

# 제30회 한국광학회 정기총회 및 2019 동계학술발표회

## OptoWin 2019 광산업전시회

일시 **2019년 2월 20일(수)~22일(금)**  
장소 강원도 횡성 웰리힐리파크  
논문접수 : 2018년 11월 5일(월) ~ 12월 14일(금)  
사전등록 : 2018년 12월 3일(월) ~ 2019년 1월 25일(금)  
전시 및 광고 신청 : 한국광학회 홈페이지 참조  
<http://osk.or.kr>

주최 사단법인 한국광학회  
후원 GWCVB 강원국제회의센터



세션	코드	세션명	
	W1G-I	광과학 I	
좌장	이름	소속	
	김명기	고려대학교	
논문번호	발표시간	발표자	발표초록
<a href="#">W1G-I-1</a>	2019-02-20 13:30	이한석	On-chip high-Q resonators based on chalcogenide glass and their applications
<a href="#">W1G-I-2</a>	2019-02-20 14:00	김대곤	High-Q Chalcogenide Glass Microcavities for Low-Power Stimulated Brillouin Lasers on a Silicon Chip
<a href="#">W1G-I-3</a>	2019-02-20 14:15	Yildiz Muhammed Kaan	Ultra-high-Q microtoroid resonators with embedded diamond color centers
<a href="#">W1G-I-4</a>	2019-02-20 14:30	류지훈	<b>A simple approach for estimating the aging effects of pyrotechnic materials through detecting the ZrO molecular band signals via laser-induced breakdown spectroscopy (LIBS)</b>
<a href="#">W1G-I-5</a>	2019-02-20 14:45	배리진	Transportation of relativistic electron bunches in thin foil targets irradiated by ultraintense laser
닫기			

세션	코드	세션명	
	F2D-I	광과학 IV	
좌장	이름	소속	
	공수현	고려대학교	
논문번호	발표시간	발표자	발표초록
<a href="#">F2D-I-1</a>	2019-02-22 10:45	양준호	Double pulsed Raman-LIPS(laser induced plasma spectroscopy) system for space exploration at very low pressure condition
<a href="#">F2D-I-2</a>	2019-02-22 11:00	김예슬	Label-free bio-sensing based on active nano-slot resonators in microfluidic circuits
<a href="#">닫기</a>			

# A simple approach for estimating the aging effects of pyrotechnic materials through detecting the ZrO molecular band signals via laser-induced breakdown spectroscopy (LIBS)

류지훈, 양준호, 여재익\*  
서울대학교 기계항공공학부 우주항공공학과  
\*jjyoh@snu.ac.kr

**Abstract**— This paper presents a simple approach to understand the degree of oxidation for pyrotechnic substances containing Zr through measuring the ZrO molecular band signal via laser-induced breakdown spectroscopy (LIBS).

## I. 서론 및 배경

레이저 유도 파괴 분광법 (LIBS)은 플라즈마에서 방출되는 빛으로부터 스펙트럼 정보를 얻을 수 있는 원소 검출을 위한 유용한 분광 기술이다. LIBS는 성분의 식별을 위해 화학적 전처리 없이 소량의 시료만을 필요로 할뿐더러, 높은 검출 감도, 원거리 분석 및 실시간 분석이 가능하여 여러 응용 분야에 활용될 수 있다.

플라즈마의 스펙트럼 정보는 원자 및 분자에 따라 다르게 제공된다. 본래 원자의 구성을 분석하는 용도로만 사용되었던 LIBS는 상대적으로 복잡하지 않은 분자에 대해서 분석되고 있다. 분자는 원소들 사이의 다양한 형태의 결합을 통해 원자 간 거리를 구성하며 일련의 전F자, 진동 및 회전 에너지로 분류되어 분석될 수 있다. 이 때, 분자의 스펙트럼은 구성 원자와는 구별되는 파장대에서 band형태의 스펙트럼 정보를 제공한다 [1].

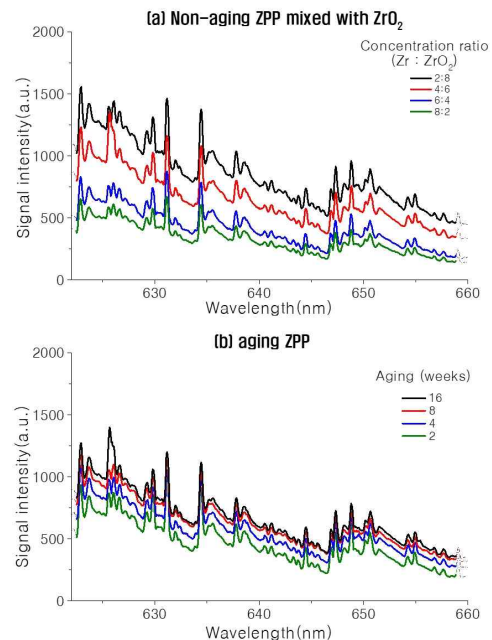
지르코늄 (Zr)은 분말 형태에서 폭발성을 가지는 유용한 점화장치재료이다. 그러나, Zr의 높은 전자 친화력은 산소를 흡착시켜 ZrO<sub>2</sub>의 얇은 산화막을 발생시킨다. 그 후, 산화물 층은 시간 경과에 따라 점차 두꺼워지며 습기 및 산화제의 존재에 의해 더욱 가속화되어 점화 장치의 폭발 성능을 현저하게 저하시킨다 [2].

본 연구는 LIBS를 통해 Zr과 ZrO<sub>2</sub>에서 발생하는 ZrO band 신호를 분석하여 Zr의 산화 정도의 파악으로 인한 점화 장치의 성능을 정량적으로 측정하고자 한다.

## II. 연구 내용 및 결과

그림 1은 점화물질인 ZPP에 대한 ZrO band 스펙트럼의 결과를 보여준다. ZrO  $\alpha(0,0)$  band의  $b^3\Phi_4-a^3\Delta_3$ ,  $b^3\Phi_3-a^3\Delta_2$ ,  $b^3\Phi_2-a^3\Delta_1$  subsystem에 대한 ZrO의 전이가 뚜렷하게 관측되었다. 스펙트럼은 100번의 레이저 샷을 평균내어 계산하였고, average filter를 통한 denoise method를 적용한 결과이다. Zr:ZrO<sub>2</sub> ratio의 변화에 따라 노화되지 않은 ZPP에

ZrO<sub>2</sub>를 순차적으로 첨가시켜 함량의 기준이 되는 선을 구축하였다. 여기에 실제 열/수분 노화가 2, 4, 8, 16주로 진행된 샘플에 대한 값과 비교하여 실제 노화 샘플의 산화 정도를 파악할 수 있었다.



[그림 1] The spectra of ZPP (a) Non-aging ZPP with added ZrO<sub>2</sub>, (b) aging ZPP.

## 사사

본 연구는 미래창조과학부의 National Space Lab(2014 M1A2A2A02034903)의 지원과 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(NRF-2016R1D1A1A02937421)입니다. 추가적으로, Hanwha Yeosu Grant(2018)의 추가 지원이 이루어졌습니다.

## 참고문헌

- [1] M. Lax, and J. Chem., "The Franck-Condon principle and its application to crystals", The Journal of Chemical Physics, vol. 20, pp.1752-1760, 1952.
- [2] R. H. Nielsen, and G. Wilfing, "Zirconium and zirconium compounds, in: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry", Wiley, pp. 753 - 778, 2012