



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0041599
(43) 공개일자 2022년04월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06N 3/063 (2006.01) H01L 31/08 (2006.01)
H01L 31/16 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06N 3/063 (2013.01)
H01L 31/08 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0125049
(22) 출원일자 2020년09월25일
심사청구일자 2020년09월25일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
이영택
인천광역시 연수구 신송로118번길 6, 110동 201호(송도동, 송도풍림아이원1단지아파트)
최민구
인천광역시 미추홀구 한나루로477번길 118-4, 미리내 102호(용현동)
(74) 대리인
양성보

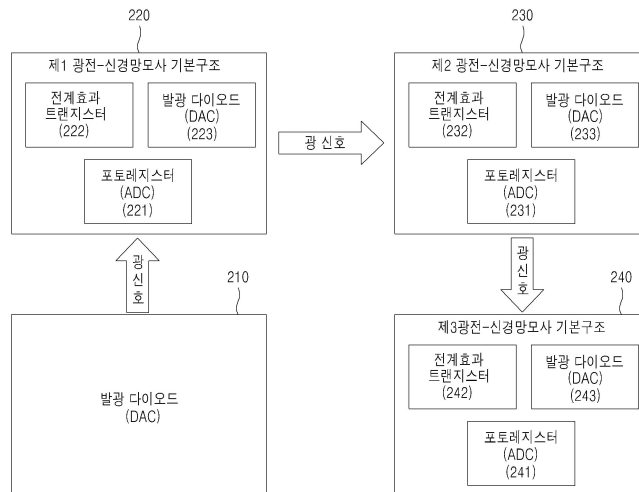
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 광전자 소자를 이용한 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템

(57) 요약

광전자 소자를 이용한 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템이 제시된다. 본 발명에서 제안하는 광전자 소자를 이용한 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템은 복수의 단을 포함하고, 각각의 단은, 아날로그 광신호를 센싱하여 디지털신호로 변환하는 포토레지스터, 포토레지스터로부터의 디지털 신호를 이용하여 디지털 신호처리를 통해 전계효과 트랜지스터에 흐르는 전류값을 결정하는 전계효과 트랜지스터 및 전계효과 트랜지스터에 의해 생성된 전류값에 따라 인가전압과 전류값이 결정되어 아날로그 광신호를 출력하는 발광 다이오드를 포함하고, 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 복수의 단 중 제1 단의 발광 다이오드에서 출력된 아날로그 광신호는 각각의 단 사이의 시냅스를 통해 제2 단의 포토레지스터에서 센싱되어 디지털신호로 변환된다.

대표도



(52) CPC특허분류
H01L 31/161 (2013.01)

이보원
서울특별시 강남구 언주로 201, 901호(도곡동)

(72) 발명자
이민중
충청북도 청주시 청원구 율봉로 77, 8동 1301호(사
천동, 신동아아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	601121
과제번호	60112-1
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	인하대학교
연구사업명	신진교수연구비(2차)
연구과제명	발광 다이오드와 빛 감지 센서를 이용한 광전자 아날로그 정적 램
기 여 율	2/10
과제수행기관명	인하대학교
연구기간	2019.03.01 ~ 2020.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	630251
과제번호	63025-1
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	인하대학교
연구사업명	일반교수연구비
연구과제명	광전자 소자를 이용한 다단연결 광-신경구조모방 프로세스 시스템
기 여 율	5/10
과제수행기관명	인하대학교
연구기간	2020.04.01 ~ 2021.03.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711095415
과제번호	2019R1F1A1060173
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	기본연구
연구과제명	[Ezbaro] 저차원 나노소재 기반 초저전력 나노갭 전자소자 (저비용 나노소재 공정 기법)
기 여 율	3/10
과제수행기관명	인하대학교
연구기간	2019.06.01 ~ 2020.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템에 있어서,

다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템은 복수의 단을 포함하고,

각각의 단은,

아날로그 광신호를 센싱하여 디지털신호로 변환하는 포토레지스터;

포토레지스터로부터의 디지털 신호를 이용하여 디지털 신호 처리를 통해 전계효과 트랜지스터에 흐르는 전류값을 결정하는 전계효과 트랜지스터; 및

전계효과 트랜지스터에 흐르는 전류값에 따라 인가전압과 전류값이 결정되어 아날로그 광신호를 출력하는 발광 다이오드

를 포함하고,

다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 복수의 단 중 제1 단의 발광 다이오드에서 출력된 아날로그 광신호는 각각의 단 사이의 시냅스를 통해 제2 단의 포토레지스터에서 센싱되어 디지털신호로 변환되는

다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

복수의 단 중 제1 단은 포토레지스터, 전계효과 트랜지스터 및 발광 다이오드를 포함하는 기본구조를 적어도 하나 이상 포함하고,

복수의 단 중 제2 단은 포토레지스터, 전계효과 트랜지스터 및 발광 다이오드를 포함하는 기본구조를 N개 포함하고-여기서 N은 제1 단에 포함된 기본구조의 수보다 같거나 더 큰 수-,

복수의 단 중 제3 단은 포토레지스터, 전계효과 트랜지스터 및 발광 다이오드를 포함하는 기본구조를 M개 포함하고-여기서 M과 N은 자연수 -,

다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 복수의 단에서 시냅스 역할을 하는 각각의 단 간의 1:N, N:M 공간 배치를 통해 회로를 집적화시키고 아날로그 광신호 기반의 심층신경망(Deep Neural Network; DNN)을 생성하는

다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

아날로그 광신호는 포토레지스터의 성능, 포토레지스터의 잔류 광전도 특성(PPC), 각각의 단 간의 거리, 주변광의 조절을 통해 가중치를 조절하여 설정하고, 각각의 단에 입력되는 아날로그 광신호는 설정된 가중치에 따른 디지털 신호 처리를 거쳐 아날로그 광신호를 출력하는

다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

포토레지스터를 통해 센싱되는 아날로그 광신호의 주파수를 조절하거나, 또는 포토레지스터를 통해 센싱되는 아날로그 광신호의 주파수는 고정시키고 펄스폭을 조절함으로써 각각의 단에서 출력되는 아날로그 광신호의 전달 과정에서의 변화를 가시적으로 확인하는

다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템.

청구항 5

다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 동작 방법에 있어서,

다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템은 복수의 단을 포함하고, 각각의 단은 포토레지스터, 전계효과 트랜지스터 및 발광 다이오드를 포함하고, 상기 동작 방법은:

포토레지스터가 아날로그 광신호를 센싱하여 디지털신호로 변환하는 단계;

전계효과 트랜지스터가 포토레지스터로부터의 디지털 신호를 이용하여 디지털 신호 처리를 통해 전계효과 트랜지스터에 흐르는 전류값을 결정하는 단계; 및

발광 다이오드가 전계효과 트랜지스터의해 결정된 전류값에 따라 양단에 전압을 형성하여 아날로그 광신호를 출력하는 단계

를 포함하고,

다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 복수의 단 중 제1 단의 발광 다이오드에서 출력되는 아날로그 광신호가 각각의 단 사이의 시냅스를 통해 제2 단의 포토레지스터에서 센싱되어 디지털신호로 변환되는 단계; 및 상기 단계들을 반복하는 단계를 더 포함하는

다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 동작 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 복수의 단 중 제1 단의 발광 다이오드에서 출력되는 아날로그 광신호가 각각의 단 사이의 시냅스를 통해 제2 단의 포토레지스터에서 센싱되어 디지털신호로 변환되는 단계는,

다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 복수의 단에서 시냅스 역할을 하는 각각의 단 간의 1:N, N:M 공간배치를 통해 회로를 집적화시키고 아날로그 광신호 기반의 심층신경망(Deep Neural Network; DNN)을 생성하며,

복수의 단 중 제1 단은 포토레지스터, 전계효과 트랜지스터 및 발광 다이오드를 포함하는 기본구조를 적어도 하나 이상 포함하고, 복수의 단 중 제2 단은 포토레지스터, 전계효과 트랜지스터 및 발광 다이오드를 포함하는 기본구조를 N개 포함하고-여기서 N은 제1 단에 포함된 기본구조의 수보다 같거나 더 큰 수-, 복수의 단 중 제3 단은 포토레지스터, 전계효과 트랜지스터 및 발광 다이오드를 포함하는 기본구조를 M개 포함하는-여기서 M과 N은 자연수-,

다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 동작 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

아날로그 광신호는 포토레지스터의 성능, 포토레지스터의 잔류 광전도 특성(PPC), 각각의 단 간의 거리, 주변광의 조절을 통해 가중치를 조절하여 설정하고, 각각의 단에 입력되는 아날로그 광신호는 설정된 가중치에 따른 디지털 신호 처리를 거쳐 아날로그 광신호를 출력하며,

포토레지스터를 통해 센싱되는 아날로그 광신호의 주파수를 조절하거나, 또는 포토레지스터를 통해 센싱되는 아날로그 광신호의 주파수는 고정시키고 펄스폭을 조절함으로써 각각의 단에서 출력되는 아날로그 광신호의 전달과정에서의 변화를 가시적으로 확인하는

다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 동작 방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 광전자 소자의 디지털-아날로그 변환기(Digital Analog Convertor; DAC), 아날로그-디지털 변환기

[0001]

(Analog Digital Convertor; ADC) 신호처리 능력과 반도체소재의 잔류 광전도 특성(Persistent Photoconductivity; PPC)을 이용한 광전-신경망모사 프로세스 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 신경망모사 프로세스는 1980년대 이 후로 폰노이만 구조 컴퓨팅 시스템의 한계를 극복할 대체제로 각광받아 왔으며, 인공지능(AI)을 구현하는 알고리즘에 대한 많은 연구가 시도되고 있다. 기존의 인공지능 기술들은 성능면에서는 성공적이었으나 매우 큰 전력이 소모되는 문제점이 있다. 또한, 신경망모사 프로세스를 구축할 때 소자 테스트, 트레이닝 과정에서 데이터 손실 없이 시냅스 가중치를 조절하는 것이 어렵다. 이를 해결하기 위한 수단으로써, 시냅스 가중치 조절을 쉽게 하고, 광신호를 이용한 다단계 회로 연결 및 신호 전달 측면에 장점이 있는 아날로그-디지털 신호 인터페이스의 혼성신호 처리기술의 개발이 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0003] (특허문헌 0001) 한국 공개특허공보 10-2019-0078681(2019.07.05)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0004] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 저전압 구동 발광 다이오드와 포토레지스터의 잔류 광전도 특성(PPC)을 활용하여, 인가전력, 광신호 처리 거리 변화 등으로 시냅스 가중치 조절이 가능하도록 하며, 저전력 구동이 가능한 시스템을 제공하는데 있다. 또한, 광신호의 도파로를 이용한 회로 구성을 통해 혼성신호처리 방식으로 구동되는 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템을 구성하여 다양한 신경망모사 시스템을 제공하고자 한다. 단(stage)의 공간적 배치를 통하여 아날로그 신호전달 기반의 심층신경망(Deep Neural Network; DNN)을 구현하고, 신호전달의 가시적 확인이 가능한 신경망모사 시스템 교육 자료로써 활용될 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0005] 일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 광전자 소자를 이용한 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템은 복수의 단을 포함하고, 각각의 단은, 아날로그 광신호를 센싱하여 디지털신호로 변환하는 포토레지스터, 포토레지스터로부터의 디지털 신호를 기반으로 디지털 신호 처리를 통해 전계효과 트랜지스터에 흐르는 전류값을 결정하는 전계효과 트랜지스터 및 전계효과 트랜지스터에 흐르는 전류값에 따라 아날로그 광신호를 출력하는 발광 다이오드를 포함하고, 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 복수의 단 중 제1 단의 발광 다이오드에서 출력된 아날로그 광신호는 각각의 단 사이의 시냅스를 통해 제2 단의 포토레지스터에서 센싱되어 디지털신호로 변환된다.
- [0006] 복수의 단 중 제1 단은 포토레지스터, 전계효과 트랜지스터 및 발광 다이오드를 포함하는 기본구조를 적어도 하나 이상 포함하고, 복수의 단 중 제2 단은 포토레지스터, 전계효과 트랜지스터 및 발광 다이오드를 포함하는 기본구조를 N개 포함하고-여기서 N은 제1 단에 포함된 기본구조의 수보다 같거나 더 큰 수-, 복수의 단 중 제3 단은 포토레지스터, 전계효과 트랜지스터 및 발광 다이오드를 포함하는 기본구조를 M개 포함하고-여기서 M과 N은 자연수-, 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 복수의 단에서 시냅스 역할을 하는 각각의 단 간의 1:N, N:M 공간배치를 통해 회로를 집적화시키고 아날로그 광신호 기반의 심층신경망(Deep Neural Network; DNN)을 생성한다.
- [0007] 아날로그 광신호는 포토레지스터의 성능, 포토레지스터의 잔류 광전도 특성(PPC), 각각의 단 간의 거리, 주변광의 조절을 통해 가중치를 조절하여 설정하고, 각각의 단에 입력되는 아날로그 광신호는 설정된 가중치에 따른 디지털 신호 처리를 거쳐 아날로그 광신호를 출력한다.
- [0008] 포토레지스터를 통해 센싱되는 아날로그 광신호의 주파수를 조절하거나, 또는 포토레지스터를 통해 센싱되는 아날로그 광신호의 주파수는 고정시키고 펄스폭을 조절함으로써 각각의 단에서 출력되는 아날로그 광신호의 전달과정에서의 변화를 가시적으로 확인한다.

[0009] 또 다른 일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 광전자 소자를 이용한 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 동작 방법에 있어서, 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템은 복수의 단을 포함하고, 각각의 단은 포토레지스터, 전계효과 트랜지스터 및 발광 다이오드를 포함하고, 상기 동작 방법은: 포토레지스터가 아날로그 광신호를 센싱하여 디지털신호로 변환하는 단계, 전계효과 트랜지스터가 포토레지스터로부터의 디지털 신호를 기반으로 하여 디지털 신호 처리를 통해 전계효과 트랜지스터에 흐르는 전류값을 결정하는 단계 및 발광 다이오드가 전계효과 트랜지스터의 양단에 생성된 전압에 따라 아날로그 광신호를 출력하는 단계를 포함하고, 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 복수의 단 중 제1 단의 발광 다이오드에서 출력되는 아날로그 광신호가 각각의 단 사이의 시냅스를 통해 제2 단의 포토레지스터에서 센싱되어 디지털신호로 변환되는 단계 및 상기 단계를 반복하는 단계를 더 포함한다.

발명의 효과

[0010] 본 발명의 실시 예들에 따른 광전자 소자를 이용한 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템은 아날로그 광신호와 잔류 광전도 특성(PPC)을 이용하여 신경망모사 프로세스 시스템 접근을 실행하고, 신경망모사 시스템에 대한 다양한 접근 방법을 가능하게 한다. 이 때, 광신호로 신경전달 체계의 신호전달 여부를 확인할 수 있으며, 이는 직관적인 구동 여부 확인을 가능하게 하여, 신경전달, 더 나아가 인공지능 교육의 기초적인 자료로 제공될 수 있으며, 혼성신호처리 과정에 대한 구동 여부 확인을 가시적으로 확인하게 할 수 있다. 기존 아날로그 구동을 위해서는 혼성 신호 처리 과정이 필요하며, 이는 디지털 아날로그 변환기, 아날로그 디지털 변환기를 추가하여 시스템 회로의 집적도 및 복잡성 측면에서 문제가 발생할 수 있다. 하지만 본 발명에서 제안하는 광전자 소자를 이용한 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템은 광전자 구동에 있어서 디지털 아날로그 변환기, 아날로그 디지털 변환기를 단일 시스템으로 구성할 수 있다. 또는 간단한 회로 구성만으로도 신경전달과정을 확인할 수 있어 다양한 신경망모사 시스템 접근 방법 확인 및 분석을 가능하게 한다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 다이오드의 광 발생 여부에 대한 포토레지스터의 잔류 광전도 특성(PPC)반응을 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 내부 구성도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 광전자 소자를 이용한 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 기본구조 회로도 및 간략화시킨 모식도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 광전자 소자를 이용한 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 동작 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 광전자 소자를 이용한 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 모식도 및 주파수와 펄스폭 변화에 따른 신호전달 여부를 확인하기 위한 그래프이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 1:N, N:M 공간배치를 통한 집적회로 구현 및 아날로그 광신호 기반의 심층신경망(DNN) 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 본 발명의 실시예에 따른 광전자 소자를 이용한 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 구동에 있어서, 디지털-아날로그 변환기(Digital Analog Convertor; DAC) 및 아날로그-디지털 변환기(Analog Digital Convertor; ADC)의 역할을 수행하는 시스템을 구성하는데 광전 소자를 사용한다. 광전 소자는 가시적으로 확인이 가능한 광신호를 아날로그 구동 및 정보신호로 사용함으로써 시스템 수준에서 혼성 신호 처리 과정을 직관적으로 확인할 수 있다. 본 발명의 시스템 회로 구성을 위해 발광 다이오드(LED) 및 포토레지스터(Photoresistor), 전계효과 트랜지스터(MOSFET) 등이 사용되었다. 본 발명의 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템 회로는 기존의 회로들과는 달리 기초적인 광전 소자를 이용하여 시냅스 가중치 조절을 쉽게 하고 광신호 및 포토레지스터의 잔류 광전도 특성(PPC)을 통해 신호를 다단계로 전달하는 혼성신호처리 기술을 도입함으로써, 다중회로 연결 및 신호 전달 측면에 장점을 갖고 있다. 또한, 현재까지 보고된 PPC 기반의 신경망모사 소자는 단위 단(stage)의 결과를 바탕으로 연구, 개발되었다는 점에서 본 발명은 복수의 단 연결 및 신호전달 시스템 구현, 시냅스 가중치 조절 등의 특수성을 가진다. 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

- [0014] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 다이오드의 광 발생 여부에 대한 포토레지스터의 지속적인 광전류 특성반응을 나타내는 도면이다.
- [0015] 본 발명의 실시예에 따른 광전자 소자를 이용한 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템은 광전소자의 디지털-아날로그 변환기(Digital Analog Convertor; DAC) 및 아날로그-디지털 변환기(Analog Digital Convertor; ADC)의 신호처리 능력을 이용하여 광전-신경망모사 프로세서 시스템을 구현한다. 일반적인 반도체 소재가 가지는 잔류 광전도 특성(PPC)을 이용하여 단위 단의 데이터 처리능력 및 아날로그 신호의 다단연결 전달 능력을 조절함으로써 광전-신경망모사 프로세스 시스템을 구현한다. 신호처리 과정을 가시적으로 확인할 수 없는 기존의 신경구조모사 프로세스에 대비해 직관적인 관찰이 가능하며, 다양한 시냅스 회로의 가중치(weight) 조절이 가능한 회로를 제안한다.
- [0016] 도 1(a)을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 포토레지스터(110)는 LED(120)에서 출력되는 아날로그 광신호를 수신하고, 포토레지스터(110)가 수신하는 아날로그 광신호에 따라 전기적인 특성이 변하는 것을 확인할 수 있다. 포토레지스터가 아날로그 광신호에 노출되면 저항값이 작아져 높은 전류가 발생하는 것을 확인할 수 있다.
- [0017] 또한, 도 1(b) 및 도 1(c)를 참조하면, 아날로그 광신호의 유무에 따른 반응성에 의해 생기는 잔류 광전도 특성(PPC)을 이용하여 전류가 점차 증가하는 것을 확인할 수 있다. 이 때, 전류의 증가 정도나 속도는 포토레지스터의 특성, 수신되는 아날로그 광신호와 포토레지스터 간의 거리, 주변광의 조절 등으로 인해 조정될 수 있다.
- [0019] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 내부 구성도이다.
- [0020] 제안하는 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템은 복수의 단(220, 230 및 240)을 포함한다. 본 발명의 실시예에 따른 3단의 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템을 예시로서 설명한다. 도 2에서는 3단의 광전-신경망모사 프로세스 시스템을 도시하였지만 이는 실시예일 뿐, 이에 한정되지 않으며, 3단의 다단연결뿐만 아니라 더 많은 복수의 다단연결을 포함할 수도 있다.
- [0021] 본 발명의 일 실시예에 따른 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템은 제1 단(220), 제2 단(230) 및 제3 단(240)을 포함할 수 있다. 각각의 단(제1 단(220) 참조)은 포토레지스터(221), 전계효과 트랜지스터(222) 및 발광 다이오드(223)를 포함한다.
- [0022] 포토레지스터(221)는 아날로그 광신호를 센싱하여 디지털신호로 변환한다.
- [0023] 복수의 단 중 제1 단(220)에서의 동작은 먼저, 입력되는 아날로그 광신호(210)에 노출된 포토레지스터(221)는 입력되는 아날로그 광신호의 노출 여부에 따라 저항값 즉, 전류값이 결정된다(아날로그 디지털 변환). 이때, 전류값은 앞서 설명된 잔류 광전도 특성(PPC)에 따라 결정될 수 있다. 이와 같이 포토레지스터(221)에 의해 센싱된 아날로그 광신호를 입력으로 하여 전계효과 트랜지스터(222)를 구동함으로써 디지털 신호 처리 과정을 수행한다. 전계효과 트랜지스터(222)는 포토레지스터(221)로부터 입력되는 디지털 신호를 기반으로 전계효과 트랜지스터(222)를 통해 흐르는 전류값을 결정하게 된다. 이는 출력 발광 다이오드(LED)(223)에 흐르는 전류값 및 인가 전압을 결정하게 되고, 인가 전압의 크기에 따라 아날로그 광신호(Output LED)의 출력값이 결정된다. 출력 아날로그 광신호는 발광 다이오드(223)를 통해 표현해낼 수 있다(디지털 아날로그 변환). 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 기본구조를 통해 광신호를 이용하여 전-시냅스의 아날로그 입력 신호에 대한 후-시냅스의 아날로그 출력 신호의 구동 여부를 확인할 수 있으며, 이는 광전-신경망모사 프로세스의 기초 구성 시스템이 될 수 있다.
- [0024] 이와 같이, 제1 단(220)의 발광 다이오드에서 출력되는 아날로그 광신호가 제2 단(230)과의 사이의 시냅스를 통해 제2 단의 포토레지스터(231)에서 센싱되어 디지털신호로 변환된다.
- [0025] 복수의 단 중 제2 단(230)에서의 동작은, 제1 단(220)으로부터 입력되는 아날로그 광신호에 노출된 포토레지스터(231)는 입력되는 아날로그 광신호의 노출 여부에 따라 저항값 즉, 전류값이 결정된다(아날로그 디지털 변환). 이때, 전류값은 앞서 설명된 잔류 광전도 특성(PPC)에 따라 결정될 수 있다. 이와 같이 포토레지스터(231)에 의해 센싱된 아날로그 광신호를 입력으로 하여 전계효과 트랜지스터(232)를 구동함으로써 디지털 신호 처리 과정을 수행한다. 전계효과 트랜지스터(232)는 포토레지스터(231)로부터 입력되는 디지털 신호를 기반으로 전계효과 트랜지스터(232)를 통해 흐르는 전류값을 결정하게 된다. 이는 출력 발광 다이오드(LED)(233)에 흐르

는 전류값 및 인가 전압을 결정하게 되고, 인가 전압의 크기에 따라 아날로그 광신호(Output LED)의 출력값이 결정된다. 출력 아날로그 광신호는 발광 다이오드(233)를 통해 표현해낼 수 있다(디지털 아날로그 변환).

[0026] 제2 단(230)의 발광 다이오드(233)에서 출력되는 아날로그 광신호가 제3 단(240)과의 사이의 시냅스를 통해 제3 단의 포토레지스터(241)에서 센싱되어 디지털신호로 변환된다.

[0027] 복수의 단 중 제3 단(240)에서의 동작은, 제2 단(230)으로부터 입력되는 아날로그 광신호에 노출된 포토레지스터(241)는 입력되는 아날로그 광신호의 노출 여부에 따라 저항값 즉, 전류값이 결정된다(아날로그 디지털 변환). 이때, 전류값은 앞서 설명된 잔류 광전도 특성(PPC)에 따라 결정될 수 있다. 이와 같이 포토레지스터(241)에 의해 센싱된 아날로그 광신호를 입력으로 하여 전계효과 트랜지스터(242)를 구동함으로써 디지털 신호 처리 과정을 수행한다. 전계효과 트랜지스터(242)는 포토레지스터(241)로부터 입력되는 디지털 신호를 기반으로 전계효과 트랜지스터(242)를 통해 흐르는 전류값을 결정하게 된다. 이는 출력 발광 다이오드(LED)(243)에 흐르는 전류값 및 인가 전압을 결정하게 되고, 인가 전압의 크기에 따라 아날로그 광신호(Output LED)의 출력값이 결정된다. 출력 아날로그 광신호는 발광 다이오드(243)를 통해 표현해낼 수 있다(디지털 아날로그 변환). 더 많은 복수의 다단연결을 포함하는 경우, 상기 단계들을 반복한다.

[0028] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 복수의 단 중 제1 단은 포토레지스터, 전계효과 트랜지스터 및 발광 다이오드를 포함하는 기본구조를 적어도 하나 이상 포함할 수 있다.

[0029] 복수의 단 중 제2 단은 포토레지스터, 전계효과 트랜지스터 및 발광 다이오드를 포함하는 기본구조를 N개 포함할 수 있고, 여기서 N은 제1 단에 포함된 기본구조의 수보다 같거나 더 큰 수이다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제2 단은 세 개의 기본구조를 포함할 수 있다.

[0030] 복수의 단 중 제3 단은 포토레지스터, 전계효과 트랜지스터 및 발광 다이오드를 포함하는 기본구조를 M개 포함할 수 있고, 여기서 M과 N은 자연수이다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제3 단은 네 개의 기본구조를 포함할 수 있다.

[0031] 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 복수의 단에서 시냅스 역할을 하는 각각의 단 간의 1:N, N:M 공간 배치를 통해 회로를 집적화시키고 아날로그 광신호 기반의 심층신경망(Deep Neural Network; DNN)을 생성한다.

[0032] 본 발명의 일 실시예에 따른 전-시냅스에서 입력되는 아날로그 광신호는 포토레지스터의 성능, 포토레지스터의 잔류 광전도 특성(PPC), 각각의 단 간의 거리, 주변광의 조절을 통해 가중치를 조절하여 설정하고, 각각의 단에 입력되는 아날로그 광신호는 설정된 가중치에 따른 디지털 신호 처리를 거쳐 후-시냅스에서 아날로그 광신호를 출력할 수 있다.

[0033] 예를 들어, 포토레지스터를 통해 센싱되는 아날로그 광신호의 주파수를 조절하거나, 또는 포토레지스터를 통해 센싱되는 아날로그 광신호의 주파수는 고정시키고 펄스폭을 조절함으로써 각각의 단에서 출력되는 아날로그 광신호의 전달과정에서의 변화를 가시적으로 확인할 수 있다.

[0035] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 광전자 소자를 이용한 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 기본구조 회로도와 간략화시킨 모식도이다.

[0036] 본 발명의 일 실시예에 따른 광전자 소자를 이용한 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 기본구조를 참조하면(도 3(a)), 입력 LED(311a)에 의한 아날로그 광신호가 전-시냅스(Pre-Synaptic)에서 입력신호로서 아날로그-디지털 변환기(Analog Digital Converter; ADC)(310a)에 입력된다. 아날로그 광신호는 아날로그-디지털 변환기(310a)의 포토레지스터(312a)에 의해 센싱되고, 전계효과 트랜지스터(320a)는 포토레지스터(312a)로부터 입력되는 디지털 신호를 기반으로 전계효과 트랜지스터(320a)를 통해 흐르는 전류값을 결정하게 된다. 이후, 아날로그 광신호에 따라 후-시냅스(Post-Synaptic)의 역할을 하는 출력 발광 다이오드(330a)가 아날로그 광신호를 출력하는 것을 확인할 수 있다.

[0037] 또한, 도 3(b)과 같이, 도 3(a)의 기본구조에서 센싱부분인 포토레지스터(312b)와 저항값의 위치를 바꾸면 인버팅 방식으로 신호를 전달할 수 있다. 입력 LED(311b)에 의한 아날로그 광신호가 전-시냅스(Pre-Synaptic)에서 입력신호로서 아날로그-디지털 변환기(Analog Digital Converter; ADC)(310b)에 입력된다. 아날로그 광신호는 아날로그-디지털 변환기(310b)의 포토레지스터(312b)에 의해 센싱되고, 전계효과 트랜지스터(320b)는 포토레지스터(312b)로부터 입력되는 디지털 신호를 기반으로 전계효과 트랜지스터(320b)를 통해 흐르는 전류값을 결정하게 된다. 이후, 아날로그 광신호에 따라 후-시냅스(Post-Synaptic)의 역할을 하는 출력 발광 다이오드(330b)가

아날로그 광신호를 출력하는 것을 확인할 수 있다.

- [0038] 도 3(c)는 본 발명의 일 실시예에 따른 광전자 소자를 이용한 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템을 간략화시킨 모식도이다.
- [0039] 도 3(c)를 참조하면, 포토레지스터(310c)는 입력 LED(311c)에서 출력되는 아날로그 광신호(312c)를 수신하고, 포토레지스터(310c)가 수신하는 아날로그 광신호에 따라 후-시냅스(Post-Synaptic)의 역할을 하는 출력 발광 다이오드(320c)가 아날로그 광신호를 출력한다.
- [0040] 본 발명의 실시예에 따르면, 도 3에서 사용한 저항값은 포토레지스터 반응에 대해 설정한 값이고, 적용되는 전자 소자의 성능에 따라 저항값이 달라질 수 있다. 이러한 기본구조는 광신호라는 아날로그 신호가 포토레지스터에 의해 전기적 신호로 변환되는 것임을 확인할 수 있다. 이는 구동되는 발광 다이오드의 성능에 따라 결정되는 결과 값이며, 아날로그 입력에 따라 결과값이 달라질 수 있다.
- [0042] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 광전자 소자를 이용한 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 동작 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [0043] 광전자 소자를 이용한 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 동작 방법은 포토레지스터가 아날로그 광신호를 센싱하여 디지털신호로 변환하는 단계, 전계효과 트랜지스터가 포토레지스터로부터 입력되는 디지털 신호를 기반으로 전계효과 트랜지스터를 통해 흐르는 전류값을 결정하는 단계 및 발광 다이오드가 전계효과 트랜지스터에 의해 생성된 전류값에 따라 양단에 전압을 형성하고 아날로그 광신호를 출력하는 단계를 포함하고, 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 복수의 단 중 제1 단의 발광 다이오드에서 출력되는 아날로그 광신호가 각각의 단 사이의 시냅스를 통해 제2 단의 포토레지스터에서 센싱되어 디지털신호로 변환되는 단계 및 상기 단계들을 반복하는 단계를 더 포함한다.
- [0044] 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 복수의 단 중 제1 단의 발광 다이오드에서 출력되는 아날로그 광신호가 각각의 단 사이의 시냅스를 통해 제2 단의 포토레지스터에서 센싱되어 디지털신호로 변환되는 단계는 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 복수의 단에서 시냅스 역할을 하는 각각의 단 간의 1:N, N:M 공간배치를 통해 회로를 집적화시키고 아날로그 광신호 기반의 심층신경망(Deep Neural Network; DNN)을 생성한다.
- [0045] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 복수의 단 중 제1 단은 포토레지스터, 전계효과 트랜지스터 및 발광 다이오드를 포함하는 기본구조를 적어도 하나 이상 포함할 수 있다.
- [0046] 복수의 단 중 제2 단은 포토레지스터, 전계효과 트랜지스터 및 발광 다이오드를 포함하는 기본구조를 N개 포함할 수 있고, 여기서 N은 제1 단에 포함된 기본구조의 수보다 같거나 더 큰 수이다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제2 단은 세 개의 기본구조를 포함할 수 있다.
- [0047] 복수의 단 중 제3 단은 포토레지스터, 전계효과 트랜지스터 및 발광 다이오드를 포함하는 기본구조를 M개 포함할 수 있고, 여기서 M과 N은 자연수이다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제3 단은 네 개의 기본구조를 포함할 수 있다.
- [0048] 본 발명의 일 실시예에 따른 전-시냅스에서 입력되는 아날로그 광신호는 포토레지스터의 성능, 포토레지스터의 잔류 광전도 특성(PPC), 각각의 단 간의 거리, 주변광의 조절을 통해 가중치를 조절하여 설정하고, 각각의 단에 입력되는 아날로그 광신호는 설정된 가중치에 따른 디지털 신호 처리를 거쳐 후-시냅스에서 아날로그 광신호를 출력할 수 있다.
- [0049] 예를 들어, 포토레지스터를 통해 센싱되는 아날로그 광신호의 주파수를 조절하거나, 또는 포토레지스터를 통해 센싱되는 아날로그 광신호의 주파수는 고정시키고 펄스폭을 조절함으로써 각각의 단에서 출력되는 아날로그 광신호의 전달과정에서의 변화를 가시적으로 확인할 수 있다.
- [0050] 도 4를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 3단의 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 동작 방법을 설명한다. 도 4에서는 3단의 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 동작 방법을 도시하였지만 이는 실시예일뿐 이에 한정되지 않으며, 3단의 다단연결뿐만 아니라 더 많은 복수의 다단연결을 포함할 수도 있다.
- [0051] 각각의 단의 전-시냅스(Pre-Synaptic)에서 입력되는 아날로그 광신호의 입력 여부에 따라 후-시냅스(Post-Synaptic)에서 출력되는 아날로그 광신호가 결정되는 동작 방법에 대한 흐름도를 확인할 수 있다.

- [0052] 복수의 단 중 제1 단에서의 동작(410)은 먼저, 입력되는 아날로그 광신호(411)에 노출된 포토레지스터는 입력되는 아날로그 광신호의 노출 여부에 따라 저항값 즉, 전류값이 결정된다(아날로그 디지털 변환)(412). 이때, 전류값은 앞서 설명된 잔류 광전도 특성(PPC)에 따라 결정될 수 있다. 이와 같이 포토레지스터에 의해 센싱된 아날로그 광신호를 입력으로 하여 전계효과 트랜지스터를 구동함으로써 디지털 신호 처리 과정을 수행한다. 전계효과 트랜지스터가 포토레지스터로부터의 디지털 신호를 이용하여 디지털 신호 처리를 통해 전계효과 트랜지스터에 흐르는 전류값을 결정한다(413). 이후, 출력 발광 다이오드(LED)에 전압이 인가되고(414), 이 전압의 크기에 따라 출력 아날로그 광신호(Output LED)가 결정된다(415). 출력 아날로그 광신호는 발광 다이오드를 통해 표현해낼 수 있다(디지털 아날로그 변환)(416). 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 기본구조를 통해 광신호를 이용하여 전-시냅스의 아날로그 입력 신호에 대한 후-시냅스의 아날로그 출력 신호의 구동 여부를 확인할 수 있으며, 이는 광전-신경망모사 프로세스의 기초 구성 시스템이 될 수 있다.
- [0053] 이와 같이, 제1 단의 발광 다이오드에서 출력되는 아날로그 광신호가 제2 단과의 사이의 시냅스를 통해 제2 단의 포토레지스터에서 센싱되어 디지털신호로 변환된다.
- [0054] 복수의 단 중 제2 단에서의 동작(420)은, 입력되는 아날로그 광신호(421)에 노출된 포토레지스터는 입력되는 아날로그 광신호의 노출 여부에 따라 저항값 즉, 전류값이 결정된다(422). 이때, 전류값은 앞서 설명된 지속적인 광전류 특성(PPC)에 따라 결정될 수 있다. 이와 같이 포토레지스터에 의해 센싱된 아날로그 광신호를 입력으로 하여 전계효과 트랜지스터를 구동함으로써 디지털 신호 처리 과정을 수행한다. 전계효과 트랜지스터가 포토레지스터로부터의 디지털 신호를 이용하여 디지털 신호 처리를 통해 전계효과 트랜지스터에 흐르는 전류값을 결정한다.(423). 이후, 출력 발광 다이오드(LED)에 전압이 인가되고(424), 이 전압의 크기에 따라 출력 아날로그 광신호(Output LED)가 결정된다(425). 출력 아날로그 광신호는 발광 다이오드를 통해 표현해낼 수 있다(디지털 아날로그 변환)(426).
- [0055] 제2 단의 발광 다이오드에서 출력되는 아날로그 광신호가 제3 단과의 사이의 시냅스를 통해 제3 단의 포토레지스터에서 센싱되어 디지털신호로 변환된다.
- [0056] 복수의 단 중 제3 단에서의 동작(430)은, 입력되는 아날로그 광신호(431)에 노출된 포토레지스터는 입력되는 아날로그 광신호의 노출 여부에 따라 저항값 즉, 전류값이 결정된다(432). 이때, 전류값은 앞서 설명된 지속적인 광전류 특성(PPC)에 따라 결정될 수 있다. 이와 같이 포토레지스터에 의해 센싱된 아날로그 광신호를 입력으로 하여 전계효과 트랜지스터를 구동함으로써 디지털 신호 처리 과정을 수행한다. 전계효과 트랜지스터가 포토레지스터로부터의 디지털 신호를 이용하여 디지털 신호 처리를 통해 전계효과 트랜지스터에 흐르는 전류값을 결정한다(433). 이후, 출력 발광 다이오드(LED)에 전압이 인가되고(434), 이 전압의 크기에 따라 출력 아날로그 광신호(Output LED)가 결정된다(435). 출력 아날로그 광신호는 발광 다이오드를 통해 표현해낼 수 있다(디지털 아날로그 변환)(436). 더 많은 복수의 다단연결을 포함하는 경우, 상기 단계들을 반복한다.
- [0058] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 광전자 소자를 이용한 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 모식도 및 주파수와 펄스폭 변화에 따른 신호전달 여부를 확인하기 위한 그래프이다.
- [0059] 도 5(a)를 참조하면, 서로 같은 구동 방식을 가지는 세 개 단(510, 520 및 530)을 갖는 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 다단연결을 도시하였다. 제1 단(510)의 출력 신호가 제2 단(520)의 입력신호로 입력되고, 제2 단(520)의 출력 신호가 제3 단(530)의 입력신호로 입력되어, 광 정보 기반의 아날로그 신호를 바탕으로 신호 처리 및 전달을 수행하는 시스템의 구성이다. 이때, 사용되는 신호 정보의 종류는 광신호뿐만 아니라, 소리, 온도 등 다양한 아날로그 신호로 사용될 수 있다. 각각에 대한 아날로그 디지털 변환기 시스템은 음향 센서, 온도 센서 등으로 구성될 수 있다. 또한, 도 5에서는 3단의 다단연결을 도시하였지만 이는 실시예일뿐 이에 한정되지 않으며, 3단의 다단연결뿐만 아니라 더 많은 복수의 다단연결을 포함할 수도 있다.
- [0060] 도 5(b) 및 도 5(c)는 본 발명의 일 실시예에 따른 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템에 대한 각각의 출력단의 전압값을 나타내는 도면이다. 각각의 프로세스 기본구조들은 도 3과 같이 구성되며, 도 3과 같은 구동을 할 수 있다. 구성된 각각의 단계의 기본 시스템구조에 입력된 광 정보는 설정된 가중치에 따라 신호처리과정을 거치고, 다음 시스템 단계의 입력단자로 전달된다. 이와 같은 다단계 연결 구성을 통해 각각의 단계의 출력 및 입력 신호는 아날로그 정보를 가지는 광신호 기반의 광전-신경망모사 프로세스 시스템 구현을 가능하게 한다.
- [0061] 도 5(b) 및 도 5(c)는 본 발명의 일 실시예에 따른 실험적인 결과로, 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 전-시

냅스에서 입력되는 아날로그 광신호에 따른 각각의 출력단의 전압 값과 이때 따른 신호전달의 결과를 보여준다.

- [0062] 도 5(b)는 주파수를 다르게 하여 아날로그 광신호를 입력하는 방식, 도 5(c)는 주파수를 고정시키고 펄스폭을 다르게 하여 아날로그 광신호를 입력하는 방식으로 각각의 출력단에서의 신호의 전달과정을 확인할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템은 신호전달에 대한 가시적인 확인이 가능하며, 이를 직관적인 인공지능 교육 자료로 활용할 수 있다.
- [0064] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 1:N, N:M 공간배치를 통한 집적회로 구현 및 아날로그 광신호 기반의 심층 신경망(Deep Neural Network; DNN) 모식도이다.
- [0065] 도 6을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 광전자 소자를 이용한 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 1:N, N:M 공간배치를 통해서 회로를 집적화시키고, 더 나아가 아날로그 광신호 기반의 심층신경망을 구현하였다.
- [0066] 앞서 설명된 바와 같이 제안하는 광전자 소자를 이용한 광전-신경망모사 프로세스 시스템은 복수의 단을 포함하고 각각의 단은 포토레지스터, 전계효과 트랜지스터 및 발광 다이오드를 포함하는 기본구조를 포함할 수 있다.
- [0067] 예를 들어, 복수의 단 중 제1 단(610)은 포토레지스터, 전계효과 트랜지스터 및 발광 다이오드를 포함하는 기본구조를 적어도 하나 이상 포함할 수 있다.
- [0068] 복수의 단 중 제2 단(620)은 포토레지스터, 전계효과 트랜지스터 및 발광 다이오드를 포함하는 기본구조를 N개 포함할 수 있고, 여기서 N은 제1 단에 포함된 기본구조의 수보다 같거나 더 큰 수이다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제2 단(620)은 세 개의 기본구조(621, 622 및 623)를 포함할 수 있다.
- [0069] 복수의 단 중 제3 단(630)은 포토레지스터, 전계효과 트랜지스터 및 발광 다이오드를 포함하는 기본구조를 M개 포함할 수 있고, 여기서 M과 N은 자연수이다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제3 단(630)은 네 개의 기본구조(631, 632, 633 및 634)를 포함할 수 있다.
- [0070] 도 6에 도시된 본 발명의 일 실시예에 따른 다단연결 광전자 소자를 이용한 광전-신경망모사 프로세스 시스템은 1:3, 3:4의 구조로 나타내었지만, 이는 실시예일뿐 각각의 단은 다양한 수의 기본구조를 갖는 다단연결 광전자 소자를 이용한 광전-신경망모사 프로세스 시스템으로서 구현될 수 있다.
- [0071] 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템의 복수의 단에서 시냅스 역할을 하는 각각의 단 간의 1:N, N:M 공간배치를 통해 회로를 집적화시키고 아날로그 광신호 기반의 심층신경망(Deep Neural Network; DNN)을 생성한다.
- [0072] 도 6은 아날로그 광신호 기반으로 심층신경망을 구현하여 모식도로 나타낸 것으로, 기존의 컴퓨팅 기술에 의한 DNN 기술과는 다르게 각 기본구조의 공간배치를 조절하여 시냅스 회로의 가중치 조절이 쉽고, 아날로그 광신호를 통해 신호를 전달하므로 각각의 단 간에 새로운 신호처리 현상을 보여준다.
- [0073] 이와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 광전자 소자를 이용한 다단연결 광전-신경망모사 프로세스 시스템은 광전-신경망모사 기본구조(Optoelectronic-Neuromorphic Unit)를 포함할 수 있다. 이는 시냅스의 앞부분에서 포토레지스터를 통해 입력 아날로그 광신호를 센싱하여 디지털 신호로 변환하는 과정, 변환한 디지털 신호를 전계효과 트랜지스터(MOSFETs)를 통해 더 극대화 시키는 과정, 발광 다이오드(LED)를 통해 디지털 신호를 변환하여 시냅스 뒷부분으로 전달할 아날로그 광신호로 변환하는 과정의 동작들로 구성된다. 이 때, 아날로그 광신호를 전달하는 과정에서 포토레지스터의 성능 및 잔류 광전도 특성(PPC) 특성, 각각의 단 간의 거리, 주변광의 조절 등의 방법으로 가중치를 조절할 수 있다. 또한, 구성된 광전-신경망모사 기본구조를 다단계의 구조(Multistage)로 연결시켜 광전-신경망모사 프로세스 시스템을 구현해낼 수 있다. 이 다단계 구조에서 시냅스 역할을 하는 각각의 단 간의 1:N, N:M 공간배치를 통하여 회로를 집적화시키고 아날로그 광신호 기반의 심층신경망(Deep Neural Network; DNN)을 구현할 수 있다.
- [0075] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적

컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0076] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치에 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0077] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

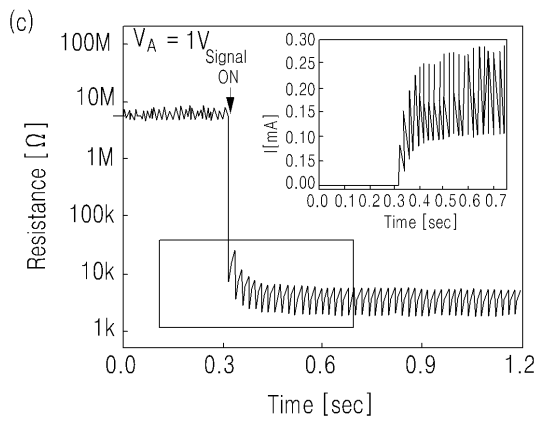
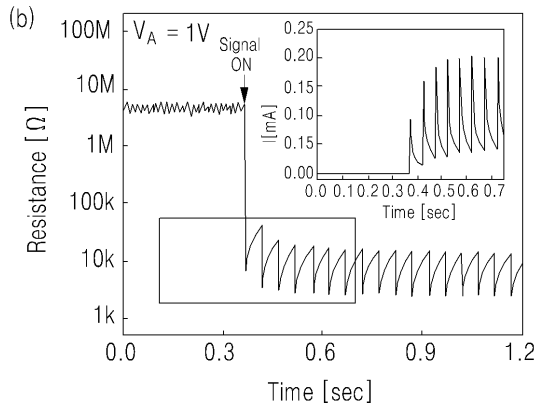
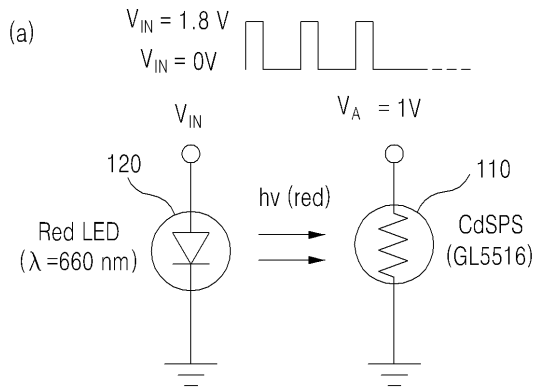
[0078] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0079] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

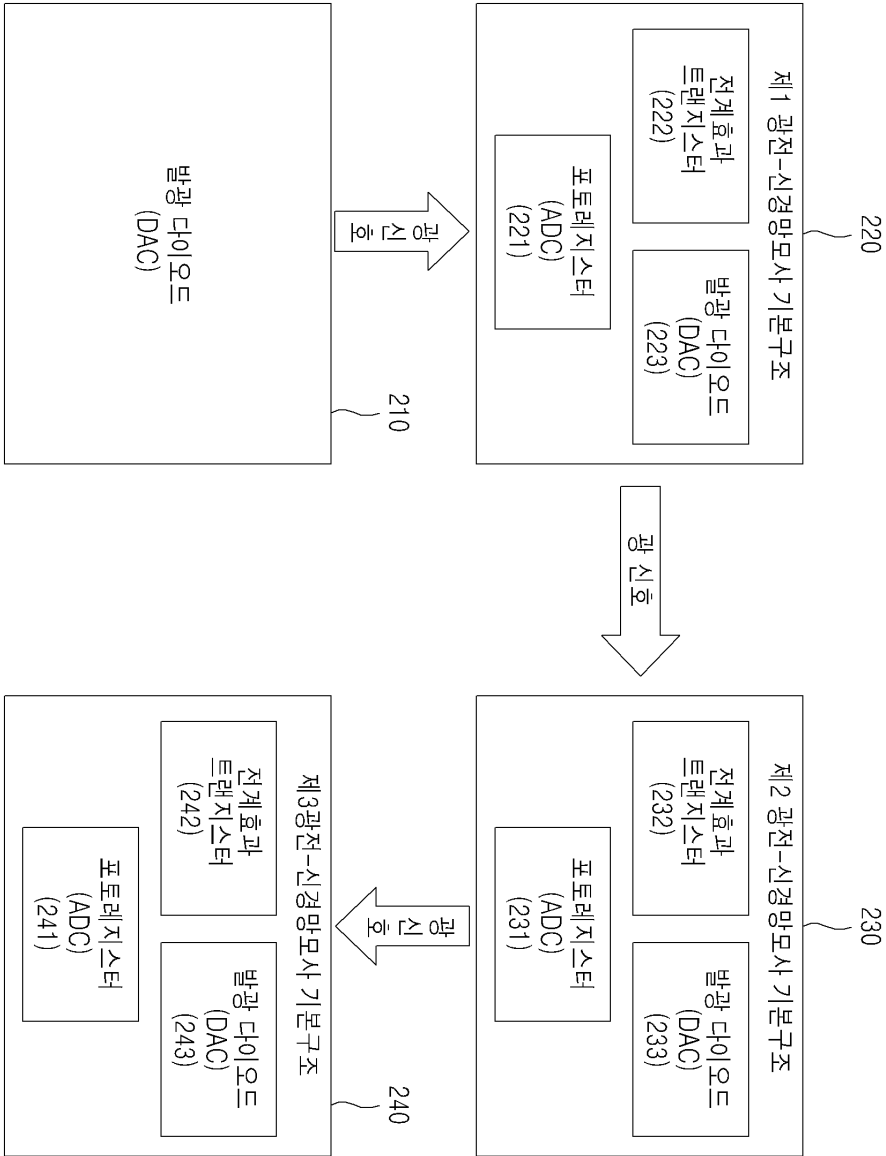
[0081]

도면

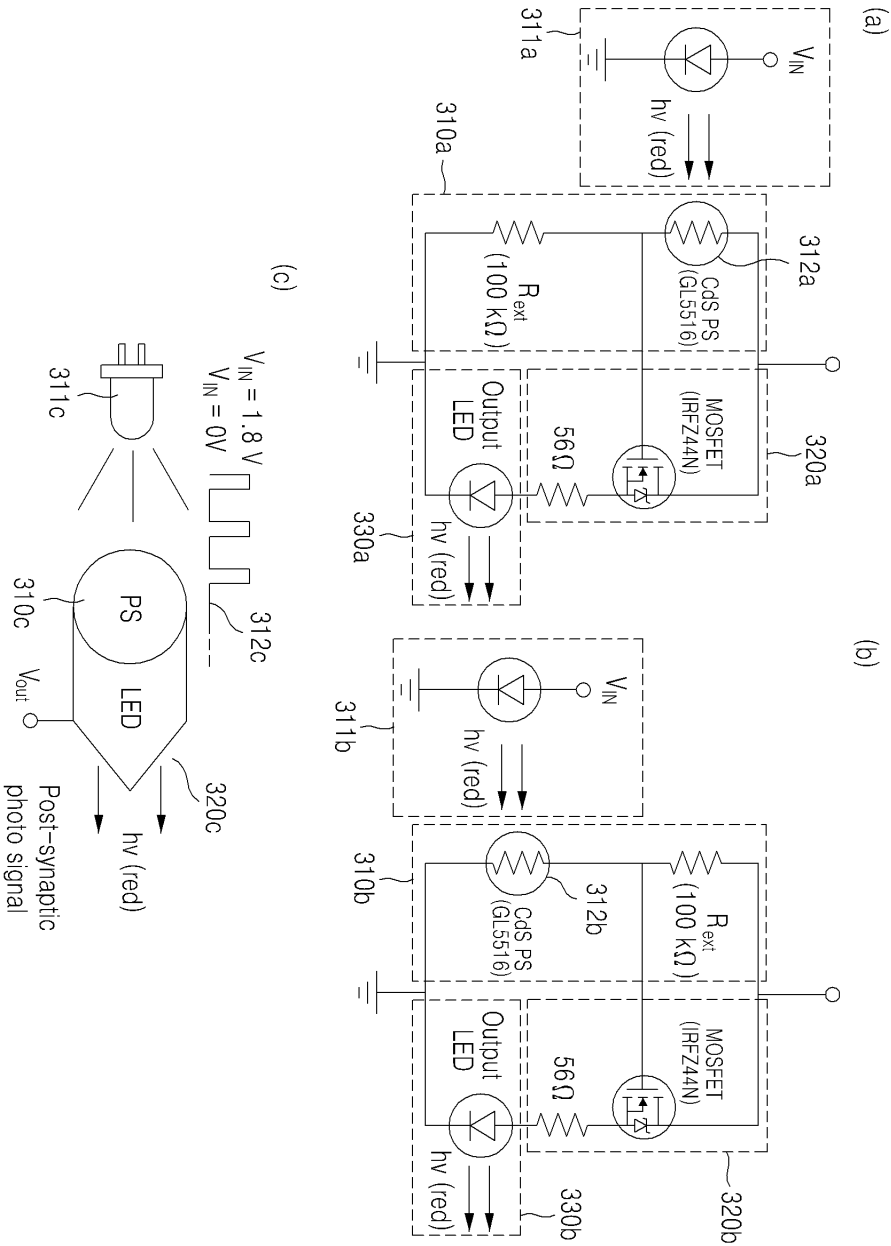
도면1



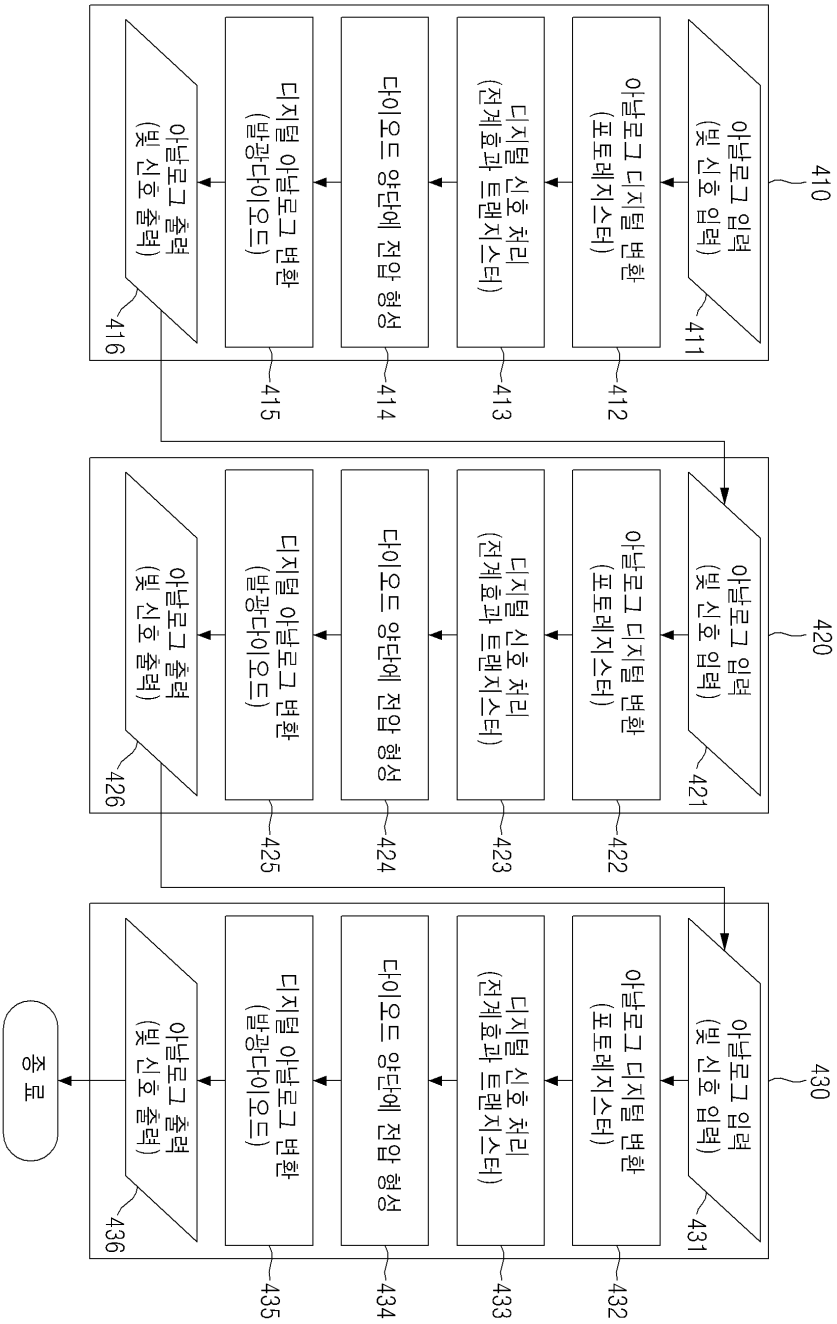
도면2



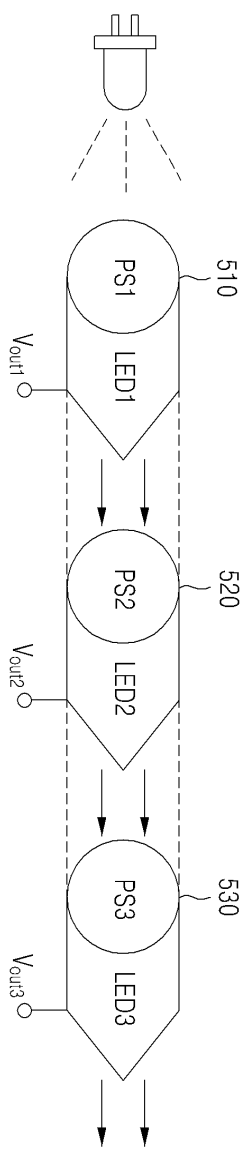
도면3



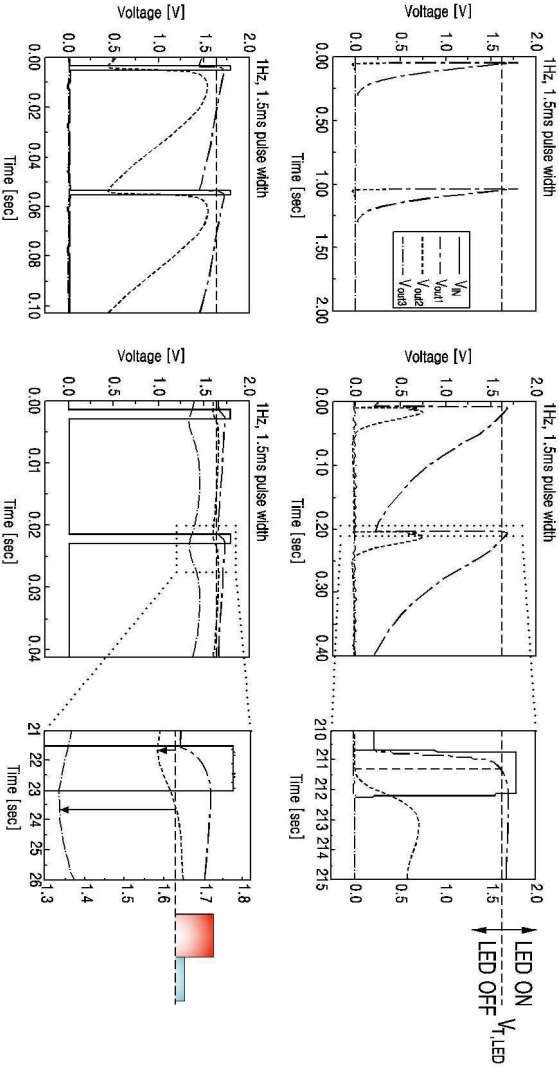
도면4



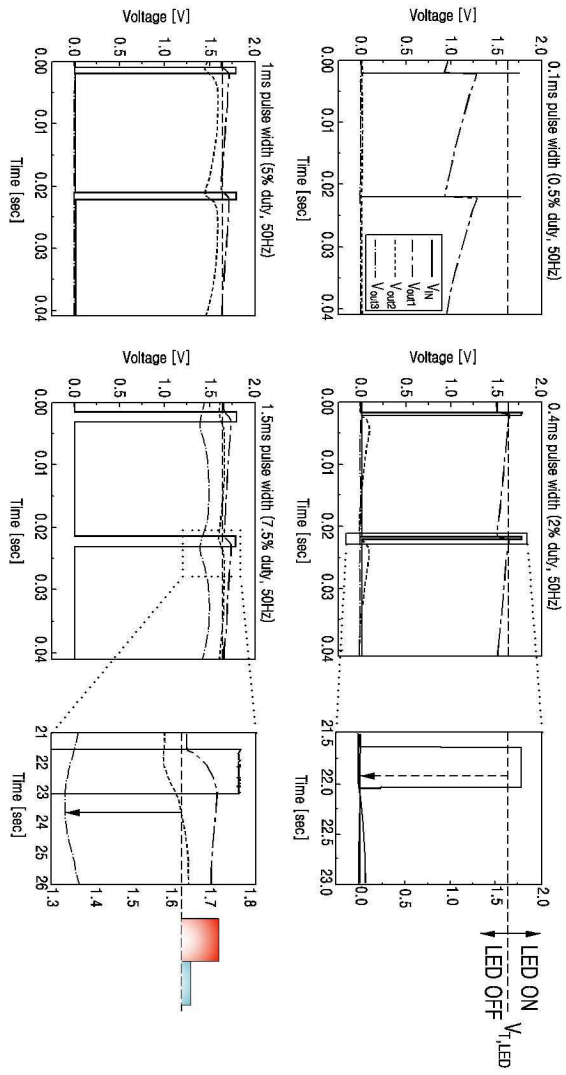
도면5a



도면5b



도면5c



도면6

