

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコード <sup>*</sup>	(参考)
H05H 1/36		H05H 1/36		
		1/32		
// B09B 3/00	ZAB	B09B 3/00	ZAB	
			303	K

審査請求 有 請求項の数 3 書面 (全 7 頁)

(21)出願番号	特願平10 - 247691	(71)出願人	592029256 福井県 福井県福井市大手 3 丁目17番 1 号
(22)出願日	平成10年 7 月29日 (1998.7.29)	(71)出願人	593220306 谷口 慶治 福井県福井市中野 2 丁目1302
		(71)出願人	598119393 渡辺 貞一 福井県福井市西開発 1 丁目1206
		(72)発明者	松浦 次雄 福井県福井市城東 1 丁目16番19号
		(72)発明者	谷口 慶治 福井県福井市中野 2 丁目1302

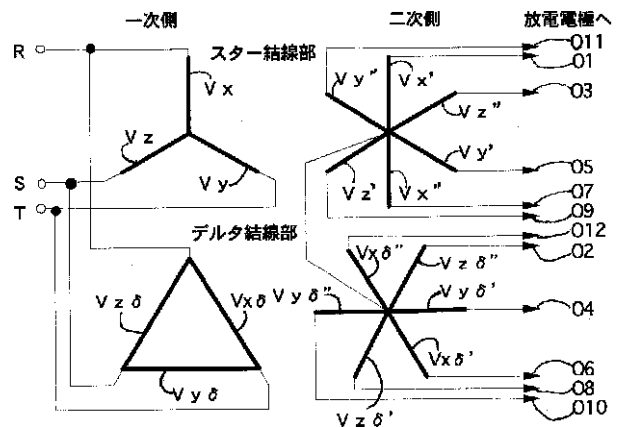
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 6相多重立体放電装置

(57) 【要約】

【課題】単相交流変圧器 6 台を基本構成とする 3 相 1 2 相交流変換電源と、これによって導かれる 1 2 本の放電電極を立体的に配置することにより、多重放電を実現し、立体的なプラズマ領域の構造を変化させることができる 6 相多重立体放電装置を実現することにある。

【解決手段】 3 相 6 相変換方式にはスター - スター結線並びにデルタ - スター結線があり、この 2 つの結線方式の間には 3 0 度の相変位があることを用いて、変圧器だけで 3 相交流から直接 1 2 相交流に相変換して出力する 3 相 1 2 相交流変換電源を構成する。複数個の 3 相 1 2 相交流変換電源の出力を、それぞれ放電電極に接続し、円周上に等間隔に水平に配置して放電させるようにグループ化し、これを多重化する事により、プラズマを立体的に発生させ、中心部分に高密度な放電空間を有すると同時に、電極に流れる電流値を制御することにより、立体的なプラズマ領域の構造を変化できるようにした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 二次側コイルに中間タップを持つ単相変圧器  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$  の一次側コイルをスター接続し、同様に二次側コイルに中間タップを持つ単相変圧器  $T_4$ 、 $T_5$ 、 $T_6$  の一次側コイルをデルタ接続したものをそれぞれ商用 3 相交流電源に接続するとともに、さらに変圧器  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 、 $T_4$ 、 $T_5$ 、 $T_6$  の二次側中間タップ  $N_1$ 、 $N_2$ 、 $N_3$ 、 $N_4$ 、 $N_5$ 、 $N_6$  を互いに接続しこれを中性点として、単相変圧器  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 、 $T_4$ 、 $T_5$ 、 $T_6$  の二次側出力から位相差が 30 度ずつ異なる 12 相交流を取り出すことができ、且つ単相変圧器  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 、 $T_4$ 、 $T_5$ 、 $T_6$  の一次側コイルと二次側コイルの間の結合度を電気信号によって変えられることを特徴とする 3 相 12 相交流変換電源。

【請求項 2】 請求項 1 で得られた 3 相 12 相交流変換電源の出力を、12 本の電極に接続し、6 本を 1 グループとして円周上に等間隔に水平に配置したものを多重化する事により、立体的にプラズマを発生させ、中心部分に高密度な放電空間を有することを特徴とする 6 相多重立体放電装置。

【請求項 3】 請求項 2 で得られた立体的にプラズマを発生させる装置を複数個を多重化し、各装置毎の電極群に流れる電流値を制御することにより、プラズマの立体的な温度分布を自在に制御することができることを特徴とする 6 相多重立体放電装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、3 相交流を 12 相交流に変換する 3 相 12 相交流変換電源を複数個用いて得られる出力電圧を、立体的に配置された放電電極に接続し、放電電極で囲まれた放電空間内に生じる高温で高密度なアークプラズマの立体的な構造を自在に制御する技術分野に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、プラズマ物理学の進歩により放電の挙動が明らかとなるにつれて、アークプラズマは金属の切断や溶接ばかりでなく廃棄物の溶融処理に用いられるなど、工業的な応用分野が急激に拡大してきている。特に重金属やダイオキシンなどの有害物質を含んだ産業廃棄物の処理では、高温処理により無害化できる可能性が極めて高く、今後の処理技術の一つとして注目を集めている。

【0003】 このようにアークプラズマの熱的应用は、その温度の高さや処理の速さの点で大いに期待されているが、現在あるアークプラズマの発生装置では高温の領域が狭く大量の廃棄物を処理するのに適していない。すなわち、アークプラズマの中心部では 12,000 ( ) となるにもかかわらず、わずかに中心部から数センチメートル離れただけでその温度は 500 ( ) と急激

に低下することが知られている。一般にアークプラズマによる高温領域はごく限られた範囲となっている。

【0004】 このため廃棄物を効率よく溶融処理するための新しいプラズマ発生装置の開発が進められている。しかし、実際に使用されている廃棄物処理プラントの例では、効率よく熱伝達を行なうために、投入された廃棄物を所定の場所に集中するように装置を回転させたり、プラズマ発生部をすりこぎ状に回転させるなどの対策がとられている。

10 【0005】 このような状況下において、さらに大型のプラズマ発生装置の出現が待たれているが、現在使用されているような直流方式では大型化するに従って電源装置のコストが大幅に上昇することが明らかである。この理由は、直流方式は一旦交流から直流に変換する交直変換装置が必要となるからである。そこで、交直変換装置が必要とならない交流方式によるプラズマ発生装置の出現が期待されるようになった。

20 【0006】 交流方式によるプラズマ発生装置は、3 相交流を電源とするものが普通であった。1992 年、佐藤は複数の炭素電極を用いて多電極アーク放電を発生させるための交流方式による電源装置とそのアーク放電装置を発表した (特開平 4 - 347577, 1992)。この装置は、商用 3 相交流を 3 組組み合わせたもので、複数のアーク放電を同時に発生させることによりアーク放電領域の拡大を図ったものである。この装置では商用 3 相交流からの電源を 3 系統に分岐した後、それぞれを 3 本の電極に接続している。しかし、3 相交流によってアークを発生させる場合の問題点、すなわち電流値がゼロとなる時の放電停止により安定した持続放電が得られないという欠点を改善することはできない。これを補うために、補助電極を放電空間の中心部に配置している。さらに、放電電極に供給される電力は、サイリスタによって制御されており、電源および制御回路が複雑になっている。

30 【0007】 辻野の特許 (特許 2618813, 1997) における 12 相交流電源装置では、上記佐藤の問題点を改善し安定した放電を得ている。しかし、いずれの実施例においても、商用 3 相交流電源から 2 種類の 6 相交流グループを得るための 3 相変圧器を必要としている (辻野の特許では、スター結線電源部と呼んでいる)。この 3 相変圧器からさらにスター結線グループ並びにデルタ結線グループとに接続することにより 12 相交流を得ており、商用 3 相交流電源から直接 12 相交流を得ていないので、合計 15 台の単相変圧器を必要とし回路構成が複雑となっている。

40 【0008】 更に、実際に産業上で応用するためには、変圧器の容量、放電電流および放電電極の太さなどを目的に応じてスケールアップする必要が生じてくるが、辻野の方式では、3 相電源部の変圧器を 12 相交流出力変圧器の容量の総和に合わせて大型化することが必要とな

り、実用上においては致命的な欠点となる。また、放電電極の配置の形状は、正12角錐状に配列されており、アークプラズマの集中化はなされているが、放電領域を立体的に拡大することは構造上からいって不可能である。

【0009】1994年、本発明者を含む松浦、辻野、田子、谷口等は、商用3相交流から6相交流を得る電源装置を考案し、新しい方式による6電極アーク放電装置の試作並びに実験を行っている(“6相交流によるアークプラズマの発生の実験”電気学会論文誌D、114巻1号、1994)。この装置によるアーク放電は、佐藤によるアーク放電とは異なり、安定した連続放電が得られている。この電源回路は単相変圧器6台で実現できるので、システムの構成が単純になる特長を持っている。

【0010】しかし、これは基礎的な実験であり実際の産業上の応用を図るためには次のような問題点がある。

すなわち、放電空間が平面的であるので放電空間に投入された物質との熱交換が十分に行われず未処理のまま通過する割合が大きい。また、放電電極先端部によって囲まれた放電空間は、直径7cm~10cm程度と狭く、大量の処理物を連続的に処理するためには放電空間が不十分である。従って、アークプラズマの超高温をさらに有効に利用し、効率の良い高温処理システムを実現するためには、放電空間を拡張すると同時に立体的にも拡大すべき必要に迫られている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】変圧器を用いる3相6相変換方式には、一次巻線と二次巻線の接続関係がス

一次側コイルをデルタ結線で接続し、一次側と二次側の巻線比が1:1/√3で二

次側コイルに中間タップを有する単相変圧器3台と、これらの中間タップを中性点としてそれぞれを相互に接続するという技術的手段を採用することにより上記課題を解決した。

【0016】さらに本発明は、上記技術的手段によって得られた12相交流変換電源から導かれる出力のうち、その相順に第1番目、第3番目、第5番目、第7番目、第9番目、第11番目を、上段の正六角形の各頂点位置に配置した放電電極に接続し、その相順に第2番目、第4番目、第6番目、第8番目、第10番目、第12番目を、上段とは30度の角度差を有する下段の正六角形の各頂点位置に配置した放電電極に接続することによって、多重立体放電を得るという上記課題を解決した。

【0017】さらに本発明は、上記技術的手段によって得られた12相交流変換電源から導かれる12本の電極に流れる電流値を制御することにより、立体的なプラズマ領域の構造を変化させることができるという上記課題を解決した。また、変圧器の一次コイルと二次コイルの間の結合度を、電氣的(機械的な方法を含む)な方法により変化させ、出力電流を自由に制御するようにした。

ター-スター(Y-Y)結線並びにデルタ-スター(-Y)結線とがある。この2つの結線方式の間には二次側出力電圧に30度の位相差があるので、本発明はこの特性を巧みに利用することにより、進相コンデンサや中間リアクトル、サイリスタなどの機器を一切用いることなく、1種類の変圧器だけで3相交流から直接12相交流に相変換して出力することのできる12相交流電源装置を提供することにある。

【0012】また、本発明の他の技術的課題は、12相交流電源装置を用いて安定した放電を実現させることにある。

【0013】さらにまた、本発明の他の技術的課題は、中間タップを有する単相変圧器6台によって、3相交流から直接12相交流に相変換できるようにすることにより、軽量・小型並びに効率のよい12相交流変換電源を実現することにある。

【0014】さらにまた、本発明の他の技術的課題は、上記3相-12相交流変換電源を複数個用いて多重化することにより、放電によって生じる超高温を利用した溶融処理装置や化学反応の加速装置等の効率を向上させる目的で、目的に応じた立体的プラズマ構造を有する放電空間の多重立体化を実現することにある。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明は、変圧器の一次側コイルをスター結線で接続し、一次側と二次側の巻線比が1:1で二次側コイルに中間タップを有する単相変圧器3台と、変圧器の

【0018】

【実施例】以下、実施例に基づいて本発明を説明する。なお、図1は3相交流から12相交流への変換回路図、図2は3相、6相および12相交流の関係を表すベクトル図、図3は本発明に係わる実施例の電源装置の結線図、図4は12相交流電源装置を用いた6相多重立体放電装置の第一実施例、図5は12相交流電源装置を用いた6相多重立体放電装置の第二実施例、図6は6相多重立体放電装置によって生じる高温域なプラズマ領域とこれによって放電経路が短縮化されることを表す説明図、図7は、電極の立体配置の説明図である。

【0019】以下にまず、図1から図3を参照しながら12相交流変換電源を説明し、次に図4から図7を参照しながら12相交流変換電源を用いた6相多重立体放電装置の説明をする。

【0020】「3相から12相交流への変換回路」図1に示すように、本電源装置は、大きく2つの構成部、つまりデルタ結線部とスター結線部からなっている。以下、各構成部とその接続法について説明する。

【0021】デルタ結線部は、中間タップを持つ単相変

圧器 3 台の一次側をデルタ結線し、これを商用 3 相入力に接続する。同様にスター結線部は、中間タップを持つ単相変圧器 3 台の一次側をスター結線し、これを前と同様商用 3 相入力に接続する。ここで注意すべき点は、デ

の大きさに比べて  $\sqrt{3}$  倍となっているため、デルタ結線ではスター結線とは異なる巻線比で  $1/\sqrt{3}$  となる点から出力を取り出すことが必要となる。

【0022】「3相、6相および12相交流の関係を表すベクトル図」図2(a)に示すように、変圧器の一次コイル - 二次コイルの組み合わせが、スター - スター結線の一次側電圧のベクトルを、 $V_x$ 、 $V_y$ 、 $V_z$  と表す。これを6相に変換した時の二次側コイルの出力端子の電圧を $V_x'$ 、 $V_y'$ 、 $V_z'$ とする。同様に、ベクトルの位相が $V_x'$ 、 $V_y'$ 、 $V_z'$ と $180^\circ$ 異なる二次側コイルの出力電圧 $V_x''$ 、 $V_y''$ 、 $V_z''$ をスター接続することが必要である。図2(b)に示すように、変圧器の一次コイル - 二次コイルの組み合わせが、デルタ - スター結線の一次側電圧のベクトルを、 $V$

デルタ - スター結線の変圧器についての巻線比を $1/\sqrt{3}$ に設定することが必要である。このようにして得られた12相交流は、振幅はいずれも皆等しく、位相が $30^\circ$ づつ異なる正弦波交流となる。

【0023】「実施例の変圧器接続図」図3に示すように、3相12相交流変換装置は、中間タップ $N_1$ 、 $N_2$ 、 $N_3$ 、 $N_4$ 、 $N_5$ 、 $N_6$ を有する変圧器 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 、 $T_4$ 、 $T_5$ 、 $T_6$ で構成される。変圧器 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ (一次側コイルはスター結線されている)については一次側端子R、S、Tを3相交流電源に接続する。変圧器 $T_4$ 、 $T_5$ 、 $T_6$ (一次側コイルはデルタ結線されている)については一次側端子R、S、Tを3相交流電源に接続する。中間タップ $N_1$ 、 $N_2$ 、 $N_3$ 、 $N_4$ 、 $N_5$ 、 $N_6$ は互いに接続しこれを6個の変圧器( $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 、 $T_4$ 、 $T_5$ 、 $T_6$ )の二次側コイルの中性点とする。変圧器 $T_1$ の二次側出力 $O_2$ 、 $O_8$ を図4の放電電極 $O_2$ 、 $O_8$ に接続する。以下同様に変圧器 $T_2$ の二次側出力 $O_4$ 、 $O_{10}$ を図4の放電電極 $O_4$ 、 $O_{10}$ に接続する。変圧器 $T_3$ の二次側出力 $O_6$ 、 $O_{12}$ を図4の放電電極 $O_6$ 、 $O_{12}$ に接続する。変圧器 $T_4$ の二次側出力 $O_1$ 、 $O_7$ を図4の放電電極 $O_1$ 、 $O_7$ に接続する。変圧器 $T_5$ の二次側出力 $O_3$ 、 $O_9$ を図4の放電電極 $O_3$ 、 $O_9$ に接続する。変圧器 $T_6$ の二次側出力 $O_5$ 、 $O_{11}$ を図4の放電電極 $O_5$ 、 $O_{11}$ に各々接続する。実用の3相12相交流変換装置を実現するためには、中間タップを有する単相変圧器6台を組み合わせてもよいし、また3相変圧器2台を組み合わせてもよい。

【0024】「6相多重立体放電の第一実施例」図4に示すように、12本の放電電極(例えばカーボン)を6本ずつ2組( $O_1$ 、 $O_3$ 、 $O_5$ 、 $O_7$ 、 $O_9$ 、 $O_{11}$ )と( $O_2$ 、 $O_4$ 、 $O_6$ 、 $O_8$ 、 $O_{10}$ 、 $O_{12}$ )に分

ルタ結線並びにスター結線の二次側中間タップをそれぞれすべて接続し、中性点とすることである。また、デルタ結線によって得られる二次側出力の電圧の大きさは、スター結線によって得られる二次側出力の電圧

$V_x$ 、 $V_y$ 、 $V_z$  と表す。これを6相に変換した時の二次側コイルの出力端子の電圧を $V_x'$ 、 $V_y'$ 、 $V_z'$ とする。同様に、ベクトルの位相が $V_x'$ 、 $V_y'$ 、 $V_z'$ と $180^\circ$ 異なる二次側コイルの出力電圧 $V_x''$ 、 $V_y''$ 、 $V_z''$ をスター接続することが必要である。このようにして得られた2つの6相交流の二次側コイルの中性点を互いに接続(ベクトルを合成)することにより12相交流電圧が得られる。ここで、12相交流のベクトルの大きさを等しくするために、スター - スター結線の変圧器の巻線比1に対して、

巻線比を $1/\sqrt{3}$ に設定することが必要である。このようにして得られた12相交流は、振幅はいずれも皆等しく、位相が $30^\circ$ づつ異なる正弦波交流となる。

【0025】「6相多重立体放電の第二実施例」図5に示すように、12本の放電電極(例えばカーボン)を6本ずつ2組( $O_1$ 、 $O_3$ 、 $O_5$ 、 $O_7$ 、 $O_9$ 、 $O_{11}$ )と( $O_2$ 、 $O_4$ 、 $O_6$ 、 $O_8$ 、 $O_{10}$ 、 $O_{12}$ )に分け、それぞれの組を上段並びに下段の同一円周上に水平に配置する。この場合、正六角形の頂点に配置される6本の放電電極は、上下 $30^\circ$ の角度差を持って配置されている(2重千鳥電極と呼ぶ)。また、この場合2つの平面間の距離は、電極間の距離Dにほぼ等しいようにする。このような立体的な電極配置により、上段の6本の電極と下段の6本の電極間においても相互に放電が生じることが可能である。

【0026】以上実施例で述べたように、放電電極はその位相の順番に従って配置することによってその効果を最大限に引き出すことができる。しかし、立体的なプラズマ領域を自在に制御できるという本発明の特徴を活かし、目的に応じて必ずしも位相の順番こだわらず任意に配置することも可能である。

【0027】「アークプラズマによって短縮化された放電経路」図6に示すように、本装置による放電では、放電により生成されたアークプラズマ領域に向かって他の電極からの放電が行われるため、図6に示すようなアークプラズマの塊が放電空間に発生する。これによってア

ークプラズマ領域は導電性の金属と等価な作用をする。この結果放電は、生成されたアークプラズマ領域に対して行われるようになるので、放電径路が短縮化される。このことは放電経路の短縮化に伴う放電電圧の低下と、放電の安定化を導くものとなる。このような立体的なアークプラズマの生成は、従来の放電装置では得られなかった革新的な発明である。

【 0 0 2 8 】 「 6 相多重立体放電の第一実施例」図 4 と 「 6 相多重立体放電の第二実施例」図 5 に示したように、12本の放電電極を6本づつ上下2組に分けて電極面を構成した場合、これらの2組の電極面によって生じる平面的な放電面をS1, S2で表わすと、複数の3相12相交流変換電源によって立体的に構成される放電空間は、「電極の立体配置図」図7の電極面S1, S2, S3.....Sn (nは自然数)ように表される。ここで、電極面S1および電極面S2は、第一番目の3相12相交流変換電源から得られ、さらに放電面S1および放電面S2間においても立体的な放電(#1で表す)が生じることは前に述べたとおりである。以下同様に第二番目、第三番目からも図7示したような立体的な放電が生じる。

【 0 0 2 9 】 ここで注目すべき点は、電極面S1と電極面S2の間には位相差30度の電圧が生じており、さらに電極面S2と電極面S3との間にも同様の位相差30度の電圧が生じていることである。図7で示されているような電極面S1, S2, S3.....Snを得るために用いられた複数個の3相12相交流変換電源の変圧器の二次側中性点を総て相互に接続することにより、電極面S2と電極面S3との間には、異なる電源間による立体的な放電(#1で表す)が生じることになる。以下同様に、次の立体的な放電(#2で表す)が生じることになる。

【 0 0 3 0 】 以上述べたように、6相多重立体放電装置にあっては、これを多重化することにより同一の3相12相交流変換電源による電極面によって生じる立体的な放電に加えて、異なる3相12相交流変換電源による電極面によって生じる立体的な放電が得られるので、多重化された放電空間において、均質で連続したアークプラズマによる立体的な高温領域を作り出すことができる。

【 0 0 3 1 】 さらに、3相12相交流変換電源の出力電流を制御することにより、電極面S1~Snの任意の位置の温度を制御することができるので、電極面S1~Snで囲まれたアークプラズマの領域の立体的な温度分布を自在に変化させることができるようになる。

【 0 0 3 2 】

【発明の効果】以上、実施例をもって説明したように、本発明に係わる12相交流変換電源にあっては、変圧器の一次側での3相入力の結線を、スター-スター結線並

びにデルタ-スター結線とすることによって生じる30°の位相差を利用し、位相制御用半導体素子などを一切使用せず、変圧器の組み合わせのみで3相交流から直接12相交流を発生することができるので、装置の単純化、小型化、低コスト化が図られ、産業上の応用は非常に高い。

【 0 0 3 3 】 また、本発明に係わる6相多重立体放電装置にあっては、複数の電極で囲まれた領域に立体的に放電が生じ、高密度で高温なプラズマが安定して得られるので、高温を必要とする産業廃棄物などの溶融処理の分野では、その処理効率を飛躍的に高めることができ産業上の応用は非常に高い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わる3相交流から12相交流への変換回路図である。

【図2】同3相、6相および12相交流の関係を示すベクトル図である。

【図3】同実施例の変圧器接続図である。

【図4】本発明に係わる6相多重放電の第一実施例の概略図である。

【図5】同6相多重立体放電の第二実施例の概略図である。

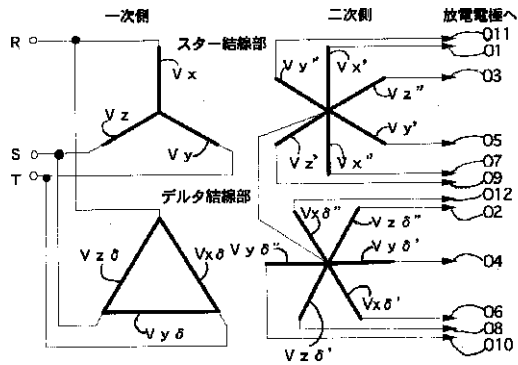
【図6】同アークプラズマによって短縮化された放電経路の概念図である。

【図7】電極の立体配置図である。

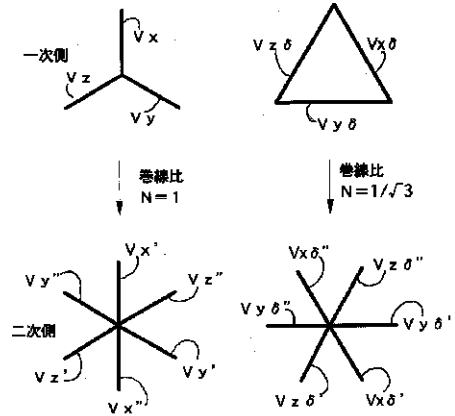
【符号の説明】

- R、S、T 商用3相電源入力
- Vx, Vy, Vz スター結線部一次側ベクトル
- Vx, Vy, Vz スター結線部二次側ベクトル
- Vx, Vy, Vz Vx, Vy, Vz と180度位相の異なるベクトル
- Vx, Vy, Vz デルタ結線部一次側ベクトル
- Vx, Vy, Vz デルタ結線部二次側ベクトル
- Vx, Vy, Vz Vx, Vy, Vz と180度位相の異なるベクトル
- T1 ~ T6 単相変圧器
- N1 ~ N6 単相の変圧器二次側中間タップ(中性点)
- O1 ~ O1,2 放電電極
- S1 ~ Sn 6本の電極によって生じる放電面
- #1 ~ #3 同一の電源によって生じる立体的な放電面
- #1' ~ #2' 異なる2つの電源によって生じる立体的な放電面

【図 1】

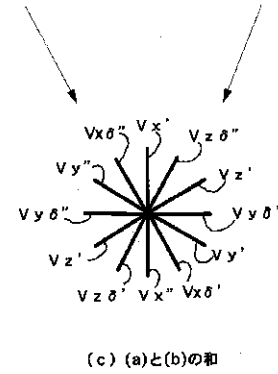
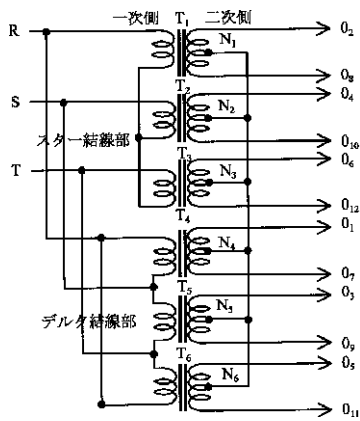


【図 2】



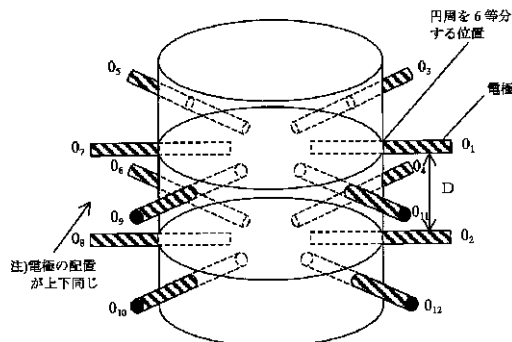
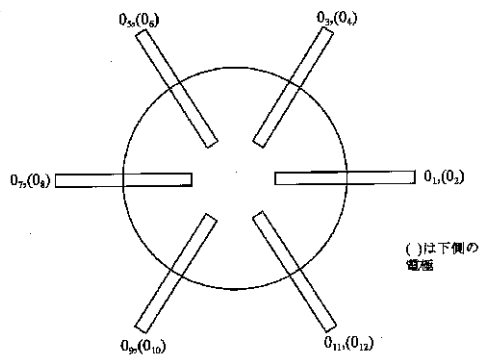
(a)スター-スター結線 (b)デルタ-スター結線

【図 3】

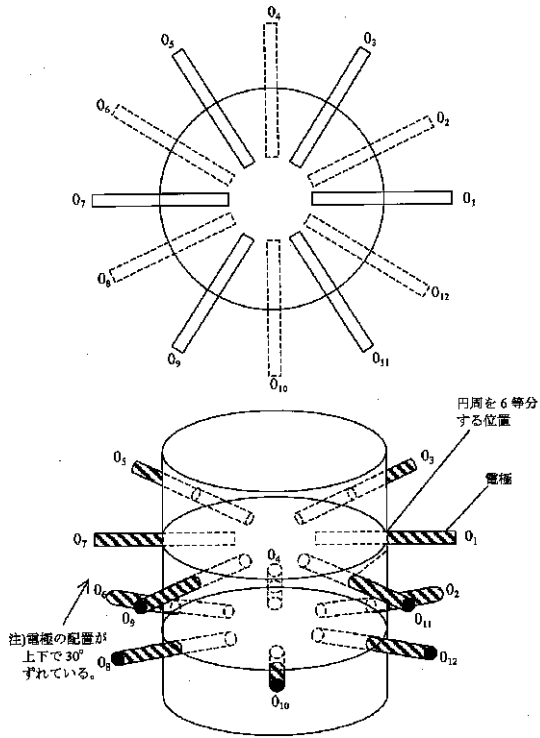


(c) (a)と(b)の和

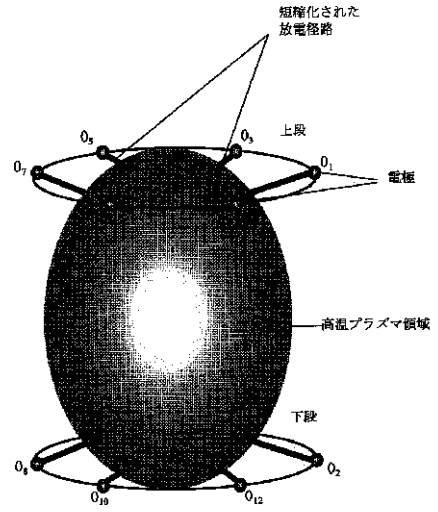
【図 4】



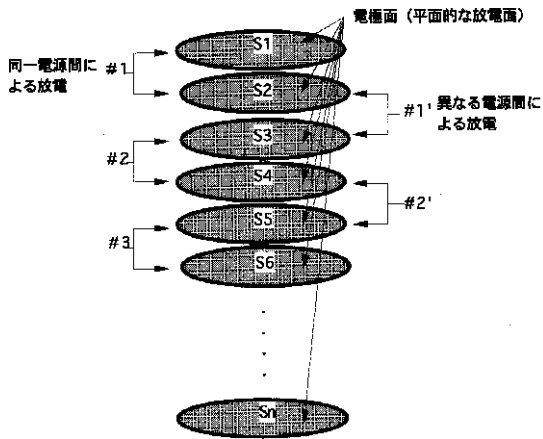
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 渡辺 貞一  
福井県福井市西開発1丁目1206