(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
B23H 7/20

(45) 공고일자 1999년09월01일
(11) 등록번호 10-0217294
(24) 등록일자 1999년06월03일

(21) 출원번호 10-1997-0024416
(22) 출원일자 1997년06월12일
(65) 공개번호 특1998-0032160
(43) 공개일자 1998년07월25일
(30) 우선권주장 96-290940 1996년10월31일 일본(JP)
(73) 특허권자 미쓰비시덴키 가부시키가이샤 다니구찌 이찌로오, 기타오카 다카시
일본국 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 2쵸메 2반 3고
(72) 발명자 유자와 다카시
일본국 도쿄토 지요다쿠 마루노우치 2초메 2-3 미쓰비시덴키 가 부시키가이샤 나이
마가라 다쿠지
일본국 도쿄토 지요다쿠 마루노우치 2초메 2-3 미쓰비시덴키 가 부시키가이샤 나이
(74) 대리인 박태경, 정우훈

심사관 : 정상태

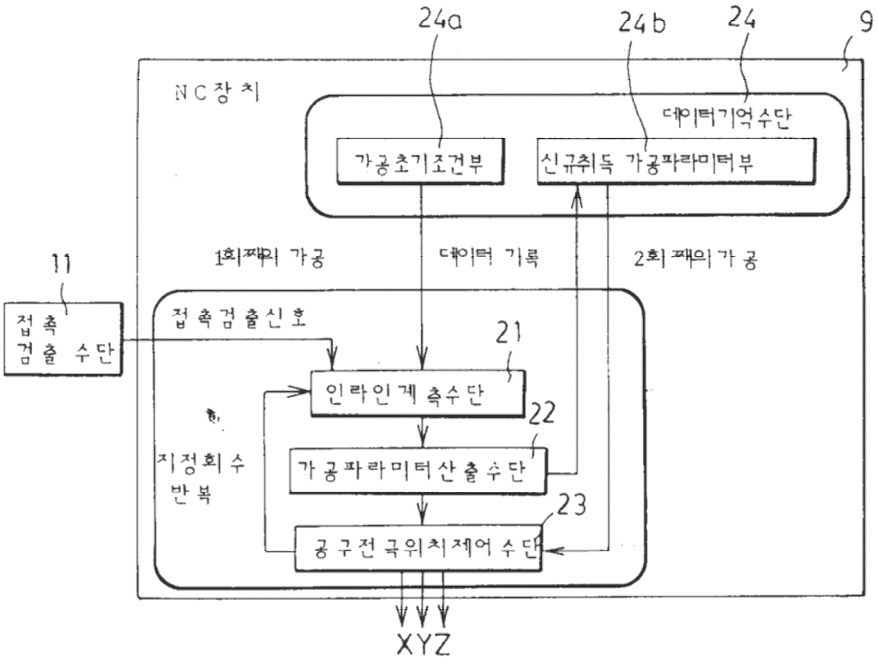
(54) 방전가공장치 및 방전가공방법

요약

대략 V자형 횡단면의 홈가공 같은 테이퍼 가공에서도 고정밀도의 형상가공을 하는 것을 목적으로 한다.

가공형상의 2차원 윤곽경로, 가공형상치수법, 공구전극 평면방향이동에 대한 전극축선방향 이송량, 인라인 계측빈도를 기억하는 가공초기 조건 기억수단(24a)과, 계측빈도에 따라 가공깊이를 계측하기 위한 인라인 계측수단(21)과, 인라인 계측수단(21)에 의한 가공깊이의 계측결과로부터, 윤곽 가공패스 1회당의 가공깊이, 나머지 가공회수, 윤곽 오프셋 증분치등의 가공파라미터를 산출하는 가공파라미터 산출수단(22)과, 가공파라미터 산출수단(22)에 의해 산출된 가공파라미터에 의해 공구전극의 위치제어를 하는 전극위치 제어수단(23)을 설치한다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

방전가공장치 및 방전가공방법

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명에 의한 방전가공장치의 실시의 형태 1을 표시하는 개략구성도.

제2도는 본 발명에 의한 방전가공장치의 NC장치의 개략구성을 표시하는 블록도.

제3도는 공구전극의 XY축 방향이동에 대한 Z측방향 이송을 표시하는 설명도.

제4도는 본 발명에 의한 방전가공방법에 의한 가공프로세스를 표시하는 플로차트.

제5도의 (1)~(5)는 본 발명에 의한 방전가공방법에서의 가공형상의 변화를 표시한 설명도.

제6도는 본 발명에 의한 방전가공방법에서의 2개째 이후의 형상가공을 하는 경우의 프로세스를 표시하는 플로차트.

제7(a)도는 본 발명에 의한 방전가공방법에 의해 형상가공되는 가공형상예를 표시하는 사시도.

제7(b)도는 전극이동용 2차원 윤곽패스를 표시하는 사시도.

제8(a)도~제8(b)도는 테이퍼 가공시의 윤곽패스의 오프셋 변화를 표시하는 평면도.

제9(a)도, 제9(b)도는 깊이 계측후에 산출된 「가공깊이/1층」을 표시하는 그래프.

제10(a)도, 제10(b)도는 계측회수에 의한 테이퍼 가공형상의 변화를 표시하는 설명도.

제11도는 1층당의 가공깊이 파라미터의 환산예를 표시하는 그래프.

제12도는 수직가공부와 테이퍼 가공부를 포함하는 구체적인 가공형상 예를 표시 사시도.

제13도는 동일 형상의 가공이 여러개 있는 경우의 구체적인 예를 나타내는 사시도.

제14(a)도~제14(e)도는 전극소모보정제어를 사용한 단순 공구전극에 의한 가공요령을 표시하는 설명도.

제15(a)도, 제15(b)도는 윤곽 오프셋의 변화를 표시하는 평면도.

제16(a)도, 제16(b)도는 윤곽 오프셋의 변화에 의한 가공 특성변화를 표시하는 설명도.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

1 : 공구전극 2 : 공구전극회전장치

3 : 워크테이블 4 : 가공액

5 : 가공조 6 : X축방향의 구동수단

10 : 가공용전원 11 : 접촉검출수단

12 : 가공액공급장치 21 : 인라인계측수단

22 : 가공파라미터 산출수단 23 : 전극위치제어수단

24 : 기억수단 24a : 가공초기조건부

24b : 신규취득가공파라미터부

[발명의 상세한 설명]

[발명의 목적]

대략 V자형 횡단면의 홈가공과 같은 테이퍼 가공에서도 고정밀도의 형상가공을 할 수 있게 하는데 본 발명의 목적이 있다.

[발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술]

본 발명은, 방전가공장치 및 방전가공방법에 관해, 특히 단순형상의 공구전극을 사용해서 3차원 가공을 하는 방전가공장치 및 방전가공방법에 관한 것이다.

종래로부터 원통상, 원주상, 각주등의 단순 형상을 한 공구전극을 사용해 수치 제어수단에 의해 3차원 제어를 하고 소망하는 3차원 형상가공을 할 수 있는 방전가공장치가 알려져 있다. 이런 방전가공장치로는, 복잡한 3차원 형상의 종형 공구전극을 제작할 필요가 없기 때문에, 금형제작 코스트 및 제작시간을 개선할 수 있다. 또 가공에 사용되는 공구전극은, 단순형상의 공구전극을 사용하기 때문에, CAM 시스템의 구축이 쉬워지고, 가공공정의 자동화도 기대된다.

그러나, 이와 같은 방전가공장치에서는 단순형상의 공구전극을 사용해서 폭넓은 면적의 가공을 하기 때문에, 종형 공구전극에 의한 방전가공과 비교해서, 공구전극의 소모나 가공형상의 정밀도가 문제가 된다.

이와 같은 문제를 해결하기 위해 일본국 특개 평 5-345228호 공보에는 공구전극의 소모보정제어를 함으로써, 고정밀도의 방전가공을 하는 것이 기재되어 있다. 제14도는 그와 같은 방전가공의 원리를 나타내고 있다.

제14도에 표시되어 있는 바와 같이, 원주상의 공구전극(100)을 회전시키면서 피공작물(50)의 방전가공면에 대해 각도 α로 경사지게 이동함으로써, 공구전극(100)의 윤곽형상 및 가공깊이가 변화하는 위치 a로부터 d까지의 과도상태를 거쳐서, 공구전극(100)의 윤곽형상 및 가공깊이가 변화하지 않는 위치 d이후(

위치 e)에서 정상상태를 만들어 낼 수가 있다.

이때, 공구전극 소모량이 큰 가공조건이면, 위치 a로부터 위치 d까지의 과도상태를 거의 무시할 수가 있다. 따라서, 적절한 각도 α로 공구전극(100)을 경사지게 이동함으로써, 가공깊이가 일정한 층상의 제거가공을 할 수가 있다.

일본국 특개 평5-345228호 공보에 기재되어 있는 기술로는, 공구전극(100)의 길이방향의 소모를 보정하기 위한 값을 계산하기 위한 시뮬레이터를 구비하고, 제거층의 두께 E, 공구전극반경 R, 체적소모비 U를 부여함으로써, 방전가공면에 대한 공구전극(100)의 이송각도 a를 계산하고, 경사이동에 의해 공구전극(100)의 길이방향의 소모를 보상해서 가공깊이가 일정한 층상의 제거가공을 한다.

이 방전가공에서는, 공구전극의 길이방향의 소모보정을 경사진 방향으로의 이송을 함으로써 보정할 수 있으므로, 가공속도가 절약되는 공구전극 소모영역을 이용할 수가 있고, 가공효율을 향상할 수 있다고 했다.

[발명이 이루고자 하는 기술과제]

상술한 바와 같이 소모보정제어를 위해, 공구전극의 소모량을 시뮬레이터에 의해 얻기 위해서는, 이론적으로는 1층당의 설정가공깊이, 공구전극의 반경, 공구전극의 단면적, 체적소모율의 데이터를 부여함으로써, 가공에 앞서, 해석적으로 공구전극의 경사 이송각도를 결정할 수 있으나, 그러나 실제의 가공에서는 여러가지의 조건, 즉 가공액 온도나 가공 간극의 가공설량이 변화하기 때문에, 요구되는 층의 두께를 제거할 수 있다고는 볼 수 없으며, 시뮬레이터에 의한 소모량 산출결과와, 실제의 소모량이 일치하지 않는 경우가 생긴다.

또, 측면에 테이퍼를 갖는 형상을 한 종류의 2차원 형상 패스만을 사용해서 가공을 하는 경우, 외측 윤곽패스를 오프셋 변화시켜서 층상으로 가공을 하면, NC 프로그램을 대단히 단축하는 것이 가능해진다. 그러나, 외측 오프셋만을 변화시킨 경우, 제15(a)도, 제15(b)도에 표시되어 있는 바와 같이, 외측 윤곽패스 P_0와 내측 윤곽패스 P_i의 간격 T가 서서히 좁아져 공구전극 패스는 공구전극(100)이 항상 일부 겹치도록 생성되어 있으나, 간격 T가 좁아짐으로써 제16(a)도, 제16(b)도에 표시되어 있는 바와 같이, 그 겹치는 양 0가 변화하면, 당연히 일정 전극당의 가공 채취량도 그에 따라 변화하고, 1층 당의 가공깊이가 변화하게 된다.

상술한 바와 같이 공구전극이 소모량을 시뮬레이트 하는 경우, 패스 변화에 의한 가공량을 산출하고, 소모 보정량을 변화시킬 필요가 있으나 인접하는 전극패스에 의해 겹치는 가공경로에 따라, 고정밀도로 소모량의 보정을 하는 것은 대단히 어렵고, 계산결과만으로 가공을 하는 것은, 실제의 가공과의 오차관계상, 대단히 어려운 것으로 되어 있다.

본 발명은, 이상과 같은 문제를 해결하는 것으로, 측면에 테이퍼를 갖는 형상이라도 가공파라미터에 따라 전극위치제어를 고정밀도로 시행해서 고정밀도의 방전가공을 하고 또, 동형상의 것을 가공하는 경우 2개째 이후에서 고정밀도 가공에 요하는 가공시간을 단축할 수가 있는 방전가공장치 및 방전가공방법을 얻는 것을 목적으로 하고 있다.

상술한 목적을 달성하기 위해, 본 발명에 의한 방전가공장치는, 공구전극과 피가공물사이에 전압을 인가하고, 3차원 제어에 의해 소망하는 형상가공을 하는 방전가공장치에서, 가공형상의 2차원 윤곽경로, 가공형상치수, 공구전극 평면방향이동에 대한 전극축선 방향이송량, 인라인 계측빈도를 기억하는 가공초기조건기억수단과, 계측빈도에 따라 가공깊이를 계측하기 위한 인라인 계측수단과, 상기 인라인 계측수단에 의한 가공깊이의 계측결과로부터, 윤곽 가공패스 1회당의 가공깊이, 나머지 가공회수, 윤곽 오프셋 증분치등의 가공파라미터를 산출하는 가공파라미터 산출수단과, 상기 가공파라미터 산출수단에 의해 산출된 가공파라미터에 의해 상기 공구전극의 위치제어를 하는 전극위치제어수단을 갖고 있는 것이다.

다음의 발명에 의한 방전가공장치는, 상술한 방전가공장치에 있어서, 상기 가공파라미터 산출수단에 의해 산출된 가공파라미터를 기억하는 신규취득 가공파라미터 기억수단을 갖고, 상기 전극 위치제어수단은, 동일 형상을 복수개 가공하는 경우, 2개째 이후의 가공에서 상기 신규취득 가공파라미터 기억수단에 기억되어 있는 가공파라미터를 사용해서 상기 공구전극의 위치제어를 하는 것이다.

다음의 발명에 의한 방전가공장치는, 상술한 방전가공장치에 있어서, 상기 가공파라미터 산출수단은, 윤곽가공패스 1회당의 가공깊이가 계측마다 변화하고 있는 경우, 전번 산출시의 윤곽가공패스 1회당의 가공깊이 산출치와 금번 산출치와의 비교를 해서, 차기 윤곽경로 1회당의 예측가공기를, 전번 산출치, 금번 산출치 및 가공회수에 의해 환산 산출하는 것이다.

또, 상술한 목적을 달성하기 위해, 본 발명에 의한 방전가공방법은, 공구전극과 피가공물사이에 전압을 인가해서 3차원 제어에 의해 소망하는 형상 가공을 하는 방전가공방법에 있어서, 가공형상의 2차원 윤곽가공패스, 가공깊이, 공구전극 평면 방향이동에 대한 전극축선 방향 이송량, 인라인 계측빈도를 기억하는 가공 초기조건 기억공정과, 인라인 계측빈도에 따라 가공깊이를 계측하기 위한 인라인 계측공정과, 상기 인라인 계측공정에 의한 가공깊이의 계측결과로부터, 윤곽 가공패스 1회당의 가공깊이, 나머지 가공회수 윤곽 오프셋 증분치등의 가공파라미터를 산출하는 가공파라미터 산출공정과, 상기 가공파라미터 산출공정에서 산출된 가공파라미터에 의해 상기 공구전극의 위치제어를 하는 전극 위치제어공정을 포함하는 것이다.

[발명의 구성 및 작용]

[실시의 형태 1]

아래 첨부한 도면을 참조해서 본 발명에 관한 방전가공장치 및 방전가공방법의 실시의 형태를 상세하게 설명한다.

제1도는, 본 발명에 의한 방전가공장치의 실시의 형태 1을 표시하고 있다. 방전가공장치는 중공원통상의 공구전극(1)과, 공구전극(1)을 중심 축선주위에 회전시키는 회전장치(2)와, 워크테이블(3)상에서 내부에

가공액(4)을 축적해서 피가공물 W를 배치하는 가공조(5)와, 공구전극(1)과 피가공물 W를 상대적으로 X축, Y축, Z축 방향으로 이동시키기 위한 축 구동수단 6,7,8과 가공형상 데이터나 기타의 가공파라미터에 따라 공구전극(1)을 이동시키기 위한 지령을 출력하는 NC장치(9)와, 공구전극(1)과 피가공물 사이에, 전압을 인가하기 위한 가공용 전원(10)과, 공구전극(1)과 피가공물 W와의 접촉을 전기적으로 검지하는 접촉 검출수단(11)과, 가공액(4)을 순환시키는 가공액 공급장치(12)를 갖고 있다.

제2도는, NC장치(9)의 구성을 표시하고 있다. NC장치(9)는, 인라인 계측수단(21)과, 가공파라미터 산출수단(22)과, 공구전극 위치제어수단(23)과, 데이터기억수단(24)을 구비하고 있다. 데이터기억수단(24)은, 가공 초기조건기억수단으로서의 가공초기조건부(24a)와 신규취득 가공파라미터(24b)를 갖고 있다.

가공초기조건부(24a)는 주로 가공형상의 2차원 윤곽 가공패스, 가공깊이, Z축 보정량, 인라인계측회수(인라인 계측빈도), 초기 가공회수, 또 측면 테이퍼 형상의 경우는 최대 오프셋량등의 가공초기 조건데이터를 기억저장한다. 또 Z축 보정량이라는 것은, 제3도에 표시한 바와 같이, 공구전극(1)의 XY축 방향이동(평면이동)에 대한 일정량 Z축방향(전극축 선방향) 이송량을 표시한 것이다.

신규취득 가공파라미터부(24b)는 후술하는 가공파라미터 산출수단(22)에 의해, 가공중에 취득한 윤곽 가공패스 1회당의 가공깊이, 윤곽 가공패스 1회당의 오프셋 증분치, 각 계측구간에서의 가공회수 결과등의 데이터를 기억 저장한다.

인라인 계측수단(21)은, 초기가공회수, 인라인 계측회수에 의해 정해져 있는 회수의 윤곽 가공패스가 행하여 질 때마다, 접촉 검출수단 11로부터 접촉 검출신호를 입력해서 공구전극 단면과 피공작물 W와의 접촉에 의한 가공깊이 계측을 가공도중에, 즉 인라인에서 계측하고, 그 계측 데이터를 가공파라미터 산출수단(22)에 인도한다.

가공파라미터 산출수단(22)은, 인라인 계측수단(21)에 의한 가공깊이의 계측결과로부터, 윤곽경로(윤곽 가공패스) 1회당의 가공깊이, 나머지 가공회수, 윤곽 오프셋 증분치등의 가공파라미터를 산출하고, 이들 신규취득의 가공파라미터를 신규취득 가공파라미터부(24b)에 인도한다.

공구전극 위치제어수단(23)은, 가공초기조건부(24a), 신규취득 가공파라미터부(24b)로 부여되는 가공형상의 2차원 형상패스, 가공깊이, 기타의 가공파라미터에 따라 공구전극(1)을 소정의 2차원 형상패스 상을 이동시키는 XY방향 이동제어와 함께, Z축 보정량의 설정치에 따라 공구전극(1)을 이정 이송하는 제어를 한다.

이 방전가공장치에서는, 가공초기조건부(24a)의 설정에 따라 가공이 되고, 이 때에, 초기가공회수, 설정계측회수에 따라 가공 도중에서 공구전극 단면과, 워크의 접촉위치 결정을 사용한 깊이 계측이 인라인 계측수단(21)에 의해 시행된다. 이 깊이 예측의 데이터에 따라 상술한 각종 가공파라미터가 가공파라미터 산출수단(22)에 의해 산출되고, 가공파라미터가 갱신되어서 고정밀도의 가공이 된다. 또, 동형상을 가공할 때 2개째 이후에는 깊이 계측을 하지않고, 한개째의 가공에서 취득한 신규취득 파라미터를 사용한 가공이 가능하다.

다음, 초기 가공조건으로부터 최초의 형상가공(한개째의 가공)을 하는 가공 프로세스를 제4도 및 제5도(1)~(5)를 참조해서 설명한다.

우선, 설정깊이(가공깊이) a, 최종 오프셋량(최대 오프셋량) ht를 취하고(스텝 S10), 인라인 계측수단(21)에 의해 제5도 (1)에 표시되어 있는 가공전의 가공깊이 S를 계측해서(스텝 S20), 초기가공회수 PF에 걸쳐 초기가공을 실행한다(스텝 S30).

초기가공회수 Pf에 의한 초기가공이 완료되면 인라인 계측수단(21)에 의해 깊이 계측을 하고, 제5도 (2)에 표시된 바와 같은 초기 가공완료시의 깊이 계측치 Z1을 취득한다(스텝 S40).

다음에, 가공파라미터 산출수단(22)은, 아래식에 의해 윤곽 가공패스 1회당의 가공깊이 zt 1과, 윤곽 가공패스 1회당의 윤곽 오프셋 증분량 H1과 나머지 가공회수 P1을 산출한다(스텝 S50).

즉,

$$zt1 = (z1-s) / Pf$$

$$H1 = ht \cdot z1 / (a-s)$$

$$P1 = (a-z1) / zt1$$

이다.

다음에 다시 가공을 재개하게 되나, 산출된 나머지 회수분 P1을 한번에 가공하는 것이 아니고, 계측빈도에 따라 분할한 가공회수가 실행될 때마다, 깊이 계측을 해서 가공파라미터를 재산출하고, 가공 조건의 수정을 한다.

따라서, 초기가공이 끝나면, 나머지(P1/N1)의 가공을 윤곽 오프셋 증분량 H1을 갖고 실행하고(스텝 S60), 인라인 계측수단(21)에 의해 제5도 (3)에 표시되어 있는 바와 같이 (P1/N1)회 후의 가공깊이 Z2를 계측(스텝 S70)하고, 다시 아래식에 의해 윤곽 가공패스 1회당의 가공깊이 zt2와, 윤곽 가공패스 1회당의 윤곽 오프셋 증분량 H2와, 나머지 가공회수 P2를 산출한다(스텝 S80).

즉,

$$zt2 = (z2 - z1) / (P1/N1)$$

$$H\ 2 = ht \cdot z2 / (a-s)$$

$$P\ 2 = (a-z2) / zt2$$

이다.

그리고, 나머지(P2/N2)의 가공을 윤곽 오프셋 중분량 H2을 가지고 실행하고(스텝 S90), 이후, 제5도 (4)에 표시되어 있는 바와 같이, (P_n/N_n)회의 가공이 완료될 때 마다, 가공깊이 Z_n을 계측하고(스텝 S110), 설정회수분의 계측이 종료할 때까지(스텝 S120 긍정), 이들을 갱신하는 것을 반복한다.

즉,

$$zt_n = (z_n - z_n - 1) / (P_n/N_n)$$

$$H_n = ht \cdot z_n / (a-s)$$

$$P_n = (a-z_n) / zt_n$$

이다.

설정회수분의 계측이 종료되면(스텝 S120 긍정), 제5도 (5)에 표시된 바와 같이 나머지회수 모두의 가공을 하고, 깊이 a의 가공을 완료한다(스텝 S130).

제6도는, 동형상의 가공을 여러개 할 경우의 2개째 이후의 가공 프로세스중 표시하고 있다. 2개째 이후의 가공시에는, 회째의 가공이 종료한 상태이므로, 신규취득 가공파라미터(24)에, 윤곽 가공패스 1회당의 윤곽 오프셋 증분치 ho-hn, 실시가공회수 po-pn, 윤곽 가공패스 1회당의 가공깊이 Z수 등의 가공파라미터가 기록되어 있다.

따라서, 2개째 이후의 가공시에는, 최종 행정의 하나 앞까지 가공 즉 n-1회째의 가공이 완료될 때까지, 신규취득 가공파라미터부(24b)에 기록되어 있는 가공파라미터를 판독(스텝 S200), 이 가공파라미터에 따라, 1개째와 같은 가공을 실행한다(스텝 S210).

보다 고정밀도의 가공이 요구되는 경우에는((스텝 S220 긍정), 최종 행정만 1프로세스만 깊이 계측을 하고(스텝 S230), 이 깊이 계측치 Zn에 의해 윤곽 가공패스 1회당의 윤곽 오프셋 증분치 Hn과 나머지 가공회수 PL을 산출하고(스텝 S240), 윤곽 오프셋 증분치 Hn을 가지고 PL회의 가공을 실행하고(스텝 S250), 가공을 종료한다(스텝 S260).

$$Hn = ht \cdot zn / (a-s)$$

$$PL = (a-zn) / Ztn$$

이다. 이로인해, 최종 깊이 정밀도를 고도로 유지하는 것이 가능해진다.

또, 최종 행정만의 계측을 하지 않을 때는(스텝 S220 부정), 신규취득 가공파라미터(24b)에 기록되어 있는 윤곽 오프셋 증분치 h를 갖고 Pn회의 가공을 실행하고(스텝 S270), 가공을 종료한다(스텝 S260).

다음에, 단순 파이프 공구전극에 의한 형상가공의 적용예에 대해 설명한다.

이 형상가공에서의 목적의 가공형상은 제7(a)도에 표시된 바와 같이, 하나의 측면부분에 테이퍼 각도 θ의 구배가 붙어 있다.

가공에 사용하기 위한 공구전극 이동용의 2차원 윤곽 가공패스는, 제7(b)도에 표시되어 있다. 이 가공패스는 2차원 평면경로이고, 패스를 여러번 실행함으로써, 일정깊이의 가공을 층상으로 할수가 있다.

측면, 형상이 수직인 경우는, 초기윤곽패스를 설정깊이까지 반복해서 하면 좋으나, 측면 형상이 테이퍼인 경우, 제8(a)도~제8(c)도에 표시되어 있는 바와 같이 윤곽 패스의 오프셋을 소망하는 증분치로 변환시켜 감으로써, 임의의 테이퍼 형상을 얻을 수가 있다.

이번에, 제7(a)도에 표시되어 있는 바와 같이, 4측면중 하면만에 테이퍼가 붙어있는 경우, 윤곽패스의 일부를 부분적으로 오프셋 시킴으로써, 소정의 테이퍼 형상을 얻을 수가 있다.

윤곽패스 1회마다에 변화시키는 오프셋 증분치는, 전술한 바와 같이 가공깊이로부터 산출되는 1층당의

가공깊이로부터 구할수가 있다. 이 때문에, 고정밀도이 테이퍼 가공을 하기 위해서는, 정확한 「가공깊이/1층」을 얻는 것이 필요하게 된다.

제9(a)도, 제9(b)도는 측면 형상의 차에 의해, 깊이 계측후에 산출된「가공깊이/1층」이 어떻게 되는가를 그래프화 한 것이다. 측면이 수직인 경우, 제9(a)도에 표시되는 바와 같이 같은 가공패스를 반복된 것 뿐이므로, 「가공깊이/1층」는 거의 일정하다고 생각해도 된다. 그러나, 측면이 테이퍼 또는 R면의 경우, 제9(b)도에 표시되는 바와 같이 계측마다 산출되는 「가공깊이/1층」은, 패스 회수(가공깊이)에 따라 변화하고 있다.

이 원인은, 윤곽패스를 오프셋할 때, 내측 패스는 고정이기 때문에 가공 패스의 간격이 일정하지 않기 때문이다. 이렇기 때문에, 공구전극 면적에 대한 가공 취득량이 오프셋 변화에 따라 변화하고, 결과로서 「가공깊이/1층」이 항상 변동하는 결과가 된다. 오프셋 증분치의 산출도 「가공깊이/1층」로부터 얻고 있기 때문에 계측회수가 적으면, 「가공깊이/1층」의 변동량에 의해, 측면 형상이 제10(a)도와 같이 된다. 가공형상은, 계측마다 보정되는 오프셋 증분치에 의해 삐뚜러진 형상이 되는 결과가 된다.

이들의 해결법으로는, 제10(b)도에 표시되어 있는 바와 같이, 계측회수를 증가시키는 것을 들 수 있다. 보다 계측빈도를 증대시킴으로써, 극히 평탄한 측면 형상을 얻을 수 있게 된다. 단, 정밀도 향상을 위해 계측 회수를 보다 증가시키는 경우 층 가공시간은 계측시간에 의해 점점 증가하는 결과가 된다.

제10(b)도에 표시한 바와 같이, 계측회수를 증가시켜도, 가공패스 1회당의 가공깊이는, 제9(b)도에 표시되어 있는 바와 같이 변화해 있으므로 테이퍼 측면은 계측마다 꺽어진 선의 형상이 되어 있다. 이 때문에 가공파라미터 산출수단(22)은, 제11도에 표시된 바와 같이, 전회에 계측한 가공패스 1회(1층)당의 가공깊이 d1과, 이번 계측한 가공깊이 d2의 비교를 해서, 다음 계측시의 패스 1회(1층)당의 가공깊이(d3)를 아래와 같이 환산 산출할 수가 있다.

즉,

$$d3 = C\ (d2-d1) / (B-A)$$

이다.

실제의 가공에서는 가공파라미터 산출수단(22)는 이번의 계측치(d2)와, 다음전 계측시에서의 평균치 즉 아래와 같은 dx를 산출해서 나머지 가공회수 및 오프셋 증분치의 산출에 사용하면, 형상과의 극히 적은 가공이 가능해진다.

즉,

$$dx = (d2-d1)\ (B+C) / (B-A)$$

이다.

이상에 의해, 이번의 방전가공장치를 사용하는 경우, 제10도에 표시하는 바와 같이, 측면 수직가공의 경우와 달라, 테이퍼 가공에서는 계측 분할수를 많이 취할 필요가 있다. 그러나 도면에 표시하는 바와 같이 제1회째의 형상가공에 의해 각 행정에서의 가공회수 오프셋 증분치의 데이터가 신규취득 데이터로서 기억된다. 이 때문에, 2회째 이후의 가공에서는 순수한 가공시간만에 의해 총가공시간을 예측할 수 있게 된다.

제12도는, 수직가공부와 테이퍼 가공부를 포함하는 구체적인 가공형상을 표시하고 있다. 제12도에 표시되어 있는 바와 같은 형상을 단순 공구전극에 의해 가공하는 경우, 수직가공부(wb)에서는 계측회수를 감소시켜서 각 계측구간에서의 가공회수(a)를 많게 해서, 이에 대해 테이퍼 가공부분 W_t에서는 계측회수를 증가시켜서 각 계측구간에서의 가공회수(b)를 적게하고, ab에 의해, 형상 정밀도의 향상자 가공시간 단축을 양립시킬 수가 있다.

또, 제13도에 의해 표시되어 있는 바와 같이, 제12도에 가공형상과 같은 것을 여러개 가공하는 경우에는, 한개째의 가공에서 얻어지는 산출가공파라미터를 2개째 이후의 가공에 사용함으로써, 2개째 이후의 가공에 요하는 총 시간은, 대략 방전가공시간에 상당하고, 계측시간을 절감할 수가 있다.

[발명의 효과]

이상의 설명으로부터 이해되는 바와 같이 본 발명에 의한 방전가공사이에 의하면, 초기 가공공정에서는 가공초기 조건기억수단에 기억되어 있는 가공초기조건에 의해 방전가공이 되고, 인라인 계측수단에 의해 가공깊이의 계측이 되면 이 깊이 계측치에 의해 가공파라미터 산출수단이 윤곽 가공패스 1회당의 가공깊이, 나머지 가공회수, 윤곽 오프셋 증분치등의 가공파라미터를 신규로 산출하고, 1회째의 가공파라미터의 신규산출이 된 후에는, 이 신규산출의 가공파라미터에 의해 공구전극의 위치제어가 되므로 공구전극 소모량이나 윤곽 가공패스 1회당의 가공깊이의 변화에 불구하고 대략 V형 횡단면의 홈가공등과 같은 테이퍼 가공에서도 전극위치제어가 고정밀도로 행해지고 고정밀도의 형상가공이 된다.

다음의 발명에 의한 방전가공장치에 의하면, 동일 형상을 여러개 가공하는 경우, 2개째 이후의 가공에 있어서, 신규취득 가공파라미터 기억수단에 기억되어 있는 가공파라미터를 사용해서, 공구전극의 위치제어가 되므로, 2개째 이후의 가공에서는, 고정밀도를 유지한대로 층가공시간을 대폭적으로 단축할 수가 있다.

다음의 발명에 의한 방전가공장치에 의하면, 윤곽 가공패스 1회당의 가공깊이가 계측마다에 변화하고 있는 경우, 차기 윤곽 경로 1회당의 예측가공깊이가 가공깊이의 전번의 산출치, 금번의 산출치 및 가공회

수에 의해 환산 산출되므로, 보다 고정밀도의 3차원 가공을 할 수 있게 된다.

다음의 발명에 의한 방전가공방법에 의하면 초기 가공시에는 가공 초기조건 기억공정에서 기억된 가공 초기조건에 의해 방전가공을 해, 인라인 계측공정에 의해 가공길이의 계측을 하면, 이 깊이 계측치에 의해 가공파라미터 산출공정으로 윤곽 가공패스 1회당의 가공깊이, 나머지 가공회수, 윤곽 오프셋 증분치 등의 가공파라미터를 신규로 산출하고, 1회째의 가공파라미터의 신규산출이 된후는, 이 신규산출의 가공파라미터에 의해 공구전극의 위치제어를 하므로, 공구전극 소모량이나, 윤곽 가공패스 1회당의 가공깊이의 변화에 불구하고, 대략 V자형 횡단면의 홈가공등과 같은 테이퍼 가공에서도 전극위치제어가 고정밀도로 행하여지고 고정밀도의 형상가공이 된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

공구전극과 피가공물사이에 전압을 인가하고, 3차원 제어에 의해 소망하는 형상가공을 하는 방전가공장치에 있어서, 가공형상의 2차원 윤곽 가공패스, 가공깊이, 공구전극 평면방향이동에 대한 전극축선 방향 이송량, 인라인 계측빈도를 기억하는 가공초기 조건기억수단과, 인라인 계측빈도에 따라 가공깊이를 계측하기 위한 인라인 계측수단과, 상기 인라인 계측수단에 의한 가공깊이의 계측결과로부터, 윤곽 가공패스 1회당의 가공깊이, 나머지 가공회수, 윤곽 오프셋 증분치등의 가공파라미터를 산출하는 가공파라미터 산출수단과, 상가 가공파라미터 산출수단에 의해 산출된 가공파라미터에 의해 상기 공구전극의 위치제어를 하는 전극위치제어수단을 갖고 있는 것을 특징으로 하는 방전가공장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 가공파라미터 산출수단에 의해 산출된 가공파라미터를 기억하는 신규취득 가공파라미터 기억수단을 갖고, 상기 전극위치 제어수단은, 동일형상을 여러개 가공하는 경우, 2개째 이후의 가공에 있어서, 상기 신규취득 가공파라미터 기억수단에 기억되어 있는 가공파라미터를 사용해서 상기 공구전극의 위치제어를 하는 것을 특징으로 하는 방전가공장치.

청구항 3

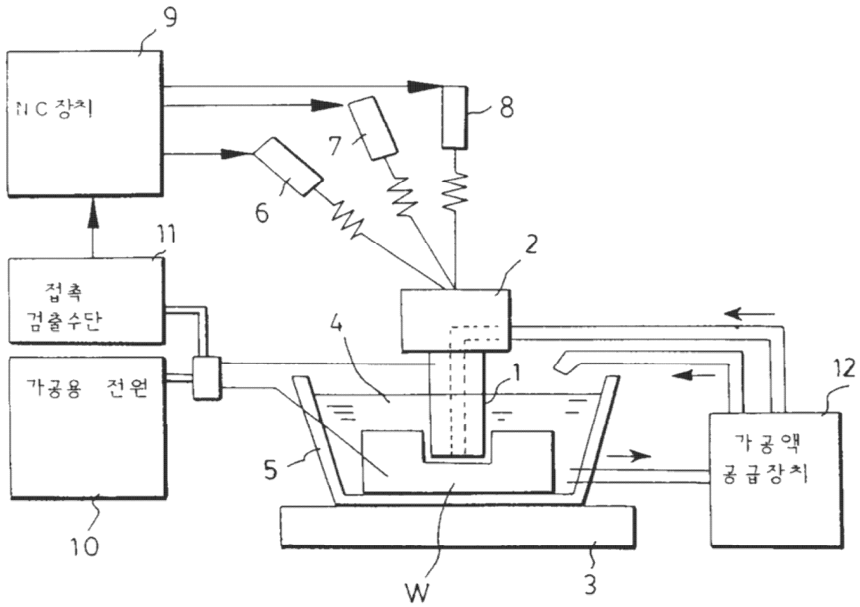
제1항 및 제2항에 있어서, 상기 가공파라미터 산출수단은, 윤곽 가공패스 1회당의 가공깊이가 계측마다 변화하고 있는 경우, 전번 산출시의 윤곽 가공패스 1회당의 가공깊이 산출치와 금번 산출치와의 비교를 해 차기 윤곽경로 1회당의 예측 가공깊이를 전번 산출치, 금번 산출치 및 가공회수에 의해 환산 산출하는 것을 특징으로 하는 방전가공장치.

청구항 4

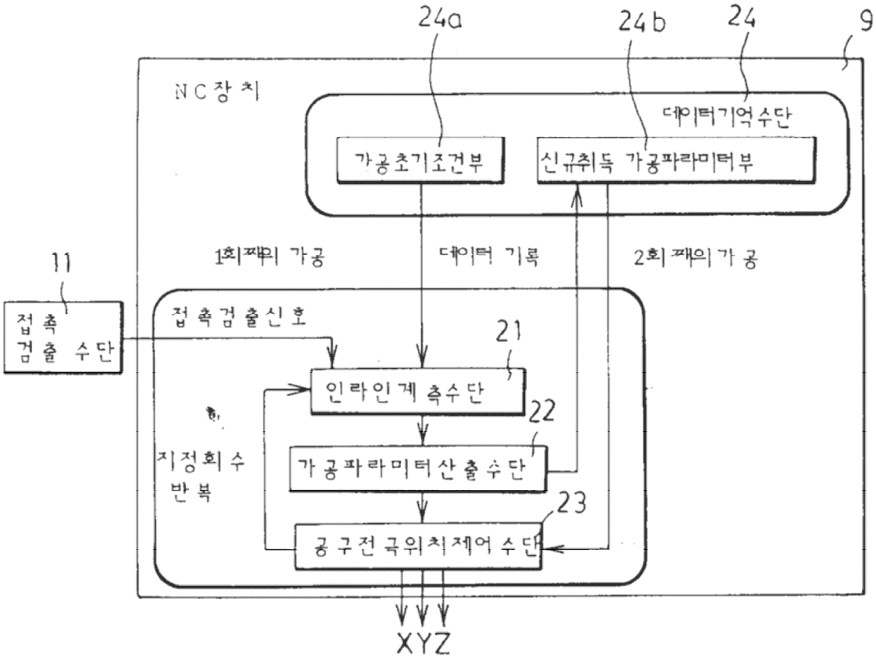
공구전극과 피가공물사이에 전압을 인가해서, 3차원 제어에 의해 소망하는 형상 가공을 하는 방전가공방법에 있어서, 가공형상의 2차원 윤곽 가공패스, 가공깊이, 공구전극 평면방향 이동에 대한 전극 축선 방향이송량, 인라인 계측번호를 기억하는 가공초기 조건기억공정과, 인라인 계측빈도에 따라 가공깊이를 계측하기 위한 인라인 계측공정과, 상기 인라인 계측공정에 의한 가공깊이의 계측결과로부터, 윤곽 가공패스 1회당의 가공깊이, 나머지 가공회수, 윤곽 오프셋 증분치등의 가공파라미터를 산출하는 가공파라미터 산출공정과, 상가 가공파라미터 산출공정에서 산출된 가공파라미터에 의해 상기 공구전극의 위치제어를 하는 전극위치 제어공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방전가공방법.

도면

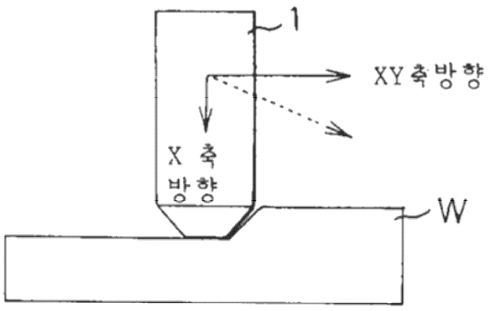
도면1



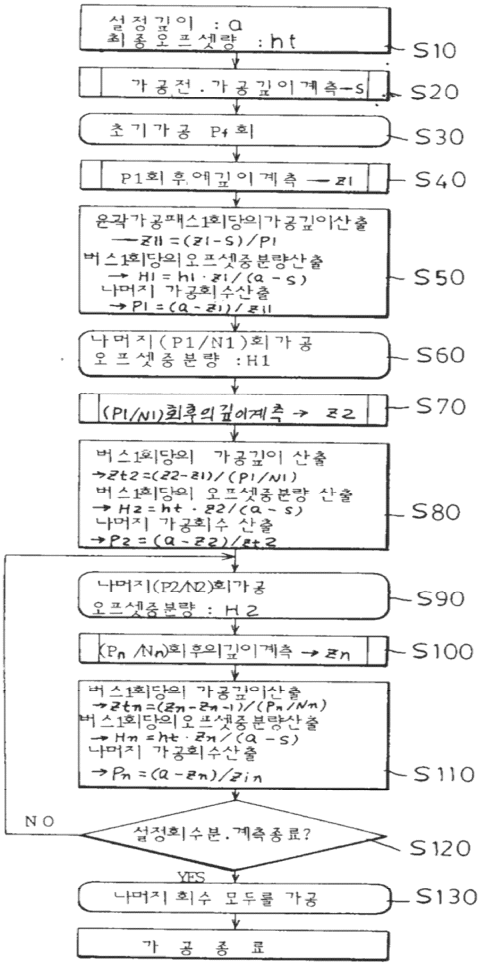
도면2


24a
24b
24
9
NC장치
데이터기억수단
가공초기조건부
신규취득 가공파라미터부
11
1회째의 가공
데이터 기록
2회째의 가공
접촉
검출 수단
접촉검출신호
21
인라인계측수단
22
가공파라미터산출수단
지정회수
반복
23
공구전극위치제어수단
XYZ

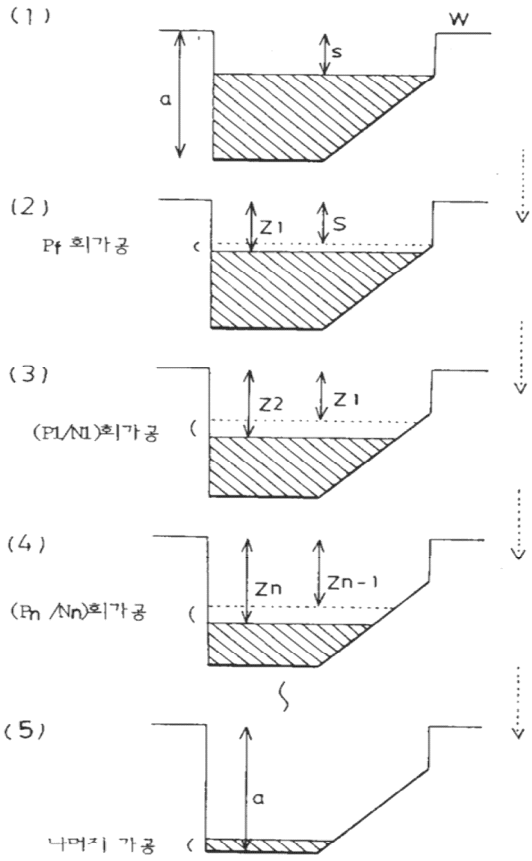
도면3


1
XY축방향
X
축
방향
W

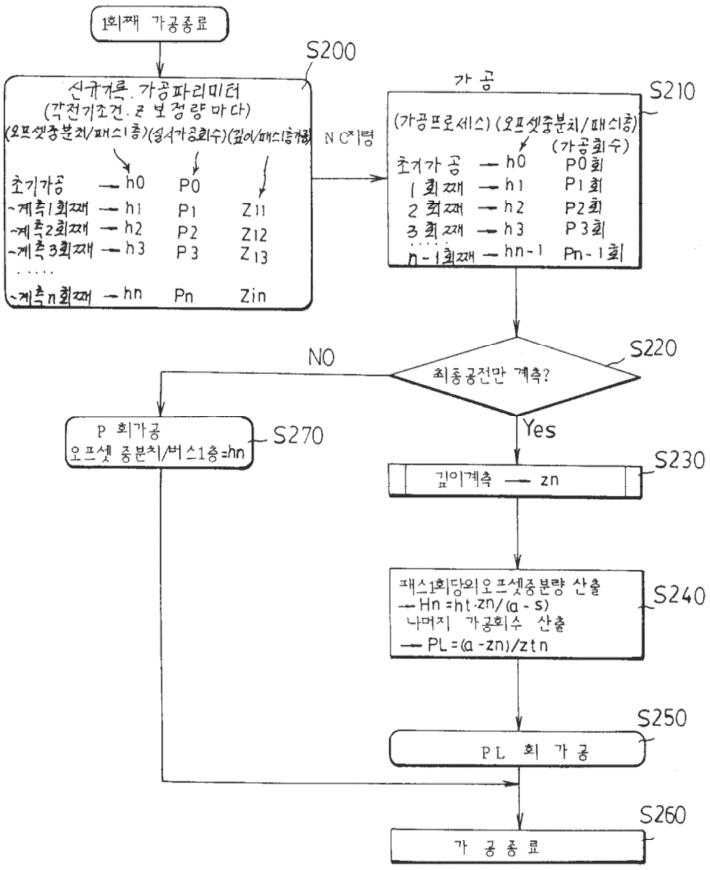
도면4


설정깊이 : a
최종오프셋량 : ht
S10
가공전 . 가공깊이계측-S
S20
초기가공 P1회
S30
P1회후에깊이계측 → z1
S40
온각가공패스1회당의가공깊이산출
→z11 = (z1-S)/P1
버스1회당의오프셋중분량산출
→ H1 = h1 · z1/(a-s)
나머지 가공회수산출
→ P1 = (a-z1)/z11
S50
나머지(P1/N1)회가공
오프셋중분량 : H1
S60
(P1/N1)회후의깊이계측 → z2
S70
버스1회당의 가공깊이 산출
→zt2 = (z2-z1)/(P1/N1)
버스1회당의 오프셋중분량 산출
→ H2 = ht · z2/(a-s)
나머지 가공회수 산출
→ P2 = (a-z2)/zt2
S80
나머지(P2/N2)회가공
오프셋중분량 : H2
S90
(Pn/Nn)회후의깊이계측 → zn
S100
버스1회당의 가공깊이산출
→ztn = (zn-zn-1)/(Pn/Nn)
버스1회당의오프셋중분량산출
→ Hn = ht · zn/(a-s)
나머지 가공회수산출
→ Pn = (a-zn)/zin
S110
NO
설정회수분.계측종료?
S120
YES
나머지 회수 모두를 가공
S130
가 공 종 료

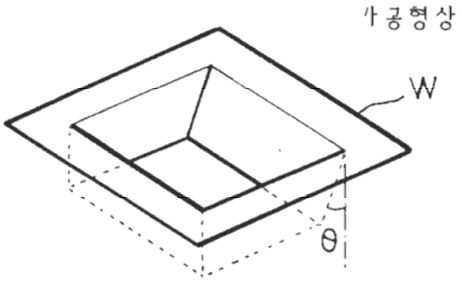
도면5



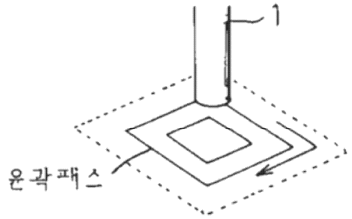
도면6



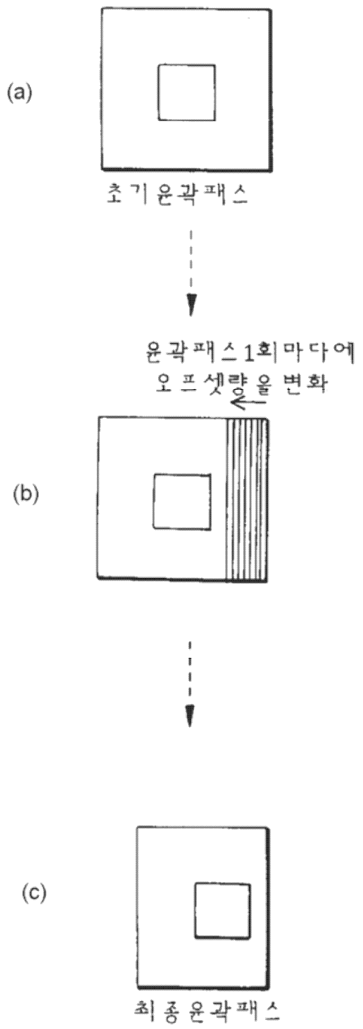
도면7a



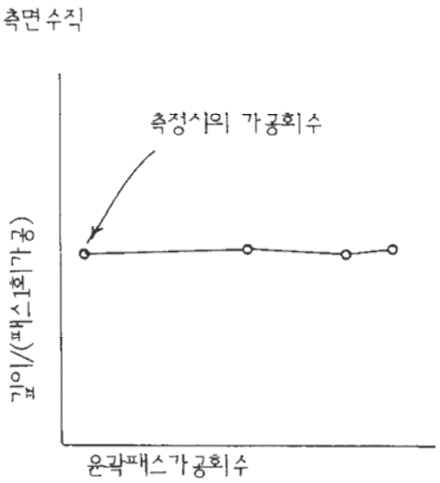
도면7b



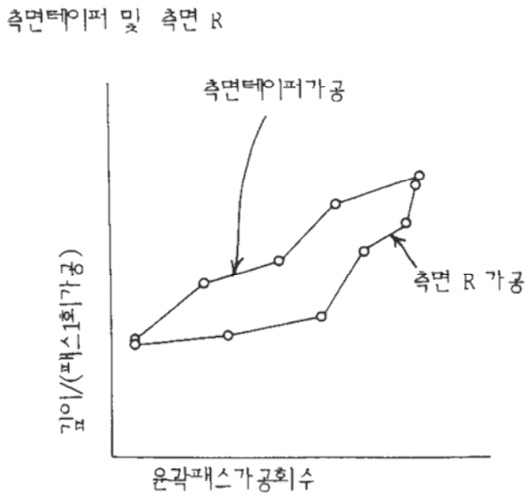
도면8


(a)
초기윤곽패스
윤곽패스1회마다에
오프셋량을변화
(b)
(c)
최종윤곽패스

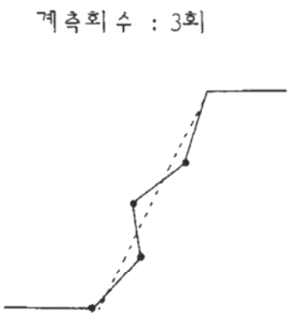
도면9a


측면수직
측정사의 가공회수
깊이/(패스1회가공)
윤곽패스가공회수

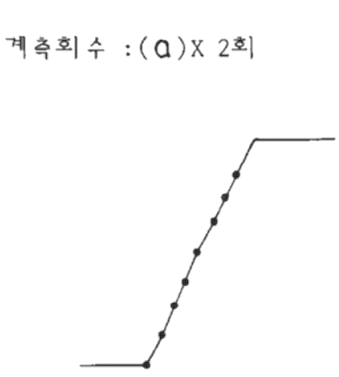
도면9b



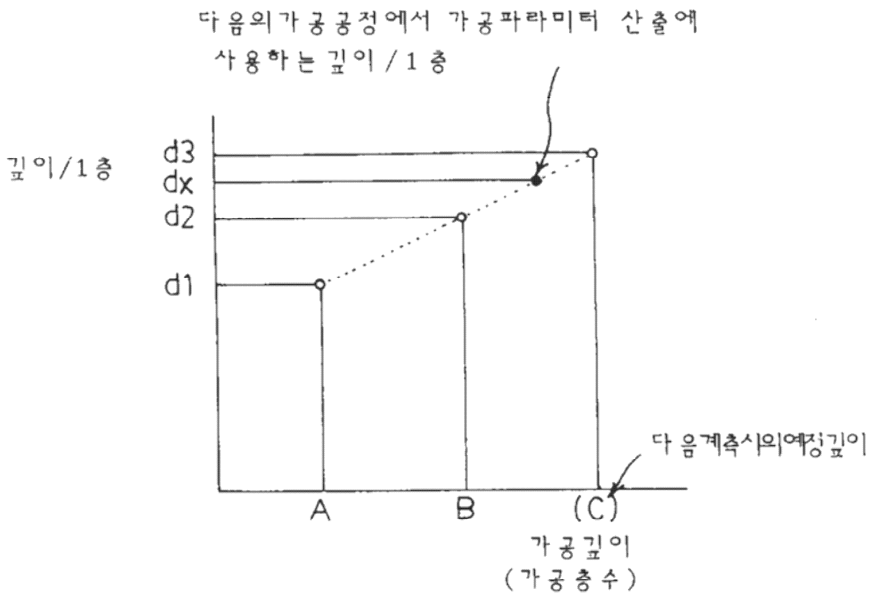
도면10a



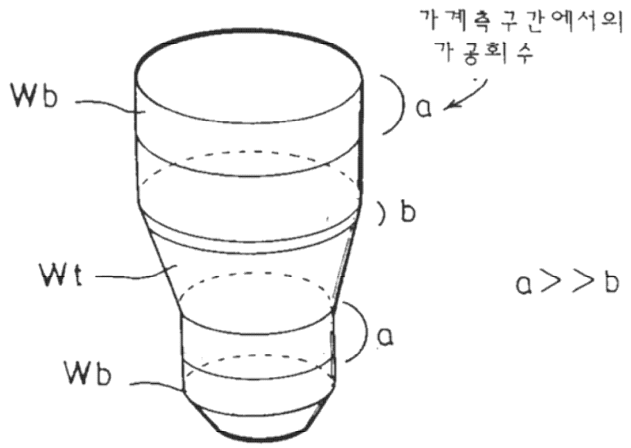
도면10b



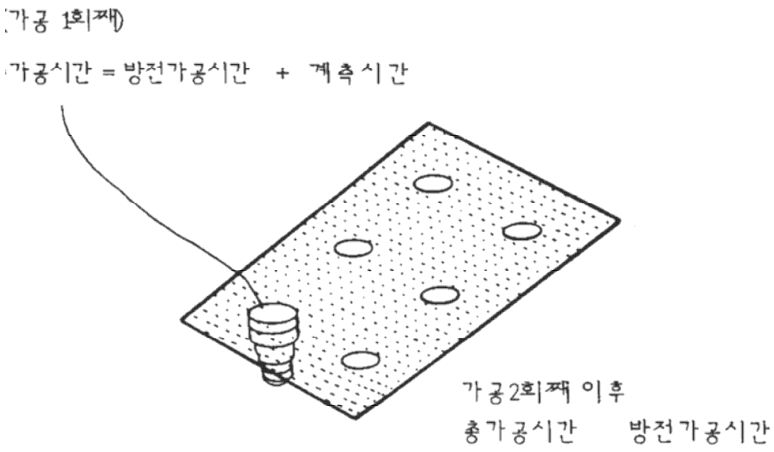
도면11



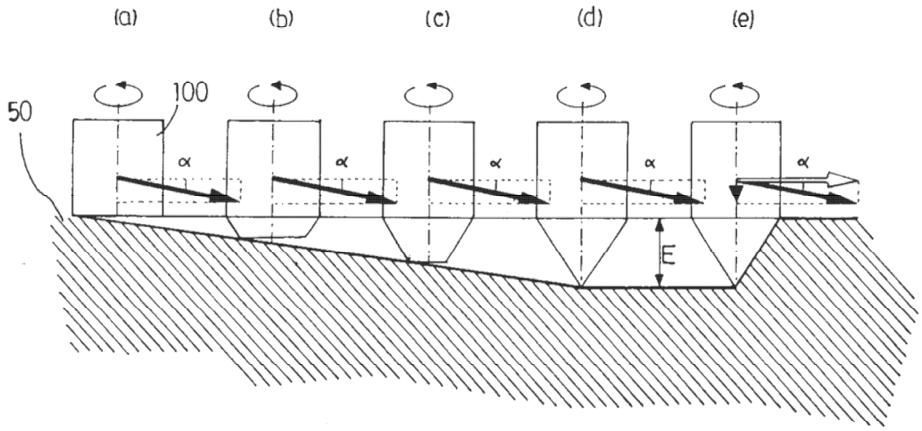
도면12



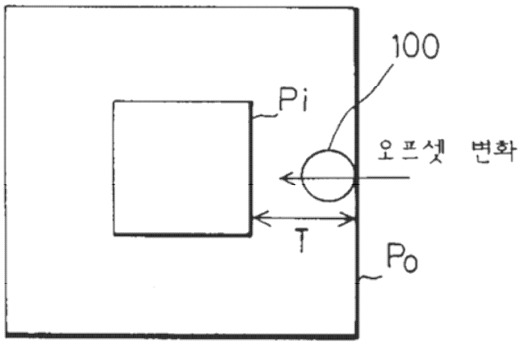
도면13



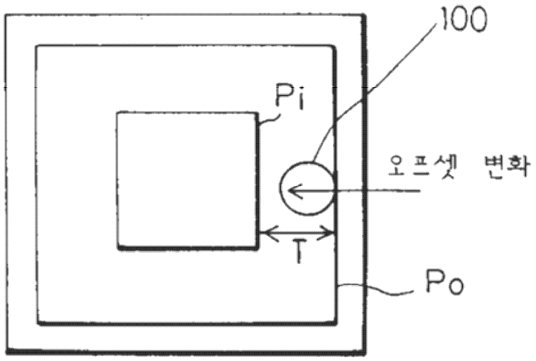
도면14



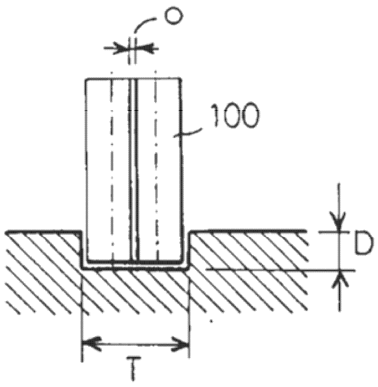
도면15a



도면15b



도면16a



도면16b

