

방전 가공용 편심 전극과 마이크로 방전가공장치

Keyword	방전가공, 편심전극, 마이크로 방전가공장치, 역테이퍼		
기술보유 기관	송실대학교산학협력단	기술판매형식	기술협력, 라이선스
연구 책임자	김보현	기술 완성단계(TRL)	4단계-연구실 규모 실험 단계

기/술/개/요

단순한 회전 동작으로 피가공물에 미세 원형 기둥 형상을 생성할 수 있는 방전 가공용 편심 전극과 그 제조 방법 및 이를 포함하는 마이크로 방전가공장치에 관한 것임

기존 기술의 문제점

- 1 광 디지털 통신기술과 의료환경 그리고 전자가전 산업분야에서 고기능 초미세 마이크로 부품에 대한 기술개발 연구가 활발히 진행중이며 첨단 제품의 크기, 성능, 기능 등은 가공될 수 있는 부품의 크기와 가공기술에 의해 많은 제약을 받음
- 2 현재 마이크로 공구의 가공방법으로 기계 가공이 있는데 이는 물리적으로 접촉하여 공구를 가공하므로 큰 드릴 또는 밀링공구의 가공에 어려움이 많음

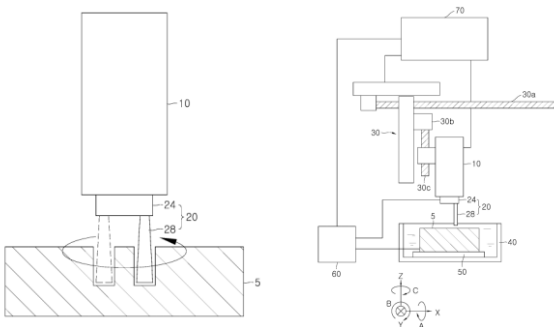
기술 내용 및 차별성

기술 내용 차별성

방전 가공용 편심 전극 및 이를 포함하는 마이크로 방전가공장치에 관한 기술

기술 내용

- 단순한 회전 동작으로 피가공물에 미세 원형 기둥 형상을 생성할 수 있는 방전 가공용 편심 전극과 그 제조방법 및 이를 포함하는 마이크로 방전가공장치에 관한 것임



기술의 우수성/혁신성

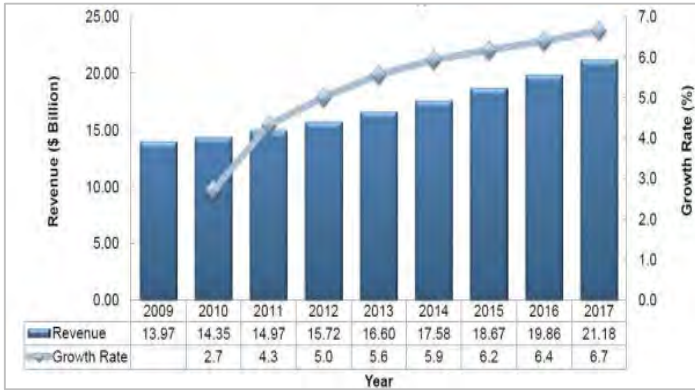
- **가공을 위한 이송경로의 단순화 및 효율 향상**
- 방전 가공용 편심 전극을 사용하여 피가공물에 미세 원형 기둥 형상을 가공하므로 가공을 위한 이송 경로가 간단해지고, 시간이 절약되어 가공 효율이 향상될 수 있음
- 마이크로 방전가공은 물리적인 힘이 공구에 걸리지 않으므로 강성의 제약이 없어 원하는 마이크로 구멍이나 형상을 가공하는데 장점이 있음

시장 현황

국내·외 시장 현황

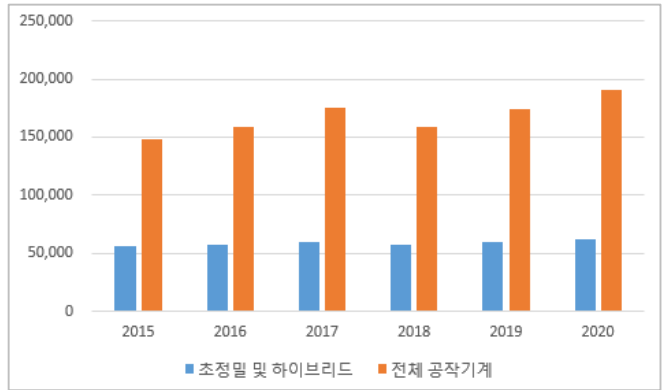
[전체 가공작기계분야 시장 현황]

(단위 : \$B)



[하이브리드 가공시스템 분야의 국내 시장규모 및 전망]

(단위 : 억 원)



기술 활용 분야

기술 활용 분야

- 형상가공, OLED 패널제조 등



권리현황

권리현황

발명의 명칭	문헌번호	등록일자	상태
방전가공용 편심전극과 그 제조방법 및 이를 포함하는 마이크로 방전가공장치	KR 10-1531908	2015.06.22	등록

문의처

기술문의



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년06월26일
(11) 등록번호 10-1531908
(24) 등록일자 2015년06월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23H 1/04 (2006.01) B23H 1/06 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0151177
(22) 출원일자 2013년12월06일
심사청구일자 2013년12월06일
(65) 공개번호 10-2015-0050277
(43) 공개일자 2015년05월08일
(30) 우선권주장
1020130131234 2013년10월31일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
JP08001437 A*
JP2012056036 A*
JP08063231U
JP2002254251 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
승실대학교산학협력단
서울특별시 동작구 상도로 369 (상도동)
(72) 발명자
김보현
서울 서초구 서초대로18길 6, 102동 704호 (방배동, 방배금강아파트)
(74) 대리인
윤귀상

전체 청구항 수 : 총 7 항

심사관 : 최영준

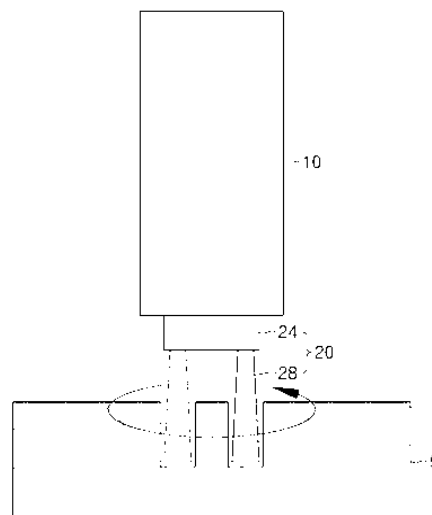
(54) 발명의 명칭 **방전 가공용 편심 전극과 그 제조방법 및 이를 포함하는 마이크로 방전가공장치**

(57) 요약

단순한 회전 동작으로 피가공물에 미세 원형 기둥 형상을 생성할 수 있는 방전 가공용 편심 전극과 그 제조방법 및 이를 포함하는 마이크로 방전가공장치를 개시한다.

마이크로 방전 가공 장치는 가공 헤드와, 가공 헤드에 부착되는 공구 전극과, 가공 헤드를 지지하며 이동 및 회(뒷면에 계속)

대표도 - 도7



전 동작을 수행하는 이송부와, 가공액으로 채워지는 방전수조와, 방전 수조 내부에 마련되어 피가공물을 안착시키는 받침대와, 방전수조와 공구 전극에 전원을 공급하는 전원부와, 제어 전반을 수행하는 제어부를 포함하는 마이크로 방전 가공 장치에 있어서, 공구 전극은 가공 헤드에 부착되는 몸체부와, 몸체부의 일측에 편심되어 부착되는 편심부를 포함하는 방전 가공용 편심 전극이며, 방전 가공용 편심 전극은 피가공물에 원통 형태의 미세 원형 기둥 형상을 가공할 수 있도록 역테이퍼 형상으로 마련되므로, 피가공물의 가공을 위한 이송 경로를 간단화시켜 가공 효율을 높일 수 있다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	NIPA-2013-H0401-13-1004
부처명	지식경제부
연구관리전문기관	정보통신산업진흥원
연구사업명	IT융합 고급인력과정 지원 사업
연구과제명	M2M 기반 지능형 자율생산기계 연구
기 여 율	1/1
주관기관	승실대학교 산학협력단
연구기간	2010.06.01 ~ 2013.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

홀을 구비하는 판 전극에 미가공된 공구 전극을 근접시켜 방전 가공을 수행하는 방전 가공용 편심 전극의 제조 방법에 있어서,

상기 공구 전극이 상기 판 전극의 홀 중심을 기준 축으로 회전하는 궤도 회전을 하고,

상기 공구 전극의 회전 궤도 반경이 상기 기준 축을 중심으로 시간에 따라 커지는 궤도 회전을 하여 역테이퍼 형상의 공구 전극을 형성하는 방전 가공용 편심 전극의 제조방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 미가공된 공구 전극과 상기 판 전극은 방전 수조 내부에 마련되며,

상기 미가공된 공구 전극과 상기 판 전극에 모두 전원을 인가하여 방전 가공을 수행하는 것을 더 포함하는 방전 가공용 편심 전극의 제조방법.

청구항 6

가공 헤드와, 상기 가공 헤드에 부착되는 공구 전극과, 상기 가공 헤드를 지지하며 이동 및 회전 동작을 수행하는 이송부와, 가공액으로 채워지는 방전수조와, 상기 방전 수조 내부에 마련되어 피가공물을 안착시키는 받침대와, 상기 방전수조와 상기 공구 전극에 전원을 공급하는 전원부와, 제어 전반을 수행하는 제어부를 포함하는 마이크로 방전 가공 장치에 있어서,

상기 공구 전극은 상기 가공 헤드에 부착되는 몸체부와, 상기 몸체부의 일측에 편심되어 형성되는 편심부를 포함하는 방전 가공용 편심 전극이며, 상기 방전 가공용 편심 전극은 피가공물에 원통 형태의 미세 원형 기둥 형상을 가공할 수 있도록 역테이퍼 형상으로 마련되는 것인 마이크로 방전 가공 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 편심부는 상기 몸체부의 중심에서 일정 거리 이격된 위치에 편심되어 마련되며,

상기 이송부에 의해 수직 하강 및 자체 회전 동작이 수행되고, 피가공물에 미세 원형 기둥 형상을 생성하는 마이크로 방전 가공 장치.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 제어부는 피가공물의 미세 원형 기둥 형상을 가공하는 작업 모드와, 상기 공구 전극을 방전 가공용 편심 전극으로 가공하는 편심 전극 형성 모드 중 어느 하나의 모드로 동작하도록 제어하는 것인 마이크로 방전 가공

장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 제어부는 상기 작업 모드에서 상기 가공 헤드를 수직 하단 방향으로 이동시키며, 상기 가공 헤드에 부착된 편심 공구 전극을 자체 회전시켜 상기 피가공물에 미세 원형 기둥 형상을 생성하는 마이크로 방전 가공 장치.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 제어부는 상기 편심 전극 형성 모드에서,

상기 방전 수조 내부에 홀을 구비하는 판 전극에 미가공된 공구 전극을 접근시키고,

상기 공구 전극이 상기 판 전극의 홀 중심을 기준 축으로 회전하는 궤도 회전을 하고,

상기 공구 전극의 회전 궤도 반경이 상기 기준 축을 중심으로 시간에 따라 커지는 궤도 회전을 하여 상기 역테이퍼 형상의 방전 가공용 편심 전극을 가공하는 마이크로 방전 가공 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 공작물에 미세 형상을 가공하는 방전 가공용 편심 전극과 그 제조방법 및 이를 포함하는 마이크로 방전가공장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 광 디지털 통신기술과 의료환경 그리고 전자가전 산업분야에서 고기능 초미세 마이크로 부품에 대한 기술개발연구가 활발히 진행 중이다. 첨단 제품의 크기, 성능, 기능 등은 가공될 수 있는 부품의 크기와 가공기술에 의해 많은 제약은 받게 된다. 이로 인해, 기계 기술은 점차 소형화, 기능화 및 다양화의 추세로 변화하고 있다.

[0003] 현재 마이크로 공구의 가공방법은 물리적으로 절삭하여 가공하는 기계 가공과, 물리적/전기적 작용을 이용한 방전 가공이 있다. 기계 가공은 물리적으로 접촉하여 공구를 가공하므로 큰 드릴 또는 밀링공구의 가공에 어려움이 많다. 반면, 마이크로 방전가공은 물리적인 힘이 공구에 걸리지 않으므로 강성의 제약이 없어 원하는 마이크로 구멍이나 형상을 가공하는데 큰 장점이 있다. 마이크로 방전 가공은 터빈엔진 노즐이나 잉크젯트 노즐, 항공 우주 분야나 의학분야에서 사용되는 가스 또는 액체의 오리피스, 핵융합 측정장치, 엑스레이 전자총이나 고속 컴퓨터의 마이크로 연결부, 마이크로 터빈, 항공기 엔진부 등의 미세구멍 및 형상을 초정밀로 가공하는데 사용되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 일측면은 단순한 동작으로 피가공물에 미세 원형 기둥 형상을 생성할 수 있는 방전 가공용 편심 전극과 그 제조방법 및 이를 포함하는 마이크로 방전가공장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0005] 이를 위한 본 발명의 일측면에 의한 방전 가공용 편심 전극은 가공 헤드에 회전이 가능하도록 부착되는 방전 가공용 편심 전극에 있어서, 상기 가공 헤드에 부착되는 몸체부; 및 상기 몸체부에 편심되어 부착되며, 역테이퍼 형상을 가지는 편심부를 포함할 수 있다.

[0006] 상기 몸체부는 원기둥 형상을 가지며, 상기 편심부는 상기 몸체부의 중심으로부터 일정 거리 이격된 위치에 형성될 수 있다.

- [0007] 상기 역테이퍼 형상을 가지는 편심부는, 상기 몸체부에 부착되는 영역의 지름보다 상기 몸체부의 반대편에 위치하는 영역의 지름이 더 크게 마련될 수 있다.
- [0008] 홀을 구비하는 판전극에 미가공된 공구 전극을 근접시켜 방전 가공을 수행하고, 상기 홀에 상기 공구 전극의 일부가 진입되면 상기 공구 전극을 시간에 따라 궤도 반경이 커지는 궤도 회전을 시키면서 방전 가공을 수행하여 역테이퍼 형상의 공구 전극을 형성할 수 있다.
- [0009] 상기 미가공된 공구 전극과 상기 판전극은 방전 수조 내부에 마련되며, 상기 미가공된 공구 전극과 상기 판전극에 모두 전원을 인가하여 방전 가공을 수행하는 것을 더 포함할 수 있다.
- [0010] 그리고, 본 발명의 일실시예에 의한 마이크로 방전 가공 장치는 가공 헤드와, 상기 가공 헤드에 부착되는 공구 전극과, 상기 가공 헤드를 지지하며 이동 및 회전 동작을 수행하는 이송부와, 가공액으로 채워지는 방전수조와, 상기 방전 수조 내부에 마련되어 피가공물을 안착시키는 받침대와, 상기 방전수조와 상기 공구 전극에 전원을 공급하는 전원부와, 제어 전반을 수행하는 제어부를 포함하는 마이크로 방전 가공 장치에 있어서, 상기 공구 전극은 상기 가공 헤드에 부착되는 몸체부와, 상기 몸체부의 일측에 편심되어 부착되는 편심부를 포함하는 방전 가공용 편심 전극이며, 상기 방전 가공용 편심 전극은 피가공물에 원통 형태의 미세 원형 기둥 형상을 가공할 수 있도록 역테이퍼 형상으로 마련될 수 있다.
- [0011] 상기 편심부는 상기 몸체부의 중심에서 일정 거리 이격된 위치에 편심되어 마련되며, 상기 이송부에 의해 수직 하강 및 자체 회전 동작이 수행되고, 피가공물에 미세 원형 기둥 형상을 생성할 수 있다.
- [0012] 상기 제어부는 피가공물의 미세 원형 기둥 형상을 가공하는 작업 모드와, 상기 공구 전극을 방전 가공용 편심 전극으로 가공하는 편심 전극 형성 모드 중 어느 하나의 모드로 동작하도록 제어할 수 있다.
- [0013] 상기 제어부는 상기 작업 모드에서 상기 가공 헤드를 수직 하단 방향으로 이동시키며, 상기 가공 헤드에 부착된 편심 공구 전극을 자체 회전시켜 상기 피가공물에 미세 원형 기둥 형상을 생성할 수 있다.
- [0014] 상기 제어부는 상기 편심 전극 형성 모드에서, 상기 방전 수조 내부에 홀을 구비하는 판전극에 일정한 속도로 미가공된 공구 전극을 시간에 따라 궤도 반경이 커지는 궤도 회전을 수행시키면서 접근시켜 상기 역테이퍼 형상의 방전 가공용 편심 전극을 가공할 수 있다.

발명의 효과

- [0015] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명의 일측면에 의하면 방전 가공용 편심 전극을 사용하여 피가공물에 미세 원형 기둥 형상을 가공하므로, 가공을 위한 이송경로가 간단해지고, 시간이 절약되어 가공 효율이 향상될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 본 발명의 일실시예에 의한 마이크로 방전가공장치의 개념도
- 도 2a 내지 도 2c는 본 발명의 일실시예에 의한 방전가공용 편심 전극의 형태 및 동작을 설명하기 위한 도면
- 도 3a 내지 도 3c는 본 발명의 일실시예에 의한 방전 가공용 편심 전극의 제조 방법을 설명하기 위한 도면
- 도 4는 도 3a 내지 3c의 방법으로 만들어진 방전 가공용 편심 전극(20)을 이용하여 피가공물에 미세 원형 기둥 형상을 형성한 것을 도시한 도면
- 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 의한 방전 가공용 편심 전극을 도시한 도면
- 도 6a 내지 6c는 본 발명의 다른 실시예에 의한 방전 가공용 편심 전극의 제조 방법을 도시한 도면
- 도 7은 도 6에 도시한 방법을 생성된 방전가공용 편심 전극으로 피가공물을 가공하여 미세 원형 기둥 형상을 제작하는 것을 도시한 도면
- 도 8은 도 7의 방법으로 피가공물에 미세 원형 기둥 형상이 복수 개 제작된 것을 나타내는 도면

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일

한 부호를 사용하기로 한다.

- [0018] 도 1은 본 발명의 일실시예에 의한 마이크로 방전가공장치의 개념도이다.
- [0019] 마이크로 방전가공장치(100)에 의한 방전 가공에 대해 먼저 설명한 후, 그 구성에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0020] 방전 가공이란, 전기적인 방전 현상을 이용한 가공법으로 전극과 피가공물 간에 고주파 펄스 파형의 전압을 가하여 방전을 행함으로써 피가공물의 표면층을 제거하여 원하는 형상으로 가공하는 가공법이다. 이러한 방전 가공의 원리는, 절연성이 있는 가공액에 공구전극과 공작물 등의 피가공물을 넣고 지속적인 아크방전을 발생시켜 피가공물의 일부를 제거하는 가공 방법으로서, 전극과 피가공물 간의 고주파 펄스 파형의 전압을 인가하여 방전을 행함으로써, 피가공물 표면층을 제거하는 것이다.
- [0021] 마이크로 방전가공장치(100)는 가공상의 제약을 받지 않고, 형상을 비교적 좋은 정밀도로 가공 가능하며, 가공면이 균일하고, 후가공이 필요없는 가공 동작을 수행할 수 있다. 마이크로 방전가공장치(100)는 가공액에 전극과 피가공물을 넣고, 전극과 피가공물 사이에 작은 간격을 유지한 후 전극과 피가공물에 전압을 인가한다. 이로 인해, 전극과 피가공물 사이에 방전이 시작되며, 이 때 전극과 피가공물 사이의 갭을 방전갭 또는 방전간격이라고 한다. 여기서, 전극과 피가공물 간에는 고주파 펄스 전원에 의해 무수히 많은 펄스 파형이 생성되고, 생성된 펄스 파형이 피가공물의 최단점으로 흘러들어가며, 전류밀도가 높은 전기가 피가공물을 가열하여 용해시킨다. 이러한 지점을 방전점이라고 하고, 이 방전점에서 온도 상승이 급속도로 이루어져 전극과 피가공물간에는 높은 압력이 발생하여 증발 현상 및 기화 현상이 발생하고, 피가공물의 용해된 금속은 작은 알갱이로 변환되며, 가공액의 흐름에 의해 제거될 수 있다.
- [0022] 마이크로 방전가공장치(100)는 상술한 동작을 수행할 수 있도록 가공 헤드(10)와, 가공 헤드(10)에 부착된 공구 전극(20)과, 가공 헤드(10)를 지지하며 X, Y, Z 축으로 이동 가능하며, A, B, C 방향으로 회전 가능한 이송부(30)와, 가공액으로 채워지는 방전수조(40)와, 방전수조(40) 내부에 마련되어 피가공물이 안착되는 받침대(50)와, 방전 수조(40)와 공구 전극(20)으로 전원을 공급하는 전원부(60)와, 마이크로 방전가공장치(100)의 제어 전반을 관장하는 제어부(70)를 포함할 수 있다.
- [0023] 가공 헤드(10)는 공구 전극(20)의 수평 방향의 위치를 제어하는 X축 및 Y축과, 수직 방향의 위치를 제어하는 Z축과, X, Y, Z축의 회전 각도를 제어하는 A, B, C 축의 합계 6자유도의 자세 제어 구성에 따라 공구 전극(20)의 위치 및 자세 제어를 수행할 수 있다. 가공 헤드(10)는 내부에 스핀들(미도시)이 마련되어 모터(미도시)에 의한 자체 회전이 가능하다.
- [0024] 공구 전극(20)은 전원부(60)로부터 전원을 공급받고, 공급된 전원을 이용하여 피가공물에 대한 방전 가공을 수행할 수 있다. 공구 전극(20)은 편심 형태로 마련되어 가공 헤드(10)에 부착될 수 있다. 편심 형태의 공구 전극(20, 이하, '방전 가공용 편심 전극' 이라 함)이 가공 헤드(10)에 부착되면 가공 헤드(10)의 회전 및 수직방향의 이동(Z축방향의 이동)만으로 피가공물에 미세 원형 기둥 형상을 생성할 수 있다.
- [0025] 이송부(30)는 x축 이송이 가능한 X축 이송대(30a)와, Y축 이송이 가능한 Y축 이송대(30b), Z축 이송이 가능한 Z축 이송대(30c)를 포함할 수 있다. 이송부(30)에 마련되는 X축 이송대(30a), Y축 이송대(30b) 및 Z축 이송대(30c)는 회전 각도가 A, B, C 방향으로 제어될 수 있다.
- [0026] 방전수조(40)는 내부에 가공액이 공급되어, 내부에 장착되는 피가공물의 방전 가공이 가능하게 한다. 방전수조(40)는 도면에는 도시하지 않았지만 일측 모서리에 가공액을 배출시키는 구멍이 형성된다.
- [0027] 받침대(50)는 피가공물이 안착될 수 있도록 방전수조(40) 내부에 마련될 수 있다. 피가공물(5)은 수평으로 형성된 받침대(50)에 바로 안착될 수도 있지만, 소정의 지그를 이용하여 받침대(50)와 일정 거리를 두고 안착될 수 있다.
- [0028] 전원부(60)는 피가공물에 대한 작업 시 방전수조(40) 및 공구 전극(20)에 일정 전원을 공급할 수 있다.
- [0029] 제어부(70)는 마이크로 방전가공장치(100)의 제어 전반을 관장할 수 있다. 제어부(70)는 피가공물의 미세 원형 기둥 형상을 가공하는 작업 모드와, 방전 가공용 편심 전극(20)을 형성하는 편심 전극 형성 모드에서 마이크로 방전가공장치(100)를 다르게 제어할 수 있다.
- [0030] 제어부(70)는 피가공물(5)에 미세 기둥 형상을 생성하는 경우 Z축 이송대(30c)를 제어하여 가공 헤드(10)를 수직 아래로 이동시키며, 가공 헤드(10)의 내부에 위치한 스핀들(미도시)을 회전시켜 방전 가공용 편심 전극(20)

을 회전시킨다. 가공 헤드(10)가 아래로 이동하면, 가공 헤드(10)에 연결된 방전 가공용 편심 전극(20)이 피가공물(5)에 근접하게 된다. 방전 가공용 편심 전극(20)과 피가공물(5)이 인접하게 되면 방전 가공이 일어나게 되며, 방전 가공용 편심 전극(20)의 회전에 따라 미세 원형 기둥 형상을 생성할 수 있다. 본 발명의 일측면에 의하면, 방전 가공용 편심 전극(20)은 편심되어 마련되므로, 미세 기둥 형상 시 X축, Y축 이동이 이루어지지 않으며, Z축 이동과 가공 헤드(10)의 내부에 마련된 스핀들(미도시)의 회전에 따른 공구 전극(20)의 C방향 회전 동작만 이루어지게 된다.

[0031] 제어부(70)는 방전 가공용 편심 전극(20)을 형성하는 경우 가공 헤드(10)에 미가공된 공구 전극(20a)을 연결하고, 방전수조(40)의 내부에 판 전극(80)을 설치하여 양 전극 간의 방전 작용에 따라 방전 가공용 편심 전극(20)을 형성하도록 제어한다. 제어부(70)는 방전 가공용 편심 전극(20) 형성 시 편심 되어 마련되는 편심부의 형태를 직사각형 형태뿐만 아니라, 사다리꼴 형태로 형성할 수 있으며, 구체적인 방법에 대해서는 후술하기로 한다.

[0032] 도 2a 내지 도 2c는 본 발명의 일실시예에 의한 방전가공용 편심 전극의 형태 및 동작을 설명하기 위한 도면이다.

[0033] 도 2a를 참조하면, 방전 가공용 편심 전극(20)은 가공 헤드(10)에 삽입되어 부착되는 몸체부(24) 및 몸체부(24)에 편심되어 부착되는 편심부(28)를 포함할 수 있다. 몸체부(24)는 가공 헤드(10) 내부의 스핀들(미도시)에 연결되어 회전이 가능하도록 마련된다. 편심부(28)는 몸체부(24)의 중앙이 아닌 측면에 부착되어 피가공물(5)을 가공할 수 있도록 마련된다.

[0034] 도 2b를 참조하면, 방전 가공용 편심 전극(20)이 부착된 가공 헤드(10)는 Z축 방향의 이동을 수행하며, Z축 방향으로 이동 시 방전 가공용 편심 전극(20)이 회전할 수 있도록 내부의 스핀들(미도시)을 동작시킨다. 구체적으로, 가공 헤드(10)는 점차적으로 수직 하방으로 이동하면서, 방전 가공용 편심 전극(20)을 회전시키게 된다. 가공 헤드(10)가 수직 하방으로 이동하게 되면, 가공 헤드(10)에 부착된 방전 가공용 편심 전극(20)에 의한 고주파 펄스 전원에 의해 무수히 많은 펄스 파형이 생성되고, 생성된 펄스 파형이 피가공물의 최단점으로 흘러들어 가서 해당 위치를 가열 및 용해시키게 된다.

[0035] 도 2c를 참조하면, 방전 가공용 편심 전극(20)이 방전 가공을 수행하면서, 피가공물(5)의 내부로 삽입되므로, 피가공물(5)에 미세 원형 기둥 형상이 형성되는 것을 확인할 수 있다.

[0036] 도 3a 내지 도 3c는 본 발명의 일실시예에 의한 방전 가공용 편심 전극의 제조 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0037] 도 3a를 참조하면, 방전 수조(40)에 판 전극(80)이 미리 준비되고, 미가공된 공구 전극(20a)이 가공 헤드(10)에 장착된다. 판 전극(80)은 받침대(50)에 안착되는 경우 일측에 마련된 지그(55)를 이용하여 받침대(50)와 일정 거리가 유지된 상태로 안착된다. 판 전극(80)은 일측에 일정 크기의 홀(85)이 형성된다. 판 전극(80)에 형성된 홀(85)은 방전 가공용 편심 전극(20)의 지름에 해당하는 폭을 가지게 된다.

[0038] 도 3b를 참조하면, 제어부(70)는 미가공된 공구 전극(20a)을 Z축으로 이동시키며, 미가공된 공구 전극(20a) 및 판 전극(80)에 모두 전원을 인가하도록 제어한다.

[0039] 도 3c를 참조하면, 미가공된 공구 전극(20a)이 z축으로 이동하면서 일정 시간이 경과하면, 판 전극(80)의 홀의 크기로 편심부(28)가 형성되게 된다. 상술한 방식을 이용하면 몸체부(24)와, 몸체부(24)에 편심된 형태로 마련되는 편심부(28)를 포함하는 방전 가공용 편심 전극(20)이 형성된다.

[0040] 도 4는 도 3a 내지 3c의 방법으로 만들어진 방전 가공용 편심 전극(20)을 이용하여 피가공물에 미세 원형 기둥 형상을 형성한 것을 도시한 도면이다.

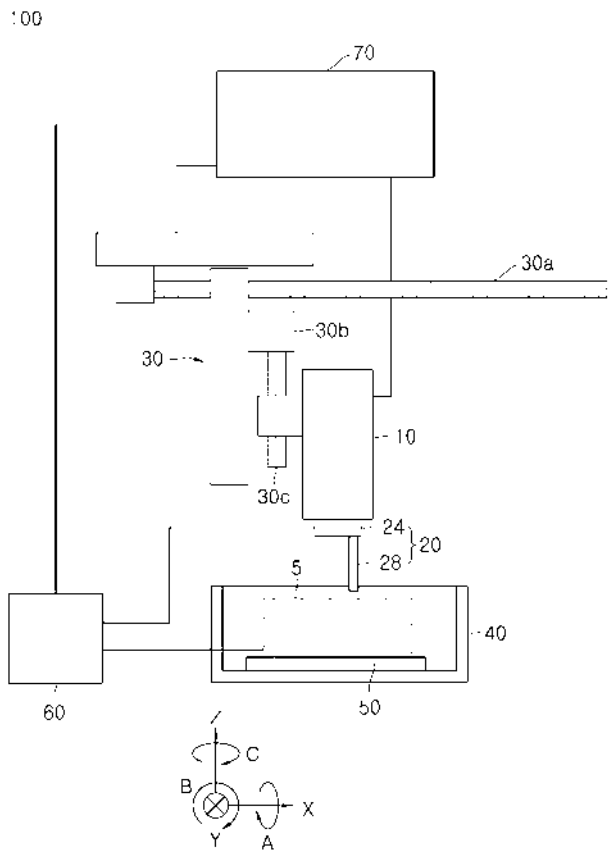
[0041] 방전 가공용 편심 전극(20)이 피가공물의 방향인 Z축 방향으로 이동하면서 C방향으로 회전하는 경우 미세 원형 기둥 형상이 만들어지게 된다. 다만, 방전 가공용 편심 전극(20)과의 반응에 의해 미세 원형 기둥 형상은 도 4에 도시한 것처럼, 상단이 절단된 원뿔 형태(테이퍼 형태)를 가지게 된다. 이는, 가공하고자 하는 미세 원형 기둥 형상의 측면을 가공하는 방전 가공용 편심 전극(20)과의 가공 시간이 전체적으로 균일하지 않아 생기는 현상이다. 즉, 미세 원형 기둥 형상의 단면 지름은 반응 초기 위치(피가공물의 최상단면)가 가장 작고(가장 오랫동안 반응), 반응 종료 위치(피가공물의 최하단면)가 가장 크게(가장 짧게 반응)되어 비정상적인 모양의 미세 원형 기둥 형상(테이퍼 형상)이 생성되게 된다. 이에 따라, 본 발명의 일측면에 의하면 마이크로 방전가공장치(100)의 방전 가공용 편심 전극(20)의 형상을 역테이퍼 형상(상단 단면의 지름이 하단 단면의 지름보다 작은 절단된 원뿔형상)으로 마련하여, 피가공물의 미세 원형 기둥 형상의 테이퍼 형태를 원형 기둥 형상으로 유도할 수

있다. 예를 들면, 50:1 역테이퍼 형상의 경우 원통의 시작점의 지름보다 50mm 지난 지점의 지름이 1mm 차이로 커진다는 것을 의미한다. 방전 가공용 편심 전극(20)의 형상이 역테이퍼 형상이 되면, 피가공물(5)의 미세 원형 기둥 형상이 테이퍼 형상으로 가공되는 것을 막을 수 있다.

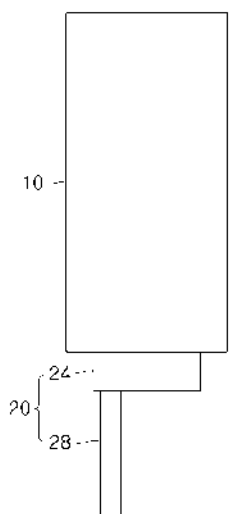
- [0042] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 의한 방전 가공용 편심 전극을 도시한 도면이다.
- [0043] 방전 가공용 편심 전극(20)은 가공 헤드(10)에 부착되는 몸체부(24)와, 몸체부(24)에 부착되며 역테이퍼 형상을 가지는 편심부(28)를 포함할 수 있다.
- [0044] 편심부(28)는 역테이퍼 형상을 가지므로, 가공 헤드(10)가 수직 하방으로 이동하여 방전 가공용 편심 전극(20)이 피가공물(5)의 내부로 삽입되어 들어갈 때, 피가공물(5)에 생성되는 미세 원형 기둥 형상의 최하단에는 방전 가공용 편심 전극(20)의 상대적으로 지름이 긴 영역이 위치하여 방전 가공이 더 일어나게 하고, 미세 원형 기둥 형상의 최상단에는 방전 가공용 편심 전극(20)의 상대적으로 지름이 짧은 영역이 위치하여 방전 가공이 덜 일어나게 하여, 테이퍼 형상으로 미세 원형 기둥 형상이 생성되는 것을 방지할 수 있다.
- [0045] 도 6a 내지 6c는 본 발명의 다른 실시예에 의한 방전 가공용 편심 전극의 제조 방법을 도시한 도면이다.
- [0046] 도 6a를 참조하면 도 3a와 동일하게, 방전수조(40)에 판 전극(80)이 미리 준비되고, 미가공된 공구 전극(20)이 가공 헤드(10)에 장착된다. 판 전극(80)은 받침대(50)에 안착되는 경우 일측에 마련된 지그(55)를 이용하여 받침대(50)와 일정 거리가 유격된 상태로 안착된다.
- [0047] 도 6b 내지 도 6c를 참조하면, 제어부(70)는 공구 전극(20)을 Z축으로 이동시키며, 공구 전극(20) 및 판 전극(80)에 모두 전원을 인가하도록 제어한다. 제어부(70)는 공구 전극(20)의 Z축 이동과 동시에 공구 전극(20)을 궤도 회전시킨다. 제어부(70)는 공구 전극 회전 시, X축 이송대(30a)와 Y축 이송대(30b)를 이용하여 생성될 편심부(28)를 기준으로 한 궤도 회전을 수행하게 된다. 여기서, 편심부(28)를 기준으로 궤도 회전을 수행하는 것은 판 전극(80)의 홀(85)의 중심을 기준축으로 하여 궤도 회전을 수행하는 것이다. 제어부(70)는 궤도 회전 시 점차적으로 궤도 반경이 넓어지도록 제어한다. 이런 방식으로, 미가공된 공구 전극(20a)이 궤도 회전으로 점차적으로 궤도의 지름을 늘려가게 되면, 미가공된 공구 전극(20a)의 부분 중 최초 판 전극(80)에 인접하는 영역(최하단 영역)은 방전 작용이 비교적 덜 일어나고, 이후에 인접하는 영역은 점차적으로 궤도 회전의 지름이 길어지면서 판 전극(80)의 홀 내벽에 더욱 가깝게 접근하게 되므로, 방전가공용 편심 전극(20)의 상단(몸체부와 거리가 가까운 부분)의 지름이 짧고, 하단(몸체부와 거리가 먼 부분)의 지름이 긴 역테이퍼 형상의 방전가공용 편심 전극(20)이 형성되게 된다.
- [0048] 도 7은 도 6에 도시한 방법으로 생성된 역테이퍼 형상의 방전가공용 편심 전극으로 피가공물을 가공하여 미세 원형 기둥 형상을 제작하는 것을 도시한 도면이며, 도 8은 도 7의 방법으로 피가공물에 미세 원형 기둥 형상이 복수 개 제작된 것을 나타내는 도면이다.
- [0049] 방전가공용 편심 전극(20)은 상술한 방법에 의해, 가공 헤드(10)에 부착되는 몸체부(24)와, 몸체부(24)의 일측에 편심되게 부착되는 편심부(28)를 포함할 수 있다. 편심부(28)는 역테이퍼 형상을 가지므로, 피가공물의 미세 원형 기둥 형상을 원기둥 형태로 가공할 수 있다. 구체적으로, 피가공물(5)에 역테이퍼 형상의 편심 공구 전극(20)을 근접시켜 방전 작용을 일으키게 되면, 피가공물의 윗면은 시간이 지날수록 역테이퍼 형상의 편심 공구 전극(20)과 멀어지게 되고, 이에 따라 비교적 긴 시간이 접촉되는 피가공물의 상단 부분이 방전 작용을 더 일으키는 것을 최소화할 수 있다.
- [0050] 비록 본 발명이 상기에서 언급한 바람직한 실시예와 관련하여 설명되어졌지만, 본 발명의 요지와 범위로 부터 벗어남이 없이 다른 다양한 수정 및 변형이 가능한 것은 당업자라면 용이하게 인식할 수 있을 것이며, 이러한 변경 및 수정은 모두 첨부된 특허청구범위의 범위에 속함은 자명하다.

도면

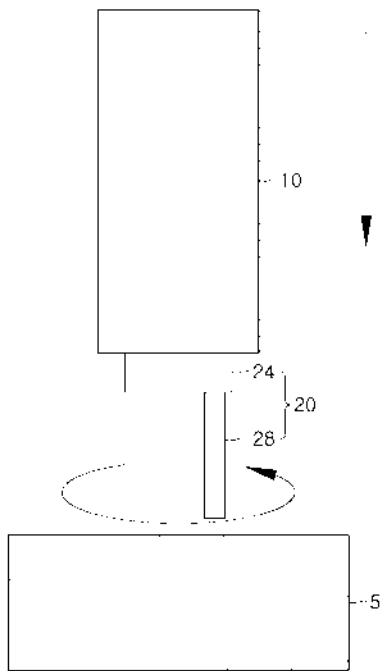
도면1



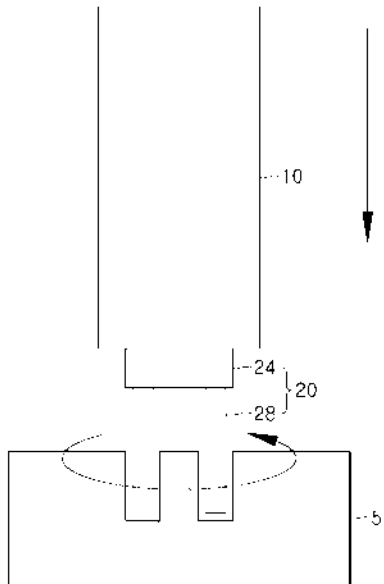
도면2a



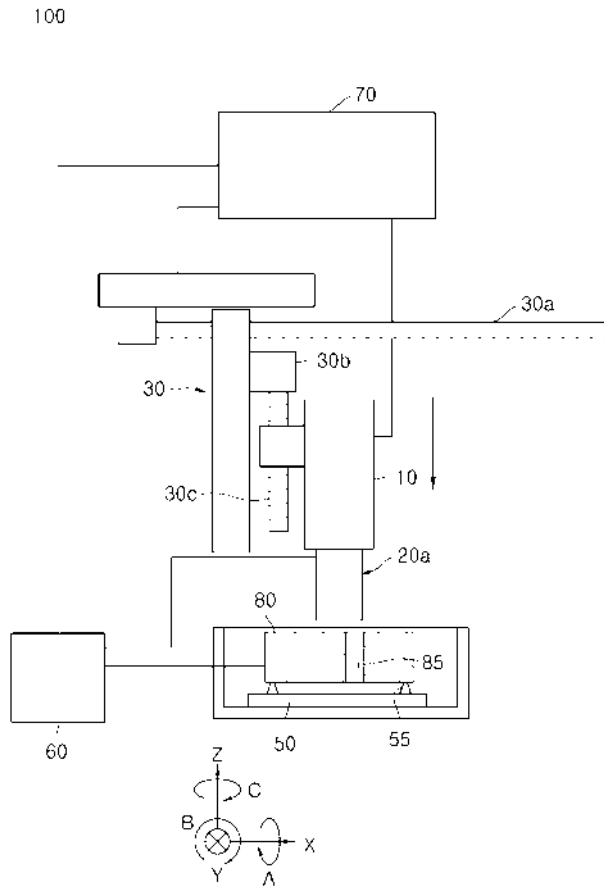
도면2b



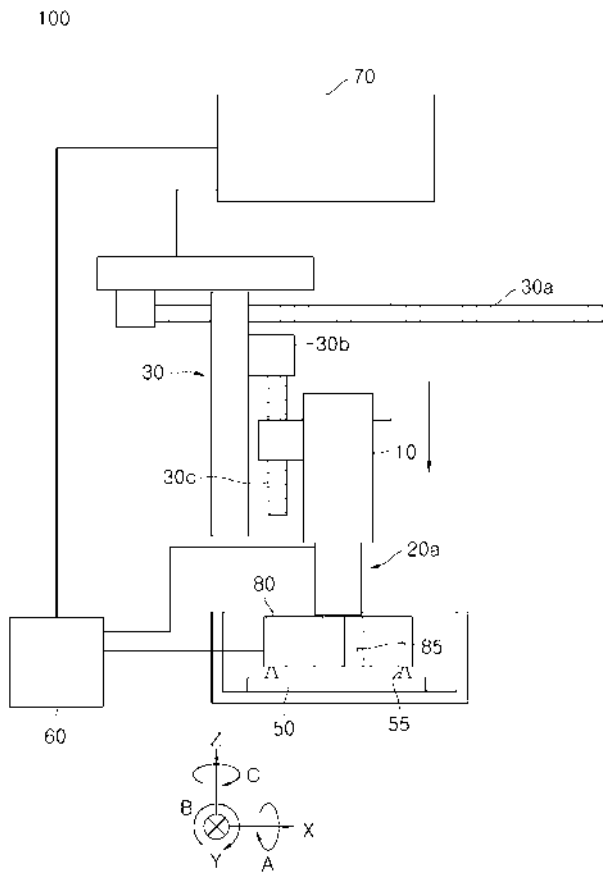
도면2c



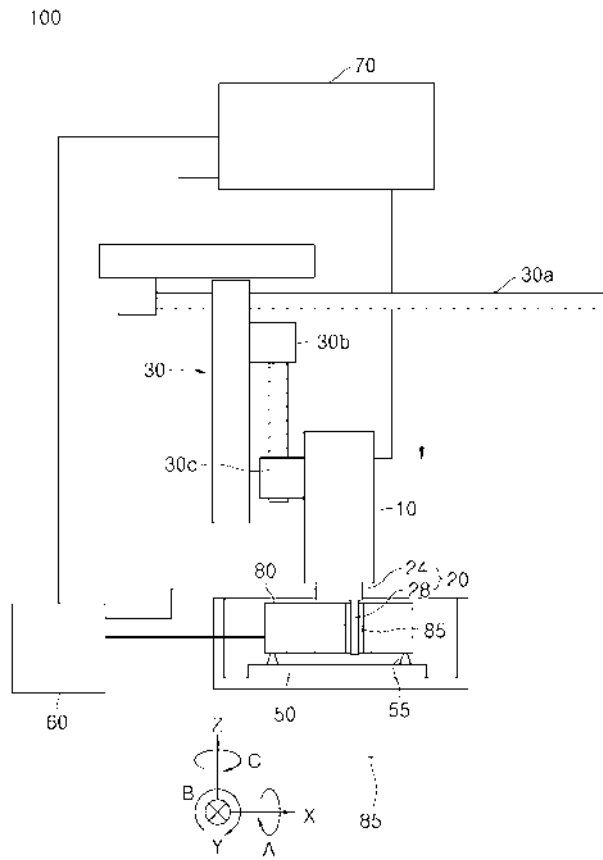
도면3a



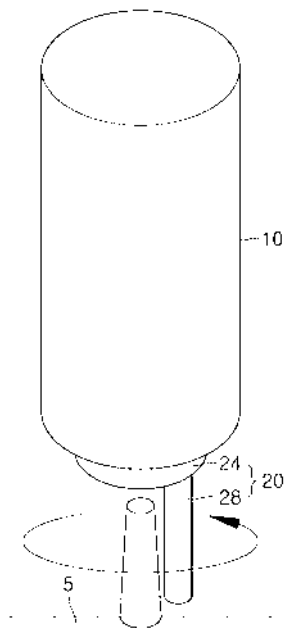
도면3b



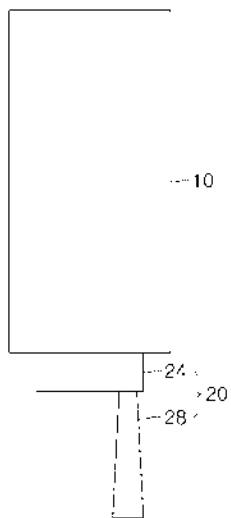
도면3c



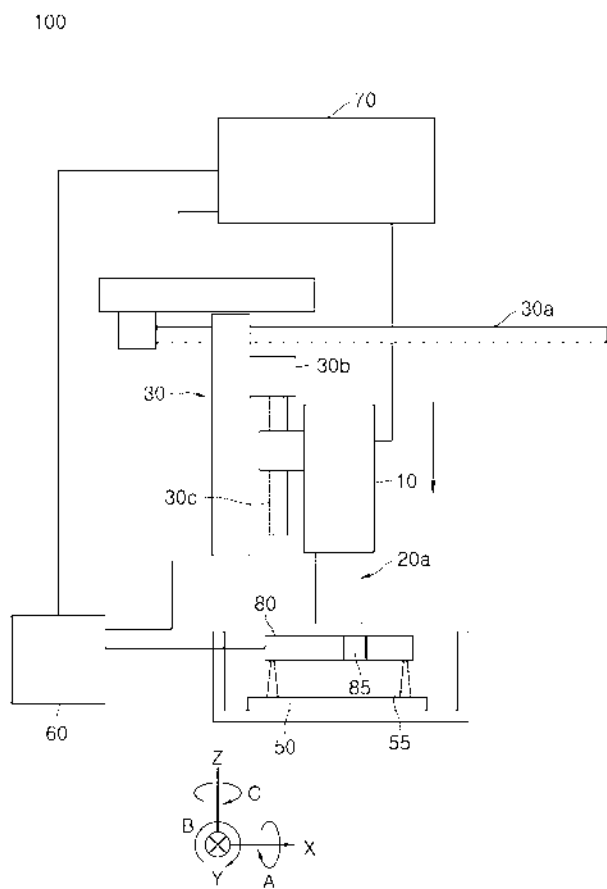
도면4



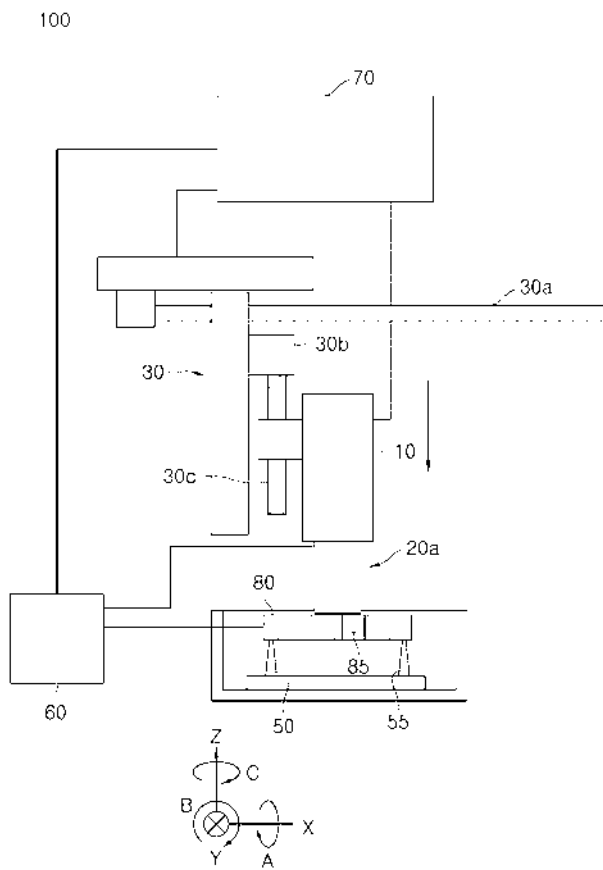
도면5



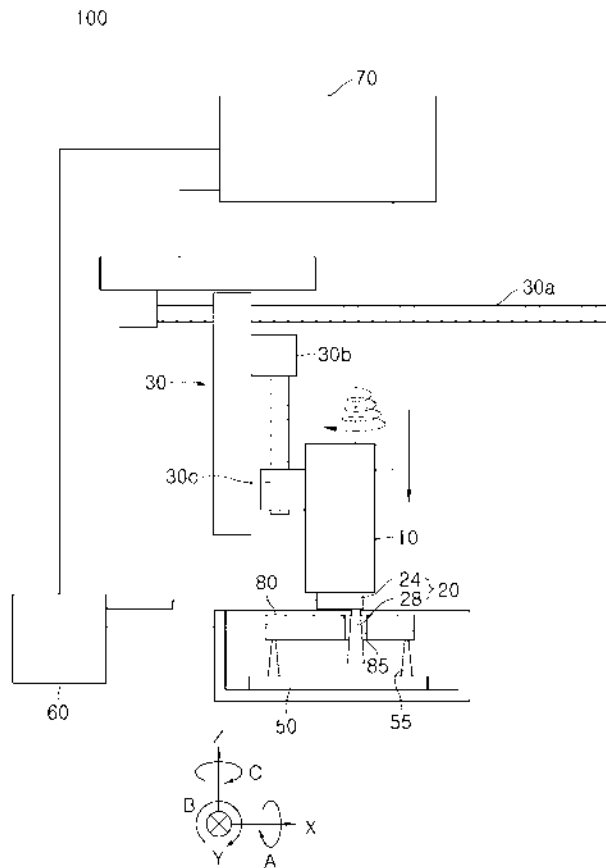
도면6a



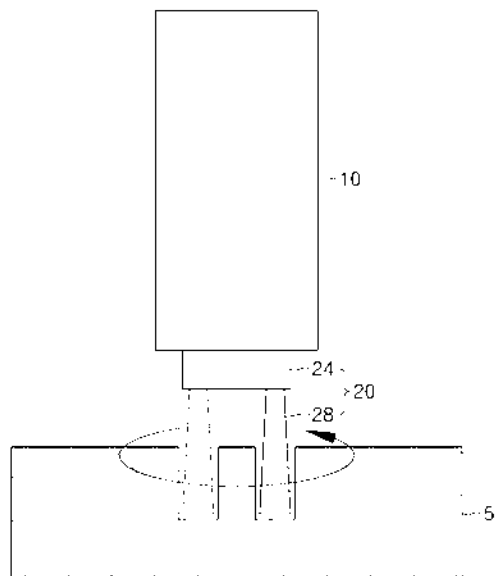
도면6b



도면6c



도면7



도면8

