광파 및 광자공학 기술(서문)

李 一 恒
韓國電子通信研究所 研究委員

현재 우리가 살고 있는 정보통신 사회는 정보와 통신의 두가지로 구성되어 있으며, 역사적 안목에서 볼 때, 몇차례의 진화적 변천(evolutionary change)과 혁신적 변천(revolutionary change)을 통하여 형성되어져 왔다. 즉, 그림 1에서 보는 바와 같이, 19세기 이전까지는 대부분의 계산과 신호처리는 기계적 방법을 이용하였다. 기계식 타자기, 수동식 가격 계산기, 수신호(semaphore)등을 대표적인 예로 볼 수 있다. 그러나 이들은 전기의 발명으로 인하여 차츰 전기적 계산 또는 전기적 신호처리로 바뀌기 시작했다. 전동식 타자기, 모스(Morse) 부호, 전보등이 이 부류에 들어간다고 보겠다. 그러나 그후 전자의 발견으로 인하여 전기적 작용은 전자식 방법들로 대치되기 시작하였고, 이 전자적 시대는 진공관 시대를 거쳐 고체 반도체를 통한 정보통신 사회의 근간을 이루게 되었다. 이 변천적 과정에서 기계적 방식, 전기적 방식 또는 전자적 방식들은 각 시대마다 그 삶의 내용에 필요한 부분들을 개선시키고 효율을 높이려는 노력을 통하여 진화적 변천을 해나가곤 하였다. 그러나 어떤 방식이든 그 방식이 그 시대의 수요와 필요를 따르지 못할 때에는 새로운 방식을 모색하거나 기술적 돌파구(technological breakthrough)를 찾아야 했었다. 과학기술의 발달은 이 과정을 도와주었으며, 그 과정에서 얻어진 것이 곧, 기계적 방식에서 전기적 방식으로의 도약, 또는 전기적 방식에서 전자적 방식으로의 도약 등으로 이어지는 혁신적 변화라고 볼 수 있다.

20세기는 전자의 시대(electronic age)라고 부른다. 정보통신 사회의 양대 줄기라 할 수 있는 컴퓨터와 통신, 그리고 그 내부에 핵심적 기능을 이루고 있는 반도체와 소프트웨어, 이 모두는 전자라고 하는 입자

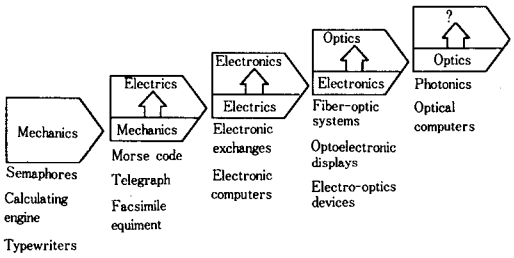


그림 1. Evolution of communications and computing(after J. Bass, The Plessey Company)

의 흐름을 지적으로 또 체계적으로 조정함으로써 가능해진 기능들이다. 전자공학(electronics)은 정보전달체로써의 전자들을 좀더 효율적으로 조정하고 이용해 보려는 학문이다. 그 중에서도 좀더 깊이 전자의 성질을 이해하고, 그들이 좀더 잘 활동할 수 있는 놀이터(materials)를 만드는 일이 전자재료와 반도체재료의 연구자들(materials scientists)의 주 임무였고, 전자들의 조정과 곡예를 돕기 위해 좀더 좋은 놀이기구(devices)를 만드는 일이 전자소자와 반도체소자의 연구자들(device scientists)의 일이었다. 이런 의미에서 전자기술은 기계기술과 전기기술에 이어 현대에 쓰여지고 있는 "전자에 의한 방식"을 총칭하기 위해 쓰여온 분야라고 보면 되겠다. 그러면 20세기의 전자시대는 20세기와 함께 끝나는 것인가? 연구가들은 전자만을 이용한 정보처리에 한계가 오고 있음을 벌써부터 감지하고 있었다. 예를 들어 실리콘 반도체만을 이용한 소자에 전자속도의 한계가 있음을 알게 되었고, 구리만을 이용한 전자전송에 속도와 용량의 한계

가 있음을 알게 되었다. 기계, 전기, 전자에 이어 새로운 혁신이 필요하게 된 것이다.

과학자들은 서서히 광자에 눈을 돌리기 시작했다. 사실 광학이란 분야는 오래전부터 있어 왔고, 어떻게 보면 전자보다도 더 익숙한 것이 사실이었다. 사람의 눈이 전자의 흐름은 감지하지 못해도 광자의 흐름은 감지하기 때문이다. 광학은 전통적으로 optics로 알려져 왔다. 금세기 양자물리학의 시조인 Max Planck이 전까지만 해도 광학은 파동으로 이해하고 취급해 왔다. 빛을 입자로 취급할 만한 이해가 아직 부족했었기 때문이다. 즉, 광자(photon)의 흐름을 거시적으로 보아 광학(optics)으로 취급해 온 것이다. 이것은 전자(electron)의 흐름을 거시적으로 보아 전기학(electrics)으로 취급해 온 것과 같다. 전기속의 전자작용(electronic function)을 미시적으로 보아 전자공학(electronics)이라 한다면, 광속의 광자작용(photonic function)을 미시적으로 보아 광자공학(photonics)이라 하면 어떻겠는가? 이것이 곧 최근에 한창 번져가고 있는 "광자공학(photonics)"이라는 말의 시작이며 배경이라 보아도 좋겠다. 즉, "광자(photon)에 의한 방식"을 총칭해 보려는 의도인 것이다.

양자물리학의 개발이후 광학 또는 광자공학의 이해에 변환을 준 것은 1960년대 초 레이저(laser)의 발명이었으며, 어떤 의미에서 현대 광자공학(modern photonics)의 시작이었다고 보아도 좋을 것이다. 그 이후 광자공학은 과학, 기술, 산업, 소비자 생활 전역에 걸쳐 전자기술 못지않게 깊숙이 쓰이게 되었다. 통신에 있어서는 1970년대 부터 이미 구리줄을 유리줄(광섬유)로 바꾸어 광통신을 시작하였으며, 미래의 모든 전송을 광으로만 가능하게 하려는 전(all-optical) 광통신의 연구를 벌써 실험실에서 해 나가고 있다. 이러한 흐름에 부응하여 "광파기술(lightwave technology)"라는 말이 생겨났다. 반도체 분야에서는 광발생이 전무한 실리콘을 떠나서 빛을 발하는 화합물 반도체를 사용하여 이미 레이저, 양자소자, 광전집적회로 등을 개발 사용하고 있으며, 광통신, 광정보처리, 광기억, 광센싱(sensing)등 모든 면에서 새로운 분야(frontier)를 열어가고 있다. 예를들어 전자로만 처리하던 전자정보처리방식(전자계산, 전자교환방식 등)을 넘어서, 빛으로 처리하는 광정보처리(광교환, 광계산) 등에 관한 연구가 착수되고 있는 것이다. 이러한 뜻에서 20세기를 전자의 시대(electronic age)라 부르듯이, 21세기를 광자의 시대(photonic age)로 전망해 보는 것이다. 어떤 이들은 현 시점을 마치 20세기 전자시대의 문을 열었던 반도체 트랜지스터의 발견의 시점을 비유하며, 21세기 광시대의 문을 여는 새로운 길목에 처해 있다고 이야기 하기도 한다. 그만큼 광자기술의 등단이 획기적이고 폭발적이라는 말이다. 이를 대변하여 미국의 저명한 국제적 주간지 TIME지가 1986년 10월호에 "드디어 광의 시대가 도래하다(And, Now, The Age of Optics)"라는 특별기사를 출판한 일도 있다. 이 기사는 1990년도 후반에 광산업의 양이 전자산업을 앞지른다고 보고 있다. (그림 2)

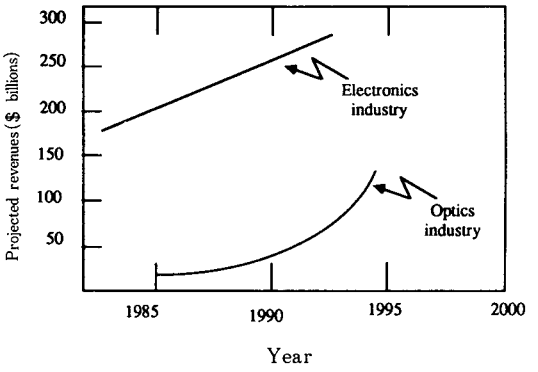


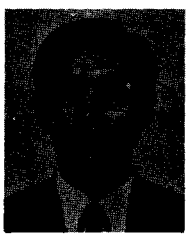
그림 2. Projected growth of the optics industry (Source : TIME, Oct. 6, 1986.)

사실 미래는 현 세대가 만들어 가는 것이지 누가 가져다 주거나 만들어 주는 것은 아니다. 그러나 이미 광통신의 실현이 말해주듯 광파(lightwave)의 이용은 현저해 졌고, 비데오, 오디오, 광정보 처리 등을 통해 광자공학(photonics)의 사용이 보통사람들(common people)에게도 훨씬 가까와진 것은 말할 필요도 없겠다. 이에 맞추어 90년대를 조망해 보고, 21세기까지의 광파기술(lightwave technology) 및 광자공학기술(photonics technology)이 어떻게 변천해 나갈 것인지를 한번 전망해 보는 것도 의미있는 일이라 생각되어 이 특집을 마련해 본 것이다.

우선 광을 이용한 통신방법으로써 광통신(optical communication)을 한국전자통신연구소(ETRI)의 심창섭 실장, 강민호 박사 및 이일항 박사께서 다루어 주셨으며, 정보처리로써 광계산(optical computing)을 과학원의 신상영 교수, 그리고 FA, OA, HA등 자동

화 전반에 걸쳐 절대 불가결한 광계측(optical sensing)을 KIST의 최상삼 박사가 해 주셨으며, 이 모든 시스템의 기반 구조를 이루는 광재료(photonic meterials)와 광소자(photonic devices) 등을 ETRI의 이일항 박사와 과기원 권영세 교수 그리고 삼미전자의 이장우 박사가 다루어 주시게 되었다. 이 분들은 모두 이 분야의 지도적인 존재들로써 집필해 응해 주셨음을 감사드리는 바이다. 그 외에도 훌륭한 전문가들이 많이 있으나 여러가지 제약으로 인하여 다 부탁드리지 못하였음을 유감스럽게 생각한다.

筆者紹介



李 一 恒

1947年 12月 19日生
1970年 서울대학교 전기공학과 졸업(학사)
1977年 미국 예일(Yale)대학교 대학원(석사 및 이학박사)

1978年～1980年 미국 프린스턴(Princeton)대학교 (연구 및 강의)
1980年～1984年 미국 Monsanto 중앙연구소
1984年～1988年 미국 벨(Bell)연구소
1988年～현재 한국전자통신연구소 연구위원
주관심분야 : 응용물리, 반도체, 레이저, 광통신 및 광전자분야