

(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
2022年10月27日(27.10.2022)



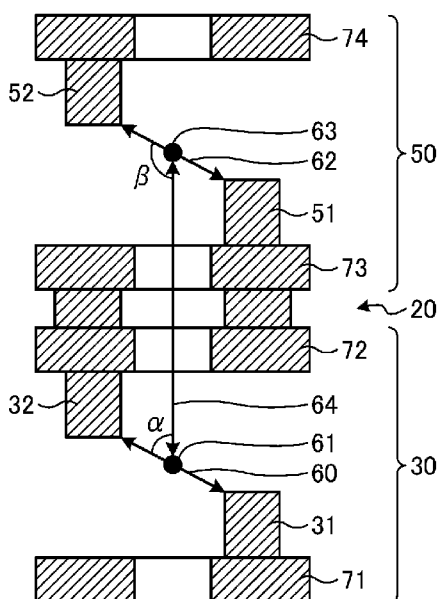
(10) 国際公開番号

WO 2022/224439 A1

- (51) 国際特許分類:
H02M 9/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/016447
- (22) 国際出願日: 2021年4月23日(23.04.2021)
- (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:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 井上 貴裕 (INOUE, Takahiro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 民田 太一郎(TAMIDA, Taichiro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 稲永 康隆(INANAGA, Yasutaka); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 高村 順(TAKAMURA, Jun); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 弁理士法人酒井国際特許事務所 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, 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.

(54) Title: PULSE POWER SUPPLY DEVICE

(54) 発明の名称: パルス電源装置



(57) **Abstract:** According to the present invention, a pulse power supply device comprises a first capacitor (20), a first gap switch (30), and a second gap switch (50) that are connected in series. The first gap switch (30) has a first electrode (31) and a second electrode (32). The second gap switch (50) has a third electrode (51) and a fourth electrode (52). A first angle α that is the smaller of the angles formed between a first short circuit line (60) that is the shortest line segment that connects the first electrode (31) and the second electrode (32) and a first inter-gap switch axis (64) that is the line segment that connects a first midpoint (61) of the first short circuit line (60) and a second midpoint (63) of a second short circuit line (62) that is the shortest line segment that connects the third electrode (51) and the fourth electrode (52) is set to be greater than 0 degrees but less than 90 degrees.

WO 2022/224439 A1

(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), 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, 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 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約 : パルス電源装置は、直列に接続される第1コンデンサ(20)、第1ギャップスイッチ(30)及び第2ギャップスイッチ(50)を備える。第1ギャップスイッチ(30)は、第1電極(31)及び第2電極(32)を有する。第2ギャップスイッチ(50)は、第3電極(51)及び第4電極(52)を有する。第1電極(31)と第2電極(32)との間の最短距離を結ぶ線分である第1短絡線(60)の第1中点(61)と、第3電極(51)と第4電極(52)との間の最短距離を結ぶ線分である第2短絡線(62)の第2中点(63)とを結ぶ線分である第1ギャップスイッチ間軸線(64)と、第1短絡線(60)との成す角度のうちの小さい方の角度である第1の角度 α は、0度超、且つ90度未満であるように設定される。

明 細 書

発明の名称：パルス電源装置

技術分野

[0001] 本開示は、高電圧パルスを発生するパルス電源装置に関する。

背景技術

[0002] 電磁エネルギーを短時間で出力することで高いエネルギーを獲得できるパルスパワー技術が環境、医療、生物などの分野で利用されている。特に高電圧、大電流を出力可能なパルスパワー技術として、ギャップスイッチを用いたマルクス回路方式のパルス電源が挙げられる。下記特許文献1には、パルス電源装置に用いることができるスパークギャップスイッチが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開昭63-066878号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1に記載のスパークギャップスイッチは、単一のギャップスイッチで構成される。一方、単一のギャップスイッチでは、得られる電圧が小さく、高電圧パルスを得ることは困難である。必然的に、高電圧パルスを得るには、複数のギャップスイッチが必要となる。しかしながら、特許文献1には、複数のギャップスイッチを組み合わせることは記載も示唆もされていない。複数のギャップスイッチを放電させる場合に、第1ギャップスイッチの放電時刻と第2ギャップスイッチの放電時刻との差が大きくなると、パルス電圧の振幅が小さくなり、エネルギー効率の良い電圧パルスが得られないという課題がある。

[0005] 本開示は、上記に鑑みてなされたものであって、複数のギャップスイッチを用いて構成した場合であっても、エネルギー効率の良い電圧パルスを出力

できるパルス電源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] 上述した課題を解決し、目的を達成するため、本開示に係るパルス電源装置は、第1コンデンサと、第1ギャップスイッチと、第2ギャップスイッチと、を備える。第1ギャップスイッチは、第1電極及び第2電極を有する。第2ギャップスイッチは、第3電極及び第4電極を有する。第3電極は、第1コンデンサを介して第2電極に接続される。第4電極は、第3電極に対して第2電極の反対側に配置される。第1電極と第2電極との間の最短距離を結ぶ線分を第1短絡線とし、第3電極と第4電極との間の最短距離を結ぶ線分を第2短絡線とする。第1短絡線の中点を第1中点とし、第2短絡線の中点を第2中点とする。第1中点と第2中点とを結ぶ線分である第1ギャップスイッチ間軸線と第1短絡線との成す角度のうち小さい方の角度である第1の角度は、0度超、且つ90度未満である。

発明の効果

[0007] 本開示に係るパルス電源装置によれば、複数のギャップスイッチを用いて構成した場合であっても、エネルギー効率の良い電圧パルスを出力できるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

- [0008] [図1]実施の形態1に係るパルス電源装置の回路構成を示す図
[図2]実施の形態1に係るパルス電源装置における要部の構成の説明に供する第1の模式図
[図3]実施の形態1に係るパルス電源装置における要部の構成の説明に供する第2の模式図
[図4]実施の形態1に係るパルス電源装置における要部の構成の説明に供する第3の模式図
[図5]実施の形態1に係るパルス電源装置の変形例における要部の構成の説明に供する模式図
[図6]実施の形態2に係るパルス電源装置における要部の構成の説明に供する

第1の模式図

[図7]実施の形態2に係るパルス電源装置における要部の構成の説明に供する

第2の模式図

[図8]実施の形態3に係るパルス電源装置の回路構成を示す図

[図9]実施の形態3に係るパルス電源装置における要部の構成の説明に供する
模式図

発明を実施するための形態

[0009] 以下に添付図面を参照し、本開示の実施の形態に係るパルス電源装置について詳細に説明する。なお、以下に説明する実施の形態は例示であって、以下の実施の形態によって本開示の範囲が限定されるものではない。また、以下では、物理的な接続と電氣的な接続とを区別せずに、単に「接続」と称して説明する。即ち、「接続」という文言は、構成要素同士が直接的に接続される場合と、構成要素同士が他の構成要素を介して間接的に接続される場合との双方を含んでいる。

[0010] 実施の形態1.

図1は、実施の形態1に係るパルス電源装置の回路構成を示す図である。図1には、実施の形態1に係るパルス電源装置の回路構成の一例を示すパルス電源回路100が示されている。

[0011] 図1において、パルス電源回路100は、直流電源10、電流制限抵抗11a、11b、第1コンデンサ20、第2コンデンサ21、第1ギャップスイッチ30、トリガ電極42及び第2ギャップスイッチ50を備える。パルス電源回路100には負荷70が接続される。パルス電源回路100は高電圧パルスを生成し、生成した高電圧パルスを負荷70に対して印加する。

[0012] パルス電源回路100において、第1ギャップスイッチ30、第1コンデンサ20、第2ギャップスイッチ50及び第2コンデンサ21は、この順で直列に接続されて直列回路を構成する。第1ギャップスイッチ30は直列回路の一端側に位置し、第2コンデンサ21は直列回路の他端側に位置する。

[0013] 第1ギャップスイッチ30は、第1電極31及び第2電極32を有する。

第2ギャップスイッチ50は、第3電極51及び第4電極52を有する。第1ギャップスイッチ30において、第1電極31は基準電位18に接続され、第2電極32は第1コンデンサ20の一端に接続される。また、第2ギャップスイッチ50において、第3電極51は第1コンデンサ20を介して、第1ギャップスイッチ30の第2電極32に接続され、第4電極52は第2コンデンサ21の一端に接続される。即ち、第4電極52は、第3電極51に対して、第1ギャップスイッチ30の第2電極32の反対側に配置される。

[0014] 負荷70の一端は第2コンデンサ21の他端に接続され、負荷70の他端は基準電位19に接続される。図1において、基準電位18、19は、接地電位としている。即ち、基準電位18、19は、零電位である。

[0015] 抵抗15の一端は、第1コンデンサ20の他端と第2ギャップスイッチ50の第3電極51とが接続される接続部14に接続される。抵抗15の他端は、基準電位18に接続される。即ち、接続部14は、抵抗15を介して基準電位18に接続されている。なお、抵抗15に代えてリアクトルが用いられてもよい。

[0016] なお、第2コンデンサ21と負荷70との間に任意の数のギャップスイッチ及びコンデンサの組み合わせを追加で入れてもよい。このように構成すれば、より高出力のパルスが出力可能となる。また、第1ギャップスイッチ30及び第1コンデンサ20、並びに、第2ギャップスイッチ50及び第2コンデンサ21の配置をそれぞれ反対にした場合においても、実施の形態1で述べるパルス電源と同等の機能を備えることができる。

[0017] 直流電源10は、既定の電流又は電圧を出力することができる電源装置である。第1ギャップスイッチ30と第1コンデンサ20とが接続される接続部16は、電流制限抵抗11aを介して直流電源10に接続される。また、第2ギャップスイッチ50と第2コンデンサ21とが接続される接続部17も、電流制限抵抗11aとは異なる電流制限抵抗11bを介して直流電源10に接続される。

- [0018] 第1ギャップスイッチ30において、第1電極31及び第2電極32は互いに離間して配置される。第1電極31及び第2電極32によって離間される空間は、放電ギャップ33を構成する。第1ギャップスイッチ30が放電するとき、放電ギャップ33によって放電経路が形成される。これにより、第1ギャップスイッチ30は、電氣的なスイッチの開閉を行う。
- [0019] 第2ギャップスイッチ50も第1ギャップスイッチ30と同様の動作を行う。第2ギャップスイッチ50において、第3電極51及び第4電極52は互いに離間して配置される。第3電極51及び第4電極52によって離間される空間は、放電ギャップ53を構成する。第2ギャップスイッチ50が放電するとき、放電ギャップ53によって放電経路が形成される。これにより、第2ギャップスイッチ50は、電氣的なスイッチの開閉を行う。
- [0020] 少なくとも第1ギャップスイッチ30には、トリガ電極42が備わっている。第1ギャップスイッチ30は、トリガ電極42から発生するトリガ放電によりスイッチを閉じることができる。トリガ電極42は、トリガ放電発生装置40と接続されている。トリガ放電発生装置40は、任意のタイミングでトリガ放電を発生させる機能を備える。この機能により、任意のタイミングで第1ギャップスイッチ30を閉じることができる。
- [0021] 第1ギャップスイッチ30が閉じられた際、第2ギャップスイッチ50の両端には、瞬間的に電源電圧を超える電位差が生じる。電源電圧は、直流電源10の出力電圧である。第1ギャップスイッチ30が動作する直前において、図1の回路には電流が流れないので、第2ギャップスイッチ50の両端の電位差は、電源電圧に等しい。一方、第1ギャップスイッチ30が動作すると、接続部16の電位が零電位となる。このとき、接続部14の電位は、第1コンデンサ20の充電電圧の分だけ零電位よりも下がり負電位となる。これにより、第2ギャップスイッチ50の両端には、電源電圧を超える電圧が印加される。従って、図1の回路構成は、第1ギャップスイッチ30が閉じると第2ギャップスイッチ50も連動して閉じる構成となっている。
- [0022] 図2は、実施の形態1に係るパルス電源装置における要部の構成の説明に

供する第1の模式図である。図1と同一の構成要素には同一の符号を付して示している。

[0023] 図2において、第1電極31は、ねじ構造等によって第1電極支持板71に立設され、第1電極支持板71に固定される。第2電極32は、ねじ構造等によって第2電極支持板72に立設され、第2電極支持板72に固定される。第1電極31及び第2電極32は、立設軸がずらされて互いに対向するように配置されている。

[0024] また、第3電極51は、ねじ構造等によって第3電極支持板73に立設され、第3電極支持板73に固定される。第4電極52は、ねじ構造等によって第4電極支持板74に立設され、第4電極支持板74に固定される。第3電極51及び第4電極52は、立設軸がずらされて互いに対向するように配置されている。

[0025] なお、本稿では、ねじ構造等により固定される、第1電極支持板71、第2電極支持板72、第3電極支持板73及び第4電極支持板74の各面を「固定部」と呼ぶことがある。

[0026] 第1電極31、第2電極32、第3電極51及び第4電極52の各電極は、金属などの導電性の物質で構成されている。各電極は、中心軸を有する回転体構造としてもよい。回転体構造の例は、円柱である。回転体構造である構造物は、旋盤などの工作機械により簡易且つ容易に製作することができる。

[0027] 第1電極31及び第2電極32において、それぞれの対となる電極と向かい合う面は互いに平面であってもよいし、丸み付けされていてもよい。第3電極51及び第4電極52においても同様である。対となる電極と向かい合う面に丸み付けを施す場合、丸み付けの曲率は少なくとも1mm以上が望ましい。丸み付けを施した場合、丸み付けの各先端部分において、電界を集中させることができるので、より低電圧で各ギャップスイッチを動作させることができる。また、互いに向かい合う面が平面である場合、繰り返し使用した際の電極消耗を軽減する効果が得られる。

- [0028] 第1コンデンサ20には、耐電圧性に優れ、且つより高い静電容量を有するコンデンサを使用することが望ましい。但し、一般的に、耐電圧性の高低と、静電容量の大小とは、トレードオフの関係にある。このため、例えば、耐電圧性に優れたコンデンサを用いる場合には、この種のコンデンサを複数準備して並列に接続し、並列接続数を調整することで所望の静電容量を得ることができる。
- [0029] また、前述したように、第1電極支持板71、第2電極支持板72、第3電極支持板73及び第4電極支持板74は金属などの導電性物質で構成される。パルス電源装置によって生成される電圧パルスが高品質であるためには、各電極支持板の固定部となる面は、各面の法線が互いに平行となるように構成されていることが肝要である。この構成を実現するため、各電極支持板は、絶縁性の治具などで固定されることが望ましい。
- [0030] 図3は、実施の形態1に係るパルス電源装置における要部の構成の説明に供する第2の模式図である。また、図4は、実施の形態1に係るパルス電源装置における要部の構成の説明に供する第3の模式図である。これらの各図において、図1及び図2と同一の構成要素には同一の符号を付して示している。
- [0031] 各ギャップスイッチにおいては、スイッチを閉じるための放電が一对の電極間の最短経路で形成される。本稿では、この最短経路を表す線分を「短絡線」と呼ぶ。具体的に、図3において、第1電極31と第2電極32との間の最短経路を結ぶ線分を第1短絡線60とし、第3電極51と第4電極52との間の最短経路を結ぶ線分を第2短絡線62とする。また、第1短絡線60を2等分する中点である第1中点61と、第2短絡線62を2等分する中点である第2中点63とを結ぶ線分を第1ギャップスイッチ間軸線64とする。更に、第1短絡線60と第1ギャップスイッチ間軸線64との成す角度のうち小さい方の角度を「第1の角度」と呼び、“ α ”で表す。このとき、第1の角度 α が、0度超、且つ90度未満となるように、各電極を構成する。

- [0032] また、第2短絡線62における少なくとも1つの端点と、第1短絡線60上の任意の点とを結ぶ線分を「直接露光線」と呼ぶ。図4には、直接露光線の一例として、第2短絡線62における第4電極52側の端点68と、第1短絡線60上の任意の点65を結んだ直接露光線66が示されている。
- [0033] 第2電極支持板72、第3電極支持板73及び第1コンデンサ20には、それぞれ穴77、78、79が形成されている。この構成により、第1ギャップスイッチ30が動作する際の放電により発生する放電光の一部を第3電極51及び第4電極52のうちの少なくとも一方に露光させることができる。第3電極51及び第4電極52のうちの少なくとも一方に放電光が照射されると、第2ギャップスイッチ50の発光が促進される。これにより、第1ギャップスイッチ30が動作してから第2ギャップスイッチ50が動作するまでの遅延時間を短縮する作用を得ることができる。同時に、第1電極支持板71から第4電極支持板74までの電流経路を短くすることができる。この電流経路が短いほど、この電流経路に寄生するインダクタンスが小さくなる。このため、電流経路が短いほど、高電圧パルスの立ち上がりを速くする作用も得られる。
- [0034] 次に、上述した第1の角度 α を、0度超、且つ90度未満とする理由について説明する。まず、第1の角度 α を0度とした場合には、第2電極32が直接露光線66に配置される構造となる。従って、第1ギャップスイッチ30が動作した際に発生する放電光を第3電極51及び第4電極52に露光させることができない。このため、上述した遅延時間を短縮する作用は得られない。
- [0035] 一方、第1の角度 α を90度とした場合、第1電極支持板71から第4電極支持板74までの電流経路が長くなるので、高電圧パルスの立ち上がりを速くする作用は得られない。第1の角度 α を、0度超、且つ90度未満となるように各電極を構成することで、両方の作用を効率よく得ることが可能となる。
- [0036] 遅延時間を短縮する作用、及び高電圧パルスの立ち上がりを速くする作用

は、正弦波関数に基づいて当該作用の程度が決まる。このため、両者の作用が有意となる5%値に相当する18度のマージンを設けて設定することが望ましい。例えば、第1の角度 α が18度よりも小さい場合は、遅延時間を短縮する作用を有意に得ることはできない。逆に、第1の角度 α が72度よりも大きい場合は、高電圧パルスの立ち上がりを速くする作用を有意に得ることができない。このため、第1の角度 α として、「18度以上」又は「72度以下」という制約条件に対し、少なくとも一方を制約条件として設定することが望ましい実施形態となる。

[0037] また、第2短絡線62と第1ギャップスイッチ間軸線64との成す角度のうち大きい方の角度を「第2の角度」と呼び、“ β ”で表す。上記の制約条件に加え、第2の角度 β が162度以下となるように設定すると更に望ましい。第2の角度 β が180度である場合は、第1の角度 α が0度であるときと同様に、幾何学的に露光できない条件である。このため、第1の角度 α と同様に18度のマージンを設けることとすれば、162度以下という条件になる。

[0038] また、第1電極31及び第4電極52の近くに放電光を反射する鏡面体を配置してもよい。鏡面体は、第1ギャップスイッチ30が動作した際に発生する放電光の一部を第3電極51及び第4電極52のうち少なくとも一方に露光させるアシストを行う。

[0039] 鏡面体を用いる場合、前述した穴77, 78, 79は、鏡面体を經由する直接露光線に対して形成されていてもよい。従って、鏡面体を用いた場合は、設計の自由度が高くなるという効果が得られる。鏡面体は、ミラーのような光学素子を用いて構成されていてもよいし、鏡面仕上げが施された金属表面を用いて構成されていてもよい。光学素子を用いた場合は、反射率が高いという利点がある。金属表面を用いた場合は、安価であるという利点がある。

[0040] なお、第2電極支持板72、第3電極支持板73及び第1コンデンサ20に設けられる穴77, 78, 79は、第1短絡線60上の任意の点65と、

第2短絡線62における端点68又は端点69との間で直接露光線66が形成されるものであれば、どのような構造であってもよく、また、どのような形状であってもよい。例えば、直接露光線66を形成する構造は、穴でなくともよく、切り欠きを設けてもよい。また、必ずしも、穴又は切り欠きが形成されていなくてもよい。例えば、第2電極支持板72、第3電極支持板73及び第1コンデンサ20において、直接露光線66の通過部分が、アクリル等の透明材料で形成されていてもよい。穴又は切り欠きを設けた場合は、構造がシンプルとなるため、製造コスト低減の効果が得られる。一方、透明材料を用いた場合は、第1ギャップスイッチ30及び第2ギャップスイッチ50において、圧力などの放電雰囲気を変化させることができるという利点がある。

[0041] 図5は、実施の形態1に係るパルス電源装置の変形例における要部の構成の説明に供する模式図である。図5において、第1電極31及び第2電極32は、それぞれ中心軸91、92を有する回転体構造とされ、それぞれの電極の向かい合う面は曲面を形成している。中心軸91、92は互いに平行である。また、中心軸91と第1短絡線60との成す角度を「第3の角度」と呼び、「 γ 」で表す。なお、中心軸92と第1短絡線60との成す角度も“ γ ”である。

[0042] 同様に、第3電極51及び第4電極52は、それぞれ中心軸93、94を有する回転体構造とされ、それぞれの電極の向かい合う面は曲面を形成している。中心軸93、94は互いに平行である。また、中心軸93と第2短絡線62との成す角度を「第4の角度」と呼び、“ δ ”で表す。なお、中心軸94と第2短絡線62との成す角度も“ δ ”である。第3の角度 γ と第4の角度 δ は、同じ角度であってもよいし、異なってもよい。

[0043] 上記の構成において、第3の角度 γ 及び第4の角度 δ のうちの少なくとも1つは、正弦波関数の5%値に相当する18度以下とすることが望ましい。このように配置すれば、上述した遅延時間を短縮する作用、及び高電圧パルスの立ち上がりを速くする作用を得ることができる。

- [0044] なお、図5に示す各電極は、何れも第1電極支持板71、第2電極支持板72、第3電極支持板73又は第4電極支持板74の固定部に垂直に配置されない構造である。このため、各電極の構造が複雑化するというデメリットはあるが、電極の消耗を抑制できるというメリットがあるので、経年劣化の影響を緩和できるという効果が得られる。
- [0045] 以上説明したように、実施の形態1に係るパルス電源装置は、第1コンデンサと、第1ギャップスイッチと、第2ギャップスイッチと、を備える。第1ギャップスイッチは、第1電極及び第2電極を有する。第2ギャップスイッチは、第3電極及び第4電極を有する。第3電極は、第1コンデンサを介して第2電極に接続される。第4電極は、第3電極に対して第2電極の反対側に配置される。第1短絡線の中点である第1中点と、第2短絡線の中点である第2中点とを結ぶ線分である第1ギャップスイッチ間軸線と、第1短絡線との成す角度のうちの小さい方の角度である第1の角度は、0度超、且つ90度未満であるように設定される。このように構成されたパルス電源装置によれば、第1ギャップスイッチが動作してから第2ギャップスイッチが動作するまでの遅延時間を短縮する作用と、高電圧パルスの立ち上がりを速くする作用との間のバランスをとることができる。これにより、エネルギー効率の良い高電圧パルスを出力できるという効果が得られる。
- [0046] なお、上記の構成において、第1の角度が18度以上、且つ72度以下であるように設定されていてもよい。このように設定すれば、第1ギャップスイッチが動作してから第2ギャップスイッチが動作するまでの遅延時間を短縮する作用を得ながら、高電圧パルスの立ち上がりを速くする作用も得ることができる。
- [0047] また、上記の構成において、第2電極を支持する第2電極支持板、第3電極を支持する第3電極支持板及び第1コンデンサにおける直接露光線の通過部分は透明材料で形成される。また、この構成に代え、当該直接露光線の通過部分に穴もしくは切り欠きが形成されていてもよい。直接露光線は、第2短絡線における少なくとも1つの端点と、第1短絡線上の任意の点とを結ぶ

線分である。このように構成すれば、前述した遅延時間を短縮する作用、及び高電圧パルスの立ち上がりを速くする作用を簡易な構成で得ることができる。

[0048] なお、第1電極及び第2電極の組、並びに第3電極及び第4電極の組のうちの少なくとも1つの組は、それぞれの対となる電極と向かい合う面には丸み付けが施されていてもよい。また、この構成に代え、それぞれの対となる電極と向かい合う面が曲面を形成していてもよい。このように構成すれば、ギャップスイッチをより低電圧で動作させることができるという効果が得られる。

[0049] また、第1電極及び第2電極の組、並びに第3電極及び第4電極の組のうちの少なくとも1つの組は、それぞれの対となる電極と向かい合う面は互いに平面であってもよい。このように構成すれば、ギャップスイッチを繰り返し使用した際の電極消耗を軽減できるという効果が得られる。

[0050] また、第1電極及び第2電極の組、並びに第3電極及び第4電極の組のうちの少なくとも1つの組の各電極は、中心軸を有する回転体構造であってもよい。各電極が中心軸を有する回転体構造である場合、旋盤などの工作機械により簡易且つ容易に製作することができる。

[0051] また、各電極が中心軸を有する回転体構造である場合、当該中心軸と第1短絡線との間の角度、又は当該中心軸と第2短絡線との間の角度は、18度以下に設定されることが望ましい。このように構成すれば、上述した遅延時間を短縮する作用、及び高電圧パルスの立ち上がりを速くする作用を得ることができる。

[0052] また、実施の形態1に係るパルス電源装置は、第1ギャップスイッチが動作した際に発生する放電光を反射する鏡面体を備えていてもよい。鏡面体を用いる場合、第2電極支持板、第3電極支持板及び第1コンデンサに設けられる穴もしくは切り欠きは、鏡面体を經由する直接露光線に対して形成されていてもよい。従って、鏡面体を用いた場合は、設計の自由度が高くなるという効果が得られる。

[0053] 実施の形態 2.

実施の形態 2 は、実施の形態 1 に係るパルス電源装置において、一部の構成要素の配置を変更することで、機能の更なる拡張を図ったものである。なお、以下では、実施の形態 1 と同様の機能を果たす構成要素には同一の符号を付して、重複する説明を適宜省略する。

[0054] 図 6 は、実施の形態 2 に係るパルス電源装置における要部の構成の説明に供する第 1 の模式図である。また、図 7 は、実施の形態 2 に係るパルス電源装置における要部の構成の説明に供する第 2 の模式図である。実施の形態 2 に係るパルス電源装置においては、図 6 及び図 7 に示されるように、第 3 電極 5 1 及び第 4 電極 5 2 の配置が、図 2 に示す実施の形態 1 に係るパルス電源装置とは異なっている。

[0055] 図 6 及び図 7 には座標軸 x y z が示されている。第 1 電極支持板 7 1、第 2 電極支持板 7 2、第 3 電極支持板 7 3 及び第 4 電極支持板 7 4 は、 z 軸の方向に沿って配置されている。図 7 には、 x y 平面内における、第 1 電極 3 1、第 2 電極 3 2、第 3 電極 5 1 及び第 4 電極 5 2 の位置関係の一例が示されている。

[0056] 実施の形態 2 の構成は、実施の形態 1 に対して第 3 電極 5 1 及び第 4 電極 5 2 の位置のみを変更した構成であり、形状及び材質は実施の形態 1 と同様である。具体的には、図 6 及び図 7 に示されるように、 z x 平面及び x y 平面において、第 1 短絡線 6 0 と第 2 短絡線 6 2 とが異なる方向を向くように、第 3 電極 5 1 及び第 4 電極 5 2 を配置している。このため、第 2 短絡線 6 2 に対する直接露光線 6 6 を 3 次元的に設けることができる。これにより、第 3 電極 5 1 又は第 4 電極 5 2 は、第 1 ギャップスイッチ 3 0 が動作した際に発生する放電光をより広い電極面積で受光することができる。その結果、第 1 ギャップスイッチ 3 0 が動作してから第 2 ギャップスイッチ 5 0 が動作するまでの遅延時間を短縮する作用をより顕著に得ることができる。

[0057] なお、図 6 及び図 7 の例では、 z x 平面及び x y 平面において、第 1 短絡線 6 0 と第 2 短絡線 6 2 とが異なる方向を向くように、第 3 電極 5 1 及び第

4電極52を配置しているが、この例に限定されない。3次元空間における少なくとも1つの平面、即ちx-y平面、y-z平面及びz-x平面のうちの少なくとも1つの平面において、第1短絡線60と第2短絡線62とが異なる方向を向くように、第3電極51及び第4電極52が配置されていればよく、上述した受光面積の拡大の効果を得ることができる。

[0058] 以上説明したように、実施の形態2に係るパルス電源装置によれば、3次元空間における少なくとも1つの平面において、第1短絡線と第2短絡線とが異なる方向を向くように、第3電極及び第4電極が配置されている。このため、第3電極又は第4電極は、第1ギャップスイッチが動作した際に発生する放電光をより広い電極面積で受光することができる。これにより、第1ギャップスイッチが動作してから第2ギャップスイッチが動作するまでの遅延時間を短縮する作用をより顕著に得ることができる。

[0059] なお、上記の構成において、第1短絡線の方向と第2短絡線の方向との成す角度のうちの小さい方の角度を「第5の角度」と呼ぶ。この第5の角度は、正弦波関数の5%値に相当する18度以上とすることが望ましい。このように設定すれば、上述した受光面積の拡大の効果を楽しむことができる。

[0060] 実施の形態3.

実施の形態3は、実施の形態1及び実施の形態2に係るパルス電源装置において、一部の構成要素を追加することで、機能の更なる拡張を図ったものである。なお、以下では、実施の形態1及び実施の形態2と同様の機能を果たす構成要素には同一の符号を付して、重複する説明を適宜省略する。

[0061] 図8は、実施の形態3に係るパルス電源装置の回路構成を示す図である。図8には、実施の形態3に係るパルス電源装置の回路構成の一例を示すパルス電源回路100Aが示されている。

[0062] 実施の形態3に係るパルス電源回路100Aにおいては、図8に示されるように、図1の構成に、第3ギャップスイッチ80、第3コンデンサ22、電流制限抵抗11c及び抵抗15aが追加されている。

[0063] パルス電源回路100Aにおいて、第1ギャップスイッチ30、第1コン

デンサ20、第2ギャップスイッチ50、第2コンデンサ21、第3ギャップスイッチ80及び第3コンデンサ22は、この順で直列に接続されて直列回路を構成する。第1ギャップスイッチ30は直列回路の一端側に位置し、第3コンデンサ22は直列回路の他端側に位置する。この構成により、パルス電源回路100Aは、実施の形態1に係るパルス電源回路100よりも高電圧のパルスを出力することが可能である。

[0064] 第3ギャップスイッチ80は、第5電極81及び第6電極82を有する。第3ギャップスイッチ80において、第5電極81は第2コンデンサ21を介して、第2ギャップスイッチ50の第4電極52に接続され、第6電極82は第3コンデンサ22の一端に接続される。即ち、第6電極82は、第5電極81に対して、第2ギャップスイッチ50の第4電極52の反対側に配置される。負荷70の一端は第3コンデンサ22の他端に接続される。

[0065] 抵抗15aの一端は、抵抗15の一端と第1コンデンサ20の他端と第2ギャップスイッチ50の第3電極51とが接続される接続部14に接続される。抵抗15aの他端は、第2コンデンサ21の他端と第3ギャップスイッチ80の第5電極81とが接続される接続部84に接続される。即ち、接続部84は、抵抗15aを介して接続部14に接続されている。なお、抵抗15aに代えてリアクトルが用いられてもよい。

[0066] 第3ギャップスイッチ80と第3コンデンサ22とが接続される接続部85は、電流制限抵抗11b、11cを介して直流電源10に接続される。

[0067] 第3ギャップスイッチ80において、第5電極81及び第6電極82は互いに離間して配置される。第5電極81及び第6電極82によって離間される空間は、放電ギャップ83を構成する。第3ギャップスイッチ80が放電するとき、放電ギャップ83によって放電経路が形成される。これにより、第3ギャップスイッチ80は、電氣的なスイッチの開閉を行う。図8の回路構成は、第1ギャップスイッチ30が閉じると第2ギャップスイッチ50及び第3ギャップスイッチ80も連動して閉じる構成となっている。

[0068] 図9は、実施の形態3に係るパルス電源装置における要部の構成の説明に

供する模式図である。図8と同一の構成要素には同一の符号を付して示している。

[0069] 図9において、第5電極81は、ねじ構造等によって第5電極支持板75に立設され、第5電極支持板75に固定される。第6電極82は、ねじ構造等によって第6電極支持板76に立設され、第6電極支持板76に固定される。第5電極81及び第6電極82は、立設軸がずらされて互いに対向するように配置されている。なお、本稿では、ねじ構造等により固定される、第5電極支持板75及び第6電極支持板76の各面を「固定部」と呼ぶことがある。

[0070] 第5電極81及び第6電極82は、他の電極と同様に、金属などの導電性の物質で構成されている。第5電極81及び第6電極82は、中心軸を有する回転体構造としてもよい。回転体構造の例は、円柱である。回転体構造である構造物は、旋盤などの工作機械により簡易且つ容易に製作することができる。

[0071] 第5電極81及び第6電極82において、それぞれの対となる電極と向かい合う面は互いに平面であってもよいし、丸み付けされていてもよい。対となる電極と向かい合う面に丸み付けを施す場合、丸み付けの曲率は少なくとも1mm以上が望ましい。丸み付けを施した場合、丸み付けの各先端部分において、電界を集中させることができるので、より低電圧で各ギャップスイッチを動作させることができる。また、互いに向かい合う面が平面である場合、繰り返し使用した際の電極消耗を軽減する効果が得られる。

[0072] 第5電極支持板75及び第6電極支持板76は、他の電極支持板と同様に、金属などの導電性物質で構成される。パルス電源装置によって生成される電圧パルスが高品質であるためには、各電極支持板の固定部となる面は、各面の法線が互いに平行となるように構成されていることが肝要である。この構成を実現するため、各電極支持板は、絶縁性の治具などで固定されることが望ましい。

[0073] 図9において、第5電極81と第6電極82との間の最短経路を結ぶ線分

を第3短絡線86とする。また、第2短絡線62を2等分する中点である第2中点63と、第3短絡線86を2等分する中点である第3中点87とを結ぶ線分を第2ギャップスイッチ間軸線88とする。更に、第3短絡線86と第2ギャップスイッチ間軸線88との成す角度のうちの小さい方の角度を「第6の角度」と呼び、「 θ 」で表す。このとき、第6の角度 θ は、第1の角度 α よりも小さくなるように設定される。

[0074] 第3ギャップスイッチ80では、第2ギャップスイッチ50と比べて、露光させることよりも電流経路を短くすることを優先する構造とする。パルス電源回路100Aによる回路構成の特徴により、第3ギャップスイッチ80には第2ギャップスイッチ50よりも高い電位差が生じる。これにより、第3ギャップスイッチ80では、必要な露光面積が小さくて済むことが理由である。この構造により、各ギャップスイッチ間における遅延時間を短縮する作用と、高電圧パルスの立ち上がりを速くする作用とを、より効率よく両立させることができる。

[0075] 以上説明したように、実施の形態3に係るパルス電源装置は、第2コンデンサを介して第2ギャップスイッチの第4電極に接続される第5電極と、第5電極に対して第4電極の反対側に配置される第6電極とを有する第3ギャップスイッチを備える。第2短絡線の中点である第2中点と、第3短絡線の中点である第3中点とを結ぶ線分である第2ギャップスイッチ間軸線と、第3短絡線との成す角度のうちの小さい方の角度は、第1の角度よりも小さくなるように設定される。このように構成されたパルス電源装置によれば、第1ギャップスイッチが動作してから第2ギャップスイッチが動作するまでの遅延時間を短縮する作用と、高電圧パルスの立ち上がりを速くする作用とを、より効率よく両立させることが可能となるという効果が得られる。

[0076] 以上の実施の形態に示した構成は、一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、実施の形態同士を組み合わせることも可能であるし、要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

符号の説明

[0077] 10 直流電源、11a, 11b, 11c 電流制限抵抗、14, 16, 17, 84, 85 接続部、15, 15a 抵抗、18, 19 基準電位、20 第1コンデンサ、21 第2コンデンサ、22 第3コンデンサ、30 第1ギャップスイッチ、31 第1電極、32 第2電極、33, 53, 83 放電ギャップ、40 トリガ放電発生装置、42 トリガ電極、50 第2ギャップスイッチ、51 第3電極、52 第4電極、60 第1短絡線、61 第1中点、62 第2短絡線、63 第2中点、64 第1ギャップスイッチ間軸線、65 任意の点、66 直接露光線、68, 69 端点、70 負荷、71 第1電極支持板、72 第2電極支持板、73 第3電極支持板、74 第4電極支持板、75 第5電極支持板、76 第6電極支持板、77, 78, 79 穴、80 第3ギャップスイッチ、81 第5電極、82 第6電極、86 第3短絡線、87 第3中点、88 第2ギャップスイッチ間軸線、91, 92, 93, 94 中心軸、100, 100A パルス電源回路。

請求の範囲

- [請求項1] 第1コンデンサと、
第1電極及び第2電極を有する第1ギャップスイッチと、
前記第1コンデンサを介して前記第2電極に接続される第3電極と、
前記第3電極に対して前記第2電極の反対側に配置される第4電極とを有する第2ギャップスイッチと、
を備え、
前記第1電極と前記第2電極との間の最短距離を結ぶ線分を第1短絡線とし、前記第3電極と前記第4電極との間の最短距離を結ぶ線分を第2短絡線とし、前記第1短絡線の中点を第1中点とし、前記第2短絡線の中点を第2中点とするとき、
前記第1中点と前記第2中点とを結ぶ線分である第1ギャップスイッチ間軸線と前記第1短絡線との成す角度のうちの小さい方の角度である第1の角度は、0度超、且つ90度未満であることを特徴とするパルス電源装置。
- [請求項2] 前記第1の角度は、18度以上、且つ72度以下であることを特徴とする請求項1に記載のパルス電源装置。
- [請求項3] 前記第2電極を支持する第2電極支持板と、前記第3電極を支持する第3電極支持板とを備え、
前記第2短絡線における少なくとも1つの端点と、前記第1短絡線上の任意の点とを結ぶ線分を直接露光線としたとき、
前記第2電極支持板、前記第3電極支持板及び前記第1コンデンサにおける前記直接露光線の通過部分が透明材料で形成され、又は、前記直接露光線の通過部分に穴もしくは切り欠きが形成されていることを特徴とする請求項1又は2に記載のパルス電源装置。
- [請求項4] 前記第1電極及び前記第2電極の組、並びに前記第3電極及び前記第4電極の組のうちの少なくとも1つの組は、それぞれの対となる電極と向かい合う面には丸み付けが施されている、又はそれぞれの対と

なる電極と向かい合う面は曲面を形成している

ことを特徴とする請求項1から3の何れか1項に記載のパルス電源装置。

[請求項5] 前記第1電極及び前記第2電極の組、並びに前記第3電極及び前記第4電極の組のうちの少なくとも1つの組は、それぞれの対となる電極と向かい合う面は互いに平面である

ことを特徴とする請求項1から4の何れか1項に記載のパルス電源装置。

[請求項6] 前記第1電極及び前記第2電極の組、並びに前記第3電極及び前記第4電極の組のうちの少なくとも1つの組の各電極は、中心軸を有する回転体構造である

ことを特徴とする請求項1から5の何れか1項に記載のパルス電源装置。

[請求項7] 前記中心軸と前記第1短絡線との間の角度、又は前記中心軸と前記第2短絡線との間の角度は、18度以下である

ことを特徴とする請求項6に記載のパルス電源装置。

[請求項8] 前記第1ギャップスイッチ間軸線と前記第2短絡線との成す角度のうちの大きい方の角度である第2の角度は、162度以下である

ことを特徴とする請求項1から7の何れか1項に記載のパルス電源装置。

[請求項9] 前記第1ギャップスイッチが動作した際に発生する放電光を反射する鏡面体を備える

ことを特徴とする請求項1から8の何れか1項に記載のパルス電源装置。

[請求項10] 3次元空間における少なくとも1つの平面において、前記第1短絡線と前記第2短絡線とが異なる方向を向くように、前記第3電極及び前記第4電極が配置されている

ことを特徴とする請求項1から9の何れか1項に記載のパルス電源

装置。

[請求項11] 前記第1短絡線の方向と前記第2短絡線の方向との成す角度のうちの小さい方の角度が18度以上である

ことを特徴とする請求項10に記載のパルス電源装置。

[請求項12] 第2コンデンサと、

前記第2コンデンサを介して前記第2ギャップスイッチの前記第4電極に接続される第5電極と、前記第5電極に対して前記第4電極の反対側に配置される第6電極とを有する第3ギャップスイッチと、

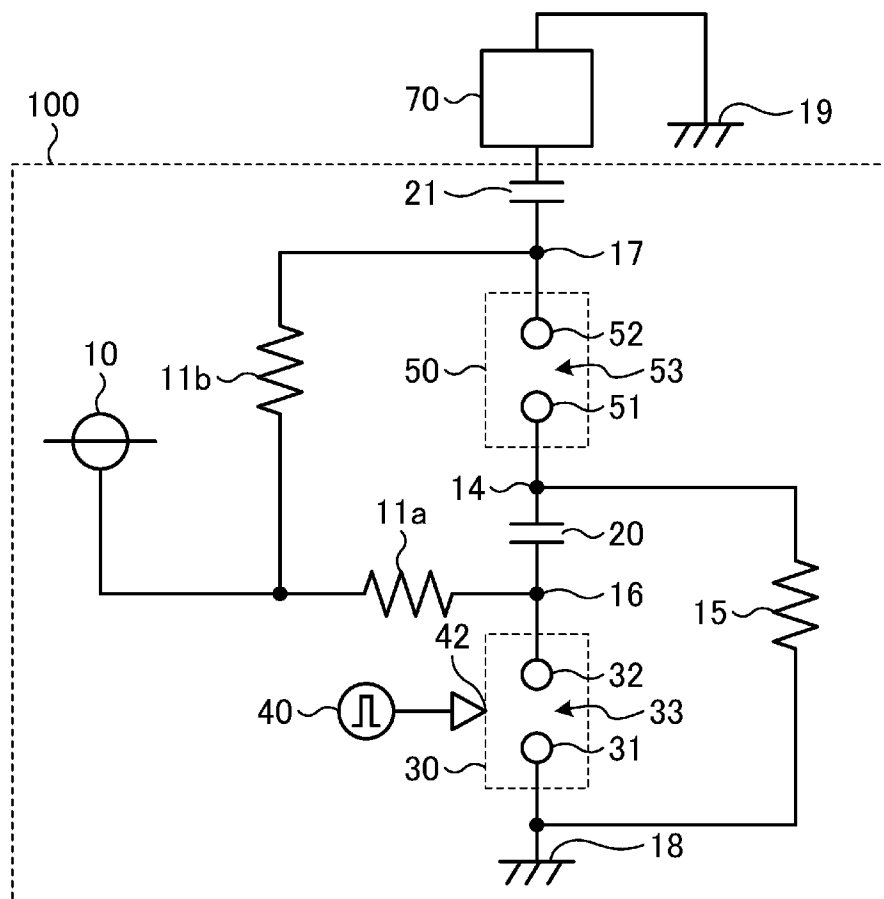
を備え、

前記第5電極と前記第6電極との間の最短距離を結ぶ線分を第3短絡線とし、前記第3短絡線の midpoint を第3 midpoint とするとき、

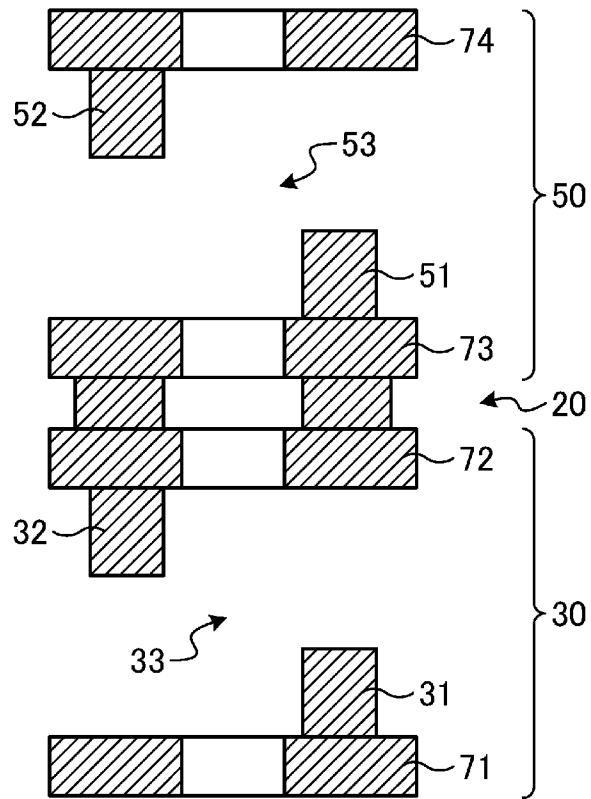
前記第2 midpoint と前記第3 midpoint とを結ぶ線分である第2ギャップスイッチ間軸線と前記第3短絡線との成す角度のうちの小さい方の角度は、前記第1の角度よりも小さい

ことを特徴とする請求項1から11の何れか1項に記載のパルス電源装置。

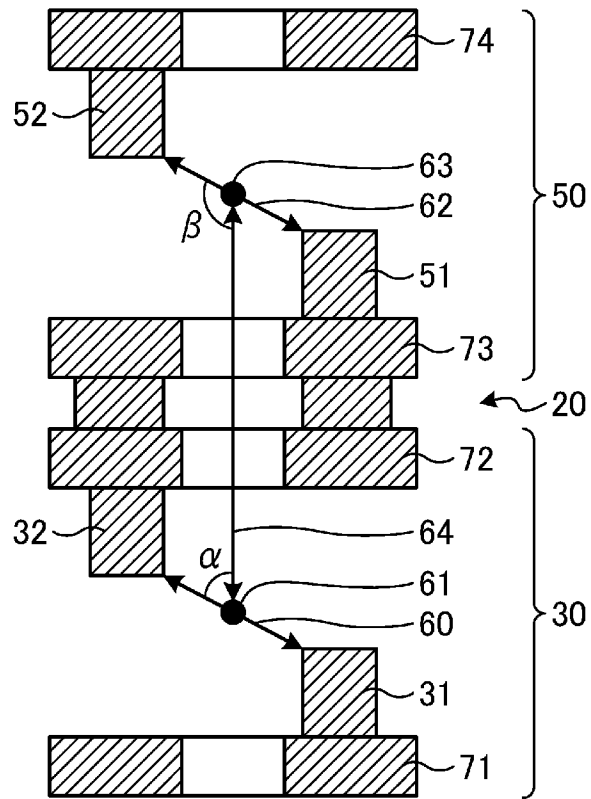
[図1]



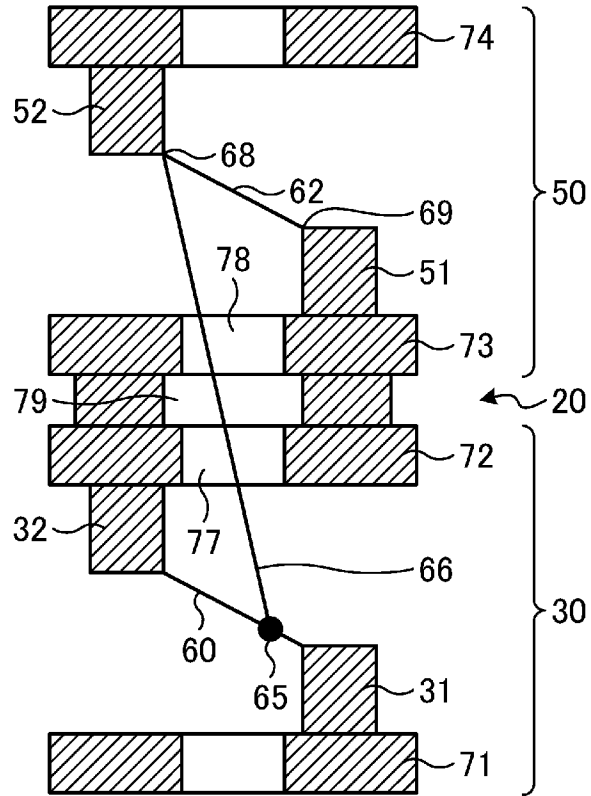
[図2]



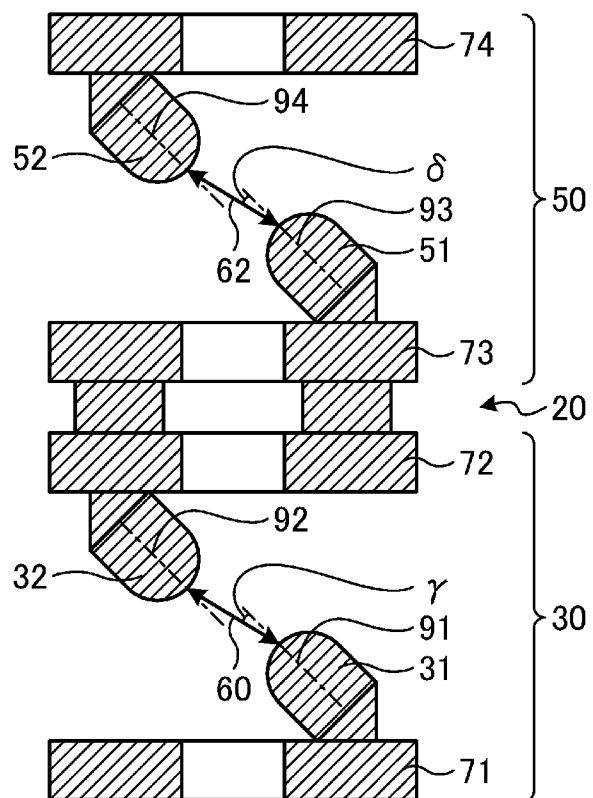
[図3]



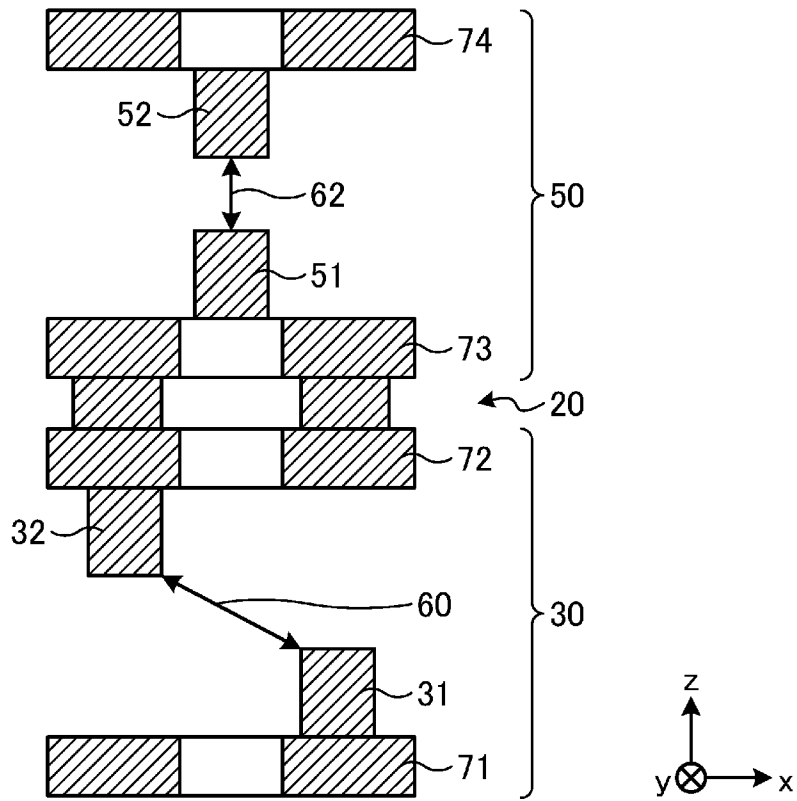
[図4]



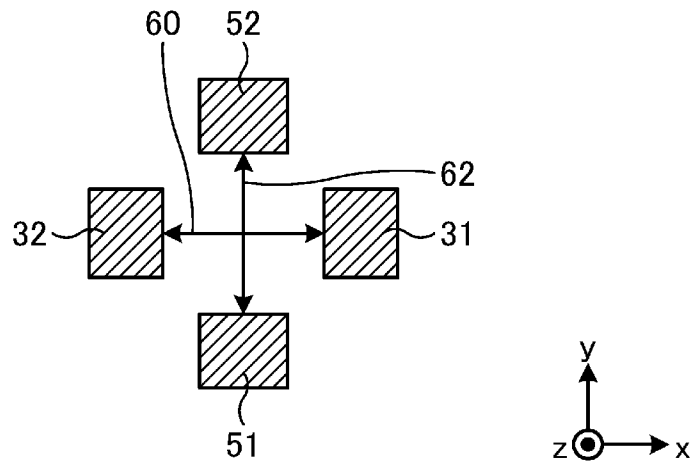
[図5]



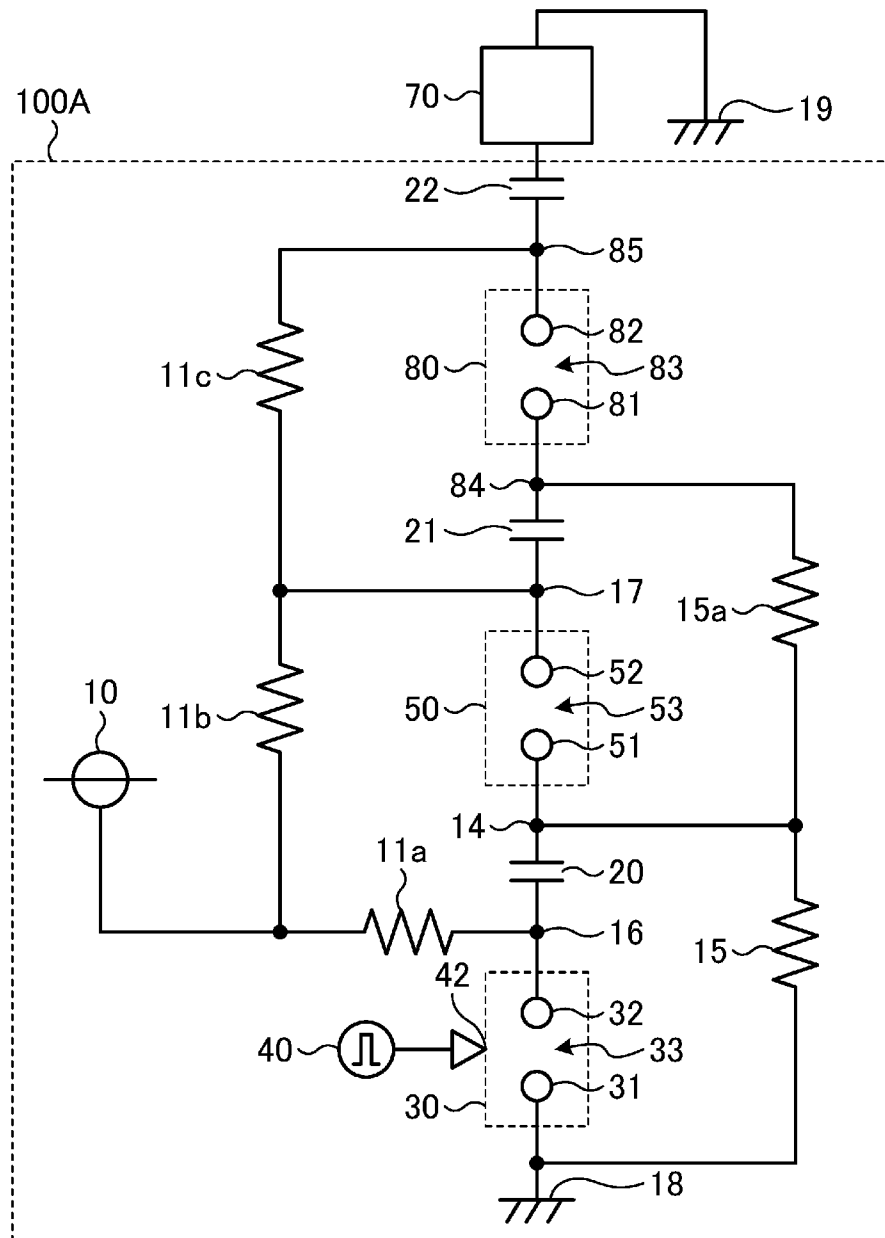
[図6]



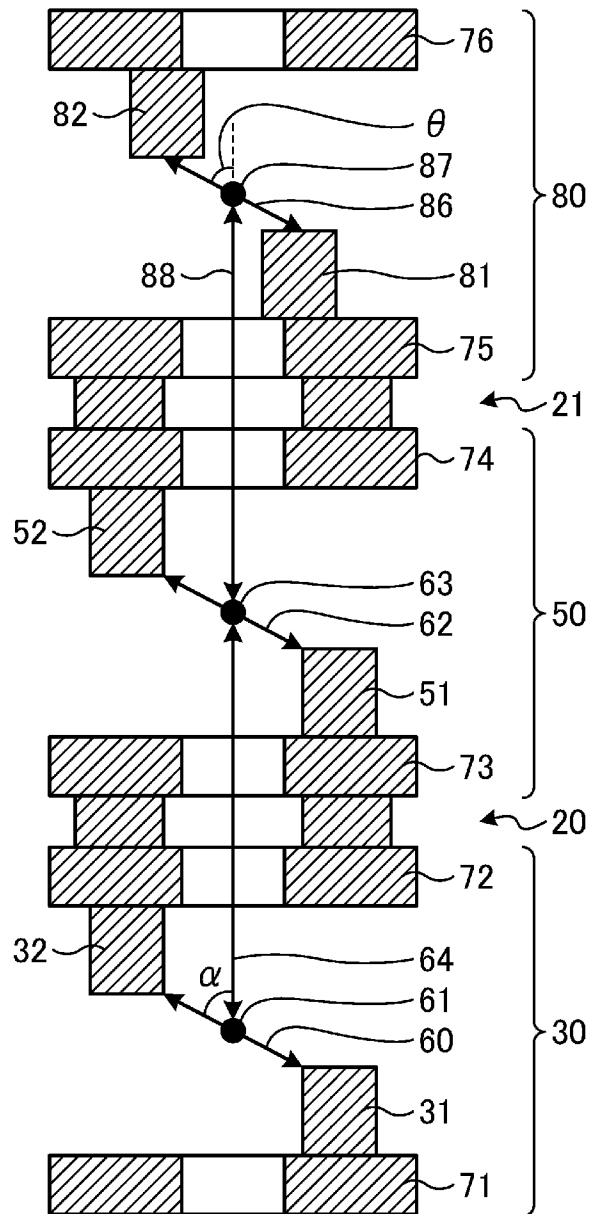
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/016447

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H02M 9/04(2006.01)i FI: H02M9/04 B According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>														
<p>B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02M9/04</p>														
<p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p> <table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Published examined utility model applications of Japan</td> <td style="text-align: right;">1922-1996</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Published unexamined utility model applications of Japan</td> <td style="text-align: right;">1971-2021</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Registered utility model specifications of Japan</td> <td style="text-align: right;">1996-2021</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Published registered utility model applications of Japan</td> <td style="text-align: right;">1994-2021</td> </tr> </table>			Published examined utility model applications of Japan	1922-1996	Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021	Registered utility model specifications of Japan	1996-2021	Published registered utility model applications of Japan	1994-2021				
Published examined utility model applications of Japan	1922-1996													
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021													
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021													
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021													
<p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>														
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:10%;">Category*</th> <th style="width:70%;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="width:20%;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align:center;">Y A</td> <td>JP 2002-263471 A (NIPPON PAINT CO LTD) 17 September 2002 (2002-09-17) paragraphs [0021]-[0036], [0045]-[0053], fig. 1</td> <td style="text-align:center;">1, 3-5, 9 2, 6-8, 10-12</td> </tr> <tr> <td style="text-align:center;">Y A</td> <td>JP 56-148183 A (NISSIN ELECTRIC CO LTD) 17 November 1981 (1981-11-17) page 1, left column, line 13 to page 2, lower right column, line 15, fig. 1-5</td> <td style="text-align:center;">1, 3-5, 9 2, 6-8, 10-12</td> </tr> <tr> <td style="text-align:center;">A</td> <td>Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 78774/1990 (Laid-open No. 35690/1992) (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 25 March 1992 (1992-03-25) page 5, line 4 to page 9, line 5, fig. 1</td> <td style="text-align:center;">1-12</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y A	JP 2002-263471 A (NIPPON PAINT CO LTD) 17 September 2002 (2002-09-17) paragraphs [0021]-[0036], [0045]-[0053], fig. 1	1, 3-5, 9 2, 6-8, 10-12	Y A	JP 56-148183 A (NISSIN ELECTRIC CO LTD) 17 November 1981 (1981-11-17) page 1, left column, line 13 to page 2, lower right column, line 15, fig. 1-5	1, 3-5, 9 2, 6-8, 10-12	A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 78774/1990 (Laid-open No. 35690/1992) (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 25 March 1992 (1992-03-25) page 5, line 4 to page 9, line 5, fig. 1	1-12
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
Y A	JP 2002-263471 A (NIPPON PAINT CO LTD) 17 September 2002 (2002-09-17) paragraphs [0021]-[0036], [0045]-[0053], fig. 1	1, 3-5, 9 2, 6-8, 10-12												
Y A	JP 56-148183 A (NISSIN ELECTRIC CO LTD) 17 November 1981 (1981-11-17) page 1, left column, line 13 to page 2, lower right column, line 15, fig. 1-5	1, 3-5, 9 2, 6-8, 10-12												
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 78774/1990 (Laid-open No. 35690/1992) (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 25 March 1992 (1992-03-25) page 5, line 4 to page 9, line 5, fig. 1	1-12												
<p><input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.</p>														
<table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> <p>* 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</p> </td> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> <p>"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</p> </td> </tr> </table>			<p>* 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</p>	<p>"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</p>										
<p>* 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</p>	<p>"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</p>													
<p>Date of the actual completion of the international search 07 June 2021 (07.06.2021)</p>		<p>Date of mailing of the international search report 15 June 2021 (15.06.2021)</p>												
<p>Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan</p>		<p>Authorized officer Telephone No.</p>												

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application no.

PCT/JP2021/016447

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2002-263471 A	17 Sep. 2002	(Family: none)	
JP 56-148183 A	17 Nov. 1981	(Family: none)	
JP 4-35690 U1	25 Mar. 1992	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02M 9/04(2006.01)i FI: H02M9/04 B		
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）） H02M9/04 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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021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 A	JP 2002-263471 A（日本ペイント株式会社）17.09.2002（2002-09-17） 段落 [0021] - [0036]、[0045] - [0053]、図1	1,3-5,9 2,6-8,10-12
Y A	JP 56-148183 A（日新電機株式会社）17.11.1981（1981-11-17） 第1頁左欄第13行-第2頁右下欄第15行、図1-5	1,3-5,9 2,6-8,10-12
A	日本国実用新案登録出願2-78774号（日本国実用新案登録出願公開4-35690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） 25.03.1992（1992-03-25）第5頁第4行-第9頁第5行、図1	1-12
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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、一般的な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 07.06.2021	国際調査報告の発送日 15.06.2021	
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） 赤穂 嘉紀 5G 3458 電話番号 03-3581-1101 内線 3568	

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/JP2021/016447

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2002-263471 A	17.09.2002	(ファミリーなし)	
JP 56-148183 A	17.11.1981	(ファミリーなし)	
JP 4-35690 U1	25.03.1992	(ファミリーなし)	