



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0037699
(43) 공개일자 2025년03월18일

- | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 10/0639 (2023.01) G06Q 10/20 (2023.01)
G06V 10/40 (2022.01) G06V 20/40 (2022.01)
G06V 20/52 (2022.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
G06Q 10/0639 (2023.01)
G06Q 10/20 (2023.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2024-7027939
(22) 출원일자(국제) 2023년09월08일
심사청구일자 2024년08월21일
(85) 번역문제출일자 2024년08월21일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2023/032866
(87) 국제공개번호 WO 2025/052663
국제공개일자 2025년03월13일</p> | <p>(71) 출원인
주식회사 히타치하이테크
일본국 도쿄도 미나토쿠 토라노몬 1초메 17방 1고</p> <p>(72) 발명자
이케다 나오히토
일본국 1008280 도쿄도 지요다쿠 마루노우치
1-6-6 가부시끼가이샤 히다치 세이사꾸쇼 내
누마타 다카시
일본국 1008280 도쿄도 지요다쿠 마루노우치
1-6-6 가부시끼가이샤 히다치 세이사꾸쇼 내
(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
문두현</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

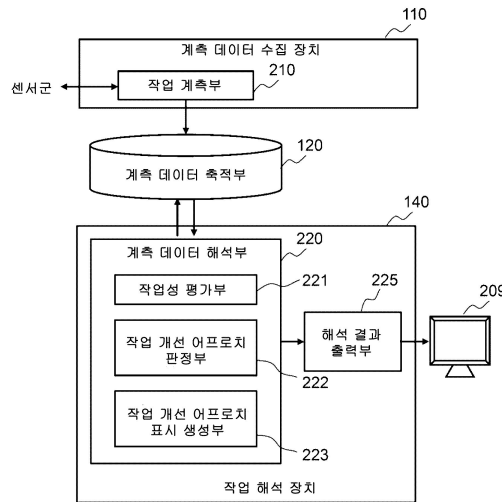
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **작업 해석 시스템 및 작업 해석 방법**

(57) 요약

작업 해석 시스템은, 소정의 작업에 있어서의 작업자의 동작을 계측하는 센서로부터 계측 데이터를 수집하는 작업 계측부(210)와, 작업 계측부가 수집한 계측 데이터를 축적하는 계측 데이터 축적부(120)와, 계측 데이터 축적부에 축적된 계측 데이터에 기초하여, 소정의 작업을 해석하는 계측 데이터 해석부(220)를 갖고, 계측 데이터 해석부는, 계측 데이터 축적부에 축적된 계측 데이터에 기초하여 소정의 작업의 작업성을 평가하는 작업성 평가부(221)와, 작업성 평가부에서 평가된 소정의 작업의 작업성에 기초하여, 소정의 작업의 작업 개선 어프로치를 판정하는 작업 개선 어프로치 판정부(222)를 구비한다.

대표도 - 도2b



(52) CPC특허분류

G06V 10/40 (2023.08)

G06V 20/41 (2022.01)

G06V 20/46 (2022.01)

G06V 20/52 (2023.08)

(72) 발명자

무라마츠 가츠토시

일본국 1008280 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 1-6-6
가부시끼가이샤 히다치 세이사꾸쇼 내

사토 고헤이

일본국 1056409 도쿄도 미나토쿠 도라노몬 1-17-1
주식회사 히타치하이테크 내

명세서

청구범위

청구항 1

소정의 작업에 있어서의 작업자의 동작을 계측하는 센서로부터 계측 데이터를 수집하는 작업 계측부와,
 상기 작업 계측부가 수집한 계측 데이터를 축적하는 계측 데이터 축적부와,
 상기 계측 데이터 축적부에 축적된 계측 데이터에 기초하여, 상기 소정의 작업을 해석하는 계측 데이터 해석부를 갖고,
 상기 계측 데이터 해석부는, 상기 계측 데이터 축적부에 축적된 계측 데이터에 기초하여 상기 소정의 작업의 작업성을 평가하는 작업성 평가부와, 상기 작업성 평가부에서 평가된 상기 소정의 작업의 작업성에 기초하여, 상기 소정의 작업의 작업 개선 어프로치를 판정하는 작업 개선 어프로치 판정부를 구비하는 작업 해석 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 작업성 평가부는, 상기 소정의 작업의 작업성으로서, 상기 소정의 작업의 번잡함을 나타내는 복잡성과, 상기 소정의 작업의 수행에 필요한 경험치나 지식의 정도를 나타내는 교차성(巧緻性)을 평가하는 작업 해석 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 작업 개선 어프로치 판정부는, 상기 작업 개선 어프로치로서, 상기 소정의 작업의 복잡성이 높다고 판정된 경우에는, 작업의 심플화, 또는 상기 소정의 작업이 소정의 장치를 대상으로 하는 작업인 경우에는 상기 소정의 장치의 심플화를 선택하고, 상기 소정의 작업의 복잡성이 낮으며, 교차성이 높다고 판정된 경우에는, 작업자의 지원을 고도화하는 작업 지원 고도화를 선택하고, 상기 소정의 작업의 복잡성 및 교차성 모두 낮다고 판정된 경우에는, 작업자의 작업을 기계 기능으로 치환하는 자동화를 선택하는 작업 해석 시스템.

청구항 4

제2항에 있어서,
 상기 계측 데이터 해석부는, 상기 소정의 작업의 상태를 카메라로 촬영한 동영상 데이터에 기초하여, 상기 계측 데이터를 복수의 공정으로 분할하고, 상기 소정의 작업을 상기 공정마다 해석하는 작업 해석 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,
 상기 작업성 평가부는, 상기 공정에 포함되는 작업자의 동작을 작업 요소로 분해하고, 상기 작업 요소마다, 상기 작업 요소에 요하는 작업 시간 및 상기 작업 요소의 작업 용이성에 기초하여 복잡성 평가를 행하고, 상기 공정에 포함되는 작업 요소마다의 복잡성 평가를 통합하여 공정의 복잡성 평가를 행하는 작업 해석 시스템.

청구항 6

제4항에 있어서,
 상기 작업성 평가부는, 상기 공정에 포함되는 작업자의 한 묶음의 동작마다, 작업 시간의 편차, 동작 편차 및 작업 성공률에 기초하여 교차성 평가를 행하고, 상기 공정에 포함되는 작업자의 한 묶음의 동작마다의 교차성 평가를 통합하여 공정의 교차성 평가를 행하는 작업 해석 시스템.

청구항 7

제3항에 있어서,

상기 작업 개선 어프로치 판정부는, 상기 작업 개선 어프로치로서 작업의 심플화를 선택하는 경우에는, 상기 소정의 작업에 포함되는 작업 요소를 보다 복잡성이 낮은 작업 요소로 치환한 작업 개선 제안을 작성하는 작업 해석 시스템.

청구항 8

제3항에 있어서,

상기 작업 개선 어프로치 판정부는, 상기 작업 개선 어프로치로서 자동화를 선택하는 경우에는, 상기 소정의 작업에 포함되는 작업 요소를 기계 기능으로 치환한 작업 개선 제안을 작성하는 작업 해석 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 작업 개선 어프로치 판정부는, 상기 작업 개선 어프로치로서 자동화를 선택하는 경우에는, 지정된 비용 상한을 만족하도록, 상기 소정의 작업에 포함되는 일부의 작업 요소를 기계 기능으로 치환한 작업 개선 제안을 작성하는 작업 해석 시스템.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 소정의 작업은, 반도체 제조 장치의 보수·메인テナンス 작업인 작업 해석 시스템.

청구항 11

작업 해석 시스템을 이용한 작업 해석 방법으로서,

상기 작업 해석 시스템은, 작업 계측부, 계측 데이터 축적부 및 계측 데이터 해석부를 구비하는 계측 데이터 해석부를 갖고,

상기 작업 계측부는, 소정의 작업에 있어서의 작업자의 동작을 계측하는 센서로부터 계측 데이터를 수집하고,

상기 계측 데이터 축적부는, 상기 작업 계측부가 수집한 계측 데이터를 축적하고,

상기 계측 데이터 해석부는, 상기 계측 데이터 축적부에 축적된 계측 데이터에 기초하여 상기 소정의 작업의 작업성을 평가하고, 상기 소정의 작업의 작업성에 기초하여, 상기 소정의 작업의 작업 개선 어프로치를 판정하는 작업 해석 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 계측 데이터 해석부는, 상기 소정의 작업의 작업성으로서, 상기 소정의 작업의 번잡함을 나타내는 복잡성과, 상기 소정의 작업의 수행에 필요한 경험치나 지식의 정도를 나타내는 교차성을 평가하는 작업 해석 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 계측 데이터 해석부는, 상기 작업 개선 어프로치로서, 상기 소정의 작업의 복잡성이 높다고 판정된 경우에는, 작업의 심플화, 또는 상기 소정의 작업이 소정의 장치를 대상으로 하는 작업인 경우에는 상기 소정의 장치의 심플화를 선택하고, 상기 소정의 작업의 복잡성이 낮으며, 교차성이 높다고 판정된 경우에는, 작업자의 지원을 고도화하는 작업 지원 고도화를 선택하고, 상기 소정의 작업의 복잡성 및 교차성 모두 낮다고 판정된 경우에는, 작업자의 작업을 기계 기능으로 치환하는 자동화를 선택하는 작업 해석 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 작업 해석 시스템 및 작업 해석 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 디바이스의 생산성 향상을 위해, 반도체 제조 장치에는 그 성능 향상뿐만 아니라, 보수·메인テナンス의 효율화에 의한 가동률 향상이 요구된다. 반도체 제조 장치의 보수·메인テナンス의 대부분에 사람의 손에 의한 작업이 포함되어 있다. 사람 부족, 숙련자 부족이 진행되는 가운데, 보수·메인テナンス의 효율화는 중요한 과제이다.

[0003] 특허문헌 1에는, 기술을 효율적으로 습득 가능하게 하는 학습 지원 시스템이 개시되어 있다. 학습 지원 시스템은, 학습자에게 장착되는 표시부와, 학습자에게 장착되어서 학습자의 시야 영상을 촬상하는 촬상부와, 학습자의 동작의 모범이 되는 지도자의 작업 동작의 동영상인 모범 동영상을 저장하는 저장부를 구비하고, 모범 동영상을 촬상부가 촬상한 시야 영상에 중첩하여 표시부에 표시시킴과 함께, 시야 영상에 포함되는 학습자의 작업 동작의 특징에 따라서, 동적으로 모범 동영상의 표시 내용을 변화시킨다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본국 특개2020-144233호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 특허문헌 1과 같이, 센서를 이용하여 사람의 손에 의한 작업을 모니터하여, 작업을 지원하는 아이디어가 많이 검토되고 있다. 이들 아이디어는 사람의 손에 의한 작업의 효율 향상을 가져올 것으로 기대되는 한편, 당해 작업이 사람의 손에 의해 행해진다는 것이 전제가 되어 있어, 사람의 능력 한계 이상으로 개선을 진행시킬 수 없다.

[0006] 향후 더욱 진전될 수 있는 사람 부족, 숙련자 부족에 대응하기 위해서는, 당해 작업이 애초에 필요한지, 또는 당해 작업을 사람의 손으로 행하는 것이 적절한지라는 관점에서 현상(現狀)의 작업 또는 작업이 대상으로 하는 장치(제품)의 구조를 재검토하여, 전체 최적화를 도모하는 것을 빠뜨릴 수 없다. 본 발명은, 센서에 의한 작업의 모니터링 데이터에 기초하여, 작업 개선의 시점(視點)을 제공하는 작업 해석 시스템 및 작업 해석 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 실시형태인 작업 해석 시스템은, 소정의 작업에 있어서의 작업자의 동작을 계측하는 센서로부터 계측 데이터를 수집하는 작업 계측부와, 작업 계측부가 수집한 계측 데이터를 축적하는 계측 데이터 축적부와, 계측 데이터 축적부에 축적된 계측 데이터에 기초하여, 소정의 작업을 해석하는 계측 데이터 해석부를 갖고, 계측 데이터 해석부는, 계측 데이터 축적부에 축적된 계측 데이터에 기초하여 소정의 작업의 작업성을 평가하는 작업성 평가부와, 작업성 평가부에서 평가된 소정의 작업의 작업성에 기초하여, 소정의 작업의 작업 개선 어프로치를 판정하는 작업 개선 어프로치 판정부를 구비한다.

발명의 효과

[0008] 센서에 의한 작업의 모니터링 데이터에 기초하여, 작업 개선의 시점을 제공하는 작업 해석 시스템 및 작업 해석 방법을 제공한다. 그 외의 과제 및 신규한 특징은, 본 명세서의 기술 및 첨부 도면으로부터 명확해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은, 작업 해석 시스템의 개략 구성도.

도 2a는, 정보 처리 장치의 하드웨어 구성.

- 도 2b는, 작업 해석 시스템의 기능 블록도.
- 도 3은, 반도체 제조 장치의 메인テナンス 작업의 플로우.
- 도 4는, 메인テナンス 작업의 각 공정에서 행해지는 작업을 설명하기 위한 도면.
- 도 5a는, 장치 해체 공정의 복잡성 평가예.
- 도 5b는, 메인テナンス 공정의 복잡성 평가예.
- 도 6은, 작업 용이성 평가표의 예.
- 도 7은, 작업 시간에 대한 히스토그램.
- 도 8a는, 장치 해체 공정의 교차성(巧緻性) 평가예.
- 도 8b는, 메인テナンス 공정의 교차성 평가예.
- 도 9는, 작업 개선 어프로치의 판정 플로우.
- 도 10은, 작업 요소 변환표의 예.
- 도 11은, 공정의 자동화 제안 작성 플로우.
- 도 12는, 기계 기능 변환표의 예.
- 도 13은, 작업 해석 리포트 표시 화면의 예.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0010] 도 1에, 작업 해석 시스템의 개략 구성도를 나타낸다. 여기에서는, 작업자에 의한 반도체 제조 장치(100)에 대한 보수·메인テナンス 작업을 예로, 본 실시예의 작업 해석 시스템에 의해, 작업자의 작업을 모니터하여 작업의 해석, 개선 제안을 행하는 프로세스를 설명한다. 작업 해석 시스템은, 반도체 제조 장치(100)에 대한 작업자의 작업을 모니터하는 센서군(101~106), 센서군(101~106)이 검출하는, 작업 중의 작업자의 동작에 관한 계측 데이터를 수집하는 계측 데이터 수집 장치(110), 계측 데이터 수집 장치(110)가 수집한 계측 데이터를 축적하는 계측 데이터 축적부(120) 및 계측 데이터 축적부(120)에 축적된 계측 데이터에 기초하여 작업의 해석이나 개선 제안을 행하는 작업 해석 장치(140)를 갖고 있다. 계측 데이터 수집 장치(110), 계측 데이터 축적부(120) 및 작업 해석 장치(140)는 네트워크(130)에 의해, 서로 통신 가능하게 접속되어 있다. 네트워크(130)는, 유선이어도 되고, 무선이어도 되고, 또한, 통신 규격도 임의이다.
- [0011] 도 2a에, 계측 데이터 수집 장치(110) 및 작업 해석 장치(140)의 하드웨어 구성을 나타낸다. 이들은, 도 2a에 나타내는 바와 같은 프로세서(CPU)(201), 메모리(202), 스토리지 장치(203), 입력 인터페이스(I/F)(204), 출력 I/F(205), 통신 I/F(206), 버스(207)를 주요한 구성으로서 포함하는 정보 처리 장치에 의해 실현된다. 프로세서(201)는, 메모리(202)에 로드된 프로그램에 따라서 처리를 실행함으로써, 소정의 기능을 제공하는 기능부(기능 블록)로서 기능한다. 스토리지 장치(203)는, 기능부에서 사용하는 데이터나 프로그램을 저장한다. 스토리지 장치(203)에는, 예를 들면 HDD(Hard Disk Drive)나 SSD(Solid State Drive)와 같은 불휘발성 기억 매체가 사용된다. 입력 I/F(204)는 키보드, 포인팅 디바이스 등의 입력 장치(208)를 접속하는 인터페이스이고, 출력 I/F(205)는 표시 장치(209)를 접속하는 인터페이스이다. 통신 I/F(206)는, 네트워크(130)를 통해서 다른 정보 처리 장치와의 통신을 가능하게 한다. 이들은 버스(207)에 의해 서로 통신 가능하게 접속되어 있다.
- [0012] 또, 계측 데이터 수집 장치(110) 및 작업 해석 장치(140)의 각각을 개별의 정보 처리 장치로 실현할 필요는 없고, 1대의 정보 처리 장치 상에서 실현하고, 계측 데이터를 스토리지 장치(203)에 축적하도록 해도 된다. 이 경우에는, 스토리지 장치(203)가 계측 데이터 축적부(120)로서 기능한다. 또한, 계측 데이터 수집 장치(110) 및 작업 해석 장치(140)의 일부, 또는 모든 기능을 클라우드 상의 어플리케이션으로서 실현해도 된다.
- [0013] 도 2b에 작업 해석 시스템의 기능 블록도를 나타낸다. 계측 데이터 수집 장치(110)의 작업 계측부(210)는 센서군을 제어하고, 계측 데이터를 계측 데이터 축적부(120)에 축적한다. 센서군에는, 도 1에 나타내는 바와 같이, 작업자의 작업을 부감(俯瞰)하여 촬상하는 카메라(101), 장치 설치형의 카메라(102), HMD(Head Mounted Display)(103), 작업자가 착용하는 작업복 센서(104)나 장갑형 센서(105), 작업 에어리어 전체를 촬상하는 360° 카메라(106) 등이 포함된다. 단, 도 1에 나타내는 센서군은 예시이며, 예시 이외의 센서를 사용해도 되고, 예시한 센서를 반드시 사용하지 않아도 된다. 작업 계측부(210)는, 작업자에 의한 작업의 상태를 이들 센서를

사용하여 모니터링한다. 이것에 의해, 예를 들면, 카메라로부터는 RGB(색) 데이터(동영상 데이터), 카메라로서 RGB 데이터에 더하여 대상까지의 거리를 취득할 수 있는 센서인 RGBD 카메라를 사용한 경우에는 동영상 데이터에 더하여, 피사체와의 거리 정보를 나타내는 측거(測距) 데이터, HMD(103)로부터는 작업자의 시선의 움직임 데이터, 작업복 센서(104)로부터는 작업자의 골격의 움직임 데이터, 장갑형 센서(105)로부터는 작업자의 손가락의 움직임 데이터 등이 계측 데이터로서 계측 데이터 축적부(120)에 축적된다. 계측 데이터 축적부(120)에 축적되는 계측 데이터에는 모두, 동일한 기준 시간에 기초하는 타임 스탬프(시간 정보)를 부여하여 기록하는 것이 바람직하다. 이것에 의해, 작업 해석 장치(140)에 의한 계측 데이터 해석 시에 복수의 센서로부터 계측 데이터를 통합하여 작업의 해석을 행할 수 있다.

[0014] 작업 해석 장치(140)의 계측 데이터 해석부(220)는 계측 데이터 축적 부(120)에 축적된 계측 데이터를 사용하여 작업의 해석을 행한다. 계측 데이터 해석부(220)에 의한 작업 해석 결과는 해석 결과 출력부(225)에 의해서 작업 해석 장치(140)의 표시 장치(209)에 표시된다. 계측 데이터 해석부(220)의 처리에 대해서는 구체예를 참조하면서 후술한다.

[0015] 우선, 구체예로 하는 반도체 제조 장치의 메인テナンス 작업에 대하여, 도 3 및 도 4를 사용해서 설명한다. 메인テナンス 작업은, 반도체 제조 장치를 해체하고, 대상 유닛에 대해서 메인テナンス를 실시하고, 그 후 부품을 조립하여, 가동할 수 있는 상태로 되돌리는 작업 사례로 하며, 도 3에 나타내는 바와 같이 크기는 장치 해체(S01), 대상 유닛의 메인テナンス(S02), 부품 조립(S03)의 세 가지의 공정으로 이루어지는 것으로 한다. 또한, 본 구체예는, 본 실시예에서의 처리를 구체적으로 설명하기 위해서 예시하는 것이며, 본 실시예의 작업 해석 시스템, 작업 해석 방법의 해석 대상이 본 사례에 한정되는 것은 아니다.

[0016] 도 4를 사용해서, 각 공정에서 행해지는 작업을 설명한다. 도 4에서는, 반도체 제조 장치를 본체부(401), 상부 유닛(402), 하부 유닛(403)을 구비하는 것으로서 모식적으로 나타내고 있다. 예를 들면, 반도체 제조 장치가 플라즈마 처리 장치인 경우, 상부 유닛(402)이 플라즈마를 발생시키는 공동실, 하부 유닛(403)이 처리 대상으로 하는 시료가 재치(載置)되는 진공 용기이다. 이 구체예에서의 메인テナンス 개소(箇所)는 하부 유닛(403)이다.

[0017] 장치 해체 공정(S01)은, 상태 S11~S14에 해당한다. 상태 S11은, 작업 개시 시의 상태이고, 상태 S12는, 본체부(401)로부터, 서로 연결되어 있는 상부 유닛(402) 및 하부 유닛(403)을 분리한 상태이다. 상태 S13은, 상부 유닛(402)을 하부 유닛(403)으로부터 분리하기 위해, 나사를 드라이버 등의 툴을 활용하여 사람의 손으로 분리하는 작업을 하고 있는 상태를 나타내고 있다. 상태 S14는, 상부 유닛(402)을 하부 유닛(403)으로부터 분리하여, 하부 유닛(403)에 대해서 작업을 할 수 있게 한 상태이다.

[0018] 메인テナンス 공정(S02)은, 상태 S21~S23에 해당한다. 상태 S21은 소모품인 O링(405)을 분리하는 작업을 행하여, 하부 유닛(403)으로부터 O링(405)을 분리한 상태를 나타내고 있다. 상태 S22는 하부 유닛(403)의 청소로서, 하부 유닛(403)의 부착물이나 오염의 닦기 작업을 하고 있는 상태를 나타내고 있다. 상태 S23은, 소모품을 교환하여, 새로운 O링(406)을 부착하는 작업의 상태를 나타내고 있다.

[0019] 부품 조립 공정(S03)은, 상태 S31~S33에 해당한다. 상태 S31에서는, 분리 되어 있던 상부 유닛(402)을 하부 유닛(403)에 맞추고, 상태 S32에서 나사를 조여 연결해 간다. 상태 S33에서 연결된 상부 유닛(402) 및 하부 유닛(403)을 본체부(401)에 조립함으로써, 조립 작업이 종료된다.

[0020] 이상 설명한 메인テナンス 작업을 예로, 계측 데이터 해석부(220)에 의한 계측 데이터의 해석에 대하여 설명한다. 계측 데이터 해석부(220)는 작업성 평가부(221), 작업 개선 어프로치 판정부(222), 작업 개선 어프로치 표시 생성부(223)를 갖고 있다(도 2b 참조). 처음에 작업성 평가부(221)가 계측 데이터를 사용하여 작업성의 평가를 행한다.

[0021] 작업성 평가부(221)는, 복잡성과 교차성의 관점에서 작업을 평가한다. 평가의 객관성을 담보하기 위해, 평가에 있어서는, 수집된 계측 데이터를 사용하여, 미리 정해진 지표에 따라서 정량적(定量的)으로 평가값을 산출한다. 여기에서, 작업의 복잡성이란, 작업자가 수행하는 작업의 번잡함을 의미하며, 예를 들면, 작업을 구성하는 작업 요소의 수(數), 작업 요소의 하기 쉬움을 나타내는 작업 용이성, 작업 시간의 길이 등이 지표가 된다. 한편, 작업의 교차성이란, 작업자가 작업을 수행하기 위해서 필요로 되는 경험이나 지식의 정도를 의미한다. 구체적으로는, 숙련자와 비숙련자 사이에서 작업 효율이나 작업 품질에 차이가 거의 없는 작업은 교차성이 낮은 작업, 숙련자와 비숙련자 사이에서 작업 효율 또는 작업 품질에 차이가 크게 나타나는 작업은 교차성이 높은 작업으로서 평가한다. 예를 들면, 작업 시간의 작업자에 따른 편차(분산)나, 숙련자와 비숙련자에 있어서의 작업 시의 동작 편차, 교차성이 높다고 평가되는 작업 요소의 함유율, 작업 성공률 등이 지표가 된다.

- [0022] 작업의 복잡성 평가, 교차성 평가 모두, 해석 대상의 작업에 대해서, 많은 작업자에 의한 작업을 다수회에 걸쳐 모니터하고, 계측 데이터를 축적하는 것이 바람직하다. 계측 데이터가 축적될 수록 통계적으로 정확도 및 신뢰성이 높은 평가를 할 수 있기 때문이다.
- [0023] 우선, 작업성 평가부(221)는, 계측 데이터를 공정 단위로 분할하는 전(前)처리를 실행한다. 예를 들면, 이 예에서는, 장치 해체 공정(S01), 메인터넌스 공정(S02), 부품 조립 공정(S03)의 세 가지의 공정으로 계측 데이터를 분할한다. 분할은, 작업의 상태를 찍은 동영상 데이터에 대하여 영상 분석을 행하고, 특징적인 물체나 작업의 인식을 행하여, 공정의 구분이 되는 타이밍을 특정하면 된다. 예를 들면, 상부 유닛(402)과 하부 유닛(403)이 분리된 타이밍을 화상 인식으로 파악하여, 그 때의 동영상 데이터의 타임 스탬프를 장치 해체 공정(S01)과 메인터넌스 공정(S02)의 분할 타이밍으로 할 수 있다. 또한, 하부 유닛(403)에 부착된 O링(406)으로부터 작업자의 손이 떨어진 타이밍을 화상 인식으로 파악하여, 그 때의 동영상 데이터의 타임 스탬프를 메인터넌스 공정(S02)과 부품 조립 공정(S03)의 분할 타이밍으로 할 수 있다. 동영상 데이터와 동시에 취득하고 있던 다른 계측 데이터에 대해서도, 타임 스탬프를 기초로 공정 단위로 분할하는 것이 가능해진다. 또, 어디까지를 한 묶음의 공정으로서 분할할지는 임의이지만, 예를 들면 작업 절차서에서 한 묶음으로 되어 있는 작업을 한 공정으로서 분할한다고 하는 것을 생각할 수 있다. 이어서, 타임 스탬프를 기준으로, 공정마다 분할된 계측 데이터에 기초하여 작업의 평가를 행한다.
- [0024] 우선, 작업의 복잡성 평가에 대하여 설명한다. 복잡성 평가에 있어서는, 공정을 추가로 작업 요소로 분해하고, 공정마다 분할된 계측 데이터를 추가로 작업 요소마다의 계측 데이터로 분해하여 평가를 행한다. 또, 이 작업 요소로의 분해도, 앞서 기술한 공정의 분할과 마찬가지로의 방법으로 행할 수 있다.
- [0025] 여기에서, 작업 요소는, 작업의 용이성을 평가하는 최종 입도의 작업으로서, 도 6에 나타내는 작업 용이성 평가표에 있어서 미리 정의되어 있다. 작업 용이성 평가표에서는, 작업 요소를 작업의 하기 쉬움에 의해서 구분하여, 평가값을 할당하고 있다. 예를 들면, 부품을 위에서 아래로 이동시키는 아래쪽 이동은, 중력의 관계에서 작업이 하기 쉬운 동작이 되어 평가값으로서는 A(용이)가 된다. 한편 횡 이동이나 위쪽으로의 이동은 보다 작업이 하기 어려운 동작이 되어 B(보통)로 평가되고 있다. 도 6에 예시한 작업 요소는 극히 일부이며, 반도체 제조 장치에 대한 보수·메인터넌스 작업에 포함되는 작업이 어느 하나의 작업 요소에 들어맞도록, 망라적으로 작성되어 있다.
- [0026] 장치 해체 공정(S01)의 복잡성 평가를 도 5a에 나타낸다. 작업 요소 번호(501)는, 해석 대상으로 하는 공정에 포함되는 작업 요소를 특정하는 번호이고, 작업 요소(502)는, 공정에 포함되는 작업 요소의 내용을 나타내고 있다. 작업 시간(503)은, 작업 요소의 실행에 요한 작업 시간이며, 계측 데이터로부터 계측된다. 공정 내에서 복수회의 작업 요소가 실행되고 있을 경우에는, 예를 들면 평균 시간을 나타낸다. 작업 용이성(504)은 작업 용이성 평가표에 있어서 당해 작업 요소에 할당되어 있는 평가값을 나타내고 있다. 예를 들면 A는 용이, B는 보통, C는 곤란을 의미한다. 복잡성 평가(작업 요소별)(505)는 작업 요소별의 복잡성 평가점을 나타내고, 복잡성 평가(공정)(506)는 공정 전체로서의 복잡성 평가점을 나타낸다.
- [0027] 작업 요소별의 복잡성 평가점은, 작업 시간과 작업 용이성을 지표로 하여 정량적으로 산출된다. 여기에서는, 작업 시간을 단(短), 중(中), 장(長)으로 구분하여, 각각 0.5, 1, 1.5의 평가점으로 하고, 작업 용이성의 A, B, C는 각각 10, 20, 30의 평가점으로 해서, 작업 요소별의 복잡성 평가점을, 작업 시간의 평가점과 작업 용이성의 평가점의 곱으로서 산출하고 있다. 이때, 작업 요소가 반복 실시될 경우(작업 요소 No.2~4)에서는, 반복 횟수를 추가로 곱한다. 공정 전체의 복잡성 평가점은, 작업 요소별의 복잡성 평가점의 총합으로서 구해진다. 또, 여기에 나타낸 평가점의 산출 방법, 배점 방법은 일례이다.
- [0028] 마찬가지로 해서 구한 메인터넌스 공정(S02)의 복잡성 평가를 도 5b에 나타낸다. 이 예에서는, 장치 해체 공정(S01)의 복잡성 평가점은 355점이고, 메인터넌스 공정(S02)의 복잡성 평가점은 40점이었다. 복잡성 평가점에 기초하여, 장치 해체 공정(S01)은 메인터넌스 공정(S02)보다도 복잡한 공정이라 평가할 수 있다.
- [0029] 계측 데이터를 취득한 샘플링 수가 늘어나게 되면 작업 시간이 평균화되어 간다. 따라서, 샘플링 수를 늘림으로써, 작업 시간의 정밀도가 서서히 올라가, 복잡성 평가의 정확도를 향상시킬 수 있다.
- [0030] 다음으로, 작업의 교차성 평가에 대하여 설명한다. 교차성은, 작업자의 숙련도에 따라서 변화하는 지표에 의해 평가한다. 예를 들면, 작업 요소의 작업 시간의 편차는 유효한 지표가 된다고 생각할 수 있다. 도 7에, 작업 요소 A의 작업 시간에 대한 히스토그램(701) 및 작업 요소 B의 작업 시간에 대한 히스토그램(702)을 나타낸다. 히스토그램(701)으로부터, 작업 요소 A는, 작업자에 따른 편차가 적으며, 작업자의 숙련도나 경험, 지식에 의한

영향을 별로 받지 않는 작업이라고 판단할 수 있고, 히스토그램(702)으로부터, 작업 요소 B는, 작업자에 따른 편차가 크고, 작업자의 숙련도나 경험, 지식에 의한 영향을 강하게 받는 작업이라고 판단할 수 있다. 작업 시간의 편차의 크기는, 예를 들면 히스토그램의 분산을 산출함으로써 정량적으로 파악할 수 있다.

[0031] 여기에서는, 작업 시간의 편차에 더하여, 동작 편차, 작업 성공률을 교차성 평가의 지표로서 추가한다. 동작 편차는, 작업자의 동작, 또는 시선의 움직임 등을 직접적으로 평가하는 것이다. 숙련자의 경우, 작업 동작이 낭비 없는, 효과적인 동작이 되고 있다. 그래서, 예를 들면, 숙련자의 움직임을 모니터링하여 이상(理想)적인 작업 동작을 특정하고, 거기로부터의 괴리(乖離)를 평가하는 것을 생각할 수 있다. 샘플링한 계측 데이터의 대부분이 이상적인 작업 동작과의 근사를 나타내고 있는 경우에는 동작 편차가 작다고 평가할 수 있고, 샘플링한 계측 데이터에 이상적인 작업 동작으로부터 괴리된 계측 데이터가 많이 포함되어 있는 경우에는 동작 편차가 크다고 평가할 수 있다. 예를 들면 RGBD 카메라로 계측한 작업 영상 데이터와 3차원의 측거 데이터를 기초로, 이상적인 작업 동작의 궤적과 계측한 작업자의 작업 동작의 궤적의 공간적인 위치 관계를 비교하여, 이상적인 작업 동작으로부터의 이탈률을 산출하거나, 작업 대상인 부품에 대한 접촉 시간, 작업자가 장착한 HMD로부터 취득 가능한 작업 중의 머리의 방향이나 시선의 주시처 등에 대해서 이상적인 작업 동작과 비교하거나 함으로써, 이상적인 작업 동작으로부터의 괴리를 평가하는 것이 가능하다. 또한, 작업 성공률은, 그 후의 공정에 있어서 당해 작업에 문제가 발견되어서 재작업이 발생한 경우를 실패로 하고, 작업 요소의 실행 횟수에 대한 성공 횟수의 비율을 구하는 것이다.

[0032] 장치 해체 공정(S01)의 교차성 평가를 도 8a에 나타낸다. 작업 요소 번호 (801)는, 해석 대상으로 하는 공정에 포함되는 작업 요소를 특정하는 번호이고, 작업 요소(802)는, 공정에 포함되는 작업 요소의 내용을 나타내고 있다. 시간 분산(803)은, 작업 요소의 실행에 요한 작업 시간의 편차이며, 계측 데이터로부터 계측된 작업 시간의 분산이다. 여기에서는, 값 그 자체가 아닌, 예를 들면, 소 중 대의 3구분으로 하여 나타내고 있다. 동작 편차(804)는 몸의 각 요소나 시선 등에 대해서, 상술한 바와 같은 편차를 나타내고 있다. 이것도 각각, 히스토그램으로부터 분산으로서 정량적으로 산출 가능한 것이지만, 여기에서도 값 그 자체가 아닌, 예를 들면, 소 중 대의 3구분으로 하여 나타내고 있다. 또한, 계측 데이터로부터 구한 요소 동작 편차의 평가 결과를 종합하여 종합 동작 편차를 구하고 있다. 작업 성공률(805)은 상술한 작업 성공률을 나타내고 있다. 교차성 평가(작업 요소별)(806)는 작업 요소별의 교차성 평가점을 나타내고, 교차성 평가(공정)(807)는 공정 전체로서의 교차성 평가점을 나타낸다.

[0033] 작업 요소별의 교차성 평가점은, 이 예에서는 시간 분산, 동작 편차(종합) 및 작업 성공률을 지표로 하여 정량적으로 산출된다. 여기에서는, 시간 분산, 동작 편차를 소, 중, 대로 구분하여 각각 1, 1.5, 2의 평가점으로 하고, 작업 요소별의 교차성 평가점을, (100-작업 성공률[%])과 시간 분산의 평가점과 동작 편차(종합)의 평가점의 곱으로서 산출하고 있다. 공정 전체의 교차성 평가점은, 작업 요소별의 교차성 평가점의 평균값으로서 구해진다. 또, 여기에 나타낸 평가점의 산출 방법, 배점 방법은 일례이다. 또한, 여기에서는 교차성 평가에 대해서도 작업 요소 단위로 평가하는 예를 나타냈지만, 한 묶음의 동작 단위이면 되고, 예를 들면 연속해서 실행되는 복수의 작업 요소를 일 단위로 하여 교차성 평가를 행해도 된다.

[0034] 작업 개선 어프로치 판정부(222)는, 작업성 평가부(221)가 공정마다 행한 복잡성 평가 및 교차성 평가를 이용하여 공정에 있어서의 작업을 어떠한 방향으로 개선하는 것이 바람직한지 판정한다. 도 9에 작업 개선 어프로치 판정부(222)가 실행하는 판정 플로우를 나타낸다.

[0035] 우선, 작업성 평가 결과를 취득한다(S51). 상술한 예에서는, 장치 해체 공정(S01)에 대하여 도 5a에 나타내는 복잡성 평가 결과 및 도 8a에 나타내는 교차성 평가 결과를, 메인터넌스 공정(S02)에 대하여 도 5b에 나타내는 복잡성 평가 결과 및 도 8b에 나타내는 교차성 평가 결과를 취득한다.

[0036] 다음으로 복잡성 평가 결과에 대하여, 미리 정해진 역치와 비교한다(S52). 복잡성 평가점이 역치 이상이면, 「작업 심플화」를 작업 개선 어프로치로서 판정한다(S53). 예를 들면, 역치가 250점으로 설정되어 있었다고 하면, 장치 해체 공정(S01)의 복잡성 평가점(355점)은 역치 이상이기 때문에, 그 작업 개선 어프로치는 「작업 심플화」라고 판정된다. 한편, 메인터넌스 공정(S02)의 복잡성 평가점(40점)은 역치 미만이다. 「작업 심플화」라고 판정되는 공정은 과도하게 번잡하고 용장(冗長)한 작업 공정이라고 할 수 있으므로, 우선 그와 같은 공정의 심플화를 도모한다.

[0037] 복잡성 평가점이 역치 미만이면, 교차성 평가 결과에 대하여, 미리 정해진 역치와 비교한다(S54). 교차성 평가점이 역치 이상이면, 「작업 지원 고도화」를 작업 개선 어프로치로서 판정한다(S55). 예를 들면, 역치가 40점으로 설정되어 있었다고 하면, 메인터넌스 공정(S02)의 교차성 평가점(53.7점)은 역치 이상이기 때문에, 그 작

업 개선 어프로치는 「작업 지원 고도화」라고 판정된다. 「작업 지원 고도화」라고 판정되는 공정은, 복잡성이 낮고 심플화된 작업 공정인 한편, 교차성이 높으며 로봇 등을 활용하는 공정의 자동화는 어렵다. 이 때문에, AR/VR의 이용 등 작업 지원을 고도화함으로써, 작업자의 숙련도의 부족을 보완하는 장치 만들기가 유효하다.

[0038] 교차성 평가점이 역치 미만이면, 「자동화」를 작업 개선 어프로치로서 판정한다(S56). 「자동화」라고 판정되는 공정은, 복잡성이 낮으며 심플화되고, 또한 교차성도 낮기 때문에, 로봇 등을 활용하여 사람에 의한 작업을 삭감하는 것이 유효하다.

[0039] 이상과 같은 각 공정에 대한 작업 개선 어프로치 판정 결과는, 작업 해석 장치(140)의 스토리지 장치(203)에 축적된다(S57). 이와 같이, 본 실시예에 있어서는, 공정을 복잡성, 교차성의 관점에서 평가함으로써, 단순히 기존의 공정의 작업 효율 향상을 도모하는 것에 그치지 않고, 공정 그 자체의 재검토를 진행시킴으로써 작업을 최적화하는 것이 가능해진다. 또한, 작업 개선 어프로치의 판정에 더하여, 판정된 어프로치를 따른 개선 제안을 행하는 것이 바람직하다.

[0040] 우선, 「작업 심플화」라고 판정된 공정은, 과도하게 번잡하고 용장이라고 평가된 공정이다. 일 개선 방법으로서, 평가값이 높은 작업 요소를 평가값이 낮은 작업 요소로 치환함으로써, 공정의 복잡성 평가값을 낮출 수 있다. 도 10에, 작업 요소 변환표의 예를 나타낸다. 작업 요소 변환표는 도 6에 나타내는 작업 용이성 평가표에, 평가값이 높은 작업 요소에 대한 개선 후보가 되는 작업 요소의 정보를 부가한 것이다. 도 10의 예에서는, 개선 후보로 하는 작업 요소와 개선 후보에 대한 평가값이 부가되어 있다. 작업 개선 어프로치 판정부(222)는, 작업 요소 변환표를 이용하여, 「작업 심플화」라고 판정된 공정에 포함되는 평가값이 높은 작업 요소를 평가값이 보다 낮은 작업 요소로 치환함으로써, 공정 개선 제안을 작성함과 함께, 그 경우에 개선되는 복잡성 평가값을 산출하여, 판정 결과와 함께 기억해 둔다.

[0041] 또한, 「자동화」라고 판정된 공정에서는, 사람에 의한 작업을 삭감하는 것이 유효하다고 평가되는 공정이지만, 로봇으로의 치환에는 기계화를 위한 비용이 발생하기 때문에, 비용 평가 후, 작업 개선 제안을 행하는 것이 바람직하다. 도 11에 작업 개선 어프로치 판정부(222)가 행하는 공정의 자동화 제안 작성 플로우를 나타낸다. 우선, 공정에 포함되는 작업 요소를 기계 기능으로 치환한다(S61). 이를 위해서는, 도 12에 나타내는 기계 기능 변환표를 사용한다. 기계 기능 변환표에는 기계화하는 기능(1201)과 당해 기능의 기계화에 요하는 비용(1202)이 등록되어 있다. 스텝 S61에서는 공정에 포함되는 기계화 가능한 작업 요소를 모두 기계화하는 것으로 하여 비용을 산출한다. 다음으로 산출한 비용이 유저의 허용 범위인지 여부를 판정한다(S62). 미리 유저가 자동화에 허용하는 비용의 상한을 설정해 두어도 되고, GUI에 산출한 비용을 표시하고, 유저에게 낙부(諾否), 및 부(否)의 경우에는 비용의 상한을 입력시켜도 된다. 비용이 허용 범위에 들어가는 경우에는, 스텝 S61에서 작성한 내용을 공정 자동화 제안으로 한다(S64). 한편, 비용 오버인 경우에는, 허용 비용에 들어가도록, 기계 기능으로 치환 가능한 작업 요소의 일부를 기계 기능으로 치환한 공정 자동화 제안을 작성한다(S63, S64).

[0042] 또, 도 9의 플로우는 일례이며, 여러 가지 변형이 가능하다. 예를 들면, 「작업 지원 고도화」 판정을 작업성만의 평가로 행하고 있지만, 비용 평가를 행한 후에 「작업 지원 고도화」 판정을 행하도록 해도 된다. 또는, 복잡성 평가에 기초하여 「작업 심플화」 판정하는 것으로 하고 있지만, 유저에게 「장치 심플화」를 선택 가능하게 해도 된다. 장치 심플화란, 작업 대상인 장치 또는 제품(이 예에서는, 반도체 제조 장치)의 구조를 변경함으로써 공정의 심플화를 도모하는 어프로치이고, 유저가 「장치 심플화」를 선택하지 않는 경우에, 「작업 심플화」를 선택하게 해도 된다.

[0043] 작업 개선 어프로치 표시 생성부(223)는, 이상 설명한 작업에 대한 해석 결과를 정리하여, 작업 해석 리포트로서, 해석 결과 출력부(225)를 통해서 표시한다. 도 13에 작업 해석 리포트 표시 화면의 예를 나타낸다. 서머리(1301)에는 해석 결과의 요약이 표시된다. 개선 어프로치 표시부(1302)는, 계측 데이터 해석부(220)가 해석을 행한 작업에 대해서, 판정된 개선 어프로치의 서머리를 표시하고 있다. 개선 어프로치마다의 건수와 구체적인 대상 공정, 비용 등이 표시되어 있다. 작업성 해석 리포트(1303)는, 선택된 공정에 대하여 해석 어프로치의 판정의 기초가 된 작업성의 해석 결과를 표시한다. 도 13의 예에서는, 「작업 심플화」라고 판정된 공정 A에 대하여, 작업성 해석 리포트를 표시시킨 예이다. 유저는 이 내용을 확인하고, 작업의 개선을 행한다.

[0044] 또, 본 화면을 확인하는 사람의 직위나 역할 등에 따라서, 일부의 내용의 표시를 변형 또는 제한하는 제어를 행하도록 해도 된다. 예를 들면, 도 13에 나타내는 표시는, 본래의 목적인 작업 개선을 추진하는 역할의 유저에 대해서 제시하는 예이지만, 작업자에게 작업 교육을 하는 역할의 유저나 작업자 본인에게 제시하는 경우에 있어서는, 작업성 해석 리포트(1303)의 전체 분포와 함께, 교육 대상자인 작업자 A의 데이터를 빼내서 제시하면 된

다. 이것에 의해, 예를 들면 전체에 있어서의 작업자 A의 교차성의 정도를 평가, 확인할 수 있다. 이와 같은 보여주기 방법에 의해, 작업자의 작업 교육의 관점에서의 활용이라는 부차적인 효과를 얻을 수 있다.

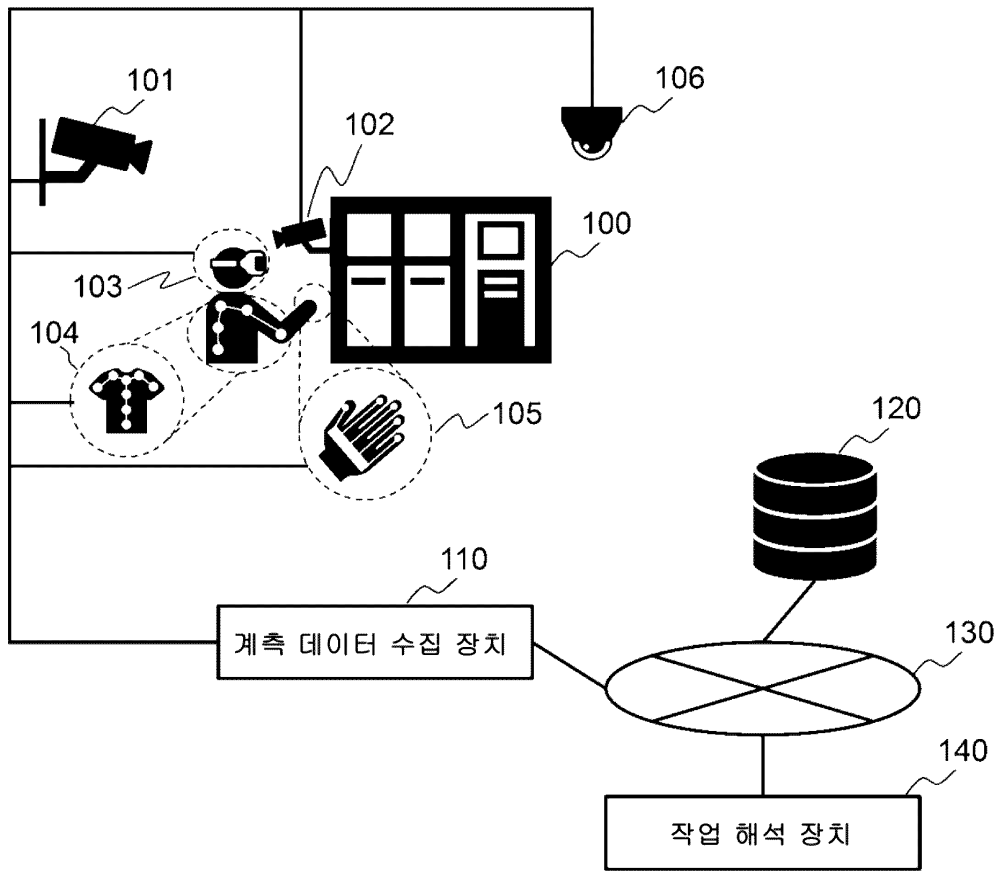
[0045] 이상의 실시예, 변형예는 본 발명을 알기 쉽게 하기 위해서 상세하게 설명한 것이며, 반드시 설명한 모든 구성을 구비하는 것에 한정되는 것은 아니다. 또한, 어떤 실시예, 변형예의 구성의 일부를 다른 실시예, 변형예의 구성으로 치환하는 것이 가능하며, 또한, 어떤 실시예, 변형예의 구성에 다른 실시예, 변형예의 구성을 더하는 것도 가능하다. 또한, 각 실시예, 변형예의 구성의 일부에 대해서, 다른 구성의 추가·삭제·치환을 하는 것이 가능하다.

부호의 설명

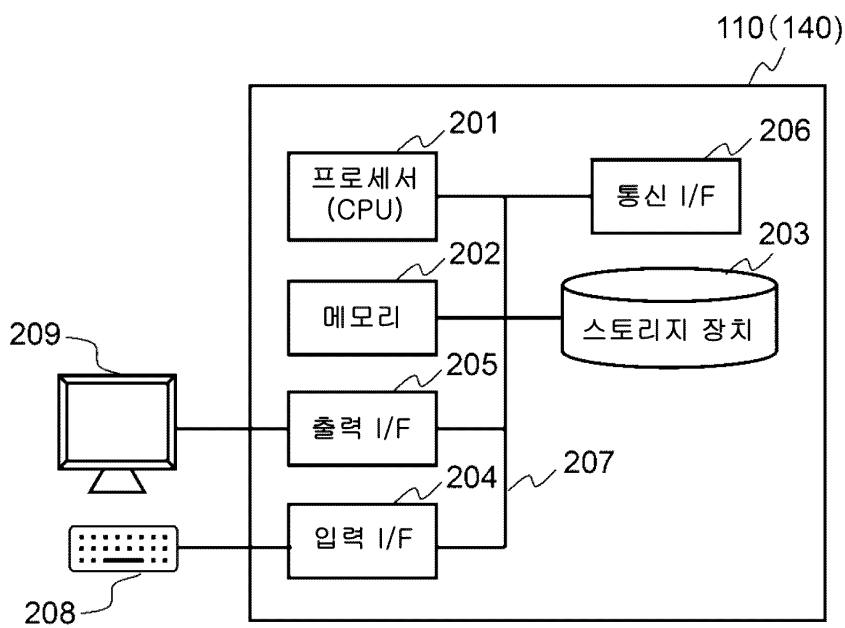
- [0046]
- | | |
|---------------------------|------------------------|
| 100 ... 반도체 제조 장치 | 101, 102 ... 카메라 |
| 103 ... HMD | 104 ... 작업복 센서 |
| 105 ... 장갑형 센서 | 106 ... 360° 카메라 |
| 110 ... 계측 데이터 수집 장치 | 120 ... 계측 데이터 축적부 |
| 130 ... 네트워크 | 140 ... 작업 해석 장치 |
| 201 ... 프로세스(CPU) | 202 ... 메모리 |
| 203 ... 스토리지 장치 | 204 ... 입력 인터페이스 |
| 205 ... 출력 인터페이스 | 206 ... 통신 인터페이스 |
| 207 ... 버스 | 208 ... 입력 장치 |
| 209 ... 표시 장치 | 210 ... 작업 계측부 |
| 220 ... 계측 데이터 해석부 | 221 ... 작업성 평가부 |
| 222 ... 작업 개선 어프로치 관정부 | |
| 223 ... 작업 개선 어프로치 표시 생성부 | |
| 225 ... 해석 결과 출력부 | 401 ... 본체부 |
| 402 ... 상부 유닛 | 403 ... 하부 유닛 |
| 405, 406 ... 0링 | 501 ... 작업 요소 번호 |
| 502 ... 작업 요소 | 503 ... 작업 시간 |
| 504 ... 작업 용이성 | 505 ... 복잡성 평가(작업 요소별) |
| 506 ... 복잡성 평가(공정) | 701, 702 ... 히스토그램 |
| 801 ... 작업 요소 번호 | 802 ... 작업 요소 |
| 803 ... 시간 분산 | 804 ... 동작 편차 |
| 805 ... 작업 성공률 | 806 ... 교차성 평가(작업 요소별) |
| 807 ... 교차성 평가(공정) | 1201 ... 기능 |
| 1202 ... 비용 | 1301 ... 서머리 |
| 1302 ... 개선 어프로치 표시부 | 1303 ... 작업성 해석 리포트 |

도면

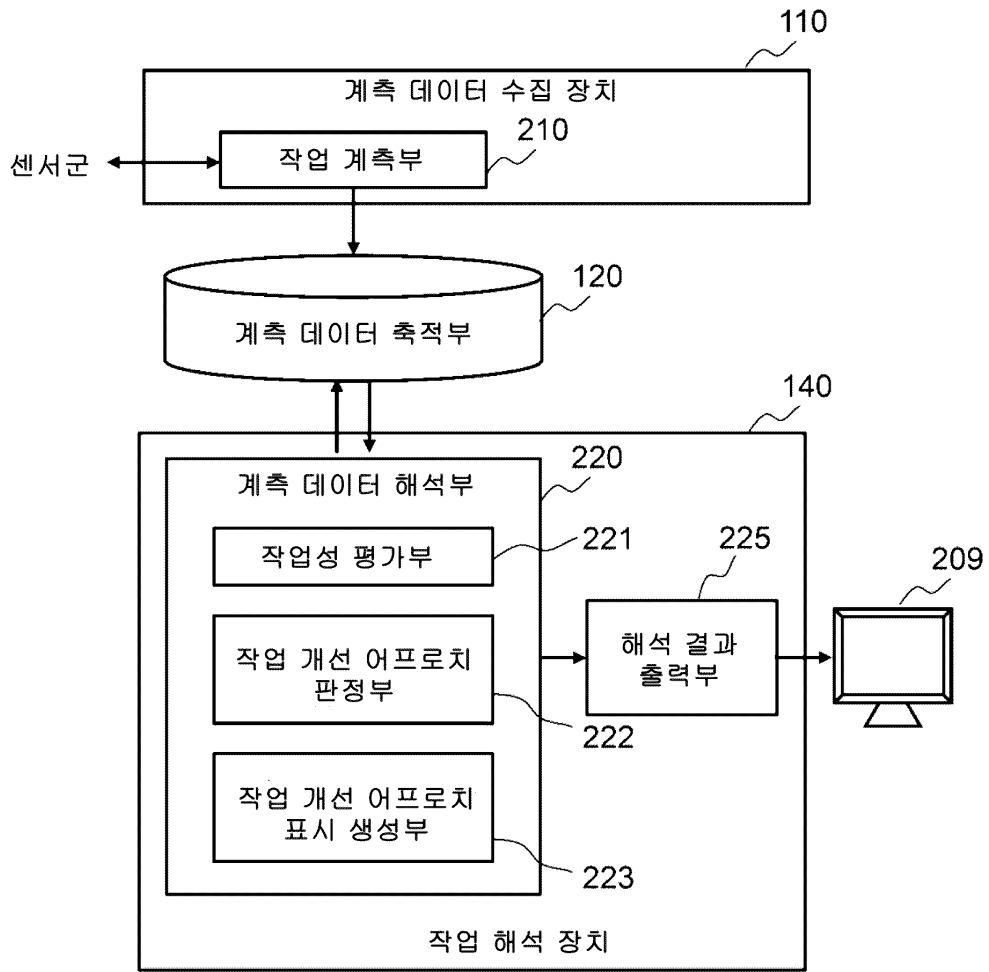
도면1



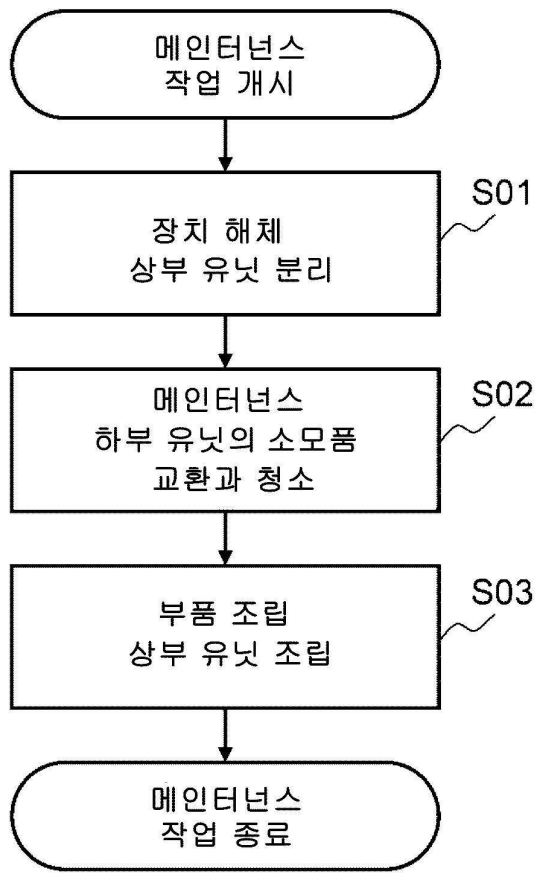
도면2a



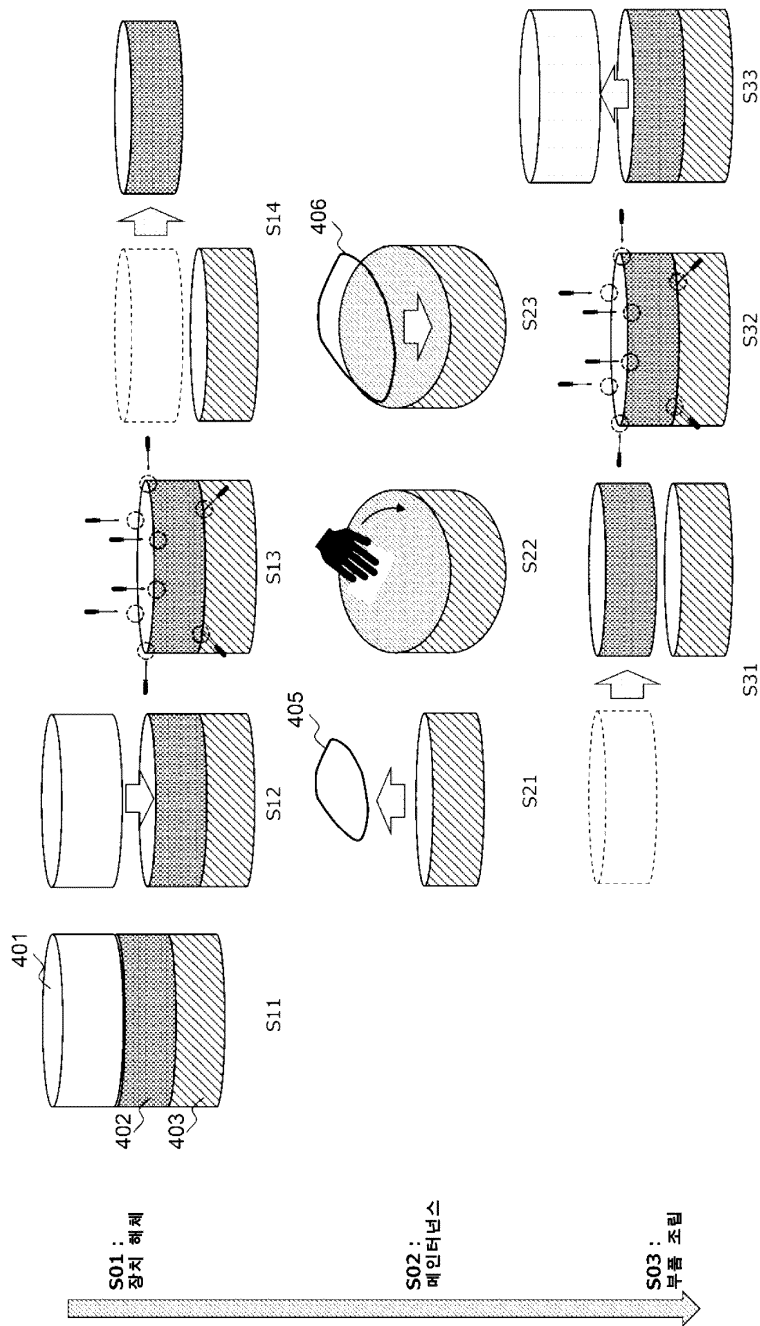
도면2b



도면3



도면4



도면5a

501 작업 요소 No	502 작업 요소	503 작업 시간	504 작업 용이성	505 복잡성 평가 (작업 요소별)	506 복잡성 평가 (공정)
1	본체로 부터의 상·하 유닛 분리	1분(단)	A	$5 \times 1대 = 5$	$5 + 80 + 80 + 180 + 10 = 355$ 복잡성 평가점 : 355점
2	상방으로부터의 나사 분리 x 4개	2분(중)	B	$20 \times 4개 = 80$	
3	휠 방향으로 부터의 나사 분리 x 4개	2분 30초(중)	B	$20 \times 4개 = 80$	
4	대각선 아래쪽 방향으로 부터의 나사 분리 x 4개	3분(장)	C	$45 \times 4개 = 180$	
5	위쪽 유닛의 분리(휠 이동)	1분(단)	B	$10 \times 1대 = 10$	

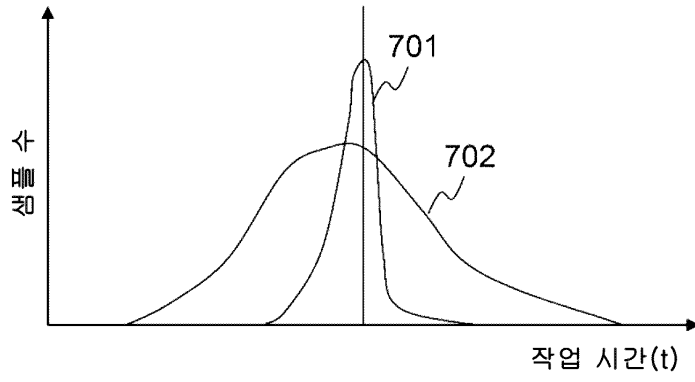
도면5b

501	502	503	504	505	506
작업 요소 No	작업 요소	작업 시간	작업 용이성	복잡성 평가 (작업 요소별)	복잡성 평가 (공정)
1	O링의 제거	1분(단)	A	$5 \times 1개 = 5$	$5 + 15 + 20 = 40$
2	하방 유닛의 닦기 작업	3분(장)	A	$15 \times 1대 = 15$	복잡성 평가점 : 40점
3	교환한 O링의 장착	2분 30초(중)	B	$20 \times 1개 = 20$	

도면6

기호	명칭	평가값	내용
↓	아래쪽 이동	A	부품을 직선적으로 아래쪽 방향으로 이동·삽입
→	오른쪽 이동	B	" 오른쪽 "
↘	대각선 아래쪽 이동	B	" 대각선 아래쪽 "
↑	위쪽 이동	B	" 위쪽 "
↗	대각선 위쪽 이동	B	" 대각선 위쪽 "
O	회전 이동	B	부품을 회전 또는 원호 형상으로 이동
Q	나사 회전	B	나사 조임 시의 나사 회전
f	단(短)유지	A	각 작업 단위 1개분 동안, 불안정 부품을 유지

도면7



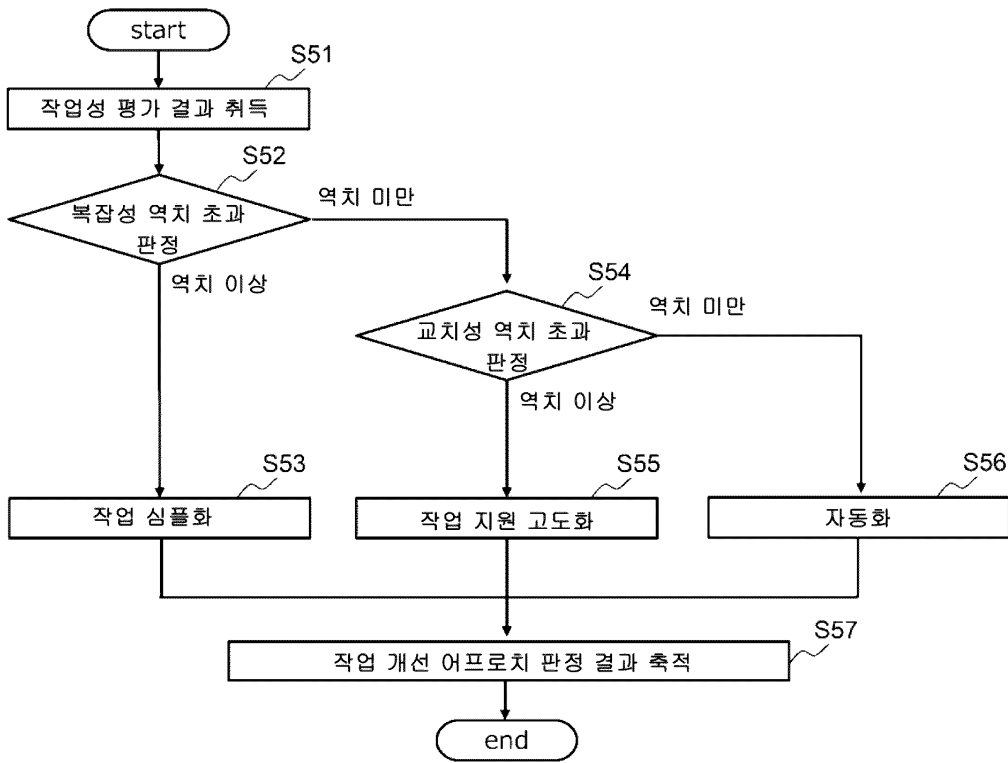
도면8a

801 작업 요소 No	802 작업 요소	803 시간 분산	804 동작 편차						805 작업 성공률 (%)	806 교차성 평가 (작업 요소별)	807 교차성 평가 (공정)
			손	머리	시선	팔목	몸	종환			
1	본체로부터의 상·하 유닛 분리	소	소	소	소	소	소	99	(100-99)×1×1	$(1+1+1+6+1.5)/5=2.1$ 교차성 평가점 : 2.1점	
2	상방으로부터의 나사 분리 x 4개	소	소	소	소	소	소	99	(100-99)×1×1		
3	횡 방향으로부터의 나사 분리 x 4개	소	소	중	소	소	소	99	(100-99)×1×1		
4	대각선 아래쪽 방향으로부터의 나사 분리 x 4개	소	중	중	소	대	중	96	(100-96)×1×1.5		
5	위쪽 유닛의 분리(횡 이동)	소	중	중	소	중	중	99	(100-99)×1×1.5		

도면8b

801 작업 요소 No	802 작업 요소	803 시간 분산	804 동작 편차						805 작업 성공률 (%)	806 교차성 평가 (작업 요소별)	807 교차성 평가 (공정)
			손	머리	시선	정속	몸	통합			
1	오링의 제거	소	중	소	소	소	소	99	$(100-99) \times 1 \times 1$	$(1+60+100) / 3 = 53.7$ 교차성 평가점 : 53.7점	
2	하방 유닛의 뒤기 작업	중	대	대	대	중	대	80	$(100-80) \times 1.5 \times 2$		
3	교환한 O링의 장착	대	대	대	중	소	대	75	$(100-75) \times 2 \times 2$		

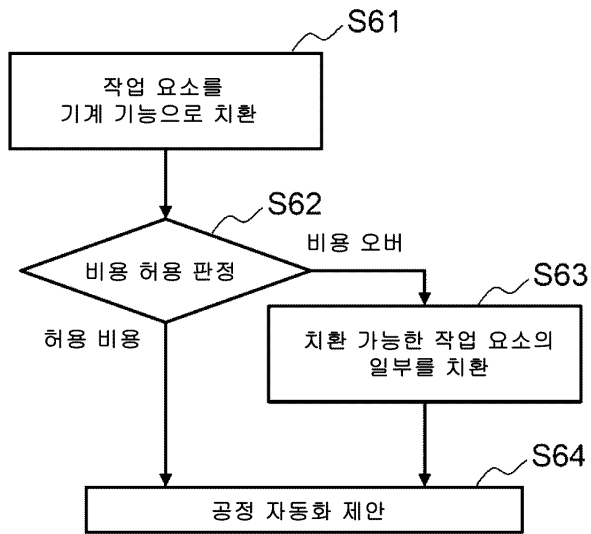
도면9



도면10

기호	범칭	관기값	내용	작업 요소 개선 후보	기대 평가값
↓	아래쪽 이동	A	부품을 직선적으로 아래쪽 방향으로 이동·삽입	—	—
→	오른쪽 이동	B	" " 오른쪽 "	아래쪽 이동	A
↘	대각선 아래쪽 이동	B	" " 대각선 아래쪽 "	아래쪽 이동	A
↑	위쪽 이동	B	" " 위쪽 "	아래쪽 이동	A
↗	대각선 위쪽 이동	B	" " 대각선 위쪽 "	아래쪽 이동	A
		:		:	:
		:		:	:
f	단유지	A	각 작업 단위 1개분 동안, 불인정 부품을 유지	—	—

도면11



도면12

기능	비용 (M¥)	요부	비용 합계
잡음	100	○	900M¥
회전	100	-	
놓음	300	○	
분리	400	-	
나사 회전	500	○	
⋮	700	-	
	800	-	

도면13

