(19)日本国特許庁(JP)　　(12)公表特許公報(A)　　(11)公表番号
特表2022-533953
(P2022-533953A)
(43)公表日　令和4年7月27日(2022.7.27)

(51)国際特許分類　　FI
A61F 11/00 (2022.01)　　A61F 11/00 350

審査請求　未請求　予備審査請求　未請求　（全77頁）

(21)出願番号　特願2021-568136(P2021-568136)
(86)(22)出願日　令和2年5月13日(2020.5.13)
(85)翻訳文提出日　令和4年1月12日(2022.1.12)
(86)国際出願番号　PCT/US2020/032693
(87)国際公開番号　WO2020/232135
(87)国際公開日　令和2年11月19日(2020.11.19)
(31)優先権主張番号　62/847,757
(32)優先日　令和1年5月14日(2019.5.14)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
(81)指定国・地域　AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,
最終頁に続く

(71)出願人　519167988
オトリス サウンド，インコーポレイテッド
アメリカ合衆国，ワシントン，ディーシー ２０００９，コネチカット アベニュー エヌダブリュー １８７５，フロア １０
(74)代理人　100079108
弁理士　稲葉 良幸
(74)代理人　100109346
弁理士　大貫 敏史
(74)代理人　100117189
弁理士　江口 昭彦
(74)代理人　100134120
弁理士　内藤 和彦
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　前庭状態を治療するためのシステム、装置、および方法

(57)【要約】
前庭系に関連するものなどの生理学的状態を治療するために振動信号をユーザーに加えることができる振動装置を提供する、装置および方法が、本明細書に記載される。振動信号は、治療効果をもたらすために、標的エリアに骨を介して伝導され得る。振動装置は、バイオメトリックセンサと共に使用することができ、当該バイオメトリックセンサは、生理学的状態に関連する症状の発症を予測するため、ならびに振動装置の動作を制御する（例えば、装置の力レベルまたは周波数を変化させ、装置をパワーオンおよびパワーオフするなど）ために使用することができる。
【選択図】図４Ｃ

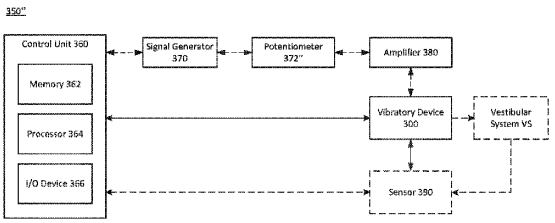

FIG. 4C

【特許請求の範囲】
【請求項１】
装置であって、
振動信号を生成して、前記振動信号を、ユーザーの頭部の一部分に、前記振動信号が前記ユーザーの前庭系に骨を介して伝導され得るように、加えるように構成されている、振動装置と、
前記ユーザーの生物学的特徴であって、前記ユーザーの前記前庭系に関連する生理学的状態の発症を示す、生物学的特徴を測定するように構成された、バイオメトリックセンサと、
前記振動装置と、前記バイオメトリックセンサと、に動作可能に結合された制御ユニットであって、前記制御ユニットが、
前記バイオメトリックセンサから、前記生物学的特徴に関連するデータを受信することと、
前記振動信号が前記生理学的状態を治療するために前記頭部の前記一部分に加えられるように、前記生物学的特徴に関連する前記データに基づいて、前記振動装置を制御して前記振動信号を生成することと、を行うように構成されている、制御ユニットと、を備える、装置。
【請求項２】
前記振動装置が、前記振動信号を生成するために使用される電気信号を生成するように構成されている、信号発生装置および回路を含み、
前記制御ユニットが、前記生物学的特徴に関連する前記データに基づいて前記生理学的状態の前記発症を検出することに応答して前記電気信号を生成するように、前記信号発生装置をアクティブ化することによって、前記振動装置を制御するように構成されている、請求項１に記載の装置。
【請求項３】
前記振動装置が、前記振動信号を生成するために使用される電気信号を生成するように構成されている、信号発生装置および回路を含み、前記電気信号が、振幅および周波数を有し、
前記制御ユニットが、前記電気信号の前記振幅または前記周波数を調整するように、前記信号発生装置または前記回路のうちの少なくとも１つを制御することによって、前記振動装置を制御するように構成されている、請求項１に記載の装置。
【請求項４】
前記回路が、アンプまたは電位差計のうちの少なくとも１つを含む、請求項２または３のいずれか一項に記載の装置。
【請求項５】
前記生物学的特徴が、皮膚コンダクタンスであり、
前記制御ユニットが、前記データに応答して前記振動装置をアクティブ化することによって、前記振動装置を制御するように構成されており、前記データが、前記皮膚コンダクタンスが閾値を上回ることを示している、請求項１に記載の装置。
【請求項６】
前記生物学的特徴が、皮膚コンダクタンスであり、
前記制御ユニットが、前記データに応答して前記振動装置をアクティブ化することによって、前記振動装置を制御するように構成されており、前記データが、所定の量またはパーセンテージよりも大きい、前記皮膚コンダクタンスの変化を示している、請求項１に記載の装置。
【請求項７】
前記制御ユニットが、前記振動装置をアクティブ化して前記振動信号を生成することによって、または前記振動装置に供給される電力を増加させて前記振動信号の力レベルを増加させることによって、前記振動装置を制御するように構成されている、請求項５または６のいずれか一項に記載の装置。

【請求項８】
前記生物学的特徴が、脳波図（ＥＥＧ）データによって測定される脳波活動であり、
前記制御ユニットが、前記生理学的状態の前記発症を示す脳波活動の変化に応答して前記振動装置をアクティブ化することによって、前記振動装置を制御するように構成されている、請求項１に記載の装置。
【請求項９】
脳波活動の前記変化が、前記ユーザーの前記ＥＥＧデータの多変量正規確率密度関数（ＭＶＮＰＤＦ）の出力によって表され、
前記制御ユニットが、前記生理学的状態に関連する前記ＭＶＮＰＤＦの前記出力に応答して前記振動装置をアクティブ化するように構成されている、請求項８に記載の装置。
【請求項１０】
脳波活動の前記変化が、前記ユーザーの前記ＥＥＧデータのＭＶＮＰＤＦの出力によって表され、
前記制御ユニットが、前記ＭＶＮＰＤＦの前記出力かまたは前記ＭＶＮＰＤＦの前記出力の時間平均かのうちの少なくとも１つに基づいて、前記振動信号の力レベルを増加させるように前記振動装置に供給される電力を調整するように構成されている、請求項８に記載の装置。
【請求項１１】
前記生物学的特徴が、体温であり、
前記制御ユニットが、前記データに応答して前記振動装置をアクティブ化することによって、前記振動装置を制御するように構成されており、前記データが、前記体温が閾値を上回ることを示している、請求項１に記載の装置。
【請求項１２】
前記生物学的特徴が、前記ユーザーの眼に関連し、
前記制御ユニットが、前記生理学的状態の前記発症を示す、前記眼の瞳孔の変化、前記眼の動き、またはまぶたの運動のうちの、少なくとも１つを検出することに応答して前記振動装置をアクティブ化するように構成されている、請求項１に記載の装置。
【請求項１３】
前記生物学的特徴が、前記ユーザーの心拍数、または前記ユーザーの心臓波形のうちの少なくとも１つであり、
前記制御ユニットが、前記生理学的状態の前記発症を示す、前記心拍数または前記心臓波形のうちの前記少なくとも１つの変化を検出することに応答して前記振動装置をアクティブ化するように構成されている、請求項１に記載の装置。
【請求項１４】
周囲温度、前記ユーザーの運動、または前記ユーザーの動的加速度の静電気のうちの、少なくとも１つを測定するように構成された、１つ以上のセンサをさらに備え、
前記制御ユニットが、前記周囲温度、前記ユーザーの前記運動に基づいて決定される前記ユーザーの活動レベル、または前記ユーザーの前記運動に基づく前記ユーザーの活動状態のうちの、少なくとも１つに基づいて前記閾値を調整するようにさらに構成されている、請求項５または１１のいずれか一項に記載の装置。
【請求項１５】
少なくとも１つの追加的なバイオメトリックセンサをさらに備え、前記バイオメトリックセンサおよび前記少なくとも１つの追加的なバイオメトリックセンサが、皮膚コンダクタンス、体温、周囲温度、前記ユーザーの運動、脳波活動、心臓活動、眼の特徴、血圧、酸素飽和度、神経誘発電位、汗毒性学、またはストレスホルモン産生のうちの、少なくとも１つを含む生物学的特徴の組み合わせを測定するように構成されており、
前記制御ユニットが、生物学的特徴の前記組み合わせに基づいて、前記振動装置をアクティブ化することまたは前記振動装置に供給される電力を調整することのうちの、少なくとも１つによって前記振動装置を制御するように構成されている、請求項１に記載の装置。
【請求項１６】

前記生理学的状態が、回転性めまい、浮動性めまい、動揺病、仮想現実酔い、空間的不一致、ソパイト症候群、悪心、頭痛、片頭痛、耳鳴り、前庭機能低下、または全体的な均衡異常のうちの、少なくとも１つを含む、請求項１から１５のいずれか一項に記載の装置。

【請求項１７】

装置であって、

振動信号を生成して、前記振動信号を、ユーザーの頭部の一部分に、前記振動信号が前記ユーザーの前庭系に骨を介して伝導され得るように、加えるように構成されている、振動装置を備え、前記振動装置が、

チャンバーを画定するハウジングと、

前記チャンバー内に配置されており、かつ平衡位置の周りで前後振動して前記振動信号を生成するように構成されている、磁石と、

前記磁石を前後振動させ得る磁界を生成するように構成されている、コイルと、

前記磁石の端部に結合されており、かつ、漂遊磁束を減少させるようにかつ前記磁石の磁界を前記磁石の前後振動を可能にするための方向に向けるように構成されている、金属構成要素のセットと、

前記チャンバー内で前記磁石を、前記磁石が前記平衡位置の周りで前後振動し得るように、サスペンドするように構成されている、少なくとも１つのサスペンション構成要素と、

を含む、装置。

【請求項１８】

前記磁石が、前記磁石に空気を通過させて前記チャンバー内で前記磁石の側面間の圧力を等しくするように構成されている、少なくとも１つの開口部を含む、請求項１７に記載の装置。

【請求項１９】

前記少なくとも１つのサスペンション構成要素が、２つのばねを含み、各ばねが、開口部を画定し、前記磁石が、前記磁石が前記平衡位置の周りで前後振動するとき、前記開口部を通して動く、請求項１７または１８のいずれか一項に記載の装置。

【請求項２０】

前記磁石が、前記平衡位置の周りで主軸に沿って前後振動するように構成されており、

前記２つのばねが、前記磁石の周りでそれぞれ異なる方向にコイル状にされて前記磁石の前記主軸とは異なる方向の動きを減少させるように構成されている、請求項１９に記載の装置。

【請求項２１】

金属構成要素の前記セットが、２つのエンドプレートを含み、前記２つのエンドプレートが、前記磁石の外径と実質的に等しい外径を有する少なくとも１つのエンドプレートを含む、請求項１７から２０のいずれか一項に記載の装置。

【請求項２２】

金属構成要素の前記セットが、２つのエンドプレートを含み、前記２つのエンドプレートが、部分であって、前記磁石を囲み、かつ他の前記エンドプレートに向かって延在する、部分を有するエンドプレートを含む、請求項１７から２０のいずれか一項に記載の装置。

【請求項２３】

少なくとも１つのサスペンション要素が、前記２つのエンドプレートのうちの少なくとも１つに直接結合される、請求項２１または２２のいずれか一項に記載の装置。

【請求項２４】

少なくとも１つのサスペンション要素が、前記磁石に直接結合される、請求項１７から２２のいずれか一項に記載の装置。

【請求項２５】

前記コイルが、前記２つのエンドプレートの間の空間を通って延在する、請求項２１または２２のいずれか一項に記載の装置。

【請求項２６】

前記コイルが、前記磁石および前記２つのエンドプレートの、少なくとも一部分の周りに

配置されている、請求項２１または２２のいずれか一項に記載の装置。
【請求項２７】
前記ハウジングが、ポートであって、空気が前記チャンバー内外へ流れることを可能にするように構成されている、ポートを画定する、請求項１７から２６のいずれか一項に記載の装置。
【請求項２８】
前記ハウジングが、前記チャンバーを外部環境から流体的に密封する、請求項１７から２６のいずれか一項に記載の装置。
【請求項２９】
前記ハウジングが、前記ユーザーの前記頭部の表面に当たって前記振動装置を維持するための、支持要素を受けるように構成されている、少なくとも１つの取り付け機構を含む、請求項１７から２８のいずれか一項に記載の装置。
【請求項３０】
金属構成要素の前記セットが、前記磁石の前記磁界の磁力線を前記コイルに垂直な方向に向けることによって、前記磁石の前記磁界を方向付けるように構成されている、請求項１７から２９のいずれか一項に記載の装置。
【請求項３１】
ユーザーの頭部の一部分上に位置付けられた振動装置に動作可能に結合された、バイオメトリックセンサから、前記ユーザーの生物学的特徴に関連するデータを受信することと、
前記データに基づいて、前記ユーザーの前庭系に関連する生理学的状態の発症を検出することと、
前記生理学的状態の前記発症を検出することに応答して、前記振動装置をアクティブ化して、前記ユーザーの前記頭部に加えられる振動信号を、前記振動信号が前記前庭系に骨を介して伝導されて前記生理学的状態に関連する症状を減少させ得るように、生成することと、を含む、方法。
【請求項３２】
前記生理学的状態の前記発症を検出することが、前記生物学的特徴のレベルが所定の閾値よりも大きいことまたは前記生物学的特徴の変化が所定の量もしくは所定のパーセンテージよりも大きいことを、前記データに基づいて検出することを含む、請求項３１に記載の方法。
【請求項３３】
前記振動装置をアクティブ化することが、信号発生装置をアクティブ化して、前記振動信号を生成するために使用される電気信号を生成すること、または前記信号発生装置に供給される電力を増加させて、前記振動信号を生成するために使用される前記電気信号の振幅を増加させることを含む、請求項３１または３２のいずれか一項に記載の方法。
【請求項３４】
ユーザーの頭部の一部分上に位置付けられた振動装置に動作可能に結合された、バイオメトリックセンサから、前記ユーザーの生物学的特徴に関連するデータを受信することと、
前記データに基づいて、前記ユーザーの前庭系に関連する生理学的状態の重症度の変化を検出することと、
前記生理学的状態の前記重症度の増加を検出することに応答して、振動信号であって、前記振動装置によって生成され、かつ前記ユーザーの前記頭部に加えられて、前記前庭系に骨を介して伝導される、振動信号の力レベルを増加させて、前記生理学的状態に関連する症状を減少させることと、
前記生理学的状態の前記重症度の減少を検出することに応答して、前記振動信号の前記力レベルを減少させることと、を含む、方法。
【請求項３５】
前記生理学的状態の前記重症度の前記変化を検出することが、前記生物学的特徴のレベルが所定の閾値よりも大きいかもしくは小さいことまたは前記生物学的特徴の変化が所定の量もしくは所定のパーセンテージよりも大きいかもしくは小さいことを、前記データに基

づいて検出することを含む、請求項３４に記載の方法。
【請求項３６】
前記生物学的特徴が、皮膚コンダクタンス、体温、周囲温度、前記ユーザーの運動、脳波活動、心臓活動、眼の特徴、血圧、酸素飽和度、神経誘発電位、汗毒性学、またはストレスホルモン産生のうちの、少なくとも１つを含む、請求項３１から３５のいずれか一項に記載の方法。
【請求項３７】
前記生理学的状態が、回転性めまい、浮動性めまい、動揺病、仮想現実酔い、空間的不一致、ソパイト症候群、悪心、頭痛、片頭痛、耳鳴り、前庭機能低下、または全体的な均衡異常のうちの、少なくとも１つを含む、請求項３１から３６のいずれか一項に記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
（関連出願の相互参照）
本出願は、２０１９年５月１４日に出願された「ＳＹＳＴＥＭＳ，　ＤＥＶＩＣＥＳ，ＡＮＤ　ＭＥＴＨＯＤＳ　ＦＯＲ　ＴＲＥＡＴＩＮＧ　ＶＥＳＴＩＢＵＬＡＲ　ＣＯＮＤＩＴＥＳ」と題する米国仮特許出願第６２／８４７，７５７号の優先権および利益を主張し、その開示全体を参照により本明細書に組み込む。
【０００２】
開示された実施形態は、対象者の前庭系に関連する、例えば、動揺病、回転性めまい、浮動性めまい、偏頭痛、耳鳴、および意識喪失などの状態を治療するためのシステム、装置、および方法に関する。より具体的には、本開示は、対象者の前庭系に影響を与えることができる振動信号を生成できる装置に関する。
【背景技術】
【０００３】
身体の配向、平衡、位置、および動きは、目、耳、および筋肉を含めた解剖学的構造の様々な部分から受信される信号の組み合わせを介して、脳によって決定されうる。例えば、前庭系は、大部分の哺乳動物では、平衡および空間配向に関連する感覚情報を主に提供する感覚系である。対象者の前庭系は、対象者の内耳内（図１Ａに示すとおり）の、前庭迷路を形成する相互接続された区画の系内にある。
【０００４】
個体の内耳は、３つの半規管に関連する三つの受容体と、前庭内の２つの斑（すなわち、卵形嚢および球形嚢）という、平衡に関連する５つの受容器を有する。卵形嚢および球形嚢は、例えば、自己運動や、一定の重力加速度による、頭部の直線加速度の測定に関与する。それぞれは、耳石膜によって覆われており、下記に図２Ａおよび２Ｂを参照しながら説明するとおりである。おおまかには、卵形嚢は水平面での加速度を測定し、球形嚢は垂直面での加速度を測定する。図１Ａは、対象者１００の解剖学的構造の一部分を示すもので、外耳１１０に関連する前庭系と、頭蓋骨１１４の各部分と、耳１１６の骨状部分、外耳道１１１、鼓膜１１２、および中耳１１３の骨とを示す。前庭系は、内耳の骨迷路の前庭１２１内に収容される半規管１２２、１２４、１２６、および耳石器１２８、１３０を含み、また、蝸牛１２０と連続している。図１Ｂは、図１Ａに示す前庭系をより詳細に図示したもので、前庭部１２１が卵形嚢１２８および球形嚢１３０を含めて描写されている。
【０００５】
３つの半規管１２２、１２４、１２６はそれぞれ、頭部が回転または移動して、その方向の動きを検出できる３つの方向のうち一つに沿った平面に配向され、各方向とは、上下にうなずく方向、左右に首を振る方向、左右に首を傾げる方向である。内耳１２１の前庭内の耳石器は、前方方向および後方方向の重力および加速度を検出する。耳石器は、水平面の動きを検出する卵形嚢１２８と、垂直面の動きを検出する球形嚢１３０とを含む。半規

管１２２、１２４、１２６、および耳石器１２８、１３０は、頭部または身体の動きに伴い移動する流体、内リンパで満たされている。

【０００６】

内耳の前庭系内での内リンパの動きは、毛束を有する神経細胞によって感知されて、頭部の動きおよび配向を決定することができる。耳石器の半規管および斑の中の膨大部と呼ばれる部分は、毛細胞を含み、これが前庭系の感覚受容器として機能し、またこれは、内リンパの動きを検出して、身体の動きの信号に伝達し、その信号を脳に報告する、毛束または不動毛を含む。耳石器はまた、平衡砂の下の層の動きおよび毛束の動きにつながる加速度の変化（例えば、重力に対する動作または配向の変化）に応答してシフトする平衡砂または耳石と呼ばれる炭酸カルシウムの結晶の層を含んでいる。さらに、耳石は重力の方向に沈み込み、毛細胞の束を引っ張り（例えば、下向きから上向きなど）、方向の識別を助ける。

【０００７】

図２Ａおよび２Ｂは、耳石器（例えば、図１Ｂに示す卵形嚢１２８および球形嚢１３０）および感覚受容器内の解剖学的構造の詳細図を示し、それぞれ直立状態かつ動作状態にある。図２Ａは、耳石膜１３２、および毛細胞１３４および支持細胞１３６を含む細胞層を含む斑示す。毛細胞１３４は、一つ以上のゼラチン層に延在する、突起または不動毛１３２のような毛髪を含む。斑の組織はまた、内リンパの動きおよび／または身体の加速に応答して移動する平衡砂または耳石１３８の層を含む。図２Ａは、直立構成の毛細胞１３４および耳石１３８を示し、図２Ｂは、方向性の力１４０（例えば、重力）が耳石１３８に作用するとき、変位または傾斜する構成の毛細胞１３４および耳石１３８を示す。同様に、半規管１２２、１２４、１２６内の内リンパの動きは、身体および／または頭部の相対的動き（例えば、頭部の角加速度）を知覚し、シグナル伝達する半規管（図示せず）の膨大部内の毛細胞の移動をもたらしうる。

【０００８】

前庭系からの信号に加えて、眼によって受信される水平および垂直の視覚的パターンは、配向、平衡、および位置の知覚に影響を与えうる。また、対向する首筋の差歪みは、頭部の位置および配向の知覚に影響を与えうる。これらの源からの信号が一致しない場合、個人は、動揺病を発症したり、回転性めまい、浮動性めまい、前庭性偏頭痛、意識喪失、またはその他の状態を経験したりする場合がある。不揃いな配向、平衡、位置および動きの信号は、例えば、自動車、電車、航空機、および他の輸送方式での移動中の極度または不慣れな動きの結果でありうる。不揃いの信号はまた、例えば、３次元（３Ｄ）ムービー、３Ｄビデオゲーム、および仮想現実デバイスの間の、知覚された動作のシミュレーションからも生じうる。したがって、対象者の前庭系、目、または他の解剖学的構造から受信される不一致のシグナルから生じる場合がある、様々な前庭状態を治療するための装置を有することが望ましいことがある。

【発明の概要】

【０００９】

本明細書に記述されている器具および方法は、振動信号が、ユーザーの前庭系に骨を介して伝達され、ユーザーの乳突骨を覆う領域に適用される治療上有効な振動信号と同等の様式で前庭系の一部を移動させることができるように、振動信号をユーザーの頭部の一部に適用するように構成された振動装置を含むことができる。治療的に有効な振動信号は、（１）２００Ｈｚ未満の周波数と、８７～１０１ｄＢ　ｒｅ　１　ｄｙｎｅの力レベルを有しうる、また（２）前庭系に関連する生理的状態を治療するために治療的に有効でありうる。

【００１０】

器具および方法は、本明細書に記述され、一部の実施形態において、振動信号のセットが、前庭系に関連する生理的状態を治療するために、ユーザーの前庭系に骨を介して一連の振動信号を伝導できるように、ユーザーの頭部の一部分に一連の振動信号を適用するように構成された振動装置を含むことができる。振動装置は、２００Ｈｚ未満である最低の共

振周波数を含む、一連の共振周波数と関連付けられうる。一連の振動信号は、一連の共振周波数からの残りの共振周波数での電力の量よりも大きい、最低の共振周波数での電力の量を集合的に有しうる。

【００１１】

一部の実施形態では、本明細書に記載の器具は、振動信号を、ユーザーの前庭系に対して、骨を介して前庭系に伝達して、前庭系に関連する生理的状態を治療することができるように、振動信号を、ユーザーの頭部の一部に印加するように構成される振動要素を含むことができる。振動要素は、チャンバーを画定するハウジング、振動信号を生成するためにチャンバー内を移動可能な磁石、チャンバー内の位置に磁石を懸架するように構成されたサスペンション要素、および磁石をその位置の周りに移動するように磁場を生成するように構成されたコイルを含むように構成されうる。

【００１２】

本明細書に開示される方法は、ユーザーの頭部の領域上に振動装置を位置付けることと、位置付けた後に、振動装置に通電して、振動信号がユーザーの前庭系に骨を介して伝達できるように、その領域に振動信号を適用することと、を含む。振動信号は、（１）ユーザーの乳突骨を覆う領域に適用され、（２）２００Ｈｚ未満の周波数および８７～１０１ｄＢ　ｒｅ　１　ｄｙｎｅの力レベルを有する、振動信号のそれと同等の様式で前庭系の一部分を移動させるように構成されうる。方法は、振動装置の通電に応答して、前庭系に関連する生理的状態を治療することをさらに含んでもよい。

【００１３】

一部の実施形態では、器具は、振動信号を生成し、振動信号をユーザーの前庭系に骨を介して伝達できるように、振動信号をユーザーの頭部の一部に適用するように構成された振動装置と、ユーザーの前記前庭系に関連する生理的状態の発症を示す、ユーザーの生物学的特性を測定するように構成された生体認証センサと、振動装置および生体認証センサに動作可能に結合された制御ユニットと、を含み、制御ユニットは、生物学的特性に関連付けられたデータを生体認証センサから受信し、振動装置を制御して、振動信号が生理的状態を治療する頭部の部分に適用されるように、生物学的特性に関連するデータに基づいて振動信号を生成するよう制御する。

【００１４】

一部の実施形態では、器具は、振動信号を生成し、振動信号をユーザーの前庭系に骨を介して伝達できるように、振動信号をユーザーの頭部の一部に適用するように構成された振動装置を含み、振動装置は、チャンバーを画定するハウジングと、チャンバー内に配置され、平衡位置の周りを発振して振動信号を生成するように構成された磁石と、磁石を発振させうる磁場を発生するように構成されたコイルと、磁石の端部に結合され、漂遊磁束を減少させ、磁石の磁場を磁石の発振を可能にする方向に配向するように構成された一連の金属構成要素と、磁石が平衡位置の周りで発振できるように、チャンバー内に磁石を懸架するように構成された少なくとも一つのサスペンション構成要素と、を含む。

【００１５】

一部の実施形態では、方法は、ユーザーの頭部の一部分上に位置付けられた振動装置に動作可能に結合された生体認証センサから、ユーザーの生物学的特性に関連するデータを受信することと、データに基づき、ユーザーの前庭系に関連する生理的状態の発症を検出することと、生理的状態の発症を検出することに応答して、振動信号を前庭系に骨を介して伝達して、生理的状態に関連する症状を減少させうるように、振動装置を活性化して、ユーザーの頭部に適用される振動信号を生成することと、を含む。

【００１６】

一部の実施形態では、方法は、ユーザーの頭部の一部分上に位置付けられた振動装置に動作可能に結合された生体認証センサから、ユーザーの生物学的特性に関連するデータを受信することと、データに基づき、ユーザーの前庭系に関連する生理的状態の重症度の変化を検出することと、生理的状態の重症度の増大を検出することに応答して、振動装置によって生成され、ユーザーの頭に適用され、前庭系に骨を介して前庭系に伝達される振動信

号の力レベルを増大させて、生理的状態に関連する症状を減少させることと、生理的状態の重症度の減少を検出することに応答して、振動信号の前記力レベルを減少させることと、を含む。

【図面の簡単な説明】

【００１７】

【図１Ａ】図１Ａは、前庭系を収容する内耳の骨迷路を含めた、対象者の解剖学的構造を示す。

【図１Ｂ】図１Ｂは、図１Ａの骨迷路内にある、前庭系および蝸牛の詳細図を提供する。

【図２Ａ】図２Ａ、直立状態であり、かつ　それぞれ方向性の力を受ける状態にある、図１Ｂに示す耳石器の斑部分の図である。

【図２Ｂ】図２Ｂは、直立状態であり、かつ　それぞれ方向性の力を受ける状態にある、図１Ｂに示す耳石器の斑部分の図である。

【図３】図３は、一実施形態による、振動信号を前庭系に印加するための振動装置の配置の概略図である。

【図４Ａ】図４Ａは、一実施形態による、前庭状態に関連する症状を治療するための例示的なシステムの概略図である。

【図４Ｂ】図４Ｂは、別の実施形態による、前庭状態に関連する症状を治療するための例示的なシステムの概略図である。

【図４Ｃ】図４Ｃは、別の実施形態による、前庭状態に関連する症状を治療するための例示的なシステムの概略図である。

【図５】図５は、実施形態による、前庭状態に関連する症状を治療するためのシステムの例示的な振動装置の概略図である。

【図６】図６は、別の実施形態による、前庭状態に関連する症状を治療するためのシステムの例示的な振動装置の破断概略図である。

【図７Ａ】図７Ａは、実施形態による、前庭状態に関連する症状を治療するためのシステム内の振動装置の断面概略図である。

【図７Ｂ】図７Ｂは、一実施形態による、対象者に配置するための物理的プラットフォームに組み込まれる図７Ａの振動装置の断面概略図である。

【図８】図８は、別の実施形態による、前庭状態に関連する症状を治療するためのシステム内の振動装置の断面概略図である。

【図９Ａ】図９Ａは、実施形態による、前庭状態に関連する症状を治療するためのシステム内の振動装置のサスペンション要素としてのばねの斜視図である。

【図９Ｂ】図９Ｂは、図９Ａのばねの上面図である。

【図９Ｃ】図９Ｃは、図９Ａのばねの底面図である。

【図１０】図１０は、様々な実施形態による、異なる支持要素を含む、および／または異なる支持要素に組み込まれる、例示的な振動装置の概略図である。

【図１１】図１１は、様々な実施形態による、異なる支持要素を含む、および／または異なる支持要素に組み込まれる、例示的な振動装置の概略図である。

【図１２】図１２は、様々な実施形態による、異なる支持要素を含む、および／または異なる支持要素に組み込まれる、例示的な振動装置の概略図である。

【図１３】図１３は、様々な実施形態による、異なる支持要素を含む、および／または異なる支持要素に組み込まれる、例示的な振動装置の概略図である。

【図１４】図１４は、様々な実施形態による、異なる支持要素を含む、および／または異なる支持要素に組み込まれる、例示的な振動装置の概略図である。

【図１５】図１５は、様々な実施形態による、異なる支持要素を含む、および／または異なる支持要素に組み込まれる、例示的な振動装置の概略図である。

【図１６】図１６は、様々な実施形態による、前庭状態に関連する症状を治療するためのシステムに振動装置を配置するための例示的な位置を示す、ヒト頭蓋骨の概略図である。

【図１７Ａ】図１７Ａは、様々な実施形態による、前庭状態に関連する症状を治療するためのシステム内の振動装置に通電するために使用されうる二つの波形の例を示す。

【図１７Ｂ】図１７Ｂは、様々な実施形態による、前庭状態に関連する症状を治療するためのシステム内の振動装置に通電するために使用されうる二つの波形の例を示す。
【図１８】図１８は、実施形態による、前庭状態に関連する症状を治療するためのシステム内の振動装置を通電するために使用できる、通電プロファイルの例を示す。
【図１９】図１９は、前庭状態に関連する症状を治療するために振動装置を使用するための例示的な方法のフローチャートである。
【図２０Ａ】図２０Ａは、前庭状態に関連する症状を治療するための振動装置を試験するために実施された研究の手順のフローチャートである。
【図２０Ｂ】図２０Ｂは、振動装置を試験するために、図２０Ａで描写した手順で使用される例示的な視覚刺激の静的概略図である。
【図２１Ａ】図２１Ａは、異なる力レベルで振動装置を試験するために、図２０Ａで描写した研究手順の結果を描写したものである。
【図２１Ｂ】図２１Ｂは、異なる力レベルで振動装置を試験するために、図２０Ａで描写した研究手順の結果を描写したものである。
【図２２Ａ】図２２Ａは、異なる周波数で振動装置を試験するために、図２０Ａで描写した研究手順の結果を描写したものである。
【図２２Ｂ】図２２Ｂは、異なる周波数で振動装置を試験するために、図２０Ａで描写した研究手順の結果を描写したものである。
【図２３Ａ】図２３Ａは、さらに別の例で、試験手順を使用して、前庭状態に関連する症状を治療するための振動装置を試験するために実施された研究の対象者によって記入された質問票に関連付けられたデータを描写する。
【図２３Ｂ】図２３Ｂは、さらに別の例で、試験手順を使用して、前庭状態に関連する症状を治療するための振動装置を試験するために実施された研究の対象者によって記入された質問票に関連付けられたデータを描写する。
【図２４】図２４は、さらに別の例で、試験手順を使用して、前庭状態に関連する症状を治療するための振動装置を試験するために実施された研究の結果を示す。
【図２５Ａ】図２５Ａは、一実施形態による、本明細書に記述されるように、それぞれ、振動装置の斜視図の概略図である。
【図２５Ｂ】図２５Ｂは、一実施形態による、本明細書に記述されるように、それぞれ、振動装置の側面図の概略図である。
【図２５Ｃ】図２５Ｃは、一実施形態による、本明細書に記述されるように、それぞれ、振動装置の分解図の概略図である。
【図２６】図２６は、図２５Ａ～２５Ｃの振動装置のハウジングの断面図である。
【図２７Ａ】図２７Ａは、一実施形態による、それぞれ、振動装置の斜視図の概略図である。
【図２７Ｂ】図２７Ｂは、一実施形態による、それぞれ、振動装置の側面図の概略図である。
【図２７Ｃ】図２７Ｃは、一実施形態による、それぞれ、振動装置の分解図の概略図である。
【図２８Ａ】図２８Ａは、図２７Ａ～２７Ｃの振動装置の、斜視図の概略図である。
【図２８Ｂ】図２８Ｂは、図２７Ａ～２７Ｃの振動装置の、断面図の概略図である。
【図２９】図２９は、図３８の振動装置など、振動装置の磁石に関連した磁力線の図である。
【図３０】図３０は、いくつかの実施形態による、振動装置の磁石に関連付けられた正規化された磁束密度のプロットである。
【図３１Ａ】図３１Ａは、一実施形態による、それぞれ、振動装置の斜視図の概略図である。
【図３１Ｂ】図３１Ｂは、一実施形態による、それぞれ、振動装置の側面図の概略図である。
【図３１Ｃ】図３１Ｃは、一実施形態による、それぞれ、振動装置の分解図の概略図であ

る。
【図３２Ａ】図３２Ａは、図３１Ａ～３１Ｃの振動装置の２つの異なる断面図の概略図である。
【図３２Ｂ】図３２Ｂは、図３１Ａ～３１Ｃの振動装置の２つの異なる断面図の概略図である。
【図３３】図３３は、図３１Ａ～３１Ｃの振動装置の磁石、コイル、および金属板の概略図である。
【図３４】図３４は、図３１Ａ～３１Ｃの振動装置の磁石に関連した磁力線の図である。
【図３５】図３５は、いくつかの実施形態による、振動装置の磁石に関連付けられた正規化された磁束密度のプロットである。
【図３６Ａ】図３６Ａは、３つの異なる実施形態による、振動装置の断面図の概略図である。
【図３６Ｂ】図３６Ｂは、３つの異なる実施形態による、振動装置の断面図の概略図である。
【図３６Ｃ】図３６Ｃは、３つの異なる実施形態による、振動装置の断面図の概略図である。
【図３７】図３７は、一実施形態による、振動装置の断面概略図である。
【図３８】図３８は、一実施形態による、振動装置の斜視概略図である。
【図３９】図３９は、対象者の悪心レベルに対する皮膚コンダクタンスのグラフである。
【図４０】図４０は、経時的な対象者の脳波（ＥＥＧ）データの多変量正規確率密度関数（ＭＶＮＰＤＦ）のグラフであり、振動装置をオフにしたもの（青色で表示）、および振動装置をオンにしたもの（オレンジ色で表示）である。
【図４１Ａ】図４１Ａは、対象者の悪心レベルに対する心拍数のグラフである。
【図４１Ｂ】図４１Ｂは、心臓の心周期のグラフである。
【図４２】図４２は、様々な実施形態による、対象者の耳、外耳道、および／または額の近くに配置された統合センサを含む振動装置の例である。
【図４３】図４３は、様々な実施形態による、ヘッドバンドで実装され、統合センサを含む振動装置の例である。
【図４４】図４４は、様々な実施形態による、オーバーイヤーデバイスとして実装され、統合センサを含む振動装置の例である。
【図４５】図４５は、様々な実施形態による、センサを用いて振動装置を動作させるための例示的な方法のフローチャートである。
【図４６Ａ】図４６Ａは、様々な実施形態による、例示的な振動装置の異なる斜視図を示す。
【図４６Ｂ】図４６Ｂは、様々な実施形態による、例示的な振動装置の異なる斜視図を示す。
【図４７】図４７は、図４６Ａおよび４６Ｂに図示した振動装置の分解図を示す。
【図４８】図４８は、図４６Ａおよび４６Ｂに図示した振動装置の断面図を示す。
【図４９】図４９は、様々な実施形態による、例示的な振動装置の異なる斜視図を示す。
【図５０】図５０は、図４９に図示した振動装置の分解図を示す。
【図５１】図５１は、図４９に図示した振動装置の断面図を示す。
【図５２】図５２は、図４９に図示した振動装置の振動要素の拡大図を示す。
【図５３】図５３は、様々な実施形態による、補聴器および／または耳鳴りマスカーに取り付けられるかまたは組み込まれる、振動装置の例である。
【発明を実施するための形態】
【００１８】
本明細書には、振動信号を対象者の前庭系の解剖学的構造を混乱できるように、振動信号を発生できる振動装置を使用して、振動信号を対象者の前庭系に骨伝導を介して適用することによって、前庭状態を治療するための器具および方法が記述されている。
【００１９】

上述のように、対象者の前庭系からの感覚信号は、対象者の身体の配向、平衡、位置、および動きの知覚に役立つ。前庭系からの信号に加えて、眼からの視覚信号などの他の感覚様式は、配向、平衡、および位置の知覚に影響を与えうる。また、対向する首筋上の異なる緊張は、頭部位置および配向の知覚に影響を与えうる。前庭系、視覚系、および自己受容系など、これらの様々な感覚源からの信号が合致しないとき、個人は、動揺病、回転性めまい、浮動性めまい、前庭性偏頭痛、意識喪失、または他の状態などの状態を発生させることがある。例えば、不揃いな配向、平衡、位置、および動き信号は、極度または不慣れな動き（例えば、車両、電車、航空機、および他の輸送モードでの移動中）から生じるか、または仮想または拡張３Ｄ環境（３Ｄムービー、３Ｄビデオゲーム、仮想現実デバイスなど）を経験することから生じる場合がある。

【００２０】

自然な適応反応では、脳は、無秩序、反復的、または新規ではない、または理解不可能な信号の知覚情報を無視することができる。例えば、音からの振動は、内耳の前庭器官に影響を与え、小脳の反応（例えば、電気信号の振幅）を減少させうることが示されている。Ｈ．Ｓｏｈｍｅｒ ｅｔ ａｌ．，“Ｅｆｆｅｃｔ ｏｆ ｎｏｉｓｅ ｏｎ ｔｈｅ Ｖｅｓｔｉｂｕｌａｒ ｉｍａｇｕｌａｔｅｄ ｐｏｔｅｎｔｉａｌ ｓｔｕｄｉｅｓ ｉｎ ｒａｔｓ，” ２ Ｎｏｉｓｅ Ｈｅａｌｔｈ ４１ （１９９９）を参照されたい。それにもかかわらず、音が前庭系に影響を及ぼすには非常に高い強度が必要とされることが同じ研究で示されている。したがって、空気中に振動信号を生成して音を生成するために使用される従来のヘッドフォン、イヤフォン、およびスピーカーが、動揺病反応、めまい、前庭性片頭痛、および他の生理学的反応などの症状を治療する能力には限界がある。これらの技術の多くは、高強度信号を伝達するようには設計されていない。さらに、こうした高強度信号は、ヒトの聴覚を傷つけたり妨害したりしうる。

【００２１】

音を使用する代替として、機械的振動を使用して前庭系に影響を与えて、様々な状態を治療することができる。機械的振動を生成するために使用できる一つの技術は、表面伝導変換器または骨伝導変換器である。しかしながら、現在利用可能な骨伝導変換器は、前庭系の症状または状態の治療に関連した特定の欠点を有する。例えば、既存の装置には、多くの場合、相当量の熱および／または可聴雑音の生成などといった大きな限界があり、これは、ユーザーの皮膚と直接接触する、またはユーザーの耳に近接した使用を阻む可能性がある。また、既存の装置の多くは大きくかさばるため、例えば、旅行中、読書中、仮想現実装置の使用中など、治療効果が必要な状況下での使用にとって実用的ではない。

【００２２】

表面伝導変換器または骨伝導変換器などの既存の装置は、低周波振動の生成において非効率的である。多くは高周波数で振動信号を生成するが、これは可聴であるため、気を散らせるものである。したがって、こうした装置がユーザーの耳の近くで使用される時、装置が生む雑音は破壊的かつ刺激が大きい可能性がある。多くの既存の装置は、こうした変換器によって生成される振動信号のより低い基本周波数の代わりに、より高い共振周波数に電力が向けられることを主な理由として、高周波振動を生成する。低周波振動を生成するように設計されている場合であっても、既存の骨伝導変換器は、より低い周波数が必要とされる時に広範囲の周波数スペクトル（例えば、多くの高調波での周波数）を生成するため、非効率でありうる。したがって、開示されたシステムおよび方法は、数ある特徴の中でも特に、高レベルの熱または可聴雑音を生成せず、より低い周波数の振動信号の伝達において高い効率を有する、前庭系の状態に関連する症状の治療を対象とする。

【００２３】

Ｉ．　概要

図３は、対象者の外耳１１０の近くの振動装置２００の配置を概略的に図示する。振動装置３００は、対象者の前庭系に関連する一つ以上の症状または状態を治療するために骨を介して伝導される振動信号２０２を印加するように構成することができる。振動信号２０２の一部分２０４は、骨１１６を介して内耳の骨迷路および前庭系に伝導されうる。例え

ば、振動信号の一部分２０４は、骨を介して半規管１２２、１２４、１２６、および耳石器、卵形嚢および球形嚢を収容する前庭１２１に移動する。

【００２４】

振動装置２００は、振動信号を前庭１２１に印加して、前庭１２１内の耳石器および半規管１２２、１２４、１２６の有毛細胞を反復的、無秩序、または雑音の多い方法で移動させ、前庭状態に関連する症状を軽減、緩和、または治療するように位置付けられうる。一部の例の前庭の状態には、様々なタイプの動揺病（例えば、船酔い、飛行機酔い、動揺病や電車酔い、仮想現実またはシミュレーターへの曝露による酔い、ジェットコースターに乗るなどの経験による酔い、およびソパイト症候群の影響）、良性発作性頭位めまい症などのめまい、様々な原因による吐き気（例えば、熱量電気眼振計（ＥＮＧ）／ビデオ眼振計（ＶＮＧ）検査、ヘッドインパルス検査、頸部ＶＥＭＰおよび眼ＶＥＭＰ検査などの前庭誘発筋電位検査（ＶＥＭＰ）、機能歩行評価を含む前庭系検査、または化学療法、頭蓋骨基部の放射線療法、妊娠に関連する吐き気、アルコールまたは毒物の摂取による吐き気などの状態から生じるもの）、感染、前庭神経炎、前庭神経鞘腫、メニエール病、耳鳴、偏頭痛、マル・デ・バークメント症候群、空間的不一致、ソパイト症候群、前庭機能低下、全体的な均衡異常などを含みうる。

【００２５】

振動装置２００はまた、本明細書に記載されるように、例えば、循環系障害（例えば、起立性低血圧（血圧低下）、心筋症による血液循環不良、心臓発作、不整脈、一過性虚血性発作）、神経学的状態（例えば、パーキンソン病、多発性硬化症）、薬剤（例えば、抗発作薬、抗うつ薬、鎮静剤、精神安定剤、降圧薬）、不安障害、鉄値低下による貧血、低血糖症（血糖低下）、過熱、脱水、外傷性脳損傷を原因とする、めまいや平衡感覚障害を含むその他の状態を治療するために、骨を介して伝導される振動信号を提供するように位置付けられうる。振動信号は、上述の状態を治療するために、治療的に有効な振動信号と同等の様式で、前庭系の一部分を移動させることができる。さらに、振動装置２００は、例えば、特定の条件下で前庭系を無視または拒否するようにパイロットを訓練するべくパイロットを支援するために使用することができる。振動装置２００はまた、脳卒中診断として使用することができる。

【００２６】

図４Ａは、前庭状態を治療するための例示的なシステム３５０を概略的に図示する。システム３５０は、振動装置３００と、振動装置３００の動作を起動および／または制御するための振動装置３００に連結された制御ユニット３６０とを含む。振動装置３００は、信号源からの適切な電気信号によって駆動および通電された時に振動信号を生成するように構成された電気機械式変換器であってもよい。制御ユニット３６０は、メモリ３６２、プロセッサ３６４、およびシステム３５０の他の構成要素との間で電気信号を送受信するための入力／出力（Ｉ／Ｏ）装置３６６を含んでもよい。振動装置３００は、制御ユニット３６０に電気信号を送受信するように構成することができる。随意に、システム３５０は、電圧、電流、インピーダンス、移動、加速度、または振動装置３００に関連付けられる他のデータを測定するための一つ以上のセンサ３９０を含みうる。別の方法としてまたは追加的に、センサ３９０は、対象者の前庭系ＶＳおよび／または他の身体指標（例えば、体温、皮膚伝導率など）に関連する情報を測定するように構成することができる。センサ３９０は、制御ユニット３６０、振動装置３００、および／または前庭系ＶＳに信号を送受信することができる。例として、センサ３９０は、振動装置３００が故障し、その結果として生成された振動により可聴音が生じたかどうかを検出するために使用できるマイクまたは他の音声センサを含むことができる。センサ３９０は、可聴音を検出し制御ユニット３６０に信号を送信するように構成されてもよく、これは、可聴音を低減するように、振動装置３００、信号発生装置３７０、および／またはシステムの他の構成要素を停止させることができる。別の方法として、システム３５０は、例えば、可聴音の検出時に、振動装置３００、信号発生装置３７０および／またはシステムの他の構成要素への電力を切断するなど、システムを自動的に停止する回路を含むことができる。停止されると、シス

テム３５０は、システム３５０がメンテナンスおよび／または工場出荷時設定を受けるまで停止されたままとすることができる。一部の実施形態では、システム３５０は、図１１を参照して記載されるものなど、雑音除去機能のある構成要素を含むことができ、これはセンサ３９０によって検出された騒音に応答して起動することができる。

【００２７】

システム３５０は、信号発生装置３７０および／またはアンプ３８０を含むことができる。信号発生装置３７０は、振動装置３００を駆動して振動信号を生成するように振動する、一つ以上の信号を生成することができる。アンプ３８０は、信号発生装置３７０に動作可能に結合することができ、振動装置３００を駆動するために信号が使用される前に、信号発生装置３７０からの信号を増幅することができる。制御ユニット３６０は、信号発生装置３７０および／またはアンプ３８０の動作を制御することができる。図示されていない電源は、制御ユニット３６０、信号発生装置３７０、アンプ３８０、センサ３９０、および／またはシステムのその他の構成要素のうちの一つ以上に電力を供給するように構成することができる。

【００２８】

一部の実施形態では、信号発生装置３７０、アンプ３８０、および／またはセンサ３９０は、制御ユニット３６０と一体化され、および／または制御ユニット３６０の一部を形成することができる。別の方法として、他の実施形態では、信号発生装置３７０、アンプ３８０、および／またはセンサ３９０は、制御ユニット３６０から分離することができるが、制御ユニット３６０に動作可能に結合することはできる。一部の実施形態では、振動装置３００は、制御ユニット３６０、信号発生装置３７０、アンプ３８０、またはセンサ３９０のうちの一つ以上を含むことができる。

【００２９】

一部の実施形態では、制御ユニット３６０は、振動装置３００を制御する特別な命令を格納するように動作可能である。こうした命令は、メモリ３６２内または別個のメモリ内に格納されてもよい。さらに、こうした命令は、本明細書に開示する前庭状態の治療に関連する特定の機能、方法およびプロセスを完了するために、特別な機能および特徴をコントローラに組み込むように設計することができる。一部の実施形態では、制御ユニット３６０は、ソフトウェア開発キットを使用した命令でプログラムされてもよい。

【００３０】

振動装置３００を制御する電気信号は、格納された命令に基づき制御ユニット３６０によって生成されてもよい。これらの電気信号は、有線または無線（例えば、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ）方法を介して、制御ユニット３６０と振動装置３００との間で通信されてもよい。電気信号は、格納された動作パターンを含んでもよく、例えば、コントローラによってアクセスされる格納された命令は、ユーザーについて収集、蓄積および保存された使用データに基づき、その特定の対象者に有利なパターンで振動装置３００の電源をオン／オフさせるように振動装置３００に送信される一連の電気信号を生成するために、コントローラによって使用されてもよい。一つのパターンは、ある期間（例えば、毎分）にわたり生成され対象者に印加された振動信号の数が変化しうる一連の振動信号が関与してもよく、一方で、第二のパターンは、振動信号の数の力レベルが変化しうる一連の振動信号を含んでもよい。振動装置３００によって生成される振動信号の力レベルおよび周波数を制御するために使用されうる他のタイプの制御信号は、センサ（例えば、センサ３９０または他のセンサ）から受信したデータに基づき、制御ユニット３６０から振動装置３００に送信されてもよい。例えば、加速度センサは、ユーザーの物理的加速度の変化を感知するために、ポータブル電子機器（例えば、携帯電話）に含まれてもよい。実施形態では、制御ユニット３６０は、動揺病を招く加速のタイプを示す加速度センサからのデータを受信するように動作可能であってもよい。したがって、こうしたデータを受信した後、制御ユニット３６０は、関連する電気信号を生成し、こうした信号を振動装置３００に送信するように動作可能であってもよい。振動装置３００は、次に、このような電気信号を受信し、例えば、動揺病に先制的に対応するために、骨を介して伝導され前庭系に印加されうる振動信

号を生成するように動作可能であってもよい。振動信号は、治療的に有効な振動信号と同等の様式で、前庭系の一部分を移動させることができる。例えば、振動信号は、前庭系の一部（例えば、半規管および／または耳石器の受容体を形成する毛束）を、雑音の多い前庭信号または雑音の多い前庭感覚をシミュレートしつつランダムな様式で移動させてもよく、または前庭系内に何らかの形態の確率共鳴を導入してもよい。一部の実例では、このような雑音の多い前庭感覚は、他の前庭信号によって引き起こされる効果の減少、または対象者によって知覚される信号の不一致を誘発しうる。あるいは、動揺病によってユーザーが以前に酔いを経験した経路または進路を表す保存されたロードマップは、制御ユニット３６０またはポータブル装置に、例えば、全地球測位システム（ＧＰＳ）、ガリレオ、ＧＬＯＮＡＳＳ、または北斗衛星導航系統などの適切な測位システムと併せて保存されてもよい。一部の実施形態では、測位システムが、ユーザーが経路または進路に沿って移動しており、動揺病を誘発しうる位置に到着することを示す中で、制御ユニット３６０は関連する電気信号を生成し、このような信号を振動装置３００に送信するように動作可能であってもよい。振動装置３００は、次に、このような電気信号を受信し、例えば、ユーザーがその位置に到着する前に動揺病に先制的に対応するために、骨を介して伝導され前庭系に印加されうる振動信号を生成するように、動作可能であってもよい。

【００３１】

一部の実施形態では、振動装置または骨伝導装置と、例えば、リング、腕時計、パッチ、およびブレスレットを含む一つ以上のセンサ（例えば、ウェアラブルセンサ）との間の有線通信および／または無線通信であってもよい。一部の実施形態では、振動装置とその他の接続された装置、例えば、モバイル装置（例えば、携帯電話、タブレット）、コンピュータ、またはスマートホーム装置との間の有線通信または無線通信であってもよい。

【００３２】

監視される生体認証データは、使用期間および使用頻度、好ましい電力設定などの他のデータとともに、装置または接続された装置のいずれかによって記録されてもよい。このデータの履歴記録は、将来の使用のために装置設定を変更するために使用されてもよい。治療に対して情報を提供するために、データを医療従事者と共有することもできる。また、個々の装置は、その他の装置から集合的に受信されたデータに基づき更新することができるが、これは、将来の使用のための最良の設定に対する洞察を提供しうる。

【００３３】

図４Ｂは、実施形態に従った前庭状態を治療するための別の例示的なシステム３５０’を概略的に図示する。システム３５０’は、制御ユニット３６０と、制御ユニット３６０に結合され、制御ユニット３６０によって通電および／または制御される振動装置３００を含むという点で、システム３５０と類似していてもよい。さらに、システム３５０’は、制御ユニット３６０に連結された第二の振動装置３００’を有してもよく、その起動は制御ユニット３６０によって制御することができる。制御ユニット３６０は、振動装置３００および３００’によって生成される振動信号が同時に、交互におよび／または独立して伝達できるよう振動装置３００および３００’を制御するように構成することができる。図４Ｂには図示していないが、図４Ａに図示したシステム３００と同様に、システム３５０’は、制御ユニット３６０に結合された信号発生装置（例えば、信号発生装置３７０）、信号発生装置に結合されたアンプ（例えば、アンプ３８０）、および／またはセンサ（例えば、センサ３９０）を随意に含むことができる。一部の実施形態では、二つの振動装置３００および３００’は、信号発生装置によって生成された信号を分配し、振動装置３００と３００’との間のアンプによって随意に増幅されるように構成される、バランス３８２に結合することができる。一部の実施形態では、振動装置３００および３００’は、互いに結合され、互いに信号を送受信するように構成することができる。二つの振動装置３００および３００’が図４Ｂに図示されているが、当業者であれば、任意の数の振動装置を使用できることを理解するであろう。

【００３４】

図４Ｃは、実施形態に従った前庭状態を治療するための別の例示的なシステム３５０’’を

概略的に図示する。システム３５０’’は、制御ユニット３６０および振動装置３００（例えば、変換器）を含むという点で、システム３５０、３５０’に類似していてもよい。システム３５０’’はまた、信号発生装置３７０、電位差計３７２’、およびアンプ３８０を含む。システム３５０’は、随意に、例えば、特定の実施形態に関して以下でさらに説明するように、振動装置３００に関連する信号、周囲環境に関連する情報、および／または振動装置のユーザーに関連する生理学的データを測定するための、一つ以上のセンサ３９０を含むことができる。電位差計３７２’’は、信号発生装置によって生成される信号に関連付けられた電位を測定するように構成することができる。電位差計３７２’’は、振動装置３００に送信されている信号の振幅を制御するために使用することができる。適切な電位差計の例としては、回転電位差計、線形電位差計、加減抵抗器、デジタル電位差計、膜電位差計などが挙げられる。電位差計３７２’’は、振動装置３００によって生成される任意の振動が所定の許容可能なレベルを超えないようにするために使用できる。電源（図示せず）を使用して、システム３５０’’の一つ以上の構成要素、例えば、信号発生装置３７０、電位差計３７２’、アンプ３８０、および／または制御ユニット３６０に給電することができる。

【００３５】

システム３５０、３５０’、３５０’’は、振動装置に加えて構成要素を含むものとして描写されているが、こうした構成要素（例えば、アンプ、センサ、電位差計、信号発生装置、制御ユニット、バランスなど）は、振動装置に組み込まれうるか、または振動装置の一部を形成できることが理解されよう。例えば、プリント回路基板（例えば、振動装置７００などの以下の実施形態に関してさらに詳述されるように）は、信号発生装置、アンプ、電位差計、バランスなどのうちの一つ以上を含んでもよく、振動装置に取り付けられ、かつ／または振動装置内に組み込まれてもよい。

【００３６】

ＩＩ．　振動装置

図５は、実施形態に従った例示的な振動装置４００の略図である。振動装置４００は、一つ以上のチャンバーを画定できる本体（またはハウジング）４１０を含む。本体４１０は、振動要素４２３、サスペンション要素４２０、駆動回路４４０、および伝達インターフェース４３０を収容する。振動要素４２３は、サスペンション要素４２０によって懸架され、駆動回路４４０によって駆動されて、移動（例えば、前後振動または振動）して振動信号を生成するように構成される。振動要素４２３は、振動要素４２３が均衡位置の周りで振動できるように、本体内に（例えば、チャンバー内に）懸架することができる。振動要素４２３の移動は、本明細書に開示されるように、一つ以上の前庭状態を治療するために伝達インターフェース４３０を介して方向付けることができる振動信号を生成するための、振動装置４００のサスペンション要素４２０および／または本体４１０に対するものでありうる。振動装置４００および／または振動装置４００の本体４１０は、振動要素４２３の移動によって生成される振動信号を標的領域ＴＡに印加できるように、伝達インターフェース４３０を対象者の頭部上の標的領域ＴＡに置いて位置付けられてもよく、この振動信号はその後、骨構造ＢＳを介して、対象者の前庭系ＶＳに伝導することができる。

【００３７】

随意に、一部の実施形態では、振動装置４００は、振動装置４００の構成要素に給電するためのオンボード電源４１４、および振動装置４００の一部分、前庭系ＶＳ、または本体の別の部分（例えば、生成された振動信号が、例えば、標的領域ＴＡ、または標的領域ＴＡに近接した皮膚、および／または関連付けられた標的領域ＴＡなどに振動信号が印加される、本体の一部分）から一つ以上の信号を感知するためのセンサ４１６を含むことができる。一部の実施形態では、遠隔に位置する電源（例えば、制御ユニット３６０に含まれる電源）を使用して、振動装置４００に給電することができる。一部の実施形態では、遠隔センサ（例えば、センサ３９０）を使用して、振動装置４００の一部分、前庭系ＶＳ、または本体の別の部分（例えば、生成された振動信号が印加される本体の一部分）からの信号を検出することができる。

【００３８】
センサ４１６は、振動装置４００および／または対象者（例えば、前庭系ＶＳ、標的領域ＴＡなど）に関連する情報を測定および／または記録するように構成することができる。例えば、センサ４１６は、電流、電圧（例えば、振動要素４２３にわたる電気信号に関連する電圧変化）、磁場（例えば、電気信号によって生成され、振動要素４２３の近くで印加される方向磁場）、または移動中の振動要素４２３の加速度を含む、振動装置４００からの情報を測定および／または記録するための一つ以上の適切な変換器を含むことができる。
【００３９】
一部の実施形態では、センサ４１６は、振動装置４００の効率を高めるために使用することができる。例えば、センサ４１６は、振動要素４２３および／または振動装置４００の別の部分から来る電気信号の電流を監視するための電流計を含むことができる。振動装置４００に供給される電気信号の周波数は、低電流が電流計によって測定されるまで調整することができるが、その根拠は、振動装置の共振周波数では、振動装置４００のインピーダンスが他の周波数よりも高く、したがって電流が他の周波数よりも低い（定電圧と仮定して）ためである。したがって、電流計は、振動装置４００が効率的に動作するように、共振周波数に電気信号の周波数をチューニングする（例えば、調整する）ために使用することができる。すなわち、一部の実施形態では、振動装置４００は、センサ４１６から情報（例えば、電流計からの情報）を受信し、情報に基づき電気信号の周波数を調整するように構成されたプロセッサを含むことができる。例えば、プロセッサは、振動装置が還元電流かつ最低の共振周波数で動作し続けるように、経時的に電気信号の周波数を調整するように構成することができる。
【００４０】
別の例として、センサ４１６は、定電流アンプを有する電圧センサまたは電圧計を含んでもよい。振動要素４２３を含む振動装置４００の一部に供給される電気信号の電圧変化は、電圧計を使用して測定することができる。（例えば、適切な信号源から）振動装置４００に供給される電気信号の周波数は、高電圧が電圧計によって測定されるまで調整することができるが、その根拠は、振動装置の共振周波数では、振動装置４００のインピーダンスが他の周波数よりも高く、したがって電圧が他の周波数よりも高いためである。したがって、監視された電圧は、高効率を達成するために高電圧が測定されるように、電気信号の周波数をチューニングする（例えば、調整する）ために使用されうる。
【００４１】
別の例として、振動要素４２３が変調磁場によって駆動される場合、センサ４１６は、磁場変動を監視するホール効果センサを含むことができる。磁場を生成するために使用される電気信号の周波数は変化するものの、電気信号の周波数が振動装置４００の共振周波数となるようチューニングするために磁場変動を測定することができる。別の例として、センサ４１６は、共振周波数が達成された時を決定するために、振動要素４２３の加速度および／または速度を測定することができる移動センサ（例えば、加速度計）を含むことができる。
【００４２】
センサ４１６はまた、対象者の骨構造、対象者の温度、対象者の配向または身体位置などに伝達された振動信号に関連する移動など、対象者から情報を受信および／または測定するように装備することができる。
【００４３】
振動装置４００はまた、本明細書に開示されるように、振動信号を伝達するために、対象者の標的領域ＴＡ上に振動装置４００を支持または位置付ける支持要素４１８を含むことができる。支持要素４１８は、対象者に対する振動装置４００の接触および位置決めを維持できる装置または締め付け機構とすることができる。例えば、支持要素４１８は、ヘッドバンド、眼鏡、または枕など、以下でさらに詳細に開示されるようなものであってもよい。一部の実施形態では、支持要素４１８は、例えば、振動装置４００との接触および位

置決めを維持できる接着剤パッド、粘着性ポリマーなどの接着構成要素であってもよい。
【００４４】
電源４１４、センサ４１６、および／または支持要素４１８は、装置４００の本体４１０内に収容され、かつ／または取り付けられることができる。
【００４５】
振動信号が印加される対象者の標的領域ＴＡは、例えば、頭部の表面であってもよい。随意に、一部の実施形態では、振動装置４２３は、対象者の頭部に埋め込まれてもよく、標的領域ＴＡは、骨構造ＢＳに近接するおよび／または骨構造ＢＳの一部である領域であってもよい。振動装置は、標的領域ＴＡと係合可能に構成されて、治療用振動信号を効果的に伝達することができる。例示的な例では、標的領域ＴＡは、対象者の頭蓋骨の乳様突起（または乳様突起骨または側頭骨の乳様突起）に被さる、対象者の外耳の後ろの領域とすることができる。こうした例では、乳様突起骨は、前庭系ＶＳを収容する内耳の骨構造を介して前庭系ＶＳに振動信号を伝達するために使用される骨構造ＢＳの一部を形成しうる。場合によっては、頬骨または側頭骨の頬骨突起は、振動信号を前庭系ＶＳに伝達するために使用される骨構造ＢＳの一部とすることができる。他の例では、標的領域ＴＡは、頭部または額の後ろの一部であってもよく、頭蓋骨の下層領域が、振動装置４００から受信された振動信号を伝導する骨構造ＢＳとして機能する。選択された標的領域ＴＡおよび前庭系ＶＳからの距離に基づき、様々な力レベルを使用して、振動装置４００を動作させることができる。例えば、装置が対象者の額領域または対象者の頭部の後ろなどの標的領域ＴＡに配置される時、乳様突起よりも前庭系ＶＳから離れている領域では、装置が対象者の乳様突起に被さって配置される時と比較して、より高い力レベルが使用されてもよい。例として、対象者の額または頭部の後ろに配置された時、振動装置４００は、他の場所（例えば、乳様突起骨に被さる領域）に伝達される時の治療的に有効な振動信号の力レベルよりも最大１４ｄＢ高い力レベルを有する振動信号を印加するように構成することができる。標的領域ＴＡが、乳様突起骨に被さる領域であり、振動装置がその領域に被さって配置される場合、前庭状態を治療するための治療的に有効な力レベルは、約８７～１０１ｄＢ　ｒｅ　１　ｄｙｎｅ、および望ましくは、約９０～１００ｄＢ　ｒｅ　１　ｄｙｎｅ、または約９３～９８ｄＢ　ｒｅ　１　ｄｙｎｅでありうる。あるいは、振動装置４００が対象者の額または頭部の後ろに配置される時、振動装置４００によって適用される振動信号は、約１０１ｄＢ～約１１５ｄＢ（すなわち、乳様突起骨に印加される振動信号の力レベルよりも１４ｄＢ高い）の範囲の治療的に有効な力レベルを有してもよい。
【００４６】
振動装置４００の本体４１０は、振動装置４００の様々な構成要素を収容するように構成することができる。一部の実施形態では、本体４１０は、電源４１４、センサ４１６、および／または支持要素４１８など、本体４１０内に収容されていない一つ以上の構成要素の結合のための接触面を提供する一方で、構成要素の一部を格納することができる。一部の実施形態では、振動装置４００の本体４１０は、振動要素４２３、サスペンション要素４２０、駆動回路４４０、および／または伝達インターフェース４３０などの振動装置の一つ以上の構成要素を収容するための一つ以上のチャンバーまたはレセプタクルを画定することができる。本体４１０はまた、対象者の本体の標的領域ＴＡに対する伝達インターフェース４３０の希望する位置決めのために形状が付けられ、および／または構成されうる（例えば、本体４１０は、曲面、または可鍛性もしくは可撓性の表面を有しうる）。一部の実施形態では、本体４１０および／またはそのチャンバーのうちの一つ以上は空気で充填されてもよく、または場合によっては、振動信号の生成および伝達を助けるための潤滑剤などの液体で充填されてもよい。一部の実施形態では、本体４１０および／またはそのチャンバーのうちの一つ以上はまた、例えば、スポンジまたは吸音材料、放熱材料などの可聴雑音減衰剤などの特性を有する材料を含んでもよい。
【００４７】
装置４００の振動要素４２３は、振動信号を生成するように前後振動または振動するように構成されてもよい。一部の実施形態では、振動要素４２３を本体４１０のチャンバー内

に収容することができる。振動要素４２３は、サスペンション要素４２０によって均衡位置に懸架することができ、電気信号を使用して、振動要素４２３を均衡位置の周りで振動または前後振動させ、振動信号を生成することができる。材料、組成物、構造などの振動要素４２３および／またはサスペンション要素４２０の特性は、生成された振動信号（例えば、低周波数信号）の特定の要件を満たすように選択することができる。

【００４８】

例えば、振動要素４２３は、低周波数（例えば、２００Ｈｚ未満の周波数）の振動信号の高効率での生成を可能にする剛性度（例えば、ばね定数）を有するばねまたは弾性材料であってもよい。一実施形態では、振動要素４２３は、ばねであるサスペンション要素４２０によって懸架される質量であってもよい。このようなシステムの自然共鳴は、式

$$f=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$$

で表されるフックの法則に基づいて決定することができ、ｆは共振周波数であり、ｋはばね定数であり、ｍは質量である。共振周波数での質量およびばねシステムは、より純粋なトーン（例えば、正弦波波形）と関連付けられうるため、質量の移動の振幅は、所与の電力について、他の周波数よりも共振周波数でより大きい。したがって、振動装置４００をその共振周波数で動作させることで、より強い振動信号が生成され、振動要素４２３および／またはサスペンション要素４２０の特性を選択して、特定の共振周波数を達成することができる。

【００４９】

生成された振動信号に影響を与えうる、および／または決定しうる他の要因には、例えば、駆動力の機構（例えば、機械的、磁気的）、振動要素の移動の容易さ（例えば、移動における摩擦のなさ）、標的領域ＴＡの場所（例えば、乳様突起骨、頬骨、対象者の額近くの頭蓋骨）、エネルギー散逸の二次経路または三次経路の低減（例えば、軸外移動、熱、摩擦）、外力に対する移動方向（例えば、使用中の圧力、重力）、様々な条件下での対象者による使用の容易さに関する要件（例えば、対象者の運動性、気が散るレベルに対する制限）が挙げられる。

【００５０】

振動要素４２３は、振動装置４００の軸（例えば、本体４１０の長手方向軸）に沿って、またはその周りで振動移動を生成するべく駆動できるように構成することができ、移動は、前庭状態を治療するための適切な特性（例えば、周波数、振幅、力レベルなど）を有する振動信号を生成する。振動装置４００は、一部の実施形態では、例えば、磁場などの適切な駆動力を使用して軸に沿って移動するよう駆動されうる磁石として実装される振動要素４２３を含む、電気機械変換器であってもよい。こうした実施形態に関するさらなる詳細について、図６～９Ｃを参照して以下に説明する。

【００５１】

低周波数振動信号を生成する別の方法は、超音波信号を調節することである。一部の実施形態では、振動装置４００は、電気信号によって駆動され、超音波周波数範囲で振動を生成する圧電変換器であってもよい。このより高い周波数での圧電変換器の振動は、音響放射圧を生成しうる。駆動電気信号は、より低い周波数でオン／オフに印加される圧電変換器からの圧力がより低い周波数で対応する振動信号を生成するように、２００Ｈｚ（例えば、６０Ｈｚ）未満のより低い周波数でクロックのオン／オフ切り替えができる。圧電変換器の使用は、圧電変換器は典型的に他のタイプの電気機械変換器よりも小さく軽量なため、振動装置４００のサイズおよび重量を低減することができる。

【００５２】

振動装置４００が配置される場所、振動装置４００の寸法制限、および／または振動装置４００の構成または形状に応じて、振動装置４００の特定の構成要素は、前庭状態を治療するために治療的に有効なレベルの振動信号を提供するように選択できる。一つの振動要素４２３が図５に図示されているが、当業者であれば、振動装置４００は、一緒におよび／または独立して動作して、前庭状態を治療するための振動信号を生成することができる

、一つ以上の追加的な振動要素を含みうることを理解するであろう。

【００５３】

他の振動装置またはシステムと同様に、振動装置４００を、一連の共振周波数と関連付けることができる。一部の実施形態では、振動要素４２３は、振動装置４００に関連付けられる最低共振周波数で生成された振動信号の電力量が、振動装置４００に関連付けられる残りの共振周波数（例えば、より高い共振周波数）における振動信号の電力量よりも大きいように、駆動力に応答して移動するように構成されてもよい。例えば、振動装置は、約１０Ｈｚ～約２００Ｈｚ、約１０Ｈｚ～約１５０Ｈｚ、約１０Ｈｚ～約１００Ｈｚ、約１０Ｈｚおよび約８０Ｈｚ、約３０Ｈｚ～約８０Ｈｚ、または約５０Ｈｚ～約７０Ｈｚの最低共振周波数を有し、その間の他の値および部分範囲を含むように構成されてもよい。一部の実施形態では、これらの範囲において最低共振周波数で生成される振動信号は、他の共振周波数で生成されうる振動信号よりも大きな電力量を有してもよい。一部の実施形態では、振動要素４２３、サスペンション要素４２０、および／または振動装置４００のその他の要素は、振動装置４００が２００Ｈｚ未満の最低基本周波数で振動するように選択することができる。

【００５４】

一部の実施形態では、振動要素４２３は、第一の軸（例えば、ｚ方向の軸）に沿って第一の共振周波数で振動し、また第二の軸（例えば、ｘ－ｙ平面の軸）に沿って第二の共振周波数でも振動することができる。第二の軸に沿った振動を低減するために、振動要素４２３、サスペンション要素４２０、および／または振動装置４００のその他の要素を、第一の共振周波数が第二の共振周波数の高調波ではないように選択することができ、その逆もでき（例えば、第一の共振周波数は第二の共振周波数から数ヘルツ分オフセットされた、および／または第二の共振周波数の高調波である）、第二の軸に沿った振動が、振動装置４００が第一の共振周波数で刺激される時に減少されうるように、選択することができる。第二の軸に沿った振動は、例えば、振動装置４００の構成要素および／または可聴音の間の内部衝突につながることがある。

【００５５】

振動装置４００は、対象者の頭部上の異なる領域に配置されうる。図１６は、ヒトの頭蓋骨を描写し、本明細書で開示される前庭状態を治療するための治療用振動信号を印加するために振動装置４００が位置付けられうる頭蓋骨のいくつかの例示的な領域を示す。例えば、図１６に示すように、振動装置４００は、一部の例では、対象者の頭蓋骨の乳様突起骨１５０２の上に配置することができる。図１６では左乳様突起骨１５０２が特定されているが、当業者であれば、振動装置４００が対象者の左乳様突起骨または右乳様突起骨の上に配置されうることを理解するであろう。他の例では、振動装置４００は、本明細書で開示された前庭および他の状態を治療するために、頭部の後ろの一部分（例えば、後頭骨１５０１の左、右、または中央部分）の上に、または額の一部分（例えば、前頭骨１５０４の左、右、または中央部分）の上に配置されて、振動信号を伝達することができる。振動装置４００が配置された領域（例えば、装置からの振動が縫合線１５０３を横切る必要があるかどうかに関係なく、前庭系への近接さ）に応じて、状態を治療するための治療的に有効なレベルの振動が前庭系に伝達されるように、振動信号の力レベルが調整されてもよい。

【００５６】

振動装置４００が、乳様突起骨（例えば、図１６に示す乳様突起骨１５０２）に被さって位置付けられる時、振動装置４００は、２００Ｈｚ未満（例えば、約１０Ｈｚ、約３０Ｈｚ、約５０Ｈｚ、約７０Ｈｚ、約１００Ｈｚ、約１５０Ｈｚであり、およびその間のすべての値と部分範囲）の共振周波数、および、８７～１０１ｄＢ　ｒｅ　１　ｄｙｎｅ（または約９０～１００ｄＢ　ｒｅ　１　ｄｙｎｅ）の間の力レベルを有する、前庭系の状態を治療するための治療的に有効な振動信号（すなわち、治療的に有効な振動信号）を印加することができる。振動装置４００が、乳様突起骨よりも対象者の前庭系からさらに離れた、対象者の頭部の異なる領域に被さって位置付けられる（例えば、図１６に示す頬骨１

５０５、または前頭骨１５０４または後頭骨１５０１）場合、次いで、振動装置４００は、振動信号が、乳様突起骨の上の領域（例えば、図１６に示す１５０２）に印加される治療的に有効な振動信号と同等の様式で前庭系の一部分に影響を与えることができるように、より大きな力レベルを有する振動信号を生成することができる。例えば、振動装置４００が対象者の前頭骨（例えば、図１６の前頭骨１５０４）の上に配置される場合、振動装置４００は、乳様突起骨に被さる領域に印加される治療的に有効な振動信号の力レベルよりも高い力レベル（例えば、最大１４ｄＢ　ｒｅ　１　ｄｙｎｅ以上）を有する振動信号を生成することができる。

【００５７】

本明細書に記載する実施形態では、力レベルは、骨伝導の「ラウドネス」の単位を表し、振動の振幅の増加、振動の周波数、およびシステムの質量（例えば、振動装置）に伴い増加することができる。周波数と組み合わせた力レベルは、治療的に有効な様式で前庭系を刺激することができるインパルス（運動量の変化）を生成する。運動量は力に正比例し、周波数に反比例する。したがって、例えば２００Ｈｚ超の高い周波数では、前庭系を刺激するのに十分なインパルスを生成するのに必要な力も増加しなければならない。従来の骨伝導装置（例えば、骨伝導スピーカー）は、約２５０Ｈｚの周波数の振動を生成するように設計されており、それゆえ、このような装置が、治療的に有効な振動を生成することができるには、望ましくないほどに大きな音を生じうる高い力レベルの振動を生成する必要がある。従来の骨伝導システムの大半は、このような高い力レベルに達するまでに過熱して故障してしまう。本明細書に記載されるシステムおよび装置では、振動装置（例えば、骨伝導装置）によって印加される周波数は低い（例えば、２００Ｈｚ未満）ため、治療的に有効な振動を生成することができる。本明細書に記載されるシステムおよび装置は、知覚可能なレベルの可聴音および／またはコツコツという音の感覚の生成を回避するが、これらは両方とも、ユーザーにとって望ましくなく、気を散らせるものでありうる。

【００５８】

振動装置４００のサスペンション要素４２０は、本体４１０に収容され、振動要素４２３と相互作用する、一つ以上の構成要素を含みうる。一部の実施形態では、サスペンション要素４２０および／または振動要素４２３は、互いを収容するための適応を伴いつつ構成することができる。例えば、サスペンション要素４２０は、振動要素４２３に画定される開口部を通って延在できる構成要素を含みうる。

【００５９】

一部の実施形態では、サスペンション要素４２０は、本体４１０のチャンバー内に収容されてもよく、一部の例では、潤滑剤などの流体内に配置されてもよい。サスペンション要素４２０は、振動要素４２３上に力を加え、駆動信号の印加によって移動するよう駆動されるまで、均衡位置に振動要素４２３を懸架、保持、または支持するように構成することができる。例えば、サスペンション要素４２０は、振動要素４２３（例えば、磁石）に結合されたばねであってもよい。別の方法としてまたは追加的に、サスペンション要素４２０は、振動要素４２３（例えば、別の磁石）と共に配置された一対の磁石を含み、それぞれが、振動要素４２３の間の作用する力（例えば、対抗するまたは反発する磁力）の効力によって、振動要素４２３を均衡位置に集合的に保持するために、反対方向（例えば、対抗するまたは反発する磁力）で振動要素４２３に力を加えることができる。こうした実施形態では、駆動力（例えば、特定の大きさを持つ印加された磁場、かつ特定の方向に沿って作用する）は、振動要素４２３（例えば、均衡位置にある磁石）を誘導して一対の磁石の間で移動させることができる。他の実施形態では、サスペンション要素４２０は、弾性材料または流体であってもよい。一つのサスペンション要素４２０が図５に図示されているが、当業者であれば、複数のサスペンション要素４２０を使用して、振動要素４２３を支持および／または懸架できることを理解するであろう。複数のサスペンション要素４２０は、一つ以上の異なるタイプのサスペンション要素（例えば、磁石、ばね、弾性材料など）を含んでもよい。

【００６０】

振動装置４００の駆動回路４４０は、電気信号を生成できる一つ以上の適切な構成要素を含みうる。電気信号は、軸に沿った振動要素４２３の移動を誘導して治療用振動信号を生成するように力を生成させることができる。駆動回路４４０は、一部の実施形態では、制御ユニット（図４Ａおよび４Ｂの制御ユニット３６０など）からの電気信号を受信することができる。一部の他の実施形態では、駆動回路４４０自体は、電気信号を生成できるオンボードユニットを含みうる。

【００６１】

駆動回路４４０によって生成または受信され、振動要素４２３の移動を誘導するために使用される電気信号は、特定の周波数および力レベルを有する振動信号を生成するのに好適な特性を有することができる。例えば、電気信号は、振動要素４２３に、一つ以上の特定の前庭状態を治療するための特定の周波数範囲（例えば、２００Ｈｚ未満）を有する振動信号を生成させるように選択することができる。一部の実施形態では、制御ユニット（例えば、制御ユニット３６０）は、電気信号が振動装置４００を上述したような共振周波数でセンサ４１６により振動させるまで、電気信号の周波数を変えることができる。

【００６２】

一部の実施形態では、駆動回路４４０は、電気信号を生成するためのオンボード信号発生装置、信号を増幅するためのアンプ、および振動要素４２３を移動させる適切な手段へと電気信号を変換する一つ以上の要素を含むことができる。例えば、駆動回路４４０は、振動要素４２３を移動させる磁場を生成できる一つ以上のコイルを含むことができる。

【００６３】

振動装置４００の伝達インターフェース４３０は、振動信号が前庭系ＶＳの下の骨構造ＢＳを介して伝達されるように、振動要素４２３によって生成された振動信号を対象者の標的領域ＴＡに伝達するように構成することができる。伝達インターフェース４３０は、伝達インターフェースが、治療用振動信号の伝達のための使用期間中に係合し、および／または接触を維持できるように、ユーザーの標的領域ＴＡの構造および／または形状に合わせて、および／または適合することができる。一部の実施形態では、伝達インターフェース４３０は、例えば、前庭状態を軽減するための振動装置４００の使用中に、ユーザーにとっての快適さおよび使いやすさを考慮して構成することができる。伝達インターフェース４３０はさらに、熱の生成および蓄積、可聴雑音の生成、空気循環の欠如、標的領域ＴＡに対する圧力の印加など、望ましくない二次的効果を低減するように構成されてもよい。例えば、伝達インターフェース４３０は、標的領域の輪郭（例えば、乳様突起を覆う耳の後ろの領域）に適応するのを補助できる、形状記憶性材料の層を含むことができる。形状記憶性材料はまた、放熱、可聴雑音の減衰、空気循環の促進、ヘッドバンドなどの支持要素からの圧力による不快感の最小化なども助けうる。

【００６４】

図６は、一実施形態に従った例示的な振動装置５００の略図である。振動装置５００は、管５２６およびエンドキャップ５２５ａ、５２５ｂを含む本体（またはハウジング）５１０を含む。一部の実施形態では、振動装置５００の本体５１０は、チャンバーを画定することができる。本体５１０は、磁石５２３として実装された振動要素、および磁石５２０ａ、５２０ｂとして実装されたサスペンション要素を収容する。図６の切取図に示すように、サスペンション要素は磁石５２０ａ、５２０ｂを含み、振動要素５２３は磁石５２３を含む。磁石５２０、５２０ｂは、図６に示すように、磁石５２３に反発力を行使することでサスペンション要素として機能して、均衡位置で磁石５２３を懸架する。例えば、磁石５２０ａは、第一の磁石５２３上に第一の方向に力を印加するように構成されてもよく、磁石５２０ｂは、第一の磁石５２３上に第二の方向（例えば、第一の方向とは１８０度離れた第二の方向）に、力（例えば、第二の磁石５２０ａが磁石５２３に加える力と同等の力）を加えるように構成することができる。このようにして、第一の磁石５２３は、第二の磁石５２０ａと第三の磁石５２０ｂが本体５１０内の位置（例えば、均衡位置）で集合的に第一の磁石５２３を懸架するように、本体５１０（例えば、チャンバー）内の第二の磁石５２０ａおよび第三の磁石５２０ｂの間に配置することができる。

【００６５】
磁石５２３は、移動（例えば、前後振動または振動）して振動信号を生成するように構成された振動要素として作用する。振動要素５２３を、振動要素５２３が均衡位置の周りで振動できるように、本体５１０内（例えば、チャンバー）内でサスペンション要素５２０ａ、５２５ｂによって集合的に懸架することができる。
【００６６】
一部の実施形態では、振動装置５００は、長手方向軸を有する細長い部材を含むことができる。細長い部材は、振動要素５２３が細長い部材の長手方向軸に沿って振動するように構成できるように、振動要素５２３の開口部を通って延在するように構成することができる。細長い部材は、長手方向軸以外の任意の軸に沿って振動要素５２３の前後振動または振動を低減するようにさらに構成することができる。図６に示すように、振動装置５００は、エンドキャップ５２５ａ、５２５ｂに固定されうるピン５２１の形態の細長い部材をさらに含む。ピン５２１は、振動装置５００のエンドキャップ５２５ａ、５２５ｂに画定される開口部５２２ａ、５２２ｂ、磁石５２０ａ、５２０ｂに画定される開口部、および磁石５２３に画定される開口部を通過する。ピン５２１は、磁石５２３の移動（例えば、ピン５２１の長手方向軸に沿った）のための軸を提供する。振動装置５００は、電気信号を使用して振動装置を駆動できる磁場を生成するように構成されたコイル５２４を含む駆動回路をさらに含む。振動装置５００は、磁石５２３に画定される開口部に嵌合するように構成されたブッシング５２２ｃを含み、ピン５２１と磁石５２３との間を接合するように構成され、ピン５２１上での磁石５２３の滑らかな移動を可能にする。
【００６７】
動作中、振動装置５００は、正弦波または別のタイプの信号波形を含む電気信号を使用して、低周波数（例えば、２００Ｈｚ未満）で駆動される。コイル５２４は、誘導された電流で磁場を生成するように動作可能である。磁場は次に、磁石５２３に磁力を加える。磁力は、磁石５２３に印加される時、図６に矢印「Ａ」で示す軸に沿って磁石５２３を移動させる。磁石５２３は、磁場ベクトルの方向に応じて示される方向のいずれかに移動するように構成される。
【００６８】
サスペンション要素を形成する磁石５２０ａおよび５２０ｂは、それぞれが、一定の磁場を生成し、そのそれぞれが磁石５２３に印加される（すなわち、磁石５２０ａの北側は磁石５２３の北側に面し、磁石５２０ｂの南側は磁石５２３の南側に面する）。したがって、磁石５２０ａ、５２０ｂは、磁石５２３上に反発力を印加する。磁石５２０ａ、５２０ｂによって生成される反発力は、磁石５２３が均衡位置の周りで前後振動し、一つ以上の振動信号を生成するように、均衡位置に磁石５２３を懸架するように動作可能である。電気信号は、磁石５２３を、軸Ａに沿って前後振動または移動させるが、これはピン５２１の長手方向軸と同一であってもよく、または実質的に対応してもよい。
【００６９】
一部の実施形態では、システムの効率に影響を与え、二次振動信号（例えば、ブンブンという音）を引き起こす望ましくない摩擦を増加させうる、磁石５２０ａ、５２０ｂおよび５２３が軸Ａに沿った方向以外の方向への前後振動または移動が起きないようにするために、磁石５２３の移動がピン５２１によって制限されるように、振動装置５００を構成することができる。一部の実施形態では、磁石５２０ａ、５２０ｂの各々は、接着剤、エポキシ、または別の形態の接着剤を用いて、振動装置５００のエンドキャップ５２５ａ、５２５ｂに固定することができる。磁石５２３は、ピン５２６の周りにブッシング５２２ｃの界面と嵌合することができ、それによって、軸Ａに沿わない任意の移動を制限する一方で、磁石５２３がピン５２１を滑らかに移動することを可能にする。接着剤、エポキシ、または任意の他の形態の接着剤も、ピン５２１をエンドキャップ５２５ａ、５２５ｂに開口部または穴５２２ａ、５２２ｂを通して固定するために使用されうる。
【００７０】
一部の実施形態では、管５２６は、磁石５２３と管５２６の内表面との間の潜在的な摩擦

を減少させるように構成された潤滑剤（例えば、鉄流体）または低摩擦材料（例えば、ポリテトラフルオロエチレン）をその内表面上に含有および／または含んでもよい。摩擦の低減を、振動装置５００のより静かな動作を確保するために構成することができる（例えば、接触による潜在的な摩擦によって生成される雑音が少ない）。また、こうした潤滑剤は、ブッシング５２２ｃとピン５２１の間の摩擦を低減するために使用されてもよい。

【００７１】

一部の実施形態では、管５２６および／またはエンドキャップ５２５ａ、５２５ｂの外表面は、吸音材料で覆うことができる。さらに、一部の実施形態では、エンドキャップ５２５ａ、５２５ｂのうちの一つ以上は、摩擦低減材料（例えば、滑らかな材料）、または衝撃吸収材料または例えば、コルクなどのパッド材料で覆われてもよく、その結果、そのエンドキャップがユーザーの皮膚または本体と接触する時、エンドキャップ５２５ａ、５２５ｂがそのような材料で覆われていない場合よりも接触部の研磨性がより低い。さらに、一部の実施形態では、エンドキャップ５２５ａ、５２５ｂのうちの一つ以上は、そのエンドキャップの表面積を増加させる構造に取り付けられてもよく、その結果、そのエンドキャップがユーザーの皮膚または身体と接触する時、接触はより大きな領域にわたって広がり、エンドキャップによる皮膚または身体への圧力を減少させる。

【００７２】

磁石５２０ａ、５２０ｂは、振動装置５００内のサスペンション要素を形成するために使用できる弾性物体の一例であることが理解されるべきである。その他の実施形態では、磁石５２０ａ、５２０ｂは、他の弾性物体（例えば、ばね、弾性ポリマー）によって置き換えられてもよい。

【００７３】

図７Ａは、ばねをサスペンション要素として含む、振動装置６００の実施形態を示す。振動装置６００は、上述した図６に示す振動装置５００と類似していてもよい。例えば、振動装置６００は、管６２６（例えば、ナイロン管）およびエンドキャップ６２５ａ、６２５ｂを含むハウジング６１０を含むことができる。振動装置６００は、振動要素を形成する磁石６２３と、本明細書で開示された前庭状態を治療するために使用される振動信号を生成する磁石６２３の移動を駆動するためのコイル６２４を含む駆動回路をさらに含むことができる。

【００７４】

図７Ａの断面図に示すように、振動装置６００は、図６に示す振動装置５００の磁石５２０ａ、５２０ｂの代わりに、ばね６２０ａ、６２０ｂとして実装されたサスペンション要素を含むことができる。磁石６２３は、電気信号によって通電された時に、磁石６２３が均衡位置の周りを振動できるように、ハウジング６１０（例えば、チャンバー内）内のばね６２０ａ、６２０ｂによって集合的に懸架することができる。

【００７５】

振動装置５００を参照して上述したように、一部の実施形態では、振動装置６００は、長手方向軸を有する細長い部材を含むことができる。細長い部材は、磁石６２３が細長い部材の長手方向軸に沿って振動するよう構成されうるように、振動要素の磁石６２３の開口部を通って延在するように構成することができる。細長い部材は、長手方向軸以外の任意の軸に沿った磁石６２３の前後振動または振動を低減するようにさらに構成することができる。

【００７６】

ばね６２０ａ、６２０ｂは、細長い部材、エンドキャップ６２５ａ、６２５ｂの空洞、および／または硬質および／または可撓性の構造（例えば、ピン、発泡剤、ゴム、または任意の別の材料）などのエンドキャップから延在するその他の適切な構造（図７Ａに図示せず）によって支持されてもよい。ばね６２０ａ、６２０ｂは、軸（例えば、長手方向軸）に沿って膨張および圧縮するように構成されてもよく、また、ばね６２０ａ、６２０ｂに取り付けられた磁石６２３は、同じ軸に沿って前後振動または振動して治療用振動信号を生成するように構成することができる。サスペンション要素を形成する弾性物体として使

用されるばねは、接着剤、エポキシ、または任意の形態の接着剤を使用して、振動装置６００の他の部分に（例えば、磁石６２３、管６２６、および／またはエンドキャップ６２５ａ、６２５ｂに）固定されうる。ばね６２０ａ、６２０ｂは、ばねの軸（例えば、長手方向軸）以外の任意の軸に沿った磁石の前後振動を減少させるように構成することができる。

【００７７】

ばね６２０ａ、６２０ｂは、任意の適切な材料（例えば、ステンレス鋼）であってもよく、ばね定数ｋに対して特定の剛性を有するように選択されてもよく、それにより、電気信号によって駆動される時に矢印「Ｂ」によって示される軸に沿った磁石６２３の移動を可能にする。ばね６２０ａ、６２０ｂは、磁石６２３およびハウジング６１０の一部に取り付けられるように構成することができる。例えば、各ばね（６２０ａおよび６２０ｂ）は、ハウジング６１０の一部分に取り付けられうる第一の端部と、磁石６２３に取り付けられる第二の端部とを有しうる。このようにして、ばねは磁石に力を加え、磁石をチャンバー内の位置に懸架するように構成することができる。例えば、ばね６２０ａおよび６２０ｂはそれぞれ、磁石６２３の移動に伴い、一つのばね（例えば、６２０ａ）が膨張するにつれて他方のばね（例えば、６２０ｂ）が収縮するように、またその逆で、反対方向に等価の力を行使することができ、その結果、磁石６２３が軸（例えば、ばねの長手方向軸）に沿って前後振動または振動し、磁石６２３の移動が懸架位置（例えば、均衡位置）の周りで生じるように構成することができる。振動装置６００は、ばね６２０ａ、６２０ｂおよび磁石６２３の間のそれぞれの結合点として、一つ以上の接着ポケット６３２、６３４を含むことができる。

【００７８】

一部の実施形態では、ばね６２０ａ、６２０ｂは、磁石６２３と管６２６の内表面との間の接触を防止するように動作可能である。振動装置５００を参照して上述したように、振動装置６００の管６２６は、磁石６２３の移動中に、磁石６２３と管６２６の内表面との間の任意の接触からの潜在的な摩擦を低減するために、潤滑剤（例えば、鉄流体）または低摩擦材料（例えば、ポリテトラフルオロエチレン）を内表面に含有および／または含むことができる。一部の実施形態では、ロッドまたはピン（図７Ａに図示せず）およびブッシング（図７Ａに図示せず）は、軸Ｂに沿った方向以外の方向への磁石６２３の移動をさらに制限するために含まれてもよい。

【００７９】

図７Ｂは、治療用振動信号を伝達するための伝達インターフェース６３０に取り付けられた、図７Ａの振動装置６００の切断図を示す。前述のように、磁石６２３は、ばね６２０ａ、６２０ｂによって懸架される振動要素として作用する。伝達インターフェース６３０は、振動装置６００から対象者の身体に振動信号を伝達するよう構成された形状記憶性パッドであってもよい。磁石およびばねは、サスペンション要素の例として提供されているが、当業者であれば、磁石および／またはばねの代わりに、および／または追加して、他のタイプの弾性物体が使用されうることを理解するであろう。

【００８０】

本明細書に開示される振動装置（例えば、振動装置４００、５００、６００、７００）は、高いＱ値を有することができる（例えば、狭い周波数範囲においてより大きな振幅で前後振動できる）。一部の実施形態では、振動装置は、５０～７０Ｈｚの周波数などの最低の基本周波数で動作可能であり、低電力量がより上位かつより可聴な共振周波数に向けられる。

【００８１】

図８は、一実施形態による振動装置７００の断面図を示す。振動装置７００は、振動装置５００、６００と類似していてもよい。例えば、振動装置７００は、ハウジング７１０、磁石７２３として実装された振動要素、ばね７２０として実装されたサスペンション要素、および、磁石７２３の移動を駆動して本明細書で開示される前庭状態を治療するために使用される振動信号を生成するコイル７２４を含む駆動回路を含むことができる。磁石７

２３は、駆動回路によって伝達される電気信号によって通電された時に、磁石７２３が均衡位置の周りを振動できるように、ハウジング７１０（例えば、チャンバー内）内のばね７２０によって懸架することができる。

【００８２】

一部の実施形態では、ばね７２０のばね定数を低減し、それによって振動装置７００の共振周波数に影響を与えるために、ばね７２０の長さを延長することができ、これがより低い周波数の生成を可能にする。振動装置７００のサイズを変更することなくばねの長さを変更するために、ばね７２０は、磁石７２３によって画定される開口部７２３ａを通過するように構成することができる。図８に示すように、ばね７２０は、取付プレート７２８に取り付けられ、磁石７２３の近傍に取り付けるのではなく、磁石７２３の向こう側に接着することができる。このようにして、ばね７２０の長さを磁石７２３の厚さと等しいかまたは実質的に等しい長さに増加できる一方で、振動装置７００の長さは同じままであってもよい。一部の実施形態では、取付プレート７２８を有する代替として、磁石７２３は、その長さの一部分（例えば、その長さの約９５％）を通って延在する開口部を有してもよく、ばね７２０は、開口部を通って延在し、ばね７２０が取付プレート７２８に取り付ける方法と同様に、磁石７２３の遠端に取り付けられてもよい。

【００８３】

図７Ｂに描写した振動装置６００と同様に、図８に示す振動装置７００もまた、振動信号を対象者の前庭系に伝達するために、伝達インターフェース（例えば、伝達インターフェース７３０）に取り付けることができる。伝達インターフェース７３０は、標的領域の表面に適合し、振動装置７００と標的領域との間の接触面として作用して、振動信号を効果的に伝達するために、形状記憶性パッドなどのパッド材料を含むことができる。

【００８４】

図８に示すように、振動装置の一部の実施形態は、振動装置７００を起動するための信号を生成するための回路を含む集積回路７０６を含むことができる。集積回路７０６は、他の構成要素（例えば、マイクロコントローラなどの制御ユニット３６０）に接続するために、一つ以上のリードまたは接続点７０８（例えば、リード線）を含むことができる。集積回路７０６はまた、センサ７９０を含んでもよく、かつ／またはセンサ７９０に結合されてもよい。

【００８５】

振動装置７００は、高いＱ値を有しうる。動作中、振動装置７００を起動するために使用される信号の周波数は、振動装置７００が共振周波数で動作して、所与の電源入力に対する前後振動の振幅を増加させるように選択されうる。一実施形態では、センサ７９０は、磁場変動を監視するように構成されるホール効果センサを含むことができる。力レベルおよび／または周波数を変えることができる信号源（例えば、信号発生装置３７０および／またはアンプ３８０）から振動装置７００に供給される電気信号の周波数が、振動装置７００の共振周波数と合致する場合、磁石７２３は、他の周波数よりもさらに（例えば、より大きな振幅で前後振動または振動する）移動することができる。したがって、磁石７２３の前後振動によって引き起こされる磁場変動は、電気信号の周波数が振動装置７００の共振周波数と合致する時に増加しうる。この相対変動は、ホール効果センサを使用して監視することができる。

【００８６】

より詳細には、マイクロコントローラまたはマイクロプロセッサ（例えば、制御ユニット３６０）は、ホール効果センサから信号を受信し、センサ読取値に基づき振動装置７００に給電するために使用される電気信号の周波数を調整するように動作可能であってもよい。例えば、マイクロコントローラは、設定された周波数範囲（例えば、５０～６５Ｈｚ）をスキャンし、最も高いレベルの磁場変動を生成する電気信号の周波数を選択するよう動作可能であってもよい。このプロセスは、「チューニング」と呼ばれる場合がある。その後、センサ７９０とマイクロコントローラの組み合わせは、装置の電源投入のたびにその効率を維持するために、振動装置７００に供給される電気信号の周波数をチューニングし

続けてもよい。さらに、電気信号の周波数が選択された後、周波数は、温度、摩耗、または振動装置７００の構成要素の特性（例えば、ばね７２０）の経時的な変化を起こしうる他の変数によって、時間の経過とともにピーク効率に関連する電気信号の周波数が変化するかどうかを判定するために、選択された周波数の周りで修正されてもよい。

【００８７】

一部の実施形態では、センサ７９０は、最大効率を提供する共振周波数を選択できるように情報（例えば、電流、電圧、加速度など）を測定するために、センサ３９０に類似した、電流計、電圧計、加速度計、または何らかの他のタイプのセンサを含むことができる。

【００８８】

集積回路７０６は、振動装置７００のサイズをさらに減少させるエンドキャップとして機能することができる。伝達インターフェース７３０は、骨を介して前庭系に伝達されうるように、例えば、ユーザーの皮膚表面に適合し、振動装置７００から身体に振動信号を伝達できる構造として機能する動作可能な発泡性パッドであってもよい。伝達インターフェース７３０は、良好な結合により振動信号を頭部に効率的に伝達できるように構成されてもよい。

【００８９】

一部の実施形態では、可聴音（すなわち、雑音、ブンブンという音）を避けるために、振動装置７００は、内部構造間の摩擦および／または接触を低減するように構成されてもよい。例えば、磁石７２３、コイル７２４、ハウジング７１０などは、様々な構成要素間の接触を低減しつつ構成要素の自然な揺れや揺動を可能にするために、互いに十分な公差をもって位置付けられてもよい。

【００９０】

振動装置６００の磁石６２３と同様に、磁石７２３はまた、軸Ｃに沿っていない方向にも揺動する場合があり、これが磁石７２３を振動装置７００の内面に接触させる原因となりうる。この接触は、可聴音を鳴らし、および／または振動装置７００の効率を低減させうる。一部のこうした実施形態では、その特性が、軸共振周波数を、揺動共振周波数またはその任意の高調波と同じではなくする、ばね７２０および磁石７２３を選択することによって、ノイズは最小化されうる。次いで、揺動共振周波数ではなく軸共振周波数に対応する周波数で、振動装置７００を動作させることで、磁石７２３と振動装置７００の他の構成要素との間の揺動および意図しない接触を低減しうる。

【００９１】

振動装置７００による機械的振動信号の出力レベルを調整するために、振動装置７００への電気信号入力の電圧を増加させてもよい。代替的または追加的に、振動信号の出力レベルを調整するために、電気信号の周波数を共振周波数に調整してもよい。

【００９２】

図９Ａは、振動装置（例えば、上述した装置７００のばね７２０）のサスペンション要素として作用しうるばね８２０の斜視図を示す。ばねの配向は、二次方向への磁石（例えば、磁石７２３）の揺動、振れ、または望ましくない移動の量を低減しうる。図９Ｂおよび９Ｃ（ばね８２０の二つの端の図を提示する）に示すように、ばね８２０は、ばね８２０の第一の端８２０ａが０°位置で始まり、ばね８２０の第二の端８２０ｂが１８０°位置で終わるように配向されてもよい。他の実施形態では、ばね８２０は、振動装置に対する重力の影響（例えば、重力の方向に対するばね８２０の配向）に応じて、例えば、９０°、２７０°など、他の角度間隔であり、かつ終了することができる。一部の実施形態では、ばね８２０の配向は、例えば、加速度計またはホール効果センサなどのセンサの配置に基づいて選択することができる。

【００９３】

図１０～１５は、様々な支持要素に含まれ、かつ／または様々な支持要素に組み込まれうる振動装置の様々な実施形態の図である。一つまたは二つの振動装置がこれらの図に描写されうるが、当業者であれば、任意の数の振動装置を様々な実施形態に含めることができることを認識するはずである。複数の振動装置の場合、各装置からの振動信号の力レベル

は、振動信号の複合効果を、前庭状態を治療するための治療有効レベルとすることができるため、低減することができる。

【００９４】

図１０は、対象者のヘッドＨＤ上で着用されるヘッドバンド９１８に組み込まれた本体９１０を有する振動装置９００を示す。振動装置９００は、上述の制御ユニット３６０と同様に、制御ユニット９０６を含む。ヘッドバンド９１８は、弾性材料、面ファスナー材料、金属材料、またはプラスチック材料、またはヘッドバンド９１８が対象者の頭部ＨＤ上に振動装置９００を保持して、骨を介して前庭系に伝導されうる振動信号を効果的に送達することを可能にする他の材料から作製されうる。振動装置９００は、制御ユニット９０６および／または振動装置９００のその他の構成要素に給電するためのオンボード電源（例えば、電池）を含んでもよく、またはヘッドバンド９１８から分離した電源（例えば、バッテリーパック）にワイヤを介して取り付けてもよい。制御ユニット９０６は、本明細書に開示される前庭またはその他の状態を治療するために振動信号を生成するために必要な電気駆動回路を含みうる。代替的に、こうした回路および電源は、振動装置９００に動作可能に接続されてもよい。一部の実施形態では、ヘッドバンド９１８は、ヘッドランプまたは他の適切なヘッドギアなどの追加の装置を組み込んで、対象者の様々なニーズを満たしてもよい。

【００９５】

図１１は、一実施形態による、ヘッドフォン１００２の形態で支持要素に組み込まれる振動装置１０００ａ、１０００ｂの使用を示す。ヘッドフォン１００２は、オーディオスピーカー１００３ａ、１００３ｂおよびオーディオスピーカー１００３ａ、１００３ｂを接続する細長い部分１０１８（例えば、バンド）を含みうる。一部の実施形態では、ヘッドフォン１００２は、イヤーマフなどの受動的ノイズリダクションデバイスでもよく、オーディオスピーカーなどの構成要素を含まない。振動装置１０００ａ、１０００ｂは、本明細書に記載される任意の他の振動装置（例えば、振動装置３００、４００、５００、６００、７００、８００）と類似したものでもよい。ヘッドフォン１００２は、振動装置１０００ａ、１０００ｂによって生成される振動によって引き起こされる可聴音のレベルを低減するために使用できるが、前庭系（例えば、振動装置１０００ａ、１０００ｂによって生成される振動信号の結果としての骨を介して）に伝導される他の振動をキャンセルしないノイズキャンセリング回路を含みうる。例えば、システム１００２は、振動装置１０００ａ、１０００ｂ（例えば、１８０度位相差で）によって生成される可聴信号と位相外れしている信号（または信号）を生成するノイズキャンセリング回路を含みうる。このような位相外れ信号は、対象者の前庭系によって検出されるこうした可聴信号の信号レベルを低減して、対象者に可聴音が聴こえなくしうるように作用する。

【００９６】

ヘッドフォン１００２と併用される場合、振動装置１０００ａ、１０００ｂは、オーディオスピーカー１００３ａ、１００３ｂが耳の上に位置付けられる時、振動装置１０００ａ、１０００ｂが乳突骨の上にかぶさる位置となるように、オーディオスピーカー１００３ａ、１００３ｂに隣接して配置されうる。代替的または追加的に、一部の実施形態では、一つ以上の振動装置１０００ａ、１０００ｂは、ヘッドフォン１００２の装飾的な形状または輪郭が影響を受けないように、スピーカー１００３ａ、１００３ｂと同じ場所に位置しうるヘッドフォン１００２のイヤーカップに組み込まれてもよい。

【００９７】

代替的または追加的に、一部の実施形態では、振動装置１０００ａ、１０００ｂ（または図示されていない追加の振動装置）のうちの一つ以上は、ヘッドバンド１０１８に沿って配置されてもよく、またはヘッドフォン１００２の一部分から延びてもよい。代替的または追加的に、一部の他の実施形態では、振動装置１０００ａ、１０００ｂ（または図示されていない追加の振動装置）のうちの一つ以上は、ユーザーが、振動装置１０００ａ、１０００ｂのないヘッドフォンを持つか、または振動装置１０００ａ、１０００ｂを有するヘッドフォンを持つかを選択できるように、ヘッドフォン１００２に着脱するアタッチメ

ントに組み込まれてもよい。
【００９８】
図１２は、ピロー１１１０（例えば、旅行用ピロー、クッションなど）に組み込まれうるか、またはそれらに接続されうる振動装置１１００ａ、１１００ｂのさらに別の実施形態を示す。ピロー１１１０上の振動装置１１００ａ、１１００ｂの位置は、対象者が頭をピロー１１１０上に置いた時、振動装置１１００ａ、１１００ｂが、例えば、対象者の乳突骨を覆うように構成されてもよい。他の実施形態では、振動装置１１００ａ、１１００ｂは、対象者の頭部の他の領域を覆うように位置付けられうる。
【００９９】
図１３は、シート１２１０（例えば、カーシート、子供用補助椅子、オフィスチェアなど）に組み込まれてもよく、またはシート１２１０に接続されてもよい振動装置１２００のさらに別の実施形態を示す。シート１２１０および振動装置１２００は、例えば、対象者の頭部がシートヘッドレスト１２１２にあたるとき、振動装置１２００が対象者の頭部の一部を覆い、振動信号を頭部に伝達することができるように構成されうる。一部の実施形態では、振動装置は、使用されていない時に取り外すことができるように、支持要素１２１８を使用して、シート１２１０に取り外し可能に取り付けられうる。一部の実施形態では、振動装置は、シートベルトまたはシートの側面に取り付けられてもよく、この場合、対象者は、頭部を側方に（例えば、振動装置と接触して）配置することによって振動を適用することができる。
【０１００】
図１４は、一対の眼鏡１３１０に組み込まれてもよく、または眼鏡１３１０に接続されてもよい、振動装置１３００ａ、１３００ｂの別の実施形態を示す。図１４には眼鏡が描写されているが、当業者であれば、他のタイプのメガネ類（例えば、ゴーグル、サングラス、安全眼鏡）も、一つ以上の振動装置を有するのに好適でありうることを認識するであろう。振動装置１３００ａ、１３００ｂは、眼鏡１３１０の使用中に対象の頭部と近位接触しうる耳部分１３１１ａ、１３１１ｂ上の眼鏡１３１０上に位置付けられてもよい。振動装置１３００ａ、１３００ｂは、対象者が眼鏡１３１０を身に着けるとき、振動装置が頭部の一部を覆って、振動信号を頭部および前庭系上に伝達できるように配置することができる。
【０１０１】
図１５は、仮想現実デバイス１４１０（例えば、仮想現実または拡張現実環境を体験するために使用できる装置）に取り付けられるか、または組み込まれる、振動装置１４２０の別の実施形態を示す。振動装置１４００は、仮想現実デバイス１４１０のバンド１４４１上の仮想現実デバイス１４１０上に位置付けられることができ、仮想現実デバイス１４１０を対象の頭部上に固定または支持するために使用されてもよく、また仮想現実デバイス１４１０の使用中に頭部と近位接触してもよい。一つ以上の振動装置が、仮想現実デバイス１４１０のバンド１４４１に沿って任意の位置に取り付けられてもよい。振動装置１４００は、対象者が仮想現実デバイス１４１０を身に着ける時、振動装置が対象者の頭部の一部を覆って、振動装置１４００が振動信号を頭部および前庭系上に（例えば、伝達インターフェースを介して）伝達できるように、仮想現実デバイス１４１０上に位置付けられてもよい。
【０１０２】
図２５Ａ－２５Ｃは、振動装置２４００のハウジング２４１０の概略図を示す。振動装置２４００は、本明細書に記載の振動装置のいずれかと構造および／または機能において類似していてもよい。例えば、振動装置２４００は、上述の振動装置５００、６００、および／または７００と類似していてもよい。図２５Ａ－２５Ｃで、振動装置２４００は、伝達インターフェース２４３０および内側ハウジング２４２６を外側ハウジング２４１０内に含むことができる。一部の実施形態では、図２５Ｃの分解図に示すように、外側ハウジング２４１０は、二つの部分２４１０ａおよび２４１０ｂを結合することによって形成されうる。図２６は、２つの部分２４１０ａと２４１０ｂとの間の結合を示すハウジング２

４１０の断面図を示しており、これは機械的取り付け、接着剤などを介してもよい。内側ハウジング２４２６は、本明細書に記載される振動装置に関連付けられた振動要素（例えば、磁石）、コイル、および／またはその他の構造を含みうる。

【０１０３】

図２７Ａ、２７Ｂ、２７Ｃはそれぞれ、一実施形態による、振動装置２５００の斜視図、側面図、および分解図を示す。図２８Ａおよび２８Ｂはそれぞれ、振動装置２５００の斜視図および断面側面図を示す。振動装置２５００は、本明細書に記載の他の振動装置（例えば、振動装置５００、６００、および７００）と構造および／または機能において実質的に類似しうる。例えば、振動装置２５００は、ハウジング２５１０、伝達インターフェース２５３０、およびエンドキャップ２５２５を含みうる。振動装置２５００は、磁石２５２３を移動させるために磁場を生成するように構成された電磁コイル２５２４ａおよび２５２４ｂを含みうる。一部の実施形態では、コイル２５２４ａおよび２５２４ｂは、例えば、対向する方向に巻き付けて、対向する極性の磁場を生成することができる。二つのコイル２５２４ａおよび２５２４ｂを有することが図示されているが、一部の実施形態では、振動装置２５００は、磁石の移動を誘発するための極性が変動する磁場を生成するように構成された単一のコイルを含みうる。単一コイルは、例えば、異なる極性の駆動信号を生成する二つの別個の駆動回路によって駆動されうる。一部の他の実施形態では、単一の駆動回路を使用して、例えば、位相切り換え回路を使用して、異なる極性の信号を生成することができる。振動装置２５００は、磁石２５２３に結合され、かつサスペンション要素として作用するように構成されたばね２５２０を含みうる。振動装置２５００は、取付板２５２８ａおよび２５２８ｂを含んでもよく、磁石２５２３は、ばね２５２０が取付板２５２８ｂを介して開口部を通って延在し、磁石２５２３の遠端に取り付けられうるように、その長さの一部分を通って延在する開口部を有してもよく、これは、ばね７２０が、振動装置７００内の取付板７２８に取り付けられるように記述される方法に類似している。

【０１０４】

振動装置２５００の磁石２５２３は、金属エンドプレート２５２９ａおよび２５２９ｂを含みうる。一実施形態では、エンドプレート２５２９ｂは、ばね２５２０の取付板２３２８ｂとして機能しうる。エンドプレートは、漂遊磁束を減少させるように構成されうる。例えば、振動要素として作用する磁石を有する振動装置は、磁石から遠くに漂遊する磁力線を有し、振動装置が金属物体に磁気的に誘引されてもよい。この誘引力は、望ましくない副作用を生じさせ、使用中に邪魔になりかねない。エンドプレート２５２９ａおよび２５２９ｂは、振動装置２５００が、それらの物体に同程度に誘引されることなく、他の金属物体の近くで使用されうるように、このような漂遊磁束を低減することができる。さらに、エンドプレート２５２９ａおよび２５２９ｂは、より多くの磁力線が配向されて、振動装置２５００に対する磁石の動きを可能にするように、磁場を発生するコイル２５２４ａおよび２５２４ｂに対して垂直な（例えば、それに向かう）方向に、磁力線を配向するために使用されてもよく、一方で、コイルに平行な（例えば、コイルに向かわない）方向への磁力線の漂遊散逸または漏れが低減される。

【０１０５】

図３８は、別の実施形態による、振動装置２６００の一部分の斜視図を示す。振動装置２６００は、本明細書に記載の他の振動装置（例えば、振動装置５００、６００、７００、および２５００）と、構造および／または機能のいくつかの態様で実質的に類似していてもよい。例えば、振動装置２６００は、ハウジングおよび伝達インターフェース（図３８には図示せず）を含みうる。振動装置２６００は、磁石２６２３を移動させるために磁場を生成するように構成されている電磁コイル２６２４ａおよび２６２４ｂに結合されうるエンドキャップ２６２５を含んでもよい。一部の実施形態では、エンドキャップ２６２５は、電磁コイル２６２４ａおよび２６２４ｂに電気信号を送達するための適切な電気的インターフェース２６２７を含みうる。一部の実施形態では、コイル２６２４ａおよび２６２４ｂは、対向する方向に巻き付けられ、対向する極性の磁場を発生することができる。

一部の実施形態では、コイル２６２４ａおよび２６２４ｂは、図３８に示すように、互いに適切な距離で離間して配置されてもよく、一方で他の実施形態では（例えば、図２８Ａおよび２８Ｂに示す）によって、コイルを空間内で互いに近接して配置されてもよい。

【０１０６】

振動装置２６００は、磁石２６２３に結合され、かつサスペンション要素として作用するように構成されたばね２６２０を含みうる。振動装置２６００は、取付板（図３８には図示せず）を含んでもよく、磁石２６２３は、ばね２６２０が開口部を通って延在し、取付版を介して磁石２６２３の遠端に取り付けられうるように、その長さの一部分を通って延在する開口部を有してもよく、ばね２５２０が、振動装置２５００で取付プレート２５２８ｂに取り付けられるように記述される方法と同様である。振動装置２６００の磁石２６２３は、振動装置２５００の金属エンドプレート２５２９ａおよび２５２９ｂと実質的に類似した構造および／または機能を有する金属エンドプレート２６２９ａおよび２６２９ｂ（図２９に示す）を含みうる。エンドプレート２６２９ａおよび２６２９ｂは、振動装置２５００を参照して記載されるように、漂遊磁束を減少させるように構成されうる。エンドプレート２６２９ａおよび２６２９ｂは、振動装置２６００が、それらの物体に誘引されることなく、他の金属物体の近くで使用されうるように、任意の漂遊磁束を制限することができる。金属エンドプレート２６２９ａおよび２６２９ｂは、より多くの磁力線が振動装置２６００に対する磁石の動きを可能にするように、磁場を発生するコイル２６２４ａおよび２６２４ｂに対して垂直な（例えば、それに向かう）方向に、磁力線を配向するために使用されてもよく、一方で、コイルに平行な（例えば、コイルに向かわない）方向への磁力線の漂遊散逸または漏れが低減される。

【０１０７】

金属エンドプレート２６２９ａおよび２６２９ｂによって集束された磁力線の例示的な図２７００ａを図２９　に示す。弧長さの分布にわたって測定された正規化された束密度の図３０のプロット２７００ｂは、エンドプレート（線２７０２）のない振動装置の相対的な磁束漏れを、エンドプレート２６２９ａおよび２６２９ｂ（線２７０４）を有する振動装置２６００の磁束漏れの低減と比較する。示すように、金属エンドプレート（例えば、２６２９ａおよび２６２９ｂ）の使用は、漏れ磁束の低減をもたらしうる。一部の実施形態では、より低い駆動力を使用して、磁気２６２３の所望の移動を誘発し、治療的に有効な振動信号を発生するように、エンドプレート２６２９ａおよび２６２９ｂは、コイル２６２４ａおよび２６２４ｂによって発生される磁場エネルギーのより効率的な使用を可能にすることができる。一部の実施形態では、金属エンドプレート２６２９ａおよび２６２９ｂは、磁石の移動を駆動するためにより少ない電力が必要とされるような方法（例えば、コイルに向かうディレクトリ内）で、磁石の磁力線を集束させるために使用されうる。こうした実施形態では、より小さい磁石２６２３を使用して、所定の強度の振動信号を発生させ、それによって振動装置２６００のサイズを小さくすることができる。金属板２６２９ａおよび２６２９ｂは、上述のように、磁力線を集束させることができる任意の適切な材料とすることができる。一実施形態では、エンドプレート２５２９ａおよび２５２９ｂ、ならびに／またはエンドプレート２６２９ａおよび２６２９ｂは、低炭素鋼で作製することができる。

【０１０８】

図３１Ａ、３１Ｂ、および３１Ｃはそれぞれ、一実施形態による、振動装置２８００の斜視図、側面図、および分解図を示す。図３２Ａおよび３２Ｂは、図３１Ａ－３１Ｃの振動装置２８００の二つの断面図である。振動装置２８００は、本明細書に記載の他の振動装置（例えば、振動装置５００、６００、７００、２５００および／または２６００）と構造および／または機能において実質的に類似したものとしうる。例えば、振動装置２８００は、ハウジング２８１０、伝達インターフェース２８３０、およびハウジング部分２８２５ａおよび２８２５ｂを含みうる。振動装置２８００は、図３２Ｂに示す矢印Ｅの方向に沿って振動要素として作用する磁石２８２３を移動させる磁場を生成するように構成された電磁コイル２８２４　を含みうる。

【０１０９】
磁石２８２３は、金属エンドプレート２８２９ａおよび２８２９ｂを含みうる。エンドプレート２８２９ａおよび２８２９ｂは、振動装置２５００を参照して記載したエンドプレート２５２９ａおよび２５２９ｂと実質的に類似していてもよい。一実施形態では、金属エンドプレート２８２９ａおよび２８２９ｂは、低炭素鋼から作製することができる。金属エンドプレート２８２９ａおよび２８２９ｂは、コイル２８２４に対して垂直な方向に磁石２８２３の磁力線を集束させながら（例えば、磁石２８２３の磁力線が磁石の端部をコイル２８２４に垂直な方向に出るようにする）、水平方向の磁場の漂遊散逸または漏洩を低減させるように構成することができる。図３３は、金属エンドプレート２８２９ａ、２８２９ｂおよびコイル２８２４との、磁石２８２３の相対的位置決めを示す。図３４は、図３３に示すように、金属エンドプレート２８２９ａおよび２８２９ｂによって集束された磁力線の例示的な図３０００を示す。弧長さの分布にわたって測定された正規化された束密度の図３５のプロット３１００は、異なる振動装置の相対的な磁束漏れを比較する。線２７０２は、エンドプレートのない振動装置の磁束密度であり、線２７０４は、上記の図２９および３０を参照しながら記載した図３８に示す構成のエンドプレートを有する磁束密度であり、線３１０２は、エンドプレート２８２９ａおよび２８２９ｂを有する振動装置２８００の磁束密度である。図示したように、金属エンドプレート２８２９ａおよび２８２９ｂの使用は、本明細書に記載の他の振動装置（例えば、振動装置２５００または２６００）のものと比較して、振動装置２８００の駆動回路によって引き起こされる漏れ磁束の減少をもたらしうる。

【０１１０】
振動装置２８００は、前述の振動装置の一部に記載されるように、ばねの代わりに、磁石２８２３の動きを懸架および保持するように構成されたサスペンション要素２８２０ａおよび２８２０ｂ（例えば、ばね）を含む。サスペンション要素２８２０ａおよび２８２０ｂは、例えば、布、スパイダースプリング、または柔軟な膜などの弾性材料および／または変形可能な材料の環状片であってもよい。環状片は、コイル２８２４によって生成される磁場が、平衡点の周りで、磁石を矢印Ｅによって示される方向に移動させることができるように、磁石２８２３に結合され、磁石２８２３を平衡点に懸架するように構成される。サスペンション要素２８２０ａおよび２８２０ｂを、磁石から長手方向に延在するのではなく、磁石から横方向に延在することによって（例えば、振動装置２５００のばね２５２０など）、サスペンション要素２８２０ａおよび２８２０ｂは、装置２８００の合計高さの減少を可能にし、また一方で、矢印Ｅによって画定される軸の外側での、磁石２８２３の軸外の動きまたは揺動を低減する。さらに、サスペンション要素２８２０ａおよび２８２０ｂは、サスペンション要素２８２０ａおよび２８２０ｂが、一つ以上の方向への磁石２８２３の発振を減少させるように、磁石２８２３の移動軸に対して角度の付いた一つ以上の方向への回復力を提供するように、拡張および圧縮するように構成されうる。

【０１１１】
図３６Ａ、３６Ｂ、および３６Ｃはそれぞれ、上述のように、実施形態７００、２５００、および２８００による振動装置の寸法の比較を示す。一部の実施形態では、振動装置２８００の横方向寸法は、サスペンション要素２８２０ａ、２８２０ｂの折り重なりの数および／または折り重なりの横方向伸長を減少させることによって、さらに減少させることができる。本明細書に記載される一つ以上の振動装置の寸法をさらに減少させる他の方法は、構成要素を低減すること、例えば、プラスチック支持構造を除去し、振動要素および／または他の構成要素を集積回路基板に直接取り付けることでありうる。

【０１１２】
図３７は、一実施形態による振動装置３２００を示す。振動装置３２００は、本明細書に記載する他の振動装置（例えば、振動装置５００、６００、７００、２５００、２６００および／または２８００）と構造および／または機能が実質的に類似していてもよい。例えば、振動装置３２００は、ハウジング３２１０、伝達インターフェース３２３０、およびハウジング部分３２２５ａおよび３２２５ｂを含むことができる。振動装置３２００は

、図３７に示す矢印Ｆの方向に沿って振動要素として作用する磁石３２２３を移動させる磁場を生成するように構成された電磁コイル３２２４を含みうる。

【０１１３】

磁石３２２３は、金属エンドプレート３２２９ａおよび３２２９ｂを含むことができる。エンドプレート３２２９ａおよび３２２９ｂは、振動装置２８００を参照して記載したエンドプレート２８２９ａおよび２８２９ｂと実質的に類似していてもよい。一実施形態では、金属エンドプレート３２２９ａおよび３２２９ｂは、低炭素鋼から作製することができる。金属エンドプレート３２２９ａおよび３２２９ｂは、コイル３２２４に対して垂直な方向に磁力線を集束させながら、水平方向の磁場の漂遊損失または漏洩を低減させるように構成することができる。

【０１１４】

振動装置３２００は、磁石３２２３の移動を懸架し支持するように構成されたサスペンション要素３２２０（例えば、ばね）を含むことができる。サスペンション要素３２２０は、振動装置２８００を参照して前述したサスペンション要素２８２０ａおよび２８２０ｂと構造および／または機能が実質的に類似していてもよい。例えば、サスペンション要素３２２０は、一つ以上の材料の環状部片であってもよい。環状部片を、図３７に示すように、金属エンドプレート３２２９ｂを介して磁石３２２３に結合することができる。サスペンション要素３２２０は、金属エンドプレート３２２９ｂに任意の適切な様式で結合され（例えば、接着剤で接着され）、コイル３２２４によって発生する磁場が矢印Ｆに示す方向において平衡点を中心に磁石を移動させることができるように平衡点で磁石３２２３を懸架するように構成することができる。振動装置２８００と同様に、サスペンション要素３２２０は、装置３２００の全高を減少させると同時に、矢印Ｆによって画定される軸の外側での磁石３２２３の軸外移動または揺動を減少させるようにも構成できる。さらに、サスペンション要素３２２０はエンドプレート３２２９ｂとコイル３２２４との間に配置されるため、振動装置３２００の横方向寸法も、図３２Ａおよび３２Ｂに示す振動装置２８００に対して減少させることができる。例えば、サスペンション要素３２２０は、サスペンション要素３２２０が一つ以上の方向における磁石３２２３の前後振動を低減するように、磁石３２２３の移動軸に対して角度を成す一つ以上の方向で復元力を提供するように伸長および収縮するように構成することができる。

【０１１５】

一部の実施形態では、磁石３２２３の安定化を高めるために、追加の構成要素（例えば、ピン５２１などのポストまたはピン）を追加することができ、磁石３２２３は、振動装置５００の磁石５２３と同様に、磁石３２２３を通して構成要素を受け入れる開口部を有するように構成することができる。

【０１１６】

図４６Ａ、４６Ｂ、４７、および４８は、本明細書に開示される実施形態による、例示的な振動装置４１００の異なる図を示す。図４６Ａおよび４６Ｂは、振動装置４１００の異なる斜視図を示す。図４７は、振動装置４１００の分解図を示す。図４８は、振動装置４１００の断面図を示す。振動装置４１００は、本明細書に記載する他の振動装置の構成要素と構造的および／または機能的に類似する構成要素を含むことができる。例えば、振動装置は、ハウジング４１１０、伝達インターフェース４１３０、電磁コイル４１２４、磁石４１２３として実装された振動要素、およびばね４１２０として実装されたサスペンション要素を含むことができる。

【０１１７】

ハウジング４１１０は、振動装置４１００の一つ以上の他の構成要素を受けるための内部空間４１１０ｃを共に画定する一つ以上の部分４１１０ａ、４１１０ｂから形成されうる。例えば、磁石４１２３、電磁コイル４１２４、ばね４１２０などを、空間４１１０ｃ内に受け入れることができる。本明細書に記載したその他の磁石（例えば、磁石７２３、２５２３）と類似した磁石４１２３は、ばね４１２０がそれを通って延在することができるくぼみまたは穴を含むことができる。一部の実施形態では、磁石４１２３は、その全長を

貫通する穴を含むことができ、それゆえ、ばね４１２０は、磁石４１２３を貫通して延び、磁石４１２３の上部端部に取り付けられたプレートまたはキャップ４１２８に取り付けられる。あるいは、磁石４１２３は、磁石４１２３の一部の長さを通って延在するくぼみを有してもよく、ばね４１２０は、くぼみ内に延在し、磁石４１２３の一部分（例えば、磁石４１２３の上部）に取り付けることができる。一部の実施形態では、磁石４１２３は、その二つの端部で二つのエンドプレートによって境界を付けることができ、これは、振動装置２５００に関して上記でより詳細に説明するように、コイル４１２４によって生成する磁力線を集束させるように構成することができる。磁石４１２３は、ばね４１２０によって懸架されている間、軸Ｇに沿って、すなわち、ばね４１２０の長手方向軸に平行な軸に沿って振動することができる。ばね４１２０の他方の端部は、ハウジング４１１０の一部分４１１０ｂに画定されるくぼみ４１１０ｄ内に延在し、ハウジング４１１０に取り付けることができる。ばね４１２０と磁石４１２３および／またはハウジング４１１０との間の取り付けは、接着剤、溶接、摩擦、ねじ、または任意の他の適切な機構を介して行うことができる。

【０１１８】

コイル４１２４は、磁石４１２３を軸Ｇに沿って移動させる磁場を生成するように構成することができる。コイル４１２４を、磁石４１２３の少なくとも一部分の周りで空間４１１０ｃ内に配置することができる。コイル４１２４は、磁石４１２３の移動を駆動する信号を生成するために、回路（例えば、集積回路４１０６上）に動作可能に結合することができる。一部の実施形態では、振動装置４１００は、装置に（例えば、コイル４１２４に結合された信号発生装置に）電力を供給するための搭載バッテリまたは電源を含むことができる。

【０１１９】

一部の実施形態では、ハウジング４１１０は、図示されていないヘッドバンドまたは他の支持要素（例えば、支持要素４１８）の取り付けを可能にするための一つ以上のループ、ラッチ、フック、またはその他の適切な取り付け機構を含むことができる。一部の実施形態では、ハウジング４１１０は、ポートまたは開口部４１５０を画定することができる。一部の実施形態では、ポート４１５０は、装置内外への空気の流体連通を可能にすることができる。こうした連通によって、空気が装置に出入りし、空間４１１０ｃ内で磁石４１２３が振動する中での、振動装置４１００内での圧力および／または熱の蓄積を防止または減少させることができる。別の方法としては、一部の実施形態では、ハウジング４１１０を、周囲環境から流体的に分離された閉空間または密封空間４１１０ｃを画定するように構成することができる。こうした実施形態は、振動装置４１１０が水中、または装置４１００の内部回路および構成要素を潜在的に損傷しうる他の環境で使用することができる用途に適切でありうる。一部の実施形態では、ポート４１５０を、例えば、プリント回路基板または他の回路および／または電子機器（例えば、制御ユニット、センサ（複数可）など）が、振動装置への有線接続を介して結合される場合に、装置内外に電気接続を通すために使用することができる。

【０１２０】

振動装置４１００のその他の構成要素および／または機能、ならびにこうした構成要素および／または機能性の変形は、本明細書に記載される他の振動装置のものと同様であり、したがって、振動装置４１００に関しては再び繰り返さない。こうした構成要素、機能、および／またはそれらの変形は、本明細書に記載される他の振動装置の関連する説明を参照することによって理解されうる。

【０１２１】

図４９～５２は、本明細書に開示される実施形態による、例示的な振動装置４２００の異なる図を提供する。図４９は、振動装置４２００の斜視図を示す。図５０は、振動装置４２００の分解図を示す。図５１は、振動装置４２００の断面図を示す。図５２は、振動装置４２００の振動質量（例えば、磁石４２２３、エンドプレート４２２９ａ、４２２９ｂ）およびサスペンション要素またはばね４２２０ａ、４２２０ｂの拡大図を示す。振動装

置４２００は、本明細書に記載する他の振動装置の構成要素と構造的および／または機能的に類似する構成要素を含むことができる。例えば、振動装置は、ハウジング４２１０、伝達インターフェース４２３０、電磁コイル４２２４、磁石４２２３として実装された振動要素、およびばね４１２０ａ、４１２０ｂとして実装されたサスペンション要素を含むことができる。

【０１２２】

本明細書に記載する他のハウジングと同様に、ハウジング４２１０は、振動装置４２１０の他の構成要素を受けるための内部空間を共に画定する一つ以上の部分４２１０ａ、４２１０ｂから形成されうる。一部の実施形態では、ハウジング４２１０は、振動装置４１００と同様に、装置内に電気線を受け入れ、および／または装置内外への空気の流体連通を可能にすることができる開口部またはポート４２５０を画定することができる。あるいは、ハウジング４２１０は、振動装置４２１０のその他の構成要素をハウジングするための密封空間または区画を画定することができる。

【０１２３】

磁石４２２３は、磁石２８２３と構造的および機能的に類似していてもよく、磁石４２２３は金属エンドプレート４２２９ａ、４２２９ｂを含む。金属エンドプレート４２２９ａは、磁石４２２３と実質的に類似する直径を有してもよく、一方で、金属エンドプレート４２２９ｂは、磁石４２２３および／または金属エンドプレート４２２９ａを囲む一部分を含むことができる。二つのエンドプレート４２２９ａ、４２２９ｂは、コイル４２２４によって生成する磁力線を集束させるように構成することができる。

【０１２４】

サスペンション要素またはばね４２２０ａ、４２２０ｂは、磁石４２２３の移動を懸架および支持するように構成することができる。ばね４２２０ａ、４２２０ｂは、金属から作製され、概して平坦な構造を有することができる。ばね４２２０ａ、４２２０ｂは、金属から作製されることによって、例えば、ゴム製ばねと比較して、経時的により一貫した磁石４２２３の移動を維持するなど、装置４２００により高い一貫性、耐久性、および寿命を提供する。ばね４２２０ａ、４２２０ｂは、磁石４２２３および／または金属エンドプレート４２２９ａ、４２２９ｂの周囲の周りにコイル状にする、または巻き付けることができる。磁石４２２３から長手方向に延在するのではなく、ばね４２２０ａおよび４２２０ｂを磁石４２２３から横方向に延在させることによって、ばね４２２０ａ、４２２０ｂは、装置４２００の全高の低減を可能にしつつ、矢印Ｈによって画定される軸の外側での磁石４２２３の軸外移動または揺動を減少させることができる。一部の実施形態では、ばね４２２０ａまたは４２２０ｂを、磁石４２２３の横方向移動または軸外移動をさらに低減するために、反対方向に巻き付けるかコイル状にすることができる。磁石４２２３および／または金属エンドプレート４２２９ａ、４２２９ｂを、ばね４２２０ａ、４２２０ｂによって画定される開口部を通って移動するように構成することができる。ばね４２２０ａ、４２２０ｂと磁石４２２３および／またはハウジング４２１０との間の取り付けは、接着剤、溶接、摩擦、ねじ、または任意の他の適切な機構を介して行うことができる。

【０１２５】

一部の実施形態では、磁石４２２３および／または磁石に結合された金属エンドプレート４２２９ａ、４２２９ｂは、空気が磁石４２２３の側面の間を通過することを可能にする一つ以上の開口部または穴４２２３ａを含みうる。空気が磁石４２２３の側面の間を通過することを可能にすることによって、振動装置４２００は、例えば、磁石４２２３が封止されたハウジング４２１０内にある時に、磁石４２２３のいずれかの側面に蓄積される圧力を減少させることによって、より効率的に動作することができる。これらの穴がない場合、磁石４２２３の移動は剛性を増加させる圧力を生成することができ、これは、装置４２００の共振（例えば、装置の振動周波数（例えば、基本周波数））を増加させることができる。磁石４２２３および／または金属エンドプレート４２２９ａ、４２２９ｂに穴を追加することによって、装置４２００の剛性を減少させ、装置４２００の基本共振周波数または最低共振周波数を低下させることができる。

【０１２６】
振動装置４２００のその他の構成要素および／または機能、ならびにこうした構成要素および／または機能性の変形は、本明細書に記載される他の振動装置のものと同様であり、したがって、振動装置４２００に関しては再び繰り返さない。こうした構成要素、機能、および／またはそれらの変形は、本明細書に記載される他の振動装置の関連する説明を参照することによって理解されうる。
【０１２７】
ＩＩＩ．　センサとフィードバック
本明細書に記載される実施形態では、対象者の前庭系に骨伝導を介して伝導されうる振動信号を印加する振動装置を、このような疾患および／またはそのような疾患に関連する症状を治療するために使用することができる。例えば、本明細書に記載される研究から、特定の頻度および力範囲内の振動装置は、回転性めまい、浮動性めまい、中毒性難聴、前庭毒性、動揺病、仮想現実酔い、空間的不一致、ソパイト症候群、および／または吐き気を含む前庭疾患および前庭神経症によってもたらされる症状の軽減において治療効果であることが示されている。これらの症状の発症は、例えば、皮膚伝導、脳波図（ＥＥＧ）によって測定される脳波パターン、筋電図検査（ＥＭＧ）、体温、眼の移動、心拍数、心電図（ＥＫＧ）を介して測定した心臓波形（すなわち、ＰＱＲＳＴ波形）、血圧、酸素飽和（例えば、ＳｐＯ２）、呼吸信号、神経誘発電位（例えば、迷走神経モニタリング）、汗毒性、ストレスホルモン値（例えば、コルチゾール値）を含む、対象者の生体認証を監視することによって予測することができる。追加的または別の方法として、これらの症状の発症は、例えば、周囲音、温度、振動／揺れ、位置、移動、加速度、位置、および周囲気圧を含む環境指標を監視することによっても予測することができる。
【０１２８】
一部の実施形態では、治療用振動装置または骨伝導装置を、一つ以上のセンサ（例えば、生体認証センサ、環境センサなど）と併用することもできる。センサは、振動装置に組み込まれてもよく、および／または振動装置に動作可能に結合されてもよい。プロセッサを使用して、（例えば、一つ以上のセンサによって収集されたデータを監視することによって）症状の発症または症状のサブセットを監視し、生体認証および／または環境指標フィードバックに基づき振動装置の動作（例えば、振動装置をオンまたはオフにし、振動の力レベルまたは周波数を変化させる）を制御することができる。一部の実施形態では、プロセッサはまた、例えば、生体認証および／または環境指標の監視に基づいて、前庭疾患および前庭神経症の頻度、重症度、および持続時間の過去の傾向を記録してもよい。センサおよび／またはプロセッサは、例えば、有線接続および／または無線接続を介して、振動装置と通信できる振動装置または別個の装置（複数可）の一部に、物理的に接続または結合することができる。
【０１２９】
図４Ａを参照して上述したように、振動装置３５０は、一つ以上のセンサ３９０を含むことができる。センサ３９０を、対象者および／または他の生体認証の前庭系に関連する情報を測定するように構成することができる。随意で、センサ（複数可）３９０は、対象者を取り囲む環境に関連する情報を測定するように構成することができる。図４Ａに示すように、センサ（複数可）３９０は、プロセッサ３６４を含む制御ユニット３６０に動作可能に結合されうる。この結合を介したセンサ３９０は、一つ以上の生体認証および／または環境指標に関連する情報を制御ユニット３６０に伝達することができる。次に、制御ユニット３６０（例えば、プロセッサ３６４を介して）は、前庭系に関連する症状の発症および／または症状のサブセットを示しうる生体認証および／または環境指標データに基づき、振動装置（例えば、振動装置３００）の動作を制御できる。例えば、症状の発症を検出すると、制御ユニット３６０は、信号発生装置３７０および／またはアンプ３８０を起動して、振動装置３００に給電する電気信号を提供し、および／または対象者に印加される振動信号の周波数および／または力レベルを変えるように、電気信号の一つ以上のパラメータを調整することができる。

【０１３０】
一部の実施形態では、（例えば、センサ３９０によって測定される）皮膚伝導を使用して、例えば、吐き気などの生理学的状態の発症、サブセット、および／または重症度などのユーザーの生理学的状態の変化を検出することができる。例えば、吐き気はしばしば断続的に発現し、毎回により熱っぽい感覚をもたらし、発汗の増加に至る。皮膚伝導は、例えば、吐き気からの汗により皮膚の抵抗率を低下させる（すなわち、皮膚伝導を増加させる）際に、吐き気の重症度と相関する可能性がある。これらの皮膚伝導の増加は、断続的な吐き気と併せて急増加することが多い。したがって、皮膚伝導は、吐き気の発現を制御ユニットおよび／またはプロセッサに合図するために使用できる生体認証インジケータとすることができる。次に、プロセッサは、振動装置の電源を入れ（例えば、振動要素に振動信号を生成させる電気信号を供給する信号発生装置を起動する）、および／または振動装置への電力を増加させることができる。一部の実施形態では、プロセッサは、例えば、所定の時間内の一定量および／または一定率よりも大きい皮膚伝導の変化などの皮膚伝導の急激な変化などの、皮膚伝導の急増加に応答して、振動装置の電源を入れ、および／または電力を増加させることができる。一部の実施形態では、プロセッサは、特定の閾値を超える皮膚伝導の上昇に応答して、振動装置の電源を入れ、および／または電力を増加させることができる。例えば、個人のベースライン皮膚伝導として２μＳと設定されている場合、皮膚伝導が６μＳ以上に上昇すると、変換器の力レベルを調整することができる。

【０１３１】
図３９は、報告された吐き気の関数としての皮膚伝導の例示的な変化を示すグラフ３７００である。図示されるように、皮膚伝導は、吐き気の増加とともに増加し、吐き気レベルの増加に沿って様々なポイントで皮膚伝導の急増加を伴う。

【０１３２】
一部の実施形態では、（例えば、センサ３９０によって測定される）脳波活性の変化を使用して、吐き気の発症、サブセット、および／または重症度を検出することができる。ＥＥＧによって監視される脳波の分析は、対象者が吐き気を経験する傾向に近づいているか、吐き気を経験する傾向から遠遠ざかっているかに関する予測ツールでありうる。例えば、対象者のＥＥＧデータの多変量正規確率密度関数（ＭＶＮＰＤＦ）が０の場合、吐き気の可能性は低い。別の言い方をすれば、ＥＥＧデータのＭＶＮＰＤＦが１の場合、吐き気の可能性が高い。したがって、ＥＥＧデータのＭＶＮＰＤＦの時間平均を、吐き気の発現の生体認証指標として使用することができる。プロセッサは、この時間平均を監視し、時間平均に基づき、振動装置に供給される電力を調整することができる。例えば、ＭＶＮＰＤＦの時間平均が増加すると、プロセッサは振動装置への電力をオンおよび／または増加させることができる。あるいは、ＭＶＮＰＤＦの時間平均が減少する時、プロセッサは振動装置の電源を切り、および／または電力を減少させることができる。一部の実施形態では、別の生体認証指標は、（平均または瞬時の）ＭＶＮＰＤＦが特定の所定閾値を上回るかまたは下回るかであり、この場合、振動装置への電力はそれぞれ増加または減少することができる。

【０１３３】
図４０は、治療用振動装置または骨伝導装置を着用しつつ対象者がフライトシミュレーターに座っていた時間の関数としてのＥＥＧデータのＭＶＮＰＤＦを示すグラフ３８００である。より暗い線３８０２は、振動装置の電源を切った状態での対象者のＭＶＮＰＤＦを表し、より明るい線３８０４は、振動装置の電源を入れた状態での対象者のＭＶＮＰＤＦを表す。ＭＶＮＰＤＦの傾向線はまた、点線３８０６、３８０８で示されており、装置がオフの時には右上がり（例えば、吐き気の確率の増加と関連する）、装置がオンの時には左下がり（例えば、吐き気の確率の減少と関連する）である。

【０１３４】
一部の実施形態では、ＥＥＧデータは、対象者の認知的負荷を測定するために使用でき、これは頭のボンヤリ感、または集中力低下を示す場合があり、そのどちらもが前庭性片頭痛および／またはめまいの症状でありうる。

【０１３５】
一部の実施形態では、ＥＭＧなどのセンサ（例えば、センサ３９０）を使用して、頸部前庭誘発筋電位（ｃＶＥＭＰ）および眼前庭誘発筋電位（ｏＶＥＭＰ）を測定することができる。ＥＭＧデータ（例えば、ｃＶＥＭＰおよび／またはｏＶＥＭＰ）は、例えば、前庭疾患および／または前庭神経症の診断に使用することができる。例えば、ＥＭＧデータを使用して、筋肉の痙攣、あくび、くしゃみ、および／またはそしゃくを監視することができ、これは吐き気またはめまいなどの症状の発現を示す場合がある。次に、プロセッサは、例えば、ＥＭＧ指標の突然もしくは素早い変化に基づき、またはＥＭＧデータが一つ以上の所定閾値を上回るまたは下回る場合に、振動装置への電力を調節（例えば、調整）することができる。

【０１３６】
一部の実施形態では、センサ（例えば、センサ３９０）を使用して、体温を測定することができる。例えば、体温の上昇は、吐き気の発症を合図することができる。体温は自然に変動するが、急上昇または急上昇は吐き気の発現を示す兆候である可能性がある。したがって、吐き気の発現を示す生体認証指標は、例えば、体温の急増加（例えば、短期間内での一定量および／または一定率よりも大きい体温の変化）、所定閾値を超える体温の上昇などを含みうる。考慮すべき他の要因としては、例えば、周囲温度、対象者の運動度（例えば、対象者の活動状態またはユーザーの活動レベル）などが挙げられ、これらは他のセンサ（複数可）を使用して検出することができる。一部の実施形態では、体温の変化（または他の生物学的特性の変化）が吐き気および／または他の要因に起因するかどうかを判定するために、追加のセンサ（例えば、温度計または運動センサ）を、体温センサ（または本明細書に記載する他のセンサ、例えば、皮膚伝導センサ、心拍数センサなど）と併用してもよい。例えば、温度計を使用して周囲温度を測定することができ、運動センサ、加速度計、または他のセンサからのデータを使用して、ユーザーの活動状態（例えば、休息、運動など）および／または活動レベル（例えば、軽い運動、激しい運動）を決定することができる。一部の実施形態では、追加のセンサによって収集されるデータを使用して、体温データを評価して吐き気の発現を決定するために使用される閾値または他のパラメータを調整することができる。プロセッサは、このデータを監視し、データに基づき、その閾値を調整し、振動装置に供給される電力および／または振動装置の他のパラメータを調整して、振動信号の周波数、力レベルなどに影響を与えることができる。

【０１３７】
いくつかの実施形態では、センサ（例えば、センサ３９０）を使用して、対象者の眼に関連する変化、例えば、眼の瞳孔の変化、眼の動き、およびまぶたの運動を測定することができる。こうしたバイオメトリクスは、例えば、回転性めまい、浮動性めまい、およびソパイト（ｓｏｐｉｔｅ）を含む症状の指標であり得る。例えば、眼振、瞳孔の拡張および収縮、ならびに／またはまばたきの速度もしくは頻度の変化は、こうした症状の発症を示し得る。したがって、こうした症状の発症のバイオメトリック指標には、例えば、眼振、瞳孔直径の突然のもしくは速い変化、瞳孔直径が１つ以上の所定の閾値を上回って上昇するかもしくはそれを下回って低下すること、まばたきの頻度の増加、（例えば、所定の閾値を下回る）まぶたの開閉の速度の減少、および／またはまぶたがより長い期間にわたって（例えば、所定の閾値よりも長く）閉じていることを観察するか、または検出することが含まれ得る。プロセッサは、これらの指標のうちの１つ以上を監視し、指標に基づいて、振動装置に供給される電力および／または振動装置の他のパラメータを調整して、振動信号の、周波数、力レベルなどに影響を与えることができる。

【０１３８】
いくつかの実施形態では、センサ（例えば、センサ３９０）を使用して、対象者の心拍数を測定することができる。心拍数は、例えば前庭疾患または前庭障害に関連する、悪心および他の症状の発症と共に上昇および下降し得る。例えば、悪心が最初に発症する場合、心拍数は、例えば悪心を測定するための視覚的アナログ尺度で対象者が１０のうちの６と報告するまで、特定のレベルまで増加し得る。しかしながら、特定のレベルの悪心の発症

では、対象者は、体内に毒素を拡散させることに対する予防として起こり得る、心拍数の急速な低下を経験し得る。したがって、悪心の発症のバイオメトリック指標には、例えば、心拍数の増加または上昇（例えば、所定の値よりも大きい心拍数の変化率、または所定の量またはパーセンテージよりも大きい変化の量またはパーセンテージ）、心拍数の急速な低下または減少などが含まれ得る。プロセッサは、これらの指標のうちの１つ以上を監視し、指標に基づいて、振動装置に供給される電力および／または振動装置の他のパラメータを調整して、振動信号の、周波数、力レベルなどに影響を与えることができる。

【０１３９】

図４１Ａは、悪心の関数としての心拍数のグラフ３９００であり、悪心の増加と共に心拍数の初期増加を示し、その後、悪心レベルが増加し続けるにつれて心拍数の低下を示す。

【０１４０】

いくつかの実施形態では、ＥＫＧ装置などのセンサ（例えば、センサ３９０）を使用して、対象者の心拍または心臓波形を測定することができる。図４１Ｂは、Ｐ、Ｑ、Ｒ、Ｓ、およびＴ点が標識されている心拍波形４０００の例を示す。心拍波形、例えば、心拍波形のＰＱＲＳ点間の相対的位置は、様々な生理学的状態に関連する症状の発症と共に変化し得る。ＥＫＧを使用して、対象者の心拍波形をプロセッサによって監視することができる。したがって、症状の発症のバイオメトリック指標は、例えば心拍波形が変化するかまたはベースラインへ戻ることを、含み得る。プロセッサは、これらの指標のうちの１つ以上を監視し、指標に基づいて、振動装置に供給される電力および／または振動装置の他のパラメータを調整して、振動信号の、周波数、力レベルなどに影響を与えることができる。

【０１４１】

いくつかの実施形態では、センサ（例えば、センサ３９０）を使用して、血圧を測定することができる。血圧は、様々な生理学的状態に関連する症状の発症と共に変化し得る。したがって、症状の発症のバイオメトリック指標には、例えば血圧の変化、特定の閾値を上回って上昇するかまたは下回って低下する血圧などが、含まれ得る。プロセッサは、これらの指標のうちの１つ以上を監視し、指標に基づいて、振動装置に供給される電力および／または振動装置の他のパラメータを調整して、振動信号の、周波数、力レベルなどに影響を与えることができる。

【０１４２】

いくつかの実施形態では、センサ（例えば、センサ３９０）を使用して、血液中の酸素飽和度を測定することができる。血液中の酸素飽和度は、様々な生理学的状態に関連する症状の発症と共に変化し得る。したがって、症状の発症のバイオメトリック指標には、例えば酸素飽和度の急速な変化、酸素飽和度が特定の閾値を上回って上昇するかまたは下回って低下することなどが、含まれ得る。プロセッサは、これらの指標のうちの１つ以上を監視し、指標に基づいて、振動装置に供給される電力および／または振動装置の他のパラメータを調整して、振動信号の、周波数、力レベルなどに影響を与えることができる。

【０１４３】

いくつかの実施形態では、センサ（例えば、センサ３９０）を使用して、神経誘発電位（例えば、迷走神経モニタリング）を測定することができる。神経誘発電位（例えば、迷走神経モニタリング）は、様々な生理学的状態に関連する症状の発症と共に変化し得る。したがって、症状の発症のバイオメトリック指標には、例えば誘発電位の急速な変化、特定の閾値を上回って上昇するかまたは下回って低下する電位化合物活性（ｐｏｔｅｎｔｉａｌ　ｃｏｍｐｏｕｎｄ　ａｃｔｉｖｉｔｙ）などが、含まれ得る。プロセッサは、これらの指標のうちの１つ以上を監視し、指標に基づいて、振動装置に供給される電力および／または振動装置の他のパラメータを調整して、振動信号の、周波数、力レベルなどに影響を与えることができる。

【０１４４】

いくつかの実施形態では、センサ（例えば、センサ３９０）を使用して、汗毒性学（ｓｗｅａｔ　ｔｏｘｉｃｏｌｏｇｙ）（例えば、エタノールモニタリング）を測定することができる。症状の発症のバイオメトリック指標には、例えば汗でにじみ出る測定される化学

物質（例えば、代謝産物）の急速な変化、特定の閾値を上回って上昇するかまたは下回って低下する特定の測定される化学的汗毒性メトリックなどが、含まれ得る。プロセッサは、これらの指標のうちの１つ以上を監視し、指標に基づいて、振動装置に供給される電力および／または振動装置の他のパラメータを調整して、振動信号の、周波数、力レベルなどに影響を与えることができる。

【０１４５】

いくつかの実施形態では、センサ（例えば、センサ３９０）を使用して、ストレスホルモン（例えば、コルチゾール）を測定することができる。ストレスホルモン（例えば、コルチゾール）は、様々な生理学的状態に関連する症状の発症と共に変化し得る。したがって、症状の発症のバイオメトリック指標には、例えば汗でにじみ出る測定されるストレスホルモンの急速な変化、特定の閾値を上回って上昇するかまたは下回って低下する特定の測定されるホルモンメトリックなどが、含まれ得る。

【０１４６】

振動装置または骨伝導装置のいくつかの構成は、１つ以上のバイオメトリックセンサを、それらが正確なまたは信頼できるデータを受信できるエリアに、統合および／または結合することを可能にする。例えば、耳の周りのエリアは、心拍数、体温、および酸素飽和度を測定するのに効果的であることが見出されている。別の例として、額は、皮膚コンダクタンス（ｓｋｉｎ　ｃｏｎｄｕｃｔａｎｃｅ）を測定するための効果的な場所であることが見出されている。センサを配置するのに有益であり得る追加的な位置としては、耳介、外耳道、首、乳様突起、手首、および指が挙げられるが、これらに限定されない。

【０１４７】

図４２は、耳または耳道の近くおよび額上に配置された、センサ３３９０、３３９４を有する振動装置または骨伝導装置３３００の例である。

【０１４８】

図４３は、ヘッドバンド３４１８を含む振動装置または骨伝導装置３４００の例であり、ここでセンサ（複数可）はヘッドバンド３４１８に沿って対象者のヘッドの周りに配置することができる。

【０１４９】

図４４は、振動装置または骨伝導装置３５００の例であり、センサ（複数可）３５９０は、耳の周りに配置され得る。

【０１５０】

図５３は、補聴器および／または耳鳴りマスカーに取り付けられるかまたは統合される、振動装置４３００の別の例である。難聴および耳鳴りは、しばしば、回転性めまい、または例えばメニエール病などの他の前庭機能障害との併存症であるので、前庭刺激を提供するために設計された装置（例えば、本明細書に記載される振動装置など）は、他の治療法と組み合わされ得る。いくつかの実施形態では、複数の機能（例えば、補聴器、耳鳴りマスカー、前庭刺激）を同時に使用することができ、かつ互いに独立してオンおよびオフにすることができる。いくつかの実施形態では、１つ以上のセンサ４３９０は、補聴器に取り付けられるかまたは統合され得る。

【０１５１】

異なるバイオメトリックおよび／または環境メトリクスを測定するために、異なるタイプのセンサが本明細書に記載されているが、振動装置は、いくつかの異なるセンサと共に使用することができ、それらのセンサによって収集されるデータは、悪心の発症および／またはサブセットを予測するために、およびしたがって振動装置の動作を変更するためにプロセッサに信号を送るために、集合的に使用することができることが理解され得る。

【０１５２】

ＩＶ．　振動装置への給電のための電気信号

図１７Ａおよび図１７Ｂは、振動装置に給電するための電気信号の波形の例を示す。図１７Ａは、波長１６０４および振幅１６０２を有する正弦波波形１６００を示し、当該正弦波波形１６００は、例えば、振動装置の振動要素を動かすために磁界ベクトルを調節する

ために、使用することができる。図１７Ｂは、方形波波形１６１０を示し、当該方形波波形１６１０は、例えば、上述のように、振動信号を生成するために振動装置内の圧電振動要素を調節するために、使用することができる。圧電装置は、方形波によってアクティブ化された時に高い周波数で振動して圧力を生成することができ、方形波は、圧力が、より低い調節の周波数（例えば、６０Ｈｚ）でオンおよびオフでサイクルして低い周波数の振動信号と同様に機能するように、より低い周波数（例えば、２００Ｈｚ未満）でサイクルすることができる。

【０１５３】

図１８は、振動装置に給電して振動信号を生成するための、電気信号のランプアップおよびランプダウンを示すグラフ１７００である。グラフ１７００は、電気信号の振幅が経時的にどのように変化するかを示す。図１８に示すように、振幅は、オンセットフェーズ１７０２の間にランプアップされることができ、そこでは、振幅は、所定の速度で増加する。所定のレベルに到達すると、振幅は、定常状態フェーズ１７０６の間、一定に保たれ、当該定常状態フェーズ１７０６は、前庭状態を治療するための任意の適切な時間量の間（破線で表される）、継続してもよい。その後、振幅は、信号がオフになるまで、所定の速度でランプダウンされ得る。波形のオンセットフェーズ１７０２とオフセットフェーズ１７０４は、図１８に示すように、異なるランププロファイルを有し得る。例えば、オンセットフェーズ１７０２における印加電圧振幅の増加は、単位時間当たりの振幅の特定の増加率で、ランプされる増加とすることができる。そして、オフセットフェーズ１７０４は、増加率のものとは異なる、単位時間当たりの振幅の特定の減少率による、振幅の下向きランプ、またはランプされる減少とすることができる。いくつかの実施形態では、オンセットフェーズ１７０２における振幅の増加率は、異なる勾配によって示されるように、オフセットフェーズ１７０４における振幅の減少率よりも高いとすることができる。いくつかの実例では、オンセットフェーズ１７０２におけるランプされる増加および／またはオフセットフェーズ１７０４におけるランプされる減少はまた、変化する速度（例えば、経時的に増加および／または減少する速度）で達成することができる。

【０１５４】

いくつかの実例では、増加率および／または減少率は、治療される前庭状態、対象者の個人的好み、環境要因などに基づいて特定され得る。いくつかの実施形態では、振幅の増加率および／または減少率は、ユーザーによって調整され得る。いくつかの実施形態では、振幅の、速度もしくは増加および／または減少率は、センサ読取り値に基づいて、（例えば、制御ユニット３６０によって）自動的に調整され得る。例えば、振動装置に統合されたセンサは、振動装置がパワーオンおよび／またはパワーオフするときに身体的または生理学的状態および／または反応（例えば、発汗、温度、心拍数の変化など）を測定するように、構成され得る。身体的状態および／または反応を監視することによって、ランプアップおよび／またはランプダウン速度は、（例えば、装置のより習慣的なユーザーに対して、より感受性が高いかまたは初めてのユーザーによる）異なる反応に適応するように調整され得る。さらに、慢性状態（例えば、回転性めまい、耳鳴り）を患う対象者にとって、ランプアップおよび／またはランプダウンは、例えば前庭状態の突然の再発、および前庭状態に関連する症状のより強い発症などの、装置のオンおよび／またはオフの間の移行による不快な影響を低減するように選択され得る。

【０１５５】

Ｖ．方法

図１９は、本明細書に開示される前庭状態に関連する症状を治療するための振動装置（例えば、振動装置３００、４００、５００、６００、７００など）を使用するための方法１８００を示す。１８０２で、振動装置は、対象者またはユーザーの、頭部上に配置される。配置は、振動信号が対象者の前庭系に効果的に伝達され得るように、適切なエリア（例えば、適切な骨構造上）上にある。

【０１５６】

１８０４で、電気信号は、振動装置に供給されて、装置を通電して振動装置内の振動要素

の動きを引き起こす。１８０５で、振動信号は、対象者の頭部に加えられて、前庭状態を治療する。１８０６で、例えば電流、電圧、磁界変動などを含む、通電された振動装置に関連する情報が、監視される。１８０８で、対象者の生理学的状態および／または快適さレベルが、監視される。例えば、対象者の心拍数、発汗、温度、呼吸、酸素飽和度などの生理学的兆候が、監視され得る。いくつかの実例では、ユーザーによって知覚される快適さまたは不快感のレベルを報告するフィードバックなどの、対象者からのあらゆるフィードバックが、振動装置と統合された適切なセンサおよびアクチュエータを使用して監視され得る。１８０６および１８０８でのこうした監視は、１つ以上のセンサ（複数可）（例えば、センサ３９０、センサ４１６）、および／または制御ユニット（例えば、制御ユニット３６０）を使用して達成することができる。

【０１５７】

１８１０で、振動装置、および／または振動装置に結合された制御ユニットは、電気信号が調整または変更されるべきかどうかを決定する。電気信号を調整する必要がない場合（１８１０：いいえ）、振動装置は、上述のように、１８０５で前庭状態を治療し続け、１８０６で振動装置に関連する情報を監視し続け、１８０８で対象者に関連する情報を監視し続けることができる。

【０１５８】

電気信号を調整する必要がある場合（１８１０：はい）、上述のようにフローチャートに従って、１８１２で電気信号の周波数または力レベルが変化し、１８０４で新しい電気信号が振動装置に加えられる。振動装置を監視することによってよび対象者を監視することによって収集される情報は、力レベルおよび／または周波数を、変更する必要があるかどうか、ならびにどのくらい、およびどんな形態で変更する必要があるかを決定するために使用することができる。例えば、測定される電圧、電流、および／または磁界変動が、現在の周波数が共振周波数ではないことを示す場合、周波数は、振動装置の効率を改善するために調整されてもよい。別の例として、前庭状態がもはや存在しない（例えば、動揺病がもはや存在しない）ことを示す信号が、ユーザーから受信される場合、振動装置は、（例えば、ランプダウンを介して）装置をオフにするために周波数を調整してもよい。別の例として、対象者による不快感の表示に応答して、力レベルは、減少させられてもよい。

【０１５９】

図４５は、振動装置（例えば、１つ以上のセンサを含む、本明細書に記載の振動装置のうちのいずれか）に関連する１つ以上の構成要素によって実施され得る方法３６００を示す。３６０２で、振動装置は、ユーザーまたは対象者に、例えば当該ユーザーの頭部または耳に、配置され得る。配置は、振動信号が標的エリア（例えば、前庭系）に効果的に伝達され得るように、適切なエリア（例えば、適切な骨構造上）上にあり得る。

【０１６０】

３６０４で、オンボードまたは外部のプロセッサまたは制御ユニット（例えば、制御ユニット３６０）は、例えば１つ以上のセンサ（複数可）（例えば、センサ（複数可）３９０）によって収集される、ユーザーのバイオメトリクスおよび／または環境メトリクスを監視し得る。１つ以上のセンサは、振動装置に統合され、かつ／または動作可能に結合され得る。３６０６で、プロセッサは、上述のように、例えばデータ中のスパイク、１つ以上の閾値を上回るおよび／または下回るデータなどの、バイオメトリクスおよび／または環境要因の変化を検出し得る。監視および検出に基づいて、プロセッサは、振動装置の動作を調整（例えば、振動装置をオンまたはオフにする；振動装置によって生成される振動信号、および／またはアクティブな振動装置に対して使用される信号の、周波数、力レベル、または電力を調整する；など）し得る。

【０１６１】

ＶＩ．　実験的な研究

前庭状態に関連する症状を治療するために、実験的な研究を実施して、本明細書に開示される振動装置の例と類似した実験的な振動装置を試験した。実験的な振動装置は、図６に

示す振動装置５００と類似した、他の２つの磁石の間にサスペンドされた磁石として実装された振動要素を含んだ　　振動装置は、４オームのインピーダンスを有する外側コイルを含んだのであり、これは、マイクロコントローラであるカスタム設計のＡｒｄｕｉｎｏボードによって通電された。マイクロコントローラは、外側コイルに通電して磁界を生成することができたのであり、当該磁界は、サスペンドされた磁石を振動させるために使用された。３つの磁石／ボイスコイルアセンブリが、本体またはハウジングの内側に配置され、かつ充電式電池に接続されかつそれによって給電された。振動装置は、ヒトの頭部に結合することができたのであり、かつ骨を介して前庭系に伝導され得る振動を、生成することができた。

【０１６２】

研究では、対象者は、装置によって生成された振動信号が骨を介して対象者の前庭系に伝導されることができるように、乳様突起骨に被さるエリアに当たって耳の後ろに配置された実験的な振動装置を着用した。対象者は、動揺病、悪心、および／または他の前庭状態を誘発するために様々な状態にさらされたのであり、振動装置の効果は、対象者によって報告された情報に基づいて評価された。

【０１６３】

実験については、振動装置によって生成される振動の力レベルを、Ｂ＆Ｋ騒音計（Ｎｏ．２２３４）と結合された、較正されたブリュエル・ケアー（Ｂ＆Ｋ）人工乳様突起（Ｎｏ．４９３０）で測定した。振動装置は、骨伝導補聴器を保持するように設計されたＢ＆Ｋ人工乳様突起のホルダに挿入された。３．５～８ニュートンの力が、振動装置の上にかけられたのであり、当該振動装置が、Ｂ＆Ｋ人工乳様突起に当てて置かれた。骨伝導レベルは、Ｂ＆Ｋ騒音計で定量化されたのであり、ｄＢ　ｒｅ　１ｄｙｎｅ（すなわち、力レベル）で表される。

【０１６４】

研究の各々に関するさらなる情報は、以下に提供される。

【０１６５】

実験的な研究Ｉ

図２０Ａは、第１の実験的な研究のための手順のフローチャート１９００を示す。この第１の実験的な研究における研究参加者は、めまいを含む前庭疾患の病歴を経ていなかった。研究期間中、参加者は、オフィスチェアに着席させられ、上述の設計例に従って、Ｏｃｕｌｕｓ　Ｒｉｆｔ　ＤＫ２仮想現実システムおよび振動装置を着用するよう求められた。振動装置は、頭部ストラップで定位置に保持された。

【０１６６】

研究は、図２０Ａに概説される試験手順に従って実施された　。各参加者は、試験手順を複数回経たのであり、最初は振動装置をオフにされ、次いで振動装置をオンされた。オンにされた振動装置での試験中、振動装置の周波数および／または力レベルは、特定の周波数および／または力レベルが仮想現実装置の使用に関連する前庭状態を治療する上でより効果的であるかどうかを試験するために、変化させられた。試験中、周波数および／または力レベルの順序を参加者間で無作為化した。参加者はまた、いつでも研究を中断して、仮想現実装置の使用によって引き起こされるめまいまたは他の前庭状態から回復する機会を与えられた。

【０１６７】

１９０２で、参加者は、図２０Ｂに示す視覚的刺激１９５０を、仮想現実装置のディスプレイを介して与えられる。視覚的刺激１９５０は、複数の球１９５４を有する円盤形状の領域１９５６を含む。参加者は、円盤形状の領域１９５６内の球１９５４のうちの残りとは異なる色相の、中央の球１９５２に注意を集中するように指示された。ディスク形状の領域１９５６は、Ｏｃｕｌｕｓ　Ｒｉｆｔなどの仮想現実装置を使用して見ることができる、三次元空間を表すように設計された。

【０１６８】

１９０４で、参加者は、キーボードのスペースバーを押すことによって、円盤形状の領域

１９５６内の球１９５４の、中央の点（すなわち、中央の球１９５２）の周りの回転を開始する。１９０６で、スペースバーを押すと、球１９５４は、４度／秒／秒の比率で徐々に加速してスピンを始める。１９０８および１９０９で、参加者は、不快感またはめまいを感じたときにスペースバーを再び押すように指示されたのであり、その時点で、スピンしている球１９５４の角速度は、記録されて、その参加者についての「最大角速度」として記憶される。特定の参加者が、不快感またはめまいを示すためにスペースバーを押さなかった場合、球１９５４の角速度は、所定の角速度である９０度／秒に到達するまで増加した。

【０１６９】

１９１０では、画像の角速度は、ユーザーの指定前の速度の９０％（すなわち、最大角速度として記録される速度の９０％）に低減されるか、または参加者がスペースバーを押さなかった場合、９０度／秒の９０％（すなわち、８１度／秒）に低減される。球体１９５４は、１９１１で、参加者が再びスペースバーを押して不快感またはめまいの戻りを示すまで、または１９１２で所定の時間（例えば、１２０秒）が経過するまで、減速して回転する。１９１１で参加者が指定するか、または１９１２で所定の時間が経過するかのいずれかで、参加者が、減速して円盤形状の領域１９５６を視聴した時間を「視聴時間の長さ」として記録する。

【０１７０】

所与の参加者について、参加者は、まず振動装置の電源を切った状態で試験手順を実施するよう求められた。参加者は、試験手順を２回実行し、第１回は球体１９５４が時計回りに回転し、第２回は球体１９５４が反時計回りに回転する。次いで、同じことが、振動装置の電源を入れた状態で繰り返される。試験参加者は、振動装置を耳の後ろに装着し、乳様突起骨の扁平な部分に外耳道と同じ高さにするように求められた。参加者は、必要に応じて、不快感またはめまいから回復するために、時計回りと反時計回りの検査（例えば、１０～６０秒）の間で休息する時間を与えられた。

【０１７１】

振動装置を使用している間に、参加者は、異なる力レベルのセットまたは異なる周波数のセットのいずれかを試験するように求められた。異なる力レベルを試験した参加者については、振動信号の 周波数を一定に保ち（すなわち、５０Ｈｚ）、力レベルを８７、９２、９４、９６、９８、９９、１００、および１０１ｄＢ ｒｅ １ ｄｙｎｅに設定した。異なる周波数を試験した参加者については、振動信号のパワーレベルを一定レベルに設定し（すなわち、９６．５ｄＢ ｒｅ １ ｄｙｎｅ）、周波数を３０～７５Ｈｚの間で変化させた。

【０１７２】

１８名の参加者が研究に参加した。この研究にボランティアで参加したこれらの参加者の約３分の１は、実験による動揺病を経験していない。これらの参加者は、提示された視覚刺激（図２０Ｂ）を、回転する球体１９５４が９０度／秒になるまで見た後、減速して１２０秒間視覚刺激を見続けた。これらの動揺病を起こしにくい参加者には、振動装置の振動が動揺病を引き起こすかどうかを調べるために、振動装置の電源を入れた状態で視覚刺激の暴露を繰り返すよう指示した。これらの参加者のいずれも、振動装置の振動を９７ｄＢ ｒｅ １ ｄｙｎｅ以下に設定した振動装置の使用中および使用後に、何ら悪影響を受けたとは報告しなかった。

【０１７３】

残りの１１人の参加者（すなわち、実験研究中のある時点で動揺病やめまいを経験したと答えた参加者）の実験データを、図２１Ａ、図２１Ｂ、図２２Ａ、および図２２Ｂに示す。図２１Ａ、図２１Ｂ、図２２Ａ、および図２２Ｂに描かれたグラフのデータポイントについては、各試験条件で各参加者の時計回りと反時計回りの「最大角速度」と「視聴時間」を平均し、「振動装置あり」のデータを「振動装置なし」のデータ（すなわち、振動装置を使用しているときに参加者が収集したデータ）に基づいてベースラインで正規化した。各参加者に対してこれらの比率を計算した後、１１人の参加者の比率を平均して、図２

１Ａ、図２１Ｂ、図２２Ａ、および図２２Ｂに示す。

【０１７４】

図２１Ａは、異なる力レベルの範囲にわたる１１人の参加者の平均「視聴時間」比のグラフ２０００を示す。１より大きな値は、振動装置を使用しているときに不快感を起こすまでの視聴時間が、振動装置を使用していないときよりも長くなることを示す。図２１Ｂは、異なる力レベルの範囲にわたる１１人の参加者の平均「最大角速度」比のグラフ２００２を示す。図２１Ｂで１より大きな値は、振動装置を使用しているときに、振動装置を使用していないときと比較して、不快感を起こさない角速度の増加を示す。実験データによると、１１人の参加者において、振動装置の振動の力レベルを９６ｄＢ　ｒｅ　１　ｄｙｎｅに設定したときに、振動装置の効果が最も大きくなることがわかった。データを補間してフィットさせた結果、「視聴時間」と「最大角速度」の比率は９６．５ｄＢ　ｒｅ　１　ｄｙｎｅでピークに達した。９３ｄＢ～９８ｄＢの範囲の力レベルの「視聴時間」と「最大角速度」の比率は、統計的に有意な差があり、１よりも大きかったことから、これらの力レベルに設定された振動装置は前庭疾患の治療に有効であることが示された。

【０１７５】

８７ｄＢ　ｒｅ　１　ｄｙｎｅでは、比は１と統計的に異なっておらず、前庭状態の治療にデバイスは有効でないことを示した。１００ｄＢ　ｒｅ　１　ｄｙｎｅ以上のレベルで、多くの参加者が、振動装置の電源がオンになった時に、具合が悪くなったと報告した。これらの高い力レベルの不快感の閾値は参加者間でわずかに異なり、９９ｄＢという低いレベルの不快感を報告する者もいたが、特定の参加者がその閾値に達すると、参加者は振動によりほぼすぐに不快感を起こしたと報告した。１０２ｄＢで試験した参加者は、仮想現実システムを使用しているかどうかに関わらず、振動装置からの振動だけで不快感を起こしたと報告している。

【０１７６】

図２２Ａおよび図２２Ｂは、１１人の参加者の「視聴時間」と「最大角速度」の比率を、周波数の範囲で正規化し、平均化したものである。図示のように、これらの結果は、仮想現実酔いの発症の軽減または遅延における実験用振動装置の有効性は、振動信号の頻度に依存していないようであると示唆した。それにもかかわらず、グラフ２１００および２１０２は、４５～６５Ｈｚのより大きな比の値を示している。

【０１７７】

この最初の実験研究の結果は、特定の要因によって制限されている可能性がある。例えば、円盤形状の領域１９５６の球体１９５４の角速度は、視覚的表示システムによって制限された。具体的には、Ｏｃｕｌｕｓ　ＤＫ２画面のリフレッシュレートは９０Ｈｚである。デバイスのパネルは有機ＬＥＤ（ＯＬＥＤ）で、持続性は２ミリ秒である。これらの要因は、円盤形状の領域１９５６の球体１９５４の回転速度が、約９０度／秒を超えて回転することを妨げた。回転速度が９０度／秒を超えると、仮想現実ディスプレイが点滅し始めた。多くの試験参加者が振動装置を装着したままこの上限に達したため、測定値に天井効果が生じた。

【０１７８】

同様に、減速している回転球体１９５４を見る間、数人の被検者は、不快感または悪心を訴えることなく、目の疲れを訴えた。したがって、参加者は、回転するディスクをどのくらいの時間見ることができるかも制限され、これは、仮想現実酔いの発症を遅らせる実験的振動の有効性の測定における天井効果をもたらした別の要因であった。

【０１７９】

これらの要因を考慮に入れて、この最初の実験研究は、振動装置が、統計的に有意なレベルで仮想現実酔いを治療するのに有効であることを示した。図２０Ａおよび図２０Ｂのグラフに示すデータから、力レベルの変動が振動装置の有効性に統計的に有意な効果を有することが示された。具体的には、９３ｄＢ　ｒｅ　１　ｄｙｎｅ未満の力レベルは前庭疾患の治療にあまり効果的ではなく、１００ｄＢを超える力レベルは特定の患者に不快感やめまいを引き起こし、前庭疾患を悪化させることが示され、したがって９３ｄＢ～９８ｄ

Ｂ　ｒｅ　１　ｄｙｎｅの力レベルが前庭疾患の治療に有効であることがデータから示された。一方、図２１Ａおよび図２１Ｂのグラフに示すデータは、振動装置の有効性が４５Ｈｚ～６５Ｈｚの間の明確な傾向またはピークを有していなかったため、振動周波数の変動が、前庭状態を治療する際の振動装置の有効性に対してより小さな影響を有することを示した。

【０１８０】

実験研究ＩＩ

第２の実験研究では、上記の第１の実験研究で得られた結果を用いて、仮想現実ゲーム「ＥＶＥ：Ｖａｌｋｙｒｉｅ」のユーザーが経験する動揺病を緩和または防止する実験用振動装置の効果を測定した。

【０１８１】

「ＥＶＥ：Ｖａｌｋｙｒｉｅ」は、Ｘｂｏｘ　３６０の携帯コントローラを使用して、プレーヤが宇宙船と宇宙石のフィールド内を移動する、一人称による宇宙船シューティングゲームである。このゲームは、多くのプレーヤに動揺病を引き起こすことが知られている。このゲームでは、小惑星および宇宙船のフィールドに配置されたゲートを飛び回る。３次元の空間寸法における動きに加えて、ほとんどの「ゲート」は、プレーヤが３次元回転軸（例えば、ロール軸、ピッチ軸、またはヨー軸）の周りを回転することを必要とする。

【０１８２】

この研究では、被験者は仮想現実ゲーム「ＥＶＥ：Ｖａｌｋｙｒｉｅ」を、Ｏｃｕｌｕｓ　Ｒｉｆｔ　ＣＶ１システムを使用して最大１５分間使用する。試験については、参加者は、上述の実験用振動装置を使用する場合と使用しない場合とで、２つのセッションにおいて２日間連続でゲームをプレーするよう指示された。実験の１日目に、参加者は、実験振動装置を使用することなく、仮想現実ゲームのトレーニングミッション部分を最大１５分間プレーするように求められた。参加者は、１５分間の終点の前に吐き気を感じ始めたら、中止するように指示された。経験豊富なゲーマは、トレーニングミッションをバイパスし、仮想現実空間の戦いに直接参入して、ミッションに直接行くことができた。２日目には、同じ実験手順に従ったが、６０Ｈｚの周波数と９６．５ｄＢの力レベルに設定された実験振動装置を装着した参加者では、第１の実験研究の結果によると有効であることが分かった。デバイスは、頭蓋骨、右耳の後ろ、および外耳道と水平に、また乳様突起の扁平部分に適用され、適用された力は約３．５～８ニュートンであった。試験中、めまいや不快感を起こした参加者は、いつでも中止することができた。

【０１８３】

参加者は、ゲームを中止してから約１０分後に、動揺病評価質問票（ＭＳＡＱ）に回答するよう求められた。ＭＳＡＱは、１６の記述または症状を含み、それらは、（１）胃腸系、（２）中枢神経系、（３）末梢神経系、および（４）眠気関連の４つの動揺病のカテゴリに分類することによって、動揺病の独立した記述子を識別および分類するのに役立つ。ＭＳＡＱスコアは、動揺病の１６の症状の可能性について、１（全くない）から９（重度）まで幅がある。表１は、参加者が経験した動揺病を評価するために使用されたＭＳＡＱの１６の記述を示す。

【０１８４】

実験研究ＩＩで説明したＯｃｕｌｕｓ　Ｒｉｆｔのプレー体験終了１０分後に実施した動揺病評価質問票。

【０１８５】

【表１】

それぞれデバイスなしおよびデバイスありのＭＳＡＱ結果					
1.胃の具合が悪くなった（G）	2.9±0.6	1.3±0.2	9.混乱した（Q）	3.5±0.5	1.5±0.6
2.気が遠くなるような思いをした（C）	2.7±0.4	1.2±0.1	10.疲労を感じた（S）	3.8±0.6	1.3±0.1
3.イライラした（S）	2.7±0.4	1.4±0.2	11.吐き気を感じた（G）	3.3±0.6	1.5±0.2
4.汗ばむ感じがした（P）	3.2±0.6	1.6±0.2	12.暑い/暖かいと感じた（P）	3.8±0.7	1.4±0.2
5.気持ち悪くなった（G）	3.1±0.5	1.6±0.3	13.めまいを感じた（C）	4.1±0.7	1.7±0.2
6.頭がふらふらした（C）	4.7±0.6	1.6±0.2	14.回転しているように感じた（C）	3.1±0.5	1.25±0.1
7.眠気を感じた（S）	3.5±0.6	1.4±0.2	15.嘔吐しそうに感じた（G）	1.9±0.4	1.0±0.0
8.気持ち悪い/冷たい汗を感じた（P）	2.5±0.5	1.08±0.08	16.不安を感じた（S）	3.3±0.6	1.5±0.2
全く重度ではない 1−2−3−4−5−6−7−8−9			G：胃腸系　C：中枢神経系 P：末梢神経系　S：眠気関連		

【０１８６】
参加者が、１日目に実験的な振動装置を装着せずに１５分間プレーするよう求められたとき、１７人中１１人の参加者が１５分間最後までプレーすることができた。残り６人のプレー時間は、４：０５～１４：５０分の範囲であった。平均プレー時間は１３分２５秒であった。対照的に、参加者がプレー中に実験用振動装置を装着すると、１７人の参加者全員が１５分間にわたってプレーを行うことができた。ＭＳＡＱからデータを収集し、表１に示す。ＭＳＡＱのスコアは、１（全くない）から９（重度）の範囲である。

【０１８７】
ＭＳＡＱの結果は、図２３Ａおよび図２３Ｂにグラフ形式で示されている。各グラフは、デバイスを装着している間に取得されたＭＳＡＱスコアに対する、デバイスを装着していない間に取得されたＭＳＡＱスコアの比率を示す。図２３Ａは、動揺病の４つのカテゴリすべてにわたるＭＳＡＱからの平均スコアを示すプロット２２００を描写し、図２３Ｂは、ＭＳＡＱによって定義される４つのカテゴリ、すなわち、（１）胃腸系、（２）中枢神経系、（３）末梢神経系、および（４）眠気関連のスコアを示す、４つのサブプロット２２０２、２２０４、２２０６、２２０８を示す。各グラフを通る線２２５０は、振動装置を使用した場合と使用しない場合のＭＳＡＱスコアが同じであることを表しており、したがって、振動装置が動揺病に影響を与えないことを表す線である。

【０１８８】
図２３Ａおよび図２３Ｂに示すように、すべてのデータポイントが線２２５０の下に位置していることから、データは、振動装置が動揺病の治療に有効であることを示す。データポイントは、ＭＳＡＱスコアの９（重度）から１（全くない）への有意な減少を示した。図２３Ｂのプロット２２０２、２２０４、２２０６、２２０８に示すように、動揺病の異なるカテゴリに分けた場合でも、振動装置は、動揺病を治療する際に各カテゴリで有意に有効であった。

【０１８９】
実験研究ＩＩＩ
第３の実験研究では、参加者は４ドアのセダンで後部座席の乗客になるよう依頼され、固定された２０分の旅程に基づいて一区間の道路を走行した。この設定経路で、同日に３回の道路試験を実施した。各ドライブ中、参加者はスマートフォンまたはその他の小型携帯

デバイスを使って記事を読むように求められた。開始時刻を記録し、各参加者は、動揺病の最初の症状を最初に感じた時刻を報告した。

【０１９０】

各参加者について、動揺病のベースライン測定は、いかなるタイプの補助器具を装着することなく、参加者がドライブを行い、スマートフォン上の記事を読むことによって確立された。最初のドライブの後、各参加者は、（１）右乳様骨の上に配置された本明細書に記載の実験用振動装置、または（２）外側に向けられ、ゴムパッドによって参加者の頭部から隔離され、実験用振動装置と同等の聴覚レベルを提供する低周波音を発する音声発生装置を装着するよう求められた。各デバイスを装着する順番は、各参加者に対して無作為化された。

【０１９１】

走行経路は、中間地点（すなわち、約１０分）に１つの停止標識のみを有し、信号灯のない、固定の環状経路であった。固定経路は約２０分かかり、ドライブ間変動は１０％未満であった。被験者は、走行の前半でのみ、ストップサインまで試験された。被験者には、セッション間に休息を与えた。

【０１９２】

参加者からのフィードバックによると、参加者は継続的に動揺病を経験しているわけではなく、一般的には車両が加速、減速、またはターンしたときに動揺病を経験していることがわかった。参加者は、動揺病を累積的な効果として報告しており、最初のターンで軽い不快感を起こし、２回目のターンで最初のターンの効果が追加され、閾値に達するまで繰り返された。実験用振動装置を使用している間、参加者は、加速およびターンの際に不快感を起こしたが、車が一定の速度に戻ると不快感はすぐにゼロに戻り、車の加速度が連続的に変化する間、蓄積された吐き気の影響はなかったと報告した。

【０１９３】

図２４は、第３の実験研究中に参加者によって経験された、動揺病の初回発症までの秒を示す。バー２３０２は、デバイスを使用しない場合の動揺病の初期発症までの秒を表し、バー２３０４は、音声発生装置を使用した場合の動揺病の初期発症までの秒を表し、バー２３０６は、実験用振動装置を使用した場合の動揺病の初期発症までの秒を表す。図示のように、本明細書に記載の実験用振動装置の使用は、バー２３０６で、動揺病の発症までの秒数の有意な増加をもたらした。具体的には、実験用振動装置は、デバイスを装着していない場合（バー２３０２）と音声発生装置を装着している場合（バー２３０４）と比較して、動揺病の発症までの時間が２倍を超えるという効果があることがわかった。本研究のデータは、車の後部座席に助手として乗りながら読書をするという実社会の状況を模擬した場合に、実験用振動装置の動揺病防止効果を示すものである。実験的振動装置を使用した被験者のいずれも、車から降りた後の不快感は報告しなかった。

【０１９４】

実験研究および他の指標の概要

上述の実験研究からの結果は、本明細書に開示する例示的な振動装置などの振動装置が、様々な前庭状態の症状の治療に有効であり得ることを示す。かかるデバイスは、小さな輪郭を有し、振動が被験者の前庭系に骨（例えば、頭蓋骨）を介して伝導され得るように、対象の頭部の表面に結合することができる。３つの実験研究で使用された実験用振動装置は、動揺病および／または仮想現実による動揺病を緩和、軽減するのに有効であることが示されている。記載される実験および結果は、動揺病の低減における開示された振動装置の有効性が、明白な有害な副作用を伴わず、実質的に瞬時であることを示す。

【０１９５】

その後の実験は、本明細書において有効であることが見出された力レベルおよび頻度レベルも、医療施設で実施されたカロリー試験によってもたらされためまいおよび吐き気を軽減するのに効果的であることを示した。例えば、めまいについては、慢性的または頻繁なめまいエピソードを患った個人に、実験用振動装置を装着し、デバイスを装着することの影響を報告するように依頼した。概して、個人は、デバイスの使用時にめまいに関連する

症状が少ないと報告した。もう１つの例として、カロリー試験のために、耳鼻咽喉科（「ＥＮＴ」）の医師が、実験振動装置を装着している、および装着していない５人の被験者に対してカロリー試験を実施した。初日にデバイスを装着しなかった場合、すべての被験者に吐き気が生じ、１人の被験者は激しい吐き気のためにテストを終えることができなかった。翌日にデバイスを装着したところ、５人の被験者全員が、吐き気がないことを含め、吐き気が大幅に減少し、初日に試験を完了できなかった被験者は、２日目にデバイスを装着してテストを完了することができた。両日の試験では、振動装置を装着した場合としない場合で、前庭機能が同程度であることが示された。

【０１９６】

病気を誘発する前庭系から送られてくる信号を、骨伝導の振動信号を応用してマスクすることは、前庭マスキングとも呼ばれ、数多くの前庭症状の緩和に有効であり得る。例えば、損傷した前庭系によってもたらされためまいは、適用された骨伝導性振動信号で治療することができる。しかしながら、時として、印加された振動信号が突然除去された場合（例えば、振動装置がオフのとき）、振動信号は有害反応を有し得る。上述のものなど、いくつかの実施形態において、これらの有害反応は、デバイスを突然オフにする代わりに、ある期間にわたって印加された振動の電力を徐々に減少させること（すなわち、電力のランプダウンを有する）によって最小化することができる。

【０１９７】

別の例として、前庭マスキングは、個人が本明細書に開示されるものなどの仮想現実デバイスを使用するときに発生する動揺病の軽減に有効であり得る。仮想現実デバイスは常に動揺病を引き起こすわけではないため、一実施形態では、本明細書に開示されているような振動装置は、酔いを誘発することに関連する特定の条件および／または状況が仮想現実デバイスのユーザーに表示および／または提示されたときに、前庭系をマスキングするための振動を生成するように動作可能である。振動装置は、例えば、振動素子を制御するための特別な命令を記憶するように動作可能なマイクロコントローラによって制御されてもよい。かかる命令は、オンボードメモリまたは別個のメモリに記憶されてもよい。さらに、こうした命令は、特別な機能および特徴をコントローラに統合して、前庭系の状態の治療に関連する特定の機能、方法およびプロセスを実行するように設計される。一実施形態では、マイクロコントローラは、ソフトウェア開発キット（ＳＤＫ）を使用して命令をプログラムすることができる。

【０１９８】

振動信号の生成を制御および／または駆動するための電気信号は、記憶された命令に基づいてマイクロコントローラによって生成されてもよいことが理解されるべきである。これら電気信号は、マイクロコントローラと振動装置との間で、有線または無線（例えば、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ）の方法を介して通信されてもよい。さらに、電気信号は、記憶された動作パターンを含んでもよい。例えば、マイクロコントローラによってアクセスされる記憶された命令は、マイクロコントローラおよび振動要素を含む装置に蓄積および記憶されている、使用データに基づき、特定のユーザーに有利なパターンで振動要素が「オン」または「オフ」にされることを引き起こすために振動要素に送信される一連の電気信号を生成するために、マイクロコントローラによって使用されてもよい。１つのパターンは、期間にわたって（例えば、毎分）生成されて対象者に加えられる振動の数が変化し得る、一連の振動を伴ってもよく、一方、第２のパターンは、いくつかの振動における力レベルが変化し得る、一連の振動を含んでもよい。振動要素によって生成される振動の力レベルおよび周波数を制御するために使用され得るものなどの、他のタイプの電気信号は、センサから受信したデータに基づいて、マイクロコントローラから振動装置に送信されてもよい。例えば、加速度センサは、ユーザーの物理的加速度の変化を感知するために、ポータブル電子機器（例えば、携帯電話）に含まれてもよい。実施形態では、マイクロコントローラは、動揺病を招き得る加速のタイプを示す加速度センサからのデータを受信するように動作可能であってもよい。したがって、こうしたデータを受信した後、マイクロコントローラは、関連する制御信号を生成し、こうした信号を振動要素に送信するように動作可能

であってもよい。振動要素は、次に、こうした制御信号を受信し、例えば動揺病を先制的に最小化するために、固有受容の前庭系にリアルタイムで適用できる振動を生成するように、動作可能であってもよい。あるいは、ユーザーが動揺病によって具合が悪くなる結果となり得る経路または進路を表す、記憶されたロードマップは、マイクロコントローラまたはポータブル機器内にＧＰＳ回路と併せて記憶されてもよい。実施形態では、ＧＰＳ回路が、ユーザーが経路または進路に沿って動いており動揺病を誘導し得る位置に到着することを示すとき、マイクロコントローラは、関連する制御信号を生成し、こうした信号を振動要素に送信するように動作可能であってもよい。振動要素は、次に、こうした制御信号を受信し、例えばユーザーが位置に到達する前に動揺病の可能性に対して責任をもつために、前庭系に適用できる振動を生成するように動作可能であってもよい。

【０１９９】

熱量検査（ｃａｌｏｒｉｃ　ｔｅｓｔ）、ＶＮＧ検査、およびＥＮＧ検査を含むいくつかの異なるタイプの医学的検査が、対象者の前庭機能を検査するために、聴覚訓練士（ａｕｄｉｏｌｏｇｉｓｔ）および耳鼻咽喉科医（ｏｔｏｌａｒｙｎｇｏｌｏｇｉｓｔ）によって施行されることに留意すべきである。検査の一部として、悪心を引き起こす不利な副作用を有し得る形態の回転性めまいが、患者に誘発され得る。これらの検査を受けている間にこうした患者が経験する、悪心を低減するために前庭マスキングを使用することができる。したがって、本明細書に記載の装置は、こうした医療的検査を完了するために使用される医学的検査システムに含まれてもよく、または代替的に、こうした不利な副作用を軽減または低減するために、こうした医学的検査システムと併せて使用（例えば着用）されてもよい。

【０２００】

いくつかの実施形態では、記載される装置および方法は、前庭状態の治療に関連しない用途に使用することができる。例えば、振動装置のいくつかの実施形態は、適切な通信チャネルを使用して触覚通信（ｈａｐｔｉｃ　ｃｏｍｍｕｎｉｃａｔｉｏｎ）を実施するための装置として、使用することができる。いくつかの実例では、無音でありかつ触覚感覚に基づく通信方法は、軍隊または監視の条件などにおいて有用であり得る。振動装置の実施形態は、見えないおよび聞こえないという使用条件などの、低減された検出可能性の適切な適合を伴って、諜報員（ｏｐｅｒａｔｉｖｅ）などの対象者間の触覚通信を可能にするために使用することができる。

【０２０１】

様々な発明の実施形態が本明細書で説明され例解されてきたが、当業者は、本明細書に記載する機能を実行し、ならびに／または結果および／もしくは利点のうちの１つ以上を得るための、様々な他の手段および／または構造を容易に想到するであろうし、こうした変形および／または修正は各々、本明細書に記載する発明の実施形態の範囲内であるとみなされる。より一般に、本明細書に記載するすべてのパラメータ、寸法、材料、および構成が、例示的であることを意図していることと、実際のパラメータ、寸法、材料、および／または構成が、本発明の教示が使用される、特定の適用（複数可）に依存するであろうことを、当業者は、容易に理解するだろう。当業者は、日常的な実験のみを用いて、本明細書に記載する特定の発明の実施形態に対する、多数の同等なものを認識するまたは確認できるだろう。そのため、前述の実施形態が、例としてのみ提示されることと、添付の特許請求の範囲およびその同等なものの範囲内において、本発明の実施形態が、特に記載、および請求の範囲に記載された以外の別の方法で実施され得ることが、理解されるだろう。本開示の発明の実施形態は、本明細書に記載する各個別の特徴、システム、物品、材料、キット、および／または方法を対象とする。加えて、こうした特徴、システム、物品、材料、キット、および／または方法が互いに矛盾したものでない場合、２つ以上のこうした特徴、システム、物品、材料、キット、および／または方法の任意の組み合わせが、本開示の発明の範囲内に含まれる。

【０２０２】

また、様々な発明概念が、１つ以上の方法として具体化され得るし、その例を提供してき

た。方法の一部として実施される行為は、任意の好適なやり方で順序付けることができる。従って、実施形態は、例示と異なる順序で行為が実施されるように構築されてもよく、これには、例示の実施形態で連続した行為として示されているにもかかわらず、一部の行為を同時に実施することが含まれ得る。

【図面】

【図１Ａ】

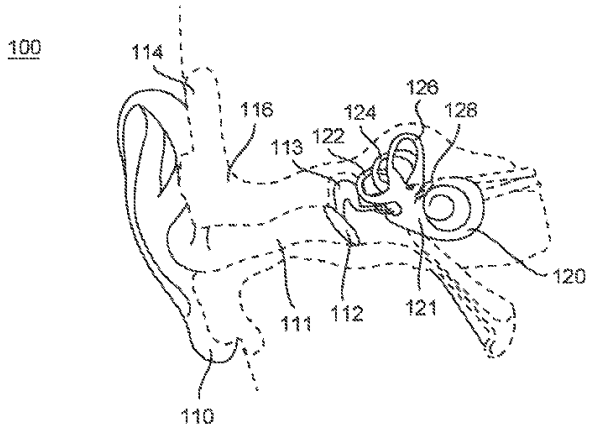

FIG. 1A

【図１Ｂ】

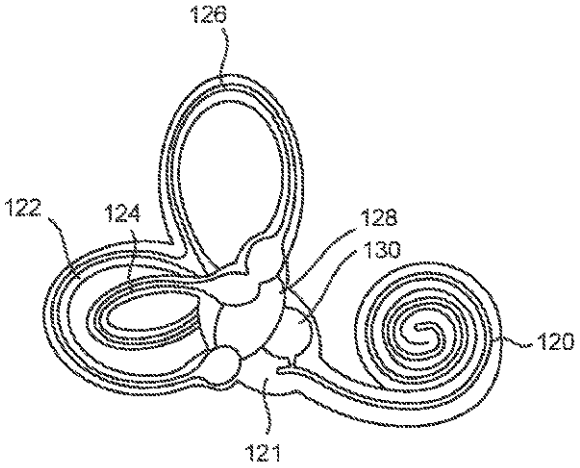

FIG. 1B

【図２Ａ】

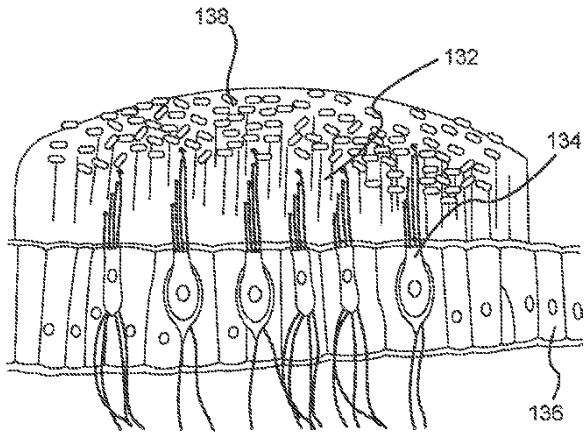

FIG. 2A

【図２Ｂ】

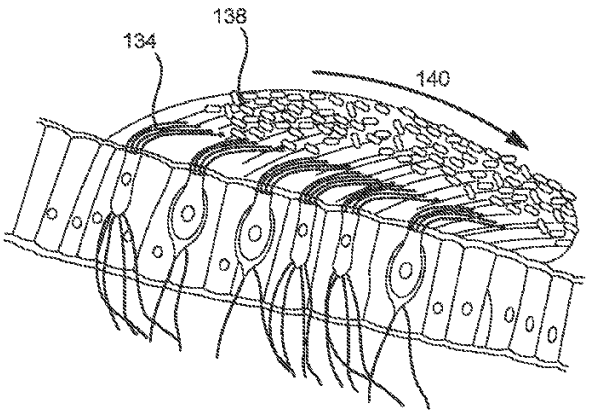

FIG. 2B

【図３】

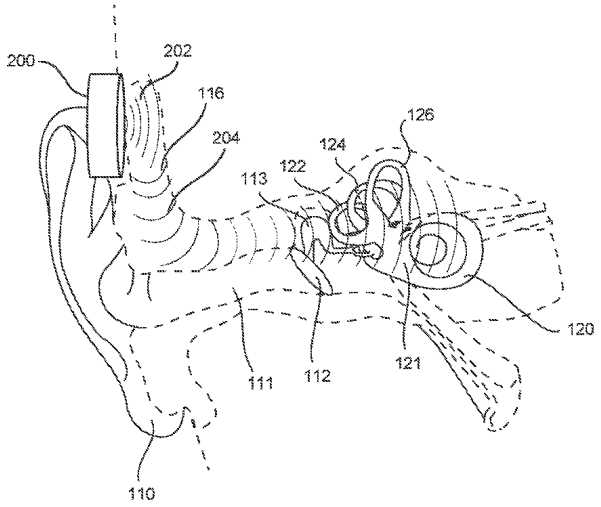

FIG. 3

【図４Ａ】

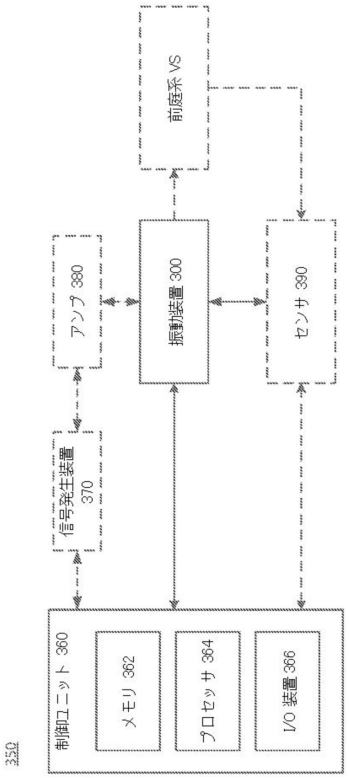

図４Ａ

【図４Ｂ】

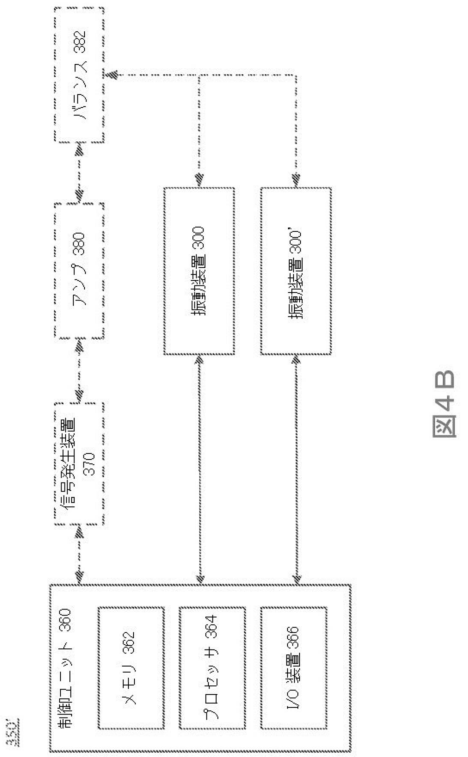

図４Ｂ

【図４Ｃ】

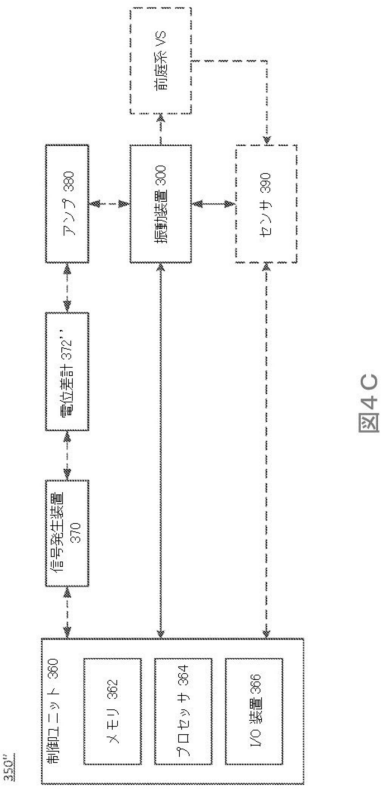

図４Ｃ

【図５】

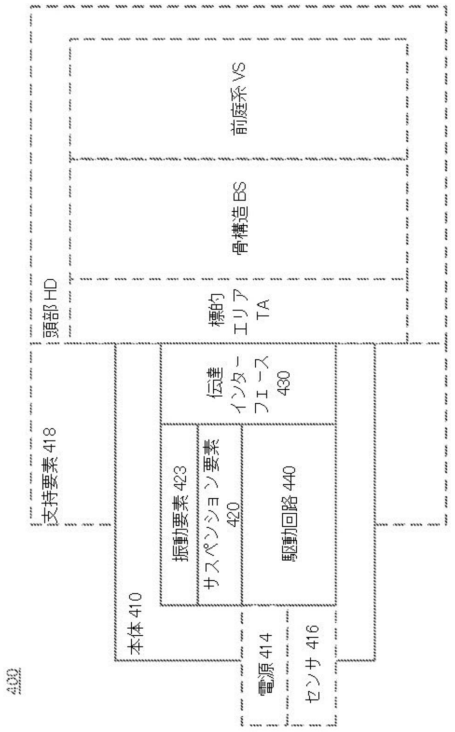

図5

【図６】

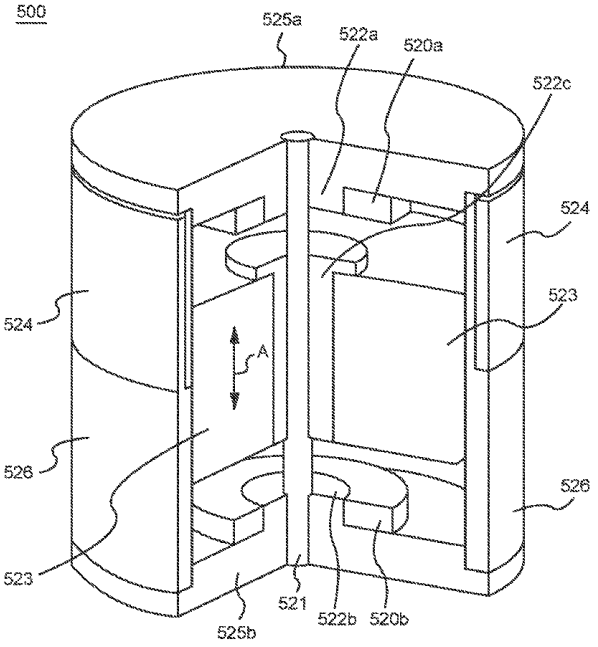

FIG. 6

【図７Ａ】

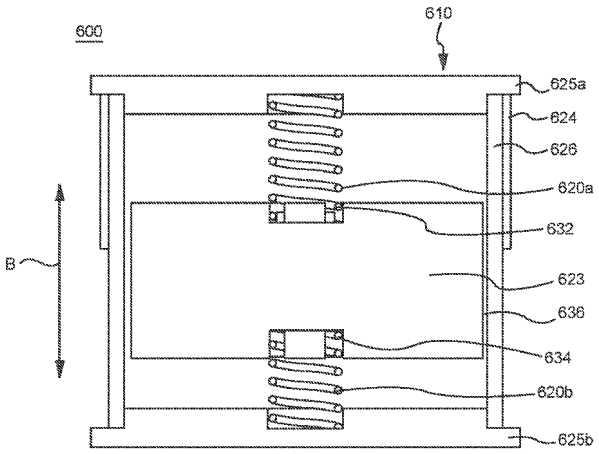

FIG. 7A

【図７Ｂ】

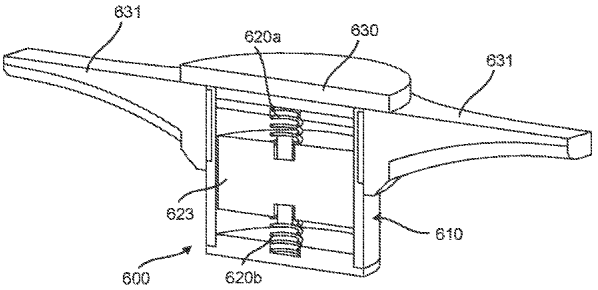

FIG. 7B

【図８】

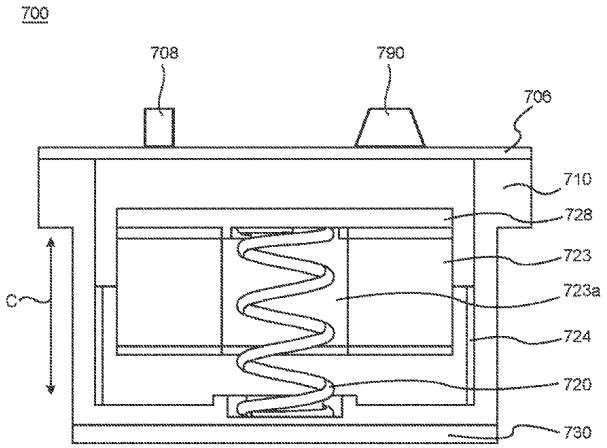

FIG. 8

【図９Ａ】

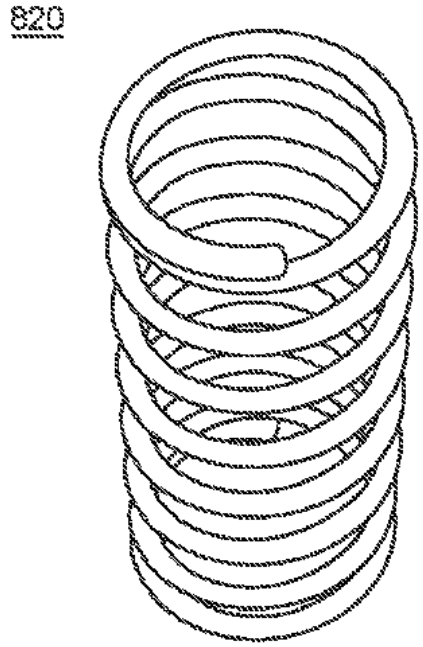

FIG. 9A

【図９Ｂ】

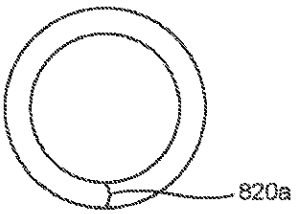

FIG. 9B

【図９Ｃ】

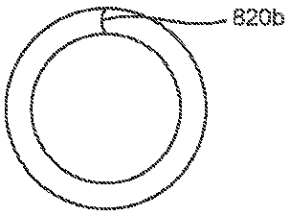

FIG. 9C

【図１０】

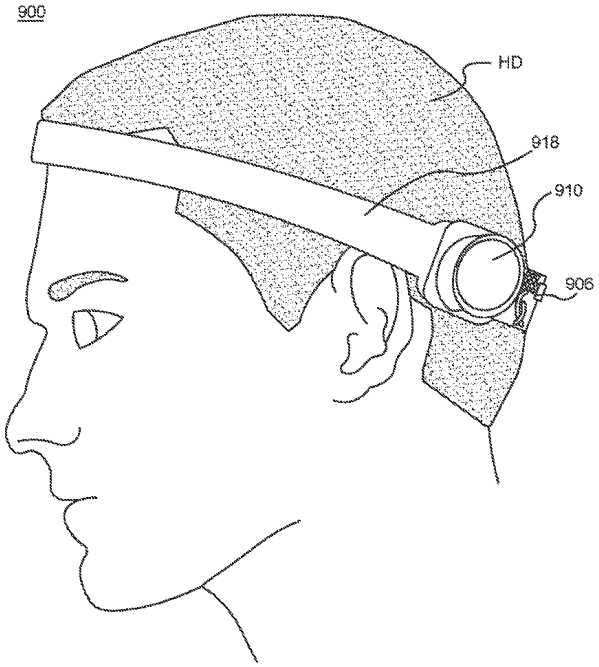

FIG. 10

【図１１】

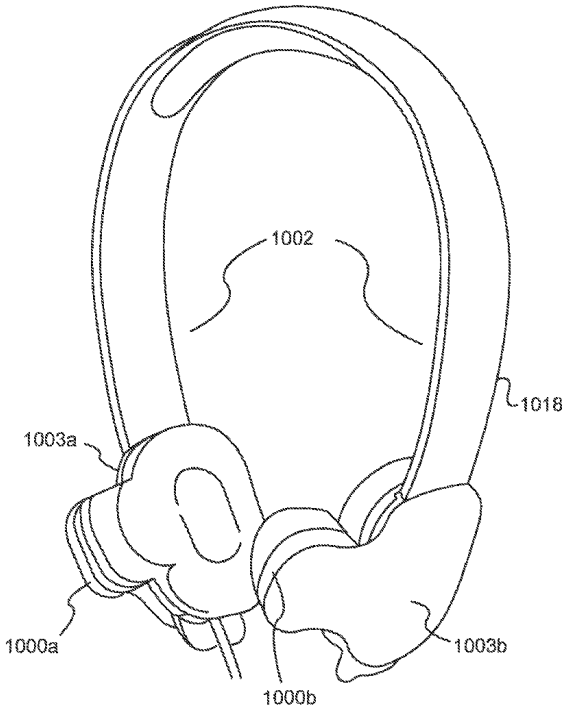

FIG. 11

【図１２】

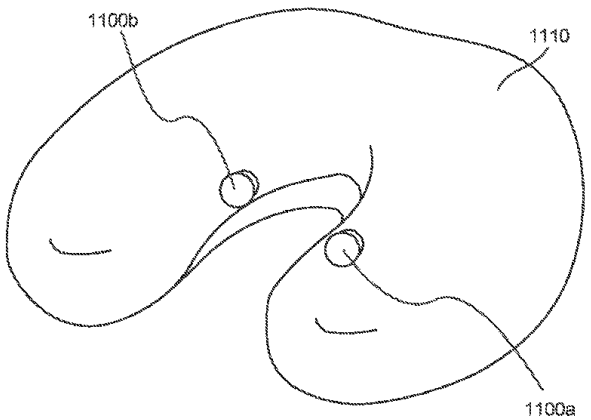

FIG. 12

【図１３】

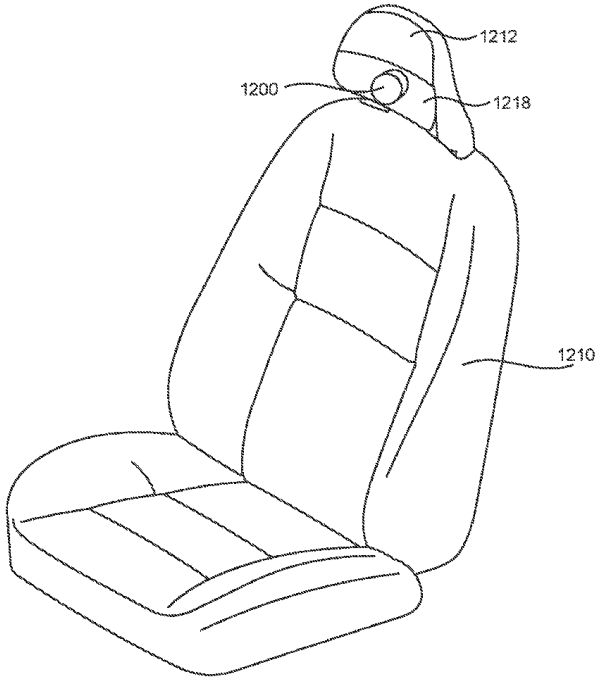

FIG. 13

【図１４】

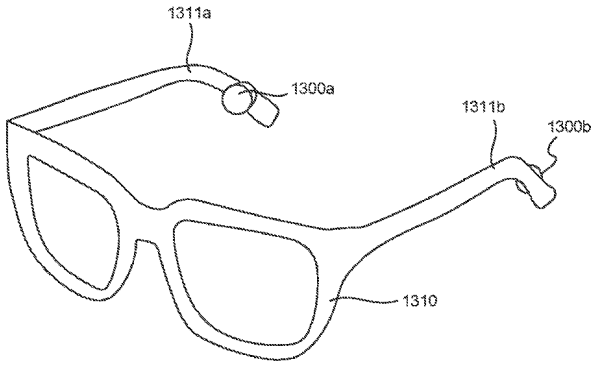

FIG. 14

【図１５】

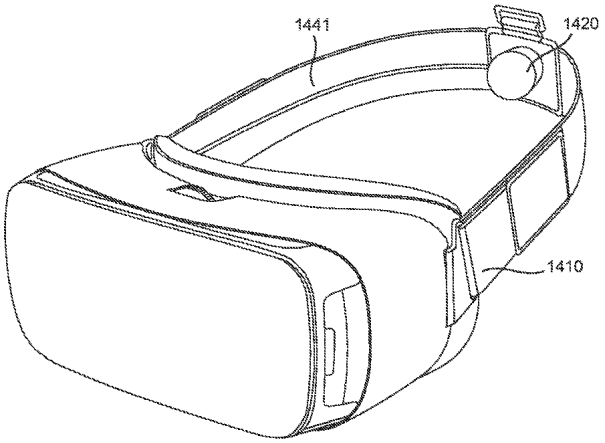

FIG. 15

【図１６】

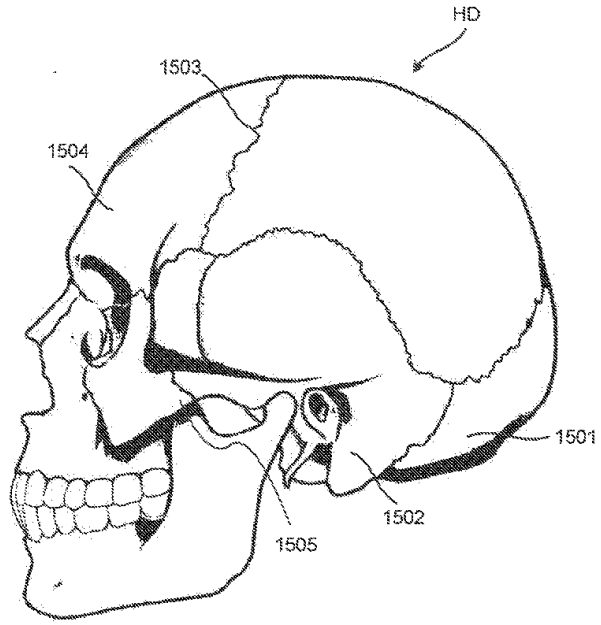

FIG. 16

【図１７Ａ】

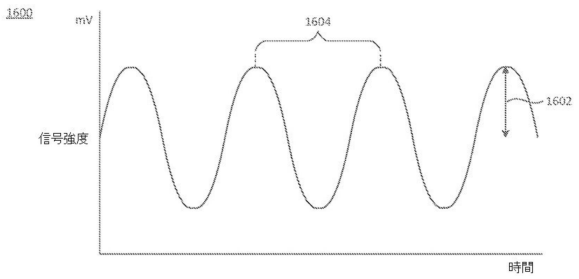

図17A

【図１７Ｂ】

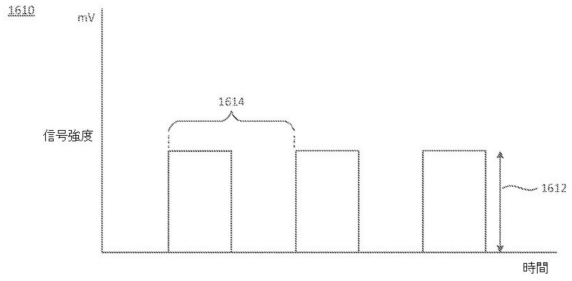

図17B

【図１８】

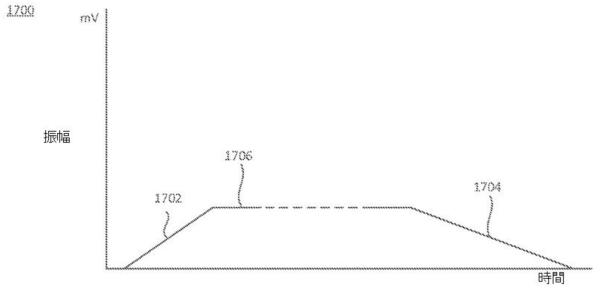

図18

【図１９】

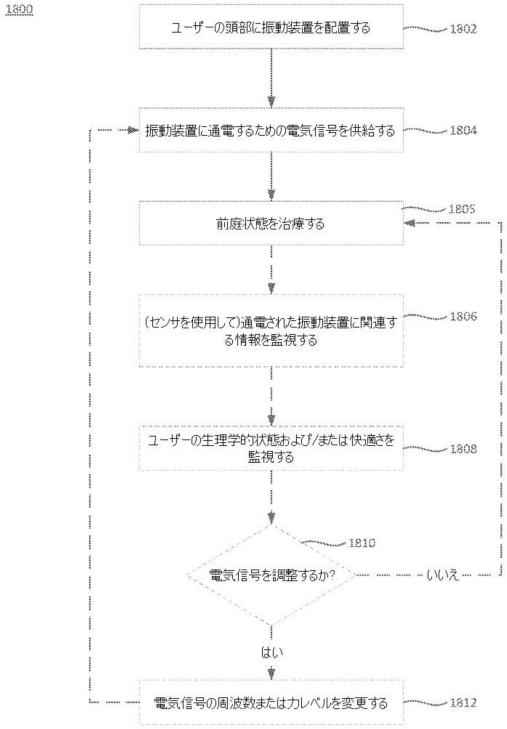

図19

【図２０Ａ】

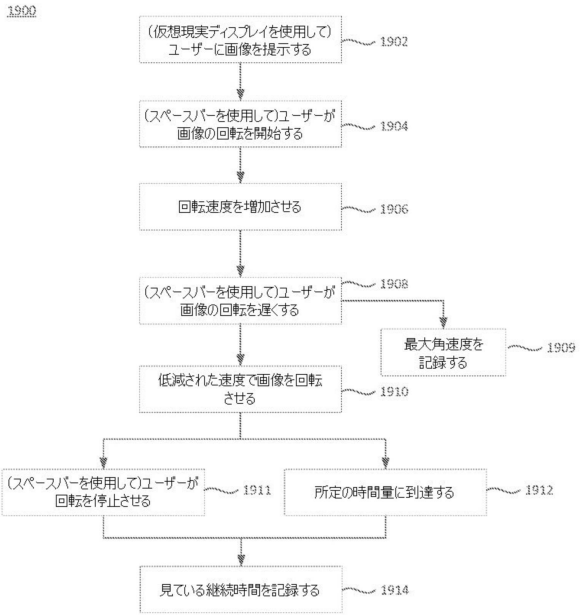

図20A

【図２０Ｂ】

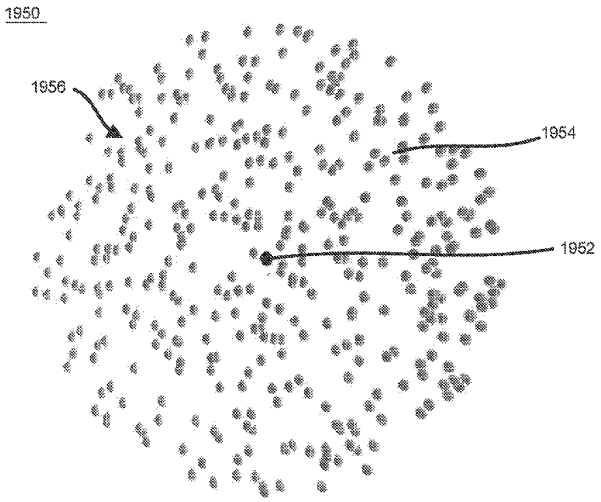

FIG. 20B

【図２１Ａ】

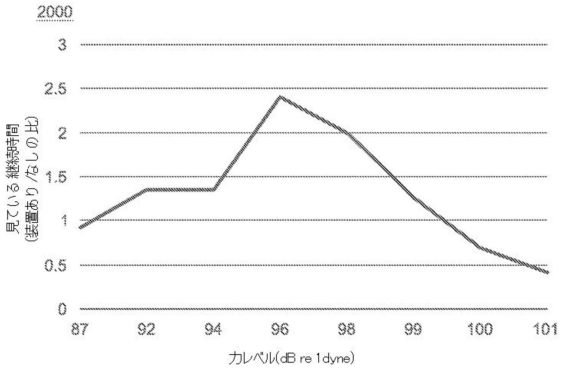

図21A

【図２１Ｂ】

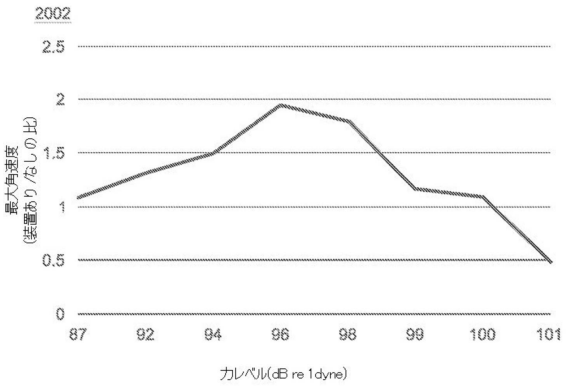

図21B

【図２２Ａ】

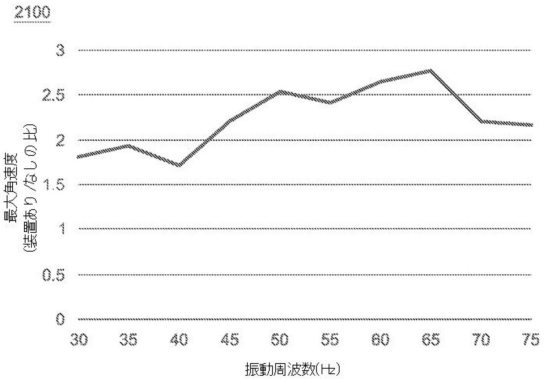

図22A

【図２２Ｂ】

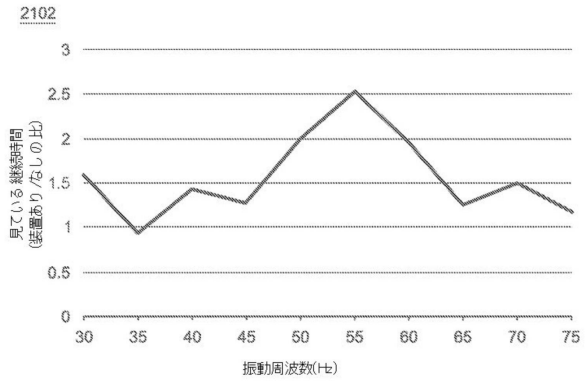

図22B

【図２３Ａ】

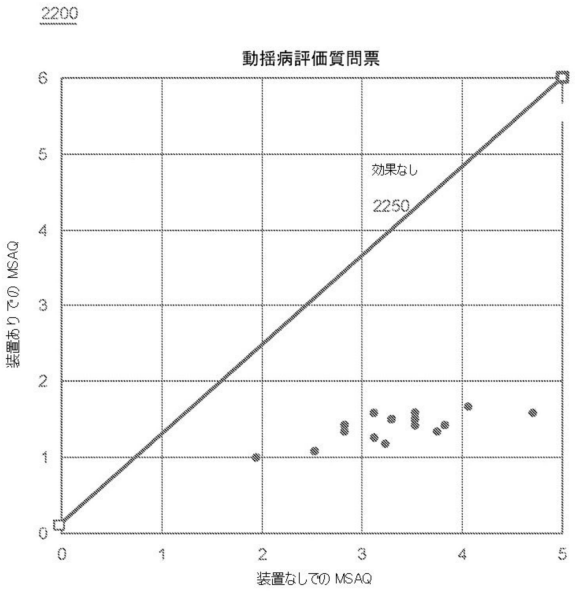

図23A

【図２３Ｂ】

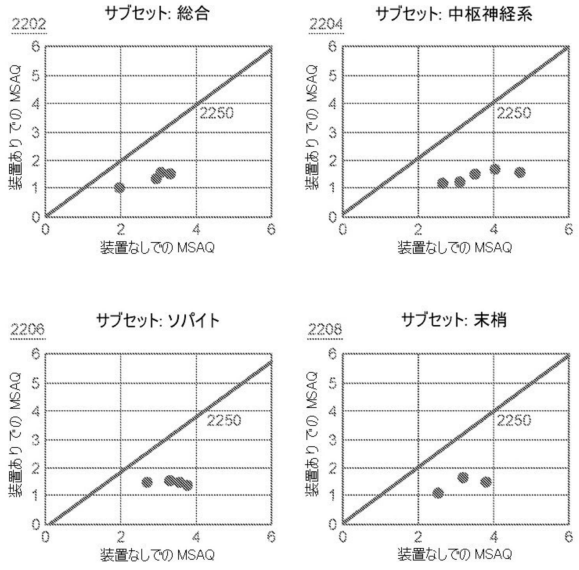

図23B

【図２４】

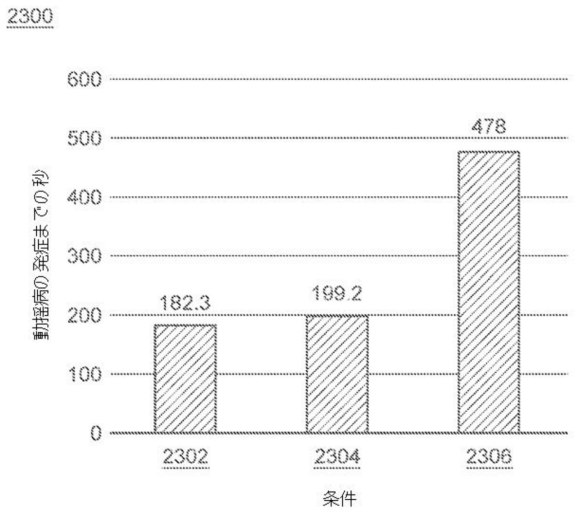

図24

【図２５Ａ】

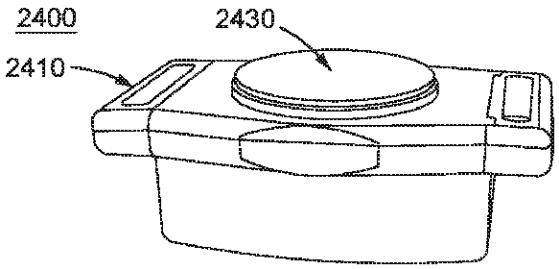

FIG. 25A

【図２５Ｂ】

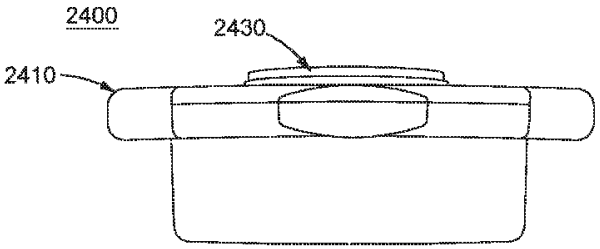

FIG. 25B

【図２５Ｃ】

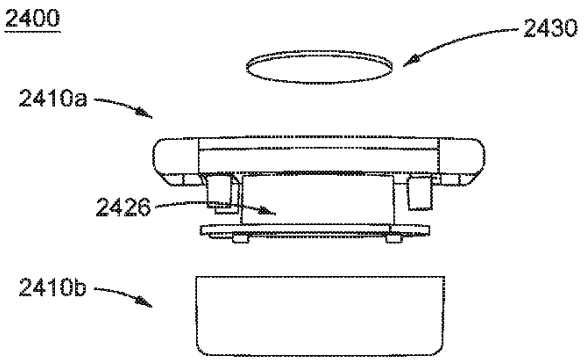

FIG. 25C

【図２６】

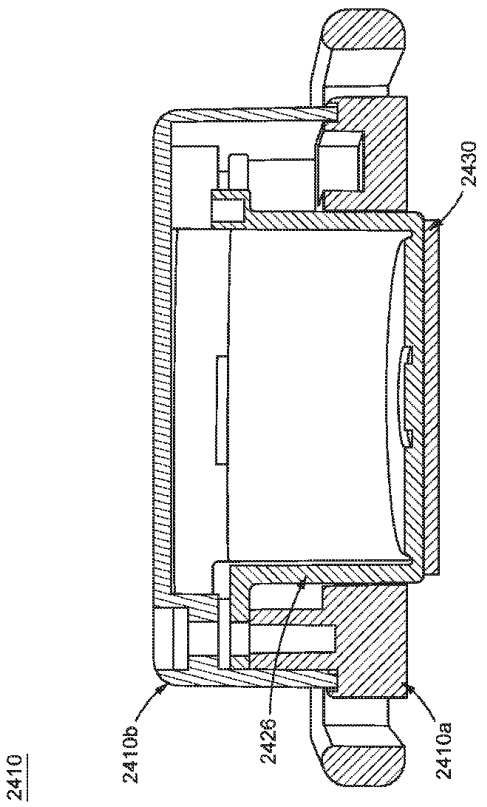

FIG. 26

【図２７Ａ】

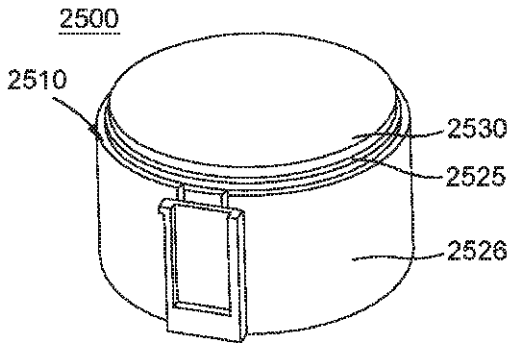

FIG. 27A

【図２７Ｂ】

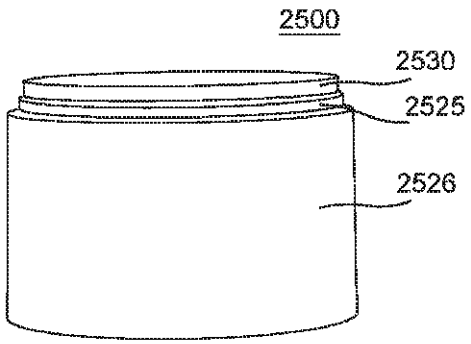

FIG. 27B

【図２７Ｃ】

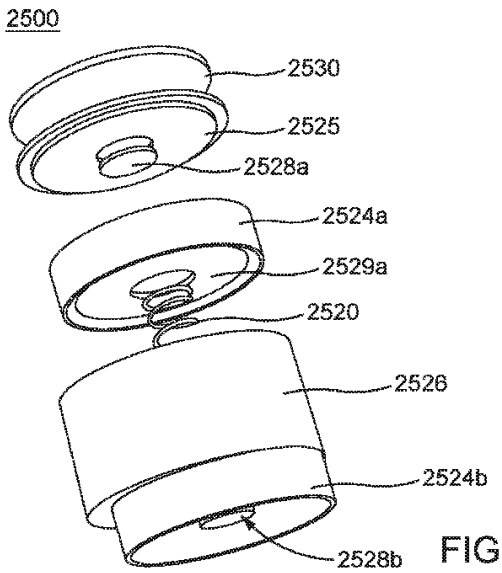

FIG. 27C

【図２８Ａ】

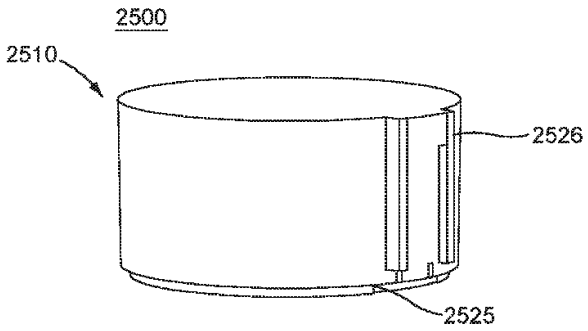

FIG. 28A

【図２８Ｂ】

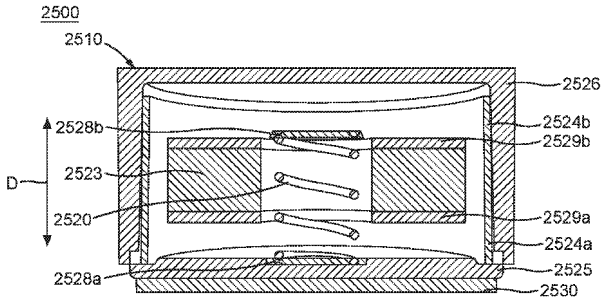

FIG. 28B

【図２９】

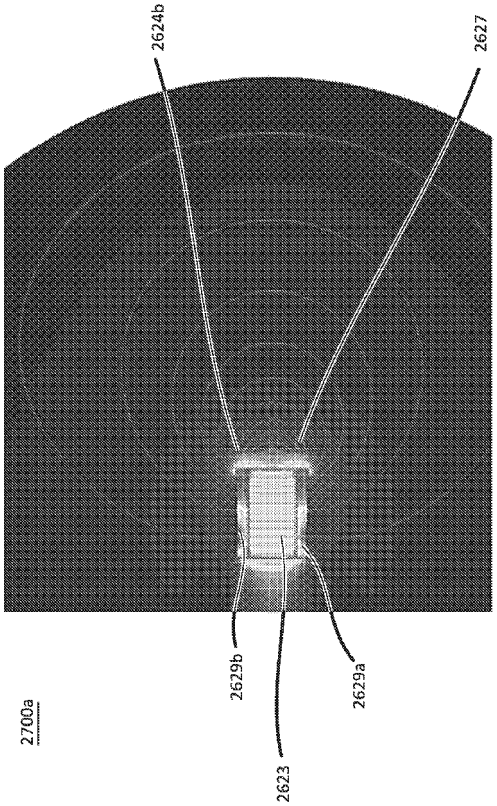

FIG. 29

【図３０】

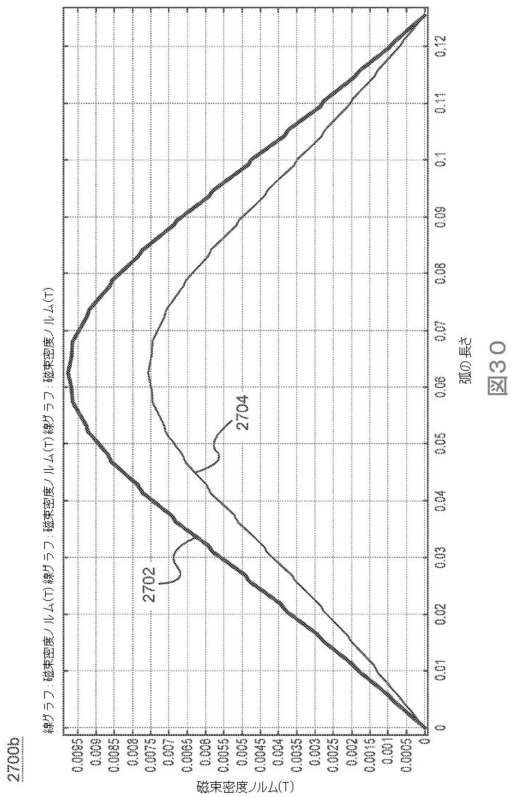

図３０

【図３１Ａ】

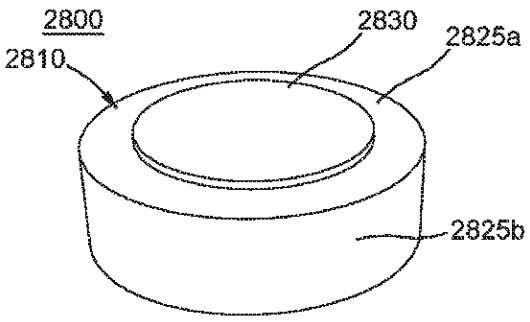

FIG. 31A

【図３１Ｂ】

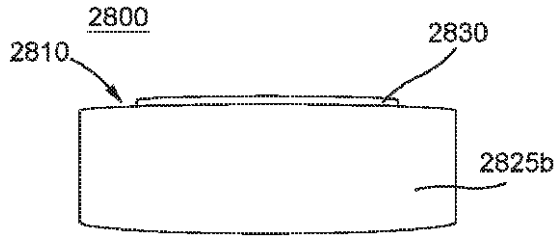

FIG. 31B

【図３１Ｃ】

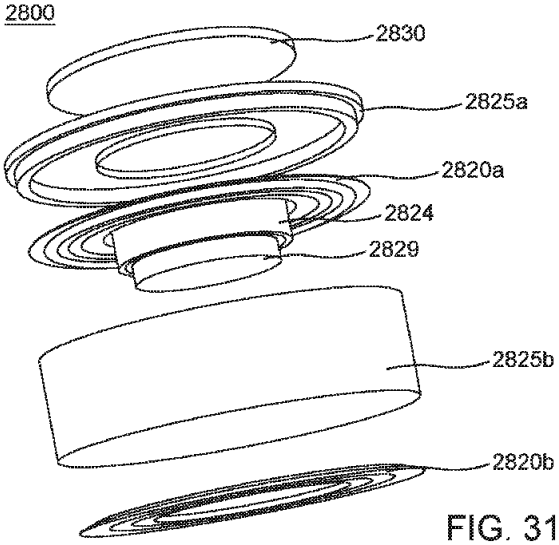

FIG. 31C

【図３２Ａ】

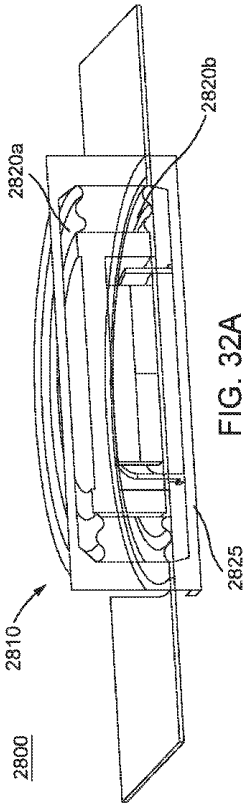

FIG. 32A

【図３２Ｂ】

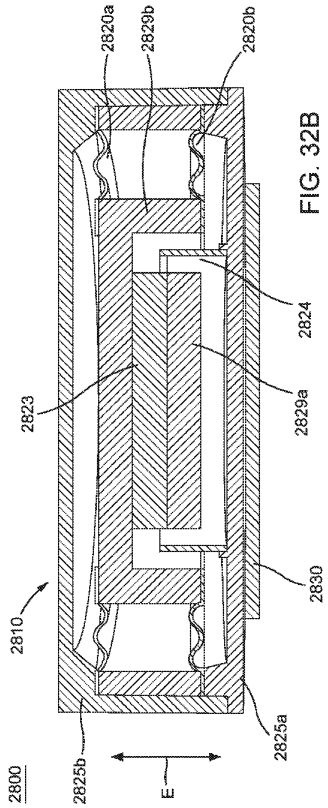

FIG. 32B

【図３３】

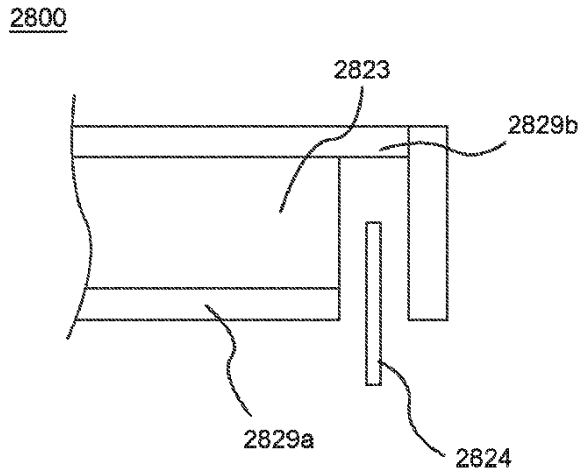

FIG. 33

【図３４】

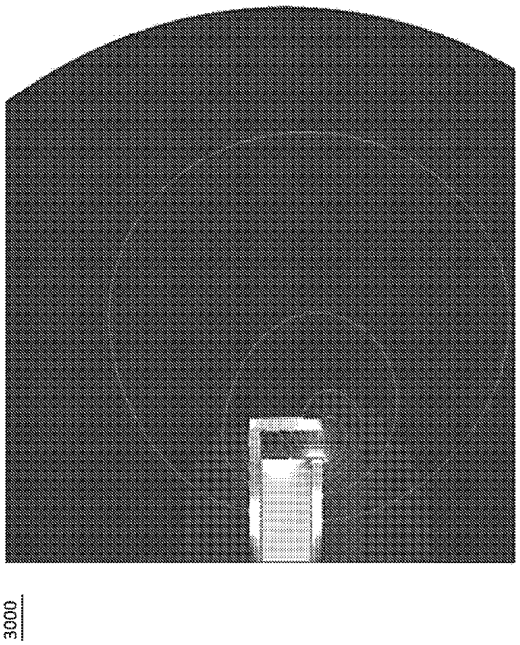

FIG. 34

【図３５】

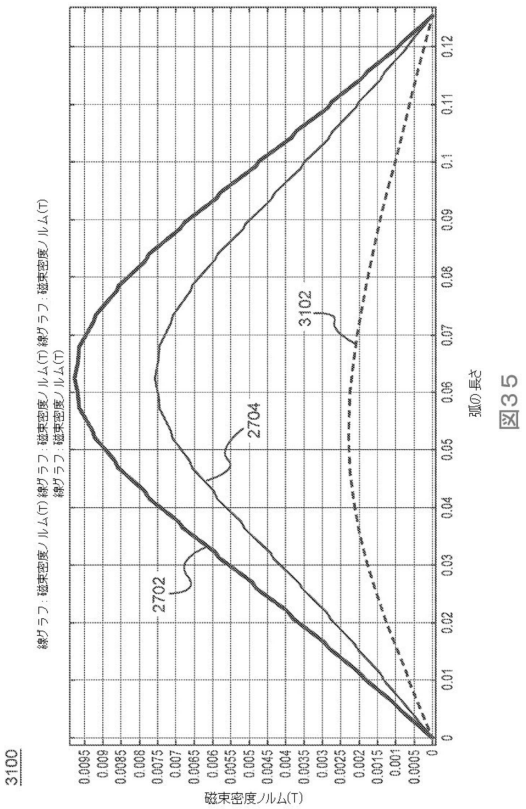

図３５

【図３６Ａ】

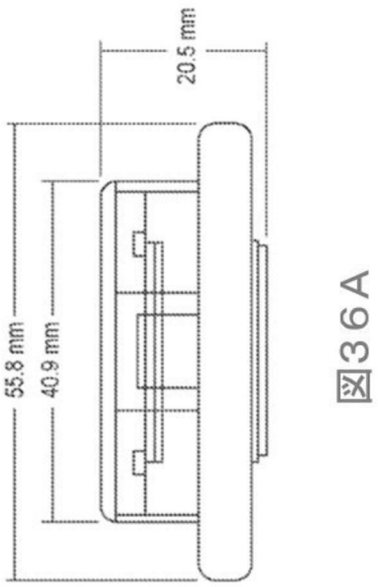

図３６Ａ

【図３６Ｂ】

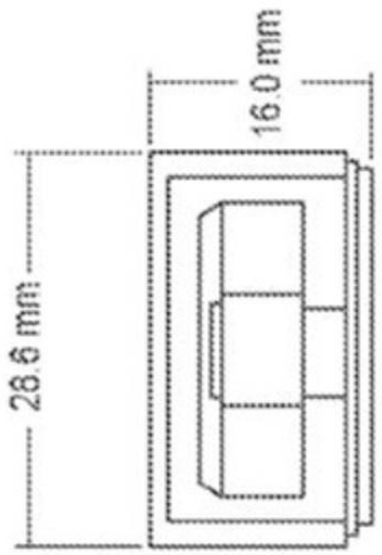

図36B

【図３６Ｃ】

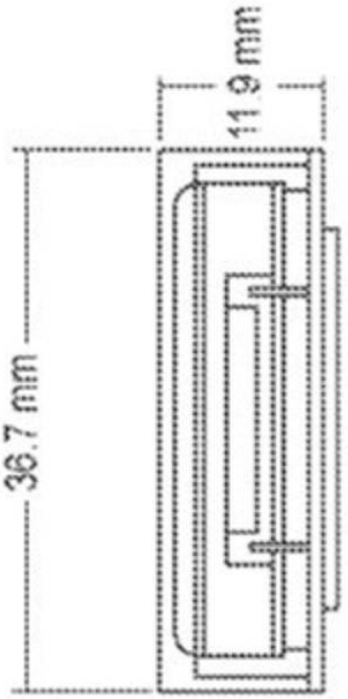

図36C

【図３７】

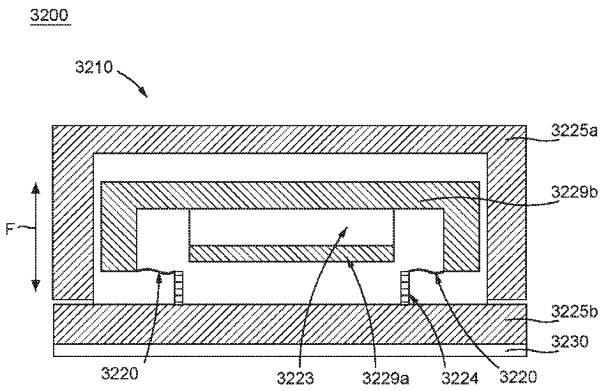

FIG. 37

【図３８】

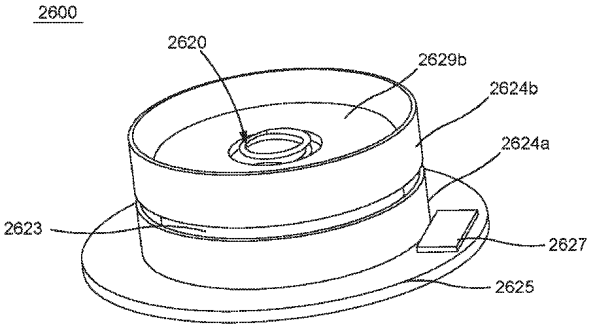

FIG. 38

【図３９】

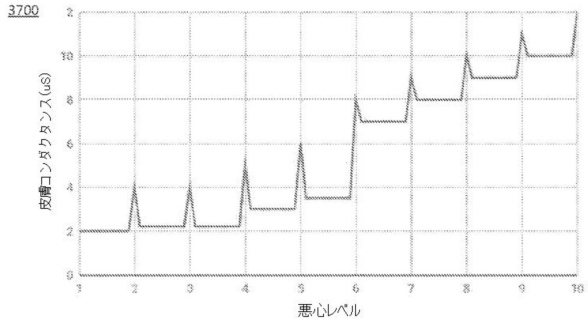

図39

【図４０】

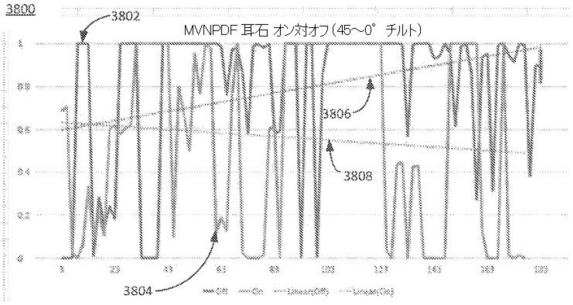

図40

【図４１Ａ】

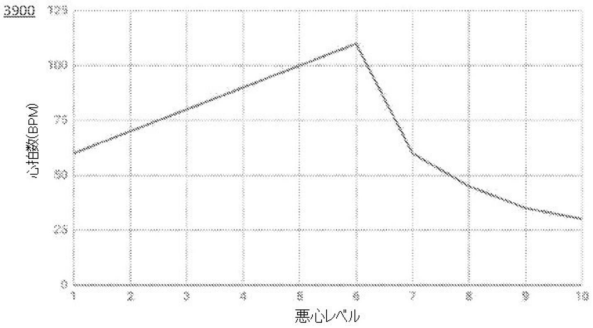

図41A

【図４１Ｂ】

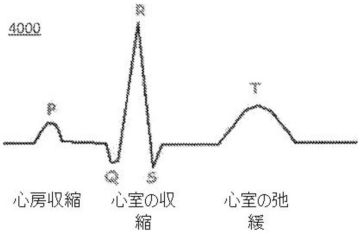

図41B

【図４２】

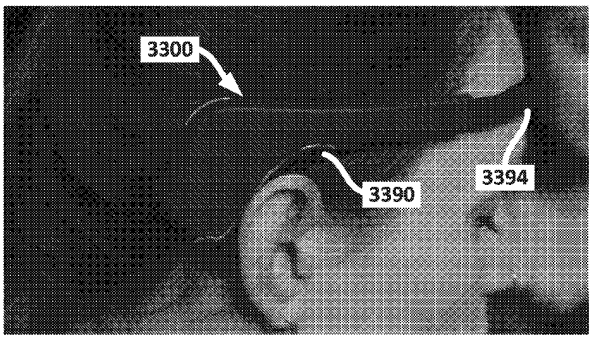

FIG. 42

【図４３】

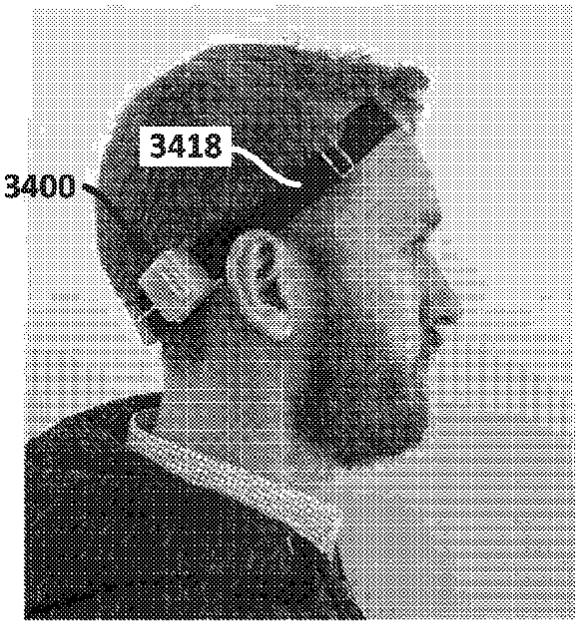

FIG. 43

【図４４】

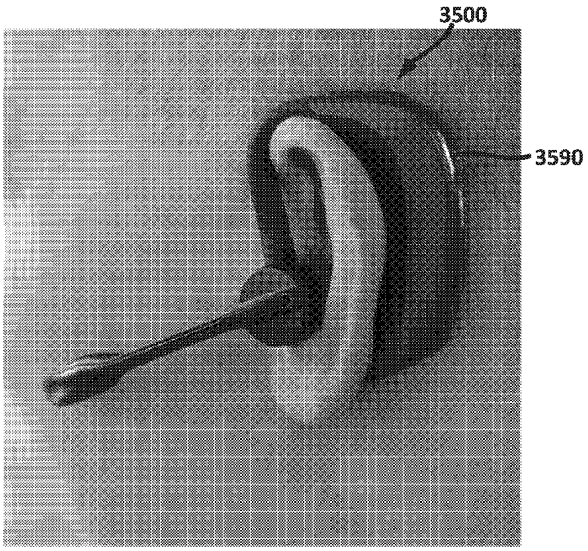

FIG. 44

【図４５】

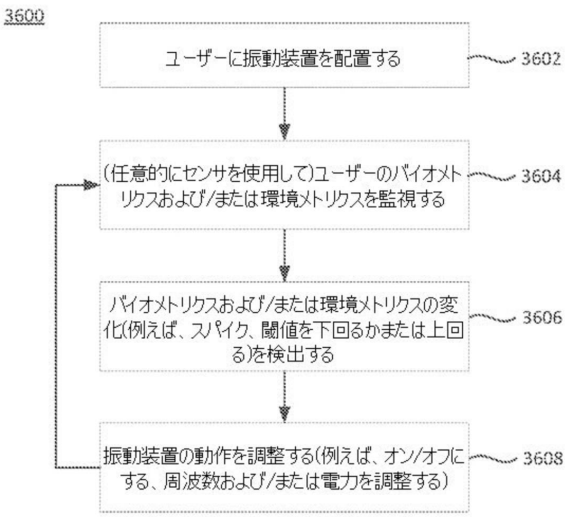

図45

【図４６Ａ】

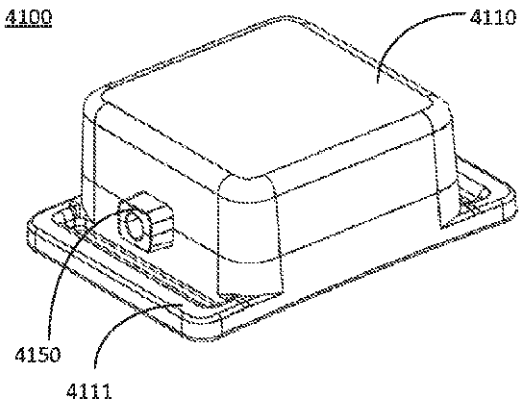

FIG. 46A

【図４６Ｂ】

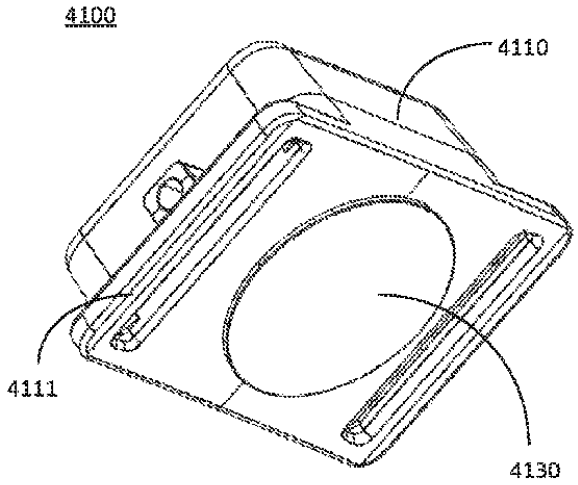

FIG. 46B

【図４７】

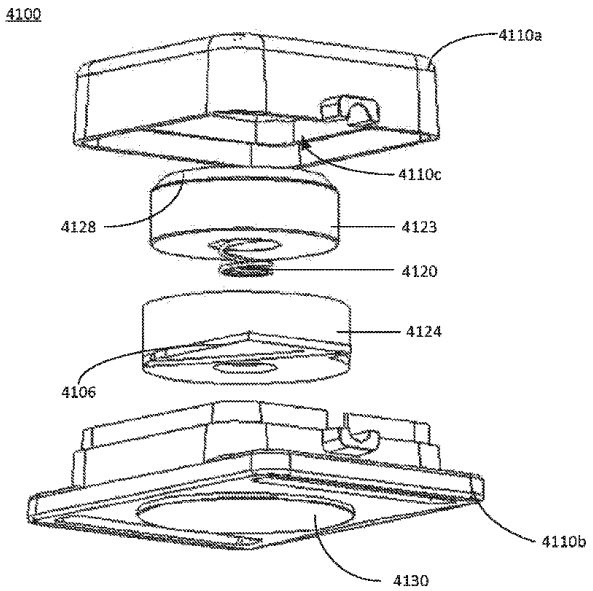

FIG. 47

【図４８】

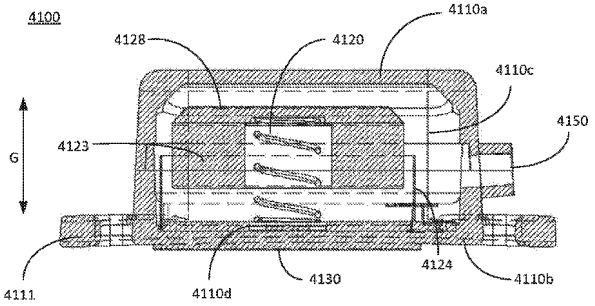

FIG. 48

【図４９】

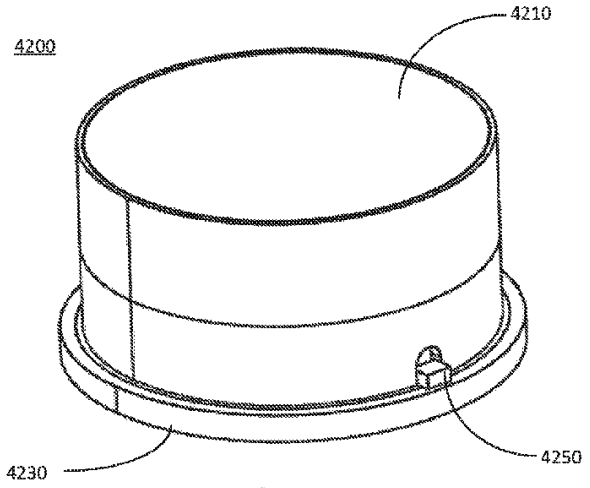

FIG. 49

【図５０】

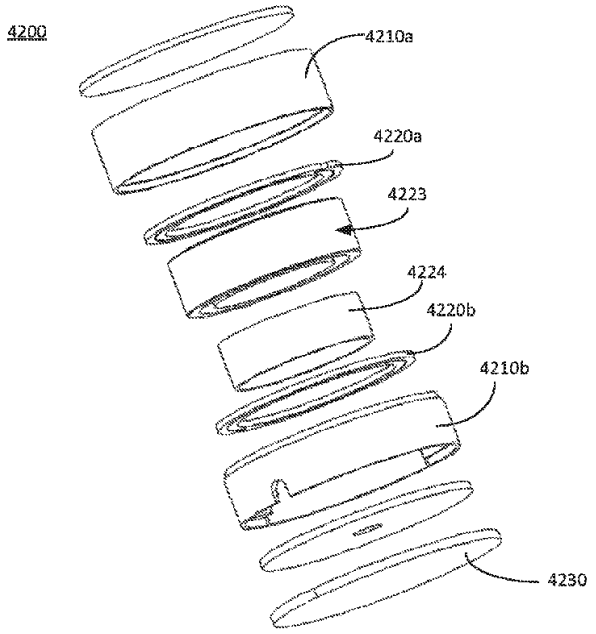

FIG. 50

【図５１】

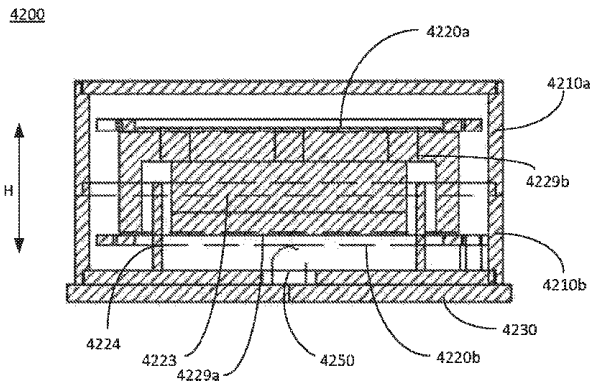

FIG. 51

【図５２】

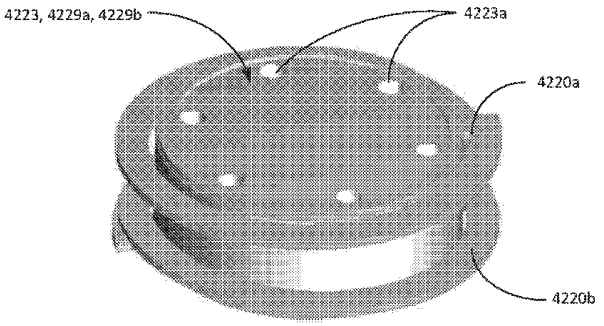

FIG. 52

【図５３】



FIG. 53

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2020/032693

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. A61B5/00 A61H23/00 A61M21/02
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
A61B A61H A61M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2018/264266 A1 (OWEN SAMUEL [US] ET AL) 20 September 2018 (2018-09-20) the whole document	1-16
X	US 2018/250494 A1 (HANBURY RICHARD [US]) 6 September 2018 (2018-09-06) paragraphs [0036] - [0054]; claims 1-30; figure 3A	1-16
X	WO 2008/058567 A1 (BALANCE INTERNAT INNOVATIONS G [CH] ET AL.) 22 May 2008 (2008-05-22) page 8, line 10 - page 14, line 6; figures 4A,B	1-16
A	US 2015/282754 A1 (WACKYM PHILLIP ASHLEY [US] ET AL) 8 October 2015 (2015-10-08) paragraphs [0040] - [0048]	1-16

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C. [X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
15 July 2020	18/09/2020

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Trachterna, Morten

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2020/032693

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2013/184788 A1 (JAEGER ANDREAS [AT] ET AL) 18 July 2013 (2013-07-18) paragraphs [0009] - [0014]; claims 1-5	1-16
X,P	WO 2019/157443 A1 (OTOLITH SOUND INC [US]) 15 August 2019 (2019-08-15) the whole document	1-6,11, 13-16

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US2020/032693

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. [X] Claims Nos.: 31-37
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

see FURTHER INFORMATION sheet PCT/ISA/210

2. [ ] Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. [ ] Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. [ ] As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. [ ] As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.

3. [ ] As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. [X] No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

1-16

Remark on Protest

[ ] The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.

[ ] The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

[ ] No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/US2020/032693

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-16

An apparatus according to claim 1 comprising a control circuit

---

2. claims: 17-30

An apparatus according to claim 17 comprising an oscillating magnet

---

International Application No. PCT/ US2020/ 032693

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

Continuation of Box II.1

Claims Nos.: 31-37

Rule 39.1(iv) PCT - Method for treatment of the human or animal body by therapy: Independent claims 31, 34 and the dependent claims 32, 33, 35-37 relate to methods comprising steps of: activating/increasing a vibratory device to reduce a symptom associated with a physiological condition. From paragraph 2 of the description it is clear that this at least includes the treatment of motion sickness, dizziness, vertigo, migraines, tinnitus, and loss of consciousness, associated with a vestibular system. These claims are thus considered to involve a method for treatment of the human or animal body by therapy within the meaning of Rule 39.1(iv) PCT. No opinion will be formulated with respect to the novelty, inventive step or industrial applicability of the subject-matter of these claims.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/US2020/032693

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2018264266 A1	20-09-2018	US 2018264266 A1	20-09-2018
		US 2020001085 A1	02-01-2020
US 2018250494 A1	06-09-2018	AU 2018226818 A1	17-10-2019
		CA 3024741 A1	07-09-2018
		CN 110799092 A	14-02-2020
		EA 201992046 A1	27-02-2020
		EP 3589193 A1	08-01-2020
		KR 20200013227 A	06-02-2020
		PH 12019502254 A1	13-07-2020
		US 2018250494 A1	06-09-2018
		WO 2018160903 A1	07-09-2018
WO 2008058567 A1	22-05-2008	EP 2124729 A1	02-12-2009
		US 2010286571 A1	11-11-2010
		WO 2008058567 A1	22-05-2008
US 2015282754 A1	08-10-2015	NONE	
US 2013184788 A1	18-07-2013	AU 2013209844 A1	24-07-2014
		CN 104125845 A	29-10-2014
		EP 2804661 A1	26-11-2014
		US 2013184788 A1	18-07-2013
		WO 2013109678 A1	25-07-2013
WO 2019157443 A1	15-08-2019	AU 2019216971 A1	30-07-2020
		CA 3088682 A1	15-08-2019
		WO 2019157443 A1	15-08-2019

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (April 2005)

フロントページの続き

MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

（特許庁注：以下のものは登録商標）

１．ＢＬＵＥＴＯＯＴＨ

２．ＸＢＯＸ

(72)発明者　エイカース，ジョナサン
アメリカ合衆国，ワシントン，ディストリクト オブ コロンビア ２０００１，ウェストミンスター ストリート ９２１，エヌダブリュー，アパートメント ビー

(72)発明者　オーウェン，サミュエル
アメリカ合衆国，バージニア州 ２２３０３，アレクサンドリア，バンガー ドライブ ６１１１

(72)発明者　ドピロー，ディディエ
アメリカ合衆国 メリーランド州 ２１０４２ エリコット シティ セント チャールズ プレイス ３１４０

(72)発明者　トゥルー，ロバート
アメリカ合衆国，ウィスコンシン州 ５３１５８，プレザント プレイリー，ダブリュー．リッジ ドライブ ８３０９