

# 무선광연결에서 신호광에 자동 정렬하는 차동검출기

## Automatic Alignment of a Differential Detector to the Optical Signal in a Wireless Optical Interconnection

이 성 호

Seong-Ho Lee

### 요 약

본 논문에서는 무선광연결에서 잡음광의 영향을 소거하는 동시에, 신호광원의 미세한 정렬변동에 의하여 빔의 진행방향이 이동할 경우 발생하는 출력전압의 변동을 막기 위한 자동정렬형 차동검출기를 개발하여 소개한다. 이 구조에서는 신호빔과 수직인 포토다이오드 배열을 사용하여 빔의 중심위치를 감지하고, x축과 y축에 해당하는 모터를 구동한다. 포토다이오드배열은 자신의 위치가 항상 신호빔의 중심에 오도록 자동적으로 조절하는 동시에 차동검출방식으로 잡음광의 영향을 소거하는 기능을 가지므로 무선광연결에서 매우 유용하게 쓸 수 있다.

### Abstract

In this paper, we introduce a differential detector that automatically aligns itself to the signal beam in order to prevent the voltage variation that may result from minute misalignment of the light source. In this system, a photodiode-array recognizes the central point of the signal beam, and drives motors that correspond to the x and y axes. The photodiode-array aligns itself to the central point of the signal beam, and eliminates the optical noise effect with differential detection method. It is very useful in wireless optical interconnections.

### I. 서 론

무선광연결은 구현이 간편하고, 케이블의 초기설치 및 재배치 비용을 절감하며, 기존의 무선주파수와 상호간섭이 적은 장점이 있어 실내의 짧은 무선 전송구간과 빌딩간의 고속 광전송에 그 이용이 증가하고 있다. 현재는 HP, NEC, IBM등에서 IrDA(Infrared Data Association)포트를 개발하여 PC와 주변장치간 근거리 신호전송에 주로 사용하고 있으며, 케이블의 신설이 어려운 고층빌딩간의 고속통신에 사용할 수 있는 무선광연결시스템이 최근에 개발되고 있다. 이 분야에서 잡음광의 소거문제는 매우 중

요한 영역이다.

무선광연결에서는 자유공간을 전송매체로 사용하므로 신호광 이외에도 주변의 조명이나, 햇빛과 같은 잡음광이 혼합되어 광검출기에 입사하는 경우가 많다. 이러한 잡음광의 영향을 최소화하기 위하여 일반적으로 광학적 필터와 전기적 필터를 많이 사용하고 있다<sup>[1]</sup>.

그러나 입사광의 파장이 신호광과 유사한 경우에는 광학적 필터로 잡음광의 유입을 억제하기 어려운 문제가 있다. 이러한 점을 보완하기 위하여 광학적 필터를 사용하지 않고 잡음광과 신호광의 광결합비의 차이를 이용하여 신호성분만 검출할 수 있는 차

「이 논문은 정보통신부 대학기초연구지원사업에 의하여 연구되었음.」

서울산업대학교 전자공학과(Electronics Department, Seoul National University of Technology)

· 논문 번호 : 20000502-048

· 수정완료일자 : 2000년 6월 7일

동검출방식이 최근에 개발되었다<sup>[3]~[9]</sup>. 차동검출방식에서는 두 개의 동일한 특성을 가진 포토다이오드 2개로부터의 검출전압을 차동증폭하여 잡음성분을 소거한다.

본 논문에서는 차동검출방식을 이용하여 잡음광의 영향을 소거하는 동시에, 주변의 진동등에 의한 광원의 미세한 정렬상태의 변화에 따라 수신부에서 신호광의 위치가 변경되어 출력전압의 변동이 발생하는 경우에 이 전압변동을 방지할 수 있는 자동정렬형 차동검출기를 새로이 개발하여 실험하였다. 이 자동정렬형 차동검출기는 신호광의 위치가 바뀌는 경우, 빔의 진행방향과 수직한 포토다이오드배열(PD-array)을 이용하여 신호광의 위치를 추적하여 항상 자신이 신호광의 중심부에 위치할 수 있도록 자동적으로 정렬하게 된다.

이와 같은 광검출구조는 무선광연결에서 주변의 조명시설등에 의한 잡음광의 영향과 기계적 진동 등에 의한 광원의 미세한 정렬변화가 심각한 문제가 되는 경우에 이를 해소할 수 있어서 매우 유용하게 쓸 수 있다.

## II. 자동정렬형 차동검출기의 구조

자동정렬형 차동검출기를 구성하는 PD-array는 그림 1과 같다.

무선광연결에서 신호빔이 지면(紙面)과 수직하게 진행할 경우, 그림 1과 같이 신호빔과 수직한  $x$ - $y$

평면상에 포토다이오드(PD) 6개가 고정 배열되어 PD-array를 구성하고 있다. 이 PD-array는 검출신호에 따라  $x$ - $y$ 축방향으로 자신의 위치를 움직일 수 있도록 서로 수직한 2개의 모터 위에 부착되어 있다. 각각의 모터는 회전방향과 접선방향으로 이동할 수 있도록 직선형의 레일과 톱니바퀴로 연결되어 있으며, 이 2개의 레일은  $x$ - $y$ 축 방향으로 설치되어 있다.

6개의 PD중에서  $PD_0$ 와  $PD_5$ 는 잡음광을 소거하고 신호성분을 검출하기 위한 차동검출용 포토다이오드이고,  $PD_1$ ,  $PD_2$ ,  $PD_3$ ,  $PD_4$ 는 모터구동용 포토다이오드이다.  $PD_0$ 와  $PD_5$ , 그리고 차동증폭기로 이루어지는 차동검출기의 동작원리는 참고문헌 [3]에 이미 자세히 소개하였으므로, 본 논문에서는 차동검출기에 새로 추가한 자동정렬 기능에 대하여 주로 서술한다.

모터구동용 포토다이오드 4개는  $PD_0$ 를 중심으로 동일한 거리( $d$ )에 서로 대칭적으로 위치하고 있다. 이중에서  $PD_1$ 과  $PD_3$ 는  $x$ 축상에서 신호빔의 위치를 감지하여  $x$ 축 모터를 구동하고,  $PD_2$ 와  $PD_4$ 는  $y$ 축상에서 신호빔의 위치를 감지하여  $y$ 축 모터를 구동한다. 빔의 위치를 검출하여 모터를 동작시키는 과정은  $x$ 축과  $y$ 축상에서 동일하다.

그림 2는  $x$ 축 모터를 구동하기 위한 회로를 나타낸다.

$PD_1$ 과  $PD_3$ 는 각각의 위치에서 신호광의 세기에 비례하여 광전류를 생성하고, 이 전류에 비례하여 각각의 부하저항에 검출전압  $v_{pd1}$ 과  $v_{pd3}$ 가 발생한다.

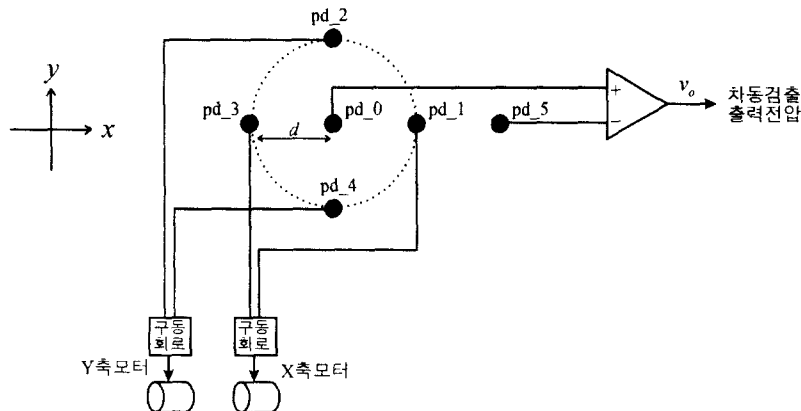


그림 1. 자동정렬형 차동검출기의 구성도

Fig. 1. System configuration of a differential detector aligning to optical signal.

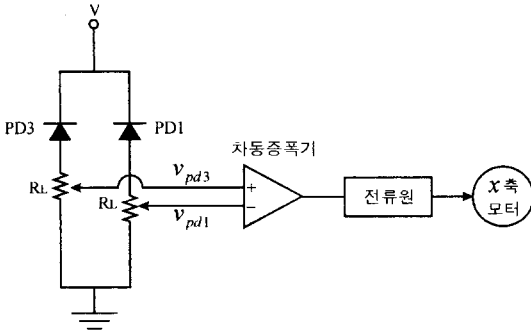


그림 2. x축 모터구동회로  
Fig. 2. x-axis motor driving circuit.

여기에서 PD<sub>1</sub>과 PD<sub>3</sub>는 동일한 응답도를 가지며 부하저항도 동일하다.  $v_{pd1}$ 과  $v_{pd3}$ 를 각각 차동증폭기의 (-)와 (+)입력단자에 가하여 전압차  $v_{pd3} - v_{pd1}$ 를 증폭한 후, 이 전압차에 비례한 전류로 x축 모터를 구동한다.

신호광과 잡음광이 공존하는 경우에는  $v_{pd1}$ 과  $v_{pd3}$ 는 모두 신호성분과 잡음성분을 포함한다. 그러나 일반적으로 백열등과 같은 잡음광원은 렌즈를 이용하여 특별히 포토다이오드의 방향으로 빛을 집속하는 경우가 거의 없고, 잡음광원과 PD-array 사이의 거리도 신호광원에 비하여 멀리 떨어져 있는 경우가 일반적이다. PD-array내의 포토다이오드 사이의 거

리( $d$ )를 신호광의 빔 스폿( $w$ ) 정도로 만들면 PD-array 내에서는 신호광과 비교할 때 잡음광의 결합효율은 거의 일정하다. 따라서 잡음성분은 차동증폭기를 통과하면서 상쇄되고,  $v_{pd1}$ 과  $v_{pd3}$ 에 포함된 신호성분의 차이만에 의하여 x축 모터가 구동된다.  $v_{pd1}$ 과  $v_{pd3}$ 가 동일하지 않으면 모터는 회전하고,  $v_{pd1} = v_{pd3}$ 가 되는 조건에서 PD-array는 멈추게 된다.

신호빔의 횡방향( $r$ 방향)으로 Intensity분포가 Gaussian이고 빔의 spot size가  $w$ 일 때 Intensity분포를  $I(r) = I_0 e^{-2r^2/w^2}$ 로 나타낼 수 있다. PD<sub>1</sub>과 PD<sub>3</sub>의 검출전압이  $v_{pd1} = v_{pd3}$ 인 상태에서는 PD<sub>1</sub>과 PD<sub>3</sub>사이의 중심에서 신호빔의 Intensity가 피크값을 가진다. PD-array에서는 이 위치에 PD<sub>0</sub>가 놓여 있다. 따라서 PD<sub>0</sub>는 항상 신호빔의 피크점에 놓이게 된다.

광원축의 정렬상태의 변화로 인하여 빔의 위치가 순간적으로 이동한 경우에는  $v_{pd1}$ 과  $v_{pd3}$ 사이에서 전압차가 발생하고 PD-array는 다시  $v_{pd1} = v_{pd3}$ 를 만족하는 위치로 이동하여 PD<sub>0</sub>는 항상 신호빔의 중심을 따라 가게 된다. PD<sub>2</sub>와 PD<sub>4</sub>의 검출전압  $v_{pd2}$ 와  $v_{pd4}$ 에 의하여 y축 방향의 모터를 구동하는 원리도 동일하다.

그림 3은 자동정렬을 위한 모터구동회로와 차동 검출회로에 대한 신호의 흐름을 나타내는 블록다이어그램이다. 모터구동회로는 x축과 y축방향으로 동일한 구조이므로 여기에서는 x축 방향으로의 동작

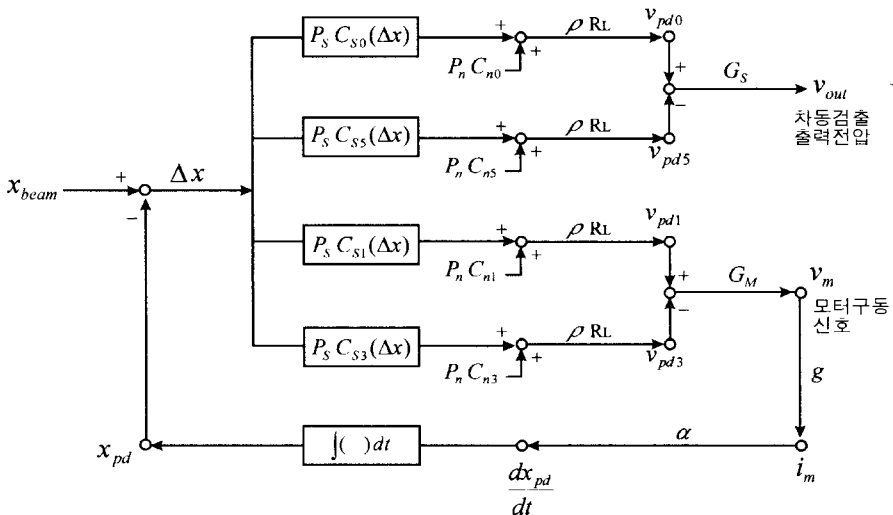


그림 3. 블록다이어그램  
Fig. 3. Block diagram.

과정을 나타내었다.

그림 3에서  $P_s$ 는 신호광파워,  $P_n$ 은 잡음광파워이며, 빔의 위치  $x_{beam}$ 에 따라 차동검출기의 출력전압  $v_{out}$ 과  $PD_0$ 의 위치  $x_{pd}$ 간의 관계를 나타낸다. 광원측의 미세한 정렬상태의 변화에 의하여, 신호광의 중심이 순간적으로  $PD_0$ 의 위치로부터  $x_{beam}$ 만큼 이동하였을 때,  $PD_1$ 과  $PD_3$ 의 검출전압에 차이가 발생하여 모터를 구동하게 된다. 이 모터의 구동에 의하여  $t$ 초 후 PD-array가  $x_{pd}$ 만큼 이동하게 되고, 그 결과 신호광의 중심과  $PD_0$ 의 위치간의 차이가  $\Delta x = x_{beam} - x_{pd}$ 가 된다.

$x$ 방향에 따른 Intensity분포는  $I(x) = I_0 e^{-2x^2/w^2}$ 로 나타낼 수 있으며, 신호광으로부터  $PD_0, PD_1, PD_3, PD_5$ 로의 광결합계수를 각각  $C_{s0}, C_{s1}, C_{s3}, C_{s5}$ 이라고 할 때, 각 포토다이오드의 광결합계수는 각각의 위치에서의 Intensity에 비례한다. 따라서

$$C_{s0}(\Delta x) = C_0 e^{-2\Delta x^2/w^2} \quad (1a)$$

$$C_{s1}(\Delta x) = C_0 e^{-2(\Delta x - d)^2/w^2} \quad (1b)$$

$$C_{s3}(\Delta x) = C_0 e^{-2(\Delta x + d)^2/w^2} \quad (1c)$$

$$C_{s5}(\Delta x) = C_0 e^{-2(\Delta x - 2d)^2/w^2} \quad (1d)$$

로 쓸 수 있다. 여기에서  $C_0$ 는  $\Delta x=0$ 일 때  $PD_0$ 의 광결합계수,  $w$ 는 신호광빔의 spot size,  $d$ 는 그림 1의 PD-array에서 PD간의 간격이다.

식 (1)의 광결합계수를 도식적으로 나타내면 그림 4와 같다.

이 때의 각 포토다이오드의 검출전압을 수식으로

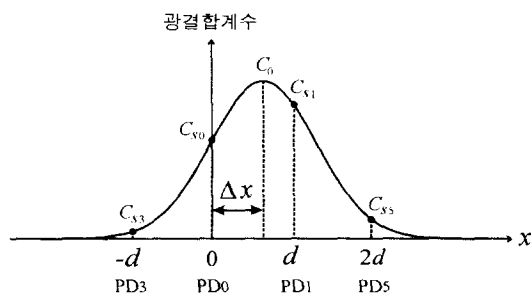


그림 4. 각 포토다이오드에서의 광결합계수(신호빔 중심과  $PD_0$ 간 거리= $\Delta x$ 일 때)

Fig. 4. Optical coupling coefficients of photodiodes when the distance between signal beam center and  $PD_0$  is  $\Delta x$ .

표현하면

$$v_{pd0} = [P_s C_{s0} + P_n C_{n0}] \rho R_L \quad (2a)$$

$$v_{pd1} = [P_s C_{s1} + P_n C_{n1}] \rho R_L \quad (2b)$$

$$v_{pd3} = [P_s C_{s3} + P_n C_{n3}] \rho R_L \quad (2c)$$

$$v_{pd5} = [P_s C_{s5} + P_n C_{n5}] \rho R_L \quad (2d)$$

이다. 여기에서  $P_s$ 는 신호광파워,  $P_n$ 은 잡음광파워, 그리고  $\rho$ 와  $R_L$ 은 각각 PD의 응답도와 부하저항이다. 신호광에 비하여 실내의 백열등과 같은 잡음광원의 Intensity분포는 PD-array상에서 거의 균일하므로 잡음광의 결합계수는  $C_{n0} \approx C_{n1} \approx C_{n3} \approx C_{n5}$ 이다.

$x$ 축상에서 신호빔 중심위치를  $x_{beam}$ , PD-array의 중심위치( $PD_0$ 의 위치)를  $x_{pd}$ , 그리고  $x_{beam}$ 과  $x_{pd}$ 간의 거리 차를  $\Delta x$ 라고 할 때, 차동검출기의 출력전압  $v_{out}$ 과의 관계는 그림 3의 블록다이어그램으로부터 식 (3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\Delta x = x_{beam} - x_{pd} \quad (3a)$$

$$\begin{aligned} \frac{dx_{pd}}{dt} &= v_m g \alpha = (v_{pd1} - v_{pd3}) G_M g \alpha \\ &= C_{s0} [e^{-2(\Delta x - d)^2/w^2} - e^{-2(\Delta x + d)^2/w^2}] \\ &\quad \cdot \rho R_L G_M g \alpha \end{aligned} \quad (3b)$$

$$\begin{aligned} v_{out} &= (v_{pd0} - v_{pd5}) G_S \\ &= C_{s0} [e^{-2(\Delta x)^2/w^2} - e^{-2(\Delta x - 2d)^2/w^2}] \rho R_L G_S \end{aligned} \quad (3c)$$

여기에서  $G_M$ 은 모터구동회로에서 사용한 증폭기의 전압이득이고,  $g$ 는 모터구동을 위한 전류원의 입력전압과 출력전류의 비,  $\alpha$ 는 모터의 구동전류와 수평이동거리와의 비이며,  $t$ 는 모터에 의한 PD-array의 이동시간이다.  $G_S$ 는 신호성분검출을 위한 차동증폭기의 전압이득을 나타낸다.

그림 5는  $t=0$ 에서 신호빔의 중심( $x_{beam}$ )이  $PD_0$ 의 위치( $x_{pd}$ )로부터 이탈하여,  $\Delta x=1$  cm가 발생하였을 때, 모터의 이동에 의하여  $PD_0$ 가 신호빔의 중심으로 이동해 가는 과정을 수식 (3)을 이용하여 Plotting한 결과이다. 시뮬레이션에 사용한 파라미터 값은  $\rho = 0.4$  A/W,  $R_L = 50$  k $\Omega$ ,  $g = 2.5$  mA/mV,  $\alpha = 0.1$  cm/sec/mA,  $C_{s0} = 8 \times 10^6$ ,  $G_S = 10$ 이며, 이 값은 실험에서 사용한 소자의 특성이며, 빔의 spot size  $w = 1$  cm, PD간의 거리

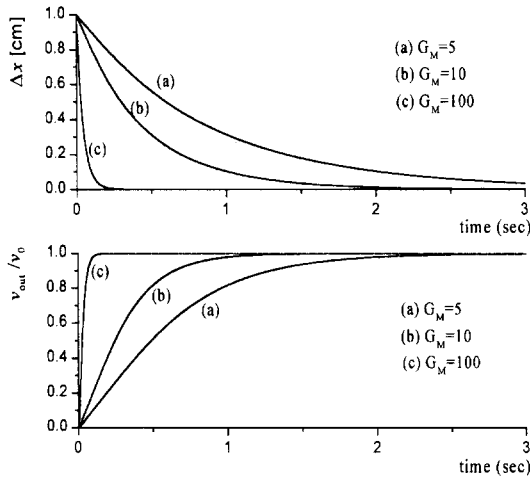


그림 5. 수식 3에서  $\Delta x$ 와  $v_{out}$ 에 관한 시뮬레이션 결과  
Fig. 5. Simulation results of  $\Delta x$  and  $v_{out}$  in equation 3.

$d=1$  cm로 하였다.

그림 5의 상단의 그래프에서 각 곡선은 모터구동에 사용한 증폭기의 전압증폭률이 (a)  $G_M=5$ , (b)  $G_M=10$ , (c)  $G_M=100$  일 때  $\Delta x = x_{beam} - x_{pd}$ 가 시간에 따라 줄어드는 모양을 나타낸다. 증폭률  $G_M$ 이 높을수록  $PD_0$ 가 빔의 중심으로 이동하는 시간이 짧아지고 있음을 알 수 있다.

그림 5의 하단의 그래프에서 각 곡선은 (a)  $G_M=5$ , (b)  $G_M=10$ , (c)  $G_M=100$ 일 때 차동검출기의 출력전압( $v_{out}$ )의 크기가 시간에 따라  $v_0$ 로 접근해 가는 모양을 나타낸다. 여기에서  $v_0$ 는 빔의 중심과  $PD_0$ 의 위치가 일치하고 있을 때 차동검출기의 출력전압이다.  $v_{out}$ 은 증폭률  $G_M$ 이 높을수록  $v_0$ 로 접근하는 속도가 빨라짐을 알 수 있다.

### III. 실험결과

자동정렬형 차동검출기의 동작을 확인하기 위한 실험구성도는 그림 6과 같다.

광원으로 레이저다이오드(LD)를 사용하고, II절에서 설명한 자동정렬형 차동검출기를 수신부에 설치하여 2대의 PC사이에 무선광연결을 구성하였다. PC#1의 Serial port로부터의 전송신호를 사용하여 LD를 강도변조(Intensity modulation)하고, LD로부터 약 1 m 떨어진 지점에 차동검출기를 설치하였다. 차

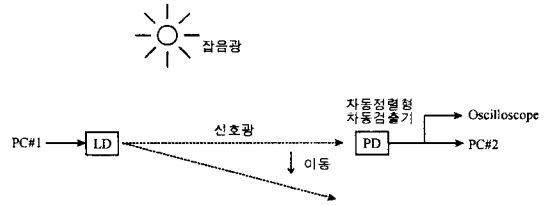


그림 6. 실험구성도

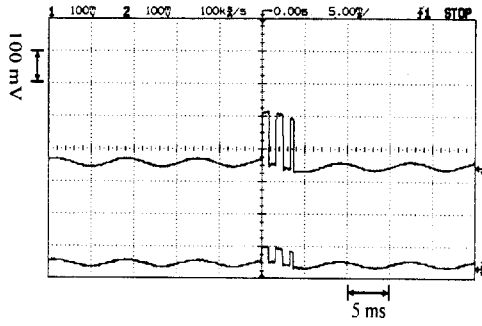
Fig. 6. Experimental setup.

동검출기의 출력전압을 PC#2의 Serial port로 전송하고, 이와 병렬로 오실로스코프를 연결하여 파형의 변화를 관측하였다.

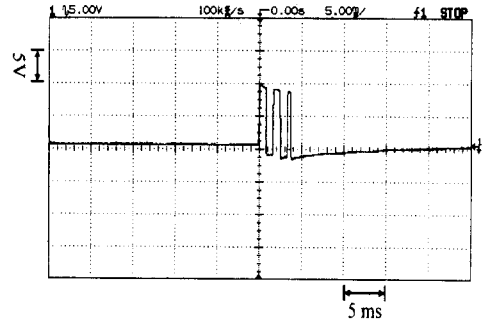
광원으로 사용한 LD는 중심파장이 780nm이고 광출력이 5mW인 GaAs레이저다이오드이다. 수신부의 PD-array에 사용한 6개의 포토다이오드는 모두 응답도가 0.5A/W인 Si포토다이오드이며, PD간의 간격  $d = 1$  cm가 되도록 제작하였다. PD-array를 구동하기 위한 모터는 회전방향과 접선방향으로  $x-y$ 축 방향의 레일과 톱니바퀴로 연결되어 있으며,  $x-y$ 축 방향으로 최대 이동거리는 각각 4 cm이다. 따라서 이 실험에서 자동정렬할 수 있는 최대 변위는  $x-y$ 축 방향으로 각각 4 cm이다. 신호빔의 반경(spot size)은 PD-array가 있는 곳에서 약 1 cm가 되도록 광원의 렌즈를 조절하였다. 잡음광으로는 200 W의 백열등을 사용하였으며, PD-array로부터 약 2 m 정도 떨어져 설치하였다.

초기상태에서  $PD_0$ 가 빔의 중심부에 위치하도록 하였다. 그 다음에 광원의 렌즈 위치를 약간 조절하여 순간적으로 빔의 중심이  $PD_0$ 로부터 약 1 cm 옆으로 어긋나도록 만들면서, 모터구동회로가 ON 상태에서 차동검출기가 빔의 중심부를 따라서 이동하는지 관찰하였다. 모터구동회로가 ON상태일 때와 OFF상태일 때 각각 출력전압의 변화를 오실로스코프로 관측한 실험결과는 그림 7과 같다.

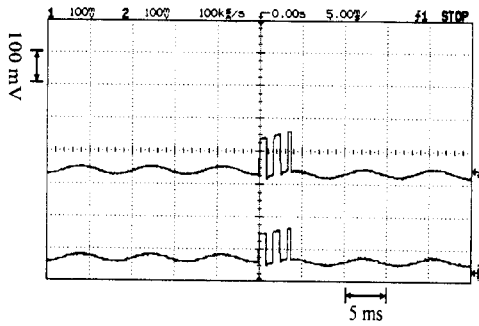
그림 7(a)의 상부파형과 하부파형은 각각 초기상태에서  $v_{pd0}$ 와  $v_{pd5}$ 이다.  $v_{pd0}$ 와  $v_{pd5}$ 에는 PC간에 전송되는 부호 "F"자와 백열등으로부터의 잡음광인 사인파가 각각 섞여 있다. 이 상태에서는  $PD_0$ 가 빔의 중심에 있고  $PD_5$ 는 빔의 중심으로부터 약 2 cm 벗어나 있어서  $v_{pd0}$ 의 신호성분은  $v_{pd5}$ 의 신호성분보다 크지만, 잡음성분의 크기는 양쪽에서 비슷하다.  $v_{pd0}$ 와



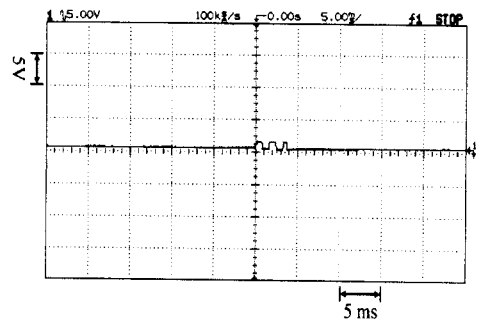
(a)



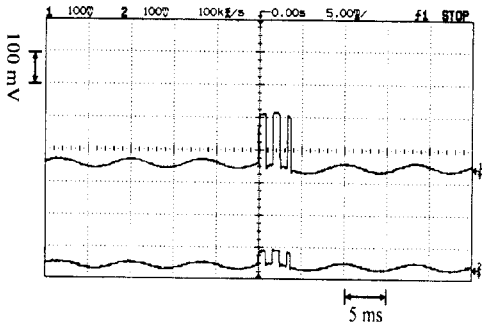
(b)



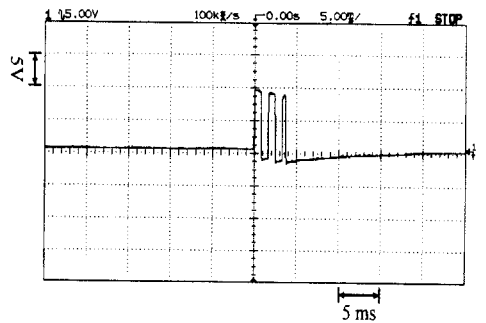
(c)



(d)



(e)



(f)

그림 7. 실험결과. (a) 초기상태의  $v_{pd0}$ 와  $v_{pd5}$ , (b) 초기상태의  $v_{out}$ , (c) 빔 이동 후  $v_{pd0}$ 와  $v_{pd5}$  (Motor OFF), (d) 빔 이동 후  $v_{out}$  (Motor OFF), (e) 빔 이동 후  $v_{pd0}$ 와  $v_{pd5}$  (Motor ON), (f) 빔 이동 후  $v_{out}$  (Motor ON)

Fig. 7. Experimental results. (a) Initial state of  $v_{pd0}$  and  $v_{pd5}$ , (b) Initial state of  $v_{out}$ , (c)  $v_{pd0}$  and  $v_{pd5}$  after beam moved. (Motor OFF), (d)  $v_{out}$  after beam moved. (Motor OFF), (e)  $v_{pd0}$  and  $v_{pd5}$  after beam moved. (Motor ON), (f)  $v_{out}$  after beam moved. (Motor ON).

$v_{pd5}$ 를 차동증폭한 출력전압  $v_{out}$ 은 그림 7(b)이며,  $v_{out}$ 에는 백열등에 의한 잡음광은 사라지고 신호성분만 수신된다. 이와 같이 차동검출기를 사용하여 잡음광을 소거하는 동작원리에 대하여는 참고문헌 [3]에

이미 소개한 바와 같다.

그림 7(c)는 PD-array의 모터를 구동하지 않은 상태(OFF)에서 광원의 렌즈를 약간 움직여 빔의 중심이  $PD_0$ 로부터  $x$ 방향으로 약 1 cm 정도 이탈하였을

때 관측된  $v_{pd0}$ 와  $v_{pd5}$ 이다. 이 때는  $v_{pd0}$ 와  $v_{pd5}$ 의 신호 성분의 크기가 거의 유사하여 그림 7(d)에서 보는 바와 같이 차동검출기의 출력전압  $v_{out}$ 이 매우 약해진다. 이와 같이 순간적으로 광원의 정렬상태의 변화로 인한 수신전압의 변동은 무선광연결 시스템의 성능저하를 초래한다.

그림 7(e)는 PD-array의 모터를 구동한 상태(ON)에서 앞에서와 같이 신호빔을 순간적으로 x방향으로 약 1 cm 이동한 후 관측된  $v_{pd0}$ 와  $v_{pd5}$ 이다. 이 때에는 신호광의 진행방향이 이동하여도 PD-array가 빔을 따라 이동하면서 PD<sub>0</sub>는 항상 빔의 중심에 위치한다. 그 결과  $v_{pd0}$ 와  $v_{pd5}$ 는 그림 7(a)의 초기상태와 동일한 상태를 유지한다. 이 상태에서 관측된 출력전압  $v_{out}$ 은 그림 7(f)이며, 이것은 그림 7(b)의 초기상태와 동일함을 볼 수 있다.

이와 같이 자동정렬형 차동검출구조는 주변광의 영향이 있는 상태에서 잡음의 영향을 해소하는 동시에 광원의 정렬상태의 변화에 의한 출력전압변동을 막아주는 역할을 하므로 무선광통신에서 매우 안정된 잡음소거장치로 활용할 수 있다.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 신호광에 비하여 비교적 균일한 분포를 가진 잡음광이 존재하는 환경에서 잡음광의 영향을 소거하는 동시에, 주변의 진동등에 의한 신호광원의 정렬변동의 영향을 방지하는 자동정렬형 차동검출기의 원리와 실험결과를 소개하였다. 이 구조에서는 PD-array를 이용하여 신호광의 위치를 추적하고, PD<sub>0</sub>의 위치가 항상 빔의 중심에 오도록 자동정렬하여 차동검출기의 잡음소거능력을 향상한다.

신호광이 Gaussian과 같은 대칭적 분포를 하는 경우에는 항상 PD<sub>0</sub>의 위치가 신호광의 피크점이 되고, PD<sub>5</sub>의 위치는 피크점으로부터  $2d$  만큼 떨어져 있다. PD-array는 빔의 위치를 추적하여 차동검출기를 구성하는 2개의 포토다이오드 PD<sub>0</sub>와 PD<sub>5</sub>에서의 신호광의 결합비가 항상  $C_{d0}/C_{d5} = e^{2(2d)^2/w^2}$  관계를 갖

게 한다. 이 구조에서  $C_{d0}/C_{d5}$ 는 항상 1보다 크며 거의 일정한 상태로 유지하므로 PD-array는 차동검출기의 잡음소거기능을 안정화하는 역할을 한다. 이와 같이 자동정렬형 차동검출기는 기계적 진동 등에 의한 광원의 정렬변동이나 잡음광의 영향이 심한 환경에서 매우 효과적인 무선광 수신구조로 활용할 수 있다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 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.
- [2] John R. Barry and Joseph M. Kahn, "Link design for nondirected wireless infrared communications," *Applied Optics*, 34(19), pp. 3764-3776, 1995.
- [3] 이성호, 강희창, "실내 무선광연결에서 차동증폭기를 이용한 혼신 및 잡음의 감소", 한국전자과학기술논문집, 9(5), pp. 660-667, 1998.
- [4] 이성호, 강희창, "차동검출기를 이용한 무선광연결에서 신호대잡음비의 개선", 한국전자과학기술논문집, 10(1), pp. 54-62, 1999.
- [5] 이성호, 최순식, 설순권, 강희창, "실내무선광통신에서 광계환잡음의 개선", 한국통신학회 98 추계종합학술발표회논문집, pp. 996-997, 1998.
- [6] 설순권, 최순식, 김학민, 이성호, 강희창, "차동검출을 이용한 무선광연결용 중계기", 제6회 광전자공학 학술회의논문 FBI-5, pp. 141-142, 1999.
- [7] 조현상, 서정형, 이성호, 강희창, "무선광통신빔에 자동 정렬되는 광검출기", 한국광학회제11회 동계학술발표회 TA-V5, pp. 16-17, 2000.
- [8] 이성호, "무선광연결에서 근사적 평균잡음검출을 이용한 광잡음 감소", 한국전자과학기술논문집, 11(2), pp. 228-233, 2000.
- [9] 이성호, "무선광연결에서 편광판을 이용한 광잡음 감소", 한국전자과학기술논문집, 11(3), pp. 365-371, 2000.

이 성 호



1980년 2월: 한국항공대학 전자공  
학과 (공학사)

1989년 2월: 한국과학기술원 전기  
및 전자공학과 (공학석사)

1993년 2월: 한국과학기술원, 전기  
및 전자공학과 (공학박사)

1995년 3월 ~ 현재: 서울산업대학교

전자공학과 조교수

[주 관심분야] 광통신, 초고주파회로