

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3678818号  
(P3678818)

(45) 発行日 平成17年8月3日(2005.8.3)

(24) 登録日 平成17年5月20日(2005.5.20)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H05G 1/34

F I

H05G 1/34

E

請求項の数 4 (全 9 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平7-300471                  (22) 出願日 平成7年10月26日(1995.10.26)                  (65) 公開番号 特開平9-120897                  (43) 公開日 平成9年5月6日(1997.5.6)                  審査請求日 平成14年10月24日(2002.10.24)</p>	<p>(73) 特許権者 000153498                  株式会社日立メディコ                  東京都千代田区内神田1丁目1番14号                  (72) 発明者 茶畑 圭一                  東京都千代田区内神田一丁目1番14号                  株式会社 日立メ                  ディコ内                  (72) 発明者 高野 博司                  東京都千代田区内神田一丁目1番14号                  株式会社 日立メ                  ディコ内                  審査官 小田倉 直人</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 X線管フィラメント加熱回路

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

直流電圧源と、該直流電圧源から供給された直流電圧を高周波の交流電流に変換するインバータと、該インバータの出力部に接続され、且つ低電位側（1次側）の前記インバータと高電位側（2次側）のX線管のフィラメントとを絶縁し、前記X線管フィラメントに加熱電圧を供給するためのフィラメント加熱変圧器とを含むX線管フィラメント加熱回路において、前記X線管に流れるX線管電流を検出し、デジタル変換するX線管電流検出手段と、前記X線管フィラメントに流れるフィラメント電流を検出し、デジタル変換するフィラメント電流検出手段と、X線管電流の目標値データとX線管フィラメントの加熱条件データとを設定する外部入力手段と、この外部入力手段によって設定されたX線管電流の目標値と前記フィラメント電流検出手段によって検出されたX線管電流検出値との差分をとり、該差分値を零にするための第1の補正值を出力するX線管電流フィードバック制御手段と、前記外部入力手段によって設定されたX線管フィラメントの加熱条件データと前記フィラメント電流検出手段によって検出されたフィラメント電流検出値との差分をとり、該差分値を零にするための第2の補正值を出力するフィラメント電流フィードバック制御手段と、前記X線管電流フィードバック制御手段によって出力された第1の補正值と前記フィラメント電流フィードバック制御手段によって出力された第2の補正值に基づいて前記X線管フィラメントのフィラメント電流を変更するための修正データを出力するデジタル回路により構成された制御回路部と、この制御回路部の修正データに基づき前記インバータの出力電流を変更するインバータ制御手段と、を具備することを特徴とする

10

20

特徴とする X 線管フィラメント加熱回路。

【請求項 2】

請求項 1 記載の X 線管フィラメント加熱回路において、前記制御回路部は、前記外部入力手段によって入力された最小 X 線管電流の目標値とこれに対応するフィラメント加熱条件データ、及び最大 X 線管電流の目標値とこれに対応するフィラメント加熱条件データに基づき、前記最小 X 線管電流の目標値と前記最大 X 線管電流の目標値との間の各 X 線管電流に対応するフィラメント加熱条件データを生成する手段とを具備することを特徴とする X 線管フィラメント加熱回路。

【請求項 3】

請求項 2 記載の X 線管フィラメント加熱回路において、前記フィラメント加熱条件データ生成手段により生成された各 X 線管電流に対応するフィラメント加熱条件データを制御回路部の外部、若しくは内部に格納する格納手段を具備することを特徴とする X 線管フィラメント加熱回路。

10

【請求項 4】

請求項 2 記載の X 線管フィラメント加熱回路において、前記制御回路部が、最小 X 線管電流の目標値とこれに対応するフィラメント加熱条件データ、及び最大 X 線管電流の目標値とこれに対応するフィラメント加熱条件データの他に、前記最小 X 線管電流の目標値と前記最大 X 線管電流の目標値との間にある X 線管電流値とそれに対応するフィラメント加熱条件データの 1 つ以上を外部より入力し、該入力値より各 X 線管電流におけるフィラメント加熱条件データを生成する手段を具備することを特徴とする X 線管フィラメント加熱回路。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、X 線高電圧装置の X 線管電流の調整に係わり、特に調整を容易にできる X 線管フィラメント加熱回路に関する。

【0002】

【従来の技術】

X 線は X 線管の両端に高電圧を印加し、高温に加熱した陰極であるフィラメントから放出した熱電子が陽極に衝突することにより得られる。前記フィラメントを高温に加熱し、X 線管電流を制御する電源回路が X 線管フィラメント加熱回路である。フィラメントの温度はフィラメントに流れる電流にて制御している。つまり、X 線管電流はフィラメント電流を制御することで、変化させることができる。

30

【0003】

フィラメント電流には電力変換用のインバータを用いて、商用電源より高周波の交流電流を用いるのが主であり、前記インバータに与えるフィラメント加熱条件データを変化させることで、X 線管電流を変化させる。前記フィラメント加熱条件データは、X 線管電流値と一対一の対応関係にあり、フィラメント加熱条件データの数は X 線装置の種類により多少異なるが、50 点程度あり、実際に X 線を曝射してフィラメント加熱条件データを 1 つ 1 つ求めて、X 線管電流を調整する方法がとられている。

40

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

X 線管電流を調整するためには、実際に X 線を曝射しなければならない、しかも、その調整点数が 50 点程度と非常に多い。また、X 線管電流の調整には指標がなく、実際に調整する場合は経験と熟練した技術を必要としている。

【0005】

本発明の目的は、X 線管電流の調整において調整点を大幅に低減し、しかも、調整時に経験と熟練した技術を必要とせず、容易に X 線管電流の調整が可能なフィラメント加熱回路を提供することにある。

【0006】

50

**【課題を解決するための手段】**

上記目的を達成するため、本発明では、直流電圧源と、該直流電圧源に接続された高周波の交流電流に変換するインバータと、該インバータの出力部に接続され、且つ低電位側（1次側）の前記インバータと高電位側（2次側）のX線管のフィラメントとを絶縁し、前記X線管フィラメントに加熱電圧を供給するためのフィラメント加熱変圧器とを含むX線管フィラメント加熱回路において、前記X線管に流れるX線管電流を検出する手段と、前記X線管電流検出手段の出力をA/D変換する第1のA/D変換手段と、前記X線管フィラメントに流れるフィラメント電流を検出する手段と、前記フィラメント電流検出手段の出力をA/D変換する第2のA/D変換手段と、外部から入力されたX線管電流の目標値データとX線管フィラメントの加熱条件データと第1のA/D変換手段からのX線管電流検出値データと第2のA/D変換手段からのフィラメント電流検出値データとをデジタルデータとして取り込み、前記X線管電流の目標値及びX線管フィラメントの加熱条件データと、X線管電流検出値及びフィラメント電流検出値との比較を行い、フィラメント電流を変更するための修正データを出力するデジタル回路により構成された制御回路部と、制御回路部の修正データに基づき前記インバータの出力電流を変更するインバータ制御手段とを具備するものである。（請求項1）

10

**【0007】**

更に本発明では、前記直流電圧源と前記インバータとの間に直流電圧調整回路を具備し、前記インバータ制御手段が前記制御回路部の修正データに基づき前記直流電圧調整回路のデューティ若しくは周波数を制御して前記インバータの出力電圧を変更するものである。（請求項2）

20

**【0008】**

更に本発明では、前記制御回路部が、前記X線管電流の目標値と前記X線管電流検出値との差分をとり、該差分値を零にするための第1の補正值を出力するX線管電流フィードバック制御手段と、前記X線管フィラメントの加熱条件データと前記フィラメント電流検出値との差分をとり、該差分値を零にするための第2の補正值を出力するフィラメント電流フィードバック制御手段とを具備するものである。（請求項3）

**【0009】**

更に本発明では、前記制御回路部が、外部より入力した最小X線管電流の目標値とこれに対応するフィラメント加熱条件データ、及び最大X線管電流の目標値とこれに対応するフィラメント加熱条件データに基づき、前記最小X線管電流の目標値と前記最大X線管電流の目標値との間の各X線管電流に対応するフィラメント加熱条件データを生成する手段を具備するものである。（請求項4）

30

**【0010】**

更に本発明では、前記フィラメント加熱条件データ生成手段により生成された各X線管電流のフィラメント加熱条件データを制御回路部の外部、若しくは内部に格納する格納手段を具備するものである。（請求項5）

**【0011】**

更に本発明では、前記制御回路部が最小X線管電流の目標値とこれに対応するフィラメント加熱条件データ、及び最大X線管電流の目標値とこれに対応するフィラメント加熱条件データの他に、前記最小X線管電流の目標値と前記最大X線管電流の目標値との間にあるX線管電流値とそれに対応するフィラメント加熱条件データの1つ以上を外部より入力し、該入力値より各X線管電流に対応するフィラメント加熱条件データを生成する手段を具備するものである。（請求項6）

40

**【0012】**

更に本発明では、前記制御回路部がアナログ回路により構成され、外部に設けたCPU等のデジタル回路により生成されたフィラメント加熱条件データ、若しくは外部に設けたフィラメント加熱条件データを格納した格納手段内のフィラメント加熱条件データをアナログ値に変換するD/A変換手段を具備するものである。（請求項7）

**【0013】**

50

本発明では、フィラメント加熱条件データを関数により求めることで、X線管電流の調整時に経験や熟練した技術を必要せず、しかも調整を容易にすることが可能となる。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施例を添付図面に基づいて詳細に説明する。

(実施例1)

図1は、本発明によるX線管フィラメント加熱回路の第1の実施例を示す図である。フィラメント加熱回路は、X線管の陰極であるフィラメントを高温に加熱し、陽極であるターゲットに衝突する熱電子を放出させると共に、その熱電子電流を制御する電源回路である。

10

【0015】

直流電圧源1は、直流電圧を供給するもので、例えば商用交流電圧源とダイオードブリッジ整流回路との組み合わせによって構成されている。インバータ2は、直流電圧源1の出力電圧を高周波の交流電圧に変換するもので、MOS型の電界効果トランジスタ(以下、MOSFETと略す)からなるスイッチング素子3a~3dをブリッジ状に組み合わせたものである。また、スイッチング素子3a~3dに対応してフライホイールダイオード4a~4dがそれぞれ内蔵されている。

【0016】

上記インバータ2により変換された交流電圧は、共振用コンデンサ5の静電容量とフィラメント加熱変圧器6の1次漏れインダクタンス7と高電圧ケーブル9の1次側に換算したインダクタンス8で構成された共振回路に出力されるため、その電流は正弦波状の交流電流となる。前記共振回路により、フィラメント加熱変圧器6の1次側漏れインダクタンス7と高電圧ケーブル9のインダクタンス8は打ち消され、1次側漏れインダクタンス7によるフィラメント電流の立ち遅れを低減すると共に、十分なフィラメント電流を供給することができる。

20

【0017】

フィラメント電流は前記インバータ2に与えるフィラメント加熱条件データ12にて制御している。フィラメント加熱条件データ12は加算器A19に入力される。電流センサ20にて検出された交流のフィラメント電流を交流実効値変換回路21にて実効値に変換され、A/D変換器A22にてデジタル値に変換された後、デジタル回路部23に入力され、加算器A19にて前記フィラメント加熱条件データ12との差分がとられる。

30

【0018】

ここで、差分はフィラメント電流フィードバック部24に入力され、係数を乗じた後にフィラメント加熱条件データ12との和がとられ、新しいフィラメント加熱条件データとして出力される。この新しいフィラメント加熱条件データは前記差分値で補正されたものであり、前記差分値が零になるように補正が行われている。上記の新しいフィラメント加熱条件データはD/A変換器25に入力され、インバータ2の制御量に相当する幅をもつパルス状の信号に変換される。

【0019】

D/A変換器25の出力であるは、駆動信号生成部26にてインバータ2の各スイッチング素子3a~3dの駆動信号に変換され、ゲート駆動回路27にて絶縁、増幅等を施された後、インバータ2の各スイッチング素子3a~3dに入力され、インバータ2の出力電圧の位相を制御し、これによってインバータ2の出力電圧、即ち出力電流を制御するフィラメント電流フィードバックが行われる。

40

【0020】

上記のフィラメント電流フィードバックは、フィラメント加熱回路のインバータ2における直流電圧源1の時間的変動を補償するものである。これに対し、X線の曝射中にX線管電流が変動するのを補償するためには、X線管電流フィードバックを必要とする。

【0021】

X線の曝射が開始されると、X線曝射開始信号28がデジタル回路部23内のX線管電

50

流フィードバック部 29 に入力される。この信号 28 を受けて、操作卓等から供給される目標 X 線管電流値 13 と、X 線管電流の検出値を A/D 変換器 B30 にてデジタル値に変換した実 X 線管電流値とが、デジタル回路部 23 の加算器 B31 に入力され、両者の差分がとられる。この差分は X 線管電流フィードバック部 29 に入力され、ここで差分に係数に乗じた後出力する。この出力値はフィラメント加熱条件データを X 線管電流の差分値で補正するためのもので、加算器 A19 においては X 線管電流の差分値が零になるように加算補正が行われる。X 線管電流フィードバック部 29 の出力は加算器 A19 に入力され、ここでフィラメント電流の実効値、フィラメント加熱条件データ 12 と加減算を行い、その結果をフィラメント電流フィードバック部 24 に入力する。それ以降のインバータ 2 の制御は上述のフィラメント加熱条件データ 12 の制御の場合と同様に行われる。

10

#### 【0022】

図 1 の実施例では、デジタル回路部 23 にフィラメント加熱条件データ生成部 18 を含ませている。フィラメント加熱条件データ生成部 18 は各 X 線管電流におけるフィラメント加熱条件データを生成するためのもので、構成としては図 2 の如くなっている。フィラメント加熱条件データ生成部 18 には、最小 X 線管電流値 14、そのときのフィラメント加熱条件データである最小フィラメント加熱条件データ 15、最大 X 線管電流値 16、そのときのフィラメント加熱条件データである最大フィラメント加熱条件データ 17 を入力する。前記 4 つのデータをもとに、その装置の X 線管電流値とフィラメント加熱条件データの関係を示す関数をフィラメント加熱条件データ生成部 18 で生成する。

#### 【0023】

X 線管電流値とフィラメント加熱条件データの間には図 3 (a) に示す関係があり、上記 4 つのデータより図 3 (b) に示す関数を生成する。ここで操作卓等より入力された目標 X 線管電流値 13 に対応するフィラメント加熱条件データ 12 を出力し、これは、デジタル回路部 23 に入力される。それ以降は上述のフィラメント加熱条件データ 12 の制御の場合と同様に行われる。

20

#### 【0024】

また、操作卓等より新たに目標 X 線管電流値 13 が入力された場合には、フィラメント加熱条件データ生成部 18 は新たに入力された目標 X 線管電流値 13 に対応した新しいフィラメント加熱条件データ 12 を出力する。このようにして、各 X 線管電流値におけるフィラメント加熱条件データを入力することなく X 線管電流を調整することが可能となる。

30

#### 【0025】

##### (実施例 2)

図 4 には本発明の第 2 に実施例を示す。本実施例では、第 1 の実施例と比して直流電圧源 1 とインバータ 2 との間に直流電圧調整回路 32 と電圧平滑用コンデンサ 33 を挿入したこと、ゲート駆動回路 27 の出力を直流電圧調整回路 32 に入力したことが異なる。この場合、デジタル回路部 23 にて X 線管電流フィードバック及びフィラメント電流フィードバックの各々の制御を受けたパルス状の信号は直流電圧調整回路 32 に含まれるチョッパーのデューティ又は周波数(動作頻度)を変化させ、それにより平滑用コンデンサ 33 の電圧値を調整し、インバータ 2 の出力電流を変化させる。前記のチョッパーの制御としては、信号に基づき、動作頻度一定で ON 時間を制御するとか、ON 時間を一定にして動作頻度を制御するとかして行うことができる。

40

#### 【0026】

##### (実施例 3)

図 5 には本発明の第 3 の実施例の要部ブロック図を示す。本実施例はフィラメント加熱条件データ生成部 18 の構成に特徴がある。第 1 及び第 2 の実施例ではフィラメント加熱条件データ生成部 18 では最小 X 線管電流値 14、最小フィラメント加熱条件データ 15、最大 X 線管電流値 16、最大フィラメント加熱条件データ 17 により、X 線管電流値とフィラメント加熱条件データの関数を構成し、外部より入力された任意の目標 X 線管電流値 13 をもとにフィラメント加熱条件データを計算し、フィラメント加熱条件データを出力していたが、本実施例ではフィラメント加熱条件データ生成部 18 で構成した関数をもと

50

に各 X 線管電流値におけるフィラメント加熱条件データをあらかじめ計算しておき、その結果をフィラメント加熱条件データ格納部 34 に入力しておく。外部より入力された任意の目標 X 線管電流値 13 はフィラメント加熱条件データ格納部 34 に入力され、それに対応するフィラメント加熱条件データ 12 を出力する。

【0027】

(実施例 4)

図 6 には本発明の第 4 の実施例の要部ブロック図を示す。本実施例も第 3 の実施例と同様フィラメント加熱条件データ生成部 18 に特徴がある。本実施例では図 6 に示すように、フィラメント加熱条件データ生成部 18 に最小 X 線管電流値 14、最小フィラメント加熱条件データ 15、最大 X 線管電流値 16、最大フィラメント加熱条件データ 17 の他に任意の X 線管電流値 35 とそのときのフィラメント加熱条件データ 36 を入力する。これらは 1 つないし、それ以上を入力するとして、入力する数値はすくなくとも、最小 X 線管電流値 14、最小フィラメント加熱条件データ 15 以上、最大 X 線管電流値 16、最大フィラメント加熱条件データ 17 以下とする。

10

【0028】

本実施例では共振型のインバータを用いて、スイッチング素子には MOSFET を使い、フィラメント電流フィードバック部、X 線管電流フィードバック部にはデジタル回路を用いたが、インバータ方式は共振型に限らず、スイッチング素子にはバイポーラトランジスタ、IGBT 等の使用が可能で、フィラメント電流フィードバック部、X 線管電流フィードバック部は OP アンプ等のアナログ回路でも実現が可能である。

20

【0029】

【発明の効果】

本発明は以上のように構成されたので、フィラメント加熱条件データを関数により求めることで、X 線管電流の調整時に経験や熟練した技術を必要せず、しかも調整を容易にすることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明によるフィラメント加熱回路の実施例を示す回路図。

【図 2】実施例 1 におけるフィラメント加熱条件データ生成部を示す図。

【図 3】X 線管電流値とフィラメント加熱条件データの関係を示す図。

【図 4】実施例 2 におけるフィラメント加熱条件データ生成部を示す図。

30

【図 5】実施例 3 におけるフィラメント加熱条件データ生成部を示す図。

【図 6】実施例 4 におけるフィラメント加熱条件データ生成部を示す図。

【符号の説明】

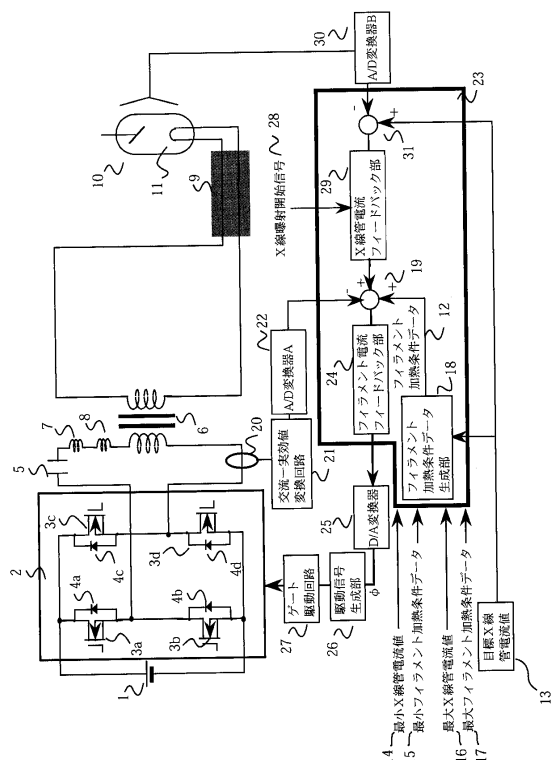
- 1 直流電圧源
- 2 インバータ
- 3 a ~ 3 d スwitching 素子
- 4 a ~ 4 d フライホイールダイオード
- 5 共振用コンデンサ
- 6 フィラメント加熱変圧器
- 7 1 次漏れインダクタンス
- 8 高電圧ケーブルインダクタンスの一次変換値
- 9 高電圧ケーブル
- 10 X 線管
- 11 フィラメント
- 12 フィラメント加熱条件データ
- 13 目標 X 線管電流値
- 14 最小 X 線管電流値
- 15 最小フィラメント加熱条件データ
- 16 最大 X 線管電流値
- 17 最大フィラメント加熱条件データ

40

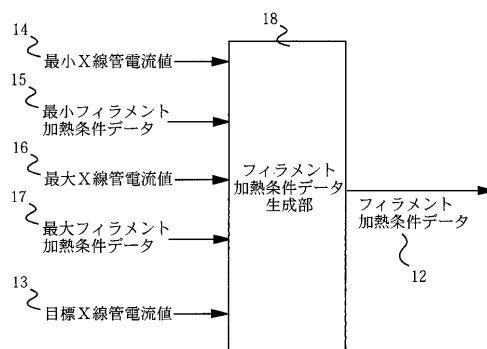
50

- 18 フィラメント加熱条件データ生成部
- 19 加算器A
- 20 電流センサ
- 21 交流実効値変換回路
- 22 A/D変換器A
- 23 デジタル回路部
- 24 フィラメント電流フィードバック部
- 25 D/A変換器
- 26 駆動信号生成部
- 27 ゲート駆動回路
- 28 X線曝射開始信号
- 29 X線管電流フィードバック部
- 30 A/D変換器B
- 31 加算器B
- 32 直流電圧調整回路
- 33 平滑用コンデンサ
- 34 フィラメント加熱条件データ格納部
- 35 任意のX線管電流値
- 36 任意のフィラメント加熱条件データ

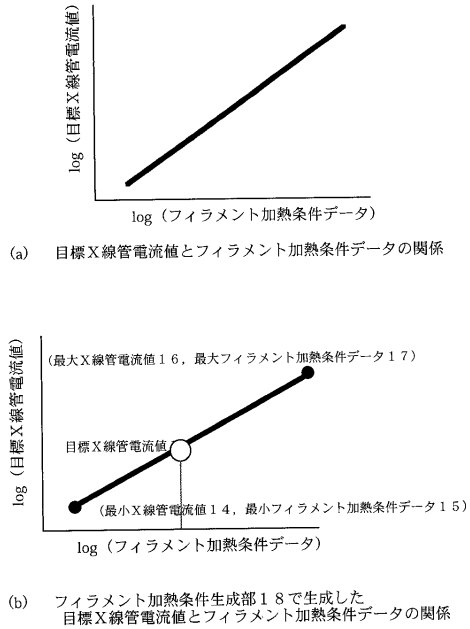
【図1】



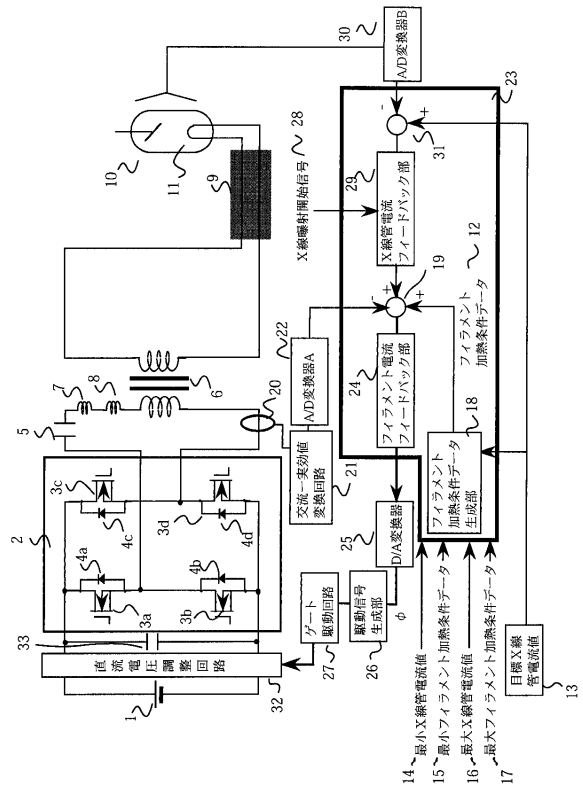
【図2】



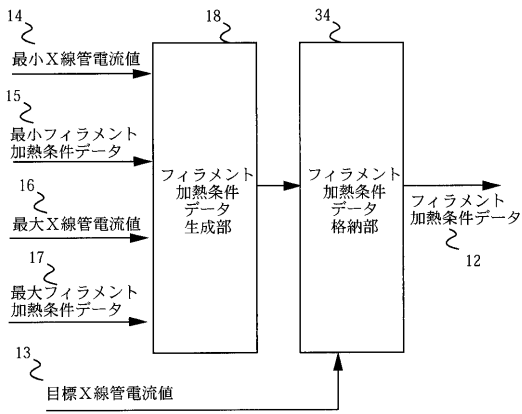
【 図 3 】



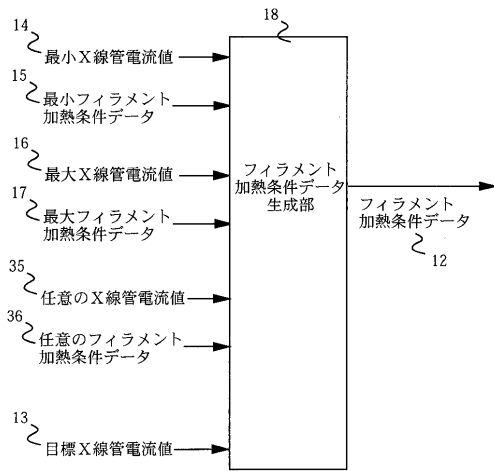
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】





---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平06 - 060994 (JP, A)  
特開平07 - 220893 (JP, A)  
特開平06 - 310296 (JP, A)  
特開平01 - 151199 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)  
H05G 1/34