



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0056764
(43) 공개일자 2017년05월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 13/02 (2006.01) H04N 5/235 (2006.01)
H04N 5/30 (2006.01) H04N 5/33 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04N 13/0271 (2013.01)
H04N 5/2353 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0159545
(22) 출원일자 2015년11월13일
심사청구일자 2015년11월13일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
김용신
서울특별시 성북구 안암로 145 고려대학교 안암캠퍼스 (공과대학) 공학관 717호 (안암동5가)
김정석
서울특별시 성북구 인촌로 11길 20, 405호
(74) 대리인
김동용, 김홍석

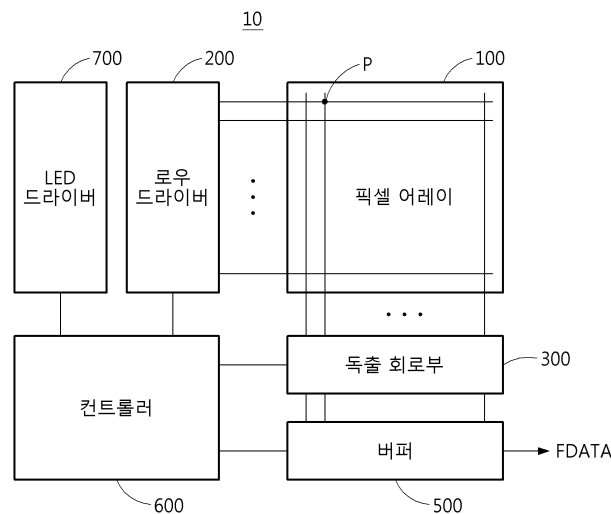
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 깊이 카메라용 적외선 이미지 센서

(57) 요약

적외선 이미지 센서가 개시된다. 상기 적외선 이미지 센서는 로우 드라이버, 각각이 상기 로우 드라이버로부터 출력된 복수의 제어 신호들에 응답하여 동작하는 복수의 픽셀들을 포함하는 픽셀 어레이 및 각각이 상기 복수의 픽셀들을 행 단위로 독출하는 p (p 는 2 이상의 자연수) 개의 독출 회로들을 포함하는 독출 회로부를 포함하고, 상기 독출 회로부는 상기 픽셀 어레이의 연속되는 p 개의 행에 포함된 픽셀들의 출력 신호를 동시에 독출하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H04N 5/30 (2013.01)

H04N 5/33 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2014R1A1A1003771

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 이공분야기초연구사업

연구과제명 태양전지 셀 기반의 분산형 태양광 발전을 위한 스마트 전력 최적화 시스템

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교

연구기간 2015.05.01 ~ 2016.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

로우 드라이버;

각각이 상기 로우 드라이버로부터 출력된 복수의 제어 신호들에 응답하여 동작하는 복수의 픽셀들을 포함하는 픽셀 어레이; 및

각각이 상기 복수의 픽셀들을 행 단위로 독출하는 p (p 는 2 이상의 자연수) 개의 독출 회로들을 포함하는 독출 회로부를 포함하고,

상기 독출 회로부는 상기 픽셀 어레이의 연속되는 p 개의 행에 포함된 픽셀들의 출력 신호를 동시에 독출하는,

적외선 이미지 센서.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 로우 드라이버로부터 출력된 복수의 제어 신호들 중 상기 연속되는 p 개의 행에 포함된 픽셀들로 출력되는 제어 신호들은 동일한,

적외선 이미지 센서.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 적외선 이미지 센서는,

제1 모드 또는 상기 제1 모드의 수광 시간보다 작은 수광 시간을 갖는 제2 모드로 동작하는,

적외선 이미지 센서.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 적외선 이미지 센서는,

단일 프레임 시간 안에 적어도 두 번 이상의 리셋 신호를 통해 수광 시간을 줄이는,

적외선 이미지 센서.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 제2 모드의 수광 시간은 수학식 1을 만족하는 수광 시간(t)이고,

상기 수학식 1은 $V_{int,LED}(t) + V_{int,EX}(t) = \alpha V_{sat}$ 이고,

상기 α 는 0보다는 크고 1 보다 작거나 같은 실수이고,

상기 $V_{int,LED}(t)$ 는 상기 적외선 이미지 센서에 포함되는 광원으로부터 방출되어 물체에 반사된 후 픽셀에 입사되는 광에 대응하는, 수광 시간(t)에 따른 픽셀의 출력값을 의미하고,

상기 $V_{int,EX}(t)$ 는 외부 광원으로부터 입사되는 광에 대응하는, 수광 시간(t)에 따른 픽셀의 출력값을 의

미하고,

상기 V_{sat} 는 픽셀이 포화된 상태의 출력값을 의미하는,
적외선 이미지 센서.

청구항 6

제1항에 있어서,
상기 적외선 이미지 센서는 특정 파장의 광을 조사하는 광원을 더 포함하고,
상기 광원은 단일 프레임 시간 중 적어도 일부 구간 동안 턴-오프(turn off)되는,
적외선 이미지 센서.

청구항 7

제6항에 있어서,
상기 적외선 이미지 센서는,
상기 광원의 턴-온(turn on) 동작과 턴-오프 동작을 제어하는 제어 신호를 출력하는 드라이버; 및
상기 로우 드라이버, 상기 독출 회로부, 및 상기 드라이버의 동작을 제어하는 컨트롤러를 더 포함하는,
적외선 이미지 센서.

청구항 8

제7항에 있어서,
상기 컨트롤러는 상기 로우 드라이버, 상기 독출 회로부, 및 상기 드라이버의 동작을 제어하기 위한 제어 신호
들을 출력하는 타이밍 생성기; 및
픽셀의 광 감지 동작 중 수광 시간을 결정하는 수광 시간 컨트롤러를 포함하는,
적외선 이미지 센서.

청구항 9

제1항에 기재된 적외선 이미지 센서; 및
상기 적외선 이미지 센서로부터 프레임 데이터를 수신하는 이미지 신호 프로세서(image signal processor)를 포
함하는 이미지 처리 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 개념에 따른 실시 예는 깊이 카메라용 적외선 이미지 센서에 관한 것으로, 특히 적외선 이미지 센서
에 포함되는 광원의 구동 시간을 감소시켜 외부 광원의 영향을 줄이는 깊이 카메라용 적외선 이미지 센서에 관
한 것이다.

배경 기술

[0002] 이미지 센서(image sensor)는 광학적 영상(optical image)을 전기적 신호로 변환시키는 반도체 소자로서, 크게
CCD(Charge Coupled Device) 이미지 센서와 CMOS(Complementary Metal Oxide Silicon) 이미지 센서로
구분된다. CCD 이미지 센서는 구동 방식이 복잡하고 전력 소비가 상대적으로 커서 CMOS 이미지 센서가 널리 이
용되고 있다.

[0003] CMOS 이미지 센서는 제어 회로 및 신호 처리 회로 등을 주변 회로로 사용하는 CMOS 기술을 이용하여 단위 픽셀

의 수량에 해당하는 모스 트랜지스터(MOS transistor)들을 반도체 기판에 형성함으로써, 모스 트랜지스터들에 의해 각 단위 픽셀의 출력을 순차적으로 검출하는 스위칭 방식을 채용한 소자이다.

[0004] CMOS 이미지 센서는 CMOS 제조 기술을 이용하므로 적은 전력 소모, 적은 포토 공정 스텝에 따른 단순한 제조 과정 등의 장점을 갖는다. 또한, CMOS 이미지 센서는 각종 회로를 단일 칩에 집적시킬 수가 있어 제품의 소형화가 용이한 장점도 갖는다.

[0005] 다만, 최근에 이미지 센서가 소형 디바이스, 예컨대 웨어러블 디바이스(wearable device) 등에 탑재되는 경우가 잦아지고 있으며, 이 경우, 실외에서 사용하는 경우가 많아지고 있다. 실외에는 태양이라는 강한 외부 적외선 광원이 존재하고 있다. 이러한 강한 적외선 광원은 이미지 센서의 픽셀을 포화시켜 이미지를 제대로 촬영하지 못하게 된다. 그리하여 적외선 이미지 센서에서 외부 광원의 영향을 최소화하는 방안이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-0621561호

(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허 제10-1209506호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명이 이루고자 하는 기술적인 과제는 강한 외부 광원이 이미지 센서의 픽셀을 포화시켜 이미지 센서의 성능을 저하시키는 것을 방지하는 것이다. 또한 그 기능으로 인하여 전력 소모가 크게 증가할 경우 이를 감소시키는 방식을 적용한 깊이 카메라용 적외선 이미지 센서를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 실시 예에 따른 적외선 이미지 센서는 픽셀의 수광 시간을 줄여 외부 광원의 영향을 최소화하는 것을 특징으로 한다. 또한, 적외선 이미지 센서는 로우 드라이버, 각각이 상기 로우 드라이버로부터 출력된 복수의 제어 신호들에 응답하여 동작하는 복수의 픽셀들을 포함하는 픽셀 어레이 및 각각이 상기 복수의 픽셀들을 행 단위로 독출하는 p (p 는 2 이상의 자연수) 개의 독출 회로들을 포함하는 독출 회로부를 포함하고, 상기 독출 회로부는 상기 픽셀 어레이의 연속되는 p 개의 행에 포함된 픽셀들의 출력 신호를 동시에 독출하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0009] 본 발명의 실시 예에 따른 적외선 이미지 센서에 의할 경우, 외부 적외선이 강한 실외에서도 효율적으로 동작할 수 있는 효과가 있다.

[0010] 또한, 적외선 이미지 센서에 포함된 광원의 소비 전력을 감소시켜 소형 또는 웨어러블 디바이스에 적용 가능한 적외선 이미지 센서를 제공할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 본 발명의 상세한 설명에서 인용되는 도면을 보다 충분히 이해하기 위하여 각 도면의 상세한 설명이 제공된다.

도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 적외선 이미지 센서의 블록도이다.

도 2는 도 1에 도시된 픽셀 어레이에 포함된 단위 픽셀의 회로도이다.

도 3은 도 1에 도시된 적외선 이미지 센서를 동작하기 위한 제어 신호들의 타이밍도의 제1 실시예를 도시한다.

도 4는 도 1에 도시된 적외선 이미지 센서를 동작하기 위한 제어 신호들의 타이밍도의 제2 실시예를 도시한다.

도 5는 도 3을 통하여 설명된 제1 실시예의 독출 동작과 광원을 제어하기 위한 제어 신호들의 타이밍도이다.

도 6은 도 4를 통하여 설명된 제2 실시예의 독출 동작과 광원을 제어하기 위한 제어 신호들의 타이밍도이다.

도 7은 제2 실시예에서의 수광 시간 보다 더 작은 수광 시간이 주어진 환경에서의 독출 동작과 광원을 제어하기 위한 제어 신호들의 타이밍도이다.

도 8은 도 1에 도시한 적외선 이미지 센서의 픽셀 어레이와 독출 회로부를 도시한다.

도 9는 도 1에 도시된 적외선 이미지 센서를 동작하기 위한 제어 신호들의 타이밍도의 제4 실시예를 도시한다.

도 10은 도 1에 도시된 적외선 이미지 센서를 동작하기 위한 제어 신호들의 타이밍도의 제5 실시예와 제6 실시예를 도시한다.

도 11은 도 1에 도시된 적외선 이미지 센서를 동작하기 위한 제어 신호들의 타이밍도의 제7 실시예를 도시한다.

도 12는 도 1에 도시된 적외선 이미지 센서의 소비 전력을 감소시킬 수 있는 방안을 설명하기 위한 타이밍도이다.

도 13은 동일한 독출 시간을 갖는 적외선 이미지 센서에서 해상도, 병렬처리 수 및 수광 시간 감소율에 따른 광원의 에너지 소모량을 도시한 그래프이다.

도 14는 최적의 수광 시간을 결정하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 15는 수광 시간과 픽셀 어레이의 출력 신호의 전압값 사이의 관계를 도시한 그래프이다.

도 16은 도 1에 포함된 적외선 이미지 센서를 포함하는 이미지 처리 시스템의 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시 예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시 예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시 예들은 다양한 형태들로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시 예들에 한정되지 않는다.
- [0013] 본 발명의 개념에 따른 실시 예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시 예들을 도면에 예시하고 본 명세서에서 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시 예들을 특정한 개시 형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.
- [0014] 제1 또는 제2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만, 예컨대 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 벗어나지 않은 채, 제1 구성 요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고 유사하게 제2 구성 요소는 제1 구성 요소로도 명명될 수 있다.
- [0015] 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성 요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성 요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는 중간에 다른 구성 요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성 요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.
- [0016] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로서, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 본 명세서에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0017] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 갖는다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의

미로 해석되지 않는다.

- [0018] 이하, 본 명세서에 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 상세히 설명한다.
- [0020] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 적외선 이미지 센서의 블록도이다.
- [0021] 도 1을 참조하면, 적외선 이미지 센서(10), 예컨대 CMOS(Complementary metal-oxide semiconductor) 이미지 센서는 픽셀 어레이(100), 로우 드라이버(200), 독출 회로부(300), 버퍼(500), 컨트롤러(600), 및 광원 드라이버(700)를 포함한다. 실시 예에 따라, 적외선 이미지 센서(10)는 광원(미도시)을 더 포함할 수 있다.
- [0022] 픽셀 어레이(100)는 2차원 매트릭스(matrix) 형태로 배열된 복수의 픽셀들(P)을 포함하며, 광 신호를 전기적 신호로 변환할 수 있다. 상기 광 신호는 적외선 영역의 파장을 가질 수 있다.
- [0023] 로우 드라이버(200)는 컨트롤러(600)의 제어 하에 복수의 픽셀들(P) 각각의 광감지 동작을 제어하기 위한 복수의 제어 신호들을 생성할 수 있다. 로우 드라이버(200)는 적어도 하나의 로우(row)를 단위로 광감지 동작을 제어할 수 있다.
- [0024] 독출 회로부(300)는 p (p 는 1 이상의 자연수) 개의 독출 회로를 포함할 수 있다. 각각의 독출 회로는 상관 이중 샘플링 블럭과 아날로그 디지털 컨버터를 포함할 수 있다. 상기 상관 이중 샘플링 블럭은 컨트롤러(600)로부터 출력된 제어 신호들에 응답하여 픽셀 어레이(100)로부터 출력된 신호들 각각에 대하여 CDS(correlated double sampling, 상관 이중 샘플링)을 수행할 수 있다. 상기 아날로그 디지털 컨버터는 CDS된 신호들 각각을 아날로그-디지털 변환하여 디지털 신호들 각각을 출력한다.
- [0025] 또한, 각각의 독출 회로는 픽셀 어레이(100)에 포함된 복수의 픽셀들(P)로부터 출력되는 신호를 행 단위로 독출할 수 있다. 예컨대, p 가 2 이상의 자연수인 경우 p 개에 해당하는 행에 대한 독출 동작이 동시에 수행될 수 있다.
- [0026] 버퍼(500)는 컬럼 메모리 블럭 및 센스 앰프를 포함하고, 컬럼 메모리 블럭은 복수의 메모리들을 포함할 수 있다. 따라서, 버퍼(500)는 수신되는 디지털 신호를 임시 저장한 후 증폭하여 출력할 수 있다.
- [0027] 상기 복수의 메모리들은 컨트롤러(600)에서 발생된 제어 신호에 기초하여, 컬럼 메모리 블럭의 내부 또는 컨트롤러(600)의 내부에 위치한 메모리 컨트롤러에 의해 발생된 메모리 제어 신호에 따라 동작할 수 있다. 복수의 메모리들 각각은 SRAM(Static Random Access Memory)으로 구현될 수 있다.
- [0028] 상기 컬럼 메모리 블럭은 상기 메모리 제어 신호에 따라, 상기 아날로그 디지털 컨버터에 포함된 복수의 카운터들이 카운팅하여 출력한 디지털 신호를 임시 저장한 후 상기 센스 앰프로 출력하며, 상기 센스 앰프는 이를 센싱하고 증폭해 출력할 수 있다. 상기 센스 앰프의 출력은 도시되 있지는 않으나 적외선 이미지 센서(10)에 포함될 수도 있는 이미지 신호 프로세서(image signal processor : ISP)에 의해 수신될 수도 있다.
- [0029] 컨트롤러(600)는 각 구성 요소들(200, 300, 500, 및 700) 각각의 동작을 제어하기 위한 제어 신호들을 출력한다. 일 실시 예로 컨트롤러(600)는 타이밍 생성기(timing generator)로 명명될 수 있으며, 후술될 최적의 수광 시간(integration time)을 결정할 수 있다. 다른 실시 예로, 컨트롤러(600)는 상기 제어 신호들을 출력하는 상기 타이밍 생성기와 상기 최적의 수광 시간을 결정하는 수광 시간 컨트롤러를 포함하는 개념으로 이해될 수도 있다.
- [0030] 광원 드라이버(700)는 컨트롤러(600)의 제어 하에 상기 광원을 구동시키기 위한 구동 신호(EN_{LED})를 출력한다. 상기 광원은 구동 신호(EN_{LED})의 논리 상태에 따라 턴-온(turn on)되거나 턴-오프(turn off)된다. 상기 광원은 적외선 대역의 광을 발생시키는 적외선 LED(Light Emitting Diode)로 구현될 수 있다.
- [0031] 또한, 적외선 이미지 센서(10)는 제1 모드(또는 실내 모드) 및/또는 제2 모드(또는 실외 모드)로 동작할 수도 있다. 즉, 적외선 이미지 센서(10)가 외부 광원(특히 외부 적외선)에 노출되지 않는 경우에 상기 제1 모드로 동작하고, 적외선 이미지 센서(10)가 외부 광원에 노출된 경우 상기 제2 모드로 동작할 수 있다. 상기 제1 모드는 후술하는 제1 실시예(또는 제4 실시예)를 의미할 수 있으며, 상기 제2 모드는 제6 실시예를 의미할 수 있다.
- [0033] 도 2는 도 1에 도시된 픽셀 어레이에 포함된 단위 픽셀의 회로도이다.

- [0034] 도 1과 도 2를 참조하면, 단위 픽셀(P)은 광전 변환 소자(PD), 전송 트랜지스터(transfer transistor, TX), 플로팅 확산 영역(floating diffusion area, FD), 리셋 트랜지스터(reset transistor, RX), 드라이브 트랜지스터(drive transistor, DX), 및 선택 트랜지스터(select transistor, SX)를 포함한다.
- [0035] 광전 변환 소자(PD)는 단위 픽셀(P)에 입사되는 입사광, 예컨대 적외선에 대응되는 광전하(photogenerated charge)들을 생성한다. 광전 변환 소자(PD)는 포토 다이오드(photo diode) 또는 핀드 포토 다이오드(pinned photo diode) 등으로 구현될 수 있다.
- [0036] 전송 트랜지스터(TX)는 전송 제어 신호(TG)에 응답하여 광전 변환 소자(PD)에 축적된 광전하들을 플로팅 확산 영역(FD)으로 전달한다. 전송 트랜지스터(TX)의 턴-온 동작에 의해 전달된 광전하들은 플로팅 확산 영역(FD)에 저장된다.
- [0037] 리셋 트랜지스터(RX)는 리셋 신호(RS)에 응답하여 플로팅 확산 영역(FD)의 전압 레벨을 전원 전압(V_{DD}) 레벨로 리셋한다.
- [0038] 드라이브 트랜지스터(DX)는 플로팅 확산 영역(FD)으로부터 전달되는 광전하들에 응답하여, 광전하들의 양에 비례하는 전기 신호를 출력한다.
- [0039] 선택 트랜지스터(SX)는 선택 신호(SEL)에 응답하여 드라이브 트랜지스터(DX)의 출력 신호를 독출 회로부(300)로 출력한다. 선택 트랜지스터(SX)의 출력 신호(O_{Pixel})는 픽셀(P)의 출력 신호를 의미할 수 있다.
- [0040] 전송 제어 신호(TG), 리셋 신호(RS), 및 선택 신호(SEL)는 로우 드라이버(200)에 의해 생성되어 출력될 수 있다.
- [0041] 도 2에 도시된 전송 트랜지스터(TX), 리셋 트랜지스터(RX), 드라이브 트랜지스터(DX), 및 선택 트랜지스터(SX) 각각은 NMOS(N-channel Metal Oxide Semiconductor) 트랜지스터로 도시되어 있다. 그러나, 실시 예에 따라, 전송 트랜지스터(TX), 리셋 트랜지스터(RX), 드라이브 트랜지스터(DX), 및 선택 트랜지스터(SX) 중 적어도 하나는 PMOS(P-channel Metal Oxide Semiconductor) 트랜지스터로 구현될 수도 있다.
- [0042] 또한, 도 2에 도시된 단위 픽셀(P)은 4 개의 트랜지스터를 포함하는 4-Tr 구조이나, 본 발명이 이에 제한되는 것이 아님은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명하다.
- [0044] 도 3은 도 1에 도시된 적외선 이미지 센서를 동작하기 위한 제어 신호들의 타이밍도의 제1 실시예를 도시한다. 도 1 내지 도 3을 참조하여, 적외선 이미지 센서(10)의 동작을 설명하면 다음과 같다.
- [0045] 우선, 제1 프레임(FRAME1)의 경우 외부 적외선이 없거나 적은 환경에서의 동작 타이밍을 도시하고, 제1 프레임(FRAME1)에 후속하는 제2 프레임(FRAME2)은 강한 외부 적외선이 존재하는 환경에서의 동작 타이밍을 도시한다.
- [0046] 제1 프레임(FRAME1)의 t_1 시점에서 로우 드라이버(200)로부터 출력된 선택 신호(SEL)에 응답하여 선택 트랜지스터(TX)는 턴-온된다.
- [0047] t_1 시점 또는 t_1 시점으로부터 소정의 시간이 흐른 시점에서 리셋 신호(RS)에 응답하여 리셋 트랜지스터(RX)가 턴-온되고, 이에 따라 플로팅 확산 영역(FD)의 전위는 리셋된다.
- [0048] t_2 시점에서 전송 제어 신호(TG)에 응답하여 전송 트랜지스터(TX)가 턴-온됨에 따라, 광전 변환 소자(PD)에 의해 생성된 광전하들이 플로팅 확산 영역(FD)으로 전달된다. 따라서, 수광 시간(integration time, $t_{int,c}$)인 t_0 부터 t_2 까지의 시간 구간 동안 생성된 광전하들은 플로팅 확산 영역(FD)으로 전달되고, 독출 회로부(300)의 동작을 인에이블 시키는 제어 신호($EN_{S/H}$)에 따라, 출력 신호(O_{Pixel})가 독출될 수 있다. 실시 예에 따라, 플로팅 확산 영역(FD)이 리셋되고 전송 트랜지스터(TX)가 턴-온되기 전에 추가적인 독출 동작을 수행함으로써 상관 이중 샘플링을 위한 레퍼런스 전위가 측정될 수도 있다.
- [0050] 제2 프레임(FRAME2)의 경우, 외부 적외선이 강하게 입사되는 환경을 가정하였다. 제2 프레임(FRAME2)의 수광 시간인 t_3 부터 t_6 까지의 시간 구간 동안 광전 변환 소자(PD)는 입사되는 광에 대응하는 광전하들을 생성한다. 그러나, 강한 외부 적외선에 의하여 광전 변환 소자(PD)는 t_6 시점 이전인 t_4 시점에서 이미 포화(saturation)될 수 있다.

- [0051] 광전 변환 소자(PD)가 포화된 t_4 시점 이후인 t_5 시점에서 선택 신호(SEL)에 응답하여 선택 트랜지스터(TX)는 턴-온된다.
- [0052] t_5 시점 또는 t_5 시점으로부터 소정의 시간이 흐른 시점에서 리셋 신호(RS)에 응답하여 리셋 트랜지스터(RX)가 턴-온되고, 이에 따라 플로팅 확산 영역(FD)의 전위는 리셋된다.
- [0053] t_6 시점에서 전송 제어 신호(TG)에 응답하여 전송 트랜지스터(TX)가 턴-온됨에 따라, 광전 변환 소자(PD)에 의해 생성된 광전하들이 플로팅 확산 영역(FD)으로 전달된다. 따라서, 수광 시간(integration time)인 t_3 부터 t_6 까지의 구간 동안 생성된 광전하들에 의한 출력 신호(O_{Pixel})를 독출할 수 있다.
- [0054] 그러나, 제2 프레임(FRAME2)에서 독출되는 출력 신호(O_{Pixel})는 광전 변환 소자(PD)의 포화로 인하여 입사되는 광에 대응되는 값을 반영하지 못한다. 단위 픽셀(P) 내에 태양광이나 강한 빛이 입사되면, 빛을 입사받는 광전 변환 소자(PD)가 받아들일 수 있는 용량의 한계를 넘어 포화, 즉 광전 변환 소자(PD)의 출력 전압(V_{PD})이 최저점에 도달됨으로 인하여 물체에 반사되어 돌아오는 적외선 신호(IR signal)의 정확한 측정이 불가능하게 된다.
- [0056] 도 4는 도 1에 도시된 적외선 이미지 센서를 동작하기 위한 제어 신호들의 타이밍도의 제2 실시예를 도시한다. 도 1, 도 2 및 도 4를 참조하여, 이미지 센서(10)의 동작을 설명하면 다음과 같다.
- [0057] 우선, 제1 프레임(FRAME1)의 경우 외부 적외선이 없거나 적은 환경에서의 동작 타이밍을 도시하고, 제1 프레임(FRAME1)에 후속하는 제2 프레임(FRAME2)은 강한 외부 적외선이 존재하는 환경에서의 동작 타이밍을 도시한다.
- [0058] 또한, 제2 실시예에서는 도 3을 통하여 설명된 제1 실시예의 수광 시간($t_{int,c}$)보다 작은 수광 시간($t_{int} = q \times t_{int,c}$, $q < 1$)을 통해 외부 적외선의 영향을 감소시켰다. 그러나, 광원으로부터 조사되어 물체에 반사된 후 입사되는 빛의 양을 제1 실시예에서와 동일하게 하기 위해서 광원의 피크 전류(I_{LED})는 제1 실시예의 피크 전류($I_{LED,c}$)에 비해 $1/q$ 배로 커져야 한다. 즉, $t_{int,c} \times I_{LED,c} = t_{int} \times I_{LED}$ 가 성립하여야 한다.
- [0059] 제1 실시예와의 차이점을 위주로 제2 실시예를 설명하면 다음과 같다.
- [0060] 우선, t_1 , t_2 , t_3 및 t_4 시점에서, 리셋 동작과 전송 동작이 추가될 수 있다. 즉, 단일 프레임 시간 안에 적어도 두 번 이상의 리셋 신호를 통해 수광 시간을 줄이는 것이 가능하다. 추가된 리셋 동작과 전송 동작으로 인하여 수광 시간 이전에 외부 적외선(External IR)으로 인하여 생성된 광전하들을 전송함으로써 정확한 검출 동작을 수행할 수 있다.
- [0061] 또한, t_5 시점에서 외부 적외선이 강하게 입사된다 하더라도, 감소된 수광 시간(t_{int})으로 인하여 광전 변환 소자(PD)는 포화되지 않음을 확인할 수 있다.
- [0063] 도 5는 도 3을 통하여 설명된 제1 실시예의 독출 동작과 광원을 제어하기 위한 제어 신호들의 타이밍도이다. 도 5를 통하여 하나의 프레임 동안 광원에서 소모되는 에너지를 설명하면 다음과 같다.
- [0064] 적외선 이미지 센서(10)에서, 동일한 행에 위치한 픽셀들의 경우 동일한 타이밍을 가지므로 첫 번째 열에 위치한 픽셀들에 대한 타이밍도 만이 도시되어 있으며, 픽셀 어레이(100)는 총 6개의 행을 포함하는 것으로 가정한다. 서로 다른 행에 포함된 픽셀들의 경우, 수광 시간이 상이하므로 각각의 행에 관하여 광원을 턴-온시키기 위한 제어 신호($REN_{LED[k]}$)가 달라지게 된다. 또한, 모든 제어 신호($REN_{LED[k]}$)의 논리합(OR)이 광원을 제어하기 위한 제어 신호(EN_{LED})가 된다. 광원은 제어 신호(EN_{LED})에 응답하여 턴-온 동작과 턴-오프 동작을 수행한다.
- [0065] 제어 신호($EN_{S/H[k]}$)는 k 번째 행의 독출을 위한 제어 신호으로써, 독출 회로부(300)의 동작을 제어하기 위한 제어 신호를 의미한다.
- [0066] 제1 실시예에서, 하나의 프레임 동안 총 독출 시간(read-out time)은 아래 수학적 식 1에서 알 수 있는 바와 같이 프레임 시간(t_{frame})과 같다.

[0067] [수학식 1]

$$[0068] \quad t_{frame} = t_{int,c} + t_{read} = m \times t_{read}$$

[0069] 수학식 1에서 m 은 픽셀 어레이(100)에 포함된 행의 개수를 의미한다. 또한, 수학식 1을 통하여 구해진 독출 시간(t_{read})은 다음과 같다.

$$[0070] \quad t_{read} = \frac{1}{(m-1)} t_{int,c}$$

[0071] 또한, 각 픽셀이 하나의 프레임 동안 수광하는 적외선 에너지(E_{pixel})은 다음 수학식 2와 같은 관계가 성립한다.

[0072] [수학식 2]

$$[0073] \quad E_{pixel} \propto I_{LED,c} \times t_{int,c}$$

[0074] 수학식 2에서 $I_{LED,c}$ 는 광원의 피크 전류의 크기를 의미한다.

[0075] 결국, 하나의 프레임 동안 광원에서 소모되는 에너지($E_{LED,c}$)는 다음 수학식 3과 같다.

[0076] [수학식 3]

$$[0077] \quad E_{LED,c} = V_{LED} \times I_{LED,c} \times \frac{m}{m-1} t_{int,c}$$

[0078] 수학식 3에서 V_{LED} 는 광원을 턴-온시키기 위해 전압을 의미할 수 있다.

[0080] 도 6은 도 4를 통하여 설명된 제2 실시예의 독출 동작과 광원을 제어하기 위한 제어 신호들의 타이밍도이다. 도 6을 통하여 하나의 프레임 동안 소모되는 에너지를 설명하면 다음과 같다.

[0081] 제2 실시예에서, 수광 시간(t_{int})이 감소함에 따라 서로 다른 제어 신호(REN_{LED})들 간에 공유되는 시간이 감소하게 된다. 픽셀(P)의 수광 시간(t_{int})이 줄게 되더라도 픽셀(P)에 수광되는 적외선의 에너지를 제1 실시예의 경우와 동일하게 유지시키기 위해서는 광원의 피크 전류(I_{LED})의 크기를 증가시켜야 한다.

[0082] 픽셀(P)의 수광 시간(t_{int})은 수학식 4와 같이 정의될 수 있다. 또한, 광원의 피크 전류(I_{LED})는 수학식 5를 통하여 구해질 수 있다.

[0083] [수학식 4]

$$[0084] \quad t_{int} = q \cdot t_{int,c} \quad (q < 1)$$

[0085] [수학식 5]

$$[0086] \quad I_{LED} \times t_{int} = I_{LED} \times q \cdot t_{int,c} = I_{LED,c} \cdot t_{int,c}$$

$$I_{LED} = \frac{1}{q} I_{LED,c}$$

[0087] 각 픽셀이 하나의 프레임 동안 수광하는 적외선 에너지(E_{pixel})는 다음 수학식 6과 같은 관계가 성립한다.

[0088] [수학식 6]

$$[0089] \quad E_{pixel} \propto I_{LED} \times t_{int}$$

[0090] 결국, 하나의 프레임 동안 광원에서 소모되는 에너지(E_{LED})는 다음 수학식 7과 같다.

[0091] [수학식 7]

$$\begin{aligned} E_{LED} &= V_{LED} \times I_{LED} \times t_{frame} \\ &= V_{LED} \times \frac{1}{q} I_{LED,c} \times \frac{m}{m-1} t_{int,c} \\ &= \frac{1}{q} E_{LED,c} \end{aligned}$$

[0092]

[0093] 수학식 7을 살펴보면 제2 실시예의 경우에 소모되는 에너지가 제1 실시예의 경우에 소모되는 에너지에 비해 증가함을 알 수 있다.

[0095] 도 7은 제2 실시예에서의 수광 시간 보다 더 작은 수광 시간이 주어진 환경에서의 독출 동작과 광원을 제어하기 위한 제어 신호들의 타이밍도이다. 도 7에 의한 적외선 이미지 센서(10)의 동작 방법을 제3 실시예라 하면, 제3 실시예는 도 6을 통하여 설명된 타이밍도와는 다르게 픽셀(P)의 수광 시간(t_{int})이 더 줄어들게 됨으로 인하여 제어 신호(REN_{LED})들이 공유되는(또는 중첩되는) 시간이 사라지게 된다. 이 경우에도 마찬가지로, 픽셀(P)의 수광 시간(t_{int})을 줄이더라도 픽셀(P)에 수광되는 적외선 에너지를 동일하게 유지하기 위해서는 광원의 피크 전류의 크기를 키워야 한다.

[0096] 픽셀(P)의 수광 시간(t_{int})은 수학식 8과 같이 정의될 수 있다.

[0097] [수학식 8]

$$t_{int} = q \cdot t_{int,c} (q < 1) < t_{read}$$

[0098]

[0099] 즉, 제3 실시예는 수광 시간(t_{int})이 독출 시간(t_{read})보다 작은 경우로써, 이 경우 제어 신호(REN_{LED})들이 서로 공유하던 시간이 사라지게 된다.

[0100] 또한, 픽셀(P)에 하나의 프레임 동안 수광되는 적외선 에너지를 동일하게 하기 위한 광원의 피크 전류(I_{LED})는 수학식 9와 같다.

[0101] [수학식 9]

$$I_{LED} = \frac{1}{q} I_{LED,c}$$

[0102]

[0103] 결국, 하나의 프레임 동안 광원에서 소모되는 에너지(E_{LED})는 다음 수학식 10과 같다.

[0104] [수학식 10]

$$\begin{aligned} E_{LED} &= V_{LED} \times I_{LED} \times m \times t_{int} \\ &= V_{LED} \times \frac{1}{q} I_{LED,c} \times m \times q \cdot t_{int,c} \\ &= (m-1) E_{LED,c} \end{aligned}$$

[0105]

[0106] 상술된 바와 같이, 제3 실시예의 경우, 하나의 프레임 동안 인접 픽셀 간에 수광 시간의 공유가 줄어들기 때문에 픽셀 어레이를 위한 광원의 에너지 소모가 증가함을 알 수 있다.

[0108] 도 8은 도 1에 도시한 적외선 이미지 센서의 픽셀 어레이와 독출 회로부를 도시한다.

[0109] 픽셀 어레이(100)는 $m \times n$ (m 과 n 은 2 이상의 자연수, 예컨대 m 은 6, n 은 6)의 해상도를 갖는다.

[0110] 독출 회로부(300)는 복수의 독출 회로들, 예컨대 2 개의 독출 회로들을 포함할 수 있다. 각각의 독출 회로는 픽셀 어레이(100)에 포함된 하나의 행으로부터 출력되는 신호를 독출할 수 있으며, 복수의 독출 회로들에는 동일

한 제어 신호($EN_{S/H}$)가 입력되므로, 연속되는 p 개의 행에 대한 독출 동작이 동시에 수행될 수 있으며 하나의 프레임의 독출하는 동안 수행되는 독출 동작은 m/p 회로 감소될 수 있다. 이와 같이, 복수의 독출 회로들을 채용하는 것을 병렬 처리라 명할 수 있다.

[0112] 도 9는 도 1에 도시된 적외선 이미지 센서를 동작하기 위한 제어 신호들의 타이밍도의 제4 실시예를 도시한다. 제4 실시예의 경우 제1 실시예의 방식에 병렬 처리($p=2$)를 적용한 실시예에 해당한다.

[0113] 제4 실시예의 경우에 한 프레임 동안에 광원에서 소모되는 에너지(E_{LED})는 수학식 11과 같다.

[0114] [수학식 11]

$$\begin{aligned} E_{LED} &= V_{LED} \times I_{LED,c} \times \frac{m}{m-1} t_{int,c} \\ &= E_{LED,c} \end{aligned}$$

[0115]

[0117] 도 10은 도 1에 도시된 적외선 이미지 센서를 동작하기 위한 제어 신호들의 타이밍도의 제5 실시예와 제6 실시예를 도시한다. 도 10a를 통하여 설명되는 제5 실시예와 도 10b를 통하여 설명되는 제6 실시예의 경우 제2 실시예의 방식에 병렬 처리($p=2$)를 적용한 실시예이며, 제5 실시예의 경우 후술될 t_{LED} 가 t_{frame} 보다 큰 경우이며, 제6 실시예의 경우 후술될 t_{LED} 가 t_{frame} 보다 작은 경우이다.

[0118] 제5 실시예에서, 수광 시간이 $t_{int} = q \cdot t_{int,c} (q < 1)$ 로 정의되므로, 픽셀(P)에 한 프레임 동안 수광되는 적외선 에너지를 동일하게 하기 위한 광원의 피크 전류는

$$I_{LED} = \frac{1}{q} I_{LED,c} \text{ 이 되어야 한다.}$$

[0119] 또한, 한 프레임 동안 광원이 턴-온되는 시간을 t_{LED} 라 하면, t_{LED} 는 수학식 12와 같다.

[0120] [수학식 12]

$$\begin{aligned} t_{LED} &= t_{int} + \left(\frac{m}{p} - 1 \right) t_{read} \\ &= \left\{ q + \left(\frac{m}{p} - 1 \right) \frac{1}{m-1} \right\} t_{int,c} \end{aligned}$$

[0121]

[0122] 이 때, $t_{LED} > t_{frame}$ 이면, 광원은 항상 턴-온이 된다.

[0123] 또한, 한 프레임 동안에 광원에서 소모되는 에너지(E_{LED})는 수학식 13과 같다.

[0124] [수학식 13]

$$\begin{aligned} E_{LED} &= V_{LED} \times I_{LED} \times \frac{m}{m-1} t_{int,c} \\ &= \frac{1}{q} E_{LED,c} \end{aligned}$$

[0125]

[0127] 그러나, 제6 실시예의 경우, t_{LED} 가 t_{frame} 보다 작은 경우로, 광원이 턴-오프 되는 시간 구간이 존재하게 된다.

[0128] 이 경우, 하나의 프레임 동안 광원이 턴-온되는 시간(t_{LED})은 수학식 14와 같다.

[0129] [수학식 14]

$$\begin{aligned} t_{LED} &= t_{int} + \left(\frac{m}{p} - 1\right) t_{read} \\ &= \left\{q + \left(\frac{m}{p} - 1\right) \frac{1}{m-1}\right\} t_{int,c}, (\because t_{read} = \frac{1}{m-1} t_{int,c}) \end{aligned}$$

[0130]

[0131] 즉, t_{LED} 가 t_{frame} 보다 작기 때문에, 광원이 턴-오프되는 구간이 발생하게 된다.

[0132] 또한, 한 프레임 동안에 광원에서 소모되는 에너지(E_{LED})는 수학식 15와 같다.

[0133] [수학식 15]

$$\begin{aligned} E_{LED} &= V_{LED} \times I_{LED} \times t_{LED} \\ &= V_{LED} \times \frac{1}{q} I_{LED,c} \times \left\{q + \left(\frac{m}{p} - 1\right) \frac{1}{m-1}\right\} t_{int,c} \\ &= \left\{\frac{m-1}{m} + \frac{1}{q \cdot m} \left(\frac{m}{p} - 1\right)\right\} E_{LED,c} \end{aligned}$$

[0134]

[0136] 도 11은 도 1에 도시된 적외선 이미지 센서를 동작하기 위한 제어 신호들의 타이밍도의 제7 실시예를 도시한다. 제7 실시예의 경우 제3 실시예의 방식에 병렬 처리($p=2$)를 적용한 실시예이다.

[0137] 제7 실시예에서, 수광 시간은 $t_{int} = q \cdot t_{int,c} (q < 1) < t_{read}$ 로 정의된다. 이때 $t_{int} < t_{read}$ 이므로, REN_{LED} 가 공유하던 시간이 사라지게 된다. 또한, 픽셀(P)에 한 프레임 동안 수광되는 적외선 에너지를 동일하게

하기 위한 광원의 피크 전류는 $I_{LED} = \frac{1}{q} I_{LED,c}$ 이 되어야 한다.

[0138] 제7 실시예의 경우에서, 한 프레임 동안에 광원에서 소모되는 에너지(E_{LED})는 수학식 16과 같다.

[0139] [수학식 16]

$$\begin{aligned} E_{LED} &= V_{LED} \times I_{LED} \times \frac{m}{p} \times q \cdot t_{int,c} \\ &= \frac{(m-1)}{p} E_{LED,c} \end{aligned}$$

[0140]

[0142] 상기와 같이, 제4 실시예의 경우, $t_{int} = t_{int,c} = t_{frame} - t_{read}$ 를 만족하고, 병렬처리를 통하여 한 프레임 동안 광원에서 소모되는 에너지는 $E_{LED} = E_{LED,c}$ 이다.

[0143] 제5 실시예의 경우, $t_{frame} - \left(\frac{m}{p} - 1\right) \cdot t_{read} < t_{int} < t_{frame} - t_{read}$ 를 만족하고, 병렬처리를 통하여 한 프레임 동안 소모되는 에너지는 $E_{LED} = \frac{1}{q} E_{LED,c}$ 이다.

[0144] 제6 실시예의 경우, $t_{read} < t_{int} < t_{frame} - \left(\frac{m}{p} - 1\right) \cdot t_{read}$ 를 만족하고, 병렬처리를 통하여 한

프레임 동안 소모되는 에너지는 $E_{LED} = \left\{ \frac{m-1}{m} + \frac{1}{q \cdot m} \left(\frac{m}{p} - 1 \right) \right\} E_{LED,c}$ 이다.

제7 실시 예의 경우, $t_{int} < t_{read}$ 를 만족하고, 병렬처리를 통하여 한 프레임 동안 소모되는 에너지는 $E_{LED} = \frac{(m-1)}{p} E_{LED,c}$ 이다.

상기 내용을 표로 정리하면 아래와 표 1과 같다.

표 1

수광 시간(t_{int})	$E_{LED}/E_{LED,c}$	
	병렬 처리 미적용	병렬 처리 적용
$t_{int} = t_{frame} - t_{read}$	1	1
$t_{frame} - (m/p-1) \times t_{read} < t_{int} < t_{frame} - t_{read}$	1/q	1/q
$t_{read} < t_{int} < t_{frame} - (m/p-1) \times t_{read}$	1/q	$\{(m-1)/m + 1/(q \times m)(r \times m/p - 1)\}$
$t_{int} < t_{read}$	(m-1)	(m-1)/p

도 12는 도 1에 도시된 적외선 이미지 센서의 소비 전력을 감소시킬 수 있는 다른 방안을 설명하기 위한 타이밍도로써, 도 12a는 6×6 해상도를 갖는 적외선 이미지 센서의 동작 타이밍도이고, 도 12b는 3×3 해상도를 갖는 적외선 이미지 센서에의 동작 타이밍도이다.

한 프레임당 총 독출 시간을 t_{readF} 라고 할 때, 동일한 독출 시간(t_{read})에서 해상도 감소에 따른 t_{readF} 의 변화는 아래의 표 2와 같다.

표 2

해상도	t_{readF}
640×480 (r=1)	$m \times t_{read} = t_{frame}$
320×240 (r=0.5)	$r \times m \times t_{read} = 0.5 \times t_{frame}$
160×120 (r=0.25)	$r \times m \times t_{read} = 0.25 \times t_{frame}$
80×60 (r=0.125)	$r \times m \times t_{read} = 0.125 \times t_{frame}$

표 2에서 r은 VGA 대비 해상도 감소 비율을 의미한다.

표 2에서와 같이, 동일한 t_{read} 에 대해서 해상도가 낮아지면 t_{readF} 가 감소하게 된다.

t_{readF} 가 감소하면 광원이 턴-오프되는 구간이 생길 수 있어 광원의 에너지 소모가 기존방식 대비 줄어들 수 있다. 이는 병렬처리의 적용 수(p)가 클수록 t_{readF} 가 감소하는 것과 같은 효과를 보이게 된다. 도 12a와 도 12b를 비교하면, 해상도가 낮아짐에 따라, 광원이 턴-오프되는 구간이 발생함을 확인할 수 있다.

도 13은 동일한 독출 시간을 갖는 적외선 이미지 센서에서 해상도, 병렬처리 수 및 수광 시간 감소율에 따른 광원의 에너지 소모량을 도시한 그래프이다. 도 13의 (a)는 640×480의 해상도(r=1)를 갖는 적외선 이미지 센서(10)에 포함된 광원의 에너지 소모량을 도시하고, 도 13의 (b)는 320×240의 해상도(r=0.5)를 갖는 적외선 이미지 센서(10)에 포함된 광원의 에너지 소모량을 도시하고, 도 13의 (c)는 160×120의 해상도(r=0.25)를 갖는 적외선 이미지 센서(10)에 포함된 광원의 에너지 소모량을 도시하고, 도 13의 (d)는 80×60의 해상도(r=0.125)를

갖는 적외선 이미지 센서(10)에 포함된 광원의 에너지 소모량을 도시한다.

- [0157] 도 13을 참조하면, 병렬 처리 수(p)가 클수록, 해상도가 낮을수록(r이 작을수록), 광원에서 소비되는 에너지 소모량이 감소함을 알 수 있다.
- [0159] 도 14는 최적의 수광 시간을 결정하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이고, 도 15는 수광 시간과 픽셀 어레이의 출력 신호의 전압값 사이의 관계를 도시한 그래프이다. 상기 최적의 수광 시간을 결정하는 과정은 적외선 이미지 센서(10)의 컨트롤러(600) 또는 수광 시간 컨트롤러에 의해 제어될 수 있다.
- [0160] 도 14와 도 15를 참조하면, 소정의 물체를 적외선 이미지 센서(10) 앞에 위치시킨 후 적어도 하나의 특정 픽셀(P)을 이용하여 수광 시간을 변화시켜가며 오로지 광원에서 방출되어 상기 물체에 반사된 후 상기 특정 픽셀에 입사된 적외선의 양을 측정한다.
- [0161] 구체적으로는 제1 초기 수광 시간($t_{int}=t_{frame}-t_{read}$)이 설정된다(S100). 상기 제1 초기 수광 시간은 가능한 수광 시간 중에서 가장 큰 값을 의미할 수 있다. 설정된 수광 시간에 기초하여 상기 특정 픽셀(P)로부터 출력된 출력 신호의 전압값($V_{int,LED}(t_{int})$)이 측정된다(S120).
- [0162] S140 단계에서, 측정된 전압값($V_{int,LED}$)과 제1 임계 전압값($V_{th,LED}$)의 크기가 비교된다. 전압값($V_{int,LED}$)이 제1 임계 전압값($V_{th,LED}$)보다 큰 경우, 수광 시간이 재설정(S160)된 후 S120 단계가 재차 수행된다. 수광 시간의 재설정 이전 수광 시간으로부터 소정의 단위 시간(Δt)을 차감함으로써 수행될 수 있다.
- [0163] 전압값($V_{int,LED}$)이 제1 임계 전압값($V_{th,LED}$)보다 크지 않는 경우, 수광 시간(t_{int})에 따른 전압값($V_{int,LED}(t)$), 즉 수광 시간(t_{int})과 전압값($V_{int,LED}(t)$)의 관계 식인 제1 관계식이 도출될 수 있다(S180). 예컨대, 상기 제1 관계식은 수광 시간과 상기 수광 시간에 대응하는 전압값의 관계로부터 도출될 수 있다.
- [0165] 다음으로, 적외선 이미지 센서(10) 앞에 물체가 없는 상태에서 상기 특정 픽셀을 이용하여 수광 시간을 변화시켜가며 오로지 외부 광원으로부터 입사되는 IR 양을 측정한다. 이 경우, 광원이 턴-오프된 상태에서 진행될 수 있다.
- [0166] 구체적으로, 제2 초기 수광 시간($t_{int}=t_{frame}-t_{read}$)이 설정된다(S200). 상기 제2 초기 수광 시간은 상기 제1 초기 수광 시간과 동일할 수 있다. 설정된 수광 시간에 기초하여 상기 특정 픽셀로부터 출력된 출력 신호의 전압값($V_{int,EX}(t_{int})$)이 측정된다(S220).
- [0167] S240 단계에서, 측정된 전압값($V_{int,EX}$)과 제2 임계 전압값($V_{th,EX}$)의 크기가 비교된다. 상기 제2 임계 전압값($V_{th,EX}$)은 상기 제1 임계 전압값($V_{th,LED}$)보다는 크고 포화 전압(V_{sat})보다는 작은 값을 가질 수 있다. 전압값($V_{int,EX}$)이 제2 임계 전압값($V_{th,EX}$)보다 큰 경우, 수광 시간이 재설정(S260)된 후 S220 단계가 재차 수행된다.
- [0168] 전압값($V_{int,EX}$)이 제2 임계 전압값($V_{th,EX}$)보다 크지 않는 경우, 수광 시간(t_{int})에 따른 전압값($V_{int,EX}(t)$), 즉 수광 시간(t_{int})과 전압값($V_{int,EX}(t)$)의 관계식인 제2 관계식이 도출될 수 있다(S280).
- [0169] S300 단계에서, 상기 제1 관계식과 상기 제2 관계식을 이용하여 최적의 수광 시간이 결정될 수 있다. 구체적으로는, 임의의 상수 α ($0 < \alpha \leq 1$)에 대하여 $V_{int,LED}(t) + V_{int,EX}(t) = \alpha V_{sat}$ 를 만족하는 최대의 수광 시간($t_{int,max}$)을 구함으로써, 광원의 에너지 소모를 최소화할 수 있다. 상기 최적의 수광 시간은 제2 모드(또는 제6 실시예)에서 사용되는 수광 시간일 수 있다.
- [0171] 도 16은 도 1에 포함된 적외선 이미지 센서를 포함하는 이미지 처리 시스템의 블록도이다.
- [0172] 도 16을 참조하면, 이미지 처리 시스템(1000)은 적외선 이미지 센서(10) 및 이미지 신호 프로세서(image signal processor (ISP); 30)를 포함한다.

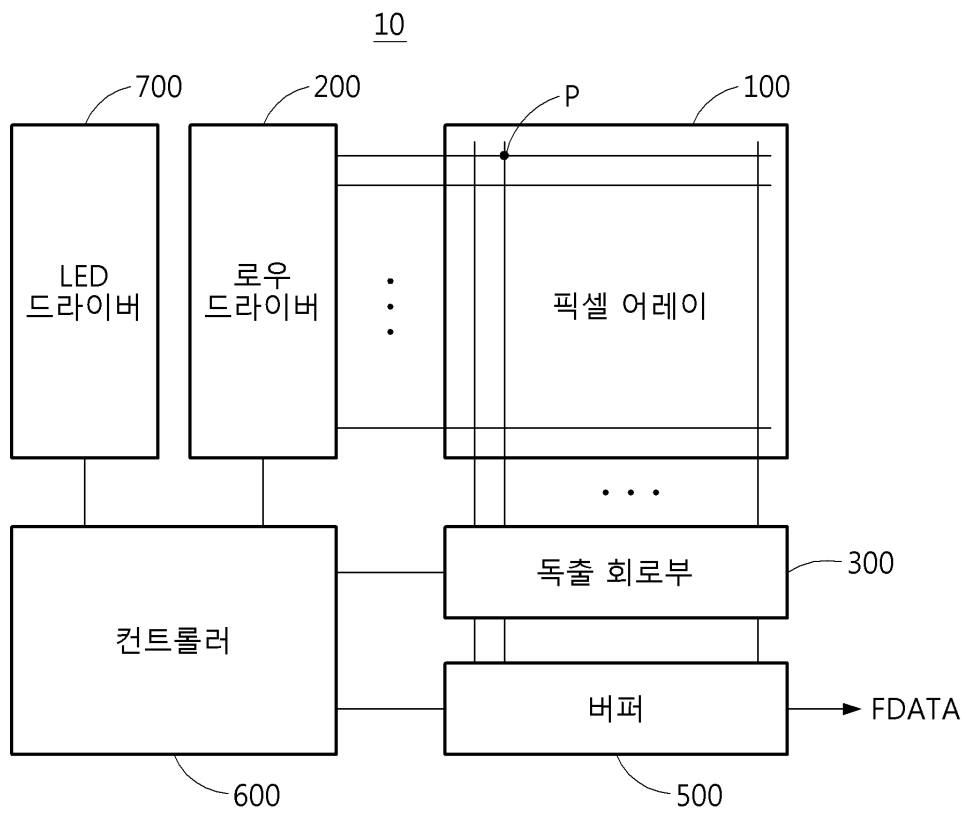
- [0173] 적외선 이미지 센서(10)는 피사체로부터 입사되는 광학 이미지 신호를 전기적인 이미지 신호(또는 전기적인 이미지 데이터)로 변환하고 상기 전기적인 이미지 신호, 즉 프레임 데이터(frame data; FDATA)를 출력할 수 있다.
- [0174] 실시 예에 따라, 이미지 신호 프로세서(30)와 이미지 센서(10)는 하나의 패키지, 예컨대 멀티-칩 패키지(multi-chip package)로 패키징될 수도 있다.
- [0175] 이미지 처리 시스템(1)은 디지털 카메라, DSLR 카메라(digital single-lens reflex camera), 스마트폰(smart phone), 태블릿(tablet) 컴퓨터, 손으로 들고다닐 수 있는 장치(handheld device), 또는 웨어러블 디바이스(wearable device)로 구현될 수 있다.
- [0177] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

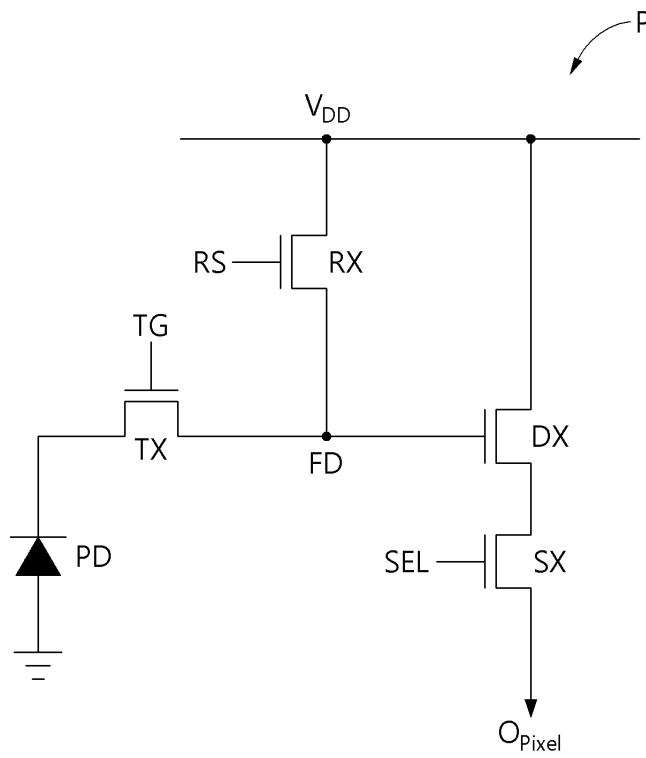
- [0178] 10 : 이미지 센서
 100 : 픽셀 어레이
 200 : 로우 드라이버
 300 : 독출 회로부
 500 : 버퍼
 700 : 광원 드라이버
 600 : 컨트롤러
 1000 : 이미지 처리 시스템

도면

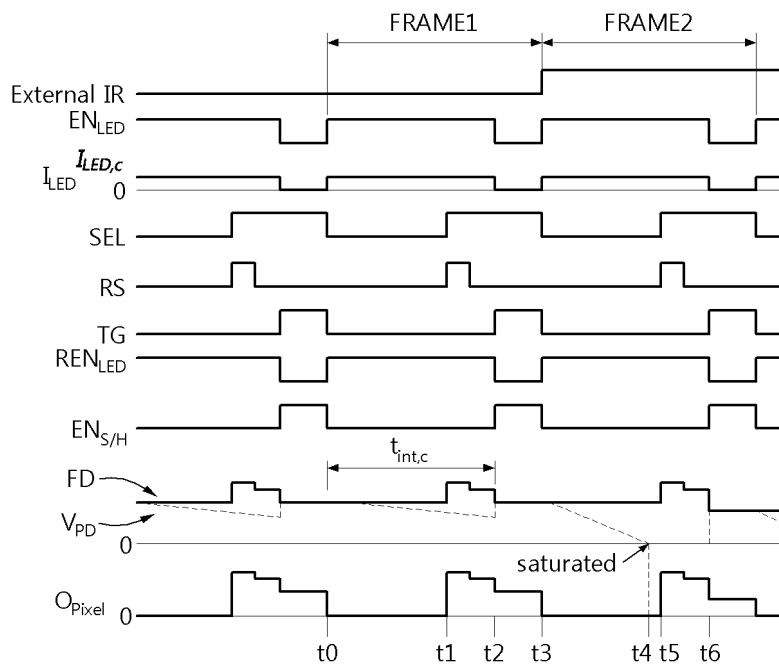
도면1



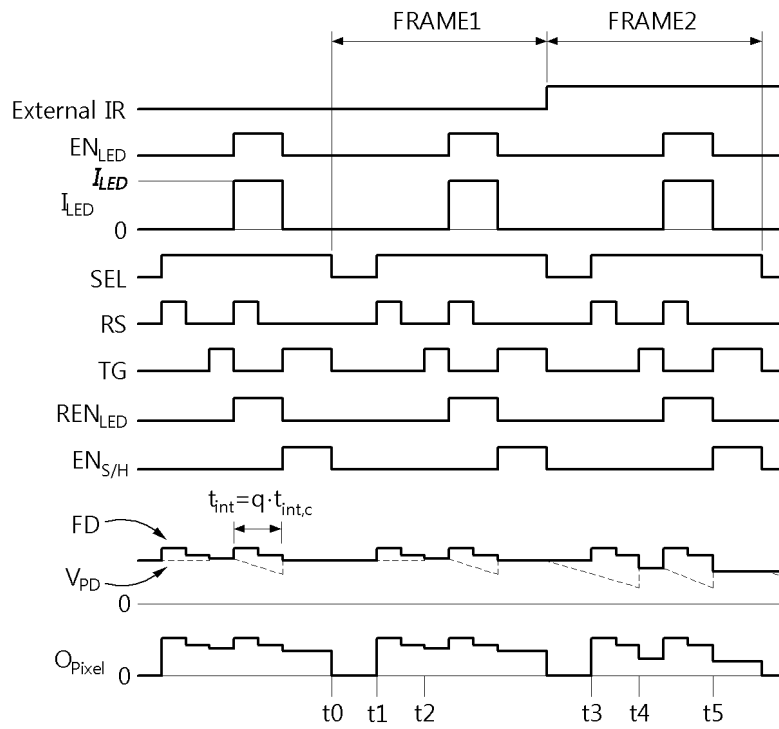
도면2



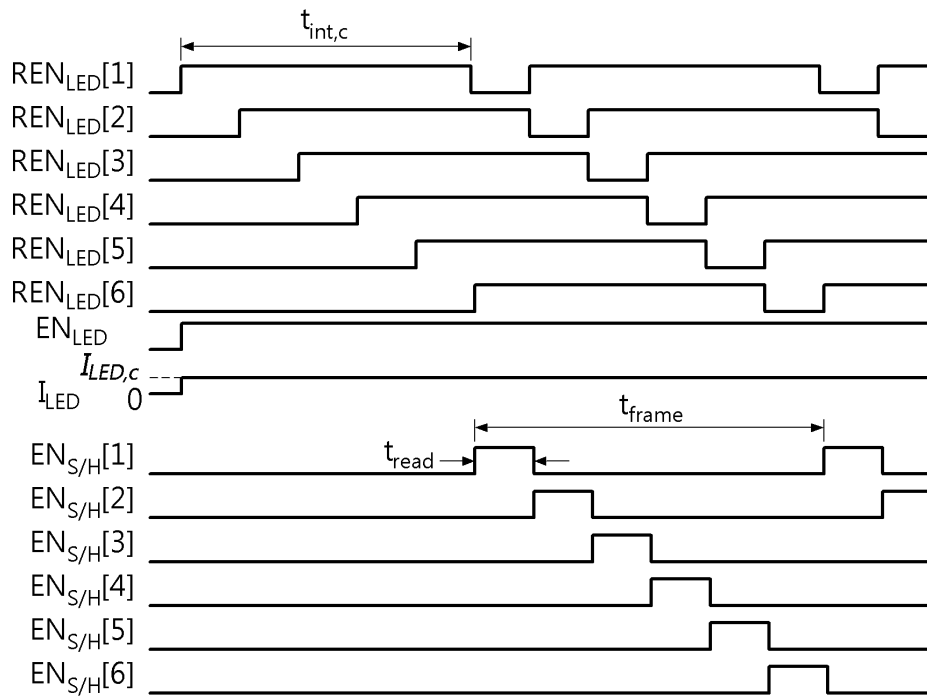
도면3



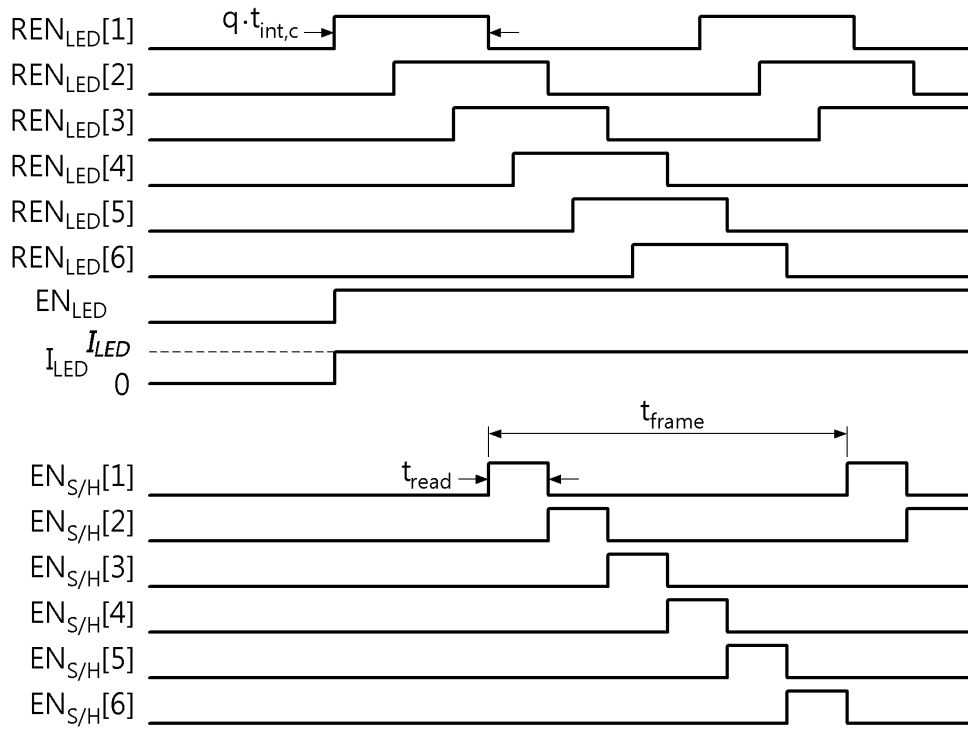
도면4



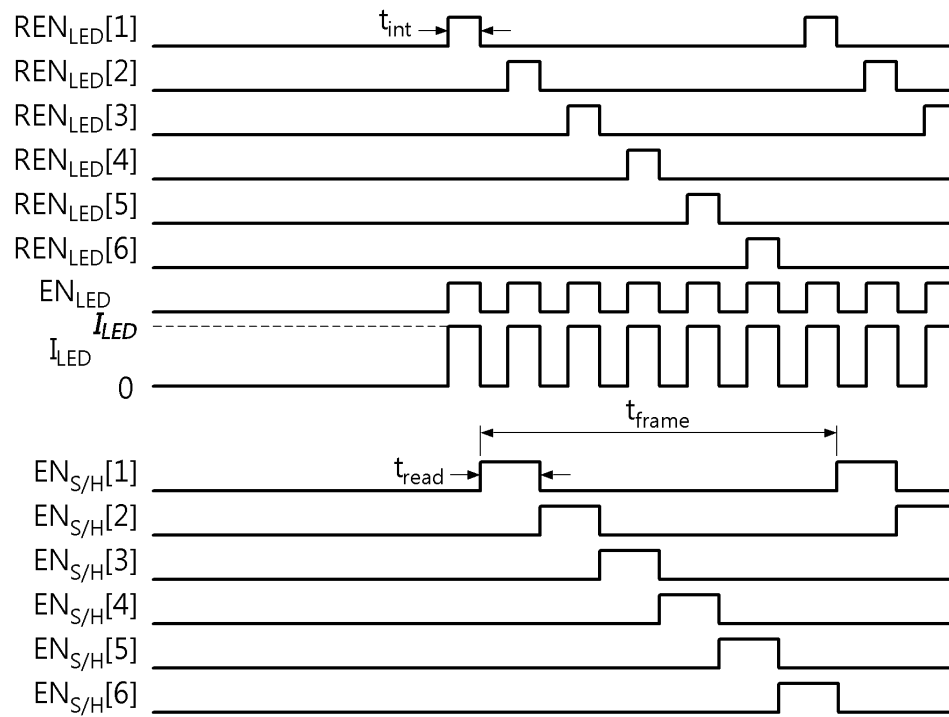
도면5



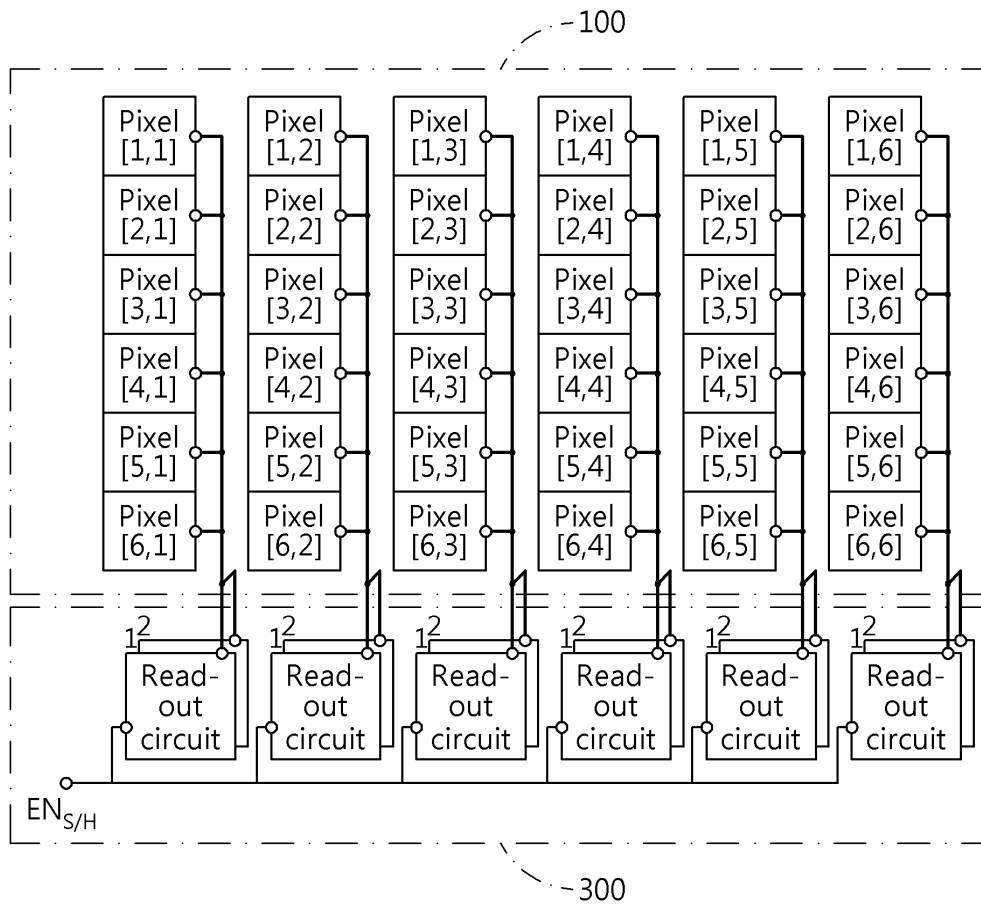
도면6



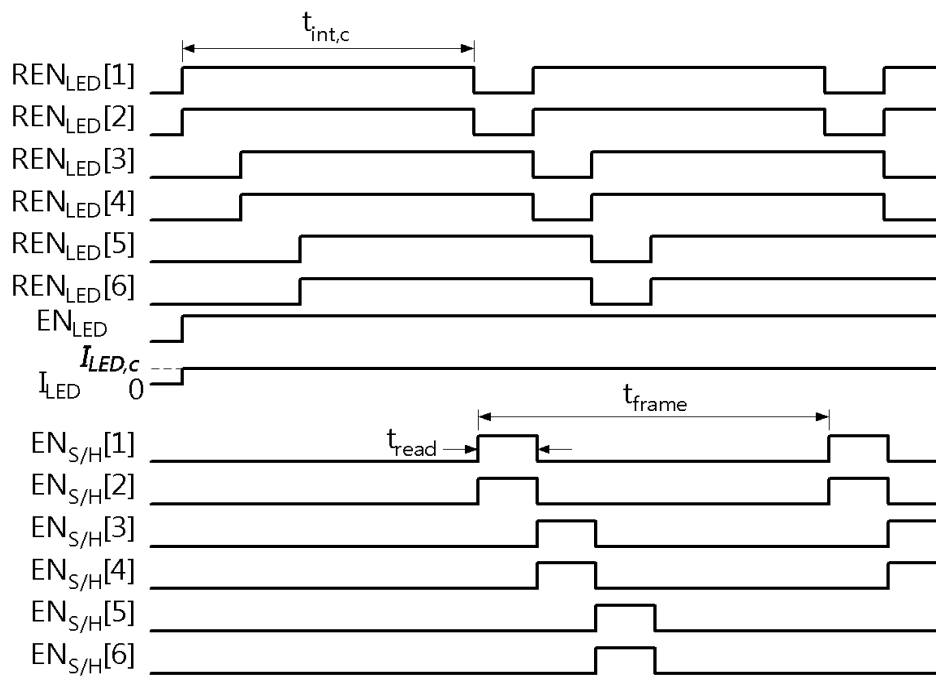
도면7



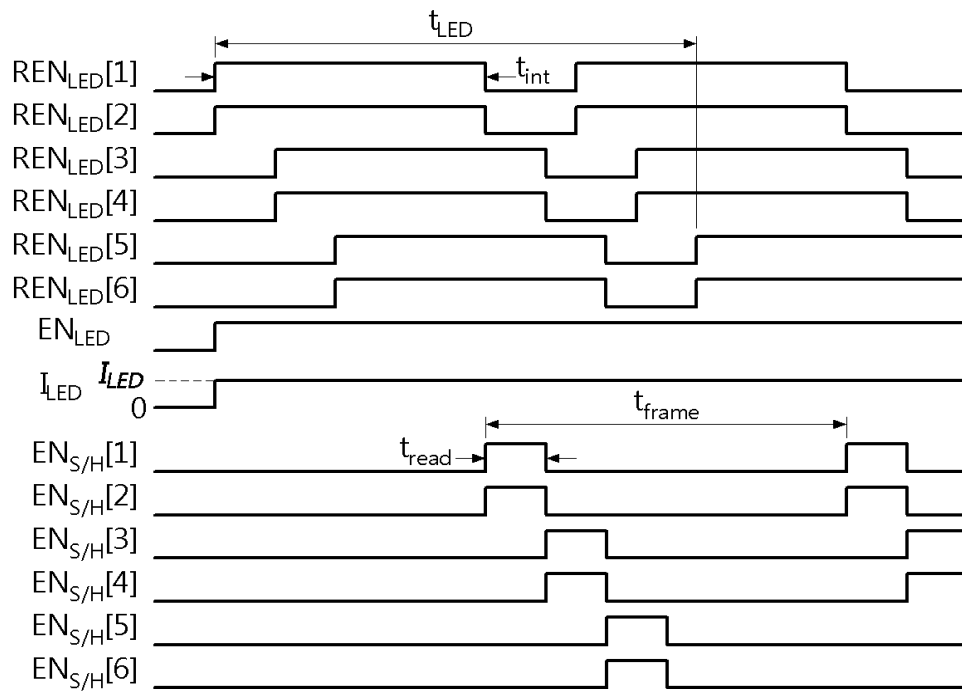
도면8



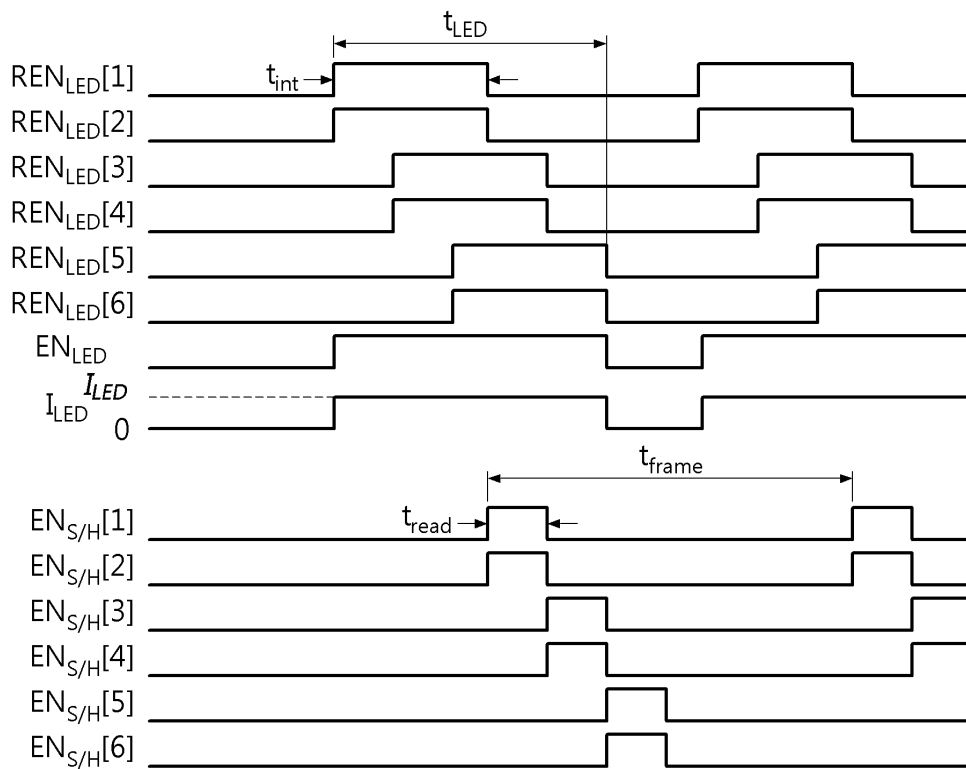
도면9



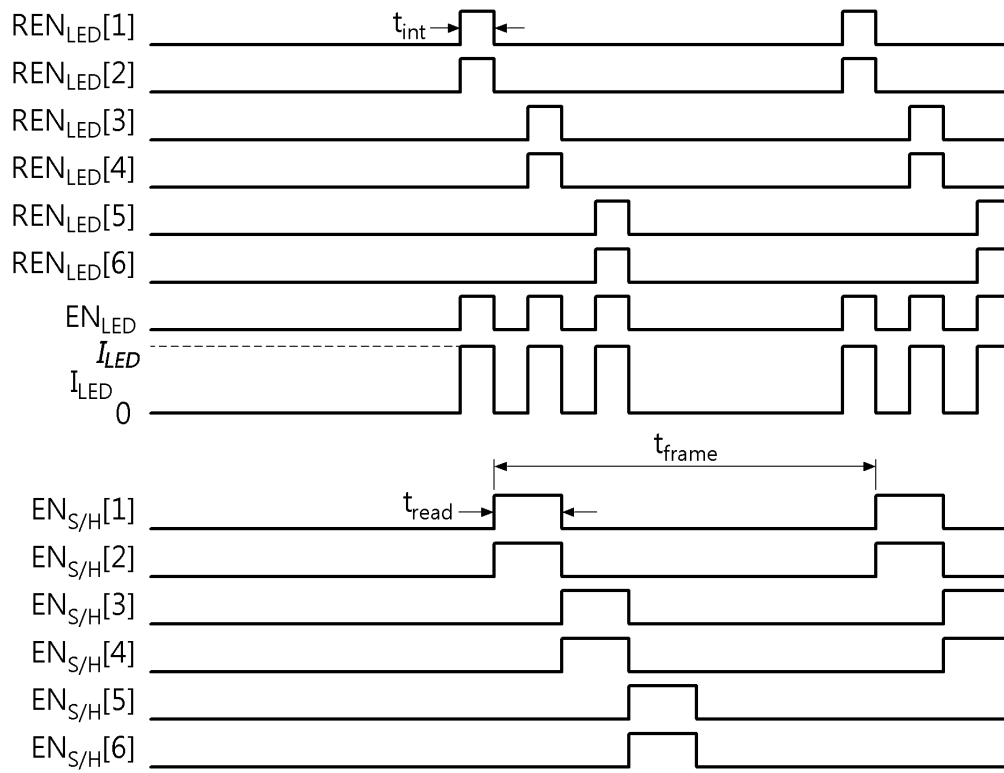
도면10a



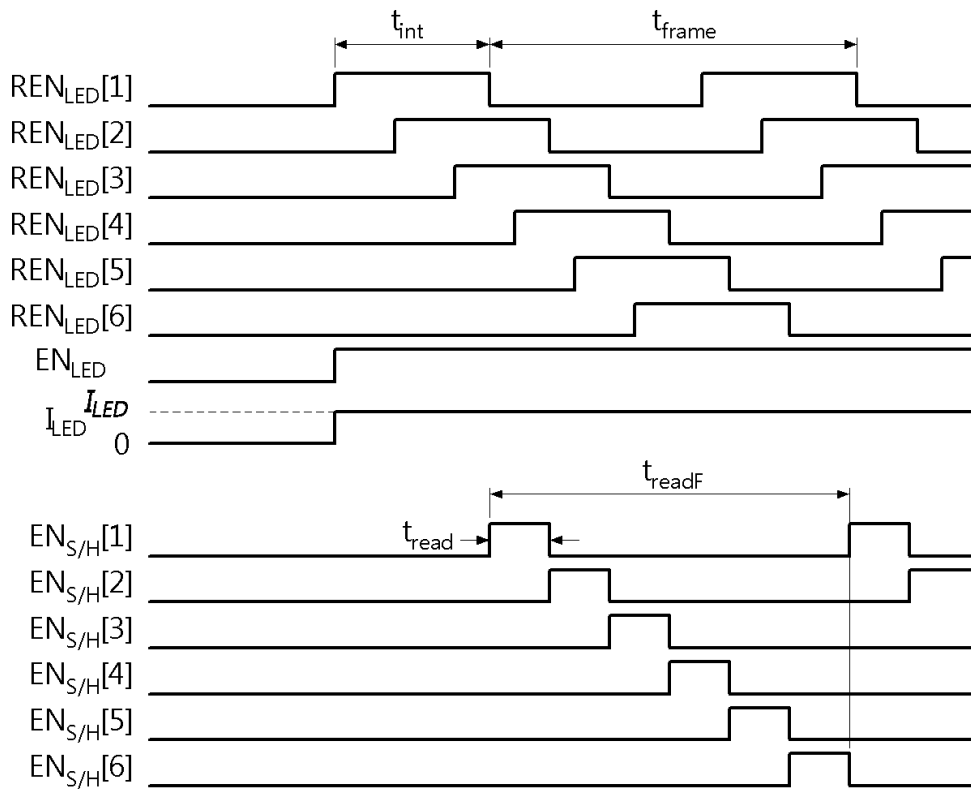
도면10b



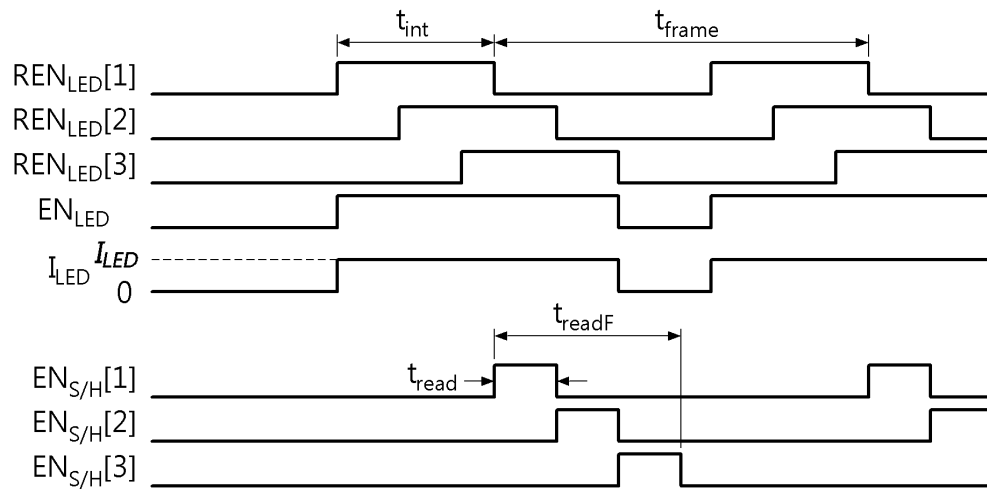
도면11



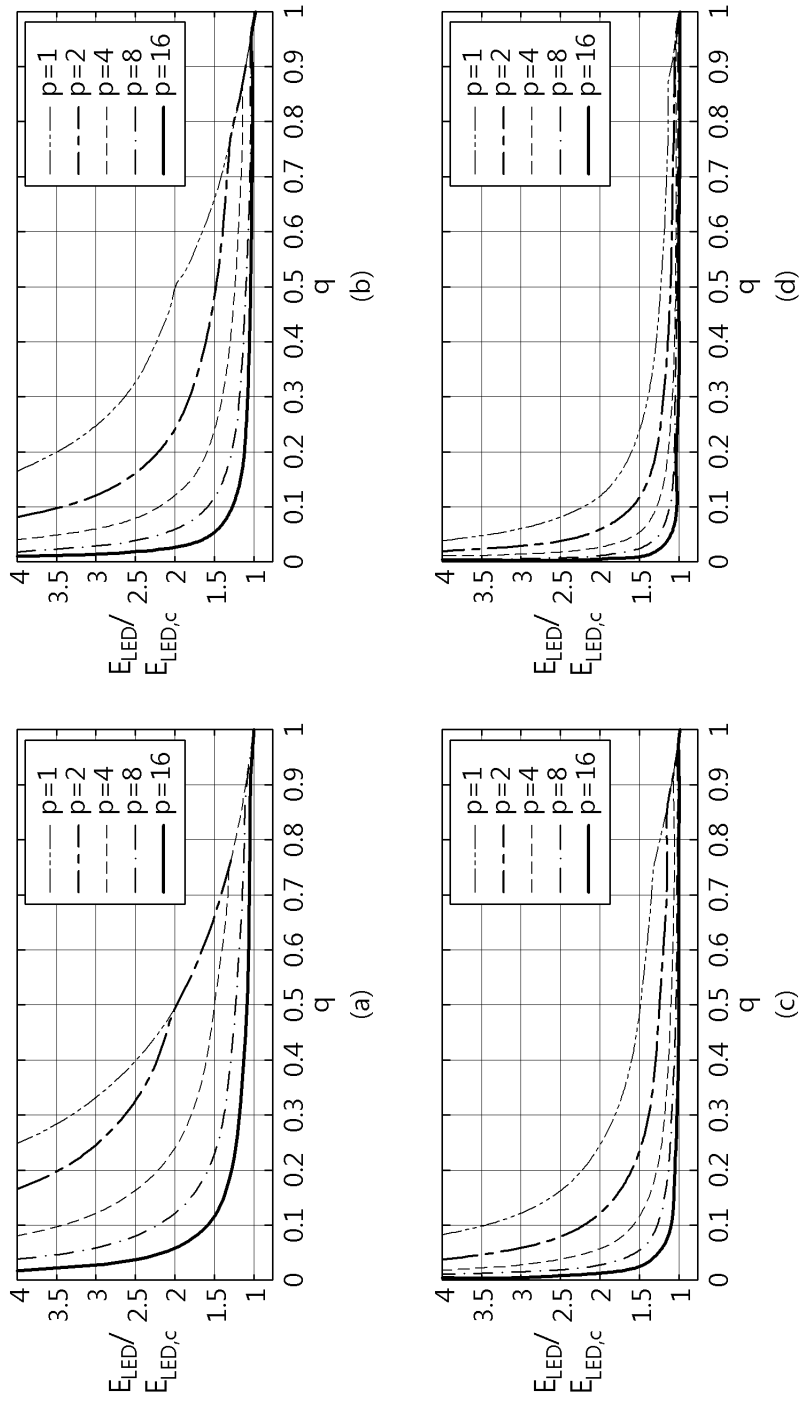
도면12a



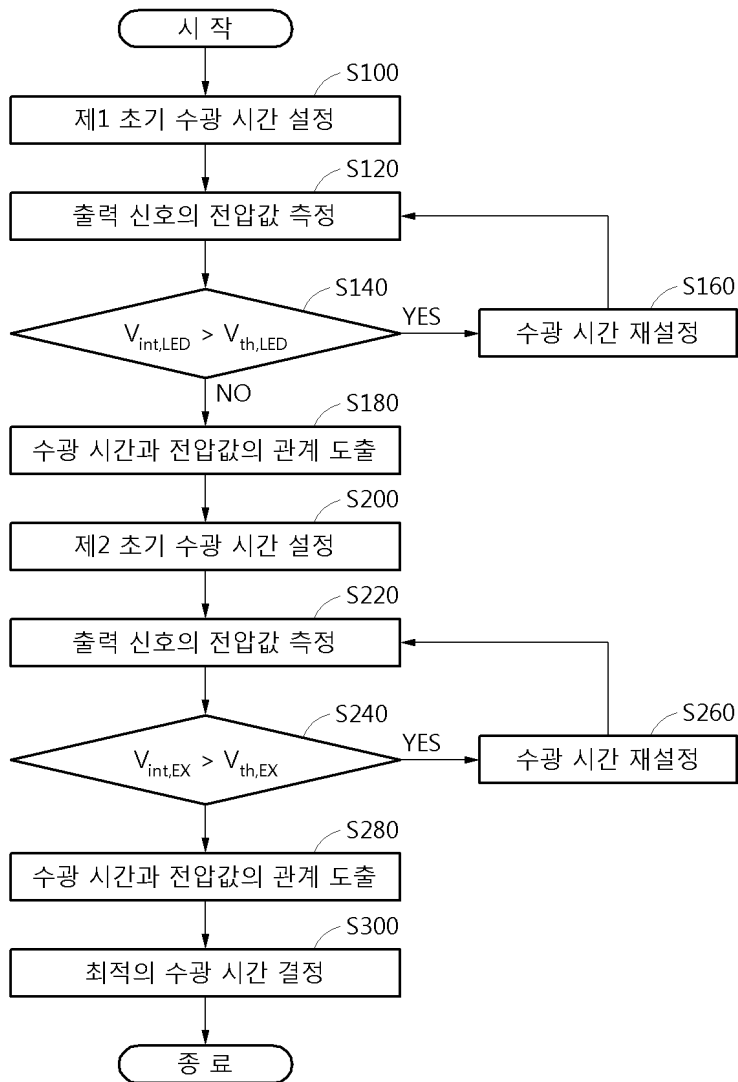
도면12b



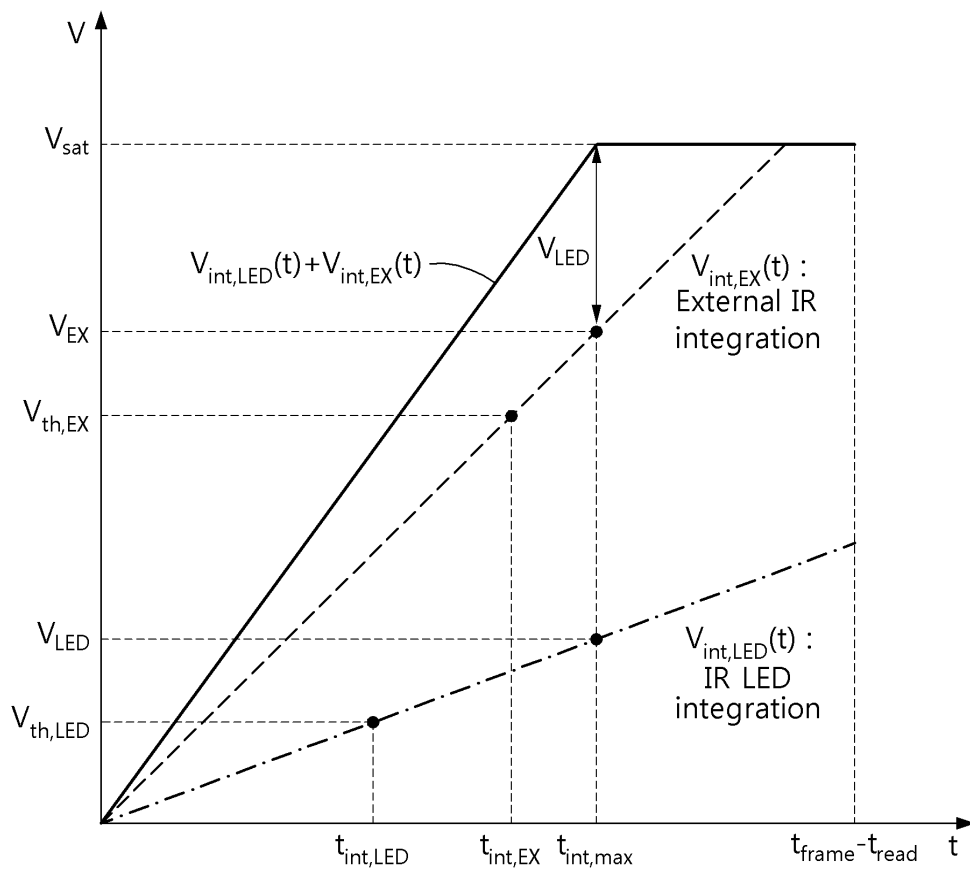
도면13



도면14



도면15



도면16

