

특허청구의 범위

청구항 1

서로 면과 면이 마주보는 방식으로 배치된 전극판들 사이에 세정될 순환수를 흘려보내는 단계;

상기 전극판들 사이에 DC 전압을 인가하는 단계; 및

상기 순환수를 세정하기 위하여, 상기 순환수에 포함된 하나 이상의 금속 이온을 전기분해에 의해 음극판 상에 석출시키는 단계를 포함하며,

상기 전극판으로서 티타늄판을 사용하고, 상기 전극판 중 양극판의 표면상에 상기 전기분해 중에 생성된 양극 산화 괴막에 인가되는 전압을 증가시켜 상기 양극 산화 괴막을 강제적으로 절연 파괴시키는 것과 동시에 소정량의 전류를 흘리는 것을 특징으로 하는, 순환수 세정 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 전극판들 사이에 인가되는 전압의 극성이 규칙적인 간격으로 반전되는 것을 특징으로 하는 순환수 세정 방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 전극판들 사이에 흐르는 전류가 정전류인 것을 특징으로 하는 순환수 세정 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 전극판들 사이에 흐르는 전류가 양극판들 중 하나의 단위 면적($1m^2$)당 0.1 내지 20 암페어(A)의 범위인 것을 특징으로 하는 순환수 세정 방법.

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

한쌍의 전극판들 사이에 인가되는 전압은 일정한 값으로 설정되고, 상기 전극판들 사이에 흐르는 전류가 소정값 미만인 경우에는 전극판들 사이에 인가되는 전압이 증가하는 반면, 전극판들 사이에 흐르는 전류가 소정값 이상인 경우에는 전극판들 사이에 인가되는 전압이 일정한 값으로 회복되는 것을 특징으로 하는 순환수 세정 방법.

청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 순환수의 전기 전도도가 소정값 이상인 경우에는 상기 전극판들 사이에 흐르는 전류가 증가하는 반면, 상기 순환수의 전기 전도도가 소정값 미만인 경우에는 상기 전극판들 사이에 흐르는 전류가 감소하는 것을 특징으로 하는 순환수 세정 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 순환수의 전기 전도도의 소정값들이 500 내지 1000 $\mu S/cm$ 의 범위인 것을 특징으로 하는 순환수 세정 방법.

청구항 8

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 순환수의 산화환원전위가 소정 범위 밖에 있는 경우에는 전극판들 사이에 흐르는 전류가 증가하는 반면, 상기 순환수의 산화환원전위가 소정 범위 내에 있는 경우에는 전극판들 사이에 흐르는 전류가 감소하는 것을 특

정으로 하는 순환수 세정 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 순환수의 산화환원전위의 소정값들은 +100 내지 -100mV의 범위인 것을 특징으로 하는 순환수 세정 방법.

청구항 10

세정될 순환수를 받아들이고 순환수를 방출하기 위한 세정 탱크;

상기 세정 탱크 내에 배치된 하나 이상의 제 1 전극판들;

상기 제 1 전극판들로부터 소정 거리를 가지고 상기 세정 탱크 내에 배치된 하나 이상의 제 2 전극판들; 및

상기 제 1 전극판들 및 제 2 전극판들 사이에 DC 전압을 인가하는 DC 전원을 포함하며,

상기 제 1 전극판들 및 제 2 전극판들은 티타늄 판으로 제작되고,

상기 DC 전원이 제 1 전극판들 또는 제 2 전극판들의 표면 상에 전기 분해 중에 형성된 양극 산화 피막을 절연
파괴에 의해 박리시켜 제거할 수 있는 전압을 출력하는 DC 고정 전원인 것을 특징으로 하는 순환수 세정 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 전극판들 및 제 2 전극판들 사이에 DC 전원에 의해 인가되는 전압의 극성을 규칙적인 간격으로 반전
시킬 수 있는 극성 반전장치를 포함하는 순환수 세정 장치.

청구항 12

제 10 항 또는 제 11 항에 있어서,

상기 DC 전원은, 양극으로 작용하는 전극판들 중 하나의 단위 면적($1m^2$)당 0.1 내지 20 암페어의 범위로 제 1
전극판들 및 제 2 전극판들 사이에 정전류를 인가할 수 있는 정전류 전원인 것을 특징으로 하는 순환수 세정 장
치.

청구항 13

제 10 항 또는 제 11 항에 있어서,

상기 DC 전원이 정전압 DC 공급원을 포함하고, 상기 순환수 세정 장치는 상기 전극판들 사이에 흐르는 전류값을
측정하기 위한 전류계, 및 상기 전류계에 의해 측정된 전류값이 소정값 미만인 경우에는 상기 DC 전원의 출력
전압을 증가시키고 상기 전류계에 의해 측정된 전류값이 소정값 초과인 경우에는 상기 DC 전원의 출력 전압을
감소시키는 전압 제어 장치를 포함하는 순환수 세정 장치.

청구항 14

제 10 항 또는 제 11 항에 있어서,

상기 순환수의 전기 전도도를 측정하기 위한 전도도계 및 전류 제어 장치를 포함하며, 상기 전류 제어 장치는
상기 전도도계에 의해 측정된 전기 전도도가 소정값 초과인 경우에는 상기 DC 전원으로부터 출력 전압을 증가시
킴으로써 전극판들 사이에 흐르는 전류를 증가시키며, 상기 전도도계에 의해 측정된 전기 전도도가 소정값 미만
인 경우에는 상기 DC 전원으로부터 출력 전압을 감소시킴으로써 전극판들 사이에 흐르는 전류를 감소시키는 것
을 특징으로 하는 순환수 세정 장치.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 순환수에 대한 전기 전도도의 소정값들은 500 내지 $1000 \mu S/cm$ 의 범위인 것을 특징으로 하는 순환수 세정
장치.

청구항 16

제 10 항 또는 제 11 항에 있어서,

상기 순환수의 산화환원전위를 측정하기 위한 산화환원전위 미터 및 전류 제어 장치를 포함하며, 상기 전류 제어 장치는 산화환원전위 미터에 의해 측정된 산화환원전위가 소정 범위 밖에 있는 경우에는 상기 DC 전원으로부터 출력 전압을 증가시킴으로써 전극판들 사이에 흐르는 전류를 증가시키며, 상기 산화환원전위 미터에 의해 측정된 산화환원전위가 소정 범위 내에 있는 경우에는 상기 DC 전원으로부터 출력 전압을 감소시킴으로써 전극판들 사이에 흐르는 전류를 감소시키는 것을 특징으로 하는 순환수 세정 장치.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 순환수의 산화환원전위의 소정값들은 +100 내지 -100mV의 범위인 것을 특징으로 하는 순환수 세정 장치.

명세서

기술 분야

<1>

본 발명은 사무실 시설, 제조 설비 등에 사용되거나 또는 공기 조절장치(air-conditioner) 내의 응축기 및 냉각 타워(cooling tower) 사이의 순환수로서 사용되는 냉각수 내의 물때(scale)를 전기적으로 제거하기 위한 순환수 세정을 위한 장치에 관한 것이다.

배경 기술

<2>

도 9는 공기 조절장치 시스템을 묘사하는 것이다. 본 도면에 나타낸 바와 같이, 공기 조절장치(64)는 기체상의 냉매 압축하기 위한 압축기(도시하지 않음); 액상의 냉매로 전환하기 위해 냉각수에 의해 기체상의 압축된 냉매를 냉각하기 위한 응축기(66); 및 확장밸브를 통해 압력이 감소된 액상 냉매가 흘러들어가는 기화기(도시하지 않음)를 포함한다.

<3>

응축기(66)에는 응축기(66) 내로 흘러들어온 냉매를 냉각시키기 위한 냉각 탱크(70)가 제공된다. 냉각수의 순환을 통해 냉각 탱크(70)에 냉각수를 제공하는 냉각 타워(68)는 원형의 타워 몸체(72), 및 타워 몸체 아래에 제공되는 입수조(water receiving bath)(74)를 포함한다. 입수조(74) 및 냉각 탱크(70)는 공급 라인(76)을 통해 연결되어 입수조(74) 내의 순환수가 냉각 탱크(70)로 이송될 수 있다.

<4>

순환수 및 냉각 공기가 흐르는 복수의 통로를 가진 충전 유닛(78)이 타워 몸체(72)에 통합된다. 순환수를 충전 유닛(78) 상에 분사하기 위해 분사 노즐(80)이 타워 몸체(72)에 부착된다. 분사 노즐(80)은 공급 라인(76)에 제공된 순환 펌프(84)에 의해 냉각 탱크(70) 내의 순환수가 분사 노즐(80)에 공급될 수 있는 회수 라인(82)을 통해 냉각 탱크(70)와 연결된다.

<5>

분사 노즐(80)로부터 충전 유닛(78) 상에 분사된 순환수는 충전 유닛(78) 내에 형성된 복수의 통로를 통과하며, 이후 집수조(74) 내로 떨어진다. 전술한 바와 같이, 순환수의 순환수로는 냉각 타워(68), 냉각 탱크(70), 공급 라인(76) 및 회수 라인(82)으로 이루어지며, 타워 및 수조는 공급 및 회수 라인들에 의해 연결되고, 물은 순환 펌프(84)를 작동시킴으로써 순환수로를 통해 흐른다.

<6>

타워 몸체(72)에 제공된 송풍기(86)는 타워 몸체(72) 내로 기류를 생성하여 기류는 타워 몸체(72)의 바닥으로 흘러들어가서 이후 순환수의 흐름의 반대 방향으로 충전 유닛(78) 내의 통로를 통과한다. 이는 순환수가 공기와의 직접 접촉을 통한 열교환 뿐만 아니라 순환수의 기화성 잠열을 활용하여 순환수가 냉각되도록 한다. 순환수의 기화로 인한 순환수의 감소를 보충하기 위해 냉각수는 부표(88)에 의해 개방되거나 밀폐될 수 있는 보충 라인(90)을 통해 타워 몸체에 더해진다.

<7>

그러나, 냉각 타워(68)가 전술한 바와 같이 순환수를 냉각시키기 위해 물의 기화성 잠열을 활용하기 때문에 순환수는 즉시 냉각 타워(68)로부터 기화되어 날아간다. 순환수로 사용되는 수돗물(tap water) 및 지하수(ground water)는 종종 칼슘, 마그네슘, 및 용해된 규소와 같은 금속 이온들을 함유한다.

<8>

이에 따라, 순환수에 함유된 금속 이온들의 농도는 점차적으로 증가한다. 특히, 사용 초기에 센티미터당 100 내지 200 마이크로 지멘스(siemens)(μ S/cm)의 전기 전도도를 가진 수돗물은 며칠 내지 한 주의 사용으로 1000 μ

S/cm 이상의 증가된 전도도를 가지게 된다. 금속 이온들은 이후 응어리져서 물때를 형성하고 응축기(66)의 열교환 표면에 부착됨으로써 열전도 효율을 떨어뜨리고, 순환수가 통과하는 도관의 내부 표면 상에 부착됨으로써 냉각수의 흐름 저항을 증가시킨다.

- <9> 나아가, 녹조류, 레지오넬라(Legionella) 박테리아 등과 같은 다량의 오염 유기체들이 순환수 내에서 성장할 수 있고, 냉각 타워로부터 분무 형태로 순환수를 따라 퍼져나가 냉각 타워 근처의 작업자 또는 근방의 거주자들에게 건강상의 문제를 야기시킨다.
- <10> 전술한 문제점들을 해결하기 위해, 물때가 형성되지 않도록 금속 이온들의 농도를 줄이기 위해 순환수에 수돗물 또는 지하수가 첨가되었다. 하지만, 이것은 수돗물 또는 지하수가 비싼 지역에서는 순환수의 비용이 증가하여, 결과적으로 공기 조절장치의 조작 및 유지 비용을 증가시킬 수 있다.
- <11> 이에 따라, 저-비용의 수돗물 또는 지하수를 입수할 수 없는 사업소에서는 순환수에 화학물질들을 첨가함으로써 순환수의 전기 전도도를 조절하는 방법을 취함으로써 응축기의 열교환 표면 및 도관 내부 표면에 물때가 부착하는 것을 방지하였다. 하지만, 이러한 화학물질들은 순환수에 정기적으로 첨가되어야 하며, 이 경우에도 고비용을 야기시킨다.
- <12> 더욱이, 응축기의 열교환 표면 및 도관 내부 표면의 물때의 부착은 순환수에 화학물질을 첨가함으로써 완벽하게 방지될 수 없다. 따라서, 제거 작업의 기간이 연장될 수 있더라도 부착된 물때의 제거, 관련 비용 및 노동력이 여전히 요구된다.
- <13> 녹조류 및 박테리아의 증식에 따라 순환수에 살생물제(biocide)를 첨가하는 다른 방법이 취해졌다. 하지만, 이는 녹조류 및 박테리아의 번식을 장기간 억제하지 못하며, 증식된 녹조류 및 박테리아는 냉각 타워로부터 공기 중으로 살생물제 등과 함께 퍼져나가 공기 오염을 야기시킨다.
- <14> 전술한 문제점들을 해결하기 위해 일본 비심사특허 공개공보 제2001-259690, 4-18982, 61-181591, 58-35400, 2001-137891, 9-103797, 2001-137858, 9-38668, 11-114335호 등에 기재된 바와 같은 전기분해에 의해 순환수로부터 금속 이온들을 전기적으로 제거할 수 있는 광범위하게 다양한 세정장치가 제안되어왔다.
- <15> 이러한 세정 장치의 한 예로는, 서로간에 면과 면을 맞댄 방식으로 설치된 전극판들을 가진 전극판 유닛; 및 내부에 전극판 유닛을 가진 전기분해 세정탱크를 포함하는 세정장치가 제안되었는데, 여기서 순환수는 전기분해 세정탱크로 도입되고 전극판들에 양 및 음의 전압이 제공되어 순환수 내에 함유된 금속 이온들로 하여금 음극판의 표면에 물때 형태로 석출되도록 하여 순환수로부터 금속 이온들을 제거한다.
- 발명의 상세한 설명**
- <16> 그러나, 이러한 타입들의 세정 장치들의 장기간 사용 도중에 음극판 표면 상에 석출된 물때의 양은 시간이 갈수록 증가하여 그 결과 전류가 차단될 수 있고 따라서 순환수의 세정 성능이 약해진다. 따라서, 물때가 축적되어 일정 수준에 도달하거나 초과한 때 작업 요원은 음극판을 세정장치로부터 떼어내서 물때를 음극판으로부터 물리적으로 제거해야 한다. 이는 비용의 증가와 함께 세정 장치의 번거로운 작업 및 유지의 문제를 부과한다.
- <17> 이러한 문제점들을 해결하기 위해, 규칙적인 시간간격으로 음극 및 양극판들의 극성이 자동으로 반전되도록 하여 음극 판의 표면에 부착된 물때를 박리시키는 장치가 제공되었다. 그러나 이러한 세정장치도 현실적으로 굽어 냅으로써 작업 요원이 음극판의 표면에 부착된 물때를 제거하는 것을 요구하는데, 전극 판들의 표면에 견고하게 부착된 물때는 완벽하게 벗겨낼 수 없고 일부가 남아서, 남겨진 물때가 자라나 전류를 차단하고 그 결과 순환수가 세정될 수 없기 때문이다. 이에 따라, 이러한 세정 장치 역시 비용과 함께 장치의 번거로운 조작 및 유지를 요구한다.
- <18> 또한, 이러한 타입의 세정 장치는 종종 Pt 등과 같은 값비싼 희귀 금속들을 포함하거나 또는 Al, SUS 및 Fe와 같이 빨리 소모되는 물질로 구성된 전극판들을 사용한다. 따라서, 제조 및 장치의 보존을 위한 유지 비용의 증가가 존재한다.
- <19> 본 발명은 전극판들을 전기분해 세정 탱크로부터 분리하여 세정하고 전기분해 세정 탱크 내부의 물때를 제거하는 것과 같은 세정 작업 없이 조작 및 유지에 관련된 비용을 감소시키는 순환수를 세정하기 위한 방법을 제공하기 위한 것이다.
- <20> 본 발명은 서로 면과 면을 접하는 방식으로 배치된 전극판들 사이로 세정될 순환수를 통과시키는 단계, 전극판들 사이에 전압을 걸어주는 단계, 및 순환수를 세정하기 위해 순환수에 함유된 하나 이상의 금속 이온들로 하여

금 전기분해에 의해 음극판 상에 석출되도록 하는 단계를 포함하는 순환수를 세정하기 위한 방법에 관한 것이다.

- <21> 본 명세서에 사용된 전극판들은 티타늄 판이다. 또한, 전기 분해 중 양극판의 표면에 형성된 양극 산화 피막(anodized oxide coating)은 양극 산화 피막에 걸리는 전압의 증가에 의해 강제로 절연 파괴(dielectric breakdown)를 겪게되기 때문에 소정량의 전류가 흐르게 된다.
- <22> 나아가, 전극판들 사이에 걸린 전압은 규칙적인 기간으로 극성이 뒤바뀔 수 있다. 제공된 전압은 또한 양극 산화 피막의 형성을 방지하기 위해 일정 전류를 충분히 제공함으로써 증가될 수도 있다. 이러한 경우, 전극판들 사이에 흐르는 전류는 단위 면적(즉, 1m^2)당 0.1 내지 20 암페어(A)가 바람직한데, $0.1\text{A}/\text{m}^2$ 미만의 전류는 순환수를 충분히 세정하지 못하며, $20\text{A}/\text{m}^2$ 이상은 전극판의 급속한 부식을 일으켜 전극판을 사용불가능하게 만들기 때문이다.
- <23> 또한, 전극판 사이에 흐르는 전류는 순환수의 전기 전도도가 소정값 이상일 때 증가될 수 있는 반면, 전극판 사이에 흐르는 전류는 순환수의 전기 전도도가 소정값 이하일 때 감소될 수 있다. 순환수의 전기 전도도의 소정값은 500 내지 $1000\text{ }\mu\text{S}/\text{cm}$ 의 범위인 것이 바람직하다.
- <24> 선택적으로는, 전극판 사이에 흐르는 전류는 순환수의 산화환원 전위가 소정값 이상일 때 증가될 수 있는 반면, 전극판 사이에 흐르는 전류는 순환수의 산화환원 전위가 소정값 이하일 때 감소될 수 있다. 순환수의 산화환원 전위의 소정값은 $+100$ 내지 -100mV 의 범위인 것이 바람직하다.
- <25> 본 발명은 또한 세정될 순환수를 수집하고 순환수를 방출하는 세정 탱크; 세정 탱크 내에 위치한 하나 이상의 제 1 전극판; 세정 탱크 내에 제 1 전극판들로부터 소정의 거리만큼 떨어져 위치한 하나 이상의 제 2 전극판; 및 제 1 전극판들 및 제 2 전극판들 사이에 DC 전압을 제공하기 위한 DC 전원을 포함하는 순환수를 위한 세정장치에 관한 것이다.
- <26> 본 발명에 따른 제 1 및 제 2 전극판은 티타늄 판이다. DC 전원은 제 1 전극 및 제 2 전극의 표면에 형성된 양극 산화 피막이 절연 파괴에 의해 벗겨져 제거되도록 DC 전압을 출력한다.
- <27> 또한, 순환수를 위한 세정 장치는 제 1 전극 및 제 2 전극 사이에서 규칙적인 시간간격으로 DC 전원에 의해 공급되는 전압의 극성을 반전시킬 수 있는 극성 반전 장치를 더 포함할 수 있다.
- <28> 선택적으로는, 순환수에 대한 세정장치에 있어서 일정한 전류 공급원이 DC 전원으로서 사용될 수 있다. 일정한 전류 공급원은 바람직하게는 양극으로서 기능하는 전극 중 하나의 단위 면적(1m^2)당 0.1 내지 20 암페어의 범위로 제 1 전극 및 제 2 전극 사이에 일정한 전류를 제공할 수 있는 것이다.
- <29> 나아가, 순환수에 대한 세정장치는 또한 순환수의 전기 전도도를 측정할 수 있는 전도도계(conductivity meter); 및 전류 제어장치를 포함할 수 있는데, 이는 전도도계에 의해 얻어진 순환수의 전기 전도도가 소정값 이상일 경우 DC 전원의 출력 전압을 증가시켜 전극판들 사이에 흐르는 전류를 증가시키며, 전도도계에 의해 얻어진 순환수의 전기 전도도가 소정값 이하일 경우 DC 전원의 출력 전압을 감소시켜 전극판들 사이에 흐르는 전류를 감소시킨다.
- <30> 바람직하게는, 순환수의 전기전도도의 소정값은 500 내지 $1000\text{ }\mu\text{S}/\text{cm}$ 의 범위이다.
- <31> 선택적으로는, 순환수에 대한 세정장치는 또한 순환수의 산화환원전위를 측정하기 위한 산화환원 전위계(ORP 미터); 및 ORP 미터에 의해 얻어진 순환수의 산화환원전위가 소정값 이상일 경우 DC 전원의 출력 전압을 증가시켜 전극판들 사이에 흐르는 전류를 증가시키며, ORP 미터에 의해 얻어진 순환수의 산화환원전위가 소정값 이하일 경우 DC 전원의 출력 전압을 감소시켜 전극판들 사이에 흐르는 전류를 감소시키는 전류 제어장치를 포함할 수 있다.
- <32> 바람직하게는, 순환수의 산화환원전위의 소정값은 $+100$ 내지 -100mV 의 범위이며, 더욱 바람직하게는 -50 내지 0mV 의 범위이다.
- <33> 본 발명에 따르면, 양극판 상에 형성된 양극 산화 피막은 강제적으로 절연 파괴되어, 물때 성분을 제거하는데 필요한 양의 전류가 양극 산화 피막의 생성에 대항하여 순환수 내에 흐르기 때문에, 순환수 내의 물때 성분이 효과적으로 제거되고, 순환수의 전기 전도도가 소정의 범위 내로 유지되는 효과가 있다.
- <34> 또한, 본 발명에 따르면, 세정장치가 규칙적인 시간간격으로 전극판들 사이에 제공되는 전압의 극성을 반전시킬 수 있는 극성 반전 장치를 포함할 때 전극판 상에 형성된 물때가 보수작업 없이, 작업 요원에 의한 세정 없이

제거되기 때문에, 조작 및 유지에서의 비용 절감이 효과적으로 달성될 수 있다.

<35> 더욱이, 본 발명에 따르면, 규칙적인 시간간격으로 전극판들 사이에 걸린 전압이 반전될 때 전극판중 하나가 과하게 소모됨 없이 서로 면과 면을 맞댄 방식으로 배치된 두 전극판들이 양자 모두 거의 동일하게 소모되기 때문에 비싼 티타늄 판들이 효과적으로 사용될 수 있다.

<36> 본 발명에 따르면, 순환수의 전기 전도도가 소정값 이상일 때 전극판들 사이에 흐르는 전류를 증가시킴으로써 양극 표면상에 형성된 양극 산화 괴막의 강제적 절연 파괴를 일으키며 따라서 양극 산화 괴막의 형성을 방지하는 반면 순환수를 통해 흐르는 전류가 물때를 제거하기에 충분하게 하게 하여 순환수에 함유된 물때가 효과적으로 제거될 수 있다.

<37> 본 발명에 따르면, 순환수의 산화환원전위가 소정값보다 높을 때 전극판들 사이에 흐르는 전류의 양을 증가시킴으로써 양극판들의 표면에 형성된 양극 산화 괴막의 강제적 절연 파괴를 일으키며 따라서 양극 산화 괴막의 형성을 방지하는 반면 순환수를 통해 흐르는 전류가 물때를 제거하기에 충분하게 하게 하여 순환수에 함유된 물때가 효과적으로 제거될 수 있다. 한편, 순환수의 산화환원전위가 소정값보다 낮을 때 전극판들 사이에 흐르는 전류의 양을 감소시킴으로써 전극 판들의 소모가 효과적으로 억제될 수 있다.

실시예

<47> 본 발명을 수행하기 위한 최적의 모드

<48> 도 1은 본 발명의 한 실시예에 따른 냉각 타워 내의 순환수를 위한 세정장치를 나타낸다. 도 2는 도 1의 세정장치에 사용된 전극판 유닛을 나타낸다.

<49> 상기 도면들에서, 숫자 10은 세정장치에 상응하며, 상기 세정장치(10)는 전기분해 세정 탱크(12); 전기분해 세정 탱크(12)에 포함된 전극판 유닛(14); 및 전극판 유닛(14)에 DC 전기를 공급하기 위한 DC 전원(16)을 포함한다.

<50> 전기분해 세정 탱크(12)는 상자 형태의 용기로 제작된다. 물 주입구(22)는 전기분해 세정 탱크(12)의 측면에 가깝게 저부(18)에 제공된다. 물 주입구(22)는 순환수를 받아들이는데, 이는 본 명세서에 설명된 냉각 타워(68)의 입수조(74)로부터 공급 펌프(20)를 통해 도입된다. 전기분해 세정 탱크(12) 및 공급 펌프(20)의 크기 또는 용량은 냉각 타워(68)의 크기 또는 용량에 의존해 결정된다.

<51> 전극판 유닛(14)은 복수의 제 1 전극판들(24) 및 복수의 제 2 전극판들(26)로 이루어지며, 이는 판들 사이에 소정의 공간을 가지고 평행한 방식으로 교대로 배치된다. 전극판 유닛(14)의 크기는 사용될 냉각 타워의 크기 또는 용량에 의존하여 결정된다.

<52> 전극판 유닛(14)의 제 1 전극판들(24) 및 제 2 전극판들(26)은 DC 전원(16)의 양극 및 음극 출력 말단에 각각 연결된다. DC 전원(16)은 제 1 전극판들(24) 중 하나의 단위 면적(m^2)당 약 0.1 내지 약 20 암페어 범위의 전류를 제공할 수 있는 DC 고정 전원으로 이루어진다.

<53> 두 개의 평행한 유출 칸막이들(30)은 물 주입구(22)의 반대 측 상에 전기분해 세정 탱크(12)의 측면부(28) 및 전극판 유닛(14) 사이에 소정의 간격을 두고 거의 직각으로 이루어진다. 칸막이들 중 하나는 다른 것에 대해 수직으로 약간 벗어나게 배치된다. 세정된 순환수를 방출하기 위한 배출구(32)는 유출 칸막이들(30)이 제공된 곳과 같은 측면에 전기분해 세정 탱크(12)의 측면부(28)의 상부에 제공된다.

<54> 순환수의 전기 전도도를 측정하기 위한 전도도계(34)는 배출구(32) 가까이 전기분해 세정 탱크(12)의 측면부(28)와 유출 칸막이들(30) 사이에 제공된다. 전도도계(34)는 경보장치(38)에 연결되어, 순환수의 전기 전도도가 소정값과 동일하거나 초과할 때 경고등(40)이 켜지거나 경적(42)이 소리를 내게 된다.

<55> 부표스위치(float switch)(36)는 전기분해 세정 탱크(12)의 상부에 부착된다. 만일 물때가 저장 탱크(44)의 여과부(60)에 축적되어 처리될 물의 흐름에 저항을 일으키면 부표 스위치에 의해 경고등(40)이 켜지거나 경적(42)이 소리를 내어 처리될 물이 전기분해 세정 탱크(12)로부터 범람하는 것을 방지한다.

<56> 저장 탱크(44)는 전기분해 세정 탱크(12)에서 세정된 순환수를 임시로 저장하기 위해 전기분해 세정 탱크(12)의 아래에 배치된다. 배출구(32)는 배출라인(46)을 통해 저장 탱크(44)와 연결된다.

<57> 복귀펌프(48)는 저장 탱크(44) 내에 저장된 세정된 순환수를 냉각 타워(68)로 되돌리기 위해 저장 탱크(44) 근처에 제공된다. 부표스위치(50)가 저장 탱크(44) 내에 제공되어 저장 탱크(44) 내의 순환수가 소정 수위 이상일

때 저장 탱크(44)에 저장된 순환수가 복귀펌프(48)의 작동에 의해 냉각 타워(68)로 회수된다.

<58> 배수구(52)를 통해 유리된 물때를 방출하기 위해 배수구(52)가 전기분해 세정 탱크(12)의 저부(18)의 중앙 또는 그 근처에 제공된다. 전기분해 세정 탱크(12)의 저부(18)는 배수구(52)를 향해 아래쪽으로 경사져 있으며, 경사 각은 25 내지 35도 범위이다.

<59> 배출 장치(54)가 세정 탱크의 저부(18)의 바깥의 배수구 영역에 아래쪽을 향하도록 제공된다. 배출 장치(54)는 관문 장치 또는 배출밸브(56)를 포함하며, 개폐 시기 및 기간은 관문 타이머(58)에 의해 조절된다.

<60> 배출 장치(54)의 위부면은 추가의 라인에 연결되지 않고 개방되어 있다. 여과부는 순환수를 따라 배출된 물때를 분리하기 위해 배출 장치(54) 바로 아래 및 저장 탱크(44) 위에 제공된다.

<61> 배출 장치(54)의 용량은 전기분해 세정 탱크(12)가 소정 높이까지 물로 채워져서 배출 밸브가 최대로 개방된 때 배출수의 최대 유속이 분당 30리터 이상이 된다.

<62> 다음으로, 도 3 및 4를 참조하여 냉각 타워 내의 순환수를 위한 세정 장치의 조작을 아래에 설명할 것이다. 도 3은 도 1의 세정 장치를 통합하는 공기 조절장치 시스템을 나타내며, 도 4는 본 발명의 한 실시예에 따른 냉각 타워 내의 순환수에 대한 세정 장치의 제어 개략도를 나타내고 있다.

<63> 순환수는 물공급 펌프(20)의 작동에 의해 냉각 타워(68)의 입수 탱크(74)로부터 배출되며 이후 전기분해 세정 탱크(12)의 물 주입구(22)를 통해 전기분해 세정 탱크(12)로 공급된다.

<64> 공급된 순환수는 전극판 유닛(14)을 물에 잠기게 하며 유출 칸막이들(30)을 지나 배출구(32)를 통해 전기분해 세정 탱크(12)로부터 유출되어 저장 탱크(44)로 진입한다.

<65> 저장 탱크(44) 내의 부표 스위치(50)는 특정 수위에서 켜지도록 조절된다. 이에 따라, 저장 탱크(44) 내의 순환수가 특정 수위에 다다르면 부표 스위치(50)가 켜지고 차례로 복귀펌프(48)가 동작을 시작한다. 그 결과, 저장 탱크(44)로 넘쳐흐른 순환수는 복귀펌프(48)에 의해 냉각 타워(68)의 입수조(74)로 되돌아간다.

<66> DC 전원(16)은 전기분해 세정 탱크(12)가 순환수로 채워진 조건 하에서 동작을 시작하며 양전압 및 음전압이 제 1 전극판들(24) 및 제 2 전극판들(26)에 각각 제공된다. 순환수 내에 함유된 칼슘, 마그네슘, 및 용해된 실리카와 같은 금속 이온들은 제 2 전극판들(26)로 끌려와서 그 표면을 감소시키며 제 2 전극판(26), 또는 주변에 물 때의 석출을 야기시키며 순환수 내의 이러한 양이온들을 점차적으로 감소시킨다.

<67> 상기 실시예에서, 정전류 DC 전원이 DC 공급원으로서 사용된다. 제 1 전극판(24) 및 제 2 전극판(26) 사이에 흐르는 정전류는 양극으로 작용하는 제 1 전극판들(24)의 표면에 양극 산화 피막을 형성하여 제 1 전극판들(24)의 표면 저항을 증가시킨다. 저항이 증가함에 따라 제 1 전극판들(24)의 표면의 양극 산화 피막에 걸린 전압도 증가된 저항에 비례하여 증가하며 제 1 전극판들(24)의 표면의 양극 산화 피막은 절연 파괴를 겪게된다. 그 결과, 제 1 전극판들(24)의 표면의 양극 산화 피막 및 제 1 전극판들(24)의 표면 저항이 감소한다.

<68> 특정 시간 동안의 전기분해에 의해 순환수의 연속 세정 후에 물때는 제 2 전극판들(26) 또는 그 주변에 석출되며 슬러지(sludge)와 같은 물질로서 전기분해 세정 탱크(12)의 저부(18)에 점차적으로 축적된다.

<69> 관문 타이머(58)는 배출 밸브(56)의 작동 시기 및 보유 기간을 제어하기 위해 소정의 작동시간 경과 후 소정의 설정치에 따라 배출 밸브(56)를 개방하고, 그 결과 전기분해 세정 탱크(12) 내의 순환수는 저부(18)에 축적된 물때와 함께 배출 장치(54)를 통과함으로써 방출된다.

<70> 배출된 순환수 내의 물때는 여과부(60)를 통한 여과에 의해 제거되며 결과물인 순환수는 저장 탱크(44)로 진입한다. 배출 밸브(56)는 소정의 유지시간 경과 후 닫히며 전기분해 세정 탱크(12)는 순환수로 채워진다. 특정량이 축적되면, 여과부 상에 남겨진 물때는 순차적으로 이동되어 여과부(60)로부터 제거된다.

<71> 전기분해 세정 탱크(12)의 배출구 가까이 위치한 전도도계(34)는 순환수의 전기 전도도를 계속 모니터한다. 순환수의 전기 전도도가 특정 수치와 동일하거나 초과하게 되면 경고등(40)을 켜거나 경적(42)이 울리도록 경보장치(38)가 작동된다.

<72> 전기분해 세정 탱크(12)의 상부에 부착된 부표 스위치(36)는 저장 탱크(44)의 여과부 상의 물때의 축적의 결과인 처리된 물의 흐름 저항을 모니터한다. 흐름 저항이 소정값과 동일하거나 초과하게 되면 이에 따라 수위가 부표 스위치(36)의 수위로 상승하여 경고등(40)이 켜지거나 경적(42)이 울리게 된다.

<73> 실시예

<74>

실시예 1

<75>

냉매 120톤 용량의 냉각 타워로부터 순환로를 통해 순환수가 배출되어 본 발명에 따른 장치를 통과함으로써 세정되어 순환로로 다시 되돌려졌다.

<76>

본 발명에 따른 장치에 사용된 전극판 유닛(14)은 300mm의 폭, 600mm의 높이 및 1mm의 두께를 가지는 72개의 티타늄 판들을 포함하였다. 36개의 판들은 판들 사이에 24mm의 간격으로 나머지 36개의 판들과 면하도록 배열되었다. 전극판 유닛(14)에 6 암페어의 정전류를 공급하기 위해 정전류 DC 전원이 DC 공급원(16)으로서 사용되었다.

<77>

도 5에 보인 바와 같이, 전극판들 사이의 전압은 초기 기간 동안 0.5V였으며, 정전류 DC 전원에 의해 공급된 전극판들 사이의 정전류로부터 유도되었다. 하지만, 전압은 양극판들의 표면상에 형성된 양극 산화 피막의 저항의 증가와 맞물려 점차로 증가하였고, 마침내 약 18V에 다다랐다. 전압이 일단 상기 값에 도달하면, 양극 산화피막은 절연 파괴를 겪게 되며 이후 저항의 감소를 야기시키며 박리되었고, 따라서 전극판들 사이의 전압은 약 15V로 떨어졌다. 전극판들 사이의 저항은 더이상 감소하지 않았으며, 양극 산화 피막이 이후 재생성되기 시작하였다. 이러한 방식으로 양극 산화 피막의 생성, 분해 및 박리의 순환이 반복되었다.

<78>

상기 실시예에서 순환수의 전기 전도도는 도 6에 보인 바와 같이 초기에 $1000 \mu\text{S}/\text{cm}$ 였으며 이후 점차적으로 감소하여 700 내지 $850 \mu\text{S}/\text{cm}$ 에서 안정되었다. 유사하게, 산화환원전위는 도 6에 보인 바와 같이 초기에 470mV였으며 이후 점차적으로 감소하여 -60mV에서 안정되었다. 전기분해 세정 탱크의 저부에 축적된 슬러지와 같은 물질이 분석되었고 주성분으로서 실리카, 칼슘 및 마그네슘, 및 절연 파괴를 겪은 티타늄 산화물을 포함하는 것으로 밝혀졌다.

<79>

실시예 2

<80>

본 실시예는 유닛 내의 전극판들 사이에 흐르는 전류 밀도가 3단계, 즉, $0.7\text{A}/\text{m}^2$, $1.4\text{A}/\text{m}^2$ 및 $2.1\text{A}/\text{m}^2$ 인 것을 제외하고는 실시예 1에 설명한 것과 동일한 방식으로 수행되었다. 도 7은 순환수의 전기 전도도를 나타낸다. 상기 실시예는 높은 전류밀도가 순환수의 전기 전도도를 짧은 기간 내에 감소시킨다는 것을 확인시켜주었다.

<81>

실시예 3

<82>

실시예 1에 설명된 조건 하에서 1주일 동안의 연속 동작 후에 극성을 반전시켜 동작을 계속하였으며, 그 결과 이전에 음극이었던 양극의 표면에 견고히 부착된 물때들이 박리되고 전기분해 탱크의 바닥에 쌓였다.

<83>

동일한 조건 하에서 1주일 더 동작을 계속하였고, 초기 작동의 경우와 같이 물때가 음극의 표면에 견고히 부착되었다. 그러나, 추가의 연속 작동으로 음극에 견고히 부착된 물때가 제거될 것이 예상되며 이에 의해 물때의 회복을 어렵게 만들거나, 또는 전기 저항 때문에 물때의 부착을 감소시킨다. 따라서, 매주 한번씩 극성을 교대로 반전시킴으로써 작동이 계속되었다. 그 결과, 음극에 부착된 물때가 효과적으로 박리되어 절연 파괴에 의해 박리된 양극 산화 피막과 함께 전기분해 세정 탱크(12)의 바닥에 쌓였다. 이러한 극성의 반전을 반복하는 것은 음극에 견고히 부착된 물때가 박리되어 효과적으로 재활용될 수 있게 하며, 물때가 음극에 부착되는 것을 방지함으로써 전기분해의 효율이 특정 수치로 유지되게 하였다.

<84>

실시예 4

<85>

실시예 1에 설명된 조건 하에서 정전류 공급원이 사용되었고, DC 전원에 의해 전극판 유닛(14)에 공급되던 전류가 전도도계(34)에 의해 얻어진 전기 전도도에 의존하여 조절되었다. 다시 말하자면, 전기 전도도가 $1000 \mu\text{S}/\text{cm}$ 를 초과할 경우 전류는 약 두배로 증가한 반면, 전기 전도도가 $700 \mu\text{S}/\text{cm}$ 아래로 떨어질 경우 전류는 초기값으로 감소되었다. 그 결과, 도 8에 보인 바와 같이, 전류를 약 두배로 증가시킴에 따라 전기 전도도는 $1040 \mu\text{S}/\text{cm}$ 로부터 $690 \mu\text{S}/\text{cm}$ 로 감소되었고, 전류를 초기값으로 감소시킴에 따라 전기 전도도는 $690 \mu\text{S}/\text{cm}$ 로부터 $810 \mu\text{S}/\text{cm}$ 로 증가하였다. 이러한 결과는 전극판 유닛(14)에 공급되는 전류를 조절함으로써 소정의 성능이 달성될 수 있음을 확인시켜준다.

<86>

정리하자면, 순환수 내의 물때가 효과적으로 제거되었다. 전기 전도도가 허용할 만한 범위 내에 있을 때 과전류를 흘려줄 필요가 없으므로 전기 비용이 절약되었고 전극판들의 부식 및/또는 소모가 회피되었다.

<87>

실시예 5

<88>

실시예 4에 설명한 경우와 같이, 순환수의 산화환원전위를 측정하기 위한 ORP 미터 및 정전류 공급원이 사용되었고, 전극판 유닛(14)에 공급되는 전류는 ORP 미터에 의해 얻어지는 산화환원전위에 의존하여 증가되었다. 다시 말하자면, 산화환원전위가 200mV를 초과한 때 전류는 100% 증가하였다. 그 결과, 도 8에 보인 바와 같이, 전

류의 100% 증가에 의해 산화환원전위는 280mV로부터 -60mV로 감소되었다. 이러한 결과는 전극판 유닛(14)에 공급되는 전류를 조절함으로써 소정의 성능이 달성될 수 있음을 확인시켜준다.

<89> 정리하자면, 순환수 내의 물때가 효과적으로 제거되었다. 산화환원전위가 허용할 만한 범위 내에 있을 때 과전류를 흘려줄 필요가 없으므로 전기 비용이 절약되었고 전극판들의 부식 및/또는 소모가 회피되었다.

<90> 상기 실시예들에 사용된 정전류 DC 공급원 대신에 정전압 DC 공급원이 사용될 수 있다. 이러한 경우, 전극판들 사이에 흐르는 전류는 전류계(도시되지 않음)에 의해 모니터되며, 전류가 소정의 값 아래로 떨어질 때 전력 공급 전원이 증가한다. 전력 공급 전원을 증가시킴으로써, 전극판들의 표면의 양극 산화 괴막들은 절연 파괴 및 박리를 겪게되고, 이에 따라 소정값의 전류가 흐르도록 전극판들 사이의 저항이 감소한다. 이후, 전력 공급 전압은 초기값으로 회복되며, 이렇게 함으로써 전극들 사이에 과도전류가 흐르지 않고 따라서 전극판들의 급속한 부식이 방지될 수 있다.

산업상 이용 가능성

<91> 본 발명은 냉각 타워 뿐만 아니라 24시간 수조, 수영장, 인공 연못 등의 순환수의 세정에 적용된다.

도면의 간단한 설명

<38> 도 1은 본 발명의 한 실시예에 따른 냉각 타워 내의 순환수의 세정을 위한 장치를 나타내고 있다.

<39> 도 2는 도 1의 세정 장치에 사용된 전극판 유닛을 나타내고 있다.

<40> 도 3은 도 1의 세정 장치를 통합하는 공기 조절장치 시스템을 나타내고 있다.

<41> 도 4는 본 발명의 한 실시예에 따른 냉각 타워 내의 순환수에 대한 세정 장치의 제어 개략도를 나타내고 있다.

<42> 도 5는 전극판들 사이에 걸리는 전압 및 전기 전도도 또는 산화환원전위의 관계를 나타내는 그래프이다.

<43> 도 6은 전압 편차에 대한 전기 전도도 및 산화환원전위의 변화를 나타내는 그래프이다.

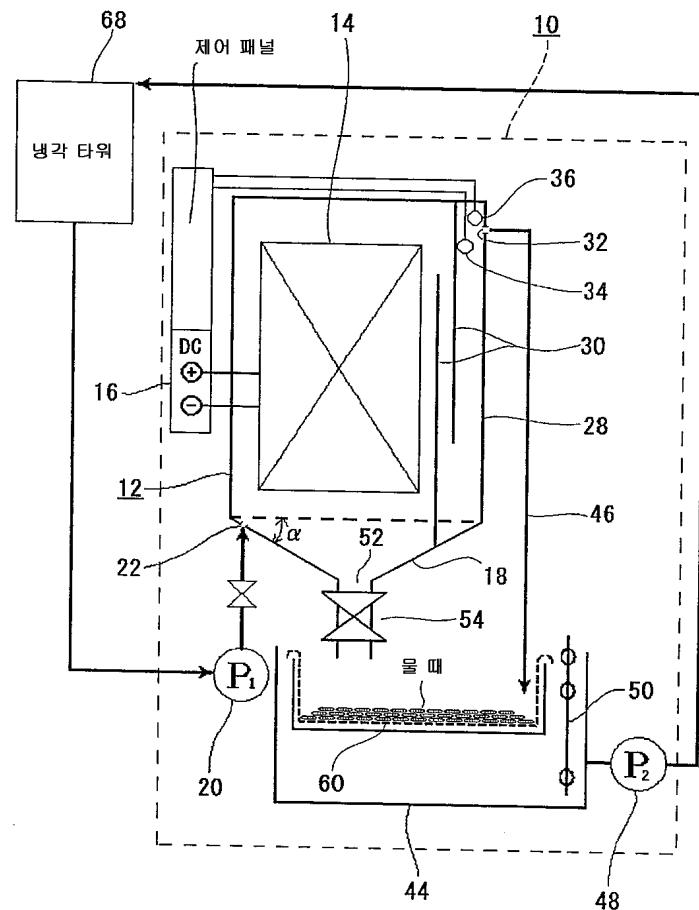
<44> 도 7은 전류밀도(A/m^2) 및 전기 전도도의 감소율($\mu S/cm$)의 변화의 관계를 나타내는 그래프이다.

<45> 도 8은 전류 편차에 대한 전기 전도도 및 산화환원전위의 변화를 나타내는 그래프이다.

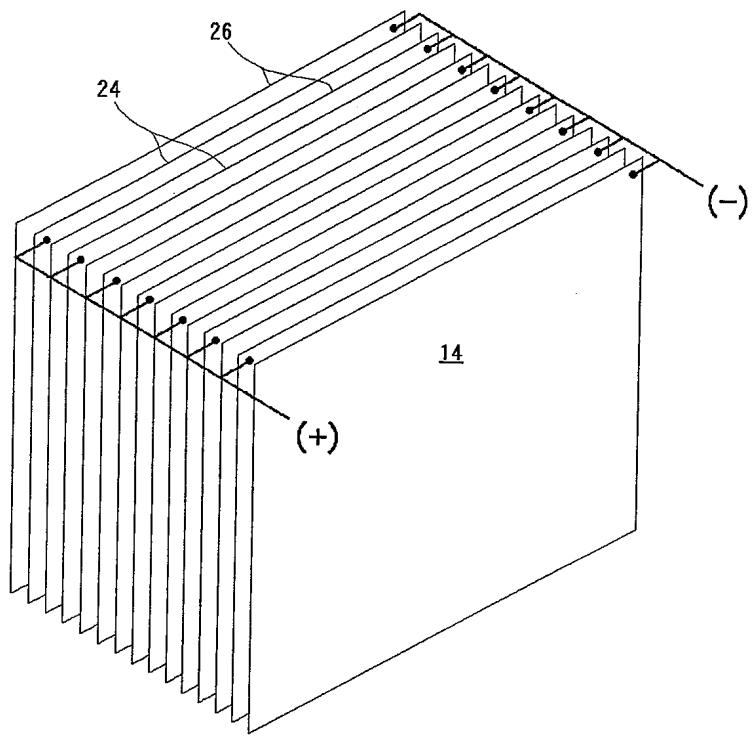
<46> 도 9는 공기조절장치 시스템을 나타내고 있다.

도면

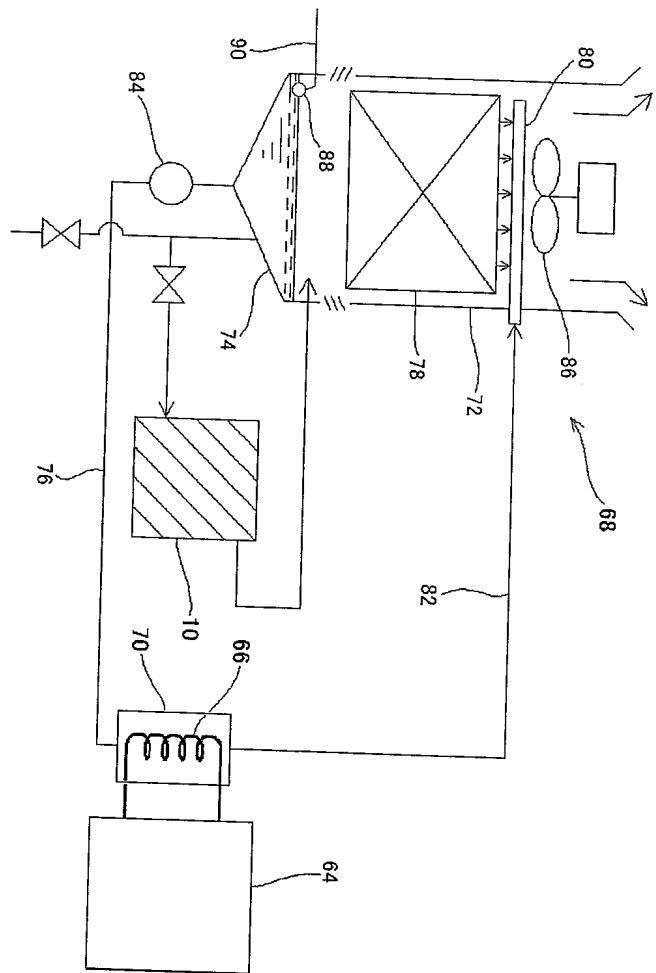
도면1



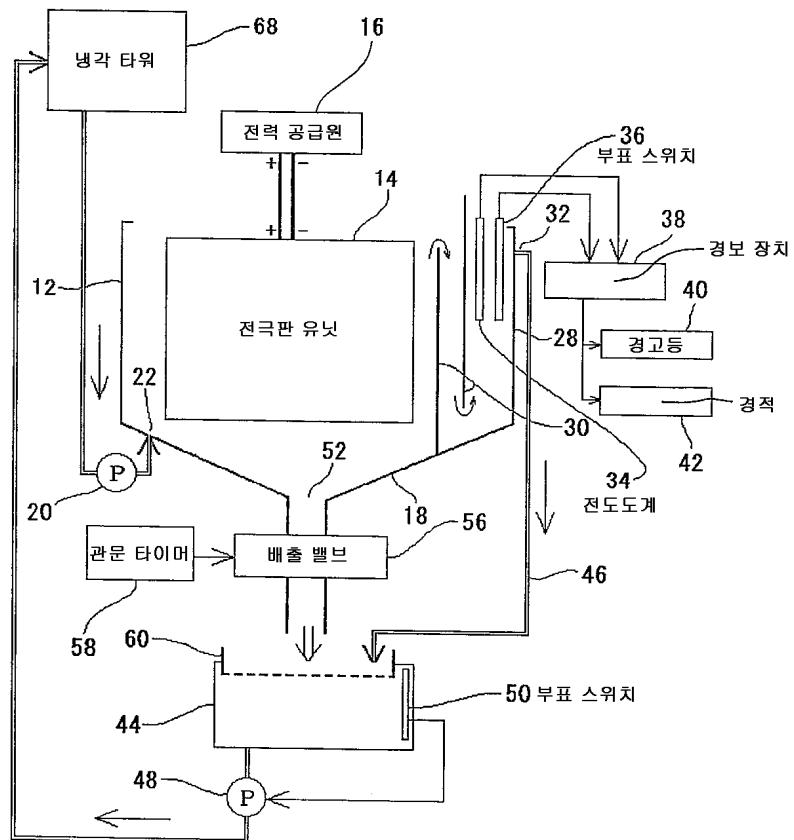
도면2



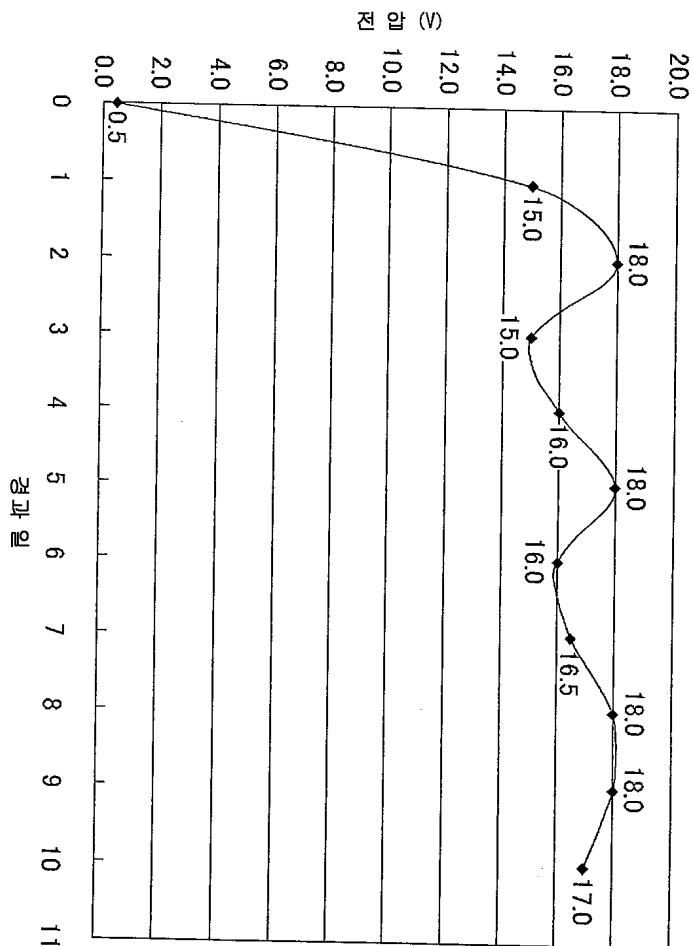
도면3



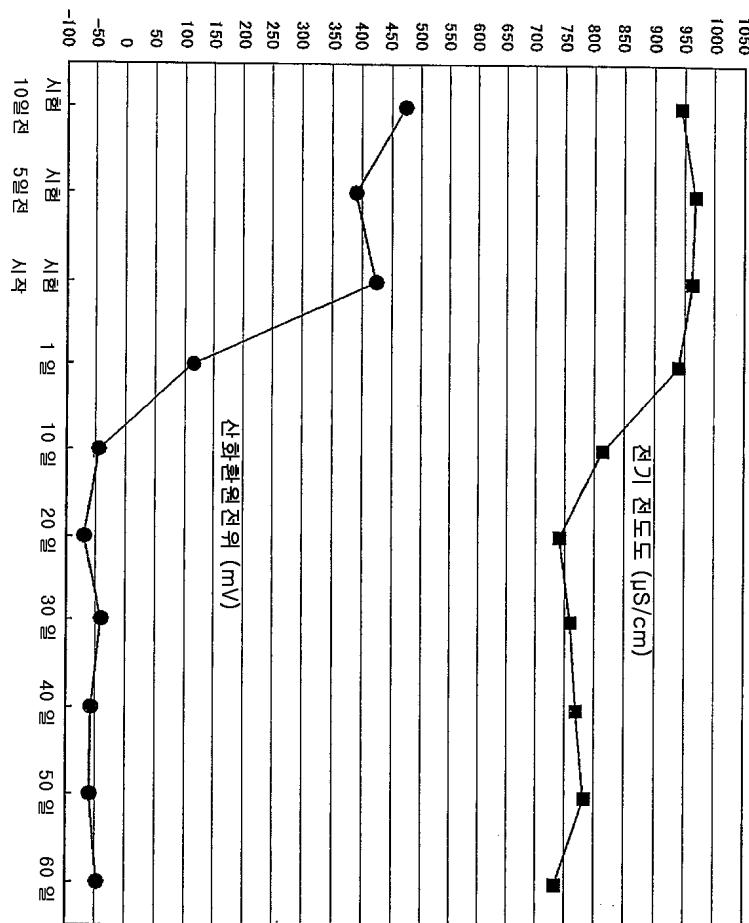
도면4



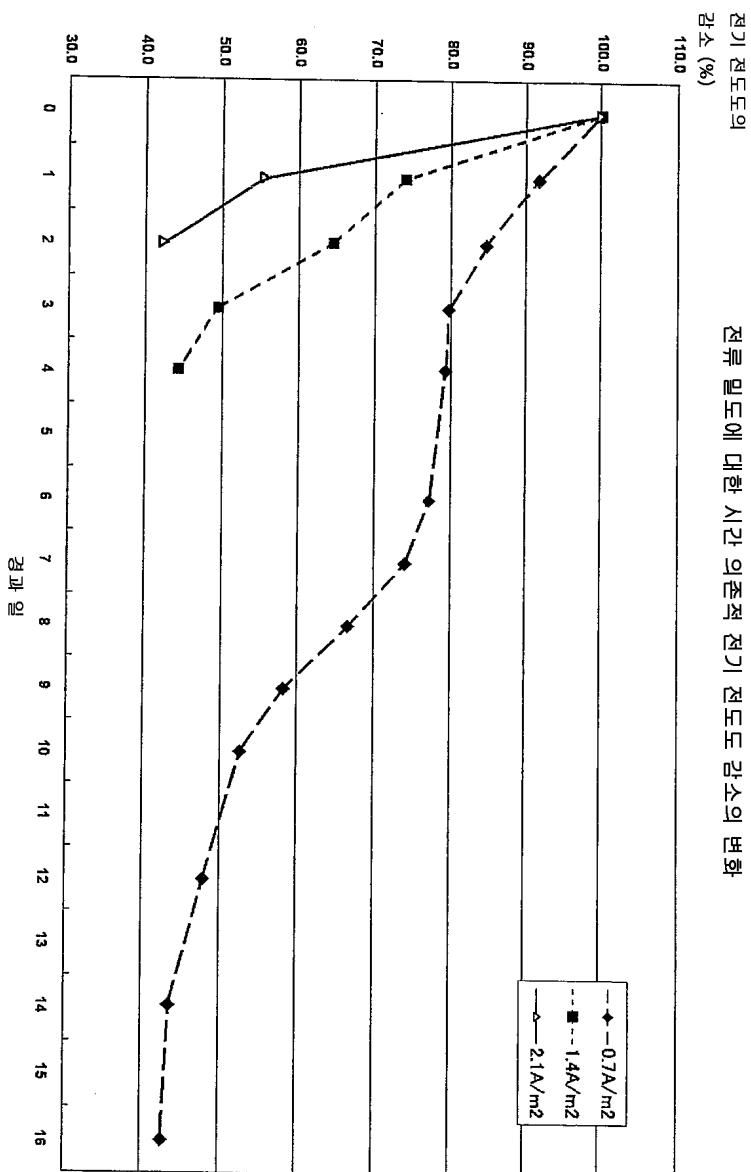
도면5



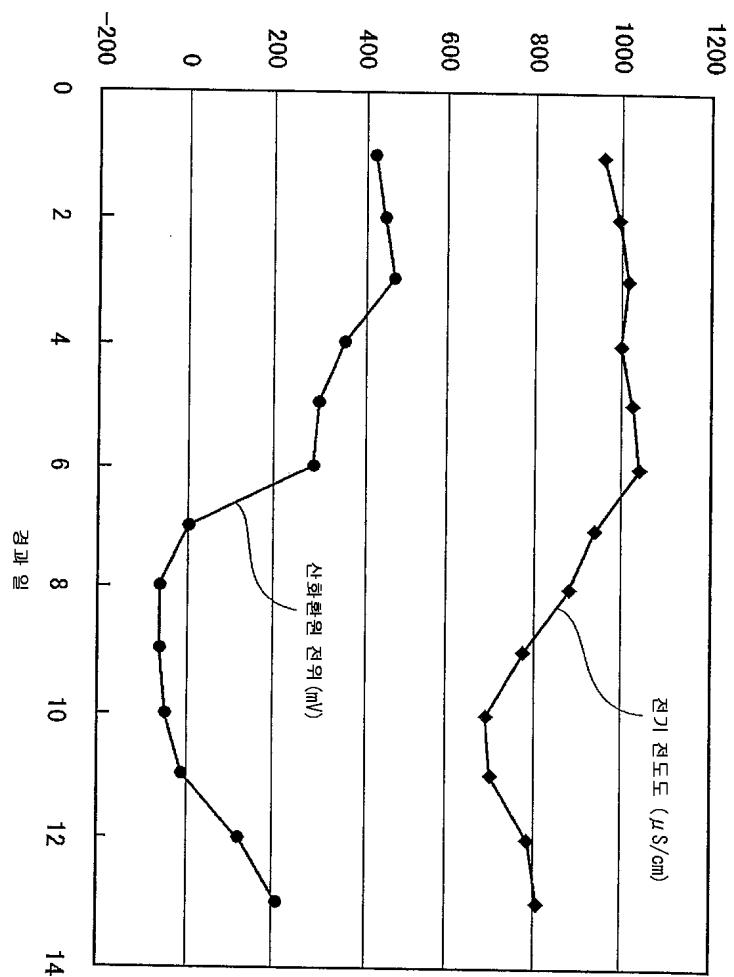
도면6



도면7



도면8



도면9

