(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년09월12일
(11) 등록번호 10-1439984
(24) 등록일자 2014년09월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B24C 3/12 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0117420
(22) 출원일자 2007년11월16일
심사청구일자 2012년05월30일
(65) 공개번호 10-2009-0024602
(43) 공개일자 2009년03월09일
(30) 우선권주장
JP-P-2007-00229377 2007년09월04일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2004122249 A
JP2002113662 A
JP2000218524 A
JP2007038395 A
전체 청구항 수 : 총 16 항

(73) 특허권자
가부시끼가이샤 후지세이사쿠쇼
일본국, 도쿄도, 에도가와-쿠, 마쓰에 5-2-24
(72) 발명자
마세, 케이지
일본국, 토쿄도, 에도가와구, 마츠에 5쵸메, 2반 24고,가부시끼가이샤 후지세이사쿠쇼 나이
츠키타, 모리오
일본국, 토쿄도, 에도가와구, 마츠에 5쵸메, 2반 24고,가부시끼가이샤 후지세이사쿠쇼 나이
(74) 대리인
홍성철

심사관 : 김상배

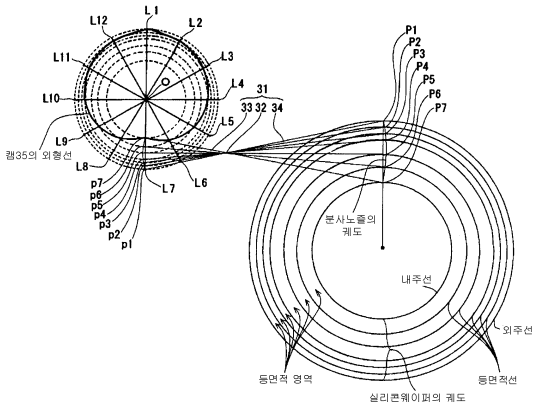
(54) 발명의 명칭 **연삭가공 방법 및 연삭가공 장치**

(57) 요 약

회전 궤적상을 이동하는 워크 W의 전면에, 균일하게 연마재를 분사한다.

워크를 소정의 회전 궤적 상에서 이동함과 동시에, 연마재를 정량씩 분사하는 분사 노즐 20을, 상기 회전 궤적의 중심 측에 향함에 따라 상대적으로 빠르고, 외주 측에 향함에 따라 상대적으로 늦어지도록 이동 속도를 제어하면서 상기 회전 궤적의 상기 외주선과 내주선간, 또는 상기 외주선→중심 방향→외주선간에 반복해 왕복 이동시킨다. 이러한 분사 노즐 20의 이동 속도 제어는, 워크 W의 회전 궤적을 동심원 모양의 복수의 등면적 영역으로 획성(劃成)해, 분사 노즐 20이 각 등면적 영역을 각각 일정시간으로 횡단하도록 제어한다.

대 표 도 - 도8



특허청구의 범위

청구항 1

워크의 표면에 분사 노즐로 연마재를 분사해 실시하는 연삭가공 방법에 있어,

상기 워크를 회전 궤적상에서 이동시킴과 동시에,

상기 회전 궤적의 외주선 내를 당해 회전 궤적의 중심을 중심으로 하는 동심원에 의해 복수의 등면적 영역으로 획성하고,

소정의 축지(軸支) 위치를 지지점으로 한 요동에 의해 상기 분사 노즐을 왕복 이동시키는 스윙 암과, 상기 스윙 암에 외접해 회전하는 것에 의해 상기 스윙 암을 소정의 패턴으로 요동하는 캠을 구비하고,

상기 스윙 암에 설치한 분사 노즐을, 상기 분사 노즐이 소정의 타이밍에 배치되어야 할 위치에 각각 배치했을 때의, 상기 스윙 암의 상기 캠과의 접촉 부분이 배치되는 위치를 각각 기준 입력점으로 해,

상기 캠의 외형 형상을, 상기 타이밍에 대응한 회전 각도마다 상기 기준 입력점을 차례차례 통과하는 형상으로 함과 동시에,

회전하는 상기 캠과 상기 스윙 암과의 접촉에 의해, 일정의 가공조건에서, 연마재를 분사하는 상기 분사 노즐을, 상기 각 등면적 영역을 횡단하는 시간을 일정하게 해서, 상기 각 등면적 영역과 교차하는 방향으로 이동시키는 것을 특징으로 하는 연삭가공 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 워크의 회전 궤적이 상기 외주선과 동심원의 내주선을 가져, 상기 외주선과 내주선간의 간격을 상기 각 등면적 영역으로 획성하는 것을 특징으로 하는 연삭가공 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 등면적 영역의 면적을 ds로 했을 때, 회전 궤적의 내주측으로부터 외주측 방향으로 이동하는 분사 노즐이, 상기 회전 궤적의 중심에서 반경 r_n의 임의의 점에 있어서 소정 시간 내에, 차식,

$$dx = \sqrt{r_n^{\,2} + \frac{ds}{\pi}} - r_n$$

으로 나타내는 이동거리 dx에 근사하도록, 상기 분사 노즐을 이동시키는 것을 특징으로 하는 연삭가공 방법.

청구항 4

청구항 2에 있어서,

상기 등면적 영역의 면적을 ds로 했을 때, 회전 궤적의 외주측으로부터 내주측 방향으로 이동하는 분사 노즐이, 상기 회전 궤적의 중심에서 반경 r_n의 임의의 점에 있어서 소정 시간내에, 차식,

$$dx = r_n - \sqrt{r_n^{\,2} - \frac{ds}{\pi}}$$

으로 나타내는 이동거리 dx에 근사하도록, 상기 분사 노즐을 이동시키는 것을 특징으로 하는 연삭가공 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 워크의 회전 궤적의 외주선 내를 동심원 모양의 등면적으로 획성해, 상기 등면적 영역으로 하는 것을 특징으로 하는 연삭가공 방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 회전 궤적을 복수 개의 등면적 영역으로 획성했을 때의 최소지름의 동심원의 반경을 r_1으로 해, 중심으로부터 n번째의 동심원상에 있는 분사 노즐이, 소정 시간 내에 외주 방향으로 이동하는 거리 dx가,

$$dx_{n-1} = \sqrt{n}r_1 - \sqrt{n-1}r_1$$

에 근사하도록 상기 분사 노즐을 이동시키는 것을 특징으로 하는 연삭가공 방법.

청구항 7

청구항 5에 있어서,

상기 회전 궤적을 복수 개의 등면적 영역으로 획성했을 때의 최소지름의 동심원의 반경을 r_1로 해, 중심으로부터 n번째의 동심원상에 있는 분사 노즐이, 소정 시간 내에 내주 방향으로 이동하는 거리 dx가,

$$dx_{n-1} = \sqrt{n}r_1 - \sqrt{n-1}r_1$$

에 근사하도록 상기 분사 노즐을 이동시키는 것을 특징으로 하는 연삭가공 방법.

청구항 8

청구항 2 내지 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 분사 노즐의 이동을 상기 회전 궤적의 상기 외주선과 내주선의 등면적 영역 범위 내에서 실시하는 것을 특징으로 하는 연삭가공 방법.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 분사 노즐의 이동을 상기 회전 궤적의 외주선→중심 방향→상기 외주선의 중심을 개입시켜 대치하는 외주선 간을 횡단해 실시하는 것을 특징으로 하는 연삭가공 방법.

청구항 10

워크에 연마재를 분사하는 분사 노즐과,

상기 워크를 회전 궤적상에서 이동시키는 회전·반송 수단과,

상기 분사 노즐을, 상기 회전 궤적의 외주선 내를 당해 회전 궤적의 중심을 중심으로 하는 동심원으로 획성한 복수의 등면적 영역의 횡단 시간이 일정하게 상기 각 등면적 영역에 교차할 방향으로 이동시키는 분사 노즐 이동 제어 수단을 구비하고,

상기 분사 노즐 이동 제어 수단은, 소정의 축지(軸支) 위치를 지지점으로 한 요동에 의해 상기 분사 노즐을 왕복 이동시키는 스윙 암과, 상기 스윙 암에 외접해 회전하는 것에 의해 상기 스윙 암을 소정의 패턴으로 요동하는 캠을 구비하고,

상기 스윙 암에 설치한 분사 노즐을, 상기 분사 노즐이 소정의 타이밍에 배치되어야 할 위치에 각각 배치했을 때의, 상기 스윙 암의 상기 캠과의 접촉 부분이 배치되는 위치를 각각 기준 입력점으로 해,

상기 캠의 외형 형상을, 상기 타이밍에 대응한 회전 각도마다 상기 기준 입력점을 차례차례 통과하는 형상으로 한 것을 특징으로 하는 연삭가공 장치.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 스윙 암이, 상기 분사 노즐을 상기 회전 궤적의 상기 외주선과 당해 외주선과 동심원인 내주선 간을 왕복 이동시키는 것을 특징으로 하는 연삭가공 장치.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 스윙 암을, 상기 워크의 회전 궤적의 면에 대해서 직교하는 면에서 요동시키는 것을 특징으로 하는 연삭가공 장치.

청구항 13

청구항 10에 있어서,

상기 워크의 회전 궤적이 외주선과 내주선을 가져, 당해 외주선과 내주선 간의 간격을 면적이 ds인 상기 등면적 영역으로 획성 함과 동시에,

상기 분사 노즐 이동 제어 수단이, 상기 회전 궤적의 중심에서 반경 r_n의 임의의 점에 있어서, 회전 궤적의 내주측으로부터 외주측 방향으로 이동하는 분사 노즐이 소정 시간 내에 이동하는 거리 dx가,

$$dx = \sqrt{r_n^{\,2} + \frac{ds}{\pi}} - r_n$$

과 근사하도록 상기 분사 노즐을 이동시키는 것을 특징으로 하는 연삭가공 장치.

청구항 14

청구항 10에 있어서,

상기 워크의 회전 궤적이 외주선과 내주선을 가져, 당해 외주선과 내주선 간의 간격을 면적이 ds인 상기 등면적 영역으로 획성 함과 동시에,

상기 분사 노즐 이동 제어 수단이, 상기 회전 궤적의 중심에서 반경 r_n의 임의의 점에 있어서, 회전 궤적의 외주측으로부터 내주측 방향으로 이동하는 분사 노즐이 소정 시간 내에 이동하는 거리 dx가,

$$dx = r_n - \sqrt{r_n^{\,2} - \frac{ds}{\pi}}$$

과 근사 하도록 상기 분사 노즐을 이동시키는 것을 특징으로 하는 연삭가공 장치.

청구항 15

청구항 10에 있어서,

상기 워크의 회전 궤적의 외주선 내를 동심원 모양의 등면적으로 획성해 n개의 상기 등면적 영역을 형성해, 상기 등면적 영역을 획성하는 최소지름의 동심원의 반경을 r_1로 했을 때,

상기 분사 노즐 이동 제어 수단이, 중심으로부터 n번째의 동심원상에 있는 분사 노즐을, 소정 시간 내에 외주 방향으로,

$$dx = \sqrt{n+1}r_1 - \sqrt{n}r_1$$

으로 규정되는 이동거리 dx에 근사한 이동거리로 이동하도록 상기 분사 노즐을 이동시키는 것을 특징으로 하는 연삭가공 장치.

청구항 16

청구항 10에 있어서,

상기 워크의 회전 궤적의 외주선 내를 동심원 모양의 등면적으로 획성해 n개의 상기 등면적 영역을 형성해, 상기 등면적 영역을 획성하는 최소지름의 동심원의 반경을 r_1로 했을 때,

상기 분사 노즐 이동 제어 수단이, 중심으로부터 n번째의 동심원상에 있는 분사 노즐을, 소정 시간 내에 내주 방향으로,

$$dx_{n-1} = \sqrt{n}r_1 - \sqrt{n-1}r_1$$

으로 규정되는 이동거리 dx에 근사한 이동거리로 이동하도록 상기 분사 노즐을 이동시키는 것을 특징으로 하는 연삭가공 장치.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 연마용 입자나 각종 연마재 (본 발명에 있어, 이것들을 총칭해 「연마재」라고 한다.)의 분사에 의해, 피처리 대상 내지 피 가공 대상면 (본 발명에 있어, 「워크(W)」라고 한다.)을 연마, 절삭, 클리닝 등 (본 발명에 있어, 이것들을 총칭해 「연삭」이라고 한다.)을 실시하는 연삭가공 방법 및 연삭가공 장치에 관한 것으로, 예를 들면, 실리콘 웨이퍼 (silicon wafer) 등의 웨이퍼 (이하, 간단히, 「웨이퍼(W)」라고도 한다.)를 처리 대상으로 해, 이 웨이퍼 상에 형성된 막이나 오염물의 연삭에 이용할 수가 있는 연삭가공 방법 및 상기 연삭방법으로 사용하는 연삭가공 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 예를 들면, 웨이퍼 등 , 반도체 디바이스(device) 재료로서는, 예를 들면, 단결정 실리콘 웨이퍼에 다수의 공정으로부터 완성되는 가공을 하는 것으로 제조되고 있지만, 이러한 반도체 디바이스의 제조에 관련해, 각 공정의 상태를 모니터링 해, 각 프로세스에 있어서의 조건 등의 검토를 실시하기 위해서, 소위, 테스트 웨이퍼로 불리는 테스트용의 웨이퍼를 제조 공정에 투입하는 것이 행해진다.

[0003] 이하, 테스트 웨이퍼를 예로 들어 기술적 배경 및 과제에 대해서 설명한다.

[0004] 이러한 테스트 웨이퍼는, 실제로 판매되는 제품의 제조에 사용되는 웨이퍼(프라임 웨이퍼)의 생산량의 약 1/3 정도의 양이 사용되고 있다고도 말해질 정도로, 다량으로 사용되고 있지만, 이러한 검사용의 테스트 웨이퍼는, 반도체 디바이스의 제조 공정에 투입할 수는 있지만, 최종적으로 제품으로서 출시되는 것은 아니기 때문에, 프라임 웨이퍼와 같은 평활면을 갖춘 것이면 재생품이어도 사용상 지장이 없다.

[0005] 거기서, 이러한 테스트 웨이퍼는, 일단, 반도체 디바이스의 제조 공정에 투입해서 각종 테스트에 사용한 후, 표면에 형성된 피막이나 더러움을 에칭에 의해 제거해 반복 사용되고 있어 이러한 웨이퍼의 재생 사용에 의해 고가인 웨이퍼의 사용량의 감소와 제조 코스트의 저감이 꾀해지고 있다.

[0006] 이러한 사용이 끝난 테스트 웨이퍼를 재생하기 위해서, 표면에 형성된 피막 등을 제거하는 방법으로서는, 종래, 화학적인 에칭법이 이용되어 왔지만, 화학적 에칭에 의해 피막을 제거하는 경우, 재질에 따라 부식의 속도가 다르기 때문에, 다른 재질로 구성된 피막이 혼재하는 테스트 웨이퍼를 에칭액에 침지하면, 이 재질의 차이에 의한 부식 속도의 차이에 의해 에칭 후의 테스트 웨이퍼의 표면에는 요철이 생긴다.

[0007] 그 때문에, 이와 같이 해서 생긴 요철을, 프라임 웨이퍼와 같은 평탄면으로 가공 하려고 하면, 다음의 폴리싱(polishing) 공정에서 깎는 부분을 크게 잡을 필요가 있어, 그 결과, 테스트 웨이퍼는 한번 사용하면 두께가 큰 폭으로 감소하고, 이로 인해 재생 사용 회수는 제한되는 것이다.

[0008] 또, 전술한 화학적 에칭에 의한 경우, 에칭액의 사용이 불가결하기 때문에, 에칭액이나 에칭 후의 실리콘 웨이퍼의 세정에 사용한 세정수 등은 이것을 그대로 폐기할 수 없고, 에칭액을 무해화하기 위한 처리가 필요하므로, 이러한 처리를 위한 설비 등이 필요하다.

[0009] 그 때문에, 근래에는, 물약 등을 사용한 화학적 처리로부터, 물약 등을 사용하지 않는 드라이 방식으로의 전환이 요구되고 있다.

[0010] 이러한 드라이 방식에 의해 실리콘 웨이퍼의 에칭을 실시하는 방법으로서 실리콘 웨이퍼의 피막 형성면에 분체를 내뿜는 것으로 피막을 연마 제거하는 방법도 제안되고 있다 (특허 문헌 1 참조).

[0011] 상기 웨이퍼에는, 테스트 웨이퍼 외에, 재생해서 사용할 수 있는 더미 웨이퍼, 프라임 웨이퍼도 포함된다.

[0012] 이 발명의 선행 기술 문헌 정보로서는 다음의 것이 있다.

[0013] [특허 문헌 1]일본 특개 제2001-162535호 공보

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0014] 이상과 같이, 연마재인 분체를 내뿜는 것으로 웨이퍼 상의 피막을 제거하는 방법에 있어, 예를 들면, 1회의 처리에 의해 다수의 웨이퍼를 동시에 처리하려고 하면, 턴테이블 상에 소정(所定) 수의 웨이퍼를, 예를 들면, 턴테이블의 외주 측에 인접해 턴테이블의 바깥 둘레 내에 웨이퍼의 외주를 내접 하도록 늘어놓아 배치해, 이 턴테이블을 당해 턴테이블의 중심을 회전 중심으로 해 회전 (공전 ; 웨이퍼는 회전하지 않는다.)·반송시키는 것으로 웨이퍼를 회전이동시켜, 이 이동하는 웨이퍼 상에 연마재를 분사하는 것이 효율적이다.

[0015] 또한, 단일의 웨이퍼를 처리하는 경우에도, 이 웨이퍼가, 예를 들면, 다수의 칩을 잘라내기(다이싱) 위한 웨이퍼 등 대형의 것, 혹은, 증착 치구나 금형 등의 경우 등, 정해진 지점(定点)에 대하여 분체를 내뿜는 것에 의해서는 전체의 가공을 할 수 없는 경우, 이 웨이퍼의 중심을 턴테이블의 중심으로 겹치듯이 배치해, 웨이퍼를 턴테이블 상에 재치(載置)하고, 당해 턴테이블의 중심을 회전 중심으로 해서 회전 (자전 ; 웨이퍼 자체가 회전) 시키면서 연마재를 분사하는 것이 필요하다.

[0016] 그리고, 이와 같이 턴테이블 상을 이동하는 웨이퍼의 전면에 대해서 연마재를 분사하려고 하면, 웨이퍼 W의 회전(공전)·반송 궤적을 턴테이블의 외주선→내주선간을 횡단하도록 분사 노즐을 소요 회수 반복해 왕복 이동시키거나 [도 15(A) 참조] , 또는 하나의 자전하는 웨이퍼 내지 턴테이블 상의 워크를 외주선→중심 방향→상기 외주선의 중심을 매개로 해서 서로 대치하는 외주선 간을 횡단하도록 분사 노즐을 반복해 왕복 이동 [도 15(B) 참조] 시킨다.

[0017] 그러나, 상기의 방법으로 분사 노즐을 이동하는 경우, 분사 노즐의 이동 속도를 일정 속도로 하게되면, 도 15(A), (B) 어느 쪽의 경우에도, 이것에 의해 가공되는 웨이퍼는, 회전(·반송) 궤적의 외주 측에 있어서는 가공도 (주로, 연삭의 깊이)가 낮고, 중심 측에 있어서는 가공도가 높아진다.

[0018] 즉, 도 16에 나타난 바와 같이, 반경 r의 작은 원과 이것에 대해서 반경이 2, 3, 4, 5배로 증가하는 반경 2r, 3r, 4r, 5r의 동심원을 보면, 면적비로, 반경 r의 원에 대해, 반경 2r의 원은 4배, 3r의 원은 9배, 반경 4r의 원은 16배, 반경 5r의 원은 25배가 되고, 각 원의 면적은, 반경의 배수의 자승(r_1n^2) 씩 그 면적이 확대되어, 반경 r의 중심원의 면적에 대해, 그 외주에 형성된 각 무단 환상(無端 環狀)의 띠 모양 부분의 면적은, 외주 방향을 향함에 따라서, 3, 5, 7, 9···배($r_n=(2n-1)\ r_1$)로 그 면적이 증가된다.

[0019] 따라서, 단위 시간당 각도Θ의 일정 속도로 회전하는 턴테이블 상에 재치된 웨이퍼를, 예를 들면, 단위 시간당 거리 r의 일정 속도로 상기 외주선과 당해 외주선과 동심원인 내주선간을 이동하는 분사 노즐에 의해, 회전 중심으로부터 외주 방향을 향해 가공하면, 단위 시간당 가공 면적도, 중심으로부터의 이동거리가 증가함에 따라서, 도면 내의 검은 칠 부분에 나타나듯이 상기 배율로 증가한다. 반대로 말하면, 단위 면적당 가공 시간은 내주 측으로부터 외주 측으로 향함에 따라서 감소한다.

[0020] 그 때문에, 분사 노즐에 의해 분사되는 연마재의 재질, 단위 시간당 연마재의 분사량, 아크하이트 내지 분사 압력이나 분사 속도, 분사 거리 (분사 노즐과 워크간 거리) 등의 다른 가공 조건이 일정하면, 상기와 같이 분사 노즐을 정속(定速)으로 이동시키는 경우, 상술한 것처럼 하나의 워크의 회전 궤적 내지 복수의 워크를 턴테이블의 동심원 상에 재치했을 경우, 턴테이블의 회전 궤적의 외주 측에 있어서는 가공도가 낮고, 내주 측에 있어서는 가공도가 높아진다고 하는 문제가 생기고 웨이퍼의 표면 전체를 균일하게 연삭할 수가 없다.

[0021] 그 결과, 가공도가 낮은 외주측을 기준으로 해서 가공 시간 등의 가공 조건을 설정하면, 가공도가 높은 내주측에서는 과잉 연삭을 하게 되고, 또한, 가공도가 높은 내주 측을 기준으로 가공 조건을 설정하면, 가공도가 낮은 외주측에서는 피막을 완전하게 제거하지 못하고 남기게 된다.

[0022] 특히 실리콘 웨이퍼의 사이즈는, 5, 6, 8 인치로 대형화하고, 현재에 있어서도 12 인치로 이행하고 있듯이, 해마다 한층 더 대형화하고 있어, 이 대형화에 수반하여 전술한 바와 같은 가공 불균일 현상은 더욱더 현저하게 나타나게 된다.

[0023] 복수의 워크를 턴테이블의 동심원상에 재치했을 경우에, 이러한 회전 궤적의 내주측과 외주측에 있어서의 가공도의 차이를 없애려고 하면, 전술한 연마 장치에 의해 일단 웨이퍼의 연삭을 실시한 후, 턴테이블 상의 치구 등으로부터 가공 후의 웨이퍼를 떼어내, 이 웨이퍼를 전번의 가공시와는 내외주 방향을 역방향으로 바꾸어 치구에 재 고정해, 재차 연삭처리를 실시하는 등, 웨이퍼의 전면이 균일하게 되도록 몇차례로 나누어 가공하는 작업이 필요해, 연삭작업에 장시간을 필요로 함과 동시에, 번잡하게 된다.

[0024] 이상의 설명에서는, 테스트 웨이퍼를 재생하는 경우를 예로 들어 설명했지만, 이러한 문제는, 테스트 웨이퍼를 재생하는 경우에 한정되지 않고, 예를 들면, 실리콘 웨이퍼의 표면을 연마, 연삭하거나 소정의 영성함으로 요철부를 형성하거나 또는, 슬릿의 형성, 다듬기(다이싱)를 연마재의 분사에 의해 실시하는 경우 등, 원주 궤적 상을 이동하는 실리콘 웨이퍼의 표면에 연마재를 분사하는 방식으로 실시하는 연삭 작업 전반에 있어서 똑같이 생기는 문제이다.

[0025] 또한, 가공 대상을 실리콘 웨이퍼로 하는 경우로 한정하지 않고, 증착 치구나 금형의 클리닝 등을 위한 연삭, 그 외 어떤 워크를 대상으로 한 연삭가공이든, 회전 궤적 상을 이동하는 워크에 대해서 가공을 실시하는 경우에는, 전술과 같은 가공 불균일이 생길 우려가 있다.

[0026] 따라서, 본 발명은, 전술한 바와 같이 회전 궤적 상을 이동하는 워크에 연마재를 분사하는 경우에 생기는 전술과 같은 문제를 해소하기 위해서 창안된 것으로, 연마재의 분사에 의해 실시하는 워크의 연삭에 있어서, 비교적 간단한 방법에 의해 회전 궤적 상을 이동하는 워크의 전면을, 균일하게 연삭할 수 있는 연삭가공 방법 및 상기 방법을 실현하기 위한 연삭가공 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결수단

[0027] 상기 목적을 달성하기 위해서 , 본 발명의 연삭가공 방법은, 워크 W의 표면에 분사 노즐 20으로 연마재를 분사해 실시하는 연삭가공 방법에 있어서,

[0028] 상기 워크 W를 소정의 회전 궤적 상에서 이동시킴과 동시에,

[0029] 상기 회전 궤적 내를 당해 회전 궤적의 중심을 중심으로 하는 동심원에 의해 복수의 등면적(等面積) 영역으로 구획을 이루도록 획성(劃成))하여,

소정의 축지(軸支) 위치를 지지점으로 한 요동에 의해 상기 분사 노즐(20)을 왕복 이동시키는 스윙 암(31)과, 상기 스윙 암(31)에 외접해 회전하는 것에 의해 상기 스윙 암(31)을 소정의 패턴으로 요동하는 캠(35)을 구비하고,

상기 스윙 암(31)에 설치한 분사 노즐(20)을, 상기 분사 노즐(20)이 소정의 타이밍에 배치되어야 할 위치에 각각 배치했을 때의, 상기 스윙 암(31)의 상기 캠(35)과의 접촉 부분이 배치되는 위치를 각각 기준 입력점(p1~p7)으로 해,

상기 캠(35)의 외형 형상을, 상기 타이밍에 대응한 회전 각도마다 상기 기준 입력점(p1~p7)을 차례차례 통과하는 형상으로 함과 동시에,

회전하는 상기 캠(35)과 상기 스윙 암(31)과의 접촉에 의해, 일정의 가공조건에서, 연마재를 분사하는 상기 분사 노즐(20)을,

상기 각 등면적 영역의 횡단 시간을 일정하게, 즉, 상기 회전 궤적의 중심 측을 향함에 따라 상대적으로 빠르고, 외주 측을 향함에 따라 상대적으로 늦어지도록 이동을 제어해, 각 등면적 영역에 교차할 방향으로 이동 내지 요동시키는 것을 특징으로 한다 (청구항 1의 발명 ; 도 8, 10, 11 참조). 또한, 상기 이동 내지 요동을 반복하는 것도 필요에 따라서 가능하다.

[0030] 이러한 등면적 영역의 획성에 있어, 예를 들면, (턴테이블의) 외주선측에 바깥 둘레가 위치하는 웨이퍼로 이루어진 복수의 워크를 대상으로 할 때, 상기 워크의 회전 궤적이 상기 외주선과 이 외주선으로부터 상기 워크의 직경과 동일한 거리로 된, 동심원의 내주선을 가지는 경우, 당해 외주선과 내주선 간의 간격을 상기 등면적 영역으로 획성할 수가 있고 (청구항 2의 발명 ; 도 8, 10 참조), 또는, 단일의 워크를 자전시킬 때는, 상기 워크의 회전 궤적의 외주선 내의 공간을, 상기 등면적 영역으로 획성해도 좋다 (청구항 5의 발명 ; 도 11 참조). 덧붙여 워크 W가, 도 8, 10에 나타난 바와 같이 내주선을 가지는 환상의 회전 궤적을 가지는 것인 경우에도, 이 외주선 내부를 도 11에 나타난 바와 같이 등면적으로 획성해도 좋다 (청구항 1의 발명).

[0031] 회전 궤적의 내외주선 간을, 면적이 ds인 복수의 등면적 영역으로 획성했을 경우, 상기 회전 궤적의 중심에서 반경 r_n의 임의의 점에 있어 소정 시간 내에 분사 노즐이 외주 방향을 향해 이동하는 이동거리 dx는, 이것을,

[0032] $$dx = \sqrt{r_n^{\,2} + \frac{ds}{\pi}} - r_n$$

[0033] 와 근사하도록 제어할 수가 있고(청구항 3의 발명),

[0034] 또한, 내주 방향을 향해 이동하는 이동거리 dx는, 이것을,

[0035] $$dx = r_n - \sqrt{r_n^{\,2} - \frac{ds}{\pi}}$$

[0036] 와 근사하도록 제어할 수가 있다(청구항 4의 발명).

[0037] 게다가 상기 회전 궤적의 외주내를, 동심원 상태로 복수의 등면적 영역으로 획성했을 때의 최소지름의 동심원의 반경을 r_1 으로 해, 중심으로부터 n번째의 동심원 위에 있는 분사 노즐이, 소정 시간 내에 외주 방향으로 이동하는 거리 dx_n가,

[0038] $$dx = \sqrt{n+1}r_1 - \sqrt{n}r_1$$

[0039] 내주 방향으로 이동하는 거리 dx_n가,

[0040] $$dx_{n-1} = \sqrt{n}r_1 - \sqrt{n-1}r_1$$

[0041] 와 근사하도록, 상기 분사 노즐을 이동시킬 수가 있다 (청구항 6, 7의 발명).

[0042] 이러한 분사 노즐(20)의 이동은, 이것을 상기 회전 궤적의 외주선→내주선간의 범위내에서 실시하는 것이라고 해도 좋고 (청구항 8의 발명), 또는, 상기 이동 내지 요동을 외주선→중심→상기 외주선의 중심을 개입시켜 대치하는 외주선 간의 방향으로 횡단해 실시하는 것이라고 해도 좋다 (청구항 9의 발명).

[0043] 더욱, 상기 연삭가공 방법에 의한 처리는, 상기 회전 궤적의 중심을 중심으로 해 공전하는 워크 W를 대상으로 해도 좋고, 또는, 상기 회전 궤적의 중심을 중심으로 해 자전하는 워크 W를 대상으로 하는 것이어도 좋다.

[0044] 또, 본 발명의 연삭가공 장치는, 워크 W에 연마재를 분사하는 분사 노즐(20)과, 상기 워크 W를 소정의 회전 궤적 위에서 이동시키는, 턴테이블 (11) 등을 갖춘 회전·반송 수단 (10)과, 상기 분사 노즐(20)을, 상기 회전 궤적 내를 당해 회전 궤적의 (회전) 중심을 중심으로 하는 동심원에 의해 획성된 복수의 등면적 영역으로 획성 함과 동시에, 분사 노즐 이동 제어 수단(30)을, 상기 각 등면적 영역의 횡단 시간이 일정하게 되도록 상기 분사 노즐(20)의 이동을 제어해, 상기 회전 궤적의 중심 측으로 향함에 따라 상대적으로 빠르고, 외주 측으로 향함에 따라 상대적으로 늦어지도록 이동 속도를 제어하면서 상기 각 등면적 영역에 교차할 방향으로 이동시키는 분사

노즐 이동 제어 수단(30)을 구비하고,

상기 분사 노즐 이동 제어 수단(30)은, 소정의 축지(軸支) 위치를 지지점으로 한 요동에 의해 상기 분사 노즐(20)을 왕복 이동시키는 스윙 암(31)과, 상기 스윙 암31에 외접해 회전하는 것에 의해 상기 스윙 암(31)을 소정의 패턴으로 요동하는 캠(35)을 구비하고,

상기 스윙 암(31)에 설치한 분사 노즐(20)을, 상기 분사 노즐(20)이 소정의 타이밍에 배치되어야 할 위치에 각각 배치했을 때의, 상기 스윙 암(31)의 상기 캠(35)과의 접촉 부분이 배치되는 위치를 각각 기준 입력점(p1~p7)으로 해,

상기 캠(35)의 외형 형상을, 상기 타이밍에 대응한 회전 각도마다 상기 기준 입력점을 차례차례 통과하는 형상으로 한 것을 특징으로 한다(청구항 10의 발명).

[0045] 상기 스윙 암(31)은, 상기 분사 노즐(20)을 상기 회전 궤적의 상기 외주선과 당해 외주선과 동심원인 내주선 간을 왕복 이동시키는 것으로 할 수가 있다(청구항 11의 발명 ; 도 8, 10, 11 참조).

[0046] 삭제

[0047] 삭제

[0048] 상기 구성의 연삭가공 장치에 있어, 상기 스윙 암(31)은, 이것을 상기 워크 W의 회전 궤적의 면에 대해서 직교하는 면에서 요동시키도록 해도 좋다(청구항 12의 발명 ; 도 13 참조).

[0049] 덧붙여 상기 워크 W의 회전 궤적이 외주선과 내주선을 가져, 당해 외주선과 내주선 간의 간격을 상기 등면적 영역으로 획성함과 동시에,

[0050] 상기 분사 노즐 이동 제어 수단이, 상기 회전 궤적의 중심에서 반경 r_n의 임의의 점에 있어서, 회전 궤적의 내주측으로부터 외주측 방향으로 이동하는 분사 노즐이 소정 시간내에 이동하는 거리 dx가,

[0051] 차식

[0052] $$dx_n = \sqrt{n+1}r_1 - \sqrt{n}r_1$$

[0053] 내주측 방향으로 이동하는 분사 노즐이 소정 시간내에 이동하는 거리 dx가,

[0054] 차식

[0055] $$dx = r_n - \sqrt{r_n^2 - \frac{ds}{\pi}}$$

[0056] 과 근사하도록 상기 분사 노즐을 이동시킬 수도 있다(청구항 13, 14의 발명).

[0057] 또한, 상기 워크 W의 회전 궤적의 외주선내를 동심원 상태로 등면적으로 획성해 n개의 상기 등면적 영역을 형성해, 상기 등면적 영역을 획성하는 최소지름의 동심원의 반경을 r_1으로 했을 때,

[0058] 상기 분사 노즐 이동 제어 수단이, 중심으로부터 n번째의 동심원 위에 있는 분사 노즐을, 소정 시간 내에 외주방향으로, 차식

[0059] $$dx = \sqrt{n+1}r_1 - \sqrt{n}r_1$$

[0060] 내주 방향으로, 차식

$$dx_{n-1} = \sqrt{n}r_1 - \sqrt{n-1}r_1$$

[0061]

[0062] 그리고 규정하는 이동거리 dx_n와 근사한 거리로 이동하도록 상기 분사 노즐을 이동시키는 것이라고 해도 좋다(청구항 15, 16의 발명).

효 과

[0063] 본 발명의 연삭가공 방법 및 연삭가공 장치에 의하면, 이상 설명한 본 발명의 구성에 의해, 분사 노즐(20)을 이동시킬 때, 회전이동하는 워크 W의 회전 궤적의 외주측으로부터 내주측으로 향함에 따라 상대적으로 이동 속도를 빠르게 하고, 또한, 반대로 내주측으로부터 외주측으로 향함에 따라 이동 속도를 상대적으로 늦어지게 변화시켜, 회전 궤적의 내주측과 외주측에서 생기는 가공도의 변화를 감소시킬 수가 있다.

[0064] 그 결과, 예를 들면, 테스트 웨이퍼의 재생에 있어, 턴테이블상에 대한 테스트 웨이퍼를, 여러 차례에 걸쳐 늘어놓고 바꾸어서 처리하는 등의 작업이 불필요해져, 1회의 처리에 의해 테스트 웨이퍼를 균일하게 연삭할 수가 있어 이것에 의해, 테스트 웨이퍼의 연삭량 (두께의 감소) 을 줄일 수가 있어 따라서, 테스트 웨이퍼의 재생 사용 회수를 증가시키는 것이 가능해졌다.

[0065] 또, 분사 노즐(20)이 상기 각 등면적 영역을 등속도로 횡단하도록 분사 노즐(20)의 이동 속도를 전술과 같이 제어하는 캠(35)을 설치함으로써, 회전 궤적 상을 이동하는 워크 W의 어느 부분에 있어서도 단위 면적 당 가공 시간이 일정하게 되어, 회전 궤적의 내외주 측에서 생기는 가공 불균일을 거의 완전하게 없앨 수가 있었다.

[0066] 이러한 분사 노즐(20)의 이동은, 예를 들면, 상기 워크 W가 상기 턴테이블의 회전 궤적의 중심을 중심으로 한 공전 이동을 하고 있는 등 , 회전 궤적의 중심부에 대한 연마재의 분사가 필요하지 않은 경우에는 상기 분사 노즐의 이동 범위를, 상기 회전 궤적의 외주선→내주선 간의 범위내 즉, 워크 직경 내에서 실시하는 것으로 달성된다.

[0067] 한편, 상기 분사 노즐의 이동을, 상기 회전 궤적의 외주선→중심→상기 외주선의 중심을 매개로 대치하는 외주선 간에 실시하는 것으로, 예를 들면, 자전하는 단일의 워크 W에 대해서 연삭가공을 실시하는 경우에도, 워크에 대해서 균일한 가공을 실시할 수가 있었다.

[0068] 분사 노즐(20)의 이동을 스윙 암(31)에 의해 실시하는 경우, 이 스윙 암의 이동 내지는 요동 방향을, 워크 W의 회전 궤적의 면에 대해서 직교하는 면에서 실시하는 것으로, 분사 노즐을 워크의 외주선→중심→상기 외주선의 중심을 개입시켜 대치 하는 외주선 간을 이동하는 직선 이동으로 할 수가 있었다. 그 결과, 워크 W의 회전 방향과 평행으로 요동시켜 분사 노즐을 반달 모양으로 이동시키는 경우에 생기는, 등면적 영역의 폭과 이 등면적 영역의 횡단에 필요한 분사 노즐의 이동거리와의 차이가 생기는 것이 없고, 분사 노즐(20)의 이동의 제어를 정확하게 실시할 수가 있었다.

[0069] 덧붙여 전술한 각 수식에서 구한 이동거리 $dx(dx_n)$로 분사 노즐을 이동시키는 경우에는, 모든 등면적 영역에 대한 분사 노즐의 횡단 시간이 모두 일정하게 되도록, 분사 노즐을 이동시킬 수가 있었다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0070] 다음에, 본 발명의 실시 형태에 대해 이하 설명한다.

[0071] 덧붙여 이하의 실시 형태에 있어서는, 연삭가공의 대상인 워크 W를 모두 웨이퍼로 했을 경우를 예로서 설명하지만, 본 발명에 있어서의 워크 W는, 전술한 것처럼 웨이퍼 내지 실리콘 웨이퍼로 한정되지 않고, 금형이나 치구 등, 각종의 광범위 산업 기계 기구 및 공구 및 이것들의 부품 등을 대상으로 할 수가 있다.

[0072] 본 발명의 연삭가공 장치는, 워크 W (여기에서는, 일례로서 실리콘 웨이퍼 W, 이하, 본 실시 형태의 설명에 있어서는, 단지, 「웨이퍼 W」라고 한다.)의 표면에 연마재를 분사하는 블라스트(blast) 가공 장치 1이고, 웨이퍼 W를 소정의 회전 궤적 상에서 이동시키는 회전·반송 수단 10과 이 반송되는 웨이퍼 W에 대해서 연마재를 분사하는 분사 노즐 20, 및 상기 분사 노즐 20을 소정의 이동 방향으로, 소정의 제어된 이동 속도로 이동시키는 분사 노즐의 이동 제어 수단 30을 적어도 갖추는 것이다(도 4 참조).

[0073] 도 1 ~ 도 3에 나타난 블라스트(blast) 가공 장치 1은, 금속판 등에 의해 형성된 캐비넷 2의 내부에, 블라스트(blast) 가공을 행하기 위한 가공실 3이 형성되고 있음과 동시에, 이 캐비넷 2의 하부를, 하방을 향해 폭을 좁히는 역 사각뿔 형태로 형성하여 가공실 3 내에서 분사된 연마재를 회수할 수 있도록 구성하고 있다.

[0074] 이 캐비넷 2 내에 형성된 가공실 3 내에는, 가공 대상인 웨이퍼 W를 재치(載置)해 회전하는 것으로, 소정의 회전 궤적에 있어서 상기 웨이퍼 W를 가공실 3내에서 이동시키는 턴테이블 11 등에 의해 구성된 회전·반송 수단 10과, 이 회전·반송 수단 10에 장착된 웨이퍼 W에 대해서 연마재를 분사하는 분사 노즐 20이 배치되고 있음과 동시에, 이 분사 노즐 20을 소정의 이동 방향으로, 제어된 이동 속도로 이동시키는 분사 노즐 이동 제어 수단 30이, 상기 캐비넷 2 내외에 걸쳐 설치되고 있다.

[0075] 전술의 회전·반송 수단 10은, 본 실시 형태에 있어서는 캐비넷 2 내에 형성된 가공실 3 내에서 수평 방향으로 회전하는 턴테이블 11을 갖추어, 도시(圖示)한 실시 형태에 있어서는 이 턴테이블 11을 평면시(平面視)로 보는 경우 중앙 부분을 개구(開口)로 한 무단 환상으로 형성하고 있다 (도 5 참조).

[0076] 가공 대상으로 하는 웨이퍼 W는, 이 턴테이블 11상에 직접 재치해 반송하는 것으로 해도 좋지만, 본 실시 형태에 있어서는, 상기 턴테이블 11상에 가공 대상으로 하는 웨이퍼 W를 각각 개별적으로 설치 가능한 복수의 치구 12를 설치해, 이 치구 12상에 각각 웨이퍼 W를 박리 가능한 접착물 또는 후술하는 진공 지퍼 등의 고정 수단으로 고정할 수 있도록 구성한 것이다 (도 4 참조).

[0077] 여기에서는, 이 치구 12는, 본 실시 형태에 있어서는, 가공 대상으로 하는 웨이퍼 W를 재치 가능한 사이즈의 원반 모양을 이루어, 이 치구 12 상에 재치된 웨이퍼 W가, 가공중에, 분사 노즐 20에서 분사되는 연마재나 압축 공기 등에 의해 날려 버리거나 또는 위치 차이를 일으키는 일이 없도록, 웨이퍼 W를 고정하는 수단, 예를 들면, 재치된 웨이퍼 W를 진공 흡착하는 진공 지퍼 또는, 정전기적으로 고착하는 정전(靜電) 지퍼 등을 설치하는 것이 바람직하다.

[0078] 이 치구 12는, 전술한 턴테이블 11 상에 위치 결정되어 고정되어, 이것에 의해 각 치구 12상의 웨이퍼 W는, 턴테이블 11상에 안정된 상태로 고정됨과 동시에, 턴테이블 11의 회전에 수반해, 이 턴테이블 11의 회전 중심을 중심으로 해서 공전한다.

[0079] 상기 턴테이블 11 및 이 턴테이블 11에 설치된 치구 12로 이루어지는 상기 회전·반송 수단 10에 의해 이동하는 웨이퍼 W에 대해서 연마재를 분사하는 전술의 분사 노즐 20은, 본 실시 형태에서는, 이 분사 노즐 20을 웨이퍼 W의 회전 궤적을 횡단할 방향으로 반복 이동시키는 분사 노즐 이동 제어 수단 30에 장착되고 있어, 이 분사 노즐 이동 제어 수단 30에 의해 분사 노즐 20은, 상기 웨이퍼 W의 회전 궤적을 횡단할 방향으로 반복 이동함과 동시에, 턴테이블 11의 중심 측으로 향함에 따라 빠르고, 외주 측으로 향함에 따라 늦어지도록 그 이동 속도가 제어된다.

[0080] 이러한 분사 노즐 20의 이동과, 이동 속도의 제어를 행하기 위한, 상기 분사 노즐 이동 제어 수단 30은, 도 5에 나타난 바와 같이, 상기 분사 노즐 20을 요동시키는 스윙 암 31 (31 a ~ 31 c)과 이 스윙 암 31을 요동시키는 캠 35를 갖추고 있어, 이 캠 35의 형상을 본원 발명에 기초하는 형상으로 하는 것에 의해, 분사 노즐 20의 이동 속도를, 전술한 것처럼, 내→외주 방향에 있어서의 위치에 대응해 가변으로 하는 속도 제어가 가능해진다.

[0081] 본 실시 형태에 있어서는, 전술한 캠 35나, 이 캠을 회전 구동하는 모터 36, 당해 모터 36의 회전을 상기 캠 35에 전달하는 동력 전달 기구 37 (도 6 및 도 7에 나타난 예에서는, 풀리(pulley) 37 a, 37 b 및 풀리 벨트 37 c)을, 연마재나 분진 등의 영향이 비교적 적은 가공실 3 외에 배치할 수가 있도록 하기 위해서, 상기 캐비넷 2의 천판(天板)에 캐비넷 2 내외를 관통하는 베어링(軸受) 38을 설치해 이 베어링 38에, 캐비넷 2 내외를 관통해 설치된 회전축 32를 축승(軸承)해, 캐비넷 2 밖에서 상기 회전축 32에게 줄 수 있었던 회전력을, 캐비넷 2 내에 전달하는 구성으로 하고 있다.

[0082] 그리고, 캐비넷 2 내에서 이 회전축 32에 직교 방향으로 설치된 분사 노즐 고정 암 34와, 상기 캐비넷 2 밖에서 상기 회전축 32에 대해서 직교하도록 설치되어, 상기 캠 35와 접촉해 캠 35의 외주 형상에 따라서 요동되는 캠 암 33을 설치해, 상기 회전축 32, 분사 노즐 고정 암 34 및 캠 암 33에 의해, 전술한 스윙 암 31 (31 a, 31 b, 31 c)이 각각 형성되고 있다.

[0083] 도 5에 나타난 실시 형태에 있어서는, 이 스윙 암 31 (31 a, 31 b, 31 c)을, 1개의 블라스트(blast) 가공 장치에 대해서 3개 설치해, 이 중의 2개의 스윙 암 31 a, 31 b에 설치한 (2개의) 캠 암 (33, 33)을, 후술하는 캠 35를 사이에 두도록 배치하는 것으로 (도 6, 7 참조), 2개의 스윙 암 31 a, 31 b를 요동함과 동시에, 상기 2개의

스윙 암 가운데의 한편의 스윙 암 31 a의 회전축 32와, 나머지 하나의 스윙 암 31 c의 회전축 32를 링크 39에 의해 연결하는 것으로, 3개의 스윙 암 31 a, 31 b, 31 c를 단일의 캠 35의 회전에 의해 웨이퍼 W의 이동 궤적을 횡단하도록 요동할 수가 있음과 동시에, 이 요동에 의한 분사 노즐 20의 이동 속도를 전술한 것처럼 회전 궤적의 중심 측으로 향함에 따라서 빠르고, 외주 측으로 향함에 따라서 늦어지도록 제어하고 있다.

[0084] 덧붙여 도시(圖示)한 실시 형태에 있어서는, 전술한 것처럼 1개의 블라스트(blast) 가공 장치에 3개의 스윙 암 31 a, 31 b, 31 c를 설치한 예를 설명했지만, 블라스트(blast) 가공 장치의 사이즈, 하나의 배치(batch)에서 처리하는 웨이퍼 W의 수 등에 응해, 분사 노즐 20의 수 및 이것을 이동시키는 스윙 암 31의 수를 증감하는 것이 가능하다.

[0085] 또, 도시한 실시 형태에 있어서는, 각 스윙 암 31 (31 a, 31 b, 31 c)에 설치한 분사 노즐 고정 암 34에 각각 2개씩 분사 노즐 20을 달고 있지만 (도 4 및 도 5 참조), 각 스윙 암 31 (31 a, 31 b, 31 c)에 다는 분사 노즐 20의 수는, 1개이어도 좋고, 또는 2개 이상의 분사 노즐 20을 설치하는 것이라도 좋다.

[0086] 이 스윙 암 31 (31 a, 31 b, 31 c)은, 웨이퍼 W의 회전 궤적을 횡단하도록 상기 분사 노즐 20을 왕복 운동시킬 수가 있는 것이면 그 설치 위치는 특히 한정되지 않고, 캐비넷 2의 어느 위치에 달아도 좋고, 도시한 실시 형태에 있어서는, 스윙 암 31 (31 a, 31 b, 31 c)의 요동에 있어서의 지지점(支點)이 되는 회전축 32가, 평면시(平面視)로 보는 경우 턴테이블 11의 외주측이 되도록 배치하고 있음과 동시에, 캠 35를 이 회전축 32에 대해서 턴테이블 11의 내주 측에 배치하고 있지만 (도 5 참조), 이것과는 반대로, 스윙 암 31의 지지점이 되는 회전축 32가 내주측, 캠 35가 외주측이 되도록 배치하는 것이라도 좋고, 도시한 실시 형태로 한정되지 않는다.

[0087] 상기 웨이퍼 W의 회전 궤적에 교차하는 상기 분사 노즐 20의 이동은, 전술과 같이, 턴테이블 11의 외주측으로부터 내주 측으로 향함에 따라서 상대적으로 속도가 빠르고, 내주측으로부터 외주 측으로 향함에 따라서 상대적으로 속도가 늦게 변화하도록 제어된다.

[0088] 이러한 분사 노즐 20의 이동 속도 제어는, 도 8에 나타난 바와 같이, 웨이퍼 W의 회전 궤적, 동심원에 의해 면적이 일정하게 되도록 복수의 등면적 영역으로 구획(區劃)해, 각 등면적 영역에 대한 분사 노즐 20의 횡단 시간이 일정하게 되도록 제어한다. 따라서, 결과적으로, 외주측으로부터 내주 측으로 이동함에 따라 분사 노즐 20의 이동 속도가 빠르고, 내주측으로부터 외주 측으로 향함에 따라 이동 속도가 늦게 변화하도록 이동 속도를 제어하게 된다. 이와 같이 해서, 동일 가공 조건에 있어서의 연마재의 분사에 의해 단위 시간 당 가공할 수 있는 가공 면적이, 이 궤적의 내주측과 외주측에서 일정하게 되도록 할 수가 있다.

[0089] 도 8에 나타낸 예에서는, 설명의 편의상, 웨이퍼 W의 회전 궤적, 무단 환상의 띠모양에 형성된 6개의 등면적 영역으로 구획한 예를 나타내고 있지만, 이 웨이퍼 W의 회전 궤적을 더욱 다수의 등면적 영역에 구획하는 것으로써, 보다 바람직하게는, 웨이퍼 W의 회전 궤적을, 무수한 미소(微小)한 등면적 영역의 연속으로서 포착해 각 등면적 영역의 횡단 시간을 일정시간 τ으로 하도록 분사 노즐 20의 이동을 제어하는 것으로, 보다 정확하게 단위 시간 당의 가공 면적을 일정하게 하는 것이 가능해진다.

[0090] 이와 같이, 회전 궤적의 내주측과 외주측에 있어 가공 불균일 및 얼룩짐을 없앨 수 있는 분사 노즐 20의 이동 속도의 변화는, 일례로서 이하와 같이 해 산출할 수가 있다.

[0091] 웨이퍼 W가, 내주의 반경이 r, 외주의 반경이 R인 환상(環狀)의 회전 궤적 위를 이동하고 있는 경우에 있어, 분사 노즐이, 웨이퍼 W의 회전 궤적의 중심측으로부터 외주측으로 향해 이 회전 궤적의 외주선→내주선간을 횡단하는 경우에는, 이 회전 궤적의 중심에서 반경 r_n의 임의의 점에 있어, 분사 노즐이 소정 시간 τ의 사이에 이동하는 거리를 dx, 소정 시간 τ에 있어서의 가공 면적을 ds로 하면, 차식

$$ds = \pi\left\{(r_n + dx)^2 - r_n^2\right\} = \pi\left(2r_n dx + dx^2\right)$$

$$dx^2 + 2r_n dx - \frac{ds}{\pi} = 0$$

$$dx^2 + 2r_n dx = (dx + r_n)^2 - r_n^2 = \frac{ds}{\pi}$$

$$dx + r_n = \sqrt{r_n^2 + \frac{ds}{\pi}}$$

[0092]

[0093] dx에 관한 2차 방정식으로 해, 부(-)의 해답은 무시해서 아래와 같은 해답을 얻는다.

$$dx = \sqrt{r_n^2 + \frac{ds}{\pi}} - r_n \quad \cdots \text{식 (1)}$$

[0094]

[0095] 여기서, 웨이퍼 W의 회전 궤적을, n개의 등면적 영역으로 분할했을 경우에 있어서는,

$$ds = \frac{\pi\left(R^2 - r_n^2\right)}{n} \quad \cdots \text{식 (2)}$$

[0096]

[0097] 따라서, 상기 식(1) 중의 ds에, 상기 식(2)을 대입함과 동시에, 임의의 점r_n의 값을 대입하는 것으로써, 상기 임의의 점r_n으로부터 외주 방향으로 이동하는 분사 노즐 20이, 소정 시간 τ 당 이동하는 거리 dx를 산출할 수가 있다.

[0098] 이상의 식(1), 식(2)을 사용해, 외경 (외주선의 지름)이 φ1400 ㎜, 내경 (내주선의 지름)이 φ1000 ㎜의 턴테이블 상에 재치된 웨이퍼 W (직경 400 ㎜)를 연삭가공할 때의, 분사 노즐의 소정 시간 τ마다의 이동거리를 구하면, 이 턴테이블의 내주 및 외주를, 웨이퍼 W의 회전 궤적의 외주 및 내주로 하면, 상기 식(2)에 있어서의 R=700 ㎜ , r=500 ㎜ 로 해서, 또한, 상기 웨이퍼 W의 회전 궤적을, 18개의 등면적 영역으로 구획했을 경우(n=18)를 예로 들면,

[0099] 상기 식(2)에 따라,

$$ds = \frac{\pi\left(R^2 - r^2\right)}{n} = \frac{\pi\left(700^2 - 500^2\right)}{18} = 41888(mm^2)$$

[0100]

[0101] 따라서, 턴테이블의 내주연(內周緣)을 출발점 r_0(r_0=r=500 ㎜)로 해, 이 출발점 r_0로부터 소정 시간 τ의 사이에 외주 방향으로 이동하는 분사 노즐의 이동거리 dx_1, 및 소정 시간 τ 경과 후의 분사 노즐의 위치 (회전 궤적의 중심으로부터의 반경)를 r_1로 하면, 식(1)에 따라,

$$dx_1 = \sqrt{r_0^2 + \frac{ds}{\pi}} - r_0 = \sqrt{500^2 + \frac{41888}{\pi}} - 500 = 13.2$$

$$r_1 = r_0 + dx_1 = 500 + 13.2 = 513.2$$

[0102]

[0103] 같은 형태로 해서, 상기 r_1를 식(1)에 있어서의 r_n(분사 노즐 20의 출발점)로 해서

[0104] 소정 시간 τ 사이에 이동하는 거리를 dx_2, 소정 시간 τ경과 후의 분사 노즐의 위치 (회전 궤적의 중심으로부터의 반경) r_2를 구해 같은 작업을 등면적 영역의 분할 수 (n=18)로 반복해 dx_2 ~ dx_{18}, r_2 ~ r_{18}를 구하면, 각 등면적 영역의 폭, 즉, 소정 시간 τ 마다의 분사 노즐의 이동거리를 구할 수가 있다.

[0105] 일례로서 상기 방법에 의해 구한 소정 시간 τ 마다의 분사 노즐의 이동거리 dx_1 ~ dx_{18}, 및 회전 궤적의 중심으로부터의 거리 r_0 ~ r_{18}는, 각각 아래와 같은 표 1에 나타내는 대로가 된다.

표 1

이동거리(mm)	중심에서의 반경(mm)	이동거리(mm)	중심에서의 반경(mm)
	$r_0 = 500$	$dx_{10} = 10.9$	$r_{10} = 619.3$
$dx_1 = 13.2$	$r_1 = 513.2$	$dx_{11} = 10.7$	$r_{11} = 630.0$
$dx_2 = 12.8$	$r_2 = 526.0$	$dx_{12} = 10.5$	$r_{12} = 640.5$
$dx_3 = 12.5$	$r_3 = 538.5$	$dx_{13} = 10.3$	$r_{13} = 650.8$
$dx_4 = 12.2$	$r_4 = 550.8$	$dx_{14} = 10.2$	$r_{14} = 661.0.$
$dx_5 = 12.0$	$r_5 = 562.8$	$dx_{15} = 10.0$	$r_{15} = 670.8$
$dx_6 = 11.7$	$r_6 = 574.5$	$dx_{16} = 9.9$	$r_{16} = 680.7$
$dx_7 = 11.5$	$r_7 = 586.0$	$dx_{17} = 9.7$	$r_{17} = 690.4$
$dx_8 = 11.3$	$r_8 = 597.3$	$dx_{18} = 9.6$	$r_{18} = 700.0$
$dx_9 = 11.1$	$r_9 = 608.4$		

[0106]

[0107] 이상의 설명에서는, 분사 노즐 20이 회전 궤적의 중심측으로부터, 외주 측에 향해 이동하는 경우의 소정 시간 τ 마다의 분사 노즐 20의 이동거리 및 중심으로부터의 반경을 각각 구했지만, 이것과는 반대로, 분사 노즐 20이, 회전 궤적의 외주측으로부터, 내주 측에 이동하는 경우에도, 같은 결과를 얻을 수 있다.

[0108] 즉, 임의의 반경 r_n의 위치에서, 분사 노즐이 소정 시간 τ 당 이동하는 거리 dx, 가공 면적을 ds로 하면, 차식

$$ds = \pi\left\{r_n^{\,2} - (r_n - dx)^2\right\} = \pi\left(2r_n dx - dx^2\right)$$

$$dx^2 - 2r_n dx + \frac{ds}{\pi} = 0$$

[0109]

[0110] dx에 관한 2차 방정식으로 해, 부(-)의 해답은 무시해 아래와 같은 해답을 얻는다.

$$dx = r_n - \sqrt{r_n^{\,2} - \frac{ds}{\pi}}$$

[0111]

[0112] 여기서, 분사 노즐이, 턴테이블의 외주(r_{18}=R=700 ㎜)를 출발점으로서 소정 시간 τ의 사이에 이동하는 거리 dx_{18}는, 차식

$$dx_{18} = r_{18} - \sqrt{r_{18}^{\,2} - \frac{ds}{\pi}} = 700 - \sqrt{700^2 - \frac{41888}{\pi}} = 9.6$$

[0113]

[0114] 따라서, 분사 노즐의 이동 개시부터 소정 시간 τ 경과 후에 있어서의 분사 노즐의 위치(회전 궤적 중심으로부터의 반경 r_{17})는, 차식

$$r_{17} = r_{18} - dx_{18} = 700 - 9.6 = 690.4$$

[0115]

[0116] 가 되어, 소정 시간 τ마다 이동하는 거리 및 이동 후의 회전 궤적 중심으로부터의 거리는, 모두 중심 측으로부

터 외주 측에 분사 노즐을 이동하는 경우에 구한 결과 (표 1 참조)와 같은 결과가 된다.

[0117] 이상과 같이 해 구한 각 r_1 ~ r_{17}를 반경으로 한 동심원에 의해, 턴테이블 위를 분할해 등면적 영역을 획성해, 획성된 각 등면적 영역을, 분사 노즐이 전술한 일정시간 τ으로 횡단하도록, 분사 노즐의 이동 속도를 제어하는 것으로, 단위시간 당 가공 면적이 일정하게 되도록, 분사 노즐의 이동 속도를 제어할 수가 있었다.

[0118] 이와 같이, 분사 노즐 20을 제어된 속도로 이동 가능케 하기 위한 캠 35는, 일례로서 도 6에 나타난 바와 같이, 하트(heart) 형을 한, 「하트 캠」이라고 불리는 캠을 사용할 수가 있어, 그 외형 형상을 아래와 같이 특정하는 것으로, 전술한 것처럼, 웨이퍼 W의 회전 궤적을 등면적(等 面積)으로 분할해 얻은 각 등면적 영역의 횡단 시간을 일정하게 하는 분사 노즐 20의 이동을 실현하는 것이 가능하다.

[0119] 도 8은, 전술한 분사 노즐 20의 이동 속도 제어를 가능케 하는 캠 35의 외경 형상의 특정 방법을 설명하기 위한 설명도이고, 도면 내에 2개의 원을 연결하는 직선은, 스윙 암 31의 분사 노즐 고정 암 34와 캠 암 33을 각각 나타내는 것으로, 이 도에서는, 설명의 편의상, 분사 노즐 고정 암 34와 캠 암 33을, 지지점 (회전축 32 ; 2개의 원의 약 중간을 나타낸다)을 중심으로 반대 방향으로 직선 모양에 배치한 상태를 상정하고 있지만, 캠 암 33과 분사 노즐 고정 암 34의 배치는, 도 5에 나타내는 V자 모양과 같이, 각도를 수반한 배치로 할 수가 있다.

[0120] 도면 내 우측의 동심원은, 웨이퍼 W의 회전 궤적을 소정(所定)수(數) (도시의 예에서는 6개)의 등면적 영역으로 구획된 동심원이고, 분사 노즐 20을 이 각 등면적 영역의 통과시간이 일정하게 되도록 상기 스윙 암 31을 요동시키는 캠 형상을 도면 내 좌측에 나타내고 있다.

[0121] 도 8에 있어, 점 P1 ~ P7은, 분사 노즐 고정 암 34에 장착된 분사 노즐 20의 이동 궤적과 상기 웨이퍼의 이동 궤적의 외주선 및 내주선, 및 상기 내외주선간에 형성된, 상기 등면적 영역을 구획하는 선 (등면적선)과의 교점(交點), 즉, 분사 노즐 20이 소정 시간 τ마다 위치해야할 장소를 나타내는 것으로, 점 p1 ~ p7은, 분사 노즐 20이 상기 점 P1 ~ P7에 있을 때의, 상기 캠 암 33의 캠의 외주와의 접촉점 (입력점)의 위치 (기준 입력점)이고, P, p에 있어 동일 숫자의 각 점이 서로 대응 관계에 있다.

[0122] 덧붙여 분사 노즐 고정 암 34에 복수의 분사 노즐 20이 장착되고 있는 경우에는, 이 중의 어느 쪽이든 하나의 분사 노즐 20의 이동 궤적, 또는, 분사 노즐 20의 배치 구간에 있어서의 분사 노즐 고정 암 34 상의 임의의 점의 이동 궤적과 상기 내·외주선 및 등면적 선과의 교점을 각각 앞에 설명한 점 P1 ~ P7으로서 설정해도 좋다.

[0123] 덧붙여 턴테이블 11, 스윙 암 31, 및 캠 35의 위치 관계는, 캠 35의 회전에 수반해 분사 노즐 20을 소정의 속도 변화로 이동시킬 수가 있는 것이면 어떤 배치로 해도 좋지만, 본 실시 형태에 있어서는, 캠 35의 외형 형상을 특정하기에 알맞게, 일례로서 턴테이블 11, 스윙 암 31, 및 캠 35를 도 9에 나타난 배치로 했다.

[0124] 도 9에 있어, 전술의 스윙 암 31은, 분사 노즐 고정 암 34와 캠 암 33을, 지지점 Q_0(회전축 32)를 통과하는 동일 직선상에 배치한 것이고, 요동 범위의 중간 위치에 있는 상기 스윙 암을, 상기 턴테이블의 내외주간의 중간 원 (턴테이블의 회전 중심을 중심으로 해, (R+r)/2를 반경으로 하는 원) P_C의 접선 상에 배치함과 동시에, 상기 중간 원 P_C와 상기 접선과의 접점을 지나는 상기 접선에 직각인 선과, 상기 턴테이블 11의 외주 및 내주와의 교점을, 각각 분사 노즐 고정 암 34에 장착된 분사 노즐 20의 이동 범위의 종단(終端)으로 하고 있다.

[0125] 또한, 상기 캠 암 33의, 상기 캠 외주와의 접촉점 (입력점)의 이동 범위의 양단, 즉, 분사 노즐 20이 턴테이블의 외주 선상에 있을 때와 턴테이블의 내주 선상에 있을 때의 상기 입력점 (기준 입력점 p1, p7)을 잇는 직선의 연장상에서 만나, 상기 입력점 (기준 입력점 p1, p7) 가운데, 어느 쪽이든 가까운 편에 대해 캠의 최소 반경 C_{min} 떨어진 위치, 도시한 예에서는, 분사 노즐 20이 턴테이블 11의 내경 상에 있을 때의 이동 단측(端側)에서, 캠의 최소 반경 C_{min} 분리된 위치에, 캠의 회전 중심 O를 배치하고 있다.

[0126] 따라서, 턴테이블의 회전 중심 P_0에 대한, 캠 35의 회전 중심 O의 배치는, 차식

$$L_x = L_1 \cos\theta + L_2 \cos\theta = (L_1 + L_2)\cos\theta$$

$$L_y = r_1 + C_{min} + (L_1 + L_2)\sin\theta$$

$$\theta = \sin^{-1}\left(\frac{r_c - r_1}{L_1}\right)$$

[0127]

[0128] 이 된다.

[0129] 덧붙여 캠의 회전 중심 O의 배치는, 도 8, 도 9에 나타내는 예로 한정되지 않고, 예를 들면, 도 6에 나타난 바와 같이, 캠 암과 캠 외주와의 접촉점의 이동 궤적이 그리는 원호의 연장상에 배치하는 것으로 해도 좋다.

[0130] 도 8에 있어, 캠 35의 외주는, 이 캠 35가 소정의 회전 방향으로 0° ~ 180° 회전하는 동안에 입력점 p1 ~ p7에 차례차례 접촉해, 나머지의 180° ~ 360° (0°) 회전하는 동안에 p7 ~ p1와 차례차례 접촉하는 형태로 하는 것으로, 캠의 일 회전으로 분사 노즐 20을, P1 ~ P7에 이르러, P7에서 되풀이해 재차 P1으로 돌아가는 반복 운동을 실시하게 할 수 있도록 구성하고 있다.

[0131] 그리고, 상기 캠 35의 외주를, 캠 35의 소정 회전 각도마다 (웨이퍼 W의 회전 궤적을 6개의 등간격 영역으로 분할한 도시의 실시 형태에서는, 2배의 12 분할하는 30° 마다)에 차례차례 p1 ~ p7을 통과하는 형상으로 함으로써, 분사 노즐 20이 P1 ~ P7의 각 점을 일정 시간마다 통과하도록 제어할 수가 있다.

[0132] 이러한 캠의 외형 형상은, 전술한 캠 35의 회전 중심 O를 중심으로 해, 각 기준 입력점 p1 ~ p7을 각각 통과하는 동심원을 그리는 동시에, 이 동심원을 30°마다의 등각도(等角度)에 등각선(等角線)으로 구획해, 이 등각선의 하나를 기준 등각선 L1이라 하고, 상기 기준 입력점 p1을 통과하는 원과의 교점을 지나, 상기 기준 등각선 L1으로부터 시계회전, 반(反)시계 회전에 각각 30° 떨어져 있는 등각선 L2, L12와 기준 입력점 p2를 통과하는 원과의 교점, 등각선 L3, L11과 기준 입력점 p3를 통과하는 원과의 교점, 등각선 L4, L10과 기준 입력점 p4를 통과하는 원과의 교점, 등각선 L5, L9과 기준 입력점 p5를 통과하는 원과의 교점, 등각선 L6, L8와 기준 입력점 p6를 통과하는 원과의 교점을 지나, 상기 기준 등각선 L1에 대해서 180° 위상의 위치에 있는 등각선 L7에서, 기준 입력점 p7을 통과하는 최소원의 교점에 이른다, 대략 하트형의 외주를 캠 면형상에 형성하는 것에 의해, 분사 노즐 20의 반복 이동과 전술한 이동 속도의 제어를 할 수가 있다.

[0133] 덧붙여 전술한 방법에 의한 캠 35의 외형 형상의 특정은, 캠 암 33에 대한 캠 35의 회전 중심 O의 배치를 변경했을 경우에 있어서도 적용할 수가 있어, 도 8을 참조한 설명에서는, 기준 입력점 p7측에 캠의 회전 중심 O를 배치한 예에 대해서 설명했지만, 이것과는 반대로 캠의 회전 중심 O를, 기준 입력점 p1측에 설치했을 경우에 있어서도, 이것에 대응한 형상의 캠의 외형을 용이하게 특정할 수가 있다 (도 10 참조).

[0134] 덧붙여 도 8을 참조한 설명에서는, 설명의 편의상, 웨이퍼 W의 이동 궤적을 6개의 등면적 영역에 구획했을 경우를 예로서 설명했지만, 웨이퍼 W의 이동 궤적을, 예를 들면, 18개, 36개와 이것을 한층 더 세세한 등면적 영역으로 구획함과 동시에, 등각도선을 18개의 등면적 영역으로 구획했을 경우에는 10°마다, 36개의 등면적 영역으로 구획했을 경우에는 5°마다 설치하는 등, 보다 세세하게 설정하는 것으로, 캠 35의 외주 형상을 보다 상세하게 특정하는 것이 가능하고, 실시에 있어, 상기 분할수의 선택은 적의 임의로 실시할 수가 있다.

[0135] 이상 도 8 ~ 도 10을 참조한 설명에서는, 분사 노즐 20의 반복 운동을, 턴테이블의 회전 궤적에 있어서의 외주선과 내주선간의 각 등면적 영역 (무단 환상의 궤적의 폭)에 교차할 방향으로 횡단하는 것으로서 설명했지만, 회전하는 턴테이블을 외주선→중심→상기 외주선의 중심을 개입시켜 대치하는 외주선간에 횡단하도록 분사 노즐 20을 반복 이동하는 경우에도, 턴테이블을 복수의 등면적 영역으로 획성해, 분사 노즐 20이 각 등면적 영역을 소정 시간 τ에 횡단하도록 분사 노즐의 이동을 제어하는 것으로, 단위시간 당 가공 면적이 일정하게 되는 절삭 가공을 실현할 수가 있다.

[0136] 일례로서 분사 노즐 20을 턴테이블을 상기와 같이 이동시키는 경우, 턴테이블의 회전 중심으로부터 임의의 거리

r_n의 위치에 있는 분사 노즐의 이동 속도 (소정 시간 τ의 사이에 이동하는 거리 dx)는, 차식에 근거해 얻을 수 있다.

[0137] 턴테이블의 외경 (워크 내지 웨이퍼 직경)을 R, 턴테이블 위의 면적 (총가공 면적)을 S로 하면, 차식

$$S = \pi R^2$$

[0138]

[0139] 따라서, 이 턴테이블 위를, n개의 등면적 영역으로 획성했을 경우에 있어서의, 각 등면적 영역의 면적 ds는, 차식

$$ds = \frac{S}{n} = \frac{\pi R^2}{n}$$

[0140]

[0141] 가 된다.

[0142] 여기서, 턴테이블 위를 n개로 분할하는 동심원 가운데 제일 작은 원 (最小圓)의 반경을 r_1로 해, 상기 최소원에 대해서 한(1) 사이즈 큰 동심원의 반경을 r_2, 두(2) 사이즈 큰 동심원의 반경을 r_3……로 하면, n번째의 원의 반경 r_n, 및 반경 r_n의 위치로부터 소정 시간 τ에 있어 분사 노즐이 외주 방향으로 이동하는 거리 dx는, 각각 차식과 같이 된다

$$\pi r_1^2 = ds$$

$$r_1 = \sqrt{\frac{ds}{\pi}}$$

$$\pi r_2^2 = 2ds$$

$$r_2 = \sqrt{\frac{2ds}{\pi}} = \sqrt{2} r_1$$

$$dx_1 = \sqrt{2} r_1 - \sqrt{\frac{ds}{\pi}}$$

$$\pi r_n^2 = nds$$

$$r_n = \sqrt{\frac{nds}{\pi}} = \sqrt{n} r_1$$

$$dx = \sqrt{n+1} r_1 - \sqrt{n} r_1$$

[0143]

[0144] 덧붙여 회전 궤적상의 소정의 위치 r_n로부터, 분사 노즐 20이 내주 방향으로 소정 시간 τ에 이동하는 이동거리 dx_{n-1}은, 차식

$$dx_{n-1} = \sqrt{n} r_1 - \sqrt{n-1} r_1$$

[0145]

[0146] 가 된다.

[0147] 일례로서 직경이 1400 ㎜ (R=700 ㎜)의 턴테이블을, 등면적 영역의 분할수 n를 18으로 했을 경우에 있어, 분사 노즐의 임의의 위치 r (r1 ~ r18)와, 이 위치에 있어 소정 시간 τ에 분사 노즐 20이 외주 방향으로 이동하는 거리 dx (dx_1 ~ dx_{18})는, 각각, 차식과 같이 해서 구할 수가 있다 (단, r_4 ~ r_{18}, dx_4 ~ dx_{18}의 계산은 생략).

$$S = \frac{\pi}{4}1400^2 = 1539380 \quad (mm^2)$$

$$ds = \frac{S}{n} = \frac{1539380}{18} = 85521 \quad (mm^2)$$

$$\pi r_1^2 = ds$$

$$r_1 = \sqrt{\frac{ds}{\pi}} = \sqrt{\frac{85521}{\pi}} = 165 \quad (mm)$$

$$r_n = \sqrt{n} r_1$$

[0148]

[0149] 에 의해,

$$r_2 = \sqrt{2} r_1 = \sqrt{2} \times 165 = 233.3 \quad (mm)$$

$$dx_1 = r_2 - r_1 = 233.3 - 165 = 68.3 \quad (mm)$$

$$r_3 = \sqrt{3} r_1 = \sqrt{3} \times 165 = 285.8 \quad (mm)$$

$$dx_2 = 285.8 - 233.3 = 52.5 \quad (mm)$$

[0150]

[0151] 이상과 같은, 턴테이블의 외주선→중심→상기 외주선의 중심을 개입시켜 대치하는 외주선간에 대한 분사 노즐 20의 이동은, 도 15(B)를 참조해 설명한 것처럼, 턴테이블의 회전 방향과 평행 방향으로 스윙 암 31을 요동시켜, 분사 노즐 20이 턴테이블을 반달 모양으로 횡단하도록 구성해도 좋지만, 도 13에 나타난 바와 같이 턴테이블의 회전 궤적의 면에 대해서 직교하는 면에서 스윙 암 31을 요동시키는 것으로, 분사 노즐 20을, 예를 들면, 턴테이블의 직경 상을 직선적으로 이동시키는 것이 가능하다.

[0152] 도 13에 나타내는, 턴테이블의 회전 궤적의 면에 대해서 직교하는 면에서 요동 하는 스윙 암 31에 의한 분사 노즐 20의 이동 속도를 제어할 때에 사용하는 캠 형상의 특정 방법의 일례가 도 11에 나타나 있고, 도면 내 좌측에 나타내는 점선(破線)의 동심원 내에 캠의 외형 형상, 도면 내 우측에 실선의 동심원이 복수의 등면적 영역으로 분할된 워크 W의 회전 궤적을 각각 나타냄과 동시에, 양자를 맺는 직선이 스윙 암 31을 모식적으로 나타낸 것인 점은, 도 8, 도 10을 참조해 설명한 캠 형상의 특정 방법의 설명도와 같다.

[0153] 그러나, 도 8, 도 10을 참조해 설명한 캠 형상에 있어서는, 분사 노즐 20이 등면적 선상에 있을 때의 캠 암의 입력점과의 접촉 위치에서 캠의 외형상의 위치를 플롯(plot)해서 확인하여, 이 확인한 점을 이어 맞추어 캠 형상을 특정하는 것으로서 설명했지만, 도 11에 나타내는 실시 형태에 있어서는, 분사 노즐 20이 그 이동 방향에 있어서의 양단에 있을 때의 캠 암 33의 위치 (p1, p14), 및 각 등면적 영역의 폭방향의 중간점에 있어서의 분사 노즐 20의 위치 (P2 ~ P13)에 대응하는 위치에서 캠의 외형을 지나는 점을 플롯함과 동시에, 이 플롯 한 점을 맺어 캠의 외형 형상을 특정한 것인 점에서, 도 8, 10을 참조해 설명한 캠의 외형 형상의 특정 방법과는 다르다.

[0154] 즉, 도시의 예에 있어 각 등면적 영역을 분사 노즐 20이 횡단하는 캠의 회전각 (15°)에 있어, 그 중간점인 7. 5° 의 회전시에, 분사 노즐이, 등면적 영역의 폭방향의 중간점에 있도록, 캠 35의 외형 형상을 특정하고 있다.

[0155] 또한, 전술한 도 8, 10을 참조해 설명한 캠에 있어서는, 소정의 방향에 대한 180°의 회전에 의해, 턴테이블의 상기 외주선과 당해 외주선과 동심원인 내주선간에 외주 방향으로부터 내주 방향 내에의 이동, 나머지의 180°의 회전에 의해, 내주 방향으로부터 외주 방향에의 이동을 규제하는 것이었지만, 본 실시 형태의 캠에 있어서는, 전술과 같이 턴테이블을 외주선→중심→상기 외주선의 중심을 개입시켜 대치 하는 외주선간을 횡단하는 분사 노즐의 이동을 규제하는 것이다. 그 때문에, 소정 방향에 대한 90°의 회전에 의해, 턴테이블의 외주측으로부터 회전 중심까지의 이동, 90~180°의 회전으로, 회전 중심으로부터 외주까지의 이동을 실시해, 분사 노즐의 왕복통로(往路)의 이동 속도를 규제해, 그 후, 180°에서 360°(0°)의 회전으로, 턴테이블의 외주로부터, 중앙을 지나 재차 외주에 이르는, 분사 노즐 20의 귀로 (復路)의 이동 속도를 제어할 수 있는 형상으로 구성되고 있다. 그 때문에, 워크 내지 웨이퍼의 회전 궤적을 등면적으로 획성한 등면적 영역으로 형성된 수에 대해, 4배 이상의 포인트에서 캠의 외형 형상을 플롯 하고 있는 점에서, 도 8, 10을 참조해 설명한 캠과 비교해, 플롯 수가 많아지고 있다.

[0156] 덧붙여 분사 노즐 20이 턴테이블의 외주선→중심→상기 외주선의 중심을 개입시켜 대치하는 외주선 간을 횡단하는 경우에도, 도 8, 10을 참조해 설명한 것처럼, 각 등면적 영역을 획성하는 등면적 선상에 분사 노즐 20이 있을 때의, 캠 암 33의 위치에 대응해, 캠 35의 외형 형상을 플롯 해 캠 형상을 특정하는 것이라고 해도 좋다.

[0157] 분사 노즐 20이 턴테이블의 회전 궤적의 면에 대해서 직교 방향으로 요동하는 도 13의 경우에 있어서의 캠 형상의 특정 방법을 설명한 도 11의 실시 형태에 있어서의 턴테이블, 스윙 암 31, 캠 35의 각 배치의 관계는, 일례로서 도 12에 나타난 대로이다.

[0158] 도 12에 나타난 바와 같이, 본 실시 형태의 스윙 암 31은, 회전 궤적의 외주선→중심→상기 외주선의 중심을 개입시켜 대치하는 외주선 간에 그 요동 범위의 중심 위치가, 턴테이블의 회전 중심 P를 통과하는 직선상에 배치되도록 구성함과 동시에, 캠 35의 회전 중심 O를, 기준 입력점 p1와 p14를 연결하는 연장선상에 배치하고, 한편, 캠의 중심 O측의 기준 입력점 p14보다, 캠의 최소 반경 C_{min} 만큼(分), 떨어진 위치에 배치하고 있어, 턴테이블의 회전 중심 P에 대해, 캠의 회전 중심 O가, 이하에 나타내는 Ly, Lx 떨어진 위치가 되고 있다.

$$L_y = (L_1 + L_2)\cos\theta$$
$$L_x = L_2 \sin\theta + C_{min}$$
$$\theta = \sin^{-1}\left(\frac{R}{L_1}\right)$$

[0159]

[0160] 이상 설명한 도 11의 구성에 있어, 캠 35의 외형 형상은, 아래와 같이 해서 특정된다.

[0161] 우선, 캠 암 33의 캠 35 외주와 접촉하는 위치 (입력점)의 이동 궤적 상에, 분사 노즐 20을 전술의 P1 ~ P14의 위치에 배치했을 때의 상기 입력점의 대응 위치를, 기준 입력점 p1 ~ p14로서 특정해, 이 기준 입력점 p1 ~ p14를 통과하는 동심원을 도면 내 좌측의 원내에 그린다 (도 11 내에 점선으로 나타내는 동심원).

[0162] 그리고, 워크 W의 원주 궤적의 분할수 (도 11의 실시 형태에서는 6)의 4배수 (도 11의 예에서는, 15°마다 24개), 도면 내 좌측의 원을 등 각도로 분할하는 등 각도선 L1 ~ L24를 그림과 동시에, 캠의 회전 중심 O를 통과해, 등 각도선 L1과 L24간, 및 등 각도선 L12와 L13간을, 등 각도 (도 11의 예에서는 7. 5°)에 분할하는 기준선 L0를 설치한다.

[0163] 그리고, 기준선 L0와 기준 입력점 p1를 통과하는 동심원과의 교점을 당해 캠의 최대지름 C_{max}의 위치와, 기준 입력점 p14를 통과하는 동심원과의 교점을, 당해 캠의 최소지름 C_{min}의 위치로서 플롯 한다.

[0164] 또한, 상기 최대지름 C_{max}의 플롯 위치를 기점으로서 회전 방향으로 상기 기준선 L0로 부터 등 각도선이 멀어짐에 따라서, L1, L24와 p2를 통과하는 동심원의 교점, L2, L23과 p3을 통과하는 동심원, L3, L22와 p4를 통과하는 동심원……L12, L13과 p13을 통과하는 동심원의 교점과 같이, 1 단계씩 작은 직경 (小徑)이 되는 동심원과, 상기 등 각도선과의 교점을 플롯 해서, 각 플롯 한 점을 맺어 캠의 외형 형상으로 하고 있다.

[0165] 덧붙여 이상과 같이 구성된 블라스트(blast) 가공 장치 1에는, 상기 턴테이블 11상에 면하고 있는 어느 위치에

든, 웨이퍼 W상에 퇴적된 연마재 등을 제거하기 위한 에어 블로우 (air blow) 용의 분사 노즐을 설치할 수 있다.

실 시 예

[0166] 이하, 각종 워크 내지 웨이퍼에 대해서 서로 다른 가공 방법에서의 한(1) 사이클의 실시예를 나타낸다.

표 2

(실시예1 ; 가공방법 : 도１５ (A))

워크	실리콘웨이퍼 (테스트웨이퍼) 6인치 ×20 매
턴테이블	ϕ1330 30rpm
연마재	C－1000 입경 10～15 μm (＃1000)
분사압력	0.2～0.4 MPa
분사노즐 (직경)	ϕ9 × 6본／1암(arm)×3
분사거리	100 mm
처리시간 샌드 블라스트 기계	180초 5 왕복 SCM－6ATV－NE－406 (주식회사 후지제작소 제품) 중(重)방식

[0167]

[0168] 테스트 웨이퍼 표면에 형성된 막을 제거해 웨이퍼 표면이 가공 불균일 및 얼룩짐이 없는 균일한 평활 경면(鏡面)이 되어, 포리싱(polishing) 장치에 의해 경면 연마를 할 필요가 없었다. 따라서, 웨이퍼의 연마에 필요로 하는 시간을 지극히 큰 폭으로 단축할 수 있음과 동시에, 포리싱 장치가 불필요해졌다. 또한, 웨이퍼에 형성된 막을 유효하게 제거할 수 있기 때문에, 웨이퍼를 재생할 수가 있었다.

표 3

(실시예２ ; 가공방법 : 도１５ (B))

워크ㅋ	진공증착치구 ϕ1200 mm ×1
턴테이블	ϕ1300 20rpm
연마재	WA－80 입경 200～150 μm (＃80)
분사압력	0.4 MPa
분사노즐 (직경)	ϕ7 × 4 본／1 암(arm)
분사거리	150mm
처리시간 샌드 블라스트 기계	300 초 3 왕복 SG－7ATCM－304 (주식회사 후지제작소 제품) 중(重)방식

[0169]

[0170] 이상과 같이 구성된 블라스트(blast) 가공 장치 1은, 에어 콤푸레셔 (air compressor) 등의 도시하지 않은 압축 공기 공급원, 가공실 3 내에서 분사된 연마재나 절삭 시에 생긴 분진 등을 흡인하는 더스트 컬렉터 (dust collector) 50, 당해 더스트 컬렉터 50에 의해 가공실 3 내에서부터 흡인된, 분진투성이의 연마재로부터, 분진이 제거된 연마재를 회수하기 위한 사이클론 60 등이 연결되어, 도 14에 나타난 바와 같이 웨이퍼 W를 블라스트(blast) 가공하기 위한 가공 시스템이 구축된다.

[0171] 그리고, 상기 블라스트(blast) 가공 장치 1의 캐비넷 2에 설치된 개폐문을 개방 함과 동시에, 캐비넷 2 내에 배치된 턴테이블 11상의 치구 12에 웨이퍼 W를 달아, 블라스트(blast) 가공 장치 1을 시동하면, 스윙 암 31 (31 a, 31 b, 31 c)에 장착된 분사 노즐 20으로부터 연마재가 분사됨과 동시에, 이 스윙 암 31 (31 a, 31 b, 31 c)에 설치된 캠 암 33의 외주와 접촉한 캠 35가, 모터 36 등의 구동원(驅動源)으로부터 회전 구동력을 받아 정

속도로 일정 방향으로 회전한다.

[0172] 이 캠 35의 회전에 의해, 캠 35의 외주에 캠 암 33을 접촉시킨 스윙 암 31 a, 31 b 및, 상기 스윙 암 31 a, 31 b 가운데의 한쪽인 31 a에 설치한 회전축 32에 대해서 링크 39를 개입시켜 회전축 32가 연결된 스윙 암 31 c가 모두 요동을 개시한다.

[0173] 이 스윙 암 31(31 a, 31 b, 31 c)의 요동에 의해, 분사 노즐 20은, 무단 환상을 이루는 웨이퍼 W의 이동 궤적을 횡단하도록 반복 이동함과 동시에, 턴테이블 11의 외주측으로부터 내주 측에 이동할 때에는 이동 속도가 상대적으로 빨라지도록 속도 제어되고, 내주측으로부터 외주측으로의 이동에 있어서는, 이동 속도가 상대적으로 늦어지도록 이동 속도가 제어되어, 이것에 의해, 분사 노즐 20을 일정한 속도로 이동시키는 경우에 발생하여 왔던, 턴테이블의 외주측과 내주 측에 있어서의 가공도의 차이 발생이 방지되고 있다.

[0174] 특히, 웨이퍼 W의 이동 궤적이 등면적이 되도록 동심원 모양으로 구획한 등면적 영역을 상정해, 각 등면적 영역을 횡단하는 분사 노즐 20의 횡단 시간이 일정하게 되도록 제어하는 것에 의해, 웨이퍼 W가 턴테이블 11 상의 어느 위치에 배치되고 있는지에 관계없이, 단위 시간 당 가공 면적을 일정하게 할 수가 있었다.

[0175] 그 결과, 처리 대상으로 한 웨이퍼 W를, 턴테이블 11상의 어느 위치에 재치했는지에 관계없이, 어느 위치에 있어서도 균일한 가공도로 가공을 실시할 수가 있었다.이상과 같이 해서, 본 발명의 방법으로 연삭을 실시한 웨이퍼는, 상기 연삭의 목적이 예를 들면, 테스트 웨이퍼의 표면에 형성된 피막을 제거해, 테스트 웨이퍼를 재생하기 위한 것인 경우에는, 연마재의 분사에 의해 웨이퍼 W의 표면에는 18㎛정도의 깊이로 크랙(crack) 등이 생긴다. 그 때문에, 이것을 기존의 기계 연마, 기계-화학 연마 등에 의해 랩핑해 제거하는 등 , 가공의 목적에 따라 후처리를 실시한다.

도면의 간단한 설명

[0176] 도 1은 블라스트(blast) 가공 장치의 정면도.

[0177] 도 2는 블라스트(blast) 가공 장치의 우측면도.

[0178] 도 3은 블라스트(blast) 가공 장치의 평면도.

[0179] 도 4는 블라스트(blast) 가공 장치의 정면 투시도(분사 노즐 이동 제어 수단의 설명도).

[0180] 도 5는 블라스트(blast) 가공 장치의 평면 투시도(분사 노즐 이동 제어 수단의 설명도).

[0181] 도 6은 분사 노즐 이동 제어 수단(캠 및 캠 암 부분)의 확대 평면도.

[0182] 도 7은 분사 노즐 이동 제어 수단 (캠 및 캠 암 부분)의 확대 배면도.

[0183] 도 8은 캠 형상의 특정 방법의 설명도.

[0184] 도 9는 캠과 턴테이블의 위치 관계를 나타낸 설명도.

[0185] 도 10은 캠 형상의 특정 방법의 설명도.

[0186] 도 11은 캠 형상의 특정 방법의 설명도.

[0187] 도 12는 캠과 턴테이블의 위치 관계를 나타낸 설명도.

[0188] 도 13은 턴테이블의 회전 방향과 스윙 암의 요동 방향과의 관계를 나타낸 설명도.

[0189] 도 14는 본 발명의 블라스트(blast) 가공 장치를 갖춘 실리콘 웨이퍼 연삭 시스템의 구성예를 나타내는 정면도.

[0190] 도 15는 회전하는 워크에 대한 분사 노즐의 이동 방향을 나타낸 설명도이고, (A)는, 워크의 회전 궤적의 상기 외주선과 당해 외주선과 동심원의 내주선간, (B)는 워크의 회전 궤적의 외주선→중심 방향→상기 외주선의 중심을 개입시켜 대치 하는 외주선 간에 분사 노즐을 이동시킨 예.

[0191] 도 16은 워크의 회전 궤적의 외주선→내주선(반경 방향)에 일정한 이동 속도로 이동하는 분사 노즐과 가공 면적의 변화의 관계를 나타낸 설명도.

[0192] ♧ 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 ♧

[0193] 1....블라스트(blast) 가공 장치 [워크(피가공 대상면 ; 실리콘 웨이퍼 또는 웨이퍼)의 연삭장치]

[0194] 2....캐비넷

[0195] 3....가공실

[0196] 10....워크 (피가공 대상면 ; 실리콘 웨이퍼 또는 웨이퍼) 회전 · 반송 수단

[0197] 11....턴테이블

[0198] 12....치구

[0199] 20....분사 노즐

[0200] 30....분사 노즐 이동 제어 수단

[0201] 31 (31a, 31b, 31c)....스윙 암

[0202] 32....회전축

[0203] 33....캠 암

[0204] 34....분사 노즐 고정 암

[0205] 35....캠

[0206] 36....모터(캠 회전용)

[0207] 37....동력 전달 기구

[0208] 37a, 37b....풀리

[0209] 37c....풀리 벨트

[0210] 38....베어링

[0211] 39....링크

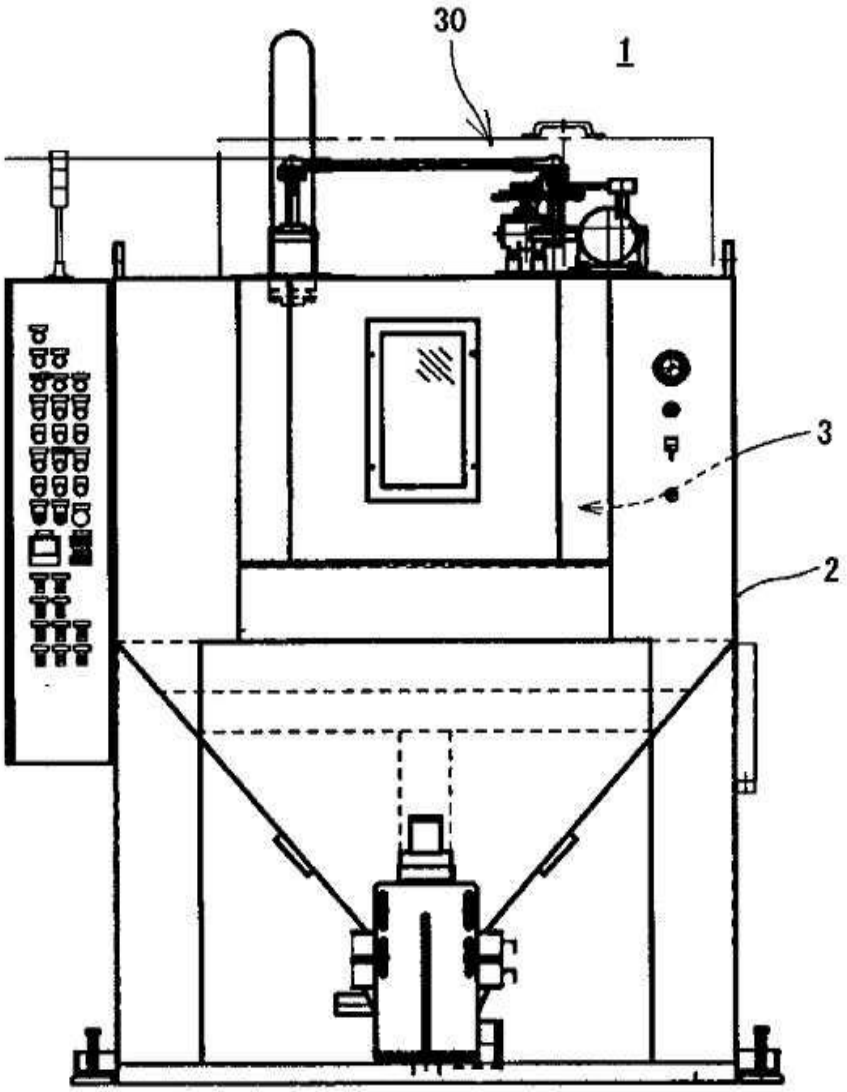
[0212] 50....더스트 컬렉터

[0213] 60....사이클론

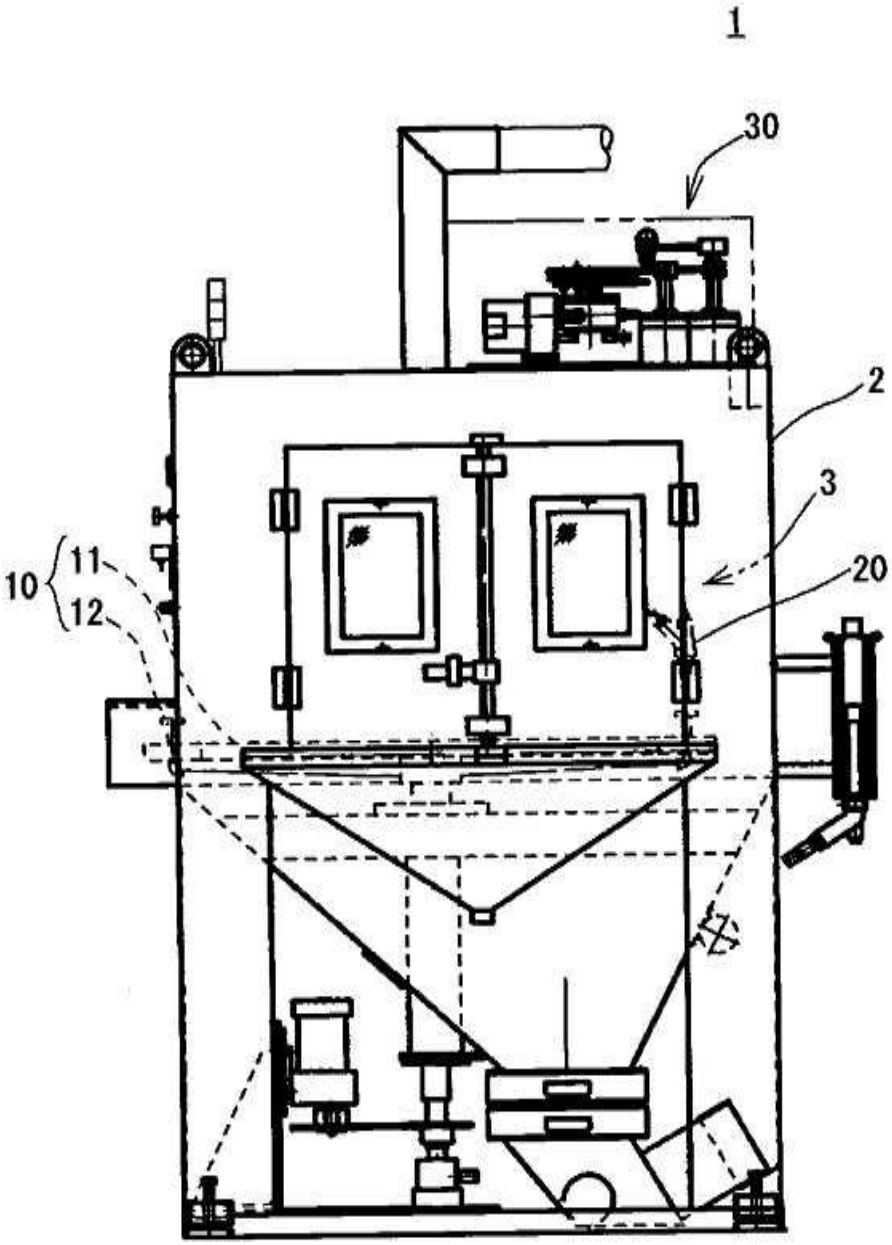
[0214] W....워크 (피가공 대상면 ; 실리콘 웨이퍼 또는 웨이퍼)

도면

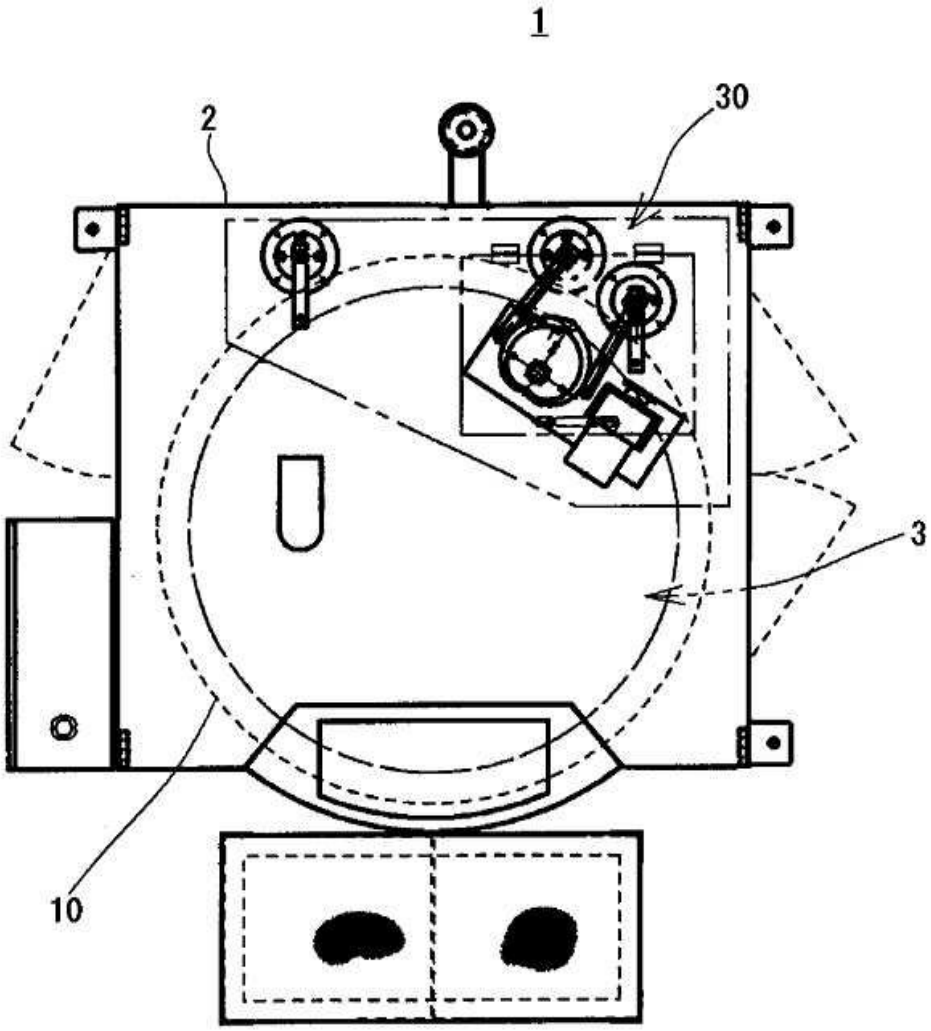
도면1



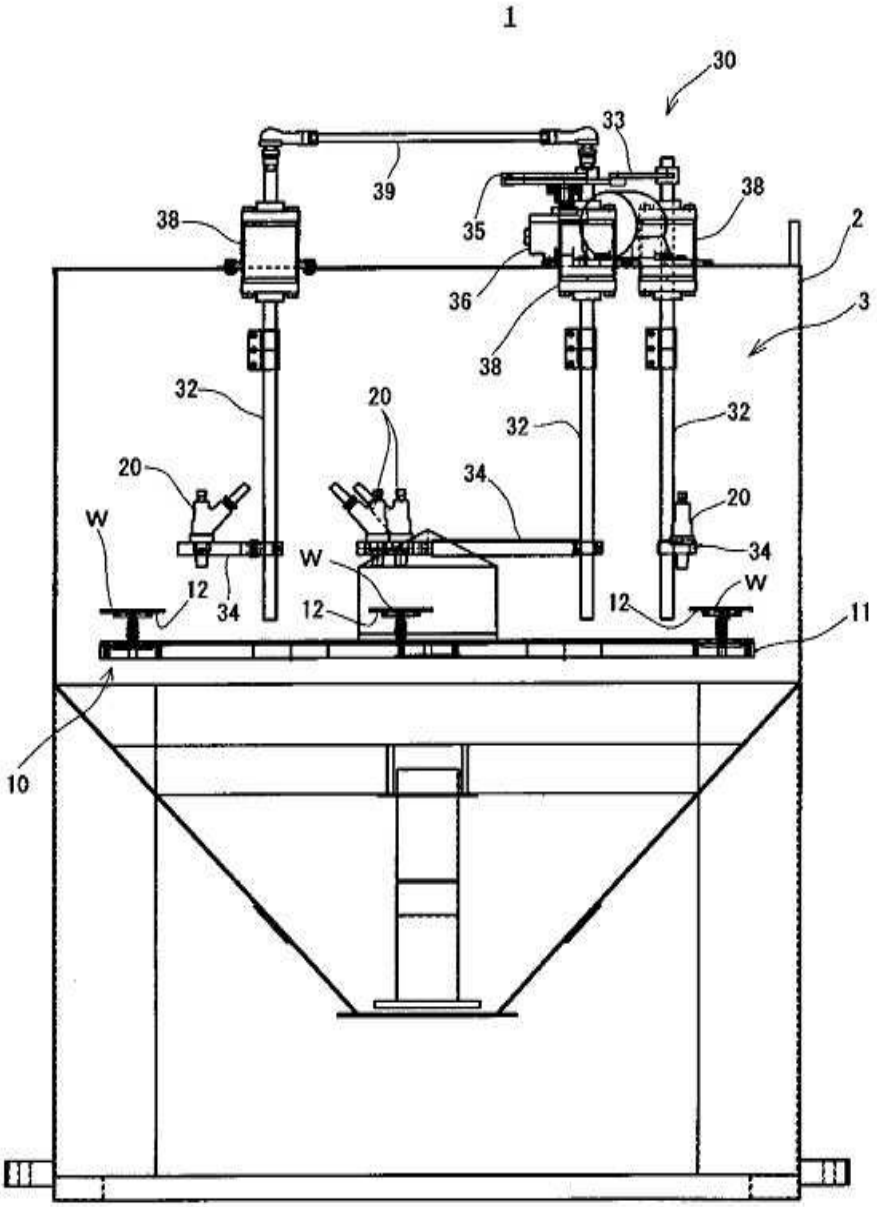
도면2



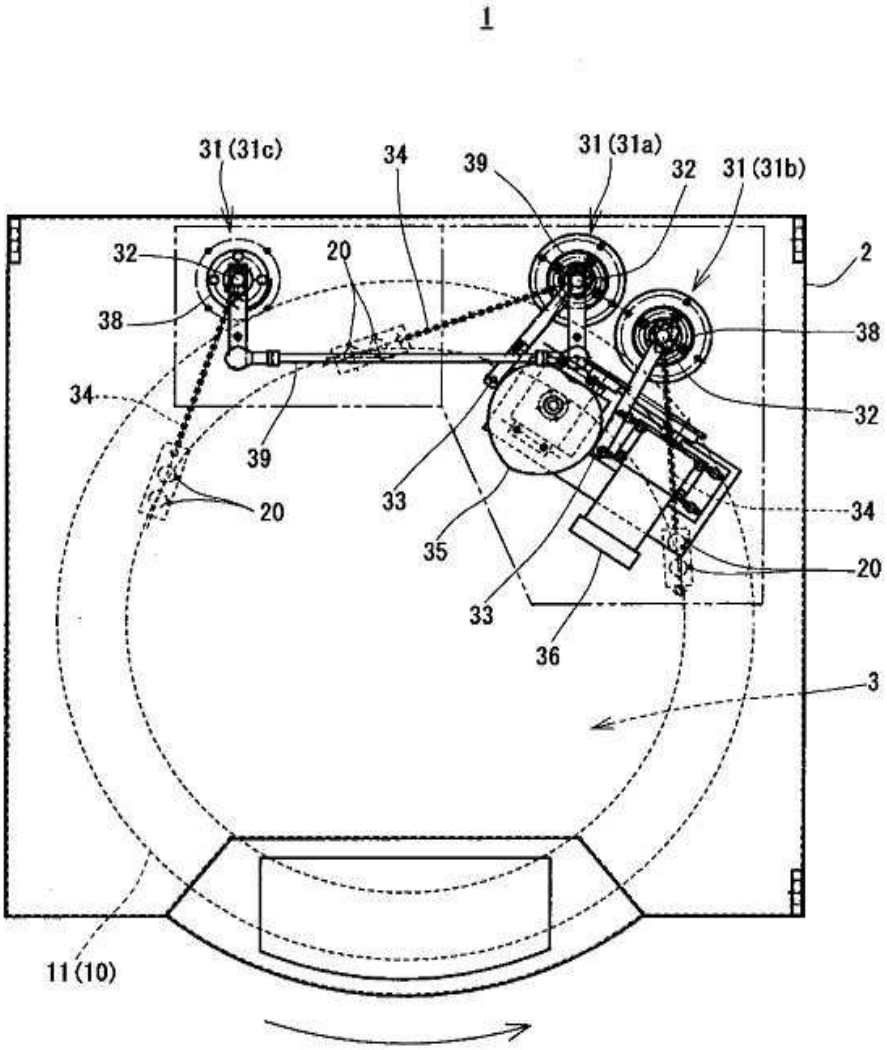
도면3



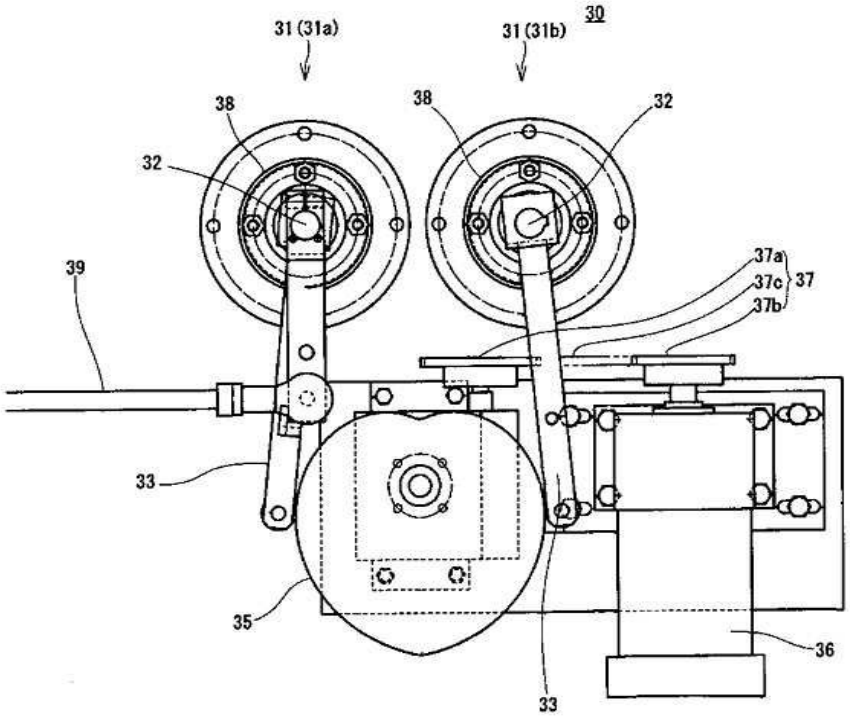
도면4


1
30
33
39
38
35
38
2
36
3
38
32
20
32
32
20
34
20
W
34
W
12
34
12
W
12
11
10

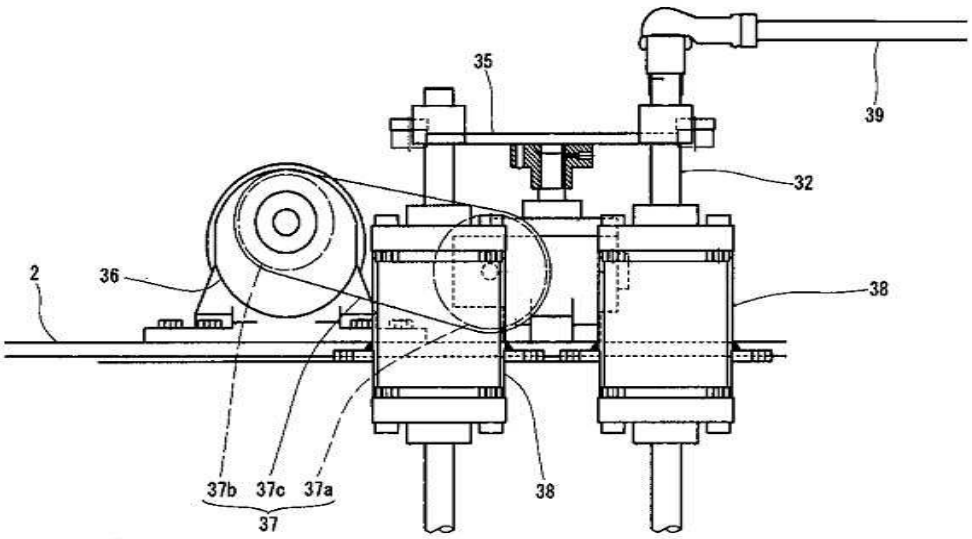
도면5


1
31 (31c)
34
39
31 (31a)
32
31 (31b)
2
32
20
38
38
34
32
39
33
34
20
35
20
33
36
3
11 (10)

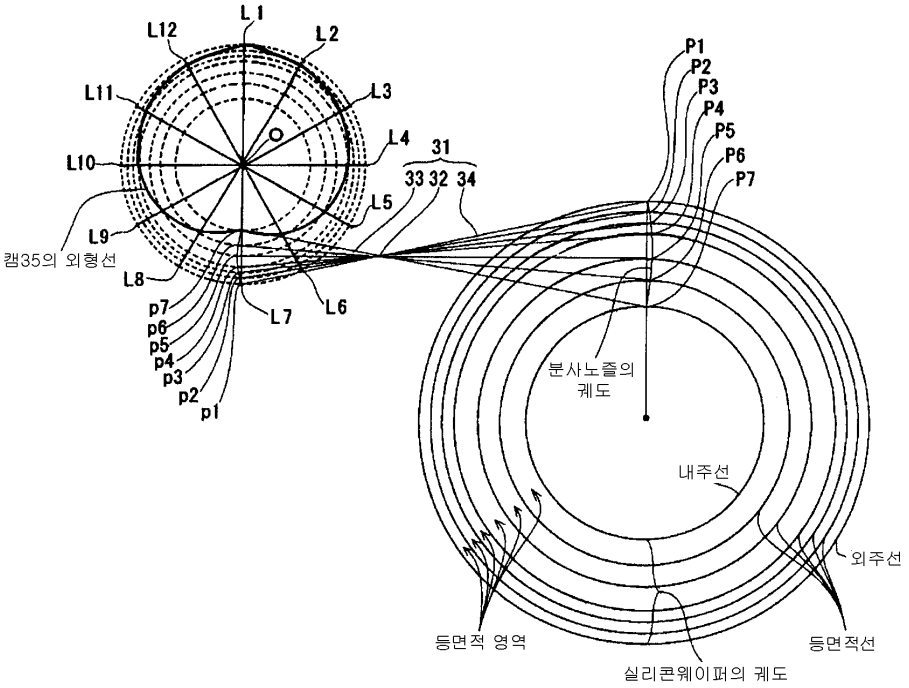
도면6


31 (31a)
31 (31b)
30
38
38
32
32
39
37a
37c
37
37b
33
35
36
33

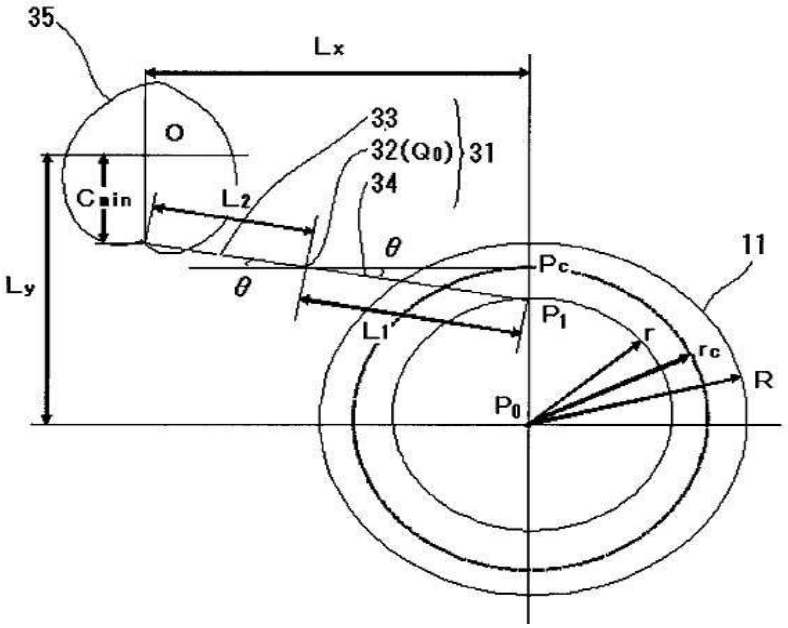
도면7


35
39
32
2
36
38
37b
37c
37a
37
38

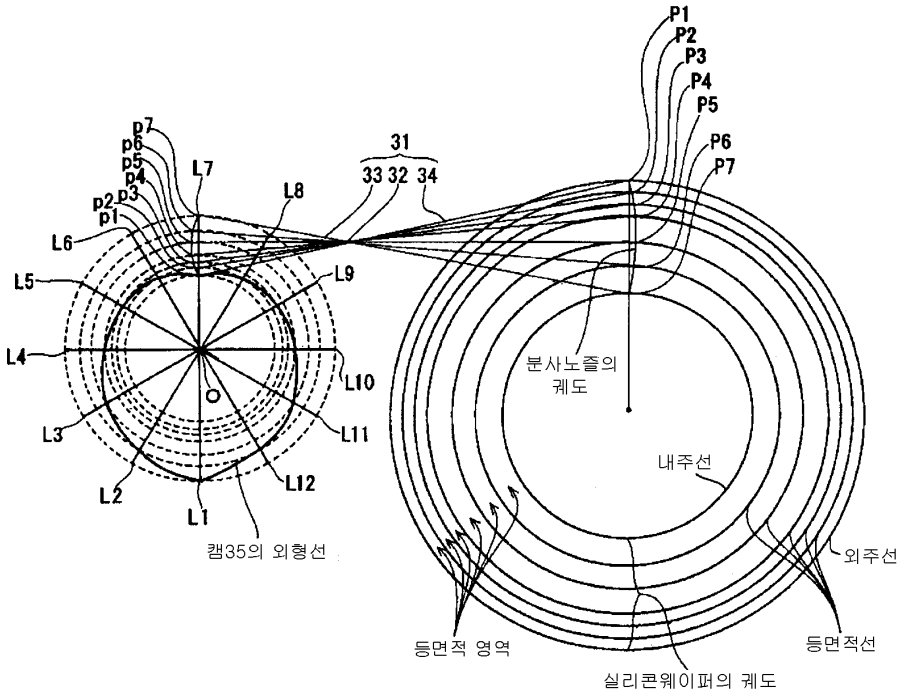
도면8


L1
L12
L2
L11
L3
O
L4
31
33 32 34
L10
L5
L9
캠35의 외형선
L8
L7
L6
p7
p6
p5
p4
p3
p2
p1
P1
P2
P3
P4
P5
P6
P7
분사노즐의
궤도
내주선
외주선
등면적 영역
등면적선
실리콘웨이퍼의 궤도

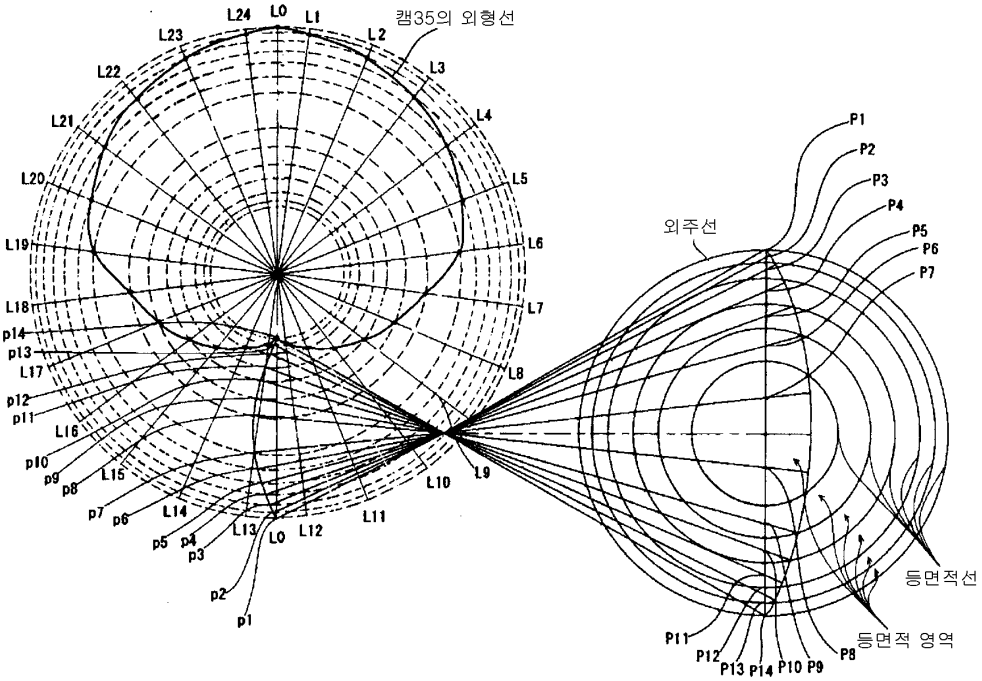
도면9


35
Lx
O
33
32(Q0)
31
34
Cmin
L2
θ
θ
Ly
Pc
11
P1
L1
r
rc
R
P0

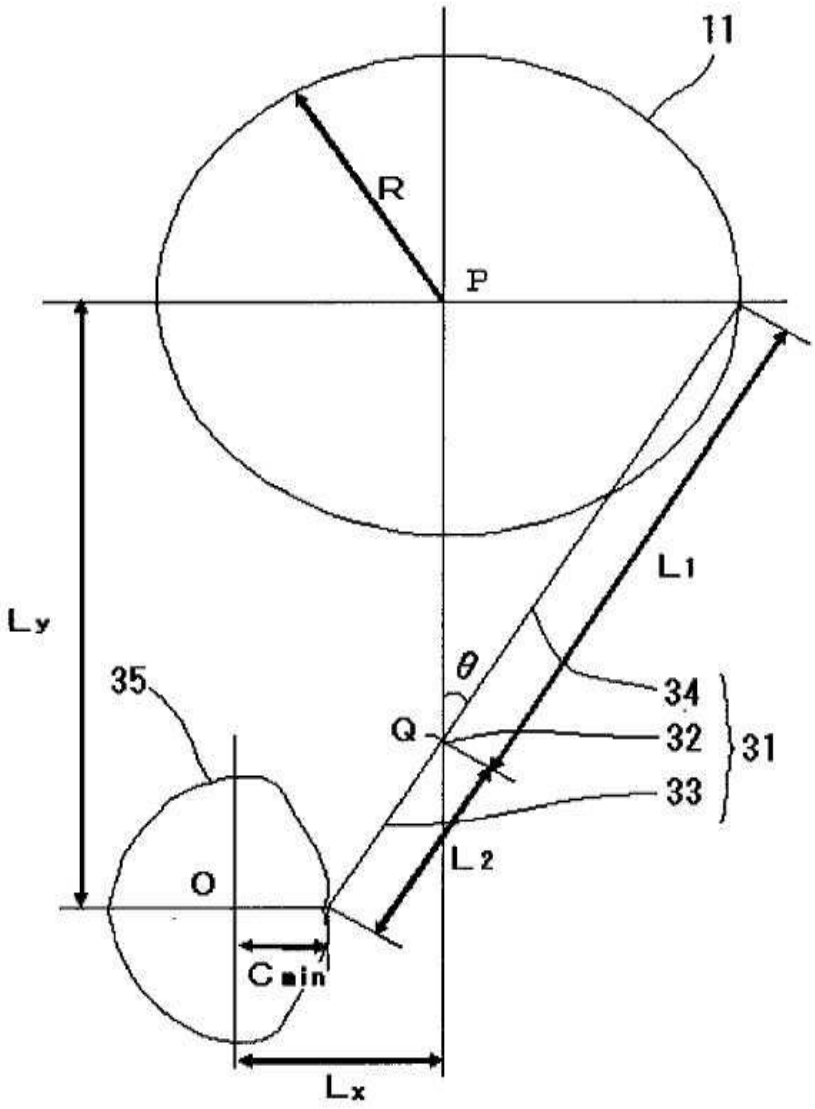
도면10


P1
P2
P3
P4
P5
P6
P7
31
33 32 34
L7
L8
L9
L10
L11
L12
L1
L2
L3
L4
L5
L6
캠35의 외형선
분사노즐의
궤도
내주선
외주선
등면적 영역
등면적선
실리콘웨이퍼의 궤도

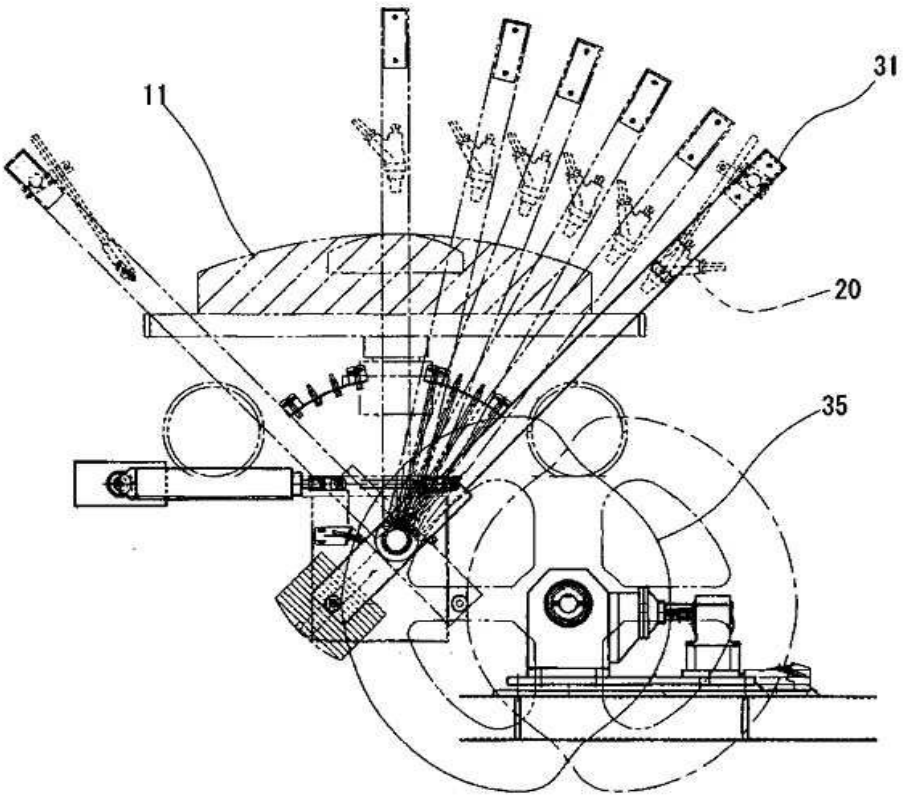
도면11


캠35의 외형선
외주선
등면적선
등면적 영역

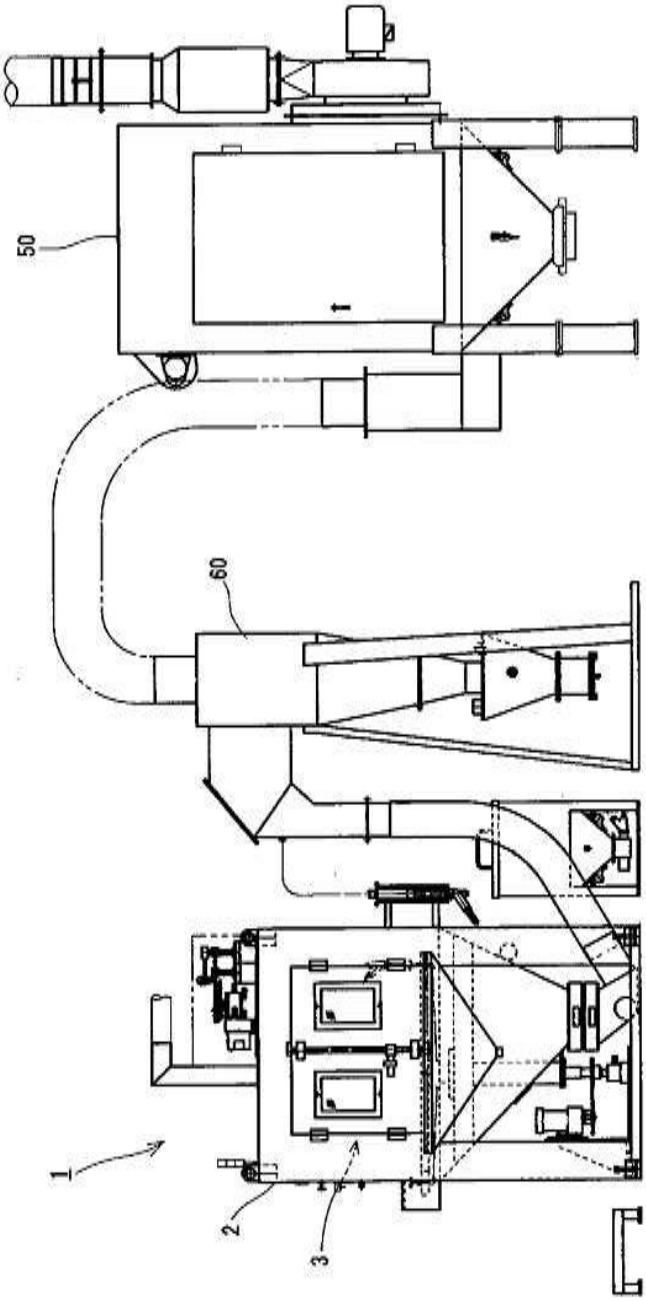
도면12



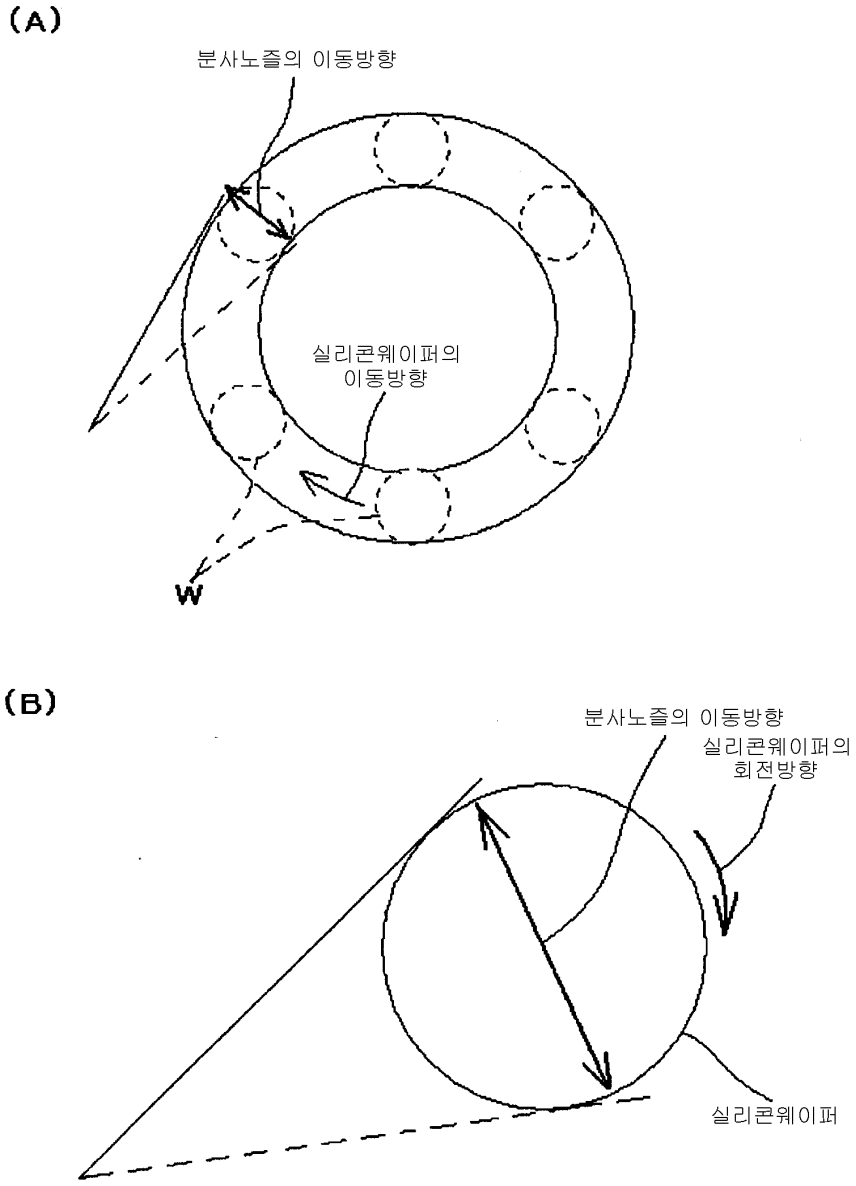
도면13



도면14



도면15



도면16

