



(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.

C23C 16/44 (2006.01)  
C23C 16/00 (2006.01)  
C23C 16/455 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2007-0026418  
(43) 공개일자 2007년03월08일

(21) 출원번호 10-2006-7019036  
(22) 출원일자 2006년09월15일  
심사청구일자 없음  
번역문 제출일자 2006년09월15일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2005/012804  
국제출원일자 2005년04월14일

(87) 국제공개번호 WO 2006/006991  
국제공개일자 2006년01월19일

(30) 우선권주장 10/710,086 2004년06월17일 미국(US)

(71) 출원인 동경 엘렉트론 주식회사  
일본국 도쿄도 미나토구 아카사카 5초메 3반 6고

(72) 발명자 귀도띠 엠마누엘  
미국 뉴욕주 12524 피쉬킬 그린힐 드라이브 #36씨 7

(74) 대리인 김태홍  
신정건

전체 청구항 수 : 총 41 항

(54) 챔버 세정 공정을 제어하기 위한 방법 및 그 처리 시스템

(57) 요약

본 발명은 공정 챔버(10)에서 발열 챔버 세정 공정을 제어하는 방법(700, 800)과 시스템(1)에 관한 것이다. 상기 방법 (700, 800)은, 시스템 구성 요소(20)로부터 침착물(45)을 제거하는 챔버 세정 공정 동안에 시스템 구성 요소(20)를 세정 가스(15)에 노출시키는 단계와, 챔버 세정 공정에 있어서 적어도 하나의 온도 관련 시스템 구성 요소의 파라미터를 모니터링하는 단계와, 이러한 모니터링을 통해 시스템 구성 요소(20)의 세정 상태를 결정하는 단계, 그리고 이러한 결정에 의해 얻어진 세정 상태에 기초하여, (a) 상기 노출 단계와 모니터링 단계를 지속하거나, 또는 (b) 챔버 세정 공정을 종료하는 것 중 어느 하나를 수행하는 단계를 포함한다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

## 청구항 1.

발열 챔버 세정 공정을 제어하는 방법으로서,

시스템 구성 요소로부터 침착물을 제거하는 챔버 세정 공정에서 시스템 구성 요소를 세정 가스에 노출시키는 단계;

챔버 세정 공정에 있어서 하나 이상의 온도 관련 시스템 구성 요소의 파라미터를 모니터링하는 단계;

상기 온도 관련 파라미터의 모니터링을 통해 시스템 구성 요소의 세정 상태를 결정하는 단계; 및

상기 결정을 통해 얻어진 세정 상태에 기초하여, (a) 상기 노출 단계와 모니터링 단계를 지속하거나, 또는 (b) 챔버 세정 공정을 종료하는 것 중 어느 하나를 수행하는 단계

를 포함하는 발열 챔버 세정 공정 제어 방법.

## 청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 모니터링 단계는 시스템 구성 요소의 온도를 모니터링하는 것을 포함하는 것인 발열 챔버 세정 공정 제어 방법.

## 청구항 3.

제1항에 있어서, 시스템 구성 요소에 가열 동력이나 냉각 동력, 또는 양자 모두를 인가하는 단계를 더 포함하고, 상기 모니터링 단계는 가열 동력이나 냉각 동력, 또는 양자 모두를 모니터링하는 것을 포함하는 것인 발열 챔버 세정 공정 제어 방법.

## 청구항 4.

제3항에 있어서, 상기 가열 동력을 인가하는 단계는, 저항 히터 또는 램프 히터에 동력을 공급하는 것을 포함하는 것인 발열 챔버 세정 공정 제어 방법.

## 청구항 5.

제3항에 있어서, 상기 냉각 동력을 인가하는 단계는, 시스템 구성 요소와 냉각 유체를 접촉시키는 것을 포함하는 것인 발열 챔버 세정 공정 제어 방법.

## 청구항 6.

제1항에 있어서, 상기 노출 단계는,  $\text{ClF}_3$ ,  $\text{F}_2$ ,  $\text{NF}_3$ , 또는  $\text{HF}$ , 혹은 이들 중 2 이상의 조합을 함유하는 세정 가스에 시스템 구성 요소를 노출시키는 것을 포함하는 것인 발열 챔버 세정 공정 제어 방법.

## 청구항 7.

제6항에 있어서, 상기 세정 가스는, Ar, He, Ne, Kr, Xe, 또는  $\text{N}_2$ , 혹은 이들 중 2 이상의 조합을 함유하는 불활성 가스를 더 포함하는 것인 발열 챔버 세정 공정 제어 방법.

#### 청구항 8.

제1항에 있어서, 상기 모니터링 단계는, 하나 이상의 온도 관련 시스템 구성 요소 파라미터에 있어서의 변화를 검출하는 것을 포함하는 것인 발열 챔버 세정 공정 제어 방법.

#### 청구항 9.

제1항에 있어서, 상기 상태 결정 단계는, 하나 이상의 온도 관련 시스템 구성 요소 파라미터를 역치에 대해 비교하는 것을 포함하는 것인 발열 챔버 세정 공정 제어 방법.

#### 청구항 10.

제9항에 있어서, 상기 역치는 예정된 시스템 구성 요소의 파라미터 값을 포함하는 것인 발열 챔버 세정 공정 제어 방법.

#### 청구항 11.

제9항에 있어서, 상기 역치는 예정된 시스템 구성 요소의 온도 값을 포함하는 것인 발열 챔버 세정 공정 제어 방법.

#### 청구항 12.

제3항에 있어서, 상기 상태 결정 단계는, 모니터링된 가열 동력이나 모니터링된 냉각 동력, 또는 양자 모두를 역치에 대해 비교하는 것을 포함하는 것인 발열 챔버 세정 공정 제어 방법.

#### 청구항 13.

제12항에 있어서, 상기 역치는, 예정된 시스템 구성 요소의 온도를 유지하기 위하여, 시스템 구성 요소를 세정 가스에 노출시키기 이전에, 시스템 구성 요소에 인가되는 가열 동력이나 냉각 동력, 또는 양자 모두를 포함하는 것인 발열 챔버 세정 공정 제어 방법.

#### 청구항 14.

제1항에 있어서, 상기 (b) 단계의 수행은, 역치에 도달한 이후에 챔버 세정 공정을 종료하는 것을 포함하는 것인 발열 챔버 세정 공정 제어 방법.

#### 청구항 15.

제1항에 있어서, 상기 모니터링 단계는, 2 이상의 온도 관련 시스템 구성 요소 파라미터에 대한 모니터링 값을 관련시키는 것에 의해 조정된 시스템 구성 요소 파라미터를 산정하는 것과, 2 이상의 온도 관련 시스템 구성 요소에 대한 예정 값을 관련시키는 것에 의해 산정되는 조정된 역치에 대하여 상기 조정된 시스템 구성 요소 파라미터를 비교하는 것을 더 포함하는 것인 발열 챔버 세정 공정 제어 방법.

#### 청구항 16.

제1항에 있어서, 상기 시스템 구성 요소는, 기관 홀더, 샤워 헤드, 쉴드, 배플, 링, 전극, 또는 챔버 벽을 포함하는 것인 발열 챔버 세정 공정 제어 방법.

## 청구항 17.

발열 챔버 세정 공정을 제어하는 방법으로서,

예정된 기관 홀더 온도를 획득하기 위하여, 그 위에 침착물이 형성되어 있는 기관 홀더에 대하여 예정된 레벨의 가열 동력을 인가하는 단계;

세정 가스와 상기 기관 홀더 상의 침착물과의 반응을 일으켜 침착물을 제거하는 챔버 세정 공정에서 상기 예정된 기관 홀더 온도의 기관 홀더를 세정 가스에 노출시키는 단계로서, 상기 반응이 일어나는 동안에는 열이 발생되어 기관 홀더의 온도가 상기 예정된 기관 홀더 온도 이상으로 증대되는 것인 노출 단계;

상기 반응 중에 발생하는 열을 보상하기 위해 상기 가열 동력을 조정하는 단계;

챔버 세정 공정 동안에 있어서 하나 이상의 기관 홀더의 온도, 또는 상기 가열 동력을 모니터링하는 단계;

모니터링된 상기 하나 이상의 기관 홀더의 온도를 상기 예정된 기관 홀더 온도에 대해 비교하거나, 또는 모니터링된 상기 가열 동력을 상기 예정된 레벨의 가열 동력에 비교하는 것에 의해, 상기 모니터링을 통하여 기관 홀더의 세정 상태를 결정하는 단계; 및

상기 결정으로부터 얻어진 세정 상태에 기초하여, (a) 상기 노출 단계와 모니터링 단계를 지속하거나, 또는 (b) 챔버 세정 공정을 종료하는 것 중 어느 하나를 수행하는 단계

를 포함하는 발열 챔버 세정 공정 제어 방법.

## 청구항 18.

제17항에 있어서, 상기 모니터링 단계는, 상기 가열 동력과 상기 기관 홀더의 온도 모두를 모니터링하는 것을 포함하는 것인 발열 챔버 세정 공정 제어 방법.

## 청구항 19.

제18항에 있어서, 상기 챔버 세정 공정의 종료는, 상기 상태 결정 단계에서 상기 모니터링된 가열 동력이 상기 예정된 레벨의 가열 동력과 동일하다는 것을 나타내는 경우에 수행되는 것인 발열 챔버 세정 공정 제어 방법.

## 청구항 20.

제17항에 있어서, 상기 예정된 기관 홀더 온도를 획득하기 위하여, 예정된 레벨의 냉각 동력을 기관 홀더에 인가하는 단계;

상기 반응 동안에 발생하는 열을 보상하기 위해 상기 냉각 동력을 조정하는 단계; 및

챔버 세정 공정 동안에 상기 냉각 동력을 모니터링하는 단계

를 더 포함하고, 상기 상태 결정 단계는, 상기 모니터링된 냉각 동력을 상기 예정된 레벨의 냉각 동력에 대해 비교하는 것을 포함하는 것인 발열 챔버 세정 공정 제어 방법.

## 청구항 21.

제20항에 있어서, 상기 챔버 세정 공정의 종료는, 상기 상태 결정 단계에서 상기 모니터링된 냉각 동력이 상기 예정된 레벨의 냉각 동력과 동일하다는 것을 나타내는 경우에 수행되는 것인 발열 챔버 세정 공정 제어 방법.

## 청구항 22.

프로세서에서 실행되고, 프로세서에 의해 실행될 때, 처리 시스템으로 하여금 제1항에 기재된 단계를 수행하게 하는 프로그램 명령을 포함하는 컴퓨터 판독 가능 매체.

## 청구항 23.

공정 챔버를 구비하는 처리 시스템으로서,

그 위에 침착물이 형성되어 있는 시스템 구성 요소;

시스템 구성 요소로부터 침착물을 제거하는 발열 챔버 세정 공정에서 공정 챔버 내의 시스템 구성 요소를 세정 가스에 노출시키도록 되어 있는 가스 주입 시스템; 및

시스템 구성 요소의 세정 상태를 결정하기 위해 챔버 세정 공정에서 하나 이상의 온도 관련 시스템 구성 요소 파라미터를 모니터링하도록 되어 있는 제어기

를 포함하고, 상기 제어기는 상기 세정 상태에 응답하여 처리 시스템을 제어하도록 되어 있는 것인 처리 시스템.

## 청구항 24.

제23항에 있어서, 예정된 값의 가열 동력을 시스템 구성 요소에 인가하고, 챔버 세정 공정 동안에 상기 가열 동력을 조정하도록 되어 있는 전원을 더 포함하며, 상기 제어기는 조정된 가열 동력을 모니터링하도록 되어 있는 것인 처리 시스템.

## 청구항 25.

제24항에 있어서, 상기 전원은 저항 히터 또는 램프 히터에 동력을 공급하도록 되어 있는 것인 처리 시스템.

## 청구항 26.

제24항에 있어서, 예정된 값의 냉각 동력을 시스템 구성 요소에 인가하고, 챔버 세정 공정 동안에 상기 냉각 동력을 조정하도록 되어 있는 열교환 시스템을 더 포함하고, 상기 제어기는 조정된 냉각 동력을 모니터링하도록 되어 있는 것인 처리 시스템.

## 청구항 27.

제23항에 있어서, 예정된 값의 냉각 동력을 시스템 구성 요소에 인가하고, 챔버 세정 공정 동안에 상기 냉각 동력을 조정하도록 되어 있는 열교환 시스템을 더 포함하고, 상기 제어기는 조정된 냉각 동력을 모니터링하도록 되어 있는 것인 처리 시스템.

### 청구항 28.

제23항에 있어서, 상기 가스 주입 시스템은,  $\text{ClF}_3$ ,  $\text{F}_2$ ,  $\text{NF}_3$ , 또는 HF, 혹은 이들 중 2 이상의 조합을 함유하는 세정 가스에 시스템 구성 요소를 노출시키도록 되어 있는 것인 처리 시스템.

### 청구항 29.

제28항에 있어서, 상기 가스 주입 시스템은, Ar, He, Ne, Kr, Xe, 또는  $\text{N}_2$ , 혹은 이들 중 2 이상의 조합을 함유하는 불활성 가스를 포함하는 세정 가스에 시스템 구성 요소를 노출시키도록 되어 있는 것인 처리 시스템.

### 청구항 30.

제23항에 있어서, 상기 제어기는, 하나 이상의 온도 관련 시스템 구성 요소 파라미터에 있어서의 변화를 검출하는 것에 의해, 하나 이상의 온도 관련 시스템 구성 요소 파라미터를 모니터링하도록 되어 있는 것인 처리 시스템.

### 청구항 31.

제23항에 있어서, 상기 제어기는, 하나 이상의 온도 관련 시스템 구성 요소 파라미터를 역치에 대하여 비교하는 것에 의해, 시스템 구성 요소의 세정 상태를 결정하도록 되어 있는 것인 처리 시스템.

### 청구항 32.

제31항에 있어서, 상기 역치는 예정된 시스템 구성 요소의 온도값을 포함하는 것인 처리 시스템.

### 청구항 33.

제26항에 있어서, 상기 제어기는, 시스템 구성 요소를 세정 가스에 노출시키기 이전에 시스템 구성 요소에 인가되는 각각의 예정 값에 대하여, 모니터링된 상기 조정된 가열 동력이나, 상기 조정된 냉각 동력, 혹은 양자 모두를 비교하는 것에 의해, 시스템 구성 요소의 세정 상태를 결정하도록 되어 있는 것인 처리 시스템.

### 청구항 34.

제31항에 있어서, 상기 제어기는, 역치에 도달한 이후에 챔버 세정 공정을 종료하는 것에 의해, 처리 시스템을 제어하도록 되어 있는 것인 처리 시스템.

### 청구항 35.

제23항에 있어서, 상기 제어기는, 2 이상의 온도 관련 시스템 구성 요소 파라미터에 대한 모니터링 값을 관련시킴으로써 조정된 시스템 구성 요소 파라미터를 산정하고, 2 이상의 온도 관련 시스템 구성 요소에 대한 예정 값을 관련시킴으로써 산정되는 조정된 역치에 대하여 상기 조정된 시스템 구성 요소 파라미터를 비교하는 것에 의해, 세정 상태를 결정하도록 되어 있는 것인 처리 시스템.

### 청구항 36.

제23항에 있어서, 상기 시스템 구성 요소는, 기관 홀더, 샤워 헤드, 실드, 배플, 링, 전극, 또는 챔버 벽을 포함하는 것인 처리 시스템.

### 청구항 37.

제23항에 있어서, 상기 시스템 구성 요소는,  $Al_2O_3$ , AlN, SiC, BeO, 또는  $LaB_6$  중 하나 이상, 혹은 이들의 조합을 함유하는 세라믹 기관 홀더를 포함하는 것인 처리 시스템.

### 청구항 38.

제23항에 있어서, 상기 침착물은 규소 함유 침착물, 하이-k(high-k) 침착물, 금속 침착물, 산화 금속 침착물, 또는 질화 금속 침착물 중 하나 이상을 포함하는 것인 처리 시스템.

### 청구항 39.

공정 챔버를 구비하는 처리 시스템으로서,

그 위에 침착물이 형성된 시스템 구성 요소;

시스템 구성 요소로부터 침착물을 제거하는 발열 챔버 세정 공정에서 공정 챔버 내의 시스템 구성 요소를 세정 가스에 노출시키는 수단; 및

챔버 세정 공정에서 하나 이상의 온도 관련 시스템 구성 요소 파라미터를 모니터링하고, 이 모니터링을 통해 시스템 구성 요소의 세정 상태를 결정하며, 상기 세정 상태에 응답하여 처리 시스템을 제어하는 수단

을 포함하는 처리 시스템.

### 청구항 40.

제39항에 있어서, 시스템 구성 요소에 가열 동력을 인가하는 수단을 더 포함하는 것인 처리 시스템.

### 청구항 41.

제39항에 있어서, 시스템 구성 요소에 냉각 동력을 인가하는 수단을 더 포함하는 것인 처리 시스템.

**명세서**

**기술분야**

본 발명은 챔버 세정에 관한 것이고, 보다 구체적으로 발열 챔버 세정 공정을 제어하는 것에 관한 것이다.

**배경기술**

많은 반도체 제조 공정이, 예컨대 플라즈마 에칭 시스템, 플라즈마 증착 시스템, 열 처리 시스템, 화학 기상 증착 시스템, 원자층 증착 시스템 등과 같은 처리 시스템에서 수행된다. 처리 시스템은 대개 기관(예컨대, 웨이퍼)을 지지하고 기관을 가열

할 수 있는 기관 홀더를 사용한다. 기관 홀더는 낮은 열팽창, 높은 온도 저항성, 낮은 유전율, 높은 열 방사율, 화학적으로 "청결한" 표면, 강성, 및 치수 안정성(이 성질은 많은 반도체 용례에 적합한 기관 홀더의 재료가 되게 함)을 제공하는 세라믹 재료를 포함할 수 있다. 세라믹 기관 홀더에 사용하는 일반적인 세라믹 재료로는 알루미늄( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), 질화 알루미늄( $\text{AlN}$ ), 탄화규소( $\text{SiC}$ ), 산화베릴륨( $\text{BeO}$ ) 및 란탄 붕화물( $\text{LaB}_6$ ) 등이 있다.

처리 시스템에서 기관을 처리하게 되면, 기관 홀더와, 공정 환경에 노출되는 공정 챔버의 다른 시스템 구성 요소 상에 침착물이 형성될 수 있다. 침착물을 공정 챔버로부터 제거하기 위해, 주기적인 챔버 세정을 실시한다. 대개, 침착물이 입자 문제를 야기할 징후가 나타난 이후에, 함께 수행될 수 없고 순차적으로 진행되어야 하는 공정들 사이에, 유해한 처리 조건 이후에, 또는 취약한 처리 결과가 관찰된 이후에, 시스템 구성 요소를 교체하거나 세정한다. 건식 세정 공정은, 시스템 구성 요소를 충분히 세정하는 것으로 판명된 고정 시간에 기초하여 상기 세정 공정의 길이를 정하는 기법을 사용하여 수행될 수 있다. 그러나, 세정 공정은 실제 모니터링되지 않기 때문에, 상기 고정 시간은 불필요하게 길 수 있고, 바람직하지 못한 시스템 구성 요소의 에칭(침식)을 초래할 수 있다.

### 발명의 상세한 설명

공정 챔버에서 발열 챔버 세정 공정을 제어하는 방법과 시스템이 제공된다. 상기 방법은, 시스템 구성 요소로부터 침착물을 제거하는 챔버 세정 공정에서 시스템 구성 요소를 세정 가스에 노출시키는 단계와, 챔버 세정 공정에 있어서 적어도 하나의 온도 관련 시스템 구성 요소의 파라미터를 모니터링하는 단계와, 이러한 온도 관련 파라미터의 모니터링을 통해 시스템 구성 요소의 세정 상태를 결정하는 단계, 그리고 이렇게 결정된 상태에 기초하여, (a) 상기 노출 단계와 모니터링 단계를 지속하거나, 또는 (b) 챔버 세정 공정을 종료하는 것 중 어느 하나를 수행하는 단계를 포함하며, 상기 온도 관련 파라미터는 시스템 구성 요소의 온도, 가열 동력 레벨, 또는 냉각 동력 레벨 중 하나 이상의 것일 수 있다.

처리 시스템은, 침착물이 있는 시스템 구성 요소를 구비하는 공정 챔버와, 시스템 구성 요소로부터 침착물을 제거하는 챔버 세정 공정에서 공정 챔버 내의 시스템 구성 요소를 세정 가스에 노출시키도록 되어 있는 가스 주입 시스템, 그리고 시스템 구성 요소의 세정 상태를 결정하기 위해 챔버 세정 공정에 있어서 적어도 하나의 온도 관련 시스템 구성 요소 파라미터를 모니터링하도록 되어 있는 제어기를 포함한다. 또한, 상기 제어기는 상기 세정 상태에 응답하여 처리 시스템을 제어하도록 되어 있다.

처리 시스템은 가열 동력을 시스템 구성 요소에 인가하도록 되어 있는 전원과, 냉각 동력을 시스템 구성 요소에 인가하도록 되어 있는 열교환 시스템을 더 포함할 수 있다. 시스템 구성 요소는 기관 홀더, 샤워 헤드, 쉴드, 링, 배플, 전극, 또는 챔버 벽을 포함할 수 있다.

### 실시예

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 처리 시스템의 개략도이다. 처리 시스템(1)은, 기관(25)을 지지하고 이 기관의 온도를 제어하기 위한 기관 홀더(20)의 장착용 받침대(5)를 구비하는 공정 챔버(10)와, 공정 가스(15)를 공정 챔버(10)에 도입하기 위한 가스 주입 시스템(40), 그리고 진공 펌프 시스템(50)을 포함한다. 공정 가스(15)는, 예컨대 공정 챔버(10)에서 [기관 홀더(20)와 공정 챔버(10) 내의 그 밖의 시스템 구성 요소로부터 침착물을 제거하는 것을 비롯한] 세정 공정을 수행하기 위한 세정 가스일 수도 있고, 또는 기관(25) 처리용 가스일 수도 있다. 가스 주입 시스템(40)은, 현장 외(ex-situ) 가스 공급원(도시 생략)으로부터 공정 가스(15)를 공정 챔버(10)에 전달하는 것에 대하여 독립적인 제어를 허용한다. 가스 주입 시스템(40)과 조정된 챔버 압력을 통하여, 가스가 공정 챔버(10) 안으로 도입될 수 있다. 진공 펌프 시스템(50)과 가스 주입 시스템(40)을 제어하기 위해 제어기(55)를 사용한다. 가스 주입 시스템(40)은 가스를 여기(勵起)하기 위한 원격 플라즈마 소스(도시 생략)를 더 포함할 수 있다.

기관(25)은 로봇식 기관 이송 시스템(95)에 의해 슬롯 밸브(도시 생략) 및 챔버 피드-스루(도시 생략)를 통하여 공정 챔버(10)의 안으로 그리고 밖으로 이송될 수 있는데, 이 경우 기관은 기관 홀더(20) 내에 수용된 기관 리프트 핀(도시 생략)에 의해 받쳐지고, 기관 홀더 내에 수용된 장치에 의해 기계적으로 병진 이동된다. 기관(25)이 기관 이송 시스템에서 받아들여지면, 기관은 기관 홀더(20)의 상부면까지 하강하게 된다. 한 가지 구성에서, 기관(25)은 정전 클램프(도시 생략)를 통해 기관 홀더(20)에 부착될 수 있다.



기관 홀더(20)는 기관 홀더(20)와 기관 홀더(20)의 위에 놓인 기관(25)을 가열하기 위한 가열 요소(30)를 포함한다. 가열 요소(30)는, 예컨대 전원(70)으로부터 가열 동력(AC 또는 DC)을 인가하는 것에 의해 동력을 공급받는 저항 가열 요소일 수 있다. 기관 홀더(20)는 기관 홀더의 온도를 측정하고 모니터링하기 위한 열전쌍(35)을 더 포함한다. 별법으로서, 고온계(pyrometer)를 사용하여 기관 홀더의 온도를 측정할 수 있다.

도 1에 도시된 처리 시스템(1)은, 기관 홀더(20)에 냉각 동력을 인가하는 것에 의해 기관 홀더(20)를 냉각하기 위한 수단을 더 포함한다. 이는 냉각 유체를 열교환 시스템(80)으로부터 기관 홀더 입구(85)로, 그리고 기관 홀더 출구(90)로부터 다시 열교환 시스템(80)으로 재순환시키는 것에 의해 이루어질 수 있다. 또한, 기관(25)과 기관 홀더(20) 사이에서 가스-겔의 열전도성을 향상시키기 위해, 가스[예컨대, 헬륨(He)]를 기관(25)의 후측에 공급할 수 있다.

도 1을 계속 참조해 보면, 공정 가스(15)는 가스 주입 시스템(40)으로부터 처리 영역(60)으로 도입된다. 공정 가스(15)는 가스 주입 플레넘(도시 생략), 일련의 배플판(도시 생략), 및 여러 개의 구멍이 형성된 샤워 헤드형 가스 주입판(65)을 통하여 처리 영역(60)으로 도입될 수 있다. 진공 펌프 시스템(50)은 초당 5,000 리터의 (그리고 더 높은) 펌핑 속도를 낼 수 있는 터보 분자 펌프(TMP)와, 챔버 압력을 조절하기 위한 게이트 밸브를 포함할 수 있다.

제어기(55)는 마이크로프로세서, 메모리, 및 디지털 I/O 포트를 포함하는데, 이 디지털 I/O 포트는 처리 시스템(1)에 대한 입력뿐만 아니라 처리 시스템(1)으로부터의 모니터 출력을 통신 및 기동하기에 충분한 제어 전압을 발생시킬 수 있다. 또한, 제어기(55)는 공정 챔버(10), 가스 주입 시스템(40), 열교환 시스템(80), 전원(70), 열전쌍(35), 기관 이송 시스템(95), 및 진공 펌프 시스템(50)에 연결되어, 이들과 정보를 교환한다. 예컨대, 메모리에 저장된 프로그램을 이용하여, 저장된 공정 레시피에 따라 처리 시스템(1)의 전술한 구성 요소를 제어할 수 있다. 제어기(55)의 한 가지 예로는 텍사스주 달라스 소재의 텍사스 인스트루먼트사에서 시판하는 디지털 신호 프로세서(DSP); 모델 번호 TMS320가 있다.

도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 처리 시스템의 개략도이다. 도 2에 도시된 실시예에서, 공정 가스(15)는 가스 주입 시스템(40)으로부터 처리 영역(60)으로 도입되고, 공정 챔버(10)는 기관 홀더(20) 및 기관(25)을 방사 가열하기 위한 램프 히터(96)를 포함한다. 제어기(55)에 의해 제어되는 전원(98)이 램프 히터에 동력을 공급한다.

도 1 및 도 2에서, 제어기(55)는 다양한 온도 관련 시스템 구성 요소의 파라미터를 제어하고 모니터링하도록 구성되어 있다. 이러한 온도 관련 파라미터는 모두, 세정 공정에서 발생하는 발열 반응열이 구성 요소에 쏘여질 때, 시스템 구성 요소를 희망 온도로 유지하는 것과 관련이 있다. 기관 홀더의 경우, 시스템 구성 요소의 파라미터는, 예컨대 열전쌍(35)에 의해 측정된 기관 홀더의 온도, 전원(70 또는 98)으로부터 기관 홀더(20)에 인가되는 가열 동력, 및/또는 열교환 시스템(80)으로부터 기관 홀더(20)에 인가되는 냉각 동력을 포함한다. 제어기(55)는 가열 요소(30) 또는 램프 히터(96)에 인가되는 가열 동력(예컨대, 전류, 전압)의 레벨을 모니터링하도록 구성될 수 있다. 또한, 제어기(55)는 동력의 특성, 예컨대 전압 진폭 및 위상을 모니터링하도록 구성될 수 있다. 나아가, 제어기(55)는 열교환 시스템(80)으로부터 기관 홀더(20)로 유동하는 냉각 유체의 유량을 측정하거나, 또는 기관 홀더의 입구(85)에 들어가는 냉각 유체와 기관 홀더의 출구(90)에서 나오는 냉각 유체 사이의 온도차를 측정하는 것에 의해, 냉각 동력을 모니터링하도록 구성될 수 있다.

본 발명의 한 가지 실시예에 있어서, 기관(25)은 공정 챔버(10)에서 수행되는 챔버 세정 공정 동안에 기관 홀더(20) 상에 있을 수 있다. 본 발명의 다른 실시예에 있어서, 챔버 세정 공정은 기관(25)이 기관 홀더(20) 상에 없는 상태에서 수행될 수 있다.

도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 기관 홀더의 개략적인 단면도이다. 기관 홀더(20)는 받침대(5)에 의해 지지된다. 기관 홀더(20)는, 예컨대  $Al_2O_3$ , AlN, SiC, BeO 및  $LaB_6$  등의 세라믹 재료를 포함할 수 있다. 도 3a는 기관 홀더(20)를 부분적으로 덮고 있는 침착물(45)을 보여준다. 도 3a에 도시된 침착물(45)은, 기관 홀더(20)에 의해 지지된 기관에 수행되는 가공 공정 동안에 기관 홀더(20)에 형성될 수 있는데, 여기서 가공 공정으로는, 예컨대 재료를 기관에 증착하는 증착 시스템에서 수행되는 증착 공정, 또는 재료를 기관으로부터 제거하는 에칭 시스템에서 수행되는 에칭 공정을 들 수 있다. 또한, 기관을 지지하는 기관 홀더의 표면(47)은 기관의 처리 중에 공정 환경으로부터 보호되고 있어, 기관 홀더의 표면에는 실질적으로 침착물(45)이 없을 수 있다.

침착물(45)은 단일 층을 포함할 수 있고, 또는 별법으로서 침착물은 복수 개의 층을 포함할 수 있다. 침착물(45)은 그 두께가 수 옹스트롬(Å) 내지 수백 옹스트롬이거나, 혹은 그보다 두꺼울 수 있으며, 예컨대 실리콘(Si), 실리콘 게르마늄(SiGe),

질화규소(SiN), 이산화규소(SiO<sub>2</sub>), 또는 도핑된 Si 등과 같은 규소 함유 재료; HfO<sub>2</sub>, HfSiO<sub>x</sub>, ZrO<sub>2</sub>, 또는 ZrSiO<sub>x</sub> 등과 같은 하이-k(high-k) 금속 산화물을 포함하는 유전 재료; Ta, Cu, 또는 Ru 등과 같은 금속; Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, CuO<sub>x</sub>, 또는 RuO<sub>2</sub> 등과 같은 금속 산화물; 또는 Ti 또는 TaN 등과 같은 금속 질화물 등의 재료 중 하나 이상의 타입을 포함할 수 있다.

도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 깨끗한 기판 홀더를 개략적으로 보여주는 단면도이다. 챔버 세정 공정에서는 기판 홀더(20)를 세정 가스에 노출시키는 것에 의해 도 3a에 개략적으로 도시된 침착물(45)이 기판 홀더(20)로부터 제거되며, 그 결과 깨끗한 기판 홀더(20)에는 침착물(45)이 없거나, 혹은 실질적으로 없다.

챔버 처리 분야에서 숙련된 자라면, 본 발명의 실시예가 기판 홀더 등과 같은 시스템 구성 요소에 한정되지 않고, 처리 시스템에 있는 그 밖의 시스템 구성 요소, 예컨대 샤워 헤드, 쉴드(shield), 배플, 링, 전극, 및 공정 챔버 벽 등에도 사용될 수 있는 것으로 이해할 것이다.

도 4a는 본 발명의 일 실시예에 따른 챔버 세정 공정에 있어서 온도 관련 시스템 구성 요소의 파라미터를 시간의 함수로서 개략적으로 나타낸 그래프이다. 챔버 세정 공정은 도 1 및 도 2에 도시된 예시적인 처리 시스템에서 수행될 수 있다. 도 4a에 도시된 시스템 구성 요소의 파라미터는 시스템 구성 요소의 온도와 시스템 구성 요소에 인가된 가열 동력이다. 도 4a에 도시된 챔버 세정 공정은, 침착물을 포함하는 시스템 구성 요소를 이 침착물과 반응하여 이 침착물을 시스템 구성 요소로부터 제거하는 세정 가스에 노출시키는 것에 의해, 수행되는 발열 세정 공정일 수 있다. 시간 420에서, 가열 동력 레벨 435를 사용하여 예정 온도 405로 유지되고 있는 시스템 구성 요소를 세정 가스에 노출시킨다. 세정 가스는, 예컨대 ClF<sub>3</sub>, F<sub>2</sub>, NF<sub>3</sub>, 및 HF 등과 같은 할로젠 함유 가스를 포함할 수 있고, 또한 세정 가스는 Ar, He, Ne, Kr, Xe, 및 N<sub>2</sub> 중 적어도 하나로부터 선택된 불활성 가스를 더 포함할 수 있다. 도 4a에 도시된 세정 공정에서, 시스템 구성 요소 상의 침착물과 세정 가스 사이의 발열 반응은 시스템 구성 요소의 온도 400을 상기 예정 온도 405 보다 높이 상승시킨다. 시스템 구성 요소의 온도가 상기 예정 온도 405 보다 높이 상승하므로, 제어기는 시스템 구성 요소에 인가된 가열 동력 410을 감소시키도록 구성된다. 도 4a에 도시된 예시적인 실시예에서, 가열 동력 410의 감소는 시스템 구성 요소의 온도를 상기 예정 온도 405로 유지하기에 충분하지 못하다.

시스템 구성 요소의 세정 상태는, 챔버 세정 공정 동안 시스템 구성 요소의 표면에 잔류하는 침착물의 상대적 양을 나타낼 수 있다. 침착물은 챔버 세정 공정 동안에 시스템 구성 요소로부터 제거되고, 침착물이 실질적으로 시스템 구성 요소로부터 제거되었을 때, 도 4a에 도시된 시스템 구성 요소의 온도 400은 발열 세정 공정에 의한 시스템 구성 요소의 가열이 감소되기 때문에 저하한다. 이러한 시스템 구성 요소 온도 400의 저하에 응답하여, 제어기는 시스템 구성 요소의 온도가 상기 예정 온도 405 밑으로 떨어지는 것을 방지하기 위해 시스템 구성 요소에 인가되는 가열 동력 410을 증가시키도록 구성된다.

따라서, 도 4a에 개략적으로 도시된 바와 같이, 시스템 구성 요소의 온도 400과 가열 동력 410 중 어느 하나 또는 양자 모두는 시간 430에서 세정의 종점을 결정하는 데 사용될 수 있다. 세정의 종점 430은 어디에서 시스템 구성 요소의 온도 400 및 가열 동력 410이 각각 예정 온도 405 및 가열 동력 레벨 435에 접근하는지를 나타낸다. 일반적으로, 세정 종점을 나타내는 시스템 구성 요소의 파라미터(예컨대, 시스템 구성 요소의 온도 400 또는 가열 동력 410)의 역치 강도는, 예컨대 예정된 시스템 구성 요소 파라미터의 강도 값(예컨대, 온도 405 또는 동력 레벨 435)일 수 있고, 또는 세정 종점의 결정을 돕기 위해 적어도 2개의 시스템 구성 요소의 파라미터를 연결하여 조정된 시스템 구성 요소의 파라미터를 생성하고자 연산 방법을 적용할 수 있다. 예시적인 연산 방법으로는, 나눗셈, 곱셈, 덧셈, 또는 뺄셈 등과 같은 대수적 연산 방법을 들 수 있다.

도 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 챔버 세정 공정에 있어서 조정된 온도 관련 시스템 구성 요소 파라미터를 시간의 함수로서 개략적으로 나타낸 그래프이다. 도 4b의 조정된 시스템 구성 요소 파라미터의 곡선 440은, 도 4a에 도시된 시스템 구성 요소의 온도 곡선 400을 가열 동력 곡선 410으로 나누는 것에 의해 산정된다. 세정 종점 430은 어디에서 상기 조정된 시스템 구성 요소 파라미터의 곡선 440이, 예컨대 도 4a의 예정 온도 405를 가열 동력 레벨 435로 나누는 것에 의해 산정될 수 있는 예정 역치 450에 접근하거나 또는 도달하는지를 나타낸다.

도 4a 및 도 4b에 있어서, 예시적인 세정 종점 430은, 예컨대 시스템 구성 요소가 희망 세정 공정의 합격 세정 레벨에 있는 것으로 인식되는 때를 나타낼 수 있다. 합격 세정 레벨은 공정 챔버에서 수행되는 제조 공정에 따라 달라질 수 있는 것으로 이해되어야 한다. 합격 세정 레벨은, 예컨대 곡선 400, 곡선 410, 또는 곡선 440을 분광법 및 외관 검사를 비롯한 그 밖의 합격 세정 레벨 결정 방법과 서로 관련시키는 것에 의해 결정될 수 있다. 소정 시스템 구성 요소에서의 침착물 제거가 공정 챔버의 다른 시스템 구성 요소에서보다 더 빠르게 진행된다면, 세정 공정을 더 길게 진행할 필요가 있을 수 있다. 도 4a의

곡선 400 및 410에서는 신호 강도가 실질적으로 대칭인 것으로 나타나 있지만, 곡선 400 및 410은 세정 공정 및 처리 시스템의 특성에 의존하며, 비대칭일 수도 있다. 일반적으로, 곡선 400 및 410의 정확한 형상은 침착물의 양, 타입, 두께, 부분적인 표면 덮임률, 및 세정 공정의 특성에 의존할 수 있다. 또한, 곡선 400 및 410은 시스템 구성 요소인 히터의 동력 요건 및 응답 시간과, 처리 시스템의 그 밖의 특성에 의존할 수 있다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 챔버 세정 공정에 있어서 온도 관련 기관 홀더 파라미터를 시간의 함수로서 나타낸 그래프이다. 도 5에 도시된 기관 홀더 파라미터는 기관 홀더의 온도 500과 기관 홀더에 인가되는 가열 동력 510이다. 도 5에 도시된 발열 세정 공정에서는, 삼불화질소( $\text{NF}_3$ )가 원격 플라즈마 소스에 의해 여기되고, 공정 챔버 안으로 유입되어 텅스텐(W) 금속 침착물을 기관 홀더 및 공정 챔버의 그 밖의 시스템 구성 요소로부터 제거하였다. 약 100초의 시간에서,  $\text{NF}_3$  세정 가스가 공정 챔버 안으로 유입되었고, 공정 챔버에서 기관 홀더는 곡선 500으로 도시된 바와 같이 약 200 °C까지 저항 가열되었다.

도 5에 도시된 세정 공정은 기관 홀더의 온도 500을 예정 온도인 약 200 °C보다 높이 상승시키기에 충분한 발열성을 지니므로, 제어기는 기관 홀더에 인가되는 가열 동력 510의 양을 감소시킨다. 도 5에 나타나 있는 바와 같이, 가열 동력 510은 약 100초의 시간에서 최대 가열 동력의 약 14%이었으나 약 400초의 시간에서 최대 가열 동력의 약 0%로 감소되었다. 세정 공정에서, 기관 홀더의 온도 500은 약 1100초의 시간에서 최대값인 약 203 °C에 도달하였다. 약 1100초의 시간 이후에, 기관 홀더의 온도 500은 저하하기 시작하였고, 기관 홀더의 온도가 예정 온도인 200 °C에 접근함에 따라, 제어기는 기관 홀더의 온도 500을 약 200 °C로 유지하기 위해 가열 동력 510을 증대시켰다. 도 5에 나타나 있는 바와 같이, 기관 홀더의 온도 500은 예정 온도인 200 °C에 약 2 °C정도 미치지 못하는데, 이는 부분적으로는 기관 홀더의 저항 가열에 있어서의 시간 상수가 비교적 긴 것에 기인한다. 세정 공정의 종점 530이 약 1,400초 내지 약 1,600초 사이의 시간에서 가열 동력 510 및 기관 홀더 온도 500으로부터 결정되는 것으로 관찰되었다. 세정 종점 530은 어디에서 기관 홀더 온도 500과 가열 동력 510이 각각 예정 온도인 200 °C와 약 14%의 가열 동력 레벨에 접근하거나 혹은 도달하는지를 나타낸다. 또한, 도 5는 기관 홀더 온도 500을 가열 동력 510으로 나누는 것에 의해 산정되는 조정된 온도 관련 기관 홀더 파라미터 540을 보여준다. 조정된 기관 홀더 파라미터 540을 100초마다 산정하였다. 공정의 시작 시에 조정된 값, 즉 100초에서의 값에, 약 1600초에서 다시 이르게 되어, 발열 세정 공정의 종료를 신호한다는 것을 확인할 수 있다. 따라서, 별개의 예정 파라미터와 관련하여 조정된 파라미터가, 실질적으로 동일한 종점 530을 신호하였다.

도 4a와 관련하여 전술한 바와 같이, 합격 세정 레벨은 공정 챔버에서 수행되는 제조 공정에 따라 달라질 수 있고, 합격 세정 레벨은, 예컨대 곡선 500과 510 중 어느 하나 또는 양자 모두와 관련하여 결정될 수 있고, 또는 조정된 시스템 구성 요소 파라미터 540을 산정하여 세정 종점을 결정하기 위해, 수학적 함수가 곡선 500 및 510에 실행될 수 있다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 챔버 세정 공정에 있어서 온도 관련 시스템 구성 요소의 파라미터를 온도의 함수로서 개략적으로 나타낸 그래프이다. 도 6에 도시된 실시예에서, 시스템 구성 요소에 가열 동력 레벨 635 및 냉각 동력 레벨 645를 인가하는 것에 의해 시스템 구성 요소가 예정 온도 605로 유지된다. 시간 630에서, 시스템 구성 요소를 세정 가스에 노출시킴으로써, 발열 세정 공정이 시작된다. 이어서, 시스템 구성 요소의 온도 600을 예정 온도 605로 유지하기 위하여, 가열 동력 610을 감소시키고 냉각 동력 650을 증가시킨다. 챔버 세정 공정의 종점인 시간 640에 접근할 때, 시스템 구성 요소의 온도 600을 예정 온도 605로 유지하기 위해, 가열 동력 610을 증가시키고 냉각 동력 650을 감소시킨다. 가열 동력 610 및/또는 냉각 동력 650의 초기 가열 동력 레벨 635 및 냉각 동력 레벨 645로의 복귀는 각각 발열 세정 공정의 종료 신호를 신호한다.

따라서, 도 6에 도시된 본 발명의 실시예는, 챔버 세정 공정 동안에 시스템 구성 요소의 온도 600을 예정 온도 605로 유지하기 위하여 시스템 구성 요소에 가열 동력 및 냉각 동력을 인가하는 것을 허용하며, 시스템 구성 요소의 세정 상태와 챔버 세정 공정의 종점을 결정하는 방법을 제공한다. 도 6에서, 가열 동력 610과 냉각 동력 650 중 어느 하나 또는 양자 모두는 세정 종점(시간 640)을 결정하는 데 사용될 수 있다. 또한, 조정된 시스템 구성 요소 파라미터를 산정하여 세정 종점을 결정하기 위해, 전술한 수학적 함수가, 예컨대 2개의 상이한 시스템 구성 요소 파라미터(즉, 가열 동력 및 냉각 동력)에 실행될 수 있다.

전술한 시스템 구성 요소 이외에, 다른 시스템 구성 요소도 확실히 챔버 세정 공정을 모니터링하기 위해 공정 챔버에 설계, 제조, 및 설치될 수 있다. 도 1 및 도 2의 기관 홀더(20)와 유사하게, 가열 동력 및 냉각 동력이 보조 시스템 구성 요소에 인가될 수 있고, 이 보조 시스템 구성 요소의 온도는, 예컨대 열전쌍을 사용함으로써 모니터링된다. 시스템 구성 요소는, 종점 검출의 향상을 위해 보다 빠른 온도 응답 시간을 갖도록 제조될 수 있다. 빠른 응답 시간은, 열전도성이 큰 재료를 이용하여 시스템 구성 요소를 제조하는 것에 의해, 그리고 양호한 종점 검출을 허용하는 시스템 구성 요소의 온도를 선택하는 것에 의해 달성될 수 있다.

또한, 챔버 처리의 분야에서 숙련된 자라면, 본 발명의 실시예가 시스템 구성 요소 온도를 모니터링하기 위한 수단, 그리고 선택적으로는 시스템 구성 요소를 가열 혹은 냉각하기 위한 수단을 포함하는 시스템 구성 요소를 사용하여 실시될 수 있는 것으로 이해할 것이다. 한 가지 예에서, 챔버 세정 공정은 샤워 헤드가 세정 가스에 노출되는 동안에 열전쌍을 포함하는 샤워 헤드의 온도를 모니터링하는 것에 의해 제어될 수 있다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 챔버 세정 공정에 있어서 시스템 구성 요소의 세정 상태를 제어하는 방법을 보여주는 흐름도이다. 공정 700은 단계 702에서 시작된다. 단계 704에서는, 시스템 구성 요소로부터 침착물을 제거하는 챔버 세정 공정에서 시스템 구성 요소를 세정 가스에 노출시킨다. 단계 706에서는, 적어도 하나의 온도 관련 시스템 구성 요소 파라미터를 챔버 세정 공정에서 모니터링하는데, 이 온도 관련 시스템 구성 요소 파라미터는 시스템 구성 요소의 온도, 시스템 구성 요소에 인가되는 가열 동력, 또는 시스템 구성 요소에 인가되는 냉각 동력을 포함한다. 단계 708에서는, 상기 모니터링을 통하여 시스템 구성 요소의 세정 상태를 결정한다. 단계 710에서는, 상기 모니터링을 통해 결정된 상태에 기초하여, 다음 중 어느 하나를 수행한다: (a) 노출 및 모니터링 지속, 또는 (b) 단계 712에서 공정 종료.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 챔버 세정 공정에 있어서 시스템 구성 요소의 세정 상태를 제어하는 방법을 보여주는 흐름도이다. 공정 800은 단계 802에서 시작된다. 단계 804에서는, 시스템 구성 요소의 파라미터를 챔버 세정 공정에서 모니터링한다. 단계 806에서는, 온도 관련 시스템 구성 요소 파라미터(예컨대, 시스템 구성 요소의 온도, 가열 동력, 또는 냉각 동력)의 검출값이 역치에 도달하지 않았다면, 모니터링을 지속한다. 단계 806에서 역치에 도달하였다면, 침착물의 제거가 완료되거나, 또는 완료가 임박하였음을 나타내고, 단계 808에서는 세정 공정 및 모니터링을 지속할 것인지 혹은 단계 810에서 세정 공정을 종료할 것인지에 대한 결정이 이루어진다.

공정 챔버에서 수행되는 제조 공정에 따라, 단계 808에서 공정을 지속하여야 하는가의 여부를 결정할 수 있다. 시스템 구성 요소의 파라미터를 세정 공정의 중점에 관련시키는 것은, 적어도 하나의 시스템 구성 요소의 파라미터와 시스템 구성 요소의 세정 상태를 모니터링하는 동안에 수행되는 시험 공정에 의해 실시될 수 있다. 예컨대, 상기 시험 공정 동안에 시스템 구성 요소를 검사하고, 이 검사 결과를 세정 공정의 희망 중점이 관찰되는 때에 기록되는 검출 역치 강도에 관련시킴으로써, 시스템 구성 요소의 세정 상태를 평가할 수 있다. 상기 역치 강도는, 예컨대 고정된 시스템 구성 요소 파라미터의 강도값일 수 있고, 또는 도 4b 및 도 5에 기술된 바와 같이 조정된 시스템 구성 요소 파라미터를 생성하기 위해 연산 방법이 적어도 2개의 시스템 구성 요소 파라미터에 적용된다.

도 9는 본 발명의 일 실시예가 실시될 수 있는 컴퓨터 시스템(1201)을 예시한다. 컴퓨터 시스템(1201)은 도 1 및 도 2의 제어기로서, 또는 전술한 기능 중 일부 또는 전부를 수행하는 데 사용될 수 있는 유사한 제어기로서 이용될 수 있다. 컴퓨터 시스템(1201)은 정보 통신용 버스(1202) 또는 그 밖의 통신 메카니즘과, 버스(1202)에 연결된 정보 처리용 프로세서(1203)를 포함한다. 또한, 컴퓨터 시스템(1201)은, 버스(1202)에 연결되어 있고 프로세서(1203)에 의해 실행되는 명령 및 정보를 저장하기 위한 주 메모리(1204)로서, 랜덤 액세스 메모리(RAM) 또는 그 밖의 동적 기억 장치[예컨대, 동적 램(DRAM), 정적 램(SRAM), 및 동기식 디램(SDRAM)] 등을 포함한다. 또한, 주 메모리(1204)는 프로세서(1203)에 의해 명령이 실행되는 동안에 일시적 변수 또는 그 밖의 중간 정보를 저장하기 위해 사용될 수 있다. 컴퓨터 시스템(1201)은, 버스(1202)에 연결되어 있고 프로세서(1203)에 대한 명령 및 정적 정보를 저장하기 위한 읽기 전용 메모리(ROM)(1205) 또는 그 밖의 정적 기억 장치[예컨대, 프로그램 가능한 롬(PROM), 소거 가능한 펌(EPROM), 및 전기적으로 소거 가능한 펌(EEPROM)]를 더 포함한다.

또한, 컴퓨터 시스템(1201)은, 정보 및 명령을 저장하기 위한 자기 하드 디스크(1207) 및 분리형 미디어 드라이브(1208) [예컨대, 플로피 디스크 드라이브, 읽기 전용 CD 드라이브, 읽기/쓰기용 CD 드라이브, 테이프 드라이브, 및 분리형 광자기 드라이브] 등과 같은 하나 이상의 기억 장치를 제어하도록 버스(1202)에 연결되어 있는 디스크 제어기(1206)를 포함한다. 이러한 기억 장치는 적절한 장치 인터페이스[예컨대, 소형 컴퓨터 시스템 인터페이스(SCSI), 통합 디바이스 일렉트로닉스(IDE), 확장-IDE(E-IDE), 직접 메모리 액세스(DMA), 또는 울트라-DMA]를 사용하여 컴퓨터 시스템(1201)에 추가될 수 있다.

또한, 컴퓨터 시스템(1201)은 전용 논리 장치[예컨대, 주문형 집적 회로(ASICs)] 또는 구성 가능형 논리 장치[예컨대, 단순한 프로그램이 가능한 논리 소자(SPLDs), 복잡한 프로그램이 가능한 논리 소자(CPLDs), 및 현장에서 프로그래밍 가능한 게이트 어레이(FPGAs)]를 포함할 수 있다. 또한, 컴퓨터 시스템은 텍사스 인스트루먼트의 TMS320 시리즈 칩, 모토로라의 DSP56000, DSP56100, DSP56300, 및 DSP56600, DSP96000 시리즈 칩, 루센트 테크놀로지스(Lucent Technologies)의 DSP1600 및 DSP3200 시리즈, 또는 아날로그 디바이스(Analog Devices)의 ADSP2100 및 ADSP21000 시리즈 등과 같은 하나 이상의 디지털 신호 프로세서(DSPs)를 포함할 수 있다. 그 밖에 특히 디지털 도메인으로 변환되는 아날로그 신호를 처리하도록 되어 있는 프로세서가 사용될 수도 있다.

또한, 컴퓨터 시스템(1201)은, 컴퓨터 사용자에게 정보를 표시하는 음극선관(CRT) 등과 같은 디스플레이(1210)를 제어하도록 버스(1202)에 연결되어 있는 디스플레이 제어기(1209)를 포함할 수 있다. 컴퓨터 시스템은, 컴퓨터 사용자와 상호 작용하고 정보를 프로세서(1203)에 제공하는 용도의, 키보드(1211) 및 위치 지정 도구(1212) 등과 같은 입력 장치를 포함한다. 위치 지정 도구(1212)는, 예컨대 방향 정보 및 프로세서(1203)에 대한 명령 선택을 통신하고 디스플레이(1210) 상에서의 커서의 이동을 제어하는 용도의, 마우스, 트랙볼, 또는 포인팅 스틱일 수 있다. 또한, 프린터는 컴퓨터 시스템(1201)에 의해 저장되거나 및/또는 발생된 데이터의 인쇄 목록을 제공할 수 있다.

컴퓨터 시스템(1201)은, 주 메모리(1204) 등과 같은 메모리에 들어있는 하나 이상의 명령으로 이루어진 하나 이상의 시퀀스를 실행하는 프로세서(1203)에 응답하여, 본 발명의 처리 단계 중 일부 또는 전부를 수행한다. 이러한 명령은, 하드 디스크(1207) 또는 분리형 미디어 드라이브(1208) 등과 같은 다른 컴퓨터 판독 가능 매체로부터 주 메모리(1204)로 읽어 들여질 수 있다. 또한, 다중 처리 구조의 하나 이상의 프로세서가 주 메모리(1204)에 들어있는 명령 시퀀스를 실행하는 데 이용될 수 있다. 변형례에서, 고정 배선 회로가 소프트웨어 명령 대신에 또는 소프트웨어 명령과 함께 사용될 수 있다. 따라서, 실시예는 하드웨어 회로 및 소프트웨어의 임의의 특정 조합에 한정되지 않는다.

전술한 바와 같이, 컴퓨터 시스템(1201)은, 본 발명의 교시에 따라 프로그램된 명령을 저장하고 데이터 구조, 테이블, 레코드, 또는 그 밖의 본원에 기술된 데이터를 담기 위한, 적어도 하나의 컴퓨터 판독 가능 매체 또는 메모리를 포함한다. 컴퓨터 판독 가능 매체의 예로는, 콤팩트 디스크, 하드 디스크, 플로피 디스크, 테이프, 광자기 디스크, PROMs(EPROM, EEPROM, 플래시 EPROM), DRAM, SRAM, SDRAM, 임의의 다른 자기 매체, 콤팩트 디스크(예컨대, CD-ROM), 임의의 다른 광 매체, 천공 카드, 종이 테이프, 구멍의 패턴을 갖는 그 밖의 물리적 매체, 반송파(후술함), 또는 컴퓨터가 판독할 수 있는 임의의 다른 매체가 있다.

본 발명은 컴퓨터 시스템(120)을 제어하고, 본 발명의 실시용 장치(들)를 구동하며, 컴퓨터 시스템(1201)이 사용인(예컨대, 인쇄물 제조 직원)과 상호 작용할 수 있게 하는 소프트웨어를 포함하는데, 이러한 소프트웨어는 컴퓨터 판독 가능 매체 중 어느 하나 또는 이들의 조합에 저장된다. 상기 소프트웨어는 장치 드라이버, 운영 체제(OS), 개발 툴, 및 응용 소프트웨어를 포함할 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는, 본 발명의 실시 중에 수행되는 처리의 일부(처리가 분산되어 있는 경우) 또는 전부를 수행하기 위한 본 발명의 컴퓨터 프로그램 제품을 더 포함한다.

본 발명의 컴퓨터 코드 장치는, 스크립트, 해석 가능한 프로그램, 동적 링크 라이브러리(DLLs), 자바 클래스, 및 완전 실행 가능한 프로그램을 비롯한 (이에 한정되지는 않음) 임의의 해석 또는 실행 가능한 코드 메카니즘일 수 있다. 또한, 본 발명의 처리의 일부는 성능, 신뢰성, 및/또는 비용의 개선을 위해 분산될 수 있다.

본원에 사용된 "컴퓨터 판독 가능 매체"라 하는 용어는, 프로세서(1203)에 실행 명령을 제공하는데 관여하는 임의의 매체를 지칭한다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 비휘발성 매체, 휘발성 매체 및 전송 매체를 비롯한 (이에 한정되지는 않음) 많은 형태를 취할 수 있다. 비휘발성 매체는, 예컨대 하드 디스크(1207) 또는 분리형 미디어 드라이브(1208) 등과 같은 광 디스크, 자기 디스크 및 광자기 디스크를 포함한다. 휘발성 매체는 주 메모리(1204) 등과 같은 동적 메모리를 포함한다. 전송 매체는 버스(1202)를 구성하는 와이어를 비롯하여, 동축 케이블, 구리선 및 광섬유를 포함한다. 또한, 전송 매체는, 전파 통신 및 적외선 데이터 통신 동안에 발생하는 것과 같은 음향파 또는 광파의 형태를 취할 수 있다.

다양한 형태의 컴퓨터 판독 가능 매체는, 프로세서(1203)에 대한 하나 이상의 실행 명령으로 이루어진 하나 이상의 시퀀스를 실시하는 것에 관여될 수 있다. 예컨대, 상기 명령은 처음에는 원격 컴퓨터의 자기 디스크에 기억되어 있을 수 있다. 원격 컴퓨터는 본 발명의 일부 또는 전부를 원격으로 실시하기 위한 명령을 동적 메모리에 로드(load)할 수 있고, 이 명령을 모델을 사용하여 전화선을 통해 보낼 수 있다. 컴퓨터 시스템(1201)에 있는 모델이 상기 전화선 상의 데이터를 받고, 적외선 트랜스미터를 사용하여 상기 데이터를 적외선 신호로 변환시킬 수 있다. 버스(1202)에 연결된 적외선 검출기는 상기 적외선 신호에 운반되는 데이터를 수신하고 이 데이터를 버스(1202) 상에 위치시킬 수 있다. 버스(1202)는 데이터를 주 메모리(1204)로 운반하고, 프로세서(1203)는 주 메모리로부터 명령을 찾아내어 이를 실행한다. 주 메모리(1204)에 수신된 명령은 프로세서(1203)에 의한 실행 이전에 혹은 이후에 선택적으로 기억 장치(1207 또는 1208)에 기억될 수 있다.

또한, 컴퓨터 시스템(1201)은 버스(1202)에 연결된 통신 인터페이스(1213)를 포함한다. 통신 인터페이스(1213)는, 예컨대 근거리 통신망(LAN)(1215)에 접속된 네트워크 링크(1214)에, 또는 인터넷 등과 같은 다른 통신 네트워크(1216)에 연결되는 양방향 데이터 통신을 제공한다. 예컨대, 통신 인터페이스(1213)는 임의의 패킷 교환 방식 LAN에 부착되는 네트워크 인터페이스 카드일 수 있다. 다른 예로서, 통신 인터페이스(1213)는 통신 라인의 타입에 대응하는 데이터 통신 연결

을 제공하도록, 비대칭 디지털 가입자 회선(ADSL) 카드이거나, 종합 정보 통신망(ISDN) 카드이거나, 또는 모뎀일 수 있다. 또한, 무선 링크가 실시될 수 있다. 이러한 실시예에 있어서, 통신 인터페이스(1213)는 다양한 타입의 정보가 나타내어져 있는 디지털 데이터 스트림을 운반하는 전기 신호, 전자기 신호, 또는 광 신호를 보내고 받는다.

네트워크 링크(1214)는 대개 하나 이상의 네트워크를 통해 그 밖의 데이터 장치에 대하여 데이터를 통신한다. 예컨대, 네트워크 링크(1214)는 근거리 통신망(1215)(예컨대, LAN)을 통하여, 또는 통신 네트워크(1216)를 매개로 하여 통신 서비스를 제공하는 서비스 제공자에 의해 작동되는 설비를 통하여, 다른 컴퓨터에 대한 접속을 제공할 수 있다. 근거리 통신망(1214) 및 통신 네트워크(1216)는, 예컨대 디지털 데이터 스트림을 운반하는 전기 신호, 전자기 신호, 또는 광 신호와, 해당 물리 계층(예컨대, CAT 5 케이블, 동축 케이블, 광섬유 등)을 사용한다. 다양한 네트워크를 통과하며, 네트워크 링크(1214) 상에 위치하고, 통신 인터페이스(1213)를 통과하며, 디지털 데이터를 컴퓨터 시스템(1201)으로 그리고 컴퓨터 시스템으로부터 운반하는 신호는, 기저 대역 신호 또는 반송파 기반 신호로 실시될 수도 있다. 기저 대역 신호는 디지털 데이터 비트의 스트림을 묘사하는 무변조 전기 펄스로서 상기 디지털 신호를 운반하는데, 여기서 "비트"라는 용어는 기호를 의미하도록 폭넓게 해석되어야 하며, 여기서 각 기호는 적어도 하나 또는 그 이상의 정보 비트를 운반한다. 또한, 디지털 데이터는, 예컨대 진폭, 위상, 및/또는 전도성 매체를 통해 전파되거나 전파 매체를 통해 전자기파로서 전송되는 주파수 편이 변조 신호 등에 의해, 반송파를 변조하는데 사용될 수 있다. 따라서, 디지털 데이터는 "유선" 통신 채널을 통해 무변조 기저 대역 데이터로서 보내어질 수 있거나, 및/또는 반송파를 변조하여 예정 주파수 대역(기저 대역과는 다름) 범위 내에서 보내어질 수 있다. 컴퓨터 시스템(1201)은 프로그램 코드를 포함하는 데이터를, 네트워크(1215 및 1216), 네트워크 링크(1214), 및 통신 인터페이스(1213)를 통하여 전송하고 수신할 수 있다. 또한, 네트워크 링크(1214)는 LAN(1215)을 통해 개인 휴대 정보 단말기(PDA), 랩탑 컴퓨터, 또는 휴대폰 등과 같은 휴대 장치(1217)에 대해 접속을 제공한다.

컴퓨터 시스템(1201)은, 챔버 세정 공정 동안에 시스템 구성 요소의 파라미터를 모니터링하여 챔버 세정 공정을 제어하는 본 발명의 방법을 수행하도록 구성될 수 있다. 본 발명에 따르면, 컴퓨터 시스템(1201)은 챔버 세정 공정 동안에 시스템 구성 요소의 파라미터를 모니터링하고, 이 모니터링을 통하여 시스템 구성 요소의 세정 상태를 결정하며, 그리고 이러한 상태 결정에 응답하여 챔버 세정 공정을 제어하도록 구성될 수 있다.

전술한 교시 내용의 견지에서, 본 발명의 다양한 수정 및 변경이 가능하다는 것은 명백하다. 따라서, 첨부된 청구범위의 범위 내에서 본 발명은 본 명세서에 구체적으로 기술된 것과는 다르게 실시될 수 있는 것으로 이해되어야 한다.

## 도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 처리 시스템의 개략도.

도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 처리 시스템의 개략도.

도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 기관 홀더의 개략적인 단면도.

도 4a는 본 발명의 일 실시예에 따른 챔버 세정 공정에 있어서 시스템 구성 요소의 파라미터를 시간의 함수로서 개략적으로 나타낸 그래프.

도 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 챔버 세정 공정에 있어서 조정된 시스템 구성요소의 파라미터를 시간의 함수로서 개략적으로 나타낸 그래프.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 챔버 세정 공정에 있어서 기관 홀더의 파라미터를 시간의 함수로서 나타낸 그래프.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 챔버 세정 공정에 있어서 시스템 구성 요소의 파라미터를 시간의 함수로서 나타낸 그래프.

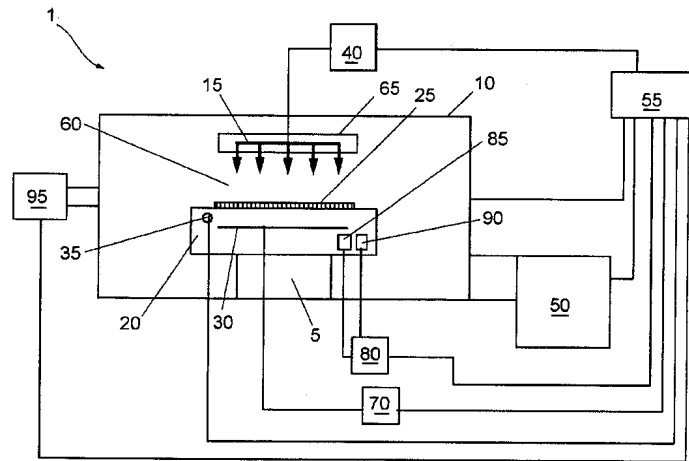
도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 챔버 세정 공정에 있어서 시스템 구성 요소의 세정 상태를 모니터링하는 방법을 보여주는 흐름도.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 챔버 세정 공정에 있어서 시스템 구성 요소의 세정 상태를 모니터링하는 방법을 보여주는 흐름도.

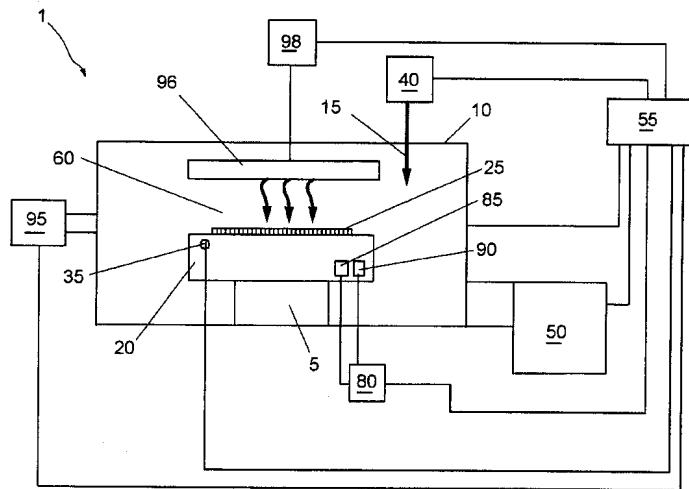
도 9는 본 발명을 실시하는데 사용될 수 있는 범용 컴퓨터를 보여주는 도면.

도면

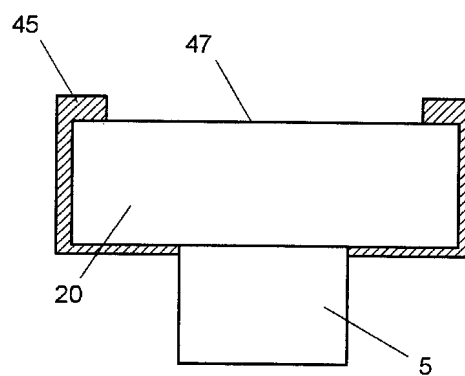
도면1



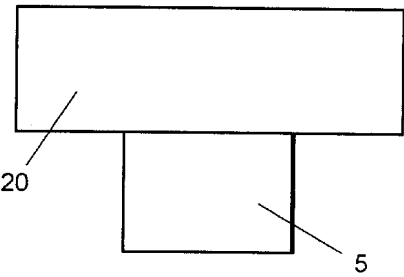
도면2



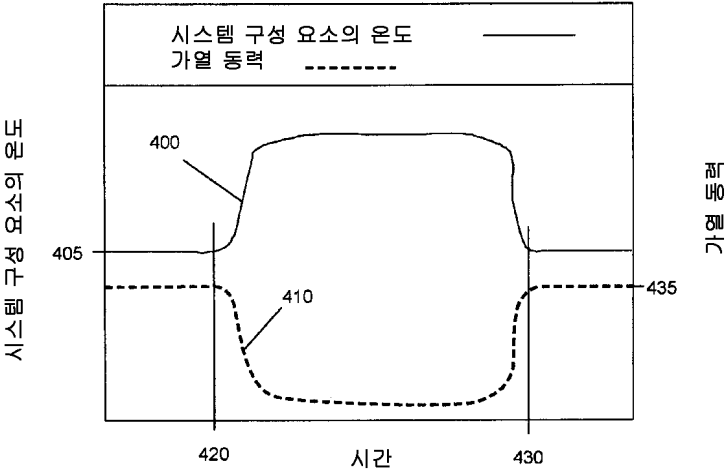
도면3a



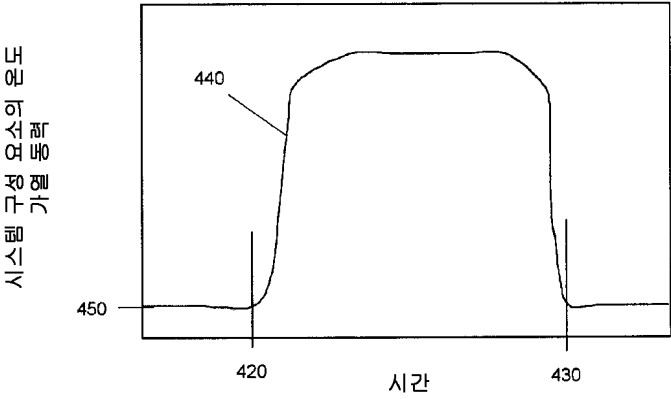
도면3b



도면4a

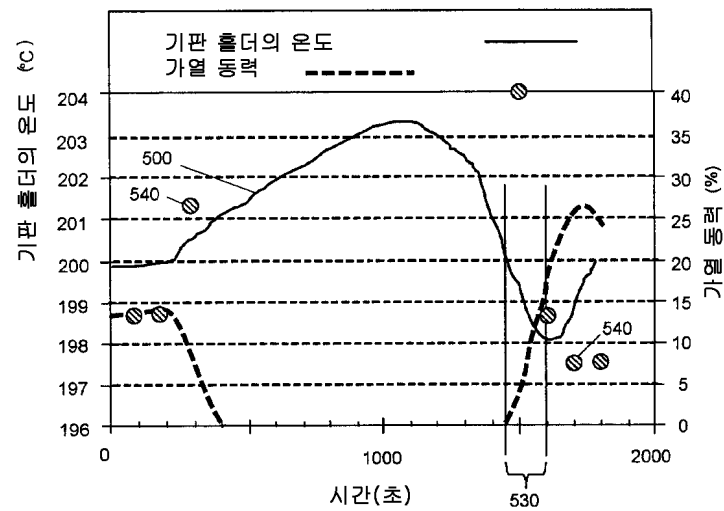


도면4b

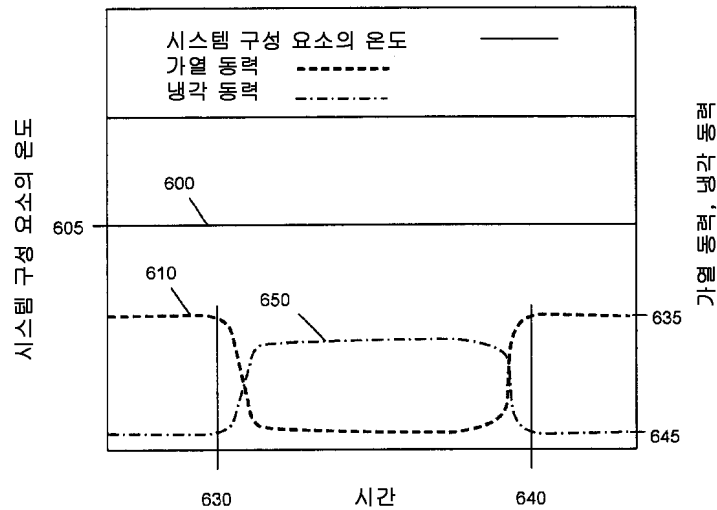




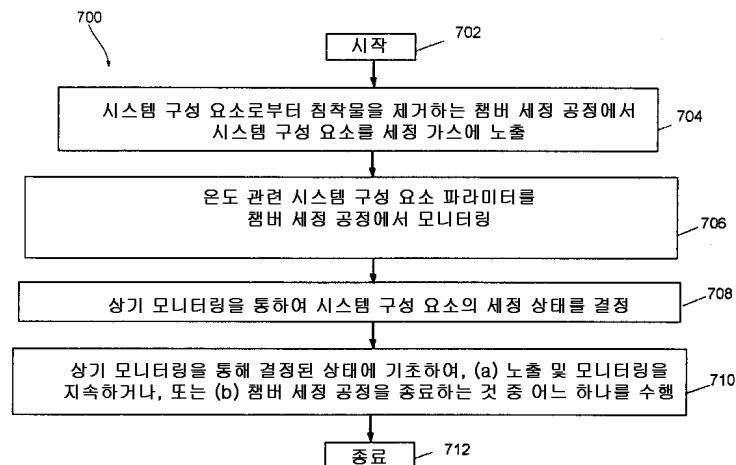
도면5



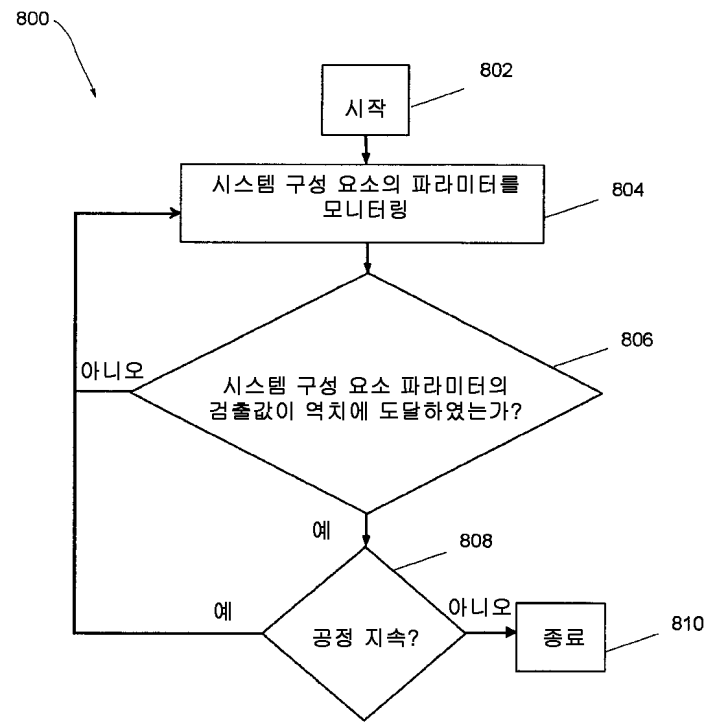
도면6



도면7



도면8



도면9

