



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0109244
(43) 공개일자 2010년10월08일

(51) Int. Cl.

C02F 1/461 (2006.01) C25C 1/20 (2006.01)

C02F 1/68 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0027760

(22) 출원일자 2009년03월31일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

충남대학교산학협력단

대전광역시 유성구 궁동 220번지 충남대학교

(72) 발명자

배기서

대전광역시 중구 태평동 551 버드네아파트
215-104

윤택진

대전광역시 유성구 관평동 754 대덕테크노밸리

이주현

대전광역시 서구 흑석동 965번지

(74) 대리인

박영준

전체 청구항 수 : 총 6 항

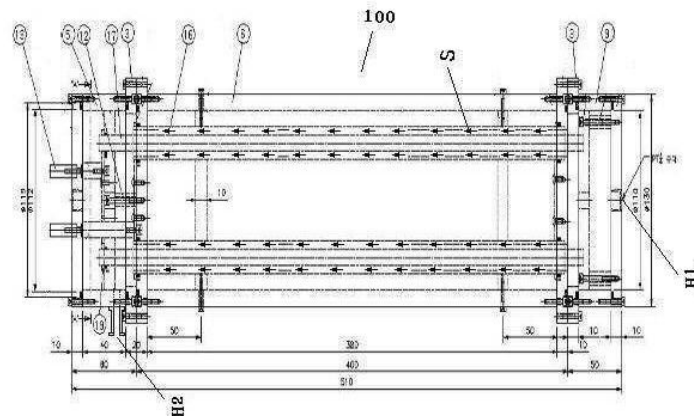
(54) 은 나노 콜로이드액 제조용 관형 전해조

(57) 요약

본 발명은 은 나노 콜로이드액 제조용 관형(管形) 전해조에 관한 것으로서, 좀더 상세하게는 은 콜로이드 용액을 제조하기 위하여 전해질 무침가의 물을 관형 은 전극을 이용하여 전기분해함으로써, 은 전극의 균일한 부식에 의하여 은 이온(Ag^+)을 연속적이고 안정한 농도로 발생시키는 은 나노 콜로이드액 제조용 관형 전해조에 관한 것이다.

본 발명에 의한 은 나노 콜로이드액 제조용 관형 전해조는, 전극이 관(tubular)형으로 제조되고 유체의 흐름이 전극과 평행하게 진행되도록 하여, 유체의 흐름에 의해 발생하는 와류현상을 제거함으로써, 은 전극이 균일하게 부식되도록 하며 제조되는 은 나노 콜로이드 용액의 농도가 일정하게 유지될 수 있다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

내부공간을 가지는 몸체(6);

상기 몸체(6)의 하단부와 맞닿음 접촉한 상태로 설치되어 증류수가 상기 몸체(6)의 내부공간으로 유입되는 통로를 제공하는 하부몸체(9);

상기 몸체(6)의 상단부와 맞닿음 접촉한 상태로 설치되어 증류수가 상기 몸체(6)의 내부공간으로부터 배출되는 통로를 제공하는 상부몸체(5);

상기 몸체(6)의 내부공간에 수용되고 양단이 상기 하부몸체(9)의 통로 및 상기 상부몸체(5)의 통로와 유통가능한 상태에서 상기 몸체(6)의 상·하단부에 분리가능하게 고정되며 전극으로 사용되는 파이프 전극(16);

상기 파이프 전극(16) 내부공간에 일정간격 이격되어 위치하고 상기 파이프 전극(16)과 협력하여 유로(S)를 형성하고, 상기 상부몸체(5)에 분리가능하게 고정되며 전극으로 사용되는 봉 전극(17); 및

상기 파이프 전극(16)과 봉 전극(17)에 전기적으로 연결되어 상기 파이프 전극(16)과 봉 전극(17)에 전기를 공급하는 전기단자(13)를 포함하는 것을 특징으로 하는, 은 나노 콜로이드액 제조용 관형 전해조.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 증류수는 상기 파이프 전극(16)의 내부공간을 통하여 상방향으로 흐르는 것을 특징으로 하는, 은 나노 콜로이드액 제조용 관형 전해조.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 전기단자(13)를 통하여 상기 파이프 전극(16)에는 양(+)전극이 연결되고, 상기 봉 전극(17)에는 음(-)전극이 연결되는 것을 특징으로 하는, 은 나노 콜로이드액 제조용 관형 전해조.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 파이프 전극(16)은 순도 99.9% 이상의 은(silver)으로 제조되는 것을 특징으로 하는, 은 나노 콜로이드액 제조용 관형 전해조.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 파이프 전극(16)과 상기 봉 전극(17) 사이의 간격은 2~3mm인 것을 특징으로 하는, 은 나노 콜로이드액 제조용 관형 전해조.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 파이프 전극(16)과 봉 전극(17)에 공급되는 전기의 전압은 5~15V인 것을 특징으로 하는, 은 나노 콜로이드액 제조용 관형 전해조.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 은 나노 콜로이드액 제조용 관형(管形) 전해조에 관한 것으로서, 좀더 상세하게는 은 콜로이드 용액을 제조하기 위하여 전해질 무침가의 물을 관형 은 전극을 이용하여 전기분해함으로써, 은 전극의 균일한 부식에 의하여 은 이온(Ag^+)을 연속적이고 안정한 농도로 발생시키는 은 나노 콜로이드액 제조용 관형 전해조에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 예로부터 은(silver)의 살균기능은 잘 알려져 왔으며, 은이 존재하는 분위기에서는 어떠한 병원도 생존할 수 없고 인체에는 부작용이 없는 천연 살균치료제로 사용되어 왔다.

[0003] 그러나 은은 고가의 귀금속이고, 은을 대체할 수 있는 항생물질이 개발됨으로 인해 살균제로서의 은의 사용은 축소되어 왔으나, 근년에 들어 항생제의 남용으로 인하여, 여러 가지 세균의 항생제에 대한 내성이 증가하고 있고 새로운 항생제의 개발이 내성균의 증가속도를 쫓아가지 못하는 상황에 이르렀다. 이에 따라 항생제와는 다른 원리로 살균하는 은 콜로이드 용액에 관심이 다시 집중되고 있다.

[0004] 고순도 은을 나노입자로 만들기 위한 제조방법에는, 벌크(bulk)상태에서 그 크기를 작게 만드는 탑-다운(top-down) 방식과 은의 원자 혹은 이온을 수습 개 합쳐서 제조하는 버텀-업(bottom-up) 방식이 있다.

[0005] 상기 탑-다운 방식에서 많이 이용되는 전해분해에 의한 은 나노 콜로이드 수용액의 제조는, 물의 전기분해와는 달리 전극의 전기화학적 부식에 의해 은 전극에서 방출되는 은 이온(Ag^+)을 생성시키는 기술로서 은 전극의 균일한 부식이 요구되는바, 균일 부식을 위한 전해조의 구조, 전극 간격, 유체의 흐름 등을 고려한 전해조의 설계가 요구된다.

[0006] 또한, 전극의 부식을 이용한 은 이온 콜로이드 수용액 제조는 기존 전해수 제조를 위한 전기분해에서 사용하는 전극 소재와는 많은 차이가 있다. 즉 전해수 제조를 위한 전극은 물을 전기분해시키는 과정 중에 금속 이온의 방출이 적고 표면 부식이 적은 전극 소재가 요구되며 주로 백금/티타늄 등의 합금이 사용되는 반면 은 이온 생성을 목적으로 하는 전기 분해의 전극은 순수 은을 이용하여 은 이온이 많이 방출되도록 하여야 한다.

[0007] 종래의 은 나노 콜로이드액 제조장치의 구조는, 양극과 음극의 두 개의 은봉을 일정 간격으로 이격하여 용기에 격납하거나, 두 개의 판형 은(silver) 전극을 대향 이격하여 용기에 격납한 형태로 구성되어 있으며, 상기의 전극을 증류수 등의 순수에 침적한 후 전기분해를 행함으로써 은 콜로이드 용액을 제조하도록 되어 있다.

[0008] 이러한 종래의 은봉을 이용한 제조장치는 은 전극봉에 전압을 인가하였을 때 두 전극의 가장 근접한 곳의 전기력선 밀도가 가장 크고 근접면에서 벗어나면 전기력선의 밀도가 작아진다. 이렇게 전극 간에 형성되는 전기장의 불균일성으로 인하여, 은 전극의 이온화가 은 전극 상에서 국부적으로 편향되게 일어나고, 이로 인하여 은 이온 뿐만 아니라 은 이온에 비하여 상대적으로 크기가 큰 은 입자가 생성됨으로써 균일한 농도의 은 이온 콜로이드 용액에 비하여 입자 표면적이 감소하여 살균성 및 흡수성이 저하되는 문제점이 있었다.

[0009] 또한 상기한 종래의 대향형 판형 전극의 경우, 판형 전극 간의 간격을 평행하게 유지하는 것이 어렵고, 연성이 큰 은(silver)의 빈번한 세척에 의한 형상 왜곡으로 인하여 전극 간에 전기장의 불균일성이 생기게 되므로, 상기의 은봉에서와 마찬가지로 국부적으로 편향되게 이온화하는 문제점이 있었다.(도 1의 A 참조)

[0010] 더욱이 연속 흐름 공정, 즉 유류식(flow system) 평판형 전해조의 경우 도 2에 도시된 바와 같이 직육면체로 설계된 전해조 내부에서의 유체흐름을 고려할 때 주입구와 배출구의 위치에 따라 유체 흐름이 달라지며, 도 2에서 알 수 있는 바와 같이 어떠한 형태로 설계되더라도 유체흐름이 정체되는 부분이 존재하며 이 부분에서 전극의 불균일한 부식이 발생한다. 이러한 불균일한 부식은 제조되는 은 나노 콜로이드 용액의 농도를 불안정하게 하는, 즉 농도 안정성을 떨어뜨리는 원인이 되고 있다.

[0011] 또한, 상기 형태의 전극들의 경우, 수중에 분산된 은 입자가 커짐에 따라 음극체(cathode)에서 은결정(silver crystal)이 성장하여 석출되고, 이것이 은 콜로이드 용액에 함유됨으로써 고농도, 고효율의 투명한 콜로이드 용액을 제조하는데 문제점을 발생시킨다.

[0012] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 제시된 방안으로서, 대한민국 등록실용신안공보 제0309759호에 은 콜로이드 수용액 제조장치가 개시되어 있다. 상기 장치는 은봉 양극(+)체와 트랙형 타원통형 음극(-)체 사이에 등간격을 유지하게 하고, 상기 두 전극체를 증류수 또는 정제수에 침지시킨 후 직류 혹은 직류 구형파(square wave) 전압을 인가하면, 양극 은봉의 외주면이 미소량 균일하게 전기분해되어 은 이온(Ag^+) 상태로 되며, 이것이 증류수에 분산되어 고농도의 투명한 은 콜로이드 수용액을 비연속식(batch process)으로 제조하도록 되어있다.

[0013] 또한, 대한민국 공개특허공보 제2004-0107187호에 개시된 은 콜로이드 수용액 제조장치는, 은봉 양극체와 S자형 음극체의 반원통부 사이에 등간격을 유지하게 하고, 상기 두 전극체를 증류수 혹은 정제수에 침지시킨 후 직류 혹은 직류 구형과 전압을 인가하면, 양극 은봉의 외주면이 미소량 균일하게 전기분해되어 은 이온 상태로 되며, 이것이 증류수에 분산되어 고농도의 투명한 은 콜로이드 용액을 비연속식으로 제조하도록 되어있다.

[0014] 그러나 상기의 비연속식 방법에 의하면 생성된 은 이온이 제조장치 내부에서 확산에 의해 증류수에 분산되므로, 전극으로부터의 거리에 따라 유체의 은 농도가 차이를 나타내며 또한 연속식에 비해 작업효율이 낮다. 상기 제조장치에서 증류수의 입구와 출구를 마련하고 연속흐름으로 증류수가 통과되게 되면, 증류수의 입구와 출구의 면적과 장치 내의 증류수 이동 유로 간의 면적이 상이하어 증류수의 흐름에 의해 와류가 형성되고, 이것이 전극의 불균일한 부식을 초래하므로 제조되는 은 콜로이드 용액의 농도 안정성을 떨어뜨리며, 전극의 수명을 단축하여 제조비용의 상승을 가져온다.

[0015] 따라서 상기의 방법으로는 은 나노 콜로이드 용액의 연속적인 제조가 어렵고, 비연속식으로 제조할 수밖에 없으므로 제조공정의 효율이 떨어지는 문제가 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0016] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 은(silver) 전극의 균일한 부식을 통하여, 제조되는 은 나노 콜로이드 용액의 농도를 일정하게 유지할 수 있는 동시에 연속적인 제조가 가능하도록 하는 은 나노 콜로이드액 제조용 전해장치를 제공함에 있다.

과제 해결수단

[0017] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 내부공간을 가지는 몸체(6); 상기 몸체(6)의 하단부와 맞닿음 접촉한 상태로 설치되어 증류수가 상기 몸체(6)의 내부공간으로 유입되는 통로를 제공하는 하부몸체(9); 상기 몸체(6)의 상단부와 맞닿음 접촉한 상태로 설치되어 증류수가 상기 몸체(6)의 내부공간으로부터 배출되는 통로를 제공하는 상부몸체(5); 상기 몸체(6)의 내부공간에 수용되고 양단이 상기 하부몸체(9)의 통로 및 상기 상부몸체(5)의 통로와 유통가능한 상태에서 상기 몸체(6)의 상·하단부에 분리가능하게 고정되며 전극으로 사용되는 파이프 전극(16); 상기 파이프 전극(16) 내부공간에 일정간격 이격되어 위치하고 상기 파이프 전극(16)과 협력하여 유로(S)를 형성하고, 상기 상부몸체(5)에 분리가능하게 고정되며 전극으로 사용되는 봉 전극(17); 및 상기 파이프 전극(16)과 봉 전극(17)에 전기적으로 연결되어 상기 파이프 전극(16)과 봉 전극(17)에 전기를 공급하는 전기단자(13)를 포함하는, 은 나노 콜로이드액 제조용 관형 전해조를 제공한다.

[0018] 이때, 상기 증류수는 상기 파이프 전극(16)의 내부공간을 통하여 상방향으로 흐르는 것이 바람직하다.

[0019] 또한, 상기 전기단자(13)를 통하여 상기 파이프 전극(16)에는 양(+)전극이 연결되고, 상기 봉 전극(17)에는 음(-)전극이 연결되는 것이 바람직하다.

[0020] 또한, 상기 파이프 전극(16)은 순도 99.9% 이상의 은(silver)으로 제조되는 것이 바람직하다.

[0021] 또한, 상기 파이프 전극(16)과 상기 봉 전극(17) 사이의 간격은 2~3mm인 것이 바람직하다.

[0022] 또한, 상기 파이프 전극(16)과 봉 전극(17)에 공급되는 전기의 전압은 5~15V인 것이 바람직하다.

효과

[0023] 본 발명에 의한 은 나노 콜로이드액 제조용 관형 전해조는, 전극이 관(tubular)형으로 제조되고 유체의 흐름이 전극과 평행하게 진행되도록 하여, 유체의 흐름에 의해 발생하는 와류현상을 제거함으로써, 은 전극이 균일하게 부식되도록 하며 제조되는 은 나노 콜로이드 용액의 농도가 일정하게 유지될 수 있다.

[0024] 또한, 연속적인 은 나노 콜로이드액의 제조가 가능하고, 전극이 균일하게 부식되므로 전극수명이 연장되어 운전비용이 절감된다.

[0025] 또한, 전해조의 구조를 분리형으로 설계하여 전극의 탈·부착이 용이하므로 보수유지시간이 절약되어 전해조 가동시간을 늘릴 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0026] 본 발명에 따른 은나노 콜로이드액 제조용 관형 전해조는, 관형 전극을 이용하여 전기분해를 행하는 은 콜로이드 수용액 제조장치로서, 순도 99.9% 이상의 은(silver)을 전극으로 사용하여 전해질 무침가의 증류수나 수도수 또는 자연수를 전기분해함으로써 균일한 은 이온(Ag⁺)을 발생시켜 연속적이고 안정된 은 나노 콜로이드 수용액을 생산하기 위한 전해조의 구조에 관한 것이다.
- [0027] 이하 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부도면에 의거하여 상세히 설명한다.
- [0028] 도 3에는 본 발명에 따른 은나노 콜로이드액 제조용 관형 전해조의 바람직한 일례가 도면부호 100으로서 지시되어 있다.
- [0029] 상기 도 3에 도시된 바와 같이 본 발명에 따른 전해조(100)는, 내부공간을 가지는 몸체(6), 상기 몸체(6)의 하단부와 맞닿음 접촉한 상태로 설치되어 증류수가 상기 몸체(6)의 내부공간으로 유입되는 통로를 제공하는 하부 몸체(9), 상기 몸체(6)의 상단부와 맞닿음 접촉한 상태로 설치되어 증류수가 상기 몸체(6)의 내부공간으로부터 배출되는 통로를 제공하는 상부몸체(5), 상기 몸체(6)의 내부공간에 수용되고 양단이 상기 하부몸체(9)의 통로 및 상기 상부몸체(5)의 통로와 유통가능한 상태에서 상기 몸체(6)의 상·하단부에 분리가능하게 고정되며 전극으로 사용되는 파이프 전극(16), 상기 파이프 전극(16) 내부공간에 일정간격 이격되어 위치하고 상기 파이프 전극(16)과 협력하여 유로(S)를 형성하고, 상기 상부몸체(5)에 분리가능하게 고정되며 전극으로 사용되는 봉 전극(17), 상기 파이프 전극(16)과 봉 전극(17)에 전기적으로 연결되어 상기 파이프 전극(16)과 봉 전극(17)에 전기를 공급하는 전기단자(13) 및 몸체(6)·상부몸체(5)·하부몸체(6)·봉 전극(17)을 서로 체결해주는 나사들(3, 12)로 구성되어 있다.
- [0030] 상기 몸체(6)는 내부에 상기 파이프 전극(16)과 봉 전극(17)을 수용하는 공간을 가지는데, 그 형상은 원통형, 타원통형, 육면체 등 필요에 따라 여러 가지 형태로 제작 가능하다.
- [0031] 상기 몸체(6)의 하부에는 증류수가 상기 몸체(6)로 유입되는 통로를 제공하는 하부몸체(9)가 나사(3)에 의해 상기 몸체(6)의 하단부와 맞닿음 접촉한 상태로 체결된다.
- [0032] 상기 하부몸체(9)는 상기 몸체(6)의 하단부와 협력하여 증류수가 흐를 수 있는 내부공간을 형성하며, 상기 하부몸체(9)의 바닥면에는 증류수가 유입되는 유입구(H1)가 설치된다.
- [0033] 상기 몸체(6)의 상부에는 상기 몸체(6)의 상단부와 맞닿음 접촉한 상태로 설치되어 증류수가 상기 몸체(6)로부터 배출되는 통로를 제공하고, 상기 봉 전극(17)과 상기 전기단자(13)를 지지해주는 상부몸체(5)가 나사(3)에 의해 상기 몸체(6)의 상부 면과 맞닿음 접촉한 상태로 체결된다.
- [0034] 상기 상부몸체(5)는 상기 몸체(6)의 상단부와 협력하여 증류수가 흐를 수 있는 내부공간을 형성하며, 상기 상부몸체(5)의 일측면에는 상기 증류수가 배출되는 배출구(H2)가 설치된다.
- [0035] 상기 몸체(6)의 내부공간에 수용되는 파이프 전극(16)은 중공의 원통형상으로서, 상기 몸체(6)의 상·하단부에 분리가능하게 고정되어 있다.
- [0036] 상기 파이프 전극(16)은 상기 전기단자(13)와 전기적으로 연결되어 본 발명에 따른 전해조(100)의 전극으로 사용된다.
- [0037] 상기 파이프 전극(16)의 내부공간의 중심에는 봉 전극(17)이 상기 파이프 전극(16)의 내주면과 일정거리 이격되어 수용되고, 상기 파이프 전극(16)과 상기 봉 전극(17) 사이의 유로(S)로 증류수가 상방향으로 통과하도록 되어 있다.
- [0038] 상기 봉 전극(17)은 원통형상으로서, 상기 상부몸체(5)에 나사(12)에 의해 분리가능하게 고정되며, 상기 전기단자(13)와 전기적으로 연결되어 본 발명에 따른 전해조의 전극으로 사용된다.
- [0039] 상기 봉 전극(17)의 중심축과 상기 파이프 전극(16)의 중심축은 서로 정확히 일치하는 것이 바람직하며, 이는 상기 봉 전극(17)의 외주면과 상기 파이프 전극(16)의 내주면 사이의 간격이 360° 방향으로 등간격을 유지하도록 하기 위함으로써, 전극으로서 작동되는 상기 봉 전극(17)과 상기 파이프 전극(16) 간에 균일한 전기장을 형성토록 하여 은(silver)으로 구성되는 전극에서 은 이온이 균일하게 생성되도록 한다.
- [0040] 상기와 같이 본 발명에 따른 전해조(100)는 평판형 전해조의 가장 심각한 문제점 중의 하나인, 유체가 전극 사

이를 흐를 때 발생하는 와류로 인한 유체 정체구간이 발생되지 않도록 관형으로 제작되었으며, 도 4에 도시된 바와 같이 유체가 상기 파이프 전극(16) 및 상기 봉 전극(17)과 평행하게 흐르게 되어 와류가 생성되지 않으며, 또한 상기 파이프 전극(16) 및 상기 봉 전극(17)이 수직으로 설치되어 유체흐름이 상방향으로 진행되고, 전기분해에 의해 발생하는 산소 및 수소 기체가 유체흐름에 따라 자연스럽게 상방향으로 즉시 배출됨으로써 유체의 흐름이 방해받지 않는 동시에 전기분해능이 저해되지 않는다.

- [0041] 이로써 은 전극의 불균일한 부식이 방지되고 은 이온(Ag^+)이 전극에서 일정하게 발생되도록 함으로써 은 이온 농도를 일정하게 유지할 수 있는 것이다.
- [0042] 본 실시예에서는 전극으로 사용되는 상기 한 쌍의 파이프 전극(16)과 봉 전극(17)이 2개인 것을 도 3에 예시하였으나, 공정상 필요에 따라 상기 전극 설치수량을 가감할 수 있다.
- [0043] 상기 파이프 전극(16)과 봉 전극(17)의 각각의 상단부에는 상기 파이프 전극(16)과 봉 전극(17)에 직류전기를 공급해 주는 전기단자(13)가 전기적으로 연결되어 상기 파이프 전극(16)과 봉 전극(17) 간에 전기장이 형성되도록 구성되어 있다.
- [0044] 도 5에는 파이프 전극(16)과 봉 전극(17) 사이에 어떠한 지지체도 없게 하여 은(Ag) 및 이온 집합체가 지지체에 부착·생성되지 않도록 한, 상기 전기단자(13)와 파이프 전극(16) 및 봉 전극(17) 간의 전기 접속방법이 예시되어 있다.
- [0045] 또한, 상기의 각 구성성분은 상기한 바와 같이 나사들(3, 12)에 의해 분리 가능하게 체결되어 있으므로, 분해조립이 용이하여 고장이 발생되어도 신속한 수리가 가능하다. 상기의 나사는 클립(clip) 등으로 대체 사용 가능하며, 상기 각 구성성분들이 서로 충분히 밀착·고정될 수 있는 체결수단이면 사용에 제약받지 않는다.
- [0046] 이하에서는 상기의 전해조(100)를 이용하여 은 나노 콜로이드액 제조방법을 자세히 설명한다.
- [0047] 먼저 전기단자(13)를 통하여 파이프 전극(16)과 봉 전극(17)에 직류전원을 연결하여 상기 파이프 전극(16)과 상기 봉 전극(17) 간에 전기장이 형성되도록 한다.
- [0048] 다음은 하부몸체(9)의 유입구(H1)를 통하여 증류수가 유입된다. 상기 증류수 대신에 수도수 또는 지하수를 이용할 수도 있다.
- [0049] 유입된 상기 증류수는 상기 하부몸체(9)의 내부공간을 통하여 파이프 전극(16) 내부로 유입되고, 상기 파이프 전극(16) 내부로 유입된 상기 증류수는 상기 파이프 전극(16)과 상기 봉 전극(17) 사이의 통로를 상방향으로 통과하는 동안 상기 파이프 전극(16)과 상기 봉 전극(17) 사이에 형성된 전기장에 의해 전기분해되어 수소와 산소가 발생된다.
- [0050] 또한, 상기 전극 중 은(Ag) 재질로 이루어진 양(+)전극의 표면에서는 은 이온(Ag^+)이 방출되어 상기 파이프 전극(16) 내부 통로를 통과하는 증류수와 혼합되어 은 나노 콜로이드 수용액이 제조된 후 상기 파이프 전극(16) 상부를 통하여 상기 상부몸체(5)의 내부공간으로 배출된다.
- [0051] 상기 상부몸체(5)의 내부공간에 유입된 상기 은 나노 콜로이드 수용액은 상기 상부몸체(5)의 일측에 마련된 배출구(H2)를 통하여 배출된다.
- [0052] 다음은 상기와 같이 구성된 본 발명에 따른 전해조(100)를 이용하여 하기의 실험을 실시하였다.
- [0053] 1) 전극의 선택에 따른 성능비교
- [0054] 관형 전극은 파이프 전극(16)과 봉 전극(17)의 표면적의 차이가 있어 전기분해할 때 양극과 음극의 선택에 따라 생성되는 금속이온의 농도가 차이를 나타낼 것으로 판단된다.
- [0055] 이에 따라 상기 파이프 전극(16)과 봉 전극(17) 각각을 순도 99.9% 은(silver)으로 제작한 다음, 양극(+)과 음극(-)으로 서로 교대로 연결하고 전압을 달리하여 전류 및 전기전도도의 경시적인 변화를 측정하여 도 6에 나타내었다.

- [0056] 전류측정은 디지털 멀티미터(DM-332, 이지디지탈주식회사, 한국)를 사용하였고, 전기전도도는 전기전도도 측정기(PWT meter, hanna instruments, 미국)를 사용하여 측정하였다(이하 같다).
- [0057] 증류수 유량 1ℓ/min, 전극 간격 3mm로 고정하고 전압은 10V, 15V의 2가지로 하여 파이프 전극(16)을 기준으로 양극과 음극 각각에 대하여 전해시간에 따른 전류 및 전기전도도의 변화를 측정하였다.
- [0058] 도 6에서 알 수 있듯이 파이프 전극(16)에 양극을 연결하였을 때의 전류 및 전기전도도가 파이프 전극(16)에 음극을 연결하였을 때보다 높게 나타나는 것을 확인할 수 있었는데, 이는 파이프 전극(16) 내주면의 면적이 봉 전극(17)의 외주면의 면적보다 더 크기 때문에 은 이온의 방출량이 많아지는 것으로 판단된다.
- [0059] 따라서 파이프 전극(16)에 양극을 연결하는 것이 음극을 연결하는 것보다 전해조의 성능을 향상시키는 데 바람직하다는 것을 알 수 있다.
- [0060] 본 발명에 따른 전해조는 은(silver) 전극의 부식을 이용하여 은 콜로이드 용액을 제조하므로 양극(+)인 파이프 전극(16)을 순도 99.9% 이상의 은(silver)으로 제작하고, 음극(-)인 봉 전극(17)을 은(silver)으로 제작하거나 또는 제작비용 절감을 위해 백금/티타늄 합금 등 금속이온의 방출이 적고 부식이 적은 금속재로 제작하는 것도 가능하다.
- [0061] 또한, 음극인 봉 전극(17)의 면적이 양극인 파이프 전극(16)의 면적보다 작기 때문에 음극과 양극의 면적차이로 인한 전해능력의 차이를 확인하기 위한 실험을 실시하였다.
- [0062] 관형 전극 대신에 평판형 전극을 이용하여 증류수 유량 1.0ℓ/min, 전압은 10V, 전극간격 3mm로 하여 양(+)전극의 면적을 고정하고 음전극의 면적을 변화시켜 전류 및 은 이온농도의 변화를 시간에 따라 측정하고 그 결과를 도 7에 나타내었다.
- [0063] 은 이온농도의 측정은 유도결합플라즈마 방출분광기(inductively coupled plasma atomic emission spectrometer, ICP-AES, Perkin-Elmer corporation, 미국)를 이용하였다(이하 같다).
- [0064] 도 7에 양극(+)의 면적:음극(-)의 면적을 1:1, 1:½, 1:¼으로 하여 실험한 결과를 나타내었고, 상기 결과에서 보듯이 음극의 면적이 작아질수록 발생전류와 은 이온 농도가 낮아지는 것을 알 수 있으며, 이로부터 양극과 음극의 면적차이를 최소화하는 것이 전해조의 성능을 높이는데 유리함을 알 수 있다. 따라서 관형 전해조의 양극과 음극의 면적차이를 최소화하기 위하여 파이프 전극(16)과 봉 전극(17)의 단면지름이 클수록 바람직함을 알 수 있다.
- [0065] 2) 전극의 간격에 따른 성능비교
- [0066] 양극(+)과 음극(-) 간의 간격에 따른 전해능력의 차이를 규명하기 위해 파이프 전극(16)과 봉 전극(17)의 간격을 달리하여 시간경과에 따른 전류의 변화를 측정하여 도 8에 나타내었다.
- [0067] 파이프 전극(16)을 양극(+), 봉 전극(17)을 음극(-), 증류수 유량 2ℓ/min로 고정하고, 전압은 5V, 10V, 15V의 3가지로 하여 전극간격이 2mm와 2.5mm일 때를 비교하여 전해시간에 따른 전류의 변화를 측정하였다.
- [0068] 도 8에 나타난 바와 같이 전극간격 2mm에서 10V, 15V의 경우 일정시간이 지나면 전류가 갑자기 높아지는 경향을 보이는데, 이는 전해가 왕성하게 진행되어 과전류가 흐르기 때문으로 판단되고, 5V에서는 전류가 일정하게 장시간 유지되는 것으로 보아 적절한 전기분해가 진행되고 있음을 확인할 수 있었다.
- [0069] 또한, 전극간격 2.5mm에서는 장시간 운전시에도 전압에 관계없이 전기분해가 일정하게 이루어지는 것을 확인하였다.
- [0070] 상기 측정결과에 의거하여 본 발명에 따른 관형 전해조의 전극간격에 있어서, 전극간격이 2mm 미만이면 전해가 급격하게 진행될 가능성이 있으므로 바람직하지 않고, 전극간격이 너무 커지면 전해가 잘 일어나지 않으므로 3mm를 초과하지 않는 것이 바람직하며, 2.5mm인 것이 가장 바람직하다.
- [0071] 3) 처리시간에 따른 은 이온 농도 안정성
- [0072] 은 나노 콜로이드액 제조용 전해조는 장기간 가동하여도 성능이 일정하게 유지되어야 한다. 전해조의 양극(+)은 전기분해가 진행되는 동안 은 이온(Ag^+)을 방출하는 반면에 음극에서는 전해액 중에 존재하는 음이온, 예를 들면

Cl^- , CO_3^{2-} , NO_3^- , SO_4^{2-} 등의 음이온과 결합하여 전극의 표면에 얇은 막을 형성하거나 또는 분극을 형성하거나 또는 방출된 은 이온(Ag^+)이 용액 중의 음이온과 결합하여 석출되면서 전해조의 전기분해 능력을 저하시킬 우려가 있다.

[0073] 이에 따라 본 발명에 따른 전해조의 안정성을 평가하기 위하여, 생성되는 은 나노 콜로이드액의 농도를 일정기간 측정하여 도 9 및 도 10에 나타내었다.

[0074] 유량 1ℓ/min, 양극(+)인 파이프 전극(16)의 내경 6mm, 전극길이 250mm, 전극 간격 2mm의 조건으로 전압을 5V, 10V, 15V로 하여 가동 초기 15시간의 은 이온 농도변화를 측정하여 도 9에 나타내었고, 전압을 10V로 고정하고 유량을 2ℓ/min로 증가시켜서 7일간 연속 가동하였을 때의 은 이온 농도변화를 도 10에 나타내었다.

[0075] 은 이온 농도 안정성을 검토한 결과, 가동 초기는 걸어주는 전압에 따라 은 이온 농도가 서로 차이를 나타내면서 일정하게 유지함을 알 수 있고, 10V로 고정하여 비교적 장시간인 7일간을 가동하여도 은 이온 농도는 약 6.6ppm으로 일정한 농도를 유지하고 있음을 알 수 있다. 결과적으로 평판형 전해조와는 달리 본 발명에 의한 관형 전해조는 안정한 농도의 은 나노 콜로이드액 연속제조가 가능함을 확인할 수 있었으며, 도 1의 B에서와 같이 균일한 피팅(pitting) 부식이 진행되고 있음을 확인하였다.

[0076] 4) 은 나노 콜로이드액 처리 시간에 따른 살균력 측정

[0077] 은 나노 콜로이드액의 농도를 달리하여 대장균(*Escherichia coli*)과 폐렴균(*Klebsiella pneumoniae*)의 사멸률을 시간경과에 따라 측정한 후 그 결과를 도 11에 나타내었다.

[0078] 본 실험에서 은 나노 콜로이드액의 살균력 평가에 사용된 대장균과 폐렴균은 은 한국생명공학연구원 생물지원센터(BRC)의 세균은행으로부터 분양받아 실험하였으며, 균들을 배양하기 위해 사용된 배양액 및 배지는 KS K0693-2006에서 명시된 뉴트리언트 배양액, 뉴트리언트 한천배지 제조방법에 사용되는 peptone(LOT.6319409, Becton/Dickison and Company, 미국), beef extract(LOT.6167186, Becton/Dickison and Company, 미국) 및 agar powder(LOT.6D1135, Junsei, 일본)를 사용하였으며, 1055g/cm²의 증기압과 120℃에서 살균한 증류수를 사용하였다.

[0079] 균은 배양기(SLI-600ND, EYELA, 일본)를 사용하여 배양하였고, 살균력 평가는 각 균들의 원액을 10⁴배의 증류수로 희석하여 0.5ml 채취한 후, 은 나노 콜로이드액 0.5ml를 첨가하여 살균한 다음, 상기 살균된 액 0.1ml를 채취하여 한천배지에 접종한 후 배양기에서 24시간 배양하였다.

[0080] 또한, 대조군으로 상기 은 나노 콜로이드액 대신에 증류수 0.5ml를 첨가하여 상기의 방법으로 배양하였다.

[0081] 배양이 완료되면, 상기의 한천배지에 배양된 콜로니(colony) 수를 세어 아래의 식에 의해 살균력을 계산하였다.

[0082] $\text{살균력}(\%) = (A - B) / A \times 100$

[0083] A : 증류수 첨가시의 한천배지로부터의 생균수

[0084] B : 은 나노 콜로이드액 첨가시의 한천배지로부터의 생균수

[0085] 도 11에서 알 수 있는 바와 같이, 대장균(A)의 경우 최소 은 이온 농도 4ppm으로 30초 이상 처리하면 99% 이상의 사멸률을 나타내고, 폐렴균(B)은 20초 이상 처리로 99% 이상의 사멸률을 나타낸다. 또한, 은 이온의 농도를 10ppm으로 10~20초간 처리하면 역시 99% 이상의 사멸률을 나타낸다는 것을 알 수 있다.

[0086] 따라서 본 발명에 의한 방법으로 제조되는 은 나노 콜로이드액의 효능을 도 11의 결과로서 충분히 확인할 수 있었다.

[0087] 이상에서 살펴본 바와 같이 본 발명에 의한 은 나노 콜로이드액 제조용 관형 전해조는, 유체의 흐름에 의해 발

생되는 와류현상이 제거됨으로써, 은 전극이 균일하게 부식되어 은 나노 콜로이드 용액의 농도가 일정하게 유지될 수 있으며, 또한 연속적인 은 나노 콜로이드액의 제조가 가능하고, 은 전극의 수명이 연장되어 운전비용이 절감되며, 전극의 탈·부착이 용이하므로 고장 시 수리가 간편하다는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

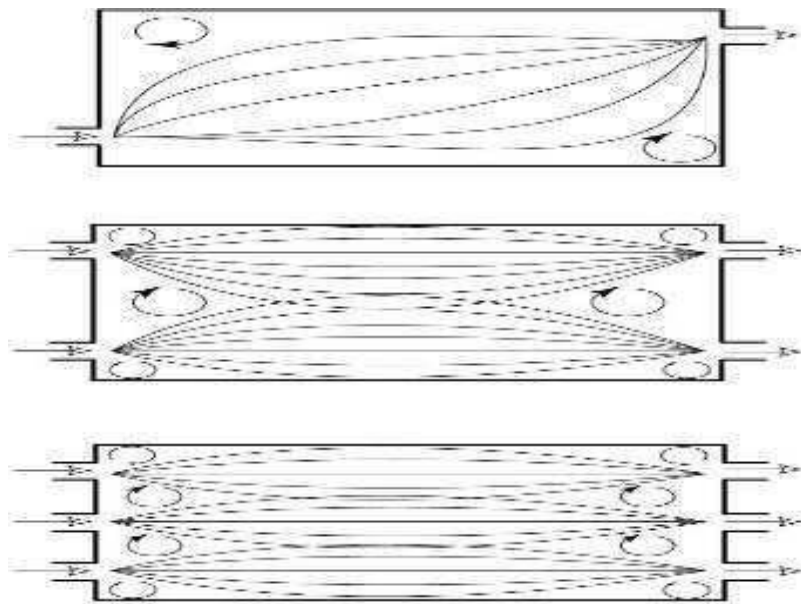
- [0088] 도 1은 평판형 전해조(A)의 전극과 본 발명에 따른 관형 전해조(B)의 전극 부식 상태를 나타낸 사진이다.
- [0089] 도 2는 평판형 전해조 내에서의 유체의 흐름을 나타낸 도면이다.
- [0090] 도 3은 본 발명에 따른 관형 전해조의 바람직한 일례를 나타낸 도면이다.
- [0091] 도 4는 본 발명에 따른 관형 전해조의 파이프 전극 내에서의 유체의 흐름을 나타낸 도면이다.
- [0092] 도 5는 봉 전극(A)과 파이프 전극(B)이 전기단자와 접속되어 있는 형상을 나타낸 도면이다.
- [0093] 도 6은 파이프 전극에 양극과 음극 각각의 전기를 전압을 달리하여 접속하고 전류 및 전기전도도의 변화를 시간에 따라 측정한 그래프이다.
- [0094] 도 7은 평판형 전극에서의 양(+)전극 대비 음(-)전극의 면적을 달리하여 전류 및 은 이온농도의 변화를 시간에 따라 측정한 그래프이다.
- [0095] 도 8은 파이프 전극과 봉 전극의 간격에 따른 전류변화를 전압을 달리하여 시간에 따라 측정한 그래프이다.
- [0096] 도 9는 본 발명에 따른 관형 전해조의 가동 초기 은 이온 농도변화를 시간에 따라 나타낸 그래프이다.
- [0097] 도 10은 본 발명에 따른 관형 전해조의 장기간 가동시 은 이온 농도변화를 시간에 따라 나타낸 그래프이다.
- [0098] 도 11은 은 나노 콜로이드액의 농도를 달리하여 대장균(A)과 폐렴균(B)의 사멸률을 시간에 따라 나타낸 그래프이다.

도면

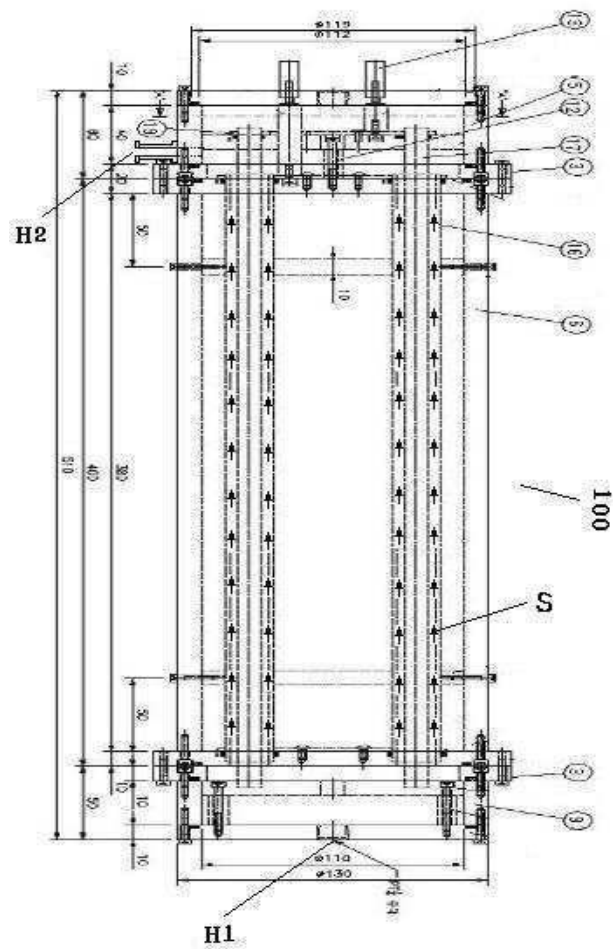
도면1



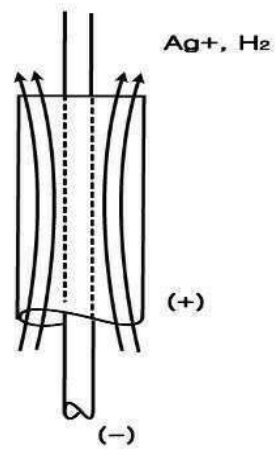
도면2



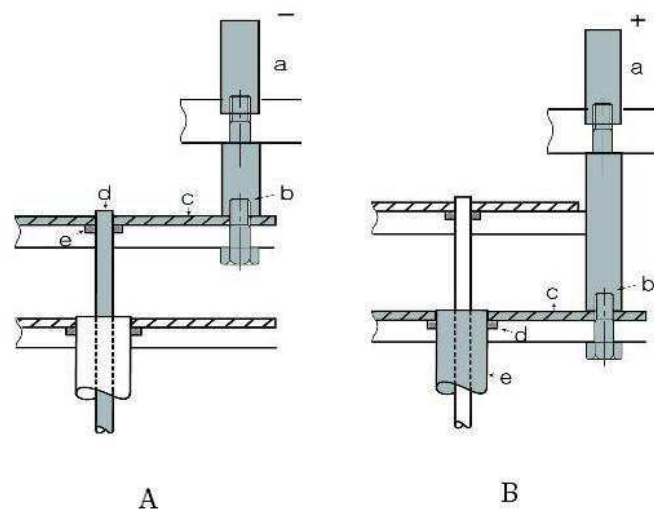
도면3



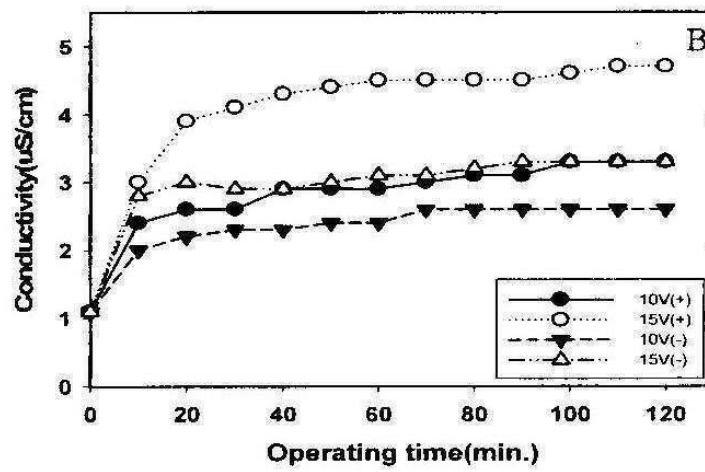
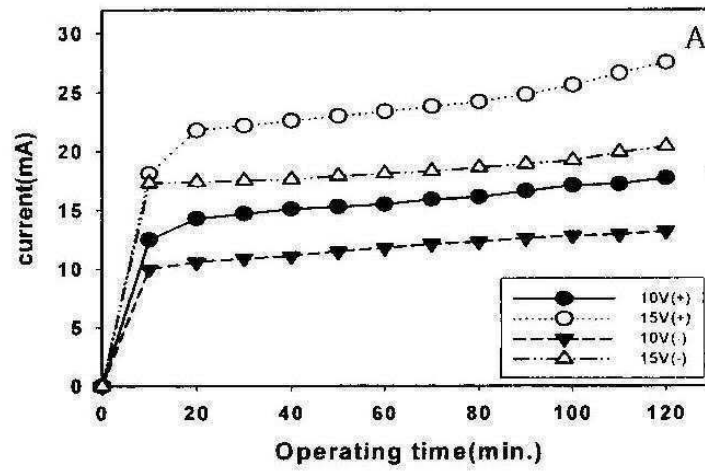
도면4



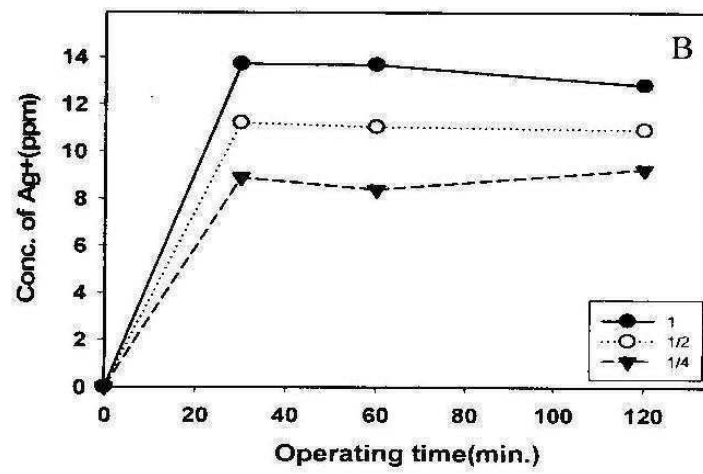
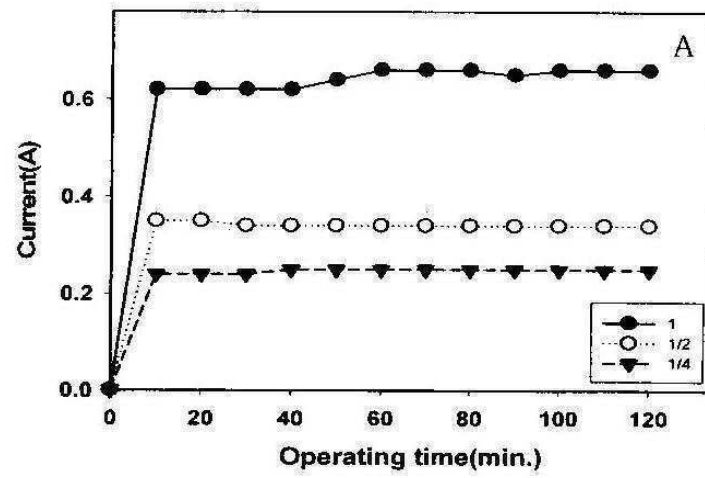
도면5



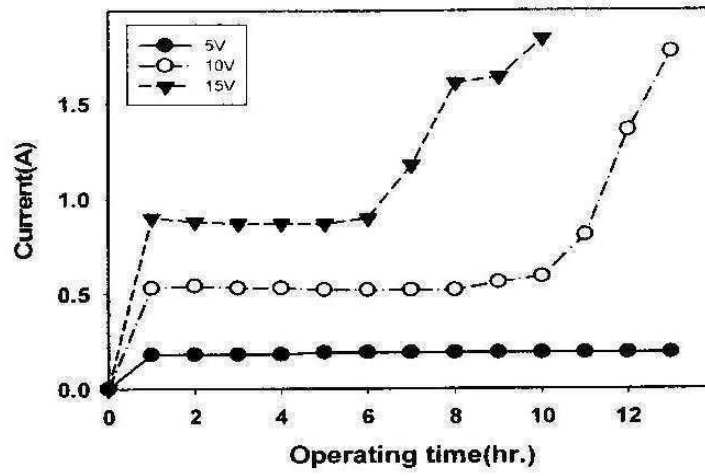
도면6



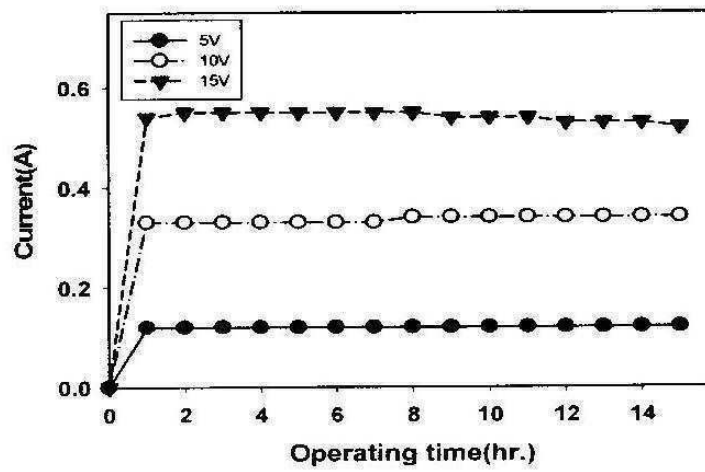
도면7



도면8

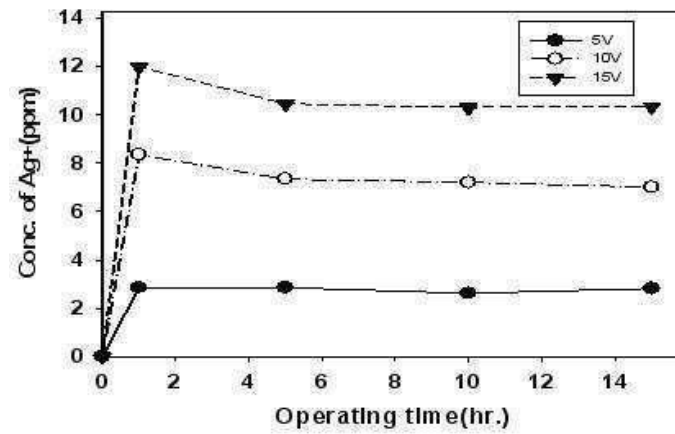


(A: flow system, silver electrode distance 2mm)

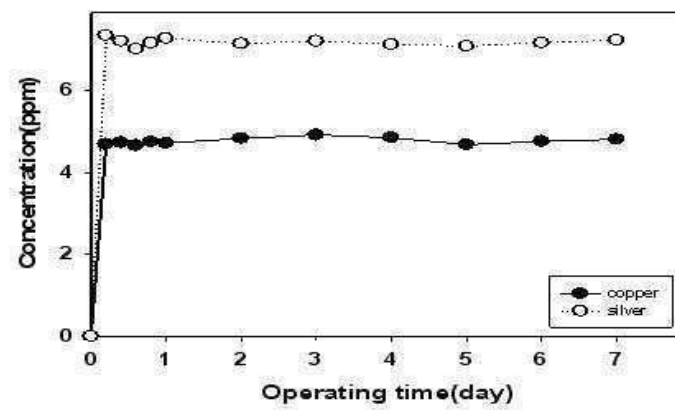


(B: flow system, silver electrode distance 2.5mm)

도면9



도면10



도면11

