

단거리용 무선 광통신 트랜시버의 제작 및 성능평가

정희성, 허형준*, 김희수*, 곽노민*, 조규만*, 최영완**, 조규섭***
(주)루멘링크, 서강대학교 물리학과*, 중앙대학교 전자전기공학부**, 성균관대학교 정보통신공학부

Fabrication and evaluation of the short-range optical wireless transceiver

Heeseong Jeong, Hyeongjun Huh*, Heesoo Kim*, Noh-Min Kwak*, Kyuman Cho*,
Young-Wan Choi**, Kyuseob Cho***
Lumenlink Co., Ltd., Sogang University*, Chungang University**, Sungkyunkwan
University***

Abstract - 200m 이하의 전송거리를 가지며 송신기와 수신기가 일체화된 단거리 무선 광통신용 트랜시버를 제작하고, 그 성능을 평가하였다. 이러한 단거리 무선 광통신 트랜시버는 가격이 저렴한 저출력의 레이저를 광원으로 사용할 수 있고, 능동 정렬이 필요 없을 뿐만 아니라, 작은 구경의 렌즈를 사용할 수 있기 때문에 크기가 작고, 가벼우며, 설치가 쉽다는 장점을 가진다. 특히 패키징 개념을 사용하여 송신기와 수신기의 광축을 미리 수평으로 정렬한 후 영구 고정함으로써 기계공작이 최소화되고, 송신기 부분의 정렬만으로 수신기가 정렬되므로 링크의 정렬이 매우 간단하며, 저렴한 무선 광통신 시스템의 구성이 가능하다.

1. 서 론

그동안 급격하게 팽창된 초고속 광통신 기간망은 가입자 까지의 마지막 1마일 문제를 해결하지 못해 현재 정체상태에 있으며, 이는 통신시장 전체에 불황을 가져왔다. 따라서 이러한 세계적인 통신시장의 불황을 극복하기 위해서는 마지막 1마일의 효과적인 연결이 필연적으로 요구된다. 이러한 마지막 1마일의 연결을 위해서는 우선 Digital TV, VOD, Edutainment, interactive game 등의 다양한 멀티미디어 및 콘텐츠 서비스의 활성화가 반드시 필요하며, 이와 동시에 가입자에게 이러한 멀티미디어 서비스를 효과적으로 제공할 수 있도록 가입자망에 광통신 급의 초고속 통신 서비스가 제공되어야 한다. 이러한 초고속 가입자망의 요구에 대한 가장 좋은 해결책은 광섬유를 가입자까지 직접 연결하는 Fiber to the Home (FTTH) 서비스이다. 그러나 FTTH를 위해서는 모든 가입자들에게 광섬유를 가져가야 하는데, 이 때 필요한 광섬유 포설 비용은 상상을 초월한다. 뿐만 아니라 지역이나 법규상의 문제 때문에 모든 가입자에게 광섬유의 포설이 가능한 것도 아니다. 이러한 FTTH의 문제점을 보완하여, 광섬유가 포설되기 힘든 지역을 포함한 모든 가입자에게 광통신 서비스를 제공하기 위한 대안으로서 (주)루멘링크에서는 기존의 광섬유 링크와 무선 광통신 링크를 혼합한 새로운 개념의 광통신 가입자망을 제안하였다. 본 논문에서는 무선 광통신 가입자망을 구현하기 위한 200m 이하의 단거리 전용 무선 광통신 트랜시버에 관하여 논의할 것이다.

2. 본 론

2.1 무선 광통신 트랜시버 모듈의 패키징 기술

2.1.1 트랜시버 모듈 제작을 위한 패키징 기술의 필요성

일반적으로 기존에 사용되는 무선 광통신용 트랜시버의 경우 송신기와 수신기가 분리되어 각각 구동하는 방식이며, 그 이유는 다음과 같다. 우선 첫 번째로, 무선 광통신용 트랜시버를 이용하여 수 km 정도의 장거리 링크를 구성하는 경우 높은 link budget을 얻기 위해서는 최대한 높은 수신감도를 가질 필요가 있는데, 이를 위해서 수신기에는 보통 구경이 큰 렌즈나 오목 거울 등을 이용하게 된다. 그런데 이러한 큰 구경의 렌즈나 거울의 경우 긴 초점거리를 가지게 되므로, 수신기의 미세한 각도 변화에도 수신감도에 매우 큰 영향을 미치게 된다. 따라서 송신기와 수신기가 결합되어서 같이 구동되는 형태의 무선 광통신 트랜시버를 이용하여 장거리 링크를 구성하는 경우 송신기와 수신기의 광축이 서로 매우 정밀하게 수평을 이루어야 한다. 그러나 수 km 정도의 링크를 구성할 수 있을 정도의 수평도를 미리 맞추는 것은 매우 어려운 문제이다. 두 번째로는 장거리 링크의 경우 송신기에서 나오는 레이저 빛이 환경적인 요인에 의해서 시간에 따라 그 경로가 바뀌는 현상(Beam bending, wondering, etc)이 발생하므로, [1-3] 이를 보정하기 위해서는 레이저 빛의 경로변화를 감지하여 능동적으로 송신기를 정렬(active tracking)할 필요가 있다. 그러나 이 경우 수신기가 분리되어 있지 않으면 송신기가 능동적으로 정렬하는 동안 수신기의 수신감도가 영향을 받게 되므로 링크 availability에 문제가 발생할 수 있으며, 경우에 따라서는 능동정렬 자체에 문제가 생겨날 가능성도 있다. 따라서 링크의 안정성 및 유효성 면에 있어서 현재까지는 송신기와 수신기를 각각 구동하는 방식이 주류를 이루고 있다. 그러나 이러한 경우 송신기와 수신기에 각각 두 축의 구동기가 필요하고, 또한 송신기와 수신기를 각각 정렬해야 하기 때문에 정렬 알고리즘이 매우 복잡해진다. 뿐만 아니라 송신기와 수신기가 나뉘어 있으므로 트랜시버의 구조가 복잡해지고, 능동적인 트랜시버의 정렬을 위해서는 링크가 되는 동안 구동기를 제거할 수 없기 때문에 무선 광통신 시스템의 가격이 상승되는 요인이 된다.

2.1.2 무선 광통신 트랜시버의 제작을 위한 패키징 방법

본 사에서 개발한 패키징 방법은 무선 광통신 시스템에서 송신기와 수신기가 결합되어 따로 정렬할 필요가 없는 무선 광통신 트랜시버를 제작하는 방법이며,

송신단과 수신단의 광축에 대한 수평도를 측정할 수 있는 장치와 레이저 빛의 퍼짐각을 측정할 수 있는 장치등을 이용하여 송신기와 수신기의 광축이 서로 수평이 되게 하면서 레이저 빛의 퍼짐각을 조절할 수 있다. 이러한 무선 광통신용 트랜시버 패키징 방법의 가장 큰 특징은 송신기와 수신기의 광축을 미리 수평으로 맞춤으로서 송신기와 수신기의 개별 정렬 없이 송신기만의 정렬을 통해 수신기가 자동으로 정렬되며, 또한 레이저 빛의 퍼짐각을 사전에 결정함으로써 무선 광통신 트랜시버의 링크 거리에 따른 표준화를 가능하게 한다는 점에 있다.

본 사에서 개발한 패키징 방법의 장점은 다음과 같다.

우선, 하나의 시험 베드(test bed)에서 송신기와 수신기의 광축 평행도와 송신기에서 나오는 레이저 빛의 퍼짐각을 측정하는 것이 가능해지므로, 트랜시버의 표준화가 편리해진다. 또한 패키징 방법을 사용하면 기존의 트랜시버에 비해 구조가 간단해지므로 저렴한 트랜시버를 제작할 수 있다. 뿐만 아니라 송신기와 수신기의 광축을 사전에 수평 정렬함으로써 기존의 송신기와 수신기를 각각 정렬하는 방법에 비해서 정렬과정이 간소해질 뿐만 아니라, 정렬을 위한 구동기 또한 반으로 줄어들고 이 구동기는 정렬후 제거할 수 있으므로 정렬기의 구조가 매우 간편해져서 저렴한 무선 광통신 시스템의 구성이 가능해진다.

[그림 1]은 패키징 방법을 이용하여 제작된 단거리용 무선 광통신 트랜시버 모듈의 전면 및 후면 사진이다. 여기서 이 트랜시버 모듈은 Ethernet을 사용하기 위한 Media Converter가 내장되어서 랜선만 연결하면 바로 Ethernet을 사용할 수 있도록 되어 있다.

2.2 단거리용 무선 광통신 트랜시버의 성능

단거리용 무선 광통신 트랜시버의 성능 평가는 다음과 같은 순서로 이루어졌다. 우선 Tx와 Rx의 광축 수평도와 퍼짐각(Divergence angle)을 측정하였다. 이때 퍼짐각의 오차 범위는 10% 이하가 되도록 하였다. 그 다음으로 power margin을 측정하는데, 5m 링크에 대해서 Neutral Density Filter(ND Filter)를 이용하여 수행하였다. 200m 링크에 대해서 20dB 이상의 link budget을 확보하기 위해서는 5m 링크에 대해서 35dB 이상의 margin이 필요하다. 따라서 ND Filter로 35dB를 attenuation시킨 상태에서 BER이 error free로 동작하는 것을 확인하였다. 여기서 link budget을 20dB이상으로 설정한 이유는 매우 짙은 안개의 경우 km당 100dB의 손실이 발생한다고 알려져 있기 때문이다. 그리고 마지막으로 완성된 무선 광통신 트랜시버 모듈을 이용하여 200m 링크를 구성한 후 수개월 이상의 기간동안 비, 눈, 안개 등의 환경요인에 대한 영향을 평가한 후 전체적인 통계로서 Link Availability를 계산하였다.

[그림 2]는 개발된 무선 광통신 트랜시버 시제품에 대한 155Mbps data rate에서의 eye diagram 이다. 5m 링크에서 레이저 세기를 30dB 감소시켰을 때 RSSI의 값은 1.56V였으며, 이때의 eye diagram을 살펴보면 충분히 큰 eye opening을 가지는 것이 관찰된다.

(주)루멘링크의 단거리용 무선 광통신 트랜시버의 성능에 대한 자세한 사항은 [표 1]에서 정리되어 있

다.

3. 결 론

200m 이하의 단거리 무선 광통신 링크가 대기의 turbulence나 악천후에 거의 영향을 받지 않는다는 사실을 이용하여 크기가 작고, 가벼우며, 설치가 간편하고, 진동이나 바람 등 외부적인 요인에 영향을 적게 받으며, 생산단가가 저렴해서 가입자 전용으로 사용할 수 있는 무선 광통신 송수신기 모듈을 개발하였다. 정밀 기계공작 과정이 무선 광통신 트랜시버 모듈의 생산단가를 결정하는데 가장 큰 요인이기 때문에 이를 최소화하기 위해서 패키징 공정과정을 도입하였고, 정렬 장치, 측정 및 평가 장치, 미세 정렬 장치 등 패키징 라인에 필요한 장치들을 자체 개발하여 공정에 사용하였으며, 패키징 과정을 표준화하는데 필요한 기초기술들을 개발함으로써 수율을 높이고, 생산단가를 낮추었다.

[참 고 문 헌]

- [1] P. Plak-Dingels, et al., Proc. SPIE 3850, 40 (1999).
- [2] V.V. Ragulsty and V.G. Sidorovich, Proc. SPIE 4530, 96 (2001).
- [3] I.I. Kim, et al., Opt. Eng., 37, 3143 (1998).

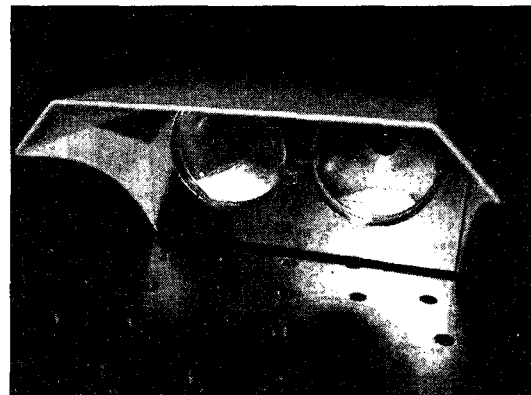


그림 1. 200m 전용 무선 광통신 트랜시버 (미디어 컨버터 통합형)

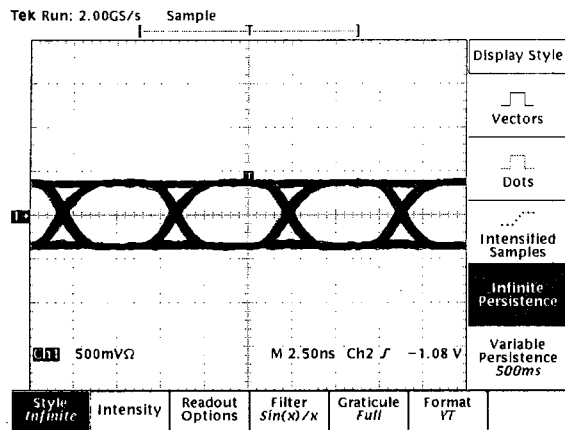


그림 2. 단거리용 무선 광통신 트랜시버의 eye diagram
(Data Rate=155Mbps, RSSI=1.56V)

표 1. 무선 광통신 트랜시버의 사양

Spec.	단위	성능
파장	nm	1310
Data Rate	Mbps	155
전송 거리	m	200
Link Budget	dB	23
Divergence	mrad	2
크기 / 중량	mm/g	134x260x75/ 943g
Protocol		Ethernet. Transparent
Link Availability	%	99.99