

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2023년 6월 8일 (08.06.2023)

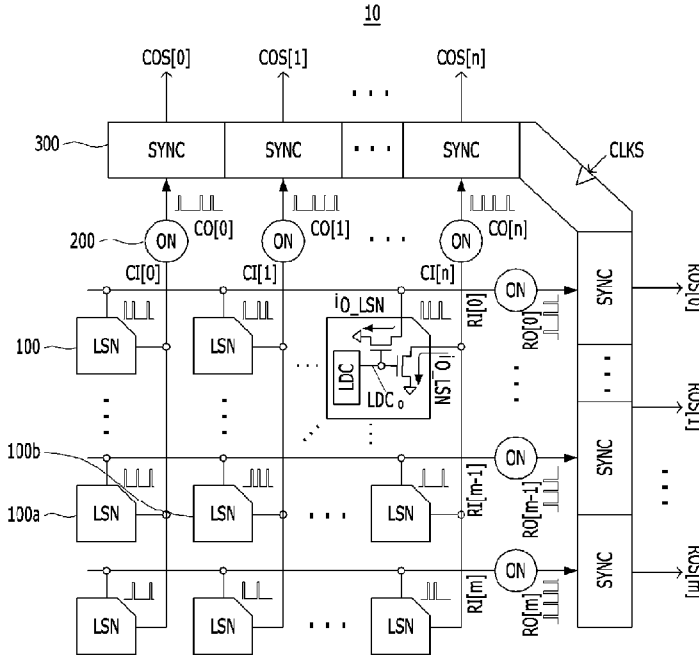


(10) 국제공개번호
WO 2023/101201 A1

- (51) 국제특허분류: *A61B 5/024* (2006.01) *A61B 5/00* (2006.01)
A61B 5/1455 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2022/015490
- (22) 국제출원일: 2022년 10월 13일 (13.10.2022)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2021-0172377 2021년 12월 3일 (03.12.2021) KR
- (71) 출원인: 아주대학교 산학협력단 (AJOU UNIVERSITY INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION) [KR/KR]; 16499 경기도 수원시 영통구 월드컵로 206, Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자: 지동우 (JEE, Dong Woo); 16509 경기도 수원시 영통구 도청로 65, Gyeonggi-do (KR). 김수훈 (KIM, Soo Hun); 16497 경기도 수원시 팔달구 아주로27번길 20-16, 104호, Gyeonggi-do (KR).
- (74) 대리인: 박기갑 (PARK, Kigap); 06140 서울특별시 강남구 논현로 518, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,

(54) Title: PIXELATED MONOLITHIC PHOTOPLETHYSMOGRAPHY SENSOR HAVING SPIKING NEURAL NETWORK STRUCTURE AND DRIVING METHOD THEREFOR

(54) 발명의 명칭: 스파이킹 신경망 구조의 픽셀화된 모놀리식 광혈류측정 센서 및 그의 구동 방법



(57) Abstract: Disclosed are a pixelated monolithic photoplethysmography sensor having a spiking neural network structure and a driving method therefor. The pixelated monolithic photoplethysmography sensor according to an embodiment of the present application may comprise: a plurality of input neurons which each generate a spike signal and are arranged in at least one direction among the row direction and the column direction; a plurality of output neurons which sum spike signals applied from the plurality of input neurons, on the basis of the column direction or the row direction and generate an output spike signal if a summation result is equal to or greater than a preset reference value; and a synchronizer that converts each of the output spike signals to a digital signal.



SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역
내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE,
LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유
럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME,
MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(57) 요약서: 스파이킹 신경망 구조의 픽셀화된 모놀리식 광혈류측정 센서 및 그의 구동 방법이 개시되며, 본원의 일 실시예
에 따른 픽셀화된 모놀리식 광혈류측정 센서는 각각이 스파이크 신호를 생성하고, 로우 방향 및 칼럼 방향 중 적어도 하나의
방향으로 배열되는 복수의 입력 뉴런; 상기 복수의 입력 뉴런으로부터 인가되는 상기 스파이크 신호를 상기 칼럼 방향 또는
상기 로우 방향을 기준으로 합산하고, 합산한 결과가 기 설정된 기준값 이상이면 출력 스파이크 신호를 생성하는 복수의
출력 뉴런; 및 상기 출력 스파이크 신호 각각을 디지털 신호로 변환하는 동기화기를 포함할 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 스파이킹 신경망 구조의 픽셀화된 모놀리식 광혈류측정 센서 및 그의 구동 방법

기술분야

- [1] 본원은 스파이킹 신경망 구조의 픽셀화된 모놀리식 광혈류측정 센서 및 그의 구동 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] PPG(Photoplethysmography)는 심박수 모니터링이나 산소포화도 측정을 위한, 웨어러블 장치에서 가장 많이 사용되는 센싱 기법이다. 혈류량의 변화에 따른 광 신호 변화를 측정하는 것이 주요 원리이기 때문에, PPG 센서는 광 신호를 전류 신호로 변환하는 포토다이오드(photodiode, PD), 전류 신호를 디지털 데이터로 변환하는 고성능 아날로그 전단(analog front-end, AFE)을 포함한다. 최근 들어 PD와 AFE를 모두 반도체 집적회로공정으로 단일 die에 구현한 monolithic CMOS PPG 센서가 등장하여 사용면적, 부품수, 신호대잡음비 성능 등 다양한 방면에서 우수한 성능을 보여주고 있다.
- [3] 기존의 모놀리식 PPG 센서는 분산형 LDC(Light-to-Digital Converter) 구조를 사용하거나, CMOS image sensor 기술에서 제공하는 핀다이오드를 사용하기 위해 array로 배치된 복수개의 PD를 사용하게 된다. PPG 신호는 모든 PD에 인가된 빛의 총 합의 변화이므로, 일반적으로 PPG 신호의 신호 대 잡음비를 최대화하기 위해서 복수의 PD출력을 아날로그 회로로 합산하거나, 복수의 LDC 출력을 디지털 가산기로 합산하는 등의 방법을 사용해서 센서 출력을 생성하게 된다.
- [4] PD 어레이의 각 PD는 각각의 위치에 따라 다른 광 입력을 받게 된다. 예를 들어 광원과 가까운 쪽의 PD는 센 빛 입력을, 먼 쪽은 PD는 약한 빛 입력을 받게 된다. 즉, 각 PD 출력을 독립적으로 처리한다면 PPG 신호의 공간 정보를 얻을 수 있다. 공간정보를 얻게 되면 spatial filtering 등의 신호 처리 기법을 사용하여, 주변광으로 인한 잡음을 신호에서 분리할 수 있는 장점이 생긴다. 이는 종래의 PPG 센서에서는 가능하지 않았다.
- [5] 종래의 CMOS image sensor의 AFE 기술을 사용하면, PD 어레이에서 각 PD의 출력을 개별적으로 추출할 수 있다. 하지만 CMOS image 센서는 각 PD 픽셀의 출력을 시분할 하여 AFE로 전달하기 때문에, 이 방법은 실시간 출력이 필요한 PPG 센서에는 적합하지 못하다. 또한 이러한 CMOS image sensor 회로 구현을 위해서는 많은 전력이 필요한 단점이 있다.
- [6] 본원의 배경이 되는 기술은 한국등록특허공보 제10-1987399호에 개시되어 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 본원은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 픽셀화된 각각의 광 측정 뉴런(LSN)의 공간 정보에 따른 스파이크 신호를 출력할 수 있는 스파이킹 신경망 구조의 픽셀화된 모놀리식 광혈류측정 (PPG) 센서 및 센서의 구동 방법을 제공하려는 것을 목적으로 한다.
- [8] 본원은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 픽셀 구조의 칼럼 방향 또는 로우 방향에 대응하여 획득되는 복수의 출력을 별도의 가산기 없이도 단일 출력으로 병합할 수 있는 스파이킹 신경망 구조의 픽셀화된 모놀리식 광혈류측정 (PPG) 센서 및 센서의 구동 방법을 제공하려는 것을 목적으로 한다.
- [9] 본원은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 종래의 복잡한 신호처리 기법 없이도 간단한 행렬 연산을 통해 주변 광으로 인한 잡음이 제거된 출력을 획득할 수 있는 스파이킹 신경망 구조의 픽셀화된 모놀리식 광혈류측정 (PPG) 센서 및 센서의 구동 방법을 제공하려는 것을 목적으로 한다.
- [10] 다만, 본원의 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제들로 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제 해결 수단

- [11] 상기한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본원의 일 실시예에 따른 스파이킹 신경망 구조의 픽셀화된 모놀리식 광혈류측정 센서는 각각이 스파이크 신호를 생성하고, 로우 방향 및 칼럼 방향 중 적어도 하나의 방향으로 배열되는 복수의 입력 뉴런; 상기 복수의 입력 뉴런으로부터 인가되는 상기 스파이크 신호를 상기 칼럼 방향 또는 상기 로우 방향을 기준으로 합산하고, 합산한 결과가 기 설정된 기준값 이상이면 출력 스파이크 신호를 생성하는 복수의 출력 뉴런; 및 상기 출력 스파이크 신호 각각을 디지털 신호로 변환하는 동기화기를 포함할 수 있다.
- [12] 본원의 일 실시예에 따르면, 상기 복수의 입력 뉴런 각각은, 수신한 광의 크기에 기반하여 상기 스파이크 신호를 생성하는 광-디지털 컨버터; 상기 스파이크 신호를 상기 칼럼 방향에 대응하는 칼럼 입력 노드로 출력하는 제1트랜지스터; 및 상기 스파이크 신호를 상기 로우 방향에 대응하는 로우 입력 노드로 출력하는 제2트랜지스터를 포함할 수 있다.
- [13] 본원의 일 실시예에 따르면, 상기 광-디지털 컨버터는, 수신한 광의 크기에 비례하는 세기의 상기 스파이크 신호를 생성할 수 있다.
- [14] 본원의 일 실시예에 따르면, 상기 복수의 입력 뉴런은, $n \times m$ 개의 픽셀을 포함하는 어레이를 이루도록 배치되고, 상기 칼럼 입력 노드는, 상기 어레이의 각각의 칼럼에 대응하는 m 개의 픽셀로부터 생성된 상기 스파이크 신호가 인가되는 n 개의 노드를 포함하고, 상기 로우 입력 노드는, 상기 어레이의 각각의 로우에 대응하는 n 개의 픽셀로부터 생성된 상기 스파이크 신호가 인가되는

m개의 노드를 포함할 수 있다.

- [15] 본원의 일 실시예에 따르면, 상기 복수의 출력 뉴런은, 각각이 상기 어레이를 이루는 칼럼 중 어느 하나에 대응하는 n개의 출력 뉴런 및 각각이 상기 어레이를 이루는 로우 중 어느 하나에 대응하는 m개의 출력 뉴런을 포함할 수 있다.
- [16] 본원의 일 실시예에 따르면, 상기 동기화기는, 상기 출력 스파이크 신호를 클록 신호에 동기화된 1비트 디지털 신호로 변환시킬 수 있다.
- [17] 본원의 일 실시예에 따르면, 상기 디지털 신호 각각의 크기 정보에 기초하여 상기 복수의 입력 뉴런으로 인가되는 광의 상기 광혈류측정 센서에 대한 상대적인 공간 정보가 도출되는 것일 수 있다.
- [18] 상기한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본원의 일 실시예에 따른 스파이킹 신경망 구조의 픽셀화된 모놀리식 광혈류측정 센서의 구동 방법은, 복수의 입력 뉴런이 수신한 광의 크기에 기반하여 스파이크 신호를 생성하는 단계; 상기 복수의 입력 뉴런으로부터 인가되는 상기 스파이크 신호를 칼럼 방향 또는 로우 방향을 기준으로 합산하는 단계; 합산한 결과가 기 설정된 기준값 이상이면, 복수의 출력 뉴런이 출력 스파이크 신호를 생성하는 단계; 및 상기 출력 스파이크 신호 각각을 디지털 신호로 변환하는 단계를 포함할 수 있다.
- [19] 본원의 일 실시예에 따르면, 상기 스파이크 신호를 생성하는 단계는, 광-디지털 컨버터가 수신한 광의 크기에 비례하는 세기의 상기 스파이크 신호를 생성하고, 상기 스파이크 신호를 상기 칼럼 방향에 대응하는 칼럼 입력 노드 및 상기 로우 방향에 대응하는 로우 입력 노드로 출력할 수 있다.
- [20] 본원의 일 실시예에 따르면, 상기 디지털 신호로 변환하는 단계는, 상기 출력 스파이크 신호를 클록 신호에 동기화된 1비트 디지털 신호로 변환시킬 수 있다.
- [21] 상술한 과제 해결 수단은 단지 예시적인 것으로서, 본원을 제한하려는 의도로 해석되지 않아야 한다. 상술한 예시적인 실시예 외에도, 도면 및 발명의 상세한 설명에 추가적인 실시예가 존재할 수 있다.

발명의 효과

- [22] 전술한 본원의 과제 해결 수단에 의하면, 픽셀화된 각각의 광 측정 뉴런(LSN)의 공간 정보에 따른 스파이크 신호를 출력할 수 있는 스파이킹 신경망 구조의 픽셀화된 모놀리식 광혈류측정 (PPG) 센서 및 센서의 구동 방법을 제공할 수 있다.
- [23] 전술한 본원의 과제 해결 수단에 의하면, 스파이킹 신경망 구조의 픽셀화된 모놀리식 광혈류측정 (PPG) 센서를 통해 픽셀 구조의 칼럼 방향 또는 로우 방향에 대응하여 획득되는 복수의 출력을 별도의 가산기 없이도 단일 출력으로 병합할 수 있다.
- [24] 전술한 본원의 과제 해결 수단에 의하면, 종래의 복잡한 신호처리 기법 없이도 간단한 행렬 연산만으로도 광혈류측정 (PPG) 센서의 주변 광으로 인한 잡음이

제거된 출력을 획득할 수 있다.

- [25] 다만, 본원에서 얻을 수 있는 효과는 상기된 바와 같은 효과들로 한정되지 않으며, 또 다른 효과들이 존재할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [26] 도 1은 본원의 일 실시예에 따른 스파이킹 신경망 구조의 픽셀화된 모놀리식 광혈류측정 센서의 개략적인 구성도이다.
- [27] 도 2는 본원의 일 실시예에 따른 입력 뉴런의 개략적인 회로도를 나타내는 도면이다.
- [28] 도 3은 본원의 일 실시예에 따른 광-디지털 컨버터의 회로도를 나타내는 도면이다.
- [29] 도 4는 본원의 일 실시예에 따른 출력 뉴런의 회로도를 나타내는 도면이다.
- [30] 도 5는 본원의 일 실시예에 따른 동기화기의 회로도를 나타내는 도면이다.
- [31] 도 6은 본원의 일 실시예에 따른 픽셀화된 모놀리식 광혈류측정 센서를 이용하여 획득한 광혈류측정 센서 데이터 및 잡음을 예시적으로 나타낸 그래프이다.
- [32] 도 7은 본원의 일 실시예에 따른 광혈류측정 센서 데이터를 이용한 주변광에 의한 잡음을 공간 정보를 활용하여 제거한 결과를 예시적으로 나타낸 그래프이다.
- [33] 도 8은 본원의 일 실시예에 따른 스파이킹 신경망 구조의 픽셀화된 모놀리식 광혈류측정 센서의 구동 방법에 대한 동작 흐름도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [34] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본원이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본원의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본원은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본원을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [35] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결" 또는 "간접적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다.
- [36] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부제가 다른 부제 "상에", "상부에", "상단에", "하에", "하부에", "하단에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부제가 다른 부제에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부제 사이에 또 다른 부제가 존재하는 경우도 포함한다.
- [37] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

- [38] 본원은 스파이킹 신경망 구조의 픽셀화된 모놀리식 광혈류측정 센서 및 그의 구동 방법에 관한 것이다.
- [39] 이하에서는, 설명의 편의를 위해, 본원의 일 실시예에 따른 픽셀화된 모놀리식 광혈류측정 (PPG) 센서(10)를 PPG 센서(10)로 지칭하도록 한다.
- [40] 도 1은 본원의 일 실시예에 따른 스파이킹 신경망 구조의 픽셀화된 모놀리식 광혈류측정 센서의 개략적인 구성도이다.
- [41] 도 1을 참조하면, PPG 센서(10)는 복수의 입력 뉴런(100), 복수의 출력 뉴런(200) 및 복수의 동기화기(300) 포함할 수 있다.
- [42] 도 1을 참조하면, PPG 센서(10)는 각각이 광 측정 뉴런(LSN: Light Sensing Neuron)으로 이루어지는 복수의 입력 뉴런(100)을 포함할 수 있다. 달리 말해, 본원의 실시예에 관한 설명에서 도면부호 100은 광 측정 뉴런(LSN, 100) 및 입력 뉴런(100)에 대하여 혼용될 수 있다.
- [43] 도 1을 참조하면, 입력 뉴런(100)은 칼럼 방향 및 로우 방향 중 적어도 하나의 방향으로 배열될 수 있다. 다시 말해, 복수의 입력 뉴런(100)은 $n \times m$ 개의 픽셀을 포함하는 어레이를 이루도록 배치될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [44] 본원의 일 실시예에 따른 칼럼 방향은 도 1에 도시된 사향을 기준으로 수평 방향(3시 방향에서 9시 방향)일 수 있고, 이와 대비하여 로우 방향은 상하 방향(12시 방향에서 6시 방향)일 수 있다.
- [45] 다만, 이러한 방향 설정은 본원 장치의 배치 상태에 따라 달라질 수 있다. 예를 들면, 필요에 따라서는 도 1 기준 로우 방향이 수평 방향 또는 비스듬한 경사 방향을 향하고, 칼럼 방향이 상하 방향 또는 비스듬한 경사 방향을 향하도록 본원에서 개시하는 PPG 센서(10)가 배치될 수 있다.
- [46] 본원의 일 실시예에 따르면, 각각의 입력 뉴런(100)은 광을 수신하고, 수신한 광의 크기에 비례하는 스파이크 신호를 생성할 수 있다. 입력 뉴런(100)과 관련한 더 상세한 설명은 도 2 및 도 3을 참조하여 후술하기로 한다.
- [47] 또한, 본원의 일 실시예에 따르면, 생성된 스파이크 신호는 칼럼 방향의 칼럼 입력 노드(CI)로 출력되거나 로우 방향의 로우 입력 노드(RI)로 출력될 수 있다. 다시 말해, 복수의 입력 뉴런(100)은 각각이 하나의 칼럼 입력 노드(CI) 및 하나의 로우 입력 노드(RI)에 연결되도록 배치되는 것 일 수 있다.
- [48] 본원의 일 실시예에 따르면, 칼럼 입력 노드(CI)는, 상술한 어레이의 각각의 칼럼에 대응하는 m 개의 픽셀로부터 생성된 스파이크 신호가 인가되는 n 개의 노드를 포함하는 것일 수 있고, 로우 입력 노드(RI)는 상술한 어레이의 각각의 로우에 대응하는 n 개의 픽셀로부터 생성된 스파이크 신호가 인가되는 m 개의 노드를 포함하는 것일 수 있다.
- [49] 구체적으로 예시하면, 칼럼 입력 노드(CI)는 도 1의 $CI[0], CI[1], \dots, CI[n]$ 을 포함하고, 로우 입력 노드(RI)는 도 1의 $RI[0], RI[1], \dots, RI[m]$ 을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [50] 또한, 도 1을 참조하면, PPG 센서(10)는 각각이 ON(Output Neuron)으로

이루어지는 복수의 출력 뉴런(200)을 포함할 수 있다. 달리 말해, 본원의 실시예에 관한 설명에서 도면부호 200은 ON(200) 및 출력 뉴런(200)에 대하여 혼용될 수 있다.

- [51] 도 1을 참조하면, 복수의 출력 뉴런(200)은 각각이 어레이를 이루는 칼럼 중 어느 하나에 대응하는 n 개의 출력 뉴런(200) 및 각각이 어레이를 이루는 로우 중 어느 하나에 대응하는 m 개의 출력 뉴런(200)을 포함하는 것일 수 있다. 예를 들어, n 및 m 이 12일 경우, 출력 뉴런(200)은 칼럼 방향으로 배열된 12개와 로우 방향을 배열된 12개를 포함하여 총 24개일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [52] 또한, 도 1을 참조하면, $CO[0], CO[1], \dots, CO[n]$ 는 칼럼 입력 노드(CI)로부터 스파이크 신호를 수신한 출력 뉴런(200)의 출력 단을 의미할 수 있고, $RO[0], RO[1], \dots, RO[n]$ 는 로우 입력 노드(RI)로부터 스파이크 신호를 수신한 출력 뉴런(200)의 출력 단을 의미할 수 있다.
- [53] 본원의 일 실시예에 따르면, 각각의 출력 뉴런(200)은 복수의 입력 뉴런(100)으로부터 인가되는 스파이크 신호를 칼럼 방향 또는 로우 방향을 기준으로 합산할 수 있다. 즉, 출력 뉴런(200)은 복수의 칼럼 입력 노드(CI)로부터 입력되는 스파이크 신호들을 합산하거나, 또는 복수의 로우 입력 노드(RI)로부터 입력되는 스파이크 신호들을 합산할 수 있다. 상술한 예의 경우, 칼럼 방향을 기준으로 합산을 수행하는 어느 하나의 출력 뉴런(200)은 12개의 입력 뉴런(100)으로부터 인가된 스파이크 신호를 합산하는 것일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [54] 또한, 본원의 일 실시예에 따르면, 출력 뉴런(200)은 로우 방향 또는 칼럼 방향을 따라 입력 뉴런(100)으로부터 인가된 스파이크 신호를 합산한 결과가 기 설정된 기준값 이상이면 출력 스파이크 신호를 생성할 수 있다. 즉, 출력 뉴런(200)은 입력 뉴런(100)이 수신한 광의 크기에 비례하는 세기의 출력 스파이크 신호를 출력할 수 있다. 출력 뉴런(200)과 관련한 더 상세한 설명은 도 4를 참조하여 후술하기로 한다.
- [55] 본원의 일 실시예에 따르면, 입력 뉴런(100) 및 출력 뉴런(200)은 클록에 동기화되지 않은 상태로 동작하므로, 본원에서 개시하는 PPG 센서(10)는 출력된 스파이크 신호를 디지털 신호로 동기화하여 처리하기 위한 동기화기(300)를 포함할 수 있다.
- [56] 도 1을 참조하면, 각각의 동기화기(SYNC, 300)의 입력 단은 각각의 출력 뉴런(200)의 출력 단과 연결되도록 구비될 수 있다. 도 1을 참조하면, 하나의 출력 뉴런(200)과 하나의 동기화기(300)가 각각 연결되므로, 동기화기(300)와 출력 뉴런(200)의 수는 동일할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [57] 또한, 도 1을 참조하면, $COS[0], COS[1], \dots, COS[n]$ 는 $CO[0], CO[1], \dots, CO[n]$ 로부터 출력 스파이크 신호를 수신한 동기화기(300)의 출력 단을 의미할 수 있고, $ROS[0], ROS[1], \dots, ROS[n]$ 는 $RO[0], RO[1], \dots, RO[n]$ 로부터 출력

스파이크 신호를 수신한 동기화기(300)의 출력 단을 의미할 수 있다.

- [58] 본원의 일 실시예에 따르면, 동기화기(300)는 출력 뉴런(200)으로부터 출력 스파이크 신호를 수신하고, 수신한 출력 스파이크 신호 각각을 디지털 신호로 변환할 수 있다. 구체적으로, 동기화기(300)는 클록 신호를 수신하고, 출력 스파이크 신호를 수신한 클록 신호에 동기화된 1비트 디지털 신호로 변환시킬 수 있다. 동기화기(300)와 관련한 더 상세한 설명은 도 5를 참조하여 후술하기로 한다.
- [59] 본원의 일 실시예에 따르면, 동기화기(300)는 복수의 입력 뉴런(100)이 수신한 광의 크기에 비례하는 각각의 출력 스파이크 신호를 디지털 신호로 변환할 수 있다.
- [60] 예를 들어, 도 1을 참조하면, 복수의 입력 뉴런(100), 즉, 복수의 광 측정 뉴런(LSN, 100) 중 임의의 하나의 입력 뉴런(100)을 제1LSN(100a)라고 특정하고, 다른 하나의 입력 뉴런(100)을 제2LSN(100b)라고 특정하면, 제1LSN(100a)와 제2LSN(100b)는 각각 다른 크기의 광을 수신할 수 있고, 수신한 광의 크기에 비례하는 각각 다른 세기의 스파이크 신호를 생성할 수 있다. 또한, 제1LSN(100a)에 연결된 칼럼 입력 노드는 CI[0]이고, 제2LSN(100b)에 연결된 칼럼 입력 노드는 CI[1]로 서로 상이하므로, 각각의 스파이크 신호를 수신하는 출력 뉴런(200)에서 생성되는 출력 스파이크 신호 및 각각의 출력 스파이크 신호를 수신하는 동기화기(300)에서 변환한 디지털 신호 역시 상이한 크기(세기)의 신호가 될 수 있다.
- [61] 따라서, 본원의 일 실시예에 따른 PPG 센서(10)는 픽셀화된 각각의 광 측정 뉴런(LSN, 100)의 공간 정보에 따른 스파이크 신호(또는 출력 스파이크 신호) 및 이를 변환한 디지털 신호를 출력할 수 있다. 보다 구체적으로, PPG 센서(10)는 복수의 입력 뉴런(100) 각각에 대하여 서로 다른 세기로 인가되는 광의 패턴(예를 들면, 광원으로부터 상대적으로 근접한 입력 뉴런(100)에 대하여 입사되는 광의 세기가 해당 입력 뉴런(100) 대비 상대적으로 광원으로부터 멀리 떨어진 다른 입력 뉴런(100)에 대하여 입사되는 광의 세기 대비 큰 값을 가지는 특성 등)에 대한 정보가 칼럼 방향 또는 로우 방향으로 공간적으로 합산되는 복수의 출력 데이터를 생성하므로, 각 출력에 대한 분석을 통해 PPG 센서(10)를 이루는 픽셀 단위의 입력 뉴런(LSN) 각각에 대하여 인가되는 입사광의 구체적인 공간 정보를 파악하는데 활용될 수 있다.
- [62] 달리 말해, 본원에서 개시하는 PPG 센서(10)를 이용하여 출력된 각각의 스파이크 신호(또는 출력 스파이크 신호) 및 디지털 신호를 기반으로, 복수의 광 측정 뉴런(LSN, 100)들 각각에 인가되는 광의 크기를 개별적으로 파악할 수 있다. 다시 말해, PPG 센서(10)는 동기화기(300)에서 변환된 디지털 신호 각각의 크기 정보에 기초하여, 복수의 입력 뉴런(100)으로 인가되는 광의 광혈류측정 센서에 대한 상대적인 공간 정보를 도출할 수 있다.
- [63] 또한, 본원의 일 실시예에 따르면, PPG 센서(10)는 광의 공간 정보에 따른

복수의 출력을 행렬 또는 벡터 형태로 합산하여 출력함으로써, 주변 광에 의한 잡음을 손쉽게 제거할 수 있다.

[64] 도 2는 본원의 일 실시예에 따른 입력 뉴런의 개략적인 회로도를 나타내는 도면이다.

[65] 도 2를 참조하면, 본원의 일 실시예에 따른 입력 뉴런(100)은 광-디지털 컨버터(LDC: Light-to-Digital Converter, 110), 제1트랜지스터(120) 및 제2트랜지스터(130)를 포함할 수 있다.

[66] 본원의 일 실시예에 따르면, 광-디지털 컨버터(110)는 광을 수신하고, 수신한 광의 크기에 기반하여 스파이크 신호를 생성할 수 있다. 구체적으로, 광-디지털 컨버터(110)는 광의 크기에 비례하는 스파이크 신호를 생성할 수 있다.

[67] 본원의 일 실시예에 따르면, 제1트랜지스터(120)는 광-디지털 컨버터(110)에서 생성한 스파이크 신호(LDCo: LDC output)를 칼럼 방향에 대응하는 칼럼 입력 노드(CI)로 출력하는 것일 수 있고, 제2트랜지스터(130)는 광-디지털 컨버터(110)에서 생성한 스파이크 신호를 로우 방향에 대응하는 로우 입력 노드(RI)로 출력하는 것일 수 있다.

[68] 도 2에는 예시적으로, 제1트랜지스터(120) 및 제2트랜지스터(130)를 N Channel MOSFET으로 도시하였으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[69] 도 3은 본원의 일 실시예에 따른 광-디지털 컨버터의 회로도를 나타내는 도면이다.

[70] 도 3을 참조하면, 광-디지털 컨버터(110)는 포토 다이오드(111), 제1비교기(112) 및 제1리셋 모스펫(M_{RST}, 113) 등을 포함할 수 있다.

[71] 본원의 일 실시예에 따르면, 포토 다이오드(111)는 광 에너지를 전기 에너지로 변환할 수 있고, V_{PD}는 포토 다이오드(111)에 의한 출력 전압을 의미할 수 있다. 또한, 본원의 일 실시예에 따르면, 포토 다이오드(111)의 캐소드 단자(cathode)는 접지되고, 애노드 단자(anode)는 바이어스 되지 않을 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[72] 본원의 일 실시예에 따르면, 제1비교기(112)는 기준 전압(V_{REF})과 포토 다이오드(111)의 출력 전압(V_{PD})을 비교하여, 포토 다이오드(111)의 출력 전압(V_{PD})이 기준 전압(V_{REF}) 이상이면, 양의 값인 스파이크 신호(LDCo)를 출력하고, 출력 전압(V_{PD})이 기준 전압(V_{REF}) 미만이면, 음의 값 또는 0인 스파이크 신호(LDCo)를 출력할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[73] 본원의 일 실시예에 따르면, 제1리셋 모스펫(113)은 게이트(GATE)에 인가되는 스파이크 신호(LDCo)에 기반하여, 제1비교기(112)의 비반전 단자(+ 단자)에 인가되는 값을 리셋할 수 있다. 도 3에는 예시적으로, 제1리셋 모스펫(113)을 N Channel MOSFET으로 도시하였으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[74] 구체적으로, 제1리셋 모스펫(113)이 N Channel MOSFET일 경우, 스파이크 신호(LDCo)가 양의 값이면, 제1리셋 모스펫(113)의 게이트(GATE)에는 양의 값이 인가되고, 제1리셋 모스펫(113)이 턴온되어, 제1비교기(112)의 비반전

- 단자(+ 단자)를 접지 단자와 도통 시킬 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [75] 도 4는 본원의 일 실시예에 따른 출력 뉴런의 회로도를 나타내는 도면이다.
- [76] 도 4를 참조하면, 출력 뉴런(ON, 200)은 복수의 칼럼 입력 노드(CI) 또는 복수의 로우 입력 노드(RI)로부터 출력된 스파이크 신호들이 합산된 결과를 수신할 수 있다. 다시 말해, 출력 뉴런(200)은 스파이크 신호를 칼럼 방향 또는 로우 방향을 기준으로 합산할 수 있다.
- [77] 이하에서는 설명의 편의를 위해, 도 4를 참조하여, 출력 뉴런(200)에 입력되는 스파이크 신호들의 합산된 결과를 입력 신호(RI/CI)로 특정한다.
- [78] 또한, 도 4를 참조하면, 출력 뉴런(200)은 제2비교기(210) 및 제2리셋 모스펫(M_R, 220) 등을 포함할 수 있다.
- [79] 본원의 일 실시예에 따르면, 제2비교기(210)는 기 설정된 기준 값(V_{R_ON})과 입력 신호(RI/CI)를 입력받고, 입력된 기준 값(V_{R_ON})과 입력 신호(RI/CI)를 상호 비교하여 출력 스파이크 신호(RO/CO)를 생성할 수 있다.
- [80] 예를 들어, 입력 신호(RI/CI)가 기준 값(V_{R_ON}) 이상이면, 출력 스파이크 신호(RO/CO)는 양의 값으로 출력될 수 있고, 반대로 입력 신호(RI/CI)가 기준 값(V_{R_ON}) 미만이면, 출력 스파이크 신호(RO/CO)는 음의 값 또는 0으로 출력될 수 있으나, 이에만 한정되는 것은 아니다.
- [81] 본원의 일 실시예에 따르면, 제2비교기(210)의 출력 값은 NOT 게이트를 통해, 반전되고, 반전된 신호는 제2리셋 모스펫(220)의 게이트(GATE)로 인가될 수 있다. 즉, 제2리셋 모스펫(220)의 게이트(GATE)에 인가되는 신호는 출력 스파이크 신호의 반전 된 값(RO'/CO')일 수 있다.
- [82] 본원의 일 실시예에 따르면, 제2리셋 모스펫(220)은 게이트(GATE)에 인가되는 반전된 출력 스파이크 신호(RO'/CO')에 기반하여, 제2비교기(210)의 비반전 단자(+ 단자)에 인가되는 값을 리셋할 수 있다. 도 4에는 예시적으로, 제2리셋 모스펫(220)을 P Channel MOSFET으로 도시하였으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [83] 구체적으로, 제2리셋 모스펫(220)이 P Channel MOSFET일 경우, 반전 된 출력 스파이크 신호(RO'/CO')가 음의 값이면, 제2리셋 모스펫(220)의 게이트(GATE)에는 음의 값이 인가되고, 제1리셋 모스펫(113)가 턴온되어, 제2비교기(210)의 비반전 단자(+ 단자)를 접지 단자와 도통 시킬 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [84] 도 5는 본원의 일 실시예에 따른 동기화기의 회로도를 나타내는 도면이다.
- [85] 도 5를 참조하면, 동기화기(300)는 제1플립플롭(310), 제2플립플롭(320), 제3플립플롭(330) 및 XOR 게이트(340)를 포함할 수 있다.
- [86] 제1플립플롭(310), 제2플립플롭(320), 및 제3 플립플롭(330)은, 예를 들어, 입력 클록의 상승 엣지(rising edge)에 트리거되어 동작하는 D-플립플롭일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [87] 도 5를 참조하면, 제1플립플롭(310)은 클록 단자에 출력 스파이크

신호(RO/CO)가 입력되고, 입력 단자와 반전 출력 단자는 연결될 수 있다. 이에 따라, 제1플립플롭(310)은 입력 단자와 반전 출력 단자가 서로 연결됨으로 인해서, 출력 스파이크 신호(RO/CO)의 발생에 따라 출력이 반전되게 된다.

- [88] 또한, 제2플립플롭(320)은 클록 단자에 클록 신호(CLKS)가 입력되고, 입력 단자는 제1플립플롭(310)의 출력 단자와 연결될 수 있다. 제2플립플롭(320)은 클록 신호(CLKS)에 따라 출력이 결정되므로, 발생 시기가 랜덤이었던 출력 스파이크 신호(RO/CO)를 기준 클록 신호인 클록 신호(CLKS)에 동기화시키는 역할을 수행할 수 있다.
- [89] 또한, 제3플립플롭(330)은 클록 단자에 클록 신호(CLKS)가 입력되고, 입력 단자가 제2플립플롭(320)의 출력 단자와 연결될 수 있다. 제3플립플롭(330)은 제2플립플롭(320)의 출력을 한 클록 지연시킴으로써, 후속하는 XOR 게이트(340) 검출용 신호를 생성할 수 있다.
- [90] 또한, XOR 게이트(217)는 제2 플립플롭(320)의 출력 단자와 제3 플립플롭(330)의 출력 단자로부터 입력을 받아 1비트 디지털 신호를 출력할 수 있다. 제2플립플롭(320)의 출력 신호와 제3플립플롭(330)의 출력 신호는 클록 신호(CLKS)를 기준으로 한 클록 차이가 나므로, 일정한 크기의 디지털 신호를 생성할 수 있다.
- [91] 도 6은 본원의 일 실시예에 따른 픽셀화된 모놀리식 광혈류측정 센서를 이용하여 획득한 광혈류측정 센서 데이터 및 잡음을 예시적으로 나타낸 그래프이다.
- [92] 도 6을 참조하면, 광혈류측정 센서(PPG 센서) 데이터는 수신한 광의 크기 별로 상이한 출력 전압을 포함하는 것을 확인할 수 있다. 여기서, 높은 전압(예를 들면, 높은 DC 값 또는 AC 값)을 출력할수록, 해당 픽셀 또는 입력 뉴런(100)이 광원과 가깝게 위치하고 있다는 것을 의미할 수 있다. 즉, 본원의 일 실시예에 따른 PPG 센서(10)는 픽셀화된 각각의 광 측정 뉴런(LSN, 100)의 공간 정보에 따른 스파이크 신호를 출력할 수 있는 것을 보여준다.
- [93] 또한, 도 6을 참조하면, 6초 내지 8초 구간에 주변 광으로 인한 잡음이 나타나는 것을 확인할 수 있다(Ambient noise).
- [94] 도 7은 본원의 일 실시예에 따른 광혈류측정 센서 데이터를 이용한 주변광에 의한 잡음을 공간 정보를 활용하여 제거한 결과를 예시적으로 나타낸 그래프이다.
- [95] 도 7을 참조하면, PPG 센서(10)는 개별적으로 출력되는 각각의 출력 전압을 종래의 복잡한 신호처리 기법 없이도 간단한 행렬 연산을 통해 주변 광으로 인한 잡음이 제거된 출력으로 변환할 수 있다. 구체적으로, 도 7에 도시된 'Ambient noise removed' 구간을 참조하면, 도 6의 그래프의 6초 내지 8초 구간에 존재하는 잡음으로 인한 영향이 제거된 단일 출력 데이터(로우 방향 및/또는 칼럼 방향을 따라 각각 도출된 복수의 출력 데이터를 하나의 시퀀스로 병합한 데이터)가 도출될 수 있는 것을 확인할 수 있다.

- [96] 즉, 본원의 일 실시예에 따르면, PPG 센서(10)는 광의 공간 정보 및 복수의 출력력을 기반으로 주변 광으로 인한 잡음이 제거된 출력력을 획득할 수 있다.
- [97] 보다 구체적으로 본원의 일 실시예에 따르면, PPG 센서(10)에 의해 생성되는 각각의 출력력(예를 들면, 픽셀 어레이의 각각의로우 또는 칼럼에 대하여 출력되는 디지털 신호에 대응하는 전압(Voltage) 값 등)의 변화를 시계열적으로 분석하면, 주변 광의 간섭 등으로 인한 노이즈로 인하여 전후 시퀀스 대비 출력 값이 급격하게 변하는 구간이 감지(탐지)될 수 있으며, PPG 센서(10)는 이러한 노이즈를 포함하는 출력 데이터에 대하여 소정의 보정 프로세스를 적용함으로써 해당 구간에 대한 노이즈가 제거된 정상 출력력을 도출할 수 있다.
- [98] 예를 들면, PPG 센서(10)는 입사된 광에 대응하여 생성된 복수의 출력력을 픽셀 어레이에 대응하는 출력 행렬로 정의하고, 해당 출력 행렬에 대하여 노이즈를 제거하기 위한 기준 행렬을 행렬 곱 연산하는 방식으로 노이즈가 제거된 정상 출력력을 도출하도록 동작하는 보정 모듈(미도시)을 탑재(구비)하는 것일 수 있다.
- [99] 보다 구체적으로 예시하면, 도 6에 상호 구분되는 형상(색상 등)으로 표시된 12개의 출력력이 12개의 칼럼 또는로우 각각에 대응하여 생성된 복수의 출력 데이터인 경우, PPG 센서(10)의 전체 출력력은 12 X 1 행렬 형태로 병합될 수 있고, PPG 센서(10)의 보정 모듈(미도시)은 전술한 비정상 구간(도 6의 Ambient noise 구간)에 대하여 노이즈를 제거할 수 있는 값으로 각각의 원소가 결정되는 1 X 12 크기의 기준 행렬을 출력 행렬에 대하여 행렬 곱 연산함으로써 해당 구간의 정상 출력 데이터가 획득되는 것일 수 있다.
- [100] 달리 말해, 보정 모듈(미도시)은 PPG 센서(10)의 복수의 출력력에 기반하여 정의되는 출력 행렬에 대한 전치 행렬 형태의 기준 행렬을 곱 연산함으로써 임의의 구간에 반영된 불측의 노이즈로 인한 영향(예를 들면, 주변 광으로 인한 간섭 등)을 제거할 수 있다.
- [101] 이와 관련하여, PPG 센서에서 도출되는 출력 값이 공간 정보를 미포함하는 단일 데이터 형태로 도출되는 종래의 센서에 비하여 본원에서 개시하는 PPG 센서(10)는로우 방향 및 칼럼 방향에 대응하는 공간 정보를 추정 가능하도록 복수의 출력 데이터를 제공하며, 이를 행렬 또는 벡터 형태로 병합할 수 있으므로 복수의 출력 데이터에 대한 행렬 연산 내지 벡터 연산을 통해 일부 구간의 노이즈를 출력 데이터에 반영된 공간 정보를 활용하여 제거하는 프로세스가 용이하게 이루어질 수 있는 이점이 있다.
- [102] 이하에서는 상기에 자세히 설명된 내용을 기반으로, 본원의 구동 방법에 따른 흐름을 간단히 살펴보기로 한다.
- [103] 도 8은 본원의 일 실시예에 따른 스파이킹 신경망 구조의 픽셀화된 모놀리식 광혈류측정 센서의 구동 방법에 대한 동작 흐름도이다.
- [104] 도 8에 도시된 스파이킹 신경망 구조의 픽셀화된 모놀리식 광혈류측정 센서의 구동 방법은 앞서 설명된 PPG 센서(10)에 의하여 수행될 수 있다. 따라서, 이하 생략된 내용이라고 하더라도 PPG 센서(10)에 대하여 설명된 내용은 스파이킹

신경망 구조의 픽셀화된 모놀리식 광혈류측정 센서의 구동 방법에 대한 설명에도 동일하게 적용될 수 있다.

[105] 도 8을 참조하면, 단계 S11에서 복수의 입력 뉴런(100)은 수신한 광의 크기에 기반하여 스파이크 신호를 생성할 수 있다.

[106] 구체적으로, 단계 S11에서 각각의 입력 뉴런(100)의 광-디지털 컨버터(110)는 수신한 광의 크기에 비례하는 세기의 스파이크 신호를 생성할 수 있다.

[107] 또한, 단계 S11에서 각각의 입력 뉴런(100)에서 생성된 스파이크 신호는 칼럼 방향에 대응하는 칼럼 입력 노드 및 로우 방향에 대응하는 로우 입력 노드로 출력될 수 있다.

[108] 다음으로, 단계 S12에서 복수의 출력 뉴런(200) 각각은 복수의 입력 뉴런(100)으로부터 인가되는 스파이크 신호를 칼럼 방향 또는 로우 방향을 기준으로 합산할 수 있다.

[109] 다음으로, 단계 S13에서 복수의 출력 뉴런(200) 각각은 단계 S12를 통해 합산한 결과가 기 설정된 기준값 이상이면, 출력 스파이크 신호를 생성할 수 있다.

[110] 다음으로, 단계 S14에서 동기화기(300)는 복수의 출력 뉴런(200) 각각에서 출력된 출력 스파이크 신호 각각을 디지털 신호로 변환할 수 있다.

[111] 구체적으로, 단계 S14에서 동기화기(300)는 출력 스파이크 신호를 클록 신호에 동기화된 1비트 디지털 신호로 변환시킬 수 있다.

[112] 상술한 설명에서, 단계 S11 내지 S14는 본원의 구현예에 따라서, 추가적인 단계들로 더 분할되거나, 더 적은 단계들로 조합될 수 있다. 또한, 일부 단계는 필요에 따라 생략될 수도 있고, 단계 간의 순서가 변경될 수도 있다.

[113] 본원의 일 실시예에 따른 스파이킹 신경망 구조의 픽셀화된 모놀리식 광혈류측정 센서의 구동 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 본 발명을 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. 상기된 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[114] 또한, 전술한 스파이킹 신경망 구조의 픽셀화된 모놀리식 광혈류측정 센서의

구동 방법은 기록 매체에 저장되는 컴퓨터에 의해 실행되는 컴퓨터 프로그램 또는 애플리케이션의 형태로도 구현될 수 있다.

- [115] 전술한 본원의 설명은 예시를 위한 것이며, 본원이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본원의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

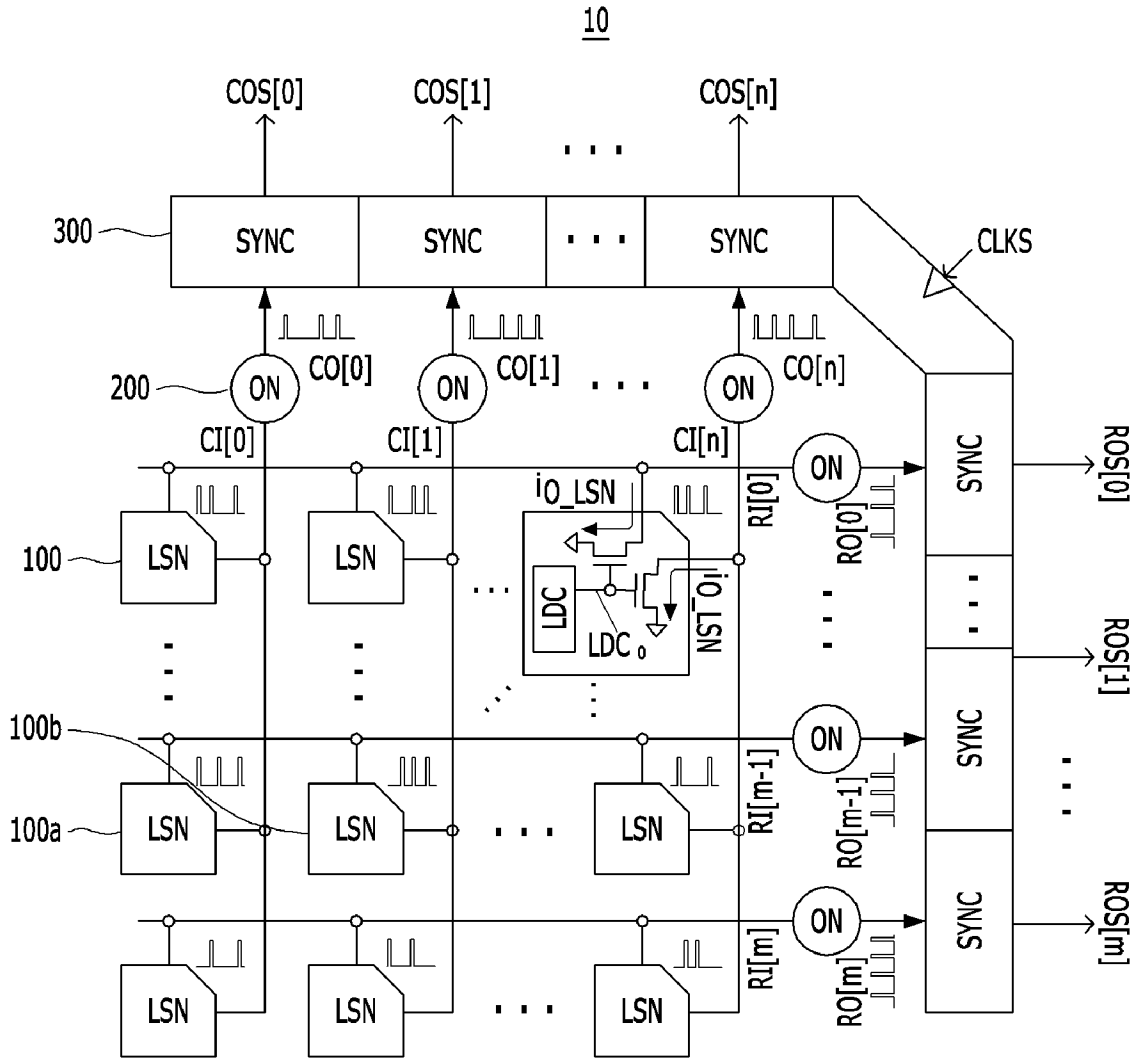
- [116] 본원의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본원의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

청구범위

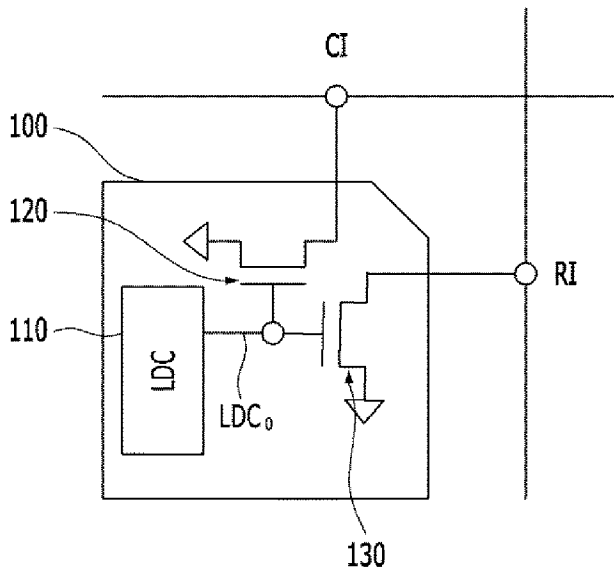
- [청구항 1] 스파이킹 신경망 구조의 픽셀화된 모놀리식 광혈류측정 센서에 있어서, 각각이 스파이크 신호를 생성하고, 로우 방향 및 칼럼 방향 중 적어도 하나의 방향으로 배열되는 복수의 입력 뉴론; 상기 복수의 입력 뉴론으로부터 인가되는 상기 스파이크 신호를 상기 칼럼 방향 또는 상기 로우 방향을 기준으로 합산하고, 합산한 결과가 기 설정된 기준값 이상이면 출력 스파이크 신호를 생성하는 복수의 출력 뉴론; 및 상기 출력 스파이크 신호 각각을 디지털 신호로 변환하는 동기화기, 를 포함하는 것을 특징으로 하는, 광혈류측정 센서.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 복수의 입력 뉴론 각각은, 수신한 광의 크기에 기반하여 상기 스파이크 신호를 생성하는 광-디지털 컨버터; 상기 스파이크 신호를 상기 칼럼 방향에 대응하는 칼럼 입력 노드로 출력하는 제1트랜지스터; 및 상기 스파이크 신호를 상기 로우 방향에 대응하는 로우 입력 노드로 출력하는 제2트랜지스터, 를 포함하는 것인, 광혈류측정 센서.
- [청구항 3] 제2항에 있어서, 상기 광-디지털 컨버터는, 수신한 광의 크기에 비례하는 세기의 상기 스파이크 신호를 생성하는 것인, 광혈류측정 센서.
- [청구항 4] 제1항에 있어서, 상기 복수의 입력 뉴론은, $n \times m$ 개의 픽셀을 포함하는 어레이를 이루도록 배치되고, 상기 칼럼 입력 노드는, 상기 어레이의 각각의 칼럼에 대응하는 m 개의 픽셀로부터 생성된 상기 스파이크 신호가 인가되는 n 개의 노드를 포함하고, 상기 로우 입력 노드는, 상기 어레이의 각각의 로우에 대응하는 n 개의 픽셀로부터 생성된 상기 스파이크 신호가 인가되는 m 개의 노드를 포함하는 것인, 광혈류측정 센서.
- [청구항 5] 제4항에 있어서,

- 상기 복수의 출력 뉴론은,
 각각이 상기 어레이를 이루는 칼럼 중 어느 하나에 대응하는 n 개의 출력 뉴론 및 각각이 상기 어레이를 이루는 로우 중 어느 하나에 대응하는 m 개의 출력 뉴론을 포함하는 것인,
 광혈류측정 센서.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,
 상기 동기화기는,
 상기 출력 스파이크 신호를 클록 신호에 동기화된 1비트 디지털 신호로 변환시키는 것인,
 광혈류측정 센서.
- [청구항 7] 제1항에 있어서,
 상기 디지털 신호 각각의 크기 정보에 기초하여 상기 복수의 입력 뉴론으로 인가되는 광의 상기 광혈류측정 센서에 대한 상대적인 공간 정보가 도출되는 것을 특징으로 하는 것인,
 광혈류측정 센서.
- [청구항 8] 스파이킹 신경망 구조의 픽셀화된 모놀리식 광혈류측정 센서의 구동 방법에 있어서,
 복수의 입력 뉴론이 수신한 광의 크기에 기반하여 스파이크 신호를 생성하는 단계;
 상기 복수의 입력 뉴론으로부터 인가되는 상기 스파이크 신호를 칼럼 방향 또는 로우 방향을 기준으로 합산하는 단계;
 합산한 결과가 기 설정된 기준값 이상이면, 복수의 출력 뉴론이 출력 스파이크 신호를 생성하는 단계; 및
 상기 출력 스파이크 신호 각각을 디지털 신호로 변환하는 단계,
 를 포함하는 것을 특징으로 하는,
 광혈류측정 센서의 구동 방법.
- [청구항 9] 제8항에 있어서,
 상기 스파이크 신호를 생성하는 단계는,
 광-디지털 컨버터가 수신한 광의 크기에 비례하는 세기의 상기 스파이크 신호를 생성하고, 상기 스파이크 신호를 상기 칼럼 방향에 대응하는 칼럼 입력 노드 및 상기 로우 방향에 대응하는 로우 입력 노드로 출력하는 것인,
 광혈류측정 센서의 구동 방법.
- [청구항 10] 제8항에 있어서,
 상기 디지털 신호로 변환하는 단계는,
 상기 출력 스파이크 신호를 클록 신호에 동기화된 1비트 디지털 신호로 변환시키는 것인,
 광혈류측정 센서의 구동 방법.

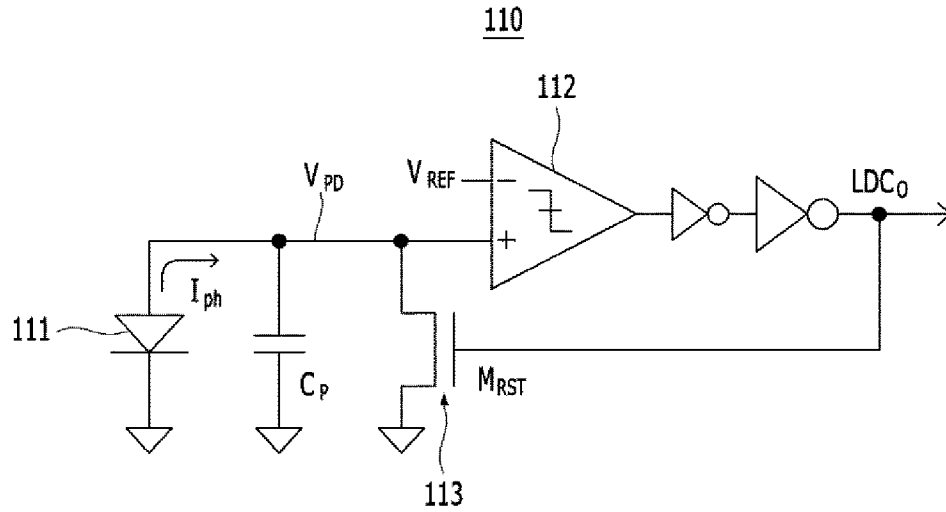
[도 1]



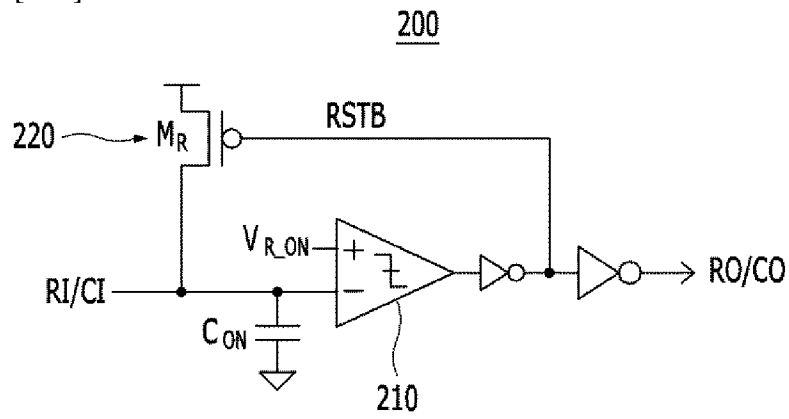
[도 2]



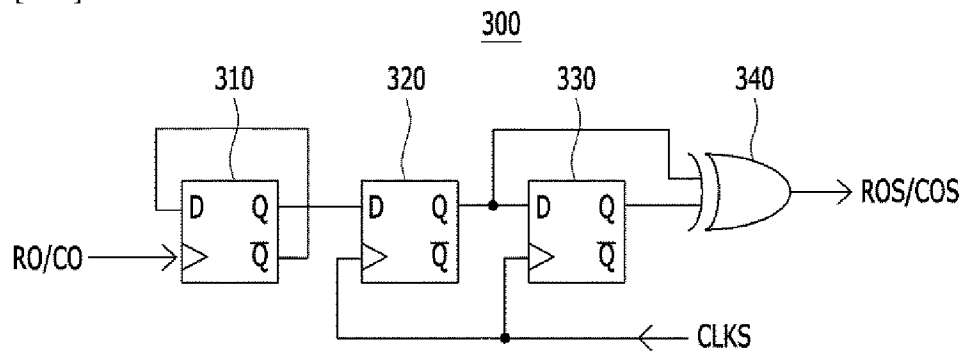
[도3]



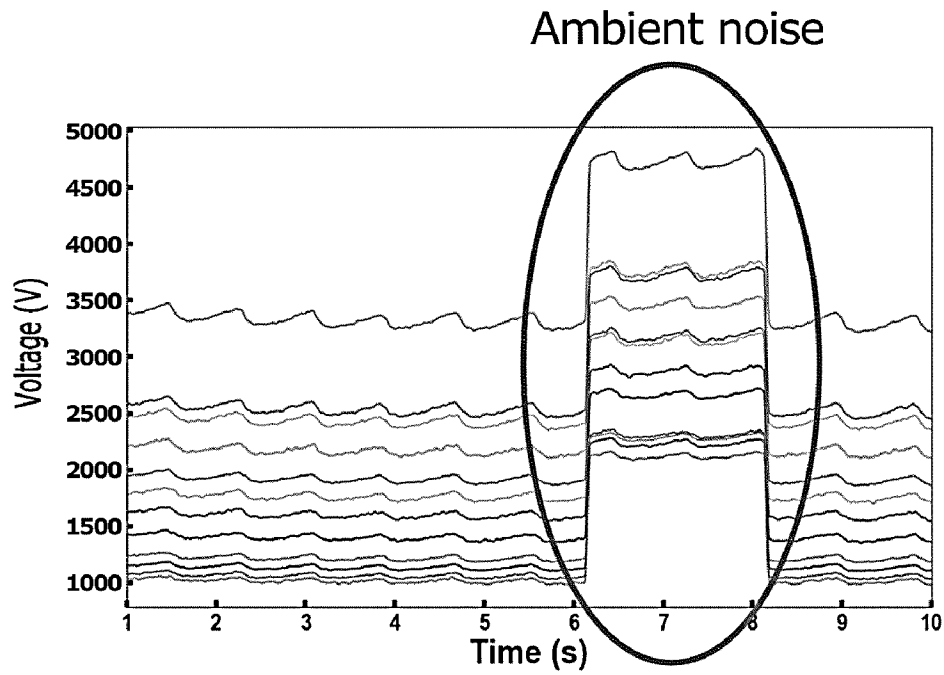
[도4]



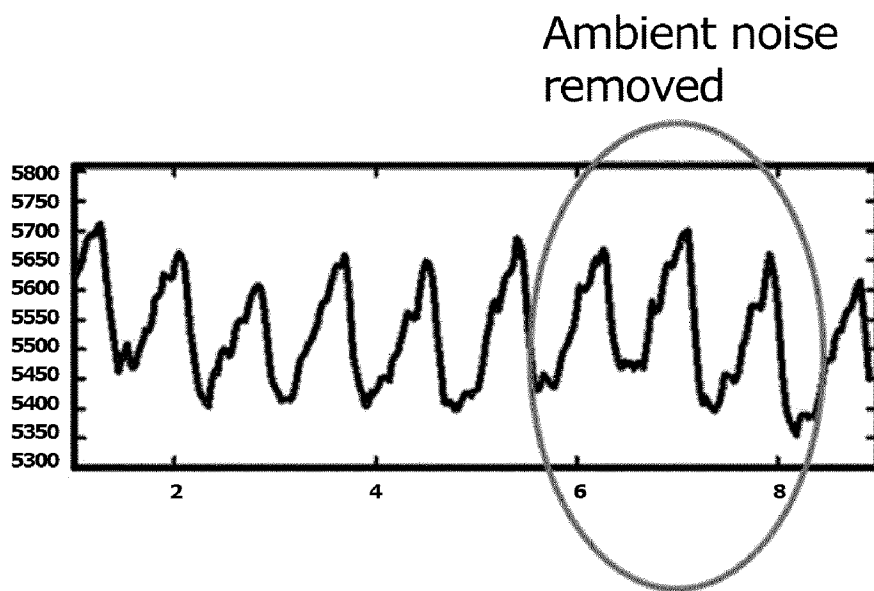
[도5]



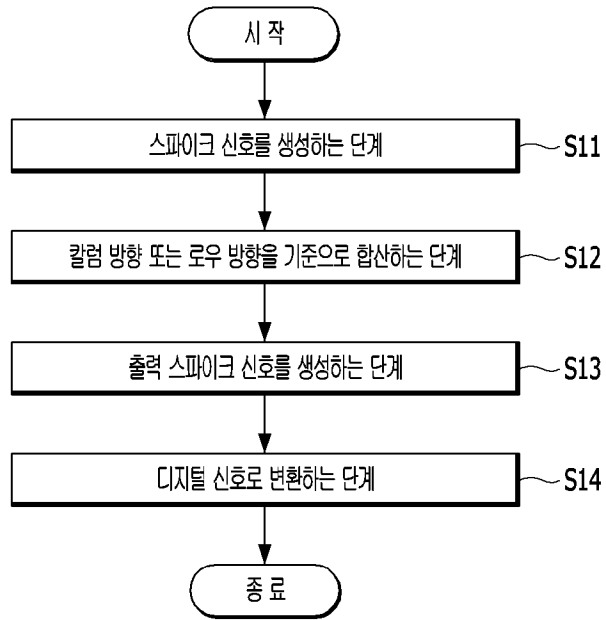
[도6]



[도7]



[도8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2022/015490

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61B 5/024(2006.01)i; A61B 5/1455(2006.01)i; A61B 5/00(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B 5/024(2006.01); A61B 5/00(2006.01); A61B 5/0205(2006.01); G06N 3/063(2006.01); G06N 3/08(2006.01); G06N 7/00(2006.01); G11C 13/00(2006.01) Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models: IPC as above Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 스파이킹 신경망 (spiking neural network), 픽셀 (pixel), 모놀리식 (monolithic), 광혈류 (photoplethysmography)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	이건명. 스파이킹 뉴런 모델의 동작과 스파이킹 신경망의 학습. 정보과학회지. February 2020, vol. 38, no. 2, pp.: 8-19 (LEE, Geon-Myeong. Behavior of Spiking Neuron Models and Learning of Spiking Neural Networks. Communications of the Korean Institute of Information Scientists and Engineers.) See pages 8-17.	1-10
A	US 2016-0283842 A1 (PROGRESS, INC.) 29 September 2016 (2016-09-29) See paragraph [0102]; and claim 1.	1-10
A	KR 10-2020-0133246 A (CHRONOLIFE) 26 November 2020 (2020-11-26) See entire document.	1-10
A	US 10579925 B2 (AUT VENTURES LIMITED) 03 March 2020 (2020-03-03) See entire document.	1-10
A	US 2020-0202206 A1 (COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES) 25 June 2020 (2020-06-25) See entire document.	1-10
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 25 January 2023		Date of mailing of the international search report 26 January 2023
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208 Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2022/015490**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	AZGHADI et al. Hardware implementation of deep network accelerators towards healthcare and biomedical applications. IEEE Transactions on Biomedical Circuits and Systems. 2020, vol. 14, no. 6, pp.: 1138-1159. See entire document.	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2022/015490

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)
US	2016-0283842	A1	29 September 2016	AU	2015-226983	A1 06 October 2016
				CA	2941352	A1 11 September 2015
				CN	106104406	A 09 November 2016
				CN	106104406	B 08 May 2018
				CN	109416758	A 01 March 2019
				DK	3114540	T3 19 April 2021
				EA	035114	B1 29 April 2020
				EA	201600637	A1 30 December 2016
				EP	3114540	A1 11 January 2017
				EP	3114540	B1 03 March 2021
				EP	3469521	A1 17 April 2019
				ES	2864149	T3 13 October 2021
				IL	247533	B 30 June 2019
				JP	2017-511948	A 27 April 2017
				JP	2019-519045	A 04 July 2019
				JP	6382354	B2 29 August 2018
				JP	7041078	B2 23 March 2022
				KR	10-2016-0131071	A 15 November 2016
				KR	10-2019-0016539	A 18 February 2019
				KR	10-2166105	B1 16 October 2020
				MX	2016011438	A 06 April 2017
				MX	357374	B 04 July 2018
				SG	11201608265	A 29 November 2016
				TW	201636905	A 16 October 2016
				TW	1655587	B 01 April 2019
				US	10423694	B2 24 September 2019
				US	2016-0012330	A1 14 January 2016
				US	2017-0177998	A1 22 June 2017
				US	2020-0019862	A1 16 January 2020
				US	9390373	B2 12 July 2016
				US	9619749	B2 11 April 2017
				WO	2015-134900	A1 11 September 2015
				WO	2017-214507	A1 14 December 2017
KR	10-2020-0133246	A	26 November 2020	CA	3093173	A1 19 September 2019
				CN	111919242	A 10 November 2020
				EP	3766055	A1 20 January 2021
				JP	2021-517504	A 26 July 2021
				SG	11202008962	A 29 October 2020
				US	11030885	B2 08 June 2021
				US	11288952	B2 29 March 2022
				US	2021-0020025	A1 21 January 2021
				US	2021-0256836	A1 19 August 2021
				WO	2019-175277	A1 19 September 2019
US	10579925	B2	03 March 2020	US	2016-0210552	A1 21 July 2016
				WO	2015-030606	A2 05 March 2015
				WO	2015-030606	A3 23 June 2016
US	2020-0202206	A1	25 June 2020	EP	3663988	A1 10 June 2020
				EP	3663988	B1 18 May 2022
				FR	3089663	A1 12 June 2020
				FR	3089663	B1 17 September 2021

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) A61B 5/024(2006.01)i; A61B 5/1455(2006.01)i; A61B 5/00(2006.01)i																				
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) A61B 5/024(2006.01); A61B 5/00(2006.01); A61B 5/0205(2006.01); G06N 3/063(2006.01); G06N 3/08(2006.01); G06N 7/00(2006.01); G11C 13/00(2006.01) 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 스파이킹 신경망 (spiking neural network), 픽셀 (pixel), 모놀리식 (monolithic), 광혈류 (photoplethysmography)																				
C. 관련 문헌 <table border="1"> <thead> <tr> <th>카테고리*</th> <th>인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재</th> <th>관련 청구항</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>이건명, 스파이킹 뉴런 모델의 동작과 스파이킹 신경망의 학습, 정보과학회지, 2020.02, 제38권, 제2호, 페이지: 8-19 페이지 8-17</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2016-0283842 A1 (PROGRESS, INC.) 2016.09.29 단락 [102]; 청구항 1</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KR 10-2020-0133246 A (크로놀라이프) 2020.11.26 전체 문헌</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 10579925 B2 (AUT VENTURES LIMITED) 2020.03.03 전체 문헌</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2020-0202206 A1 (COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES) 2020.06.25 전체 문헌</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항	A	이건명, 스파이킹 뉴런 모델의 동작과 스파이킹 신경망의 학습, 정보과학회지, 2020.02, 제38권, 제2호, 페이지: 8-19 페이지 8-17	1-10	A	US 2016-0283842 A1 (PROGRESS, INC.) 2016.09.29 단락 [102]; 청구항 1	1-10	A	KR 10-2020-0133246 A (크로놀라이프) 2020.11.26 전체 문헌	1-10	A	US 10579925 B2 (AUT VENTURES LIMITED) 2020.03.03 전체 문헌	1-10	A	US 2020-0202206 A1 (COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES) 2020.06.25 전체 문헌	1-10
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항																		
A	이건명, 스파이킹 뉴런 모델의 동작과 스파이킹 신경망의 학습, 정보과학회지, 2020.02, 제38권, 제2호, 페이지: 8-19 페이지 8-17	1-10																		
A	US 2016-0283842 A1 (PROGRESS, INC.) 2016.09.29 단락 [102]; 청구항 1	1-10																		
A	KR 10-2020-0133246 A (크로놀라이프) 2020.11.26 전체 문헌	1-10																		
A	US 10579925 B2 (AUT VENTURES LIMITED) 2020.03.03 전체 문헌	1-10																		
A	US 2020-0202206 A1 (COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES) 2020.06.25 전체 문헌	1-10																		
☒ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.																				
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌																				
국제조사의 실제 완료일 2023년01월25일(25.01.2023)		국제조사보고서 발송일 2023년01월26일(26.01.2023)																		
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 홍기완 전화번호 +82-42-481-5003																		

C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	ZGHADI 등, Hardware implementation of deep network accelerators towards healthcare and biomedical applications. IEEE Transactions on Biomedical Circuits and Systems, 2020, 제14권, 제6호, 페이지: 1138-1159 전체 문헌	1-10

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2016-0283842 A1	2016/09/29	AU 2015-226983 A1	2016/10/06
		CA 2941352 A1	2015/09/11
		CN 106104406 A	2016/11/09
		CN 106104406 B	2018/05/08
		CN 109416758 A	2019/03/01
		DK 3114540 T3	2021/04/19
		EA 035114 B1	2020/04/29
		EA 201600637 A1	2016/12/30
		EP 3114540 A1	2017/01/11
		EP 3114540 B1	2021/03/03
		EP 3469521 A1	2019/04/17
		ES 2864149 T3	2021/10/13
		IL 247533 B	2019/06/30
		JP 2017-511948 A	2017/04/27
		JP 2019-519045 A	2019/07/04
		JP 6382354 B2	2018/08/29
		JP 7041078 B2	2022/03/23
		KR 10-2016-0131071 A	2016/11/15
		KR 10-2019-0016539 A	2019/02/18
		KR 10-2166105 B1	2020/10/16
		MX 2016011438 A	2017/04/06
		MX 357374 B	2018/07/04
		SG 11201608265 A	2016/11/29
		TW 201636905 A	2016/10/16
		TW I655587 B	2019/04/01
		US 10423694 B2	2019/09/24
		US 2016-0012330 A1	2016/01/14
		US 2017-0177998 A1	2017/06/22
		US 2020-0019862 A1	2020/01/16
		US 9390373 B2	2016/07/12
		US 9619749 B2	2017/04/11
		WO 2015-134900 A1	2015/09/11
		WO 2017-214507 A1	2017/12/14
KR 10-2020-0133246 A	2020/11/26	CA 3093173 A1	2019/09/19
		CN 111919242 A	2020/11/10
		EP 3766055 A1	2021/01/20
		JP 2021-517504 A	2021/07/26
		SG 11202008962 A	2020/10/29
		US 11030885 B2	2021/06/08
		US 11288952 B2	2022/03/29
		US 2021-0020025 A1	2021/01/21
		US 2021-0256836 A1	2021/08/19
		WO 2019-175277 A1	2019/09/19
US 10579925 B2	2020/03/03	US 2016-0210552 A1	2016/07/21
		WO 2015-030606 A2	2015/03/05
		WO 2015-030606 A3	2016/06/23
US 2020-0202206 A1	2020/06/25	EP 3663988 A1	2020/06/10
		EP 3663988 B1	2022/05/18
		FR 3089663 A1	2020/06/12
		FR 3089663 B1	2021/09/17

국제조사보고서에서
인용된 특허문헌

공개일

대응특허문헌

공개일