



등록특허 10-2179092



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년11월16일
(11) 등록번호 10-2179092
(24) 등록일자 2020년11월10일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/304 (2006.01) *H01L 21/02* (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01L 21/304 (2013.01)
H01L 21/02024 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-0021693
(22) 출원일자 2015년02월12일
심사청구일자 2020년02월10일
(65) 공개번호 10-2015-0098574
(43) 공개일자 2015년08월28일
(30) 우선권주장 JP-P-2014-030998 2014년02월20일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
US05708506 A*
US08292691 B2*
US20030100246 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
가부시키가이샤 에바라 세이사꾸쇼
일본국 도쿄도 오타구 하네다아사히쵸 11-1
(72) 발명자
마루야마 도루
일본국 도쿄도 오타구 하네다아사히쵸 11-1 가부
시키가이샤 에바라 세이사꾸쇼 나이
다카하시 노부유키
일본국 도쿄도 오타구 하네다아사히쵸 11-1 가부
시키가이샤 에바라 세이사꾸쇼 나이
(74) 대리인
김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 22 항

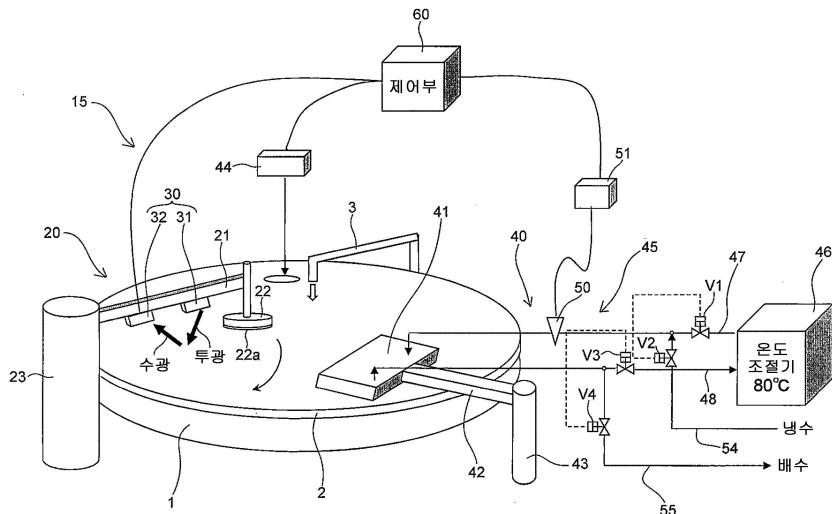
심사관 : 강명희

(54) 발명의 명칭 연마 패드의 컨디셔닝 방법 및 장치

(57) 요 약

본 발명은 연마 패드의 표면 거칠기를 모니터하고, 또한 연마 패드의 온도를 제어하면서 드레싱을 행함으로써, 최적의 연마 레이트를 얻기 위한 연마 패드의 표면 거칠기를 효율적으로 만들어낼 수 있는 컨디셔닝 방법 및 장치를 제공하는 것을 과제로 한다.

연마 패드(2)의 드레싱 중에, 산술 평균 거칠기(Ra), 제곱 평균 평방근 거칠기(Rq), 거칠기 곡선의 최대 골깊이 (Rv), 거칠기 곡선의 최대 산높이(Rp) 및 최대 높이 거칠기(Rz)의 5개의 지표 중 적어도 하나의 지표로 표시되는 연마 패드의 표면 거칠기를 측정하여, 측정된 표면 거칠기와 미리 설정된 목표 표면 거칠기를 비교하고, 비교 결과에 기초하여 연마 패드(2)를 가열 또는 냉각시킴으로써 연마 패드(2)의 표면 온도를 조정한다.

대 표 도

명세서

청구범위

청구항 1

기판을 연마하는 연마 테이블 상의 연마 패드에 드레서를 갖다 대고 드레싱을 하여 연마 패드의 표면 거칠기를 조정하는 연마 패드의 컨디셔닝 방법으로서,

상기 연마 패드의 드레싱 중에, 산술 평균 거칠기(Ra), 제곱 평균 평방근 거칠기(Rq), 거칠기 곡선의 최대 골깊이(Rv), 거칠기 곡선의 최대 산높이(Rp), 및 최대 높이 거칠기(Rz)의 5개의 지표 중 적어도 하나의 지표로 표시되는 연마 패드의 표면 거칠기를 측정하여, 측정된 표면 거칠기와 미리 설정된 목표 표면 거칠기를 비교하고, 비교 결과에 기초하여 상기 연마 패드를 가열 또는 냉각시킴으로써 연마 패드의 표면 온도를 조정하는 것을 특징으로 하는 연마 패드의 컨디셔닝 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 연마 패드의 표면 온도를 미리 정해진 온도로 조정하면서, 상기 측정된 표면 거칠기가 상기 목표 표면 거칠기로 될 때까지 상기 연마 패드의 드레싱을 행하는 것을 특징으로 하는 연마 패드의 컨디셔닝 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 미리 정해진 온도는, 연마 패드의 표면 거칠기와 연마 패드의 표면 온도와의 관계와, 연마 패드의 표면 거칠기와 연마 성능과의 관계로부터, 원하는 연마 성능에 대응하는 연마 패드의 표면 온도인 것을 특징으로 하는 연마 패드의 컨디셔닝 방법.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 연마 패드의 표면 거칠기가 목표 표면 거칠기에 도달하면, 드레싱을 종료하는 것을 특징으로 하는 연마 패드의 컨디셔닝 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 연마 패드의 표면 온도가 미리 정한 온도에 도달하면, 드레싱을 개시하는 것을 특징으로 하는 연마 패드의 컨디셔닝 방법.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 연마 패드의 표면 거칠기를 측정할 때에는, 상기 드레서를 상기 연마 패드에 갖다 대고 요동시켜, 상기 연마 테이블을 회전시키거나, 상기 드레서를 상기 연마 패드로부터 분리하여 상기 연마 테이블의 회전을 멈추는 것을 특징으로 하는 연마 패드의 컨디셔닝 방법.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 연마 패드의 표면 온도의 조정은, 온도 조정한 유체를 내부에 공급한 패드 접촉 부재를 상기 연마 패드에 접촉시킴으로써 행하거나, 온도 조정한 유체를 상기 연마 패드에 공급함으로써 행하는 것을 특징으로 하는 연마 패드의 컨디셔닝 방법.

청구항 8

기판을 연마하는 연마 테이블 상의 연마 패드에 드레서를 갖다 대고 드레싱을 하여 연마 패드의 표면 거칠기를 조정하는 연마 패드의 컨디셔닝 방법으로서,

상기 연마 패드의 드레싱 중에, 산술 평균 거칠기(Ra), 제곱 평균 평방근 거칠기(Rq), 거칠기 곡선의 최대 골깊이(Rv), 거칠기 곡선의 최대 산높이(Rp), 및 최대 높이 거칠기(Rz)의 5개의 지표 중 적어도 하나의 지표로 표시되는 연마 패드의 표면 거칠기를 모니터하고,

상기 연마 패드의 드레싱 중에, 상기 연마 패드의 표면 온도를 미리 정해진 온도로 조정하며,

상기 미리 정해진 온도는, 연마 패드의 표면 거칠기와 연마 패드의 표면 온도와의 관계와, 연마 패드의 표면 거칠기와 연마 성능과의 관계로부터, 원하는 연마 성능에 대응하는 연마 패드의 표면 온도인 것을 특징으로 하는 연마 패드의 컨디셔닝 방법.

청구항 9

기판을 연마하는 연마 테이블 상의 연마 패드에 드레서를 갖다 대고 드레싱을 하여 연마 패드의 표면 거칠기를 조정하는 연마 패드의 컨디셔닝 방법으로서,

상기 연마 패드의 드레싱 중에, 상기 연마 패드의 표면 온도를 미리 정해진 온도로 조정하고,

상기 연마 패드 상에, 연마 패드의 반경 방향으로 복수의 영역을 정의하고, 영역마다 상이한 온도로 조정하여 드레싱을 행하며,

상기 미리 정해진 온도는, 연마 패드의 표면 거칠기와 연마 패드의 표면 온도와의 관계와, 연마 패드의 표면 거칠기와 연마 성능과의 관계로부터, 원하는 연마 성능에 대응하는 연마 패드의 표면 온도인 것을 특징으로 하는 연마 패드의 컨디셔닝 방법.

청구항 10

기판을 연마하는 연마 테이블 상의 연마 패드의 표면 거칠기를 조정하는 연마 패드의 컨디셔닝 방법으로서,

드레서에 의해 상기 연마 패드를 드레싱하고,

상기 연마 패드의 표면 거칠기를 측정하고,

상기 측정하여 얻어진 상기 연마 패드의 표면 거칠기와, 미리 설정한 목표 표면 거칠기를 비교하고,

상기 연마 패드의 드레싱 중에, 상기 비교한 결과에 기초하여 상기 연마 패드의 표면 온도를 미리 정해진 온도로 조정하고,

상기 연마 패드 상에, 연마 패드의 반경 방향으로 복수의 영역을 정의하고, 영역마다 상이한 온도로 조정하여 드레싱을 행하는 것을 특징으로 하는 연마 패드의 컨디셔닝 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 미리 정해진 온도는, 연마 패드의 표면 거칠기와 연마 패드의 표면 온도와의 관계와, 연마 패드의 표면 거칠기와 연마 성능과의 관계로부터, 원하는 연마 성능에 대응하는 연마 패드의 표면 온도인 것을 특징으로 하는 연마 패드의 컨디셔닝 방법.

청구항 12

제8항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 연마 패드의 표면 온도의 조정은, 온도 조정한 유체를 내부에 공급한 패드 접촉 부재를 상기 연마 패드에 접촉시킴으로써 행하거나, 온도 조정한 유체를 상기 연마 패드에 공급함으로써 행하는 것을 특징으로 하는 연마 패드의 컨디셔닝 방법.

청구항 13

제8항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 연마 패드의 표면 거칠기가 원하는 표면 거칠기가 되면, 드레싱을 종료하는 것을 특징으로 하는 연마 패드의 컨디셔닝 방법.

청구항 14

제8항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 연마 패드의 표면 거칠기가 원하는 표면 거칠기로 될 때까지, 상기 연마 패드의 표면 온도가 미리 정해진 온도를 유지하도록 연마 패드의 표면 온도를 조정하는 것을 특징으로 하는 연마 패드의 컨디셔닝 방법.

청구항 15

기판을 연마하는 연마 테이블 상의 연마 패드를 드레싱하여 연마 패드의 표면 거칠기를 조정하는 연마 패드의

컨디셔닝 장치로서,

상기 연마 패드에 갖다 대고 연마 패드의 드레싱을 행하는 드레서와, 상기 드레서를 회전시킴과 함께 연마 패드의 표면을 따라서 이동시키는 기구를 구비한 드레싱 장치와,

상기 연마 패드의 표면 거칠기를 측정하는 연마 패드의 표면 거칠기 측정 수단과,

상기 연마 패드의 표면 온도를 조정하는 연마 패드의 온도 조정 수단과,

상기 드레싱 장치, 상기 연마 패드의 표면 거칠기 측정 수단, 및 상기 연마 패드의 표면 온도 조정 수단을 제어하는 제어부를 구비하고,

상기 연마 패드의 표면 거칠기 측정 수단에 의해, 상기 연마 패드의 드레싱 중에, 산술 평균 거칠기(Ra), 제곱 평균 평방근 거칠기(Rq), 거칠기 곡선의 최대 골깊이(Rv), 거칠기 곡선의 최대 산높이(Rp), 및 최대 높이 거칠기(Rz)의 5개의 지표 중 적어도 하나의 지표로 표시되는 연마 패드의 표면 거칠기를 측정하며,

상기 제어부는, 상기 연마 패드의 표면 거칠기 측정 수단에 의해 측정된 표면 거칠기와 미리 설정된 목표 표면 거칠기를 비교하고, 비교 결과에 기초하여 상기 연마 패드의 온도 조정 수단을 제어함으로써 연마 패드의 표면 온도를 조정하는 것을 특징으로 하는 연마 패드의 컨디셔닝 장치.

청구항 16

삭제

청구항 17

기판을 연마하는 연마 테이블 상의 연마 패드를 드레싱하여 연마 패드의 표면 거칠기를 조정하는 연마 패드의 컨디셔닝 장치로서,

상기 연마 패드에 갖다 대고 연마 패드의 드레싱을 행하는 드레서와, 상기 드레서를 회전시킴과 함께 연마 패드의 표면을 따라서 이동시키는 기구를 구비한 드레싱 장치와,

상기 연마 패드의 표면 거칠기를 측정하는 연마 패드의 표면 거칠기 측정 수단과,

상기 연마 패드의 표면 온도를 조정하는 연마 패드의 온도 조정 수단과,

상기 드레싱 장치, 상기 연마 패드의 표면 거칠기 측정 수단, 및 상기 연마 패드의 표면 온도 조정 수단을 제어하는 제어부를 구비하고,

상기 연마 패드의 표면 거칠기 측정 수단에 의해, 상기 연마 패드의 드레싱 중에, 산술 평균 거칠기(Ra), 제곱 평균 평방근 거칠기(Rq), 거칠기 곡선의 최대 골깊이(Rv), 거칠기 곡선의 최대 산높이(Rp), 및 최대 높이 거칠기(Rz)의 5개의 지표 중 적어도 하나의 지표로 표시되는 연마 패드의 표면 거칠기를 측정하며,

상기 제어부에는, 연마 패드의 표면 거칠기와 연마 패드의 표면 온도와의 관계와, 연마 패드의 표면 거칠기와 연마 성능과의 관계가 축적되어 있는 것을 특징으로 하는 연마 패드의 컨디셔닝 장치.

청구항 18

제15항에 있어서, 상기 연마 패드의 온도 조정 수단은, 온도 조정한 유체를 내부에 공급하여 하면을 상기 연마 패드에 접촉시키는 패드 접촉 부재로 이루어지거나, 온도 조정한 유체를 상기 연마 패드에 공급하는 노즐로 이루어지는 것을 특징으로 하는 연마 패드의 컨디셔닝 장치.

청구항 19

기판을 연마하는 연마 테이블 상의 연마 패드를 드레싱하여 연마 패드의 표면 거칠기를 조정하는 연마 패드의 컨디셔닝 장치로서,

상기 연마 패드에 갖다 대고 연마 패드의 드레싱을 행하는 드레서와, 상기 드레서를 회전시킴과 함께 연마 패드의 표면을 따라서 이동시키는 기구를 구비한 드레싱 장치와,

상기 연마 패드의 표면 거칠기를 측정하는 연마 패드의 표면 거칠기 측정 수단과,

상기 연마 패드의 표면 온도를 조정하는 연마 패드의 온도 조정 수단과,

상기 드레싱 장치, 상기 연마 패드의 표면 거칠기 측정 수단, 및 상기 연마 패드의 표면 온도 조정 수단을 제어하는 제어부를 구비하고,

상기 연마 패드의 표면 거칠기 측정 수단에 의해, 상기 연마 패드의 드레싱 중에, 산술 평균 거칠기(Ra), 제곱 평균 평방근 거칠기(Rq), 거칠기 곡선의 최대 골깊이(Rv), 거칠기 곡선의 최대 산높이(Rp), 및 최대 높이 거칠기(Rz)의 5개의 지표 중 적어도 하나의 지표로 표시되는 연마 패드의 표면 거칠기를 측정하며,

상기 연마 패드의 온도 조정 수단은, 온도 조정한 유체를 내부에 공급하여 하면을 상기 연마 패드에 접촉시키는 패드 접촉 부재로 이루어지거나, 온도 조정한 유체를 상기 연마 패드에 공급하는 노즐로 이루어지고,

상기 패드 접촉 부재 또는 상기 노즐은 상기 연마 패드의 반경 방향으로 2개 이상 설치되고,

상기 2개 이상의 패드 접촉 부재 또는 상기 노즐은, 각각 독립적으로 연마 패드의 표면 온도를 조정 가능한 것을 특징으로 하는 연마 패드의 컨디셔닝 장치.

청구항 20

기판을 연마하는 연마 테이블 상의 연마 패드를 드레싱하여 연마 패드의 표면 거칠기를 조정하는 연마 패드의 컨디셔닝 장치로서,

상기 연마 패드에 갖다 대고 연마 패드의 드레싱을 행하는 드레서와, 상기 드레서를 회전시킴과 함께 연마 패드의 표면을 따라서 이동시키는 기구를 구비한 드레싱 장치와,

상기 연마 패드의 표면 거칠기를 측정하는 연마 패드의 표면 거칠기 측정 수단과,

상기 연마 패드의 표면 온도를 조정하는 연마 패드의 온도 조정 수단과,

상기 드레싱 장치, 상기 연마 패드의 표면 거칠기 측정 수단, 및 상기 연마 패드의 표면 온도 조정 수단을 제어하는 제어부를 구비하고,

상기 연마 패드의 표면 거칠기 측정 수단에 의해, 상기 연마 패드의 드레싱 중에, 산술 평균 거칠기(Ra), 제곱 평균 평방근 거칠기(Rq), 거칠기 곡선의 최대 골깊이(Rv), 거칠기 곡선의 최대 산높이(Rp), 및 최대 높이 거칠기(Rz)의 5개의 지표 중 적어도 하나의 지표로 표시되는 연마 패드의 표면 거칠기를 측정하며,

상기 연마 패드의 표면 거칠기 측정 수단은, 상기 드레서를 유지하는 드레서 아암에 부착되어 있는 것을 특징으로 하는 연마 패드의 컨디셔닝 장치.

청구항 21

기판을 연마하는 연마 테이블 상의 연마 패드를 드레싱하여 연마 패드의 표면 거칠기를 조정하는 연마 패드의 컨디셔닝 장치로서,

상기 연마 패드에 갖다 대고 연마 패드의 드레싱을 행하는 드레서와, 상기 드레서를 회전시킴과 함께 연마 패드의 표면을 따라서 이동시키는 기구를 구비한 드레싱 장치와,

상기 연마 패드의 표면 거칠기를 측정하는 연마 패드의 표면 거칠기 측정 수단과,

상기 연마 패드의 표면 온도를 조정하는 연마 패드의 온도 조정 수단과,

상기 드레싱 장치, 상기 연마 패드의 표면 거칠기 측정 수단, 및 상기 연마 패드의 표면 온도 조정 수단을 제어하는 제어부를 구비하고,

상기 연마 패드의 표면 거칠기 측정 수단에 의해, 상기 연마 패드의 드레싱 중에, 산술 평균 거칠기(Ra), 제곱 평균 평방근 거칠기(Rq), 거칠기 곡선의 최대 골깊이(Rv), 거칠기 곡선의 최대 산높이(Rp), 및 최대 높이 거칠기(Rz)의 5개의 지표 중 적어도 하나의 지표로 표시되는 연마 패드의 표면 거칠기를 측정하며,

상기 연마 패드의 표면 거칠기 측정 수단은, 상기 연마 테이블의 회전 방향에 대하여, 상기 드레서의 하류측의 개소를 측정하는 위치에 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 연마 패드의 컨디셔닝 장치.

청구항 22

제15항에 있어서, 상기 연마 패드의 표면 거칠기 측정 수단은, 레이저광을 투광하는 투광부와 연마 패드로부터

의 반사광을 수광하는 수광부를 구비하는 것을 특징으로 하는 연마 패드의 컨디셔닝 장치.

청구항 23

상기 연마 패드를 접착하는 연마 테이블과,

제15항, 제17항 내지 제22항 중 어느 한 항에 기재된 연마 패드의 컨디셔닝 장치를 구비한 것을 특징으로 하는 연마 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은, 반도체 웨이퍼 등의 기판의 연마에 이용되는 연마 패드의 표면 거칠기를 조정하는 연마 패드의 컨디셔닝 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002]

최근, 반도체 디바이스의 고집적화·고밀도화에 따라 회로의 배선이 점점 더 미세화하고, 다층 배선의 층수도 증가하고 있다. 회로의 미세화를 도모하면서 다층 배선을 실현하고자 하면, 하측의 층의 표면 요철을 납습하면서 단차가 보다 커지기 때문에, 배선층수가 증가함에 따라서, 막막 형성에서의 단차 형상에 대한 막피복성(스텝 커버리지)이 나빠진다. 따라서, 다층 배선하기 위해서는, 이 스텝 커버리지를 개선하고, 그에 적합한 과정으로 평탄화 처리해야 한다. 또한 광리소그래피의 미세화와 함께 초점 심도가 얕아지기 때문에, 반도체 디바이스의 표면의 요철 단차가 초점 심도 이하로 수습되도록 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 기계적 연마는, 연마 장치를 이용하여, 산화세륨(CeO₂) 등의 지립을 포함한 연마액을 연마 패드에 공급하면서 반도체 웨이퍼 등의 기판을 연마 패드에 슬라이딩 접촉시켜 연마를 행하는 것이다.

[0004]

전술한 CMP 프로세스를 행하는 연마 장치는, 연마 패드를 갖는 연마 테이블과, 반도체 웨이퍼(기판)를 유지하기 위한 톱링 또는 연마 헤드 등으로 칭해지는 기판 유지 장치를 구비하고 있다. 이러한 연마 장치를 이용하여 기판 유지 장치에 의해 기판을 유지하면서, 이 기판을 연마 패드에 대하여 미리 정해진 압력으로 압박하여, 기판 상의 절연막이나 금속막 등을 연마하는 것이 행해지고 있다.

[0005]

기판의 연마를 행하면, 연마 패드의 표면에는 지립이나 연마 잔해가 부착되고, 또한, 연마 패드의 특성이 변화하여 연마 성능이 열화된다. 이 때문에, 기판의 연마를 반복함에 따라서, 연마 속도가 저하되고 또한 연마 불균일이 생겨 벼린다. 따라서, 열화한 연마 패드의 표면 상태를 재생하기 위해 연마 패드의 드레싱을 행하고 있다.

[0006]

연마 패드의 드레싱을 행하는 드레싱 장치는, 요동 가능한 아암과, 아암의 선단에 고정된 드레서를 구비하고 있다. 드레싱 장치는, 아암에 의해 드레서를 연마 패드의 반경 방향으로 요동시키고 또한 드레서를 그 축심을 중심으로 하여 회전시키면서, 회전하는 연마 테이블 상의 연마 패드에 드레서를 압박함으로써, 연마 패드에 부착된 지액(砥液)이나 연마 잔해를 제거함과 함께, 연마 패드의 평탄화 및 세팅 드레싱을 행한다. 드레서는, 패드 표면에 접촉하는 면(드레싱면)에 다이아몬드 지립이 전착된 것 등이 사용된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007]

(특허문헌 0001) 특허문헌 1 : 일본 특허 공개 제2003-151934호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008]

종래, 소정 온도(예컨대 약 20°C)의 순수(DIW)로 이루어진 드레싱액을 일정 유량으로 연마 패드에 공급하면서, 드레서의 회전 속도, 하중 및 요동 속도를 각각 일정하게 하여 드레싱을 일정 시간 행하고 있다. 드레싱 중의

연마 패드의 온도 관리는 행해지지 않고, 또한 연마 패드의 표면 거칠기도 모니터하지 않는다.

[0009] 드레싱에 의해 연마 패드의 표면이 거칠어지는데, 그 표면 거칠기는 연마 레이트와 상관 관계가 있다. 한편, 연마 패드의 표면 거칠기는, 종래의 드레싱 조건 이외에도, 연마 패드의 온도에 의해서도 영향을 받는다고 생각된다.

[0010] 본 발명은, 전술한 사정을 감안하여 이루어진 것으로, 연마 패드의 표면 거칠기를 모니터하고 또한 연마 패드의 온도를 제어하면서 드레싱을 행함으로써, 최적의 연마 레이트를 얻기 위한 연마 패드의 표면 거칠기를 효율적으로 만들어낼 수 있는 컨디셔닝 방법 및 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 전술한 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 연마 패드의 컨디셔닝 방법은, 기판을 연마하는 연마 테이블 상의 연마 패드에 드레서를 갖다 대고 드레싱을 하여 연마 패드의 표면 거칠기를 조정하는 연마 패드의 컨디셔닝 방법으로서, 상기 연마 패드의 드레싱 중에 산술 평균 거칠기(Ra), 제곱 평균 평방근 거칠기(Rq), 거칠기 곡선의 최대 골깊이(Rv), 거칠기 곡선의 최대 산높이(Rp) 및 최대 높이 거칠기(Rz)의 5개의 지표 중 적어도 하나의 지표로 표시되는 연마 패드의 표면 거칠기를 측정하여, 측정된 표면 거칠기와 미리 설정된 목표 표면 거칠기를 비교하고, 비교 결과에 기초하여 상기 연마 패드를 가열 또는 냉각시킴으로써 연마 패드의 표면 온도를 조정하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 본 발명에 의하면, 연마 패드의 드레싱 중에, 연마 패드의 표면 거칠기를 모니터하고, 모니터한 표면 거칠기에 기초하여 연마 패드의 표면 온도를 조정하면서, 연마 패드의 드레싱을 행한다. 표면 거칠기의 모니터에 의해, 측정 표면 거칠기가 목표 표면 거칠기보다 큰 경우에는, 연마 패드의 표면 온도를 높여 연마 패드의 탄성을 크게 하여, 드레서에 의해 형성되는 연마 패드의 표면 거칠기가 작아지도록 제어한다. 반대로, 측정 표면 거칠기가 목표 표면 거칠기보다 작은 경우에는, 연마 패드의 표면 온도를 낮춰 연마 패드의 탄성을 작게 하여, 드레서에 의해 형성되는 연마 패드의 표면 거칠기가 커지도록 제어한다.

[0013] 본 발명의 바람직한 양태에 의하면, 상기 연마 패드의 표면 온도를 미리 정해진 온도로 조정하면서, 상기 측정된 표면 거칠기가 상기 목표 표면 거칠기로 될 때까지 상기 연마 패드의 드레싱을 행하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 본 발명에 의하면, 연마 패드의 표면 온도를 조정하면서 연마 패드의 드레싱을 행하고, 연마 패드의 측정 표면 거칠기와 미리 설정된 목표 표면 거칠기를 비교하여 표면 거칠기의 판정을 행한다. 측정 표면 거칠기가 목표 표면 거칠기와 같은 경우에는, 연마 패드의 드레싱을 종료함과 함께 연마 패드의 표면 온도의 조정을 종료한다. 측정 표면 거칠기가 목표 표면 거칠기와 같지 않은 경우에는, 드레싱을 행하면서, 목표 표면 거칠기가 되도록 연마 패드의 표면 온도를 제어하는 공정을 계속하여 행한다.

[0015] 본 발명의 바람직한 양태에 의하면, 상기 미리 정해진 온도는, 연마 패드의 표면 거칠기와 연마 패드의 표면 온도의 관계와, 연마 패드의 표면 거칠기와 연마 성능의 관계로부터, 원하는 연마 성능에 대응하는 연마 패드의 표면 온도인 것을 특징으로 한다.

[0016] 본 발명에 의하면, 연마 패드의 표면 거칠기와 연마 패드의 표면 온도의 관계와, 연마 패드의 표면 거칠기와 연마 성능의 관계를 이용하여, 연마 패드의 표면 거칠기를 통해 원하는 연마 성능(연마 레이트)을 얻기 위해 조정하는 연마 패드의 표면 온도를 설정할 수 있다.

[0017] 본 발명의 바람직한 양태에 의하면, 상기 연마 패드의 표면 거칠기가 목표 표면 거칠기에 도달하면, 드레싱을 종료하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 본 발명의 바람직한 양태에 의하면, 상기 연마 패드의 표면 온도가 미리 정한 온도에 도달하면, 드레싱을 개시하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 본 발명의 바람직한 양태에 의하면, 상기 연마 패드의 표면 거칠기를 측정할 때에는, 상기 드레서를 상기 연마 패드에 갖다 대고 요동시켜 상기 연마 테이블을 회전시키거나, 상기 드레서를 상기 연마 패드로부터 분리하여 상기 연마 테이블의 회전을 멈추는 것을 특징으로 한다.

[0020] 본 발명의 바람직한 양태에 의하면, 상기 연마 패드의 표면 온도의 조정은, 온도 조정한 유체를 내부에 공급한 패드 접촉 부재를 상기 연마 패드에 접촉시킴으로써 행하거나, 온도 조정한 유체를 상기 연마 패드에 공급함으로써 행하는 것을 특징으로 한다.

[0021] 본 발명의 바람직한 양태에 의하면, 기판의 연마 중에도, 상기 연마 패드의 표면 온도를 조정하면서 드레싱을

행하는 것을 특징으로 한다.

- [0022] 본 발명의 제2 양태는, 기판을 연마하는 연마 테이블 상의 연마 패드에 드레서를 갖다 대고 드레싱을 하여 연마 패드의 표면 거칠기를 조정하는 연마 패드의 컨디셔닝 방법으로서, 상기 연마 패드의 드레싱 중에, 상기 연마 패드의 표면 온도를 미리 정해진 온도로 조정하는 것을 특징으로 한다.
- [0023] 본 발명에 의하면, 연마 패드의 드레싱 중에 연마 패드의 표면 온도를 조정함으로써, 최적의 연마 레이트를 얻기 위한 연마 패드의 표면 거칠기를 효율적으로 만들어낼 수 있다.
- [0024] 본 발명의 바람직한 양태에 의하면, 상기 연마 패드의 드레싱 중에, 산술 평균 거칠기(Ra), 제곱 평균 평방근 거칠기(Rq), 거칠기 곡선의 최대 골깊이(Rv), 거칠기 곡선의 최대 산높이(Rp) 및 최대 높이 거칠기(Rz)의 5개의 지표 중 적어도 하나의 지표로 표시되는 연마 패드의 표면 거칠기를 모니터하는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 본 발명의 바람직한 양태에 의하면, 상기 미리 정해진 온도는, 연마 패드의 표면 거칠기와 연마 패드의 표면 온도의 관계와, 연마 패드의 표면 거칠기와 연마 성능의 관계로부터, 원하는 연마 성능에 대응하는 연마 패드의 표면 온도인 것을 특징으로 한다.
- [0026] 본 발명의 바람직한 양태에 의하면, 상기 연마 패드의 표면 온도의 조정은, 온도 조정한 유체를 내부에 공급한 패드 접촉 부재를 상기 연마 패드에 접촉시킴으로써 행하거나, 온도 조정한 유체를 상기 연마 패드에 공급함으로써 행하는 것을 특징으로 한다.
- [0027] 본 발명의 바람직한 양태에 의하면, 상기 연마 패드의 표면 거칠기가 원하는 표면 거칠기가 되면, 드레싱을 종료하는 것을 특징으로 한다.
- [0028] 본 발명의 바람직한 양태에 의하면, 상기 연마 패드의 표면 거칠기가 원하는 표면 거칠기로 될 때까지, 상기 연마 패드의 표면 온도가 미리 정해진 온도를 유지하도록 연마 패드의 표면 온도를 조정하는 것을 특징으로 한다.
- [0029] 본 발명의 바람직한 양태에 의하면, 상기 연마 패드 상에, 연마 패드의 반경 방향으로 복수의 영역을 정의하고, 영역마다 상이한 온도로 조정하여 드레싱을 행하는 것을 특징으로 한다.
- [0030] 본 발명의 바람직한 양태에 의하면, 기판의 연마 중에도, 상기 연마 패드의 표면 온도를 조정하면서 드레싱을 행하는 것을 특징으로 한다.
- [0031] 본 발명의 제3 양태는, 기판을 연마하는 연마 테이블 상의 연마 패드를 드레싱하여 연마 패드의 표면 거칠기를 조정하는 연마 패드의 컨디셔닝 장치로서, 상기 연마 패드에 갖다 대고 연마 패드의 드레싱을 행하는 드레서와, 그 드레서를 회전시킴과 함께 연마 패드의 표면을 따라서 이동시키는 기구를 구비한 드레싱 장치와, 상기 연마 패드의 표면 거칠기를 측정하는 연마 패드의 표면 거칠기 측정 수단과, 상기 연마 패드의 표면 온도를 조정하는 연마 패드의 온도 조정 수단과, 상기 드레싱 장치, 상기 연마 패드의 표면 거칠기 측정 수단 및 상기 연마 패드의 표면 온도 조정 수단을 제어하는 제어부를 구비하고, 상기 연마 패드의 표면 거칠기 측정 수단에 의해, 상기 연마 패드의 드레싱 중에, 산술 평균 거칠기(Ra), 제곱 평균 평방근 거칠기(Rq), 거칠기 곡선의 최대 골깊이(Rv), 거칠기 곡선의 최대 산높이(Rp) 및 최대 높이 거칠기(Rz)의 5개의 지표 중 적어도 하나의 지표로 표시되는 연마 패드의 표면 거칠기를 측정하는 것을 특징으로 한다.
- [0032] 본 발명의 바람직한 양태에 의하면, 상기 제어부는, 상기 연마 패드의 표면 거칠기 측정 수단에 의해 측정된 표면 거칠기와 미리 설정된 목표 표면 거칠기를 비교하고, 비교 결과에 기초하여 상기 연마 패드의 온도 조정 수단을 제어함으로써 연마 패드의 표면 온도를 조정하는 것을 특징으로 한다.
- [0033] 본 발명의 바람직한 양태에 의하면, 상기 제어부에는, 연마 패드의 표면 거칠기와 연마 패드의 표면 온도의 관계와, 연마 패드의 표면 거칠기와 연마 성능의 관계가 축적되어 있는 것을 특징으로 한다.
- [0034] 본 발명의 바람직한 양태에 의하면, 상기 연마 패드의 온도 조정 수단은, 온도 조정한 유체를 내부에 공급하여 하면을 상기 연마 패드에 접촉시키는 패드 접촉 부재로 이루어지거나, 온도 조정한 유체를 상기 연마 패드에 공급하는 노즐로 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0035] 본 발명의 바람직한 양태에 의하면, 상기 패드 접촉 부재 또는 상기 노즐은 상기 연마 패드의 반경 방향으로 2개 이상 설치되고, 상기 2개 이상의 패드 접촉 부재 또는 상기 노즐은, 각각 독립적으로 연마 패드의 표면 온도를 조정 가능한 것을 특징으로 한다.
- [0036] 본 발명에 의하면, 드레싱 중에 2개 이상의 패드 접촉 부재 또는 2개 이상의 노즐에 의해 연마 패드의 반경 방

향이 상이한 영역마다 온도 조정을 행할 수 있기 때문에, 연마 패드의 반경 방향으로 표면 거칠기를 바꿀 수 있다. 이와 같이, 연마 패드의 반경 방향으로 표면 거칠기가 상이한 영역을 형성함으로써, 기판의 연마 프로파일의 조정이 가능하다.

[0037] 본 발명의 바람직한 양태에 의하면, 상기 연마 패드의 표면 거칠기 측정 수단은, 상기 드레서를 유지하는 드레서 아암에 부착되어 있는 것을 특징으로 한다.

[0038] 본 발명의 바람직한 양태에 의하면, 상기 연마 패드의 표면 거칠기 측정 수단은, 상기 연마 테이블의 회전 방향에 대하여, 상기 드레서의 하류측의 개소를 측정하는 위치에 배치되어 있는 것을 특징으로 한다.

[0039] 본 발명에 의하면, 연마 패드의 표면 거칠기 측정 수단은, 연마 테이블의 회전 방향에 대하여, 드레서의 하류측의 개소를 측정하는 위치에 배치되어 있기 때문에, 연마 패드의 표면 거칠기 측정 수단은, 드레서에 의해 드레싱된 직후의 개소에서의 연마 패드의 표면 거칠기를 측정하는 것이 가능해진다.

[0040] 본 발명의 바람직한 양태에 의하면, 상기 연마 패드의 표면 거칠기 측정 수단은, 레이저광을 투광하는 투광부와 연마 패드로부터의 반사광을 수광하는 수광부를 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0041] 본 발명의 제4 양태는, 상기 연마 패드를 접착하는 연마 테이블과, 제14항 내지 제19항 중 어느 한 항에 기재된 연마 패드의 컨디셔닝 장치를 구비한 것을 특징으로 하는 연마 장치이다.

발명의 효과

[0042] 본 발명은 이하에 열거하는 효과를 나타낸다.

(1) 연마 패드의 표면 거칠기를 모니터하고 또한 연마 패드의 온도를 제어하면서 드레싱을 행하는 것에 의해, 최적의 연마 레이트를 얻기 위한 연마 패드의 표면 거칠기를 효율적으로 만들어낼 수 있다.

(2) 목표로 하는 연마 패드의 표면 거칠기를 얻는 것에 의해, 연마 레이트가 최적화되어 생산성 향상을 달성할 수 있고, 나아가 제품 수율 향상을 달성할 수 있다.

(3) 효율적으로 연마 패드의 표면을 거칠게 하는 것에 의해, 연마 패드의 수명을 연장시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0046] 도 1은, 본 발명에 따른 연마 패드의 컨디셔닝 장치를 구비한 연마 장치의 전체 구성을 나타내는 모식도이다.

도 2의 (a)는, 하면에 다이아몬드 지립을 구비한 드레서에 의해 연마 패드를 드레싱하고 있는 상태를 나타내는 모식도이고, 도 2의 (b)는, 도 2의 (a)의 A부의 확대도이다.

도 3의 (a), (b)는, 연마 패드의 탄성율이 큰 경우에서의 연마 패드와 다이아몬드 지립의 관계를 나타낸 도면이고, 도 3의 (a)는, 도 2의 (a)의 A부의 확대도이고, 도 3의 (b)는, 도 3의 (a)에 나타내는 다이아몬드 지립에 인접한 다이아몬드 지립을 추가하여 나타내는 확대도이다.

도 4는, 연마 패드의 표면 거칠기와 연마 속도의 관계를 나타내는 측정 데이터의 표 및 그래프이다.

도 5는, 본 발명의 컨디셔닝 장치를 나타내는 모식도이다.

도 6은, 본 발명의 컨디셔닝 장치의 제2 양태를 나타내는 모식도이다.

도 7은, 연마 패드의 반경 방향 내측과 외측에서 표면 거칠기가 상이한 상태를 나타내는 평면도이다.

도 8은, 본 발명에 따른 연마 패드의 컨디셔닝 방법의 순서를 나타내는 플로우차트이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0047] 이하, 본 발명에 따른 연마 패드의 컨디셔닝 방법 및 장치의 실시형태에 관해 도 1 내지 도 8을 참조하여 상세히 설명한다. 또, 도 1 내지 도 8에 있어서, 동일 또는 해당하는 구성요소에는 동일한 부호를 붙이고 중복 설명을 생략한다.

도 1은, 본 발명에 따른 연마 패드의 컨디셔닝 장치를 구비한 연마 장치의 전체 구성을 나타내는 모식도이다.

도 1에 나타낸 바와 같이, 연마 장치는, 연마 테이블(1)과, 연마 대상물인 반도체 웨이퍼 등의 기판(W)을 유지하여 연마 테이블 상의 연마 패드에 압박하는 톱링(10)을 구비하고 있다. 연마 테이블(1)은, 테이블축(1a)을 통

해 그 하측에 배치되는 연마 테이블 회전 모터(도시하지 않음)에 연결되어 있고, 테이블축(1a)의 둘레에 회전 가능하게 되어 있다. 연마 테이블(1)의 상면에는 연마 패드(2)가 접착되어 있고, 연마 패드(2)의 표면이 기판(W)을 연마하는 연마면(2a)을 구성하고 있다. 연마 패드(2)에는, 다우케미컬사(Dow Chemical Company) 제조의 SUBA800, IC1000, IC1000/SUBA400(2층 클로스) 등이 이용되고 있다. SUBA800은 섬유를 우레탄 수지로 굳힌 부직포이다. IC1000은 경질의 발포 폴리우레탄이고, 그 표면에 다수의 미세한 구멍(포어)을 가진 패드이며, 퍼포레이트 패드라고도 불리고 있다. 연마 테이블(1)의 상측에는 공급 노즐(3)이 설치되어 있고, 이 공급 노즐(3)에 의해 연마 테이블(1) 상의 연마 패드(2)에 연마액(슬러리)이 공급되도록 되어 있다.

[0049] 톱링(10)은 톱링 샤프트(11)에 접속되어 있고, 톱링 샤프트(11)는 톱링 헤드(12)에 대하여 상하 이동하도록 되어 있다. 톱링 샤프트(11)의 상하 이동에 의해, 톱링 헤드(12)에 대하여 톱링(10)의 전체를 상하 이동시켜 위치 결정하도록 되어 있다. 톱링 샤프트(11)는, 톱링 회전 모터(도시하지 않음)의 구동에 의해 회전하도록 되어 있다. 톱링 샤프트(11)의 회전에 의해, 톱링(10)이 톱링 샤프트(11)의 둘레에 회전하도록 되어 있다.

[0050] 톱링(10)은, 그 하면에 반도체 웨이퍼 등의 기판(W)을 유지할 수 있도록 되어 있다. 톱링 헤드(12)는 톱링 헤드 샤프트(13)를 중심으로 하여 선회 가능하게 구성되어 있고, 하면에 기판(W)을 유지한 톱링(10)은, 톱링 헤드(12)의 선회에 의해 기판의 수취 위치로부터 연마 테이블(1)의 상측으로 이동 가능하게 되어 있다. 톱링(10)은, 하면에 기판(W)을 유지하여 기판(W)을 연마 패드(2)의 표면(연마면)에 압박한다. 이 때, 연마 테이블(1) 및 톱링(10)을 각각 회전시켜, 연마 테이블(1)의 상측에 설치된 연마액 공급 노즐(3)로부터 연마 패드(2) 상에 연마액을 공급한다. 연마액에는 지립으로서 실리카(SiO₂)나 산화세륨(CeO₂) 등을 포함한 연마액이 이용된다. 이와 같이, 연마액을 연마 패드(2) 상에 공급하면서, 기판(W)을 연마 패드(2)에 압박하여 기판(W)과 연마 패드(2)를 상대 이동시켜 기판 상의 절연막이나 금속막 등을 연마한다. 절연막으로는 SiO₂를 들 수 있다. 금속막으로는 Cu막, W막, Ta막, Ti막을 들 수 있다.

[0051] 도 1에 나타낸 바와 같이, 연마 장치는, 연마 패드(2)를 드레싱하는 드레싱 장치(20)를 구비하고 있다. 드레싱 장치(20)는, 드레서 아암(21)과, 드레서 아암(21)의 선단에 회전 가능하게 부착된 드레서(22)와, 드레서 아암(21)의 타단에 연결되는 요동축(23)을 구비하고 있다. 드레서(22)의 하부는 드레싱 부재(22a)에 의해 구성되고, 드레싱 부재(22a)는 원형의 드레싱면을 갖고 있고, 드레싱면에는 경질의 지립이 전착 등에 의해 고정되어 있다. 이 경질의 지립으로는, 다이아몬드 지립이나 세라믹 지립 등을 들 수 있다. 드레서(22)는, 도시하지 않은 모터에 의해 회전하도록 되어 있다. 요동축(23)은 도시하지 않은 모터에 의해 회전하고, 요동축(23)을 중심으로 드레서 아암(21)을 요동시켜 드레서(22)를 요동시키도록 되어 있다.

[0052] 본 발명자들은, 도 1에 나타낸 바와 같은 드레서(22)를 이용하여 연마 패드(2)의 드레싱을 행함으로써, 이하와 같은 지견을 얻은 것이다.

[0053] 연마 패드는 온도에 따라 탄성율이 변한다. 즉, 연마 패드는, 온도가 높으면 탄성율이 커지고, 온도가 낮으면 탄성율이 작아진다. 연마 패드의 탄성율은, 연마 패드를 드레싱했을 때의 연마 패드의 표면 거칠기에 영향을 미친다.

1) 연마 패드의 탄성율이 작은 경우

[0055] 도 2의 (a)는, 하면에 다이아몬드 지립(DA)을 구비한 드레서(22)에 의해 연마 패드(2)를 드레싱하고 있는 상태를 나타내는 모식도이고, 도 2의 (b)는, 도 2의 (a)의 A부의 확대도이다. 도 2의 (a), (b)에서는 다이아몬드 지립(DA)은 확대하여 도시하고 있다. 도 2의 (a)의 화살표로 나타낸 바와 같이, 드레싱 중 드레서(22)는 축심의 둘레에 회전하면서 연마 패드(2)의 표면을 따라서 이동한다. 드레싱을 할 때에 다이아몬드 지립(DA)은, 도 2의 (b)에 나타낸 바와 같이, 드레서 하중에 의해 연마 패드(2)의 표면에 잠식된다. 이 때, 연마 패드의 탄성율이 작은 경우, 연마 패드가 딱딱하고, 드레서(22)의 다이아몬드 지립(DA)이 연마 패드(2)를 압박하는 힘이 빠져나 가지 않아, 다이아몬드 지립(DA)으로 압박하는 힘을 연마 패드(2)가 정확하게 받아낸다. 도 2의 (b)에 있어서, 다이아몬드 지립(DA)이 연마 패드(2)를 압박하는 힘은 실선 화살표 F로 나타내며, 이 힘(F)을 연마 패드(2)가 실선 화살표로 나타낸 바와 같이 정확하게 받아낸다. 따라서, 지립은 하중을 가한 만큼 연마 패드(2)를 깎아내게 되고, 연마 패드(2)의 표면 거칠기는 거칠어지는 경향이 있다.

2) 연마 패드의 탄성율이 큰 경우

[0057] 도 3의 (a), (b)는, 연마 패드의 탄성율이 큰 경우에서의 연마 패드와 다이아몬드 지립(DA)의 관계를 나타내는 도면이다. 도 3의 (a)는, 도 2의 (a)의 A부의 확대도이고, 도 3의 (b)는, 도 3의 (a)에 나타내는 다이아몬드 지

립(DA)에 인접한 다이아몬드 지립(DA)을 추가하여 나타내는 확대도이다.

[0058] 연마 패드의 탄성율이 큰 경우, 연마 패드가 부드럽고, 도 3의 (a)에 나타낸 바와 같이, 다이아몬드 지립(DA)이 연마 패드(2)를 압박하는 힘이 좌우로 빠져나가, 다이아몬드 지립(DA)으로 압박하는 힘을 연마 패드(2)가 충분히 받아내지 못한다. 도 3의 (a)에 있어서, 다이아몬드 지립(DA)이 연마 패드(2)를 압박하는 힘은 실선 화살표 F로 나타내며, 이 힘(F)을 연마 패드(2)가 실선 화살표로 나타낸 바와 같이 받아내지만, 일부의 힘이 점선 화살표로 나타낸 바와 같이 빠져나간다. 따라서, 지립은, 연마 패드(2)를 깎기 어렵고, 연마 패드(2)의 표면 거칠기는 작아지는 경향이 있다. 그리고, 도 3의 (b)의 B부에 나타낸 바와 같이, 인접하는 지립 사이의 연마 패드(2)의 용기에 의해, 연마 패드(2)가 깎이는 방식에 영향이 있고, 이러한 점에서도 연마 패드(2)의 표면 거칠기는 작아지는 경향이 있다.

[0059] 상기 1) 및 2)에서 알 수 있듯이, 연마 패드의 탄성율에 따라 드레싱했을 때의 연마 패드가 깎이는 방식이 상이하고, 그 결과, 연마 패드의 표면 거칠기가 상이해진다. 또한, 전술한 바와 같이, 연마 패드의 탄성율은 온도에 따라 상이하며, 온도가 높으면 탄성율이 커지고, 온도가 낮으면 탄성율이 작아진다. 이와 같이, 드레싱시의 연마 패드의 온도와 드레싱된 연마 패드의 표면 거칠기 사이에는, 상관 관계가 있다는 것을 알 수 있다.

[0060] 다음으로, 연마 패드의 표면 거칠기와 연마 성능(연마 속도)의 관계를 도 4에 나타낸다.

[0061] 도 4는, 표면 거칠기의 산술 평균 거칠기(Ra)와 연마 속도(RR)의 관계를 나타내는 측정 데이터의 표 및 그래프이다. 연마 속도의 단위는 nm/min이다. 도 4의 그래프에 나타내는 데이터는, 표면 거칠기와 연마 속도의 상관 계수가 0.96이 되는 강한 상관 관계를 나타내는 연마 패드 영역을 선택하여 표면 거칠기를 구한 경우의 데이터이다. 도 4의 표에 나타내는 데이터는, 4종류의 연마 속도로 연마할 때의 연마 패드 표면의 표면 거칠기 및 표준화한 표면 거칠기이다. 도 4에서 분명한 바와 같이, 연마 패드의 표면 거칠기가 커질수록 연마 속도가 향상되어, 표면 거칠기가 1.1 부근에서 연마 속도는 최대치를 취하고 있다. 이와 같이 연마 패드의 표면 거칠기는, 연마 성능과 강한 관련성을 나타낸다는 것을 알 수 있다.

[0062] 전술한 바와 같이, 연마 패드의 표면 거칠기는 표면 온도 및 연마 성능과 상관 관계를 갖고 있기 때문에, 연마 패드의 표면 거칠기와 연마 패드의 표면 온도의 관계와, 연마 패드의 표면 거칠기와 연마 성능의 관계로부터, 원하는 연마 성능에 대응하는 드레싱시의 연마 패드의 표면 온도를 구할 수 있다.

[0063] 구체적으로는, 달성하고자 하는 연마 성능이 있을 때에 그 연마 성능에 대응하는 연마 패드의 표면 거칠기(목표)를 구하고, 그 구한 표면 거칠기에 대응하는 연마 패드의 표면 온도가 되도록 온도 조정하면서, 그 패드 온도와 패드 표면 거칠기에 대한 드레싱 조건으로 연마 패드를 드레싱한다. 드레싱 중 연마 패드의 표면 거칠기를 모니터하여, 연마 패드의 표면 거칠기가 목표 표면 거칠기에 도달하면 드레싱을 종료한다. 일정 시간 경과하더라도 연마 패드의 표면 거칠기가 목표 표면 거칠기가 되지 않는 경우에는, 목표 표면 거칠기와 모니터한 표면 거칠기(또는 측정한 표면 거칠기)를 비교하여, 목표 표면 거칠기와 모니터한 표면 거칠기의 차에 기초하여 연마 패드 온도를 높이거나, 연마 패드 온도를 낮추도록 조정한다.

[0064] 상기 지견에 기초하여, 본 발명은, 연마 패드(2)의 드레싱 중에 연마 패드(2)의 표면 거칠기를 모니터하고, 모니터한 표면 거칠기에 기초하여 연마 패드(2)의 표면 온도를 조정하면서 연마 패드(2)의 드레싱을 행하도록 한 것이다.

[0065] 그 때문에, 본 발명의 컨디셔닝 장치는, 드레싱 장치(20)에 더하여, 연마 패드의 표면 거칠기를 측정하는 측정 유닛 및 연마 패드의 온도를 조정하는 온도 조정 유닛을 구비하고 있다.

[0066] 도 5는, 본 발명의 컨디셔닝 장치(15)를 나타내는 모식도이다. 도 5에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 컨디셔닝 장치(15)는, 드레싱 장치(20)에 더하여, 연마 패드의 표면 거칠기 측정 유닛(30) 및 연마 패드의 온도 조정 유닛(40)을 구비하고 있다.

[0067] 도 5에 나타낸 바와 같이, 연마 패드의 표면 거칠기 측정 유닛(표면 거칠기 측정 수단)(30)은, 연마 패드(2)에 레이저광을 투광하는 투광부(31)와, 투광부(31)로부터 투광되어 연마 패드(2)의 표면에서 반사 산란한 광을 수광하는 수광부(32)를 구비하고 있다. 수광부(32)는, CCD 센서, CMOS 센서 등으로 구성되어 있다. 본 실시형태에 있어서는, 투광부(31) 및 수광부(32)는 드레싱 장치(20)의 드레서 아암(21)에 지지되어 있고, 드레서 아암(21)의 요동에 의해, 투광부(31) 및 수광부(32)는, 연마 패드(2)의 상측에서 이동하여 연마 패드(2) 상의 다수의 개소에 광을 투광하고 다수의 개소에서 반사 산란한 광을 수광하도록 되어 있다. 수광부(32)는 제어부(60)에 접속되어 있다. 제어부(60)는, 수광부(32)에서 수광한 광을 영상화하여 처리하고, 연마 패드(2)의 표면 거칠기를 산출하도록 구성되어 있다. 제어부(60)에서 얻어지는 패드 표면 거칠기의 지표는, 산술 평균 거칠기; Ra, 제곱 평

균 평방근 거칠기; R_q , 거칠기 곡선의 최대 골깊이; R_v , 거칠기 곡선의 최대 산높이; R_p , 최대 높이 거칠기; R_z 를 들 수 있다. 이들 패드 표면 거칠기의 지표는 연마 성능(연마 레이트)과 강한 관련성을 나타내는 지표이다. 연마 패드의 표면 거칠기 측정 유닛(30) 및 제어부(60)는, 드레서(22)에 의한 연마 패드(2)의 드레싱 중에 상기 지표로 표시되는 표면 거칠기를 측정하고, 측정치를 모니터(감시)하도록 구성되어 있다. 연마 패드의 표면 거칠기 측정 유닛(30)은, 연마 테이블(1)의 회전 방향에 대하여, 드레서(22)의 하류측의 개소를 측정하는 위치에 배치하는 것이 바람직하다. 이 배치에 의해, 연마 패드의 표면 거칠기 측정 유닛(30)은, 드레서(22)에 의해 드레싱된 직후의 개소에서의 연마 패드(2)의 표면 거칠기를 측정하는 것이 가능해진다.

[0068] 도 5에 나타낸 바와 같이, 연마 패드의 온도 조정 유닛(온도 조정 수단)(40)은, 연마 패드(2)의 표면에 접촉하는 패드 접촉 부재(41)와, 연마 패드(2)의 표면 온도를 비접촉으로 측정하는 서모그래프 또는 방사 온도계(44)와, 패드 접촉 부재(41)에 온도 조정된 액체를 공급하는 액체 공급 시스템(45)을 구비하고 있다. 패드 접촉 부재(41)는, 내부에 열매체로서의 액체가 흐르는 유로를 가지며, 하면이 연마 패드(2)의 표면에 접촉하여 연마 패드(2)를 가열 또는 냉각시키도록 구성되어 있다. 패드 접촉 부재(41)는, 지지 아암(42)을 통해 지지축(43)에 의해 지지되어 있다. 패드 접촉 부재(41)는, 연마 패드(2)와 접촉하는 접촉 위치와 그 접촉 위치의 상측의 상승 위치 사이에서 승강 가능하게 구성됨과 함께, 연마 테이블(1)의 반경 방향으로 이동 가능하게 구성되어 있다.

[0069] 액체 공급 시스템(45)은, 액체 공급 탱크(46)와, 액체 공급 탱크(46)와 패드 접촉 부재(41)를 연결하는 공급 라인(47) 및 복귀 라인(48)을 구비하고 있다. 열매체로서의 액체는, 액체 공급 탱크(46)로부터 공급 라인(47)을 통하여 패드 접촉 부재(41)에 공급되고, 패드 접촉 부재(41)로부터 복귀 라인(48)을 통하여 액체 공급 탱크(46)로 복귀된다. 이와 같이, 액체는, 액체 공급 탱크(46)와 패드 접촉 부재(41) 사이를 순환한다. 액체 공급 탱크(46)는, 액체를 가열하는 히터(도시하지 않음)를 구비하고 있고, 액체는 히터에 의해 미리 정해진 온도로 가열된다. 즉, 액체 공급 탱크(46)는 온도 조절기로서 기능한다.

[0070] 액체 공급 시스템(45)은 또한, 공급 라인(47)을 흐르는 액체의 유량을 조정하는 유량 조정 밸브(50)와, 유량 조정 밸브(50)를 제어하는 온도 조절 컨트롤러(51)를 구비하고 있다. 또, 공급 라인(47)에는 냉수 라인(54)이 접속되어, 냉수 라인(54)으로부터 공급 라인(47)에 냉수가 공급 가능하게 되어 있다. 냉수 라인(54)에는 공장의 유틸리티 또는 털러로부터 냉수가 공급되도록 되어 있다. 또한, 복귀 라인(48)에는 배수 라인(55)이 접속되어, 복귀 라인(48)을 흐르는 액체를 배수 가능하게 되어 있다.

[0071] 서모그래프 또는 방사 온도계(44)는, 연마 패드(2)의 표면 온도를 측정하고, 그 측정치를 제어부(60)에 송신하도록 되어 있다. 제어부(60)는, 연마 패드의 표면 거칠기 측정 유닛(30)에 의해 측정된 연마 패드(2)의 표면 거칠기(측정 표면 거칠기)와, 미리 설정된 목표로 하는 연마 패드의 표면 거칠기(목표 표면 거칠기)를 비교하여, 거칠기의 비교 결과와, 서모그래프 또는 방사 온도계(44)에서 측정된 연마 패드(2)의 표면 온도(측정 표면 온도)로부터 연마 패드(2)의 제어되어야 하는 표면 온도(제어 목표 온도)를 연산한다. 제어부(60)는, 연산한 연마 패드(2)의 제어 목표 온도를 온도 조절 컨트롤러(51)에 송신한다. 온도 조절 컨트롤러(51)는 연마 패드(2)의 제어 목표 온도에 기초하여 유량 조정 밸브(50)를 제어하고, 패드 접촉 부재(41)에 공급되는 액체의 유량을 제어한다. 연마 패드(2)의 표면 온도는, 패드 접촉 부재(41)를 흐르는 액체와 연마 패드(2) 사이에서의 열교환에 의해 조정된다.

[0072] 연마 패드(2)의 표면 온도는, 패드 접촉 부재(41)에 공급되는 온도 제어된 액체의 유량을 조정함으로써 제어된다. 패드 접촉 부재(41)에 공급되는 액체(열매체)로는 물이 사용된다. 물의 온도는, 액체 공급 탱크(46)의 히터에 의해, 예컨대 약 80°C로 가열되어 온수가 된다. 패드 접촉 부재(41)에 온수와 냉수를 전환하여 공급 가능하게 하기 위해, 공급 라인(47), 복귀 라인(48), 냉수 라인(54), 배수 라인(55)에는 밸브(V1~V4)가 설치되어 있다. 즉, 공급 라인(47)에는 밸브(V1)가 설치되어 있고, 온수는 밸브(V1)를 통해 패드 접촉 부재(41)에 공급되도록 되어 있다. 냉수 라인(54)에는 밸브(V2)가 설치되어 있고, 냉수는 밸브(V2)를 통해 패드 접촉 부재(41)에 공급되도록 되어 있다. 복귀 라인(48)에는 밸브(V3)가 설치되어 있고, 패드 접촉 부재(41)에 공급된 온수는 밸브(V3)를 통해 액체 공급 탱크(46)로 복귀되도록 되어 있다. 복귀 라인(48)을 흐르는 냉수는 밸브(V4)를 통해 배수 가능하게 되어 있다. 패드 접촉 부재(41)에 온수를 공급할 때에는, 밸브(V1, V3)를 개방, 밸브(V2, V4)를 폐쇄로 한다. 패드 접촉 부재(41)에 냉수를 공급할 때에는, 밸브(V1, V3)를 폐쇄, 밸브(V2, V4)를 개방으로 한다.

[0073] 다음으로, 도 5에 나타낸 바와 같이 구성된 컨디셔닝 장치(15)의 동작을 설명한다.

[0074] 제어부(60)에는, CMP 프로세스에 의해 정해지는 목표가 되는 연마 패드의 표면 거칠기(목표 표면 거칠기)가 미리 설정되어 있다. 또한, 드레싱 조건으로서, 드레서 하중, 드레서 회전 속도, 드레싱 시간, 연마 테이블의 회전 속도를 일정하게 하고, 연마 패드의 온도를 바꿔 드레싱을 행하여, 그 때의 연마 패드의 표면 거칠기를 측정

함으로써, 연마 패드의 표면 거칠기와 연마 패드의 온도의 관계를 미리 구해 놓고, 이 구한 연마 패드의 표면 거칠기와 연마 패드의 온도의 관계를 제어부(60)에 축적시켜 놓는다. 또, 드레서의 요동 속도를 일정하게 하는 드레싱 조건을 추가해도 좋다. 이 관계는 테이블의 형식 등으로 축적시켜 놓는다.

[0075] 컨디셔닝 장치(15)는, 1장의 기판 또는 소정 매수의 기판을 연마한 후 등과 같이 연마 패드(2)의 드레싱이 필요 해졌을 때에 동작을 개시하여, 드레서(22)에 의한 연마 패드(2)의 드레싱을 개시함과 함께 연마 패드의 온도 조정 유닛(40)에 의한 연마 패드(2)의 표면 온도의 조정을 개시한다. 드레싱 공정 중, 공급 노즐(3)로부터 드레싱 액으로서 예컨대 순수(DIW)를 연마 패드(2)에 공급한다. 그리고, 드레서(22)에 의한 연마 패드(2)의 드레싱 공정 중, 연마 패드의 표면 거칠기 측정 유닛(30)의 투광부(31)로부터 연마 패드(2)에 레이저광을 투광하고 연마 패드(2)에서 반사 산란한 광을 수광부(32)에서 수광하고, 수광부(32)에서 수광한 광을 제어부(60)에서 영상화하여 처리하고, 연마 패드(2)의 표면 거칠기를 산출한다. 제어부(60)에서 얻어지는 패드 표면 거칠기의 지표는, 연마 성능(연마 레이트)과 상관이 있는 지표로서, 산술 평균 거칠기; Ra, 제곱 평균 평방근 거칠기; Rq, 거칠기 곡선의 최대 끌깊이; Rv, 거칠기 곡선의 최대 산높이; Rp, 최대 높이 거칠기; Rz를 들 수 있다. 제어부(60)는, 이를 5개의 지표 중 적어도 하나의 지표를 얻는다.

[0076] 드레싱 공정 중, 제어부(60)에는, 서모그래프 또는 방사 온도계(44)로부터 연마 패드(2)의 표면 온도(측정 표면 온도)가 입력된다. 제어부(60)는, 연마 패드의 표면 거칠기 측정 유닛(30)에 의해 측정된 연마 패드(2)의 표면 거칠기(측정 표면 거칠기)와, 미리 설정된 목표로 하는 연마 패드의 표면 거칠기(목표 표면 거칠기)를 비교하여, 거칠기의 비교 결과와, 서모그래프 또는 방사 온도계(44)에서 측정된 연마 패드(2)의 표면 온도(측정 표면 온도)로부터 연마 패드(2)의 제어되어야 하는 표면 온도(제어 목표 온도)를 연산한다. 제어부(60)는, 연산한 연마 패드(2)의 제어 목표 온도를 온도 조절 컨트롤러(51)에 송신한다. 온도 조절 컨트롤러(51)는 연마 패드(2)의 제어 목표 온도에 기초하여 유량 조정 밸브(50)를 제어하고, 연마 패드의 표면 온도를 제어한다.

[0077] 보다 구체적으로는, 제어부(60)는, 측정 표면 거칠기와 목표 표면 거칠기를 비교하여, 측정 표면 거칠기가 목표 표면 거칠기보다 큰 경우에는, 연마 패드(2)의 측정 표면 온도보다 높은 제어 목표 온도를 온도 조절 컨트롤러(51)에 송신하고, 측정 표면 거칠기가 목표 표면 거칠기보다 작은 경우에는, 연마 패드(2)의 측정 표면 온도보다 낮은 제어 목표 온도를 온도 조절 컨트롤러(51)에 송신한다. 온도 조절 컨트롤러(51)는 연마 패드(2)의 제어 목표 온도에 기초하여 유량 조정 밸브(50)를 제어하고, 연마 패드의 표면 온도를 제어한다. 연마 패드(2)의 표면 온도는, 패드 접촉 부재(41)에 공급되는 온수 또는 냉수의 유량을 유량 조정 밸브(50)에 의해 제어함으로써, 원하는 값으로 제어할 수 있다.

[0078] 이와 같이, 연마 패드(2)의 드레싱 중에 연마 패드(2)의 표면 거칠기를 모니터하고, 모니터한 표면 거칠기에 기초하여 연마 패드(2)의 표면 온도를 조정하면서, 연마 패드(2)의 드레싱을 행한다. 표면 거칠기의 모니터에 의해, 측정 표면 거칠기가 목표 표면 거칠기보다 큰 경우에는, 연마 패드(2)의 표면 온도를 측정 표면 온도보다 높여 연마 패드(2)의 탄성율을 크게 하여, 드레서(22)에 의해 형성되는 연마 패드(2)의 표면 거칠기가 작아지도록 제어한다. 반대로, 측정 표면 거칠기가 목표 표면 거칠기보다 작은 경우에는, 연마 패드(2)의 표면 온도를 측정 표면 온도보다 높여 연마 패드(2)의 탄성율을 작게 하여, 드레서(22)에 의해 형성되는 연마 패드(2)의 표면 거칠기가 커지도록 제어한다.

[0079] 도 5에 있어서는, 연마 패드의 온도 조정 유닛(40)으로서, 온수 또는 냉수를 패드 접촉 부재(41)에 공급하고, 패드 접촉 부재(41)의 하면을 연마 패드(2)의 표면에 접촉시킴으로써 연마 패드(2)의 표면 온도를 제어하는 유닛을 도시했지만, 온도 제어된 유체를 연마 패드(2)의 표면에 분무하는 적어도 하나의 노즐을 구비한 연마 패드의 온도 조정 유닛(온도 조정 수단)으로 해도 좋다. 또한, 드레싱시에 공급 노즐(3)로부터 연마 패드(2)에 공급되는 드레싱액(예컨대 순수)을 미리 정해진 온도로 제어하도록 한 연마 패드의 온도 조정 유닛(온도 조정 수단)으로 해도 좋다.

[0080] 도 6은, 본 발명의 컨디셔닝 장치(15)의 제2 양태를 나타내는 모식도이다. 제2 양태에서의 컨디셔닝 장치(15)가 드레싱 장치(20), 연마 패드의 표면 거칠기 측정 유닛(30), 연마 패드의 온도 조정 유닛(40) 및 제어부(60)로 구성되는 것은, 제1 양태의 컨디셔닝 장치(15)와 동일하지만, 제2 양태에 있어서는, 연마 패드의 온도 조정 유닛(40)은, 2개의 패드 접촉 부재(41-1, 41-2)와, 2개의 서모그래프 또는 방사 온도계(44-1, 44-2)를 구비하고 있다. 패드 접촉 부재(41-1)는 지지 아암(42-1)을 통해 지지축(43-1)에 의해 지지되어 있다. 패드 접촉 부재(41-2)는 지지 아암(42-2)을 통해 지지축(43-2)에 의해 지지되어 있다.

[0081] 패드 접촉 부재(41-1) 및 패드 접촉 부재(41-2)에 액체를 공급하는 액체 공급 탱크(46)는 1대이며, 1대의 액체 공급 탱크(46)로부터 유량 조정 밸브(50-1, 50-2)를 통해 온도 제어된 액체를 패드 접촉 부재(41-1, 41-2)에 개

별적으로 공급할 수 있도록 되어 있다. 또한, 도시하지 않은 냉수 라인으로부터 패드 접촉 부재(41-1, 41-2)에 개별적으로 온도 제어된 냉수를 공급할 수 있도록 되어 있다. 또, 밸브류는 도시를 생략하고 있다. 제2 양태의 그 밖의 구성은 제1 양태와 동일하다.

[0082] 도 6에 나타낸 바와 같이 구성된 컨디셔닝 장치(15)에 의하면, 드레싱 중에 2개의 패드 접촉 부재(41-1, 41-2)에 의해 연마 패드(2)의 반경 방향이 상이한 영역마다 온도 조정을 행할 수 있고, 따라서, 연마 패드(2)의 반경 방향으로 표면 거칠기를 바꿀 수 있다. 이와 같이, 연마 패드(2)의 반경 방향으로 표면 거칠기가 상이한 영역을 형성함으로써, 기판의 연마 프로파일의 조정이 가능하다.

[0083] 도 7은, 도 6에 나타내는 컨디셔닝 장치(15)에 의해 컨디셔닝된 연마 패드를 나타내는 도면이고, 연마 패드의 반경 방향 내측의 영역과 외측의 영역에서 표면 거칠기가 상이한 상태를 나타내는 평면도이다. 도 7에 나타낸 바와 같이, 연마 패드(2)의 반경 방향 내측의 영역(2A)의 표면 거칠기는 크고, 외측의 영역(2B)의 표면 거칠기는 작다.

[0084] 도 8은, 본 발명에 따른 연마 패드의 컨디셔닝 방법의 순서를 나타내는 플로우차트이다. 도 8에 나타낸 바와 같이, 드레싱 장치(20)에 의한 연마 패드(2)의 드레싱을 개시함과 함께 연마 패드의 온도 조정 유닛(40)에 의한 연마 패드(2)의 표면 온도의 조정을 개시한다. 또, 먼저 연마 패드의 온도 조정 유닛(40)에 의한 연마 패드(2)의 표면 온도의 조정을 개시하고, 연마 패드(2)의 표면 온도가 미리 정한 온도에 도달하면, 드레서(22)에 의한 드레싱을 개시해도 좋다. 레시피로 입력한 연마 패드의 온도에 도달하면, 연마 패드의 표면 거칠기 측정 유닛(30)에 의한 연마 패드(2)의 표면 거칠기의 측정 결과를 제어부(60)에 송신한다. 연마 패드의 표면 거칠기 측정 유닛(30)에 의해 연마 패드(2)의 표면 거칠기를 측정할 때에는, 드레서(22)를 연마 패드(2)에 갖다 대고 연마 테이블(1)을 회전시키거나, 드레서(22)를 연마 패드(2)로부터 분리하여 연마 테이블(1)의 회전을 멈춘다.

[0085] 다음으로, 제어부(60)에 있어서, 측정 표면 거칠기와 미리 설정된 목표 표면 거칠기를 비교하여 표면 거칠기의 판정을 행한다. 측정 표면 거칠기가 목표 표면 거칠기와 같은 경우에는, 연마 패드(2)의 드레싱을 종료함과 함께 연마 패드(2)의 표면 온도의 조정을 종료한다. 측정 표면 거칠기가 목표 표면 거칠기와 같지 않은 경우에는, 드레싱을 행하면서, 목표 표면 거칠기가 되도록 온도 조절 컨트롤러(51)로 연마 패드(2)의 표면 온도를 제어한다. 이와 같이, 드레싱을 행하면서 목표 표면 거칠기가 되도록 연마 패드(2)의 표면 온도를 제어하는 표면 거칠기 모니터를 계속하여 행하여, 측정 표면 거칠기가 목표 표면 거칠기에 도달하면, 연마 패드(2)의 드레싱을 종료함과 함께 연마 패드(2)의 표면 온도의 조정을 종료한다.

[0086] 지금까지 본 발명의 실시형태에 관해 설명했지만, 본 발명은 전술한 실시형태에 한정되지 않고, 그 기술사상의 범위내에서 여러 가지 다른 형태로 실시되어도 좋은 것은 물론이다.

부호의 설명

[0087] 1 : 연마 테이블

1a : 테이블축

2 : 연마 패드

2a : 연마면

3 : 공급 노즐

10 : 톱링

11 : 톱링 샤프트

12 : 톱링 헤드

13 : 톱링 헤드 샤프트

15 : 컨디셔닝 장치

20 : 드레싱 장치

21 : 드레서 아암

22 : 드레서

22a : 드레싱 부재

23 : 요동축

30 : 연마 패드의 표면 거칠기 측정 유닛

31 : 투광부

32 : 수광부

40 : 연마 패드의 온도 조정 유닛

41, 41-1, 41-2 : 패드 접촉 부재

42, 42-1, 42-2 : 지지 아암

43, 43-1, 43-2 : 지지축

44, 44-1, 44-2 : 서모그래프 또는 방사 온도계

45 : 액체 공급 시스템

46 : 액체 공급 탱크

47 : 공급 라인

48 : 복귀 라인

50, 50-1, 50-2 : 유량 조정 밸브

51 : 온도 조절 컨트롤러

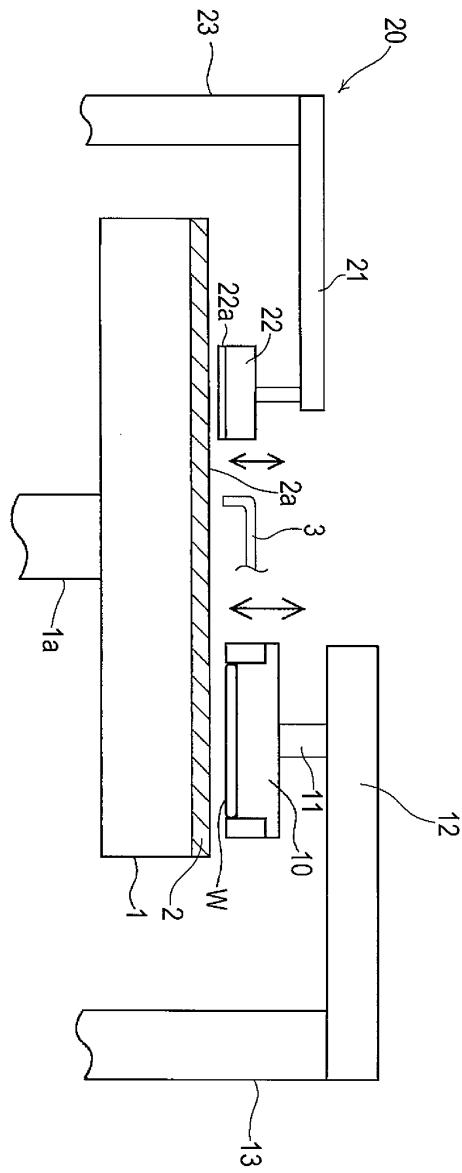
54 : 냉수 라인

55 : 배수 라인

60 : 제어부

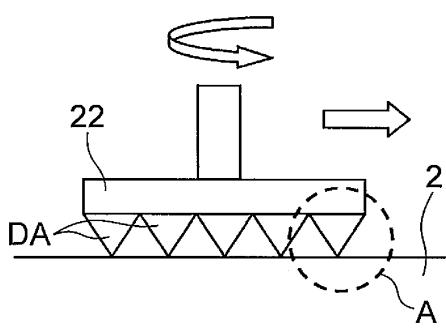
도면

도면1

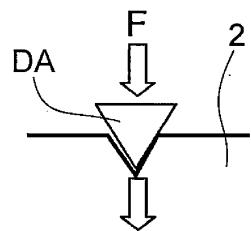


도면2

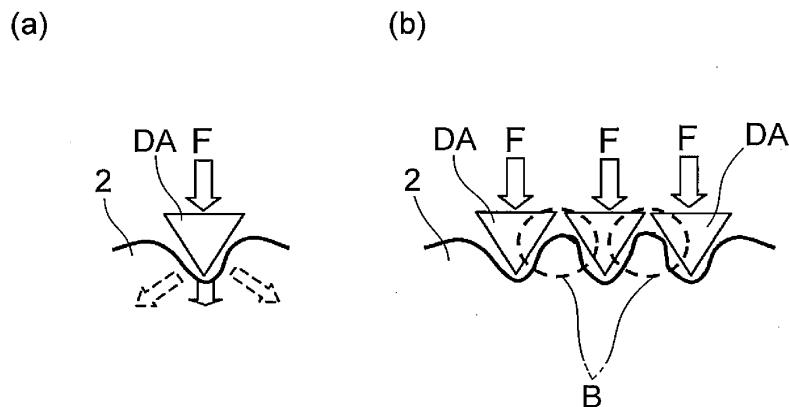
(a)



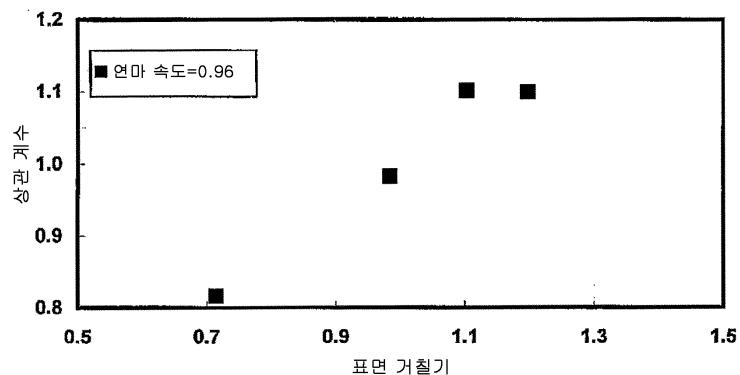
(b)



도면3

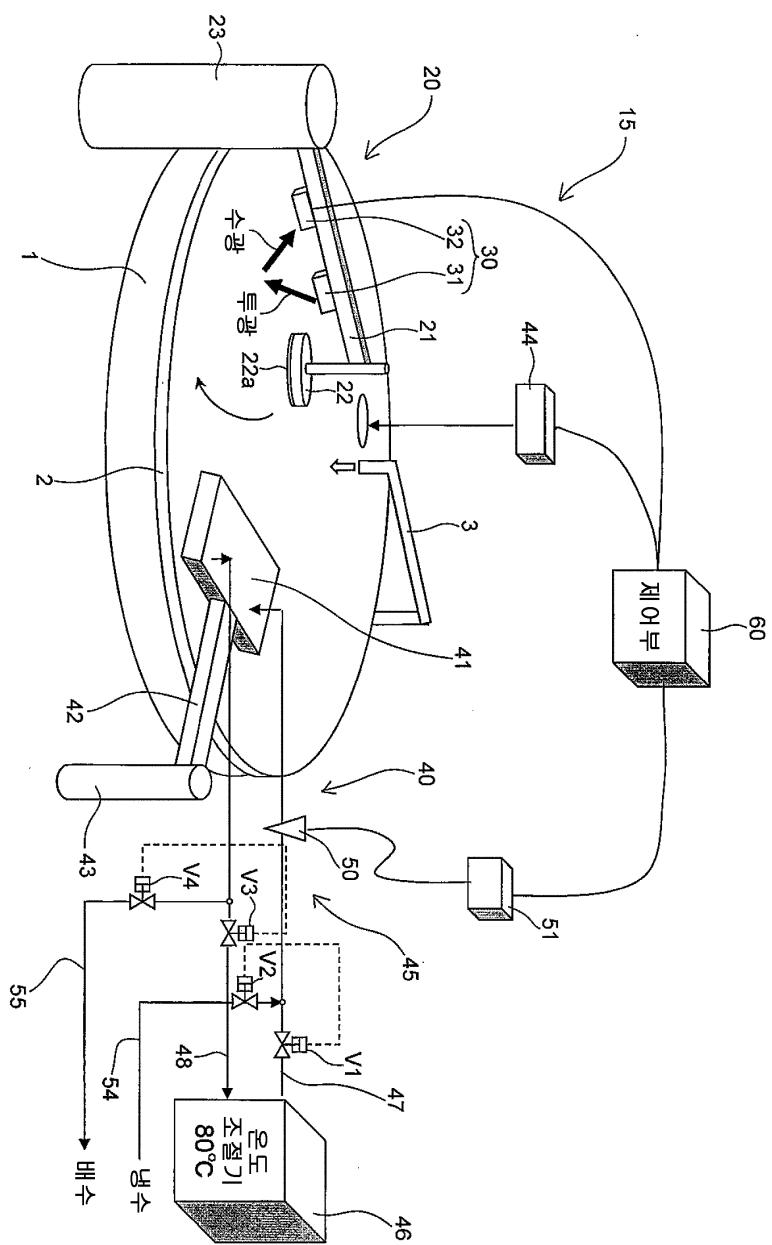


도면4

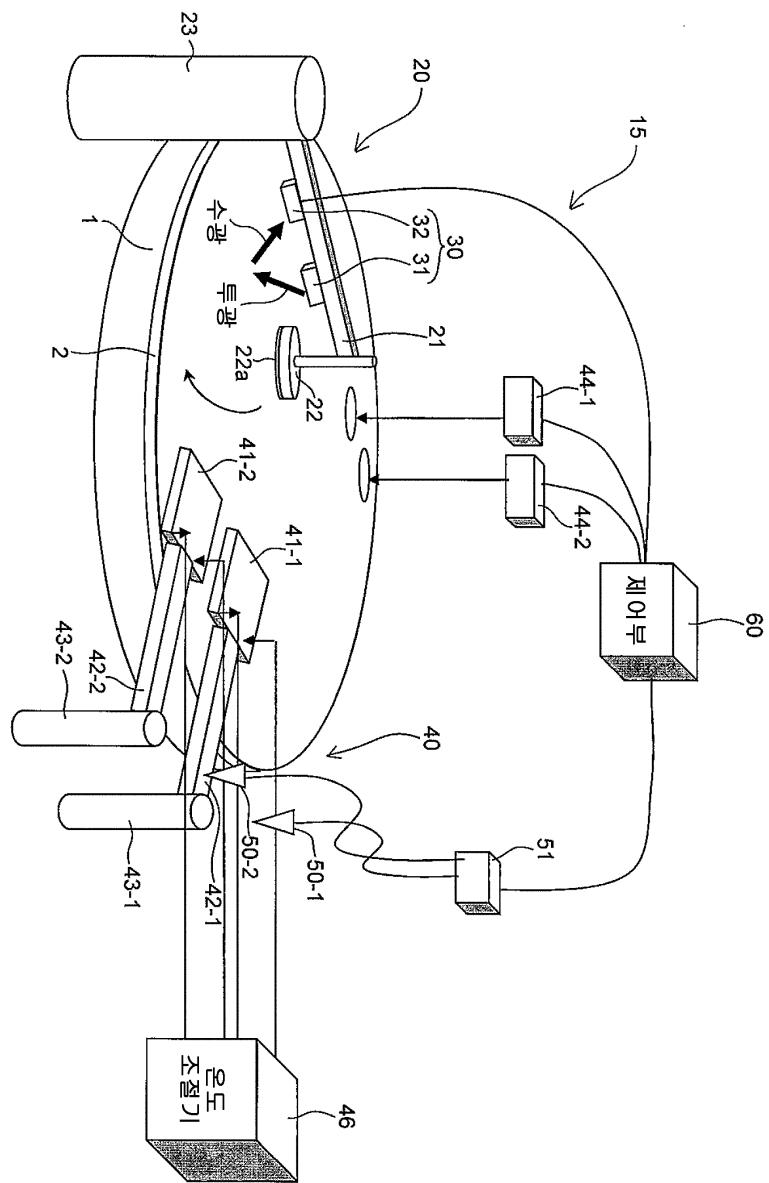


	연마 속도 RR [nm/min]	0.815927025	0.982491262	1.101786146	1.099795567
표준화한 표면 거칠기 Ra [μm] normalized	전체 영역	0.961770942	0.873798828	1.097236497	1.067193733
	선택 영역	0.714357322	0.984174723	1.103329753	1.198138203
표면 거칠기 Ra [μm]	전체 영역	111.5133333	101.3133333	127.22	123.7366667
	선택 영역	8.313333333	11.453333333	12.84	13.943333333

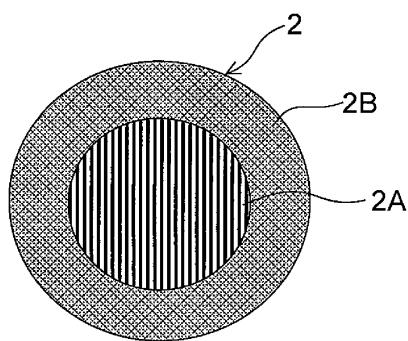
도면5



도면6



도면7



도면8

