(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0078107
(43) 공개일자 2012년07월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23H 1/00 (2006.01) *B23H 9/00* (2006.01)
B23H 1/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0140298
(22) 출원일자 2010년12월31일
심사청구일자 2010년12월31일

(71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
이철수
서울특별시 서초구 신반포로 270, 104동 903호 (반포동, 반포자이)
김광수
대전광역시 유성구 배울2로 19, 905동 1204호 (관평동, 대덕테크노밸리9단지아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인명인

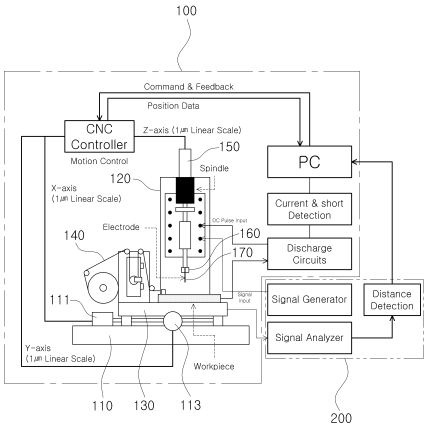
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **방전가공장치 및 방전가공장치의 제어방법**

(57) 요 약

방진가공장치는, 전극과 시료면 사이의 방전효과를 이용하여 가공하는 방전가공장치로서, 상기 전극에 입력되는 신호를 발생시키는 신호발생기, 상기 시료면에의 신호를 측정하는 신호분석기, 그리고 상기 신호분석기가 측정한 신호를 이용하여 전극과 시료면 사이의 거리를 계산하는 거리계산용 엔진을 포함한다. 저주파신호 내지 고주파신호를 전극에 유입하여 전극과 시료면의 거리가 좁혀짐에 따라 전극과 시료면 사이에 변화하는 정전용량 값을 측정하고 이에 따라 측정되는 신호의 크기변화를 이용하여 거리와 신호 크기의 상관 관계를 분석하여 거리를 제어함으로써 방전가공장치의 가공 정밀도를 높일 수 있는 유리한 효과가 발생한다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

김종민

서울특별시 서초구 잠원로 85, 청구 블루힐 아파트 101동 706호 (잠원동)

김명식

경기도 수원시 장안구 화산로187번길 19, 삼성래미안아파트 105동 501호 (천천동)

허은영

전라북도 완주군 봉동읍 둔산리 898-2 첨단코아루아파트 103-404

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2010K001051
부처명	교육과학기술부
연구사업명	신기술융합형성장동력사업
연구과제명	PET용 방사성의약품 고수율 자동 합성 시스템 융합 기술 개발
주관기관	서강대학교 산학협력단
연구기간	2010.07.01 ~ 2011.06.30

특허청구의 범위

청구항 1

전극과 시료면 사이의 방전효과를 이용하여 가공하는 방전가공장치로서,

상기 전극에 입력되는 신호를 발생시키는 신호발생기,

상기 시료면에의 신호를 측정하는 신호분석기, 그리고

상기 신호분석기가 측정한 신호를 이용하여 전극과 시료면 사이의 거리를 계산하는 거리계산용 엔진을 포함하는 방전가공장치.

청구항 2

제1항에서,

상기 신호발생기와 상기 전극 사이에는, DC 신호가 유입되는 것을 막기 위한 DC 블록이 구비되는 방전가공장치.

청구항 3

제1항 또는 제2항에서,

상기 신호는 저주파 신호이거나 고주파 신호인 방전가공장치.

청구항 4

제3항에서,

상기 시료가 놓여지는 작업대를 더 포함하고,

상기 작업대는 모터에 의해 서로 수직인 두 방향으로 이동할 수 있는 방전가공장치.

청구항 5

제4항에서,

상기 전극을 상기 시료면을 향해서 이동시키는 모터를 더 포함하는 방전가공장치.

청구항 6

시료면의 가공 정보가 입력되는 정보입력단계,

상기 가공 정보에 따라 전극을 시료면 상의 적정 위치에 접근시키는 접근단계, 그리고

방전가공을 시작하는 가공단계을 포함하며,

상기 접근단계는,

상기 전극에 신호를 입력시키는 단계,

상기 시료면의 신호를 측정하는 단계, 그리고

상기 측정한 신호를 이용하여 전극과 시료면 사이의 거리를 계산하는 단계를 이용하여 전극의 적정 위치를 결정하는 방전가공방법.

청구항 7

제6항에서,

상기 접근단계는, DC 신호가 유입되는 것을 막기 위한 단계를 더 포함하는 방전가공방법.

청구항 8

제7항에서,

상기 신호는 저주파 신호이거나 고주파 신호인 방전가공방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 방전가공장치에 관한 것이며, 구체적으로는 더 좋은 가공 정밀도를 얻기 위해서 시료면과 전극 사이의 정확한 거리 제어가 가능한 방전가공장치 및 그 제어방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 방전가공이란, 전기적인 방전현상을 이용한 가공법으로 전극과 피가공물 간에 고주파 펄스 파형의 전압을 가하여 방전을 행함으로써 피가공물의 표면층을 제거하여 원하는 형상으로 가공하는 가공법이다. 이러한 방전가공의 원리는, 절연성이 있는 가공액에 공구전극과 공작물 등의 피가공물을 넣고 지속적인 아크방전을 발생시켜 피가공물의 일부를 제거하는 가공방법으로서, 전극과 피가공물 간의 고주파 펄스 파형의 전압을 인가하여 방전을 행함으로써 피가공물 표면층을 제거하는 것이다.

[0003] 상술한 바와 같은 방전가공의 원리를 이용한 방전가공장치(Electric Discharge Machine : EDM)는 가공상의 제약을 받지 않고, 형상을 비교적 좋은 정밀도로 가공가능하며, 가공면이 균일하고, 후가공이 필요 없다는 등의 장점으로 인해 최근 들어 많이 사용되고 있다. 이러한 방전가공장치의 동작은, 먼저 가공액에 전극과 피가공물을 넣고, 전극과 피가공물 사이에 작은 간격(Gap)을 유지한 후 전극과 피가공물에 전압을 인가한다. 이로 인해, 전극과 피가공물 사이에 방전이 시작되며, 이때 전극과 피가공물 사이의 갭을 방전갭 또는 방전간격이라고 한다.

[0004] 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 피가공물간에 높은 압력이 발생하여 증발 현상 및 기화 현상이 발생하고, 피가공물의 용해된 금속은 작은 알갱이로 변환되며, 가공액의 흐름에 의해 제거된다. 상술한 과정 및 방법을 지속적으로 반복함으로써 방전가공을 수행한다. 이러한 방전가공장치는 현재 일반 범용 공작기계로 가공에 어려움이 있는 내열재료, 형상가공, 절단, 난삭성재료를 주로 사용하는 분야 등에서 필수적으로 적용되고 있으며, 비철금속재료의 가공에도 활용되고 있다.

[0005] 이렇게, 방전 가공은 수백 마이크로 두께의 전극과 시료면 사이에 직류 전압을 걸어 전극이 시료면에 가까워질 때의 방전 효과를 이용하여 시료의 가공을 하는 것으로 방전은 전극과 시료면 사이의 전압의 크기, 직류 전압의 On/Off pulse 패턴, 전극과 시료면 사이의 거리에 따라 달라져 다양한 가공 특성을 보이게 되고, 이러한 요소들을 고려하여 현재 최적의 가공 조건을 찾기 위한 연구가 진행 중에 있다. 가공 조건 중 전압 및 On/Off Pulse의 경우 비교적 쉽게 제어가 가능하지만 거리의 경우에는 수마이크로대의 미세 거리의 측정을 요구하여 어려움이 있다.

[0006] 기존의 시스템에서는 전극이 시료면에 접근하면서 가하는 전압이 일정 기준값(Threshold) 이상이면 물러나는 식으로 거리를 제어하는 단순한 On/Off 제어 형태로 가공 성능을 높이는데 한계가 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기 문제점을 해결하기 위한 것으로, 방전가공장치에서 전극과 시료면 사이의 미세한 거리를 효과적으로 제어하는 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0008] 본 발명은 이를 위해, 일정한 신호를 전극에 유입하여 전극과 시료면의 거리 변화에 따른 측정 신호값의 크기 변화를 이용함으로써 상기 전극과 시료면 사이의 거리를 측정하는 수단을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 한 실시예에 따른 전극과 시료면 사이의 방전효과를 이용하여 가공하는 방전가공장치는, 상기 전극에 입력되는 신호를 발생시키는 신호발생기, 상기 시료면에의 신호를 측정하는 신호분석기, 그리고 상기 신호

분석기가 측정한 신호를 이용하여 전극과 시료면 사이의 거리를 계산하는 거리계산용 엔진을 포함한다.

[0010] 상기 신호발생기와 상기 전극 사이에는, DC 신호가 유입되는 것을 막기 위한 DC 블록이 구비될 수 있고, 상기 신호는 저주파 신호이거나 고주파 신호일 수 있다.

[0011] 그리고, 본 발명의 방진가공장치는 상기 시료가 놓여지는 작업대를 더 포함하고, 상기 작업대는 모터에 의해 서로 수직인 두 방향으로 이동할 수 있고, 상기 전극을 상기 시료면을 향해서 이동시키는 모터를 더 포함할 수 있다.

[0012] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 방전가공방법은 시료면의 가공 정보가 입력되는 정보입력단계, 상기 가공 정보에 따라 전극을 시료면에 적정 위치에 접근시키는 접근단계, 그리고 방전가공을 시작하는 가공단계를 포함한다. 상기 접근단계는 상기 전극에 신호를 입력시키는 단계, 상기 시료면의 신호를 측정하는 단계, 그리고 상기 측정한 신호를 이용하여 전극과 시료면 사이의 거리를 계산하는 단계를 이용하여 전극의 적정 위치를 결정한다.

발명의 효과

[0013] 본 발명은 상기 구성에 의해서, 저주파신호 내지 고주파신호를 전극에 유입하여 전극과 시료면의 거리가 좁혀짐에 따라 전극과 시료면 사이에 변화하는 정전용량 값 또는 공진 주파수 변화를 측정하고 이에 따라 측정되는 신호의 크기변화를 이용하여 거리와 신호 크기의 상관 관계를 분석하여 거리를 제어함으로써 방전가공장치의 가공 정밀도를 높일 수 있는 유리한 효과가 발생한다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 방전가공장치 및 거리측정 시스템의 개요도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 방전가공장치의 거리측정 시스템의 상세도이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 방전가공장치의 거리제어방법을 이용한 공정의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해서 구체적으로 설명한다.

[0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 방전가공장치(100) 및 거리측정 시스템(200)의 개요도이다. 이를 참조하여 먼저 방전가공장치(100)의 구성을 보면, 본 발명에 따른 방전가공장치(100)는 방전부(120), 작업대(130), 전극 가공부(140) 등을 포함한다. 상기 방전부(120)에는 모터(150)와 고정척(160)이 설치되어 있고, 상기 고정척(160)은 상기 모터(150)에 의해 상하로 이동되며 전극(170)이 설치된다. 그리고, 상기 작업대(130) 위에는 전극 가공부(140)가 마련되어 있다. 이 전극 가공부(140)는 전극의 측면을 가공한다. 전극 가공부(140)를 이용하여 전극의 측면을 반복 가공하면 원하는 굵기의 전극을 제작할 수 있다.

[0017] 방전부(120)의 전방에는 공작물(이하 '시료(workpiece)'라고 도 함)이 놓여지는 작업대(130)가 마련되어 있다. 이 작업대(130)는 받침대(110)에 설치된 모터(111, 113)에 의해 수평면상에서 이동하여 위치를 결정하게 된다. 즉 하나의 모터(111)에 의해 일방향('x축 방향'이라 함)으로 직선운동하고, 다른 하나의 모터(113)에 의해 다른방향('y축 방향'이라 함)으로 직선운동하게 됨으로써 전체적으로 평면상 이동이 가능하게 되는 것이다. 그리고, 상기 모터(150)의 회전에 의해서 상기 고정척(160)이 상하로 이동되고, 따라서 상기 고정척에 고정된 전극(170)이 상하방향('z축 방향'이라 함)으로 이동하게 되는 것이다.

[0018] 이러한 구성에 따른 방전가공장치에서 상기 작업대(130) 상에 시료를 설치하여 고정한 후, 상기 작업대는 모터(111, 113)에 의해 수평면상에서 x축 방향 및 y축 방향으로 이동하여 평면상 위치를 결정하고, 또한 상기 모터(150)에 의해서 전극이 z축 방향으로 움직여서 위치를 결정한 후 방전을 이용하여 원하는 수치와 형상으로 가공하게 된다.

[0019] 도 1 및 도 2에 도시된 본 발명의 방전가공장치의 거리측정 시스템(200)을 보면, 상기 전극(170)에 신호를 유입하기 위한 신호 발생기(signal generator)(201), 시료면에서의 신호 크기 측정을 위한 신호 분석기(signal analyzer)(202), 상기 신호의 크기로부터 거리 측정을 위한 거리계산용 엔진(Signal strength to distance calculating engine)(203), 그리고 DC 신호 유입을 막기 위한 DC 블록(DC Block)(204) 등을 포함한다.

[0020] 본 발명은 이러한 구성에 의해서, 본 발명은 상기 전극(170)과 시료면 사이에 존재하는 정전용량 값의 변화

또는 공진 주파수의 변화를 이용하여 전극과 시료면 사이의 거리를 측정하는 것이다.

[0021] 구체적으로 보면, 상기 신호 발생기(201)에서 발생된 수백 KHz ~ 수 Mhz 대역의 저주파 신호를 상기 DC 블록(204)을 통해서 상기 전극(170)으로 유입하고, 상기 전극(170)이 시료면에 다가가면, 전극과 시료면 사이 간격(gap)이 줄어드는 정도에 비례하여 이들 사이의 정전용량 값의 변화가 있게 되고, 따라서 측정되는 신호의 크기가 변화하게 된다. 즉, 신호 분석기(202)에서 분석하는 시료면에서의 신호의 크기가 전극과 시료면 사이 간격에 감소함에 따라 변화하게 되는 것이다. 이를 이용하여 상기 거리계산용 엔진(203)이 거리와 상기 신호 크기의 상관 관계를 분석하여 거리 데이터를 환산할 수 있게 되는 것이다. 시스템에 따라 수백 MHz 내지 수십 GHz의 고주파를 이용하여 전극과 시료면 사이의 간격 감소에 따라 변화하는 공진 주파수의 변화에 의한 신호 크기의 변화를 측정하는 방식도 가능하다.

[0022] 이때, 환산된 거리 데이터는 방전 가공에서 방전시 거리를 측정하는데 사용할 수 있을 뿐만 아니라, 방전 거리를 원하는 만큼 조작하여 우수한 가공 결과를 기대할 수 있다.

[0023] 도 3은 본 발명에 따른 방전가공장치의 거리제어방법을 이용한 공정의 흐름도이다. 먼저, 가공데이터를 읽어 시료면의 가공 위치 및 원하는 가공 표면 특성을 입력한다. 그리고, 시료가 놓인 작업대를 이동하여 적절한 위치로 이동시킨다. 이 작업대(130)는 받침대(110)에 설치된 모터(111, 113)에 의해 수평면상에서 이동하여 서로 수직인 방향(예를 들어, x축 방향 및 y축 방향)으로 움직여서 이동하게 된다.

[0024] 이렇게 시료가 적절한 위치에 놓이면, 상기 모터(150)의 회전에 의해서 상기 고정척(160)이 상하로 이동되어 상기 고정척에 고정된 전극(170)이 z축 방향으로 적절 위치로 이동하게 되는 것이다. CNC 컨트롤러가 전극을 시료면에 접근시키되 전극이 가공을 위한 적정 위치에 도달할 때까지 거리를 측정하면서 이동시킨다. 원하는 거리에 도달하면 가공을 시작하고, 가공 중 거리를 측정하여 적정 거리에서 벗어날 시 다시 전극과 시료면 사이의 거리를 조절한다. 그리고, 최초에 읽어드린 가공 데이터를 기반으로 시료면의 가공이 끝나면 가공을 종료한다.

[0025] 그런데, 상기 가공 정보에 따라 전극을 시료면에 적정 위치에 접근시키는 과정에서 본 발명에 따른 거리측정 시스템이 사용된 제어방법이 이용된다. 즉, 전극을 시료면 상의 적정위치로 접근시키는 과정에서, 상기 전극에 신호를 입력시키는 단계와, 상기 시료면의 신호를 측정하는 단계와, 상기 측정한 신호를 이용하여 전극과 시료면 사이의 거리를 계산하는 단계라는 과정을 거치는 것이다. 이때, DC 신호가 유입되는 것을 막기 위한 단계를 더 포함할 수 있다. 그리고, 상기 신호는 저주파 신호이거나 고주파 신호를 이용할 수 있다.

[0026] 이상 설명한 것은 본 발명의 일 실시예일 뿐이며 본 발명의 사상에 벗어나지 않는한 일부 구성을 변경하여 적용하는 것도 가능할 것이다.

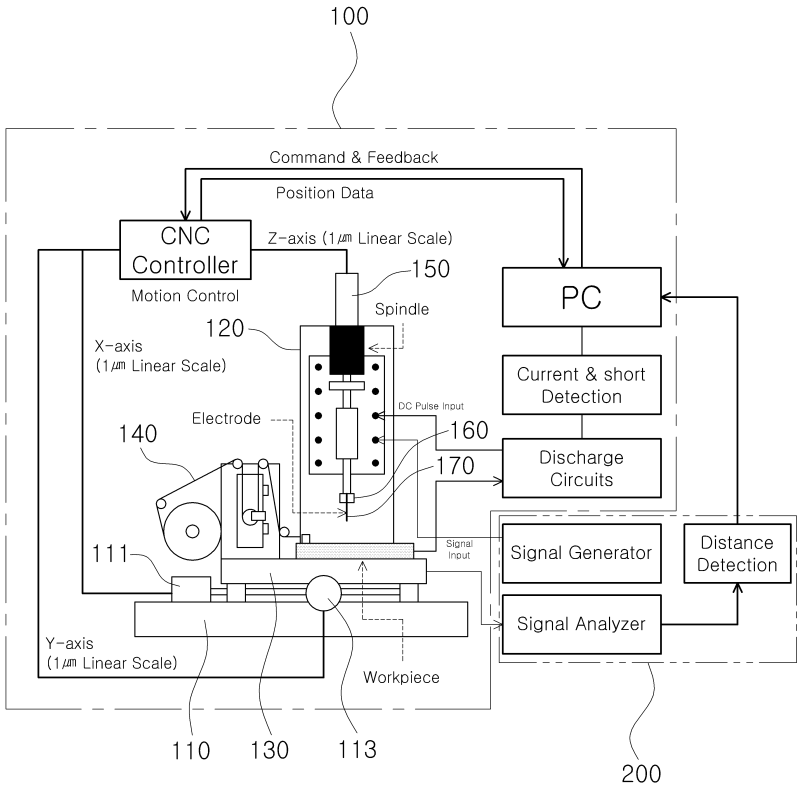
[0027] 예를 들면, 상기 신호 발생기에서 발생되는 신호는 저주파에 국한된 것이 아니라 방전가공장치의 특성에 따라서는 고주파를 이용할 수도 있고, 또한 방전가공장치의 전자 회로와 독립된 고주파 공진기를 Spindle에 연결하여 사용할 수도 있을 것이다. 또한, 방전가공장치의 공진 특성의 제어가 가능한 경우에는 고주파를 이용하여 시료면과 전극 사이의 공진 특성의 변화에 따른 Q-factor의 변화를 이용하여 거리를 측정하는 것도 가능할 수 있다.

[0028] 본 발명은 방전가공장치에서 저주파 내지 고주파 신호를 이용하여 전극과 시료면 사이의 거리를 측정함으로써 거리에 따른 방전 가공 성능 향상을 도모하였으며, 기존의 전압 On/Off 제어 방식보다 더 효과적으로 가공 표면의 성능을 개선할 수 있는 시스템이다.

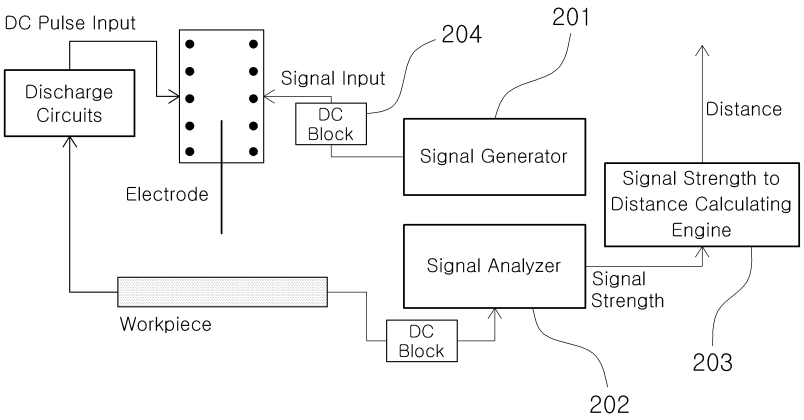
[0029] 이상에서 본 발명의 실시예를 설명하였으나, 본 발명의 권리범위는 이에 한정되지 아니하며 본 발명의 실시예로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 용이하게 변경되어 균등한 것으로 인정되는 범위의 모든 변경 및 수정을 포함한다.

도면

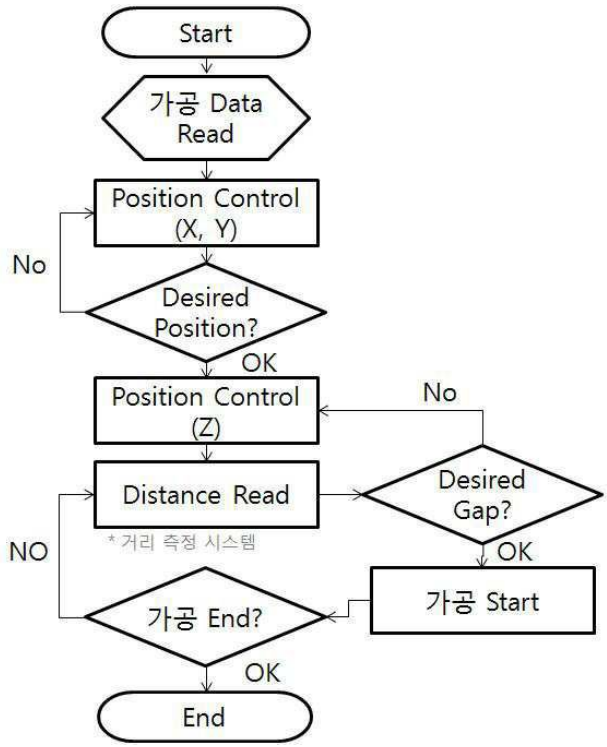
도면1


100
Command & Feedback
Position Data
CNC Controller
Motion Control
Z-axis (1㎛ Linear Scale)
150
Spindle
120
X-axis
(1㎛ Linear Scale)
PC
Current & short Detection
Discharge Circuits
DC Pulse Input
160
170
Electrode
140
111
Signal Input
Signal Generator
Distance Detection
Signal Analyzer
Y-axis
(1㎛ Linear Scale)
Workpiece
110
130
113
200

도면2


DC Pulse Input
Discharge Circuits
Signal Input
204
201
DC Block
Signal Generator
Distance
Signal Strength to Distance Calculating Engine
Electrode
Signal Analyzer
Signal Strength
Workpiece
DC Block
203
202

도면3


Start
가공 Data Read
Position Control (X, Y)
No
Desired Position?
OK
Position Control (Z)
No
Distance Read
Desired Gap?
* 거리 측정 시스템
NO
OK
가공 End?
가공 Start
OK
End