

명세서

청구범위

청구항 1

한 쌍의 정압 패드 사이에 유지된 박판형 워크의 양 측면을, 연삭 후퇴단으로부터 연삭 전진단으로 동일 속도로 동시에 이동하는 한 쌍의 연삭 지식에 의해 연삭할 때에,

연삭중인 워크의 정압 패드 사이의 상대 위치를 구하고,

연삭중인 워크의 상대 위치와, 정압 패드 사이의 워크가 적정하게 유지되어야 하는 연삭 기준 위치를 비교하여,

양자에 차분이 있을 때, 차회의 연삭시에 양 연삭 지식의 연삭 전진단이 연삭 기준 위치와 일치하도록, 상기 워크의 연삭후에 양자의 차분에 따라서 연삭 지식의 연삭 후퇴단을 보정하는 것을 특징으로 하는 박판형 워크의 연삭 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 연삭중인 워크의 연삭 정밀도가 기준 정밀도 내에 들어갈 때의 워크의 위치를 상대 위치로 하는 것을 특징으로 하는 박판형 워크의 연삭 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 사전 연삭에서 워크의 연삭 정밀도가 기준 정밀도 내에 들어갈 때의 워크의 위치를 연삭 기준 위치로 하고, 이 연삭 기준 위치를 고정적으로 설정하는 것을 특징으로 하는 박판형 워크의 연삭 방법.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서, 사전 연삭에서 사이징 장치로부터 워크의 정해진 사이즈를 나타내는 제로 신호를 수신했을 때의 워크의 위치를 연삭 기준 위치로 하고, 본 연삭에서 사이징 장치로부터 제로 신호를 수신했을 때의 워크의 위치를 상대 위치로 하는 것을 특징으로 하는 박판형 워크의 연삭 방법.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서, 상대 위치와 연삭 기준 위치를 비교하여 연삭 기준 위치에 대한 상대 위치의 어긋난 양 및 어긋난 방향을 산출하고, 이 어긋난 양 및 어긋난 방향에 기초하여 연삭 지식의 연삭 후퇴단을 보정하는 것을 특징으로 하는 박판형 워크의 연삭 방법.

청구항 6

제3항에 있어서, 사전 연삭에서 워크의 연삭 정밀도가 기준 정밀도 내에 들어갈 때의 워크의 양 정압 패드 사이의 절대 위치를 산출하여, 이 절대 위치가 연삭 정밀도에 의해 결정되는 임계값 미만일 때 연삭 기준 위치를 설정하는 것을 특징으로 하는 박판형 워크의 연삭 방법.

청구항 7

한 쌍의 정압 패드 사이에 유지된 박판형 워크의 양 측면을, 연삭 후퇴단으로부터 연삭 전진단으로 동일 속도로 동시에 이동하는 한 쌍의 연삭 지식에 의해 연삭하는 양두 평면 연삭반으로서,

연삭중인 워크의 양 측면의 위치를 측정하는 한 쌍의 측정 헤드와,

연삭중인 워크의 연삭 정밀도가 기준 정밀도 내에 들어갈 때의 측정 헤드의 측정치로부터, 연삭중인 워크의 정압 패드 사이의 상대 위치를 구하는 연산 수단과,

연삭중인 워크의 상대 위치와, 정압 패드 사이의 워크가 적정하게 유지되어야 하는 연삭 기준 위치를 비교하여 차분을 구하는 위치 비교 수단과,

양자에 차분이 있을 때, 차회의 연삭시에 양 연삭 지식의 연삭 전진단이 연삭 기준 위치와 일치하도록, 상기 워크의 연삭후에 양자의 차분에 따라서 연삭 지식의 연삭 후퇴단을 보정하는 후퇴단 보정 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 양두 평면 연삭반.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 실리콘 웨이퍼 등의 박판형 워크를 연삭할 때 사용하는 박판형 워크의 연삭 방법 및 양두 평면 연삭반에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 양두 평면 연삭반을 사용하여 실리콘 웨이퍼 등의 박판형 워크의 양 측면을 한 쌍의 연삭 지식에 의해 연삭할 때에는, 한 쌍의 측정 헤드를 갖는 측정 수단에 의해 연삭중인 워크의 두께를 측정하고, 그 측정치가 연삭 기준치와 일치하도록 제어하여, 정해진 치수 정밀도로 마무리하는 인프로세스(in-process) 사이징 연삭이 채택되고 있다(특허문헌 1).

[0003] 예를 들어 마스터 워크와 동일한 두께로 연삭하는 경우라면, 우선 측정 수단에 의해 마스터 워크의 두께를 측정하고, 이 마스터 워크의 두께를 그 연삭 환경하에서의 연삭 기준치로 결정하여 제로잉한다. 그리고, 실제 워크의 연삭에서는 연삭중에 동일한 측정 수단에 의해 워크의 두께를 측정하여, 그 측정치가 제로잉된 연삭 기준치와 일치했을 때의 제로 신호에 의해 스파크아웃으로 이행하고, 그 스파크아웃을 일정 시간 계속한 후에 연삭 지식을 후퇴시켜 연삭을 종료한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 특허문헌 1 : 일본 특허 공개 제2003-71713호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 이러한 인프로세스 사이징 연삭을 채택하면, 마스터 워크와 동일한 연삭 환경하에서 워크를 연삭할 수 있기 때문에, 워크를 마스터 워크와 동일한 두께로 마무리할 수 있다. 그러나, 양 연삭 지식의 샤프니스에 차가 있으면, 워크의 양 측면의 마무리 상태에 큰 차이가 생겨, 정해진 연삭 정밀도를 장기간에 걸쳐 안정적으로 유지할 수 없다는 결점이 있다.

[0006] 즉, 양두 평면 연삭반에 있어서, 한 쌍의 정압 패드에 의해 정압적으로 유지된 워크를, 한 쌍의 연삭 지식에 의해 양측으로부터 연삭할 때에는, 도 14에 나타낸 바와 같이 초벌 연삭, 중간 연삭 및 마무리 연삭을 거쳐 워크를 정해진 연삭 정밀도로 연삭한다. 이 경우, 보다 높은 연삭 정밀도가 요구되는 현재, 워크의 연삭중에는 한 쌍의 연삭 지식의 샤프니스가 항상 동일한 것이 매우 중요하다.

[0007] 한 쌍의 연삭 지식의 샤프니스가 동일할 때에는, 각 연삭 지식에 의한 워크의 연삭량은 도 14에 실선으로 나타낸 바와 같이 동일하다. 그러나, 실제의 연삭 지식에는 개개의 지식 마모량에 편차가 있기 때문에, 연삭 지식을 장기간 사용하면, 연삭 지식의 지식 마모량의 차이에 따라 연삭 지식의 샤프니스에 큰 차가 발생한다.

[0008] 지식 마모량이 큰 연삭 지식에서는, 지립의 자생 작용이 지속되어 샤프니스가 좋기 때문에, 도 14에 일점쇄선으로 나타낸 바와 같이 연삭량이 많아진다. 이에 비해 지식 마모량이 작은 연삭 지식에서는, 지립 사이가 막히거나 하여 샤프니스가 나쁘기 때문에, 도 14에 이점쇄선으로 나타낸 바와 같이 연삭량이 적어진다. 그 결과, 워크의 마무리 치수가 동일하다 하더라도, 연삭 지식의 샤프니스의 차에 의해 워크의 양 측면의 마무리 상태에 큰 차이가 생긴다.

[0009] 샤프니스가 좋은 연삭 지식으로 연삭된 워크의 표면은 조면형이 되고, 샤프니스가 나쁜 연삭 지식으로 연삭된 워크의 표면은 연마에 가까운 경면형이 되는 등, 워크의 양 측면의 마무리 상태에 큰 차이가 생긴다. 그리고,

이러한 연삭 상태의 워크를 그대로 방치하면, 워크의 조면측과 경면측의 표면적의 차이에 의해, 표면적이 큰 조면측이 외측이 되고 표면적이 작은 경면측이 내측이 되도록 워크에 휘어짐이 발생할 우려가 있다.

[0010] 또 샤프니스가 상이한 연삭 지식에 의해 워크를 연삭한 경우, 워크 자체가 정해진 마무리 두께라 하더라도, 그 워크의 양 측면에 연삭량의 차에 따른 응력이 작용하여, 워크의 양 측면이 연삭량의 차에 따른 손상을 받기 때문에, 그 응력이나 손상이 크면 연삭 정밀도가 기준치에서 벗어나 불량품이 되는 등의 문제도 있다.

[0011] 또한 한 쌍의 정압 패드간의 워크는, 통상 각 정압 패드의 유지면측으로부터 공급되는 유지수에 의해 좌우 균등하게 유지되기 때문에, 워크의 이상적인 연삭 위치는 정압 패드 사이의 중앙이며, 그 위치를 연삭 기준 위치로 하여 연삭하고자 한다. 그러나, 실제의 실리콘 웨이퍼 등의 워크의 소재 형상을 본 경우, 측면에 휘어짐이 있는 등 반드시 완전한 평면은 아니고, 두께도 고르지 않기 때문에, 평탄도 등의 연삭 정밀도가 기준치 내에 들어갈 때의 워크의 위치가, 정압 패드 사이의 중앙이 되지 않아, 그것이 좌우의 연삭 지식의 샤프니스에 영향을 미치는 경우도 있다.

[0012] 이와 같이 각 연삭 지식의 지식 마모량의 차이에 기인하는 샤프니스의 좋고 나쁨에 따라 워크의 연삭 정밀도에 큰 영향이 미침에도 불구하고, 실제로는 연삭 지식의 지식 마모의 요인은 많이 있고, 그 많은 지식 마모의 요인에 따라서 양 연삭 지식의 샤프니스가 항상 동일해지도록 양 연삭 지식의 연삭 조건을 조정하는 것은 매우 어렵다. 그 때문에 종래의 실리콘 웨이퍼 등의 연삭에서는, 각 연삭 지식의 지식 마모량의 차이에 기인하는 샤프니스의 편차에 의해 많은 불량품이 발생하여, 그 결과, 제품 비용의 증가, 수율의 악화를 초래한다고 하는 문제가 있다.

[0013] 본 발명은, 이러한 종래의 문제점을 감안하여, 각 연삭 지식의 지식 마모량의 차이에 따른 샤프니스의 차이를 최대한 해소할 수 있어, 정해진 연삭 정밀도를 장기간에 걸쳐 안정적으로 유지할 수 있는 박판형 워크의 연삭 방법 및 양두 평면 연삭반을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0014] 본 발명에 따른 박판형 워크의 연삭 방법은, 한 쌍의 정압 패드 사이에 유지된 박판형 워크의 양 측면을 한 쌍의 연삭 지식에 의해 연삭할 때에, 연삭 중인 워크의 상대 위치를 산출하고, 이 상대 위치와 워크가 적정하게 유지되어야 하는 연삭 기준 위치를 비교하여, 양자에 차분이 있을 때 차회의 연삭시에 양 연삭 지식의 연삭 전진단이 일치하도록, 상기 워크의 연삭후에 양자의 차분에 따라서 연삭 지식의 연삭 후퇴단을 보정하는 것이다.

[0015] 연삭 중인 워크의 연삭 정밀도가 기준 정밀도 내에 들어갈 때의 워크의 위치를 상대 위치로 해도 좋다. 사전 연삭에서 워크의 연삭 정밀도가 기준 정밀도 내에 들어갈 때의 워크의 위치를 연삭 기준 위치로 하고, 이 연삭 기준 위치를 고정적으로 설정해도 좋다. 사전 연삭에서 사이징 장치로부터 워크의 정해진 사이즈를 나타내는 제로 신호를 수신했을 때의 워크의 위치를 연삭 기준 위치로 하고, 본 연삭에서 사이징 장치로부터 제로 신호를 수신했을 때의 워크의 위치를 상대 위치로 해도 좋다.

[0016] 상대 위치와 연삭 기준 위치를 비교하여 연삭 기준 위치에 대한 상대 위치의 어긋난 양 및 어긋난 방향을 산출하고, 이 어긋난 양 및 어긋난 방향에 기초하여 연삭 지식의 연삭 후퇴단을 보정해도 좋다. 사전 연삭에서 워크의 연삭 정밀도가 기준 정밀도 내에 들어갈 때의 워크의 양 정압 패드 사이의 절대 위치를 산출하여, 이 절대 위치가 연삭 정밀도에 의해 결정되는 임계값 미만일 때 연삭 기준 위치를 설정해도 좋다.

[0017] 본 발명에 따른 양두 평면 연삭반은, 한 쌍의 정압 패드 사이에 유지된 박판형 워크의 양 측면을 한 쌍의 연삭 지식에 의해 연삭하는 양두 평면 연삭반에 있어서, 연삭 중인 워크의 양 측면의 위치를 측정하는 한 쌍의 측정 헤드와, 워크의 연삭 정밀도가 기준 정밀도 내에 들어갈 때의 측정 헤드의 측정치로부터 워크의 상대 위치를 산출하는 연산 수단과, 그 상대 위치와 정압 패드 사이에 워크가 적정하게 유지되어야 하는 연삭 기준 위치를 비교하여 차분을 구하는 위치 비교 수단과, 양자에 차분이 있을 때 상기 워크의 연삭후에 양자의 차분에 따라서 연삭 지식의 연삭 후퇴단을 보정하는 후퇴단 보정 수단을 포함하는 것이다.

발명의 효과

[0018] 본 발명에 의하면, 연삭 중인 워크의 상대 위치를 산출하고, 이 상대 위치와 워크가 적정하게 유지되어야 하는 연삭 기준 위치를 비교하여, 양자에 차분이 있을 때 차회의 연삭시에 양 연삭 지식의 연삭 전진단이 일치하도록 상기 워크의 연삭후에 양자의 차분에 따라서 연삭 지식의 연삭 후퇴단을 보정하기 때문에, 워크의 양 측면을 연삭하는 한 쌍의 연삭 지식의 지식 마모량의 차이를 최대한 해소할 수 있어, 정해진 연삭 정밀도를 장기간에 걸

쳐 안정적으로 유지할 수 있다. 따라서, 워크의 연삭 정밀도가 향상되고, 제품 비용의 삭감, 수율의 향상을 도모할 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 본 발명의 제1 실시형태를 나타내는 횡형 양두 평면 연삭반의 평면 구성도이다.
- 도 2는 그 측면도이다.
- 도 3은 그 제어계의 블록도이다.
- 도 4는 그 표시 수단의 설명도이다.
- 도 5는 그 위치 측정 방법의 설명도이다.
- 도 6은 그 위치 측정용 지그 등의 평면 단면도이다.
- 도 7은 그 위치 측정용 지그 등의 측면도이다.
- 도 8은 그 위치 측정 방법의 설명도이다.
- 도 9는 그 시연삭(試研削)시의 흐름도이다.
- 도 10은 그 본연삭(本研削)시의 흐름도이다.
- 도 11은 그 샤프니스차의 설명도이다.
- 도 12는 본 발명의 제2 실시형태를 나타내는 블록도이다.
- 도 13은 그 연삭수의 유량 조정의 설명도이다.
- 도 14는 연삭 지식의 샤프니스의 차이에 따른 연삭량차의 설명도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하, 본 발명의 각 실시형태를 도면에 기초하여 상세히 설명한다. 도 1~도 11은 본 발명을 채택한 횡형 양두 평면 연삭반을 예시한다. 이 횡형 양두 평면 연삭반은, 도 1, 도 2에 나타내는 바와 같이, 좌우에 서로 마주보게 배치되어 박관형 워크(W)를 유지하는 좌우 한 쌍의 정압 패드(1, 2)와, 각 정압 패드(1, 2)의 오목부(3, 4)에 대응하여 좌우 방향의 축심 둘레에 회전 가능하게 배치되고 정압 패드(1, 2)에 의해 유지된 워크(W)의 좌우의 양 측면을 연삭하는 좌우 한 쌍의 연삭 지식(5, 6)과, 정압 패드(1, 2)에 의해 유지된 워크(W)를 중심 둘레에서 회전시키는 캐리어(도시 생략)와, 정압 패드(1, 2)의 절결부(7, 8)에 대응하여 워크(W)의 좌우 양측에 배치된 좌우 한 쌍의 측정 헤드(9, 10)를 포함하고 있다.
- [0021] 정압 패드(1, 2)는 워크(W)를 유지하는 전진 위치와 워크(W)로부터 후퇴하는 후퇴 위치 사이에서 좌우 방향으로 이동 가능하고, 전진 위치에서는 워크(W)와 마주보는 유지면측에 공급되는 유지수 등의 유지 유체를 매개로 워크(W)를 정압적으로 유지하도록 되어 있다.
- [0022] 연삭 지식(5, 6)은 컵형 등이며, 베어링 하우스(11, 12)에 의해 회전 가능하게 지지된 지식축(13, 14)의 선단에 설치되고, 지식 구동 모터(15, 16)에 의해 회전 구동된다. 베어링 하우스(11, 12)은, 슬라이딩 안내 기구(도시 생략)를 개재하여 좌우 방향으로 이동 가능하게 지지되고, 절입축 구동 모터(도시 생략)의 구동에 의해, 절입축(도시 생략), 슬라이딩 안내 기구 등을 매개로 좌우 방향으로 이동하며, 연삭 지식(5, 6)을 연삭 전진단과 연삭 후퇴단의 사이에서 좌우 방향으로 이동시킨다.
- [0023] 측정 헤드(9, 10)는 워크(W)의 양 측면의 위치를 측정하는 것이며, 피봇부(9a, 10a)를 개재하여 고정축의 지지부재(17)에 의해 요동 가능하게 지지되고, 선단의 측정자(9b, 10b)가 워크(W)의 측면에 접촉했을 때의 측정 헤드(9, 10)의 피봇부(9a, 10a) 둘레에서의 각도 변위에 따른 전기 신호를 출력하도록 되어 있다. 측정 헤드(9, 10)는 정압 패드(1, 2)에 접촉하는 워크(W)를 사이에 두고 정압 패드(1, 2)의 위치를 측정하는 것도 가능하다.
- [0024] 각 측정 헤드(9, 10)는 인프로세스 사이징 연삭용의 사이징 장치(18)의 일부를 구성하는 것이며, 그 출력단측은 증폭기(19)에 접속되어 있다. 사이징 장치(18)는 연삭 제어 장치(20)에 접속되어 있다. 사이징 장치(18)는 연삭 중에 워크(W)의 연삭 정밀도가 기준 정밀도 내에 들어갈 때[예를 들어 워크(W)가 정해진 두께가 되었을 때] 제어 신호를 출력하여, 연삭 제어 장치(20)의 연삭 동작 제어 수단(21)의 제어에 의해, 스파크아웃 및 그 외의 정

해진 동작으로 이행시키도록 되어 있다.

- [0025] 연삭 제어 장치(20)는 도 3에 나타내는 바와 같이, 워크(W)를 삽입할 때부터 꺼낼 때까지의 일련의 연삭 동작을 제어하는 종래 공지의 연삭 동작 제어 수단(21)에 더하여, 측정 헤드(9, 10)로부터의 측정치(M1, M2)에 기초하여 실시간으로 워크(W)의 위치를 연산하는 위치 연산 수단(22)과, 워크(W)의 시연삭 등의 사전 연삭에서 워크(W)의 연삭 정밀도가 기준 정밀도 내에 들어갈 때의 워크(W)의 상대 위치(X)를 본 연삭시의 연삭 목표인 연삭 기준 위치(X0)로 결정하여 제로잉(기억 수단에 기억)하는 연삭 기준 위치 설정 수단(23)과, 각 워크(W)의 본 연삭시에 위치 연산 수단(22)에 의해 연산된 워크(W)의 상대 위치(X)와 이미 기억된 연삭 기준 위치(X0)를 비교하여 양자의 차분(양자의 위치 어긋남)을 구하는 위치 비교 수단(24)과, 워크(W)의 상대 위치(X)와 연삭 기준 위치(X0)에 차분이 있는 경우에, 다음 연삭시에 연삭 지식(5, 6)의 연삭 전진단이 일치[연삭 지식(5, 6)의 연삭 전진단까지 전진했을 때의 각 측정 헤드(9, 10)로부터의 측정치(M1, M2)가 연삭 기준 위치(X0)를 결정했을 때의 워크(W)의 양 측면의 기준치(M1r, M2r)와 일치]하도록, 워크(W)의 연삭의 종료후에 그 차분에 따라서 연삭 지식(5, 6)의 연삭 후퇴단을 보정하는 후퇴단 보정 수단(25)과, 측정 헤드(9, 10)로부터의 워크(W)의 양 측면의 측정치(M1, M2)와 연삭 기준 위치(X0)를 결정했을 때의 워크(W)의 양 측면의 기준치(M1r, M2r)를 감산하여 워크(W)의 양 측면의 위치(R1, R2)를 산출하고, 그 양 측면의 위치(R1, R2)를 실시간으로 비교하고 차분함으로써 양 연삭 지식(5, 6)의 지식 마모량의 차이를 산출하여, 그 지식 마모량의 차이에 기초하여 양 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스차를 구하는 샤프니스 비교 수단(26)과, 양 연삭 지식(5, 6)에 샤프니스차가 있는 경우에, 양 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스가 동일해지도록, 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스에 관계하는 연삭 조건을 양 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스차에 따라서 보정하는 연삭 조건 보정 수단(27)과, 워크(W)의 연삭 기준 위치(X0)에 대한 상대 위치(X)의 변화, 워크(W)의 양 측면의 위치(R1, R2) 등을 표시하는 표시 수단(28)을 포함하고, ROM, RAM, CPU 등을 포함하는 마이크로컴퓨터 등에 의해 구성되어 있다.
- [0026] 워크(W)의 양 측면의 위치(R1, R2)를 실시간으로 비교함으로써, 그 양 측면의 위치(R1, R2)의 차에 따라 양 연삭 지식(5, 6)의 지식 마모량 외에, 양 연삭 지식(5, 6)에 의한 워크(W)의 합계 연삭량을 산출할 수도 있다.
- [0027] 표시 수단(28)은 도 4에 나타낸 바와 같이 워크(W)의 상대 위치(X)를 막대 그래프로 표시하는 상대 위치 표시부(29)와, 워크(W)의 좌우 양 측면의 위치(R1, R2)를 막대 그래프로 표시하는 워크 위치 표시부(30, 31)를 갖는다. 상대 위치 표시부(29)는 좌우 방향으로 긴 횡장(橫長)형이며, 이 상대 위치 표시부(29)에는 제로잉된 연삭 기준 위치(X0)를 중심으로 좌우 방향으로 정해진 눈금이 있어, 그 연삭 기준 위치(X0)에 대한 워크(W)의 상대 위치(X)의 변화를 지침 등의 지시부(29af)에 의해 표시하도록 되어 있다.
- [0028] 워크 위치 표시부(30, 31)는 상하 방향으로 긴 종장(縱長)형이며, 워크(W)의 좌우 양 측면에 대응하여 좌우로 나열하여 배치되어 있다. 각 워크 위치 표시부(30, 31)에는 상하 방향으로 정해진 눈금이 있어, 워크(W)의 양 측면의 위치(R1, R2)를 아래로부터 위(또는 위로부터 아래)로 늘어나는 지시부(30a, 31a)에 의해 표시하도록 되어 있다. 상대 위치 표시부(29), 워크 위치 표시부(30, 31)의 방향은 임의적이며, 또 상대 위치 표시부(29), 워크 위치 표시부(30, 31)는 상대 위치(X), 워크(W)의 양 측면의 위치(R1, R2)를 수치로 표시하도록 해도 좋다. 또 표시 수단(28)은 필요에 따라 후술하는 각 정보를 표시하는 표시부(도시 생략)를 갖는다.
- [0029] 양두 평면 연삭반에 의해 실리콘 웨이퍼 등의 워크(W)의 연삭중에는, 연삭 지식(5, 6)의 지식 마모에 의한 약간의 지립의 탈락, 워크(W)의 약간의 형상의 차이, 워크(W)와 한 쌍의 정압 패드(1, 2) 사이의 수막의 미묘한 변화 등의 영향, 특히 연삭 지식(5, 6)의 지식 마모량의 편차의 영향을 받아 양 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스, 워크(W)의 상대 위치(X), 워크(W)의 양 측면의 위치(R1, R2)가 시시각각 변화한다.
- [0030] 그러나, 표시 수단(28)에 상대 위치 표시부(29), 워크 위치 표시부(30, 31)를 설치하여, 그 상대 위치 표시부(29)에 의해 워크(W)의 상대 위치(X)를 표시하고, 워크 위치 표시부(30, 31)에 의해 워크(W)의 양 측면의 위치(R1, R2)를 표시함으로써, 양 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스, 워크(W)의 상대 위치(X), 워크(W)의 양 측면의 위치(R1, R2)의 변화를 가시화할 수 있다.
- [0031] 위치 연산 수단(22)은 지식 구동 모터(15, 16)의 부하 전류의 상승, 회전수의 저하 등으로부터 연삭 지식(5, 6) 사이에 워크(W)가 끼워진 것을 판정하는 협지 판정부(34)와, 워크(W)가 끼워진 것을 확인한 후에 각 측정 헤드(9, 10)로부터의 측정치(M1, M2)를 로딩하여 정압 패드(1, 2) 사이의 워크(W)의 상대 위치(X) 등을 연산하는 위치 연산부(35)를 갖는다.
- [0032] 협지 판정부(34)는 워크(W)의 두께(T)가 이미 알려져 있다는 것을 이용하여, 워크(W)의 위치 감시의 타이밍을 연삭 조건에 적절하게 설정하고, 연삭 사이클의 개시후에 그 타이밍이 도래함으로써, 연삭 지식(5, 6) 사이에

워크(W)가 끼워진 것을 판단하도록 해도 좋다. 위치 연산부(35)는 측정 헤드(9, 10)로부터의 측정치(M1, M2)에 기초하여, 정압 패드(1, 2) 사이의 중심 위치에 대한 워크(W)의 절대적 위치인 절대 위치(Xabs), 정압 패드(1, 2) 사이에 워크(W)가 적절하게 유지되어야 하는 연삭 기준 위치(X0), 정압 패드(1, 2) 사이에 유지되는 워크(W)의 상대 위치(X)를 수시로 연산하여 기억하도록 되어 있다.

- [0033] 연삭 기준 위치 설정 수단(23)은 연삭 기준 위치(X0)를 제로잉하는 제로잉부(36)와, 그 연삭 기준 위치(X0)가 적정한지의 여부를 절대 위치(Xabs)의 절대치 |Xabs|에 기초하여 판정하는 기준 위치 판정부(37)를 갖는다.
- [0034] 제로잉부(36)는 시연삭 등의 사전 연삭에서 워크(W)의 연삭 정밀도가 기준 정밀도 내에 들어갈 때, 예를 들어 사이징 장치(18)가 출력하는 제로 신호를 수신했을 때, 그 시점의 각 측정 헤드(9, 10)의 측정치(M1, M2)에 기초하여 연산된 상대 위치(X)를 위치 연산부(35)로부터 판독하여, 그 상대 위치(X)를 연삭 목표인 연삭 기준 위치(X0)로 하여 제로잉하도록 되어 있다. 따라서, 상대 위치 표시부(29)는 연삭 기준 위치(X0)를 제로로 하여, 이 연삭 기준 위치(X0)에 대한 워크(W)의 연삭중에 상대 위치(X)의 변화를 지시부(29a)의 좌우 방향의 위치에 의해 표시한다.
- [0035] 기준 위치 판정부(37)는 위치 연산부(35)에서 연산된 연삭 기준 위치(X0)의 제로잉시의 워크(W)의 정압 패드(1, 2) 사이의 절대 위치(Xabs)를 판독하여, 그 절대 위치(Xabs)의 절대치 |Xabs|가 연삭 정밀도에 따라서 미리 설정된 임계값 미만인지의 여부를 판정하도록 되어 있고, 예를 들어 절대치 |Xabs|가 임계값 미만이면, 표시 수단(28)에 연삭 기준 위치 설정 범위내인 것을 표시하여 연삭 기준 위치(X0)의 제로잉을 완료하고, 또 절대치 |Xabs|가 임계값 이상이면, 표시 수단(28)에 연삭 기준 위치 설정 범위외인 것을 적절하게 표시하여 작업자에게 정밀도의 확인과 정밀도 조정을 재촉한다.
- [0036] 위치 비교 수단(24)은 본 연삭의 각 연삭마다 워크(W)의 연삭 정밀도가 기준 정밀도 내에 들어갈 때, 예를 들어 사이징 장치(18)가 출력하는 제로 신호를 수신했을 때, 그 시점의 각 측정 헤드(9, 10)의 측정치(M1, M2)에 기초하여 위치 연산부(35)에서 연산된 상대 위치(X)를 판독하고, 이 상대 위치(X)와 연삭 기준 위치(X0)를 비교하여, 상대 위치(X)의 연삭 기준 위치(X0)에 대한 차분(위치 어긋남)의 유무를 판단하도록 되어 있다. 위치 비교 수단(24)은 연삭 기준 위치(X0)에 대한 워크(W)의 상대 위치(X)의 어긋난 방향 및 어긋난 양을 산출하도록 되어 있다.
- [0037] 후퇴단 보정 수단(25)은 위치 비교 수단(24)의 연산에 의해 워크(W)의 상대 위치(X)와 연삭 기준 위치(X0) 사이에 차분이 있는 경우에, 제로 신호의 수신으로부터 일정 시간 행해지는 스파크아웃의 종료후에, 차회의 연삭시에 연삭 지식(5, 6)의 연삭 전진단이 연삭 기준 위치(X0)에서의 워크(W)의 양 측면의 기준치(M1r, M2r)와 일치하도록, 워크(W)의 상대 위치(X)의 어긋난 방향 및 어긋난 양에 따라서 절입축의 연삭 후퇴단, 즉 연삭 지식(5, 6)의 연삭 후퇴단을 보정하도록 되어 있다.
- [0038] 스파크아웃의 개시부터 종료까지의 일정 시간은 연삭 조건에 따라서 정해져 있다. 또 연삭 기준 위치(X0)에서의 워크(W)의 양 측면의 위치[기준치(M1r, M2r)]는 연삭 지식(5, 6)의 연삭 전진단을 의미한다. 절입축의 연삭 후퇴단, 즉 연삭 지식(5, 6)의 연삭 후퇴단의 보정은, 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스 제어의 하나로서 기능하기 때문에, 한 쌍의 연삭 지식(5, 6)의 한쪽을 기준으로 다른 한쪽을 보정해도 좋고, 양쪽을 역으로 보정해도 좋다.
- [0039] 샤프니스 비교 수단(26)은 각 측정 헤드(9, 10)로부터의 측정치(M1, M2)와 연삭 기준 위치(X0)에서의 워크(W)의 양 측면의 기준치(M1r, M2r)의 감산에 의해 워크(W)의 양 측면의 위치(R1, R2)를 산출하는 워크 위치 연산부(41)와, 워크(W)의 양 측면의 위치(R1, R2)를 비교하여 차분함으로써 양 연삭 지식(5, 6)의 지식 마모량의 차이를 산출하고, 그 지식 마모량의 차이에 기초하여 샤프니스차를 판정하는 샤프니스 판정부(42)를 포함하고 있다. 샤프니스 판정부(42)는 양 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스의 차이와 보정 방향을 연산하도록 되어 있다. 워크 위치 연산부(41)에서 연산된 워크(W)의 양 측면의 위치(R1, R2)는, 워크 위치 표시부(30, 31)의 지시부(30a, 31a)의 변화로서 표시된다.
- [0040] 연삭 조건 보정 수단(27)은 연삭 중에 양 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스차가 없어지도록 실시간으로 연삭 조건을 수시로 보정하는 수시 보정부(39)와, 상기 워크(W)의 연삭 종료후에 차회의 연삭에 대비하여 양 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스의 차가 없어지도록 연삭 조건을 사후 보정하는 사후 보정부(40)를 갖는다.
- [0041] 수시 보정부(39)는 샤프니스 비교 수단(26)에 의해 실시간으로 연산된 양 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스차에 따라서, 양 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스차가 없어지도록 연삭 정밀도에 영향이 없는 연삭 조건, 예를 들어 연삭 지식(5, 6)의 중앙측으로부터 연삭 지식(5, 6)과 정압 패드(1, 2) 사이에 공급되는 연삭수(연삭 유체)의 유량을 제어하기 위해 구성되어 있다.

- [0042] 사후 보정부(40)는 연삭 조건에서 결정된 제로 신호의 수신으로부터 일정 시간후에 종료하는 스파크아웃의 후에, 제로 신호의 수신시의 양 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스차에 따라서, 양 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스의 차가 없어지도록 연삭 조건을 제어한다. 이 경우의 사후 보정부(40)에 의한 연삭 조건의 보정은, 수시 보정부(39)에 의한 실시간의 보정이 연삭 정밀도에 영향을 미치지 않는 연삭속의 유량 제어 등인 데 비해, 연삭중에 보정을 하면 연삭 정밀도에 영향을 미치는 연삭 조건, 예를 들어 연삭 지식(5, 6)의 회전수 및/또는 연삭 지식(5, 6)의 절입 속도의 제어이다. 연삭 조건의 보정은, 각 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스의 차이, 보정 방향에 기초하여 행한다.
- [0043] 다음으로 도 5의 (a)~(c)를 참조하면서, 정압 패드(1, 2) 사이의 간극(D)의 산출, 정압 패드(1, 2) 사이의 워크(W)의 위치 인식에 관해 설명한다. 도 5의 (a)에 나타난 바와 같이 좌우의 정압 패드(1, 2) 사이의 간극(D)에 삽입된 워크(W)가 그 간극(D)의 어디에 위치하는지를 판단하는 경우에는, 사전에 측정 헤드(9, 10)에 의해 정압 패드(1, 2)의 위치를 측정하고, 그 측정치(A1, B2)를 기억시켜 놓는다.
- [0044] 이 경우, 측정 헤드(9, 10)는 그 구조상, 각 정압 패드(1, 2)의 위치를 직접 측정할 수 없기 때문에, 다음과 같은 방법으로 측정한다. 예를 들어, 기지의 두께(T)의 워크(W)를 도 5의 (a)에 나타난 바와 같이 정압 패드(1, 2) 사이에 배치하여 측정 헤드(9, 10)의 측정치(M1, M2)를 판독한다. 다음으로 도 5의 (b)에 나타난 바와 같이 워크(W)를 좌측의 정압 패드(1)에 접촉시켰을 때의 측정 헤드(9, 10)의 측정치(A1, A2)를 판독하고, 도 5의 (c)에 나타난 바와 같이 워크(W)를 우측의 정압 패드(2)에 접촉시켰을 때의 측정 헤드(9, 10)의 측정치(B1, B2)를 판독하여 기억시켜 놓는다.
- [0045] 좌우의 정압 패드(1, 2)의 위치는, 좌우의 한쪽의 측정 헤드(9, 10)의 측정치를 파악할 수 있다면 산출할 수 있다. 예를 들어 우측의 측정 헤드(10)의 측정치(M2)를 기준으로 하는 경우에는(이하, 기준을 우측으로 함), 도 5의 (c)에 나타난 바와 같이 워크(W)를 우측의 정압 패드(2)에 접촉시켰을 때의 측정 헤드(10)의 측정치를 B2로 하고, 다음으로 도 5의 (b)에 나타난 바와 같이 워크(W)를 좌측의 정압 패드(1)에 접촉시켰을 때의 우측의 측정 헤드(10)의 측정치를 A2로 하면, 워크(W)의 두께(T)가 기지이기 때문에, 좌측의 정압 패드(1)의 위치는 A2-T가 되어, 좌우의 정압 패드(1, 2) 사이의 간극(D)은 연산식 $D=B2-(A2-T)$ 에 의해 구할 수 있다. 이 측정은 기계의 설치후나 정압 패드(1, 2)의 교환후에 행하면 되고, 통상의 연삭마다 행할 필요는 없다.
- [0046] 워크(W)를 반입·반출할 때, 정압 패드(1, 2)가 진공 배기 수단에 의해 워크(W)를 흡착하여 전달하는 경우에는, 그 진공 배기 수단을 이용하여 워크(W)를 정압 패드(1, 2)에 흡착하면 된다. 그러나, 한 쌍의 정압 패드(1, 2) 중, 예를 들어 우측의 정압 패드(2)에는 진공 배기 수단이 있지만, 좌측의 정압 패드(1)에 진공 배기 수단이 없는 경우에는, 도 6, 도 7에 나타난 바와 같은 구성의 지그(43)를 이용하여, 두께(T)가 기지인 플레이트(44)를 좌측의 정압 패드(1)에 장착하고, 그 플레이트(44)에 측정 헤드(9, 10)의 측정자(9b, 10b)를 접촉시켜 측정하면 된다.
- [0047] 이 지그(43)는, 정압 패드(1)의 절결부(7)에 직경 방향의 외측으로부터 착탈 가능하게 끼워지는 판형의 본체부(45)와, 본체부(45)의 내단측으로부터 좌측의 정압 패드(1)의 배면측으로 기립하는 기립부(46)와, 본체부(45)의 외단측으로부터 절결부(7)의 양측으로 돌출된 지지부(47)를 갖는다.
- [0048] 본체부(45)에는 좌측의 정압 패드(1)의 유지면(1a)에 접촉하는 플레이트(44)가 한 쌍의 부착 나사 등의 고정 기구(48)를 개재하여 착탈 가능하게 고정되어 있다. 기립부(46)에는 접촉부(49)가 설치되고, 그 접촉부(49)는 스프링 등에 의해 압박되어 좌측의 정압 패드(1)의 배면측에 탄성적으로 접촉하고 있다. 각 지지부(47)는 부착 나사 등의 고정 기구(50)를 개재하여 본체부(45)에 착탈 가능하게 고정되어 있다. 이 지지부(47)의 양단에는, 스프링 등에 의해 압박되어 우측의 정압 패드(2)에 탄성적으로 접촉하는 접촉부(51)가 설치되어 있다. 본체부(45)에는 측정자(9b, 10b)가 플레이트(44)에 접촉하도록 개구(52)가 설치되어 있다.
- [0049] 이 지그(43)를 개재하여 플레이트(44)를 좌측의 정압 패드(1)에 장착하는 경우에는, 플레이트(44)의 외측 둘레 가장자리를 좌측의 정압 패드(1)의 유지면(1a)에 접촉 또는 근접하도록, 본체부(45)를 좌측의 정압 패드(1)의 절결부(7)에 삽입한다. 그리고, 기립부(46)의 접촉부(49)를 정압 패드(1)의 배면에 접촉시켜, 그 누르는 힘에 의해 지그(43), 플레이트(44)를 좌측의 정압 패드(1)에 장착한다. 그 후, 양 정압 패드(1, 2)를 접근시키면, 지지부(47)의 접촉부(51)가 우측의 정압 패드(2)에 눌리고, 또 양 정압 패드(1, 2)가 플레이트(44)를 사이에 끼우기 때문에, 도 6 및 도 7에 나타난 바와 같이 플레이트(44)의 외측 둘레 가장자리를 좌측의 정압 패드(1)의 유지면(1a)을 따라서 고정할 수 있다.
- [0050] 이와 같이 하여 좌측의 정압 패드(1)에 플레이트(44)를 장착한 후, 도 6에 이점쇄선으로 나타난 바와 같이 플레

이트(44)의 양측에 측정자(9b, 10b)를 접촉시켜 측정 헤드(9, 10)의 측정치(M1, M2)를 판독하면, 진공 배기 수단이 없는 좌측의 정압 패드(1)에 관해서도 그 위치를 용이하게 측정할 수 있다.

- [0051] 정압 패드(1, 2) 사이의 워크(W)의 위치 인식은, 다음과 같이 하여 행한다. 정압 패드(1, 2) 사이에 미연삭의 워크(W)를 삽입한 경우, 그 워크(W)는 예를 들어 도 8의 (a)에 나타낸 바와 같이 정압 패드(1, 2) 사이에 유지된다. 이 때의 워크(W)와 우측의 정압 패드(2) 사이의 우측 간극(D2)은, 도 8의 (a)일 때의 워크(W)의 우측면의 측정치(M2)와, 도 8의 (b)에 나타낸 바와 같이 워크(W)가 우측의 정압 패드(2)에 접촉했을 때의 측정 헤드(10)의 측정치(B2)로부터, 연산식 $D2=B2-M2$ 로 구할 수 있다.
- [0052] 워크(W)와 좌측의 정압 패드(1) 사이의 좌측 간극(D1)도, 동일하게 하여 도 8의 (a)일 때의 워크(W)의 좌측면의 측정치(M1)와, 도 8의 (c)에 나타낸 바와 같이 워크(W)가 좌측의 정압 패드(1)에 접촉했을 때의 측정 헤드(9)의 측정치(A1)로부터, 연산식 $D1=A1-M1$ 로 구할 수 있다.
- [0053] 따라서, 워크(W)로부터 각 정압 패드(1, 2)까지의 거리(D1, D2)를 알 수 있기 때문에, 각 정압 패드(1, 2) 사이에서의 워크(W)의 위치, 예를 들어 절대 위치(Xabs), 상대 위치(X)를 감시할 수 있고, $D1=D2$ 이면 워크(W)는 정압 패드(1, 2) 사이의 중앙에 위치하고 있다.
- [0054] 다음으로 도 9의 흐름도를 참조하여 연삭 목표인 연삭 기준 위치(X0)를 결정하여, 그 연삭 기준 위치(X0)를 제로잉하는 방법을 설명한다. 우선 시연삭에서 워크(W)를 삽입하고(단계 S1), 연삭 사이클을 시작한다(단계 S2). 연삭 사이클의 시작에 의해, 각 정압 패드(1, 2)가 정해진 위치까지 전진하여 워크(W)를 정압에 의해 유지한 후에, 각 연삭 지식(5, 6)이 전진하여 워크(W)의 양 측면을 연삭한다. 그러나, 양 연삭 지식(5, 6) 사이에 워크(W)가 끼워질 때까지는 워크(W)의 위치가 불안정하므로, 위치 연산 수단(22)의 협지 판정부(34)가 연삭 지식(5, 6) 사이에 워크(W)가 끼워진 것을 확인한 후에(단계 S3), 위치 연산부(35)가 각 측정 헤드(9, 10)의 측정치(M1, M2)를 로딩하여 워크(W)의 위치 감시를 시작한다(단계 S4).
- [0055] 워크(W)의 위치 감시가 시작되면, 우선 위치 연산부(35)는 정압 패드(1, 2) 사이의 중심 위치에 대한 워크(W)의 절대 위치(Xabs)를 연산하고(단계 S5), 그 절대 위치(Xabs)를 표시 수단(28)에 표시한다(단계 S6). 워크(W)의 절대 위치(Xabs)는 $(D2-D1)/2$ 에 의해 연산할 수 있다. 또 위치 연산부(35)는 워크(W)의 상대 위치(X)를 연산하고(단계 S7), 이전에 제로잉된 기준치(M1r, M2r)가 있다면(단계 S8), 그 기준치(M1r, M2r)에 대한 상대 위치(X)를 연산하여 표시한다(단계 S9). 이 상대 위치(X)는 연산식 $\{(M1-M1r)-(M2-M2r)\}/2$ 에 의해 연산한다. 제로잉된 위치가 없는 경우에는, 각 측정 헤드(9, 10)의 측정치(M1, M2)를 그대로 표시한다(단계 S8, S10).
- [0056] 시연삭의 워크(W)가 정해진 두께가 되면, 사이징 장치(18)로부터 제로 신호가 있기 때문에(단계 S11), 그 제로 신호에 의해 스파크아웃을 시작한다(단계 S12). 그리고, 스파크아웃을 시작하면, 절입축이 정지하고, 각 측정 헤드(9, 10)가 워크(W)의 양 측면으로부터 후퇴한다. 한편, 스파크아웃의 개시와 동시에, 위치 연산부(35)에서 연산된 제로 신호의 수신 시점의 워크(W)의 상대 위치(X)를 판독 입력하여(단계 S13), 제로잉부(36)가 그 상대 위치(X)를 연삭 목표인 연삭 기준 위치(X0)로 하여 제로잉하고(단계 S14), 또 표시 수단(28)에 연삭 기준 위치(X0)를 제로로서 표시한다.
- [0057] 또 스파크아웃의 개시와 동시에, 기준 위치 판정부(37)가 위치 연산부(35)에서 연산된 제로 신호의 수신시[연삭 기준 위치(X0)를 제로잉했을 때]의 정압 패드(1, 2) 사이의 워크(W)의 절대 위치(Xabs)의 절대치 $|Xabs|$ 를 판독 입력하고, 그 절대치 $|Xabs|$ 와 구해지는 연삭 정밀도에 기초하여 미리 설정된 임계값과 비교하여, 연삭 기준 위치(X0)가 제로잉 위치로서 오류가 없는지의 여부를 판정한다(단계 S15). 그리고, 워크(W)의 절대 위치(Xabs)가 임계값 미만이면, 연삭 기준 위치 설정 범위내로서 표시 수단(28)에 표시하여 제로잉을 완료한다(단계 S16). 또 절대치 $|Xabs|$ 가 임계값 이상이면, 연삭 기준 위치 설정 범위의외로서 표시 수단(28)에 표시하고(단계 S17), 작업자에게 정밀도의 확인과 정밀도 조정을 재촉한다.
- [0058] 이 연삭 기준 위치(X0)의 제로잉은 스파크아웃 개시와 동시에 행해진다. 스파크아웃은 연삭 조건에 기초하여 미리 일정 시간으로 설정되어 있고, 그 일정 시간이 경과하여 스파크아웃이 완료하면(단계 S18, S19), 절입축이 연삭 후퇴단으로 이동하여(단계 S20), 연삭 사이클이 종료하기 때문에(단계 S21), 시연삭후의 워크(W)를 꺼내고(단계 S22), 그 연삭후의 워크(W)를 인위적으로 측정하여(단계 S23), 연삭 정밀도를 판정한다(단계 S24).
- [0059] 연삭 정밀도의 판정의 결과, 정해진 연삭 정밀도를 얻을 수 없는 경우, 제로잉된 연삭 기준 위치(X0)가 연삭 기준 위치 범위밖인 경우에는, 정해진 연삭 정밀도를 얻을 수 있도록 정밀도를 조정한 후, 다시 워크(W)의 삽입 작업부터 다시 시작하여, 적정한 연삭 기준 위치(X0)를 결정하고 제로잉한다.
- [0060] 다음으로 도 10의 흐름도를 참조하면서, 본 연삭에서의 워크(W)의 위치 감시와 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스 제

어에 관해 설명한다. 우선 워크(W)를 삽입하여(단계 S30), 연삭 사이클을 시작한다(단계 S31). 그리고, 연삭 사이클을 시작하면, 협지 관정부(34)가 연삭 지식(5, 6) 사이에 워크(W)가 끼워진 것을 확인한 후(단계 S32), 위치 연산부(35)가 실시간으로 측정 헤드(9, 10)의 측정치(M1, M2)를 입력하면서 워크(W)의 위치를 감시한다(단계 S33).

- [0061] 측정 헤드(9, 10)의 측정치(M1, M2)를 입력하면, 위치 연산부(35)가 측정치(M1, M2)에 기초하여 현재의 워크(W)의 상대 위치(X)를 연산하고(단계 S34), 제로잉된 연삭 기준 위치(X0)에 대한 현재 위치를 지침 등의 지시부(29a)에 의해 실시간으로 표시한다(단계 S35).
- [0062] 동시에 샤프니스 비교 수단(26)이 양 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스의 차이를 판정한다. 즉, 기억 데이터 중에서 연삭 기준 위치(X0)를 결정했을 때의 워크(W)의 양 측면의 기준치(M1r, M2r)를 판독 입력하여(단계 S36), 워크 위치 연산부(41)가 그 기준치(M1r, M2r)와 그 시점의 측정치(M1, M2)를 감산함으로써, 기준치(M1r, M2r)에 대한 워크(W)의 양 측면의 위치(R1, R2)를 연산한 후(단계 S37), 샤프니스 관정부(42)가 그 양 측면의 위치(R1, R2)를 비교하여 양 연삭 지식(5, 6)의 지식 마모량의 차이를 산출하고, 그 지식 마모량의 차이에 기초하여 양 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스차의 유무를 판정한다(단계 S38).
- [0063] 예를 들어, 좌측의 연삭 지식(5)의 지식 마모량이 우측의 연삭 지식(6)의 지식 마모량에 비교하여 적고, 좌측의 연삭 지식(5)의 샤프니스가 우측의 연삭 지식(6)의 샤프니스보다 나쁜 경우에는, 연삭중인 워크(W2)는 도 11에 나타낸 바와 같이 샤프니스가 나쁜 연삭 지식(5)에 의해 우측 방향으로 밀려 샤프니스가 좋은 연삭 지식(6)측으로 이동한 상태로 되어 있다.
- [0064] 따라서, 연삭중인 워크(W2)가 연삭 기준 위치(X0)의 결정시의 워크(W1)에 대하여 도 11에 나타낸 바와 같은 위치 관계가 되면, 그 워크(W1)의 기준치(M1r, M2r)와, 현시점의 워크(W2)의 측정치(M1, M2)로부터, 워크(W2)의 좌측의 위치(R1)를 연산식 $R1=M1-M1r$ 에 의해, 우측의 위치(R2)를 연산식 $R2=M2-M2r$ 에 의해 각각 연산할 수 있다.
- [0065] 그리고, 워크(W)의 양 측면의 위치(R1, R2)의 좌우차 $\Delta R(=R1-R2)$ 를 구함으로써, 양 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스의 차이의 크기를 알 수 있는 동시에, 샤프니스가 나쁜 쪽의 연삭 지식(5, 6)이 어느 것인지 알 수 있다. 도 11과 같은 경우는 $\Delta R < 0$ 이고, 좌측의 연삭 지식(5)이 샤프니스 불량인 것을 나타낸다. $\Delta R = 0$ 은 양 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스가 동등한 것을 나타낸다. 또 $\Delta R > 0$ 은 도 11과 반대의 경우이며, 우측의 연삭 지식(6)이 샤프니스 불량인 것을 나타낸다.
- [0066] 샤프니스의 판정 결과가 $\Delta R < 0$ 이거나 $\Delta R > 0$ 이면(단계 S38), 연삭중에 양 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스의 차가 없도록, 수시 보정부(39)가 연삭 정밀도에 영향을 미치지 않는 연삭수의 유량을 실시간으로 보정한다(단계 S39). 이 경우, 좌우차 ΔR , 보정 방향(±)에 따라서 연삭수의 유량이 변화하는 제어 맵을 미리 작성해 두고, 그 제어 맵에 기초하여 좌우차 ΔR 의 대소, 정부(正負)에 대응하여 연삭수의 유량을 변화시키는 것이 바람직하다. 이 연삭수의 유량의 조정은, 양 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스가 일치할 때까지 계속해도 좋고, 제어 맵에 기초하여 제어하기만 해도 좋다.
- [0067] 표시 수단(28)의 워크 위치 표시부(30, 31)는, 워크(W)의 연삭중, 연삭 기준 위치(X0)에서의 워크(W)의 양 측면을 기준으로, 그 때의 양 측면의 위치(R1, R2)를 표시한다. 좌우의 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스가 대략 동일하면, 표시 수단(28)의 워크 위치 표시부(30, 31)의 표시는 대략 동일한 레벨을 나타내고, 양 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스가 상이한 경우에는, 도 4에 나타낸 바와 같이 그 샤프니스차에 따른 레벨을 표시한다.
- [0068] 예를 들어 도 11에 나타낸 바와 같은 경우에는, 양 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스의 차이에 따라서 도 4에 나타낸 바와 같이 워크 위치 표시부(30)의 지시부(30a)의 레벨이 낮고, 워크 위치 표시부(31)의 지시부(31a)의 레벨이 높아진다. 이 때문에 워크 위치 표시부(30, 31)의 표시를 보면, 연삭중인 워크(W)의 양 측면의 위치(R1, R2)의 변화로서 양 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스의 차이를 용이하게 파악할 수 있다.
- [0069] 도 11에 나타낸 바와 같이 좌측의 연삭 지식(5)의 샤프니스가 나쁜 경우에는, 그 샤프니스의 정도에 따라서 좌측의 연삭 지식(5)과 워크(W) 사이에 공급하는 연삭수의 유량을 적게 한다. 이것에 의해 연삭 지식(5)으로부터 탈락한 지립의 배출이 느려지고, 연삭 지식(5)과 워크(W) 사이에서의 지립의 체류 시간이 길어지기 때문에, 그 지립이 스톤(sharpening stone)의 역할을 하여 지식 마모가 촉진되기 때문에 샤프니스가 좋아진다. 이에 따라 좌우의 양 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스의 차를 최대한 적게 할 수 있다.
- [0070] 샤프니스가 좋은 연삭 지식(5, 6)측의 연삭수의 유량을 일정하게 하고, 샤프니스가 나쁜 연삭 지식(5, 6)측의 연삭수의 유량을 적게 해도 좋고, 반대로 샤프니스가 나쁜 연삭 지식(5, 6)측의 연삭수의 유량을 일정하게

하고, 샤프니스가 좋은 연삭 지식(5, 6)측의 연삭수의 유량을 많게 해도 좋다. 또 샤프니스가 좋은 연삭 지식(5, 6)측의 연삭수의 유량을 많게 하면서, 샤프니스가 나쁜 연삭 지식(5, 6)측의 연삭수의 유량을 적게 하는 등, 양쪽 연삭 지식(5, 6)의 연삭수의 유량을 증감해도 좋다.

[0071] 워크(W)가 목표 두께가 되면 사이징 장치(18)로부터의 제로 신호를 수신하고(단계 S40), 절입축이 정지하고 각 측정 헤드(9, 10)가 후퇴하여 스파크아웃을 시작한다(단계 S41). 동시에 위치 비교 수단(24)이 위치 연산 수단(22)에서 연산된 제로 신호의 수신 시점의 워크(W)의 상대 위치(X)를 연산하고(단계 S42), 이것을 연삭 목표인 연삭 기준 위치(X0)와 비교하여, 연삭 기준 위치(X0)에 대한 워크(W)의 어긋난 양과 어긋난 방향을 구한다(단계 S43). 또 동시에 제로 신호의 수신시의 측정치(M1, M2)로부터, 그 시점에서의 워크(W)의 양 측면의 위치(R1, R2)의 좌우차 ΔR 를 연산하여(단계 S44), 워크(W)의 연삭 종료후에 절입축의 연삭 후퇴단의 보정에 대비한다.

[0072] 스파크아웃은 연삭 조건에 기초하여 미리 일정 시간으로 설정되어 있고, 그 일정 시간이 경과하여 스파크아웃이 완료하고(단계 S45, S46), 연삭 사이클이 종료하여 워크(W)의 연삭이 끝나면(단계 S47), 절입축이 연삭 후퇴단으로 이동한다(단계 S48).

[0073] 제로 신호의 수신시에 있어서, 연삭 기준 위치(X0)에 대하여 워크(W)의 상대 위치(X)가 어긋나는 위치 어긋남이 있다면, 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스 제어의 일환으로서, 차회 연삭시에 연삭 전진단이 연삭 기준 위치(X0)에 일치하도록, 후퇴단 보정 수단(25)이 연삭 지식(5, 6)의 연삭 후퇴단, 즉 절입축의 연삭 후퇴단의 위치를 보정한다. 따라서, 차회의 워크(W)의 연삭시에는, 워크(W)의 상대 위치(X)의 위치 어긋남을 흡수한 상태로 양 연삭 지식(5, 6)이 워크(W)를 절입하게 되어, 워크(W)의 양 측면의 위치(R1, R2)를 연삭 기준 위치(X0)로 복귀시킬 수 있다.

[0074] 동시에 워크(W)의 양 측면에 좌우차 ΔR 가 있는 경우에는, 사후 보정부(40)가 차회의 연삭에 대비하여 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스에 영향을 미치는 연삭 조건을 보정하여 갱신한다(단계 S49). 여기서는 연삭중에 바꿀 수 없는 연삭 조건, 예를 들어 연삭 지식(5, 6)의 회전수 및/또는 연삭 지식(5, 6)의 절입 속도를 바꿀 수 있다. 그 보정은 좌우차 ΔR 의 크기와 보정 방향에 기초하여 행한다.

[0075] 연삭 지식(5, 6)의 회전수 및/또는 연삭 지식(5, 6)의 절입 속도를 보정하면, 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스를 조정할 수 있다. 예를 들어 연삭 지식(5, 6)의 회전수를 느리게 하거나, 또는 절입 속도를 빠르게 하면, 연삭 지식(5, 6)이 워크(W)를 연삭할 때의 연삭 부하가 커져, 지립의 탈락이 진행되어 새로운 지립이 계속해서 나오기 때문에, 샤프니스가 나쁜 연삭 지식(5, 6)이라도 그 지식 마모의 진행에 의해 샤프니스를 좋게 할 수 있다.

[0076] 또 워크(W)의 상대 위치(X)의 위치 어긋남에 기초하여 연삭 지식(5, 6)의 연삭 후퇴단을 보정하고, 워크(W)의 양 측면의 위치차 ΔR 에 기초하여 양 연삭 지식(5, 6)의 연삭 조건을 보정함으로써, 연삭 지식(5, 6) 중 한쪽만의 연삭 조건을 보정하는 경우에 비하여, 연삭후의 워크(W)의 손상, 휘어짐 등이 적어져, 워크(W)의 연삭 정밀도를 더욱 향상시킬 수 있다.

[0077] 그 후, 워크(W)를 꺼내어 종료한다(단계 S50).

[0078] 이와 같이 하면, 양 연삭 지식(5, 6)의 지식 마모량의 편차에 기인하는 샤프니스의 언밸런스를 수치화하고, 그것에 기초하여 양 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스가 동일해지도록 자동적으로 제어할 수 있다. 다수의 워크(W)를 계속해서 연삭하는 경우에는, 동일한 순서로 조작, 제어 등을 반복하여 행한다.

[0079] 도 12는 본 발명의 제2 실시형태를 예시한다. 이 제2 실시형태는, 연삭중인 워크(W)의 상대 위치(X)와 정압 패드(1, 2)에 워크(W)가 적정하게 유지되어야 하는 연삭 기준 위치(X0)를 비교하여 양자의 차분에 의해 양 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스차를 실시간으로 연산하는 샤프니스 비교 수단(26)과, 양 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스차에 기초하여 양 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스가 대략 일치하도록, 양 연삭 지식(5, 6)과 워크(W) 사이에 공급되는 연삭수의 유량을 제어하는 등, 연삭 지식(5, 6)의 연삭 조건을 보정하는 연삭 조건 보정 수단(27)을 포함하는 것이다.

[0080] 장기간의 사용 등에 의해 연삭 지식(5, 6)의 지식 마모량에 차이가 발생하면, 양 연삭 지식(5, 6)의 절입량이 동일하더라도, 양 연삭 지식(5, 6)의 연삭 전진단이 상이하다. 한편, 지식 마모량이 큰 측의 연삭 지식(5, 6)에서는 자생 작용에 의해 샤프니스가 향상되어 연삭량이 크기 때문에, 워크(W)는 지식 마모량이 작은 측의 연삭 지식(5, 6)에 의해 지식 마모량이 큰 측의 연삭 지식(5, 6)으로 밀려, 워크(W)의 상대 위치(X)는 지식 마모량이 크고 샤프니스가 좋은 연삭 지식(5, 6)측으로 어긋나게 된다.

[0081] 따라서, 워크(W)의 연삭중에는 실시간으로 워크(W)의 상대 위치(X)를 구하고, 샤프니스 비교 수단(26)에서, 상

대 위치(X)와 연삭 기준 위치(X0)를 비교하여 양자의 차분에 의해 양 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스차에 따른 워크(W)의 위치 어긋남의 유무, 위치 어긋남의 대소, 어긋난 방향을 연산한다.

- [0082] 그리고, 워크(W)의 상대 위치(X)의 연삭 기준 위치(X0)에 대한 위치 어긋남이 있으면, 연삭 조건 보정 수단(27)에 의해, 양 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스차에 따라서, 즉 위치 어긋남의 대소, 어긋난 방향에 따라서 양 연삭 지식(5, 6)과 워크(W) 사이에 공급되는 연삭수의 유량을 제어한다. 이것에 의해 양 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스의 차이를 해소할 수 있다.
- [0083] 참고로, 상대 위치(X)의 위치 어긋남의 대소, 어긋난 방향에 따라서 양 연삭 지식(5, 6)의 연삭수의 유량을 제어하는 경우, 예를 들어 연삭 조건 등의 여러가지 요인을 고려하면서도 13에 나타낸 바와 같은 관계로 제어하면 된다.
- [0084] 이상, 본 발명의 각 실시형태에 관해 상세히 설명했지만, 본 발명은 이러한 실시형태에 한정되지 않고, 본 발명의 취지를 일탈하지 않는 범위에서 여러가지 변경이 가능하다. 예를 들어 각 실시형태는 횡형 양두 평면 연삭반에 관해 예시하고 있지만, 종형의 양두 평면 연삭반에서도 동일하게 실시할 수 있다.
- [0085] 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스차는 연삭중인 워크(W)의 양 측면의 위치(R1, R2)를 산출하고, 이 양 측면의 위치(R1, R2)를 비교하여 양 연삭 지식(5, 6)의 지식 마모량의 차이를 산출하고, 그 양 연삭 지식(5, 6)의 지식 마모량의 차이에 기초하여 양 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스차를 판단하는 방법과, 연삭중인 워크(W)의 상대 위치(X)를 산출하고, 이 상대 위치(X)와 정압 패드(1, 2) 사이에 워크(W)가 적정하게 유지되어야 하는 연삭 기준 위치(X0)를 비교하여, 그 양자의 차분에 의해 양 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스차를 판단하는 방법이 있지만, 연삭중인 워크(W)의 양 측면의 위치(R1, R2)를 측정하고, 그것에 기초하여 양 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스를 판단하는 방법이라면, 다른 방법을 채택해도 좋다.
- [0086] 또 워크(W)의 양 측면의 위치(R1, R2)의 좌우차 ΔR 를 산출하여 연삭 조건을 제어하는 경우에도, 좌우차 ΔR 에 기초하여 연삭 지식(5, 6)의 샤프니스의 차이를 판정하여, 그 샤프니스가 대략 동일해지도록 제어해도 좋고, 좌우차 ΔR 에 기초하여 연삭 지식(5, 6)의 지식 마모량의 차이를 판정하여, 그 지식 마모량이 대략 동일해지도록 제어해도 좋다.
- [0087] 정압 패드(1, 2) 사이의 간극(D)의 측정에서, 예를 들어 우측의 정압 패드(2)에만 진공 배기 수단이 있고, 게다가 지그(43)도 없는 경우에는, 시판하는 간극 게이지를 이용하여 직접 측정해도 좋다. 또, 워크(W)의 좌측 위치(D1)는, 우측의 정압 패드(2)의 패드 위치(D2)와, 간극 게이지로 파악한 패드 간극(D)과, 기지의 워크(W)의 두께(T)에 의해, 다음 연산식 $D1=D-D2-T$ 로 구할 수도 있다. 그리고, 워크(W)의 좌측 위치(D1)를 알면, 그 값을 바탕으로 좌측 패드 위치(A1)를 구하고, 이 좌측 패드 위치(A1)와 좌측의 측정 헤드(9)의 측정치(M1, M2)로부터, 좌측의 패드 위치(A1)는 다음 연산식 $A1=D1+M1$ 로 구할 수도 있다.
- [0088] 제로잉은 워크(W)가 마무리 치수가 되었을 때 연삭 기준 위치(X0)에 기초하여 행하는 것이 최선이다. 그러나, 워크(W)에 대한 손상을 피하기 위해, 사이징 장치(18)로부터 제로 신호를 수취하여 양 측정 헤드(9, 10)가 워크(W)에서 후퇴한 후에도, 연삭 조건으로 설정된 스파크아웃 시간만큼 워크(W)가 연삭되기 때문에, 마무리 치수에서의 제로잉은 어렵다. 따라서, 사이징 장치(18)로부터 제로 신호를 수취한 타이밍에 행하는 것이 바람직하다.
- [0089] 연삭중에는 정압 패드(1, 2)에 의해 유지된 상태로 회전하는 워크(W)를, 회전하는 연삭 지식(5, 6)에 의해 양측으로부터 연삭하면서, 측정 헤드(9, 10)에 의해 워크(W)의 양 측면을 실시간으로 측정하기 때문에, 그 양 측면의 측정치(M1, M2)에는 항상 미세한 편차가 있다. 따라서, 워크(W)의 상대 위치(X)는, 각 측정 헤드(9, 10)의 측정치(M1, M2)의 이동 평균 처리에 의해 구하는 것이 바람직하다.
- [0090] 또 실시형태에서는 사이징 장치(18)의 측정 헤드(9, 10)를 이용하고, 그 사이징 장치(18)로부터의 제로 신호를 이용하도록 하고 있지만, 측정 헤드(9, 10)를 포함하는 전용 측정 수단을 이용하여 워크(W)의 양 측면을 측정하고, 사이징 장치(18)로부터의 제로 신호 대신, 워크(W)가 정해진 연삭 정밀도가 되었을 때의 신호를 계기로 제로잉 등을 행하도록 해도 좋다.
- [0091] 측정 헤드(9, 10)는 워크(W)의 양 측면에 접촉하는 접촉식 외에, 레이저 변위식, 정전 용량식 등의 비접촉식을 사용하는 것도 가능하고, 워크(W)의 양 측면의 위치를 측정할 수 있는 것이라면 그 측정 방식은 문제가 아니다.
- [0092] 측정 헤드(9, 10), 위치 연산 수단(22)에 의한 워크(W)의 위치 감시를 이용하여, 연삭 지식(5, 6)의 교환후의 연삭 위치맞춤 작업의 자동화를 측정하도록 해도 좋다. 이것에 의해 준비 작업 등의 시간을 삭감할 수 있고, 인적 요인에 의한 연삭 위치맞춤 미스의 발생을 방지할 수 있다. 즉, 한 쌍의 정압 패드(1, 2)의 얼라인먼트 조정

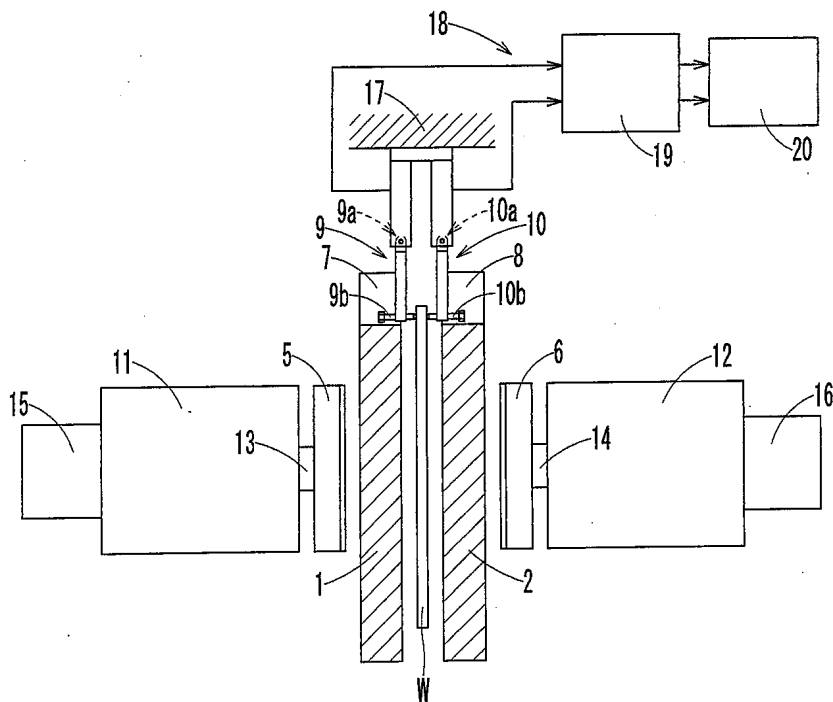
을 하지 않는 한, 연삭 지석(5, 6)의 교환전과 연삭 위치가 거의 변하지 않기 때문에, 정압 패드(1, 2)의 위치 맞춤은 연삭 지석(5, 6)의 교환전의 정해진 정밀도의 기준치 내의 워크(W)의 위치에 맞추면 되고, 그 위치는 기계가 기억하고 있기 때문에, 자동화를 용이하게 도모할 수 있다.

부호의 설명

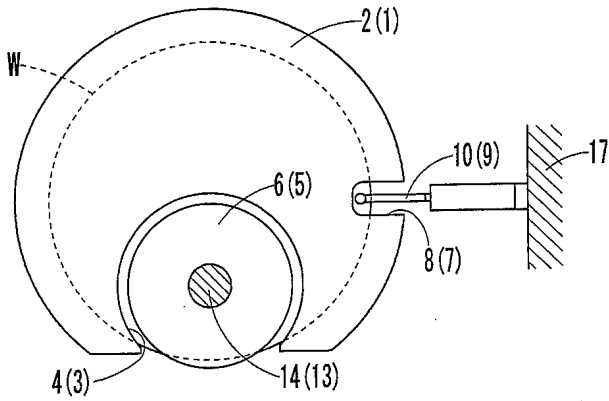
- | | | |
|--------|---------------------|-----------------|
| [0093] | W : 워크 | M1, M2 : 측정치 |
| | X : 상대 위치 | X0 : 연삭 기준 위치 |
| | M1r, M2r : 기준치 | R1, R2 : 측면의 위치 |
| | Xabs : 절대 위치 | 1, 2 : 정압 패드 |
| | 5, 6 : 연삭 지석 | 9, 10 : 측정 헤드 |
| | 20 : 연삭 제어 장치 | 22 : 위치 연산 수단 |
| | 23 : 연삭 기준 위치 설정 수단 | 24 : 위치 비교 수단 |
| | 25 : 후퇴단 보정 수단 | 26 : 샤프니스 비교 수단 |
| | 27 : 연삭 조건 보정 수단 | |

도면

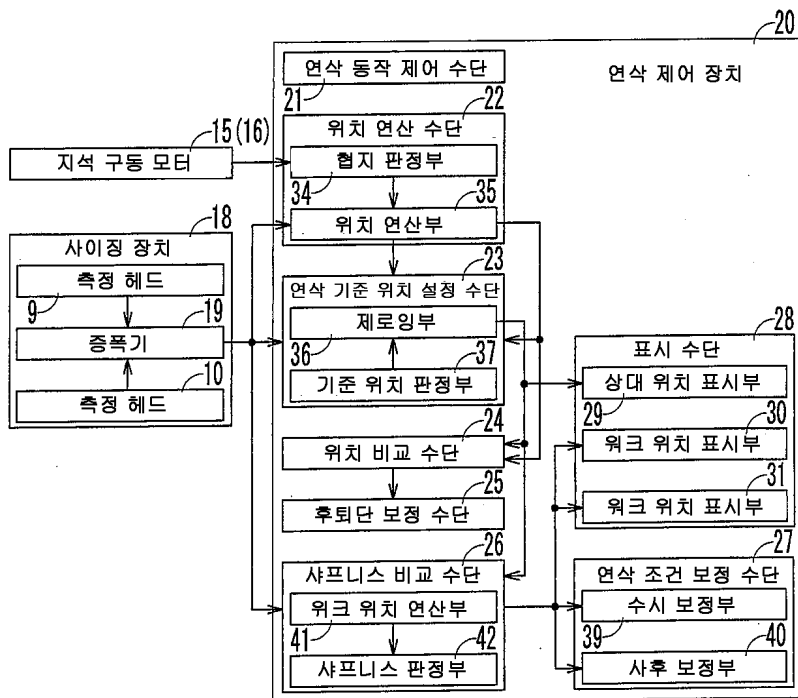
도면1



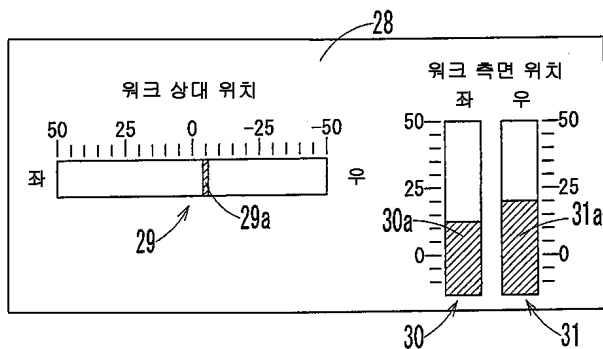
도면2



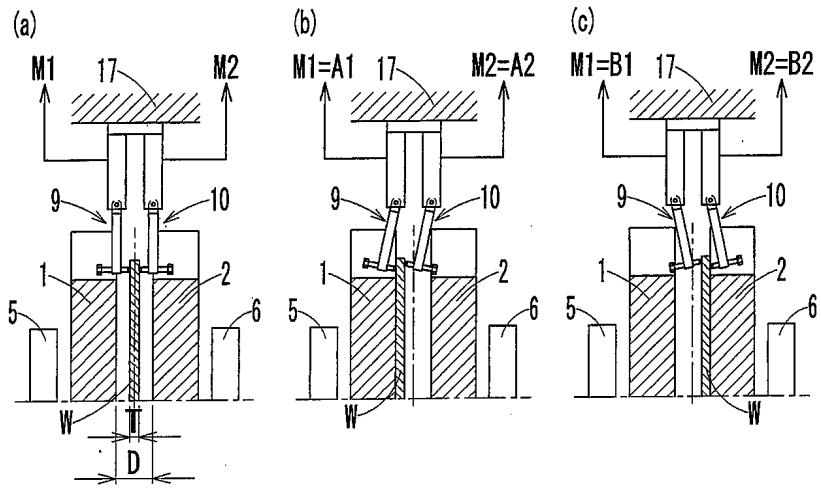
도면3



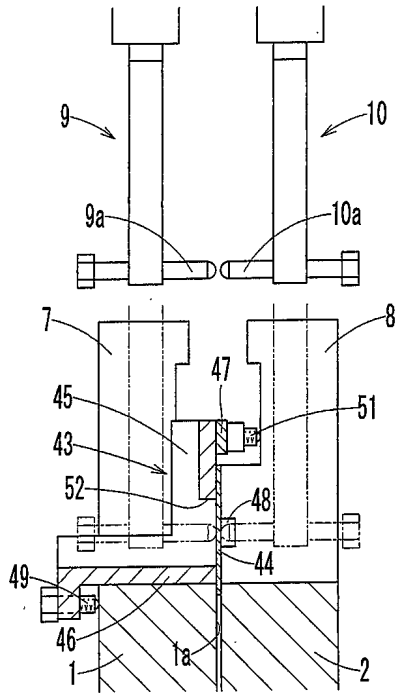
도면4



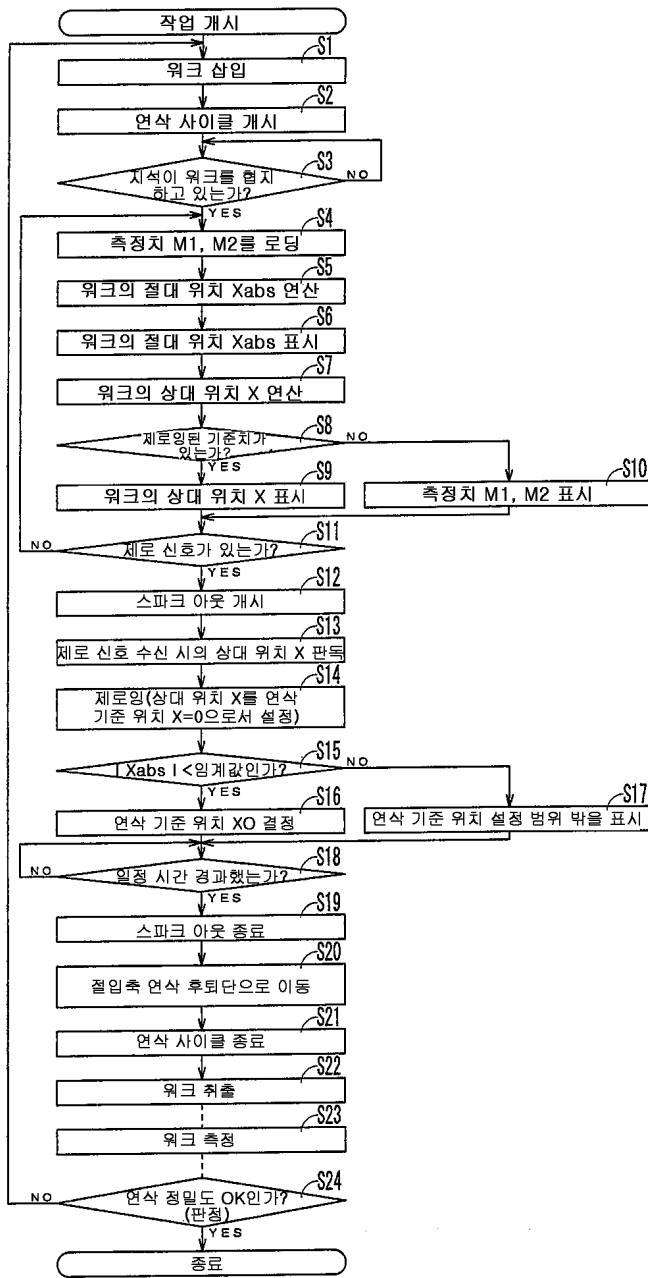
도면5



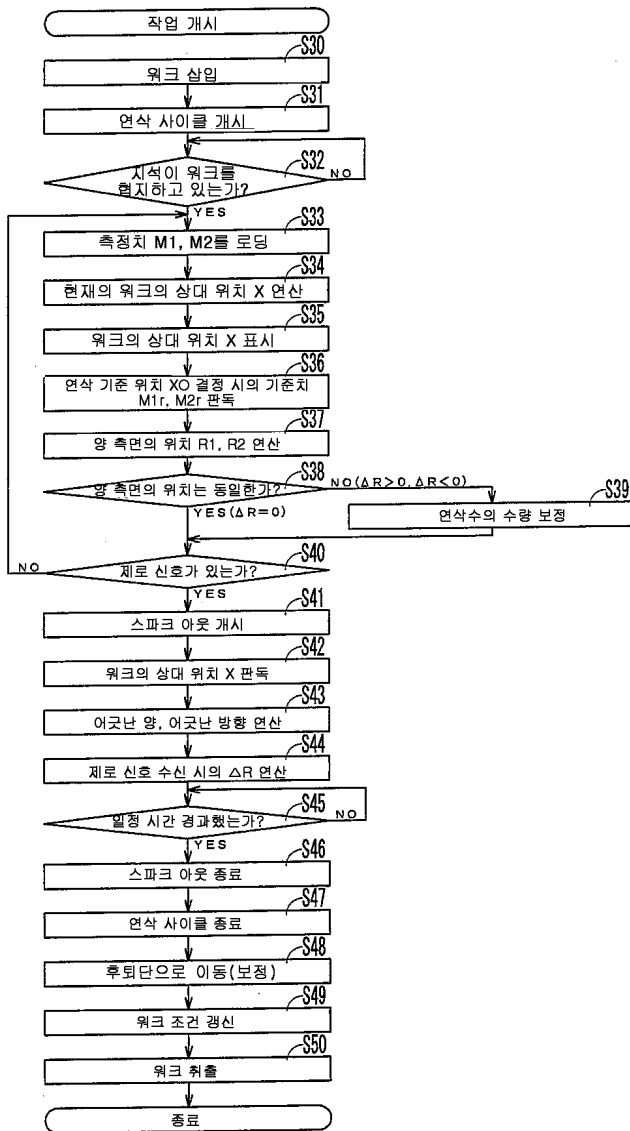
도면6



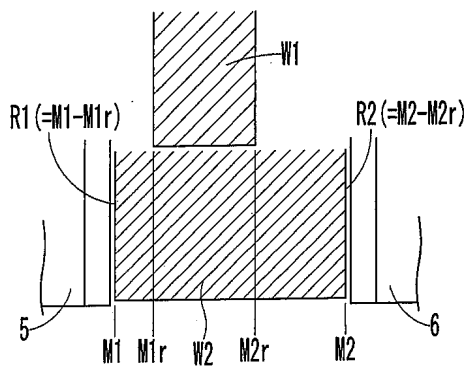
도면9



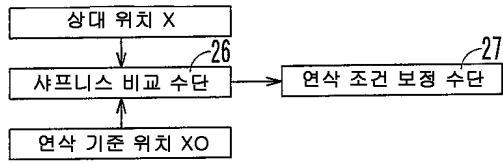
도면10



도면11



도면12



도면13

워크 위치	연삭수 유량	
	좌	우
$5 < X \leq 10$	+10%	-5%
$1 < X \leq 5$	+10%	0%
$0 < X \leq 1$	+5%	0%
$-1 \leq X < 0$	0%	+5%
$-5 \leq X < -1$	0%	+10%
$-10 \leq X < -5$	-5%	+10%

