

차동검출기를 이용한 무선광연결에서 신호대잡음비의 개선

Signal to Noise Ratio Improvement in Optical Wireless Interconnection Using A Differential Detector

이 성 호 · 강 희 창

Seong-Ho Lee · Hee-Chang Kang

요 약

본 논문에서는 실내 무선광연결에 사용될 수 있는 차동검출기에서 잡음광의 결합비와 차동이득비에 따른 신호대 잡음비의 개선에 대하여 분석하고 실험하였다. 차동검출기는 2개의 포토다이오드와 1개의 차동증폭기로 이루어지며, 차동이득비가 잡음광의 결합비와 같을 때 잡음광이 소거되어 약 20 dB의 신호대잡음비를 개선하였다. 차동검출기는 실내의 무선광연결에서 주변의 강한 잡음광의 영향을 개선하거나 인접된 채널광에 의한 혼신의 영향을 없애는 데에 매우 효과적이다. 이 방법은 신호광과 유사한 파장의 잡음광이 발생하는 경우에도 잡음개선효과가 있다.

Abstract

In this paper, we investigated the signal-to-noise ratio improvement in a differential detector, which is a function of the optical noise coupling ratio and the differential gain ratio. A differential detector consists of two photodiodes and a differential amplifier. The differential detector reduced the noise component and improved the signal-to-noise ratio by about 20 dB when the differential gain ratio equals to the optical noise coupling ratio. The differential detector is very effective in removing the environmental optical noise or interference from an adjacent optical channel. This method is also effective when the noise wavelength is similar to the signal.

I. 서 론

실내의 무선광연결은 가격이 저렴하고, 소모전력이 적으며, 방사빔이 실내에 제한되어 보안유지가 좋고, 가용주파대역이 넓다. 또한 장치간의 접속케이블을 줄이는 장점이 있으며 실외에서와는 달리

대기의 기상변화에 대하여 민감하지 않고, 기존의 무선통신주파수와 상호 간섭이 거의 없는 장점이 있어 이에 대한 연구가 활발해지고 있다.

그러나 실내의 무선광연결을 구성하는 경우에 햇빛, 형광등, 백열등과 같은 주변의 잡음광의 영향이 심한 환경에서는 이러한 잡음의 영향을 최소화하기 위한 방법이 필요하다. 잡음광의 영향을 막

「본 논문은 서울산업대학교 교내 학술비에 의하여 연구되었음.」

서울산업대학교 전자공학과(Department of Electronics Engineering, Seoul National Polytechnic University)

· 논문 번호 : 980901-080

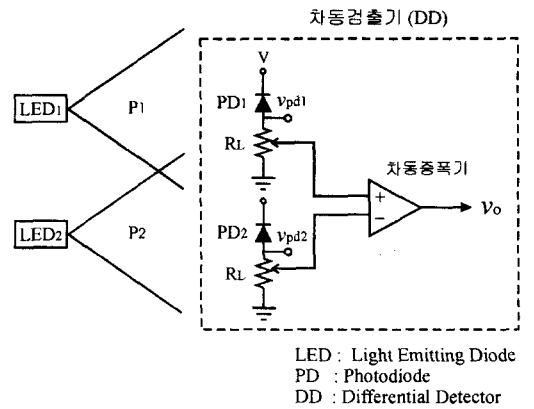
· 수정완료일자 : 1998년 10월 12일

기 위하여 보통 광학적 필터를 사용하여 잡음광 성분을 제거하거나 또는 광검출기의 후단에 전기적 필터를 사용하여 잡음성분을 없애는 방법이 많이 사용되고 있다^{[2]~[6]}. 또한 2개의 포토다이오드와 광학적필터를 이용하여 잡음을 상쇄하는 방법도 최근에 보고되고 있다^[2]. 본 논문의 저자는 2개의 포토다이오드와 1개의 차동증폭기를 이용하여 잡음광을 소거하는 차동검출구조를 새로이 제안하고, 이 차동증폭기를 이용하여 강한 주변의 잡음광의 영향을 감소시킨 결과를 참고문헌 [1]에 이미 소개하였다. 이 차동검출기는 2개의 포토다이오드와 차동증폭기로 이루어져 있으며, 2지점에서 검출된 잡음성분을 적절한 비율로 각각을 증폭하여 상쇄함으로써 잡음광의 영향을 소거한다.

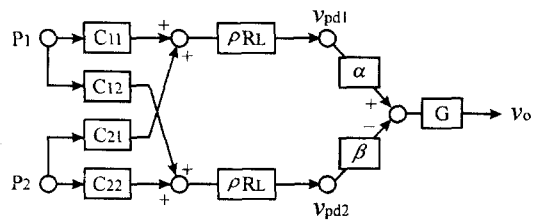
본 논문에서는 이 차동검출기를 구성하는 2개의 포토다이오드에서의 광결합비와 차동증폭기의 (+)와 (-)입력단자에 대한 이득비에 따라 신호대잡음비의 개선량이 변화하는 모양을 간단한 수식과 실험을 통하여 좀더 자세히 살펴보고, 이 원리와 관련하여 주변의 잡음광을 상쇄하는 실험을 설명한다. 또한 인접된 채널광으로부터 혼신이 유발되는 경우에도 차동검출기를 이용하면 혼신의 영향을 쉽게 감소시킬 수 있음을 실험적으로 확인한다.

II. 차동증폭비에 따른 신호대잡음비의 변화

그림 1(a)는 차동검출기의 구성도이고 그림 1(b)는 차동검출기의 블록다이어그램이다. 그림 1(a)에서의 차동검출기는 2개의 동일한 포토다이오드와 1개의 차동증폭기로 구성된다. LED1과 LED2는 차동검출기의 동작을 파악하기 위하여 사용한 광원이며, 편의상 LED1은 신호광원, LED2는 잡음광원으로 정한다. LED1으로부터의 광출력은 P_1 , LED2로부터의 광출력은 P_2 이며, 이들은 포토다이오드 1(PD1)과 포토다이오드 2(PD2)가 위치하는 곳에서 중첩되어있다. 그림 1(b)는 이러한 상태를 나타내



(a)



(b)

그림 1. 차동검출기

(a) 차동검출기의 구성도

(b) 차동검출기의 블록다이어그램

Fig. 1. A differential detector.

(a) Configuration of a differential detector.

(b) Block diagram of a differential detector.

는 블록다이어그램이다. 그림 1(b)에서 C_{11} 은 LED1으로부터 PD1으로의 결합효율, C_{21} 은 LED2로부터 PD1으로의 결합효율, C_{12} 은 LED1으로부터 PD2로의 결합효율, C_{22} 은 LED2로부터 PD2의 결합효율이다. PD1과 PD2는 동일한 특성을 가진 포토다이오드로서 응답도는 ρ 이고, 부하저항 R_L 은 동일하다. PD1과 PD2의 각 부하저항에서 검출된 수신전압에는 신호전압과 잡음전압이 섞여 있으며, PD1의 부하저항에 나타나는 전압 v_{pd1} 은

$$v_{pd1} = (C_{11}P_1 + C_{21}P_2)\rho R_L$$

$$= v_{pd1(sig)} + v_{pd1(nos)} \quad (1)$$

여기에서 $v_{pd1(sig)} = C_{11}P_1\rho R_L$ 은 신호성분, $v_{pd1(nos)} = C_{21}P_2\rho R_L$ 은 잡음성분이다. 마찬가지로 PD2의 부하저항에 나타나는 전압 v_{pd2} 는

$$v_{pd2} = (C_{12}P_1 + C_{22}P_2)\rho R_L$$

$$= v_{pd2(sig)} + v_{pd2(nos)} \quad (2)$$

여기에서 $v_{pd2(sig)} = C_{12}P_1\rho R_L$ 은 신호성분, $v_{pd2(nos)} = C_{22}P_2\rho R_L$ 은 잡음성분이다.

식 (1)과 (2)에서는 회로내에서 발생하는 전기적 잡음의 크기는 잡음광의 영향보다 훨씬 작다고 간주하고 여기서는 무시하였다. PD1에서 신호대잡음비(SNR)는

$$SNR_{pd1} = 10 \log \left(\frac{v_{pd1(sig)}}{v_{pd1(nos)}} \right)^2$$

$$= 10 \log \left(\frac{C_{11}P_1}{C_{21}P_2} \right)^2 \quad (3)$$

로 나타낼 수 있다.

그림 1에서 PD1의 전압의 일부 ($\alpha \times v_{pd1}$)는 차동증폭기의 (+)입력단에 가해지고 PD2의 전압의 일부 ($\beta \times v_{pd2}$)는 차동증폭기의 (-)입력단에 가해진다. 이 때 차동증폭기의 출력전압 v_o 는

$$v_o = (\alpha v_{pd1} - \beta v_{pd2})G$$

$$= [\alpha(C_{11}P_1 + C_{21}P_2) - \beta(C_{12}P_1 + C_{22}P_2)]$$

$$\cdot \rho R_L G$$

$$= [(\alpha C_{11} - \beta C_{12})P_1 + (\alpha C_{21} - \beta C_{22})P_2]$$

$$\cdot \rho R_L G$$

$$= v_{o(sig)} + v_{o(nos)} \quad (4)$$

여기에서 $v_{o(sig)} = (\alpha C_{11} - \beta C_{12})P_1\rho R_L G$ 는

v_o 의 신호성분을 나타내며, $v_{o(nos)} = (\alpha C_{21} - \beta C_{22})P_2\rho R_L G$ 는 잡음성분을 나타낸다. 차동증폭기의 출력단에서의 신호대잡음비는

$$SNR_o = 10 \log \left[\frac{v_{o(sig)}}{v_{o(nos)}} \right]^2$$

$$= 10 \log \left[\frac{(\alpha C_{11} - \beta C_{12})P_1}{(\alpha C_{21} - \beta C_{22})P_2} \right]^2 \quad (5)$$

이다. 식 (3)에서와 같이 한 개의 PD를 사용하는 경우에는 검출된 전압에서 잡음성분의 크기가 신호성분의 크기와 비슷할 정도로 심하면 신호검출이 어렵다. 그러나 식 (5)에서와 같이 차동검출기를 사용하면 차동이득비 β/α 에 따라 신호대잡음비가 달라질 수 있다. 식 (3)과 식 (5)를 비교할 때, 단일의 포토다이오드로 검출할 때에 비하여 차동검출기를 사용할 때에 신호대잡음비가 개선된량을 ΔSNR 로 표시하면

$$\Delta SNR = SNR_o - SNR_{pd1}$$

$$= 10 \log \left(\frac{v_{o(sig)}/v_{o(nos)}}{v_{pd1(sig)}/v_{pd1(nos)}} \right)^2 \quad (6)$$

$$= 10 \log \left[\frac{1 - (C_{12}/C_{11})(\beta/\alpha)}{1 - (C_{22}/C_{21})(\beta/\alpha)} \right]^2$$

이다. 식 (6)의 신호대잡음비의 개선량을 실험적으로 확인하기 위하여 그림 1(a)와 같이 실험장치를 구성하였다. LED1과 LED2는 동일한 특성을 가지며 파장은 830 nm 이고 바이어스전류 50 mA에서 광출력이 30 mW이다. 바이어스 전류가 50 mA인 상태에서 LED1은 100 kHz LED2는 30 kHz의 정현파로 강도변조하였다. 여기에서 100 kHz는 신호파, 30 kHz는 잡음파로 간주한다. LED1의 반치빔폭은 약 10° 를 유지하고, LED1과 LED2사이의 거리와 PD1과 PD2사이의 거리는 각각 약 5 cm로 서로 근접해있으며, LED1과 PD1사이의 거리는 약 60 cm를 유지하였다. 이 상태에서 결합계수의 비 C_{12}/C_{11} 은 약 0.5이었다. LED2로부터 방사하는 빔은 렌즈를 조절하여 결합계수의 비 C_{21}/C_{22} 가 0.5.

1.0, 1.5가 되도록 하였다. 사용한 2개의 포토다이오드는 동일한 특성을 가지며 응답도 $\rho = 0.5$ (A/W)이고 부하저항은 $1\text{ k}\Omega$ 의 가변저항을 사용하였다. 그림 1(a)와 같이 각 부하저항으로 사용하는 가변저항의 손잡이를 돌려 PD1의 부하저항에 걸리는 전압의 일부($\alpha \times v_{pd1}$)를 차동증폭기의 (+) 단자에 가하고, PD2의 부하저항에 걸리는 전압의 일부($\beta \times v_{pd2}$)를 차동증폭기의 (-) 단자에 가함으로써 차동증폭비 β/α 를 변화하였다. 사용한 차동증폭기의 대역폭은 약 20 MHz이며, 각 입력단자에 대한 증폭률은 약 20이다. 그림 2는 차동이득비 β/α 에 따른 신호대잡음비의 개선량 ΔSNR 을 나타낸다. 그림 2에서 $C_{12}/C_{11} = 0.5$ 로 하였으며, 곡선 (a), (b), (c)는 각각 C_{21}/C_{22} 가 각각 0.5, 1.0, 1.5 일 때의 식 (6)의 계산값을 나타내고, 기호 $\circ, *, \square$는 각각 C_{21}/C_{22} 가 각각 0.5, 1.0, 1.5일 때의 실험치를 나타낸다.

식 (4)에서 $\beta/\alpha = C_{21}/C_{22}$ 일 때 잡음성분 $v_{o(nos)} = 0$ 이 되어 사라지며, 이 상태는 그림 2에서 곡선

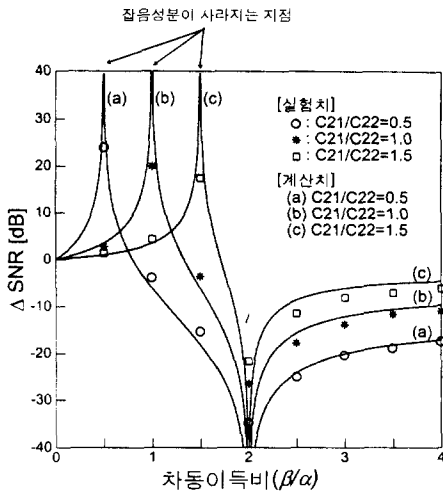


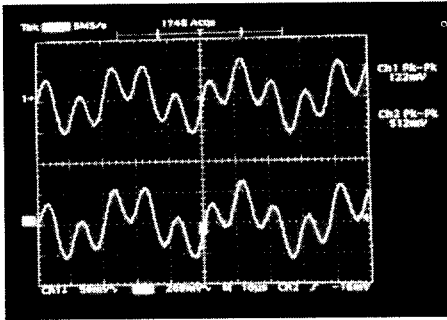
그림 2. 차동이득기에서의 신호대잡음비의 개선량
Fig. 2. Signal-to-noise improvement of a differential detector.

(a), (b), (c)에서 ΔSNR 값이 피크로 상승하는 지점에 해당한다. 주변광이나 인접된 채널광에 의한 잡음의 영향을 소거하기 위해서는 이 지점을 이용한다. 특히 곡선 (b)에서와 같이 $C_{21}/C_{22} = 1.0$ 인 경우는 잡음광의 세기가 PD1과 PD2의 위치에서 같은 크기를 갖는 때에 해당하며 이것은 보통 실내의 조명시설과 같은 잡음광의 강도의 분포가 이와 유사한 경우가 많다. 식 (6)의 계산에 의하면 $\beta/\alpha = C_{21}/C_{22}$ 인 지점에서 ΔSNR 이 무한대값이 되지만 실험치에서는 약 20 dB를 보이고 있다. 이것은 공통전원과 접지회로를 통하여 약 10 mV정도의 크기로 미약하게 잡음이 유기되므로 발생하는 현상이다. 실험에서 ΔSNR 을 측정하기 위하여는 먼저 LED2로부터의 빔(잡음광)을 차단한 상태에서 LED1으로부터의 빔(신호광)만에 의한 $v_{o(sig)}$ 와 $v_{pd1(sig)}$ 을 검출한 후 다시 LED1으로부터의 신호광을 차단하고 LED2로부터의 잡음광만에 의한 $v_{o(nos)}$, $v_{pd1(nos)}$ 를 검출하여 식 (6)에 대입하면 된다.

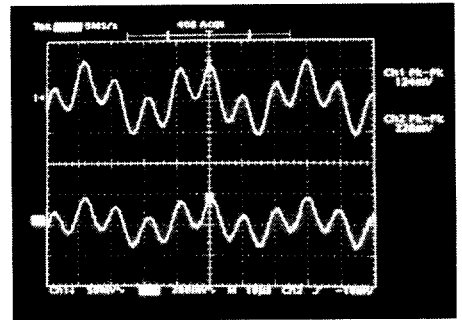
그림 2와 식 (4)에서 $\beta/\alpha = C_{11}/C_{12}$ 인 경우는 곡선이 아래로 피크를 이루는 지점이며 이때에는 $v_{o(sig)} = 0$ 이 되어 신호성분이 사라지고, 잡음성분만 남는다.

그림 3은 $C_{21}/C_{22} = 1$ 인 경우 β/α 를 0로부터 4까지 증가함에 따라 PD1의 부하저항에 검출되는 전압 v_{pd1} 과 차동증폭기의 출력전압 v_o 의 변화를 오실로스코프로 관찰한 것이다. 그림 3(a)부터 (f)까지의 그림에서 각 상부의 파형은 단일의 포토다이오드로 검출된 전압 v_{pd1} 을 나타내며, 각 하부의 그림은 차동증폭기의 출력전압 v_o 를 나타낸다.

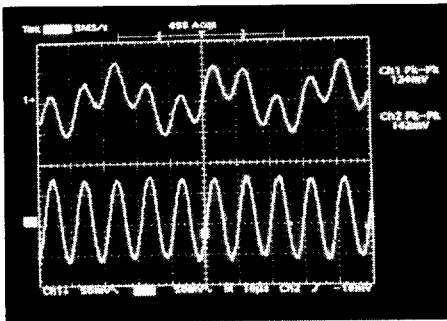
그림 3(a)에서는 $\beta/\alpha = 0$ 인 상태이며 신호성분 (100 kHz)과 잡음성분(30 kHz)이 혼합된 상태의 v_{pd1} 이 그대로 증폭되어 차동증폭기의 출력전압 v_o 에 나타난다. 이 때의 출력전압 v_o 에는 신호성분과 잡음성분의 크기가 유사하여 신호를 거의 구분



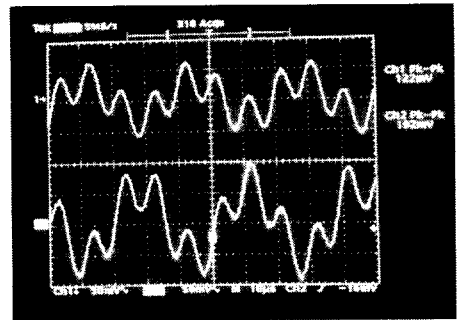
(a)



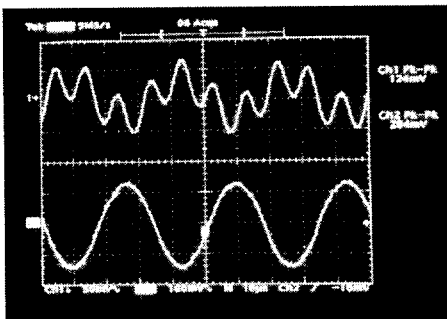
(b)



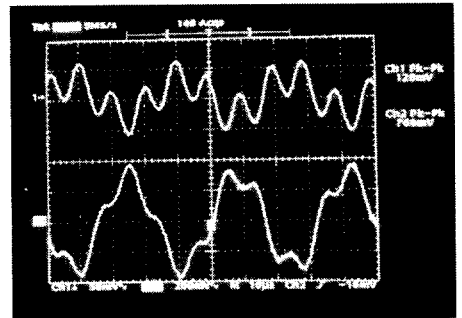
(c)



(d)



(e)



(f)

그림 3. 차동검출기의 출력파형 (각 그림의 상부파형 : v_{pd1} , 각 그림의 하부파형: v_o)

(a) $\beta/\alpha=0$ (b) $\beta/\alpha=0.5$ (c) $\beta/\alpha=1.0$

(d) $\beta/\alpha=1.5$ (e) $\beta/\alpha=2.0$ (f) $\beta/\alpha=4.0$

Fig. 3. Output waveforms of the differential detector (The upper trace of each figure : v_{pd1} , The lower trace of each figure : v_o) (a) $\beta/\alpha=0$ (b) $\beta/\alpha=0.5$ (c) $\beta/\alpha=1.0$ (d) $\beta/\alpha=1.5$ (e) $\beta/\alpha=2.0$ (f) $\beta/\alpha=4.0$

할 수 없는 상태이다. 그림 3(b)는 $\beta/\alpha=0.5$ 인 상태이며, v_o 에 잡음성분(30 kHz)이 남아 있으나 그 크기가 그림 (a)에서보이는 많이 줄어든 상태이다. 그림 3(c)에서는 $\beta/\alpha=1.0$ 이며 v_{out} 에는 잡음이 심한 상태이나 v_o 에는 잡음성분(30 kHz)이 제거되고 신호성분(100 kHz)만 증폭되어 나타난다. 이 상태는 식 (4)에서 $\beta/\alpha=C_{21}/C_{22}$ 이 되어 잡음성분이 상쇄되어 사라지고 $v_{o(nos)}=0$ 이 되는 지점이다. 이러한 상태는 주변잡음광의 영향이 심하여 무선광통신에 지장을 주는 경우에 잡음광을 제거하기 위하여 효과적으로 사용할 수 있음을 보이고 있다. 그림 3(d)에서는 $\beta/\alpha=1.5$ 인 상태이며 v_o 에 다시 혼신된 파형이 나타난다. 그림 3(e)에서는 $\beta/\alpha=2.0$ 인 경우이고 이 때는 v_o 에 신호성분(100 kHz)이 사라지고 잡음성분(30 kHz)만 나타나게 되어 그림 3(c)와 반대의 경우가 된다. 이 지점은 식 (4)에서 $\beta/\alpha=C_{11}/C_{12}$ 가 되어 신호성분이 $v_{o(size)}=0$ 이 되는 지점이다. 그림 3(f)에서는 $\beta/\alpha=4.0$ 인 상태이며, 다시 신호성분과 잡음성분이 혼합되어 나타난다.

III. 차동검출기의 이용

차동검출기를 이용하면 주변광으로부터의 잡음이나 인접된 다른 채널광으로부터의 혼신을 소거할 수 있다. 이 실험에서 사용하는 차동검출기는 전부 그림 1(a)에서 보인 구조를 이용한다.

3-1 주변잡음광의 영향 개선

차동검출기를 이용하면 잡음광의 영향을 감소시킬 수 있다^[1]. 실내에 설치된 조명으로부터 발생하는 잡음광은 공간상의 각 지점에서 일반적으로 불규칙하지만 차동검출기내에서 약 5 cm 정도로 서로 근접한 포토다이오드 PD1과 PD2의 위치에서는 그 세기의 정도가 유사한 경우가 많다. 따라서 이

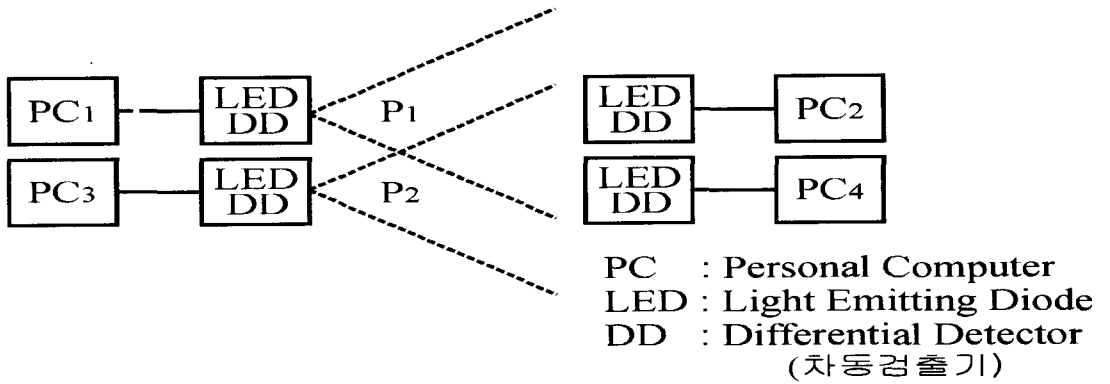
경우는 잡음광으로부터의 결합계수의 비가 $C_{21}/C_{22} \approx 1$ 이므로 그림 2의 곡선 (b)의 경우에 해당한다. 이 때에는 차동검출기에서 차동이득비를 $\beta/\alpha=1$ 이 되도록 정해주면 잡음광의 영향이 사라진다.

3-2 인접채널광으로부터의 혼신 개선

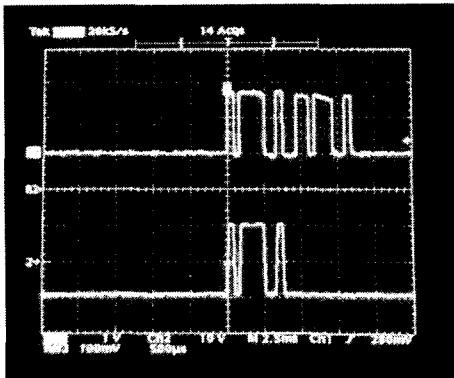
그림 4는 인접채널빔의 중첩에 의한 혼신이 발생하는 경우에 차동검출기를 사용하여 혼신을 제거하는 실험이다. 인접채널광에 의하여 혼신이 유발되는 경우에 차동검출기내의 포토다이오드 PD1과 PD2가 위치한 곳에서 나타나는 결합계수의 비 C_{21}/C_{22} 의 값은 다양하다. 이 때에도 혼신광에 의한 영향을 소거하기 위하여서는 $\beta/\alpha=C_{21}/C_{22}$ 가 되도록 차동이득비를 정해주면 된다.

각 LED-DD모듈내에는 광송신을 위하여 830 nm의 파장을 가진 동일한 LED를 사용하였으며, 수신부에는 그림 1(a)의 차동검출기(DD: differential detector)를 사용하였다. PC간의 전송은 Microsoft Works를 사용하여 2.4 kbps의 속도로 전송하였다. 그림 4(a)에서는 PC1과 PC2사이에 통신을 이루고 PC3와 PC4 사이에 통신을 하고 있는 상태이다. 이와같이 두 개의 서로 다른 광연결이 공간상 서로 인접하고 있으면, PC1측으로부터의 출력광 P_1 과 PC3측으로부터의 출력광 P_2 가 PC2와 PC4의 수신부가 위치한 곳에 빔이 중첩되므로 혼신이 발생하여 통신에 지장을 초래하는 경우가 있다. 이러한 경우에 PC2측에서 보면 P_1 은 신호광에 해당하고 P_2 는 잡음광에 해당한다.

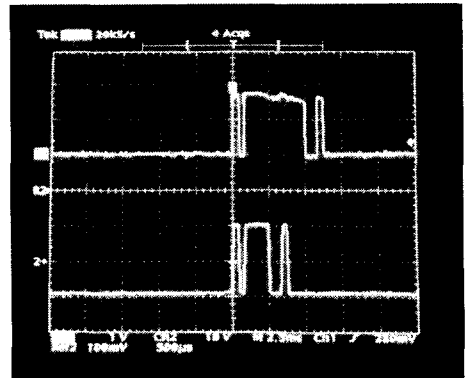
이 실험에서는 PC2의 수신부에 사용하는 차동검출기내의 포토다이오드 PD1과 PD2의 위치에서 잡음광 P_2 의 결합계수비가 약 $C_{21}/C_{22} \approx 0.5$ 인 상태이다. 따라서 PC2측에 유입되는 잡음광 P_2 의 영향을 없애기 위하여 차동이득비를 $\beta/\alpha=C_{21}/C_{22}=0.5$ 가 되도록 가변저항 R_L 을 조절하였다. 이와 같은 상황은 그림 4(b)와 (c)에 보이고 있



(a)



(b)



(c)

그림 4. 인접채널광에 의한 혼신의 감소 실험 (a) 실험구성도 (b), (c) 혼신의 감소

각 그림의 상부파형: v_{pd1} , 각 그림의 하부파형: v_o

Fig. 4. An experiment to reduce the interference from an adjacent beam.

(a) Experimental setup (b), (c) Crosstalk reduction. The upper trace: v_{pd1} , The lower trace: v_o

다. 그림 4(b)와 (c)에서 각각 상부에 있는 파형은 PC2측의 차동검출기내에 있는 포토다이오드 PD1의 전압 v_{pd1} 이고 하부 파형은 차동검출기의 출력 전압 v_o 를 나타낸다. 그림 4(b)와 (c)의 상부파형(v_{pd1})에서는 PC1으로부터 PC2로 전송하는 문자 'a'에 대한 디지털신호와 PC3에서 전송하는 문

자 'b'의 부호(잡음)가 중복되어 있다. 이들은 서로 무관하므로 잡음이 나타나는 시간적 위치도 불규칙하고, PC2에서 다른 문자로 인식되어 쉽게 에러를 유발할 수 있는 경우의 예가 그림 4(b)와 (c)의 상부파형(v_{pd1})과 같은 경우이다. 이러한 상태에서는 단일의 포토다이오드로는 적절한 수신을

하기가 어렵다. 그러나 그림 4(b)와 (c)의 하부 파형에서 보는 바와 같이 차동검출기의 출력 v_o 에서는 PC3로부터의 잡음(문자 'b')이 소거되고 PC1으로부터의 문자 'a'자만 수신되고 있다. 이와 같이 무선광연결에서 인접채널광에 의한 간섭이 심각한 경우에도 차동검출기를 사용하면 혼신의 제거 효과가 있음을 확인할 수 있다.

잡음광의 영향을 소거하기 위해서는 $\beta/\alpha = C_{21}/C_{22}$ 의 관계가 만족되어야 한다. 그러나 실험상에서 잡음광의 결합계수비 C_{21}/C_{22} 를 정확히 측정하고난 후 차동이득비 β/α 를 그 값으로 맞추려고 할 필요없이 차동이득비를 조절하는 PD1과 PD2의 가변부하저항 R_L 을 천천히 돌려서 잡음성분이 사라지는 지점에서 동작시키면 된다. 신호광과 유사한 파장을 가진 잡음광이 존재하는 경우에도 차동검출기의 차동이득비 β/α 를 조절하여 결합계수비와 같게 만들어주면 잡음을 소거하므로 사용하기가 매우 편리하다.

IV. 결론 및 검토

참고문헌[1]에서는 차동검출기를 이용하여 주변 잡음광의 영향과 잡음소거조건을 이미 소개하였다. 본 논문에서는 차동검출기에서 차동이득비(β/α)에 따른 신호대잡음비의 개선값(ΔSNR)에 대하여 분석하고 실험하였으며, 또한 두 개의 서로 다른 무선광전송로가 공간상 매우 근접하여 강한 혼신을 발생하는 경우에도 차동검출기를 이용하여 혼신의 영향을 개선할 수 있음을 실험적으로 새로이 보였다.

실내의 조명과 같은 잡음광의 영향이 발생하는 경우에는 두개의 포토다이오드에서의 광결합비 C_{21}/C_{22} 가 거의 1에 가까운 경우가 많아 이 때는 차동이득비 β/α 가 1이 되도록 정하면 잡음광의 영향을 소거할 수 있다. 또한 인접채널광으로부터 혼신이 유발하여 문제가 되는 경우에는 $\beta/\alpha =$

C_{21}/C_{22} 가 되도록 차동이득비를 정해주면 혼신의 영향이 사라진다. 주변잡음광과 인접채널광의 영향이 동시에 존재하고 이들의 결합계수비가 현저히 다를 때에는 인접채널광의 광결합비가 $C_{21}/C_{22} = 1$ 가 되도록 PD2의 위치를 조절하여야 전체잡음이 소거된다.

이와같이 차동검출기에서는 차동이득비(β/α)를 이용하여 잡음을 소거하므로 광학적필터가 필요하지 않고, 신호광과 유사한 파장을 가진 잡음광이 유입되어도 잡음개선의 효과를 가진다. 차동검출기는 두 개의 포토다이오드와 한 개의 차동증폭기로 간단하게 구현되므로 사용하기가 용이하며 무선광연결에서 잡음광의 문제를 해결하는 데에 매우 효과적이다.

참고 문헌

- [1] 이성호, 강희창, "실내 무선광연결에서 차동증폭기를 이용한 혼신 및 잡음의 감소" 한국전자과학기술논문지, 9(5), pp. 660~667 1998.10.
- [2] A. 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.
- [3] John R. Barry and Joseph M. Kahn, "Link design for nondirected wireless infrared communications," *Applied Optics*, 34(19), pp. 3764~3776, 1995.
- [4] John R. Barry, Joseph M. Kahn, Edward A. Lee, and David G. Messerschmitt, "High-speed nondirective optical communication for wireless network," *IEEE Network Magazine*, Nov., pp. 44~54, 1991.
- [5] T. S. Chu and M. J. Gans, "High speed infrared local wireless communication," *IEEE Communications Magazine*, 25(8), pp. 4~10, 1987.

[6] Fritz R. Gfeller and Urs Bapst, "Wireless in-house data communication via diffuse

infrared radiation," *Proceedings of the IEEE*, 67(11), pp.1474-1486, 1979.

이 성 호



1980년 2월: 한국항공대학 전자공학과(공학사)
1989년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(공학석사)
1993년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(공학박사)
1995년 3월~현재: 서울산업대학교

전자공학과 조교수

[주 관심 분야] 광통신, 초고주파회로

강 희 창



1964년 2월: 한국항공대학 전자공학과(공학사)
1988년 9월: 단국대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
1982년 9월~1983년 2월: 미국 Southern Illinois University 객원교수
1996년 1월~1997년 2월: 미국 Oregon State University 객원교수

1980년~현재: 서울산업대학교 전자공학과 교수

[주 관심분야] 전자파, EMC/EMI, 초고주파회로