



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2007-0104676
 (43) 공개일자 2007년10월26일

(51) Int. Cl.

B23H 9/00 (2006.01) *C25D 17/00* (2006.01)

- (21) 출원번호 10-2007-7022084
- (22) 출원일자 2007년09월27일
 심사청구일자 없음
 번역문제출일자 2007년09월27일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2006/006623
 국제출원일자 2006년02월24일
- (87) 국제공개번호 WO 2006/091828
 국제공개일자 2006년08월31일
- (30) 우선권주장
 11/360,290 2006년02월23일 미국(US)
 60/655,846 2005년02월24일 미국(US)

(71) 출원인

페더럴-모걸 코오포레이션

미국, 미시간주 48034 사우스필드 노스웨스턴 하이웨이 26555

(72) 발명자

즈데블릭 윌리엄 제이.

미국 미시간 48103 안 아버 도르노치 드라이브 699

정 위리오

미국 미시간 48105 안 아버 스프링할로우 코트 3124

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

박종혁, 김정욱, 정삼영, 송봉식

전체 청구항 수 : 총 43 항

(54) 전해가공 방법 및 시스템

(57) 요약

워크피스를 가공하기 위한 전해가공(ECM) 시스템은 복수의 ECM 스테이션을 구비하고 있다. 제 1 ECM 스테이션은 제 1 구역의 워크피스를 가공한다. 제 2 ECM 스테이션은 제 1 구역과 구분된 제 2 구역의 워크피스를 가공한다. 추가 ECM 스테이션이 또한 사용될 수도 있다. 각각의 ECM 스테이션은 또한 고정 전극과 워크피스 사이의 전해액 폭을 측정하기 위하여 초음파 트랜듀서를 포함한다. 각각의 ECM 스테이션에서의 워크피스의 가공은 전해액의 폭이 소정의 폭에 도달할 때 완료된다.

(72) 발명자

비스초프 켄

미국 오하이오 44070 노쓰 올름스테드 노쓰 파크
드라이브 28508

리양 지안첵

캐나다 엔9이 4엠3 온타리오 윈저 에빌레이 씨알.
198

특허청구의 범위

청구항 1

복수의 워크 스테이션을 구비하고, 연속적인 전해가공(ECM) 작업을 워크피스에 행하기 위하여 스테이션마다 상이한 소정의 형상 및 크기의 전용 전극 공구가 각각 설치된 전해 가공 공구를 제공하는 단계;

상기 워크피스를 복수의 스테이션 중에서 제 1 스테이션으로 도입하고, 상기 워크피스나 전극 중 어느 하나가 실제 이동하지 않으면서 제 1 스테이션에서의 전해가공 작업 동안에 넓어지는, 워크피스와 전극 사이의 초기 갭을 형성하도록 워크피스와 제 1 스테이션의 전극을 서로 고정된 상태로 지지하는 단계;

상기 갭이 소정의 증가된 갭의 상태에 도달한 후 상기 제 1 스테이션에서 워크피스의 가공 작업을 중단할 때까지, 넓어지는 갭을 모니터하는 단계; 및

워크피스를 적어도 하나의 제 2 연속의 ECM 스테이션으로 진행시키는 단계;를 포함하고,

상기 제 2 ECM 스테이션에서, 워크피스를 더욱 가공하기 위하여 워크피스와 전극 중 어느 하나가 실제 이동하지 않으면서 제 2 스테이션에서의 전해가공 작업 동안에 넓어지는, 제 2 스테이션에서의 워크피스와 전극 사이의 초기 갭을 형성하도록 워크피스와 전극을 서로 고정된 상태로 지지하는 것을 특징으로 하는 워크피스의 가공방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 가공 동안에 스테이션에서 넓어지는 갭을 통해 전해액을 유동시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 워크피스의 가공방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 각각의 스테이션은 당해 스테이션에서 특정 가공 단계를 실시하는 것과 관련된 펄싱 및 제어 회로를 각각 구비하는 것을 특징으로 하는 워크피스의 가공방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 스테이션은 3개 이상이고, 각각의 스테이션은 고정 전극 공구를 구비하여 갭을 넓히는 가공을 행하는 것을 특징으로 하는 워크피스의 가공방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 워크피스가 어느 한 스테이션에서 다음 스테이션으로 이동함에 따라, 다른 워크피스가 상기 어느 한 스테이션으로 연속적으로 도입되는 것을 특징으로 하는 워크피스의 가공방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 복수의 스테이션의 가공 사이클 시간을 동기화시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 워크피스의 가공방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 각각의 스테이션은 워크피스에 상이한 가공 작업을 행하는 것을 특징으로 하는 워크피스의 가공방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 갭의 최대 범위는 대략 50-400um인 것을 특징으로 하는 워크피스의 가공방법.

청구항 9

전해 가공 공구로서,

복수의 가공 스테이션; 및

가공이 각각의 스테이션에서 행해지는 동안에 넓어지는, 워크피스와 전극 사이의 초기 갭을 형성하도록, 고정

전극에 대해서 각각의 스테이션에서의 고정된 위치에 가공될 워크피스를 지지하기 위한 장치;를 포함하고, 상기 각각의 스테이션은 스테이션 상호 간에 상이하고 각각의 스테이션에서 가공 작업이 행해지는 동안에 고정 위치에 지지되고 있는, 소정 형상의 전용 전극 가공 공구를 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 전해 가공 공구.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 가공 동안에, 전해액의 흐름을 갭으로 도입하기 위하여 전해액을 전극 구역으로 공급하는 전해액 공급부를 포함하는 것을 특징으로 하는 전해 가공 공구.

청구항 11

제 9 항에 있어서, 상기 워크피스와 전극 사이의 넓어지고 있는 갭을 측정하는 측정 장치를 포함하는 것을 특징으로 하는 전해가공 공구.

청구항 12

제 11 항에 있어서, 상기 측정 장치는 초음파 장치로 이루어진 것을 특징으로 하는 전해가공 공구.

청구항 13

제 11 항에 있어서, 상기 측정 장치는 넓어지고 있는 갭 사이를 흐르는 변화하고 있는 전류를 측정하는 장치로 이루어진 것을 특징으로 하는 전해가공 공구.

청구항 14

제 9 항에 있어서, 워크피스의 가공을 제어하기 위하여 각각의 스테이션에서 전극의 펄싱을 제어하는 시스템을 포함하는 것을 특징으로 하는 전해가공 공구.

청구항 15

제 9 항에 있어서, 스테이션의 가공 사이클을 동기화시키기 위한 시스템을 포함하는 것을 특징으로 하는 전해가공 공구.

청구항 16

복수의 전해가공(ECM) 스테이션을 사용하여 워크피스를 가공하는 방법으로서,

상기 워크피스와 제 1 고정 전극 사이의 전해액의 제 1 갭을 형성하기 위하여 워크피스를 제 1 ECM 스테이션으로 이동시키는 단계;

상기 워크피스의 제 1 구역에서 재료를 침식시켜서 전해액의 제 1 갭을 넓어지게 하기 위하여 제 1 고정 전극, 전해액의 제 1 갭, 및 상기 워크피스를 통해 전류를 통과시킴으로써 워크피스를 가공하는 단계;

상기 워크피스와 제 2 고정 전극 사이에 전해액의 제 2 갭을 형성하기 위하여 워크피스를 제 2 ECM 스테이션으로 이동시키는 단계;

상기 제 1 구역과 별개인 워크피스의 제 2 구역에서 재료를 침식시켜서 전해액의 제 2 갭을 넓어지게 하기 위하여 제 2 고정 전극, 전해액의 제 2 갭, 및 상기 워크피스를 통해 전류를 통과시킴으로써 워크피스를 가공하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 전해가공(ECM) 스테이션을 사용하여 워크피스를 가공하는 방법.

청구항 17

제 16 항에 있어서, 워크피스의 상기 가공 동안에 제 1 ECM 스테이션에서 워크피스를 고정 상태로 유지하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 전해가공(ECM) 스테이션을 사용하여 워크피스를 가공하는 방법.

청구항 18

제 16 항에 있어서, 상기 워크피스의 상기 가공 동안에 제 2 ECM 스테이션에서 워크피스를 고정 상태로 유지하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 전해가공(ECM) 스테이션을 사용하여 워크피스를 가공하는 방법.

청구항 19

제 16 항에 있어서, 전해액의 제 1 겹의 폭을 측정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 전해가공(ECM) 스테이션을 사용하여 워크피스를 가공하는 방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서, 전해액의 제 1 겹이 제 1 소정의 폭에 도달할 때 워크피스를 제 1 ECM 스테이션에서 꺼내는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 전해가공(ECM) 스테이션을 사용하여 워크피스를 가공하는 방법.

청구항 21

제 19 항에 있어서, 전해액의 제 1 겹이 제 1 소정의 폭에 도달할 때 전류를 차단하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 전해가공(ECM) 스테이션을 사용하여 워크피스를 가공하는 방법.

청구항 22

제 21 항에 있어서, 전류가 차단된 이후에 워크피스를 제 1 ECM 스테이션에서 꺼내는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 전해가공(ECM) 스테이션을 사용하여 워크피스를 가공하는 방법.

청구항 23

제 16 항에 있어서, 전해액의 제 2 겹의 폭을 측정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 전해가공(ECM) 스테이션을 사용하여 워크피스를 가공하는 방법.

청구항 24

제 23 항에 있어서, 전해액의 제 2 겹이 제 1 소정의 폭에 도달할 때 워크피스를 제 2 ECM 스테이션에서 꺼내는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 전해가공(ECM) 스테이션을 사용하여 워크피스를 가공하는 방법.

청구항 25

제 23 항에 있어서, 전해액의 제 2 겹이 제 2 소정의 폭에 도달할 때 전류를 차단하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 전해가공(ECM) 스테이션을 사용하여 워크피스를 가공하는 방법.

청구항 26

제 25 항에 있어서, 전류가 차단된 이후에 제 2 ECM 스테이션에서 워크피스를 꺼내는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 전해가공(ECM) 스테이션을 사용하여 워크피스를 가공하는 방법.

청구항 27

제 16 항에 있어서, 제 1 ECM 스테이션과 제 2 ECM 스테이션을 통하는 복수의 워크피스의 생산량을 최대화하기 위하여 워크피스의 제 1 구역에서 재료를 침식시키는데 필요한 제 1 시간과 워크피스의 제 2 구역에서 재료를 침식시키는데 필요한 제 2 시간을 동일하게 하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 전해가공(ECM) 스테이션을 사용하여 워크피스를 가공하는 방법.

청구항 28

제 16 항에 있어서, 제 1 ECM 스테이션과 제 2 ECM 스테이션으로의 전해액의 흐름과 압력을 일정하게 유지하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 전해가공(ECM) 스테이션을 사용하여 워크피스를 가공하는 방법.

청구항 29

제 16 항에 있어서, 침식된 재료를 전해액으로부터 필터링하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 복수의 전해가공(ECM) 스테이션을 사용하여 워크피스를 가공하는 방법.

청구항 30

제 1 고정 전극, 전해액의 제 1 겹, 및 워크피스를 통해 전류를 통과시킴으로써, 상기 워크피스의 제 1 구역에서 재료를 침식시켜서 상기 워크피스와 상기 제 1 고정 전극 사이에 전해액의 제 1 겹을 형성시키기 위하여, 제

1 고정 전극과 전해액을 포함하는 제 1 ECM 스테이션;

제 2 고정 전극, 전해액의 제 2 겹, 및 워크피스를 통해 전류를 통과시킴으로써, 상기 워크피스의 제 2 구역에서 재료를 침식시켜서 상기 워크피스와 상기 제 2 고정 전극 사이에 전해액의 제 2 겹을 형성시키기 위하여, 제 2 고정 전극과 전해액을 포함하는 적어도 하나의 제 2 ECM 스테이션; 및

상기 워크피스를 상기 제 1 가공 스테이션으로부터 상기 적어도 하나의 제 2 가공 스테이션까지 이동시키기 위한 워크피스 조정 시스템;을 포함하는 것을 특징으로 하는 워크피스를 가공하기 위한 전해가공(ECM) 시스템.

청구항 31

제 30 항에 있어서, 상기 제 1 ECM 스테이션은 ECM 작업 동안에 워크피스를 고정상태로 유지하는 제 1 부품 홀더를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전해가공(ECM) 시스템.

청구항 32

제 30 항에 있어서, 상기 제 2 ECM 스테이션은 ECM 작업 동안에 워크피스를 고정상태로 유지하는 제 2 부품 홀더를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전해가공(ECM) 시스템.

청구항 33

제 30 항에 있어서, 상기 전해액의 상기 제 1 겹의 폭을 측정하기 위한 제 1 거리 센서를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전해가공(ECM) 시스템.

청구항 34

제 33 항에 있어서, 상기 제 1 거리 센서는 제 1 초음파 센서인 것을 특징으로 하는 전해가공(ECM) 시스템.

청구항 35

제 34 항에 있어서, 상기 제 1 초음파 센서는 상기 제 1 고정 전극 내에 매설되어 있는 것을 특징으로 하는 전해가공(ECM) 시스템.

청구항 36

제 30 항에 있어서, 상기 전해액의 상기 제 2 겹의 폭을 측정하기 위한 제 2 거리 센서를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전해가공(ECM) 시스템.

청구항 37

제 36 항에 있어서, 상기 제 2 거리 센서는 제 2 초음파 센서인 것을 특징으로 하는 전해가공(ECM) 시스템.

청구항 38

제 34 항에 있어서, 상기 제 2 초음파 센서는 상기 제 2 고정 전극 내에 매설되어 있는 것을 특징으로 하는 전해가공(ECM) 시스템.

청구항 39

제 30 항에 있어서, 상기 전류를 발생시키기 위하여, 상기 제 1 고정 전극, 상기 제 2 고정 전극, 및 워크피스에 작동될 수 있도록 연결된 적어도 하나의 파워 서플라이를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전해가공(ECM) 시스템.

청구항 40

제 39 항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 전류의 인가량을 제어하기 위하여, 상기 적어도 하나의 파워 서플라이에 작동될 수 있도록 연결된 제어를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전해가공(ECM) 시스템.

청구항 41

제 31 항에 있어서, 상기 제어기는 상기 ECM 시스템을 통한 복수의 워크피스의 생산량을 최대화하기 위하여, 워크피스의 이동과 가공을 조정하기 위한 상기 워크피스 조정 시스템에 작동될 수 있도록 연결된 것을 특징으로

하는 ECM 시스템.

청구항 42

제 30 항에 있어서, 상기 전해액을 상기 제 1 ECM 스테이션과 상기 제 2 ECM 스테이션에 공급하기 위한 적어도 하나의 전해액 전달 시스템을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 ECM 시스템.

청구항 43

제 30 항에 있어서, 상기 전해액으로부터 부스러기를 필터링하고 상기 전해액의 pH 레벨, 청정도, 염의 농도, 및 온도를 유지하는 적어도 하나의 전해액 필터링 장치를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 ECM 시스템.

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 금속제의 워크피스를 성형 및 세이핑 가공하기 위한 전해가공에 관한 것이다.

배경기술

<2> 전해가공 방법 및 시스템은 종래 기술에서 잘 알려져 있다. 다중 스테이션 전해가공 시스템의 일 실시예가 미국특허 제3,414,501호(이후 특허문헌 '501호라 함)에 개시되었다.

<3> 특허문헌 '501호에 개시된 시스템은 레이저 블레이드 스톱의 연속 스트립을 가공한다. 상기 스톱은 가공실을 통해 운반된다. 상기 가공실은 전해액에 침지된 일련의 전극을 포함한다. 상기 전극은 절연 스페이서에 의해서 분리된다. 상기 스톱이 상기 가공실을 통하여 운반됨에 따라 상기 스톱은 각각의 전극의 근방을 통과한다. 전류가 전극, 전해액, 및 스톱에 흘러서, 스톱의 어느 한 구역에서의 스톱의 일 부분을 침식(erosing)시킨다.

<4> 비록, 레이저 블레이드를 제조하기 위하여, 스톱의 어느 한 구역을 가공하기 위한 효율적인 시스템이 특허문헌 '501호에 기재되어 있을지라도, 상기 특허문헌의 워크피스를 가공하기 위한 전해가공 방법 및 시스템은 복잡한 가공(complex machining)을 필요로 한다.

발명의 상세한 설명

<5> 본 발명에 따른 워크피스를 가공하기 위한 방법은 워크피스에 연속적인 전해가공 작업을 행하기 위하여, 여러 스테이션에 상이한 소정의 형상 및 크기의 전용 전극 공구가 각각 설치된 복수의 별개의 워크 스테이션을 구비한 전해가공 가공 공구를 제공하는 단계를 포함한다. 워크피스가 여러 스테이션 중 첫 번째 스테이션으로 도입되고 제 1 스테이션의 전극과 관련하여 고정된 상태로 지지되어 워크피스 또는 전극 중 어느 하나가 실질적으로 이동하지 않으면서 전해가공 작업 동안에 넓어질 수 있는, 워크피스와 전극 사이의 초기 갭을 형성한다. 상기 갭이 소정의 증가된 갭의 상태에 도달한 후 가공 작업이 제 1 스테이션에서 중단할 때까지 상기 갭이 넓어지는 것이 모니터링된다. 워크피스가 적어도 제 2 연속의 ECM 스테이션으로 진행되며, 이 스테이션에서 최종 워크피스의 크기와 형상이 달성되는 시간까지 작업이 반복된다.

<6> 또한 본 발명은 복수의 별개의 ECM 스테이션을 포함한 ECM 공구에 관한 것으로, 각각의 ECM 스테이션은 여러 스테이션 상호 간에 상이한 소정의 형상의 전용 전극 가공 공구를 구비하고 있다. 각각의 스테이션에서 가공이 진행되는 동안에 넓어질 수 있는, 워크피스와 전극 사이의 초기 갭을 형성하기 위하여 고정 전극과 관련된 각각의 스테이션에서 가공될 워크피스를 고정된 위치로 지지할 장치가 구비된다.

<7> 본 발명은 복잡한 형상을 워크피스에 단계적이고도 효과적인 방식으로 전해가공할 수 있는 장점을 갖고 있다.

<8> 본 발명의 또 다른 장점은 워크피스가 고정된 ECM 공구를 구비한 어느 한 스테이션에서 소정량 만큼 가공되고, 고정된 ECM 공구와 관련해 추가의 가공이 행해지는 다음 스테이션인 ECM 스테이션들로 진행하도록, 고정된 ECM 공구와 복수개의 ECM 스테이션을 사용하여 ECM 작업을 실행하는 것이다. 여하튼, 생산율을 최대화하기 위하여, 최대 개수의 워크피스가 스테이션을 통해 주기적으로 순환될 수 있도록 한 부분만의 가공이 한 스테이션에서 행해지고 효율이 최적으로 제어될 수 있기 때문에, 이러한 가공 방법에 의하면 가동 공구의 필요성은 줄어들고 워크피스가 임의의 한 스테이션에서 소비하는 시간이 감소된다. 고정된 ECM 공구와 관련된 임의의 스테이션에서 실행되는 가공량을 제어함으로써, 워크피스의 다른 구역의 가공을 대기하면서 제 1 스테이션에서 워크피스의 면

을 완전히 가공하는데 사용된 시간은 최소화된다. 그 대신, 소정의 최적의 가공량이 제 1 스테이션에서 완료되면, 워크피스는 다른 구역의 추가의 가공을 위하여 적어도 하나의 제 2 스테이션으로 진행되고, 필요하다면 워크피스의 다른 구역을 더욱 가공하기 위해 그 제 2 스테이션으로부터 다음 스테이션으로 진행된다.

- <9> 본 발명은 또한 제 1 고정 전극, 전해액의 제 1 갭, 및 워크피스에 전류를 통과시킴으로써, 워크피스의 제 1 구역에서 재료를 침식시켜서, 워크피스와 제 1 고정 전극 사이의 전해액의 제 1 갭을 형성시키기 위하여 제 1 고정 전극과 전해액을 구비한 제 1 ECM 스테이션을 포함한, 워크피스를 가공용 ECM 스테이션을 제공하는 것이다. 상기 ECM 스테이션은 또한 제 2 고정 전극, 전해액의 제 2 갭, 및 워크피스에 전류를 통과시킴으로써, 워크피스의 제 2 구역에서 워크피스를 침식시켜서, 워크피스와 제 2 고정 전극 사이의 전해액의 제 2 갭을 형성시키기 위하여 제 2 고정 전극과 전해액을 구비한 제 2 ECM 스테이션을 포함한다. 본 발명은 제 1 가공 스테이션으로부터 제 2 가공 스테이션으로 워크피스를 이동시키기 위하여 워크피스 조정 시스템을 더 포함한다.
- <10> 본 발명의 ECM 시스템과 방법에 의하면 종래 기술에서 가능한 것보다 더 복잡한 전해가공을 할 수 있다. 워크피스의 여러 부분이 (이들로 한정되는 것은 아니지만) 피스톤, 커넥팅 로드, 및 캠샤프트와 같은 정밀 가공 부품을 생산하도록 가공될 수 있다.

실시예

- <16> 도면을 살펴보면, 동일 부재번호는 여러 도면에서 동일한 부품을 지시하며, 워크피스를 가공하기 위한 전해가공 (ECM) 시스템은 도 1에서 부재번호 10으로 지시되었다. 관련 ECM 작업 방법도 본 명세서에 개시되었다.
- <17> ECM 시스템(10)은 적어도 2개의 복수의 ECM 스테이션으로 이루어지나, 본 발명에 의하면 3개 이상도 고려될 수 있다. 단지 예시적인 목적으로서, 상기 작업이 2개의 ECM 스테이션과 관련하여 설명될 것이나, 특정 경우에 또는 특정 워크피스에 따라 제 3, 제 4 또는 그 이상의 ECM 스테이션을 구비한 경우도 본원 발명에 적용할 수 있음은 당연한 것이다. 도면을 살펴보면, 제 1 ECM 스테이션(12), 제 2 ECM 스테이션(14), 및 워크피스 조정 시스템(16)을 포함한 ECM 시스템(10)이 도시되었다. 바람직하게, 워크피스 조정 시스템(16)은 워크피스를 ECM 시스템(10)의 다른 구성요소를 통해 제 1 ECM 스테이션(12)과 제 2 ECM 스테이션(14) 안팎으로 이동시키고 조정하기 위한 자동화 장치이다. 워크피스 조정 시스템(16)은 당업자에게 잘 알려진 바와 같이 로봇, 갠트리, 컨베이어, 그리퍼 또는 여러 장치를 포함한다. 제어기(18)는 워크피스 조정 시스템(16)의 동작과 이동을 제어하기 위하여 워크피스 조정 시스템(16)과 작동될 수 있도록 연결된다.
- <18> ECM 스테이션(12, 14) 양자는 워크피스(20)의 재료를 침식시키는 기능을 한다. 그러나 제 1 ECM 스테이션(12)은 워크피스(20)의 제 1 영역에서 재료를 침식시키는 한편, 제 2 ECM 스테이션(14)(및 임의 순서의 ECM 스테이션)은 워크피스(20)의 다른 영역에서 재료를 침식시킨다. 워크피스(20)에 대한 제 1 및 제 2 구역의 위치는 워크피스(20)의 개략적인 치수, 워크피스(20)의 소정의 최종 치수, 워크피스(20)로부터 제거된 스택의 양 등을 포함한 다수의 인자에 따른다. 제 1 및 제 2 구역이 워크피스(20)에 대해 상이한 위치에 있을 수 있다. 선택적으로, 제 1 및 제 2 구역은 동일지점일 수 있거나 또는 워크피스(20)에 대해 겹쳐진 위치일 수 있다.
- <19> 도 2A를 살펴보면, 제 1 ECM 스테이션(12)은 제 1 고정 전극(22)을 포함하며, 상기 제 1 고정 전극은 전해액(24)에 침지되거나 효과적으로 침지될 수 있도록 전극의 유동과 동일 높이에 있다. 제 1 고정 전극(22)의 위치가 고정되며, 이것은 ECM 작업 동안에 항상 이동되지 않는다는 것을 의미한다. 제 1 ECM 스테이션(12)은 제 1 부품 홀더(26)를 더 포함한다. 제 1 부품 홀더(26)는 ECM 작업 동안에 워크피스(20)를 계속 고정시킨다.
- <20> 워크피스 조정 시스템(16)은 워크피스(20)를 제 1 ECM 스테이션(12)으로 이동시키고 워크피스(20)를 제 1 부품 홀더(26)에 배치시킨다. 워크피스의 제 1 구역은 전해액(24)에 침지(또는 동일 높이로) 된다. 이것은 제 1 고정 전극(22)과 워크피스(20) 사이에 전해액(28)의 제 1 갭을 형성되게 한다. 상기 갭은 대략 50-400 마이크로론으로 유지된다.
- <21> 파워 서플라이(30)는 제 1 고정 전극(22) 및 워크피스(20)와 작동될 수 있도록 연결된다. 설명된 실시예에 있어서 파워 서플라이(30)가 제 1 부품 홀더(26)에 전기 접속되며, 이어서 상기 홀더가 워크피스(20)와 전기 접속된다. 파워 서플라이(30)는 제 1 고정 전극(22), 전해액(28)의 제 1 갭, 및 워크피스(20)를 통해 전류를 생성시킨다. 도 2B에 도시된 바와 같이, 전류를 가하면 워크피스(20)의 제 1 구역에서의 재료가 워크피스(20)로부터 떨어져 침식된다. 전해액(24)은, 전해액(28)의 제 1 갭을 통해 유동하여 침식된 재료를 멀리 흘려보낸다.
- <22> 제 1 ECM 스테이션(12)은 측정 장치(34)와 작동될 수 있도록 연결된 제 1 초음파 센서(32)를 더 포함한다. 제

1 초음파 센서(32)와 측정 장치(34)는 전해액(28)의 제 1 갭의 폭을 측정한다. 제 1 고정 전극(22) 내에 제 1 초음파 센서(32)가 매설되는 것이 바람직하다. 그러나, 당업자라면, 전해액(28)의 제 1 갭의 폭을 적합하게 측정하기 위하여 제 1 초음파 센서(32)가 여러 위치에 위치될 수 있음을 알 수 있을 것이다.

- <23> 측정 장치(34)는 제 1 초음파 센서(32)에 의해 발신된 초음파를 발생시킨다. 초음파는 제 1 고정 전극(22)과 전해액(28)의 제 1 갭을 통하여 워크피스(20)로 전달된다. 상기 초음파가 워크피스(20)에서 반사되어 제 1 초음파 센서(32)에 의해 수신되고 측정 장치(34)로 다시 보내진다. 이때 측정 장치(34)는 초음파의 송출과 수신 사이의 시간 지연에 기초하여 전해액(28)의 제 1 갭의 폭을 계산한다.
- <24> 이러한 전해액(28)의 제 1 갭의 측정은 ECM 작업 동안에 연속으로 행해진다. 전류가 가해지고 재료가 워크피스로부터 침식됨에 따라, 제 1 갭(28)의 폭은 증가한다. 측정 장치(34)는 제어기(18)와 작동될 수 있도록 연결된다. 제 1 갭(28)의 측정값이 실시간으로 제어기(18)에 보내진다.
- <25> 워크피스 조정 시스템(16)과 측정 장치(34) 외에도, 제어기(18)도 파워 서플라이(30)와 작동될 수 있도록 연결된다. 제어기(18)는 파워 서플라이(30)에 명령어를 송출한다. 이들 명령어는 파워 서플라이(30)를 터언 온시키거나 터언 오프시키는데 사용되고 상기 파워 서플라이(30)에 의해 발생된 전류의 특성을 조정한다. 이들 특성에는 전압, 암페어, 펄스 폭 등이 포함된다. 바람직하게, 파워 서플라이(30)는 제어기(18)로 상기 파워 서플라이의 작동을 피드백 복귀시킨다.
- <26> 제 1 실시예에 있어서, 제어기(18)는 측정 장치(34)에 의해 제공된 제 1 갭(28)의 전류 측정을 분석한다. 전해액의 제 1 갭(28)이 제 1 소정의 폭에 도달할 때, 제어기(18)는 파워 서플라이(30)에 의해 발생된 전류의 흐름을 차단한다. 전류의 흐름은 스위치, 릴레이, 또는 다른 적당한 장치(도시 생략)를 사용하여 차단된다. 제어기(18)는 이때 워크피스 조정 시스템(16)에 명령을 내려서 제 1 ECM 스테이션(12)으로부터 워크피스(20)를 꺼내어 워크피스(20)를 제 2 ECM 스테이션(12)으로 이동시킨다.
- <27> 제 2 실시예에 있어서, 제어기는 또한 측정 장치(34)에 의해 제공된 제 1 갭(28)의 전류 측정을 분석한다. 전해액의 제 1 갭(28)이 제 1 소정의 폭에 도달할 때, 워크피스 조정 시스템(16)은 제 1 ECM 스테이션(12)에서 워크피스(20)를 꺼내도록 명령을 받는다. 전류가 차단되진 않았으나, 워크피스 조정 시스템(16)에 의해 워크피스(20)가 꺼내짐에 따라 전류가 차단된다. 전류의 흐름을 차단하는데 스위치나 릴레이가 필요한 것은 아니다. 제어기(18)는 워크피스 조정 시스템(16)에 명령하여 워크피스(20)를 제 2 ECM 스테이션(14)으로 이동시킨다.
- <28> 상기 기재한 바와 같이, 제 2 ECM 시스템(14)은 제 1 ECM 스테이션(12)과 유사한 방식으로 작동한다. 도 3A를 살펴보면, 제 2 ECM 스테이션(14)은 제 2 고정 전극(36)과 전해액(24)을 포함한다. 제 2 ECM 스테이션(14)은 제 1 ECM 스테이션(14)에서의 전해액(24)을 공유할 수 있거나, 별도의 전해액(24) 공급부를 구비할 수 있다. 바람직하게, 제 2 ECM 스테이션(14)은 또한 ECM 작업 동안에 워크피스(20)를 고정시키기 위한 제 2 부품 홀더(38)를 포함한다. 워크피스 조정 시스템(16)이 워크피스를 제 2 부품 홀더(38)에 배치시킨 이후에, 전해액의 제 2 갭(40)이 워크피스(20)와 제 2 고정 전극(36) 사이에서 형성된다. 바람직하게 제 2 고정 전극(36) 내에 매설된 제 2 초음파 센서(42)는 측정 장치(34)와 작동될 수 있도록 연결되어 전해액의 제 2 갭(40)의 폭을 측정한다. 도 3B에 도시된 바와 같이, 전류가 가해지고 재료가 워크피스(20)의 제 2 구역으로부터 침식된다. 별개의 파워 서플라이 또는 제 1 ECM 스테이션(12)에 사용된 파워 서플라이(30)가 전류를 공급할 수 있다.
- <29> 물론, 상기 기재한 바와 같이 추가 ECM 스테이션이 ECM 스테이션(10)에 추가될 수 있다. 더욱이, 추가 고정 전극도 임의의 ECM 스테이션에 추가될 수 있다. ECM 스테이션의 개수와 ECM 스테이션당 고정 전극의 개수가 타입, 사이즈 및 워크피스(20)의 가공 조건의 복잡도에 따라 변할 수 있다.
- <30> ECM 시스템(10)은 또한 적어도 하나의 전해액 전달 시스템(44)을 포함한다. 전해액 전달 시스템(44)은 전해액(24)을 제 1 및 제 2 ECM 스테이션(12, 14)에 공급한다. 전해액 전달 시스템(44)은 전해액의 유동과 임의의 압력을 ECM 스테이션(12, 14)에서 유지시키기 위하여 펌프, 호스, 및 다른 관련 장치들을 포함한다. 전해액 전달 시스템(44)은 또한 적어도 하나의 전해액 필터링 장치(46)를 포함한다. 전해액 필터링 장치(46)는 워크피스(20)로부터 침식된 재료와 전해액(24)로부터의 다른 부스러기를 필터링하는 동안에 전해액(24)의 온도, 염의 농도, 청정도(cleanliness), 및 pH 레벨을 유지시킨다.
- <31> 바람직하게, 제어기(18)는 워크피스 조정 시스템(16)과 작동될 수 있도록 연결된다. 이것은 제어기가 워크피스(20)의 이동과 가공을 조정할 수 있게 하여 ECM 시스템을 통하는 복수의 워크피스(20)의 생산량을 최대화시킨다. 따라서, ECM 시스템(10)은 워크피스(20)의 제 1 구역에서 재료를 침식하는데 필요한 제 1 시간과 워크피스(20)의 제 2 구역으로부터 재료를 침식하는데 필요한 제 2 시간을 동일하게 한다.

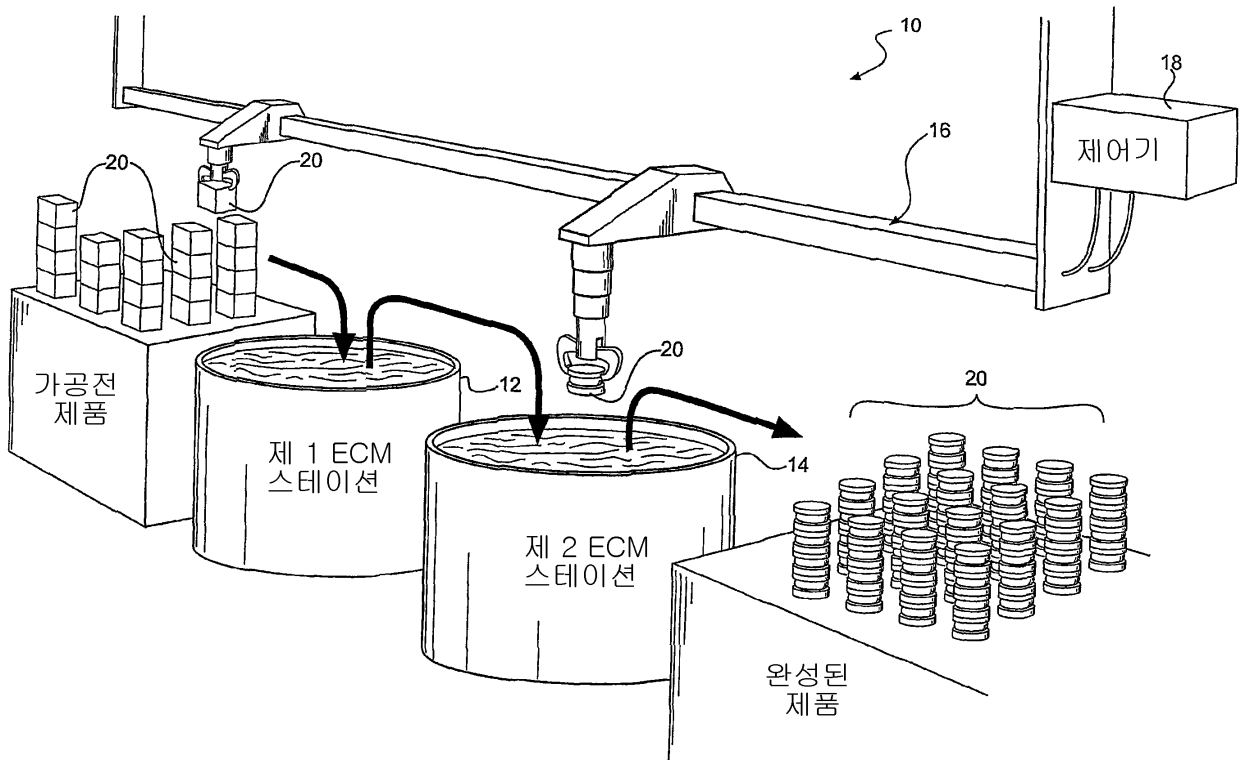
<32> 본원 발명에 대한 여러 변경과 수정이 상기 설명된 범주내에서 가능하다는 것은 명확하다. 따라서, 첨부된 청구범위의 범주내에서 본 발명이 실행되거나 그렇지 않으면 상기 설명된 바와 같이 실행될 수 있음을 알 수 있다. 본원 발명은 청구범위에 의해 한정된다.

도면의 간단한 설명

- <11> 도 1은 전해가공(ECM) 시스템의 사시도이다.
- <12> 도 2A는 워크피스 가공 전, 제 1 ECM 스테이션의 단면도이다.
- <13> 도 2B는 워크피스 가공 후, 제 1 ECM 스테이션의 단면도이다.
- <14> 도 3A는 워크피스 가공 전, 제 2 ECM 스테이션의 단면도이다.
- <15> 도 3B는 워크피스 가공 후, 제 2 ECM 스테이션의 단면도이다.

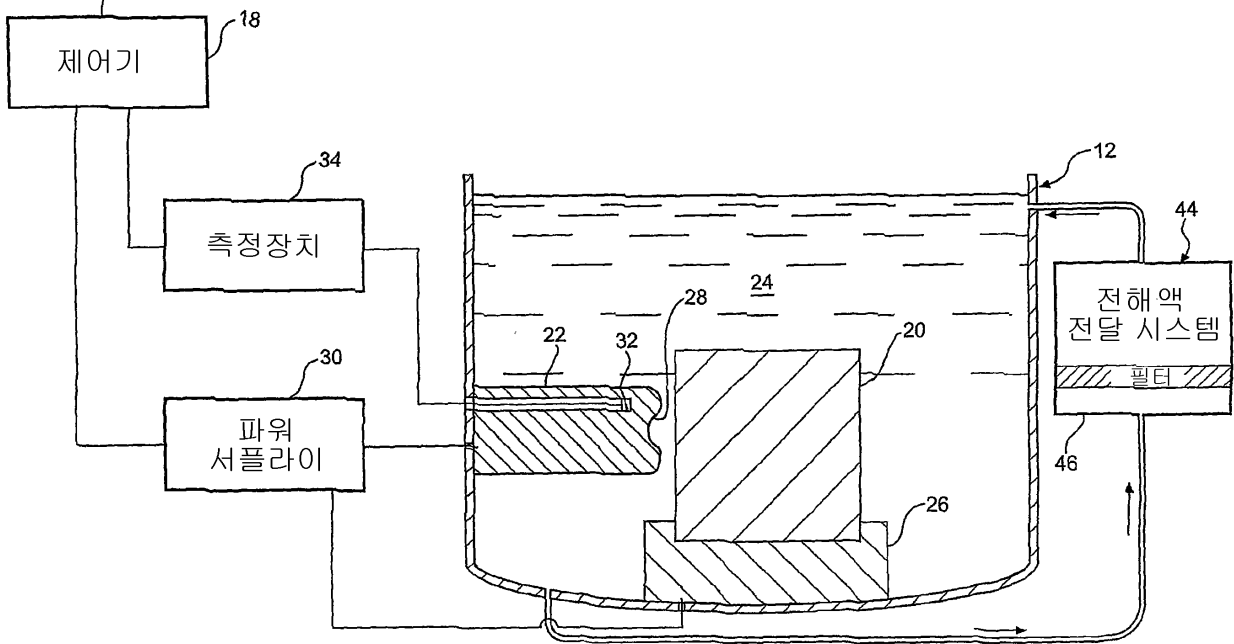
도면

도면1



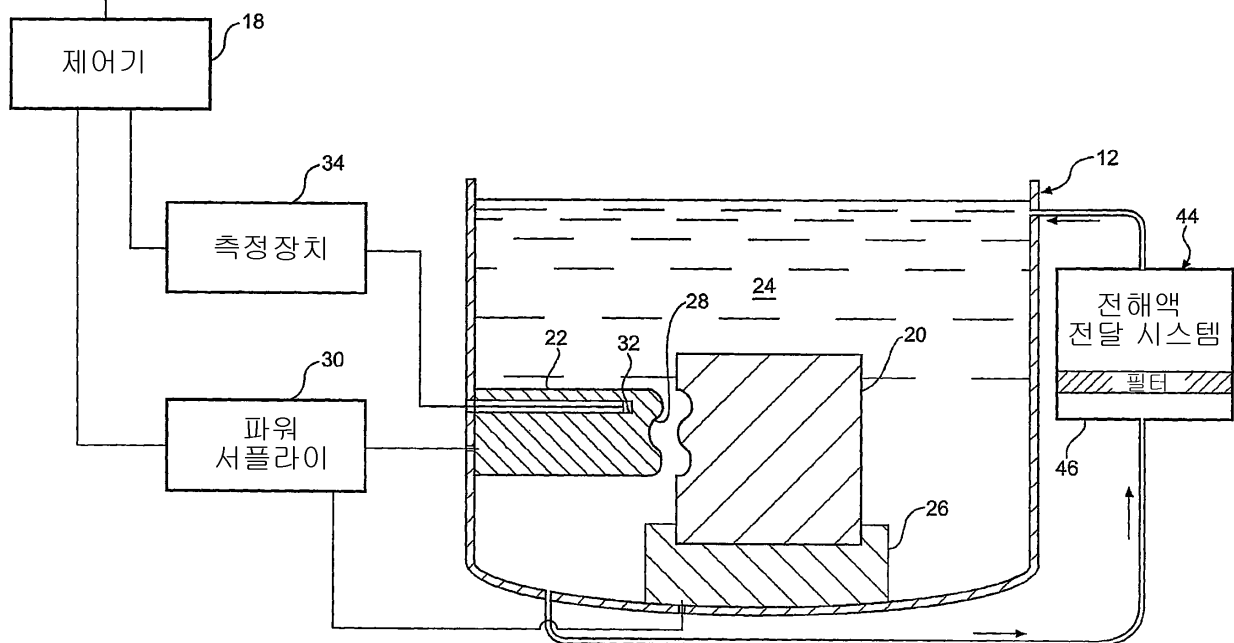
도면2A

워크피스 조정 시스템



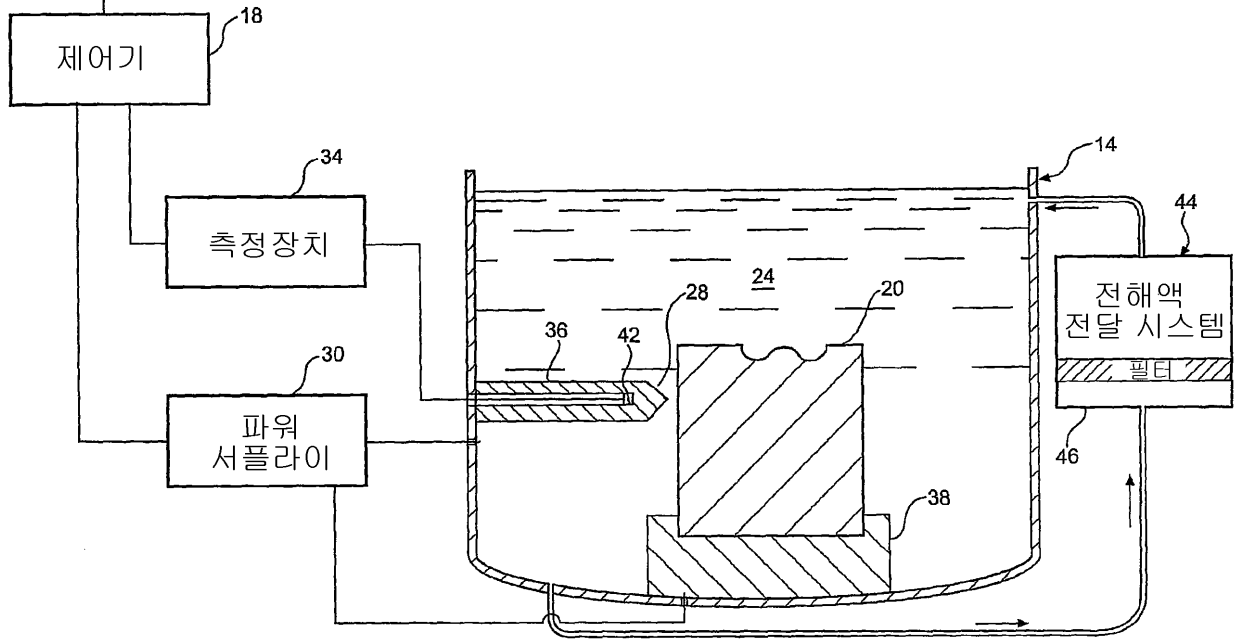
도면2B

워크피스 조정 시스템



도면3A

워크피스 조정 시스템



도면3B

워크피스 조정 시스템

