 에너지 인가 구역으로부터 수신된 RF 피드백에 기초하여 객체의 초기 처리 상태를 판정하게 하도록 구성될 수 있다.
- [0026] 몇몇 실시예들에서, 제2 프로토콜은 EM 에너지 인가의 종료를 포함한다. 선택적으로, 제1 및 제2 프로토콜들 중 적어도 하나는 복수의 여기 셋업들로부터 하나 이상의 여기 셋업들을 선택하는 것, 및 RF 에너지를 인가하기 위한 선택된 하나 이상의 여기 셋업들 및/또는 파라미터들에서 RF 에너지를 인가하는 것을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 제1 및 제2 프로토콜들 중 적어도 하나는 디폴트 프로토콜이며, 여기서, 명령들을 나타내는 데이터는 디폴트 프로토콜을 이용하는 명령을 포함할 수 있다.
- [0027] 몇몇 실시예들에서, RF 피드백은 EM 에너지 인가 동안에 변화하는 객체의 처리 상태에 상관된다. 선택적으로, EM 에너지 인가 동안에 변화하는 객체의 처리 상태는 온도, 수분, 습도, 압력, 화학적 조성, 부피, 무게, 색깔, 익힌 정도, 밀도, 맛 또는 바삭바삭함 중 하나 이상에 의해 나타내진다.
- [0028] 본 발명의 몇몇 추가적인 양태들은 에너지 인가 구역에서 객체를 처리하기 위한 에너지 인가를 제어하는 방법 및 장치를 수반할 수 있다. 제어기는 에너지 인가 구역으로부터 수신된 RF 피드백이 기준을 충족할 수 있기 전 제1 시간 주기 동안에 제1 프로토콜에 따라 에너지 인가 구역으로의 에너지 인가를 야기하고, 그 후, 객체의 존재 시에 에너지 인가 구역으로부터 수신된 RF 피드백이 기준을 충족한 후 제2 시간 주기 동안에 제2 프로토콜

에 따라 에너지 인가를 야기할 수 있다. 선택적으로, 기준은 RF 피드백에 대한 임계 값을 포함할 수 있다.

- [0029] 몇몇 실시예들에서, 객체를 처리하기 위한 명령들을 나타내는 데이터는 객체와 연관된 머신 판독가능한 요소로부터 판독될 수 있고, 제어기는 또한 그 명령들에 따라 에너지 인가를 더 제어할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 명령들은 제1 프로토콜 및 제2 프로토콜 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 제1 및 제2 프로토콜들 중 적어도 하나는 복수의 여기 셋업들로부터 적어도 하나의 여기 셋업을 선택하는 것, 및 선택된 적어도 하나의 여기 셋업에서 RF 에너지를 인가하는 것을 포함할 수 있다. 추가로, 또는 대안적으로, 제1 및 제2 프로토콜들 중 적어도 하나는 복수의 여기 셋업들에서 RF 에너지를 인가하기 위한 파라미터들을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 제1 및 제2 프로토콜들 중 적어도 하나는 디폴트 프로토콜일 수 있으며, 본 명세서에서, 명령들을 나타내는 데이터는 디폴트 프로토콜을 이용하는 명령을 포함할 수 있다.
- [0030] 몇몇 실시예들에서, 기준은 머신 판독가능한 요소로부터 판독될 수 있다.
- [0031] 몇몇 실시예들은 머신 판독가능한 요소들로부터 판독된 데이터를 메모리에 저장된 정보와 연관시키는 것을 더 포함할 수 있다. 선택적으로, 메모리는 통신 네트워크를 통해 접근가능할 수 있다.
- [0032] 몇몇 실시예들에서, RF 피드백은 객체에 의해 흡수가능한 EM 에너지를 나타내는 값을 포함한다.
- [0033] 몇몇 실시예들에서, 에너지 인가는 RF 에너지를 인가하는 것을 포함할 수 있다. 추가로, 또는 대안적으로, 에너지를 인가하는 것은 IR 에너지를 인가하는 것 또는 대류열을 인가하는 것 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0034] 몇몇 실시예들에서, 객체의 초기 처리 상태는 에너지 인가 구역으로부터 수신된 RF 피드백에 기초하여 판정될 수 있다. 추가로, 제1 프로토콜은 객체의 판정된 초기 처리 상태에 기초하여 선택될 수 있다. 대안적으로, 객체의 초기 처리 상태는 머신 판독가능한 요소로부터 판독된 데이터에 기초하여 판정될 수 있다.
- [0035] 몇몇 실시예들에서, 제2 프로토콜은 에너지 인가를 종료하는 것을 포함할 수 있다.
- [0036] 몇몇 실시예들은 객체를 식별하는 것을 포함할 수 있다. 선택적으로, 제1 프로토콜은 객체의 아이덴티티에 따라 선택될 수 있다.
- [0037] 몇몇 실시예들에서, EM 에너지 인가 동안에 변화하는 객체의 처리 상태는 RF 피드백에 상관될 수 있다. EM 에너지 인가 동안에 변화하는 객체의 처리 상태는 온도, 수분, 습도, 압력, 화학적 조성, 부피, 무게, 색깔, 익힌 정도, 밀도, 맛 또는 바삭바삭함 중 하나 이상에 의해 나타내질 수 있다.
- [0038] 본 발명의 몇몇 다른 실시예들은 에너지 인가 구역에서 처리될 객체와 연관된 머신 판독가능한 요소와 관련될 수 있으며, 여기서 머신 판독가능한 요소는 적어도 하나의 방사 요소를 통해 제1 프로토콜로부터 제2 프로토콜로 RF 에너지 인가를 변화시키는 기준을 나타내는 데이터를 포함할 수 있다. 선택적으로, 기준은 에너지 인가 구역으로부터 수신된 RF 피드백과 연관된 값이 임계치를 초과할 때 충족될 수 있다.
- [0039] 다음의 도면 및 상세한 설명은 본 발명에 부합하는 수많은 대안의 예들을 포함한다. 개시된 모든 특징의 개요는 이 개요부의 목적 이상이다. 본 발명의 예시적인 양태들에 대한 보다 상세한 설명을 위해, 참조로서 본 개요 내에 포함되는 도면, 상세한 설명 및 청구범위를 참조해야 한다.

### 도면의 간단한 설명

- [0040] 도 1a 및 도 1b는 본 발명의 몇몇 예시적인 실시예들에 따라 객체에 RF 에너지를 인가하는 예시적인 장치의 도식 표현들을 포함한다;
- 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 몇몇 예시적인 실시예들에 따른 캐비티들의 도식 표현들을 포함한다;
- 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 몇몇 실시예들에 따라 RF 피드백에 기초하여 에너지 인가 구역으로의 에너지 인가를 제어하는 두 가지 방법의 흐름도를 포함한다;
- 도 3c는 본 발명의 몇몇 실시예들에 따라 객체의 처리 상태를 RF 피드백과 상관시키고 기록하는 방법의 흐름도를 포함한다;
- 도 4는 본 발명의 몇몇 실시예에 따라 기준에 기초하여 객체를 처리하도록 에너지 인가를 제어하는 방법의 흐름도를 포함한다;
- 도 5는 본 발명의 몇몇 실시예들에 따라 RF 피드백(평균 DR)을 바닐라 케이크의 조리 상태와 상관시키기 위한 조리 실험에서 얻어진 결과들의 그래프 표현을 포함한다;

도 6a 는 본 발명의 몇몇 실시예들에 따른 피자 해동 및 베이킹 실험으로부터의 결과들을 나타낸다;  
 도 6b는 본 발명의 몇몇 실시예들에 따라 해동 실험에서 이용되는 해동 프로토콜을 나타낸다;  
 도 6c는 본 발명의 몇몇 실시예들에 따라 베이킹 실험에서 이용되는 베이킹 프로토콜을 나타낸다;  
 도 7은 본 발명의 몇몇 실시예들에 따른 피자 베이킹 실험들로부터의 결과들을 나타낸다;  
 도 8a 및 도 8b는 본 발명의 실시예들에 따른 기록가능한 요소들의 표현들이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0041] 이제 본 발명의 예시적인 실시예들에 대한 참조가 상세히 설명될 것이며, 본 발명의 예들은 첨부한 도면에 예시된다. 적절하다면, 도면 전반에 걸쳐서 동일한 참조부호들은 동일하거나 또는 유사한 부분들을 지칭하는 데 사용된다.
- [0042] 일 양태에서, 개시되는 실시예들은 EM 에너지를 인가하는 장치들 및 방법들을 수반할 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 용어 EM 에너지는, 무선 주파수(RF), 적외선(IR), 근적외, 가시광, 자외선 등을 포함하지만 이들로 제한되는 것은 아닌 EM 스펙트럼 중 모두 또는 일부분에서의 EM 방사에 의해 전달가능한 에너지를 포함한다. 일 특정 예에서, 인가되는 EM 에너지는 100 km 내지 1 mm의 자유 공간에서 3 KHz 내지 300 GHz에 각각 대응하는 파장을 갖는 RF 에너지를 포함할 수 있다. 몇몇 다른 예들에서, 인가되는 EM 에너지는 500 MHz 내지 1500 MHz 사이 또는 700 MHz 내지 1200 MHz 사이 또는 800 MHz 내지 1 GHz 사이의 주파수 대역들 내에 있을 수 있다. EM 스펙트럼의 RF 부분에서의 에너지를 인가하는 것은 본 명세서에서 RF 에너지를 인가하는 것으로 지칭된다. 마이크로파 및 초고주파(UHF) 에너지는 양측 모두가, 예를 들어 RF 범위 내에 있다. 몇몇 다른 예들에서, 인가되는 EM 에너지는 하나 이상의 산업적, 과학적 및 의료적 (ISM) 주파수 대역들, 예를 들어 433.05와 434.79 MHz 사이, 902 와 928 MHz 사이, 2400 와 2500 MHz 사이, 및/또는 5725 와 5875 MHz 사이 내에만 있을 수 있다. 본 명세서에서의 예들이 RF 에너지의 인가와 관련하여 설명되고 있지만, 이러한 설명들은 본 발명의 몇몇 예시적인 원리들을 설명하기 위해 제공된 것이고, 본 발명을 EM 스펙트럼의 임의의 특정 부분으로 제한하고자 의도되는 것은 아니다.
- [0043] 본 발명의 몇몇 실시예들은, 선택적으로 객체에 열원으로부터의 열을 가함으로써, 객체(들)를 처리하는 장치들 및 방법들에 관련될 수 있다. 열은 냉동된 객체의 해동, 식품 품목의 조리 또는 베이킹, 화학 반응의 가속화, 객체들(예컨대, 의류)의 건조, 부분들(예컨대, 분말 부분들)의 소결, 고분자들의 경화 등을 위해 가해질 수 있다. 열은, 예를 들어 필라멘트와 같은 가열 요소를 포함하는 대류 열원에 의해 가해질 수 있다. 추가로, 또는 대안적으로, 열은 IR 소스, 예를 들어 IR 램프로부터 가해질 수 있다. 선택적으로, 열은 RF 에너지를 공급하도록 구성된 RF 소스, 예를 들어 마그네트론 또는 고체 상태 전력 증폭기로부터 가해질 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 두 가지 이상의 종류들의 열원들이 객체를 처리하는 데 사용될 수 있다. 두 가지 이상의 종류들의 열원들은 동시에 또는 순차적으로, 또는 동시 및 순차적으로 적용될 수 있다. 예를 들어, RF 에너지 및 대류열은 에너지가 객체를 처리하도록 가해지는 시간 중 일부 또는 모든 시간 동안 동시에 가해질 수 있다. 몇몇 실시예들에서는, 상이한 에너지원들이 교대로 또는 연속으로 적용될 수 있다. 그 적용은 임의의 특정 열원 또는 열원들로 제한되는 것은 아니다.
- [0044] 몇몇 실시예들에서, RF 에너지는 객체의 처리 전, 처리 중, 및/또는 처리 후에 객체의 하나 이상의 처리 상태들을 감지(즉, 검출, 감시 등)하기 위해 인가될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 처리 상태는 RF 피드백을 감시함으로써 감지(검출)될 수 있다. RF 피드백은 RF 에너지 인가에 응답하여 수신될 수 있다. 객체의 하나 이상의 처리 상태들을 감지하는 RF 에너지 인가 장치들은 도 1a 및 도 1b에 도식적으로 제시된다. 몇몇 실시예들에서, RF 에너지는 처리 전에 객체(103)에 인가되어 객체(103)의 초기 상태를 검출하고 판정하도록 할 수 있다. RF 에너지는, 예를 들어 객체의 처리(예컨대, 가열)로 인해 발생하는 객체에서의 변화들을 감시하기 위해, 처리 동안 객체(103)에 인가될 수 있다. 이러한 변화들의 몇몇 예들은 상 변화(예컨대, 냉동된 객체의 해동), 반응물 용액에서의 반응 진행으로 인한 pH 변화, 경화로 인한 중합체들의 중합화, (예컨대, 달걀-기반 요리 및 페이스트리 반죽의 조리 시, 및 육류 조리 시) 단백질의 변성, 다양한 조리 상태들(예컨대, 반죽 베이킹) 등을 포함할 수 있다. 이러한 변화들은 객체의 하나 이상의 처리 상태와 연관될 수 있다. RF 에너지는 또한, 예를 들어 공정이 종료되어야 하는지를 판정하기 위해, 처리의 말미 즈음에서 또는 처리 말미에 인가될 수 있다.
- [0045] 몇몇 실시예들에서, RF 에너지는 객체(103)의 처리 상태(예컨대, 적어도 하나의 처리 상태 표시자에 의해 나타내짐)와 객체의 처리 동안에 에너지 인가 구역으로부터 수신된 RF 피드백을 상관시키기 위해 (예컨대, 장치



(100)에서) 인가될 수 있다. 처리 상태 표시자는 객체의 처리 상태에 관한 정보를 제어기에 전달하도록 구성된 임의의 메커니즘을 포함할 수 있다. 예를 들어, 처리 상태 표시자는 객체의 처리 상태를 나타내는 하나 이상의 조건들, 특질들 등을 감지하도록 구성된 하나 이상의 센서들, 예컨대 온도 센서, 습도 센서 등을 포함할 수 있고, 또는 그러한 하나 이상의 센서들일 수 있다. 추가로, 또는 대안적으로, 처리 상태 표시자는 객체의 처리 상태의 표시를 사용자로부터 수신하고 이 표시를 제어기에 전달하도록 구성된 사용자 인터페이스를 포함할 수 있고 또는 그러한 사용자 인터페이스일 수 있다.

[0046] 처리 상태의 표시는 에너지 인가 구역에 제공된 하나 이상의 센서들에 의해 감지될 수 있거나 인터페이스를 통해 사용자에게 의해 제공될 수 있다. 처리 상태의 표시는 객체의 처리 전, 처리 중 또는 처리 후에 객체의 물리적 또는 화학적 속성들의 객체의 정량적(예컨대, 온도, 압력, 등)이거나 비정량적(예컨대, 색깔, 익힘의 정도, 맛, 조리 상태, 등)인 임의의 측정들을 포함할 수 있다. 처리 상태의 표시는 센서(예컨대, 센서(140))에 의해 측정(감지)될 수 있거나 사용자에게 의한 점검을 통해 판정될 수 있다. 장치(100)는 객체의 처리 상태의 표시를 사용자로부터 수신하도록 구성된 제1 사용자 인터페이스(예컨대, 인터페이스(160))를 더 포함할 수 있다. 객체의 처리 상태를 나타내는 정량적인 변수의 몇몇 예들은 온도, 습도, 압력, 유속, pH, 화학적 조성, 밀도, 무게, 부피 등을 포함할 수 있다. 처리 상태를 나타내는 비정량적으로 측정가능한 변수의 몇몇 예들은 색깔, 맛, 조리 상태, 익힌 정도 등을 포함할 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 조리 상태는, 임의의 형태의 식품 품목 조리/처리(예컨대, 로스팅, 베이킹, 끓임, 찜, 그릴링, 슬로우 쿡킹, 해동, 브라우닝, 반죽 숙성 등) 동안 식품 품목과 관련하여 발생할 수 있는 바람직하거나 또는 바람직하지 않은 객체의 임의의 가능한 상태를 지칭할 수 있다. 조리 상태들의 몇몇 예들은 반죽 베이킹의 끝, 육류 또는 탄수화물 채소류의 슬로우 쿡킹 시 연화 단계의 시작과 끝, 이스트 반죽 숙성의 끝, 다양한 베이킹 생상품들의 브라우닝의 끝, 다양한 육류들의 익힌 정도, 또는 임의의 다른 타입의 쿡킹 공정의 정도 등을 포함할 수 있다.

[0047] 객체의 하나 이상의 처리 상태들을 감지(즉, 검출, 감시 등)하는 것은, 객체로부터 RF 피드백을 수신하기 위해 에너지 인가 구역, 예컨대 구역(102)에 RF 에너지를 인가함으로써 수행될 수 있다. RF 피드백은 객체의 하나 이상의 처리 상태들과 상관될 수 있다. RF 피드백과 객체의 하나 이상의 처리 상태들을 상관시키는 방법(330)은 도 3c를 참조하여 설명된다. 상관성은, 예를 들어 장치(100)와 연관된 메모리(예컨대, 제어기(150)와 연관된 메모리) 또는 머신 판독가능한 요소(예컨대, 바코드) 상에 기록될 수 있다.

[0048] 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, RF 피드백은, 캐비티에서 여기된 EM 장들에 대해 캐비티 및/또는 객체의 유전체 응답을 나타낼 수 있는, 하나 이상의 수신된 RF 신호들에 기초하여 계산된 임의의 값 또는 임의의 수신된 RF 신호를 포함할 수 있다. RF 피드백은 여기 셋업 의존적일 수 있으며, 예를 들어 상이한 여기 셋업들에 걸쳐서 변화하는 값들을 포함할 수 있다. RF 피드백은 미가공 RF 피드백 및 계산된 RF 피드백을 포함할 수 있다. 미가공 RF 피드백은 직접적으로 측정가능한 파라미터들, 예를 들어 입력 및 출력 전력 수준들, 장 세기들, 네트워크 파라미터들, 예컨대 캐비티의 산란(S) 파라미터들, 어드미턴스(Y) 파라미터들, 반사 및 투과 계수들, 임피던스들 등을 포함할 수 있다. 계산된 RF 피드백은, 2개 이상의 직접적으로 측정가능한 파라미터들 또는 값들에 대한 임의의 수학적 조작, 예를 들어 직접적으로 측정가능한 파라미터들 또는 계산된 파라미터들의 합산, 배적, 비율, 및/또는 직접적으로 측정가능한 파라미터들 사이의 차이들, 방산비 값들(DR)(후술됨), 직접적으로 측정가능한 파라미터들 또는 계산된 파라미터들의 평균들(예컨대, 시간 평균 및/또는 여기 셋업 평균); 직접적으로 측정가능한 파라미터들 또는 계산된 파라미터들의 도함수들(예컨대, 시간 도함수들 및/또는 여기 셋업 도함수들) 등의 결과를 포함할 수 있다. 여기 셋업들의 개념은 이하에서 폭넓게 설명된다.

[0049] 몇몇 실시예들에서, RF 피드백은 RF 에너지(즉, RF 범위에서의 EM 에너지) 인가에 응답할 수 있다. RF 에너지는 객체에 의해 적어도 부분적으로 점유되는 에너지 인가 구역에 인가될 수 있다. RF 피드백을 수신하도록 인가된 RF 에너지는 상대적으로 낮은 에너지량, 예컨대 저전력 수준에 있을 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 낮은 에너지량은 객체를 거의 처리하지 않거나 전혀 처리하지 않는 결과를 초래하는 에너지량 또는 이와는 다르게 바람직한 정도의 처리를 제공하기에는 너무 낮은 에너지량을 지칭할 수 있다. 예를 들어, 몇몇 실시예들에서, 낮은 에너지량은 객체의 적어도 하나의 검출가능한 처리 상태에 변화(또는 특정 정도의 변화)를 야기하기에는 불충분할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 객체를 처리(예컨대, 가열)하도록 RF 에너지를 인가하는 것은 여기 셋업당 제1 평균 에너지량에서일 수 있고, RF 피드백을 수신하도록 RF 에너지를 인가하는 것은 여기 셋업당 제2 평균 에너지량에서일 수 있으며, 여기 셋업당 제1 평균 에너지량은 여기 셋업당 제2 평균 에너지량보다 높다.

[0050] RF 피드백은 에너지 인가 구역에 또는 그 주위에 배치된 검출기들(예컨대, 검출기들(118, 118a, 128, 138)) 또는 센서들(예컨대, 센서(140))에 의한 RF 에너지 인가에 응답하여 수신되는 신호(들)을 포함할 수 있다. 신호(들)은 RF 에너지 인가와 연관된 임의의 또는 모든 직접적으로 측정가능한 파라미터들을 포함할 수 있다. 에너지

지는 적어도 하나의 방사 요소(예컨대, 도 1a 및 도 1b에 예시된 요소(110))에 공급될 수 있고, 에너지는 RF 에너지의 인가에 응답하여, 에너지 인가 구역으로부터 방출하는 방사 요소에 역반사될 수 있다. 추가로, 또는 대안적으로, 에너지는 다른 방사 요소들(예컨대, 도 1a에 예시된 요소(111) 및 도 1b에 예시된 요소들(120, 130))에 연결될 수 있다. RF 에너지 인가에 응답하여 수신될 수 있는 RF 피드백의 다양한 예들은 후술된다.

[0051] 몇몇 실시예들에서, (예컨대, 객체에 에너지를 인가하는 것에 의한) 객체의 처리는 수신된 RF 피드백 및/또는 검출된 처리 상태에 기초하여 제어될 수 있다. 예를 들어, 에너지량(예컨대, 통상의 쿡킹 오븐의 온도 또는 마이크로파 오븐에서의 전력 수준) 또는 에너지 인가의 지속기간(예컨대, 에너지 인가 시간의 길이)은 수신된 RF 피드백(예컨대, 계산된 RF 피드백)에 기초하여 판정될 수 있다. 예시적인 일 실시예에서, 계산된 RF 피드백은 통상의 오븐에서 열의 인가 동안(예컨대, 베이킹 동안) 감시될 수 있다. 계산된 RF 피드백은, 식품 품목이 특정 정도로 조리되고, 그 후 열의 인가가 종료될 수 있음을 계산된 RF 피드백이 나타낼 때까지 제1 온도(예컨대, 180° C)에서의 식품 품목의 가열 동안에 감시될 수 있다.

[0052] 몇몇 실시예들에서, 객체를 처리하기 위해 에너지가 인가되는 프로토콜은 RF 피드백(예컨대, 계산된 RF 피드백)에 기초하여 판정될 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 프로토콜은 에너지 인가를 제어하는 파라미터들, 예를 들어 대류열에서 가열하는 온도 및 지속기간(예를 들어, S1초 동안 온도(T1)에서 가열한 후, S2초 동안 온도(T2)에서 가열하는 등), 전력 및 IR 가열 시간 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 객체를 처리하기 위해 RF 에너지가 인가될 때 - 프로토콜은 RF 에너지 수준들(예컨대, 전력 수준들 및/또는 시간 지속기간들)을 설정하는 것, 및/또는 복수의 여기 셋업들로부터 하나 이상의 여기 셋업들을 선택하는 것, 및 선택된 여기 셋업들에서 RF 에너지를 인가하는 것, RF 피드백의 함수로서 에너지 인가에 대한 하나 이상의 규칙들 등을 포함할 수 있다. 에너지는 제1 프로토콜을 이용하여 객체를 처리하도록 인가될 수 있다(예컨대, 온도 및 시간은 식품 품목을 조리하도록 설정될 수 있다). RF 피드백은 하나 이상의 RF 피드백 값이 객체의 제1 처리 상태(예컨대, 식품 품목이 조리된다)를 나타내는 임계 값(즉, 제1 기준)에 도달할 때까지 에너지 인가 동안에 감시될 수 있다. RF 피드백 값이 임계 값에 도달한 후, 제2 프로토콜은 식품 품목을 브라우닝하기 위해 단기간의 시간 동안 온도를(예컨대, 220°C로) 상승시킴으로써 적용될 수 있다. 처리(예컨대, 가열)는 감시된 RF 피드백이 하나 이상의 처리 상태들(예컨대, 제2 상태)가 목표 값에 도달하거나 또는 제2 기준(예컨대, 바람직한 온도, 또는 바람직한 익힌 정도, 또는 목표 pH 등)이 충족되었음을 나타낼 때 종료될 수 있다(즉, 제3 프로토콜). RF 피드백에 기초하여 객체로의 에너지 인가를 제어하는 예시적인 방법들(300, 및 301)이 도 3a 및 도 3b에 개시되며, 기준에 기초하여 RF 에너지 인가를 제어하는 예시적인 방법(400)이 도 4에 개시된다.

[0053] 특정 실시예들에서, RF 에너지는 에너지 인가 구역에서 (예컨대, 객체의 적어도 하나의 처리 상태를 감지하기 위해) 인가될 수 있다. 예를 들어, RF 에너지는 에너지 인가 구역, 이를테면 도 1a 및 도 1b에 예시된 에너지 인가 구역(102)에 인가될 수 있다. 전술된 바와 같이, 다른 에너지 유형들(예컨대, 대류 및/또는 IR)이 객체를 처리하기 위해 그 구역에 인가될 수 있다. 에너지 인가 구역(102)은 에너지가 객체를 처리하기 위해 인가될 수 있는 임의의 캐비티, 공간, 위치, 지역, 또는 영역을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, RF 에너지는 객체의 처리 상태를 감지 및/또는 검출하기 위해 인가될 수 있다. 구역은 중공(hollow)일 수 있고, 또는 액체류, 고체류, 기체류 또는 이들의 조합들로 충전 또는 부분 충전될 수 있다. 오로지 예로서, 에너지 인가 구역(102)은 인클로저(enclosure)의 내부, 부분 인클로저의 내부, 개방 공간, 고정물, 또는 EM 파들의 존재, 진행, 및/또는 공진을 허용하는 부분 고정물을 포함할 수 있다. 구역(102)은 컨베이어 벨트 또는 회전판을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 구역(102)은 캐비티(예를 들어: 도 2a에 예시된 예시적인 캐비티(200))를 포함할 수 있고 또는 그러한 캐비티일 수 있다.

[0054] 특정 실시예들에서, EM 에너지는 에너지 인가 구역, 예컨대 에너지 인가 구역(102)에 배치된 객체, 예컨대 도 1a의 객체(103)의 처리 상태를 감지 및 검출하기 위해 인가될 수 있다. 객체는 객체의 적어도 일부분이 그 구역에 위치되는 경우 또는 객체의 몇몇 부분이 인가되는 EM 방사를 수신하는 경우에 에너지 인가 구역에 있는 것으로 간주될 수 있다. EM 에너지가 처리를 위해 인가될 수 있는 객체의 유형은 객체의 특정 형태로 제한되는 것은 아니다. 객체는 개시된 실시예가 이용되는 특정 공정에 따라서 액체, 반액체, 고체, 반고체, 또는 기체를 포함할 수 있다. 객체는 또한 서로 다른 상의 물질의 혼합물 또는 조성물들을 포함할 수 있다. 따라서, 비제한적인 예로서, 용어 객체는 해동 또는 조리될 음식; 건조된 의류 또는 다른 젖은 물질; 해동될 냉동 조직들; 반응될 화학물질류; 연소될 연료 또는 다른 연소성 물질; 탈수될 수화 물질, 팽창될 기체류; 가열, 비등 또는 증발시킬 액체류, 또는 심지어 명목상으로 에너지(예컨대, EM 에너지)를 인가하기를 바라는 임의의 다른 물질과 같은 물질을 포괄할 수 있다.

[0055] 몇몇 실시예들에서, 에너지 인가 구역(102)에 인가된 RF 에너지의 일부는 객체(103)에 의해 흡수(방산)될 수 있

다. 몇몇 실시예들에서, 에너지 인가 구역(102)에 인가된 EM 에너지의 다른 부분은 다양한 요소들(예컨대, 식품 잔여물, 미립자 잔여물, 추가적인 객체들, 구역(102)과 연관된 구조들) 또는 구역(102)에서 발견되거나 에너지 인가 구역(102)과 연관되는 임의의 다른 EM 에너지 흡수 물질들에 의해 흡수될 수 있다. 에너지 인가 구역(102)은 또한, 주목할 만한 EM 에너지량을 자체로 흡수하는 것이 아니라 그와 달리 EM 에너지 손실을 설명하는 손실 성분을 포함할 수 있다. 이러한 손실 성분들은, 예를 들어 균열, 이음매, 연결부, 문(들), 캐비티 본체와 문 사이의 계면, 또는 에너지 인가 구역(102)과 연관된 임의의 다른 손실 메커니즘들을 포함할 수 있다. 따라서, 몇몇 실시예들에서, 구역에서 방산되는 에너지는 에너지 인가 구역에서의 임의의 EM 에너지 흡수 성분들뿐 아니라 그 구역과 연관된 임의의 EM 에너지 손실 성분들과 함께 객체(103)의 적어도 일부분에서 방산되는 에너지를 포함할 수 있다.

[0056] 예시적인 에너지 인가 구역(102)은 에너지가 인가되는 위치들: 오븐(예컨대, 쿠킹 오븐), 챔버, 탱크, 드라이어, 해동기, 탈수기, 반응기, 엔진, 화학적 또는 생물학적 처리 장치, 파이프(예컨대, 연료 파이프), 노, 소각로, 물질 형상화 또는 형성화 장치, 컨베이어, 연소 구역, 필터, 냉각기, 냉동기 등을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 에너지 인가 구역은 일단 구매되면 객체들이 처리되는 자동 판매기의 일부일 수 있다.

[0057] 도 1a 및 도 1b는, 예를 들어 객체의 처리 동안, 구역(102)에 배치된 객체에 (예컨대, 객체의 하나 이상의 처리 상태들을 검출하기 위해) RF 에너지를 인가하는 장치(100)의 도식 표현들을 포함한다. RF 에너지는 RF 범위에 있는 주파수들로 인가되는 EM 에너지를 포함할 수 있다. 장치(100)는 에너지 인가 구역(102)에 RF 에너지를 인가하도록 구성된 적어도 하나의 방사 요소(110)를 포함할 수 있다. 방사 요소(110)는 RF 에너지를 송신(방출)하도록 설계 또는 구성된 임의의 요소, 시스템, 요소들의 어레이 등을 포함할 수 있다. 예를 들어, 방사 요소(110)는 임의의 안테나, 안테나들의 어레이, RF 피드, 도파관, 서파(slow wave) 안테나, 패치 안테나, 역 F 안테나 등을 임의의 조합 또는 개수로 포함할 수 있다. 현재 개시되는 실시예들에서, 1개를 초과하는 수의 안테나 및/또는 복수의 방사 요소들(예컨대, 안테나들)(예컨대, 도 1a에 예시된 방사 요소들(110, 및 111) 또는 도 1b에 예시된 방사 요소들(110, 120 및 130))이 제공될 수 있다. 에너지 인가 구역(102)은 한정하는 표면들을 갖는 인클로저를 포함할 수 있다. 방사 요소들은 구역(102)을 한정하는 표면들(예컨대, 캐비티 벽들) 중 하나 이상에 위치될 수 있다. 예를 들어, 방사 요소들(110, 및 130)은 에너지 인가 구역(102)의 2개의 상이한(예컨대, 대향하는) 표면들 상에 위치될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 방사 요소들 중 하나 이상은 구역(102) 내부(예컨대, 요소(130))에 위치될 수 있고 또는 부분적으로 구역(102) 내부(예컨대, 요소들(110, 및 111))에 위치될 수 있다. 추가로, 또는 대안적으로, 방사 요소는 에너지 인가 구역 외부(예컨대, 요소(120))에 위치될 수 있다. 하나 이상의 방사 요소들(예컨대, 요소(130))은 (예컨대, 객체가 액체, 또는 필터, 예를 들어 도 2a에 예시된 방사 요소(204c)를 포함할 때) 객체(103)의 근처에 있거나 그 객체와 접촉할 수 있거나 그 객체의 인근에 있거나 또는 그 객체에 심지어 내장될 수 있다. 각각의 방사 요소의 배향, 유형, 치수들 및/또는 구성은 특정 응용물에 기초하여, 예컨대 바람직한 목표 효과에 기초하여, 개별적일 수 있고 또는 동일할 수 있다. 각각의 방사 요소는 동일한 방향을 따라 또는 여러 가지 상이한 방향들을 따라 EM 파들을 방출하도록 위치조정, 조절, 및/또는 배향될 수 있다. 또한, 각각의 방사 요소의 위치, 배향, 및 구성은 객체에 에너지를 인가하기 전에 사전 결정될 수 있다. 대안적으로, 또는 추가로, 각각의 방사 요소의 위치, 배향, 및/또는 구성은, 예를 들어 제어기(예컨대, 제어기(150))를 사용하여, 장치의 동작 중 및/또는 에너지 인가의 라운드들/주기들 사이에, 동적으로 조절될 수 있다. 임의의 구조 또는 구성의 방사 요소들은 개시된 실시예들과 함께 사용될 수 있다.

[0058] 도 1a에 도시된 바와 같이, 장치(100)는 에너지 인가 구역(102)에 RF 에너지를 방출하는 적어도 하나의 방사 요소(110)를 포함할 수 있으며, 적어도 하나의 방사 요소(111)는 에너지 인가 구역(102)로부터 EM 에너지를 수신하도록 구성될 수 있다. 방사 요소는 특정 응용 또는 구성에 따라 방출기, 수신기, 또는 양측 모두로서 기능할 수 있다. 방사 요소가 에너지 인가 구역으로부터의 RF 에너지(예컨대, 수신된 반사 및/또는 결합된 EM 파들)의 수신기로서 작동할 때, 방사 요소는 에너지 인가 구역으로부터 또는 다른 방사 요소들로부터 RF 에너지를 수신한다. 몇몇 실시예들에서, 방사 요소(110)는 방출기 및 수신기로서 기능할 수 있다.

[0059] 본 발명의 몇몇 양태들은 방사 요소로부터 에너지 인가 구역(102)로 방출되는 RF 에너지, 방출하는 방사 요소에 공급되는 RF 에너지, 또는 객체의 하나 이상의 처리 상태들을 검출하기 위해 방사 요소(들)(예컨대, 요소들(110, 및 111)에 의해 에너지 인가 구역으로부터 수신되는 RF 에너지를 검출, 측정, 감시 또는 감지하는 것을 수반할 수 있다. 방출 및/또는 수신된 (예컨대, 반사 또는 결합된) RF 에너지의 다양한 RF 피드백을 측정하고/하거나 검출하고/하거나 계산하도록 구성된 검출기는 적어도 하나의 방사 요소와 연관될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 검출기는 방사 요소와 연관되거나 또는 접속된 지향성 커플러를 포함할 수 있다. 검출기는 방출 및/또는 수신된 RF 에너지와 관련된 RF 피드백(예컨대, 미가공 RF 피드백)을 검출하고/하거나 측정할 수 있다. 미가



공 RF 피드백은 객체의 하나 이상의 처리 상태들과 연관될 수 있다. 미가공 RF 피드백은 RF 방출의 모든 검출가능한 파라미터들, 예를 들어 전력, 주파수, 에너지, 전류, 전압, 방출들 사이의 위상들 등을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 1a에 예시된 검출기(118)는 방사 요소(110, 및 111)와 연관될 수 있다. 검출기(118)는, 예를 들어 요소(110)로부터의 RF 에너지 방출에 응답하여, 요소(111)와 관련된 하나 이상의 파라미터들을 측정 또는 검출하도록 구성될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 검출기(118)는 요소(110)로부터의 RF 에너지 방출의 결과로서 구역(102)로부터 요소(110)로 수신된(예컨대, 역반사된) RF 에너지의 파라미터들을 검출하도록 구성될 수 있다. 검출기(118)는 또한 방사 요소들(110, 및 111)의 포트들에서 전압 및 전류를 측정하는 적합한 유형들의 회로들 또는 디바이스들을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 검출기(118)는 방사 요소들이 방출기들로서 기능할 때 신호들이 RF 소스(예컨대, 소스(112))로부터 방사 요소들로 흐르게 하도록 하고 방사 요소들이 수신기들로서 기능할 때 신호들이 방사 요소들로부터 검출기로 흐르게 하도록 구성된 지향성 커플러를 포함할 수 있다. 검출기(118)는 계산된 RF 피드백을 수신(획득)하기 위해 미가공 RF 피드백의 수학적 조작을 수행하도록 구성된 제어기를 더 포함할 수 있다. 대안적으로, 또는 추가로, 계산된 RF 피드백은 제어기(150)에 의해 계산될 수 있고, 검출기는 추가 조작을 위해 미가공 RF 피드백을 제어기(150)로 전송할 수 있다.

[0060] 몇몇 실시예들에서, 검출기(118)는 2개의 요소들(예컨대, 요소들(110, 및 111))과 연관될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 각각의 요소는 검출기와 연관될 수 있다. 예를 들어, 요소들(110, 120, 및 130)은 도 1b에 예시된 검출기들(118a, 128, 및 138)과 연관될 수 있다. 검출기들(118a, 128, 138)은 구역(102)으로부터 방출된 RF 에너지 및 수신된 RF 에너지 양측 모두의 RF 에너지 파라미터들을 검출하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, RF 에너지는 요소(110)로부터 구역(102)로 방출될 수 있다. 그 결과, RF 에너지의 일부는 객체(103)에 의해 흡수되거나 또는 객체(103)에서 방산될 수 있으며, 다른 부분은 구역(102)로부터 역반사되거나 또는 결합될 수 있고 요소들(110, 120, 및 130)에 의해 수신될 수 있다.

[0061] 몇몇 개시된 실시예들에 부합하여, RF 에너지는 RF 소스(112)로부터 하나 이상의 방출하는 방사 요소들에 공급될 수 있다. RF 소스(112)로부터 방출하는 방사 요소(예컨대, 요소(110))로 공급되는 에너지는 공급 에너지로 지칭될 수 있고 SE로 표기될 수 있다.

[0062] RF 공급 에너지 중 일부는 객체(예컨대, 객체(103))에 의해 흡수될 수 있다. 에너지의 이러한 부분은 흡수 에너지 또는 방산 에너지로 지칭될 수 있고, AE로서 표기될 수 있다.

[0063] RF 공급 에너지의 일부는 방출하는 요소(예컨대, 요소(110))로 역반사될 수 있다. 에너지의 이러한 부분은 반사 에너지로 지칭될 수 있고, RE로 표기될 수 있다. 반사 에너지는 방사 요소와 에너지 인가 구역 사이의 계면에서 반사될 수 있다. 대안적으로, 또는 추가로, 반사 에너지는 (예컨대, 임피던스 부정합으로 인해) 에너지 인가 구역으로부터, 예를 들어 객체로부터 또는 구역을 한정하는 벽 등으로부터 반사되는 에너지를 포함할 수 있다.

[0064] 공급 에너지의 다른 부분들은 에너지 인가 구역에서 다른 방사 요소들 또는 센서들(예를 들어, 수신 중인 방사 요소들(예컨대, 요소(111), 다른 방출하는 방사 요소(예컨대, 120, 및 130)), 센서(예컨대, 센서(140))에 결합될 수 있으며, 결합 에너지로 지칭될 수 있고 CE로 표기될 수 있다.

[0065] 몇몇 실시예들에서, RF 공급 에너지(SE)는 방출하는 방사 요소로 역반사되는 에너지(RE), 객체에서 흡수되는 에너지(AE), 및 다른 방사 요소(들) 중 하나 이상에 결합되는 에너지(CE)를 포함할 수 있다. 식(1)은 다음과 같이 양들 SE, RE, AE, 및 CE 사이의 관계를 나타낼 수 있다.

[0066] (1)  $SE = RE + AE + CE$

[0067] 방사 요소에 공급되는 에너지량과 그 방사 요소로 역반사되는 에너지량 사이의 차이는 전달 에너지로 지칭될 수 있고, DE로 표기될 수 있다. 하나 이상의 검출기들(예컨대, 검출기(118, 118a, 128, 및 138))은 공급 에너지, 반사 에너지, 및 결합 에너지의 값들을 검출하고 측정하도록 구성될 수 있고, 제어기(예컨대, 제어기(150))는, 예를 들어 식(1)에 기초하여, 에너지의 전달량 및/또는 흡수량을 판정하도록 구성될 수 있다. 이것은 다음 식들을 가져올 수 있다:

[0068] (2a)  $AE = SE - (RE + CE)$

[0069] (2b)  $DE = SE - RE$

[0070] (2c)  $DE = AE + CE$

[0071] 장치(100)는 RF 에너지를 방사 요소(들)로 공급하는 소스를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 소스(112)는 RF 에



너지를 방출 요소(110)로 공급할 수 있고, 소스(122)는 RF 에너지를 방출 요소(120)로 공급할 수 있고, 소스(132)는 RF 에너지를 방출 요소(130)로 공급할 수 있다.

[0072] 본 발명의 몇몇 실시예들에 따르면, 장치 또는 방법은 RF 에너지를 에너지 인가 구역에 공급하도록 구성된 적어도 하나의 소스의 사용을 수반할 수 있다. 소스는 RF 에너지를 생성하고 공급하는 데 적합할 수 있는 임의의 구성요소(들)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 소스(112)는 RF 전원(예컨대, 전원(113))을 포함할 수 있다. 또 다른 예에서, 소스는 1개를 초과하는 수의 전원(예컨대, 113, 123, 및 133)을 포함할 수 있다. 각각의 전원들은 EM 에너지를 전달하는 EM 파들을 생성하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 전원(113)(또는 123 또는 133)은 사전 결정된 파장 또는 주파수에서 고전력 마이크로파들을 생성하도록 구성된 마그네트론을 포함할 수 있다. 대안적으로, 또는 추가로, 전원(113)(또는 123 또는 133)은 제어가능한 주파수로 AC 파형들(예컨대, AC 전압 또는 전류)를 생성하도록 구성된 반도체 발진기, 예컨대 전압 제어 발진기를 포함할 수 있다. 주파수는 일정하도록 또는 변화하도록 제어될 수 있다. AC 파형들은 사인파, 구형파, 펄스파, 삼각파, 또는 교번 극성들을 갖는 다른 유형의 파형들을 포함할 수 있다. 대안적으로, 또는 추가로, RF 에너지의 소스는 임의의 다른 전력원들, 예컨대 EM 장 발생기, EM 선속 발생기, 또는 진동 전자들을 생성하는 임의의 메커니즘을 포함할 수 있다. 소스는 고체 상태 증폭기를 포함할 수 있다.

[0073] 몇몇 실시예들에 부합하여, RF 에너지는 사전 결정된 파장들 또는 주파수들에서 RF 진행파들(RF 방사로도 공지되어 있음)의 형태로 에너지 인가 구역에 공급될 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, RF 진행파는 공진파, 이동파, 소멸파, 및 임의의 다른 방식으로 매질을 통과하는 파를 포함할 수 있다. RF 방사는 RF 방사가 상호작용하는 물질로 전달될 수 있는 (또는 그러한 물질 내로 방산될 수 있는) 에너지를 전달한다.

[0074] 몇몇 실시예들에서, 소스(예컨대, 소스(112, 122, 또는 132))는 적어도 하나의 변조기(예컨대, 변조기(115, 125 또는 135)) 및/또는 적어도 하나의 증폭기(예컨대, 증폭기(116, 126 또는 136))를 더 포함할 수 있다. 변조기는 위상 변조기, 주파수 변조기, 진폭 변조기, 발진기 또는 방사 요소에 공급되는 RF 에너지의 적어도 하나의 양태를 변조시키도록 구성된 임의의 다른 변조기를 포함할 수 있다. 증폭기는 전원에 의해 공급되는 RF 파들의 진폭을 변화(예컨대, 증폭)시키도록 구성된 임의의 장치를 포함할 수 있다. 소스(예컨대, 소스(112, 122 또는 132))는 특정 실시예의 요건들에 따라 단 하나의 구성요소 또는 1개를 초과하는 개수의 구성요소 또는 구성요소들의 임의의 조합을 포함할 수 있다는 것에 유의해야 한다. 전원, 변조기, 및/또는 증폭기는 제어기(예컨대, 제어기(150))에 의해 각각 제어될 수 있으며, 이는 이하에서 더 상세히 설명될 것이다.

[0075] 장치(100)는 적어도 하나의 센서, 이를테면 센서(140)를 더 포함할 수 있다. 센서(140)는 에너지 인가 구역(102)에 또는 그 주위에 설치될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 센서(140)는 예시적인 처리 상태 표시자를 구성할 수 있다. 센서(140)는 본 발명의 몇몇 실시예들에 따라 RF 피드백을 검출하고/하거나 측정하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 센서(140)는 에너지 인가 구역에서 여기된 EM 장의 세기를 감지하도록 구성될 수 있다. 추가로, 또는 대안적으로, 센서(140)는 객체 또는 에너지 인가 구역의 하나 이상의 처리 상태들을 나타내는 다른 신호들 또는 피드백을 검출하고/하거나 측정하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 센서(140)는 객체 및/또는 에너지 인가 구역과 연관된 온도를 측정하도록 구성된 온도계(예컨대, 열전대 또는 IR 센서)를 포함할 수 있다. 센서(140)는 습도 센서, 압력 센서(예컨대, 기압계), (예컨대, 객체가 액체류를 포함할 때의) 용액의 pH 값을 측정하도록 구성된 pH 센서, 유량계 등을 포함할 수 있다. 센서(140)는 객체의 적어도 일부분의 무게를 측정하도록 구성될 수 있다(예컨대, 저울). 센서(140)는 객체 또는 에너지 인가 구역의 임의의 검출가능하고 측정가능한 속성을 측정하도록 구성될 수 있다(예컨대, 처리 상태에 대한 표시자). 센서(140)는 피드백 신호들을 제어기(150)에 전송하도록 구성될 수 있다. 몇몇 실시예들에서는, 2개 이상의 센서(140)가 제공될 수 있다. 2개 이상의 센서들(140)은 하나 이상의 상이한 유형들 또는 동일한 유형들의 센서들을 포함할 수 있다(예컨대, 온도 센서, 온도를 검출하기 위한 섬유 광학, 무게 센서 등이 제공될 수 있다). 본 발명의 몇몇 양태들은, 예컨대 제어기(150)에 의해, 센서(140)로부터 수신된 신호(들)와 동시에 또는 그러한 신호(들)에 추가하여 객체(103)의 처리 상태를 나타내는 센서(140)에서 검출된 신호(들)를 검출기들(118, 118a, 128 및/또는 138)에 의해 감지, 감시, 또는 검출된 RF 피드백과 상관시키는 것과 관련될 수 있다.

[0076] 몇몇 실시예들에서, 장치(100)는 제어기(예컨대, 제어기(150))를 포함할 수 있다. 제어기(150)는 프로세서와 일치할 수 있고, 또는 프로세서의 일부분일 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 용어 "프로세서"는 입력 또는 입력들에 대해 논리적 동작을 수행하는 전기 회로를 포함할 수 있다. 예를 들어, 그러한 프로세서는 하나 이상의 집적회로들, 마이크로칩들, 마이크로제어기들, 마이크로프로세서들, 중앙 처리 장치(CPU)의 일부 또는 모두, 그래픽 처리 장치(GPU), 디지털 신호 프로세서들(DSP), 필드 프로그래밍가능 게이트 어레이(FPGA) 또는

명령들을 실행시키거나 논리적 동작들을 수행하는 데 적합한 다른 회로를 포함할 수 있다.

- [0077] 제어기에 의해 실행되는 명령들(예컨대, 하나 이상의 스크립트들 또는 에너지 프로토콜들)은, 예를 들어 제어기와 통합된 또는 제어기에 내장된 메모리 유닛 내에 사전 로딩되거나, 또는 별도의 메모리 유닛, 이를테면 RAM, ROM, 하드디스크, 광 디스크, 자기 매체, 플래시 메모리, 다른 영구, 고정, 또는 휘발성 메모리, 또는 제어기에 대한 명령들을 저장할 수 있는 임의의 다른 메커니즘에 저장될 수 있다. 별도의 메모리 유닛은 제어기의 일부분일 수 있고, 또는 일부가 아닐 수 있다. 제어기는 특정한 사용을 위해 맞춤 제작될 수 있거나 일반적인 목적의 사용을 위해 구성될 수 있고, 상이한 소프트웨어를 실행시킴으로써 상이한 기능들을 수행할 수 있다.
- [0078] 1개를 초과하는 개수의 제어기 또는 프로세서가 채용되는 경우, 모두가 유사한 구성의 것일 수 있고, 또는 그들은 서로 전기적으로 접속되거나 또는 접속해제된 상이한 구성들의 것일 수 있다. 그들은 개별 회로들일 수 있고, 또는 단일 회로에 통합될 수 있다. 1개를 초과하는 개수의 제어기 또는 프로세서가 사용될 때, 그들은 독립적으로 또는 협력하여 동작하도록 구성될 수 있다. 그들은 전기적으로, 자기적으로, 광학적으로, 음향적으로, 기계적으로 또는 그들을 상호작용하게 하는 다른 수단으로 결합될 수 있다.
- [0079] 본 발명의 몇몇 실시예들에 따른 장치는 하나 이상의 RF 에너지 인가 유닛들, 예를 들어 도 1a 및 도 1b에 예시된 유닛들(119, 및 119a)을 포함할 수 있다. 에너지 인가 유닛(예컨대, 유닛(119a))은 하나 이상의 방사 요소들, 예컨대 요소들(110, 120, 및 130) 및 RF 에너지를 방사 요소(들)에 공급하는 RF 에너지원을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, RF 에너지 인가 유닛(119a)은, 예를 들어 - 제어기(150)에 의해, 공통 주파수를 갖는 신호들을 제어된 위상 차, 제어된 진폭 차 등으로 방사 요소들에 공급하도록 제어될 수 있는 2개 이상의 동기화된 RF 에너지원들, 예컨대 소스들(112, 122, 및 132)을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 유닛(119a)은 2개 이상의 비동기화된 RF 에너지원들을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 하나 이상의 RF 에너지 인가 유닛들로부터 에너지를 직렬로 또는 중첩되지 않거나 또는 부분 중첩되는 시간 주기들 동안에 인가하는 효과는 RF 에너지 인가 유닛들 중 하나 이상 또는 그러한 유닛들 모두로부터 에너지를 동시에 인가하는 효과와 실질적으로 동일한 효과를 초래할 수 있다. 본 발명에 부합하는 실시예들은 하나 이상의 에너지 인가 유닛들을 포함할 수 있다.
- [0080] 몇몇 실시예들에 따른 RF 에너지 인가 유닛은 2개 이상의 상이한 여기 셋업들에서 에너지를 인가할 수 있다. 상이한 여기 셋업들에서 에너지를 인가하는 것은 에너지 인가 구역(102)에서 상이한 장 패턴들의 여기를 초래할 수 있다. 여기 셋업들(ES)은 장 패턴에 영향을 미칠 수 있고 제어기(150)에 의해 제어될 수 있는 파라미터들의 하나 이상의 값들에 의해 서로 상이할 수 있다. 이러한 파라미터는 본 명세서에서 제어가 가능한 장 영향 파라미터(c-FAP)라고 지칭된다. 몇몇 실시예들에서, 값은 c-FAP 각각에 대해 선택될 수 있으며, 여기 셋업은 선택된 값들에 의해 정의될 수 있다. 심지어 하나의 c-FAP의 선택된 값을 변화시키는 것은 여기 셋업을 변화시킬 수 있어, 차례로 에너지 인가 구역에서 여기된 장 패턴을 변화시킬 수 있다.
- [0081] 몇몇 경우들에 있어서, c-FAP들의 값들을 변화시키는 것은 생성된 장 패턴들에서의 현저한 변동을 초래할 수 있다. 그러나, 다른 경우들에 있어서, c-FAP들의 값들을 변환시키는 것은 (예컨대, c-FAP의 2개의 값들 사이의 변화가 작은 경우에) 생성된 장 패턴들에서 변화를 거의 생성하지 않을 수 있고 또는 어떠한 변화도 생성하지 않을 수 있다.
- [0082] 여기 셋업의 심상 및 그 영상이 어떻게 설정될 수 있는지를 얻기 위해, 스위치보드로부터 제어될 본 발명의 몇몇 실시예들에 따른 RF 에너지 인가 유닛을 상상할 수 있다. 스위치보드는, 각각이 하나의 c-FAP의 값을 판정하기 위한 (또는 그 c-FAP에 대한 값을 선택하기 위한) 손잡이 세트, 다이얼들, 스위치들, 또는 다른 값-선택기들을 포함할 수 있다. 하나의 여기 셋업으로부터 다른 여기 셋업으로 스위칭하는 것은 상이한 값을 선택하도록 값-선택기들 중 하나(이상)를 조작함으로써 달성될 수 있다. 총괄적으로 모든 값 선택기들의 위치(예컨대, 총괄적으로, 모든 손잡이들, 다이얼들 및 스위치들의 위치)는 단일 여기 셋업을 정의할 수 있다. 이 심상은 도움이 될 수 있지만, 실제로, RF 에너지 인가 유닛은, 마이크로 스위치들, 트랜지스터들, 전자 회로류, 그리고 손잡이들 및 다이얼들과는 상이하게 보일 수 있는 다른 값 선택기들을 사용함으로써 이용가능한 c-FAP들의 값들을 설정할 수 있는 제어기에 의해 제어될 수 있다.
- [0083] 특정 여기 셋업에서 에너지를 인가하는 것은 에너지 인가 구역(102)에서 EM 장을 여기시킬 수 있다. 간결성을 위해, 이 EM 장은 여기라고 지칭될 수 있다. 따라서, 각각의 여기 셋업은 여기에 대응할 수 있고, 여기 셋업의 공급, 수용, 흡수, 누설 등의 참조는 대응하는 여기의 공급, 수용, 흡수, 누설 등이라고 지칭될 수 있다. 따라서, 예를 들어 주어진 여기 또는 여기 셋업이 객체에 흡수된다는 설명은 주어진 여기 셋업에서 에너지 인가 유닛(예컨대, 유닛(119))에 의해 여기된 EM 장이 객체에 흡수된 에너지가 된다는 것을 의미한다.

- [0084] 상이한 장치들이 상이한 장 영향 파라미터들을 제어할 수 있다. 예를 들어, 몇몇 실시예들에서, 제어기(150)는 에너지 인가 유닛(119)에 의해 에너지 인가 구역(102)으로 인가된 EM 파의 주파수를 제어할 수 있다. 이러한 실시예들에서, 주파수는 제어가능한 장 영향 파라미터(c-FAP)로서 이용가능할 수 있다. 일 예에서, 제어기(150)는 2개 이상의 값들, 예컨대 800MHz, 800.5MHz 등 중 임의의 것을 갖도록 주파수를 제어할 수 있다. 주파수를 제어하고 하나의 주파수 값으로부터 다른 주파수 값으로 변화시킴으로써, 여기 셋업은 변경될 수 있고, 차례로 에너지 인가 구역에서 여기된 장 패턴을 변화시킬 수 있다.
- [0085] 다른 예에서, 에너지 인가 유닛(예컨대, 유닛(119a))은 제어가능한 위상 차이로 방사를 방출하는 2개의 방사 요소들(예컨대, 요소들(110, 120, 및 130))을 포함할 수 있다. 위상 차이는 2개 이상의 값들, 예컨대  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ , 또는  $270^\circ$  를 갖도록 제어기(150)에 의해 제어될 수 있다. 2개의 방사 요소들에 의해 방출되는 EM 장들 사이의 위상차는 c-FAP로서 에너지 인가 유닛을 포함하는 장치에 이용가능할 수 있다.
- [0086] 다른 예에서, 2개의 방사 요소들이 동일한 주파수의 EM 장들을 방출하는 세기들 사이의 차이는 제어될 수 있고, 그에 따라 c-FAP로서 이용가능할 수 있다.
- [0087] 다른 예에서, 에너지 인가 구역(예컨대, 구역(102))은 하나 이상의 도전성 요소들(예컨대, 로드(rod)들)을 포함할 수 있고, 이러한 요소들 각각은, 예컨대 제어기(150)에 의해, 기생 상태 또는 접속 상태 중 어느 하나에 있도록 제어될 수 있다. 각각의 로드(즉, 기생 또는 접속)의 값은 에너지 인가 구역에서 여기된 EM 장 패턴에 영향을 미칠 수 있다. 그러한 로드들을 갖는 장치들에서, 각각의 로드(rod)의 상태는 c-FAP를 구성할 수 있다.
- [0088] 다른 예에서, 에너지 인가 구역은 자화가능한 요소(예컨대, 에너지 인가 구역의 벽에 있음) 및 그 자화가능한 요소 근처의 전자석을 포함할 수 있다. 자화가능한 요소 및 전자석은 에너지 인가 구역에서 여기된 장 패턴이 전자석에 흐르는 전류의 영향을 받을 수 있도록 배열될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 제어기(150)는 전자석에 흐르는 전류의 값(예컨대, 1mA, 20mA, 500mA 등)을 제어하도록 구성될 수 있다. 전류의 값은 c-FAP로서 이용가능할 수 있다.
- [0089] 다른 예에서, 도 1b에 예시된 에너지 인가 유닛(119a)은 복수의 방사 요소들(110, 120, 및 130)을 포함할 수 있고, 각각은 온 상태 또는 오프 상태로 될 수 있다. 이러한 실시예들에서, 각각의 방사 요소의 상태(즉, 온 상태 또는 오프 상태)는 c-FAP로서 이용가능할 수 있다. 추가로, 또는 대안적으로, 온 상태로되는 방사 요소들의 총 개수는 c-FAP를 구성할 수 있다.
- [0090] 몇몇 실시예들에서 제어가능한 장 영향 파라미터들로서 쓰일 수 있는 파라미터들의 다른 예들은 방사 요소의 위치, 방사 요소의 배향, 캐비티 치수들, 또는 임의의 제어가능한 파라미터를 포함할 수 있고, 그러한 값은 구역으로의 RF 에너지 인가 시에 에너지 인가 구역에서 여기되는 장 패턴에 영향을 미칠 수 있다.
- [0091] 오로지 단일 c-FAP를 제어하도록 구성된 장치의 여기 셋업들(ES)은 1차원 여기 셋업들로 지칭될 수 있다. 다수의 c-FAP들을 제어하는 장치의 여기 셋업은 다차원 여기 셋업으로 지칭될 수 있다. 일반적으로, 장치에 이용가능한 c-FAP들의 개수는 장치에 이용가능한 여기 셋업들의 치수를 결정한다. 장치에 의해 여기될 수 있는 모든 여기들의 집합(또는 장치에 이용가능한 모든 여기 셋업들의 집합)은 장치의 여기 공간으로 지칭될 수 있다. 장치의 여기 공간의 치수는 그 장치에 이용가능한 각각의 여기 셋업의 치수와 동일한 것일 수 있다.
- [0092] 몇몇 실시예들에서, RF 에너지 인가 유닛은 RF 피드백에 기초하여 RF 에너지 인가를 제어하도록 구성된 제어기(예컨대, 제어기(150))에 의해 제어될 수 있다.
- [0093] 따라서, 몇몇 실시예들에서, RF 에너지가 객체를 가열할 뿐 아니라 객체의 처리 상태를 감지하도록 인가될 때, RF 에너지 인가는 주어진 여기 셋업에서 에너지 인가의 하나 이상의 양태들(예컨대, 에너지량, 에너지가 공급되는 전력 수준, 에너지가 인가되는 시간 지속기간 등)은 동일한 여기 또는 상이한 여기들에 따라, 또는 다수의 여기들에 걸쳐서 수신된 RF 피드백에 따르도록 제어될 수 있다. 이들 실시예들에서, RF 에너지는 객체를 처리하기에 충분한 양, 즉 객체의 적어도 일부분의 적어도 하나의 속성(예컨대, 처리 상태)의 변화(예컨대, 객체의 적어도 일부분의 온도 상승)를 야기하기에 충분한 양으로 인가될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 객체를 처리(예컨대, 가열)하기 위해 RF 에너지를 인가하는 것은 제1 전력 수준(예컨대, 스크립트)에서 진행될 수 있고, RF 피드백을 생성(수신)할 목적을 위해 RF 에너지를 인가하는 것은 제2 전력 수준에서 진행될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 제1 전력 수준은 제2 전력 수준보다 높다. 몇몇 실시예들에서, 객체를 가열하도록 인가된 RF 에너지는 여기 셋업당 제1 평균 에너지량일 수 있고, RF 피드백을 수신하도록 인가된 RF 에너지는 여기 셋업당 제2 평균 에너지량일 수 있으며, 여기 셋업당 제1 평균 에너지량은 여기 셋업당 제2 평균 에너지량보다 높다.

- [0094] 제어기는 RF 에너지를 구역(102)에 인가하기 위해 장치에 이용가능한 모든 여기 셋업들로부터 여기 셋업들의 하위그룹(또는 적어도 하나의 여기 셋업)을 선택하도록 구성될 수 있다. 제어기(150)는 각각의 여기 셋업에서 또는 하나 이상의 여기 셋업들에서 수신된 RF 피드백에 기초하여 여기 셋업들의 하위그룹을 선택할 수 있다.
- [0095] 몇몇 실시예들에서, RF 에너지가 객체를 처리하기 위해 인가될 때, 제어기는, 예를 들어 - RF 피드백에 기초하여, 각각의 여기 셋업에서 인가될 RF 에너지량을 결정하도록 (예컨대, RF 에너지량을 각각의 여기 셋업들과 연관시키도록) 구성될 수 있다. 특정 실시예들에서, 제어기는 에너지가 구역에 인가되는 복수의 여기 셋업들 각각에서 RF 피드백의 적어도 일부분으로부터 흡수성 표시자(또는, 간단히, AI)를 판정하도록 구성될 수 있다. 제어기는 각각의 여기 셋업에서의 AI 값에 기초하여 RF 에너지량을 장치에 이용가능한 여기 셋업들 각각과 연관시키도록 구성될 수 있다. 제어기가 RF 피드백(예컨대, AI)에 기초하여 에너지 인가 구역으로의 RF 에너지 인가를 야기할 수 있는 규칙들은 객체를 처리하기 위해 RF 에너지를 인가하기 위한 하나 이상의 스크립트들에 포함될 수 있다. 예를 들어, 스크립트 또는 규칙은 RF 에너지를 특정 AI 값들, 예를 들어 최소 임계치보다 낮은 AI 값들 및/또는 최대 임계치보다 높은 AI 값들을 가질 수 있는 값들과 연관된 여기 셋업들에 공급하지 않는다는 결정을 포함할 수 있다. 다른 예들에서, 스크립트 또는 규칙은 동일한 양의 RF 에너지를 상이한 AI 값들(예를 들어 특정 범위에서의 값들)과 연관된 여기 셋업들과 연관시키는 것을 포함할 수 있다. 추가로, 또는 대안적으로, 다른 스크립트에 따르면, 제어기는 상이한 양들의 RF 에너지를 상이한 AI 값들과 연관된 여기 셋업들과 연관시킬 수 있다. 몇몇 실시예들에서, AI 값들 및/또는 다른 RF 피드백에 기초한 다른 규칙들 또는 스크립트들은 객체를 처리하기 위해 인가될 RF 에너지량을 결정하기 위해 제어기에 의해 이용될 수 있다.
- [0096] 객체의 처리 상태를 검출하고/하거나 객체를 가열하기 위해 RF 에너지를 구역에 인가하는 것은 스위프(sweep)에 의해 행해질 수 있고, RF 피드백은 스위프 동안 수신되고 상이한 여기 셋업들과 연관될 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 스위프는, 예를 들어 1개를 초과하는 수의 여기 셋업에서 시간의 경과에 따른 에너지의 인가를 포함할 수 있다. 예를 들어, 스위프는 하나 이상의 연속적 여기 셋업 그룹에서의 다수의 여기 셋업들에서 에너지의 순차적인 인가; 1개를 초과하는 수의 불연속적 여기 셋업 그룹에서의 다수의 여기 셋업들에서 에너지의 순차적인 인가; 개별적인 불연속적 여기 셋업들에서의 에너지의 순차적인 인가; 및/또는 회망하는 여기 셋업/전력 스펙트럼 콘텐츠를 갖는 합성된 펄스(예컨대, 시간적으로 합성된 펄스)의 인가를 포함할 수 있다. 여기 셋업 그룹들은 연속적일 수 있고, 불연속적일 수 있다. 따라서, 여기 셋업 스위핑 과정 동안, 하나 이상의 제어기들이 소스(예컨대, 소스(112))로부터 하나 이상의 방사 요소들로 공급되는 에너지를 조절할 수 있어서, 다양한 여기 셋업들에서 (예컨대, 하나의 c-FAP로부터 다른 c-FAP로 스위칭함으로써) RF 에너지를 구역(102)으로 순차적으로 인가하고 각각의 여기 셋업과 연관된 구역(102)으로부터 RF 피드백을 수신하도록 한다.
- [0097] 스위핑 과정 동안, 제어기(150)는 방사 요소들(110, 120, 및 130)에서 반사 및/또는 결합된 에너지를 나타내는 미가공 RF 피드백을 수신할 수 있다. 그 후, 제어기(150)는 수신된 정보에 기초하여 복수의 여기 셋업들 각각에서 객체(103)에 의해 흡수성 표시자(AI)(즉, 계산된 RF 피드백)를 판정할 수 있다. 몇몇 개시된 실시예들에 부합하여, 흡수성 표시자(AI)는 복수의 여기 셋업들 각각과 연관된 방산비(DR)를 포함할 수 있다. 본 명세서에서 언급된 바와 같이, 방출하는 방사 요소와 연관된 DR(또는 흡수 효율 또는 전력 효율)은 객체(103)에 의해 흡수된 EM 에너지와 방출하는 방사 요소에 의해 에너지 인가 구역들 내에 공급되는 EM 에너지 사이의 비율로서 정의될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, DR은 객체(103)에 의해 흡수된 EM 에너지('AE')와 방출하는 방사 요소에 의해 전달된 EM 에너지('DE') 사이의 비로서 정의될 수 있다. 계산된 RF 피드백(예컨대, DR)에 대한 몇몇 예들은 아래에 주어진다.
- [0098] 몇몇 실시예들에서, 방출하는 방사 요소(예컨대, 요소(110))와 연관된 DR은 식(3)을 이용하여 계산될 수 있다:
- [0099] (3)  $DR=AE/SE$
- [0100] 여기서 SE는 소스(112)에 의해 방출하는 방사 요소(110)에 공급되는 에너지이고, AE는, 예를 들어 객체(103)에서 흡수되는 에너지이다. SE 및 AE 양측 모두는 전력 검출기들(예컨대, 검출기들(118, 118a, 128 또는 138))에 의해 검출된 전력의 시간 경과에 따른 적분에 의해 계산될 수 있다.  $t=ti$ ( $ti$ 는 에너지가 에너지 인가 구역에 인가되는 동안의 임의의 시간적 순간일 수 있음)에 대해, 식(4)은 다음 형태를 취할 수 있다:
- [0101] (4)  $DR=P_A/P_S;$
- [0102] 여기서  $P_A$ 는 흡수된 전력이고,  $P_S$ 는 RF 소스로부터 공급된 전력이다.  $PA$ 는 식(5)을 이용하여 평가될 수 있다.
- [0103] (5)  $P_A = P_s - P_{out};$



[0104] 여기서  $P_{out}$ 은,  $P_s$ 가 특정 여기 셋업에서 RF 소스(112)로부터 방사 요소(110)에 공급되었을 때,  $i$ 번째 검출기에 서  $P_{detect}(i)$ 로 표기되는 모든 검출기(예컨대, 방사 요소들(120, 및 130)은 수신하는 방사 요소들로서 동작함)에 의해 에너지 인가 구역에서 그리고 에너지 인가 구역 주위에서 검출되는 전력을 지칭하는데, 식(6)을 참조한다:

[0105] (6)  $P_{out} = \sum P_{detect}(i)$

[0106] 유일하게 이용가능한 검출기들이 방사 요소들과 연관된 것들(예컨대, 방사 요소들(120, 및 130)에 각각 연관된 검출기들(128, 및 138))이면, DR은 3개의 검출된 전력 파라미터들  $P_s$ ,  $P_R$  및  $P_C$ 를 이용하여 계산될 수 있고, 식 (6)은 식(7)의 형태를 취할 수 있다:

[0107] (7)  $DR = (P_s - P_R - P_C) / P_s$

[0108] 여기서  $P_s$ 는 방출하는 방사 요소(110)에 공급된 RF 전력을 나타내고,  $P_R$ 은 방출하는 방사 요소(110)에 반사/반환 되는 EM 에너지 및/또는 전력을 나타내고,  $P_C$ 는 수신하는 요소들로서 기능을 하는 다른 방사 요소들(예컨대, 120 및 130)에 연결된 EM 에너지를 나타낸다. DR은 0과 1 사이의 값일 수 있고, 그에 따라 백분율 수로 표현될 수 있다.

[0109] 예를 들어, 3개의 방사 요소들(110, 120, 및 130)에 대해 설계된 실시예와 부합하여, 제어기(150)는 스위프 동안의 측정된 전력 및/또는 에너지 정보에 기초하여 미가공 RF 피드백 파라미터들, 이를테면 입력 반사 계수들 ( $S_{11}$ ,  $S_{22}$ , 및  $S_{33}$ )과 전달 계수들( $S_{12}$ ,  $S_{21}$ ,  $S_{13}$ ,  $S_{31}$ ,  $S_{23}$ , 및  $S_{32}$ )을 결정하도록 구성될 수 있다. 따라서, 방사 요소(1)에 대응하는 계산된 RF 파라미터(DR)는 식(8)에 따라 위의 미가공 RF 피드백 파라미터들(예컨대, 반사 및 송신 계수들(S 파라미터들이라고도 알려짐)에 기초하여 계산될 수 있다:

[0110] (8)  $DR_1 = 1 - (IS_{11}I^2 + IS_{12}I^2 + IS_{13}I^2)$

[0111] 식(8)에 나타내진 바와 같이, DR은 상이한 방사 요소들에서 상이할 수 있다. 따라서, 몇몇 실시예들에서, 특정 방사 요소에 공급되는 에너지의 양은 그 특정 방사 요소와 연관된 AI에 기초하여 결정될 수 있다.

[0112] EM 에너지 인가 동안, 추가적인 계산된 RF 피드백은 DR에 기초하여 계산되고 감시될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 예를 들어 송신된 모든 여기 셋업들(ES)에 걸쳐서 평균을 낸 평균 DR이 계산될 수 있다. 예를 들어, 평균 DR은 식(9)을 이용하여 시간의 함수로서 각각의 방사 요소에 대해 선택적으로 계산될 수 있다:

[0113] (9)  $\overline{DR} = \frac{1}{N} \sum_i DR(ES_i)$

[0114] 여기서,  $DR(ES_i)$ 은 RF 에너지가  $i$ 번째 여기 셋업을 이용하여 공급되었을 때 측정된 방산비이고,  $i$ 는 1 내지  $N$  사이의 정수이며, 이 때  $N$ 은 특정 응용에서 에너지 인가 구역에 에너지를 인가하는 데 이용된 여기 셋업들의 수이다. 평균 DR은 시간 경과에 따라 변할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 계산된 RF 피드백은 다른 RF 피드백, 예를 들어 미가공 RF 파라미터들(예컨대, 반사 및 송신 계수들)의 ES 평균을 포함할 수 있다.

[0115] 몇몇 실시예들에서, 여기 셋업에 대해 계산된 DR(또는 상이한 함수성 표시자)은 시간 의존적일 수 있다. 그 여기 셋업에서 수신된 RF 피드백은 (처리 동안) 에너지 인가 중에 상이한 기회들에서 감시될 수 있고, DR(또는, 공급될 에너지의 양을 판정하는 데 이용되는 임의의 다른 계산된 RF 피드백(예컨대, 에너지 인가의 온도, 전력 수준들, 지속기간들 등))은 각각의 기회에서 계산될 수 있다. 따라서, 식(7) 및 식(8)은 다음 형태를 취할 수 있다:

[0116] (7, 8)  $DR(t) = (P_s(t) - P_R(t) - P_C(t)) / P_s(t) = 1 - (IS_{11}(t)I^2 + IS_{12}(t)I^2 + IS_{13}(t)I^2)$

[0117] 추가로, 또는 대안적으로, 평균 DR은 시간 의존적일 수 있다. 따라서, 시간의 함수로서  $N$ 개의 여기 셋업들에 걸친 평균은 식(10)으로 표현된다:

[0118] (10)  $\overline{DR(t)} = \frac{1}{N} \sum_i DR(t)(ES_i)$

[0119] 몇몇 실시예들에서, 평균 DR은 객체의 하나 이상의 처리 상태들(예컨대, 객체의 온도, 객체의 조리 상태 등)과 상관될 수 있다. 평균 DR은 조리 동안(예컨대, 베이킹 동안) 감시될 수 있고, 객체의 조리 상태는 평균 DR에 기초하여 판정될 수 있다. 상관은, 예를 들어 장치(100)와 연관된 메모리에 저장된 룩업 테이블(계산된 RF 피드백(예컨대, 평균 DR)의 임계 값들을 포함함)을 이용하는 것에 의해 그리고 처리 동안 에너지 인가 구역으로부터 수신된 평균 DR을 비교하는 것에 의해 행해질 수 있다.

[0120] 몇몇 실시예들에서, 평균 DR과 객체의 처리 상태 사이의 상관은 메모리(예컨대, 룩업 테이블 또는 임의의 다른 적합한 포맷)에 기록될 수 있다. 예를 들어, 객체가 처리되고 있을 때, 객체의 처리 상태는, 개체로부터 수신된 RF 피드백에 기초하거나, 사용자로부터의 입력에 기초하거나, 자동화된 감시 디바이스들(IR 센서들, 온도계들, 카메라들, 또는 처리되는 중인 객체의 적어도 하나의 속성 또는 특성을 감시하도록 구성된 임의의 다른 유형의 센서 또는 검출기)에 기초하거나 감시 소스로부터의 임의의 다른 입력에 기초하여 판정될 수 있다. 그 후, 객체의 처리 상태는 처리 동안의 다양한(예컨대, 주기적) 시간들에 객체에 대해 결정된 평균 DR과 상관될 수 있다. 이 상관된 정보는 저장될 수 있다.

[0121] 몇몇 실시예들에서, 메모리에 저장된 처리 상태 정보 및 상관된 평균 DR 은 접근되어 객체들의 처리에 이용될 수 있다. 예를 들어, 특정 객체를 처리하기 위해, 제어기는 (제어기에 대해 원격으로 위치되거나 또는 제어기에 대해 근거리인) 메모리에 접근하여 동일하거나 유사한 유형의 객체에 대한 저장된 정보를 식별할 수 있다. 그 후, 제어기는 특정 객체를 처리하기 위해 저장된 정보에 전적으로 또는 부분적으로 의존할 수 있다. 즉, 센서들 또는 검출기들로부터의 별도의 입력을 통해 객체의 처리 상태를 감지해야 하는 것이 아니라, 제어기는, 처리 동안에 그 특정 개체로부터 획득된 평균 DR을 감시하는 단계, 메모리에 저장된 정보에 접근하는 단계, 및 관찰된 평균 DR 및 평균 DR과 동일하거나 유사한 유형의 객체의 처리 상태 사이의 저장된 상관성에 기초하여 객체의 처리 상태를 판정하는 단계에 의해 객체의 처리 상태를 판정할 수 있다.

[0122] 몇몇 실시예들에서, DR의 시간 평균은 상이한 여기 셋업들에 상이한 가중치들을 부여하면서 계산될 수 있다. 각각의 DR(t)(ES) 대 시간을 그래프로 나타낼 때, 그래프로 나타낸 곡선들 중 일부는 시간 경과에 따른 DR 값에서의 변동을 나타낼 수 있다(DR의 시간 도함수(ESi)는 임계치보다 높을 수 있다). 몇몇 실시예들에서, 평균 DR은 더 많은 가중치를 낮은 변동을 갖는 DR(t)(ES)(DR(ESi)의 시간 도함수가 임계치보다 낮을 수 있다)보다 큰 변동을 갖는 DR(t)(ES)에 할당하여 계산될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 보다 낮은 변동을 갖는 DR(t)(ES)는 0의 가중치를 할당 받을 수 있다. 예를 들어, 가중된 평균  $\overline{DR_w}$  은 식(11)을 이용하여 계산될 수 있다:

[0123] (11) 
$$\overline{DR_w(t)} = \sum_i w_i \cdot DR(ES_i)(t)$$

[0124] 여기서,  $w_i$ 는 DR(ESi)(t)에 부여된 가중치이다.

[0125] 특정 실시예들에서, 평균 DR은 각각의 여기 셋업에 대해 시간 경과에 따라 계산될 수 있다.

[0126] 몇몇 실시예들에서, 반사 계수( $\Gamma$ )는 객체의 흡수성 표시자로서 이용될 수 있다. 이 AI는 식(12)에 의해 정의될 수 있다:

[0127] (12) 
$$\Gamma = \frac{\sum SE - \sum RE}{\sum SE}$$

[0128] 여기서  $\sum SE$ 는 방출하는 방사 요소들에 공급되는 에너지(또는 전력)의 모든 양들의 합을 나타내고,  $\sum RE$ 는 방출하는 방사 요소들에 의해 수신되는 에너지(또는 전력)의 모든 양들의 합을 나타낸다. 반사 계수( $\Gamma$ )는 1개를 초과하는 수의 방출하는 방사 요소가 RF 에너지를 동시에 방출할 때 이용될 수 있다.

[0129] 몇몇 실시예들에서, 객체의 처리는 하나 이상의 미가공 또는 계산된 RF 피드백(예컨대, DR 및/또는 평균 DR)에 기초하여 자동으로 제어될 수 있다. 에너지는 하나 이상의 에너지 인가 프로토콜들을 이용하여 객체를 처리하도록 인가될 수 있다. 프로토콜들은 인가될 에너지의 유형(예컨대, 대류열, IR 열 또는 RF 열), 인가될 에너지의 양(예컨대, 온도, 전력 수준들, RF 에너지의 양) 및 각각의 유형의 에너지의 인가 지속기간 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 상이한 프로토콜들이 사전 결정되어, 제어기(150)와 연관된 메모리 또는 객체와 연관된 머신 판독가능한 요소에 저장될 수 있다. 제어기(150)는 에너지 인가 구역으로부터 수신된 RF 피드백에 기초하여 객

체를 처리하기 위해 인가될 에너지 인가 프로토콜을 선택하도록 구성될 수 있다. 추가로, 또는 대안적으로, 제어기는 수신된 RF 피드백 및/또는 계산된 RF 피드백에 기초하여 에너지 인가를 종료하고/하거나 다른 에너지 인가 프로토콜로 스위칭하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, RF 피드백은 제1 에너지 인가 프로토콜에 따라 에너지의 인가 동안에 검출될 수 있으며, RF 피드백의 값(예컨대,  $DR(t)$ ), 평균  $DR(t)$  또는  $DR(t)$ 의 시간 도함수들, 및/또는 평균  $DR(t)$ 이 목표 값에 도달할 때, 에너지 인가는 중지되거나 또는 적어도 하나의 양태에서 (예컨대, 제2 에너지 인가 프로토콜로) 변화할 수 있다. 예를 들어, 빵의 덩어리를 베이킹하는 대류열의 인가가 종료될 수 있다. 추가로, 객체의 처리는 하나 이상의 다른 피드백들(예컨대, 에너지 인가 구역에 제공되는 경우, 하나 이상의 센서들, 예컨대 센서(140)로부터 수신된 신호들)에 기초하여 제어될 수 있다. 추가로, 객체의 처리는 사용자에게 의해, 예컨대 그래픽 사용자 인터페이스(GUI) 또는 객체와 연관된 머신 판독가능 요소로부터 판독된 명령들에 의해 제공된 명령들을 처리함으로써 제어될 수 있다. 명령들은 적어도 하나의 제어기(예컨대, 제어기(150))로 하여금 객체를 처리하기 위해 에너지 인가를 조절하게 하도록 구성될 수 있다.

[0130] 특정 실시예들에서, 객체를 처리하기 위해 인가된 에너지가 RF 에너지를 포함할 때, 제어기(150)는 RF 피드백(예컨대, RF 피드백 파라미터들)에 기초하여 각각의 여기 셋업에서 공급되는 RF 에너지의 양을 조절함으로써 RF 에너지 인가 프로토콜을 결정할 수 있다. RF 피드백은, 예컨대 복수의 여기 셋업들에 걸친 스위핑 동안, 에너지 인가 구역(102)으로부터 수신될 수 있다. 예를 들어, 몇몇 실시예들에 따르면, 제어기(150)는 각각의 여기 셋업에서 수신된 RF 피드백에 기초하여 각각의 여기 셋업에서 공급되는 에너지의 양을 결정하도록 구성될 수 있다. 에너지 인가 프로토콜은 RF 피드백에 기초하여 결정된 에너지의 양을 포함하도록 선택될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 에너지 인가 프로토콜은 몇몇 여기 셋업들에서 인가된 에너지의 양들이 각각의 여기 셋업들에 대해 계산된 여기 셋업들(예컨대, AI(ES))에서의 RF 피드백 값들에 반비례 관계일 수 있는 것을 나타낼 수 있다. 추가로, 또는 대안적으로, 에너지 인가 프로토콜은 여기 셋업에서 인가된 에너지의 양들이 다른 RF 피드백과는 반비례 관계를 갖는다는 것을 나타낼 수 있다. RF 피드백 관련 값들은 특정 여기 셋업에서의 RF 에너지 인가 동안에 수신될 수 있는 RF 피드백의 임의의 값을 포함할 수 있다. 추가로, 또는 대안적으로, 여기 셋업에서의 인가를 위한 특정 에너지 인가 프로토콜과 연관된 에너지의 양은 다른 관계들에 따라 결정될 수 있다. 예를 들어, 인가된 에너지와 피드백 관련 값들 사이의 선형 관계는 인가할 에너지의 양을 결정하는 데 이용될 수 있다. 예를 들어, 특정 여기 셋업 하위그룹(즉, 하나 이상의 여기 셋업들)에서의 AI가 상대적으로 높은 (예컨대, 사전 결정된 임계치를 초과하거나 또는 서브세트를 포함하는 여기 셋업들의 세트에 대해 평균 AI 값보다 높은 경우 등) 경향을 보일 때, 그 여기 셋업 하위그룹의 각각의 여기 셋업에서 인가될 에너지 인가 프로토콜에 의해 결정된 에너지의 양은 상대적으로 낮을 수 있다(예컨대, 사전 결정된 임계치보다 작은 AI 값들과 연관된 임의의 여기 셋업에서 인가된 에너지의 양들보다 낮을 수 있다). 추가로, 또는 대안적으로, 특정 여기 셋업 하위그룹에서의 흡수 가능한 에너지의 표시자가 상대적으로 낮은 (예컨대, 사전 결정된 임계치 아래이거나 또는 서브세트를 포함하는 여기 셋업들의 세트에 대해 평균 AI 값보다 낮은 경우 등의) 경향을 보일 때, 인가된 에너지는 상대적으로 높을 수 있다(예컨대, 사전 결정된 임계치를 초과하는 AI 값들과 연관된 임의의 여기 셋업에서 인가된 에너지의 양들보다 높을 수 있다). 몇몇 에너지 인가 프로토콜들에 따르면, 상이한 여기 셋업들에서 인가된 에너지의 양들과 동일한 여기 셋업들에 대해 계산된 AI 값들 사이에는 실질적으로 반비례 관계가 있다. 몇몇 실시예들에서, 에너지가 인가되는 여기 셋업에 대해 계산된 AI 값에 대해 각각의 여기 셋업에서 그러한 프로토콜들에 따라 인가된 에너지가 그래프화 되면, 생성된 선은 감소하는 선 세그먼트를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 감소하는 선 세그먼트는 일정한 경사를 가질 수 있다. 다른 실시예들에서, 감소하는 선 세그먼트의 경사는 변화할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 경사는 AI 값과 인가된 에너지량의 배적이 실질적으로 일정한 상태로 유지되도록 변화할 수 있다.

[0131] 제어기(150)는, 흡수 가능한 에너지 값의 함수로서 각각의 여기 셋업에서 공급되는 전력량을 변화시키면서, 에너지가 각각의 여기 셋업에서 방사 요소들(110, 120, 및 130)에 공급되는 시간량을 실질적으로 일정하게 유지하도록 구성될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 제어기(150)는 에너지가 각각의 여기 셋업(들)에서 디바이스 및/또는 증폭기의 최대 전력 수준과 실질적으로 동일한 전력 수준으로 특정 여기 셋업에서 또는 여기 셋업들에서 방사 요소에 공급되게 하도록 구성될 수 있다. 대안적으로, 또는 추가로, 제어기(150)는 흡수 가능한 에너지 값의 함수로서 각각의 여기 셋업에서 에너지가 인가되는 동안의 시간 주기를 변화시키도록 구성될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 각각의 여기 셋업이 인가되는 시간 지속기간 및 전력 양측 모두가 흡수 가능한 에너지 값의 함수로서 변화된다.

[0132] 제어기(150)는 에너지 인가 유닛들(예컨대, 유닛들(119, 및 119a) 및 RF 에너지 소스(예컨대, 소스들(112, 122, 및 132))의 다양한 양태들을 제어함으로써 RF 에너지 인가를 제어하도록 추가로 구성될 수 있다.

- [0133] 몇몇 실시예들에서, 장치(100)는 AC 파형에 대한 사전 결정된 시퀀스의 시간 지연들을 수행하여 AC 파형의 위상이 일련의 시간 주기들 각각에 대해 다수의 각도(예컨대, 10도)만큼 증가하도록 제어될 수 있는 위상 변조기(미도시)를 포함할 수 있다. 시간 지연들은 장치(100)에서 c-FAP로 간주될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 제어기(150)는 에너지 인가 구역으로부터의 피드백(예컨대, RF 피드백 - 예를 들어, AI)에 기초하여 변조를 동적으로 및/또는 적응적으로 조절할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 제어기(150)는 EM 피드백(예컨대, 흡수가능한 에너지 값)에 기초하여 (방사 요소들의 쌍들 사이에서) 위상들을 선택할 수 있다.
- [0134] 몇몇 실시예들에서, 장치(100)는 주파수 변조기(미도시)를 포함할 수 있다. 주파수 변조기는 사전 결정된 주파수(즉, 주파수는 이 장치에서 c-FAP 이다)에서 발진하는 AC 파형을 생성하도록 구성된 반도체 발진기를 포함할 수 있다. 사전 결정된 주파수는 입력 전압, 전류, 및/또는 다른 신호(예컨대, 아날로그 또는 디지털 신호들)와 연관될 수 있다. 예를 들어, 전압 제어 발진기는 입력 전압에 비례하는 주파수들에서 파형들을 생성하도록 구성될 수 있다.
- [0135] 제어기(150)는 발진기(미도시)를 조절하여 하나 이상의 사전 결정된 주파수 대역들 내의 다양한 주파수들에서 발진하는 AC 파형들을 순차적으로 생성하도록 구성될 수 있다. 이 순차적인 과정은 주파수 스위핑이라고 지칭될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 검출기(118)에 의해 제공된 피드백 신호에 기초하여, 제어기(150)는 주파수 대역으로부터 하나 이상의 주파수들을 선택하고 이러한 선택된 주파수들에서 AC 파형들을 순차적으로 생성하기 위해 발진기를 조절하도록 구성될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 주파수들은 EM 피드백(예컨대, 흡수가능한 에너지 값들)에 기초하여 선택될 수 있다.
- [0136] 몇몇 실시예들에서, 에너지 인가 유닛(예컨대, 도 1b에 포함된 유닛(119a))은 1개를 초과하는 수의 RF 에너지 소스를 포함할 수 있다. 예를 들어, 1개를 초과하는 수의 발진기는 상이한 주파수들의 AC 파형들을 생성하는 데 사용될 수 있다. 각기 생성된 AC 파형들은 하나 이상의 증폭기들에 의해 증폭될 수 있다. 따라서, 임의의 주어진 시간에, 방사 요소들은, 예를 들어 2개 이상의 상이한 주파수들(즉, 2개의 상이한 c-FAP들)에서 RF 파들을 구역(102)으로의 동시 방출을 야기할 수 있다.
- [0137] 몇몇 실시예들에서는, AC 신호(예컨대 발진기에 의해 생성된 신호)를 2개의 AC 신호들(예컨대, 분할 신호들)로 분할하는 스플리터(미도시)가 장치(100)에 제공될 수 있다. 제어기(150)는 2개의 분할 신호들 사이의 위상차가 시간 경과에 따라 변하도록 다양한 시간 지연들을 순차적으로 야기하기 위해 위상 천이기를 조절하도록 구성될 수 있다. 이 순차적인 과정은 위상 스위핑이라고 지칭될 수 있다.
- [0138] 몇몇 실시예들에서, 장치(100)는 적어도 하나의 인터페이스(160)(예를 들어, 도 1a 또는 도 1b에 예시됨)를 포함할 수 있다. 제어기(150)는 객체에 관련된 하나 이상의 처리 명령들 및/또는 다른 정보를 인터페이스(160)로부터 수신하도록 구성될 수 있다. 인터페이스(160)는 임의의 사용자 인터페이스, 예컨대 GUI, 터치스크린, 키패드, 마우스와 연관된 스크린 등을 포함할 수 있다. 제1 인터페이스는 사용자로부터 객체의 처리 상태의 표시를 수신하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 사용자는 식품 품목이 희망하는 익힌 정도까지 조리되거나 희망하는 브라우닝 수준에 도달하도록 제1 인터페이스를 통해 제어기에게 표시할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 제2 사용자 인터페이스(160)는 객체와 연관된 처리 상태를 나타내는 표현(즉, RF 피드백과 연관된 영상)을 사용자에게 표시하도록 구성될 수 있다. 예를 들어 센서(140)의 하나 이상의 신호들 - 예컨대, 처리가 그래프들로서 표시될 수 있는 객체 온도. 몇몇 실시예들에서, 단일 인터페이스(예컨대, 하나의 디스플레이)는 센서(들)의 하나 이상의 신호들을 사용자에게 표시하고 사용자로부터 입력들을 수신하도록 하는 양측 모두에 사용될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 사용자 인터페이스(160)는 객체를 처리하는 동안 하나 이상의 RF 피드백 및/또는 계산된 RF 피드백을 사용자에게 표시하도록 구성될 수 있다. 추가로, 또는 대안적으로, 제3 인터페이스(160)는 머신 판독가능한 요소, 예를 들어 바코드 판독기, RFID 판독기 등으로부터 정보(예컨대, 프로토콜(들))를 판독하고 수신할 수 있는 디바이스를 포함할 수 있다. 제어기(150)는, 인터페이스(160)로부터 수신된 정보에만 기초하거나 RF 피드백과 조합하여, 에너지 인가 프로토콜을 수신하도록 구성될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 제1 및/또는 제2 및/또는 제3 사용자 인터페이스들은 동일하다. 추가로, 또는 대안적으로, 제어기(150)는 단지 인터페이스로(160)부터 수신된 사용자 명령에만 기초하여 에너지 인가 프로토콜을 결정하도록 구성될 수 있는데, 예컨대 사용자는 GUI를 통해 정보 처리를 명령할 수 있다. 예를 들어, 제어기는 RF 피드백(예컨대, 평균 DR 값의 시간 도함수)의 목표 값(즉, 기준)을 인터페이스로부터(예컨대, 머신 판독가능한 요소 또는 사용자로부터) 수신할 수 있고, 제어기는 처리 동안에 RF 피드백을 감시하여 RF 피드백이 목표 값(즉, 기준)에 도달할 때 객체의 처리를 종료할 수 있다.
- [0139] 몇몇 실시예들에서, 사용자 인터페이스는 디스플레이(미도시)를 포함할 수 있고, 제어기는 감시된 RF 피드백 및/또는 객체와 연관된 처리 상태를 나타내는 표현을 사용자에게 표시하도록 추가로 구성될 수 있다. 그 후, 사용



자는 표시된 RF 피드백 또는 처리 상태에 기초하여 객체로의 에너지 인가를 어떻게 제어할 것인지를 결정할 수 있다. 디스플레이는 그래픽적으로나 임의의 다른 기법에 의해 시각적 표현을 사용자에게 표시하도록 구성된 임의의 스크린을 포함할 수 있다. 추가로, 또는 대안적으로, 디스플레이는 사용자에게 청각적 표현을 제공하도록 구성된 청각적 시스템을 포함할 수 있다.

[0140] 몇몇 실시예들에서, 사용자는 인터페이스(160)에 의해 사용자에게 제공(예컨대, 디스플레이)된 정보에 기초하여, 예를 들어 RF 피드백 및/또는 계산된 RF 피드백, 센서(들)(140)의 하나 이상의 신호들, 및 또는 이들의 상관성에 기초하여, 머신 판독가능한 요소(예컨대, 바코드)를 생성할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 바람직한 결과를 얻기 위해 하나 이상의 처리 상태들과 상관된 RF 피드백(예컨대, RF 피드백의 값(들)) 및/또는 사용된 에너지 인가 프로토콜은 사용자에게 의해 기록되어, 동일하거나 유사한 객체의 (예컨대, 자동 조리를 위한) 향후 처리에 사용되거나 또는 머신 판독가능한 요소를 생성하는 데 사용될 수 있다 - 예를 들어 객체를 처리할 때 특정 결과를 획득하기 위해 인터페이스에 특별한 프로그램을 생성하는 데 이용될 수 있다.

[0141] 이제, 본 발명의 몇몇 실시예들에 따라 몇몇 예시적인 캐비티들을 나타낸 도 2a 및 도 2b 를 참조한다. 몇몇 실시예들에서, 에너지 인가 구역은 캐비티 내부에 적어도 부분적으로 위치될 수 있다. 캐비티들(200, 및 210)은 예시적인 에너지 인가 구역들일 수 있고, 장치(100)의 일부분일 수 있다. 캐비티는 RF 에너지에 대해 실질적으로 불투과성인 물질로부터 제조되는 적어도 하나의 벽을 포함한 임의의 공극을 포함할 수 있다. 캐비티의 벽들 중 임의의 것은 RF 에너지에 불투과성인 물질로부터 제조될 수 있다. 예를 들어, 오븐은 주철, 스테인레스 강, 또는 알루미늄 합금들, 또는 캐비티를 구성하는 데 적합한 다른 금속류 및 합금들로부터 구성될 수 있다. 대안적으로, 적어도 하나의 벽은 RF 에너지에 적어도 부분적으로 투과성이고 RF 에너지에 실질적으로 불투과성인 물질로부터 제조된 코팅부로 코팅된 유전체 물질을 포함할 수 있다. RF 에너지에 대해 실질적으로 불투과성인 물질은 사전 결정된 임계치를 초과(예컨대, 90% 초과)하여 RF 에너지를 차단하거나 반사할 수 있는 임의의 물질을 포함할 수 있다.

[0142] 도 2a는 몇몇 실시예들에 따른 캐비티(200)의 도식적 표현을 나타낸다. 캐비티(200)는 캐비티 본체(202)를 포함할 수 있다. 캐비티 본체(202)는 객체(예컨대, 객체(103))의 적어도 일부분을 보유하도록 구성될 수 있다. 캐비티 본체(202)는 RF 에너지에 대해 실질적으로 불투과성인 물질로 구성되거나 그러한 물질로 코팅된 적어도 하나의 벽을 포함할 수 있다. 캐비티 본체(202)는 (예시된 바와 같은) 직사각형 형상, 원통형 형상 또는 임의의 다른 적합한 형상들을 가질 수 있다. 예를 들어, 캐비티 본체(202)는 식품을 조리하기 위한 쿠킹 오븐의 형상, 액체류를 처리하기 위한 원통형 탱크, 중합체를 경화시키거나 또는 부품들을 소결하기 위한 산업용 노, 흐르는 유체류 및/또는 기체류를 포함하는 파이프 등의 형태를 취할 수 있다. 캐비티(200)는 적어도 하나의 방사 요소를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 캐비티(200)는 도 2a에 예시된 3개(이상)의 방사 요소들(204a, 204b, 및 204c)을 포함할 수 있다. 임의의 또는 모든 방사 요소들(204a, 204b, 또는 204c)은 본 명세서에서 설명되는 방사 요소들 중 임의의 것과 연관되는 예들을 구성할 수 있다. 방사 요소들(204a, 204b, 및 204c)은 (예컨대, 객체의 처리 상태를 검출하기 위해) 캐비티로부터 RF 에너지를 방출하고/하거나 수신하도록 구성된 임의의 요소들을 포함할 수 있다. 방사 요소들은 RF 소스(예컨대, 도 1b에 예시된 소스(112)), 하나 이상의 RF 피드백을 검출하도록 구성된 검출기(예컨대, 도 1b의 검출기(118a)) 및 제어기(예컨대, 도 1b의 제어기(150))에 접속될 수 있다. 방사 요소들은 적어도 하나의 캐비티 벽에 근접하게 설치될 수 있다(예컨대, 요소(204a)). 방사 요소는 RF 투과 창(205)을 갖는 캐비티 벽에 근접하게 캐비티 외부에 설치될 수 있다(예를 들어, 요소(204b)). RF 투과 창(205)은 요소(204b)로부터 방출되는 RF 에너지의 적어도 일부분을 캐비티(200)로 전달할 수 있는 임의의 유전체 물질로 구성될 수 있다. 방사 요소는 객체(103)에 근접하거나 적어도 부분적으로 그 내부에 위치될 수 있다(요소(204c)). 예를 들어, 요소(204c)는 화학적 반응기 내의 용액 또는 양조 탱크 내의 맥주에 침지될 수 있고, 요소(204c)는 또한 필터 또는 컨버터를 가열하기 위해 필터 또는 촉매 변환기에 내장될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 방사 요소들(204a, 204b, 및 204c)은 하나 이상의 에너지 인가 유닛들(미도시)- (예컨대, 유닛(119 또는 119a))의 일부분일 수 있다.

[0143] 몇몇 실시예들에서, 캐비티(200)는 전술된 센서(140)와 유사할 수 있는 적어도 하나의 센서, 이를테면 센서들(206, 및 208)을 포함할 수 있다. 센서들(206, 및 208)은 예시적인 처리 상태 표시자들을 구성할 수 있다. 센서(206)는 객체(103) 내제되거나, 객체(103)에 침지되거나 객체(103)에 근접하게 실장될 수 있다. 센서(206)는 객체(103)의 속성(예컨대, 처리 상태의 표시)을 측정하도록 구성된 임의의 센서를 포함할 수 있다. 그 속성은 측정가능한 속성, 이를테면 온도, 압력, 부피, pH, 습도비, 밀도, 수분 등을 포함할 수 있다. 추가로 또는 대안적으로, 속성은 다른 특성들, 이를테면 색깔, 맛, 익힌 정도, 냄새 등을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 하나 이상의 속성들이 센서(206)에 의해 감지(예컨대, 검출)될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 센서(206)는 캐비티

(200)에서 검출되는 RF 피드백(예컨대, 미가공 RF 피드백 파라미터들)을 측정하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 센서(206)는 방사 요소(들)에 의해 캐비티(200)에서 여기되는 EM 장의 세기를 측정하도록 구성될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 센서(208)는 캐비티(200)에서 적어도 하나의 벽 인근에 또는 그러한 벽 상에 설치될 수 있다. 센서(208)는 객체(103) 또는 캐비티(200)의 속성(예컨대, 처리 상태를 나타내는 특질, 조건 등)을 측정하도록 구성된 임의의 센서를 포함할 수 있다. 센서(206)와 유사하게, 센서(208)는 객체(103)와 연관된 하나 이상의 속성들 및/또는 객체의 주변 환경을 감지할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 센서들(206, 및 208)은 동일하거나 유사한 속성들을 감지하도록 구성될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 센서들(206, 및 208)은 상이한 속성들을 감지할 수 있다. 예를 들어, 센서(206)는 객체의 온도를 감지할 수 있고, 센서(208)는 객체(103) 부근에서 캐비티(200)의 습도를 감지할 수 있다. 센서들(206, 및 208)은 제어기(예컨대, 제어기(150))와 통신할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 객체의 처리(예컨대, 에너지 인가)는 센서(206 및/또는 208)에 의해 감지된 하나 이상의 신호들에 따라 제어될 수 있다.

[0144] 몇몇 실시예들에서, 캐비티(200)는 적어도 하나의 에너지(열)원(209)을 더 포함할 수 있다. 소스(209)는 객체(103)를 처리하기 위해 캐비티(200)에 에너지(예컨대, 열)를 인가하도록 구성될 수 있다. 소스(209)는 임의의 대류열 소스, 예를 들어: 필라멘트, 고온 충돌, 가스 플레임, 또는 대류 수단에 의해 열을 객체에 인가하도록 구성된 임의의 다른 가열 요소를 포함할 수 있다. 추가로 또는 대안적으로, 소스(209)는 객체(103)에 IR 방사를 가하도록 구성된 IR 램프를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 에너지는 2개의 상이한 소스들로부터 객체를 처리하기 위해 인가될 수 있다. 예를 들어, 소스(209)는 열(대류열 또는 IR열)을 인가할 수 있으며, 방사 요소들(204a, 204b 및/또는 204c) 중 적어도 하나는 마찬가지로 객체를 처리하고/하거나 객체로부터 RF 피드백을 수신함으로써 객체의 처리 상태를 검출하기 위해 RF 에너지를 인가할 수 있다. 소스(209)는 에너지(예컨대, 열)를 인가할 수 있고, 동시에, 연속으로, 또는 이들 양측의 조합으로, 적어도 하나의 방사 요소는 객체를 처리하기 위해 RF 에너지를 추가로 인가할 수 있다. 대안적으로, 객체를 처리하기 위한 에너지는 단지 소스(209)로부터만 인가될 수 있고, 방사 요소들은 객체의 처리 상태를 검출하기 위해 RF 에너지를 인가할 수 있다.

[0145] 도 2b는 본 발명의 몇몇 실시예들에 따른 예시적인 캐비티를 나타낸다. 캐비티(210)는, 예를 들어 도 2a에 도시된 구성요소들 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 캐비티(210)는 캐비티 본체(212)를 포함할 수 있다. 캐비티 본체(212)는 RF 에너지에 대해 실질적으로 불투과성인 물질로 구성된 적어도 하나의 벽을 포함할 수 있다. 캐비티(210)는 객체의 적어도 일부분의 보유를 허용하는 임의의 형상 또는 크기를 가질 수 있다. 캐비티(210)는 캐비티 본체(212)로부터 RF 에너지를 방출 및/또는 수신하도록 구성된 적어도 하나의 방사 요소를 더 포함할 수 있고, 선택적으로 1개를 초과하는 수의 방사 요소(예컨대, 3개의 요소들(204d, 204e, 및 204f))이 캐비티(210)에 설치될 수 있다. 각각의 요소들(204d, 204e, 및 204f)은 검출기(예컨대, 도 1b에 예시된 검출기(118a))에 접속될 수 있으며, 요소들(204d, 204e, 및 204f)에 접속된 검출기들로부터 RF 피드백에 관련된 신호들을 수신하도록 구성된 제어기(예컨대, 제어기(150))와 통신할 수 있다. 방사 요소들(204d, 204e, 및 204f)은 하나 이상의 에너지 인가 유닛들(미도시)-(예컨대, 유닛(119 또는 119a))의 일부분일 수 있다. 요소들(204d, 204e, 및 204f)로부터 수신된 RF 피드백(예컨대, 계산된 RF 피드백)은 객체의 처리 상태를 나타낼 수 있다. 요소들(204d, 204e, 및 204f)은 캐비티 본체(212) 벽들에 또는 그러한 벽들의 근처에 위치될 수 있다. 각각의 요소는 상이한 벽 상에 위치될 수 있다. 추가로 또는 대안적으로, 1개를 초과하는 수의 방사 요소는 동일한 벽 상에 위치될 수 있다. 본 발명은 임의의 특정 방사 요소들의 구성으로 제한되는 것은 아니다. 요소들(204d, 204e, 및 204f)은 본 발명의 실시예들에 따른 임의의 방사 요소들(예컨대, 요소들(110, 111 등))일 수 있다. 요소들(204d, 204e, 및 204f)은 캐비티 본체(212) 벽들과 적어도 하나의 구획(214) 사이의 체적(216)에 위치될 수 있다. 선택적으로, 1개를 초과하는 수의 구획(214)(예컨대, 도 2b에 예시된 2개의 구획들)이 캐비티(210)에 설치될 수 있다. 구획들(214)은 RF 에너지에 적어도 부분적으로 투과성인 물질로부터 구성될 수 있다. 추가로, 또는 대안적으로, 적어도 하나의 구획(214)은 RF에 대해 적어도 부분적으로 투과성인 물질로 이루어진 적어도 하나의 창을 포함할 수 있다. RF 에너지에 대해 투과성인 물질들의 몇몇 예들은 다양한 유리류, 중합체들 및 몇몇 세라믹류와 그들의 조성물들을 포함할 수 있다. 구획들(214)은 내부 체적(215)과 방사 요소들(204d, 204e, 및 204f) 중 하나 이상을 분리시킬 수 있다. 요소들(204d, 204e, 및 204f)은 적어도 하나의 외부 체적(216)에 설치될 수 있다. 내부 체적(215)은 객체(예컨대, 객체(103))의 적어도 일부분을 보유하도록 구성될 수 있고, 구획들(214)은 방사 요소들로부터 객체를 분리하도록 구성될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 에너지 인가 구역은 내부 체적(215) 내에 적어도 부분적으로 위치될 수 있다. 예를 들어, 객체가 조리될 육류 또는 닭인 경우, 구획들(214)은 조리 동안 육류 또는 닭으로부터 배출되는 물 및 기름 증기들로부터 요소들(204d, 204e, 및 204f)을 보호할 수 있다. 또 다른 예에서, 객체는 반응될 화학 용액을 포함할 수 있고, 내부 체적(215)은 화학적 반응기일 수 있다. 따라서, 구획들(214)은 화학 용액에 의한 부식 공격으로부터 요소들(204d, 204e, 및 204f)을 보호할 수 있다.

- [0146] 몇몇 실시예들에서, 캐비티(210)는 트레이(218)를 더 포함할 수 있다. 트레이(218)는 체적(215)에 위치되어 체적(215)을 2개의 부분들로 분리시키며, 각각의 부분들은 상이한 객체(들)을 보유할 수 있다. 트레이(218)는 RF 에너지에 대해 적어도 부분적으로 투과성일 수 있어, 2개의 상부 방사 요소(204d, 및 204e)로부터 인가되는 에너지의 적어도 일부분이 캐비티(210)의 하부에 진입하게 할 수 있으며, 하부 방사 요소(204f)에 대해서는 반대로 할 수 있다. 트레이(218)는 내열성 중합체, 예를 들어 실리콘, 테프론 등을 포함할 수 있다. 트레이(218)는 유리(예컨대, 파이렉스라고도 공지된 강화된 소다 석회 유리) 또는 세라믹 물질을 포함할 수 있다. 트레이(218)는 RF 에너지에 대해 실질적으로 불투과성일 수 있어, 요소들(204d, 및 204e)로부터 방출된 대부분 또는 모든 RF 에너지가 캐비티(210)의 하부에 진입하는 것을 방지하도록 할 수 있고, 그 반대로 할 수 있다. 트레이(218)는, 예를 들어 다양한 스테인레스 강, 주철, 알루미늄계 합금들, 구리계 합금들 등을 포함하는 임의의 금속성 물질을 포함할 수 있다.
- [0147] 몇몇 실시예들에서, 캐비티(210)는 도 2a와 관련하여 예시되고 개시된 소스(209)와 유사한 하나 이상의 에너지(열)원들(209a, 및 209b)를 더 포함할 수 있다. 소스(209b)는 체적(215)의 하부에 에너지(예컨대, 열)를 인가하도록 위치될 수 있고, 소스(209a)는 체적(215)의 상부에 에너지(예컨대, 열)를 인가하도록 위치될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 에너지는 소스들(209a, 및 209b)로부터 체적(215) 중 어느 한 부분 또는 양측 부분들에 배치된 객체(들)을 처리하도록 인가될 수 있고, RF 에너지는 방사 요소(204d, 204e, 및 204f)로부터 (예컨대, 객체를 처리(가열)하고/하거나 객체의 처리 상태(들)를 검출하도록) 인가될 수 있다.
- [0148] 본 발명의 몇몇 실시예들에 따라 RF 피드백에 기초하여 에너지 인가 구역으로의 에너지 인가를 제어하는 방법(300)이 도 3a의 흐름도에 제시되어 있다. 방법(300)은 에너지 인가 구역에 RF 에너지를 인가하여, 객체의 처리 동안 에너지 인가 구역에 배치된 객체의 처리 상태를 검출하는 단계를 포함할 수 있다. 방법(300)은 장치들(100)을 사용하여 제어기(150)에 의해 수행될 수 있다. RF 에너지는, 단계(302)에서, 하나 이상의 방사 요소들을 통해 에너지 인가 구역(예컨대, 구역(102) 및 캐비티들(200, 및 210))에 인가될 수 있다. RF 에너지는 RF 피드백(예컨대, 계산된 RF 피드백)을 검출하기 위해, 객체의 처리 동안에 인가될 수 있다. RF 에너지는 하나 이상의 여기 셋업들에서 인가될 수 있다. RF 에너지는, 예를 들어 매 1초, 3초, 5초 또는 10초, 또는 다른 시간 주기들마다 인가될 수 있다. 객체는 (예컨대, 대류 또는 IR로) 에너지를 인가함으로써 처리될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 낮은 양들의 RF 에너지가 초기에 하나 이상의 여기 셋업들에서 인가될 수 있다. 낮은 RF 양들의 에너지는, 구역에 배치된 객체(예컨대, 객체(103))의 처리를 거의 또는 전혀 초래하지 않는, 에너지 인가 구역에 인가되는 에너지의 양들로서 정의될 수 있다. 예를 들어, 낮은 양들의 에너지는 식품 품목을 조리하고, 냉동된 객체를 해동하고, 화학 반응을 야기하거나 가속화하는 등을 하기에 충분하지 않을 수 있다. 낮은 양들의 에너지는, 예를 들어 RF 소스(예컨대, 소스(112))로부터 낮은 RF 전력을 인가함으로써 또는 매우 짧은 시간 주기 동안 고전력을 인가함으로써 인가될 수 있다. 대안적으로, 단계(302)에서의 RF 에너지 인가는 에너지 인가 구역에 배치된 객체를 특정 정도만큼 처리하기에 충분한 에너지 수준에서 이행될 수 있다. 단계(302)에서의 RF 에너지 인가는, 예를 들어 1개보다 많은 여기 셋업에서 에너지의 시간 경과에 따른 송신에 의해, (예컨대, 복수의 주파수들로) 장치(100)에서 이용가능한 복수의 여기 셋업들에 걸쳐 스위칭함으로써 이행될 수 있다. 제어기(예컨대, 제어기(150))는 복수의 여기 셋업들에 걸쳐 스위칭하고 각각의 여기 셋업에서 인가될 일정한(예컨대, 낮은) 양의 에너지를 할당함으로써 RF 에너지 인가를 제어할 수 있다.
- [0149] 그 후, 제어기는 단계(304)에서 에너지 인가 구역으로부터 RF 피드백을 수신하거나 검출하고, 선택적으로 감시할 수 있다. RF 피드백은 RF 에너지 인가에 응답하여 검출(수신)될 수 있다. RF 피드백은 단계(302)에서 인가된 RF 에너지의 결과를 포함할 수 있다. RF 피드백은, 에너지 인가 구역에서 선택적으로는 각각의 인가된 여기 셋업에서 미가공 RF 피드백을 측정하도록 구성된 하나 이상의 센서들 및/또는 검출기들로부터 수신될 수 있다. 수신된 미가공 RF 피드백은 - 예를 들어, 에너지 인가 구역으로부터 수신된 미가공 RF 피드백 파라미터들 또는 값들의 수학적 조작을 이행함으로써, 계산된 RF 피드백을 결정하도록 처리될 수 있으며, 예를 들면 계산된 RF 피드백은 DR, 평균 DR, 신호들 중 임의의 것의 시간 도함수 등을 포함할 수 있다. 계산된 RF 피드백은 객체의 하나 이상의 처리 상태들과 상관될 수 있다. RF 피드백 값(또는 계산된 RF 피드백)과 객체의 처리 상태 사이의 상관성을 (예컨대, 제어기(150)와 연관된 메모리 또는 머신 판독가능한 요소에) 기록하는 방법(330)이 도 3c에서 개시된다. 상관성 기록은 가열되고 있는 전형적인 객체(예컨대, 객체(103))의 가열 동안 행해질 수 있다. 전형적인 객체는 가열된 객체의 특성들 중 적어도 일부를 포함할 수 있다. 따라서, RF 피드백 및 객체의 처리 상태 표시가 전형적인 객체의 가열 실험 동안에 상관되고 기록될 때, 기록된 상관성은 객체(예컨대, 객체(103))로의 에너지 인가를 제어하는 데 이용될 수 있다.
- [0150] 몇몇 실시예들에서, 계산된 RF 피드백은, 예를 들어 기록된 상관성(예컨대, 특업 테이블로서 저장됨)과 수신된



계산된 RF 피드백(예컨대, 계산된 RF 피드백의 하나 이상의 값들)을 비교함으로써, 객체의 처리 상태를 검출하도록 감시될 수 있다. 제어기(예컨대, 제어기(150))는 객체의 처리(예컨대, 가열) 전, 동안, 또는 후에 적어도 하나의 계산된 RF 피드백 파라미터(예컨대, DR, 평균 DR,  $\Gamma$ 의 시간 도함수 등)를 감시할 수 있다. 제어기는 적어도 하나의 감시된 계산된 RF 피드백 파라미터(예컨대, 그 값)을, 예를 들어 특정 테이블에 기록되고 저장되어 있는 상관된 계산된 RF 피드백(값)과 비교할 수 있다. 수신된 상관성은 객체의 하나 이상의 처리 상태들을 판정하는 데 이용될 수 있다. 상관성은 제어기와 연관된 메모리 또는 객체와 연관된 머신 판독가능한 요소에 기록 및 저장될 수 있고, 제어기는 메모리 및/또는 머신 판독가능한 요소로부터 RF 피드백과 객체 처리 상태 사이의 상관성을 수신하도록 구성될 수 있다. 상관된 계산된 RF 피드백(예컨대, 하나 이상의 값들)은 처리된 객체를 나타낼 수 있는 다른 객체의 처리 동안에 수집될 수 있다.

[0151] 미가공 RF 피드백은 매 1초, 3초, 5초 또는 10초, 또는 임의의 다른 바람직한 시간 주기들에서 감지되거나 검출될 수 있다. 다양한 RF 피드백들은, 다양한 여기 셋업들에서의 RF 에너지 인가 동안, 예를 들어 복수의 여기 셋업들에 걸쳐 스위핑 동안, 제어기에 의해 수신될 수 있다. 제어기는 일부 또는 모든 RF 피드백(예컨대, 그 값들)을 대응하는 여기 셋업과 연관시키도록 구성될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 처리가 시작되기 전에 검출될 때 - 단계(304)에서 수신된 계산된 RF 피드백이 객체의 초기 상태를 나타낼 수 있다. 객체의 예시적인 초기 상태는 냉동된 객체, (예컨대 임계 온도 아래로) 동결된 객체, 처리 전에 실온 또는 일반적으로는 객체의 초기 온도에 있는 객체, 상이한 해동 상태들, 객체의 부피, 객체 또는 객체들과 연관된 조각들 또는 품목들의 수, 패키지 내의 각각의 품목의 위치 등을 포함할 수 있다.

[0152] 몇몇 실시예들에서, RF 피드백(예컨대, 계산된 RF 피드백)은 객체의 하나 이상의 처리 상태들과 상관될 수 있다. 상관성은 방법(330)에 따라 결정될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 제어기는 감시된 RF 피드백(예컨대, 계산된 RF 피드백)에 기초하여 객체의 하나 이상의 처리 상태들을 검출할 수 있다. 제어기는 검출된 처리 상태(들)를 사용자에게 (예컨대, 인터페이스(160)를 통해) 표시하거나 그렇지 않다면 제공할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 사용자는 적어도 하나의 프로세서가, 제공된 처리 상태(들)에 기초하여 객체를 처리하게 하도록 구성된 명령들을 제공할 수 있다.

[0153] 단계(306)에서, 제어기는 수신되고 선택적으로는 감시된 RF 피드백에 기초하여 에너지를 인가함으로써 객체의 처리를 제어할 수 있다. 예를 들어, 제어기는 에너지 인가 구역으로부터 수신된 계산된 RF 피드백 값들이 임계치보다 낮거나 높은 값들을 포함할 때 에너지 인가를 야기할 수 있다. 추가로, 또는 대안적으로, 객체가 RF 에너지에 의해 처리될 때, 제어기는 각각의 여기 셋업에서 인가된 RF 에너지 양들을 그 여기 셋업에서 계산된 RF 피드백의 함수로서 조절할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 제어기는 계산된 RF 피드백(그 값)이 사전 결정된 임계치에 도달하거나 그러한 임계치보다 아래일 때 과정을 종료할 수 있다.

[0154] 몇몇 실시예들에서, 그 과정은 반복될 수 있고, RF 에너지는 에너지 인가 동안 및/또는 후에 객체의 처리 상태를 검출하도록 인가될 수 있다. 단계들(302 및 304)은 반복될 수 있고 처리는 단계(304)에서 수신된 계산된 RF 피드백에 기초하여 단계(306)에서 재조절될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 단계들(302 및 304)은 객체를 처리하는 동안 여러 차례 - 예컨대, 매 3초 또는 5초마다 - 수행될 수 있다.

[0155] 몇몇 실시예들에서, 에너지 인가 프로토콜은 에너지 인가 구역으로부터 수신된 RF 피드백 (예컨대, 계산된 RF 피드백)에 기초하여 설정될 수 있다. 도 3b에서 흐름도로 표현된 방법(310)은 단계(312)에서 에너지 인가 구역(예컨대, 구역(102))에 객체(예컨대, 객체(103))를 배치하는 것을 포함할 수 있다. 방법(310)은 장치들(100)을 사용하여 제어기(150)에 의해 수행될 수 있다. RF 에너지는, 단계(314)에서, 예를 들어 제어기(150)에 의해, 제1 RF 피드백(예컨대, 계산된 RF 피드백)을 수신하고 감시함으로써 객체의 처리 상태를 검출하도록 에너지 인가 구역에 인가될 수 있다. 단계(314)에서 수신된 RF 피드백은 객체의 초기 상태를 나타낼 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 검출된 초기 상태는 사용자에게 (예컨대, 인터페이스를 통해) 표시될 수 있다. RF 에너지는, 예를 들어 이용가능한 여기 셋업들 중 적어도 일부분에 걸쳐 스위핑함으로써 복수의 여기 셋업들에서 인가될 수 있고, RF 피드백은 방법(300)에서의 단계들(302 및 304)과 관련하여 개시된 바와 같이, 인가된 여기 셋업들 각각과 연관되고 수신될 수 있다. 수신된 RF 피드백(예컨대, 하나 이상의 값들 또는 경향 - 예를 들어 값이 시간 경과에 따라 증가하는 것으로부터 감소하는 것으로의 변화)은 전송된 바와 같이 객체의 하나 이상의 처리 상태들과 상관될 수 있다.

[0156] 수신된 제1 RF 피드백에 기초하여, 제어기(예컨대, 제어기(150))는 단계(316)에서 에너지 인가 프로토콜을 설정하거나 결정할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 사용자는 표시된 초기 상태에 응답하여 에너지 인가 프로토콜을 설정(선택)할 수 있다(예컨대, 사용자는 복수의 표시된 프로토콜들로부터 프로토콜을 선택할 수 있다). 인터페이

스는 에너지 인가 프로토콜을 제어기에 전송할 수 있다. 에너지 인가 프로토콜은 에너지가 에너지 인가 구역에 인가될 수 있는 하나 이상의 규칙들을 포함할 수 있다. 규칙들은 수신된 RF 피드백에 기초하여 인가될 에너지의 양(예컨대, 온도, 전력 레벨 에너지 인가 지속기간들) 또는 에너지의 유형(예컨대, RF 에너지, IR 에너지 또는 대류열)을 설정하는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, RF 피드백이, 이스트 반죽이 충분히 숙성되어 베이킹될 준비가 되었음을 나타내는 처리 상태와 상관되었을 때, 제어기는 오븐에 30분 동안 180°를 가하도록 하는 규칙을 설정할 수 있다. 객체가 또한 RF 에너지에 의해 처리될 경우, 규칙들은, 복수의 여기 셋업들로부터, RF 에너지가 인가될 수 있는 여기 셋업들의 선택을 제어할 수 있다. 추가로, 또는 대안적으로, 규칙들은, 예를 들어 RF 에너지원(예컨대, 소스(112, 122, 및 132)로부터 각각의 방사 요소(예컨대, 요소(110, 120, 및 130))에 공급되는 전력량 및/또는 시간을 설정함으로써, 각각의 여기 셋업에서 인가될 에너지량을 결정할 수 있다. 에너지 인가 프로토콜은 하나 이상의 RF 피드백들에 기초하여 설정될 수 있다.

[0157] 에너지는, 단계(316)에서 설정된 에너지 인가 프로토콜에 따라 단계(318)에서 객체를 처리하도록 에너지 인가 구역에 인가될 수 있다. 에너지는 하나 이상의 열원들(예컨대, 소스(209, 209a, 및 209b))를 통해 인가될 수 있다. 예를 들어, 소스(209)는 쿠킹 오븐에 필라멘트를 포함할 수 있으며, 이 경우에 그 오븐은 온도조절장치를 포함할 수 있고, 그 오븐을 30분 동안 180℃로 가열하도록 구성될 수 있다. 추가로, 또는 대안적으로, RF 에너지는 하나 이상의 RF 소스들에 접속된 방사 요소들을 통해 객체를 처리하도록 인가될 수 있다. 에너지원 및/또는 RF 소스는 설정 프로토콜에 따라 에너지를 인가하도록 제어기에 의해 제어될 수 있다. 에너지 인가 후 또는 인가 동안, 제2 RF 피드백(예컨대, 계산된 RF 피드백)이 (객체를 처리하는 동안) 에너지 인가 구역으로부터 수신되고 선택적으로 감시되어, 에너지 인가 후 또는 인가 동안 객체의 처리 상태(들)를 검출할 수 있다(단계(320)). 몇몇 실시예들에서, 처리 상태(들)는 처리 동안 사용자에게 (예컨대, 인터페이스를 통해) 표시될 수 있다. 선택적으로, 제2 유형의 RF 피드백은 제1 유형의 RF 피드백과 유사할 수 있다. 대안적으로, 제2 유형의 RF 피드백은 제1 유형의 RF 피드백과 상이할 수 있다. 예를 들어, 단계(314)에서 수신된, 이스트 반죽이 충분히 숙성되었음을 나타내는 제1 계산된 RF 피드백은 DR을 포함할 수 있고, 이스트 반죽이 완전히 베이킹되었음을 나타내는 제2 계산된 RF 피드백은 평균 DR의 시간 도함수를 포함할 수도 있다. 제2 RF 피드백의 값들은 단계(322)에서 제어기에 이용가능한 값, 예컨대 종료 기준과 비교될 수 있다. 종료 기준은 객체의 처리 상태, 예컨대 최종적으로 바람직한 객체의 상태와 상관된 적어도 하나의 RF 피드백 값(예컨대, 계산된 RF 피드백 값)을 포함할 수 있다. 종료 기준은, 단계(324)에서, 제어기와 연관된 메모리, 머신 판독가능 요소(예컨대, 바코드 태그 또는 RFID 태그)에 포함되거나 제어기에 접속된 원격 위치(예컨대, 인터넷)로부터 제어기로 전송된 명령을 나타내는 데이터에 기록 및 저장될 수 있다. 예를 들어, 종료 기준은 평균 DR의 단일 값, DR(ESi)의 값들의 세트, S<sub>11</sub>(ESi)의 값들의 세트, 특정 여기 셋업(ES)에서 DR의 단일 값, 구역으로부터 반사된 전력의 시간 도함수, DR(ESi)의 시간 도함수 등을 포함할 수 있다. 제2 RF 피드백과 연관된 값이 종료 기준과 실질적으로 동일하다면, 예컨대 반죽이 완전히 베이킹될 때(단계(322)-예), 에너지는 단계(326)에서 종료될 수 있고, 에너지 인가 구역에 배치된 객체의 처리는 종료될 수 있다. 제2 RF 피드백 값이 종료 기준과 동일하지 않다면(단계(322)-아니오), 과정은 단계(314)로 되돌아갈 수 있고 종료 기준이 충족될 때까지 반복된다. 몇몇 실시예들에서, 1개를 초과하는 종료 기준이 RF 에너지 인가에 이용될 수 있고, 제어기는 모든 기준들이 충족될 때까지, 적어도 2개의 기준들 등이 충족될 때까지 에너지의 인가를 야기할 수 있다.

[0158] 몇몇 실시예들에서, 다른 기준들이 RF 에너지 인가 동안에 저장되고 비교될 수 있다. 예를 들어, 상이한 기준들이 다양한 에너지 인가 프로토콜들 사이에서 스위칭하는 데 이용될 수 있다. 제1 프로토콜은, 예를 들어 이스트 반죽을 숙성시키기 위해 40℃를 적용시킬 수 있고, RF 피드백에 따라 설정될 수 있고, 디폴트로서 설정되거나, RF 에너지 인가 전에 사전 결정될 수 있다. 제1 프로토콜은 제1 기준, 예를 들어 반죽이 충분히 숙성되었다는 기준들이 충족될 수 있을 때 종료될 수 있다. 제1 프로토콜 다음에는, 종료 기준이 적용될 때까지, 제2 EM 인가 프로토콜(예컨대, 30분 동안 180℃에서 반죽을 베이킹한다) 및 제2 기준(예컨대, 반죽이 베이킹된다)이 이어질 수 있다. 이 개념은 방법(400)을 참조하여 폭넓게 설명된다.

[0159] 적어도 하나의 처리 상태 표시자에 의해 나타내진, 객체의 처리 상태를 객체의 처리 동안에 수신된 RF 피드백과 상관시키고 선택적으로 기록하는 방법(330)은 본 발명의 몇몇 실시예들에 따라 도 3c의 흐름도에 제시된다. 방법(330)은 장치들(100)을 사용하여 제어기(150)에 의해 수행될 수 있다. 적어도 하나의 처리 상태 표시자에 의해 나타내지거나 수신된 객체의 처리 상태와, 에너지 인가 구역에서 객체의 처리 동안에 에너지 인가 구역으로부터 수신된 RF 피드백(예컨대, 하나 이상의 값들 또는 RF 피드백 또는 계산된 RF 피드백)과의 상관성을 기록하는 장치는 도 1a, 도 1b, 도 2a 및 도 2b에서 설명된 하나 이상의 구성요소들을 포함할 수 있으며, 방법(330)을 채용할 수 있다. 장치는 객체와 연관되는 머신 판독가능한 요소를 생성하도록 추가로 구성될 수 있다. 방법

(330)은 시험 객체에 대해 수행될 수 있고, 기록된 상관성은 유사하거나 동일한 객체를 처리하는 데 이용될 수 있다. 방법(330)은 시험 객체와 유사하거나 동일한 객체들과 연관되는 머신 판독가능한 요소 또는 처리 프로그램(예컨대, 쿠킹 프로그램)을 생성하기 위해 수행될 수 있다. 처리될 객체는 단계(332)에서 에너지 인가 구역(예컨대, 구역들(102), 및 캐비티들(200, 및 210))에 배치될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 사용자는 시험 객체에 관한 추가적인 정보 - 예컨대, 객체의 유형(예를 들어, 케이크, 스테이크 등), 크기, 캐비티 내의 객체 위치(예컨대, 다단 오븐들에서의 트레이 단)를 제공할 수 있다. 대안적으로, 또는 추가로, 추가적인 정보는 시험 객체와 연관된 머신 판독가능한 요소로부터 판독될 수 있다. 에너지는 단계(334)에서 객체를 처리하기 위해 객체에 인가될 수 있다. 예를 들어, 소스들(209, 209a 및/또는 209b)은 쿠킹 오븐에 배치된 케이크를 베이킹하기 위해 대류열을 인가할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 에너지는 사용자에게 의해 제공된 명령들에 따라 인가될 수 있다(예컨대, 사용자는 객체에서 흡수될 바람직한 에너지량(KJ)을 나타낼 수 있거나 바람직한 대류열 온도를 제공할 수 있다). 객체의 처리 상태(예컨대, 화학적 또는 물리적 속성 또는 조리 상태)의 표시는 단계(336)에서 에너지 인가 동안(즉, 인가 전, 인가 동안, 및 인가 후)에 수신될 수 있다. 객체의 처리 상태의 표시는 다양한 처리 상태 표시자들, 예를 들어 에너지 인가 구역 또는 그 구역 주위에 배치된 객체의 처리 상태를 나타내는 변수를 감지하도록 구성된 센서들, 예컨대 센서들(140, 206, 및 208)로부터 수신될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 센서들(처리 상태 표시자들)에 의해 감지된 처리 상태는 사용자에게 표시될 수 있다. 추가로, 또는 대안적으로, 객체의 처리 상태의 표시는 사용자로부터 수신될 수 있고, 처리 상태 표시자는 객체의 처리 상태의 표시(예컨대, 익힌 정도, 희망 색깔 등)를 사용자로부터 수신하도록 구성된 제1 사용자 인터페이스를 포함할 수 있다. 제어기(150)는 객체의 처리 상태의 표시를 기록할 수 있다. 예를 들어, 제어기는 (예컨대, 스테이크의 온도가 50℃에 도달했고 스테이크가 중간 익힌 정도에 도달했을 때) 스테이크 내부의 온도를 나타내는 온도계로부터 온도 신호를 기록할 수 있다. 또 다른 예에서, 제어기는 건조될 건조 캐비닛에 배치된 장과류의 무게(예컨대, 저울로부터 수신됨)를 기록할 수 있다. 몇몇 환경들에서, 무게는 장과류가 특정 수분량을 잃었음을 나타낼 수 있다.

[0160] 에너지 인가 및 처리(예컨대, 조리, 건조, 베이킹 등) 동안, RF 피드백은 에너지 인가 구역으로부터 RF 피드백을 검출하도록 구성된 적어도 하나의 검출기로부터 수신될 수 있다(단계(338)). RF 에너지는, 선택적으로 복수의 여기 셋업들(예컨대, 복수의 주파수들)에 걸쳐서 에너지 인가 구역에 스위칭함으로써 인가될 수 있다. RF 에너지는 방사 요소들(예컨대, 요소들(110, 120, 130, 204a-204f))로부터 방출될 수 있고, 방사 요소들에 역반사되거나 결합될 수 있다. RF 에너지 인가의 결과로서, RF 피드백은 에너지 인가 구역으로부터 수되어 객체의 처리 동안 제어기(150)에 의해 기록될 수 있다(예컨대, 하나 이상의 값들). 예를 들어, 제어기(150)는 시간의 함수로서 모든 여기 셋업들에 걸친 평균 DR 및/또는 각각의 여기 셋업에서의 DR의 값들을 기록할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, DR의 값들은 객체 처리의 일부 또는 전체 동안 감시될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 검출기(들)에 의해 수신된 RF 피드백 및/또는 계산된 RF 피드백은 사용자에게 표시될 수 있다.

[0161] 몇몇 실시예들에서, 사용자는 과정을 평가할 수 있다(예컨대, 사용자는 처리 상태를 평가하고 바람직한 처리 상태와 비교할 수 있다). 선택적으로, 바람직한 결과들이 획득되지 않을 때, 추가적인 시험 객체가 상이한 명령들 - 예컨대, 상이한 에너지 프로토콜들 등에 따라 처리될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 사용자는 바람직한 결과들이 획득되었음을 (예컨대, 인터페이스를 통해) 나타낼 수 있다. 대안적으로, 바람직한 결과가 획득되었는지의 표시는 장치에 제공된 하나 이상의 센서들(처리 상태 표시자들)에 의해 나타내질 수 있다. 이러한 경우에 있어서, 객체를 처리하는 데 이용되었던 프로그램(예컨대, 하나 이상의 에너지 프로토콜들)은 머신 판독가능한 요소(예를 들어, 도 8a 및 도 8b에 예시됨)에 기록될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 프로그램은 (예컨대, 머신 판독가능한 요소 상에) 기록되기 전에 승인을 위해 사용자에게 표시될 수 있다.

[0162] RF 피드백(예컨대, 하나 이상의 값들 또는 경향들)은 단계(340)에서 객체 처리 상태의 표시(예컨대, 처리 상태 표시자에 의해 수신된 하나 이상의 신호들)와 상관될 수 있고, 상관성은 기록될 수 있다. 제어기는, 피드백이 (동시에, 상이한 시간들에, 또는 약간 늦은 시간에) 획득될 때, 처리 상태의 기록된 표시와 RF 피드백을 상관시킬 수 있다. 기록된 상관성(들)은 객체의 하나 이상의 처리 상태들을 검출하는 데 이용될 수 있고, 시험 객체와 유사한 객체(들)을 처리하기 위해 에너지 인가를 제어하는 기준/기준들을 설정할 수 있다. 예를 들어, 객체의 온도 측정치들은 평균 DR 값들과 상관될 수 있고, 희망하는 목표 온도에 상관되는 평균 DR이 기준으로서 설정될 수 있고, 머신 판독가능한 요소에 포함된 데이터 저장부에 기록될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, RF 피드백 중 하나 이상(예컨대, 값들)은 객체의 적어도 하나의 처리 상태에 상관될 수 있고, 머신 판독가능한 요소, 및/또는 제어기와 연관된 메모리, 및/또는 제어기에 접속된 원격 위치에 포함된 명령들을 나타내는 데이터에 기록 및 저장될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 머신 판독가능한 요소는 식별 번호 (e/g/. 태그 ID)와 연관될 수 있고, 기록



된 데이터는 식별 번호가 그 데이터와 연관될 수 있도록 원격 위치에 저장될 수 있다.

[0163]

도 4는 기준, 본 발명의 몇몇 실시예들에 따라 기준, 예를 들어, 방법(330)의 단계(340)에 개시된 기준에 기초하여 에너지 인가를 제어하는 방법(400)의 흐름도이다. 제어기(예컨대, 제어기(150))는 임의의 적합한 시스템(예컨대, 장치(100))를 이용하여 방법(400)을 실행하도록 구성될 수 있다. 방법(400)은 검출된 기준에 기초하여 2개 이상의 에너지 프로토콜들 사이에서 스위칭하는 것을 포함할 수 있다. 기준은 객체의 처리 상태 또는 연관된 RF 피드백(예컨대, 계산된 RF 피드백)과 연관될 수 있다. 제어기는 단계(402)에서  $i$ 를 0으로 설정( $i=0$ )함으로써 초기 처리 단계를 결정할 수 있다. 선택적으로, 초기 처리 단계( $i=0$ )에서, 제어기는 단계(404)에서 인터페이스로부터 수신된 아이덴티티 정보에 기초하여 처리될 객체를 식별할 수 있다. 인터페이스(예컨대, 인터페이스(160))는 머신 판독가능한 요소, 예를 들어 태그 판독기(예컨대, 바코드 판독기 또는 RFID 판독기) 상에 기록된 데이터를 판독하도록 구성된 시스템을 포함할 수 있고, 객체의 아이덴티티는 태그(예컨대, 바코드 등과 같은 머신 판독가능 요소) 상에 코딩되거나 기록될 수 있다. 추가로, 또는 대안적으로, 객체의 아이덴티티는 사용자로부터의 명령(들)을 수신하고 명령(들)을 제어기에 포워드하도록 구성된 임의의 사용자 인터페이스(160)(예컨대, GUI, 터치패드, 키패드, 터치스크린 등)를 사용하여 사용자로부터 수신될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 객체의 초기 처리 상태는 단계(410)에서 결정될 수 있다. 예를 들어, 제어기는 객체의 아이덴티티에 기초하여 객체의 초기 처리 상태를 결정할 수 있다. 제어기는 객체의 아이덴티티와 객체의 초기 처리 상태 사이를 상관시킬 수 있다. 예를 들어, 객체의 아이덴티티는 화학 반응기에 도입된 용액에서 화학 조성물 및 반응 혼합물 농도를 정의할 수 있다. 또 다른 예에서, 초기 처리 상태는 객체와 연관된 머신 판독가능한 요소에 기록될 수 있고, 제어기는 머신 판독가능한 요소로부터 객체의 초기 처리 상태를 나타내는 데이터(예컨대, 명령들)를 수신하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 인스턴트 케이크 분말 패키지에 인쇄된 코드는 액체류(예컨대, 우유)와 계란들을 실온에서 추가한 후 (케이크 몰드에서) 몰딩하여 쿠키 오븐에 도입될 준비가 된 케이크 분말 혼합물의 초기 조건을 식별할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 머신 판독가능한 요소들에 기록된 명령들은 에너지 인가 구역으로부터 수신된 RF 피드백에 기초하여 적어도 하나의 제어기(예컨대, 제어기(150))가 객체의 초기 조건을 판정하게 하도록 추가로 구성될 수 있다. 대안적으로, 객체의 초기 처리 상태(초기 조건들)는 객체를 보유하는 에너지 인가 구역으로부터 수신된 RF 피드백에 기초하여 판정될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 객체의 초기 조건들은 RF 피드백을 감시함으로써 판정될 수 있다. 객체의 초기 상태에서 에너지 인가 구역으로부터 (RF 에너지 인가에 응답하여) 수신된 RF 피드백의 값(들)은 제어기에 접근가능한 미디어, 예를 들어 머신 판독가능한 요소, 제어기에 연관된 메모리 등에 기록된 RF 피드백 값들과 비교될 수 있다. 기록된 RF 피드백 값들은 객체의 적어도 하나의 초기 처리 상태와 상관될 수 있다. 에너지 인가 파라미터들을 포함하는 제1 프로토콜은 단계(420)에서 결정될 수 있다. 제1 프로토콜은 단계(410)에서 판정된 객체의 초기 처리 상태에 기초하여 결정될 수 있다. 예를 들어, 객체의 초기 처리 상태가 객체가 냉동되어 있음을 나타낸다면, 결정된 제1 에너지 인가 프로토콜은, 예를 들어 RF 에너지를 이용하여, 객체를 해동할 수 있는 RF 에너지 인가 파라미터들, 예컨대 "해동 스크립트"를 포함할 수 있다. 추가로, 초기 처리 상태는 냉동된 객체의 온도를 나타낼 수 있고, 제1 프로토콜은 에너지 인가 파라미터들, 예를 들어 대류 오븐에서의 온도 및 시간을 포함할 수 있다. 객체를 처리하기 위해 인가된 에너지가 RF 에너지이면 - 프로토콜은 표시된 온도에서 시작하는 객체의 해동을 위해, 에너지 수준, 전력 수준, 시간 지속기간 및/또는 복수의 여기 셋업들로부터 하나 이상의 여기 셋업들의 선택, 및 선택된 여기 셋업들에서 RF 에너지를 인가하는 것을 포함할 수 있다. 선택적으로, 제1 프로토콜(예컨대, 프로토콜( $i$ ))은 머신 판독가능한 요소 또는 제어기에 접근가능한 메모리에 기록된 명령들을 나타내는 데이터에 기초하여 결정될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 머신 판독가능한 요소에 기록된 명령들을 나타내는 데이터는 제어기가 객체의 초기 처리 상태 또는 에너지 인가 구역으로부터 수신된 RF 피드백에 따라 제1 프로토콜을 선택하게 하도록 구성된 명령들을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 하나 이상의 프로토콜들은 머신 판독가능한 요소들에 기록된 명령들을 나타내는 데이터에 포함될 수 있고, 제어기는 판독가능한 요소에 기록된 데이터로부터 프로토콜( $i$ )을 결정할 수 있다. 데이터는 일부 또는 모든 에너지 인가 파라미터들 및/또는 일부 또는 모든 에너지 인가 파라미터들과 연관된 코드를 포함할 수 있다. 머신 판독가능한 요소 또는 메모리는 객체를 처리하기 위한 명령들을 처리하는 것을 포함할 수 있다. 명령들은 하나를 초과하는 프로토콜, 및/또는 그 프로토콜과 관련된 데이터, 및/또는 객체의 초기 처리 상태와 관련된 데이터를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, RF 에너지가 객체를 처리하기 위해 추가로 인가될 때, 프로토콜은 RF 피드백 값들(예컨대, 계산된 RF 피드백 값들)과 에너지 인가 구역에 인가될 RF 에너지 사이의 상관성을 포함할 수 있다. 상관성은 판독가능한 요소(예컨대, 바코드)에 기록될 수 있고, 모든 다른 에너지 인가 파라미터들은 머신 판독가능한 요소에서의 정보와는 무관하게 설정될 수 있다. 예를 들어, 프로토콜( $i$ )(예컨대, 제1 프로토콜)에 포함된 처리 파라미터들은 처리 장치의 디폴트로서 설정될 수 있고, 선택적으로 명령들을 나타내는 데이터는 디폴트 프로토콜을 이용하는 명령을 포함할 수 있다. 적어도 하나의 상관성은, 에너지 인가 구역

에 인가된 에너지가 화학 반응기에서의 화학 반응을 가속화할 수 있도록 설정될 수 있다. 상이한 상관성은 프로토콜이 4℃에서 냉장고로부터 취해진, 부풀지 않은 반죽을 부풀리도록 설계된 경우에 설정(예컨대, 판독가능한 요소에 기록)될 수 있다. 다른 상관성들은 특정 응용의 요건들에 따라 설정될 수 있다.

[0164] 단계(422)에서, 프로토콜은 그 프로토콜이 에너지 인가 프로토콜인지 종료 프로토콜인지를 결정하도록 검사된다. 에너지 인가 프로토콜은 에너지 인가 구역으로의 영(zero)이 아닌 에너지 전달을 제어하기 위한 인가 파라미터들을 포함하는 임의의 프로토콜로서 정의될 수 있다. 종료 프로토콜은 에너지 인가 구역으로의 0의 에너지 인가를 수반하는 프로토콜로 정의될 수 있다. 프로토콜이 종료 프로토콜이면(422: 예), 과정은 종료된다(442). 그렇지 않다면, 단계(424)가 수행될 수 있고, 에너지(예컨대, RF 에너지, IR 에너지, 대류열 에너지 등)는 단계(420)에서 결정된 프로토콜(i)(예컨대, 제1 프로토콜)에 따라 에너지 인가 구역에 인가될 수 있다. 예를 들어, 프로토콜은 계산된 RF 피드백과 에너지 인가 구역에 인가될 RF 에너지 사이의 상관성을 포함할 수 있으며, 단계(424)를 수행함에 있어서, 계산된 RF 피드백은 RF 피드백의 하나 이상의 값들로부터 계산될 수 있고, 에너지는 그에 따라 인가될 수 있다. 다른 실시예들에서, 프로토콜은 다른 에너지 인가 파라미터들을 포함할 수 있다.

[0165] 단계(426)에서, RF 피드백은 에너지 인가 구역으로부터, 선택적으로 객체의 존재 시, 수신된다. RF 피드백은 프로토콜(i)(예컨대, 제1 프로토콜)에 따라 에너지 인가 동안 감시될 수 있다. 피드백은 임의의 RF 피드백, 미가공 RF 피드백 파라미터들 및/또는 계산된 RF 피드백 중 어느 하나로 포함할 수 있다. 예를 들어, 피드백은 S 파라미터, DR, 평균 DR, 방사 요소(들)의 입력 임피던스, 에너지 인가 구역에서 검출된 전력, 그들의 각각의 도함수들, 평균들 등을 포함할 수 있다.

[0166] 단계(428)에서, 수신된 RF 피드백(예컨대, 그 값(들))은 기준 - 기준(i) 예컨대 기준이 충족되는지를 알기 위해 - 에 대해 검사(비교)될 수 있다. 기준은 객체의 처리 상태일 수 있고, 객체의 처리 상태에 상관될 수 있다. 이 단계는 에너지 인가 동안 또는 에너지 인가 중간에 실행될 수 있다. 기준을 충족하는 것은 에너지 인가 동안에 연속으로, 또는 간헐적으로, 예컨대, 주기적으로, 예를 들어 매 1초 또는 5초 또는 10초 등마다 검사될 수 있다. 추가로, 또는 대안적으로, RF 피드백은 특정 이벤트들의 발생 시에 기준에 대해 검사될 수 있다. 예를 들어, RF 피드백은 객체의 온도를 나타내는 표시가 1℃보다 큰 온도 변화를 보일 때, 객체의 습도를 나타내는 표시가 사전 결정된 양, 모든 사전 결정된 수의 스위프들 등만큼 변할 때, 기준에 비교될 수 있다. 기준은 객체의 적어도 하나의 처리 상태와 상관된 하나 이상의 RF 피드백(예컨대, 값들)을 포함할 수 있다. 기준은 도 3c에서의 흐름도에 개시된 방법(330)에 따라 설정될 수 있다. 기준은 머신 판독가능한 요소에서의 데이터 저장부, 제어기에 연관된 메모리, 또는 제어기에 접근가능한 원격 위치 미디어 상에 기록될 수 있다. 제어기는 머신 판독가능한 요소 및/또는 메모리 및/또는 미디어로부터 기준을 수신할 수 있다.

[0167] 단계(428)에서, 제어기는 RF 피드백(예컨대, 그 값)이 기준을 충족하는지를 판정할 수 있다. 피드백이 기준을 아직 충족하지 않는 경우(단계(426): 아니오)에 있어서, 에너지 인가는 에너지 인가 구역으로부터 수신된 RF 피드백이 기준을 충족하기 전에 (i) 시간 주기(예컨대, 제1 시간 주기) 동안 단계(420)에서 결정된 동일한 프로토콜을 이용하여 계속될 수 있다. 단계들(422, 424, 426, 및 428)은 기준이 충족될 때까지(단계(428): 예) 반복될 수 있다. 기준(i)가 충족될 때, 다른 기준이 단계(430)에서 정의될 수 있고, i는  $i=i+1$ 로 설정될 수 있다(단계(440)). 기준이 충족된 후, 프로토콜(i+1)(예컨대, 제2 프로토콜)이 결정될 수 있고, 단계(420)는 반복될 수 있고, 에너지는 에너지 인가 구역으로부터 수신된 RF 피드백이 기준(I)를 충족한 후의 제2 시간 주기 동안에 프로토콜(i+1)에 따라 에너지 인가 구역에 인가될 수 있다(반복 단계(424)).

[0168] 식품 품목의 조리 상태와 RF 피드백을 상관시키는 조리 실험들이 실험적 쿠킹 오븐에서 이행되었다. 쿠킹 오븐은 도 1b 및 도 2a에 개시된 바와 유사한 구성요소들: 제어기, 대류열 소스, 각각이 RF 소스와 검출기에 접촉하는 2개의 방사 요소들, 및 온도 센서를 포함하였다. 제1 실험에서, 베이킹할 준비가 된 냉동 피자가 해동되었고, 180℃에서 대류열을 인가하여 조리되었다. 피자 온도 및 평균 DR은 조리 시간의 함수로서 검출되고 감시되었다. 평균 DR의 경사(시간 도함수)에서의 급격한 변화는 피자가 해동되었을 때 검출되었고, 시간 도함수의 (양으로부터 음으로의) 부호 변화는 피자가 완전히 베이킹되었을 때 관찰되었다.

[0169] 도 5는 바닐라 케이크의 베이킹 실험 동안 2개의 상이한 방사 요소들로부터 취해진 평균 DR(계산된 RF 피드백의 예)의 2개의 측정치들을 나타낸다. 인스턴트 바닐라 케이크 혼합물은 혼합물 패키지에 대한 명령들에 따라 준비되었고, 피자를 베이킹하는 데 사용된 동일한 실험 쿠킹 오븐에 배치되었다. 오븐은 180℃로 가열되었다. 평균 DR은 매 3초마다 제어기에 의해 감시되었고, 케이크의 베이킹 상태는 요리사에 의해 주기적으로 시각적으로 감시되었다. 전체 베이킹 시간은 약 30분이었다. 도 5에서 x축은 매 3초마다 취해진 평균 DR 검출 사이클들의 수



이다. 처음 350 사이클(17.5분)에서, 평균 DR은 시간에 따라 증가하였고, 양의 시간 도함수를 갖는다. 약 350 사이클로부터 500 사이클까지(베이킹 시작으로부터 25분), 평균 DR은 현저히 변화하지는 않았다(시간 도함수는 약 0이다). 베이킹 말미에, DR의 값이 시간에 따라 감소하며(즉, 음의 시간 도함수), 이는 케이크가 준비가 됨을 나타낸다. 유사한 결과들이 애플파이를 조리할 때 획득되었다.

[0170]

냉동 피자를 사용한 다른 베이킹 실험이 본 발명의 몇몇 실시예들에 따른 장치 및 방법을 이용하여 이행되었다. 베이킹 실험들은 2개의 방사 요소들을 포함하는 실험용 RF 쿠킹 오븐(식품 객체들을 처리, 예컨대 조리하기 위해 RF 에너지를 채용하는 오븐)에서 수행되었다.  $-18^{\circ}\text{C}$ (동결)의 온도에서 500 그램의 무게를 갖고 30 cm의 직경을 갖는 베이킹 준비가 된 냉동 피자가 실험용 RF 쿠킹 오븐에 배치되었다. 베이킹 실험 동안, 평균 DR의 RF 피드백(즉, 계산된 RF 피드백)이 2개의 위치들(하나는 중앙에 있고, 다른 하나는 피자 가장자리에 있다)에서 피자의 온도(즉, 처리 상태에 대한 표시)와 함께 감시되었다. 감시된 평균 DR 및 감시된 온도의 결과들이 도 6a의 그래프들에 표현된다. 피자의 중심에서 100으로 나눈 온도(즉,  $T[^{\circ}\text{C}]/100$ )가 그래프(630)에서 표현되고, 피자의 가장자리에서 100으로 나눈 온도가 그래프(640)에서 표현된다. 제1 및 제2 방사 요소들에 대해 측정되고 계산된 평균 DR이 그래프들(610, 및 620)에 표시된다. RF 에너지 인가 프로토콜들이 선(650)으로서 예시된다. 제1 프로토콜은 피자의 초기 처리 상태에 기초하여 "해동 프로토콜"인 것으로 선택되었다. RF 에너지를 인가하는 프로토콜 파라미터들은 도 6b에 표현된 해동 프로토콜에 따라, 800 내지 1000 MHz 사이의 주파수들을 이용하는 것, 각각의 주파수에서 DR의 함수로서 RF 쿠킹 오븐의 방사 요소들로 에너지(SE)를 공급하는 것이었다. 어떠한 에너지도 0.7보다 높은 DR과 연관된 주파수들로 인가되지 않았다. 온도를 감시하는 것은 20초 후에 피자의 가장자리 부분의 해동(즉, 객체의 처리 상태) 및 120초 후에 피자의 내부 부분의 해동을 나타냈다. 평균 DR 및 특히 평균 DR의 시간 도함수를 감시하는 것은 피자가 해동된 후(예컨대, 상 변화)에 평균 DR의 경사가 양의 값( $d\text{DR}/dt = \text{양수}$ )으로부터 작은 음의 값으로의 평균 DR의 경사 변화 또는 거의 경사가 없음( $d\text{DR}/dt = \text{약 } 0$ )을 나타냈다. 평균 DR의 도함수에서의 변화는 "해동 상태"와 상관될 수 있고, 해동 프로토콜로부터 베이킹 프로토콜로 변화하는 기준으로서 이용될 수 있다. '해동 프로토콜'을 적용한 지 120초 후, 도 6에 표현된 프로토콜에 따라, '베이킹 프로토콜'이 800 내지 1000 MHz 사이의 주파수들을 이용하여 적용되어, 에너지를 DR(f)(주파수의 함수로서의 방산비)의 함수로서 방사 요소들에 공급하였다. 최대 이용가능한 에너지는 0.7보다 낮은 DR과 연관된 모든 주파수들로 인가되었고, DR과 SE 사이의 선형 상관성은 0.7보다 높은 DR과 연관된 주파수들에서 적용되었다. 베이킹의 끝은, 평균 DR이 0.6의 값에 도달했을 때 약간 갈색으로 되는 토핑 치즈의 색깔(즉, 피자의 처리 상태)에 기초하여 사용자(예컨대, 요리사)에 의해 나타내졌다. 0.6의 평균 DR 값은 피자의 베이킹 상태의 끝과 상관될 수 있으며, 피자가 완전히 조리되었을 때 RF 에너지 인가를 종료하기 위한 기준으로서 이용될 수 있다.

[0171]

다른 베이킹 실험에서, 무게가 500그램이고 직경이 30 cm이며 실온에 있는 해동된 베이킹되지 않은 피자가 실험용 RF 쿠킹 오븐에 배치되었다. 베이킹 실험 동안, 평균 DR의 RF 피드백은 2개의 위치들(하나는 피자의 중앙(ch2로 표기됨)에 있고 다른 하나는 피자의 가장자리(ch1로 표기됨)에 있다)에서 피자의 온도와 함께 감시되었다. 감시된 평균 DR 및 감시된 온도의 결과들이 도 7의 그래프들에 표현된다. 피자는 약 240초 후에 온도가 85 [도]C를 초과했을 때 준비가 되고 완전히 베이킹된 것으로 나타내졌다. 평균 DR은 240초 후에 상승하기 시작했고, 평균 DR의 도함수는 음으로부터 양으로 변화했다. 도함수에서의 변화는 피자의 베이킹 상태와 상관될 수 있고, RF 에너지 종료 프로토콜을 적용하기 위한 기준으로서 이용될 수 있다.

[0172]

도 8a 및 도 8b는 본 발명의 몇몇 실시예들에 따라, 각각의 요소에 기록된 명령들(명령들은 적어도 하나의 제어기가 객체를 처리하기 위해 에너지 인가를 제어하게 하도록 구성된다)을 나타내는 데이터를 포함하는 2개의 선택적 머신 판독가능 요소들을 나타내는 예시들이다. 도 8a는 다양한 프로토콜들(예컨대, 적어도 제1 프로토콜 및 제2 프로토콜) 및 기준들을 포함하는 명령들을 나타내는 일반적인 데이터를 예시한다. 도 8b는 피자를 제조하기 위한 명령들을 나타내는 데이터를 갖는 예시적인 기록된 요소를 포함한다. 명령들은 피자의 초기 처리 상태를 판정하는 단계 및 피자가 냉동되어 있는 경우라면 해동 프로토콜(예를 들어, 도 6b에 제시된 프로토콜)을 포함할 수 있다. 명령들은 피자가 해동되었는지를 판정하기 위한 기준 및 피자를 조리하기 위한 조리 프로토콜(예를 들어, 도 6c에 제시된 프로토콜)을 더 포함할 수 있다. 명령들은, 피자가 준비되었는지를 판정하기 위한 기준, 이를테면 도 7에 대해 개시된 바와 같이, 예를 들어 평균 DR의 도함수에서의 변화를 포함할 수 있다. 명령들은 또한 종료 프로토콜을 포함할 수 있다.

[0173]

본 명세서에서 사용된 바와 같이, 머신(예컨대, 제어기)이 작업을 수행하도록 구성(예컨대, 사전 결정된 장 패턴의 적용을 야기하도록 구성)된 것으로 설명된다면, 몇몇 실시예들에서, 머신은 이 작업을 동작 중에 수행한다. 마찬가지로, 목표 결과를 확립하기 위해(예컨대, 객체에 복수의 EM 장 패턴들을 인가하기 위해) 작업이 행해진 것으로 설명될 때, 몇몇 실시예들에서, 작업을 실행하는 것은 목표 결과를 달성할 수 있다. 본 명세

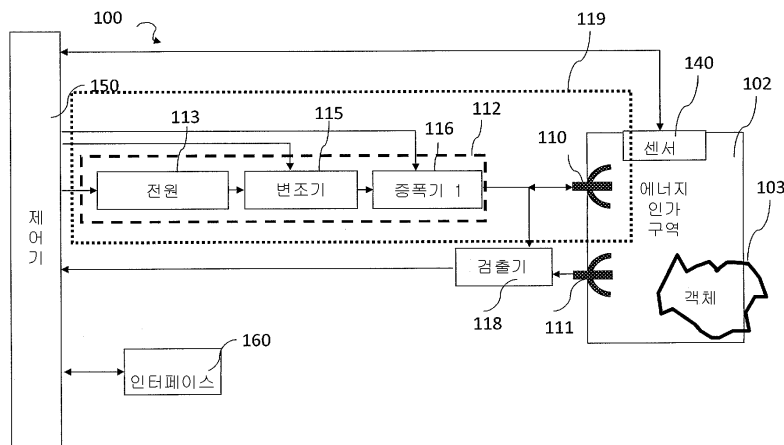
서에서 사용된 바와 같이, ‘사전 결정된’이라는 용어는 연관된 양 또는 값이 계산되거나 또는 이와는 다르게 사전에 결정된다는 것만을 의미한다. 사전 결정된 값들은 메모리에 저장된 값들; EM 에너지 처리의 착수 이전에 계산, 관찰, 측정, 관측, 수신 등이 된 값들; 또는 그러한 처리 동안 계산, 관찰, 측정, 관측, 수신 등이 된 임의의 값들을 포함할 수 있다.

[0174] 예시적인 실시예들에 대한 전술한 설명에서는, 다양한 특징들이 본 개시물을 간소화시킬 목적으로 단일 실시예에 함께 그룹화된다. 이 개시물의 방법은 청구된 발명이 각각의 청구항에서 명시적으로 표현된 것보다 많은 특징들을 요구하는 의도를 반영하는 것으로 해석되지는 않는다. 오히려, 다음의 청구항들이 반영하는 바와 같이, 발명의 양태들은 하나의 전술한 개시된 실시예의 모든 특징들 보다 적은 특징들 내에 있다. 따라서, 다음의 청구항들은 이로써 이러한 상세한 설명 내에 포함되며, 각각의 청구항은 본 발명의 별개의 실시예로서 그 자체에 의거한다.

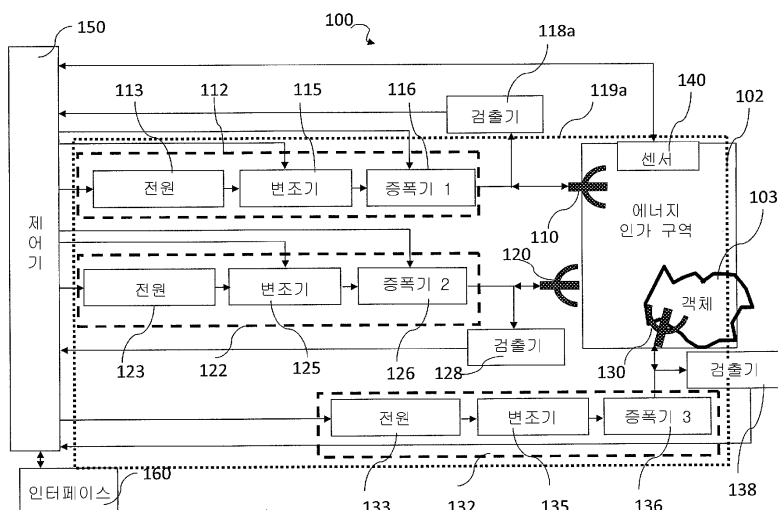
[0175] 또한, 청구되는 바와 같은 본 발명의 범주로부터 벗어나지 않으면서, 개시된 시스템들 및 방법들에 대해 다양한 수정 및 변형이 이루어질 수 있다는 것은 본 개시물의 명세서 및 실시를 고려하면 당업자에게 자명할 것이다. 예를 들어, 방법의 하나 이상의 단계들 및/또는 장치 또는 디바이스의 하나 이상의 구성요소들은 본 발명의 범주로부터 벗어나지 않으면서 생략, 변경 또는 치환될 수 있다. 따라서, 명세서 및 예들은 단지 예시에 불과한 것으로 간주되고, 본 개시물의 진실한 범주는 다음의 청구범위 및 그들의 등가물들에 의해 나타내지는 것으로 의도된다.

## 도면

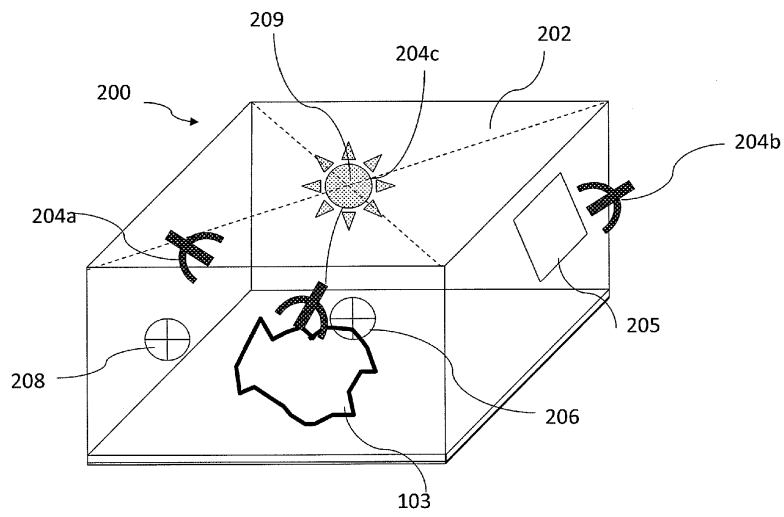
### 도면1a



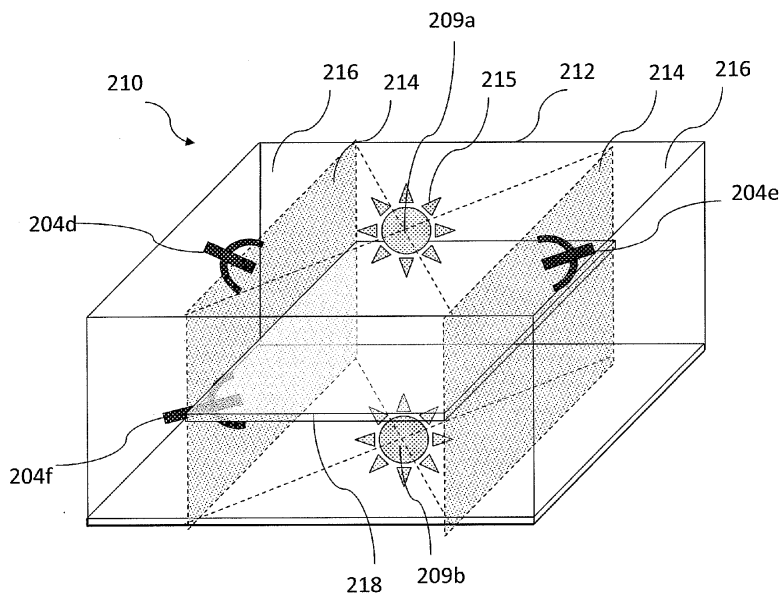
### 도면1b



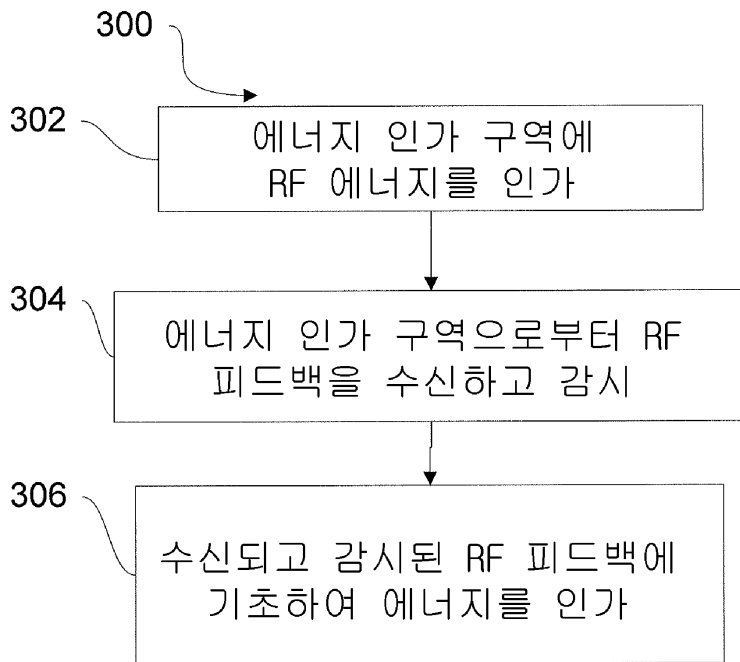
도면2a



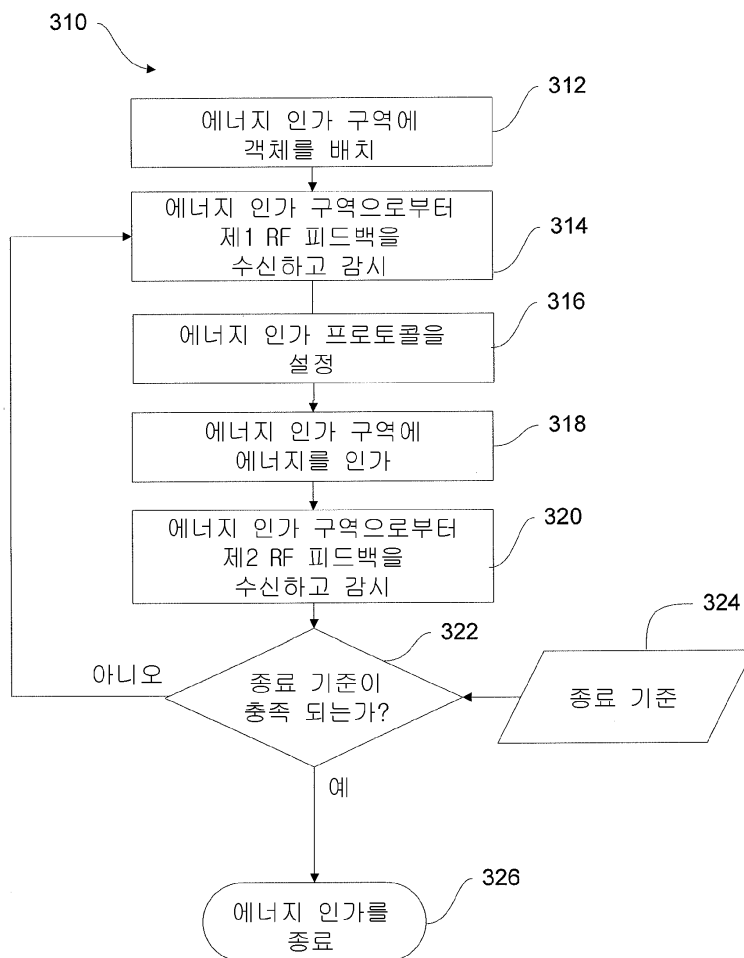
도면2b



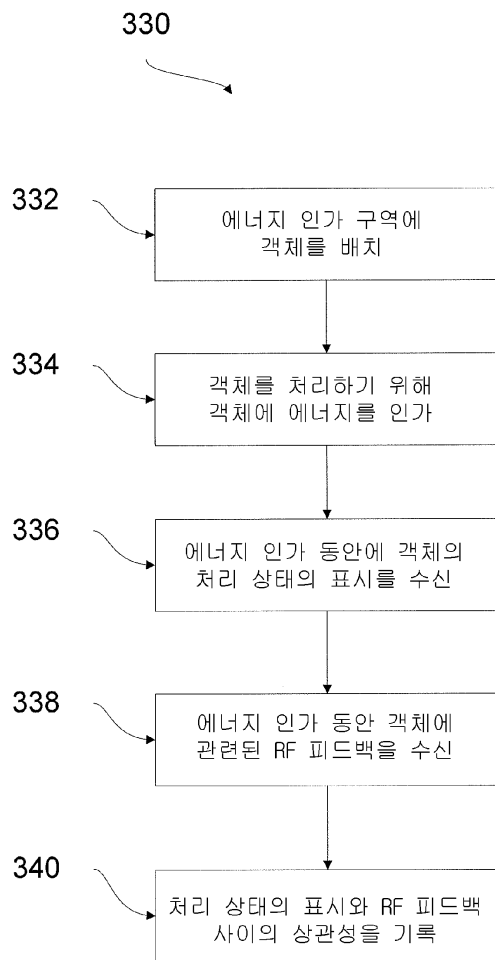
도면3a



도면3b

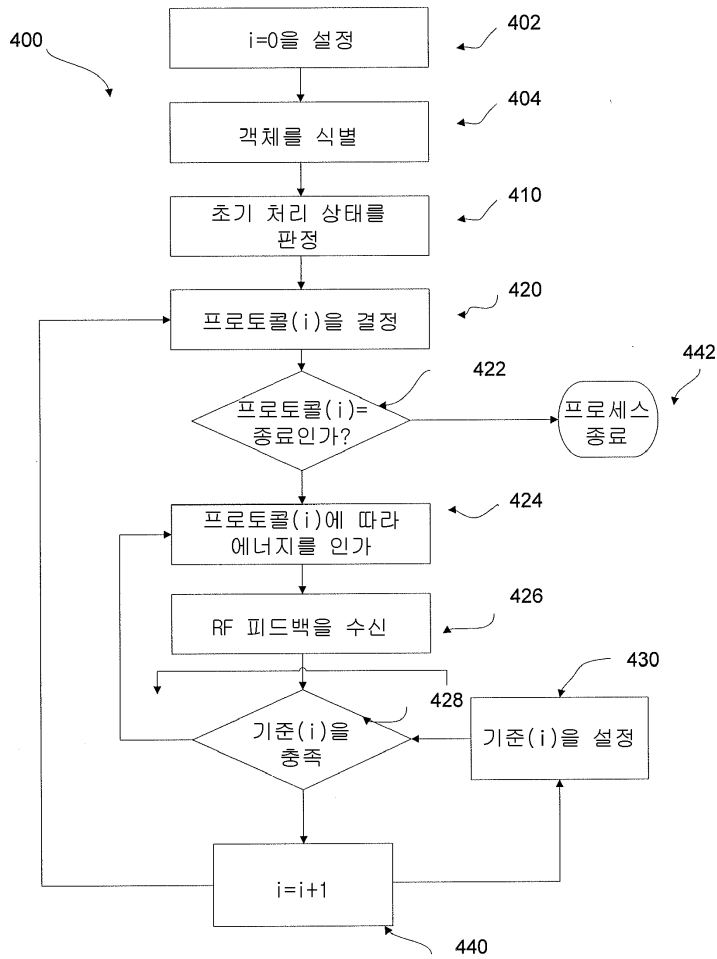


도면3c

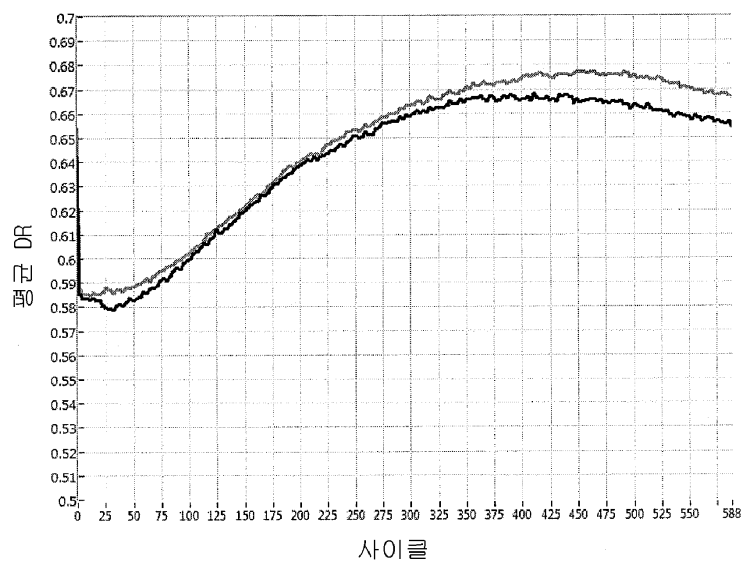




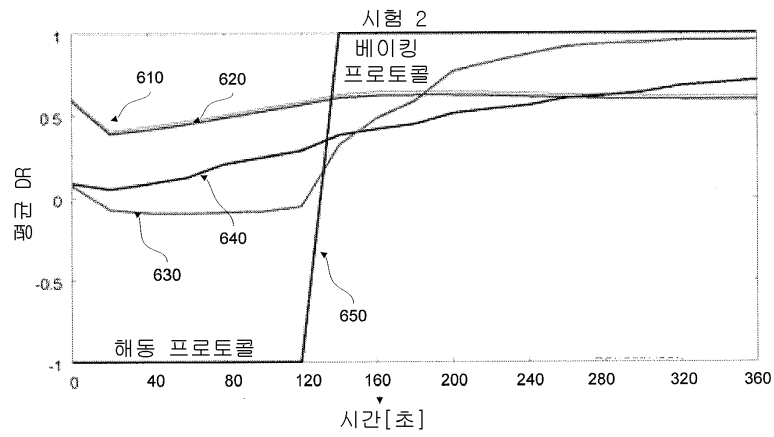
도면4



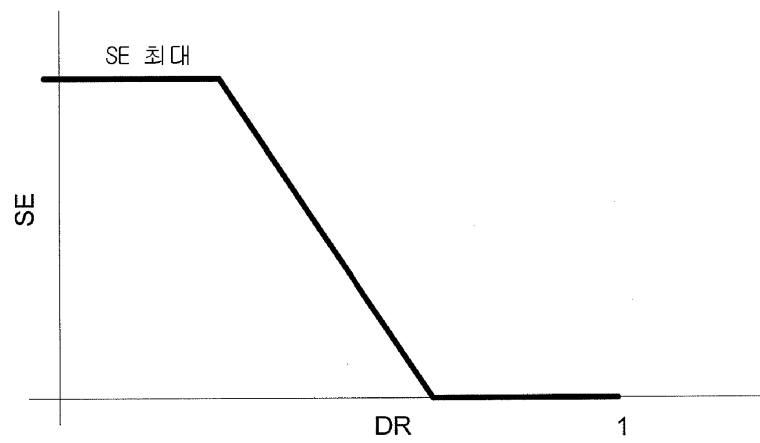
도면5



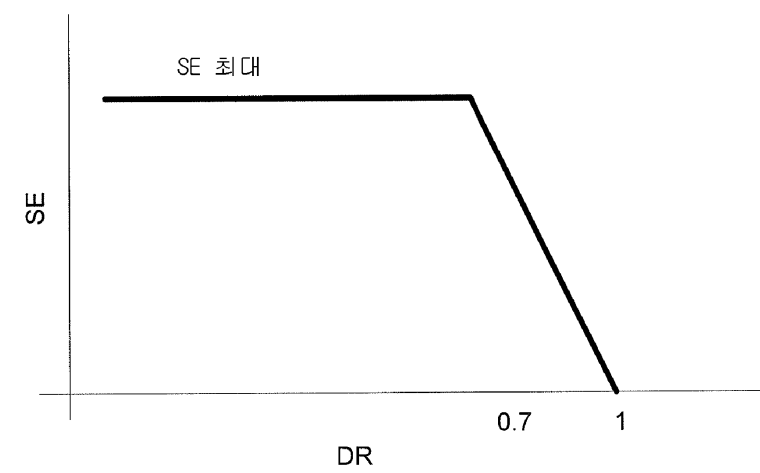
도면6a



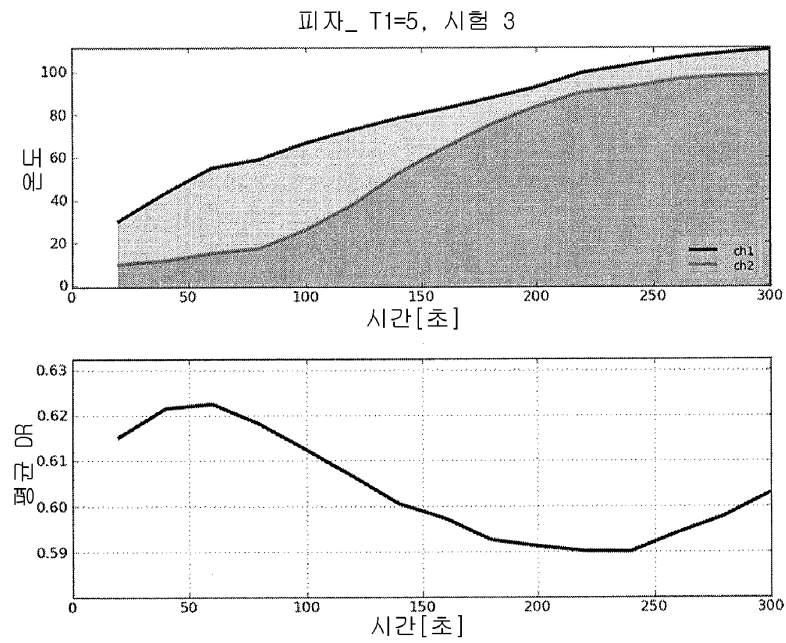
도면6b



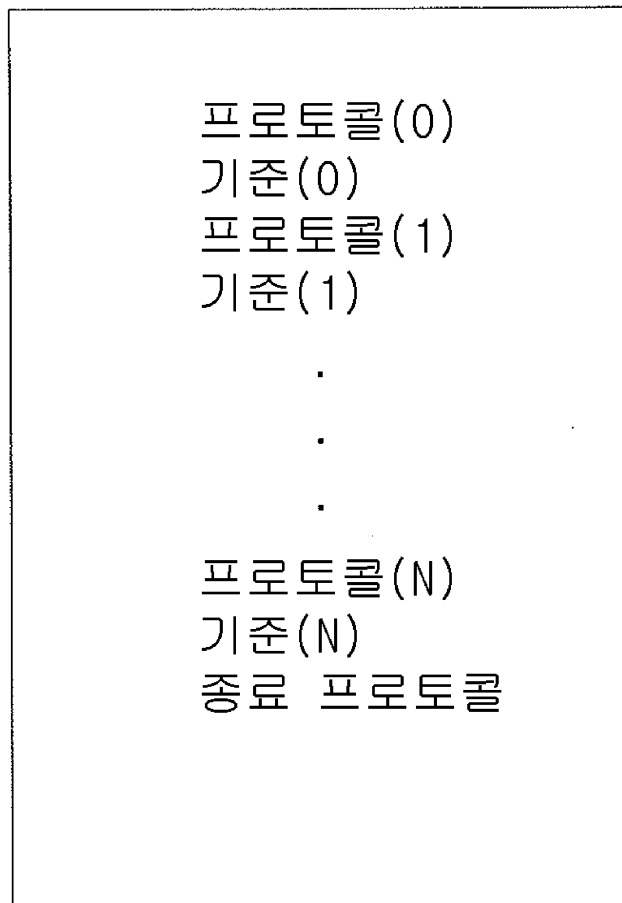
도면6c



도면7



도면8a



도면8b

1. 초기 처리 상태 - 냉동
2. 해동 프로토콜
3. 기준(1)(해동 상태에서의 평균 DR)
4. 조리 프로토콜
5. 평균 DR의 도함수에서의 기준(2) 변화
6. 에너지 종료