

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年7月18日(18.07.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/150460 A1

(51) 国際特許分類:
A61N 2/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/030578

(22) 国際出願日: 2023年8月24日(24.08.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2023-003289 2023年1月12日(12.01.2023) JP

(71) 出願人: スミダコーポレーション株式会社 (SUMIDA CORPORATION) [JP/JP]; 〒1040042 東京都中央区入船三丁目7番2号 KDX銀座イーストビル7階 Tokyo (JP). 国立大学法人岩手大学 (NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION,

IWATE UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒0208550 岩手県盛岡市上田三丁目18番8号 Iwate (JP).

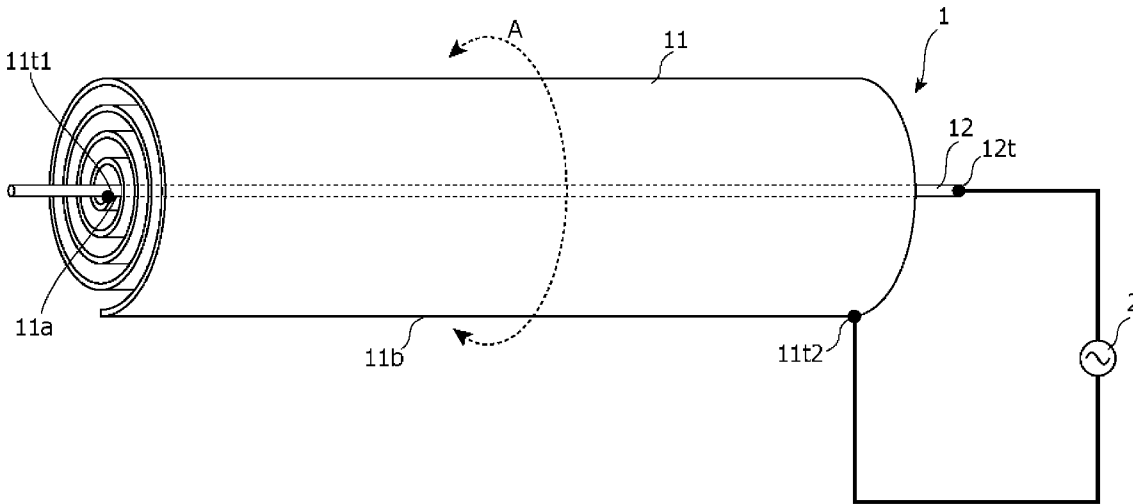
(72) 発明者: 斎藤 正樹 (SAITO Masaki); 〒9811226 宮城県名取市植松字宮島31-1 スミダ電機株式会社内 Miyagi (JP). 大坊 真洋 (DAIBO Masahiro); 〒0208550 岩手県盛岡市上田三丁目18番8号 国立大学法人岩手大学内 Iwate (JP).

(74) 代理人: 青木 修 (AOKI Osamu); 〒1110055 東京都台東区三筋2-3-6 関口第二ビル2階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,

(54) Title: VECTOR POTENTIAL COIL DEVICE, VECTOR POTENTIAL GENERATION DEVICE, AND THERAPEUTIC DEVICE

(54) 発明の名称: ベクトルポテンシャルコイル装置、ベクトルポテンシャル発生装置、および治療装置



(57) Abstract: A vector potential coil device (1) includes: a layered conductive member (11) that is spiral roll-shaped; a first end surface (11a) on the inner circumferential side of the roll of the layered conductive member (11); and a second end surface (11b) on the outer circumferential side of the roll of the layered conductive member, wherein a power supply device (2) conducts a current to the layered conductive member (11) via the first end surface (11a) and second end surface (11b) to generate a vector potential in the layered conductive member (11).

(57) 要約: ベクトルポテンシャルコイル装置(1)は、渦巻きロール形状の層状導体部材(11)と、層状導体部材11のロール内周側の第1端面(11a)と、層状導体部材のロール外周側の第2端面(11b)とを備え、電源装置(2)は、第1端面(11a)および第2端面(11b)を介して層状導体部材(11)に電流を導通させて層状導体部材(11)でベクトルポテンシャルを発生させる。

[続葉有]

HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：

ベクトルポテンシャルコイル装置、ベクトルポテンシャル発生装置、および治療装置

技術分野

[0001] 本発明は、ベクトルポテンシャルコイル装置、ベクトルポテンシャル発生装置、および治療装置に関するものである。

背景技術

[0002] あるベクトルポテンシャル発生装置は、らせん状に周回したコイル軸に沿って延びるソレノイドコイルで、ベクトルポテンシャルを発生している（例えば特許文献1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開WO 2015/099147

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述のベクトルポテンシャル発生装置では、小コイル径で巻回されたソレノイドコイルがらせん状に周回したコイル軸に沿って延びているため、そのソレノイドコイルを構成する導線が長くなるとともに、導線自体も細いものが採用される。そのため、ソレノイドコイルの抵抗およびインダクタンスが大きくなる。このように、抵抗およびインダクタンスが大きくなると、そのソレノイドコイルに大電流の交流電流を導通させにくくなり、ひいては、強いベクトルポテンシャルの発生が困難になる。

[0005] 本発明は、上記の問題に鑑みてなされたものであり、大電流を導通可能なベクトルポテンシャルコイル装置、およびそのようなベクトルポテンシャルコイル装置でベクトルポテンシャルを発生させるベクトルポテンシャル発生

装置、並びにそのようなベクトルポテンシャル発生装置を備えた治療装置を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明に係るベクトルポテンシャルコイル装置は、渦巻きロール形状の層状導体部材と、層状導体部材のロール内周側の第1端面部と、層状導体部材のロール外周側の第2端面部とを備える。そして、層状導体部材は、第1端面部および第2端面部を介して導通する電流でベクトルポテンシャルを発生させる。

[0007] 本発明に係るベクトルポテンシャル発生装置は、上記のベクトルポテンシャルコイル装置と、ベクトルポテンシャルコイル装置に電流を導通させる電源装置とを備える。

[0008] 本発明に係る治療装置は、上記のベクトルポテンシャル発生装置と、その電源装置を制御するコントローラーとを備える。そして、ベクトルポテンシャルコイル装置は、生体に対してベクトルポテンシャルを印加する。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、大電流を導通可能なベクトルポテンシャルコイル装置、およびそのようなベクトルポテンシャルコイル装置でベクトルポテンシャルを発生させるベクトルポテンシャル発生装置、並びにそのようなベクトルポテンシャル発生装置を備えた治療装置が得られる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、本発明の実施の形態1に係るベクトルポテンシャル発生装置の構成を示す斜視図である。

[図2]図2は、図1におけるベクトルポテンシャルコイル装置1を示す側面図である。

[図3]図3は、図1における層状導体部材11の展開図である。

[図4]図4は、実施の形態2に係るベクトルポテンシャルコイル装置1の層状導体部材11を示す展開図である。

[図5]図5は、図4に示すベクトルポテンシャルコイル装置1の等価回路を示

す図である。

[図6]図 6 は、本発明の実施の形態 3 に係るベクトルポテンシャル発生装置の構成を示す斜視図である。

[図7]図 7 は、図 6 に示すベクトルポテンシャル発生装置の配置例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、図に基づいて本発明の実施の形態を説明する。

[0012] 実施の形態 1 .

[0013] 図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係るベクトルポテンシャル発生装置の構成を示す斜視図である。図 2 は、図 1 におけるベクトルポテンシャルコイル装置 1 を示す側面図である。図 1 に示すベクトルポテンシャル発生装置は、ベクトルポテンシャルコイル装置 1、および電源装置 2 を備える。

[0014] 図 1 および図 2 に示すように、ベクトルポテンシャルコイル装置 1 は、渦巻きロール形状の層状導体部材 11 を備える。層状導体部材 11 は、ロール内周側の端面である第 1 端面部 11a と、ロール外周側の端面である第 2 端面部 11b とを備える。ここでは、層状導体部材 11 は、非磁性であって、導電性の良好な部材（例えば銅の部材）である。

[0015] 実施の形態 1 では、層状導体部材 11 は、直線状の中心軸を中心とした渦巻きロール形状を有する。

[0016] また、電源装置 2 は、特定波形の電圧を発生し、第 1 端面部 11a および第 2 端面部 11b を介して層状導体部材 11 に、時間変化する特定波形の電流（正弦波、三角波、矩形波などといった交流電流、パルス電流、それらを組み合わせた電流など）を導通させる。例えば、電源装置 2 は、1 kHz ~ 1 GHz 程度の高周波電源である。また、例えば、電源装置 2 は、連続的に所定周波数の交流電流を層状導体部材 11 に導通させるようにしてもよいし、所定の時間間隔で間欠的に、または所定の時系列パターンで間欠的に、所定周波数の交流電流を層状導体部材 11 に導通させるようにしてもよい。

[0017] 図 3 は、図 1 における層状導体部材 11 の展開図である。図 3 に示すよう

に、実施の形態１では、層状導体部材１１は、略長方形の板状部材である。

[0018] さらに、図１～図３に示すように、ベクトルポテンシャルコイル装置１は、第１端面部１１ａに沿って第１端面部１１ａに（電気的および機械的に）接続されている芯導体部材１２をさらに備える。芯導体部材１２は、棒状の部材であって、例えば、層状導体部材１１の厚さより大きい直径を有する。また、電源装置２は、芯導体部材１２に電気的に接続されており、芯導体部材１２、第１端面部１１ａおよび第２端面部１１ｂを介して、層状導体部材１１に、上述の時間変化する特定波形の電流 $I(t)$ を導通させる。

[0019] 具体的には、ここでは、図３に示すように、芯導体部材１２の一方の端部１２ｔに、電源装置２の出力端子の一端が電気的に接続され、第１端面部１１ａの両端部のうち、芯導体部材１２の他方の端部側の端部１１ｔ１に、芯導体部材１２と層状導体部材１１との電気的な接続点が設けられ、端部１１ｔ１に対して対角となる層状導体部材１１の第２端面部１１ｂの端部１１ｔ２に電源装置２の出力端子の他端が電気的に接続されている。なお、端部１１ｔ１以外では、芯導体部材１２と層状導体部材１１とは電気的に接続されていない。これにより、電流 $I(t)$ は、層状導体部材１１において端部１１ｔ１と端部１１ｔ２との間で導通する。

[0020] 上述の電流 $I(t)$ は、（渦巻きロール形状の）中心軸の周囲を渦巻き状に周回して導通する。そのため、電流 $I(t)$ が交流電流である場合、その中心軸の方向に交流磁界が発生し、中心軸を中心として周回する交流のベクトルポテンシャル A が発生する。

[0021] 実施の形態１では、芯導体部材１２は、パーマロイなどといった軟磁性材料で構成されており、軟磁性を有する。これにより、上述の交流磁界が増強され、ひいては、ベクトルポテンシャル A も増強される。

[0022] 次に、上記ベクトルポテンシャル発生装置の動作について説明する。

[0023] 電源装置２は、所定周波数の交流電圧を、芯導体部材１２の端部１２ｔと層状導体部材１１の第２端面部１１ｂとに印加し、芯導体部材１２、第１端面部１１ａ（端部１１ｔ１）および第２端面部１１ｂ（端部１１ｔ２）を介

して、層状導体部材 11 に電流 $I(t)$ を導通させる。

[0024] 層状導体部材 11 では、第 1 端面部 11a と第 2 端面部 11b との間で電流 $I(t)$ が渦巻き状に周回して導通する。これにより、電流 $I(t)$ が交流電流である場合には、（渦巻きロール形状の）中心軸（芯導体部材 12）に沿った交流磁界が発生するとともに、中心軸の周囲に周回する交流のベクトルポテンシャル A が発生する。

[0025] このとき、層状導体部材 11 の軸方向の長さが大きいほど、電流 $I(t)$ の導通方向に対して略垂直方向の幅が大きくなり第 1 端面部 11a と第 2 端面部 11b との間の抵抗値が小さくなる。そのため、層状導体部材 11 に大電流を導通させることができ、ひいては、大きなベクトルポテンシャル A を発生させることができる。

[0026] 以上のように、上記実施の形態 1 によれば、ベクトルポテンシャルコイル装置 1 は、渦巻きロール形状の層状導体部材 11 と、層状導体部材 11 のロール内周側の第 1 端面部 11a と、層状導体部材のロール外周側の第 2 端面部 11b とを備え、電源装置 2 は、第 1 端面部 11a および第 2 端面部 11b を介して層状導体部材 11 に電流 $I(t)$ を導通させて層状導体部材 11 でベクトルポテンシャルを発生させる。

[0027] これにより、ベクトルポテンシャルコイル装置 1 に大電流を導通させることができ、高出力のベクトルポテンシャル発生装置が得られる。そのため、例えば、強力なベクトルポテンシャルを頭部に印加することによる、癲癇などの脳疾患の治療への応用が期待できる。

[0028] また、上述のように軟磁性の芯導体部材 12 を設けることで、浮遊容量が比較的小さくなるため、高周波領域でのベクトルポテンシャルコイル装置 1 の特性が良好となる。

[0029] さらに、例えば板状の金属部材を渦巻きロール形状に巻回することで層状導体部材 11 を成形できるため、比較的容易にベクトルポテンシャルコイル装置 1 を製造することができる。

[0030] 実施の形態 2.

[0031] 図4は、実施の形態2に係るベクトルポテンシャルコイル装置1の層状導体部材11を示す展開図である。

[0032] 実施の形態2では、例えば図4に示すように、層状導体部材11は、網状部材である。例えば、層状導体部材11は、複数の銅線を網状に互いに接続させたものである。なお、層状導体部材11の網目形状（メッシュ形状）は、図4のものに限定されない。また、層状導体部材11に使用する網状部材は、例えばパンチングメタルのような複数の孔を設けられた板状の部材でもよい。

[0033] 図5は、図4に示すベクトルポテンシャルコイル装置1の等価回路を示す図である。図5に示すように、電源装置2から見たベクトルポテンシャルコイル装置1は、抵抗 R 、インダクタンス L 、および浮遊容量 C の回路と見なせる。抵抗 R は第1端面部11aと第2端面部11bとの間の抵抗である。インダクタンス L は第1端面部11aと第2端面部11bとの間のインダクタンスである。

[0034] ここで、小コイル径で巻回されたソレノイドコイルがらせん状に周回したコイル軸に沿って延びているベクトルポテンシャルコイル装置に比べ、実施の形態2におけるベクトルポテンシャルコイル装置1では、層状導体部材11の軸方向の長さが大きく電流の導通方向に対して略垂直方向の幅が大きく、またロール数が比較的小さいため、抵抗 R およびインダクタンス L が小さくなっている。また、層状導体部材11が網状部材であるので、層状導体部材11の層間の対向面積が小さいため、浮遊抵抗 C も小さくなっている。したがって、大電流の導通が可能となっている。

[0035] さらに、実施の形態2におけるベクトルポテンシャルコイル装置1では、層状導体部材11が網状部材であるので、導体表面積が広く、高周波数の交流電流でも、表皮効果の影響が小さくなっており、また、層状導体部材11が良好な放熱特性を有しているため、大電流を導通させることが可能となっている。

[0036] なお、実施の形態2に係るベクトルポテンシャル発生装置のその他の構成

および動作については実施の形態 1 と同様であるので、その説明を省略する。

[0037] 実施の形態 3.

[0038] 図 6 は、本発明の実施の形態 3 に係るベクトルポテンシャル発生装置の構成を示す斜視図である。

[0039] 実施の形態 3 では、例えば図 6 に示すように、層状導体部材 11 は、曲線状の中心軸を中心とした渦巻きロール形状を有する。

[0040] ここでは、例えば図 6 に示すように、層状導体部材 11 は、リング状の中心軸を中心とした渦巻きロール形状を有しており、層状導体部材 11 は、略トーラス状の外形を有し、その略トーラス状に鎖交するように、ベクトルポテンシャル A が発生する。

[0041] なお、図 6 では、層状導体部材 11 は、略トーラス状の外形を有するが、略トーラス状の外形の周方向において、例えば半周などに切り欠いた、円弧状の中心軸を中心とした渦巻きロール形状を有するようにしてもよい。

[0042] また、実施の形態 3 における層状導体部材 11 は、実施の形態 1 のような（孔のない）板状の部材でもよいし、実施の形態 2 のような網状の部材でもよい。

[0043] なお、実施の形態 3 に係るベクトルポテンシャル発生装置のその他の構成および動作については実施の形態 1 または 2 と同様であるので、その説明を省略する。

[0044] 実施の形態 4.

[0045] 本発明の実施の形態 4 に係る治療装置は、上述の実施の形態 1 ～ 3 のいずれかに係るベクトルポテンシャル発生装置を備え、そのベクトルポテンシャル発生装置によって発生したベクトルポテンシャルを生体（人体、動物など）の特定部位に印加する。

[0046] 図 7 は、図 6 に示すベクトルポテンシャル発生装置の配置例を示す図である。例えば、癲癇、脳腫瘍、パーキンソン病などといった脳疾患のための治療装置の場合、例えば図 7 に示すように、実施の形態 3 に係るベクトルポテ

ンシャル発生装置が頭部に近接させて配置され、体表の法線方向に強い電界が生じるようにベクトルポテンシャルAが印加される。

[0047] 脳疾患の治療装置の場合、当該治療装置は、電源装置2を制御するコントローラーを備え、そのコントローラーが、対象となる人体の脳波や心電図を（人体に接続された医療機器から）取得してモニターし、その脳波や心電図に基づいて特定のタイミングで、電源装置2に、上述の電流をベクトルポテンシャルコイル装置1に導通させるようにしてもよい。また、その場合、コントローラーは、治療に有効な特定のパルスシーケンスで、電源装置2に、上述の電流をベクトルポテンシャルコイル装置1に導通させるようにしてもよい。

[0048] なお、例えば、ベクトルポテンシャル発生装置は、人体の頭部の形状に合わせた形状の支持体をさらに備え、その支持体に、上述のベクトルポテンシャルコイル装置1が固定されるようにしてもよい。その支持体としては、頭部に装着されるヘルメット、頭部近傍にベクトルポテンシャルコイル装置1を配置するスタンドなどが使用される。あるいは、上述の支持体は、枕、椅子のヘッドレストなどといった頭部の接触を受ける装置としてもよく、その場合、そのような支持体に上述のベクトルポテンシャルコイル装置1が内蔵される。

[0049] このような支持体で、人体の脳にベクトルポテンシャルを発生させる位置にベクトルポテンシャルコイル装置1が近接して配置される。つまり、ベクトルポテンシャルコイル装置1に交流電流が導通することで、頭部の内部にある脳に交番するベクトルポテンシャルが発生する。これにより、脳に、交流の電界や交流の電流が印加される。例えば国際公開WO2017/072706に開示されているように、交流の電界を印加することで脳腫瘍の治療が行われており、脳腫瘍の治療に要求される条件（周波数など）が電源装置2によって設定され、そのような条件の交流電界がベクトルポテンシャルコイル装置1によって非侵襲で脳に印加される。例えば国際公開WO2017/072706に開示されているように交流電界を印加するためには、通常、

剃髪後に電極パッドが頭部の皮膚に貼られるが、当該実施の形態に係る治療装置によれば、剃髪が不要であるとともに、粘着性のある電極パッドを頭部の皮膚に貼ることも不要となり、交流電界印加による治療時の患者の負担（身体的負担および精神的負担）が軽減される。

[0050] また、実施の形態4に係る治療装置は、以下に示す疾患にも適用可能である。

[0051] (1) 骨または関節に関する疾患

[0052] 関節リウマチ、進行性骨化性線維形成異形成症（FOP）、びまん性特発性骨増殖症（DISH）、強直性脊椎炎、異所性骨化などの広範囲の過活動の又は不適切な骨成長を含む病状の治療に用いられ得る。また、骨肉腫、軟骨肉腫、ユーイング肉腫、骨芽細胞腫、類骨骨腫などの腫瘍性の骨形成、又は骨の腫瘍を含む病状において、骨の塊の除去のために用いられ得る。同様に、慢性の変形性関節症、リウマチ性関節炎、反応性関節炎、腱板損傷、足底筋膜炎、脊椎症、および／または脊髄の狭窄の結果として、脚、肩、首、脊椎などに形成される骨棘の除去に用いられ得る。

[0053] (2) 靱帯損傷

[0054] (3) その他の疾患など

[0055] (3a) 糖尿病、胃炎、消化性潰瘍、潰瘍性大腸炎、過敏性大腸、および痔疾

(3b) 気管支喘息：風邪、扁桃炎、副鼻腔炎、慢性気管支炎

(3c) 心臓血管性疾病：静脈炎、動脈内膜炎、および静脈瘤

(3d) 脳および精神障害：鬱病、攻撃性、不安、およびストレスのような精神障害、さらにパーキンソン病、癲癇、偏頭痛、脳卒中、アルツハイマおよび他の退行性脳障害、また脳性麻痺、精神遅滞、活動過剰、学習不全—シナプスレベルでインパルスまたは命令の伝達に必要な神経化学物質を合成し、これらの細胞の電気活動を改善することによって、脳細胞の効率を向上させることができる。また、遺伝子を安定させ、細胞内に形成される酸素フリーラジカルの活動を防止する能力を有するので、加齢プロセスを遅延させる

のに役立つ。

(3 e) 女性の月経不整、生殖不能、子宮内膜炎、および子宮内膜症、および男性の睾丸炎、前立腺炎、および精子過少症などの尿生殖器状態の治療

(3 f) 手術前および予防治療: 上腹部のVP治療は、身体四肢への血液灌流を増加させ、損傷への炎症反応を軽減することができる。外科的部位の手術前措置も、治癒を加速することが示されている。

(3 g) 術後回復: 術後回復の悪心、乗り物酔い、または嘔吐のような他の形態の悪心症状を軽減または緩和することができる。

[0056] (4) 補助手段としての利用

[0057] 細胞移植、培養骨格、及び成長因子のうち少なくとも1つを含む他の治療への補助手段とする。軟骨欠損の治療、及び腫瘍転移の予防を実行する。

[0058] (5) 皮膚科疾患

[0059] 生体の皮膚病の治療或いは美容施術に適用可能である。特に、ニキビ、多汗症の治療、火傷や手術した皮膚の縫合部分の治療への使用が期待できる。

[0060] (6) 眼科疾患

[0061] 眼瞼下垂、眼瞼内反、兔眼症、麦粒腫、霰粒腫、眼瞼痙攣、眼瞼悪性腫瘍、結膜炎、類皮腫、結膜下出血、瞼裂斑、悪性リンパ腫、強膜炎、強膜軟化症、角膜炎、円錐角膜、翼状片、顆粒状角膜変性症、蚕蝕性角膜潰瘍、ぶどう膜炎、白内障、水晶体偏位、水晶体脱臼、落屑症候群、硝子体出血、星状硝子体症、第1次硝子体過形成遺残、緑内障、高眼圧症、網膜剥離、糖尿病網膜症、加齢黄斑変性、ポリープ状脈絡膜血管症、網膜動脈閉塞症、網膜静脈閉塞症、網膜色素変性症、網膜分離症、黄斑円孔、黄斑上膜、コーツ病、家族性滲出性硝子体網膜症、急性網膜壊死、サイトメガロウイルス網膜炎、未熟児網膜症、網膜芽細胞腫、視神経炎、視神経低形成、レーベル遺伝性視神経症、視束管骨折、多発性硬化症、Devic病、下垂体腫瘍、脳梗塞、ドライアイ、涙嚢炎、鼻涙管閉塞、涙小管炎、近視、遠視、乱視、老視、斜視、下斜筋過動症、Duane症候群、動眼神経麻痺、外転神経麻痺、ホルネル症候群、アディー症候群、外傷性散瞳、色覚異常、重症筋無力症、全身性

エリテマトーデス、甲状腺眼症など。

[0062] (7) 人間以外の生体への利用

犬、馬などといった哺乳類、その他の非人間の生体についても同様の目的のために用いられ得る。

[0063] なお、上述の実施の形態に対する様々な変更および修正については、当業者には明らかである。そのような変更および修正は、その主題の趣旨および範囲から離れることなく、かつ、意図された利点を弱めることなく行われてもよい。つまり、そのような変更および修正が請求の範囲に含まれることを意図している。

[0064] 例えば、上記実施の形態 1～3 のいずれかにおいて、芯導体部材 12 を設けずに、電源装置 2 を上述の端部 11 t 1, 11 t 2 に電氣的に接続して電流 I (t) を導通させるようにしてもよい。

[0065] また、上記実施の形態 1～3 のいずれかにおいて、層状導体部材 11 のロール回数は特に限定されない、また、渦巻きロール形状の各層間距離は特に限定されず、径方向に沿った層間距離は、略一定でもよいし異なってもよい。

[0066] また、上記実施の形態 1～3 のいずれかにおいて、層状導体部材 11 および／または芯導体部材 12 における電源装置 2 の電氣的な接続箇所は、上述した位置に限定されず、端部 11 t 1, 11 t 2 以外の位置でもよい。また、層状導体部材 11 および／または芯導体部材 12 における電源装置 2 の電氣的な接続箇所は複数でもよく（例えば両端）、その場合、電源装置 2 は、例えば複数の配線でそれぞれの接続箇所に接続される。また、上記実施の形態 1～3 において、芯導体部材 12 として、層状導体部材 11 より線抵抗率が低い部材を使用し、芯導体部材 12 と第 1 端面部 11 a とを複数箇所で電氣的に接続するようにしてもよい。

[0067] また、上記実施の形態 1～3 のいずれかにおいて、層状導体部材 11 における渦巻きロール形状の層間での絶縁状態を確保するため、層状導体部材 11 の表面上に絶縁コーティングがなされたり、層状導体部材 11 の表面上に

絶縁テープが配置されたり、層状導体部材 1 1 としてフレキシブル基板が使用されたりしてもよい。

[0068] また、上記実施の形態 1, 2 のいずれかにおける中心軸が直線状であるベクトルポテンシャルコイル装置 1 を中心軸が連続するように複数配列して、任意の形状（多角形の弧、多角形リング、らせん状など）のコイル軸に沿ったベクトルポテンシャルコイル装置 1 を構成してもよい。

[0069] また、上記実施の形態 3 において、電源装置 2 の出力端子の一端を、芯導体部材 1 2 の端部 1 2 t ではなく、端部 1 1 t 1、または、端部 1 2 t とは反対側の芯導体部材 1 2 の端部に、電氣的に接続して電流 $I(t)$ を導通させるようにしてもよい。

[0070] また、上記実施の形態 3 においては、層状導体部材 1 1 が両側端を有するリング形状を有するが、その代わりに、無終端のリング形状を有するようにしてもよい。その場合、層状導体部材 1 1 に孔を設け、その孔を介して、（芯導体部材 1 2 がない場合には）内周側の第 1 端面部 1 1 a に（あるいは芯導体部材 1 2 がある場合には芯導体部材 1 2 に）電源装置 2 を電氣的に接続して電流 $I(t)$ を導通させるようにしてもよい。

[0071] また、上記実施の形態 1 ~ 3 のいずれかにおいて、ベクトルポテンシャル発生装置は、強制冷却を行う冷却機構を備えていてもよい。その場合、例えば、芯導体部材 1 2 は、中空部分を有するパイプ状の部材（例えば熱伝導特性の良好な銅パイプ部材など）とされ、冷却機構が中空部分に冷媒（純水、二酸化炭素、代替フロンなど）を循環させてベクトルポテンシャルコイル装置 1 を冷却する。また、層状導体部材 1 1 の層間の空間に冷媒を循環させるようにしてもよい。その場合、冷媒を導通させるパイプ状の部材（例えば熱伝導特性の良好な銅パイプ部材など）を層状導体部材 1 1 の層間に設けてもよい。

産業上の利用可能性

[0072] 本発明は、例えば、ベクトルポテンシャル発生装置に適用可能である。

請求の範囲

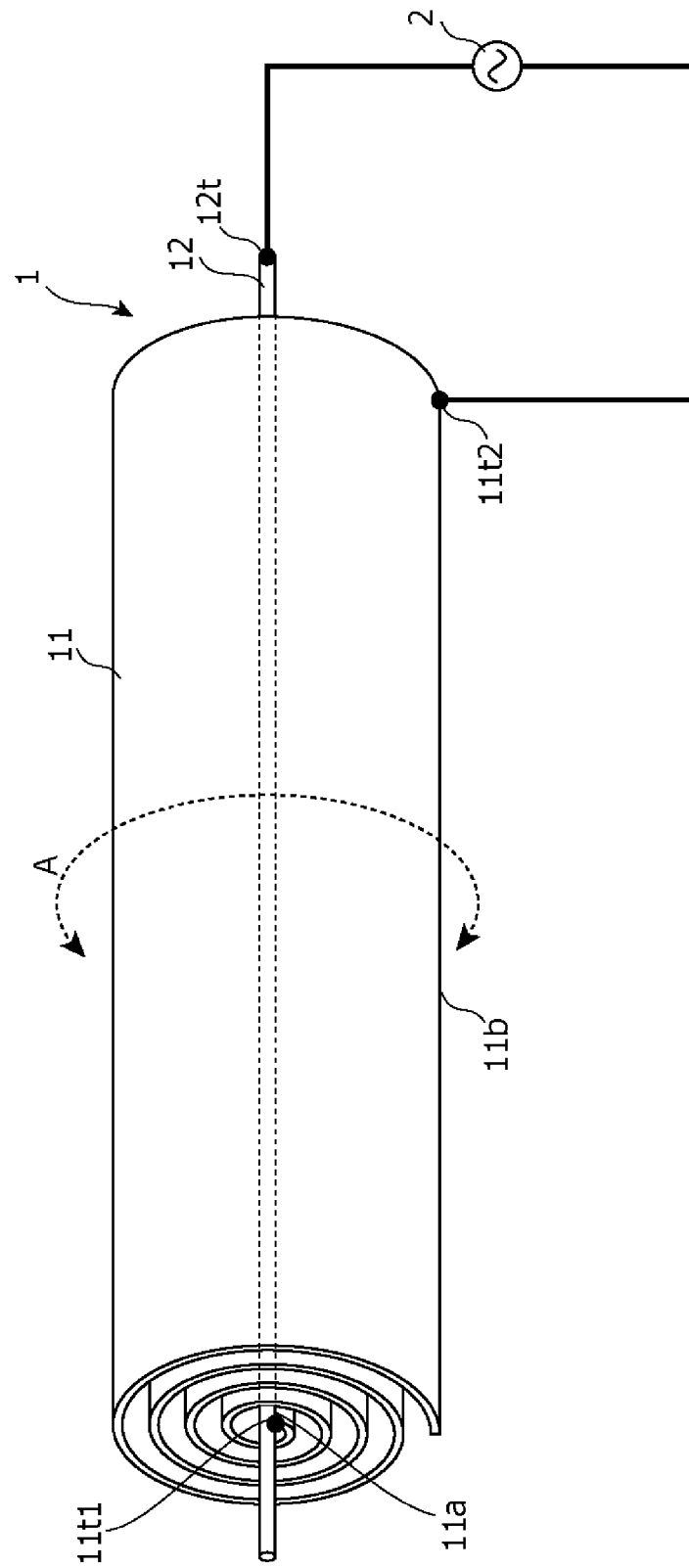
- [請求項1] 渦巻きロール形状の層状導体部材と、
前記層状導体部材のロール内周側の第1端面部と、
前記層状導体部材のロール外周側の第2端面部とを備え、
前記層状導体部材は、前記第1端面部および前記第2端面部を介して導通する電流でベクトルポテンシャルを発生させること、
を特徴とするベクトルポテンシャルコイル装置。
- [請求項2] 前記層状導体部材は、板状部材であることを特徴とする請求項1記載のベクトルポテンシャルコイル装置。
- [請求項3] 前記層状導体部材は、網状部材であることを特徴とする請求項1記載のベクトルポテンシャルコイル装置。
- [請求項4] 前記層状導体部材は、直線状の中心軸を中心とした渦巻きロール形状を有することを特徴とする請求項1記載のベクトルポテンシャルコイル装置。
- [請求項5] 前記層状導体部材は、曲線状の中心軸を中心とした渦巻きロール形状を有することを特徴とする請求項1記載のベクトルポテンシャルコイル装置。
- [請求項6] 前記第1端面部に沿って前記第1端面部に接続されている芯導体部材をさらに備え、
前記芯導体部材、前記第1端面部および前記第2端面部を介して電流が導通すること、
を特徴とする請求項1から請求項5のうちのいずれか1項記載のベクトルポテンシャルコイル装置。
- [請求項7] 前記芯導体部材は、軟磁性を有することを特徴とする請求項6記載のベクトルポテンシャルコイル装置。
- [請求項8] ベクトルポテンシャルコイル装置と、
前記ベクトルポテンシャルコイル装置に電流を導通させる電源装置とを備え、

前記ベクトルポテンシャルコイル装置は、
渦巻きロール形状の層状導体部材と、
前記層状導体部材のロール内周側の第1端面部と、
前記層状導体部材のロール外周側の第2端面部とを備え、
前記電源装置は、前記第1端面部および前記第2端面部を介して前記層状導体部材に前記電流を導通させて前記層状導体部材でベクトルポテンシャルを発生させること、
を特徴とするベクトルポテンシャル発生装置。

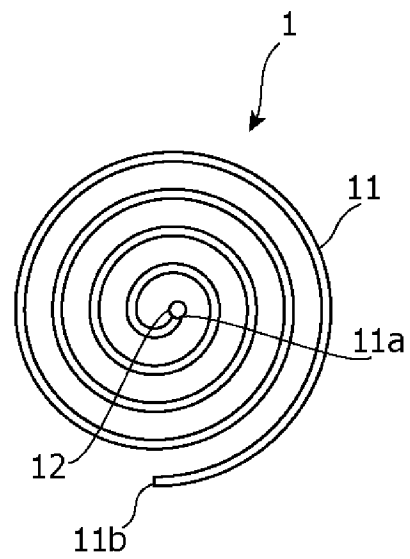
[請求項9]

請求項8記載のベクトルポテンシャル発生装置と、
前記電源装置を制御するコントローラーとを備え、
前記ベクトルポテンシャルコイル装置は、生体に対してベクトルポテンシャルを印加すること、
を特徴とする治療装置。

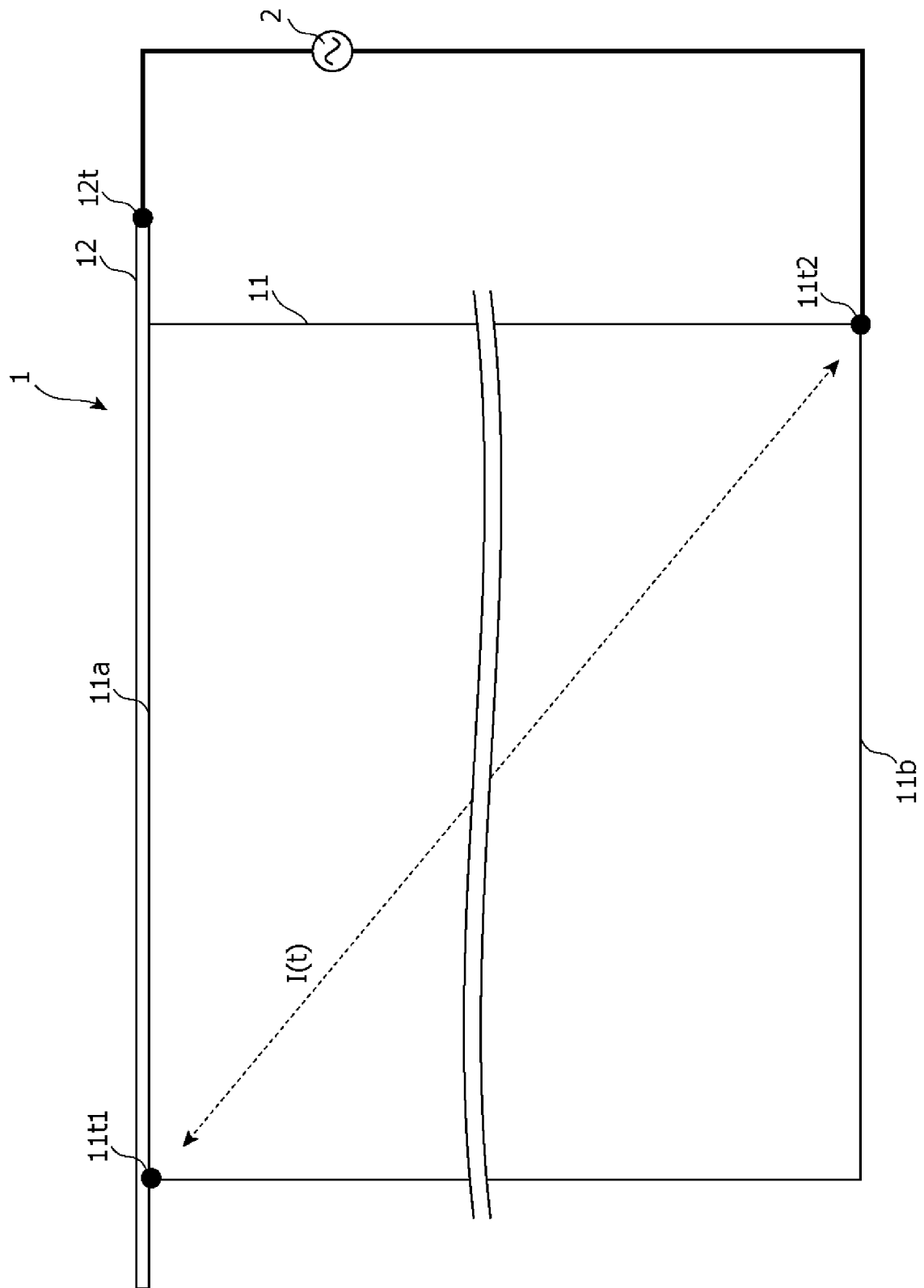
[図1]



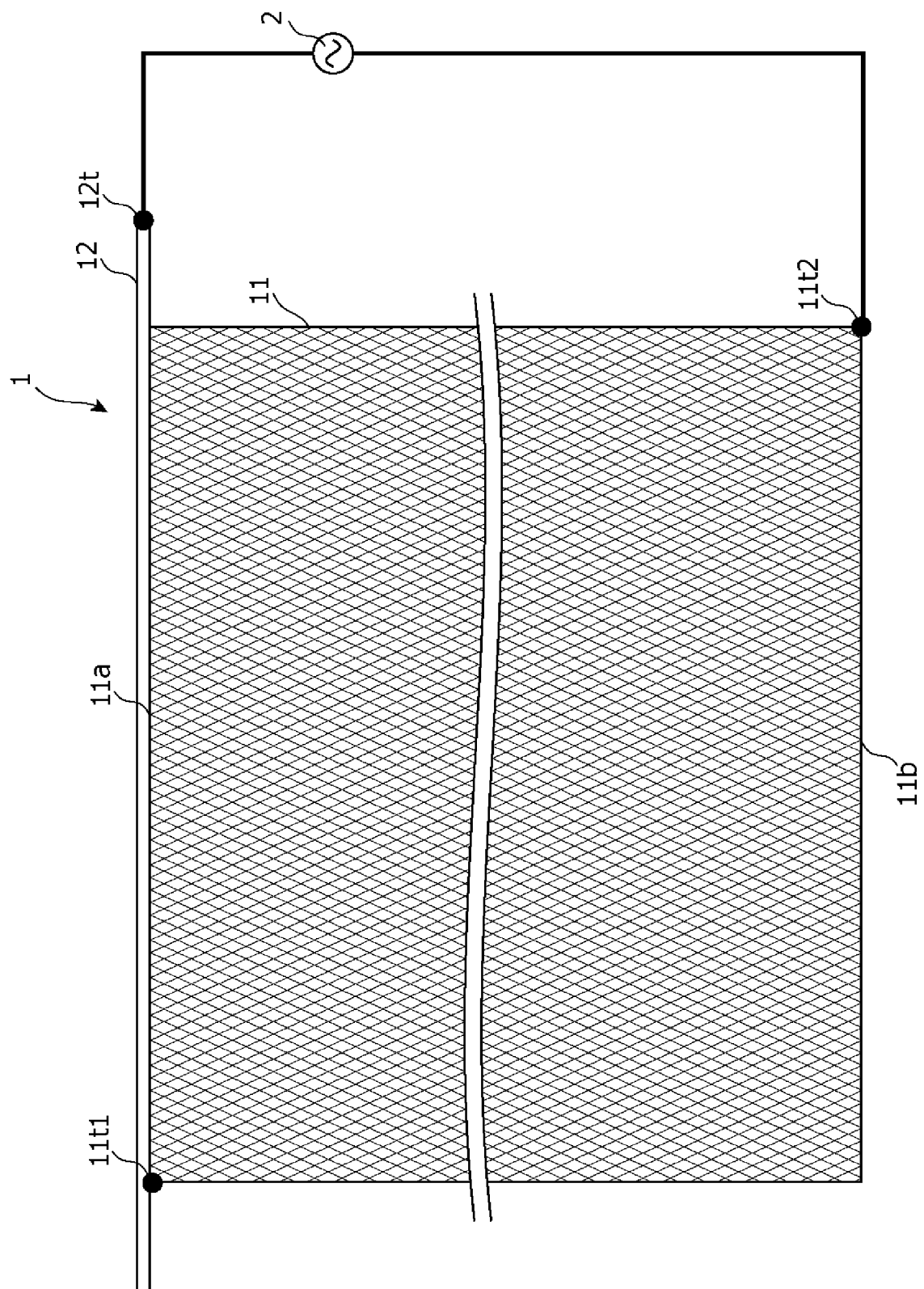
[図2]



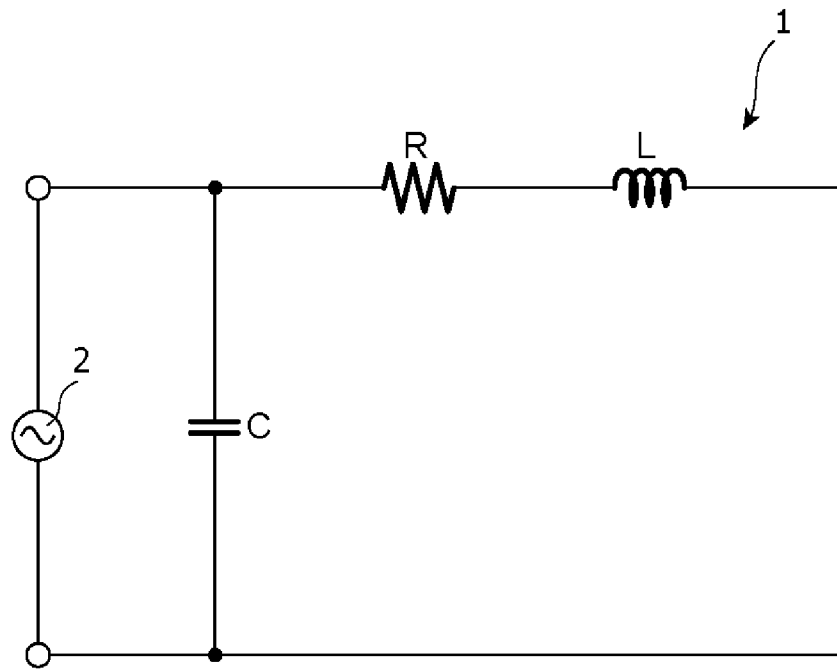
[図3]



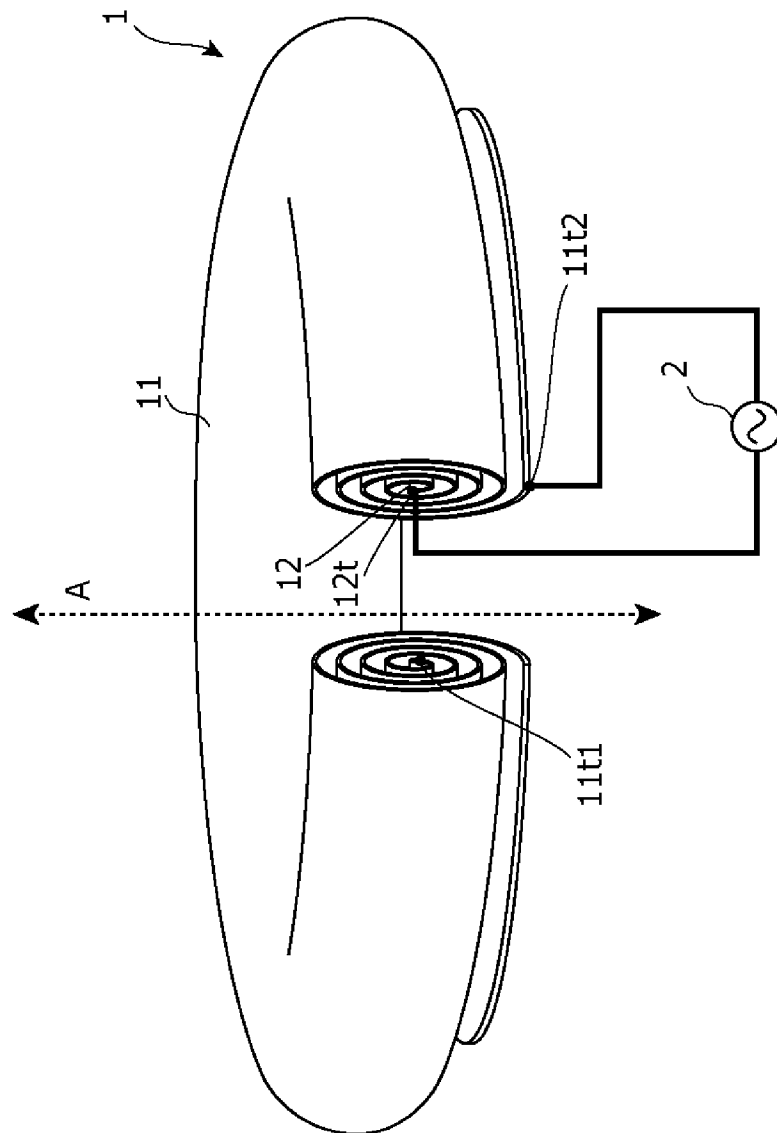
[図4]



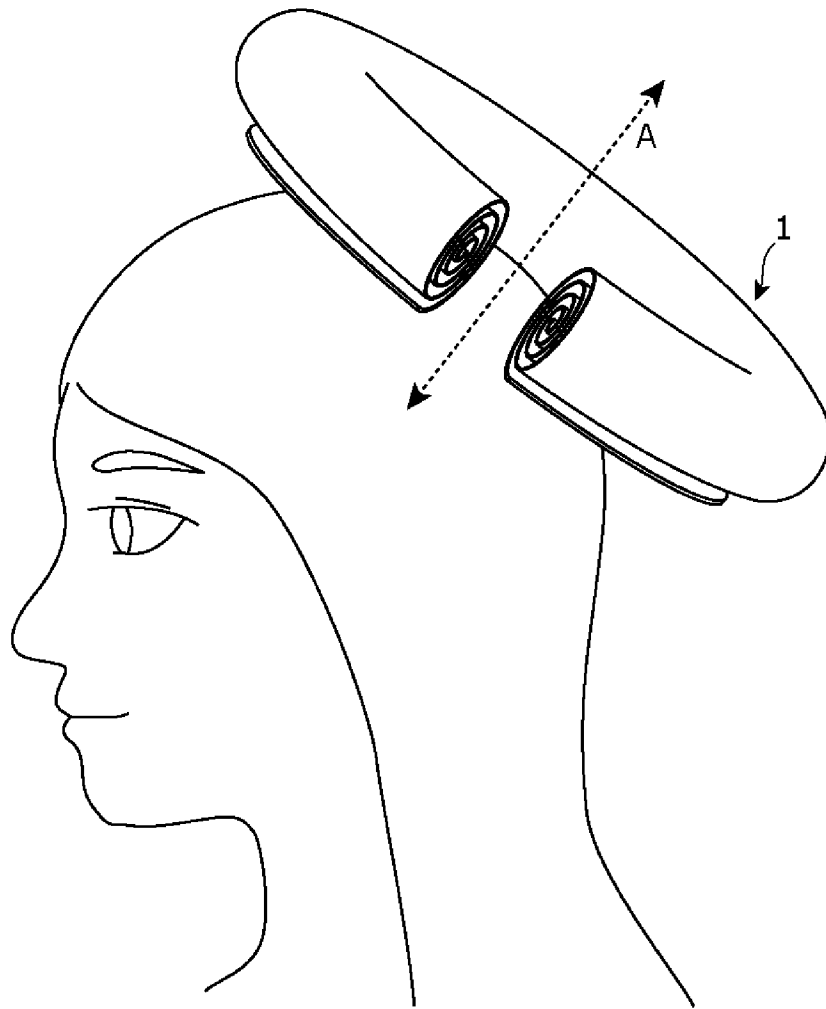
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/030578

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61N 2/04(2006.01)i

FI: A61N2/04

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)

A61N2/02-2/04; H01F5/00

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2013-500081 A (EMKINETICS, INC.) 07 January 2013 (2013-01-07) paragraphs [0100], [0165]-[0167], [0178]-[0179], [0188], [0211], fig. 32	1-5, 8-9
Y		6-7
Y	JP 5-74624 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 26 March 1993 (1993-03-26) paragraphs [0002]-[0003], fig. 12	6-7
A	WO 2015/099147 A1 (IWATE UNIV.) 02 July 2015 (2015-07-02) entire text, all drawings	1-9
A	WO 94/28969 A1 (AUSTRALASIAN MEDICAL TECHNOLOGY (NZ) LIMITED) 22 December 1994 (1994-12-22) entire text, all drawings	1-9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

“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

30 October 2023

Date of mailing of the international search report

07 November 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915

Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/030578

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2013-500081	A	07 January 2013	WO 2011/011749 A1 paragraphs [0139], [0204]- [0206], [0217]-[0218], [0226], [0249], fig. 32 CA 2768836 A1 US 2011/0021863 A1 US 2017/0225005 A1	
JP	5-74624	A	26 March 1993	(Family: none)	
WO	2015/099147	A1	02 July 2015	US 2016/0300652 A1 entire text, all drawings	
WO	94/28969	A1	22 December 1994	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） A61N 2/04(2006.01)i FI: A61N2/04										
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） A61N2/02-2/04; H01F5/00 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年									
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
X	JP 2013-500081 A（エムキネティクス，インコーポレイテッド）07.01.2013（2013 - 01 - 07） 段落[0100], [0165]-[0167], [0178]-[0179], [0188], [0211], 図32	1-5, 8-9								
Y		6-7								
Y	JP 5-74624 A（松下電器産業株式会社）26.03.1993（1993 - 03 - 26） 段落[0002]-[0003], 図12	6-7								
A	WO 2015/099147 A1（国立大学法人岩手大学）02.07.2015（2015 - 07 - 02） 全文, 全図	1-9								
A	WO 94/28969 A1（AUSTRALASIAN MEDICAL TECHNOLOGY (NZ) LIMITED）22.12.1994 （1994 - 12 - 22） 全文, 全図	1-9								
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。										
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献										
国際調査を完了した日 30.10.2023		国際調査報告の発送日 07.11.2023								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 白川 敬寛 3I 3214 電話番号 03-3581-1101 内線 3386								

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/030578

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2013-500081	A	07.01.2013	WO 2011/011749 A1 段落[0139], [0204]-[0206], [0217]-[0218], [0226], [0249], 図32 CA 2768836 A1 US 2011/0021863 A1 US 2017/0225005 A1	
JP	5-74624	A	26.03.1993	(ファミリーなし)	
WO	2015/099147	A1	02.07.2015	US 2016/0300652 A1 全文, 全図	
WO	94/28969	A1	22.12.1994	(ファミリーなし)	