

(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
2016 年 9 月 15 日(15.09.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/143033 A1

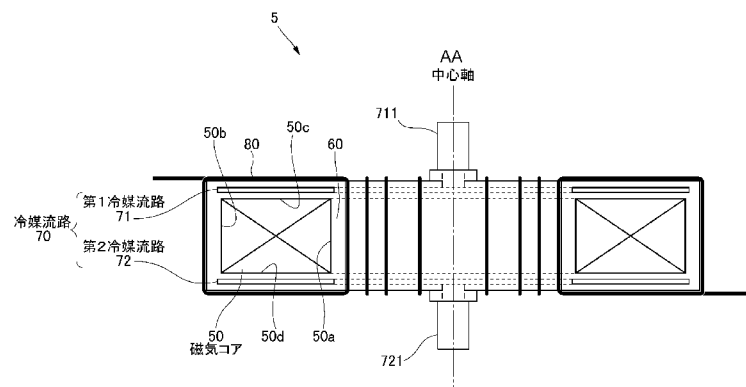
- (51) 国際特許分類:
H01F 27/10 (2006.01) *H01S 3/097* (2006.01)
H01F 30/00 (2006.01) *H02M 9/06* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/056831
- (22) 国際出願日: 2015 年 3 月 9 日(09.03.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: ギガフォトン株式会社 (GIGAPHOTON INC.) [JP/JP]; 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田 4 〇 〇 番地 Tochigi (JP).
- (72) 発明者: 梅田 博(UMEDA Hiroshi); 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田 4 〇 〇 番地 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 小林国際特許事務所 (KYORITSU INSTITUTE); 〒1700004 東京都豊島区北大塚 2 丁目 2 5 番 1 号 アミックス大塚ビル 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, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, 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).

[続葉有]

(54) Title: HIGH-VOLTAGE PULSE GENERATING DEVICE

(54) 発明の名称: 高電圧パルス発生装置

[図38]



50... MAGNETIC CORE
70... REFRIGERANT CHANNEL
71... FIRST REFRIGERANT CHANNEL
72... SECOND REFRIGERANT CHANNEL
AA... CENTRAL AXIS

(57) Abstract: The present invention enables the miniaturization of a magnetic circuit. Provided is a high-voltage pulse generating device that applies a pulsed high voltage between a pair of discharge electrodes which are disposed inside a laser chamber in a gas laser device, wherein the high-voltage pulse generating device may also be provided with a magnetic circuit that includes: a magnetic core; an insulating member inside of which is included a refrigerant channel and which covers the periphery of the magnetic core; and a winding which is wound around the insulating member.

(57) 要約: 磁気回路の小型化を図る。高電圧パルス発生装置は、ガスレーザ装置のレーザチャンバ内に配置された 1 対の放電電極間にパルス状の高電圧を印加する高電圧パルス発生装置であって、磁気コアと、内部に冷媒流路を含み前記磁気コアの周囲を覆う絶縁部材と、前記絶縁部材の周囲に巻かれる巻線と、を含む磁気回路を備えてもよい。



WO 2016/143033 A1

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：高電圧パルス発生装置

技術分野

[0001] 本開示は、高電圧パルス発生装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体集積回路の微細化、高集積化につれて、半導体露光装置においては解像力の向上が要請されている。半導体露光装置を以下、単に「露光装置」という。このため露光用光源から出力される光の短波長化が進められている。露光用光源には、従来の水銀ランプに代わってガスレーザ装置が用いられている。現在、露光用のガスレーザ装置としては、波長248nmの紫外線を出力するKrFエキシマレーザ装置ならびに、波長193nmの紫外線を出力するArFエキシマレーザ装置が用いられている。

[0003] 現在の露光技術としては、露光装置側の投影レンズとウエハ間の間隙を液体で満たして、当該間隙の屈折率を変えることによって、露光用光源の見かけの波長を短波長化する液浸露光が実用化されている。ArFエキシマレーザ装置を露光用光源として用いて液浸露光が行われた場合は、ウエハには水中における波長134nmの紫外光が照射される。この技術をArF液浸露光という。ArF液浸露光はArF液浸リソグラフィーとも呼ばれる。

[0004] KrF、ArFエキシマレーザ装置の自然発振におけるスペクトル線幅は約350～400pmと広いため、露光装置側の投影レンズによってウエハ上に縮小投影されるレーザ光（紫外線光）の色収差が発生して解像力が低下する。そこで色収差が無視できる程度となるまでガスレーザ装置から出力されるレーザ光のスペクトル線幅を狭帯域化する必要がある。スペクトル線幅はスペクトル幅とも呼ばれる。このためガスレーザ装置のレーザ共振器内には狭帯域化素子を有する狭帯域化モジュール（Line Narrowing Module：LNM）が設けられ、この狭帯域化モジュールによりスペクトル幅の狭帯域化が実現されている。なお、狭帯域化素子はエタロンやグレーティング等であっ

てもよい。このようにスペクトル幅が狭帯域化されたレーザ装置を狭帯域化レーザ装置という。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：米国特許 6 1 9 8 7 6 1 号

特許文献2：米国特許 6 9 9 9 4 9 2 号

特許文献3：米国特許出願公開 2 0 0 6 / 0 2 2 2 0 3 4 号

特許文献4：特許出願公開 2 0 0 5 - 3 4 7 5 8 6 号

特許文献5：特許 4 1 0 1 5 7 9 号

特許文献6：特許出願公開平成 5 - 5 5 0 5 7 号

概要

[0006] 本開示の 1 つの観点に係る高電圧パルス発生装置は、ガスレーザ装置のレーザチャンバ内に配置された 1 対の放電電極間にパルス状の高電圧を印加する高電圧パルス発生装置であって、磁気コアと、内部に冷媒流路を含み前記磁気コアの周囲を覆う絶縁部材と、前記絶縁部材の周囲に巻かれる巻線と、を含む磁気回路を備えてもよい。

図面の簡単な説明

[0007] 本開示のいくつかの実施形態を、単なる例として、添付の図面を参照して以下に説明する。

[図1]図 1 は、ガスレーザ装置及びその充放電回路を説明するための図を示す。

[図2]図 2 は、図 1 に示された磁気スイッチの構成を説明するための図を示す。

[図3A]図 3 A は、第 1 実施形態の高電圧パルス発生装置が備える磁気回路を説明するための図を示す。

[図3B]図 3 B は、図 3 A に示された A 1 - A 2 線における断面図を示す。

[図4A]図 4 A は、第 2 実施形態の高電圧パルス発生装置が備える磁気回路を

説明するための図を示す。

[図4B]図4 Bは、図4 Aに示されたB 1－B 2線における断面図を示す。

[図5]図5は、図4 A及び図4 Bに示された磁気回路の製造工程を説明するための図を示す。

[図6A]図6 Aは、第3実施形態の高電圧パルス発生装置が備える磁気回路を説明するための図を示す。

[図6B]図6 Bは、図6 Aに示されたC 1－C 2線における断面図を示す。

[図6C]図6 Cは、図6 Aに示されたC 1－C 3線における断面図を示す。

[図7A]図7 Aは、第4実施形態の高電圧パルス発生装置が備える磁気回路を説明するための図を示す。

[図7B]図7 Bは、図7 Aに示されたD 1－D 2線における断面図を示す。

[図8A]図8 Aは、第5実施形態の高電圧パルス発生装置が備える磁気回路を説明するための図を示す。

[図8B]図8 Bは、図8 Aに示されたE 1－E 2線における断面図を示す。

[図9]図9は、磁気コアの変形例を説明するための図を示す。

実施形態

[0008] ～内容～

1. 概要
2. 用語の説明
3. ガスレーザ装置及びその充放電回路
 3. 1 構成
 3. 2 動作
 3. 3 磁気回路
4. 課題
5. 第1実施形態の高電圧パルス発生装置が備える磁気回路
 5. 1 構成
 5. 2 動作
 5. 3 作用

6. 第2実施形態の高電圧パルス発生装置が備える磁気回路

6. 1 構成

6. 2 製造工程

7. 第3実施形態の高電圧パルス発生装置が備える磁気回路

8. 第4実施形態の高電圧パルス発生装置が備える磁気回路

9. 第5実施形態の高電圧パルス発生装置が備える磁気回路

10. その他

10. 1 磁気コアの変形例

10. 2 その他の変形例等

[0009] 以下、本開示の実施形態について、図面を参照しながら詳しく説明する。

以下に説明される実施形態は、本開示のいくつかの例を示すものであって、本開示の内容を限定するものではない。また、各実施形態で説明される構成及び動作の全てが本開示の構成及び動作として必須であるとは限らない。なお、同一の構成要素には同一の参照符号を付して、重複する説明を省略する。

[0010] [1. 概要]

本開示は、以下の実施形態を単なる例として少なくとも開示し得る。

[0011] 本開示の高電圧パルス発生装置40は、ガスレーザ装置1のレーザチャンバ10内に配置された1対の第1及び第2放電電極11a及び11b間にパルス状の高電圧を印加する高電圧パルス発生装置40であって、磁気コア50と、内部に冷媒流路70を含み磁気コア50の周囲を覆う絶縁部材60と、絶縁部材60の周囲に巻かれる巻線80と、を含む磁気回路5を備えてもよい。

このような構成により、高電圧パルス発生装置40は、磁気回路5が空気中でも適切に冷却されると共に小型且つ軽量化され得る。

[0012] [2. 用語の説明]

「光路軸」は、レーザ光の進行方向に沿ってレーザ光のビーム断面の中心を通る軸である。

「光路」は、レーザ光が通る経路である。光路には、光路軸が含まれてもよい。

[0013] [3. ガスレーザ装置及びその充放電回路]

図1及び図2を用いて、ガスレーザ装置1及びその充放電回路について説明する。

図1のガスレーザ装置1は、放電励起式のガスレーザ装置であってもよい。ガスレーザ装置1は、エキシマレーザ装置であってもよい。レーザ媒質であるレーザガスは、レアガスとしてアルゴン若しくはクリプトン、ハロゲンガスとしてフッ素、バッファガスとしてネオン若しくはヘリウム、又はこれらの混合ガスを用いて構成されてもよい。

[0014] [3. 1 構成]

図1は、ガスレーザ装置1及びその充放電回路を説明するための図を示す。

ガスレーザ装置1は、レーザチャンバ10と、制御部20と、充電器30と、ピーキングコンデンサCpと、高電圧パルス発生装置(Pulse Power Module: PPM)40と、を備えてもよい。

[0015] レーザチャンバ10は、その内部にレーザガスが封入されていてもよい。

レーザチャンバ10の内部空間を形成する壁10aは、例えばアルミ金属等の金属材料で形成されてもよい。当該金属材料の表面には、例えばニッケルめっきが施されてもよい。

レーザチャンバ10の壁10aは、グラウンドに接地されてもよい。

レーザチャンバ10は、主放電部11と、電流導入端子12と、絶縁ホルダ13と、導電ホルダ14と、配線15と、ファン16と、熱交換器17と、を含んでもよい。

[0016] 主放電部11は、第1放電電極11aと、第2放電電極11bと、を含んでもよい。

第1及び第2放電電極11a及び11bは、レーザガスを主放電により励起するための1対の放電電極であってもよい。主放電は、グロー放電であつ

てもよい。

第1及び第2放電電極11a及び11bのそれぞれは、銅を含む金属材料で形成されてもよい。

第1及び第2放電電極11a及び11bは、互いに所定距離だけ離隔し、且つ、互いの長手方向が略平行となるように対向して配置されてもよい。

第1及び第2放電電極11a及び11bは、それぞれカソード電極及びアノード電極であってもよい。

[0017] 第1放電電極11aの第2放電電極11bと対向する面、及び、第2放電電極11bの第1放電電極11aと対向する面を、それぞれ「放電面」ともいう。

第1放電電極11aの放電面と第2放電電極11bの放電面との間の空間を、「放電空間」ともいう。

[0018] 電流導入端子12の一方の端部は、第1放電電極11aの放電面とは反対側の底面に接続されてもよい。

電流導入端子12の他方の端部は、ピーキングコンデンサCpを介して、高電圧パルス発生装置40の負側の出力端子に接続されてもよい。

[0019] 絶縁ホルダ13は、第1放電電極11a及び電流導入端子12の側面を囲むようにして第1放電電極11a及び電流導入端子12を保持してもよい。

絶縁ホルダ13は、レーザガスとの反応性が低い絶縁材料で形成されてもよい。レーザガスがフッ素や塩素を含んでいる場合は、絶縁ホルダ13は、例えば高純度のアルミナセラミックスで形成されてもよい。

絶縁ホルダ13は、レーザチャンバ10の壁10aに配線15を介して接続されてもよい。

絶縁ホルダ13は、第1放電電極11a及び電流導入端子12と、レーザチャンバ10の壁10aとを電氣的に絶縁してもよい。

[0020] 導電ホルダ14は、第2放電電極11bの放電面とは反対側の面に接続され、当該第2放電電極11bを支持してもよい。

導電ホルダ14は、アルミや銅等を含む金属材料で形成されてもよい。

[0021] 配線 15 の一方の端部は、導電ホルダ 14 に接続されてもよい。

配線 15 の他方の端部は、レーザチャンバ 10 の壁 10a 及びピーキングコンデンサ Cp を介して、高電圧パルス発生装置 40 の接地側の端子に接続されてもよい。

配線 15 は、第 1 及び第 2 放電電極 11a 及び 11b の長手方向に沿って、所定間隔をあけて複数設けられてもよい。

[0022] ファン 16 は、レーザガスをレーザチャンバ 10 内で循環させてもよい。

ファン 16 は、クロスフローファンであってもよい。

ファン 16 は、第 1 及び第 2 放電電極 11a 及び 11b の長手方向とファン 16 の長手方向とが略平行となるように配置されてもよい。

ファン 16 は、不図示のモータに接続されてもよい。当該モータの動作は、制御部 20 によって制御されてもよい。

[0023] 熱交換器 17 は、熱交換器 17 の内部に供給された冷媒とレーザガスとの間で熱交換を行ってもよい。

熱交換器 17 の動作は、制御部 20 によって制御されてもよい。

[0024] 制御部 20 は、露光装置から送信された各種信号に基づいて、ガスレーザ装置 1 の各構成要素の動作を統括的に制御してもよい。

[0025] 充電器 30 は、高電圧パルス発生装置 40 の充電コンデンサ C0 を所定電圧で充電する直流電源装置であってもよい。

充電器 30 の動作は、制御部 20 によって制御されてもよい。

[0026] ピーキングコンデンサ Cp は、高電圧パルス発生装置 40 によって充電された電荷を第 1 放電電極 11a に放電してもよい。

ピーキングコンデンサ Cp は、高電圧パルス発生装置 40 とレーザチャンバ 10 との間に配置されてもよい。

或いは、ピーキングコンデンサ Cp は、レーザチャンバ 10 の内部に配置されてもよい。この場合、ガスレーザ装置 1 の放電回路を構成する電流経路によって囲まれた領域の面積が小さくなるため、当該放電回路のインダクタンスは小さくなり得る。よって、当該放電回路でのエネルギー損失が低減さ

れ好適であり得る。

[0027] 高電圧パルス発生装置40は、ピーキングコンデンサC_pを介して、第1及び第2放電電極11a及び11bの間にパルス状の高電圧を印加してもよい。

高電圧パルス発生装置40は、半導体スイッチSWと、トランスTC1と、磁気スイッチMS1～MS3と、充電コンデンサC0と、コンデンサC1及びC2と、を含んでもよい。更に、高電圧パルス発生装置40は、これらの素子を冷却する不図示の絶縁油と、絶縁油を冷却する不図示のラジエータと、を含んでもよい。

[0028] 半導体スイッチSWは、トランスTC1の1次側と充電コンデンサC0との間に設けられてもよい。

半導体スイッチSWの動作は、制御部20によって制御されてもよい。

[0029] 磁気スイッチMS1は、トランスTC1の2次側とコンデンサC1との間に設けられてもよい。

磁気スイッチMS2は、コンデンサC1とコンデンサC2との間に設けられてもよい。

磁気スイッチMS3は、コンデンサC2とピーキングコンデンサC_pとの間に設けられてもよい。

磁気スイッチMS1～MS3に印加される電圧の時間積分値が閾値に達すると、磁気スイッチMS1～MS3は、電流を流し易くなり得る。当該閾値は磁気スイッチごとに異なる値であってもよい。この時、後述するように磁気スイッチMS1～MS3に含まれる磁気コアは、磁気飽和していてもよい。

[0030] 磁気スイッチMS1～MS3が電流を流し易い状態であることを、「磁気スイッチが閉じている」ともいう。

[0031] トランスTC1の1次側と2次側とは、電氣的に絶縁されてもよい。トランスTC1の1次側の巻線方向と2次側の巻線方向とは、逆方向であってもよい。トランスTC1の2次側の巻線数は、1次側の巻線数よりも多くても

よい。

[0032] [3. 2 動作]

制御部 20 は、不図示のモータを制御してファン 16 を回転させてもよい。

レーザチャンバ 10 内のレーザガスが循環し得る。レーザガスは、第 1 放電電極 11 a 及び第 2 放電電極 11 b の間の放電空間を流れ得る。

[0033] 制御部 20 は、高電圧の充電電圧 V_{hv} を充電器 30 に設定してもよい。

充電器 30 は、設定された充電電圧 V_{hv} に基づいて、充電コンデンサ C0 を充電し得る。

[0034] 制御部 20 は、レーザ発振を開始するための発振トリガ信号を半導体スイッチ SW に出力してもよい。

発振トリガ信号が半導体スイッチ SW に入力されると、半導体スイッチ SW は ON 状態になり得る。半導体スイッチ SW が ON 状態になると、充電コンデンサ C0 からトランス TC1 の 1 次側にパルス状の電流が流れ得る。

[0035] トランス TC1 の 1 次側に電流が流れると、電磁誘導によってトランス TC1 の 2 次側に逆方向のパルス状の電流が流れ得る。トランス TC1 の 2 次側に電流が流れると、やがて磁気スイッチ MS1 に印加される電圧の時間積分値が閾値に達し得る。

磁気スイッチ MS1 に印加される電圧の時間積分値が閾値に達すると、磁気スイッチ MS1 は磁気飽和した状態となり、磁気スイッチ MS1 は閉じ得る。

磁気スイッチ MS1 が閉じると、トランス TC1 の 2 次側からコンデンサ C1 に電流が流れ、コンデンサ C1 が充電され得る。このとき、コンデンサ C1 を充電する際の電流のパルス幅は、短くなり得る。コンデンサ C1 の電位は負の電位となり得る。

[0036] コンデンサ C1 が充電されることにより、やがて磁気スイッチ MS2 に印加される電圧の時間積分値が閾値に達した状態となり、磁気スイッチ MS2 は閉じ得る。

磁気スイッチMS 2が閉じると、コンデンサC 1からコンデンサC 2に電流が流れ、コンデンサC 2が充電され得る。このとき、コンデンサC 2を充電する際の電流のパルス幅は、コンデンサC 1を充電する際の電流のパルス幅よりも短くなり得る。コンデンサC 2の電位は負の電位となり得る。

[0037] コンデンサC 2が充電されることにより、やがて磁気スイッチMS 3に印加される電圧の時間積分値が閾値に達した状態となり、磁気スイッチMS 3は閉じ得る。

磁気スイッチMS 3が閉じると、コンデンサC 2からピーキングコンデンサC pに電流が流れ、ピーキングコンデンサC pが充電され得る。このとき、ピーキングコンデンサC pを充電する際の電流のパルス幅は、コンデンサC 2を充電する際の電流のパルス幅よりも短くなり得る。ピーキングコンデンサC pの電位は負の電位となり得る。

[0038] このように、コンデンサC 1からコンデンサC 2、コンデンサC 2からピーキングコンデンサC pへと電流が順次流れることにより、当該電流のパルス幅は圧縮され得る。

ピーキングコンデンサC pが充電されることにより、第1及び第2放電電極1 1 a及び1 1 bの間には、ピーキングコンデンサC pによってパルス状の高電圧が印加され得る。

第1及び第2放電電極1 1 a及び1 1 bの間に印加されたパルス状の高電圧がレーザガスの絶縁耐圧より大きくなると、レーザガスは絶縁破壊され得る。

レーザガスが絶縁破壊されると、第1及び第2放電電極1 1 a及び1 1 bの間の放電空間には主放電が発生し得る。このとき、主放電により電子が移動する方向は、カソード電極である第1放電電極1 1 aからアノード電極である第2放電電極1 1 bに向かう方向であり得る。

[0039] 主放電が発生すると、第1及び第2放電電極1 1 a及び1 1 bの間の放電空間にあるレーザガスは励起されて光を放出し得る。

レーザガスから放出された光は、ガスレーザ装置1のレーザ共振器を構成

する不図示の出力結合ミラー及び不図示のリアミラーで反射され、当該レーザ共振器内を往復し得る。

レーザ共振器内を往復する光は、当該放電空間を通過する度に増幅され、レーザ発振し得る。

その後、増幅された光の一部は、出力結合ミラーを透過し、パルスレーザ光として露光装置に出力され得る。

[0040] また、主放電が発生すると、第1及び第2放電電極11a及び11bの間の放電空間には、放電生成物が発生し得る。放電生成物は、当該放電空間を流れるレーザガスの流れに乗って、当該放電空間から遠ざかり得る。

放電空間を流れるレーザガスは、熱交換器17に向かって流れ、熱交換器17を通過する際に冷却され得る。熱交換器17を通過したレーザガスは、ファン16を通過して、レーザチャンバ10内を再び循環し得る。

その結果、ガスレーザ装置1は、レーザガスの循環に対応する繰り返し周波数で、パルスレーザ光を出力し得る。

[0041] [3. 3 磁気回路]

図1に示された高電圧パルス発生装置40に用いられる磁気回路の一種である磁気スイッチMS1～MS3やトランスTC1の構成について概略的に説明する。

以下では、高電圧パルス発生装置40に用いられる磁気回路のうち、磁気スイッチMS1について代表して説明する。

図2は、図1に示された磁気スイッチMS1の構成を概略的に説明するための図を示す。

磁気スイッチMS1は、磁気コア41と、スペーサ42と、巻線43と、緩衝部材44と、絶縁油45を含んでもよい。

[0042] 磁気スイッチMS1は、複数の磁気コア41が多段に配置された構造を有してもよい。

多段に配置された複数の磁気コア41のそれぞれは、略円環状に形成されてもよい。

多段に配置された複数の磁気コア 4 1 は、互いの中心軸を略一致させ、且つ、互いに所定距離だけ離隔して間隙 4 1 a を形成した状態で、当該中心軸方向に沿って積み上げるように配置されてもよい。

[0043] スペーサ 4 2 は、このように多段に配置された複数の磁気コア 4 1 を保持し、隣接する各磁気コア 4 1 同士の間形成された間隙 4 1 a を維持してもよい。

[0044] 巻線 4 3 は、スペーサ 4 2 によって保持された複数の磁気コア 4 1 全体の周囲に巻かれてもよい。

巻線 4 3 は、金属線に絶縁紙を被覆して形成されてもよい。

[0045] 緩衝部材 4 4 は、磁気コア 4 1 と巻線 4 3 との間の放電を抑制する部材であってもよい。

緩衝部材 4 4 は、スペーサ 4 2 によって保持された複数の磁気コア 4 1 全体の角部と、巻線 4 3 との間に配置されてもよい。

[0046] 磁気スイッチ MS 1 は、冷却のため、絶縁油 4 5 によって満たされた不図示のタンク内に設置された状態で使用されてもよい。すなわち、磁気スイッチ MS 1 は、絶縁油 4 5 に浸漬された状態で使用されてもよい。

絶縁油 4 5 は、当該タンク内に設けられた不図示のファンの回転による強制対流や自然対流によって、磁気コア 4 1 の表面上を流れてもよい。すなわち、隣接する各磁気コア 4 1 同士の間形成された間隙 4 1 a は、絶縁油 4 5 によって満たされ得る。絶縁油 4 5 は、発熱した磁気コア 4 1 との間で熱交換を行い、当該磁気コア 4 1 を冷却し得る。

[0047] 磁気スイッチ MS 2 及び MS 3 やトランス TC 1 は、磁気スイッチ MS 1 と同様の多段構造を有してもよい。

[0048] [4. 課題]

上述のように、高電圧パルス発生装置 4 0 に用いられる磁気回路は、絶縁油 4 5 が満たされたタンク内に設置された状態で使用されるため、高電圧パルス発生装置 4 0 内で当該タンクが占める空間の体積が大きくなり得る。

また、高電圧パルス発生装置 4 0 に用いられる磁気回路は、複数の磁気コ

ア４１が間隙４１aを形成した状態で多段に配置された構造を有するため、１つの磁気回路に含まれる磁気コア自体の体積も大きくなり得る。

加えて、磁気コア自体の体積が大きくなることによって、磁気回路は、磁気コアの磁気飽和後におけるインダクタンスが大きくなり得る。磁気回路のインダクタンスが大きくなると、磁気回路の発熱量が増加して高温となり易く、適切に冷却されなければ故障し易くなり得る。

このような磁気回路を備える高電圧パルス発生装置４０は、大型且つ重量化し得る。

よって、空気中で使用されても適切に冷却可能であり小型且つ軽量の磁気回路を提供することによって、高電圧パルス発生装置４０を小型且つ軽量化する技術が求められている。

[0049] [５．第１実施形態の高電圧パルス発生装置が備える磁気回路]

図３Ａ及び図３Ｂを用いて、第１実施形態の高電圧パルス発生装置４０が備える磁気回路５について説明する。

第１実施形態の高電圧パルス発生装置４０は、図１に示された高電圧パルス発生装置４０に対して、磁気回路の構成が主に異なってもよい。

第１実施形態に係る磁気回路５は、図１に示された磁気スイッチＭＳ１～ＭＳ３やトランスＴＣ１に適用されてもよい。

以下では、第１実施形態の高電圧パルス発生装置４０が備える磁気回路５を、磁気スイッチＭＳ１に適用した場合について代表して説明する。

第１実施形態の高電圧パルス発生装置４０の構成において、図１に示された高電圧パルス発生装置４０と同様の構成については説明を省略する。

[0050] [５．１ 構成]

図３Ａは、第１実施形態の高電圧パルス発生装置４０が備える磁気回路５を説明するための図を示す。図３Ｂは、図３Ａに示されたＡ１－Ａ２線における断面図を示す。

図３Ａ及び図３Ｂの磁気回路５は、絶縁油４５に浸漬された状態でなく、空気中で使用されてもよい。

磁気回路 5 は、磁気コア 5 0 と、絶縁部材 6 0 と、冷媒流路 7 0 と、巻線 8 0 と、を含んでもよい。

[0051] 磁気コア 5 0 は、複数の磁気コアが多段に配置された構造でなくてもよい。

磁気コア 5 0 は、断面が長方形の略円環形状に形成されてもよい。

磁気コア 5 0 には、磁気コア 5 0 の内周面である第 1 面 5 0 a、磁気コア 5 0 の外周面である第 2 面 5 0 b、磁気コア 5 0 の中心軸に略垂直な第 3 面 5 0 c、及び、磁気コア 5 0 の中心軸に略垂直な面で第 3 面 5 0 c とは反対側の第 4 面 5 0 d が形成されてもよい。

磁気コア 5 0 は、強磁性体の材料で形成されてもよい。

磁気コア 5 0 を形成する材料は、磁束密度と磁場との関係を示す B-H 曲線において、保磁力が小さく透磁率が高い材料であってもよい。

磁気コア 5 0 を形成する材料は、例えば、鉄、ニッケル若しくはコバルト等の金属材料又はそれらの合金材料であってもよい。好適には、磁気コア 5 0 を形成する材料は、ナノ結晶軟磁性材料であってもよい。当該ナノ結晶軟磁性材料は、ファインメット（登録商標）であってもよい。

[0052] 絶縁部材 6 0 は、磁気コア 5 0 を電氣的に絶縁してもよい。

絶縁部材 6 0 は、磁気コア 5 0 の周囲を覆ってもよい。すなわち、絶縁部材 6 0 は、磁気コア 5 0 の第 1 面 5 0 a、第 2 面 5 0 b、第 3 面 5 0 c 及び第 4 面 5 0 d を覆ってもよい。

絶縁部材 6 0 は、高い熱伝導性を有する絶縁材料で形成されてもよい。絶縁部材 6 0 は、例えば、アルミナ、イットリア及び窒化アルミの少なくとも 1 つを含むセラミックス材料で形成されてもよい。

絶縁部材 6 0 は、内部に冷媒流路 7 0 を含んでもよい。

[0053] 冷媒流路 7 0 は、内部に冷媒が流れる流路であってもよい。冷媒は、例えば冷却水であってもよい。

冷媒流路 7 0 は、第 1 冷媒流路 7 1 と、第 2 冷媒流路 7 2 と、を含んでもよい。

[0054] 第1冷媒流路71は、略円環形状に形成された磁気コア50の周方向に沿って形成されてもよい。

第1冷媒流路71は、磁気コア50の第3面50cを覆う絶縁部材60の内部に配置されてもよい。第1冷媒流路71は、当該絶縁部材60の内部において、磁気コア50の第3面50cと対向するように配置されてもよい。

第1冷媒流路71には、内部に冷媒を流入させる流入口と、内部の冷媒を流出させる流出口とが設けられてもよい。当該流入口及び流出口は、外部のラジエータ等と接続された入口配管711及び出口配管712に接続されてもよい。

[0055] 第2冷媒流路72は、略円環形状に形成された磁気コア50の周方向に沿って形成されてもよい。

第2冷媒流路72は、磁気コア50の第4面50dを覆う絶縁部材60の内部に配置されてもよい。第2冷媒流路72は、当該絶縁部材60の内部において、磁気コア50の第4面50dと対向するように配置されてもよい。

第2冷媒流路72には、内部に冷媒を流入させる流入口と、内部の冷媒を流出させる流出口とが設けられてもよい。当該流入口及び流出口は、外部のラジエータ等と接続された入口配管721及び出口配管722に接続されてもよい。

[0056] 巻線80は、コイルを構成してもよい。

巻線80は、銅等の金属線に絶縁物を被覆して形成されてもよい。

巻線80は、絶縁部材60に覆われた磁気コア50に対して巻かれてもよい。巻線80は、磁気コア50を覆う絶縁部材60の周囲に所定の巻数及び間隔で巻かれてもよい。

巻線80は、複数巻かれてもよく、図3Aに例示するように4本であってもよい。4本の巻線80の各端部は、第1～第4入力端と、それらに対応する第1～第4出力端とを構成してもよい。

[0057] 第1実施形態の高電圧パルス発生装置40の他の構成については、図1に示された高電圧パルス発生装置40と同様であってもよい。

[0058] [5. 2 動作]

第1実施形態の高電圧パルス発生装置40の動作について説明する。

第1実施形態の高電圧パルス発生装置40の動作において、図1に示された高電圧パルス発生装置40と同様の動作について説明を省略する。

[0059] 第1実施形態に係る磁気回路5には、巻線80の入力端からパルス状の電流が流入し得る。

巻線80の入力端から電流が流れ始めると、磁場が発生して磁気コア50に印加され得る。

[0060] 磁気回路5は、磁気コア50が磁気飽和に到達する前であると、インダクタンスが大きくなり電流の流れが抑制され得る。

一方、磁気回路5は、磁気コア50が磁気飽和に到達すると、インダクタンスは小さくなり電流の流れが大きくなり得る。

この間、磁気コア50により発生した熱は、絶縁部材60を介して冷媒流路70内の冷媒に伝達し、外部に排出され得る。磁気コア50の温度上昇は抑制され得る。

よって、磁気回路5は、磁気コア50が磁気飽和後でも、インダクタンスの増加が抑制され、巻線80に流れる電流の損失が抑制され得る。

[0061] 第1実施形態の高電圧パルス発生装置40の他の動作については、図1に示された高電圧パルス発生装置40と同様であってもよい。

[0062] [5. 3 作用]

第1実施形態に係る磁気回路5は、内部に冷媒流路70を含む絶縁部材60にて磁気コア50の周囲を覆うため、電気絶縁性を維持して磁気コア50を冷却し得る。

更に、第1実施形態に係る磁気回路5は、磁気コア50の比較的発熱し易い第3及び第4面50c及び50dと対向して冷媒流路70が配置されているため、磁気コア50が冷却され易くなり得る。

しかも、第1実施形態に係る磁気回路5は、絶縁油45よりも熱伝導率の高い冷却水を冷媒流路70の冷媒として使用するため、磁気コア50が更に

冷却され易くなり得る。

それにより、第1実施形態に係る磁気回路5は、複数の磁気コアを多段構造とし絶縁油45に浸漬して使用される必要が無くなり得る。

よって、第1実施形態に係る磁気回路5は、空気中で使用されても適切に冷却されると共に小型且つ軽量化され得る。

その結果、第1実施形態の高電圧パルス発生装置40は、小型且つ軽量化され得る。

[0063] [6. 第2実施形態の高電圧パルス発生装置が備える磁気回路]

図4A～図5を用いて、第2実施形態の高電圧パルス発生装置40が備える磁気回路5について説明する。

第2実施形態に係る磁気回路5は、第1実施形態に係る磁気回路5に対して、絶縁部材60が異なる構成を備えてもよい。

更に第2実施形態に係る磁気回路5は、第1実施形態に係る磁気回路5に対して、第5及び第6絶縁部材65及び66が追加された構成を備えてもよい。

第2実施形態の高電圧パルス発生装置40の構成において、第1実施形態の高電圧パルス発生装置40と同様の構成については説明を省略する。

[0064] [6. 1 構成]

図4Aは、第2実施形態の高電圧パルス発生装置40が備える磁気回路5を説明するための図を示す。図4Bは、図4Aに示されたB1－B2線における断面図を示す。

図4A及び図4Bの絶縁部材60は、第1絶縁部材61と、第2絶縁部材62と、第3絶縁部材63と、第4絶縁部材64と、を含んでもよい。

[0065] 第1絶縁部材61は、第5絶縁部材65を介して、磁気コア50の第1面50aを覆ってもよい。

第1絶縁部材61は、第1面50aに沿って略円環状に形成されてもよい。

第1絶縁部材61は、高い熱伝導性を有する絶縁材料で形成されてもよい。

。第1絶縁部材61は、例えば、アルミナ、イットリア及び窒化アルミの少なくとも1つを含むセラミックス材料で形成されてもよい。

第1絶縁部材61は、溶射によって形成されてもよい。

第1絶縁部材61の厚さは、例えば2.5mm程度であってもよい。

[0066] 第2絶縁部材62は、第5絶縁部材65を介して、磁気コア50の第2面50bを覆ってもよい。

第2絶縁部材62は、第2面50bに沿って略円環状に形成されてもよい。

第2絶縁部材62は、高い熱伝導性を有する絶縁材料で形成されてもよい。
第2絶縁部材62は、例えば、アルミナ、イットリア及び窒化アルミの少なくとも1つを含むセラミックス材料で形成されてもよい。

第2絶縁部材62は、溶射によって形成されてもよい。

第2絶縁部材62の厚さは、例えば2.5mm程度であってもよい。

[0067] 第3絶縁部材63は、第5絶縁部材65を介して、磁気コア50の第3面50cを覆ってもよい。

第3絶縁部材63は、第3面50cに沿って略円環状に形成されてもよい。

第3絶縁部材63は、高い熱伝導性を有する絶縁材料で形成されてもよい。
第3絶縁部材63は、例えば、アルミナ、イットリア及び窒化アルミの少なくとも1つを含むセラミックス材料で形成されてもよい。

第3絶縁部材63は、ロールコンパクション法で製造されてもよい。

第3絶縁部材63は、内部に第1冷媒流路71を含んでもよい。

第3絶縁部材63の厚さは、例えば2.5mm程度であってもよい。

[0068] 第4絶縁部材64は、第5絶縁部材65を介して、磁気コア50の第4面50dを覆ってもよい。

第4絶縁部材64は、第4面50dに沿って略円環状に形成されてもよい。

第4絶縁部材64は、高い熱伝導性を有する絶縁材料で形成されてもよい。

。第4絶縁部材64は、例えば、アルミナ、イットリア及び窒化アルミの少なくとも1つを含むセラミックス材料で形成されてもよい。

第4絶縁部材64は、ロールコンパクション法で製造されてもよい。

第4絶縁部材64は、内部に第2冷媒流路72を含んでもよい。

第4絶縁部材64の厚さは、例えば2.5mm程度であってもよい。

[0069] 図4Bの第5絶縁部材65は、第1～第4絶縁部材61～64と、磁気コア50の第1～第4面50a～50dとの間にそれぞれ配置されてもよい。

第5絶縁部材65は、高い熱伝導性を有する絶縁材料で形成されてもよい。第5絶縁部材65は、例えば、アルミナ、イットリア及び窒化アルミの少なくとも1つを含むセラミックス材料で形成されてもよい。

第5絶縁部材65は、第1～第4面50a～50dのそれぞれに対して溶射によって形成されてもよい。

第5絶縁部材65の厚さは、例えば2.5mm程度であってもよい。

[0070] 図4A及び図4Bの第6絶縁部材66は、第1～第5絶縁部材61～65で覆われた磁気コア50に対して巻かれた巻線80を覆ってもよい。

第6絶縁部材66は、高い熱伝導性を有する絶縁材料で形成されてもよい。第6絶縁部材66は、例えば、アルミナ、イットリア及び窒化アルミの少なくとも1つを含むセラミックス材料で形成されてもよい。

第6絶縁部材66は、巻線80が巻かれた磁気コア50に対して溶射によって形成されてもよい。第6絶縁部材66は、当該巻線80が当該第6絶縁部材66内に埋められるように形成されてもよい。

第6絶縁部材66の厚さは、例えば2.5mm程度であってもよい。

[0071] 第2実施形態に係る磁気回路5の他の構成については、第1実施形態に係る磁気回路5と同様であってもよい。

[0072] [6.2 製造工程]

第2実施形態に係る磁気回路5の製造工程について説明する。

図5は、図4A及び図4Bに示された磁気回路5の製造工程を説明するための図を示す。

[0073] ステップS 1において、磁気コア5 0の全表面に対して、第5絶縁部材6 5を溶射してもよい。具体的には、磁気コア5 0の第1～第4面5 0 a～5 0 dのそれぞれに対して、第5絶縁部材6 5を溶射してもよい。

[0074] ステップS 2において、第5絶縁部材6 5が溶射された磁気コア5 0の第3及び第4面5 0 c及び5 0 dに対して、第1及び第2冷媒流路7 1及び7 2が形成された第3及び第4絶縁部材6 3及び6 4をそれぞれ配置してもよい。

第1及び第2冷媒流路7 1及び7 2は、第3及び第4絶縁部材6 3及び6 4のそれぞれの内部に、ロールコンパクション法によって予め形成されてもよい。ロールコンパクション法で製造されることにより、第3及び第4絶縁部材6 3及び6 4は、高い絶縁性能を有し得る。

[0075] ステップS 3において、第5絶縁部材6 5が溶射された磁気コア5 0の第1及び第2面5 0 a及び5 0 bに対して、第1及び第2絶縁部材6 1及び6 2をそれぞれ溶射してもよい。

[0076] ステップS 4において、第1～第5絶縁部材6 1～6 5で覆われた磁気コア5 0に対して、巻線8 0を巻いてもよい。

[0077] ステップS 5において、巻線8 0が巻かれた磁気コア5 0に対して、第6絶縁部材6 6を溶射してもよい。具体的には、第1～第4絶縁部材6 1～6 4の表面上及びこれらに巻かれた巻線8 0の表面上に対して、当該巻線8 0が埋められるよう、第6絶縁部材6 6を溶射してもよい。

[0078] 第2実施形態の高電圧パルス発生装置4 0の他の構成については、第1実施形態の高電圧パルス発生装置4 0と同様であってもよい。

[0079] このような構成により、第2実施形態に係る磁気回路5は、巻線8 0が第6絶縁部材6 6によって覆われているため、巻線8 0の絶縁性能が更に向上し得る。

その結果、第2実施形態の高電圧パルス発生装置4 0は、磁気回路5が故障し難くなるため、耐久性が向上し得る。

[0080] [7. 第3実施形態の高電圧パルス発生装置が備える磁気回路]

図 6 A～図 6 C を用いて、第 3 実施形態の高電圧パルス発生装置 4 0 が備える磁気回路 5 について説明する。

第 3 実施形態に係る磁気回路 5 は、第 2 実施形態に係る磁気回路 5 に対して、第 7 絶縁部材 6 7、押圧部材 9 0 及び金属管 9 5 が追加された構成を備えてもよい。

更に、第 3 実施形態に係る磁気回路 5 は、第 2 実施形態に係る磁気回路 5 に対して、冷媒流路 7 0 に係る構成が異なってもよい。

第 3 実施形態の高電圧パルス発生装置 4 0 の構成において、第 2 実施形態の高電圧パルス発生装置 4 0 と同様の構成については説明を省略する。

[0081] 図 6 A は、第 3 実施形態の高電圧パルス発生装置 4 0 が備える磁気回路 5 を説明するための図を示す。図 6 B は、図 6 A に示された C 1－C 2 線における断面図を示す。図 6 C は、図 6 A に示された C 1－C 3 線における断面図を示す。

なお、図 6 A において、放射状に描かれた細線は巻線 8 0 が巻かれる位置を示し、当該位置に巻かれた巻線 8 0 の図示は一部省略されている。図 6 B では、巻線 8 0 の図示が全て省略されている。

[0082] 図 6 A～図 6 C の磁気回路 5 は、図 4 A 及び図 4 B に示された第 5 及び第 6 絶縁部材 6 5 及び 6 6 を含まなくてもよい。

図 6 A～図 6 C の第 1～第 4 絶縁部材 6 1～6 4 は、第 5 絶縁部材 6 5 を介さずに、磁気コア 5 0 の第 1～第 4 面 5 0 a～5 0 d をそれぞれ覆ってもよい。

第 1 絶縁部材 6 1 は、磁気コア 5 0 の第 1 面 5 0 a を直接覆ってもよい。

第 2～第 4 絶縁部材 6 2～6 4 は、第 7 絶縁部材 6 7 を介して、磁気コア 5 0 の第 2～第 4 面 5 0 b～5 0 d を覆ってもよい。

第 1～第 4 絶縁部材 6 1～6 4 の他の構成については、第 2 実施形態に係る第 1～第 4 絶縁部材 6 1～6 4 と同様であってもよい。

[0083] 図 6 A～図 6 C の第 7 絶縁部材 6 7 は、弾性を有する絶縁材料で形成されてもよい。第 7 絶縁部材 6 7 は、例えばシリコン樹脂で形成されてもよい。

。

第7絶縁部材67は、第2～第4絶縁部材62～64と、磁気コア50の第2～第4面50b～50dとの間にそれぞれ配置されてもよい。

具体的には、弾性を有する第7絶縁部材67は、磁気コア50の第2面50bに設けられた金属管95と、第2絶縁部材62との間を満たすように配置されてもよい。弾性を有する第7絶縁部材67は、磁気コア50の第3面50cと第3絶縁部材63との間を満たすように配置されてもよい。弾性を有する第7絶縁部材67は、磁気コア50の第4面50dと第4絶縁部材64との間を満たすように配置されてもよい。

また、第7絶縁部材67は、互いに隣接する第1～第4絶縁部材61～64同士の間を満たすように配置されてもよい。

[0084] 図6A～図6Cの金属管95は、略円環形状に形成された磁気コア50の第2面50bの周方向に沿って形成されてもよい。

金属管95は、磁気コア50の第2面50b上に直接接触するように設けられてもよい。

金属管95は、第7絶縁部材67と、磁気コア50の第2面50bとの間に配置されてもよい。

金属管95の端面は、曲面状に形成されてもよい。金属管95の端面には、径方向外側の縁に対してR面取り加工が施されてもよい。

金属管95は、例えばステンレス等の金属材料で形成されてもよい。

[0085] 図6A～図6Cの押圧部材90は、第3及び第4絶縁部材63及び64を、磁気コア50の第3及び第4面50c及び50dに対してそれぞれ押圧してもよい。

押圧部材90は、1対のプレート911と、1対のプレート912と、1対のボルト921と、1対のボルト922と、を含んでもよい。

[0086] 1対のプレート911は、第1絶縁部材61よりも内側から第2絶縁部材62よりも外側まで磁気コア50の径方向に亘って配置されてもよい。

1対のプレート911は、第1～第4絶縁部材61～64及び第7絶縁部

材が覆われた磁気コア 50 を、磁気コア 50 の中心軸方向から挟んで支持してもよい。

1 対のプレート 911 は、第 3 及び第 4 絶縁部材 63 及び 64 と磁気コア 50 の第 3 及び第 4 面 50c 及び 50d とに対して、弾性を有する第 7 絶縁部材 67 が密着し薄く変形するように、当該磁気コア 50 を挟んで支持してもよい。

1 対のボルト 921 は、当該磁気コア 50 を挟んで支持する 1 対のプレート 911 を固定してもよい。

[0087] 1 対のプレート 912 は、磁気コア 50 の中心軸に対して 1 対のプレート 911 と対称な位置に配置されてもよい。

1 対のプレート 912 は、1 対のプレート 911 と同様に、第 1～第 4 絶縁部材 61～64 及び第 7 絶縁部材が覆われた磁気コア 50 を挟んで支持してもよい。

1 対のボルト 922 は、当該磁気コア 50 を挟んで支持する 1 対のプレート 912 を固定してもよい。

[0088] 図 6A～図 6C の冷媒流路 70 は、図 4A 及び図 4B に示された第 1 冷媒流路 71 の代りに、第 3 及び第 4 冷媒流路 73 及び 74 を含んでもよい。

第 3 及び第 4 冷媒流路 73 及び 74 のそれぞれは、第 3 絶縁部材 63 の内部であって、磁気コア 50 の第 3 面 50c に対向するように配置されてもよい。

第 3 及び第 4 冷媒流路 73 及び 74 は、少なくとも 1 箇所で互いに連通してもよい。

第 3 冷媒流路 73 は、第 4 冷媒流路 74 よりも磁気コア 50 の径方向外側に配置されてもよい。第 4 冷媒流路 74 は、第 3 冷媒流路 73 よりも磁気コア 50 の径方向内側に配置されてもよい。

第 3 冷媒流路 73 には、内部に冷媒を流入させる流入口が設けられてもよい。当該流入口は、外部のラジエータ等と接続された入口配管 731 に接続されてもよい。当該流入口は、1 対のプレート 911 の一方 911a を介し

て入口配管 7 3 1 に接続されてもよい。

第 3 冷媒流路 7 3 と連通する第 4 冷媒流路 7 4 には、内部の冷媒を流出させる流出口が設けられてもよい。当該流出口は、外部のラジエータ等と接続された出口配管 7 4 2 に接続されてもよい。当該流出口は、1 対のプレート 9 1 1 の一方 9 1 1 a を介して出口配管 7 4 2 に接続されてもよい。

[0089] また、冷媒流路 7 0 は、図 4 A 及び図 4 B に示された第 2 冷媒流路 7 2 の代りに、第 5 及び第 6 冷媒流路 7 5 及び 7 6 を含んでもよい。

第 5 及び第 6 冷媒流路 7 5 及び 7 6 のそれぞれは、第 4 絶縁部材 6 4 の内部であって、磁気コア 5 0 の第 4 面 5 0 d に対向するように配置されてもよい。

第 5 及び第 6 冷媒流路 7 5 及び 7 6 は、少なくとも 1 箇所で互いに連通してもよい。

第 5 冷媒流路 7 5 は、第 6 冷媒流路 7 6 よりも磁気コア 5 0 の径方向外側に配置されてもよい。第 6 冷媒流路 7 6 は、第 5 冷媒流路 7 5 よりも磁気コア 5 0 の径方向内側に配置されてもよい。

第 5 冷媒流路 7 5 には、内部に冷媒を流入させる流入口が設けられてもよい。当該流入口は、外部のラジエータ等と接続された入口配管 7 5 1 に接続されてもよい。当該流入口は、1 対のプレート 9 1 1 の他方 9 1 1 b を介して入口配管 7 5 1 に接続されてもよい。

第 5 冷媒流路 7 5 と連通する第 6 冷媒流路 7 6 には、内部の冷媒を流出させる流出口が設けられてもよい。当該流出口は、外部のラジエータ等と接続された出口配管 7 6 2 に接続されてもよい。当該流出口は、1 対のプレート 9 1 1 の他方 9 1 1 b を介して出口配管 7 6 2 に接続されてもよい。

冷媒流路 7 0 の他の構成については、第 2 実施形態に係る冷媒流路 7 0 と同様であってもよい。

[0090] 入口配管 7 3 1 内を流れる冷媒は、第 3 冷媒流路 7 3 の流入口から第 3 冷媒流路 7 3 内に流入、第 3 冷媒流路 7 3 内を流れ得る。

第 3 冷媒流路 7 3 内を流れる冷媒は、第 4 冷媒流路 7 4 との連通部分を経

由して第4冷媒流路74内に流入し、第4冷媒流路74内を流れ得る。

第4冷媒流路74内を流れる冷媒は、第4冷媒流路74の流出口から出口配管742に流出し、外部のラジエータ等に向かって流れ得る。

[0091] 同様に、入口配管751内を流れる冷媒は、第5冷媒流路75の流入口から第5冷媒流路75内に流入、第5冷媒流路75内を流れ得る。

第5冷媒流路75内を流れる冷媒は、第6冷媒流路76との連通部分を経由して第6冷媒流路76内に流入し、第6冷媒流路76内を流れ得る。

第6冷媒流路76内を流れる冷媒は、第6冷媒流路76の流出口から出口配管762に流出し、外部のラジエータ等に向かって流れ得る。

[0092] 第3実施形態の高電圧パルス発生装置40の他の構成については、第3実施形態の高電圧パルス発生装置40と同様であってもよい。

[0093] このような構成により、第3実施形態に係る磁気回路5は、弾性を有する第7絶縁部材67が、磁気コア50及び金属管95とこれらの周囲を覆う第2～第4絶縁部材62～64との間を満たすように配置され得る。

このため、第3実施形態に係る磁気回路5は、磁気コア50及び金属管95と第2～第4絶縁部材62～64との間における接触熱抵抗を低減し得る。加えて、第3実施形態に係る磁気回路5は、磁気コア50及び金属管95と第2～第4絶縁部材62～64との熱膨張率が異なっても、弾性を有する第7絶縁部材67が緩衝材となるため、熱応力の発生を抑制し得る。

それにより、第3実施形態に係る磁気回路5は、磁気コア50にて発生した熱を冷媒流路70の冷媒に効率良く伝達させ得る。加えて、第3実施形態に係る磁気回路5は、第2～第4絶縁部材62～64や磁気コア50等の破損を抑制し得る。

[0094] また、第3実施形態に係る磁気回路5は、押圧部材90によって、内部に冷媒流路70を含む第3及び第4絶縁部材63及び64を、磁気コア50の比較的発熱し易い第3及び第4面50c及び50dに対して押圧し得る。しかも、第3実施形態に係る磁気回路5は、弾性を有する第7絶縁部材67が薄く変形し得る程度に、第3及び第4絶縁部材63及び64を第3及び第4

面 5 0 c 及び 5 0 d に対して押圧し得る。

このため、第 3 実施形態に係る磁気回路 5 は、磁気コア 5 0 と第 3 及び第 4 絶縁部材 6 3 及び 6 4 との間における接触熱抵抗を更に低減し得ると共に、第 7 絶縁部材 6 7 自体の熱抵抗をも低減し得る。

それにより、第 3 実施形態に係る磁気回路 5 は、磁気コア 5 0 にて発生した熱を冷媒流路 7 0 の冷媒に更に効率良く伝達させ得る。

[0095] また、第 3 実施形態に係る磁気回路 5 は、磁気コア 5 0 の第 2 面 5 0 b に対して、端面が曲面状に形成された金属管 9 5 が設けられているため、金属管 9 5 が設けられた磁気コア 5 0 の外周縁で電界集中が発生することを抑止し得る。

それにより、第 3 実施形態に係る磁気回路 5 は、電界集中の発生による破損を抑制し得る。

[0096] このようなことから、第 3 実施形態の高電圧パルス発生装置 4 0 は、磁気回路 5 が空気中で使用されてもより適切に冷却されると共に磁気回路 5 が更に故障し難くなり、耐久性が更に向上し得る。

[0097] [8. 第 4 実施形態の高電圧パルス発生装置が備える磁気回路]

図 7 A 及び図 7 B を用いて、第 4 実施形態の高電圧パルス発生装置 4 0 が備える磁気回路 5 について説明する。

第 4 実施形態に係る磁気回路 5 は、第 3 実施形態に係る磁気回路 5 に対して、第 1 及び第 2 絶縁部材 6 1 及び 6 2 に係る構成が異なってもよい。

更に、第 4 実施形態に係る磁気回路 5 は、第 3 実施形態に係る磁気回路 5 に対して、第 8 絶縁部材 6 8 が追加された構成を備えてもよい。

第 4 実施形態の高電圧パルス発生装置 4 0 の構成において、第 3 実施形態の高電圧パルス発生装置 4 0 と同様の構成については説明を省略する。

[0098] 図 7 A は、第 4 実施形態の高電圧パルス発生装置 4 0 が備える磁気回路 5 を説明するための図を示す。図 7 B は、図 7 A に示された D 1 - D 2 線における断面図を示す。

図 7 A 及び図 7 B の第 1 及び第 2 絶縁部材 6 1 及び 6 2 には、巻線 8 0 が

巻かれる位置に複数の溝 6 1 a 及び 6 2 a が形成されてもよい。

複数の溝 6 1 a 及び 6 2 a は、巻線 8 0 の巻数及び間隔に応じた数及び間隔にて形成されてもよい。

なお、第 1 及び第 2 絶縁部材 6 1 及び 6 2 には、複数の溝 6 1 a 及び 6 2 a の代りに、複数の突起が形成されてもよい。この場合、例えば、1 本の溝 6 1 a の代りに 1 対の突起が形成されてもよい。

第 1 及び第 2 絶縁部材 6 1 及び 6 2 の他の構成については、第 3 実施形態に係る第 1 及び第 2 絶縁部材 6 1 及び 6 2 と同様であってもよい。

[0099] 図 7 A 及び図 7 B の第 8 絶縁部材 6 8 は、第 1 ～第 4 及び第 7 絶縁部材 6 1 ～6 5 及び 6 7 で覆われた磁気コア 5 0 に対して巻かれた巻線 8 0 を覆ってもよい。なお、図 7 A においては、巻線 8 0 の第 8 絶縁部材 6 8 に覆われる部分は便宜的に灰色の太線で図示している。また、第 2 及び第 3 絶縁部材 6 2 及び 6 3 も第 8 絶縁部材 6 8 に覆われてもよいが、図 7 A においては、これらは実線で図示している。

第 8 絶縁部材 6 8 は、高い絶縁性及び耐熱性を有する樹脂材料で形成されてもよい。第 8 絶縁部材 6 8 は、例えば、シリコン樹脂、エポキシ樹脂及びポリイミド樹脂の少なくとも 1 つを含む樹脂材料で形成されてもよい。

第 8 絶縁部材 6 8 は、巻線 8 0 が巻かれた磁気コア 5 0 に対してモールド成型を施すことによって形成されてもよい。第 8 絶縁部材 6 8 は、当該巻線 8 0 が当該第 8 絶縁部材 6 8 内に埋められるように形成されてもよい。

[0100] 第 4 実施形態の高電圧パルス発生装置 4 0 の他の構成については、第 3 実施形態の高電圧パルス発生装置 4 0 と同様であってもよい。

[0101] このような構成により、第 4 実施形態に係る磁気回路 5 は、溝 6 1 a 及び 6 2 a によって隣接する巻線 8 0 同士の間隔が固定されると共に巻線 8 0 が第 8 絶縁部材 6 8 によって覆われているため、巻線 8 0 の絶縁性能が更に向上し得る。

その結果、第 4 実施形態の高電圧パルス発生装置 4 0 は、磁気回路 5 が更に故障し難くなるため、耐久性が更に向上し得る。

[0102] [9. 第 5 実施形態の高電圧パルス発生装置が備える磁気回路]

図 8 A 及び図 8 B を用いて、第 5 実施形態の高電圧パルス発生装置 4 0 が備える磁気回路 5 について説明する。

第 5 実施形態に係る磁気回路 5 は、第 1 実施形態に係る磁気回路 5 が図 1 に示されたトランス T C 1 に適用された例であってもよい。

具体的には、第 5 実施形態に係る磁気回路 5 は、第 1 実施形態に係る磁気回路 5 に対して、巻線 8 0 に係る構成が主に異なってもよい。

第 5 実施形態の高電圧パルス発生装置 4 0 の構成において、第 1 実施形態の高電圧パルス発生装置 4 0 と同様の構成については説明を省略する。

[0103] 図 8 A は、第 5 実施形態の高電圧パルス発生装置 4 0 が備える磁気回路 5 を説明するための図を示す。図 8 B は、図 8 A に示された E 1 - E 2 線における断面図を示す。

図 8 A 及び図 8 B の巻線 8 0 は、1 次側巻線 8 1 と、2 次側巻線 8 2 と、を含んでもよい。

[0104] 1 次側及び 2 次側巻線 8 1 及び 8 2 は、絶縁部材 6 0 に覆われた磁気コア 5 0 に巻かれてもよい。

1 次側巻線 8 1 の巻線方向と 2 次側巻線 8 2 の巻線方向とは、逆方向であってもよい。

2 次側巻線 8 2 の巻線数は、1 次側巻線 8 1 の巻線数よりも多くてもよい。

1 次側巻線 8 1 は、4 対の入力端及び出力端を含んでもよい。2 次側巻線 8 2 は、1 対の入力端及び出力端を含んでもよい。

2 次側巻線 8 2 は、磁気コア 5 0 を覆う絶縁部材 6 0 の周囲に巻かれてもよい。

磁気コア 5 0 を覆う絶縁部材 6 0 の周囲に巻かれた 2 次側巻線 8 2 は、第 9 絶縁部材 6 9 によって覆われてもよい。

1 次側巻線 8 1 は、2 次側巻線 8 2 を覆う第 9 絶縁部材 6 9 の周囲に巻かれてもよい。なお、図 8 A においては、1 次側巻線 8 1 等、第 9 絶縁部材 6

9に覆われる部分も便宜的に一部実線で図示している。

[0105] 第5実施形態に係る磁気回路5には、1次側巻線81の入力端からパルス状の電流が流入し得る。

1次側巻線81の入力端から電流が流れると、電磁誘導によって2次側巻線82に逆方向のパルス状の電流が流れ得る。このとき、2次側巻線82は、1次側巻線81と2次側巻線82との巻数比に応じて電圧が変化し、これに応じた電流が流れ得る。

[0106] 第5実施形態に係る磁気回路5の他の構成については、第1実施形態に係る磁気回路5と同様であってもよい。

[0107] このような構成により、第5実施形態に係る磁気回路5は、トランスTC1にも適用され得る。そして、第5実施形態に係る磁気回路5は、第1実施形態に係る磁気回路5と同様に、空気中で使用されても適切に冷却されると共に小型且つ軽量化され得る。

その結果、第5実施形態の高電圧パルス発生装置40は、第1実施形態に係る高電圧パルス発生装置40と同様に、小型且つ軽量化され得る。

[0108] [10. その他]

[10. 1 磁気コアの変形例]

図9を用いて、磁気コア50の変形例について説明する。

図9は、磁気コア50の変形例を説明するための図を示す。

上述の第1～第5実施形態に係る磁気コア50は、1つのバルク状の磁性体で構成された構造を有してもよい。

変形例に係る磁気コア50は、複数の磁性体が積層された構造を有してもよい。

もっとも、変形例に係る磁気コア50の構造は、図2に示された磁気コアの構造とは明確に異なり得る。

すなわち、変形例に係る磁気コア50における複数の磁性体が積層された構造とは、1つの磁気コア50自体の構造である。これに対し、図2に示された磁気コアの構造とは、複数の磁気コア41が多段に配置された構造であ

り得る。

[0109] 変形例に係る磁気コア50は、先行技術文献「特許出願公開平成5-55057号」に記載された磁気コアの構造と同様であってもよい。

すなわち、変形例に係る磁気コア50は、薄帯状の絶縁材52及び磁性シート51を重ねた状態で略円環状に巻き回して形成されてもよい。或いは、変形例に係る磁気コア50は、絶縁材52がコーティングされた薄帯状の磁性シート51を略円環状に巻き回して形成されてもよい。変形例に係る磁気コア50は、複数の磁性シート51が磁気コア50の径方向に向かって積層された構造を有し得る。

絶縁材52は、アルミナ及びシリカの少なくとも1つを含む絶縁材料で形成されてもよい。

磁性シート51は、絶縁材52よりも高い熱伝導率を有する強磁性材料で形成されてもよい。

[0110] このような構成により、変形例に係る磁気コア50で発生した熱は、絶縁材52よりも熱伝導率の高い磁性シート51内を通して磁気コア50の中心軸方向に沿って伝達し易くなり得る。そして、変形例に係る磁気コア50で発生した熱は、磁気コア50の第3面50c及び第4面50dを通過して冷媒流路70に伝達し易くなり得る。

それにより、変形例に係る磁気コア50は、より効率的に冷却され得る。

[0111] [10.2 その他の変形例]

ガスレーザ装置1は、エキシマレーザ装置ではなく、フッ素ガス及びバッファガスをレーザガスとするフッ素分子レーザ装置であってもよい。

[0112] 第1放電電極11aは、カソード電極ではなくアノード電極であってもよい。第2放電電極11bは、アノード電極ではなくカソード電極であってもよい。この場合、例えば、高電圧パルス発生装置40のトランスTC1における1次側の巻線方向と2次側の巻線方向とを同一の方向にすることで、第1及び第2放電電極11a及び11bをそれぞれアノード電極及びカソード電極にすればよい。

[0113] 上記で説明した実施形態は、変形例を含めて各実施形態同士で互いの技術を適用し得ることは、当業者には明らかであろう。

例えば、図9に示された磁気コア50の変形例は、第1～第5実施形態に係る磁気回路5の磁気コア50に適用されてもよい。

[0114] 上記の説明は、制限ではなく単なる例示を意図したものである。従って、添付の特許請求の範囲を逸脱することなく本開示の実施形態に変更を加えることができることは、当業者には明らかであろう。

[0115] 本明細書及び添付の特許請求の範囲全体で使用される用語は、「限定的でない」用語と解釈されるべきである。例えば、「含む」又は「含まれる」という用語は、「含まれるものとして記載されたものに限定されない」と解釈されるべきである。「有する」という用語は、「有するものとして記載されたものに限定されない」と解釈されるべきである。また、本明細書、及び添付の特許請求の範囲に記載される修飾語「1つの」は、「少なくとも1つ」又は「1又はそれ以上」を意味すると解釈されるべきである。

符号の説明

[0116]	1	…ガスレーザ装置
	10	…レーザチャンバ
	11a	…第1放電電極
	11b	…第2放電電極
	40	…高電圧パルス発生装置
	50	…磁気コア
	50a	…第1面
	50b	…第2面
	50c	…第3面
	50d	…第4面
	60	…絶縁部材
	61	…第1絶縁部材
	62	…第2絶縁部材

6 3	…第 3 絶縁部材
6 4	…第 4 絶縁部材
6 5	…第 5 絶縁部材
6 6	…第 6 絶縁部材
6 7	…第 7 絶縁部材
6 8	…第 8 絶縁部材
7 0	…冷媒流路
8 0	…巻線
9 0	…押圧部材
9 5	…金属管
MS 1 ～ MS 3	…磁気スイッチ
TC 1	…トランス

請求の範囲

- [請求項1] ガスレーザ装置のレーザチャンバ内に配置された1対の放電電極間にパルス状の高電圧を印加する高電圧パルス発生装置であって、
磁気コアと、
内部に冷媒流路を含み前記磁気コアの周囲を覆う絶縁部材と、
前記絶縁部材の周囲に巻かれる巻線と、
を含む磁気回路
を備える高電圧パルス発生装置。
- [請求項2] 前記磁気コアは、略円環状に形成され、
前記絶縁部材内の前記冷媒流路は、前記磁気コアの中心軸に略垂直な面と対向して配置される
請求項1に記載の高電圧パルス発生装置。
- [請求項3] 前記絶縁部材は、
前記磁気コアの内周面である第1面を覆う第1絶縁部材と、
前記磁気コアの外周面である第2面を覆う第2絶縁部材と、
前記磁気コアの中心軸に略垂直な第3面を覆う第3絶縁部材と、
前記磁気コアの中心軸に略垂直で前記第3面とは反対側の第4面を覆う第4絶縁部材と、
を含み、
前記冷媒流路は、
前記第3絶縁部材の内部に前記第3面と対向して配置されると共に、
前記第4絶縁部材の内部に前記第4面と対向して配置される
請求項2に記載の高電圧パルス発生装置。
- [請求項4] 前記磁気回路は、前記第1乃至第4絶縁部材と前記磁気コアとの間に配置される第5絶縁部材を更に含む
請求項3に記載の高電圧パルス発生装置。
- [請求項5] 前記磁気回路は、前記巻線を覆う第6絶縁部材を更に含む

請求項4に記載の高電圧パルス発生装置。

[請求項6] 前記磁気回路は、前記第2乃至第4絶縁部材と前記磁気コアとの間に配置される第7絶縁部材を更に含む

請求項3に記載の高電圧パルス発生装置。

[請求項7] 前記磁気回路は、前記第7絶縁部材と前記第2面との間に配置され、端面が曲面状に形成された金属管を更に含む

請求項6に記載の高電圧パルス発生装置。

[請求項8] 前記磁気回路は、前記第3絶縁部材及び前記第4絶縁部材を前記第3面及び前記第4面にそれぞれ押圧する押圧部材を更に含む

請求項7に記載の高電圧パルス発生装置。

[請求項9] 前記磁気回路は、前記巻線の周囲を覆う第8絶縁部材を更に含む

請求項8に記載の高電圧パルス発生装置。

[請求項10] 前記第1乃至第6絶縁部材のそれぞれは、アルミナ、イットリア及び窒化アルミの少なくとも1つで形成されている

請求項5に記載の高電圧パルス発生装置。

[請求項11] 前記第7絶縁部材は、シリコン樹脂で形成されている

請求項6に記載の高電圧パルス発生装置。

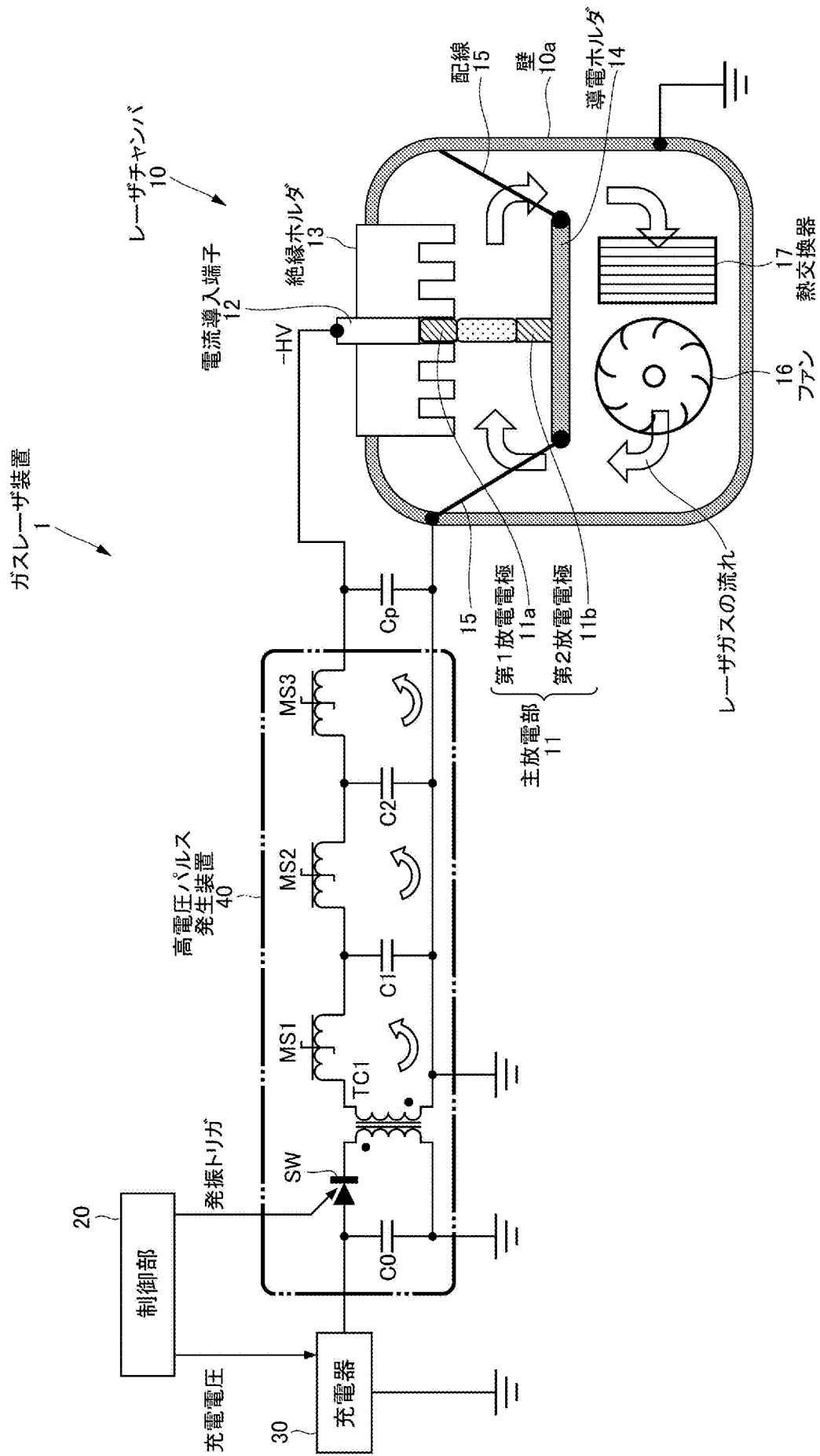
[請求項12] 前記第8絶縁部材は、シリコン樹脂、エポキシ樹脂及びポリイミド樹脂の少なくとも1つで形成されている

請求項9に記載の高電圧パルス発生装置。

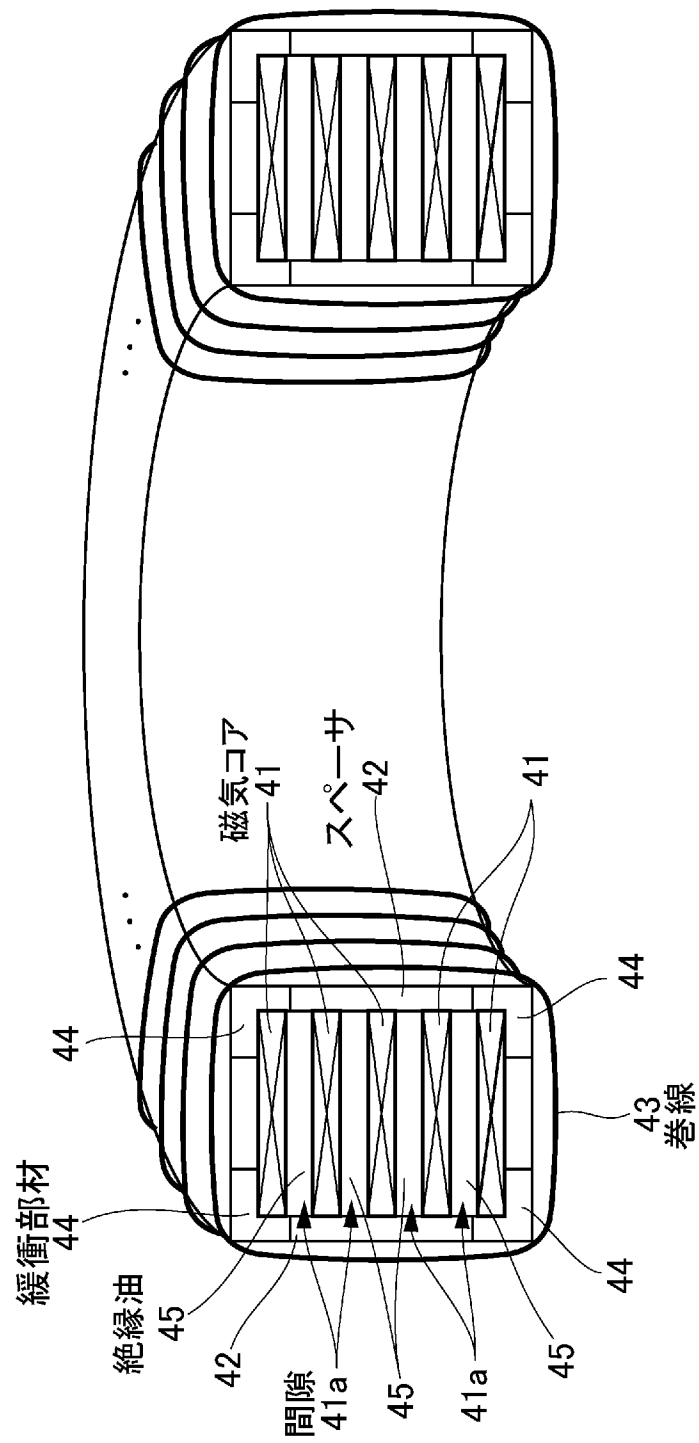
[請求項13] 前記磁気回路は、磁気スイッチ及びトランスの少なくとも1つである

請求項1に記載の高電圧パルス発生装置。

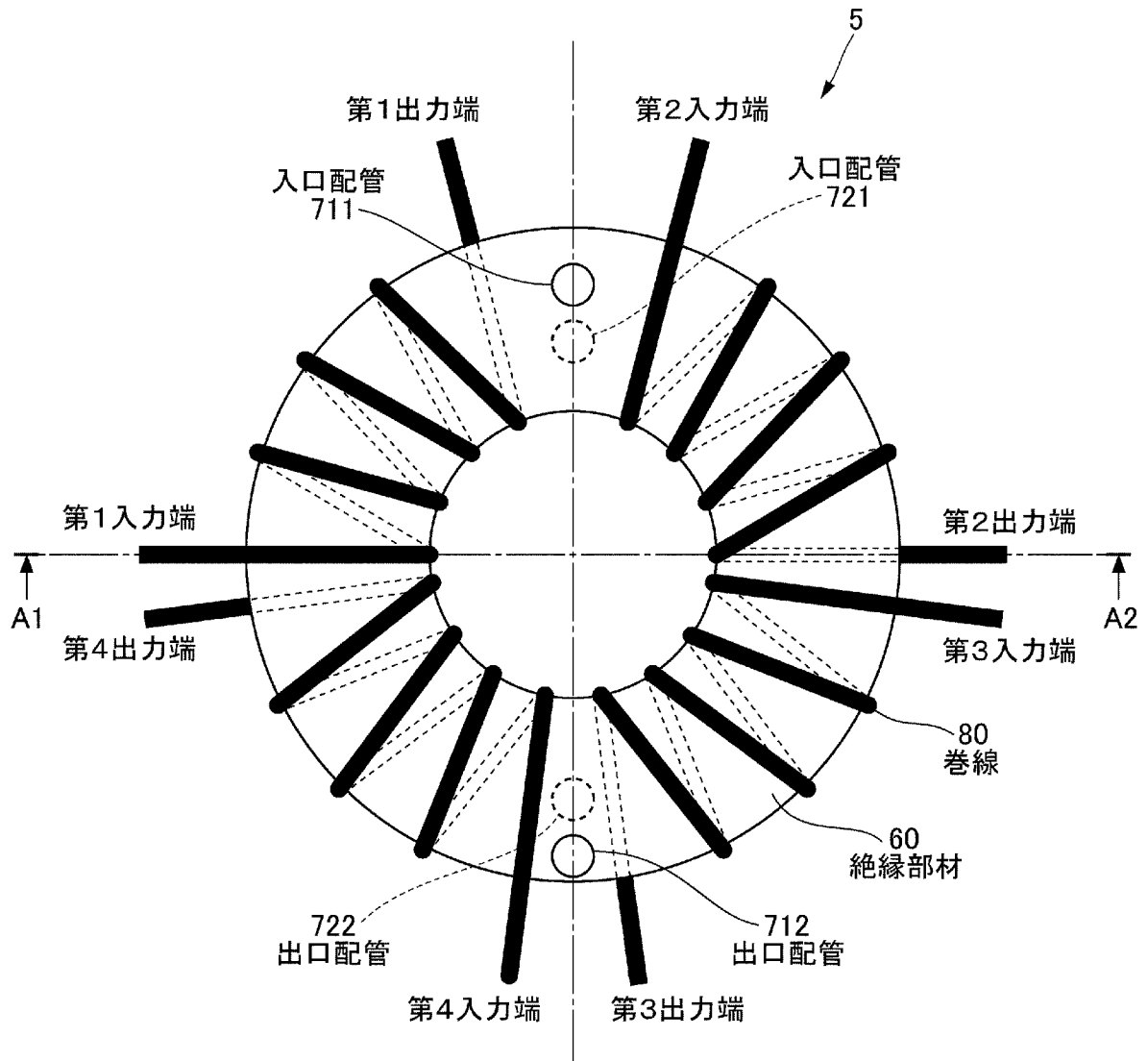
[図1]



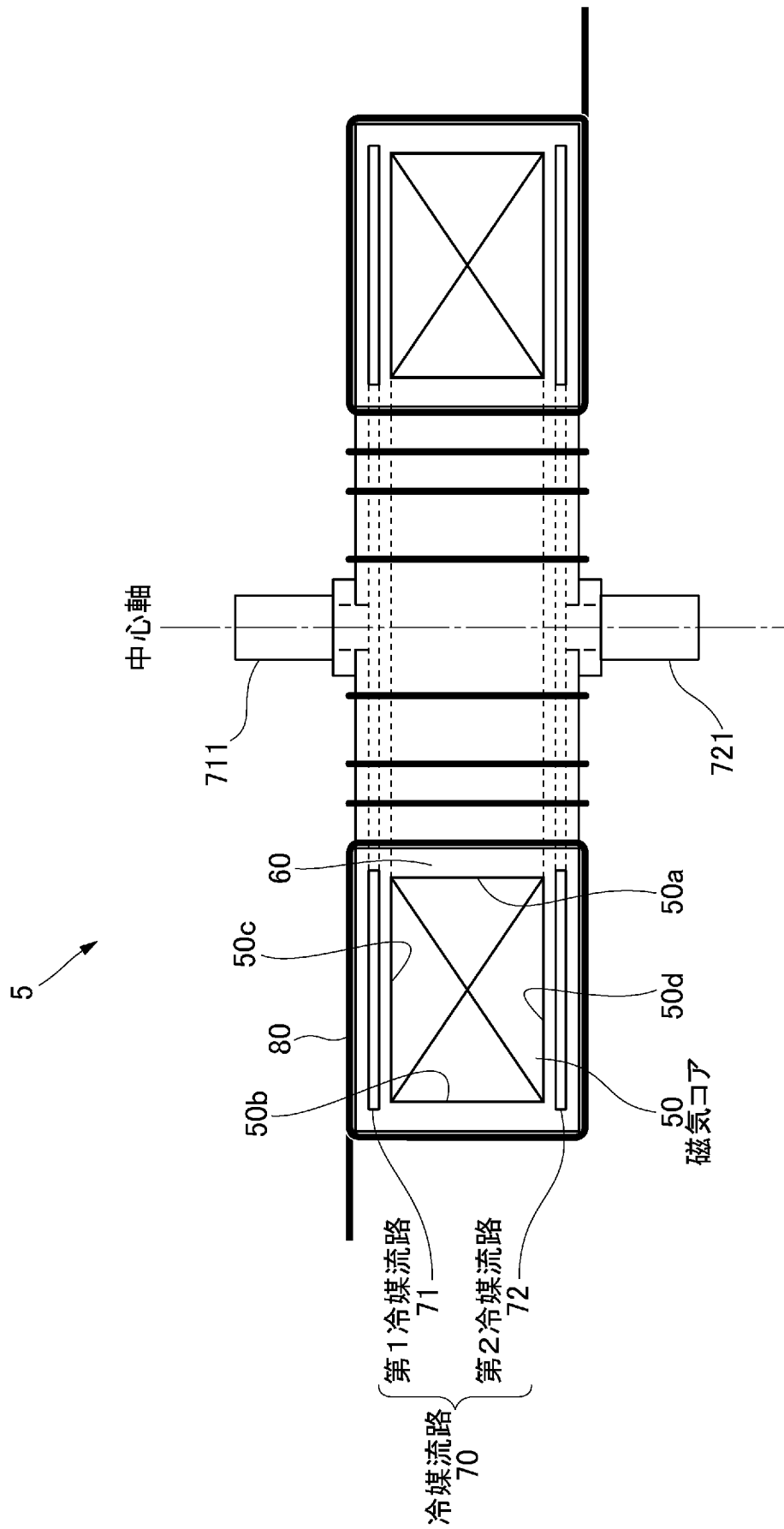
[図2]



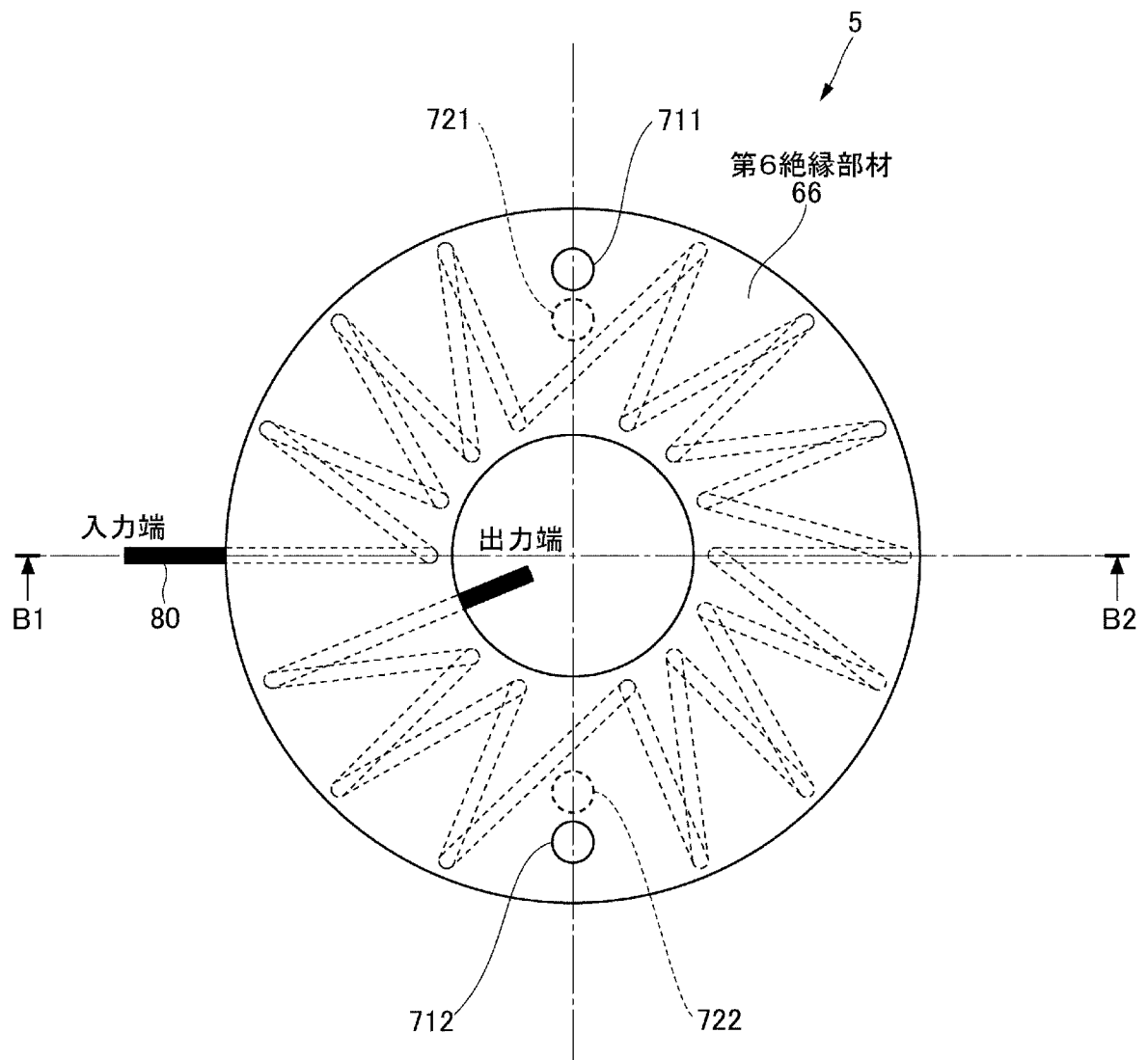
[図3A]



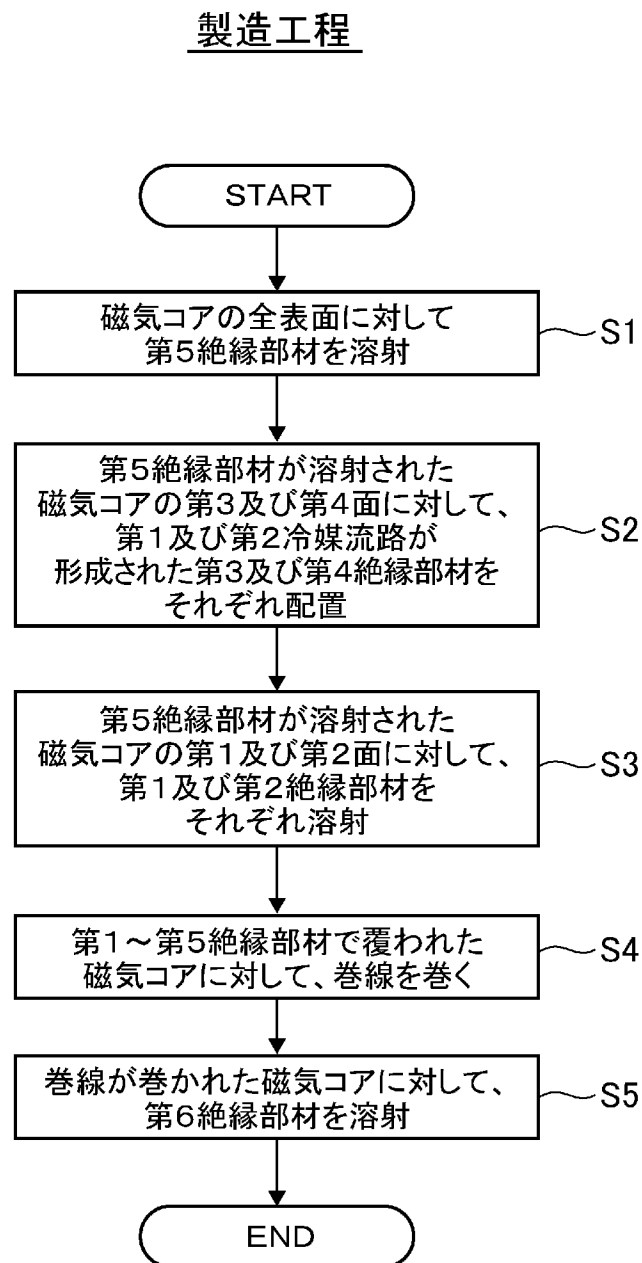
[図3B]



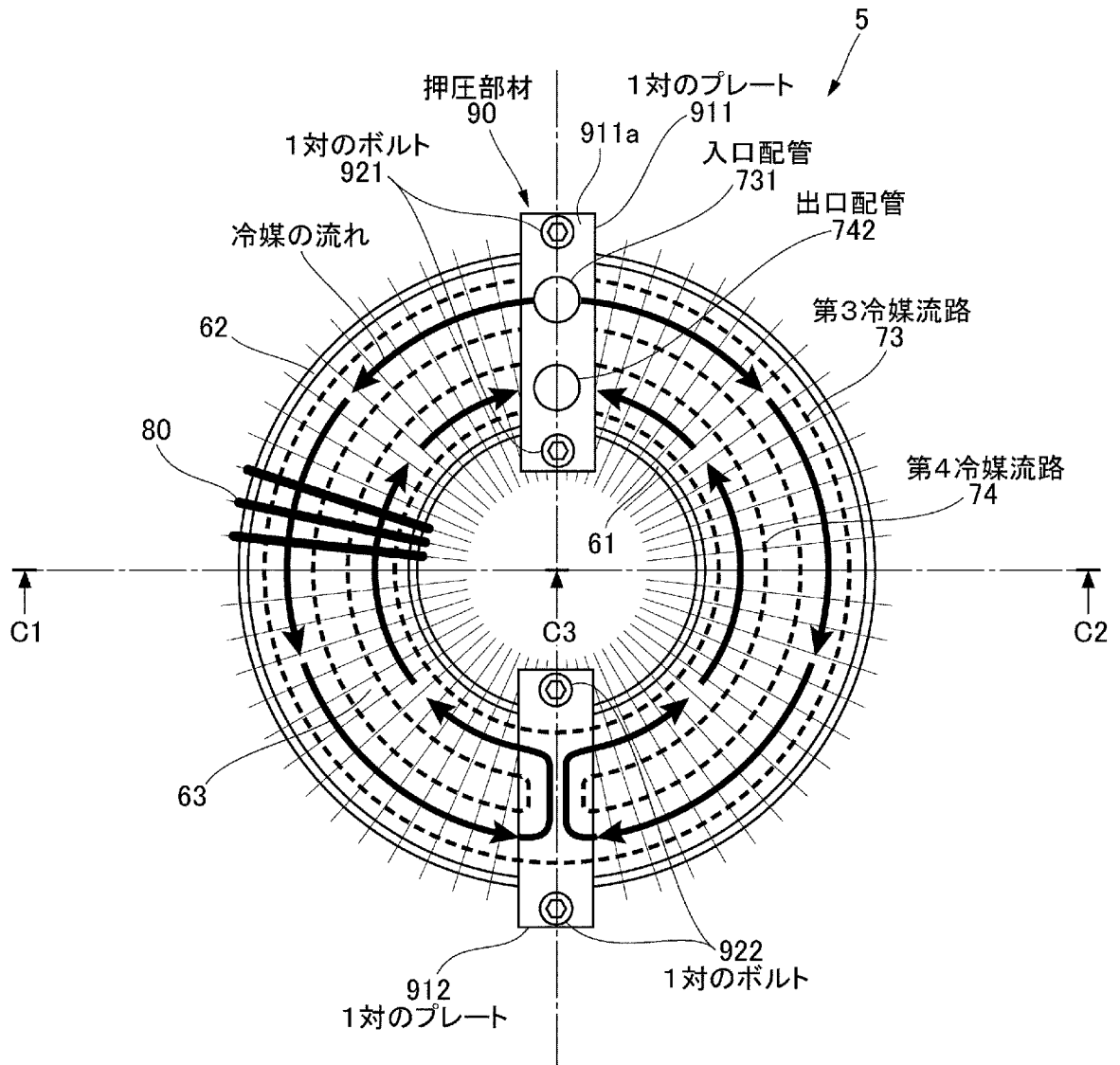
[図4A]



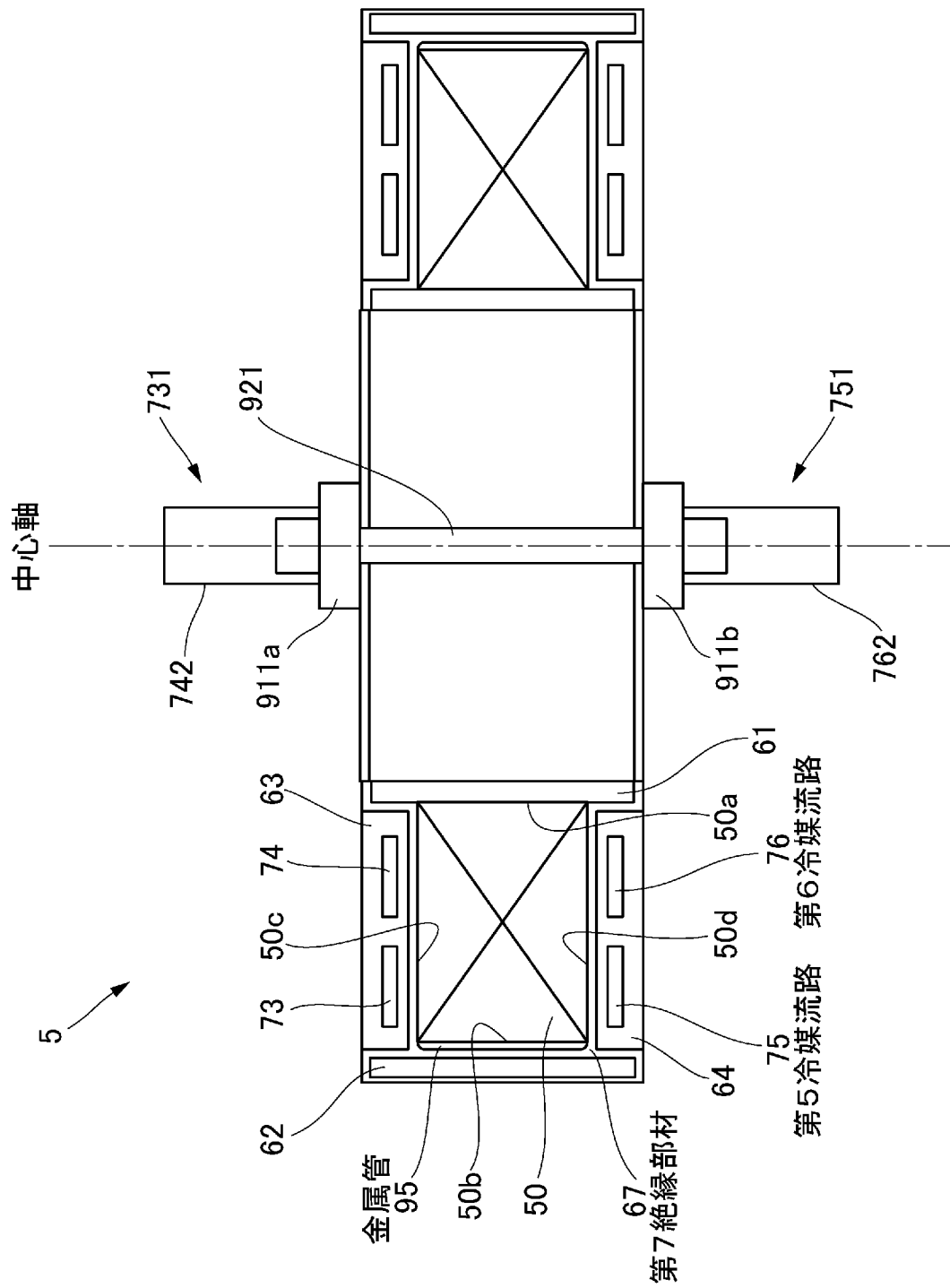
[図5]



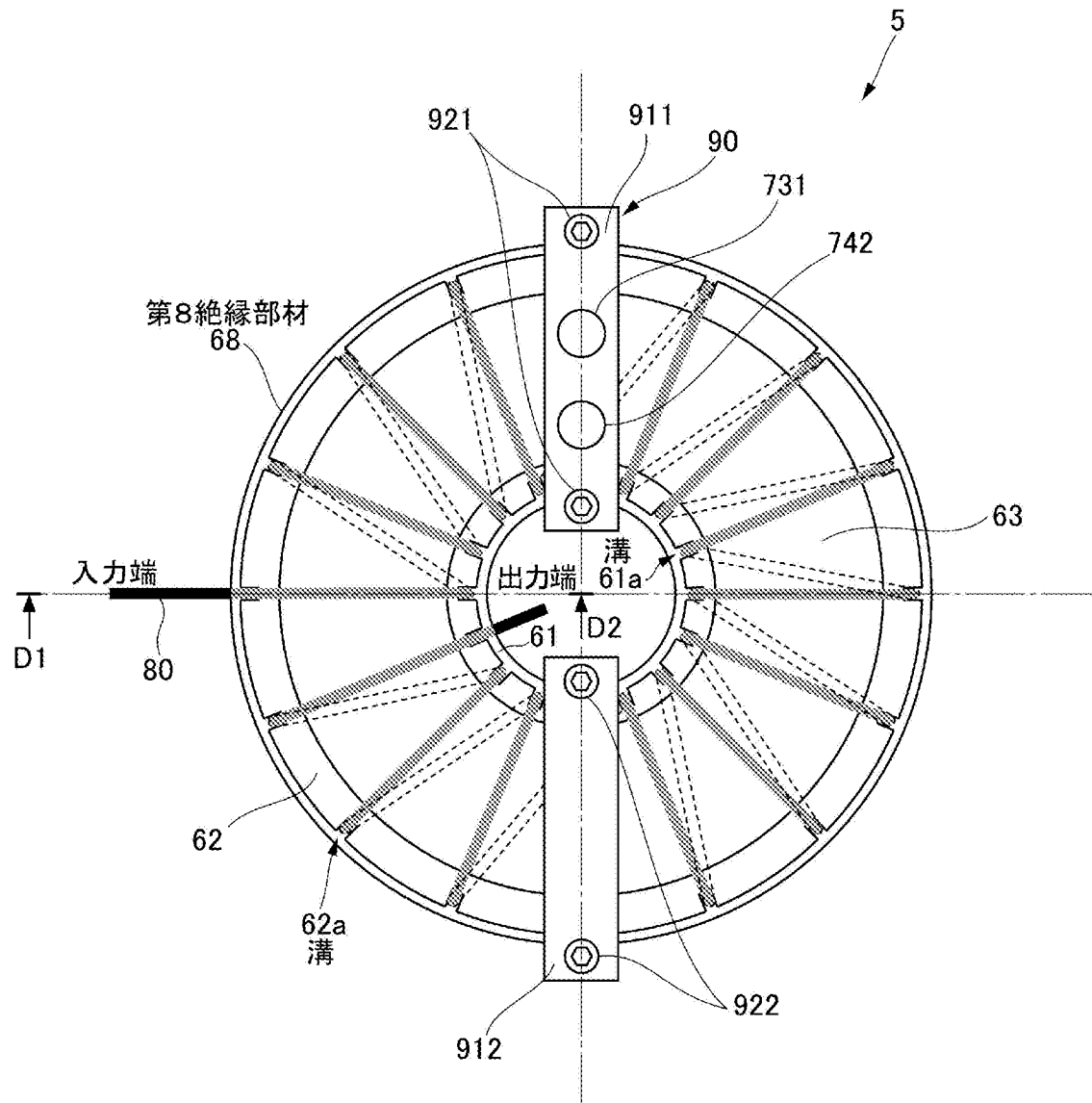
[図6A]



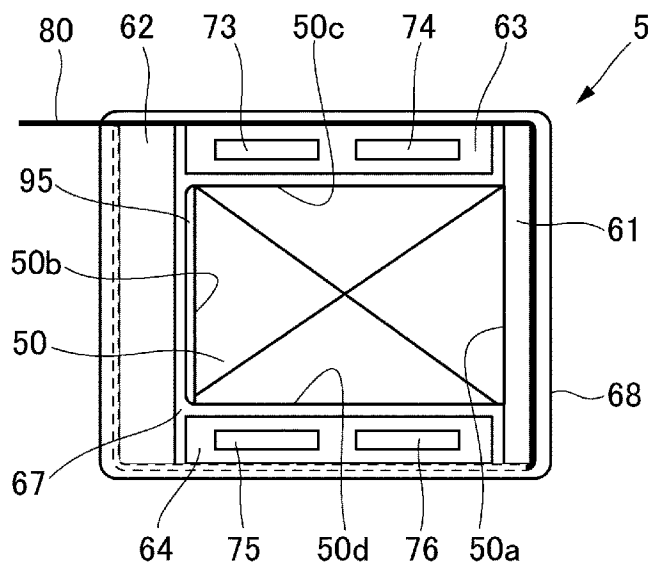
[図6B]



[図7A]

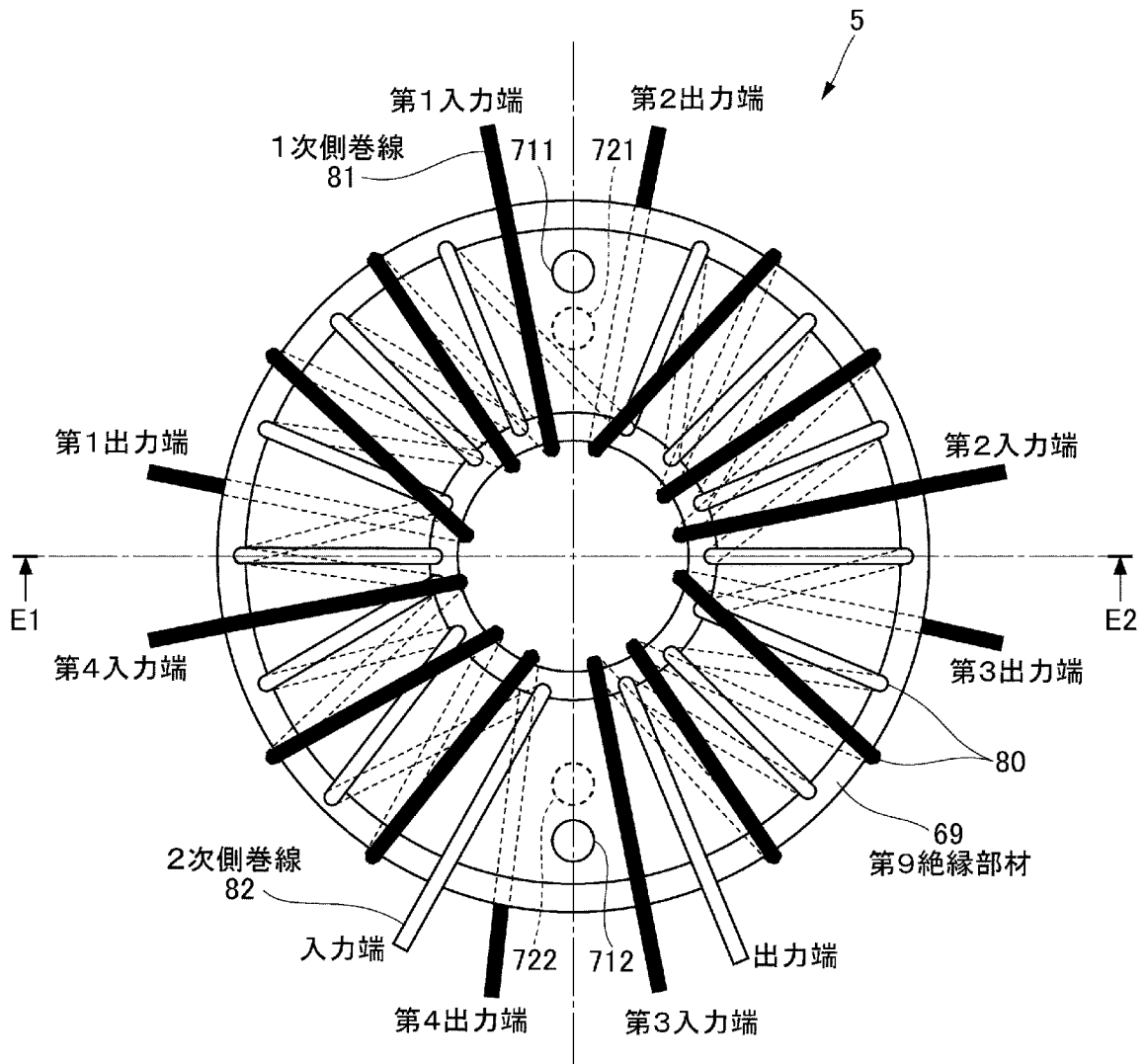


[図7B]

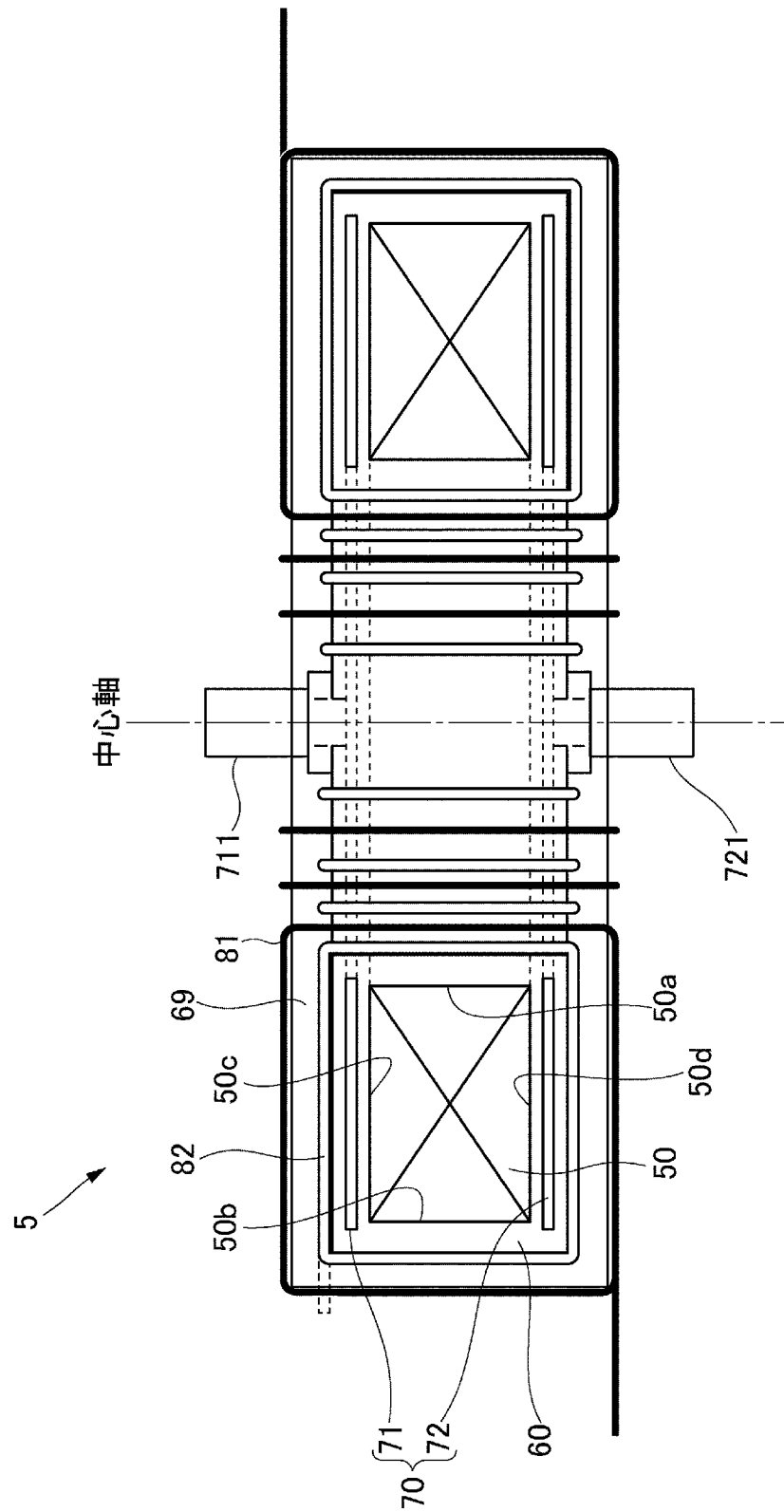


中心軸

[図8A]



[図8B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/056831

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01F27/10(2006.01)i, H01F30/00(2006.01)i, H01S3/097(2006.01)i, H02M9/06(2006.01)i

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)

H01F27/10, H01F30/00, H01S3/097, H02M9/06

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
Y	JP 03-141621 A (Director General, Agency of Industrial Science and Technology), 17 June 1991 (17.06.1991), page 1, lower right column, lines 11 to 15; page 2, upper right column, lines 3 to 6; page 3, upper left column, line 1 to upper right column, line 16; fig. 1 (Family: none)	1-13

☒ 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
07 May 2015 (07.05.15)

Date of mailing of the international search report
19 May 2015 (19.05.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/056831

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 045444/1978 (Laid-open No. 147656/1979) (Mitsubishi Electric Corp.), 13 October 1979 (13.10.1979), specification, page 1, line 16 to page 2, line 6; page 2, line 17 to page 3, line 10; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-13
Y	JP 10-270259 A (Nippon Kinzoku Co., Ltd.), 09 October 1998 (09.10.1998), paragraphs [0027], [0036]; fig. 1 (Family: none)	4-12
Y	JP 2008-124433 A (Meidensha Corp.), 29 May 2008 (29.05.2008), paragraphs [0023] to [0025]; fig. 2 (Family: none)	7-9, 12
Y	JP 2007-524226 A (Saima Inc.), 23 August 2007 (23.08.2007), paragraphs [0034], [0037], [0038] & JP 2011-142354 A & US 2004/0264521 A1 & WO 2005/001853 A2 & EP 1644945 A & KR 10-2006-0035635 A & CN 1809903 A & TW 282993 B & KR 10-1151260 B1	10
A	WO 2014/017661 A1 (Kyocera Corp.), 30 January 2014 (30.01.2014), paragraphs [0020], [0057]; fig. 1 (Family: none)	1-13

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01F27/10(2006.01)i, H01F30/00(2006.01)i, H01S3/097(2006.01)i, H02M9/06(2006.01)i

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 (I P C))

Int.Cl. H01F27/10, H01F30/00, H01S3/097, H02M9/06

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

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

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)

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
Y	JP 03-141621 A (工業技術院長) 1991.06.17, 第1頁右下欄第11-15行、第2頁右上欄第3-6行、第3頁左上欄第1行-右上欄第16行、第1図 (ファミリーなし)	1-13
Y	日本国実用新案登録出願53-045444号 (日本国実用新案登録出願公開54-147656号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (三菱電機株式会社) 1979.10.13, 明細書の第1頁第16行-第2頁第6行、第2頁第17行-第3頁第10行、第1図-第3図 (ファミリーなし)	1-13

☒ 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、一般的技術水準を示すもの

「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矛盾するものではなく、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

0 7 . 0 5 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 9 . 0 5 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

池田 安希子

5 D

4 1 7 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 1

C (続き) . 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
Y	JP 10-270259 A (日本金属株式会社) 1998. 10. 09, 段落【0027】、 【0036】、【図1】 (ファミリーなし)	4-12
Y	JP 2008-124433 A (株式会社明電舎) 2008. 05. 29, 段落【0023】 －【0025】、【図2】 (ファミリーなし)	7-9, 12
Y	JP 2007-524226 A (サイマー インコーポレイテッド) 2007. 08. 23, 段落【0034】、【0037】、【0038】 & JP 2011-142354 A & US 2004/0264521 A1 & WO 2005/001853 A2 & EP 1644945 A & KR 10-2006-0035635 A & CN 1809903 A & TW 282993 B & KR 10-1151260 B1	10
A	WO 2014/017661 A1 (京セラ株式会社) 2014. 01. 30, 段落[0020]、 [0057]、[図1] (ファミリーなし)	1-13