



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0119632
(43) 공개일자 2016년10월14일

<p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.) H04B 10/516 (2013.01) H04B 10/50 (2013.01) H04B 10/67 (2013.01)</p> <p>(52) CPC특허분류 H04B 10/5161 (2013.01) H04B 10/116 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2015-0048597 (22) 출원일자 2015년04월06일 심사청구일자 2015년04월06일</p>	<p>(71) 출원인 경희대학교 산학협력단 경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내) 군산대학교산학협력단 전라북도 군산시 대학로 558 (미룡동, 군산대학교)</p> <p>(72) 발명자 이계산 경기도 용인시 수지구 신봉2로 26, 102동 302호 (신봉동, LG신봉자이1차아파트) 조주필 전라북도 전주시 완산구 여울로 109, 104동 1003호 (서신동, 엘지아파트) (뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인 유미특허법인</p>
---	--

전체 청구항 수 : 총 15 항

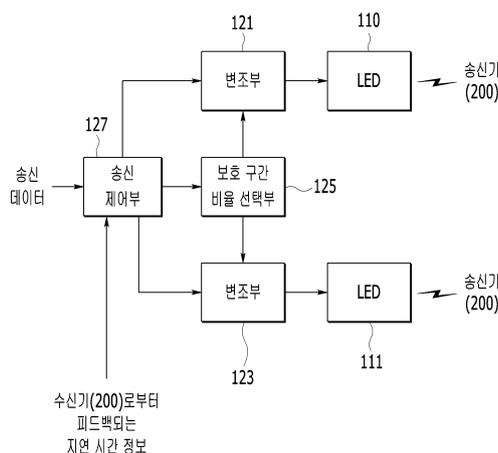
(54) 발명의 명칭 **다중 경로 지연 시간에 따른 간섭을 보상하는 가시광 통신 시스템 및 그 시스템에서의 보호 구간 비율 제어 방법**

(57) 요약

다중 경로 지연 시간에 따른 간섭을 보상하는 가시광 통신 시스템 및 그 시스템에서의 보호 구간 비율 제어 방법이 개시된다.

이 시스템의 송신기는 송신 데이터를 OOK-RZ 방식에 따라 변조하여 복수의 LED를 통해 가시광 신호로써 송신하고, 수신기는 이동 가능하며, 상기 송신기로부터 송신되는 가시광 신호를 수신하여 OOK-RZ 방식에 따라 복조하고, 상기 복수의 LED로부터 수신되는 수신 신호들의 지연 시간 정보를 생성하여 상기 송신기로 피드백한다. 따라서, 상기 송신기는 상기 수신기로부터 피드백되는 상기 지연 시간 정보에 따라 상기 송신 데이터를 변조하는데 사용되는 보호 구간 비율을 조절할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

H04B 10/502 (2013.01)

H04B 10/5162 (2013.01)

H04B 10/677 (2013.01)

(72) 발명자

김균탁

경기도 수원시 영통구 영통로 232, 804동 1503호
(영통동, 두산아파트)

신현송

경기도 수원시 영통구 매영로415번길 49, 101호 (영통동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2013Ha44

부처명 전라북도 테크노파크

연구관리전문기관 전라북도 테크노파크

연구사업명 신성장산업연구개발사업

연구과제명 유무선통합 유비쿼터스 서비스를 위한 친환경 LED-ID 기술개발

기여율 1/1

주관기관 군산대학교 산학협력단

연구기간 2013.12.01~2014.11.30

명세서

청구범위

청구항 1

가시광을 통해 신호를 송신하는 복수의 LED;

송신 데이터를 변조하여 상기 복수의 LED를 통해 가시광 신호로써 송신하는 복수의 변조부;

상기 복수의 변조부가 상기 송신 데이터를 변조하여 송신 신호를 생성할 때 사용되는 보호 구간 비율을 선택하는 보호 구간 비율 선택부; 및

수신기로부터 피드백되는 지연 시간 정보에 따라 상기 복수의 변조부에서 사용되는 보호 구간 비율이 조정되도록 상기 보호 구간 비율 선택부를 제어하는 송신 제어부

를 포함하는 송신기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 복수의 변조부는 OOK-RZ(On Off Keying-Return to Zero) 방식에 따른 변조를 수행하는 것을 특징으로 하는 송신기.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 지연 시간 정보는 상기 수신기에서 수신된 수신 신호들의 전력의 차이값인 것을 특징으로 하는 송신기.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 보호 구간 비율 선택부는 상기 수신기에서 수신되는 신호들 중 시간 지연되어 수신되는 신호의 비트 구간이 먼저 수신되는 신호의 보호 구간과 중첩되지 않도록 상기 보호 구간 비율을 조정하는 것을 특징으로 하는 송신기.

청구항 5

송신기로부터 송신되는 가시광 신호를 수신하는 포토 다이오드;

상기 포토 다이오드를 통해 수신되는 신호를 복조하여 수신 데이터로써 출력하는 복조부; 및

상기 포토 다이오드에서 수신되는 수신 신호들의 전력을 측정하고 측정된 전력에 의해 지연 시간 정보를 생성하여 상기 송신기로 송신하는 지연 시간 정보 생성부

를 포함하는 수신기.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 복조부는 OOK-RZ(On Off Keying-Return to Zero) 방식에 따른 복조를 수행하는 것을 특징으로 하는 수신기.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 지연 시간 정보 생성부는,

상기 포토 다이오드에서 수신되는 수신 신호들의 전력을 측정하는 전력 측정부;

상기 전력 측정부에서 측정되는 수신 신호들의 전력을 비교하는 전력 비교부; 및

상기 전력 비교부에 의해 비교된 결과를 통해 수신 신호들 사이의 지연 시간정보를 생성하여 상기 송신기로 피드백하는 지연 시간 정보 피드백부

를 포함하는 수신기.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 지연 시간 정보 피드백부는 가장 먼저 수신된 신호의 전력보다 그 후 수신된 신호의 전력이 작은 경우 상기 가장 먼저 수신된 신호의 전력과 상기 그 후 수신된 신호의 전력의 차이 값을 상기 지연 시간 정보로써 상기 송신기로 피드백하는 것을 특징으로 하는 수신기.

청구항 9

송신 데이터를 OOK-RZ 방식에 따라 변조하여 복수의 LED를 통해 가시광 신호로써 송신하는 송신기; 및

이동 가능하며, 상기 송신기로부터 송신되는 가시광 신호를 수신하여 OOK-RZ 방식에 따라 복조하고, 상기 복수의 LED로부터 수신되는 수신 신호들의 지연 시간 정보를 생성하여 상기 송신기로 피드백하는 수신기를 포함하며,

상기 송신기는 상기 수신기로부터 피드백되는 상기 지연 시간 정보에 따라 상기 송신 데이터를 변조하는데 사용되는 보호 구간 비율을 조정하는

것을 특징으로 하는 가시광 통신 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 송신기는,

송신 데이터에 대해 상기 OOK-RZ 방식에 따른 변조를 수행하여 상기 복수의 LED로 각각 전달하는 복수의 변조부;

상기 복수의 변조부가 상기 송신 데이터를 변조하여 송신 신호를 생성할 때 사용되는 보호 구간 비율을 선택하는 보호 구간 비율 선택부; 및

상기 수신기로부터 피드백되는 지연 시간 정보에 따라 상기 복수의 변조부에서 사용되는 보호 구간 비율이 조정되도록 상기 보호 구간 비율 선택부를 제어하는 송신 제어부

를 포함하는 가시광 통신 시스템.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 수신기는,

상기 송신기로부터 송신되는 가시광 신호를 수신하는 포토 다이오드;

상기 포토 다이오드를 통해 수신되는 신호를 OOK-RZ 방식에 따라 복조하여 수신 데이터로써 출력하는 복조부; 및

상기 포토 다이오드에서 수신되는 수신 신호들의 전력을 측정하고 측정된 전력에 의해 지연 시간 정보를 생성하여 상기 송신기로 송신하는 지연 시간 정보 생성부

를 포함하는 가시광 통신 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 지연 시간 정보 생성부는 상기 포토 다이오드로 가장 먼저 수신된 신호의 전력보다 그 후 수신된 신호의 전력이 작은 경우 상기 가장 먼저 수신된 신호의 전력과 상기 그 후 수신된 신호의 전력의 차이 값을 상기 지연 시간 정보로써 상기 송신기로 피드백하는 것을 특징으로 하는 가시광 통신 시스템.

청구항 13

가시광 통신 시스템의 송신기가 복수의 LED를 통해 송신 신호를 수신기로 송신하는 단계;

상기 수신기가 수신 신호들의 전력을 각각 측정하는 단계;

상기 수신기가 측정한 수신 신호들의 전력을 각각 비교하는 단계;

전력의 비교 결과를 통해 생성되는 지연 시간 정보를 상기 송신기로 피드백하는 단계; 및

상기 송신기가 상기 수신기로부터 피드백되는 지연 시간 정보에 따라 상기 송신 데이터를 송신 신호로 변조하는 데 사용되는 보호 구간 비율을 조정하는 단계

를 포함하는 보호 구간 비율 제어 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 피드백하는 단계는,

상기 수신기가 가장 먼저 수신한 수신 신호의 전력보다 그 후 수신된 수신 신호의 전력이 작은지를 판단하는 단계;

상기 가장 먼저 수신한 수신 신호의 전력보다 그 후 수신된 수신 신호의 전력이 작은 것으로 판단되는 경우, 상기 가장 먼저 수신한 수신 신호의 전력과 상기 그 후 수신된 수신 신호의 전력의 차이값을 산출하는 단계; 및

상기 전력의 차이값을 상기 지연 시간 정보로써 상기 송신기로 피드백하는 단계

를 포함하는 보호 구간 비율 제어 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 보호 구간 비율을 조정하는 단계는,

상기 송신기가 상기 전력의 차이값을 사용하여 지연 시간을 산출하는 단계;

산출되는 상기 지연 시간에 따른 보호 구간 비율을 산출하는 단계; 및

산출되는 보호 구간 비율을 상기 지연 시간을 발생한 송신 신호를 변조하는 변조부로 전달하는 단계

를 포함하는 보호 구간 비율 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 다중 경로 지연 시간에 따른 간섭을 보상하는 가시광 통신 시스템 및 그 시스템에서의 보호 구간 비율 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, 조명 환경과 무선 통신 기능을 동시에 제공하는 가시광 통신 기술은 엘이디(LED:Light Emitting Diode) 조명에서 발산되는 빛을 이용하여 본질적인 조명 환경을 제공함과 동시에 무선으로 디지털 정보를 전달할 수 있는 통신 환경을 제공할 수 있는 기술로 학계와 산업계로부터 주목을 받고 있다.

[0003] 하지만, 가시광 통신 시스템의 상용화를 위해서는 전송 거리의 확장, 다른 조명으로부터의 간섭, 가시 영역의

확보 등의 제약 조건들을 극복해야하는 문제점이 잔존한다.

- [0004] 특히, 가시광 통신은 실내 환경에서의 응용 서비스로 주목받고 있는 만큼 실내에 존재하는 다수의 LED 조명으로부터 전송되는 신호가 수신기에서 수신시에 인접 조명으로부터 전송 경로에 따른 간섭으로 인해 수신 신호의 지연 시간이 발생하고, 이로 인해 가시광 통신 시스템에서 간섭이 발생되어 시스템 성능 저하의 큰 원인이 된다.
- [0005] 이러한 시스템 성능 저하 문제를 개선하기 위해서, OOK-RZ(On Off Keying-Return to Zero), PPM(Pulse Position Modulation), I-PPM(Invented-PPM), 광학 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 기법 등이 연구되었으며, 그 중 상대적으로 시스템 구현이 간단하며, 시스템 복잡도가 적은 OOK-RZ 방식이 주로 사용되고 있다.
- [0006] 그러나, 이러한 OOK-RZ 방식에 따른 가시광 통신 시스템에서도 다중 광원의 전송 경로 차이에 의한 지연 시간으로 인해 발생하는 간섭이 여전히 발생하기 때문에 이러한 간섭을 제거할 수 있는 기술이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 다수의 LED 광원이 설치된 환경에서 발생할 수 있는 전송 경로 차이에 의한 간섭에 대해 효과적인 개선이 가능한 가시광 통신 시스템 및 그 시스템에서의 보호 구간 비율 제어 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명의 한 특징에 따른 송신기는,
- [0009] 가시광을 통해 신호를 송신하는 복수의 LED; 송신 데이터를 변조하여 상기 복수의 LED를 통해 가시광 신호로써 송신하는 복수의 변조부; 상기 복수의 변조부가 상기 송신 데이터를 변조하여 송신 신호를 생성할 때 사용되는 보호 구간 비율을 선택하는 보호 구간 비율 선택부; 및 수신기로부터 피드백되는 지연 시간 정보에 따라 상기 복수의 변조부에서 사용되는 보호 구간 비율이 조정되도록 상기 보호 구간 비율 선택부를 제어하는 송신 제어부를 포함한다.
- [0010] 여기서, 상기 복수의 변조부는 OOK-RZ(On Off Keying-Return to Zero) 방식에 따른 변조를 수행하는 것을 특징으로 한다.
- [0011] 또한, 상기 지연 시간 정보는 상기 수신기에서 수신된 수신 신호들의 전력의 차이값인 것을 특징으로 한다.
- [0012] 또한, 상기 보호 구간 비율 선택부는 상기 수신기에서 수신되는 신호들 중 시간 지연되어 수신되는 신호의 비트 구간이 먼저 수신되는 신호의 보호 구간과 중첩되지 않도록 상기 보호 구간 비율을 조정하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 본 발명의 다른 특징에 따른 수신기는,
- [0014] 송신기로부터 송신되는 가시광 신호를 수신하는 포토 다이오드; 상기 포토 다이오드를 통해 수신되는 신호를 복조하여 수신 데이터로써 출력하는 복조부; 및 상기 포토 다이오드에서 수신되는 수신 신호들의 전력을 측정하고 측정된 전력에 의해 지연 시간 정보를 생성하여 상기 송신기로 송신하는 지연 시간 정보 생성부를 포함한다.
- [0015] 여기서, 상기 복조부는 OOK-RZ(On Off Keying-Return to Zero) 방식에 따른 복조를 수행하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 또한, 상기 지연 시간 정보 생성부는, 상기 포토 다이오드에서 수신되는 수신 신호들의 전력을 측정하는 전력 측정부; 상기 전력 측정부에서 측정되는 수신 신호들의 전력을 비교하는 전력 비교부; 및 상기 전력 비교부에 의해 비교된 결과를 통해 수신 신호들 사이의 지연 시간정보를 생성하여 상기 송신기로 피드백하는 지연 시간 정보 피드백부를 포함한다.
- [0017] 또한, 상기 지연 시간 정보 피드백부는 가장 먼저 수신된 신호의 전력보다 그 후 수신된 신호의 전력이 작은 경우 상기 가장 먼저 수신된 신호의 전력과 상기 그 후 수신된 신호의 전력의 차이 값을 상기 지연 시간 정보로써 상기 송신기로 피드백하는 것을 특징으로 한다.

- [0018] 본 발명의 또 다른 특징에 따른 가시광 통신 시스템은,
- [0019] 송신 데이터를 OOK-RZ 방식에 따라 변조하여 복수의 LED를 통해 가시광 신호로써 송신하는 송신기; 및 이동 가능하며, 상기 송신기로부터 송신되는 가시광 신호를 수신하여 OOK-RZ 방식에 따라 복조하고, 상기 복수의 LED로부터 수신되는 수신 신호들의 지연 시간 정보를 생성하여 상기 송신기로 피드백하는 수신기를 포함하며, 상기 송신기는 상기 수신기로부터 피드백되는 상기 지연 시간 정보에 따라 상기 송신 데이터를 변조하는데 사용되는 보호 구간 비율을 조정하는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 본 발명의 또 다른 특징에 따른 보호 구간 비율 제어 방법은,
- [0021] 가시광 통신 시스템의 송신기가 복수의 LED를 통해 송신 신호를 수신기로 송신하는 단계; 상기 수신기가 수신 신호들의 전력을 각각 측정하는 단계; 상기 수신기가 측정한 수신 신호들의 전력을 각각 비교하는 단계; 전력의 비교 결과를 통해 생성되는 지연 시간 정보를 상기 송신기로 피드백하는 단계; 및 상기 송신기가 상기 수신기로부터 피드백되는 지연 시간 정보에 따라 상기 송신 데이터를 송신 신호로 변조하는데 사용되는 보호 구간 비율을 조정하는 단계를 포함한다.
- [0022] 여기서, 상기 피드백하는 단계는, 상기 수신기가 가장 먼저 수신한 수신 신호의 전력보다 그 후 수신된 수신 신호의 전력이 작은지를 판단하는 단계; 상기 가장 먼저 수신한 수신 신호의 전력보다 그 후 수신된 수신 신호의 전력이 작은 것으로 판단되는 경우, 상기 가장 먼저 수신한 수신 신호의 전력과 상기 그 후 수신된 수신 신호의 전력의 차이값을 산출하는 단계; 및 상기 전력의 차이값을 상기 지연 시간 정보로써 상기 송신기로 피드백하는 단계를 포함한다.
- [0023] 또한, 상기 보호 구간 비율을 조정하는 단계는, 상기 송신기가 상기 전력의 차이값을 사용하여 지연 시간을 산출하는 단계; 산출되는 상기 지연 시간에 따른 보호 구간 비율을 산출하는 단계; 및 산출되는 보호 구간 비율을 상기 지연 시간을 발생한 송신 신호를 변조하는 변조부로 전달하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

- [0024] 본 발명에 따르면, 다수의 LED 광원이 설치된 환경에서 발생할 수 있는 전송 경로 차이에 의한 간섭에 대해 효과적인 개선이 가능하다.
- [0025] 또한, 효과적인 간섭 개선 방식을 가시광 통신 시스템에 적용함으로써 효율적인 통신 네트워크를 구성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 가시광 통신 시스템을 개략적으로 도시한 도면이다.
- 도 2는 도 1에 도시된 송신기의 구체적인 구성을 도시한 도면이다.
- 도 3은 도 1에 도시된 수신기의 구체적인 구성을 도시한 도면이다.
- 도 4는 OOK-RZ 방식에서 전송 경로 차이로 인해 시간 지연이 발생되어 수신되는 신호를 도시한 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 가시광 통신 시스템에 적용되는 전송 경로 차이에 의한 시간 지연 모델을 도시한 도면이다.
- 도 6은 도 3에 도시된 지연 시간 정보 생성부의 구체적인 구성을 도시한 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 보호 구간 비율 제어 방법의 흐름도이다.
- 도 8은 가시광 통신 시스템에서 두 개의 수신 신호가 시간 지연되어 수신되는 예를 도시한 도면이다.
- 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 가시광 통신 시스템에서 송신 신호에 보호 구간 비율이 조정된 예를 도시한 도면이다.
- 도 10은 도 9에 도시된 방식에 따라 보호 구간 비율이 조정된 신호가 수신기에서 수신된 예를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현

될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

- [0028] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0029] 먼저, 도면을 참고하여 본 발명의 실시예에 따른 가시광 통신 시스템에 대해 설명한다.
- [0030] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 가시광 통신 시스템(10)을 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0031] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 가시광 통신 시스템(10)은 송신기(100) 및 수신기(200)를 포함한다. 여기서, 본 발명의 실시예에 따른 가시광 통신 시스템(10)은 OOK-RZ 변복조 방식을 사용하는 것을 가정하여 설명한다.
- [0032] 송신기(100)는 LED(110, 111)를 사용하여 가시광을 통해 신호를 송신하는 송신 처리부(120)를 포함한다. 여기서 설명의 편의를 위해 두 개의 LED(110, 111)만을 사용하여 설명하지만 3개 이상의 LED에 대해서도 하기의 구성 및 기능이 적용될 수 있다.
- [0033] 송신기(100)는 두 개의 LED(110, 111)를 통해 동일한 정보 또는 상이한 정보를 송신할 수 있으며, 본 발명의 실시예에서는 동일한 정보를 동시에 전송하는 것을 가정하여 설명한다.
- [0034] 수신기(200)는 이동 가능하며, 송신기(100)로부터 전송되는 가시광 신호를 수신하여 복원하여 사용한다.
- [0035] 또한, 수신기(200)는 이동성으로 인해 두 개의 LED(110, 111)와의 전송 경로 차이가 발생하고 이러한 차이로 인해 두 개의 LED(110, 111)로부터 수신되는 수신 신호 사이에 지연 시간이 발생하므로, 이러한 지연 시간을 알 수 있는 정보, 즉 지연 시간 정보를 산출하여 송신기(100)로 피드백(feedback)한다.
- [0036] 따라서, 송신기(100)는 수신기(200)로부터 피드백되는 지연 시간 정보를 사용하여 두 개의 LED(110, 111)를 통해 전송될 가시광 신호의 보호 구간 비율을 조절하여 OOK-RZ 복조를 수행하여 수신기(200)로 전송한다.
- [0037] 이와 같이, 수신기(200)가 전송 경로 차이로 인해 발생하는 지연 시간 정보를 송신기(100)로 피드백하고, 송신기(100)가 피드백되는 지연 시간 정보를 사용하여 전송되는 가시광 신호의 보호 구간 비율을 조절함으로써 다중 광원의 전송 경로 차이에 의한 간섭이 효과적으로 제거될 수 있다.
- [0038] 도 2는 도 1에 도시된 송신 처리부(120)의 구체적인 구성을 도시한 도면이다.
- [0039] 도 2에 도시된 바와 같이, 송신 처리부(120)는 변조부(121, 123), 보호 구간 비율 선택부(125) 및 송신 제어부(127)를 포함한다. 여기서, 도 2에서는 설명의 편의상 본 발명의 특징과 관련없는 송신기(100)의 일반적인 구성 및 그 동작에 대한 설명을 생략한다.
- [0040] 변조부(121)는 LED(100)를 통해 가시광 신호로써 전송될 송신 데이터를 변조하여 LED(110)로 전달하고, 변조부(123)는 LED(111)를 통해 가시광 신호로써 전송될 송신 데이터를 변조하여 LED(111)로 전달한다. 이 때, 변조부(121, 123)는 OOK-RZ 변조 방식에 따라 송신 데이터에 대한 변조를 수행한다. 이러한 OOK-RZ 변조 방식에 대해서는 이미 잘 알려져 있으므로 구체적인 설명을 생략한다.
- [0041] 보호 구간 비율 선택부(125)는 변조부(121, 123)가 OOK-RZ 변조 방식에 따라 송신 데이터를 변조하여 송신 신호를 생성할 때 사용되는 보호 구간 비율을 선택하여 변조부(121, 123)로 제공한다. 이러한 보호 구간 비율의 선택은 송신 제어부(127)의 제어에 따른다. 보호 구간 비율 제어에 대해서는 후기한다.
- [0042] 송신 제어부(127)는 수신기(200)로 송신할 송신 데이터를 변조부(121, 123)로 전달하여 변조될 수 있도록 제어하고, 또한 보호 구간 비율 선택부(125)를 제어하여 변조에 사용되는 보호 구간 비율을 선택한다.
- [0043] 송신 제어부(127)는 수신기(200)로부터 피드백되는 지연 시간 정보에 따라 변조부(121, 123)에서 사용될 보호 구간 비율이 조절되도록 보호 구간 비율 선택부(125)를 제어한다. 예를 들어, 수신기(200)로부터 피드백되는 지연 시간 정보에 의해 LED(111)에서 송신되는 가시광 신호가 수신기(200)에서 지연되어 수신되는 것으로 파악되는 경우 LED(111)를 통해 송신될 송신 데이터를 변조하는 변조부(123)에서 사용되는 보호 구간 비율이 지연 시간에 따라 조정되도록 송신 제어부(127)가 보호 구간 비율 선택부(125)를 제어한다.

- [0044] 도 3은 도 1에 도시된 수신기(200)의 구체적인 구성을 도시한 도면이다.
 - [0045] 도 3에 도시된 바와 같이, 수신기(200)는 포토 다이오드(Photo Diode)(210), 복조부(220) 및 지연 시간 정보 생성부(230)를 포함한다. 여기서, 도 3에서는 설명의 편의상 본 발명의 특징과 관련없는 수신기(200)의 일반적인 구성 및 그 동작에 대한 설명을 생략한다.
 - [0046] 포토 다이오드(210)는 송신기(100)로부터 송신되는 가시광 신호를 수신한다.
 - [0047] 복조부(220)는 포토 다이오드(210)에 의해 수신되는 수신 신호를 복조하여 수신 데이터로써 출력한다. 이 때, 복조부(220)는 OOK-RZ 복조 방식에 따라 수신 신호에 대한 복조를 수행한다. 이러한 OOK-RZ 복조 방식에 대해서도 이미 잘 알려져 있으므로 구체적인 설명을 생략한다.
 - [0048] 지연 시간 정보 생성부(230)는 포토 다이오드(210)에서 수신되는 수신 신호를 사용하여 두 개의 LED(110, 111)로부터 수신되는 신호들의 지연 시간 정보를 생성하여 송신기(100)로 피드백 송신한다.
 - [0049] 이하, 본 발명의 실시예에 따른 수신기(200)의 지연 시간 정보 생성부(230)가 수신 신호를 통해서 지연 시간 정보를 생성하는 방법에 대해 설명한다.
 - [0050] 먼저, OOK-RZ 방식에서의 지연 시간에 의한 간섭에 대해 설명한다.
 - [0051] 도 4는 OOK-RZ 방식에서 전송 경로 차이로 인해 시간 지연이 발생되어 수신되는 신호를 도시한 도면이다.
 - [0052] 도 4를 참조하면, OOK-RZ 방식은 한 주기, 예를 들어 0~T의 주기인 슬롯 구간이 정보가 1인 구간인 비트 구간(bit duration)과 정보가 0인 구간인 보호 구간으로 구성된다.
 - [0053] 이와 같이, OOK-RZ 방식은 비트의 정보가 1을 나타낼 때, 기존의 OOK 변조와 비교하여 같은 비트 구간에서 0 주기를 가지게 되며, 이러한 0 주기는 보호 구간 역할을 하여, 수신된 신호의 지연 시간으로 인한 영향을 완화 시켜준다.
 - [0054] 한편, OOK-RZ 방식에서, 비트 구간과 슬롯 구간에 의해 결정되는 듀티비율(Dc)은 다음과 같이 정의된다.
- $$D_c = \frac{\text{비트구간}}{\text{슬롯구간}}$$
- [0055]
 - [0056] 또한, OOK-RZ 방식의 디밍 범위(d_c)는 또한 아래와 같이 정의될 수 있다.
- $$0 < d_c = D_c / 2 \leq 1/2$$
- [0057]
 - [0058] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 가시광 통신 시스템(10)에 적용되는 전송 경로 차이에 의한 시간 지연 모델을 도시한 도면이다.
 - [0059] 도 5를 참조하면, d₁은 LED(110)와 수신기(200) 사이에 형성되는 전송 경로를 나타내고, d₂는 LED(111)와 수신기(200) 사이에 형성되는 전송 경로를 나타낸다.
 - [0060] ΔX₁은 LED(110)와 수신기(200) 사이의 수평 기준 간격을 나타내고, ΔX₂는 LED(111)와 수신기(200) 사이의 수평 기준 간격을 나타낸다. 여기서, 수평 기준은 수신기(200)의 이동 방향의 기준을 의미한다.
 - [0061] H는 LED(110) 또는 LED(111)와 수신기(200) 사이의 수직 기준 간격, 즉 높이를 나타낸다. 여기서, 수직 기준은 수신기(200)의 이동 방향에 수직인 기준을 의미한다.
 - [0062] 도 5에 도시된 시간 지연 모델은 다수의 LED(110, 111)로 구성된 가시광 통신 시스템(10)에서 간섭으로 인한 성능 저하를 분석하기 위해 가정한 지연 모델로써, 각각의 LED(110, 111)는 고정되어 있지만, 수신기(200)의 이동으로써 LED(110, 111)와 수신기(200)까지의 거리가 끊임없이 변화하게 되며, 이로 인해 수신기(200)가 수신하는 신호의 수신 전력 또한 변화하게 된다.
 - [0063] 도 5와 같은 환경에서, 전송 경로 지연 대 펄스 길이의 비율은 다음과 같이 정의된다.
- $$\frac{t_d}{1/R_b} = \frac{R_b \cdot \sqrt{\Delta X_2^2 + H^2} - \sqrt{\Delta X_1^2 + H^2}}{c}$$
- [0064]
 - [0065] 여기서, c는 빛의 속도이고, R_b는 비트 전송률이며, t_d는 전송 경로 d₁과 d₂ 사이의 지연 시간을 나타낸다.

[0066] 또한, 가시광 통신 시스템(10)의 성능 도출을 위한 SNR(Signal to Noise Ration)는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

[0067]
$$SNR = \frac{E_s}{N_0 N_f^2} \left(\sum_{i=1}^{N_f} h_i \right)^2$$

[0068] 여기서, N_0 는 잡음 전력 스펙트럼 밀도이고, N_f 는 LED의 개수이며, h_i 는 LED로부터 수신기(200)로 전송되는 신호의 채널 계수를 의미하고, E_s 는 송신 신호의 방출된 전기 에너지를 의미한다. 여기서, 전기 에너지 E_s 는 다시 $E_s = P_r^2 / R_p$ 로 표현될 수 있으며, 이것을 가시광 통신 시스템(10)의 성능 도출을 위한 SNR 수식에 대입하면 다음과 같이 정의될 수 있다. 여기서, P_r 은 각 전송 경로를 통해 들어오는 수신 신호 전력의 총 합을 의미한다.

[0069]
$$SNR = \frac{P_r^2}{N_0 R_p N_f^2} \left(\sum_{i=1}^{N_f} h_i \right)^2$$

[0070] 또한, 경로 차이에 의해 발생하는 시간 지연으로 인한 수신 신호의 전력은 다음과 같이 정의될 수 있다.

[0071]
$$P_r = \frac{1}{\tau_0} \sum_{i=1}^{N_f} P_i \tau_i$$

[0072] 여기서, τ_0 는 평균 지연 시간을 의미하며, P_i 는 i 번째 LED로부터 수신기(200)로 입사되는 수신 신호의 전력을 의미하고, τ_i 는 i 번째 수신 신호가 가장 먼저 도착한 수신 신호를 기준으로 상대적인 지연 시간을 의미한다.

[0073] 한편, OOK-RZ 방식의 성능 분석을 위해 Q-함수로 정의된 BER은 다음과 같다.

[0074]
$$BER_{OOK-RZ} \approx Q \left(P \sqrt{\frac{2d_c}{N_0 R_p N_f^2} \left(\sum_{i=1}^{N_f} h_i \right)^2} \right)$$

[0075] 따라서, OOK-RZ 방식에서 목표로 하는 BER 성능에 따라 요구되는 수신 신호의 전력은 다음과 같이 정의될 수 있다.

[0076]
$$P_{OOK-RZ} = \sqrt{\frac{N_0 R_p N_f^2}{2d_c \left(\sum_{i=1}^{N_f} h_i \right)^2}} Q^{-1}(BER)$$

[0077] 또한, 시간 지연으로 인한 BER 수치에서의 수신 전력은 위의 수식들을 이용하여 다음과 같이 정의가 가능하다.

[0078]
$$P_r = \sqrt{\frac{N_0 R_p N_f^2 \tau_0^2}{\left(\sum_{i=1}^{N_f} P_i \tau_i \right)^2 \left(\sum_{i=1}^{N_f} h_i \right)^2}} Q^{-1}(BER)$$

[0079] 여기서, P_r 는 지연 시간에 따라 간섭을 받은 수신 신호의 전력을 의미한다.

[0080] 이와 같이, 본 발명의 실시예에서는 수신기(200)에서 수신되는 수신 신호들의 지연 시간을 이용하여 각 수신 신호들의 전력을 나타낼 수 있다. 이를 역으로 나타내면, 수신기(200)에서 수신되는 수신 신호들의 전력을 측정함으로써 각 수신 신호들간의 지연 시간을 산출할 수 있게 된다.

[0081] 따라서, 본 발명의 실시예에서는 상기한 바와 같이 LED(110, 111)로부터 송신되어 수신기(200)에서 수신되는 수신 신호들의 전력을 각각 측정하고 측정되는 전력의 차이를 통해서 수신 신호들 사이의 지연 시간을 산출하는 방식을 통해서 송신 신호들의 보호 구간 비율 조절을 수행하게 된다.

[0082] 이하, 상기한 방식에 따른 수신기(200)의 지연 시간 정보 생성부(230)에 대해 설명한다.

[0083] 도 6은 도 3에 도시된 지연 시간 정보 생성부(230)의 구체적인 구성을 도시한 도면이다.

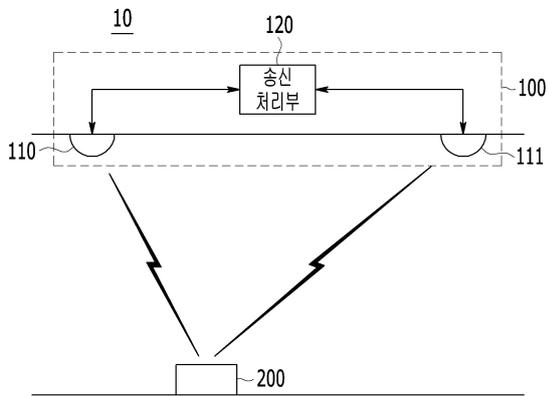
- [0084] 도 6에 도시된 바와 같이, 지연 시간 정보 생성부(230)는 수신 전력 측정부(231), 전력 비교부(233) 및 지연 시간 정보 피드백부(235)를 포함한다.
- [0085] 수신 전력 측정부(231)는 LED(110, 111)로부터 송신되어 포토 다이오드(210)를 통해 수신되는 각 수신 신호의 전력을 측정한다. 여기서, 수신 전력 측정부(231)는 두 개의 LED(110, 111)로부터 두 개의 수신 신호를 수신하므로 측정되는 전력 또한 두 신호의 전력을 측정하게 된다. 이 때, 수신 전력 측정부(231)는 두 개의 수신 신호 중에서 먼저 수신되는 신호를 기준 신호로써 설정하고 해당 신호에 대해 측정되는 전력을 목표 BER 성능에 따라 요구되는 수신 신호의 전력, 즉 P_{OOK-RZ} 로 정의하고, 그 다음에 수신되는 수신 신호에 대해 측정되는 전력을 지연 시간에 따라 간섭을 받은 수신 신호의 전력, 즉 P_r 로 정의한다.
- [0086] 전력 비교부(233)는 수신 전력 측정부(231)에 의해 측정된 전력 정보, 즉
- [0087] 목표 BER 성능에 따라 요구되는 수신 신호의 전력 P_{OOK-RZ} 과 지연 시간에 따라 간섭을 받은 수신 신호의 전력 P_r 를 전달받아서 각 전력을 비교하고 그 비교 결과를 지연 시간 정보 피드백부(235)로 전달한다.
- [0088] 지연 시간 정보 피드백부(235)는 전력 비교부(233)로부터 전달되는 비교 결과에 따라 LED(110, 111)로부터 수신되는 수신 신호들의 지연 시간 정보를 생성하여 송신기(100)으로 피드백한다.
- [0089] 구체적으로, 지연 시간 정보 피드백부(235)는 전력 비교부(233)로부터 전달되는 지연 시간에 따라 간섭을 받은 수신 신호의 전력 P_r 이 목표 BER 성능에 따라 요구되는 수신 신호의 전력 P_{OOK-RZ} 보다 작으면 수신 신호들 사이에 시간 지연이 발생된 것이므로 이들 전력의 차이 값, 즉 $P_{OOK-RZ} - P_r$ 을 지연 시간 정보로써 송신기(100)로 피드백한다.
- [0090] 그러나, 목표 BER 성능에 따라 요구되는 수신 신호의 전력 P_{OOK-RZ} 이 지연 시간에 따라 간섭을 받은 수신 신호의 전력 P_r 이상이면 수신 신호들 사이에 시간 지연이 발생되지 않은 것이어서 송신기(100)에서의 보호 구간 비율 제어가 필요하지 않으므로 지연 시간 정보 피드백부(235)는 송신기(100)로 어떠한 신호도 피드백하지 않는다.
- [0091] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 가시광 통신 시스템에서 다중 경로 지연 시간에 따른 간섭을 보상하기 위한 보호 구간 비율 제어 방법에 대해 설명한다.
- [0092] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 보호 구간 비율 제어 방법의 흐름도이다.
- [0093] 도 7을 참조하면, 먼저, 송신기(100)는 송신할 신호의 보호 구간 비율을 설정한다(S100). 즉, 보호 구간 비율 선택부(125)가 송신 제어부(127)의 제어에 따라 보호 구간 비율을 50%로 선택하여 변조부(121, 123)로 전달한다. 예를 들어, 설명의 편의를 위해 도 8의 (a)에 도시된 바와 같이 보호 구간 비율을 50%로 설정한다. 즉, T가 주기를 나타내는 경우 정보 비트가 1인 구간이 T/2이고, 보호 구간도 T/2가 되도록 보호 구간 비율을 설정한다.
- [0094] 송신기(100)는 송신 데이터를 OOK-RZ 방식에 따라 변조하되 상기에서 설정된 보호 구간 비율에 따라 변조를 수행하여 송신 신호를 생성하여(S110) 두 개의 LED(110, 111)를 통해 수신기(200)로 송신한다(S120).
- [0095] 다음, 수신기(200)는 송신기(100)의 두 개의 LED(110, 111)에서 송신되는 두 개의 수신 신호를 수신하여(S130), 수신된 각 수신 신호의 전력을 측정한다(S140).
- [0096] 그 후, 수신기(200)는 측정된 각 수신 신호의 전력을 비교하고(S150) 비교 결과를 통해 송신기(100)로 지연 시간 정보를 피드백할 것인지를 판단한다(S160).
- [0097] 만약 두 개의 수신 신호 중에서 시간 지연된 수신 신호가 있고 해당 수신 신호의 전력이 앞서 수신된 수신 신호의 전력보다 작은 경우에는 그 차이 신호를 지연 시간 정보로 피드백해야 하므로, 수신기(200)는 전력의 비교 결과를 통해서 지연 시간 정보의 피드백 여부를 판단한다. 예를 들어, 도 8의 (a)의 신호가 송신되어 수신기(200)에서 먼저 수신된 수신 신호로 보고, 수신기(200)에서 도 8의 (a)의 수신 신호보다 시간 지연되어 수신되는 수신 신호는 예를 들어 도 8의 (b)와 같을 수 있다. 즉, 수신기(200)에서 시간 지연된 수신 신호는 먼저 수

신된 수신 신호에 비해 T/4의 지연 시간이 발생한 수신 신호가 된다. 따라서, 이 경우에는 T/4 지연된 수신 신호의 전력이 먼저 수신된 도 8의 (a)의 수신 신호에 비해 전력이 적은 것으로 비교 결과가 나와 지연 시간 정보의 피드백이 필요한 것으로 판단될 것이다.

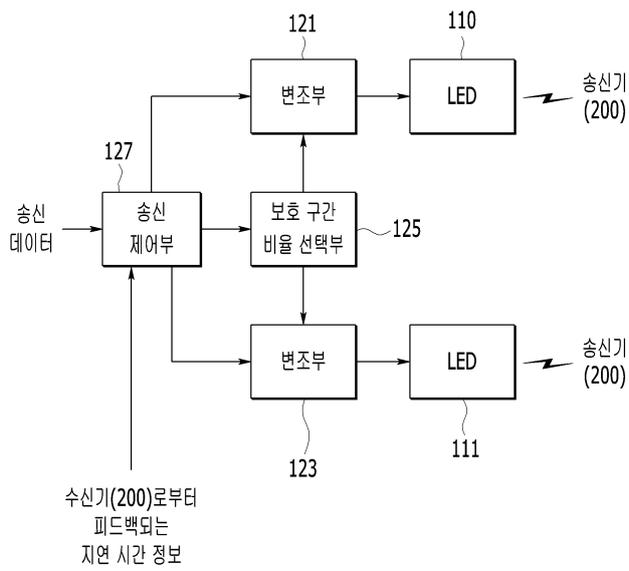
- [0098] 다음, 지연 시간 정보의 피드백이 필요한 것으로 판단되는 경우 수신기(200)는 두 개의 수신 신호의 전력 차이값을 생성하여(S170) 지연 시간 정보로써 송신기(100)로 피드백한다(S180).
- [0099] 따라서, 송신기(100)의 송신 제어부(127)는 수신기(200)로부터 피드백되는 지연 시간 정보인 전력 차이값에 대해 상기한 수식들을 이용하여 지연 시간을 산출하고(S190) 산출되는 지연 시간에 의해 보호 구간 비율 선택부(125)가 각 변조부(121, 123)가 사용할 보호 구간 비율을 조정하여 변조부(121, 123)로 각각 전달한다(S200).
- [0100] 상기 도 8의 예를 들면, 송신 제어부(127)는 수신기(200)로부터 피드백되는 전력 차이값을 통해 지연 시간이 T/4인 것을 산출할 수 있고, 이러한 T/4 지연 시간이 발생하는 LED(110, 111)로 송신되는 신호를 변조하는 변조부(121, 123)에서 사용되는 보호 구간 비율을 조정한다. 예를 들어, LED(111)에서 송신되는 신호가 LED(110)에서 송신되는 신호보다 수신기(200)에서 T/4 시간 지연되어 수신되는 것으로 판단되는 경우 보호 구간 비율 선택부(125)는 변조부(123)에서 사용되는 보호 구간 비율을 조정하여 변조부(123)에게 전달할 것이다.
- [0101] 지연 시간이 T/4인 경우에 보호 구간 비율이 조정되는 예가 도 9에 도시되어 있다. 도 9를 참조하면 LED(110)에서 송신되는 신호의 보호 구간 비율에는 변화가 없지만, T/4 지연 시간이 발생하는 LED(111)에서 송신되는 신호의 보호 구간 비율은 25%로써 1의 정보를 갖는 구간이 T/4이 되도록 조정된다.
- [0102] 이와 같이, 조정된 보호 구간 비율에 따라 LED(110, 111)로부터 송신된 두 개의 송신 신호가 수신기(200)에서 수신되는 예가 도 10에 도시되어 있다.
- [0103] 도 10을 참조하면, LED(111)에서 송신된 신호가 LED(110)에서 송신된 신호보다 T/4 시간 지연되어 수신되었으며, 송신기(100)에서의 보호 구간 비율 조정에 따라 수신기(200)에서 수신되는 신호들이 상호 간섭되는 구간이 제거되어 있음을 알 수 있다.
- [0104] 이와 같이, 본 발명의 실시예에서 송신기(100)의 보호 구간 비율 조정은 지연 시간에 의해 수신기(200)에서 수신되는 신호들 간에 1의 정보를 갖는 비트 구간들만이 상호 중첩되도록 이루어진다. 즉, 도 8의 (a)에서와 같이 시간 지연되어 수신된 신호의 1의 정보를 갖는 비트 구간이 먼저 수신된 신호의 0의 정보를 갖는 보호 구간과 상호 중첩되지 않도록 보호 구간 비율을 조정하는 것이다.
- [0105] 한편, 상기에서는 수신기(200)에서 수신되는 신호들 중에서 어떤 LED(110, 111)로부터 송신된 신호가 지연되었는지를 확인하는 내용에 대해서는 기재하지 않았으나, 다수의 LED를 사용하는 가시광 통신 시스템에서 수신 신호들을 송신한 LED를 식별자 등을 통해 확인할 수 있는 내용은 자명할 것이므로 생략된 것이다.
- [0106] 또한, 상기에서는 두 개의 LED(110, 111)를 사용하는 것에 대해서만 설명하였으나, 3개 이상의 LED가 사용되는 경우에도 제일 먼저 수신된 신호를 기준으로 그 다음에 수신되는 신호들에 대해 각각 측정된 전력과 그 전력의 차이값들을 통해서 시간 지연 여부를 판단하여 시간 지연된 수신 신호들에 대해서만 보호 구간 비율이 조정될 수 있도록 전력 차이값을 지연 시간 정보로써 송신기(100)로 피드백하면 될 것이다.
- [0107] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

도면

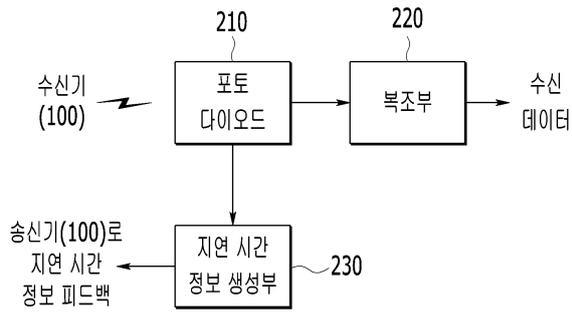
도면1



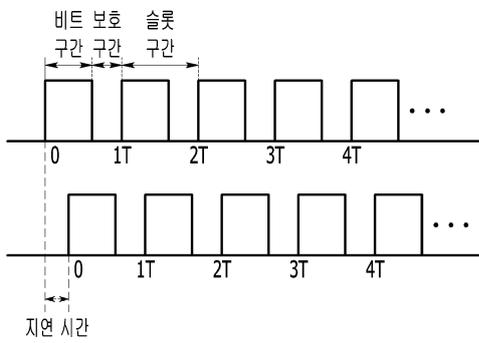
도면2



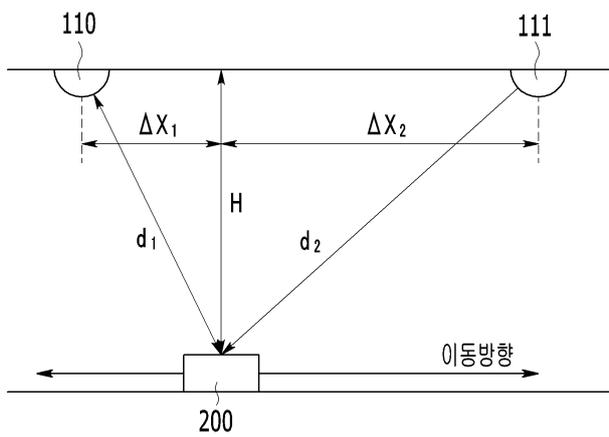
도면3



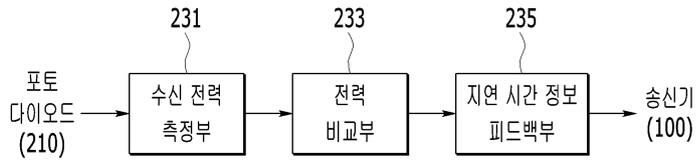
도면4



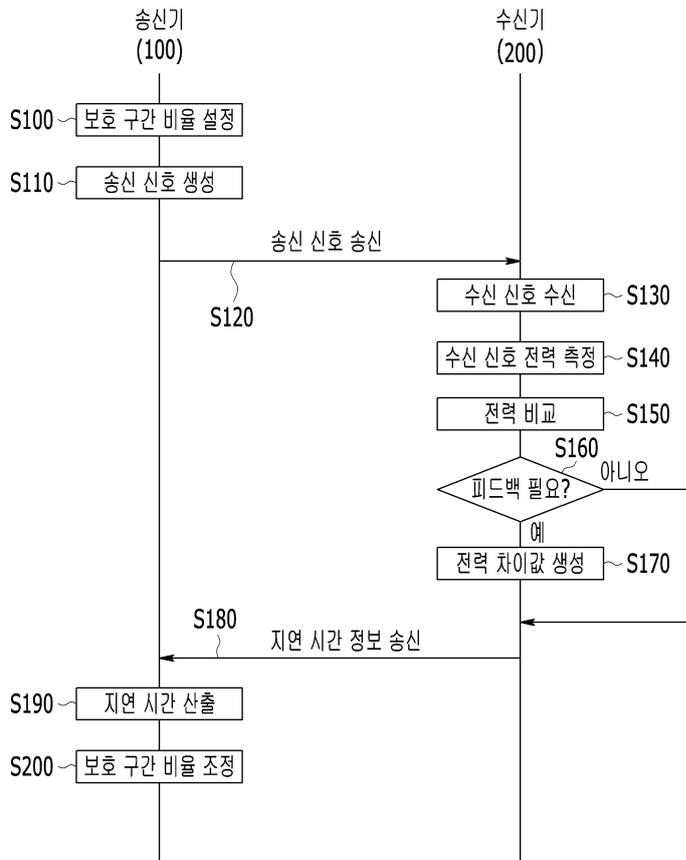
도면5



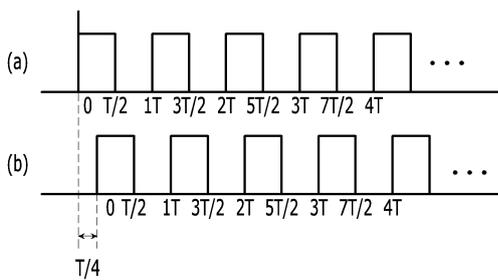
도면6



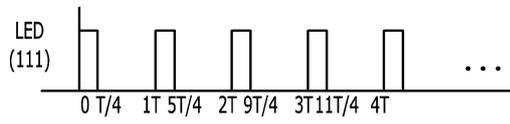
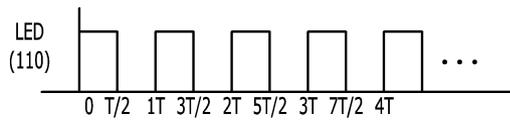
도면7



도면8



도면9



도면10

