

# 21세기 광자기술의 현황과 미래 전망

김 남 / IPTC 조직위원회 간사, 충북대 교수

한국광학회는 2003년 9월 2일부터 4일까지 3일간 광자기술 분야 국제 최고급 저명 인사를 대거 초청하여, "21세기 광자 기술의 현황과 미래" 라는 주제로 "제3회 광자기술국제 학술대회(IPTC 2003 : International Photonics Technology Conference)"를 개최하였다. 이 학술대회는 2001년 1회 개최 이후 세 번째 열리는 국제적 행사로서, 국제광산업전시회와 병행하는 핵심 학술 행사이다.



본 학술대회에는 국내외의 저명한 광자공학기술 전문가 17명이 초청되어 세계의 광산업 동향 및 분야별 신기술에 대한 발표를 통해 21세기 광자기술의 현황과 미래를 조명할 수 있는 소중한 시간이었다. 주요내용은 세계 광산업동향, 광자기술 단기강좌, 광자기술 특강, 초청논문 등 4개 분야로 진행되었으며, 해외 초청 연사로는 T. Ikegami 박사(Aizu 대학 총장), M. C. Richardson 교수, J. Cao 박사(중국 CAS 부회장), Pochi Yeh(미국 산타바바라 대학 교수), P. Hernday 박사(Fiber Optic Measurement Training and Consulting, 전 Agilent), B. Drevillon 박사(프랑스 Ecole Polytechnique), Alan Cheville 교수(미국 Oklahoma 대학), J. Zhang 교수(중국 Chinese academy of science), B. Sartorius 박사(독일,

Heinrich-Hertz Industry), M. Notomi 박사(일본 NTT corp.), R. A. Norwood 박사(미국 Photon-X), B. Luther-Davies 교수(호주, 호주국립대), H. S. Kwok 교수(Hong Kong Univ. of Science and Technology), K. Itoh 교수(일본 Osaka Univ.) 등 총 14명이고, 국내에서도 광분야에서 세계적인 명성을 가지고 있는 최상삼 박사(한국광기술원 원장), 이형재교수(전북대), 이용희교수(KAIST) 등 3명이 연사로 발표하였다.

이번 학술대회의 중심 주제는 앞서 말한바 "21세기 광자기술의 현황과 미래" 로써, "20세기 전자시대"를 넘어설 "21세기 광자시대"를 준비하는데 있어서 현재까지의 연구개발 단계는 어느 정도이며, 향후 어떠한 연구개발을 수행할 것인가 하는 것이 주요 주제이다. 광통신, 광



네트워크, 광시스템, 광부품 등 핵심기술에 있어서, 북미, 유럽, 아·태 지역의 세계적 산업, 시장, 기술 현황을 조망하면서, 21세기의 핵심이 될 기술과 산업에 대한 학술적 평가와 발전 전망을 종합적으로 다루었다. 또한, 이 대회는 우리나라 광산업의 현주소를 세계 광산업에 비추어 볼 수 있는 조망도 제공함으로써 향후 국내 광산업 발전의 방향을 제시하는 중요한 계기가 되었다. 광네트워크, 광시스템, 광섬유, 평면형 광자회로, 파장분할기술, 레이저 응용, 박막, 정밀광학, 정밀 측정 등 세계적 현행 기술은 물론, MEMS, 폴리머 광자기술, 광자 밴드갭, 마이크로/나노/양자 광자기술에 이르기까지 전반적인 현황 및 미래 기술과 산업을 종합적으로 다룸으로써, 원리와 응용, 마이크로와 매크로, 현재와 미래, 한국과 세계를 한 눈에 파악할 수 있는 기회를 제공하였다.

본 학술대회는 현행 기술, 산업, 벤처인 뿐만이 아니라, 미래를 계획하는 산업, 기술, 벤처, 학생, 학자, 정부, 정책 관련 모든 사람들에게 매우 중요한 시간이었으며, 현재 한국이 직면해 있는 광자 기술의 현황을 파악하고 21세기 광자산업을 기획하고, 준비하는데 있어서 중요한 학문적 기반을 제공해 주었다는 데서 중요한 의미를 갖을 것이다. 강

연 내용을 요약하면 다음과 같다.

우선 첫 번째 기조연설을 해준 Tetsuhiko Ikegami 박사는 “Divergence in application and divergence in technology - What shall we do?” 라는 주제로 이동통신, PC, PDA, DVD, ITS(intelligent transport system), Robotics, UWB 등의 발전에 따라 세계가 직면하고 있는 기술적 진화 및 방향에 대한 현황을 발표하였다. Ikegami 박사는 일본 Aizu 대학의 총장으로 세계 최고급의 과학자다운 기조강연을 이끌뿐 아니라, 본 학술대회의 서두를 이끌어낼 중요한 강연이었다.

다음, 미국 Florida 대학 교수 Martin C. Richardson 박사는 “Towards the fabrication of photonic devices using ablation and optical-property modification of transparent materials with femtosecond lasers” 라는 주제로 세가지의 서로 다른 형태의 femtosecond laser를 이용한 다양한 광학적 응용에 대한 전반적인 흐름을 제시했다. 특히, 광 결정, 데이터 저장, 도파로 제작, 단일모드 커플러 등과 같은 다양한 응용분야에 적용되는 femtosecond laser micro-machining 기술에 대한 소개를 통해, 현재 국내의 연구개발 수준을 한단계 끌어올릴 수 있는 계기를 제공하였다.

중국 CAS(Chinese Academy of Science) 부회장이인 Jianlin Cao 박사는 “The current state and progress of optoelectronics in China” 라는 주제로 발표하였으며, 중국의 광전자 기술의 발전 방향, 산업체 현황 및 정부의 정책 등에 대한 조명 뿐 아니라, 한국과 중국간의 기술적 학술적 협조 방안에 대한 제안을 통해 향후 국내 광산업 발전을 위한 국제 공동 연구 방안을 고려할 수 있는 강연이었으며, 중국의 발전 전략 및 방향의 전반적 이해를 통한 국내 광산업 발전과의 차이를 가늠할 수 있는 유용한 강연이었다.

이번 학술대회에 발표할 세명의 국내연사중 첫 번째로 발표한 한국광기술원 원장이인 최상삼 박사는 “Global optical communications and semiconductor LED/LD market status and technology trends” 라는 주제를 통해 광통신 분야와 관련된 소자 및 시스템의 시장 동향 및 현황에 대한 심도있는 강연을 하였다. 또한, 현재 칩제기에 들어있는 광통신 관련 시장에 대한 정확한 현황과 향후 전망을 제시함으로써 광산업체 및 이와 관련된 연구 과학자들의 궁금증을 해소할 수 있는 아주 유익한 시간을 제공하였다.

학술대회 첫날의 마지막 연설을 해준 미국 Santa Barbara 대학의 Pochi Yeh 교수는 광신호처리 분야에서 세계적으로 널리 알려진 과학자로서 “Photonics and lightwave technology for DWDM optical network” 주제로 40분간 발표하였으며, 현재 이용되는 광통신 네트워크와 기술 발전의 역사적 흐름에 대한 내용을 바탕으로, DWDM 시스템에서 필수적으로 요구되는 파장선택 소자에 대한 기술적 방법 및 기술 개발 현황에 대한 집중적 조명을 통해 향후 국내의 기술 개발 방향을 결정하는데 도움을 줄 수 있을 강연이었다.

본 학술대회에서 기획한 두개의 단기강좌중 첫 번째 단기강좌를 발표한 P. Hernday 박사는 “Polarization mode dispersion(PMD) : Characteristic, measurement, evaluation and compensation” 의 주제로 고속 디지털 통신 시스템의 속도한계를 결정하는 편광모드 분산에 대한 기초이론, 특성, 측정방법, 평가방법 및 보상 기술에 대한 전반적인 강연을 통해 고속 광전송 기술의 한계 및 극복방안에 대한 솔루션을 접할 수 있는 매우 중요한 체크 포인트를 제공하였다.

프랑스 Ecole Polytechnique 사의 Bernard Drevillon 박사는 “Recent instrumental developments in polarimetric characterization” 주제로 발표하였다. 현재 반도체 매질의 특성을 결정하는데 사용하는 spectroscopic ellipsometry(SE)의 다양한 문제점을 극복할 수 있는 Mueller ellipsometry(MS)에 대한 일반적인 설계 방법을 바탕으로해 가장 최근 검증한 액정(liquid crystal) 편광 변조기에 사용될 수 있는 다양한 방법들에 대해 강연하였다. 특히, ME를 이용해 SE를 사용한 경우에 비해 매우 우수한 정확도와 1nm 이하의 해상도를 갖는 고속 측정 기술을 제공할 수 있는 기술적 방법을 소개하면서, 향후 실리콘 웨이퍼상의 박막 필름이나 실리콘 기반 회절격자의 상업적 응용에 대한 조명을 통해 그 적용 방안을 제시하는 강연이었다.

미국 오클라호마 대학의 Alan Cheville 박사는 “Spatio-temporal ultrafast THz spectroscopy” 의 주제로서 THz의 광펄스를 사용한 광 리소그래피 기술의 현황, 한계 및 문제점에 대한 분석을 제공하며, 광 전송시 발생하는 파형 변형의 측정 및 한계에 대해 발표하였다. 따라서 pico-second 이하의 광 펄스를 사용한 다양한 응용기술 및 한계에 대한 기술

현황을 쉽게 파악할 수 있는 유용한 강연이 되었다.

전북대학교의 이형재 박사는 “Various InGaN/GaN quantum-wells and the related GaN-based light emitting diodes” 의 주제로서, LED 방사에 필수적인 quantum disk(QD)에 대한 결과와 이를 위한 InGaN/GaN quantum well의 다양한 구조에 대한 국내의 연구결과를 발표하였으며, 다양한 형태의 구조에서의 레이저 방사에 대한 결과를 제시함으로써 현재 국내 레이저 관련 기술의 현황을 쉽게 접할 수 있는 강연이었다.

중국 Chinese academy of Science 의 Jie Zhang 박사는 “Recent progress on high field physics at IoP, CAS” 라는 주제로 발표하였다. 본 강연에서는 고에너지의 레이저 펄스의 상호작용을 이용해 hot electron의 발생 및 전파에 대한 내용을 중심으로 해서 다른 길이에 대한 흡수 메커니즘을 명확하게 처음 규명한 이론 및 실험 결과에 대해 토의하였다. 또한, femtosecond의 고출력 레이저 펄스의 공간 전파에 대한 연구결과 및 수 킬로미터 이상의 전송 결과에 대한 다양한 논의를 통해 최근 중국에서 이루어지고 있는 다양한 연구결과를 접할 수 있는 시간이 되었다.

독일의 Bernd Sartorius 박사는 “Self-pulsating DFB lasers and their applications in all-optical signal processing” 주제로 강연하였으며, 전광 신호처리 소자가 Global optical network의 필수적으로 요구된다는 모토아래 Self-pumping DFB 레이저 및 전광학적 처리를 통한 응용 기술에 대한 폭넓은 분야에 대해 발표하였다. 또한, 전광학적 3-R(Re-amplification, Re-timing, Re-shaping)이 광 네트워크에서 가장 중요한 요구사항임을 제시하며 이러한 기술이 프랑스의 기술적 파트너인 Alcatel 과 함께 수행한 10,000 km 전송 실험 결과 및 이외의 다양한 연구결과를 제시한다.

일본 NTT의 Masaya Notomi 박사는 “Photonic bandgap waveguide and resonators” 라는 주제로 광 밴드갭에 기초한 광결정을 이용해 제작된 다양한 형태의 도파로 및 공진기에 대해 논하며 이러한 도파로 및 공진기의 제작, 설계 및 측정 기술에 대한 논의를 통해 향후 집적화된 광회로 및 소자에 대한 기초 기반 기술을 쉽게 접할 수 있는 기회를 제공하였다.

미국 Photon-X의 Robert A. Norwood 박사는 “Polymer



integrated optics: Toward large scale integration”의 주제로 폴리머 substrate에 기반한 집적화 기술에 대한 다양한 연구 결과에 대해 논하였다. 또한, 현재 Photon-X에서 수행하고 있는 소자의 연구결과를 통해 WDM 광통신 기술에 적용할 수 있는 집적화된 폴리머 기반 소자의 적용현황 및 향후 전망을 제시하는 유익한 강연이었다.

본 학술대회의 마지막날인 9월 4일, 호주 국립대학교의 Bary Luther-Davies 교수는 “Emerging materials for planar waveguide technology”의 주제로 2시간 동안 단기강좌를 진행하였으며, 향후 전송 네트워크의 백본망에서는 40Gbps 이상의 전송속도와 전광학적인 처리가 필수적으로 요구될 것이라는 기본적인 모토 아래 다중화 및 역다중화, 그리고 reshaping 등의 동작을 수행할 수 있는 다양한 연구결과를 발표하였으며, 이를 위한 평면 광 집적회로(PICs: Planar photonic integrated circuits)의 개발 현황 및 전망에 대해 토의하는 유익한 자리를 제공하였다.

중국 Hong Kong University of Science and Technology 의 Hoi S. Kwok 교수는 “Silicon microdisplay technology”라는 주제로 실리콘 기반 반사형 마이크로 디스플레이 광학 기술에 대한 전반적인 기술 현황 및 전망에 대해 발표하였다. 이러한 마이크로 디스플레이 기술을 이용해 안경 형태의 디스플레이 기술뿐만 아니라 프로젝션 엔진 설계 및 구현 기술을 제공하며, 이러한 디스플레이 장치의 상용화에 요구되는 최적화된 광 소자의 개발을 중심으로 강연이 진행되었다.

한국 과학기술원(KAIST)의 이용희 교수는 “Two-dimensional photonic crystal laser”라는 주제로 Photonic crystal laser에 대한 이론 및 제작 기술에 대한 심도있는 발표를 진

행하였으며, 현재까지 이루어진 국내외의 다양한 연구결과 및 향후 전망을 제시함으로써, 이에 대한 현황 및 미래를 쉽게 파악할 수 있는 기회를 제공하였다.

일본 오사카 대학의 Kazuyoshi Itoh 교수는 “Fabrication of micro-photon components in silica glass with femtosecond laser pulses”라는 주제로 본 학술대회의 마지막 강연을 하였는데 본 강연에서는 femtosecond 레이저 펄스를 발생시키기 위해 요구되는 광 소자의 설계, 제작, 평가 기술에 대해 논하였으며, 현재까지 개발한 다양한 형태의 연구결과 및 응용에 대해 제시하였다. 그 응용으로서는 3차원 방향성 결합기, 브래그 회절격자, 위상형 프레넬 존 플레이트 등의 제작 뿐 아니라, 마이크로 단위의 홀 제작을 위한 기술 및 실험 결과를 제시함으로써 다양한 응용기술에 대한 폭넓은 강연이 진행되었다.

이번 학술대회는 매일 수백명 이상의 국내외 광 전문가들이 발표를 경청할 기회를 제공하였으며 진지하고 열의 있는 학술 교류가 진행되었다. 한국광학회가 기획·조직·운영한 이번 학술 행사는 한국광학학술의 국제적 위상을 다시 한번 확인하고, 광산업의 학술적 기반을 잘 다져 주면서 미래를 위한 전망과 그에 따른 준비를 잘 정리해 줄 수 있는 기회를 제공한다는 점에서 중요한 의미를 평가 받았다.

이번 학술대회는 이를 총괄한 홍경희 광학회장을 비롯하여 대회조직위원장 김재창 교수(부산대), 프로그램위원장 김상열 교수(아주대) 김남 교수(충북대), 우정원 교수(이화여대), 윤태훈 교수(부산대), 정영주 교수(광주과기원), 박승한 교수(연세대), 정영철 교수(광운대), 정종득 팀장(KAPID), 강민호 교수(ICU), 김부균 교수(송실대), 김선호 박사(KIST), 박진우 교수(고려대), 박동욱 교수(홍익대), 엄진섭 교수(강원대), 이번 박사(ETRI), 이병호 교수(서울대), 이용탁 교수(광주과기원), 이일항 교수(인하대), 최우영 교수(연세대), 이상민 교수(아주대) 등 여러분의 헌신적인 노고와 노력으로 이루어졌으며, 무엇보다도 산업자원부와 한국광산업진흥회(KAPID)의 한국 광산업 세계화 의지와 뒷받침으로 이루어진 것임을 밝혀 둔다. 내년에도 멋진 국제 학술행사가 열릴 것을 기원하면서 제3회 국제 광자기술 학술대회(IPTC 2003)에 대한 정리를 마친다.