2001년도 대한전기학회/대한전자공학회 시스템및제어분야 합동 추계학술대회 논문집 (2001.11.24)

Micro optical cross connect의 성능평가를 위한 시스템의 개발

김아론 김호성
중앙대학교 전자전기 공학부

measurement system development of MOCX performance evaluation

Aron kim* Hoseong Kim
Electrical and Electronic Engineering College of Engineering Chung-Ang University

Abstract -

This paper reports on the development of Micro optical cross connector(MOXC) performance evaluation system using DAQ board and Labview. The system is composed of optical part, driving circuit and software part. this evaluation system can measure insertion loss, response time and life time of MOXC . this system canbe used in mass production of MOXC.

1. 서 론

PC의 많은 보급과 더불어 컴퓨터네트워크 기술의 발달로 인하여 인터넷 사용이 보편화되었다. 인터넷 컨텐츠의 다양화는 인터넷 traffic을 음성 데이터 중심에서 동영상, sound 데이터 등으로 변화시키고 있다. 이런 데이터들을 사용자들의 원하는 서비스 품질을 만족시키기 위한 통신방식으로 광통신이 주목받고 있으며 광통신도 TDMA에서 WDM방식으로 바뀌고 있다. 광통신방식으로 데이터를 전송하더라도 광-전-광 변환에서 병목현상이 예상되며 이러한 문제를 해결하기 위해서는 완전 광 스위칭 방식의 개발이 필수 적이다. 광 스위칭방식에는 여러 가지가 있으나 거울 방식이 가장 연구가 활발하다.[1][2]

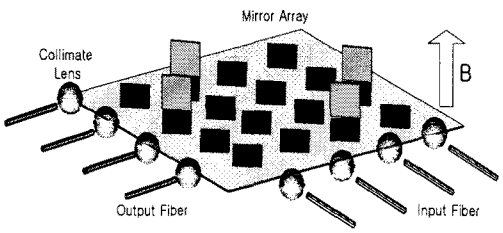
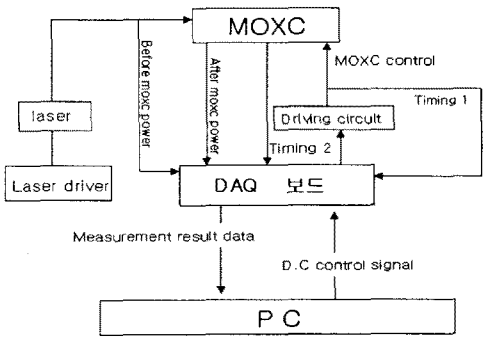


그림 1 MOXC 구성도

본 논문에서는 MEMS 기술을 이용하여 개발된 초소형 광회선 분배기(Micro optical cross connect)의 성능평가를 위한 시스템 구성에 관하여 기술하였다. 초소형 광회선 분배기는 그림 1과 같으며 광섬유에서 나온 빛을 확대하고 집광하는 구형렌즈 또는 GRIN Lens와 MEMS 공정으로 제작된 $N\times N$개의 마이크로 미러 등으로 구성되어 있다. 각각의 마이크로 미러는 그림 1의 자기장 B에 의해 구동이 되며, 이를 위해서 미러 면의 양쪽에 자성체의 도금을 한다. 제작된 미러에 자기장을 가했을 때 자기장의 방향과 평행한 방향으로 힘을 받게 되어 미러가 수직 방향으로 일어서게 된다. 초소형 광회선 분배기의 제작에 있어서 $N\times N$개의 미러를 사용하고 양산을 할 경우, 각 미러의 경로에 따른 광양의 변화, 미러의 응답속도, 라이프 타임에 대한 데이터는 신뢰성 평가에 있어서 중요한 자료라 생각된다. MOXC의 성능평가 시스템은 광 신호를 입력하기 위한 광원과 MOXC의 각 채널에 광 신호를 입력하기 위한 광학 부, MOXC를 구동하기 위한 구동회로부, MOXC의 특성 데이터를 저장, 분석하기 위한 소프트웨어 부로 구성하였다. 측정 항목으로 MOXC의 삽입손실 응답속도 라이프 타임이 있다. 구현한 전체 측정 시스템의 구성 도는 그림2와 같다.



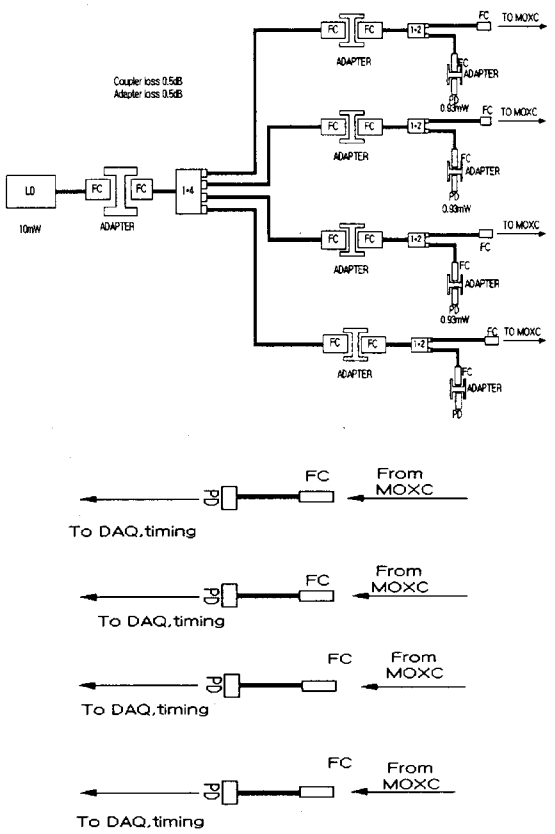
(그림 2. 시스템 흐름도)

2. 본 론

2.1 광학부

광통신 소자인 MOXC의 특성을 측정하고 평가하기 위해선 광 신호를 사용해야 하며, 광 신호를 MOXC에 최대한 손실 없이 입사시키기고 편리한 실험을 위하여 광원과 피그 테일 된 디텍터를 어뎁터로 커플링 하였고 광원으로는 DFB-LD 1550nm, 10mw를 사용하였다. 광학부 구성은 MOXC의 삽입 손실을 측정하기 위하여 입력 부와 출력부로 구성하였다. 입력 부는 MOXC 각각의 채널에 광 신호를 입사시키며, 그림 2에서와 같이 삽입손실을 측정하기 위해서 입력 부에서 1*2 커플러를 사용하여 광 신호를 나눈다. 1*2 커플러의 한쪽은 MOXC로 입사되고 다른 한쪽은 detector를 거쳐 DAQ보드의 아날로그로 입력되어 MOXC로 입사되기

전의 광 파워를 측정하였다. 또한 MOXC로부터 출력되어진 광 신호는 그림2에서와 같이 응답 속도를 측정하기 위한 timing 신호 2와 삽입손실의 측정을 위해서 MOXC 출력 파워로 사용하였다. 구성한 광학부는 다음 그림 3에 나타내었다.

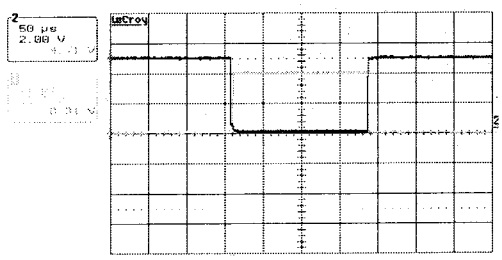


(그림3 MOXC로부터의 입력과 출력 광학부,power budget)

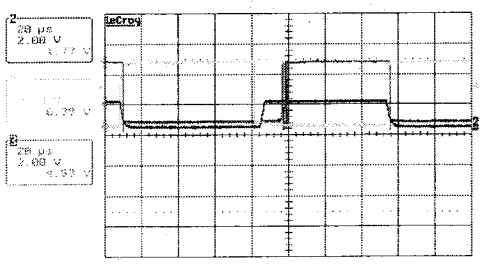
수광부 회로는 MOXC전과 후 2가지로 분류하여 제작하였는데 MOXC 전 회로는 광신호의 크기만을 얻어서 DAQ 보드로 입력 시켰고 MOXC후의 신호는 수광부에 timing 2를 측정하기 위해서 비교기를 추가하였다.
응답 시간을 측정하기 위하여 MOXC로부터 출력되어 나오는 광 신호의 크기를 측정한 다음, 이 측정값을 레퍼런스로 하는 비교기 제작하였고 비교기는 출력 광신호가 기준광의 90%에 이를 때 TTL레벨의 전압을 출력하며, 이 시점은(timing 2) DAQ보드로 입력된다.

2.2 Driving circuit

구동 회로를 제작함에 있어 고려해야 할 점은 MOXC 각각의 미러를 선택할 수 있어야 하고 선택한 미러를 구동시킬 수 있어야 하는 것이다. 또한 미러를 선택하는 신호는 PC에서 DAQ보드를 통하여 제어되므로 DAQ보드의 디지털 입력과 출력의 핀 수를 고려하여 설계하였다. MOXC의 구동원리를 간단하게 살펴보면 다음과 같다. MOXC 내부에 있는 각각의 미러에 일정한 크기의 정 전력을 가해주면 미러들은 기판과 밀착되어 흔들리지 않고 고정되어진다. 이때 구동하고싶은 미러에 대하여 정 전력을 없애준 후 자기력을 가하면 전자력에 의하여 up latching 되고 자기력을 없애고 정전력을 가하면 미러가 down latching 한다(4).
시스템 구현시 사용할 DAQ보드는 8개 처널의 디지털 입력, 출력을 가지고 있다. 가용 가능한 채널 중 1개는 자기장을 인가하는데 사용되고 나머지 하나는 MOXC의 라이프 타임 측정에 사용하기 때문에 미러 선택 채널로서 디지탈 출력에서 4개의 채널을 사용하였다. 디지털 출력 4개의 채널을 사용함으로써 미러를 선택할 수 있는 수는 16개가되기 때문에 4×16멀티플렉서를 사용하여 16개의 미러를 제어할 수 있게 하였다, MOXC의 모든 각각의 미러에 정전력(약 20V)을 가해주고 구동하고자 하는 미러의 선택신호가 가해지면 정전력이 없애주었다가 미러 선택신호를 제거하면 다시 정전력을 가해 줄 수 있도록 설계하고 제작하였다. 미러를 Up latching 하기 위한 자기력을 가해 주는 회로는 미러 선택 회로와는 반대로 up latching 신호가 가해지면 자기장(200mA의 전류를 가해 주어야 한다)이 생기도록 설계하였다. 또한 그림 2에서 나타낸 것과 같이 MOXC의 r 응답 속도를 측정하기 위한 신호로 사용되는 timing 1은 자기장을 인가하는 회로의 출력시점이다. 이 시점을 응답 속도를 측정하는 기준 시점으로 정한 이유는 MOXC가 구동하는, 즉 미러가 일어나기 시작하는 시점으로 볼 수 있기 때문이다. 미러 Up latching 신호가 발생하면 자기장의 소스인 코일로 200mA의 전류가 흐르도록 하였는데 이때 코일 앞단에 작은 저항을 연결하여 전압을 측정할 수 있도록 하였으며, 200mA에 2V가 되도록 하였다. 이 2V가 비교기의 기준전압으로 이용되며 저항에서 발생하는 전압을 비교기에서 받아들이고 기준전압에 비해 90%이상일 때 비교기에서 TTL레벨의 신호가 발생하도록 하여 이것을 그림 2의 timing 1로 하였다. 제작한 회로에 대한 결과를 그림 4와 5에 나타내었다. 그림 4는 labview에 의해서 4비트의 미러 선택신호가 MOXC구동 회로의 demultiplexer를 지난 후 정전력을 가해주는 회로의 응답 파형이다. 그림 5는 미러 up latching 회로에 대한 응답이다. 5V의 제어신호에 대하여 코일에 단 작은 저항에 걸리는 전압과 비교기의 출력 파형이다.



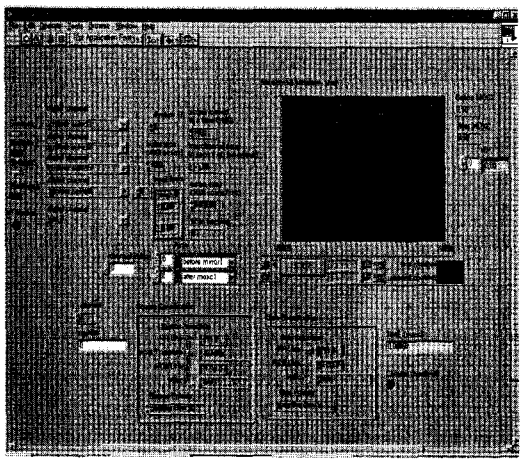
(그림 4. 미러 선택신호에 대한 응답)



(그림 5.자기장인가 신호에 대한 코일의 응답과 비교기의 출력)

2.3 소프트웨어 부

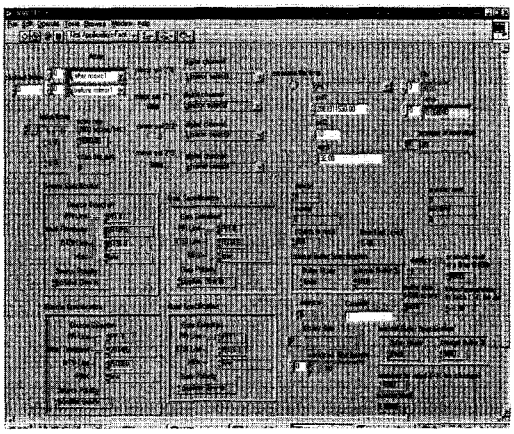
소프트웨어 부는 2개의 프로그램으로 구성하였다. 첫 번째로 MOXC 각각의 미러를 선택하고 구동 신호를 출력하며, 삽입 손실을 측정하기 위하여 MOXC에 레이저 신호가 입사되기 전의 광신호 크기와 MOXC를 통과한 다음의 광 신호 크기를 받아들이고 디스플레이 하는 부분, 응답 속도를 정하기 위하여 Timing 1과 Timing2의 시점을 측정하는 부분으로 구성되어 있다. 두 번째 프로그램은 MOXC의 스위치 수명을 측정하기 위한 것이다. 삽입 손실을 측정하기 위하여 MOXC로 입력되기 전의 신호를 받아들이는 채널 1개 MOXC를 지나고 난 후의 신호를 받아들이는 채널 1개를 사용하여 DAQ보드의 아날로그 입력 2개 채널을 사용하였다. 아날로그로 입력되는 신호는 각 입력 파형의 크기와 MOXC전 입력과 후의 크기의 비에 관한 정보를 나타내도록 하였다. 미러 선택 신호 4비트 와 up latching 신호 1비트로 디지털 입력 출력 5채널을 사용했는데 이 신호들을 MOXC구동에 필요한 신호들이다. 응답 속도를 측정할 때 이용하는 정보는 앞에서 언급했듯이 timing 1과 timing 2이다. timing 1의 rising edge 신호가 DAQ에 입력되면 DAQ내부에 있는 20MHz의 클럭이 동작하게 되고 timing 2의 rising edge가 입력되면 이 클럭의 동작이 멈추어져서 timing 1과 timing 2사이에 발생한 펄스 수를 시간으로 연산하여 그 값을 출력하도록 하였다. 측정은 1μsec까지 가능하다. 그림 6은 첫 번째 프로그램인 MOXC구동에 관한 프론트 패널 그림이다.



(그림 6 MOXC 구동프로그램)

그림 6의 프론트 패널 왼쪽 상단에 있는 것은 미러를 선택하고 자기장을 인가하는 부분이며 오른쪽은 신호 발생기의 입력을 DAQ로 받아서 출력한 그림이다. 하단의 것은 응답 시간을 측정하고 디스플레이 하는 부분으로 그림의 것은 신호 발생기의 주기를 측정하여 나타낸 것이다.

두 번째 프로그램은 MOXC의 life time을 측정하는 것이다. life time은 MOXC를 구성하고 있는 초소형 거울이 몇 번이나 안정된 상태로 up down latching할 수 있느냐로 규정하였다. 이 프로그램은 미러를 선택하고 up latching 신호를 발생하는데 이 up latching 신호는 펄스 파를 연속적으로 출력하여 미러를 up, down 시킨다. 이때 카운터 프로그램은 출력되는 펄스 파의 개수를 세고 그 값을 출력한다. 미러 up down 신호의 수를 세는 것을 멈추는 조건은 다음과 같은 경우로 생각하였다. MOXC는 90 °로 일어나지 않으면 광손실이 발생한다. 그러므로 삽입 손실의 값이 클 경우는 MOXC가 완벽한 조건으로 일어나지 않았다는 것을 의미하고 응답 속도가 어떤 한계 값보다 크다는 것은 데이타의 손실을 가져와서 통신에 사용할 수 없기 때문에 라이프 타임을 정의 할 수 있는 파라메터로 사용할 수 있을 것이라 생각할 수 있다. 그래서 삽입손실의 값이 특정한 값보다 크고 응답 속도가 일정한 값보다 클 때 카운터를 멈추도록 하였다. 그림 7은 라이프 타임측정에 관한 프론트 패널 이다.



(그림 7. life time)

3. 결 론

본 연구에서는 MOXC의 구동 회로를 설계하고 제작하였으며 응답 속도를 측정하기 위한 회로도 제작하고 그 결과를 확인하였다. 제작한 회로를 labview를 이용하여 제어하고 MOXC 성능 평가를 위한 데이터(삽입 손실 응답 속도 라이트 타임)를 수집하여 실시간으로 그 결과값을 출력함으로써 MOXC를 생산하는데 있어 여러 가지로 기여 할 수 있을 것이라 생각된다.

[참 고 문 헌]

[1] shi-sheng lee , Long -sun Hung Chang jin Kim Ming C. Wu "free space fiber-optics switch based on MEMS vertical torsion mirrors", jounal of lightwave technology , Vol 17 1. January 1999.

[2] L.Y.LIN , E.I Goldstein and R.W Track. senior, "free space Micro optical switches and optical networking", IEEE journal of selected topic Quantum Electronics, Vol 5. No1.january/February.1999