(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2004-235595
(P2004-235595A)
(43)公開日　平成16年8月19日(2004.8.19)

(51)Int.Cl.[7]	F I	テーマコード（参考）
H01F 38/28	H01F 40/06	5E081

審査請求 未請求　請求項の数 2　書面　（全 6 頁）

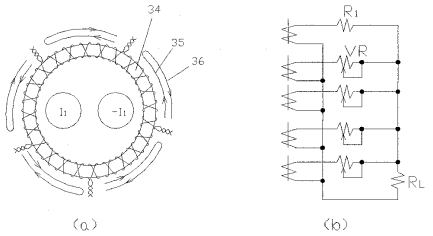
(21)出願番号　特願2003-60626(P2003-60626)
(22)出願日　平成15年1月31日(2003.1.31)

(71)出願人　301012391
岩崎　文雄
千葉県柏市布施新町２ー１４－２
(72)発明者　岩崎　文雄
千葉県柏市布施新町２－１４－２

Fターム(参考)　5E081 AA05　CC01

(54)【発明の名称】ＺＣＴ

(57)【要約】
【目的】空心コイルを使用したＣＴは各種あるがいずれも電流検出用であり、零相電流を検出しようとすると残留電流と外部磁界の影響を受けてその出力がベクトル的に加算されて実用的なレベルよりは遙かに大きな出力が生じていた。空心コイルはフレキシブルなものが出来るためＺＣＴとしても使用できると多方面に使用できることから特性の優れたものが要望されていた。そこで空心コイルで残留電流と外部磁界の影響を低減し上記目的に使用できるものを提供する。
【構成】外部磁界に対しては磁路に沿って１周巻回後の２周目は１周目の外部側と内部側を交互に巻回させて巻回数を加算させることにより空心コイルの磁路と直角に侵入する磁界による影響を相殺できるようにした。残留電流に対しては単位長当たりの巻数、断面積の乗算値が等しくなるように空心コイルに比べ十分大きな可変抵抗を接続し並列接続２次負担抵抗に接続させた。この２つの方法を同時に実施することにより従来の特性の数１０分の１まで低減できた。
【選択図】　図７



【特許請求の範囲】
【請求項１】
空心コア乃至は磁性材をコアとして使用するＺＣＴのコイルに於いて、巻き始めより巻いたコイルが巻き加算される途中に於いて等価的に巻き始め側に近いコイルの内側にも巻回させた事により変流器の磁路に対して直角成分として侵入する外部磁界による磁束の影響を低減させたことを特徴とするＺＣＴ。
【請求項２】
空心コア乃至は磁性材をコアとして使用するＺＣＴのコイルに於いて、コイルを３以上に分けて各コイルの出力は調整可能な可変抵抗器を接続させた後、並列に接続させ可変抵抗を調整し残留電流及び変流器の磁路の面に対して平行に侵入する外部磁界の影響を低減させた事を特徴とするＺＣＴ。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】
本発明は残留電流及び外部磁界の影響を低減させたＺＣＴで数μＡ程度の電流を現場で高性能に計測する時に使用するＣＴとしても使用できるＺＣＴに関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
従来は、空心を使用したＣＴのコイルは巻き始めより巻いたコイルは巻き途中で巻き回方向を維持したまま巻き加算により進んでいく方向を逆転させ巻き終了点は巻き始めの点としている。
【０００３】
【発明が解決しようとする課題】
上記従来の巻線方法はロゴスキーコイルと呼ばれ、巻き始めより巻いたコイルが空心の磁路に沿って一周巻いたものに比べ外部磁界の影響は大幅に改善されており多くの空心コイルではこの方法が使用されている。しかし二周目の巻線は一周目の外側にまき付けることから２周目のコイルの断面積は一周目に比べ大きくなる。この巻き方は何層巻いても同じことが言える。ＣＴの窓がコイルの１ターンとして検出される外部磁束はロゴスキー巻により相殺されるが２層以上に渡り巻回された各層の断面積の差異分は相殺されず外部磁界の影響として残る。この大きさはＣＴの窓の中心を軸として空心の磁路方向に回転させても変化がないことから窓内に流れる一次電流によるものとの区別がつかない。
【０００４】
空心コイルのＣＴは通常ロゴスキー巻を行っているが、空心の磁路に沿ってコイルの断面積に微小なバラツキ生じやすくこれが大きな残留電流となって表れてくる。
【０００５】
上記の外部磁界の影響を残留電流の２つの問題が解決されていない為に空心を使用したＣＴは電流検出までで零相電流検出には使用されないのが現状である。
【０００６】
本発明は外部磁界の影響に関しては空心に巻回されたコイルの巻回数の増加に伴い巻層の増加によるコイルの断面積の増加を防止させる為、２つの貯線されたコイルを使用し層ごと乃至は巻回ごとに等価的に、巻回の増加に対して巻層の増加が起こらないようにした。即ち巻き始めを多段層から巻くようにした。
【０００７】
残留電流に対しては空心コイルの断面積の分布のバラツキにより残留電流が発生する為、磁路に沿って巻回したコイルは数個に分割させて各コイルの誘起電圧が各コイル間で同一になるように各空心のリアクタンスに比べて十分に高抵抗の可変抵抗器によりコイルと直列に接続後各コイル間の出力を並列に接続し残留電流が低減するようにした。
【０００８】
【実施例】
以下本発明の実施例について説明する。ＣＴの１次側に於いて零相電流を含まない電流が

ＣＴの窓に垂直に流れている時に生じる残留電流と、近接する外部１次導体がＣＴの窓面と水平に流れている時に外部磁界の影響として受けるこの２つの成分の組合せで実電路上では計測誤差を生む。まず残留電流の方で説明すると図１で示すように空心ＣＴでは２次側を高抵抗負担にすると１次電流による磁界は円状になる。ここで空芯の磁路に沿って一周した磁界と微小長さの積分は周回積分の法則より磁路内に流れる電流のベクトル和であるので零相電流を含まない電流ならば零となる。磁界の強さから出力電圧の大きさを求めるには電圧に変換する為の定数に関係しまた影響される。この磁界から電圧に変換する為の定数の差異が残留電流の原因となる。磁界から電圧に変換するには透磁率、巻き数、断面積が定数として関係するので式で表すと磁路の微小単位長ｄｌあたりの電圧をｖ、出力電圧をＶ、断面積をｓ、透磁率をμ、磁界の強さをH_1、１次電流のベクトル和をＩとすると次の通りである。

$$\oint Hdl = I \quad \cdots (1)$$

$$V = \Sigma v = -\Sigma n \frac{d\phi}{dt} = -\Sigma n \mu s \frac{dH}{dt} \quad \cdots (2)$$

式（１）、（２）よりｎ・μ・ｓが磁路のすべてのところで一定値ならば出力Ｖは零となる。ここでコイルを巻いた時のｎｓの微小な差異が残留電流となる。例えば平均１０ｍｍ径のコイルの断面積が９．９９ｍｍ～１０．０１ｍｍ程度の微小なばらつき範囲であっても１次電流が１０００Ａ時に残留電流は最大４Ａとなる。

【０００９】

図２は外部磁界の影響を示したものである。１次導体の軸が窓Ｓ面に対して垂直に配置されている場合は窓Ｓに侵入する磁束はないので外部磁界の影響としては残留と同じメカニズムとなるので省略している。残留電流と対応して低減させなければならない外部磁界の影響はＣＴの窓Ｓ面に水平に配置された１次導体からの影響である。窓Ｓ面にはＣＴの磁路が１ターンのコイルとして検出されるがこの成分は１周巻いた後巻き進む方向を逆にさせる事により相殺される。しかし空心のコアに巻き付けてある断面積ΔＳは１層目と２層目で大きさが異なる為外部磁界の影響として残る。

【００１０】

例えば計算が容易な角型ＣＴで説明すると図３のようになる。１層目の内周及び外周の受ける磁束をφ１、φ２、２周目の逆進行方向の内周及び外周の受ける磁束をφ３、φ４とすると、

$$\phi_1 = BS = \int_{R-\frac{1}{2}X_2}^{R+\frac{1}{2}X_2} \frac{I}{2\pi R} \cdot Y_2 dR \quad \cdots (3)$$

$$\phi_2 = BS = \int_{R-\frac{1}{2}X_3}^{R+\frac{1}{2}X_3} \frac{I}{2\pi R} \cdot Y_3 dR \quad \cdots (4)$$

$$\phi_3 = BS = \int_{R-\frac{1}{2}X_1}^{R+\frac{1}{2}X_1} \frac{I}{2\pi R} \cdot Y_1 dR \quad \cdots (5)$$

$$\phi_4 = BS = \int_{R-\frac{1}{2}X_4}^{R+\frac{1}{2}X_4} \frac{I}{2\pi R} \cdot Y_4 dR \quad \cdots (6)$$

となり１周目が１ターンコイルとして検出される磁束Φ_1は

$$\Phi_1 = \phi_1 + \frac{\phi_2 - \phi_1}{2} = \frac{\phi_1 + \phi_2}{2} \quad \cdots (7)$$

２周目が１ターンのコイルとして検出される磁束Φ_2は

$$\Phi_2 = \phi_3 + \frac{\phi_4 - \phi_3}{2} = \frac{\phi_3 + \phi_4}{2} \quad \cdots (8)$$

より$\Phi_1 \neq \Phi_2$となりコイルの２層目を逆方向に巻くことにより、巻始めに戻しても窓内に侵入する磁束は相殺されず外部磁界の影響として残る。

【００１１】

図４は従来のコイルの巻き方を示したものである。空心コア１に対して、巻初め箇所２より巻初め１周方向４で巻いて、巻初め地点に到達したら巻回方向は同じ方向で巻進む方向を逆方向５で巻いて、巻初めの点３に戻る。図４（ｂ）は拡大図でコイル６、８，９，７と進みコイル９，７はコイル６、８の上部に巻回されている。その為に図２のようにΔＳの違いから外部磁界の影響を受ける。Ｓによる分は巻方向４，５により相殺される。

【００１２】

図５は本発明の巻線の基本を示したものである。従来は出力の一方端を基準とした時に、巻回の加算と共に巻回の多い方が少ない箇所の上に巻き付けていた。これに対して空心コア１０の回りに巻く巻初め１１から巻終わりの１２との間では巻方向１３、１４と経るが詳細図Ｂに示すようにコイル１５、１７，１８，１６と進む間でコイル１８コイル１７に比べ巻回数が多い地点であるにもかかわらず内側に巻かれている。これにより多層に渡り巻回される時、図５に示すように巻方向の進む方向（図では右ネジ方向）１３及び逆方向（図では左ネジ方向）１４が多層に渡り巻回されてもΔＳによる外部磁界の影響は受けなくなる。

【００１３】

図６は多層巻の時を示したものである。従来巻き（ａ）と本発明巻き（ｂ）を表している。従来巻き（ａ）のコア１９に巻初め箇所２５より巻初め２１、２２、２３、２４と巻いて行き巻終わり２６で出力される。矢印は巻き加算方向を示している。これに対して本発明（ｂ）は２つの貯線されたボビンを使用し巻始め箇所２９よりスタートする。一方の貯線ボビンから１層目３０を巻き、次に２層目は地点２９よりもう一方の貯線ボビンで巻始め１層とは逆巻回方向３１で巻き付ける。次に１層の終わりから２層の上に３層３２を１層と同じ巻回方向で巻き付ける。４層３３は２層の終わりから３層の上に２層と同じ巻回方向で巻き付ける。そして３層と４層の巻終わり端をそれぞれ端２７，端２８とすると端２７，端２８が出力端子となる。なお地点２９より巻始める２つの貯線ボビンは分割型ＣＴ、貫通型をも含め半周ないしは円周の数分の一周毎に上下の層を交互に入れ変えながら巻き付けても同じ効果がある。等価的には巻き始めから巻き終わりは３層→１層→２層→４層の順で巻かれている。

【００１４】

図７は残留電流を減少させ、しかも外部磁界の影響も低減させたものである。

図７（ａ）は巻線図で図７（ｂ）はその結線図である。コイルは例として５つに分割し各出力は並列に結線してある並列に結線する途中に１つの抵抗をR_1とし他の４つの抵抗は可変できるようにしてある。いま図７の（ｂ）で５つに分けた空心コイルの各インピーダンスを$m_{1\sim5}$として各ｍに対して可変抵抗値V_Rはｍ≪V_Rとし、ｎ×Ｓの大きさに応じてV_Rを調整させることにより、各コイルから２次負担に向かう電流をΔI_2とすると２次負担抵抗R_Lに流れる電流I_2は近似値として次ように表せる。

$$I_2 = \sum \Delta I_2 = \sum \frac{n\frac{d\phi}{dt}}{V_R} = \sum \frac{n\mu_0 S\frac{dH}{dt}}{V_R} \cdots (9)$$

ここでｎＳ／V_Rは５つのコイルとも同じ値になるように調整できるので式（９）は

$$I_2 = \frac{n\mu_0 S}{V_R}\sum\frac{dH}{dt} \quad \cdots\cdots （１０）$$

となる。（１０）よりΣの項は周回積分の法則より零となりI_2も零となる。しかも零相電流特性にはΣの項は零相電流値になるので影響を与えない。コイルの巻き方は図５（ｂ）または図６（ｂ）の方法で巻くので外部磁界の影響も低減できる。

【００１５】

図８は従来の空心ＣＴと本発明によるものとの特性比較例である。従来品は１次電流が５００Ａ時において外部磁界の影響が３～５Ａ、残留電流が２５０ｍＡあるのに対し本発明によるものは外部磁界の影響は０．１Ａ～０．１５Ａ、残留電流は５０ｍＡであった。

【発明の効果】

従来、空心コイルは外部磁界の影響や残留電流が大きなり零相電流検出に使用できなかったものが本発明により出来るようになり、フレキシブルな高精度ＣＴ及びＺＣＴが製作できるようになった。その為キュービクル内でのフィーダ間の狭窄した箇所に於いても容易に高精度で電流や漏れ電流を計測できる用になり電気設備の保守管理が行い易くなった。

【図面の簡単な説明】

【図１】図１は空心ＣＴでの残留電流発生に起因する磁界の発生状態を示したものである。

【図２】図２は空心ＣＴでのＣＴ窓面に垂直に侵入する外部磁界の影響を示した図である。

【図３】図３は角型ＣＴでの外部磁界の影響を表したものである。

【図４】図４は従来の空心ＣＴのコイルの巻回状態を表したものである。

【図５】図５は本発明による空心ＣＴの巻回状態の一例を表したものである。

【図６】図６は多層巻の従来方法と本発明の巻き方の比較を表したものである。

【図７】図７は残留電流と外部磁界の影響の２つを同時に低減させた時の巻線及び結線方法を表したものである。

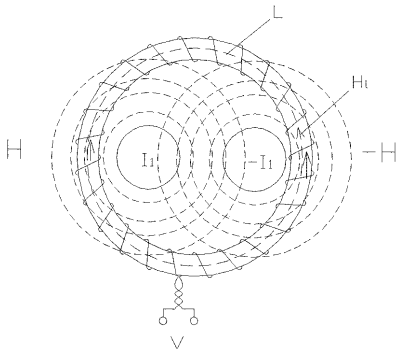
【図８】図８は従来の空心ＣＴと本発明によるものとの実験結果を比較したものである。

【符号の説明】

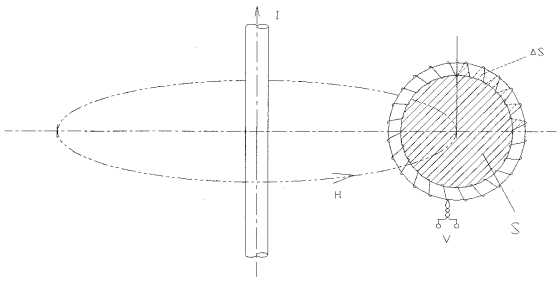
１・・・空心コア　２・・・従来ＣＴの巻始め　３・・・従来ＣＴの巻終わり４・・・従来ＣＴの一層目の巻進む方向　５・・・従来ＣＴの２層目の巻進む方向　６・・・１層目の拡大コイル　７・・・２層目の拡大コイル　８・・・１層目の拡大コイル　９・・・２層目の拡大コイル　１０・・・本発明空心コア　１１・・・巻始め　１２・・・巻終わり　１３・・・巻進み方向　１４・・・巻回を加算し巻終わりに向う方向　１５、１７・・・１周目　１８，１６・・・２周目　１９・・・従来の多層巻コア　２０・・・本発明の多層巻コア　２１・・・従来の１層目　２２・・・２層目　２３・・・３層目　２４・・・４層目

２５・・・巻始め　２６巻終わり　２７、２８・・・出力端　２９・・・巻始め　３０・・・１層目　３１・・・２層目　３２・・・３層目　３３・・・４層目　３４・・・本発明の空心コア　３５・・・巻き付け方向　３６、巻き付け戻し方向　I_1・・・１次電流　Ｌ・・・磁路長　H_1・・・単位長当たりの磁界の強さ　Ｖ・・・２次出力　Ｓ・・・ＣＴ窓面積　ΔＳ・・・巻回が外部磁界の影響を受ける面積　$X_{1\sim4}$・・・Ｘ軸寸法　$Y_{1\sim4}$・・・Ｙ軸寸法　Ｒ・・・１次導体中心からＣＴの中心までの距離　Ａ・・・従来ＣＴの巻線拡大図　Ｂ・・・本発明の巻線拡大図　R_1・・・固定抵抗　ＶＲ・・・可変抵抗　ＲＬ・・・２次負担抵抗

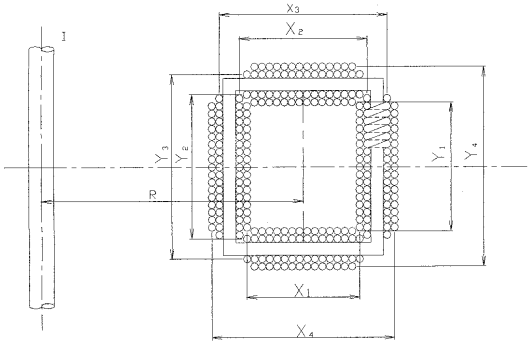
【図１】



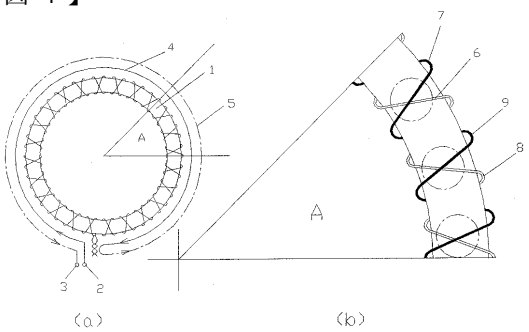
【図２】



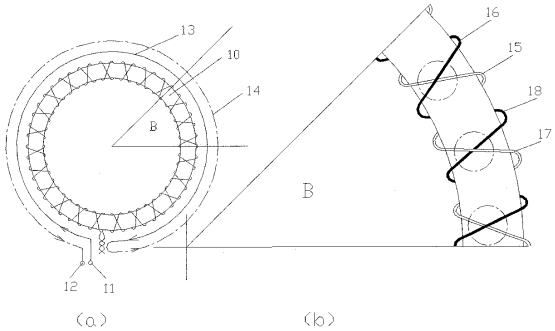
【図３】



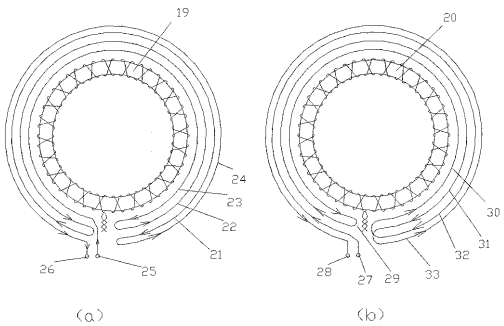
【図４】



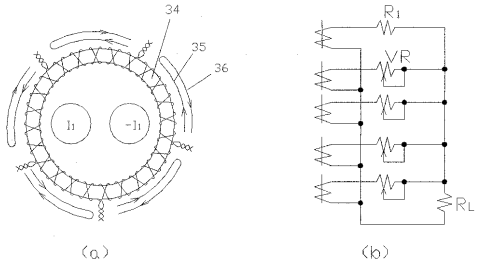
【図５】



【図６】



【図７】



【図８】

項目	１次電流が５００Ａの時	
	従来の空心ＣＴ（ロゴスキーコイルＣＴ）	本発明によるもの
外部磁界の影響（ＣＴ窓と外部１次電流が直角の時）	３Ａ	０．１Ａ
外部磁界の影響（ＣＴ窓と外部１次電流が並行の時）	５Ａ	０．１５Ａ
残留電流	0.25Ａ	０．０５Ａ