



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년03월14일
(11) 등록번호 10-2780283
(24) 등록일자 2025년03월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B24B 37/013 (2012.01) B24B 37/04 (2006.01)
B24B 37/30 (2012.01) H01L 21/306 (2006.01)
H01L 21/66 (2006.01) H01L 21/67 (2006.01)

(52) CPC특허분류
B24B 37/013 (2013.01)
B24B 37/042 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0136637

(22) 출원일자 2020년10월21일

심사청구일자 2023년10월13일

(65) 공개번호 10-2021-0049683

(43) 공개일자 2021년05월06일

(30) 우선권주장
JP-P-2019-194182 2019년10월25일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

US20130288572 A1*

JP08197417 A*

JP2019030915 A*

US20010012751 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
가부시킴가이샤 에바라 세이사꾸쇼
일본국 도쿄도 오타쿠 하네다아사히쵸 11-1

(72) 발명자
이시이 유
일본 도쿄도 오타쿠 하네다아사히쵸 11-1 가부시
킴가이샤 에바라 세이사꾸쇼 내

도가와 테츠지
일본 도쿄도 오타쿠 하네다아사히쵸 11-1 가부시
킴가이샤 에바라 세이사꾸쇼 내

요시다 아츠시
일본 도쿄도 오타쿠 하네다아사히쵸 11-1 가부시
킴가이샤 에바라 세이사꾸쇼 내

(74) 대리인
장수길, 서원대, 김명곤

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 최정섭

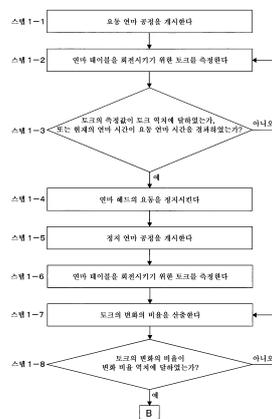
(54) 발명의 명칭 연마 방법 및 연마 장치

(57) 요약

본 발명은 기관의 연마 종점을 정확하게 결정할 수 있는 연마 방법을 제공하는 것을 과제로 한다.

본 방법은, 연마 패드(2)를 지지하는 연마 테이블(3)을 회전시키고, 연마 헤드(10)에 의해 기관(W)을 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 압박하여 기관(W)을 연마하고, 기관(W)을 연마하는 공정은, 연마 헤드(10)를 연마면(2a)을 따라서 요동시키면서 기관(W)을 연마하는 요동 연마 공정과, 연마 헤드(10)의 요동을 정지시킨 상태에서 기관(W)을 연마하는 정지 연마 공정을 포함하고, 정지 연마 공정은, 요동 연마 공정 후에 행하여지고, 정지 연마 공정은, 연마 테이블(3)을 회전시키기 위한 토크의 변화의 비율이 변화 비율 역치에 달한 시점인 정지 연마 종점을 결정하는 공정을 포함한다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

B24B 37/30 (2013.01)

H01L 21/30625 (2013.01)

H01L 21/67092 (2013.01)

H01L 22/26 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

기판을 연마하는 방법이며,
 연마 패드를 지지하는 연마 테이블을 회전시키고,
 연마 헤드에 의해 상기 기판을 상기 연마 패드의 연마면에 압박하여 상기 기판을 연마하고,
 상기 기판을 연마하는 공정은,
 상기 연마 헤드를 상기 연마면을 따라서 요동시키면서 상기 기판을 연마하는 요동 연마 공정과,
 상기 연마 헤드의 요동을 정지시킨 상태에서 상기 기판을 연마하는 정지 연마 공정과,
 상기 정지 연마 공정 후에 행하여지는 마무리 연마 공정을 포함하고,
 상기 정지 연마 공정은, 상기 요동 연마 공정 후에 행하여지고,
 상기 정지 연마 공정은, 상기 연마 테이블을 회전시키기 위한 토크의 변화의 비율이 변화 비율 역치에 달한 시점인 정지 연마 종점을 결정하는 공정을 포함하고,
 상기 마무리 연마 공정은, 상기 정지 연마 종점에 기초하여 정해진 마무리 연마 시간을 경과한 시점인 마무리 연마 종점을 결정하는 공정을 포함하고,
 상기 마무리 연마 공정은, 상기 정지 연마 종점에서의 연마 시간에 미리 설정된 시간을 가산함으로써 마무리 연마 종점을 결정하거나, 상기 정지 연마 종점에서의 연마 시간에 미리 설정된 계수를 승산함으로써 마무리 연마 종점을 결정하는, 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 기판을 연마하는 공정은, 상기 토크가 미리 설정된 토크 역치에 달한 후, 또는 현재의 연마 시간이 미리 설정된 요동 연마 시간을 경과한 후에, 상기 연마 헤드의 요동을 정지하는 요동 정지 동작을 포함하는, 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 요동 정지 동작은, 상기 연마 헤드가 상기 연마 테이블 상방의 미리 설정된 정지 위치에 있을 때에 상기 연마 헤드의 요동을 정지하는 동작을 포함하는, 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 정지 연마 종점을 결정하는 공정은, 상기 변화의 비율이 저하되어서 상기 변화 비율 역치에 달한 시점인 정지 연마 종점을 결정하는 공정인, 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 정지 연마 종점을 결정하는 공정은, 상기 변화의 비율이 증가하여 상기 변화 비율 역치에 달한 시점인 정지 연마 종점을 결정하는 공정인, 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 마무리 연마 공정은, 상기 연마 헤드를 상기 연마면을 따라서 요동시키면서 상기 기판을 연마하는 공정을 포함하는, 방법.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 연마 헤드가 요동하고 있는 동안, 상기 연마 헤드는, 상기 연

마 테이블의 축심 상에 있는, 방법.

청구항 8

기관을 연마하기 위한 연마 장치이며,

연마 패드를 지지하는 연마 테이블과,

상기 연마 테이블을 회전시키는 테이블 모터와,

상기 연마 테이블을 회전시키기 위한 토크를 측정하는 토크 측정 장치와,

기관을 상기 연마 패드의 연마면에 압박하여 해당 기관을 연마하는 연마 헤드와,

상기 연마 헤드에 연결된 연마 헤드 요동 암과,

상기 연마 헤드 요동 암에 연결되어, 상기 연마 헤드를 상기 연마면을 따라서 요동시키는 요동 모터와,

상기 연마 장치의 동작을 제어하는 동작 제어부를 구비하고,

상기 동작 제어부는,

상기 연마 테이블을 회전시키면서, 또한 상기 연마 헤드를 상기 연마면을 따라서 요동시키면서, 상기 기관을 연마하는 요동 연마 공정을 상기 연마 장치에 실행시키고,

상기 요동 연마 공정 후, 상기 연마 테이블을 회전시키면서, 상기 연마 헤드의 요동을 정지시킨 상태에서 상기 기관을 연마하는 정지 연마 공정을 상기 연마 장치에 실행시키고,

상기 정지 연마 공정 중에, 상기 연마 테이블을 회전시키기 위한 토크의 변화의 비율이 변화 비율 역치에 달한 시점인 정지 연마 종점을 결정하고,

상기 정지 연마 공정 후, 상기 연마 테이블을 회전시키면서, 상기 기관을 연마하는 마무리 연마 공정을 상기 연마 장치에 실행시키고,

상기 정지 연마 종점에 있어서의 연마 시간에 미리 설정된 시간을 가산함으로써 마무리 연마 종점을 결정하거나, 또는 상기 정지 연마 종점에 있어서의 연마 시간에 미리 설정된 계수를 승산함으로써 마무리 연마 종점을 결정하도록 구성되어 있는, 연마 장치.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 동작 제어부는, 상기 토크가 미리 설정된 토크 역치에 달한 후, 또는 현재의 연마 시간이 미리 설정된 요동 연마 시간을 경과한 후에, 상기 요동 모터에 지령을 발하여 상기 연마 헤드의 요동을 정지시키도록 구성되어 있는, 연마 장치.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 동작 제어부는, 상기 연마 헤드가 상기 연마 테이블 상방의 미리 설정된 정지 위치에 있을 때에 상기 요동 모터에 지령을 발하여 상기 연마 헤드의 요동을 정지시키도록 구성되어 있는, 연마 장치.

청구항 11

제8항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 연마 헤드는, 상기 연마 테이블의 축심 상에 있는, 연마 장치.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 웨이퍼 등의 기판을 연마하는 연마 방법 및 연마 장치에 관한 것으로서, 특히 연마 헤드를 요동시키면서 해당 연마 헤드로 기판을 연마 테이블 상의 연마 패드에 압박하여 기판을 연마하는 방법 및 장치에 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, 하층의 층의 표면 요철을 답습하면서 단차가 보다 커지므로, 배선층 수가 증가함에 따라, 박막 형성에 있어서의 단차 형상에 대한 막 피복성(스텝 커버리지)이 나빠진다. 따라서, 다층 배선하기 위해서는, 이 스텝 커버리지를 개선하고, 그에 걸맞는 과정으로 평탄화 처리해야 한다. 또한 광 리소그래피의 미세화와 함께 초점 심도가 얕아지기 때문에, 반도체 디바이스의 표면 요철 단차가 초점 심도 이하로 수렴되도록 반도체 디바이스 표면을 평탄화 처리할 필요가 있다.

[0003] 따라서, 반도체 디바이스의 제조 공정에 있어서는, 반도체 디바이스 표면의 평탄화가 점점 중요해지고 있다. 이 표면의 평탄화에 있어서 가장 중요한 기술은, 화학 기계 연마(CMP: Chemical Mechanical Polishing)이다. 이 화학 기계 연마(이하, CMP라고 한다)는 실리카(SiO₂) 등의 지립을 포함한 연마액을 연마 패드의 연마면 상에 공급하면서 웨이퍼 등의 기판을 연마면에 미끄럼 접촉시켜서 연마를 행하는 것이다. 연마 대상인 기판으로서, 웨이퍼 등의 원형의 기판뿐만 아니라, 표면에 절연체나 배선이 실시된 프린트 배선(회로) 기판(PCB) 등의 사각형의 기판도 존재한다.

[0004] CMP를 행하기 위한 연마 장치는, 연마면을 갖는 연마 패드를 지지하는 연마 테이블과, 기판을 보유 지지하기 위한 연마 헤드를 구비하고 있다. 이러한 연마 장치는, 연마 테이블과 연마 헤드를 상대 운동시키고, 또한 슬러리 등의 연마액을 연마 패드의 연마면 상에 공급하면서, 연마 헤드에 의해 기판을 연마 패드의 연마면에 압박하도록 구성된다. 기판의 표면은, 연마액의 존재 하에서 연마면에 미끄럼 접촉하고, 연마액의 화학적 작용, 및 연마액에 포함되는 지립의 기계적 작용에 의해, 기판의 표면은 평탄하게 또한 경면으로 연마된다.

[0005] 웨이퍼 등의 기관은, 반도체, 도체, 절연체 등의 다른 재질로 이루어지는 적층 구조를 갖고 있다. 기관의 피연마면의 재질에 따라, 기관과 연마 패드 간에 작용하는 마찰력은 변화한다. 그래서, 종래부터, 연마 종점의 결정 방법으로서, 기관의 피연마면의 재질이 이재질로 이행함으로써 발생하는 마찰력의 변화를 검출하고, 마찰력이 변화한 시점에 기초하여 연마 종점을 결정하는 방법이 있다. 상기 마찰력은, 연마 테이블의 회전 중심(축심)으로부터 이격된 위치에 작용하기 때문에, 마찰력의 변화는, 연마 테이블을 회전시키기 위한 토크의 변화로서 검출할 수 있다. 연마 테이블을 회전 구동시키는 수단이 전동 모터인 경우에는, 상기 토크는 전동 모터에 흐르는 전류로서 측정할 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 평8-197417호 공보
 (특허문헌 0002) 일본 특허 공개 제2008-110471호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 상술한 연마 장치에서는, 연마 성능이나 생산성 향상 등의 관점에서 연마 헤드를 연마 패드의 연마면을 따라서 요동(왕복 운동)시키면서 기관을 연마하는 경우가 있다. 도 9는, 연마 헤드를 요동시키지 않고 기관을 연마했을 때의, 연마 테이블을 회전시키기 위한 토크의 변화를 도시하는 도면이다. 도 9에 도시하는 예에서는, 기관의 연마가 진행함에 따라서 연마 테이블을 회전시키기 위한 토크가 점차 작아져, 80초 부근(도면의 A점)부터 토크가 일정하게 되어 있다. 이것은, 80초 부근에서 피연마면의 재질이 변화한 것을 나타내고 있다. 따라서, 토크가 일정하게 되는 시점(도면의 A점)에 기초하여, 연마 종점을 결정할 수 있다.

[0008] 도 10은, 연마 헤드를 연마 패드의 연마면을 따라서 요동시키면서 도 9의 기관과 동등한 기관을 연마했을 때의, 연마 테이블을 회전시키기 위한 토크의 변화를 도시하는 도면이다. 연마 헤드를 연마 패드의 연마면을 따라서 요동시키면, 마찰력이 작용하는 연마 패드 상의 위치가 변동한다. 연마 테이블을 일정 속도로 회전시키기 위하여 필요한 토크는, 연마 테이블의 축심으로부터 마찰력이 작용하는 위치(연마 헤드의 위치)까지의 거리에 의존하여 바뀐다. 따라서, 도 10에 도시하는 바와 같이, 기관의 연마 중에 연마 헤드를 요동시키면, 토크가 크게 변동하여, 연마 종점을 정확하게 결정할 수 없는 경우가 있었다.

[0009] 따라서 본 발명은 연마 헤드를 연마 패드의 연마면을 따라서 요동시키는 공정을 포함하면서, 기관의 연마 종점을 정확하게 결정할 수 있는 연마 방법 및 연마 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 일 양태에서는, 기관을 연마하는 방법이며, 연마 패드를 지지하는 연마 테이블을 회전시키고, 연마 헤드에 의해 상기 기관을 상기 연마 패드의 연마면에 압박하여 상기 기관을 연마하고, 상기 기관을 연마하는 공정은, 상기 연마 헤드를 상기 연마면을 따라서 요동시키면서 상기 기관을 연마하는 요동 연마 공정과, 상기 연마 헤드의 요동을 정지시킨 상태에서 상기 기관을 연마하는 정지 연마 공정을 포함하고, 상기 정지 연마 공정은, 상기 요동 연마 공정 후에 행하여지고, 상기 정지 연마 공정은, 상기 연마 테이블을 회전시키기 위한 토크의 변화의 비율이 변화 비율 역치에 달한 시점인 정지 연마 종점을 결정하는 공정을 포함하는 방법이 제공된다.

[0011] 일 양태에서는, 상기 기관을 연마하는 공정은, 상기 토크가 미리 설정된 토크 역치에 달한 후, 또는 현재의 연마 시간이 미리 설정된 요동 연마 시간을 경과한 후에, 상기 연마 헤드의 요동을 정지하는 요동 정지 동작을 포함한다.

[0012] 일 양태에서는, 상기 요동 정지 동작은, 상기 연마 헤드가 상기 연마 테이블 상방의 미리 설정된 정지 위치에 있을 때에 상기 연마 헤드의 요동을 정지하는 동작을 포함한다.

[0013] 일 양태에서는, 상기 정지 연마 종점을 결정하는 공정은, 상기 변화의 비율이 저하되어서 상기 변화 비율 역치에 달한 시점인 정지 연마 종점을 결정하는 공정이다.

- [0014] 일 양태에서는, 상기 정지 연마 종점을 결정하는 공정은, 상기 변화의 비율이 증가하여 상기 변화 비율 역치에 달한 시점인 정지 연마 종점을 결정하는 공정이다.
- [0015] 일 양태에서는, 상기 기관을 연마하는 공정은, 상기 정지 연마 공정 후에 행하여지는 마무리 연마 공정을 더 포함하고, 상기 마무리 연마 공정은, 상기 정지 연마 종점에 기초하여 정해진 마무리 연마 시간을 경과한 시점인 마무리 연마 종점을 결정하는 공정을 포함한다.
- [0016] 일 양태에서는, 상기 마무리 연마 공정은, 상기 연마 헤드를 상기 연마면을 따라서 요동시키면서 상기 기관을 연마하는 공정을 포함한다.
- [0017] 일 양태에서는, 상기 연마 헤드가 요동하고 있는 동안, 상기 연마 헤드는, 상기 연마 테이블의 축심 상에 있다.
- [0018] 일 양태에서는, 기관을 연마하는 방법이며, 연마 패드를 지지하는 연마 테이블을 회전시키고, 연마 헤드를 상기 연마면을 따라서 요동시키면서, 상기 연마 헤드에 의해 상기 기관을 상기 연마 패드의 연마면에 압박하여 상기 기관을 연마하고, 상기 기관을 연마하는 공정은, 상기 기관을 연마하면서, 상기 연마 테이블을 회전시키기 위한 토크를 측정하는 공정과, 상기 토크의 복수의 측정값으로부터, 상기 토크의 복수의 대푯값을 결정하는 공정과, 상기 토크의 복수의 대푯값과 연마 시간의 관계를 나타내는 관계식을 생성하는 공정과, 상기 관계식으로부터 산출되는 상기 토크의 예측값이 토크 역치에 달하는 시점인 제1 연마 종점을 결정하는 공정을 포함하는, 방법이 제공된다.
- [0019] 일 양태에서는, 상기 토크의 복수의 대푯값은, 상기 토크의 복수의 극솟값, 상기 토크의 복수의 극댓값, 또는 상기 토크의 복수의 이동 평균값이다.
- [0020] 일 양태에서는, 상기 기관을 연마하는 공정은, 상기 제1 연마 종점에 기초하여 정해진 마무리 연마 시간을 경과한 시점인 제2 연마 종점을 결정하는 공정을 포함한다.
- [0021] 일 양태에서는, 상기 연마 헤드가 요동하고 있는 동안, 상기 연마 헤드는, 상기 연마 테이블의 축심 상에 있다.
- [0022] 일 양태에서는, 기관을 연마하기 위한 연마 장치이며, 연마 패드를 지지하는 연마 테이블과, 상기 연마 테이블을 회전시키는 테이블 모터와, 상기 연마 테이블을 회전시키기 위한 토크를 측정하는 토크 측정 장치와, 기관을 상기 연마 패드의 연마면에 압박하여 해당 기관을 연마하는 연마 헤드와, 상기 연마 헤드에 연결된 연마 헤드 요동 압과, 상기 연마 헤드 요동 압에 연결되어, 상기 연마 헤드를 상기 연마면을 따라서 요동시키는 요동 모터와, 상기 연마 장치의 동작을 제어하는 동작 제어부를 구비하고, 상기 동작 제어부는, 상기 연마 테이블을 회전시키면서, 또한 상기 연마 헤드를 상기 연마면을 따라서 요동시키면서, 상기 기관을 연마하는 요동 연마 공정을 상기 연마 장치에 실행시키고, 상기 요동 연마 공정 후, 상기 연마 테이블을 회전시키면서, 상기 연마 헤드의 요동을 정지시킨 상태에서 상기 기관을 연마하는 정지 연마 공정을 상기 연마 장치에 실행시키고, 상기 정지 연마 공정 중에, 상기 연마 테이블을 회전시키기 위한 토크의 변화의 비율이 변화 비율 역치에 달한 시점인 정지 연마 종점을 결정하도록 구성되어 있는, 연마 장치가 제공된다.
- [0023] 일 양태에서는, 상기 동작 제어부는, 상기 토크가 미리 설정된 토크 역치에 달한 후, 또는 현재의 연마 시간이 미리 설정된 요동 연마 시간을 경과한 후에, 상기 요동 모터에 지령을 발하여 상기 연마 헤드의 요동을 정지시키도록 구성되어 있다.
- [0024] 일 양태에서는, 상기 동작 제어부는, 상기 연마 헤드가 상기 연마 테이블 상방의 미리 설정된 정지 위치에 있을 때에 상기 요동 모터에 지령을 발하여 상기 연마 헤드의 요동을 정지시키도록 구성되어 있다.
- [0025] 일 양태에서는, 상기 동작 제어부는, 상기 정지 연마 공정 후, 상기 연마 테이블을 회전시키면서, 상기 기관을 연마하는 마무리 연마 공정을 상기 연마 장치에 실행시키고, 상기 마무리 연마 공정 중에, 상기 정지 연마 종점에 기초하여 정해진 마무리 연마 시간을 경과한 시점인 마무리 연마 종점을 결정하도록 구성되어 있다.
- [0026] 일 양태에서는, 상기 연마 헤드는, 상기 연마 테이블의 축심 상에 있다.
- [0027] 일 양태에서는, 연마 패드를 지지하는 연마 테이블과, 상기 연마 테이블을 회전시키는 테이블 모터와, 상기 연마 테이블을 회전시키기 위한 토크를 측정하는 토크 측정 장치와, 기관을 상기 연마 패드의 연마면에 압박하는 연마 헤드와, 상기 연마 헤드에 연결된 연마 헤드 요동 압과, 상기 연마 헤드 요동 압에 연결되어, 상기 연마 헤드를 상기 연마면을 따라서 요동시키는 요동 모터와, 동작 제어부를 구비하고, 상기 동작 제어부는, 상기 토크 측정 장치로부터 상기 토크의 복수의 측정값을 취득하고, 상기 토크의 복수의 측정값으로부터, 상기 토크의 복수의 대푯값을 결정하고, 상기 토크의 복수의 대푯값과 연마 시간의 관계를 나타내는 관계식을 생성하고, 상

기 관계식으로부터 산출되는 상기 토크의 예측값이 토크 역치에 달하는 시점인 제1 연마 종점을 결정하도록 구성되어 있는, 연마 장치가 제공된다.

- [0028] 일 양태에서는, 상기 토크의 복수의 대푯값은, 상기 토크의 복수의 극솟값, 상기 토크의 복수의 극댓값, 또는 상기 토크의 복수의 이동 평균값이다.
- [0029] 일 양태에서는, 상기 동작 제어부는, 상기 제1 연마 종점에 기초하여 정해진 마무리 연마 시간을 경과한 시점인 제2 연마 종점을 결정하도록 구성되어 있다.
- [0030] 일 양태에서는, 상기 연마 헤드는, 상기 연마 테이블의 중심 상에 있다.

발명의 효과

- [0031] 본 발명에 따르면, 연마 장치는, 연마 헤드를 요동시키면서 기관을 연마한 후, 연마 헤드의 요동을 정지하고, 연마 헤드의 요동을 정지한 상태에서 기관을 연마하면서, 연마 테이블을 회전시키기 위한 토크의 변화의 비율이 변화 비율 역치에 달한 시점인 정지 연마 종점을 결정한다.
- [0032] 또한, 연마 장치는, 상기 토크의 복수의 측정값에 기초하여 상기 토크의 예측값을 산출하고, 상기 예측값에 기초하여, 상기 예측값이 토크 역치에 달하는 시점인 제1 연마 종점을 결정한다.
- [0033] 그 결과, 정지 연마 종점 또는 제1 연마 종점에 기초하여, 연마 종점을 정확하게 결정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0034] 도 1은 연마 장치의 일 실시 형태를 도시하는 모식도이다.
- 도 2는 도 1에 도시하는 연마 헤드의 단면도이다.
- 도 3은 연마 헤드를 연마면을 따라서 요동시키고 있을 때의 상태를 위에서 본 도면이다.
- 도 4는 기관의 연마 방법 및 기관의 연마 종점의 결정 방법의 일 실시 형태를 도시하는 흐름도이다.
- 도 5는 기관의 연마 방법 및 기관의 연마 종점의 결정 방법의 일 실시 형태를 도시하는 흐름도이다.
- 도 6은 스텝 1-1 내지 스텝 1-12에 있어서의 연마 테이블을 회전시키기 위한 토크의 변화의 일례를 도시하는 도면이다.
- 도 7은 기관의 연마 방법 및 기관의 연마 종점의 결정 방법의 다른 실시 형태를 도시하는 흐름도이다.
- 도 8은 연마 테이블을 회전시키기 위한 토크와, 제1 연마 종점의 관계를 도시하는 도면이다.
- 도 9는 연마 헤드를 요동시키지 않고 기관을 연마했을 때의, 연마 테이블을 회전시키기 위한 토크의 변화를 도시하는 도면이다.
- 도 10은 연마 헤드를 연마 패드의 연마면을 따라서 요동시키면서 도 9의 기관과 동등한 기관을 연마했을 때의, 연마 테이블을 회전시키기 위한 토크의 변화를 도시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0035] 이하, 본 발명의 실시 형태에 대하여 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 도 1은, 연마 장치의 일 실시 형태를 도시하는 모식도이다. 도 1에 도시하는 연마 장치(1)는 사각형의 기관을 연마하기 위한 연마 장치에 적합하게 사용된다.
- [0036] 도 1에 도시한 바와 같이, 연마 장치(1)는 기관(W)을 보유 지지하여 회전시키는 연마 헤드(10)와, 연마 패드(2)를 지지하는 연마 테이블(3)과, 연마 테이블(3)을 회전시키는 테이블 모터(8)와, 지지축(14)의 상단에 연결된 연마 헤드 요동 암(16)과, 연마 헤드 요동 암(16)의 자유단에 설치된 연마 헤드 샤프트(12)와, 연마 장치(1)의 각 구성 요소의 동작을 제어하는 동작 제어부(7)를 구비하고 있다. 연마 헤드 요동 암(16)은 연마 테이블(3)의 상방에 배치되어 있고, 연마 패드(2)의 연마면(2a)과 평행하게 배치되어 있다. 본 실시 형태의 기관(W)은, 표면에 절연체나 배선이 실시된 프린트 배선(회로) 기관(PCB) 등의 사각형의 기관이며, 연마 헤드(10)는 사각형의 형상을 갖고 있지만, 기관(W)과 연마 헤드(10)의 형상은 본 실시 형태에 한정되지 않는다. 일 실시 형태에서는, 기관(W)은, 원형의 웨이퍼여도 되고, 연마 헤드(10)의 형상은 원형이어도 된다. 연마 헤드(10)는 연마 헤드 샤프트(12)의 하단에 연결되어 있고, 그 하면에 진공 흡인에 의해 기관(W)을 보유 지지할 수 있도록

구성되어 있다. 연마 헤드 요동 암(16)은 연마 헤드 샤프트(12)를 통하여 연마 헤드(10)에 연결되어 있고, 연마 헤드(10)는 연마 헤드 요동 암(16)에 의해 지지되어 있다.

- [0037] 동작 제어부(7)는 적어도 1대의 컴퓨터로 구성된다. 동작 제어부(7)는 프로그램이 저장된 기억 장치(7a)와, 프로그램에 포함되는 명령에 따라서 연산을 실행하는 연산 장치(7b)를 구비하고 있다. 연산 장치(7b)는 기억 장치(7a)에 저장되어 있는 프로그램에 포함되어 있는 명령에 따라서 연산을 행하는 CPU(중앙 처리 장치) 또는 GPU(그래픽 프로세싱 유닛) 등을 포함한다. 기억 장치(7a)는 연산 장치(7b)가 액세스 가능한 주기억 장치(예를 들어 랜덤 액세스 메모리)와, 데이터 및 프로그램을 저장하는 보조 기억 장치(예를 들어, 하드디스크 드라이브 또는 솔리드 스테이트 드라이브)를 구비하고 있다.
- [0038] 연마 장치(1)는 연마 헤드 샤프트(12)에 연결된 연마 헤드 회전 모터(13)를 더 구비하고 있다. 본 실시 형태에서는, 연마 헤드 회전 모터(13)는 연마 헤드 요동 암(16) 내에 배치되어 있지만, 일 실시 형태에서는, 연마 헤드 회전 모터(13)는 연마 헤드 요동 암(16)의 외측에 배치되어도 된다. 구체적으로는, 연마 헤드 회전 모터(13)는 연마 헤드 요동 암(16)의 상방에 배치되고, 연마 헤드 회전 모터(13)의 회전축은 연마 헤드 요동 암(16)을 관통하여 연장하여, 연마 헤드 샤프트(12)에 연결되어 있어도 된다.
- [0039] 연마 헤드 샤프트(12)는 연마 헤드 회전 모터(13)에 의해 회전 가능하게 구성되어 있다. 이 연마 헤드 샤프트(12)의 회전에 의해, 연마 헤드(10)가 도면의 화살표로 나타내는 방향으로 연마 헤드 샤프트(12)를 중심으로 회전하게 되어 있다. 연마 헤드 샤프트(12)는 도시하지 않은 승강 장치에 연결되어 있다. 연마 헤드(10)는 승강 장치에 의해 연마 헤드 샤프트(12)를 통하여 상승 및 하강되도록 되어 있다.
- [0040] 연마 장치(1)는 연마 헤드 요동 암(16)에 연결된 요동 모터(15)를 더 구비하고 있다. 본 실시 형태에서는, 요동 모터(15)는 지지축(14) 내에 배치되어 있다. 연마 헤드 요동 암(16)은 요동 모터(15)에 의해 지지축(14)을 중심으로 회전 가능하게 구성되어 있다. 연마 헤드(10)는 연마 헤드 요동 암(16)의 선회에 의해, 기관(W)의 도시하지 않은 수취 위치와 연마 테이블(3)의 상방 위치 간에 이동된다. 일 실시 형태에서는, 연마 헤드 요동 암(16)은 지지축(14)에 고정되고, 요동 모터(15)는 지지축(14)에 연결되어도 된다.
- [0041] 연마 테이블(3)의 상면에는 연마 패드(2)가 첩부되어 있고, 연마 패드(2)는 연마 테이블(3)과 일체로 회전하도록 구성되어 있다. 연마 패드(2)의 상면은, 기관(W)을 연마하는 연마면(2a)을 구성하고 있다. 연마 테이블(3)은 테이블 축(3a)을 통하여 그 하방에 배치되는 테이블 모터(8)에 연결되어 있다. 연마 테이블(3)은 테이블 모터(8)에 의해 테이블 축(3a)을 중심으로 화살표로 나타내는 방향으로 회전 가능하게 구성되어 있다. 보다 구체적으로는, 연마 테이블(3)의 축심(CP)과, 테이블 축(3a)의 축심은 일치하고 있고, 연마 테이블(3)은 축심(CP)을 중심으로 회전한다. 테이블 모터(8)의 일례로서, 인버터를 구비한 가변속 모터를 들 수 있다.
- [0042] 연마 장치(1)는 연마 테이블(3)을 회전시키기 위한 토크를 측정하는 토크 측정 장치(9)를 더 구비하고 있다. 토크 측정 장치(9)는 테이블 모터(8)에 접속되어 있다. 기관(W)의 연마 중, 연마 테이블(3)은 일정 속도로 회전하도록 테이블 모터(8)에 의해 구동된다. 따라서, 연마 테이블(3)을 일정 속도로 회전시키기 위하여 필요한 토크가 변화하면, 테이블 모터(8)의 구동 전류가 변화한다.
- [0043] 연마 테이블(3)을 회전시키기 위한 토크는, 연마 테이블(3)을 그 축심(CP) 둘레로 회전시키는 힘의 모멘트이다. 연마 테이블(3)을 회전시키기 위한 토크는, 테이블 모터(8)의 구동 전류에 상당한다. 따라서, 본 실시 형태에서는, 토크 측정 장치(9)는 테이블 모터(8)의 구동 전류를 측정하는 전류 측정기이다. 일 실시 형태에서는, 토크 측정 장치(9)는 테이블 모터(8)를 구동하는 모터 드라이버의 적어도 일부로 구성되어도 된다. 이 경우, 모터 드라이버는, 연마 테이블(3)을 일정 속도로 회전시키기 위하여 필요한 전류값을 결정하고, 이 결정된 전류값을 출력한다. 결정된 전류값은, 연마 테이블(3)을 회전시키기 위한 토크에 상당한다. 일 실시 형태에서는, 토크 측정 장치(9)는 연마 테이블(3)을 그 축심(CP) 둘레로 회전시키는 토크를 직접 측정하는 토크 측정 장치여도 된다.
- [0044] 연마 장치(1)는 연마 패드(2)의 컨디셔닝을 행하기 위한 드레서(30)와, 연마 패드(2)에 드레싱액을 공급하기 위한 드레싱액 공급 노즐(5)과, 액체, 또는 액체와 기체의 혼합 유체를 연마 패드(2)를 향하여 분사하기 위한 아토마이저(33)를 더 구비하고 있다. 드레싱액의 일례로서, 순수를 들 수 있다. 아토마이저(33)로부터 분사되는 액체는, 예를 들어, 순수이며, 아토마이저(33)로부터 분사되는 기체는, 예를 들어, 질소 가스이다.
- [0045] 연마 테이블(3) 및 테이블 축(3a)에는, 연마액을 공급하기 위한 연마액 공급로(39)가 마련되어 있다. 연마액 공급로(39)의 일단은, 연마 테이블(3)의 표면에 형성된 연마액 공급 구멍(36)에 연통하고 있고, 타단은, 도시하지 않은 연마액 공급원에 접속되어 있다. 연마 테이블(3)의 연마액 공급 구멍(36)에 대응하는 위치에 있어서

연마 패드(2)에는 연마액 공급 구멍(37)이 형성되어 있다. 기관(W)의 연마 중에는, 연마액이 연마액 공급로(39) 및 연마액 공급 구멍(36)을 통과하여 연마액 공급 구멍(37)으로부터 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 공급된다. 연마액의 일례로서 지립을 포함하는 슬러리를 들 수 있다. 도 1에서는, 1조의 연마액 공급 구멍(36, 37)을 나타내지만, 연마 장치(1)는 복수 조의 연마액 공급 구멍(36, 37)을 구비하고 있어도 된다. 연마액 공급 구멍(36, 37)은, 연마 테이블(3)의 축심(CP) 상, 또는 축심(CP) 부근에 배치된다.

[0046] 도 2는, 도 1에 도시하는 연마 헤드(10)의 단면도이다. 연마 헤드(10)는 기관(W)을 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 대하여 압박하기 위한 탄성막(45)과, 탄성막(45)을 보유 지지하는 헤드 본체(11)와, 헤드 본체(11)의 하방에 배치된 리테이너 부재(20)를 구비하고 있다. 탄성막(45)은 헤드 본체(11)의 하부에 설치되어 있다. 헤드 본체(11)는 연마 헤드 샤프트(12)의 단부에 고정되어 있고, 헤드 본체(11), 탄성막(45), 및 리테이너 부재(20)는 연마 헤드 샤프트(12)의 회전에 의해 일체로 회전하도록 구성되어 있다. 리테이너 부재(20)는 헤드 본체(11)에 대하여 상대적으로 상하 이동 가능하게 구성되어 있다. 본 실시 형태의 헤드 본체(11)는 사각형의 형상을 갖고 있으며, 엔지니어링 플라스틱(예를 들어, PEEK) 등의 수지에 의해 형성되어 있다.

[0047] 탄성막(45)의 하면은, 기관(W)을 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 대하여 압박하는 기관 압박면(45a)을 구성한다. 리테이너 부재(20)는 기관 압박면(45a)을 둘러싸도록 배치되고, 기관(W)은 리테이너 부재(20)에 의해 둘러싸여 있다. 탄성막(45)과 헤드 본체(11) 사이에는, 압력실(에어백)(P1)이 마련되어 있다. 압력실(P1)은 탄성막(45)과 헤드 본체(11)에 의해 형성되어 있다. 압력실(P1)에는 유체로(46)를 통하여 가압 공기 등의 가압 유체가 공급되거나, 혹은 진공화가 이루어지도록 되어 있다.

[0048] 도 2에 도시하는 실시 형태에 있어서, 압력실(P1)은 기관(W)의 상면 전체에 걸쳐서 형성된다. 일 실시 형태에서는, 탄성막(45)과 헤드 본체(11)에 의해 복수의 압력실을 형성해도 된다. 복수의 압력실을 형성하는 경우, 각 압력실에 연통하는 유체로를 마련하고, 각 압력실의 압력을 독립적으로 제어하도록 구성해도 된다. 탄성막(45)은 에틸렌프로필렌 고무(EPDM), 폴리우레탄 고무, 실리콘 고무 등의 강도 및 내구성이 우수한 고무재에 의해 형성되어 있다.

[0049] 리테이너 부재(20)는 탄성막(45)의 주위에 배치되어 있고, 리테이너 부재(20)는 기관(W)의 연마 중, 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 접촉한다. 리테이너 부재(20)는 기관(W)의 외주연을 둘러싸도록 배치되어 있고, 기관(W)의 연마 중에 기관(W)이 연마 헤드(10)로부터 튀어나와버리는 것을 방지한다. 본 실시 형태의 리테이너 부재(20)는 사각형의 기관(W)에 대응하여 사각형의 환형의 형상을 갖고 있지만, 리테이너 부재(20)의 형상은, 본 실시 형태의 형상에 한정되지 않는다. 리테이너 부재(20)는 강성이 높은 수지재 또는 세라믹스 등으로 형성할 수 있다.

[0050] 리테이너 부재(20)와 헤드 본체(11) 사이에는, 환형의 탄성 백(49)이 배치되어 있고, 그 탄성 백(49)의 내부에는 압력실(Pr)이 형성되어 있다. 리테이너 부재(20)는 탄성 백(49)의 팽창/수축에 의해 헤드 본체(11)에 대하여 상대적으로 상하 이동 가능하게 되어 있다. 탄성 백(49)은 팽창함으로써, 리테이너 부재(20)의 하면을 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 압박한다.

[0051] 압력실(Pr)에는 유체로(50)가 연통하고 있고, 가압 공기 등의 가압 유체가 유체로(50)를 통하여 압력실(Pr)에 공급되도록 되어 있다. 압력실(Pr)의 내부 압력은 조정 가능하게 되어 있다. 따라서, 기관(W)의 연마 패드(2)에 대한 압박력과는 독립적으로 리테이너 부재(20)의 연마 패드(2)에 대한 압박력을 조정할 수 있다. 본 실시 형태의 탄성 백(49)은 사각형의 기관(W)에 대응하여 사각형의 환형의 형상을 갖고 있지만, 탄성 백(49)의 형상은, 본 실시 형태의 형상에 한정되지 않는다. 일 실시 형태에서는, 연마 헤드(10)는 복수의 리테이너 부재(20) 및 복수의 탄성 백(49)을 구비해도 된다. 이 경우, 각 리테이너 부재(20)의 연마 패드(2)에 대한 압박력은, 각 탄성 백(49)에 의해, 각각 독립적으로 조정 가능하게 구성된다. 기관(W)이 다각형인 경우, 각 변 및/또는 각 모서리부마다 독립적으로 조정시키는 복수의 리테이너 부재(20) 및 복수의 탄성 백(49)을 구비해도 된다.

[0052] 상기 승강 장치(도시하지 않음), 연마 헤드 회전 모터(13), 요동 모터(15), 테이블 모터(8), 및 토크 측정 장치(9)는 동작 제어부(7)에 전기적으로 접속되어 있다. 상기 승강 장치(도시하지 않음), 연마 헤드 회전 모터(13), 요동 모터(15), 테이블 모터(8), 및 토크 측정 장치(9)의 동작은, 동작 제어부(7)에 의해 제어된다.

[0053] 기관(W)의 연마는 다음과 같이 하여 행하여진다. 연마 헤드(10)를 회전시키면서, 또한 연마 테이블(3)을 연마 패드(2)와 일체로 회전시키면서, 연마액 공급 구멍(37)으로부터 연마액(슬러리)을 연마 패드(2)의 연마면(2a) 상에 공급한다. 연마 헤드(10)는 승강 장치(도시하지 않음)에 의해 소정의 위치(연마 높이)까지 하강한다. 이 소정의 위치(연마 높이)에 있는 연마 헤드(10)의 압력실(P1)에 압축 기체를 공급함으로써, 탄성막(45)을 볼록하

게 하여, 탄성막(45)은 기관(W)을 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 압박한다. 압축 기체는, 압력실(Pr) 내에도 공급되어, 탄성 백(49)은 리테이너 부재(20)를 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 대하여 압박한다.

[0054] 연마 헤드(10) 및 연마 테이블(3)(및 연마 패드(2))은 도 1의 화살표로 나타낸 바와 같이 동일한 방향으로 회전하고, 이 상태에서 연마 헤드(10)는 기관(W)을 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 압박한다. 슬러리가 연마 패드(2)의 연마면(2a) 상에 존재한 상태에서, 기관(W)은 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 미끄럼 접촉된다. 기관(W)의 표면은, 슬러리의 화학 성분에 의한 화학적 작용과, 슬러리에 포함되는 지립의 기계적 작용의 조합에 의해 연마된다.

[0055] 기관(W)의 연마 중, 동작 제어부(7)는 요동 모터(15)에 지령을 발하여 연마 헤드(10)를 연마면(2a)을 따라서 요동시킨다. 도 3은, 연마 헤드(10)를 연마면(2a)을 따라서 요동시키고 있을 때의 상태를 위에서 본 도면이다. 도 3에 도시하는 연마 헤드(10)는 연마 헤드 샤프트(12)를 중심으로 회전하고 있다. 동작 제어부(7)가 요동 모터(15)를 시계 방향 및 반시계 방향으로 교대로 소정의 각도만큼 회전시킴으로써, 연마 헤드(10)는 연마 헤드 요동 암(16)을 통하여 지지축(14)을 중심으로 회전 왕복 운동하고, 이에 의해, 연마 헤드(10)는 연마면(2a)을 따라서 요동한다.

[0056] 본 실시 형태의 연마 헤드(10)는 비교적 큰 치수의 기관을 보유 지지할 수 있도록 구성되어 있다. 그 때문에, 도 3에 도시한 바와 같이, 연마 테이블(3)에 대한 연마 헤드(10)의 치수는 상대적으로 크고, 연마 중, 연마 헤드(10)는 연마 테이블(3)의 축심(CP) 상에 배치된다. 이러한 경우, 연마 패드(2)의 상방으로부터 연마면(2a)에 연마액을 공급하면, 연마 헤드(10)에 보유 지지되어 있는 기관(W)의 피연마면 전체에 연마액이 공급되지 않는 경우가 있다. 그래서, 본 실시 형태에서는, 기관(W)의 피연마면 전체에 연마액을 공급하기 위해서, 축심(CP) 상 또는 축심(CP) 부근의 연마액 공급 구멍(37)으로부터 연마액이 공급된다. 또한, 연마액을 기관(W)의 피연마면 전체에 균일하게 공급하기 위해서, 연마 장치(1)는 연마 헤드(10)를 연마면(2a)을 따라서 요동시키면서 기관(W)을 연마한다. 연마 헤드(10)가 요동하고 있는 동안, 연마 헤드(10) 및 기관(W)은, 연마 테이블(3)의 축심(CP) 상에 있다.

[0057] 기관(W)의 연마가 종료하면, 연마된 기관(W)은 연마 헤드(10)로부터 분리되어, 다음 공정으로 반송된다. 기관(W)의 연마 후, 연마 패드(2)의 연마면(2a)은 드레서(30)에 의해 드레싱된다. 드레서(30)는 연마 패드(2)를 조금 깎아내고, 이에 의해 연마면(2a)을 재생한다. 연마 헤드(10)는 새로운 기관을 보유 지지하고, 새로운 기관이 마찬가지로 연마된다. 이와 같이 하여 기관의 연마가 반복된다.

[0058] 기관의 연마 중점은, 연마 테이블(3)을 회전시키기 위한 토크의 변화에 기초하여 결정된다. 상술한 바와 같이, 본 실시 형태에서는, 연마 테이블(3)을 회전시키기 위한 토크는, 테이블 모터(8)의 구동 전류에 상당하고, 동작 제어부(7)는 테이블 모터(8)의 구동 전류의 변화에 기초하여 기관의 연마 중점을 결정한다.

[0059] 이하, 기관의 연마 방법 및 기관의 연마 중점의 결정 방법의 상세에 대하여 설명한다. 도 4 및 도 5는, 기관의 연마 방법 및 기관의 연마 중점의 결정 방법의 일 실시 형태를 도시하는 흐름도이다.

[0060] 스텝 1-1 내지 스텝 1-4에서는, 연마 장치(1)는 요동 연마 공정을 실시한다. 본 명세서에서는, 요동 연마 공정을, 연마 테이블(3)을 회전시키면서, 또한 연마 헤드(10)를 연마면(2a)을 따라서 요동시키면서 기관을 연마하는 공정으로 정의한다.

[0061] 스텝 1-1에서는, 연마 장치(1)는 요동 연마 공정을 개시한다. 즉, 테이블 모터(8)는 연마 테이블(3)을 연마 패드(2)와 일체로 일정 회전 속도로 회전시키고, 연마 헤드(10)는 기관(W)을 일정 회전 속도로 회전시킨다. 요동 모터(15)는 연마 헤드(10)를 연마면(2a)을 따라서 일정 조건에서 요동시키면서, 연마 헤드(10)는 기관(W)을 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 일정 조건에서 압박하여, 기관(W)을 연마한다. 또한 동시에 리테이너 부재(20)를 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 대하여 압박하여 기관(W)을 연마해도 된다.

[0062] 스텝 1-2에서는, 연마 헤드(10)는 연마 패드(2) 상의 기관(W)을 연마하면서, 토크 측정 장치(9)는 연마 테이블(3)을 회전시키기 위한 토크(테이블 모터(8)의 구동 전류)를 측정한다.

[0063] 스텝 1-3에서는, 동작 제어부(7)는 토크 측정 장치(9)로부터 상기 토크의 측정값을 취득하고, 상기 토크의 측정값을 미리 설정된 토크 역치와 비교한다. 이 토크의 측정값은, 연마 테이블(3)을 일정 속도로 회전시키기 위하여 필요한 토크를 나타내고 있다. 상기 토크의 측정값이 토크 역치에 달하지 않은 경우, 동작 제어부(7)는 연마 장치(1)에 요동 연마 공정을 계속시킨다. 상기 토크의 측정값이 토크 역치에 달한 후, 동작 제어부(7)는 요동 모터(15)에 지령을 발하여 연마 헤드(10)의 요동을 정지시킨다(스텝 1-4). 이에 의해, 연마 장치(1)는 요동

연마 공정을 종료한다.

- [0064] 본 실시 형태에서는, 연마 대상인 기관(W)은, 기관(W)의 연마가 진행함에 따라서 연마 테이블(3)을 회전시키기 위한 토크가 저하되는(연마 패드(2)와 기관(W) 간에 작용하는 마찰력이 작아지는) 구조를 갖고 있다. 따라서, 본 실시 형태에서는, 상기 토크의 측정값이 토크 역치보다도 큰 경우, 동작 제어부(7)는 연마 장치(1)에 요동 연마 공정을 계속시킨다. 상기 토크의 측정값이 토크 역치와 동일하거나, 토크 역치보다도 작은 경우, 동작 제어부(7)는 요동 모터(15)에 지령을 발하여 연마 헤드(10)의 요동을 정지시킨다.
- [0065] 일 실시 형태에서는, 연마 대상인 기관(W)은, 기관(W)의 연마가 진행함에 따라서 연마 테이블(3)을 회전시키기 위한 토크가 증가하는(연마 패드(2)와 기관(W) 간에 작용하는 마찰력이 커지는) 구조를 가져도 된다. 이 경우에는, 상기 토크의 측정값이 토크 역치보다도 작은 경우, 동작 제어부(7)는 연마 장치(1)에 요동 연마 공정을 계속시킨다. 상기 토크의 측정값이 토크 역치와 동일하거나, 토크 역치보다도 큰 경우, 동작 제어부(7)는 요동 모터(15)에 지령을 발하여 연마 헤드(10)의 요동을 정지시킨다.
- [0066] 이하, 본 명세서에서는, 상기 토크의 측정값이 미리 설정된 토크 역치에 달한 후, 연마 헤드(10)의 요동을 정지하는 동작을 요동 정지 동작이라고 칭한다. 본 실시 형태에서는, 연마 헤드(10)가 연마 테이블(3) 상방의 미리 설정된 정지 위치에 있을 때에 요동 정지 동작이 실행된다. 상술한 바와 같이, 연마 패드(2)에 대한 연마 헤드(10)의 위치에 따라서 연마 테이블(3)을 회전시키기 위하여 필요한 토크가 변동한다. 연마하는 기관별로 후술하는 정지 연마 공정을 실시하기 위한 연마 헤드(10)의 위치가 다르면, 후술하는 정지 연마 종점에 변동이 발생한다. 따라서, 연마 헤드(10)를 동일한 정지 위치에서 정지시킴으로써, 정지 연마 공정에서의 정지 연마 종점에 변동이 발생하는 것을 방지할 수 있다.
- [0067] 일 실시 형태에서는, 스텝 1-3에 있어서, 동작 제어부(7)는 토크의 측정값을 미리 설정된 토크 역치와 비교하는 대신에, 현재의 연마 시간을 미리 설정된 요동 연마 시간과 비교해도 된다. 현재의 연마 시간이 요동 연마 시간을 경과하지 않은 경우, 동작 제어부(7)는 연마 장치(1)에 요동 연마 공정을 계속시킨다. 현재의 연마 시간이 요동 연마 시간을 경과한 후, 동작 제어부(7)는 요동 모터(15)에 지령을 발하여 연마 헤드(10)의 요동을 정지시킨다(스텝 1-4). 이 경우, 요동 정지 동작은, 현재의 연마 시간이 요동 연마 시간을 경과한 후, 연마 헤드(10)의 요동을 정지하는 동작이다.
- [0068] 스텝 1-5 내지 스텝 1-9에서는, 요동 정지 동작 후, 동작 제어부(7)는 연마 장치(1)에 정지 연마 공정을 실시시킨다. 본 명세서에서는, 정지 연마 공정을, 연마 테이블(3)을 회전시키면서, 연마 헤드(10)의 요동을 정지시킨 상태에서 기관을 연마하는 공정이라고 정의한다.
- [0069] 스텝 1-5에서는, 연마 장치(1)는 정지 연마 공정을 개시한다. 정지 연마 공정은, 연마 헤드(10)를 요동시키지 않는 점에서 요동 연마 공정과 상이하고, 다른 동작은 요동 연마 공정과 동일하다. 즉, 요동 정지 동작에 의해 요동을 정지한 연마 헤드(10)는 기관(W)을 회전시키면서, 연마 테이블(3)과 함께 회전하는 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 기관(W)을 압박하여 기관(W)을 연마한다. 정지 연마 공정에서의 연마 헤드(10)의 위치는, 상술한 미리 설정된 정지 위치이다. 요동 연마 공정과 정지 연마 공정은, 실질적으로 연속하여 행하여진다.
- [0070] 스텝 1-6에서는, 연마 헤드(10)가 기관(W)을 연마하면서, 토크 측정 장치(9)는 연마 테이블(3)을 회전시키기 위한 토크(테이블 모터(8)의 구동 전류)를 측정한다.
- [0071] 스텝 1-7에서는, 동작 제어부(7)는 토크 측정 장치(9)로부터 토크의 측정값을 취득하고, 토크의 측정값에 기초하여 토크의 연마 시간에 대한 변화율(즉, 토크의 변화의 비율)을 산출한다.
- [0072] 스텝 1-8에서는, 동작 제어부(7)는 토크의 변화의 비율을, 미리 설정된 변화 비율 역치와 비교한다. 토크의 변화의 비율이 변화 비율 역치에 달하지 않은 경우, 동작 제어부(7)는 연마 장치(1)에 정지 연마 공정을 계속시킨다.
- [0073] 스텝 1-9에서는, 동작 제어부(7)는 토크의 변화의 비율이 변화 비율 역치에 달한 시점인 정지 연마 종점을 결정한다. 그 후, 동작 제어부(7)는 연마 장치(1)에 정지 연마 공정을 종료시킨다. 정지 연마 공정에서는, 연마 헤드(10)의 요동을 정지하고 있기 때문에, 연마 헤드(10)의 위치에 따른 토크의 변동을 제거할 수 있어, 동작 제어부(7)는 정지 연마 종점을 정확하게 결정할 수 있다.
- [0074] 본 실시 형태에서는, 연마 대상인 기관(W)은, 정지 연마 공정이 진행함에 따라서 토크의 변화의 비율이 저하되는 구조를 갖고 있다. 따라서, 본 실시 형태에서는, 토크의 변화의 비율이 변화 비율 역치보다도 큰 경우, 동작 제어부(7)는 연마 장치(1)에 정지 연마 공정을 계속시킨다. 동작 제어부(7)는 토크의 변화의 비율이 저하되

어서 변화 비율 역치에 달한 시점인 정지 연마 종점을 결정한다.

- [0075] 일 실시 형태에서는, 연마 대상인 기관(W)은, 정지 연마 공정이 진행함에 따라서 토크의 변화의 비율이 증가하는 구조를 가져도 된다. 이 경우에는, 토크의 변화의 비율이 변화 비율 역치보다도 작은 경우, 동작 제어부(7)는 연마 장치(1)에 정지 연마 공정을 계속시킨다. 동작 제어부(7)는 토크의 변화의 비율이 증가하여 변화 비율 역치에 달한 시점인 정지 연마 종점을 결정한다.
- [0076] 스텝 1-10 내지 스텝 1-12에서는, 정지 연마 공정 후, 동작 제어부(7)는 연마 장치(1)에 마무리 연마 공정을 실행시킨다. 정지 연마 공정이 진행함에 따라서 토크의 변화의 비율이 저하되는 구조를 갖는 기관(W)의 연마에 있어서는, 정지 연마 종점을 경과한 후, 연마 패드(2)와 기관(W) 간에 작용하는 마찰력은 크게 변화하지 않는다(즉, 연마 테이블(3)을 회전시키기 위한 토크는 크게 변화하지 않는다). 이 정지 연마 종점은, 기관(W)의 피연마면의 재질이 변화한 시점을 나타내고 있다. 정지 연마 공정이 진행함에 따라서 토크의 변화의 비율이 증가하는 구조를 갖는 기관(W)의 연마에 있어서는, 정지 연마 종점은, 기관(W)의 피연마면의 재질이 변화한 시점을 나타내고 있다. 정지 연마 종점을 경과한 후에도 추가로 기관(W)을 연마하는 마무리 연마 공정을 실시함으로써, 피연마면의 평탄성을 향상시킬 수 있다.
- [0077] 스텝 1-10에서는, 연마 장치(1)는 마무리 연마 공정을 개시한다. 마무리 연마 공정은, 요동 연마 공정과 실질적으로 동일한 동작이다. 즉, 요동 모터(15)는 연마 헤드(10)를 연마면(2a)을 따라서 요동시키면서, 연마 헤드(10)는 기관(W)을 회전시키고, 또한 연마 테이블(3)과 함께 회전하는 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 기관(W)을 압박하여 기관(W)을 연마한다. 일 실시 형태에서는, 연마 헤드(10)의 요동을 정지시킨 상태에서 마무리 연마 공정을 실시해도 된다. 정지 연마 공정과 마무리 연마 공정은, 실질적으로 연속하여 행하여진다. 또한, 마무리 연마 공정 중에서 정지 연마 공정과 마찬가지로 전체 시간 혹은 비연속적으로 연마 헤드(10)의 요동을 정지시켜도 되지만, 연마 헤드(10)를 요동시킨 쪽이 피연마면의 평탄성을 향상시킬 수 있다.
- [0078] 스텝 1-11에서는, 동작 제어부(7)는 현재의 연마 시간을 마무리 연마 시간과 비교한다. 현재의 연마 시간이 마무리 연마 시간을 경과하지 않은 경우, 동작 제어부(7)는 연마 장치(1)에 마무리 연마 공정을 계속시킨다.
- [0079] 스텝 1-12에서는, 동작 제어부(7)는 현재의 연마 시간이 마무리 연마 시간을 경과한 시점인 마무리 연마 종점을 결정한다. 마무리 연마 시간은, 정지 연마 종점에 기초하여 정해진다. 구체적으로는, 동작 제어부(7)는 정지 연마 종점에 있어서의 연마 시간에 미리 설정된 고정 시간을 가산함으로써 마무리 연마 시간을 결정한다. 고정 시간은, 실험이나 과거의 연마 실적에 기초하여 결정된다. 다른 예에서는, 동작 제어부(7)는 미리 설정된 계수를, 정지 연마 종점에 있어서의 연마 시간에 승산하여 마무리 연마 시간을 결정해도 된다. 마무리 연마 종점의 결정 후, 동작 제어부(7)는 연마 장치(1)에 마무리 연마 공정을 종료시키고, 이에 의해 기관(W)의 연마가 종료된다. 도 6에, 스텝 1-1 내지 스텝 1-12에 있어서의 연마 테이블(3)을 회전시키기 위한 토크의 변화의 일례를 도시한다. 도 6에서는, 연마가 진행함에 따라서 연마 테이블(3)을 회전시키기 위한 토크가 작아지는 기관을 연마한 경우의 상기 토크 변화의 예를 도시한다.
- [0080] 상술한 토크 역치 및 요동 연마 시간은, 실험이나 과거의 연마 실적에 기초하여 결정되고, 정지 연마 종점의 근처에 설정된다. 이에 의해, 연마 헤드(10)의 요동을 정지시키는 시간을 짧게 하면서 정지 연마 종점을 정확하게 결정할 수 있다. 그 결과, 연마 장치(1)는 연마 성능을 유지하면서 정지 연마 종점 및 마무리 연마 종점 등의 연마 종점을 정확하게 결정할 수 있다. 기관(W)의 표면 결함(흠집 등)을 삭감하기 위해서, 마무리 연마 공정의 마지막에, 또는 마무리 연마 공정에 이어서, 슬러리 대신에 순수를 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 공급하면서, 연마 헤드(10)의 기관(W)에 대한 압박력을 저하시킨 상태에서 기관(W)을 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 미끄럼 접촉시키는 물연마 공정을 실시해도 된다.
- [0081] 이어서, 기관의 연마 방법 및 기관의 연마 종점의 결정 방법의 다른 실시 형태에 대하여 설명한다. 도 7은, 기관의 연마 방법 및 기관의 연마 종점의 결정 방법의 다른 실시 형태를 도시하는 흐름도이다.
- [0082] 스텝 2-1에서는, 동작 제어부(7)는 연마 장치(1)에 기관(W)의 연마를 실행시킨다. 본 실시 형태의 연마는 이하와 같이 행한다. 즉, 테이블 모터(8)는 연마 테이블(3)을 연마 패드(2)와 일체로 일정 회전 속도로 회전시키고, 연마 헤드(10)는 기관(W)을 일정 회전 속도로 회전시킨다. 요동 모터(15)는 연마 헤드(10)를 연마면(2a)을 따라서 일정 조건에서 요동시키면서, 연마 헤드(10)는 기관(W)을 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 일정 조건에서 압박하여, 기관(W)을 연마한다. 또한 동시에 리테이너 부재(20)를 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 대하여 압박하여 기관(W)을 연마해도 된다. 본 실시예에서도 연마 헤드(10)가 요동하고 있는 동안, 연마 헤드(10) 및 기관(W)은, 연마 테이블(3)의 축심(CP) 상에 있다.

- [0083] 스텝 2-2에서는, 연마 헤드(10)는 연마 패드(2) 상의 기관(W)을 연마하면서, 토크 측정 장치(9)는 연마 테이블(3)을 회전시키기 위한 토크(테이블 모터(8)의 구동 전류)를 측정한다.
- [0084] 스텝 2-3에서는, 동작 제어부(7)는 토크 측정 장치(9)로부터 토크의 측정값을 취득하고, 토크의 복수의 측정값으로부터, 토크의 복수의 대푯값을 결정한다. 본 실시 형태에서는, 토크의 복수의 대푯값은, 토크의 복수의 극솟값이다. 일 실시 형태에서는, 토크의 복수의 대푯값은, 토크의 복수의 극댓값이어도 되고, 또는 토크의 복수의 이동 평균값이어도 된다.
- [0085] 스텝 2-4에서는, 동작 제어부(7)는 토크의 복수의 대푯값과 연마 시간의 관계를 나타내는 관계식을 생성한다.
- [0086] 스텝 2-5에서는, 동작 제어부(7)는 상기 관계식으로부터 산출되는 토크의 예측값이, 미리 설정된 토크 역치에 달하는 시점인 제1 연마 종점을 결정한다. 도 8은, 연마 테이블(3)을 회전시키기 위한 토크와, 제1 연마 종점의 관계를 나타내는 도면이다. 제1 연마 종점은, 연마 패드(2)와 기관(W) 간에 작용하는 마찰력이 일정하게 될 것으로 예측되는 시점이다. 토크 역치는, 실험이나 과거의 연마 실적에 기초하여 결정된다.
- [0087] 스텝 2-6에서는, 동작 제어부(7)는 현재의 연마 시간을 마무리 연마 시간과 비교한다. 현재의 연마 시간이 마무리 연마 시간을 경과하지 않은 경우, 동작 제어부(7)는 연마 장치(1)에 기관(W)의 연마를 계속시킨다.
- [0088] 스텝 2-7에서는, 동작 제어부(7)는 현재의 연마 시간이 마무리 연마 시간을 경과한 시점인 마무리 연마 종점(제2 연마 종점)을 결정한다. 마무리 연마 시간은, 제1 연마 종점에 기초하여 정해진다. 구체적으로는, 동작 제어부(7)는 제1 연마 종점에 있어서의 연마 시간에 미리 설정된 고정 시간을 가산함으로써 마무리 연마 시간을 결정한다. 고정 시간은, 실험이나 과거의 연마 실적에 기초하여 결정된다. 다른 예에서는, 동작 제어부(7)는 미리 설정된 계수를 제1 연마 종점에 있어서의 연마 시간에 승산하여 마무리 연마 시간을 결정해도 된다. 제2 연마 종점의 결정 후, 동작 제어부(7)는 연마 장치(1)에 마무리 연마 공정을 종료시키고, 이에 의해 기관(W)의 연마가 종료된다. 기관(W)의 표면 결함(흠집 등)을 삭감하기 위해서, 마무리 연마 공정의 마지막에, 또는 마무리 연마 공정에 이어서, 슬러리 대신에 순수를 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 공급하면서, 연마 헤드(10)의 기관(W)에 대한 압박력을 저하시킨 상태에서 기관(W)을 연마 패드(2)의 연마면(2a)에 미끄럼 접촉시키는 물연마 공정을 실시해도 된다.
- [0089] 본 실시 형태에서는, 상기 토크의 복수의 측정값에 기초하여 상기 토크의 예측값을 산출하고, 상기 예측값에 기초하여 제1 연마 종점을 결정한다. 따라서, 본 실시 형태에서는, 연마 헤드(10)를 요동시키면서 제1 연마 종점을 정확하게 결정할 수 있다. 그 결과, 연마 장치(1)는 연마 성능을 유지하면서 제1 연마 종점 및 제2 연마 종점 등의 연마 종점을 정확하게 결정할 수 있다.
- [0090] 상술한 실시 형태는, 본 발명이 속하는 기술분야에 있어서의 통상의 지식을 가진 사람이 본 발명을 실시할 수 있을 것을 목적으로 하여 기재된 것이다. 상기 실시 형태의 다양한 변형예는, 당업자이면 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 범위에 해석되는 것이다.

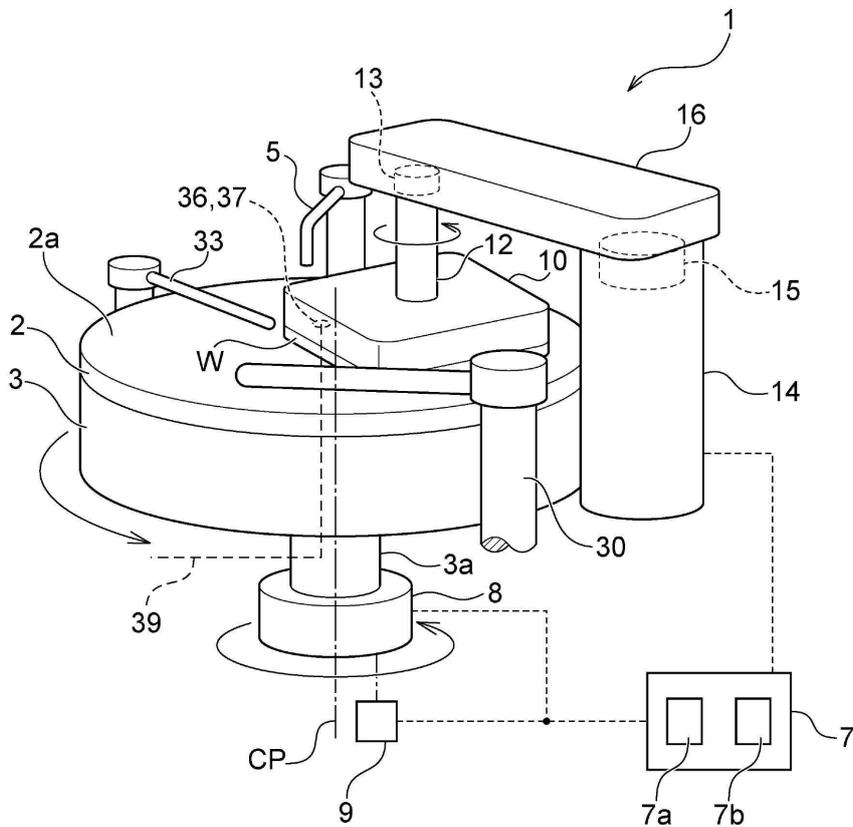
부호의 설명

- [0091] 1: 연마 장치
- 2: 연마 패드
- 2a: 연마면
- 3: 연마 테이블
- 5: 드레싱액 공급 노즐
- 7: 동작 제어부
- 8: 테이블 모터
- 9: 토크 측정 장치
- 10: 연마 헤드
- 11: 헤드 본체

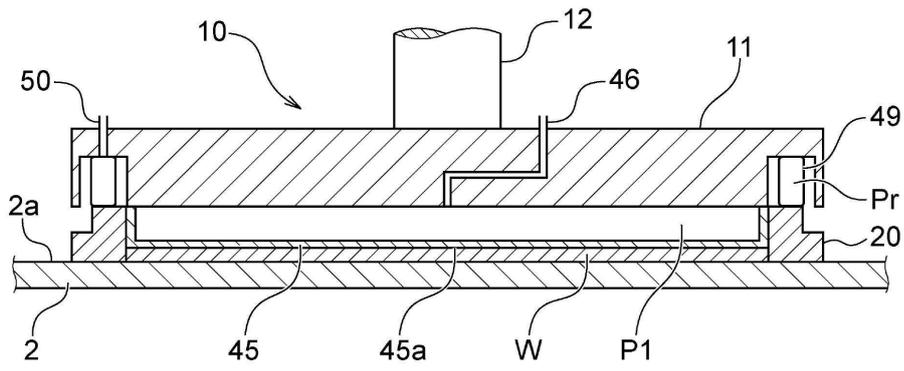
- 12: 연마 헤드 샤프트
- 13: 연마 헤드 회전 모터
- 14: 지지축
- 15: 요동 모터
- 16: 연마 헤드 요동 암
- 20: 리테이너 부재
- 30: 드레서
- 33: 아토마이저
- 36: 연마액 공급 구멍
- 37: 연마액 공급 구멍
- 39: 연마액 공급로
- 45: 탄성막
- 46: 유체로
- 49: 탄성 백
- 50: 유체로

도면

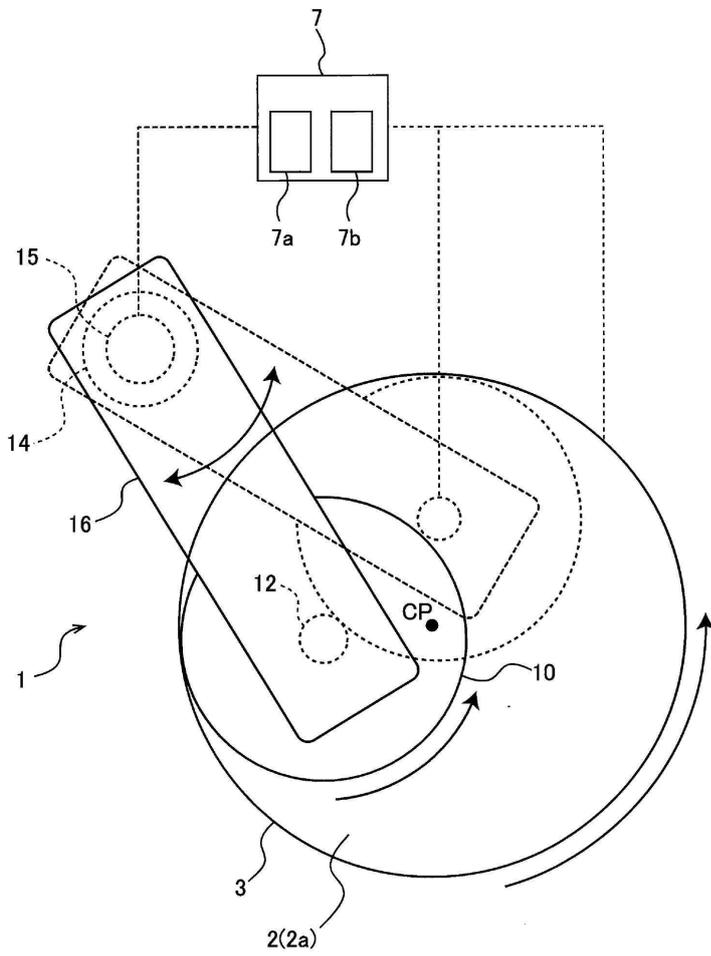
도면1



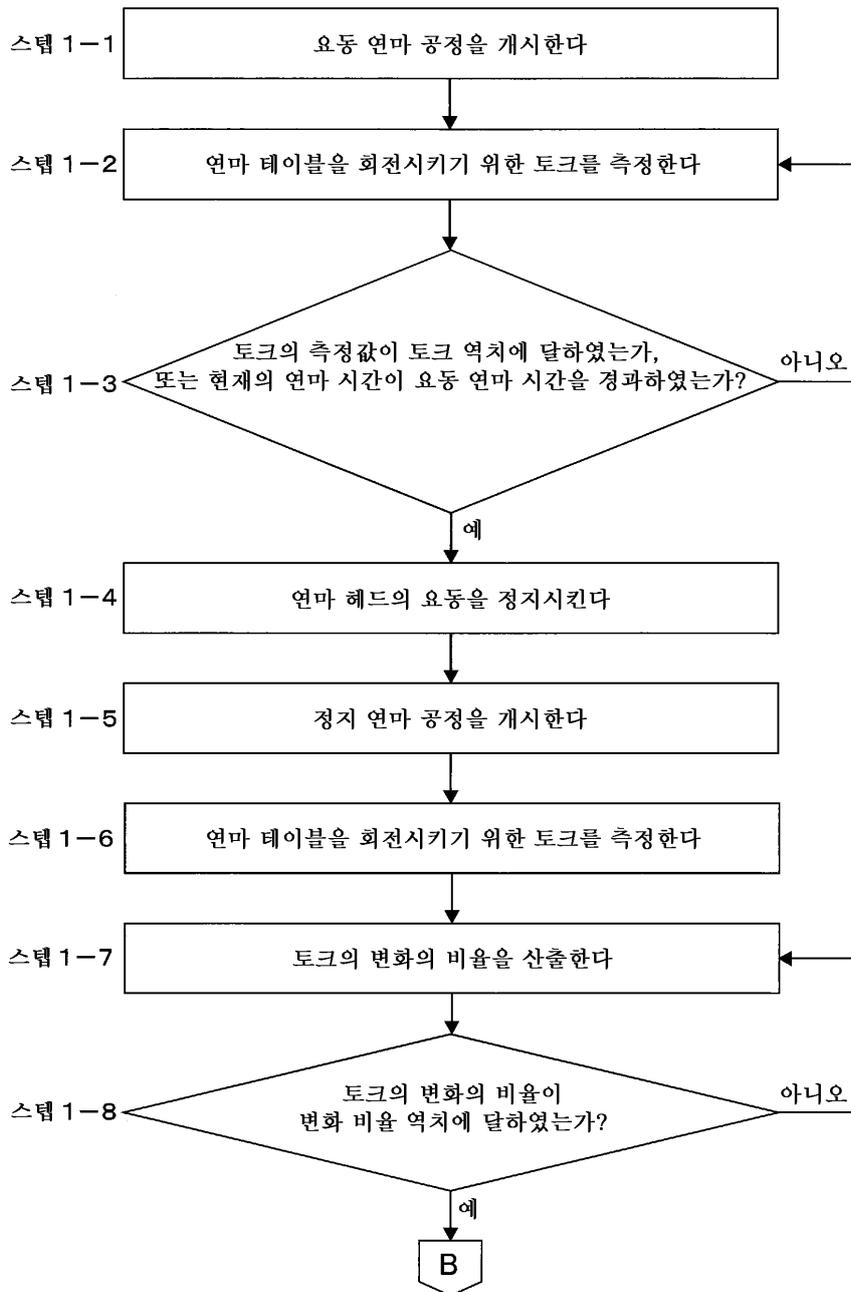
도면2



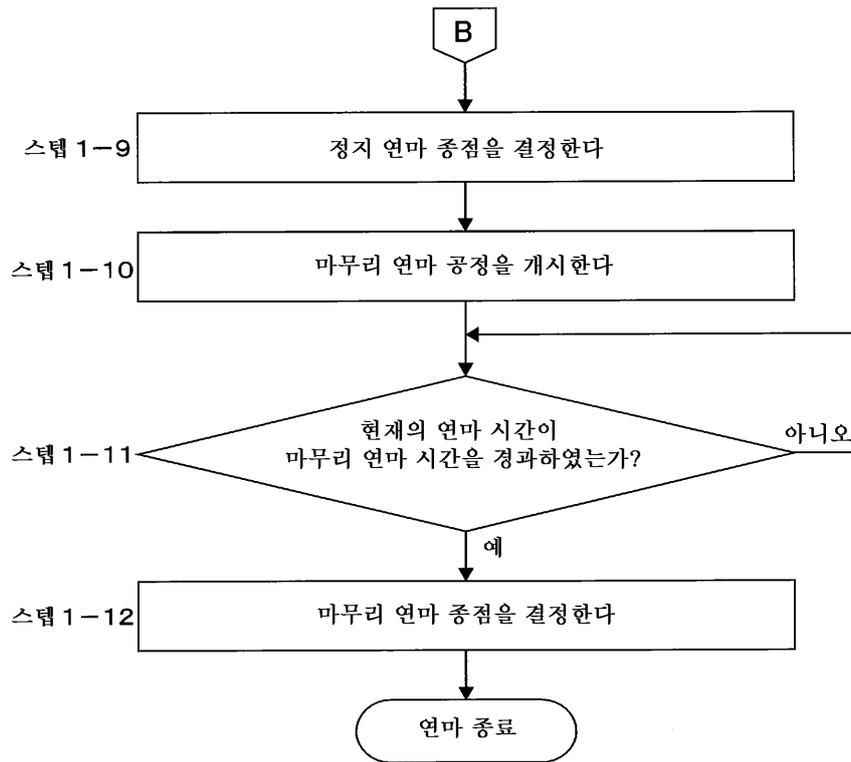
도면3



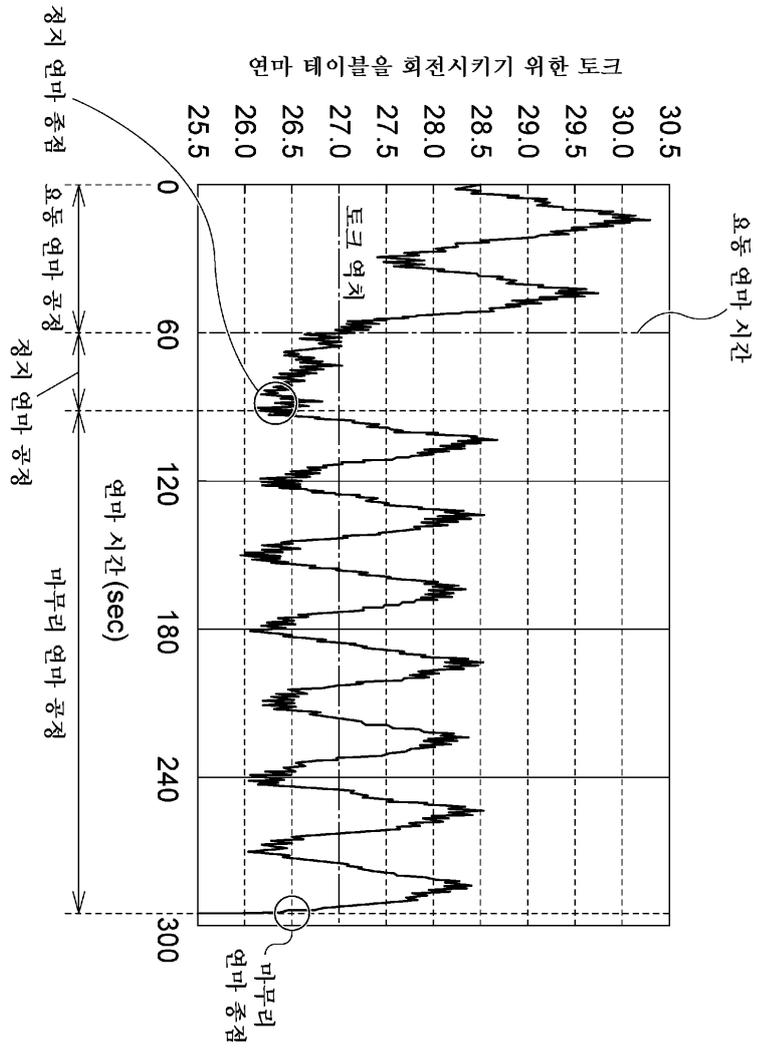
도면4



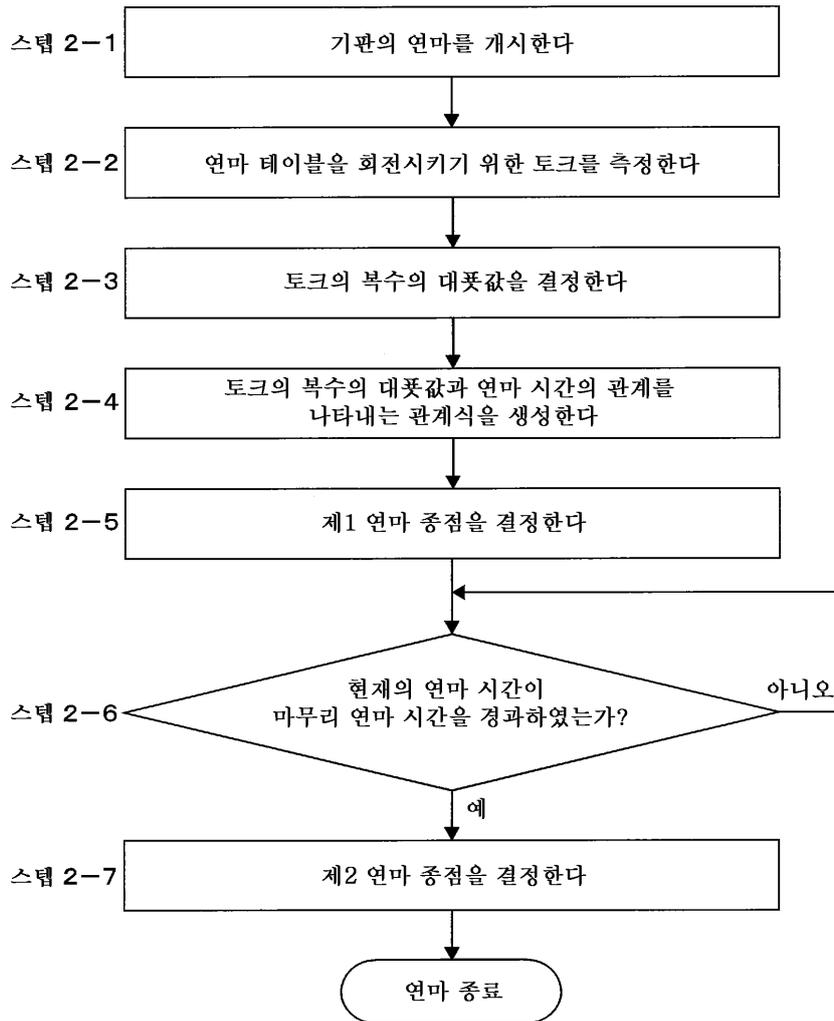
도면5



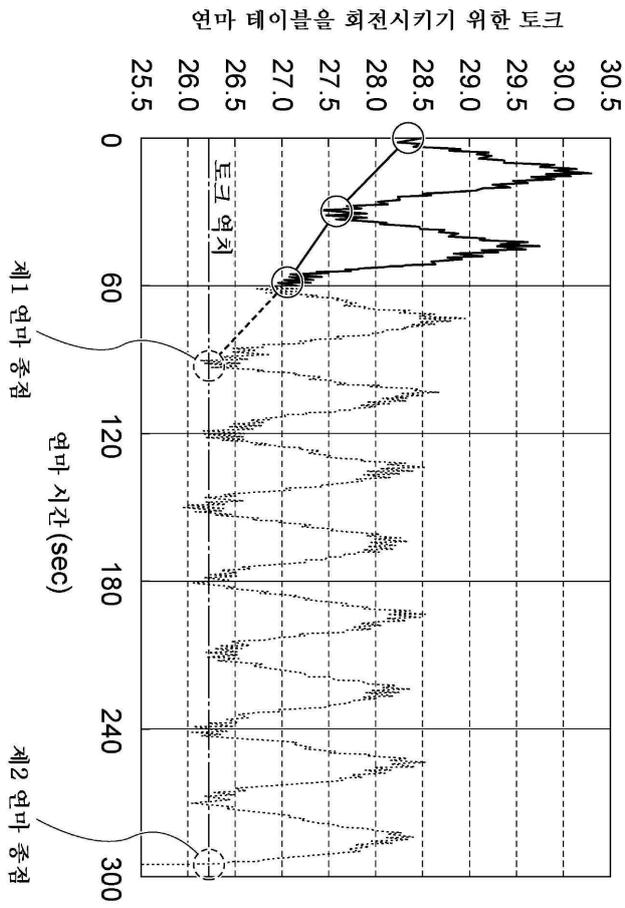
도면6



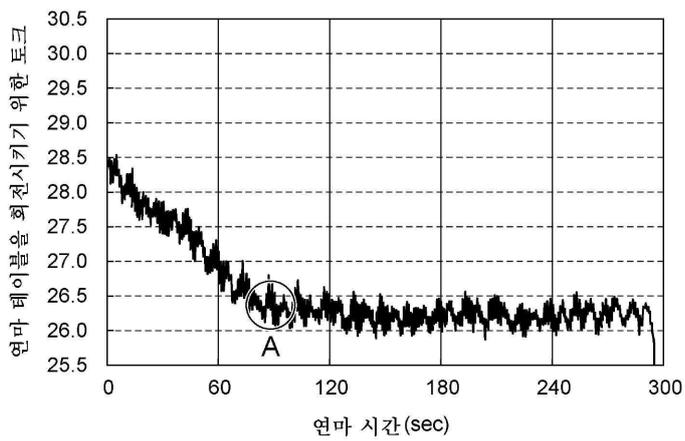
도면7



도면8



도면9



도면10

