



등록특허 10-2699351



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년08월30일
(11) 등록번호 10-2699351
(24) 등록일자 2024년08월22일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B24B 49/12 (2006.01) *B24B 37/34* (2012.01)
B24B 53/017 (2012.01) *H01L 21/67* (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B24B 49/12 (2013.01)
B24B 37/34 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7033357
- (22) 출원일자(국제) 2019년04월25일
심사청구일자 2022년04월14일
- (85) 번역문제출일자 2020년11월19일
- (65) 공개번호 10-2021-0002580
- (43) 공개일자 2021년01월08일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2019/017691
- (87) 국제공개번호 WO 2019/208712
국제공개일자 2019년10월31일
- (30) 우선권주장
JP-P-2018-085143 2018년04월26일 일본(JP)
JP-P-2019-071994 2019년04월04일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문현
JP2001198794 A*
(뒷면에 계속)

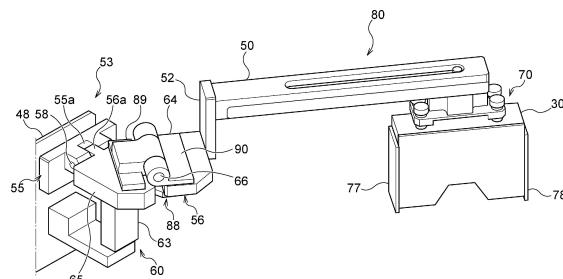
전체 청구항 수 : 총 24 항

심사관 : 최정섭

(54) 발명의 명칭 연마 패드의 표면 성상 측정 장치를 구비한 연마 장치 및 연마 시스템

(57) 요 약

본 발명은, 반도체 웨이퍼 등의 기판의 연마에 사용되는 연마 패드의 표면 성상을 측정하는 표면 성상 측정 장치를 구비한 연마 장치, 및 이와 같은 연마 장치를 포함하는 연마 시스템에 관한 것이다. 연마 장치는, 연마 패드(2)의 표면 성상을 측정하는 표면 성상 측정 장치(30)와, 표면 성상 측정 장치(30)를 지지하는 지지 암(50)과, 지지 암(50)에 연결되고, 표면 성상 측정 장치(30)를 대피 위치로부터 측정 위치로 자동으로 이동시키는 이동 유닛(53)을 구비한다.

대 표 도

(52) CPC특허분류

B24B 53/017 (2013.01)

H01L 21/67092 (2013.01)

(56) 선행기술조사문현

JP10296615 A*

JP05312526 A*

JP10197219 A*

KR101657993 B1

KR1019960039174 A

KR1020160049436 A

KR1020160079671 A

KR1020160112992 A

KR200337279 Y1

US06126511 A

US20010012749 A1

US20160184960 A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문현

명세서

청구범위

청구항 1

연마 패드의 표면 성상을 측정하는 표면 성상 측정 장치와,

상기 표면 성상 측정 장치를 지지하는 지지 암과,

상기 지지 암에 연결되고, 상기 표면 성상 측정 장치를 대체 위치로부터 측정 위치로 자동으로 이동시키는 이동 유닛과,

상기 측정 위치로 이동시킨 상기 표면 성상 측정 장치의 하면이 상기 연마 패드의 표면에 대하여 평행해지도록,

상기 표면 성상 측정 장치의 자세를 자동으로 조정하는 자세 조정 기구를 구비하고,

상기 자세 조정 기구는, 상기 지지 암의 하방에 배치되는 지지대와, 상기 표면 성상 측정 장치의 상면에 고정되고, 상기 지지대에 형성된 관통 구멍을 통하여 연장되는 적어도 하나의 조정 편을 가지고 있는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 이동 유닛은,

상기 연마 장치에 고정되는 고정 블록과,

상기 지지 암에 연결되는 회동 블록과,

상기 회동 블록을 상기 고정 블록에 대하여 회동 가능하게 연결하는 회전축과,

상기 회동 블록을 회동시키는 회동 기구를

구비한 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 회동 기구는, 상기 회동 블록에 연결되는 피스톤과, 상기 피스톤을 진퇴 가능하게 수용하는 실린더로 구성되는 피스톤 실린더 기구인 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 회전축은, 상기 회동 블록에 고정되어 있으며,

상기 회동 기구는, 상기 회전축에 연결된 모터인 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

청구항 5

제2항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 회동 블록은, 상기 지지 암에 연결되는 제1 플레이트와, 상기 고정 블록에 연결되는 제2 플레이트에 의해 구성되고,

상기 제2 플레이트는, 회전 편에 의해 상기 제1 플레이트에 대하여 회동 가능하게 연결되어 있는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

청구항 6

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 조정 편은, 상기 관통 구멍의 직경보다도 작은 직경을 가지고, 상기 지지대에 형성된 관통 구멍을 통하여 연장되는 편 본체와, 상기 지지대보다도 상방에 위치하며, 상기 관통 구멍의 직경보다도 큰 사이즈를 갖는 편헤드를 갖는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

청구항 7

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 표면 성상 측정 장치는, 상기 연마 패드의 연마면에 대하여 비스듬하게 가압 기체를 분사하는 노즐을 구비하고 있는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 표면 성상 측정 장치는, 연마 패드의 표면 성상을 측정하기 위한 측정 구조를 수용하는 케이싱을 가지고 있으며,

상기 케이싱의 하부에는, 노치가 형성되어 있으며,

상기 노즐은, 상기 노치의 개구를 향해서 상기 가압 기체가 흐르도록, 상기 가압 기체를 분사하는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

청구항 9

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 지지 암을 따라서, 상기 연마 패드에 대한 상기 표면 성상 측정 장치의 위치를 변위시키는 변위 기구를 더 구비하고,

상기 변위 기구는,

상기 지지 암을 따라 연장되는 긴 구멍과,

상기 긴 구멍에 삽입되는 지지 축을 가지고,

상기 지지 축은, 상기 표면 성상 측정 장치에 연결되는 축 본체와, 상기 긴 구멍의 내부에 형성된 단차부에 접촉하여, 상기 축 본체에 연결된 표면 성상 측정 장치를 지지하는 축 헤드를 갖는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 변위 기구는, 상기 표면 성상 측정 장치에 연결되는 피스톤과, 상기 피스톤을 진퇴 가능하게 수용하는 실린더를 더 구비하고,

상기 변위 기구의 실린더는, 상기 지지 암에 고정되는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

청구항 11

삭제

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 표면 성상 측정 장치는,

연마 패드의 표면 성상을 측정하기 위한 측정 구조를 수용하는 케이싱과,

상기 케이싱에 고정되는 위치 결정 플레이트를 가지고 있으며,

상기 위치 결정 플레이트는 해당 위치 결정 플레이트를 상기 연마 패드에 접촉시켰을 때에, 연직 방향에 있어서의 상기 연마 패드로부터 상기 측정 구조까지의 거리, 및 상기 연마 패드에 대한 상기 표면 성상 측정 장치의 각도를 일정하게 유지하는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

청구항 13

제7항에 있어서,

상기 표면 성상 측정 장치는,

연마 패드의 표면 성상을 측정하기 위한 측정 구조를 수용하는 케이싱과,

상기 케이싱에 배치되고, 투광성을 갖는 2개의 필터를 가지고 있으며,

상기 측정 구조는 적어도 광원과 수광부를 가지고 있으며,

상기 광원으로부터 출사된 광은, 상기 2개의 필터 중 한 쪽을 통해, 상기 연마 패드에 조사되고,

상기 연마 패드에서 반사된 반사광은, 상기 2개의 필터 중 다른 쪽을 통해, 수광부에 수광되는 것을 특징으로 하는 연마 장치.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 연마 패드의 표면을 드레싱하는 드레서를 더 구비하고,

상기 표면 성상 측정 장치는, 상기 드레서에 설치되어 있으며,

상기 지지 암은, 상기 드레서에 연결되는 드레서 샤프트를 회전 가능하게 지지하는 드레서 암이며,

상기 이동 유닛은, 상기 드레서 샤프트를 상기 드레서 암에 대하여 상하 이동시키는 승강 액추에이터와, 상기 드레서 암에 연결된 지지축을 요동시키는 회전 액추에이터를 포함하는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 표면 성상 측정 장치는, 상기 연마 패드를 드레싱하고 있는 사이에, 상기 연마 패드의 표면 성상을 측정하는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

청구항 16

제14항 또는 제15항에 있어서,

상기 드레서에 마련된 드레싱 부재는, 그 상면으로부터 하면까지 연장되는 관통 구멍을 갖는 링 형상을 갖고 있으며,

상기 표면 성상 측정 장치는, 상기 드레싱 부재의 상기 관통 구멍을 통해 상기 연마 패드의 표면 성상을 측정하는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

청구항 17

제15항에 있어서,

상기 표면 성상 측정 장치는, 상기 드레서에 복수 설치되어 있는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 복수의 표면 성상 측정 장치의 몇몇은, 상기 연마 패드에 레이저광을 조사하고, 해당 연마 패드의 표면에서 반사한 반사광을 수광함으로써 패드 표면 성상을 측정하는 표면 성상 측정 장치인 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

청구항 19

제17항 또는 제18항에 있어서,

상기 복수의 표면 성상 측정 장치의 몇몇은, 활상 장치가 취득한 상기 연마 패드의 표면 화상 정보로부터 패드 표면 성상을 측정하는 표면 성상 측정 장치인 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

청구항 20

제17항 또는 제18항에 있어서,

상기 드레서에 마련된 드레싱 부재는, 그 상면으로부터 하면까지 연장되는 관통 구멍을 갖는 링 형상을 갖고 있으며,

상기 복수의 표면 성상 측정 장치의 하나는, 상기 드레싱 부재의 상기 관통 구멍을 통해 상기 연마 패드의 표면 성상을 측정하는 것을 특징으로 하는, 연마 장치.

청구항 21

제1항 내지 제4항, 제14항, 제15항, 제17항, 제18항 중 어느 한 항에 기재된 연마 장치와,

상기 연마 장치의 표면 성상 측정 장치를 사용하여 얻어진 연마 패드의 표면 성상의 데이터가 입력되는 처리 시스템을 구비하고,

상기 처리 시스템은,

상기 연마 장치로부터 출력된 상기 연마 패드의 표면 성상의 데이터가 입력되는 입력부와,

상기 입력부에 입력된 연마 패드의 표면 성상의 데이터에 기초하여, 상기 연마 장치의 드레싱 조건을 결정하는 처리부와,

상기 처리부에 의해 결정된 드레싱 조건을 상기 연마 장치로 출력하는 출력부를 구비하고,

상기 연마 장치는, 상기 출력부로부터 출력된 드레싱 조건에 기초하여, 상기 연마 패드를 드레싱하도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는, 연마 시스템.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 처리 시스템은, 상기 드레싱 조건을 결정하기 위한 교사 데이터를 미리 기억하고 있는 기억부를 더 구비하고 있으며,

상기 처리 시스템의 처리부는, 상기 교사 데이터에 기초하여, 상기 연마 장치의 드레싱 조건을 결정하는 것을 특징으로 하는, 연마 시스템.

청구항 23

제21항에 있어서,

상기 연마 장치는, 상기 연마 패드의 드레싱 후에 취득된 상기 연마 패드의 표면 성상의 데이터를 상기 처리 시스템의 입력부에 송신하고,

상기 처리 시스템의 처리부는, 상기 드레싱 후의 연마 패드의 표면 성상의 데이터에 기초하여, 드레싱의 필요성, 추가 드레싱의 필요성, 및 드레서의 교환을 결정하는 것을 특징으로 하는, 연마 시스템.

청구항 24

제21항에 있어서,

상기 연마 장치는, 상기 연마 패드의 드레싱 중에 취득된 상기 연마 패드의 표면 성상의 데이터를 상기 처리 시스템의 입력부에 송신하고,

상기 처리 시스템의 처리부는, 상기 드레싱 중의 연마 패드의 표면 성상의 데이터에 기초하여, 상기 연마 패드

의 드레싱 중에 상기 드레싱 조건을 변경하는 것을 특징으로 하는, 연마 시스템.

청구항 25

제21항에 있어서,

상기 처리 시스템은, 네트워크를 통해 상기 연마 장치와 접속되어 있는 것을 특징으로 하는, 연마 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 반도체 웨이퍼 등의 기판의 연마에 사용되는 연마 패드의 표면 성상을 측정하는 표면 성상 측정 장치를 구비한 연마 장치, 및 이와 같은 연마 장치를 포함하는 연마 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 근년, 반도체 디바이스의 고집적화·고밀도화에 수반하여, 회로의 배선이 점점 미세화하고, 다층 배선의 층수도 증가하고 있다. 회로의 미세화를 도모하면서 다층 배선을 실현하고자 하면, 하층 층의 표면 요철을 닦습하면서 단차가 보다 커지므로, 배선 층수가 증가하는 데 따라서, 박막 형성에 있어서의 단차 형상에 대한 막 피복성(스텝 커버리지)이 나빠진다. 따라서, 다층 배선하기 위해서는, 이 스텝 커버리지를 개선하고, 그에 상당하는 과정으로 평탄화 처리를 해야만 한다. 또한 광 리소그래피의 미세화와 함께 초점 심도가 얕아지기 때문에, 반도체 디바이스의 표면 요철 단차가 초점 심도 이하에 들어가도록 반도체 디바이스 표면을 평탄화 처리할 필요가 있다.

[0003] 따라서, 반도체 디바이스의 제조 공정에 있어서는, 반도체 디바이스 표면의 평탄화 기술이 점점 더 중요해지고 있다. 이 평탄화 기술 중, 가장 중요한 기술은, 화학적 기계 연마(CMP(Chemical Mechanical Polishing))이다. 이 화학적 기계 연마는, 연마 장치를 사용하여, 연마액을 연마 패드에 공급하면서 반도체 웨이퍼 등의 기판을 연마 패드에 미끄럼 접촉시켜 연마를 행하는 것이다. 연마액은, 예를 들어 실리카(SiO_2)나 세리아(CeO_2) 등의 지립을 포함한 슬러리이다.

[0004] 상술한 CMP(화학적 기계 연마)를 행하는 연마 장치는, 연마 패드를 갖는 연마 테이블과, 반도체 웨이퍼(기판)를 보유 지지하기 위한 캐리어 또는 톰링 등이라고 칭해지는 기판 보유 지지 장치를 구비하고 있다. 이와 같은 연마 장치를 사용하여 기판 보유 지지 장치에 의해 기판을 보유 지지하면서, 이 기판을 연마 패드에 대하여 소정의 압력으로 가압하여, 기판 위의 절연막이나 금속막 등을 연마하는 일이 행해지고 있다.

[0005] 기판의 연마를 행하면, 연마 패드의 표면에는 지립이나 연마 부스러기가 부착되고, 또한, 연마 패드의 표면 형상이나 상태가 변화하여 연마 성능이 열화되게 된다. 이 때문에, 기판의 연마를 반복하는 데 따라서, 연마 속도가 저하되고, 또한, 연마 불균일이 발생해 버린다. 그래서, 열화된 연마 패드의 표면 형상이나 상태를 재생하기 위해서, 드레서를 사용하여 연마 패드의 드레싱(컨디셔닝)을 행하고 있다.

[0006] 연마 패드의 표면 형상이나 상태, 즉, 연마 패드의 표면 성상은, CMP 성능을 결정짓는 요인의 하나이다. 따라서, 연마 패드의 표면 성상을 직접적으로 측정하여, 이 측정값을 드레싱 조건에 반영시키는 것이 바람직하다. 그래서, 종래의 연마 장치에서는, 연마 패드의 표면 성상을 직접적으로 측정하기 위한 장치를 사용하여, 드레싱 조건을 결정하고 있다. 본 명세서에서는, 연마 패드의 표면 성상을 측정하는 장치를, 「표면 성상 측정 장치」라고 칭한다.

[0007] 특허문헌 1은, 레이저광을 연마 패드의 표면에 조사하고, 연마 패드로부터의 반사광을 수광하여, 반사 각도마다의 반사 강도를 얻는 표면 성상 측정 장치를 기재하고 있다. 특허문헌 1에 기재되는 연마 장치는, 표면 성상 측정 장치로부터 얻어진 반사 강도 분포에 기초하여, 연마 패드의 표면 성상을 입수하고, 얻어진 연마 패드의 표면 성상에 기초하여, 드레싱 조건을 결정한다. 이 연마 장치에 의하면, 표면 성상 측정 장치를 사용하여 얻어진 연마 패드의 표면 성상에 따라서 드레싱 조건을 변경하므로, 연마 패드의 표면 성상을 CMP 성능의 확보에 필요한 상태로 유지할 수 있다. 또한, 연마 패드의 표면 성상을 직접적으로 측정할 수 있으므로, 이상 상태에서의 CMP 가공을 방지할 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 국제 공개 제2016/111335호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 그러나, 종래의 연마 장치에서는, 표면 성상 측정 장치는, 연마 장치에 상설되어 있지 않았다. 즉, 표면 성상 측정 장치는, 연마 패드의 표면 성상의 측정을 의도할 때마다, 연마 장치에 설치되고, 연마 패드의 표면 성상의 측정 후에 떼어 내어지고 있었다.

[0010] 도 30은, 종래의 연마 장치에 설치된 표면 성상 측정 장치의 일례를 나타내는 모식도이다. 도 30에 도시한 바와 같이, 연마 장치는, 표면 성상 측정 장치(230)를 착탈 가능하게 구성된 보유 지지 플레이트(215)를 가지고 있으며, 이 보유 지지 플레이트(215)는, 연마 장치의 프레임(도시생략)에 매달려 있다. 연마 패드(202)의 표면 성상을 측정할 때는, 연마 장치의 운전을 정지한 후에, 작업자가 보유 지지 플레이트(215)의 하단부에 표면 성상 측정 장치(230)를 설치한다. 연마 패드(202)의 표면 성상의 측정이 종료되면, 작업자는, 표면 성상 측정 장치(230)를 보유 지지 플레이트(215)로부터 떼어 내고, 그 후, 연마 장치의 운전이 개시된다.

[0011] 이와 같이, 종래의 연마 장치에서는, 연마 패드(202)의 표면 성상의 측정은, 연마 장치의 운전과는 분리된 독립된 작업으로서 행해지고 있다. 따라서, 종래의 연마 장치로 연마 패드(202)의 표면 성상을 측정하기 위해서는, 연마 장치의 운전을 일단 정지시킬 필요가 있으므로, 연마 장치의 스루풋이 저하되어 버린다. 또한, 표면 성상 측정 장치(230)의 착탈 작업은, 작업자에게 있어서 매우 번거롭고, 시간이 걸리는 작업이기 때문에, 자동으로 연마 패드(202)의 표면 성상을 측정 가능한 연마 장치가 요망되고 있다.

[0012] 그래서, 본 발명은, 자동으로 연마 패드의 표면 성상을 측정하여, 연마 장치의 스루풋을 향상시키는 것이 가능한 연마 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한, 본 발명은, 이와 같은 연마 장치를 포함하는 연마 시스템을 제공하는 것을 특징으로 한다.

과제의 해결 수단

[0013] 본 발명의 일 양태는, 연마 패드의 표면 성상을 측정하는 표면 성상 측정 장치와, 상기 표면 성상 측정 장치를 지지하는 지지 암과, 상기 지지 암에 연결되고, 상기 표면 성상 측정 장치를 대피 위치로부터 측정 위치로 자동으로 이동시키는 이동 유닛과, 상기 측정 위치로 이동시킨 상기 표면 성상 측정 장치의 하면이 상기 연마 패드의 표면에 대하여 평행해지도록, 상기 표면 성상 측정 장치의 자세를 자동으로 조정하는 자세 조정 기구를 구비하고, 상기 자세 조정 기구는, 상기 지지 암의 하방에 배치되는 지지대와, 상기 표면 성상 측정 장치의 상면에 고정되고, 상기 지지대에 형성된 관통 구멍을 통하여 연장되는 적어도 하나의 조정 핀을 가지고 있는 것을 특징으로 하는 연마 장치이다.

[0014] 본 발명의 바람직한 양태는, 상기 이동 유닛은, 상기 연마 장치에 고정되는 고정 블록과, 상기 지지 암에 연결되는 회동 블록과, 상기 회동 블록을 상기 고정 블록에 대하여 회동 가능하게 연결하는 회전축과, 상기 회동 블록을 회동시키는 회동 기구를 구비한 것을 특징으로 한다.

[0015] 본 발명의 바람직한 양태는, 상기 회동 기구는, 상기 회동 블록에 연결되는 피스톤과, 상기 피스톤을 진퇴 가능하게 수용하는 실린더로 구성되는 피스톤 실린더 기구인 것을 특징으로 한다.

[0016] 본 발명의 바람직한 양태는, 상기 회전축은, 상기 회동 블록에 고정되어 있으며, 상기 회동 기구는, 상기 회전 축에 연결된 모터인 것을 특징으로 한다.

[0017] 본 발명의 바람직한 양태는, 상기 회동 블록은, 상기 지지 암에 연결되는 제1 플레이트와, 상기 고정 블록에 연결되는 제2 플레이트에 의해 구성되고, 상기 제2 플레이트는, 회전 핀에 의해 상기 제1 플레이트에 대하여 회동 가능하게 연결되어 있는 것을 특징으로 한다.

본 발명의 바람직한 양태는, 상기 조정 핀은, 상기 관통 구멍의 직경보다도 작은 직경을 가지고, 상기 지지대에 형성된 관통 구멍을 통하여 연장되는 핀 본체와, 상기 관통 구멍보다도 상방에 위치하고, 상기 관통 구멍의 직경보다도 큰 사이즈를 갖는 핀헤드를 갖는 것을 특징으로 한다.

- [0018] 본 발명의 바람직한 양태는, 상기 표면 성상 측정 장치는, 상기 연마 패드의 연마면에 대하여 비스듬하게 가압 기체를 분사하는 노즐을 구비하고 있는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 본 발명의 바람직한 양태는, 상기 표면 성상 측정 장치는, 연마 패드의 표면 성상을 측정하기 위한 측정 구조를 수용하는 케이싱을 가지고 있으며, 상기 케이싱의 하부에는, 노치가 형성되어 있으며, 상기 노출은, 상기 노치의 개구를 향해서 상기 가압 기체가 흐르도록, 상기 가압 기체를 분사하는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 본 발명의 바람직한 양태는, 상기 지지 암을 따라서, 상기 연마 패드에 대한 상기 표면 성상 측정 장치의 위치를 변위시키는 변위 기구를 더 구비하고, 상기 변위 기구는, 상기 지지 암을 따라 연장되는 긴 구멍과, 상기 긴 구멍에 삽입되는 지지 축을 가지고, 상기 지지 축은, 상기 표면 성상 측정 장치에 연결되는 축 본체와, 상기 긴 구멍의 내부에 형성된 단차부에 접촉하여, 상기 축 본체에 연결된 표면 성상 측정 장치를 지지하는 축 헤드를 갖는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 본 발명의 바람직한 양태는, 상기 변위 기구는, 상기 표면 성상 측정 장치에 연결되는 피스톤과, 상기 피스톤을 진퇴 가능하게 수용하는 실린더를 더 구비하고, 상기 변위 기구의 실린더는, 상기 지지 암에 고정되는 것을 특징으로 한다.
- [0022] 삭제
- [0023] 본 발명의 바람직한 양태는, 상기 연마 패드의 표면을 드레싱하는 드레서를 더 구비하고, 상기 표면 성상 측정 장치는, 상기 드레서에 설치되어 있으며, 상기 지지 암은, 상기 드레서에 연결되는 드레서 샤프트를 회전 가능하게 지지하는 드레서 암이며, 상기 이동 기구는, 상기 드레서 샤프트를 상기 드레서 암에 대하여 상하 이동시키는 승강 액추에이터와, 상기 드레서 암에 연결된 지지축을 요동시키는 회전 액추에이터를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0024] 본 발명의 바람직한 양태는, 상기 표면 성상 측정 장치는, 상기 연마 패드를 드레싱하고 있는 동안에, 상기 연마 패드의 표면 성상을 측정하는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 본 발명의 바람직한 양태는, 상기 드레서에 마련된 드레싱 부재는, 그 상면으로부터 하면까지 연장되는 관통 구멍을 갖는 링 형상을 갖고 있으며, 상기 표면 성상 측정 장치는, 상기 드레싱 부재의 상기 관통 구멍을 통해 상기 연마 패드의 표면 성상을 측정하는 것을 특징으로 한다.
- [0026] 본 발명의 바람직한 양태는, 상기 표면 성상 측정 장치는, 상기 드레서에 복수 설치되어 있는 것을 특징으로 한다.
- [0027] 본 발명의 바람직한 양태는, 상기 복수의 표면 성상 측정 장치의 몇몇은, 상기 연마 패드에 레이저광을 조사하고, 해당 연마 패드의 표면에서 반사한 반사광을 수광함으로써 패드 표면 성상을 측정하는 표면 성상 측정 장치인 것을 특징으로 한다.
- [0028] 본 발명의 바람직한 양태는, 상기 복수의 표면 성상 측정 장치의 몇몇은, 활상 장치가 취득한 상기 연마 패드의 표면 화상 정보로부터 패드 표면 성상을 측정하는 표면 성상 측정 장치인 것을 특징으로 한다.
- [0029] 본 발명의 바람직한 양태는, 상기 드레서에 마련된 드레싱 부재는, 그 상면으로부터 하면까지 연장되는 관통 구멍을 갖는 링 형상을 갖고 있으며, 상기 복수의 표면 성상 측정 장치의 하나는, 상기 드레싱 부재의 상기 관통 구멍을 통해 상기 연마 패드의 표면 성상을 측정하는 것을 특징으로 한다.
- [0030] 본 발명의 일 양태는, 상기 연마 장치와, 상기 연마 장치의 표면 성상 측정 장치를 사용하여 얻어진 연마 패드의 표면 성상의 데이터가 입력되는 처리 시스템을 구비하고, 상기 처리 시스템은, 상기 연마 장치로부터 출력된 상기 연마 패드의 표면 성상의 데이터가 입력되는 입력부와, 상기 입력부에 입력된 연마 패드의 표면 성상의 데이터에 기초하여, 상기 연마 장치의 드레싱 조건을 결정하는 처리부와, 상기 처리부에 의해 결정된 드레싱 조건을 상기 연마 장치로 출력하는 출력부를 구비하고, 상기 연마 장치는, 상기 출력부로부터 출력된 드레싱 조건에 기초하여, 상기 연마 패드를 드레싱하도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 연마 시스템이다.
- [0031] 본 발명의 바람직한 양태는, 상기 처리 시스템은, 상기 드레싱 조건을 결정하기 위한 교사 데이터를 미리 기억하고 있는 기억부를 더 구비하고 있으며, 상기 처리 시스템의 처리부는, 상기 교사 데이터에 기초하여, 상기 연마 장치의 드레싱 조건을 결정하는 것을 특징으로 한다.

- [0032] 본 발명의 바람직한 양태는, 상기 연마 장치는, 상기 연마 패드의 드레싱 후에 취득된 상기 연마 패드의 표면 성상의 데이터를 상기 처리 시스템의 입력부에 송신하고, 상기 처리 시스템의 처리부는, 상기 드레싱 후의 연마 패드의 표면 성상의 데이터에 기초하여, 드레싱의 필요성, 추가 드레싱의 필요성, 및 드레서의 교환을 결정하는 것을 특징으로 한다.
- [0033] 본 발명의 바람직한 양태는, 상기 연마 장치는, 상기 연마 패드의 드레싱 중에 취득된 상기 연마 패드의 표면 성상의 데이터를 상기 처리 시스템의 입력부에 송신하고, 상기 처리 시스템의 처리부는, 상기 드레싱 중의 연마 패드의 표면 성상의 데이터에 기초하여, 상기 연마 패드의 드레싱 중에 상기 드레싱 조건을 변경하는 것을 특징으로 한다.
- [0034] 본 발명의 바람직한 양태는, 상기 처리 시스템은, 네트워크를 통해 상기 연마 장치와 접속되어 있는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0035] 본 발명에 따르면, 표면 성상 측정 장치를 이동 유닛에 의해 자동으로 측정 위치로 이동시켜, 연마 패드의 표면 성상을 측정할 수 있다. 따라서, 연마 장치의 스루풋을 향상시킬 수 있다. 또한, 작업자가 표면 성상 측정 장치의 착탈 작업을 실행할 필요가 없으므로, 작업자의 부담을 경감시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0036] 도 1은, 일 실시 형태에 따른 연마 장치를 나타내는 모식도이다.
- 도 2는, 다른 실시 형태에 따른 연마 장치를 나타내는 모식도이다.
- 도 3은, 도 1 및 도 2에 도시한 표면 성상 측정 장치의 내부 구조(측정 구조)의 일례를 나타내는 모식도이다.
- 도 4는, 도 1 및 도 2에 도시한 표면 성상 측정 장치의 내부 구조(측정 구조)의 다른 예를 나타내는 모식도이다.
- 도 5는, 도 1 및 도 2에 도시한 표면 성상 측정 장치의 내부 구조(측정 구조)의 또 다른 예를 나타내는 모식도이다.
- 도 6은, 연마 장치의 내부에 배치된 표면 성상 측정 장치의 일례를 모식적으로 나타내는 사시도이다.
- 도 7a는, 도 6에 도시한 표면 성상 측정 장치의 정면도이다.
- 도 7b는, 도 7a에 도시한 표면 성상 측정 장치의 하면도이다.
- 도 8은, 도 7a의 A-A선 단면도이다.
- 도 9는, 도 6에 도시한 표면 성상 측정 장치의 주변을 확대해서 나타내는 모식도이다.
- 도 10은, 도 9에 도시한 회동 기구에 의해 측정 위치로 이동된 표면 성상 측정 장치를 나타내는 도면이다.
- 도 11은, 도 9에 도시한 회동 기구에 의해 대피 위치로 이동된 표면 성상 측정 장치를 나타내는 도면이다.
- 도 12는, 회동 기구의 다른 예를 나타내는 모식도이다.
- 도 13은, 표면 성상 측정 장치를 메인더너스 위치로 이동시킨 상태를 나타내는 모식도이다.
- 도 14a는, 일 실시 형태에 따른 자세 조정 기구의 개략 정면도이다.
- 도 14b는, 도 14a의 B-B선 화살 표시도이다.
- 도 15a는, 도 14a의 C-C선 단면도이다.
- 도 15b는, 표면 성상 측정 장치가 대피 위치로 이동되었을 때의, 도 15a에 대응하는 자세 조정 기구의 일부의 단면도이다.
- 도 16은, 도 9에 도시한 변위 기구를 모식적으로 나타내는 사시도이다.
- 도 17은, 도 16의 D-D선 단면도이다.
- 도 18은, 변위 기구의 다른 실시 형태를 나타내는 모식도이다.

도 19는, 도 5에 도시한 촬상 장치의 내부 구조(측정 구조)의 일례를 나타내는 모식도이다.

도 20은, 표면 성상 측정 장치의 다른 실시 형태를 나타내는 모식도이다.

도 21은, 또 다른 실시 형태에 따른 연마 장치를 나타내는 모식도이다.

도 22는, 도 21에 도시한 드레서를 확대해서 나타내는 모식도이다.

도 23은, 도 21에 도시한 드레서가 연마 패드 위를 요동하는 모습을 모식적으로 나타내는 평면도이다.

도 24a는, 도 21에 도시한 연마 장치의 드레서의 변형예를 나타내는 모식도이다.

도 24b는, 도 24a에 도시한 드레서의 상면도이다.

도 25는, 도 24a 및 도 24b에 도시한 드레서의 변형예를 나타내는 모식도이다.

도 26은, 표면 성상 측정 장치를 구비한 연마 장치를 포함하는 연마 시스템의 일 실시 형태를 나타내는 모식도이다.

도 27a는, 표면 성상 측정 장치의 복수의 측정 포인트의 일례를 나타내는 모식도이다.

도 27b는, 도 27a에 도시한 각 측정 포인트에서 측정된 연마 패드의 복수의 화상 정보를 처리할 때의 연마 시스템의 동작 개요를 나타내는 이미지도이다.

도 28은, 연마 시스템이 신경망 형태를 이용하여, 인공지능으로서 구축된 다른 예를 나타내는 모식도이다.

도 29는, 연마 장치의 제어부가 인공지능 기능을 가지고 있는 예를 나타내는 모식도이다.

도 30은, 종래의 연마 장치에 설치된 표면 성상 측정 장치의 일례를 나타내는 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0037] 이하, 본 발명의 실시 형태에 대하여, 도면을 참조하여 설명한다.

[0038] 도 1은, 일 실시 형태에 따른 연마 장치를 나타내는 모식도이다. 도 1에 도시된 연마 장치(CMP 장치)는, 연마 테이블(1)과, 연마 대상물인 반도체 웨이퍼 등의 기판 W를 보유 지지하여 연마 테이블 위의 연마 패드에 압박하는 캐리어(10)를 구비하고 있다. 연마 테이블(1)은, 테이블 축(1a)을 통해 그 하방에 배치되는 연마 테이블 회전 모터(도시생략)에 연결되어 있으며, 테이블 축(1a)의 주위로 회전 가능하게 되어 있다. 연마 테이블(1)의 상면에는 연마 패드(2)가 첨부되어 있으며, 연마 패드(2)의 표면이 기판 W를 연마하는 연마면(2a)을 구성하고 있다. 연마 테이블(1)의 상방에는 연마액 공급 노즐(도시생략)이 설치되어 있으며, 연마액 공급 노즐에 의해 연마 테이블(1) 위의 연마 패드(2)에 연마액(슬러리)이 공급되도록 되어 있다.

[0039] 캐리어(10)는, 샤프트(11)에 접속되어 있으며, 샤프트(11)는, 캐리어 암(12)에 대하여 상하 이동하게 되어 있다. 샤프트(11)의 상하 이동에 의해, 캐리어 암(12)에 대하여 캐리어(10)의 전체를 상하 이동시켜 위치 결정하도록 되어 있다. 샤프트(11)는, 모터(도시생략)의 구동에 의해 회전하게 되어 있으며, 캐리어(10)가 샤프트(11)의 축심 주위로 회전하도록 되어 있다.

[0040] 도 1에 도시한 바와 같이, 캐리어(10)는, 그 하면에 반도체 웨이퍼 등의 기판 W를 보유 지지할 수 있도록 되어 있다. 캐리어 암(12)은 선회 가능하도록 구성되어 있으며, 하면에 기판 W를 보유 지지한 캐리어(10)는, 캐리어 암(12)의 선회에 의해 기판의 수취 위치로부터 연마 테이블(1)의 상방으로 이동 가능하게 되어 있다. 캐리어(10)는, 하면에 기판 W를 보유 지지하여 기판 W를 연마 패드(2)의 표면(연마면)에 압박한다. 이때, 연마 테이블(1) 및 캐리어(10)를 각각 회전시켜, 연마 테이블(1)의 상방에 마련된 연마액 공급 노즐로부터 연마 패드(2) 위에 연마액(슬러리)을 공급한다. 연마액에는 지립으로서 실리카(SiO₂)나 세리아(CeO₂) 등을 포함한 연마액이 사용된다. 이와 같이, 연마액을 연마 패드(2) 위에 공급하면서, 기판 W를 연마 패드(2)에 압박해서 기판 W와 연마 패드(2)를 상대 이동시켜 기판 위의 절연막이나 금속막 등을 연마한다. 절연막으로서는 SiO₂를 들 수 있다. 금속막으로서는 Cu막, W막, Ta막, Ti막을 들 수 있다.

[0041] 도 1에 도시한 바와 같이, 연마 장치는, 연마 패드(2)를 드레싱하는 드레싱 장치(20)를 구비하고 있다. 드레싱 장치(20)는, 드레서 암(21)과, 드레서 암(21)에 회전 가능하게 설치된 드레서(22)를 구비하고 있다. 드레서(22)의 하부는 드레싱 부재(22a)에 의해 구성되고, 드레싱 부재(22a)는 원형의 드레싱면을 가지고 있으며, 드레싱면에는 경질의 입자가 전착 등에 의해 고정되어 있다. 이 경질의 입자로서는, 다이아몬드 입자나 세라믹 입

자 등을 들 수 있다. 드레서 암(21) 내에는, 도시하지 않은 모터가 내장되어 있으며, 이 모터에 의해 드레서(22)가 회전하도록 되어 있다. 드레서 암(21)은 도시하지 않은 승강 기구에 연결되어 있으며, 이 승강 기구에 의해 드레서 암(21)이 하강함으로써 드레싱 부재(22a)가 연마 패드(2)의 연마면(2a)을 압박하도록 되어 있다.

[0042] 드레싱 장치(20)는, 제어부(23)에 접속되어 있으며, 제어부(23)에 의해 드레싱 조건이 제어되도록 되어 있다. 본 실시 형태에서는, 이 제어부(23)는, 드레싱 장치(20)를 포함하는 연마 장치 전체의 동작을 제어하도록 구성되어 있다.

[0043] 도 1에 도시한 바와 같이, 연마 장치는, 연마 패드(2)의 표면 형상이나 표면 상태 등의 표면 성상을 측정하는 연마 패드의 표면 성상 측정 장치(30)를 구비하고 있다. 본 실시 형태에서는, 표면 성상 측정 장치(30)는, 연마 패드(2)에 레이저광을 조사하고, 연마 패드(2)의 표면에서 반사한 반사광을 수광함으로써 패드 표면 성상을 측정하도록 구성되어 있다. 연마 패드의 표면 성상 측정 장치(30)는, 연산부(40)에 접속되어 있다.

[0044] 도 1에 도시한 바와 같이 구성된 연마 장치에 있어서는, 연마 패드의 표면 성상 측정 장치(30)에서 얻어진 패드 표면으로부터의 반사광 분포를, 연산부(40)에서 패드 표면 성상값으로 연산하고, 그 결과를 제어부(23)에 전달 한다. 제어부(23)에서는, 수취한 패드 표면 성상값에 기초하여, 드레싱 조건을 결정한다. 드레싱 장치(20)는, 제어부(23)에서 정해진 드레싱 조건대로의 동작을 함으로써, 드레서(22)에 의해 패드 표면을 드레싱한다.

[0045] 도 2는, 다른 실시 형태에 따른 연마 장치를 나타내는 모식도이다. 도 2에 도시한 연마 장치는, 도 1에 도시한 연마 장치와 마찬가지로, 연마 패드(2)를 첨부한 연마 테이블(1)이나 캐리어(10) 등으로 이루어지는 연마부 및 드레싱 장치(20)를 구비하고 있다. 또한, 도 2에 도시한 연마 장치는, 도 1에 도시한 연마 장치와 마찬가지로, 표면 성상 측정 장치(30) 및 연산부(40)를 구비하고 있다. 연산부(40)는 표시 장치(41)에 접속되어 있다. 도 2에서는, 제어부(23)의 도시를 생략하였지만, 도 2에 도시한 연마 장치도, 도 1에 도시한 연마 장치와 마찬가지로, 제어부(23)를 가지고 있다.

[0046] 도 2에 도시된 연마 장치에서는, 표면 성상 측정 장치(30)에서 얻어진 패드 표면으로부터의 반사광 분포를, 연산부(40)에서 패드 표면 성상값으로 연산하고, 그 결과를 표시 장치(41)에 표시한다.

[0047] 도 3은, 도 1 및 도 2에 도시한 표면 성상 측정 장치(30)의 내부 구조(측정 구조)의 일례를 나타내는 모식도이다. 도 3에 도시한 바와 같이, 표면 성상 측정 장치(30)는, 레이저광을 출사하는 광원(31)과, 광원(31)으로부터 출사된 레이저광을 연마 테이블(1) 위의 연마 패드(2)의 표면으로 유도하는 투광부(32)와, 연마 패드(2)의 표면에서 반사한 반사광을 수광하는 수광부(33)를 구비하고 있다. 따라서, 광원(31)으로부터 출사된 레이저광은, 투광부(32)를 통해 연마 패드(2)의 표면으로 유도되고, 연마 패드(2)의 표면에서 반사한 반사광은 수광부(33)에 의해 수광된다. 수광부(33)는 연산부(40)(도 1 및 도 2 참조)에 접속되어 있다.

[0048] 도 4는, 도 1 및 도 2에 도시한 표면 성상 측정 장치(30)의 내부 구조(측정 구조)의 다른 예를 나타내는 모식도이다. 도 4에 도시한 바와 같이, 연마 패드의 표면 성상 측정 장치(30)는, 레이저광을 출사하는 광원(31)과, 광원(31)으로부터 출사된 레이저광을 소정의 방향으로 유도하는 투광부(32)와, 투광부(32)로부터 투광된 레이저광의 광로를 따라 순차 배치된 편광자(35), ND 필터(감광 필터)(36), 미리(37)를 구비하고 있다. 미리(37)는, 연마 패드(2)에 레이저광이 입사하는 각도를 조정하기 위해서 투광부(32)로부터 투광된 레이저광을 반사함으로써 광로를 변경 가능하도록 구성되어 있다. 또한, 연마 패드(2)의 표면에서 반사한 반사광의 광로에는, 수광부(33)의 바로 앞에 대역 통과 필터(38)가 배치되어 있다. 따라서, 광원(31)으로부터 출사된 레이저광은, 편광자(35)로 S 편광된 후에, ND 필터(36)로 광량이 조정되어, 미리 그 각도가 조정된 미리(37)에 입사한다. 그리고, 레이저광은, 미리(37)로 반사해서 광로가 변경되고, 연마 패드(2)의 표면에 입사한다. 연마 패드(2)의 표면에서 반사한 반사광은, 대역 통과 필터(38)로 특정한 광장대만의 투과가 허용되고, 특정한 광장대의 반사광이 수광부(33)에서 수광된다.

[0049] 도 3 및 도 4에 도시한 수광부(33)는, 예를 들어 연마 패드(2)로부터 반사하는 레이저광의 적어도 4차 회절광 또는 7차 회절광까지를 수광 가능한 치수를 갖는 선 형상 혹은 면 형상의 전하 결합 소자(CCD), 혹은 상보형 금속 산화막 반도체(CMOS) 소자 중 어느 것으로 이루어진다. 연마 패드(2)의 표면에 조사된 레이저광은, 정반사될 뿐만 아니라, 패드 표면 성상에 따라서, 회절 현상을 거쳐 넓은 각도로 반사된다. 즉, 정반사 성분뿐만 아니라, 광각도로 반사한 레이저광을 수광하고, 이것을 해석함으로써, 패드 표면 성상의 정보가 얻어진다. 이들 광각도로 반사한 레이저광을 수광하기 위해서, 선 형상 혹은 면 형상의 수광 소자가 필요해진다. CMP 성능을 좌우하는 패드 표면 성상은, 바람직하게는 7차 회절광, 실용상은 4차 회절광까지 포함된다는 사실을 알고 있다. 그 때문에, 이 범위의 회절광이 수광 가능한 크기를 갖는 수광 소자를 표면 성상 측정 장치(30)의 수광부(33)로

서 사용하는 것이 바람직하다.

[0050] 본 실시 형태에서는, 표면 성상 측정 장치(30)는, 연마 패드(2)에 레이저광을 조사하고, 연마 패드(2)의 표면에서 반사한 반사광을 수광함으로써 패드 표면 성상을 측정하도록 구성되어 있지만, 본 발명은 이 예에 한정되지 않는다. 예를 들어, 표면 성상 측정 장치(30)는, 연마 패드(2)의 표면(즉, 연마면(2a))의 화상을 취득하는 임의의 활상 장치를 구비하고, 해당 활상 장치가 취득한 패드 표면의 화상 정보로부터 패드 표면 성상을 측정하도록 구성되어도 된다. 활상 장치의 예로서는, CCD 이미지 센서를 구비한 활상 장치, CMOS 이미지 센서를 구비한 활상 장치 및 TDI(Time Delay and Integration) 이미지 센서를 구비한 활상 장치 등을 들 수 있다. 또는, 활상 장치는, 시간 경과에 수반한 연속 화상(즉, 동화상)을 취득하는 비디오 카메라 장치여도 된다.

[0051] 다음으로, 도 1 내지 도 4에 도시한 바와 같이 구성된 연마 패드의 표면 성상 측정 장치를 구비한 연마 장치의 작용을 설명한다. 광원(31)으로부터 레이저광을 출사하고, 연마 패드(2)의 표면에 레이저광을 조사한다. 연마 패드(2)의 표면에서 반사한 레이저광을 수광함으로써, 연마 패드(2)의 표면 정보를 측정한다. 연산부(40)에서는, 연마 패드의 표면 성상 측정 장치(30)에서 얻어진 반사 강도 분포를, 푸리에 변환함으로써, 연마 패드 표면의 공간 파장 스펙트럼으로 변환한다. 또한, 연산부(40)는, 공간 파장 스펙트럼을 연산함으로써, 패드 표면 성상값을 얻는다. 여기서, 동 연산은, 소정의 공간 파장 영역의 반사 강도의 총합을, 더 넓은 공간 파장 영역의 반사 강도의 총합으로 나눔으로써, 패드 표면 성상값을 얻는다.

[0052] 여기서, 반사 강도 분포란, 선 형상 혹은 면 형상의 수광 소자에 있어서의, 수광 위치마다의 수광 강도의 분포이다. 수광 소자인 선 형상 혹은 면 형상의 CMOS 소자 또는 CCD 소자는, 다수의 수광 픽셀을 구비하고 있으며, 픽셀별로 수광 강도를 검지할 수 있다. 수광 위치는, 조사된 레이저광이 패드 표면에서 반사할 때의 반사각에 따라서 변화하고, 수광 강도는, 패드 표면 성상에 따라 변화한다. 즉, 패드 표면 성상에 따라서, 각 반사 각에 대한 반사 강도를 파악함으로써, 패드 표면의 성상에 따른 특징적인 반사 강도 분포를 얻게 된다. 또한 공간 파장 스펙트럼이란, 반사 강도 분포를 푸리에 변환함으로써 얻어지는 스펙트럼으로, 패드 표면의 공간 파장마다의 수광 강도의 분포를 나타낸다. 예를 들어, 측정된 패드 표면이, 주로 파장 A와 파장 B의 조합으로 이루어지는 형상인 경우, 공간 파장 스펙트럼은, 파장 A와 파장 B에 주된 피크를 갖는다.

[0053] 공간 파장 스펙트럼은, CMP 성능을 좌우하는 패드 표면 성상이 포함되는 차수 이하의 회절광에 대하여, 충분히 넓은 파장 영역이 취득되도록 한다. 취득되어야 할 회절광의 차수는, 바람직하게는 7차 회절광, 실용상은 4차 회절광임을 알고 있다. 패드 표면 성상을 평가하는 경우, CMP 성능에 관련된(=「소정의」) 공간 파장 영역의 강도만을 추출하고 싶다. 그러나, 얻어진 공간 파장 스펙트럼에는, 일반적으로 전체 파장 영역에 대하여 랜덤 노이즈가 포함된다. 그래서, 소정의 공간 파장 영역의 반사 강도의 적분값, 더 넓은 공간 파장 영역의 반사 강도의 적분값에 대한 비율을 구함으로써, 노이즈의 영향을 제외하고, 소정의 공간 파장 영역의 반사 강도만을 평가하는 방법을 채용한다.

[0054] 상술한 바와 같이, 소정의 공간 파장 영역의 반사 강도의 적분값의, 보다 넓은 공간 파장 영역의 적분값에 대한 비율을 구하고, 이것을, 패드 표면 성상을 특징짓는 지표로서 「파장 구성 비율」이라고 정의한다. 파장 구성 비율이 클수록, 소정의 공간 파장 영역의 반사 강도가 상대적으로 큰 것을 나타내며, 이것은 즉, 측정된 패드 표면이, 소정의 공간 파장 성분을 보다 많이 포함하는 것을 나타내고 있다. 미리 소정의 공간 파장 성분의 대소가, CMP 성능과 강한 관련성을 갖는 것을 조사하고 있기 때문에, 측정된 패드 표면의 파장 구성 비율에 의해, CMP 성능을 추측하는 것이 가능하게 된다.

[0055] 제어부(23)는, 연산부(40)에서 구한 패드 표면 성상값을 얻어, 그 값에 기초하여, 페루프 제어로 적합한 드레싱 조건을 산출한다. 예를 들어, 패드 표면 성상값이, 미리 설정한 소정의 범위 내에서 추이하도록, 드레싱 조건을 산출한다. 그 때, 제어부(23)는, 미리 드레싱 조건과 패드 표면 성상값의 관련을 나타내는 관계식을 얻어 두고, 상기 식에 의해, 적합한 드레싱 조건을 구한다. 여기서 드레싱 조건이란, 주로 연마 패드 회전수, 드레서 회전수, 드레싱 하중, 드레서 요동 속도 등이다. 결정된 드레싱 조건은, 드레싱 장치(20)에 전달되고, 소정의 드레싱 조건을 적용하여, 연마 패드(2)의 드레싱을 행한다.

[0056] 예를 들어, 드레싱 조건으로서, 드레싱 하중이 제어 대상으로 되는 경우에는, 미리 드레싱 하중과 패드 표면 성상의 관계성을 취득해 두고, 즉, 드레싱 하중을 크게 하면 어느 정도 표면 성상값이 커질지 또는 작아질지를 취득해 두고, 미리 정한 이상적인 패드 표면 성상값과, 측정된 패드 표면 성상값을 비교하여, 거기에 어긋남이 있으면, 상기 관계성을 기초하여 드레싱 하중을, 이상적인 패드 표면 성상값에 접근하는 방향으로 설정한다.

[0057] 또한, 연산부(40)에서 얻은 패드 표면 성상값을 이상 검지에 사용해도 된다. 이 경우, 패드 표면 성상값이나

그 경시적인 변화를 측정하고, 이것이 미리 결정지은 값의 범위로부터 벗어나면, 패드 표면 성상 이상이라고 판정하고, 1) 이상을 발보, 2) 드레서 교환이 필요하다는 사실 등을 발보한다.

[0058] 일 실시 형태에서는, 상기 드레싱 조건의 결정은, 측정된 패드 표면 성상값과 미리 정해 두는 원하는 패드 표면 성상값의 차이를 원하는 패드 표면 성상 변화량으로서 구하고, 드레싱 하중, 드레서 회전수, 연마 패드 회전수, 드레서 요동 속도의 적어도 1 항목의 변화량과 패드 표면 성상의 변화량의 관계를 미리 구하여 작성한 회귀식에, 상기 원하는 패드 표면 성상 변화량을 대입함으로써 상기 드레싱 하중, 드레서 회전수, 연마 패드 회전수, 드레서 요동 속도의 적어도 1항목을 구한다.

[0059] 상기 실시 형태에 따르면, 미리 드레싱 조건(드레싱 하중, 드레서 회전수, 연마 패드 회전수, 드레서 요동 속도 등)과 패드 표면 성상값(파장 구성 비율)의 관계를 나타내는 회귀식을 구해 두고, 여기에 측정된 패드 표면 성상값의 변화량을 대입함으로써, 원하는 패드 표면 성상값을 얻기 위해서 최적의 드레싱 조건을 일의적으로 얻을 수 있다.

[0060] 회귀식은, 예를 들어 $dR=A \times dL+B$ 로 나타낼 수 있다. 여기서, dR 은 패드 표면 성상값(파장 구성 비율)의 변화량, dL 은 드레싱 하중의 변화량, A 및 B 는 상수이다. 상기 드레싱 조건의 결정 방법에 의하면, 패드의 표면 성상을 패드의 사용 초기부터 사용 말기까지 일정하게 유지할 수 있다고 하는 효과가 얻어진다. 패드의 표면 성상은, 패드의 사용 초기부터 말기까지, 패드의 감모량이나 드레서의 잘 드는 정도의 예리함에 따라 변화되고, 그 변화에 따라서, CMP 성능도 변화된다. 패드의 표면 성상을 일정하게 유지하는 것은, CMP 성능을 일정하게 유지하는 것으로 이어진다.

[0061] 또한, 표시 장치(41)는, 연산부(40)에서 얻어진 연마 패드(2)의 표면 성상값을, 미리 설정해 둔 패드 표면 성상값과 비교한 다음에, 드레서(22)의 상태 및 연마 패드(2)의 상태 중 적어도 한쪽을 표시하도록 구성되어 있다. 표시 장치(41)는, 상기와 같이 비교를 하지 않고, 연산부(40)에서 얻어진 연마 패드(2)의 표면 성상에 기초하여, 드레서(22)의 상태 및 연마 패드(2)의 상태 중 적어도 한쪽을 표시하도록 구성해도 된다.

[0062] 연마 장치는, 연산부(40)(도 1 및 도 2 참조)에서 얻어진 연마 패드의 표면 성상값을, 미리 설정해 둔 패드 표면 성상값의 범위와 비교한 후에, 범위 외인 경우에 연마 패드의 표면 성상이 이상이라고 판정하는 이상 판정부를 구비하고 있어도 된다. 이상 판정부에서 이상이라고 판정되면, 표시 장치(41)(도 2 참조)는 이상을 발보한다.

[0063] 패드 표면 성상의 이상 종류는, 이하가 대표적인 것이다.

[0064] 1) 패드 표면에 이상한 점(결함)이 존재한다.

[0065] 2) 연마 패드의 드레싱이 부족하다.

[0066] 3) 드레서가 수명을 다했다.

[0067] 4) 패드가 수명을 다했다.

[0068] 1)의 경우, 복수 점의 패드 표면 성상을 측정했을 때, 다른 측정점에 비해서 큰 차이가 있는 점이 있으면, 그 점을 패드 이상이라고 판단하여, 발보한다.

[0069] 2)의 경우, 패드 표면 성상값이 미리 설정한 소정의 범위의 상한값을 초과하고 있으면, 추가 드레싱이 필요하다고 판단하고, 발보한다.

[0070] 3), 4)의 경우, 경시적으로(기판 처리 매수마다) 패드 표면 성상의 추이를 측정하고, 이것이 미리 정한 범위로부터 벗어나면 수명 초과라고 판단하여, 발보한다.

[0071] 표면 성상 측정 장치(30)는, 도 4에 도시한 바와 같이, 광 파이버(34), 편광자(35), ND 필터(36), 미러(37), 대역 통과 필터(38) 등을 가짐으로써, 보다 측정 정밀도를 향상시키거나, 설치 자유도를 높이는 것도 가능하다. 또한, 편광자(35)에 의해 광원(31)으로부터 출사된 레이저광을 S 편광시킨 후에 연마 패드(2)에 입사시킴으로써, 연마 패드 표면에서의 반사율을 높일 수 있다. 또한, ND 필터(36)를 사용하여 레이저광의 광량을 감소시켜 원하는 광량으로 조정한 후에, 레이저광을 연마 패드(2)에 입사시킬 수 있다. 한편, 연마 패드(2)의 표면에서 반사한 반사광의 광로에 대역 통과 필터(38)를 설치함으로써, 광원(31)의 레이저광 파장에 대하여 $\pm 5\text{nm}$ 이내의 반사광만을 통과시키도록 하고 있다. 본 실시 형태에서는, 광원(31)의 레이저광으로서, 파장이 635nm 의 레이저광을 사용하고 있다. 이와 같이, 대역 통과 필터(38)를 설치함으로써, 광원(31)의 레이저광 파장에 대하여 $\pm 5\text{nm}$ 이내의 반사광만을 통과시킴으로써, 노이즈로 되는 주위의 환경광 영향을 저감시킬 수 있

다는 효과가 얻어진다.

[0072] 표면 성상 측정 장치(30)의 내부 구조(측정 구조)는, 도 3 및 도 4에 도시한 실시 형태에 한정되지는 않는다. 예를 들어, 표면 성상 측정 장치(30)는, 광원(31)으로부터 출사된 레이저광을 원하는 방향으로 유도하는 광파이버를 가지고 있어도 된다. 이에 의해, 연마 패드의 표면 성상 측정 장치(30)의 광학계의 설치 자유도를 높일 수 있다. 또한, 표면 성상 측정 장치(30)의 미러(37)는, 그 경사 각도를 변경 가능하도록 구성되어도 된다. 미러(37)의 경사 각도를 변경함으로써, 연마 패드(2)에 레이저광이 입사하는 각도를 조정할 수 있다. 또한, 광원(31) 및/또는 수광부(33)를 요동 가능하도록 구성해도 된다. 표면 성상 측정 장치(30)는, 복수의 광원(31)을 가지고 있어도 되고, 복수의 수광부(33)를 가지고 있어도 된다.

[0073] 도 5는, 도 1 및 도 2에 도시한 표면 성상 측정 장치(30)의 내부 구조(측정 구조)의 또 다른 예를 나타내는 모식도이다. 도 5에 도시한 표면 성상 측정 장치(30)는, 광원(31) 및 수광부(33) 대신에, 연마 패드(2)의 표면 성상의 화상 정보를 취득하는 활상 장치(39)를 가지고 있다. 활상 장치(39)는, 예를 들어 전하 결합 소자(CCD) 이미지 센서, 또는 상보형 금속 산화막 반도체(CMOS) 이미지 센서를 구비한 디지털 카메라이다. 활상 장치(39)는, TDI 이미지 센서를 구비한 디지털 카메라여도 되고, 동화상을 촬영하는 비디오 카메라여도 된다. 활상 장치(39)는, 연산부(40)를 통해 제어부(23)에 접속된다.

[0074] 본 실시 형태에서는, 활상 장치(39)의 촬영면(39a)은, 연마 패드(2)의 연마면(2a)과 정면으로 대향하고 있다. 즉, 활상 장치(39)의 촬영면(39a)은, 연마 패드(2)의 연마면(2a)과 평행하다. 일 실시 형태에서는, 활상 장치(39)는, 촬영면(39a)이 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 대하여 비스듬하게 배치되어도 된다(도 5에서, 이점 쇄선으로 나타낸 활상 장치(39) 참조). 도시는 하지 않았지만, 표면 성상 측정 장치(30)는, 활상 장치(39)가 촬영하는 연마면(2a)을 비추는 광원을 구비하고 있어도 된다.

[0075] 활상 장치(39)에 의해 취득된 연마 패드(2)의 표면 성상의 화상 정보는, 연산부(40)에 보내지고, 연산부(40)에서 패드 표면 성상값으로 연산된다. 상술한 바와 같이, 제어부(23)는, 연산부(40)에서 구한 표면 성상값을 얻어, 그 값에 기초하여, 페루프 제어에 적합한 드레싱 조건을 산출한다. 연마 장치는, 연산부(40)(도 1 및 도 2 참조)에서 얻어진 연마 패드의 표면 성상값을, 미리 설정해 둔 패드 표면 성상값의 범위와 비교한 다음에, 범위 외인 경우에 이상을 발보해도 된다.

[0076] 상술한 바와 같이 구성된 표면 성상 측정 장치(30)는, 연마 장치의 내부에 배치된다. 도 6은, 연마 장치의 내부에 배치된 표면 성상 측정 장치(30)의 일례를 모식적으로 나타내는 사시도이다. 도 7a는, 도 6에 도시한 표면 성상 측정 장치(30)의 정면도이며, 도 7b는, 도 7a에 도시한 표면 성상 측정 장치(30)의 하면도이다. 또한, 도 8은, 도 7a의 A-A선 단면도이다.

[0077] 도 6 및 도 7a에 도시한 바와 같이, 표면 성상 측정 장치(30)는, 케이싱(43)을 가지고 있다. 이 케이싱(43)은, 그 내부에, 연마 패드(2)의 표면 성상을 측정하기 위한 측정 구조를 수용하고 있다. 케이싱(43)의 내부에 수용되는 측정 구조는, 예를 들어 도 3 내지 도 5를 참조하여 설명된 광원(31), 수광부(33), 편광자(35), ND 필터(36), 미러(37), 대역 통과 필터(38), 활상 장치(39) 등이다.

[0078] 도 7a에 도시한 바와 같이, 케이싱(43)의 하부에는 노치(44)가 형성되어 있다. 본 실시 형태에서는, 노치(44)는, 2개의 대향하는 경사면(44a, 44b)과, 이들 경사면(44a, 44b)을 접속하는 접속면(44c)에 의해 구획되는 사다리꼴 형상을 갖고 있다. 도 7b에 도시한 바와 같이, 한쪽의 경사면(44a)에는, 투광성을 갖는 필터(47a)가 배치되어 있으며, 필터(47a)를 통하여 광원(31)으로부터 출사된 레이저광이 연마 패드(2)에 조사된다. 다른 쪽의 경사면(44b)에도, 투광성을 갖는 필터(47b)가 배치되어 있으며, 수광부(33)는, 필터(47b)를 통하여, 연마 패드(2)로부터의 반사광을 수광한다. 이것들 필터(47a, 47b)의 예로서는, 예를 들어 투명 필름 또는 투명 유리 등을 들 수 있다. 본 실시 형태에서는, 접속면(44c)은, 한쪽의 경사면(44a)으로부터 다른 쪽의 경사면(44b)까지 직선 형상으로 연장되어 있다.

[0079] 표면 성상 측정 장치(30)는, 케이싱(43)의 측면에 고정된 위치 결정 플레이트(77, 78)를 갖는다. 표면 성상 측정 장치(30)가 도 6 및 도 7a에 도시한 측정 위치(후술함)로 이동되었을 때, 위치 결정 플레이트(77, 78)가 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 접촉한다. 위치 결정 플레이트(77, 78)에 의해, 연직 방향에 있어서의 연마 패드(2)의 연마면(2a)으로부터 표면 성상 측정 장치(30)의 측정 구조까지의 거리, 및 표면 성상 측정 장치(30)의 연마면(2a)에 대한 각도를 항상 일정하게 유지할 수 있다.

[0080] 도 7a, 도 7b, 및 도 8에 도시한 바와 같이, 표면 성상 측정 장치(30)는, 접속면(44c)으로부터 돌출되는 선단을 갖는 노즐(45)을 구비하고 있어도 된다. 표면 성상 측정 장치(30)의 노즐(45)은, 도시하지 않은 가압 기체 공

급 라인에 접속되어 있으며, 해당 가압 기체 공급 라인으로부터 가압 기체(예를 들어, 가압 질소 또는 가압 공기)를 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 분사하도록 구성되어 있다. 노즐(45)로부터 분사된 가압 기체에 의해, 연마면(2a) 위의 연마액 또는 드레싱액 등의 액체가 제거된다. 이에 의해, 표면 성상 측정 장치(30)는 정확한 연마 패드(2)의 표면 성상을 측정할 수 있다.

[0081] 노즐(45)은, 임의의 형상을 갖는다. 예를 들어, 노즐(45)은, 유로 직경이 선단으로부터 후단까지 동일한 원통 노즐이어야 되고, 유로 직경이 점차 축소하는 스로트부와, 해당 스로트부의 하류측에서 유로 직경이 점차 확대하는 확대부를 갖는 라발 노즐이어야 된다. 또는, 노즐(45)은, 유로 직경이 노즐(45)의 선단을 향해서 점차 축소 또는 확대하는 형상을 갖는 노즐이어야 된다.

[0082] 도 8에 도시한 바와 같이, 노즐(45)은, 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 대하여 경사져서 배치되어 있으며, 노즐(45)로부터 분사되는 가압 기체는, 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 비스듬하게 충돌한다. 노즐(45)은, 가압 기체가 케이싱(43)에 형성된 노치(44)의 개구를 향해 흐르도록, 연마 패드(2)의 연마면(2a)과 평행한 면 P에 대하여 경사 각도 Θ 만큼 경사져서 배치되어 있다. 이와 같은 구성에 의해, 노즐(45)로부터 분사된 가압 기체에 의해 제거된 액체가 노치(44)의 경사면(44a, 44b)에 각각 배치된 필터(47a, 47b)에 부착되는 것이 방지된다.

[0083] 이와 같이, 경사진 노즐(45)로부터 가압 기체를 분사하는 목적은, 연마면(2a) 위의 연마액 또는 드레싱액 등의 액체를 제거하면서, 가압 기체에 의해 제거된 액체가 비산하여, 필터(47a, 47b) 등에 부착되는 것을 방지하는 것이다. 따라서, 노즐(45)의 경사 각도 Θ 는, 상기 목적을 달성하기 위한 최적 경사 각도로 설정된다. 최적 경사 각도는, 예를 들어 노즐(45)로부터 분사되는 가압 기체의 압력, 유속 등에 기초하여 결정된다. 최적 경사 각도를, 가압 기체의 압력 및/또는 유속을 변경하여 행해지는 실험에 기초하여 결정해도 된다. 이 최적 경사 각도는, 예를 들어 60° 이다. 일 실시 형태에서는, 노즐(45)은, 케이싱(43)에 대하여 회동 가능하게 설치되어야 된다. 이 경우, 가압 기체의 압력 및 유속에 따라서, 노즐(45)의 경사 각도 Θ 를 최적 경사 각도로 변경할 수 있다.

[0084] 도 9는, 도 6에 도시된 표면 성상 측정 장치(30)의 주변을 확대해서 나타내는 모식도이다. 도 6 및 도 9에 도시한 바와 같이, 연마 패드(2)의 표면 성상을 측정하는 표면 성상 측정 장치(30)는, 지지 암(50)에 지지되어 있으며, 지지 암(50)은, 연마 장치에 고정되는 이동 유닛(53)에 연결된다. 이동 유닛(53)은, 표면 성상 측정 장치(30)를 대피 위치로부터 측정 위치로, 또는 측정 위치로부터 대피 위치로 이동시키기 위한 유닛이다. 즉, 이동 유닛(53)에 의해, 표면 성상 측정 장치(30)의 위치가 대피 위치로부터 측정 위치로, 또는 측정 위치로부터 대피 위치로 자동으로 변경된다.

[0085] 본 실시 형태에서는, 표면 성상 측정 장치(30)의 측정 위치를, 해당 표면 성상 측정 장치(30)가 연마 패드(2)의 표면 성상을 측정하기 위해서 연마 패드(2)에 접촉하고 있는 위치로서 정의한다. 예를 들어, 표면 성상 측정 장치(30)의 측정 위치는, 도 7a에 도시한 바와 같이, 표면 성상 측정 장치(30)의 위치 결정 플레이트(77, 78)가 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 접촉하고 있는 위치이다. 또한, 표면 성상 측정 장치(30)의 대피 위치를, 해당 표면 성상 측정 장치(30)가 연마 패드(2)로부터 이격한 위치로서 정의한다.

[0086] 도 9에 도시한 바와 같이, 이동 유닛(53)은, 연마 장치에 고정되는 고정 블록(55)과, 지지 암(50)에 연결되는 회동 블록(56)과, 회동 블록(56)을 고정 블록(55)에 대하여 회동 가능하게 연결하는 회전축(58)과, 회동 블록(56)을 회전축(58)의 축심 주위로 회동시키는 회동 기구(60)로 구성된다. 고정 블록(55)은, 연마 장치의 프레임(48)에 나사 등의 고정구(도시생략)에 의해 고정되어 있다. 표면 성상 측정 장치(30)를 지지하는 지지 암(50)은, 회동 블록(56)에 고정된 지지 플레이트(52)에 나사 등의 고정구(도시생략)에 의해 접속되어 있으며, 해당 지지 플레이트(52)를 통해 회동 블록(56)에 연결된다. 일 실시 형태에서는, 지지 플레이트(52)를 회동 블록(56)과 일체로 형성해도 된다. 또한, 지지 암(50)을, 회동 블록(56)에 직접 접속해도 된다. 이 경우, 지지 플레이트(52)는, 이동 유닛(53)으로부터 생략된다.

[0087] 회동 블록(56)은, 회전축(58)을 통해 고정 블록(55)에 연결된다. 보다 구체적으로는, 고정 블록(55)에는, 오목부(55a)가 형성되어 있으며, 회동 블록(56)에는, 고정 블록(55)의 오목부(55a)에 삽입되는 볼록부(56a)가 형성되어 있다. 볼록부(56a)에는, 회전축(58)이 삽입되는 관통 구멍(도시생략)이 형성되어 있다. 고정 블록(55)은, 해당 고정 블록(55)의 오목부(55a)의 양측부에 각각 형성된 2개의 관통 구멍(도시생략)을 가지고 있다. 회동 블록(56)의 볼록부(56a)를 고정 블록(55)의 오목부(55a)에 삽입했을 때, 고정 블록(55)에 형성된 2개의 관통 구멍을, 회동 블록(56)의 볼록부(56a)에 형성된 관통 구멍과 일직선상으로 배열시킬 수 있다. 회동 블록(56)의 볼록부(56a)를 고정 블록(55)의 오목부(55a)에 삽입한 상태에서, 회전축(58)을, 고정 블록(55)의 오목부(55a)의 양측부에 각각 형성된 2개의 관통 구멍과, 볼록부(56a)에 형성된 관통 구멍에 삽입한다. 이에 의

해, 회동 블록(56)이 고정 블록(55)에 대하여 회동 가능하게 연결된다.

[0088] 도 10은, 도 9에 도시한 회동 기구(60)에 의해 측정 위치로 이동된 표면 성상 측정 장치(30)를 나타내는 도면이며, 도 11은, 도 9에 도시한 회동 기구(60)에 의해 대피 위치로 이동된 표면 성상 측정 장치(30)를 나타내는 도면이다.

[0089] 도 10 및 도 11에 도시한 바와 같이, 본 실시 형태에 따른 회동 기구(60)는, 회동 블록(56)에 연결되는 피스톤(62)과, 해당 피스톤(62)을 진퇴 가능하게 수용하는 실린더(63)로 구성되는 피스톤 실린더 기구이다. 피스톤(62)의 선단은, 회동 블록(56)의 하면에 고정된 브래킷(70)을 통해 회동 블록(56)에 연결된다. 피스톤(62)의 선단에는, 핀(67)이 삽입 가능한 관통 구멍(도시생략)이 형성되어 있으며, 브래킷(70)은, 피스톤(62)의 관통 구멍에 삽입된 핀(72)을 삽입 가능한 관통 구멍(68)이 형성되어 있다. 피스톤(62)의 선단에 형성된 관통 구멍을 브래킷의 관통 구멍(68)과 일직선으로 배열한 상태에서, 핀(67)을 피스톤(62)의 관통 구멍과 브래킷의 관통 구멍(68)에 삽입함으로써, 피스톤(62)이 브래킷(70)을 통해 회동 블록(56)에 연결된다. 회동 블록(56)의 하면에 고정된 브래킷(70)은, 피스톤(62)에 대하여 회동 가능하게 연결된다.

[0090] 실린더(63)는, 연마 장치의 프레임(48)으로부터 연장되는 대(49)에 지지되어 있다. 실린더(63)에는, 유체 공급 라인(도시생략)이 접속되고, 해당 유체 공급 라인을 통해 유체(예를 들어, 가압 질소 또는 가압 공기)가 실린더(63)에 공급된다. 제어부(23)(도 1 참조)는, 실린더(63)에 대한 유체의 공급을 제어함으로써, 피스톤(62)을 상하 이동시킨다. 예를 들어, 유체 공급 라인에 개폐 밸브(도시생략)를 배치하고, 제어부(23)가 이 개폐 밸브의 동작을 제어함으로써, 피스톤(62)을 상하 이동시킨다. 보다 구체적으로는, 피스톤(62)을 상승시킬 때는, 제어부(23)는, 개폐 밸브를 개방하고, 실린더(63)에 유체를 공급한다. 피스톤(62)을 하강시킬 때는, 제어부(23)는, 개폐 밸브를 폐쇄하여, 실린더(63)에 대한 유체의 공급을 정지시킨다.

[0091] 연마 패드(2)의 표면 성상을 측정할 때는, 제어부(23)는, 회동 기구(60)의 피스톤(62)을 하강시킨다. 이에 의해, 회동 블록(56) 및 지지 암(50)이 표면 성상 측정 장치(30)를 하방으로 이동시키는 방향으로 회동하고, 표면 성상 측정 장치(30)의 위치 결정 플레이트(77, 78)가 연마 패드(2)에 접촉한다. 이와 같이, 제어부(23)는, 회동 기구(60)를 동작시킴으로써, 표면 성상 측정 장치(30)를 도 10에 도시한 측정 위치로 이동시킬 수 있다. 이 상태에서, 상술한 연마 패드(2)의 표면 성상의 측정이 행하여져, 드레싱 조건이 결정된다. 제어부(23)가 표면 성상 측정 장치(30)로부터 얻어진 표면 성상의 측정값으로부터 연마 패드(2)의 이상을 검지했을 때는, 제어부(23)는, 이상을 발보하여, 연마 장치의 운전을 정지해도 된다.

[0092] 연마 패드(2)의 표면 성상의 측정이 종료되고, 드레싱 조건이 결정되면, 제어부(23)는, 회동 기구(60)의 피스톤(62)을 상승시킨다. 이에 의해, 회동 블록(56) 및 지지 암(50)이 표면 성상 측정 장치(30)를 상방으로 이동시키는 방향으로 회동하고, 표면 성상 측정 장치(30)가 연마 패드(2)로부터 이격한다(도 11 참조). 이와 같이, 제어부(23)는, 회동 기구(60)를 동작시킴으로써, 표면 성상 측정 장치(30)를 도 10에 도시한 측정 위치에서 도 11에 도시한 대피 위치로 이동시킨다. 연마 패드(2)의 표면 성상을 다시 측정할 때는, 제어부(23)는, 회동 기구(60)를 동작시킴으로써, 표면 성상 측정 장치(30)를 도 11에 도시한 대피 위치에서 도 10에 도시한 측정 위치로 이동시킨다.

[0093] 도 12는, 회동 기구의 다른 예를 나타내는 모식도이다. 도 12에 도시한 회동 기구(60)는, 회전축(58)에 연결된 모터(59)를 가지고 있으며, 모터(59)는, 제어부(23)에 전기적으로 연결되어 있다. 모터(59)는, 연마 장치의 프레임(48)으로부터 연장되는 대(49)에 지지되어 있다. 본 실시 형태에서는, 회전축(58)은, 회동 블록(56)에 고정되어 있다. 예를 들어, 회전축(58)은, 도시하지 않은 키를 가지고 있으며, 회동 블록(56)의 블록부(56a)에는, 해당 키가 결립 결합하는 키 홈이 형성되어 있다. 회전축(58)의 키를 회동 블록(56)의 키 홈에 삽입함으로써, 회전축(58)이 키와 키 홈의 결립 결합에 의해 회동 블록(56)에 고정된다.

[0094] 제어부(23)는, 모터(59)의 동작을 제어함으로써 회전축(58)을 회전시켜, 이에 의해, 회동 블록(56)이 고정 블록(55)에 대하여 회동한다. 회동 블록(56)은, 지지 플레이트(52)를 통해 지지 암(50) 및 표면 성상 측정 장치(30)에 연결되어 있으므로, 모터(59)의 동작에 의해, 표면 성상 측정 장치(30)를 대피 위치(도 11 참조)로부터 측정 위치(도 10 참조)로, 또는 그 반대로 이동시킬 수 있다.

[0095] 도 9에 도시한 바와 같이, 회동 블록(56)을, 지지 암(50)에 지지 플레이트(52)를 통해 연결되는 제1 플레이트(64)와, 고정 블록(55)에 회전축(58)을 통해 연결되는 제2 플레이트(65)로 구성해도 된다. 제1 플레이트(64)는, 회전 핀(66)을 통해 제2 플레이트(65)에 회동 가능하게 연결된다. 도 9에 도시한 실시 형태에서는, 제1 플레이트(64)는, 회전 핀(66)을 포함하는 한지 기구(88)에 의해, 제2 플레이트(65)에 연결되어 있다.

한지 기구(88)는, 제1 플레이트(64)의 상면에 고정되는 제1 조인트(89)와, 제2 플레이트(65)의 상면에 고정되는 제2 조인트(90)와, 제1 조인트(89)를 제2 조인트(90)에 대하여 회동 가능하게 연결하는 회전 핀(66)으로 구성되어 있다.

[0096] 도 13은, 표면 성상 측정 장치(30)를 메인터넌스 위치로 이동시킨 상태를 나타내는 모식도이다. 메인터넌스 위치는, 연마 패드(2)의 메인터넌스 또는 교환을 행하기 위해서, 표면 성상 측정 장치(30)가 연마 패드(2)로부터 멀리 이격된 위치이다. 도 13에 도시한 예에서는, 지지 암(50)이 연직 방향으로 연장되도록, 상기 한지 기구(88)를 동작시키고 있다. 이에 의해, 표면 성상 측정 장치(30)가 연마 패드(2)로부터 면 곳에 위치되므로, 연마 패드(2)의 메인터넌스 또는 교환을 용이하게 행할 수 있다.

[0097] 도시는 하지 않았지만, 연마 장치는, 표면 성상 측정 장치(30)를 메인터넌스 위치로 이동시켰을 때, 지지 암(50)의 이동을 저지하는 고정구를 가지고 있는 것이 바람직하다. 고정구에 의해, 메인터넌스 위치로 이동된 지지 암(50)이 의도치 않게 전도되는 것이 방지된다. 고정구의 예로서는, 메인터넌스 위치로 이동된 지지 암(50)에 걸림 결합 가능한 혹 또는 클램프를 들 수 있다.

[0098] 본 실시 형태에 따르면, 제어부(23)가 이동 유닛(53)의 회동 기구(60)의 동작을 제어함으로써, 표면 성상 측정 장치(30)를 대피 위치로부터 측정 위치로 이동시키고, 또한, 표면 성상 측정 장치(30)를 사용하여 연마 패드(2)의 표면 성상을 자동으로 취득할 수 있다. 제어부(23)는, 취득된 표면 성상에 기초하여 드레싱 조건을 결정한다. 제어부(23)는, 취득된 표면 성상에 기초하여 이상을 밝보해도 된다. 이와 같이, 종래 필요했던 표면 성상 측정 장치의 착탈 작업을 행할 필요가 없어지므로, 연마 장치의 스루풋을 향상시킬 수 있음과 함께, 작업자의 부담을 경감시킬 수 있다.

[0099] 연마 장치는, 표면 성상 측정 장치(30)가 측정 위치로 이동했을 때, 표면 성상 측정 장치(30)의 하면이 연마 패드(2)의 표면에 대하여 평행해지도록, 표면 성상 측정 장치(30)의 자세를 자동으로 조정하는 자세 조정 기구를 가지고 있어도 된다.

[0100] 도 14a는, 일 실시 형태에 따른 자세 조정 기구의 개략 정면도이며, 도 14b는, 도 14a의 B-B선 확실 표시도이다. 도 15a는, 도 14a의 C-C선 단면도이며, 도 15b는, 표면 성상 측정 장치(30)가 대피 위치로 이동되었을 때의, 도 15a에 대응하는 자세 조정 기구의 일부의 단면도이다.

[0101] 도 14a 및 도 14b에 도시한 바와 같이, 자세 조정 기구(70)는, 지지 암(50)에 연결되는 지지대(72)와, 표면 성상 측정 장치(30)의 상면에 고정되고, 지지대(72)에 형성된 관통 구멍을 통하여 연장되는 적어도 하나의 조정 핀(73)을 가지고 있다. 본 실시 형태에서는, 4개의 조정 핀(73)이 표면 성상 측정 장치(30)의 상면에 고정되어 있다. 지지대(72)는, 지지 암(50)의 하면에 직접 고정되어 있다. 또한, 지지대(72)는, 그 하부에 플랜지부(72a)를 가지고 있으며, 4개의 관통 구멍(74)이 플랜지부(72a)의 4모퉁이에 형성되어 있다. 각 조정 핀(73)은, 지지대(72)의 플랜지부(72a)에 형성된 각 관통 구멍(74)을 통하여 연장되어 있다.

[0102] 도 15a에 도시한 바와 같이, 조정 핀(73)은, 관통 구멍(74)의 직경 Dp보다도 작은 직경 Da를 갖는 핀 본체(73a)와, 핀 본체(73a)의 상부에 형성된 핀헤드(73b)를 가지고 있다. 핀헤드(73b)는, 관통 구멍(74)보다도 상방에 위치하고 있다. 보다 구체적으로는, 핀헤드(73b)는, 지지 암(50)과 지지대(72)의 플랜지부(72a)의 사이에 위치하고 있다(도 14a 참조). 핀헤드(73b)는, 관통 구멍(74)의 직경 Dp보다도 큰 직경 Db를 가지고 있다.

[0103] 도 15b에 도시한 바와 같이, 제어부(23)가 표면 성상 측정 장치(30)를 대피 위치로 이동시켰을 때, 핀헤드(73b)의 하면이 지지대(72)의 플랜지부(72a)의 상면에 접촉하고, 이에 의해, 표면 성상 측정 장치(30)는, 지지대(72)를 통해 지지 암(50)에 지지된다. 제어부(23)가 표면 성상 측정 장치(30)를 측정 위치로 이동시켜, 표면 성상 측정 장치(30)의 위치 결정 플레이트(77, 78)를 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 접촉시키면, 핀헤드(73b)의 하면이 지지대(72)의 플랜지부(72a)로부터 이격한다. 이에 의해, 표면 성상 측정 장치(30)는, 그 자중에 의해, 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 지지된다. 따라서, 자세 조정 기구(70)에 의해, 표면 성상 측정 장치(30)의 자세가 그 하면을 연마 패드(2)의 연마면(2a)과 평행해지도록 조정된다.

[0104] 또한, 도 9에 도시한 바와 같이, 연마 장치는, 표면 성상 측정 장치(30)의 수평 방향 위치를 지지 암(50)을 따라 조정하는 변위 기구(80)를 가지고 있어도 된다. 변위 기구(80)는, 표면 성상 측정 장치(30)의 수평 방향 위치를 지지 암(50)의 길이 방향을 따라서 이동시키기 위한 기구이다.

[0105] 도 16은, 도 9에 도시한 변위 기구(80)를 모식적으로 나타내는 사시도이다. 도 17은, 도 16의 D-D선 단면도이다. 도 16 및 도 17에 도시한 바와 같이, 변위 기구(80)는, 지지 암(50)의 길이 방향을 따라서 연장되는 긴 구멍(81)과, 해당 긴 구멍(81)에 삽입되는 지지 축(82)을 갖는다. 긴 구멍(81)의 내부에는, 단차부(81a)가 형성

되어 있다. 지지 축(82)은, 표면 성상 측정 장치(30)에 연결되는 축 본체(82a)와, 긴 구멍(81)의 단차부(81a)에 접촉하는 축 헤드(82b)를 가지고 있다. 본 실시 형태에서는, 지지 축(82)은, 상기 지지대(72)의 상면에 형성된 나사 구멍(도시생략)에 조여 넣는 볼트이며, 지지대(72)와 상기 자세 조정 기구(70)를 통해 표면 성상 측정 장치(30)에 연결된다. 이하의 설명에서는, 지지 축(82)을 볼트(82)라 칭하는 경우가 있고, 축 본체(82a)를 볼트 본체(82a)라 칭하는 경우가 있고, 축 헤드(82b)를 볼트 헤드(82b)라 칭하는 경우가 있다.

[0106] 볼트(82)의 볼트 본체(82a)는, 긴 구멍(81)의 길이 방향으로 수직인 방향이며, 또한 수평 방향에 있어서의 단차부(81a)의 폭보다도 작은 직경을 가지고 있으며, 볼트(82)의 볼트 헤드(82b)는, 긴 구멍(81)의 단차부(81a)의 폭보다도 큰 직경을 가지고 있다. 또한, 볼트 헤드(82b)의 직경은, 단차부(81a)가 형성되어 있지 않은 긴 구멍(81)의 상부 폭보다도 작다. 따라서, 볼트(82)를 지지 암(50)의 상방으로부터 긴 구멍(81)으로 삽입했을 때, 볼트 본체(82a)는, 긴 구멍(81)의 단차부(81a)에 접촉하지 않고, 긴 구멍(81)을 통과할 수 있다. 한편, 볼트 헤드(82b)는, 긴 구멍(81)의 단차부(81a)에 접촉하고, 단차부(81a)를 통과할 수 없다.

[0107] 표면 성상 측정 장치(30)를 지지 암(50)에 지지시킬 때는, 지지대(72)를 지지 암(50)의 하면에 접촉시킨 상태에서, 볼트(82)를 지지 암(50)의 상방으로부터 긴 구멍(81)에 삽입하고, 지지대(72)에 형성된 나사 구멍에 조여 넣는다. 볼트(82)의 볼트 헤드(82b)가 단차부(81a)에 접촉할 때까지, 볼트(82)를 지지대(72)의 나사 구멍에 조여 넣음으로써, 표면 성상 측정 장치(30)가 지지대(72)를 통해 지지 암(50)에 연결된다. 볼트(82)를 또한 지지대(72)의 나사 구멍에 조여 넣음으로써, 지지대(72)는 볼트(82)에 의해 지지 암(50)에 견고하게 고정되고, 이에 의해, 지지대(72)(즉, 표면 성상 측정 장치(30))의 수평 방향의 위치가 고정된다.

[0108] 표면 성상 측정 장치(30)의 수평 방향 위치를 조정(즉, 변경)할 때는, 볼트(82)를 느슨하게 하여, 지지대(72)(즉, 표면 성상 측정 장치(30))를 긴 구멍(81)을 따라 원하는 위치까지 이동시킨다. 그 후에, 다시 볼트(82)를 지지대(72)의 나사 구멍에 조여 넣고, 표면 성상 측정 장치(30)의 수평 방향 위치를 고정한다.

[0109] 본 실시 형태에 따르면, 변위 기구(80)에 의해, 표면 성상 측정 장치(30)의 수평 방향 위치를 조정할 수 있으므로, 표면 성상 측정 장치(30)가 연마 패드(2)의 임의의 위치(즉, 원하는 위치)에 있어서의 표면 성상을 측정할 수 있다.

[0110] 도 18은, 변위 기구(80)의 다른 실시 형태를 나타내는 모식도이다. 특별히 설명하지 않은 본 실시 형태의 구성은, 도 16 및 도 17에 도시한 변위 기구(80)의 구성과 마찬가지이기 때문에, 그 중복되는 설명을 생략한다.

[0111] 도 18에 도시한 변위 기구(80)에서는, 지지대(72)의 위치는 지지 축(볼트)(82)에 의해 지지 암(50)에 고정되어 있지 않다. 보다 구체적으로는, 지지 축(82)의 축 헤드(82b)는, 단차부(81a)에 접촉하고 있을 뿐이며, 긴 구멍(81)은, 지지대(72)(즉, 표면 성상 측정 장치(30))를 지지 암(50)을 따라 이동시키기 위한 안내 구멍으로서 기능한다. 또한, 변위 기구(80)는, 표면 성상 측정 장치(30)에 연결되는 피스톤(85)과, 해당 피스톤(85)을 진퇴 가능하게 수용하는 실린더(86)을 갖는 피스톤 실린더 기구(83)를 구비하고 있다. 본 실시 형태에서는, 피스톤(85)의 선단이 지지대(72)의 측면에 접속되어 있으며, 실린더(86)는, 지지 암(50)의 하면에 고정되어 있다. 또한, 실린더(86)는, 도시하지 않은 유체 공급 라인에 접속되어 있다.

[0112] 유체 공급 라인으로부터 실린더(86)에 공급되는 가압 유체(예를 들어, 가압 질소 또는 가압 공기)에 의해, 피스톤(85)을 지지 암(50)을 따라 진퇴시킬 수 있다. 피스톤(85)을 지지 암(50)을 따라 진퇴시킴으로써, 해당 피스톤(85)에 지지대(72)를 통해 연결되는 표면 성상 측정 장치(30)의 수평 방향 위치를 지지 암(50)을 따라 조정할 수 있다. 제어부(23)(도 1 참조)는, 실린더(86)에 공급되는 가압 유체의 공급을 제어하여, 표면 성상 측정 장치(30)의 수평 방향 위치를 자동으로 변경한다. 이와 같이, 본 실시 형태에 따른 변위 기구(80)에 의하면, 표면 성상 측정 장치(30)의 수평 방향 위치를 자동으로 조정할 수 있다.

[0113] 도시는 하지 않았지만, 변위 기구(80)는, 피스톤 실린더 기구(83) 대신에 표면 성상 측정 장치(30)의 수평 방향 위치를 변경하기 위한 볼 나사 기구를 가지고 있어도 된다. 이 경우에도, 제어부(23)가 볼 나사 기구의 동작을 제어함으로써, 표면 성상 측정 장치(30)의 수평 방향 위치를 자동으로 조정할 수 있다.

[0114] 제어부(23)는, 기판 W의 연마 중 또는 연마 패드(2)의 드레싱 중에, 표면 성상 측정 장치(30)를 측정 위치(도 10 참조)로 이동시켜, 회전하는 연마 패드(2)의 표면 성상을 측정해도 된다. 상술한 바와 같이, 표면 성상 측정 장치(30)는, 케이싱(43)의 경사면(44a, 44b)에 각각 배치된 필터(47a, 47b)(도 7b 참조)를 가지고 있다. 기판 W의 연마 중 또는 드레싱 중에는, 연마 패드(2) 위에 연마액(슬러리) 또는 드레싱액 등의 유체가 공급되지만, 필터(47a, 47b)에 의해, 이 유체가 케이싱(43)의 내부에 침입되는 것이 방지된다. 따라서, 필터(47a, 47b)에 의해, 광원(31), 수광부(33) 등의 측정 구조가 유체에 의해 오염되는 것을 방지할 수 있다. 또한, 표면

성상 측정 장치(30)가 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 대하여 경사져서 배치된 노즐(45)(도 8 참조)을 가지고 있는 경우에는, 노즐(45)로부터 분사되는 가압 기체에 의해, 연마면(2a) 위의 유체가 노치(44)로부터 표면 성상 측정 장치(30)의 외부로 날려 보내진다. 그 결과, 기판 W의 연마 중 또는 드레싱 중이어도, 필터(47a, 47b)에 유체가 부착되는 것을 더 효과적으로 방지할 수 있음과 함께, 정확한 연마 패드(2)의 표면 성상을 측정할 수 있다.

[0115] 도 19는, 도 5에 도시한 촬상 장치(39)의 내부 구조(측정 구조)의 일례를 나타내는 모식도이다. 도 19에는, 촬상 장치(39)를 수용하는 표면 성상 측정 장치(30)의 케이싱(43)의 일부도 그려져 있다. 도 19에 도시한 케이싱(43)의 일부는, 촬상 장치(39)를 수용하는 케이싱(43)의 하부에 형성된 노치(44)의 변형예를 나타내고 있다.

[0116] 상술한 바와 같이, 촬상 장치(39)는, 표면 성상 측정 장치(30)의 케이싱(43)에 수용되고, 연마 패드(2)의 표면 성상의 화상 정보를 취득한다. 도 19에 도시한 촬상 장치(39)는, 촬영면(39a)을 갖는 이미지 센서와, 해당 촬영면(39a)에 연마 패드(2)의 표면 화상을 결상시키는 렌즈 기구(24)와, 애피처(29)를 가지고 있다. 렌즈 기구(24)는, 렌즈(25)와, 연마 패드(2)의 표면과 촬영면(39a)의 사이에서 렌즈(25)를 이동시키는 포커스 기구(도시 생략)를 구비하고 있다. 포커스 기구에 의해, 렌즈(25)를 이동시킴으로써, 촬영면(39a)에 연마 패드(2)의 표면 화상을 결상시킨다.

[0117] 본 실시 형태에서는, 애피처(29)는, 촬영면(39a)과 렌즈(25)의 사이에 배치되어 있다. 애피처(29)는, 촬상 장치(39)의 시야 사이즈를 조정하기 위해서, 및 백그라운드로부터의 노이즈를 제거하기 위해서 사용된다.

[0118] 도시는 하지 않았지만, 도 3 및 도 4에 도시된 표면 성상 측정 장치(30)에, 애피처(29)를 마련해도 된다. 이 경우, 애피처(29)는, 투광부(32)와 수광부(33)의 사이에 형성된 광로상에서 연마면(2a)과 수광부(33)의 사이에 배치된다. 애피처(29)는, 연마 패드(2)로부터 반사하는 레이저광의 회절 폭(회절광의 차수)을 조정하기 위해서 및 백그라운드로부터의 노이즈를 제거하기 위해서 사용된다.

[0119] 본 실시 형태에서는, 표면 성상 측정 장치(30)의 케이싱(43)의 하부에 형성된 노치(44)는, 2개의 대향하는 경사면(44a, 44b)과, 각 경사면(44a, 44b)으로부터 상측 방향으로 연장되는 측면(44d, 44e)과, 측면(44d, 44e)을 접속하는 접속면(44c)에 의해 구획되는 형상을 갖고 있다. 도시한 예에서는, 측면(44d, 44e)은, 수직 방향으로 연장되어 있다. 이하의 설명에서는, 측면(44d, 44e)을 수직면(44d, 44e)이라고 각각 칭한다.

[0120] 촬상 장치(39)가 촬영하는 연마 패드(2)의 연마면(2a) 위에 연마액 또는 드레싱액 등의 액체가 있으면, 촬상 장치(39)는, 정확한 연마 패드(2)의 표면 성상의 화상 정보를 취득할 수 없다. 그래서, 상술한 노즐(45)로부터 가압 기체를 분사하여, 촬상 장치(39)에 의해 촬영되는 연마면(2a) 위의 액체를 제거한다.

[0121] 본 실시 형태에서는, 노즐(45)은, 한쪽의 경사면(44a)으로부터 돌출되어 있다. 한쪽의 수직면(44d)에는, 개구(27)가 형성되어 있으며, 다른 쪽의 수직면(44e)에는, 다른 개구(28)가 형성되어 있다. 개구(27, 28)는, 연마면(2a)과 렌즈(25)의 사이에 위치하고 있다. 개구(27)는, 기체(예를 들어, CDA(클린 드라이 에어), 드라이 에어, 질소 등)를 개구(28)를 향해 분사하도록 구성되어 있으며, 개구(28)는, 개구(27)로부터 분사한 기체가 유입되도록 구성되어 있다. 이와 같은 구성에 의해, 개구(27)로부터 개구(28)를 향하는 기체의 커튼을 형성할 수 있다. 개구(27)와 개구(28)의 사이에 형성된 기체의 커튼에 의해, 노즐(45)로부터 분사시킨 가압 기체에 의해 비산한 액체가 렌즈(25)에 도달하는 것이 방지된다. 따라서, 촬상 장치(39)는, 연마 패드(2)의 연마면(2a)의 정확한 화상 정보를 취득할 수 있다.

[0122] 도 19에 도시한 예에서는, 개구(27)는, 도 19의 지면과 평행하며, 또한 노즐(45)을 통과하는 연직면상에 위치하고, 개구(27)로부터의 기체 및 노즐(45)로부터의 가압 기체는, 도 19의 지면과 평행한 방향으로 분사된다. 그러나, 개구(27)는, 도 19의 지면과 평행하며, 또한 노즐(45)을 통하는 연직면에서 수평 방향으로 어긋나 있어도 된다. 또한, 개구(27)로부터의 기체 및/또는 노즐(45)로부터의 가압 기체는, 도 19의 지면과 평행한 방향과는 다른 방향으로 분사되어도 된다.

[0123] 도시는 하지 않았지만, 노즐(45)과 대향하는 경사면(44b)의 일부(예를 들어, 하부)를 곡면 형상으로 형성해도 된다. 곡면 형상으로 형성된 경사면(44b)의 일부의 표면은, 노즐(45)로부터 분사된 가압 기체에 의해 연마면(2a)으로부터 날려 보내진 액체를, 표면 성상 측정 장치(30)의 케이싱(43)의 외부로 원활하게 배출하기 위한 안내면으로서 기능한다. 또는, 노즐(45)과 대향하는 경사면(44b)의 하부에, 액체를 케이싱(43)의 외부로 배출하기 쉽게 하기 위한 노치를 마련해도 된다.

[0124] 도 20은, 표면 성상 측정 장치(30)의 다른 실시 형태를 나타내는 모식도이다. 특별히 설명하지 않은 본 실시 형태의 구성은, 상술한 실시 형태에 따른 표면 성상 측정 장치(30)의 구성과 마찬가지이기 때문에, 중복되는 설

명을 생략한다.

[0125] 도 20에 도시한 바와 같이, 표면 성상 측정 장치(30)는, 케이싱(43)의 측면에 연결된 배리어(69)를 구비한다. 본 실시 형태에서는, 배리어(69)는, 위치 결정판(78)의 측면에 설치되어 있다. 배리어(69)의 하면은, 표면 성상 측정 장치(30)가 측정 위치(도 10 참조)로 이동되었을 때, 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 접촉한다. 배리어(69)는, 연마 패드(2)의 연마면(2a) 위에 공급된 연마액 또는 드레싱액 등의 유체가 표면 성상 측정 장치(30)에 도달되는 것을 저해하기 위한 펜스로서 기능한다. 본 실시 형태에 따른 배리어(69)는, 원호상 형상을 갖고, 연마면(2a) 위를 표면 성상 측정 장치(30)를 향해서 흘러 온 유체를 배리어(69)의 원호 형상을 따라서 안내함으로써, 유체가 표면 성상 측정 장치(30)에 도달되는 것을 저해한다. 도시는 하지 않았지만, 배리어(69)를 지지 암(50)에 설치해도 된다.

[0126] 도 21은, 또 다른 실시 형태에 따른 연마 장치를 나타내는 모식도이다. 도 22는, 도 21에 도시한 드레서를 확대해서 나타내는 모식도이며, 도 23은, 도 21에 도시한 드레서가 연마 패드 위를 요동하는 모습을 모식적으로 나타내는 평면도이다. 특별히 설명하지 않은 본 실시 형태의 구성은, 상술한 실시 형태의 구성과 마찬가지이며, 동일 또는 상당하는 부재에는 동일한 부호를 부여하고, 그 중복되는 설명을 생략한다.

[0127] 도 21에 도시한 연마 장치는, 도 1에 도시한 연마 장치와 마찬가지로, 연마 패드(2)를 첨부한 연마 테이블(1)이나 캐리어(10) 등으로 이루어지는 연마부 및 드레싱 장치(20)를 구비하고 있다. 도 21에 도시한 드레싱 장치(20)는, 드레서 암(21)과, 드레서 암(21)에 회전 가능하게 설치된 드레서(22)와, 드레서(22)에 연결된 드레서 샤프트(91)와, 드레서 샤프트(91)의 상단에 마련된 에어 실린더(93)를 구비하고 있다. 드레서 샤프트(91)는, 드레서 암(21)에 회전 가능하게 지지되어 있으며, 드레서 암(21) 내에 배치된 모터(도시생략)에 의해 회전한다. 이 드레서 샤프트(91)의 회전에 의해, 드레서(22)가 그 축심 주위로 회전한다. 본 실시 형태에서는, 드레서(22)의 하부에 마련된 드레싱 부재(22a)는 링 형상을 갖고 있지만, 드레싱 부재(22a)는, 원 형상을 갖고 있어도 된다.

[0128] 에어 실린더(93)는, 도시하지 않은 기체 공급원에 연결되어 있으며, 연마 패드(2)에 대한 드레싱 하중을 드레서(22)에 부여하는 장치이다. 드레싱 하중은, 에어 실린더(93)에 공급되는 공기압에 의해 조정할 수 있다. 또한, 에어 실린더(93)에 의해, 드레서(22)를 연마 패드(2)의 연마면(2a)으로부터 이격시킬 수 있다. 에어 실린더(93)는, 드레서 샤프트(91) 및 드레서(22)를 드레서 암(21)에 대하여 상하 이동시키는 승강 액추에이터로서 기능한다. 일 실시 형태에서는, 볼 나사 기구를 드레서 샤프트(91) 및 드레서(22)를 드레서 암(21)에 대하여 상하 이동시키는 승강 액추에이터로서 사용해도 된다.

[0129] 또한, 드레싱 장치(20)는, 드레서 암(21)에 연결된 지지축(98)과, 지지축(98)을 회전시키는 모터(회전 액추에이터)(96)를 가지고 있다. 드레서 암(21)은, 모터(96)에 구동되어, 지지축(98)을 중심으로 하여 요동하도록 구성되어 있다.

[0130] 연마 패드(2)의 연마면(2a)의 드레싱은 다음과 같이 하여 행해진다. 연마 테이블(1) 및 연마 패드(2)를 연마 테이블 회전 모터(도시생략)에 의해 회전시켜, 도시하지 않은 드레싱액 공급 노즐로부터 드레싱액(예를 들어, 순수)을 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 공급한다. 또한, 드레서(22)를 그 축심 주위로 회전시킨다. 드레서(22)는 에어 실린더(93)에 의해 연마면(2a)에 압박되고, 드레싱 부재(22a)의 하면을 연마면(2a)에 미끄럼 접촉시킨다. 이 상태에서, 드레서 암(21)을 요동시켜, 연마 패드(2) 위의 드레서(22)를 연마 패드(2)의 대략 반경 방향으로 이동시킨다. 도 23에 도시한 바와 같이, 연마 테이블(1) 및 그 위의 연마 패드(2)는, 원점(연마 패드(2)의 중심점) 0를 중심으로 하여 회전한다. 한편, 드레서(22)는, 도 21에 도시한 지지축(98)의 중심 위치에 상당하는 점 C를 중심으로 하여 소정의 각도만큼 회전한다(즉 요동한다). 연마 패드(2)는, 회전하는 드레서(22)에 의해 깎아내어지고, 이에 의해 연마면(2a)의 드레싱이 행해진다.

[0131] 도 21 및 도 22에 도시한 바와 같이, 연마 장치는, 드레서(22)에 설치된 표면 성상 측정 장치(30)를 가지고 있다. 도 22에 도시한 표면 성상 측정 장치(30)는, 드레서(22)의 외주면에 설치된 서브 암(95)의 선단에 고정되어 있다. 서브 암(95)은, 대략 L자형의 단면 형상을 갖고 있으며, 표면 성상 측정 장치(30)는, 서브 암(95)의 선단에 고정되어 있다. 서브 암(95)의 말단은, 드레서(22)의 외주면에 고정된다. 본 실시 형태에서는, 표면 성상 측정 장치(30)를 지지하는 지지 암은, 드레서 암(21)이며, 표면 성상 측정 장치(30)는, 서브 암(95), 드레서(22), 및 드레서 샤프트(91)를 통해 드레서 암(21)에 지지된다.

[0132] 도 22에 도시한 표면 성상 측정 장치(30)는, 도 3 또는 도 4를 참조하여 설명된 내부 구조(측정 구조)를 가지고 있어도 되고, 도 5 및 도 19를 참조하여 설명된 활상 장치(39)를 가지고 있어도 된다. 이하의 설명에서는, 도

3 또는 도 4를 참조하여 설명된 내부 구조를, 단순히 「상기 측정 구조」라고 칭하는 경우가 있다. 또한, 표면 성상 측정 장치(30)는, 상기 측정 구조 또는 활상 장치(39)를 수용하는 하우징(43)을 가지고 있어도 된다. 이 하우징(43)의 형상은 임의이지만, 예를 들어 도 7a 및 도 7b를 참조하여 설명된 하우징(43)이어도 된다. 또는, 하우징(43)은, 원통 형상을 갖고 있어도 된다.

[0133] 일 실시 형태에서는, 서브 암(95)의 내부에 표면 성상 측정 장치(30)를 수용해도 된다. 이 경우, 상기 측정 구조 또는 활상 장치(39)가 서브 암(95) 내에 배치되고, 서브 암(95)의 선단에는, 개구가 형성된다. 표면 성상 측정 장치(30)가 상기 측정 구조를 갖는 경우에는, 투광부(32)로부터 투광된 레이저광은, 서브 암(95)에 형성된 개구를 통해 연마 패드(2)의 표면에 도달하고, 연마 패드(2)의 표면에서 반사한 반사광은, 서브 암(95)에 형성된 개구를 통해 수광부(33)에 수광된다. 표면 성상 측정 장치(30)가 활상 장치(39)를 갖는 경우에는, 활상 장치(39)는, 서브 암(95)에 형성된 개구를 통해 연마 패드(2)의 표면 화상 정보를 취득한다.

[0134] 또한, 표면 성상 측정 장치(30)는, 도 8을 참조하여 설명된 노즐(45)을 가지고 있어도 된다. 상술한 바와 같이, 노즐(45)은, 가압 기체(예를 들어, 가압 질소 또는 가압 공기)를 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 분사하도록 구성되어 있으며, 노즐(45)로부터 분사된 가압 기체에 의해, 연마면(2a) 위의 연마액 또는 드레싱액 등의 액체가 제거된다. 도시는 하지 않았지만, 노즐(45)에 가압 기체를 공급하기 위한 가압 기체 공급 라인은, 예를 들어 로터리 조인트 등을 통하여 드레서 샤프트(91)에 접속되고, 드레서 샤프트(91), 드레서(22) 및 서브 암(95)의 내부에 형성된 유로를 통해 표면 성상 측정 장치(30)에 공급된다.

[0135] 도 22에 도시한 바와 같이, 표면 성상 측정 장치(30)는, 드레서(22)의 드레싱 부재(22a)를 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 접촉시켰을 때, 해당 연마면(2a)으로부터 이격하고 있다. 본 실시 형태에서는, 드레서(22)의 드레싱 부재(22a)가 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 접촉했을 때의 표면 성상 측정 장치(30)의 위치가 상기 측정 위치이다. 표면 성상 측정 장치(30)는, 서브 암(95)의 선단에 고정되어 있으므로, 측정 위치에 있는 표면 성상 측정 장치(30)와 연마 패드(2)의 연마면(2a) 사이의 거리는 항상 일정하다. 따라서, 표면 성상 측정 장치(30)는, 연마 패드(2)의 연마면(2a)의 정확한 패드 표면 성상을 측정할 수 있다.

[0136] 상술한 바와 같이, 에어 실린더(승강 액추에이터)(93)에 의해, 드레서(22)를 연마 패드(2)의 연마면(2a)의 상방으로 이동시킬 수 있다. 본 실시 형태에서는, 드레서(22)의 드레싱 부재(22a)가 연마 패드(2)의 연마면(2a)으로부터 상방으로 이격한 위치가 대피 위치이며, 표면 성상 측정 장치(30)를 측정 위치로부터 대피 위치로 이동시키는 이동 기구는, 에어 실린더(93)이다. 일 실시 형태에서는, 에어 실린더(93)에 의해, 드레서(22)와 표면 성상 측정 장치(30)를 연마 패드(2)의 연마면(2a)으로부터 상방으로 이동시킨 후에, 드레서(22)와 표면 성상 측정 장치(30)를 모터(회전 액추에이터)(96)에 의해, 연마 패드(2)의 측방으로 이동시켜도 된다(도 23에서 이점쇄 선으로 나타낸 드레서(22) 참조). 이 경우, 표면 성상 측정 장치(30)의 대피 위치는, 연마 패드(2)의 측방 위치이며, 이동 기구는, 에어 실린더(93)와, 모터(96)의 조합으로 구성된다.

[0137] 도시는 하지 않았지만, 드레서(22)의 드레싱 부재(22a)를 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 접촉시켰을 때, 표면 성상 측정 장치(30)를 연마면(2a)에 접촉시켜도 된다. 이 경우, 표면 성상 측정 장치(30)가 연마 패드(2)에 접촉하고 있는 위치가 표면 성상 측정 장치(30)의 측정 위치이다. 표면 성상 측정 장치(30)는, 도 14a 및 도 14b를 참조하여 설명된 자세 조정 기구(70)를 통해 서브 암(95)에 연결되는 것이 바람직하다. 자세 조정 기구(70)에 의해, 연마면(2a)에 접촉하는 표면 성상 측정 장치(30)의 자세가 그 하면을 연마 패드(2)의 연마면(2a)과 평행해지도록 조정된다. 이 경우의 표면 성상 측정 장치(30)의 대피 위치는, 표면 성상 측정 장치(30)가 연마 패드(2)의 연마면(2a)으로부터 이격한 위치나 또는 드레서(22)와 표면 성상 측정 장치(30)가 연마 패드(2)의 측방으로 이동한 위치이다.

[0138] 표면 성상 측정 장치(30)에 의한 패드 표면 성상의 측정은, 기판 Ⅱ의 연마 중 또는 연마 패드(2)의 드레싱 중에, 표면 성상 측정 장치(30)를 측정 위치로 이동시켜 실행되어도 된다. 이 경우, 표면 성상 측정 장치(30)는, 드레서(22)와 함께 회전하면서, 연마 패드(2)의 표면 성상을 측정한다.

[0139] 도 21에 도시한 바와 같이, 연마 장치는, 드레서 샤프트(91)를 통해 드레서(22)의 회전 각도를 측정 가능한 로터리 인코더(92)를 구비하고 있다. 로터리 인코더(92)에 의해, 회전하는 표면 성상 측정 장치(30)의 연마 패드(2)에 대한 상대 위치를 검출할 수 있다. 보다 구체적으로는, 연마 패드(2)의 드레싱 중, 표면 성상 측정 장치(30)는 드레서(22)와 함께 회전하고 있다. 이 경우, 표면 성상 측정 장치(30)는, 드레서(22)에 의해 드레싱되기 전의 연마 패드(2)의 상방과, 드레서(22)에 의해 드레싱된 후의 연마 패드(2)의 상방을 교대로 통과한다. 표면 성상 측정 장치(30)는, 소정의 시간 간격으로, 연마 패드(2)의 표면 성상을 측정하고 있으며, 연마 패드(2)의 표면 성상을 측정할 때마다 그 측정값을 제어부(23)(도 1 참조)에 송신하고 있다.

- [0140] 로터리 인코더(92)도 제어부(23)에 접속되어 있으며, 로터리 인코더(92)는, 연마 패드(2)에 대한 표면 성상 측정 장치(30)의 상대 위치를 제어부(23)에 송신한다. 제어부(23)는, 송신된 상대 위치에 기초하여, 표면 성상 측정 장치(30)에 의해 취득된 복수의 패드 표면 성상값을 드레싱 전의 패드 표면 성상값과, 드레싱 후의 패드 표면 성상값으로 분할한다. 그리고, 제어부(23)는, 드레싱 후의 패드 표면 성상값을, 드레싱 전의 패드 표면 성상값과 비교하고, 그 비교에 기초하여 적합한 드레싱 조건을 산출한다. 예를 들어, 드레싱 전후의 패드 표면 성상값의 차가, 미리 설정한 소정의 범위 내에서 추이하도록, 드레싱 조건을 산출한다. 그 때, 제어부(23)는, 미리 드레싱 조건과 드레싱 전후의 패드 표면 성상값의 차의 관련을 나타내는 관계식을 얻어 두고, 상기 식에 의해, 적합한 드레싱 조건을 구한다.
- [0141] 일 실시 형태에서는, 드레싱 부재(22a)가 연마 패드(2)의 표면으로부터 상방으로 이격되었을 때의 표면 성상 측정 장치(30)의 위치를 상기 측정 위치로 해도 된다. 이 경우, 표면 성상 측정 장치(30)의 대피 위치는, 드레싱 부재(22a)가 연마 패드(2)의 표면으로부터 더욱 상방으로 이격되었을 때의 표면 성상 측정 장치(30)의 위치이거나, 또는 드레서(22)와 표면 성상 측정 장치(30)가 연마 패드(2)의 측방으로 이동한 위치이다. 본 실시 형태에서는, 드레싱 부재(22a) 및 표면 성상 측정 장치(30)가 연마 패드(2)의 표면으로부터 이격된 상태에서, 드레서(22)를 회전시키지 않고, 드레서 암(21)을 통해 연마 패드(2)의 주연부로부터 중심부까지 이동시킨다. 표면 성상 측정 장치(30)는, 드레서(22)와 함께 연마 패드(2)의 주연부로부터 중심부까지 이동하는 동안에, 소정의 시간 간격으로 연마 패드(2)의 표면 성상을 측정하고, 그 측정값을 제어부(23)에 송신한다. 제어부(23)는, 표면 성상 측정 장치(30)로부터 송신된 패드 표면 성상값에 기초하여 적합한 드레싱 조건을 산출한다.
- [0142] 도 24a는, 도 21에 도시한 연마 장치의 드레서의 변형예를 나타내는 모식도이며, 도 24b는, 도 24a에 도시한 드레서의 상면도이다. 특별히 설명하지 않은 본 실시 형태의 구성은, 도 21에 도시한 드레서(22)의 구성과 마찬가지이기 때문에, 그 중복되는 설명을 생략한다.
- [0143] 도 24a 및 도 24b에 도시한 연마 장치의 드레서(22)에는, 복수의(도시한 예에서는, 2개의) 표면 성상 측정 장치(30A, 30B)가 설치되어 있다. 표면 성상 측정 장치(30A, 30B)는, 드레서(22)의 중심에 대하여 대칭으로 배치되어 있다. 각 표면 성상 측정 장치(30)를 드레서(22)에 연결하는 서브 암(95)은, 대략 J자형의 형상을 갖고 있으며, 서브 암(95)의 말단은, 드레서(22)의 상면에 고정되어 있다.
- [0144] 본 실시 형태에서는, 2개의 표면 성상 측정 장치(30A, 30B)가 드레서(22)에 설치되어 있지만, 3개 이상의 표면 성상 측정 장치를 드레서(22)에 설치해도 된다. 예를 들어, 4개의 표면 성상 측정 장치를 드레서(22)의 외주면을 따라 90° 마다 배치해도 된다. 이하의 설명에서는, 특별히 구별할 필요가 없는 한, 표면 성상 측정 장치(30A, 30B)를 단순히 「표면 성상 측정 장치(30)」라고 칭하는 경우가 있다.
- [0145] 각 표면 성상 측정 장치(30)는, 동일한 측정 구조를 가지고 있어도 되고, 서로 다른 측정 구조를 가지고 있어도 된다. 예를 들어, 복수의 표면 성상 측정 장치(30) 중 몇몇(예를 들어, 표면 성상 장치(30A))은, 도 3 또는 도 4를 참조하여 설명된 측정 구조를 갖는 표면 성상 측정 장치인 한편, 나머지 표면 성상 측정 장치(예를 들어, 표면 성상 측정 장치(30B))는, 도 5 및 도 19를 참조하여 설명된 활상 장치(39)를 갖는 표면 성상 측정 장치여도 된다.
- [0146] 상술한 실시 형태와 마찬가지로, 연마 패드(2)의 드레싱 중, 복수의 표면 성상 측정 장치(30)는 드레서(22)와 함께 회전하고 있으며, 각 표면 성상 측정 장치(30)는, 소정의 시간 간격으로, 연마 패드(2)의 표면 성상을 측정하고 있다. 각 표면 성상 측정 장치(30)는, 연마 패드(2)의 표면 성상을 측정할 때마다 그 측정값을 제어부(23)에 송신한다. 제어부(23)는, 연마 패드(2)에 대한 각 표면 성상 측정 장치(30)의 상대 위치에 기초하여, 각 표면 성상 측정 장치(30)에 의해 취득된 복수의 표면 성상 측정값을 드레싱 전의 패드 표면 성상값과, 드레싱 후의 패드 표면 성상값으로 분할한다. 그리고, 제어부(23)는, 드레싱 전후의 패드 표면 성상값을 비교하고, 그 비교에 기초하여 적합한 드레싱 조건을 산출한다. 본 실시 형태에 따르면, 복수의 표면 성상 측정 장치(30)가 드레서(22)에 설치되어 있으므로, 제어부(23)가 취득하는 드레싱 전후의 패드 표면 성상값의 차의 데이터 양은, 하나의 표면 성상 측정 장치가 드레서(22)에 설치된 실시 형태보다도 많다. 그 때문에, 제어부(23)는, 보다 적합한 드레싱 조건을 산출할 수 있다.
- [0147] 도 25는, 도 24a 및 도 24b에 도시한 드레서의 변형예를 나타내는 모식도이다. 특별히 설명하지 않은 구성은, 도 24a 및 도 24b에 도시한 실시 형태의 구성과 마찬가지이기 때문에, 그 중복되는 설명을 생략한다.
- [0148] 도 25에 도시한 드레서(22)에는, 3개의 표면 성상 측정 장치(30A, 30B, 30C)가 설치되어 있다. 2개의 표면 성상 측정 장치(30A, 30B)는, 드레서(22)의 외주면에 서브 암(95)을 통해 설치되어 있으며, 표면 성상 측정 장치

(30C)는, 드레서(22) 내에 배치되어 있다. 본 실시 형태에서는, 드레서(22)에 마련된 드레싱 부재(22a)는 링 형상을 갖고 있다. 즉, 드레싱 부재(22a)는, 그 상면으로부터 하면까지 연장되는 관통 구멍(22b)을 가지고 있다. 드레서(22)의 하면 드레싱 부재(22a)가 마련되지 않은 부분(본 실시 형태에서는, 드레서(22)의 하면 중앙부)에는, 오목부가 형성되어 있으며, 해당 오목부에 표면 성상 측정 장치(30C)는 감입되어 있다.

[0149] 표면 성상 측정 장치(30C)는, 도 3 또는 도 4를 참조하여 설명된 내부 구조(측정 구조)를 가지고 있어도 되고, 도 5 및 도 19를 참조하여 설명된 활상 장치(39)를 가지고 있어도 된다. 일 실시 형태에서는, 표면 성상 측정 장치(30C)는, 상기 측정 구조 또는 활상 장치(39)를 수용하는 하우징을 가지고 있어도 된다. 예를 들어, 하우징은, 원통 형상을 갖고 있다. 이 경우, 하우징의 외주면에 형성된 나사를, 드레서(22)의 하면에 형성된 오목부의 벽면에 마련된 나사 홈에 걸림 결합시킴으로써, 표면 성상 측정 장치(30C)를 드레서(22)에 설치한다.

[0150] 표면 성상 측정 장치(30C)는, 드레싱 부재(22a)의 관통 구멍(22b)을 통해 연마 패드(2)의 표면 성상을 측정한다. 예를 들어, 표면 성상 측정 장치(30C)가 상기 측정 구조를 갖는 경우에는, 투광부(32)로부터 투광된 레이저광은, 드레싱 부재(22a)에 형성된 관통 구멍(22b)을 통해 연마 패드(2)의 표면에 도달하고, 연마 패드(2)의 표면에서 반사한 반사광은, 관통 구멍(22b)을 통해 수광부(33)에 수광된다. 표면 성상 측정 장치(30C)가 활상 장치(39)를 갖는 경우에는, 활상 장치(39)는, 드레싱 부재(22a)에 형성된 관통 구멍(22b)을 통해 연마 패드(2)의 표면 화상 정보를 취득한다.

[0151] 도 25에 도시한 바와 같이, 표면 성상 측정 장치(30C)는, 도 8을 참조하여 설명된 노즐(45)을 가지고 있어도 된다. 상술한 바와 같이, 노즐(45)은, 가압 기체(예를 들어, 가압 질소 또는 가압 공기)를 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 분사하도록 구성되어 있으며, 노즐(45)로부터 분사된 가압 기체에 의해, 연마면(2a) 위의 연마액 또는 드레싱액 등의 액체가 제거된다. 도시는 하지 않았지만, 노즐(45)에 가압 기체를 공급하기 위한 가압 기체 공급 라인은, 예를 들어 로터리 조인트 등을 통해 드레서 샤프트(91)에 접속되고, 드레서 샤프트(91) 및 드레서(22)에 형성된 유로를 통해 표면 성상 측정 장치(30C)에 공급된다.

[0152] 이와 같이, 본 실시 형태에서는, 드레서(22)에 설치된 복수의 표면 성상 측정 장치(30A 내지 30C) 중 하나의 표면 성상 측정 장치(30C)가 드레서(22)의 내부에 배치된다. 이 표면 성상 측정 장치(30C)는, 예를 들어 드레서(22)가 연마 패드(2)를 한창 드레싱하고 있는 도중의 연마 패드(2)의 표면 성상을 측정한다. 표면 성상 측정 장치(30C)도, 제어부(23)에 접속되어 있으며, 표면 성상 측정 장치(30C)는, 연마 패드(2)의 드레싱 중에, 소정의 시간 간격으로, 연마 패드(2)의 표면 성상을 측정하고, 그 측정값(패드 표면 성상값)을 제어부(23)에 송신한다.

[0153] 상술한 바와 같이, 표면 성상 측정 장치(30A, 30B)는, 드레싱 전후의 패드 표면 성상값을 측정하고, 그 측정값(패드 표면 성상값)을 제어부(23)에 송신한다. 따라서, 제어부(23)는, 표면 성상 측정 장치(30A, 30B)에 의해 취득된 드레싱 전후의 패드 표면 성상값과, 표면 성상 측정 장치(30C)에 의해 취득된 드레싱 중의 패드 표면 성상값을 취득할 수 있다. 그 결과, 제어부(23)는, 드레싱 전후의 패드 표면 성상값에 더하고, 드레싱 중의 패드 표면 성상값에 기초한, 보다 적합한 드레싱 조건을 산출할 수 있다.

[0154] 도 26은, 표면 성상 측정 장치(30)를 구비한 연마 장치를 포함하는 연마 시스템의 일 실시 형태를 나타내는 모식도이다. 도 26에 도시한 연마 시스템(100)은, 도 1 내지 도 25를 참조하여 설명된 연마 장치와, 해당 연마 장치의 표면 성상 측정 장치(30)를 사용하여 얻어진 연마 패드(2)의 표면 성상의 데이터가 입력되는 연마 프로세스 생성 시스템(101)을 구비한다. 도 26에 도시한 연마 프로세스 생성 시스템(101)은, 연마 장치와 정보를 송수신 가능하게 접속되는 중계기(102)와, 중계기(102)와 정보를 송수신 가능하게 접속되는 처리 시스템(105)을 구비한다. 따라서, 연마 장치는, 중계기(102)를 통해 처리 시스템(105)과 정보를 송수신 가능하게 접속된다.

[0155] 본 실시 형태에서는, 연마 장치는, 연마 패드(2)의 표면 성상의 데이터 등의 각종 정보를 출력하는 출력부(15)를 구비한다. 상술한 바와 같이, 연마 장치는, 표면 성상 측정 장치(30)를 사용하여 연마 패드(2)의 반사 강도 분포를 취득한다. 연마 장치는, 얻어진 반사 강도 분포를 연마 패드(2)의 표면 성상을 나타내는 데이터로서 출력부(15)로부터 출력한다. 일 실시 형태에서는, 연마 장치는, 표면 성상 측정 장치(30)로부터 얻어진 반사 강도 분포에 기초하여, 연마 패드의 표면 성상값을 입수하고, 이 표면 성상값을 연마 패드(2)의 표면 성상을 나타내는 데이터로서 출력부(15)로부터 출력해도 된다.

[0156] 표면 성상 측정 장치(30)가 활상 장치(39)(도 5 및 도 19 참조)를 갖는 경우에는, 연마 장치는, 활상 장치(39)로부터 얻어진 연마 패드(2)의 화상 정보를 연마 패드(2)의 표면 성상을 나타내는 데이터로서 출력부(15)로부터 출력한다. 활상 장치(39)에 의해 취득되는 연마 패드(2)의 화상 정보의 예로서는, 프레임 화상, TDI 화상, 스

트로보 화상, 비디오 화상 등을 들 수 있다. 일 실시 형태에서는, 복수의 활상 장치(39)를 표면 성상 측정 장치(30)의 케이싱(43) 내에 배치하여, 연마면(2a)의 3차원 화상을 취득해도 된다.

[0157] 처리 시스템(105)은, 연마 패드(2)의 표면 성상의 데이터 등의 각종 정보가 입력되는 입력부(107)와, 입력부(107)에 입력된 연마 패드(2)의 표면 성상의 데이터에 기초하여, 연마 장치의 드레싱 조건을 결정하는 처리부(108)와, 처리부(108)에 의해 결정된 드레싱 조건 등의 각종 정보를 연마 장치로 출력하는 출력부(110)를 구비한다. 본 실시 형태에서는, 처리 시스템(105)은, 입력부(107)와 출력부(110)가 일체로 구성된 송수신부를 가지고 있다. 또한, 처리 시스템(105)은, 기억부(111)를 구비하고 있고, 기억부(111)를, 입력부(107)에 입력된 연마 패드(2)의 표면 성상의 데이터 등의 각종 정보를 기억할 수 있다.

[0158] 처리 시스템(105)의 처리부(108)는, 입력부(107)에 입력된 반사 강도 분포 등의 연마 패드(2)의 표면 성상의 데이터에 기초하여, 연마 패드(2)의 표면 성상값을 연산하고, 이 값에 기초하여, 적합한 드레싱 조건을 산출한다. 표면 성상 측정 장치(30)로부터 얻어진 반사 강도 분포에 기초하여 입수된 연마 패드(2)의 표면 성상값이 처리 시스템(105)의 입력부(107)에 입력되는 경우에는, 처리부(108)는, 입력부(107)에 입력된 연마 패드(2)의 표면 성상값에 기초하여, 적합한 드레싱 조건을 산출한다. 연마 패드(2)의 화상 정보가 연마 패드(2)의 표면 성상을 나타내는 데이터로서 처리 시스템(105)의 입력부(107)에 입력되는 경우에는, 처리부(108)는, 입력부(107)에 입력된 연마 패드(2)의 화상 정보에 기초하여, 적합한 드레싱 조건을 산출한다.

[0159] 처리부(108)는, 예를 들어 미리 드레싱 조건과 패드 표면 성상값의 관련을 나타내는 관계식을 얻어 두고, 동식에 의해, 적합한 드레싱 조건을 구한다. 상술한 바와 같이, 드레싱 조건이란, 주로, 연마 패드 회전수, 드레서 회전수, 드레싱 하중, 드레서 요동 속도 등이다. 결정된 드레싱 조건은, 처리 시스템(105)의 출력부(110)로부터 중계기(102)를 통해 연마 장치로 출력된다.

[0160] 연마 장치는, 처리 시스템(105)으로부터 출력된 드레싱 조건 등의 각종 정보가 입력되는 입력부(16)를 가지고 있다. 본 실시 형태에서는, 연마 장치는, 입력부(16)와 상기 출력부(15)가 일체로 구성된 송수신부를 가지고 있다. 연마 장치의 제어부(23)는, 입력부(16)에 입력된 드레싱 조건에 따라서 연마 패드(2)의 드레싱을 행한다.

[0161] 본 실시 형태에서는, 연마 시스템(100)의 연마 프로세스 생성 시스템(101)은, 처리 시스템(105)과 연마 장치의 사이에 배치된 중계기(102)를 구비하고 있다. 중계기(102)는, 예를 들어 라우터 등의 게이트웨이이다. 연마 장치의 출력부(15)로부터 출력되는 연마 패드(2)의 표면 성상의 데이터는, 중계기(102)를 통해 처리 시스템(105)의 입력부(107)에 송신된다. 처리 시스템(105)의 출력부(110)로부터 출력되는 드레싱 조건은, 중계기(102)를 통해 연마 장치의 입력부(16)에 송신된다.

[0162] 중계기(102)는, 연마 장치의 출력부(15)로부터 출력된 연마 패드(2)의 표면 성상의 데이터 등의 각종 정보가 입력되는 입력부(134)와, 처리 시스템(105)으로부터 출력된 드레싱 조건 등의 각종 정보를 연마 장치의 입력부(16)에 출력하는 출력부(136)를 가지고 있다. 본 실시 형태에서는, 중계기(102)는, 입력부(134)와 출력부(136)가 일체로 구성된 송수신부를 가지고 있다. 또한, 중계기(102)는, 입력부(134)로부터 입력된 연마 패드(2)의 표면 성상의 데이터 등의 각종 정보를 처리 시스템(105)의 입력부(107)로 출력하는 출력부(139)와, 처리 시스템(105)의 출력부(110)로부터 출력된 드레싱 조건 등의 각종 정보가 입력되는 입력부(138)를 가지고 있다. 중계기(102)는, 처리부(140)를 가지고 있으며, 처리부(140)는, 연마 장치와 중계기(102) 사이의 정보 송수신과, 중계기(102)와 처리 시스템(105) 사이의 정보 송수신을 제어한다.

[0163] 연마 장치는, 중계기(102)와 무선 통신(예를 들어, 고속 WiFi(등록상표)) 또는 유선 통신으로 접속 가능하며, 중계기(102)는, 처리 시스템(105)과 무선 통신(예를 들어, 고속 WiFi(등록상표)) 또는 유선 통신으로 접속 가능하다. 본 실시 형태에서는, 연마 장치는, 처리 시스템(105)과 중계기(102)를 통한 네트워크(예를 들어, 인터넷)에 의해 접속되어 있다.

[0164] 연마 시스템(100)은, 처리 시스템(105)에서 얻어지거나, 또는 처리 시스템(105)에 입력된 패드 표면 성상값을 이상 검지에 사용해도 된다. 이 경우, 처리 시스템(105)의 처리부(108)는, 패드 표면 성상값이나 그 경시적인 변화가 미리 정한 값(임계값)의 범위로부터 벗어나면, 패드 표면 성상 이상이라고 판정하고, 이상 신호를 연마 장치로 출력한다. 이상 신호가 입력부(16)에 입력되면, 연마 장치는, 이상을 발보한다. 이 경우, 연마 장치의 운전을 정지해도 된다.

[0165] 또한, 연마 시스템(100)은, 처리 시스템(105)에서 얻어진 또는 처리 시스템(105)에 입력된 연마 패드(2)의 표면 성상값에 기초하여, 연마 패드(2)의 드레싱을 행할 필요가 있는지 여부를 나타내는 드레싱의 필요성, 연마 패드

(2)의 추가 드레싱을 행할 필요가 있는지 여부를 나타내는 추가 드레싱의 필요성, 및 드레서의 교환을 결정해도 된다. 이 경우, 처리 시스템(105)은, 드레싱의 필요성, 추가 드레싱의 필요성 및 드레서의 교환 등의 정보를 연마 장치로 출력하고, 연마 장치는, 입력된 정보에 따라서 동작한다.

[0166] 예를 들어, 연마 장치는, 연마 패드(2)의 드레싱 후에, 연마 패드(2)의 표면 성상의 데이터를 취득하고, 이 데이터를 처리 시스템(105)으로 출력한다. 처리 시스템(105)은, 드레싱 후의 표면 성상의 데이터에 기초하여, 연마 패드(2)를 드레싱할 필요가 있는지 여부(즉, 드레싱의 필요성)를 결정한다. 처리 시스템(105)은, 결정된 드레싱의 필요성을 연마 장치로 출력하고, 연마 장치는, 입력된 드레싱의 필요성에 기초하여, 드레서의 동작을 제어한다. 즉, 연마 장치에, 드레싱이 필요함을 나타내는 정보가 입력되면, 연마 장치는, 연마 패드의 드레싱을 실행한다. 이때, 연마 장치는, 처리 시스템(105)으로부터 출력된 적합한 드레싱 조건에서 연마 패드를 드레싱 한다. 연마 장치에, 드레싱이 필요 없음을 나타내는 정보가 입력되면, 연마 장치는, 연마 패드의 드레싱을 실행하지 않고, 다음의 기관 Ⅷ의 연마를 개시한다.

[0167] 상술한 바와 같이, 연마 장치의 표면 성상 측정 장치(30)는, 기관 Ⅷ의 연마 중 또는 연마 패드(2)의 드레싱 중에, 연마 패드(2)의 표면 성상의 데이터를 취득 할 수 있다. 그래서, 연마 장치는, 연마 패드(2)의 드레싱 중에 취득된 연마 패드(2)의 표면 성상의 데이터를 처리 시스템(105)에 송신하고, 처리 시스템(105)의 처리부(108)는, 드레싱 중의 연마 패드(2)의 표면 성상의 데이터에 기초하여, 연마 패드(2)의 드레싱 중에 드레싱 조건을 변경한다. 변경된 드레싱 조건은, 연마 장치에 보내지고, 연마 장치는, 변경된 드레싱 조건에 따라서 연마 패드의 드레싱 행한다.

[0168] 도 26에 도시한 바와 같이, 처리 시스템(105)의 처리부(108)는, 인공지능(AI: artificial intelligence) 기능을 가지고 있어도 된다. 이 경우, 처리부(108)는, 인공지능 기능을 이용하여, 적합한 드레싱 조건, 드레싱의 필요성, 추가 드레싱의 필요성, 및 드레서의 교환 시기를 예측한다. 처리부(108)는, 기계학습 또는 딥 러닝을 행하여, 패드 표면의 성상 및 패드 표면 상태를 평가하고, 이에 의해, 처리 시스템(105)은, 적합한 드레싱 조건, 패드 표면의 드레싱 필요성, 추가 드레싱의 필요성, 및 드레서 교환 시기를 예측하여, 연마 장치로 출력한다. 처리 시스템(105)은, 패드 표면 측정 장치(30)에 의해 취득된 화상 정보를 기억부(111)에 계속적으로 축적하고, 이 축적된 화상 정보를 학습 데이터, 교사 데이터, 및 학습 데이터 세트로서 사용할 수 있다.

[0169] 또한, 처리 시스템(105)은, 연마 장치가 설치된 공장 밖에 구축된 클라우드 컴퓨팅 시스템 또는 포그 컴퓨팅 시스템이어도 되고, 연마 장치가 설치된 공장 내에 구축된 클라우드 컴퓨팅 시스템 또는 포그 컴퓨팅 시스템이어도 된다.

[0170] 이와 같은 연마 시스템(100)은, 인공지능으로서, 신경망 형태 또는 양자 컴퓨팅 형태를 사용하여 구축된다. 연마 시스템(100)에서는, 연마 장치의 표면 성상 측정 장치(30)에 의해 취득된 연마 패드(2)의 표면 성상을 나타내는 데이터(예를 들어, 반사 강도 분포, 화상 정보 등)를, 라우터 등의 중계기(102)를 통해 처리 시스템(105)에 송신한다. 처리 시스템(105)은, 인공지능 기능을 이용하여, 기계학습 또는 딥 러닝을 행하고, 적합한 드레싱 조건, 드레싱의 필요성, 추가 드레싱의 필요성, 및 드레서 교환 시기를 예측하여, 연마 장치로 출력한다.

[0171] 기계학습 또는 딥 러닝에서는, 교사 데이터가 사용된다. 처리 시스템(105)은, 기억부(111)를 구비하고 있으며, 이 기억부(111)를, 입력부(107)에 입력된 연마 패드(2)의 표면 성상의 데이터 비교 대상으로 되는 교사 데이터를 미리 기억하고 있다. 교사 데이터는, 예를 들어 드레싱 조건을 결정하기 위한 연마 패드(2)의 데이터값, 연마 패드(2)의 교환이 필요한 연마 패드(2)의 데이터 임계값, 연마 패드 추가 연마 또는 교환이 필요한 연마 패드(2)의 화상 정보 등을 포함하고 있다. 기계학습 또는 딥 러닝에 사용되는 교사 데이터는, 예를 들어 정상 데이터, 이상 데이터 또는 참조 데이터이다.

[0172] 정상 데이터를 교사 데이터로서 사용하는 경우에는, 정상 데이터를 교사 데이터로서 기계학습 또는 딥 러닝을 행하고, 학습 완료 모델이 작성된다. 처리 시스템(105)의 처리부(108)에는, 연마 장치로부터 연마 패드(2)의 표면 성상을 나타내는 데이터가 입력되고, 해당 학습 완료 모델을 사용한 처리가 행해진다. 그리고, 처리부(108)는, 패드 표면의 성상을 평가한다. 처리부(108)는, 정상 데이터와 동등하다고 판단된 화상 정보를 추가의 교사 데이터로서 기억부(111)에 축적하고, 교사 데이터 및 추가의 교사 데이터를 기초로 한 학습을 통하여, 적합한 드레싱 조건, 패드 표면의 드레싱 필요성 및 드레서 교환 시기를 예측하기 위한 모델을 개선해 간다. 이 학습 완료 모델은, 새롭게 입력되는 연마 패드(2)의 표면 성상의 데이터에 대한 예측에 사용된다.

[0173] 연마 장치로부터 입력된 연마 패드(2)의 표면 성상을 나타내는 데이터가, 요구된 학습 완료 모델의 정상 판정 조건으로부터 벗어나 있는 경우에는, 처리 시스템(105)의 처리부(108)는, 연마 패드(2)에 이상이 발생하였다고

판단하고, 연마 장치에 이상 정보를 출력한다.

[0174] 이와 같이, 신경망 형태로 구축된 연마 시스템(100)에, 반사 강도 분포, 화상 정보 등의 연마 패드(2)의 표면 성상을 나타내는 데이터를 입력함으로써, 적합한 드레싱 조건, 드레싱의 필요성, 추가 드레싱의 필요성, 드레서 교환 시기, 및 연마 패드(2)의 이상 등의 패드 표면 진단 결과를 제공할 수 있다. 이 경우, 연마 시스템(100)은, 연마 패드(2)의 표면 성상을 나타내는 데이터를 입력으로 하고, 패드 표면 진단 결과를 출력으로 한다. 학습 시에는, 교사 데이터로 하고, 연마 패드(2)의 표면 성상을 나타내는 데이터와, 정상/이상 진단의 조합을 사용하는 것도 가능하다. 이에 의해, 연마 장치의 오퍼레이터 조작 지시에 이상 원인이 있는 경우에, 그 조작의 개선 제안을 제공할 수 있다. 또한, 연마 장치에 있어서, 자동 드레싱 동작이 가능하게 된다.

[0175] 연마 패드(2)의 표면 성상을 나타내는 데이터가 비교적 큰 용량을 가지고 있는 경우에도, 신경망 형태 또는 양자 컴퓨팅 형태를 사용하여, 인공지능으로서 구축된 연마 시스템(100)은, 대량의 정보를 처리할 수 있다. 그래서, 연마 장치는, 표면 성상 측정 장치(30)를 사용하여, 기판 W 위의 복수의 측정 포인트에서, 연마 패드(2)의 화상 정보를 취득한다.

[0176] 도 27a는, 표면 성상 측정 장치(30)의 복수의 측정 포인트의 일례를 나타내는 모식도이며, 도 27b는, 도 27a에 도시한 각 측정 포인트에서 측정된 연마 패드(2)의 복수의 화상 정보를 처리할 때의 연마 시스템의 동작 개요를 나타내는 이미지도이다. 도 27a에 도시한 예에서는, 표면 성상 측정 장치(30)는, 기판 W의 중심 CP를 포함하는 13개의 측정 포인트 S에서 연마 패드(2)의 화상 정보를 취득한다.

[0177] 도 27b에 도시한 바와 같이, 연마 장치는, 표면 성상 측정 장치(30)에 의해 취득된 복수의 연마 패드(2)의 화상 정보와, 해당 화상 정보를 취득한 기판 W의 각 좌표를, 처리부(108)에 입력한다. 처리부(108)는, 기억부(111)에 기억된 학습 완료 모델을 판독하고, 입력된 연마 패드(2)의 화상 정보에 대하여 학습 완료 모델을 사용한 처리를 행하고, 각 좌표에 대응하는 패드 표면 성상을 진단한다. 또한, 처리부(108)는, 적합한 드레싱 조건, 드레싱의 필요성, 추가 드레싱의 필요성, 드레서 교환 시기, 및 연마 패드(2)의 이상 등의 패드 표면 진단 결과를 연마 장치로 출력한다.

[0178] 도 26에 도시한 연마 시스템(100)에 의하면, 연마 패드(2)의 복수의 화상 정보가 입력된 경우에도, 비교적 고속으로 패드 표면 진단 결과를 출력할 수 있다. 또한, 복수의 화상 정보는, 기억부(111)에 추가 교사 데이터로서 축적되므로, 연마 시스템(100)은, 패드 표면 진단 결과의 정밀도를 비교적 단시간에 향상시킬 수 있다.

[0179] 도 28은, 연마 시스템(100)이 신경망 형태(또는 양자 컴퓨팅 형태)를 사용하여, 인공지능으로서 구축된 다른 예를 나타내는 모식도이다. 특별히 설명하지 않은 본 실시 형태의 구성은, 도 26에 도시한 연마 시스템(100)과 마찬가지이기 때문에, 그 중복되는 설명을 생략한다.

[0180] 도 28에 도시한 연마 시스템(100)에서는, 중계기(102)의 처리부(140)가 인공지능 기능(AI)을 가지고 있다. 이 중계기(102)는, 교사 데이터 등의 각종 정보를 기억하는 기억부(142)를 더 가지고 있다. 도 28에 도시한 연마 시스템(100)에서는, 연마 장치의 표면 성상 측정 장치(30)에 의해 취득된 연마 패드(2)의 표면 성상을 나타내는 데이터(예를 들어, 반사 강도 분포, 화상 정보 등)가 중계기(102)에 입력되고, 중계기(102)가 인공지능 기능을 이용하여, 기계학습 또는 딥 러닝을 행하고, 적합한 드레싱 조건, 드레싱의 필요성, 추가 드레싱의 필요성 및 드레서 교환 시기를 예측하여, 연마 장치로 출력한다.

[0181] 중계기(102)는, 연마 장치의 근처에 배치되어 있으며, 연마 시스템(100)은, 예지 컴퓨팅 시스템으로서 구축되어 있다. 즉, 본 실시 형태에 따른 연마 시스템(100)에서는, 중계기(102)는, 적합한 드레싱 조건, 드레싱의 필요성, 추가 드레싱의 필요성, 드레서 교환 시기, 및 연마 패드(2)의 이상 등의 패드 표면 진단 결과를 고속으로 처리하여, 연마 장치로 출력할 수 있다. 예를 들어, 도 27a에 도시한 바와 같은 복수의 측정 포인트 S에서 연마 패드(2)의 화상 정보를 취득하고, 해당 화상 정보를 중계기(102)에 입력하는 경우에도, 연마 시스템(100)의 중계기(102)는, 복수의 화상 정보를 고속으로 처리하여, 연마 장치에 재빠르게 패드 표면 진단 결과를 출력할 수 있다. 그 때문에, 드레싱 중에, 드레싱 조건을 변경하는 경우라도, 중계기(102)는, 화상 정보에 기초한 적합한 드레싱 조건을 연마 장치로 출력할 수 있다.

[0182] 한편, 고속으로 처리할 필요가 없는 정보(예를 들어, 연마 장치의 상태 정보 등)는 연마 장치로부터 중계기(102)를 통해 처리 시스템(105)에 송신할 수 있다. 그 결과, 중계기(102)의 처리부(140)는, 불필요한 정보 처리를 실행할 필요가 없으므로, 복수의 화상 정보를 더욱 고속으로 처리할 수 있다.

[0183] 도 29는, 연마 장치의 제어부가 인공지능 기능을 가지고 있는 예를 나타내는 모식도이다. 도 29에 도시한 바와 같이, 연마 장치의 제어부(23)가 인공지능 기능을 가지고 있어도 된다. 연마 장치는, 기억부(7)를 가지고 있으

며, 기억부(7)는, 교사 데이터 등의 각종 정보를 기억하고 있다.

[0184] 표면 성상 측정 장치(30)에 의해 취득된 연마 패드(2)의 표면 성상을 나타내는 데이터(예를 들어, 반사 강도 분포, 화상 정보 등)는, 연마 장치의 제어부(23)에 입력되어, 제어부(23)가 인공지능 기능을 이용하여, 기계학습 또는 딥 러닝을 행하고, 적합한 드레싱 조건, 드레싱의 필요성, 추가 드레싱의 필요성 및 드레서 교환 시기를 예측한다. 또한, 제어부(23)는, 예측된 적합한 드레싱 조건, 드레싱의 필요성, 추가 드레싱의 필요성 및 드레서 교환 시기에 따라서, 연마 장치의 동작을 제어한다.

[0185] 예를 들어, 제어부(23)가 추가 드레싱이 필요하다고 예측한 경우에는, 제어부(23)는, 드레싱이 종료한 후에, 추가 드레싱을 더 실행한다. 제어부(23)는, 추가 드레싱의 적합한 드레싱 조건을 예측하고 있으며, 해당 적합한 드레싱 조건에 따라서, 연마 패드(2)를 드레싱한다.

[0186] 상술한 실시 형태는, 본 발명이 속하는 기술 분야에 있어서의 통상의 지식을 갖는 사람이 본 발명을 실시할 수 있음을 목적으로 하여 기재된 것이다. 상기 실시 형태의 다양한 변형에는, 당업자라면 당연히 이를 수 있는 것이며, 본 발명의 기술적 사상은 다른 실시 형태에도 적용할 수 있다. 따라서, 본 발명은, 기재된 실시 형태에 한정되지 않고, 청구범위에 의해 정의되는 기술적 사상에 따른 가장 넓은 범위로 해석되는 것이다.

산업상 이용가능성

[0187] 본 발명은, 반도체 웨이퍼 등의 기판의 연마에 사용되는 연마 패드의 표면 성상을 측정하는 표면 성상 측정 장치를 구비한 연마 장치, 및 이와 같은 연마 장치를 포함하는 연마 시스템에 이용 가능하다.

부호의 설명

[0188] 1: 연마 테이블

2: 연마 패드

15: 출력부

16: 입력부

20: 드레싱 장치

22: 드레서

23: 제어부

30: 표면 성상 측정 장치

40: 연산부

43: 케이싱

44: 노치

45: 노즐

47: 필터

48: 프레임

49: 모터 대

50: 지지 암

52: 지지 플레이트

53: 이동 유닛

55: 고정 블록

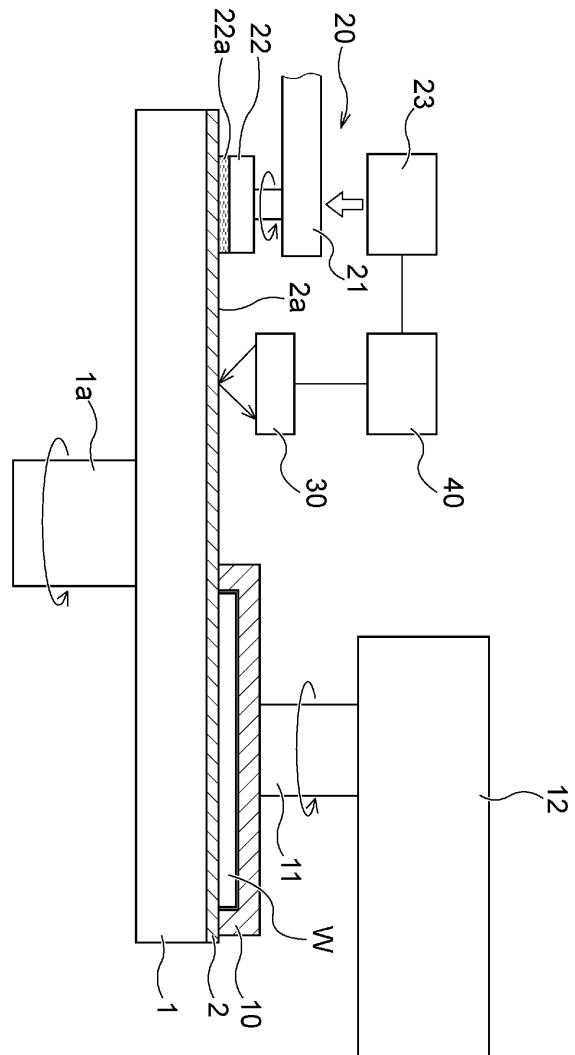
56: 회동 블록

58: 회전축

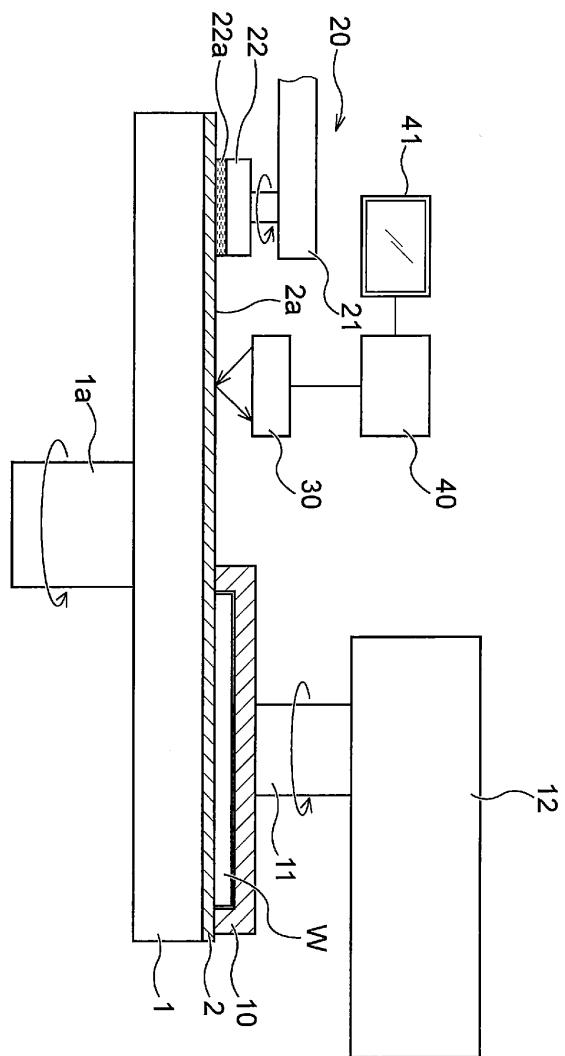
- 59: 모터
60: 회동 기구
62: 피스톤
63: 실린더
64: 제1 플레이트
65: 제2 플레이트
66: 회전 펀
67: 펀
68: 관통 구멍
69: 배리어
70: 자세 조정 기구
72: 지지대
73: 조정 펀
74: 관통 구멍
77, 78: 위치 결정 플레이트
80: 변위 기구
81: 긴 구멍
82: 지지 축
83: 피스톤 실린더 기구
85 피스톤
86: 실린더
89: 제1 조인트
90: 제2 조인트
91: 드레서 샤프트
92: 로터리 인코더
93: 에어 실린더(승강 액추에이터)
95: 서브 암
96: 모터(회전 액추에이터)
98: 지지축
100: 연마 시스템
102: 중계기
105: 연마 프로세스 생성 시스템
107: 입력부
108: 처리부
110: 출력부
111: 기억부

도면

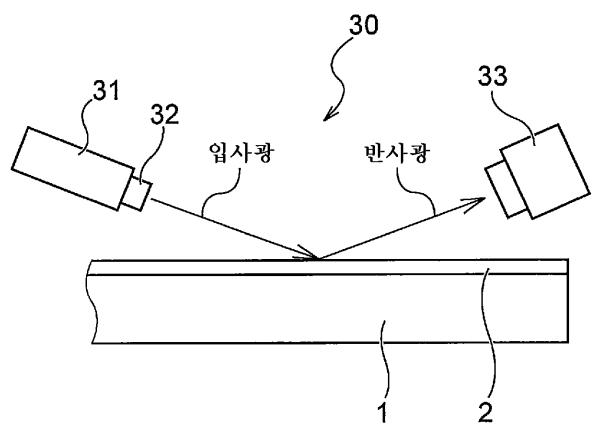
도면1



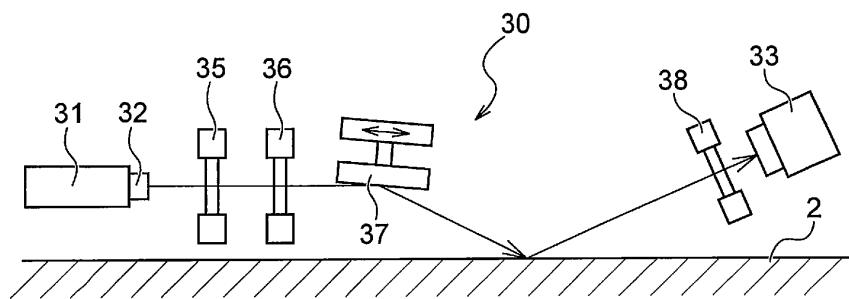
도면2



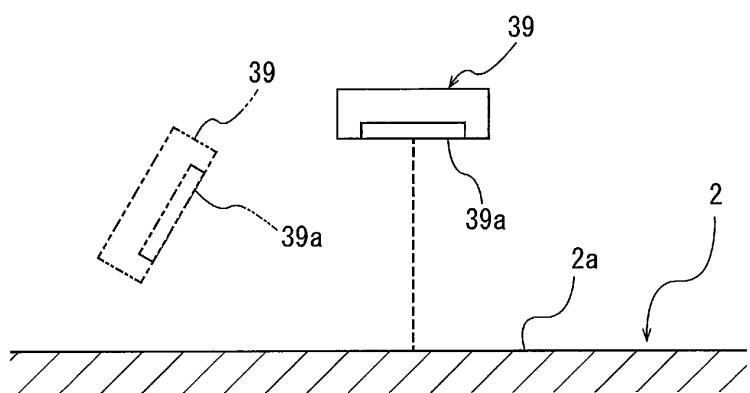
도면3



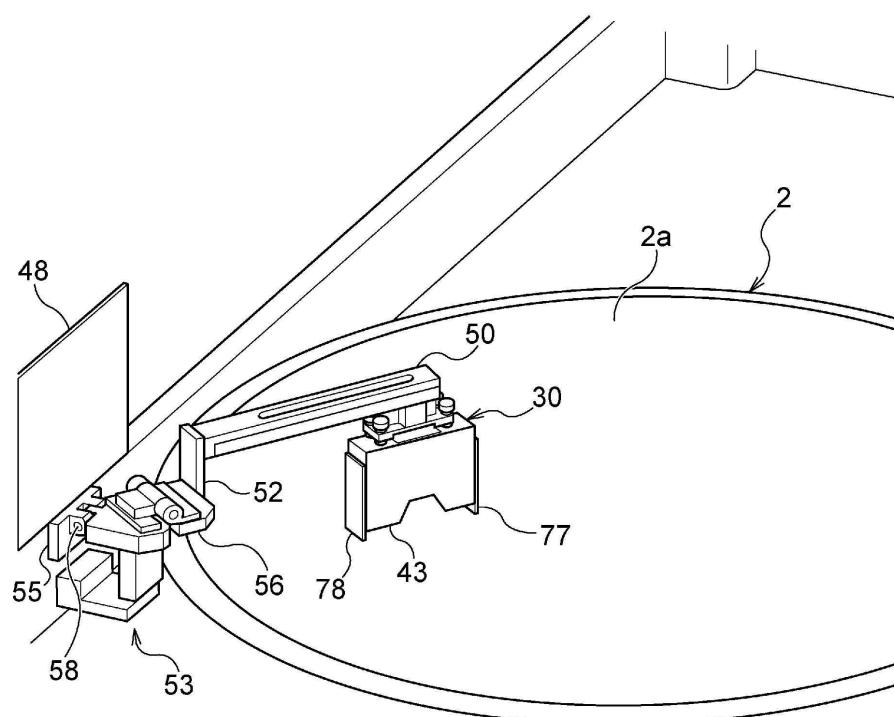
도면4



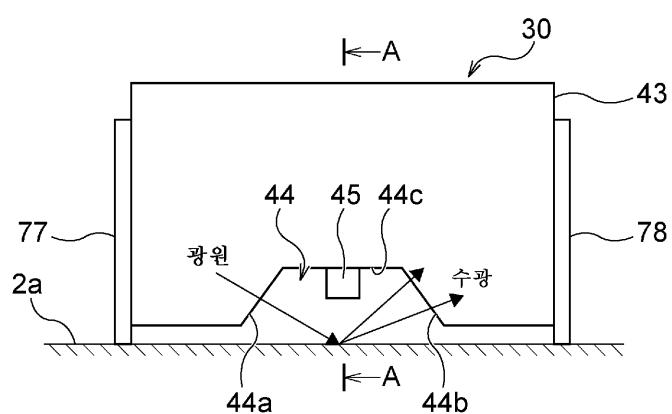
도면5



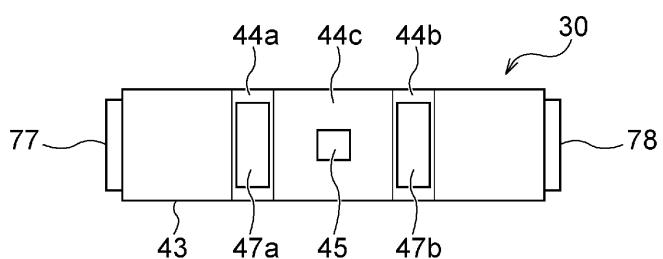
도면6



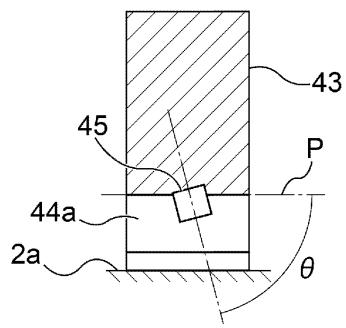
도면7a



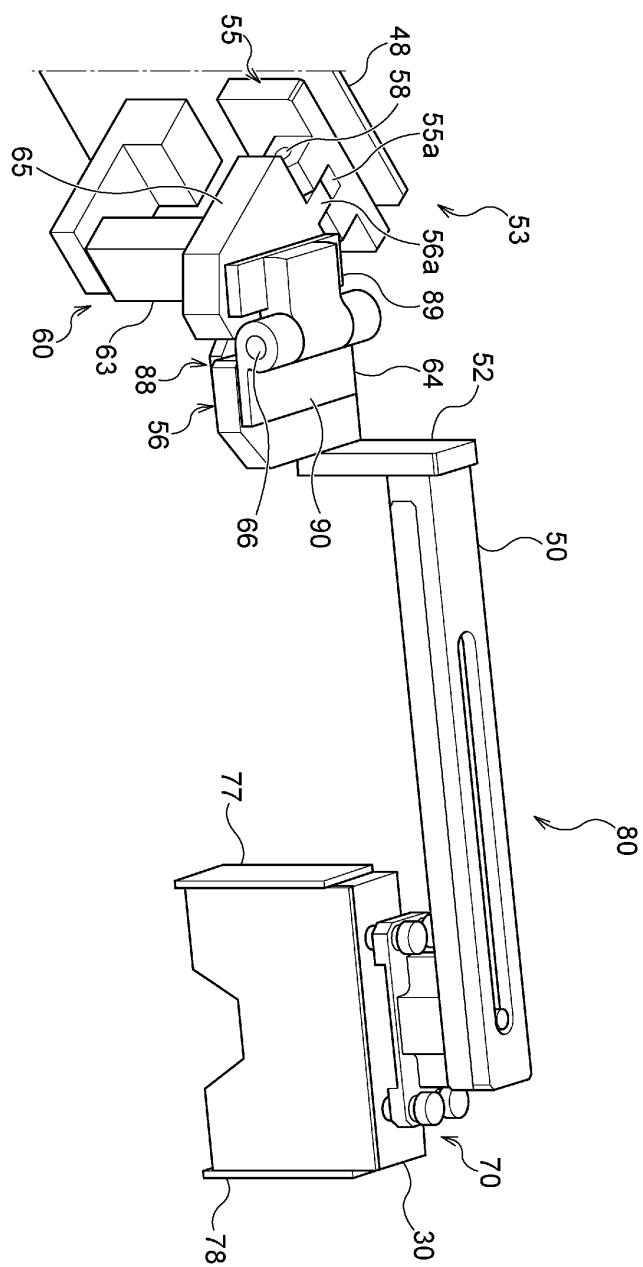
도면7b



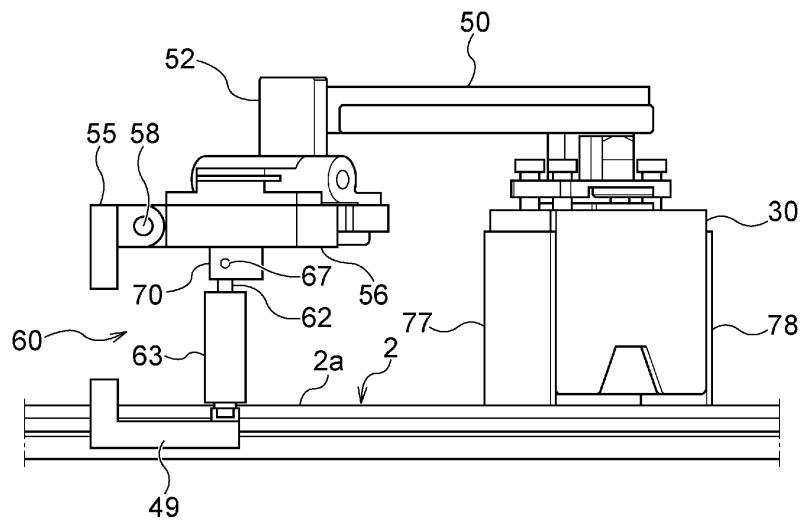
도면8



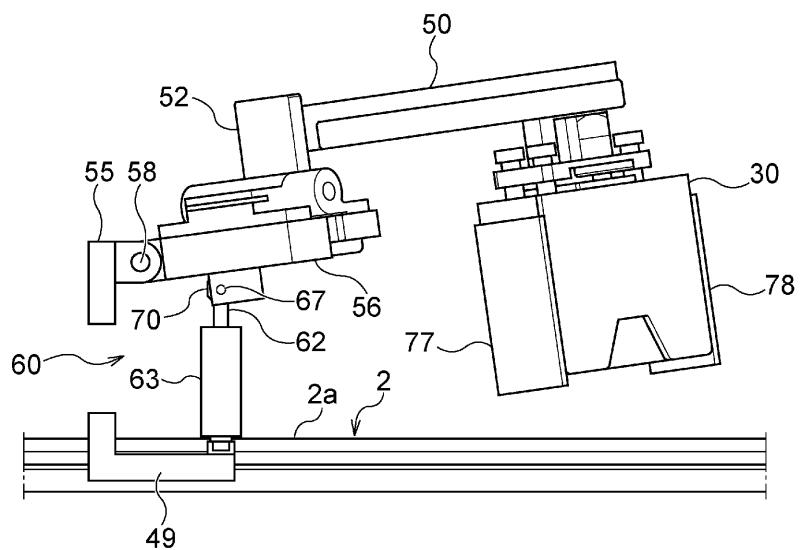
도면9



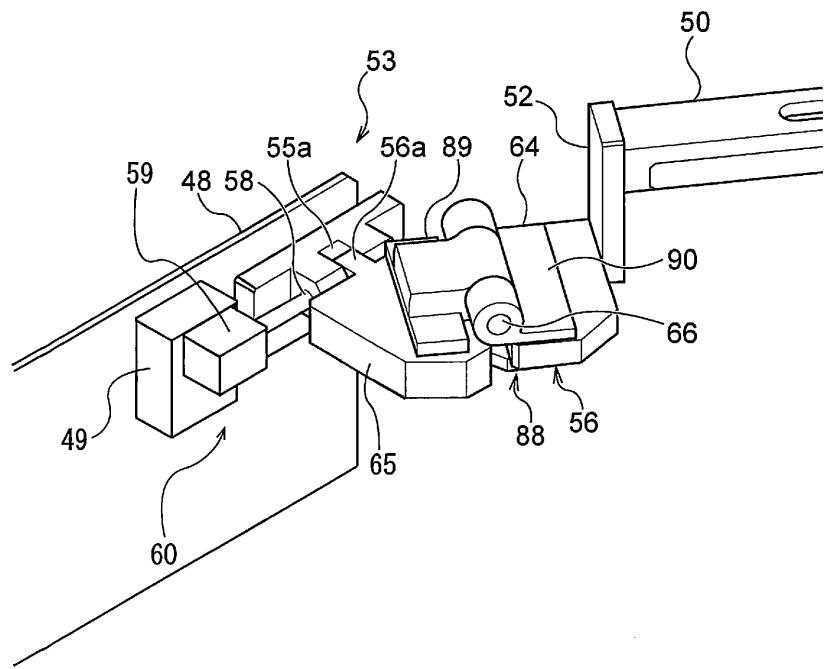
도면10



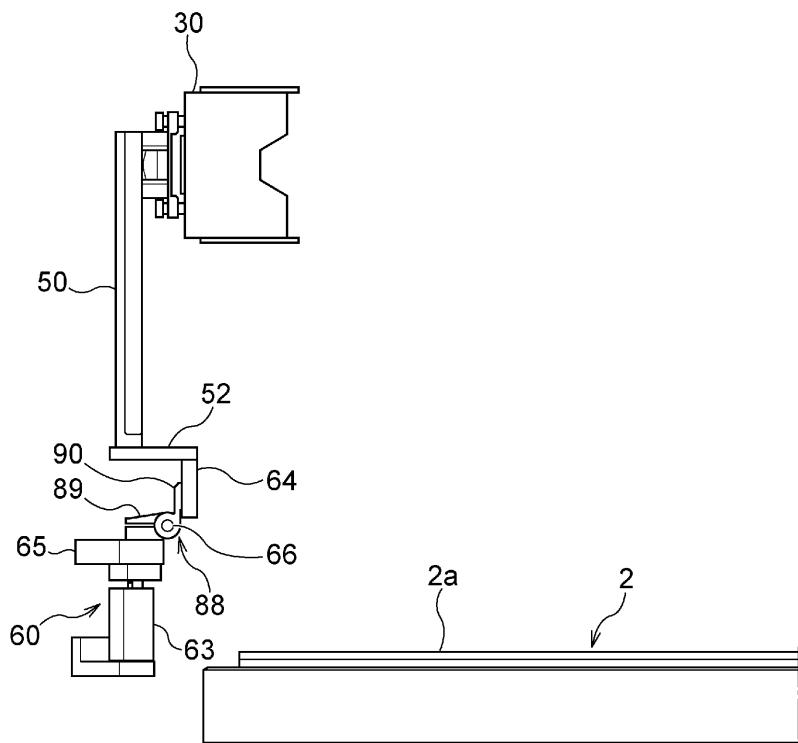
도면11



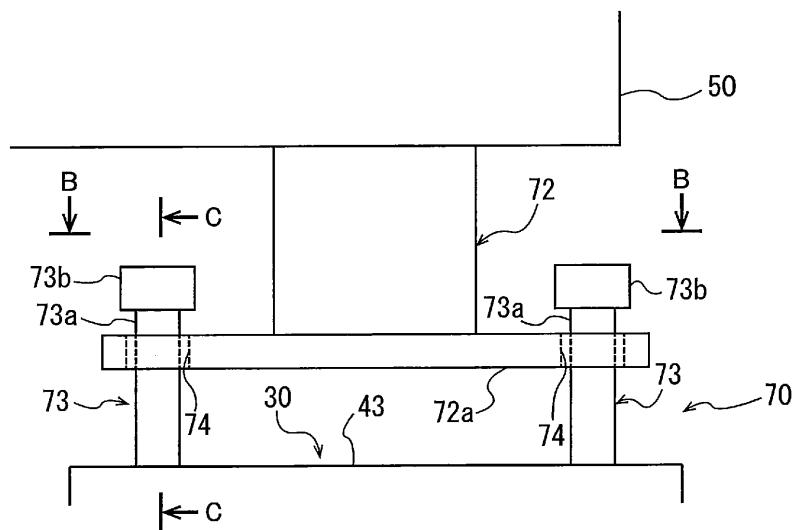
도면12



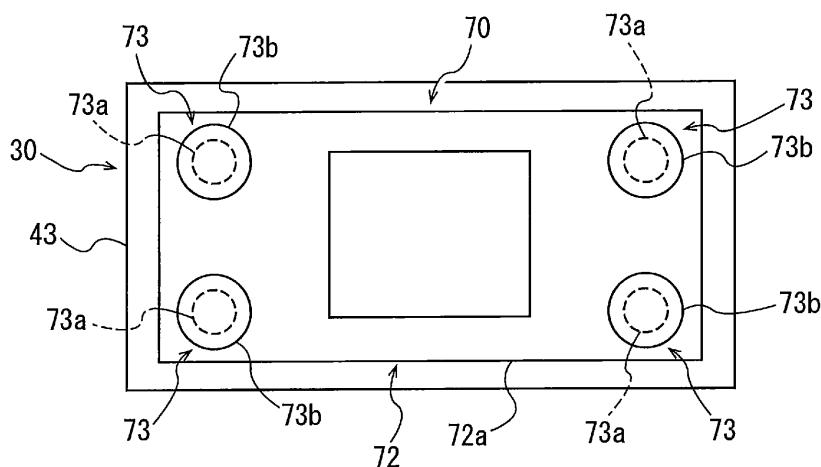
도면13



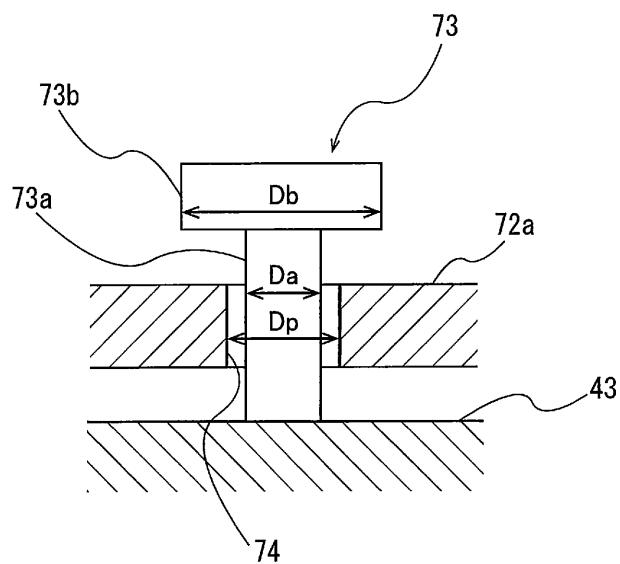
도면14a



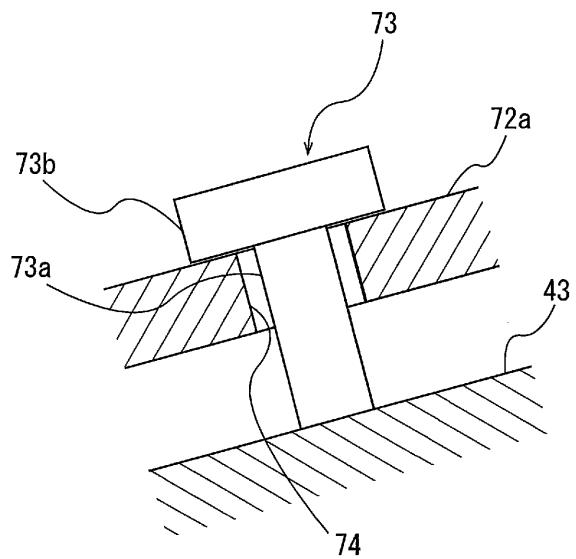
도면14b



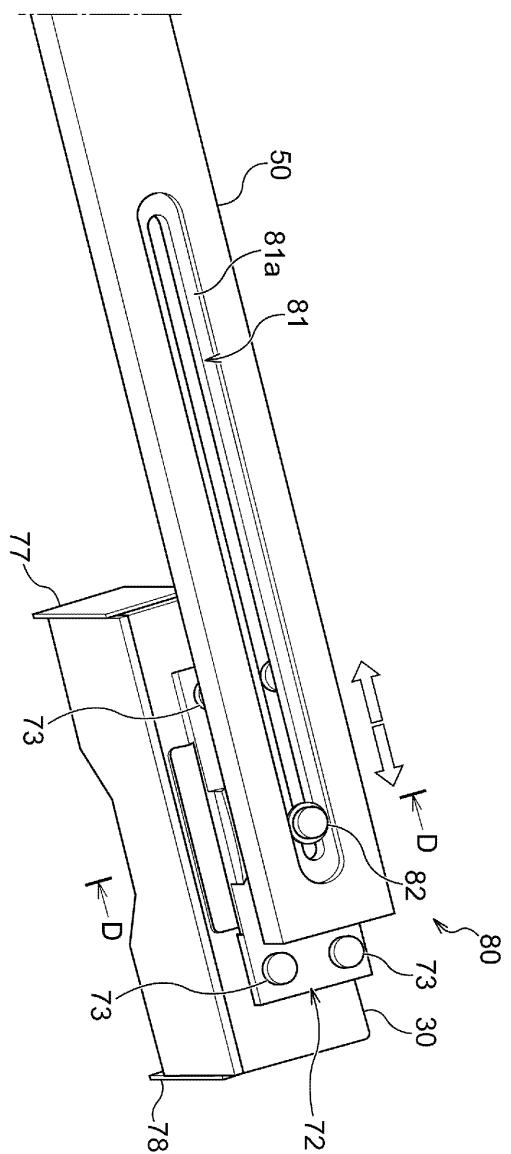
도면15a



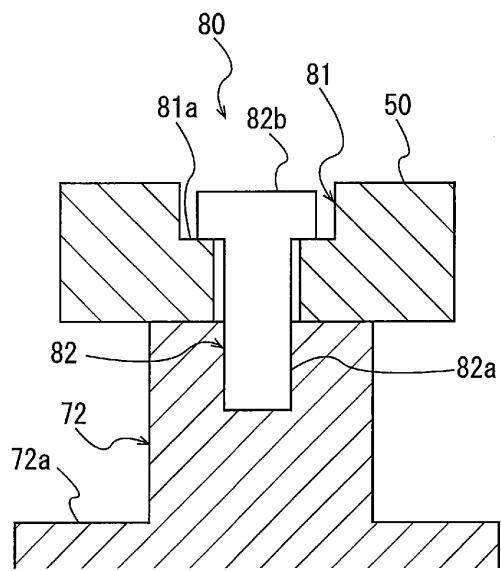
도면 15b



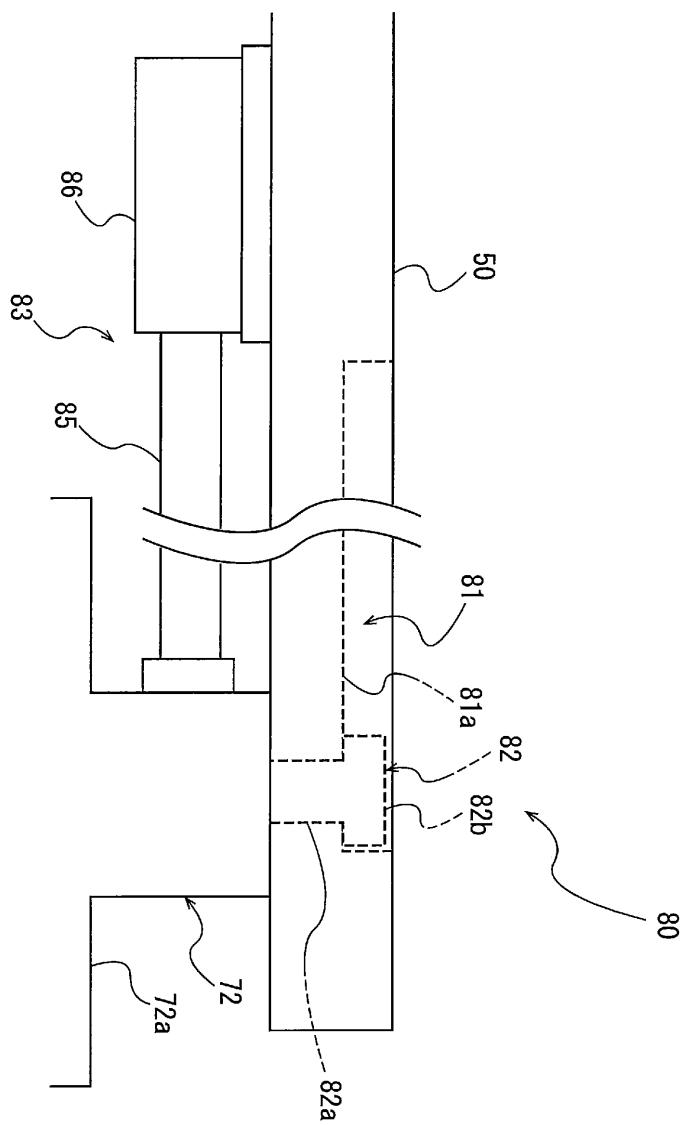
도면16



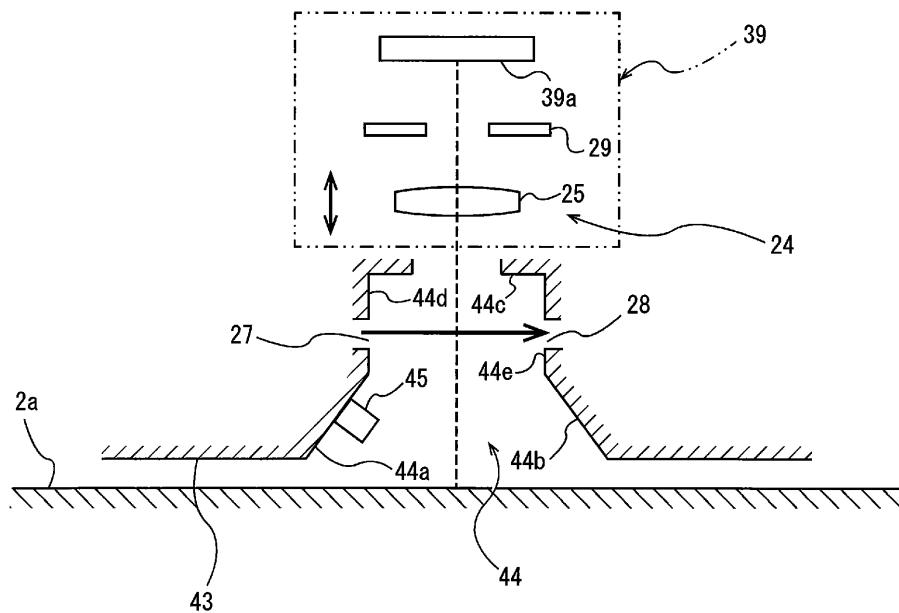
도면17



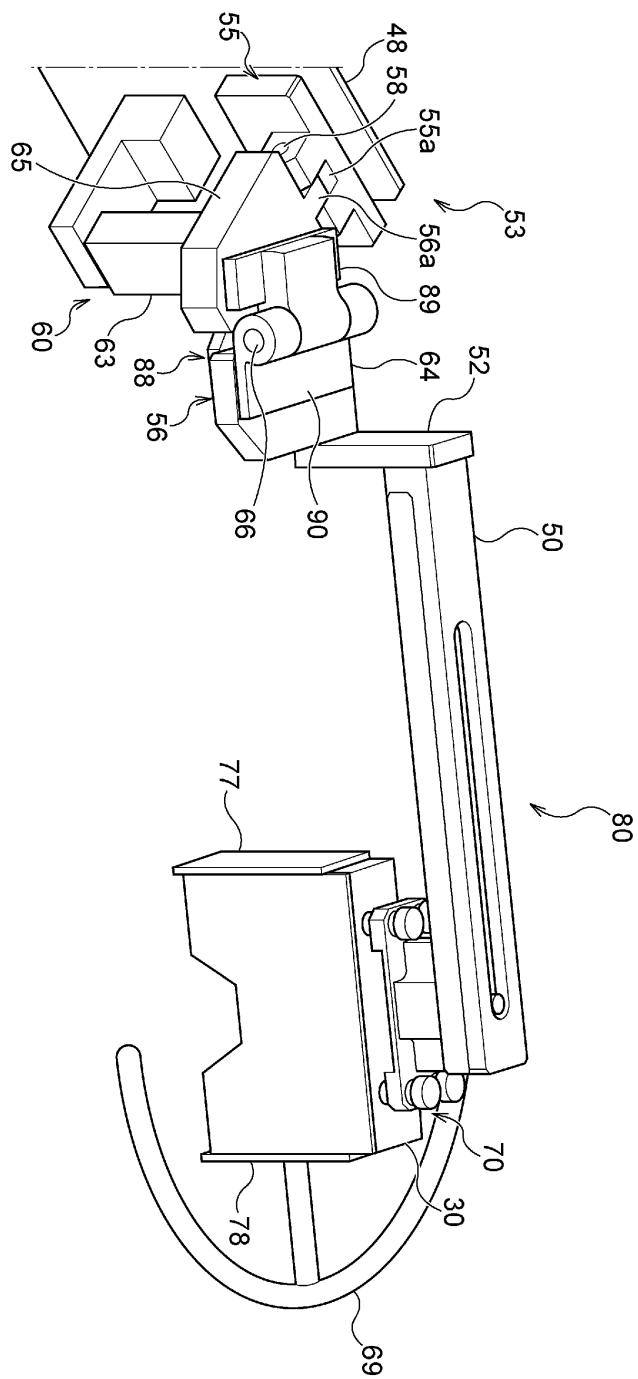
도면18



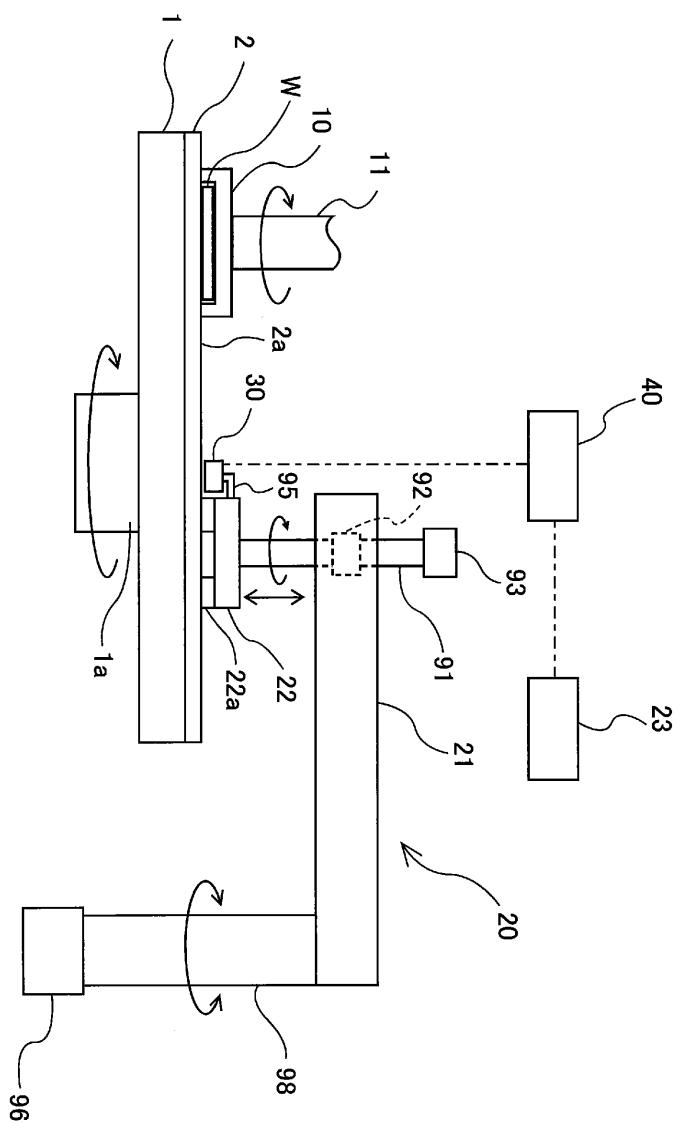
도면19



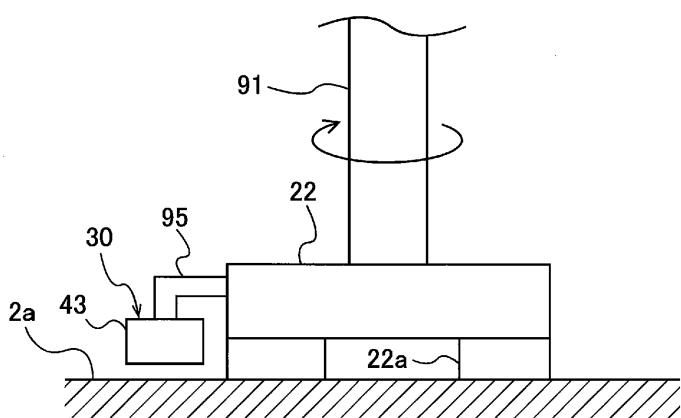
도면20



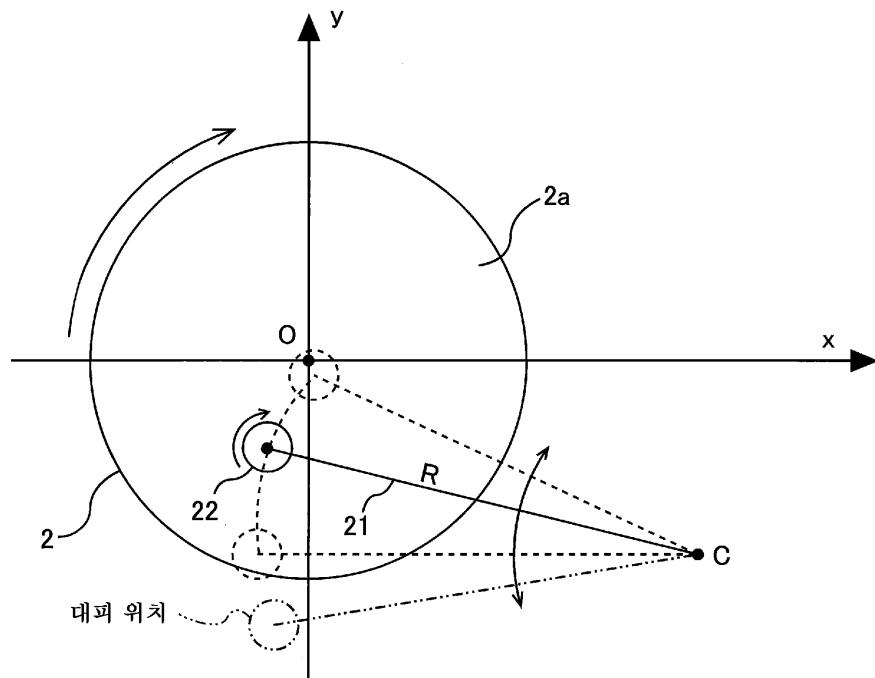
도면21



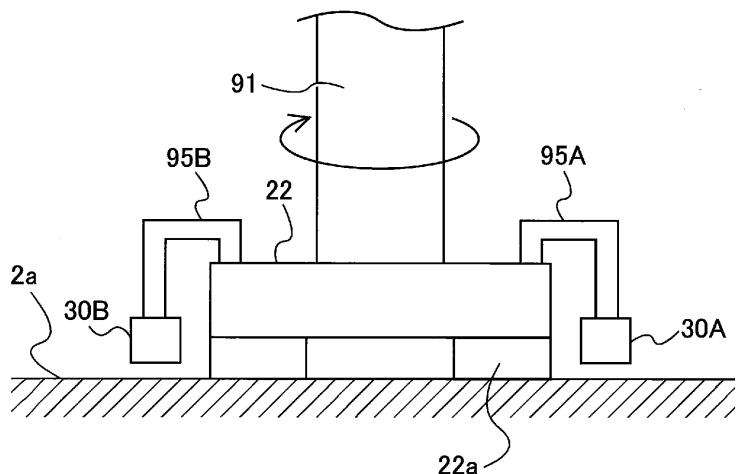
도면22



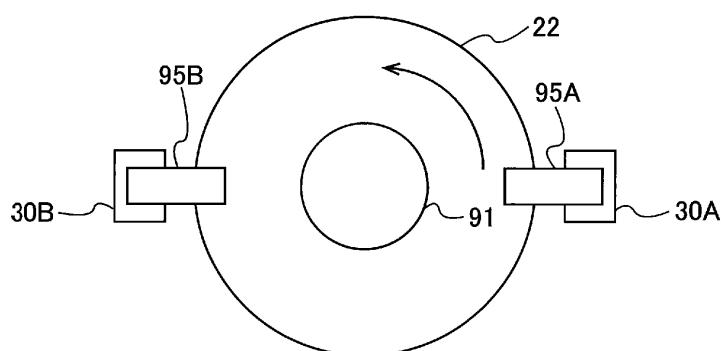
도면23



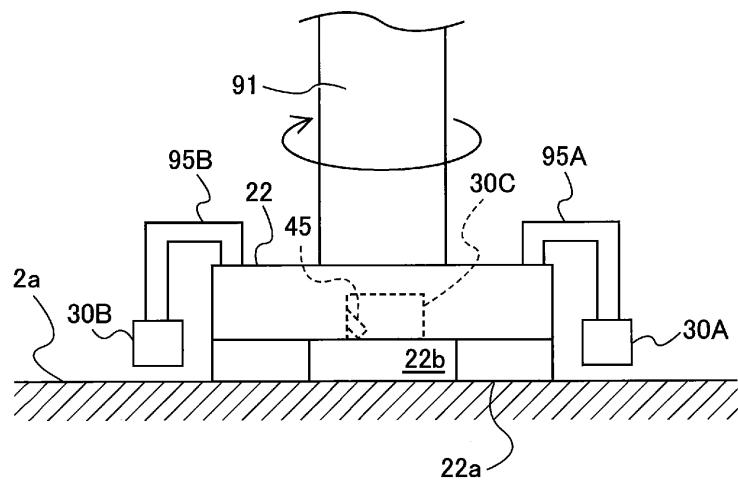
도면24a



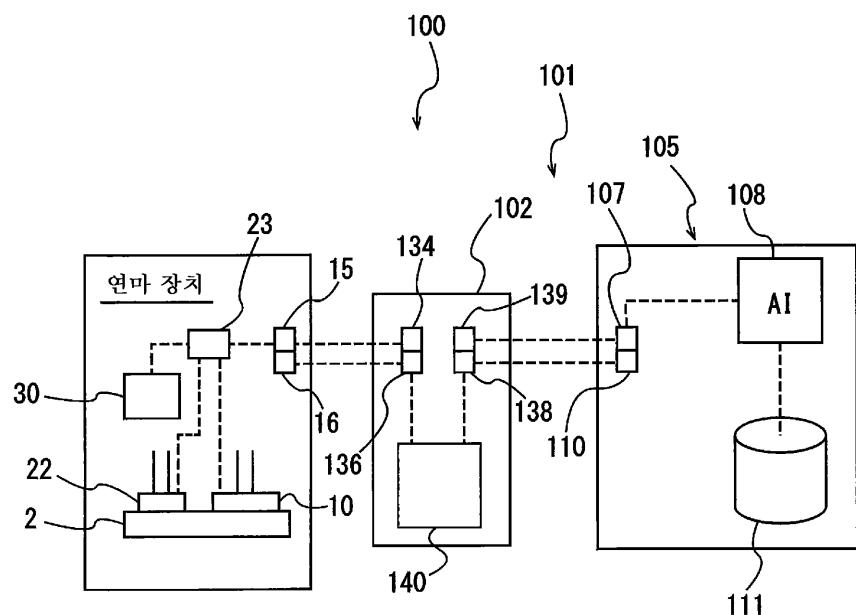
도면24b



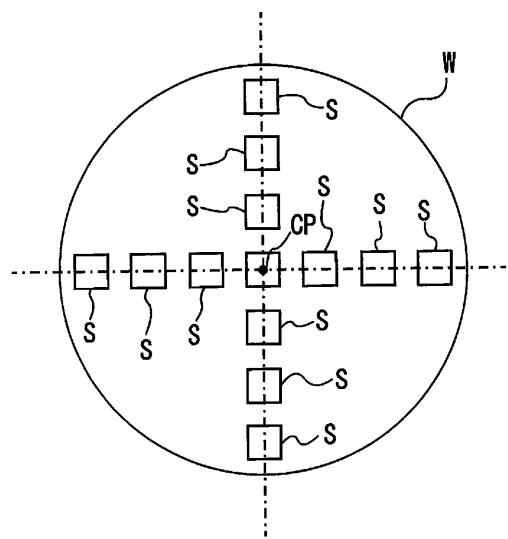
도면25



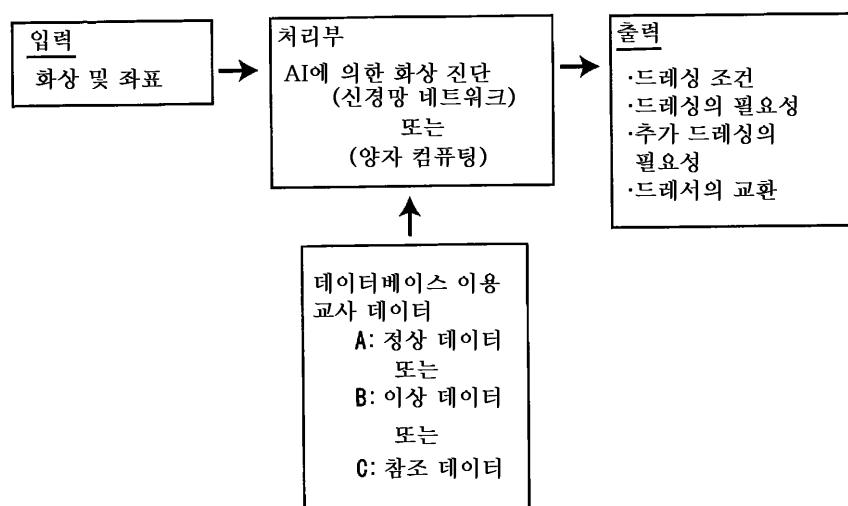
도면26



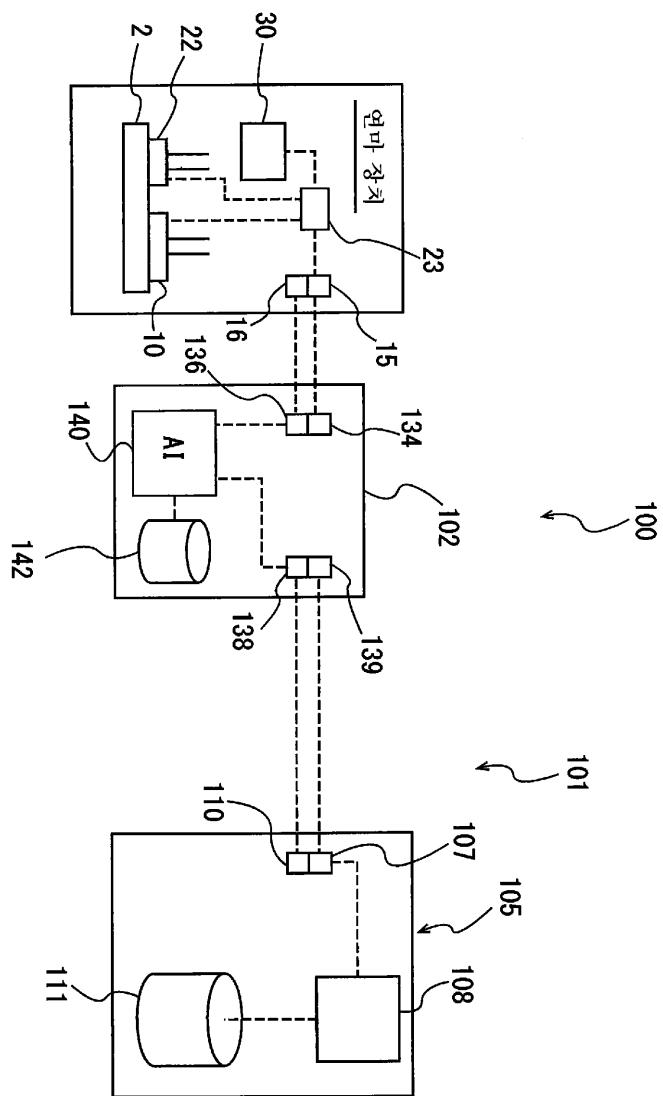
도면27a



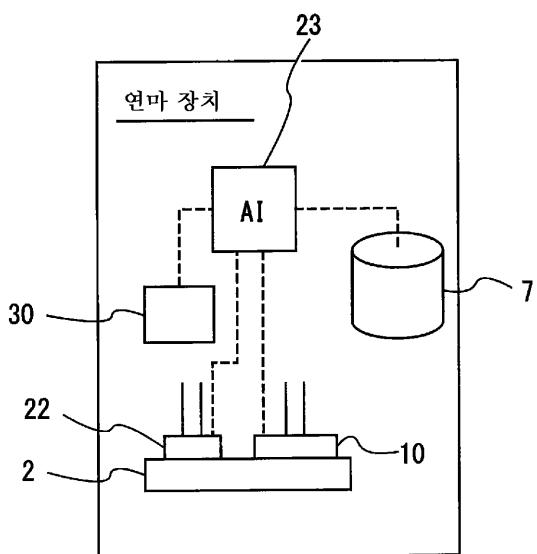
도면27b



도면28



도면29



도면30

