(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년01월22일
(11) 등록번호 10-2206348
(24) 등록일자 2021년01월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 37/32 (2006.01) *H01L 21/3065* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01J 37/32926 (2013.01)
H01L 21/3065 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0045229
(22) 출원일자 2019년04월18일
심사청구일자 2019년04월18일
(65) 공개번호 10-2020-0021868
(43) 공개일자 2020년03월02일
(30) 우선권주장
JP-P-2018-154589 2018년08월21일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP4448335 B2
KR1020050010021 A
KR1020110133758 A

(73) 특허권자
주식회사 히타치하이테크
일본국 도쿄토 미나토쿠 토라노몬 1쵸메 17방 1고
(72) 발명자
마사키 이시구로
일본국 도쿄도 미나토쿠 니시 심바시 1-24-14
마사히로 스미야
일본국 도쿄도 미나토쿠 니시 심바시 1-24-14
(74) 대리인
문두현

전체 청구항 수 : 총 7 항 심사관 : 정우열

(54) 발명의 명칭 **상태 예측 장치 및 반도체 제조 장치**

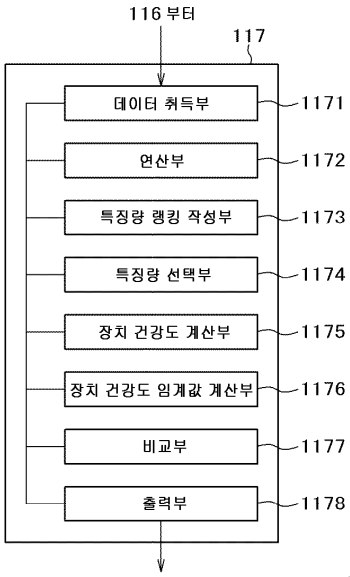
(57) 요 약

본 발명은 플라스마 처리 장치의 이상(異常) 검출을 행하는데 있어서 중요한 특징량을 배제하지 않고, 해석에 사용되는 특징량의 수를 줄여, 짧은 계산 시간에 신뢰성이 높은 이상 검출을 가능하게 하는 것을 과제로 한다.

이러한 과제를 해결하기 위한 수단으로서, 본 발명은 플라스마 처리 장치의 상태를 예측하는 상태 예측 장치에

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2



있어서, 정상인 상태의 상기 플라스마 처리 장치의 모니터된 데이터로부터 상기 플라스마 처리 장치의 상태를 나타내는 제1 특징량이 구해지고, 상기 플라스마 처리 장치의 모니터된 데이터로부터 상기 플라스마 처리 장치의 상태를 나타내는 제2 특징량이 구해지고, 상기 구해진 제2 특징량이 상기 제1 특징량을 이용하여 연산되고, 상기 연산된 제2 특징량의 큰 것부터 순서대로 선택된 특징량과 동일한 종류의 상기 제1 특징량을 이용하여 상기 플라스마 처리 장치의 상태를 예측하는 모델이 생성되고, 상기 생성된 모델을 이용하여 상기 플라스마 처리 장치의 상태가 예측되는 것을 특징으로 한다.

명 세 서

청구범위

청구항 1

플라스마 처리 장치의 상태를 예측하는 상태 예측 장치에 있어서,

정상인 상태의 상기 플라스마 처리 장치의 모니터된 데이터로부터 상기 플라스마 처리 장치의 상태를 나타내는 제1 특징량이 구해지고,

상기 플라스마 처리 장치의 플라스마 처리시에 모니터된 데이터로부터 상기 플라스마 처리 장치의 상태를 나타내는 제2 특징량이 구해지고,

상기 구해진 제2 특징량이 상기 제1 특징량을 이용하여 연산되고,

상기 연산된 제2 특징량의 큰 것부터 순서대로 선택된 특징량과 동일한 종류의 상기 제1 특징량을 이용하여 상기 플라스마 처리 장치의 상태를 예측하는 모델이 생성되고,

상기 생성된 모델을 이용하여 상기 플라스마 처리 장치의 상태가 예측되는 것을 특징으로 하는 상태 예측 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 생성된 모델은, 상기 플라스마 처리 장치의 상태를 예측할 때마다 갱신되는 것을 특징으로 하는 상태 예측 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 연산된 제2 특징량의 각각은, 복수의 플라스마 처리에 있어서의 상기 제1 특징량의 각각의 평균값을 상기 제2 특징량의 각각으로부터 감(減)한 값의 각각을 상기 복수의 플라스마 처리에 있어서의 상기 제1 특징량의 각각의 표준편차에 의해 나눈 값의 각각인 것을 특징으로 하는 상태 예측 장치.

청구항 4

시료가 처리되는 처리실과, 상기 시료를 상기 처리실에 반송하고 상기 처리실에 접속된 반송실을 구비하는 반도체 제조 장치에 있어서,

자(自)장치의 어느 개소(箇所)에 있어서의 정상인 상태시에 모니터된 데이터로부터 상기 자장치의 어느 개소에 있어서의 상태를 나타내는 제1 특징량이 구해지고,

상기 자장치의 어느 개소에 있어서의 상기 시료의 처리시에 모니터된 데이터로부터 상기 자장치의 어느 개소에 있어서의 상태를 나타내는 제2 특징량이 구해지고,

상기 구해진 제2 특징량이 상기 제1 특징량을 이용하여 연산되고,

상기 연산된 제2 특징량의 큰 것부터 순서대로 선택된 특징량과 동일한 종류의 상기 제1 특징량을 이용하여 상기 자장치의 어느 개소에 있어서의 상태를 예측하는 모델이 생성되고,

상기 생성된 모델을 이용하여 상기 자장치의 어느 개소에 있어서의 상태가 예측되는 제어 장치를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장치.

청구항 5

시료가 처리되는 처리실과, 상기 시료를 상기 처리실에 반송하고 상기 처리실에 접속된 반송실을 구비하는 반도체 제조 장치에 있어서,

자장치의 어느 개소에 있어서의 정상인 상태시에 모니터된 데이터로부터 상기 자장치의 어느 개소에 있어서의

상태를 나타내는 제1 특징량이 구해지고,

상기 자장치의 어느 개소에 있어서의 상기 시료의 처리시에 모니터된 데이터로부터 상기 자장치의 어느 개소에 있어서의 상태를 나타내는 제2 특징량이 구해지고,

상기 구해진 제2 특징량이 상기 제1 특징량을 이용하여 연산되고,

상기 연산된 제2 특징량의 큰 것부터 순서대로 선택된 특징량과 동일한 종류의 상기 제1 특징량을 이용하여 상기 자장치의 어느 개소에 있어서의 상태를 예측하는 모델이 생성되고,

상기 생성된 모델을 이용하여 상기 자장치의 어느 개소에 있어서의 상태가 예측되는 상태 예측 장치를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장치.

청구항 6

제4항 또는 제5항에 있어서,

상기 자장치의 어느 개소는, 상기 처리실 또는 상기 반송실인 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 연산된 제2 특징량의 각각은, 복수의 처리에 있어서의 상기 제1 특징량의 각각의 평균값을 상기 제2 특징량의 각각으로부터 감한 값의 각각을 상기 복수의 처리에 있어서의 상기 제1 특징량의 각각의 표준편차에 의해 나눈 값의 각각인 것을 특징으로 하는 반도체 제조 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 상태 예측 장치 및 그것을 이용한 반도체 제조 장치에 관한 것이며, 특히 상태 예측 장치를 이용한 이상(異常) 검출 기능을 구비한 플라스마 처리 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 근래의 제조업에 있어서는, 제조 장치로부터 얻어지는 데이터를 유효 활용하여, 생산성을 향상시키는 활동이 주목받고 있다.

[0003] 예를 들면, 반도체 제조 장치인 플라스마 처리 장치에 있어서는, 하나의 제조 장치에 수십을 초과하는 데이터 취득을 위한 센서가 구비되어 있는 것도 드물지 않고, 그들 다수의 센서로부터 얻어진 데이터는 장치 이상의 조기 검출 등에 이용되어, 생산성의 향상에 큰 역할을 다하고 있다.

[0004] 통상 데이터 처리에서는 센서에 의한 계측으로부터 얻어진 시계열 신호를 그대로 사용하는 것이 아니라, 그 신호의 특징을 잘 나타내는 통계량 등을 사용하는 경우가 많다. 신호의 특징을 나타내기 위한 양은, 일반적으로 특징량이나 피처라고 불린다.

[0005] 예를 들면, 시계열 신호의 평균값, 표준편차값 등은 특징량 중 하나이다.

[0006] 시계열 신호로부터 특징량을 추출함으로써, 데이터량을 어느 정도 압축하는 것이 가능해지지만, 추출한 특징량이 지나치게 적을 경우에는, 데이터가 가지고 있는 중요한 정보가 손실될 가능성이 있어, 특징량의 추출의 단계에서는 가능한 한 많은 특징량이 추출되는 것이 바람직하다.

[0007] 추출된 다수의 특징량 중에서, 중요한 정보를 취출하는 방법으로서 종종 이용되는 방법으로 주성분 분석이 있다.

[0008] 특허문헌 1에 있어서는 처리 시스템의 불량 검출 방법으로서,

[0009] 복수의 관측에 대하여, 상기 처리 시스템으로부터 복수의 데이터 변수를 갖는 데이터를 취득하는 것과,

[0010] 주성분 분석을 사용하여, 상기 복수의 관측에 대하여, 상기 데이터의 1개 이상의 주성분을 결정하는 것과,

[0011] 상기 주성분 분석 동안, 상기 복수의 데이터 변수의 적어도 1개에 가중치 부여를 하는 것과,

[0012] 상기 1개 이상의 주성분 위에의 상기 추가로 데이터의 사영(射影)으로부터 산출된 1개 이상의 스코어로부터 적어도 1개의 통계량을 결정하는 것과,

[0013] 상기 적어도 1개의 통계량에 대하여, 컨트롤 리미트를 결정하는 것과,

[0014] 상기 적어도 1개의 통계량을 상기 컨트롤 리미트와 비교하는 것을 구비하는 방법이 개시되어 있다.

[0015] 그래서, 주성분 분석을 실시하기 전에 특징량을 어느 정도 좁히는 방법이 있다.

[0016] 비특허문헌 1에 있어서는, 주성분 부하의 값을 기준으로 하여 중요한 특징량의 좁힘을 행하는 방법이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0017] (특허문헌 0001) 일본국 특표2007-502026호 공보

비특허문헌

[0018] (비특허문헌 0001) I. T. Jolliffe, “Discarding Variables in a Principal Component Analysis I,” Journal of the Royal Statistics Society Series C, vol. 21, no. 2, pp. 160-173, 1972.,

발명의 내용

해결하려는 과제

[0019] 특허문헌 1에 기재되어 있는 바와 같은 주성분 분석은, 다수의 특징량으로부터 중요한 정보를 추출할 때에 유효한 수단이지만, 특징량의 수가 매우 많을 경우에는, 계산에 요하는 시간이 길어진다. 또한, 불필요한 특징량을 대량으로 포함할 경우에는, 그들 특징량은 해석에 있어서의 노이즈로서 기능하여, 장치 이상 검출의 신뢰성을 손상시킬 우려가 있다.

[0020] 한편, 비특허문헌 1에 기재되어 있는 바와 같은, 주성분 분석 등, 이상 검출에 관한 해석의 실시 전에 특징량의 좁힘을 행하는 것은, 계산 시간을 단축하기에는 효과적이지만, 한편으로, 이상 검출을 행하는데 있어서 중요한 정보를 포함하는 특징량을 배제해 버릴 가능성이 있다. 비특허문헌 1에 기재된 특징량의 선택 방법은, 중요한 특징량의 배제에 의해 이상 검출의 신뢰성을 크게 손상시킬 가능성이 발명자에 의한 해석에 의해 나타났다.

[0021] 또한, 앞서 기술한 바와 같이, 특징량 수가 지나치게 많을 경우에는, 계산 시간이 길어질 뿐만 아니라, 의미가 없는 특징량이 이상 검출을 행하는데 있어서의 노이즈로서 기능하여, 이상 검출의 신뢰성을 손상시킬 가능성이 있다.

[0022] 본 발명은 상기한 종래 기술의 과제를 해결하여, 플라스마 처리 장치의 이상 검출을 행하는데 있어서 중요한 특징량을 배제하지 않고, 해석에 사용되는 특징량의 수를 줄여, 짧은 계산 시간에 신뢰성이 높은 이상 검출을 가능하게 하는 이상 검출 기능을 구비한 상태 예측 장치 및 그것을 이용한 플라스마 처리 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0023] 상기한 과제를 해결하기 위해, 본 발명에서는, 플라스마 처리 장치의 상태를 예측하는 상태 예측 장치에 있어서, 정상인 상태의 상기 플라스마 처리 장치의 모니터된 데이터로부터 상기 플라스마 처리 장치의 상태를 나타내는 제1 특징량이 구해지고, 상기 플라스마 처리 장치의 모니터된 데이터로부터 상기 플라스마 처리 장치의 상태를 나타내는 제2 특징량이 구해지고, 상기 구해진 제2 특징량이 상기 제1 특징량을 이용하여 연산되고, 상기 연산된 제2 특징량의 큰 것부터 순서대로 선택된 특징량과 동일한 종류의 상기 제1 특징량을 이용하여 상기 플라스마 처리 장치의 상태를 예측하는 모델이 생성되고, 상기 생성된 모델을 이용하여 상기 플라스마 처리 장치의 상태가 예측되는 것을 특징으로 한다.

[0024] 또한, 본 발명은 시료가 처리되는 처리실과, 상기 시료를 상기 처리실에 반송하고 상기 처리실에 접속된 반송실을 구비하는 반도체 제조 장치에 있어서, 구비하는 각 구성 중 어느 것에 있어서의 정상인 상태시에 모니터된 데이터로부터 상기 구비하는 각 구성 중 어느 것의 상태를 나타내는 제1 특징량이 구해지고, 상기 구비하는 각 구성 중 어느 것에 있어서의 모니터된 데이터로부터 상기 어느 것의 상태를 나타내는 제2 특징량이 구해지고, 상기 구해진 제2 특징량이 상기 제1 특징량을 이용하여 연산되고, 상기 연산된 제2 특징량의 큰 것부터 순서대로 선택된 특징량과 동일한 종류의 상기 제1 특징량을 이용하여 상기 구비하는 각 구성 중 어느 것의 상태를 예측하는 모델이 생성되고 상기 생성된 모델을 이용하여 상기 구비하는 각 구성 중 어느 것의 상태가 예측되는 제어 장치를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0025] 또한 본 발명은, 시료가 처리되는 처리실과, 상기 시료를 상기 처리실에 반송하고 상기 처리실에 접속된 반송실을 구비하는 반도체 제조 장치에 있어서, 구비하는 각 구성 중 어느 것에 있어서의 정상인 상태시에 모니터된 데이터로부터 상기 구비하는 각 구성 중 어느 것의 상태를 나타내는 제1 특징량이 구해지고, 상기 구비하는 각 구성 중 어느 것에 있어서의 모니터된 데이터로부터 상기 어느 것의 상태를 나타내는 제2 특징량이 구해지고, 상기 구해진 제2 특징량이 상기 제1 특징량을 이용하여 연산되고, 상기 연산된 제2 특징량의 큰 것부터 순서대로 선택된 특징량과 동일한 종류의 상기 제1 특징량을 이용하여 상기 구비하는 각 구성 중 어느 것의 상태를 예측하는 모델이 생성되고 상기 생성된 모델을 이용하여 상기 구비하는 각 구성 중 어느 것의 상태가 예측되는 상태 예측 장치를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0026] 본 발명 중 대표적인 실시형태에 따르면, 플라스마 처리 장치에 있어서 이상 검출을 행하는데 있어서 중요한 특징량을 배제하지 않고, 해석에 사용되는 특징량의 수를 줄여, 짧은 계산 시간에 신뢰성이 높은 이상 검출을 가능하게 하는 이상 검출 기능을 구비한 플라스마 처리 장치를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 본 발명의 실시예 1에 따른 플라스마 처리 장치의 요부(要部) 단면의 구성을 나타내는 단면도.

도 2는 본 발명의 실시예 1에 따른 플라스마 처리 장치의 이상 검출 유닛의 구성을 나타내는 블록도.

도 3은 본 발명의 실시예 1에 따른 플라스마 처리 장치에 있어서의 이상 검출에 있어서의 처리의 흐름을 나타내는 플로우 차트도.

도 4a는 본 발명의 실시예 1의 이상 검출 유닛을 이용한 이상 검출 방법과의 비교예를 나타내는 그래프이고, 모든 특징량을 사용하여 T^2값을 산출했을 경우의 처리 웨이퍼 매수와 T^2값과의 관계를 나타내는 그래프.

도 4b는 본 발명의 실시예 1의 이상 검출 유닛을 이용한 이상 검출 방법과의 비교예를 나타내는 그래프이고, 비특허문헌 1에 기재되어 있는 방법을 사용하여 T^2값을 산출했을 경우의 처리 웨이퍼 매수와 T^2값과의 관계를 나타내는 그래프.

도 4c는 본 발명의 실시예 1의 이상 검출 유닛을 이용하여 이상 검출을 실시한 결과를 나타내는 그래프이고, 본 발명의 실시예 1에 기재한 방법을 사용하여 T^2값을 산출했을 경우의 처리 웨이퍼 매수와 T^2값과의 관계를 나타내는 그래프.

도 4d는 본 발명의 실시예 1의 이상 검출 유닛을 이용하여 이상 검출을 실시한 결과와 종래 방법을 이용하여 이상 검출을 행한 결과의 계산 소요 시간을 비교하는 그래프.

도 5는 본 발명의 실시예 2에 따른 플라스마 처리 장치의 이상 검출 유닛의 구성을 나타내는 블록도.

도 6은 본 발명의 실시예 2에 따른 플라스마 처리 장치에 있어서의 이상 검출에 있어서의 처리의 흐름을 나타내는 플로우 차트도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 본 발명은 처리실의 내부에 플라스마를 발생시켜 처리실 내에서 시료를 처리하는 플라스마 처리 장치를, 처리실에서 시료를 처리하고 있을 때의 플라스마 처리 장치의 장치 상태를 모니터하는 센서와, 플라스마 처리 장치의 장치 상태를 모니터한 센서로부터의 시계열 데이터를 이용하여 장치 상태의 이상을 검출하는 이상 검출 유닛을

구비하여 구성하고, 이상 검출 유닛은, 플라스마 처리 장치가 정상인 장치 상태에 있어서의 센서로부터의 시계열 데이터로부터 플라스마 처리 장치의 정상인 장치 상태를 나타내는 특징량을 추출하여 이 추출한 특징량을 이용하여 플라스마 처리 장치의 정상인 장치 상태를 규정하는 모델을 작성하는 학습 기능부와, 센서에 의해 신규로 취득된 센서 신호로부터 플라스마 처리 장치의 신규의 장치 상태를 나타내는 특징량을 추출하여 신규의 장치 상태를 나타내는 특징량과 학습 기능부에 의해 작성된 모델을 비교하여 신규의 장치 상태의 이상을 검출하는 이상 검출 기능부를 구비하여 구성한 것이다.

[0029] 이하, 본 발명의 실시형태를 도면에 의거하여 상세하게 설명한다. 본 실시형태를 설명하기 위한 전체 도면에 있어서 동일 기능을 갖는 것은 동일한 부호를 붙이도록 하여, 그 반복적인 설명은 원칙적으로 생략한다.

[0030] 단, 본 발명은 이하에 나타내는 실시형태의 기재 내용에 한정하여 해석되는 것이 아니다. 본 발명의 사상 내지 취지로부터 일탈하지 않는 범위에서, 그 구체적 구성을 변경할 수 있는 것은 당업자라면 용이하게 이해된다.

[0031] [실시예 1]

[0032] 도 1 내지 도 3을 이용하여, 본 발명의 실시예 1의 해석 방법을 설명한다. 또한, 본 실시예에서는 이상 검출 수단을 플라스마 처리 장치에 적용했을 경우에 대해서 기재한다.

[0033] 도 1은, 실시예 1의 이상 검출 유닛을 포함하는 플라스마 처리 장치(100)의 요부 단면의 구성을 나타낸다. 도 1에는, 플라스마 처리 장치로서, 전자 사이클로트론 공명(Electron Cyclotron Resonance: ECR)형 에칭 장치를 이용했을 경우에 대해서 나타내고 있다. 이하, 전자 사이클로트론 공명을 ECR이라고 기재한다.

[0034] 도 1의 ECR형 에칭 장치인 플라스마 처리 장치(100)는, 진공 처리실인 처리실(101)에 게이트 밸브(131)를 통해 반송실(130)이 접속되어 있다. 시료가 되는 반도체 기판인 웨이퍼(103)는, 게이트 밸브(131)가 열린 상태에서, 도시하고 있지 않은 진공 배기 수단에 의해 내부가 진공으로 배기되어 있는 반송실(130)로부터, 도시하고 있지 않은 반송 수단에 의해 개구부(132)를 통해서 도시하고 있지 않은 진공 배기 수단에 의해 내부가 진공으로 배기되어 있는 진공 처리실인 처리실(101)의 내부에 반입되고, 시료의 재치대(載置台)인 시료대(102) 위에 재치된다. 웨이퍼(103)가 시료대(102) 위에 재치되어 도시하고 있지 않은 반송 수단이 반송실(130)로 퇴피(退避)한 후에 게이트 밸브(131)를 닫은 상태에서, 이하에 설명하는 바와 같이 처리실(101)의 내부에 플라스마를 발생시킨다.

[0035] 플라스마 처리 장치(100)는, 도시하고 있지 않은 가스 공급 수단으로 처리실(101)의 내부에 처리 가스를 도입하면서 도시하고 있지 않은 배기 수단으로 처리실(101)의 내부를 배기함으로써, 처리실(101)의 내부를 원하는 압력(진공도)으로 조정한 상태에서, 후술하는 플라스마를 발생시키는 기구를 이용하여 처리실(101)의 내부에 플라스마를 발생 후, 시료대(102)의 내부에 설치된 고주파 전극(104)에, 고주파 전원(105)으로부터 전력을 공급한다.

[0036] 당해 전력의 공급에 의해, 웨이퍼(103)의 표면에는, 자기(自己) 바이어스라고 불리는 음의 전위가 발생한다. 이 음의 전위에 의해 플라스마 중으로부터 이온을 웨이퍼(103)로 인입함으로써, 소위 반응성 이온 에칭이 일어나고, 에칭 처리가 진행되는 플라스마 처리 장치(100)는, 플라스마를 발생시키는 기구로서, 마이크로파 전원(106), 마이크로파 발진원(107) 및 솔레노이드 코일(108)을 구비한다. 마이크로파 전원(106)으로부터의 고주파 전력에 의해 마이크로파 발진원(107)에서 발생시킨 마이크로파는, 도파관(109)을 통해 처리실(101)에 도입된다.

[0037] 처리실(101)에 도입된 마이크로파는, 솔레노이드 코일(108)에서 발생시킨 자장(磁場) 중에서 ECR에 의해 전자에 에너지를 부여한다. 그 전자가, 도시하지 않은 가스 공급원으로부터 공급된 가스를 전리(電離)시킴으로써, 플라스마를 발생시킨다.

[0038] 상기 플라스마 처리를 행하는 동안, 웨이퍼(103)의 이면(裏面)에는, 당해 웨이퍼(103)의 온도 조정을 위한 냉각 가스가 공급된다. 이면에 공급된 냉각 가스에 의해 웨이퍼(103)의 위치가 어긋나 버리는 것을 방지하기 위해, 웨이퍼(103)는, 내측의 정전 흡착 전극(110), 외측의 정전 흡착 전극(111)에 의해, 시료대(102) 위에 흡착된다.

[0039] 내측의 정전 흡착 전극(110), 외측의 정전 흡착 전극(111)은, 동심원 형상으로, 한쪽의 전극인 내측의 정전 흡착 전극(110)이 내측, 다른쪽의 전극인 외측의 정전 흡착 전극(111)이 외측에 배치되어 있다. 내측의 정전 흡착 전극(110), 외측의 정전 흡착 전극(111)에는, 각각, 독립한 전원인 가변 직류 전원(113, 114)이 접속된다. 내측의 정전 흡착 전극(110)에는, 내측의 가변 직류 전원(113)이 접속되고, 외측의 정전 흡착 전극(111)에는, 외측의 가변 직류 전원(114)이 접속된다.

[0040] 상기한 바와 같이 플라스마 처리 장치(100)에는 다양한 기기, 전원 등이 탑재되어 있고, 각각의 기기, 전원 등

에는 그 내부 혹은 외부에, 도시하고 있지 않은 상태 파악을 위한 센서가 다수 탑재되어 있다. 그들 센서로부터의 신호는 데이터 보존부(115)에 보존된다.

[0041] 도 1에 나타낸 예에서는, 마이크로파 발진원(107)에 장착한 전압 모니터용 센서(118)로부터의 신호, 및 처리실(101)의 내부의 압력을 검출하는 압력 센서(119)로부터의 신호가 데이터 보존부(115)에 보존되는 구성을 나타내고 있다. 또한 처리 중에 얻어진 각 시계열 데이터로부터는 특징량 추출부(116)에 의해 각종 특징량이 추출된다. 이 각종 특징량은 이상 검출 유닛(117)으로 보내지고, 이상 검출을 위한 데이터 해석에 사용된다.

[0042] 데이터 보존부(115)와 특징량 추출부(116)와 이상 검출 유닛(117)에 의해서, 장치 상태 이상 검출부(120)를 구성한다.

[0043] 도 2에, 본 실시예에 따른 장치 상태 이상 검출부(120)의 이상 검출 유닛(117)의 구성을 블록도로 나타낸다. 본 실시예에 따른 이상 검출 유닛(117)은, 데이터 취득부(1171), 연산부(1172), 특징량 랭킹 작성부(1173), 특징량 선택부(1174), 장치 건강도 계산부(1175), 장치 건강도 임계값 계산부(1176), 비교부(1177), 출력부(1178)를 구비하며, 특징량 추출부(116)에서 추출한 각종 특징량의 정보를 이용하여 이상 검출을 행하고, 그 결과를, 출력부(1178)로부터 외부로 출력한다.

[0044] 도 3은, 도 2의 이상 검출 유닛(117)에 의해 실행되는 이상 검출 공정의 플로우 차트이다.

[0045] 이상 검출의 제1 공정(S301)에 있어서, 데이터 취득부(1171)에 있어서, 특징량 추출부(116)에서 추출한 정상인 에칭 장치 상태일 경우의 데이터만으로 이루어지는 데이터군을, 복수의 샘플에 대해서 취득한다. 이 취득한 복수의 샘플의 데이터군을 트레이닝 데이터라고 기재한다.

[0046] 이상 검출의 제2 공정(S302)에 있어서, S301에서 데이터 취득부(1171)에 의해 취득한 트레이닝 데이터를 바탕으로, 연산부(1172)에 있어서, 정상인 장치 상태에 있어서의 각 특징량의 전체 샘플의 평균값과 표준편차값을 계산한다.

[0047] 이상 검출의 제3 공정(S303)에 있어서, 연산부(1172)에서, S301에서 취득한 트레이닝 데이터 중의 각각의 샘플의 각 특징량의 값으로부터, S302에 있어서 계산된 트레이닝 데이터에 있어서의 각 특징량의 전체 샘플의 평균값을 뺀다(감산 처리). 또한 연산부(1172)는, 이 감산 처리에 의해 얻어진 값을, S302에 있어서 계산된 트레이닝 데이터에 있어서의 각 특징량의 전체 샘플의 표준편차값으로 제산(除算)한다(표준화 처리).

[0048] 제3 공정(S303)에 있어서의 연산부(1172)의 처리는, 일반적으로 표준화라고 불리는 처리이고, 이하의 식으로 나타난다.

[0049] [수식 1]

$$V_{std} = \frac{V - M_{tr}}{S_{tr}}$$

[0050]

[0051] 여기에서 V_{std}는 표준화 후의 어떤 특징량의 값, V는 표준화 전의 어떤 특징량의 값, M_{tr}은 정상인 장치 상태에 있어서의, 어떤 특징량의 전체 샘플의 평균, S_{tr}는 정상인 장치 상태에 있어서의, 어떤 특징량의 전체 샘플의 표준편차이다.

[0052] 이상 검출의 제4 공정(S304)에 있어서, 데이터 취득부(1171)에 있어서, 이상을 검출하려는 어떤 처리의 데이터를 취득한다. 또한 이 처리의 샘플 수는 1(단(單)샘플)이다. 이상을 검출하려는 처리에 있어서의 데이터를 테스팅 데이터라고 기재한다.

[0053] 이상 검출의 제5 공정(S305)에 있어서, 데이터 취득부(1171)에서 취득한 이상 검출을 하려는 처리의 데이터의 표준화 처리(테스팅 데이터 표준화)를, 연산부(1172)에서 실시한다. 표준화 처리의 방법은, S303에서 설명한 방법과 같다. 즉, (수식 1)에 있어서, V_{std}를 표준화 후의 테스팅 데이터의 값, V를 표준화 전의 테스팅 데이터의 값으로 하고, M_{tr}은 S302에서 구한 정상인 장치 상태에 있어서의 어떤 특징량의 전체 샘플의 평균, S_{tr}는 S302에서 구한 정상인 장치 상태에 있어서의 어떤 특징량의 전체 샘플의 표준편차이다.

[0054] 테스팅 데이터의 표준화된 값의 의미를 이하에 나타낸다. 표준화된 값은, 테스팅 데이터가 정상인 장치 상태로

부터의 벗어난 상태를 나타내는 지표가 된다. 따라서, 이 값이 클수록, 그 특징량은 통상의 상태로부터 벗어난 상태로 되어 있고, 반대로 이 값이 작을 경우, 그 특징량은 통상의 상태에 있는 것으로 간주할 수 있다. 이상 검출에 있어서는, 통상과는 다른 상태에 있는 특징량에 주목해야 하며, 이 표준화된 값은 특징량 선택을 위한 지표로서 사용할 수 있다.

[0055] 이상 검출의 제6 공정(S306)에 있어서, 특징량 랭킹 작성부(1173)에서, 제5 공정(S305)에 있어서 연산부(1172)에 의해 구해진 표준화한 값이 큰 순으로 특징량의 랭킹을 작성한다.

[0056] 이상 검출의 제7 공정(S307)에 있어서, 특징량 선택부(1174)에서, 미리 결정된 수의 특징량이 제6 공정(S306)에 의해 특징량 랭킹 작성부(1173)에서 작성된 랭킹이 높은 순으로 선택된다. 예를 들면, 10개의 특징량을 선택할 경우, 랭킹 1위부터 10위까지의 특징량이 선택된다.

[0057] 이상 검출의 제8 공정(S308)에 있어서, 장치 건강도 계산부(1175)에서, 데이터 취득부(1171)에 있어서 취득한 정상인 장치 상태에 있어서의 데이터군으로부터, 제7 공정(S307)에 있어서 특징량 선택부(1174)에서 선택한 특징량만을 추출하고, 이상 검출을 행하는 모델을 작성한다. 또한 본 실시예에서는 이상 검출을 행하기 위한 모델의 작성 방법으로서, 주성분 분석(PCA) 및 그것에 수반하는 Hotteling's T^2값에 대해서 기재한다.

[0058] Hotteling's T^2은 장치의 이상 상태를 나타내는 지표가 되는 값이고, 이하의 식으로 나타난다.

[0059] [수식 2]

[0060] $$T^2 = xP\Lambda^{-1}P^T x^T$$

[0061] 여기에서 T^2은 각 샘플의 Hotteling's T^2값으로 이루어지는 m개의 성분을 갖는 벡터이다. m은 샘플 수이다. x는 정상인 상태에 있어서의 선택된 mxn 특징량 행렬이다. n은 선택된 특징량 수이다. P는 nxo 주성분 부하 행렬, Λ은 주성분 분석에 있어서의 고유값의 oxo 대각 행렬이다. o는 선택된 주성분 수이다. 이 Hotteling's T^2값을 이하에서는 플라스마 처리 장치(100)의 장치 건강도라고 기재한다.

[0062] 이상 검출의 제9 공정(S309)에 있어서, 장치 건강도 임계값 계산부(1176)에서, 제8 공정(S308)에 의해 장치 건강도 계산부(1175)에서 구해진 장치 건강도를 바탕으로, 이상을 검출하기 위한 장치 건강도의 임계값을 결정한다.

[0063] 이상 검출의 제10 공정(S310)에 있어서, 특징량 선택부(1174)에서 테스팅 데이터로부터 선택된 특징량과, 제8 공정(S308)에 있어서 장치 건강도 계산부(1175)에서 구해진 주성분 모델을 이용하여, 장치 건강도 계산부(1175)에서, 테스팅 데이터의 장치 건강도가 계산된다.

[0064] 이상 검출의 제11 공정(S311)에 있어서, 장치 건강도 계산부(1175)에서 이상 검출의 제10 공정(S310)에 있어서 계산된 테스팅 데이터에 있어서의 장치 건강도(테스팅 건강도)와 제9 공정(S309)에 의해 장치 건강도 임계값 계산부(1176)에서 구해진 장치 건강도 임계값을, 비교부(1177)에 있어서 비교한다.

[0065] 비교부(1177)에서 비교한 결과, 이 테스팅 데이터에 있어서의 장치 건강도(테스팅 건강도)가 제9 공정(S309)에 의해 장치 건강도 임계값 계산부(1176)에서 구해진 임계값보다도 크면(S311에서 YES일 경우), 그 처리는 이상이라고 판단되고, 출력부(1178)로부터 이상에 관한 정보가 출력된다(S312). 비교부(1177)에서 장치 이상이 있다고 판단되고, 출력부(1178)로부터 이상에 관한 정보가 출력되었을 경우에는, 장치 유저에 의해 장치의 가동을 정지하여 메인터넌스를 행하는 등 장치 이상에 대한 대책을 취할 수 있다. 그 결과, 이상인 상태에서 반도체의 제조가 계속되는 것을 방지하고, 웨이퍼 스크랩의 저감에 의한 비용 메리트를 기대할 수 있다.

[0066] 제11 공정(S311)에 있어서, 비교부(1177)에서 이상이 없다고 판단되었을 경우에는(S311에서 NO일 경우), 다음 웨이퍼에 의한 반도체 제조가 계속되고, 이상 검출 유닛(117)의 동작은, 데이터 취득부(1171)에 의한 이상 검출의 제4 공정(S304)으로 돌아간다.

[0067] 상기의 일련의 공정에서는, 웨이퍼 처리 1매 1매마다 플라스마 처리 장치(100)의 이상 검출을 위한 모델의 재작성이 행해진다. 통상의 이상 검출에서는 모델의 작성은, 트레이닝 데이터를 취득하고 난 후, 한 번만 행해지는 것이 일반적이다. 그러나, 본 방법에서는, S204에서 새로운 테스팅 데이터를 얻을 때마다, 테스팅 데이터에 포함되는 정보를 포함시킨 형태로 모델의 재작성(S308, S309)이 행해진다.

[0068] 이를 통해, 테스팅 데이터 취득시(S304)에 트레이닝 데이터 취득시(S301)에 예기할 수 없었던 이상이 일어났을 경우에도, 그 이상의 효과를 해석 모델에 포함시키는 형태로 이상 검출을 실시할 수 있다.

[0069] 본 발명에서는 반복 모델이 작성되는 것으로 이루어지기 때문에, 모델의 재작성을 위한 계산 시간이 필요해진다. 그러나, 특징량 수가 매우 많을 경우에는, 다수의 특징량으로 모델을 작성하는데 엄청난 시간을 요한다. 한편, 본 발명에서는 특징량의 수를 줄임으로써, 1회마다의 모델 작성에 요하는 시간은 매우 짧게 되어 있다. 그 때문에, 경우에 따라서는, 전체 특징량을 사용하여 1회만 모델을 작성할 경우보다도, 선택된 일부의 특징량을 이용하여, 웨이퍼 1매마다 모델을 재작성할 경우의 쪽이, 계산 시간이 짧아질 경우가 있다.

[0070] 도 4a 내지 도 4d에는, 1,400샘플(웨이퍼)의 연속 처리를 행했을 경우의, 장치 건강도를 나타내는 T^2값을, 각 방법으로 계산했을 경우의 결과를 나타낸다.

[0071] 도 4a에는, 장치 건강도를 나타내는 T^2값을, 모든 특징량을 사용하여 이상 검출을 행했을 경우의 처리 웨이퍼 매수와 T^2값:401과의 관계를 나타낸다. 도면 중, 411은, 이상 검출을 위한 기준이 되는 임계값을 나타내고 있다.

[0072] 또한, 도 4b에는, 비특허문헌 1에 기재된 방법으로 특징량 선택을 행하여 이상 검출을 실시했을 경우의 처리 웨이퍼 매수와 T^2값:402와의 관계를 나타낸다. 도면 중, 412는, 이상 검출을 위한 기준이 되는 임계값을 나타내고 있다.

[0073] 또한, 도 4c에는, 본 실시예에 기재된 이상 검출 유닛(117)에 의해 이상 검출을 행했을 경우의 처리 웨이퍼 매수와 T^2값:403과의 관계를 나타낸다. 도면 중, 413은, 이상 검출을 위한 기준이 되는 임계값을 나타내고 있다.

[0074] 또한, 도 4d에는, 각 처리 웨이퍼마다 장치 건강도를 나타내는 T^2값의 계산에 요한 시간을, 도 4a에 대응하는 모든 특징량을 사용하여 이상 검출을 행했을 경우와, 도 4b에 대응하는 비특허문헌 1에 기재된 방법으로 특징량 선택을 행하여 이상 검출을 실시했을 경우와, 도 4c에 대응하는 본 실시예에 기재된 이상 검출 유닛(117)에 의해 이상 검출을 행했을 경우의 3종류의 경우에 관해서 나타낸다.

[0075] 도 4a에 나타내는 바와 같이, 모든 특징량을 사용했을 경우, 600번째의 샘플 이후에, 임계값(411)을 초과하는 이상이 빈번하게 검출되고 있다. 이 해석에 요한 계산 시간은 13.9s로 비교적 길다. 도 4b에 나타낸 비특허문헌 1에 기재된 방법으로 특징량 선택을 행했을 경우, 계산 시간은 1.60s 정도로 짧지만, 1,000 샘플 전부에 걸쳐, 임계값(412)을 초과하는 이상은 그다지 검출되고 있지 않아, 전체 특징량을 사용했을 때에 검출할 수 있었던 이상의 대다수의 부분을 간과하고 있다는 결과가 되었다.

[0076] 이에 대하여, 도 4c에 나타내는 바와 같이, 본 실시예에 기재된 방법에 의해 특징량 선택을 행했을 경우, 100번째의 샘플 이후에 임계값(413)을 초과하는 이상을 검출할 수 있으며, 또한, 도 4d에 나타내는 바와 같이, 계산에 요하는 시간도 0.972s로 전체 샘플을 이용했을 경우와 비교하여, 매우 짧은 시간에 이상 검출을 실시할 수 있었다.

[0077] 상기한 바와 같이 본 실시예에 있어서의 이상 검출 유닛(117)을 이용함으로써, 반도체 제조 중에 일어나는 플라스마 처리 장치(100)의 이상을 감도(感度) 좋게, 짧은 해석 시간에 검출할 수 있다.

[0078] 또한, 상기한 실시예에서는, 처리실(101)의 내부의 이상 검출을 행하는 예 에 대해서 설명했지만, 본 실시예는 이에 한정되는 것이 아니며, 반송실(130)이나, 도시하고 있지 않은 진공 배기 수단 및 가스 공급 수단에 대해서, 그들 각 수단에 마련한 센서로부터의 출력 신호를 받아 각 수단의 이상 검출을 행할 경우에 대해서도 적용할 수 있다. 즉, 본 실시예에 따른 발명은, 플라스마 처리 장치가 구비하는 각 구성 중 어느 것의 상태를 예측하는 것이다. 여기에서, 「플라스마 처리 장치가 구비하는 각 구성」이란, 예를 들면, 「처리실(101)」, 「반송실」 등을 말한다.

[0079] [실시예 2]

[0080] 실시예 2에 있어서는, 장치 건강도를 계산하기 위한 부하를 실시예 1의 경우와 비교하여 더 경감하는 방법에 대해서, 실시예 1과 다른 구성의 부분에 대해서 설명한다.

[0081] 본 실시예에 있어서의 장치 구성은, 실시예 1에서 도 1을 이용하여 설명한 플라스마 처리 장치(100)의 구성에 대하여, 장치 상태 이상 검출부(220)의 이상 검출 유닛(217) 이외는 같으므로, 이상 검출 유닛(217) 이외의 설명을 생략한다.

[0082] 도 5는, 본 실시예에 따른 장치 상태 이상 검출부(220)의 이상 검출 유닛(217)의 구성을 나타내는 블록도이다. 본 실시예에 따른 이상 검출 유닛(217)은, 데이터 취득부(2171), 연산부(2172), 특징량 랭킹 작성부(2173), 특징량 선택부(2174), 장치 건강도 계산부(2175), 장치 건강도 임계값 계산부(2176), 재표준화부(2177), 비교부(2178), 출력부(2179)를 구비하고, 특징량 추출부(116)에서 추출한 각종 특징량의 정보를 이용하여 이상 검출을 행하고, 그 결과를, 출력부(2179)로부터 외부로 출력한다.

[0083] 도 6은, 도 5의 이상 검출 유닛(217)에서 본 실시예에 의해 실행되는 이상 검출 공정의 플로우 차트이다.

[0084] 이상 검출의 제1 공정(S601)에 있어서, 데이터 취득부(2171)에 있어서, 특징량 추출부(116)에서 추출한 정상인 에칭 장치 상태일 경우의 데이터만으로 이루어지는 데이터군을, 복수의 샘플에 대해서 트레이닝 데이터군을 취득한다.

[0085] 이상 검출의 제2 공정(S602)에 있어서, S601에서 데이터 취득부(2171)에 의해 취득한 트레이닝 데이터를 바탕으로, 연산부(2172)에 있어서, 정상인 장치 상태에 있어서의 각 특징량의 전체 샘플의 평균값과 표준편차값을 계산한다.

[0086] 이상 검출의 제3 공정(S603)에 있어서, 연산부(2172)에서, S601에서 취득한 트레이닝 데이터 중의 각각의 샘플의 각 특징량의 값으로부터, S602에 있어서 계산된 트레이닝 데이터에 있어서의 각 특징량의 전체 샘플의 평균값을 뺀다(감산 처리). 또한 연산부(2172)는, 이 감산 처리에 의해 얻어진 값을, S602에 있어서 계산된 트레이닝 데이터에 있어서의 각 특징량의 전체 샘플의 표준편차값으로 제산하여 트레이닝 데이터의 표준화 처리를 행한다. 이 트레이닝 데이터의 표준화 처리는, 실시예 1에서 설명한 S303에 있어서의 트레이닝 데이터의 표준화 처리와 같은 처리를 행한다.

[0087] 이상 검출의 제4 공정(S604)에 있어서, 특징량 랭킹 작성부(2173)에 있어서, 제3 공정(S603)에서 연산부(2172)에서 표준화된 트레이닝 데이터에 있어서, 표준화 후의 값이 큰 순으로 특징량의 랭킹을 작성하고, 특징량 선택부(2174)에 있어서, 특징량 랭킹 작성부(2173)에서 작성한 랭킹 중 미리 결정된 수의 특징량을 랭킹이 높은 순으로 선택한다. 예를 들면, 10개의 특징량을 선택할 경우, 랭킹 1위부터 10위까지의 특징량이 선택된다. 이 선택이 모든 샘플에 걸쳐 실시된다.

[0088] 여기에서, 새롭게 선택된 특징량(신(新)특징량)에 의한 신특징량 행렬이 작성되지만, 이 신특징량 행렬의 열 벡터는 다양한 특징량의 값이 혼합된 벡터가 된다. 이제부터는, 이 다양한 특징량이 혼합된 각각의 열 벡터가, 각각의 특징량으로 간주된다.

[0089] 이상 검출의 제5 공정(S605)에 있어서, 연산부(2172)는, 제4 공정(S604)에서 얻어진 신특징량 행렬을 바탕으로, 각 특징량의 평균값과 표준편차값을 계산한다.

[0090] 이상 검출의 제6 공정(S606)에 있어서, 연산부(2172)는, 제4 공정(S604)에서 특징량 선택부(2174)에 의해 작성된 신특징량 행렬을, 제5 공정(S605)에서 연산부(2172)에 의해 얻어진 평균값과 표준편차를 이용하여 표준화한다.

[0091] 이상 검출의 제7 공정(S607)에 있어서는, 제6 공정(S606)에 의해 작성된 표준화한 특징량 행렬을 사용하여 주성분 분석을 실시하고, 그것에 수반하는 장치 건강도를 장치 건강도 계산부(2175)에서 계산하고, 장치 건강도의 임계값을 장치 건강도 임계값 계산부(2176)에서 계산한다. 장치 건강도 계산부(2175)에 있어서의 장치 건강도의 계산 방법은, 실시예 1의 S308의 공정에서 설명한 방법과 같으므로, 상세한 설명을 생략한다.

[0092] 이상 검출의 제8 공정(S608)에 있어서, 데이터 취득부(2171)는, 특징량 추출부(116)로부터, 테스팅 데이터의 취득을 행한다. 또한, 이 테스팅 데이터는 단샘플에서의 취득으로 한다.

[0093] 이상 검출의 제9 공정(S609)에 있어서, 연산부(2172)는, 제8 공정(S608)에서 데이터 취득부(2171)에 의해 취득한 테스팅 데이터를, 제2 공정(S602)에 의해 구해진 평균값과 표준편차를 이용하여 표준화한다.

[0094] 이상 검출의 제10 공정(S610)에 있어서, 특징량 랭킹 작성부(2173)는, 제9 공정(S609)에 있어서 연산부(2172)에 의해 구해진 표준화한 테스팅 데이터에 있어서, 표준화 후의 값이 큰 순으로 특징량의 랭킹을 작성하고, 특징량 선택부(2174)에 있어서, 특징량 랭킹 작성부(2173)에서 작성한 랭킹 중 미리 결정된 수의 특징량을 랭킹이 높은 순으로 선택한다.

[0095] 이상 검출의 제11 공정(S611)에 있어서, 재표준화부(2177)는, 제10 공정(S610)에 의해 정렬된 각각의 특징량을, 제5 공정(S605)에서 얻어진 평균값과 표준편차를 이용하여 재표준화한다.

[0096] 이상 검출의 제12 공정(S612)에 있어서, 장치 건강도 계산부(2175)는, 제11 공정(S611)에 의해 얻어진 재표준화한 특징량과, 제7 공정(S607)에 있어서 구해진 주성분 모델을 이용하여, 재표준화된 테스팅 데이터에 의한 장치 건강도를 계산한다.

[0097] 이상 검출의 제13 공정(S613)에 있어서, 비교부(2178)는, 제12 공정(S612)에서 장치 건강도 계산부(2175)에 의해 계산한 이상 검출을 행하려는 처리에 있어서의 장치 건강도와 제7 공정(S607)에서 장치 건강도 계산부(2175)에 의해 구해진 건강도 임계값을 비교하여, 제12 공정(S612)에서 계산한 장치 건강도가 제7 공정(S707)에 의해 구해진 건강도 임계값보다도 크면(YES일 경우), 그 처리는 이상이라고 판단되고, 출력부(2179)로부터 이상에 관한 정보가 출력된다(S614).

[0098] 한편, 제12 공정(S612)에서 계산한 장치 건강도가 제7 공정(S607)에 의해 구해진 건강도 임계값보다도 작아, 이상이라고 판단되지 않았을 경우(NO일 경우)에는, 다음 웨이퍼 처리가 실시되어, 이상 검출의 제8 공정(S608)으로 돌아간다.

[0099] 실시예 2의 방법에 있어서는, 정상인 장치 상태에 있어서의 각 샘플에 있어서도, 정상인 데이터의 평균값으로부터의 어긋남의 랭킹에 따라 특징량의 정렬을 행함으로써, 정상인 데이터의 평균값으로부터의 어긋남의 크기를 새로운 특징량으로서 다시 정의한다는 데이터 조작을 행하고 있다. 이 조작에 의해, 주성분 모델의 반복 작성을 행하지 않고, 테스팅 데이터마다의 정보를 해석에 도입하는 것이 가능해져, 실시예 1의 경우와 비교하여, 가일층의 계산 부하 저감을 실현할 수 있다.

[0100] 이상, 본 발명을 실시형태에 의거하여 구체적으로 설명했지만, 본 발명은 상기 실시형태에 한정되지 않으며, 그 요지를 일탈하지 않는 범위에서 각종 변경 가능하다. 예를 들면, 본 실시예에서는 이상의 검출에 주성분 분석과 그것에 수반하는 Hotteling's T^2을 이용하고 있지만, 그 밖의 이상 검출 수단을 이용해도 상관없다.

[0101] 예를 들면, 본 실시예에서는 센서 신호로부터 특징량을 추출하는 특징량 추출 수단과 이상 검출에 관한 해석을 행하는 이상 검출 유닛(217)이 장치의 제어 장치 등과는 무관하게 기재되어 있지만, 상기의 특징량 추출 수단이나 이상 검출 수단이 장치의 제어 장치 중에 도입되어 있는 구성이어도 상관없다. 또한 센서에 관해서는 몇 센서가 있어도 상관없다.

[0102] 또한, 본 실시예도, 반송실(130)이나, 도시하고 있지 않은 진공 배기 수단 및 가스 공급 수단에 대해서, 그들 각 수단에 마련한 센서로부터의 출력 신호를 받아 각 수단의 이상 검출을 행할 경우에 대해서도 적용할 수 있다.

[0103] 또한, 본 실시예에서는, 플라스마 처리 장치에 대해서 본 발명을 적용한 예였지만, 플라스마 처리 장치 이외에 진공 처리 장치, 노광 장치, 성막(成膜) 장치, 어닐 장치 등의 반도체 제조 장치에도 적용 가능하다.

부호의 설명

[0104] 100: 플라스마 처리 장치 101: 처리실

102: 시료대 103: 웨이퍼

104: 고주파 전극 105: 고주파 전원

106: 마이크로파 전원 107: 마이크로파 발진원

108: 솔레노이드 코일 109: 도파관

110: 내측의 정전 흡착 전극 111: 외측의 정전 흡착 전극

112: 유전체층 113: 내측의 가변 직류 전원

114: 외측의 가변 직류 전원 115: 데이터 보존부

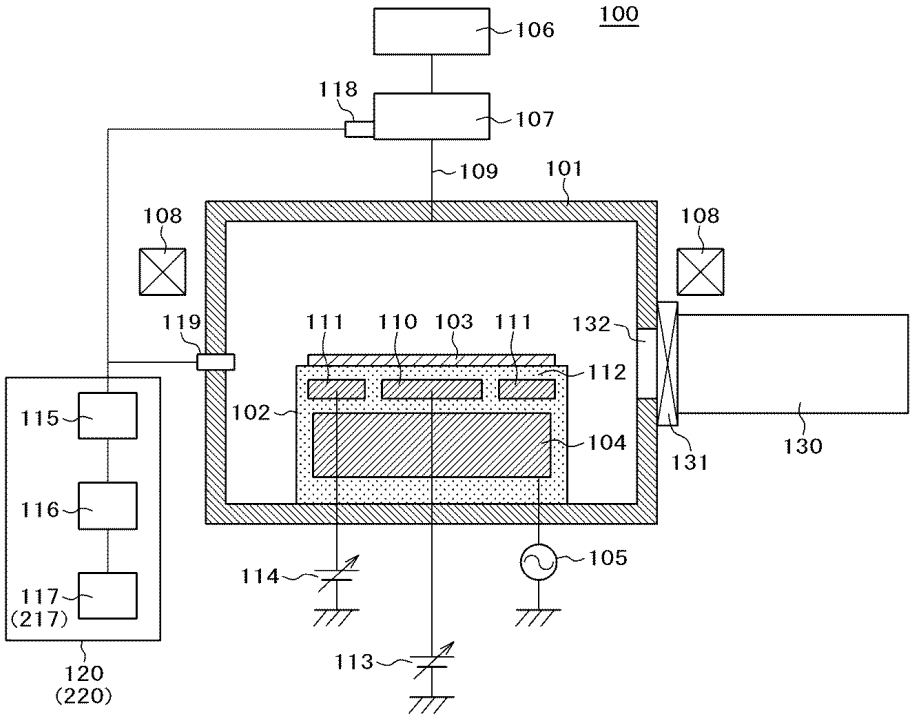
116: 특징량 추출부 117, 217: 이상 검출 유닛

118: 전압 모니터용 센서 119: 압력 센서

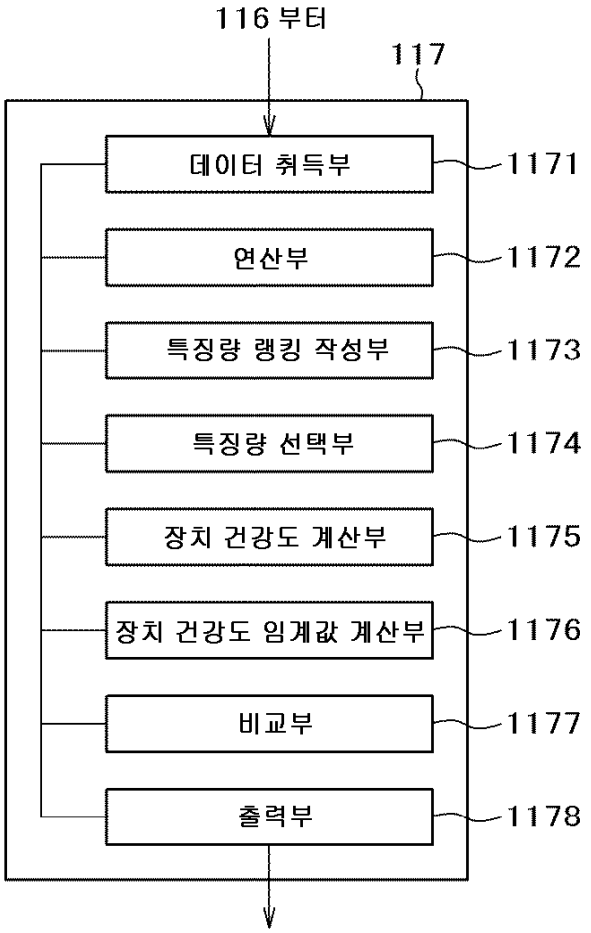
120, 220: 장치 상태 이상 검출부

도면

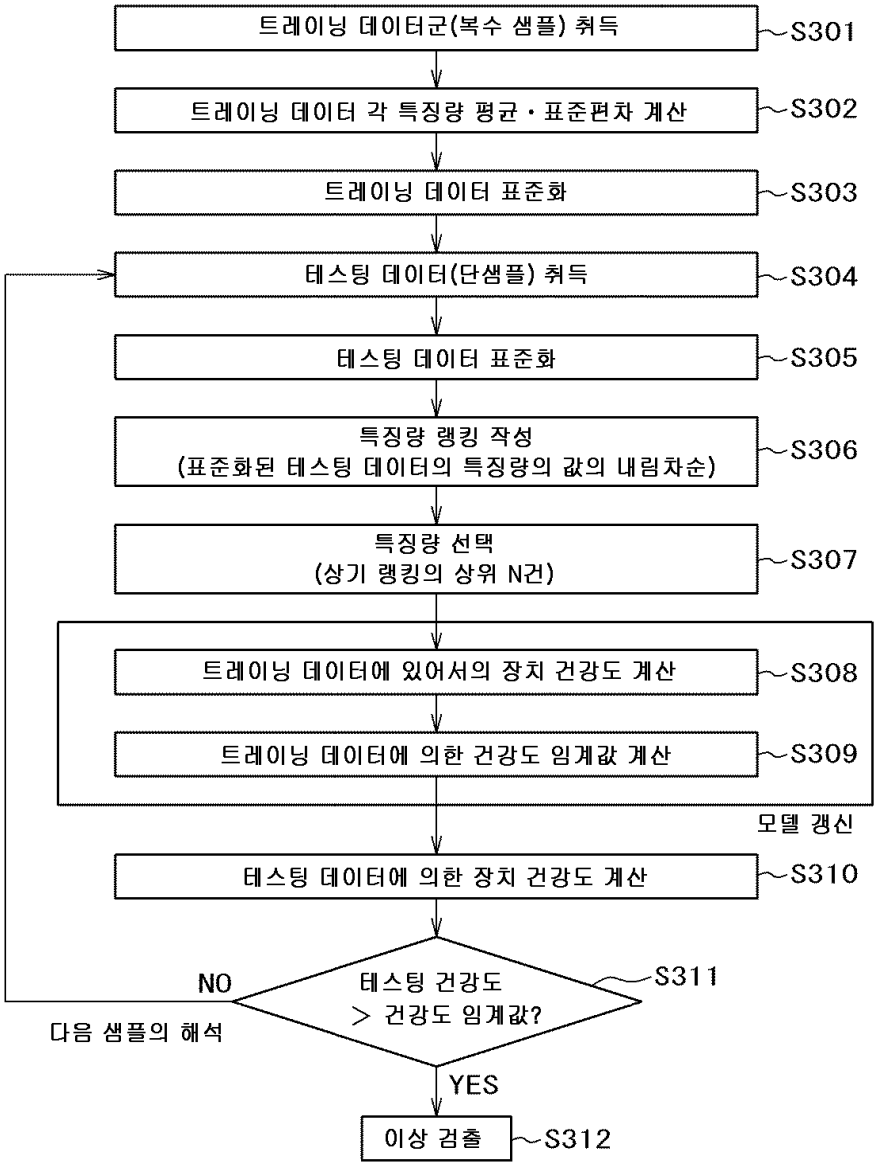
도면1


100
106
118
107
109
101
108
108
119
111
110
103
111
132
112
102
104
131
130
115
116
117
(217)
120
(220)
114
105
113

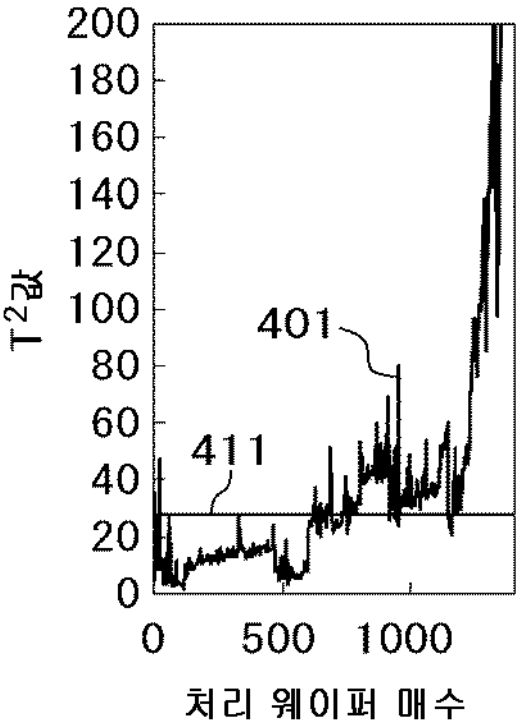
도면2


116 부터
117
데이터 취득부
1171
연산부
1172
특징량 랭킹 작성부
1173
특징량 선택부
1174
장치 건강도 계산부
1175
장치 건강도 임계값 계산부
1176
비교부
1177
출력부
1178

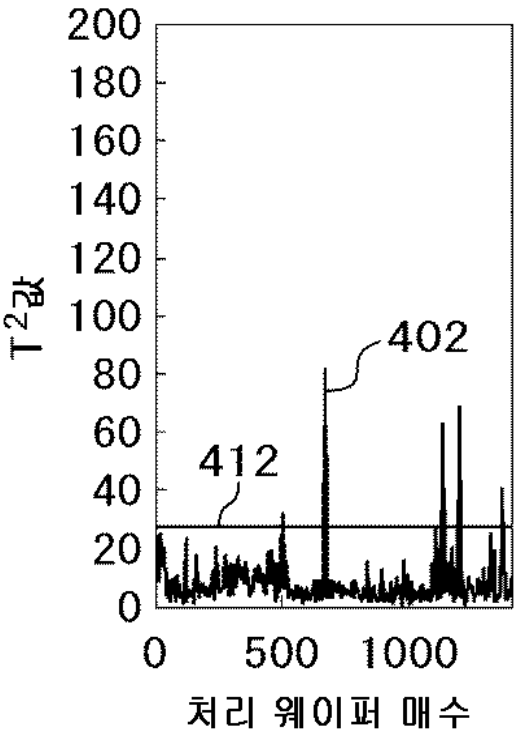
도면3


트레이닝 데이터군(복수 샘플) 취득
S301
트레이닝 데이터 각 특징량 평균・표준편차 계산
S302
트레이닝 데이터 표준화
S303
테스팅 데이터(단샘플) 취득
S304
테스팅 데이터 표준화
S305
특징량 랭킹 작성
(표준화된 테스팅 데이터의 특징량의 값의 내림차순)
S306
특징량 선택
(상기 랭킹의 상위 N건)
S307
트레이닝 데이터에 있어서의 장치 건강도 계산
S308
트레이닝 데이터에 의한 건강도 임계값 계산
S309
모델 갱신
테스팅 데이터에 의한 장치 건강도 계산
S310
테스팅 건강도
> 건강도 임계값?
S311
NO
다음 샘플의 해석
YES
이상 검출
S312

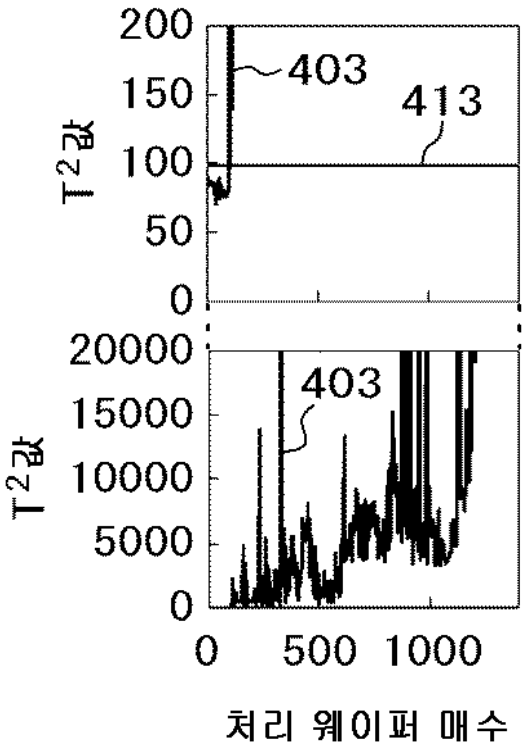
도면4a


200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
T²값
401
411
0
500
1000
처리 웨이퍼 매수

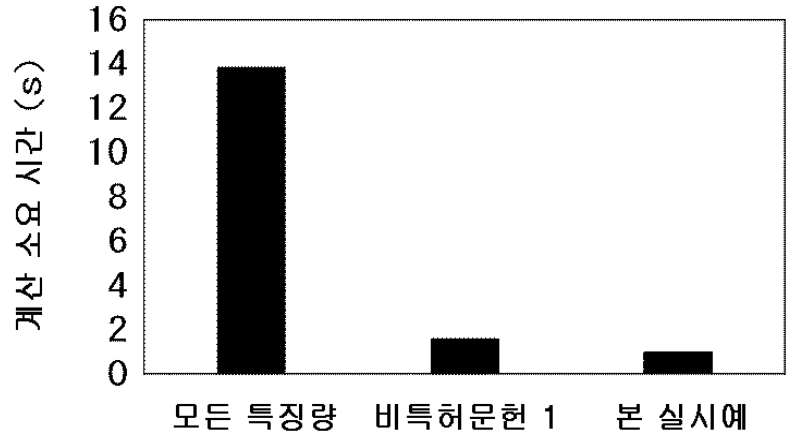
도면4b


200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
T²값
402
412
0
500
1000
처리 웨이퍼 매수

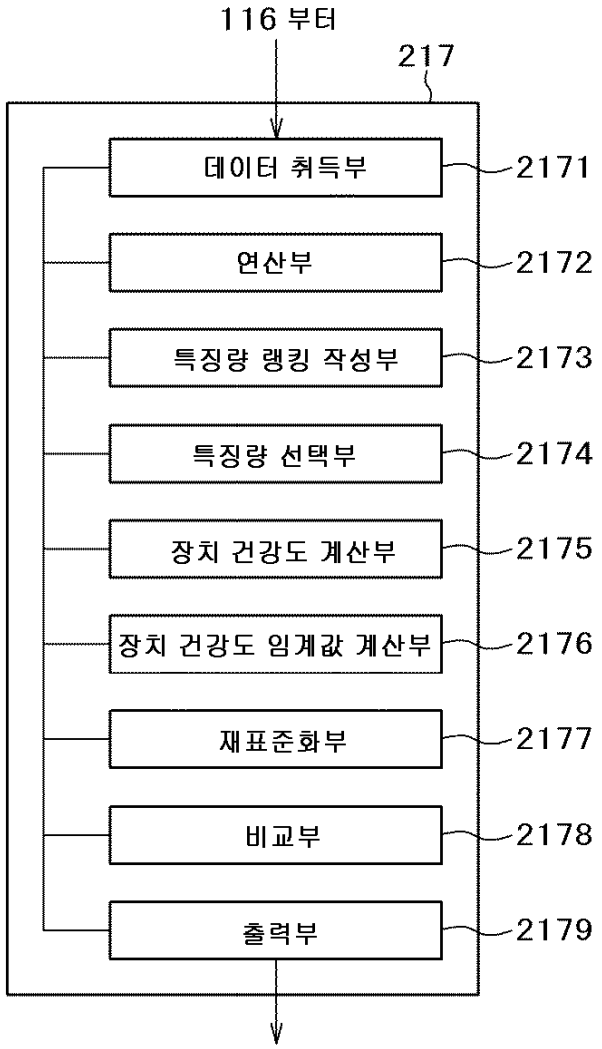
도면4c


200
150
100
50
0
T2값
403
413
20000
15000
10000
5000
0
403
T2값
0
500
1000
처리 웨이퍼 매수

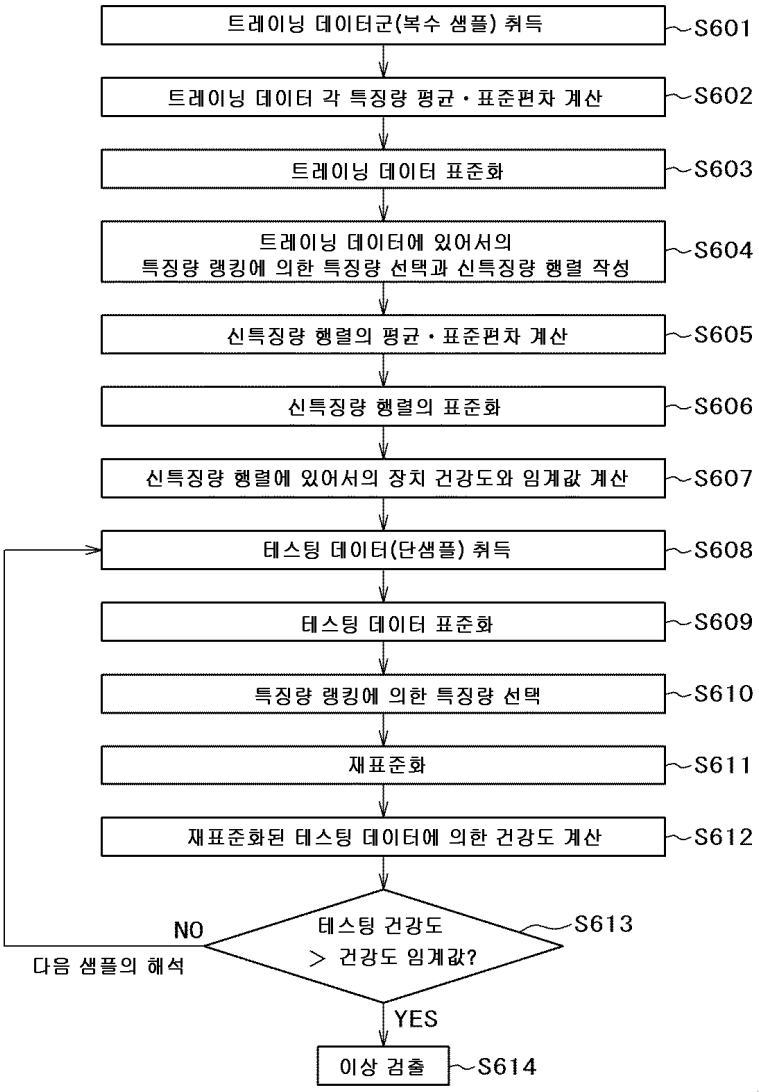
도면4d


16
14
12
10
8
6
4
2
0
계산 소요 시간 (s)
모든 특징량
비특허문헌 1
본 실시예

도면5


116 부터
217
데이터 취득부
2171
연산부
2172
특징량 랭킹 작성부
2173
특징량 선택부
2174
장치 건강도 계산부
2175
장치 건강도 임계값 계산부
2176
재표준화부
2177
비교부
2178
출력부
2179

도면6


트레이닝 데이터군(복수 샘플) 취득
S601
트레이닝 데이터 각 특징량 평균·표준편차 계산
S602
트레이닝 데이터 표준화
S603
트레이닝 데이터에 있어서의
특징량 랭킹에 의한 특징량 선택과 신특징량 행렬 작성
S604
신특징량 행렬의 평균·표준편차 계산
S605
신특징량 행렬의 표준화
S606
신특징량 행렬에 있어서의 장치 건강도와 임계값 계산
S607
테스팅 데이터(단샘플) 취득
S608
테스팅 데이터 표준화
S609
특징량 랭킹에 의한 특징량 선택
S610
재표준화
S611
재표준화된 테스팅 데이터에 의한 건강도 계산
S612
테스팅 건강도
> 건강도 임계값?
S613
NO
다음 샘플의 해석
YES
이상 검출
S614