

무선광시스템에서 직교편광기를 이용한 잡음광의 소거

Optical Noise Reduction in A Wireless Optical System using Two Orthogonal Polarizers

이 성 호 · 이 준 호

Seong-Ho Lee · Junho Lee

요 약

본 논문에서는 원형의 직교편광기를 새로이 제작하여 무선광 차동검출기를 구성하고 잡음광 소거에 활용하였다. 직교편광기는 2개의 반원형 편광기의 통과축이 서로 수직이 되도록 접합하여 1개의 원형을 이루며, 이를 모터로 구동하여 신호광의 편파와 매칭을 시킴으로써 잡음광의 간섭을 소거하였다. 적외선 광필터가 부착된 단일의 포토트랜지스터를 사용할 때에 비하여 직교편광기를 사용한 차동검출기에서 잡음의 세기가 약 20 dB 감소하였다.

Abstract

In this paper, a circular orthogonal polarizer is newly fabricated and used in a differential detector to reduce the optical noise in a wireless optical interconnection. The orthogonal polarizer is composed of two semicircular polarizers whose transmission axes are orthogonal each other. The orthogonal polarizer is driven by a motor and matched to the signal polarization in order to reduce the optical noise interference. The noise power was reduced by about 20 dB using a differential detector with the orthogonal polarizer.

Key words : Wireless Optical Communication, Polarizer, Differential Detector, Noise Light

I. 서 론

무선광연결은 광원으로부터 신호광을 자유공간으로 방사하고 광검출기로 이를 직접 검출하는 광통신 방식으로서 주로 근거리 구간에서 많이 활용되는 무선통신방식이다. 송신부와 수신부를 구성하는 회로가 비교적 간단하고 기존의 무선주파수와 상호간섭이 적으며, 신호광의 방사영역을 벗어나면 도청이 되지 않아 높은 보안성을 유지하는 장점을 가지고 있다. 무선광연결의 대표적인 활용분야로는 가시거리에 있는 고층건물간의 고속 무선전송시스템 구축, 긴급 복구통신망 설치, 실내에서 컴퓨터와 주변장치간에 데이터 및 영상신호의 전송 등 근거

리 무선통신에 많이 이용되고 있다.

무선광연결에서는 자유공간을 통하여 신호광이 전송되므로, 신호광 주변에 있는 백열등, 형광등과 같은 주변의 조명시설에 의한 잡음광의 간섭을 받기 쉽다. 특히 신호광을 넓은 각도로 방사하는 Non-directed link에서는 신호광을 집중하는 Directed link에 비하여 신호광의 강도(Intensity)가 상대적으로 약하여 잡음광의 간섭이 더 심해진다. 이러한 잡음광의 간섭을 줄이기 위하여 광검출기의 전단에 광학적 필터를 설치하여 잡음광의 유입을 차단하거나, 광검출기 후단에서 전기적 필터를 이용하여 간섭신호의 주파성분을 소거하는 방식이 많이 사용되고 있다^{[1],[2]}. 잡음광이 신호광의 파장영역과 중첩되거

서울산업대학교 전자정보공학과(Department of Electronic & Information Engineering, Seoul National University of Technology)

· 논문 번호 : 20030425-067

· 수정완료일자 : 2003년 5월 27일

나 신호광의 파장에 근접하여 광학적 필터만으로 잡음광을 소거가 어려운 경우, 또는 잡음광의 간섭 주파수가 신호광의 변조주파수에 근접하여 전기적 필터로 잡음성분을 소거하기 어려운 경우에는 차동 검출기(Differential detector)를 사용하면 매우 효과적이다^{[2]-[5]}. 차동검출기는 동일한 특성을 가진 2개의 수광소자를 사용하며, 2지점에서의 광결합계수 차이를 이용하여 잡음광을 소거하는 방식이다. 2개의 수광소자에서 잡음광과 신호광의 광결합계수가 서로 다르게 만들어 주기 위하여 통과대역이 서로 다른 2개의 광필터를 부착하거나^[2] 통과축이 서로 수직인 2개의 편광기를 부착^[3]하면 차동검출기의 잡음소거 능력이 향상된다.

본 논문에서는 무선광연결의 수신부에서 차동검출기를 구성할 때 쉽게 이용할 수 있는 직교편광기(Orthogonal polarizer)를 새로이 개발하여 소개한다. 이 직교편광기는 반원형의 모양을 가진 2개의 편광기가 통과축이 서로 수직인 상태로 접합되어 1개의 원반형으로 제작된 것이다. 이 직교편광기의 중심을 모터의 회전축에 부착하고 모터를 회전하여 한쪽의 편광기가 신호광의 편파와 평행하도록 만들어주면 다른 한쪽의 편광기는 자동적으로 신호광에 수직하게 되어 2개의 수광소자에 입사하는 신호광의 결합계수가 최적의 상태로 제어된다. 이 직교편광기는 강한 잡음광에 노출된 공공장소에서 여러 사용자가 수시로 사용할 수 있는 무선광 접속지점을 구성하는 경우에 임의의 편파방향을 가진 신호광에 자동적으로 편파매칭을 이루어 잡음광을 소거할 수 있도록 새로이 고안된 구조이며 구성이 매우 간편하고 잡음소거능력이 우수하다.

II. 직교 편광기를 이용한 차동검출기의 구조

직교편광기를 이용한 차동검출기의 구조는 그림 1과 같다. 본 논문에서 사용한 차동검출기는 2개의 포토트랜지스터(PT1, PT2)와 2개의 편광기(PL1, PL2)로 구성된다.

차동검출기를 구성하는 수광소자로는 동일한 특성을 가진 2개의 포토다이오드 혹은 2개의 포토트랜지스터를 사용할 수 있다. 본 논문에서는 가시광선을 차단하는 적외선 필터가 부착된 포토트랜지스

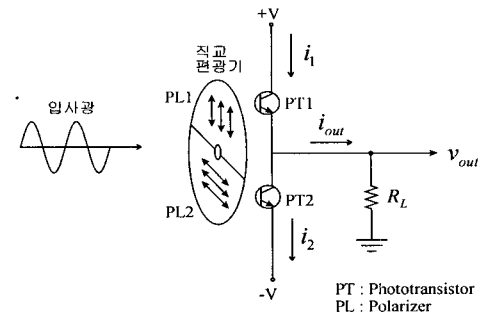


그림 1. 직교편광기를 이용한 차동검출기
Fig. 1. A differential detector with orthogonal polarizers.

터 2개를 사용하였으며, 감응파장의 영역이 0.7~1 μm 이다. PT1과 PT2는 직렬로 연결되어 각각 광전류 i_1 과 i_2 를 생성하고, 이들의 차이에 해당하는 출력전류 $i_{out} = i_1 - i_2$ 가 부하저항 R_L 에 공급되어 차동검출기를 구성하고 있다.

PT1과 PT2 앞에 설치된 편광기 PL1과 PL2는 각각 반원의 모양으로 가공된 후 서로 접착되어 원형의 직교편광기를 이루고, 통과축(Transmission axes)은 서로 수직이다. 그림 1의 편광기에서 화살표는 각 편광기의 통과축 방향을 나타낸다. 원반형의 모양인 직교편광기의 중심부를 모터의 회전축에 부착하고 모터를 제어하여 PL1과 PL2의 통과축을 동시에 조정한다.

송신부에서 광원으로 많이 사용되는 레이저다이오드는 대개 특정한 방향으로 편파를 가지고 있다. 수신부에서 PL1과 PL2의 통과축은 항상 수직이므로, PL1이 신호광의 편파와 평행하면 PL2는 신호광의 편파와 수직이 된다. 이 상태에서 PT1에는 신호광이 도달하고 PT2에는 신호광이 차단된다. 반면에 백열등이나 형광등, 또는 햇빛과 같은 잡음광의 경우에는 일반적으로 특정한 편파를 가지지 않으므로 이들은 PT1과 PT2에서 동시에 검출된다. 따라서 PT1과 PT2에서 발생한 광전류를 그림 1에서와 같이 차동검출하면, 잡음광은 소거되고 신호광은 검출된다.

그림 2(a)는 임의의 편파방향을 가진 신호광이 수신되는 경우, 신호광의 편파와 편광기 PL1의 통과축 사이에 이루는 각도가 θ_1 일 때의 모양을 나타내며, 그림 2(b)는 실험을 위하여 제작된 반경 2.5 cm의

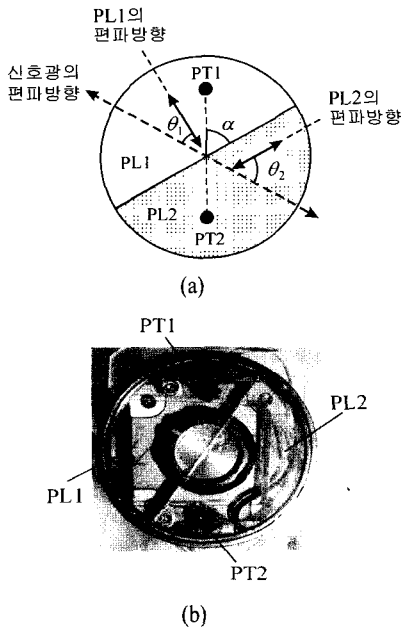


그림 2. 신호광과 직교편광기의 편파방향
Fig. 2. Polarizations of signal light and orthogonal polarizers.

직교편광기이다.

Non-directed link에서와 같이 신호광이 넓게 분산되는 경우에 신호광의 스폿크기(spot size)는 광원으로부터의 거리에 비례하여 증가한다. 광원부에서 렌즈를 사용하지 않는 경우 방사각이 통상 15~30° 정도가 일반적이며, 광원으로부터 1 m 정도의 근거리에서도 스폿크기가 약 30~60 cm 정도로 크다. 이 경우 PT1과 PT2 사이의 거리가 수 cm 이내가 되도록 설치하면 PT1과 PT2의 위치에서 신호광의 강도(Intensity)는 거의 균일하다. 또한 실내의 조명시설과 같은 잡음광도 공간상에서 거의 균일한 분포를 가진다. 이와 같은 상태에서 PT1과 PT2에서 생성되는 광전류는 신호광과 편광기의 편파방향에 따라 결정된다.

그림 2(a)에서 포토트랜지스터 PT1이 편광기 PL1의 영역 내에 있으며, PL1과 신호광의 편파 사이에 이루는 각도가 θ_1 일 때, PL1을 통과하여 PT1에 도달하는 신호광의 강도는 Malus 법칙^[6]에 따라 $\cos^2\theta_1$ 에 비례한다. PL2는 항상 PL1과 수직이므로 PL2를 통과하여 PT2에 도달하는 신호광의 강도는 $\cos^2\theta_2 = \cos^2(\pi/2 - \theta_1) = \sin^2\theta_1$ 에 비례한다.

따라서 PT1과 PT2에서 생성되는 광전류는 각각

무선광시스템에서 직교편광기를 이용한 잡음광의 소거

$$i_1 = i_s[(T_{\max} - T_{\min})\cos^2\theta_1 + T_{\min}] + i_n$$

$$i_2 = i_s[(T_{\max} - T_{\min})\sin^2\theta_1 + T_{\min}] + i_n \quad (2)$$

이다. 여기에서 i_1 과 i_2 는 각각 PT1과 PT2에서 생성된 광전류이다. i_s 는 신호전류의 최대값으로서 $i_s = \rho P_s S$ 로 표시되며 ρ 는 포토트랜지스터의 전류응답도, P_s 는 신호광의 강도이며, S 는 포토트랜지스터의 수광면적이다. T_{\max} 는 신호광의 편파가 편광기의 통과축과 평행할 때 나타나는 최대투과율이며, T_{\min} 는 신호광의 편파가 편광기의 통과축과 수직할 때 나타나는 최소투과율이다. i_n 은 잡음광에 의하여 발생한 광전류이며 $i_n = \rho P_n T_n S$ 로 표현되고, P_n 은 잡음광의 강도이며 T_n 은 잡음광에 대한 편광기의 투과율이다. 잡음전류 i_n 은 편광기의 통과축의 방향과 관계없으며, 잡음광의 분포가 PT1과 PT2에서 균일하면 잡음전류의 크기도 동일하다.

i_1 과 i_2 를 차동검출한 출력전류 i_{out} 이 부하저항 R_L 을 통과하므로 포토트랜지스터 PT1이 편광기 PL1의 영역 내에 있을 때, 즉 그림 2(a)에서 PT1-PT2간의 직선과 편광기의 경계면 사이에 이루는 각도 α 가 ($0 < \alpha < 180^\circ$)의 영역에 있을 때 출력전압 v_{out} 은

$$v_{out} = i_{out} R_L = (i_1 - i_2) R_L$$

$$= i_s R_L (T_{\max} - T_{\min}) \times (\cos^2\theta_1 - \sin^2\theta_1)$$

$$= i_s R_L (T_{\max} - T_{\min}) \times \cos 2\theta_1 \quad (3)$$

이 되어 잡음광에 의한 간섭신호 i_n 은 소거되고, 신호광에 비례한 출력전압이 검출된다.

출력전압 v_{out} 은 $\theta_1=0$ 에서 최대값을 가지며, 신호광의 편파비(Polarization extinction ratio) T_{\max}/T_{\min} 가 높을수록 출력전류는 증가한다. 포토트랜지스터 PT1이 편광기 PL2의 영역 내에 있을 때에는 그림 2(a)에서 PT1-PT2간의 직선과 편광기의 경계면 사이에 이루는 각도가 ($180^\circ < \alpha < 360^\circ$)의 영역에 있을 때이며, 이 상태에서의 출력전압은

$$v_{out} = i_s R_L (T_{\max} - T_{\min}) \times (\cos^2\theta_2 - \sin^2\theta_2)$$

$$= i_s R_L (T_{\max} - T_{\min}) \times [\cos^2(\pi/2 - \theta_1) - \sin^2(\pi/2 - \theta_1)]$$

$$= i_s R_L (T_{\max} - T_{\min}) \times (\sin^2\theta_1 - \cos^2\theta_1)$$

$$= i_s R_L (T_{\max} - T_{\min}) \times (-\cos 2\theta_1) \quad (4)$$

이 되어 잡음광은 소거되고, 출력전압은 식 (3)과 반전된 모양을 가진다.

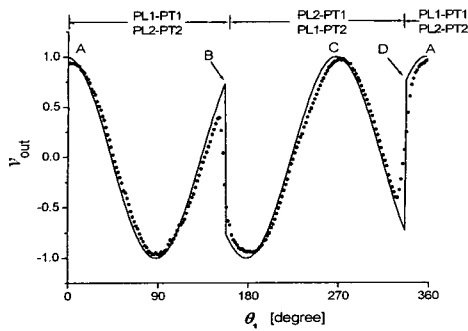


그림 3. θ_1 에 따른 출력전압의 변화
 Fig. 3. Output voltage variation versus θ_1 .
 (●) : Measured, (—) : Calculated

그림 3은 PL1의 통과축과 신호광의 편파 사이에 이루는 각도 θ_1 과 차동검출기의 출력전압 v_{out} 사이의 관계를 나타낸다.

부호(●)는 직교편광기에 스텝핑모터를 부착하여 θ_1 을 규칙적으로 1.8° 씩 증가시키면서 $0^\circ \sim 360^\circ$ 의 범위에서 검출전압의 변화를 측정 한 값이고, 실선(—)은 식 (3)과 (4)를 도기한 것이며, 각각 최대값 1로 정규화된 그래프이다. 측정에서 사용한 광원은 편파비가 약 $T_{max}/T_{min} \approx 10$ 이며 발광 파장이 800 nm인 GaAs 레이저다이오드이다.

A지점은 초기상태이며 $\theta_1=0^\circ$, $\theta_2=90^\circ$, $\alpha=20^\circ$ 이다. 이때에는 편광기 PL1이 신호광의 편파와 평행하고, PL2는 신호광과 수직이어서 포토트랜지스터 PT1에만 신호광이 도달하고 PT2에는 신호광이 차단된 상태이다. C점의 위치는 $\theta_1=270^\circ$, $\theta_2=180^\circ$, $\alpha=290^\circ$ 인 상태로 편광기 PL1이 신호광의 편파와 수직하고, PL2는 신호광과 평행하다. 이때에는 편광기 PL2가 포토트랜지스터 PT1앞에 위치하는 상태이므로, 이때에도 역시 PT1에만 신호광이 도달하고 PT2에는 신호광이 차단된 상태이다. 따라서 A와 C의 위치에서 차동검출기의 출력전압은 최대가 된다. 피드백회로와 모터를 사용하여 직교편광기가 A 또는 C 지점에서 동작하도록 제어하면 잡음광의 간섭은 소거되고 신호성분은 최대가 된다. A와 C 지점에서 신호전압의 크기는 식 (3)과 (4)에 각각 $\theta_1=0, 270^\circ$ 를 대입하면 $v_{out} = i_s R_L (T_{max} - T_{min})$ 로서 동일하다. 만일 신호광의 강도가 PT1과 PT2에서 동일하지 않은 경우에는 그림 3의 곡선에서 최대와 최소점에서 v_{out} 절대치가 달라지며, 최대 검출전압지점

을 찾아가는 모터제어회로에 의하여 직교편광기는 최대점인 A 또는 C지점으로 정렬한다.

그림 3의 B와 D지점은 각각 $\alpha=180^\circ, 360^\circ$ 이 되는 위치이며, 포토트랜지스터 PT1과 PT2가 놓인 지점에 편광기의 접합점이 지나가면서 PL1과 PL2가 뒤바뀌고 그 결과 파형이 반전되면서 불연속적인 전압변화가 발생한다. A~B 사이와 D~A 사이의 영역은 직교편광기가 회전하면서 포토트랜지스터 PT1앞에 편광기 PL1이 위치하고 PT2 앞에 PL2가 위치하는 상태이며, 반대로 B~C~D 사이의 영역은 PT1앞에 PL2가 위치하고, PT2 앞에 PL1이 위치하는 상태이다.

Ⅲ. 잡음광소거 실험

직교 편광기를 이용하여 잡음광을 소거하기 위한 실험장치는 그림 4와 같다.

2대의 컴퓨터간에 UART(asynchronous receiver and transmitter) 단자를 통하여 무선광연결을 구성하고, 송신용 UART로부터 발생한 NRZ 디지털신호를 사용하여 레이저다이오드를 강도변조(Intensity modulation)하였다. 이 레이저다이오드의 파장은 800 nm이고 수직편파를 가지며 편파비(T_{max}/T_{min})는 약 10 dB이다. 레이저다이오드로부터의 신호광의 방사각은 수직으로 약 30도, 수평으로 약 15도이다.

레이저다이오드로부터 약 1.5 m의 거리에 직교 편광기를 부착한 차동검출기를 설치하였다. 포토트랜지스터 PT1과 PT2로는 Kodenshi사의 ST-5811을 사용하였다. 이 포토트랜지스터는 가시광선을 차단하는 필터가 부착되어 있으며, 감응하는 파장범위는 $0.7 \sim 1 \mu\text{m}$ 이다. PT1과 PT2의 거리는 약 4 cm이며,

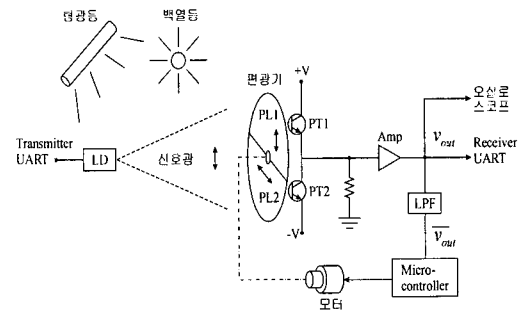


그림 4. 실험장치
 Fig. 4. Experimental setup.

부하저항은 100 Ω을 사용하였다. 수신전압을 증폭하기 위한 증폭기의 전압이득은 40 dB이다. 잡음광으로는 100 W의 백열등과 전자안정기(Electronic ballast)가 부착된 30 W형광등을 수신부 앞의 약 1 m 거리에 설치하였다.

직교편광기의 중심을 스텝핑모터의 회전축에 부착하고, 피드백회로를 사용하여 직교편광기의 회전각을 제어하였다. 제 2절의 그림 3에서 설명한 바와 같이 차동검출기에서 최대전압이 검출되는 A 또는 C지점이 잡음광을 소거하고 신호성분을 최대로 검출하는 지점이므로, 직교편광기가 회전하여 출력전압이 최대인 지점을 찾아가도록 모터를 제어하였다. 피드백회로는 저주파필터(LPF)와 마이크로콘트롤러 그리고 스텝핑모터로 구성되어 있다. 출력전압 v_{out} 이 LPF를 통과한 후 마이크로콘트롤러의 A/D 변환 입력단자에 연결된다. 저주파필터의 상한 주파수는 약 10 Hz이며, 출력전압에 비례한 DC전압을 생성하기 위하여 사용한 것이다. 마이크로콘트롤러는 Atmel사의 AT90S8535이며, 컴파일러는 HP InfoTech사의 CodeVision을 사용하였다. 차동검출기의 출력전압 v_{out} 이 최대일 때 LPF를 통과한 전압 $\overline{v_{out}}$ 도 최대가 된다. 따라서 마이크로콘트롤러에 입력된 $\overline{v_{out}}$ 의 크기가 최대인 지점을 찾아가도록 모터를 제어하면 편광기 PL1 또는 PL2가 PT1의 위치에서 신호광의 편파와 일치하는 상태를 유지하게 된다.

본 실험에서는 무선광링크가 구성되는 초기에 직교편광기가 약 1초 이내에 360° 회전을 하면서 검출전압을 연속적으로 기록하고, 1회전을 마친 뒤에는 최대 검출전압이 발생하였던 지점으로 다시 찾아가 그 곳에서 정지하도록 시스템을 구성하였다. 일반적으로 링크의 구성과 해제가 빈번한 무선광시스템에서는 링크가 구성될 때마다 그 광원의 편파가 다를 수 있지만 사용 중에는 일반적으로 편파가 거의 변하지 않는다. 이러한 환경에서는 처음 링크가 구성될 때에만 신호광의 편파에 일치하도록 직교편광기를 정렬하고 링크가 끝날 때까지 계속 그 상태를 유지하면 된다. 무선광시스템이 동작하는 과정에서 계속적으로 신호광의 편파가 바뀌는 특별한 환경에서는 편광기가 신호광의 편파와 일치된 상태를 유지하도록 최대검출전압 지점을 연속적으로 추적하면 된다. 이때에는 모터가 좌우로 ±1.8도씩 연속적으로

무선광시스템에서 직교편광기를 이용한 잡음광의 소거

회전하면서 최대지점을 추적하므로, 최대검출전압의 약 0.002 배의 연속적인 전압변화가 수반된다. 본 실험에서는 처음 동작을 시작하는 단계에서만 신호광의 편파를 찾아 직교편광기가 정렬하고, 그 상태를 계속 유지하도록 시스템을 구성하였다.

그림 5와 그림 6은 오실로스코프를 사용하여 관측한 출력전압이다. 그림 5에서는 4.8 kbps의 전송속도로 문자 "F" (110011001)에 해당하는 NRZ 코드가 연속적으로 수신되는 경우이다. 이 상태에서 오실로스코프의 time base는 2 ms/div이다. 그림 5의 파형(a)는 적외선필터가 부착된 포토트랜지스터 1개를 사용하여 수신할 때이며, 디지털부호를 나타내는 신호전압에 강한 잡음전압이 섞여 있는 상태이다. 주파수 120 Hz를 가지는 정현파 모양의 잡음은 백열등에 의한 간섭이며, 여기에 실린 검은색 띠 모양의 잡음은 전자안정기(Electronic ballast)로 구동하는 형광등에서 발생하는 85 kHz의 간섭파형이다. 형광등의 85 kHz의 잡음신호는 대개 형광등이 켜지는 순간으로부터 4~5분 정도 강하게 지속되는 특징이 있다. 본 실험에서 측정된 파형은 모두 형광등이 켜진 직후에 측정된 것이며 그림 5의 파형(a)에서 보는 바와 같이 백열등과 형광등에서 발생한 총 잡음의 피크간 전압은 약 1.7 V 정도로서 신호전압의 진폭 0.5 V에 비하여 매우 강한 잡음이 유입되는 상태이다.

그림 5의 파형(b)는 직교편광기를 사용하여 $\theta_t=0$ 를 유지하는 상태에서 관측된 차동검출기의 출력전압이다. 이 상태에서 피크간 잡음전압의 세기는 약 0.15 V로 줄어들어 단일의 포토트랜지스터를 사용할 때에 비하여 1.7/0.15=21 dB 감소하였다.

그림 6은 115.2 kbps의 전송속도로 문자 "F" (110011001)에 해당하는 NRZ 코드가 연속적으로 수신되는 경우에 관측한 출력전압이다.

이 상태에서 오실로스코프의 time base는 50 μs/div이다. 그림 6의 파형(a)는 적외선필터가 부착된 포토트랜지스터 1개를 사용하여 수신할 때 검출된 전압이며, 약 0.4 V의 신호전압과 주파수가 85 kHz이고 피크간 전압이 약 0.4 V인 잡음전압이 섞여 있다. 이 잡음전압은 전자안정기로 구동되는 형광등에서 발생한 것이며, 앞의 그림 5의 파형(a)에 나타난 검은 띠 형태의 잡음과 같은 것이다. 그림 6의 파형(b)

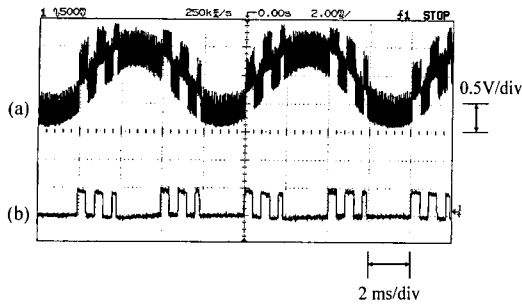


그림 5. 오실로스코프상에 관측된 출력전압 파형
(a) 단일의 포토트랜지스터 사용
(b) 차동검출기 사용

Fig. 5. Output voltage waveforms on an oscilloscope.
(a) With a single phototransistor
(b) With a differential detector

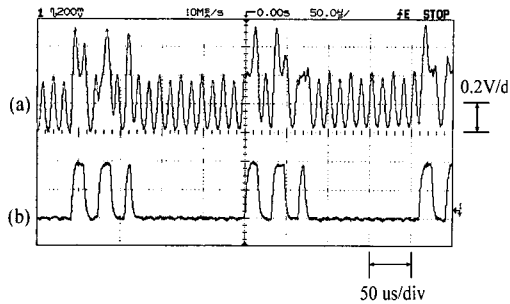


그림 6. 오실로스코프상에 관측된 출력전압 파형
(a) 단일의 포토트랜지스터 사용
(b) 차동검출기 사용

Fig. 6. Output voltage waveforms on an oscilloscope.
(a) With a single phototransistor
(b) With a differential detector

는 직교편광기가 $\theta_i=0$ 를 유지하는 상태에서 관측된 차동검출기의 출력전압이다. 이 상태에서 잡음전압의 세기는 약 0.03 V 이내로 줄어들어 단일의 포토트랜지스터를 사용할 때에 비하여 $0.4/0.03=22$ dB 감소하였다.

백열등이나 형광등과 같은 조명시설에 의한 잡음광의 스펙트럼은 가시광선과 적외선에 걸쳐 넓게 분포하며, 특히 형광등의 경우에는 780~950 nm 사이에서 강한 잡음광을 유발한다^[1]. 이 파장 대역의 밖에서 무선광을 구성하면 상대적으로 잡음광의 영향을 줄일 수 있으나 현재까지도 약 800 nm 부근의

GaAs 레이저다이오드와 Si-photodiode가 저가의 근거리 무선광소자로 상용화되어 있다^[1]. 따라서 이러한 조명이 설치된 부근에서 800 nm의 파장을 가진 신호광을 전송하는 경우에는 신호광과 잡음광이 모두 800 nm 부근에 존재하여 단순히 적외선 필터만으로는 잡음광의 간섭을 효과적으로 소거하기가 어렵다. 또한 전자안정기가 달린 형광등의 잡음주파수 85 kHz는 신호주파수 115.2 kbps에 매우 근접하므로 전기적 필터를 사용하여 잡음을 소거하기도 쉽지 않다. 이와 같이 잡음광의 스펙트럼이 신호광의 파장영역에 존재하여 적외선필터만으로 잡음을 소거하기 어려운 경우나 잡음의 간섭주파수가 신호주파수에 매우 근접하여 전기적 필터로 분리해내기 어려운 경우에 직교편광기를 사용하면 매우 쉽게 잡음광을 소거할 수 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 무선광연결에서 잡음광소거를 위하여 유용하게 쓸 수 있는 직교편광기를 새로이 제작하고, 이를 이용한 차동검출기를 구성하여 입사광의 편파각도에 따른 응답특성의 변화를 측정하였다. 또한 차동검출기의 출력전압이 최대가 되도록 피드백회로를 구성하고 직교편광기를 제어하여 잡음광의 소거효과를 실험적으로 확인하였다.

잡음광의 스펙트럼이 신호광의 파장영역에 분포하여 광필터만으로 잡음을 소거하기 어려운 경우나 잡음의 간섭주파수가 신호주파수에 매우 근접하여 전기적 필터로 분리해내기 어려운 경우에 직교편광기를 사용하면 매우 쉽게 잡음광을 소거할 수 있다. 실험에서는 직교편광기를 부착한 차동검출기를 사용하여 잡음광의 간섭을 약 20 dB 정도 줄이는 효과를 보였다. 참고문헌 [3]에서 사용한 편광기의 구조와의 차이점은 2개의 편광기의 통과축 방향이 항상 수직한 특성을 이용하여 이 두 개를 한 개의 직교편광기로 조합하고 임의의 편파방향을 가진 신호광에 자동적으로 편파매칭이 가능하도록 차동검출기의 구조를 개선한 데에 있다.

직교편광기를 이용한 차동검출기는 구조가 간단하고 잡음의 소거효과가 높으며, 신호광의 편파에 자동적으로 정렬하는 기능을 가지고 있어서 여러

사용자가 교대로 많이 사용하는 무선광 수신부를 설계하는 경우에 매우 유익하게 활용할 수 있다.

참 고 문 헌

[1] Joseph M. Kahn, John R. Barry, "Wireless in infrared communications", *Proc. IEEE*, vol. 85, no. 2, pp. 265-298, 1997.
 [2] M. Street, P. N. Stavrinou, D. C. O'Brien and D. J. Edwards, "Indoor optical wireless systems-a review", *Optical and Quantum Electronics*, 29, pp. 349-378, 1997.

무선광시스템에서 직교편광기를 이용한 잡음광의 소거

[3] 이성호, "무선광연결에서 편광판을 이용한 광잡음 감소", *한국전자과학회논문지*, 11(3), pp. 365-371, 2000년 4월.
 [4] 이성호, "무선광연결에서 신호광에 자동정렬하는 차동검출기", *한국전자과학회논문지*, 11(5), pp. 822-829, 2000년 8월.
 [5] 이성호, "무선광 차동검출기에서 디지털가변저항을 이용한 잡음광의 감소", *한국전자과학회논문지*, 13(6), pp. 599-604, 2002년 7월.
 [6] Eugene Hecht, *Optics*, Addison-Wesley, Reading, Mass., 1987.

이 성 호



1957년 8월 12일생
 1980년 2월: 한국항공대학 전자공학과 (공학사)
 1989년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학석사)
 1993년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학박사)

1995년 3월~현재: 서울산업대학교 전자정보공학과 부교수

[주 관심분야] 광통신, 초고주파회로

이 준 호



1964년 3월 16일생
 1988년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학사)
 1990년 8월: 연세대학교 전자공학과 (공학석사)
 1996년 3월: 연세대학교 전자공학과 (공학박사)

1998년 4월~현재: 서울산업대학교 전자정보공학과 조교수

[주 관심분야] 컴퓨터통신, 광통신