

ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

- 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))
- 청구범위 보정 기한 만료 전의 공개이며, 보정서를 접수하는 경우 그에 관하여 별도 공개함 (규칙 48.2(h))

(57) 요약서: 본 발명은 시료가스 분리장치에 관한 것이다. 본 발명에 따른 시료가스 분리장치는 캐리어가스 공급원에 연결되기 위한 제1 입력단, 시료가스 공급원에 연결되기 위한 제2 입력단, 질량분석기에 연결되기 위한 출력단 및 시료가스를 샘플링할 수 있는 샘플링장치를 포함하고, 상기 샘플링장치를 냉각하는 준비단계, 상기 시료가스 공급원으로부터 공급되는 시료가스를 상기 샘플링장치에 샘플링하는 샘플링단계 및 상기 샘플링장치를 점차 가열하면서 상기 캐리어가스 공급원으로부터 공급되는 캐리어 가스와 함께 상기 샘플링장치에 샘플링된 시료가스를 상기 질량분석기로 공급하여 측정하기 위한 측정단계를 수행할 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 시료가스 분리장치

기술분야

- [1] 본 발명은 시료가스 분리장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 질량분석기를 이용해 시료가스를 측정함에 있어서 복수의 화합물을 포함하는 시료가스를 효과적으로 분석할 수 있게 하는 시료가스 분리장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 질량분석법(Mass Spectrometry)은 기체상 이온의 질량/전하 비(m/z)를 측정하여 화합물의 종류와 함량을 확인하는 분석법으로서, 해당 화합물을 이온화하면 가령 도 8a 내지 도 8d와 같이 특유의 조각패턴들(Fragmentation Patterns)이 나타난다. 예를 들어 평균분자량이 78.1118인 벤젠의 경우 78 m/z 에서 주요피크가 나타나는 한편, 벤젠에서 조각난 다수의 작은 화합물들의 피크가 함께 나타난다(도 8a - 벤젠의 질량스펙트럼 참조). 이러한 패턴은 비슷한 분자량을 갖는 화합물 또는 동일한 분자량을 갖지만 다른 구조를 갖는 이성질체에 대해 서로 다르게 나타나기 때문에(도 8b - 디비닐아세틸렌의 질량스펙트럼 참조), 화학종을 구분하여 분석할 때 효과적일 수 있다. 하지만 해당 시료가 복수의 화합물을 포함할 경우 이러한 조각패턴들이 서로 중첩되어 나타나기 때문에, 오히려 각 화합물을 정량적/정성적으로 정확하게 분석하기 어려운 문제가 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [3] 본 발명의 목적은 질량분석기를 이용해 시료가스를 분석함에 있어서 복수의 화합물을 포함하는 시료가스를 효과적으로 분석할 수 있게 하는 시료가스 분리장치를 제공하는 데 있다.
- [4] 본 발명의 다른 목적은 극미량의 시료가스를 효과적으로 분석할 수 있게 하는 시료가스 분리장치를 제공하는 데 있다.

과제 해결 수단

- [5] 본 발명에 따른 시료가스 분리장치는 캐리어가스 공급원에 연결되기 위한 제1 입력단, 시료가스 공급원에 연결되기 위한 제2 입력단, 질량분석기에 연결되기 위한 출력단 및 시료가스를 샘플링할 수 있는 샘플링장치를 포함하고, 상기 샘플링장치를 냉각하는 준비단계, 상기 시료가스 공급원으로부터 공급되는 시료가스를 상기 샘플링장치에 샘플링하는 샘플링단계 및 상기 샘플링장치를 점차 가열하면서 상기 캐리어가스 공급원으로부터 공급되는 캐리어 가스와 함께 상기 샘플링장치에 샘플링된 시료가스를 상기 질량분석기로 공급하여 측정하기 위한 측정단계를 수행할 수 있다.
- [6] 또한 상기 제1 입력단과 상기 샘플링장치 사이에 배치되는 제1 스위칭밸브,

상기 제2 입력단과 상기 샘플링장치 사이에 배치되는 제2 스위칭밸브, 상기 제1 입력단으로부터 상기 제1 스위칭밸브로 이어지는 제1 유로, 상기 제2 입력단으로부터 상기 제2 스위칭밸브로 이어지는 제2 유로, 상기 샘플링장치와 상기 제1 스위칭밸브 사이에서 이어지는 제3 유로, 상기 샘플링장치와 상기 제2 스위칭밸브 사이에서 이어지는 제4 유로, 상기 제1 스위칭밸브와 상기 제2 스위칭밸브 사이에서 이어지는 제5 유로, 상기 제1 스위칭밸브로부터 외부로 이어지는 제6 유로 및 상기 제2 스위칭밸브로부터 상기 출력단으로 이어지는 제7 유로를 더 포함하고, 상기 준비단계와 상기 측정단계에서 상기 제1 스위칭밸브는 상기 제1 유로와 상기 제3 유로가 서로 연결되고 상기 제5 유로와 상기 제6 유로가 서로 연결되도록 작동하며 상기 제2 스위칭밸브는 상기 제2 유로와 상기 제5 유로가 서로 연결되고 상기 제4 유로와 상기 제7 유로가 서로 연결되도록 작동하며, 상기 샘플링단계에서 상기 제1 스위칭밸브는 상기 제1 유로와 상기 제5 유로가 서로 연결되고 상기 제3 유로와 상기 제6 유로가 서로 연결되도록 작동하며 상기 제2 스위칭밸브는 상기 제2 유로와 상기 제4 유로가 서로 연결되고 상기 제5 유로와 상기 제7 유로가 서로 연결되도록 작동할 수 있다.

- [7] 상기 준비단계에서 상기 샘플링장치를 시료가스의 끓는점보다 낮은 온도로 냉각할 수 있다.
- [8] 또한 상기 측정단계에서 상기 샘플링장치를 시료가스의 끓는점보다 높은 온도로 가열할 수 있다.
- [9] 또한 상기 캐리어가스 공급원으로부터 공급되는 캐리어가스의 유량을 제어하는 MFC를 더 포함할 수 있다.
- [10] 또한 상기 시료가스 공급원으로부터 공급되는 시료가스의 유량을 제어하는 MFC를 더 포함할 수 있다.
- [11] 또한 상기 제1 입력단 측에 배치되어 상기 캐리어가스 공급원으로부터 공급되는 캐리어가스 중 이물질을 여과하는 필터를 더 포함할 수 있다.
- [12] 또한 상기 제2 입력단 측에 배치되어 상기 시료가스 공급원으로부터 공급되는 시료가스 중 이물질을 여과하는 필터를 더 포함할 수 있다.
- [13] 또한 상기 제2 입력단 측에 배치되어 상기 시료가스 공급원으로부터 공급되는 시료가스 중 수분을 제거하는 수분제거기를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [14] 본 발명에 따른 시료가스 분리장치는 샘플링장치를 시료가스의 끓는점보다 낮은 온도로 냉각한 후 시료가스를 샘플링하고, 샘플링장치를 시료가스의 끓는점보다 높은 온도로 점차 가열하면서 시료가스를 질량분석기로 공급함으로써, 각 화합물이 고유의 끓는점에 따라 시간 간격을 두고 측정되어, 복수의 화합물을 포함하는 시료가스에 대해 각 화합물을 정량적/정성적으로 정확하게 분석할 수 있다.

- [15] 또한 본 발명에 따른 시료가스 분리장치는 시료가스 중 원하는 화합물을 농축하여 질량분석기로 공급함으로써, 극미량의 화합물을 효과적으로 분석할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [16] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 시료가스 분리장치의 구성도이다.
- [17] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 시료가스 분리장치의 동작의 흐름도이다.
- [18] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 시료가스 분리장치의 샘플링장치의 각 단계에서 온도를 개략적으로 나타낸 것이다.
- [19] 도 4a는 본 발명의 실시예에 따른 시료가스 분리장치의 준비단계에서 캐리어가스와 시료가스의 유동을 나타낸 것이다.
- [20] 도 4b는 본 발명의 실시예에 따른 시료가스 분리장치의 샘플링단계에서 캐리어가스와 시료가스의 유동을 나타낸 것이다.
- [21] 도 4c는 본 발명의 실시예에 따른 시료가스 분리장치의 측정단계에서 캐리어가스와 시료가스의 유동을 나타낸 것이다.
- [22] 도 5a는 종래의 리크밸브를 이용해 질량분석기로 시료가스를 공급하여, 1초마다 벤젠, 톨루엔 및 자일렌의 질량스펙트럼을 측정해 각 화합물의 주요피크 주변의 신호를 적산하여 기록한 것이다.
- [23] 도 5b는 도 5a에서 각 신호의 최대값을 나타낸 것이다.
- [24] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 시료가스 분리장치의 샘플링장치의 각 단계에서 온도를 나타낸 것이다.
- [25] 도 7a는 본 발명의 실시예에 따른 시료가스 분리장치를 이용해 질량분석기로 시료가스를 공급하여, 1초마다 벤젠, 톨루엔 및 자일렌의 질량스펙트럼을 측정해 각 화합물의 주요피크 주변의 신호를 적산하여 기록한 것이다.
- [26] 도 7b는 도 7a에서 각 신호의 최대값을 나타낸 것이다.
- [27] 도 8a는 벤젠의 질량스펙트럼을 나타낸 것이다.
- [28] 도 8b는 디비닐아세틸렌(DVA: Divinylacetylene)의 질량스펙트럼을 나타낸 것이다.
- [29] 도 8c는 톨루엔의 질량스펙트럼을 나타낸 것이다.
- [30] 도 8d는 자일렌의 질량스펙트럼을 나타낸 것이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [31] 이하 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 시료가스 분리장치(100)에 대해 상세하게 설명한다.
- [32]
- [33] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 시료가스 분리장치(100)의 구성도이다.
- [34]
- [35] 도 1을 참조하면 시료가스 분리장치(100)는 제1 입력단(111), 제2 입력단(112), 출력단(120), 샘플링장치(130), 제1 스위칭밸브(161) 및 제2 스위칭밸브(162)를

포함한다.

[36]

[37] 제1 입력단(111)은 캐리어가스 공급원(200)이 결합되기 위한 부분이다.

[38] 여기서 캐리어가스 공급원(200)은 캐리어가스로서 예컨대 헬륨, 질소, 아르곤 등의 불활성가스를 저장하여 공급하는 역할을 한다. 이러한 캐리어가스 공급원(200)은 시료가스 분리장치(100)와 별개로 마련되어 사용 시 시료가스 분리장치(100)에 탈착 가능하게 결합될 수도 있고, 시료가스 분리장치(100)와 일체로 통합될 수도 있다.

[39] 제1 입력단(111)을 통해 공급되는 캐리어가스의 유량은 MFC(Mass Flow Controller)(141)에 의해 일정하게 제어된다.

[40] 나아가 필요에 따라 제1 입력단(111) 측에 필터(151)가 설치되어, 제1 입력단(111)을 통해 공급되는 캐리어가스 중 이물질(예를 들어 캐리어가스 이외 다른 성분)을 여과할 수도 있다.

[41]

[42] 제2 입력단(112)은 시료가스 공급원(300)이 결합되기 위한 부분이다.

[43] 여기서 시료가스 공급원(300)은 측정할 시료가스를 저장하여 공급하는 역할을 한다. 이러한 시료가스 공급원(300)은 시료가스 분리장치(100)와 별개로 마련되어 사용 시 시료가스 분리장치(100)에 탈착 가능하게 결합될 수도 있고, 시료가스 분리장치(100)와 일체로 통합될 수도 있다.

[44] 제2 입력단(112)을 통해 공급되는 시료가스의 유량은 MFC(142)에 의해 일정하게 제어된다.

[45] 나아가 필요에 따라 제2 입력단(112) 측에 필터(152)가 설치되어, 제2 입력단(112)을 통해 공급되는 시료가스 중 이물질(예를 들어 파티클)을 여과할 수도 있다. 또한 필요에 따라 제2 입력단(112) 측에 수분제거기(153)가 설치되어, 제2 입력단(112)을 통해 공급되는 시료가스 중 수분을 제거할 수도 있다.

[46]

[47] 출력단(120)은 질량분석기(400)가 결합되기 위한 부분이다.

[48] 여기서 질량분석기(400)는 예컨대 ToF MS(Time of Flight Mass Spectrometer)로 구성될 수 있다. 이러한 질량분석기(400) 역시 시료가스 분리장치(100)와 별개로 마련되어 사용 시 시료가스 분리장치(100)에 탈착 가능하게 결합될 수도 있고, 시료가스 분리장치(100)와 일체로 통합될 수도 있다.

[49]

[50] 샘플링장치(130)는 시료가스를 샘플링하는 역할을 한다.

[51] 이를 위해 샘플링장치(130)는 특정한 성분과 반응하여 그 성분을 흡수하는 용매를 이용해 시료가스 중 원하는 성분을 포집할 수 있다. 단 이를 위한 샘플링장치(130)의 구성 그 자체는 공지된 바와 실질적으로 동일하거나 통상의 기술자라면 그로부터 어렵지 않게 도출할 수 있을 것이므로, 이에 대해 구체적인 설명은 생략한다.

- [52] 또한 샘플링장치(130)는 냉각기(131)와 가열기(132)를 구비한다. 따라서 샘플링장치(130)는 냉각기(131)에 의해 냉각될 수도 있고, 가열기(132)에 의해 가열될 수도 있다.
- [53]
- [54] 제1 스위칭밸브(161)와 제2 스위칭밸브(162)는 예컨대 사방밸브(4-Way Valve)로 구성될 수 있는데, 제1 스위칭밸브(161)는 제1 입력단(111)과 샘플링장치(130) 사이에 배치되고, 제2 스위칭밸브(162)는 제2 입력단(112)과 샘플링장치(130) 사이에 배치된다.
- [55]
- [56] 이에 제1 유로(171)가 제1 입력단(111)으로부터 제1 스위칭밸브(161)로 이어지고, 제2 유로(172)가 제2 입력단(112)으로부터 제2 스위칭밸브(162)로 이어진다.
- [57] 또한 제3 유로(173)가 샘플링장치(130)와 제1 스위칭밸브(161) 사이에서 이어지고, 제4 유로(174)가 샘플링장치(130)와 제2 스위칭밸브(162) 사이에서 이어진다.
- [58] 또한 제5 유로(175)가 제1 스위칭밸브(161)와 제2 스위칭밸브(162) 사이에서 이어지고, 제6 유로(176)가 제1 스위칭밸브(161)로부터 외부로 이어지며, 제7 유로(177)가 제2 스위칭밸브(162)로부터 출력단(120)으로 이어진다.
- [59]
- [60] 나아가 제6 유로(176)상에 드라이펌프(180)가 설치될 수도 있다.
- [61]
- [62] 이상으로 설명한 시료가스 분리장치(100)의 구성에 기초하여, 이하에서는 시료가스 분리장치(100)의 동작에 대해 설명한다.
- [63]
- [64] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 시료가스 분리장치(100)의 동작의 흐름도이다.
- [65] 또한 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 시료가스 분리장치(100)의 샘플링장치(130)의 각 단계(S1, S2, S3)에서 온도를 개략적으로 나타낸 것이다.
- [66] 또한 도 4a는 본 발명의 실시예에 따른 시료가스 분리장치(100)의 준비단계(S1)에서 캐리어가스와 시료가스의 유동을 나타낸 것이고, 도 4b는 본 발명의 실시예에 따른 시료가스 분리장치(100)의 샘플링단계(S2)에서 캐리어가스와 시료가스의 유동을 나타낸 것이며, 도 4c는 본 발명의 실시예에 따른 시료가스 분리장치(100)의 측정단계(S3)에서 캐리어가스와 시료가스의 유동을 나타낸 것이다.
- [67]
- [68] 우선 도 2를 참조하면 시료가스 분리장치(100)는 준비단계(S1), 샘플링단계(S2) 및 측정단계(S3)를 수행한다.
- [69]
- [70] 먼저 준비단계(S1)에서 도 3에 도시된 바와 같이 샘플링장치(130)가

냉각기(131)에 의해 미리 설정된 온도로 냉각된다.

[71] 여기서 미리 설정된 온도는 시료가스의 끓는점보다 낮은 온도로 설정될 수 있는데, 이는 개별적인 사용조건에 따라 통상의 기술자에 의해 달리 설정될 수 있으므로, 그 값에 대해 구체적인 특정은 생략한다.

[72] 이때 도 4a에 도시된 바와 같이 제1 스위칭밸브(161)는 제1 유로(171)와 제3 유로(173)가 서로 연결되고, 제5 유로(175)와 제6 유로(176)가 서로 연결되도록 작동한다. 또한 제2 스위칭밸브(162)는 제2 유로(172)와 제5 유로(175)가 서로 연결되고, 제4 유로(174)와 제7 유로(177)가 서로 연결되도록 작동한다.

[73] 따라서 제1 입력단(111)을 통해 공급되는 캐리어가스는 제1 유로(171)와 제3 유로(173)를 따라 샘플링장치(130)로 이동하여 제4 유로(174)와 제7 유로(177)를 따라 질량분석기(400)로 이동한다. 또한 제2 입력단(112)을 통해 공급되는 시료가스는 제2 유로(172), 제5 유로(175) 및 제6 유로(176)를 따라 외부로 배기된다.

[74] 이러한 과정에서 샘플링장치(130)와 질량분석기(400)가 캐리어가스에 의해 플러싱될 수 있는 한편, 모든 유로(171, 172, 173, 174, 175, 176, 177)가 캐리어가스나 시료가스로 충전되어, 후술할 바와 같이 제1 스위칭밸브(161)와 제2 스위칭밸브(162)가 전환됨과 동시에 캐리어가스와 시료가스가 해당 유로(173, 174, 175)로 즉시 제공될 수 있다.

[75]

[76] 샘플링장치(130)가 미리 설정된 온도로 냉각되고 나면, 샘플링단계(S2)로서 도 4b에 도시된 바와 같이 제1 스위칭밸브(161)는 제1 유로(171)와 제5 유로(175)가 서로 연결되고, 제3 유로(173)와 제6 유로(176)가 서로 연결되도록 전환된다. 또한 제2 스위칭밸브(162)는 제2 유로(172)와 제4 유로(174)가 서로 연결되고, 제5 유로(175)와 제7 유로(177)가 서로 연결되도록 전환된다.

[77] 따라서 이제 제1 입력단(111)을 통해 공급되는 캐리어가스는 제1 유로(171), 제5 유로(175) 및 제7 유로(177)를 따라 질량분석기(400)로 이동한다. 또한 제2 입력단(112)을 통해 공급되는 시료가스는 제2 유로(172)와 제4 유로(174)를 따라 샘플링장치(130)로 이동하여 적어도 일부는 샘플링장치(130)에 샘플링되고, 나머지는 제3 유로(173)와 제6 유로(176)를 따라 외부로 배기될 수 있다.

[78]

[79] 시료가스가 충분히 샘플링되고 나면, 측정단계(S3)로서 샘플링장치(130)가 가열기(132)에 의해 미리 설정된 온도로 점차 가열된다. 여기서 미리 설정된 온도는 시료가스의 끓는점보다 훨씬 더 높은 온도로 설정될 수 있는데, 이 역시 개별적인 사용조건에 따라 통상의 기술자에 의해 달리 설정될 수 있으므로, 그 값에 대해 구체적인 특정은 생략한다. 또한 샘플링장치(130)의 온도는 도 3에 도시된 바와 같이 선형적으로 상승하도록 제어될 수도 있고, 이와 달리 비선형적으로 상승하거나 계단식으로 상승하도록 제어될 수도 있다.

[80] 이때 도 4c에 도시된 바와 같이 제1 스위칭밸브(161)는 제1 유로(171)와 제3

유로(173)가 서로 연결되고, 제5 유로(175)와 제6 유로(176)가 서로 연결되도록 전환된다. 또한 제2 스위칭밸브(162)는 제2 유로(172)와 제5 유로(175)가 서로 연결되고, 제4 유로(174)와 제7 유로(177)가 서로 연결되도록 작동한다.

[81] 따라서 제1 입력단(111)을 통해 공급되는 캐리어가스와 함께 샘플링장치(130)에 샘플링된 시료가스가 제4 유로(174)와 제7 유로(177)를 따라 질량분석기(400)로 이동하여 측정될 수 있다.

[82]

[83] 이하에서는 종래의 리크밸브를 이용해 질량분석기로 시료가스를 공급하여 측정하는 경우와 본 발명의 실시예에 따른 시료가스 분리장치(100)를 이용해 질량분석기(400)로 시료가스를 공급하여 측정하는 경우를 비교하여 설명한다.

[84]

[85] 먼저 종래의 리크밸브를 이용해 질량분석기로 시료가스를 공급하여 측정하는 경우에 대해 설명한다.

[86] 여기서 시료가스는 질소를 베이스로 5 $\mu\text{mol/mol}$ 의 벤젠, 톨루엔 및 자일렌을 포함하는 5 ppm의 표준가스(BTX, N₂ Balance)를 사용했다.

[87] 또한 ToF MS를 이용해 벤젠, 톨루엔 및 자일렌의 질량스펙트럼을 1초마다 측정하여, 각 화합물의 주요피크에 해당하는 78 m/z, 91 m/z 및 106 m/z를 기준으로(도 8a, 도 8c 및 도 8d 참조) ± 0.5 이내의 신호를 적산하여 기록했으며, 그 결과는 도 5a와 같다. 참고로 도 5b는 도 5a에서 각 신호의 최댓값을 나타낸 것이다.

[88] 도 5a를 참조하면 각 신호 모두 약 25초에서 최대로 나타났는데, 톨루엔을 대표하는 91 m/z의 신호가 가장 높게 나타났다.

[89] 그런데 도 8d를 통해 알 수 있는 바와 같이 자일렌의 경우 106 m/z에서만 아니라 91 m/z에서도 매우 높은 피크를 보이고 있으므로, 도 5a에서 91 m/z의 신호는 자일렌에서 조각난 톨루엔의 신호를 다소 포함하고 있다고 추정할 수 있다. 따라서 이 경우 각 화합물을 정량적/정성적으로 정확하게 분석할 수 없는 문제가 있다.

[90]

[91] 다음으로 본 발명의 실시예에 따른 가스시료 분리장치(100)를 이용해 질량분석기(400)로 시료가스를 공급하여 측정하는 경우에 대해 설명한다.

[92] 마찬가지로 시료가스는 질소를 베이스로 벤젠, 톨루엔 및 자일렌을 포함하는 표준가스(BTX, N₂ Balance)를 사용했으나, 5ppm 그대로 적용하면 신호가 너무 강하게 측정되기 때문에, 질소를 사용해 500배 희석하여 10 ppb의 표준가스를 사용했다.

[93] 먼저 준비단계(S1)에서 도 6에 도시된 바와 같이 샘플링장치(130)를 -150 °C로 냉각한 후 샘플링단계(S2)에서 그 온도를 유지하면서 3분 동안 시료가스를 샘플링장치(130)에 샘플링했다. 이때 시료가스 중 벤젠, 톨루엔 및 자일렌은 샘플링장치(130)에서 포집되어 농축되고, 질소는 외부로 배기된다.

[94] 이후 측정단계(S3)에서 도 6에 도시된 바와 같이 샘플링장치(130)를 가열하면서 캐리어가스와 함께 샘플링장치(130)에 샘플링된 시료가스를 질량분석기(400)로 공급했다. 이때 동일하게 ToF MS를 이용해 벤젠, 톨루엔 및 자일렌의 질량스펙트럼을 1초마다 측정하여, 각 화합물의 주요피크에 해당하는 78 m/z, 91 m/z 및 106 m/z를 기준으로 ± 0.5 이내의 신호를 각각 적산하여 기록했으며, 그 결과는 도 7a와 같다. 참고로 도 7b는 도 7a에서 각 신호의 최댓값을 나타낸 것이다.

[95] 도 5a와 비교하여 도 7a를 참조하면 벤젠, 톨루엔 및 자일렌의 신호가 순차적으로 120초, 125초 및 130초에서 최대로 나타났다. 즉 아래 표 1과 같이 각 화합물의 끓는점과 체류시간이 상관관계를 갖는 것을 확인할 수 있었다.

[96] [표1]

	벤젠	톨루엔	자일렌
끓는점(°C)	80.1	111	139
분자량(g/mol)	78.114	92.161	106.16
체류시간(초)	120	125	130

[97] 또한 도 5b와 비교하여 도 7b를 참조하면 벤젠, 톨루엔 및 자일렌의 신호의 최댓값이 8.4:7.1:1로 나타나 톨루엔의 신호가 상대적으로 크게 감소했다. 이를 통해 종래의 경우 91 m/z의 신호가 자일렌으로부터 조각난 톨루엔의 신호를 포함하고 있다는 것을 재확인할 수 있었다. 아울러 본 발명의 경우 각 화합물이 시간 간격을 두고 측정되어, 복수의 화합물을 포함하는 시료가스에 대해 각 화합물을 정량적/정성적으로 정확하게 분석할 수 있음을 알 수 있다.

[98] 더욱이 종래의 경우 벤젠의 신호의 최댓값은 0.012인 반면(도 5b 참조), 본 발명의 경우 벤젠의 신호의 최댓값은 4.3으로 약 370배 가량 더 높게 측정되었다(도 7b 참조). 이는 벤젠이 샘플링장치(130)에서 농축되었기 때문이다. 따라서 이를 통해 본 발명의 경우 극미량의 화합물을 효과적으로 분석할 수 있음을 알 수 있다.

[99]

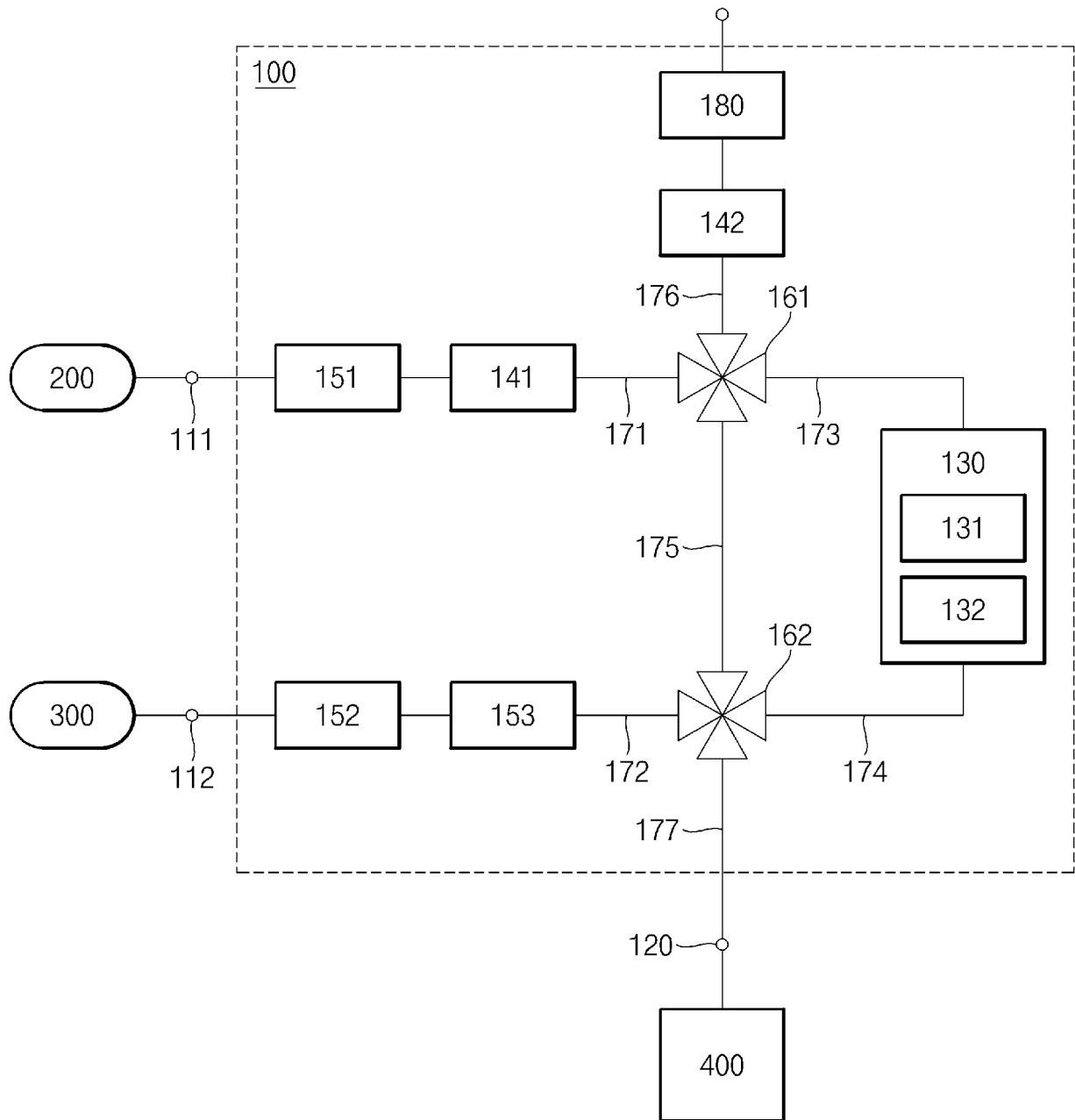
[100] 이상으로 설명한 시료가스 분리장치(100)는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 시료가스 분리장치 중 하나에 불과하다. 본 발명의 기술적 사상은 전술한 실시예로 한정되지 않으며, 청구범위에 기재된 바에 따라 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 사람이 용이하게 변경할 수 있는 범위까지 그 기술적 정신이 있다 할 것이다.

청구범위

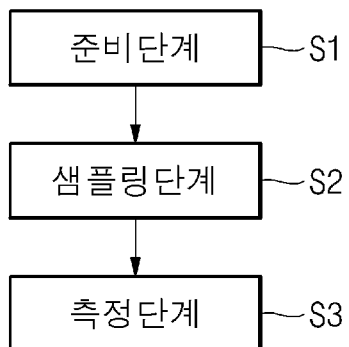
- [청구항 1] 캐리어가스 공급원에 연결되기 위한 제1 입력단,
 시료가스 공급원에 연결되기 위한 제2 입력단,
 질량분석기에 연결되기 위한 출력단 및
 시료가스를 샘플링할 수 있는 샘플링장치를 포함하고,
 상기 샘플링장치를 냉각하는 준비단계,
 상기 시료가스 공급원으로부터 공급되는 시료가스를 상기 샘플링장치에
 샘플링하는 샘플링단계 및
 상기 샘플링장치를 점차 가열하면서 상기 캐리어가스 공급원으로부터
 공급되는 캐리어 가스와 함께 상기 샘플링장치에 샘플링된 시료가스를
 상기 질량분석기로 공급하여 측정하기 위한 측정단계를 수행하는
 시료가스 분리장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 제1 입력단과 상기 샘플링장치 사이에 배치되는 제1 스위칭밸브,
 상기 제2 입력단과 상기 샘플링장치 사이에 배치되는 제2 스위칭밸브,
 상기 제1 입력단으로부터 상기 제1 스위칭밸브로 이어지는 제1 유로,
 상기 제2 입력단으로부터 상기 제2 스위칭밸브로 이어지는 제2 유로,
 상기 샘플링장치와 상기 제1 스위칭밸브 사이에서 이어지는 제3 유로,
 상기 샘플링장치와 상기 제2 스위칭밸브 사이에서 이어지는 제4 유로,
 상기 제1 스위칭밸브와 상기 제2 스위칭밸브 사이에서 이어지는 제5
 유로,
 상기 제1 스위칭밸브로부터 외부로 이어지는 제6 유로 및
 상기 제2 스위칭밸브로부터 상기 출력단으로 이어지는 제7 유로를 더
 포함하고,
 상기 준비단계와 상기 측정단계에서 상기 제1 스위칭밸브는 상기 제1
 유로와 상기 제3 유로가 서로 연결되고 상기 제5 유로와 상기 제6 유로가
 서로 연결되도록 작동하며 상기 제2 스위칭밸브는 상기 제2 유로와 상기
 제5 유로가 서로 연결되고 상기 제4 유로와 상기 제7 유로가 서로
 연결되도록 작동하며,
 상기 샘플링단계에서 상기 제1 스위칭밸브는 상기 제1 유로와 상기 제5
 유로가 서로 연결되고 상기 제3 유로와 상기 제6 유로가 서로 연결되도록
 작동하며 상기 제2 스위칭밸브는 상기 제2 유로와 상기 제4 유로가 서로
 연결되고 상기 제5 유로와 상기 제7 유로가 서로 연결되도록 작동하는
 시료가스 분리장치.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
 상기 준비단계에서 상기 샘플링장치를 시료가스의 끓는점보다 낮은
 온도로 냉각하는 시료가스 분리장치.

- [청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 측정단계에서 상기 샘플링장치를 시료가스의 끓는점보다 높은 온도로 가열하는 시료가스 분리장치.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
상기 캐리어가스 공급원으로부터 공급되는 캐리어가스의 유량을 제어하는 MFC를 더 포함하는 시료가스 분리장치.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,
상기 시료가스 공급원으로부터 공급되는 시료가스의 유량을 제어하는 MFC를 더 포함하는 시료가스 분리장치.
- [청구항 7] 제1항에 있어서,
상기 제1 입력단 측에 배치되어 상기 캐리어가스 공급원으로부터 공급되는 캐리어가스 중 이물질을 여과하는 필터를 더 포함하는 시료가스 분리장치.
- [청구항 8] 제1항에 있어서,
상기 제2 입력단 측에 배치되어 상기 시료가스 공급원으로부터 공급되는 시료가스 중 이물질을 여과하는 필터를 더 포함하는 시료가스 분리장치.
- [청구항 9] 제1항에 있어서,
상기 제2 입력단 측에 배치되어 상기 시료가스 공급원으로부터 공급되는 시료가스 중 수분을 제거하는 수분제거기를 더 포함하는 시료가스 분리장치.

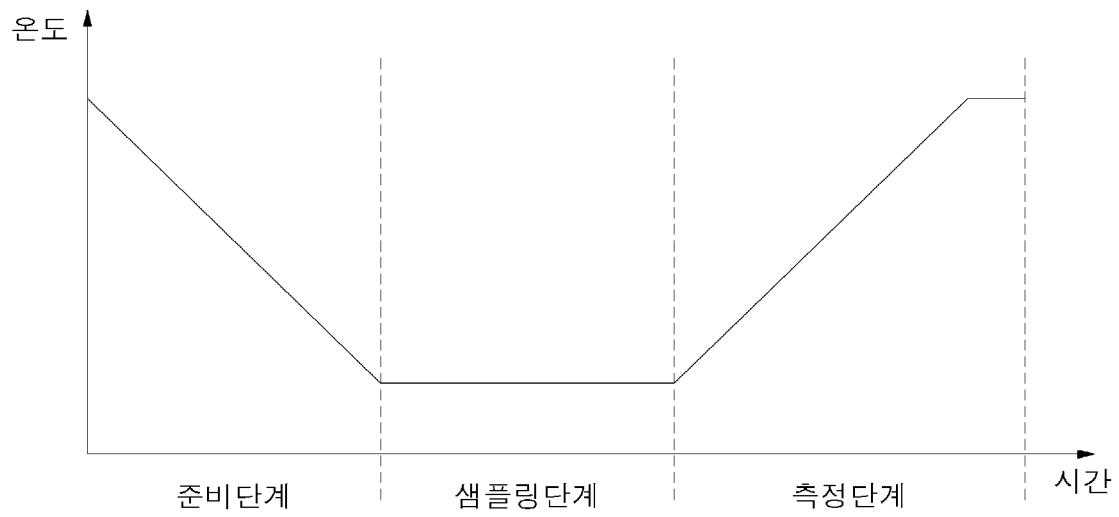
[도1]



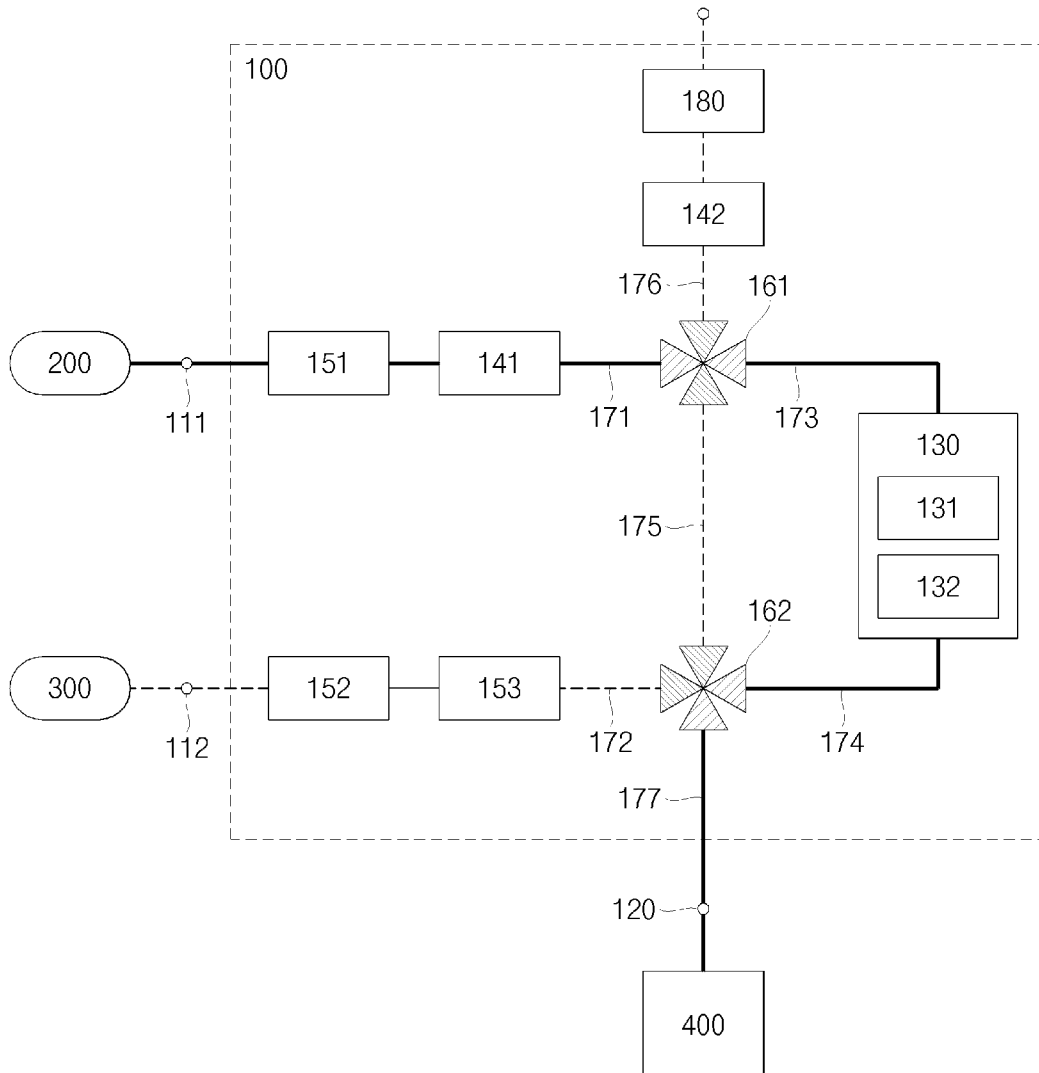
[도2]



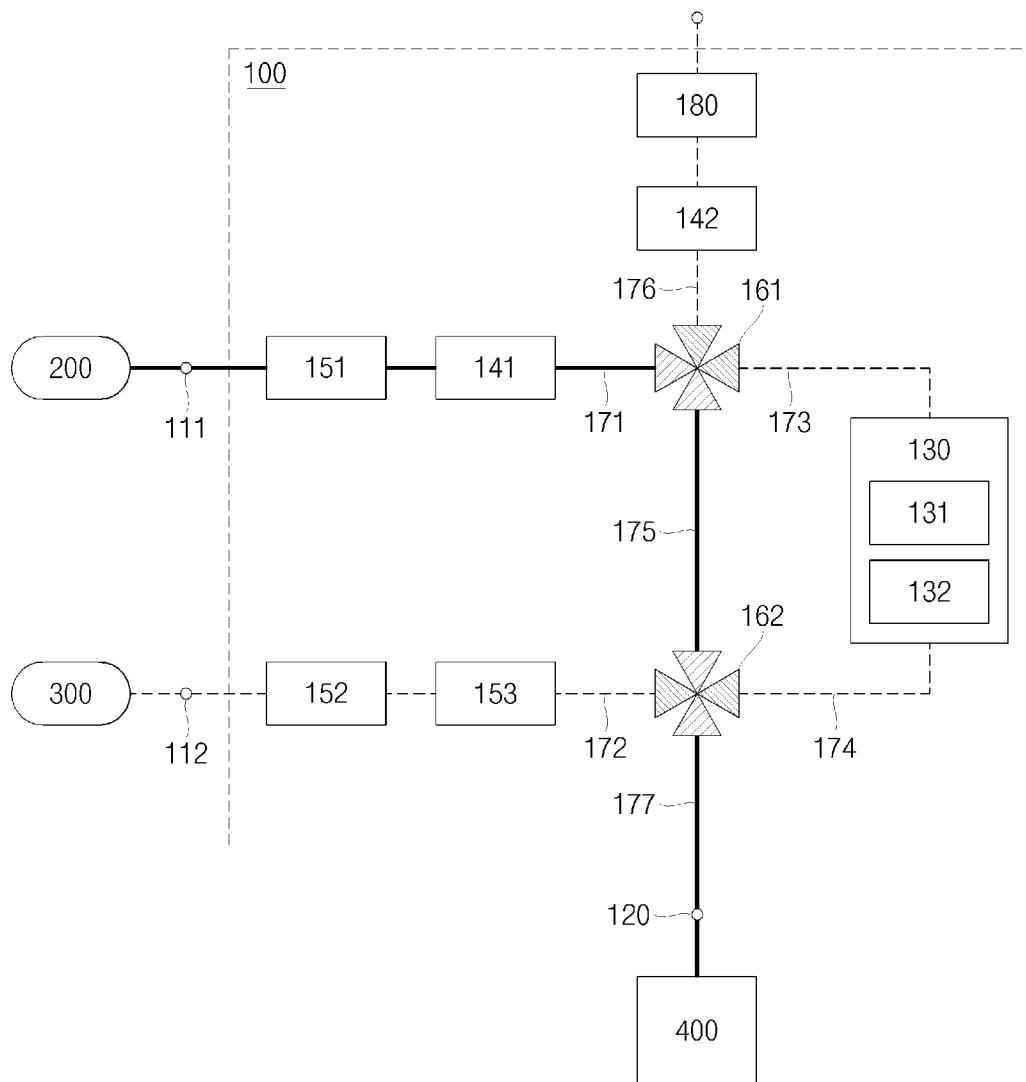
[도3]



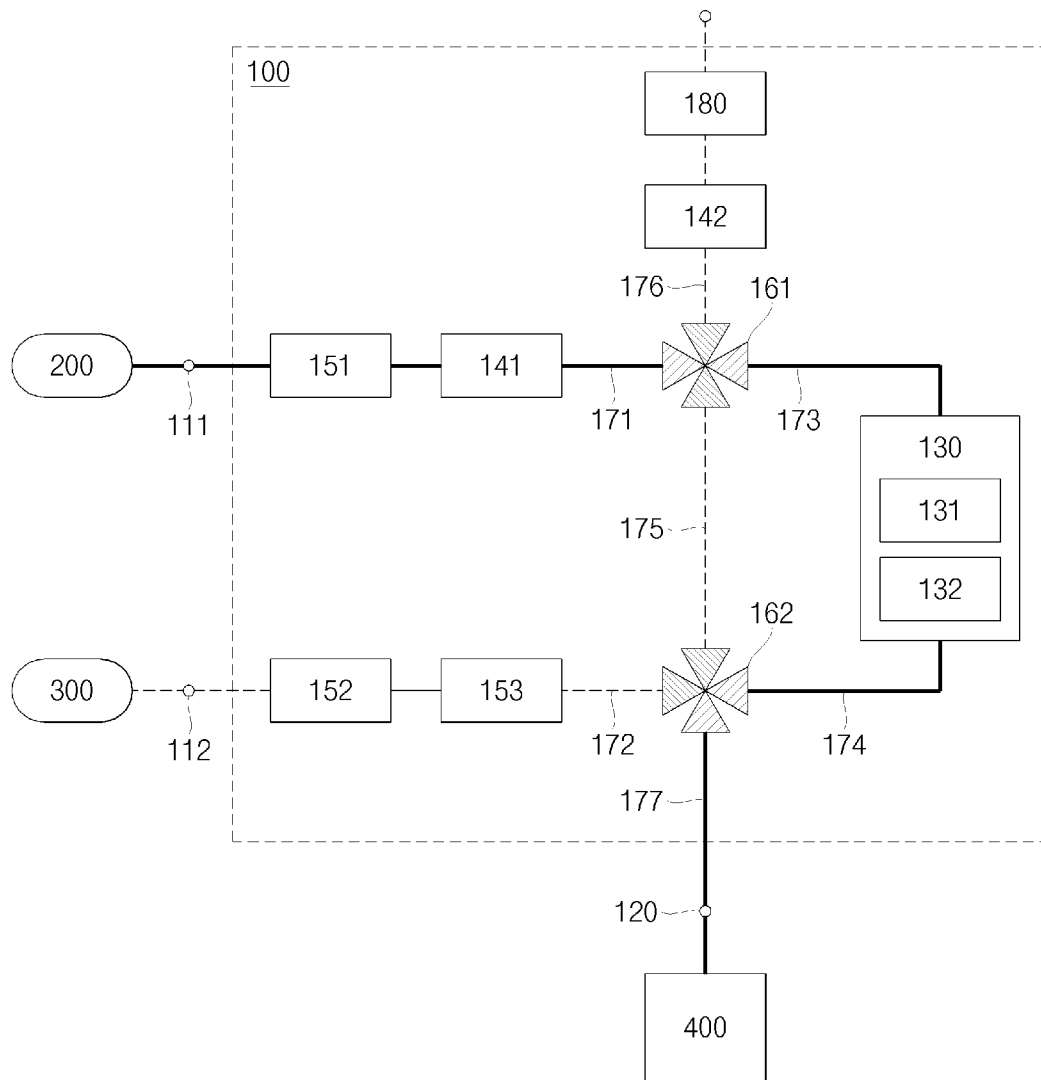
[도4a]



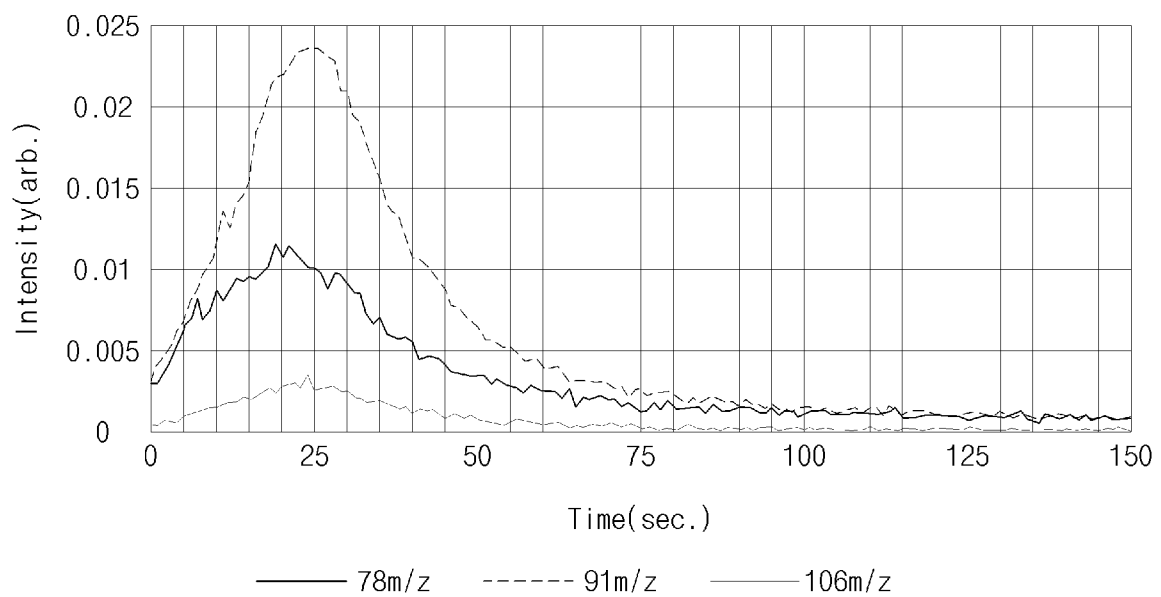
[도4b]



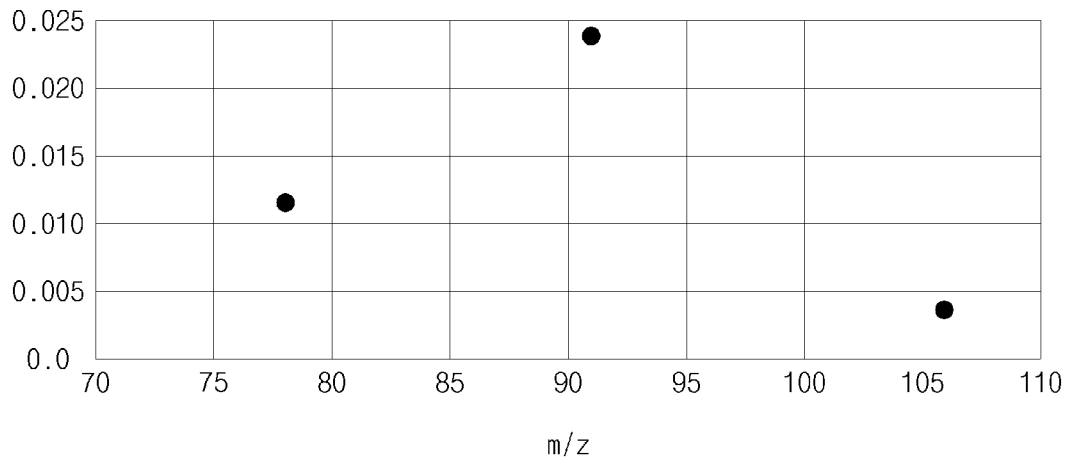
[도4c]



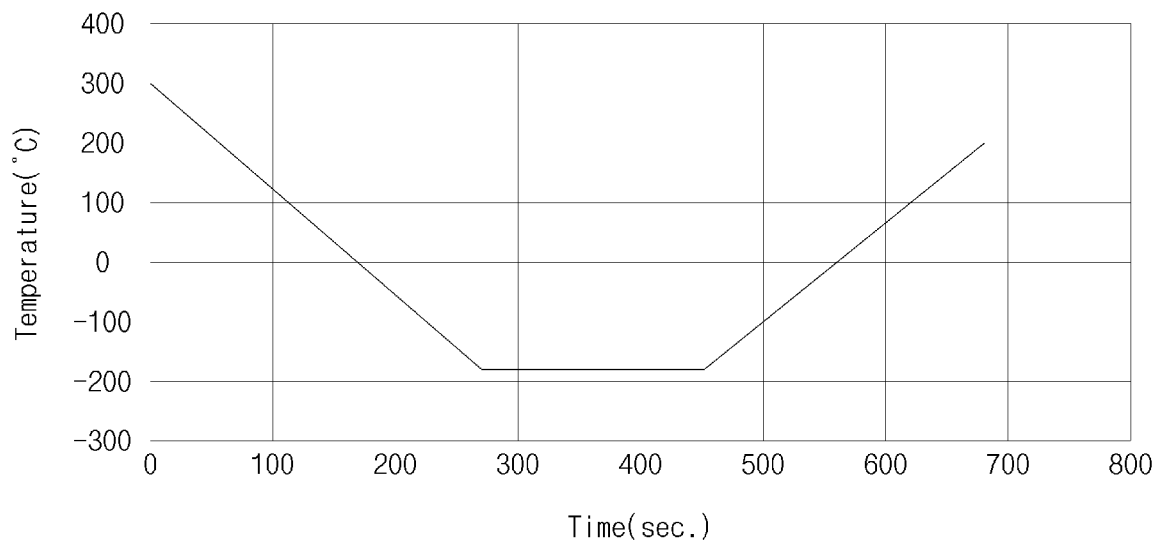
[도5a]



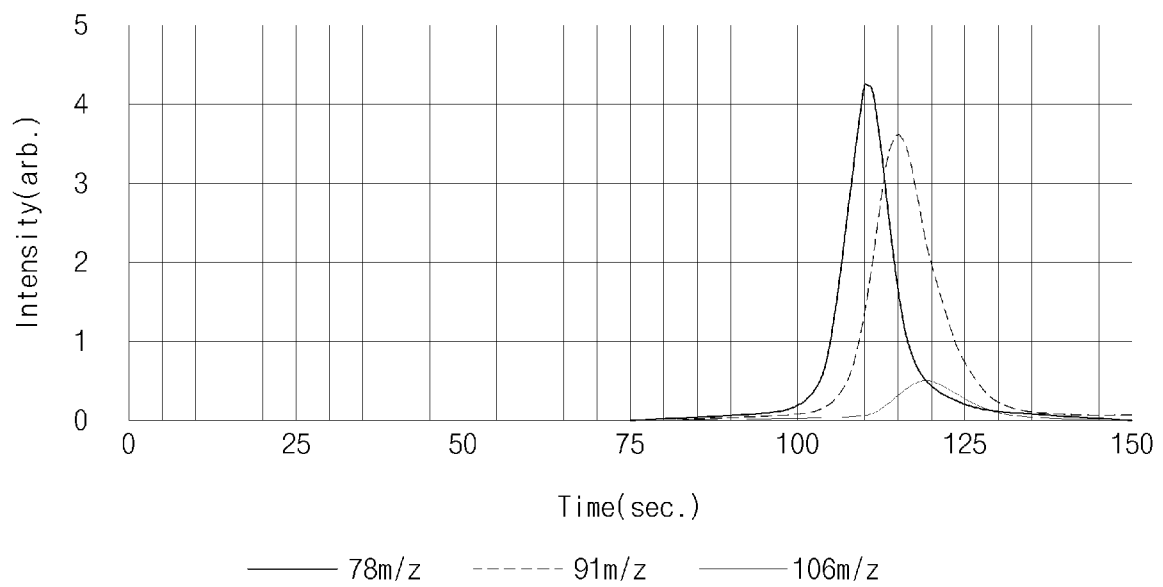
[도5b]



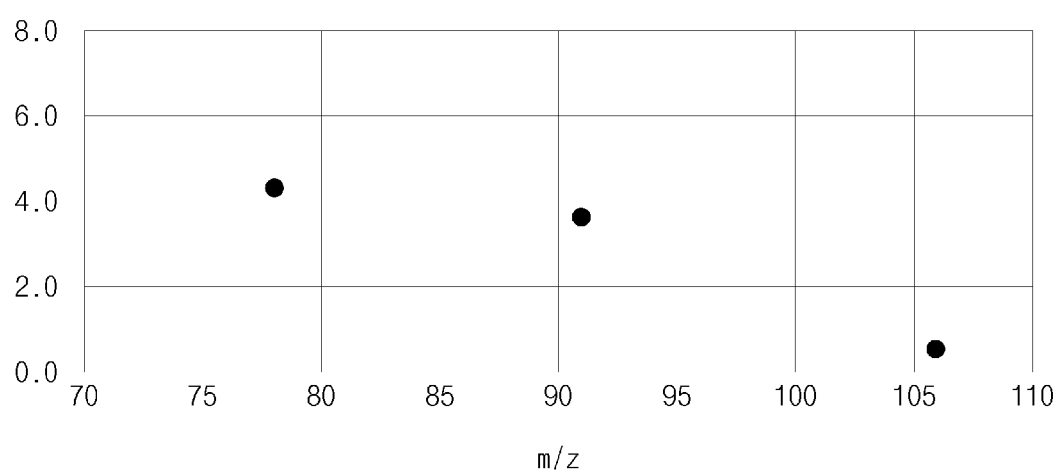
[도6]



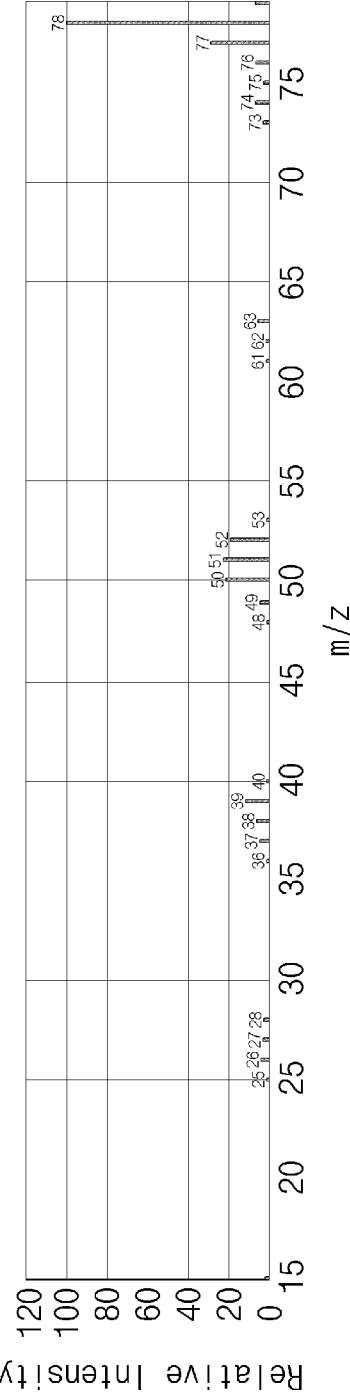
[도7a]



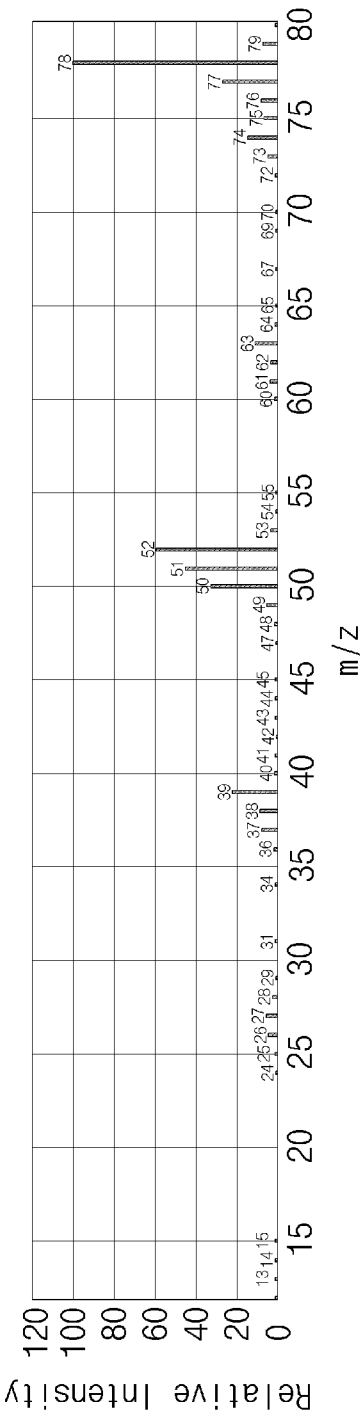
[도7b]



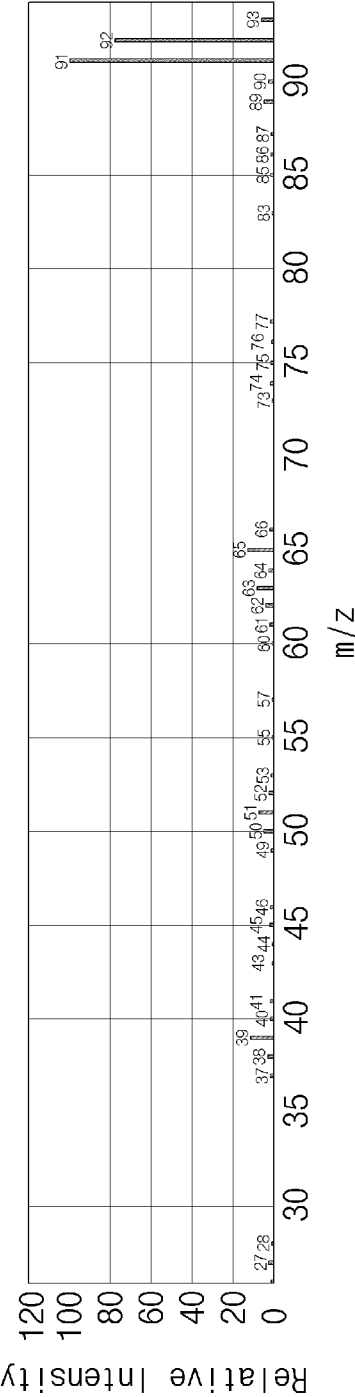
[도8a]



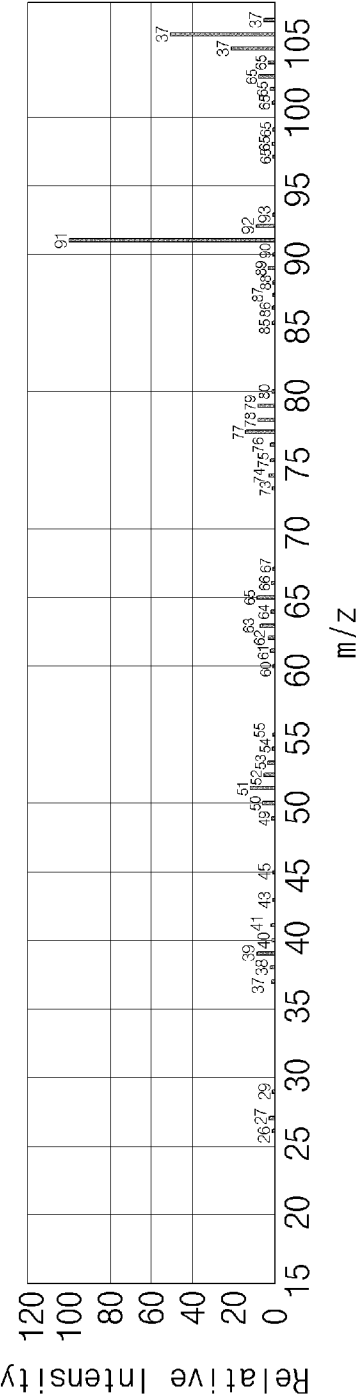
[도8b]



[도8c]



[도8d]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2020/008100

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01N 1/22(2006.01)i; G01N 1/34(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01N 1/22; G01N 1/00; G01N 30/06; G01N 30/08; G01N 30/14; G01N 30/30; G01N 30/88; G01N 31/00; G01N 1/34 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models: IPC as above Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 시료가스(sample gas), 질량 분석법(mass spectrometry), 샘플링(sampling), 캐리어 가스(carrier gas), 밸브(valve)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 3608183 B2 (NIPPON SANSEI KK) 05 January 2005. See paragraphs [0009]-[0025] and figures 1-3.	1-9
A	JP 3097031 B2 (NIPPON OXYGEN CO., LTD.) 10 October 2000. See paragraphs [0013]-[0019], claims 1-3 and figures 1-3.	1-9
A	JP 4019152 B2 (NAT INST NATURAL SCIENCES) 12 December 2007. See paragraph [0026], claim 1 and figures 1-3.	1-9
A	JP 2012-132781 A (TAIYO NIPPON SANSEI CORP.) 12 July 2012. See paragraph [0114] and figure 4.	1-9
A	JP 2007-263678 A (TAIYO NIPPON SANSEI CORP.) 11 October 2007. See claims 1 and 3 and figures 1 and 2.	1-9
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 10 November 2020		Date of mailing of the international search report 11 November 2020
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon, Republic of Korea 35208 Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2020/008100

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	3608183	B2	05 January 2005	JP	10-231113	A	02 September 1998
				JP	10-239223	A	11 September 1998
				KR	10-1998-0071582	A	26 October 1998
				KR	10-0243882	B1	01 February 2000
				US	5900532	A	04 May 1999
				US	5952557	A	14 September 1999
				US	6196050	B1	06 March 2001
JP	3097031	B2	10 October 2000	JP	11-160298	A	18 June 1999
JP	4019152	B2	12 December 2007	JP	2006-023137	A	26 January 2006
JP	2012-132781	A	12 July 2012	None			
JP	2007-263678	A	11 October 2007	JP	4909614	B2	04 April 2012

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G01N 1/22(2006.01)i, G01N 1/34(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G01N 1/22; G01N 1/00; G01N 30/06; G01N 30/08; G01N 30/14; G01N 30/30; G01N 30/88; G01N 31/00; G01N 1/34

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 시료가스(sample gas), 질량 분석법(mass spectrometry), 샘플링(sampling), 캐리어 가스(carrier gas), 밸브(valve)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	JP 3608183 B2 (NIPPON SANSO KK) 2005.01.05 단락 [0009]-[0025] 및 도면 1-3	1-9
A	JP 3097031 B2 (NIPPON OXYGEN CO., LTD.) 2000.10.10 단락 [0013]-[0019], 청구항 1-3 및 도면 1-3	1-9
A	JP 4019152 B2 (NAT INST NATURAL SCIENCES) 2007.12.12 단락 [0026], 청구항 1 및 도면 1-3	1-9
A	JP 2012-132781 A (TAIYO NIPPON SANSO CORP.) 2012.07.12 단락 [0114] 및 도면 4	1-9
A	JP 2007-263678 A (TAIYO NIPPON SANSO CORP.) 2007.10.11 청구항 1, 3 및 도면 1, 2	1-9

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후 “X”에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일

2020년 11월 10일 (10.11.2020)

국제조사보고서 발송일

2020년 11월 11일 (11.11.2020)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

방승훈

전화번호 +82-42-481-5560



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 3608183 B2	2005/01/05	JP 10-231113 A JP 10-239223 A KR 10-0243882 B1 KR 10-1998-0071582 A US 5900532 A US 5952557 A US 6196050 B1	1998/09/02 1998/09/11 2000/02/01 1998/10/26 1999/05/04 1999/09/14 2001/03/06
JP 3097031 B2	2000/10/10	JP 11-160298 A	1999/06/18
JP 4019152 B2	2007/12/12	JP 2006-023137 A	2006/01/26
JP 2012-132781 A	2012/07/12	없음	
JP 2007-263678 A	2007/10/11	JP 4909614 B2	2012/04/04