



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. B23H 1/00 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년05월25일 10-0721779 2007년05월18일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2000-0065341 2000년11월04일 2005년10월31일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2001-0051444 2001년06월25일
----------------------------------	---	------------------------	--------------------------------

(30) 우선권주장 2026/99 1999년11월05일 스위스(CH)

(73) 특허권자 차밀레스 테크놀로지스 에스.아.
스위스 1217 메이린 체.페. 373 뒤 뒤 프레드라 폰타인 8-10

(72) 발명자 발레이프랑수와
스위스,1242사띠니139루뜨뒤망드망

(74) 대리인 리엔목특허법인
목선영

(56) 선행기술조사문헌
KR1019880000183 A KR1019960010147 A

심사관 : 방승훈

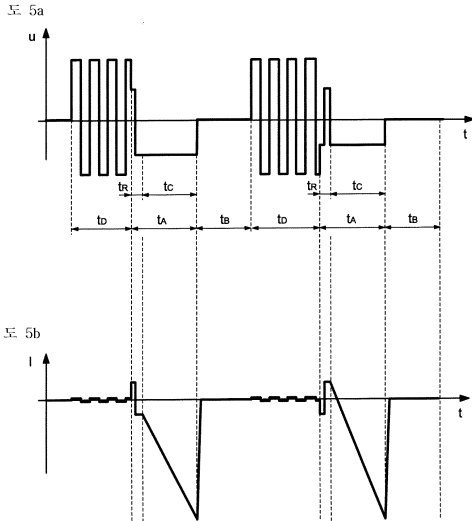
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 전기 침식을 통한 기계 가공 방법 및 장치

(57) 요약

전기 침식을 통한 기계 가공 방법 및 장치는 각각의 침식 방전 동안 다음과 같은 일련의 단계들을 생성하도록 구성되며, 상기 일련의 단계들은 기계 가공 유체에 내재하는 이온들이 공구 및 부품을 분리하는 기계 가공 거리보다 짧은 진동 경로를 추종하도록 교류 전압의 주파수가 공구 및 부품 사이에 인가되는 지연 단계(t_D), 기계 가공 유체를 통한 이온화된 경로가 없어지도록 어떠한 전압도 인가되지 않는 중지 단계(t_B) 및 지체 단계(t_R)와 침식 방전 단계(t_C)를 포함하는 스파크 단계(t_A)를 포함한다. 따라서 공구 및 부품의 전기분해 및 열화가 모두 완전히 억제되며 또한 트리거링 처리 및 기계 가공의 효율이 높아진다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1.

기계 가공 유체가 위치해 있는 작업 공간(G)의 기계 가공 거리(L)만큼 공구 및 부품이 서로 분리되는 경우, 공구 및 부품 사이에 전압을 인가하여 침식 방전을 일으킴으로써 공구(1)를 통해 부품이 기계 가공되는 전기 침식(electroerosion)을 통한 기계 가공 방법에 있어서,

상기 전기 침식을 통한 기계 가공 방법은 침식 방전 동안 다음과 같은 일련의 단계들을 포함하며, 상기 일련의 단계들은,

- a) 기계 가공 유체(3)에 내재하는 이온이 공구 및 부품을 분리하는 기계 가공 거리(L)보다 실질적으로 짧은 진동 경로(P2)를 추종하도록 교류 전압의 주파수가 공구(1) 및 부품(2) 사이에 인가되며, 또한 교류 전압의 영향으로 이온화된 경로가 공구 및 부품 사이에 생성되는 지연 단계(t_D),
- b) 공구 및 부품 사이에 흐르는 전류의 검출로부터 개시되며 또한 연속 전압 공급원(4)이 침식 방전 전류(14)를 형성 및 유지하는 스파크 단계(t_A), 및
- c) 공구 및 부품 사이에 존재하는 기계 가공 유체(3)로부터 이온을 제거하여 이온화된 경로가 없어지게 하도록 공구(1) 및 부품(2) 사이에 어떠한 전압도 인가되지 않는 중지 단계(t_B)를 포함하고,

이러한 일련의 단계들이 기계 가공에 걸쳐 반복되는 것을 특징으로 하는 전기 침식을 통한 기계 가공 방법.

청구항 2.

제1항에 있어서, 교류 전압의 주파수는 20 내지 40 마이크로톤의 기계 가공 거리(L)를 갖는 작업 공간(G)에 대해 적어도 100 KHz이며, 상기 거리가 감소할 경우 상기 주파수는 증가하고, 상기 주파수는 1 마이크로톤과 실질적으로 동일한 거리에 대해 실질적으로 10 MHz인 것을 특징으로 하는 전기 침식을 통한 기계 가공 방법.

청구항 3.

제1항에 있어서, 교류 전압의 주파수는 상기 지연 시간(t_D) 동안 가변적인 것을 특징으로 하는 전기 침식을 통한 기계 가공 방법.

청구항 4.

제1항에 있어서, 교류 전압의 주파수는 진동 경로가 제어되는 기계 가공 유체(3) 내에 수용되는 이온의 함수로서 고정되는 것을 특징으로 하는 전기 침식을 통한 기계 가공 방법.

청구항 5.

제3항에 있어서, 교류 전압의 주파수는 주파수 스펙트럼을 스위프(sweep)하기 위해 지연 단계(t_D) 내에서 점차 감소하는 것을 특징으로 하는 전기 침식을 통한 기계 가공 방법.

청구항 6.

제1항에 있어서, 음 펄스의 기간이 양 펄스의 기간과는 상이하도록 교류 전압이 설정되는 것을 특징으로 하는 전기 침식을 통한 기계 가공 방법.

청구항 7.

제1항에 있어서, 음 펄스의 진폭이 양 펄스의 진폭과는 상이하도록 교류 전압이 설정되는 것을 특징으로 하는 전기 침식을 통한 기계 가공 방법.

청구항 8.

제1항에 있어서, 상기 방전의 평균 전압이 0이거나 양 또는 음이도록 교류 전압이 설정되는 것을 특징으로 하는 전기 침식을 통한 기계 가공 방법.

청구항 9.

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 교류 전압은 공구(1) 및 부품(2) 간의 전류 검출 순간에 존재하는 임의 극성에서 차단되는 것을 특징으로 하는 전기 침식을 통한 기계 가공 방법.

청구항 10.

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 교류 전압은 공구(1) 및 부품(2) 간의 전류 검출시 소정의 극성에서 차단되며, 상기 소정 극성은 연속 전압 공급원(4)의 극성에 대응하는 극성인 것이 바람직한 것을 특징으로 하는 전기 침식을 통한 기계 가공 방법.

청구항 11.

제1항에 있어서, 상기 스파크 단계(t_A)는 상기 연속 전압 공급원을 통한 주된 방전을 턴온하는 기간에 해당하는 지체 시간(t_R)과 침식 방전에 대응하는 전류 시간(T_C)으로 세분화되며, 지체 시간(t_R)의 기간은 양 펄스와 음 펄스를 포함하는 교류 전압의 적어도 한 완전 주기를 각각의 침식 방전에 대해 획득되도록 조정되는 것을 특징으로 하는 전기 침식을 통한 기계 가공 방법.

청구항 12.

제11항에 있어서, 지체 시간(t_R)은 $t_R \geq T - t_D$ 이도록 조정되며, 상기 식 중, t_R 은 지체 시간의 기간이고, T 는 교류 전압의 주기이며, t_D 는 지연 단계의 기간인 것을 특징으로 하는 전기 침식을 통한 기계 가공 방법.

청구항 13.

제11항 또는 제12항에 있어서, 지체 시간(t_R)은 교류 전압의 주기(T)와 같거나 크도록 조정되는 것을 특징으로 하는 전기 침식을 통한 기계 가공 방법.

청구항 14.

제1항에 있어서, 연속 전압 공급원(4)의 턴온 및 공구(1) 및 부품(2) 간의 전류 검출 사이에 소정의 지연 주기를 삽입시킴으로써 지연 단계(t_D) 및 스파크 단계(t_A) 사이에 소정의 지체 주기(t'_R)가 도입되는 것을 특징으로 하는 전기 침식을 통한 기계 가공 방법.

청구항 15.

기계 가공 유체(3)가 위치해 있는 작업 공간(G)의 기계 가공 거리(L)만큼 공구 및 부품이 서로 분리되는 경우, 공구 및 부품 사이에 전압을 인가하여 공구(1)를 통해 부품(2)이 기계 가공되는 전기 침식(electroerosion)을 통한 기계 가공 방법을 수행하는 장치에 있어서,

지연 단계(t_D) 동안 기계 가공 유체(3)에 내재하는 이온(6,7)이 기계 가공 거리(L)보다 실질적으로 짧은 진동 경로(P2)를 추종하고 이온화된 경로가 공구 및 부품 사이에 생성되도록 교류 전압의 주파수를 공구(1) 및 부품(2) 사이에 생성하도록 이루어진 교류 전원 공급원,

공구 및 부품 사이에 흐르는 전류를 검출하기에 적합한 검출기,

공구 및 전극 사이의 전류 검출로부터 개시되는 스파크 단계(t_A)를 통해 침식 방전 전류를 형성 및 유지하도록 이루어진 연속 전압 공급원(4), 및

지연 단계(t_D), 스파크 단계(t_A), 및 공구(1) 및 부품(2) 간의 기계 가공 유체(3)로부터 이온을 제거하고 이온화된 경로가 없게 하도록 공구 및 부품 사이에 어떠한 전압도 인가되지 않는 중지 단계(t_B)를 포함하는 일련의 단계들을 침식 방전 동안 획득하도록 교류 전압 공급원 및 연속 전압 공급원을 턴온하도록 이루어진 제어 유닛(32)을 포함하는 것을 특징으로 하는 전기 침식을 통한 기계 가공 방법을 수행하는 장치.

청구항 16.

제15항에 있어서, 상기 전기 침식을 통한 기계 가공 방법을 수행하는 장치는 제1 브랜치(30) 및 제2 브랜치(31)를 포함하며, 제1 브랜치(30) 및 제2 브랜치(31)는 공구(1) 및 부품(2) 사이에 병렬로 접속되고, 제1 브랜치(30)는 교류 전압 생성기(12)로서 제공되며, 제2 브랜치(31)는 연속 전압 생성기(4)로서 제공되고 적어도 하나의 스위치(46,47) 및 적어도 하나의 다이오드(48,49)를 통해 공구(1) 및 부품(2)에 각각에 접속되는 단자들을 지니는 연속 전압 공급원(45)을 포함하는 것을 특징으로 하는 전기 침식을 통한 기계 가공 방법을 수행하는 장치.

청구항 17.

제16항에 있어서, 제1 브랜치(30)는 제1 다이오드(36) 및 제1 스위치(40)를 통해 공구(1)에 접속되며 제2 다이오드(38) 및 제2 스위치(42)를 통해 부품(2)에 접속되는 제1 단자와, 제3 스위치(43) 및 제3 다이오드(39)를 통해 공구(1)에 접속되며 제4 스위치(41) 및 제4 다이오드(37)를 통해 부품(2)에 접속되는 제2 단자를 지니는 전압 공급원(34)을 포함하며, 제어 유닛(32)은 교류 전압을 획득하기 위해 제1 스위치(40) 및 제4 스위치(41)를 폐쇄 및 개방하고 나서 제2 스위치(42) 및 제3 스위치(43)를 개방 및 폐쇄하도록 이루어진 것을 특징으로 하는 전기 침식을 통한 기계 가공 방법을 수행하는 장치.

청구항 18.

제16항에 있어서, 제1 브랜치(30)는 공구(1) 및 부품(2) 사이에 병렬로 접속되며, 극성이 반대이고 조정가능한 전압을 지니는 2개의 연속 전압 공급원(55,56)을 포함하며, 제1 전압 공급원(55)의 음의 단자는 제1 스위치(58) 및 다이오드(60)를 통해 공구(1)에 접속되며, 제2 전압 공급원(56)의 양의 단자는 제2 스위치(61)를 통해 공구(1)에 접속되고, 제어 유닛(21)은 스위치(58,61)를 교대로 개방 및 폐쇄하도록 이루어진 것을 특징으로 하는 전기 침식을 통한 기계 가공 방법을 수행하는 장치.

청구항 19.

제15항에 있어서, 상기 전기 침식을 통한 기계 가공 방법을 수행하는 장치는 적어도 교류 전류의 완전 주기 인가가 각각의 침식 방전에 대해 획득되도록 소정의 지체 시간(t_R)에 따라 침식 방전 전류를 턴온하도록 이루어진 것을 특징으로 하는 전기 침식을 통한 기계 가공 방법을 수행하는 장치.

청구항 20.

제19항에 있어서, 전기 침식을 통한 기계 가공 방법을 수행하는 장치는 $t_R \geq T - t_D$ 이도록 이루어지며, 상기 식 중, t_R 은 지체 시간의 기간이고, T 는 교류 전압의 주기이며, t_D 는 지연 단계의 기간이고, $t_R \geq T$ 인 것이 바람직한 것을 특징으로 하는 전기 침식을 통한 기계 가공 방법을 수행하는 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 기계 가공 유체가 위치해 있는 작업 공간의 기계 가공 거리만큼 공구 및 부품이 서로 분리되는 경우, 공구와 부품 사이에 전압을 인가하여 침식 방전을 일으킴으로써 공구를 통해 부품이 기계 가공되는 전기 침식(electroerosion)을 통한 기계 가공 방법 및 장치를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

전기 침식을 통한 기계 가공 방법 및 장치는 임의의 형상을 갖는 와이어, 튜브 또는 전극일 수 있는 공구 전극을 사용한다. 전극은 부품과의 물리적 접촉을 이루고 있지 않고 유체에 의해 서로 분리되어 있다.

일부 기계 사용자는 전기 침식에 의해 생성되는 공구의 수명 기간이 종래의 기계적인 방법에 의해 생성되는 공구의 수명보다 단축될 수 있음을 보아 왔다.

이러한 문제의 원인은 전기 침식을 통해 기계 가공되는 부품의 표면에 손상을 주는 전기분해 현상 때문이다. 전기분해는 기계 가공된 표면의 견고성 및 균질성이 부품의 표면을 기계 가공하기 전보다 떨어지게 할 수 있다. 이는 기계 가공된 부품이 소결 재료로 이루어질 경우에 특히 그러하다.

기계 가공하는 동안 일어나는 전기분해는 물 또는 기타의 액체 또는 도전율이 너무 커서 부품으로부터 전극을 분리할 수 없는 유체를 이용하는 모든 기계에서 생성되는 바람직하지 못한 이차적인 효과이다.

전기분해의 영향은 전하 운반체(이온 및 전자)의 내용물이라고 할 수 있는 액체의 도전율에 비례한다. 이는 물이 사용될 경우 가능한 한 이온을 거의 포함하지 않도록 이온이 제거되어야만 하기 때문이다. 그러나, 물의 특성상 비록 매우 순수한 물이라 하더라도 부유물에 이온이 함유되어 있다.

전기 침식을 통해 부품을 기계 가공하기 위해, 우선 전극과 부품 사이에 전압을 인가하는 것이 필요한 것으로 알려져 있다. 또한, 기계 가공을 위해 제공되는 전류 방전은 전압의 인가 직후에 일어나지 않고, 당업자에 의해 지연 시간이라고 지칭되는 소정의 지연이 존재하는 것으로 알려져 있다.

전기장의 영향을 받는 이러한 지연 시간(t_D) 동안 액체에 내재하는 음 극성의 이온은 양 극성의 부품에 의해 이끌려지고 또한 연속해서 양 극성의 부품에 이온 충격이 가해지게 한다.

또한, 이온은 부품과 화학적으로 반응하여, 또한 용액 상태로 되는 염류를 형성한다. 달리 말해서, 부품 표면의 금속은 금속 개질에 직면한다.

이러한 바람직하지 못한 전기분해 현상을 회피하기 위해 약간의 이온만을 포함하는 유체가 사용된다. 따라서, 유체는 전기 화학적 공정에 기여하지 못한다. 그러므로, 미네랄 오일이 유전성 유체(dielectric fluid)로서 이용되어 왔다.

그러나, 특히 방전에 기인하는 오일의 크래킹(cracking)으로부터 생성되는 분자와 아울러, 전기 침식에 의해 생성되는 많은 침식 입자를 상기 오일이 함유하는 기계 가공하는 동안 상기 오일 내에 대전된 입자의 부재가 보장되지 않는다. 따라서, 그러한 대응책은 단지 전기분해의 문제만을 줄일 수 있다.

더욱이, 와이어 전극을 통해 기계 가공하는 경우에 유전체로서 오일을 이용해서 이루어지는 해결 방안은 변형적인 예이며 그러한 예의 주된 결점은 기계 가공 속도를 대단히 감소시킨다는 것이다.

대량의 전극들을 통해 기계 가공할 경우에는 오일이 상기 전극들 중 한 전극에 덩어리로 달라붙는 대전된 기계 가공 슬러지가 출현할 위험성을 제거하지 못한다.

또한, 가능한 낮은 레벨로 물의 도전율을 유지하는 것이 가능하다. 이러한 해결 방안은 이온을 전혀 포함하지 않는 물을 얻기가 불가능하다고 판단되었기 때문에 단지 상기 문제만을 줄일 수 있다.

또한, 전극과 부품 사이에 인가된 극성을 역전시킴으로써 소정의 기계 가공 단계, 특히 마감 과정이 수행되어 왔다. 이러한 경우에, 전극은 부품과는 상대적으로 양극성 전하를 띤다. 따라서, 부품 상에서 회피되어야 할 전기화학적 현상은 전극으로 이동된다. 이러한 접근법의 결점은 전기분해 현상을 동시에 완전히 회피하지 않으면 마감 동작이 느려진다는 것이다.

또한, 반대 극성의 2개의 전압 공급원을 지닌 생성기를 이용하는 것이 스위스 특허 제536166호와 미국 특허 제4,347,425호에 제안되어 있다. 이들 전압 공급원은 주된 전류 방전을 설정하는 동안 전극과 부품이 갖는 극성의 반대 극성을 지연 시간 동안 지니도록 채용될 수 있다. 따라서, 전기분해의 손상 효과가 줄어들 수 있다. 그러나, 이러한 생성기는 전기분해가 일어나지 않게 할 수 없다.

전기분해를 억제하기 위한 다른 해결 방안은 전극과 부품 간에 2번의 연속 전류 방전을 분리하는 중지 시간 동안 유럽 특허 제0 545 156호에서와 같이 간헐적으로 계속 인가되거나 또는 변형적으로는 미국 특허 제4,447,696호 또는 미국 특허 제5,698,115호에서와 같이 고주파수로 계속 인가되는 전압 공급원을 시동해서 이루어진다. 이러한 해결 방안은 전기분해가 매우 클 경우, 즉 대체로 높은 트리거링 전압이 인가되는 지연 시간(t_D) 동안 전기분해를 회피하지 못한다는 단점을 갖는다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 상기와 같은 단점들을 극복하는 것으로서 전기분해 현상을 회피할 수 있는 전기 침식을 통한 기계 가공 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

발명의 구성

상기와 같은 목적을 달성하기 위해, 본 발명은 침식 방전 동안 다음과 같은 일련의 단계들을 포함하는 것을 특징으로 하며, 상기 일련의 단계들은,

- a) 기계 가공 유체에 내재하는 이온이 공구 및 부품을 분리하는 기계 가공 거리보다 실질적으로 짧은 진동 경로를 추종하도록 교류 전압의 주파수가 공구 및 부품 사이에 인가되며, 또한 교류 전압의 영향으로 이온화된 경로가 공구 및 부품 사이에 형성되는 지연 단계,
- b) 공구 및 부품 사이에 흐르는 전류의 검출로부터 개시되며 또한 연속 전압 공급원이 침식 방전 전류를 형성 및 인가하는 스파크 단계, 및
- c) 공구 및 부품 사이에 존재하는 기계 가공 유체로부터 이온을 제거하여 이온화된 경로가 없어지게 하도록 공구 및 부품 사이에 어떠한 전압도 인가되지 않는 중지 단계를 포함하고,

이러한 일련의 단계들이 기계 가공에 걸쳐 반복되는 것을 특징으로 한다.

이러한 특징은 높은 기계 가공 효율 및 방전의 용이한 트리거링(triggering)을 통해 전기분해 현상이 없는 기계 가공 공정을 획득할 수 있으며, 반면에 공구의 소정 부분에 과도한 열을 가함으로써 부품이나 공구의 열화, 예를 들면 와이어의 단선을 회피할 수 있다.

바람직하게는, 상기 방법은 상기 교류 전압의 주파수가 30 내지 40 마이크로미터의 기계 가공 거리를 제공하는 작업 공간에 대해 적어도 100 kHz이며, 상기 거리가 감소될 경우 상기 주파수가 증가되고, 또한 상기 주파수가 1 마이크로미터와 실질적으로 동일한 거리에 대하여 실질적으로 10 MHz인 것을 특징으로 한다.

따라서, 이온의 진동 경로는 기계 가공 거리보다 훨씬 짧으며 또한 기계 가공 액체에 내재하는 이온들을 통한 부품 및 도구의 모든 이온 충격이 회피될 수 있다.

바람직한 변형적인 예에 의하면, 교류 전압의 주파수는 지연 시간 동안 가변적이다.

바람직하게는, 교류 전압의 주파수가 주파수 스펙트럼을 스위프(sweep)하도록 지연 단계 내에서 점차 감소한다.

이러한 특징은 이온화된 경로의 생성, 결과적으로는 방전의 트리거링을 효과적으로 개선할 수 있다.

바람직하게는, 음 펄스의 기간이 양 펄스의 기간과는 다르도록 교류 전압이 설정된다.

따라서, 평균 전압은 기계 가공 조건을 최적으로 하면서 어떤 전기분해 현상의 부재를 보장하도록 기계 가공 갭 또는 거리 양단에 수용될 수 있다.

이러한 이점은 음 펄스의 진폭이 양 펄스의 진폭과는 다르도록 교류 전압이 설정됨으로써 개선될 수 있다.

관련된 변형적인 예에 의하면, 교류 전압은 공구 및 부품 간 전류의 검출 순간에 존재하는 임의의 극성을 통해 차단된다.

이러한 특징은 침식 방전을 설정하는 동안 극성의 변화를 통해 트리거링되는 방전의 소멸(extinction)을 회피할 수 있다.

본 발명의 방법의 다른 변형적인 예는 교류 전압이 공구 및 부품 사이의 전류 검출시 차단되고 소정의 극성이 연속 전압 공급원의 극성과 대응하는 것이 바람직한 것을 특징으로 한다.

또한, 이러한 특징은 전기분해 현상의 대응책을 마련하면서 방전 소멸의 위험성을 감소시킬 수 있다.

본 발명의 방법의 특히 바람직한 변형적인 예는 스파크 상태가 연속 전압 공급원에 의한 주된 방전의 트리거링 기간에 대응하는 지연 시간과 침식 방전에 대응하는 전류 시간으로 세분화되고, 양의 펄스 및 음의 펄스를 포함하는 교류 전압의 적어도 한 완전 주기가 각각의 침식 방전 동안 획득되도록 상기 지연 시간의 기간이 조정되는 것을 특징으로 한다.

이러한 특징은 또한 전기분해의 대응책을 제어 및 정밀 방식으로 개선할 수 있다.

따라서, 지체 시간은 $T_R \geq T - t_D$ 이도록 바람직하게 조정되며, 상기 식 중, T_R 은 지체 시간의 기간이고, T 는 교류 전압의 주기이며, T_D 는 지연 단계의 기간이다.

또한, 본 발명은 공구 및 부품이 기계 가공 유체가 위치해 있는 작업 공간의 기계 가공 거리만큼 서로 분리되는 경우에, 공구 및 부품 간에 전압을 인가하여 공구를 통해 부품이 기계 가공되는 전기 침식을 통한 기계 가공 방법을 수행하는 장치에 관한 것이며, 상기 장치는,

- 공구 및 부품 간에는 기계 가공 유체에 내재하는 이온이 기계 가공 거리보다 실질적으로 짧은 진동 경로를 추종하여 이온화된 경로가 공구 및 부품 사이에서 생성되도록 지연 단계 동안 교류 전압의 주파수를 생성하도록 이루어진 교류 전압 공급원,
- 공구 및 부품 간의 전류를 검출하기에 적합한 검출기,
- 공구 및 전극 간의 전류의 검출로부터 개시되는 스파크 단계 동안 침식 방전 전류를 형성 및 유지하도록 이루어진 연속 전압 공급원, 및
- 상기 지연 단계, 상기 스파크 단계, 및 공구 및 부품 간의 기계 가공 유체로부터 이온을 제거하여 이온화된 경로가 없게 하도록 공구 및 부품 간에 전압이 전혀 인가되지 않는 중지 단계를 포함하는 일련의 단계들을 침식 방전 동안 획득하도록 상기 교류 및 연속 전압 공급원을 시동하도록 이루어진 제어 유닛을 포함하는 것을 특징으로 한다.

따라서, 상기 장치는 공구 또는 부품에 대한 열적 손상 없이 유효한 기계 가공을 수행하면서 모든 전기분해 현상을 제거할 수 있다.

본 발명에 따른 특징은 지연 단계 동안 이온이 고주파 교류 전기장의 영향을 받는 상태에서도 매우 약간만 이동하게 한다. 상기 이온은 평형 위치를 중심으로 진동하지만 진동이 일어나는 거리는 공구 및 부품 간의 간격 폭보다 훨씬 더 작다. 따라서, 어떠한 이온 충격도 일어나지 않게 된다. 한편, 가장 가벼운 이온보다 수만배 더 가벼운 전자의 이동도는 전자가 고주파 전기장을 따르기 때문에 트리거링이 허용되게 한다. 상기 중지 단계는 갭(gap)으로 형성되는 유전체에서 이온을 완전히 제거하는데 필요한데, 이는 결과적으로 이전 방전의 이온화된 경로의 위치를 복원하지 못하게 한다. 따라서, 둘 이상의 방전이 동일 지점에서 일어나는 것과 또한 공구 또는 부품에 대한 손상, 예를 들면 상기 지점에 과도한 열을 가함에 의한 와이어의 단선을 일으키는 것이 회피된다.

첨부된 종속 청구항에 기재되어 있는 특징과, 이러한 변형예의 방법 및 장치의 실시예를 개략적으로 그리고 예를 들어 보여주는 첨부도면을 참조하여 이하에 더 상세하게 언급되는 설명으로부터 다른 이점들이 자명해질 것이다.

도 1을 참조하면, 전기 침식을 통한 기계 가공하기 위한 공지된 장치는 대체로 공구로서 역할을 하는 전극(1) 및 기계 가공 유체 또는 액체(3)에 적어도 부분적으로 수용되는 기계 가공될 부품(2)을 포함한다. 전압 공급원(4)은 예를 들면 스위치(도시되지 않음)를 닫은 후 예를 들면 저항 양단에 전극(1) 및 부품(2) 간의 전압을 인가할 수 있다.

도 2a 및 도 2b는 도 1과 대응해서 그리고 공지된 방식으로 전극 및 부품 간의 폭(L)의 작업 공간에서의 전압(도 2a) 및 전류(도 2b)를 보여주는 도면이다.

침식 전류 방전이 전극(1) 및 부품(2) 사이에서 일어나기 위해서는, 먼저 전압 공급원(4)을 통해 전극(1) 및 부품(2) 간에 전압을 인가하는 것이 필요하다고 알려져 있다. 도 2a에는 어떠한 전류도 전극(1) 및 부품(2) 간에 흐르지 않는 상태에서 전압이 인가되는 시간(t_D)이 나타나 있지만, 이는 물론 기계 가공 액체(3)의 전해질 도전율에 기인하여 소량의 전류가 흐르

는 것을 제외한 것이며 이러한 단계는 당업자에 의해 지연 시간(t_D)이라고 흔히 언급된다. 이러한 임의 기간 동안, 전극(1) 및 부품(2) 간의 전압은 도 2a에 도시되어 있는 바와 같고, 단지 전극(1) 및 부품(2) 간의 이온 전류 흐름만이 도 2b에 도시되어 있는 바와 같다. 이 같은 낮은 전류가 통상의 실시예에서는 0.1 내지 1A 전류이다. 이러한 가변 기간이 지나간 후에, 침식 전류 방전이 전극(1) 및 부품(2) 사이에서 일어나는 것으로 또한 알려져 있다. 침식 전류 방전이 일어나는 시간은 도 2a에서 t_A 로 나타나 있다. 이러한 시간동안, 전극(1) 및 부품(2) 간의 전압 값은 도 2a에 도시된 바와 같이 떨어지지만, 전류는 예전대 도 2b에 도시된 바와 같이 전극(1) 및 부품(2) 사이에 설정된다. 또한, 상기 부품(2)에 손상을 줄 수 있는 전극(1) 및 부품(2) 간의 전기 아크의 형성을 회피하기 위해, 전극(1) 및 부품(2) 간의 전류 흐름이 도 2a에 도시되어 있는 바와 같이 소정의 기간 동안 차단되는 것으로 또한 알려져 있다. 이는 공지된 수단을 통해, 예를 들면 전극(1) 및 부품(2) 간의 전압 인가를 허용 또는 방지하기 위해 하나 또는 수개의 스위치의 개폐를 제어하는 장치(도시되지 않음)를 사용함으로써 수행된다. 전극(1) 및 부품(2) 간의 전압 및 전류는 도 2a 및 도 2b에 도시되어 있는 바와 같이 개방 이후에 제로가 된다.

도 1은, 최신 기술에 따르며 도 2a 및 도 2b와 대응해서, 전극(1) 및 부품(2)을 분리하는 유전 물질의 유체(3)를 수용하는 폭(L)의 간격으로 지연 시간(t_D) 동안 음의 전하(6)와 양의 전하(7)를 갖는 이온의 평균 이동(P1)을 보여주는 도면이다. 이러한 지연 시간(t_D) 동안, 전압 공급원(4)은 전극(1)이 음의 전하(8)를 갖고 부품(2)이 양의 전하(9)를 갖도록 전압을 인가한다. 그 결과로, 양의 전하(7)를 갖는 이온은 전극(1)에 충격을 가할 수 있으며 음의 전하(6)를 갖는 이온은 부품(2)에 충격을 가하여, 부품(2)의 표면에 손상을 주는 투석 현상(dialysis phenomenon)을 일으킬 수 있다.

도 4a 및 도 4b에 대응하는 도 3a 및 도 3b는 당 업계에서 달리 공지된 장치에 관한 것이며 바람직하지 못한 전기분해 영향을 줄이는데 그 목적이 있다. 이러한 장치는 반대 극성의 적어도 2개의 전압 공급원(4,10)을 포함한다. 지연 시간(t_D) 동안, 전압 공급원(4)은 전극(1)과 부품(2)에 어떠한 전압도 인가하지 않는다. 이 같은 동일 지연 시간(t_D) 동안, 전압 공급원(10)은 침식 전류의 주된 방전이 일어나는 시간(t_A) 동안 전압 공급원(4)에 의해 전극(1) 및 부품(2)에 인가되는 극성과 반대인 극성의 전압을 전극(1) 및 부품(2)에 인가한다. 전압 공급원(10)과 전압 공급원(4)의 스위칭을 허용하는 제어 유닛은 간단히 하기 위해 도면에 도시되어 있지 않다. 따라서, 지연 시간(t_D) 동안, 전극(1) 및 부품(2) 간의 전압은 도 4a에 도시되어 있는 바와 같이 방전 동안 인가되는 극성과는 반대인 극성을 지니며, 단지 소량의 이온 전류는 도 4b에 도시되어 있는 바와 같이 전극(1) 및 부품(2) 사이로 흐른다. 시간(t_D)이 지나간 후에, 도전성 경로가 유전 물질의 유체(3) 내에 형성되며 전류는 도 4b에 도시되어 있는 바와 같이 전극(1) 및 부품(2) 사이에 설정된다. 이러한 전류를 검출하기 위한 장치(당 업계에 공지되어 있으므로 도시되지 않음)는 전극(1) 및 부품(2) 간의 돌발적인 전류 증가를 검출하며, 또한 당 업계에 공지되어 있으므로 도시되지 않은 제어 유닛은 전압 공급원(10)을 트리거하고 전압 공급원(4)을 채용하여 침식 전류의 주된 방전이 생성되게 한다. 따라서, 지연 시간(t_D) 동안, 전극(1) 및 부품(2) 간의 전압은 도 4a 및 도 4b에 도시된 바와 같이 주된 방전 동안 인가되는 극성과 반대인 극성의 전압이다.

여기서 유념해야 할 점은 전극(1) 및 부품(2) 간의 전압 증가가 검출된 임의 기간 후에 지연 시간(t_D)이 종료된다는 것이다. 동시에, 시간(t_A) 또는 스파크 시간이 개시된다. 이러한 시간(t_A)은 지체 시간(t_R) 또는 준비 시간, 및 시간(t_C) 또는 정확하게 말하면 방전 시간으로 세분화된다. 전극 및 부품 간의 전류를 검출한 후, 시간(t_R, t_A)의 개시 부분에서, 주된 전압 공급원(4)이 턴온된다. 그러나, 전압(도 4a) 및 전류(도 4b)가 역전될 때까지 이러한 지체 시간(t_R)에 대응하는 전압 공급원(4)의 전자 및 전기 회로의 전력 공급에 대한 소정 기간의 지연이 존재한다. 전압의 역전 순간에, 지체 시간(t_R)은 종료되며 방전이 일어나는 방전 시간(t_C)이 개시된다.

도 3a는, 최신 기술에 따르며 도 4a 및 도 4b에 대응해서, 전극(1) 및 부품(2)을 분리하는 유전 물질의 유체(3)를 수용하는 폭(L)의 간격 내에서 시간(t_D) 동안 음의 전하(6) 및 양의 전하(7)를 갖는 이온의 이동(P1)을 보여주는 도면이다. 이러한 시간(t_D) 동안, 전압 공급원(10)은 전극(1)이 양의 전하를 갖고 부품(2)이 음의 전하를 갖도록 전압을 인가한다. 그 결과로, 음의 전하(6)를 갖는 이온은, 도 2의 경우에서와 같이 부품(2)에 더 이상 충격을 가하지 않고 전극(1)에 충격을 가하게 되며, 양의 전하(7)를 갖는 이온은 전극(1)에 더 이상 충격을 가하지 않고 부품(2)에 충격을 가하게 되어 전기분해 현상을 완전히 회피하지는 않지만, 음의 전하를 갖는 이온으로부터 초래하는 것보다 부품(2)에 손상을 덜 주는 전기분해 현상을 일으키게 된다.

도 3b는, 최신의 기술에 따르며 도 4a 및 도 4b에 대응해서, 침식 전류(14)의 주된 방전을 일으키게 하는 시간(t_C) 동안 전극(1) 및 부품(2)을 분리하는 유전 물질의 유체(3)를 수용하는 폭(L)의 간격을 보여주는 도면이다. 전압 공급원(10)이 가동되지 않고 전압 공급원(4)이 가동됨으로써, 침식 전류(14)의 주된 방전이 생성된다.

그러한 생성기들은 전기분해 현상을 다소 감소시킬 수 있는 공지의 원리에 따라 작동되지만, 이들은 이온이 지연 시간(t_D) 동안 차단되지 않기 때문에 전기분해가 일어나는 것을 완전히 회피할 수 없다.

도 5a 및 도 5b에 도시되어 있는 본 발명에 따른 방법의 제1 실시예에 의하면, 침식 방전 동안 다음과 같은 일련의 단계가 수행된다.

지연 단계(t_D) 동안, 교류 전압 공급원을 통해 전극 및 부품 간에 교류 전압이 인가된다. 이러한 전압의 주파수는 전극 및 부품을 분리하는 기계 가공 거리(L)보다 실질적으로 짧은 경우에 유체에 내재하는 이온이 짧은 진동 경로를 추종하도록 하는 값에 고정된다. 상기 주파수는 전형적으로 0.1 과 10 MHz 사이에서 선택될 수 있다. 이러한 지연 단계(t_D) 동안, 어떠한 이온 전류도 전극(1) 및 부품(2) 간의 작업 공간(working space) 또는 갭(G)을 통해 흐르지 않는다. 이온 전류란 전극으로부터 부품으로 또는 부품으로부터 전극으로 흐르는 이온의 이동에 기인하는 전류를 말한다. 전극 및 부품 간의 전압은 도 5a에 도시되어 있는 바와 같이 일정한 주파수를 가지고 극성이 변화한다. 이러한 단계 동안, 도 5b에 도시되어 있는 바와 같이 충전 및 방전을 수행하는 부품 및 공구를 포함하는 전극의 분포 용량에 기인하여 일반적으로 0.5 A 미만인 소량의 갈바닉 전류가 나타난다.

전형적으로는 1 μ sec일 수 있으며, 극한값으로는 15 μ sec일 수 있는 기간으로서, 갭의 물리적 및 화학적 조건에 따라 임의로 변화하는 기간 후에, 도전성 경로는 유체 또는 유전 물질의 유체(3) 내에 형성되며 전류는 전극 및 부품 사이에 설정되기 시작하지만, 트리거링 전압(U)은 상당히 감소한다. 적절한 검출 장치는 돌발적인 전류 증가를 검출하며 다음 단계, 소위 스파크 단계(T_A) 동안 침식 전류의 주된 방전을 생성 및 유지하도록 연속 전압 공급원을 시동한다. 스파크 단계(T_A)는 사실상 2개의 개별 기간으로 세분화되는데, 첫 번째 기간(t_R)은 단지 2 내지 6 A의 소량 전류만이 전극 및 부품 사이에서 흐르는 기간이며 그의 극성은 교류 전압 공급원의 교류 전압의 극성에 또한 의존한다. 이러한 첫 번째 기간은 주된 방전 전류가 개시하는, 주된 방전의 채용 기간에 대응하는 지체 시간(t_R) 또는 준비 시간에 대응한다. 이러한 지체 시간(t_R)의 기간은 연속 전압 생성기의 전기 및 전자 회로에 의존하며 기계 가공하는 동안 각각의 침식 방전에 대하여 실질적으로 일정하다. 그의 기간은 전형적으로 0.2 내지 0.4 μ sec이다.

이러한 스파크 상태(t_A)의 두 번째 기간은 침식 방전이 연속 전압 공급원에 의해 생성 및 유지되는 전류 시간에 대응한다. 이러한 스파크 단계(t_A)의 기간은 최적의 효율 및 양질의 기계 가공을 달성하도록 고정된다. 스파크 단계의 기간은 전형적으로 2 μ sec일 수 있지만, 여기서 이해할 점은 물론 당업자가 소정의 실험 데이터에 따라 그러한 값을 고정할 수 있다는 것이다.

이러한 단계의 종료와 후속하는 중지 단계(t_B)의 개시는 연속 및 교류 전압 공급원을 차단함으로써 달성된다. 중지 단계(t_B) 동안, 어떠한 전압도 전극 및 부품 사이에 인가되지 않기 때문에, 전극 및 부품 사이에 존재하는 기계 가공 유체 또는 액체에서 이온이 제거되어 이온화된 경로가 완전히 없어지게 된다. 갭의 도전성은 매우 급속하게 감소한다.

실제로, 각각의 방전 단계의 사이클은 이러한 이온 제거가 일어나는 중지 시간 또는 단계(t_B)로부터 개시된다. 따라서, 갭은 이전 방전의 이온화된 경로의 위치를 복원하지 못한다. 이러한 중지 단계는 절대적으로 필요한데, 그 이유는 중지 단계가 동일한 장소에서 연속적으로 일어나서 과도한 열을 이러한 장소에 가함으로 인한 와이어의 단선을 일으키는 2번의 방전 또는 일련의 방전을 회피하기 때문이다. 그러한 기간이 바람직하게는 1 내지 20 μ sec이다. 따라서, 각각의 방전은 새로운 이온화된 경로가 생성되고 갭의 도전율이 점진적으로 그리고 점점 급속하게 증가하는 지연 단계 또는 시간(t_D)이라 언급되는 임의의 시간이 선행된다.

위에 언급되어 있는 배치는, 지연 단계(t_D) 동안 이온이 고주파 교류 전기장의 영향을 받더라도 매우 조금만 이동하게 한다. 이 같은 동일한 배치는 임의의 극성을 통해 방전을 트리거링할 수 있다.

고주파 교류 전압 때문에, 이온이 평형 위치를 중심으로 하여 진동하지만, 진동이 일어나는 거리는 전극 및 부품 간의 간격 폭보다 훨씬 작다. 따라서, 어떠한 이온 충격도 일어나지 않게 된다.

이와는 대조적으로, 전자의 이동도는 전자가 고주파 전기장을 추종함으로써 트리거링을 허용하는 정도이다. 따라서, 이온 및 전자는 동일한 전기장, 결과적으로는 동일한 힘을 받지만, 전자는 가장 가벼운 이온보다 수만배 더 가볍다.

30 내지 40 마이크론의 와이어 및 부품 간의 거리에 대하여 100 KHz 교류 전압 인가시 최소 주파수가 필요하며, 이로써 전기분해 영향이 억제됨을 알 수 있다고 실험적으로 증명되었다. 이 같은 거리는 와이어 기계를 통한 부품의 대충적인 가공 동안 직면하는 정도의 거리이다.

와이어 및 부품 간의 거리가 더 가깝게 될 경우 비교적 높은 주파수가 필요하며, 갭이 단지 수 마이크론에 지나지 않을 경우 종료할 때의 경우와 같이 10 MHz의 주파수가 필요하다.

또한, 교류 전압 주파수의 선택 동안 이온의 진동 경로가 확실히 제어될 수 있도록 유전 물질의 유체에 내재하는 이온의 성질을 고려하는 것이 가능하다. 따라서, 낮은 분자량 및/또는 높은 전하의 이온은 높은 분자량 및/또는 낮은 전하의 이온보다 실질적으로 높은 주파수를 필요로 한다.

도 10a는 본 발명에 따르며 도 5a 및 도 5b에 대응해서, 전극(1) 및 부품(2)을 분리하는 유전 물질의 유체(3)를 수용하는 폭(L)의 작업 공간(G)에서 지연 단계(t_D) 동안 음의 전하(6) 및 양의 전하(7)를 갖는 이온의 평균 변위(PA)를 보여주는 도면이다. 이러한 지연 상태(t_D) 동안, 교류 전압 공급원(12)은 전극(1)의 전하가 고주파수에서 연속적으로 양 및 음이게 하며 부품(2)의 전하가 고주파수에서 연속적으로 음과 양이게 하도록 교류 극성 및 고주파의 전압을 인가한다. 그 결과로, 음의 전하(6)를 갖는 이온과 아울러 양의 전하(7)를 갖는 이온은 전극(1) 및 부품을 분리하는 간격의 폭(L)보다 좁게 이동되는 평균 거리(P2)에서 평형 위치를 중심으로 하여 진동한다. 따라서, 양의 전하(7) 및 음의 전하(6)를 갖는 두 이온은 부품(2) 또는 전극(1)에 충격을 가할 수 없다. 따라서, 전기분해 현상은 완전히 제거된다.

도 10b는 턴온된 연속 전압 공급원(4)의 턴온의 영향으로 침식 전류의 주된 방전(14)을 일으키는 방전 단계(t_C) 동안 전극(1)과 부품(2)을 분리하는 유전 물질의 유체(3)를 수용하는 작업 공간(G)을 보여주는 도면이다.

전극 및 부품에 이러한 공급원(12,4)을 연결하는 전기/전자 회로는 도시되어 있지만, 교류 전압 공급원(12)에 대해 전류 제한기를 포함할 수 있으며, 연속 전압 공급원에 대해 스위칭 트랜지스터를 포함할 수 있다.

전극 및 부품 간의 전압(U)과 전류(I)를 보여주는 도 6a 및 도 6b에 도시된 본 발명에 따른 방법의 변형예에서, 교류 전압 공급원(12)의 주파수는 일정하지 않고 가변적이며 시간(t)에 따라 점차 감소한다. 따라서, 갭(G)을 통해 흐르는 전류 및 이온화된 경로를 형성하기 위한 가장 적합한 주파수를 탐색하도록 교류 전압 주파수 스펙트럼의 스위핑(sweeping)이 수행된다. 또한, 이러한 주파수 스펙트럼은 연속적으로 증가 및 감소하도록 조절될 수 있다. 물론, 후속하는 방전(t_C) 및 중지(t_B)의 스파크 단계(t_A) 및 지체 단계(t_R)는 변경되지 않는다. 이러한 변형예는 특히 다른 트리거링을 통한 기계 가공 조건에 대해 적합하다.

전극 및 부품 간의 전압(U) 및 전류(I)를 나타내는 도 7a 및 도 7b에 도시되어 있는 방법의 제2 변형예에 의하면, 교류 전압 공급원(12)의 주파수는 소위 PWM(pulse width modulation; 펄스 폭 변조) 방법에 따라 펄스의 폭에 관하여 조절된다. 따라서, 음 펄스의 기간은 양 펄스의 기간과는 상이하고, 예를 들면 양 펄스의 기간보다 짧으며, 이 때문에 소정의 양 또는 음의 극성이 지연 단계(t_D) 동안 갭을 통해 획득될 수 있다.

기계 가공 방법의 제3 변형예에는 다른 방법의 단계 동안 전극 및 부품 간의 전압 및 전류를 보여주는 도 8a 및 도 8b에 도시되어 있다. 따라서, 전류가 검출되면, 교류 전압이 중지되며 그러한 전압은 양 또는 음의 극성에서 지체 단계(t_R)의 개시에 따라 차단된다. 따라서, 이러한 극성은 임의적일 수 있으며 전극 및 부품 간 전류의 출현 및 검출 동안 존재하는 것에 대응할 수 있다. 또한, 이러한 극성은 사전에 결정될 수 있으며 항상 동일 극성에 대응한다.

이러한 제3 변형예에서, 임의의 극성의 교류 전압의 즉각적인 증지는 전류의 출현 동안 존재하며 이 때문에 지체 단계(t_R)의 개시에 따라 극성의 변화 동안 일어날 수 있는 트리거링의 소멸에 대해 보호할 수 있다.

이에 반하여, 임의의 전기분해 현상을 회피하는 것이 절대적으로 필요할 경우, 교류 전압은 동일한 극성, 예를 들어 침식 방전을 초래하는 연속 전압 공급원의 전압이 음이면 양의 극성에서 항상 멈출 수 있다. 그러나, 이러한 변형예의 경우 스파크가 극성의 변화 동안 소멸하지 않는 사소한 위험은 존재한다.

본 발명의 방법의 제4 변형예는 시간의 함수로서 갭을 통한 전압 및 전류를 보여주는 도 9a 및 도 9b에 도시되어 있다. 이러한 변형예에서는, 또한 지연 시간(t_D) 및 스파크 시간(t_A) 동안 전극 및 부품 사이에 교류 전압이 인가된다. 그러나, 이러한 변형예에서는, 양 펄스의 기간과 아울러 진폭이 음 펄스와 차이가 있다. 또한, 이러한 양 및 음 펄스는 소정의 반복률(cyclic ratio)에 따라 조절될 수 있다.

지연 단계(t_D) 동안, 양 펄스의 전압(U)이 음 펄스의 진폭과는 다른 진폭, 예를 들면 음 펄스의 진폭보다 큰 진폭을 갖지만, 기계 가공 액체의 전해질 도전율에 기인하는 소량의 전류를 제외하고는 어떠한 전류(I)도 갭을 통해 흐르지 않는다.

임의 기간의 지연 단계(t_D) 이후, 전해질 유체 내에 도전성 경로가 형성되며 돌발적인 방전 전류가 도 9b에 도시되어 있는 바와 같이 공구 전극 및 부품 사이에 설정된다. 이러한 방전 전류를 검출하기 위한 장치는 전극(1) 및 부품(2) 간의 전류 흐름을 검출하며, 다른 장치는 지체 단계(t_R) 이후에 자체적으로 설정하는 침식 전류의 주된 방전을 생성하도록 연속 전압 공급원을 턴온시킨다.

제2 변형예에서와 제4 변형예(도 7a 및 도 7b)에서, 고주파 교류 전압은 방전 동안 평균 전압이 0 또는 양 또는 음이 되도록 고정될 수 있다.

여기서 유념해야 할 점은 위에 언급되어 있는 기계 가공 방법들 모두에서 전압(U) 값이 스파크 단계(t_A)와 지체 단계(t_R)의 개시에 따른 전류(I)의 출현시 감소한다. 지체 단계(t_R)의 종료시, 전압(U) 및 전류(I)는 연속 전압 공급원(4)의 극성을 취하며 여기에서 방전 단계(t_C) 동안 전류(I)의 큰 증가가 나타나지만, 전압(U)의 진폭은 이전의 지체 상태(t_R) 동안 그와 실질적으로 동일하게 된다.

서로 다른 단계 동안 전극 및 부품 간의 전압(U) 값은 전형적으로 지연 단계(t_D) 동안 ± 50 내지 $\pm 200V$, 스파크 단계(t_A) 동안 20 내지 30V, 그리고 정지 상태 동안 0V일 수 있다.

전극 및 부품 사이에서 순환하는 전류(I)는 전형적으로 지체 단계(t_R) 동안 2 내지 6A의 값과 방전 단계(t_C) 동안 500A 내지 800A의 최대 전류를 가질 수 있다. 후자의 경우 동안, 전류는 무시할 수 없는 라인 인덕턴스(line inductance) 때문에 삼각파 형태를 갖는다. 전류의 증가 단계는 마이크로 초의 크기이다.

연속 전압 공급원(4)은 전류가 흐르지 않을 경우라고 할 수 있는 진공에서 300V까지의 전압 및 약 1 내지 1.5KW의 순시 전력을 공급할 수 있도록 이루어진 것이다.

다른 변형예에 의하면, 연속 전압 공급원의 턴온 및 지연 단계(t_D)의 종료를 표시하는 전극 및 부품 간의 전류 검출 사이에 소정의 기간이 도입될 수 있다. 이때, 위에 언급되어 있는 바와 같이, 지연 단계(t_D), 지체 단계(t_R), 방전 단계(t_C) 및 중지 단계(t_B)가 존재한다. 그러나, 추가의 지체 시간(t'_R)이 지연 단계(t_D) 및 지체 단계(t_R) 사이에 삽입될 수 있다.

본 발명의 또 다른 매우 유리한 변형예에 의하면, 주된 전압 공급원의 지체 시간(t_R)의 기간은 주된 전압 공급원의 전압이 인가되기 전에 적어도 하나의 양 펄스 및 하나의 음 펄스를 포함하는 교류 전압의 적어도 한 주기 및 한 완전 사이클을 각각의 방전에 대해 획득하도록 고정된다. 따라서, 트리거링 조건이 매우 유리할 경우, 트리거링의 지연시간의 기간(t_D)은 매우 단축될 수 있다. 이때, 교류 전압은 일련의 방전에 대한 주된 방전 이전의 매우 짧은 기간 동안에 인가되지 않으며, 이 때문에 모든 방전은 단일 극성, 예를 들면 양의 극성에서만 트리거링된다. 이 때문에, 전기분해는 이러한 일련의 급속 트리거링 동안 일어날 수 있다. 이와는 대조적으로, 교류 전압이 항상 양 펄스 및 음 펄스를 교대로 가질 경우 어떠한 일방적인 이온 이동도 존재하지 않는다.

지연 시간(t_D)이 임의로 주어지면, 이때 주된 전압 공급원은 $t_R \geq T - t_D$ 이도록 t_R 을 고정함으로써 주된 전압 공급원에 의존하는 지체 시간(t_R)에서 작동할 수 있으며, 상기 식 중, T 는 교류 전압 공급원의 교류 전압 주기이다. 지연 단계의 기간(t_D)이 매우 짧은 경우, 지체 시간(t_R)의 기간은 교류 전압의 주기(T)와 같거나 그보다 큰 크도록 고정될 수 있다.

도 5 - 도 8에 도시되어 있는 바와 같은 기계 가공 방법을 수행하기 위한 장치의 실시예는 도 11에 도시되어 있다. 상기 장치는 기계 가공될 부품(2) 및 전극(1) 사이에 각각 연결되는 2개의 주된 브랜치(30,33)를 가진 전기/전자 회로를 포함한다. 제1 브랜치(30)는 교류 전압 생성기(12)로서 제공되며 제2 브랜치(31)는 연속 전압 생성기(4)로서 제공된다. 회로 조립체는 제어 유닛(32)에 의해 제어된다.

제1 브랜치(30)는 예를 들어 300W 정도의 전력에 대해 50 내지 200V의 전압을 공급하기에 적합한 전압 공급원(34)을 포함한다.

이러한 전압 공급원(34)의 양의 단자는 다이오드(36) 및 스위치(40)에 의해 전극(1)에 접속되며 다이오드(38) 및 스위치(42)에 의해 부품(2)에 접속된다. 상기 전압 공급원(34)의 음의 단자는 스위치(43) 및 다이오드(39)에 의해 전극(1)에 접속되며 스위치(41) 및 다이오드(37)에 의해 부품에 접속된다. 전계 효과 트랜지스터에 의해 구성되는 것이 바람직한 스위치(40 내지 43)의 개방 및 폐쇄는 제어 유닛(32)에 의해 제어된다. 또한, 제1 브랜치(30)는 전압 공급원(34)에 일체화될 수 있는 전류 제한기(44)를 더 포함한다. 전류 검출기(50)는 전극(1) 및 부품(2) 간의 전류(I)를 측정할 수 있으며 이러한 측정의 결과를 제어 유닛(32)에 전달할 수 있다. 제어 유닛(32)은 전극(1) 및 부품(2) 사이에 양 극성의 전압을 인가하도록 트랜지스터(40,41)를 폐쇄하고 트랜지스터(42,43)를 개방하며, 그리고 나서 전극(1) 및 부품 사이에 음 극성의 전압을 인가하도록 트랜지스터(42,43)를 폐쇄하고 트랜지스터(40,41)를 개방하도록 이루어진 것이다.

이러한 일련의 동작은 도 5a - 도 8a를 참조하여 설명된 바와 같이 일정하고, 가변적이거나 변조되는 주파수를 통해 반복된다.

제2 브랜치(31)는 전류가 흐르지 않을 경우라고 할 수 있는 진공 내에서 200 내지 300V 전압의 연속 전압 공급원(45)과 약 1 내지 1.5 KW의 순시 전력을 포함한다. 이러한 연속 전압 공급원의 양의 단자는 스위치(46)에 의해 부품(2)에 접속되며 그의 음의 단자는 스위치(47)에 의해 전극(1)에 접속된다. 이러한 브랜치(31)는 스위치(46)의 입력에서 스위치(47)의 출력 및 전극(1) 간의 접합부를 접속하는 다이오드(48)와, 스위치(46)의 출력 및 부품(2) 간의 접합부에 스위치(47)의 입력을 접속하는 다이오드(49)를 더 포함한다. 스위치(46,47)는 개방 및 폐쇄가 제어 유닛(32)에 의해 제어되는 트랜지스터인 것이 바람직하다. 위에 언급되어 있는 바와 같이, 연속 전압 생성기(4)는 지연 단계(t_D)의 종료를 표시하는 검출기(50)에 의한 전류의 검출 이후에 턴온된다. 제어 유닛(32)은 이를 위해 스위치(46,47)의 폐쇄를 제어한다. 이러한 폐쇄는 전류 검출 직후에 또는 소정의 지체 시간(t_R') 직후에 제어될 수 있다.

스파크 단계(t_A)의 종료시, 제어 유닛(32)은 연속 전압 생성기(4)를 턴오프하기 위해 스위치(46,47)의 개방을 제어하며 또한 스위치가 이전에 개방되어 있지 않을 경우 제1 브랜치(30)의 모든 스위치(40 내지 43)의 개방을 제어한다. 따라서, 침식 방전은 차단되며 갭의 완전한 이온 제거를 달성될 때까지 전극 및 부품 사이에 어떠한 전압도 인가되지 않는 중지 단계(t_B)로 진입된다. 이후, 다음 사이클이 도 5 - 도 8을 참조하여 설명되는 방법에 따라 제어 유닛(32)에 의해 제어되는 교류 전압을 인가시켜 지연 단계(t_D)에 의해 개시될 수 있다.

위에 언급되어 있는 장치의 변형예는 도 12에 도시되어 있으며 유사한 연속 전압 생성기(4)를 갖는 제2 브랜치(31)를 포함한다. 따라서, 유사한 요소는 동일 참조 번호로 나타나 있다. 교류 전압 생성기(12)를 포함하는 제1 브랜치는 또 다른 형태의 것이며 극성이 반대이고 조정가능한 전압을 갖는 2개의 전압 공급원(55,56)을 포함한다. 제1 전압 공급원(55)은 자신의 음의 단자를 스위치(58), 전류 제한기(59) 및 다이오드(60)를 통해 전극(1)에 접속함으로써 전극(1) 및 부품(2) 사이에 브랜치된다. 또한, 제2 전압 공급원(56)은 자신의 양의 단자를 스위치(61)와 전류 제한기(62)를 통해 전극(1)에 접속함으로써 전극(1) 및 부품(2) 사이에 병렬로 브랜치된다. 따라서, 제어 유닛(32)은 서로 다른 전압인 것이 바람직한 전압 공급원(55 또는 56)이 작동되게 하기 위해 스위치(58,61)를 교대로 개방 및 폐쇄할 수 있다. 따라서, 도 9에서 예시되어 있는 바와 같으며 서로 다른 진폭 및 기간의 양 및 음의 교류 전압을 포함하는 교류 전압이 이러한 변형 실시예를 통해 획득될 수 있다. 그러나, 각각의 방전 동안 일련의 다른 단계(t_D, t_A, t_B)는 동일하게 된다.

상기 공급원(55,56,45)의 전압 값은 전형적으로 80, 100 및 300V일 수 있다.

물론 위에 언급되어 있는 실시예는 결코 한정하는 것이 아니고 첨부된 독립 청구항에 의해 한정되는 범위 내에서 모든 바람직한 변형예의 주제가 될 수 있다. 특히, 교류 및 연속 전압을 생성하기 위한 전자 회로는 기타의 유형을 지닐 수 있다. 이 때문에, 시간의 함수로서 전류(I)의 선도는 매우 다른 전류 단계(t_C) 동안 전류의 상승 및 하강을 가질 수 있다. 교류 전압 공급원은 주된 방전의 트리거링 이후의 임의 순간에, 즉 전류 시간(t_C)의 개시에, 그리고 전류 시간(t_C)의 종료까지 차단될 수 있다. 상기 장치는 주된 방전의 동작에 대해 지체 시간(t_R)을 조정 및 고정하기 위한 임의의 수단을 포함할 수 있다.

발명의 효과

본 발명의 전기 침식을 통한 기계 가공 방법 및 장치는 공구 또는 부품에 대한 열적 손상 없이 유효한 기계 가공을 수행하면서 모든 전기분해 현상을 제거할 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 전극 또는 공구와 부품 사이의 간격, 및 공지된 기계 가공 방법에서 생성되며 도 2a 및 도 2b에 도시된 방전의 지연 단계 동안 이온의 이동을 개략적으로 보여주는 도면.

도 2a 및 도 2b는 공지된 방법에서 생성되는 방전 동안의 전압과 전류를 각각 보여주는 선도.

도 3a 및 도 3b는 전극과 부품 간의 간격, 및 공지된 다른 기계 가공 방법에서 생성되며 도 4a 및 도 4b에 도시된 방전의 지연 단계 동안과 전류 방전 동안의 이온 이동을 각각 개략적으로 보여주는 도면.

도 4a 및 도 4b는 공지된 또 다른 공정에서 생성되는 침식 방전 동안의 전압과 전류를 각각 보여주는 선도.

도 5a 및 도 5b는 본 발명의 방법의 한 실시예에 따라 생성되는 침식 방전 동안의 전압과 전류를 각각 보여주는 선도.

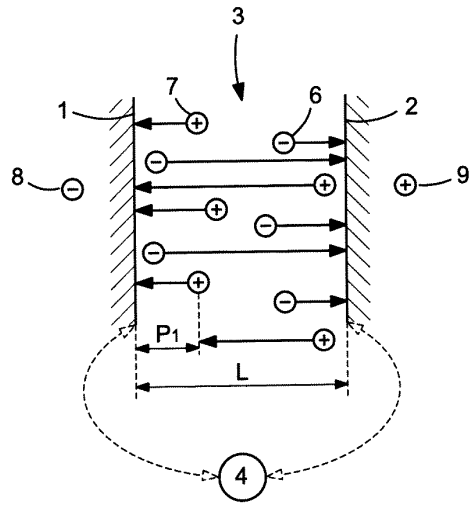
도 6a 및 도 6b, 도 7a 및 도 7b, 도 8a 및 도 8b, 도 9a 및 도 9b는 본 발명의 방법의 4가지 변형예에 따라 생성되는 침식 방전 동안의 전압과 전류를 각각 보여주는 선도.

도 10a 및 도 10b는 본 발명에 따른 방법을 이용하여 방전의 지연 단계와 전류 방전 동안 전극과 부품 간의 간격을 각각 개략적으로 보여주는 도면.

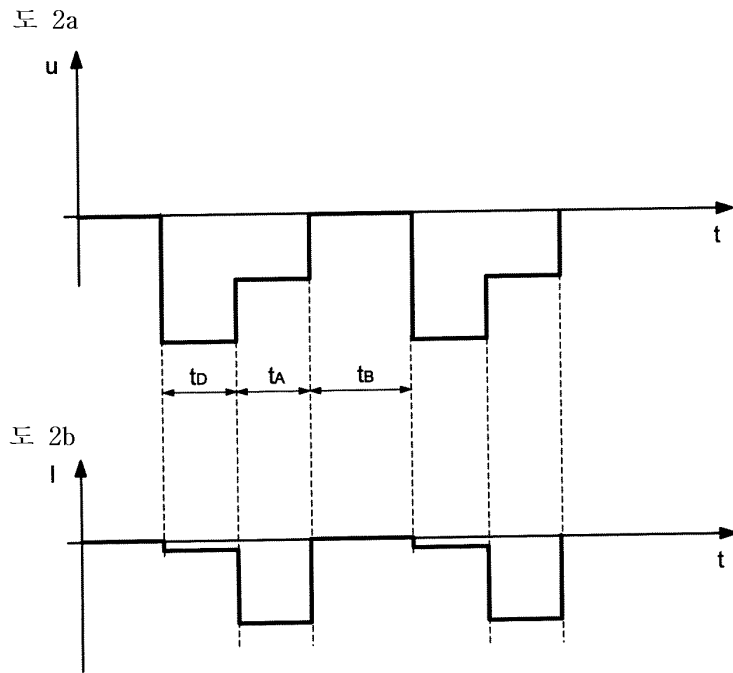
도 11 및 도 12는 본 발명에 따른 방법을 수행하기 위한 장치의 한 실시예 및 그의 변형예를 보여주는 전기/전자 회로도이다.

도면

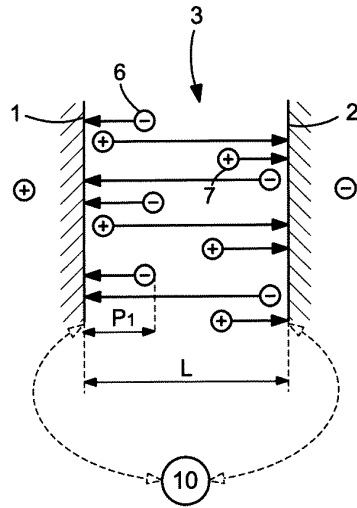
도면1



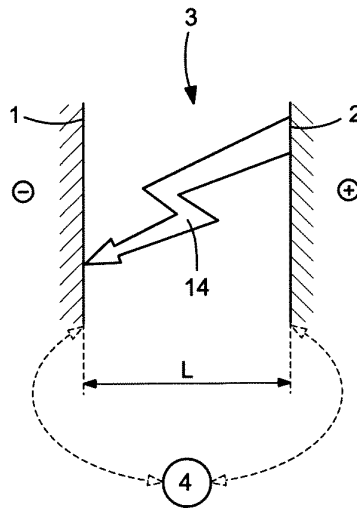
도면2



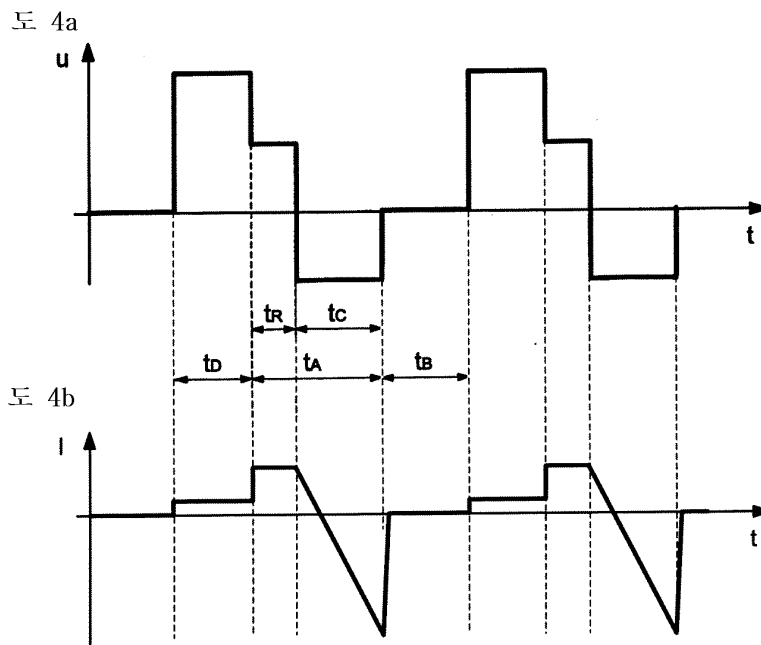
도면3a



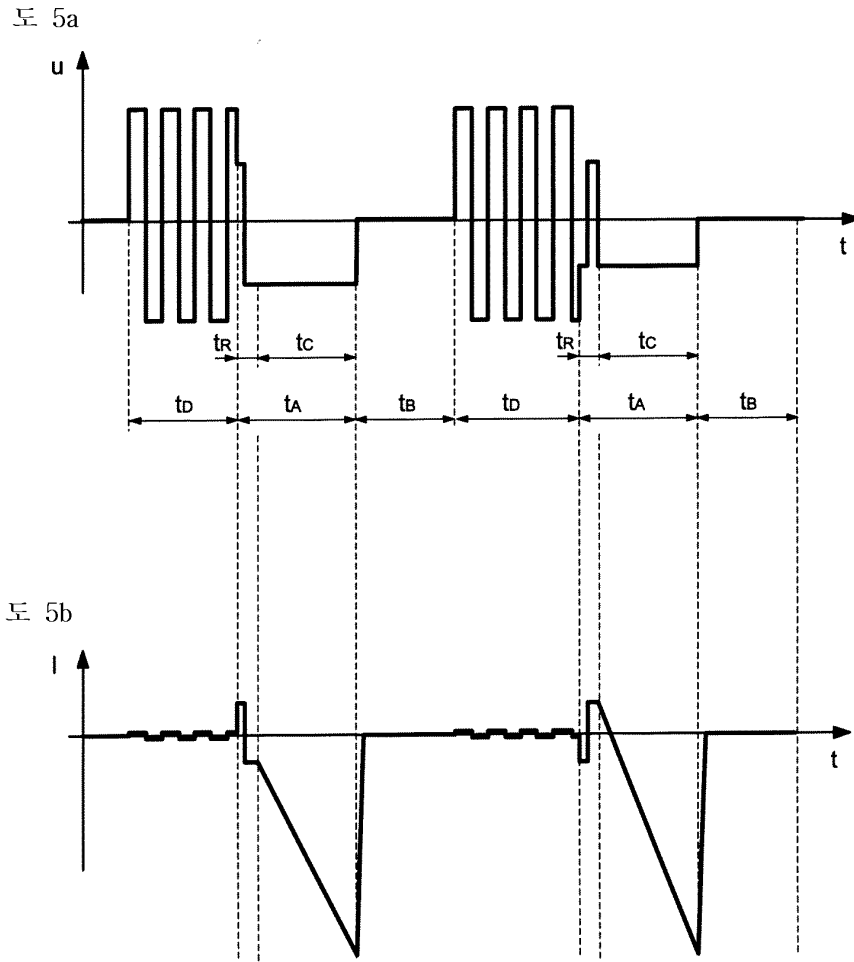
도면3b



도면4

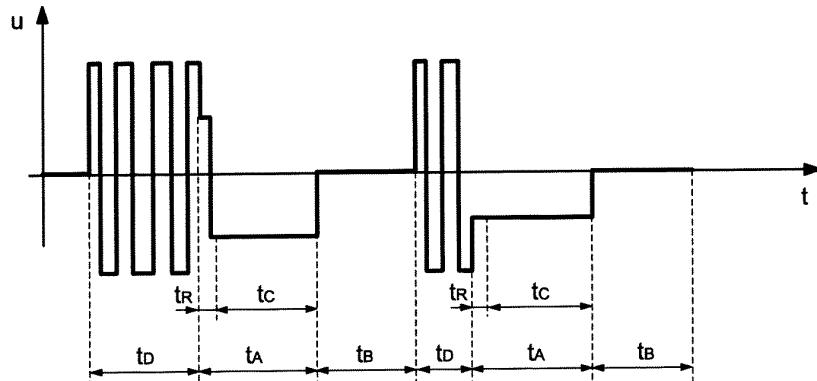


도면5

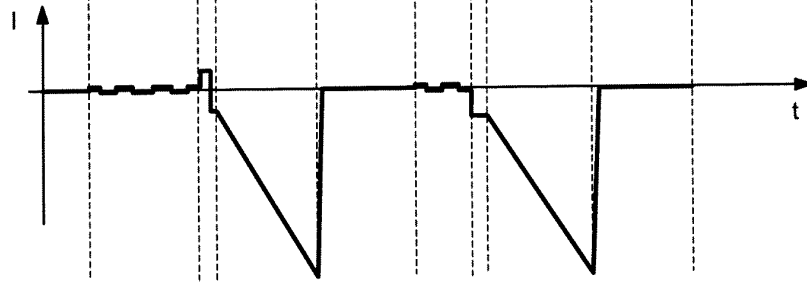


도면6

도 6a

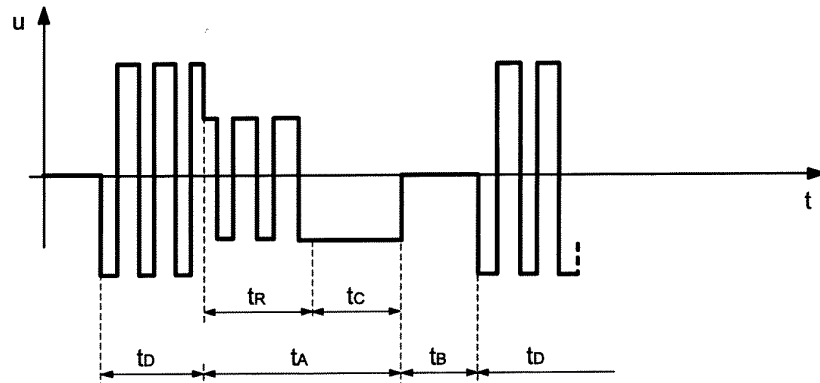


도 6b

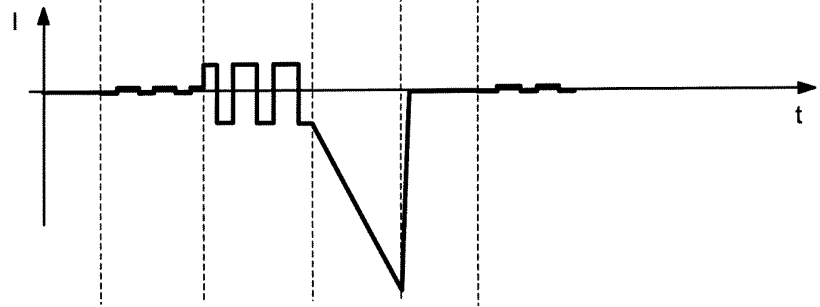


도면7

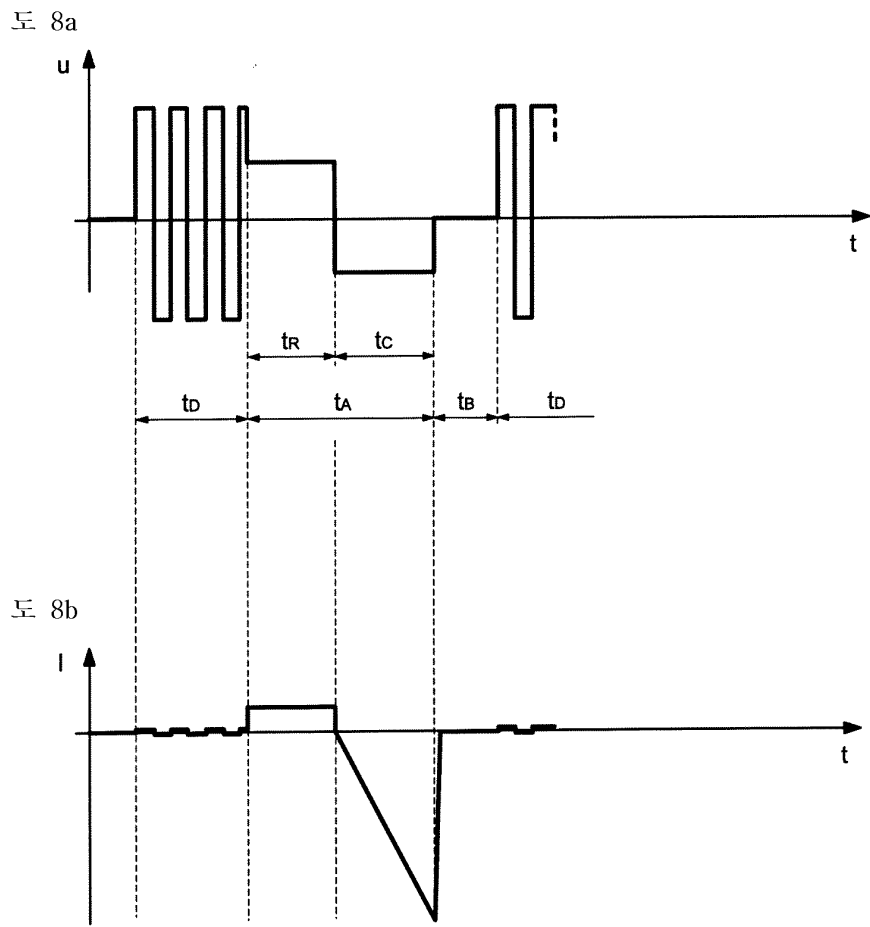
도 7a



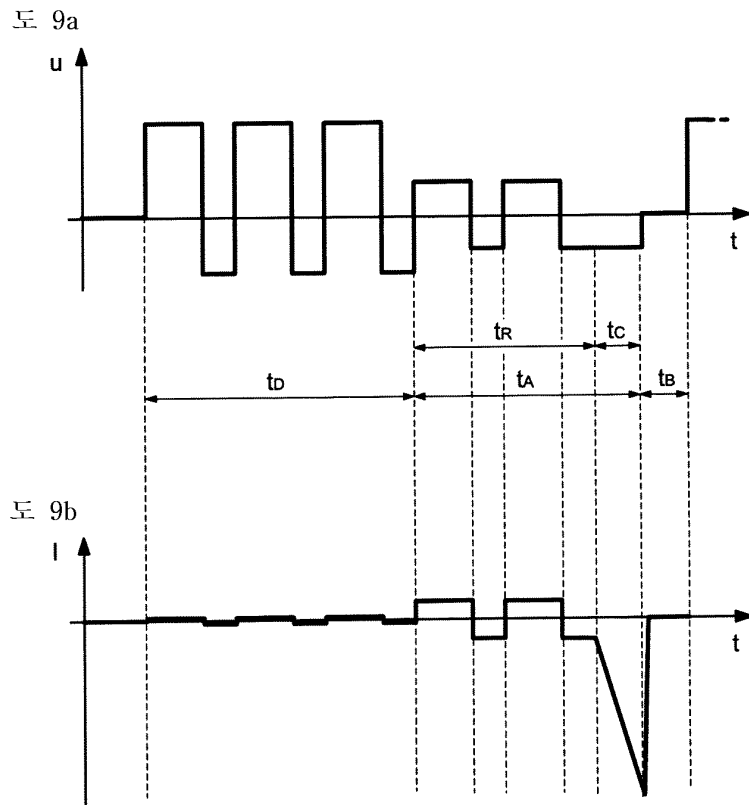
도 7b



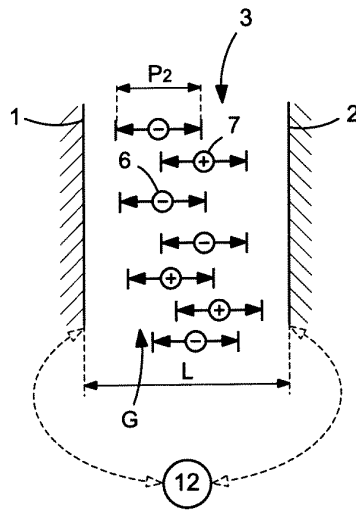
도면8



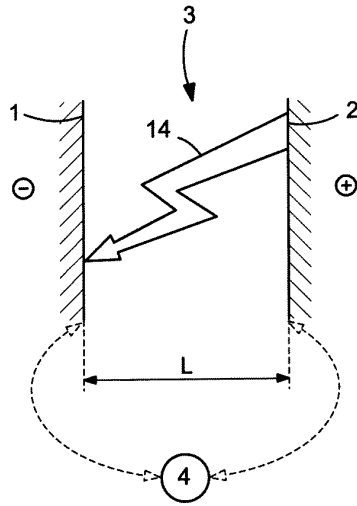
도면9



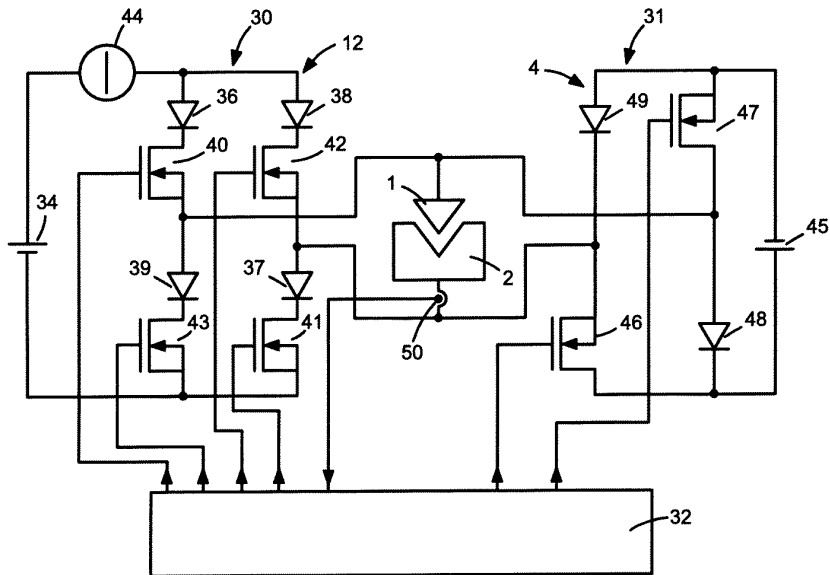
도면10a



도면10b



도면11



도면12

