



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년11월04일
(11) 등록번호 10-0866821
(24) 등록일자 2008년10월29일

(51) Int. Cl.

C25D 17/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2003-7017223

(22) 출원일자 2003년12월30일

심사청구일자 2007년03월20일

번역문제출일자 2003년12월30일

(65) 공개번호 10-2004-0028802

(43) 공개일자 2004년04월03일

(86) 국제출원번호 PCT/EP2002/009343

국제출원일자 2002년08월21일

(87) 국제공개번호 WO 2003/018878

국제공개일자 2003년03월06일

(30) 우선권주장

10141056.5 2001년08월22일 독일(DE)

(56) 선행기술조사문헌

EP00959153 A2

WO2000003426 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

아트테크 도이칠란드 게엠베하

독일 데-10553 베를린 에라스무스 슈트라스세 20

(72) 발명자

휘벨에곤

독일90537포이히트알트도르퍼슈트라스세35

(74) 대리인

특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 15 항

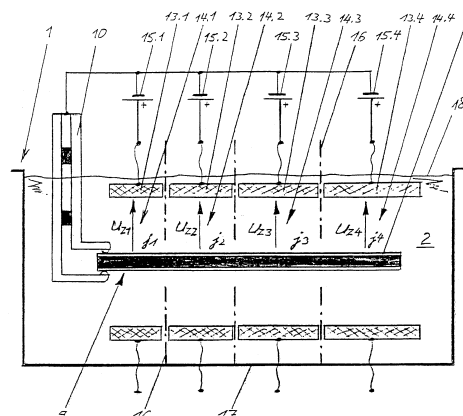
심사관 : 이성렬

(54) 전해 처리 시스템을 위한 분할된 상대전극

(57) 요약

전기적 비전도성 재료로 만들어지고 매우 얇은 기반 금속피막(6, 8)을 갖는 작업물(9)의 전해 처리를 균일하게 하기 위해, 본 발명에 따른 방식의 장치가 사용되는데, 이 장치는 처리액을 작업물(9)과 접촉시키는 수단과, 접촉 부위에서 작업물(9)의 전기적 접촉을 위한 수단(10) 및 작업물(9)과 마주보며 배치되는 상대전극(5.x)을 포함하고, 상대전극(5.x)이 둘 이상의 전극구획(13.x)으로 각각 분할되고, 접촉부에서 가까운 하나 이상의 전극구획(13.1)과 접촉부에서 먼 하나 이상의 전극구획(13.4) 그리고 이들 사이에 배열된 다른 전극구획(13.2, 13.3)이 제공되고, 각각의 전극구획(13.x)은 개별 전류원(15.x)에 의해 전류를 공급받는다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

처리액을 작업물과 접촉시키는 수단과, 접촉 부위에서 작업물의 전기적 접촉을 위한 수단 및 작업물과 마주보며 배치되는 상대전극을 포함하는 작업물의 전해 처리를 위한 장치로서, 상대전극(5.x)이 둘 이상의 전극구획(13.x)으로 각각 분할되고, 접촉부에 가까운 하나 이상의 전극구획(13.1)과 접촉부에서 먼 하나 이상의 전극구획(13.4) 그리고 이들 사이에 배열된 다른 전극구획(13.2, 13.3)이 제공되고, 각각의 전극구획(13.x)은 개별 전류원(15.x)에 의해 전류를 공급받으며,

전극구획(13.x)의 윤곽을 나타내는 분리선이 상기 장치를 통해 작업물(9)의 운송방향과 평행하게 배열되며, 인접한 상대전극(5.x)의 전극구획(13.x) 사이의 분리선에 대해 오프셋되거나,

전극구획(13.x)의 윤곽을 나타내는 분리선이 작업물(9)의 운송방향에 대해 0 보다 큰 각도(α)로 배열된 것을 특징으로 하는 전해 처리장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 전류원(15.x)을 조절하는 제어 장치가 제공된 것을 특징으로 하는 전해 처리장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상대전극(5.x)의 인접한 전극구획(13.x) 사이의 전압이 동일한 크기가 되도록 상기 전극구획(13.x)의 크기가 선택된 것을 특징으로 하는 전해 처리장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 전극구획(13.x)의 크기가 접촉부에 가까운 하나 이상의 전극구획(13.1)에서부터 접촉부에서 먼 하나 이상의 전극구획(13.4)으로 가면서 증가하는 것을 특징으로 하는 전해 처리장치.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서, 상대전극(5.x)의 전극구획(13.x)이 전기 절연 설계 요소(16)에 의해 서로 분리된 것을 특징으로 하는 전해 처리장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 전기 절연 설계 요소(16)가 작업물(9) 가까이에 이르는 벽인 것을 특징으로 하는 전해 처리장치.

청구항 7

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서, 운송방향으로 상기 장치를 통해 작업물(9)을 운송하기 위한 수단이 제공되고, 상기 상대전극(5.x)이 작업물(9)의 운송방향을 가로지르는 방향으로 전극구획(13.x)으로 분할된 것을 특징으로 하는 전해 처리장치.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서, 상대전극(5.x)의 전극구획(13.x) 사이의 분리선이 인접한 상대

전극(5.x)의 전극구획(13.x) 사이의 분리선과 만나는 것을 특징으로 하는 전해 처리장치.

청구항 12

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서, 접촉부에 가까운 전극구획(13.1) 사이의 분리선이 접촉부에서 먼 전극구획(13.4) 사이의 분리선보다 작업물(9)의 운송방향에 대해 더 작은 각도 α 로 배열된 것을 특징으로 하는 전해 처리장치.

청구항 13

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서, 복수의 상대전극(5.x)이 작업물(9)의 운송방향으로 배열된 것을 특징으로 하는 전해 처리장치.

청구항 14

제 13 항에 있어서, 각 상대전극(5.x)의 전극구획(13.x)의 수가 작업물(9)의 운송방향으로 감소하는 것을 특징으로 하는 전해 처리장치.

청구항 15

작업물이 처리액과 접촉되고, 서로 마주보는 작업물과 상대전극 사이에서 전류가 발생하는 작업물의 전해 처리 방법으로서, 상대전극(5.x)이 둘 이상의 전극구획(13.x)으로 각각 분할되고,

전극구획(13.x)의 윤곽을 나타내는 분리선이 상기 장치를 통해 작업물(9)의 운송방향과 평행하게 배열되며, 인접한 상대전극(5.x)의 전극구획(13.x) 사이의 분리선에 대해 오프셋되거나,

전극구획(13.x)의 윤곽을 나타내는 분리선이 작업물(9)의 운송방향에 대해 0 보다 큰 각도(α)로 배열되며,

각각의 전극구획(13.x)에 개별 전류원(15.x)으로부터 전류가 공급되어, 전해 처리 정도가 작업물(9)의 모든 표면에서 동일한 것을 특징으로 하는 전해 처리방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서, 각각의 전류원(15.x)으로부터의 전류 크기가 제어 수단에 의해 조절되는 것을 특징으로 하는 전해 처리방법.

청구항 17

제 15 항 또는 제 16 항에 있어서, 상대전극(5.x)의 인접한 전극구획(13.x) 사이의 모든 전압강하가 동일한 크기가 되도록 전극구획(13.x)의 크기가 정해진 것을 특징으로 하는 전해 처리방법.

청구항 18

제 15 항 또는 제 16 항에 있어서, 상기 작업물(9)이 운송방향으로 적합한 운송 수단에 의해 처리장치를 통해 운송되면서 전해 처리되고, 운송방향을 가로지르는 방향으로 상대전극(5.x)이 상기 장치 내에 배열된 것을 특징으로 하는 전해 처리방법.

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 작업물, 특히 전기 회로기판과 다른 회로 캐리어의 전해 처리를 위한 장치와 방법에 관한 것이다.

배경기술

<2> 회로기판 기술과 스마트 카드 기술에서 구조의 크기가 더욱 작아지기 때문에 매우 얇은 기반층이 요구되며, 이 기반층은 처리될 필요가 있다. 종래에, 이 기반층은 비전도성 플라스틱 지지판에 매우 얇은 전해 구리 막(15 내지 35 μm 두께의 구리 코팅)을 접합하여 만들었다. 오늘날, 미세선 회로기판에서 이 기반층은 보통 무전해 금속 증착에 의해 만들어진다. 예를 들면, 이 기반층에 개구와 50 μm 의 선과 공간을 갖는 미세 전도체 패턴이 전해적으로 형성된다. 회로기판의 제조를 위해, 전기도금된 전도체 트랙 사이의 강화된 기반층

이 화학적 에칭에 의해 제거되어야 한다. 에칭 과정시 전도체 트랙이 파괴되지 않도록 하기 위해, 기반층은 얇아야 한다. 미세선 기술에서 2 내지 5 μm 두께의 기반층이 사용된다. 예를 들면, SBU (sequential build-up) 기술에서, 무전해 공정에 의해 만들어지고 0.3 내지 1.0 μm 의 두께를 갖는 구리 기반층이 요구된다.

- <3> 회로기판의 기반 재료에 얇은 금속층, 특히 구리층을 형성하기 위해, 일반적인 회로기판 처리 시스템이 사용될 수 있다. 예를 들면, 그러한 시스템이 참고문헌으로 여기에서 인용된 DE 36 45 319 C2 그리고 DE 41 32 418 C1 에 기재되어 있다. 두 문헌에서 개시된 시스템을 통해 회로기판 재료가 수평의 운송방향으로 공급된다. 상기 재료는 두 경우에서 수평 운송면에서 안내된다. 처리될 제품과 전기적 접촉을 위해 옆에 배열된 클램프를 갖는 회로기판을 위한 컨베이어식 시스템(conveyorized system)이 DE 36 45 319 C2 에 기재되어 있다. 회로기판이 옆으로 접촉되게 하는 접촉 휠을 갖는 컨베이어식 시스템이 DE 41 32 418 C1 에 개시되어 있다.
- <4> 비교적 큰 10 A/dm² 의 전류밀도가 금속피막 형성(metallizing)에 이용된다면, 매우 얇은 (예를 들면, 5 μm 두께) 기반금속 코팅을 갖는 회로기판 재료에 전해 금속피막 형성이 다른 조치 없이는 더 이상 불가능하다는 것이 밝혀졌다. 이 경우에 있어, 전기적 접촉부에서 비교적 멀리 떨어진 (예를 들면 50 cm) 어떤 영역에는 금속이 덜 증착되거나 심지어는 전혀 증착되지 않는다. 상기 접촉부를 통해 예를 들면 DE 36 45 319 C2 에 따른 클램프에 의해서 또는 DE 41 32 418 C1 에 따른 접촉 롤러에 의해 기반층의 금속피막 형성(base metallizing)을 위해 전류가 공급된다.
- <5> 전술한 문제는 예를 들면 전류밀도를 감소함으로써 완화될 수 있다. 그러나, 이로 인해 불리한 것은 전기도금 시스템의 유효성이 감소되고 그러므로 경제적 실행 가능성도 또한 감소된다는 것이다. 미리 결정된 층두께의 금속층을 형성시키기 위해서, 이 조건들 하에서, 필요한 금속피막 형성 시간 동안 회로기판 재료가 잔존할 수 있는 충분히 긴 처리 시스템을 제공하는 것이 필요하다. 이 상황에서 투자와 재료를 위해 요구되는 비용과 관리, 수리 그리고 유지를 위해 필요한 인력으로 인해 그러한 시스템의 작동이 비경제적이다.
- <6> 낮은 음극 전류밀도를 이용할 때, 금속피막 형성되는 구리의 얇은 기반층이 일반적으로 전해 금속피막 형성을 위해 사용된 황산-구리 욕에 부분적으로 또는 완전히 용해되어 전기적으로 비전도성 기반 재료만이 남게된다는 문제가 있는 것으로 밝혀졌다.
- <7> 전술한 문제를 예방하는 다른 방법은 회로기판을 위한 다른 전기적 접촉 방법을 찾는 것이다.
- <8> 한 예로, 회로기판을 위한 다른 컨베이어식 시스템이 여기서 참고문헌으로 인용된 EP 0 959 153 A2 에 기재되어 있다. 이 경우에, 접촉 롤러가 이용되고, 이 접촉 롤러는 회로기판의 전체 폭에 걸쳐 운송방향을 가로지르며 뻗어있다. 이 장치에서 증착될 수 있는 금속층의 층두께는 전술한 장치의 경우보다 약간 더 균일하다. 그러나, 음극 측에 연결되어 있는 접촉 롤러의 금속피막 형성 방지하기 위해 비용이 많이 드는 조치가 요구된다.
- <9> 이 유형의 다른 접촉 컨베이어식 시스템이 여기서 참고문헌으로 인용된 DE 196 33 797 A1 에 기재되어 있다. 이 시스템은 전체 작업 폭에 걸쳐 접촉 및 운송 롤러를 갖고 있다.
- <10> 그러나, 이러한 전기적 접촉 방법의 경우의 큰 단점은, 금속 접촉 롤러에 의해 직류가 회로기판의 이용가능한 영역으로 흐르고, 음극의 분극으로 인해 금속 접촉 롤러의 표면에 구리 입자가 쌓일 수 있다는 것이다. 이는 예민한 표면의 손상을 초래하므로 적합하지 않다.

발명의 상세한 설명

- <11> 그러므로, 본 발명의 목적은 특히 경제적인 작업이 가능한 장치와 방법을 찾는 것이다.
- <12> 본 발명의 다른 목적은 종래의 얇은 기반 금속피막 형성에 악영향을 주는 일 없이 넓은 포맷(format) 작업물 특히 전기 회로기판과 다른 회로 캐리어에 금속층을 형성하는 것이다.
- <13> 본 발명의 또 다른 목적은 넓은 포맷 작업물에 걸쳐 균일하게 될 필요가 또한 있는 다른 전해 처리 예를 들면 전해 에칭 공정에 적합한 장치와 방법을 찾는 것이다.
- <14> 작업물이 아래에서 패널형상(panel-shaped)이라고 되어 있는데, 이 작업물은 특히 구멍 그리고/또는 작업물의 길이와 폭에 비해 비교적 작은 두께를 갖는 패널이다. 그러한 패널형상 작업물은 특히 전기 회로기판 또는 다른 회로 캐리어가 될 수 있다.
- <15> 전기 회로기판은 복수의 유전체와 금속층으로 구성된 패널모양의 증착물을 포함하고 구멍 (뚫린 구멍, 문힌 구

명 그리고 막힌 구멍)을 포함할 수 있는 재료를 의미한다. 다른 회로 캐리어는 그에 부착 및 전기적으로 연결되어 있는 전기 부품의 전기적 접속을 위해 사용되는 비패널형 대상물을 포함한다. 예를 들면, 이러한 회로 캐리어는 전도체 구조를 갖는 3차원 구조가 될 수 있다. 더욱이, 이 회로 캐리어는 하이브리드 시스템을 포함하는 칩 캐리어를 또한 포함할 수 있다. 근본적으로, 작업물은 단지 전기 회로 캐리어 부분만이 아니라, 다른 목적을 위해 기능하는 제품도 될 수 있는 것이다.

<16> 이하에서 작업물이 상대전극과 마주보게 배열된다고 기재되어 있는데, 이것은 상대전극과 작업물이 서로 평행하게 일정한 거리를 두고 배열되는 것을 의미하며, 관계된 상대전극과 작업물은 패널형상이다. 상대전극과 작업물이 복잡한 3차원 형태를 갖는 다른 경우에 있어서, 배열은 상대전극과 작업물이 서로 미리 결정된 간격으로 배열되고, 이로 인해 상대전극과 작업물의 특정 표면은 서로 마주보고 있고 서로 평균적인 분리간격을 갖는다.

<17> 이하에서 접촉부에 가까운(contact-near) 전극구획이라고 하는 것은 전기적 접촉 부위 주위의 작업물의 하나 이상의 영역과 마주보게 배열되어 있는 전극구획을 의미한다.

<18> 이하에서 접촉부에서 먼(contact-remote) 전극구획이라고 하는 것은 접촉 부위로부터 멀리 떨어진 작업물의 하나 이상의 영역과 마주보게 배열되어 있는 전극구획을 의미한다.

<19> 이하에서 처리액을 작업물과 접촉시키는 수단, 상대전극, 접촉 부위, 작업물을 장치에 통과시켜 이송시키는 수단 또는 전극구획이라고 하는 것은 처리액을 작업물과 접촉시키는 하나 이상의 수단, 하나 이상의 상대전극, 작업물 상의 하나 이상의 접촉 부위, 작업물을 장치에 통과시켜 이송시키는 하나 이상의 수단, 또는 하나 이상의 전극구획을 의미한다.

<20> 본 발명에 따른 장치 및 방법은 작업물, 특히 전기 회로기관 및 다른 회로 캐리어의 전해 처리에 유용하다. 회로 캐리어의 전해 처리는 회로 캐리어가 전해적으로 금속피막 형성되거나 전해적으로 에칭되는 것 또는 다른 방식으로 회로 캐리어에 전해 처리가 수행되는 것으로 구성될 수 있다. 본 발명은 컨베이어식 시스템에서 특히 전기 회로기관 그리고 다른 회로 캐리어의 생산과 관계된 것으로 회로 캐리어는 수평 운송방향으로 운송되고, 공정 중에 처리액과 접촉하며 전해 처리된다. 본 발명은 처음에 외부 표면에 매우 얇은 기반 금속피막 형성이 이루어지는 전기적 비전도성 재료로부터 시작하여 전기 회로기관과 다른 회로 캐리어를 제조하는데 바람직하게 이용될 수 있다. 매우 얇은 기반 금속피막 형성은 전해 금속 증착에 의하여 본 발명에 따른 방식으로 향상된다.

<21> 본 발명에 따른 장치는 처리액을 작업물과 접촉시키는 수단과, 접촉 부위에서 작업물의 전기적 접촉을 위한 수단 및 작업물과 마주보며 배치되는 상대전극을 포함한다. 그러므로, 이러한 방식으로 작업물과 상대전극 사이에 전류가 흐를 수 있다. 상대전극은 본 발명에 따른 방식으로 둘 이상의 구획으로 각각 분할되는데, 접촉부에 가까운 하나 이상의 전극구획과 접촉부에서 먼 하나 이상의 전극구획 그리고 이들 사이에 배열된 다른 전극구획이 제공된다. 각각의 전극구획은 개별 전류원에 의해 전류를 공급받는다. 각 상대전극의 둘 이상의 전극구획으로의 분할과 개별 전류원으로부터 각 전극구획으로의 전류의 공급은 전해 처리가 작업물의 모든 표면 영역에서 동일하거나 거의 동일한 정도가 되도록 이루어진다.

<22> 상대전극이 전극구획으로 분할되고 모든 전극구획이 개별 전류원으로부터 전류를 공급받기 (모든 다른 전극구획과 독립적으로) 때문에, 균일한 전해 처리, 특히 작업물의 전기적 비전도성 기반 재료에 매우 얇은 기반 금속피막 형성시에 균일한 전해 금속 증착을 얻을 수 있다.

<23> 위에서 기재된 문제들의 해결 이유는 다음에서 알 수 있는데, 전기 회로기관의 금속피막 형성을 예를 들어 설명한다.

<24> 예를 들면, 구리로 만든 매우 얇은 기반 금속피막 형성을 이용할 경우, 비교적 큰 전류가 전해 처리에 선택될 때 기반 금속피막 형성시에 큰 전위 강하가 발생하는 문제가 있다. 회로기관 기술에서 요즘 사용되는 더 작은 구조와 스마트 카드 기술에서 극히 얇은 구리층이 기반 금속피막으로서 이용된다. 이 구리층은 비례적으로 큰 전기저항을 갖는다. 이 저항은 전해 구리를 포함하는 종래 보통의 17.5 μm 두께의 기반층의 저항보다 최대 100 배까지 이르는데, 이는 몇몇 경우 기반 금속피막 형성이 무전해 구리화에 의해 이루어지고 무전해 증착 구리층의 저항이 전해 증착된 구리의 저항보다 높은 것에 일부 기인한다.

<25> 회로기관의 생산을 위해 매우 얇은 구리층을 이용할 때조차, 전류가 전해조 내에 분포되어 기반 금속피막 형성을 통해 전기적 접촉 수단으로 흐르게 되며, 이 접촉 수단을 통해 회로기관이 욕 전류원에 전기적으로

연결된다.

<26> 전기도금 시스템의 전기적 접촉 수단이 통상적 방식으로 회로기관의 한 가장자리에 연결되면, 총 전류는 전류가 공급되는 얇은 기반 금속피막 형성을 통해 특히 앞쪽에서 시작하여 그리고 줄곧 반대쪽 단부를 통해 흘러야 한다. 예를 들면, 전해 처리 초기에, 양극이 전해 금속피막 형성을 위한 컨베이어식 시스템의 유입 영역 바로 뒤의 회로기관 재료의 반대편에 놓인다면, 여전히 얇은 기반 금속피막 형성시에 큰 전압강하가 이 전류에 의해 야기되고, 그 결과 국부적으로 효과적인 전해조 전압이 상이한 크기만큼 감소된다. 전해 금속피막 형성의 경우, 기반층은 처리 시간이 증가함에 따라 더 두꺼워지므로 전도성 또한 더 좋아진다. 전해 예칭의 경우, 전기적 전도성은 상응하는 방식으로 감소한다. 사실, 두 경우에 있어 회로기관의 표면은 공지된 방법을 거치면 전해적으로 불균일하게 처리된다. 일반적으로, 전해 금속피막 형성을 위한 복수의 양극을 갖는 컨베이어식 시스템에서, 상대적 범위로 1:100 까지 매우 상이한 두께의 기반층을 갖는 회로기관을 처리하는 것이 가능함이 확실하다. 결과적으로 제품에 따라 효과적인 전해 처리가 매우 상이하다.

<27> 컨베이어식 시스템에서, 전류는 일반적으로 한 측면에서 회로기관으로 공급되기 때문에, 전해조전압과 전류밀도가 국부적으로 변화하게 된다. 이것은 회로기관에서 국부적으로 상이한 층두께로 이어진다. 접촉 영역에서, 층은 두껍다. 그러나, 접촉 영역에서부터의 거리가 멀어질수록 두께는 연속적으로 감소한다. 회로기관에서 발생하는 층두께의 차는 기반층의 두께, 즉 기반층의 전기저항 R_s , 전해액의 전기저항 R_E , 운송방향을 가로지르는 방향으로의 회로기관의 폭(저항 R_s 에 영향을 줌), 그리고 저항 R_E 에 영향을 미치는 양극/음극 분리에 의존한다.

<28> 전술한 조건하에서 수평 전기도금 시스템의 조건을 더 정확히 설명하기 위해, 도 1 을 참조하도록 한다. 도 1 은 기술 분야의 수준에 따른 수평방향 컨베이어식 시스템의 개략적 단면도이다. 도 2 는 도 1 의 시스템의 조건들에 상응하는 등가 회로도이다. 도면의 참조번호와 다른 부호를 아래에서 그리고 참조번호 목록에서 설명하였다.

<29> 80 mm 의 일반적인 양극/음극 분리의 경우, 정류기(12)의 출력 전압 U_{GR} 은 실제로 약 4 V 이다. 15 mm 의 양극/음극 분리의 경우, 요구되는 전압은 약 2 V 로 감소된다. 작업물에서 경제적으로 실행 가능한 약 10 A/dm² 의 전류밀도가 이용된다면, 0.5 μ m 의 시작 층두께를 갖는 기반층에서의 전압강하는 접촉 영역 근처에서 약 $U_{S1} = 1$ V 이고, U_{S1} 에서 U_{S5} 로의 전압강하 U_{SX} 는 연속적으로 떨어진다 (접촉부에서 먼 영역에서 $U_{S5} = 0.2$ V).

<30> 실험에서 얻은 이 자료를 다음 공식에 이용하면,

<31>
$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 \quad (1)$$

<32>
$$U_{Z1} = U_{GR} \quad (2)$$

<33>
$$U_{Z2} = U_{GR} - U_{S1} \quad (3)$$

<34>
$$U_{Z3} = U_{GR} - (U_{S1} + U_{S2}) \quad (4)$$

<35>
$$U_{Z4} = U_{GR} - (U_{S1} + U_{S2} + U_{S3}) \quad (5)$$

<36>
$$U_{Z5} = U_{GR} - (U_{S1} + U_{S2} + U_{S3} + U_{S4}) \quad (6)$$

<37>
$$U_{Z6} = U_{GR} - (U_{S1} + U_{S2} + U_{S3} + U_{S4} + U_{S5}) \quad (7)$$

<38> 매우 상이한 전해조전압 U_{ZX} 를 얻는다. 정류기(전류원)로부터 전해조로의 전기 전도체에서 약간의 전압강하를 무시하면, 전해조전압 U_{Z1} 은 U_{GR} 과 같다.

<39> U_{Z2} 는 전압강하 U_{S1} 의 값만큼 작아진다.

<40>
$$U_{Z2} = U_{GR} - U_{S1} = 4 \text{ V} - 1 \text{ V} = 3 \text{ V}$$

<41> 위의 결과로부터, 회로기관의 접촉부에 가까운 영역에서 두 전해조전압 U_{Z1} 과 U_{Z2} 의 차는 1 V, 즉 $U_{Z1} = 4$ V

의 25 % 가 된다. 실제로 매우 얇은 금속 기반층의 전기도금 초기에 발생하는 것처럼, $U_{S2} = 0.8 \text{ V}$, $U_{S3} = 0.6 \text{ V}$, $U_{S4} = 0.4 \text{ V}$ 그리고 $U_{S5} = 0.2 \text{ V}$ 라는 상이한 전압강하를 가정하면, 다음의 전해조전압을 얻는다.

<42> $U_{Z3} = 2.2 \text{ V}$

<43> $U_{Z4} = 1.6 \text{ V}$

<44> $U_{Z5} = 1.2 \text{ V}$

<45> $U_{Z6} = 1.0 \text{ V}$

<46> 이 국부적으로 상이한 전해조전압은 상이한 전류밀도와 그로 인해 국부적으로 상이한 금속 증두께를 야기한다. 회로기관이 전기도금 시스템을 통과하는 동안 층 축적이 증가함에 따라, 저항 R_S 는 감소한다. 금속도금의 초기에 금속피막이 형성되는 기반층이 얇을수록, 상대적 감소는 더 커진다. 전기도금 과정 동안 전해조 전압의 차가 두드러지게 떨어지면, 초기에 발견되는 코팅의 불균일은 고르게 될 수 없다. 상기 예에서, 초기의 전해조전압의 차는 4 : 1 이었다.

<47> 전기도금이 더 작은 양극/음극 분리로 행해지면, 감소하는 전극 저항 R_E 로 인해 정류기 전압 U_{GR} 은 예를 들면 2 V 로 감소한다. 상기 예에서의 전류밀도와 동일한 전류밀도를 이용하면, 기반층에서 같은 전압강하 U_{SX} 가 발생해야 할 것이다. 상기 식 (1) 내지 (7) 에 따라 전해조전압이

<48> $U_{Z4} = U_{GR} - (U_{S1} + U_{S2} + U_{S3}) = 2 \text{ V} - (1 \text{ V} + 0.8 \text{ V} + 0.6 \text{ V}) = 0 \text{ V}$

<49> 이기 때문에, 이 종류의 전기도금 시스템은 얇은 금속층의 처리에 적합하지 않다. 이 조건 하에서, 회로기관의 접촉부에서 먼 영역은 컨베이어식 시스템에서 전기도금 시간을 증가하여도 전기도금되지 않는다. 오히려, 접촉부에서 먼 영역에서 기반층이 전해액에 의한 화학적 공격으로 에칭될 수 있는 위험이 존재한다.

<50> EP 0 959 153 A2 에 따른 처리 시스템에서, 회로기관이 접촉 롤러와 접해있는데, 기반층에 공급되는 전류가 회로기관의 모든 가장자리 영역으로 균일하게 흐르지 않을 것이다. 이 기술의 경우, 한 측면에서 공급하는 경우보다 더 얇은 기반층의 경우에 국부적으로 작용하는 전류밀도의 차이가 더 작다. 그러나, 또한 이 경우에도, 비록 운송방향일지라도 증두께의 차가 존재한다.

<51> 이는 DE 196 33 797 A1 에 따른 컨베이어식 시스템의 경우에도 마찬가지인데, 이 시스템에서는 전체 작업 폭에 걸쳐 접촉 롤러가 장치된다. 또한, 이 경우에 전술한 단점이 작용함에도 불구하고, 작업물의 이용가능한 영역에 전류가 흐른다.

<52> 특히 전류가 회로기관의 가장자리를 통해 기반층으로 공급되는 공지된 전기도금 시스템이 이용될 때 관찰되는 현상으로서 낮은 전류밀도에서의 기반층의 용해는 영향을 받는 표면 영역의 전해조전압이 금속피막 형성이 이루어지기에는 너무 낮아 금속이 증착속으로 용해될 수 있다는 사실에 기인한다. 금속을 증착시키려면 화학적 에칭 효과를 보상하기 위한 최소 전류밀도가 요구된다. 그렇지 않으면, 회로기관의 접촉부에서 먼 영역은 작은 전류밀도에도 불구하고 전기도금되지 않고 에칭된다. 결과적으로, 회로기관의 전압강하는 더 증가된다.

<53> 본 발명에서, 상기 조건들은 회피된다.

<54> 작업물의 각 표면 영역에서의 전해조전압은 개별적으로 조절될 수 있고, 그 결과 전술한 전압강하는 보상된다. 결과적으로, 균일한 전류밀도와 균일한 전해 처리속도가 연속적으로 얻어진다.

<55> 전체 작업물 폭에 걸쳐 있는 접촉 롤러를 통해 전류를 작업물에 공급하는 것과는 달리 한쪽 가장자리에서만 전류를 공급할 수 있다. 이렇게 되면 작업물의 민감하고 이용가능한 부분에 접촉 수단이 닿지 않아도 된다. 예를 들면, 마주보는 가장자리에서 회로기관에 전류를 공급할 필요가 없다. 이 방법은 접촉 수단의 분리가 회로기관의 폭에 맞추어져야 한다는 단점이 있다.

<56> 전류는 접촉 수단인 접촉 클램프 또는 접촉 롤러를 통해 작업물의 가장자리 가까이 공급될 수 있다. 접촉 롤러는 표면에서 복수의 구획으로 분할될 수 있고, 이로 인해 작업물을 따라 회전하는 구획만이 전류를 전달한다.

- <57> 전류가 작업물에 균일하게 공급되기 위하여, 전류원을 조절할 수 있는 제어 시스템이 제공된다. 본질적으로, 수동으로 전류원을 조절하는 것 또한 가능하다. 그러나, 자동 전류 제어가 바람직하다. 이것은 각각의 전극구획을 통한 전류가 기반 금속피막 형성의 전압강하를 대부분 보상한다.
- <58> 그러므로 전류는 실질적으로 동일한 전류밀도로 작업물의 전체 표면 영역을 통해 흐를 수 있다.
- <59> 상대전극의 인접한 전극구획 사이의 전압이 실질적으로 동일한 크기가 되도록 전극구획의 크기가 바람직하게 선택되어야 한다. 이것은 동일한 크기의 평균 전류밀도 ($j_1 \sim j_4$)가 운송방향을 가로지르는 모든 영역에서 얻어지는 것을 보장한다.
- <60> 접촉부에 가까운 하나 이상의 전극구획으로부터 접촉부에서 먼 하나 이상의 전극구획까지 가면서 상대전극의 전극구획의 크기가 커지도록 변화시키는 것이 또한 유리하다.
- <61> 전극구획 사이에서는 전류가 흐르지 않도록, 상대전극의 전극구획 또는 다른 상대전극의 전극구획은 전기 절연 설계 요소에 의해 분리될 수 있다.
- <62> 상기 설계 요소는 전극구획 사이에서 발생하는 단락을 방지하는데, 얇은 벽으로 된 것이 바람직하다. 상기 요소가 있어도 전기력선은 약간만 감소되므로, 이 격벽이 전해 처리에 미치는 영향은 최소로 된다.
- <63> 다른 바람직한 실시예에서, 전기적으로 비전도성 벽이 작업물 가까이 설치되어, 처리 시스템 내에서 전해조를 서로 분리한다.
- <64> 본 발명은 특히 전기 회로기관과 다른 회로 캐리어를 생산하는 수평 시스템의 적용에 이용가능하다. 그러한 시스템에서, 작업물을 운송방향으로 운송하는 장치를 통해 작업물을 공급하는 적합한 운송 수단이 장치된다. 운송 과정 동안 작업물은 전해 처리된다. 그러한 시스템에서, 상대전극은 실질적으로 작업물의 운송방향을 가로지르는 방향으로 전극구획으로 분할되는 것이 바람직하다. 회로 캐리어가 수직 방향으로 운송된다면, 상대전극은 또한 수직으로 배열된다.
- <65> 한 실시예에서, 전극구획의 윤곽을 나타내는 분리선이 실질적으로 작업물의 운송방향과 평행하게 뻗어있다.
- <66> 이 경우, 상대전극의 전극구획 사이의 분리선이 인접한 상대전극의 전극구획 사이의 분리선에 대해 오프셋(offset)되는 것이 바람직하다. 이로 인해 (매우 작지만 무시될 수 없는) 전기력선의 차폐가 전극구획을 통과하는 작업물의 한 부위에서만 전해 처리에 영향을 미치지 않는 효과를 얻는다. 이 경우, 오히려 차폐 효과가 작업물의 다른 영역에 영향을 미쳐, 처리가 실질적으로 균일하게 이루어지게 된다.
- <67> 본 발명의 다른 실시예에서, 상대전극의 윤곽을 나타내는 분리선은 작업물의 운송방향에 대해 0보다 큰 각도(α)를 이룬다. 상기한 경우처럼 이 조치로 차폐 효과가 분리 영역에서의 절연으로 인해 작업물 표면의 특정 영역에 제한되지 않고 평균화가 이루어진다.
- <68> 이 경우에 상대전극의 전극구획 사이의 분리선은 인접한 상대전극의 전극구획 사이의 분리선과 만날 수 있고, 그 결과 분리선들의 교점이 인접한 상대전극들 사이에 생긴다. 이리하여 상이한 전위를 갖는 전극구획이 직접 서로 인접하는 것이 방지되고, 그 결과 상대전극 자체에 대한 전기도금과 예칭이 예방될 수 있다.
- <69> 본 발명의 전술한 실시예에서 다른 진전으로, 접촉부에 가까운 전극구획 사이의 분리선이 접촉부에서 먼 전극구획 사이의 분리선보다 작업물의 운송방향에 대해 더 작은 각도 α 로 배열된다. 이렇게 한 이유는, 클램프에 가까운 영역 (접촉부에 가까운 영역)에서 더 큰 전류로 인한 기반층의 단위 길이당 전압강하가 클램프에서 더 먼 (접촉부에서 먼) 영역에서 보다 실질적으로 더 크기 때문이다. 이로 인해 접촉부에서 먼 영역에서는 운송방향에 대한 분리선의 각 α 가 더 크게 되며 구현될 양극구획의 면적도 더 크게 된다. 전반적으로, 분할된 양극의 설계 비용이 이로 인해 감소된다.
- <70> 더욱이, 복수의 상대전극이 작업물의 운송방향으로 차례로 장치되고 배열될 수 있다. 운송방향으로의 상대전극의 분할을 통해, 작업물 영역 내의 상이한 전압강하를 보상하기 위해 다양한 영역 내에서 전류밀도를 개별적으로 맞출 수 있다.
- <71> 컨베이어식 시스템에서, 각 상대전극의 전극구획의 수는 작업물의 운송방향으로 감소할 수 있다. 이것은 경제적으로 유리하다. 전해 금속피막 형성의 경우 층두께가 증가함에 따라 기반 금속피막 형성의 전압강하가 더 작아지므로, 전체 시스템에서 이전의 금속피막 형성에 의해 이미 강화된 기반 금속피막 형성에 금속 증착을 계속하기 위한 상대전극에 복수의 전극구획을 둘 필요가 없다. 그러므로, 시스템의 상대전극의 일부에 대한

분할이 더 이상 필요하지 않을 수 있다.

- <72> 이제 단순화를 위해 상대전극이 양극이고 작업물이 음극에 연결된 전기도금의 예를 이용하여 본 발명을 설명할 것이다. 아래 도면의 기재에서 불용성 또는 가용성 양극을 이용하는 회로기관 기술의 예가 설명될 것이다. 그러나, 본 발명은 전해 에칭 또는 다른 전해 처리와 동일하게 관계가 있다. 원리적으로, 회로기관 대신에 다른 작업물이 또한 본질적으로 처리될 수 있다. 본 발명을 좀 더 자세히 설명하는데 아래의 도면을 참고한다.

실시예

- <82> 도 1 에는 전기 회로기관을 생산하는데 이용되는 수평 컨베이어식 시스템이 자세히 도시되어 있다.
- <83> 하부전해조(4) 뿐만 아니라 전해액(2)과 상부전해조(3)가 욕 욕기(1) 안에 놓이는데, 상부전해조와 하부전해조는 상부양극(5)과 금속피막 형성될 전기전도성의 상부기반층(6)에 의해 그리고 하부양극(7)과 금속피막 형성될 하부기반층(8)에 의해 각각 형성된다. 이 경우에 회로기관인 작업물(9)이 하나 이상의 클램프(10)에 의해 지지되고, 전기적으로 접촉되고 한 양극에서 그 다음 양극으로 도면의 깊이 방향 (도면에 수직인 운송방향) 으로 운송된다. 전류는 접촉부(11)와 클램프(10)를 경유하여 회로기관(9)으로 공급된다. 전기도금 전류(I)는 양극(5)에서 상부기반층(6)을 경유하여 회로기관(9)을 거쳐 다시 클램프(10)로 분배되어 (여기서는 상이한 부분전류 I_1 , I_3 , I_6 로 표시되었다.) 흐른다. 이 기반층(6)은 특히 매우 얇은 경우 큰 전기저항을 갖는다. 국부적으로 상이한 전류로 인해 이 저항을 통해 가변 전압강하 U_S 가 발생한다. 그 결과, 운송방향을 가로지르는 방향으로 전해조전압이 상이하게 된다. 이것은 상이한 부분전류(I_1 , I_3 , I_6)를 야기하는데, 부분전류는 모든 표면 영역에서 동일한 층두께를 얻기 위해 같은 크기가 되어야 하는데, 즉 균일한 전류밀도가 설정되어야 한다.
- <84> 도 2 는 전해조(3)에 대한 등가 전기 회로도에서 전기저항과 전압강하를 보여준다. 일측면에서 공급받는 양극(5)에서의 전압강하는 실제로 무시될 수 있다. 전압강하는 약 20 mV 이다. 실제로, 고려될 다른 전압은 얇은 기반층에서 약 1 V 정도이다.
- <85> 등가 전기 회로도에서, 기호는 다음을 나타낸다.
- <86> R_E : 부분 양극/음극 구역의 전해액 저항.
- <87> R_S : 운송방향을 가로지르는 방향에서 회로기관의 기반층 저항.
- <88> I : 총 도금 전류.
- <89> I_X : 부분 도금 전류 (I_1 , I_2 , I_3 , I_4 , I_5 , I_6).
- <90> U_{GR} : 정류기 전압.
- <91> U_{SX} : 기반층에서의 전압강하 (U_{S1} , U_{S2} , U_{S3} , U_{S4} , U_{S5} , U_{S6}).
- <92> U_{ZX} : 국부적으로 유효한 전해조 전압 (U_{Z1} , U_{Z2} , U_{Z3} , U_{Z4} , U_{Z5} , U_{Z6}).
- <93> 특정 구역의 전기도금 과정의 초기에 기반층 저항(R_S)의 경우처럼, 전해액 저항(R_E)은 모든 영역에서 동일한 크기라고 가정될 수 있다.
- <94> 기반층 저항(R_S)에서의 전압강하(U_{SX})에 기인하여 상기 식 1 ~ 7 에 따라, 상이한 전해조전압(U_{ZX})이 운송방향을 가로질러 발생한다. 이 때문에 상이한 부분전류($I_1 \sim I_4$)가 흐르게 된다. 이 효과는, 클램프에서 더 멀리 떨어진 저항(R_S) 보다 클램프에 더 가까운 저항(R_S)을 통해 더 많은 전류가 흐름으로써 더 커지게 된다. 결과적으로, 전해조전압(U_{ZX})의 강하로 인해 전기도금시 불균일한 층두께가 생성되고, 층두께가 클램프(10)에서부터 회로기관(9)의 반대 측면으로 감소한다.
- <95> 금속피막 형성될 기반층(6, 8)의 초기두께가 작을수록 이 바람직하지 않은 층두께의 감소는 더 커진다. 더 욕이, 전압(U_{ZX})이 전압(U_{SX})에 비해 더 작아지면, 층두께 차가 또한 더 커진다. 이는 전해액 전도성이 동일

한 조건하에서, 양극/음극 분리가 감소되는 경우에도 마찬가지이다.

<96> 종래에는 회로기관 기술에서 예를 들면 17 μm 두께의 기반층(6, 8)이 사용되었다. 더욱이, 양극/음극 분리가 약 80 μm 이었다. 그러므로, 10 A/dm²의 경제적인 전류밀도에서 전압강하(U_{SX})는 0.02 내지 0.06 V 이었다. 그러므로, 기반층에서의 총 전압강하의 합은 약 0.2 V ($U_{S1}(0.06V) + U_{S2}(0.05V) + U_{S3}(0.04V) + U_{S4}(0.03V) + U_{S5}(0.02V)$) 이었다. 큰 양극/음극 분리로 인해, 약 4 V의 전해조전압이 필요하였다. 그러므로, 전기분해에서 효과적이며 운송방향을 가로지르는 방향의 전해조전압(U_{ZX})은 3.8 내지 4.0 V 이었다. 이 차는 그래도 허용될 수 있었다. SBU 기술을 이용하여 회로기관을 다량으로 생산하는 경우에, 약 0.5 μm 두께의 무전해 증착 구리로 만들어지는 금속피막 형성될 기반층이 이용된다. 같은 조건 하에서, 기반층(6, 8)에서 약 1 V까지의 전압강하(U_{SX})가 발생한다. 접촉부에서 먼 회로기관 영역에서, 전압강하의 총 합은 정류기 전압과 같다. 위에서 계산된 것처럼, 이 영역에서 전해조전압은 0 V이다. 그러므로, 이 영역에서 전기도금에 일어나지 않으나, 욕 조성에 따라 에칭이 더 많이 또는 더 적게 일어난다. 접촉부에 가까운 회로기관 표면의 영역을 향하여 (특히 전류 공급 방향으로), 전기도금된 층의 두께가 0에서 최대치로 증가한다. 불균일하게 전기도금되는 이 결함은 전류밀도의 큰 감소에 의해서만 회피될 수 있다. 그러나, 이것은 공정의 생산성이 많이 감소된다는 것을 의미한다.

<97> 도 3은 수평 컨베이어식 시스템의 예를 들어 단면도로써 본 발명의 원리를 개략적인 단면도로 보여준다. 도 4는 관련된 등가 전기 회로도이다. 여기에서 양극은 운송방향을 가로지르는 방향으로 전기적으로 절연된 개별 양극구획(13.x (13.1, 13.2, 13.3, 13.4))으로 분리되어 있다. 이 예에서 양극구획의 분리선은 운송방향에 평행하게, 즉 도면에 수직인 방향으로 평면으로 뻗어있다. 회로기관(9)의 기반층(6)과 함께 양극구획은 부분전해조(14.x (14.1, 14.2, 14.3, 14.4))를 형성한다. 각각의 부분전해조는 개별 전류원, 예를 들면 자신의 구획정류기(15.x (15.1, 15.2, 15.3, 15.4))로부터 전류가 공급된다. 전류를 일정하게 유지하기 위해, 각각의 전류원에는 적절한 제어 장치(표시되지 않음)가 제공되고, 이 장치는 전류가 목표치에서 벗어나면 전압을 변경한다. 처리될 회로기관(9)은 금속피막 형성될 상부기반층(6)으로 부분전해조(14.x)의 음극을 구성한다.

<98> 공통의 음극(6)에서 전압강하(U_S)가 대응하는 양극구획의 영역에서 또한 발생한다. 이 결과, 회로기관의 이 부분 영역에서조차 상이한 전해조전압(U_{ZX})이 적용된다. 전류밀도가 접촉부 측에서 또한 높은 반면, 접촉부에서 떨어진 곳에서는 낮다. 그러므로, 공정에 관련된 질적인 인자에 기초하여, 컨베이어식 시스템에서 발생하는 회로기관의 최대 허용가능 전류밀도 차에 의해 양극 하나당 필요한 양극구획(13.x)의 수와 시스템에서 그러한 양극의 수가 결정된다. 허용가능한 전류밀도 차가 크면 몇 개의 양극구획을 이용할 수 있고, 그 역도 마찬가지이다. 회로기관은 특정 방향으로 한 차례 시스템을 통해 지난다. 기반층(6)의 금속피막 형성이 증가함에 따라 전류밀도 차는 감소하므로, 회로기관(9)의 운송방향에서 보아 양극 하나당 양극구획의 수는 감소할 수 있다. 모든 양극은 개별적으로 요구조건에 부합하면서 적절히 형성된 양극구획을 포함할 수 있다.

<99> 도 9는 각각의 양극이 개별적으로 요구조건에 부합하며 적합하게 형성된 양극구획이 사용될 수 있음을 개략적으로 보여준다. 이 예에서, 양극(5.8)으로부터는 분할된 양극이 더 이상 사용되지 않는다. 예를 들면, 운송방향(화살표로 표시)으로의 양극 길이는 실제로 400 mm이다. 운송방향을 가로지르는 방향으로 양극의 폭은 예컨대 700 mm이다. 이를 위해, 예컨대 컨베이어식 시스템으로의 입구 영역 바로 뒤에 놓인 양극(5.1)과 양극(5.2)에 대해서는 양극구획이 4개이면 충분하다.

<100> 도 3에서 각각의 구획정류기(15.x)는 전류조절식(current-regulated)이 바람직하고, 따라서 출력전압(U_{GR} (여기서는 $U_{G1} \sim U_{G4}$))을 위해 개별적으로 조절가능한데, 즉 양극구획 하나당 전압은 목표전류가 얻어지도록 설정된다. 기호로 표시된 구획정류기는 직류원, 단극의 펄스제어식(pulse-controlled) 전류원 또는 쌍극의 펄스 제어식 전류원이 될 수 있다.

<101> 구획정류기(15.x)는 전류를 제어하여 평균 구획 전류밀도를 얻는다. 각 구획정류기의 출력전압은 이 목적을 위해 개별적으로 조절된다. 출력전압은 전해적으로 유효한 구획 영역과 양극구획(13.x)에 필요한 평균 전류밀도에 의존한다. 전류는 또한 경험치를 포함한 보정 인자에 의해 영향을 받을 수 있다. 통상적인 보정 인자의 값으로서, 중간값이 1이 사용된다. 예를 들면, 전류 공급 영역 (접촉부에 가까운 영역)에서 회로기관(9) 표면에서의 목표하는 층두께가 멀리 떨어진 (접촉부에서 먼) 영역에서보다 더 작다면, 전류 공급

영역 (접촉부에 가까운 영역) 에서는 1 보다 작은 보정 인자가 채택되고, 멀리 떨어진 (접촉부에서 먼) 영역에서는 1 보다 큰 보정 인자가 채택된다.

<102> 운송방향을 가로지르는 방향에서 보아 더 짧은 회로기관이 처리되어야 한다면, 전류는 제어 시스템에 의해 조절될 수 있다. 이 경우, 지지 및 접촉 클램프(10)로부터 멀리 떨어진 구획에는 더 작은 회로기관 영역에 상응하는 더 작은 전류가 흐른다. 상이한 목표 전류밀도를 갖는 다른 생성물로 전환할 때 한 회로기관 제품에서 다른 제품으로의 전이시에 부적합한 전류밀도로 인한 불량품을 예방하기 위해 운송방향으로의 길이가 양극의 길이(역시 운송방향으로의 길이임)보다 더 긴 더미 보드(dummy board)를 제공한다.

<103> 전기적으로 절연된 격벽(16)이 양극구획(13.x) 사이에 배열되어, 그 결과 양극구획 사이에서 발생하는 전위차를 통해 상호간의 전기도금 및 에칭이 일어나지 않는다. 격벽이 한편으로 회로기관(9)으로부터 예컨대 0.5 내지 5 mm 정도 떨어질 정도로 가까이 있고, 한편으로 아래로 용기 밑면(17)까지 그리고 전해액 표면(18) 보다 위까지 미치는 것이 유리하다.

<104> 도 4 는 도 3 에서의 부분전해조(14.x)와 구획정류기(15.x)에 대한 등가 전기회로를 보여준다. 운송방향을 가로지르는 모든 영역에서 큰 평균 전류밀도(j_1 내지 j_4)가 효과적이 되도록 전해조전압(U_{Z1} , U_{Z2} , U_{Z3} , U_{Z4})을 가능한 한 동일하게 유지하는 것이 목적이다. 다음 방정식에서,

<105>
$$U_{Z1} = U_{GR1} - U_{S1} \quad (2a)$$

<106>
$$U_{Z2} = U_{GR2} - (U_{S1} + U_{S2}) \quad (3a)$$

<107>
$$U_{Z3} = U_{GR3} - (U_{S1} + U_{S2} + U_{S3}) \quad (4a)$$

<108>
$$U_{Z4} = U_{GR4} - (U_{S1} + U_{S2} + U_{S3} + U_{S4}) \quad (5a)$$

<109> 이는 구획정류기(15.x)의 상이한 크기의 출력 전압(U_{GRx} (U_{GR1} , U_{GR2} , U_{GR3} , U_{GR4}))으로 달성될 수 있음을 알 수 있다. 양극구획(13.x)에는 상응하는 크기의 구획 정류기가 장치된다. 공통의 음극 (전기도금되는 기반층 (6, 8))으로 전류를 공급하는 지점에서부터 양극구획까지의 거리가 증가함에 따라, 정류기의 출력전압은 증가하여야 한다. 미리 결정된 목표 전류밀도로부터 시작하여, 모든 양극구획에 대해 위한 특정 전류가 고레벨 제어 시스템에서 계산되거나 또는 수동으로 결정 및 설정되고 일정하게 모니터링 된다. 큰 전압강하(U_{SX})로 인해 전기도금 과정의 초기에 전류가 매우 작다면, 출력전압은 목표전류값이 얻어질 때까지 증가된다. 실제로 매우 높은 (최대 25 V) 출력전압은 전기도금 과정의 초기에만 필요하다. 전기도금되는 기반층(6, 8)의 층 두께가 증가함에 따라 컨베이어식 시스템에서의 금속 증착으로 인해 전기저항(R_S)이 감소한다. 유사한 방식으로, 전압강하(U_{S1} , U_{S2} , U_{S3} , U_{S4})가 이 기반층에서 또한 감소한다. 회로기관 처리 시간이 증가함에 따라, 구획정류기에 필요한 전압(U_{GRx})은 더 작아진다. 그러므로, 컨베이어식 시스템의 공급부에서 장비의 기술적 복잡성은 유출부쪽으로 또한 더 감소한다. 구획정류기가 전류를 조절된 값으로 공급할 수 있어 필요한 출력 전압(U_{GRx})은 순간적으로 우세한 저항(R_{S1} , R_{S2} , R_{S3} , R_{S4})에 따라 자동적으로 설정되기 때문에, 제품에 대한 목표 전류밀도는 상대전극이 분할되지 않은 경우보다 컨베이어 구비 전기도금 시스템의 모든 영역에서 상당히 더 정확하게 유지된다.

<110> 회로기관을 위한 수평 전기도금 시스템은 예를 들면 회로기관(9)의 운송방향으로 차례로 배열된 15 개의 상부양극 그리고 15 개의 하부양극을 포함한다. 양극 하나당 양극구획(13.x)의 수는 다른 파라미터에 의존한다. 금속피막이 형성되는 매우 얇은 기반층(6, 8)은 넓은 운송 경로를 따라 분할된 양극을 요구한다. 게다가 양극 하나당 구획의 수는 더 두꺼운 기반층(6, 8)을 갖는 경우보다 더 커야한다. 큰 운송속도, 예를 들면 3 m/min 와 큰 전류밀도에서 동일하게 좋은 결과를 얻기 위해서 더 작은 운송속도일 때 보다 더 넓은 처리 경로에 분할된 양극이 또한 장치되어야 한다. 컨베이어식 시스템에서 회로기관에 전기도금된 층이 약간의 전압강하(U_{SX})만으로 (12 μ m 처럼) 상대적으로 큰 두께가 되면, 양극 하나당 양극구획과 정류기(15.x)의 수는 비용을 절약하기 위해 감소되거나 완전히 생략될 수 있다. 어떤 경우에도, 이와 관련하여 가장 큰 전류밀도뿐만 아니라 생산될 가장 나쁜 제품과 가장 빠른 관류 시간을 위해 컨베이어식 시스템이 장치되어야 한다.

<111> 시스템 설계의 목적 중 하나는 비용을 절약하기 위해 가능한 한 적고 상이한 구성 요소를 이용하는 것이다. 이것은 각각의 양극(5.x (5.1, 5.2, 5.3, 5.4))이 가능한 한 동일한 형상과 동일한 수의 양극구획(13.x)을 가

져야 한다는 것을 의미한다. 양극구획들 사이에, 전기적 절연체(16)가 있는 것이 바람직하고, 그 결과 각 구획에 개별적으로 상이한 전압으로 전류가 공급될 수 있다. 이 절연체는 도 5 에서 보여진 (화살표로 표시된) 것처럼 운송방향과 평행하게 배열될 수 있다.

<112> 거기에 평행하게 배열한 결과 그러한 절연체 아래에 증착된 층은 전기력선의 보호에 의해 양극구획(13.x) 자체의 아래에서보다 약간 더 얇다. 이 단점을 예방하기 위해, 양극구획의 상이한 분할이 (화살표로 표시된) 운송방향으로 양극에서 양극(5.x)까지 제공될 수 있다. 이것은 도 6 에서 보여진다.

<113> 후자는 설계에 의해 양극에서 양극(5.x)까지 둘 이상의 상이한 양극구획(13.x)과 양극에서 양극까지 구획면적의 크기에 의존하며 상이한 크기의 구획정류기(15.x)가 장치되어야 하는 것을 의미한다. 이 추가적 비용은 양극구획 사이의 분리선이 회로기관(9)의 (화살표로 표시된) 운송방향과 평행하게 배열되지 않은 도 7 에 따라 양극을 분할함으로써 예방된다. 여기에서 양극구획들은 형태와 크기에서 거의 일치한다. 분리선과 이로 인한 양극 분할의 충분히 큰 경사와 절연체를 장치하면, 생산되는 회로기관의 거의 모든 영역은 각 양극의 절연체 영역 바로 위에 또는 아래에 배열된다. 이러한 방식으로, 절연체가 층두께에 미치는 영향이 완전히 균형 잡힌다.

<114> 예를 들면, 도 6 과 도 7 에서 한 부분에서 양극(5.4)의 양극구획(13.3)은 양극(5.3)의 양극구획(13.2)과 직접적으로 접해있다. 상이한 부분을 차지하는 양극구획(13.3 및 13.2)은 현저히 상이한 정류기전압(U_{GR})으로 작동된다. 그러므로, 이 양극구획들 사이의 경계선에서, 무시될 수 없는 전압차가 발생한다. 특히 회로기관이 이 양극구획들의 영역에 단지 부분적으로 존재한다면, 이 전압차는 이 양극구획들 사이에서 발생하는 에칭과 전기도금으로 이어질 수 있다. 이것은 예를 들면 회로기관이 (화살표로 표시된) 운송방향을 가로지르는 모든 영역을 완전히 덮지 못하는, 즉 회로기관이 좁고 동시에 (예를 들면, 양극/음극 분리가 작으며) 전기적으로 절연하는 보호물이 양극들 사이에서 이용되지 않는 경우이다. 이것은 도 8 에 나타난 것처럼 양극구획(13.x)의 바람직한 외형으로 예방될 수 있다. 여기에서 동일한 구획 위치와 이로 인한 유사한 구획전압을 갖는 양극구획들만이 서로 접해 있다. 이것은 인접한 양극구획의 분리선들이 양극들(5.x) 사이의 연결부에서 만나는 경우 달성된다. 더욱이, 전체 컨베이어식 시스템에 두 개의 양극 버전(version)이 필요하고, 이 양극 버전은 서로 거울상(mirror-images)으로 배열되어 있다. 도 9 는 양극구획이 형태와 크기에 있어 상이하게 설계될 수 있음을 또한 보여준다.

<115> 운송방향에서 보아 양극구획(13.x)의 비스듬한 거울상 배열로 인해 인접한 양극구획의 분리선은 두 개의 인접한 양극들(5.x) 사이의 연결부에서 만난다. 분리 절연체에 의해 야기되는 약간 더 얇은 층두께가 회로기관(9)의 전진이동으로 인해 회로기관의 다른 표면 영역에 연속적으로 형성된다.

<116> 바람직한 실시예에서, 회로기관(9)의 측면 가장자리 영역 (특히, 클램프에 가까운 (접촉부에 가까운) 영역)에서의 (화살표로 표시된) 운송방향에 대한 각 α 는 멀리 떨어진 (접촉부에서 먼) 영역에서보다 더 작게 선택되어야 하는데, 그 이유는 기반층(6, 8)에서의 전압강하가 클램프에서 먼 영역에서보다 기반층에서 발생하는 더 큰 전류로 인해 클램프에 가까운 영역에서 단위길이당 실질적으로 더 크기 때문이다. 이로 인해 운송방향에 대한 분리선의 더 큰 각 α 가 실현될 수 있고, 클램프에서 멀리 떨어진 영역에서 양극구획(13.x)의 더 넓은 영역이 실행될 수 있다. 전체적으로, 분할된 양극을 위한 설계 비용은 이로 인해 감소될 수 있다.

<117> 도 5 와 도 8 에서 기재되고 설명된 양극구획(13.x)의 외형은 예로서 받아들일 것이다. 도 9 에서 보여진 것처럼 다른 외형과 배열이 또한 본 발명에 적용가능하다.

<118> 양극에서 양극(5.x)으로 (5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9) 층두께가 증가한다. 층의 저항은 상응하여 감소한다. 그러므로, 구획정류기(15.x)의 약간 상이한 출력전압(약 0.5V 정도)으로 인해 양극들 자체 사이에서 전압차가 발생한다. 그러므로, 각각의 양극구획이 전기적으로 서로 절연된 것처럼 양극은 서로 절연되어야 한다. 회로기관의 모든 영역이 이 절연체를 넘어 동일한 방식으로 이동하므로, 운송방향을 가로질러 배열된 이 양극 절연체는 회로기관(9)의 층두께 분포에 영향을 미치지 않는다.

<119> 상기한 것처럼, 양극(5.x) 하나당 양극구획(13.x)의 수는 컨베이어식 시스템의 전기도금 조건에 따라 상이할 수 있다. 또한, 제품 특성이 허락하면, 양극의 분할은 컨베이어식 시스템의 유출 영역에서 완전히 생략될 수 있다. 기반층(6, 8)의 전도성이 특히 낮다면, 시스템의 처리라인(treatment line)의 중간 또는 끝에서보다 유입 영역에서 더 좁은 구획이 채택될 수 있다. 이에 대한 제한은 경제적 실행 가능성과 전기도금 전해조의 형상에 의해서만 발생한다. 본 발명으로 회로기관을 매우 균일한 층두께로 전기도금할 수 있다. 한편으로 양극의 분할을 통해 또 한편으로 이 양극구획에 대한 개별적인 전류 공급과 조절을 통해, 운송방향을 가로지

르는 회로기관(9)의 특정 영역은 바람직하게 전해 처리될 수 있다. 이것은 예를 들면 시스템의 유출부 근처에서 분할되지 않는다면 유리하다. 처리 초기에 기관의 접촉점에서 멀리 떨어진 영역에서의 강화된 전류 세기에 의하여 더 두꺼운 층이 여기에서 초기에 형성될 수 있다. 처리라인의 끝에서는 분할이 없기 때문에, 이 영역은 기반층의 전기저항으로 인해 적은 전류가 공급되고, 그 결과 초기 층두께의 차가 다시 균형잡힌다. 그러므로, 미리 결정된 층두께 윤곽은 정확하게 전기도금될 수 있다.

<120> 심지어 양극구획(13.x)에서도 전압강하가 전기도금되는 기반층(6, 8)에서 발생하는 것을 도 1 내지 도 4 에서 볼 수 있다. 복수의 구획으로의 분할을 통해, 전압강하는 더 작아진다. 양극구획의 수가 증가함에 따라, 즉 운송방향을 가로지르는 방향의 치수가 작아짐에 따라, 관련된 전압강하(U_s)가 감소하고 전해조전압(U_z)이 더 균일하게 된다. 그러나, 양극(5.x)의 분할과 구획정류기(15.x)를 위한 기술적 노력이 증가한다. 최종적으로, 처리 상품에 부과된 정밀함에 의해 양극 하나당 양극구획의 수가 결정된다.

<121> 양극구획(13.x)에 대응하는 회로기관(9)의 표면 영역에서, 평균 전류밀도(j)가 발생한다. 이 전류밀도(j)는 관련된 구획정류기(15.x)의 출력전압(U_{GR})을 통해 조절된다. 고급 제어 시스템에 의해 또는 수동식 목표전류 입력을 통해, 각 양극구획에 대해 미리 결정된 개별 전류 목표값은 구획정류기(15.x)의 제어하에 출력된다. 전류의 조절과 유지를 위해, 구획정류기의 전류 유지 제어기가 독립적으로 출력전압(U_{GR})을 설정한다. 이로 인해, 필요하다면 접촉부에 가까운 영역에서보다 접촉 클램프에서 멀리 떨어진 영역에서 더 큰 전류밀도(j) 하에서 작업이 이루어질 수 있다. 이로 인해, 분할되지 않은 양극(5.x)의 부분적 이용으로 인해 발생하는 층 두께 차가 효과적으로 동일하게 될 수 있다.

<122> 전류 공급점을 향해, 즉 회로기관(9)의 단부에 있는 클램프(10) 또는 접촉 물러를 향해, 금속피막이 형성되는 기반층(6, 8)에서의 전류는 증가한다. 전압강하(U_s)에 대해서도 마찬가지이다. 모든 양극구획(13.x) 하의 전압강하가 대략 동일한 크기인 것이 적합하다면, 양극구획은 전류 공급점을 향해 더 작은 크기이어야 한다. 양극구획에서 양극구획으로 일정하게 감소하는 구획 폭이 유리하다. 이 조치로 한 양극구획에서 다음 양극구획으로의 전위차가 대략 동일하게 된다. 잔류하는 최소 전위차로 인해 양극구획에서의 가능한 상호 효과, 즉 상호 전기도금과 에칭 현상이 격벽(16)에 의해 방지된다.

<123> 전해액은 노즐 등에서 나와 부분전해조(14.x) 안으로 흐르는데, 도 1 과 도 3 에 나타나 있지 않다. 격벽(16)에 있는 개구로 인해 전해액이 방해받지 않고 유출되고 순환한다. 얇은 격벽 설계로 전기력선에 미치는 격벽의 전기적 차폐 효과가 작게 유지되는 효과를 얻는다. 격벽이 안정적인 기계적 구조를 제공하는데 수 mm 의 두께로 충분하다. 그러므로, 격벽 바로 아래의 층두께 감소는 매우 작아서 무시될 수 있다.

<124> 접촉 클램프(10)를 이용하면, 이 클램프는 회로기관에 대한 측면 전류 공급과 운송의 기능을 한다. 회로기관 기술에서 공지된 것처럼 분할된 또는 분할되지 않은 접촉 물러가 이용되면, 추가적인 운송 물러가 회로기관(9)의 운송에 이용된다.

<125> 양극과 음극 분리는 회로기관(9)의 표면에서 금속의 층두께 분포에 영향을 미친다. 전도체 트랙과 다른 구조물을 전기도금할 때, 가장자리는 우선적으로 전해 처리된다. 이 피크(peak) 효과를 예방하기 위해, 매우 작은 (예를 들면 1 내지 10 mm, 특히 2 내지 5 mm) 양극/음극 분리가 유리하다. 이것은 또한 분할된 양극(13.x)에 적용된다. 작은 양극/음극 분리의 경우, 회로기관에 의해 야기되는 양극/음극 단락(short-circuit)은 확실히 예방되어야 한다. 특히 전극들 (양극과 음극인 회로기관) 사이에 단지 수 mm 의 분리의 경우, 이를 위해 전기 절연성의 편평한 설계 요소가 삽입되고, 이 요소는 대부분 전기장에 투과성이다. 이 요소의 예를 들면, 전극 사이에 놓인 플라스틱 패브릭으로 덮힌 구멍난 플라스틱 판 또는 프레임이 있다.

<126> 전체 표면에만 전기도금이 되어야 한다면, 양극/음극 분리는 더 크게 선택될 수 있다. 이 점에 있어서 시스템의 경제적 실행 가능성으로 한계가 설정된다. 양극/음극 분리가 증가하면, 전체 시스템은 더 커지고, 시스템 비용이 상당히 증가한다. 이 조건하에서, 증가하는 전해액의 저항으로 인해 정류기는 더 큰 출력전압이 필요하다. 이것은 전달될 전력을 더 증가시키고, 작동시 시스템의 에너지 요구는 더 커진다. 예를 들면 10 내지 25 mm 의 평균 양극/음극 분리가 실제로 유리하다는 것이 밝혀졌다. 비 U_z/U_s 는 더 커진다 (도 4). 이로 인해 결과적으로 심지어 적은 수의 양극구획(5.x)의 경우에도 대략 동일한 크기의 전해조전압(U_z)이 구획(13.x) 하나당 공급되는데, 이 경우에 U_z 가 U_s 보다 더 크기 때문이다.

<127> 여기에서 기재된 예와 실시예는 단지 설명목적을 위한 것이고, 이 출원 명세서에 기재된 구성의 조합은 물론 예와 실시예로부터의 자명하고 다양한 변형과 변화가 본 기술 분야의 당업자에게 제안될 것이고 기재된 본 발명의

보호범위 내에 그리고 첨부된 청구의 범위 내에 포함되어야 한다. 여기에서 인용된 모든 공보, 특허 그리고 특허출원 명세서에는 참고문헌으로써 편입되었다.

- <128> 참조번호 목록
- <129> 1 : 육 용기
- <130> 2 : 전해액
- <131> 3 : 상부전해조
- <132> 4 : 하부전해조
- <133> 5, 5.x, 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8 : 상부양극
- <134> 6 : 금속피막 형성될 상부기반층
- <135> 7 : 하부양극
- <136> 8 : 금속피막 형성될 하부기반층
- <137> 9 : 작업물
- <138> 10 : 클램프
- <139> 11 : 정류기 연결부
- <140> 12 : 정류기
- <141> 13.x, 13.1, 13.2, 13.3, 13.4 : 양극(상대전극)구획
- <142> 14.x, 14.1, 14.2, 14.3, 14.4 : 부분전해조
- <143> 15.x, 15.1, 15.2, 15.3, 15.4 : 구획정류기
- <144> 16 : 격벽
- <145> 17 : 용기 밀면
- <146> 18 : 전해액 표면
- <147> 19 : 분할되지 않은 양극(상대전극)

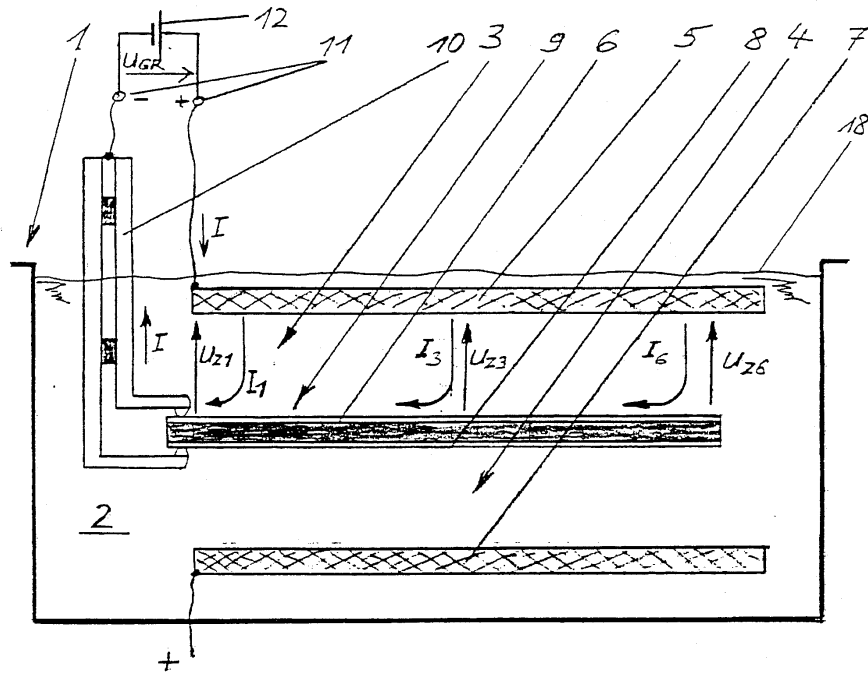
도면의 간단한 설명

- <73> 도 1 은 상대전극의 분할이 없는 본 발명에 따른 수평 컨베이어식 시스템의 개략적인 단면도이다.
- <74> 도 2 는 관련된 등가 전기 회로도이다.
- <75> 도 3 은 본 발명에 따른 수평 컨베이어식 시스템의 개략적인 단면도.
- <76> 도 4 는 관련된 등가 전기 회로도이다.
- <77> 도 5 는 컨베이어식 시스템에서 4 개의 제 1 양극이 3 개의 평행한 양극구획으로 각각 분할된 것을 개략적으로 보여주는 도면으로, 양극을 따라 안내된 회로기판은 좌측에서 전기적으로 연결되고, 이것은 다음의 도 6 내지 도 9 에서 마찬가지로이다.
- <78> 도 6 은 컨베이어식 시스템에서 4 개의 제 1 양극이 3 개의 평행한 양극구획으로 각각 분할된 것을 개략적으로 보여주는 도면으로, 양극구획들은 서로 오프셋되어 있다.
- <79> 도 7 은 컨베이어식 시스템에서 4 개의 제 1 양극이 3 개의 평행한 양극구획으로 분할된 것을 개략적으로 보여주는 도면으로, 분할로 인해 양극구획은 비스듬하게 배열된 분리선을 갖는다.
- <80> 도 8 은 컨베이어식 시스템에서 4 개의 제 1 양극이 3 개의 평행한 양극구획으로 각각 분할된 것을 개략적으로 보여주는 도면으로, 분할로 인해 양극구획은 비스듬히 배열된 분리선을 가지며 또한 거울상으로 배열되어 있다.
- <81> 도 9 는 컨베이어식 시스템에서 7 개의 제 1 양극이 2 내지 4 개의 평행한 양극구획으로 각각 분할된 것을 개

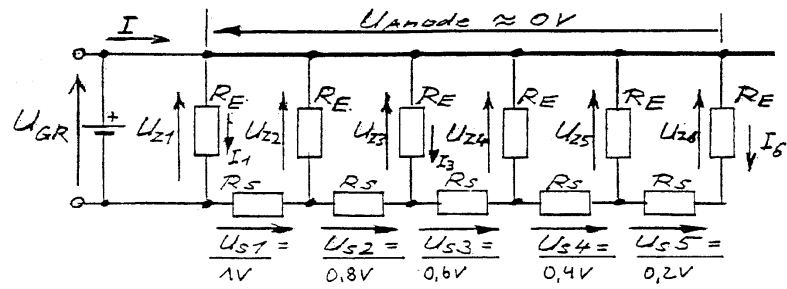
략적으로 보여주는 도면으로, 분할로 인해 양극구획 사이의 분리선의 코스가 나타나 있다.

도면

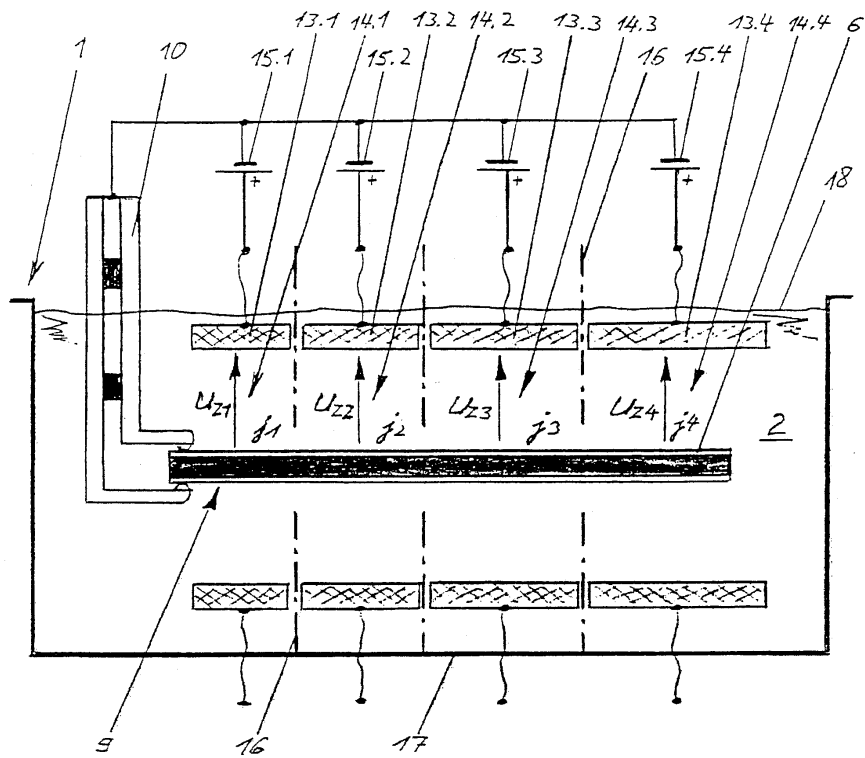
도면1



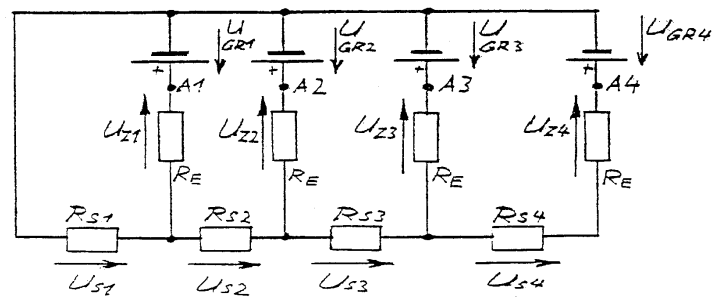
도면2



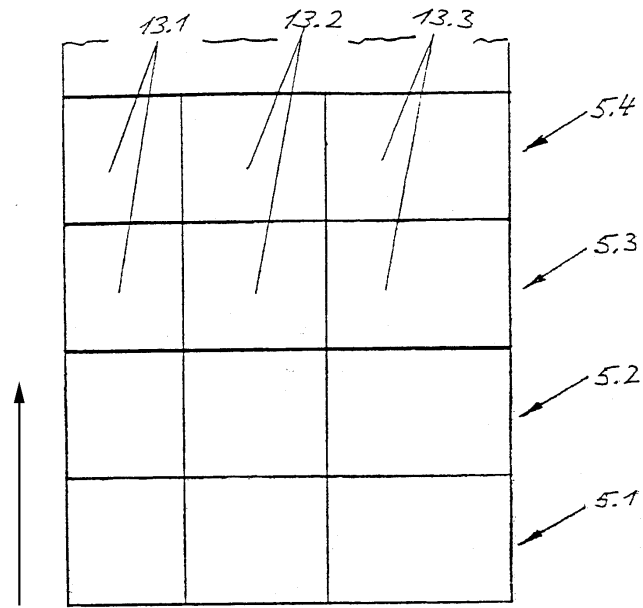
도면3



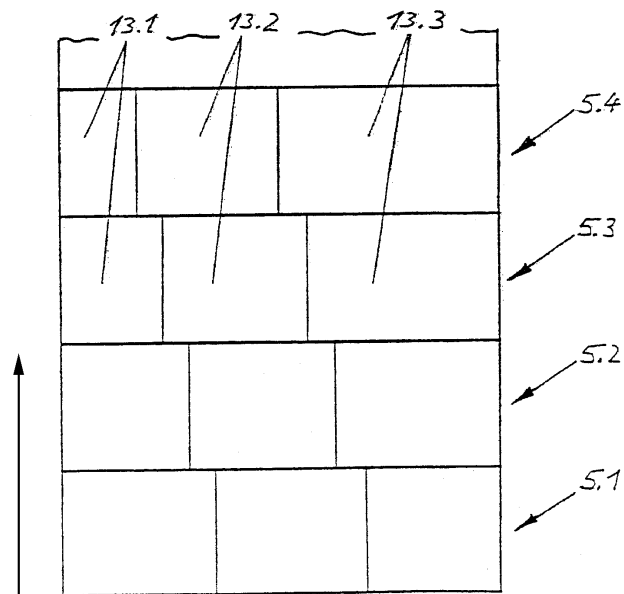
도면4



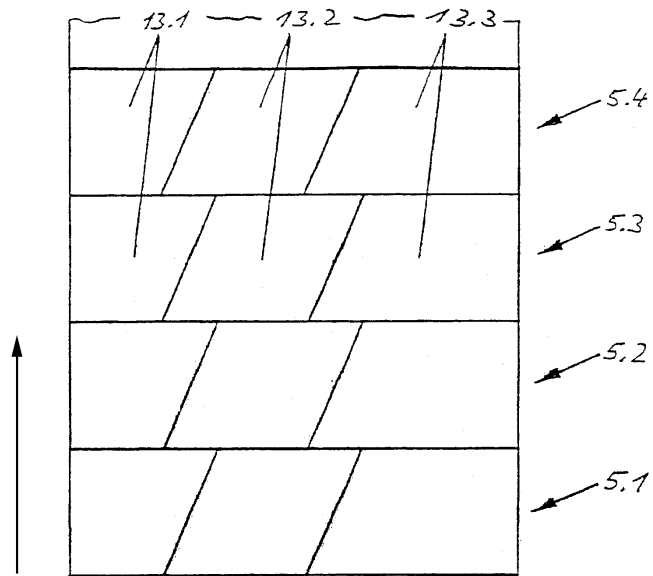
도면5



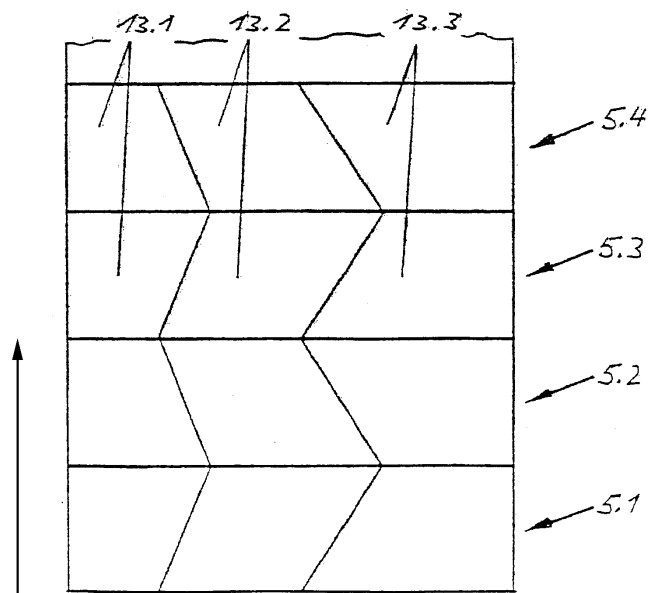
도면6



도면7



도면8



도면9

