



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0034329
(43) 공개일자 2013년04월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B24B 37/00 (2006.01) **B24B 31/112** (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0098283

(22) 출원일자 2011년09월28일

심사청구일자 2011년09월28일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

조명우

서울특별시 양천구 목6동 신시가지 아파트 123-1501

김동우

서울특별시 강남구 선릉로 221, 404동 2202호 (도곡동, 도곡렉슬아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 6 항

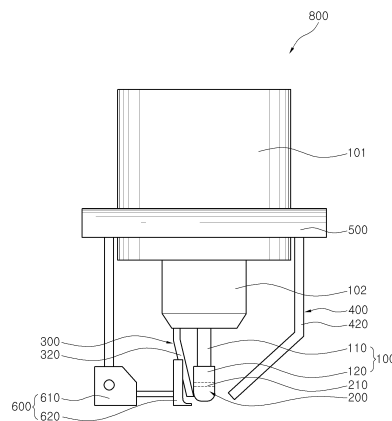
(54) 발명의 명칭 **연마시스템**

(57) 요약

본 발명은, 피가공물과 이격되게 배치되고, 회전구동부와 축방향으로 연결되어 회동하는 연마부, 연마부에 구비되고, 연마부 주위에 자기장을 형성하는 자기장 공급수단, 피가공물과 연마부 사이에 자기유변유체를 공급하는 자기유변유체 공급부, 피가공물과 자기유변유체 사이에 연마재를 공급하는 연마재공급부, 연마재공급부와 결합하여 연마재공급부의 위치를 이동시키는 회전스테이지 및 피가공물에 대한 연마부의 위치에 따라 회전스테이지를 제어하여, 연마재공급부의 위치를 제어하는 제어부를 포함하는 연마시스템을 제공한다.

따라서, 회전스테이지를 통하여 연마부의 위치에 따라 연마재공급부의 위치를 제어함으로써 다양한 형상의 피가공물을 가공할 수 있으며, 소형화가 가능하다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

홍광표

인천광역시 남구 용현동 신창미션힐아파트 106동
606호

제대진

대전광역시 유성구 신성로 104

특허청구의 범위

청구항 1

피가공물과 이격되게 배치되고, 회전구동부와 축방향으로 연결되어 회동하는 연마부;
 상기 연마부에 구비되고, 상기 연마부 주위에 자기장을 형성하는 자기장 공급수단;
 상기 피가공물과 상기 연마부 사이에 자기유변유체를 공급하는 자기유변유체 공급부;
 상기 피가공물과 상기 자기유변유체 사이에 연마재를 공급하는 연마재공급부;
 상기 연마재공급부와 결합하여 상기 연마재공급부의 위치를 이동시키는 회전스테이지; 및
 상기 피가공물에 대한 상기 연마부의 위치에 따라 상기 회전스테이지를 제어하여, 상기 연마재공급부의 위치를 제어하는 제어부를 포함하는 연마시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,
 상기 회전스테이지는, 상기 회전구동부의 외주에 위치하여 상기 회전구동부의 주위를 따라 회전하는 연마시스템.

청구항 3

청구항 1에 있어서,
 상기 자기장 공급수단은,
 영구자석 또는 선택적으로 상기 자기장을 공급하는 전자석인 연마시스템.

청구항 4

청구항 1에 있어서,
 상기 연마부는,
 일단부가 상기 회전구동부와 연결되어 축방향 회전하는 지지바와, 상기 지지바의 타단부에 결합하고 수용홈이 형성된 캡을 포함하고,
 상기 자기장 공급수단은, 상기 수용홈에 수용되는 하나 또는 복수 개의 영구자석인 연마시스템.

청구항 5

청구항 1 내지 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 회전스테이지와 결합하고, 상기 자기유변유체의 외측면 형상을 선택된 일정 형상으로 유지하기 위한 형상 유지부를 더 포함하는 연마시스템.

청구항 6

청구항 5에 있어서,
 상기 형상유지부는,
 상기 회전스테이지와 결합하는 무빙스테이지와,
 상기 무빙스테이지와 결합하고, 상기 자기유변유체와 대면하는 측면에 성형홈이 형성된 리포머(Reformer)를 포함하는 연마시스템.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 자기유변유체를 이용한 연마시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근에는 산업 발달에 따른 미세 부품의 다기능화, 초정밀화가 요구되고 있는 바, 대부분의 제조업체는 고정밀도의 값비싼 가공기를 사용하고 있으며, 폴리싱(polishing)을 통한 최종마무리를 하고 있는 실정이다. 그러나 이러한 폴리싱은 많은 시간이 소요될 뿐만 아니라 미세 부품의 연마에는 적합하지 않고, 국부적인 연마가 어려울 뿐만 아니라, 요구 수준의 표면 품질을 달성하기가 매우 어려운 문제점이 있었다.

[0003] 이에, 전자기적으로 유체의 농도를 조절하여 전단력의 변화를 일으킴으로써 피가공물을 가공할 수 있는 자기유변유체(Magnetorheological fluids)를 이용한 연마시스템이 개발되고 있으며, 이러한 자기유변유체를 이용한 연마시스템은, MR 제트(MR jet)연마방법과, 휠 타입 MR 연마시스템이 있다.

[0004] 그런데, MR 제트 연마방법은 스팟(spot)가공을 하게 되며 이렇게 스팟가공으로 인해 3차원 형상의 면적을 가진 구조물의 경우 가공시간이 길어지고, 자화된 MR유체를 분사하는 노즐과 공작물 간의 간격 조절이 힘들뿐만 아니라 이에 따른 가공량도 달라져 생산효율성에 영향을 미치는 문제점이 있다.

[0005] 또한, 휠 타입 MR연마시스템의 경우에는 자기장 형성을 위한 전자석의 크기가 상대적으로 커서 소형 및 구면 및 경사각을 가진 3차원 형상의 소형 구조물에 대한 연마가 폭넓지 못하여, 가공할 수 있는 피가공물의 형상이 제한적이며, 시스템의 소형화가 어려운 문제점이 있었다.

[0006] 따라서, 상기한 종래의 자기유변유체를 이용한 연마시스템은, 가공시간이 길고 구조적으로 소형화가 어려울 뿐만 아니라, 특히 자유곡면을 갖는 다양한 3차원 형상의 피가공물을 가공하는데 있어서 가공할 수 있는 피가공물의 형상이 제한되는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은, 소형화가 용이하고 다양한 형상의 피가공물을 용이하게 가공할 수 있는 연마시스템을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명은, 피가공물과 이격되게 배치되고, 회전구동부와 축방향으로 연결되어 회동하는 연마부; 상기 연마부에 구비되고, 상기 연마부 주위에 자기장을 형성하는 자기장 공급수단; 상기 피가공물과 상기 연마부 사이에 자기유변유체를 공급하는 자기유변유체 공급부; 상기 피가공물과 상기 자기유변유체 사이에 연마재를 공급하는 연마재공급부; 상기 연마재공급부와 결합하여 상기 연마재공급부의 위치를 이동시키는 회전스테이지; 및 상기 피가공물에 대한 상기 연마부의 위치에 따라 상기 회전스테이지를 제어하여, 상기 연마재공급부의 위치를 제어하는 제어부를 포함하는 연마시스템을 제공한다.

[0009] 여기서, 상기 회전스테이지는, 상기 회전구동부의 외주에 위치하여 상기 회전구동부의 주위를 따라 회전한다.

[0010] 또한, 상기 자기장 공급수단은, 영구자석 또는 상기 제어부와 연결되어 상기 제어부에 의하여 선택적으로 상기 자기장을 공급하는 전자석일 수 있으며, 상기 연마부는, 일단부가 상기 회전구동부와 연결되어 축방향 회전하는 지지바와, 상기 지지바의 타단부에 결합하고 수용홈이 형성된 캡을 포함하고, 상기 자기장 공급수단은, 상기 수용홈에 수용되는 하나 또는 복수 개의 영구자석일 수 있다.

[0011] 또한, 상기 연마시스템은 상기 회전스테이지와 결합하고, 상기 자기유변유체의 외측면 형상을 선택된 일정 형상으로 유지하기 위한 형상유지부를 더 포함하고, 상기 형상유지부는, 상기 자기유변유체와 대면하는 측면에 성형홈이 형성된 리포머(reformer)와, 상기 회전스테이지와 결합하고 상기 리포머를 이동시키는 무빙스테이지를 포함한다.

발명의 효과

[0012] 본 발명에 따른 연마시스템은, 회전스테이지를 통하여 연마부의 위치에 따라 연마재공급부의 위치를 제어함으로써

써 다양한 형상의 피가공물을 용이하게 가공할 수 있으며, 소형화가 용이하다.

도면의 간단한 설명

- [0013] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 연마시스템의 구성을 나타내는 정면도이다.
- 도 2 및 도 3은 도 1의 연마시스템과 일반적인 연마시스템에서의 자기유변유체층과 연마재층을 나타내는 도면이다.
- 도 4는 도 1의 연마시스템의 작동에 따른 피가공물과의 위치관계를 나타내는 평면도이다.
- 도 5는 도 1의 리포머를 나타내는 사시도이다.
- 도 6은 도 1의 연마시스템의 제어흐름을 나타내는 블록도이다.
- 도 7은 도 6의 제어부의 위치결정계산을 하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 이하 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0015] 먼저, 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 연마시스템(800)은 연마부(100)와, 자기장 공급수단(200)과, 자기유변유체공급부(300)와, 연마재공급부(400)와, 회전스테이지(500)와, 형상유지부(600)와, 제어부(700)를 포함한다.
- [0016] 상기 연마부(100)는, 피가공물(W)과 이격되게 배치되고, 회전구동부(101)와 축방향으로 연결되어 회동한다. 상기 연마부(100)는, 일단부가 상기 회전구동부(101)와 연결되어 축방향 회전하는 지지바(110)와, 상기 지지바(110)의 타단부에 결합하는 캡(120)을 포함한다.
- [0017] 여기서, 상기 지지바(110)는 회전을 위해 타단부가 연마장치의 주축과 연결되며, CNC머시닝센터 또는 마이크로머시닝센터의 스핀들(102)에 체결되도록 구성되는 것이 바람직하다. 상기 캡(120)은, 상기 지지바(110)의 타단부에 결합하여 상기 지지바(110)와 연동하여 회전한다. 상기 캡(120)은, 피가공물(W)과 대면하는 외측면은 구면, 그 형상이 비구면, 및 경사면을 포함한 다양한 3차원 형상의 피가공물(W)을 용이하게 연마하기 위하여 외측면 모서리가 라운드 진 원기둥 형상인 것이 바람직하다.
- [0018] 나아가, 상기 연마부(100)는, 라운드 엔드밀 타입(Round endmill type) MR 연마공구를 이용하여 라운드 엔드밀 형상의 커버 내에 후술되는 영구자석을 장착할 수 있으며, 상기 회전구동부(101)는 CNC장치 등의 연마장치에 포함된 구성으로서 이에 대한 상세한 구조는 당업자에게는 일반적인 것이므로 그 설명을 생략하기로 한다.
- [0019] 상기 자기장 공급수단(200)은, 상기 연마부(100)에 구비되어 상기 연마부(100) 주위에 자기장을 형성하는 역할을 하며, 영구자석(210) 또는 도시하지 않았지만 선택적으로 자기장을 형성할 수 있는 전자석을 포함한다.
- [0020] 상기 자기장 공급수단(200)은, 영구자석(210)을 적용하는 경우, 동일크기에 대하여 전자석보다 더 큰 자장을 형성시키기 때문에 소형화를 구현할 수 있고, 연마공정을 원활하고 편리하게 할 수 있는 네오디뮴(NdFeB)자석이 적용되는 것이 바람직하며, 형성하고자 하는 자기장의 세기에 따라 그 개수를 달리할 수 있다.
- [0021] 이에, 상기 연마시스템(800)은, 상기 캡(120)의 내부에 상기 영구자석(210)이 장착될 수 있는 수용홈(미도시)을 형성하고 상기 수용홈에 상기 영구자석을 삽입하여 장착할 수 있는 구조로 하여 상기 연마부(100) 주위에 자기장을 형성할 수 있다.
- [0022] 한편, 상기 자기장 공급수단(200)을 전자석으로 적용하는 경우에는, 상기 연마부(100)의 내부 또는 주위에 구비되어 상기 연마부(100)에 자기장을 형성한다. 여기서, 상기 전자석은 솔레노이드, 초전도자석 등과 같은 선택적으로 자기장을 형성할 수 있는 것이라면 모두 적용가능하다.
- [0023] 덧붙여, 상기 자기장 공급수단(200)은 전자석을 적용하는 경우, 상기 제어부(700)와 연결되어 상기 제어부(700)에 의하여 선택적으로 상기 자기장을 공급 또는 그 자기장의 세기를 조절할 수 있는 구조로 할 수 있다.
- [0024] 상기 자기유변유체공급부(300)는, 상기 피가공물(W)과 상기 연마부(100) 사이에 자기유변유체(M)를 공급하며, 통상의 유체를 공급하기 위한 공급펌프와 분사노즐(320)을 포함한다.

- [0025] 상기 연마재공급부(400)는, 상기 피가공물(W)과 상기 자기유변유체(M) 사이에 연마재를 공급하며, 연마재를 일정한량으로 지속적으로 공급하기 위한 연동펌프와 공급노즐(420) 등을 포함한다. 여기서, 상기 자기유변유체공급부(300)와, 상기 연마재공급부(400)는 통상의 펌프와 노즐을 포함하는 구조를 나타내었으나, 상기 자기유변유체와 상기 연마재를 지속적으로 공급할 수 있는 구조라면 모두 가능하다.
- [0026] 한편, 상기한 연마시스템(800)은, 상기 자기유변유체공급부(300)와 상기 연마재공급부(400)를 각각 별도로 구비하고 자기유변유체(M)와 연마재를 비혼합식으로 서로 독립적으로 공급하는 구조이기 때문에, 도 2에 나타난 바와 같이 자기장이 공급되었을 때 연마재층(10)과, 자기유변유체층(20)이 서로 분리되는 층구조를 가진다. 이에 따라, 상기 연마시스템(800)은, 자기유변유체(M)의 사용을 최소화할 수 있으며, 별도의 수집장치가 불필요하고, 자기유변유체(M)와 연마재의 투입량과 자기유변유체(M)의 수분을 조절할 수 있음은 물론 연마효율 및 냉각효과를 상승시킬 수 있다. 이는, 자기유변유체(M)와 연마재를 혼합하여 공급하는 일반적인 연마시스템과 비교가 되는데, 도 3을 참조하면 일반적인 자기유변유체를 이용한 연마시스템은, 연마재층(10)과, 자기유변유체층(20)과 더불어 혼합층(15)이 존재하고 서로의 층이 구분이 되지 않으므로, 상기 연마시스템(800)이 얻을 수 있는 효과를 얻기 힘들다.
- [0027] 부가하여, 상기 연마시스템(800)은, 상기 자기유변유체(M)와 상기 연마재가 서로 별도로 공급되는 구조이기 때문에, 연마재의 재활용이 가능한데, 이를 위해 연마재를 회수하여 상기 연마재공급부(400)로 재순환하는 순환부를 더 구비할 수 있다. 이러한 순환부는, 도시하지 않았지만 상기 연마부(100)의 하부에 배치되어 상기 연마부(100)를 타고 흘러내려온 연마재를 수거하는 수거부와, 상기 수거부로부터 수거된 연마재를 회수하여 다시 상기 연마재공급부(400)로 재공급하는 공급부를 포함하는 구조로 할 수 있지만, 이에 한정하지는 않는다.
- [0028] 한편, 상기 자기유변유체(M; Magneto-rheological fluid; MR fluid)는, 자기장을 인가하면 점도가 변화하는 특성이 있으며, 일반적으로 기름이나 물과 같은 비자성 유체에 철(iron)과 같은 자기장에 민감한 미세크기의 자성물질이 혼합되어 있다. 또한, 상기 연마재는 일반적으로 연마장치에 사용되는 액체로서 연마 입자가 들어 있지만, 상기한 자기유변유체(M)의 조성은 상기한 목적을 달성할 수 있는 조성이라면 모두 가능하며, 상기 연마재의 종류 또한 다양하게 적용할 수 있다.
- [0029] 상기 회전스테이지(500)는, 상기 연마재공급부(400)와 결합되어 상기 연마재공급부(400)의 위치를 이동시키는 역할을 하며, 피가공물(W)과 자기유변유체(M) 사이 최적의 위치에 상기 연마재공급부(400)가 위치하도록 한다.
- [0030] 도면에서, 상기 회전스테이지(500)는, 상기 회전구동부(101)와 상기 연마부(100)의 주위를 따라 회동하는 구조로 되어 있으며, 이에 따라 상기 연마부(100)가 피가공물(W)에 대하여 이동하면 이에 대응하여 상기 연마재공급부(400)도 상기 연마부(100) 주위를 이동하는 구조로 되어 있다. 하지만, 이는 예시적인 것으로서 상기 회전스테이지(500)는, 상기 연마재공급부(400)의 위치를 이동시킬 수 있다면 다양한 변형이 가능하다.
- [0031] 한편, 상기 자기유변유체(M)는, 피가공물(W)을 연마함에 따라 피가공물(W)과 접촉한 후 그 압력과 전단에 의하여 형상이 변하게 되어 초기의 형상을 유지하지 못하게 되는데, 이에 상기 연마시스템(800)은 형상이 변한 자기유변유체(M)의 형상을 일정하게 유지하기 위하여 상기 형상유지부(600)를 포함한다.
- [0032] 상기 형상유지부(600)는, 상기 자기유변유체(M)의 외측면 형상을 선택된 일정 형상으로 유지하는 역할을 한다. 상기 형상유지부(600)는, 상기 자기유변유체(M)와 대면하는 측면에 성형홈(622)이 형성된 리포머(Reformer; 620)와, 상기 회전스테이지(500)와 결합하고 상기 리포머(620)를 이동시키는 무빙스테이지(610)를 포함한다. 여기서, 상기 성형홈(622)은, 도 5에 나타난 바와 같이, 상기 자기유변유체(M)와 접촉하는 부분으로, 연마공구 모서리 반경과 외경의 치수를 적용한 형상을 갖고 있다. 상기 무빙스테이지(610)는, 상기 리포머(620)와 연결되어 상기 리포머(620)의 위치를 이동시켜 상기 자기유변유체(M)의 두께를 일정하게 조절하는 역할을 한다.
- [0033] 여기서, 상기 형상유지부(600)는, 피가공물(W)과의 간섭을 회피하기 위한 최적의 위치 등을 확보하기 위하여 상기 회전스테이지(500)와 결합하여 상기 연마부(100)에 대한 위치가 이동하는 구조로 되어 있다.
- [0034] 한편, 도면에서 상기 무빙스테이지(610)는 상기 회전스테이지(500)에 연결되어 상기 회전스테이지(500)의 회전에 연동하여 회전하며, 종방향 및 횡방향으로 이동 및 각도를 변경할 수 있는 구조로 되어 상기 리포머(620)의 위치를 다양하게 이동시킬 수 있으며, 이에 대한 상세한 구성을 통상의 위치이동장치와 그 구성이 유사하므로 생략하기로 하며, 상기 리포머(620)의 위치를 제어하도록 상기 제어부(700)와 연결되는 구조로 될 수 있다.
- [0035] 도 6을 참조하면, 상기 제어부(700)는, 상기 피가공물(W)에 대한 상기 연마부(100)의 위치에 따라 상기 회전스테이지(500)를 제어하여, 결과적으로 상기 연마재공급부(400)와 상기 형상유지부(600)의 위치를 제어한다.

[0036] 우선, 자기유변유체(M)를 이용한 연마공정은, 자장에 의해 일정한 자기유변유체 패드를 형성하여 이 패드의 상대운동에 의해 피가공물(W)을 가공하기 때문에 조건에 따라 정해진 간격(gap)을 유지하면서 가공이 진행되어야 한다. 이를 위해, 상기 제어부(700)는, 피가공물(W)의 표면 곡면에 대한 오프셋 면(Offset surface)을 계산하고 이 곡면 상에서 연마가 수행되도록 경로를 결정한다. 즉, 상기 제어부(700)는, 1차 형상 가공으로 인한 형상정보를 획득한 후 이 정보를 바탕으로 자기유변유체를 이용한 연마공정을 위해 연마재의 직접 접촉이 아닌 자기유변유체 두께 만큼의 오프셋(Offset) 된 평면에 대한 연마부(100)의 경로 계획을 수립하여야 하며, 이를 위해 연마장치에서 적용되는 위치 결정 공식을 응용하여 오프셋 된 평면에 대한 공구 위치를 재설정한다.

[0037] 또한, 상기 제어부(700)는, 3차원 형상의 피가공물(W)을 연마함에 있어, 상기 회전스테이지(500)를 통하여 상기 연마재공급부(400)와 상기 형상유지부(600)가 상기 연마부(100)가 이송하는 위치좌표에 따른 회전 각도와 동일하게 회전하도록 제어한다. 이를 위하여 상기 제어부(700)는 위치좌표를 통해 획득되는 회전각도 또는 변동위치만큼 상기 회전스테이지(500)를 제어하여 상기 연마재공급부(400)와 상기 형상유지부(600)를 회전시킨다.

[0038] 아래의 수학적식 1 내지 수학적식 4는 각 구성의 회전각도 계산식이며, 수학적식 5는 연마를 위한 연마부(100)의 위치 결정 식으로, 회전각도는 상기 연마부(100)의 접촉점으로부터의 노멀 벡터(normal vector)의 x,y성분을 이용하여 계산한다.

수학적식 1

$$\vec{n}: \text{Unit Normal Vector}$$

[0039]

수학적식 2

$$\vec{n} = n_x i + n_y j + n_z k$$

[0040]

수학적식 3

$$|\vec{n}| = \sqrt{n_x^2 + n_y^2 + n_z^2} = 1$$

[0041]

수학적식 4

$$\tan \theta = n_y / n_x, \quad \theta = \tan^{-1}(n_y / n_x)$$

[0042]

수학적식 5

$$r_L = r_c + (a+d)(n \cdot u) + (R - (a+d)(n \cdot u)) / (1 - \alpha_2)^{0.5}$$

[0043]

[0044] 여기서, r_L 은 공구 중심점, r_c 는 공구 접촉점, R은 공구 반경, a는 모서리 반지름, d는 자기유변유체의 두께(연마 진행 시 가공 깊이에 따라 변화), u는 Z축 유닛 벡터(Unit Vector), $\alpha = n \cdot u$ 이다(도 7참조).

[0045] 나아가, 상기 제어부(700)는, 상기한 회전스테이지(500)를 제어할 뿐만 아니라 상기 자기유변유체공급부(300)와 상기 연마재공급부(400)를 제어하여, 상기 자기유변유체(M)와 상기 연마재의 공급량을 제어할 수 있다.

[0046] 상기한 바와 같이, 상기 연마시스템(800)은, 회전스테이지(500)를 구비하고 상기 회전스테이지(500)에 연마재공급부(400)와 형상유지부(600)를 장착하여, 상기 연마재 공급부 및 형상유지부(600)의 위치를 적절하게 조절함으

로써 피가공물의 재 정렬 없이, 자유곡면을 갖는 다양한 3차원 형상의 피가공물(W)을 가공할 수 있으며, 전체적인 구조를 컴팩트화 할 수 있어 소형화가 가능하다.

[0047] 또한, 상기 연마시스템(800)은, 기존의 자기유변유체(M)와 연마재의 혼합방식이 아닌, 연마부(100) 주변에 자기장 공급수단(200)으로 인한 자기장에 의해 자기유변유체(M)가 부착되어 패드 형태로 회전하고 있는 상태에서, 그 위로 연마재를 투입하는 비혼합 방식이기 때문에, 연마재의 투입량의 조절이 가능하며 냉각효과와 자기유변유체(M)의 수분 조절이 가능하게 되며 기존의 방식 보다 많은 양의 연마입자가 투입되어 더욱 효과적인 공정의 수행이 가능하다.

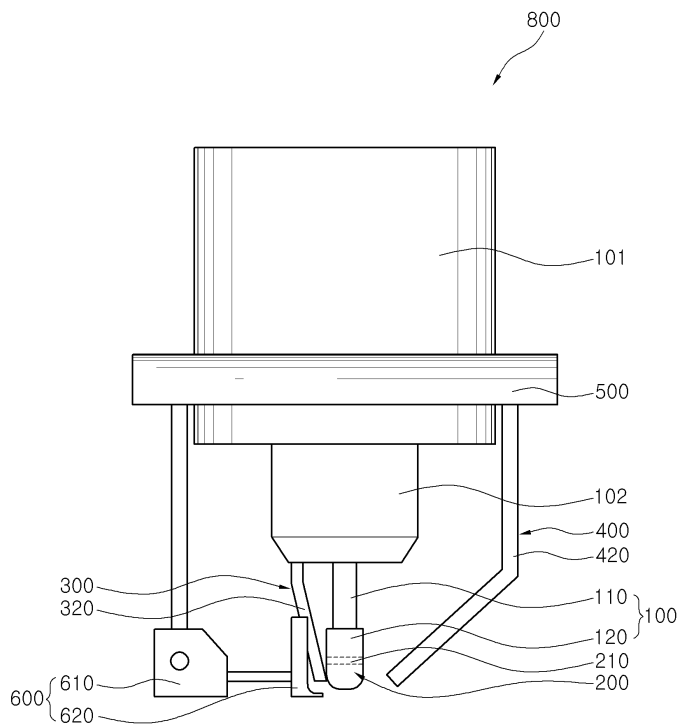
[0048] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

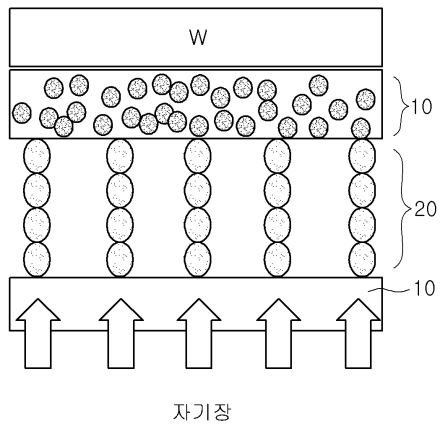
[0049]	100... 연마부	110... 지지바
	120... 캡	200... 자기장공급수단
	300... 자기유변유체공급부	400... 연마재공급부
	500... 회전스테이지	600... 형상유지부
	700... 제어부	800... 연마시스템

도면

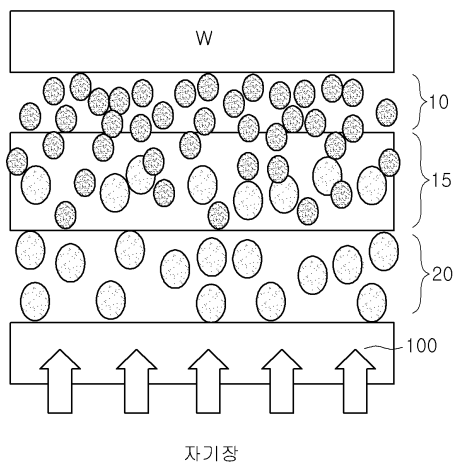
도면1



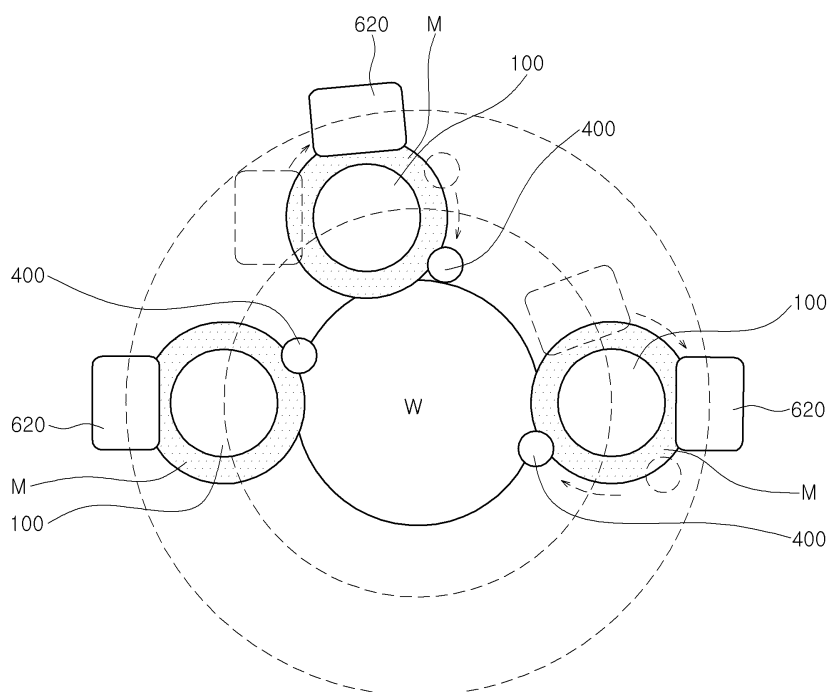
도면2



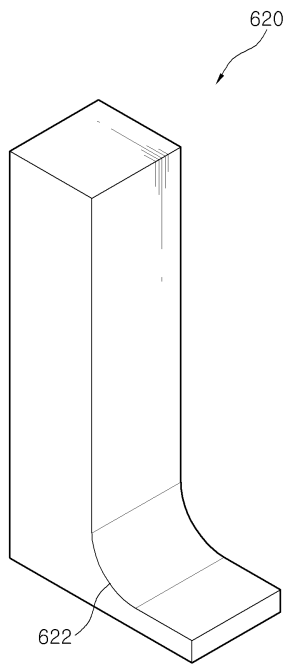
도면3



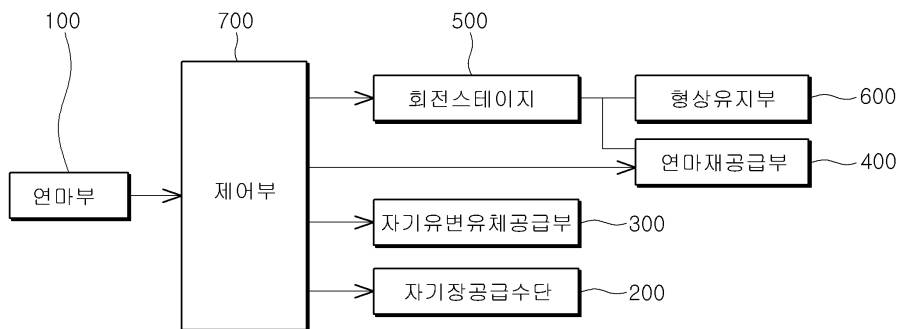
도면4



도면5



도면6



도면7

