



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년08월18일
(11) 등록번호 10-1431203
(24) 등록일자 2014년08월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 3/01 (2006.01) A61B 5/0476 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0041829
(22) 출원일자 2013년04월16일
심사청구일자 2013년04월16일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020130002590 A*
JP2899194 B2
JP2010257343 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
민병경
서울 강동구 상암로 325, 1동 301호 (상일동, 삼성빌라)
(74) 대리인
특허법인엠에이피에스

전체 청구항 수 : 총 18 항

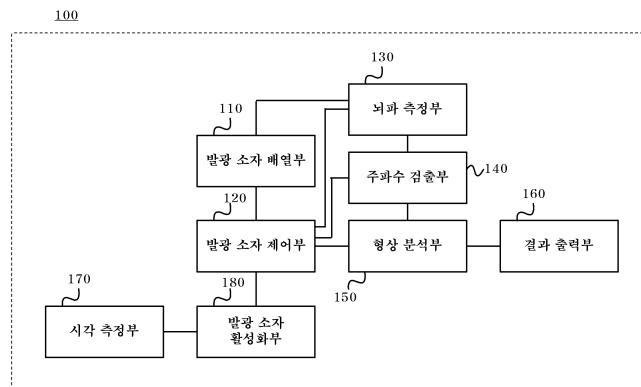
심사관 : 임지환

(54) 발명의 명칭 뇌파를 이용한 의도 인식용 두뇌 기계 인터페이스 장치 및 방법

(57) 요약

복수의 발광 소자가 배열된 발광 소자 배열 부재를 포함하는 두뇌 기계 인터페이스 장치를 통한 두뇌 기계 인터페이스 처리 시, 복수의 발광 소자를 복수의 그룹으로 구분하여, 그룹 별로 상이한 주파수로 발광 소자가 깜박이도록 제어하고, 눈동자 움직임이 필요없이, 발광 소자를 주시하는 피측정자의 뇌파 신호를 측정하고, 측정한 뇌파 신호로부터 적어도 하나의 주파수를 검출하고, 복수의 그룹 중 검출한 주파수와 대응하는 주파수로 설정된 그룹을 검출하고, 검출한 그룹의 발광 소자의 배열 형태에 의한 형상에 기초하여 피측정자가 연상한 형상을 추론하고, 추론한 형상의 정보를 출력한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345191792

부처명 교육과학기술부

연구사업명 일반연구자지원

연구과제명 뇌전도-초음파 기반의 뇌-뇌 접속 장치 개발 연구

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2012.09.01 ~ 2013.08.31

특허청구의 범위

청구항 1

두뇌와 기계 간 인터페이스를 처리하는 장치에 있어서,

복수의 발광 소자가 서로 이격되어 배열된 발광 소자 배열부;

상기 복수의 발광 소자를 복수의 그룹으로 구분하고, 상기 복수의 발광 소자를 상기 그룹 별로 상이한 주파수로 깜박이도록 제어하는 발광 소자 제어부;

상기 발광 소자를 주시하는 피측정자의 뇌파 신호를 측정하는 뇌파 측정부;

상기 측정한 뇌파 신호로부터 적어도 하나의 주파수를 검출하는 주파수 검출부;

상기 복수의 그룹 중 상기 검출한 적어도 하나의 주파수와 대응하는 주파수로 설정된 그룹을 검출하고, 상기 검출한 그룹의 발광 소자의 배열 형태에 의해 구성되는 형상에 기초하여 상기 피측정자가 연상한 형상을 추론하는 형상 분석부; 및

상기 형상 분석부가 추론한 형상의 정보를 출력하는 결과 출력부를 포함하되,

상기 형상 분석부는,

둘 이상의 상기 그룹이 검출되면, 상기 둘 이상의 검출된 그룹 별 발광 소자의 배열 형태에 의한 형상을 조합하여 상기 피측정자가 연상한 형상을 추론하는 두뇌 기계 인터페이스 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 발광 소자 제어부는,

상기 복수의 발광 소자를 기설정된 복수의 배열 위치 범위 별로 나누어 상기 복수의 그룹으로 구분하는 두뇌 기계 인터페이스 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 발광 소자는 각 행 및 열이 교차하는 위치마다 둘 이상의 발광 소자가 배치된 행렬 형태로 배열되되,

상기 발광 소자 제어부는,

상기 행 및 열을 각각 하나의 그룹으로 설정하고, 상기 교차하는 위치에 배치된 둘 이상의 발광 소자를 각각 상이한 그룹의 주파수로 깜박이도록 제어하는 두뇌 기계 인터페이스 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 발광 소자 제어부는,

각각 인접한 위치의 행 별 또는 열 별 간에 주파수의 대역폭을 기설정된 임계 값 이상 차이가 나도록 설정하고,

상기 행 및 열의 주파수를 둘 이상 조합할 경우의 주파수의 합이 다른 조합에 따른 주파수의 합과 상이하도록 설정하는 두뇌 기계 인터페이스 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 발광 소자 배열부로부터 기설정된 거리만큼 이격된 거리에서 상기 피측정자의 상기 발광 소자 배열부를 향

한 초점 유지 시 최대 시각(visual angle) 및 유효 시각을 측정하는 시각 측정부; 및

상기 측정한 최대 시각 및 유효 시각에 기초하여 상기 복수의 발광 소자 중 활성화시킬 발광 소자들을 선택하는 발광 소자 활성화부를 더 포함하되,

상기 발광 소자 제어부는,

상기 발광 소자 활성화부를 통해 선택된 발광 소자들을 제어하는 것인 두뇌 기계 인터페이스 장치.

청구항 6

삭제

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 형상 분석부는,

기저장된 복수의 형상과 상기 검출한 그룹에 의한 형상 간의 유사도를 산출하여, 상기 유사도가 가장 높은 형상을 상기 피측정자가 연상한 형상으로 추론하는 두뇌 기계 인터페이스 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 뇌파 측정부는,

정상상태 시각유발 전위(Steady State Visual Evoked Potential, SSVEP)를 측정하는 두뇌 기계 인터페이스 장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 발광 소자는 적색, 녹색 및 백색 발광 다이오드(Light Emitting Diode, LED) 중 적어도 하나인 것인 두뇌 기계 인터페이스 장치.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 결과 출력부는,

상기 추론한 형상을 식별 가능한 글자, 숫자, 및 기호 중 적어도 하나를 포함하는 표시 정보로 출력하거나,

기설정된 관련 기기로 상기 형상의 정보를 출력하는 두뇌 기계 인터페이스 장치.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 주파수 검출부는,

상기 뇌파 신호로부터 둘 이상의 주파수 및 상기 둘 이상의 주파수들의 조합 주파수를 검출하는 두뇌 기계 인터페이스 장치.

청구항 12

복수의 발광 소자가 배열된 발광 소자 배열 부재를 포함하는 두뇌 기계 인터페이스 장치를 통한 두뇌 기계 인터페이스 방법에 있어서,

(a) 상기 복수의 발광 소자를 복수의 그룹으로 구분하여, 상기 그룹 별로 상이한 주파수로 상기 발광 소자가 깜박이도록 제어하는 단계;

- (b) 상기 발광 소자를 주시하는 피측정자의 뇌파 신호를 측정하는 단계;
- (c) 상기 측정한 뇌파 신호로부터 적어도 하나의 주파수를 검출하는 단계;
- (d) 상기 복수의 그룹 중 상기 검출한 주파수와 대응하는 주파수로 설정된 그룹을 검출하는 단계;
- (e) 상기 검출한 그룹의 발광 소자의 배열 형태에 의해 구성되는 형상에 기초하여 상기 피측정자가 연상한 형상을 추론하는 단계; 및
- (f) 상기 추론한 형상의 정보를 출력하는 단계를 포함하되,

상기 (e) 단계는,

둘 이상의 상기 그룹이 검출되면, 상기 둘 이상의 검출된 그룹 별 발광 소자의 배열 형태에 의한 형상을 조합하여 상기 피측정자가 연상한 형상을 추론하는 두뇌 기계 인터페이스 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 (a) 단계는,

상기 복수의 발광 소자를 기설정된 복수의 배열 위치 범위 별로 나누어 상기 복수의 그룹으로 구분하는 두뇌 기계 인터페이스 방법.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 복수의 발광 소자는 각 행 및 열이 교차하는 위치마다 둘 이상의 발광 소자가 배치된 행렬 형태로 배열되,

상기 (a) 단계는,

상기 행 및 열을 각각 하나의 그룹으로 설정하여, 상기 교차하는 위치에 배치된 둘 이상의 발광 소자를 각각 상이한 그룹의 주파수로 감박하도록 제어하는 두뇌 기계 인터페이스 방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 (a) 단계는,

각각 인접한 위치의 행 별 또는 열 별 간에 주파수의 대역폭을 기설정된 임계 값 이상 차이가 나도록 설정하고, 상기 행 및 열의 주파수를 둘 이상 조합할 경우의 주파수의 합이 다른 조합에 따른 주파수의 합과 상이하도록 설정하는 두뇌 기계 인터페이스 방법.

청구항 16

제 12 항에 있어서,

상기 (a) 단계 이전에,

상기 발광 소자 배열부로부터 기설정된 거리만큼 이격된 거리에서 상기 피측정자의 상기 발광 소자 배열부를 향한 초점 유지 시 최대 시각(visual angle) 및 유효 시각을 측정하는 단계; 및

상기 측정한 최대 시각 및 유효 시각에 기초하여 상기 복수의 발광 소자 중 활성화시킬 발광 소자들을 선택하는 단계를 더 포함하되,

상기 (a) 단계는,

상기 선택한 발광 소자들을 복수의 그룹으로 구분하는 두뇌 기계 인터페이스 방법.

청구항 17

삭제

청구항 18

제 12 항에 있어서,

상기 (e) 단계는,

기저장된 복수의 형상과 상기 검출한 그룹에 의한 형상 간의 유사도를 산출하는 단계; 및

상기 유사도가 가장 높은 형상을 상기 피측정자가 연상한 형상으로 추론하는 단계를 포함하는 두뇌 기계 인터페이스 방법.

청구항 19

제 12 항에 있어서,

상기 (f) 단계는,

상기 추론한 형상의 정보를 식별 가능한 글자, 숫자, 및 기호 중 적어도 하나를 포함하는 표시 정보로 출력하거나, 기설정된 관련 기기로 상기 추론한 형상의 정보를 출력하는 두뇌 기계 인터페이스 방법.

청구항 20

제 12 항에 있어서,

상기 (c) 단계는,

상기 뇌파 신호로부터 둘 이상의 주파수 및 상기 둘 이상의 주파수들의 조합 주파수를 검출하는 두뇌 기계 인터페이스 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 뇌파 신호를 이용하여 두뇌와 기계 간의 인터페이스(Brain-Machin Interface, BMI)를 처리하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 뇌파 신호를 이용하여 사람의 의도(intention)에 따른 두뇌-기계 인터페이스 (Brain-Machine Interface)를 제어하기 위해서, 뇌파의 인지적 속성(cognitive property)에 따른 매개 변수들을 분석하여 사용하게 된다.

[0003] 이처럼, 뇌파 신호를 인터페이스 제어 신호로 사용할 시, 뇌파 신호를 시간축 또는 주파수축에 의한 분석 방식으로 분석할 수 있다. 이때, 시간축에 의한 분석법에서는, 자극 제시와 관련된 뇌파 신호를 반복적으로 측정하여, 단위 뇌파 조각들을 자극이 제시된 시점을 기준으로 정렬한 후 제시 시점을 기준으로하여 평균 뇌파 전위를 산출한다. 이는, 자극과 관련된 뇌파 신호만이 평균값에서 유효하고, 자극과 무관한 임의의 뇌파 신호는 평균에 의해 상쇄된다는 원리를 이용한 것이다.

[0004] 이처럼, 제시된 자극이나 사건과 관련되어 평균값에서 누적되어 나타나는 뇌전위를 ‘사건 관련 전위(ERP: event-related potential)’ 라고 한다. 이와 같은, 뇌파의 시간축 분석에 의해서 얻어진 성분으로는 대표적인 뇌파 성분인 ‘정상상태 시각유발 전위(Steady State Visual Evoked Potential, SSVEP)’ 가 있다. 정상상태 시각유발 전위(SSVEP) 성분은 반복적인 시각 자극에 반응하는 뇌파를 이용한 뇌파 신호이다. 예를 들어, 사람이 깜빡이는(flickering) 자극을 보고 있으면 그 자극이 깜빡이는 주파수와 동일한 주파수를 가진 뇌파가 물리적으로 유도되며, 깜빡이는 시각 자극에 의해 유도되며, 자극과 동일한 주파수를 갖는 진동 뇌파가 SSVEP이다.

[0005] 이와 관련하여, 대한민국 공개특허 제2013-0002590호(발명의 명칭: 안정상태 시각유발전위를 이용한 QWERTY 타입의 문자 입력 인터페이스 장치 및 문자 입력 방법)에서는, 복수개의 문자가 QWERTY 스타일로 표시되는 문자 표시부, 표시되는 문자로 인한 시각 자극에 의해 안정상태 시각유발전위가 유발 되는 동안의 사용자의 뇌파 신호를 측정하는 뇌파 신호 측정부, 및 측정된 뇌파 신호를 분석하는 뇌파 신호 분석부 및 상기 분석된 뇌파 신호에 해당하는 문자를 출력하는 문자 출력부를 포함하는 문자 입력 인터페이스 장치를 개시하고 있다.

[0006] 그런데, 이러한 기존의 두뇌-기계 간 인터페이스 장치는 키보드 자판 상에서 피측정자가 공개적으로(overtly) 선택한 키를 확인할 뿐, 이보다 더 고차원적으로 피측정자가 실제 눈동자 움직임이 없이 생각만으로(covertly) 연상한 정보(즉, 의도를 반영한 정보)를 확인할 수 없다는 단점이 있다. 또한, 키보드 자판의 위치에 따라 피측정자의 눈동자가 움직이게 되므로, 굳이 뇌파 신호를 이용하지 않고도 안구이동 측정기(eye-tracker) 등의 별도의 장비로 더욱 편리하게 대체될 수 있다는 한계가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 뇌파 신호를 이용하여 두뇌와 기계 간 인터페이스를 제공하는 장치 및 방법을 제공하고자 한다.

[0008] 다만, 본 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제로 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기와 같은 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 따른, 두뇌 기계 인터페이스 장치는, 복수의 발광 소자가 서로 이격되어 배열된 발광 소자 배열부; 상기 복수의 발광 소자를 복수의 그룹으로 구분하고, 상기 복수의 발광 소자를 상기 그룹 별로 상이한 주파수로 깜박이도록 제어하는 발광 소자 제어부; 상기 발광 소자를 주시하는 피측정자의 뇌파 신호를 측정하는 뇌파 측정부; 상기 측정한 뇌파 신호로부터 적어도 하나의 주파수를 검출하는 주파수 검출부; 상기 복수의 그룹 중 상기 검출한 적어도 하나의 주파수와 대응하는 주파수로 설정된 그룹을 검출하고, 상기 검출한 그룹의 발광 소자의 배열 형태에 의한 형상에 기초하여 상기 피측정자가 연상한 형상을 추론하는 형상 분석부; 및 상기 형상 분석부가 추론한 형상의 정보를 출력하는 결과 출력부를 포함한다.

[0010] 그리고, 본 발명의 다른 측면에 따른, 복수의 발광 소자가 배열된 발광 소자 배열 부재를 포함하는 두뇌 기계 인터페이스 장치를 통한 두뇌 기계 인터페이스 방법은, (a) 상기 복수의 발광 소자를 복수의 그룹으로 구분하여, 상기 그룹 별로 상이한 주파수로 상기 발광 소자가 깜박이도록 제어하는 단계; (b) 상기 발광 소자를 주시하는 피측정자의 뇌파 신호를 측정하는 단계; (c) 상기 측정한 뇌파 신호로부터 적어도 하나의 주파수를 검출하는; (d) 상기 복수의 그룹 중 상기 검출한 주파수와 대응하는 주파수로 설정된 그룹을 검출하는 단계; (e) 상기 검출한 그룹의 발광 소자의 배열 형태에 의한 형상에 기초하여 상기 피측정자가 연상한 형상을 추론하는 단계; 및 (f) 상기 추론한 형상의 정보를 출력하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0011] 전술한 본 발명의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 복수의 주파수로 나뉘어 깜박이는 자극을 주시하는 피측정자로부터 측정된 뇌파 신호에 포함된 주파수 정보를 이용하여 피측정자가 연상한 형상을 간편하고 정확하게 재구성할 수 있는 효과가 있다.

[0012] 그리고, 본 발명의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 피측정자가 주시할 복수의 주파수로 깜박이는 발광 소자의 배열 및 소자 특성을 다양하게 조절할 수 있어, 피측정자가 연상한 형상을 정교하게 추론할 수 있을 뿐만 아니라 다양한 장비에 장착하거나 연동시킬 수 있어 편리한 효과가 있다.

[0013] 또한, 본 발명의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 발광 소자들을 고주파로 깜박이도록 함으로써 피측정자의 눈의 피로를 감소시키면서도, 피측정자가 연상한 형상을 효율적으로 추론할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 두뇌 기계 인터페이스 장치의 구성을 나타내는 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 소자의 배열 방식의 일례를 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 소자 배열부를 이용한 연상 형상 추론 방식을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 두뇌 기계 인터페이스 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0016] 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"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 두뇌 기계 인터페이스 장치의 구성을 나타내는 블록도이다.
- [0018] 그리고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 소자의 배열 방식의 일례를 설명하기 위한 도면이다.
- [0019] 먼저, 도 1에 도시한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 두뇌 기계 인터페이스 장치(100)는 발광 소자 배열부(110), 발광 소자 제어부(120), 뇌파 측정부(130), 주파수 검출부(140), 형상 분석부(150), 결과 출력부(160), 시각 측정부(170) 및 발광 소자 활성화부(180)를 포함하여 구성된다.
- [0020] 발광 소자 배열부(110)는 복수의 발광 소자(light-emitting element)를 포함하되, 복수의 발광 소자가 이격되어 배열되어 있다. 이때, 복수의 발광 소자가 이격된 간격은 정신물리학적으로 의미가 있는 간격으로서, 사전에 실험을 통한 결과에 기초하여 설정될 수 있다. 즉, 각 발광 소자 배열 간에 충분한 시각적 구분 분해능을 가질 수 있도록 배열하되, 예를 들어 모든 발광 소자 배열의 최대 길이가 시각(visual angle)이 8도 내지 10도 이하로 구성되도록 이격 간격을 설정할 수 있다. 이는, 안구 망막에 맺히는 상(image)이 맹점(blind spot)에 떨어지지 않고, 모든 발광 소자의 빛이 시신경이 온전하게 검출되게 하기 위함이다. 일 예로, 발광소자간의 간격을 1cm로 할 경우, 행과 열의 길이가 각각 5cm가 되고, 그 배열이 이루는 전체의 대각선 길이가 $5\sqrt{2}$ cm가 되므로, 1m 거리에서 발광 소자 배열부를 응시할 경우, 계산되는 시각(visual angle)은 $2 \times \arctan(0.05 \times \sqrt{2}/2)$ 가 된다. 이는 시각으로 약 4도정도 되는 크기이므로, 모든 발광 시각 자극이 피측정자의 망막의 맹점영역에는 이르지 않으면서, 시각 정보 처리가 가장 정교하게 일어나는 중심안와(fovea) 영역의 중심에 맺히게 되어, 적절한 발광 소자 배열의 예가 될 수 있다.
- [0021] 일례로, 도 2에 도시한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 소자 배열부(110)는 복수의 발광 소자가 행렬 형태로 배열될 수 있다. 이때, 각 발광 소자는 서로 일정 간격만큼 이격되어 배치되되, 각 행 및 열이 교차하는 위치마다 둘 이상의 발광 소자가 배치될 수 있다. 이에 따라, 각 행 및 열은 교차 위치에서 발광 소자를 공유하지 않고 각각 독립적으로 발광 소자가 구성된다. 이는 행과 열이 각각 고유의 독립적인 주파수로 깜박이게 하기 위함이다.
- [0022] 구체적으로, 도 2에서는 발광 소자 배열부(110)의 행 및 열이 각각 5개로 구성되는 것을 나타내었다. 그리고 도 2에서는 각 행 별로 5개의 발광 소자(RD1 내지 RD25)가 구성되고, 각 열 별로 5개의 발광 소자(CD1 내지 CD25)가 구성된 것을 나타내었다. 참고로, 발광 소자 배열부(110)의 발광 소자 행렬의 크기는 다양하게 설정될 수 있다.
- [0023] 한편, 도 2에서는 행의 발광 소자(RD1 내지 RD25)와 열의 발광 소자(CD1 내지 CD25)의 기호를 상이하게 나타내었으나, 이는 행과 열의 구별을 용이하게 하기 위한 것으로, 행렬의 발광 소자들은 동일한 종류로 구성될 수 있다. 참고로 본발명의 일실시예에서 발광 소자는 발광 다이오드(Light Emitting Diode, LED)일 수 있으며, 발광 다이오드 중 적색 및 녹색의 발광 다이오드 중 어느 하나일 수 있다. 이는, 사람의 망막(retina)의 중심안와(fovea)에 상대적으로 많이 분포되어 있는 시신경 원추 세포(cone cell)가 적색 및 녹색을 감지하는 세포들이기 때문이다. 또한, 망막의 대부분의 위치에 넓게 분포하고 있는 간상체(rod cell)를 이용하기 위해서는 백색 다이오드도 가능하다. 본 발명의 일 실시예에서는 발광 다이오드의 휘도가 상대적으로 높은 적색 혹은 백색 발광 다이오드를 발광 소자로서 구성할 수 있다.
- [0024] 다시 도 1로 돌아가서, 발광 소자 제어부(120)는 발광 소자 배열부(110)의 발광 소자들을 복수의 그룹으로 구분하고, 각 그룹 별로 상이하게 설정한 주파수에 따라 발광 소자가 깜박이도록 제어한다. 참고로, 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 소자 제어부(120)는 피측정자가 주시할 발광 소자들이 고주파로 깜박이도록 설정함으로써, 피측정자의 주의 피로를 감소시킬 수 있다.

- [0025] 구체적으로, 발광 소자 제어부(120)는 복수의 발광 소자를 기설정된 복수의 배열 위치 범위 별로 나누어 그룹화할 수 있다. 즉, 도 2에서와 같이, 발광 소자 제어부(120)는 하나의 행 또는 열의 배열 위치 상에 배치된 복수의 발광 소자를 하나의 그룹으로 그룹화할 수 있다.
- [0026] 그리고, 발광 소자 제어부(120)는 복수의 그룹 별로 상이한 주파수를 설정하고, 각 그룹에 속한 발광 소자들이 동일한 주파수로 깜박이도록 제어할 수 있다. 예를 들어, 도 2에서는 발광 소자 배열부(110)의 5개의 행에 각각 35Hz, 15Hz, 5Hz, 25Hz 및 45Hz가 설정되고, 5개의 열에 각각 49Hz, 28Hz, 7Hz, 21Hz 및 14Hz가 설정된 것을 나타내었다.
- [0027] 이때, 발광 소자 제어부(120)는 발광 소자 배열부(110) 상에서 각각 인접한 행 별 또는 열 별 간에 주파수의 대역폭을 넓게 설정할 수 있다. 도 2에 도시한 바와 같이, 발광 소자 제어부(120)는 행 별 또는 열 별로 주파수 간의 대역폭 차를 기설정된 임계값 이상 차이가 나도록 설정할 수 있다. 이는, 이후 설명할 뇌파 측정부(130)를 통해 측정된 피측정자의 뇌파 신호 상 주파수 검출시 측정 값의 분해능과 신뢰도를 높이기 위해서이다.
- [0028] 또한, 발광 소자 제어부(120)는 하나의 행과 하나의 열에 각각 해당하는 주파수들 간의 합이, 다른 행과 다른 열의 각각에 해당하는 주파수들 간의 합과 상이하도록 주파수를 할당할 수 있다. 이는 SSVEP를 통해 검출되는 뇌파가 특정 행 및 열 간의 조합이라는 것을 역추론하는데 용이하게 이용하기 위함이다. 예를 들어, 하기 설명할 도 3을 참조하면, 문자 “T”를 피측정자가 연상하며 깜박이고 있는 발광 소자 배열부를 응시할 경우, 검출이 예상되는 SSVEP의 주파수는 7Hz(열), 35Hz(행), 및 상기 두 주파수의 합인 42Hz이다. 이와 비교하여, 문자 “+”를 피측정자가 연상하면서 깜박이고 있는 발광 소자 배열부를 응시할 경우, 검출이 예상되는 SSVEP의 주파수는 7Hz(열), 5Hz(행), 및 상기 두 주파수의 합인 12Hz이다. 이처럼, 각각 상이한 형상에 대응하는 주파수들의 합(즉, 앞서 설명한 42Hz 및 12Hz)이 서로 상이하도록 각각의 행과 열에 주파수를 설정할 수 있다. 도 2의 일 실시예의 경우는 동일한 주파수로 깜박이는 각각의 5개 행과 5개 열이 이를 수 있는 모든 조합(combination)의 수는 25가지가 되고, 이 25가지의 주파수가 모두 다르게끔 각각의 행과 열에 해당 주파수를 배정해서 설정한 것을 나타내었으나, 발광 소자 배열부(110) 상의 발광 소자 행과 열의 개수는 실시예에 따라 변할 수 있다.
- [0029] 한편, 도 1에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 두뇌 기계 인터페이스 장치(100)에서 발광 소자 배열부(110)와 발광 소자 제어부(120)를 별도의 구성으로 구분하여 설명하였으나, 또 다른 예로서 발광 소자 배열부(110) 및 발광 소자 제어부(120)는 하나의 구성으로 결합되어 구현될 수 있다. 이때, 발광 소자 배열부(110) 및 발광 소자 제어부(120)는 하기 설명할 뇌파 측정부(130), 주파수 검출부(140), 및 형상 분석부(150)와 연결되며, 뇌파 측정부(130), 주파수 검출부(140), 및 형상 분석부(150)로 발광 소자 별로 설정된 주파수 정보 및 발광 소자의 제어 정보(예를 들어, 깜박임 제어의 시작 및 종료 등의 정보)를 제공할 수 있다.
- [0030] 뇌파 측정부(130)는 발광 소자 배열부(110)의 발광 소자들을 주시하는 피측정자의 뇌파 신호를 측정하고, 측정된 뇌파 신호를 주파수 검출부(140)로 전달한다.
- [0031] 본 발명의 일 실시예에 따른 뇌파 측정부(130)는 다양한 방식으로 뇌파 신호를 측정할 수 있으며, 그 중 피측정자의 후두엽(occipital lobe)의 시각 피질(visual cortex)에서 물리적으로 유도되는 정상상태 시각유발 전위(Steady State Visual Evoked Potential, SSVEP)를 측정할 수 있다.
- [0032] 참고로, 뇌파 측정부(130)는 뇌파 측정 장비(미도시)와 연결되어 뇌파 신호를 측정하도록 제어할 수 있으며, 본 발명의 일 실시예에 따른 두뇌 기계 인터페이스 장치(100)의 구성 중 뇌파 측정부(130)를 포함한 적어도 하나의 구성이 뇌파 측정 장비 내 일구성으로서 포함될 수도 있다. 예를 들어, 본 발명의 일 실시예에서는 피측정자의 편의를 위해 헤드셋 형태의 뇌파 측정 장비를 적용할 수 있다.
- [0033] 주파수 검출부(140)는 수신한 뇌파 신호로부터 적어도 하나의 주파수 혹은 해당 주파수들의 조합 주파수를 검출한다.
- [0034] 구체적으로, 피측정자가 발광 소자 배열부(110)의 발광 소자를 주시한 상태에서 특정한 형상을 의도(intention)에 따라 연상할 경우, 피측정자가 연상한 형상에 매칭된 발광 소자 배열부(110) 상의 발광 소자가 깜박이는 주파수와 동일한 주파수가 뇌파 신호에서 검출된다. 즉, 깜박이고 있는 발광 소자 배열부(110)를 응시하고 있는 피측정자의 인지적 주의(cognitive attention)에 따른 뇌파 신호가 검출된다.
- [0035] 이때, 주파수 검출부(140)를 통해 검출된 뇌파 신호의 주파수는 발광 소자 배열부(110) 상의 그룹 중 피측정자의 형상 연상에 대응하는 그룹의 주파수와, 상기 대응하는 그룹 별 주파수를 합한 주파수가 검출된다. 이에 따라 주파수 검출부(140)는 검출한 주파수 중 발광 소자 제어부(120)를 통해 설정된 그룹 별 주파수와 완벽히 일

치하는 주파수와 그 공진 주파수(harmonic frequency) 및, 해당 주파수 주변의 유사 주파수가 포함된 경우, 발광 소자 배열부(110) 상에 설정된 주파수 중 피측정자의 의도와 관련된 주파수 및 그 주파수들을 합한 주파수를 참고하여 정확한 주파수를 선택할 수 있다.

- [0036] 형상 분석부(150)는 발광 소자 배열부(110) 상의 복수의 그룹 중 주파수 검출부(140)가 검출한 적어도 하나의 주파수 혹은 관련 주파수의 조합 주파수와 대응하는 주파수로 설정된 그룹의 발광 소자들의 배열 형태에 의한 형상에 기초하여 피측정자가 연상한 형상을 추론한다.
- [0037] 이때, 형상 분석부(150)는 주파수 검출부(140)를 통해 둘 이상의 주파수가 검출된 경우, 검출된 둘 이상의 주파수에 대응되는 발광 소자 배열부(110)의 그룹 별 발광 소자의 배열 형태를 조합하여 상기 연상한 형상을 추론할 수 있다.
- [0038] 예를 들어, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 소자 배열부를 이용한 연상 형상 추론 방식을 설명하기 위한 도면이다.
- [0039] 도 3에서와 같이, 피측정자가 문자 “T”를 연상한 경우, 주파수 검출부(140)는 발광 소자 배열부(110) 상의 행 및 열 중 문자 “T”의 형상에 대응되는 35Hz 및 7Hz의 주파수를 검출한다. 또한, 주파수 검출부(140)는 35Hz 및 7Hz를 합한 42Hz를 검출할 수 있다.
- [0040] 이때, 형상 분석부(150)는 주파수 검출부(140)를 통해 검출된 35Hz 및 7Hz 및 그 합인 42Hz에 대응하는 발광 소자 배열부(110) 상의 행 및 열을 판단하고, 판단한 행 및 열에 해당하는 발광 소자의 배열 형태에 따른 형상(즉, 문자 “T”에 대응하는 형상)을 판단한다.
- [0041] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 형상 분석부(150)는 기저장된 복수의 형상과 상기 검출한 그룹에 의한 형상 간의 유사도를 산출하여, 유사도가 가장 높은 형상을 측정자가 연상한 형상으로 추론하는 것도 가능하다. 이때, 형상 분석부(150)는 사전에 글자(문자), 숫자, 및 기호 등의 다양한 종류의 형상을 포함하는 기준 형상과 각 기준 형상에 대응되는 발광 소자 배열부(110) 상의 발광 소자 그룹들의 정보를 매칭하여 저장해둘 수 있다.
- [0042] 다시 도 1로 돌아가서, 결과 출력부(160)는 형상 분석부(150)가 판단한 형상에 대한 형상 정보를 출력한다. 이때, 결과 출력부(160)는 사용자(예를 들어, 피측정자)가 육안 또는 청취로 판별 가능하도록 식별 가능한 표시 정보로 출력하거나, 기설정된 관련 기기로 해당 정보를 전달할 수 있다.
- [0043] 예를 들어, 발광 소자 배열부(110) 상의 전체 발광 다이오드가 설정된 주파수로 깜박이는 상태에서 피측정자의 뇌파 신호를 이용하여 형상의 추론이 완료되면, 결과 출력부(160)는 발광 소자 배열부(110) 상에 피측정자가 연상한 형상을 출력할 수 있다.
- [0044] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 두뇌 기계 인터페이스 장치(100)는, TV를 비롯한 가전 제품의 리모콘에 탑재된 형태일 수 있으며, 사용자가 의도한 문자, 숫자 및 기호 등을 연상한 상태에서 리모콘에 탑재된 소형의 발광 소자 배열부를 응시할 경우, 사용자의 뇌파 분석을 통해서 기설정된 동작을 수행할 수 있다. 예를 들어, 소형의 발광 소자 배열부(110)를 탑재한 리모콘을 응시한 상태에서 사용자가 ‘K’, ‘B’, ‘S’라는 문자를 순차적으로 연상하면, 두뇌 기계 인터페이스 장치(100)는 뇌파 분석을 통해 “KBS”라는 문자를 추론하여 확인할 수 있다. 이때, 결과 출력부(160)는 상기 확인된 “KBS”라는 문자 정보에 따른 TV 채널이 자동으로 선택되도록 해당 정보를 기설정된 관련 기기(즉, TV의 수신 장치)로 전송할 수 있다.
- [0045] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 두뇌 기계 인터페이스 장치(100)는, 스마트폰 등의 특정 기기에 탑재 가능하여, 다양한 문자(또는 숫자, 기호 등)를 사용자가 연상하는 것만으로 관련된 임의의 기계 또는 소프트웨어로 해당 연상 문자(또는 숫자, 기호 등)를 전달하는 것도 가능하다.
- [0046] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 두뇌 기계 인터페이스 장치(100)는 피측정자가 발광 소자 배열부(110)를 주시한 상태에서 안구를 움직이지 않고도(covertly) 의도에 따른 연상을 수행할 수 있도록 하고, 이에 따른 형상을 추론하여 결과를 출력할 수 있도록 할 수 있다.
- [0047] 구체적으로, 도 1에 도시한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 두뇌 기계 인터페이스 장치(100)는 시각 측정부(170) 및 발광 소자 활성화부(180)를 더 포함할 수 있다.
- [0048] 시각 측정부(170)는 발광 소자 배열부로부터 기설정된 거리만큼 이격된 거리에서 피측정자의 발광 소자 배열부(110)를 향한 초점 유지 시 최대 시각(visual angle) 및 유효 시각을 측정한다. 참고로, 최대 시각은 피측정자가 눈동자의 움직임없이 최대로 볼수 있는 시야의 각도로 설정될 수 있으며, 유효 시각은 최대 시각 내에서 피

측정자가 비교적 정확하게(즉, 유효하게) 정보를 확인할 수 있는 시야의 각도로 설정될 수 있다.

- [0049] 예를 들어, 본 발명의 일 실시예에서 두뇌 기계 인터페이스 장치(100)는 발광 소자 배열부(110)의 전면 일부 영역에 피측정자의 시야를 측정하기 위한 별도의 부재(미도시)를 더 포함할 수 있으며, 시각 측정부(170)는 상기 시야 측정을 위한 부재로부터 시야 측정 값을 수신하여 최대 시각 및 유효 시각을 산출할 수 있다.
- [0050] 발광 소자 활성화부(180)는 상기 측정한 최대 시각 및 유효 시각 중 적어도 하나에 기초하여 발광 소자 배열부(110) 상의 복수의 발광 소자 중 활성화시킬 발광 소자들을 선택한다.
- [0051] 구체적으로, 발광 소자 활성화부(180)는 피측정자의 초점을 기준으로 상기 측정한 최대 시각 내 위치에 배치된 발광 소자들의 범위를 선택하고, 선택한 범위 내의 발광 소자들만을 활성화시키도록 한다.
- [0052] 이때, 발광 소자 제어부(120)는 발광 소자 활성화부(180)를 통해 선택된 발광 소자들을 제어하여, 앞서 설명한 바와 같이 복수의 그룹으로 분할하고 그룹 별로 상이한 주파수로 깜박이도록 제어할 수 있다.
- [0053] 한편, 본 발명의 다른 실시예에 따른 두뇌 기계 인터페이스 장치(100)에서는 사전의 실험 등을 통해 발광 소자 배열부(110)로부터 기설정된 거리 내에서 피측정자의 시각이 고정되도록 하는 발광 소자 배열부(110)의 물리적인 크기 및 발광 소자간 간격 등을 설정하여 발광 소자 배열부(110) 자체를 구현할 수도 있다.
- [0054] 이하, 도 4를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 두뇌와 기계간 인터페이스 방법을 상세히 설명하도록 한다.
- [0055] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 두뇌 기계 인터페이스 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0056] 먼저, 일정 간격으로 배열된 복수의 발광 소자를 복수의 그룹으로 구분한다(S410).
- [0057] 이때, 복수의 발광 소자를 기설정된 복수의 배열 위치 범위 별로 나누어 복수의 그룹으로 구분할 수 있다. 예를 들어, 복수의 발광 소자는 각 행 및 열이 교차하는 위치마다 둘 이상의 발광 소자가 배치된 행렬 형태로 배열될 수 있으며, 행 및 열을 각각 하나의 그룹으로 설정할 수 있다.
- [0058] 그런 다음, 각 그룹 별로 상이한 주파수를 설정하여 그룹 내 발광 소자가 설정된 주파수로 깜박이도록 제어한다(S420).
- [0059] 이때, 앞서 설명한 바와 같이 발광 소자 행렬 상에서 각 행과 열이 교차하는 위치상의 둘 이상의 발광 소자들은 각각 상이한 그룹의 주파수를 적용하여 깜박이도록 제어한다. 참고로, 각각 인접한 위치의 행 별 또는 열 별 간에 주파수의 대역폭을 기설정된 임계값 이상 차이가 나도록 설정할 수 있다. 또한, 행 및 열 중 둘 이상의 주파수의 합이 다른 행 및 열 중 둘 이상의 주파수의 합과 상이하도록 설정할 수 있다.
- [0060] 그런 후, 복수의 발광 소자들이 각각 깜박이는 상태에서, 발광 소자를 주시하는 피측정자의 뇌파 신호를 측정한다(S430).
- [0061] 이때, 피측정자는 복수의 발광 소자를 주시하며 임의의 특정 문자나 숫자 혹은 기호를 생각 속에 의도하고, 이에 따른 후두엽으로부터 유도되는 정상상태 시각유발 전위(SSVEP)를 측정할 수 있다.
- [0062] 그런 후, 측정한 뇌파 신호로부터 적어도 하나의 주파수 혹은 관련 주파수의 조합 주파수를 검출한다(S440). 이 주파수는 피측정자가 의도한 기호의 기하학 구조(geometry) 혹은 형상에 의해서, 해당 발광 소자 그룹의 깜박이는 주파수와 연관된다.
- [0063] 구체적으로, 상기 단계 (S420) 이후 깜박이는 발광 소자들을 피측정자가 주시한 상태에서 피측정자가 특정 형상을 의도 연상할 경우, 피측정자의 뇌파 신호에는 상기 특정 형상에 대응되는 위치 상의 발광 소자들의 주파수와 동일한 주파수가 검출된다.
- [0064] 다음으로, 검출된 주파수에 대응하는 발광 소자의 그룹을 검출한다(S450).
- [0065] 즉, 상기 복수의 그룹 중 피측정자의 뇌파 신호로부터 검출한 주파수와 대응하는 주파수로 설정된 그룹을 검출한다.
- [0066] 그런 후, 검출한 그룹의 발광 소자의 배열 형태에 의한 형상에 기초하여 피측정자가 연상한 형상을 추론한다(S460).
- [0067] 이때, 둘 이상의 그룹이 검출될 경우, 검출된 그룹 별 발광 소자의 배열 형태에 의한 형상을 조합하여 피측정자가 연상한 형상을 추론할 수 있다. 또한, 기저장된 복수의 형상과 상기 검출한 그룹에 의한 형상 간의 유사도를 산출하고, 유사도가 가장 높은 형상을 상기 피측정자가 연상한 형상으로 추론하는 것도 가능하다.

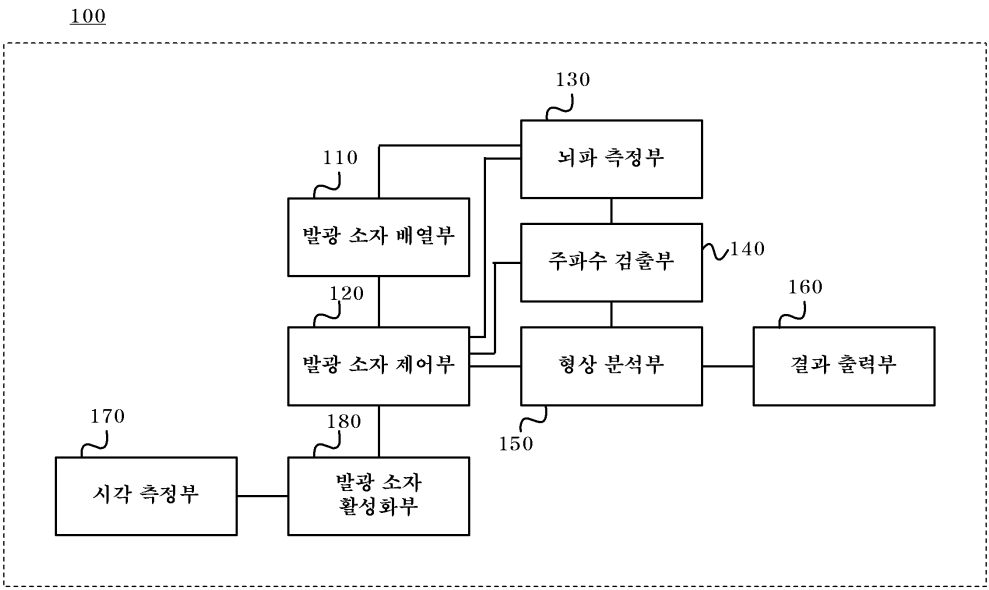
- [0068] 그런 다음, 상기 추론한 형상을 식별 가능한 표시 정보로 한다(S470).
- [0069] 이때, 본 발명의 일 실시예에서, 상기 단계 (S470)에서는 기설정된 관련 기기로 상기 추론된 형상의 정보를 전송하는 것도 가능하다.
- [0070] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 두뇌 기계 인터페이스 방법에서는, 상기 단계 (S410) 이전에, 발광 소자들로부터 기설정된 거리만큼 이격된 거리에서 피측정자의 발광 소자를 향한 초점 유지 시 최대 시각(visual angle) 및 유효 시각을 측정하고, 측정한 최대 시각 및 유효 시각에 기초하여 복수의 발광 소자 중 활성화시킬 발광 소자들을 선택하는 단계를 먼저 수행할 수 있다. 즉, 상기 (S410) 단계에서는 상기 선택된 발광 소자들을 복수의 그룹으로 구분하고, 그 이후의 단계들을 수행할 수 있다.
- [0071] 이에 따라, 피측정자는 안구를 움직이지 않고 시선을 고정한 상태에서 다양한 형상을 연속적으로 연상할 수 있으며, 피측정자의 연상에 따른 형상들을 정확하게 추론하여 제공할 수 있는 효과가 있다.
- [0072] 본 발명의 일 실시예는 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행 가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터 저장 매체 및 통신 매체를 모두 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 통신 매체는 전형적으로 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈, 또는 반송파와 같은 변조된 데이터 신호의 기타 데이터, 또는 기타 전송 메커니즘을 포함하며, 임의의 정보 전달 매체를 포함한다.
- [0073] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형 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.
- [0074] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

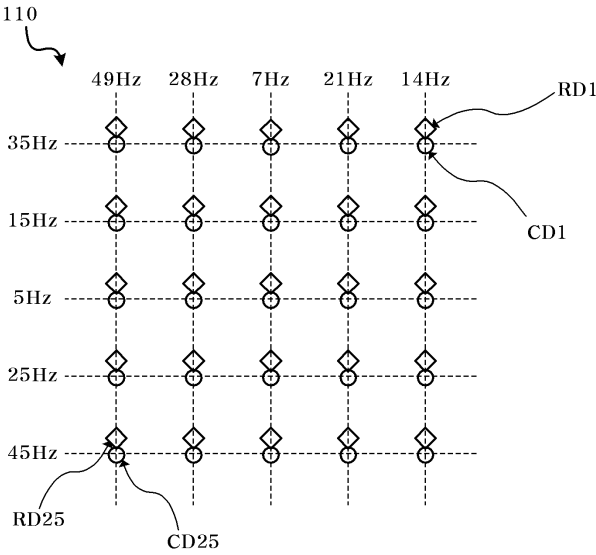
- [0075] 100: 두뇌 기계 인터페이스 장치
- 110: 발광 소자 배열부
- 120: 발광 소자 제어부
- 130: 뇌파 측정부
- 140: 주파수 검출부
- 150: 형상 분석부
- 160: 결과 출력부
- 170: 시각 측정부
- 180: 발광 소자 활성화부

도면

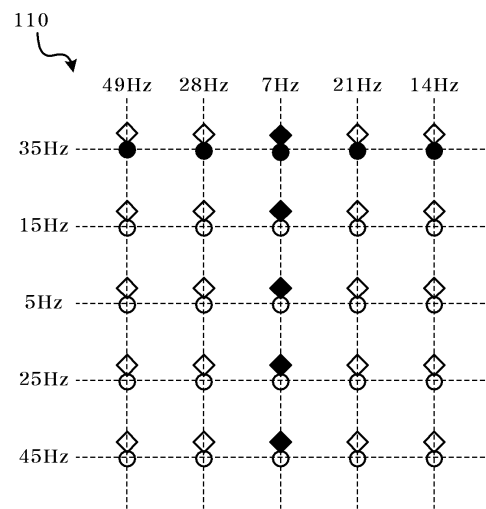
도면1



도면2



도면3



도면4

