

## 수자식탄산가스분석기의 제작에 대한 연구

량용만, 정철국

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《과학연구기관들과 교육기관들에서 현대적인 검사기술수단, 계량계측수단들을 연구개발하기 위한 사업을 추진하면서 다른 나라들과의 교류와 협조를 통하여 발전된 검사수단들을 적극 받아들이도록 하여야 합니다.》

탄산가스농도를 신속정확히 측정하고 조종하는 문제는 동식물의 생명활동에서 매우 중요하다. 지난 기간 탄산가스분석에는 흡수법이 많이 리용되었지만 최근에는 각종 수감부를 리용한 분석방법[1-4]이 많이 개발리용되고있다.

우리는 고체전해질탄산가스수감부를 리용한 수자식탄산가스분석기를 설계제작하고 그것의 기술적특성을 시험하였다.

### 1. 수자식탄산가스분석기의 구성체계

수자식탄산가스분석기의 구성체계는 그림 1과 같다.

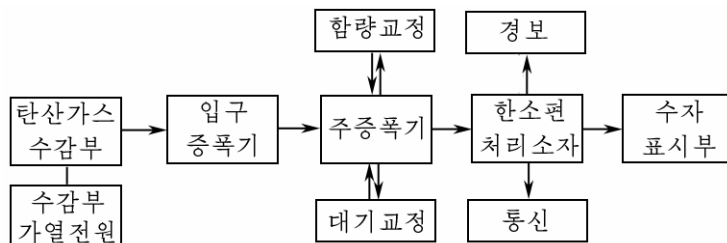
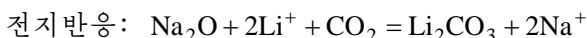
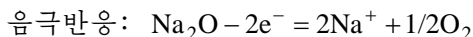
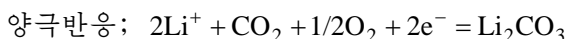


그림 1. 수자식탄산가스분석기의 구성체계

탄산가스수감부로 리용된 고체전해질탄산가스수감부 MG811은 고체전해질전지로서 수감부주변대기속의 탄산가스농도에 의존하는 전동력을 발생시킨다. 고체전해질전지 즉 탄산가스수감부에 CO<sub>2</sub>이 들어오면 다음과 같은 전극반응이 일어난다.[1]



이 고체전해질전지의 전동력  $E$ 는 다음과 같이 표시된다.

$$E = E_c - (RT/2F) \ln P$$

여기서  $E_c$ 는 상수,  $R$ 는 기체상수,  $T$ 는 절대온도,  $F$ 는 파라데이상수,  $P$ 는 CO<sub>2</sub>의 분압이다.

탄산가스수감부는 상온에서는 동작하지 않으며 수백℃로 가열하여야 이온전도성을 띠면서 동작한다. 그림 1의 수감부가열전원은 수감부를 가열하는데 필요한 안정전압을 보장하며 입구증폭기는 탄산가스수감부에서 얻어지는 전동력  $E$ 를 1 900mV까지 증폭하는 기능

을 수행한다. 주증폭기는 입구증폭기출구전압을 한소편처리소자가 요구하는 전압까지 증폭하며 동시에 함량교정과 대기교정을 진행한다. 함량교정에서는 탄산가스표준시료에 의하여 탄산가스분석기가 정확하게 탄산가스농도를 가리키도록 하며 대기교정에서는 탄산가스수감부가 가열되어 충분히 안정된 다음 탄산가스분석기가 대기중의 탄산가스농도(0.04%)를 가리키도록 하는 기능을 수행한다. 보통 함량교정조절기는 내부에, 대기교정조절기는 외부에 설치한다. 한소편처리소자(PIC16F877A)는 주증폭기출구전압을 상사-수자변환하여 탄산가스농도를 수값으로 표시하여주는 한편 탄산가스농도가 0.6%를 넘어서면 경보를 울려 대책을 세우게 하며 이 탄산가스농도값을 상위컴퓨터에 통신하여주는 기능을 수행한다.

## 2. 수자식탄산가스분석기의 제작

그림 1에 기초하여 수자식탄산가스분석기를 설계제작하였다.

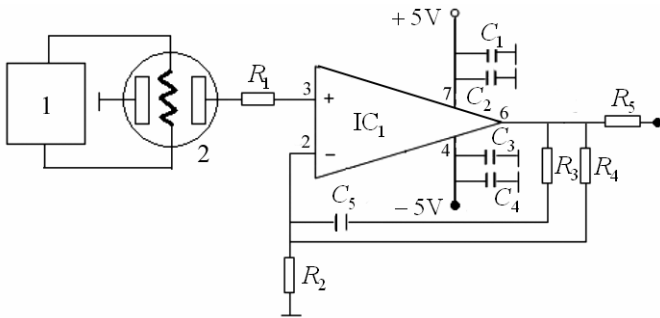


그림 2. 탄산가스수감부와 입구증폭기회로

으로서 집적회로전압안정소자 AN7805와 그 주변요소로 구성되어있으며(그림 3) 출구안정전압은 6.00V, 출구전류는 200mA정도이다. 출구안정전압은 수감부 특성에 따라 5~7V로 조절할수 있다.

주증폭기는 연산증폭기 LM741(IC2와 IC3)과 그 주변요소로 구성되어있다.(그림 4)

탄산가스수감부와 입구증폭기회로는 그림 2와 같다. 입구증폭기는 고성능연산증폭기 CA3140(IC1)을 리용하여 구성하였으며 비반전증폭기로 동작한다. 입구증폭기의 출구전압은 탄산가스함량에 따라 1 900mV-1 300mV에서 변한다. 그림 2에서 블록 2는 고체전해질탄산가스수감부이며 블록 1은 수감부가열안정전원

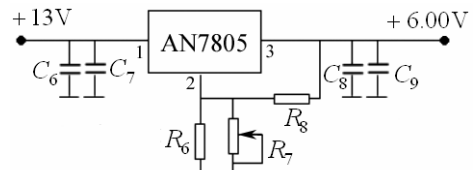


그림 3. 탄산가스수감부가열안정전원회로

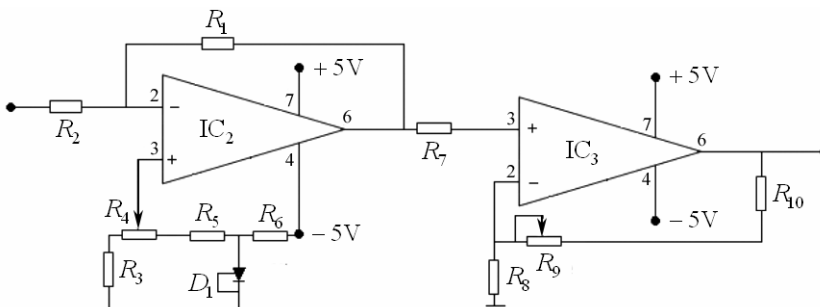


그림 4. 주증폭기회로

그림 4에서  $D_1$ 은 2.5V 집적회로전압안정소자이다.  $R_4$ 는 대기교정조절기,  $R_9$ 는 함량교정조절기이며 반가변저항이다. IC2는 더하기증폭회로로 동작하는데 입구증폭기의 출구전압 1 900mV-1 300mV를 0mV-700mV로 변환하며 IC3은 0mV-700mV의 직류전압을 한소편처리소자가 요구하는 전압까지 증폭하는 기능을 수행한다.

### 3. 수자식탄산가스분석기의 특성검토

설계제작한 수자식탄산가스분석기의 특성을 검토하였다.

수자식탄산가스분석기에서 안정시간에 따르는 입구증폭기의 출구전압변화를 고찰하였다.(그림 5)

그림 5에서 보는바와 같이 입구증폭기의 출구전압은 20min정도 되여야 안정된다. 따라서 수자식탄산가스분석기는 전원을 투입한 상태에서 20min이상 안정화시킨 다음 측정을 진행해야 한다는것을 알수 있다.

수자식탄산가스분석기를 30min동안 안정화시킨 다음 측정시간의 영향을 검토하였다.(그림 6)

그림 6에서 보는바와 같이 수감속도는 비교적 빠르며 측정시간을 5s이상 보장해야 한다는것을 알수 있다.

탄산가스표준시료를 리용하여 탄산가스함량에 따르는 지시값의 변화를 검토하였다.(그림 7)

그림 7에서 보는바와 같이 수자식탄산가스분석기는 탄산가스함량 1%까지 좋은 선형성을 나타낸다. 1%이상에서는 실지 탄산가스함량보다 작게 나타난다. 이로부터 우리가 제작한 수자식탄산가스분석기에 의한 탄산가스함량측정범위는 0~1%라는것을 알수 있다.

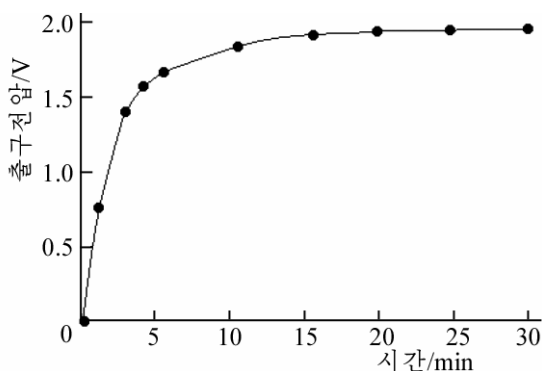


그림 5. 안정시간에 따르는 입구증폭기의 출구전압변화

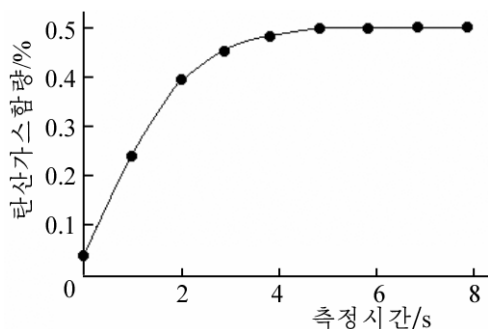


그림 6. 측정시간의 영향

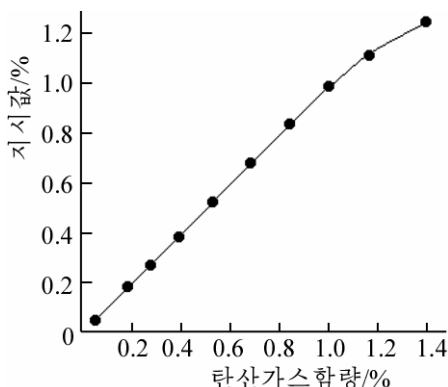


그림 7. 탄산가스함량에 따르는 지시값의 변화

수자식탄산가스분석기로 0.22, 0.54%의 탄산가스표준시료를 측정 한 결과는 표와 같다.

표. 탄산가스함량측정결과

표준시료/%	0.22	0.54
측정결과/%	0.22, 0.23, 0.22, 0.22, 0.23	0.55, 0.54, 0.54, 0.55, 0.55
평균값/%	0.22	0.55

표에서 보는바와 같이 수자식탄산가스분석기로 0.22, 0.54%의 탄산가스표준시료를  $\pm 0.01\%$ 의 정확도로 측정할수 있다는것을 알수 있다.

## 맺 는 말

우리는 고체전해질탄산가스수감부를 리용하여 수자식탄산가스분석기를 설계제작하고 그것의 기술적특성을 시험하였다.

수자식탄산가스분석기의 측정범위는 0~1%이고 측정정확도는  $\pm 0.01\%$ 이다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 63, 1, 56, 주체106(2017).
- [2] 김일성종합대학학보(자연과학), 55, 5, 3, 주체98(2009).
- [3] C. Mborah et al.; Research Journal of Environmental and Earth Science, 2, 4, 254, 2010.
- [4] S. Fujimura et al.; Plant Prod. Sci., 13, 2, 141, 2010.

주체108(2019)년 7월 5일 원고접수

## On the Manufacture of the Digital Carbon Dioxide Analyzer

*Ryang Yong Man, Jong Chol Guk*

We manufactured the digital carbon dioxide analyzer by using the solid electrolyte carbon dioxide sensor and examined its technical characteristics.

The range and precision of measurement of the digital carbon dioxide analyzer are 0~1% and  $\pm 0.01\%$ , respectively.

Key words: carbon dioxide, carbon dioxide sensor