(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년07월01일
(11) 등록번호 10-2826807
(24) 등록일자 2025년06월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/67 (2006.01) *G06N 3/08* (2023.01)
H01L 21/027 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/67276 (2013.01)
G06N 3/08 (2023.01)
(21) 출원번호 10-2021-7017505
(22) 출원일자(국제) 2019년11월12일
심사청구일자 2022년08월24일
(85) 번역문제출일자 2021년06월08일
(65) 공개번호 10-2021-0092238
(43) 공개일자 2021년07월23일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2019/044429
(87) 국제공개번호 WO 2020/105517
국제공개일자 2020년05월28일
(30) 우선권주장
JP-P-2018-218375 2018년11월21일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
US20100081285 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
도쿄엘렉트론가부시키가이샤
일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5쵸메 3반 1고
(72) 발명자
시모아오키 다케시
일본 8611116 구마모토켄 고오시시 후쿠하라 1-1 도쿄 엘렉트론 규우슈우 가부시키가이샤 내
구누기모토 유이치로
일본 8611116 구마모토켄 고오시시 후쿠하라 1-1 도쿄 엘렉트론 규우슈우 가부시키가이샤 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
장수길, 김성환, 성재동

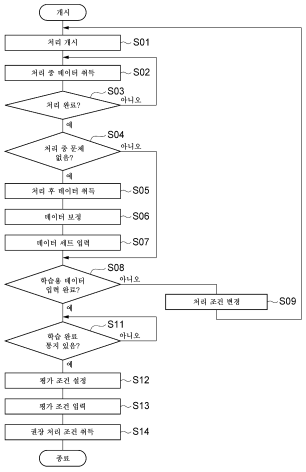
전체 청구항 수 : 총 25 항 심사관 : 함중현

(54) 발명의 명칭 **기판 처리의 조건 설정 지원 방법, 기판 처리 시스템, 기억 매체 및 학습 모델**

(57) 요 약

기판 처리의 조건 설정 지원 방법은, 기판으로의 처리액의 공급을 포함하여 기판 처리 장치에 의해 실행된 기판 처리의 처리 조건과, 당해 기판 처리의 품질에 관한 실적 데이터를 포함하는 데이터 세트를 기계 학습 장치에 입력하는 것과, 복수조의 데이터 세트에 기초하는 기계 학습에 의해 기계 학습 장치가 생성한 모델이며, 처리 조건의 입력에 응답하여 기판 처리의 품질에 관한 예측 데이터를 출력하는 학습 모델에 기초하여 기판 처리의 권장 처리 조건을 도출하는 것을 포함한다.

대 표 도 - 도8



(52) CPC특허분류
H01L 21/027 (2013.01)
H01L 21/6715 (2013.01)
(72) 발명자
하마다 게이시
일본 8611116 구마모토켄 고오시시 후쿠하라 1-1
도쿄 엘렉트론 규우슈우 가부시키가이샤 내
하야마 다카후미
일본 8611116 구마모토켄 고오시시 후쿠하라 1-1
도쿄 엘렉트론 규우슈우 가부시키가이샤 내

명 세 서

청구범위

청구항 1

기판의 표면에 있어서 노광 처리가 실시된 감광성 피막에 현상액을 공급하는 현상 처리의 도중에 있어서, 현상액의 공급 상태를 나타내는 처리 중 실적 데이터를 취득하는 것과,

상기 현상 처리에 의해 상기 기판의 표면에 형성된 패턴의 선 폭의 실적값을 포함하는 처리 후 실적 데이터를 취득하는 것과,

상기 처리 중 실적 데이터에 기초하여 상기 공급 상태가 불량한 상태인지의 여부를 판정하고, 상기 공급 상태가 불량한 상태가 아니라고 판정한 경우에, 상기 현상 처리의 처리 조건과 상기 처리 후 실적 데이터를 포함하는 데이터 세트를 기계 학습 장치에 입력하는 것과,

복수조의 상기 데이터 세트에 기초하는 기계 학습에 의해 상기 기계 학습 장치가 생성한 모델이며, 상기 처리 조건의 입력에 응답하여 상기 선 폭의 예측 데이터를 출력하는 학습 모델에 기초하여 상기 현상 처리의 권장 처리 조건을 도출하는 것을 포함하고,

상기 현상액의 공급 상태가 불량한 상태인 것은, 상기 기판에 있어서의 상기 현상액의 액 튐이 있는 것을 포함하고,

촬상부에 의한 상기 기판 및 상기 현상액의 촬상 화상에 기초하여 상기 처리 중 실적 데이터를 취득하고,

상기 촬상부와는 별개의 촬상부에 의한 검출 결과에 기초하여 상기 처리 후 실적 데이터를 취득하는, 기판 처리의 조건 설정 지원 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 현상액의 액 튐에 있어서, 상기 기판으로부터 튀어오른 액적이 도달 가능한 높이를 포함하는 상기 촬상 화상에 기초하여, 상기 처리 중 실적 데이터를 취득하는, 기판 처리의 조건 설정 지원 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 현상액의 공급 상태가 불량한 상태인 것은, 상기 현상액의 액막의 형성 불량이 있는 것, 및 상기 현상액의 드리핑이 있는 것 중 적어도 어느 것을 더 포함하는, 기판 처리의 조건 설정 지원 방법.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 권장 처리 조건에 따라서 실행된 상기 현상 처리에 의한 상기 선 폭의 실적값을 포함하는 추가 실적 데이터를 더 취득하는 것과,

상기 권장 처리 조건과 상기 추가 실적 데이터를 포함하는 추가 데이터 세트를 상기 기계 학습 장치에 더 입력하는 것과,

상기 추가 데이터 세트에 기초하여 상기 기계 학습 장치가 갱신한 상기 학습 모델에 기초하여 상기 권장 처리 조건을 갱신하는 것을 포함하는, 기판 처리의 조건 설정 지원 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 추가 실적 데이터를 더 취득하는 것과, 상기 추가 데이터 세트를 상기 기계 학습 장치에 더 입력하는

것과, 상기 추가 데이터 세트에 기초하여 상기 기계 학습 장치가 갱신한 상기 학습 모델에 기초하여 상기 권장 처리 조건을 갱신하는 것과, 상기 추가 실적 데이터에 기초하여 상기 권장 처리 조건을 평가하는 것을 상기 권장 처리 조건의 평가 결과가 소정의 레벨에 도달할 때까지 반복하는, 기판 처리의 조건 설정 지원 방법.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 데이터 세트를 상기 기계 학습 장치에 입력하기 전에, 당해 데이터 세트의 상기 처리 후 실적 데이터로부터, 상기 현상 처리와는 별개의 요인에 기인하는 성분을 제외하는 것을 더 포함하는, 기판 처리의 조건 설정 지원 방법.

청구항 7

기판의 표면에 성막 액을 도포하여 피막을 형성하는 성막 처리의 도중에 있어서, 성막 액의 공급 상태를 나타내는 처리 중 실적 데이터를 취득하는 것과,

상기 성막 처리에 의해 상기 기판의 표면에 형성된 상기 피막의 막 두께의 실적값을 포함하는 처리 후 실적 데이터를 취득하는 것과,

상기 처리 중 실적 데이터에 기초하여 상기 공급 상태가 불량한 상태인지 여부를 판정하고, 상기 공급 상태가 불량한 상태가 아니라고 판정한 경우에, 상기 성막 처리의 처리 조건과 상기 처리 후 실적 데이터를 포함하는 데이터 세트를 기계 학습 장치에 입력하는 것과,

복수 조의 상기 데이터 세트에 기초하는 기계 학습에 의해 상기 기계 학습 장치가 생성한 모델이며, 상기 처리 조건의 입력에 따라서 상기 막 두께의 예측 데이터를 출력하는 학습 모델에 기초하여, 상기 성막 처리의 권장 처리 조건을 도출하는 것을 포함하고,

상기 성막 액의 공급 상태가 불량한 상태인 것은, 상기 기판에 있어서의 상기 성막 액의 튐이 있는 것을 포함하고,

촬상부에 의한 상기 기판 및 상기 성막 액의 촬상 화상에 기초하여 상기 처리 중 실적 데이터를 취득하고,

상기 촬상부와는 별개의 촬상부에 의한 검출 결과에 기초하여 상기 처리 후 실적 데이터를 취득하는, 기판 처리의 조건 설정 지원 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 성막 액의 액 튐에 있어서, 상기 기판으로부터 튀어오른 액적이 도달 가능한 높이를 포함하는 촬상 화상에 기초하여, 상기 처리 중 실적 데이터를 취득하는, 기판 처리의 조건 설정 지원 방법.

청구항 9

제7항 또는 제8항에 있어서,

상기 성막 액의 공급 상태가 불량한 상태인 것은, 상기 성막 액의 액막의 형성 불량이 있는 것, 및 상기 성막 액의 드리핑이 있는 것 중 적어도 어느 것을 더 포함하는, 기판 처리의 조건 설정 지원 방법.

청구항 10

제7항 또는 제8항에 있어서,

상기 권장 처리 조건에 따라서 실행된 상기 성막 처리에 의한 상기 막 두께의 실적값을 포함하는 추가 실적 데이터를 더 취득하는 것과,상기 권장 처리 조건과 상기 추가 실적 데이터를 포함하는 추가 데이터 세트를 상기 기계 학습 장치에 더 입력하는 것과,

상기 추가 데이터 세트에 기초하여 상기 기계 학습 장치가 갱신한 상기 학습 모델에 기초하여 상기 권장 처리 조건을 갱신하는 것을 포함하는, 기판 처리의 조건 설정 지원 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 추가 실적 데이터를 더 취득하는 것과, 상기 추가 데이터 세트를 상기 기계 학습 장치에 더 입력하는 것과, 상기 추가 데이터 세트에 기초하여 상기 기계 학습 장치가 갱신한 상기 학습 모델에 기초하여 상기 권장 처리 조건을 갱신하는 것과, 상기 추가 실적 데이터에 기초하여 상기 권장 처리 조건을 평가하는 것을 상기 권장 처리 조건의 평가 결과가 소정의 레벨에 도달할 때까지 반복하는, 기판 처리의 조건 설정 지원 방법.

청구항 12

제7항 또는 제8항에 있어서,

상기 데이터 세트를 상기 기계 학습 장치에 입력하기 전에, 당해 데이터 세트의 상기 처리 후 실적 데이터로부터, 상기 성막 처리와는 별개의 요인에 기인하는 성분을 제외하는 것을 더 포함하는, 기판 처리의 조건 설정 지원 방법.

청구항 13

제1항, 제2항, 제7항, 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 권장 처리 조건을 도출하는 것은,

상기 예측 데이터의 평가 조건을 상기 기계 학습 장치에 입력하는 것과,

상기 복수조의 데이터 세트와, 상기 학습 모델과, 상기 평가 조건에 기초하여 상기 기계 학습 장치가 도출한 상기 권장 처리 조건을 취득하는 것을 포함하는, 기판 처리의 조건 설정 지원 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

복수 항목의 실적값을 포함하는 상기 처리 후 실적 데이터를 취득하고,

상기 처리 조건의 입력에 응답하여 상기 복수 항목의 예측값을 각각 출력하는 복수의 모델식을 포함하는 상기 학습 모델을 생성하는 상기 기계 학습 장치에 상기 데이터 세트를 입력하고,

상기 복수 항목의 예측값을 평가하는 상기 평가 조건을 상기 기계 학습 장치에 입력하는, 기판 처리의 조건 설정 지원 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 복수 항목 중 적어도 일부에 있어서의 예측값의 변동에 관한 조건을 포함하는 상기 평가 조건을 상기 기계 학습 장치에 입력하는, 기판 처리의 조건 설정 지원 방법.

청구항 16

기판의 표면에 있어서 노광 처리가 실시된 감광성 피막에 현상액을 공급하는 현상 처리를 행하는 처리부와,

미리 설정된 처리 조건에 따라서 상기 처리부에 상기 현상 처리를 실행시키는 처리 제어부와,

상기 현상 처리의 도중에 있어서, 현상액의 공급 상태를 나타내는 처리 중 실적 데이터를 취득하고, 상기 현상 처리에 의해 상기 기판의 표면에 형성된 패턴의 선 폭의 실적값을 포함하는 처리 후 실적 데이터를 취득하는 데이터 취득부와,

상기 처리 중 실적 데이터에 기초하여 상기 공급 상태가 불량인지 여부를 판정하고, 상기 공급 상태가 불량한 상태가 아니라고 판정한 경우에, 상기 처리 조건과 상기 처리 후 실적 데이터를 포함하는 데이터 세트를 모델 생성부에 입력하는 데이터 입력부와,

상기 처리 조건의 입력에 응답하여 상기 선 폭의 예측 데이터를 출력하도록, 복수조의 상기 데이터 세트에 기초하는 기계 학습에 의해 상기 모델 생성부가 생성한 학습 모델에 기초하여, 상기 현상 처리의 권장 처리 조건을 도출하는 권장 조건 도출부를 구비하고,

상기 현상액의 공급 상태가 불량한 상태인 것은, 상기 기판에 있어서의 상기 현상액의 액 튐이 있는 것을 포함하고,

상기 데이터 취득부는,촬상부에 의한 상기 기판 및 상기 현상액의 촬상 화상에 기초하여 상기 처리 중 실적 데이터를 취득하고,

상기 촬상부와는 별개의 촬상부에 의한 검출 결과에 기초하여 상기 처리 후 실적 데이터를 취득하는, 기판 처리 시스템.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 데이터 취득부는, 상기 현상액의 액 튐에 있어서, 상기 기판으로부터 튀어오른 액적이 도달 가능한 높이를 포함하는 상기 촬상 화상에 기초하여, 상기 처리 중 실적 데이터를 취득하는, 기판 처리 시스템.

청구항 18

제16항 또는 제17항에 있어서,

상기 현상액의 공급 상태가 불량한 상태인 것은, 상기 현상액의 액막 형성 불량이 있는 것, 및 상기 현상액의 드리핑이 있는 것 중 적어도 어느 것을 더 포함하는, 기판 처리 시스템.

청구항 19

기판의 표면에 성막 액을 도포하여 피막을 형성하는 성막 처리를 행하는 처리부와,

미리 설정된 처리 조건에 따라서 상기 처리부에 상기 성막 처리를 실행시키는 처리 제어부와,

상기 성막 처리의 도중에 있어서, 성막 액의 공급 상태를 나타내는 처리 중 실적 데이터를 취득하고, 상기 성막 처리에 의해 상기 기판의 표면에 형성된 상기 피막의 막 두께의 실적값을 포함하는 처리 후 실적 데이터를 취득하는 데이터 취득부와,

상기 처리 중 실적 데이터에 기초하여 상기 공급 상태가 불량인지 여부를 판정하고, 상기 공급 상태가 불량한 상태가 아니라고 판정한 경우에, 상기 성막 처리의 처리 조건과 상기 처리 후 실적 데이터를 포함하는 데이터 세트를 모델 생성부에 입력하는 데이터 입력부와,

상기 처리 조건의 입력에 따라서 상기 막 두께의 예측 데이터를 출력하도록, 복수 조의 상기 데이터 세트에 기초하는 기계 학습에 의해 상기 모델 생성부가 생성한 학습 모델에 기초하여, 상기 성막 처리의 권장 처리 조건을 도출하는 권장 조건 도출부를 구비하고,

상기 성막 액의 공급 상태가 불량한 상태인 것은, 상기 기판에 있어서의 상기 성막 액의 액 튐이 있는 것을 포함하고,

상기 데이터 취득부는,

촬상부에 의한 상기 기판 및 상기 성막 액의 촬상 화상에 기초하여 상기 처리 중 실적 데이터를 취득하고,

상기 촬상부와는 별개의 촬상부에 의한 검출 결과에 기초하여 상기 처리 후 실적 데이터를 취득하는, 기판 처리 시스템.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 데이터 취득부는, 상기 성막 액의 액 튐에 있어서, 상기 기판으로부터 튀어오른 액적이 도달 가능한 높이를 포함하는 상기 촬상 화상에 기초하여, 상기 처리 중 실적 데이터를 취득하는, 기판 처리 시스템.

청구항 21

제19항 또는 제20항에 있어서,

상기 성막 액의 공급 상태가 불량한 상태인 것은, 상기 성막 액의 액막 형성 불량이 있는 것, 및 상기 성막 액

의 드리핑이 있는 것 중 적어도 어느 것을 더 포함하는, 기판 처리 시스템.

청구항 22

제16항, 제17항, 제19항 및 제20항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 모델 생성부를 더 구비하는, 기판 처리 시스템.

청구항 23

제16항, 제17항, 제19항 및 제20항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 권장 조건 도출부는,

상기 예측 데이터의 평가 조건을 조건 탐색부에 입력하는 평가 조건 입력부와,

상기 복수조의 데이터 세트와, 상기 학습 모델과, 상기 평가 조건에 기초하여 조건 탐색부가 도출한 상기 권장 처리 조건을 취득하는 탐색 결과 취득부를 갖는, 기판 처리 시스템.

청구항 24

제23항에 있어서,

상기 조건 탐색부를 더 구비하는, 기판 처리 시스템.

청구항 25

제1항, 제2항, 제7항 및 제8항 중 어느 한 항에 기재된 기판 처리의 조건 설정 지원 방법을 장치에 실행시키기 위한 프로그램을 기억한, 컴퓨터 판독 가능한 기억 매체.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 개시는, 기판 처리의 조건 설정 지원 방법, 기판 처리 시스템, 기억 매체 및 학습 모델에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 특허문헌 1에는, 기판의 표면에 감광성 피막을 형성하고, 당해 감광성 피막의 노광 처리 후에 당해 감광성 피막의 현상 처리를 행하는 장치가 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2017-73522호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 개시는, 기판 처리의 처리 조건을 설정하는 작업의 간소화에 유효한 조건 설정 지원 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 개시의 일 측면에 관한 기판 처리의 조건 설정 지원 방법은, 기판으로의 처리액의 공급을 포함하여 기판 처리 장치에 의해 실행된 기판 처리의 처리 조건과, 당해 기판 처리의 품질에 관한 실적 데이터를 포함하는 데이터 세트를 기계 학습 장치에 입력하는 것과, 복수조의 상기 데이터 세트에 기초하는 기계 학습에 의해 기계 학습 장치가 생성한 모델이며, 처리 조건의 입력에 응답하여 기판 처리의 품질에 관한 예측 데이터를 출력하는 학습 모델에 기초하여 기판 처리의 권장 처리 조건을 도출하는 것을 포함한다.

발명의 효과

[0006] 본 개시에 따르면, 기판 처리의 처리 조건을 설정하는 작업의 간소화에 유효한 조건 설정 지원 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0007] 도 1은 하나의 예시적 실시 형태에 관한 기판 처리 시스템의 구성을 도시하는 모식도이다.

도 2는 도포 유닛의 개략 구성을 예시하는 모식도이다.

도 3은 현상 유닛의 개략 구성을 예시하는 모식도이다.

도 4는 처리 후 검사 장치의 개략 구성을 예시하는 모식도이다.

도 5는 처리 중 검사 장치의 개략 구성을 예시하는 모식도이다.

도 6은 제어 장치 및 기계 학습 장치의 기능적인 구성을 예시하는 블록도이다.

도 7은 제어 장치 및 기계 학습 장치의 하드웨어 구성을 예시하는 블록도이다.

도 8은 제어 장치가 실행하는 조건 설정 지원 수순을 예시하는 흐름도이다.

도 9는 제어 장치가 추가로 실행하는 조건 설정 지원 수순을 예시하는 흐름도이다.

도 10은 기계 학습 장치가 실행하는 조건 설정 지원 수순을 예시하는 흐름도이다.

도 11은 기계 학습 장치가 추가로 실행하는 조건 설정 지원 수순을 예시하는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 이하, 다양한 예시적 실시 형태에 대해 설명한다. 설명에 있어서, 동일 요소 또는 동일 기능을 갖는 요소에는 동일한 부호를 붙이고, 중복되는 설명을 생략한다.

[0009] 〔기판 처리 시스템〕

[0010] 기판 처리 시스템(1)은, 기판의 표면에 감광성 피막을 형성하고, 노광 처리 후의 당해 감광성 피막에 현상 처리를 실시하는 시스템이다. 처리 대상 기판은, 예를 들어 반도체의 웨이퍼(W)이다. 감광성 피막은, 예를 들어 레지스트막이다.

[0011] 도 1에 예시하는 바와 같이, 기판 처리 시스템(1)은, 도포·현상 장치(2)와, 제어 장치(100)를 구비한다. 도포·현상 장치(2)는, 캐리어 블록(4)과, 처리 블록(5)과, 인터페이스 블록(6)을 구비한다.

[0012] 캐리어 블록(4)은, 도포·현상 장치(2) 내로의 웨이퍼(W)(기판)의 도입 및 도포·현상 장치(2) 내로부터의 웨이퍼(W)의 도출을 행한다. 예를 들어 캐리어 블록(4)은, 웨이퍼(W)용의 복수의 캐리어(C)를 지지 가능하며, 전달 암(A1)을 내장하고 있다. 캐리어(C)는, 예를 들어 원형의 복수매의 웨이퍼(W)를 수용한다. 전달 암(A1)은, 미처리 웨이퍼(W)를 캐리어(C)로부터 취출하고, 처리 후의 웨이퍼(W)를 캐리어(C)로 복귀시킨다.

[0013] 처리 블록(5)은, 복수의 처리 모듈(11, 12, 13, 14)을 갖는다. 처리 모듈(11, 12, 13)(처리부)은, 웨이퍼(W)의 표면(Wa)에 성막액(성막용 처리액)을 도포하여 피막을 형성하는 성막 처리를 행한다. 예를 들어 처리 모듈(11, 12, 13)은, 도포 유닛(U1)과, 열처리 유닛(U2)과, 이들 유닛에 웨이퍼(W)를 반송하는 반송 암(A3)을 내장하고 있다.

[0014] 처리 모듈(11)은, 도포 유닛(U1) 및 열처리 유닛(U2)에 의해 웨이퍼(W)의 표면 상에 하층막을 형성한다. 처리 모듈(11)의 도포 유닛(U1)은, 하층막 형성용의 처리액을 웨이퍼(W) 상에 도포한다. 처리 모듈(11)의 열처리 유닛(U2)은, 하층막의 형성에 수반되는 각종 열처리를 행한다.

[0015] 처리 모듈(12)은, 도포 유닛(U1) 및 열처리 유닛(U2)에 의해 하층막 상에 레지스트막을 형성한다. 처리 모듈(12)의 도포 유닛(U1)은, 레지스트막 형성용의 처리액을 하층막 상에 도포한다. 처리 모듈(12)의 열처리 유닛(U2)은, 레지스트막의 형성에 수반되는 각종 열처리를 행한다.

[0016] 처리 모듈(13)은, 도포 유닛(U1) 및 열처리 유닛(U2)에 의해 레지스트막 상에 상층막을 형성한다. 처리 모듈(13)의 도포 유닛(U1)은, 상층막 형성용의 액체를 레지스트막 상에 도포한다. 처리 모듈(13)의 열처리 유닛

(U2)은, 상층막의 형성에 수반되는 각종 열처리를 행한다.

[0017] 도 2에 예시하는 바와 같이, 도포 유닛(U1)은, 회전 보유 지지부(50)와, 성막액 공급부(60)를 갖는다. 회전 보유 지지부(50)는, 웨이퍼(W)를 보유 지지하여 회전시킨다. 예를 들어 회전 보유 지지부(50)는, 보유 지지부(51)와, 회전 구동부(52)를 갖는다. 보유 지지부(51)는 수평하게 배치된 웨이퍼(W)를 지지하며, 예를 들어 진공 흡착 등에 의해 보유 지지한다. 회전 구동부(52)는, 예를 들어 전동 모터 등을 동력원으로 하여, 연직인 축선 주위로 보유 지지부(51)를 회전시킨다. 이에 의해, 보유 지지부(51)에 보유 지지된 웨이퍼(W)도 회전한다.

[0018] 성막액 공급부(60)는, 보유 지지부(51)에 보유 지지된 웨이퍼(W)의 표면(Wa)에 성막액을 공급한다. 예를 들어 성막액 공급부(60)는, 노즐(61)과, 액원(62)을 갖는다. 노즐(61)은, 보유 지지부(51)에 보유 지지된 웨이퍼(W)의 상방에 배치되며, 하방으로 처리액을 토출한다. 액원(62)은, 노즐(61)에 처리액을 압송한다.

[0019] 도 1로 돌아가, 처리 모듈(14)(처리부)은, 웨이퍼(W)의 표면(Wa)에 있어서 노광 처리가 실시된 레지스트막(감광성 피막)에 현상용의 처리액을 공급하는 현상 처리를 행한다. 예를 들어 처리 모듈(14)은, 현상 유닛(U3)과, 열처리 유닛(U4)과, 이들 유닛에 웨이퍼(W)를 반송하는 반송 암(A3)을 내장하고 있다. 처리 모듈(14)은, 현상 유닛(U3) 및 열처리 유닛(U4)에 의해, 노광 후의 레지스트막의 현상 처리를 행한다. 현상 유닛(U3)은, 노광 완료된 웨이퍼(W)의 표면 상에 현상액(현상용 처리액)을 도포한 후, 이것을 린스액(린스용 처리액)에 의해 씻어냄으로써, 레지스트막의 현상 처리를 행한다. 열처리 유닛(U4)은, 현상 처리에 수반되는 각종 열처리를 행한다. 열처리의 구체예로서는, 현상 처리 전의 가열 처리(PEB: Post Exposure Bake), 현상 처리 후의 가열 처리(PB: Post Bake) 등을 들 수 있다.

[0020] 도 3에 예시하는 바와 같이, 현상 유닛(U3)은, 회전 보유 지지부(20)와, 현상액 공급부(30)와, 린스액 공급부(40)를 갖는다. 회전 보유 지지부(20)는, 웨이퍼(W)를 보유 지지하여 회전시킨다. 예를 들어 회전 보유 지지부(20)는, 보유 지지부(21)와, 회전 구동부(22)를 갖는다. 보유 지지부(21)는, 수평하게 배치된 웨이퍼(W)를 지지하며, 예를 들어 진공 흡착 등에 의해 보유 지지한다. 회전 구동부(22)는, 예를 들어 전동 모터 등을 동력원으로 하여, 연직인 축선 주위로 보유 지지부(21)를 회전시킨다. 이에 의해, 보유 지지부(21)에 보유 지지된 웨이퍼(W)도 회전한다.

[0021] 현상액 공급부(30)는, 보유 지지부(21)에 보유 지지된 웨이퍼(W)의 표면(Wa)에 현상액을 공급한다. 예를 들어 현상액 공급부(30)는, 노즐(31)과, 노즐 이송부(32)와, 액원(33)을 갖는다. 노즐(31)은, 보유 지지부(21)에 보유 지지된 웨이퍼(W)의 상방에 배치되며, 하방으로 현상액을 토출한다. 노즐 이송부(32)는, 전동 모터 등을 동력원으로 하여 노즐(31)을 수평 방향으로 이동시킨다. 액원(33)은, 노즐(31)에 현상액을 압송한다.

[0022] 린스액 공급부(40)는, 보유 지지부(21)에 보유 지지된 웨이퍼(W)의 표면(Wa)에 린스액을 공급한다. 예를 들어 린스액 공급부(40)는, 노즐(41)과, 노즐 이송부(42)와, 액원(43)을 갖는다. 노즐(41)은, 보유 지지부(21)에 보유 지지된 웨이퍼(W)의 상방에 배치되며, 하방으로 린스액을 토출한다. 노즐 이송부(42)는, 전동 모터 등을 동력원으로 하여 노즐(41)을 수평 방향으로 이동시킨다. 액원(43)은, 노즐(41)에 린스액을 압송한다.

[0023] 도 1로 되돌아가, 인터페이스 블록(6)은, 웨이퍼(W) 상에 형성된 레지스트막의 노광 처리를 행하는 노광 장치(도시하지 않음)와의 사이에서 웨이퍼(W)의 전달을 행한다. 예를 들어 인터페이스 블록(6)은, 전달 암(A8)을 내장하고 있고, 노광 장치에 접속된다. 전달 암(A8)은, 노광 처리 전의 웨이퍼(W)를 노광 장치에 넘겨주고, 노광 처리 후의 웨이퍼(W)를 노광 장치로부터 수취한다.

[0024] 처리 블록(5)과 캐리어 블록(4) 사이에는 수용부(U10)가 마련되어 있다. 수용부(U10)는, 상하 방향으로 배열되는 복수의 셀로 구획되어 있으며, 각 셀에 웨이퍼(W)를 수용 가능하다. 수용부(U10)는, 캐리어 블록(4)과 처리 블록(5) 사이에 있어서의 웨이퍼(W)의 전달 등에 사용된다. 수용부(U10)의 근방에는 승강 암(A7)이 마련되어 있다. 승강 암(A7)은, 수용부(U10)의 셀끼리의 사이에서 웨이퍼(W)를 승강시킨다. 처리 블록(5)과 인터페이스 블록(6) 사이에는 수용부(U11)가 마련되어 있다. 수용부(U11)도, 상하 방향으로 배열되는 복수의 셀로 구획되어 있으며, 각 셀에 웨이퍼(W)를 수용 가능하다. 수용부(U11)는, 처리 블록(5)과 인터페이스 블록(6) 사이에 있어서의 웨이퍼(W)의 전달 등에 사용된다.

[0025] 제어 장치(100)는, 예를 들어 이하의 수순으로 도포·현상 처리를 실행하도록 도포·현상 장치(2)를 제어한다. 먼저, 제어 장치(100)는, 캐리어(C) 내의 웨이퍼(W)를 수용부(U10)로 반송하도록 전달 암(A1)을 제어하고, 이 웨이퍼(W)를 처리 모듈(11)용의 셀에 배치하도록 승강 암(A7)을 제어한다.

[0026] 다음으로 제어 장치(100)는, 수용부(U10)의 웨이퍼(W)를 처리 모듈(11) 내의 도포 유닛(U1) 및 열처리 유닛(U2)으로 반송하도록 반송 암(A3)을 제어한다. 또한, 제어 장치(100)는, 이 웨이퍼(W)의 표면 상에 하층막을 형

성하도록 도포 유닛(U1) 및 열처리 유닛(U2)을 제어한다. 그 후 제어 장치(100)는, 하층막이 형성된 웨이퍼(W)를 수용부(U10)로 복귀시키도록 반송 암(A3)을 제어하고, 이 웨이퍼(W)를 처리 모듈(12)용의 셀에 배치하도록 승강 암(A7)을 제어한다.

[0027] 다음으로 제어 장치(100)는, 수용부(U10)의 웨이퍼(W)를 처리 모듈(12) 내의 도포 유닛(U1) 및 열처리 유닛(U2)으로 반송하도록 반송 암(A3)을 제어한다. 또한, 제어 장치(100)는, 이 웨이퍼(W)의 하층막 상에 레지스트막을 형성하도록 도포 유닛(U1) 및 열처리 유닛(U2)을 제어한다. 그 후 제어 장치(100)는, 웨이퍼(W)를 수용부(U10)로 복귀시키도록 반송 암(A3)을 제어하고, 이 웨이퍼(W)를 처리 모듈(13)용의 셀에 배치하도록 승강 암(A7)을 제어한다.

[0028] 다음으로 제어 장치(100)는, 수용부(U10)의 웨이퍼(W)를 처리 모듈(13) 내의 각 유닛으로 반송하도록 반송 암(A3)을 제어한다. 또한, 제어 장치(100)는, 이 웨이퍼(W)의 레지스트막 상에 상층막을 형성하도록 도포 유닛(U1) 및 열처리 유닛(U2)을 제어한다. 그 후 제어 장치(100)는, 웨이퍼(W)를 수용부(U11)로 반송하도록 반송 암(A3)을 제어한다.

[0029] 다음으로 제어 장치(100)는, 수용부(U11)의 웨이퍼(W)를 노광 장치(3)로 내보내도록 전달 암(A8)을 제어한다. 그 후 제어 장치(100)는, 노광 처리가 실시된 웨이퍼(W)를 노광 장치(3)로부터 받아들여, 수용부(U11)에 있어서의 처리 모듈(14)용의 셀에 배치하도록 전달 암(A8)을 제어한다.

[0030] 다음으로 제어 장치(100)는, 수용부(U11)의 웨이퍼(W)를 처리 모듈(14) 내의 각 유닛으로 반송하도록 반송 암(A3)을 제어하고, 이 웨이퍼(W)의 레지스트막에 현상 처리를 실시하도록 현상 유닛(U3) 및 열처리 유닛(U4)을 제어한다. 그 후 제어 장치(100)는, 웨이퍼(W)를 수용부(U10)로 복귀시키도록 반송 암(A3)을 제어하고, 이 웨이퍼(W)를 캐리어(C) 내로 복귀시키도록 승강 암(A7) 및 전달 암(A1)을 제어한다. 이상으로 도포·현상 처리가 완료된다.

[0031] 또한, 기판 처리 시스템의 구체적인 구성은, 이상에 예시한 것에 한정되지 않는다. 기판 처리 시스템은, 기판으로의 처리액의 공급을 포함하는 기판 처리를 행하는 처리부와, 이것을 제어 가능한 제어 장치(100)를 구비하고 있으면 어떠한 것이어도 된다.

[0032] 〔조건 설정 지원 시스템〕

[0033] 기판 처리 시스템(1)은, 조건 설정 시스템(7)을 더 구비한다. 조건 설정 시스템(7)은, 품질 검사 장치(70)를 갖는다. 또한, 조건 설정 시스템(7)의 적어도 일부는 상기 제어 장치(100)에 의해 구성된다. 즉, 조건 설정 시스템(7)은, 품질 검사 장치(70)와 제어 장치(100)를 갖는다. 품질 검사 장치(70)는, 도포·현상 장치(2)가 행하는 기판 처리의 품질에 관한 정보를 검출한다.

[0034] 제어 장치(100)는, 미리 설정된 처리 조건에 따라서, 웨이퍼(W)로의 처리액의 공급을 포함하는 기판 처리를 도포·현상 장치(2)(기판 처리 장치)에 실행시키는 것과, 처리 조건에 따른 기판 처리의 품질에 관한 실적 데이터를 품질 검사 장치(70)로부터 취득하는 것과, 기판 처리의 처리 조건과, 당해 기판 처리의 실적 데이터를 포함하는 데이터 세트를 기계 학습 장치(200)에 입력하는 것과, 처리 조건의 입력에 응답하여 기판 처리의 품질에 관한 예측 데이터를 출력하도록, 복수조의 데이터 세트에 기초하는 기계 학습에 의해 기계 학습 장치(200)가 생성한 학습 모델에 기초하여 기판 처리의 권장 처리 조건을 도출하는 것을 실행하도록 구성되어 있다. 예측 데이터는, 예를 들어 상기 실적 데이터를 예측하는 데이터이다. 실적 데이터는, 기판 처리의 품질에 관계되는 한, 어떠한 데이터여도 된다. 기판 처리 후의 기판의 품질의 데이터는, 기판 처리의 품질에 관계된다. 또한, 기판 처리의 도중에 있어서의 처리액의 공급 상태도 기판 처리의 품질에 관계된다.

[0035] 조건 설정 시스템(7)은, 기계 학습 장치(200)를 더 구비해도 된다. 기계 학습 장치(200)는, 상기 데이터 세트를 취득하는 것과, 복수조의 데이터 세트에 기초하는 기계 학습에 의해 상기 학습 모델을 생성하는 것을 실행하도록 구성되어 있다. 기계 학습 장치(200)는, 제어 장치(100)와 동일한 하우징에 수용되어 있어도 되고, 제어 장치(100)로부터 이격된 위치에 설치되어 있어도 된다. 제어 장치(100)로부터 이격된 위치에 설치되는 경우, 기계 학습 장치(200)는 예를 들어 로컬 에어리어 네트워크를 통해 제어 장치(100)에 접속된다. 기계 학습 장치(200)는, 소위 인터넷 등의 와이드 에어리어 네트워크를 통해 제어 장치(100)에 접속되어 있어도 된다. 이하, 각 부의 구성을 상세하게 설명한다.

[0036] (품질 데이터 검출 장치)

[0037] 품질 검사 장치(70)는, 예를 들어 도 4에 도시하는 처리 후 검사부(80)를 갖는다. 처리 후 검사부(80)는, 기판

처리 후의 기판의 품질에 관한 정보를 검출한다. 일례로서, 처리 후 검사부(80)는, 현상 처리 후의 웨이퍼(W)의 표면에 형성된 레지스트 패턴의 선폭에 관한 정보를 검출한다. 예를 들어 처리 후 검사부(80)는, 레지스트 패턴의 선폭의 차이를 색상, 명도 및 채도 중 적어도 어느 것의 차이로서 인식 가능한 화상 정보를 검출한다.

[0038] 구체적으로, 처리 후 검사부(80)는, 보유 지지부(83)와, 리니어 구동부(84)와, 촬상부(81)와, 투광·반사부(82)를 포함한다. 보유 지지부(83)는, 웨이퍼(W)를 수평하게 보유 지지한다. 리니어 구동부(84)는, 예를 들어 전동 모터 등을 동력원으로 하고, 수평한 직선형 경로를 따라 보유 지지부(83)를 이동시킨다. 촬상부(81)는, 웨이퍼(W) 표면의 화상 데이터를 취득한다. 촬상부(81)는, 보유 지지부(83)의 이동 방향에 있어서 처리 후 검사부(80) 내의 일단측에 마련되어 있으며, 당해 이동 방향의 타단측을 향해 있다.

[0039] 투광·반사부(82)는, 촬상 범위에 투광하여, 당해 촬상 범위로부터의 반사광을 촬상부(81) 측으로 유도한다. 예를 들어 투광·반사부(82)는, 하프 미러(86) 및 광원(87)을 갖는다. 하프 미러(86)는, 보유 지지부(83)보다 높은 위치에 있어서, 보유 지지부(83)의 이동 범위의 중간부에 마련되어 있고, 하방으로부터의 광을 촬상부(81) 측으로 반사한다. 광원(87)은, 하프 미러(86) 상에 마련되어 있고, 하프 미러(86)를 통해 하방으로 조명광을 조사한다.

[0040] 처리 후 검사부(80)는, 다음과 같이 동작하여 웨이퍼(W)의 표면의 화상 데이터를 취득한다. 먼저, 리니어 구동부(84)가 보유 지지부(83)를 이동시킨다. 이에 의해, 웨이퍼(W)가 하프 미러(86)의 하방을 통과한다. 이 통과 과정에 있어서, 웨이퍼(W) 표면의 각 부로부터의 반사광이 촬상부(81)로 순차 보내진다. 촬상부(81)는, 웨이퍼(W) 표면의 각 부로부터의 반사광을 결상시켜, 웨이퍼(W) 표면의 화상 데이터를 취득한다. 이에 의해, 레지스트 패턴의 화상 정보가 검출된다.

[0041] 처리 후 검사부(80)는, 성막 처리 후의 웨이퍼(W)의 표면에 형성된 피막의 막 두께에 관한 정보를 검출해도 된다. 예를 들어 처리 후 검사부(80)는, 피막의 막 두께의 차이를 색상, 명도 및 채도 중 적어도 어느 것의 차이로서 인식 가능한 화상 정보를 검출한다. 당해 화상 정보도, 도 4에 예시하는 구성으로 검출 가능하다.

[0042] 품질 검사 장치(70)는, 도 5에 도시하는 처리 중 검사부(90)를 더 가져도 된다. 처리 중 검사부(90)는, 기판 처리 중의 처리액의 공급 상태에 관한 정보를 검출한다. 일례로서, 처리 중 검사부(90)는, 현상 처리 중의 현상액의 공급 상태에 관한 정보를 검출한다. 예를 들어 처리 중 검사부(90)는, 액 튐 검출부(91)와, 액 고임 검출부(92)와, 드리핑 검출부(93)를 포함한다.

[0043] 액 튐 검출부(91)는, 현상액의 공급 중에 있어서의 액 튐의 발생 상태에 관한 정보를 검출한다. 예를 들어 액 튐 검출부(91)는, 조사부(94)와 촬상부(95)를 포함한다. 조사부(94)는, 예를 들어 노즐(31) 등에 고정되어 있고, 웨이퍼(W)의 상방에 있어서 수평 방향으로 레이저광을 조사한다. 조사부(94)의 설치 높이는, 표면(Wa)으로부터 튀어오른 액적이 도달 가능한 높이로 설정되어 있다. 촬상부(95)는, 조사부(94)로부터의 레이저광의 조사 범위의 화상 데이터를 취득한다. 액 튐이 발생하면, 튀어오른 액적에 의해 레이저광의 산란 등이 발생하여, 촬상부(95)가 취득하는 화상 데이터에 변화가 발생한다. 이 때문에, 촬상부(95)가 취득하는 화상 데이터는, 액적의 발생 상태에 관한 정보를 포함한다.

[0044] 액 고임 검출부(92)는, 표면(Wa) 상에 있어서의 현상액의 액막의 형성 상태에 관한 정보를 검출한다. 예를 들어 액 고임 검출부(92)는, 촬상부(96)를 포함한다. 촬상부(96)는, 보유 지지부(21)에 보유 지지된 웨이퍼(W)의 표면(Wa)의 화상 데이터를 취득한다. 촬상부(96)가 취득하는 화상 데이터는, 액막의 형성 상태에 관한 정보를 포함한다.

[0045] 드리핑 검출부(93)는, 노즐(31)로부터의 현상액의 드리핑의 발생 상태에 관한 정보를 검출한다. 드리핑이란, 미리 설정된 현상액의 공급 기간 외에 있어서 노즐(31)로부터 현상액이 낙하하는 현상을 의미한다. 예를 들어 드리핑 검출부(93)는, 촬상부(97)를 포함한다. 촬상부(97)는, 노즐(31) 및 그 하방의 화상 데이터를 취득한다. 촬상부(97)가 취득하는 화상 데이터는, 드리핑의 발생 상태에 관한 정보를 포함한다.

[0046] 처리 중 검사부(90)는, 성막 처리 중의 성막액의 공급 상태에 관한 정보를 검출해도 된다. 이 경우도, 상술한 액 튐 검출부(91), 액 고임 검출부(92) 및 드리핑 검출부(93) 등과 마찬가지의 구성에 의해, 도포 유닛(U1)에 있어서의 성막액의 공급 상태에 관한 정보를 검출하는 것이 가능하다.

[0047] (제어 장치 및 기계 학습 장치)

[0048] 도 6에 도시하는 바와 같이, 제어 장치(100)는, 기능상의 구성(이하, 「기능 모듈」이라고 함.)으로서, 처리 조건 보유부(111)와, 처리 제어부(112)와, 데이터 취득부(113)와, 데이터 입력부(114)와, 권장 조건 도출부(115)

를 갖는다.

[0049] 처리 조건 보유부(111)는, 미리 설정된 처리 조건을 기억한다. 예를 들어 처리 조건 보유부(111)는, 처리 모듈(14)에 의한 현상 처리 조건을 기억한다. 현상 처리 조건은, 열처리 유닛(U4)에 의한 열처리 조건과, 현상 유닛(U3)에 의한 액처리 조건을 포함한다. 현상 유닛(U3)에 의한 액처리 조건은, 현상액의 공급, 린스액의 공급 및 건조(회전에 의한 털어내기 건조) 등의 시퀀스를 포함한다. 또한, 상기 현상 유닛(U3)에 의한 액처리 조건은, 각 시퀀스에 있어서의 웨이퍼(W)의 회전 속도, 현상액의 공급량, 현상액의 공급 시간, 린스액의 공급량, 린스액의 토출 시간, 및 털어내기 건조 시간 등을 포함한다. 노즐 이송부(32)에 의해 노즐(31)을 이동시키면서 현상액을 공급하는 경우, 현상 유닛(U3)에 의한 액처리 조건은, 현상액의 공급 중에 있어서의 노즐(31)의 이동 개시 위치, 이동 속도, 이동 종료 위치 등을 더 포함하고 있어도 된다.

[0050] 처리 조건 보유부(111)는, 처리 모듈(11, 12, 13)에 의한 성막 처리 조건을 기억하고 있어도 된다. 성막 처리 조건은, 도포 유닛(U1)에 의한 액처리 조건과, 열처리 유닛(U2)에 의한 열처리 조건을 포함한다. 도포 유닛(U1)에 의한 액처리 조건은, 성막액의 공급 등의 시퀀스를 포함한다. 또한, 도포 유닛(U1)에 의한 액처리 조건은, 각 시퀀스에 있어서의 웨이퍼(W)의 회전 속도, 성막액의 공급량, 성막액의 공급 시간 등을 포함한다.

[0051] 처리 제어부(112)는, 처리 조건 보유부(111)가 기억하는 처리 조건에 따라서 처리부에 기판 처리를 실행시킨다. 예를 들어 처리 제어부(112)는, 처리 조건 보유부(111)가 기억하는 현상 처리 조건에 따라서 처리 모듈(14)에 현상 처리를 실행시킨다. 일례로서, 처리 제어부(112)는, 미리 설정된 열처리 조건에 따라서 노광 처리 후의 웨이퍼(W)에 열처리(예를 들어 상기 PEB)를 실시하도록 열처리 유닛(U4)을 제어한다. 그 후 처리 제어부(112)는, 미리 설정된 액처리 조건에 따라서 웨이퍼(W)에 현상 처리를 실시하도록 현상 유닛(U3)을 제어한다. 그 후 처리 제어부(112)는, 미리 설정된 열처리 조건에 따라서 웨이퍼(W)에 열처리(예를 들어 상기 PB)를 실시하도록 열처리 유닛(U4)을 제어한다.

[0052] 처리 제어부(112)는, 처리 조건 보유부(111)가 기억하는 성막 처리 조건에 따라서 처리 모듈(11, 12, 13)에 성막 처리를 실행시켜도 된다. 일례로서, 처리 제어부(112)는, 미리 설정된 액처리 조건에 따라서 웨이퍼(W)의 표면(Wa)에 성막액을 도포하도록 도포 유닛(U1)을 제어한다. 그 후 처리 제어부(112)는, 미리 설정된 열처리 조건에 따라서 웨이퍼(W)에 열처리를 실시하도록 열처리 유닛(U2)을 제어한다.

[0053] 데이터 취득부(113)는, 처리 조건에 따른 기판 처리의 품질에 관한 실적 데이터를 취득한다. 데이터 취득부(113)는, 복수 항목의 실적값을 포함하는 실적 데이터를 취득해도 된다. 복수 항목의 실적값은, 기판 처리 후에 있어서의 웨이퍼(W)의 품질을 나타내는 처리 후 항목과, 기판 처리 도중에 있어서의 처리액의 공급 상태를 나타내는 처리 중 항목의 실적값을 포함하고 있어도 된다. 복수 항목의 실적값은, 복수의 동종의 실적값을 포함하는 실적 데이터를 취득해도 된다. 복수의 동종의 실적값이란, 이상적으로는 동일한 값이 되어야 하는 복수의 실적값을 의미한다. 복수의 동종의 실적값의 구체예로서는, 복수 개소에 있어서 취득된 복수의 실적값을 들 수 있다.

[0054] 예를 들어 데이터 취득부(113)는, 처리 후 항목의 일례로서, 현상 처리에 의해 웨이퍼(W)의 표면(Wa)에 형성된 레지스트 패턴의 선폭의 실적값(이하, 「선폭 실적값」이라고 함.)을 나타내는 실적값을 취득한다. 구체적으로, 데이터 취득부(113)는 처리 후 검사부(80)에 의해 검출된 정보에 기초하여 선폭 실적값을 취득한다. 데이터 취득부(113)는, 처리 후 검사부(80)에 의해 검출된 정보에 기초하여, 표면(Wa) 상의 복수 개소에 있어서의 선폭 실적값을 취득해도 된다.

[0055] 데이터 취득부(113)는, 처리 중 항목의 일례로서, 현상 처리 중의 현상액의 공급 상태를 나타내는 실적값을 취득한다. 구체적으로, 데이터 취득부(113)는 처리 중 검사부(90)에 의해 검출된 정보에 기초하여, 현상액의 액 튐, 액막의 형성 불량 및 드리핑의 유무의 실적값을 취득한다.

[0056] 데이터 취득부(113)는, 처리 후 항목의 일례로서, 성막 처리에 의해 웨이퍼(W)의 표면(Wa)에 형성된 피막의 막 두께의 실적값(이하, 「막 두께 실적값」이라고 함.)을 나타내는 실적값을 취득해도 된다. 구체적으로, 데이터 취득부(113)는 처리 후 검사부(80)에 의해 검출된 정보에 기초하여 막 두께 실적값을 취득해도 된다. 데이터 취득부(113)는, 처리 후 검사부(80)에 의해 검출된 정보에 기초하여, 표면(Wa) 상의 복수 개소에 있어서의 막 두께 실적값을 취득해도 된다.

[0057] 데이터 취득부(113)는, 처리 중 항목의 일례로서, 성막 처리 중의 성막액의 공급 상태를 나타내는 실적값을 취득해도 된다. 구체적으로, 데이터 취득부(113)는 처리 중 검사부(90)에 의해 검출된 정보에 기초하여, 성막액의 액 튐, 액막의 형성 불량 및 드리핑의 유무의 실적값을 취득해도 된다.

[0058] 데이터 입력부(114)는, 처리 조건과, 당해 처리 조건에 대응하는 실적 데이터를 포함하는 데이터 세트를 기계 학습 장치(200)의 모델 생성부(214)(후술)에 입력한다. 데이터 입력부(114)는, 상기 처리 중 항목의 실적값에 기초하여, 모델 생성부(214)에 입력할 데이터 세트를 선택해도 된다. 예를 들어 데이터 입력부(114)는, 처리액의 공급 상태가 불량인 데이터 세트를, 모델 생성부(214)로의 입력 대상으로부터 제외해도 된다. 처리액의 공급 상태가 불량이라는 구체예로서는, 상기 액 튐, 액막의 형성 불량 및 드리핑 중 적어도 어느 것이 발생하는 것을 들 수 있다.

[0059] 권장 조건 도출부(115)는, 복수조의 데이터 세트에 기초하는 기계 학습에 의해 모델 생성부(214)가 생성한 학습 모델에 기초하여 기판 처리의 권장 처리 조건을 도출한다. 후술하는 바와 같이, 학습 모델은, 처리 조건의 입력에 응답하여 기판 처리의 품질에 관한 예측 데이터를 출력하도록 생성된다. 권장 처리 조건은, 학습 모델과, 예측 데이터의 소정의 평가 조건에 기초하여 채용을 권장해야 한다고 판단되는 처리 조건이다.

[0060] 예를 들어 권장 조건 도출부(115)는, 보다 세분화된 기능 모듈로서, 평가 조건 입력부(121)와 탐색 결과 취득부(122)를 포함한다. 평가 조건 입력부(121)는, 예측 데이터의 평가 조건을 기계 학습 장치(200)의 조건 탐색부(216)(후술)에 입력한다. 평가 조건은, 예측 데이터가 허용 레벨인지 여부를 판정하는 조건이다.

[0061] 평가 조건 입력부(121)는, 복수 항목의 예측값을 평가하는 평가 조건을 조건 탐색부(216)에 입력해도 된다. 평가 조건 입력부(121)는, 복수 항목 중 적어도 일부에 있어서의 예측값의 변동에 관한 조건을 포함하는 평가 조건을 조건 탐색부(216)에 입력해도 된다. 예를 들어 평가 조건은, 예측 데이터의 평가 스코어의 도출 방법과, 평가 스코어의 허용 레벨을 포함한다.

[0062] 일례로서, 평가 조건 입력부(121)는, 표면(Wa) 상의 복수 개소에 있어서의 상기 선폭의 예측값(이하, 「선폭 예측값」이라고 함.)을 평가하는 평가 조건을 조건 탐색부(216)에 입력한다. 당해 평가 조건은, 상기 평가 스코어의 도출 방법의 일례로서, 복수 개소 중 적어도 일부(예를 들어 전체 개소)에 있어서의 선폭 예측값의 변동의 산출식(예를 들어 표준 편차의 산출식)을 포함한다. 당해 평가 조건은, 상기 평가 스코어의 허용 레벨로서, 상기 산출식에 의해 산출되는 변동의 허용 상한값을 포함한다.

[0063] 평가 조건 입력부(121)는, 표면(Wa) 상의 복수 개소에 있어서의 상기 막 두께의 예측값을 평가하는 평가 조건을 조건 탐색부(216)에 입력해도 된다. 당해 평가 조건은, 상기 평가 스코어의 도출 방법의 일례로서, 복수 개소 중 적어도 일부(예를 들어 전체 개소)에 있어서의 막 두께 예측값의 변동의 산출식(예를 들어 표준 편차의 산출식)을 포함한다. 당해 평가 조건은, 상기 평가 스코어의 허용 레벨로서, 상기 산출식에 의해 산출되는 변동의 허용 상한값을 포함한다.

[0064] 탐색 결과 취득부(122)는, 조건 탐색부(216)가 도출한 권장 처리 조건을 취득하여 처리 조건 보유부(111)에 보존한다. 후술하는 바와 같이, 권장 처리 조건은, 복수조의 데이터 세트와, 학습 모델과, 평가 조건 입력부(121)가 입력한 평가 조건에 기초하여 도출된다.

[0065] 여기서, 처리 제어부(112)는 권장 처리 조건에 따라서 처리부에 기판 처리를 더 실행시켜도 된다. 데이터 취득부(113)는, 권장 처리 조건에 따른 기판 처리의 품질에 관한 추가 실적 데이터를 더 취득해도 된다. 데이터 입력부(114)는, 권장 처리 조건과 추가 실적 데이터를 포함하는 추가 데이터 세트를 모델 생성부(214)에 더 입력해도 된다. 권장 조건 도출부(115)는, 추가 데이터 세트에 기초하여 모델 생성부(214)가 갱신한 학습 모델에 기초하여 권장 처리 조건을 갱신해도 된다. 학습 모델을 갱신한다는 것은, 추가 데이터 세트를 부가한 복수조의 데이터 세트에 기초하여 새로운 학습 모델을 생성한다는 것을 의미한다. 권장 처리 조건을 갱신한다는 것은, 모델 생성부(214)가 갱신한 학습 모델에 기초하여 새로운 권장 처리 조건을 도출한다는 것을 의미한다.

[0066] 이 경우에, 제어 장치(100)는 조건 평가부(116)와, 반복 관리부(117)를 더 구비해도 된다. 조건 평가부(116)는, 권장 처리 조건의 채용 가부를 평가한다. 반복 관리부(117)는, 조건 평가부(116)에 의한 평가 결과가 채용 가능이 될 때까지 적어도 이하를 반복시킨다.

[0067] i) 처리 제어부(112)가 권장 처리 조건에 따라서 처리부에 기판 처리를 더 실행시킨다.

[0068] ii) 데이터 취득부(113)가 추가 실적 데이터를 더 취득한다.

[0069] iii) 데이터 입력부(114)가 추가 데이터 세트를 모델 생성부(214)에 더 입력한다.

[0070] iv) 추가 데이터 세트에 기초하여 모델 생성부(214)가 갱신한 학습 모델에 기초하여 권장 조건 도출부(115)가 권장 처리 조건을 갱신한다.

[0071] 조건 평가부(116)에 의한 권장 처리 조건의 평가 방법에 특별히 제약은 없다. 예를 들어 조건 평가부(116)는, 소정의 평가 조건에 기초하는 상기 추가 실적 데이터의 평가 결과에 기초하여 권장 처리 조건의 채용 가부를 평가한다. 당해 평가 조건은, 상술한 예측 데이터의 평가 조건과 동일해도 된다. 예를 들어 평가 조건은, 추가 실적 데이터의 평가 스코어의 도출 방법과, 평가 스코어의 허용 레벨을 포함한다.

[0072] 일례로서, 조건 평가부(116)는, 표면(Wa) 상의 복수 개소에 있어서의 상기 선폭 실적값을 소정의 평가 조건에 기초하여 평가한다. 당해 평가 조건은, 상기 평가 스코어의 도출 방법의 일례로서, 복수 개소 중 적어도 일부(예를 들어 전체 개소)에 있어서의 선폭 실적값의 변동의 산출식(예를 들어 표준 편차의 산출식)을 포함한다. 당해 평가 조건은, 상기 평가 스코어의 허용 레벨로서, 상기 산출식에 의해 산출되는 변동의 허용 상한값을 포함한다.

[0073] 평가 조건 입력부(121)는, 표면(Wa) 상의 복수 개소에 있어서의 상기 막 두께 실적값을 소정의 평가 조건에 기초하여 평가해도 된다. 당해 평가 조건은, 상기 평가 스코어의 도출 방법의 일례로서, 복수 개소 중 적어도 일부(예를 들어 전체 개소)에 있어서의 막 두께 실적값의 변동의 산출식(예를 들어 표준 편차의 산출식)을 포함한다. 당해 평가 조건은, 상기 평가 스코어의 허용 레벨로서, 상기 산출식에 의해 산출되는 변동의 허용 상한값을 포함한다.

[0074] 조건 평가부(116)는, 최신의 권장 처리 조건과 과거의 권장 처리 조건(예를 들어 전회의 권장 처리 조건)의 차가 허용 레벨인지 여부에 기초하여 최신의 권장 처리 조건의 채용 가부를 평가해도 된다. 반복 관리부(117)에 의한 반복 처리에 의해, 권장 처리 조건은 점차 한 조건에 수렴되는 것이 상정된다. 최신의 권장 처리 조건과 과거의 권장 처리 조건의 차를 허용 레벨까지 축소시킴으로써, 수렴 결과에 가까운 권장 처리 조건을 채용하는 것이 가능해진다.

[0075] 조건 평가부(116)는, 최신의 추가 실적 데이터와 과거의 추가 실적 데이터의 차가 허용 레벨인지 여부에 기초하여 최신의 권장 처리 조건의 채용 가부를 평가해도 된다. 조건 평가부(116)는, 최신의 추가 실적 데이터의 평가 스코어와 과거의 추가 실적 데이터의 평가 스코어의 차가 허용 레벨인지 여부에 기초하여 최신의 권장 처리 조건의 채용 가부를 평가해도 된다.

[0076] 제어 장치(100)는, 실적 데이터 보정부(118)를 더 가져도 된다. 실적 데이터 보정부(118)는, 데이터 입력부(114)가 데이터 세트를 모델 생성부(214)에 입력하기 전에, 당해 데이터 세트의 실적 데이터로부터, 도포·현상 장치(2)의 처리부에 의한 기판 처리와는 다른 요인에 기인하는 성분을 제외한다. 예를 들어 실적 데이터 보정부(118)는, 상기 복수 개소의 선폭 실적값으로부터, 노광 처리에 기인하는 변동 성분을 제외한다. 구체적으로, 실적 데이터 보정부(118)는 미리 조사된 노광 처리에 특유의 변동 패턴을 복수 개소의 선폭 실적값으로부터 제외한다.

[0077] 기계 학습 장치(200)는, 기능 모듈로서, 탐색 연산부(211)와, 데이터 취득부(212)와, 데이터 보유부(213)와, 모델 생성부(214)와, 모델 보유부(215)와, 조건 탐색부(216)를 갖는다. 탐색 연산부(211)는, 기계 학습 장치(200)에 있어서의 기계 학습의 엔진이다. 예를 들어 탐색 연산부(211)는, 미리 설정된 학습 조건에 기초하는 유전적 알고리즘에 의해 해의 탐색을 행한다. 당해 학습 조건은, 제1 세대의 개체와, 개체의 평가 스코어의 도출 방법과, 평가 스코어의 허용 레벨을 포함한다.

[0078] 탐색 연산부(211)는, 제1 세대의 복수의 개체를 취득하여, 각 개체의 평가 스코어를 산출한다. 그 후, 탐색 연산부(211)는, 평가 스코어가 허용 레벨로부터 먼 개체를 도태시키면서, 복수의 개체를 교차, 역위, 및 돌연변이 등의 연산에 의해 차세대의 복수의 개체로 진화시킨다. 이후, 탐색 연산부(211)는, 개체의 평가 스코어의 도출, 개체의 도태, 및 개체의 진화를 반복함으로써, 평가 스코어가 허용 레벨인 개체를 도출한다.

[0079] 데이터 취득부(212)는, 상기 데이터 세트 및 추가 데이터 세트를 데이터 입력부(114)로부터 취득한다. 데이터 보유부(213)는 데이터 취득부(212)가 취득한 데이터 세트를 학습용 데이터베이스로서 축적한다.

[0080] 모델 생성부(214)는, 데이터 보유부(213)가 축적한 복수조의 데이터 세트에 기초하는 기계 학습에 의해 상기 학습 모델을 생성한다. 모델 생성부(214)는, 유전적 프로그램에 의해 상기 학습 모델을 탐색하는 연산 프로세스를 포함하는 기계 학습에 의해 학습 모델을 생성해도 된다. 예를 들어 모델 생성부(214)는, 처리 조건의 입력에 응답하여 복수 항목의 예측값을 각각 출력하는 복수의 모델식을 포함하는 학습 모델을 생성한다. 각 모델식의 생성에 있어서, 모델 생성부(214)는 모델식의 도출용의 상기 학습 조건을 설정하고, 당해 학습 조건에 따른 모델식의 도출을 탐색 연산부(211)에 요구한다.

[0081] 예를 들어 모델 생성부(214)는, 처리 조건의 입력에 응답하여 예측값을 생성하는 복수의 임시 모델식을 생성하고, 이들을 상기 제1 세대의 복수의 개체로 한다. 임시 모델식은, 각종 연산자와 랜덤의 수치를 요소로 하여 수식을 트리 구조로 나타낸 것이다. 모델 생성부(214)는, 임시 모델식에 기초하는 예측값과 실적값의 괴리를 나타내는 괴리 스코어를 상기 학습 조건에 있어서의 평가 스코어로 하고, 그 도출 방법을 정한다. 예를 들어 모델 생성부(214)는, 적어도 이하의 수순을 포함하는 도출 방법을 정한다.

[0082] a1) 복수조의 데이터 세트의 처리 조건을 임시 모델식에 입력하여 복수의 예측값을 도출하는 것.

[0083] a2) 복수의 예측값과 복수조의 데이터 세트의 실적값의 괴리를 나타내는 괴리 스코어를 도출하는 것.

[0084] 괴리 스코어는, 복수의 예측값과 복수조의 데이터 세트의 실적값의 괴리를 나타내는 한, 어떠한 값이어도 된다. 괴리 스코어의 구체예로서는, 예측값과 실적값의 차의 제곱합, 또는 당해 제곱합의 평방근 등을 들 수 있다. 모델 생성부(214)는, 괴리 스코어에 대해 미리 설정된 상한값을 상기 학습 조건에 있어서의 평가 스코어의 허용 레벨로 한다.

[0085] 탐색 연산부(211)는, 임시 모델식의 괴리 스코어의 도출, 임시 모델식의 도태, 및 임시 모델식의 진화를 반복함으로써, 괴리 스코어가 상한값 이하가 되는 모델식을 도출한다. 모델 생성부(214)는, 탐색 연산부(211)에 의해 도출된 모델식을 취득하여 모델 보유부(215)에 보존한다. 이상의 수순에서, 모델 생성부(214)가 각 모델식을 모델 보유부(215)에 보존함으로써 복수의 모델식을 포함하는 학습 모델이 모델 보유부(215)에 생성된다.

[0086] 조건 탐색부(216)는, 데이터 보유부(213)가 기억하는 복수조의 데이터 세트와, 모델 보유부(215)가 기억하는 학습 모델과, 평가 조건 입력부(121)가 입력한 평가 조건에 기초하여 권장 처리 조건을 도출한다. 조건 탐색부(216)는, 유전적 알고리즘에 의해 권장 처리 조건을 탐색하는 연산 프로세스를 포함하는 탐색 처리에 의해 권장 처리 조건을 도출해도 된다. 예를 들어 조건 탐색부(216)는, 권장 처리 조건의 도출용의 상기 학습 조건을 설정하고, 당해 학습 조건에 따른 권장 처리 조건의 도출을 탐색 연산부(211)에 요구한다.

[0087] 예를 들어 조건 탐색부(216)는, 데이터 보유부(213)가 기억하는 복수조의 데이터 세트의 처리 조건을 제1 세대의 복수의 개체로 한다. 각 처리 조건은, 복수 항목의 조건을 트리 구조로 나타낸 것이다.

[0088] 조건 탐색부(216)는, 적어도 이하의 수순을 포함하도록 상기 학습 조건에 있어서의 평가 스코어의 도출 방법을 정한다.

[0089] b1) 복수조의 데이터 세트의 처리 조건을 모델 보유부(215)가 기억하는 학습 모델에 입력하여 예측 데이터를 도출하는 것.

[0090] b2) 평가 조건 입력부(121)가 입력한 평가 조건에 있어서의 도출 방법에 따라서 예측 데이터의 평가 스코어를 도출하는 것.

[0091] 조건 탐색부(216)는, 평가 조건 입력부(121)가 입력한 평가 조건에 있어서의 허용 레벨을 상기 학습 조건에 있어서의 평가 스코어의 허용 레벨로 한다.

[0092] 탐색 연산부(211)는, 처리 조건의 평가 스코어의 도출, 처리 조건의 도태, 및 처리 조건의 진화를 반복함으로써, 평가 스코어가 허용 레벨인 권장 처리 조건을 도출한다. 조건 탐색부(216)는, 탐색 연산부(211)에 의해 도출된 권장 처리 조건을 취득하여 탐색 결과 취득부(122)에 출력한다.

[0093] 도 7은, 제어 장치(100) 및 기계 학습 장치(200)의 하드웨어 구성을 예시하는 블록도이다. 제어 장치(100)는, 회로(190)를 포함한다. 회로(190)는, 적어도 하나의 프로세서(191)와, 메모리(192)와, 스토리지(193)와, 표시 디바이스(194)와, 입력 디바이스(195)와, 입출력 포트(196)와, 통신 포트(197)를 포함한다. 스토리지(193)는, 컴퓨터에 의해 판독 가능한 불휘발형의 기억 매체(예를 들어 플래시 메모리)이다. 예를 들어 스토리지(193)는, 미리 설정된 처리 조건에 따라서 도포·현상 장치(2)에 기판 처리를 실행시키는 것과, 처리 조건에 따른 기판 처리의 품질에 관한 실적 데이터를 품질 검사 장치(70)로부터 취득하는 것과, 기판 처리의 처리 조건과, 당해 기판 처리의 실적 데이터를 포함하는 데이터 세트를 기계 학습 장치(200)에 입력하는 것과, 복수조의 데이터 세트에 기초하여 기계 학습 장치(200)가 생성한 상기 학습 모델에 기초하여 기판 처리의 권장 처리 조건을 도출하는 것을 제어 장치(100)에 실행시키기 위한 프로그램을 기억하고 있다. 예를 들어, 스토리지(193)는 상기 기능 모듈을 구성하기 위한 프로그램을 기억하는 기억 영역과, 처리 조건 보유부(111)에 할당되는 기억 영역을 포함한다.

[0094] 표시 디바이스(194)는, 권장 처리 조건의 표시 등에 사용된다. 표시 디바이스(194) 및 입력 디바이스(195)는,

제어 장치(100)의 유저 인터페이스로서 기능한다. 표시 디바이스(194)는, 예를 들어 액정 모니터 등을 포함하며, 유저에 대한 정보 표시에 사용된다. 입력 디바이스(195)는, 예를 들어 키보드 등이며, 유저에 의한 입력 정보를 취득한다. 표시 디바이스(194) 및 입력 디바이스(195)는, 소위 터치 패널로서 일체화되어 있어도 된다. 입력 디바이스(195)는, 처리 조건 및 평가 조건의 입력 등에 사용된다.

[0095] 메모리(192)는, 스토리지(193)로부터 로드한 프로그램 및 프로세서(191)에 의한 연산 결과 등을 일시적으로 기억한다. 프로세서(191)는, 메모리(192)와 협동하여 상기 프로그램을 실행함으로써, 도포·현상 장치(2)의 제어를 실행한다. 입출력 포트(196)는, 프로세서(191)로부터의 명령에 따라서 표시 디바이스(194) 및 입력 디바이스(195)와의 사이에서 전기 신호의 입출력을 행한다. 통신 포트(197)는, 프로세서(191)로부터의 명령에 따라서 기계 학습 장치(200)와의 사이에서 네트워크 통신을 행한다.

[0096] 기계 학습 장치(200)는, 회로(290)를 포함한다. 회로(290)는, 프로세서(291)와, 메모리(292)와, 스토리지(293)와, 통신 포트(294)를 포함한다. 스토리지(293)는, 컴퓨터에 의해 판독 가능한 불휘발형의 기억 매체(예를 들어 플래시 메모리)이다. 예를 들어 스토리지(293)는, 상기 데이터 세트를 취득하는 것과, 복수조의 데이터 세트에 기초하는 기계 학습에 의해, 상기 학습 모델을 생성하는 것을 기계 학습 장치(200)에 실행시키기 위한 프로그램을 기억하고 있다. 예를 들어 스토리지(293)는, 상기 기능 모듈을 구성하기 위한 프로그램을 기억하기 위한 기억 영역과, 데이터 보유부(213) 및 모델 보유부(215)에 할당되는 기억 영역을 포함한다.

[0097] 메모리(292)는, 스토리지(293)로부터 로드한 프로그램 및 프로세서(291)에 의한 연산 결과 등을 일시적으로 기억한다. 프로세서(291)는, 메모리(292)와 협동하여 상기 프로그램을 실행함으로써 상기 학습 모델의 생성을 실행한다. 통신 포트(294)는, 프로세서(291)로부터의 명령에 따라서 제어 장치(100)와의 사이에서 네트워크 통신을 행한다.

[0098] 〔조건 설정 지원 수순〕

[0099] 계속해서, 조건 설정 지원 방법의 일례로서, 제어 장치(100) 및 기계 학습 장치(200)가 각각 실행하는 조건 설정 지원 수순을 설명한다. 제어 장치(100)가 실행하는 조건 설정 지원 수순은, 권장 처리 조건의 도출 수순과, 권장 처리 조건의 브러시 업 수순을 포함한다. 기계 학습 장치(200)가 실행하는 조건 설정 지원 수순은, 학습 모델의 생성 수순과, 권장 처리 조건의 탐색 수순을 포함한다. 이하, 각 수순을 구체적으로 예시한다.

[0100] (권장 처리 조건의 도출 수순)

[0101] 제어 장치(100)에 의한 권장 처리 조건의 도출 수순은, 미리 설정된 처리 조건에 따라서, 웨이퍼(W)로의 처리액의 공급을 포함하는 기판 처리를 도포·현상 장치(2)에 실행시키는 것과, 처리 조건에 따른 기판 처리의 품질에 관한 실적 데이터를 취득하는 것과, 기판 처리의 처리 조건과, 당해 기판 처리의 실적 데이터를 포함하는 데이터 세트를 기계 학습 장치(200)에 입력하는 것과, 복수조의 데이터 세트에 기초하여 기계 학습 장치(200)가 생성한 상기 학습 모델에 기초하여 권장 처리 조건을 도출하는 것을 포함한다. 권장 처리 조건을 도출하는 것은, 예측 데이터의 평가 조건을 기계 학습 장치(200)에 입력하는 것과, 복수조의 데이터 세트와, 학습 모델과, 평가 조건에 기초하여 기계 학습 장치(200)가 도출한 권장 처리 조건을 취득하는 것을 포함해도 된다.

[0102] 도 8에 예시하는 바와 같이, 제어 장치(100)는, 먼저 스텝 S01, S02, S03을 실행한다. 스텝 S01에서는, 처리 제어부(112)가, 처리 조건 보유부(111)가 기억하는 처리 조건에 따른 기판 처리를 도포·현상 장치(2)에 개시시킨다. 스텝 S02에서는, 데이터 취득부(113)가 상기 처리 중 항목의 실적값을 취득한다. 데이터 취득부(113)는, 복수의 처리 중 항목의 실적값을 취득해도 된다. 예를 들어 데이터 취득부(113)는, 처리 중 검사부(90)에 의해 검출된 정보에 기초하여, 현상액의 액 튐, 액막의 형성 불량 및 드리핑의 유무의 실적값을 취득한다. 데이터 취득부(113)는, 처리 중 검사부(90)에 의해 검출된 정보에 기초하여, 성막액의 액 튐, 액막의 형성 불량 및 드리핑의 유무의 실적값을 취득해도 된다. 스텝 S03에서는, 처리 제어부(112)가, 처리 조건에 따른 기판 처리가 완료되었는지 여부를 확인한다.

[0103] 스텝 S03에 있어서 기판 처리가 완료되지 않았다고 판정한 경우, 제어 장치(100)는 처리를 스텝 S02로 복귀시킨다. 이후, 기판 처리가 완료될 때까지 처리 중 항목의 실적값의 취득이 계속된다. 스텝 S03에 있어서 기판 처리가 완료되었다고 판정한 경우, 제어 장치(100)는 스텝 S04를 실행한다. 스텝 S04에서는, 데이터 입력부(114)가 처리 중 항목의 실적값에 기초하여, 처리액의 공급 상태에 불량이 발생하지 않았는지를 확인한다.

[0104] 스텝 S04에 있어서 처리액의 공급 상태에 불량이 발생하지 않았다고 판정한 경우, 제어 장치(100)는 스텝 S05, S06, S07을 실행한다. 스텝 S05에서는, 데이터 취득부(113)가 상기 처리 후 항목의 실적값을 취득한다. 데이터 취득부(113)는, 복수의 처리 후 항목의 실적값을 취득해도 된다. 예를 들어 데이터 취득부(113)는, 처리 후

검사부(80)에 의해 검출된 정보에 기초하여, 표면(Wa) 상의 복수 개소에 있어서의 상기 선폭 실적값을 취득한다. 데이터 취득부(113)는, 처리 후 검사부(80)에 의해 검출된 정보에 기초하여, 표면(Wa) 상의 복수 개소에 있어서의 상기 막 두께 실적값을 취득해도 된다. 스텝 S06에서는, 실적 데이터 보정부(118)가, 복수의 처리 후 항목의 실적값으로부터, 기판 처리와는 다른 요인에 기인하는 성분을 제외한다. 스텝 S07에서는, 데이터 입력부(114)가, 처리 조건과, 당해 처리 조건에 대응하는 실적 데이터(복수의 처리 후 항목의 실적값)를 포함하는 데이터 세트를 기계 학습 장치(200)에 입력한다.

[0105] 다음으로, 제어 장치(100)는 스텝 S08을 실행한다. 스텝 S04에 있어서 처리액의 공급 상태에 불량이 발생하였다고 판정한 경우, 제어 장치(100)는 스텝 S05, S06, S07을 실행하지 않고 스텝 S08을 실행한다. 스텝 S08에서는, 데이터 입력부(114)가, 기계 학습 장치(200)에 있어서의 기계 학습에 필요한 수의 데이터 세트의 입력이 완료되었는지 여부를 확인한다.

[0106] 스텝 S08에 있어서 기계 학습에 필요한 수의 데이터 세트의 입력이 완료되지 않았다고 판정한 경우, 제어 장치(100)는 스텝 S09를 실행한다. 스텝 S09에서는, 처리 제어부(112)가 처리 조건을 변경한다. 예를 들어 처리 제어부(112)는, 입력 디바이스(195)로의 유저의 입력 등에 기초하여 처리 조건을 변경한다. 그 후, 제어 장치(100)는 처리를 스텝 S01로 복귀시킨다. 이후, 기계 학습에 필요한 수의 데이터 세트의 입력이 완료될 때까지는, 처리 조건의 변경과, 기판 처리의 실행과, 데이터 세트의 입력이 반복된다.

[0107] 스텝 S08에 있어서, 기계 학습에 필요한 수의 데이터 세트의 입력이 완료되었다고 판정한 경우, 제어 장치(100)는 스텝 S11, S12, S13, S14를 실행한다. 스텝 S11에서는, 평가 조건 입력부(121)가, 기계 학습 장치(200)로부터의 학습 완료 통지를 대기한다. 스텝 S12에서는, 평가 조건 입력부(121)가 예측 데이터의 평가 조건을 설정한다. 예를 들어 평가 조건 입력부(121)는 입력 디바이스(195)로의 유저의 입력 등에 기초하여 상기 예측 데이터의 평가 조건을 설정한다. 스텝 S13에서는, 평가 조건 입력부(121)가, 스텝 S12에서 설정한 평가 조건을 기계 학습 장치(200)에 입력한다. 스텝 S14에서는, 탐색 결과 취득부(122)가 복수조의 데이터 세트와, 학습 모델과, 평가 조건 입력부(121)가 입력한 평가 조건에 기초하여 기계 학습 장치(200)가 도출한 권장 처리 조건을 취득하여 처리 모듈(11)에 보존한다. 이상으로 권장 처리 조건의 도출 수순이 완료된다.

[0108] (권장 처리 조건의 브러시 업 수순)

[0109] 제어 장치(100)에 의한 권장 처리 조건의 브러시 업 수순은, 권장 처리 조건에 따라서 도포·현상 장치(2)에 기판 처리를 더 실행시키는 것과, 권장 처리 조건에 따른 기판 처리의 품질에 관한 추가 실적 데이터를 더 취득하는 것과, 권장 처리 조건과 추가 실적 데이터를 포함하는 추가 데이터 세트를 기계 학습 장치(200)에 더 입력하는 것과, 추가 데이터 세트에 기초하여 기계 학습 장치(200)가 갱신한 학습 모델에 기초하여 권장 처리 조건을 갱신하는 것을 포함한다. 이 브러시 업 수순은, 권장 처리 조건을 평가하는 것을 더 포함해도 되고, 권장 처리 조건에 따라서 도포·현상 장치(2)에 기판 처리를 더 실행시키는 것과, 추가 실적 데이터를 더 취득하는 것과, 추가 데이터 세트를 기계 학습 장치(200)에 더 입력하는 것과, 추가 데이터 세트에 기초하여 기계 학습 장치(200)가 갱신한 학습 모델에 기초하여 권장 처리 조건을 갱신하는 것을, 권장 처리 조건의 평가 결과가 소정의 레벨에 도달할 때까지 반복해도 된다.

[0110] 도 9에 예시하는 바와 같이, 제어 장치(100)는, 먼저 스텝 S21, S22, S23, S24, S25를 실행한다. 스텝 S21에서는, 처리 제어부(112)가, 처리 조건 보유부(111)가 기억하는 권장 처리 조건에 따른 기판 처리를 도포·현상 장치(2)에 실행시킨다. 스텝 S22에서는, 데이터 취득부(113)가, 상기 처리 후 항목의 추가 실적값을 취득한다. 데이터 취득부(113)는, 복수의 처리 후 항목의 추가 실적값을 취득해도 된다. 스텝 S23에서는, 실적 데이터 보정부(118)가, 복수의 처리 후 항목의 추가 실적값으로부터, 기판 처리와는 다른 요인에 기인하는 성분을 제외한다. 스텝 S24에서는, 조건 평가부(116)가 권장 처리 조건을 평가한다. 스텝 S25에서는, 반복 관리부(117)가, 스텝 S24에 있어서의 평가 결과에 기초하여, 권장 처리 조건을 채용 가능한지 여부를 확인한다.

[0111] 스텝 S25에 있어서 권장 처리 조건을 채용 가능하지 않다고 판정한 경우, 제어 장치(100)는 스텝 S26, S27, S28을 실행한다. 스텝 S26에서는, 데이터 입력부(114)가, 처리 조건과, 당해 처리 조건에 대응하는 추가 실적 데이터(복수의 처리 후 항목의 추가 실적값)를 포함하는 추가 데이터 세트를 기계 학습 장치(200)에 입력한다. 스텝 S27에서는, 탐색 결과 취득부(122)가, 기계 학습 장치(200)로부터의 학습 모델의 갱신 완료 통지를 대기한다. 스텝 S28에서는, 탐색 결과 취득부(122)가, 추가 데이터 세트에 기초하여 기계 학습 장치(200)가 갱신한 권장 처리 조건을 취득하여 처리 모듈(11)에 보존한다. 그 후, 제어 장치(100)는 처리를 스텝 S21로 복귀시킨다. 이후, 권장 처리 조건이 채용 가능이 될 때까지 추가 실적 데이터의 취득과, 권장 처리 조건의 갱신이 반복된다.

[0112] 스텝 S25에 있어서 권장 처리 조건을 채용 가능하다고 판정한 경우, 제어 장치(100)는 처리를 완료한다. 이상으로 권장 처리 조건의 브러시 업 수순이 완료된다.

[0113] (학습 모델의 생성 수순)

[0114] 기계 학습 장치(200)에 의한 학습 모델의 생성 수순은, 상기 데이터 세트를 취득하는 것과, 복수조의 데이터 세트에 기초하는 기계 학습에 의해 학습 모델을 생성하는 것을 포함한다. 기계 학습에 의해 학습 모델을 생성하는 것은, 유전적 프로그램에 의해 학습 모델을 탐색하는 연산 프로세스를 포함해도 된다. 처리 조건의 입력에 응답하여 복수 항목의 예측값을 각각 출력하는 복수의 모델식을 포함하는 학습 모델을 생성해도 된다.

[0115] 도 10에 예시하는 바와 같이, 기계 학습 장치(200)는, 먼저 스텝 S31, S32, S33을 실행한다. 스텝 S31에서는, 데이터 취득부(212)가, 데이터 입력부(114)로부터의 데이터 세트의 입력을 대기한다. 스텝 S32에서는, 데이터 취득부(212)가, 입력된 데이터 세트를 데이터 보유부(213)에 축적한다. 스텝 S33에서는, 데이터 보유부(213)가, 데이터 보유부(213)에 축적된 데이터 세트의 수가 기계 학습에 필요한 수에 도달하였는지 여부를 확인한다.

[0116] 스텝 S33에 있어서, 축적된 데이터 세트의 수가 기계 학습에 필요한 수에 도달하지 않았다고 판정한 경우, 제어 장치(100)는 처리를 스텝 S31로 복귀시킨다. 이후, 기계 학습에 필요한 수의 데이터 세트가 축적될 때까지 데이터 세트의 취득이 반복된다.

[0117] 스텝 S33에 있어서, 축적된 데이터 세트의 수가 기계 학습에 필요한 수에 도달하였다고 판정한 경우, 제어 장치(100)는 스텝 S34, S35, S36을 실행한다. 스텝 S34에서는, 모델 생성부(214)가, 어느 예측값에 대응하는 모델식의 도출용의 상기 학습 조건을 설정하고, 당해 학습 조건에 따른 모델식의 도출을 탐색 연산부(211)에 요구한다. 예를 들어 모델 생성부(214)는 처리 조건의 입력에 응답하여 예측값을 생성하는 복수의 임시 모델식을 생성하고, 이들을 상기 제1 세대의 복수의 개체로 한다. 또한, 모델 생성부(214)는, 상기 괴리 스코어를 평가 스코어로 하여 그 도출 방법을 정하고, 상기 괴리 스코어의 상한값을 평가 스코어의 허용 레벨로 한다. 스텝 S35에서는, 탐색 연산부(211)가, 상기 학습 조건에 따라서 각 임시 모델식의 괴리 스코어를 산출한다. 스텝 S36에서는, 탐색 연산부(211)가, 상기 학습 조건에 따라서 괴리 스코어가 상기 상한값 이하인 임시 모델식이 존재하는지 여부를 확인한다.

[0118] 스텝 S36에 있어서, 괴리 스코어가 상한값 이하인 임시 모델식이 존재하지 않는다고 판정한 경우, 기계 학습 장치(200)는 스텝 S37을 실행한다. 스텝 S37에서는, 탐색 연산부(211)가, 괴리 스코어가 상한값의 초과가 큰 임시 모델식을 도태시키면서, 복수의 임시 모델식을 교차, 역위, 및 돌연변이 등의 연산에 의해 차세대의 복수의 임시 모델식으로 진화시킨다. 그 후, 기계 학습 장치(200)는 처리를 스텝 S35로 복귀시킨다. 이후, 괴리 스코어가 상한값 이하가 되는 임시 모델식이 도출될 때까지, 임시 모델식의 괴리 스코어의 도출, 임시 모델식의 도태, 및 임시 모델식의 진화가 반복된다.

[0119] 스텝 S36에 있어서, 괴리 스코어가 상한값 이하인 임시 모델식이 존재한다고 판정한 경우, 기계 학습 장치(200)는 스텝 S38, S39를 실행한다. 스텝 S38에서는, 탐색 연산부(211)가, 괴리 스코어가 가장 양호한(가장 작은) 임시 모델식을 선택하고, 이것을 학습 모델의 하나의 모델식으로서 모델 보유부(215)에 보존한다. 스텝 S39에서는, 모델 생성부(214)가, 학습 모델을 구성하기 위한 모든 모델식(즉, 복수 항목의 예측값의 도출에 필요한 모든 모델식)의 도출이 완료되었는지 여부를 확인한다.

[0120] 스텝 S39에 있어서 모든 모델식의 도출이 완료되지 않았다고 판정한 경우, 기계 학습 장치(200)는 스텝 S41을 실행한다. 스텝 S41에서는, 모델 생성부(214)가, 도출 대상의 모델식을 변경한다. 바꾸어 말하면, 모델 생성부(214)는, 모델식에 의한 예측 대상의 항목을 변경한다. 그 후, 기계 학습 장치(200)는 처리를 스텝 S34로 복귀시킨다. 이후, 모든 모델식의 도출이 완료될 때까지 학습 조건의 설정과 이것에 기초하는 모델식의 도출이 반복된다.

[0121] 스텝 S39에 있어서 모든 모델식의 도출이 완료되었다고 판정한 경우, 기계 학습 장치(200)는 학습 모델의 생성을 완료한다. 이상으로 학습 모델의 생성 수순이 완료된다.

[0122] (권장 처리 조건의 탐색 수순)

[0123] 기계 학습 장치(200)에 의한 권장 처리 조건의 탐색 수순은, 복수조의 데이터 세트와, 학습 모델과, 예측 데이터의 평가 조건에 기초하여 기판 처리의 권장 처리 조건을 도출하는 것을 포함한다. 권장 처리 조건을 도출하는 것은, 유전적 알고리즘에 의해 권장 처리 조건을 탐색하는 연산 프로세스를 포함해도 된다. 복수조의 데이

터 세트와, 복수의 모델식과, 복수 항목의 예측값을 평가하는 평가 조건에 기초하여 권장 처리 조건을 도출해도 된다. 예를 들어, 복수 항목의 예측값의 변동에 관한 조건을 포함하는 평가 조건에 기초하여 권장 처리 조건을 도출해도 된다.

[0124] 도 11에 예시하는 바와 같이, 기계 학습 장치(200)는, 먼저 스텝 S51, S52를 실행한다. 스텝 S51에서는, 조건 탐색부(216)가, 평가 조건 입력부(121)로부터의 평가 조건의 입력을 대기한다. 스텝 S52에서는, 조건 탐색부(216)가, 권장 처리 조건의 도출용의 상기 학습 조건을 설정하고, 당해 학습 조건에 따른 권장 처리 조건의 도출을 탐색 연산부(211)에 요구한다. 예를 들어 조건 탐색부(216)는, 데이터 보유부(213)가 기억하는 복수조의 데이터 세트 처리 조건을 제1 세대의 복수의 개체로 한다. 또한, 조건 탐색부(216)는, 평가 조건 입력부(121)가 입력한 평가 조건에 기초하여 평가 스코어의 도출 방법 및 평가 스코어의 허용 레벨을 정한다.

[0125] 계속해서, 기계 학습 장치(200)는, 스텝 S53, S54, S55를 실행한다. 스텝 S53에서는, 탐색 연산부(211)가, 모델 보유부(215)가 기억하는 학습 모델에 각 처리 조건을 입력하여 예측 데이터를 도출한다. 스텝 S54에서는, 탐색 연산부(211)가 예측 데이터의 평가 스코어를 도출한다. 스텝 S55에서는, 탐색 연산부(211)가, 평가 스코어가 허용 레벨인 처리 조건이 존재하는지 여부를 확인한다.

[0126] 스텝 S55에 있어서, 평가 스코어가 허용 레벨인 처리 조건이 존재하지 않는다고 판정한 경우, 기계 학습 장치(200)는 스텝 S56을 실행한다. 스텝 S56에서는, 탐색 연산부(211)가 평가 스코어가 허용 레벨로부터 먼 처리 조건을 도태시키면서, 복수의 처리 조건을 교차, 역위, 및 돌연변이 등의 연산에 의해 차세대의 복수의 처리 조건으로 진화시킨다. 그 후, 기계 학습 장치(200)는 처리를 스텝 S53으로 복귀시킨다. 이후, 평가 스코어가 허용 레벨이 되는 처리 조건이 도출될 때까지 처리 조건의 평가 스코어의 도출, 처리 조건의 도태, 및 처리 조건의 진화가 반복된다.

[0127] 스텝 S55에 있어서, 평가 스코어가 허용 레벨인 처리 조건이 존재한다고 판정한 경우, 기계 학습 장치(200)는 스텝 S57, S58을 실행한다. 스텝 S57에서는, 탐색 연산부(211)가, 평가 스코어가 가장 양호한 값인 처리 조건을 권장 처리 조건으로 한다. 스텝 S58에서는, 조건 탐색부(216)가, 탐색 연산부(211)에 의해 도출된 권장 처리 조건을 취득하여 탐색 결과 취득부(122)에 출력한다. 이상으로 권장 처리 조건의 탐색 수순이 완료된다.

[0128] 권장 처리 조건을 도출하는 것은, 상술한 유전적 알고리즘에 의해 권장 처리 조건을 탐색하는 연산 프로세스에 한정되지 않는다. 예를 들어, 스텝 S55에 있어서, 평가 스코어가 허용 레벨이 될 때까지 처리 조건의 변경과 평가 스코어의 도출을 반복하는 연산 프로세스에 의해서도 권장 처리 조건을 도출하는 것이 가능하다.

[0129] 〔구체예〕

[0130] 일례로서, 현상 유닛(U3)에 있어서의 현상 처리의 처리 조건의 설정 지원 수순을 구체적으로 예시한다. 현상 유닛(U3)에 있어서의 현상 처리의 처리 조건은, 예를 들어 웨이퍼(W)의 회전 속도, 현상액의 공급량, 현상액의 공급 시간, 린스액의 공급량, 린스액의 토출 시간, 털어내기 건조 시간, 노즐(31)의 이동 개시 위치, 노즐(31)의 이동 속도, 및 노즐(31) 이동 종료 위치 등을 포함한다. 이 중, 권장 처리 조건이 필요한 항목은, 예를 들어 현상액의 공급 중에 있어서의 웨이퍼(W)의 회전 속도 및 노즐(31)의 이동 속도이다. 이 경우에, 상기 스텝 S01 내지 S09에 있어서는, 웨이퍼(W)의 회전 속도 및 노즐(31)의 이동 속도를 변화시키면서, 기계 학습 장치(200)에 데이터 세트를 입력하는 것이 반복된다.

[0131] 예를 들어, 스텝 S01 내지 S09에서는, 웨이퍼(W)의 회전 속도를 200rpm으로 한 상태에서, 노즐(31)의 이동 속도가 15㎜/s, 20㎜/s, 25㎜/s가 되고, 다음으로 웨이퍼(W)의 회전 속도를 250rpm으로 한 상태에서, 노즐(31)의 이동 속도가 15㎜/s, 20㎜/s, 25㎜/s가 되고, 다음으로 웨이퍼(W)의 회전 속도를 300rpm으로 한 상태에서, 노즐(31)의 이동 속도가 15㎜/s, 20㎜/s, 25㎜/s가 된다. 이들 처리 조건 중 어느 것으로 실행되는 스텝 S04에 있어서, 처리액의 공급 상태에 불량이 발생하였다고 판정된 경우, 당해 처리 조건에 대응하는 데이터 세트는 기계 학습 장치(200)로의 입력 대상으로부터 제외된다. 이 경우, 기계 학습에 필요한 수의 데이터 세트를 얻기 위해, 스텝 S09에 의해 처리 조건의 추가 변경이 행해진다. 예를 들어, 회전 속도 300rpm, 또한 이동 속도 25㎜/s의 처리 조건에서 현상액의 액 튐이 발생하였다고 판정된 경우, 회전 속도가 290rpm으로 변경되고, 다시 회전 속도 290rpm, 또한 이동 속도 25㎜/s의 조건에서의 실적 데이터가 취득된다.

[0132] 스텝 S05에 있어서는, 예를 들어 n개소로 분할된 웨이퍼(W)의 분할 영역의 각각에 있어서의 선폭의 평균값이, n개의 선폭 실적값으로서 취득된다. 이 경우에 있어서의 데이터 세트를 이하에 예시한다.

[0133] 처리 조건: 웨이퍼(W)의 회전 속도＝200rpm, 노즐의 이동 속도＝15㎜/s

[0134] 실적 데이터: W1＝23㎚, W2＝28㎚, W3＝31㎚, ・・・Wn＝24㎚(Wi: 분할 영역 i에 있어서의 선폭 평균값)

[0135] 이 데이터 세트에 기초하여 기계 학습 장치(200)에 있어서 생성되는 학습 모델은, 예를 들어 웨이퍼(W)의 회전 속도 및 노즐의 이동 속도의 입력에 응답하여, n개소의 분할 영역에 있어서의 선폭 평균값의 예측값을 출력하는 것이 된다. 스텝 S12에서는, 상기 평가 스코어의 산출식으로서, 예를 들어 n개의 선폭 예측값의 표준 편차의 산출식이 설정되고, 상기 허용 레벨로서, 표준 편차의 허용값이 설정된다. 이와 같이 설정된 평가 조건에 기초하여, 기계 학습 장치(200)에 있어서는, 웨이퍼(W)의 회전 속도 및 노즐(31)의 이동 속도의 권장값(예를 들어, 웨이퍼(W)의 회전 속도＝234rpm, 노즐(31)의 이동 속도＝22rpm)이 상기 권장 처리 조건으로서 도출된다.

[0136] 〔본 실시 형태의 효과〕

[0137] 이상에 설명한 바와 같이, 본 실시 형태에 관한 기판 처리의 조건 설정 지원 방법은, 웨이퍼(W)로의 처리액의 공급을 포함하여 도포・현상 장치(2)에 의해 실행된 기판 처리의 처리 조건과, 당해 기판 처리의 품질에 관한 실적 데이터를 포함하는 데이터 세트를 기계 학습 장치(200)에 입력하는 것과, 복수조의 데이터 세트에 기초하는 기계 학습에 의해 기계 학습 장치(200)가 생성한 모델이며, 처리 조건의 입력에 응답하여 기판 처리의 품질에 관한 예측 데이터를 출력하는 학습 모델에 기초하여 기판 처리의 권장 처리 조건을 도출하는 것을 포함한다.

[0138] 이 조건 설정 지원 방법에 의하면, 기계 학습에 의해 생성된 학습 모델에 기초하여 권장 처리 조건이 도출되므로, 적절한 처리 조건을 효율적으로 탐색할 수 있다. 따라서, 기판 처리의 처리 조건을 설정하는 작업의 간소화에 유효하다.

[0139] 기판 처리의 조건 설정 지원 방법은, 권장 처리 조건에 따라서 도포・현상 장치(2)에 기판 처리를 더 실행시키는 것과, 권장 처리 조건에 따른 기판 처리의 품질에 관한 추가 실적 데이터를 더 취득하는 것과, 권장 처리 조건과 추가 실적 데이터를 포함하는 추가 데이터 세트를 기계 학습 장치(200)에 더 입력하는 것과, 추가 데이터 세트에 기초하여 기계 학습 장치(200)가 갱신한 학습 모델에 기초하여 권장 처리 조건을 갱신하는 것을 포함하고 있어도 된다. 이 경우, 권장 처리 조건과 추가 실적 데이터의 피드백에 의해 권장 처리 조건이 갱신된다. 따라서, 보다 적절한 처리 조건을 효율적으로 탐색할 수 있다.

[0140] 기판 처리의 조건 설정 지원 방법은, 권장 처리 조건을 평가하는 것을 더 포함하고, 권장 처리 조건에 따라서 도포・현상 장치(2)에 기판 처리를 더 실행시키는 것과, 추가 실적 데이터를 더 취득하는 것과, 추가 데이터 세트를 기계 학습 장치(200)에 더 입력하는 것과, 추가 데이터 세트에 기초하여 기계 학습 장치(200)가 갱신한 학습 모델에 기초하여 권장 처리 조건을 갱신하는 것을, 권장 처리 조건의 평가 결과가 소정의 레벨에 도달할 때까지 반복해도 된다. 이 경우, 반복 처리에 의해, 보다 적절한 처리 조건을 효율적으로 탐색할 수 있다.

[0141] 권장 처리 조건을 도출하는 것은, 예측 데이터의 평가 조건을 기계 학습 장치(200)에 입력하는 것과, 복수조의 데이터 세트와, 학습 모델과, 평가 조건에 기초하여 기계 학습 장치(200)가 도출한 권장 처리 조건을 취득하는 것을 포함하고 있어도 된다. 이 경우, 권장 처리 조건의 탐색도 기계 학습 장치(200)에서 행하기 때문에, 적절한 처리 조건을 더욱 효율적으로 탐색할 수 있다.

[0142] 기판 처리의 조건 설정 지원 방법에서는, 복수 항목의 실적값을 포함하는 실적 데이터를 취득하고, 처리 조건의 입력에 응답하여 복수 항목의 예측값을 각각 출력하는 복수의 모델식을 포함하는 학습 모델을 생성하는 기계 학습 장치(200)에 데이터 세트를 입력하고, 복수 항목의 예측값을 평가하는 평가 조건을 기계 학습 장치(200)에 입력해도 된다. 이 경우, 평가 조건을 복수 항목으로 전개함으로써 처리의 품질을 보다 적절하게 평가하여, 보다 적절한 처리 조건을 탐색할 수 있다.

[0143] 기판 처리의 조건 설정 지원 방법에서는, 복수 항목 중 적어도 일부에 있어서의 예측값의 변동에 관한 조건을 포함하는 평가 조건을 기계 학습 장치(200)에 입력해도 된다. 이 경우, 복수 항목을 효율적으로 평가할 수 있으므로, 보다 적절한 처리 조건을 효율적으로 탐색할 수 있다.

[0144] 기판 처리의 조건 설정 지원 방법에서는, 기판 처리 후에 있어서의 웨이퍼(W)의 품질을 나타내는 처리 후 항목과, 기판 처리 도중에 있어서의 처리액의 공급 상태를 나타내는 처리 중 항목의 실적값을 포함하는 실적 데이터를 취득하여, 처리 중 항목의 실적값에 기초하여 기계 학습 장치(200)에 입력할 데이터 세트를 선택해도 된다. 이 경우, 처리 중의 이상을 처리 중의 데이터로서 직접적으로 파악함으로써, 처리 후의 품질에 기초하는 권장 처리 조건의 탐색 범위를 좁힐 수 있다. 따라서, 적절한 처리 조건을 보다 효율적으로 탐색할 수 있다.

[0145] 기판 처리의 조건 설정 지원 방법은, 데이터 세트를 기계 학습 장치(200)에 입력하기 전에, 당해 데이터 세트의 실적 데이터로부터, 기판 처리와는 다른 요인에 기인하는 성분을 제외하는 것을 더 포함하고 있어도 된다. 이

경우, 보다 적절한 처리 조건을 탐색할 수 있다.

[0146] 기판 처리는, 웨이퍼(W)의 표면(Wa)에 있어서 노광 처리가 실시된 감광성 피막에 현상액을 공급하는 현상 처리를 포함해도 되고, 현상 처리에 의해 웨이퍼(W)의 표면(Wa)에 형성된 패턴의 선폭의 실적값을 포함하는 실적 데이터를 취득해도 된다. 기판 처리가 현상 처리를 포함하고 있는 경우, 적합한 처리 조건을 도출하기 위해서는 막대한 노동력을 요하는 경향이 있다. 이 때문에, 상기한 조건 설정 지원 방법에 의하면, 적절한 처리 조건을 효율적으로 탐색할 수 있어, 유효성이 현저하다.

[0147] 기판 처리는, 웨이퍼(W)의 표면(Wa)에 성막액을 도포하여 피막을 형성하는 성막 처리를 포함해도 되고, 성막 처리에 의해 웨이퍼(W)의 표면(Wa)에 형성된 피막의 막 두께의 실적값을 포함하는 실적 데이터를 취득해도 된다. 기판 처리가 성막 처리를 포함하고 있는 경우도, 기판 처리의 품질은 처리 조건에 대해 매우 민감하므로, 적합한 처리 조건을 도출하기 위해서는 막대한 노동력을 요하는 경향이 있다. 이 때문에, 상기한 조건 설정 지원 방법에 의하면, 적절한 처리 조건을 효율적으로 탐색할 수 있어, 유효성이 현저하다.

[0148] 이상, 실시 형태에 대해 설명하였지만, 본 개시는 반드시 상술한 실시 형태에 한정되는 것은 아니며, 그 요지를 일탈하지 않는 범위에서 다양한 변경이 가능하다. 예를 들어, 처리 대상 기판은 반도체 웨이퍼에 한정되지 않고, 예를 들어 유리 기판, 마스크 기판, FPD(Flat Panel Display) 등이어도 된다.

부호의 설명

[0149] 2: 도포·현상 장치(기판 처리 장치)

11, 12, 13, 14: 처리 모듈(처리부)

112: 처리 제어부

113: 데이터 취득부

114: 데이터 입력부

115: 권장 조건 도출부

121: 평가 조건 입력부

122: 탐색 결과 취득부

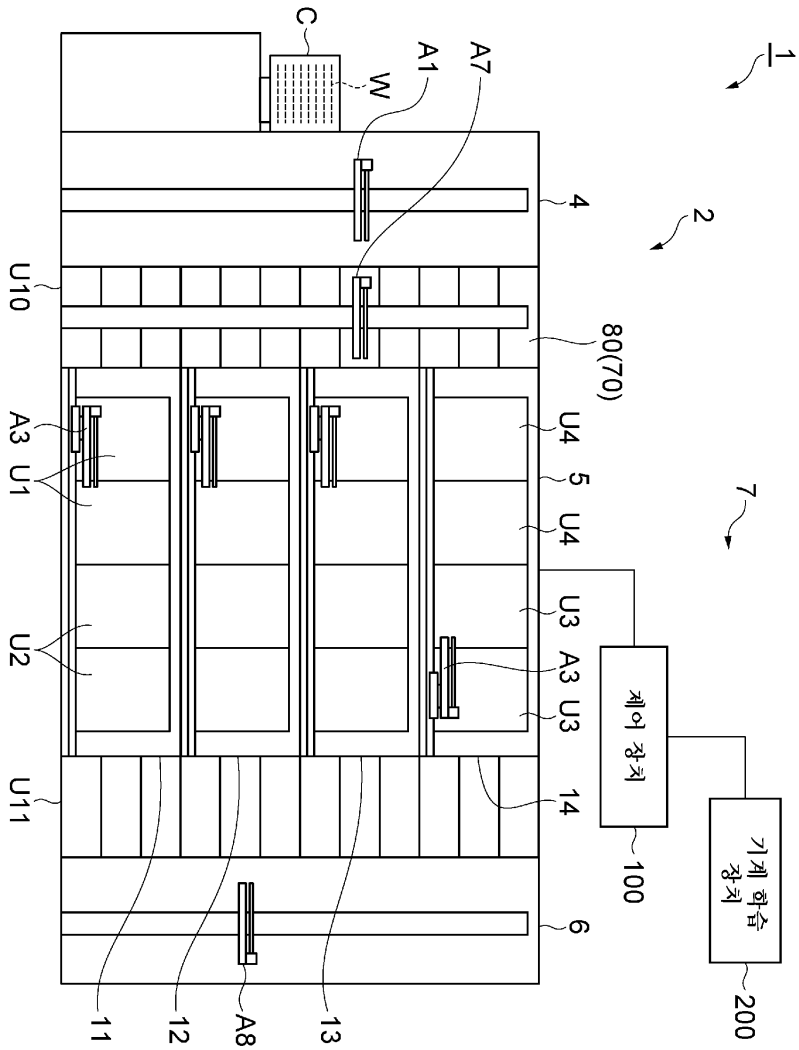
214: 모델 생성부

W: 웨이퍼

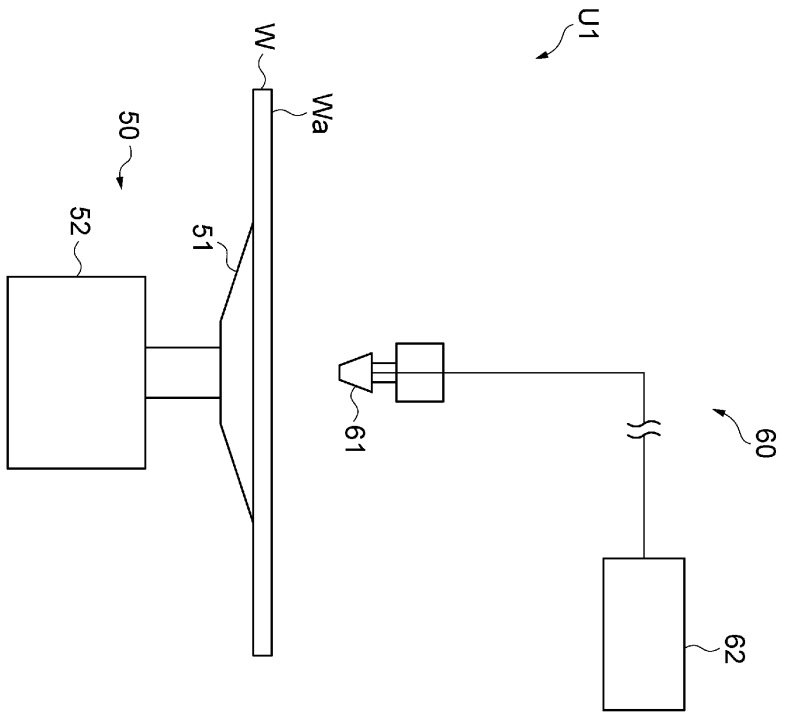
Wa: 표면

도면

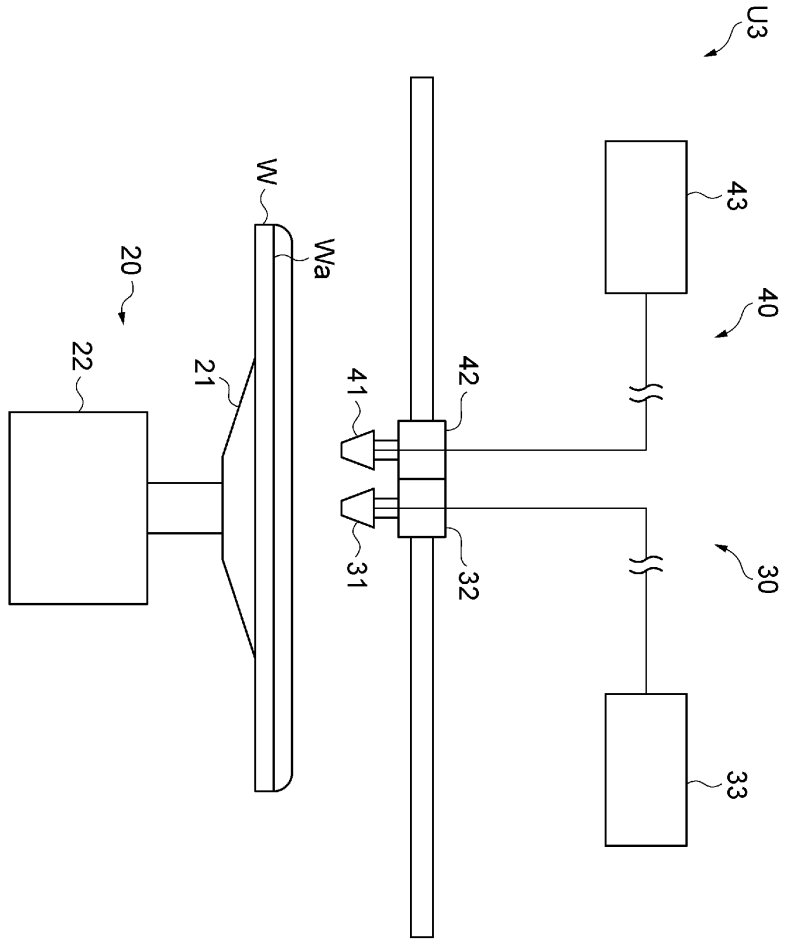
도면1


C
W
A1
A7
1
2
4
U10
80(70)
A3
U1
U4
5
U4
7
U2
U3
A3
U3
제어 장치
U11
14
100
기계 학습 장치
6
200
11
12
A8
13

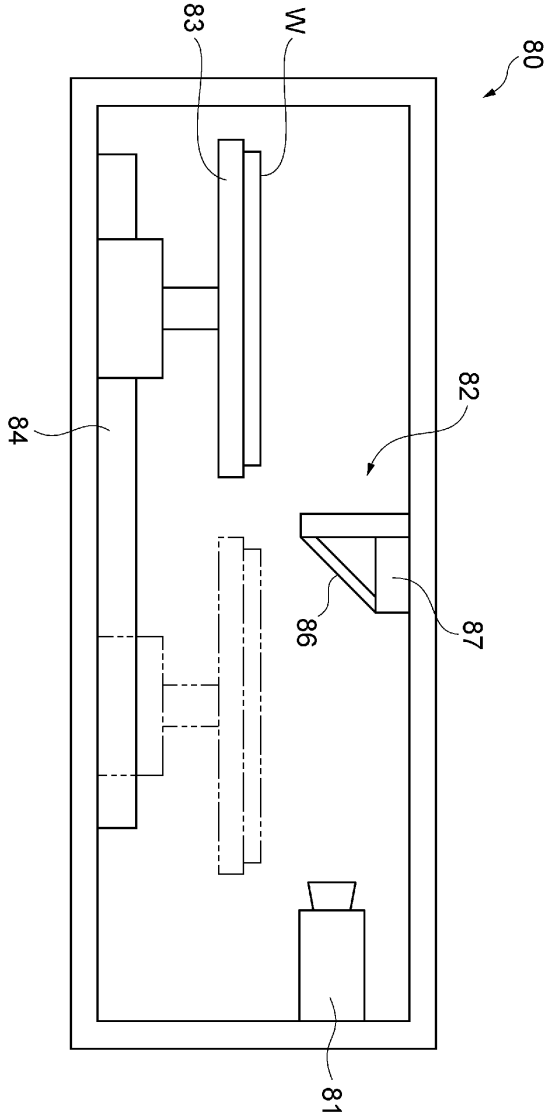
도면2



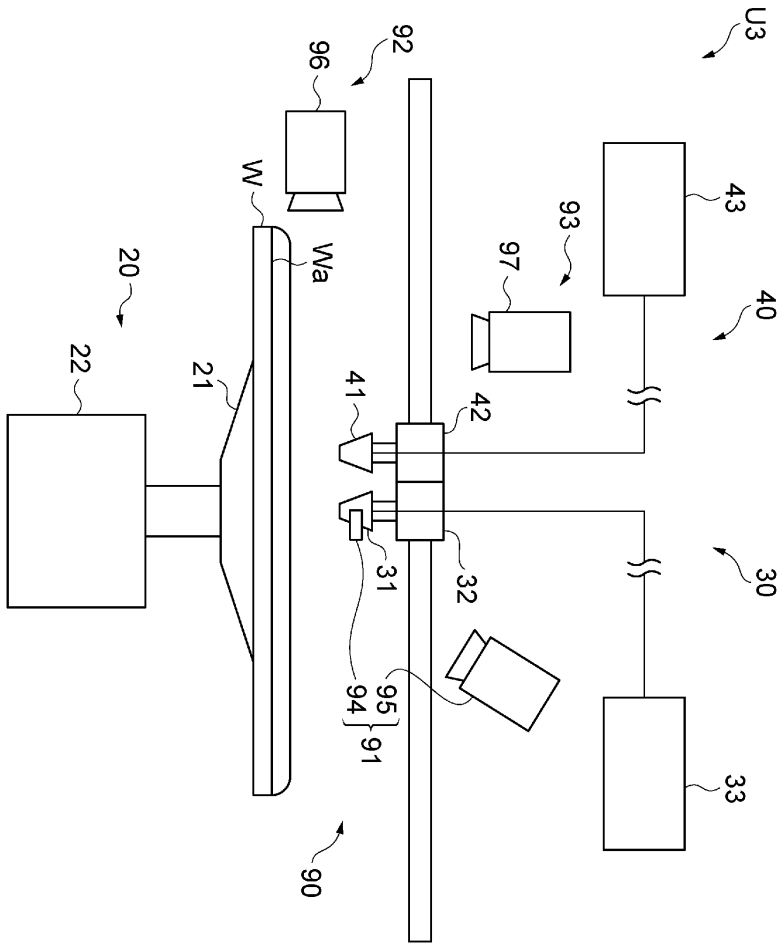
도면3



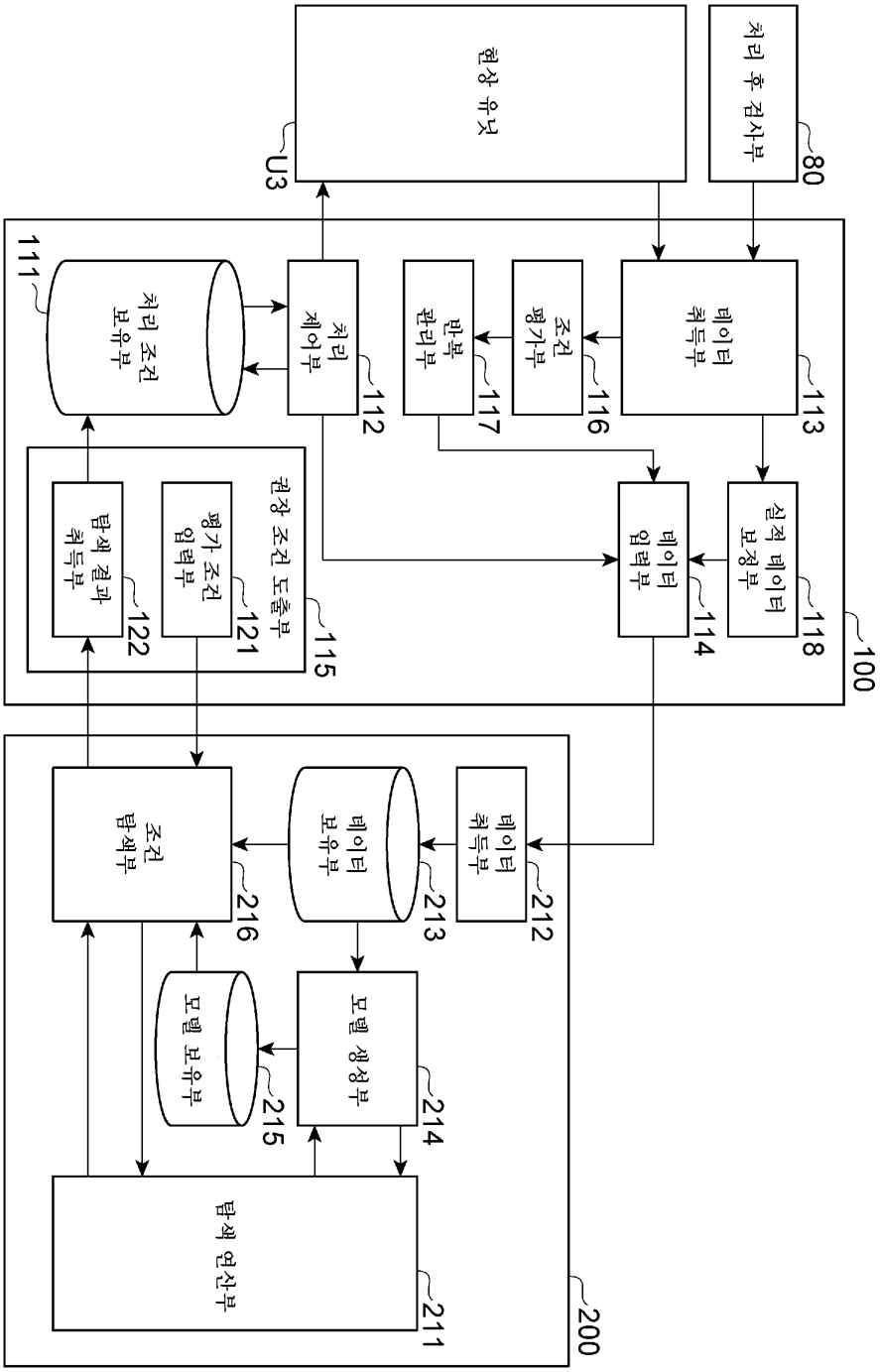
도면4



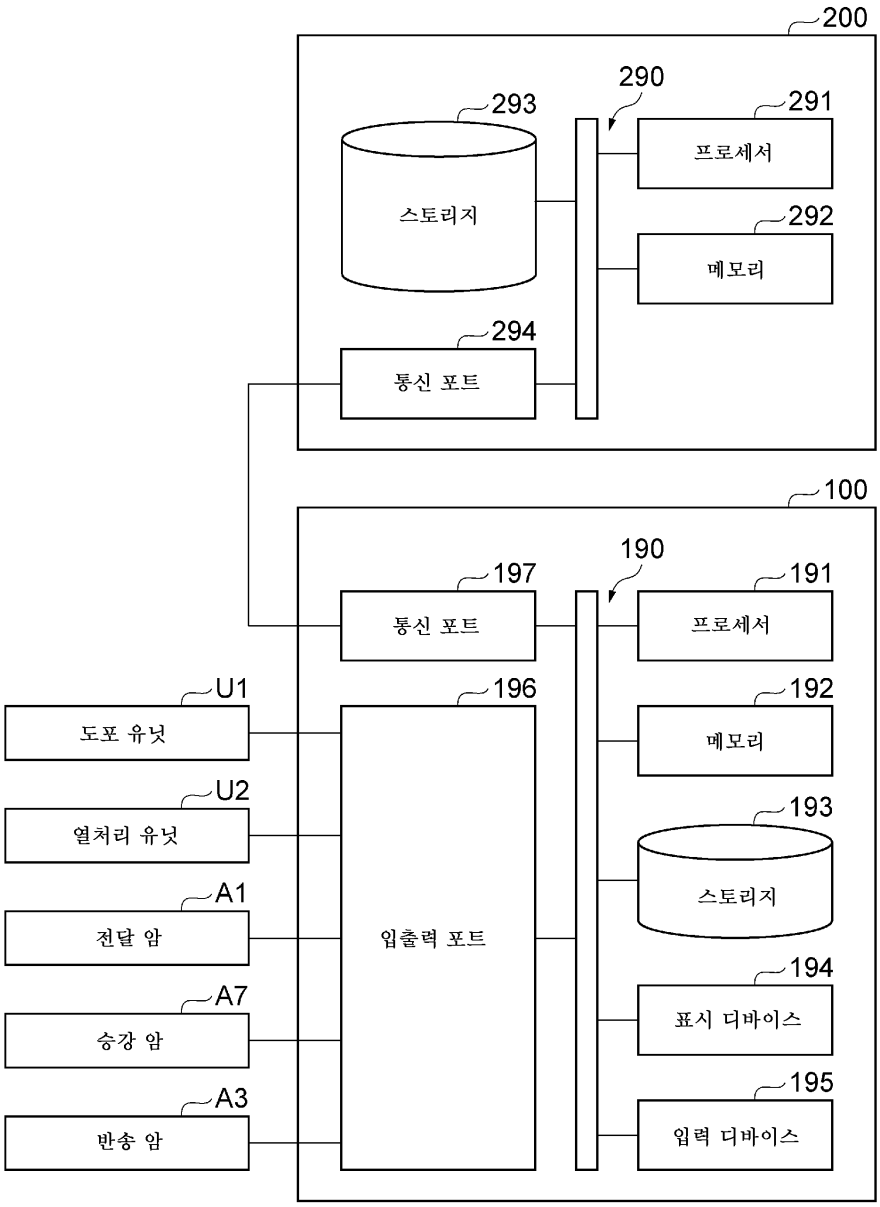
도면5



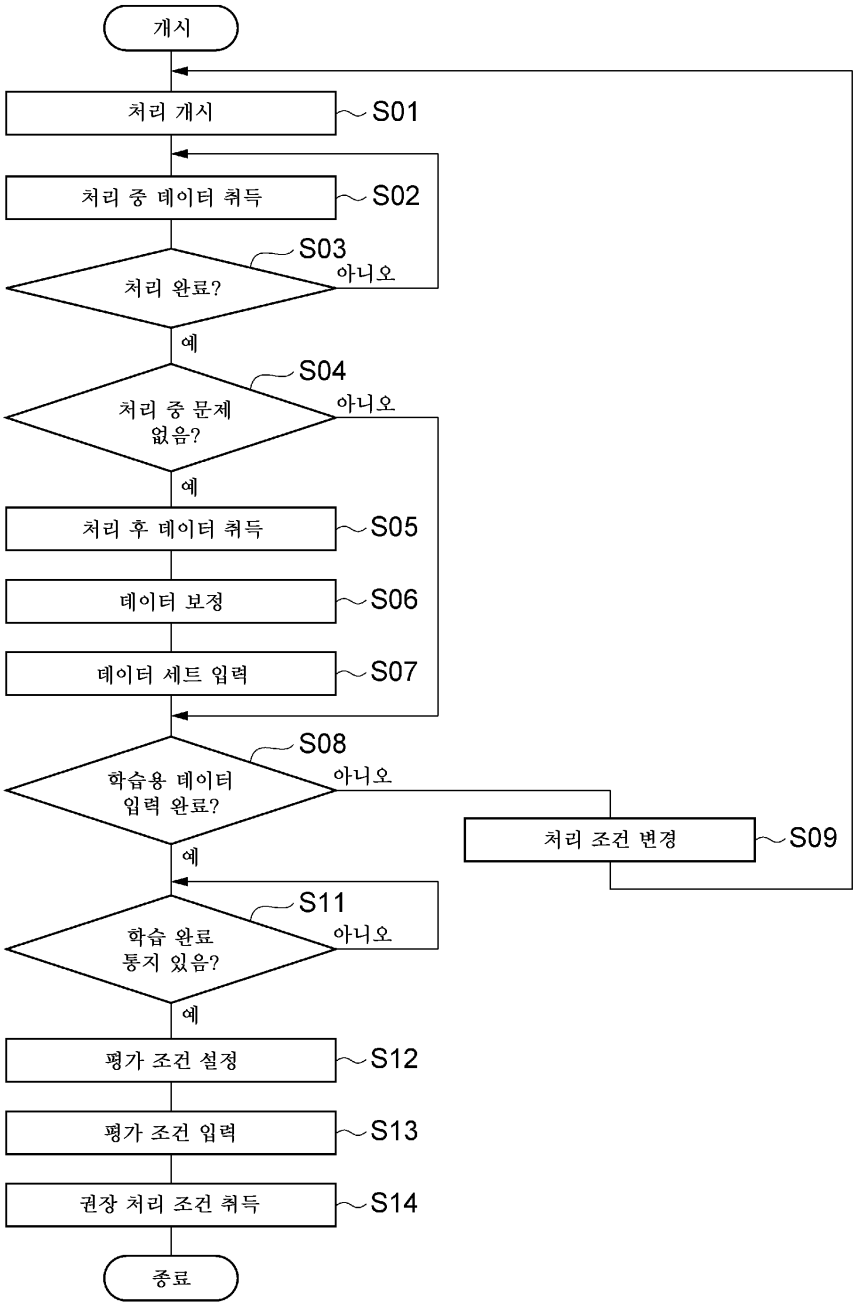
도면6


현상 유닛
U3
처리 후 검사부
80
111
처리 조건 보유부
처리 제어부
112
반복 판단부
117
조건 평가부
116
데이터 취득부
113
권장 조건 도출부
115
탐색 결과 취득부
122
평가 조건 입력부
121
데이터 입력부
114
실적 데이터 보정부
118
100
조건 탐색부
216
데이터 보유부
213
데이터 취득부
212
모델 보유부
215
모델 생성부
214
탐색 연산부
211
200

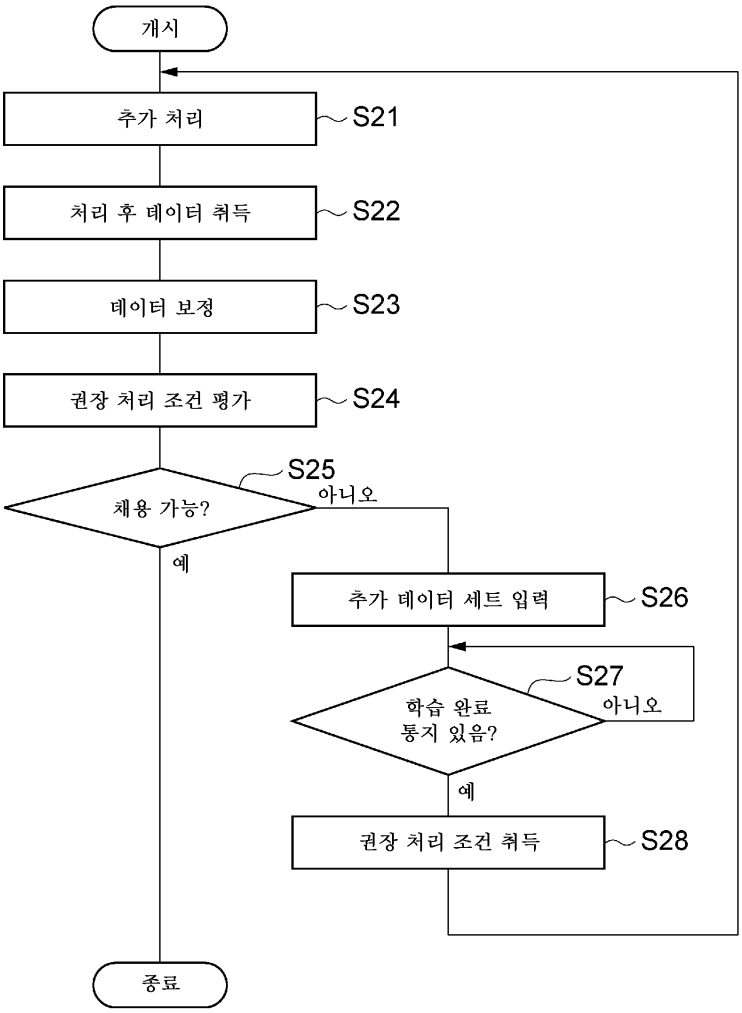
도면7


200
290
293
291
프로세서
스토리지
292
메모리
294
통신 포트
100
190
197
191
통신 포트
프로세서
U1
196
192
도포 유닛
메모리
U2
193
열처리 유닛
스토리지
A1
입출력 포트
전달 암
194
A7
표시 디바이스
승강 암
195
A3
입력 디바이스
반송 암

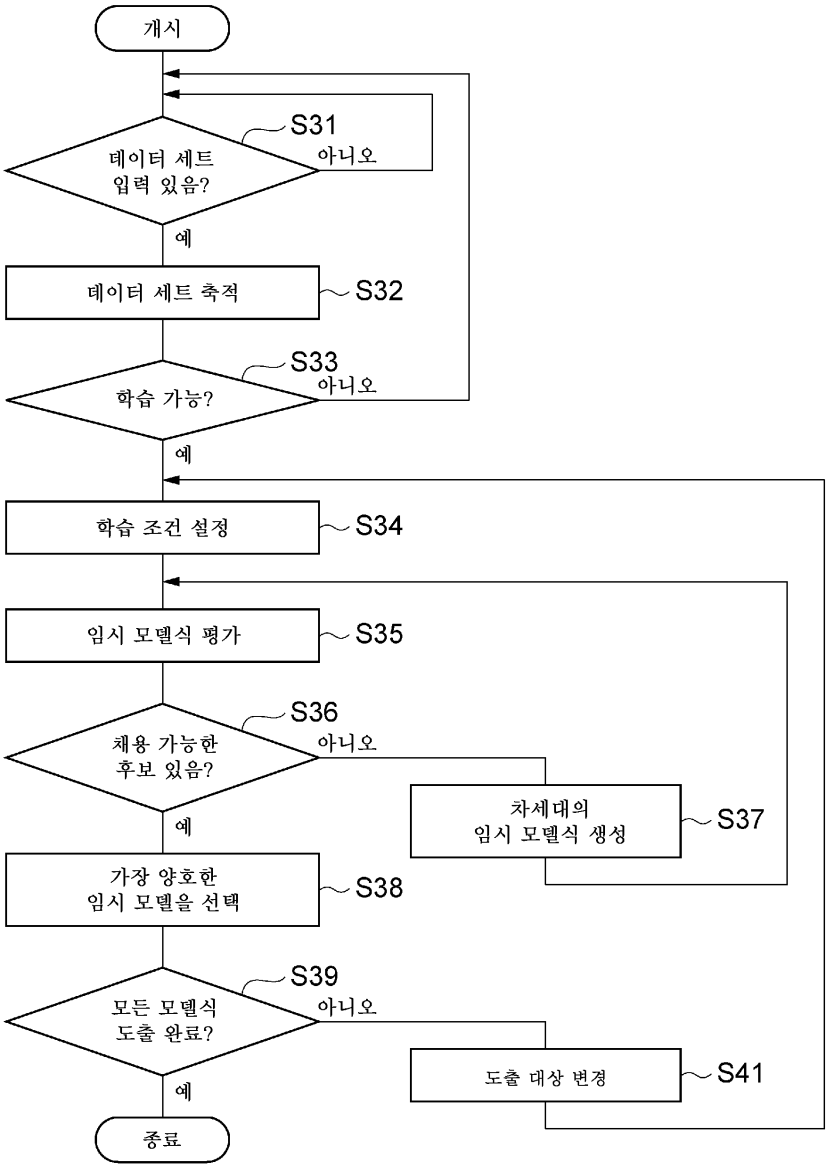
도면8


개시
처리 개시
S01
처리 중 데이터 취득
S02
S03
처리 완료?
아니오
예
S04
처리 중 문제 없음?
아니오
예
처리 후 데이터 취득
S05
데이터 보정
S06
데이터 세트 입력
S07
S08
학습용 데이터 입력 완료?
아니오
처리 조건 변경
S09
예
S11
학습 완료 통지 있음?
아니오
예
평가 조건 설정
S12
평가 조건 입력
S13
권장 처리 조건 취득
S14
종료

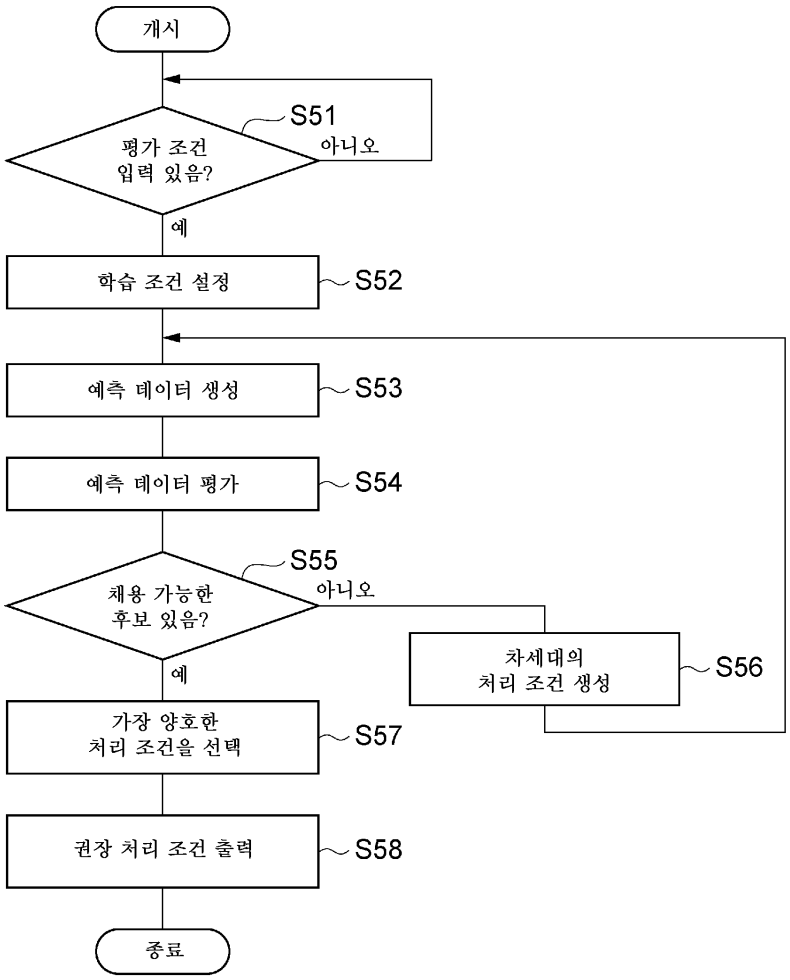
도면9


개시
추가 처리
S21
처리 후 데이터 취득
S22
데이터 보정
S23
권장 처리 조건 평가
S24
S25
채용 가능?
아니오
예
추가 데이터 세트 입력
S26
S27
학습 완료
통지 있음?
아니오
예
권장 처리 조건 취득
S28
종료

도면10


개시
S31
데이터 세트
입력 있음?
아니오
예
데이터 세트 축적
S32
S33
학습 가능?
아니오
예
학습 조건 설정
S34
임시 모델식 평가
S35
S36
채용 가능한
후보 있음?
아니오
차세대의
임시 모델식 생성
S37
예
가장 양호한
임시 모델을 선택
S38
S39
모든 모델식
도출 완료?
아니오
도출 대상 변경
S41
예
종료

도면11


개시
S51
평가 조건
입력 있음?
아니오
예
학습 조건 설정
S52
예측 데이터 생성
S53
예측 데이터 평가
S54
S55
채용 가능한
후보 있음?
아니오
차세대의
처리 조건 생성
S56
예
가장 양호한
처리 조건을 선택
S57
권장 처리 조건 출력
S58
종료