



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0059524
(43) 공개일자 2017년05월31일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/66 (2006.01) H01L 21/3065 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
H01L 22/20 (2013.01)
H01L 21/3065 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2015-0163308</p> <p>(22) 출원일자 2015년11월20일
심사청구일자 2015년11월20일</p> | <p>(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)</p> <p>(72) 발명자
백준걸
서울특별시 강동구 고덕로 131, 122동 1503호(암사동, 강동롯데캐슬퍼스트아파트)</p> <p>이인석
서울특별시 강동구 천중로43길 17 804호 (천호동, 태천아파트)</p> <p>박승환
경기도 성남시 분당구 서현로 181 이매촌한신아파트 209동 1001호</p> <p>(74) 대리인
김동용, 김홍석</p> |
|---|--|

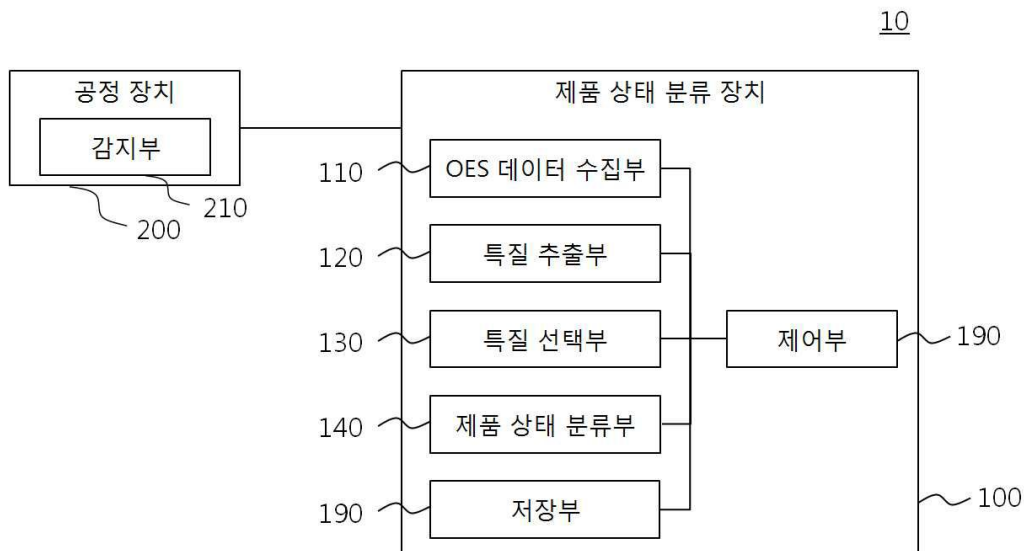
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 OES 데이터의 특징 추출 방법 및 이를 이용한 제품 분류 방법 및 장치

(57) 요약

OES 데이터 수집부, 특징 추출부, 제품 분류부, 저장부 및 제어부를 포함하는 제품 분류 장치 및 이를 이용한 제품 분류 방법이 개시된다. 제품 분류 방법은 식각 공정 중에 발생한 OES 데이터를 수집하는 OES 데이터 수집 단계, 상기 OES 데이터로부터 평균, 분산, 분포정보, 추세, 및 주기에 대한 특징을 추출하는 특징 추출 단계, 및 상기 특징을 이용하여 제품의 상태를 정상 또는 이상으로 분류하는 제품 상태 분류 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 22/12 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 C02487110100426108

부처명 중소기업청

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 도약기술개발사업(조사분석사업명: 산학협력기술개발)

연구과제명 생산 계획을 고려한 첨단 생산 장비 건강 감시 및 분석 시스템을 위한 알고리즘 개발

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2014.12.01 ~ 2015.11.30

명세서

청구범위

청구항 1

식각 공정 중에 발생한 OES(optical emission spectroscopy) 데이터를 수집하는 OES 데이터 수집부,
상기 OES 데이터로부터 평균, 분산, 분포정보, 추세, 및 주기에 대한 특질을 추출하는 특질 추출부,
상기 특질을 이용하여 제품의 상태를 정상 또는 이상으로 분류하는 제품 상태 분류부,
상기 특질 및 상기 분류 결과를 저장하는 저장부, 및
상기 OES 데이터 수집부, 상기 특질 추출부, 및 상기 저장부의 동작을 제어하는 제어부를 포함하는 제품 분류 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
추출된 상기 특질 중에서 중복된 정보를 최소화하는 특질의 조합을 선택하는 특질 선택부를 더 포함하는 제품 분류 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 분포정보는 왜도(skewness) 및 첨도(kurtosis) 정보를 포함하는 제품 분류 장치.

청구항 4

제품 상태 분류 장치에서의 제품 상태 분류 방법에 있어서,
식각 공정 중에 발생한 OES(optical emission spectroscopy) 데이터를 수집하는 OES 데이터 수집 단계;
상기 OES 데이터로부터 평균, 분산, 분포정보, 추세, 및 주기에 대한 특질을 추출하는 특질 추출 단계; 및
상기 특질을 이용하여 제품의 상태를 정상 또는 이상으로 분류하는 제품 상태 분류 단계를 포함하는 제품 분류 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,
추출된 상기 특질 중에서 중복된 정보를 최소화하는 특질의 조합을 선택하는 특질 선택 단계를 더 포함하고,
선택된 상기 특질을 이용하여 제품의 상태를 분류하는 것을 특징으로 하는 제품 분류 방법.

청구항 6

제4항에 있어서,
상기 분포정보는 왜도(skewness) 및 첨도(kurtosis) 정보를 포함하는 제품 분류 방법.

청구항 7

제품 분류를 위하여 OES 데이터의 특질을 추출하는 방법에 있어서,
식각 공정 중에 발생한 OES(optical emission spectroscopy) 데이터를 수집하는 OES 데이터 수집 단계;
상기 OES 데이터로부터 평균, 분산, 분포정보, 추세, 및 주기에 대한 특질을 추출하는 특질 추출 단계; 및
추출된 상기 특질 중에서 중복된 정보를 최소화하는 특질의 조합을 선택하는 특질 선택단계를 포함하되,

상기 분포정보는 왜도(skewness) 및 첨도(kurtosis) 정보를 포함하는 OES 데이터 특질 추출 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 개념에 따른 실시 예는 OES 데이터에서 특질을 추출 방법 및 이를 이용한 제품 분류 방법 및 시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 반도체 제조 공정 중 식각 공정에서 발생하는 OES 데이터의 공정 단계별 특질을 추출하는 방법 및 이를 이용하여 제품의 상태를 분류하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 본 특허는 반도체 제조 공정 중 식각(Etching) 공정에서 발생하는 OES 데이터를 이용한 제품 분류 방법을 제시하고 있다.

[0003] 식각 공정은 방법에 따라 습식 식각(wet etching)과 건식 식각(dry etching)으로 나뉜다. 과거에는 비용을 절감하기 위하여 상대적으로 간단한 습식 식각 방법을 이용하였으나 최근에는 플라즈마(Plasma)를 이용하여 미세한 부분까지 식각이 가능한 건식 식각 방법을 이용한다. 건식식각이 일어날 때에 챔버(Chamber) 안에서 발생하는 화학반응은 그 반응마다 고유한 빛의 스펙트럼(Spectrum)을 가지고 있는데, 이 값을 나타내는 것이 OES(optical emission spectroscopy) 데이터이다.

[0004] 특질 추출(Feature Extraction)은 차원축소(Dimension Reduction)의 한 방법으로 많은 양의 데이터가 갖는 특징과 정보를 유지하면서 그 데이터의 부피를 줄이는 방법을 말한다. 첨단 제조 공정에서 발생하는 데이터는 하루에 수백 기가바이트(GB)에서 수 테라바이트(TB)가 생성되며, 최근 공정 비용 감소를 위하여 한 번의 공정으로 2가지 이상의 박막을 식각하는 기술이 발전함에 따라 데이터의 복잡도가 높아졌다. 이에 따라, 방대한 양의 복잡도가 높은 데이터를 효율적으로 분석하기 위한 특질 추출 방법이 요구된다.

[0005] 종래의 공정 결함 감지 기법으로는 CUSUM, EWMA, Hotelling's T2, Spline Feature 등이 있다.

[0006] CUSUM(Cumulative SUM), EWMA(Exponentially Weighted Moving Average), Hotelling's T2 기법은 신호의 길이가 다를 경우, 공정 결함 감지 성능이 저하되는 문제점이 있다. 특히 복수의 단계(step)로 이루어지는 주기 신호 데이터의 경우에는 정상적인 공정에서 발생한 데이터의 경우에도 단계(step)의 길이가 각각 다른 경우 공정 결함 감지 성능이 저하될 수 있다.

[0007] 이러한 문제점을 개선한, Spline Feature 기법은 정상신호들과의 편차가 큰 경우 뛰어난 분류 성능을 보여주지만, 정상신호와와의 편차가 작은 경우 이상 신호 검출 성능 및 제품 분류 성능이 저하되는 문제점이 존재한다.

[0008] 실제 반도체 설비에서 발생하는 신호의 경우, 시간이 지날수록 먼지 혹은 설비의 노후화 등의 이유로 목적값(target value)에서 편차가 발생한다. 특히, OES 데이터의 경우 정상신호와 비슷한 평균 또는 분산을 갖는 불량 신호가 발생할 수 있으며, 종래의 평균이나 분산에 대한 정보를 바탕으로 특질을 추출하는 기법은 제품의 이상 또는 정상을 분류하는 성능이 저하되는 문제점이 있으며, 따라서 평균과 분산 이외의 신호의 특성을 이용하여 이상을 검출할 수 있는 특질 추출 기법 및 이를 이용한 제품 분류 방법이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명이 이루고자 하는 기술적인 과제는 OES 데이터의 특질을 추출하여 정상 제품과 불량 제품을 정확하게 분류할 수 있는 제품 분류 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

[0010] 또한, OES 데이터에 대하여 평균, 분산, 분포정보, 추세, 및 주기에 대한 특질을 추출하고, 이를 이용하여 제품의 상태를 자동으로 분류할 수 있는 제품 분류 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따른 제품 분류 장치는 식각 공정 중에 발생한 OES(optical emission spectroscopy) 데이터를 수집하는 OES 데이터 수집부, 상기 OES 데이터로부터 평균, 분산, 분포정보, 추세, 및 주기에 대한 특질을 추출하는 특질 추출부, 상기 특질을 이용하여 제품의 상태를 정상 또는 이상으로 분류하는 제품 상태

분류부, 상기 특질 및 상기 분류 결과를 저장하는 저장부, 및 상기 OES 데이터 수집부, 상기 특질 추출부, 및 상기 저장부의 동작을 제어하는 제어부를 포함한다.

- [0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 제품 상태 분류 방법은 식각 공정 중에 발생한 OES 데이터를 수집하는 OES 데이터 수집 단계, 상기 OES 데이터로부터 평균, 분산, 분포정보, 추세, 및 주기에 대한 특질을 추출하는 특질 추출 단계, 및 상기 특질을 이용하여 제품의 상태를 정상 또는 이상으로 분류하는 제품 상태 분류 단계를 포함한다.

발명의 효과

- [0013] 본 발명의 실시 예에 따른 제품 상태 분류 장치 및 방법은 OES 데이터의 특질 추출을 통하여 정상 제품과 불량 제품을 정확하게 분류할 수 있다.

- [0014] 본 발명의 실시 예에 따른 제품 상태 분류 장치 및 방법은 OES 데이터의 평균, 분산, 분포정보, 추세, 및 주기에 대한 특질 추출을 통하여 분류 성능을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0015] 본 발명의 상세한 설명에서 인용되는 도면을 보다 충분히 이해하기 위하여 각 도면의 상세한 설명이 제공된다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 제품 분류 장치를 포함하는 제품 분류 시스템을 도시한 도면이다.

도 2는 도 1의 제품 분류 장치가 수집한 OES 데이터의 일 예를 도시한 그래프이다.

도 3은 정상 OES 데이터와 이상 OES 데이터를 비교한 그래프와 이에 따른 정상 데이터의 분포 및 이상 데이터의 분포를 도시한 그래프이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 제품 분류 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시 예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시 예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시 예들은 다양한 형태들로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시 예들에 한정되지 않는다.

- [0017] 본 발명의 개념에 따른 실시 예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시 예들을 도면에 예시하고 본 명세서에서 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시 예들을 특정한 개시 형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

- [0018] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로서, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 본 명세서에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

- [0019] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

- [0020] 이하, 본 명세서에 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 상세히 설명한다.

- [0021] 먼저, 도 1 내지 도 3를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따라 제품 분류 장치에 대해 상술한다.

- [0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 제품 분류 장치를 포함하는 제품 분류 시스템을 도시한 도면이다. 도 2는 도 1의 제품 분류 장치가 수집한 OES 데이터의 일 예를 도시한 그래프이고, 도 3은 정상 OES 데이터와 이상 OES 데이터를 비교한 그래프와 이에 따른 정상 데이터의 분포 및 이상 데이터의 분포를 도시한 그래프이다.

- [0023] 도 1을 참조하면, 제품 분류 시스템(10)은 제품 분류 장치(100) 및 감지부(210)를 포함하는 공정 장치(200)로

구성되며, 제품 분류 장치(100)는 OES 데이터 수집부(110), 특질 추출부(120), 특질 선택부(130), 제품 분류부(140), 저장부(180), 및 제어부(190)를 포함한다.

- [0024] 본 명세서에서 사용되는 '-부'라 함은 본 발명의 기술적 사상을 수행하기 위한 하드웨어 및 상기 하드웨어를 구동하기 위한 소프트웨어의 기능적, 구조적 결합을 의미할 수 있다. 예컨대, 상기 '-부'는 소정의 코드와 상기 소정의 코드가 수행되기 위한 하드웨어 리소스의 논리적인 단위를 의미할 수 있으며, 반드시 물리적으로 연결된 코드를 의미하거나 한 종류의 하드웨어를 의미하는 것은 아니다.
- [0025] 제품 분류 장치(100)의 OES 데이터 수집부(110)는 제어부(190)의 제어하에, 공정 장치(200)의 감지부(210)로부터 OES 데이터(도 2 참고)를 수신하여 수집한다.
- [0026] 제품 분류 장치(100)의 특질 추출부(120)는 제어부(190)의 제어하에, 상기 OES 데이터로부터 공정 단계별 특질을 추출한다. 구체적으로, 공정 단계(step)별로 평균, 분산, 분포정보, 추세(trend), 주기(cycle)에 대한 특질을 추출한다.
- [0027] 분포정보는 왜도(skewness), 첨도(kurtosis)를 포함하며, 분포의 위치, 퍼진 정도 및 치우친 정도를 나타낸다. 예를 들어, 도 3의 (a)와 같이 정상 데이터와 이상 데이터가 평균과 분산만으로 분류하기 어려운 경우라 하더라도, 정상 데이터의 분포(도 3의 (b) 참고)와 이상 데이터의 분포(도 3의 (c) 참고)는 각각 다른 분포를 가지기 때문에 분포정보에 대한 특질을 추출하여 이상 신호를 검출할 수 있다. 특히, 분포정보를 이용함으로써 식각 공정 중에 발생하는 백색 잡음(White Noise)과 이상 신호의 구분 성능을 높일 수 있다.
- [0028] 또한, 특질 추출부(120)는 추세에 대한 특질을 추출할 수 있다. 예를 들어, 제품이 올바르게 놓이지 않는 경우 등으로 평형이 맞지 않을 경우 특정한 추세가 발생하며, 이러한 이상 데이터의 추세에 따른 특질을 추출함으로써 이상 신호를 검출할 수 있다.
- [0029] 또한, 특질 추출부(120)는 주기에 대한 특질을 추출할 수 있다. 예를 들어, 화학반응이 진행되는 시간 변화로 인하여 OES 데이터의 주기가 변하게 되며, 주기 변화에 따른 특질을 추출함으로써 이상 신호, 즉 제품의 이상 여부를 판단하고 이상 제품 또는 정상 제품으로 분류할 수 있다.
- [0030] 본 발명의 일 실시예에 따른 제품 분류 장치(100)의 특질 추출부(120)는 종래 특질 추출을 위하여 사용한 평균 또는 분산 외에 분포정보, 추세, 또는 주기 등에 대한 특질을 포함함으로써, 정상 데이터와 이상 데이터가 평균과 분산만으로 분류하기 어려운 경우라 하더라도, 분포정보, 추세 또는 주기에 대하여 추출된 특질을 이용하여 이상 신호를 검출할 수 있으며, 이에 따라 제품 상태 분류 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0031] 제품 분류 장치(100)의 특질 선택부(130)는 제어부(190)의 제어하에, 상기 특질 추출부(120)에서 추출된 특질 중에서 중복된 정보를 최소화할 수 있는 특질의 조합을 선택한다.
- [0032] 예를 들어, 특정 박막에서 추출된 분산과 다른 박막에서 발생한 분산들이 모두 백색 잡음이라면 분산이 백색 잡음이라는 특징을 하나만 선택하여 정보의 중복을 방지할 수 있으며, 또한, 정보의 양을 최소화할 수 있는 효과가 있다.
- [0033] 제품 분류 장치(100)의 제품 상태 분류부(130)는 제어부(190)의 제어하에, 상기 선택된 특질을 이용하여 제품의 상태를 분류한다(S400). 이때, 제품 분류를 위하여 SVM(Support Vector Machine), Decision Tree, LDA(Linear Discriminant Analysis), ANN(Artificial Neural Network) 등의 알고리즘을 이용하여 이상과 정상 상태를 판별하고 분류할 수 있다.
- [0034] 저장부(180)는 프로그램 저장부와 데이터 저장부를 포함할 수 있다. 상기 프로그램 저장부에는 제품 분류 장치(100)의 동작을 제어하기 위한 프로그램들이 저장될 수 있다. 상기 데이터 저장부에는 상기 프로그램들을 수행하는 과정 중에 생성되는 데이터들이 저장될 수 있다.
- [0035] 제어부(190)는 제품 분류 장치(100)의 전반적인 동작을 제어한다. 즉, OES 데이터 수신부(110), 특질 추출부(120), 특질 선택부(130), 제품 분류부(140) 및 저장부(180)의 동작을 제어할 수 있다.
- [0036] 이하, 도 4를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 제품 상태 분류 장치를 이용한 제품 상태 분류 방법에 대하여 자세히 살펴보고자 한다.
- [0037] 도 4는 도 1에 도시한 제품 분류 장치(100)를 이용한 제품 상태 분류 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0038] 먼저, 제품 분류 장치(100)는 공정 장치(200)의 감지부(210)로부터 OES 데이터를 수신한다(S100).

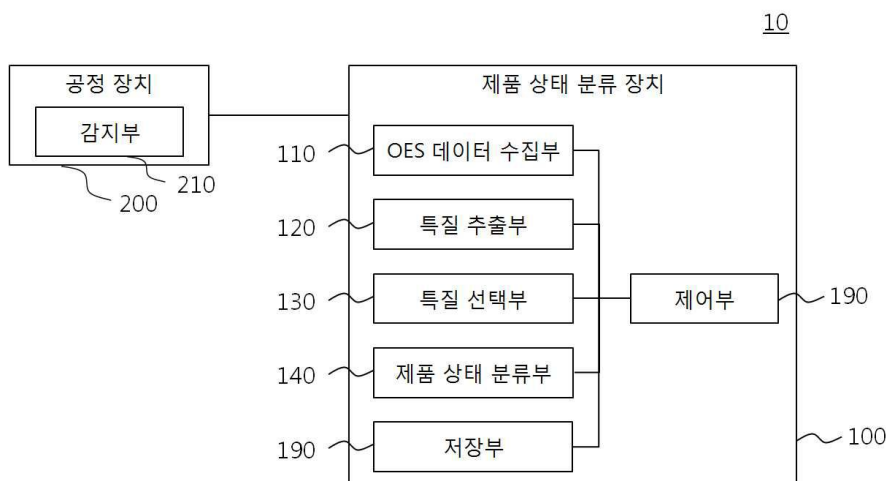
- [0039] 다음, 제품 분류 장치(100)는 상기 OES 데이터로부터 공정 단계별 특질을 추출한다(S200). 구체적으로, 공정 단계별로 평균, 분산, 분포정보, 추세(trend), 주기(cycle)에 대한 특질을 추출한다.
- [0040] 종래 특질 추출을 위하여 사용한 평균 또는 분산 외에 분포정보, 추세, 또는 주기 등에 대한 특질을 포함함으로써, 정상 데이터와 이상 데이터가 평균과 분산만으로 분류하기 어려운 경우라 하더라도, 분포정보, 추세 또는 주기에 대한 특질을 추출하여 이상 신호를 검출할 수 있다.
- [0041] 예를 들어, 분포정보는 백색 잡음과 이상 신호를 구분하는데 효과적이며, 추세의 경우 평형이 맞지 않은 이상 제품을 구분하는데 효과적이며, 주기 정보는 식각 등에 의한 화학반응이 진행되는 시간의 차이로 인한 이상 제품을 분류하는데 효과적이다. 또한, 추세 정보는 제품이 올바르게 놓이지 않는 경우 등으로 평형이 맞지 않을 경우의 이상 제품을 분류하는데 효과적이다.
- [0042] 다음, 제품 분류 장치(100)는 상기 추출된 특질 중에서 중복된 정보를 최소화할 수 있는 특질의 조합을 선택한다(S300). 예를 들어, 특정 박막에서 추출된 분산과 다른 박막에서 발생한 분산들이 모두 백색 잡음이라면 분산이 백색 잡음이라는 특징을 하나만 선택하여 정보의 중복을 방지할 수 있으며, 또한, 정보의 양을 최소화할 수 있는 효과가 있다.
- [0043] 다음, 상기 선택된 특질을 이용하여 제품의 상태를 분류한다(S400). 이때, 제품 분류를 위하여 SVM, Decision Tree, LDA, ANN 등의 알고리즘을 이용하여 이상과 정상 상태를 판별하고 분류할 수 있다.
- [0044] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

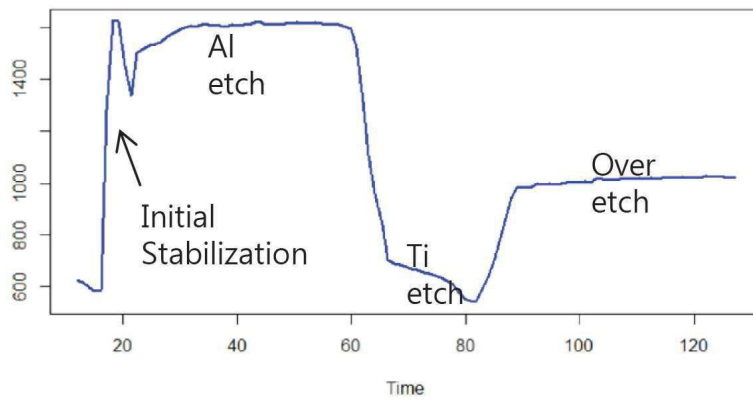
- [0045] 100 : 제품 상태 분류 장치
110 : OES 데이터 수신부 120 : 특질 추출부
130 : 특질 선택부 140 : 제품 상태 분류부
180 : 저장부 190 : 제어부

도면

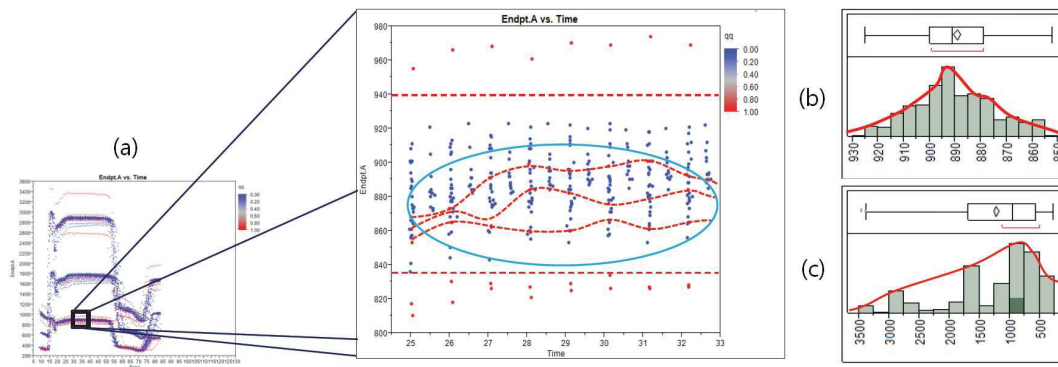
도면1



도면2



도면3



도면4

