



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년05월20일
(11) 등록번호 10-0830953
(24) 등록일자 2008년05월14일

(51) Int. Cl.

G01N 33/20 (2006.01) G01N 33/00 (2006.01)

G01N 37/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0050331

(22) 출원일자 2007년05월23일

심사청구일자 2007년05월23일

(56) 선행기술조사문헌

US5597535 A

(73) 특허권자

한국해양연구원

경기 안산시 상록구 사동 1270번지

(72) 발명자

조성록

경기도 안산시 상록구 이동 664-1 푸르지오2차아파트 202동 102호

김은수

경기도 안산시 상록구 사1동 푸르지오6차아파트 605동 803호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

조현동, 진천웅

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 김명희

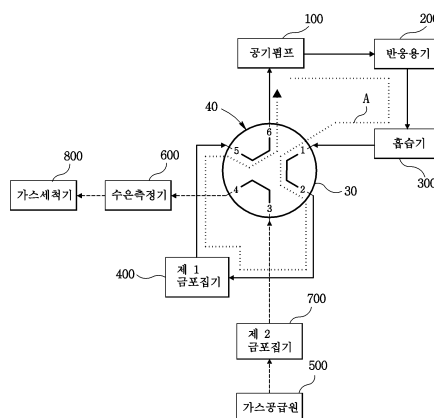
(54) 수은측정장치 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 수은측정장치 및 그 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 수은을 포집하는 과정에서 외부로부터 따로 가스를 주입하지 않고 내부공기를 순환시켜 보다 정밀한 수은 측정이 이루어지도록 하며, 장치의 콤팩트화를 위하여 보다 간단한 시스템을 가진 수은측정장치 및 그 방법에 관한 것이다.

본 발명에 따른 수은측정장치는, 내부에 이온상태의 수은이 함유된 시료 및 환원제가 수용되고, 기포를 생성시켜 수은증기를 발생시키는 반응용기와, 상기 수은증기에 함유된 수분을 제거하는 흡습기와, 수분이 제거된 상기 수은증기에 함유된 수은을 포집하는 제1 금포집기와, 상기 제1 금포집기와 결합되어 상기 제1 금포집기를 가열할 수 있는 히터와, 상기 반응용기, 흡습기 및 제1 금포집기가 고리모양으로 연결되어 폐회로를 이루고, 상기 폐회로의 내부공기를 순환시키는 공기펌프와, 불활성 가스를 공급하는 가스공급원과, 상기 불활성 가스에 함유된 수은의 양을 측정할 수 있는 수은측정기와, 상기 가스공급원, 제1 금포집기 및 수은측정기가 연결되어 개회로를 이루고, 상기 제1 금포집기와 연결됨과 동시에 상기 폐회로 또는 개회로를 선택적으로 전환할 수 있는 방향전환수단을 포함하여 이루어진다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

김경태

경기도 안산시 상록구 이동 664-1 푸르지오2차아파트 205동 603호

강성현

경기 안산시 단원구 고잔1동 778 요진보네르빌리지 101동 1202호

김종근

경기 안산시 상록구 913-4 401호

특허청구의 범위

청구항 1

내부에 이온상태의 수은이 함유된 시료 및 환원제가 수용되고, 기포를 생성시켜 수은증기를 발생시키는 반응용기와,

상기 수은증기에 함유된 수분을 제거하는 흡습기와,

수분이 제거된 상기 수은증기에 함유된 수은을 포집하는 제1 금포집기와,

상기 제1 금포집기와 결합되어 상기 제1 금포집기를 가열할 수 있는 히터와,

상기 반응용기, 흡습기 및 제1 금포집기가 고리모양으로 연결되어 폐회로를 이루고, 상기 폐회로의 내부공기를 순환시키는 공기펌프와,

불활성 가스를 공급하는 가스공급원과,

상기 불활성 가스에 함유된 수은의 양을 측정할 수 있는 수은측정기와,

상기 가스공급원, 제1 금포집기 및 수은측정기가 연결되어 개회로를 이루고, 상기 제1 금포집기와 연결됨과 동시에 상기 폐회로 또는 개회로를 선택적으로 전환할 수 있는 방향전환수단을 포함하여 이루어진 수은측정장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 방향전환수단은,

상기 제1 금포집기의 일단과 연결된 3포트 2위치의 제1 방향전환밸브와,

상기 제1 금포집기의 타단과 연결된 3포트 2위치의 제2 방향전환밸브를 포함하고,

상기 공기펌프, 반응용기, 흡습기, 제1 방향전환밸브, 제1 금포집기 및 제2 방향전환밸브가 고리모양으로 연결되어 폐회로를 이루고, 상기 가스공급원, 제1 방향전환밸브, 제1 금포집기, 제2 방향전환밸브 및 수은측정기가 순차적으로 연결되어 개회로를 이루는 것을 특징으로 하는 수은측정장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 방향전환수단은,

제1 위치에서 제1포트와 제2포트, 제3포트와 제4포트 및 제5포트와 제6포트가 각각 연통되고, 제2 위치에서 제2포트와 제3포트, 제4포트와 제5포트 및 제6포트와 제1 포트가 각각 연통되는 6포트 2위치의 제3 방향전환밸브를 포함하고,

상기 공기펌프, 반응용기, 흡습기, 제1포트, 제2포트, 제1 금포집기, 제5포트, 제6포트가 고리모양으로 연결되어 폐회로를 이루고,

상기 가스공급원, 제3포트, 제2포트, 제1 금포집기, 제5포트, 제4포트 및 수은측정기가 순차적으로 연결되어 개회로를 이루는 것을 특징으로 하는 수은측정장치.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가스공급원과 연결되어 상기 가스공급원으로부터 공급된 불활성 가스에 함유된 수은을 제거하는 제2 금포집기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수은측정장치.

청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 수은측정기와 연결되어 상기 수은측정기에 의해 수은의 양이 측정된 불활성 가스를 세척하는 가스세척기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수은측정장치.

청구항 6

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 히터에 의해 가열된 제1 금포집기를 냉각시킬 수 있는 냉각기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수은측정장치.

청구항 7

이온상태의 수은이 함유된 시료에 환원제를 넣고 기포를 생성시켜 수은증기를 발생시키는 수은증기발생단계와,

상기 수은증기에 함유된 수분을 제거하는 수분제거단계와,

수분이 제거된 상기 수은증기에 함유된 수은을 금에 흡착시켜 포집하는 수은포집단계와,

상기 금을 가열하여 포집된 상기 수은을 분리하는 수은분리단계와,

상기 금으로부터 분리된 수은을 불활성 가스로 운반하는 수은운반단계와,

상기 불활성 가스에 의해 운반된 수은의 양을 측정하는 수은측정단계를 포함하여 이루어진 수은측정방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 수은운반단계 이전에 상기 불활성 가스에 함유된 수은을 제거하는 불활성 가스의 수은제거단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수은측정방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 수은측정단계 이후에 상기 불활성 가스를 세척하는 가스세척단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수은측정방법.

청구항 10

제7항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 수은분리단계 이후에 가열된 상기 금을 냉각하는 금냉각단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수은측정방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <15> 본 발명은 수은측정장치 및 그 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 금포집기 및 냉증기 원자흡수분광법을 이용한 수은측정장치 및 그 방법에 관한 것이다.
- <16> 일반적으로 수은(Hg)은 독특한 물리, 화학적 특성을 가진 중금속으로서 형광등, 온도계, 전지, 페인트, 화장품, 살충제, 용제, 의약품 및 보존제 등 다양한 용도로 사용되며, PVC생산과 같은 산업공정에서 촉매로도 사용된다.
- <17> 수은은 환경내에서 무기 수은이 주된 존재 형태이지만, 무기 혹은 유기 수은의 여러 가지 화학적 형태로 존재하고 있다. 그러나 생태계에 미치는 영향의 측면에서는 수중 환경에서 +2가의 무기 수은이 미생물에 의해 변환되어 생성되는 메틸 수은이 매우 중요하다. 메틸 수은은 환경중에서 매우 낮은 농도로 존재하지만 독성이 높고

생물체에 쉽게 농축될 수 있어 생물농축계수가 $10^6 \sim 10^7$ 에 이르는 것으로 보고되어 있다.

- <18> 수은에 의한 보건 피해는 일본의 미나마타만에서 발생한 중독 사고를 통해서도 널리 알려져 있는데, 각국에서는 어패류의 식용 부위에 대해 0.5 ~ 1mg/kg의 규제기준을 적용하고 있으며, 우리나라에서는 수산물 중의 수은 농도를 0.7mg/kg으로 정하고 있다.
- <19> 특히, 수은은 해수 중에 ng/l (ppt) 수준의 매우 낮은 농도로 존재하므로 분석이 매우 까다롭다. 수은 분석시 극도로 낮은 검출 한계를 유지하려면 시료가 다른 요인에 의해 오염될 가능성을 배제하는 것이 매우 중요하다. 또한, 환경 중의 농도가 수질 기준을 초과하는지를 모니터링하려면 검출한계가 환경기준보다 낮은 분석방법을 사용해야만 한다.
- <20> 일반적인 수은측정방법에는 자외선 분광법(UV Spectrophotometry), 벗김 전류전압법(Anodic Stripping Volametry), 냉증기 원자흡수분광법(Cold Vapor Atomic Absorption Spectrophotometry), 동위원소 희석 및 유도플라즈마 질량분석법(Isotope Dilution/ICP-MS) 및 냉증기 원자형광분광법(Cold Vapor Atomic Fluorescence Spectrophotometry) 등이 있다.
- <21> 이 중에서도 냉증기 원자흡수분광법은 다른 방법에 비해 측정이 간편하고, 높은 감도와 더불어 방해효과가 비교적 적기 때문에 가장 널리 사용된다. 이 방법은 금포집기를 이용한 사전 농축과 기타 주변장치들의 개선으로 검출한계가 과거에 비해 상당히 개선되고 있으며, 자연수에 대해 ppt 또는 그 이하 농도까지 측정이 가능하다.
- <22> 그러나, 수은 분석시 금을 이용한 수은 포집장치와 냉증기 원자흡수분광법을 사용함에 있어서 분석의 재현성은 측정기기의 안정성, 가스의 유량변화, 금 포집장치의 온도변화 및 산증기에 의한 금의 침식 등에 의해 큰 영향을 받으며, 특히 수은을 운반하는 가스가 오염되지 않도록 주의할 것을 기울여야 한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <23> 상기에서 설명한 시료 내 함유된 수은을 측정함에 있어서 그 정밀도를 높이기 위하여 본 발명은, 수은을 포집하는 과정에서 외부로부터 따로 가스를 주입하지 않고 내부공기를 순환시켜 보다 정밀한 수은 측정이 이루어지도록 하며, 보다 간단한 시스템을 제공하는 데 있다.
- <24> 본 발명의 그 밖의 목적, 특정한 장점들 및 신규한 특징들은 첨부된 도면들과 연관된 이하의 상세한 설명과 바람직한 실시예들로부터 더욱 분명해질 것이다.

발명의 구성 및 작용

- <25> 전술한 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 수은측정장치는, 내부에 이온상태의 수은이 함유된 시료 및 환원제가 수용되고, 기포를 생성시켜 수은증기를 발생시키는 반응용기와, 상기 수은증기에 함유된 수분을 제거하는 흡습기와, 수분이 제거된 상기 수은증기에 함유된 수은을 포집하는 제1 금포집기와, 상기 제1 금포집기와 결합되어 상기 제1 금포집기를 가열할 수 있는 히터와, 상기 반응용기, 흡습기 및 제1 금포집기가 고리모양으로 연결되어 폐회로를 이루고, 상기 폐회로의 내부공기를 순환시키는 공기펌프와, 불활성 가스를 공급하는 가스공급원과, 상기 불활성 가스에 함유된 수은의 양을 측정할 수 있는 수은측정기와, 상기 가스공급원, 제1 금포집기 및 수은측정기가 연결되어 개회로를 이루고, 상기 제1 금포집기와 연결됨과 동시에 상기 폐회로 또는 개회로를 선택적으로 전환할 수 있는 방향전환수단을 포함하여 이루어진다.
- <26> 또한, 상기 방향전환수단은, 상기 제1 금포집기의 일단과 연결된 3포트 2위치의 제1 방향전환밸브와, 상기 제1 금포집기의 타단과 연결된 3포트 2위치의 제2 방향전환밸브를 포함하고, 상기 공기펌프, 반응용기, 흡습기, 제1 방향전환밸브, 제1 금포집기 및 제2 방향전환밸브가 고리모양으로 연결되어 폐회로를 이루고, 상기 가스공급원, 제1 방향전환밸브, 제1 금포집기, 제2 방향전환밸브 및 수은측정기가 순차적으로 연결되어 개회로를 이루는 것을 특징으로 한다.
- <27> 또한, 상기 방향전환수단은, 제1 위치에서 제1포트와 제2포트, 제3포트와 제4포트 및 제5포트와 제6포트가 각각 연통되고, 제2 위치에서 제2포트와 제3포트, 제4포트와 제5포트 및 제6포트와 제1 포트가 각각 연통되는 6포트 2위치의 제3 방향전환밸브를 포함하고, 상기 공기펌프, 반응용기, 흡습기, 제1포트, 제2포트, 제1 금포집기, 제5포트, 제6포트가 고리모양으로 연결되어 폐회로를 이루고, 상기 가스공급원, 제3포트, 제2포트, 제1 금포집기, 제5포트, 제4포트 및 수은측정기가 순차적으로 연결되어 개회로를 이루는 것을 특징으로 한다.
- <28> 또한, 상기 가스공급원과 연결되어 상기 가스공급원으로부터 공급된 불활성 가스에 함유된 수은을 제거하는 제2

금포집기를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

- <29> 또한, 상기 수은측정기와 연결되어 상기 수은측정기에 의해 수은의 양이 측정된 불활성 가스를 세척하는 가스세척기를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <30> 또한, 상기 히터에 의해 가열된 제1 금포집기를 냉각시킬 수 있는 냉각기를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <31> 한편, 본 발명의 수은측정방법은, 이온상태의 수은이 함유된 시료에 환원제를 넣고 기포를 생성시켜 수은증기를 발생시키는 수은증기발생단계와, 상기 수은증기에 함유된 수분을 제거하는 수분제거단계와, 수분이 제거된 상기 수은증기에 함유된 수은을 금에 흡착시켜 포집하는 수은포집단계와, 상기 금을 가열하여 포집된 상기 수은을 분리하는 수은분리단계와, 상기 금으로부터 분리된 수은을 불활성 가스로 운반하는 수은운반단계와, 상기 불활성 가스에 의해 운반된 수은의 양을 측정하는 수은측정단계를 포함하여 이루어진다.
- <32> 또한, 상기 수은운반단계 이전에 상기 불활성 가스에 함유된 수은을 제거하는 불활성 가스의 수은제거단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <33> 또한, 상기 수은측정단계 이후에 상기 불활성 가스를 세척하는 가스세척단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <34> 또한, 상기 수은분리단계 이후에 가열된 상기 금을 냉각하는 금냉각단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <35> 이하에서는 첨부된 도면을 참조로 본 발명에 따른 수은측정장치 및 그 방법의 바람직한 실시예를 상세히 설명한다.
- <36> 도 1은 본 발명에 따른 수은측정장치의 제1 실시예를 나타낸 회로도이고, 도 2는 본 발명에 따른 수은측정장치의 제2 실시예를 나타낸 회로도이며, 도 3은 본 발명에 따른 수은측정장치의 제3 실시예를 나타낸 회로도이고, 도 4는 도 3의 실시예의 제1 위치에서 제2 위치로 방향전환된 회로도이다.
- <37> 본 발명의 수은측정장치는 공기펌프(100), 반응용기(200), 흡습기(300) 및 제1 금포집기(400)로 연결된 폐회로와 가스공급원(500), 제1 금포집기(400) 및 수은측정기(600)로 연결된 개회로를 이루고, 상기 제1 금포집기(400)와 결합된 히터 및 상기 제1 금포집기(400)와 연결된 방향전환수단(40)을 포함하여 이루어진다. 또한, 본 발명의 수은측정장치는 제2 금포집기(700), 가스세척기(800) 및 냉각기를 더 포함할 수 있다.
- <38> 공기펌프(100)는 후술할 반응용기(200), 흡습기(300) 및 제1 금포집기(400)가 고리모양으로 연결된 폐회로(A)의 내부공기를 순환시킨다. 공기펌프(100)에 의해 상기 폐회로(A)의 내부공기를 순환시킴으로써, 외부로부터 따로 가스를 주입할 필요가 없으며, 내부공기의 오염도가 현저히 감소될 수 있다.
- <39> 반응용기(200)는 내부에 이온상태의 수은이 함유된 시료 및 환원제가 수용되고, 기포를 생성시켜 수은증기를 발생시킨다. 반응용기(200)는 유리재질로 된 용기의 뚜껑에 내부공기의 유입관와 방출관이 달려 있고, 유입관에는 내부공기가 작은 기포 형태로 시료 중에 방출되도록 버블러가 달려 있다. 시료에 함유된 수은이온(Hg²⁺)은 환원제와 만나서 수은(Hg)이 되고, 상기 공기펌프(100)로 순환된 내부공기가 반응용기(200)에 진입하면 반응용기(200)에 수용된 시료 내부에 기포가 생성되어 수은이 기포와 만나 수은증기가 된다.
- <40> 흡습기(300)는 상기 반응용기(200)와 연결되고, 상기 수은증기에 함유된 수분을 제거한다. 반응용기(200)에서 발생한 수은증기의 수분을 제거하기 위하여 유리관을 U자 모양으로 만든 후 건조된 시리카겔을 충전하고 양쪽 끝에는 유리섬유를 채운다.
- <41> 제1 금포집기(400)는 수분이 제거된 상기 수은증기에 함유된 수은을 포집한다. 수은 포집시 금을 이용하며, 수은 포집 효과를 높이기 위해 금조각을 접어서 사용한다. 반응용기(200)에서 발생한 수은증기가 흡습기(300)를 거쳐 수분이 제거된 상태로 제1 금포집기(400)로 이동하며, 제1 금포집기(400)에 설치된 금에 수은이 포집된다. 제1 금포집기(400)에는 히터가 결합되며, 히터는 후술할 방향전환수단(40)에 의하여 폐회로(A)에서 개회로(B)로 전환될 경우 제1 금포집기(400)를 가열한다. 히터가 제1 금포집기(400)를 가열하면, 금에 포집된 수은이 금으로부터 분리된다.
- <42> 가스공급원(500)은 불활성 가스를 공급한다. 후술할 방향전환수단(40)에 의하여 폐회로(A)에서 개회로(B)로 전환되면, 가스공급원(500)으로부터 공급된 불활성 가스가 방출된다. 제1 금포집기(400)가 히터에 의해 가열되어 금으로부터 수은이 분리되면, 상기 불활성 가스에 수은이 함유되어 후술할 수은측정기(600)로 수은이 운반된다.
- <43> 수은측정기(600)는 상기 불활성 가스에 함유된 수은의 양을 측정한다. 여러가지 수은측정방법에 따라 수은측정

기(600)가 결정될 수 있으나, 일반적으로 널리 사용되는 원자흡수분광기를 사용할 수 있다. 원자흡수분광기의 작동에 대한 상세한 설명은 생략한다.

- <44> 방향전환수단(40)은 제1 금포집기(400)와 연결되고, 상기 폐회로(A) 및 개회로(B)를 선택적으로 전환할 수 있다.
- <45> 도 1 및 도 2에 도시한 바와 같이, 방향전환수단(40)은 제1 금포집기(400)의 일단과 연결된 3포트 2위치의 제1 방향전환밸브(10)와 제1 금포집기(400)의 타단과 연결된 3포트 2위치의 제2 방향전환밸브(20)를 포함할 수 있다. 이 경우 상기 공기펌프(100), 반응용기(200), 흡습기(300), 제1 방향전환밸브(10), 제1 금포집기(400) 및 제2 방향전환밸브(20)가 고리모양으로 연결되어 폐회로(A)를 이룬다. 또한, 상기 가스공급원(500), 제1 방향전환밸브(10), 제1 금포집기(400), 제2 방향전환밸브(20) 및 수은측정기(600)가 순차적으로 연결되어 개회로(B)를 이룬다.
- <46> 한편 도 3 및 도 4에 도시한 바와 같이, 방향전환수단(40)은 제1 위치에서 제1포트와 제2포트, 제3포트와 제4포트 및 제5포트와 제6포트가 각각 연통되고, 제2 위치에서 제2포트와 제3포트, 제4포트와 제5포트 및 제6포트와 제1 포트가 연통되는 6포트 2위치의 제3 방향전환밸브(30)를 포함할 수 있다. 이 경우 상기 공기펌프(100), 반응용기(200), 흡습기(300), 제1포트, 제2포트, 제1 금포집기(400), 제5포트, 제6포트가 고리모양으로 연결되어 폐회로(A)를 이룬다. 또한, 상기 가스공급원(500), 제3포트, 제2포트, 제1 금포집기(400), 제5포트, 제4포트 및 수은측정기(600)가 순차적으로 연결되어 개회로(B)를 이룬다.
- <47> 제2 금포집기(700)는 상기 가스공급원(500)과 연결되어 가스공급원(500)으로부터 공급된 불활성 가스에 함유된 수은을 제거한다. 제2 금포집기(700)는 상기 제1 금포집기(400)와 그 구성은 대동소이하므로 상세한 설명은 생략한다.
- <48> 가스세척기(800)는 상기 수은측정기(600)와 연결되어 상기 수은측정기(600)에 의해 수은의 양이 측정된 불활성 가스를 세척한다. 수은측정 후 상기 불활성 가스를 세척하여 외부로 방출한다.
- <49> 냉각기는 상기 히터에 의해 가열된 제1 금포집기(400)를 냉각시킨다. 냉각기는 상기 개회로(A) 또는 폐회로(B)를 구성해야 하는 것은 아니며, 독립적으로 위치하여도 되고, 단지 제1 금포집기(400)를 냉각시켜줄 수 있으면 족하다. 가열된 제1 금포집기(400)를 냉각기로 신속히 냉각시켜 다음 실험을 준비할 수 있다.
- <50> 이하에서는 본 발명에 따른 수은측정방법의 바람직한 실시예를 설명한다. 도 5는 본 발명에 따른 수은측정방법의 제4 실시예를 나타낸 흐름도이며, 도 6는 본 발명에 따른 수은측정방법의 제5 실시예를 나타낸 흐름도이고, 도 7은 본 발명에 따른 수은측정방법의 제6 실시예를 나타낸 흐름도이다.
- <51> 먼저, 수은증기발생단계(S101)로서 이온상태의 수은이 함유된 시료에 환원제를 넣고 기포를 생성시켜 수은증기를 발생시킨다.
- <52> 수분제거단계(S201)로서 상기 수은증기에 함유된 수분을 흡습기로 제거한다.
- <53> 수은포집단계(S301)로서 수분이 제거된 상기 수은증기에 함유된 수은을 금에 흡착시켜 포집한다.
- <54> 수은분리단계(S401)로서 상기 금을 가열하여 포집된 수은을 분리한다.
- <55> 수은운반단계(S501)로서 상기 금으로부터 분리된 수은을 불활성 가스로 운반한다. 다만, 수은운반단계(S501) 이전에 상기 불활성 가스에 함유된 수은을 제거하는 불활성 가스의 수은제거단계(S402)를 더 포함할 수 있고, 불활성 가스의 수은제거단계(S402)는 상기 수은포집단계(S301)와 그 과정은 동일하다. 그럼으로써, 시료 내 함유된 수은의 측정에 정밀도를 더 할 수 있다.
- <56> 수은측정단계(S601)로서 상기 불활성 가스에 의해 운반된 수은의 양을 측정한다. 또한, 상기 수은측정단계 이후에 상기 불활성 가스를 세척하는 가스세척단계(S701)를 더 포함할 수 있다. 그럼으로써, 외부 오염을 줄일 수 있다.
- <57> 한편, 상기 수은운반단계(S501) 이후에 가열된 상기 금을 냉각하는 금냉각단계(S801)를 더 포함할 수 있다. 그럼으로써, 가열된 금을 신속히 냉각시켜 다음 실험을 준비할 수 있다. 다만, 도 7에서는 수은운반단계(S501) 다음에 바로 금냉각단계(S801)가 순차적으로 연결되어 있으나, 금냉각단계(S801)는 수은운반단계(S501) 이후이면 족하고 어느 단계이든 상관없다.
- <58> 앞에서 설명되고, 도면에 도시된 본 발명의 실시예는, 본 발명의 기술적 사상을 한정하는 것으로 해석되어서는

안 된다. 본 발명의 보호범위는 청구범위에 기재된 사항에 의하여만 제한되고, 본 발명의 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상을 다양한 형태로 개량 변경하는 것이 가능하다. 따라서 이러한 개량 및 변경은 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것인 한 본 발명의 보호범위에 속하게 될 것이다.

발명의 효과

<59> 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명에 따른 수은측정장치 및 그 방법은, 수은을 포집하는 과정에서 폐회로를 구성하여 외부로부터 가스를 따로 주입하지 않고 시스템의 내부공기를 순환시켜 보다 정밀한 수은 측정이 이루어지도록 한다.

<60> 또한, 수은을 포집하는 과정의 폐회로와 수은을 분리하여 측정하는 과정의 개회로를 방향전환수단으로 일체화하여 보다 간단한 시스템을 제공할 수 있다.

<61> 또한, 6포트 2위치 방향전환밸브를 사용하여 수은측정장치의 콤팩트를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

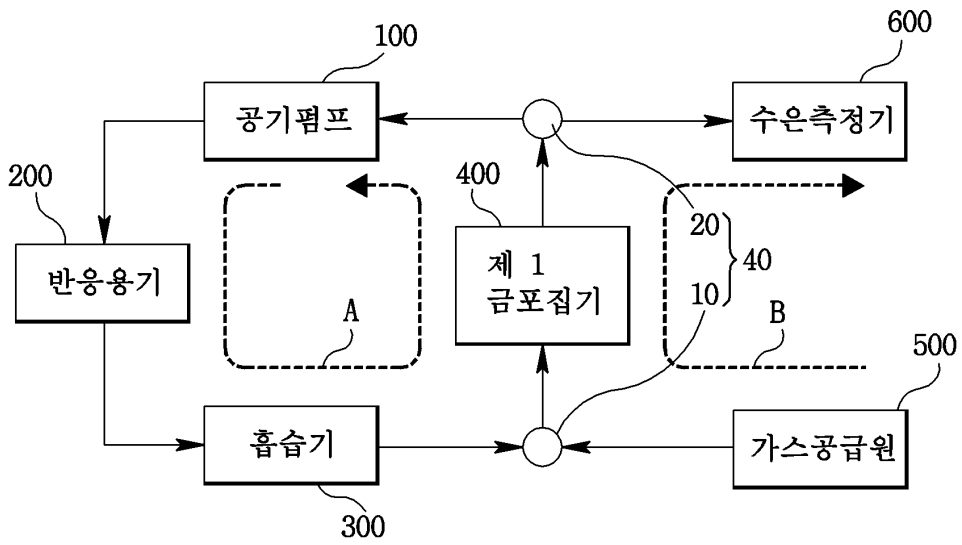
- <1> 도 1은 본 발명에 따른 수은측정장치의 제1 실시예를 나타낸 회로도이고,
- <2> 도 2는 본 발명에 따른 수은측정장치의 제2 실시예를 나타낸 회로도이며,
- <3> 도 3은 본 발명에 따른 수은측정장치의 제3 실시예를 나타낸 회로도이고,
- <4> 도 4는 도 3의 실시예의 제1 위치에서 제2 위치로 방향전환된 회로도이며,
- <5> 도 5는 본 발명에 따른 수은측정방법의 제4 실시예를 나타낸 흐름도이며,
- <6> 도 6는 본 발명에 따른 수은측정방법의 제5 실시예를 나타낸 흐름도이고,
- <7> 도 7은 본 발명에 따른 수은측정방법의 제6 실시예를 나타낸 흐름도이다.

<8> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

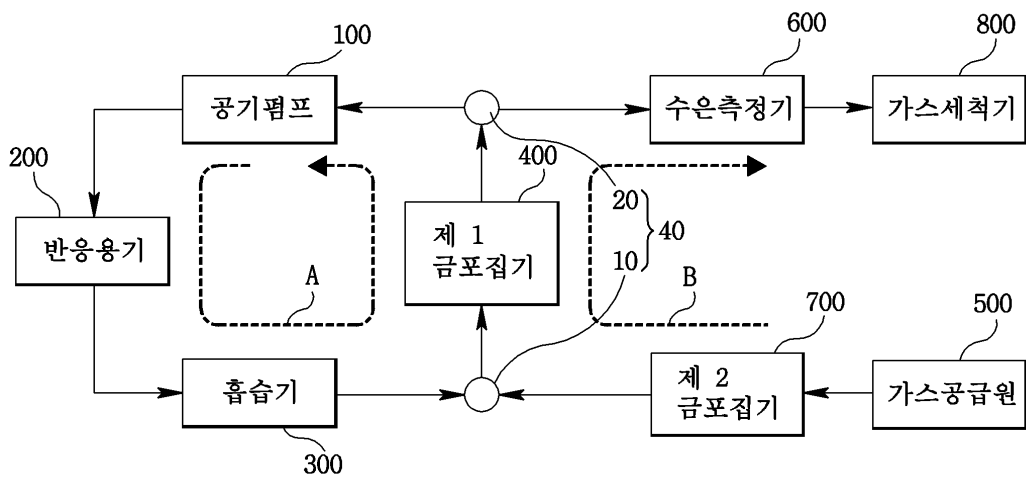
- | | | |
|------|----------------|----------------|
| <9> | 10 : 제1 방향전환밸브 | 20 : 제2 방향전환밸브 |
| <10> | 30 : 제3 방향전환밸브 | 40 : 방향전환수단 |
| <11> | 100 : 공기펌프 | 200 : 반응용기 |
| <12> | 300 : 흡습기 | 400 : 제1 금포집기 |
| <13> | 500 : 가스공급원 | 600 : 수은측정기 |
| <14> | 700 : 제2 금포집기 | 800 : 가스세척기 |

도면

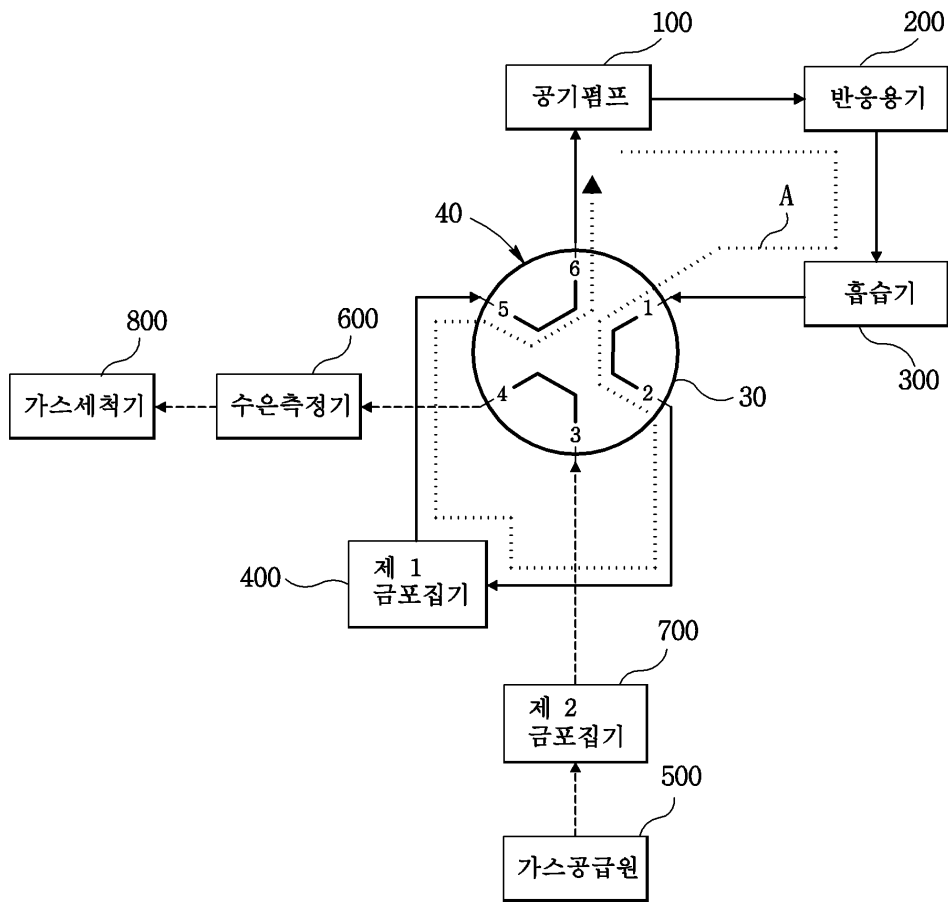
도면1



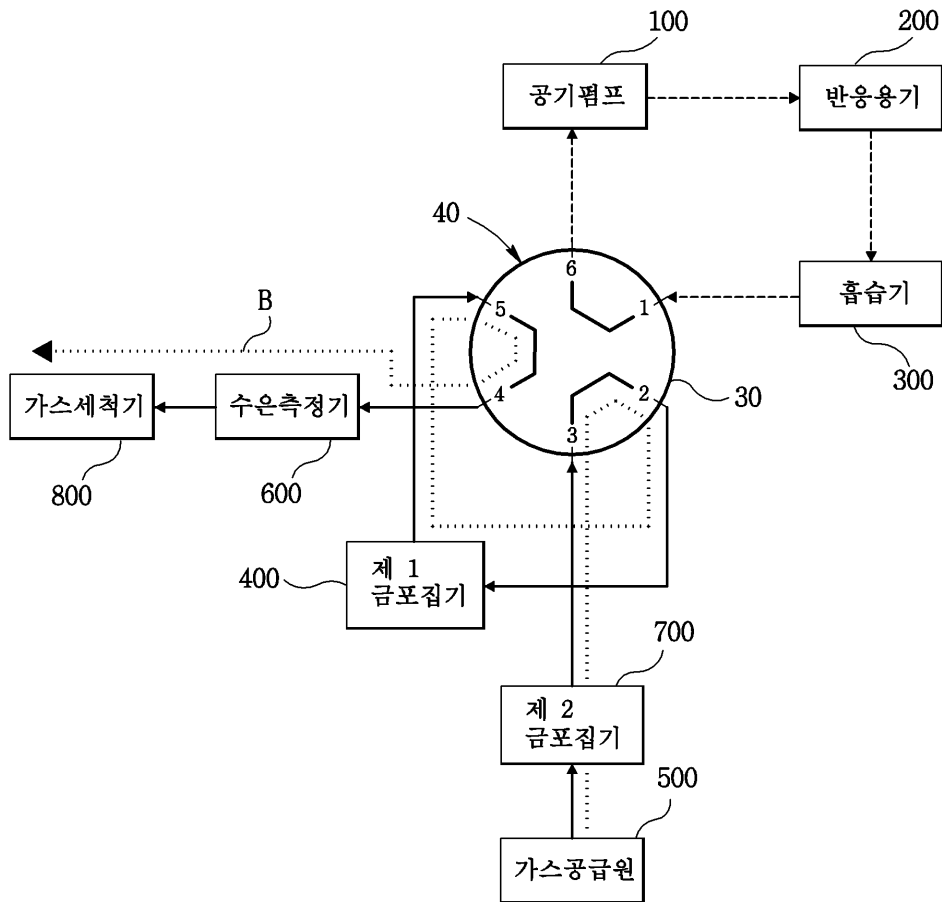
도면2



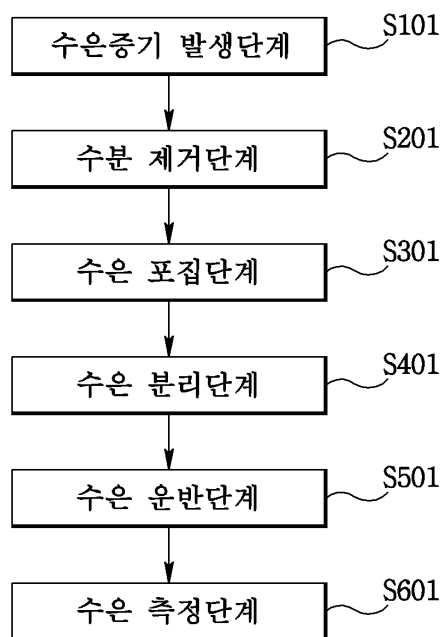
도면3



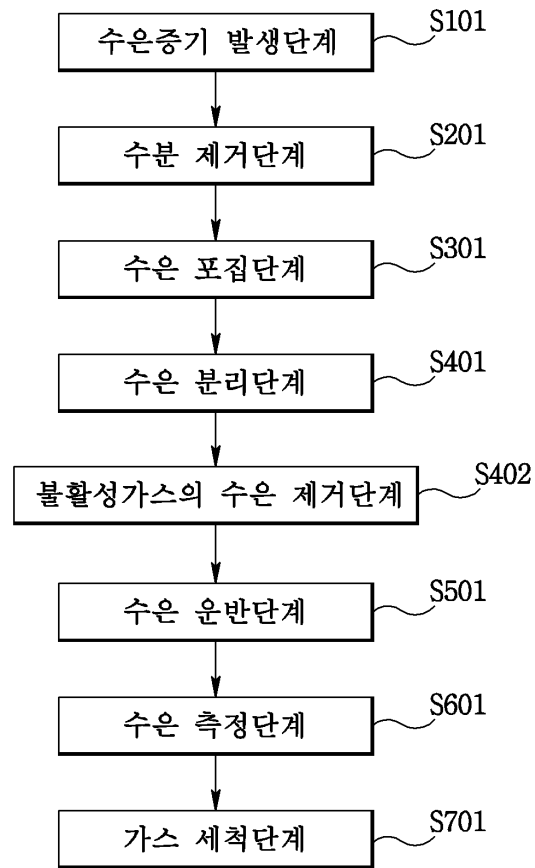
도면4



도면5



도면6



도면7

