



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0061203
(43) 공개일자 2012년06월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B24B 37/00 (2006.01) B24B 5/04 (2006.01)

B24B 57/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0122400

(22) 출원일자 2010년12월03일

심사청구일자 2010년12월03일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세대학교 (신촌동)

(72) 발명자

민병권

서울특별시 성북구 성북로4길 52, 112동 1606호
(돈암동, 한신아파트)

이상조

경기도 고양시 마두동 734 백마마을 407-1303

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인화우

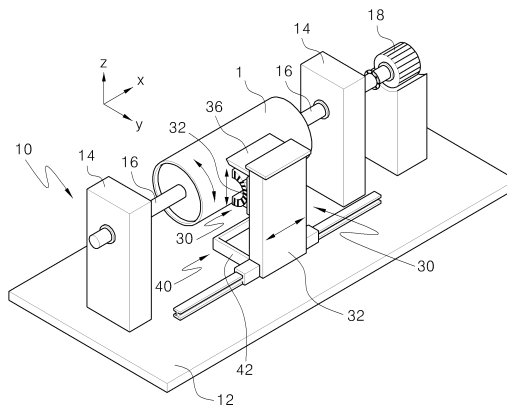
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 자기유변유체를 이용한 3차원 롤 금형 연마장치 및 방법

(57) 요약

자기유변유체를 이용한 3차원 롤 금형 연마장치 및 방법이 개시된다. 본 발명의 실시예에 따른 자기유변유체를 이용한 3차원 롤 금형 연마장치는, 베이스를 포함하며 가공 대상물이 회전 가능하게 장착되는 스테이지, 스테이지 상에 장착된 가공 대상물과 인접하게 상기 베이스 상에 장치되며 외부에서 제공된 전원에 의해 자기장을 발생시키는 전자석을 포함하는 연마장치 및 연마장치와 가공 대상물 사이로 자기유변유체를 포함하는 작동유체를 제공하는 작동유체 공급수단을 포함하여 구성되는 것을 구성의 요지로 한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

장경인

인천광역시 부평구 창취로3번길 26 (십정동)

김두연

인천광역시 남구 매소홀로 23-20, 1동 307호 (용현동, 성신아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2010K000189

부처명 교육과학기술부

연구사업명 21세기 프론티어 연구개발

연구과제명 나노사출성형 공정기술개발

주관기관 연세대학교 산학협력단

연구기간 2002.10.01 ~ 2012.03.31

특허청구의 범위

청구항 1

베이스를 포함하며, 가공 대상물이 회전 가능하게 장착되는 스테이지;

전자석을 포함하며, 스테이지 상에 장착된 가공 대상물과 인접하게 상기 베이스 상에 장치되고, 외부에서 제공된 전원에 의해 자기장이 발생하는 연마장치; 및

상기 연마장치와 가공 대상물 사이로 자기유변유체를 포함하는 작동유체를 제공하는 작동유체 공급수단;을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 자기유변유체를 이용한 3차원 롤 금형 연마장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 스테이지는,

상기 베이스와;

베이스 상에 일정한 거리를 두고 이격 설치되는 지지축과;

상기 지지축 사이에 베이스와 수평으로 설치되어 가공 대상물을 홀딩하는 홀딩 축; 및

가공 대상물을 회전시키기 위해 상기 홀딩 축에 회전력을 전달하는 구동수단;으로 구성되는 것을 특징으로 하는 자기유변유체를 이용한 3차원 롤 금형 연마장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 구동수단은, 정방향 또는 역방향 어느 한 방향으로 회전을 하거나 또는 일정한 각도 범위 내에서 정방향 및 역방향으로 교번되는 회전을 하는 것을 특징으로 하는 자기유변유체를 이용한 3차원 롤 금형 연마장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 연마장치는,

상기 베이스 상에서 가공 대상물 길이 방향을 따라 좌, 우 이동이 가능하게 장치되는 것을 특징으로 하는 자기유변유체를 이용한 3차원 롤 금형 연마장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 연마장치는,

가공 대상물과 마주하는 중앙부가 상기 가공 대상물과 멀어지는 방향으로 굽은 형상의 전자석; 및

상기 전자석에 전원을 공급하는 전원공급장치;로 구성되는 것을 특징으로 하는 자기유변유체를 이용한 3차원 롤 금형 연마장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 작동유체 공급수단은,

상기 전자석이 장착되며, 베이스 상에서 상기 전자석을 포함하는 연마장치를 가공 대상물 길이 방향을 따라 좌, 우 이동시키는 가동 블록과;

상기 가동 블록 내에 설치되며 작동유체가 저장된 저장조; 및

가동 블록에 장착된 전자석과 스테이지 상에 홀딩된 가공 대상물 사이의 자기장 영역으로 작동유체를 제공하는 노즐부;로 구성되는 것을 특징으로 하는 자기유변유체를 이용한 3차원 롤 금형 연마장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 가동 블록에 전자석을 포함한 연마장치가 위, 아래 승강 및 가공 대상물 방향을 향해 전, 후 방향으로 진퇴이동 가능하게 장치되는 것을 특징으로 하는 자기유변유체를 이용한 3차원 롤 금형 연마장치.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 저장조 및 노즐부는,

자기유변유체와 비자성 연마제 또는 화학 연마제를 각각 저장하고 이들이 전자석과 가공 대상물 사이의 자기장 영역으로 각각 제공할 수 있도록, 2개 이상의 영역으로 분할 형성된 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 자기유변유체를 이용한 3차원 롤 금형 연마장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 작동유체를 지속적으로 순환시키기 위한 순환수단;을 더 포함하는 자기유변유체를 이용한 3차원 롤 금형 연마장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 순환수단은,

가공 중 장치 하방으로 떨어진 작동유체를 포집하기 위한 호퍼; 및

호퍼에 포집된 작동유체를 다시 작동유체 공급수단으로 제공하기 위한 동력을 발생시키는 순환구동장치;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 자기유변유체를 이용한 3차원 롤 금형 연마장치.

청구항 11

(a) 스테이지 상에 가공 대상물을 홀딩시키는 단계;

(b) 연마장치에 전원을 공급하여 자기장을 발생시키고, 그 자기장 영역으로 작동유체를 공급하여 연마장치와 가공 대상물 사이로 자기유변유체를 포함하는 연마 슬러리 층을 형성시키는 단계; 및

(c) 상기 연마 슬러리 층을 가공 대상물 표면에 접촉시킨 상태로 가공 대상물 표면에 대한 연마를 수행하는 단계;를 포함하는 자기유변유체를 이용한 3차원 롤 금형 연마방법.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 작동유체는,

자기유변유체; 및

비자성 연마제 또는/및 화학 연마제로 이루어진 연마 슬러리;를 포함하는 것을 특징으로 하는 자기유변유체를 이용한 3차원 롤 금형 연마방법.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 (c)단계에서는,

가공 대상물을 회전시키거나, 연마장치를 좌, 우로 이동시키거나, 가공 대상물 회전과 동시에 연마장치를 좌, 우로 이동시키는 동작으로 가공 대상물 표면에 대한 연마를 수행하는 것을 특징으로 하는 자기유변유체를 이용한 3차원 롤 금형 연마방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 (c)단계에서 가공 대상물 표면에 형성된 버(burr)의 길이가 긴 경우, 작동유체로서 자기유변유체를 이용하고, 가공 대상물을 일정한 각도 범위 내에서 정?역 회전시킴으로써 가공 대상면에 형성된 버(burr)를 제거하는 것을 특징으로 하는 자기유변유체를 이용한 3차원 롤 금형 연마방법.

청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 (c)단계에서 가공 대상물 표면에 형성된 버(burr)의 길이가 짧은 경우, 비자성 연마제 또는/및 화학적 연마제가 혼합된 자기유변유체를 작동유체로서 이용하고, 가공 대상물을 일정한 각도 범위 내에서 정?역 회전시킴으로써 기계적 마모를 이용하여 가공 대상면을 연마처리 하는 것을 특징으로 하는 자기유변유체를 이용한 3차원 롤 금형 연마방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 자기유변유체를 이용한 연마장치 및 방법에 관한 것으로, 상세하게는 롤 금형과 같은 3차원 입체형상의 가공 대상물의 표면 연마에 적합한 자기유변유체를 이용한 3차원 롤 금형 연마장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] LED BLU의 등장 및 고속 성장으로 도광판 시장이 급속히 확대되고 있으며, LED를 이용한 조명시장도 동시에 확대되고 있다. 이에 따라 미세패턴을 형성한 대면적 기판의 용도가 디스플레이의 광학부품에서 태양전지용

보호유리로 확대되는 등 시장의 급속한 변화가 진행되고 있다.

- [0003] 이처럼 급격하게 증가하는 기관 수요에 대응하기 위해 연속적인 패턴이 가공된 롤 금형을 이용해서 압연공정으로 연속 성형하는 제조기법이 개발되고 있다. 하지만 롤 금형 표면에 패턴을 가공하는 과정에서 버(Burr)가 발생하는 문제가 있으며 이를 제거하기 위한 추가적인 연마공정이 필요하다.
- [0004] 버(Burr) 제거를 위한 연마방법으로 ELID(Electrolytic in-process Dressing), Lapping 그리고 CMP(Chemical Mechanical Polishing) 등이 잘 알려져 있다. 그러나 이러한 연마방법은 연마과정에서 시편 표면에 물리적 손상이 발생하는 것과 같이 연마 후 표면조도가 떨어지는 문제가 있다.
- [0005] 이를 극복하기 위한 대안으로 최근에는 자기유변유체를 이용한 연마 방법, 즉 자기유변연마가 제안되었다. 자기유변연마는 고체와 고체가 직접 접촉하여 연마하는 기존 방식과는 달리, 자기장 세기로서 점도 조절이 가능한 유체를 사용하여 표면을 연마하는 방식이다. 이는 시편에 물리적 손상을 거의 가하지 않으면서 연마 후 우수한 표면조도를 기대할 수 있다는 장점이 있다.
- [0006] 현재 자기유변유체를 이용하여 가공 대상물 표면을 연마 처리하는 장치가 다수 공지되어 있다. 그러나 공지된 종래 기술의 경우 대부분이 2차원 평면 상의 가공 대상물 연마 처리에 한정된다. 이에 따라 상기한 롤 금형과 같이 3차원 입체 형상의 가공 대상물 표면 연마처리에 적합하면서도 가동 대상물 표면에 형성된 버(burr)를 효과적으로 제거할 수 있는 기술이 요구되는 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 3차원 입체 형상의 가공 대상물 표면에 대한 연마 처리가 가능하도록 하는 자기유변유체를 이용한 3차원 롤 금형 연마장치를 제공하고자 한다.
- [0008] 또한, 가공 대상물 표면에 형성된 버(burr)를 보다 효과적으로 제거할 수 있으며, 우수한 표면조도를 기대할 수 있는 연마방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0009] 본 발명의 일측면에 따르면, 베이스를 포함하며 가공 대상물이 회전 가능하게 장착되는 스테이지, 전자석을 포함하며 스테이지 상에 장착된 가공 대상물과 인접하게 상기 베이스 상에 장치되고 외부에서 제공된 전원에 의해 자기장이 발생하는 연마장치 및 상기 연마장치와 가공 대상물 사이로 자기유변유체를 포함하는 작동유체를 제공하는 작동유체 공급수단을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 자기유변유체를 이용한 3차원 롤 금형 연마장치가 제공될 수 있다.
- [0010] 본 실시예에서 상기 스테이지는, 상기 베이스, 베이스 상에 일정한 거리를 두고 이격 설치되는 지지축, 상기 지지축 사이에 베이스와 수평으로 설치되어 가공 대상물을 홀딩하는 홀딩 축 및 가공 대상물을 회전시키기 위해 상기 홀딩 축에 회전력을 전달하는 구동수단을 포함하는 구성일 수 있다.
- [0011] 이때 상기 구동수단은, 정방향 또는 역방향 어느 한 방향으로 회전을 하거나 또는 일정한 각도 범위 내에서 정방향 및 역방향으로 교번되게 회전을 하는 모터일 수 있다.
- [0012] 또한 상기 연마장치는, 상기 베이스 상에서 가공 대상물 길이 방향을 따라 좌, 우 이동이 가능하게 장치될 수 있다.
- [0013] 또한 상기 연마장치는, 가공 대상물과 마주하는 중앙부가 상기 가공 대상물과 떨어지는 방향으로 굽은 전자석 및 상기 전자석에 전원을 공급하는 전원공급장치를 포함하는 구성일 수 있다.
- [0014] 상기 작동유체 공급수단은, 상기 전자석이 장착되며 베이스 상에서 상기 전자석을 포함한 연마장치를 가공 대상물 길이 방향을 따라 좌, 우 이동시키는 가동 블록과, 상기 가동 블록 내에 설치되며 작동유체가 저장된 저장조 및 가동 블록에 장착된 전자석과 스테이지 상에 홀딩된 가공 대상물 사이의 자기장 영역으로 작동유체를 제공하는 노즐부로 구성될 수 있다.
- [0015] 이때, 상기 가동 블록에는 전자석을 포함한 상기 연마장치가 위, 아래로 승강 및 가공 대상물 방향을 향해

전, 후 방향으로 진퇴이동 가능하게 장치될 수 있다.

- [0016] 또한 상기 저장조 및 노즐부는, 자기유변유체와 비자성 연마제 또는 화학 연마제를 각각 저장하고 이들이 전자석과 가공 대상물 사이의 자기장 영역으로 각각 제공할 수 있도록, 2개의 영역으로 분할 형성된 구조일 수 있다.
- [0017] 또한 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 작동유체를 지속적으로 순환시키기 위한 순환수단을 더 포함할 수 있다.
- [0018] 이 경우 상기 순환수단은, 가공 중 장치 하방으로 떨어진 작동유체를 포집하기 위한 호퍼 및 호퍼에 포집된 작동유체를 다시 작동유체 공급수단으로 제공하기 위한 동력을 발생시키는 순환구동장치를 포함할 수 있다.
- [0019] 본 발명의 다른 측면에 따르면, (a) 스테이지 상에 가공 대상물을 홀딩시키는 단계, (b) 연마장치에 전원을 공급하여 자기장을 발생시키고 그 자기장 영역으로 작동유체를 공급하여 연마장치와 가공 대상물 사이로 자기유변유체를 포함하는 연마 슬러리 층을 형성시키는 단계 및 (c) 상기 연마 슬러리 층을 가공 대상물 표면에 접촉시킨 상태로 가공 대상물 표면에 대한 연마를 수행하는 단계를 포함하는 자기유변유체를 이용한 3차원 롤 금형 연마방법이 제공될 수 있다.
- [0020] 이때 상기 작동유체는, 자기유변유체 및 비자성 연마제 또는/및 화학 연마제로 이루어진 연마 슬러리를 포함할 수 있다.
- [0021] 또한 상기 (c)단계에서는, 가공 대상물을 회전시키거나, 연마장치를 좌, 우로 이동시키거나, 가공 대상물 회전과 동시에 연마장치를 좌, 우로 이동시키는 동작으로 가공 대상물 표면에 대한 연마를 수행할 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 (c)단계에서 가공 대상물 표면에 형성된 버(burr)의 길이가 긴 경우, 작동유체로서 자기유변유체를 이용하고, 가공 대상물을 일정 범위 내에서 정역 회전시킴으로써 가공 대상면에 형성된 버(burr)를 제거하는 것이 바람직하다.
- [0023] 이와는 달리, 상기 (c)단계에서 가공 대상물 표면에 형성된 버(burr)의 길이가 짧은 경우, 비자성 연마제 또는/및 화학적 연마제가 혼입된 자기유변유체를 작동유체로서 이용하고, 가공 대상물을 일정 범위 내에서 정역 회전시킴으로써 기계적 마모를 이용하여 가공 대상면을 연마 처리할 수도 있다.

발명의 효과

- [0024] 상기한 구성의 본 발명인 롤 금형 연마장치에 따르면, 연마제로서 자기장 세기 조절을 통해 점도 조절이 가능한 자기유변유체를 이용함으로써, 가공 시 대상물 표면에 물리적 손상이 거의 발생하지 않으면서 표면조도가 우수한 연마성능을 기대할 수 있다.
- [0025] 또한, 가공 대상물 회전 또는 전자석을 포함하는 연마장치의 좌, 우 이동 또는 가공 대상물 회전과 동시에 연마장치의 좌, 우 이동과 같은 움직임을 통한 상대운동 등으로, 1차원 평면 가공은 물론, 롤 금형과 같은 3차원 입체 구조물 형상의 가공 대상물 표면에 대한 연마처리가 가능하다는 효과가 있다.
- [0026] 또한, 연마를 수행함에 있어, 자기유변유체 만을 작동유체로 이용하거나, 필요에 따라서는 자기유변유체에 비자성 연마제 또는/및 화학 연마제를 혼입한 작동유체를 연마제로 이용하여 가공 대상물 표면 처리를 수행함으로써, 가공 대상물 표면에 형성된 버(burr)를 보다 효과적으로 제거할 수 있으며, 보다 우수한 표면조도를 가진 제품 생산이 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 롤 금형 연마장치의 전체적인 구성을 개략적으로 도시한 사시도.
 도 2는 도 1에 나타난 롤 금형 연마장치의 정면 구성도.
 도 3은 도 1에 나타난 롤 금형 연마장치의 측면 구성도.
 도 4는 연마장치가 설치된 작동유체 공급수단의 개략적인 구성을 나타낸 사시도.
 도 5 내지 도 6은 본 발명에 따른 롤 금형 연마장치를 통해 수행되는 가공 대상물 표면에 대한 연마과정을 나

타낸 도면.

도 7은 본 발명에 따른 롤 금형 연마장치 및 방법을 통해 연마를 수행하기 전 시편 표면을 보여주는 사진으로서, 버(burr)의 길이가 짧은 경우 시편 표면을 나타낸 사진.

도 8은 도 7에 나타난 시편을 본 발명에 따른 롤 금형 연마장치 및 방법을 이용하여 1차 연마한 후 시편의 표면상태를 보여주는 사진.

도 9은 도 8과 같이 1차 연마된 시편을 작동유체를 달리하여 2차 연마한 후 시편의 표면상태를 나타낸 사진.

도 10은 본 발명에 따른 롤 금형 연마장치 및 방법을 통해 연마를 수행하기 전 시편 표면을 보여주는 사진으로서, 버(burr)의 길이가 긴 경우 시편 표면을 나타낸 사진.

도 11은 도 10에 나타난 시편을 본 발명에 따른 롤 금형 연마장치 및 방법을 이용하여 연마처리 한 후 시편의 표면상태를 나타낸 사진.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 롤 금형 연마장치의 전체적인 구성을 개략적으로 도시한 사시도이고, 도 2는 도 1에 나타난 롤 금형 연마장치의 정면 구성도이다. 그리고, 도 3은 도 1에 나타난 롤 금형 연마장치의 측면 구성도이다.
- [0030] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 롤 금형 연마장치는, 스테이지(10) 및 연마장치를 포함한다. 스테이지(10)에는 가공 대상물(1)이 장착되며, 연마장치(20)는 자기유변유체를 포함하는 연마 슬러리 층 형상을 위한 자기장을 형성시킨다.
- [0031] 연마장치(20)와 스테이지(10)에 장착된 가공 대상물(1) 사이로는, 실질적인 연마와 관련하는 자기유변유체를 포함한 작동유체가 공급되며, 자기유변유체를 포함한 작동유체는 작동유체 공급수단(30)에 의해 위와 같이 연마장치(20)와 가공 대상물(1) 사이로 제공된다. 본 발명의 구성을 보다 구체적을 살펴보기로 한다.
- [0032] 스테이지(10)에는 가공 대상물(1)이 회전 가능하게 장착된다. 상기 스테이지(10)는, 평판 상의 베이스(12)와, 베이스(12) 상에 일정한 거리를 두고 수직으로 이격 설치되는 지지축(14)을 포함한다. 지지축(14)으로부터는 가공 대상물(1) 홀딩을 위한 홀딩 축(16)이 베이스(12)와 평행하게 뻗어 있으며, 홀딩 축(16)은 구동수단(18)으로부터 회전력을 전달받아 정방향 또는 역방향 또는 일정한 범위 내에서 정?역 회전한다.
- [0033] 도면의 도시와 같이 구동수단(18)은 지지축(14)에 지지된 홀딩 축(16)과 동축선 상에 배치될 수 있다. 그러나 홀딩 축(16)에 회전력을 전달 가능한 위치라면 그 위치 및 구성에 특별한 제한은 없다. 예컨대, 상기 구동수단(18)은 지지축(14) 옆에 위치하고, 벨트 풀리, 체인 또는 기어와 같은 전동수단을 매개로 상기 홀딩 축(16)에 회전동력을 전달하는 구성일 수 있다.
- [0034] 연마장치(20)는 자기장 형성을 통해 작동유체 공급수단(30)으로부터 제공된 자기유변유체의 점도를 조절한다. 또한 점도 조절된 자기유변유체를 이용해 가공 대상물(1) 표면에 대한 실질적인 연마를 수행한다. 연마장치(20)는 자기장 발생을 위한 수단으로서 전자석(22)을 포함하며, 전자석(22)은 도면에는 도시하지 않았으나 전원공급장치로부터 전원을 제공받는다.
- [0035] 가공 대상물(1)에 대한 연마수행을 위해, 상기 연마장치(20)는 가공 대상물(1)과 근접한 위치의 베이스(12) 상의 가동 블록(32)(후술 됨) 상에 장치되며, 가동 블록(32)은 베이스(12) 상에서 가공 대상물(1) 길이방향을 따라 좌, 우로 이동된다. 따라서 상기 연마장치 역시 베이스(12) 상에서 가공 대상물(1)의 좌, 우 길이방향을 따라 왕복 이동될 수 있다.
- [0036] 연마장치(22)를 구성하는 요소 중 상기 전자석(22)은, 도 3에서 보이는 것과 같이 가공 대상물(1)과 마주하는 중앙부가 바깥으로 굽은 형상일 수 있다. 전자석(22)이 이처럼 굽은 형상으로 이루어지면, 외부 전원에 의해 자기장 발생 시 전자석(22)과 근접한 위치의 안쪽 영역과 가공 대상물과 근접한 바깥쪽 영역의 자기장 세기가 달라져 불 균일한 자기장이 형성될 수 있다.
- [0037] 이처럼 전자석(22)과 근접한 안쪽 영역과 바깥 쪽에 불 균일한 자기장 발생되면, 고경도의 가공 대상물(1)을 연마하기 위해 비자성 연마제가 혼입된 자기유변유체를 작동유체로 사용할 경우, 비자성 연마제가 자기유변유체 외곽으로 밀려나와 가공 대상물(1)에 보다 효과적으로 접촉될 수 있게 되므로 소재 경도에 따라 효과적인

연마성능을 기대할 수 있다.

- [0038] 작동유체 공급수단(30)은 상기 연마장치와 가공 대상물(1) 사이로 자기유변유체를 포함하는 작동유체를 공급한다. 본 실시예에서 상기 작동유체 공급수단(30)은, 작동유체가 저장되는 저장조(34) 및 전자석(22)과 스테이지(10) 상에 홀딩된 가공 대상물(1) 사이의 자기장 영역으로 작동유체를 제공하는 노즐부(36)를 포함한다.
- [0039] 상기 저장조(34) 및 노즐부(36)는 가동 블록(32)에 설치되며, 가동 블록(32)은 가공 대상물(1) 길이 방향을 따라 도 2의 화살표 도시와 같이 베이스(12) 상에서 좌, 우로 이동될 수 있다. 이때 상기 가동 블록(32) 이동을 위한 수단으로는 예컨대, 랙-피니언, 리니어 가이드-모터, 액츄에이터를 포함하는 가이드 레일이 채택될 수 있다.
- [0040] 작동유체 공급수단(30)을 구성하는 상기 가동 블록(32)에는 상기한 전자석(22)이 수직 방향으로 승강 이동 가능하게 장치된다(도 3 참조). 이에 따라, 홀딩 축(16)에 홀딩되는 가공 대상물(1)의 직경이 상이하더라도 상기 전자석(22)의 높이 조절을 통해 연마가 효율적으로 이루어질 수 있는 적절한 높이로 전자석(22)을 포함한 연마장치를 위치시킬 수 있다.
- [0041] 위와 같은 전자석(22)의 승강 이동 구현을 위한 예로서 예컨대, 랙-피니언, 리니어 가이드-모터, 액츄에이터를 포함하는 가이드 레일 등의 승강 구조가 적용될 수 있다. 그러나 이에 한정되는 것은 아니며, 전자석(22)을 승강 이동시킬 수 있는 구성이면, 그 형상 및 구조에 특별한 제한은 없다.
- [0042] 전자석(22)은 또한 가공 대상물(1)에 근접하거나 이로부터 멀어지는 방향으로 진퇴 가능하게 상기 가동 블록(32) 상에 장치될 수도 있다(도 3의 좌,우 방향 화살표 참조). 진퇴운동 구현을 위한 수단으로서는 예컨대, 도면에는 도시하지 않았으나 공압 또는 유압 실린더가 적용될 수 있다.
- [0043] 위와 같이, 가동 블록(32) 상에서 전자석이 가공 대상물 방향을 향해 진퇴 가능하게 구성되면, 홀딩 축(16)에 홀딩되는 가공 대상물(1)의 직경이 상이한 경우, 상기한 전자석(22)의 높이 조절 및 진퇴 조절을 통해 연마가 보다 효율적으로 이루어질 수 있는 적절한 위치로 전자석(22)을 포함한 연마장치를 위치시킬 수 있다.
- [0044] 도 4는 연마장치가 설치된 상기 작동유체 공급수단(30)의 개략적인 구성을 나타낸 사시도이다.
- [0045] 도 4의 도시와 같이, 상기 작동유체 공급수단(30)의 상기 저장조(34) 및 노즐부(36)는 2개 이상의 영역으로 분할 형성된 구조일 수 있다. 이 경우, 자기유변유체와 비자성 연마제 또는 화학 연마제를 각각 저장하고, 이들을 전자석(22)과 가공 대상물(1) 사이의 자기장 영역으로 필요에 따라 어느 하나만을 또는 둘을 동시에 제공하는 것과 같이 선택적인 공급이 가능하다.
- [0046] 즉, 가공 대상물(1)의 소재 정도에 따라 자기유변유체만으로 이루어진 작동유체를 연마제로 사용하거나, 자기유변유체와 비자성 연마제 또는/및 화학 연마제를 혼합한 작동유체를 연마제로 사용할 수 있게 됨으로써, 소재 정도에 따라 해당 소재 연마에 적합하게 작동유체를 선택적으로 제공할 수 있다.
- [0047] 도 4에서 도면부호 42는 순환수단(40)을 구성하는 호퍼를 가리킨다. 도시된 도면에서와 같이 본 발명의 실시예에 따른 롤 금형 연마장치는 순환수단(40)을 더 포함할 수 있다. 순환수단(40)은 연마도중 하방으로 떨어진 작동유체를 포집하고 이를 다시 상기 저장조(34)에 제공한다.
- [0048] 이와 같은 순환수단(40)은 호퍼(42) 및 순환구동장치(도시 생략)를 포함하는 구성일 수 있다. 이 경우 호퍼(42)는 가공 중 장치 하방으로 떨어진 작동유체를 포집하며, 순환구동장치는 호퍼(42)에 포집된 작동유체를 다시 작동유체 공급수단(30) 구체적으로는 저장조(34)로 보내기 위한 동력을 발생시키는 역할을 수행한다.
- [0049] 다음은 상기한 구성으로 이루어진 본 발명의 실시예에 따른 롤 금형 연마장치를 통해 수행되는 가공 대상물 연마과정을 본 발명의 작동과 연계하여 설명하기로 한다.
- [0050] 앞서 도시된 도면들을 참조하면, 먼저 스테이지(10) 상에 가공 대상물(1)(이하, '롤 금형'을 예를 들어 설명한다)을 홀딩시킨다. 스테이지(10)에 롤 금형을 홀딩 함에 있어서는 지지축(14)으로부터 수평으로 뻗은 홀딩 축(16)에 롤 금형의 중심을 고정시킴으로써 간단하게 홀딩시킬 수 있다.
- [0051] 다음, 연마장치에 전원을 공급하여 전자석(22) 주변에 자기장을 발생시킨다. 그리고 그 자기장 영역으로 작동유체를 주입하여 연마장치와 가공 대상물(1) 사이로 자기유변유체를 포함하는 연마 슬러리 층이 형성되도록 한다.
- [0052] 그런 다음, 연마 슬러리 층을 가공 대상물(1) 표면에 접촉시킨 상태로 가공 대상물(1)을 회전시키거나, 연마

장치를 이동시키는 것과 같은 동작을 이용해 가공 대상물 표면에 대한 연마를 수행한다. 이처럼 연마 슬러리 층에 가공 대상물(1)을 접촉시킨 채 작업을 수행하면, 연마 슬러리 층과 가공 대상물(1) 사이에 특정압력과 상대운동이 발생하면서 가공 대상물(1)이 연마된다.

- [0053] 연마 슬러리 층 형성을 위한 작동유체로는, 자기유변유체 및 비자성 연마제 또는/및 화학 연마제로 이루어진 연마 슬러리가 이용될 수 있다. 이 경우, 자기유변유체는 예컨대, 탄화철 입자일 수 있으며, 비자성 연마제 및 화학 연마제는 예컨대, 다이아몬드 입자, 세륨 옥사이드일 수 있다.
- [0054] 앞서도 간단하게 언급하였지만, 연마과정에서는 소재 및 연마형태에 따라 연마장치를 고정시킨 채 가공 대상물(1)만을 회전시켜 연마를 수행할 수 있다. 이와는 달리, 가공 대상물(1)을 고정시킨 채 연마장치만을 스테이지(10) 상에서 좌, 우로 이동시키는 동작을 이용하여 연마를 수행할 수 있다.
- [0055] 또한 가공 대상물(1) 회전과 동시에 연마장치를 좌, 우로 이동시키는 동작으로 가공 대상물(1) 표면에 대한 연마를 수행할 수도 있으며, 때에 따라서는 가공 대상물(1)을 일정 구간 내에서 정역회전 시킴으로써 표면에 형성된 버(burr)를 탈락시키는 디버링(deburring) 작업이 수행될 수도 있다.
- [0056] 예시한 다양한 가공방식을 이용하여 연마를 수행함에 있어서도, 가공 대상물(1) 표면에 형성된 버(burr)의 길이 및 형태에 따라 작동유체가 달리 적용될 수 있다. 예컨대, 도 5의 도시와 같이, 버(burr, B)의 길이가 긴 경우 디버링(deburring) 작업을 위해서는, 작동유체로서 자기유변유체만을 이용한 연마방식을 채택하는 것이 바람직하다.
- [0057] 자기유변유체의 경우 자기장 세기에 의해 그 점도조절 가능하다. 따라서 도 5의 부분 확대도의 도시와 같이, 표면으로 돌출된 버(B)가 자기유변유체 입자 사이로 위치할 수 있을 정도의 점도를 가지도록 자기장 세기를 조절한 뒤, 가공 대상물(1)을 일정 범위 내에서 정역회전시키면, 칸틸레버(cantilever) 운동에 따른 과도항복(Excesssive yield)에 의해 버(burr)를 효과적으로 제거할 수 있다.
- [0058] 이와는 다르게, 도면에는 도시하지 않았으나 가공 대상물(1)은 고정시킨 상태로 전자석(22)을 위, 아래 방향으로 빠르게 요동시키는 동작을 통해서도 위와 동일한 버(B) 제거 효과를 기대할 수 있다.
- [0059] 이 경우, 전자석의 상하 빠른 요동 운동의 구현을 위해 예컨대, 시간에 따라 크기와 방향이 주기적으로 변하는 교류전류에 의해 피 요동체(전자석 홀딩부)를 빠르게 위, 아래로 요동시키는 전기 바이브레이터가 적용될 수 있다.
- [0060] 한편, 가공 대상물(1) 표면에 형성된 버(burr)의 길이가 짧은 경우에는, 도 6의 도시와 같이 비자성 연마제 또는/및 화학적 연마제가 혼입된 자기유변유체를 작동유체로서 이용하는 것이 바람직하다. 비자성 연마제 및 화학적 연마제의 경우 자기유변유체에 비해 고 경도이므로 짧은 버(burr)가 다수로 형성된 표면을 처리함에 있어 적합하기 때문이다.
- [0061] 이 경우에도 역시, 가공 대상물을 일정한 각도 범위 내에서 정역회전시키는 작업방식을 이용하면, 연마제와의 마찰에 따른 가공 대상물 표면의 기계적 마모(Abrasive wear)에 의하여 버(burr)의 길이가 짧더라도 이를 효과적으로 제거할 수 있다.
- [0062] 도 7은 본 발명에 따른 연마장치 및 방법을 이용하여 연마처리를 수행하기 전 시편의 표면을 나타낸 사진으로서, 버(burr)의 길이가 짧은 시편을 나타낸다. 사진에 나타난 연마 대상 시편은 폭 160미크론, 높이 20미크론, 피치 160미크론의 미세한 채널 패턴을 형성한 시편으로서, 이를 통해 알 수 있듯이 연마 전 시편 표면에는 불규칙한 패턴 짧은 버(burr)가 다수 형성되어 있다.
- [0063] 도 8은 도 7에 나타난 시편을 비자성 연마제(다이아몬드 입자)가 혼입된 자기유변유체를 작동유체로 이용하여 1차 연마 처리한 후 시편의 표면을 나타낸 사진이며, 도 9는 도 8과 같은 1차 연마 처리 후 비자성 연마제에 화학 연마제(세륨 옥사이드)를 더 혼입시킨 자기유변유체를 작동유체를 이용하여 2차 연마 처리한 후 시편의 표면을 나타낸 사진이다.
- [0064] 도 8 내지 도 9를 통해 알 수 있듯이, 본 발명을 통해 제안된 연마장치 및 방법을 통해 연마처리된 시편의 표면을 보면, 미세한 채널 패턴에 형성된 미세한 크기의 버(burr)까지도 효과적으로 제거된 것을 알 수 있으며, 특히 도 9를 보면 시편의 표면조도 또한 매우 우수하다는 것을 알 수 있다.
- [0065] 도 10은 버(burr)의 길이가 긴 경우 시편의 표면을 나타낸 사진이며, 도 11은 버의 길이가 긴 경우에 있어 제안된 전술한 연마방법(자기유변유체만을 작용유체로 이용하면서 가공 대상물을 일정 구간에서 정역회전 시

켜 가공하는 방법)을 이용하여 표면 처리한 후 시편의 표면을 나타낸 사진이다.

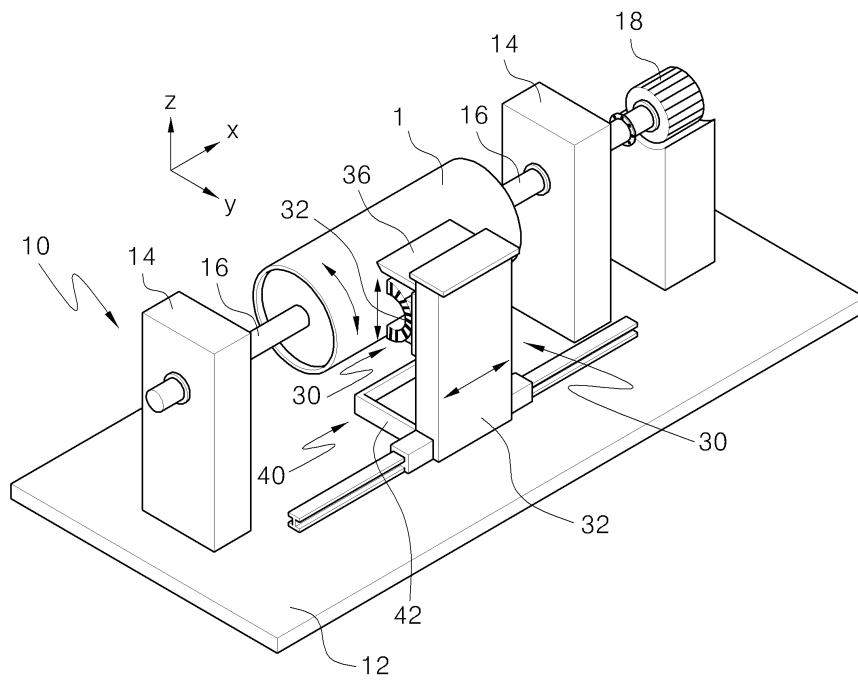
- [0066] 도 11을 통해 알 수 있듯이, 버의 길이가 긴 경우에 있어서도, 본 발명을 통해 제안된 연마방법을 이용하면, 미세한 채널 패턴에 형성된 긴 버(burr) 역시 효과적으로 제거할 수 있음을 확인할 수 있다.
- [0067] 이상에서 설명한 본 발명의 실시예에 따르면, 연마제로서 자기장 세기 조절을 통해 점도 조절이 가능한 자기 유변유체를 이용함으로써, 가공 시 대상물 표면에 물리적 손상이 거의 발생하지 않으면서 표면조도가 우수한 연마성능을 기대할 수 있다.
- [0068] 또한, 가공 대상물 회전 또는 전자석을 포함하는 연마장치의 좌, 우 이동 또는 가공 대상물 회전과 동시에 연마장치의 좌, 우 이동과 같은 움직임을 통한 상대운동 등으로, 1차원 평면 가공은 물론, 롤 금형과 같은 3차원 입체 구조물 형상의 가공 대상물 표면에 대한 연마처리가 가능하다.
- [0069] 또한, 연마를 수행함에 있어, 자기유변유체 만을 작동유체로 이용하거나, 필요에 따라서는 자기유변유체에 비자성 연마제 또는/및 화학 연마제를 혼합한 작동유체를 연마제로 이용하여 가공 대상물 표면 처리를 수행함으로써, 가공 대상물 표면에 형성된 버(burr)를 보다 효과적으로 제거할 수 있으며, 보다 우수한 표면조도를 가진 제품 생산이 가능하다.
- [0070] 이상의 본 발명의 상세한 설명에서는 그에 따른 특별한 실시 예에 대해서만 기술하였다. 하지만 본 발명은 상세한 설명에서 언급되는 특별한 형태로 한정되는 것이 아닌 것으로 이해되어야 하며, 오히려 첨부된 청구범위에 의해 정의되는 본 발명의 정신과 범위 내에 있는 모든 변형물과 균등물 및 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

부호의 설명

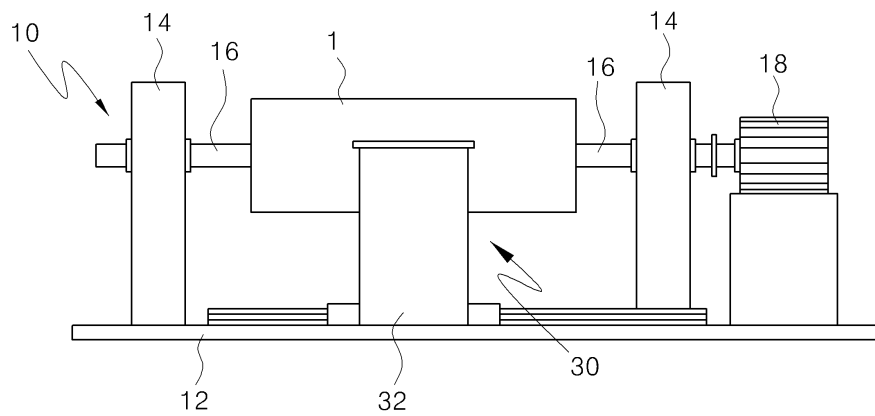
- [0071]
- | | |
|------------|----------------|
| 10 : 스테이지 | 12 : 베이스 |
| 14 : 지지축 | 16 : 홀딩 축 |
| 18 : 구동수단 | 20 : 연마장치 |
| 22 : 전자석 | 30 : 작동유체 공급수단 |
| 32 : 가동 블록 | 34 : 저장조 |
| 36 : 노즐부 | 40 : 순환수단 |
| 42 : 호퍼 | |

도면

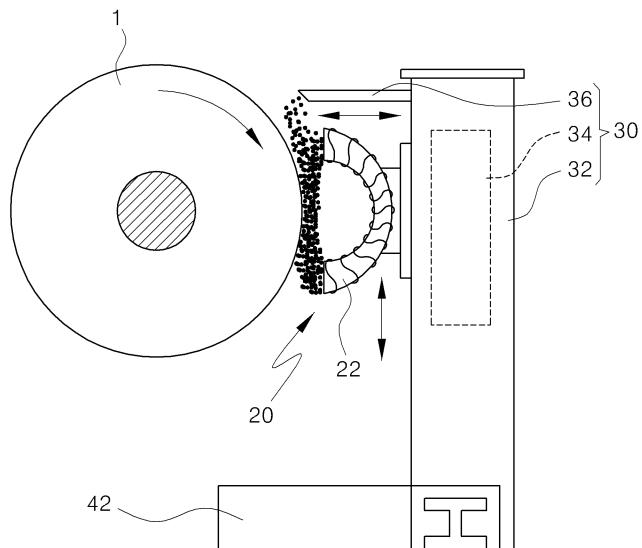
도면1



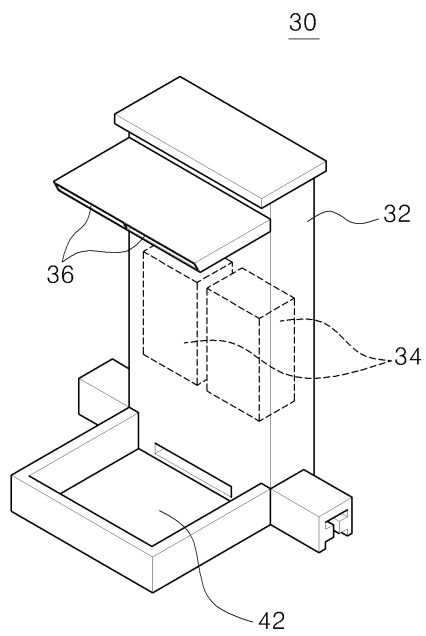
도면2



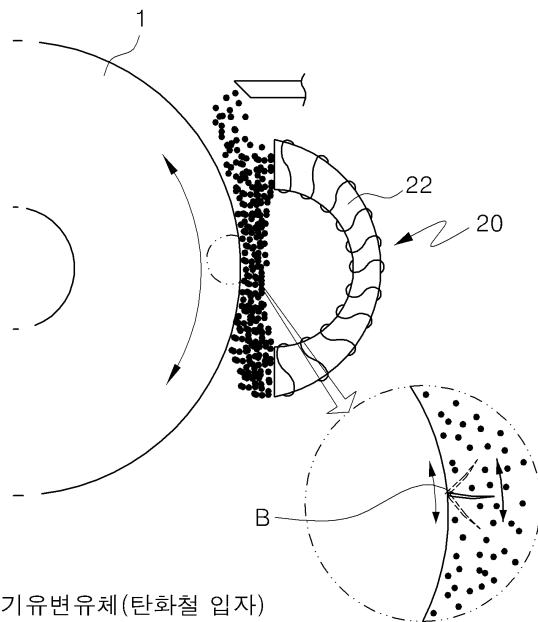
도면3



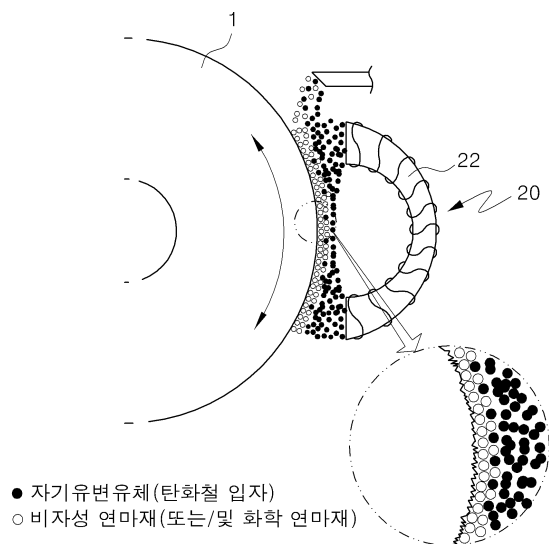
도면4



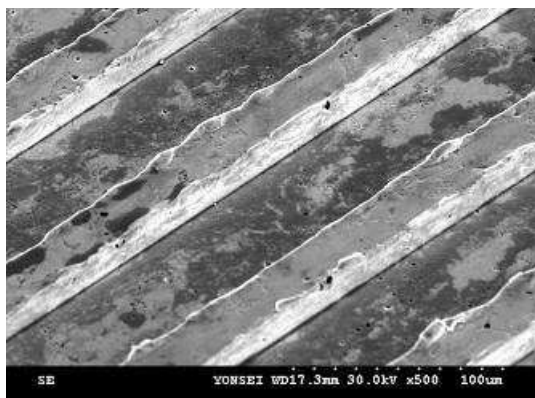
도면5



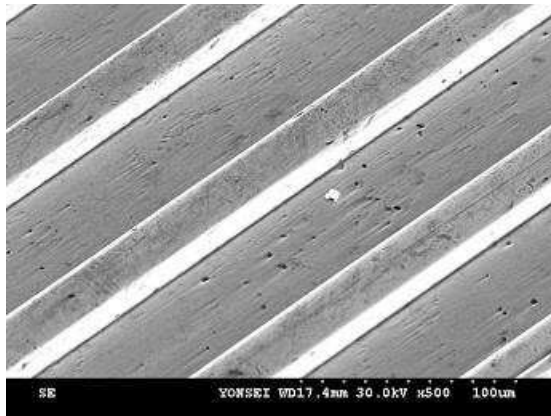
도면6



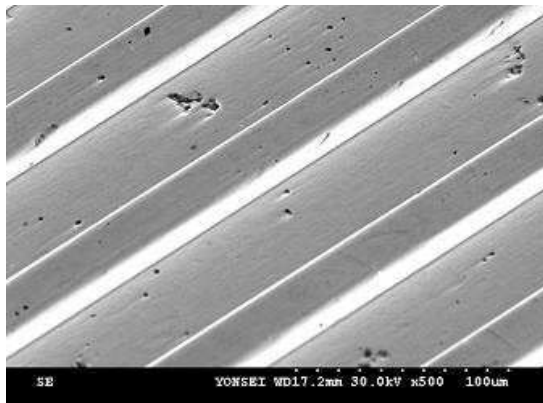
도면7



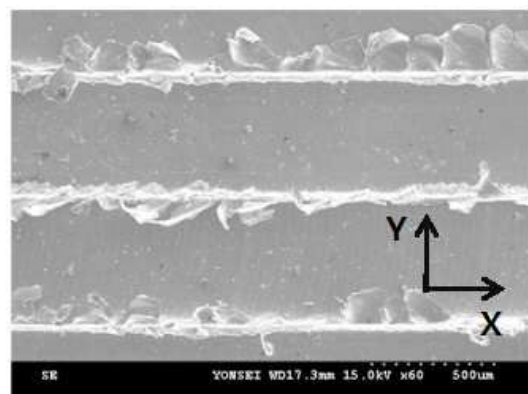
도면8



도면9



도면10



도면11

