

1.3 μm 무선광시스템에서 잡음광의 간섭 소거

°이덕주*, 서정형*, 이성호**
서울산업대학교 철도전문대학원*
서울산업대학교 전자정보공학과**
shlee@snut.ac.kr

Optical Noise Reduction in 1.3 μm Optical Links

°Duck-Ju Lee*, Jung-Hyoung Seo*, Seong-Ho Lee**
Graduate School of Railroad, Seoul National University of Technology*
Department. of Electronic & Information Eng., Seoul National Univ. of Tech.**

Abstract

In this paper, optical noise is reduced using a differential detector in an 1.3 μm optical wireless system which is more safe for human eye than 0.8 μm optical wireless systems. The differential detector is composed of a InGaAs photodiode and a Si photodiode. This is a very simple and cost effective method to reduce the noise interference from incandescent lamps.

key words: optical noise, differential detector, optical wireless system

I. 개요

무선광시스템은 자유공간으로 신호광을 전송하는 방식으로서, RF무선주파수와 상호간섭이 적고, 구현이 간단하며, 빔의 영역 밖에서의 도청을 방지하여 보안성이 높은 장점이 있다. 실외에서 근거리 고층 건물간의 고속무선전송로 구축에 이용되며, 실내에서 컴퓨터와 주변기기간의 적외선 포트를 비롯하여 음성, 영상, 데이터의 신호를 짧은 거리에서 무선 전송하는 데에 많이 활용되고 있다.

무선광에서 0.8-0.9 μm 단파장을 사용하면 저가의 GaAs광원과 Si 광검출기로 구현이 가능하며, 현재 많이 사용되고 있다. 1.0-1.7 μm 의 장파장 영역에서는 상대적으로 고가인 InGaAsP 광원과 Ge 광검출기 또는 InGaAs 광검출기를 사용하여 구현할 수 있으며, 단파장에 비하여 인체에 안전하다.

무선광시스템에서는 자유공간을 통하여 신호광을

전송하므로 인접된 조명시설에 의한 잡음광의 간섭을 받기 쉽다. 따라서 신호대잡음비를 높이기 위하여 광출력을 증가시키지만, 빔이 존재하는 영역이 일반적으로 사무실과 같이 사람이 작업하는 공간이 대부분이어서 인체의 안전도를 고려할 필요가 있다.

이에 대하여 미국표준연구소(ANSI : American National Standards Institute)에서는 그림1과 같이 최대허용노출값(MPE: Maximum Permissible Exposure)을 제정하여 권고하고 있다^[1]. 그림1에서 보면 파장이 증가할수록 최대허용노출값이 높아지므로, 단파장에 비하여 장파장의 영역에서 무선광 시스템을 구성하는 것이 더 안전하다고 할 수 있다.

최대허용노출한계를 넘지 않으면서 신호대잡음비를 향상하기 위해서는 잡음광의 영향을 감소시킬 수 있는 방법이 강구되어야 한다.

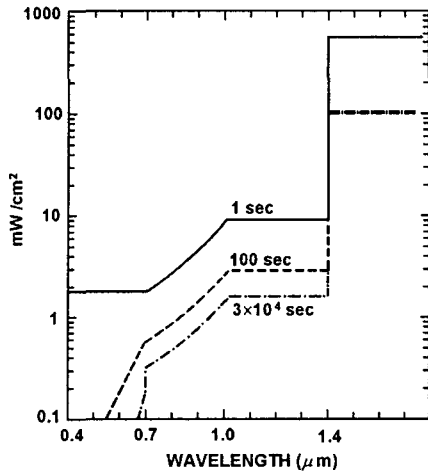


그림1. 최대 허용 노출^[1]

실내에서 무선광 시스템을 구성하는 경우에 주요잡음광원은 형광등과 백열등이다. 그림2의 잡음광스펙트럼에서 보는 바와 같이 형광등의 스펙트럼은 약 1 μ m이하의 단파장 영역에 존재하는 반면, 백열등의 스펙트럼은 가시광선부터 약 1.5 μ m의 장파장 영역에 걸쳐 매우 넓게 분포한다. 따라서 1.3 μ m영역에서 무선광시스템을 구성하는 경우에는 고주파 간섭신호를 유발하는 형광등의 영향은 거의 없어지지만, 백열등에 의한 잡음광의 간섭은 여전히 존재한다.

잡음광의 영향을 줄이기 위하여 신호광 파장만 통과시키는 협대역의 광필터를 사용하거나, 2개의 동일한 특성을 가진 포토다이오드를 사용한 차동검출방식이 매우 효과적이다^[2-7]. 협대역 광필터를 사용하는 경우에는 가격이 높으며, 차동검출방식을 사용하는 경우에는 1.3 μ m영역에서 수신하는 Ge 이나 InGaAs 포토다이오드가 Si 에 비하여 현저히 고가의 소자이므로 동일한 종류의 포토다이오드를 사용하여 차동검출기를 구성하기에 비용적인 부담이 있다.

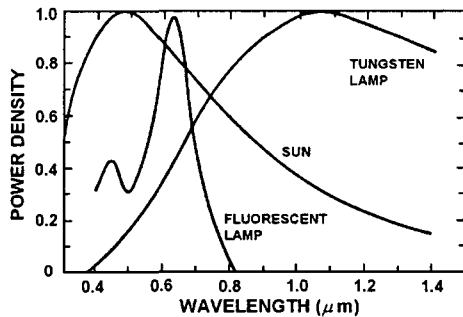


그림2. 잡음광의 스펙트럼^[1]

본 논문에서는 InGaAs 포토다이오드 수신부에 저가의 Si 포토다이오드 1개를 추가하여 백열등의 잡음광을 소거할 수 있는 매우 간편한 방법을 새로이 소개한다. 가시광선을 차단하는 Cutoff 필터가 부착된 Si 포토다이오드는 감응파장이 0.7-1.0 μ m 영역이므로, 형광등의 파장은 거의 차단되고, 백열등을 잘 감지하며, 가격이 매우 낮아 1.3 μ m영역에서 강한 잡음원이 되는 백열등의 간섭을 차동검출방식으로 쉽게 소거할 수 있다.

II. 실험

1.3 μ m 무선광 시스템에서 백열등으로부터의 잡음광을 소거하기 위한 실험구성도는 그림3과 같다.

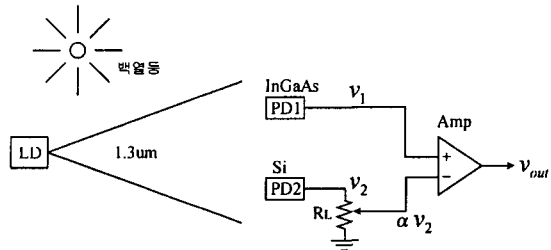


그림3. 실험구성도

실험에서 사용한 신호광원은 파장이 1.3 μ m인 Hitachi 사의 HL1332A 레이저다이오드를 사용하였으며, 1kbps의 속도로 1과 0의 상태를 반복하는 디지털 부호를 사용하여 강도변조하였다. 잡음광원은 60W의 백열등이며, 레이저다이오드의 부근에 설치하였다. 레이저다이오드로부터 약 2m의 거리에 차동검출기를 설치하고, 신호광을 검출하였다.

차동검출기에서 PD1으로는 재질이 InGaAs인 Newport 사의 818-BB-30를 사용하였으며, PD2로는 적외선 광필터가 부착된 Si 포토트랜지스터를 사용하였다. 이 구조에서 PD1과 PD2가 모두 형광등에 의한 간섭에는 거의 무관하고, 백열등에는 감응하는 상태를 유지한다. PD1과 PD2 사이의 거리는 약 1cm 정도이며, PD1의 출력전압 v_1 과 PD2의 출력전압의 일부 αv_2 를 각각 차동증폭기의 (+)입력단과 (-)입력단에 가하여 잡음광의 간섭을 소거하는 상태를 이루었다.

그림4는 오실로스코프를 사용하여 차동증폭기의 출력전압 v_{out} 을 관측한 파형이다.

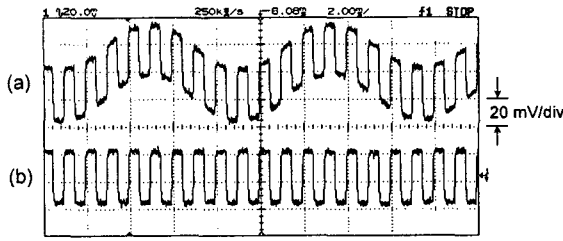


그림4. 관측된 출력파형
 (a) InGaAs 포토다이오드 1개만을 사용할 때
 (b) InGaAs + Si 포토다이오드를 사용할 때

그림4(a)는 InGaAs 포토다이오드 1개만을 사용하여 수신하는 경우에 관측된 파형이다. 여기에서 보면 디지털부호에 해당하는 신호파형과 사인파 형태의 잡음광이 섞여있다. 이 상태에서 신호전압의 진폭이 약 40mV 일 때, 백열등으로부터의 잡음전압의 진폭은 약 37mV이므로, 신호대잡음비가 약 0.7dB 정도이며 잡음광의 간섭이 매우 심하여 신호광을 검출하기 어려운 상태이다.

그림4(b)는 InGaAs 와 Si 포토다이오드 1개씩을 사용하여 차동검출한 경우에 관측된 출력전압이다. 이 상태에서 검출된 신호전압의 진폭은 40mV 일 때, 백열등으로부터의 잡음전압의 진폭은 거의 사라져 약 5mV 이하로 유지되어, 신호대잡음비가 약 18dB정도를 유지하였다. 따라서 InGaAs 광검출기에 Si 포토다이오드 한 개를 추가함으로써 약 17dB의 높은 신호대잡음비의 개선효과를 얻었다. 이와 같이 1.3 μ m의 파장영역에서 무선광 시스템을 구성할 때, 저가의 Si 포토다이오드를 1개 추가하여 차동검출기를 구성하면, 백열등에 의한 잡음광을 소거하는 매우 효과적인 방법이라고 할 수 있다.

III. 결론

본 논문에서는 1.3 μ m의 파장에서 무선광 전송시스템을 구성하고, InGaAs 와 Si 포토다이오드 1개씩을 사용한 차동검출기를 구성하여 백열등의 간섭을 소거하였다. 1.3 μ m파장의 무선광 시스템은 0.8 μ m영역에 비하여 고가이지만, 인체에 대한 안전도가 상대적으로 더 높은 무선광시스템이다.

1.3 μ m의 파장영역에서 InGaAs 포토다이오드를 사용하여 신호를 수신하는 경우에, 간섭주파수가 높고 파장이 짧은 형광등의 간섭은 배제할 수 있지만, 약 0.6~1.5 μ m에 걸쳐 넓은 파장에 분포하는 백열등은 여전히 간섭을 일으키는 잡음광원이 된다. 그러

나 백열등의 잡음주파수가 120Hz의 낮은 범위에 있어서 저속의 Si 포토다이오드 1개를 추가로 사용하여 차동검출기를 구성하면, 쉽게 백열등의 간섭을 소거할 수 있음을 실험적으로 보였다.

실험에서는 InGaAs와 Si 포토다이오드 1개씩을 사용하여 차동검출 함으로써 단일의 InGaAs 광검출기에 비하여 약 17dB의 신호대잡음비의 개선효과를 얻었다. 이와 같은 구조는 1 μ m 이상의 파장을 가진 무선광시스템을 구현하는 경우에 백열등에 의한 간섭을 최소화 하는 데에 매우 효과적인 방법이다.

참고문헌

- [1] T.S. Chu and M.J. Gans, "High speed local wireless communication," *IEEE Comm. Magazine*, vol.25, no.8, pp.4-10, 1987.
- [2] Joseph M. Kahn, and John R. Barry, "Wireless infrared communications", *Proc. IEEE*, vol.85, no.2, pp. 265-298, 1997.
- [3] M. Street, P. N. Stavrinou, D. C. O'Brien, and D. J. Edwards, "Indoor optical wireless systems-a review," *Optical and Quantum Electron.*, vol.29, pp.349-378, 1997.
- [4] 이성호, "무선광 차동검출기에서 디지털가변저항을 이용한 잡음광의 감소", *한국전자파학회논문집*, 13(6), pp.599-604, 2002. 7월.
- [5] 이성호, "빔분할기를 이용한 무선광차동검출기", *한국전자파학회논문집*, 15(1), pp.96-102, 2004. 1월.
- [6] Seong-Ho Lee, "Reducing the effects of ambient noise light in an indoor optical wireless system using polarizers," *Microwave And Optical Technology Letters*, Vol.40, No.3, pp.228-231, Feb. 5, 2004.
- [7] 이성호, "플라스틱 광섬유를 이용한 무선광 차동검출기의 신호대잡음비 개선", *한국전자파학회논문집*, 16(4), pp.410-417, 2005. 4월.

MEMO