

# 화염의 전기전도도를 이용한 공연비 측정에 관한 연구

김대해\* · 김세원\* · 이창엽\*\*

## The study of air fuel ratio measurement using the electric conductivity in flame

Daehae Kim\*, SeWon Kim\*\*, Changyeop Lee\*\*

### 1. INTRODUCTION

본 연구는 Flame Ionization을 이용하여 Metal Fiber Burner의 화염 내 발생하는 전기적 특성을 파악하고 이러한 전기적 특성과 공연비와의 상관관계를 분석하였다. 화염 속 연료와 산화제가 만나 반응하는 Mechanism에서 형성되는 반응물들이 가지고 있는 전하량을 측정하는 연구들이 활발히 진행되고 있으며 Flame Ionization을 이용한 연구들도 많이 진행되고 있다. 이러한 방식들은 대부분 화염 안에 생성되는 반응물들의 이온 전류를 측정한다.<sup>(1)</sup> 또한 가스 샘플을 분석하거나 산업 실험용으로 사용되기도 하며, 화학 위험이나 유출 및 환경 모니터링을 식별하기 위해 사용되기도 한다.<sup>(2,3)</sup> 그리고 소형 FID와 같은 경우 예혼합 화염보다 확산화염에서 일반적으로 많은 제어가 가능하며 안정적인 결과를 얻을 수 있다고 정의되어 있다.<sup>(4)</sup>

본 연구에서는 Metal Fiber Burner의 예혼합 화염속에 생성되는 반응물들의 이온 전류를 측정하였으며 이를 이용한 공연비 분석을 진행하였다.

### 2. EXPERIMENTAL PROCEDURE

#### 2.1 Experimental Apparatus

본 연구는 Metal Fiber Burner를 이용하여 실험하였으며 이 버너는 금속 섬유를 이용하여 평면 예혼합 화염을 형성하여 만든 버너로 평면화염 형태로서 상향, 하향, 측향 어느 위치에서나 안정된 화염 형태를 띠고 있고 어떤 모양이나 버너 제작이 가능하다는 이점이 있다. 반면에 평면 화염에서 관찰되는 적색의 적열화염 모드에 의하여 버너 외부로서의 열손실에 따라서 온도가 낮고 적열모드의 형성에 따라 메탈화이버 재질의 팽창에 의한 화염형태의 변화 및 내구성 저하

될 수 있는 단점이 있다.<sup>(5)</sup>

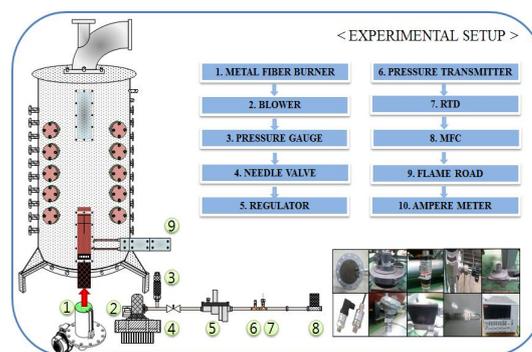


Fig. 1 Schematic diagram of experiment setup

이러한 버너를 수직형 연소로 하단부에 부착하여 화염이 상향으로 발생 되도록 하였다. 버너로부터 각각 필요한 계측기들을 장착하고 R-Type, K-Type TC 8개를 수직로 하단부터 상단부까지 일정하게 설치하여 로 내 온도를 파악하였다. 기본적으로 실험에 필요한 시스템은 Fig. 1과 같고 Fig. 2는 실제 제작 및 실험한 장치를 나타낸다.



Fig. 2 The picture of experiment apparatus

\* 한국생산기술연구원

† 연락저자, cylee@kitech.re.kr

TEL : (041)589-8414 FAX : (041)-589-8548

본 연구에는 화염 내 전기적 특성 즉 전기전도도를 파악하기 위한 Flame Ionization Detector(FID)를 자체 제작하였으며 SUS 재질의 Plate와 Electrode bar 역할을 하는 순동 및 SUS의 집합체, 내부 동일한 온도 조건을 형성시키기 위한 공랭식 냉각 시스템, R-type TC등이 포함된다. Fig. 3은 자체 제작한 FID를 나타내며 Table. 1은 FID의 기본적인 사양을 나타낸다.

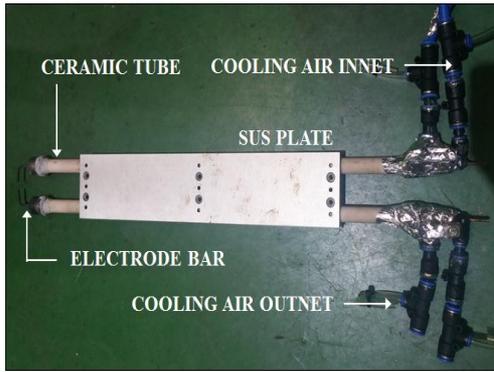


Fig. 3 The picture of Flame ionization detector

TABLE. 1 Flame ionization detector property

ELECTRODE BAR		
Length	590	mm
Width	3	∅
CERAMIC TUBE 1/2		
Length	500/510	mm
Width	15/7.2	∅
SUS PLATE		
Length	340*70	mm
Width	20	mm

CERAMIC TUBE 내부는 이중관 형태의 크기가 작은 CERAMIC TUBE가 들어있고 그 안으로 SUS와 순동의 집합체인 전극봉이 삽입 되어 있다. 그리고 이 전극봉과 각 TUBE 사이로 냉각 공기가 유동하도록 설계되어 있다.

2.2 Experimental Method

본 연구의 실험 방법으로는 우선 연료는 LNG를 사용하며 수직로 하단부에 설치한 Burner에 유동하는 연료량은 약 30~34LPM으로 18000m<sup>3</sup>/hr의 연료가 유입되고 있는 상태의 화염에서 O2 농도를 변화시킨다. 그리고 Voltage source를

이용하여 최대 전압 500V가 흐르도록 설정한 뒤 이온화 검출기 양극을 화염 내부에 삽입하며 Ammeter를 이용하여 측정하였다. 화염으로부터 거리 또한 변화하여 실험하였다. 마지막으로 Flame Ionization Detector(FID)의 양극을 서로 마주보도록 설계 제작한 Electrode bar 5mm 간격의 차이에 따라 측정되는 전하량을 파악하였으며 Table. 2는 전체적인 실험 조건을 나타낸다. 실험 데이터 수집은 Agilent사의 34970A 모델을 사용하였으며 프로그램은 NI사의 LABVIEW를 이용하였으며 Fig. 4와 같다.

TABLE. 2 Experiment condition

METER FIBER BURNER		
LNG FLOW RATE :		
32~34LPM(average 18,000m <sup>3</sup> /hr)		
PARAMETER	VALUE	UNIT
O2 Concentration	2,3,4,5,6	%
Distance of Electrode bar	2, 7, 12	mm
Distance from flame	10, 100	mm



Fig. 4 LABVIEW & Agilent and Ammeter

후 기

본 연구는 한국동서발전과 한국생산기술연구원의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다.

참고 문헌

[1] C. Washburn, M.W. Moorman, T.W. Hamilton, A.L. Robinson, C. Mowry, R.G. Manley, G. Shelmidine, R.P. Manginell, Micro-flame ionization detection using a catalytic micro-combustor, in: Proceedings of

IEEE Sensors, 2005, pp. 322-325.

[2] T.C. Hayward, K.B. Thurbide, Carbon response characteristics of a micro-flame ionization detector, *Talanta* 73 (9/30) (2007) 583-588.

[3] T.C. Hayward, K.B. Thurbide, Novel on-column and inverted operating modes of a microcounter-current flame ionization detector, *Journal of Chromatography A* 1200 (7/18) (2008) 2-7.

[4] M. Moorman, R.P. Manginell, C. Colburn, D. Mowery-Evans, P.G. Clem, N. Bell, L.F. Anderson, Microcombustor array and micro-flame ionization detector for hydrocarbon detection, in: *Proceedings of SPIE: The International Society for Optical Engineering*, 2003, pp. 40-50.

[5] junyoung, Jeong and yongmo, Kim "Numerical study of flame structure and emission characteristics in metal fiber burners., Vol. 16, 2011, pp27-32