

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-32995

(P2009-32995A)

(43) 公開日 平成21年2月12日(2009.2.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 F 37/00 (2006.01)	HO 1 F 37/00	M
HO 1 F 27/24 (2006.01)	HO 1 F 37/00	Z
	HO 1 F 37/00	A
	HO 1 F 27/24	K

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2007-196806 (P2007-196806)
 (22) 出願日 平成19年7月28日 (2007.7.28)

(71) 出願人 000002130
 住友電気工業株式会社
 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
 (74) 代理人 100124981
 弁理士 川嶋 正章
 (74) 代理人 100111936
 弁理士 渡辺 征一
 (72) 発明者 川口 肇
 大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号
 住友電気工業株式
 会社大阪製作所内
 (72) 発明者 山本 伸一郎
 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友
 電気工業株式会社伊丹製作所内

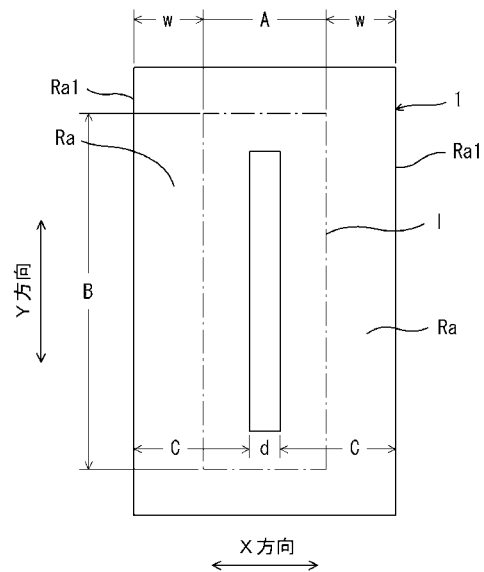
(54) 【発明の名称】リアクトル装置

(57) 【要約】

【課題】コアからケースへの振動の伝搬が抑制されたリアクトル装置およびその設計方法を提供する。

【解決手段】ケースに支持される1対の支持部Raを有するトラック形状のコア1であって、ギャップレスのコア1について形状を設計する。コア1の断面形状が定まると、磁気シミュレーションを行なって、各支持部Raの磁路長線l同士の間隔Aと、各支持部Ra同士の間隔dとを、磁歪によるX方向の変位 $X (= A \cdot \epsilon_L - 2C \cdot \epsilon_w)$ (ϵ_L : 磁界に対する固有の伸び率、 ϵ_w : 磁界に対する固有の収縮率)。ただし、 $d \geq 2k$ (k: コイルの積層厚) の制限条件を満たす必要がある。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

相対向する 1 対の支持部を有するトラック形状のコアを備えたリアクトル装置の設計方法であって、

磁気シミュレーションにより、前記 1 対の支持部に直交する方向の磁歪による振動を抑制するためのコア形状を演算して、その演算結果をメモリに格納するステップ (a) と、

前記磁気シミュレーションの演算結果をメモリから取り出して、制限条件の下に、コア形状を決定するステップ (b) と、
を含む、リアクトル装置の設計方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載のリアクトル装置の設計方法において、

前記ステップ (a) では、前記 1 対の支持部に直交する方向の磁歪による変位をゼロに近づけるように、前記各支持部の各磁路長線同士の間隔と、各支持部同士の間隔とを求め、リアクトル装置の設計方法。

【請求項 3】

相対向する 1 対の相対向する支持部を有するトラック形状のコアと、

前記コアの周囲に設けられたコイルと、

前記コアを前記前記支持部において支持しつつ、前記コアおよびコイルを収納するケースとを備え、

前記コアの 1 対の支持部同士の間隔は、支持部に直交する方向の磁歪による振動を抑制するように設定されている、リアクトル装置。

【請求項 4】

請求項 3 記載のリアクトル装置において、

前記コアは、ギャップスペースのない、単体コアである、リアクトル装置。

【請求項 5】

請求項 3 または 4 記載のリアクトル装置において、

前記ケースは、前記コアの支持部に平行な 1 対の辺部を有し、

前記 1 対の辺部は、前記コイルの側方に位置する部位で外方に突出している、リアクトル装置。

【請求項 6】

請求項 3 または 4 記載のリアクトル装置において、

前記コアの前記支持部は、前記コイルに覆われていない部分において外方に突出した部分を有している、リアクトル装置。

【請求項 7】

請求項 3 ~ 6 のうちいずれか 1 つに記載のリアクトル装置において、

前記コアの前記各部分コアは、焼結軟磁性材料を主成分として構成されている、リアクトル装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、主として燃料電池車やハイブリッド車などに搭載されるリアクトル装置に係り、特に、振動低減対策に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、環境問題からハイブリッド車や燃料電池車のごとく、バッテリーでモータを駆動する自動車が開発されている。燃料電池車やハイブリッド車などに配置される昇圧コンバータは、エネルギーの蓄積・放出を行うリアクトルを備えている。リアクトルは、複数の部分コアをギャップスペースを挟んで重ねてなるコアと、コアの周囲に巻き付けられたコイルとを有している。コイルに電流が流れると、コア内部に磁界が発生し、ギャップスペースを挟んだ部分コア同士の間には磁気吸引力が発生してリアクトルが振動を生じる。リアク

10

20

30

40

50

トル装置は、リアクトルをケース内に収納して構成されるが、リアクトルの振動がケースに伝搬すると、騒音がリアクトル装置の外部に放出される。また、リアクトルの振動によって、リアクトル装置内部の発熱量も増大するおそれがある。

【0003】

そこで、このリアクトル装置の振動をいかに低減させるかが1つの課題である。特に、10kHz付近(5~20kHz)の高周波の騒音を低減させることが求められている。そこで、従来より、リアクトル装置の騒音につながるリアクトルの振動を低減させるための多くの提案がなされている。

【0004】

たとえば、特許文献1には、軟磁性材料からなる粉末に、磁歪量を変化させる作用を有する有機化合物を添加して、低磁歪圧粉磁心を提供することが開示されている。

【特許文献1】特開2006-332328号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記特許文献1の技術では、コアの磁歪量を低減することにより、リアクトル内で生じる振動をある程度抑制することが可能とされている。しかしながら、有機化合物を添加することによる磁歪量の低減には、一定の限界がある。

【0006】

本発明の目的は、磁歪量を極力小さくする形状とすることにより、振動の低減が可能な構造を有するリアクトル装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明のリアクトル装置の設計方法は、相対向する1対の支持部を有するトラック形状のコアを前提とし、磁気シミュレーションを行ないながら、制限条件の下に、1対の支持部に直交する方向の磁歪による振動を抑制するためのコア形状を決定する方法である。

【0008】

この方法により、コアの磁歪によって発生する振動のうち、コアがケースに支持される方向の成分が抑制されてリアクトル装置が設計される。よって、コアからケースへの振動の伝搬の少ない、つまり、ケースの振動の少ないリアクトル装置が設計される。

【0009】

上記設計の際には、支持部に直交する方向の磁歪による変位をゼロに近づけるように、各支持部の磁路長線同士の間隔と、各支持部同士の間隔とを求めることができる。

【0010】

本発明のリアクトル装置は、相対向する1対の支持部を有するトラック形状のコアと、コアを支持部で支持しつつ収納するケースとを備え、コアの1対の支持部同士の間隔が、支持部に直交する方向の磁歪による振動を抑制するように設定されている。

【0011】

これにより、コアの磁歪によって発生する振動のうち、コアがケースに支持される方向の成分が抑制されているので、ケースへの振動の伝搬が抑制され、ケースにおける振動を抑制することができる。

【0012】

ケースがコアの支持部に平行な1対の辺部を有している場合には、1対の辺部がコイルの側方に位置する部位で外方に突出していることにより、ケースの製造コストやスペースを削減することができる。

【0013】

コアの支持部が、外方に突出した部分を有していることにより、ケースのスペースを有効に利用して、コアの磁束量を増大させることができる。

【0014】

コアが焼結軟磁性材料を主成分として構成されていることにより、製造コストの削減を

10

20

30

40

50

図ることができる。

【発明の効果】

【0015】

本発明のリアクトル装置およびその設計方法によると、コアからケースへの振動の伝搬を抑制することができ、よって、ケースの振動の低減を図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

- 設計の前提 -

図1は、本発明によるリアクトル装置の設計を行う前提となるパラメータを説明するための図である。本発明では、ギャップスペーサのない、つまり、部分コアに分かれていない単体コアを前提とする。透磁率が小さい磁性材料を用いた場合には、ギャップスペーサがなくても、所望のリアクトル特性を有するリアクトルが得られる。その場合、従来問題となっていたギャップスペーサを挟んだ部分コア同士の磁気吸引力に起因する振動ではなく、磁歪による振動が問題となる。そこで、本発明では、磁歪に起因する振動のケースへの伝搬を抑制するための設計を行っている。

10

【0017】

図1において、閉ループを描く磁路長線1は、コア1の磁路長を規定するものである。ここで、本明細書では、各断面における磁束密度を積分して得られる磁束量の中心を連続的につなぐ線を、「磁路長線」と呼称している。コア1の各断面において、磁束密度は周辺部よりも中央部で高くなるので、磁路長線1は、コア1の幅の中心点よりは中央よりにずれている。

20

【0018】

そして、平面形状が矩形状のコアにおいては、図1に示すように、磁路長線1も矩形状となる。ここで、本実施の形態では、図4に示すように、ケース3によって支持される部位を支持部Raとし、支持部Ra以外の部分を開放部とする。また、支持部Raに直交する方向をX方向とし、支持部Raに平行な方向をY方向とする。そして、磁路長線1のX方向の長さをAとし、Y方向の長さをBとし、コア1の支持部Raの幅をCとし、コア1の間隔をdとし、磁路長線1と、コア1の支持部Raの側面Ra1との間隔をwとする。このとき、ケースに伝搬される振動を小さくするには、磁歪によってコア1に生じる振動のX方向成分をできるだけ小さくすればよいことになる。

30

【0019】

このとき、図1に示すように、

$$2C + d = A + 2w$$

の関係にあるので、下記式(1)

$$d = A - 2C + 2w$$

(1)

が成立している。

【0020】

一方、コアの断面形状が定まると、磁気シミュレーションから、X方向において、磁歪による支持部Raの単位長さ当たりの変位Xは、下記式(2)

$$X = A \cdot \epsilon_L - 2C \cdot \epsilon_w$$

(2)

で求められる。ただし、 ϵ_L は磁性材料の磁界に対する固有の伸び率を示し、 ϵ_w は磁性材料の磁界に対する固有の収縮率を示す。たとえば、住友電気工業社製の圧粉コアの場合、磁束密度が0.7T(テスラ)の磁界が印加されたときの、伸び率 ϵ_L は1.53ppm、収縮率 ϵ_w は0.84ppmである。

40

【0021】

ただし、コイルを巻くスペースを確保するためには、kをコイルの積層厚として、下記式(3)

$$d \geq 2k$$

(3)

の制限が課される。

したがって、磁気シミュレーションを行いながら、制限条件の下に、Xをゼロに近づ

50

けるためのコア形状を決定すればよいことになる。

【0022】

- 設計手順

図2は、リアクトル装置の設計に用いる設計装置の構成を示すブロック図である。図3は、リアクトル装置の設計手順を示すフローチャートである。

設計装置50は、中央演算装置であるCPU51と、CPU51に接続されるディスプレイ装置52と、CPU51の演算結果や各種データを格納するメモリ53と、磁気シミュレーションソフトなどを入力するためのプログラム入力装置54とを備えている。この設計装置50を用いて、CPU51により、図3に示す手順で設計が行われる。

【0023】

まず、ステップST1で、コアの断面形状が定まると、磁気シミュレーションソフトをプログラム入力装置54から入力して、磁気シミュレーションを行い、ステップST2で、その結果をメモリ53に格納する。

【0024】

このとき、コアの幅Cなどの断面形状は、リアクトル装置に必要なリアクトル値から予め定まっており、磁路長線Lと支持部Raの側面Ra1との距離wは、磁気シミュレーションから求まる。また、磁路長の長さも磁気シミュレーションから求まる。

また、ケースへの振動の伝搬を抑制するためには、磁歪による支持部Ra（支持部）の変位Xをできるだけゼロに近づけたい。そこで、式(2)で $X = 0$ となる条件を求めると、下記式(4)

$$A / 2C = w / L \quad (4)$$

となる。

式(4)からAが求まると、式(1)からdが求まることになる。

【0025】

ただし、式(3)の制限条件を満足している必要があるので、ステップST3で、算出したA, dが制限値を満足しているかどうかを判別する。そして、判別結果がYESの場合に、ステップST4に進んで、算出値をメモリに格納する。

そして、ステップST6で、このA, dを元に、他の寸法Bなどを決定する。磁路長とwとが定まっていれば、Aが定まるとBも定まる。

【0026】

一方、ステップST4における判別結果がNOの場合には、ステップST5に移行する。そして、式(3)に示す下限値をdとし、さらに式(1)にdを代入してAを算出し、この補正されたA, dをメモリ53に格納する。そして、ステップST6で、補正されたA, dを元に、Bなどの寸法を決定する。

【0027】

本発明のリアクトル装置の設計方法によると、支持部Raに直交する方向(x方向)における磁歪に起因する変位xをできるだけゼロに近づけるための、寸法A, dやBを求めることができる。つまり、ギャップスペーサのない、単体コアを備えたリアクトル装置からケースに伝搬される振動を抑制するための形状を決定することができる。

【0028】

(リアクトル装置の構造に関する実施の形態1)

次に、上記設計方法によって設計されるリアクトル装置の実施の形態について、説明する。

図4は、実施の形態1におけるリアクトル装置A1の概略構成を示す斜視図である。図5は、実施の形態におけるコアのみを抜き出して示す斜視図である。図6は、ケースおよび中ケースを破断して示す、実施の形態1に係るリアクトル装置A1の上面図である。

【0029】

図4～図6に示すように、本実施の形態のリアクトル装置A1は、コア1と、コア1の周囲を環状に取り巻くコイル2と、コア1, コイル2等を収納する中ケース4と、全体を収納するケース3とを備えている。

10

20

30

40

50

コア 1 は、平面形状がトラック形状であり、X 方向に延びる 1 対の支持部 R a と、1 対の開放部 R b とを有している。本実施の形態においては、コア 1 は、部分コアには分割されておらず、ギャップスペーサが設けられていない。

【 0 0 3 0 】

ケース 3 は、コア 1 の支持部 R a に直交する X 方向（つまり開放部 R b に平行に）に延びる 1 対の短辺部 3 a と、コア 1 の各支持部 R a に平行な Y 方向に延びる 1 対の支持部 3 b とを有しており、各支持部 3 b の中央付近の部分は外方に突出した突出部 3 c となっている。この突出部 3 c の内方に、コイル 2 と、コイル 2 を覆う中ケース 3 とが収納されている。

【 0 0 3 1 】

ここで、本実施の形態では、コア 1 の開放部 R b の先端面 R b 1 とケース 3 の短辺部 3 a との間には、隙間 S p が存在している。一方、ケース 3 の長辺部 3 b と、コア 1 の支持部 R a の側面 R a 1 とが接触している。すなわち、ギャップスペーサ 1 1 の面に交差する方向に延びる支持部 R a の側面 R a 1 において、コア 1 がケース 3 に支持されている。ただし、ここにいう支持とは、平面的な自由度を制限するための支持であって、重量的には、コア 1 の下面がケース 3 の底面と接触して、コア 1 が支持されている。

そして、コア 1 における図 1 に示す寸法 A , B , d などは、上述の設計によって、X 方向の磁歪に起因する振動がゼロに近づくように設計されている。

【 0 0 3 2 】

コイル 2 は、ほぼ全体が絶縁性膜で覆われており、1 対の端子 2 3 のみが絶縁性膜から露出している。このように、コイル 2 は、コア 1 の各支持部 R a を覆う 2 つの環状部分 2 1 が連結部 2 2 で接続されて構成されており、通電時には、一方の端子 2 3 から、順次 2 つの環状部分 2 1 を経て、他方の端子 2 3 に交流電流が流れる。

【 0 0 3 3 】

- リアクトル装置の各部の材質 -

上記コア 1 は、高透磁率材料ともいわれる軟磁性材料によって構成されている。軟磁性材料の例としては、純鉄、軟鉄、磁性鋼、珪素鋼、パーマロイ、センダスト、フェライト、磁性合金のアモルファス材料、などがある。ハイブリッド車のエンジン駆動用など、高周波かつ大電力を要求されるリアクトルには、1 k H z 以上の周波数領域における鉄損が小さいことが求められる。また、振動を抑制するためには、コア 1 の磁歪が小さいことが

【 0 0 3 4 】

本実施の形態においては、上記コア 1 は、いずれも焼結軟磁性材料によって構成されている。本実施の形態では、焼結軟磁性材料として、アトマイズ法で作製した鉄系軟磁性粉末を、リン酸塩絶縁被膜および樹脂バインダで表面被覆し、その表面被覆粉末をプレス成形後、高温で焼結したものをを用いている。

【 0 0 3 5 】

軟磁性材料としては、焼結軟磁性材料の他に、無方向性珪素鋼板があり、特に、珪素が約 6 % の無歪み珪素鋼板が、磁歪が 0 に近いことから、多用されている。この無歪み珪素鋼板は、製造コストが高つくために、高価であることが難点である。一方、焼結軟磁性材料は、低保持力特性を有するとともに、無歪み珪素鋼板よりも安価であるが、無歪み珪素鋼板に比べると磁歪が大きい、という不利な面もある。

【 0 0 3 6 】

また、ケース 3 は、M g または M g 合金や、アルミニウムまたはアルミニウム合金などの熱伝導性および加工性が良好な材料によって構成されており、リアクトルで発生した熱をケース 3 から外方に逃すように構成されている。

【 0 0 3 7 】

本実施の形態のリアクトル装置によると、コア 1 の支持部 R a の側面 R a 1 と、ケース 3 の長辺部 3 b とが接触しており、側面 R a 1 において、コア 1 がケース 3 に支持されている。つまり、X 方向において、コア 1 が支持されている。そして、ケース 3 の短辺部 3

10

20

30

40

50

aとコア1の開放部Rbの先端面Rb1との間には隙間Spが介在している。そして、コア1における図1に示す寸法A, B, dなどは、上述の設計によって、X方向の磁歪に起因する振動がゼロに近づくように設計されているので、ケース3に伝搬する振動が抑制され、ケース3の振動の低減が図られる。

【0038】

本実施の形態では、ケース3の支持部Raに平行な長辺部3bに、外方に突出する突出部3cを設けたが、平坦な長辺部3bであってもよい。ただし、その場合には、コイル2が巻かれていない領域において、長辺部3bの厚さをコイル2の厚みだけ厚くする必要があり、ケースを構成する材料のコストが高つくとともに、無駄なスペースを生じることになる。それに対し、本実施の形態のごとく、突出部3cを設けることにより、製造コストと、リアクトル装置が占めるスペースとを削減することができる。

10

【0039】

(実施の形態2)

図7は、ケースおよび中ケースを破断して示す、実施の形態2に係るリアクトル装置A2の上面図である。同図に示すように、本実施の形態においては、ケース3の平面形状は、矩形形状であり、実施の形態1のような突出部は設けられていない。つまり、本実施の形態では、長辺部3bは平板状である。一方、コア1の支持部Raには、外方に突出している突出部Rcが設けられている。そして、突出部Rcにおける支持部Raの側面Ra1と、ケース3の長辺部3bとが接触しており、コア1の接続Rbの先端面Rb1とケース3の短辺部3aとの間には隙間Spが介在している。その他の構造は、実施の形態1において説明した通りであるので、実施形態1と同じ符号を付して説明を省略する。

20

【0040】

本実施の形態においても、Y方向においては、コア1とケース3とが接触せずに、X方向において、側面Ra1を介して、コア1とケース3とが接触する構造を採用して、コア1の自由度を制限するようにしている。よって、実施の形態1と同じ効果を発揮することができる。

【0041】

特に、本実施の形態では、コア1の支持部Raに突出部Rcを設けたことにより、ケース3の平面形状を矩形形状にすることで、形状の簡素化を図りつつ、突出部Rcによる磁束量の増大を図ることができる。

30

【0042】

(その他の実施の形態)

上記各実施の形態においては、ギャップスペーサが設けられていないが、支持部にギャップスペーサが設けられていてもよいものとする。その場合には、磁気吸引力に起因する振動の主成分がY方向に発生するので、X方向において、ケース3に伝搬する振動が小さくなる。よって、本発明の効果と併せて、顕著な振動低減効果が発揮される。

【0043】

上記各実施の形態では、コイル2を覆う中ケース4を設けているが、中ケース4は必ずしも必要でない。中ケース4がなくても、コイル2の表面は絶縁体で保護されているので、絶縁体の厚みを大きくするなどによって絶縁性能を確保することは可能だからである。ただし、確実に絶縁を行い、かつ、コア1のケース3に対する相対的な位置決めを行うことにより、リアクトル装置の使用状態や、組立時における信頼性を確保するためには、中ケース4は有用である。そして、中ケース4が設けられている場合には、本実施の形態のごとく、中ケース4とケース3の突出部3cとが接触していることにより、コイル2で発生した熱のケース3への放熱性が向上することになる。

40

なお、中ケース4を設ける場合には、樹脂厚を薄くしたり、放熱先のケース4になるべく近づけたり、熱伝導率の高い材料によって構成することで、さらなる放熱性能の向上をはかることができる。

【0044】

なお、コア1の支持部Raとケース3の長辺部3bとの間に、バネ部材が介在して

50

もよい。その場合には、コアで発生する振動の主成分以外の成分がケース 3 に伝搬されるのを抑制することができる。

【 0 0 4 5 】

また、コア 1 の材料として焼結軟磁性材料を用いた場合、製造コストが低減される反面、無歪み珪素鋼板に比べると磁歪による振動が大きくなるが、本発明によって、磁歪に起因する振動のケース 3 への伝搬を抑制することができる。

【 0 0 4 6 】

上記開示された本発明の実施の形態の構造は、あくまで例示であって、本発明の範囲はこれらの記載の範囲に限定されるものではない。本発明の範囲は、特許請求の範囲の記載によって示され、さらに特許請求の範囲の記載と均等の意味及び範囲内でのすべての変更を含むものである。

10

【産業上の利用可能性】

【 0 0 4 7 】

本発明のリアクトル装置は、ハイブリッド車、燃料電池車や、工場・家庭用電力供給システムにおいて、たとえば昇圧コンバータなどの一部品として利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 8 】

【図 1】本発明によるリアクトル装置の設計を行う前提となるパラメータを説明するための図である。

【図 2】リアクトル装置の設計に用いる設計装置の構成を示すブロック図である。

20

【図 3】リアクトル装置の設計手順を示すフローチャートである。

【図 4】実施の形態 1 におけるリアクトル装置の概略構造を示す斜視図である。

【図 5】実施の形態 1 におけるコアの構造を示す斜視図である。

【図 6】ケースおよび中ケースを破断して示す、実施の形態 1 に係るリアクトル装置の上面図である。

【図 7】ケースおよび中ケースを破断して示す、実施の形態 2 に係るリアクトル装置の上面図である。

【符号の説明】

【 0 0 4 9 】

A リアクトル装置

30

R a 支持部

R a 1 側面

R b 開放部

R b 1 先端面

R c 突出部

1 コア

2 コイル

3 ケース

3 a 短辺部

3 b 長辺部

40

3 c 突出部

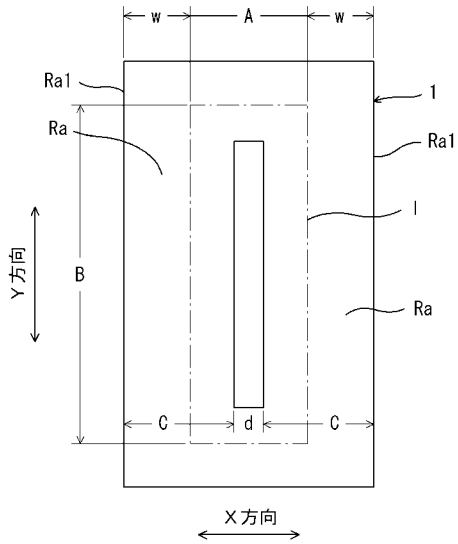
4 中ケース

2 1 環状部分

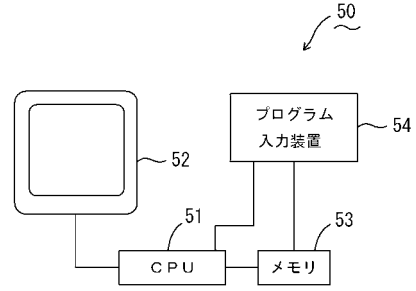
2 2 連結部

2 3 端子

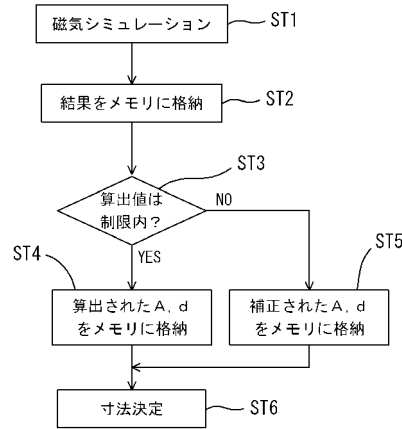
【 図 1 】



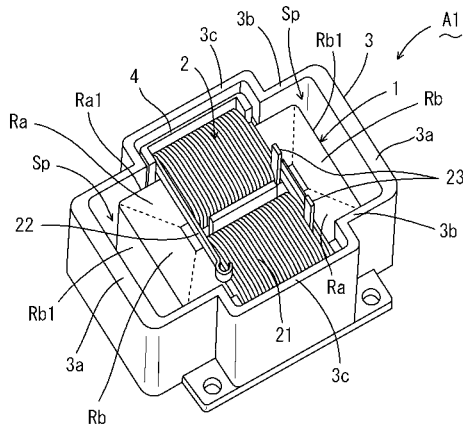
【 図 2 】



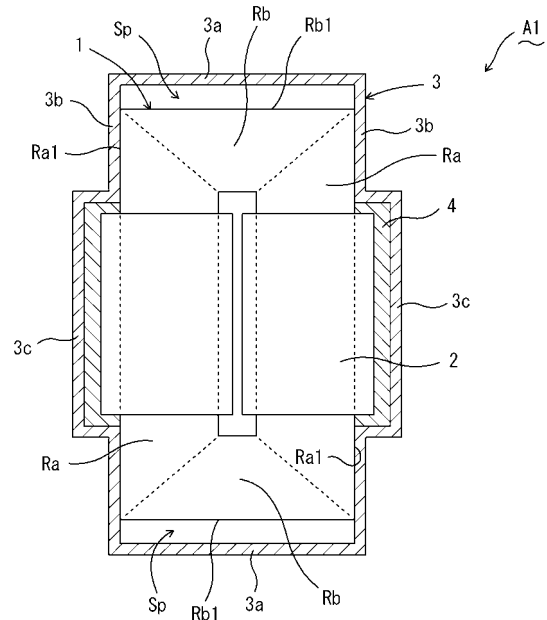
【 図 3 】



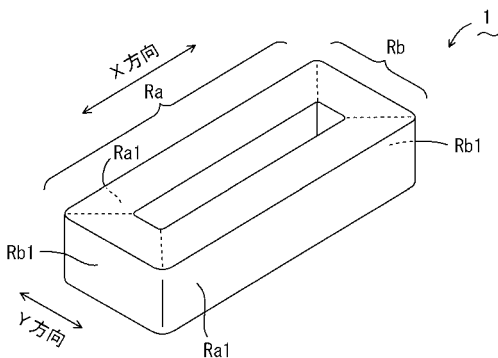
【 図 4 】



【 図 6 】



【 図 5 】



【 図 7 】

