

잔류기체 분석기 교정장치 개발

홍승수* · 임인태 · 김진태

한국표준과학연구원 진공센터, 대전 305-600

(2007년 1월 26일 받음)

한국표준과학연구원 진공기술센터에서 잔류기체분석기 교정장치를 개발하였으며, 이 장치를 이용하여 서로 다른 구조를 가진 두개의 사중극 질량분석기 (quadrupole mass spectrometer)의 질소, 아르곤, 헬륨에 대한 기체감도를 측정하였다. 그 결과 기체감도는 QMS 구조와 상관없이 기체의 질량이 클수록 높게 나타났고 압력에 따라서도 다른 특성을 보였으므로 정확한 사용을 위해서는 기체감도를 꼭 보정해야 함을 알 수 있었다.

주제어 : 사중극 질량분석기, 기체감도, 교정

I. 서 론

최근 반도체제조, 디스플레이산업, 우주항공, 표면과학 등 첨단 진공기술의 응용 분야에서는 기존의 압력 (total pressure) 측정만으로는 만족할 수 없으므로 잔류기체의 종류나 양에 대한 관심이 높아지고 있다. 이런 진공공정에서 잔류기체의 측정이나 분석은 잔류기체분석기 (residual gas analyzer, RGA)를 이용한 부분압 (partial pressure) 측정으로만 가능하다. 부분압 측정에는 검출기의 원리가 다른 여러 종류의 질량분석기 (mass spectrometer)가 사용된다. 그중에서 사중극 질량분석기 (quadrupole mass spectrometer, QMS)는 비행시간법 (time of flight method) 등 다른 방식의 질량분석기보다 사용이 쉬울 뿐 아니라 비교적 저렴한 가격에 제작할 수 있으므로 진공 챔버 내의 부분압 측정 및 잔류기체 분석에 가장 많이 사용되고 있다 [1-6]. 그러나 이들 질량분석기를 부분압측정에 잘 사용하기 위해서는 분석기마다 다른 기체별 감도 (sensitivity)를 측정하여 보정하거나 교정 (calibration)하는 작업이 꼭 필요하다. 질량분석기의 경우 질량 대 전하비 (mass to charge ratio, m/e) 값이 변함에 따라 해당되는 이온의 양이 전류 (current) 값으로 출력되므로 이를 압력 단위로 환산하는 작업이 선행되어야만 실제적인 부분압 측정이 이루어지게 된다. 그리고 기체분자의 절대적인 값을 알 필요가 없는 경우라 할지라도 최소한 기체 간 상대적인 감도차이는 알아야만 정확한 기체조성분석이 가능하다. 가끔 이온전류를 압력단위로 환산하여 지시하는 기능이 있는 분석기를 이용한다 할지라도 이 값이 얼마만큼 정확한지에

대한 의문은 여전히 남게 된다. QMS는 자체 특성상 이온 생성, 방출전류 (emission current), 음극전압 (cathode voltage) 등 많은 사용변수에 따라 감도가 수백배 까지도 변하는 것이 보고된 바 있고 [7], 사용이력, 사용 압력 범위에 따라서도 감도는 변하므로 교정 즉, 감도를 측정해서 보정해야 정확한 기체조성 분석이 가능하다.

본 연구에서는 부분압 측정 및 기체조성 분석 요구의 증가에 대처하기 위해서 한국표준과학연구원서 자체개발한 부분압 교정장치를 이용하여 제조회사와 사양이 다른 두개의 QMS에 대해 N₂, Ar, He의 감도를 측정하고 그 결과를 분석하였다. 교정 장치와 기체감도 측정결과를 앞으로 부분압 측정용 잔류기체분석기의 다양한 특성평가 및 시험교정 연구에 활용될 것으로 기대된다.

II. 사중극 질량분석기 기본이론

질량분석이란 보통 10⁻⁴ Pa 이하의 고진공에서 기화된 시료분자나 원자를 이온화하여 (m/e) 값을 측정하는 방법을 말한다. 이를 위해서는 기본적으로 어느 특정 질량수 (m/e) 값을 선택적으로 측정할 수 있어야 될 뿐만 아니라 일정 질량수 범위에서 스캔도 가능해야 한다. 사중극 질량분석기로 알려진 QMS는 일종의 고진공 측정용 이온 게이 지 (ionization gauge)에 질량분석기를 추가로 붙인 장치로 볼 수 있다. 그러나 QMS는 이온 게이 지처럼 전자 (electron)를 기체분자와 충돌시켜 기체이온을 형성시킨 뒤 이들 기체 이온을 한번에 검출하는 것이 아니고 일정

* [전자우편] sshong@kriss.re.kr

(m/e) 값을 가진 것만 선택적으로 검출하는 것이다. QMS는 이온생성부 (ion source), 이온분리부 (mass filter), 그리고 이온검출부 (detector)로 구성되어 있다 [1]. 이온생성부는 기체분자들을 이온화 시키는 기능을 가진 것으로 여러 가지 방식이 있으며 전자충돌방식 (electron impact type)이 일반적이다 [8]. 전자와 기체분자가 충돌하면 일부 기체분자들은 이온화되어 곧 이온 집속 시스템에 의해 이온분리부 쪽으로 들어가게 된다. 이 때 이온전위, 음극전압, 방출전류 등을 조정하면 가장 감도가 좋은 최적조건의 스펙트럼을 얻을 수 있다. 가스 상태였던 원자나 분자가 전자 충돌에 의해 몇 종류의 이온으로 생성되는지 하는 것은 충돌한 전자 에너지에 의해 크게 변한다. 이온수율 (ion yield)은 가능하면 클수록 좋으며 보통 50~150 eV에서 가장 이온화를 잘 시키는 것으로 알려져 있어 대부분의 분석용 질량분석기들은 70 eV의 전자 에너지를 사용하고 있으며 [8] 본 실험에서도 70 eV 전자 에너지를 사용하였다.

QMS의 이온분리부는 4개의 원기둥에 적절한 전압을 인가하여 (m/e) 값에 따라 분리하는 quadrupole mass filter 구조로 되어있으며, Fig. 1은 기본구조를 그린 것이다. 두 개의 마주보는 원기둥 (rod)들은 연결되어 주파수 $f = \omega / 2\pi$ 의 RF 전류 $V_0 \cos \omega t$ 를 x와 y축의 원기둥들에 서로 π 만큼 그 위상이 틀리도록 인가시키고 DC 전압 U (x축은 +, y축은 -)로 bias시킨다. 무차원 변수 a와 q를 다음과 같이 정의하면

$$a = \frac{4eU}{m\omega^2 r_0^2} \quad q = \frac{2eV}{m\omega^2 r_0^2}$$

이 전계사극 전장을 통과하는 이온의 운동 방정식은 다음과 같다 [9].

$$\frac{\partial^2 x}{\partial (\omega t)^2} + (a + 2q \cos \omega t) x = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial^2 y}{\partial (\omega t)^2} - (a + 2q \cos \omega t) y = 0 \quad (2)$$

식 (1), (2)의 a와 q의 값에 따라 이온이 원기둥에 충돌하거나 바깥쪽으로 튀어나가지 않고 수집기 (collector)까지 갈 수 있는 안정 영역과 불안정 영역으로 구분될 수 있는데 질량 주사에 의해 DC 전압값 U와 일정 주파수 f의 RF 전압 값 V가 결정되면 a, q의 값이 안정된 영역에 해당하는 이온, 즉 일정구간의 (m/e) 값을 가진 하전입자들만이 quadrupole을 통과하게 되며 나머지는 원기둥에 부딪쳐 중화

된 후 기체로서 펌프에 의해 배기된다. (m/e) 값에 따라 분리된 이온들은 전기신호로 검출되며, 검출 방식은 요구되는 감도 혹은 검출속도 등에 따라 여러 가지 방법이 있으나 가장 많이 사용되고 있는 것은 Faraday cup 방식이다. Faraday cup은 가장 간단한 장치로서 이온이 수집기와 충돌하면서 그 전하를 수집기에 주게 되면 그에 해당하는 전류가 흐르게 되므로 전류량으로써 이온의 양을 검출한다. 이 방법의 측정한계는 최고 10^{-16} A로 알려져 있으나 스펙트럼을 얻기 위해서는 30 ms정도의 시정수에서 작동시켜야 하므로 실제로 응용할 수 있는 한계는 10^{-14} A이다 [1, 8]. 이 방식은 아주 간단하므로 오차 발생요인이 적은 것이 장점이다. 고진공 상태가 될 수록 부분압 측정 시 검출되는 이온 전류는 아주 적어지게 되며, 불순물 검출 등 미량의 기체를 검출하고자 하는 경우에도 해당 이온 전류량이 적으므로 증폭장치가 필요하다. 보통 증폭장치에는 보통 SEM (secondary electron multiplier)이 달려있다. SEM을 사용할 때에는 처음 입사한 이온에 대해 방출되는 전자의 수가 이온의 질량, 이온의 종류 (atomic or diatomic), 이온 에너지 등에 의해 영향을 받으므로 정량적인 분석에서는 오차요인으로 작용한다는 것이 알려져 있다 [1, 8]. 이 때문에 SEM을 동작시켰을 경우의 압력에 대한 지시값의 직선성은 SEM을 동작시키지 않은 경우와 다르다. 본 연구에서의 이온 검출은 SEM을 사용하지 않고 Faraday cup만으로 하였다.

통상 사중극 질량분석기를 이용한 부분압 계산은 아래 식 (3)을 이용한다.

$$PPA = (MFAB \times AB) \times IAB \quad (3)$$

여기에서 PPA: 물질 (substance) A의 부분압

MFAB: 특정물질의 재료 인자

AB: 분석기 인자

IAB: 질량A인 물질의 최대치에서의 이온전류

III. 실험 장치

3.1 장치 사양

실험장치는 크게 주 챔버 (chamber), 가스 챔버 그리고 장치를 조작할 수 있는 컨트롤러 등 세 부분으로 구성되어

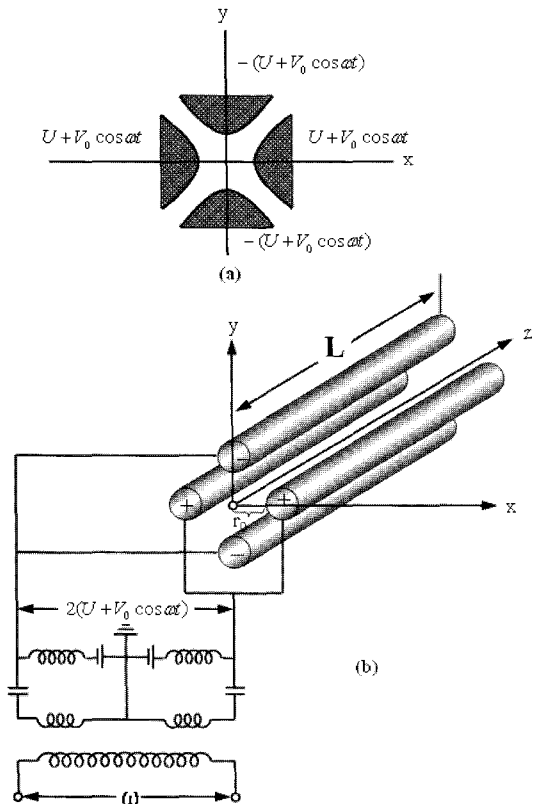


Fig. 1. Principle of quadrupole mass spectrometer (QMS).

있다. 주챔버는 원통형 스테인레스 스틸로 가공되었으며, 지름 및 높이가 350 mm인 교정챔버 (calibration chamber)와 지름이 350 mm이고 높이가 390 mm인 배기챔버 (pumping chamber)로 구성되었다. 교정챔버와 배기챔버 중간의 기체흐름을 안정화 하기 위하여 지름 15 mm인 오리피스 (orifice) 플렌지가 있다. 배기장치로는 로터리 펌프 1개와 Leybold 터보분자펌프 1개가 사용되었으며, 계측기는 Extractor 이온게이지 (IONIVAC IM520 및 IM540) 2개, 스피닝로터게이지 (spinning rotor gauge, VISCOVAC VM212) 1개, 잔류기체분석기 2개가 부착되어 있다. 가스챔버와 연결된 배관에는 주 챔버에 공급할 기체의 양을 조절하기 위한 미세 리크밸브 2개가 부착되어 있다. 본 실험에 사용된 두개의 잔류기체분석기 즉 시중급 질량분석기 K-1과 K-2는 RS-232로 컴퓨터와 통신이 가능하다. 고순도 가스 챔버는 지름이 250 mm인 원형으로 제작되었으며, 가스 챔버의 배기는 로터리 펌프 2개와 Alcatel 터보분자펌프 1개로 가능하다. 가스챔버와 주 챔버 사이에는 용량형진공계이지 (capacitance diaphragm gauge, CDG) 4개, Convectron 게이지 2개, 리크밸브 2개 부착되

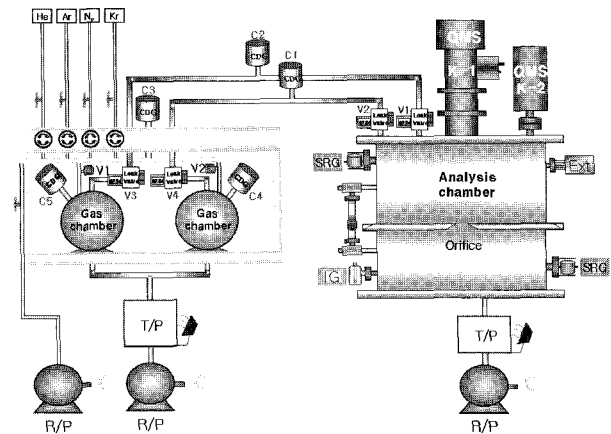


Fig. 2. Schematic diagram of QMS calibration system in KRISS.

어 있다. 또한 가스챔버에는 고순도 He, Ar, N₂ 가스 공급 배관이 연결되어 있다. Fig. 2와 Fig. 3은 각각 실험장치의 개략도와 사진이다.

3.2 시중급 질량분석기 사양

본 연구에 사용한 두개의 질량분석기는 모델이 각각 Pfeiffer Vacuum 사의 QMS422 (K-1) 및 Stanford Research System (SRS)사의 SRS300 (K-2)로 이온생성기, 질량분석기, 검출기로 구성되어 있다. K-1은 증폭기인 QMH 400_5와 조합으로 구성 되어 있으며 최대 측정값은 512 (m/e)이다. K-2는 K-1에 비해 사양이 간단하지만 기

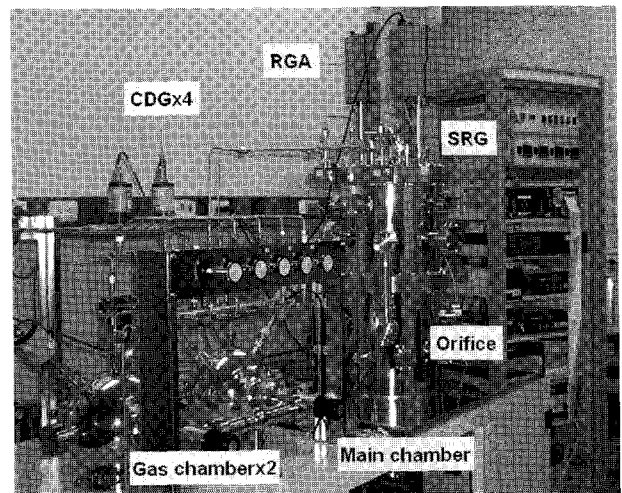


Fig. 3. Photograph of QMS calibration system in KRISS. The system consists of main chamber, gas chamber, and measurement controller.

Table 1. Parameter informations of rod length, rod diameter, ion source type, and emission current for K-1 and K-2.

표시	K-1		K-2	
Rod 길이 (mm)	200		200	
Rod 지름 (mm)	8		8	
인가 주파수 (MHz)	1.7		2.768	
이온생성부 형식	Cross beam		Grid	
필라멘트 재료	텅스텐	De-fault	Thoriated iridium	De-fault
방출 전류 (mA)	3.5	1	3	1
전자에너지 (eV)	30-150	70	30-120	70
이온에너지 (eV)	5-25	15	8 혹은 12	12

본적으로 용도는 같으며 최대 측정값은 300 (m/e)이며, 구조가 간단하고 사용이 쉬운 장점이 있다. Table 1은 K-1과 K-2의 기본 사양을 정리한 것이다.

3.3 실험 절차

장치를 켜기 전에 먼저 터보펌프의 벤트 밸브가 잠겨 있는지 확인한 후 주챔버와 가스챔버에 부착된 3개의 로터리 펌프를 켜고, 압력이 1 Pa 이하로 떨어진 것을 spinning rotor gauge (SRG)로 확인한 다음 터보펌프를 켜고, 터보펌프를 켜고 압력이 10^{-3} Pa에 도달하면 Extraxtor 게이지를 켜고 이와 동시에 두개의 QMS도 작동시킨다. 최저압력 (base pressure) 10^{-6} Pa 정도가 되면 모든 챔버와 배관의 굽기 (bake-out)를 최대 250 °C에서 약 3일 동안 한다. 굽기 때 QMS 증폭기는 고온에서의 손상을 방지하기 위해 head에서 분리한다. 굽기 동안에 이온게이지와 두개의 QMS head도 굽기를 하여 흡착된 수분이나 불순물을 사전에 제거해야 한다. 장치에 리크 등 문제가 없으면 굽기가 끝난 후 상온에서 압력이 10^{-8} Pa 이하로 떨어지며 이를 확인한 후 실험용 QMS의 증폭기를 head에 연결하고 다시 켜고, QMS를 켜면 자체 열에 의한 탈기체 (outgassing)로 순간적으로 압력이 올라가므로 가능하면 시간을 충분히 기다렸다가 초기압력 근처에 도달했을 때 실험을 시작한다. 실험은 처음 K-1에 대해 질소, 아르곤, 헬륨 순으로 수행하였다. 그 다음 챔버를 다시 배기 및 굽기를 하여 용기가 K-1 실험 때와 같은 상태가 되었을 때 K-2에 대한 실험을 하였다.

실험을 하였다.

K-1과 K-2를 이용하여 스펙트럼 데이터를 수집하는 방법을 요약하면 다음과 같다. K-1의 경우 먼저 Tuneup을 메뉴에 올려놓고 클릭하여 Measure 창을 띄운다. Setup에서 SEM/Emission control을 클릭하여 Emission에 놓고 선택하면 우측 하단의 필라멘트에 노란 불이 켜진다. 이 상태가 필라멘트가 켜져서 측정준비가 된 것이다. Parameters에서 Setup을 클릭 후 순서대로 Measurement (Repeat 체크), Scan arrangement (Horizontal 체크), Display mode (Multi chart 체크), Save date as (Current 체크), OK를 차례대로 클릭하면 스펙트럼이 그려진다.

분석기 K-2를 이용한 데이터 수집은 SRS residual gas analyzer라는 프로그램을 사용한다. 먼저 증폭기에 가하는 공급전압을 24볼트에 맞추고 컴퓨터와 K-2가 RS-232로 연결이 잘 되어 있는지 확인한 후 측정을 시작한다. 창을 열어 setup에서 K-2와 컴퓨터가 COM2에 의해 연결되었는지 확인해야 하는데 Connect를 클릭하여 LED가 점등하면 준비가 완료된 상태이다. 측정이 준비된 상태에서 Ionizer setting을 띄워서 Electron energy 70 eV, Focus voltage 90 V, Emission current 1 mA로 고정하고 클릭한다. 준비가 끝나면 다시 head를 클릭하여 Peak tuning 안에 Gas selection을 클릭한 뒤 Measure를 클릭하면 K-2의 이온전류를 읽을 수 있다.

IV. 결과 및 논의

특정 기체 x의 감도는 각 (m/e) 값에 대해 QMS 평균지시값 변화분을 표준압력 변화분으로 나누어 아래 식 (4)를 이용하여 계산하였다 [9].

$$S(x) = [I(x) - I_0(x)] / [P(x) - P_0(x)] \text{ (A/Pa)} \quad (4)$$

여기에서 S(x) : 기체 x에 대한 감도

I(x) : 부분압 P(x)에서의 이온전류

$I_0(x)$: 최저압력 (base pressure)에서의 이온전류

P(x) : 기체 x의 부분압

$P_0(x)$: 최저압력에서 기체 x의 부분압

두개의 K-1과 K-2에 대한 기체감도 (gas sensitivity) 를 질소, 아르곤, 헬륨을 사용하여 측정하였다. K-1의 경우 방출전류 (emission current) 1 mA, 이온화에너지 (ionization energy) 70 eV, 이온에너지 (ion energy) 15 eV, 추출전압 (extraction voltage) 300 Volt에서 실험하였다. K-2의 경우는 방출전류 1 mA, 이온화에너지 70 eV, 이온에너지 12 eV, 그리고 추출전압은 80 Volt이었다. 이온원 (ion source)으로부터 이온의 생성과 추출은 이온원의 설계와 구조에 따라 달라지며, 대부분의 QMS에서 이온원의 성능은 질소에 대한 상대 값으로 나타난다. 특히 10^{-7} Pa 이하의 낮은 압력에서는 이온원에 입사하는 원자 flux의 수가 작아지므로 이온원에서 생성되는 이온의 수도 같이 작아진다. Fig. 4의 수평축은 용기에 가해진 질소의 압력으로 고진공표준기에서 사전에 교정 (calibration)된 Leybold Heraeus사의 Extractor 이온게이지로 측정된 값이며, 수직축은 식 (4)를 이용하여 계산된 기체감도이다. 실험결과 K-1의 경우 압력 1.3×10^{-7} Pa - 1×10^{-5} Pa 구간에서 감도는 6.3×10^5 - 7.5×10^5 A/Pa 변했으며 초기의 낮은 압력에서의 값을 제외하고는 대체로 압력에 따라 감도 값이 일정한 경향을 보였다. 그러나 K-2는 압력 약 3×10^{-7} Pa까지는 감도의 평균값이 1.15×10^4 A/Pa로 일정하다가 그 이상의 압력 1×10^{-5} Pa까지는 감도가 급격하게 증가하다가 더 이상 높은 압력에서는 일정한 경향을 보였다.

Fig. 5는 Fig. 4와 같은 조건에서 실험한 K-1과 K-2의 아르곤 기체 감도 측정결과이다. 여기에서 아르곤을 기체 저장고에 채우기 전에 주 용기와 기체저장고를 충분히 배기하고 굽기 (bake-out)를 다시 하여 이전 기체의 잔류 가스를 완전하게 제거하였다. 실험결과 K-1의 경우 압력 2×10^{-7} Pa까지는 감도가 급격하게 증가하다가 그 이상의 압력 1×10^{-5} Pa까지는 평균값 1.44×10^4 A/Pa를 기준으로 분산하였다. 여기에서 낮은 압력에서 감도의 급격한 증가는 이온게이지의 불확도가 크기 때문일 것으로 추측된다. K-2의 감도는 K-1과 많은 차이를 보였으며 압력이 10^{-7} Pa에서 10^{-5} Pa로 증가함에 따라 일정 비율로 감도가 증가하는 경향을 보였다. Fig. 4와 Fig. 5의 질소나 아르곤에서와는 달리 Fig. 6의 K-1과 K-2의 헬륨에 대한 기체감도는 다른 경향을 보였다. 낮은 압력에서 1×10^{-6} Pa까지 압력을 올리면서 측정된 감도가 K-1의 경우는 서서히 작아졌으나 K-2의 경우는 정반대로 서서히 커지는 특성을

보였다. 그러나 1×10^{-6} Pa 보다 높은 압력에서는 K-1의 경우 감도가 약간 증가하다가 다시 감소하는 추세를 보인 반면 K-2는 압력이 증가해도 감도 변화는 크지 않고 대체로 일정한 값을 보였다.

Fig. 7은 앞에서 언급한 K-1의 질소, 아르곤, 헬륨에 대한 각각의 감도결과를 쉽게 비교하기 위해 한 장에 그린 것이다. 이 그림에서 K-1의 경우는 아르곤이나 헬륨에 비해 질소의 감도가 전 압력구간에서 일정한 것으로 나타났다. 특히 가벼운 헬륨의 경우는 다른 기체에 비해 압력변화에 민감하게 반응하였음을 알 수 있었다. 또한 K-1의 기체감도는 아르곤, 질소, 헬륨의 순서대로 무거운 기체일수록 크게 나타났다. Fig. 8에서 볼 수 있듯이 K-2의 감도는 K-1의 결과와 약간 다른 추세를 보였다. 아르곤, 질소, 헬륨기체에서 전반적으로 압력이 증가함에 따라 감도도 일정하게 증가하는 추세를 보였으며 K-1의 경우와 다르게 전 압력구간에서 헬륨의 감도의 변화가 크지는 않았다. K-2의 경우도 K-1과 같이 무거운 기체의 감도가 가벼운 기체일 때 보다 좋은 것을 알 수 있었다. 또한 헬륨 감도의 절대 값도 아르곤이나 질소에 비해 약 두 배 이상 작게 나타났다.

Fig. 9는 K-1과 K-2에 대한 아르곤, 질소, 헬륨의 기체 감도를 압력 8×10^{-7} Pa에서 1로 틀맞춤 (normalization)한 것이다. 그 결과 낮은 틀맞춤 압력에서는 QMS나 기체 종류에 따른 감도 차이가 최대 2배로 나타났으며 특히, 두개의 사중극 질량분석기에서 헬륨의 감도는 현저한 차이를 보였다. 반면에 높은 틀맞춤 압력에서는 감도차이가 최대 10 %로 비교적 일정하였으나 유난히 K-1의 헬륨 감도만 압력이 높아질수록 낮아지는 경향을 보였다.

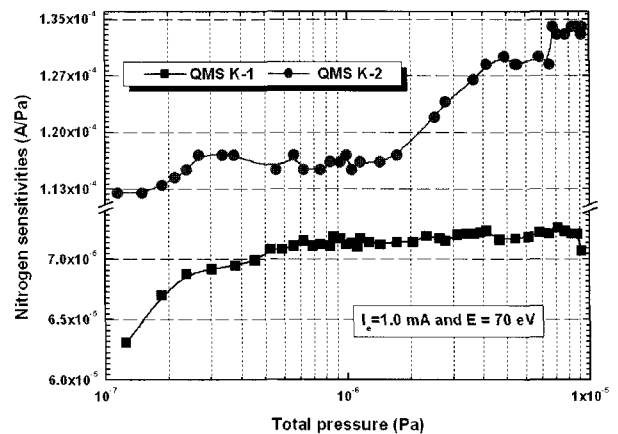


Fig. 4. Results of nitrogen sensitivity according to total pressure for K-1 and K-2.

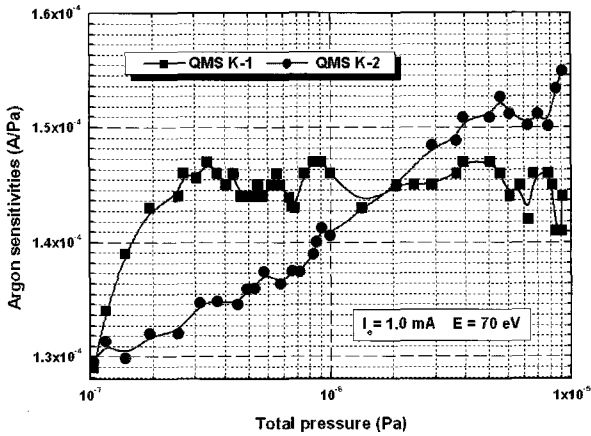


Fig. 5. Results of argon sensitivity according to total pressure for K-1 and K-2.

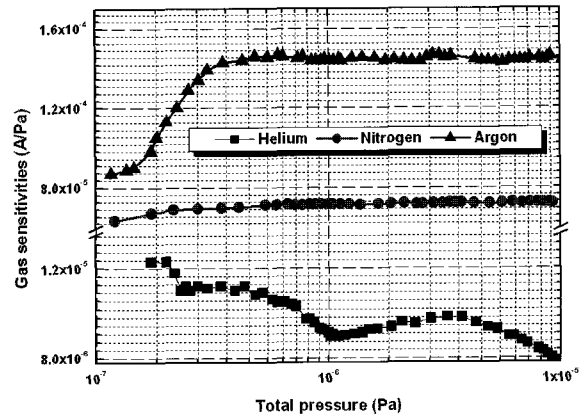


Fig. 7. Summary of helium, argon, and nitrogen sensitivities according to total pressure for K-1.

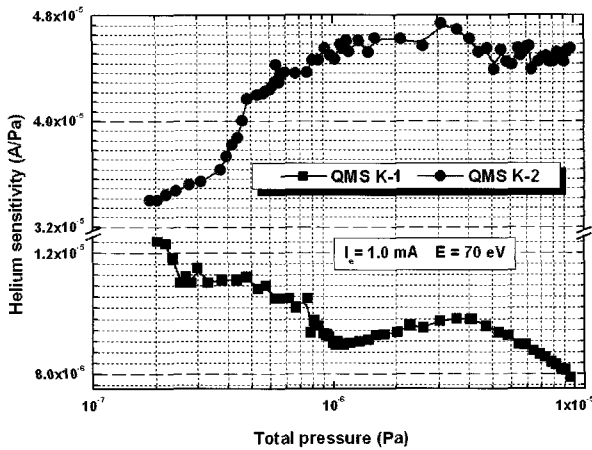


Fig. 6. Results of helium sensitivity according to total pressure for K-1 and K-2.

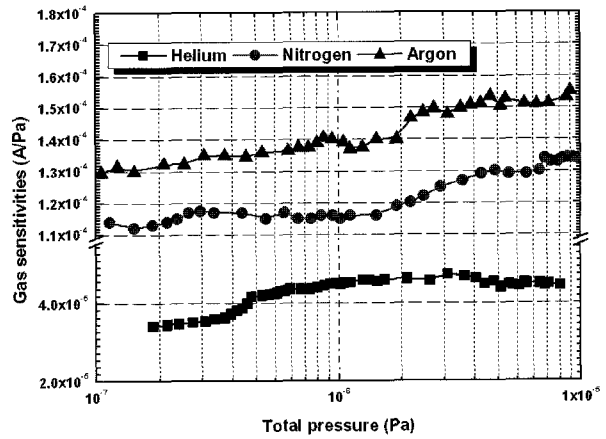


Fig. 8. Summary of helium, argon, and nitrogen sensitivities according to total pressure for K-2.

V. 결론

한국표준과학연구원 진공기술센터에서 부분압표준 확립의 일환으로 잔류기체분석기 (residual gas analyzer, RGA) 교정장치를 개발하였다. 이 장치를 이용하여 서로 다른 구조를 가진 두개의 사중극 질량분석기 K-1과 K-2의 질소, 아르곤, 헬륨에 대한 기체감도를 측정하여 비교하였다.

그 결과 질소를 사용했을 때 K-1의 경우 압력 1.3×10^{-7} Pa - 1×10^{-5} Pa 구간에서 감도는 6.3×10^5 - 7.5×10^5 A/Pa 변했으며, K-2는 압력 약 3×10^{-7} Pa까지는 감도의 평균값이 1.15×10^4 A/Pa로 일정하다가 그 이상의 압력 1×10^{-5} Pa까지는 감도가 급격하게 증가하다가 더

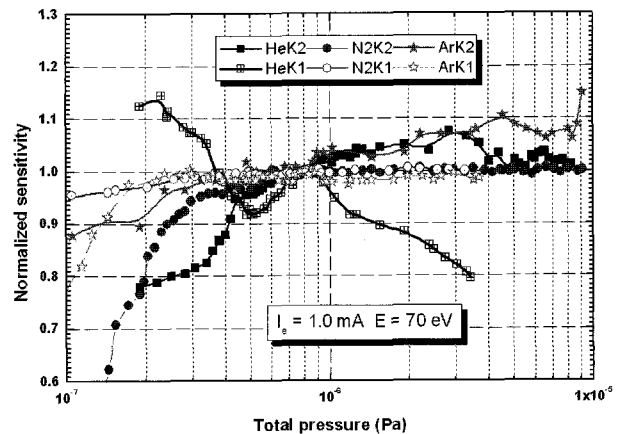


Fig. 9. Normalized sensitivity of helium, argon, and nitrogen according to total pressure for K-1 and K-2. Each curve is normalized to 1 at 8×10^{-7} Pa.

이상 높은 압력에서는 일정한 경향을 보였다. 아르곤 실험 결과 K-1의 경우 압력 2×10^{-7} Pa까지는 감도가 급격하게 증가하다가 그 이상의 압력 1×10^{-5} Pa까지는 평균값 1.44×10^4 A/Pa를 기준으로 분산하였다. 또한 K-2의 감도는 압력이 10^{-7} Pa에서 10^{-5} Pa로 증가함에 따라 일정 비율로 감도가 증가하는 경향을 보였다. 질소나 아르곤에서와는 달리 K-1과 K-2의 헬륨에 대한 기체감도는 2×10^{-7} Pa에서 1×10^{-6} Pa까지 압력을 올리면서 측정된 감도가 K-1의 경우는 서서히 작아졌으나 K-2의 경우는 정반대로 서서히 커지는 특성을 보였다. 그러나 1×10^{-6} Pa 보다 높은 압력에서는 K-1의 경우 감도가 약간 증가하다가 다시 감소하는 추세를 보인 반면 K-2 QMS는 압력이 증가해도 감도 변화는 크지 않고 대체로 일정한 값을 보였다.

기체감도는 구조와 상관없이 기체의 질량이 클수록 높게 나타났고 압력에 따라서도 다른 특성을 보였으므로 정확한 사용을 위해서는 기체감도를 꼭 보정해야 함을 알 수 있었다. 본 연구에서 개발된 부분압 표준기는 앞으로 잔류기체 분석기의 모든 인자에 대한 정량화 평가 및 교정에 활용되어 첨단 진공공정에서 잔류기체조성 분석의 정확도를 높이는 데 다양하게 활용될 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] M. Hoffman, B. Singh, R. A. Outlaw, Handbook of Vacuum Science and Technology, 303-319 (1998).
- [2] INFICON Technical Notes, Partial Pressure Measurements, 1-3 (2006).
- [3] J. A. Basford, L. Lieszkovszky, A. R. Filippelli, D. Boeckmann, E. Ellefson, H. Holkeboer, M. Stupak, Recommended practice for calibration of partial pressure analyzers, J. Vac. Sci. Technol. **A11**, A29-A31 (1993).
- [4] L. Lieszkovszky, A. R. Filippelli, C. R. Tilford, J. Vac. Sci. Technol. **A8**, 3838-3854 (1990).
- [5] D. J. Mitchell, J. Vac. Sci. Technol. **A3(3)**, 527-530 (1985).
- [6] J. A. Basford, J. Vac. Sci. Technol., **A9(3)**, 1991-1993 (1991).
- [7] W. Aberth, C. Spindt, Int. J. Mass Spec. Ion Phys. **25**, 183-198 (1977).
- [8] N. Ogiwara, M. shiho, Vacuum **44**, 661-663 (1993).
- [9] Y. H. Shin, S. S. Hong, C. R. Lee, J. Y. Lim, J. H. Pa, K. H. Chung, J. of Kor. Vac. Soc. **2(1)**, 9-16 (1993).

Development of a Residual Gas Analyzer Calibration System

S. S. Hong*, I. T. Lim and J. T. Kim

Advanced Technology Division, Korea Research Institute of Standards and Science, Daejeon

(Received January 26, 2007)

The Korea Research Institute of Standards and Science (KRISS) has developed a residual gas analyzer (RGA) calibration system and measured gas sensitivities for two different types QMSs using nitrogen, argon, and helium. Different gas sensitivities were identified according to mass and pressure, so it was revealed that the gas sensitivity correction is necessary for proper use of mass spectrometers.

Keywords : Quadrupole mass spectrometer, gas sensitivity, calibration

* [E-mail] sshong@kriss.re.kr