(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년06월01일
(11) 등록번호 10-2117683
(24) 등록일자 2020년05월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H03M 1/12 (2006.01) *H03M 1/06* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H03M 1/1245 (2013.01)
H03M 1/068 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0015193
(22) 출원일자 2019년02월08일
심사청구일자 2019년02월08일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020160017500 A
KR1020060087130 A
US20020067303 A1

(73) 특허권자
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
김성진
경기도 안양시 만안구 연현로 29, 104동 904호(석수동, 안양석수하우스토리아파트)
이상욱
경기도 평택시 경기대로 1576, 103동 607호(독곡동, 한일아파트)
(74) 대리인
리앤목특허법인

전체 청구항 수 : 총 4 항 심사관 : 조춘근

(54) 발명의 명칭 **다중 램프 기반 아날로그-디지털 변환장치**

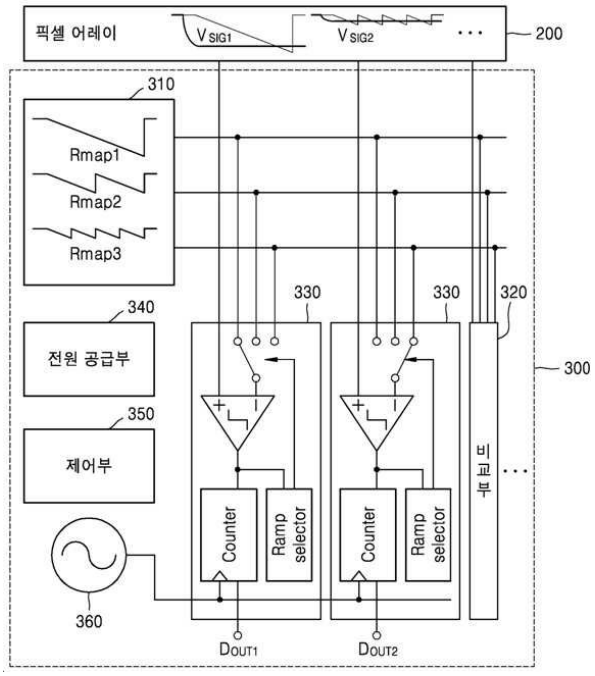
(57) 요 약

본 발명은 아날로그-디지털 변환장치에 관한 것으로, 구체적으로는 다중 램프를 기반으로 멀티플 샘플링을 통해 노이즈를 감소시키는 ADC(Analog to Digital Converting) 장치에 관한 것이다.

구체적으로, 이미지 센서에 포함된 픽셀로부터 전달받은 아날로그 신호를 샘플링하는 본 발명의 아날로그-디지털

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도6



변환 장치는 각각 상이한 램프(ramp) 리셋 주기를 가지는 복수의 주기적인 램프 신호를 생성하는 램프 신호 생성부 및 복수의 램프 신호와 아날로그 신호의 전압 레벨을 비교하여 비교 신호를 출력하는 비교부를 포함하고, 비교 신호를 바탕으로 복수의 램프 신호 중 아날로그 신호의 전압레벨이 교차하는 교차 신호값을 포함하는 적어도 하나의 램프 신호를 식별하고, 적어도 하나의 램프 신호 중 가장 리셋 주기가 짧은 램프 신호를 샘플링 램프 신호로 판단하고, 샘플링 램프 신호의 교차 신호값을 바탕으로 적어도 한 번의 상관 이중 샘플링(CDS, correlated double sampling)을 수행한다.

(52) CPC특허분류
H03M 2201/64 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711069496
부처명 과학기술정보통신부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 개인기초연구
연구과제명 외광제거 기능을 탑재한 무회전식 고정밀/고해상도 CMOS LiDAR 센서 연구
기 여 율 1/2
주관기관 울산과학기술원
연구기간 2017.03.01 ~ 2020.02.29
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1415156946
부처명 산업통상자원부
연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원
연구사업명 자동차산업핵심기술개발
연구과제명 최대 측정거리 50m급 CMOS 기반 차량용 ToF(Time of Flight) 센서, 송수신 광학계 및 신호처리 원천기술 개발
기 여 율 1/2
주관기관 에이테크솔루션
연구기간 2016.03.01 ~ 2020.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

이미지 센서에 포함된 픽셀로부터 전달받은 아날로그 신호를 샘플링하는 아날로그-디지털 변환 장치는,

각각 상이한 램프(ramp) 리셋 주기를 가지는 복수의 주기적인 램프 신호를 생성하는 램프 신호 생성부; 및

상기 복수의 램프 신호의 신호값과 상기 아날로그 신호의 전압값을 비교하여 비교 신호를 출력하는 비교부;를 포함하고,

상기 비교 신호를 기초로 상기 복수의 램프 신호 중 상기 램프 신호값이 상기 아날로그 신호의 전압값과 일치하게 되는 램프 신호값을 포함하는 적어도 하나의 램프 신호를 식별하고, 상기 식별된 적어도 하나의 램프 신호 중 가장 리셋 주기가 짧은 램프 신호를 샘플링 램프 신호로 판단하고, 상기 샘플링 램프 신호의 교차 신호를 기초로 적어도 한 번의 상관 이중 샘플링(CDS, correlated double sampling)을 수행하는 아날로그-디지털 변환장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 아날로그-디지털 변환장치는 상기 적어도 하나의 램프 신호가 2개 이상인 경우, 상기 샘플링 램프 신호를 통한 멀티 샘플링(multi sampling)을 수행하는 아날로그-디지털 변환장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 램프 신호 생성부는 램프 신호의 주기가 짧을수록 평균 신호 전압이 낮도록 상기 복수의 주기적인 램프 신호를 생성하는 아날로그-디지털 변환장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 아날로그-디지털 변환장치는 복수의 전류 공급원;을 더 포함하고,

상기 램프 신호 생성부는 복수의 램프를 포함하고,

상기 복수의 램프는 동적 소자 정합(DEM, dynamic element matching) 알고리즘을 통해 상기 복수의 전류 공급원으로부터 전류를 공급받는 아날로그-디지털 변환장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 아날로그-디지털 변환장치에 관한 것으로, 구체적으로는 다중 램프를 기반으로 멀티플 샘플링을 통해 노이즈를 감소시키는 ADC(Analog to Digital Converting) 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 이미지 센서는 단위 픽셀이 입사광을 수광하여 전하로 변환하면, 그에 상응하는 전압 신호를 생성하여 출력하는 방식으로 동작한다. 특히, 이미지 센서는 전하 결합 소자(Charge Coupled Device; CCD)를 이용한 이미지 센서와 CMOS 공정을 이용한 CMOS 이미지 센서(CMOS Image Sensor; CIS)가 널리 사용되고 있다. CMOS 이미지 센서는 CCD를 이용한 이미지 촬상 장치에 비해 일반적인 CMOS 공정을 사용하여 제작할 수 있으므로 경제적이며, 아날로그-디지털 변환 장치를 함께 하나의 칩(chip)에 집적할 수 있으므로 집적화에 유리하다.

[0003] 이러한, CMOS 이미지 센서는 빛에 따라 반응하는 액티브 픽셀 센서(Active Pixel Sensor; APS)로부터 출력되

는 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환시키기 위한 고해상도의 아날로그-디지털 변환 장치를 필요로 한다.

[0004] 한편, 아날로그-디지털 변환 장치의 신호 변환은 단위픽셀이 수광하는 빛의 양에 따라 상이한 결과 값을 초래할 수 있다. 구체적으로, 단위픽셀에 수광하는 빛의 양이 적은 경우에는 낮은 SNR(signal to noise ratio)에 따른 화질 열화가 발생할 수 있다.

[0005] 따라서, 단위픽셀마다의 수광량이 균일하지 못한 경우에 있어서, 출력 시간(readout time)을 유지하며 효과적으로 노이즈를 제거할 수 있는 아날로그-디지털 변환 장치가 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상술한 필요성에 따른 것으로, 본 발명의 목적은 멀티플 샘플링을 통해 디지털 변환을 출력 시간을 유지하며 노이즈를 제거를 수행하는 다중 램프 기반 아날로그-디지털 변환 장치를 제공함에 있다.

[0007] 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 이에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

[0008] 이미지 센서에 포함된 픽셀로부터 전달받은 아날로그 신호를 샘플링하는 본 발명의 일 실시 예에 따른 아날로그-디지털 변환 장치는 각각 상이한 램프(ramp) 리셋 주기를 가지는 복수의 주기적인 램프 신호를 생성하는 램프 신호 생성부; 및 상기 복수의 램프 신호와 상기 아날로그 신호의 전압 레벨을 비교하여 비교 신호를 출력하는 비교부;를 포함하고, 상기 비교 신호를 바탕으로 상기 복수의 램프 신호 중 상기 아날로그 신호의 전압레벨이 교차하는 교차 신호값을 포함하는 적어도 하나의 램프 신호를 식별하고, 상기 적어도 하나의 램프 신호 중 가장 리셋 주기가 짧은 램프 신호를 샘플링 램프 신호로 판단하고, 상기 샘플링 램프 신호의 교차 신호값을 바탕으로 적어도 한 번의 상관 이중 샘플링(CDS, correlated double sampling)을 수행할 수 있다.

[0009] 또한, 상기 아날로그-디지털 변환장치는 상기 교차 신호값이 2개 이상인 경우, 상기 샘플링 램프 신호를 통한 멀티 샘플링(multi sampling)을 수행할 수 있다.

[0010] 또한, 상기 램프 신호 생성부는 램프 신호의 주기가 짧을수록 평균 신호 전압이 낮도록 상기 복수의 주기적인 램프 신호를 생성할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 아날로그-디지털 변환장치는 복수의 전류 공급원을 더 포함하고, 상기 램프 신호 생성부는 복수의 램프를 포함하고, 상기 복수의 램프는 동적 소자 정합(DEM, dynamic element matching) 알고리즘을 통해 상기 복수의 전류 공급원으로부터 전류를 공급받을 수 있다.

[0012] 전술한 것 외의 다른 측면, 특징, 이점은 이하의 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용, 청구범위 및 도면으로부터 명확해질 것이다.

발명의 효과

[0013] 상기한 바와 같이 이루어진 본 발명의 일 실시예에 따르면, 픽셀 어레이의 수광량이 적을 때에도 멀티플 샘플링을 통해 노이즈를 감소시킬 수 있다.

[0014] 특히, 본 발명에 따르면, 다중 램프를 이용한 멀티플 샘플링을 개선하여, 빛의 양에 따라 즉각적으로 램프를 선택함으로써, 리드 아웃 타임을 유지하는 것이 가능할 수 있다.

[0015] 물론 이러한 효과에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1a 및 1b는 멀티플 샘플링의 필요성 및 한계를 설명하기 위한 도면이다.

도 2a 내지 2c는 종래의 멀티플 샘플링 기술을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 아날로그-디지털 변환 장치를 포함하는 이미지 센서를 구성하는 개략적인 블록도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 아날로그-디지털 변환 장치의 실효성을 설명하기 위한 픽셀 어레이의 평면

도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 각 픽셀 별 멀티플 샘플링의 필요성을 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 아날로그-디지털 변환 장치를 포함하는 이미지 센서가 다중 램프 신호를 통해 멀티플 샘플링을 수행하는 것을 설명하기 위한 블록도이다.

도 7a 및 7b는 본 발명의 일 실시예에 따른 아날로그-디지털 변환 장치가 신호 의존적인 멀티플 샘플링을 수행하는 것을 설명하기 위한 도면이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른, 다중 램프 신호를 생성할 때 발생하는 선형성 에러를 저감하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하, 본 개시의 다양한 실시예가 첨부된 도면과 연관되어 기재된다. 본 개시의 다양한 실시예는 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들이 도면에 예시되고 관련된 상세한 설명이 기재되어 있다. 그러나 이는 본 개시의 다양한 실시예를 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 개시의 다양한 실시예의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경 및/또는 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 도면의 설명과 관련하여, 유사한 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용되었다.

[0018] 본 개시의 다양한 실시예에서 사용될 수 있는 "포함한다." 또는 "포함할 수 있다." 등의 표현은 개시(disclosure)된 해당 기능, 동작 또는 구성요소 등의 존재를 가리키며, 추가적인 하나 이상의 기능, 동작 또는 구성요소 등을 제한하지 않는다. 또한, 본 개시의 다양한 실시예에서, "포함하다." 또는 "가지다." 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0019] 본 개시의 다양한 실시예에서 "또는" 등의 표현은 함께 나열된 단어들의 어떠한, 그리고 모든 조합을 포함한다. 예를 들어, "A 또는 B"는, A를 포함할 수도, B를 포함할 수도, 또는 A 와 B 모두를 포함할 수도 있다.

[0020] 본 개시의 다양한 실시예에서 사용된 "제1", "제2", "첫째", 또는 "둘째" 등의 표현들은 다양한 실시예들의 다양한 구성요소들을 수식할 수 있지만, 해당 구성요소들을 한정하지 않는다. 예를 들어, 상기 표현들은 해당 구성요소들의 순서 및/또는 중요도 등을 한정하지 않는다. 상기 표현들은 한 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 제1 사용자 기기와 제2 사용자 기기는 모두 사용자 기기이며, 서로 다른 사용자 기기를 나타낸다. 예를 들어, 본 개시의 다양한 실시예의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0021] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소가 상기 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 상기 어떤 구성요소와 상기 다른 구성요소 사이에 새로운 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소와 상기 다른 구성요소 사이에 새로운 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해될 수 있어야 할 것이다.

[0022] 본 개시의 실시 예에서 "모듈", "유닛", "부(part)" 등과 같은 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 수행하는 구성요소를 지칭하기 위한 용어이며, 이러한 구성요소는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다. 또한, 복수의 "모듈", "유닛", "부(part)" 등은 각각이 개별적인 특정한 하드웨어로 구현될 필요가 있는 경우를 제외하고는, 적어도 하나의 모듈이나 칩으로 일체화되어 적어도 하나의 프로세서로 구현될 수 있다.

[0023] 본 개시의 다양한 실시예에서 사용한 용어는 단지 특정일 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 개시의 다양한 실시예를 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.

[0024] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 개시의 다양한 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다.

[0025] 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의

미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 개시의 다양한 실시예에서 명백하게 정의되지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0026] 이하에서, 첨부된 도면을 이용하여 본 발명의 다양한 실시 예들에 대하여 구체적으로 설명한다.

[0027] 도 1a 및 1b는 멀티플 샘플링의 필요성 및 한계를 설명하기 위한 도면이고, 도 2a 내지 2c는 종래의 멀티플 샘플링 기술을 설명하기 위한 도면이다.

[0028] 이미지 센서는 센서로부터 물체까지의 거리 정보를 얻는 방법으로 물체에 빛을 조사하고 반사되어 되돌아 온 반사광을 감지하고, 위상(phase) 차이를 측정함으로써 카메라와 물체까지의 거리를 계산한다.

[0029] 물체를 향해 조사한 빛이 반사되어 되돌아올 때, 이미지 센서의 픽셀에 도달하는 반사광의 세기가 감소한 상태를 저조도 조건(low light condition)이라 하고, 반대로 반사광의 세기가 충분한 경우는 고조도 조건(high light condition)이라 할 수 있다.

[0030] 도 1a를 참조하면, 저조도 조건에서는 리드아웃(readout) 노이즈가 주된 노이즈 요소일 수 있고, 고조도 조건(high light condition)에서는 리드아웃 노이즈 이외에 포톤 샷(photon shot) 노이즈가 추가되어 주된 노이즈 요소일 수 있다.

[0031] 즉, 전체 노이즈는 고조도 조건에서 더 크다고 볼 수 있으나, 고조도인 경우에는 신호(signal) 값이 노이즈보다 더 큰 편차로 증가하기 때문에 결과적으로 높은 SNR(signal to noise ratio) 신호를 획득할 수 있다.

[0032] 한편, 이미지 센서는 저조도 조건에서의 낮은 SNR 신호를 보상하기 위해, 신호를 복수 회 측정(measure)할 수 있다. 즉, 이미지 센서의 ADC(analogue to digital converter)는 도 1b와 같이 아날로그 신호를 멀티플 샘플링(multiple sampling)하여 디지털 신호로 변환시킬 수 있다. ADC에서 멀티플 샘플링을 수행함으로써, 노이즈로 인한 효과를 평균화(averaged out)하여 노이즈를 감소시킬 수 있다는 장점이 있다. 다만, 샘플링을 M번 수행하는 경우, ADC의 전체 리드아웃(readout) 시간은 MT_o(T_o: 샘플링 주기)만큼 길어진다는 단점이 있다.

[0033] 이에 따라, 종래에는 리드아웃 시간을 보존하면서 멀티플 샘플링을 수행하기 위해 도 2a와 같이 해상도를 조절하였다. 도 2a를 참조하면, 종래의 기술은 샘플링 횟수 M을 증가시키기 위하여 램프의 해상도(resolution)을 감소시켜 변환 시간을 유지할 수 있다. 다만, 신호의 종류에 무관한 다중 샘플링(signal independent multiple sampling)이라는 점, 샘플링 횟수에 비례하여 낮아지는 해상도를 가진다는 점에서 단점이 있다.

[0034] 도 2b를 참조하면, 이는 종래의 또 다른 멀티플 샘플링 방법은 신호 의존적(signal dependent)인 샘플링을 도입한 것으로, 제1 상태(phase 1)에서는 기존의 단일 슬로프 동작(conventional single slope operation)을 수행하여, 수신 신호의 전압(VSIG)을 판단한다. 이후 제2 상태(phase 2) 및 제3 상태(phase 3)에서 로컬 램프 신호의 기울기 조절을 통해 멀티플 샘플링 동작(Multiple sampling operation)을 수행할 수 있다.

[0035] 이 경우에는 로컬 램프 간의 미스 매치(miss match)가 발생함에 따른 선형성 에러(linearity error)가 발생할 수 있으며, 제1 상태 내지 제2 상태에 따르는 복수의 동작을 수행하기 때문에 변환 시간(conversion time)이 증가할 수 있다는 단점이 있다.

[0036] 도 2c를 참조하면, 종래의 또 다른 멀티플 샘플링 방법은 이 경우 역시 신호 의존적(signal dependent)인 샘플링을 도입한 것으로, 2개의 로컬 램프(V_{ramp1}, V_{ramp2})를 이용하여 높은 조도(bright)의 픽셀과 낮은 조도(dark)의 픽셀에 대하여 상이한 램프로 멀티플 샘플링을 수행한다. 이에 따라, 전체 변환 시간(conversion time)을 유지하며 멀티플 샘플링을 수행한다는 장점이 있을 수 있다.

[0037] 다만, 높은 조도 픽셀과 낮은 조도 픽셀 사이의 조도에 대하여는 샘플링을 수행할 수 없을 뿐만 아니라, 로컬 램프의 미스 매치(miss match)로 인한 선형성 에러(linearity error)가 발생한다는 단점이 있다.

[0038] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 아날로그-디지털 변환 장치를 포함하는 이미지 센서를 구성하는 개략적인 블록도이다.

[0039] 도 3을 참조하면, 이미지 센서(100)는 컬럼 디코더(110), 로우 디코더(111), 타이머(120), 픽셀 어레이(200) 및 아날로그-디지털 변환 장치(ADC, 300)를 포함할 수 있다.

[0040] 픽셀 어레이(200)는 다수의 로우(row)들과 다수의 컬러(column)들 사이에 2차원 매트릭스 형태로 배열된 다수의 단위 픽셀들을 포함할 수 있다. 픽셀 어레이(200)는 로우 디코더(111)로부터 출력된 제어신호들에 응답하여 어느 하나의 컬럼으로부터 출력되는 각각의 픽셀 신호를 ADC(300)로 전송할 수 있다. 일반적으로 단위 픽셀은 광

전 변환을 수행하는 광 감지 소자와 다수의 트랜지스터를 포함하며, 상기 광 감지 소자는 포토 다이오드 또는 포토 트랜지스터로 구현될 수 있다. 예컨대, 단위 픽셀이 하나의 광 감지 소자와 4개의 트랜지스터를 포함하는 4-TR 구조로 구현되는 경우, 픽셀 어레이(200)는 로우 디코더(111)로부터 출력된 제어신호들에 응답하여 단위 픽셀로부터 출력되는 픽셀 신호 즉, 리셋 신호와 아날로그 신호를 증폭하여 ADC(300)로 전송할 수 있다.

[0041] 로우 디코더(111)는 픽셀 어레이(200)에 접속되며, 타이머(120)로부터 출력된 제어신호들에 응답하여 순차적으로 또는 미리 지정된 순서에 따라 픽셀 어레이(200)의 로우(row)를 선택할 수 있다.

[0042] 컬럼 디코더(110)는 픽셀 어레이(200)에 접속되며, 타이머(120)로부터 출력된 제어신호들에 응답하여 순차적으로 또는 미리 지정된 순서에 따라 픽셀 어레이(200)의 컬럼(column)을 선택할 수 있다.

[0043] 즉, 이미지 센서(100)의 픽셀 어레이(200)는 로우 디코더(111)와 컬럼 디코더(110)에 의하여 선택된 적어도 하나의 픽셀로부터 생성된 픽셀 신호, 즉 아날로그 신호들(리셋 신호와 영상신호)을 ADC(300)로 출력한다.

[0044] 타이머(120)는 픽셀 어레이(200), 로우 디코더(111), 컬럼 디코더(110) 및 아날로그-디지털 변환 장치(300) 중에서 적어도 하나의 동작을 제어하기 위한 적어도 하나의 제어신호를 생성할 수 있다.

[0045] 아날로그-디지털 변환 장치(300)는 픽셀 어레이(200)로부터 수신한 아날로그 신호와 상이한 램프(ramp) 리셋 주기를 가지는 복수의 주기적인 램프 신호의 전압 레벨을 비교하여 비교 신호를 출력할 수 있다.

[0046] 또한, 비교 신호를 바탕으로 복수의 램프 신호 중 아날로그 신호의 전압레벨이 교차하는 교차 신호값을 포함하는 적어도 하나의 램프 신호를 식별하고, 적어도 하나의 램프 신호 중 가장 리셋 주기가 짧은 램프 신호를 샘플링 램프 신호로 판단할 수 있다. 또한, 아날로그-디지털 변환 장치(300)는 샘플링 램프 신호의 교차 신호값을 바탕으로 적어도 한 번의 상관 이중 샘플링(CDS, correlated double sampling)을 수행할 수 있다. 이에 대해 자세한 사항은 추후에 설명하기로 한다.

[0047] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 아날로그-디지털 변환 장치의 실효성을 설명하기 위한 픽셀 어레이의 평면도이다.

[0048] 도 4를 참조하면, 픽셀 어레이(200)는 제1 영역(201), 제2 영역(202) 및 제3 영역(203)으로 구분될 수 있다. 제1 영역(201)은 고조도 픽셀 영역(bright pixel region)이고, 제2 영역(202)은 중조도 픽셀 영역(moderate pixel region), 제3 영역(203)은 저조도 픽셀 영역(dark pixel region)일 수 있다. 다만, 이는 일 예에 불과하며 픽셀 어레이(200)의 모든 영역은 동일한 조도의 입사광을 수광할 수 있고, 물론 다양한 조도의 입사광을 자유롭게 수광할 수 있다.

[0049] 픽셀 어레이(200)는 입사광의 조도가 높을수록 높은 전압 신호를 발생하게 된다. 도 4의 픽셀 영역의 예로 설명하면, 제1 영역(201)에서는 포톤 샷 노이즈가 주된 노이즈의 원인이기 때문에 본 발명의 ADC(300)는 최소 횟수의 샘플링만으로도 디지털 신호 변환을 수행할 수 있다. 반면, 제3 영역(203)의 경우, 신호 자체의 전압 레벨이 너무 낮고, SNR 값이 싸기 때문에 ADC(300)는 최대 횟수의 샘플링을 수행해야 한다.

[0050] 구체적으로, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 각 픽셀 별 멀티플 샘플링의 필요성을 설명하기 위한 도면이다.

[0051] 도 5(a)를 참조하면, 고조도 픽셀(bright pixel)의 경우, 노이즈에 의한 전자(electron of noise)의 수는 신호에 의한 전자(electron of signal)의 수에 비하여 적다는 것을 알 수 있다. 즉, 고조도 픽셀은 높은 SNR의 신호를 획득할 수 있고, 다수의 샘플링에 의한 노이즈 감소가 크게 필요하지 않을 수 있다.

[0052] 도 5(b)를 참조하면, 저조도 픽셀(dark pixel)의 경우, 노이즈에 의한 전자(electron of noise)의 수는 신호에 의한 전자(electron of signal)의 수가 비슷할 수 있다. 즉, 저조도 픽셀은 낮은 SNR의 신호를 획득할 것이다.

[0053] 도 5(c)를 참조하면, 중조도 픽셀(moderate pixel)의 경우, 노이즈에 의한 전자(electron of noise)의 수는 신호에 의한 전자(electron of signal)의 수가 고조도 픽셀에 비해 많다.

[0054] 즉, 저조도 픽셀 및 중조도 픽셀에서는 높은 SNR의 신호를 획득하기 위해 멀티플 샘플링을 통한 노이즈 제거가 필요하다. 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 ADC(300)는 픽셀 어레이(200)에 입사되는 입사광 양에 따라서 상이한 횟수의 샘플링을 수행할 필요가 있다.

[0055] 한편, 본 발명의 아날로그-디지털 변환장치를 포함하는 이미지 센서의 사용환경에서는 조도의 변화가 즉각적으로 변경되는 경우가 많다. 이에 따라, 종래와 달리 본 발명의 ADC(300)는 신호 의존적(signal dependent)이면서

도, 조도 환경의 변화에 대응하여 즉각적으로 멀티플 샘플링의 횟수를 유동적으로 변경하여 수행한다.

[0056] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 아날로그-디지털 변환 장치를 포함하는 이미지 센서가 다중 램프 신호를 통해 멀티플 샘플링을 수행하는 것을 설명하기 위한 블록도이다.

[0057] 도 6을 참조하면, 아날로그-디지털 변환장치(300)는 램프 신호 생성부(310), 비교부(320), 아날로그-디지털 변환부(330), 전원공급부(340), 제어부(350) 및 오실레이터(360)를 포함할 수 있다.

[0058] 램프 신호 생성부(310)는 다중 로컬 램프를 이용하여 복수의 램프 신호를 생성할 수 있다. 예를 들어, 램프 신호 생성부(310)는 다중 로컬 램프(예를 들면, Ramp1, Ramp2, Ramp3)를 통해 각각 상이한 평균 전압 레벨 및 상이한 리셋 주기를 가지는 램프 신호를 생성할 수 있다.

[0059] 한편, 픽셀 어레이(200)는 수광한 입사광에 의한 전하에 대응하는 전압 신호(예를 들면, V_{SIG1}, V_{SIG2})를 생성할 수 있다. 비교부(320)는 픽셀 어레이에서 생성된 전압 신호와 복수의 램프를 통해 생성된 램프 신호를 비교하여 비교 신호를 출력할 수 있다.

[0060] 구체적으로 비교부(320)는 복수의 램프 신호 중 아날로그 신호의 전압 신호의 전압 레벨이 교차하는 적어도 하나의 램프 신호에 대한 정보를 포함하는 비교 신호를 출력할 수 있다. 또한, 비교 신호는 전압 레벨이 교차하는 적어도 하나의 램프 신호 중 가장 주기가 짧은 램프 신호에 대한 정보를 포함할 수 있다.

[0061] 아날로그-디지털 변환부(330)는 비교부(320)에서 출력된 비교 신호를 바탕으로 복수의 램프 신호 중 아날로그 신호의 전압레벨이 교차하는 교차 신호값을 포함하는 적어도 하나의 램프 신호를 식별할 수 있다.

[0062] 또한, 아날로그-디지털 변환부(330)는 적어도 하나의 램프 신호 중 가장 리셋 주기가 짧은 램프 신호를 샘플링 램프 신호로 판단할 수 있고, 샘플링 램프 신호의 교차 신호값을 바탕으로 적어도 한 번의 상관 이중 샘플링(CDS, correlated double sampling)을 수행할 수 있다.

[0063] 아날로그-디지털 변환부(330)는 제1입력단자(-)를 통해 입력된 램프 신호와 제2입력단자(+)를 통해 입력된 아날로그 신호를 바탕으로 디지털 신호를 출력할 수 있다. 구체적으로, 아날로그-디지털 변환부(330)는 샘플링 램프 신호의 하향 램핑이 시작될 때, 즉 램프 신호가 감소하는 동안의 카운터(counter) 클럭 신호의 개수를 카운트하고, 카운터 출력(counter output)이 제1 레벨(예컨대, 로우 레벨)에서 제2 레벨(예컨대, 하이 레벨)로 천이될 때 카운트 된 신호를 바탕으로 디지털 신호를 출력할 수 있다. 즉, 감소되는 램프 신호의 레벨이 아날로그 전압 신호의 레벨에 도달하는 시점에서의 카운트 값이 디지털 신호를 의미할 수 있다.

[0064] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 아날로그-디지털 변환부(330)와 비교부(320)는 각각 복수의 개수일 수 있다. 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 하나의 아날로그-디지털 변환부(330)마다 비교부(320)가 각각 대응되어 구현될 수 있다.

[0065] 또는 상술한 설명에서 비교부(320)는 아날로그-디지털 변환부(330)와 별도의 구성으로 구현된 것으로 설명하였으나, 각각의 구성은 하나의 구성으로 구현될 수 있다.

[0066] 전원공급부(340)는 아날로그-디지털 변환장치(300)에 포함된 다양한 구성에 전원을 공급하기 위한 구성이다. 구체적으로, 전원공급부(340)는 전류원을 포함할 수 있고, 전류원은 램프 신호 생성부(310)에 포함된 로컬 램프 각각에 전류를 공급할 수 있다.

[0067] 제어부(350)는 아날로그-디지털 변환장치(300)에 포함된 다양한 구성을 전반적으로 제어하기 위한 구성이다. 구체적으로, 제어부(350)는 아날로그-디지털 변환장치(300) 또는 이미지 센서에 포함된 메모리(미도시)에 저장된 각종 프로그램을 이용하여 아날로그-디지털 변환장치(300)의 전반적인 동작을 제어할 수 있다. 제어부(350)는 프로세싱 알고리즘이 내장된 SoC(System on Chip), LSI(large scale integration)로 구현될 수도 있고, FPGA(Field Programmable gate array) 형태로 구현될 수도 있다.

[0068] 오실레이터(360)는 제어부(350)를 구동하는데 필요한 클럭 신호를 제공해준다. 비교부(320)와 아날로그-디지털 변환부(330)에 필요한 클럭 신호는 제어부(350)를 통해 전달되거나 오실레이터(360)에서 제공될 수 있다.

[0069] 도 7a 및 7b는 본 발명의 일 실시예에 따른 아날로그-디지털 변환 장치가 신호 의존적인 멀티플 샘플링을 수행하는 것을 설명하기 위한 도면이다.

[0070] 도 7a는 저조도 환경에서의 신호 전압에 대하여 샘플링을 수행하는 것을 설명하기 위한 도면이다.

[0071] 도 7a를 참조하면, ADC(300)는 저조도 환경(low light condition)에서는 낮은 전압의 아날로그 신호(710)를 수

신할 수 있다. 이때, ADC(300)는 복수의 램프 신호와의 전압 레벨 비교를 수행할 수 있다.

[0072] 이때, 복수의 램프 신호는 제1 램프(711), 제2 램프(712), 제3 램프(713)일 수 있다. 제1 램프(711)는 램프 리셋 없이 동작하는 신호이며, 제2 램프(712) 및 제3 램프(713)는 일정한 램프 리셋 주기를 통해 동작하는 신호일 수 있다. 구체적으로, 제3 램프(713)는 제2 램프(712)에 비해 더 짧은 리셋 주기를 가지고, 평균 전압 레벨이 다른 램프에 비하여 더 낮을 수 있다.

[0073] ADC(300)는 아날로그 신호(710)와 복수의 램프 신호가 교차하는 교차 신호값을 판단할 수 있다. 도 7a를 참조하면 복수의 램프 신호(711, 712, 713)는 모두 아날로그 신호(710)와의 교차 신호값(714)을 포함한다. 이때, ADC(300)는 교차 신호값을 포함하는 복수의 램프 신호 중 가장 리셋 주기가 짧은 램프 신호를 샘플링 램프 신호로 판단할 수 있다. 즉, ADC(300)는 복수의 램프 신호(711, 712, 713) 중 가장 리셋 주기가 짧은 제3 램프 신호(713)를 샘플링 램프 신호로 선택할 수 있다.

[0074] 다만, 상술한 샘플링 램프 신호 선택 방법은 일 실시예에 불과할 뿐, ADC(300)는 교차 신호값을 포함하는 램프가 복수인 경우, 교차 신호값을 가장 많이 포함하는 램프를 샘플링 램프로 선택할 수 있다.

[0075] 도 7b를 참조하면, 도 7b는 ADC(300)는 고조도 환경(high light condition)에서 높은 전압의 아날로그 신호(720)를 수신할 수 있다. 이때, ADC(300)는 복수의 램프 신호와의 전압 레벨 비교를 수행할 수 있다. 이때, 복수의 램프 신호는 마찬가지로 제1 램프(711), 제2 램프(712), 제3 램프(713)일 수 있다.

[0076] ADC(300)는 아날로그 신호(720)와 복수의 램프 신호가 교차하는 교차 신호값을 판단할 수 있다. 도 7b를 참조하면 제1 램프(711)는 아날로그 신호(720)와의 교차 신호값(714)을 포함한다. 이때, ADC(300)는 복수의 램프 신호 중 교차 신호값을 포함하는 램프 신호를 샘플링 램프 신호로 판단할 수 있다. 즉, ADC(300)는 복수의 램프 신호(711, 712, 713) 중 교차 신호값을 포함하는 제1 램프 신호(711)를 샘플링 램프 신호로 선택할 수 있다.

[0077] 상술한 바와 같이, 아날로그 신호에 대하여 다중 램프와의 실시간 비교를 통해 기존의 단일 슬로프 동작(conventional single slope operation)을 별도로 수행할 필요가 없다는 장점이 있다. 즉, 본 발명에 따르면, 아날로그 신호의 전압 레벨에 따라 즉각적으로 램프를 선택할 수 있다.

[0078] 상술한 실시예에서는 3개의 로컬 램프를 통해 구현하는 것으로 설명하였으나 이는 일 예에 불과할 뿐, 본 발명은 설계에 따라 복수의 램프를 이용하기 때문에 빛 의 양에 따라 이에 대응하는 멀티플 샘플링 수를 판단하여 수행할 수 있다.

[0079] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른, 다중 램프 신호를 생성할 때 발생하는 선형성 에러를 저감하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0080] 아날로그-디지털 변환기에 존재하는 램프 신호 발생을 위한 단위 소자는 서로간의 부정합(Mismatching) 문제를 가질 수 있다. 예를 들면, 램프 신호 생성부(310)는 로컬 램프들을 스위칭(Switching)함으로써 출력하는 구조로 되어 있는데, 각 단위 소자 간의 변동, 즉 부정합 오차가 램프 신호 생성 시 비 선형성을 가져올 수 있다. 이러한 내부 소자의 선형 오차는 전체 시스템의 전달 함수 상에서 신호와 동일한 위치에 놓여 전체 시스템의 성능에 영향을 미치게 된다.

[0081] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 램프 신호 생성부(310)는 단위 소자간의 부정합 문제를 해결하기 위하여 동적 소자 정합(DEM: Dynamic Element Matching)의 방법을 사용할 수 있다. 동적 소자 정합 기법을 이용하면 램프 신호 생성부(310)의 동작마다 로컬 램프를 임의의 순서로 선택하여 소자간의 부정합을 주파수 영역에서 화이트 노이즈(White Noise)화 할 수 있다. DEM 자체는 공지이며 그 구성이나 동작 내용도 복잡하므로 여기에서는 본 발명의 이해 용이를 위해 DEM 자체의 상세한 설명을 하지 않는다.

[0082] 본 발명의 일 실시예예 따르면, 램프 신호 생성부(310)는 램프 신호의 기울기를 제어하기 위해 3개의 전류원(311, 312, 313)을 램프 리셋마다 스위칭(swithching)하여 제공할 수 있다.

[0083] 도 8(a)을 참조하면, 램프 신호 생성부(310)는 DEM을 통해 Ramp1에 제3 전류원(313), Ramp2에 제1 전류원(311), Ramp3에 제2 전류원(312)을 공급하도록 제어할 수 있다. Ramp1 내지 Ramp3 중 어느 하나의 램프가 리셋되면, 도 8(b)와 같이 Ramp1에 제1 전류원(311), Ramp2에 제2 전류원(312), Ramp3에 제3 전류원(313)을 공급할 수 있다. 마찬가지로, Ramp1 내지 Ramp3 중 어느 하나의 램프가 리셋되면, 램프 신호 생성부(310)는 DEM을 통해 Ramp1에 제2 전류원(312), Ramp2에 제3 전류원(313), Ramp3에 제1 전류원(311)을 공급하도록 제어할 수 있다.

[0084] 이를 통해, 단위 소자는 서로간의 부정합(Mismatching)에 의한 램프의 선형성 에러(linearity issue)를 제거할

수 있다. 다만 도 8의 전류원 스위칭은 일 실시예에 불과하고, 램프 신호 생성부(310)는 DEM을 통해 로컬 램프를 임의의 순서로 전류원 선택하여 선형성 에러를 제거할 수 있다.

[0085] 이와 같이 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0086] 100: 이미지 센서

110: 컬럼 디코더

111: 로우 디코더

120: 타이머

200: 픽셀 어레이

300: 아날로그-디지털 변환장치

310: 램프 신호 생성부

320: 비교부

330: 아날로그-디지털 변환부

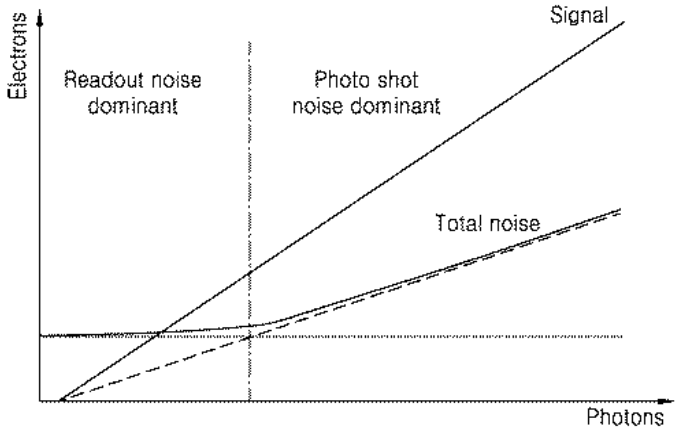
340: 전원 공급부

350: 제어부

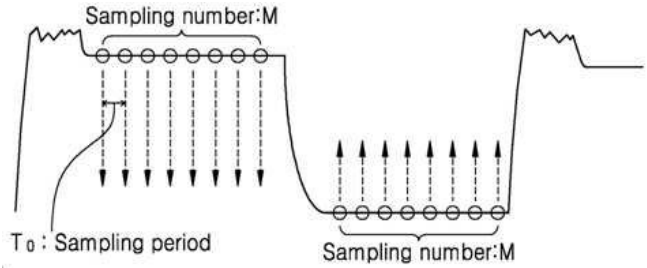
360: 오실로스코프

도면

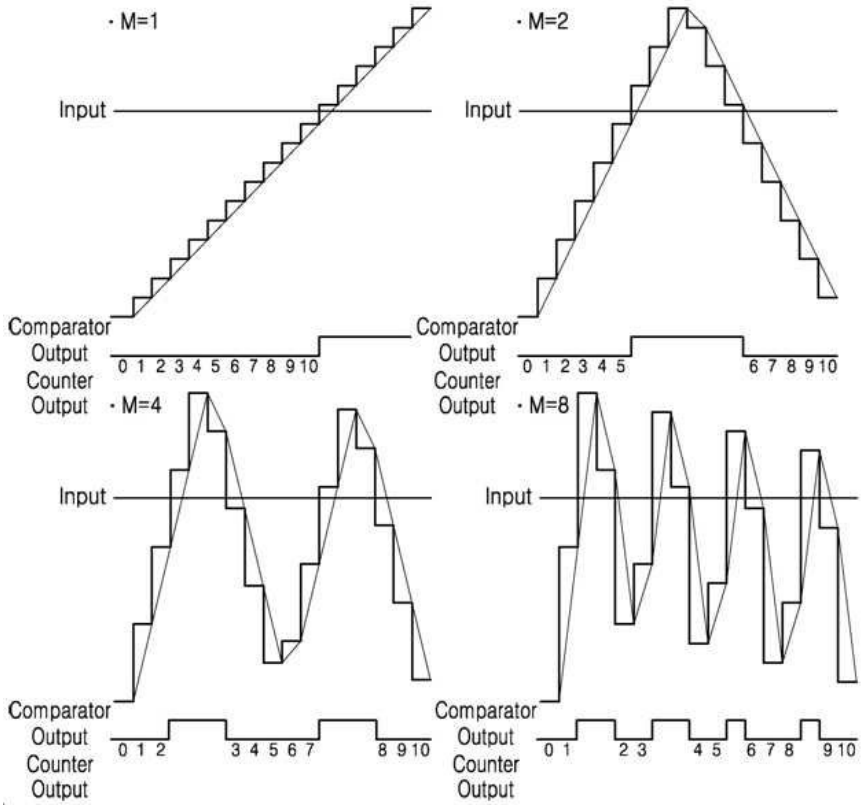
도면1a



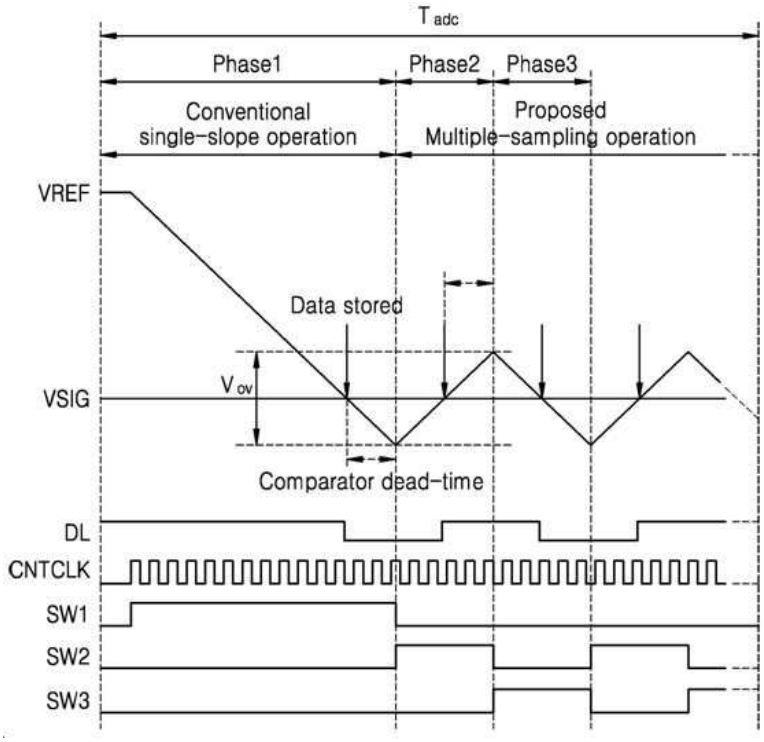
도면1b


Sampling number:M
T0 : Sampling period
Sampling number:M

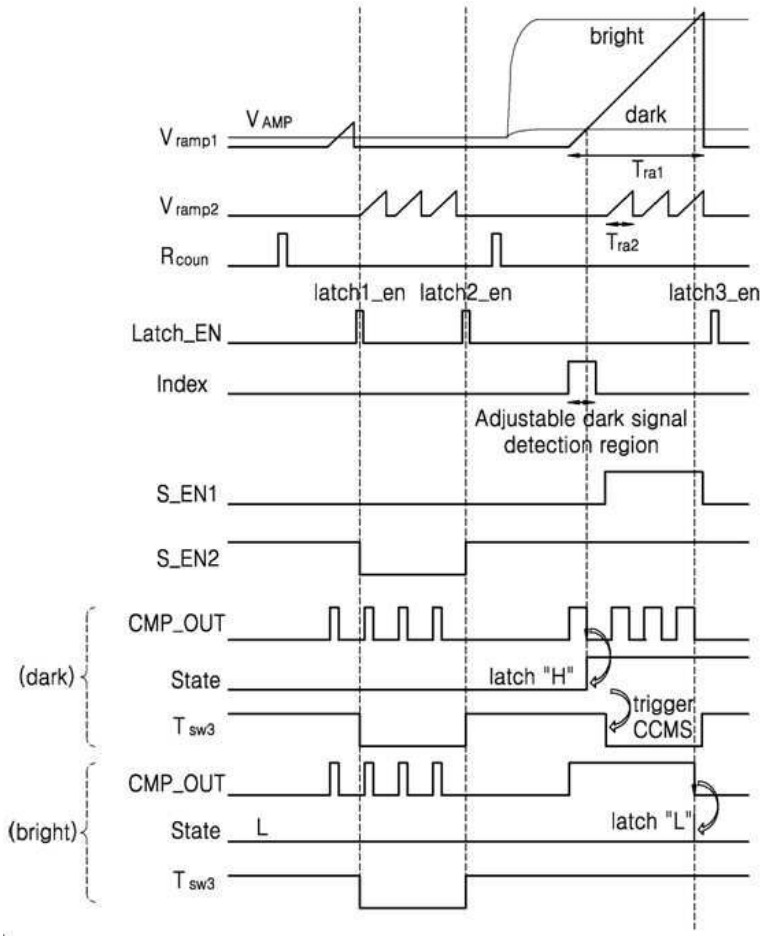
도면2a


· M=1
Input
Comparator Output
Counter Output
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
· M=2
Input
Comparator Output
Counter Output
0 1 2 3 4 5
6 7 8 9 10
· M=4
Input
Comparator Output
Counter Output
0 1 2
3 4 5 6 7
8 9 10
· M=8
Input
Comparator Output
Counter Output
0 1
2 3
4 5
6 7 8
9 10

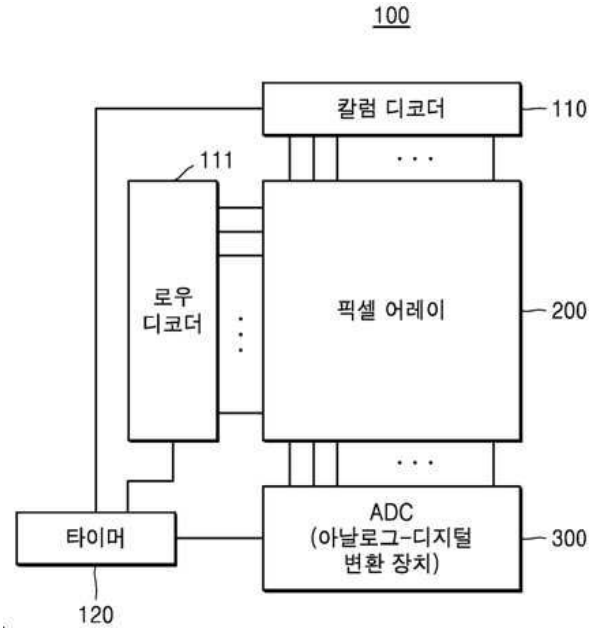
도면2b


T adc
Phase1
Phase2
Phase3
Conventional
single-slope operation
Proposed
Multiple-sampling operation
VREF
Data stored
VSIG
V ov
Comparator dead-time
DL
CNTCLK
SW1
SW2
SW3

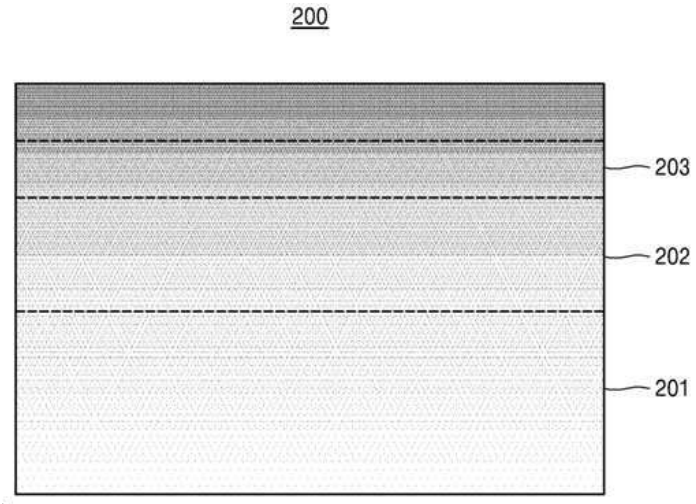
도면2c


bright
dark
V AMP
V ramp1
T ra1
V ramp2
T ra2
R coun
latch1_en
latch2_en
latch3_en
Latch_EN
Index
Adjustable dark signal
detection region
S_EN1
S_EN2
CMP_OUT
(dark)
State
latch "H"
trigger
CCMS
T sw3
CMP_OUT
(bright)
State
L
latch "L"
T sw3

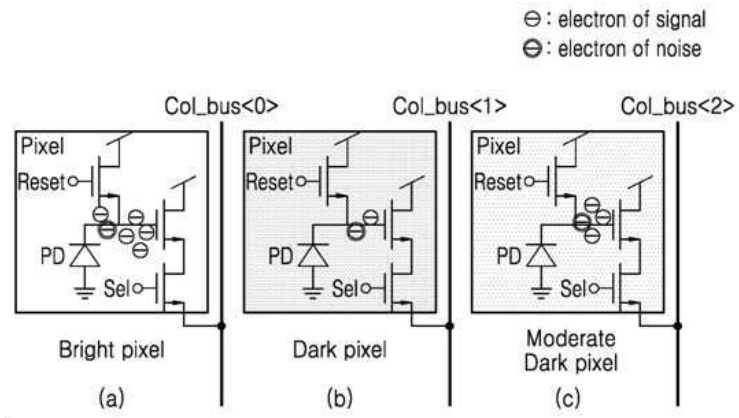
도면3


100
칼럼 디코더
110
111
로우
디코더
픽셀 어레이
200
ADC
(아날로그-디지털
변환 장치)
300
타이머
120

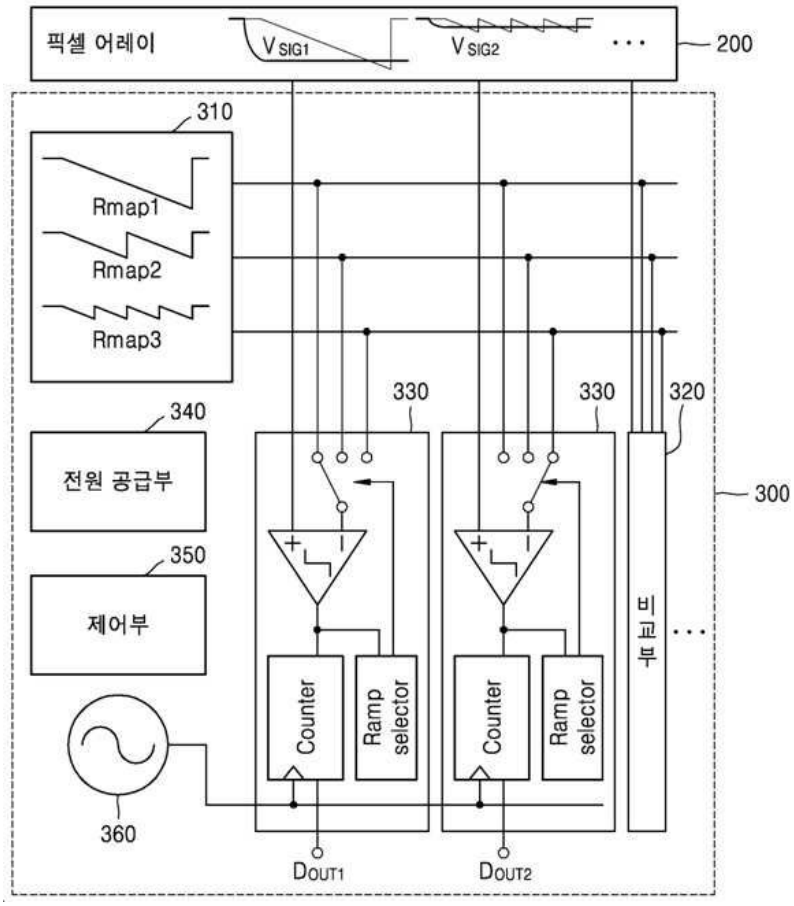
도면4


200
203
202
201

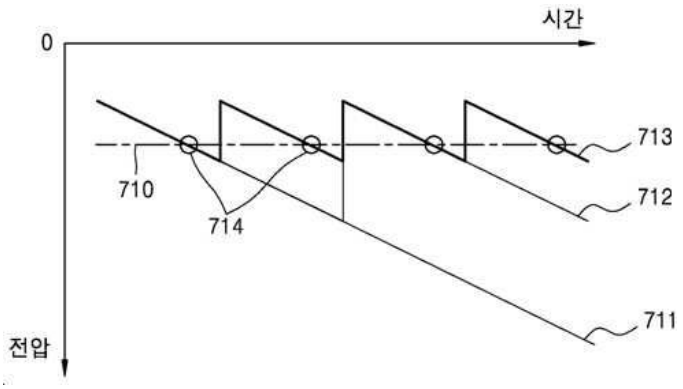
도면5


⊖ : electron of signal
⊖ : electron of noise
Col_bus<0>
Col_bus<1>
Col_bus<2>
Pixel
Reset
PD
Sel
Bright pixel
(a)
Dark pixel
(b)
Moderate
Dark pixel
(c)

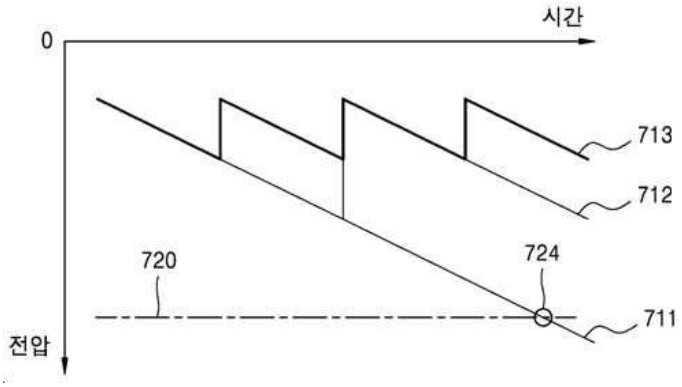
도면6


픽셀 어레이
VSIG1
VSIG2
200
310
Rmap1
Rmap2
Rmap3
330
330
320
340
전원 공급부
300
350
제어부
Counter
Ramp selector
Counter
Ramp selector
비교부
360
DOUT1
DOUT2

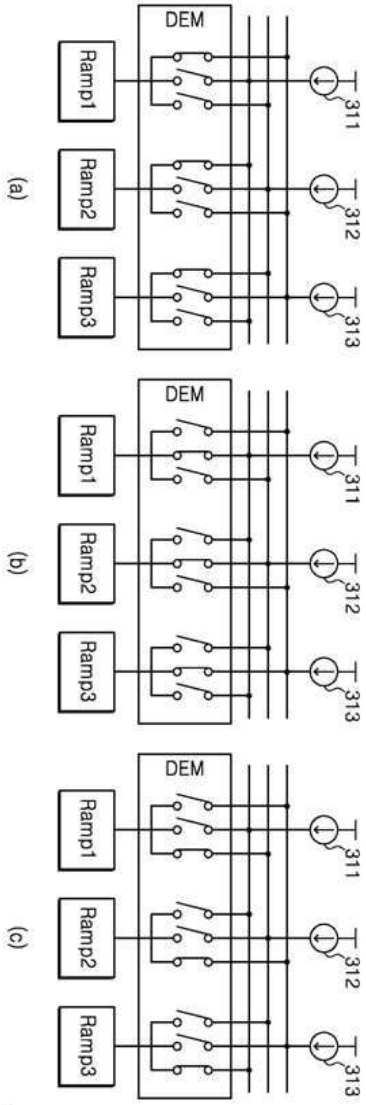
도면7a


시간
0
713
710
712
714
711
전압

도면7b


시간
0
713
712
720
724
711
전압

도면8


DEM
Ramp1
Ramp2
Ramp3
311
312
313
(a)
(b)
(c)