

## 탄산가스수감부의 가열응답특성과 저전력화에 대한 연구

리세진, 우동혁

위대한 령도자 김정일 동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《과학자, 기술자들은 현실에 튼튼히 발을 붙이고 사회주의건설의 실천이 제기하는 문제들을 연구대상으로 삼고 과학연구사업을 진행하여야 하며 연구성과를 생산에 도입하는 데서 나서는 과학기술적문제들을 책임적으로 풀어야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제15권 492페이지)

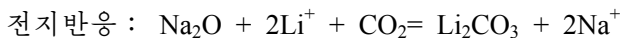
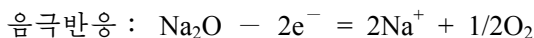
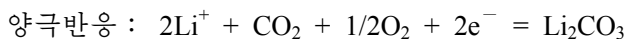
탄산가스수감은 환경보호와 대기연구, 농업생산 등 여러 분야에서 중요하게 제기되는 측정대상중의 하나로서 인민경제에 널리 응용되고있다.[1-3] 가스수감소자들은 자기의 특성상 높은 온도상태에서 동작하게 되어있다. 종전의 탄산가스수감장치들은 탄산가스수감부를 높은 온도로 가열한 상태에서만 측정하도록 설계되어있으므로 탄산가스농도에 대한 환경정보를 실시간적으로 측정하는 우점은 가지고있으나 가스수감소자의 항시적인 가열에 의한 전력소비가 많고 또한 높은 온도조건에서 오랜 시간 연속적인 측정을 진행하는것으로 하여 가스의 흡착중심의 농도가 줄어들어 소자의 수명이 짧아지는 결함을 가지고있다.

우리는 탄산가스수감부 MG811의 응답특성을 분석한데 기초하여 탄산가스측정장치의 저전력화를 실현하였다.

탄산가스측정장치는 탄산가스수감부와 입구저항이 매우 큰 측정용연산증폭기, 한소편 컴퓨터, 표시장치, 전원으로 구성되어있다.

탄산가스수감부로는 MG811을 리용하였다. 이 수감부는 고체전해질전지의 원리를 리용하여 대기중에서 탄산가스의 농도측정에 리용된다.

고체전해질전지는  $\text{Au}|\text{NASICON}||\text{carbonate}|\text{Au}$ 로 구성되어있다. 이 수감부에  $\text{CO}_2$ 이 들어오면 다음과 같은 전극반응이 일어난다.



전지에서 발생하는 전동력  $E$ 는 Nernst의 방정식으로 계산할수 있다.

$$E = C - [(R \times T) / (2F)] \ln P$$

여기서  $P$ 는  $\text{CO}_2$ 의 분압,  $C$ 는 체적상수,  $R$ 는 기체상수,  $T$ 는 절대온도,  $F$ 는 파라데이상수이다.

외부에서 수감부를 가열하여 수감부의 온도를 충분히 높이면 수감부가 전지로 되며 이때 전동력은 옷식으로 표시된다.

전지의 내부저항이 매우 크므로 전동력을 정확히 측정하기 위하여서는 입구저항이  $100\text{G}\Omega$ 이상인 측정증폭기를 리용하여 출구전류의 크기를  $3\text{pA}$ 미만으로 낮추어야 한다.

우리는 마당효과3극소자로 구성된 비반전입구연산증폭기를 리용하였으며 연산증폭기의 입구단자와 수감부의 출구단자의 연결배선을 인쇄기판에서 하지 않고 테플론수지로 완전히 분리하여 전기적인 절연을 보장함으로써 측정증폭기의 입구저항을  $100G\Omega$ 이상으로 되도록 하였다.

한소편컴퓨터로는 STC12C5608AD를 리용하였다. 한소편컴퓨터는 내부에 8개 통로의 10bit AD변환기를 가지고있다. 고저항측정증폭기에 의하여 증폭된 신호는 한소편컴퓨터의 AD변환기를 통하여 수자신호로 변환되어 탄산가스농도를 평가하게 된다. 그리고 3개의 7쪼각LED표시장치로 측정결과를 표시하였다.

탄산가스수감부 MG811의 수감특성은 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는바와 같이 MG811은 다른 기체들의 영향을 거의나 받지 않고 탄산가스의 농도만을 정확히 측정할수 있는 안정한 수감부이다. 그리고 온도와 습도에 따르는 오차도 크지 않으므로 상대적으로 측정장치를 간단히 구성할수 있다.

MG811은 가열된 상태에서 탄산가스의 농도가 변하면 3s정도에서 응답하여 5s가 지나면 신호가 안정하게 되며 탄산가스의 농도가 원래대로 돌아가면 5s내에 응답이 회복된다.

MG811은 다른 기체수감부들에 비하여 응답 및 회복특성이 상대적으로 빠르고 안정한 특성을 가진다. 그러나 항시적으로 MG811을 높은 온도상태로 유지하는것은 전력소비를 크게 하고 소자의 안정한 동작에 영향을 미친다.

우리는 MG811의 열적응답특성을 측정하고 수감부의 열적안정화구역을 확정하여 수감부의 가열시간을 짧게 하면서도 측정이 정확히 진행되도록 하였다.

MG811은  $30\Omega$ 의 자체가열저항을 가지고있으므로 전류안정회로를 통하여 200mA의 안정한 직류를 공급하여 1.2W의 출력으로 가열하였다.

방안온도에서 측정온도까지 가열할 때의 응답특성을 그림 2에 보여주었다.

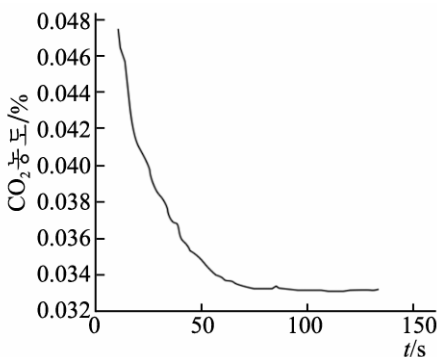


그림 2. MG811의 가열응답특성

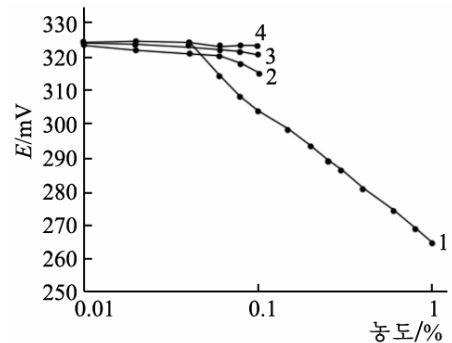


그림 1. MG811의 수감특성  
1-CO<sub>2</sub>, 2-CO, 3-C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, 4-CH<sub>4</sub>

그림 2에서 보는바와 같이 1min정도에서 출력신호가 안정되기 시작하여 1min 30s에 완전히 안정화된다. 따라서 가열기를 가열하여 1min 30s가 지난 후에 측정증폭기의 출력신호를 AD변환하고 10번 측정한 결과가 4bit의 오차범위에 있으면 신호가 안정되었다고 보고 가열을 중지하며 측정결과를 현시한다. 탄산가스수감부의 가열응답특성에 대한 연구와 현실에서 탄산가스농도가 매우 느리게 변한다는데 기초하여 30min에 한번씩 탄산가스수감부를 가열하여 가스농도를 측정하였다.

이 설정에서 온실의 하루 탄산가스농도를 측정한 결과는 그림 3과 같다.

그림 3에서 보는바와 같이 저전력화를 실현한 장치에서도 탄산가스농도측정이 정확히 진행되었다.

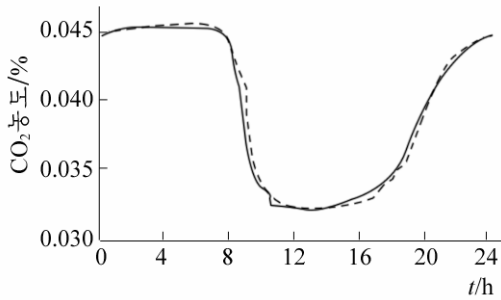


그림 3. MG811로 측정한 온실의 하루 탄산가스농도측정결과  
실선—제안된 장치, 점선—종전장치

## 맺는 말

우리는 MG811을 탄산가스수감부로 설정하고 그 가열응답특성을 연구하였다.

수감부가열시간을 100s정도로 짧게 설정한 상태에서 측정하도록 장치를 설계하여 탄산가스 농도를 충분한 정확도로 평가하면서도 소비전력을 줄이고 수감부의 수명을 최대한 늘일수 있게 하였다.

## 참고 문헌

- [1] I. V. Saradhi et al.; International Journal of Civil and Environmental Engineering, 1, 3, 57, 2009.
- [2] C. Mborah et al.; Research Journal of Environmental and Earth Sciences, 2, 4, 245, 2010.
- [3] S. Fujimura et al.; Plant Prod. Sci., 13, 2, 141, 2010.

주체105(2016)년 9월 5일 원고접수

## On Heating Response Characteristics of Carbon Dioxide Sensor and Power Consumption Reduction

*Ri Se Jin, U Tong Hyok*

We chose MG811 as a CO<sub>2</sub> sensor and studied its heating response characteristics. And we maintained high measurement accuracy of CO<sub>2</sub> density as well as reduced its power consumption and suggested a method to prolong its lifetime by designing the sensor of which heating time is set to 100 seconds at most.

Key words: CO<sub>2</sub> sensor, consumed power, gas sensor, life time