



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년01월28일
(11) 등록번호 10-0798475
(24) 등록일자 2008년01월21일

(51) Int. Cl.

A61B 5/0482 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0042006
(22) 출원일자 2006년05월10일
심사청구일자 2006년05월10일
(65) 공개번호 10-2007-0109260
(43) 공개일자 2007년11월15일
(56) 선행기술조사문헌
US20040210156 A
JP12350784 A

(73) 특허권자

진경수

충청북도 청주시 흥덕구 수곡동 1001 세원청실아파트 103-1507

(72) 발명자

진경수

충청북도 청주시 흥덕구 수곡동 1001 세원청실아파트 103-1507

박태건

대전 대덕구 송촌동 461-1 선비마을아파트 316동 1106호

(74) 대리인

김인한

전체 청구항 수 : 총 25 항

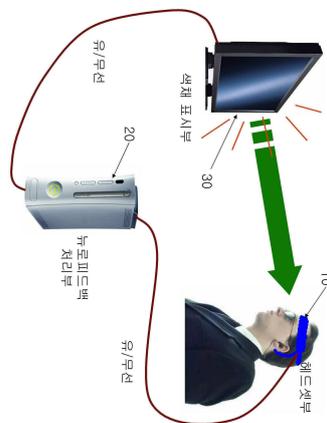
심사관 : 유창용

(54) 색채를 이용한 뉴로피드백 장치 및 그 제어방법

(57) 요약

본 발명은 색채를 이용한 뉴로피드백 장치 및 그 제어방법을 제공하기 위한 것으로, 색채표시부에서 발생된 색채에 반응하는 사용자의 뇌파를 측정하는 헤드셋부와; 상기 헤드셋부와 유선 또는 무선으로 연결되고, 상기 헤드셋부에서 측정된 뇌파 신호에 따라 상기 색채표시부에서 표시되는 색채가 변화되도록 제어하여 사용자의 특정 뇌파에 반응하는 특정 색채를 추출하는 뉴로피드백 처리부와; 상기 뉴로피드백 처리부와 유선 또는 무선으로 연결되고, 상기 뉴로피드백 처리부의 제어에 따라 색채를 변화시켜 표시하는 색채표시부;를 포함하여 구성함으로써, 뇌에서 무의식적으로 선호하는 색채를 추출하여 뇌기능 장애를 해결할 수 있게 되는 것이다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

뉴로피드백 처리부는 헤드셋부에서 측정된 사용자의 뇌파 신호를 입력받고, 색채표시부를 제어하여 기준 색채가 출력되도록 하는 제 1 단계와;

상기 제 1 단계 후 상기 뉴로피드백 처리부는 상기 헤드셋부에서 측정된 뇌파를 입력받아 실시간 뇌파 측정을 수행하고, 뇌파 분석 데이터에 의한 색채 변화를 수행하여 색채가 일정하게 수렴하는지 판별하는 제 2 단계와;

상기 제 2 단계에서 상기 색채표시부에서 출력되는 색채가 일정하게 수렴하면, 해당 색채를 사용자의 특정 뇌파의 색채로 진단하는 제 3 단계;를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 하는 색채를 이용한 뉴로피드백 장치의 제어방법.

청구항 12

청구항 11에 있어서, 상기 제 1 단계는,

기준 색채가 회색으로 출력되도록 하는 것을 특징으로 하는 색채를 이용한 뉴로피드백 장치의 제어방법.

청구항 13

뉴로피드백 장치의 기준 모드 설정을 위해 색채표시부를 초기화하는 제 11 단계와;

상기 제 11 단계 후 뇌파를 측정하여 3D 벡터 PSD를 계산하여 색깔에 매핑시키는 제 12 단계와;

상기 제 12 단계 후 3D 벡터 sPSD를 계산하여 3D 벡터의 sPSD와 RGB 벡터를 매핑시켜 RGB 벡터의 변화값을 저장한 다음 일정 시간이 경과했는지 판별하는 제 13 단계와;

상기 제 13 단계에서 일정 시간이 경과했으면, RGB 벡터의 변화값을 로딩하여 피험자의 선호 색상을 분류하고, 피험자의 선호 색상을 결정하며, 뉴로피드백 모드 선정을 수행하는 제 14 단계와;

상기 제 14 단계 후 뇌파를 측정하여 색채표시기의 색상을 변화시키는 제 15 단계;를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 하는 색채를 이용한 뉴로피드백 장치의 제어방법.

청구항 14

청구항 13에 있어서, 상기 제 11 단계는,

상기 색채표시부의 초기색은 회색으로 설정하고, 색채 신호 단계는 256 단계로 설정하는 것을 특징으로 하는 색채를 이용한 뉴로피드백 장치의 제어방법.

청구항 15

청구항 13에 있어서, 상기 제 12 단계는,

상기 제 11 단계 후 사용자의 뇌파를 측정하는 뇌파측정 단계와;

상기 뇌파측정 단계 후 뇌파 신호의 전처리를 수행하는 뇌파신호 전처리 단계와;

상기 뇌파신호 전처리 단계 후 뇌파 신호 디지털이징을 수행하는 뇌파신호 디지털이징 단계와;

상기 뇌파신호 디지털이징 단계 후 ICA 알고리즘을 적용하는 ICA 알고리즘 적용 단계와;

상기 ICA 알고리즘 적용 단계 후 3D 벡터 PSD를 계산하는 3D 벡터 PSD 계산 단계와;

상기 3D 벡터 PSD 계산 단계 후 3D 벡터 PSD와 색깔을 매핑시키는 색갈매핑 단계;를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 하는 색채를 이용한 뉴로피드백 장치의 제어방법.

청구항 16

청구항 15에 있어서, 상기 뇌파측정 단계는,

측정채널을 Fp1, Fp2, AF3, AF8로 설정하고, 참조채널로 유양돌기를 설정하며, 접지채널로 Fpz를 설정하며, IA 증폭 및 초단 이득 증폭을 수행하는 것을 특징으로 하는 색채를 이용한 뉴로피드백 장치의 제어방법.

청구항 17

청구항 15에 있어서, 상기 뇌파신호 전처리 단계는,

지역통과 필터링을 수행하고, 노치필터링을 수행하며, 종단 이득 증폭을 수행하는 것을 특징으로 하는 색채를 이용한 뉴로피드백 장치의 제어방법.

청구항 18

청구항 15에 있어서, 상기 뇌파신호 디지털이징 단계는,

표본화율과 분해능과 채널수를 포함한 조건에 의해 디지털이징을 수행하는 것을 특징으로 하는 색채를 이용한 뉴로피드백 장치의 제어방법.

청구항 19

청구항 15에 있어서, 상기 ICA 알고리즘 적용 단계는,

디지털 필터링을 수행하고, 눈 깜박임 아티팩트, EOG 아티팩트, EMG 아티팩트 중에서 하나 이상의 아티팩트를 제거하는 것을 특징으로 하는 색채를 이용한 뉴로피드백 장치의 제어방법.

청구항 20

청구항 15에 있어서, 상기 3D 벡터 PSD 계산 단계는,

FFT/AR 기법을 적용하여 수행하고, 주파수 분해도를 미리 설정하며, 슬라이딩 기법을 적용하고, 세타파와 알파파와 베타파에 대해 주파수 대역을 설정하는 것을 특징으로 하는 색채를 이용한 뉴로피드백 장치의 제어방법.

청구항 21

청구항 15에 있어서, 상기 색깔매핑 단계는,

세타파는 레드로 매핑시키고, 알파파는 그린으로 매핑시키며, 베타파는 블루로 매핑시키는 것을 특징으로 하는 색채를 이용한 뉴로피드백 장치의 제어방법.

청구항 22

청구항 13에 있어서, 상기 제 13 단계는,

상기 제 12 단계 후 이전의 PSD와 현재의 PSD를 이용하여 3D 벡터 sPSD 계산을 수행하는 sPSD 계산 단계와;

상기 sPSD 계산 단계 후 3D 벡터 PSD의 변화량을 이용하여 RGB 벡터를 매핑시키는 RGB 벡터 매핑 단계와;

상기 RGB 벡터 매핑 단계 후 RGB 벡터의 변화값을 저장하는 저장단계와;

상기 RGB 벡터 매핑 단계 후 일정시간이 경과했는지를 판별하여, 일정시간이 경과하지 않았으면 상기 sPSD 계산 단계로 리턴하고, 일정시간이 경과했으면 상기 제 14 단계로 리턴하는 판별단계;를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 하는 색채를 이용한 뉴로피드백 장치의 제어방법.

청구항 23

청구항 22에 있어서, 상기 sPSD 계산 단계는,

(이전의 PSD - 현재의 PSD) / (이전의 PSD) X 100%를 수행하여 3D 벡터 sPSD를 계산하는 것을 특징으로 하는 색채를 이용한 뉴로피드백 장치의 제어방법.

청구항 24

청구항 22에 있어서, 상기 RGB 벡터 매핑 단계는,

3D 벡터 PSD의 변화량에 대한 1%당 RGB를 3단계 변화로 매핑시키는 것을 특징으로 하는 색채를 이용한 뉴로피드백 장치의 제어방법.

청구항 25

청구항 13에 있어서, 상기 제 14 단계는,

상기 제 13 단계에서 저장된 RGB 벡터의 변화값을 로딩하는 로딩단계와;

상기 제 13 단계 후 상기 로딩단계에서 로딩된 RGB 벡터의 변화값을 이용하여 피험자의 선호 색상을 분류하는 색상분류 단계와;

상기 색상분류 단계 후 피험자의 선호 색상을 결정하는 색상결정 단계와;

상기 색상결정 단계 후 뉴로피드백 모드를 선정하는 모드선정 단계;를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 하는 색채를 이용한 뉴로피드백 장치의 제어방법.

청구항 26

청구항 25에 있어서, 상기 색상분류 단계는,

K-means 클러스터링을 적용하고, 클러스터의 개수를 결정하며, 역치값을 선정하여 피험자의 선호 색상을 분류하는 것을 특징으로 하는 색채를 이용한 뉴로피드백 장치의 제어방법.

청구항 27

청구항 25에 있어서, 상기 색상결정 단계는,

벡터의 값이 가장 많은 클러스터인 메이저 클러스터의 평균 RGB 값에 해당하는 색상을 선호 색상으로 결정하는 것을 특징으로 하는 색채를 이용한 뉴로피드백 장치의 제어방법.

청구항 28

청구항 25에 있어서, 상기 모드선정 단계는,

이완도, 집중도, 우울증 개선 모드 중에서 하나 이상의 모드를 포함하여 뉴로피드백 모드를 선정하고, 선호색을 개선하고자 하는 뇌파 파라미터로 대응시키는 것을 특징으로 하는 색채를 이용한 뉴로피드백 장치의 제어방법.

청구항 29

청구항 13에 있어서, 상기 제 15 단계는,

상기 제 14 단계 후 사용자의 뇌파를 측정하는 뇌파측정 단계와;

상기 뇌파측정 단계 후 뇌파 신호의 전처리를 수행하는 뇌파신호 전처리 단계와;

상기 뇌파신호 전처리 단계 후 뇌파 신호 디지털이징을 수행하는 뇌파신호 디지털이징 단계와;

상기 뇌파신호 디지털이징 단계 후 ICA 알고리즘을 적용하는 ICA 알고리즘 적용 단계와;

상기 ICA 알고리즘 적용 단계 후 3D 벡터 PSD를 계산하는 3D 벡터 PSD 계산 단계와;

상기 3D 벡터 PSD 계산 단계 후 상기 색채표시기의 색상을 변화시키는 색상변화 단계와;

상기 색상변화 단계 후 일정시간 동안 색채의 변화가 없는지를 판별하여, 일정시간 동안 색채의 변화가 있으면 상기 제 15 단계를 재수행하고, 일정시간 동안 색채의 변화가 없으면 종료하는 판별단계;를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 하는 색채를 이용한 뉴로피드백 장치의 제어방법.

청구항 30

뉴로피드백 장치에 접속하여 파워 온이 되면, 기능선택을 할 수 있도록 하는 제 21 단계와;

상기 제 21 단계에서 기능선택이 트레이닝 모드이면, 이완도 향상 훈련, 집중도 향상훈련 또는 우울증 개선훈련을 포함한 개선훈련 중에서 하나 이상을 수행하도록 하는 제 22 단계와;

상기 제 21 단계에서 기능선택이 표시 모드이면, 뇌파표시 또는 저장데이터표시를 수행하도록 하는 제 23 단계;를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 하는 색채를 이용한 뉴로피드백 장치의 제어방법.

청구항 31

청구항 30에 있어서, 상기 제 22 단계는,

사용자의 기능선택이 트레이닝 모드인지 판별하는 기능판별 단계와;

상기 기능판별 단계에서 사용자의 기능선택이 트레이닝 모드이면, 사용자의 기능선택이 이완도모드인지 판별하는 이완도모드 판별단계와;

상기 이완도모드 판별단계에서 사용자의 기능선택이 이완도모드이면, 이완도 향상훈련이 수행되도록 하는 이완도 향상훈련 단계와;

상기 이완도모드 판별단계에서 사용자의 기능선택이 이완도모드가 아니면, 사용자의 기능선택이 집중도모드인지 판별하는 집중도모드 판별단계와;

상기 집중도모드 판별단계에서 사용자의 기능선택이 집중도모드이면, 집중도 향상훈련이 수행되도록 하는 집중도 향상훈련 단계와;

상기 집중도모드 판별단계에서 사용자의 기능선택이 집중도모드가 아니면, 우울증 개선훈련이 수행되도록 하는 우울증 개선훈련 단계;를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 하는 색채를 이용한 뉴로피드백 장치의 제어방법.

청구항 32

청구항 31에 있어서, 상기 이완도 향상훈련 단계와 상기 집중도 향상훈련 단계와 상기 우울증 개선훈련 단계는

각각,

훈련을 수행하는 훈련수행 단계와;

상기 훈련수행 단계 수행 중 스탑 버튼이 온 되었는지 판별하는 스탑온 판별단계와;

상기 스탑온 판별단계에서 스탑 버튼이 온 되어 있으면, 데이터를 저장할 것인지 판별하는 저장판별단계와;

상기 저장판별단계에서 데이터를 저장할 것으로 판별되면, 훈련과 관련된 데이터를 메모리에 저장하는 단계와;

상기 저장판별단계에서 데이터를 저장할 것으로 판별되지 않으면, 무시하는 단계와;

상기 스탑온 판별단계에서 스탑 버튼이 온 되어 있지 않으면 표시색채가 불변인지 판별하는 표시색채불변 판별 단계와;

상기 표시색채불변 판별단계에서 표시색채가 불변이 아니면 상기 훈련수행 단계로 리턴하고, 표시색채가 불변이면 이때의 데이터를 상기 메모리에 저장하고 결과표시부를 통해 이를 알리는 단계;를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 하는 색채를 이용한 뉴로피드백 장치의 제어방법.

청구항 33

청구항 30에 있어서, 상기 제 23 단계는,

상기 제 21 단계에서 표시 모드의 기능선택이 뇌파표시이면, 사용자의 실시간 뇌파를 표시하는 뇌파표시 단계와;

상기 제 21 단계에서 표시 모드의 기능선택이 저장데이터표시이면, 상대파워 밀도와 횡수별 파워 밀도 중에서 하나 이상을 포함하여 메모리에 저장된 데이터를 표시하는 저장데이터표시 단계;를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 하는 색채를 이용한 뉴로피드백 장치의 제어방법.

청구항 34

청구항 33에 있어서, 상기 저장데이터표시 단계에서 상기 상대파워 밀도는,

막대 그래프로 표시하는 것을 특징으로 하는 색채를 이용한 뉴로피드백 장치의 제어방법.

청구항 35

청구항 33에 있어서, 상기 저장데이터표시 단계에서 상기 횡수별 파워 밀도는,

꺼운 선으로 표시하는 것을 특징으로 하는 색채를 이용한 뉴로피드백 장치의 제어방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<26> 본 발명은 색채를 이용한 뉴로피드백 장치 및 그 제어방법에 관한 것으로, 특히 뇌에서 무의식적으로 선호하는 색채를 추출하여 뇌기능 장애를 해결하기에 적당하도록 한 색채를 이용한 뉴로피드백 장치 및 그 제어방법에 관한 것이다.

<27> 일반적으로 뉴로피드백(Biofeedback)은 생체의 자기제어, 즉 생체의 신경상태 또는 생리상태 등을 어떤 형태의 자극정보로 바꾸어서 생체에 전달하는 조작을 말한다. 예를 들면, 뇌파피드백의 경우 피검자의 머리에 전극을 부착시키고 뇌파를 채취하며, 일정한 주파수 성분(알파파)이 나타날 때마다 버저를 울려서 일정한 주파수 성분의 파(알파파)가 나왔다고 피검자에게 알린다. 그러면 피검자는 항상 자신의 뇌파상태를 파악하면서 훈련을 받을 수 있게 되고, 이에 따라 자의로 일정한 주파수 성분의 파(알파파)를 내보낼 수 있게 된다. 이는 뇌파도 스스로 컨트롤할 수 있음을 보여주는 것으로, 본태성(本態性) 고혈압, 긴장성 두통, 편두통, 부정맥(不整脈), 간질, 천식, 불안신경증, 불면증 등의 치료법으로서 연구되고 있다.

- <28> 이를 위해 BCI(Brain Computer Interface)가 사용되고 있다. 이러한 BCI는 개개인이 외부 세계로 보내는 메시지 또는 명령이 뇌의 정상적인 출력 경로인 말초신경을 거치지 않는 의사소통 시스템이다. BCI는 뇌에서 측정할 수 있는 전기신호를 제어하거나 또는 통신 시스템을 이용하여 구현한다. 뇌에서 측정하는 전기신호는 두피로부터 비침습적으로 얻어지며, 뇌전도(electroencephalogram, EEG)로 나타난다. 향후 BCI 시스템은 실시간으로 뇌파 활동을 모니터링할 것이고, 사람들은 국부적인 프로세서를 통해서 어떤 전자적으로 전할 수 있는 소자나 소프트웨어를 제어하는데 뇌파를 사용할 것이다.
- <29> 1980년대 후반과 1990년대 초에 BCI의 분야가 이용 가능한 강력한 컴퓨터를 사용하여 많은 장애자들의 의사소통 문제를 해결하기 위한 아이디어 입각해서 유럽과 미국에서 출현하기 시작하였다. BCI 개발의 필수적인 부분은 카미야(Kamiya, 1968)가 처음에 기술한 뉴로피드백(Neurofeedback, NF) 조절로 잘 알려져 있다. 카미야(Kamiya)의 연구와 더 많은 연구에서 사람들은 EEG 파라미터들을 화면에서 보게 되면 자신의 EEG 파라미터를 조작할 수 있고, 점수, 돈 또는 간단히 용기를 주는 단어들과 같은 적절한 보상으로 강화될 수 있다고 보였다.
- <30> NF의 주된 메커니즘은 사용자들이 자신의 뇌의 전기적 활동에 영향을 주도록 학습하는 자의적 조건화 패러다임이다. 건강과 임상적 대증성으로 적합할 수 있는 EEG 리듬 훈련은 원래 선 명상(Zen meditation)과 관련된 전통적인 이완 유도 기법에서 유용한 것으로 고찰되었다. 그것은 경련을 방지하는 치료의 일부를 형성하는 간질(epilepsy)과 어린이에서 주의력결핍 과잉행동장애(attention deficit hyperactivity disorder, ADHD)와 같은 피질 활동의 기능장애 조절(dysfunctional regulation)에 의해서 특징지어지는 병리학에 관계되는 것이다. 대개 건강한 개개인은 단지 5번의 세션 후에 자신의 세타/알파 비율을 증가시킬 수 있다.
- <31> 따라서 사람이 자신의 뇌 활동의 파라미터들을 조작할 수 있다면, 이 파라미터들은 다른 여러 종류의 외부 장치들을 취급하거나 자극하는 신호로 사용될 수 있다. 뇌-기계 협력의 기본적인 아이디어는 예를 들면 건강을 증진시키기 위해서 세션당 EEG 파라미터들을 제어하기 위해서 뿐만 아니라 BCI라고 하는 특별한 인터페이스의 방법으로 사전에 EEG 파라미터들과 접속된 외부 대상들을 이용하기 위해서 EEG 파라미터들을 사용하는 것이다.
- <32> BCI는 의학적 공동체 내에서 예를 들면 자신의 근육을 사용하는데 불가능한 고정된 환자(locked-in patients)들에 대해서 몇 가지 응용을 가진다.
- <33> 그러나 아직까지는 장애인과 건강한 개개인을 위해서 BCI 시스템을 사용하는 것은 매우 불편하다. 예를 들면, 최상의 BCI 시스템 중의 하나인 생각 변환 인터페이스(Thought Translation Interface, TTI)는 아주 잘 적응된 사용자들조차도 매우 적절한 결과를 얻는데 수개월 이상이 걸리는 문제점이 있었다.
- <34> 이에 따라 종래 BCI 시스템은 BCI가 잘 인식할 수 있는 내적 이미지 또는 EEG 패턴에서 특정한 반응을 갖는 다른 종류의 정신상태에 관하여 계속해서 집중하는 정신적 상태를 유지할 필요가 있다는 문제점이 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <35> 이에 본 발명은 상기와 같은 종래의 제반 문제점을 해결하기 위해 제안된 것으로, 본 발명의 목적은 뇌에서 무의식적으로 선호하는 색채를 추출하여 뇌기능 장애를 해결할 수 있는 색채를 이용한 뉴로피드백 장치 및 그 제어방법을 제공하는데 있다.
- <36> 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 일실시예에 의한 색채를 이용한 뉴로피드백 장치는,
- <37> 색채표시부에서 발생된 색채에 반응하는 사용자의 뇌파를 측정하는 헤드셋부와; 상기 헤드셋부와 유선 또는 무선으로 연결되고, 상기 헤드셋부에서 측정된 뇌파 신호에 따라 상기 색채표시부에서 표시되는 색채가 변화되도록 제어하여 사용자의 특정 뇌파에 반응하는 특정 색채를 추출하는 뉴로피드백 처리부와; 상기 뉴로피드백 처리부와 유선 또는 무선으로 연결되고, 상기 뉴로피드백 처리부의 제어에 따라 색채를 변화시켜 표시하는 색채표시부;를 포함하여 이루어짐을 그 기술적 구성상의 특징으로 한다.
- <38> 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 일실시예에 의한 색채를 이용한 뉴로피드백 장치의 제어방법은,
- <39> 뉴로피드백 처리부는 헤드셋부에서 측정된 사용자의 뇌파 신호를 입력받고, 색채표시부를 제어하여 기준 색채가 출력되도록 하는 제 1 단계와; 상기 제 1 단계 후 상기 뉴로피드백 처리부는 상기 헤드셋부에서 측정된 뇌파를 입력받아 실시간 뇌파 측정을 수행하고, 뇌파 분석 데이터에 의한 색채 변화를 수행하여 색채가 일정하게 수렴하는지 판별하는 제 2 단계와; 상기 제 2 단계에서 상기 색채표시부에서 출력되는 색채가 일정하게 수렴하면, 해당 색채를 사용자의 특정 뇌파의 색채로 진단하는 제 3 단계;를 포함하여 수행함을 그 기술적 구성상의 특징으로 한다.

발명의 구성 및 작용

- <40> 이하, 상기와 같은 본 발명, 색채를 이용한 뉴로피드백 장치 및 그 제어방법의 기술적 사상에 따른 일실시예를 도면을 참조하여 설명하면 다음과 같다.
- <41> 도 1은 본 발명의 일실시예에 의한 색채를 이용한 뉴로피드백 장치의 개념도이다.
- <42> 이에 도시된 바와 같이, 색채표시부(30)에서 발생된 색채에 반응하는 사용자의 뇌파를 측정하는 헤드셋부(10)와; 상기 헤드셋부(10)와 유선 또는 무선으로 연결되고, 상기 헤드셋부(10)에서 측정된 뇌파 신호에 따라 상기 색채표시부(30)에서 표시되는 색채가 변화되도록 제어하여 사용자의 특정 뇌파에 반응하는 특정 색채를 추출하는 뉴로피드백 처리부(20)와; 상기 뉴로피드백 처리부(20)와 유선 또는 무선으로 연결되고, 상기 뉴로피드백 처리부(20)의 제어에 따라 색채를 변화시켜 표시하는 색채표시부(30);를 포함하여 구성된 것을 특징으로 한다.
- <43> 도 2는 도 1에서 헤드셋부의 상세블록도이고, 도 3은 도 2에서 헤드셋부의 일실시예를 보인 사시도이며, 도 4는 도 3에서 헤드셋부의 장착상태를 보인 사시도이고, 도 5는 도 3의 정면도이며, 도 6은 도 3의 평면도이다. 또한 도 18은 본 발명에서 헤드셋부를 이용하여 뇌파측정을 할 때 전극배치를 위한 국제 10-20 시스템(International 10-20 System)을 보인 도면이다.
- <44> 상기 헤드셋부(10)는, 상기 색채표시부(30)에서 발생된 색채에 반응하는 사용자의 뇌파를 측정하는 센서(11)와; 상기 센서(11)에서 측정된 신호를 아이솔레이션 증폭(Isolation amplify)하는 아이솔레이션 증폭부(12)와; 상기 아이솔레이션 증폭부(12)에서 아이솔레이션 증폭된 신호를 증폭하여 상기 뉴로피드백 처리부(20)로 전송하는 증폭부(AMP, amplifier)(13);를 포함하여 구성된 것을 특징으로 한다.
- <45> 본 발명의 일실시예에 의한 색채를 이용한 뉴로피드백 장치는, 도 2에 도시된 바와 같이, 색채표시부(30)에서 발생된 색채에 반응하는 사용자의 뇌파를 측정하는 센서(11)와; 상기 센서(11)에서 측정된 신호를 아이솔레이션 증폭하는 아이솔레이션 증폭부(12)와; 상기 아이솔레이션 증폭부(12)에서 아이솔레이션 증폭된 신호를 증폭하여 뉴로피드백 처리부(20)로 전송하는 증폭부(13);를 포함하여 헤드셋부(10)를 구성한 것을 특징으로 한다.
- <46> 상기 센서(11)는, Ag/AgCl 센서로 구성된 것을 특징으로 한다.
- <47> 상기 센서(11)는, 도 18에 도시된 바와 같이, 측정 채널은 Fp1, Fp2, AF7, AF8로 전극을 설정하고, 기준(Reference) 상태는 Fpz로 설정하는 것을 특징으로 한다.
- <48> 도 7은 도 1에서 뉴로피드백 처리부의 상세블록도이고, 도 8은 도 7에서 뉴로피드백 처리부의 앞면을 보인 정면도이며, 도 9는 도 7에서 뉴로피드백 처리부의 뒷면을 보인 배면도이다.
- <49> 상기 뉴로피드백 처리부(20)는, 상기 헤드셋부(10)로부터 유선 또는 무선으로 통해 전달된 신호를 저역통과 필터링(Low Pass Filtering)하는 LPF(Low Pass Filter, 저역 통과 필터)(21)와; 상기 LPF(21)에서 출력되는 신호를 노치 필터링(Notch filtering)하는 노치 필터(22)와; 상기 노치 필터(22)의 출력을 증폭시키는 증폭부(AMP, amplifier)(23)와; 상기 증폭부(23)의 아날로그 출력을 입력받아 디지털 신호로 변환시키는 ADC(Analog to Digital Converter, 아날로그 디지털 변환기)(24)와; 상기 ADC의 출력을 입력받아 디지털 신호처리를 수행하여 상기 헤드셋부(10)에서 측정된 뇌파 신호에 따라 상기 색채표시부(30)에서 표시되는 색채가 변화되도록 제어하여 사용자의 특정 뇌파에 반응하는 특정 색채를 추출하도록 제어하는 DSP(Digital Signal Processor, 디지털 신호처리 프로세서)(25)와; 상기 DSP(25)와 연결되고, 뉴로피드백 처리와 관련된 데이터를 저장하는 메모리(26)와; 상기 DSP(25)와 연결되고, 상기 DSP(25)의 제어 명령을 상기 색채표시부(30)로 유선 또는 무선으로 통해 전달하는 신호송신부(27);를 포함하여 구성된 것을 특징으로 한다.
- <50> 본 발명의 일실시예에 의한 색채를 이용한 뉴로피드백 장치는, 도 7에 도시된 바와 같이, 헤드셋부(10)로부터 유선 또는 무선으로 통해 전달된 신호를 저역통과 필터링하는 LPF(21)와; 상기 LPF(21)에서 출력되는 신호를 노치 필터링하는 노치 필터(22)와; 상기 노치 필터(22)의 출력을 증폭시키는 증폭부(23)와; 상기 증폭부(23)의 아날로그 출력을 입력받아 디지털 신호로 변환시키는 ADC(24)와; 상기 ADC의 출력을 입력받아 디지털 신호처리를 수행하여 상기 헤드셋부(10)에서 측정된 뇌파 신호에 따라 상기 색채표시부(30)에서 표시되는 색채가 변화되도록 제어하여 사용자의 특정 뇌파에 반응하는 특정 색채를 추출하도록 제어하는 DSP(25)와; 상기 DSP(25)와 연결되고, 뉴로피드백 처리와 관련된 데이터를 저장하는 메모리(26)와; 상기 DSP(25)와 연결되고, 상기 DSP(25)의 제어 명령을 색채표시부(30)로 유선 또는 무선으로 통해 전달하는 신호송신부(27);를 포함하여 뉴로피드백 처리부

(20)를 구성한 것을 특징으로 한다.

- <51> 상기 뉴로피드백 처리부(20)는, 상기 DSP(25)에서 처리된 결과를 표시하는 결과표시부(28);를 더욱 포함하여 구성된 것을 특징으로 한다.
- <52> 도 10은 도 1에서 색채표시부의 상세블록도이다.
- <53> 상기 색채표시부(30)는, 상기 뉴로피드백 처리부(20)와 유선 또는 무선으로 연결되어 상기 뉴로피드백 처리부(20)의 제어명령을 전송받는 신호수신부(31)와; 상기 신호수신부(31)에서 수신된 제어명령에 따라 색채표시기(33)를 구동시키는 색채표시 드라이버(32)와; 상기 색채표시 드라이버(32)의 구동에 의해 구동되어 색채를 표시하는 색채표시기(33);를 포함하여 구성된 것을 특징으로 한다.
- <54> 본 발명의 일실시예에 의한 색채를 이용한 뉴로피드백 장치는, 도 10에 도시된 바와 같이, 뉴로피드백 처리부(20)와 유선 또는 무선으로 연결되어 상기 뉴로피드백 처리부(20)의 제어명령을 전송받는 신호수신부(31)와; 상기 신호수신부(31)에서 수신된 제어명령에 따라 색채표시기(33)를 구동시키는 색채표시 드라이버(32)와; 상기 색채표시 드라이버(32)의 구동에 의해 구동되어 색채를 표시하는 색채표시기(33);를 포함하여 색채표시부(30)를 구성한 것을 특징으로 한다.
- <55> 도 11은 본 발명의 일실시예에 의한 색채를 이용한 뉴로피드백 장치의 제어방법을 보인 흐름도이다.
- <56> 이에 도시된 바와 같이, 뉴로피드백 처리부(20)는 헤드셋부(10)에서 측정된 사용자의 뇌파 신호를 입력받고, 색채표시부(30)를 제어하여 기준 색채가 출력되도록 하는 제 1 단계(ST1, ST2)와; 상기 제 1 단계 후 상기 뉴로피드백 처리부(20)는 상기 헤드셋부(10)에서 측정된 뇌파를 입력받아 실시간 뇌파 측정을 수행하고, 뇌파 분석 데이터에 의한 색채 변화(RGB 변화)를 수행하여 색채가 일정하게 수렴하는지 판별하는 제 2 단계(ST3 ~ ST5)와; 상기 제 2 단계에서 상기 색채표시부(30)에서 출력되는 색채가 일정하게 수렴하면, 해당 색채를 사용자의 특정 뇌파의 색채로 진단하는 제 3 단계(ST6);를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 한다.
- <57> 상기 제 1 단계는, 기준 색채가 회색(Gray)으로 출력되도록 하는 것을 특징으로 한다.
- <58> 도 12 및 도 13은 본 발명의 일실시예에 의한 색채를 이용한 뉴로피드백 장치의 기준 모드에서의 제어방법을 보인 흐름도이다.
- <59> 이에 도시된 바와 같이, 뉴로피드백 장치의 기준 모드 설정을 위해 색채표시부(30)를 초기화하는 제 11 단계(ST11)와; 상기 제 11 단계 후 뇌파를 측정하여 3D(Dimension) 벡터 PSD(Power Spectral Density)를 계산하여 색깔에 매핑시키는 제 12 단계(ST12 ~ ST17)와; 상기 제 12 단계 후 3D 벡터 sPSD(subtraction PSD, 3D 벡터의 변화량)를 계산하여 3D 벡터의 sPSD와 RGB 벡터를 매핑시켜 RGB 벡터의 변화값을 저장한 다음 일정 시간이 경과했는지 판별하는 제 13 단계(ST18 ~ ST21)와; 상기 제 13 단계에서 일정 시간이 경과했으면, RGB 벡터의 변화값을 로딩하여 피험자의 선호 색상을 분류하고, 피험자의 선호 색상을 결정하며, 뉴로피드백 모드 선정을 수행하는 제 14 단계(ST22 ~ ST25)와; 상기 제 14 단계 후 뇌파를 측정하여 색채표시기(33)의 색상을 변화시키는 제 15 단계(ST26 ~ ST32);를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 한다.
- <60> 상기 제 11 단계(ST11)는, 상기 색채표시부(30)의 초기색은 회색(R=128, G=128, B=128)으로 설정하고, 색채 신호 단계는 256 단계로 설정하는 것을 특징으로 한다.
- <61> 상기 제 12 단계(ST12 ~ ST17)는, 상기 제 11 단계 후 사용자의 뇌파를 측정하는 뇌파측정 단계(ST12)와; 상기 뇌파측정 단계(ST12) 후 뇌파 신호의 전처리를 수행하는 뇌파신호 전처리 단계(ST13)와; 상기 뇌파신호 전처리 단계(ST13) 후 뇌파 신호 디지털이징을 수행하는 뇌파신호 디지털이징 단계(ST14)와; 상기 뇌파신호 디지털이징 단계(ST14) 후 ICA(Independent Component Analysis, 독립 성분 분석) 알고리즘을 적용하는 ICA 알고리즘 적용 단계(ST15)와; 상기 ICA 알고리즘 적용 단계(ST15) 후 3D 벡터 PSD를 계산하는 3D 벡터 PSD 계산 단계(ST16)와; 상기 3D 벡터 PSD 계산 단계(ST16) 후 3D 벡터 PSD와 색깔을 매핑시키는 색깔매핑 단계(ST17);를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 한다.
- <62> 상기 뇌파측정 단계(ST12)는, 측정채널을 Fp1, Fp2, AF3, AF8로 설정하고, 참조채널로 유양돌기를 설정하며, 접지채널로 Fpz를 설정하며, IA(Isolation amplify) 증폭 및 초단 이득 증폭을 수행하는 것을 특징으로 한다.
- <63> 상기 뇌파신호 전처리 단계(ST13)는, 저역통과 필터링(LPF)을 수행하고, 노치필터링(예를 들면, 60Hz/50Hz)을 수행하며, 중단 이득 증폭을 수행하는 것을 특징으로 한다.
- <64> 상기 뇌파신호 디지털이징 단계(ST14)는, 표본화율(예를 들면, 250Hz)과 분해능(12비트)과 채널수(4CH, 4채널)

를 포함한 조건에 의해 디지털타이징을 수행하는 것을 특징으로 한다.

- <65> 상기 ICA 알고리즘 적용 단계(ST15)는, 디지털 필터링을 수행하고, 눈 깜박임(Eye Blink) 아티팩트(Artifact, 장애신호), EOG(Electro Oculography, 안구전도) 아티팩트, EMG(Electromyogram, 근전도) 아티팩트 중에서 하나 이상의 아티팩트를 제거하는 것을 특징으로 한다.
- <66> 상기 3D 벡터 PSD 계산 단계(ST16)는, FFT(Fast Fourier Transform, 고속 푸리에 변환)/AR(Auto Regressive, 회귀분석법) 기법을 적용하여 수행하고, 주파수 분해도를 미리 설정하며(예를 들면, 0.5Hz), 슬라이딩 기법을 적용하고(예를 들면, 75% 중복), 세타파와 알파파와 베타파에 대해 주파수 대역을 설정(예를 들면, 세타파는 4.0 ~ 7.0Hz, 알파파는 7.5 ~ 12.0Hz, 베타파는 16.0 ~ 22.0Hz)하는 것을 특징으로 한다.
- <67> 상기 색깔매핑 단계(ST17)는, 세타파는 레드(Red)로 매핑시키고, 알파파는 그린(Green)으로 매핑시키며, 베타파는 블루(Blue)로 매핑시키는 것을 특징으로 한다.
- <68> 상기 제 13 단계(ST18 ~ ST21)는, 상기 제 12 단계 후 이전의 PSD와 현재의 PSD를 이용하여 3D 벡터 sPSD 계산을 수행하는 sPSD 계산 단계(ST18)와; 상기 sPSD 계산 단계 후 3D 벡터 PSD의 변화량을 이용하여 RGB 벡터를 매핑시키는 RGB 벡터 매핑 단계(ST19)와; 상기 RGB 벡터 매핑 단계 후 RGB 벡터의 변화값을 저장하는 저장단계(ST20)와; 상기 RGB 벡터 매핑 단계 후 일정시간이 경과했는지를 판별하여, 일정시간이 경과하지 않았으면 상기 sPSD 계산 단계로 리턴하고, 일정시간이 경과했으면 상기 제 14 단계로 리턴하는 판별단계(ST21);를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 한다.
- <69> 상기 sPSD 계산 단계(ST18)는, (이전의 PSD - 현재의 PSD) / (이전의 PSD) X 100%를 수행하여 3D 벡터 sPSD를 계산하는 것을 특징으로 한다.
- <70> 상기 RGB 벡터 매핑 단계(ST19)는, 3D 벡터 PSD의 변화량에 대한 1%당 RGB를 3단계 변화로 매핑시키는 것을 특징으로 한다.
- <71> 상기 제 14 단계(ST22 ~ ST25)는, 상기 제 13 단계에서 저장된 RGB 벡터의 변화값을 로딩하는 로딩단계(ST22)와; 상기 제 13 단계 후 상기 로딩단계에서 로딩된 RGB 벡터의 변화값을 이용하여 피험자의 선호 색상을 분류하는 색상분류 단계(ST23)와; 상기 색상분류 단계 후 피험자의 선호 색상을 결정하는 색상결정 단계(ST24)와; 상기 색상결정 단계 후 뉴로피드백 모드를 선정하는 모드선정 단계(ST25);를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 한다.
- <72> 상기 색상분류 단계(ST23)는, K-means 클러스터링을 적용하고, 클러스터의 개수를 결정하며, 역치(threshold)값을 선정하여 피험자의 선호 색상을 분류하는 것을 특징으로 한다.
- <73> 상기 색상결정 단계(ST24)는, 벡터의 값이 가장 많은 클러스터인 메이저 클러스터(Major cluster)의 평균 RGB 값에 해당하는 색상을 선호 색상으로 결정하는 것을 특징으로 한다.
- <74> 상기 모드선정 단계(ST25)는, 이완도, 집중도, 우울증 개선 모드 중에서 하나 이상의 모드를 포함하여 뉴로피드백 모드를 선정하고, 선호색을 개선하고자 하는 뇌파 파라미터로 대응시키는 것을 특징으로 한다.
- <75> 상기 제 15 단계(ST26 ~ ST32)는, 상기 제 14 단계 후 사용자의 뇌파를 측정하는 뇌파측정 단계(ST26)와; 상기 뇌파측정 단계(ST26) 후 뇌파 신호의 전처리를 수행하는 뇌파신호 전처리 단계(ST27)와; 상기 뇌파신호 전처리 단계(ST27) 후 뇌파 신호 디지털타이징을 수행하는 뇌파신호 디지털타이징 단계(ST28)와; 상기 뇌파신호 디지털타이징 단계(ST28) 후 ICA 알고리즘을 적용하는 ICA 알고리즘 적용 단계(ST29)와; 상기 ICA 알고리즘 적용 단계(ST29) 후 3D 벡터 PSD를 계산하는 3D 벡터 PSD 계산 단계(ST30)와; 상기 3D 벡터 PSD 계산 단계(ST30) 후 상기 색채 표시기(33)의 색상을 변화시키는 색상변화 단계(ST31)와; 상기 색상변화 단계(ST31) 후 일정시간 동안 색채의 변화가 없는지를 판별하여, 일정시간 동안 색채의 변화가 있으면 상기 제 15 단계를 재수행하고, 일정시간 동안 색채의 변화가 없으면 종료하는 판별단계(ST32);를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 한다.
- <76> 도 14 및 도 15는 본 발명의 일실시예에 의한 색채를 이용한 뉴로피드백 장치의 뉴로피드백 모드에서의 제어방법을 보인 흐름도이고, 도 16 및 도 17은 도 14 및 도 15에서 뉴로피드백 모드의 출력예를 보인 도면이다.
- <77> 이에 도시된 바와 같이, 뉴로피드백 장치에 접속하여 파워 온(Power On)이 되면, 기능선택을 할 수 있도록 하는 제 21 단계(ST41, ST42)와; 상기 제 21 단계에서 기능선택이 트레이닝 모드(Training Mode)이면, 이완도 향상 훈련, 집중도 향상훈련 또는 우울증 개선훈련을 포함한 개선훈련 중에서 하나 이상을 수행하도록 하는 제 22 단계(ST43 ~ ST69)와; 상기 제 21 단계에서 기능선택이 표시 모드이면, 뇌파표시 또는 저장데이터표시를 수행하도

록 하는 제 23 단계(ST70 ~ ST79);를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 한다.

- <78> 상기 제 22 단계(ST43 ~ ST69)는, 사용자의 기능선택이 트레이닝 모드인지 판별하는 기능판별 단계(ST43)와; 상기 기능판별 단계에서 사용자의 기능선택이 트레이닝 모드이면, 사용자의 기능선택이 이완도모드(Relaxation Mode)인지 판별하는 이완도모드 판별단계(ST44)와; 상기 이완도모드 판별단계에서 사용자의 기능선택이 이완도모드이면, 이완도 향상훈련이 수행되도록 하는 이완도 향상훈련 단계(ST45 ~ ST52)와; 상기 이완도모드 판별단계에서 사용자의 기능선택이 이완도모드가 아니면, 사용자의 기능선택이 집중도모드(Attention Mode)인지 판별하는 집중도모드 판별단계(ST53)와; 상기 집중도모드 판별단계에서 사용자의 기능선택이 집중도모드이면, 집중도 향상훈련이 수행되도록 하는 집중도 향상훈련 단계(ST54 ~ ST61)와; 상기 집중도모드 판별단계에서 사용자의 기능선택이 집중도모드가 아니면, 우울증 개선훈련이 수행되도록 하는 우울증 개선훈련 단계(ST62 ~ ST69);를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 한다.
- <79> 상기 이완도 향상훈련 단계(ST45 ~ ST52)와 상기 집중도 향상훈련 단계(ST54 ~ ST61)와 상기 우울증 개선훈련 단계(ST62 ~ ST69)는 각각, 훈련을 수행하는 훈련수행 단계(ST45, ST54, ST62)와; 상기 훈련수행 단계 수행 중 스탑(Stop) 버튼이 온(On) 되었는지 판별하는 스탑온 판별단계(ST46, ST55, ST63)와; 상기 스탑온 판별단계에서 스탑 버튼이 온 되어 있으면, 데이터를 저장할 것인지 판별하는 저장판별단계(ST47, ST56, ST64)와; 상기 저장판별단계에서 데이터를 저장할 것으로 판별되면, 훈련과 관련된 데이터를 메모리(26)에 저장하는 단계(ST48, ST57, ST65)와; 상기 저장판별단계에서 데이터를 저장할 것으로 판별되지 않으면, 무시하는 단계(ST49, ST58, ST66)와; 상기 스탑온 판별단계에서 스탑 버튼이 온 되어 있지 않으면 표시색채가 불변인지 판별하는 표시색채 불변 판별단계(ST50, ST59, ST67)와; 상기 표시색채불변 판별단계에서 표시색채가 불변이 아니면 상기 훈련수행 단계로 리턴하고, 표시색채가 불변이면 이때의 데이터를 상기 메모리(26)에 저장하고 결과표시부(28)를 통해 이를 알리는 단계(ST51, ST52, ST60, ST61, ST68, ST69);를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 한다.
- <80> 상기 제 23 단계(ST70 ~ ST79)는, 상기 제 21 단계에서 표시 모드의 기능선택이 뇌파표시이면, 사용자의 실시간 뇌파를 표시하는 뇌파표시 단계(ST70 ~ ST72)와; 상기 제 21 단계에서 표시 모드의 기능선택이 저장데이터표시이면, 상대파워 밀도와 핫수별 파워 밀도 중에서 하나 이상을 포함하여 메모리(26)에 저장된 데이터를 표시하는 저장데이터표시 단계(ST73 ~ ST79);를 포함하여 수행하는 것을 특징으로 한다.
- <81> 상기 저장데이터표시 단계(ST73 ~ ST79)에서 상기 상대파워 밀도는, 막대 그래프로 표시하는 것을 특징으로 한다.
- <82> 상기 저장데이터표시 단계(ST73 ~ ST79)에서 상기 핫수별 파워 밀도는, 꺾은 선으로 표시하는 것을 특징으로 한다.
- <83> 이와 같이 구성된 본 발명에 의한 색채를 이용한 뉴로피드백 장치 및 그 제어방법의 동작을 첨부한 도면에 의거 상세히 설명하면 다음과 같다.
- <84> 먼저 본 발명은 뇌에서 무의식적으로 선호하는 색채를 추출하여 뇌기능 장애를 해결하고자 한 것이다.
- <85> 종래 BCI 시스템은 BCI가 잘 인식할 수 있는 내적 이미지 또는 EEG 패턴에서 특정한 반응을 갖는 다른 종류의 정신상태에 관하여 계속해서 집중하는 정신적 상태를 유지할 필요가 있다는 문제점이 있었다. 종래 BCI 시스템에 의할 경우, 외부 대상들과 동작은 예를 들면 손가락이나 발을 어떻게 움직일까 여부를 계속 생각하면서 피아노를 연주하거나 자전거를 타는 것을 요구하는 방식이 되는데, 이렇게 손가락과 발의 움직임을 의식적으로 생각하면서 피아노 연주 또는 자전거 타기를 하는 것은 결코 쉽지 않다. 다행히 일정한 훈련 후 거의 누구나 의식적인 제어를 하지 않고 자동적으로 피아노 음악 연주와 자전거를 탈 수 있다. 이 과정은 운동 기술 습득 동안에 자동조작(automation)으로 알려져 있다. 뇌 영역의 여러 집합들이 자동조작 전후 행동을 책임진다. 그러나 불행하게도 최상의 동기화가 이루어지는 BCI 시스템에서는 몇 년을 훈련한 후에도 사람에서 자동조작이 발생하지 않는다.
- <86> 이러한 BCI 시스템에서의 불충분한 자동조작 과정에 대한 주된 이유는 EEG 신호의 가시적인 구현으로서 조건화의 대상(예, 화면에서 커서 움직임)과 성공적인 시도의 의식적인 평가로서의 보상 사이에 존재하는 이중적인 불확정이라고 볼 수 있다.
- <87> 그것들 중의 첫 번째는 명확한 정신상태(이미지)를 얻기 위한 사용자의 의식적인 의도와 이 과정의 결과 사이에 명확한 결정의 부재이다. 두 번째는 간단한 운동 이미지에서조차도, 더 복잡한 이미지로 하여도 얻어진 EEG 패턴과의 명확한 관계의 결함이다. 결과적으로 사용자는 시도할 때마다 동일한 EEG 패턴을 불러낼 수 없고, BCI는

사용자의 의도를 적절하게 인식할 수 없다.

- <88> 이러한 종래의 문제점을 극복하기 위한 해결책 중의 하나는 BCI 시스템에서 피드백 정보의 의식적인 제어를 제거하는 것이다. 이처럼 의식적인 제어를 제거하는 방식은 사용자가 의식적인 평가에 대해 시도가 성공한 후에 오는 긍정적인 강화를 잃어버리기 때문에 불가능한 것처럼 보인다. 실제로 NF의 고전적인 구조에서, 피드백은 사용자에게 화면에서 커서를 움직이는 것과 같은 대수롭지 않은 신호를 다시 제공하고, 이전의 명령이 참여자가 이 신호를 강화 보상으로 바꾸도록 허용한다.
- <89> 기본적으로 무의식적인 강화 보상은 사전 지식이 없이 세션당 피드백 신호에 대해서 능동적으로 효과를 발휘하는 경우에만 가능하다. 이 경우에 사용자는 의식적인 제어 없이 BCI를 취급할 수 있다면, 자동적으로 피드백 신호를 자신에게 편안하게만 유지하려고 하고 원하지 않는 신호를 제거하려고 할 것이다.
- <90> 따라서 사용자는 BCI 시스템을 조작하는데 적합한 정신상태를 자동적으로 선택할 것이다. 훈련 절차 마친 후에 사용자가 이 무의식적인 정신상태를 BCI 시스템을 위한 뇌 무의식적인 명령들로서 자동적으로 사용하게 될 것이다. 이것은 BCI 시스템에 대한 새로운 패러다임을 개발하는 해결책의 중요한 아이디어이다.
- <91> 그래서 본 발명은 사람에게서 EEG 패턴들의 자의적 조건화가 잠재 의식적 레벨에서 가능하도록 한 것이고, 본 발명에서는 이를 위해 BCI의 피드백 채널에서 정보 전달매체로 색채를 사용한다.
- <92> 이는 주변 색채가 잠재 의식적인 수준에서 정신상태를 분명한 방향으로 바꿀 수 있다는 아이디어에 기초를 두고 있다. 이 개념은 또한 사람이 좋아하는 색채 배경이나 색채 카드를 선택할 때, 그 사람은 무의식적으로 자신의 정신상태에 영향을 줄 수 있는 색채 상태로 되는 경향이 있다는 것을 전제로 한다. 이러한 색채 스펙트럼의 선택은 어린 시절에 습득된 인간의 감성적 언어라고 할 수 있다.
- <93> 색채에 대한 보상 신호는 NF 패러다임에서 무의식적인 강화 효과를 갖고, 색채-유도 EEG 패턴은 BCI 시스템을 위한 취급 신호로 사용될 수 있다. 그래서 색채 보상 신호를 사용하여 NF 훈련 동안에 동적 EEG 패턴에서 방향성 변화를 추적한다. 이에 따라 편안한 색채에 의한 긍정적인 강화는 대응하는 EEG 패턴을 더 빈번한 발생을 이끌어낸다. 반대로, 기피하는 색채에 의한 부정적인 강화는 대응하는 EEG 패턴의 감소로 이어지거나 심지어는 사라지게 할 것이다.
- <94> 본 발명은 BCI 패러다임에서 색채 조절의 과정과 은연 중의 학습 동안에 발생하는 EEG 패턴을 설명한다. 본 발명은 의식적인 제어가 없이 자동적으로 BCI를 조작하는 방법에 대한 개념과 결과적으로 BCI를 통해서 피아노 연주할 때 발생하는 것처럼 자연스러운 인간 감정을 표현하기 위한 가능성을 강조한다.
- <95> 이를 위해 본 발명은 도 1에서와 같이, 헤드셋부(10), 뉴로피드백 처리부(20), 색채표시부(30)를 전체로 구성할 수 있으며, 각각 별개로 구성하는 것도 가능하다.
- <96> 여기서 헤드셋부(10)에서는 색채표시부(30)에서 발생된 색채에 반응하는 사용자의 뇌파를 측정하게 된다. 이러한 헤드셋부(10)는 뉴로피드백 처리부(20)와 유선으로 연결되거나 또는 무선으로 연결될 수 있다.
- <97> 이러한 헤드셋부(10)는 도 2에서와 같이 센서(11), 아이솔레이션 증폭부(12), 증폭부(13)로 구성할 수 있다.
- <98> 그래서 헤드셋부(10)의 센서(11)는 색채표시부(30)에서 발생된 색채에 반응하는 사용자의 뇌파를 측정하는 것으로, Ag/AgCl 센서로 구성할 수 있다. 이때 뇌파의 측정은 도 18의 국제 10-20 시스템에서 측정 채널은 Fp1, Fp2, AF7, AF8로 전극을 설정하고, 기준(Reference) 상태는 Fpz로 설정할 수 있다. 그래서 측정 채널은 Fp1, Fp2, AF7, AF8이고, 참조채널은 유양돌기이고, 접지채널은 Fpz로 설정하게 된다.
- <99> 또한 헤드셋부(10)의 아이솔레이션 증폭부(12)는 센서(11)에서 측정된 신호를 아이솔레이션 증폭하게 된다.
- <100> 또한 헤드셋부(10)의 증폭부(13)는 아이솔레이션 증폭부(12)에서 아이솔레이션 증폭된 신호를 증폭하여 뉴로피드백 처리부(20)로 전송하게 된다. 이때 헤드셋부(10)의 증폭부(13)는 초단 이득 증폭을 수행하게 되는데, 종단 이득 증폭은 뉴로피드백 처리부(20)의 증폭부(23)에서 수행하게 된다.
- <101> 이러한 헤드셋부(10)의 실제 구성예를 도 3 내지 도 6에 예시하였다.
- <102> 그리고 뉴로피드백 처리부(20)는 헤드셋부(10)와 유선 또는 무선으로 연결되고, 헤드셋부(10)에서 측정된 뇌파 신호에 따라 색채표시부(30)에서 표시되는 색채가 변화되도록 제어하여 사용자의 특정 뇌파에 반응하는 특정 색채를 추출하게 된다.
- <103> 이러한 뉴로피드백 처리부(20)는, 도 7에서와 같이, LPF(21), 노치 필터(22), 증폭부(23), ADC(24), DSP(25),

메모리(26), 신호송신부(27)로 구성할 수 있고, 결과표시부(28)를 더욱 포함할 수 있다.

- <104> 그래서 뉴로피드백 처리부(20)의 LPF(21)는 헤드셋부(10)로부터 유선 또는 무선을 통해 전달된 신호를 저역통과 필터링을 수행하여 노치 필터(22)로 전송한다.
- <105> 또한 뉴로피드백 처리부(20)의 노치 필터(22)는 LPF(21)에서 출력되는 신호를 노치 필터링한다. 여기서 노치 필터링이란 특정의 주파수 응답 곡선 중에서 날카로운 패인 편인 급격한 감쇠 특성을 나타내도록 하는 필터링을 말한다.
- <106> 또한 뉴로피드백 처리부(20)의 증폭부(23)는 노치 필터(22)의 출력을 증폭시킨다. 이러한 뉴로피드백 처리부(20)의 증폭부(23)는 헤드셋부(10)의 증폭부(13)와 비교하여 종단 이득 증폭을 수행하게 된다.
- <107> 또한 뉴로피드백 처리부(20)의 ADC(24)는 증폭부(23)에서 출력된 아날로그 신호를 입력받아 디지털 신호로 변환시켜 DSP(25)로 전달한다.
- <108> 또한 뉴로피드백 처리부(20)의 DSP(25)는 ADC(24)에서 출력된 디지털 신호를 입력받아 디지털 신호처리를 수행하여 헤드셋부(10)에서 측정된 뇌파 신호에 따라 색채표시부(30)에서 표시되는 색채가 변화되도록 제어하여 사용자의 특정 뇌파에 반응하는 특정 색채를 추출하도록 제어한다. 이러한 DSP(25)에서의 제어에 의해 기준 모드와 뉴로피드백 모드의 동작이 수행된다.
- <109> 또한 뉴로피드백 처리부(20)의 메모리(26)는 DSP(25)와 연결되고, 뉴로피드백 처리와 관련된 데이터를 저장한다.
- <110> 또한 뉴로피드백 처리부(20)의 신호송신부(27)는 DSP(25)와 연결되고, DSP(25)의 제어 명령을 색채표시부(30)로 유선 또는 무선을 통해 전달한다.
- <111> 또한 뉴로피드백 처리부(20)의 결과표시부(28)는 DSP(25)에서 처리된 결과를 표시하게 된다.
- <112> 이러한 뉴로피드백 처리부(20)는 도 8 및 도 9에서와 같은 형상으로 구성할 수 있다.
- <113> 그래서 뉴로피드백 처리부(20)의 앞면에서는, 도 8에서와 같이, 입력잭, 안테나, 그래픽 LCD(Liquid Crystal Display) 디스플레이, 스타트(Start) 버튼, 이동 버튼, 스탑(Stop) 버튼, OK 버튼, 램프(Lamp), 파워 온/오프(Power on/off) 버튼, 출력잭 등이 보여질 수 있다.
- <114> 또한 뉴로피드백 처리부(20)의 뒷면에서는, 도 9에서와 같이, 안테나, 입력잭, 스피커, 벨트 클립, 배터리 홀더, 출력잭 등이 보여질 수 있다.
- <115> 그리고 색채표시부(30)는 뉴로피드백 처리부(20)와 유선 또는 무선으로 연결되고, 뉴로피드백 처리부(20)의 제어에 따라 색채를 변화시켜 표시하게 된다.
- <116> 이러한 색채표시부(30)는, 도 10에서와 같이, 신호수신부(31), 색채표시 드라이버(32), 색채표시기(33)로 구성할 수 있다.
- <117> 그래서 색채표시부(30)의 신호수신부(31)는 뉴로피드백 처리부(20)와 유선 또는 무선으로 연결되어 뉴로피드백 처리부(20)의 제어명령을 전송받아 색채표시 드라이버(32)로 전송한다.
- <118> 또한 색채표시부(30)의 색채표시 드라이버(32)는 신호수신부(31)에서 수신된 뉴로피드백 처리부(20)의 DSP(25)의 제어명령에 따라 색채표시기(33)를 구동시킨다.
- <119> 또한 색채표시부(30)의 색채표시기(33)는 색채표시 드라이버(32)의 구동에 의해 구동되어 색채를 표시하게 된다. 그러면 사용자의 머리에 장착된 헤드셋부(10)를 통해 색채표시기(33)에 감응하는 사용자의 반응을 Ag/AgCl 센서(11)에서 감지하여 뉴로피드백 처리부(20)에서 처리할 수 있게 된다.
- <120> 한편 본 발명의 제어 방법은 도 11에서와 같이 수행할 수 있다.
- <121> 그래서 먼저 헤드셋부(10)의 Ag/AgCl 센서(11)는 색채표시부(30)의 색채표시기(33)에 반응하는 사용자의 뇌파를 측정한다(ST1).
- <122> 그러면 뉴로피드백 처리부(20)는 헤드셋부(10)에서 측정된 사용자의 뇌파 신호를 입력받고, 색채표시부(30)를 제어하여 기준 색채가 출력되도록 한다(ST2). 이때의 기준 색채는 회색으로 출력되도록 할 수 있다.
- <123> 그리고 뉴로피드백 처리부(20)는 헤드셋부(10)에서 측정된 뇌파를 입력받아 실시간 뇌파 측정을 수행한다(ST3).

- <124> 또한 측정된 뇌파에 따라 색채표시부(30)에서 출력된 색채가 변화되도록 제어하여 뇌파 분석 데이터에 의한 색채 변화(RGB 변화)를 수행한다(ST4).
- <125> 그래서 색채가 일정하게 수렴하는지를 판별한다(ST5).
- <126> 색채가 일정하게 수렴할 때까지 실시간 뇌파 측정과 RGB 변화를 반복적으로 수행한 다음 색채가 일정하게 수렴하게 되면 해당 색채를 사용자의 특정 뇌파의 색채로 진단하게 된다(ST6).
- <127> 한편 도 12 및 도 13은 본 발명의 일실시예에 의한 색채를 이용한 뉴로피드백 장치의 기준 모드에서의 제어방법을 보인 흐름도이다. 이를 통해 기준 모드에서의 동작을 상세히 설명하면 다음과 같다.
- <128> 먼저 제 11 단계(ST11)에서는 뉴로피드백 장치의 기준 모드 설정을 위해 색채표시부(30)를 초기화한다. 이때 색채표시부(30)의 초기색은 회색(R=128, G=128, B=128)으로 설정하고, 색채 신호 단계는 256 단계로 설정할 수 있다(ST11).
- <129> 그리고 제 12 단계(ST12 ~ ST17)에서는 뇌파를 측정하여 3D 벡터 PSD를 계산하여 색깔에 매핑시킨다.
- <130> 이를 위해 먼저 Ag/Agcl 센서(11)에 의해 뇌파 측정을 하는데, 이는 측정채널을 Fp1, Fp2, AF3, AF8로 설정하고, 참조채널로 유양돌기를 설정하며, 접지채널로 Fpz를 설정한다. 이때 Ag/Agcl 센서(11)의 전극들은 좌우 눈 꼬리와 좌측 눈 위아래 약 1.5cm에 위치하도록 설정할 수 있다. 또한 아이솔레이션 증폭부(12)에 의한 IA 증폭 및 증폭부(13)에 의한 초단 이득 증폭을 수행한다(ST12).
- <131> 그리고 뇌파 신호의 전처리를 수행한다. 이는 LPF(21)에서 저역통과 필터링(LPF)을 수행하고, 노치 필터(22)에서 노치필터링(예를 들면, 60Hz/50Hz)을 수행하며, 증폭부(23)에서 중단 이득 증폭을 수행한다(ST13).
- <132> 그런 다음 뇌파 신호 디지털이징을 수행한다. 이는 ADC(24)에서 변환된 디지털 신호를 이용하여 DSP(25)에서 수행한다. 그래서 표본화율(예를 들면, 250Hz)과 분해능(12비트)과 채널수(4CH, 4채널)를 포함한 조건에 의해 디지털이징을 수행한다(ST14).
- <133> 그리고 ICA 알고리즘을 적용한다. 즉, 디지털 필터링을 수행하고, 눈 깜박임 아티팩트, EOG 아티팩트, EMG 아티팩트를 제거한다(ST15).
- <134> 또한 3D 벡터 PSD를 계산한다. 이는 FFT/AR 기법을 적용하여 수행한다. 주파수 분해도는 0.5Hz로 설정할 수 있으며, 슬라이딩 기법을 적용하고 75% 중복으로 설정할 수 있다. 그리고 세타파와 알파파와 베타파에 대해 주파수 대역을 설정하는데, 예를 들면, 세타파는 4.0 ~ 7.0Hz, 알파파는 7.5 ~ 12.0Hz, 베타파는 16.0 ~ 22.0Hz로 설정할 수 있다(ST16).
- <135> 그리고 3D 벡터 PSD와 색깔을 매핑시킨다. 이를 위해 예를 들어, 세타파는 레드(Red)로 매핑시키고, 알파파는 그린(Green)으로 매핑시키며, 베타파는 블루(Blue)로 매핑시킬 수 있다(ST17).
- <136> 또한 제 13 단계(ST18 ~ ST21)에서는 3D 벡터의 변화량인 3D 벡터 sPSD를 계산하여 3D 벡터의 sPSD와 RGB 벡터를 매핑시켜 RGB 벡터의 변화값을 저장한 다음 일정 시간이 경과했는지 판별하게 된다.
- <137> 그래서 먼저 sPSD 계산을 수행한다. 예를 들면, (이전의 PSD - 현재의 PSD) / (이전의 PSD) X 100%를 수행하여 3D 벡터 sPSD를 계산할 수 있다(ST18).
- <138> 그리고 RGB 벡터를 매핑시킨다. 예를 들면, 3D 벡터 PSD의 변화량에 대한 1%당 RGB를 3단계 변화로 매핑시킬 수 있다. 이러한 매핑된 결과를 이용하여 색채표시부(30)의 색채표시기(33)에 색채를 표시하게 된다(ST19).
- <139> 그런 다음 RGB 벡터의 변화값을 저장한다(ST20).
- <140> 이렇게 RGB 벡터를 매핑시킨 다음 일정시간이 경과했는지를 판별한다.
- <141> 그래서 일정시간이 경과하지 않았으면 sPSD 계산 단계로 리턴하여 다시 sPSD 계산과 RGB 벡터 매핑을 재수행하고, 일정시간이 경과했으면 다음 단계인 제 14 단계로 리턴하게 된다(ST21).
- <142> 또한 제 14 단계(ST22 ~ ST25)에서는 RGB 벡터의 변화값을 로딩하여 피험자의 선호 색상을 분류하고, 피험자의 선호 색상을 결정하며, 뉴로피드백 모드 선정을 수행하게 된다.
- <143> 그래서 먼저 제 13 단계에서 저장된 RGB 벡터의 변화값을 로딩한다(ST22).
- <144> 그리고 로딩된 RGB 벡터의 변화값을 이용하여 피험자의 선호 색상을 분류한다. 이에 따라 저장된 3D 벡터의 변

화량(sPSD)의 클러스터링(clustering) 분석을 통한 개인별 선호색을 결정하게 된다. 이러한 피험자의 선호 색상 분류는 K-means 클러스터링 또는 PCA(Prime Component Analysis, 주성분 분석)를 적용할 수 있다. 여기서 K-means 클러스터링(K-평균 군집화)은 유사한 특성을 갖는 요소들은 서로 근접하여 위치한다는 가정에 근거하여 가깝게 위치한 요소들을 찾아 군집으로 묶어주는 기법이고, PCA는 주성분 분석을 통해 군집화를 수행하는 기법이다. 그래서 K-means 클러스터링을 이용할 경우 클러스터의 개수를 결정하며, 역치(threshold)값을 선정한다. 이때 역치값 선정은 RGB 3D 공간에서 거리편차가 36.4(PSD의 7% 변화량에 대응) 이하는 분류에서 제외하는 방식을 이용하여 선정할 수 있다(ST23).

- <145> 또한 피험자의 선호 색상을 결정한다. 이는 벡터의 값이 가장 많은 클러스터인 메이저 클러스터(Major cluster)의 평균 RGB 값에 해당하는 색상을 선호 색상으로 결정할 수 있다(ST24).
- <146> 그리고 뉴로피드백 모드를 선정한다. 이는 이완도, 집중도, 우울증 개선 모드 중에서 하나 이상의 모드를 포함하여 뉴로피드백 모드를 선정할 수 있다. 또한 선호색을 개선하고자 하는 뇌파 파라미터로 대응시킬 수 있다(ST25).
- <147> 또한 제 15 단계(ST26 ~ ST32)에서는 뇌파를 측정하여 색채표시기(33)의 색상을 변화시키게 된다.
- <148> 이때 뇌파측정 단계(ST26), 뇌파신호 전처리 단계(ST27), 뇌파신호 디지털이징 단계(ST28), ICA 알고리즘 적용 단계(ST29), 3D 벡터 PSD 계산 단계(ST30)는 제 12 단계에서의 뇌파측정 단계(ST12), 뇌파신호 전처리 단계(ST13), 뇌파신호 디지털이징 단계(ST14), ICA 알고리즘 적용 단계(ST15), 3D 벡터 PSD 계산 단계(ST16)의 동작과 동일하게 수행한다.
- <149> 그런 다음 색채표시기(33)의 색상을 변화시킨다(ST31).
- <150> 그래서 일정시간 동안 색채의 변화가 없는지를 판별하여, 일정시간 동안 색채의 변화가 있으면 제 15 단계를 재수행하고, 일정시간 동안 색채의 변화가 없으면 종료하게 된다(ST32).
- <151> 한편 도 14 및 도 15는 본 발명의 일실시예에 의한 색채를 이용한 뉴로피드백 장치의 뉴로피드백 모드에서의 제어방법을 보인 흐름도이다. 이를 통해 뉴로피드백 모드의 동작을 상세히 설명하면 다음과 같다.
- <152> 먼저 뉴로피드백 장치에 접속하여 뉴로피드백 장치가 파워 온(Power On)이 되면(ST41), 뉴로피드백 처리부(20)에서 기능선택을 할 수 있도록 하는 화면을 출력한다(ST42).
- <153> 그러면 트레이닝 모드를 선택할 수 있도록 하는 화면을 출력한다(ST43).
- <154> 이때 사용자가 트레이닝 모드를 선택하면 이완도 모드를 선택할 수 있도록 하는 화면을 출력한다(ST44).
- <155> 그래서 사용자가 이완도 모드를 선택하면 이완도 향상훈련이 수행되도록 한다(ST45).
- <156> 이렇게 이완도 향상훈련이 수행되는 도중에 뉴로피드백 처리부(20)의 스탑 버튼이 온 되면(ST46), 데이터를 저장할 것인지를 묻는 화면을 출력한다(ST47). 사용자가 데이터 저장을 선택하면, 이완도 향상훈련의 결과 데이터를 뉴로피드백 처리부(20)의 메모리(26)에 저장한다(ST48). 사용자가 데이터 저장을 선택하지 않으면 무시한다(ST49).
- <157> 그리고 이완도 향상훈련이 수행되는 도중에 뉴로피드백 처리부(20)의 스탑 버튼이 온 되지 않으면, 색채표시부(30)에서 표시되는 색채가 불변인지를 판별한다(ST50). 그래서 표시색채가 불변이 아니면, 다시 이완도 향상훈련이 계속 진행되도록 한다. 그리고 표시색채가 불변이면, 이때의 결과 데이터를 뉴로피드백 처리부(20)의 메모리(26)에 저장하고(ST51), 사용자에게 알린다(ST52).
- <158> 또한 사용자가 이완도 모드를 선택하지 않으면 집중도 모드를 선택할 수 있도록 하는 화면을 출력한다(ST53).
- <159> 그래서 사용자가 집중도 모드를 선택하면 집중도 향상훈련이 수행되도록 한다(ST54).
- <160> 이렇게 집중도 향상훈련이 수행되는 도중에 뉴로피드백 처리부(20)의 스탑 버튼이 온 되면(ST55), 데이터를 저장할 것인지를 묻는 화면을 출력한다(ST56). 사용자가 데이터 저장을 선택하면, 집중도 향상훈련의 결과 데이터를 뉴로피드백 처리부(20)의 메모리(26)에 저장한다(ST57). 사용자가 데이터 저장을 선택하지 않으면 무시한다(ST58).
- <161> 그리고 집중도 향상훈련이 수행되는 도중에 뉴로피드백 처리부(20)의 스탑 버튼이 온 되지 않으면, 색채표시부(30)에서 표시되는 색채가 불변인지를 판별한다(ST59). 그래서 표시색채가 불변이 아니면, 다시 집중도 향상훈련이 계속 진행되도록 한다. 그리고 표시색채가 불변이면, 이때의 결과 데이터를 뉴로피드백 처리부(20)의 메모리(26)에 저장하고(ST60), 사용자에게 알린다(ST61).

리(26)에 저장하고(ST60), 사용자에게 알린다(ST61).

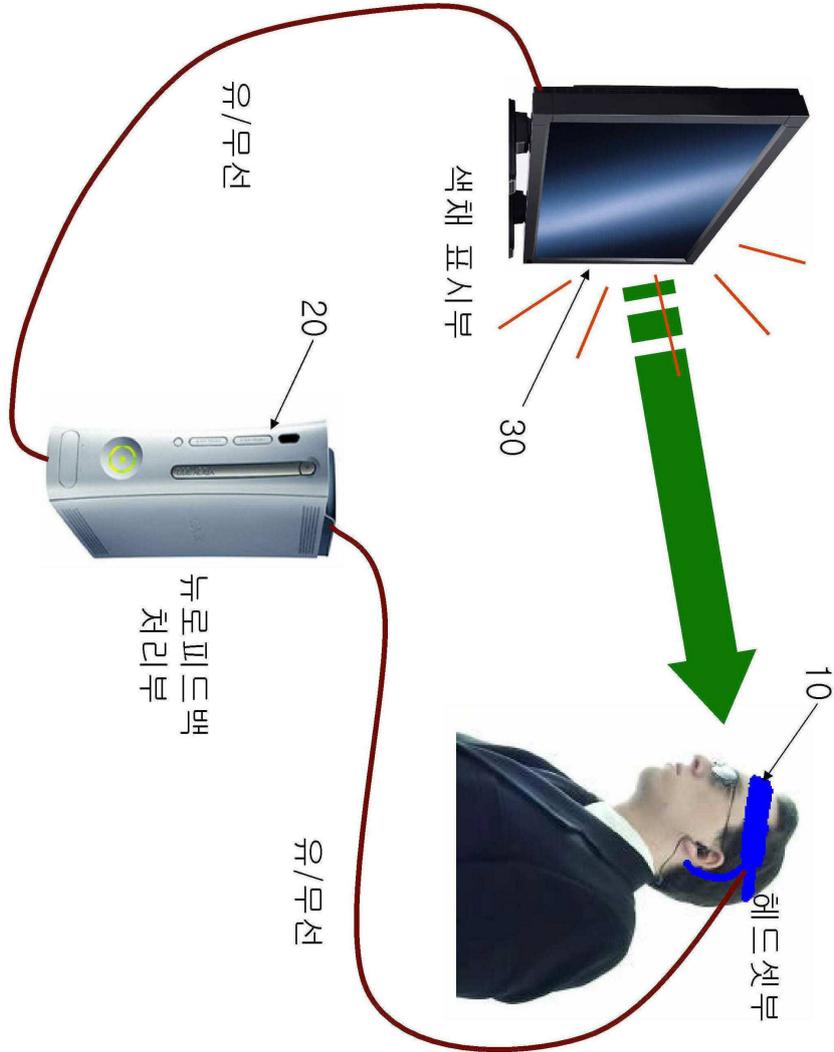
- <162> 또한 사용자가 집중도 모드를 선택하지 않으면 우울증 개선훈련이 수행되도록 한다(ST62).
- <163> 이렇게 우울증 개선훈련이 수행되는 도중에 뉴로피드백 처리부(20)의 스탑 버튼이 온 되면(ST63). 데이터를 저장할 것인지를 묻는 화면을 출력한다(ST64). 사용자가 데이터 저장을 선택하면, 우울증 개선훈련의 결과 데이터를 뉴로피드백 처리부(20)의 메모리(26)에 저장한다(ST65). 사용자가 데이터 저장을 선택하지 않으면 무시한다(ST66).
- <164> 그리고 우울증 개선훈련이 수행되는 도중에 뉴로피드백 처리부(20)의 스탑 버튼이 온 되지 않으면, 색채표시부(30)에서 표시되는 색채가 불변인지를 판별한다(ST67). 그래서 표시색채가 불변이 아니면, 다시 우울증 개선훈련이 계속 진행되도록 한다. 그리고 표시색채가 불변이면, 이때의 결과 데이터를 뉴로피드백 처리부(20)의 메모리(26)에 저장하고(ST68), 사용자에게 알린다(ST69).
- <165> 또한 사용자가 트레이닝 모드를 선택하지 않으면, 뇌파 표시 여부를 선택할 수 있도록 하는 화면을 출력한다(ST70).
- <166> 그래서 사용자가 뇌파 표시를 선택하면, 실시간 뇌파 표시를 수행한다(ST71). 그리고 뉴로피드백 처리부(20)의 OK 버튼이 눌러지지 않으면 실시간 뇌파 표시를 계속적으로 수행하고, 뉴로피드백 처리부(20)의 OK 버튼이 눌러지면 초기의 기능 선택 모드를 출력한다(ST42).
- <167> 또한 사용자가 뇌파 표시를 선택하지 않으면, 저장 데이터 표시를 출력한다(ST73).
- <168> 그래서 사용자가 저장 데이터 표시를 선택하지 않으면 초기의 기능 선택 모드를 출력하고(ST42), 사용자가 저장 데이터 표시를 선택하면 상대 파워 밀도를 출력할 것인지를 선택하게 하는 화면을 출력한다(ST74).
- <169> 그래서 사용자가 상대 파워 밀도를 출력하고자 선택하면, 상대 파워 밀도를 막대 그래프로 표시한다(ST75). 그리고 뉴로피드백 처리부(20)의 OK 버튼이 눌러지지 않으면 상대 파워 밀도에 대한 막대 그래프 표시를 계속적으로 수행하고, 뉴로피드백 처리부(20)의 OK 버튼이 눌러지면 초기의 기능 선택 모드를 출력한다(ST42).
- <170> 그리고 사용자가 상대 파워 밀도를 선택하지 않으면, 횡수별 파워 밀도를 출력할 것인지를 선택하게 하는 화면을 출력한다(ST77).
- <171> 그래서 사용자가 횡수별 파워 밀도를 출력하고자 선택하면, 횡수별 파워 밀도를 꺾은 선으로 표시한다(ST78). 그리고 뉴로피드백 처리부(20)의 OK 버튼이 눌러지지 않으면 횡수별 파워 밀도에 대한 꺾은 선 표시를 계속적으로 수행하고, 뉴로피드백 처리부(20)의 OK 버튼이 눌러지면 초기의 기능 선택 모드를 출력한다(ST42).
- <172> 도 16 및 도 17은 도 14 및 도 15에서 뉴로피드백 모드의 출력예를 보인 도면이다.
- <173> 그래서 도 16의 (a)는 뉴로피드백 처리부(20)의 결과표시부(28)에 초기 화면에서 트레이닝 모드(Training Mode), 뇌파 표시(Brainwave Display), 저장 데이터 표시(result Data Display)에서 트레이닝 모드를 선택한 예를 보인 것이다. 도 16의 (b)는 (a)에서 트레이닝 모드를 선택했을 경우에 이완도 향상훈련(Relaxation Training), 집중도 향상훈련(Attention Training), 우울증 개선훈련(Anti-depression Training) 모드를 출력한 예를 보인 것이다.
- <174> 또한 도 16의 (c)는 (a)에서 뇌파 표시(Brainwave Display)를 선택한 예를 보인 것이다. 도 16의 (d)는 (c)에서 뇌파 표시를 선택했을 경우에 우뇌(Right Hemisphere)와 좌뇌(Left Hemisphere)의 뇌파를 출력한 예를 보인 것이다.
- <175> 또한 도 16의 (e)는 (a)에서 저장 데이터 표시(Result Data Display)를 선택한 예를 보인 것이다. 도 16의 (f)는 (e)에서 저장 데이터 표시를 선택했을 경우에 상대 파워 밀도(Relative Power Density), 횡수별 파워 밀도(Trail Result History) 모드를 출력한 예를 보인 것이다.
- <176> 또한 도 17의 (g)는 도 16의 (f)에서 상대 파워 밀도(Relative Power Density)를 선택한 예를 보인 것이다. 도 17의 (h)는 도 17의 (g)에서 우뇌와 좌뇌에 대한 상대 파워 밀도를 막대 그래프로 표시한 예를 보인 것이다.
- <177> 또한 도 17의 (i)는 도 16의 (f)에서 횡수별 파워 밀도(trail Result History)를 선택한 예를 보인 것이다. 도 17의 (j)는 도 17의 (i)에서 우뇌와 좌뇌에 대한 횡수별 파워 밀도를 꺾은 선으로 표시한 예를 보인 것이다.
- <178> 이처럼 본 발명은 뇌에서 무의식적으로 선호하는 색채를 추출하여 뇌기능 장애를 해결하게 되는 것이다.

<25>

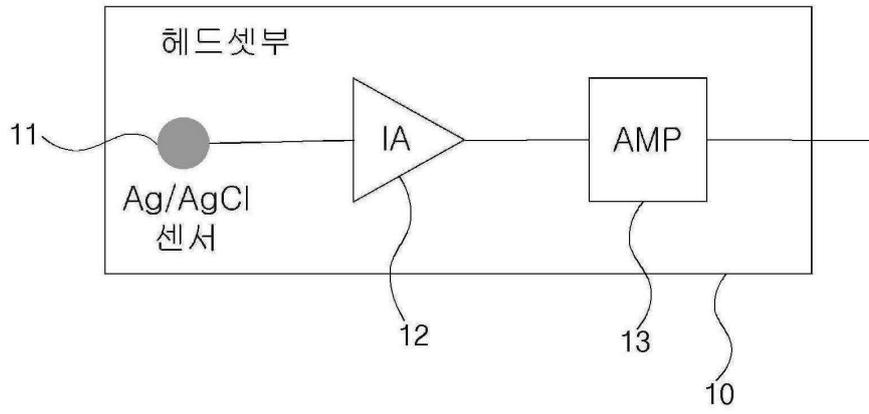
33 : 색채표시기

도면

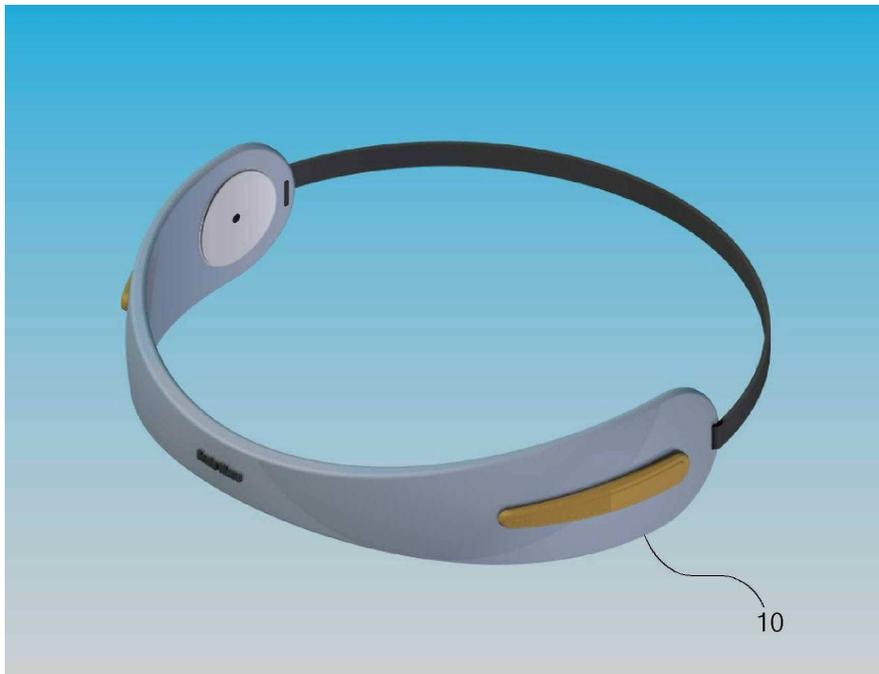
도면1



도면2



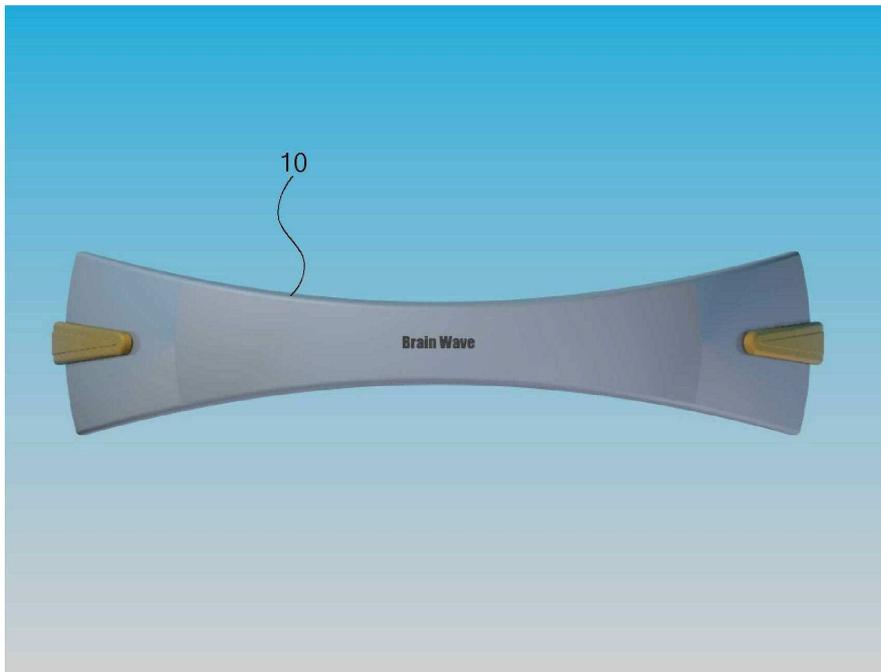
도면3



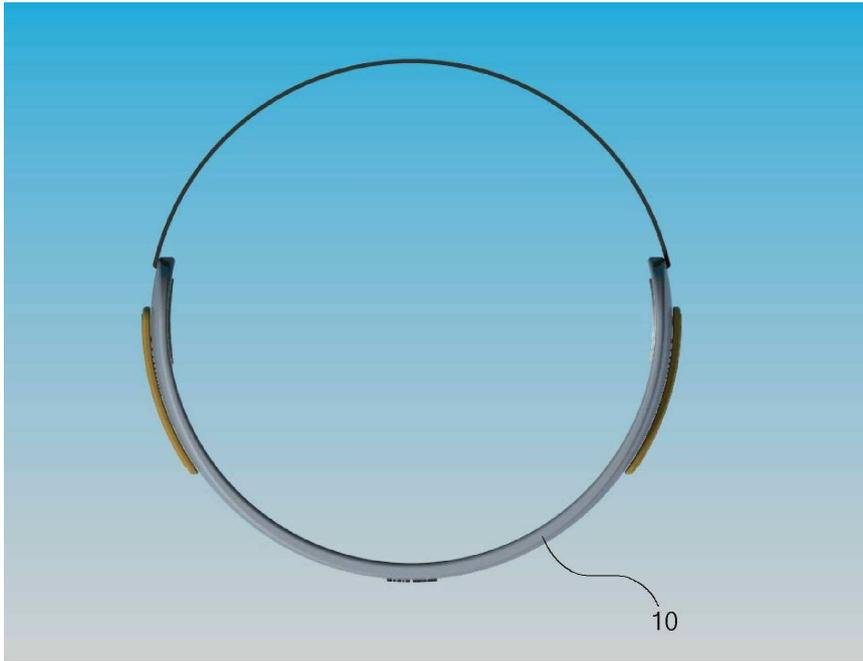
도면4



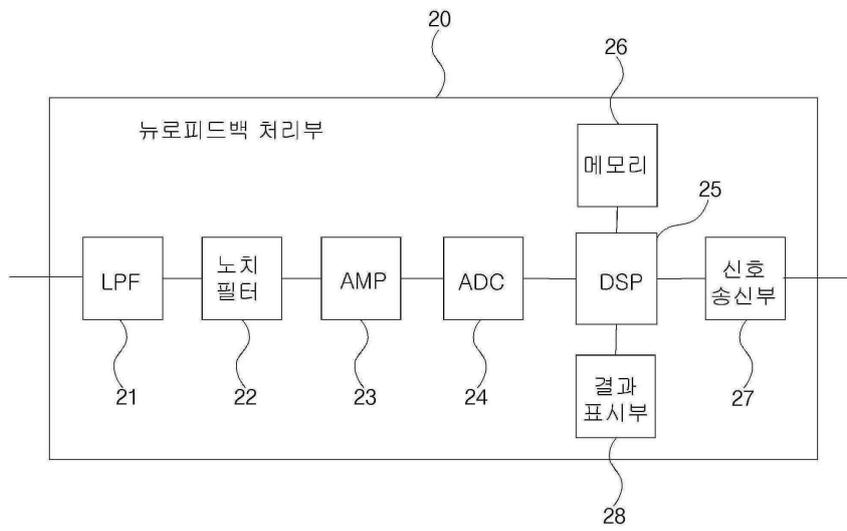
도면5



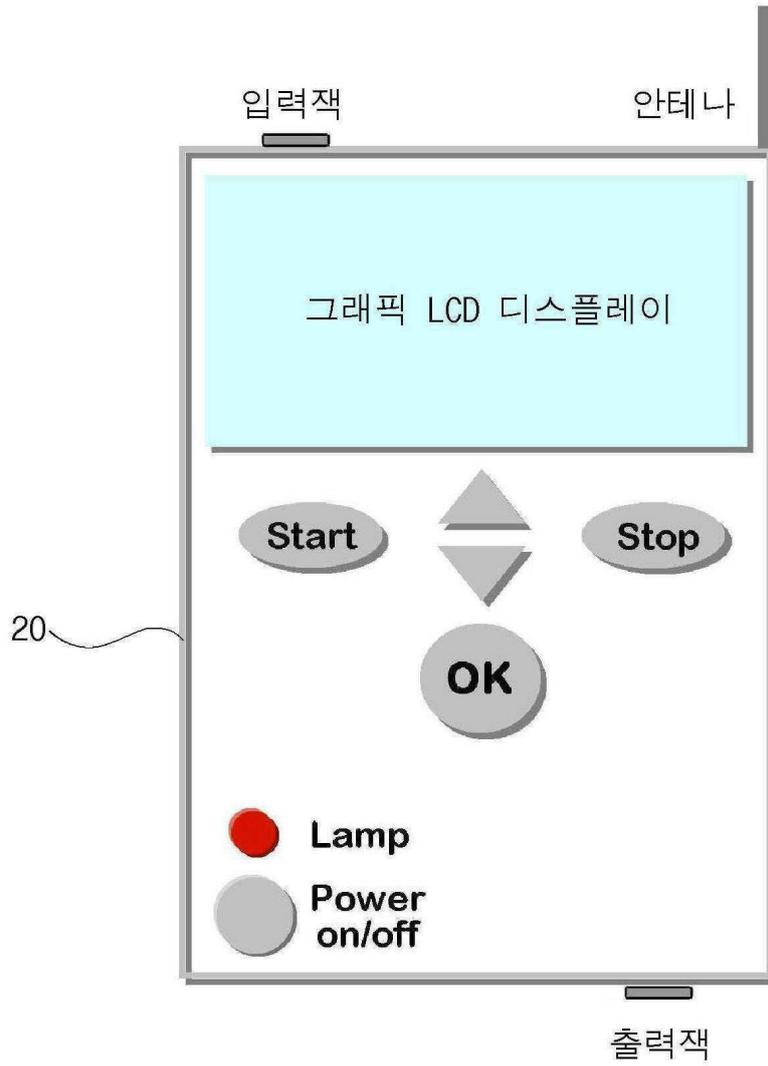
도면6



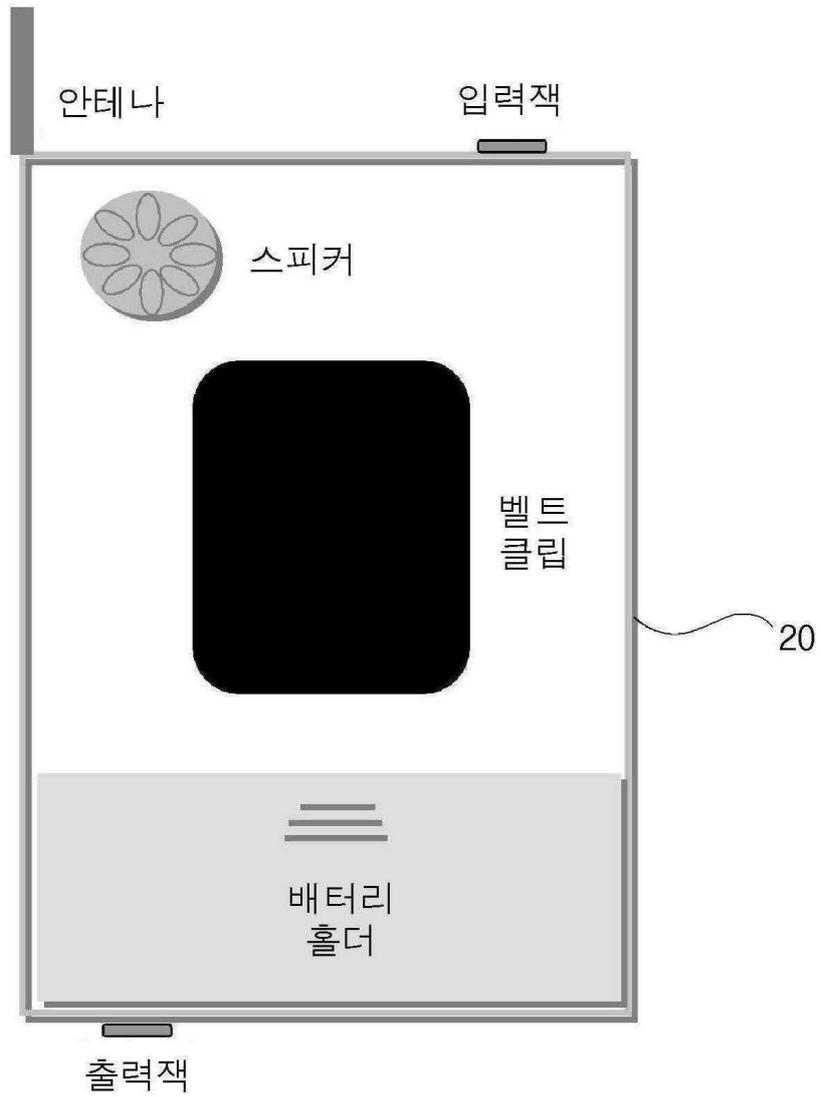
도면7



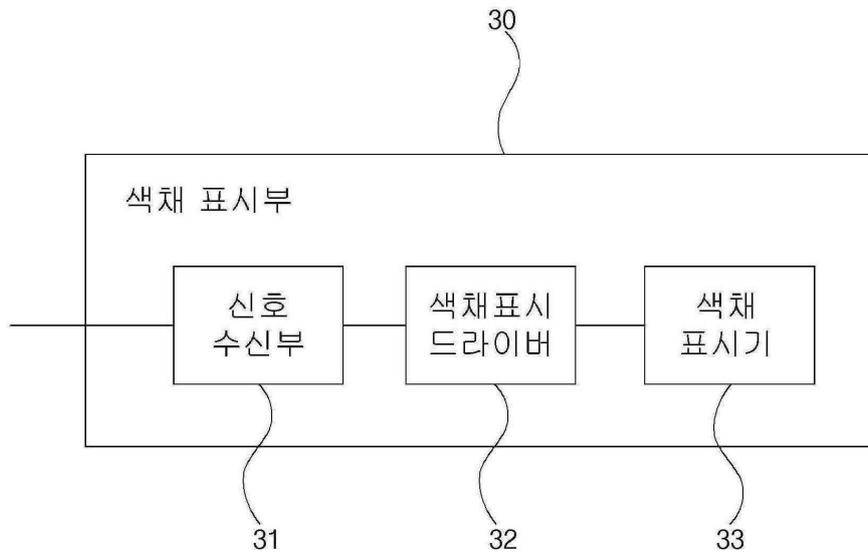
도면8



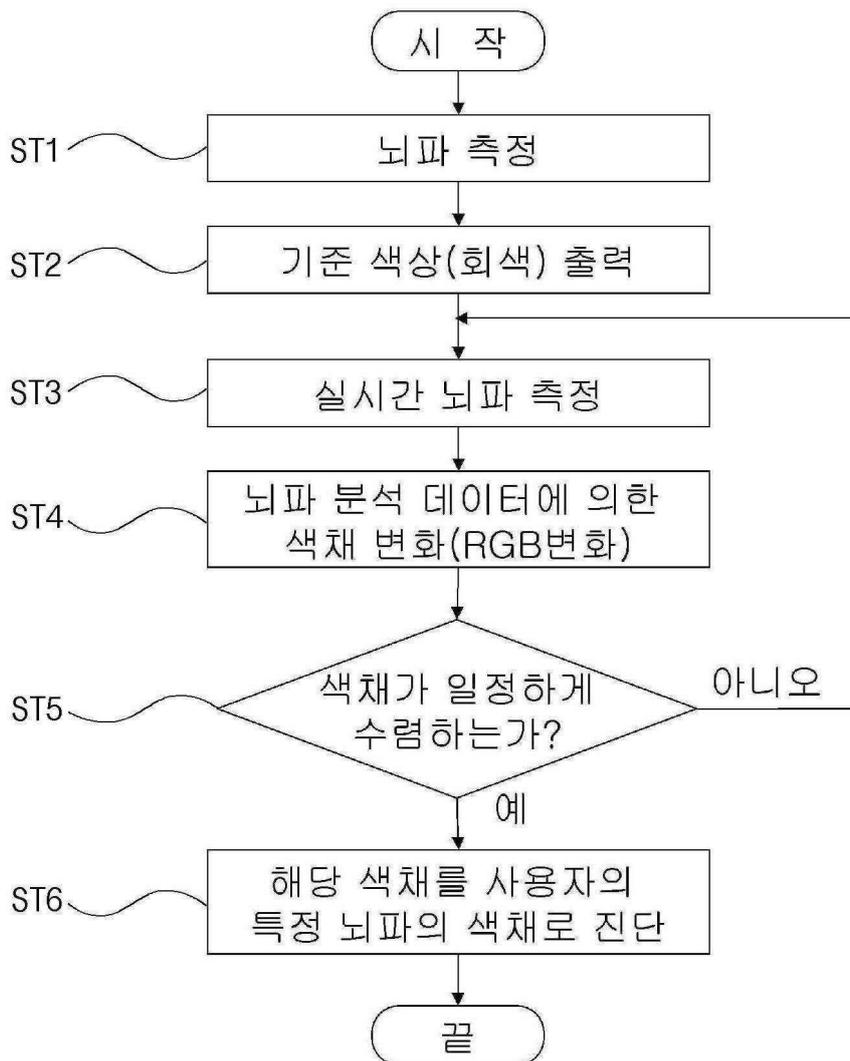
도면9



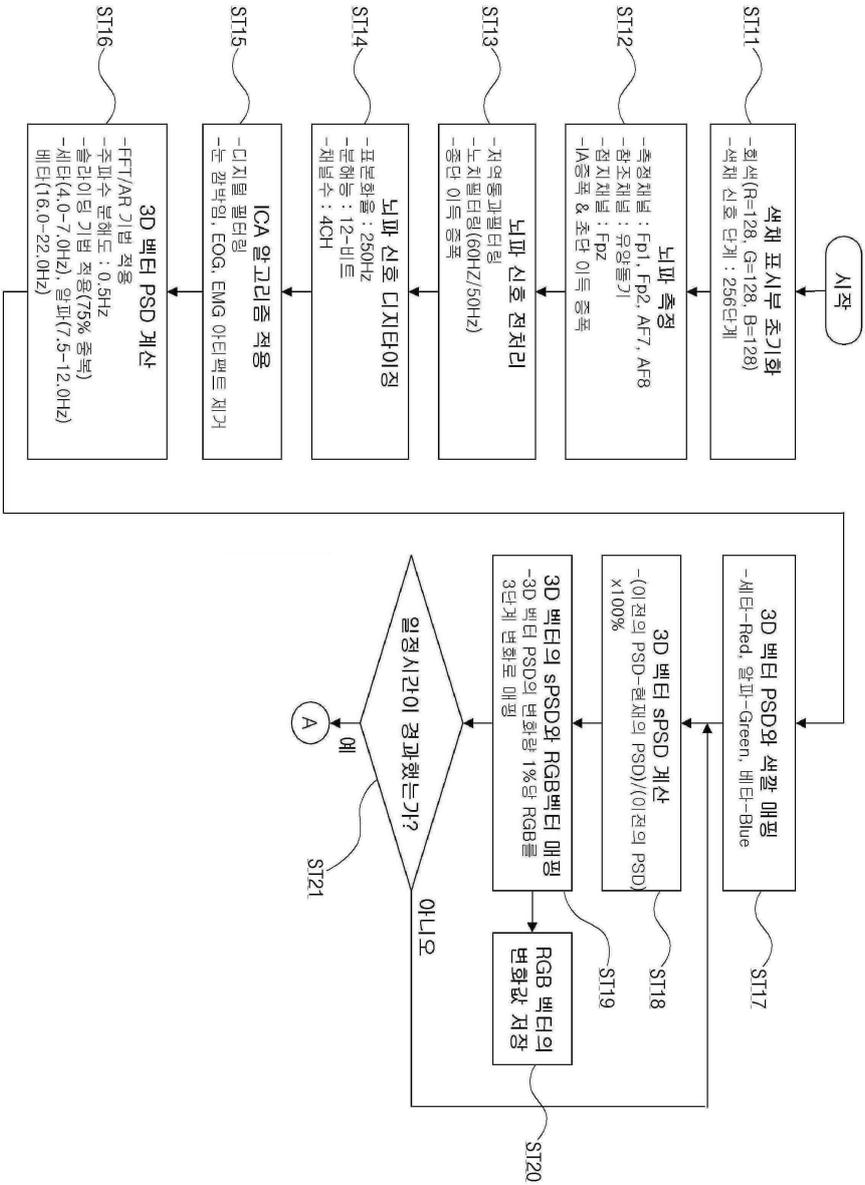
도면10



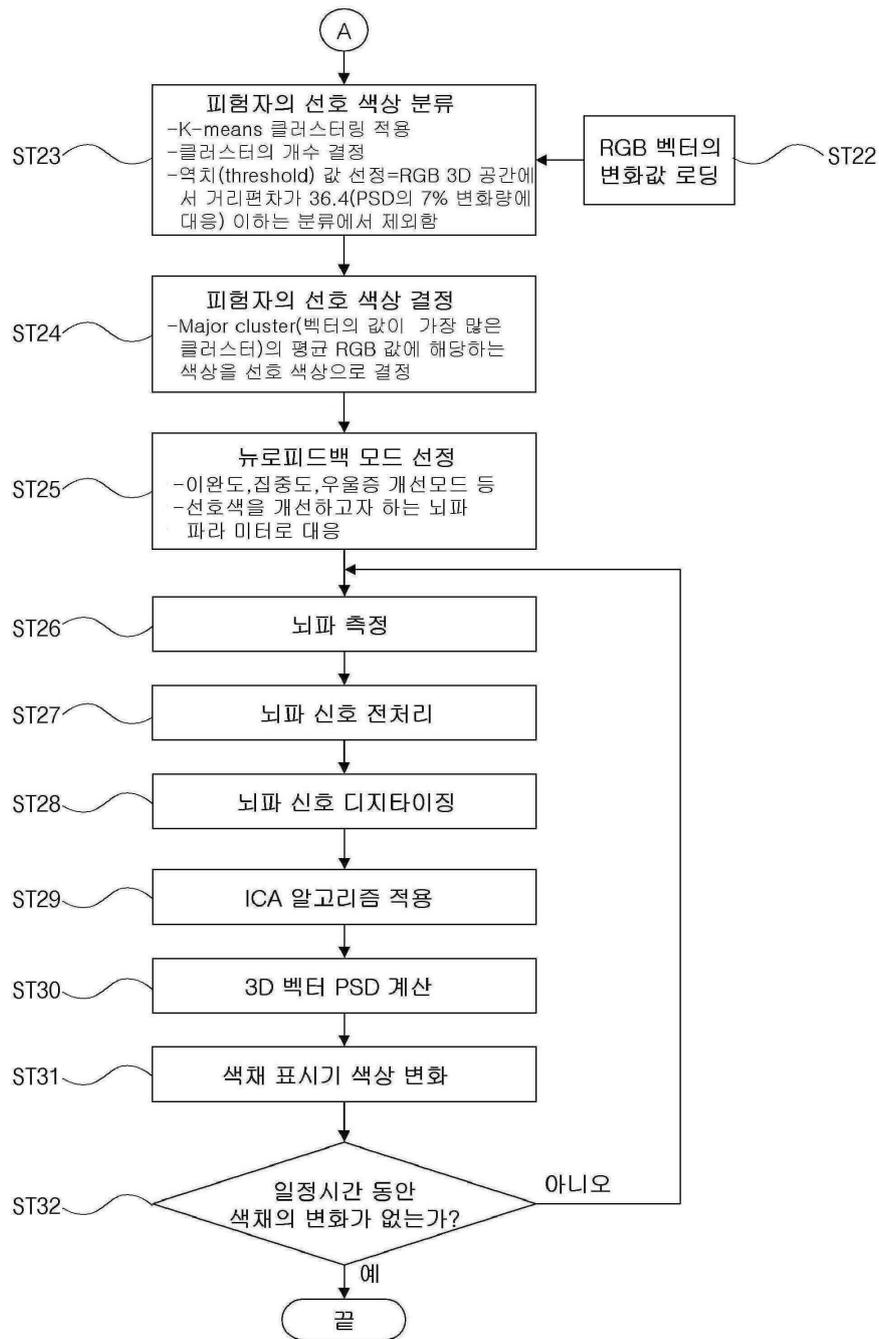
도면11



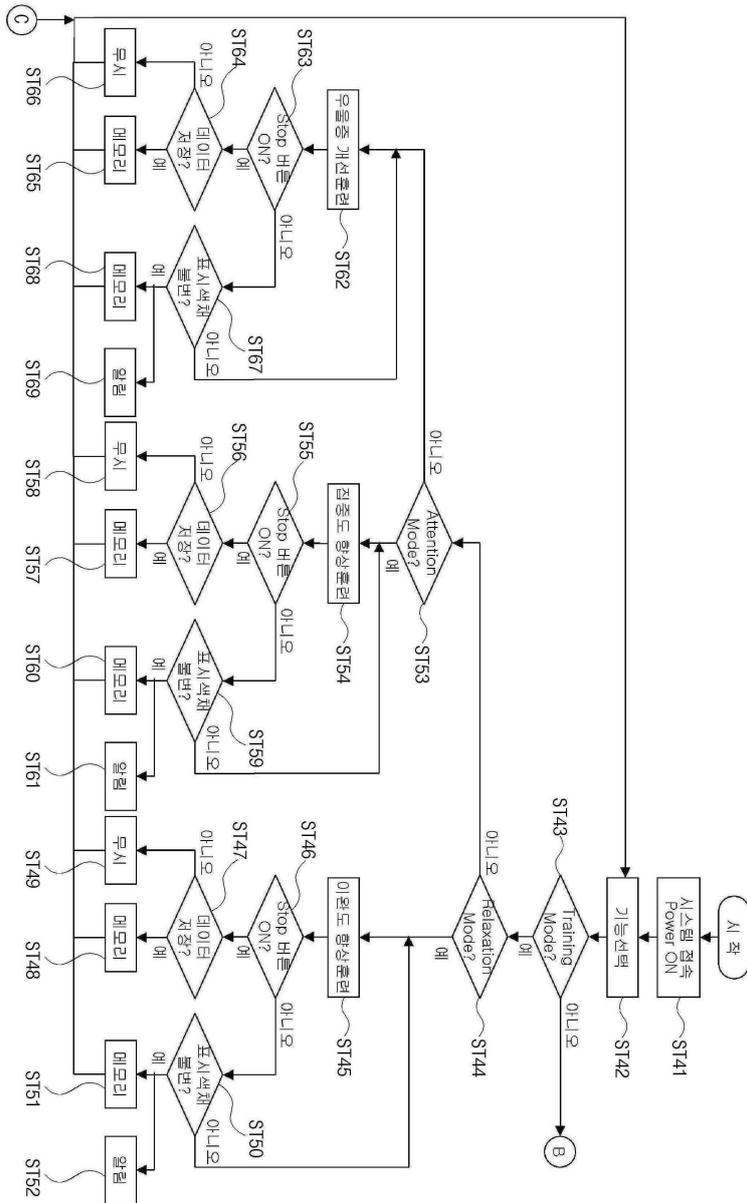
도면12



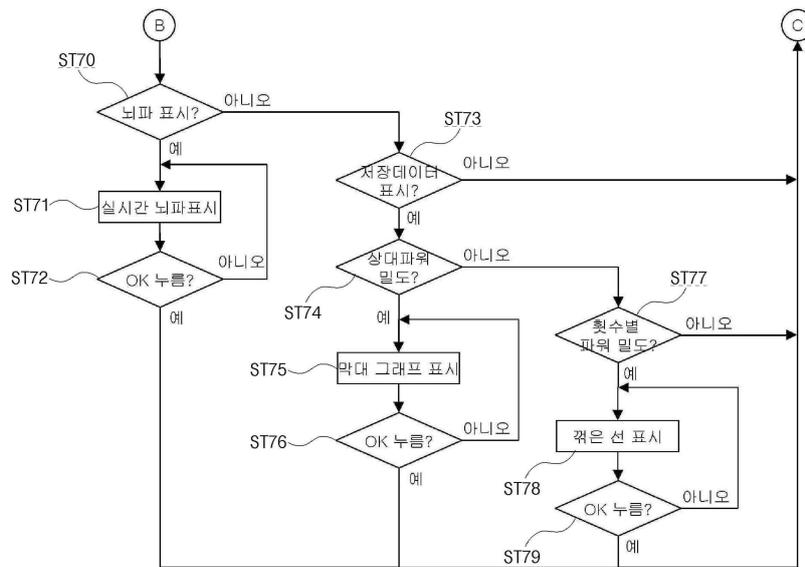
도면13



도면14



도면15



도면16

Training Mode ◀
Brainwave Display
Result Data Display

(a)

Relaxation Training ◀
Attention Training
Anti-depression Training

(b)

Training Mode
Brainwave Display ◀
Result Data Display

(c)

Right Hemisphere
~~~~~~  
**Left Hemisphere**  
~~~~~~

(d)

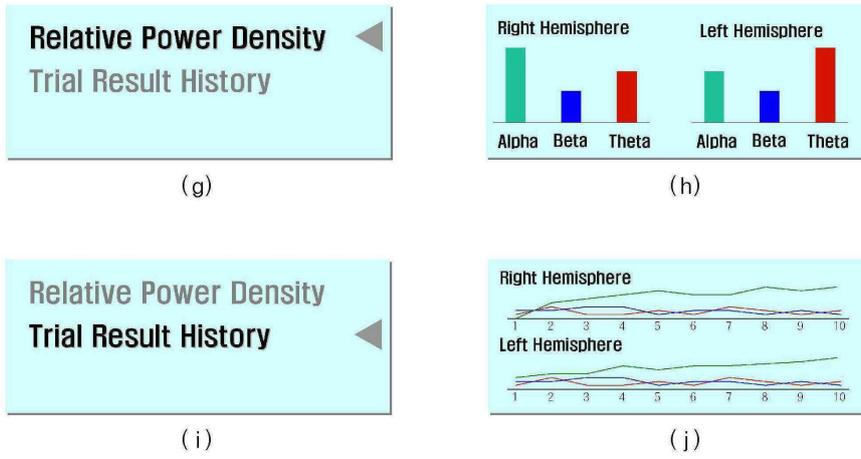
Training Mode
Brainwave Display
Result Data Display ◀

(e)

Relative Power Density ◀
Trial Result History

(f)

도면17



도면18

