

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5283910号  
(P5283910)

(45) 発行日 平成25年9月4日(2013.9.4)

(24) 登録日 平成25年6月7日(2013.6.7)

(51) Int.Cl.

H02M 3/00 (2006.01)

F 1

H02M 3/00  
H02M 3/00C  
G

請求項の数 9 外国語出願 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2008-3797 (P2008-3797)  
 (22) 出願日 平成20年1月11日 (2008.1.11)  
 (65) 公開番号 特開2008-178289 (P2008-178289A)  
 (43) 公開日 平成20年7月31日 (2008.7.31)  
 審査請求日 平成23年1月7日 (2011.1.7)  
 (31) 優先権主張番号 0752695  
 (32) 優先日 平成19年1月16日 (2007.1.16)  
 (33) 優先権主張国 フランス (FR)

(73) 特許権者 390041542  
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ  
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ  
 クタディ、リバーロード、1番  
 (74) 代理人 100137545  
 弁理士 荒川 智志  
 (74) 代理人 100105588  
 弁理士 小倉 博  
 (74) 代理人 100129779  
 弁理士 黒川 俊久  
 (72) 発明者 フィリップ・アーネスト  
 フランス、ジフ・シュル・イヴェト、アリ  
 ー・デ・ラ・ナッテー、45番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 X線管用の電力供給装置及びそれを動作させるための方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

低電圧電源(3)と、

前記低電圧電源(3)から給電されて、X線管(2)を励起することの可能な高電圧直流信号を発生する発生器(7)と、

前記発生器(7)を動作させるために、前記電源(3)と前記発生器(7)との間に配置されているスイッチ(5)と、を有し、

前記X線管(2)が、前記スイッチ(5)と前記発生器(7)との間に直列接続された変圧器(6)を含み、前記変圧器(6)が一次回路(8)及び二次回路(9)を備えており、前記二次回路(9)の端子には抵抗(R)が接続されていること、

を特徴とするX線管(2)用の電力供給装置(1)。

10

## 【請求項 2】

前記電源(3)は交流源である、請求項1記載の電力供給装置(1)。

## 【請求項 3】

前記電源(3)は直流源である、請求項1記載の電力供給装置(1)。

## 【請求項 4】

前記変圧器(6)は、高飽和磁気誘導(&gt;1T)を持つ鉄心(10)を有している、請求項1乃至3のいずれか1項に記載の電力供給装置(1)。

## 【請求項 5】

前記抵抗(R)の大きさの値は、前記電力供給装置をターンオン(E)するときの望まし

20

い電流の強さ ( $I_{bat}$ ) の値に依存する、請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の電力供給装置 (1)。

**【請求項 6】**

前記一次又は二次回路での巻数が、前記電力供給装置をターンオン (E) するときの望ましい電流の強さ ( $I_{bat}$ ) の値に依存する、請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の電力供給装置 (1)。

**【請求項 7】**

前記変圧器 (6) の前記一次回路 (8) の一巻きの断面が前記二次回路 (9) の一巻きの断面よりも大きい、請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の電力供給装置 (1)。

**【請求項 8】**

X 線管 (2) 用の電力供給装置 (1) を動作させるための方法であって、

発生器 (7) が低電圧電源 (3) から給電され、

前記 X 線管 (2) が、前記発生器 (7) によって生成された直流高電圧信号を供給され、ターンオン動作が、前記電源 (3) と前記発生器 (7) との間に配置されたスイッチ (5) を切り換えることによって催促され、

更に、変圧器 (6) の一次回路 (8) が前記スイッチ (5) と前記発生器 (7) との間に直列に設けられ、

抵抗 (R) が前記変圧器 (6) の二次回路 (9) の端子に接続されること、  
を特徴とする方法。

**【請求項 9】**

前記変圧器 (6) の鉄心 (10) が完全に飽和される、請求項 8 記載の X 線管 (2) 用の電力供給装置 (1) を動作させるための方法。

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】**

**【0001】**

本発明の対象は、X 線管用の電力供給装置及びその実施方法である。本発明の目的は、X 線管に給電する電気回路がターンオンされたときに出現する突入電流の強さを低減することである。とはいえ、本発明は X 線源発生器以外の装置にも適用することができる。

**【0002】**

本発明は、典型的には、力率補正入力段の直流 / 直流変換器又は交流 / 直流変換器に適用することができる。これらの変換器は電力値が 1 ~ 100 kW である。変換器は、入力において、減結合コンデンサを持ち、その値に適している平均値は、典型的には、1 ~ 100  $\mu$ F である。これらの変換器は、装置がターンオンされたときの突入電流が、この目的のために設けられる装置によって低減しなければならないほど大きくなるような変換器である。EMC 微分モード濾波キャパシタンスが 10 nF ~ 1  $\mu$ F の典型的な値を持ち、その突入電流は単純にフィルタのインダクタンスによって低減される。さもなければ、機器が低電力機器である場合、及び歩留まりの面が必須でない場合、この突入電流は、永久的な、一定の又は可変の抵抗によって低減され、これは、この予備充電を行うための回路 (例えば、様々な機器でこの電力で一般に使用される接点回路及び予備充電抵抗) を必要とするほど大きくはない。

**【0003】**

これに関連して、X 線管の動作は、この管の陽極と陰極との間に印加される高電圧、並びに陰極のフィラメントを高温にする加熱電流によって記述される。X 線放出の原理は、陰極から電子を抽出して、それらを高速度で陽極に投射することにある。これらの電子が衝突する陽極ターゲットによって、X 線が放出され、X 線は放射線写真撮影、より一般的には放射線画像を生成するために使用することができる。

**【0004】**

このように、印加される高電圧は、放出される X 線光子のエネルギーに直接関連する。X 線の硬度は X 線管の陽極と陰極との間の高電圧に主に依存し、その部品のための X 線流量

10

20

30

40

50

は陽極加熱電流に主に依存する。

**【0005】**

従って、放射線写真撮影動作、より一般的には放射線検査を行うには、X線管と検出器との間に患者を配置した後、X線管によって約1ミリ秒の短い期間にわたって照射を行うことが必要であり、この持続時間は「露出」と呼ばれている。

**【0006】**

陽極のターゲット材料の均質性、照射中の供給高電圧の変動、及びX線発生の統計的な現象により、これらのX線は広いスペクトルで放出される。

**【0007】**

また更に、X線の性質及びエネルギーは、作ろうとする画像の種類に依存する。観察すべき特定の介在配置された組織(tissue)の放射線吸収係数は、X線光子エネルギーの値が異なると異なる。従って、放射線検査では、実施者が高電圧の値を定めることが知られている。

**【0008】**

分析する組織の画像を露出中に較正するできるようにするために、X線管の動作電流に対応するパルス中にX線管の高電圧及び平均流量についての完全な制御を行うことが必要である。具体的に述べると、パルス中のX線管の平均流量は予測平均値の±10%の窓の中に含まれるように計画される。

**【0009】**

従って、発生器によって供給される高電圧に与えられる値及び安定性について利得制御することが、上流側で必要である。この目的のために、高電圧発生器には、一般に高キャパシタンス値(1~100μF)を持つ電力変換器が設けられる。他のものは10000μF程度のより大きいキャパシタンス値さえも有する。

**【0010】**

これに関連して、X線管に印加される高電圧のリップルを低くするための発生器の出力キャパシタンスと、発生器の入力キャパシタンスとの区別を明確にする。発生器の入力キャパシタンスはその出力電圧を充分に調整して一定にすることができるよう高くしなければならないと云うことが、必ずしもそうではないが、時には本当である。これはPFC入力を持つ発生器には当てはまらない。

**【0011】**

入力キャパシタンスは、発生器への電力供給装置、例えば、蓄電池又は交流電力線路系統が、蓄電池の予想寿命を減少させ又は交流電力供給系統を擾乱する虞のある高周波スイッチングされた電流を供給しなくてもよいように、減結合のために使用される。

**【0012】**

従って、高電圧発生器は、陰極と陽極との間に同じ方向を持ち且つ起こり得る変動を最小にした電流を生成する課題を持つ。

**【0013】**

発生器はその部品のために、固定装置の場合は交流電流源から給電され、或いは、例えば、移動式装置の場合は蓄電池によって供給される直流電流源から給電される。

**【0014】**

発生器は、一般的には、先ず第1に、入力キャパシタンスを持つフィルタを有し、そして交流電流源の場合には電流整流器を有し、更に減結合コンデンサを有し、次いで20KHz~300KHz程度の高周波矩形波電圧を供給する直流/交流発生器を有する。昇圧回路が、上記電圧矩形波の電圧を増大させる。最後に、整流器が直流電圧を下流へ供給する。

**【0015】**

ここで、電力が要求されたとき、電源がターンオンされると、高電流の突入電流が出現する。この突入電流は、発生器の入力コンデンサの充電に関係する。

**【背景技術】**

**【0016】**

10

20

30

40

50

本発明の目的は、この突入電流の出現及び効果を最大限に制限することである。

**【0017】**

この突入電流の出現を制限する公知の方法では、電源と発生器との間にスイッチ及び(制限抵抗として知られている)抵抗を配置する。抵抗値Rを持つこの直列接続の抵抗は、電流の強さをE / Rの値に制限する。ここで、Eは整流電圧の値である。

**【0018】**

しかしながら、抵抗は、露出のために必要とされる電力スループットを供給するようにすべきである。従って、この抵抗について事前に妥協値を見付けることが必要である。

**【0019】**

また更に、抵抗は、電力供給装置が動作している間中に、そのまま存続する。従って、抵抗は永久的に電力を消費し続ける。

10

**【0020】**

別の従来の装置は、その原理により、第1のスイッチ(二次スイッチと呼ばれている)を制限抵抗と直列接続関係に配置すると共に、発生器に直接給電するための側路を設けている。

**【0021】**

この側路は、抵抗及び二次スイッチによって形成された集成体と並列接続された主スイッチを含んでいる。この場合、二次スイッチは、高電圧発生器のコンデンサを充電するためにシステムが始動されるときに閉じられる。

**【0022】**

次いで、第2段階において、主スイッチが閉じられ、それと同時に、制限抵抗を除くために二次スイッチが開かれる。

20

**【0023】**

しかしながら、実際には、この種の組立体は、2つのスイッチを制御するために論理回路の部分について最小限の動作及び安全性を必要とする。例えば、この最小限とは、コンデンサの完全な充電の後にのみ主接触器を閉じるべきであること、また接触器を電流が流れているときには該接触器を閉じるべきでないこと、また主接点が機能しない場合に安全対策を設けるべきであることを意味する。

**【0024】**

論理回路はまた、電力が露出毎に要求されることを考慮しなければならない。

30

**【0025】**

予備充電及び電荷転送回路を備えた能動スイッチ(例えば、接触器)が使用される。ここで、これらの構成部品は信頼性が無く、具現化するのに比較的複雑であって、コストがかかる。

**【0026】**

蓄電池電力供給の場合、遅動型接点との接続システムが存在し、その第1の接点が予備充電回路を作動し、また第2の接点が直接経路を作動する。この単純な解決策では、第1の接点が作動されたときアークが発生されると云う欠点、とりわけ、発生器が蓄電池によって永久的に給電される(これは蓄電池の放電、信頼性、安全性の問題を伴う)と云う欠点がある。

40

**【発明の開示】**

**【発明が解決しようとする課題】**

**【0027】**

本発明では、これらの問題を都合よく解決するために、電源と発生器との間に、変圧器の原理から導き出した受動回路を有する電力供給装置を提案する。変圧器は、電源と高電圧発生器との間に直列接続された一次回路、及び単に抵抗に接続された二次回路を有する。

**【0028】**

そこで、電源を発生器に接続するとき、第1の段階で、電源の電圧を変圧器の一次回路の端子に印加する。誘導により、この同じ電圧が二次回路の端子へ伝えられる。

50

**【0029】**

この時点において、二次回路の端子に配置された抵抗が、一次回路の電流の強さを低減する効果を持つ。この電流の強さは、抵抗がスイッチと発生器との間に直列接続されている場合のように、電圧と抵抗の値との比によって制限される。突入電流の値を制御するために、抵抗の値について、或いは同じことであるが、変圧比について操作することができる。

**【0030】**

この第1の段階では、従って、突入電流の強さは、変圧器の二次回路の端子に配置された制限抵抗により制限される。この制限は、コンデンサが低電流で充電されることを可能にする。

10

**【0031】**

第2の段階では、変圧器は飽和する。そこで、変圧器・抵抗集成体は、単純な損失のない導電性接続と同等になり、もはや集成体の動作において何の役割も演じない。

**【0032】**

抵抗と結合されたこの変圧器により、本発明では発生器の駆動を可能にすると同時に、高い突入電流の出現を簡単に且つ信頼性よく低減する。この供給装置はまた、コストが小さく且つ実現するのが容易である。

**【0033】**

電源は直流電源（蓄電池）又は交流電源（給電線路）であってよい。後者は前者よりも簡単ではなく、後で説明する。

20

**【0034】**

充電時間は $100\mu s$ であり、これは給電線路の50Hzで10msの交番時間よりも遙かに小さい。変圧器は、この充電時間の直後に飽和するように計算される。従って、それは、給電線路の交番時間のこの一部分の間、作用しない。

**【課題を解決するための手段】****【0035】**

従って、本発明の目的はX線管用の電力供給装置であり、この電力供給装置は、低電圧電源と、前記低電圧電源から給電されて、X線管を励起することの可能な高電圧直流信号を発生する発生器と、前記発生器を動作させるために、前記電源と前記発生器との間に配置されているスイッチとを有し、前記X線管は、前記スイッチと前記発生器との間に直列接続された変圧器を含み、前記変圧器は一次回路及び二次回路を備えており、前記二次回路の端子には抵抗が接続されている。

30

**【0036】**

本発明の目的はまた、X線管用の電力供給装置を動作させるための方法であり、該方法では、発生器が低電圧電源から給電され、前記X線管が、前記発生器によって発生された直流高電圧信号を供給され、ターンオン動作が、前記電源と前記発生器との間に配置されたスイッチを切り換えることによって催促され、更に、変圧器の一次回路が前記スイッチと前記発生器との間に直列に設けられ、抵抗が前記変圧器の前記二次回路の端子に接続される。

**【0037】**

40

本発明は、添付図面を参照した以下の説明からより明瞭に理解されよう。図面は例示のためにのみ示したものであり、何ら発明の範囲を限定するものではない。

**【発明を実施するための最良の形態】****【0038】**

図1は、X線管2用の本発明の電力供給装置1の概略図を示す。

**【0039】**

供給装置1は、直流又は交流電圧 $V_{in}$ を供給する低電圧電源3を持つ。

**【0040】**

例えば、この低電圧電源は220Vの直流電圧又は実効値220Vの交流電圧を発生する。

50

**【0041】**

ケーブル4が電源3をX線管2に接続する。ケーブル4は、X線管を電源3から動かすことができるよう約10mの自由長を持っていてよい。

**【0042】**

電力供給装置1のこの図面はまた、変圧器6に直列接続されたスイッチ5並びに高電圧発生器7も示している。電源3が蓄電池の形態を取る場合、蓄電池と発生器とは並置されて、両者は移動式ユニットの2つの部分を形成する。

**【0043】**

変圧器6は一次回路8及び二次回路9を持つ。一次回路8は、磁気鉄心10のアームに巻き付けられた数回巻きの導電性ワイヤによって形成される。

10

**【0044】**

二次回路9はまた、鉄心10の別のアームに巻き付けられた数回巻きの巻線によって形成される。この2つのアームは磁気的に連結されている。

**【0045】**

説明を簡単にするために、変圧器6の変圧比は1に等しいとする。しかしながら、以下の説明から分かるように、別の比にすることができる。

**【0046】**

一次回路の入力端子P1及び出力端子N1が、スイッチ5と発生器7との間に直列接続される。抵抗Rが入力端子P2及び出力端子N2に接続される。

20

**【0047】**

発生器7は本質的に動作順に以下のものを持つ。すなわち、交流電源の場合における電流整流器、20KHz～200KHz程度の高周波矩形波電圧を供給する変換器、次いで、矩形波電圧を昇圧する変圧器を持つ。最後に、高周波変圧器の出力に接続された整流器が、高電圧直流電流を供給する。

**【0048】**

発生器7は、装置を交流電流によって動作させる場合、整流器より下流に濾波コンデンサを持つ。これは、入力で等価コンデンサ11に直流電流が供給され、電圧 $V_{capa}$ がこのコンデンサの端子で測定されるものとして表される理由である。

**【0049】**

図2には様々な曲線を示しており、先ず、曲線12は、時間tの関数として強さ $I_{bat}$ の変化を表し、次いで、曲線13は、時間tの関数として電圧 $V_R$ の変化を表し、また、曲線14は、時間tの関数として電圧 $V_{capa}$ の変化を表す。グラフの目盛りは、y軸では、電圧については一区分当たり50Vであり、また電流の強さについては一区分当たり10アンペアである。x軸では、時間の目盛りを一区分当たり20μsで表す。

30

**【0050】**

図2における全ての測定値のため、一例では、電源3は、 $E = 220V$ の低電圧直流電流を供給する蓄電池であり、変圧器6の二次回路9に結合された抵抗は $R = 4.7\Omega$ の値を持ち、発生器7の等価キャパシタンス11は $C = 12.6\mu F$ である。

**【0051】**

X線管2の高電圧発生器7に結合された電力供給装置1の動作原理は次の通りである。接触器5が時刻 $t_0$ に閉成されることによって、発生器がオンに作動される。

40

**【0052】**

そこで、電源3は強さ $I_{bat}$ の電流を変圧器6の一次回路8に流れるように供給する。一次回路8の巻線に流れる電流は、鉄心10内に磁気誘導束を誘起する。この磁束は、二次回路9の巻線内に、抵抗Rを通って流れる電流を発生させる。

**【0053】**

変圧器6の変圧比が1に等しいので、一次回路8の端子P1及びN1に存在する電圧は、二次回路9の端子P2及びN2に現れる。二次回路の端子P2及びN2に接続された抵抗Rは電圧( $E - V_{capa}$ ) / Rを感知する。

**【0054】**

50

次いで、突入電流の強さが、曲線 1 2 で見ることができるように、その最高点で  $E / R$  に制限される。従って、この曲線 1 2 は電流  $I_{b a t}$  の上昇を示しており、その勾配は主に変圧器の漏洩インダクタンスによって制限され、その後、電流は  $E / R$  よりも僅かに小さい最大レベル  $I_{b a t m a x}$  に達する。

#### 【0055】

変圧器 6 の鉄心 1 0 における電圧 ( $E - V_{c a p a}$ ) の時間積分に対応する磁束が、飽和するまで増大する。その際、変圧器は、抵抗  $R$  へ電力を伝送する、従って、電流を制限するその特性を徐々に失い、そこで、電流  $I_{b a t}$  についての曲線 1 2 で示すように定常状態が存在し、次いでコンデンサ 1 1 が完全に充電されたときにこの電流は徐々に減少する。それに対応して、抵抗  $R$  の端子の電圧  $V_R$  は、曲線 1 3 で見ることができるように、最大値  $V_{R m a x}$  を通過した後、電流  $I_{b a t}$  が減少したときに消失する。10

#### 【0056】

従って、鉄心は、 $I_{b a t}$  を表す図 2 の曲線 1 2 上でこの定常状態が観察され始めたとき、適切な大きさに定められている。

#### 【0057】

もし変圧器の飽和が早過ぎる場合、直流電流は上昇し続けて、実質的に  $E / R$  を越える。また、定常状態が現れなかった場合、それは鉄心を小さくすることができますを意味し、さもなければ、特に突入電流を更に減少させることができ、そうするために簡単な方法として二次巻線の巻数を減らすことができることを意味する。

#### 【0058】

このことを図 2 及び 3 を例示する。

#### 【0059】

交流動作の場合、鉄心は急速に飽和させなければならないことを思い出されよう。

#### 【0060】

経過する時間に依存して、電力供給装置 1 に対応する回路に流れる電流は、変圧器を通過後、高電圧発生器 7 に対応するコンデンサ 1 1 を電圧  $V_{c a p a}$  に従って充電する。

#### 【0061】

コンデンサ 1 1 の端子に存在する電圧  $V_{c a p a}$  は、230V の近似値として曲線 1 4 上の x 軸にほぼ平行な直線で示されたの最大値に達するまで時間につれて増大する。

#### 【0062】

一次回路及び / 又は二次回路の端子に存在する電圧の時間積分に等しい磁束を考慮し、且つ選ばれた巻数を考慮して、40 μs の期間の終わりに、変圧器 6 の鉄心 1 0 は飽和させる。

#### 【0063】

この例では、発生器 7 によって供給される電力は、約 220V の電力供給電源で約 20 kW の程度になり、これにより約 100 アンペアの動作電流を生じる。

#### 【0064】

図 2 に対応する所与の一例では、一次回路並びに二次回路における巻数は 1 2 に等しく、且つ抵抗は 4.7 オームに等しい。

#### 【0065】

図 3 に対応する別の例では、二次回路 9 の巻数は 1 3 であり、且つ抵抗値  $R$  は同じ値に保つ。これにより得られる結果は、一次回路 8 及び二次回路 9 の巻数を 1 2 とし且つ抵抗値  $R$  を 4 オームとして得られるものと同じである。従って、二次回路 9 の巻数をより多くすることによって、或いは抵抗  $R$  の値を下げることにより電流の強さをより大きくすることによって、変圧器 6 の飽和を余り急速に行わないようにすることが可能である。

#### 【0066】

従って、約 4 オームの値を持つ抵抗又は二次回路 9 で巻数 1 3 と同等なものである場合、電源オンのときに、約 52 アンペア (4 オームで 200V) の強さが得られる。抵抗が 4.7 オームで、巻数が 1 2 である場合、電流は 44 アンペアに制限される。従って、磁気回路の大きさと突入電流の制限との間で妥協点を見付けることが必要である。50

## 【0067】

これらの両方の例で、突入電流の制限は、動作電流の強さの約半分を表し、すなわち、100アンペアの場合に約50アンペアをそれぞれ表す。

## 【0068】

図1では、巻数は一次回路8について12であり、且つ二次回路9について12である。

## 【0069】

一次回路のワイヤの断面は約 $4\text{ mm}^2$ であり、二次回路のワイヤの断面は約 $1\text{ mm}^2$ である。本発明で使用される変圧器の場合、約100マイクロ秒の間だけ動作する二次回路9にとって巻線ワイヤの断面を大きくすることは必要ではない。二次回路のワイヤの抵抗は負荷抵抗Rに単に加算されるだけである。10

## 【0070】

対照的に、一次回路を形成する巻線は、約 $100\mu\text{s}$ 後は単純な導電性接続体として作用し、電流が電力発生器へ通過している際は出来る限り抵抗を少なくするために断面をより大きくする必要がある。

## 【0071】

従って、1よりかなり大きい変圧比に設定することは賢明である。

## 【0072】

これらの大きさが与えられると、変圧器8の鉄心10の寸法は、長さが約10cm、幅が4~5cm、高さが約2cmである。従って、供給装置1はコンパクトであり、移動式装置上で余りスペースを取らない。所望の充電時定数は、この鉄心10の所与の寸法に依存する。更に、鉄心の組成のために使用される材料が重要である。好ましくは、例えば高飽和磁気誘導(>2T)及び低残留誘導を持つ鉄-珪素シートを使用して、2つの鉄心半部Cを持つ磁気鉄心が選択される。変圧器の過度に急速な飽和を防止するために、巻数を増加することも勿論可能であるが、ワイヤの断面が装置の動作電流に耐えるのに充分な大きさでなければならないので、これはスペースによって制限される。20

## 【0073】

従って、図2の曲線12において、時点 $t_0$ にスイッチ5が閉じられると、強さ $I_{b_a t}$ は $20\mu\text{s}$ の間にわたって規則的に上昇して、44アンペアの最大値 $I_{b_a t m}$ に達する。 $t_0$ から約 $50\mu\text{s}$ 後に、 $I_{b_a t}$ の値は36アンペアの閾値になり、約 $20\mu\text{s}$ の持続時間を持つ。30

## 【0074】

強さ $I_{b_a t}$ のこの定常レベルは、実際に変圧器6の鉄心10の飽和の開始に対応する。強さのこの閾値は僅かに約 $20\mu\text{s}$ 持続し、次いで、その $30\mu\text{s}$ 後に、強さ $b_a t$ は電源3によって供給されたその最初の値に戻る。

## 【0075】

$t_0$ から $100\mu\text{s}$ 後に、変圧器の鉄心は完全に飽和する。その時、抵抗はもはや何ら作用しなくなり、変圧器6及び抵抗Rによって形成された集成体が単純な導電性接続体のように振る舞う。

## 【0076】

同様に、図2の曲線13では、抵抗の端部の電圧 $V_R$ の値は約 $20\mu\text{s}$ 後に最大になり、 $130\text{V}$ の $V_{R m a x}$ の値に達し、次いで、規則的に低減して、 $60\mu\text{s}$ 後にその最初の値に戻る。40

## 【0077】

$t_0$ から $100\mu\text{s}$ までに間に、高電圧発生器7に対応するコンデンサ11は完全に充電される。このことは、図2の曲線14で約220ボルトの最大電圧 $V_{c a p a}$ により示されている。

## 【0078】

図3において、x軸は時間tを表し、また、y軸は、電圧 $V_R$ 及び $V_{i n}$ の異なる値を $50\text{V}/\text{区分}$ の目盛りで、並びに強さ $I_{b_a t}$ の値を $10\text{アンペア}/\text{区分}$ の目盛りで表50

す。

【0079】

曲線15は蓄電池電流 $I_{batt}$ の強さの変化を時間の関数として表し、曲線16は抵抗の端子における電圧 $V_R$ の変化を時間 $t$ の関数として示し、曲線17はスイッチ5より下流の電源3の端子における電圧 $V_{in}$ の変化を時間 $t$ の関数として示す。

【0080】

これらのそれぞれの曲線15、16及び17は、E及びC（コンデンサのキャパシタンス11を表す）の値が上述した図1のものと同じであるが、変圧器6の二次回路9の端子に接続された抵抗Rが4オームに等しい場合について得られたものである。

【0081】

曲線15に見られるように、スイッチ5を開じることによって電源3が動作状態にされる時点 $t_0$ から、約 $20\mu s$ 以内に、強さは52アンペアに等しいピーク値に達する。次いで、曲線12の場合と同様に、約 $20\mu s$ で、蓄電池の強さ $I_{batt}$ は次第に減少して、その最初の値に達する。

【0082】

この値は、突入電流が現れる時点 $t_0$ より前に回路に存在する蓄電池の強さ $I_{batt}$ に対応する。図3のこの曲線15では、図2の曲線12の場合と異なり、 $20\mu s$ の期間にわたって強さが約37アンペアの値 $I_{battstab}$ に標準化されるような定常レベルが存在しない。

【0083】

この水平域又は定常レベルの効果が、曲線15では強さ $I_{batt}$ の低下する段階の間に現れず、これは約 $80ms$ の間続く。次いで、強さは規則的に減少する。

【0084】

変圧器6の二次回路9に結合された抵抗Rの端子の電圧 $V_R$ を表す曲線16では、時点 $t_0$ から始まって、電圧が $20\mu s$ で $60V$ の近似値まで上昇し、この電圧はまた図2の曲線13で見られる電圧よりも僅かに高い。

【0085】

スイッチ5より下流の電源3の端子における電圧 $V_{in}$ の変化を時間 $t$ の関数として示す曲線17に関して説明すると、この電圧は、電流突入の効果が現れる時点 $t_0$ に急峻なピークを持ち、次いで電流突入の効果が消失した後に安定化して、 $100 \sim 110\mu s$ の終わりに約 $230V$ の電源電圧 $V_{in}$ になる。

【0086】

これらの2つの時点の間では、その平均値は、数回の小さな振動がなければ $180$ ボルトである。

【0087】

本発明によれば、発生器7のコンデンサ11が充電された後、電源3は動作し続けて、スイッチ5は閉じられており、変圧器6は完全に飽和していて、蓄電池の強さ $I_{batt}$ はもはや抵抗Rによって制限されない。

【0088】

このように、本発明は、第1の段階で、突入電流のピークを制限することができる。また、第2の段階では、電源3の強さ $I_{batt}$ を抵抗Rによって制限されないように保持することができる。

【0089】

発生器と共に動作するように最初に設計された $220$ ボルトの交流電源3の場合には、 $100\mu s$ の持続時間を持つ電流突入現象は、 $20ms$ （ $50$ ヘルツの平均周波数の場合）に等しい交流低電圧周波期間に対して完全に透明なものである。

【0090】

従って、本発明は直流電源又は交流電源に区別無しに使用することができる。

【0091】

本発明はまた、X線管2用の電力供給装置1を動作させるための方法を含む。該方法で

10

20

30

40

50

は、

発生器 7 が低電圧電源 3 から給電され、

X 線管 2 が、発生器 7 によって生成された直流高電圧信号を供給され、

ターンオン動作が、電源 3 と発生器 7 との間に配置されたスイッチ 5 を切り換えることによって催促され、

更に、変圧器 6 の一次回路 8 がスイッチ 5 と発生器 7 との間に直列に設けられ、

抵抗 R が変圧器 6 の二次回路 9 の端子に接続される。

#### 【 0 0 9 2 】

この方法によれば、自動的ステップが実現される。この自動的ステップは変圧器の飽和についてのものである。この飽和ステップは、スイッチを抵抗 R と直列に二次巻線内に設けた場合における該スイッチの開放に相当する。 10

#### 【 図面の簡単な説明 】

#### 【 0 0 9 3 】

【 図 1 】本発明の電力供給装置の概略図である。

【 図 2 】等価コンデンサの端子における電圧  $V_{capp}$  と、変圧器の抵抗の端子における電圧  $VR$  と、電源から供給される電流の強さ  $I_{bat}$  とを、時間  $t$  の関数としてそれぞれ表す曲線を示すグラフである。

【 図 3 】電源の端子における電圧  $V_{in}$  と、変圧器の抵抗の端子における電圧  $VR$  と、電源から供給される電流の強さ  $I_{bat}$  とを、時間  $t$  の関数としてそれぞれ表す曲線を示すグラフである。 20

#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 0 9 4 】

1 電力供給装置

2 X 線管

3 低電圧電源

4 ケーブル

5 スイッチ

6 変圧器

7 高電圧発生器

8 一次回路

9 二次回路

10 磁気鉄心

11 等価コンデンサ

12、13、14 曲線

15、16、17 曲線

10

20

30

【図1】

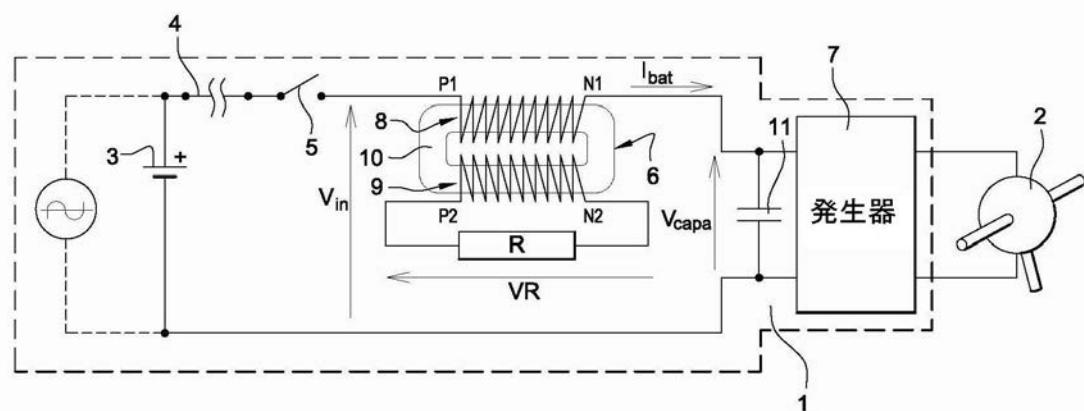


Fig.1

【図2】

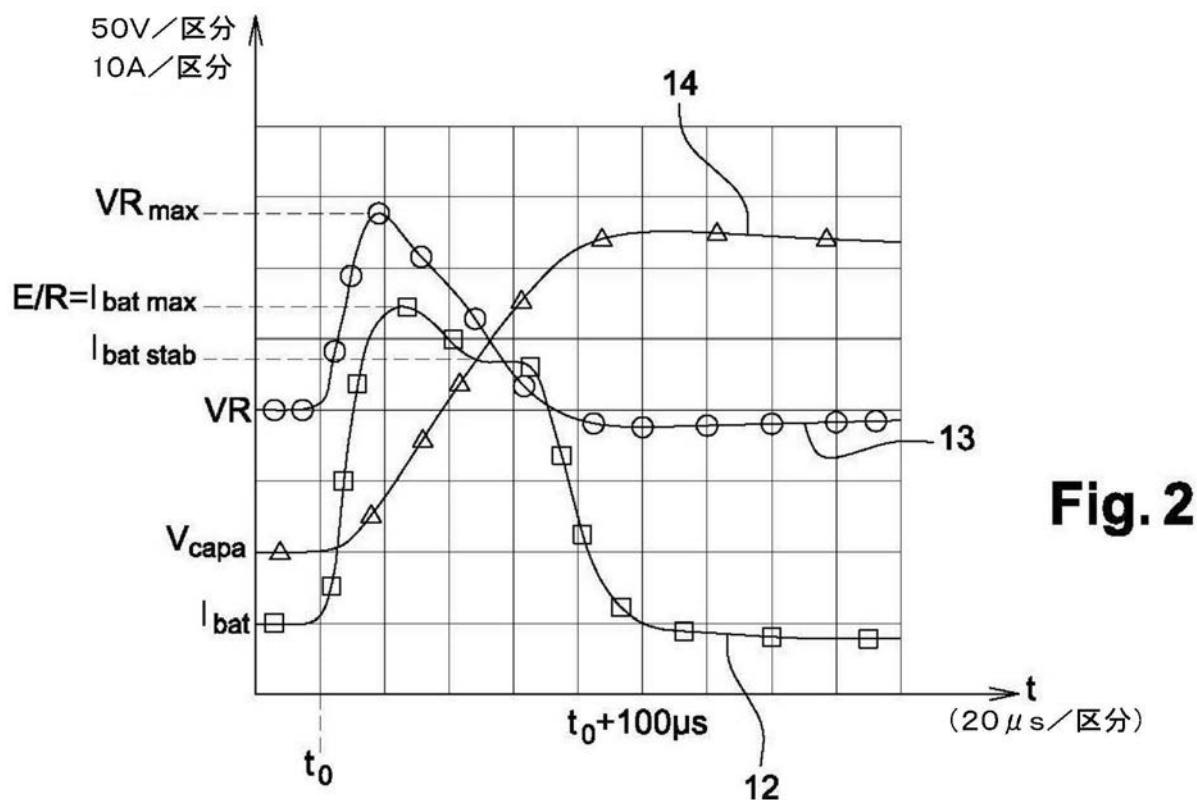


Fig.2

【図3】

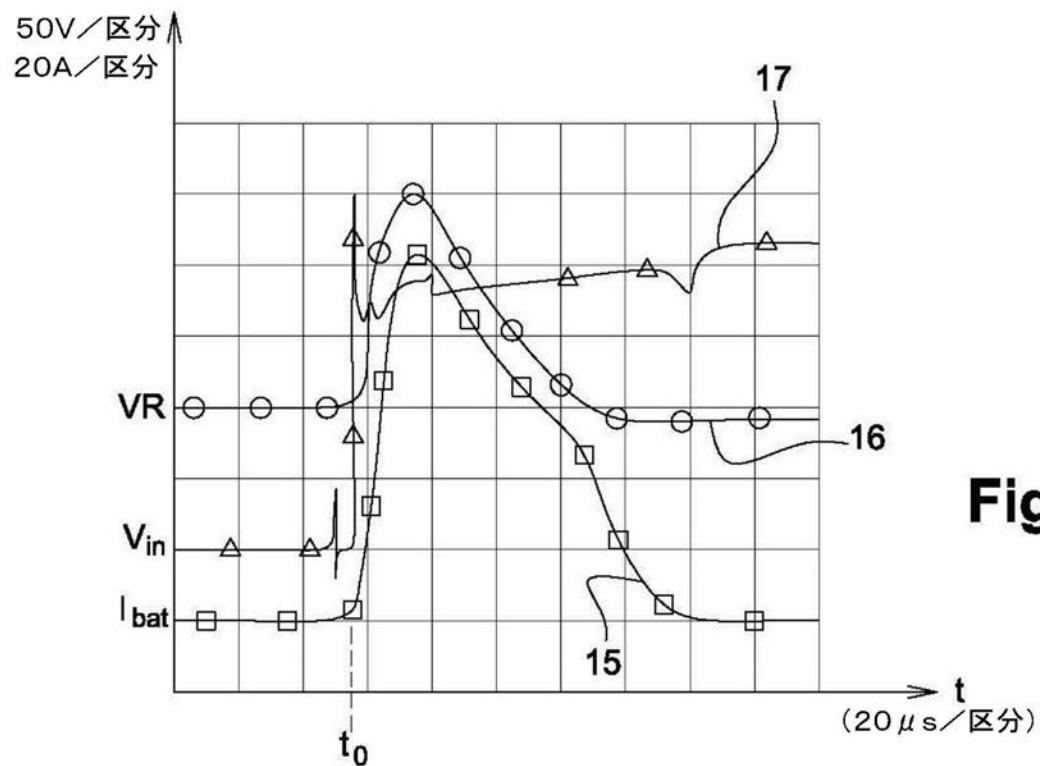


Fig. 3

---

フロントページの続き

(72)発明者 ジョルジュ・ウィリアム・パブティステ  
フランス、ビュク、リュ・カミーユ・サン・サーンス、11番

審査官 大山 広人

(56)参考文献 特開2001-320875(JP,A)  
特開2002-369543(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 3/00