



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0120249

(43) 공개일자 2015년10월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 21/78 (2006.01) G01N 1/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0046273
(22) 출원일자 2014년04월17일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
윤영훈
경기도 평택시 현신5길 46, 304호 (용이동)
(72) 발명자
윤영훈
경기도 평택시 현신5길 46, 304호 (용이동)
(74) 대리인
특허법인 아이퍼스

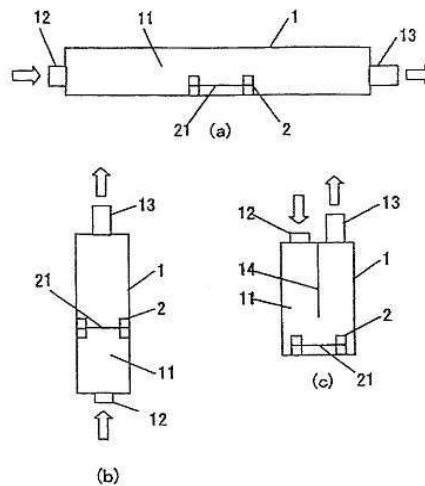
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 가스 중의 포름알데히드 농도의 측정방법 및 측정장치

(57) 요약

본 발명은 피검 가스 중의 포름알데히드 농도를 공존 가스의 영향을 받지 않고 단시간에 고감도로 측정하는 방법 및 이의 측정장치를 제공한다. 본 발명은 4-아미노-3-하이드라지노-5-머캅토-1,2,4-트리아졸(AHMT)의 알칼리 수용액으로 이루어진 발색 시험액을 흡윤시킨 필터 위에 피검 가스를 접촉시켜 발색시키고, 당해 발색도에 근거하여 피검가스 중의 포름알데히드 농도를 결정함을 특징으로 하는 포름알데히드 농도의 측정방법; 및 발광소자(LED), 수광소자(PIN형 포토다이오드) 및 디스플레이를 구비하여 발색도를 광학적으로 측정하는 측정장치를 제공한다.

대표도 - 도6



명세서

청구범위

청구항 1

4-아미노-3-하이드라지노-5-머캅토-1,2,4-트리아졸(AHMT)의 알칼리 수용액으로 이루어진 발색 시험액과 피검가스를, 발색 시험액을 습윤시킨 발색 시약의 습윤에 의해 백그라운드 발색이 발생하지 않는 필터 위 또는 필터를 통하여 접촉시켜, 피검 가스 중의 포름알데히드에 의해 발색된 필터의 색조 또는 발색도에 근거하여 피검 가스 중의 포름알데히드 농도를 결정함을 특징으로 하는, 가스 중의 포름알데히드 농도의 측정방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 4-아미노-3-하이드라지노-5-머캅토-1,2,4-트리아졸(AHMT)을 산 수용액에 용해시킨 AHMT 산성 수용액과 알칼리 금속 수산화물을 물에 용해시킨 알칼리 수용액을 혼합하여 발색 시험액을 제조하는 공정(a), 필터를 발색 시험액으로 습윤시키는 공정(b), 피검 가스를 필터 위 또는 필터 속으로 유도하여, 피검 가스와 발색 시험액을 접촉시키는 공정(c) 및 필터의 색조 또는 발색도를 측정하는 공정(e)을 적어도 포함하는, 가스 중의 포름알데히드 농도의 측정방법.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서, 필터가 유리 여과지, 실리카 섬유 여과지 및 석영 여과지로 이루어진 그룹으로부터 선택되는, 가스 중의 포름알데히드 농도의 측정방법.

청구항 4

피검 가스 입구와 흡인 펌프에 접속된 피검 가스 출구와의 사이에 형성된 가스 유로 및 당해 가스 유로 중의 소정의 위치에 배치되고 착탈이 자유로운 검지 탭(detection tab)으로 이루어지고, 4-아미노-3-하이드라지노-5-머캅토-1, 2,4-트리아졸(AHMT)의 알칼리 수용액으로 이루어진 발색 시험액이 습윤되어 있으면서 당해 발색 시약의 습윤에 의해 백그라운드 발색이 발생하지 않는 필터가 검지 탭에 장착되어 있으며, 발색 시험액과 피검 가스를 접촉시키면, 발색 시험액에 의해 습윤된 필터가 피검 가스 중의 포름알데히드에 의해 발색하도록 구성됨을 특징으로 하는, 가스 중의 포름알데히드 농도의 측정장치.

청구항 5

청구항 4에 있어서, 검지 탭이 필터, 프레임 및 필터 프레스로 구성되고, 필터가 유리 여과지, 실리카 섬유 여과지 및 석영 여과지로 이루어진 그룹으로부터 선택됨으로써, 프레임 내에서 간극없이 확장되는 필터 프레스로 고정되는, 가스중의 포름알데히드 농도의 측정장치.

청구항 6

청구항 4 또는 청구항 5에 있어서, 검지 탭이 평판상이고, 본체에 설치된 슬릿에 삽입함으로써 가스 유로내의 소정의 위치에 배치되는, 가스 중의 포름알데히드 농도의 측정장치.

청구항 7

청구항 6 에 있어서, 평판상의 검지 탭이 카세트 내에 수용되며, 카세트를 본체에 설치된 슬릿 위치에 장착함으

로써 검지탭이 가스 유로내의 소정의 위치에 배치되는, 가스 중의 포름알데히드 농도의 측정장치.

청구항 8

청구항 4 내지 청구항 7중의 어느 한 항에 있어서, 적어도 필터면에 광을 조사하기 위한 발광소자, 필터면으로부터의 반사광을 포착하기 위한 수광소자 및 디스플레이를 추가로 구비하여, 수광소자를 사용하여 피검 가스와의 접촉 전후의 필터면의 반사광 강도의 변화[응답치(%)]를 측정하고 당해 측정치에 기초하여 필터면의 발색도로부터 산출한 포름알데히드 농도를 디스플레이에 표시함을 특징으로 하는, 가스 중의 포름알데히드 농도의 측정장치.

청구항 9

청구항 4 내지 청구항 7중의 어느 한 항에 있어서, 복수의 시약 공급관 및 시약 혼합관으로 이루어지고, 시약 공급관이 눈금을 새긴 투명관부 및 외부로부터의 압박에 의해 변형될 수 있는 연질 덮개부로 이루어지고 시약 혼합관의 정상부에 착탈이 자유롭게 장착됨으로써, 시약 혼합관이 외부로부터의 압박에 의해 부분적으로 변형될 수 있는 연질관부를 갖는, 검지 탭의 필터에 소정량의 발색 시약을 적가하기 위한 발색 시약액 적가 장치를 추가로 포함하는, 가스 중의 포름알데히드 농도의 측정장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 대기 중의 포름알데히드 농도의 측정방법에 관한 것이며, 보다 상세하게는, 4-아미노-3-하이드라지노-5-머캅토-1,2,4-트리아졸(AHMT)을 발색 시약으로 하는 포름알데히드 농도의 측정방법 및 당해 측정에 사용되는 포름알데히드 농도 측정장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

현재의 주거 환경, 특히 화학 물질을 포함하는 건재 및 내장재를 사용하는 주택 및 빌딩 등의 건축물의 고기밀화(高氣密化)는, 건재 및 내장재로부터 대기 중에 방산되는 각종 화학 물질에 의해 거주자 및 사용자 등에게 각종 신체 질환을 발생시키고 있다. 이들의 증상은 다양하고, 이들의 발증 원인에 있어서는 미해결된 부분이 많으며, 각종 복합 요인이 고려되는 점으로 미루어, 통상적으로 시크 하우스 증후군(sick house syndrom)으로 불린다. 특히 합판 접착제 등의 건축용 접착제 및 의복의 호료(糊料) 등에 함유되는 포름알데히드가 이의 원인 물질 중의 하나이며, 포름알데히드에 대한 WHO의 실내 환경 기준은 0.08ppm 이하로 엄격하게 규제 되고 있다.

[0003]

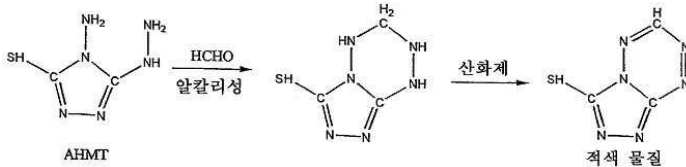
가스 중의 포름알데히드 농도의 측정방법 및 측정장치로는, 일본 공업 규격 JIS K0604에 준거한 포름알데히드와 하이드록실아민 포스포네이트의 반응 「 $3\text{HCHO} + (\text{NH}_2\text{OH})_3 \cdot \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{HCN} = \text{NCH} + 3\text{H}_2\text{O}$ 」에 의해 생성된 유리산에 의해 색을 나타내는 지시약의 변색을 활용하는 포름알데히드 검지관; 하이드록실아민 설페이트와 pH 지시약인 메틸 옐로우를 실리카 겔이 혼화된 시험지에 담지시킨 검지 탭(detection tab)에 포름알데히드를 포함하는 피검 가스를 접촉시킴으로써 포름알데히드와 하이드록실아민 설페이트가 상기와 동일하게 반응하여 생성된 유리산에 의한 시험지 표면의 변색을 발광소자(LED) 및 수광소자(PIN형 포토다이오드)를 사용하여 측정하는 방법 및 장치[멀티 가스 파인더 FP-85, 포름알데히드 모니터 FP-250F1W: 리켄케이키 제조]; 피검 가스를 통하여 포집액(0.5% H_3BO_3 용액)에 포름알데히드를 포집하고 당해 용액에 4-아미노-3-하이드라지노-5-머캅토-1,2,4-트리아졸(AHMT)을 가하여 알칼리 조건하에 반응시킨 다음 당해 용액에 과요오드산칼륨(KIO_4) 용액을 가하여 발색시킨 색조를 비색계 및 분광광도계를 사용하여 측정하는 방법 및 장치[실세트(SILSET): 시마쓰세이사쿠쇼 제조]; 그 밖에, 포름알데히드를 흡착체에 흡착시키거나 흡수체에 흡수시켜 가스 크로마토그래피(GC) 및 고속 액체크로마토그래피(HPLC) 등의 고도의 분석기기를 사용하여 분석하는 방법; 전극 위에서 포름알데히드를 산화시켜, 산화 전위를 측정하는 정전위 전기분해법 등의 전기화학적 분석법; 및 알칼리 수용액 속에서 과산화수소와 갈산의

공존하에 포름알데히드를 산화시키는 경우 발생하는 오렌지색 광의 발광 강도를 측정하는 화학 발광법 등이 공지되어 있다.

[0004] 이들 방법 중에서, 검지관 및 하이드록실아민 설페이트 시험지를 사용하는 방법이 장치가 휴대형이고 측정 결과를 측정 현장에서 알 수 있다는 이점을 갖지만, 공존 가스 중에 NO_x 등의 산성가스, 아세트알데히드, 아세톤, 암모니아 등이 존재하는 경우, 이들의 영향을 받아 정확한 포름알데히드 농도를 얻을 수 없는 경우가 있다. 또한, 포름알데히드의 WHO의 실내 환경기준 0.08ppm을 검출하기 위해서는 약 30분의 통기 시간이 요구된다.

[0005] AHMT를 발색 시험액으로 사용하는 방법은 포름알데히드와 AHMT의 다음과 같은 반응에 기초하고 있다.

[0006] [반응식]



[0007] 반응식과 같은 방법은 대기 중의 포름알데히드 이외의 알데히드류, NO²⁻, SO₃²⁻, 기타 공존가스의 방해를 받지 않고 포름알데히드만을 정량할 수 있다는 선택 성의 점에서 우수하지만, 포름알데히드와 AHMT를 용액 속에서 반응시키기 때문에 제1 공정의 반응에서 15 내지 20분이 요구되며, 전체 측정에는 30분 이상이 요구된다.

[0009] 또한, 다른 방법에도 잇점과 단점이 있으며, 이들은 각각 공존 가스의 선택성, 검출 감도, 측정 시간 등에 대한 임의의 과제를 갖고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 피검 가스 중의 포름알데히드 농도를 공존 가스의 영향을 받지 않고 단시간에 고감도로 측정하는 방법의 제공을 목적으로 한다.

[0011] 또한, 본 발명은 상기 방법에 사용되는 포름알데히드 농도 측정장치의 제공을 또 다른 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명자 등이 상기 목적을 달성하기 위해 예의 연구한 결과, AHMT의 KOH 수용액으로 이루어진 발색 시험액을 습윤시킨 필터 위에 포름알데히드를 함유하는 피검 가스를 도입하여 접촉시킨 결과, 산화제 없이도 발색하고, 발색도가 피검 가스 중의 포름알데히드 농도 1ppm 이하의 영역에서 거의 비례함을 밝혀내어 본 발명을 완성하였다.

발명의 효과

[0013] 본 발명의 포름알데히드 농도의 측정방법은 AHMT를 발색 시약으로 사용하는 측정방법으로, 참고 실시예에 기재한 바와 같이, 피검 가스 중에 공존하는 알데히드 화합물 및 휘발성 유기 화합물(VOC)의 영향을 받지 않으며, 포름알데히드의 선택성이 매우 높다. 또한, 검출 감도가 실시예 1에 기재된 바와 같이 0.04 내지 1ppm로 매우 고감도이며, 측정 시간이 180 내지 300초로 종래의 방법에 비해 매우 짧다.

[0014] 또한, 본 발명의 측정장치를 사용하여 매우 간단히 상기 방법을 실행할 수 있다.

[0015] 본 발명은 포름알데히드의 선택성이 매우 높고, 고감도이며, 매우 단시간에 포름알데히드 농도를 측정할 수 있는, 환경 분석에 유효한 포름알데히드 농도의 측정방법 및 당해 측정에 사용되는 측정장치를 제공하는 것이며, 본 발명은 당해 환경 분야에 있어서 의의가 매우 크다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 참고 실시예 1(AHMT 용액법)에서 수득한 각종 알데히드 농도에 대한 흡광도(550nm)를 나타낸다.
- 도 2는 실시예 1(본 발명의 방법)에서 수득한 샘플링 시간에 대한 발색도[응답치(%)]를 나타낸다.
- 도 3은 실시예 1(본 발명의 방법)에서 수득한 포름알데히드 농도(0 내지 1ppm)에 대한 발색도[응답치(%)]를 나타낸다.
- 도 4는 실시예 1(본 발명의 방법)에서 수득한 포름알데히드 농도(0 내지 4ppm)에 대한 발색도[응답치(%)]를 나타낸다.
- 도 5는 실시예 2에서 수득한 샘플링 시간에 대한 백그라운드 발색의 발색도[응답치(%)]를 나타낸다.
- 도 6은 본 발명의 포름알데히드 농도 측정장치의 피검 가스와 필터의 접촉 양태를 설명하기 위한 도면이며, 여기서 (a)는 필터 표면 접촉형, (b)는 필터속으로 통과하는 접촉형, (c)는 필터 표면 충돌형이다.
- 도 7은 검지 탭을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 8은 본 발명의 포름알데히드 농도 측정장치의 바람직한 양태를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 9는 검지 탭 카세트의 한가지 양태를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 10은 발색 시험액 적가 장치의 한가지 양태를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 본 발명은 4-아미노-3-하이드라지노-5-머캅토-1,2,4-트리아졸(AHMT)의 알칼리 수용액으로 이루어진 발색 시험액과 피검 가스를, 발색 시험액을 습윤시킨 발색 시약의 습윤에 의해 백그라운드 발색이 발생하지 않는 필터 위 또는 필터를 통하여 접촉시켜, 피검 가스 중의 포름알데히드에 의해 발색된 필터의 색조 또는 발색도에 근거하여 피검 가스 중의 포름알데히드 농도를 결정함을 특징으로 하는, 가스 중의 포름알데히드 농도의 측정방법이다.
- [0018] 상기 방법은, 4-아미노-3-하이드라지노-5-머캅토-1,2,4-트리아졸(AHMT)을 산 수용액에 용해시킨 AHMT 산성 수용액과 알칼리 금속 수산화물을 물에 용해시킨 알칼리 수용액을 혼합하여 발색 시험액을 제조하는 공정(a), 필터를 발색 시험액으로 습윤시키는 공정(b), 피검 가스를 필터 위 또는 필터 속으로 유도하여, 피검 가스와 발색 시험액을 접촉시키는 공정(c) 및 필터의 색조 또는 발색도를 측정하는 공정(e)을 적어도 포함한다.
- [0019] 상기 측정방법의 바람직한 양태에서, 필터는 유리 여과지, 실리카 섬유 여과지 및 석영 여과지로 이루어진 그룹으로부터 선택된다.
- [0020] 또한, 본 발명은 피검 가스 입구와 흡인 펌프에 접속된 피검 가스 출구와의 사이에 형성된 가스 유로 및 당해 가스 유로 중의 소정의 위치에 배치되고 착탈이 자유로운 검지 탭으로 이루어지고, 4-아미노-3-하이드라지노-5-머캅토-1,2,4-트리아졸(AHMT)의 알칼리 수용액으로 이루어진 발색 시험액이 습윤되어 있으면서 당해 발색 시약의 습윤에 의해 백그라운드 발색이 발생하지 않는 필터가 검지 탭에 장착되어 있으며, 발색 시험액과 피검 가스를 접촉시키면, 발색 시험액에 의해 습윤된 필터가 피검 가스 중의 포름알데히드에 의해 발색하도록 구성됨을 특징으로 하는, 가스 중의 포름알데히드 농도의 측정장치이다.
- [0021] 상기 측정장치에서 검지 탭은 필터, 프레임 및 필터 프레스로 구성되며, 당해 필터는 유리 여과지, 실리카 섬유 여과지 및 석영 여과지로 이루어진 그룹으로부터 선택됨으로써, 프레임 내에서 간극없이 확장되는 필터 프레스로 고정된다.
- [0022] 상기 측정장치의 바람직한 양태에서, 검지 탭은 평판상이고, 본체에 설치된 슬릿에 삽입함으로써 가스 유로내의 소정의 위치에 배치된다.
- [0023] 상기 측정장치의 보다 바람직한 양태에서, 평판상의 검지 탭은 카세트 내에 수용되며, 당해 카세트를 본체에 설치된 슬릿 위치에 장착함으로써 검지 탭이 가스 유로내의 소정의 위치에 배치된다.
- [0024] 본 발명의 측정장치의 바람직한 양태는 적어도 필터면에 광을 조사하기 위한 발광소자, 당해 필터면으로부터의

반사광을 포착하기 위한 수광소자 및 디스플레이를 추가로 구비하여, 수광소자를 사용하여 피검 가스와의 접촉 전후의 필터면의 반사광 강도의 변화[응답치(%)]를 측정하고 당해 측정치에 기초하여 필터면의 발색도로부터 산출한 포름알데히드 농도를 디스플레이에 표시함을 특징으로 한다.

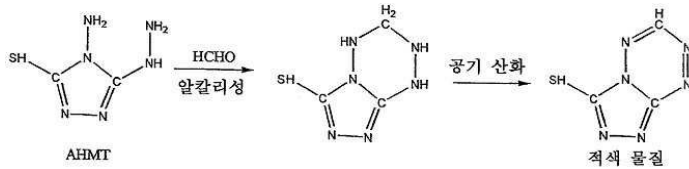
[0025] 본 발명의 측정장치의 또 다른 양태는, 복수의 시약 공급관 및 시약 혼합관으로 이루어지고, 시약 공급관이 눈금을 새긴 투명관부 및 외부로부터의 압박에 의해 변형될 수 있는 연질 덮개부로 이루어지고 시약 혼합관의 정상부에 착탈이 자유롭게 장착됨으로써, 시약 혼합관이 외부로부터의 압박에 의해 부분적으로 변형될 수 있는 연질관부를 갖는, 검지탭의 필터에 소정량의 발색 시약을 적가하기 위한 발색 시험액 적가 장치를 추가로 포함한다.

[0026] [발명을 실시하기 위한 최량의 형태]

[0027] (발색반응)

[0028] 본 발명의 포름알데히드 농도의 측정방법은 4-아미노-3-하이드라지노-5-머캅토-1,2,4-트리아졸(AHMT) 수용액과 포름알데히드의 알칼리 조건하에서 다음과 같은 발색반응에 근거한다.

[0029] [반응식 1]



[0030] 반응식 1에 기재된 바와 같이 본 발명은 알칼리 조건하에서 AHMT와 포름알데히드의 반응에 의해 생성된 중간체를 공기 산화에 의해 발색시킴을 특징으로 한다.

[0032] 본 발명에서 당해 반응은 발색 시약으로 습윤된 필터 속으로 유지된 발색 시험액 용액중에서의 실질적인 용액반응이며, 발색과정은 용액 표면과 공기의 접촉에 따른 공기 산화에 의해 진행하여 발색되므로 발색과정에서 산화제, 예를들면, KIO₄의 첨가가 불필요하다.

[0033] 본 발명에서 「습윤」은 발색 시험액이 필터를 구성하는 섬유 사이에 충전하여 필터에 유지되며, 필터와 발색 시험액이 일체로 되어 액층을 형성하고 있는 상태를 의미한다.

[0034] 본 발명의 방법에서는 필터에 유지된 발색 시험액과 피검 가스를 측정할 수 있는 발색이 생기는 시간 동안, 연속적으로 접촉시킨다. 필터와 피검 가스의 접촉시간, 즉 측정 시간은 피검 가스 중의 포름알데히드 농도가 0.04 내지 1ppm인 경우 180 내지 300초이다. 포름알데히드 농도가 더 높은 경우에는 더욱 짧은 시간 동안 측정할 수 있다.

[0035] (발색 시험액)

[0036] 본 발명에서 발색 시험액은 AHMT의 알칼리 수용액이며, AHMT 및 1N 이상, 바람직하게는 2N 이상의 유리 염기를 함유하는 수용액이다. AHMT의 알칼리 수용액은 AHMT가 물에 용해되기 어려우므로 AHMT를 일단 산 수용액에 용해하여 AHMT 산 수용액을 제조한 다음, 당해 AHMT 산 수용액 중의 산을 중화하여, 다시 상기 유리 염기를 존재시킬 수 있는 양의 알칼리 수용액을 가하여 혼합함으로써 제조한다.

[0037] AHMT 산 수용액은 유리산을 0.1 내지 1N 함유하는 수용액이며, 이의 제조에 사용하는 산으로서 비산화성의 산, 바람직하게는 염산이 사용된다. AHMT의 농도는 통상적으로 0.1 내지 0.5중량%이지만, 특별한 제한은 없으며 측정 대상의 포름알데히드 농도에 따라 적절하게 선택할 수 있다. AHMT 산 수용액은 유리 용기나 플라스틱 용기내에서 실온하에 안정적으로 보존할 수 있다.

[0038] 알칼리 수용액은 통상적으로 유리 염기를 2 내지 10N 함유하는 수용액을 준비하여, 사용할 때에 필요에 따라 희석하지 않거나 다시 희석하여 사용한다. 알칼리원으로서 강염기성의 알칼리 금속 수산화물, 예를 들면, KOH, NaOH가 적절하게 사용된다. 알칼리 수용액은 플라스틱 용기 내에서 실온하에 보존할 수 있다.

[0039] 발색 시험액은 AHMT 산 수용액과 알칼리 수용액을 용기속에서 혼합하여 제조할 수 있으며 또한, 필터 위에 이들을 개별적으로 적가함으로써 필터 위에서 혼합하여 제조할 수 있다. AHMT 산 수용액과 알칼리 수용액이 혼합된

발색시험액 자체는 광에 불안정하므로 사용 직전 또는 필터 위에서 AHMT 산 수용액과 알칼리 수용액을 혼합하는 것이 바람직하다.

[0040] 필터를 습윤시키는 발색 시험액량은 측정중, 즉 피검 가스가 유통하는 동안, 필터 위의 시약이 용액으로서 존재하여, 필터가 건조되지 않는 양이면 양호하며, 필터의 용액 유지성이나 형상, 피검 가스 중의 예측되는 포름알데히드 농도 등에 따라 적절하게 선택된다.

[0041] (필터)

[0042] 본 발명에서 필터는 필터를 발색 시험액으로 습윤시킨 경우, 이들의 충분한 양을 필터내에 보유할 수 있으며, 이들에 의해 백그라운드 발색이 발생하지 않으며 적어도 2N 이상인 알칼리성 용액에 안정적인 것이면, 재질 및 형상에 특별한 제한은 없다. 발색도를 투과광을 사용하여 광학적으로 측정하는 경우에는 광을 충분히 통과시킬 수 있는 것이 요구된다.

[0043] 본 발명에서 바람직한 필터는 유리 여과지, 실리카 섬유 여과지, 석영 여과지 등이다. 한편, 셀룰로스 섬유를 포함하는 필터는 발색 시험액에서 습윤시킨 경우, 비교적 단시간에 백그라운드 발색이 발생하므로 사용을 피하는 것이 바람직하다.

[0044] 필터는 측정장치에 맞추어 원형, 사각형 등의 임의의 형상으로 할 수 있다. 또한, 발색 시험액의 충분한량을 보유시키기 위해 몇장의 필터를 적층하여 사용하여 바람직한 결과를 얻을 수 있다.

[0045] 필터를 발색 시험액으로 습윤시키는 방법으로서 피펫 맨 등의 분주(分注)기를 사용하여 필터 위에 AHMT 산성 수용액과 알칼리 수용액을 각각 직접 적가하는 방법, 미리 AHMT 산성 수용액과 알칼리 수용액을 혼합한 혼합 수용액을 분주기를 사용하여 필터 위에 적가하는 방법 등을 적절하게 채용할 수 있다.

[0046] (피검 가스와 필터의 접촉)

[0047] 본 발명에서 피검 가스는 포름알데히드를 함유할 가능성이 있는 가스이면 특별한 제한은 없다. 구체적으로는 저농도의 포름알데히드를 포함하는 것이 예측되는 실내공기, 고농도의 포름알데히드를 포함하는 훈증실 또는 그 주변의 공기, 토양 공기 등을 피검 가스로 한다. 또한, 포름알데히드를 용존시킬 가능성이 있는 양식 활어조 중의 해수, 공장 배수 등에 공기 또는 질소가스를 버블링시켜 포집한 가스, 벽재 등의 고체물질을 가열하여 발생시킨 가스 등도 피검 가스로 할 수 있다.

[0048] 필터를 배치한 피검 가스 유로내에 피검 가스의 일정량을 정량펌프를 사용하여 도입함으로써 피검 가스와 발색 시험액을 습윤시킨 필터를 접촉시킨다. 피검 가스와 필터의 접촉은 피검 가스를 필터 표면과 평행하게 유통시키는 방법, 피검 가스를 필터 표면에 각도를 가지고 충돌시키는 방법, 피검 가스를 필터내에 통과시키는 방법의 어느 하나를 채용할 수 있다. 피검 가스 중의 포름알데히드의 발색 시험액 중으로의 확산 및 혼합을 고려하면 피검 가스를 필터 표면에 각도를 가지고 충돌시키는 방법이 바람직하다.

[0049] (색조 또는 발색도의 측정)

[0050] 상기한 방법으로 피검 가스와 필터에 유지된 발색 시험액을 접촉시킴으로써 피검 가스 중에 포름알데히드가 존재하는 경우, 필터 표면에 흡수 극대 파장이 550nm인 보라색 내지 적색의 스포트가 출현한다. 이러한 스포트의 색조를 육안으로, 또는 발색도를 광학적으로 측정하며, 미리 포름알데히드 농도가 기지의 표준가스를 사용하여 측정하여 작성된 색조 샘플 또는 발색도의 검량선과 대조함으로써 피검 가스 중의 포름알데히드 농도를 결정한다.

[0051] 발색도의 광학적인 측정방법으로서 상기 스포트를 향하여 광을 조사하며, 스포트로부터 반사광 강도의 변화[응답치(%)], 즉 발색도를 측정하는 방법을 채용할 수 있다. 이 경우, 광원으로서 발광소자(LED)를 반사광의 수광소자로서 PIN형 포토다이오드를 사용할 수 있다.

[0052] (측정장치)

[0053] 본 발명의 포름알데히드 농도 측정장치 및 이의 부속 부품을 도 6 내지 도 10에 기초하여 설명한다. 이들 도면 중에서 동일한 부재에는 동일한 부호를 사용하고 있다.

[0054] 본 발명의 포름알데히드 농도의 측정장치의 본질 부분인 피검 가스와 발색 시약으로 습윤된 필터의 접촉 양태를 도 6에 도시한다. 본체(1)의 피검 가스 입구(12) 및 외부의 흡인 펌프에 접속하기 위한 피검 가스 출구(13)와의 사이에 피검 가스 유로(11)가 형성되며, 검지 탭(2)이 검지 탭(2)에 장착된 필터(21)가 피검 가스 유로(11) 내

에 노출되도록 본체(1)에 착탈할 수 있게 장착된다. 이에 따라 피검 가스 유로(11) 내를 흐르는 피검 가스와 발색 시약으로 습윤된 필터(21)를 접촉시킬 수 있다.

[0055] 도 6에서 (a)는 피검 가스를 필터(21)의 표면과 거의 평행하게 유동시켜 발색 시약과 접촉시키는 양태, (b)는 피검 가스를 필터(21)를 통해서 발색 시약과 접촉시키는 양태, (c)는 피검 가스를 필터(21)의 표면에 충돌시켜 발색 시약과 접촉시키는 양태를 도시한다.

[0056] 도 6은 예시이며, 피검 가스와 필터(21)를 접촉시키는 양태는 도시된 양태로는 한정되지 않으며 도시 이외에도 피검가스와 필터(21)의 접촉이 얻어지는 어떠한 양태라도 채용할 수 있다.

[0057] 도 7에 도시된 바와 같이 검지 탭(2)은 필터(21)와 필터(21)를 전개하여 장착하는 프레임(22) 및 필터(21)를 프레임(22)에 고정시키는 필터 프레스(23)로 구성된다. 프레임(22)의 필터(21)의 전개부는 원형[도 7(a)], 사각형[도 7(b)]등의 임의의 형상일 수 있다.

[0058] 도 8에 도시된 바람직한 양태에서, 검지 탭(2)을 도 7(b)에 도시된 평판상, 즉 직사각형의 평판의 일부에 필터(21)의 전개부를 구비하는 프레임(22)으로 함으로써 본체의 측면에 설치된 슬릿(15)에 검지 탭(2)을 끼워 넣고, 본체(1)의 내부에 설치한 레일(16)을 따라서 본체(1) 내로 압입함으로써 검지 탭(2)의 필터(21)를 소정의 위치에 장착할 수 있다.

[0059] 보다 바람직하게는, 도 9에 도시된 바와 같이 검지 탭(2)을 카세트(25) 내에 수용하며, 이러한 카세트(25)를 본체(1)에 설치된 슬릿(15)에 딱 맞게 맴으로써 발색 시험액으로 습윤된 필터(21)면을 자연광에 폭로하지 않고 검지 탭(2)을 본체(1)에 장착할 수 있다.

[0060] 카세트(25)는 전면에 상하로 개방하는 전면 덮개(26)를 갖는 함체(函體)이며, 검지 탭(2)의 출입을 위해 카세트 내측의 양측면에 각각 2개 이상의 회전할 수 있는 핀 롤러(27)를 가지고, 이러한 핀 롤러(27)은 검지 탭(2)의 측면에 설치한 홈(24) 내에 끼워 넣고 검지 탭(2)의 카세트(25)로부터의 출입을 용이하게 한다. 또한, 검지 탭(2)의 필터(21)의 바로 상부에 발색 시험액 적가 장치(4)를 장착하기 위한 삽입 구멍(28)을 갖는다. 또한 검지 탭(2)의 필터(21)의 바로 하부에는 유리판을 갖는다. 또한, 도시되어 있지 않지만, 검지 탭(2)의 장착 위치가 본체(1)의 어느 하나의 면에 접하고 있는 경우에는 장착 위치에 검지 탭(2)을 나사로 박고, 비스 고정 등으로 장착할 수 있다.

[0061] 본체(1) 및 이의 내부 구조물의 재질은 금속, 플라스틱의 어떤 것도 양호하며 또한, 검지 탭(2)도 필터(21) 이외에는 금속, 플라스틱의 어떤 것도 양호하다. 단, 본체 내부 및 본체 내에 배치되는 부품은 필터(21)를 제외하고 흑색으로 도장하여, 필터(21)의 표면 이외로부터 광의 반사를 방지한다.

[0062] 바람직한 양태의 장치는 도 8에 도시된 바와 같이 필터(21)면의 발색도를 광학적으로 측정하여 포름알데히드의 절대 농도치로서 표시하는 광학적 측정 시스템을 구비한다. 광학적 측정 시스템은 필터(21)면에 광을 조사하기 위한 발광소자(LED)(31), 필터(21)면에서의 반사광을 수광하는 수광소자(PIN형 포토다이오드)(32) 및 수광소자(32)로 수광한 반사광의 강도 변화[응답치(%)], 즉 발색도를 포름알데히드의 농도치로 환산하여 표시하는 액정 디스플레이(33)를 포함한다.

[0063] 반사 강도변화[응답치(%)]는 피검 가스의 통기 전, 통기 중, 통기 후의 수광소자의 출력 전압(V)로부터 다음 일 반식으로 산출된다.

[0064] [수학식 1]

[0065]
$$\text{응답치 [Response(output\%)]} = (V_0 - V_1) \times 100 / V_0$$

[0066] 위의 수학식 1에서, V_0 는 피검 가스 도입 전의 출력 전압이고, V_1 은 피검 가스 도입 중의 출력 전압 또는 도입 후의 출력 전압이다.

[0067] 이러한 출력 전압의 변화는 필터 표면의 반사 강도변화[응답치(%)], 즉 발색도에 해당된다.

[0068] 도 8에서 검지 탭(2)의 장착부보다 하부에는 칸막이에 의해 전자부품실을 구성한다. 이러한 전자부품실에는 도시되어 있지 않지만, CPU, RAM, ROM, 타이머, 전지 등의 수광소자(32)로 측정된 전압변화를 포름알데히드 농도로서 디스플레이(33)에 표시하는 데 필요한 전자부품 등이 수용된다.

[0069] 별도의 바람직한 양태에서, 도 10에 도시한 바와 같은 발색 시험액 적가 장치(4)를 세트로 포함한다. 발색 시험액 적가 장치(4)는 2개 이상의 눈금 부착 시약 공급관(41ab) 세트와 시약 혼합관(44)으로 구성되며, 시약 공급

관(41ab)가 시약 혼합관(44)의 상부 덮개부(47)에 착탈할 수 있게 장착된다. 시약 공급관(41)은 투명한 눈금이 붙은 경질관부(42) 및 외부로부터의 압박에 의해 변형될 수 있는 연질 덮개부(43)로 이루어지는 소위 눈금 부착 스포이드로 구성된다.

- [0070] 덮개부(43)은 통상적인 연질고무의 캡으로서도 바람직하지만, 도시된 바와 같이 벨로즈로 하는 것이 바람직하다. 시약 공급관(41) 중의 1개는 AHMT 염산 수용액용이며, 나머지 1개는 알칼리 수용액용이다. 스포이드 대신 주사기를 사용할 수 있다.
- [0071] 한편, 시약 혼합관(44)은 경질관부(45)와 외부로부터의 압박에 의해 부분적으로 변형될 수 있는 연질관부(46)으로 구성되며, 하단부(48)는 스포이드와 동일하게 세관으로 되어, 개방되어 있다. 또한, 이러한 하단부(48)는 카세트(25)의 검지 탭(2)의 필터(21)의 바로 위에 위치하는 삽입 구멍(28)에 착탈이 자유롭다. 이러한 시약 혼합관(44)의 연질관부(46) 또한 벨로즈로 구성하는 것이 바람직하다.
- [0072] 상기 측정장치를 사용하여 피검 가스 중의 포름알데히드 농도를 측정하는 순서의 한가지 예를 하기에 기재한다.
- [0073] (1) 시약 보존용기로부터 AHMT 염산 수용액 및 알칼리 수용액의 각각의 소정량을 눈금 부착 시약 공급관(41ab)에 사용하여, 시약 혼합관(44)의 상부 덮개(47)의 소정의 위치에 장착한다.
- [0074] (2) 발색 시험액 적가 장치(4)를 검지 탭(2)이 수용된 카세트(25)의 삽입 구멍(28)에 장착한다.
- [0075] (3) 시약 공급관(41ab)의 연질 덮개부를 압박하여 AHMT 염산 수용액 및 알칼리 수용액의 각각을 시약 혼합관(44)에 송입(送入)한다.
- [0076] (4) 시약 혼합관(44)의 연질관부(46)을 외측에서 압박하여, 혼합한 발색 시험액을 검지 탭(2)의 필터(21) 위에 적가하여, 필터(21)를 습윤시킨다.
- [0077] (5) 검지 탭(2)의 카세트(25)를 그대로 또는 검지 탭(2)을 카세트(25)로부터 인출하여 본체(1)의 슬릿(15)에 끼워 넣고, 검지 탭(2)을 본체(1)의 소정의 위치에 장착하여, 필터(21)의 표면을 피검 가스 유로(11)에 노출시킨다.
- [0078] (6) 흡입펌프를 기동하여, 본체(1) 내의 피검 가스 유로(11)에 피검 가스를 일정 속도로 소정시간 도입한다.
- [0079] (7) 광학적 측정 시스템의 스위치를 ON으로 하여, 필터(21)의 표면의 발색도를 측정하며, 디스플레이에 포름알데히드 농도를 표시시킨다.
- [0080] (8) 광학적 측정 시스템을 사용하지 않은 경우에는 검지 탭(2)을 본체(1)에서 인출하고, 필터(21)의 표면의 발색도를 육안으로 확인하며, 표준시료와 비교하여 포름알데히드 농도를 결정한다.
- [0081] 본 발명의 장치를 대신하여, 광학적 측정 시스템을 구비한 시판하는 포터블 포름알데히드 측정기, 멀티가스 파인더: FP-85[리켄케이키(주) 제조]의 본체를 이용하며, 본 발명의 검지 탭을 장착하여 피검 가스 중의 포름알데히드 농도를 측정할 수 있다.
- [0082] 본 발명을 실시예, 참고 실시예 및 비교 실시예에 의해 보다 상세하게 설명 한다.
- [0083] [실시예]
- [0084] 참고 실시예 1
- [0085] AHMT 시약의 선택성: 각종 알데히드 화합물의 영향피검 가스 중에 공존할 수 있는 알데히드 화합물(예: 아세트알데히드 및 글루타르알데히드)의 AHMT 시약에 의한 발색의 확인을 실시하였다.
- [0086] AHMT[와코준야쿠고교(주) 제조, 알데히드 정량용 Ca. No. 011-08331] 0.25g을 1N 염산[와코준야쿠고교(주) 제조한 특급 37% HCl 용액 10ml를 증류수로 120ml까지 메스 업하여 제조] 50ml에 용해하여 AHMT 0.5% 용액을 제조하였다.
- [0087] 수산화칼륨[와코준야쿠고교(주)에서 제조한 수산화칼륨 펠릿 1급 Ca. No. 165-03865] 23g을 증류수에 첨가하고 용해시켜, 최종적으로 용적이 100ml가 될 때까지 증류수를 가하여, 23%(약 4.1N) KOH 용액을 제조하였다.
- [0088] 과요오드산칼륨 0.75g에 0.2N KOH(상기 알칼리 용액 10ml를 증류수로 205ml까지 메스 업하여 제조) 용액 100에 가하여 산화제 용액을 제조하였다.
- [0089] 포름알데히드, 아세트알데히드 및 글루타르알데히드의 각각의 시약(특급)[와코준야쿠고교(주) 제조]을 증류수로

용해 희석하여 제조한 농도 기지의 시험 용액 각 2ml를 시험관에 취하고, 상기 KOH 용액 및 AHMT 용액 2ml를 가하여 교반, 혼합한 다음, 실온에서 15분 동안 방치하였다. 그 다음, 각각에 산화제 용액 2ml를 가하여, 기포가 발생하지 않을 때까지 가볍게 진탕 혼합한 다음, 분광광도계를 사용 하여 측정 파장 550nm에서 흡광도를 측정하였다.

[0090] 측정 결과를 도 1에 나타내었다.

[0091] 도 1은 AHMT의 발색반응이 포름알데히드의 고유한 반응이며, 넓은 포름알데히드 농도 범위에 걸쳐 파장 550nm에서의 광의 흡광도가 포름알데히드 농도에 비례함을 나타낸다.

[0092] 참고 실시예 2

[0093] AHMT 시약의 선택성: 각종 휘발성 유기 화합물의 영향

[0094] 피검 가스 중에 공존할 수 있는 알데히드 화합물 이외의 표 1에 도시된 휘발성 유기 화합물(VOC)의 AHMT 시약에 의한 발색을 실시예 2와 동일한 표준적인 AHMT법에 근거하여 확인하였다. 벤젠, 톨루엔, 크실렌은 수불용성이므로 에탄올로 용해, 희석하여 시험 용액으로 사용하였다. 각 시험 용액의 VOC 농도를 모두 1000ppm으로 하였다.

[0095] 흡광도 측정 결과를 표 1에 나타내었다.

표 1

voc종류	흡광도(550nm)
에탄올	0.013
메탄올	0.005
이소프로필알콜	0.005
벤젠	0.006
톨루엔	0.002
크실렌	0.003
아세톤	0.009
아세트산	0.003
염산	0.005
암모니아	0.004
농도는 전부 1000ppm	

[0097] 표 1은 어떠한 VOC라도 1000ppm이라는 대단히 높은 농도로 존재하는 경우조차도 AHMT에 의해 발색하지 않음을 나타낸다.

[0098] 참고 실시예 1 및 참고 실시예 2의 결과는 AHMT에 의한 발색이 포름알데히드의 고유한 특징이며, AHMT를 발색 시약으로 사용하는 본 발명에 따른 방법이 대단히 높은 포름알데히드 선택성을 가짐을 나타낸다.

[0099] 실시예 1

[0100] (발색 시험액)

[0101] -. AHMT 산 수용액의 제조

[0102] 아미노-3-하이드라지노-5-머캅토-1,2,4-트리아졸(와코순야쿠사 제조: 알데히드 정량용 Ca. No. 011-08331) 0.5g을 3N 염산 50ml에 용해시켜 1% 용액을 제조하였다.

[0103] -. 알칼리 용액의 제조

[0104] 수산화칼륨(와코순야쿠사 제조: 수산화칼륨 펠릿 1급 Ca. No. 165-03865) 23g을 증류수에 첨가하여 용해시켜, 용적이 최종적으로 100ml로 될 때까지 증류수를 가하여, 23%(4.1N) 용액을 제조하였다.

[0105] (피검 가스)

[0106] 측정용 피검 가스로서의 포름알데히드 용액(와코순야쿠고교사 제조, 특급, 37%)을 교정용 가스 제조장치(가스텍

사제조: 퍼미에이터: PD-1B)를 사용하여 질소가스로 희석시켜, 각종 농도의 포름알데히드를 함유하는 피검 가스를 제조하였다.

[0107] (측정장치)

[0108] 시판하는 장치[리켄케이키(주) 제조: 멀티가스 파인더 FP-85)를 개량하여 사용하였다. 검지 탭의 필터의 발색 스포트를 검출할 수 있도록, 본 장치에는 본체 내부에 발광소자(LED) 및 수광소자(PIN형 포토다이오드)가 배치되어 있다.

[0109] (포름알데히드 농도의 측정)

[0110] 검지 탭에 직경이 5mm ψ 인 유리 여과지의 필터를 장착하여, 필터를 상기 제 조한 AHMT 염산 용액 및 KOH 용액을 1:1의 용량비로 미리 혼합한 발색 시약 40 μ l를 마이크로 피펫으로 적가하고 습윤시켜, 상기 장치의 소정의 위치에 장착하였다.

[0111] 흡인 펌프를 기동하고, 샘플링 챔버를 통해 피검 가스(포름알데히드 농도 0ppm, 0.04ppm, 0.08ppm, 0.5ppm 및 1ppm)를 유량 조절밸브로 100ml/min의 일정 유량으로 조절하여 도입하며, 소정의 시간(60초, 180초, 300초) 필터와 접촉시켰다.

[0112] 발광소자로부터 광을 필터 위의 발색 스포트 부분을 향하여 조사하여, 피검 가스의 통기 전, 통기 중, 통기 후의 수광소자의 출력 전압 V의 응답치(%)를 디스플레이에 표시시켜 기록하였다.

[0113] 샘플링 시간(피검 가스와 필터의 접촉시간)에 대한 응답치(%)를 도 2에 나타내고, 포름알데히드 농도(0 내지 1ppm)에 대한 응답치(%)를 도 3에 나타내고, 포름알데히드 농도(0 내지 4ppm)에 대한 응답치(%)를 도 4에 나타내었다.

[0114] 도 2는 포름알데히드에 의한 발색도는 피검 가스의 유통시간에 거의 비례하여 증가하는 것을 나타내며 또한 발색도의 증가는 피검 가스에 함유되는 포름알데히드의 농도에 의존함을 나타낸다.

[0115] 도 3은 피검 가스를 180 내지 300초 유통하는 것으로 0.04 내지 1ppm의 범위에서 유의적인 상관성을 나타낸다. 당해 결과는 측정 시간 180 내지 300초로 WHO의 환경기준인 0.08ppm 이하의 농도를 측정할 수 있음을 의미한다.

[0116] 도 4는 상기의 측정조건에서는 약 1ppm의 농도 이상으로는 발색도의 변화가 없음을 나타낸다. 이들 결과는 피검 가스 중의 포름알데히드 농도(측정해야 할 농도)에 의해 발색 시험액 중의 AHMT농도, 피검 가스의 유량, 유통시간, 발색 측정 과정 등을 적절하게 선택하여 최적화할 수 있음을 의미한다. 구체적으로는 포름알데히드의 농도가 대단히 낮은 경우(1ppm 이하), 중간 정도인 경우(약 10ppm) 및 높은 경우(10ppm 이상)로 나누어 발색 시험액 중의 AHMT 농도 등을 변경할 수 있는 것을 의미하며, 이 경우, 측정 시간은 수분으로, 단시간에 간단히 측정할 수 있다.

[0117] 실시예 2

[0118] 필터의 선택

[0119] 발색 시험액으로 습윤된 각종 재질의 필터의 백그라운드 발색을 평가하였다. 평가에는 하기 필터를 각각 직경 5mm ψ 의 크기로 절단하여 실시예 1에서 사용하는 검지 탭과 동일한 검지 탭에 장착하며, 실시예 1에서 제조한 AHMT 염산용액 및 KOH 용액을 각각 따로따로 또는 직전에 혼합하여 필터에 습윤시켜 상기 측정장치의 소정의 위치에 장착하며, 포름알데히드를 함유하지 않은 가스를 측정장치 내에 흡인하여 필터면과 접촉시켰다.

[0120] (평가 필터)

[0121] 유리 여과지(아도반텍 GA-55, 직경 21mm ψ ×두께 0.21mm, 보류 입자 직경: 0.6 μ m); 실리카 섬유 여과지(아도반텍 QR-100, 직경 21mm ψ ×두께 0.38mm); 석영 여과지(와트만 QM-A, 폭 203mm×길이 254mm×두께 0.45mm); 셀룰로스 여과지(아도반텍 No.1, 직경 55mm ψ ×두께 0.2mm, 보류 입자 직경: 6 μ m); 면(綿) 여과지; 황산지; 폴리스티렌 여과지; 폴리프로필렌 여과지(미쓰이가가쿠 PS-103, 길이 40mm×10mm×두께 0.18mm); 폴리에스테르 여과지(Hikari PAC 34-05, 폭 300mm×길이 450mm×두께 0.5mm); 폴리카보네이트 여과지; 아크릴 수지 여과지; 염화비닐 여과지(Hikari EB-435-5, 폭 300mm×길이 450mm×두께 0.5mm); 폴리비닐포름알데히드 여과지[가네보(무로마치가가쿠 제조) D-4200, 50mmsq, 보류 입자 직경(평균 기공 직경) 80 μ m]; 파라핀 여과지(American National can WI54952, 폭 40mm×길이 1250mm); 한천 겔[와코순야쿠고교사(특급) 016-15812, 증류수 1000ml에 한천을

15g 용해시켜 제조<120℃에서 15분동안 가열한 다음 사알레(직경 90mmψ×높이 15mm)에 투입하고 냉각하여 제조>]; TLC(셀룰로스)(와트만); TLC(실리카 겔)(와트만 Silica Gel 60 F254, 20mmsq ×두께 0.2mm); TLC(역상)(와트만 RP-18F 2545 , 폭 20mm ×길이 21mm×두께 1.2mm); 테프론(니티아스 TOMBO 9001, 폭 300mm ×길이 10m×두께 0.05mm); 폴리프로필렌 필터(아도반텍 PF-100, 직경 55mmψ×두께 1mm, 보류 입자 직경: 10μm); 규소; 세라믹 필터; 부석(浮石); 셀룰로스 아세테이트[아도반텍 C300A013, 직경 13mmψ×두께 0.135mm, 보류 입자 직경(구경) 3μm]; 혼합된 셀룰로스 에스테르[아도반텍 A500A013, 직경 13mmψ×두께 0.16mm, 보류 입자 직경(구경) 5μm]; 및 셀룰로스 니트레이트(아도반텍 A080A025, 직경 25mmψ, 보류 입자 직경(구경) 0.8μm]

[0122]

도 5에 셀룰로스 필터와, 유리 필터를 사용하는 경우의 백그라운드(포름알데히드 농도: Oppm)에서 샘플링 시간에 대한 발색도[응답치(%)]를 나타내었으며, 표 2에 다른 필터의 평가 결과를 기재하였다.

표 2

각종 재질의 필터에 의한 백그라운드 정도의 평가

필터	특색 발색함	비고
유리 필터	0	유리가 가장 적합한 소재이다.
실리카 침유 여과지	0	특색 발색이 없으나, 광원이 다소 발생한다.
적영 여과지	0	특색 발색이 다소 존재하나, 사용에 있어서 전혀 문제가 없다.
셀룰로스(여과지 등)	x	
면	x	
황산염지	x	
폴리스티렌	x	
폴리프로필렌	x	
폴리에스테르	x	
폴리카보네이트	x	
아크릴 수지	x	
비닐 클로라이드	x	
플리비닐 포름알	x	
과라피	x	
한천 겔	x	
TLC (셀룰로스)	x	
TLC (실리카 겔)	x	
TLC (역상)	x	
ABS	△	
폴리에스테르	△	
테프론	△	
폴리프로필렌 필터	△	흡수성이 아니기 때문에, 사용이 불가능하다.
규소	△	
세라믹	△	표면에 시약이 있는 경우 발색이 나타나지만, 흡수되는 경우 발색이 나타나지 않는다.
부석	0	포름알데히드에 대한 발색이 나타나지 않는다.
셀룰로스 아세테이트	0	"
혼합된 셀룰로스 에스테르	0 (다각색으로 변색됨)	"
셀룰로스 니트레이트	0 (다각색으로 변색됨)	"

※ 0 ; 발색하지 않음 △; 약간 발색함 x ; 발색함

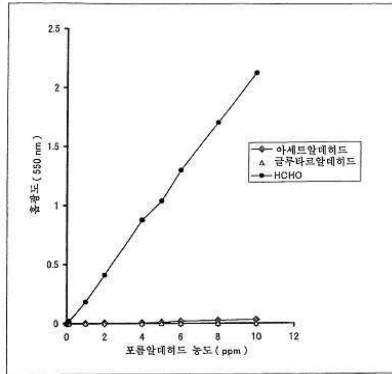
[0123]

[0124]

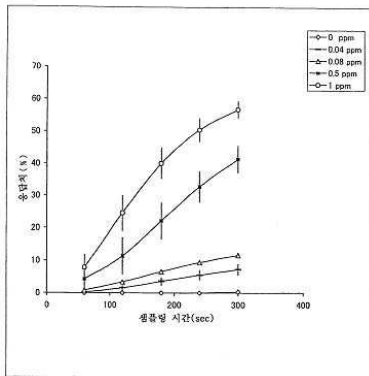
도 5는 셀룰로스 필터가 시간이 지남에 따라 백그라운드 발색(포름알데히드 농도: Oppm)이 증가됨을 나타낸다. 또한, 유리 필터의 경우 10분 후에도 거의 발색하지 않으며, 따라서 포름알데히드가 0.08ppm인 저농도에서도 단 시간에 충분히 유의적으로 발색함을 나타낸다.

도면

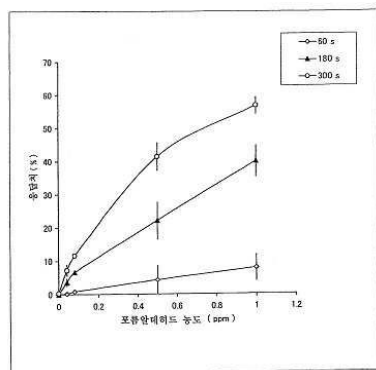
도면1



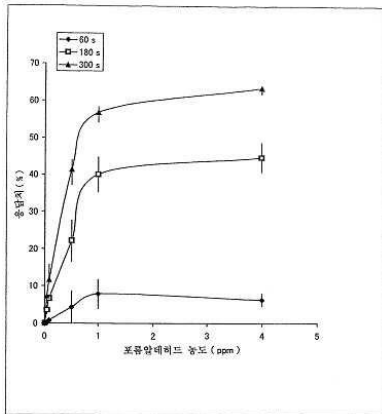
도면2



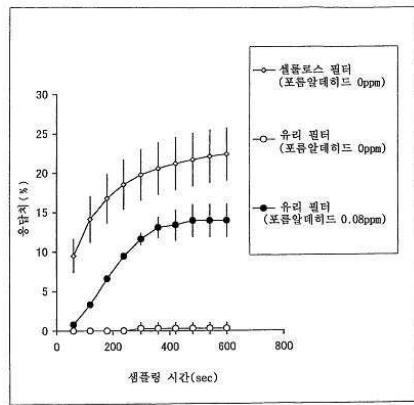
도면3



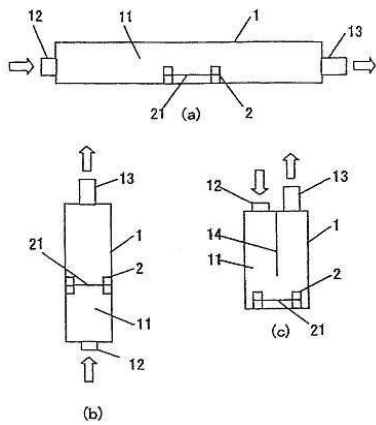
도면4



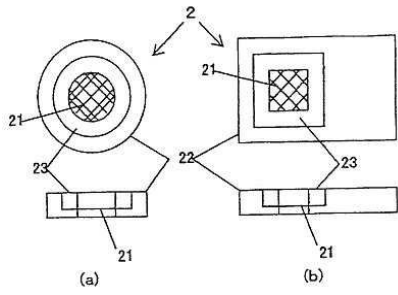
도면5



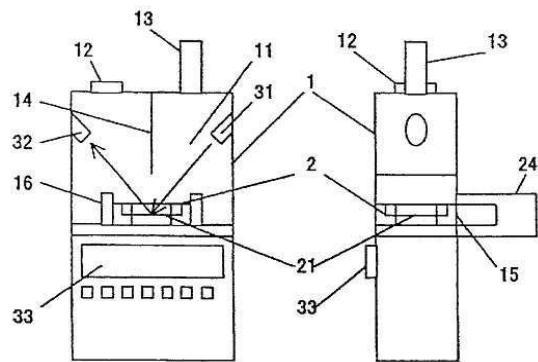
도면6



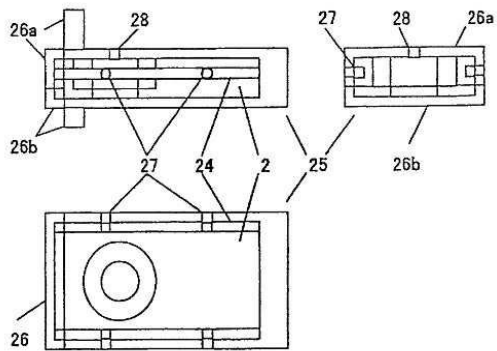
도면7



도면8



도면9



도면10

