



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년02월26일
(11) 등록번호 10-2772031
(24) 등록일자 2025년02월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B24B 49/18 (2006.01) B24B 49/10 (2006.01)
B24B 53/017 (2012.01) H01L 21/67 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B24B 49/18 (2013.01)
B24B 49/10 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-7013821
(22) 출원일자(국제) 2021년08월05일
심사청구일자 2024년07월24일
(85) 번역문제출일자 2023년04월24일
(65) 공개번호 10-2023-0078720
(43) 공개일자 2023년06월02일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2021/029120
(87) 국제공개번호 WO 2022/070607
국제공개일자 2022년04월07일
(30) 우선권주장
JP-P-2020-163274 2020년09월29일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2005022028 A*
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 12 항

(73) 특허권자
가부시킴가이샤 에바라 세이사꾸쇼
일본국 도쿄도 오타쿠 하네다아사히쵸 11-1
(72) 발명자
스즈키 유타
일본 1448510 도쿄도 오타쿠 하네다 아사히쵸 11
반 1고 가부시킴가이샤 에바라 세이사꾸쇼 내
다카하시 다로
일본 1448510 도쿄도 오타쿠 하네다 아사히쵸 11
반 1고 가부시킴가이샤 에바라 세이사꾸쇼 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
장수길, 서원대, 김명곤

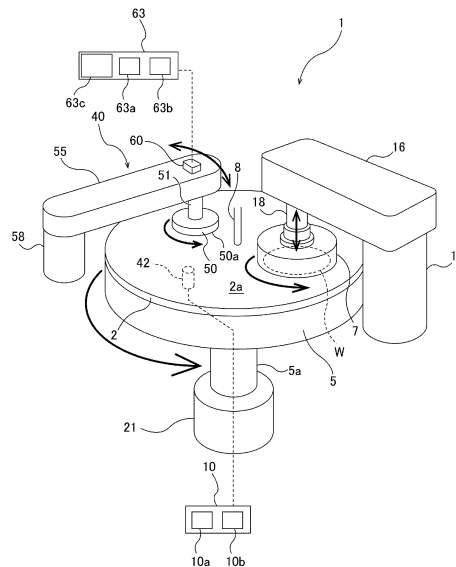
심사관 : 최정섭

(54) 발명의 명칭 연마 장치, 및 연마 패드의 교환 시기를 결정하는 방법

(57) 요약

본 발명은, 웨이퍼, 기판, 패널 등의 워크피스를 연마하기 위한 연마 장치에 사용되는 연마 패드의 교환 시기를 결정하는 기술에 관한 것이다. 연마 장치(1)는, 연마 패드(2)를 지지하는 연마 테이블(5)과, 워크피스(W)를 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 압박하는 연마 헤드(7)와, 연마 패드(2)의 연마면(2a)을 드레싱하는 드레서(40)와, 드레서(40)와 연마 패드(2)의 마찰을 검출하도록 구성되고, 드레서(40)에 고정된 검출 센서(60)와, 검출 센서(60)의 복수의 출력값으로부터 마모 지표값을 결정하고, 마모 지표값이 소정의 하한값을 하회했을 때에 경보 신호를 발하도록 구성된 마모 감시 장치(63)를 구비하고 있다.

대표도 - 도1



- | | |
|---|--|
| <p>(52) CPC특허분류
<i>B24B 53/017</i> (2013.01)
<i>H01L 21/67092</i> (2013.01)</p> <p>(72) 발명자
오타키 히로후미
일본 1448510 도쿄도 오타쿠 하네다 아사히쵸 11반
1고 가부시키키가이샤 에바라 세이사꾸쇼 내
도리코시 즈네오
일본 1448510 도쿄도 오타쿠 하네다 아사히쵸 11반
1고 가부시키키가이샤 에바라 세이사꾸쇼 내
니시다 히로아키
일본 1448510 도쿄도 오타쿠 하네다 아사히쵸 11반
1고 가부시키키가이샤 에바라 세이사꾸쇼 내</p> | <p>(56) 선행기술조사문헌
JP2010226007 A*
KR1020140030045 A
KR1020170065456 A
KR1020200043216 A
KR1020180036545 A
KR1020080031524 A
JP2020028955 A
JP2009255250 A
JP2019162716 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌</p> |
|---|--|
-

명세서

청구범위

청구항 1

연마 패드를 지지하는 연마 테이블과,
 워크피스를 상기 연마 패드의 연마면에 압박하는 연마 헤드와,
 상기 연마 패드의 상기 연마면을 드레싱하는 드레서와,
 상기 드레서와 상기 연마 패드의 마찰을 검출하도록 구성되고, 상기 드레서에 고정된 검출 센서와,
 상기 검출 센서의 복수의 출력값으로부터 마모 지표값을 결정하고, 상기 마모 지표값이 소정의 하한값을 하회했을 때에 경보 신호를 발하도록 구성된 마모 감시 장치를 구비하고 있고,
 상기 마모 감시 장치는, 시간축을 따라서 배열되는 상기 복수의 출력값에 대하여 푸리에 변환을 실행하여, 파워 스펙트럼을 작성하고, 상기 파워 스펙트럼의 제1 피크값인 상기 마모 지표값을 결정하고, 상기 마모 지표값에 기초하여, 연마 패드의 마모 및 연마 패드의 교환 시기를 결정하도록 구성되어 있는, 연마 장치.

청구항 2

연마 패드를 지지하는 연마 테이블과,
 워크피스를 상기 연마 패드의 연마면에 압박하는 연마 헤드와,
 상기 연마 패드의 상기 연마면을 드레싱하는 드레서와,
 상기 드레서와 상기 연마 패드의 마찰을 검출하도록 구성되고, 상기 드레서에 고정된 검출 센서와,
 상기 검출 센서의 복수의 출력값으로부터 마모 지표값을 결정하고, 상기 마모 지표값이 소정의 하한값을 하회했을 때에 경보 신호를 발하도록 구성된 마모 감시 장치를 구비하고 있고,
 상기 마모 감시 장치는, 상기 복수의 출력값을 복수의 기준값으로부터 각각 감산함으로써 복수의 상대 출력값을 산출하고, 시간축을 따라서 배열되는 상기 복수의 상대 출력값에 대하여 푸리에 변환을 실행하여, 파워 스펙트럼을 작성하고, 상기 파워 스펙트럼의 제1 피크값인 상기 마모 지표값을 결정하도록 구성되어 있는, 연마 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 복수의 기준값은, 상기 드레서가 상기 연마 패드를 최초로 드레싱했을 때에 얻어진 상기 검출 센서의 복수의 출력값인, 연마 장치.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,
 상기 마모 감시 장치는, 상기 파워 스펙트럼의 제2 피크값이 소정의 상한값을 상회했을 때, 상기 연마 패드의 이상을 검출하도록 구성되어 있는, 연마 장치.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,
 상기 검출 센서는, 가속도 센서, 어쿠스틱 방출 센서, 및 변형 센서 중 어느 하나인, 연마 장치.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 연마 장치는, 상기 워크피스의 연마의 진척을 나타내는 연마 지표값을 생성하는 연마 진척 검출기와, 상기 연마 지표값을 감시하는 동작 제어부를 더 구비하고 있고,

상기 동작 제어부는, 상기 마모 지표값에 기초하여 상기 연마 지표값을 보정하도록 구성되어 있는, 연마 장치.

청구항 7

워크피스를 위한 연마 장치에 사용되는 연마 패드의 교환 시기를 결정하는 방법이며,

상기 연마 패드의 연마면을 드레서에 의해 드레싱하면서, 상기 드레서와 상기 연마 패드의 마찰을, 상기 드레서에 고정된 검출 센서에 의해 검출하고,

시간축을 따라서 배열되는 상기 검출 센서의 복수의 출력값에 대하여 푸리에 변환을 실행하여 파워 스펙트럼을 작성하고, 상기 파워 스펙트럼의 제1 피크값인 마모 지표값을 결정하고, 상기 마모 지표값에 기초하여, 연마 패드의 마모 및 연마 패드의 교환 시기를 결정하고,

상기 마모 지표값이 소정의 하한값을 하회했을 때에 경보 신호를 발하는, 방법.

청구항 8

워크피스를 위한 연마 장치에 사용되는 연마 패드의 교환 시기를 결정하는 방법이며,

상기 연마 패드의 연마면을 드레서에 의해 드레싱하면서, 상기 드레서와 상기 연마 패드의 마찰을, 상기 드레서에 고정된 검출 센서에 의해 검출하고,

상기 검출 센서의 복수의 출력값을 복수의 기준값으로부터 각각 감산함으로써 복수의 상대 출력값을 산출하고,

시간축을 따라서 배열되는 상기 복수의 상대 출력값에 대하여 푸리에 변환을 실행하여 파워 스펙트럼을 작성하고,

상기 파워 스펙트럼의 제1 피크값인 마모 지표값을 결정하고,

상기 마모 지표값이 소정의 하한값을 하회했을 때에 경보 신호를 발하는, 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 복수의 기준값은, 상기 드레서가 상기 연마 패드를 최초로 드레싱했을 때에 얻어진 상기 검출 센서의 복수의 출력값인, 방법.

청구항 10

제7항 또는 제8항에 있어서,

상기 파워 스펙트럼의 제2 피크값이 소정의 상한값을 상회했을 때, 상기 연마 패드의 이상을 검출하는 공정을 더 포함하는, 방법.

청구항 11

제7항 또는 제8항에 있어서,

상기 검출 센서는, 가속도 센서, 어쿠스틱 방출 센서, 및 변형 센서 중 어느 하나인, 방법.

청구항 12

제7항 또는 제8항에 있어서,

상기 마모 지표값에 기초하여, 상기 워크피스의 연마의 진척을 나타내는 연마 지표값을 보정하는 공정을 더 포함하는, 방법.

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 웨이퍼, 기관, 패널 등의 워크피스를 연마하기 위한 연마 장치에 사용되는 연마 패드의 교환 시기를 결정하는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 화학 기계 연마(이하, CMP라고 함)는, 실리카(SiO₂) 등의 지립을 포함한 연마액을 연마 패드 상에 공급하면서 워크피스(예를 들어, 웨이퍼, 기관, 또는 패널 등)를 연마 패드에 미끄럼 접촉시켜서 해당 워크피스를 연마하는 프로세스이다. 이 CMP를 행하기 위한 연마 장치는, 연마면을 갖는 연마 패드를 지지하는 연마 테이블과, 워크피스를 연마 패드에 압박하기 위한 연마 헤드를 구비하고 있다.

[0003] 연마 장치는, 다음과 같이 하여 워크피스를 연마한다. 연마 테이블 및 연마 패드를 일체로 회전시키면서, 연마액(전형적으로는 슬러리)을 연마 패드의 연마면에 공급한다. 연마 헤드는 워크피스를 회전시키면서, 워크피스의 표면을 연마 패드의 연마면에 대하여 압박한다. 워크피스는, 연마액의 존재하에서 연마 패드에 미끄럼 접촉된다. 워크피스의 표면은, 연마액의 화학적 작용과, 연마액에 포함되는 지립 및 연마 패드의 기계적 작용에 의해 연마된다.

[0004] 워크피스의 연마를 행하면, 연마 패드의 연마면에는 지립이나 연마 부스러기가 부착되어, 연마 성능이 저하되어 간다. 그래서, 연마 패드의 연마면을 재생하기 위해, 드레서에 의한 연마 패드의 드레싱이 행해진다. 드레서는, 그 하면에 고정된 다이아몬드 입자 등의 경질의 지립을 갖고 있고, 이 드레서로 연마 패드의 연마면을 깎아냄으로써, 연마 패드의 연마면을 재생한다. 연마 패드의 드레싱은, 1매의 워크피스를 연마할 때마다 행해진다.

[0005] 연마 패드는, 드레싱을 반복함에 따라 서서히 감모되어 간다. 연마 패드가 감모되면, 의도한 연마 성능이 얻어지지 않게 되므로, 연마 패드를 정기적으로 교환하는 것이 필요해진다. 그래서, 연마 패드의 사용 시간이, 미리 정해진 시간을 초과했을 때, 또는 연마된 워크피스의 매수가, 미리 정해진 수를 초과했을 때, 연마 패드가 새로운 것으로 교환된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2012-56029호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 그러나, 연마 패드의 사용 시간 및 연마된 워크피스의 매수는, 연마 패드의 감모를 간접적으로 나타내고 있는 것에 지나지 않아, 연마 패드의 감모를 정확하게 반영하고 있지 않은 경우가 있다. 결과적으로, 아직 수명에 도달하지 않은 연마 패드가 교환되는 경우가 있거나, 혹은 사용 한계를 초과하여 감모된 연마 패드가 계속해서 사용되는 경우가 있다. 특히, 과도하게 감모된 연마 패드가 사용되면, 워크피스의 목표의 막 두께 프로파일을 달성할 수 없는 경우가 있다.
- [0008] 따라서, 본 발명은, 연마 패드의 소모 또는 이상을 정확하게 검출하여, 연마 패드의 적절한 처리 시기, 또는 교환 시기 등을 결정할 수 있는 개량된 기술을 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0009] 일 양태에서는, 연마 패드를 지지하는 연마 테이블과, 워크피스를 상기 연마 패드의 연마면에 압박하는 연마 헤드와, 상기 연마 패드의 상기 연마면을 드레싱하는 드레서와, 상기 드레서와 상기 연마 패드의 마찰을 검출하도록 구성되고, 상기 드레서에 고정된 검출 센서와, 상기 검출 센서의 복수의 출력값으로부터 마모 지표값을 결정하고, 상기 마모 지표값이 소정의 하한값을 하회했을 때에 경보 신호를 발하도록 구성된 마모 감시 장치를 구비하고 있는, 연마 장치가 제공된다.
- [0010] 일 양태에서는, 상기 마모 감시 장치는, 시간축을 따라서 배열되는 상기 복수의 출력값에 대하여 주파수 해석을 실행하여, 상기 마모 지표값을 결정하도록 구성되어 있다.
- [0011] 일 양태에서는, 상기 주파수 해석은 푸리에 변환이며, 상기 마모 감시 장치는, 시간축을 따라서 배열되는 상기 복수의 출력값에 대하여 푸리에 변환을 적용하여, 파워 스펙트럼을 작성하도록 구성되어 있고, 상기 마모 지표값은 상기 파워 스펙트럼의 제1 피크값이다.
- [0012] 일 양태에서는, 상기 마모 감시 장치는, 상기 복수의 출력값을 복수의 기준값으로부터 각각 감산함으로써 복수의 상대 출력값을 산출하고, 시간축을 따라서 배열되는 상기 복수의 상대 출력값에 대하여 주파수 해석을 실행하여, 상기 마모 지표값을 결정하도록 구성되어 있다.
- [0013] 일 양태에서는, 상기 주파수 해석은 푸리에 변환이며, 상기 마모 감시 장치는, 시간축을 따라서 배열되는 상기 복수의 상대 출력값에 대하여 푸리에 변환을 적용하여, 파워 스펙트럼을 작성하도록 구성되어 있고, 상기 마모 지표값은 상기 파워 스펙트럼의 제1 피크값이다.
- [0014] 일 양태에서는, 상기 복수의 기준값은, 상기 드레서가 상기 연마 패드를 최초로 드레싱했을 때에 얻어진 상기 검출 센서의 복수의 출력값이다.
- [0015] 일 양태에서는, 상기 마모 감시 장치는, 상기 파워 스펙트럼의 제2 피크값이 소정의 상한값을 상회했을 때, 상기 연마 패드의 이상을 검출하도록 구성되어 있다.
- [0016] 일 양태에서는, 상기 검출 센서는, 가속도 센서, 어쿠스틱 방출 센서, 및 변형 센서 중 어느 하나이다.
- [0017] 일 양태에서는, 상기 연마 장치는, 상기 워크피스의 연마의 진척을 나타내는 연마 지표값을 생성하는 연마 진척 검출기와, 상기 연마 지표값을 감시하는 동작 제어부를 더 구비하고 있고, 상기 동작 제어부는, 상기 마모 지표값에 기초하여 상기 연마 지표값을 보정하도록 구성되어 있다.
- [0018] 일 양태에서는, 워크피스를 위한 연마 장치에 사용되는 연마 패드의 교환 시기를 결정하는 방법이며, 상기 연마 패드의 연마면을 드레서에 의해 드레싱하면서, 상기 드레서와 상기 연마 패드의 마찰을, 상기 드레서에 고정된 검출 센서에 의해 검출하고, 상기 검출 센서의 복수의 출력값으로부터 마모 지표값을 결정하고, 상기 마모 지표값이 소정의 하한값을 하회했을 때에 경보 신호를 발하는, 방법이 제공된다.
- [0019] 일 양태에서는, 상기 마모 지표값을 결정하는 공정은, 시간축을 따라서 배열되는 상기 복수의 출력값에 대하여 주파수 해석을 실행하여, 상기 마모 지표값을 결정하는 공정이다.
- [0020] 일 양태에서는, 상기 주파수 해석은 푸리에 변환이며, 상기 마모 지표값을 결정하는 공정은, 시간축을 따라서 배열되는 상기 복수의 출력값에 대하여 푸리에 변환을 적용하여 파워 스펙트럼을 작성하고, 상기 파워 스펙트럼의 제1 피크값인 상기 마모 지표값을 결정하는 공정이다.
- [0021] 일 양태에서는, 상기 마모 지표값을 결정하는 공정은, 상기 복수의 출력값을 복수의 기준값으로부터 각각 감산

함으로써 복수의 상대 출력값을 산출하고, 시간축을 따라서 배열되는 상기 복수의 상대 출력값에 대하여 주파수 해석을 실행하여, 상기 마모 지표값을 결정하는 공정이다.

[0022] 일 양태에서는, 상기 주파수 해석은 푸리에 변환이며, 상기 마모 지표값을 결정하는 공정은, 시간축을 따라서 배열되는 상기 복수의 상대 출력값에 대하여 푸리에 변환을 적용하여 파워 스펙트럼을 작성하고, 상기 파워 스펙트럼의 제1 피크값인 상기 마모 지표값을 결정하는 공정이다.

[0023] 일 양태에서는, 상기 복수의 기준값은, 상기 드레서가 상기 연마 패드를 최초로 드레싱했을 때에 얻어진 상기 검출 센서의 복수의 출력값이다.

[0024] 일 양태에서는, 상기 방법은, 상기 파워 스펙트럼의 제2 피크값이 소정의 상한값을 상회했을 때, 상기 연마 패드의 이상을 검출하는 공정을 더 포함한다.

[0025] 일 양태에서는, 상기 검출 센서는, 가속도 센서, 어쿠스틱 방출 센서, 및 변형 센서 중 어느 하나이다.

[0026] 일 양태에서는, 상기 방법은, 상기 마모 지표값에 기초하여, 상기 워크피스의 연마의 진척을 나타내는 연마 지표값을 보정하는 공정을 더 포함한다.

발명의 효과

[0027] 본 발명에 따르면, 드레서에 고정된 검출 센서에 의해, 드레서와 연마 패드의 마찰이 검출된다. 검출 센서의 출력값은, 연마 패드가 마모됨에 따라 서서히 변화한다. 바꿔 말하면, 검출 센서의 출력값은, 연마 패드의 마모를 반영하고 있다. 따라서, 마모 감시 장치는, 검출 센서의 복수의 출력값으로부터 구해진 마모 지표값에 기초하여, 연마 패드의 마모 및 연마 패드의 교환 시기를 정확하게 결정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 연마 장치의 일 실시 형태를 나타내는 모식도이다.
- 도 2는 드레서가 연마 패드의 연마면을 드레싱하고 있을 때의 검출 센서의 출력값의 경시 변화의 일례를 나타내는 그래프이다.
- 도 3은 마모 감시 장치에 의해 작성된 파워 스펙트럼의 일례를 나타내는 그래프이다.
- 도 4는 시간축을 따라서 배열되는 복수의 기준값, 검출 센서의 복수의 출력값 및 기준값과 검출 센서의 출력값의 차인 상대 출력값을 나타내는 그래프이다.
- 도 5는 도 4에 나타내는, 시간축을 따라서 배열되는 상대 출력값에 푸리에 변환(또는 고속 푸리에 변환)을 적용하여 얻어진 파워 스펙트럼을 나타내는 도면이다.
- 도 6은 드레서가 연마 패드의 연마면을 드레싱하고 있을 때의 검출 센서의 출력값의 경시 변화의 다른 예를 나타내는 그래프이다.
- 도 7은 도 6에 나타내는, 시간축을 따라서 배열되는 검출 센서의 복수의 출력값에 푸리에 변환(또는 고속 푸리에 변환)을 적용하여 얻어진 파워 스펙트럼을 나타내는 도면이다.
- 도 8은 신품의 연마 패드를 사용하여 워크피스를 연마했을 때에 연마 진척 검출기로부터 출력된 연마 지표값(막 두께)의 시간 변화와, 마모된 연마 패드를 사용하여 워크피스를 연마했을 때에 연마 진척 검출기로부터 출력된 연마 지표값(막 두께)의 시간 변화를 나타내는 그래프이다.
- 도 9는 상관 데이터의 일례를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 이하, 본 발명의 실시 형태에 대해서 도면을 참조하여 설명한다. 도 1은, 연마 장치의 일 실시 형태를 나타내는 모식도이다. 연마 장치(1)는, 웨이퍼, 기관, 패널 등 워크피스(W)를 화학 기계적으로 연마하는 장치이다. 도 1에 나타낸 바와 같이, 이 연마 장치(1)는, 연마면(2a)을 갖는 연마 패드(2)를 지지하는 연마 테이블(5)과, 워크피스(W)를 연마면(2a)에 대하여 압박하는 연마 헤드(7)와, 연마액(예를 들어, 지립을 포함하는 슬러리)을 연마면(2a)에 공급하는 연마액 공급 노즐(8)과, 연마 장치(1)의 동작을 제어하는 동작 제어부(10)를 구비하고 있다. 연마 헤드(7)는, 그 하면에 워크피스(W)를 보유 지지할 수 있도록 구성되어 있다. 워크피스(W)는 피연

마막을 갖는다.

- [0030] 동작 제어부(10)는, 적어도 1대의 컴퓨터로 구성되어 있다. 동작 제어부(10)는, 프로그램이 저장된 기억 장치(10a)와, 프로그램에 포함되는 명령에 따라서 연산을 실행하는 연산 장치(10b)를 구비하고 있다. 기억 장치(10a)는, 랜덤 액세스 메모리(RAM) 등의 주기억 장치와, 하드디스크 드라이브(HDD), 솔리드 스테이트 드라이브(SSD) 등의 보조 기억 장치를 구비하고 있다. 연산 장치(10b)의 예로서는, CPU(중앙 처리 장치), GPU(그래픽 프로세싱 유닛)를 들 수 있다. 단, 동작 제어부(10)의 구체적 구성은 이들의 예에 한정되지는 않는다.
- [0031] 연마 장치(1)는, 지지축(14)과, 지지축(14)의 상단에 연결된 연마 헤드 요동 암(16)과, 연마 헤드 요동 암(16)의 자유 단부에 회전 가능하게 지지된 연마 헤드 샤프트(18)를 더 구비하고 있다. 연마 헤드(7)는, 연마 헤드 샤프트(18)의 하단에 고정되어 있다. 연마 헤드 요동 암(16) 내에는, 전동기 등을 구비한 연마 헤드 회전 기구(도시하지 않음)가 배치되어 있다. 이 연마 헤드 회전 기구는, 연마 헤드 샤프트(18)에 연결되어 있고, 연마 헤드 샤프트(18) 및 연마 헤드(7)를 화살표로 나타내는 방향으로 회전시키도록 구성되어 있다.
- [0032] 연마 헤드 샤프트(18)는, 도시하지 않은 연마 헤드 승강 기구(볼 나사 기구 등을 포함함)에 연결되어 있다. 이 연마 헤드 승강 기구는, 연마 헤드 샤프트(18)를 연마 헤드 요동 암(16)에 대하여 상대적으로 상하 이동시키도록 구성되어 있다. 이 연마 헤드 샤프트(18)의 상하 이동에 의해, 연마 헤드(7)는 화살표로 나타낸 바와 같이, 연마 헤드 요동 암(16) 및 연마 테이블(5)에 대하여 상대적으로 상하 이동 가능하게 되어 있다.
- [0033] 연마 장치(1)는, 연마 패드(2) 및 연마 테이블(5)을 그것들의 축심을 중심으로 회전시키는 테이블 회전 모터(21)를 더 구비하고 있다. 테이블 회전 모터(21)는 연마 테이블(5)의 하방에 배치되어 있고, 연마 테이블(5)은 테이블 축(5a)을 통해 테이블 회전 모터(21)에 연결되어 있다. 연마 테이블(5) 및 연마 패드(2)는, 테이블 회전 모터(21)에 의해 테이블 축(5a)을 중심으로 화살표로 나타내는 방향으로 회전되도록 되어 있다. 연마 패드(2)는, 연마 테이블(5)의 상면에 첩부되어 있다. 연마 패드(2)의 노출면은, 웨이퍼 등의 워크피스(W)를 연마하는 연마면(2a)을 구성하고 있다.
- [0034] 워크피스(W)의 연마는 다음과 같이 하여 행해진다. 워크피스(W)는, 그 피연마면이 아래를 향한 상태에서, 연마 헤드(7)에 보유 지지된다. 연마 헤드(7) 및 연마 테이블(5)을 각각 회전시키면서, 연마 테이블(5)의 상방에 마련된 연마액 공급 노즐(8)로부터 연마액(예를 들어, 지립을 포함하는 슬러리)을 연마 패드(2)의 연마면(2a) 상에 공급한다. 연마 패드(2)는 그 중심 축선을 중심으로 연마 테이블(5)과 일체로 회전한다. 연마 헤드(7)는 연마 헤드 승강 기구(도시하지 않음)에 의해 소정의 높이까지 이동된다. 또한, 연마 헤드(7)는 상기 소정의 높이로 유지된 채, 워크피스(W)를 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 압박한다. 워크피스(W)는 연마 헤드(7)와 일체로 회전한다. 연마액이 연마 패드(2)의 연마면(2a) 상에 존재한 상태에서, 워크피스(W)는 연마면(2a)에 미끄럼 접촉된다. 워크피스(W)의 표면은, 연마액의 화학적 작용과, 연마액에 포함되는 지립 및 연마 패드(2)의 기계적 작용의 조합에 의해 연마된다.
- [0035] 연마 장치(1)는, 연마면(2a) 상의 워크피스(W)의 막 두께를 측정하는 막 두께 센서로 구성된 연마 진척 검출기(42)를 구비하고 있다. 연마 진척 검출기(42)는 워크피스(W)의 막 두께를 직접 또는 간접으로 나타내는 연마 지표값을 생성하도록 구성되어 있다. 이 연마 지표값은, 워크피스(W)의 막 두께에 따라서 변화하므로, 워크피스(W)의 연마의 진척을 나타낸다. 연마 지표값은, 워크피스(W)의 막 두께 자체를 나타내는 값이어도 되고, 또는 막 두께로 환산되기 전의 물리량 또는 신호값이어도 된다.
- [0036] 연마 진척 검출기(42)의 예로서는, 와전류 센서, 광학식 막 두께 센서를 들 수 있다. 연마 진척 검출기(42)는, 연마 테이블(5) 내에 설치되어 있고, 연마 테이블(5)과 일체로 회전한다. 보다 구체적으로는, 연마 진척 검출기(42)는, 연마 테이블(5)이 1회전할 때마다, 연마면(2a) 상의 워크피스(W)를 가로지르면서, 워크피스(W)의 복수의 측정점에서의 막 두께를 측정하도록 구성되어 있다.
- [0037] 연마 진척 검출기(42)는, 동작 제어부(10)에 접속되어 있다. 연마 진척 검출기(42)에 의해 생성된 연마 지표값은, 동작 제어부(10)에 의해 감시된다. 즉, 복수의 측정점에서의 막 두께는, 연마 지표값으로서 연마 진척 검출기(42)로부터 출력되고, 연마 지표값은 동작 제어부(10)로 보내진다. 동작 제어부(10)는, 연마 지표값에 기초하여 연마 장치(1)의 동작을 제어하도록 구성되어 있다. 예를 들어, 동작 제어부(10)는, 연마 지표값이 소정의 목표값에 도달한 시점인 연마 중점을 검출한다.
- [0038] 연마 진척 검출기(42)로서, 막 두께 센서 대신에, 테이블 회전 모터(21)에 인가되는 토크 전류를 측정하는 토크 전류 검출기가 사용되어도 된다. 워크피스(W)의 표면을 구성하는 막이 연마에 의해 제거되면, 그 막 밑에 존재하는 하지층이 노출된다. 막과 하지층은 서로 다른 재료로 구성되어 있으므로, 막이 제거되어 하지층이 노출되

면, 워크피스(W)와 연마 패드(2)의 마찰이 변화한다. 이 마찰의 변화는, 테이블 회전 모터(21)에 인가되는 토크 전류의 변화로서 나타난다. 예를 들어, 마찰이 커지면, 연마 테이블(5)을 미리 설정된 속도로 회전시키기 위해 필요한 토크 전류가 커진다. 토크 전류 검출기는, 연마 지표값으로서 토크 전류의 측정값을 출력하고, 동작 제어부(10)로 보낸다. 동작 제어부(10)는, 토크 전류의 변화에 기초하여, 워크피스(W)의 막이 제거된 시점을 결정할 수 있다.

[0039] 연마 장치(1)는, 연마 패드(2)의 연마면(2a)을 드레싱하는 드레서(40)를 구비하고 있다. 이 드레서(40)는, 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 미끄럼 접촉되는 드레싱 디스크(50)와, 드레싱 디스크(50)가 연결되는 드레서 샤프트(51)와, 드레서 샤프트(51)를 회전 가능하게 지지하는 드레서 요동 암(55)을 구비하고 있다. 드레싱 디스크(50)의 하면은 드레싱면(50a)을 구성하고, 이 드레싱면(50a)은 지립(예를 들어, 다이아몬드 입자)으로 구성되어 있다.

[0040] 드레서 샤프트(51)는, 드레서 요동 암(55) 내에 배치된 도시하지 않은 디스크 압박 기구(예를 들어 에어 실린더를 포함함)에 연결되어 있다. 이 디스크 압박 기구는, 드레서 샤프트(51)를 통해 드레싱 디스크(50)의 드레싱면(50a)을 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 대하여 압박하도록 구성되어 있다. 또한, 드레서 샤프트(51)는, 드레서 요동 암(55) 내에 배치된 도시하지 않은 디스크 회전 기구(예를 들어 전동기를 포함함)에 연결되어 있다. 이 디스크 회전 기구는, 드레서 샤프트(51)를 통해 드레싱 디스크(50)를 화살표로 나타내는 방향으로 회전시키도록 구성되어 있다.

[0041] 연마 패드(2)의 연마면(2a)의 드레싱은 다음과 같이 하여 행해진다. 연마 패드(2)는 연마 테이블(5)과 함께 테이블 회전 모터(21)에 의해 회전되면서, 도시하지 않은 순수 공급 노즐로부터 순수가 연마면(2a)에 공급된다. 드레싱 디스크(50)는, 드레서 샤프트(51)를 중심으로 디스크 회전 기구(도시하지 않음)에 의해 회전되면서, 드레싱 디스크(50)의 드레싱면(50a)은 디스크 압박 기구(도시하지 않음)에 의해 연마면(2a)에 압박된다. 연마면(2a) 상에 순수가 존재한 상태에서, 드레싱 디스크(50)는 연마면(2a)에 미끄럼 접촉된다. 드레싱 디스크(50)의 회전 중, 드레서 요동 암(55)을 지지축(58)을 중심으로 선회시켜서 드레싱 디스크(50)를 연마면(2a)의 반경 방향으로 요동시킨다. 이와 같이 하여, 드레싱 디스크(50)에 의해 연마 패드(2)가 깎아내어져, 연마면(2a)이 드레싱(재생)된다. 연마 패드(2)의 연마면(2a)의 드레싱은, 워크피스(W)의 연마 중, 또는 워크피스(W)의 연마 후에 실시된다.

[0042] 연마 장치(1)는, 드레서 요동 암(55)에 고정된 검출 센서(60)를 구비하고 있다. 이 검출 센서(60)는 가속도 센서, 어쿠스틱 방출 센서(이하, AE 센서라고 함), 변형 센서 등으로 구성된다. 일 실시 형태에서는, 검출 센서(60)는 드레싱 디스크(50)에 고정되어도 된다. 검출 센서(60)는, 드레서(40)(보다 구체적으로는 드레싱 디스크(50))와 연마 패드(2)의 마찰을 검출하는 마찰 검출기이다.

[0043] 예를 들어, 검출 센서(60)로서 가속도 센서가 사용되고 있는 경우, 드레싱 디스크(50)가 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 미끄럼 접촉하고 있을 때, 드레싱 디스크(50)의 진동은 가속도 센서에 전달된다. 드레싱 디스크(50)와 연마 패드(2)의 마찰은, 진동으로서 가속도 센서에 의해 검출된다. 진동이 클수록, 마찰은 크다고 추정된다. 검출 센서(60)로서 AE 센서가 사용되고 있는 경우, 드레싱 디스크(50)가 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 미끄럼 접촉하고 있을 때, 드레싱 디스크(50) 및 연마 패드(2)로부터 음파(탄성파)가 방출된다. 드레싱 디스크(50)와 연마 패드(2)의 마찰은, 음파(탄성파)로서 AE 센서에 의해 검출된다. AE 센서는, 이 음파(탄성파)를 전기 신호로 변환하여, 그 전기 신호를 출력한다. 검출 센서(60)로서 변형 센서가 사용되고 있는 경우, 드레싱 디스크(50)가 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 미끄럼 접촉하고 있을 때, 드레서 요동 암(55)의 휨이 변형 센서에 의해 검출된다. 드레싱 디스크(50)와 연마 패드(2)의 마찰은, 드레서 요동 암(55)의 휨으로서 변형 센서에 의해 검출된다. 드레서 요동 암(55)의 휨이 클수록, 마찰은 크다고 추정된다.

[0044] 이하에 설명하는 실시 형태에서는, 검출 센서(60)에는 AE 센서가 사용되고 있다. 도 2는 드레서(40)가 연마 패드(2)의 연마면(2a)을 드레싱하고 있을 때의 검출 센서(60)의 출력값의 경시 변화의 일례를 나타내는 그래프이다. 도 2의 종축은, 검출 센서(60)의 출력값을 나타내고, 도 2의 횡축은, 시간을 나타내고 있다. 연마 패드(2)의 드레싱 중, 드레싱 디스크(50)는 드레서 요동 암(55)의 선회 운동에 수반하여 연마 패드(2)의 연마면(2a) 상을 반경 방향으로 요동(왕복 운동)한다. 따라서, 도 2에 나타난 바와 같이, 검출 센서(60)의 출력값은, 드레싱 디스크(50)의 요동에 수반하여 주기적으로 변화한다. 검출 센서(60)의 출력값의 주기는, 드레싱 디스크(50)의 요동 주기에 상당한다.

[0045] 통상, 연마 패드(2)의 연마면(2a)에는, 연마액을 보유 지지하기 위한 다수의 홈이 형성되어 있다. 연마 패드(2)가 마모되어 가면, 홈의 깊이가 작아져, 드레싱 디스크(50)와 연마 패드(2) 사이의 마찰이 작아진다. 결과

적으로, 검출 센서(60)의 출력값도 전체적으로 저하된다(그래프의 점선 참조). 연마 패드(2)의 마모가 진행되면, 연마 패드(2)를 새로운 연마 패드로 교환해야 한다. 따라서, 본 실시 형태에서는, 다음과 같이 하여 연마 패드(2)의 교환 시기를 결정한다.

- [0046] 도 1에 나타난 바와 같이, 연마 장치(1)는, 검출 센서(60)에 전기적으로 접속된 마모 감시 장치(63)를 구비하고 있다. 마모 감시 장치(63)는 검출 센서(60)의 복수의 출력값을 취득하고, 검출 센서(60)의 복수의 출력값으로부터 마모 지표값을 결정하도록 구성되어 있다. 보다 구체적으로는, 마모 감시 장치(63)는 시간축을 따라서 배열되는 검출 센서(60)의 복수의 출력값에 대하여 주파수 해석을 실행하여, 상기 마모 지표값을 결정하도록 구성되어 있다. 본 실시 형태에서는, 주파수 해석은 푸리에 변환이며, 마모 감시 장치(63)는 시간축을 따라서 배열되는 검출 센서(60)의 복수의 출력값에 대하여 푸리에 변환을 적용하여, 파워 스펙트럼을 작성하고, 파워 스펙트럼의 피크값인 마모 지표값을 결정하도록 구성되어 있다. 푸리에 변환은, 고속 푸리에 변환(FFT)이어도 된다. 주파수 해석의 다른 예로서, 웨이블릿 해석, 옥타브 분석 등을 사용해도 된다.
- [0047] 도 3은, 마모 감시 장치(63)에 의해 작성된 파워 스펙트럼의 일례를 나타내는 그래프이다. 도 3의 횡축은, 도 2에 나타난 검출 센서(60)의 출력값의 변동의 주파수이며, 도 3의 종축은, 주파수 성분의 강도이다. 도 3에 나타난 바와 같이, 파워 스펙트럼은, 드레싱 디스크(50)의 요동에 기인하는 피크값 P1을 갖는다. 이 피크값 P1이 나타나는 주파수 f1은, 드레싱 디스크(50)의 요동의 주파수에 상당한다. 따라서, 마모 감시 장치(63)는, 드레싱 디스크(50)의 요동에 기인하는 파워 스펙트럼의 피크값 P1을 특정할 수 있다.
- [0048] 검출 센서(60)의 출력값에는, 연마 장치(1)에 고유의 노이즈나 연마 패드(2) 상의 이물 등에 기인하는 노이즈가 포함되는 경우가 있다. 이들 노이즈에 기인하여 도 3에 나타난 바와 같이, 피크값 P1 이외에도 복수의 피크값이 파워 스펙트럼 상에 나타난다. 본 실시 형태에 따르면, 파워 스펙트럼은, 드레싱 디스크(50)와 연마 패드(2)의 마찰에 기인하는 피크값 P1과, 노이즈에 기인하는 다른 피크값을 나눌 수 있다. 따라서, 마모 감시 장치(63)는, 드레싱 디스크(50)와 연마 패드(2)의 마찰의 시간 변화를 감시할 수 있다.
- [0049] 일 실시 형태에서는, 마모 감시 장치(63)는, 검출 센서(60)의 출력값에 대하여 노이즈 처리를 행하여, 검출 센서(60)의 수정된 출력값을 생성하는 것이 가능하다. 예를 들어, 마모 감시 장치(63)는, 연마 패드(2)와 워크피스(W)의 접촉, 연마 패드(2)와 드레서(40)의 접촉 이외에 발생하는 노이즈 성분을 미리 측정 또는 예측하여, 그 노이즈 성분을 검출 센서(60)의 출력값으로부터 제거함으로써, 검출 센서(60)의 출력값을 수정할 수 있다. 예를 들어, 워크피스(W)나 드레서(40)의 연마 패드(2)와의 접촉이 없을 때의 검출 센서(60)의 출력값, 연마 헤드(7)만이 회전하고 있을 때의 검출 센서(60)의 출력값, 물 연마 시의 검출 센서(60)의 출력값, 드레싱 시의 검출 센서(60)의 출력값, 물 연마 및 드레싱 시의 검출 센서(60)의 출력값, 워크피스(W)의 연마 시의 검출 센서(60)의 출력값, 워크피스(W)의 연마 및 드레싱 시의 검출 센서(60)의 출력값, 또는 이들의 조합에 기초하여, 필터링, 연산에 의해 검출 센서(60)의 수정된 출력값을 만들어 낼 수 있다. 또한, 검출 센서(60)의 수정된 출력값을 이용하여 효율적으로, 고SN으로 센서 신호에 의한 패드 표면 상태의 모니터링이 가능해진다.
- [0050] 파워 스펙트럼의 피크값 P1은, 연마 패드(2)가 마모됨에 따라 서서히 저하된다. 마모 감시 장치(63)는, 피크값 P1을 소정의 하한값과 비교하여, 피크값 P1이 하한값을 하회했을 때에 경보 신호를 발하도록 구성되어 있다. 이 경보 신호는, 마모 감시 장치(63)의 디스플레이 장치(63c)에, 유저에게 연마 패드(2)의 교환을 촉구하는 정보를 표시시킨다.
- [0051] 검출 센서(60)의 출력값은, 연마 패드(2)가 마모됨에 따라 서서히 변화한다. 바꿔 말하면, 검출 센서(60)의 출력값은, 연마 패드(2)의 마모를 반영하고 있다. 따라서, 마모 감시 장치(63)는, 검출 센서(60)의 복수의 출력값으로부터 구해진 마모 지표값에 기초하여, 연마 패드(2)의 마모 및 연마 패드(2)의 교환 시기를 정확하게 결정할 수 있다.
- [0052] 마모 감시 장치(63)는, 적어도 1대의 컴퓨터로 구성되어 있다. 마모 감시 장치(63)는 프로그램이 저장된 기억 장치(63a)와, 프로그램에 포함되는 명령에 따라서 연산을 실행하는 연산 장치(63b)를 구비하고 있다. 기억 장치(63a)는 랜덤 액세스 메모리(RAM) 등의 주 기억 장치와, 하드디스크 드라이브(HDD), 솔리드 스테이트 드라이브(SSD) 등의 보조 기억 장치를 구비하고 있다. 연산 장치(63b)의 예로서는, CPU(중앙 처리 장치), GPU(그래픽 프로세싱 유닛)를 들 수 있다. 단, 마모 감시 장치(63)의 구체적 구성은 이들의 예에 한정되지는 않는다. 마모 감시 장치(63)는 동작 제어부(10)와 일체로 구성되어도 된다. 즉, 마모 감시 장치(63) 및 동작 제어부(10)는, 프로그램이 저장된 기억 장치, 및 프로그램에 포함되는 명령에 따라서 연산을 실행하는 연산 장치를 포함하는 적어도 1대의 컴퓨터에 의해 구성되어도 된다.

- [0053] 일 실시 형태에서는, 검출 센서(60)의 출력값으로부터 노이즈를 제거하기 위해, 마모 감시 장치(63)는, 검출 센서(60)의 복수의 출력값을 복수의 기준값으로부터 각각 감산함으로써 복수의 상대 출력값을 산출하고, 시간축을 따라서 배열되는 복수의 상대 출력값에 대하여 주파수 해석을 실행하여, 마모 지표값을 결정하도록 구성되기도 된다. 일 실시 형태에서는, 주파수 해석은 푸리에 변환(또는 고속 푸리에 변환)이며, 마모 감시 장치(63)는, 검출 센서(60)의 복수의 출력값을 복수의 기준값으로부터 각각 감산함으로써 복수의 상대 출력값을 산출하고, 시간축을 따라서 배열되는 복수의 상대 출력값에 대하여 푸리에 변환(또는 고속 푸리에 변환)을 적용하여, 파워 스펙트럼을 작성하도록 구성되기도 된다.
- [0054] 복수의 기준값은, 연마 장치(1)의 운전 중에 취득된 수치이다. 예를 들어, 상기 복수의 기준값은, 드레서(40)가 연마 패드(2)를 최초로 드레싱했을 때에 얻어진 검출 센서(60)의 복수의 출력값이다. 보다 구체적으로는, 신품의 연마 패드(2)를 연마 테이블(5)에 첨부한 후이며, 워크피스를 연마하기 전에, 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 순수를 공급하면서, 드레서(40)로 연마 패드(2)의 초기 드레싱을 실행하고, 이 초기 드레싱 중에 검출 센서(60)에 의해 생성된 복수의 출력값이 복수의 기준값으로 등록된다. 마모 감시 장치(63)는, 검출 센서(60)로부터 취득한 복수의 출력값을 복수의 기준값으로서 기억 장치(63a)에 보존한다.
- [0055] 도 4는 시간축을 따라서 배열되는 복수의 기준값, 검출 센서(60)의 복수의 출력값, 및 기준값과 검출 센서(60)의 출력값의 차인 상대 출력값을 나타내는 그래프이다. 도 4의 종축은 기준값, 검출 센서(60)의 출력값, 및 상대 출력값을 나타내고, 도 4의 횡축은 시간을 나타내고 있다. 상대 출력값은, 검출 센서(60)의 출력값에 비해, 시간 경과와 함께 매끄러운 모양으로 변화하고 있는 것을 도 4로부터 알 수 있다.
- [0056] 도 5는 도 4에 나타내는, 시간축을 따라서 배열되는 상대 출력값에 푸리에 변환(또는 고속 푸리에 변환)을 적용하여 얻어진 파워 스펙트럼을 나타내는 도면이다. 도 5에 나타내는 파워 스펙트럼과, 도 4에 나타내는 파워 스펙트럼의 대비로부터 알 수 있는 바와 같이, 도 5에 나타내는 파워 스펙트럼에 나타나는 피크의 수가 적다. 이것은, 상대 출력값이 노이즈를 거의 포함하지 않는 것을 의미하고 있다.
- [0057] 본 실시 형태에 따르면, 워크피스(W)의 연마 중 또는 연마 후, 마모 감시 장치(63)는, 검출 센서(60)의 복수의 출력값을 복수의 기준값으로부터 각각 감산함으로써 복수의 상대 출력값을 산출한다. 기준값과 검출 센서(60)의 출력값의 차인 상대 출력값은, 노이즈가 제거된 값이다. 이러한 상대 출력값을 사용함으로써, 마모 감시 장치(63)는, 연마 패드(2)의 마모 및 연마 패드(2)의 교환 시기를 보다 정확하게 결정할 수 있다.
- [0058] 도 6은, 드레서(40)가 연마 패드(2)의 연마면(2a)을 드레싱하고 있을 때의 검출 센서(60)의 출력값의 경시 변화의 다른 예를 나타내는 그래프이다. 도 6에 나타낸 예에 나타내는 바와 같이, 검출 센서(60)의 출력값이 일시적이며 또한 급준하게 상승하는 경우가 있다. 이러한 출력값의 급상승은, 연마 패드(2) 상의 이물(연마 부스러기, 또는 지립 등)의 존재, 연마 패드(2)의 부분적인 박리, 연마 패드(2)의 연마면(2a) 내의 스크래치 등, 연마 패드(2)의 이상에 의해 일어난다.
- [0059] 도 7은, 도 6에 나타내는, 시간축을 따라서 배열되는 검출 센서(60)의 복수의 출력값에 푸리에 변환(또는 고속 푸리에 변환)을 적용하여 얻어진 파워 스펙트럼을 나타내는 도면이다. 도 7에 나타낸 바와 같이, 파워 스펙트럼은, 드레싱 디스크(50)의 요동에 대응하는 주파수 f1에서의 피크값 P1에 더하여, 연마 패드(2)의 이상에 기인하는 다른 피크값 P2를 갖는다. 이 피크값 P2는, 피크값 P1의 주파수 f1과는 다른 주파수 f2로 나타난다. 마모 감시 장치(63)는, 이 피크값 P2를 소정의 상한값과 비교하여, 피크값 P2가 소정의 상한값을 상회했을 때, 연마 패드(2)의 이상을 검출하여, 연마 패드(2)의 이상을 알리는 경보 신호를 생성하도록 구성되어 있다. 본 실시 형태에 따르면, 연마 장치(1)는, 연마 패드(2)의 이상(예를 들어, 연마 패드(2) 상의 이물, 또는 연마 패드(2)의 흠집)에 기인하는 워크피스(W)의 연마에 대한 악영향을 회피할 수 있다.
- [0060] 도 6 및 도 7을 참조하여 설명한 실시 형태는, 도 4 및 도 5를 참조하여 설명한 실시 형태와 조합해도 된다.
- [0061] 도 8은, 신품의 연마 패드(2)를 사용하여 워크피스를 연마했을 때에 연마 진척 검출기(42)로부터 출력된 연마 지표값(막 두께)의 시간 변화와, 마모된 연마 패드(2)를 사용하여 워크피스를 연마했을 때에 연마 진척 검출기(42)로부터 출력된 연마 지표값(막 두께)의 시간 변화를 나타내는 그래프이다. 도 8에 나타낸 바와 같이, 연마 패드(2)가 마모되었을 때의 연마 지표값은, 전체적으로, 연마 패드(2)가 마모되어 있지 않을 때의 연마 지표값으로부터 시프트되어 있다. 즉, 워크피스의 막 두께가 동일해도, 연마 진척 검출기(42)로부터 출력된 연마 지표값은, 연마 패드(2)의 마모에 의존하여 바뀔 수 있다. 바꿔 말하면, 연마 지표값의 변화는, 연마 패드(2)의 마모와 상관이 있다.
- [0062] 예를 들어, 연마 진척 검출기(42)가 광학식 막 두께 센서 또는 와전류식 막 두께 센서인 경우, 연마 패드(2)가

마모됨에 따라 연마 진척 검출기(42)와 워크피스의 거리가 작아진다. 결과적으로, 워크피스의 막 두께가 동일해도, 연마 진척 검출기(42)로부터 출력되는 연마 지표값(막 두께)은 바뀔 수 있다. 막 두께 센서 대신에 토크 전류 검출기가 연마 진척 검출기(42)로서 사용되고 있는 경우, 연마 패드(2)가 마모됨에 따라, 워크피스와 연마 패드(2) 사이에 작용하는 마찰력이 저하된다. 결과적으로, 연마 진척 검출기(42)로부터 출력되는 연마 지표값(토크 전류)은 바뀔 수 있다.

[0063] 따라서, 본 실시 형태에서는, 동작 제어부(10)는, 마모 지표값에 기초하여 연마 지표값을 보정하도록 구성되어 있다. 동작 제어부(10)는, 그 기억 장치(10a)에, 도 9에 나타낸 바와 같은 상관 데이터를 미리 저장하고 있다. 도 9에 나타내는 상관 데이터는, 마모 지표값과, 연마 지표값의 보정량의 상관의 일례를 나타내고 있다. 도 9에 나타내는 예에서는, 상관 데이터는 1차 함수로 나타나 있지만, 상관 데이터는, 2차 함수, 3차 함수 등이어도 된다. 혹은, 상관 데이터는, 마모 지표값과, 연마 지표값의 보정량의 상관을 나타내는 데이터 테이블이어도 된다.

[0064] 상관 데이터는, 과거의 마모 지표값과, 대응하는 연마 지표값으로부터 작성된다. 구체적으로는, 신품의 연마 패드가, 그 사용 한계 이하로 마모될 때까지 복수의 워크피스의 연마에 사용되었을 때 취득된 마모 지표값과, 동일 막 두께 조건하에서 취득된 연마 지표값으로부터, 상관 데이터가 작성된다.

[0065] 동작 제어부(10)는, 워크피스(W)의 연마 중에, 마모 감시 장치(63)로부터 보내지는 마모 지표값을 취득하고, 상관 데이터를 사용하여 그 마모 지표값에 대응하는 보정량을 결정한다. 그리고, 동작 제어부(10)는, 워크피스(W)의 연마 중에 연마 진척 검출기(42)로부터 보내지는 연마 지표값을 취득하고, 연마 지표값에 보정량을 가산함(혹은 연마 지표값으로부터 보정량을 감산함)으로써, 연마 지표값을 보정한다. 동작 제어부(10)는, 보정된 연마 지표값에 기초하여 연마 장치(1)의 동작을 제어한다. 예를 들어, 동작 제어부(10)는, 보정된 연마 지표값이, 미리 설정한 목표값에 도달한 시점인 연마 종점을 결정한다.

[0066] 도 8 및 도 9를 참조하여 설명한 실시 형태는, 도 1 내지 도 7를 참조하여 설명한 실시 형태와 적절히 조합해도 된다.

[0067] 일 실시 형태에서는, 딥 러닝에 의한 학습 완료 모델에 검출 센서(60)의 출력값을 입력하고, 연마 패드(2)의 표면 상태 예측을 학습 완료 모델로부터 출력하는 것이 가능하다. 학습 완료 모델로의 입력으로서의 검출 센서(60)의 출력값, 또는 검출 센서(60)의 출력값과 테이블 토크·테이블 회전 속도 등의 파라미터를 들 수 있다. 학습 완료 모델로부터의 출력으로서, 연마 패드(2)의 표면 상태의 지표 또는 평가의 예측값을 들 수 있다. 마모 감시 장치(63)는, 예측값이 기준값에 가까워지면 연마 패드(2)의 교환 권장을 경고로 알릴 수 있다. 또, 정상 사용 시기 예측을 출력으로 하는 것도 가능해진다. 딥 러닝에는, 실제로 연마가 행해진 과정에서 얻어진 연마 패드(2)의 사용 시간, 검출 센서(60)의 출력값의 파형, 연마 패드(2)의 교환 시기 등의 데이터 세트가 사용된다. 이 데이터 세트는, 정상적으로 연마 패드(2)의 교환이 행해진 데이터 세트, 사용 도중에 이상이 발생한 데이터 세트, 정상과 이상이 혼재한 데이터 세트로부터, 선택하여 학습에 사용하는 것이 가능하다.

[0068] 일 실시 형태에서는, 연마 패드(2)의 연마면(2a)의 화상을 생성하는 카메라를 드레서 요동 암(55)에 설치해도 된다. 마모 감시 장치(63)는, 연마면(2a)의 화상을 이용하여 연마면(2a)의 관찰이 가능하다. 예를 들어, 드레서 요동 암(55)은 요동할 수 있고, 연마 테이블(5)은 회전 가능하므로, 마모 감시 장치(63)는, 연마면(2a)의 임의의 영역의 카메라에 의한 관찰이 가능해진다. 연마면(2a)의 모니터링 영역을 미리 정해 두고, 마모 감시 장치(63)는, 정기적으로 연마면(2a)의 화상을 취득한다. 마모 감시 장치(63)는, 그 화상으로부터 연마 패드(2)의 소모 정도의 변화를 평가한다. 또, 마모 감시 장치(63)는 연마 패드(2)의 소모에 의한 검출 센서(60)의 출력값의 변화와, 연마면(2a)의 화상을 비교하여, 연마 패드(2)의 소모도의 평가를 복수의 지표로 구하는 것이 가능해진다. 예를 들어, 양쪽의 평가값이 교환 시기인 것을 나타내고 있으면, 한쪽만의 판단에 의한 에러를 회피하는 것도 가능하다. 또, 마모 감시 장치(63)는, 검출 센서(60)의 출력 신호의 이상 파형이 발생한 부위를 센서 신호로부터 특정하고, 그 부위를 관찰하여 조기의 대처 방법을 결정하는 것이 가능해진다.

[0069] 상술한 실시 형태는, 본 발명이 속하는 기술분야에 있어서의 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 실시할 수 있는 것을 목적으로 하여 기재된 것이다. 상기 실시 형태의 다양한 변형예는, 당업자라면 당연히 이룰 수 있는 것이며, 본 발명의 기술적 사상은 다른 실시 형태에도 적용할 수 있다. 따라서, 본 발명은, 기재된 실시 형태에 한정되지 않고, 특허 청구 범위에 의해 정의되는 기술적 사상에 따른 가장 넓은 범위로 해석되는 것이다.

산업상 이용가능성

[0070] 본 발명은, 웨이퍼, 기관, 패널 등의 워크피스를 연마하기 위한 연마 장치에 사용되는 연마 패드의 교환 시기를

결정하는 기술에 이용 가능하다.

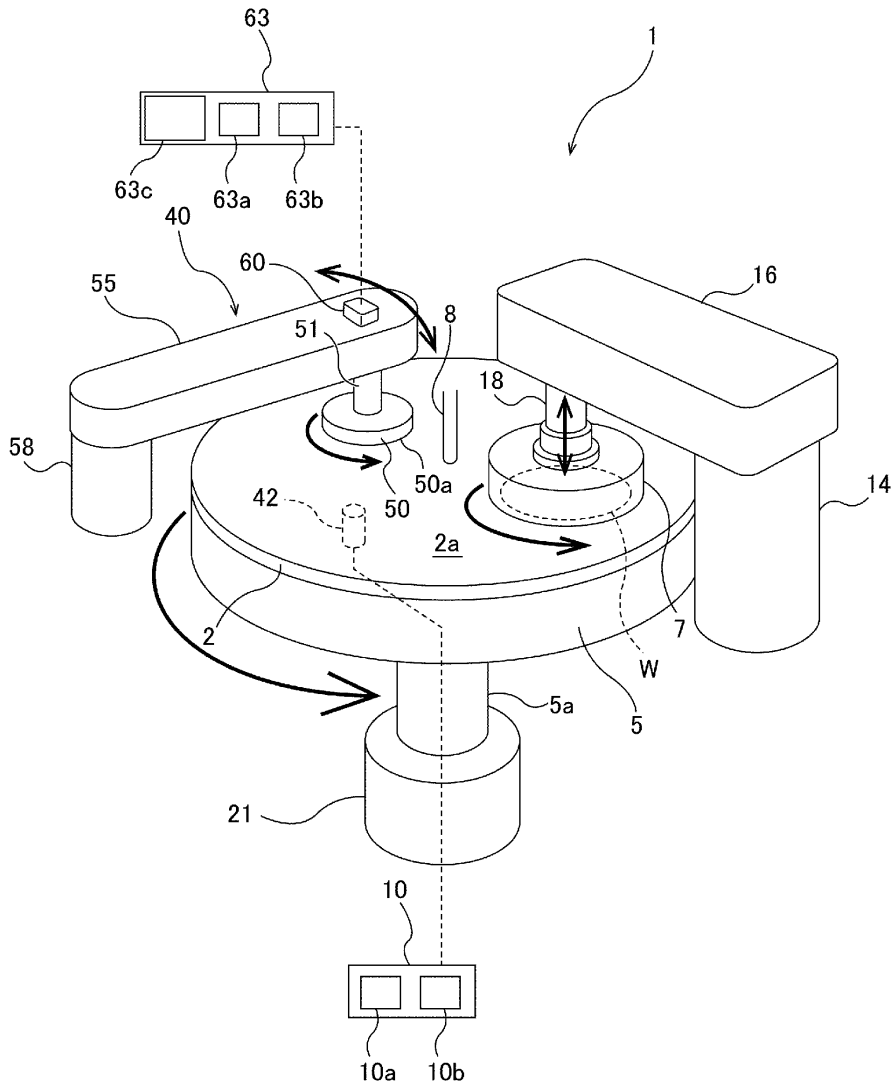
부호의 설명

[0071]

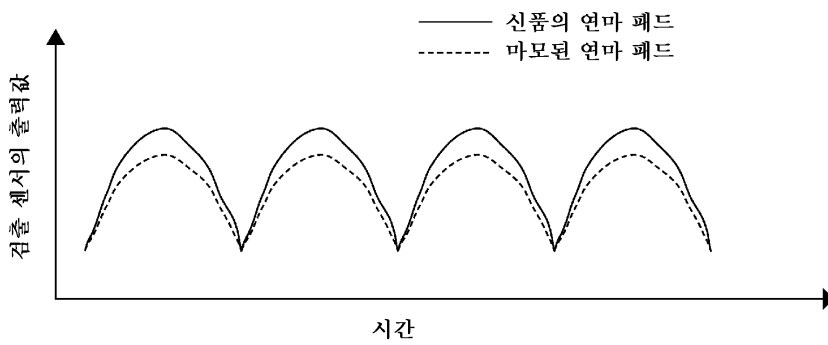
- 1: 연마 장치
- 2: 연마 패드
- 2a: 연마면
- 5: 연마 테이블
- 7: 연마 헤드
- 8: 연마액 공급 노즐
- 10: 동작 제어부
- 14: 지지축
- 16: 연마 헤드 요동 암
- 18: 연마 헤드 샤프트
- 21: 테이블 회전 모터
- 40: 드레서
- 42: 연마 진척 검출기
- 50: 드레싱 디스크
- 51: 드레서 샤프트
- 55: 드레서 요동 암
- 58: 지지축
- 60: 검출 센서
- 63: 마모 감시 장치

도면

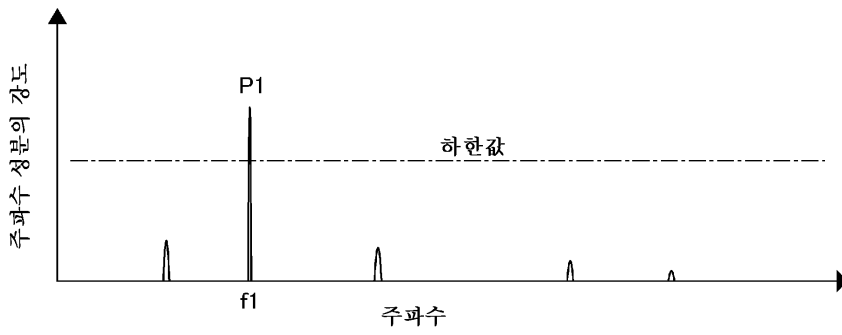
도면1



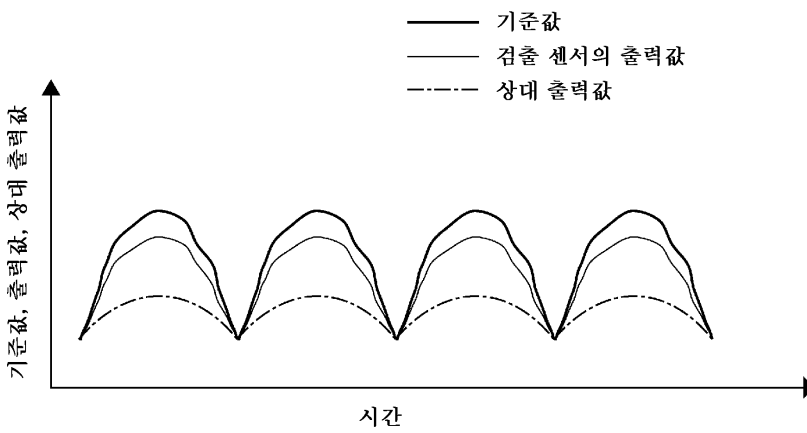
도면2



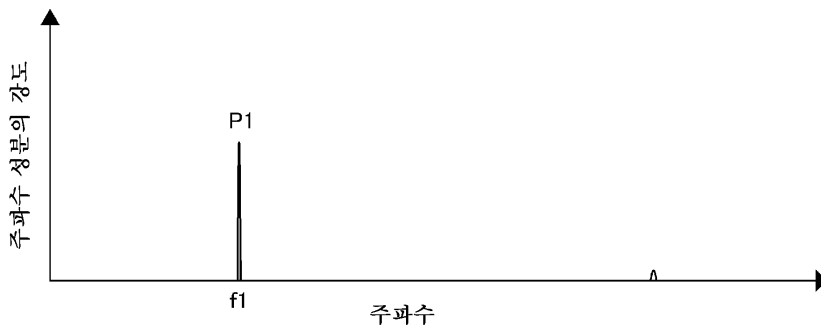
도면3



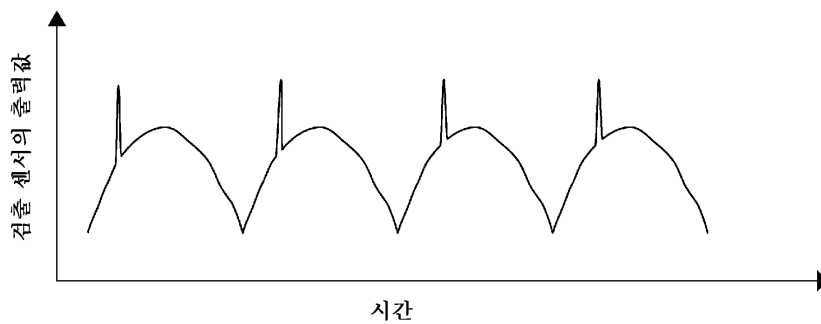
도면4



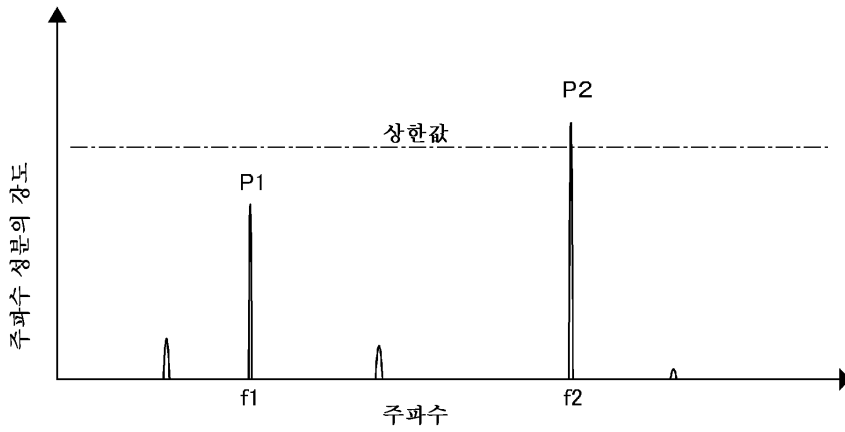
도면5



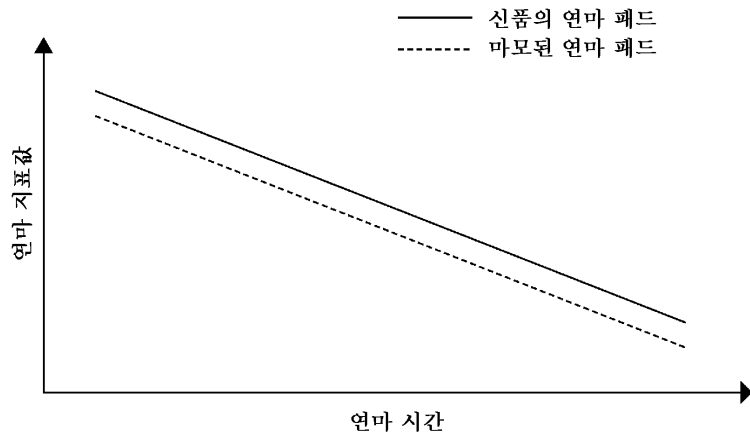
도면6



도면7



도면8



도면9

