



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0053005
(43) 공개일자 2016년05월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/1455 (2006.01) G01J 3/28 (2006.01)
G01N 21/25 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0149064
(22) 출원일자 2014년10월30일
심사청구일자 2014년10월30일

(71) 출원인
한국과학기술원
대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)
(72) 발명자
배현민
서울 강남구 압구정로29길 23, 209동 205호 (압구정동, 현대13차아파트)
최종관
대전 유성구 대학로 291
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이상용

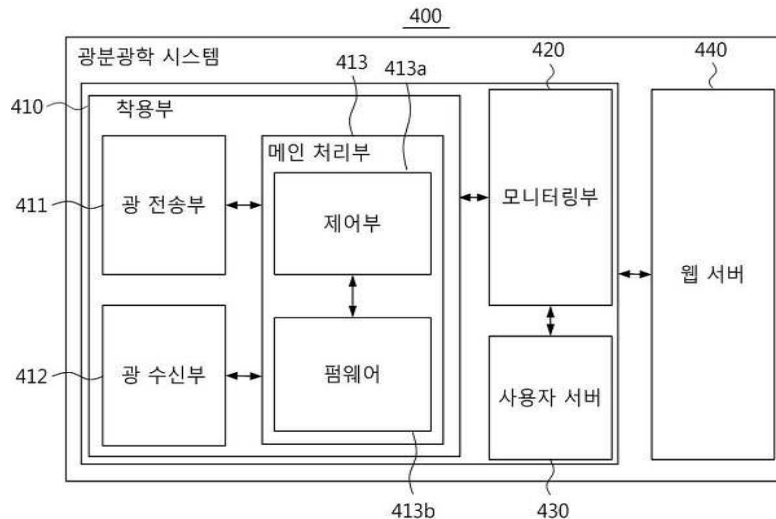
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 안정적인 데이터 추출을 위한 정합 필터 기반의 광대역 신호 수신기를 이용한 광분광학 시스템 및 그 제어 방법

(57) 요약

안정적인 데이터 추출을 위한 정합 필터 기반의 광대역 신호 수신기를 이용한 광분광학 시스템 및 그 제어 방법이 개시된다. 광분광학 시스템은, 복수의 광원을 이용하여 대상의 특정부위로 빛을 방사하되, 상기 복수의 광원에서 방사되는 빛을 월시 코드(Walsh code)를 이용하여 코드 모듈레이션하여 방사하는 광 전송부; 및 상기 특정부위를 통과하여 나오는 빛을 검출하되, 상기 월시 코드를 이용하여 상기 빛을 디모듈레이션하여 광원을 식별하는 광 수신부를 포함할 수 있다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

최민규

대전 유성구 대학로 291

김재명

대전 유성구 대학로 291

황건필

대전 유성구 대학로 291

명세서

청구범위

청구항 1

광분광학 시스템(optical spectroscopy system)에 있어서,

복수의 광원을 이용하여 대상의 특정부위로 빛을 방사하되, 상기 복수의 광원에서 방사되는 빛을 월시 코드(Walsh code)를 이용하여 코드 모듈레이션하여 방사하는 광 전송부; 및

상기 특정부위를 통과하여 나오는 빛을 검출하되, 상기 월시 코드를 이용하여 상기 빛을 디모듈레이션하여 광원을 식별하는 광 수신부

를 포함하는 것을 특징으로 하는 광분광학 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 광 수신부는, 상기 빛의 방사에 이용된 참조 클럭을 샘플링 클럭으로 이용하여 입력 신호를 축적하여 연속적인 시간 도메인에서 축적함으로써 각 비트 주기별로 하나의 데이터를 추출하는 정합 필터(matched filter)를 포함하는 것을 특징으로 하는 광분광학 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 월시 코드의 칩 레이트(chip rate) 및 단위 코드 길이(unit code length)는, 상기 빛이 디모듈레이션되는 경우의 심볼 레이트(symbol rate) 및 인체 내의 혈류역학 주기(hemodynamic frequency)에 기반하여 결정되는 것을 특징으로 하는 광분광학 시스템.

청구항 4

광분광학 시스템에 있어서,

대상의 특정부위로 빛을 방사하는 광 전송부; 및

상기 특정부위를 통과하여 나오는 빛을 검출하는 광 수신부

를 포함하고,

상기 광 수신부는,

상기 빛의 방사에 이용된 참조 클럭을 샘플링 클럭으로 이용하여 입력 신호를 축적하여 연속적인 시간 도메인에서 축적함으로써 각 비트 주기별로 하나의 데이터를 추출하는 정합 필터를 포함하는 것을 특징으로 하는 광분광학 시스템.

청구항 5

제2항 또는 제4항에 있어서,

상기 정합 필터에서, 입력으로 받아들이는 비트가 상기 참조 클럭을 이용하여 방사된 빛에 대응하여, 추가적인 PLL(Phase Locked Loop)의 사용 없이, 상기 입력으로 받아들이는 비트와 상기 참조 클럭간에 동기화가 이루어지는 것을 특징으로 하는 광분광학 시스템.

청구항 6

광분광학 시스템의 제어 방법에 있어서,

상기 광분광학 시스템이 포함하는 광 전송부에서, 복수의 광원을 이용하여 대상의 특정부위로 빛을 방사하되,

상기 복수의 광원에서 방사되는 빛을 월시 코드(Walsh code)를 이용하여 코드 모듈레이션하여 방사하는 단계; 및

상기 광분광학 시스템이 포함하는 광 수신부에서, 상기 특정부위를 통과하여 나오는 빛을 검출하되, 상기 월시 코드를 이용하여 상기 빛을 디모듈레이션하여 광원을 식별하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 제어 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 광 수신부가 포함하는 정합 필터에서 상기 빛의 방사에 이용된 참조 클럭을 샘플링 클럭으로 이용하여 입력 신호를 축적하여 연속적인 시간 도메인에서 축적하여 각 비트 주기별로 하나의 데이터를 추출하는 단계

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 제어 방법.

청구항 8

광분광학 시스템의 제어 방법에 있어서,

상기 광분광학 시스템의 광 전송부에서, 대상의 특정부위로 빛을 방사하는 단계; 및

상기 광분광학 시스템의 광 수신부에서, 상기 특정부위를 통과하여 나오는 빛을 검출하는 단계

를 포함하고,

상기 빛을 검출하는 단계는,

상기 광 수신부가 포함하는 정합 필터에서, 상기 빛의 방사에 이용된 참조 클럭을 샘플링 클럭으로 이용하여 입력 신호를 축적하여 연속적인 시간 도메인에서 축적함으로써 각 비트 주기별로 하나의 데이터를 추출하는 것을 특징으로 하는 제어 방법.

청구항 9

제7항 또는 제8항에 있어서,

상기 정합 필터에서, 입력으로 받아들이는 비트가 상기 참조 클럭을 이용하여 방사된 빛에 대응하여, 추가적인 PLL의 사용 없이, 상기 입력으로 받아들이는 비트와 상기 참조 클럭간에 동기화가 이루어지는 것을 특징으로 하는 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 안정적인 데이터 추출을 위한 정합 필터 기반의 광대역 신호 수신기를 이용한 광분광학 시스템 및 그 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 생명체가 대뇌의 특정부위가 관찰하는 동작을 하려 하거나, 대뇌의 특정부위와 연관된 자극을 받는 경우, 대뇌의 해당 부위의 뉴런 세포가 활성화된다. 예를 들어, 인지, 계산, 판단 등을 하게 되면 대뇌의 전두엽, 그리고 전두엽에 해당하는 뉴런 세포들이 활성화된다. 이때, 활성화된 세포들의 주변 혈관에서는, 뉴런 세포들에게 산소를 공급해주기 위해, 옥시헤모글로빈(oxyhemoglobin)의 농도가 높아지고 디옥시헤모글로빈(deoxyhemoglobin)의 농도가 낮아지게 된다. 도 1은 뉴런 세포가 활성화됨에 따라 옥시헤모글로빈의 농도가 높아지고, 디옥시헤모글로빈의 농도가 낮아지는 예를 나타낸 도면이다.

[0003] 근적외선 분광기(near infrared spectroscopy, NIRS)는, 뉴런 세포의 활성화에 의한 옥시헤모글로빈의 농도 변화 및 디옥시헤모글로빈의 농도 변화를 측정할 수 있다. 예를 들어, 사람에 몸에는 다양한 종류의 특정 파장대역의 빛을 잘 흡수하는 화학 구조를 가진 물질들이 존재하며, 이를 발색단(chromophore)이라 한다. 헤모글로빈(Hemoglobin)도 발색단의 종류 중 하나이며, 근적외선(near-infrared) 영역에서 물보다 흡수(absorption) 정도가 크다. 근적외선 영역대에서 파장에 따라 옥시헤모글로빈과 디옥시헤모글로빈의 흡수 계수(absorption

coefficient)가 달라지기 때문에, 근적외선 영역의 두 파장의 빛을 이용해서 원하는 영역의 옥시헤모글로빈 농도 변화, 그리고 디옥시헤모글로빈 농도 변화에 대한 정보를 얻을 수 있다.

[0004] 도 2는 옥시헤모글로빈과 디옥시헤모글로빈의 흡수 팩터(absorption factor)의 예를, 도 3은 대뇌로 입사된 빛의 궤도(trajecory)의 예를 각각 나타낸 도면이다.

[0005] 우선, 도 2는 파장(wavelength)에 따라 옥시헤모글로빈(Oxy Hb) 및 디옥시헤모글로빈(Deoxy Hb)의 흡수 계수가 달라지는 모습을 나타내고 있다.

[0006] 또한, 도 3은 소스(source, 'S')를 통해 레이저 또는 LED(light emitting diode)를 이용한 근적외선 영역의 빛을 방출하고, 디텍터(detector, 'D')들이 방출된 레이저나 빛을 탐지하는 NIRS 시스템의 예를 나타내고 있다. 이때, 소스가 방출하는 빛은 도 3에 도시된 바와 같이 곡선의 경로로 뇌의 특정 부분들을 지나가게 되고, NIRS 시스템은, 디텍터를 통해 탐지된 빛에 대한 정보를 이용하여 빛이 지나간 뇌의 부분들에 대한 정보를 얻을 수 있다. 이러한 NIRS 시스템에 대한 배경기술은 미국공개특허 US20130256533에 잘 나타나 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 펌웨어(firmware) 기반의 휴대 및 확장 가능한 광분광학 시스템 및 그 제어 방법을 제공한다.

[0008] 파이프라인 구조의 정합 필터를 이용하여 입력 월시 코드(input Walsh code)의 비트 주기와 동일한 시간동안 정합 필터 구조를 구현함과 동시에 스위칭 회로에서 발생하는 누전과 비선형성 영향을 최소화할 수 있는 광분광학 시스템 및 그 제어 방법을 제공한다.

[0009] 시분할 대역 확산 코드(Time Divided Spread Spectrum Code, TDSSC)를 이용하여 단위 시간당 월시 코드의 1의 지속시간(code frequency)을 감소시키면서 보다 강한 빛을 입사시킴으로써, 전체적으로 동일한 에너지를 통해 빛의 세기를 증가시킬 수 있는 광분광학 시스템 및 그 제어 방법을 제공한다.

[0010] 다수의 광원으로부터 방사되는 빛을 월시 코드를 이용하여 모듈레이션하여 방사하고, 특정부위를 통과하여 나오는 빛을 검출하여 다시 월시 코드를 이용하여 디모듈레이션함으로써, 빛을 방사한 광원을 식별할 수 있는 광분광학 시스템 및 그 제어 방법을 제공한다.

[0011] 빛의 방사에 이용된 참조 클럭을 샘플링 클럭으로 이용하여 입력 신호를 축적함으로써, 추가적인 PLL(Phase Locked Loop)과 같은 별도의 회로 없이 백색 가우스 노이즈를 최소화할 수 있는 광분광학 시스템 및 그 제어 방법을 제공한다.

[0012] 모니터링 기기에서 데이터를 처리, 가시화 및 제어하고, 헤드셋과 같은 착용 기기가 포함하는 펌웨어의 새로운 버전의 릴리즈에 따라 펌웨어의 업데이트를 가이드할 수 있는 광분광학 시스템 및 그 제어 방법을 제공한다.

[0013] 웹 서버를 통해 측정된 데이터들을 수집, 관리 및 분석하여 개인 맞춤형 결과를 모니터링 기기를 통해 제공할 수 있는 광분광학 시스템 및 그 제어 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0014] 광분광학 시스템(optical spectroscopy system)에 있어서, 복수의 광원을 이용하여 대상의 특정부위로 빛을 방사하되, 상기 복수의 광원에서 방사되는 빛을 월시 코드(Walsh code)를 이용하여 코드 모듈레이션하여 방사하는 광 전송부; 및 상기 특정부위를 통과하여 나오는 빛을 검출하되, 상기 월시 코드를 이용하여 상기 빛을 디모듈레이션하여 광원을 식별하는 광 수신부를 포함하는 것을 특징으로 하는 광분광학 시스템이 제공된다.

[0015] 일측에 따르면, 상기 광 수신부는, 상기 빛의 방사에 이용된 참조 클럭을 샘플링 클럭으로 이용하여 입력 신호를 축적하여 연속적인 시간 도메인에서 축적함으로써 각 비트 주기별로 하나의 데이터를 추출하는 정합 필터(matched filter)를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0016] 다른 측면에 따르면, 상기 월시 코드의 칩 레이트(chip rate) 및 단위 코드 길이(unit code length)는, 상기 빛이 디모듈레이션되는 경우의 심볼 레이트(symbol rate) 및 인체 내의 혈류역학 주기(hemodynamic frequency)에 기반하여 결정되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0017] 광분광학 시스템에 있어서, 대상의 특정부위로 빛을 방사하는 광 전송부; 및 상기 특정부위를 통과하여 나오는 빛을 검출하는 광 수신부를 포함하고, 상기 광 수신부는, 상기 빛의 방사에 이용된 참조 클럭을 샘플링 클럭으로

로 이용하여 입력 신호를 축적하여 연속적인 시간 도메인에서 축적함으로써 각 비트 주기별로 하나의 데이터를 추출하는 정합 필터를 포함하는 것을 특징으로 하는 광분광학 시스템이 제공된다.

[0018] 광분광학 시스템의 제어 방법에 있어서, 상기 광분광학 시스템이 포함하는 광 전송부에서, 복수의 광원을 이용하여 대상의 특정부위로 빛을 방사하되, 상기 복수의 광원에서 방사되는 빛을 월시 코드(Walsh code)를 이용하여 코드 모듈레이션하여 방사하는 단계; 및 상기 광분광학 시스템이 포함하는 광 수신부에서, 상기 특정부위를 통과하여 나오는 빛을 검출하되, 상기 월시 코드를 이용하여 상기 빛을 디모듈레이션하여 광원을 식별하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 제어 방법이 제공된다.

[0019] 광분광학 시스템의 제어 방법에 있어서, 상기 광분광학 시스템의 광 전송부에서, 대상의 특정부위로 빛을 방사하는 단계; 및 상기 광분광학 시스템의 광 수신부에서, 상기 특정부위를 통과하여 나오는 빛을 검출하는 단계를 포함하고, 상기 빛을 검출하는 단계는, 상기 광 수신부가 포함하는 정합 필터에서, 상기 빛의 방사에 이용된 참조 클럭을 샘플링 클럭으로 이용하여 입력 신호를 축적하여 연속적인 시간 도메인에서 축적함으로써 각 비트 주기별로 하나의 데이터를 추출하는 것을 특징으로 하는 제어 방법이 제공된다.

발명의 효과

[0020] 펌웨어(firmware) 기반의 휴대 및 확장 가능한 광분광학 시스템 및 그 제어 방법을 제공할 수 있다.

[0021] 파이프라인 구조의 정합 필터를 이용하여 입력 월시 코드(input Walsh code)의 비트 주기와 동일한 시간동안 정합 필터 구조를 구현함과 동시에 스위칭 회로에서 발생하는 누전과 비선형성 영향을 최소화할 수 있다.

[0022] 시분할 대역 확산 코드(Time Divided Spread Spectrum Code, TDSSC)를 이용하여 단위 시간당 월시 코드의 1의 지속시간(code frequency)을 감소시키면서 보다 강한 빛을 입사시킴으로써, 전체적으로 동일한 에너지를 통해 빛의 세기를 증가시킬 수 있다.

[0023] 다수의 광원으로부터 방사되는 빛을 월시 코드를 이용하여 모듈레이션하여 방사하고, 특정부위를 통과하여 나오는 빛을 검출하여 다시 월시 코드를 이용하여 디모듈레이션함으로써, 빛을 방사한 광원을 식별할 수 있다.

[0024] 빛의 방사에 이용된 참조 클럭을 샘플링 클럭으로 이용하여 입력 신호를 축적함으로써, 추가적인 PLL(Phase Locked Loop)과 같은 별도의 회로 없이 백색 가우스 노이즈를 최소화할 수 있다.

[0025] 모니터링 기기에서 데이터를 처리, 가시화 및 제어하고, 헤드셋과 같은 착용 기기가 포함하는 펌웨어의 새로운 버전의 릴리즈에 따라 펌웨어의 업데이트를 가이드할 수 있다.

[0026] 웹 서버를 통해 측정된 데이터들을 수집, 관리 및 분석하여 개인 맞춤형 결과를 모니터링 기기를 통해 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 뉴런 세포가 활성화됨에 따라 옥시헤모글로빈의 농도가 높아지고, 디옥시헤모글로빈의 농도가 낮아지는 예를 나타낸 도면이다.

도 2는 옥시헤모글로빈과 디옥시헤모글로빈의 흡수 팩터(absorption factor)의 예를 나타낸 도면이다.

도 3은 대뇌로 입사된 빛의 궤도(trajecory)의 예를 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 있어서, 광분광학 시스템의 예를 도시한 블록도이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 있어서, 광 전송부를 구성하는 하나의 모듈의 구현 예를 도시한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 있어서, 광 수신부를 구성하는 하나의 모듈의 구현 예를 도시한 도면이다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 있어서, 고정된 하드웨어에 대해 펌웨어를 업데이트하여 새로운 기능을 추가하는 예와 펌웨어를 업데이트하여 확장된 하드웨어를 제어하는 예를 도시한 도면이다.

도 8은 본 발명의 일실시예에 있어서, 착용부의 제어 방법의 일부를 도시한 흐름도이다.

도 9는 본 발명의 일실시예에 있어서, 착용부의 제어 방법의 나머지 부분을 도시한 흐름도이다.

도 10 및 도 11은 본 발명의 일실시예에 있어서, 채널의 분리과 이득을 어떻게 조절할 것인가를 결정하는 기능이 펌웨어에 포함된 경우의 제어 방법을 도시한 흐름도이다.

도 12는 본 발명의 일실시예에 있어서, 헤드셋 시스템의 예를 도시한 도면이다.

도 13은 본 발명의 일실시예에 있어서, 세 개의 기본 구조로 구성된 헤드셋 시스템의 확장된 형태의 예를 도시한 도면이다.

도 14는 본 발명의 일실시예에 있어서, 아홉 개의 기본 구조로 구성된 헤드셋 시스템의 확장된 예를 도시한 도면이다.

도 15는 본 발명의 일실시예에 있어서, 광분광학 시스템을 위한 정합 필터가 적용된 Tx와 Rx의 블록도이다.

도 16은 본 발명의 일실시예에 있어서, 정합 필터와 경사 아날로그 디지털 변환기가 결합된 예를 간략히 도시한 블록도이다.

도 17은 본 발명의 일실시예에 있어서, 파이프라인(pipeline) 구조로 적용된 정합 필터의 예를 도시한 도면이다.

도 18은 본 발명의 일실시예에 있어서, 파이프라인(pipeline) 구조로 적용된 정합 필터에서의 타임 다이어그램을 도시한 도면이다.

도 19는 본 발명의 일실시예에 있어서, 파이프라인 트랜스컨덕터(Gm) 증폭기 구조의 세부 도식 구조를 도시한 도면이다.

도 20은 본 발명의 일실시예에 있어서, Gm-C 미스매치에서 기인하는 DC 오프셋 보정 구조를 도시한 도면이다.

도 21은 본 발명의 일실시예에 있어서, 파이프라인 Gm-C 구조를 위한 방전용 듀얼 전류원 구조를 도시한 도면이다.

도 22는 본 발명의 일실시예에 있어서, 파이프라인 Gm-C 기반 정합 필터 구조를 위한 스위칭 시간 다이어그램을 도시한 도면이다.

도 23은 본 발명의 일실시예에 있어서, CDMA 모듈레이션 적용 형태의 예를 도시한 도면이다.

도 24는 본 발명의 일실시예에 있어서, 혈액 내 산소포화도 변화를 코드로 모듈레이션하는 형태의 예를 도시한 도면이다.

도 25는 본 발명의 일실시예에 있어서, 코드 기반으로 모듈레이션 및 디모듈레이션을 진행할 때, 낮은 노이즈를 제외한 혈류역학 신호를 추출하는 순서도의 예를 도시한 도면이다.

도 26은 본 발명의 일실시예에 있어서, 오버샘플링의 효과와 정합 필터의 효과를 나타낸 도면이다.

도 27은 종래기술의 정합 필터 구조와 본 발명의 일실시예에 따른 정합 필터의 구조를 비교한 도면이다.

도 28은 본 발명의 일실시예에 있어서, 시간 분할 스프레드 스펙트럼 코드의 적용 예를 도시한 도면이다.

도 29는 본 발명의 일실시예에 있어서, 듀얼 파장의 레이저 구동기와 LED 구동기의 구조를 도시한 도면이다.

도 30은 본 발명의 일실시예에 있어서, 구동 제어 신호 레벨 시프터(driver control signal level shifter)를 도시한 도면이다.

도 31은 본 발명의 일실시예에 있어서 시간 분할 스프레드 스펙트럼 코드를 이용한 레이저 구동기를 도시한 도면이다.

도 32는 본 발명의 일실시예에 있어서, 펌웨어 자동 업데이트 방법의 예를 도시한 흐름도이다.

도 33은 본 발명의 일실시예에 있어서, 펌웨어 업데이트를 위한 기능을 도시한 도면이다.

도 34는 본 발명의 일실시예에 있어서, 빅 데이터 처리를 위한 기능을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0029] 펌웨어 기반의 휴대 및 확장이 가능한 광분광학 시스템

- [0030] 도 4는 본 발명의 일실시예에 있어서, 광분광학 시스템의 예를 도시한 블록도이다.
- [0031] 광분광학 시스템(optical spectroscopy system, 400)은, 도 4에 도시된 바와 같이, 착용부(410), 모니터링부(420), 사용자 서버(430) 및 웹 서버(440)를 포함할 수 있다. 이때, 착용부(410)와 모니터링부(430) 그리고 사용자 서버(440)를 각각 포함하는 복수의 시스템들이 존재할 수 있고, 이러한 복수의 시스템들이 각각 웹 서버(440)와 통신하여 웹 서버(440)로부터 서비스를 제공받도록 구현될 수 있다. 예를 들어, 제1 착용부, 제1 모니터링부 및 제1 사용자 서버를 포함하는 제1 시스템, 그리고 제2 착용부, 제2 모니터링부 및 제2 사용자 서버를 포함하는 제2 시스템이 각각 웹 서버(440)와 통신하는 형태 또는 셋 이상의 시스템들이 각각 웹 서버(440)와 통신하는 형태로 광분광학 시스템(400)이 구현될 수도 있다. 또 다른 실시예로, 광분광학 시스템(400)은, 착용부(410), 모니터링부(430) 및 사용자 서버(440)만을 포함하는 형태로 구현될 수도 있다. 착용부(410) 모니터링부(420), 사용자 서버(430) 및 웹 서버(440)는 유선 네트워크 또는 무선 네트워크를 통해 서로 연결되어 데이터를 송수신할 수 있다.
- [0032] 착용부(410)는, 사용자의 특정부위(일례로, 사용자의 머리 상단)에 부착되는 장치의 형태로 구현될 수 있다. 예를 들어, 착용부(410)는 헤드셋(headset)의 형태로 구현되어 사용자의 측정하고자 하는 머리 부위에 착용될 수 있다. 이러한 착용부(410)는 광 전송부(light transmitter, 411), 광 수신부(412), 메인 처리부(413)를 포함할 수 있다. 메인 처리부(413)는 도 4에 도시된 바와 같이 제어부(413a) 및 펌웨어(413b)를 포함할 수 있다.
- [0033] 광 전송부(411)는 실제로 빛을 만들어내는 회로로 구성된 적어도 하나의 모듈을 포함할 수 있다. 예를 들어, 광 전송부(411)는 레이저(laser)를 포함하도록 구현되거나 또는 LED(light Emitting Diode) 및 LED 구동회로를 포함하도록 구성된 모듈(일례로, 이후 도 5를 통해 설명할 광 전송 모듈(500))을 하나 또는 둘 이상 포함할 수 있다.
- [0034] 광 전송부(411)는 600nm ~ 1300nm 대역의 멀티-파장의 빛(multi-wavelength light)을 이용할 수 있으며, 이러한 멀티-파장의 빛을 방출하는 복수의 광원을 포함할 수 있다. 이때, 광 전송부(411)에서 방출하는 빛의 세기는 모니터링부(430)를 통해 변경될 수 있다. 또한, 광 전송부(411)에서 방출하는 빛의 세기는, 레이저 또는 LED에 입력되는 전류의 크기 변화 또는 일정 시간 동안 생물에 입사되는 빔도 변화 등에 따라 변경될 수 있다.
- [0035] 도 5는 본 발명의 일실시예에 있어서, 광 전송부를 구성하는 하나의 모듈의 구현 예를 도시한 도면이다. 본 실시예에 따른 광 전송부는 도 4를 통해 설명한 광 전송부(411)에 대응될 수 있다.
- [0036] 광 전송 모듈(500)은 광 전송부(411)에 포함되어 빛을 방출하는 하나의 광원에 대응될 수 있다. 이러한 광 전송 모듈(500)은 도 5에 도시된 바와 같이, 볼트(bolt, 510), 스프링(spring, 520), 광원(530), 실린더(cylinder, 540), 참조 광 수신부(Reference light Receiver, 550) 및 케이스(case, 560)를 포함할 수 있다.
- [0037] 광원(530)은 PCB 상에 배치된 레이저나 LED 등의 형태로 구현되어 실린더(540) 속에 삽입될 수 있다. 참조 광 수신부(550)는 실린더의 측면에 결합되어 사용자의 머리 표면을 통해 수신되는 광을 탐지할 수 있다. 참조 광 수신부(550)에서 탐지되는 광 역시 사용자의 생체학적 변화를 측정하는데 이용될 수 있다.
- [0038] 스프링(520), 광원(530), 실린더(540) 및 참조 광 수신부(550)는 케이스(560)의 내부에 배치될 수 있으며, 케이스(560)는 볼트(510)를 통해 상단 및 하단이 결합되는 형태로 구현될 수 있다.
- [0039] 실린더(540)는 스프링(520)에 의해 도 5의 아래 방향으로 밀려 내려가는 구조를 가질 수 있다. 이러한 스프링(520)은, 피실험자가 착용부(410)와 같은 제품을 머리에 착용하였을 때, 광 전송부(411)와 피실험자간의 사이 간격이 벌어지지 않도록 하기 위해 이용될 수 있다. 예를 들어, 피실험자의 측정 부위의 모양이나 굴곡에 상관없이, 스프링(520)의 힘에 의해 실린더(540)나 참조 광 수신부(550)가 피실험자의 측정 부위에 밀착될 수 있다.
- [0040] 이러한 구조를 통해, 피실험자의 측정 부위의 상태나 측정 부위와 헤드셋과 같은 착용부(410)간의 간격 등에 상관없이, 항상 밀착된 형태로 피실험자에게 광을 방출할 수 있기 때문에 일관성 있는 측정이 가능해질 수 있다. 또한, 피실험자의 움직임이나 착용부(410)의 미세한 움직임이 광 전송에 미치는 영향을 감쇄시킬 수 있으며, 방출된 광이 외부로 새어나가는 것을 줄일 수 있다.
- [0041] 다시 도 4를 참조하면, 광 수신부(412)는 광 전송부(411)에서 방출되고, 생물체를 통과하여 나온 빛을 수집하는 광검출기(photo detector, PD)와 광검출기를 구동하는 회로로 구성되는 적어도 하나의 모듈(일례로, 이후 도 6을 통해 설명될 광 검출 모듈(600))을 포함할 수 있다. 광 전송부(411)에서 방출되는 빛은 특정 코드(일례로, 시분할 대역 확산 코드(Time Divided Spread Spectrum Code, TDSSC))로 변조(modulation)된 빛일 수 있다. 이

때, 광 수신부(412)의 모듈별로 복수의 광 전송 모듈들로부터 나온 빛을 수신하는 경우, 수신된 빛은 시분할 대역 확산 코드(Time Divided Spread Spectrum Code, TDSSC)의 중첩된 모양이 다양할 수 있다. 수신된 빛은 복수의 단계를 걸쳐 증폭될 수 있으며, 수신된 빛의 크기가 다양한 조건에 의해 다양해진 상태로 수신되기 때문에 광 수신부(412)는 다양한 이득(gain)을 가질 수 있고, 이러한 이득은 조절이 가능하다.

- [0042] 도 6은 본 발명의 일실시예에 있어서, 광 수신부를 구성하는 하나의 모듈의 구현 예를 도시한 도면이다. 본 실시예에 따른 광 수신부는 도 4를 통해 설명한 광 수신부(412)에 대응될 수 있다.
- [0043] 광 수신 모듈(600)은 광 수신부(412)에 포함되어 빛을 수신하는 하나의 모듈일 수 있다. 이러한 광 수신 모듈(600)은 도 6에 도시된 바와 같이, 볼트(610), 스프링(620), 검출기(630), 실린더(640) 및 케이스(650)를 포함할 수 있다.
- [0044] 검출기(630)는 TIA(Trans-Impedance Amplifier) 및 광 검출기(Photo Detector, PD)를 포함할 수 있으며, 실린더(640)의 내부에 배치될 수 있다. 케이스(650)는 내부에 스프링(620), 검출기(630) 및 실린더(640)를 포함할 수 있으며, 볼트(610)를 통해 상단과 하단이 결합되는 형태로 구현될 수 있다.
- [0045] 스프링(620)은 도 6의 아래쪽 방향으로 검출기(630)를 포함하는 실린더(640)를 밀어내도록 포함될 수 있다. 도 5를 통해 설명한 바와 유사하게, 이러한 스프링(620)은 광 수신부(412)가 피실험자의 측정 부위에 밀착될 수 있는 효과를 위해 이용될 수 있다.
- [0046] 광 전송부(411)를 통해 방출된 빛은, 검출기(630)에서 수신되어 전기적 신호로 변환될 수 있다. 이러한 전기적 신호는 검출기(630)가 포함하는 TIA에서 완전차동(Fully differential)으로 증폭된 신호로서 광 수신부(412)에서 출력된 신호는 작용부(410)가 포함하는 메인 처리부(413)로 입력될 수 있다.
- [0047] 도 5 및 도 6의 구현 예는, 본 발명의 이해를 돕기 위한 하나의 실시예일뿐, 광 전송부(411)나 광 수신부(412)가 포함하는 모듈이 도 5나 도 6의 실시예로 한정되는 것은 아니다.
- [0048] 다시 도 4를 참조하면, 메인 처리부(413)는 제어부(413a) 및 펌웨어(413b)를 포함할 수 있다. 메인 처리부(413)가 포함하는 펌웨어(413b)는 다음 (1) 내지 (4)의 기능을 제공할 수 있다.
- [0049] (1) 작용부(410)가 포함하는 하드웨어들의 동작을 적절히 제어하기 위한 기능(일례로, 광 전송부(411), 광 수신부(412) 및 메인 처리부(413)를 제어하기 위한 기능).
- [0050] (2) 제어부(413a)가 포함하는 Rx측의 A/D 컨버터의 출력 데이터를 각 채널의 광 데이터(optical data)로 분리하는 기능.
- [0051] (3) 분리된 광 데이터를 무선통신(일례로, 블루투스(Bluetooth) 또는 와이파이(Wi-Fi)를 이용하여 모니터링부(420)로 송신하는 기능.
- [0052] (4) 커스터마이징된 부트로더(boot loader)를 통해 펌웨어 업데이트 모드와 펌웨어 실행 모드를 제공하고, 사용자 서버(430)를 통해 사용자가 펌웨어 업데이트 모드 및 펌웨어 실행 모드 중 하나를 선택할 수 있는 기능.
- [0053] 사용자 서버(430)는 데이터를 수집 및 관리하고, 사용자 정보를 관리하며, 대상으로부터의 정보 제공 동의를 받아 데이터를 웹 서버(440)로 전송하는 사용자(일례로, 실험자)의 기기일 수 있다.
- [0054] 본 실시예에 따른 작용부(410)는 상술한 (1) 내지 (4)와 같은 기능을 펌웨어(413b)를 통해 제공함으로써, 다음과 같이 크게 두 가지 효과를 얻을 수 있다.
- [0055] 첫 번째로, 헤드셋과 같은 작용부(410)의 하드웨어 구성이 고정되어 있는 경우, 펌웨어(413b)의 업데이트 또는 변경을 통해 하드웨어의 소자, 구조 등의 변경 없이 새롭게 향상된 기능들을 메인 처리부(413) 내에 즉각적으로 추가하여 사용하거나 메인 처리부(413)의 기능들을 즉각적으로 변경하여 사용하는 것이 가능해진다.
- [0056] 두 번째로, 헤드셋과 같은 작용부(410)의 하드웨어 구성이 확장 가능한 경우, 광 전송부(411)나 광 수신부(412)를 구동하는 특별한 하드웨어나 회로를 추가하거나 하드웨어나 회로를 변경할 필요 없이, 펌웨어의 업데이트나 변경을 통해 확장된 하드웨어 구성을 제어할 수 있다. 따라서, 작용부(410)를 하드웨어의 형태에 구애 받지 않고 가변적이고 자유롭게 다양한 구조의 구현할 수 있다.
- [0057] 도 7은 본 발명의 일실시예에 있어서, 고정된 하드웨어에 대해 펌웨어를 업데이트하여 새로운 기능을 추가하는 예와 펌웨어를 업데이트하여 확장된 하드웨어를 제어하는 예를 도시한 도면이다. 본 실시예에 따른 펌웨어는 도 4를 통해 설명한 펌웨어(413b)에 대응할 수 있다.

- [0058] 도 7에서 'T'는 광 전송 모듈을, 'R'은 광 수신 모듈을 각각 의미할 수 있다. 예를 들어, 도 7의 제1 구성(710)은 7개의 광 전송 모듈과 12개의 광 수신 모듈을 통해 HHS(H-Hexagonal Structure) 모양을 기본 구조로 갖도록 고정적으로 구성된 헤드셋 구조를 나타내고 있다. 또한, 도 7의 제2 구성(720)은 헤드셋 구조가 10개의 광 전송 모듈과 18개의 광 수신 모듈을 갖도록 확장된 예를 나타내고 있다.
- [0059] 이때, 펌웨어(일례로, 펌웨어(413b))는 제1 구성(710)과 같이 하드웨어적 구성의 변경 없이 고정된 상태에서도 새롭게 향상된 기능을 추가하거나 기존 기능을 변경하기 위해 업데이트될 수 있다. 제1 구성(710)은 기능 A를 갖는 펌웨어가 기능 A+B를 갖는 펌웨어로 업데이트되는 예를 나타내고 있다.
- [0060] 제2 구성(720)은 헤드셋의 하드웨어적 구성이 변경/확장되는 경우의 실시예로서, 기능 A를 갖는 펌웨어가 하드웨어의 확장에 따라 기능 A+C를 갖는 펌웨어로 업데이트되는 예를 나타내고 있다.
- [0061] 또한, 이미 설명한 바와 같이, 광 수신부(412)는 다양한 이득(gain)을 가질 수 있고, 이러한 이득은 조절될 수 있다. 이때, 이득의 조절을 위한 기능은 펌웨어(413b)에 포함될 수도 있고, 모니터링부(420)에 포함될 수도 있다.
- [0062] 도 8은 본 발명의 일실시예에 있어서, 착용부의 제어 방법의 일부를 도시한 흐름도이다. 본 실시예에 따른 착용부는 도 4를 통해 설명한 착용부(410)에 대응할 수 있다. 이때, 착용부(410)는 펌웨어(413b)의 제어에 따라 단계(810) 내지 단계(870)를 수행할 수 있다.
- [0063] 단계(810)에서 착용부(410)는, 모니터링부(420)에 연결되었는지 여부를 판단할 수 있다. 이때, 착용부(410)는 모니터링부(420)에 연결되는 경우, 단계(820)를 수행할 수 있다.
- [0064] 단계(820)에서 착용부(410)는, 시스템 온(On) 명령이 수신되었는지 여부를 판단할 수 있다. 예를 들어, 착용부(410)는 시스템 온 명령이 수신되는 경우, 단계(830)를 수행할 수 있다.
- [0065] 단계(830)에서 착용부(410)는, 시스템을 초기화할 수 있다. 이때, 시스템은 착용부(410)일 수도 있고, 도 4를 통해 설명한 광분광학 시스템(400)일 수도 있다.
- [0066] 단계(840)에서 착용부(410)는, 모니터링부(420)로부터의 명령을 대기할 수 있다.
- [0067] 단계(850), 단계(860) 및 단계(870)는, 착용부(410)가 모니터링부(420)로부터의 명령에 따라 서로 다른 동작을 수행할 수 있음을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 단계(870)에서 착용부(410)는 시스템 오프 명령이 수신되었는지 여부를 판단하여, 시스템 오프 명령이 수신되는 경우에 종료될 수 있다. 다시 말해, 본 실시예에 따른 착용부(410)의 제어 방법은 모니터링부(420)로부터의 시스템 오프 명령에 따라 종료될 수 있다.
- [0068] 단계(850)에서 착용부(410)는, 보정(calibration) 시작 명령이 수신되는지 여부를 판단할 수 있다. 이때, 보정 시작 명령이 수신되는 경우, 착용부(410)는 도 9의 단계(910) 또는 도 10의 단계(1012)를 수행할 수 있다. 단계(910)는, 채널의 분리와 이득을 어떻게 조절할 것인가를 결정하는 기능이 펌웨어(413b)가 아닌 모니터링부(420)에 포함된 경우에 수행될 수 있다. 또한, 단계(1012)는 채널의 분리와 이득을 어떻게 조절할 것인가를 결정하는 기능이 모니터링부(420)가 아닌 펌웨어(413b)에 포함된 경우에 수행될 수 있다.
- [0069] 단계(860)에서 착용부(410)는, 측정(measurement) 시작 명령이 수신되는지 여부를 판단할 수 있다. 이때, 측정 시작 명령이 수신되는 경우, 착용부(410)는 도 9의 단계(960) 또는 도 11의 단계(1110)를 수행할 수 있다. 단계(960)는, 채널의 분리와 이득을 어떻게 조절할 것인가를 결정하는 기능이 펌웨어(413b)가 아닌 모니터링부(420)에 포함된 경우에 수행될 수 있다. 또한, 단계(1110)는 채널의 분리와 이득을 어떻게 조절할 것인가를 결정하는 기능이 모니터링부(420)가 아닌 펌웨어(413b)에 포함된 경우에 수행될 수 있다.
- [0070] 도 9는 본 발명의 일실시예에 있어서, 착용부의 제어 방법의 나머지 부분을 도시한 흐름도이다.
- [0071] 단계(850)에서 보정 시작 명령이 수신되면, 착용부(410)는 단계(910)에서 보정 모드를 실행할 수 있고, 단계(920)에서 모니터링부(420)로부터의 명령을 대기할 수 있다.
- [0072] 이때, 착용부(410)는 단계(930)에서 보정 끝 명령이 수신되면, 다시 단계(840)으로 돌아가 모니터링부(420)로부터의 명령을 대기할 수 있다. 또한, 착용부(410)는 단계(940)에서 이득 조절 명령이 수신되면, 단계(950)에서 이득을 조절할 수 있다. 이때, 이득 조절 명령은, 이득을 증가 또는 감소 시키기 위한 명령을 포함할 수 있으며, 착용부(410)는 이득 조절 명령에 따라 이득을 증가시키거나 감소시킬 수 있다.
- [0073] 단계(860)에서 측정 시작 명령이 수신되면, 착용부(410)는 단계(960)에서 측정 모드를 실행할 수 있다. 예를

들어, 작용부(410)는 광 전송부(411)가 포함하는 소스(source, 'S')를 통해 레이저 또는 LED(light emitting diode)를 이용한 근적외선 영역의 빛을 방출하고, 광 수신부(412)가 포함하는 디텍터(detector, 'D')들을 통해 방출된 레이저나 빛을 탐지할 수 있다.

- [0074] 단계(970)에서 측정 끝 명령이 수신되면, 작용부(410)는 제어 방법을 종료할 수 있다. 단계(870)에서 시스템 오프 명령에 따라서도 작용부(410)는 제어 방법을 종료할 수 있다.
- [0075] 도 10 및 도 11은 본 발명의 일실시예에 있어서, 채널의 분리와 이득을 어떻게 조절할 것인가를 결정하는 기능이 펌웨어에 포함된 경우의 제어 방법을 도시한 흐름도이다.
- [0076] 우선 도 10은, 단계(850)에서의 보정 시작 명령에 따라 펌웨어(413b)의 제어에 따라 작용부(410)가 채널별로 이득을 조절하는 과정을 나타내고 있다.
- [0077] 단계(1012)에서 작용부(410)는, 최대값들의 수(the number of maximum values), 상한/하한 경계값(upper/lower boundary value) 및 참조값(reference value)을 결정할 수 있다.
- [0078] 단계(1014)에서 작용부(410)는, 각각의 채널을 위한 정보를 n 데이터씩 분리할 수 있다. 예를 들어, 작용부(410)는 채널의 정보를 16 데이터씩 분리할 수 있다.
- [0079] 단계(1016)에서 작용부(410)는, 각각의 채널을 위해 분리된 n 데이터마다 최대값을 결정할 수 있다.
- [0080] 단계(1018)에서 작용부(410)는, 결정된 최대값들의 수가 기설정된 최대값들의 수와 동일한지 여부를 확인할 수 있다. 예를 들어, 작용부(410)는 채널의 정보를 16 데이터씩 분리하여 기설정된 수만큼의 최대값들을 결정할 수 있다.
- [0081] 단계(1020)에서 작용부(410)는, 결정된 최대값들의 평균을 계산할 수 있다.
- [0082] 단계(1022)에서 작용부(410)는, 평균값(최대값들의 평균)이 참조값 이상인지 확인하여, 평균값이 참조값 이상인 경우에는 단계(1024)를 수행하고, 평균값이 참조값 미만인 경우에는 단계(1026)를 수행할 수 있다.
- [0083] 단계(1024)에서 작용부(410)는, 평균값이 상한 경계값 이상인 경우에는 단계(1030)를 수행하고, 평균값이 상한 경계값 미만인 경우에는 단계(1028)을 수행할 수 있다.
- [0084] 단계(1026)에서 작용부(410)는, 평균값이 하한 경계값 이하인 경우에는 단계(1030)를 수행하고, 평균값이 하한 경계값 초과인 경우에는 단계(1028)을 수행할 수 있다.
- [0085] 단계(1028)에서 작용부(410)는, 이득을 조절할 수 있다. 예를 들어, 작용부(410)는 평균값이 참조값 이상이고 상한 경계값 미만인 경우에는 이득을 감소시킬 수 있다. 또한, 작용부(410)는 평균값이 참조값 미만이고 하한 경계값 초과인 경우에 이득을 증가시킬 수 있다. 이득을 조절한 후 작용부(410)는 다시 단계(1014)를 수행할 수 있다.
- [0086] 단계(1030)에서 작용부(410)는, 각각의 채널의 보정상태(calibration state)를 갱신할 수 있다. 예를 들어, 작용부(410)는 평균값이 참조값 이상이고 상한 경계값 이상인 경우, 또는 평균값이 참조값 미만이고 하한 경계값 이하인 경우, 각각의 채널의 보정상태를 갱신할 수 있다.
- [0087] 단계(1032)에서 작용부(410)는, 모든 채널에 대해 보정이 완료된 경우, 단계(840)으로 돌아가 모니터링부(420)의 명령을 대기할 수 있다. 만약, 모든 채널에 대해 보정이 완료되지 않은 경우에는 단계(1014)가 수행될 수 있다.
- [0088] 도 11을 참조하면, 작용부(410)는 단계(860)의 측정 시작 명령의 수신에 따라 단계(1110)에서 측정 모드를 실행하고, 단계(1120)에서 채널을 분리할 수 있다. 단계(1130)에서 작용부(410)는 측정 종료 명령의 수신에 따라 제어 방법을 종료하거나 또는 측정 모드를 실행하는 단계(1110)를 재수행할 수 있다.
- [0089] 도 12는 본 발명의 일실시예에 있어서, 헤드셋 시스템의 예를 도시한 도면이다.
- [0090] 사진(1210)은 지정된 동일한 간격으로 떨어져 있는 홀더(holder)를 포함하는 헤드셋 시스템(1211)을 나타내고 있다. 헤드셋 시스템(1211)의 홀더에는 광 전송 모듈(500) 또는 광 수신 모듈(600)이 착탈될 수 있다. 이러한 헤드셋 시스템(1211)은 버클과 밴드 등의 결합 구성 요소를 통해 피실험자의 머리에 부착될 수 있으며, 헤드셋 시스템(1211)이 부착된 부위의 생명체의 생체 신호를 얻을 수 있다.
- [0091] 헤드셋 시스템(1211)은 그림(1220)에서와 같이, 복수의 광 전송 모듈(500)들과 복수의 광 수신 모듈들(600)로

구성된 HHS(H-Hexagonal Structure) 모양을 기본 구조로 가질 수 있다. 이러한 HHS 모양의 구조는 도 7의 제2 구조(720)에서 설명한 바와 같이, 기본 구조를 바탕으로 자유롭게 머리 전체를 커버할 수 있도록 확장될 수 있다. 그림(1220)에서 'T'는 광 전송 모듈(600)을, 'R'은 광 수신 모듈(700)을 각각 의미할 수 있다.

[0092] 도 13은 본 발명의 일실시예에 있어서, 세 개의 기본 구조로 구성된 헤드셋 시스템의 확장된 형태의 예를 도시한 도면이고, 도 14는 본 발명의 일실시예에 있어서, 아홉 개의 기본 구조로 구성된 헤드셋 시스템의 확장된 예를 도시한 도면이다. 도 13은, 사람의 머리에서 전두엽 부위의 생체신호를 측정하기 위해 구성된 헤드셋 시스템을, 도 14는, 사람의 머리 전체로부터 생체신호를 측정하기 위해 구성된 헤드셋 시스템을 각각 나타내고 있다. 이때, 헤드셋 시스템은 버클(buckle)과 밴드(bend)를 통해 생명체의 측정부위에 부착될 수 있다.

[0093] 파이프라인 구조의 정합 필터와 듀얼 경사 아날로그 디지털 변환기

[0094] 도 15는 본 발명의 일실시예에 있어서, 광분광학 시스템을 위한 정합 필터가 적용된 Tx와 Rx의 블록도이다. 도 15는 광분광학 시스템(특히, 도 4를 통해 설명한 착용부(410))의 Tx와 Rx(1510)에서 정합 필터(Matched Filter, 1511)가 어떻게 적용되는가를 보여주는 블록도이다. 동일한 클럭(CLK)을 기반으로 레이저를 구동시켜 빛을 뇌에 입사시키고, 뇌를 투과하면서 감쇠된 빛을 TIA(Trans-Impedance Amplifier)와 PGA(Programmable Gain Amplifier)를 이용하여 증폭시킨 후, 정합 필터(1511)와 경사 ADC(slope Analog Digital Converter, 1512)를 통해 디지털화될 수 있다. 이 과정에서 송수신된 신호들 간의 시간 딜레이는 월시 코드(Walsh code)의 지속 시간에 비해 매우 짧기 때문에 무시 가능하다. 투과하면서 겪게 되는 산란(scattering)에 의한 노이즈는 백색 가우스 잡음(white Gaussian noise)의 형태와 동일하기 때문에 정합 필터(1511)를 통해 그 영향을 최소화할 수 있다.

[0095] 도 16은 본 발명의 일실시예에 있어서, 정합 필터와 경사 아날로그 디지털 변환기가 결합된 예를 간략히 도시한 블록도이다.

[0096] 정합 필터(Matched filter)를 사용하게 되면 도 16에서와 같이 커패시터(1610)에 전하(charge)를 축적(accumulation)하기 위해 상당히 큰 값을 갖는 커패시터(1610)가 연결되어야 하며, 입력 전압(input voltage)에 비례하는 전류(current)를 Gm(transconductor) 증폭기(amplifier)의 출력에서 SW1이 1인 시간 동안 커패시터(1610)로 흘려주어 커패시터(1610)의 출력이 점차 증가하게 된다. SW1이 0이 되고 SW2가 1이 되는 시점부터 커패시터(1610)에 저장되어 있던 전하는 전류원(current source)을 통해 점차 감소하게 되며 차동 신호(differential signal)가 서로 크로스하는 시점을 비교기(comparator)가 클럭(CLK) 기반으로 1이 유지되는 시간을 이용하여 감지한다. 이 시간 동안 카운터(counter)는 클럭 기반으로 동작하면서 시간을 디지털 코드(digital code)로 변환하게 되는데, 이를 경사 ADC(Slope ADC) 구조라 할 수 있다. 정합 필터 다음에 구현되는 경사 ADC 구조는 추가적인 커패시터의 필요 없이 ADC를 구현할 수 있어, 크기면에서 효과적이며 멀티 채널 수신기(multi-channel receiver)를 구현하는데 있어 집적도가 좋다.

[0097] 도 17은 본 발명의 일실시예에 있어서, 파이프라인(pipeline) 구조로 적용된 정합 필터의 예를 도시한 도면이고, 도 18은 본 발명의 일실시예에 있어서, 파이프라인(pipeline) 구조로 적용된 정합 필터에서의 타임 다이어그램을 도시한 도면이다.

[0098] 하나의 커패시터를 사용하는 경우, 우 위상(Even phase)일 때 입력 데이터를 커패시터에 축적하며 저장된 전하는 기 위상(Odd phase)일 때 추출하게 된다. 따라서 기 위상일 때, 커패시터는 입력 데이터를 축적할 수 없기 때문에, 입력으로 들어오는 월시 코드 비트 주기(Walsh code bit period)의 절반만 사용하여 정합 필터 구조를 구현해야 한다는 문제가 발생한다.

[0099] 따라서, 도 17에서와 같이 Gm(transconductor) 내부의 마지막 스테이지를 파이프라인 구조로 변형하여 구현함으로써, 전압노드에서의 스위치 기반의 파이프라인 구조를 구현하였다. 이는 도 18에 나타난 바와 같이, 커패시터 1(C1)에서 전하가 축적되는 위상일 때 커패시터 2(C2)에서는 방전(discharging)이 일어나면서 듀얼 경사 ADC(SS ADC) 형태로 원활히 동작할 수 있음을 의미할 수 있다. 전압 노드(voltage node)에서 스위칭되기 때문에, 순간적으로 생성되던(스위칭시키는 시간의 상승구간(rising edge)과 시간의 하강구간(falling edge)이 이상적이지 않기 때문에 생성되던) 누전선(current leakage line)이 생성되지 않고, 따라서 누전(current leakage) 없이 동작할 수 있다. 이를 통해, 입력 월시 코드(input Walsh code)의 비트 주기와 동일한 시간동안 정합 필터 구조를 구현할 수 있으며, 전압 노드에서 파이프라인 구조를 구현함으로써 스위칭 회로에서 발생하는 누전과 비선형성 영향을 최소화할 수 있다.

- [0100] 앞선, 도 16은 간략화된 모델로서 파이프라인 구조의 한쪽 위상면만을 보인 다이어그램이며 도 17은 이를 기반으로 파이프라인 구조를 나타내고 있다. SW1이 1인 경우가 우 위상, SW2가 1인 경우가 기 위상에 대응될 수 있다. 이 두 경우 모두 입력으로 'IN' 신호와 SW1 및 SW2 신호가 동일하게 얼라인(aligned)됨을 알 수 있다. 이는 동일한 클럭을 기반으로 하여 만들어진 신호들이기 때문에 엡지가 얼라인되어 있기 때문이며, 이러한 특성에 기반하여 정합 필터 구조를 구현할 수 있다.
- [0101] 도 19는 본 발명의 일실시예에 있어서, 파이프라인 트랜스컨덕터(Gm) 증폭기 구조의 세부 도식 구조를 도시한 도면이다. SW가 켜진 시간 동안, 입력 전압에 의존적인 전류가 커패시터에 축적된다. 선형적인 개형의 축적을 위해, Gm-C의 출력 노드의 대역폭은 매우 낮은 주파수 대역에 존재해야 한다. 이를 위해서는 커패시터의 크기가 크고 증폭기의 Gm 값이 작아야 한다. 커패시터의 크기를 무한히 키울 수는 없기 때문에 Gm의 크기를 작게 구현해야 할 필요성이 있다. 이에, 입력 MOS(MOS)의 쌍을 두어 입력에 따라 회로에 발생하는 전류의 양을 분배하고, 마지막 출력 스테이지까지 미러(mirror) 비율을 작게 유지함으로써 Gm의 크기를 작게 구현할 수 있다. OUT1과 OUT2는 각각 파이프라인 구조의 출력으로, SW가 1일 때는, 제1 점선박스(1910)에서 좌측의 커패시터들에 전하를 축적하고, SWN이 1일 때는 제1 점선박스(1910)에서 우측의 커패시터들에 전하를 축적할 수 있다. 이와 같이, 하나의 공통 모드 피드백(common mode feedback) 회로를 각 위상마다 스위칭하면서 사용하도록 함으로써, 정합회로의 크기를 작게 구현할 수 있다.
- [0102] 도 20은 본 발명의 일실시예에 있어서, Gm-C 미스매치에서 기인하는 DC 오프셋 보정 구조를 도시한 도면이다.
- [0103] Gm-C 증폭기 자체는 MOS 기반의 증폭기로서 공정 진행상에서 발생하는 차동 MOS간의 사이즈 미스매치(size mismatch)에 대한 대비가 필요하다. 이를 위해, 커패시터에 전하를 축적하고, 빼는 시간을 제외한 시간에 미스매치 보정(mismatch calibration)용 스위치를 사용하여 SW_MIS가 0이고 SW_CM이 1일 때, 오프셋이 샘플링된 후, 이를 SW_MIS가 1이고 SW_CM이 0이 될 때, 반대 위상으로 연결함으로써 미스매치를 보상할 수 있다.
- [0104] 도 21은 본 발명의 일실시예에 있어서, 파이프라인 Gm-C 구조를 위한 방전용 듀얼 전류원 구조를 도시한 도면이다.
- [0105] 커패시터에 축적된 전하는 파이프라인 형태로 다른 시간에 방전되면서 경사 ADC가 동작을 수행하게 된다. 만일 하나의 전류원(current source)을 이용하여 전하를 빼게 되면, 서로 다른 커패시터가 SW기반의 멀티플렉서를 통해 전류원에 연결되거나, Vref라는 공통 전원(common voltage)에 연결되게 된다. 이 경우, 멀티플렉서가 MOS 기반의 SW이기 때문에, 오프 상태에서 저항이 무한히 크지 않아 전류 누수 현상이 발생하여 전하의 축적 위상에서 전하가 새어나가게 된다. 따라서, 도 21에서와 같이 두 개의 서로 다른 전류원(2110 및 2020)을 각각의 파이프라인용 커패시터에 연결하여 전류 노드가 공유되는 현상을 방지할 수 있다.
- [0106] 도 22는 본 발명의 일실시예에 있어서, 파이프라인 Gm-C 기반 정합 필터 구조를 위한 스위칭 시간 다이어그램을 도시한 도면이다. 도 22는 파이프라인 구조를 구성하기 위해 필요한 스위칭 신호들을 나타내고 있으며, 이러한 스위칭 신호들을 단일 클럭(CLK) 기반으로 디지털 합성된 클럭 생성기(clock generator)를 통해 구현한 예를 나타내고 있다.
- [0107] 일실시예에 따른 광분광학 시스템의 제어 방법은 아래 단계 (1) 및 단계 (2)를 포함할 수 있다.
- [0108] 단계 (1)에서 광분광학 시스템이 포함하는 파이프라인 구조의 정합 필터는 증폭기를 통해 전달되는 입력전압을 제1 스위치단을 통해 제1 커패시터 및 제2 커패시터로 순차적으로 연결할 수 있다.
- [0109] 단계 (2)에서 광분광학 시스템이 포함하는 듀얼 경사 아날로그 디지털 변환기(dual slope Analog Digital Converter)는 제1 커패시터 및 제2 커패시터에 충전된 전하를 제2 스위치단을 통해 순차적으로 입력받아 입력전압을 디지털화할 수 있다.
- [0110] 여기서, 제1 스위치단 및 제2 스위치단은, 월시 코드 비트 주기(Walsh code bit period)에 따라 생성된 클럭에 기반하여 제1 커패시터 및 제2 커패시터로 순차적으로 연결을 스위칭하고, 동일한 클럭에서 제1 커패시터 및 제2 커패시터 중 서로 다른 커패시터에 각각 연결할 수 있다.
- [0111] 다른 실시예로, 광분광학 시스템의 제어 방법은 아래 단계 (1) 및 단계 (2) 이외에, 월시 코드 비트 주기에 따라 생성된 클럭에 기반하여 대상의 특정부위로 빛을 방사하는 단계 (3) 및 상기 특정부위를 통해 나오는 빛을 수집하는 단계 (4)를 더 포함할 수 있다. 이때, 단계 (3) 및 단계 (4)는 상술한 단계 (1) 및 단계 (2)보다 먼저 수행될 수 있으며, 각각 광 전송부(일례로, 광 전송부(411)) 및 광 수신부(일례로, 광 수신부(412))를 통해 각각 수행될 수 있다. 이때, 정합 필터 및 듀얼 경사 아날로그 디지털 변환기는 광 수신부에 포함되어 광 전송

부에서 이용되는 클럭에 기반하여 동작할 수 있다.

- [0112] 광 수신부는, 상술한 증폭기로서 TIA(Trans-Impedance Amplifier) 및 PGA(Programmable Gain Amplifier)를 더 포함할 수 있다.
- [0113] 또 다른 실시예에서 광분광학 시스템의 제어 방법은 상술한 단계 (1) 및 단계 (2) 대신, 증폭기를 통해 전달되는 입력전압을 위상마다 스위칭하여 제1 커패시터 및 제2 커패시터에 순차적으로 연결하고, 상기 위상에 따라 제1 커패시터 및 제2 커패시터에 충전된 전하를 순차적으로 입력받아 입력전압을 디지털화하는 단계 (5)를 포함할 수 있다. 이러한 단계 (5)는 일례로, 도 19를 통해 설명한 공통 모드 피드백(common mode feedback) 회로를 통해 수행될 수 있다.
- [0114] 또 다른 실시예에서 광분광학 시스템의 제어 방법은 제1 커패시터 및 제2 커패시터에 충전 및 방전되는 시간을 제외한 시간에, 차동 모스(differential MOS)간의 크기 미스매치를 보상하는 단계 (6)을 더 포함할 수 있다. 이러한 단계 (6)은 광분광학 시스템이 더 포함할 수 있는 미스매치 조정용 스위치단 및 미스매치 조정용 커패시터를 통해 수행될 수 있다. 예를 들어, 입력전압은, 증폭기의 출력인 제1 전압 및 제2 전압을 포함하고, 미스매치 조정용 스위치단은, 제1 입력전압이 1이고, 제2 입력전압이 0인 경우, 증폭기 자체에 존재하는 DC 오프셋 크기를 미스매치 조정용 커패시터에 샘플링한 후, 샘플링된 전압을 반대 위상으로 제1 커패시터 및 제2 커패시터에 연결하여 차동 모스간의 크기 미스매치를 보상할 수 있다.
- [0115] 월시 코드 기반의 단일 클럭 생성기(single CLK generator)로 동작하는 광분광학 시스템
- [0116] 본 실시예들에 따른 광분광학 시스템은 월시 코드(Walsh code) 기반의 단일 클럭 생성기(single CLK generator)를 이용할 수 있다. 코드 분할 멀티플렉싱(Code division multiplexing)에 사용되는 코드들 중 하나의 종류인 월시 코드의 경우, 코드 길이에 따라 직교(orthogonal) 코드의 개수가 결정되며, 각 코드간의 상관은 0이다.
- [0117] 따라서 광분광학 시스템에서 월시 코드를 이용하여 광 전송 모듈들의 레이저들의 시퀀스를 모듈레이션(modulation)하게 되면, 하나의 광 수신 모듈에서는 여러 영역의 혈액역학(hemodynamics) 정보들을 각 채널간의 간섭 없이 디모듈레이션(demodulation)하여 추출할 수 있다.
- [0118] 도 23은 본 발명의 일실시예에 있어서, CDMA 모듈레이션 적용 형태의 예를 도시한 도면이다.
- [0119] 도 23에서 소스 1(Source 1, S1)과 소스 2(Source 2, S2)에서 방출된 빛이 생명체를 투과하여 하나의 디텍터(detector)로 들어올 때, 기본적인 근적외선 분광기(near infrared spectroscopy, NIRS)의 원리로는 S1과 S2에서 각각 방출된 빛의 구분이 불가능하다. 이에, 본 발명의 실시예들에 따른 광분광학 시스템에서는, 완벽하게 직교한 코드(일례로, 상술한 월시 코드)로 각각의 광원에서 빛을 코드 모듈레이션시켜서 방출할 수 있다.
- [0120] 또한, 디텍터에서 방출된 빛을 광원에서와 동일한 코드로 디모듈레이션함으로써, 어떠한 광원에서 방출된 빛인지 여부를 식별할 수 있게 된다. 이러한 방식을 이용하여, 광분광학 시스템은 다수의 광원으로부터 디텍터로 입사되는 빛을 이용하여 뇌의 어느 부분이 활성화됨에 따라 옥시헤모글로빈(oxyhemoglobin)의 농도가 변해서 빛의 입사 농도가 변화한 것인가를 정확하게 알아낼 수 있다.
- [0121] 아래 표 1은 인체 혈액속의 산소포화도 변화를 발생시키는 요소들 및 대응하는 주파수 대역에 대한 정보를 나타내고 있다.

표 1

No.	Artifact	Source	Freq. (Hz)
①	Laser temperature drift	Temperature dependency of laser	-
②	Very low frequency oscillation	-	0.04
③	Low freq. spontaneous physiological oscillations (LFO, vasomotor wave or Mayer 's wave)	Relate to arterial blood pressure	0.1
④	Respiration frequency	Respiration (Adult : 12 ~ 20 cycle/min)	0.2
⑤	Cardiac oscillation	Heart beat (Adult : 60 ~ 80)	1

[0122]

- [0123] 인체 내에서 일어나는 혈액 속 산소포화도 변화는 표 1에 나타난 요인들에 기인하며 최대 1Hz로 상당히 느린 변화임을 알 수 있다.
- [0124] 도 24는 본 발명의 일실시예에 있어서, 혈액 내 산소포화도 변화를 코드로 모듈레이션하는 형태의 예를 도시한 도면이다. 우선, 신호들을 광분광학 시스템에서 코드 기반의 모듈레이션 기법을 이용하여 측정하기 위해서는 다음과 같은 파라미터 값들을 정해야 한다.
- [0125] 모듈레이션에 사용되는 코드의 칩 레이트(chip rate) 및 길이(length)는 디모듈레이션 되었을 때의 심볼 레이트(symbol rate)와 인체 내의 혈류역학 주기(hemodynamic frequency)를 고려하여 결정될 수 있다. 단위 월시 코드 모듈레이션 시퀀스(unit Walsh code modulation sequence)가 반복되고, 산소포화도의 변화가 거의 없다고 가정할 때, 수신된 신호에서 디모듈레이션된 결과는 생체 내의 신호를 올바르게 복원가능하기 때문이며, 칩 레이트와 단위 코드 길이(unit code length)는 독립적으로 수신하고자 하는 채널의 수와 시스템의 스펙에 따라 조절될 수 있다.
- [0126] 도 25는 본 발명의 일실시예에 있어서, 코드 기반으로 모듈레이션 및 디모듈레이션을 진행할 때, 낮은 노이즈를 제외한 혈류역학 신호를 추출하는 순서도의 예를 도시한 도면이다.
- [0127] 월시 코드로 모듈레이션된 레이저 빛은, 생체 내로 입사되어 디텍터에서 탐지되기 전까지, 빛이 지나온 경로내의 혈류역학 변화에 따라 개형이 변하게 된다. 이는, 월시 코드를 혈류역학 신호에 믹싱한 형태라 할 수 있다. 혈류역학 정보는 대략 1Hz 미만의 신호들이지만, 이보다 빠른 주파수 대역의 월시 코드들이 사용되기 때문에 높은 주파수 대역으로 신호 톤(tone)이 이동하는 형태가 된다. 따라서, 칩(chip)에서 아날로그 증폭과 관련된 동작을 진행할 때, 회로 자체에서 발생하는 낮은 주파수 대역의 큰 노이즈인 $1/f$ 노이즈 성분들에 대하여 면역력(immunity)이 존재하며, 디모듈레이션 과정을 거친 후, 로 패스 필터링(low pass filtering)을 통해 노이즈 최소화된 혈류역학 신호를 추출할 수 있다(chopping 구조와 유사).
- [0128] 정합 필터 기반의 데이터 샘플링
- [0129] 입력 신호 및 회로 내에 존재하고 있는 백색잡음(white noise)들을 오버샘플링 효과에 근거하여 연속적인 시간 도메인에서 축적하여 각 비트 주기에 맞춰 하나의 데이터를 추출해낼 수 있다. 이는 광통신 시스템에서 사용되고 있는 기술로 최대의 SNR(Signal-to-noise ratio)의 신호를 추출해 낼 수 있는 정합 필터 구조를 이용한다. 이러한 정합 필터 구조를 구현하기 위해서는 입력으로 받아들이는 비트와 샘플링하는 클럭간의 싱크가 정확히 동일해야 한다는 전제조건이 있기 때문에 광통신 시스템에서는 수신단에서 추가적으로 PLL(Phase Locked Loop)을 이용하여 클럭을 제어한다.
- [0130] 그러나, 본 발명의 실시예들에서는 집적회로 자체에서 참조 클럭을 이용하여 분리된 신호를 피실험자의 머리로 입사시키고 입사된 신호가 피실험자의 머리를 투과하여 수신기(일례로, 광 수신 모듈(600))로 입력되어 들어오기 때문에(다시 말해, 하나의 시스템에서 빛을 방출과 탐지가 모두 이루어지기 때문에), 집적회로 내부의 동일한 분리된 신호를 이용하여 동일한 싱크를 맞추어 축적 주기를 생성할 수 있어, 보다 간단한 구조로 정합 필터를 구현할 수 있다.
- [0131] 오버샘플링 레이트(oversampling rate) N 이 증가함에 따라 측정된 신호의 노이즈는 $1/(\sqrt{N})$ 으로 감소하게 되며, N 을 무한히 증가시킨 결과가 축적된 형태와 동일하기 때문에 신호 내부와 칩(집적회로) 내부에서 생성되는 백색 가우스 노이즈를 최대한 감소시킬 수 있다.
- [0132] 도 26은 본 발명의 일실시예에 있어서, 오버샘플링의 효과와 정합 필터의 효과를 나타낸 도면이고, 도 27은 종래기술의 정합 필터 구조와 본 발명의 일실시예에 따른 정합 필터의 구조를 비교한 도면이다.
- [0133] 정합 필터 구조를 구현하기 위해서는 입력으로 받아들이는 신호와 샘플링에서 사용되는 클럭간의 싱크가 정확히 동일해야 한다는 전제조건이 있다. 일반적인 통신 시스템(종래기술의 시스템(2710))에서는 참조 클럭이 수신기(receiver)의 외부에 존재하며, 수신기의 입력으로 들어오는 데이터와의 싱크를 맞추기 위해 수신기에서 추가적으로 PLL과 같은 부가회로를 이용하여 샘플링 싱크를 조절해야만 했다. 그러나, 본 실시예에 따른 광분광학 시스템(2720)의 집적회로에서는 집적회로 자체의 참조 클럭을 이용하여 모듈레이션 시퀀스를 생성하고, 생성된 신호가 종래기술의 외부 'System'에 대응하는 피실험자의 뇌 채널에 입사된 후, 대뇌피질까지 투과되어 수신기까지 도달하는 동안의 신호 자체의 감쇠만을 가지게 된다. 따라서, 수신된 입력 신호와 샘플링된 클럭은 싱크가

동일하다고 가정할 수 있기 때문에, 본 실시예에 따른 광분광학 시스템(2720)에서는 비교적 간단한 구조로 정합 필터의 기능을 구현할 수 있다.

[0134] 일실시예에 따른 광분광학 시스템의 제어 방법은, 광분광학 시스템이 포함하는 광 전송부(일례로, 광 전송부(411))에서, 복수의 광원을 이용하여 대상의 특정부위로 빛을 방사하되, 복수의 광원에서 방사되는 빛을 월시 코드(Walsh code)를 이용하여 코드 모듈레이션하여 방사하는 단계 및 광분광학 시스템이 포함하는 광 수신부(일례로, 광 수신부(412))에서, 특정부위를 통과하여 나오는 빛을 검출하되, 월시 코드를 이용하여 빛을 디모듈레이션하여 광원을 식별하는 단계를 포함할 수 있다. 이때, 제어 방법은, 광 수신부가 포함하는 정합 필터에서 빛의 방사에 이용된 참조 클럭을 샘플링 클럭으로 이용하여 입력 신호를 축적함으로써, 연속적인 시간 도메인에서 축적하여 각 비트 주기별로 하나의 데이터를 추출하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0135] 다른 실시예에 따른 광분광학 시스템의 제어 방법은, 광분광학 시스템의 광 전송부에서, 대상의 특정부위로 빛을 방사하는 단계 및 광분광학 시스템의 광 수신부에서, 상기 특정부위를 통과하여 나오는 빛을 검출하는 단계를 포함할 수 있다. 이때, 빛을 검출하는 단계에서, 광 수신부가 포함하는 정합 필터는, 빛의 방사에 이용된 참조 클럭을 샘플링 클럭으로 이용하여 입력 신호를 축적함으로써 연속적인 시간 도메인에서 축적함으로써 각 비트 주기별로 하나의 데이터를 추출할 수 있다.

[0136] 각각의 실시예들의 정합 필터를 통해, 입력으로 받아들이는 비트가 상기 참조 클럭을 이용하여 방사된 빛에 대응하여, 추가적인 PLL의 사용 없이, 입력으로 받아들이는 비트와 참조 클럭간에 동기화가 이루어질 수 있다.

[0137] 시간 분할 대역 확산 코드(Time Divided Spread Spectrum Code, TDSSC)를 이용한 광분광학 시스템

[0138] 사람의 유형에 따라 머리의 굴곡, 머리를 구성하는 층들의 두께 및 피부의 색 등에 의해 흡수되는 빛의 정도가 다르다. 따라서 동일한 레이저 파워(laser power)를 머리 전체 영역 및 모든 사람들에게 적용시킨다면 특정 측정영역에서 대뇌를 투과한 빛이 머리 표면에 도달하기 전에 모두 흡수되어 측정이 불가능한 경우가 발생하게 된다. 따라서 레이저 파워를 강하게 입사시킴으로써 대뇌를 투과한 빛이 머리표면에 도달하게 하는 방법을 취할 수 있지만 인체에 최대로 입사시킬 수 있는 레이저 파워에는 제한이 있기 때문에 무한히 증가시킬 수 없다.

[0139] 도 28은 본 발명의 일실시예에 있어서, 시간 분할 스프레드 스펙트럼 코드의 적용 예를 도시한 도면이다. 이미 설명한 바와 같이, 인체에 입사되는 빛은 단위시간당 광자의 수로 나타낼 수 있기 때문에, 인체에 빛이 입사되는 시간을 조절하게 되면 강한 빛이라도 순간적으로 봤을 때, 적은 광자의 양이기 때문에 입사시킬 수 있다. 따라서 전체 에너지의 양은 동일하지만 순간적인 빛의 세기는 증가시키는 방법을 이용하여 광자가 머리표면에 도달하게 할 수 있으며, 단위 시간당 월시 코드의 1의 지속시간(code frequency)을 감소시키면서 인체에 보다 강한 빛을 입사시키도록 시스템을 디자인 할 수 있다. 예를 들어 똑같은 에너지를 입사시킨다는 가정하에 온/오프 듀티 비(On/Off duty ratio)를 조절하게 되면 스프레드 코드(spread code)가 동시에 시작하여 입사되고 동시에 꺼지기 때문에 코드간 직교성을 유지하는 형태가 된다. 도 28에서 'Case 1' 및 'Case 2'와 같이 온/오프 신호의 듀티가 각각 1 과 0.5인 경우를 가정하자. 레이저가 입사되는 시간은 듀티 비가 0.5인 경우가, 듀티 비가 1인 경우보다 두 배 작기 때문에 상대적으로 입사되는 월시 코드의 신호 크기를 키울 수 있다($P_2 = P_1 \times 2$). 이러한 시간 분할 스프레드 스펙트럼 코드(Time Divided Spread Spectrum Code, TDSSC)는 집적회로 내부에서 월시 코드의 듀티와 레이저 파워를 조절할 수 있는 구조로 구현될 수 있다.

[0140] 멀티채널 레이저 및 LED 구동기

[0141] 본 실시예에 따른 광 전송 모듈에서는 듀얼 파장 레이저와 LED 구동기로 5.2mA부터 14.9mA까지 256 스테이지 파워의 조절이 가능하며, 스케일(scale)을 두 배로 증가시키는 옵션이 있고, 각 파장에 따른 월시 코드로 모듈레이션되어 신호를 출력할 수 있다.

[0142] 도 29는 본 발명의 일실시예에 있어서, 듀얼 파장의 레이저 구동기와 LED 구동기의 구조를 도시한 도면이다. 도 29는 듀얼 파장 레이저 구동기(2910)인 듀얼 VCSEL(vertical cavity surface emitting laser) 소자와 듀얼 파장 LED 구동기(2920)인 듀얼 LED 소자를 나타내고 있다. 이때, 듀얼 파장 레이저 구동기(2910)와 듀얼 파장 LED 구동기(2920)는 양극 및 음극들 중 하나의 상과 연결될 수 있다. 도 29에서 듀얼 파장 레이저 구동기(2910)는 양극이 그라운드(ground)로 함께 연결되어 있으며, 듀얼 파장 LED 구동기(2920)는 음극이 VDD로 함께 연결되어 있어 듀얼 파장 레이저 구동기(2910)인 듀얼 VCSEL(vertical cavity surface emitting laser) 소자와

듀얼 파장 LED 구동기(2920)를 다른 코드로 모듈레이션시키기 위해서는 서로 다른 구동기를 이용하여 구현해야 했다.

[0143] 도 30은 본 발명의 일실시예에 있어서, 구동 제어 신호 레벨 시프터(driver control signal level shifter)를 도시한 도면이다. 구동 제어 신호 레벨 시프터(3000)는 레이저(일레로, 듀얼 파장 레이저 구동기(2910))와 LED(일레로, 듀얼 파장 LED 구동기(2920))의 순방향 전압(forward voltage)을 커버하기 위하여 3.3V로 VDD를 사용하는 회로에 제어 전압 도메인(control voltage domain)을 변경할 수 있다. 이러한 구동 제어 신호 레벨 시프터(3000)에는 처음 전원을 켰을 때 각 노드들의 기본 전압을 할당하기 위해 스타트-업 회로(start-up circuit, 3010)가 연결될 수 있다.

[0144] 도 31은 본 발명의 일실시예에 있어서 시간 분할 스프레드 스펙트럼 코드를 이용한 레이저 구동기를 도시한 도면이다. 레이저 구동기(Dual Laser Driver, 3110)는 도 31에 도시된 다른 구성요소들과 함께 동작할 수 있다. 우선, 월시 코드 생성기(128 Walsh Code GEN, 3120)는 클럭 생성기(CLK GEN, 3130))에서 나오는 참조 클럭을 기반으로 128개의 서로 독립적인 월시 코드를 생성할 수 있다. 128개의 월시 코드들 중 사용될 월시 코드는 사용자가 원하는 형태로 선택가능하며, 선택된 월시 코드는 레벨 시프터(Level Shifter, 3130)를 통해 1.8V에서 3.3V로 승압된 후 레이저 구동기(3110)의 입력 신호로 인가될 수 있다. 듀티 제어(Duty control) 신호는 MCU(Micro Controller Unit)으로부터 인가될 수 있으며, 이러한 듀티 제어 신호를 통해 레이저 구동 신호의 온/오프를 시간 도메인에서 조절할 수 있다.

[0145] 본 실시예에 따른 광분광학 시스템의 제어 방법은, 광분광학 시스템이 포함하는 광 전송부(일레로, 광 전송부(411))에서, 광원을 통해 대상의 특정부위로 빛을 방사하되, 빛의 방사 시간을 감소시키고 빛의 세기를 증가시켜 전체 에너지가 동일하게 유지되도록 빛을 방사하는 단계 및 광분광학 시스템이 포함하는 광 수신부(일레로, 광 수신부(412))에서, 특정부위를 통과하여 나오는 빛을 수집하는 단계를 포함할 수 있다. 이때, 광 전송부는, 시분할 대역 확산 코드를 이용하여 빛을 방사하는 온/오프 듀티비를 일정 비율만큼 감소시키고, 상기 일정 비율만큼 상기 빛의 세기를 증가시키거나 또는, 시분할 대역 확산 코드를 이용하여 단위 시간당 월시 코드(Walsh code)의 단위 지속시간을 일정 비율만큼 감소시키고, 상기 일정 비율만큼 상기 빛의 세기를 증가시킬 수 있다. 광원은, 듀얼 파장의 레이저 소자 및 듀얼 파장의 LED 소자를 포함하고, 레이저 소자 및 LED 소자가 포함된 회로의 제어 전압 도메인을 변경하는 레벨 시프터를 더 포함할 수 있다. 이때, 빛을 방사하는 단계는, 참조 클럭을 기반으로 생성된 기설정된 수의 서로 독립적인 월시 코드 중 사용하고자 하는 코드에 대응하는 신호를 레벨 시프터를 통해 승압하는 단계 및 레이저 소자에서 승압된 신호를 입력 신호로 수신하고, MCU로부터 인가되는 듀티 제어 신호를 이용하여 입력 신호의 온/오프를 조절하는 단계를 포함할 수 있다.

[0146] 모니터링부

[0147] 도 4를 통해 설명한 작용부(410)를 통해 얻어지는 정보는 모니터링부(410)를 통해 처리, 가시화 및 제어될 수 있다. 이러한 모니터링부(410)는 컴퓨터, 노트북, 스마트폰, 스마트 워치, 태블릿 PC 등과 같이, 디스플레이를 갖고 있는 다양한 기기들 중 하나를 이용하여 구현될 수 있다.

[0148] 모니터링부(410)는 다음 (1) 내지 (5)를 위한 기능을 포함할 수 있다.

[0149] (1) 펌웨어(일레로, 도 4의 펌웨어(413b))에서 분리된 각 채널의 복수 파장의 광 데이터를 무선 통신을 통해 수신할 수 있다.

[0150] (2) 수신된 데이터를 디지털 신호 처리(Digital Signal Processing) 과정을 통해 처리할 수 있다. 일레로, 모니터링부(410)는 로 패스 필터(low pass filter)와 레이저 온도 드리프트 리젝션(laser temperature drift rejection) 과정을 통해 수신된 데이터를 처리할 수 있다.

[0151] (3) 처리된 데이터를 수정된 비어-람베르트(Beer-Lambert) 법칙의 계산을 통해 옥시헤모글로빈의 농도 변화값 및 디옥시헤모글로빈의 농도 변화값으로 변경할 수 있다.

[0152] (4) 옥시헤모글로빈의 농도 변화값 및 디옥시헤모글로빈의 농도 변화값을 3차원의 맵상에 컬러로 표시할 수 있다.

[0153] (5) 새로운 버전의 펌웨어의 릴리즈(release)가 확인되면, (a) 모니터링부(410)의 모바일 어플리케이션(이하 '모바일 앱')의 펌웨어 업데이트 화면으로 전환, (b) 하드웨어 부트로더(boot loader)의 펌웨어 업데이트 모드

진입, (c) 새로운 펌웨어 업로드의 수행 과정을 처리할 수 있다.

- [0154] 새로운 버전의 펌웨어의 릴리즈를 확인하는 방법은 아래 (ㄱ) 및 (ㄴ)과 같다.
- [0155] (ㄱ) 모바일 앱 실행 시 서버에 접속하여 사용자 및 버전 체크를 하고, 새로운 버전의 펌웨어의 릴리즈가 확인 되면, 이후의 업데이트를 가이드 해주는 방식.
- [0156] (ㄴ) 푸쉬(push) 알람 또는 그에 상응하는 다른 알람 방식을 통하여 새로운 버전의 펌웨어의 릴리즈 여부를 알려주고 이 후의 업데이트를 가이드 해주는 방식.
- [0157] 도 32은 본 발명의 일실시예에 있어서, 펌웨어 자동 업데이트 방법의 예를 도시한 흐름도이고, 도 33은 본 발명의 일실시예에 있어서, 펌웨어 업데이트를 위한 기능을 도시한 도면이다.
- [0158] 단계(3210)에서 웹 서버(440)는 장치의 시리얼 넘버와 웹 서버(440)의 데이터베이스(DB)에 저장된 시리얼 넘버가 서로 동일한지 여부를 확인할 수 있다. 이를 위해, 웹 서버(440)는 장치인 착용부의 시리얼 넘버를 등록할 수 있다. 장치의 시리얼 넘버와 등록된 시리얼 넘버가 서로 동일한 경우 단계(3220)이 수행될 수 있고, 장치의 시리얼 넘버와 동일한 등록된 시리얼 넘버가 존재하지 않는 경우에는 펌웨어 업데이트가 종료될 수 있다.
- [0159] 단계(3220)에서 웹 서버(440)는 장치의 펌웨어 버전이 현재 가용한 펌웨어 버전보다 낮은지 여부를 확인할 수 있다. 웹 서버(440)는 펌웨어의 새로운 버전을 릴리즈하고, 펌웨어의 새로운 버전의 릴리즈를 모니터링부(420)로 알릴 수 있다.
- [0160] 단계(3230)에서 모니터링부(420)는 웹 서버(440)로부터 펌웨어를 다운로드받을 수 있다. 또한, 단계(3240)에서 모니터링부(420)는 착용부(410)와 연결할 수 있다. 모니터링부(420)는 웹 서버(440)와 착용부(410)간의 브릿지 역할을 수행할 수 있으며, 펌웨어의 업데이트를 위해 착용부(410)를 제어할 수 있다.
- [0161] 단계(3250)에서 착용부(410)는 펌웨어 업데이트 모드를 실행할 수 있다. 또한, 단계(3260)에서 착용부(410)는 모니터링부(420)로부터 펌웨어를 다운로드받을 수 있다.
- [0162] 단계(3270)에서 착용부(410)는 다운로드된 펌웨어에 에러가 존재하는지 여부를 확인할 수 있다. 만약, 에러가 존재하는 경우에는 단계(3260)이 다시 수행될 수 있으며, 에러가 존재하지 않는 경우에는 단계(3280)이 수행될 수 있다. 이와 같이, 착용부(410)는 다운로드된 펌웨어의 에러를 체크하는 기능을 포함할 수 있다.
- [0163] 단계(3280)에서 착용부(410)는 리셋 및 업데이트된 펌웨어를 실행할 수 있다.
- [0164] 빅 데이터 분석(big data analysis)
- [0165] 도 34는 본 발명의 일실시예에 있어서, 빅 데이터 처리를 위한 기능을 도시한 도면이다. 웹 서버(440)에서 사용자 서버(430)로부터 동의된 익명의 대상에 대한 데이터를 수집하여 빅 데이터 분석을 진행하는 과정은 아래 1) 내지 4)와 같이 진행될 수 있다.
- [0166] 1) 사용자 서버(430)는 피험자에게 측정 데이터를 웹 서버(440)로 제공할지 여부를 확인할 수 있다. 예를 들어, 사용자 서버(430)는 익명의 대상의 동의 이후에 측정된 데이터를 웹 서버(440)로 제공할 수 있다.
- [0167] 2) 웹 서버(440)는 사용자 서버(430)에서 피실험자인 익명의 대상이 정보의 제공에 동의한 경우, 사용자 서버(430)로부터 익명으로 측정 데이터를 수집할 수 있다.
- [0168] 3) 웹 서버(440)는 익명의 대상의 측정된 데이터를 누적하고, 누적된 데이터를 분류하며, 분류된 데이터를 분석할 수 있다.
- [0169] 4) 웹 서버(440)는 정보의 제공에 동의한 피실험자에 한해, 개인 측정 데이터에 대한 빅 데이터 분석의 개인 맞춤형 결과를 사용자 서버(430)를 통해 모니터링부(420)로 제공할 수 있고, 모니터링부(420)는 사용자에게 최적화된 보고서를 제공(일례로, 화면에 디스플레이)할 수 있다.
- [0170] 이러한 빅 데이터 분석의 적용을 통해 뇌졸중과 같은 특정 질병에 대해서 기존 장비 또는 광분광학 시스템으로 확인된 결과의 비교를 통해 사용자의 측정 결과로부터 이상 징후를 초기에 발견할 수 있다.
- [0171] 또한, 유사한 환경에서의 측정 결과를 토대로 기존에 확인되지 않은 다양한 질병에 대한 정보를 축적하고, 축적된 정보를 이용하여 보다 광범위한 데이터 분석과 질병에 대한 이상 징후 발견이 가능해 진다.

- [0172] 또한, 개인의 측정 데이터의 누적과 분석을 통해 재발 가능성이 커서 지속적인 관리가 필요한 환자들의 변화를 지속적으로 모니터링하여 위험 요소를 미연에 발견할 수 있다. 다시 말해, 개인의 측정 데이터들을 지속적으로 누적하여 개인만의 빅 데이터를 구성할 수 있으며 이러한 빅 데이터들을 비교, 분석하여 현재 본인의 측정 결과에 대한 위험 요소를 발견하거나 변화가 있는 부분에 대해서 사용자 최적화된 보고서를 제공할 수 있다.
- [0173] 또한, 위의 항목과 같은 이유로 재활과 같이 점차적인 변화에 의한 효과를 확인할 필요가 있는 부분에 대해서 개인의 측정 데이터를 누적해서 확인할 수 있으며, 개인에 특화된 재활 프로그램을 개발할 수 있다.
- [0174] 이와 같이, 본 발명의 실시예들에 따르면, 펌웨어(firmware) 기반의 휴대 및 확장 가능한 광분광학 시스템 및 그 제어 방법을 제공할 수 있다.
- [0175] 또한, 파이프라인 구조의 정합 필터를 이용하여 입력 월시 코드(input Walsh code)의 비트 주기와 동일한 시간 동안 정합 필터 구조를 구현함과 동시에 스위칭 회로에서 발생하는 누전과 비선형성 영향을 최소화할 수 있다.
- [0176] 또한, 시분할 대역 확산 코드(Time Divided Spread Spectrum Code, TDSSC)를 이용하여 단위 시간당 월시 코드의 1의 지속시간(code frequency)을 감소시키면서 보다 강한 빛을 입사시킴으로써, 전체적으로 동일한 에너지를 통해 빛의 세기를 증가시킬 수 있다.
- [0177] 또한, 다수의 광원으로부터 방사되는 빛을 월시 코드를 이용하여 모듈레이션하여 방사하고, 특정부위를 통과하여 나오는 빛을 검출하여 다시 월시 코드를 이용하여 디모듈레이션함으로써, 빛을 방사한 광원을 식별할 수 있다.
- [0178] 또한, 빛의 방사에 이용된 참조 클럭을 샘플링 클럭으로 이용하여 입력 신호를 축적함으로써, 추가적인 PLL(Phase Locked Loop)과 같은 별도의 회로 없이 백색 가우스 노이즈를 최소화할 수 있다.
- [0179] 또한, 모니터링 기기에서 데이터를 처리, 가시화 및 제어하고, 헤드셋과 같은 착용 기기가 포함하는 펌웨어의 새로운 버전의 릴리즈에 따라 펌웨어의 업데이트를 가이드할 수 있다.
- [0180] 또한, 웹 서버를 통해 측정된 데이터들을 수집, 관리 및 분석하여 개인 맞춤형 결과를 모니터링 기기를 통해 제공할 수 있다.
- [0181] 이상에서 설명된 장치(광분광학 시스템(400), 착용부(410), 모니터링부(420), 사용자 서버(430) 및 웹 서버(440))는 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, 컨트롤러, 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.
- [0182] 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 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embodiment)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.

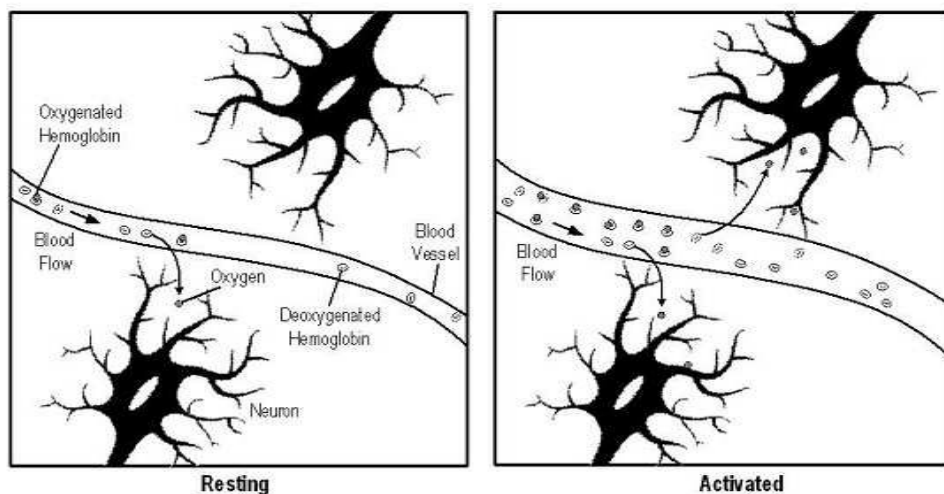
[0183] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic 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. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0184] 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.

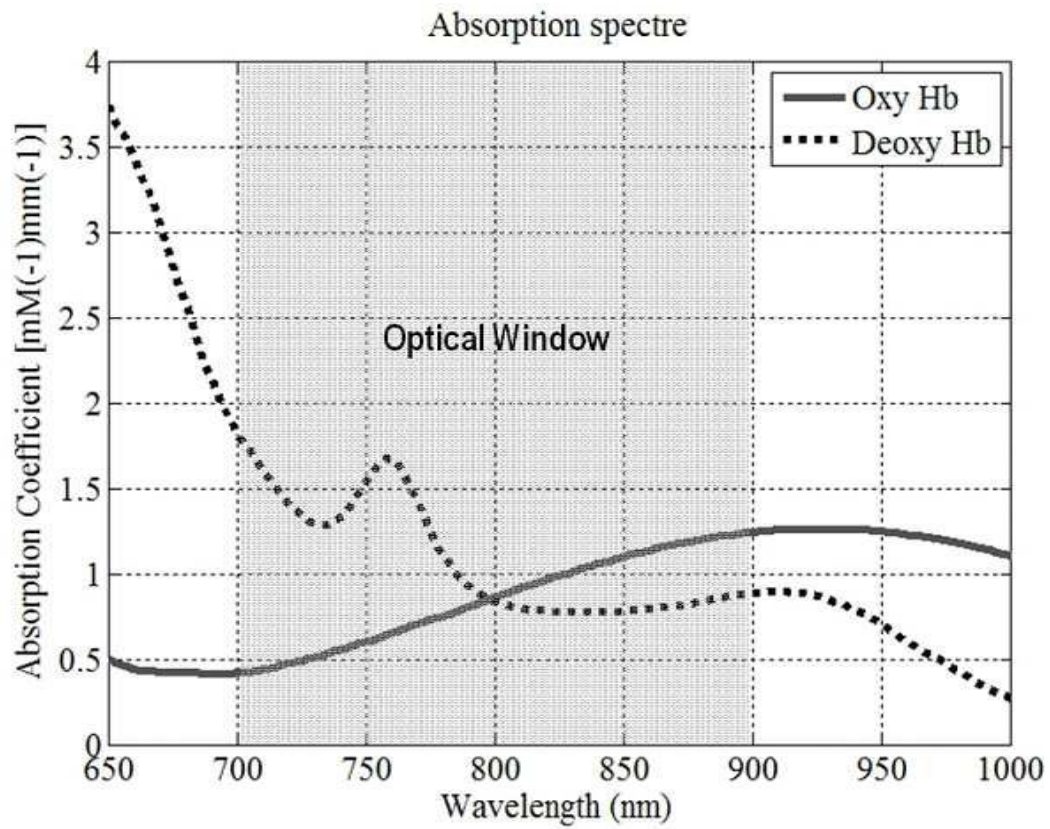
[0185] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

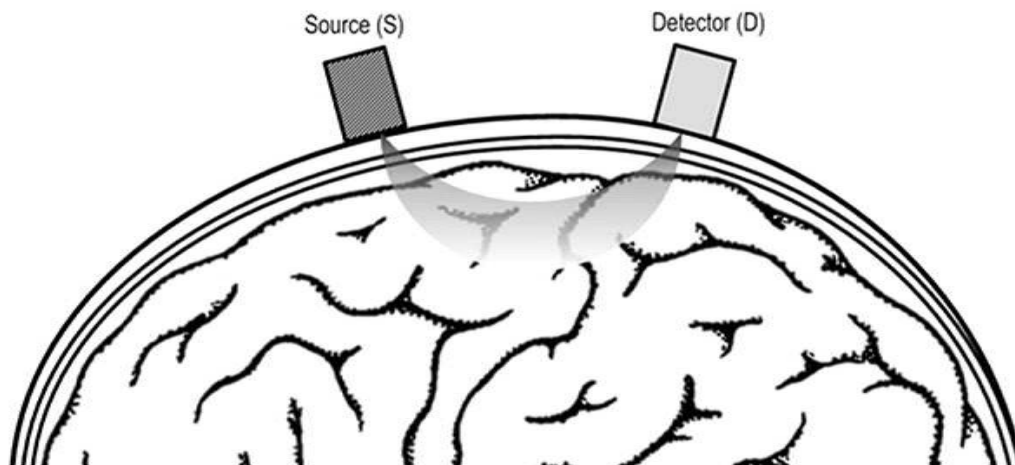
도면1



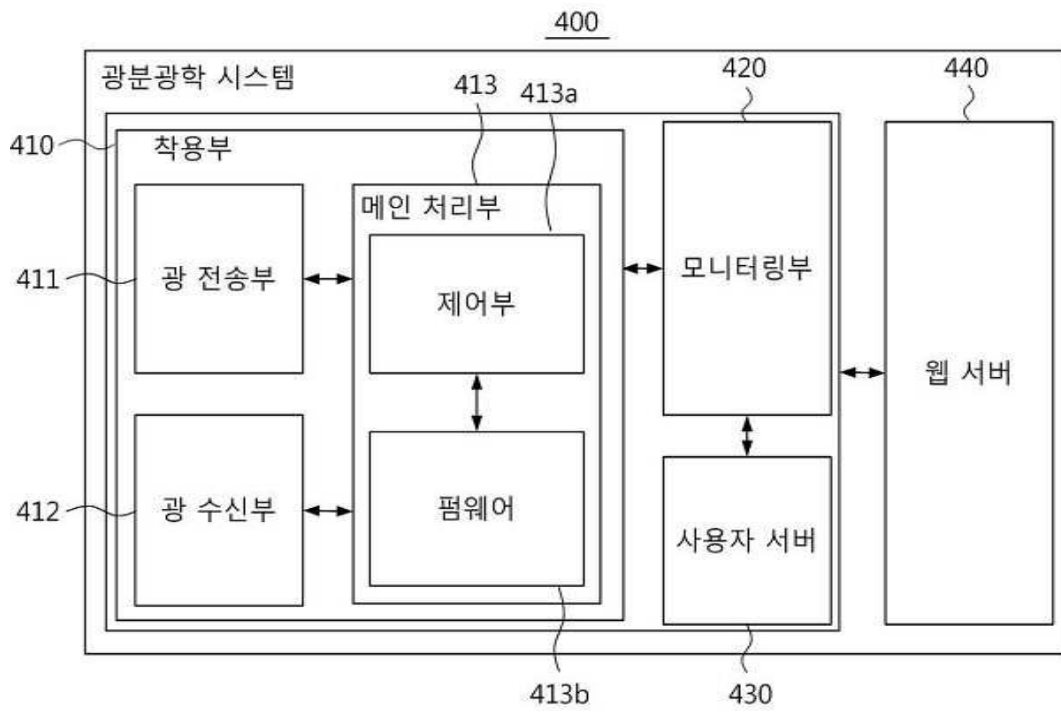
도면2



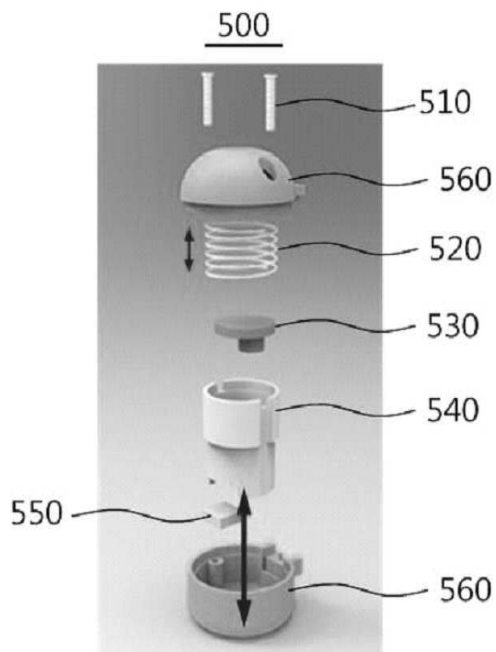
도면3



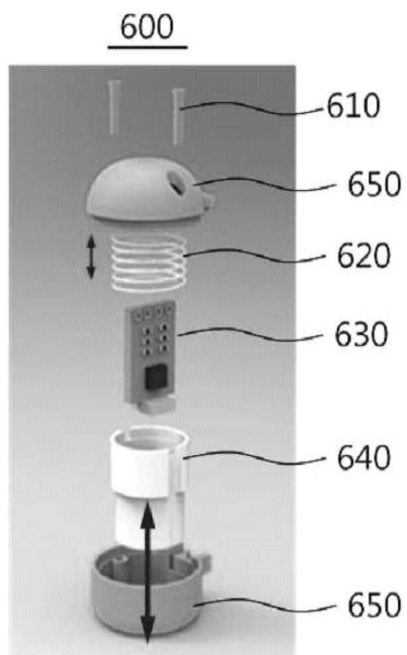
도면4



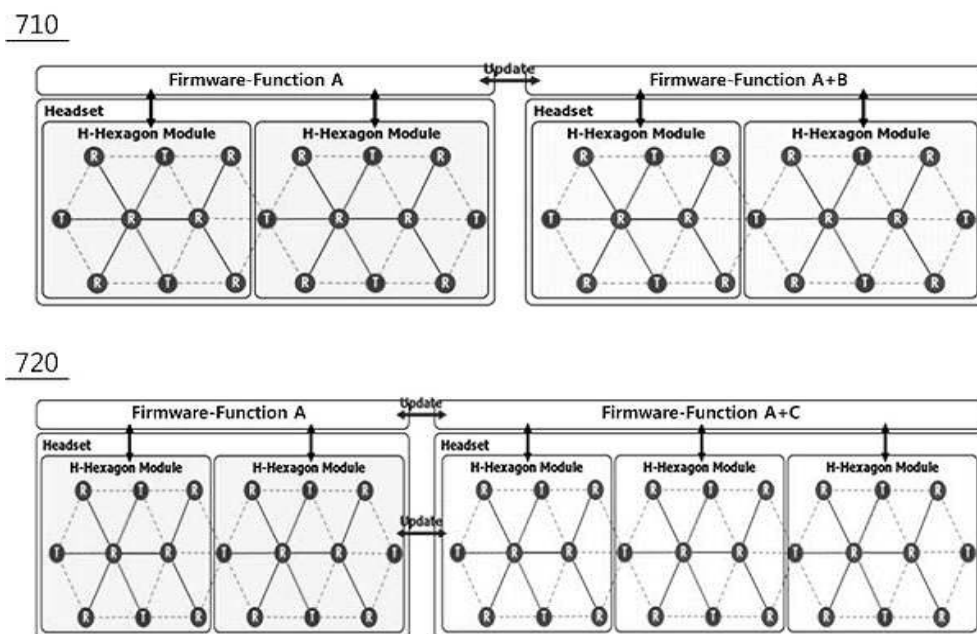
도면5



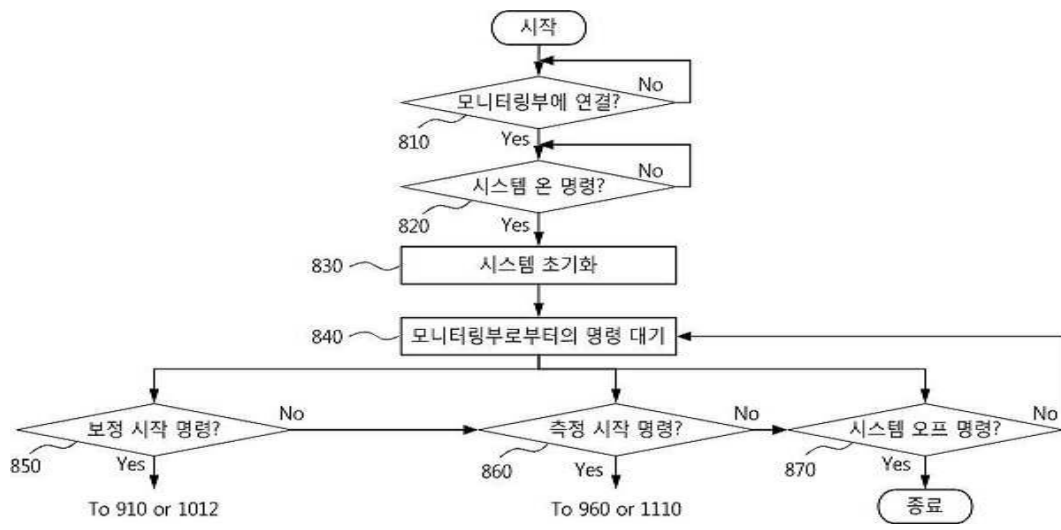
도면6



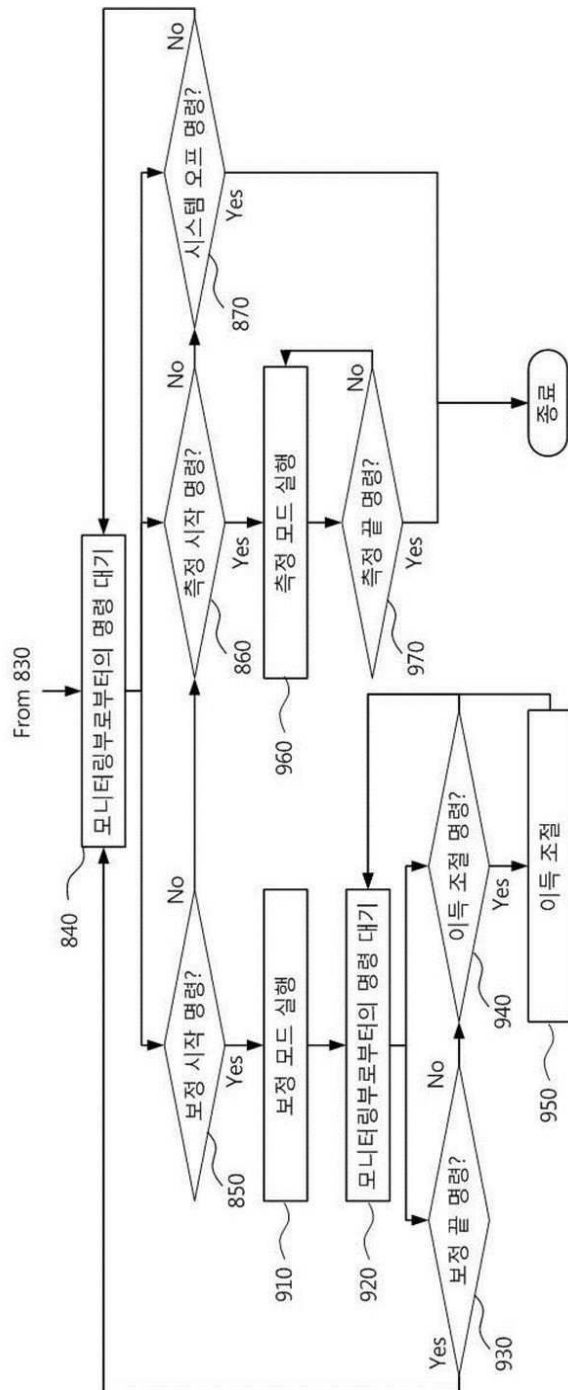
도면7



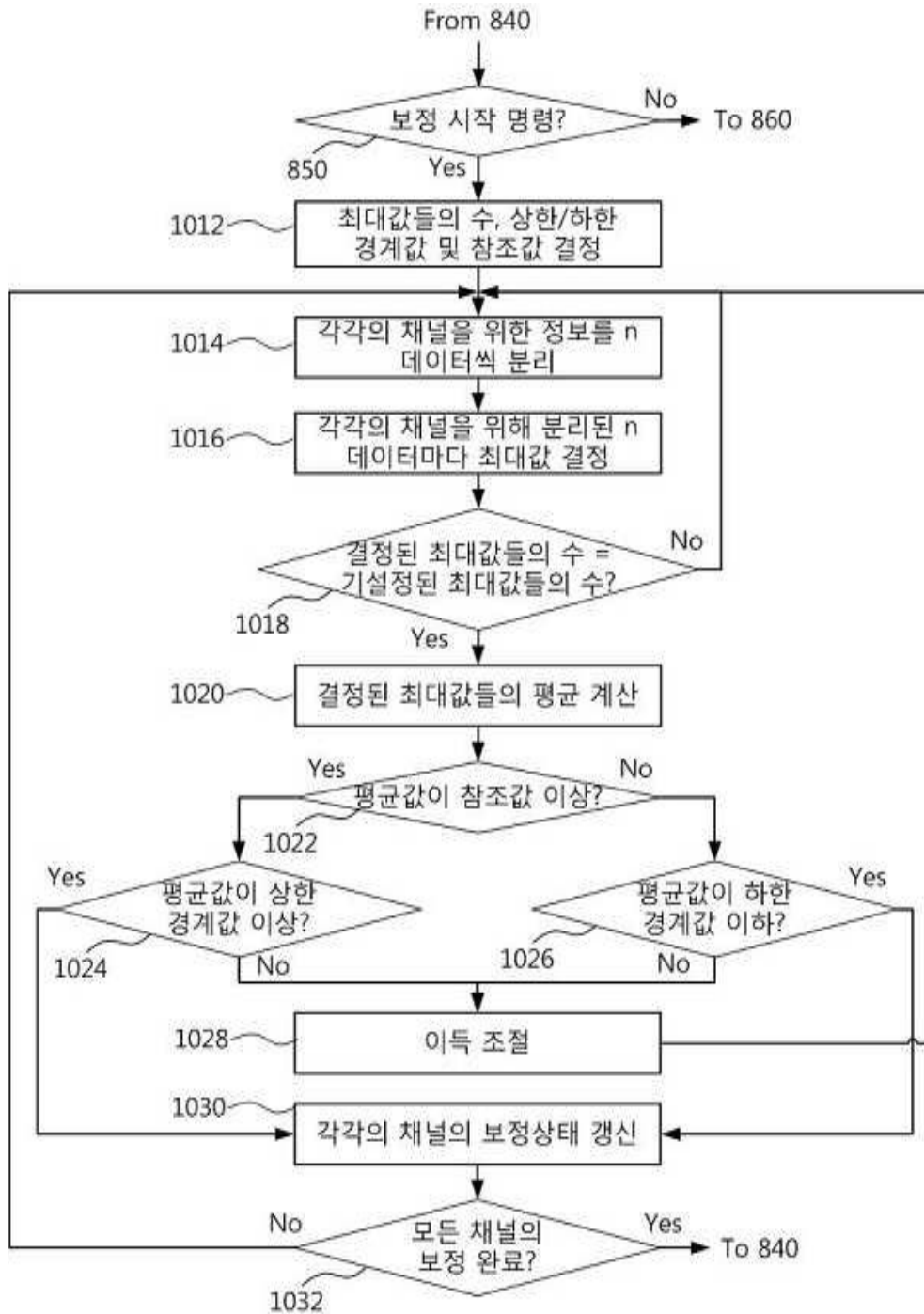
도면8



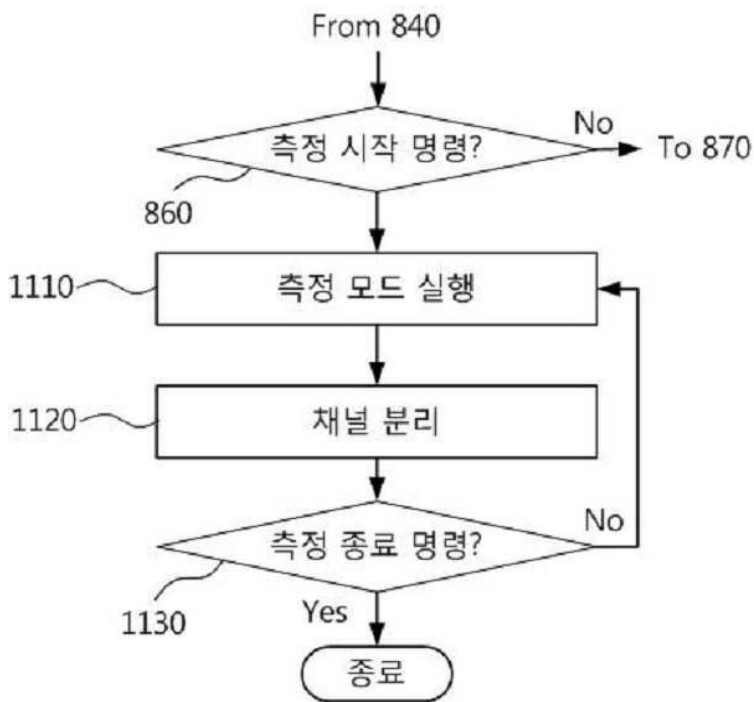
도면9



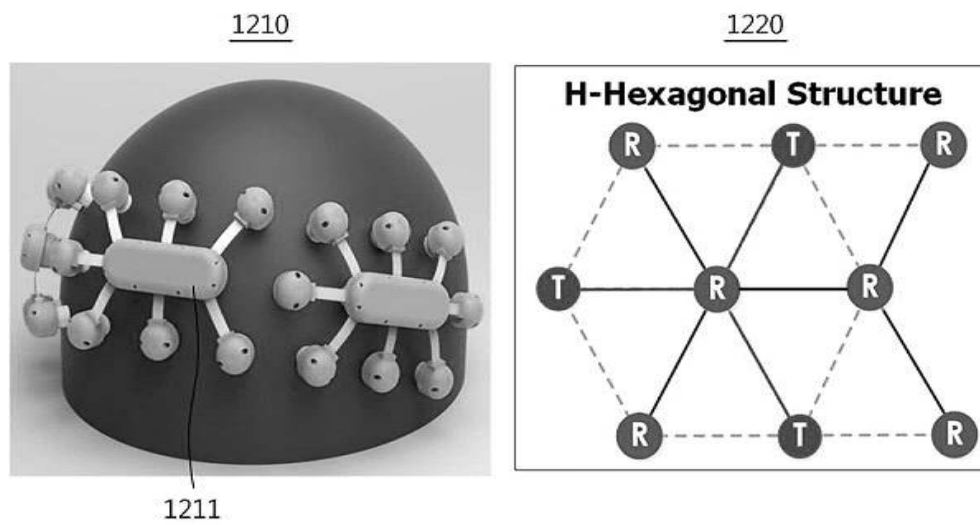
도면10



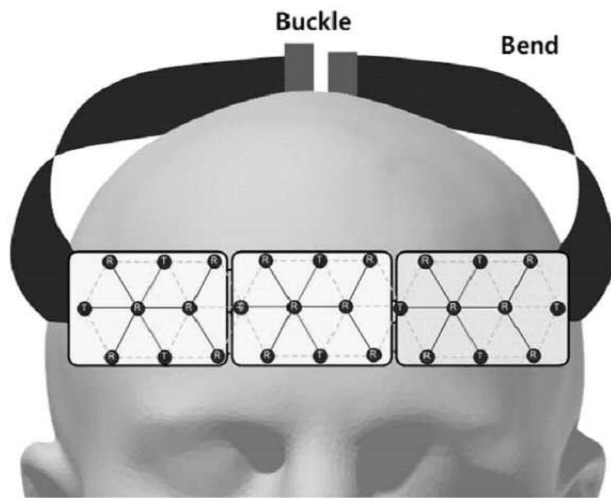
도면11



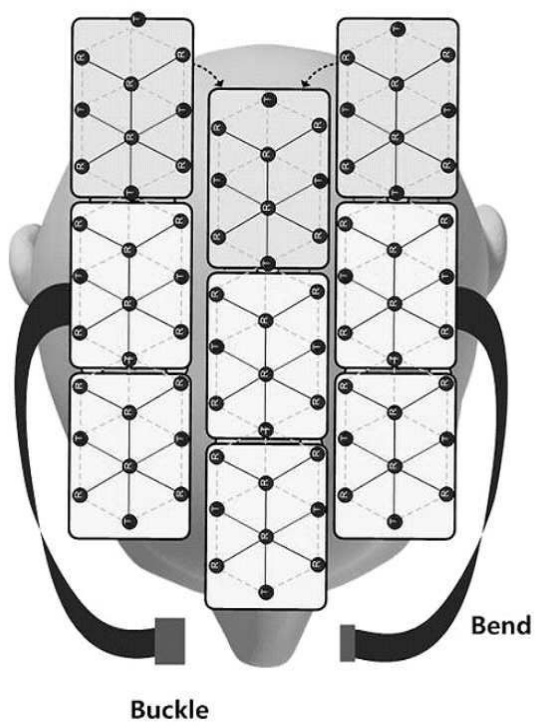
도면12



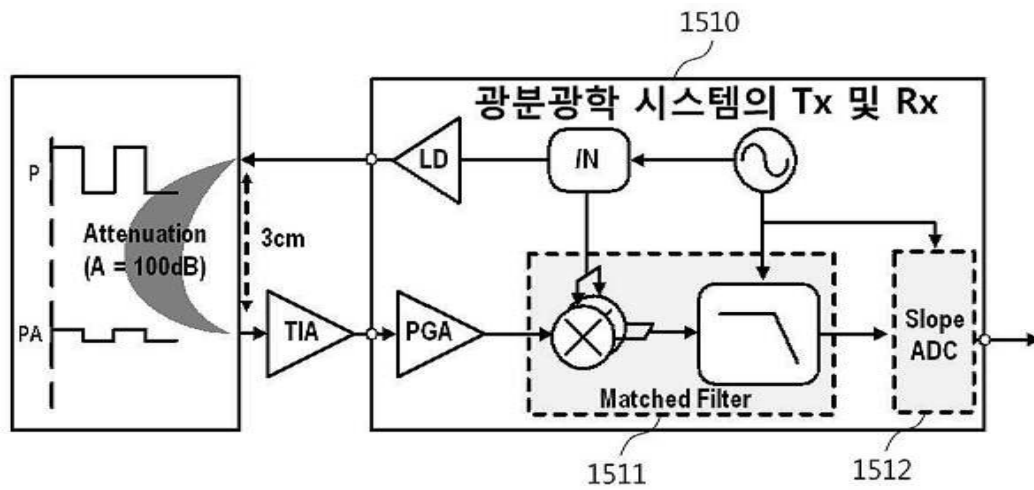
도면13



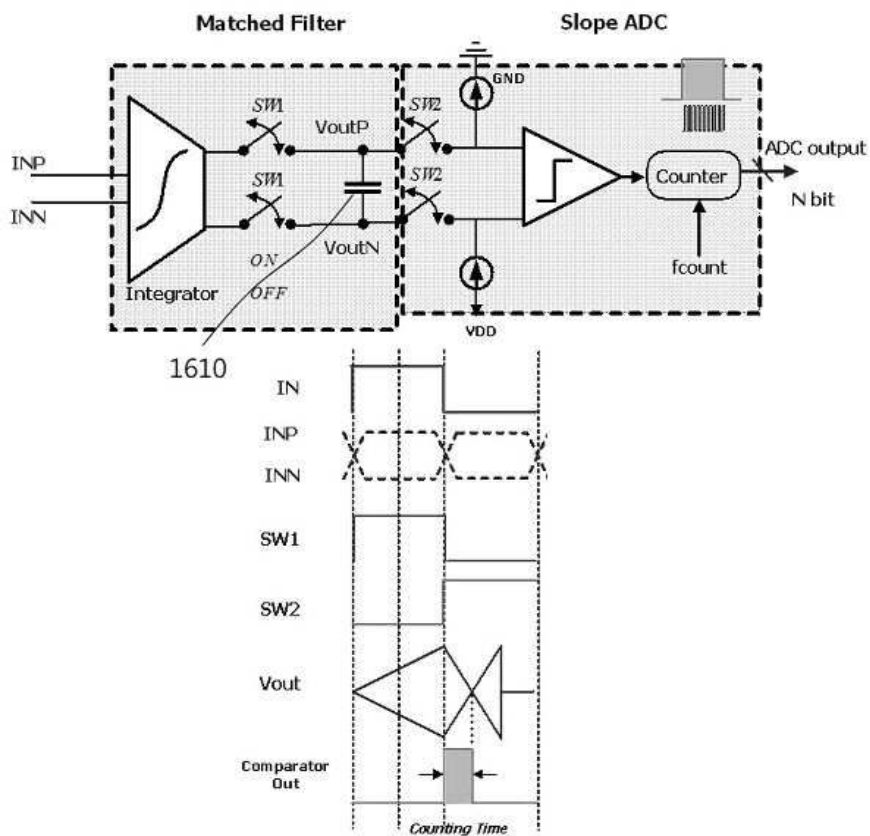
도면14



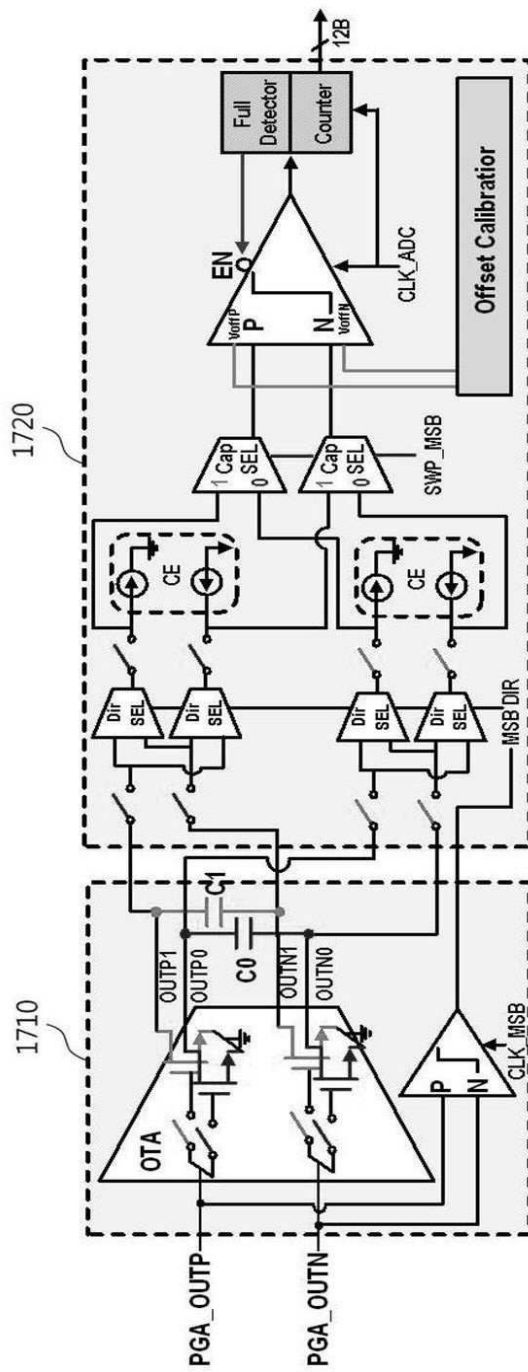
도면15



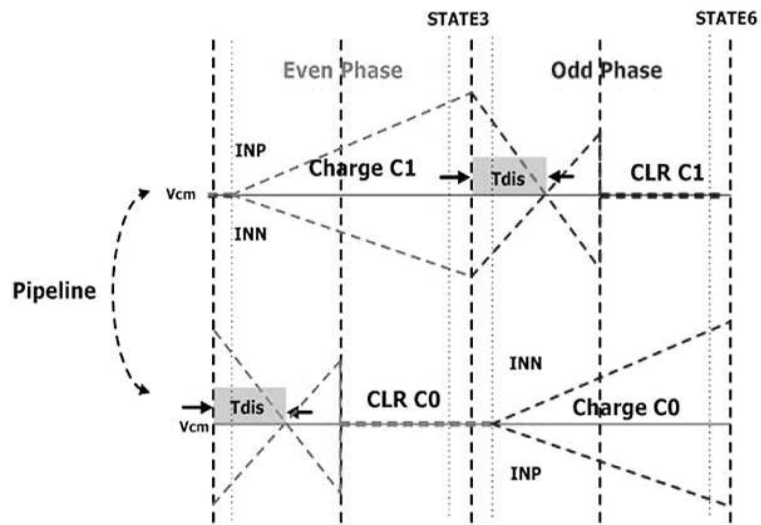
도면16



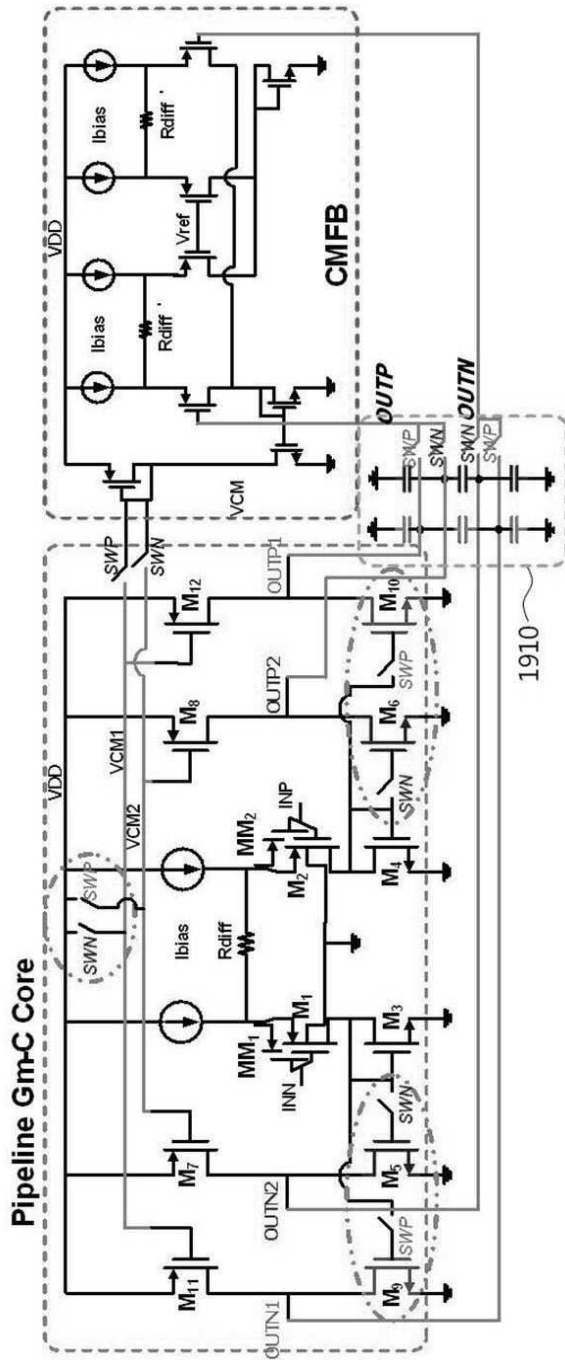
도면17



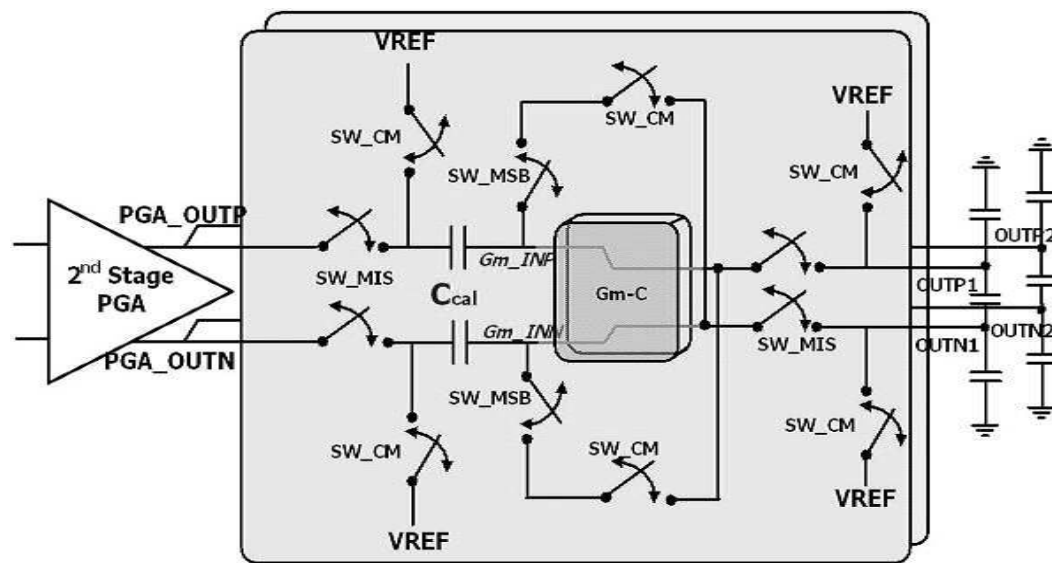
도면18



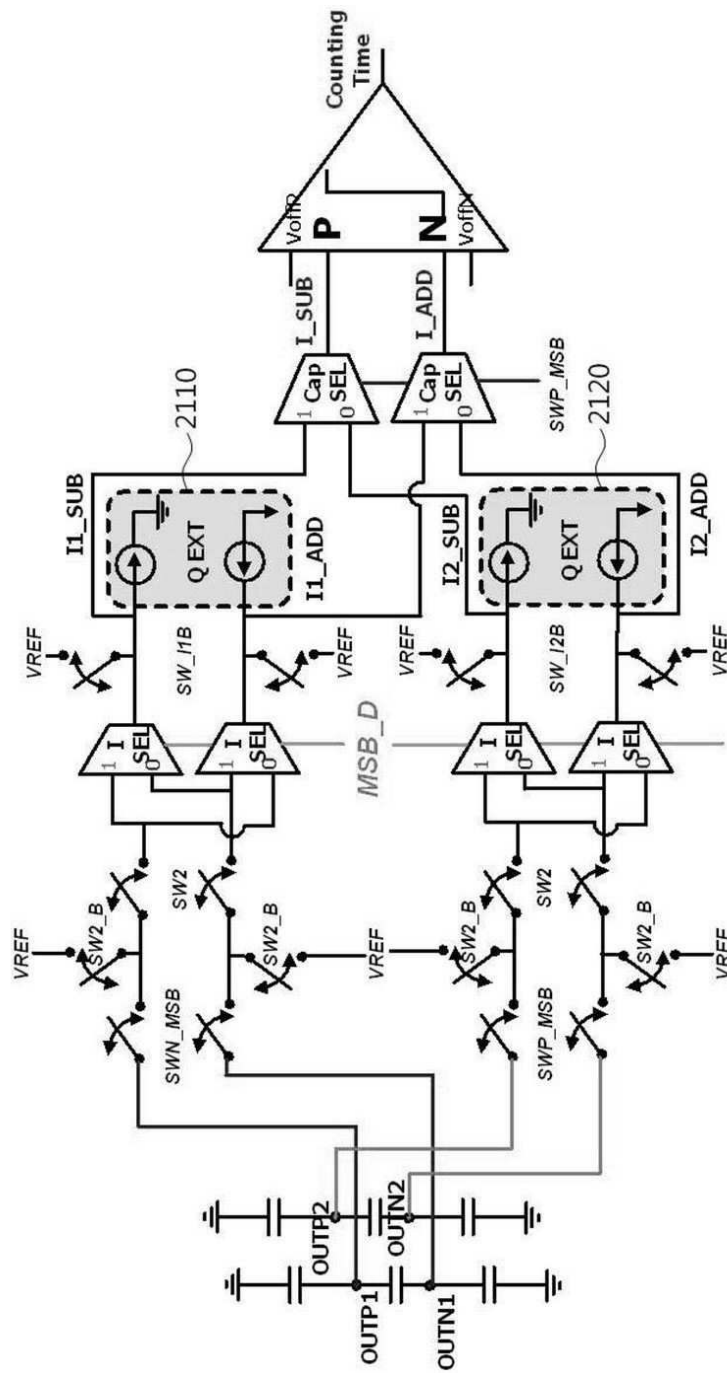
도면19



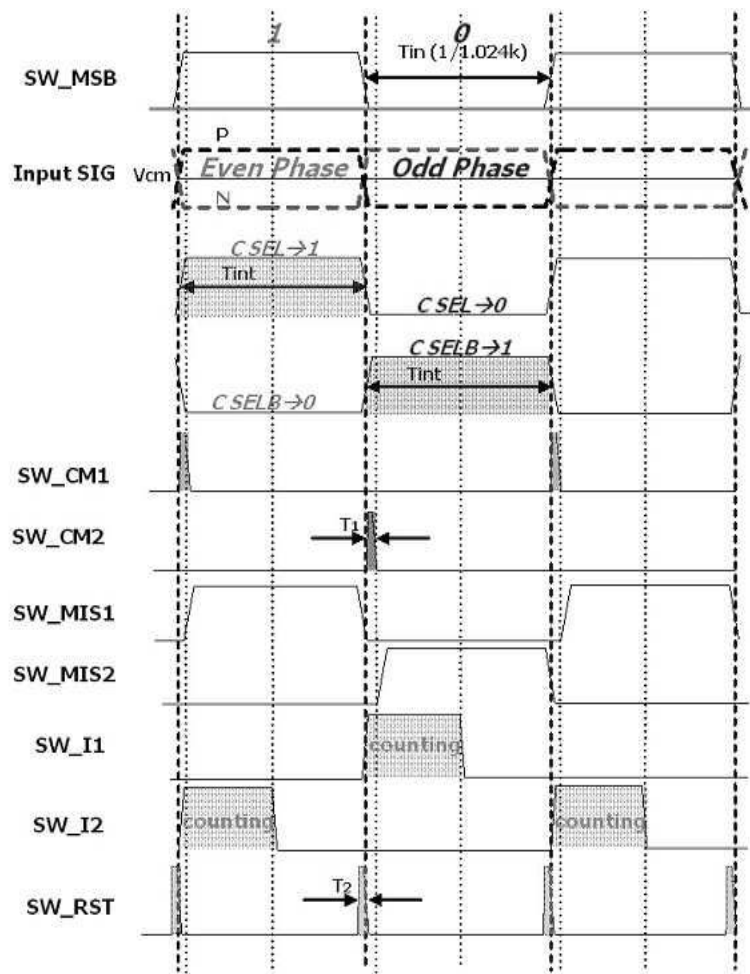
도면20



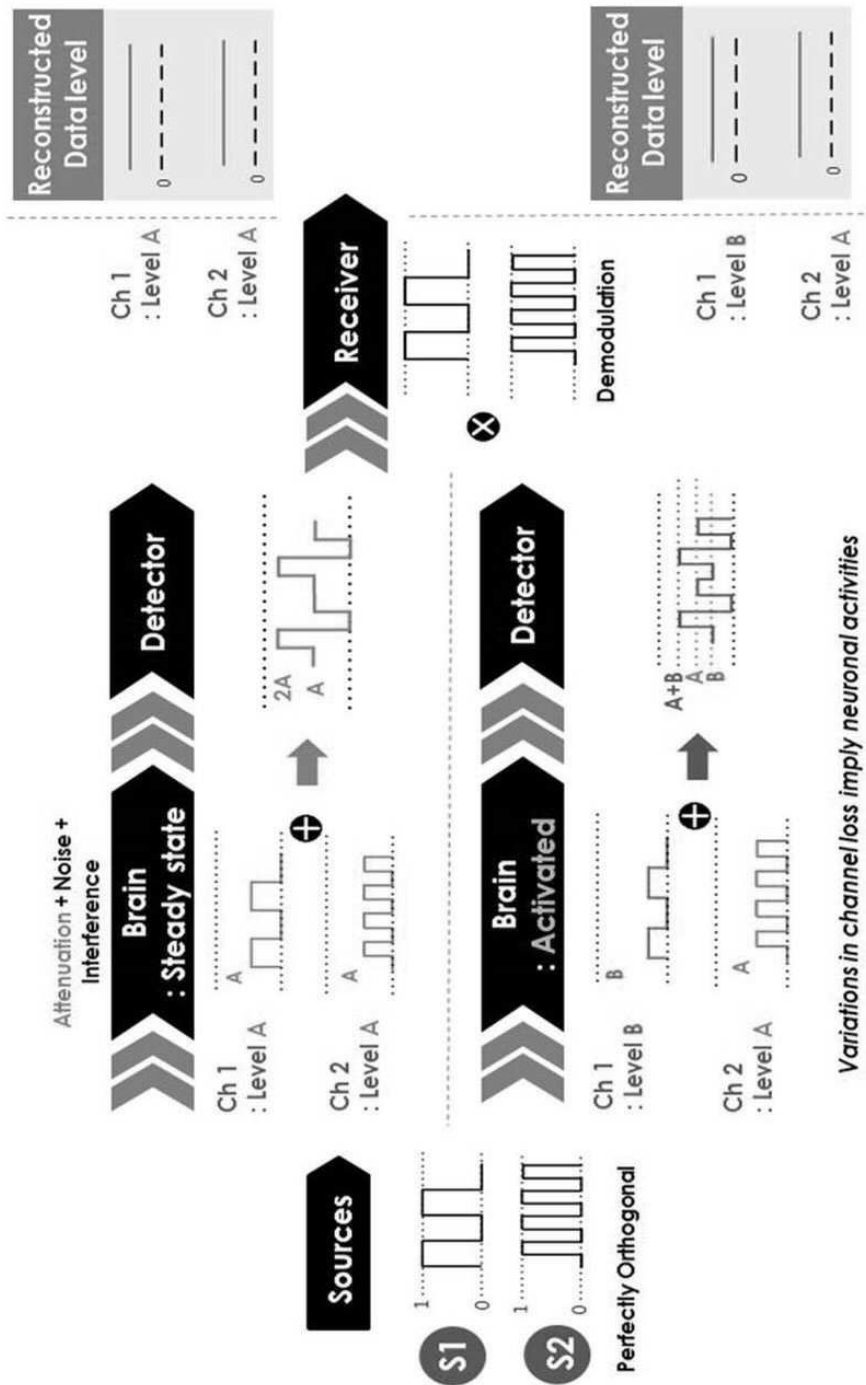
도면21



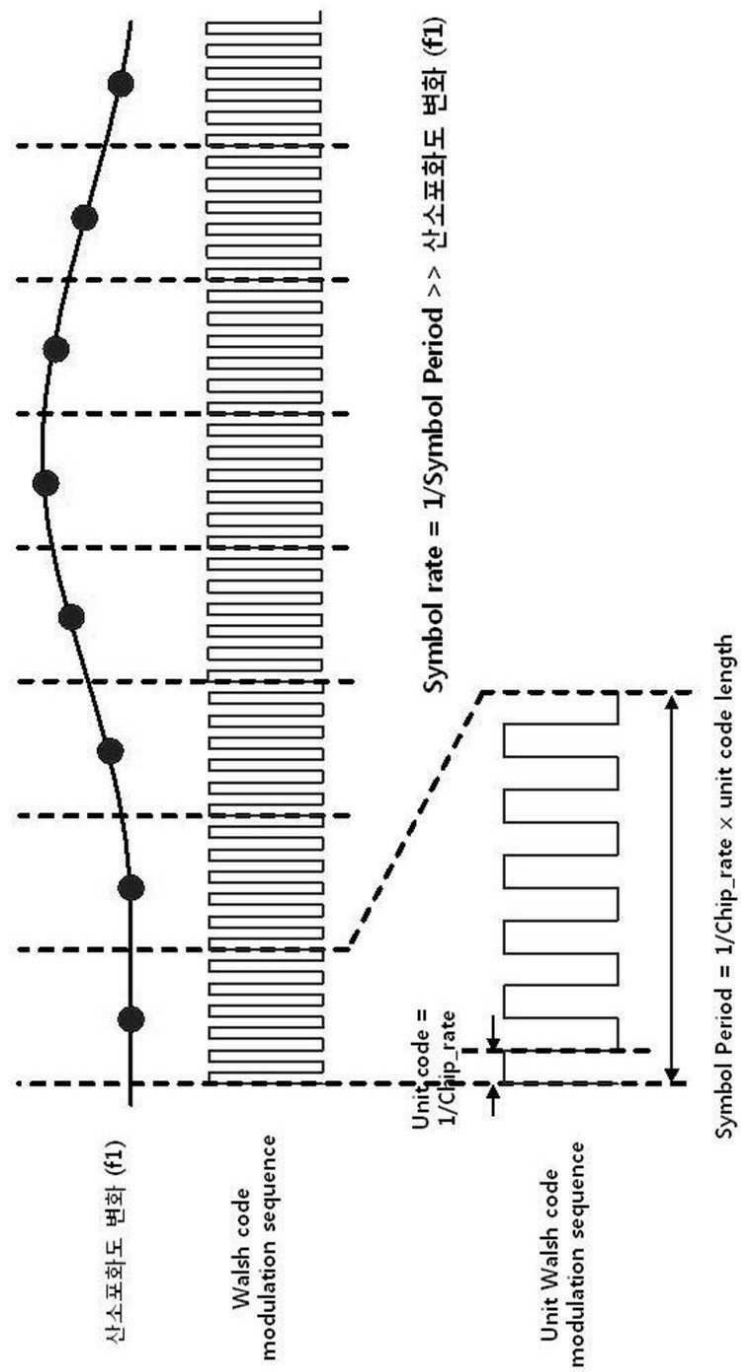
도면22



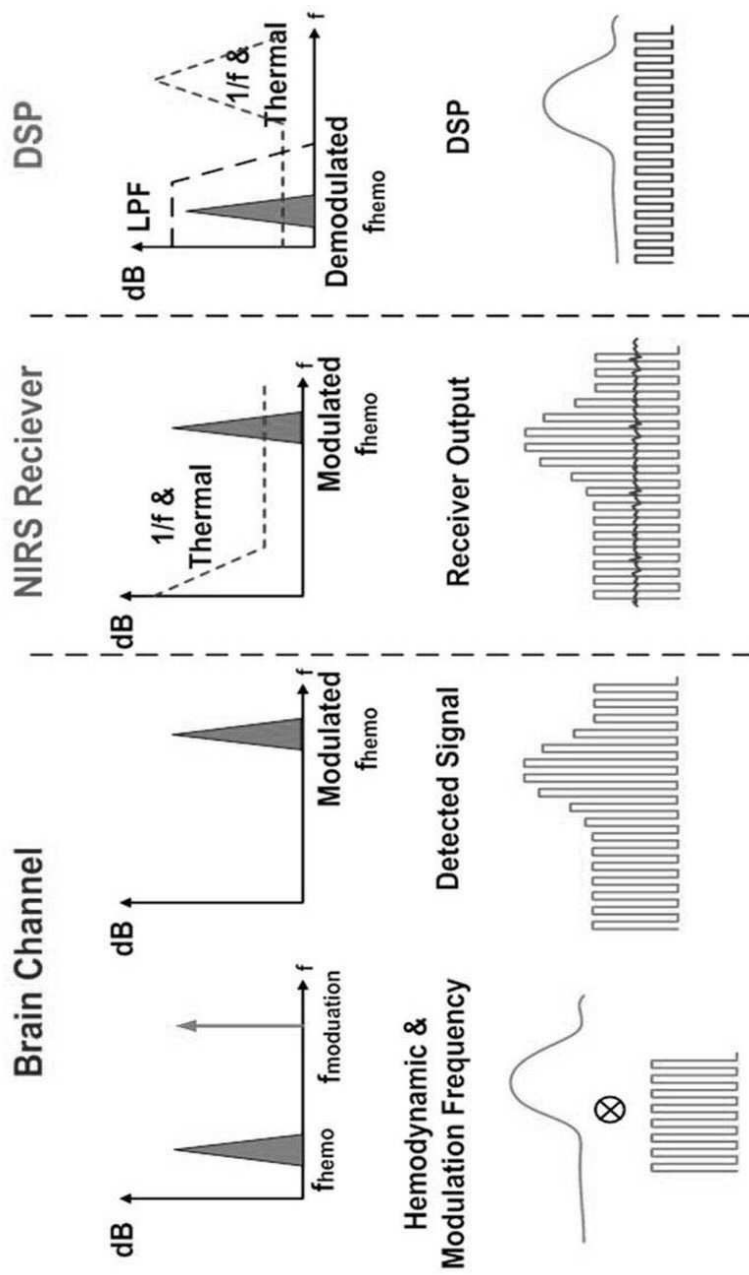
도면23



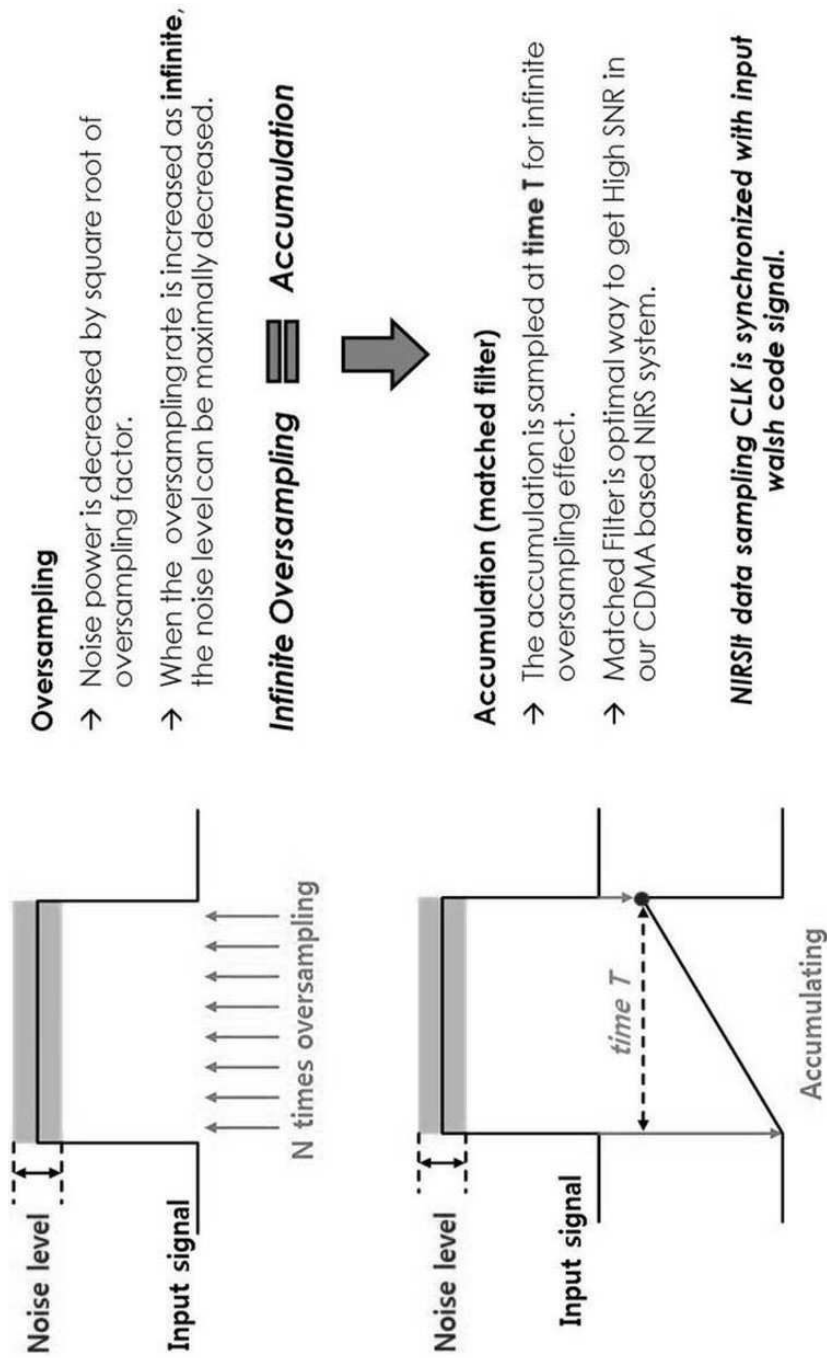
도면24



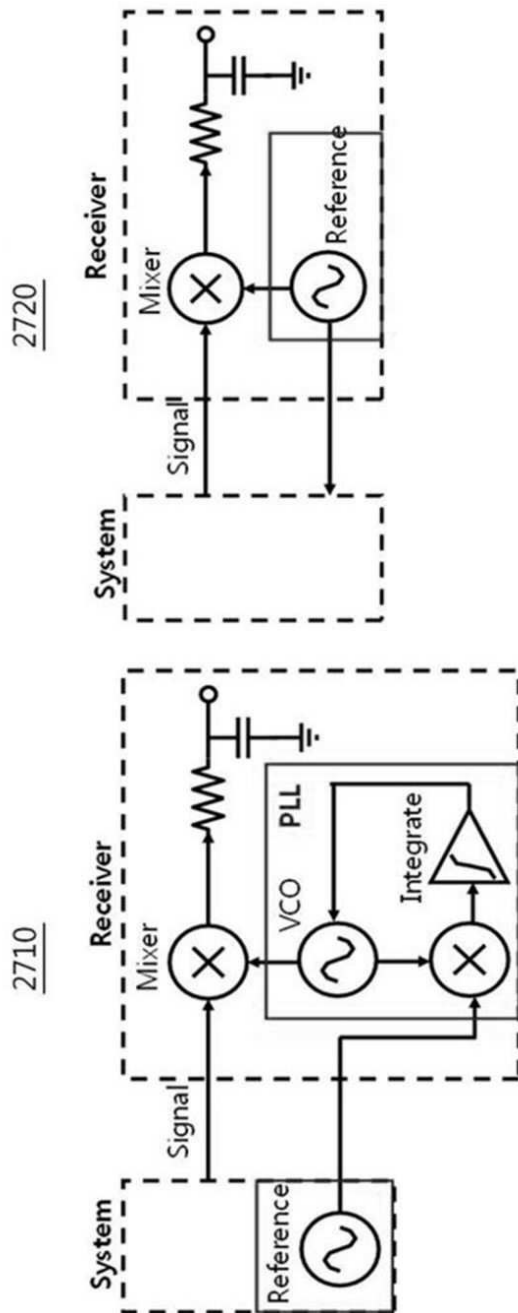
도면25



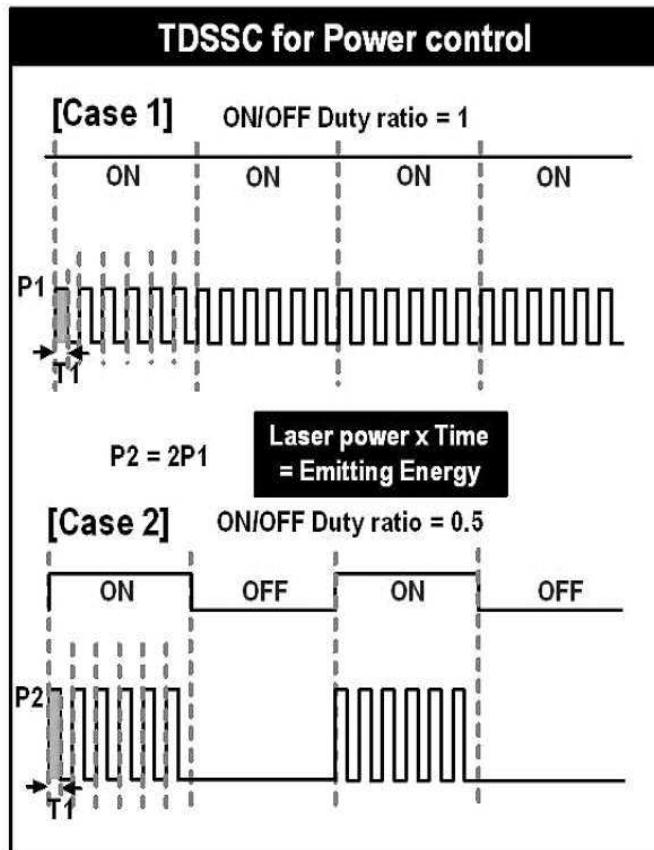
도면26



도면27



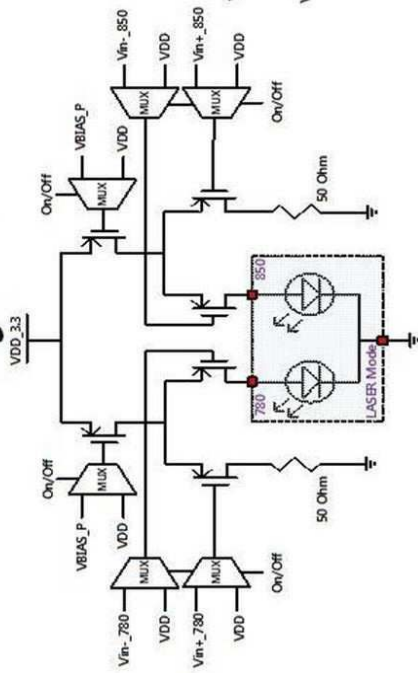
도면28



도면29

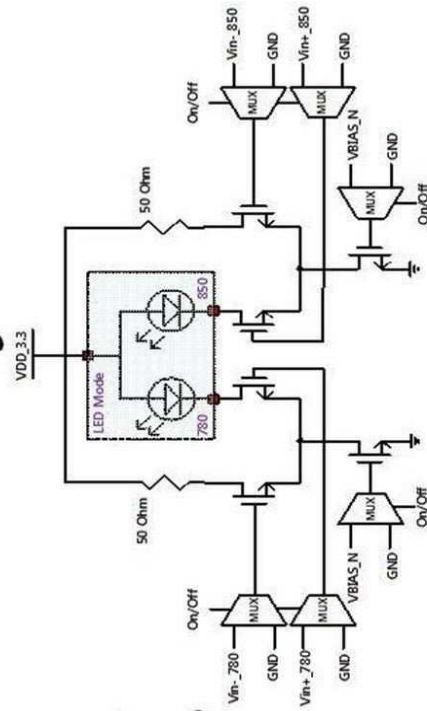
2910

<Dual Wavelength Laser Driver >

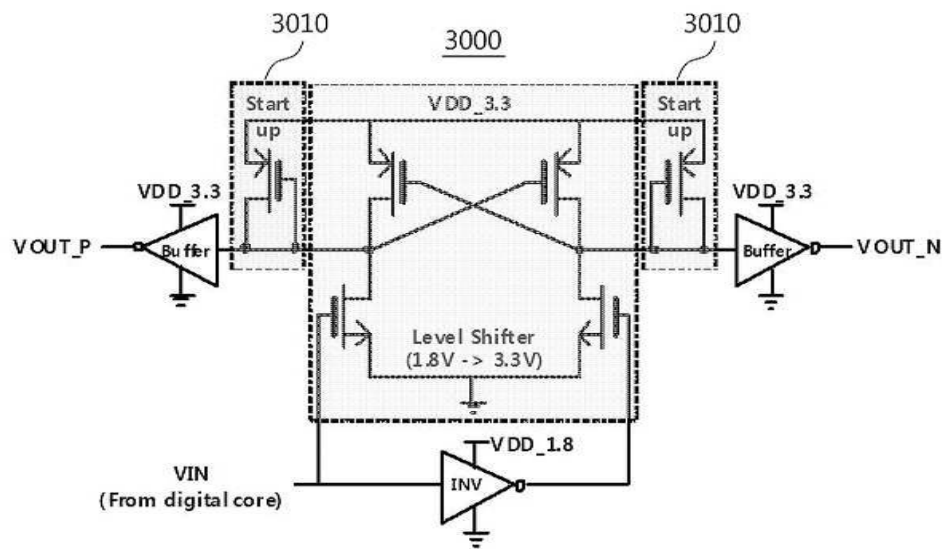


2920

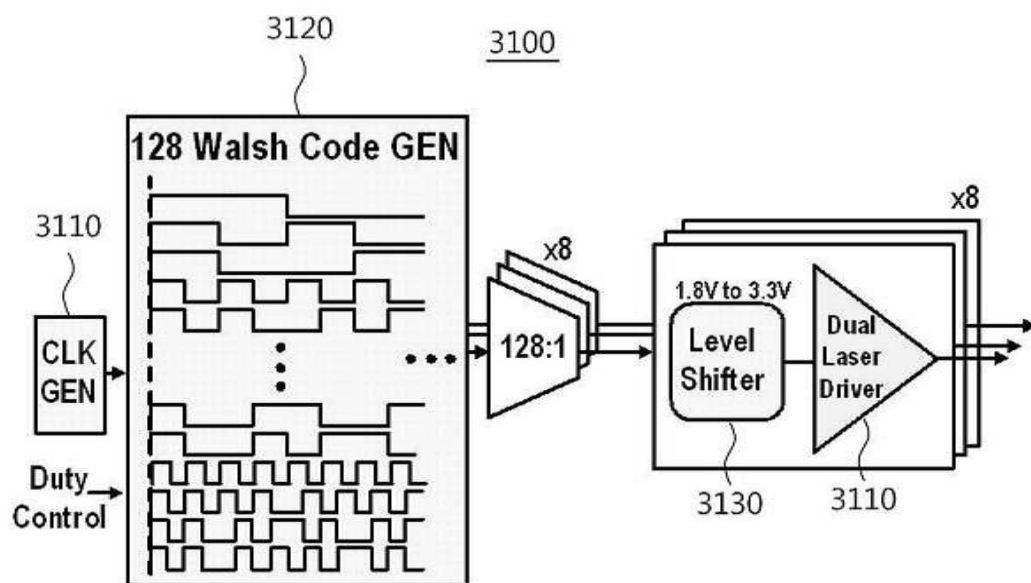
<Dual Wavelength LED Driver >



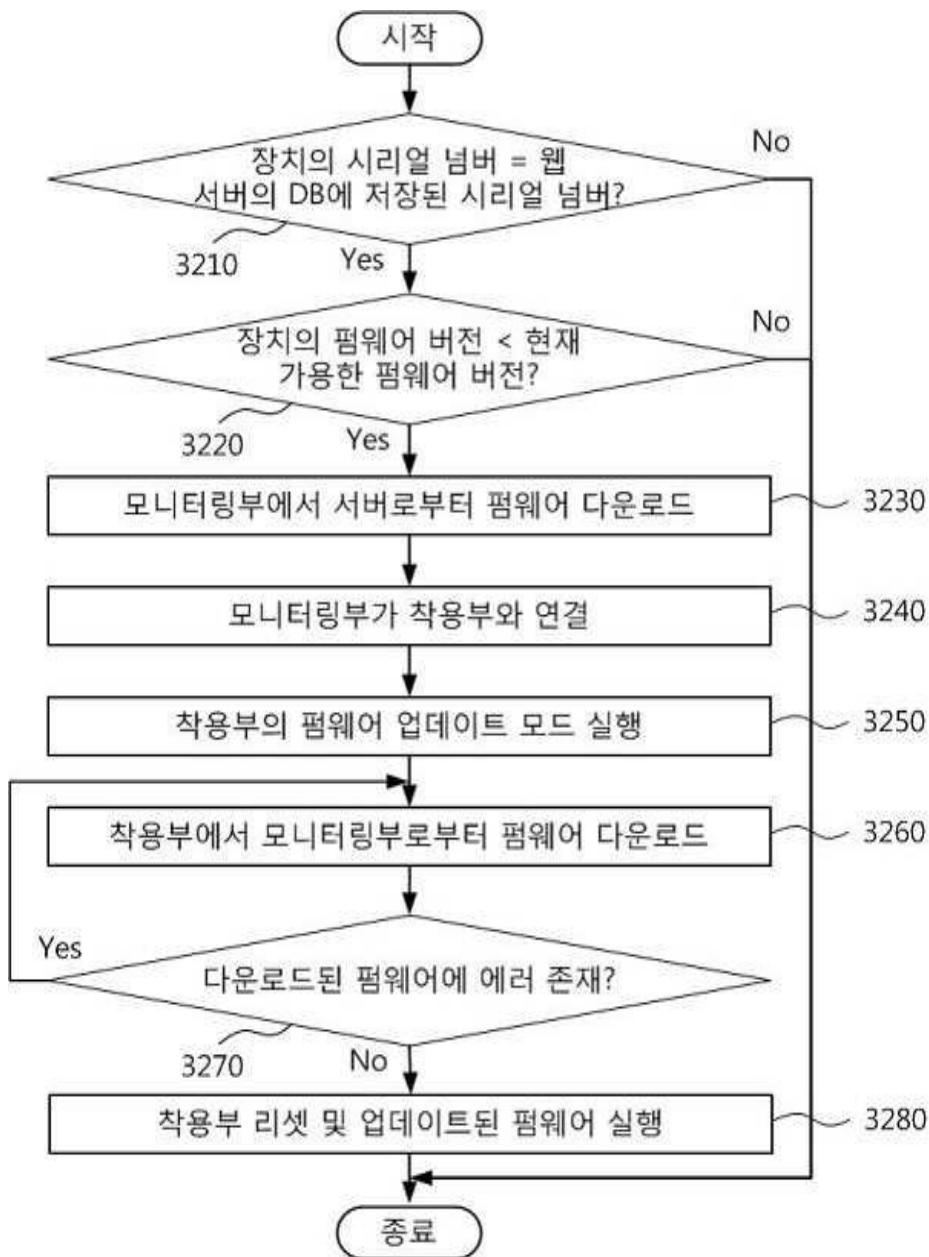
도면30



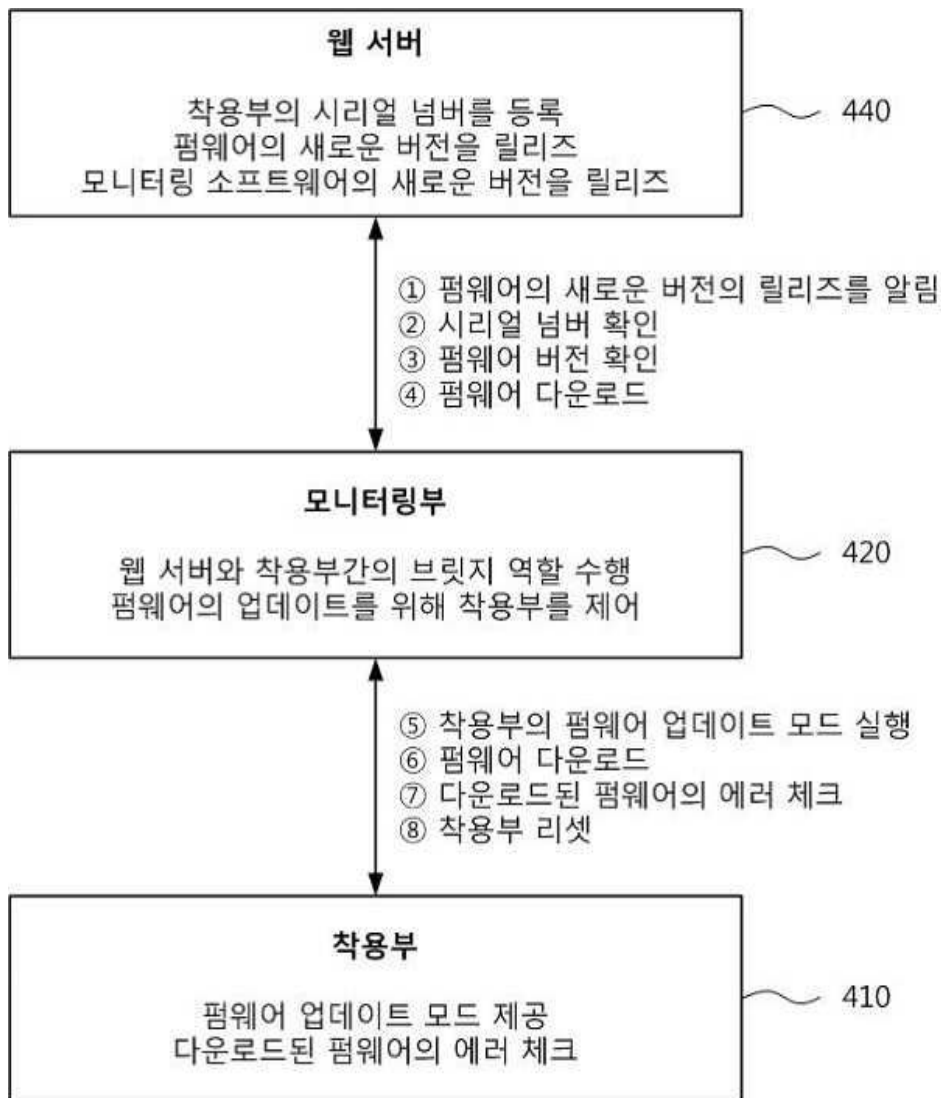
도면31



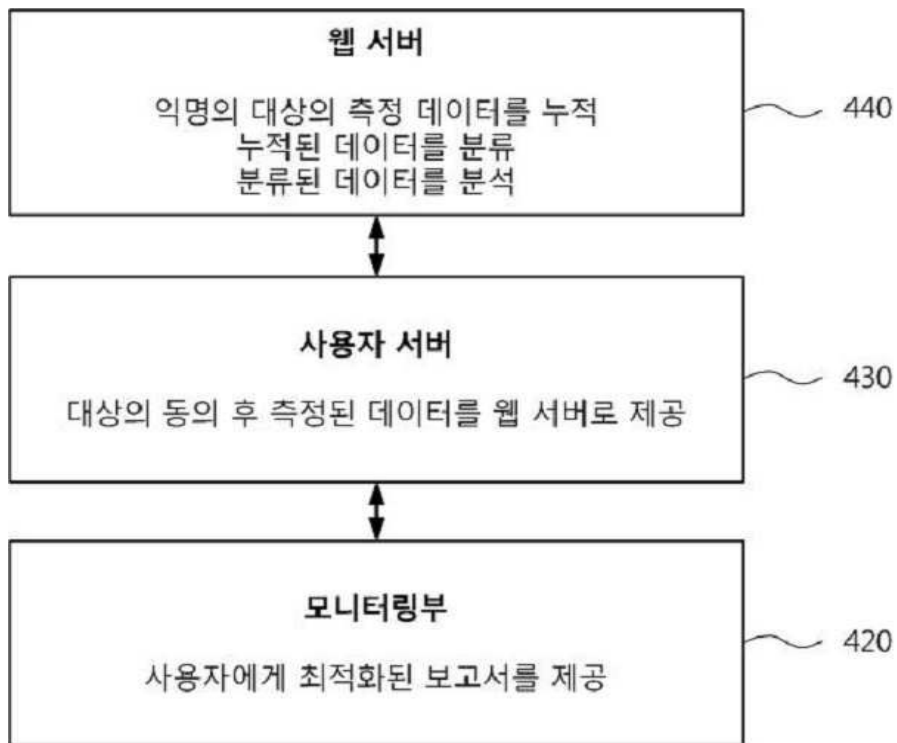
도면32



도면33



도면34



专利名称(译)	基于求和滤波器的稳定数据提取宽带信号接收机及其控制方法		
公开(公告)号	KR1020160053005A	公开(公告)日	2016-05-13
申请号	KR1020140149064	申请日	2014-10-30
[标]申请(专利权)人(译)	韩国科学技术院		
申请(专利权)人(译)	科学与韩国高等科技研究院		
当前申请(专利权)人(译)	科学与韩国高等科技研究院		
[标]发明人	BAE HYEON MIN 배현민 CHOI JONG KWAN 최종관 CHOI MIN GYU 최민규 KIM JAE MYOUNG 김재명 HWANG GUN PIL 황건필		
发明人	배현민 최종관 최민규 김재명 황건필		
IPC分类号	A61B5/1455 G01J3/28 G01N21/25 A61B5/00 G01N21/31 G01J3/46		
CPC分类号	A61B5/1455 A61B5/7225 G01N21/31 G01J3/2803 G01J2003/466 A61B5/0075 A61B5/725 G01J3/28 G01N21/25 A61B5/14546 A61B5/14553 G01J3/027 G01J3/108 G01J3/2889 G01J2003/102 G01N21 /359 G01N2201/06113 G01N2201/062		
其他公开文献	KR101876606B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

公开了一种使用基于匹配滤波器的宽带信号接收器进行稳定数据提取的光 - 光 - 光学系统的方法和控制方法。一种光传输单元, 使用多个光源将光发射到目标的特定区域, 并使用沃尔什码调制和辐射从多个光源发射的光; 以及光接收单元, 用于检测穿过特定部分的光并使用沃尔什码解调光以识别光源。 专利文献1: JP-A-10-2016-0053005

