



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1912638 B

(45) 授权公告日 2010.04.14

(21) 申请号 200610020003.7

7.

(22) 申请日 2006.08.17

CN 1412567 A, 2003.04.23, 全文.

JP 5-142264 A, 1993.06.08, 全文.

(73) 专利权人 国网电力科学研究院

JP 7-140178 A, 1995.06.02, 全文.

地址 210003 江苏省南京市南瑞路8号

王宁等.GIS用新型电压传感器的设计及试

专利权人 国网电力科学研究院武汉南瑞有
限责任公司

验研究. 电网技术 30 7. 2006, 30(7), 45-48.

审查员 王晓萍

(72) 发明人 王晓琪 栗刚 吴春风 叶国雄

余春雨 吴士普

(74) 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限
公司 42102

代理人 钟锋 莫青

(51) Int. Cl.

G01R 15/06 (2006.01)

H01F 38/26 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 200968968 Y, 2007.10.31, 权利要求1-

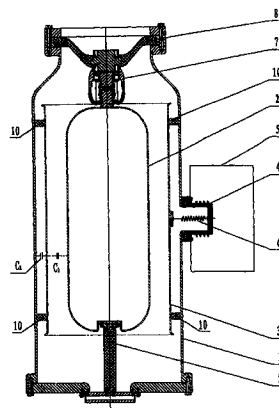
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

罐式电容式电压互感器

(57) 摘要

本发明涉及罐式CVT,由密封罐体、高压电极、中压电极、出线套管和电磁单元组合,采用SF₆气体绝缘,密封罐体、高压电极及中压电极均为同轴圆柱形结构;高压电极与中压电极柱面之间形成高压臂电容C₁,中压电极与密封罐体柱面之间形成中压臂电容C₂,高压臂电容C₁和中压臂电容C₂构成电容分压器。本发明结构及工艺简单,造价低暂态特性好,绝缘性能稳定并可恢复、绝缘裕度大,提高了电网的安全可靠性;在电网上运行不会出现铁磁谐振现象,误差特性稳定、分压比的线性关系好。本发明解决了特高压、超高压GIS用电压互感器的难题,适用于1000kV电压等级电网的GIS中电能计量、继电保护和电量监测,也可延伸使用到750kV、500kV及更低电压等级电网。



1. 罐式电容式电压互感器,由密封罐体、高压电极、中压电极、出线套管和电磁单元组成,高压电极及中压电极均在密封罐体内,采用 SF₆ 气体绝缘罐式结构,电磁单元外挂,其特征在于:密封罐体(1)、高压电极(2)及中压电极(3)均为同轴圆柱形结构,且高压电极(2)在最内层、中压电极(3)在密封罐体(1)和高压电极(2)之间;高压电极(2)与中压电极(3)柱面之间形成高压臂电容 C₁,中压电极(3)与密封罐体(1)即地电位电极柱面之间形成中压臂电容 C₂,高压臂电容 C₁和中压臂电容 C₂构成电容分压器,中压臂电容 C₂可以是一个或多个组合,上述电极长度、层数及电极间距离的调整都可以改变电容分压器的分压比;中压电极(3)的引出线串联小阻值感抗(6)后与电磁单元(5)连接,小阻值感抗(6)安装在出线套管(4)内。

2. 根据权利要求1所述的罐式电容式电压互感器,其特征在于:串入的小阻值感抗(6)在工频 50Hz 条件下呈现低阻抗值,在快速陡波过电压(VFTO)及雷电冲击过电压作用下呈现高阻抗值,小阻值感抗(6)具有绝缘可恢复性螺旋结构,绕组匝间留有供填充 SF₆ 气体的气隙。

3. 根据权利要求2所述的罐式电容式电压互感器,其特征在于:中压电极(3)、出线套管(4)的绝缘在满足雷电冲击电压的前提下,还满足 0.35MPa 补气压力下的电极表面在快速陡波过电压(VFTO)作用下的最大场强不大于 28kV/mm。

4. 根据权利要求3所述的罐式电容式电压互感器,其特征在于:电容分压器可以作为独立舱室结构,密封罐体(1)是一个独立圆柱罐体,密封罐体(1)内高压电极(2)的两端部是圆弧形,高压电极(2)的一端经梅花触头(7)安装有一盆式绝缘子(8),用于与气体绝缘变电站(GIS)管道的密封隔离及高压电极的连通;高压电极(2)的另一端经一绝缘支撑棒(9)支撑在密封罐体(1)的底座上;一层中压电极(3)与密封罐体(1)柱面之间用若干个绝缘支撑件(10)固定。

5. 根据权利要求3所述的罐式电容式电压互感器,其特征在于:中压电极(3)还可以直接安装在作为密封罐体(1)的 GIS 母线管道中, GIS 母线管既为密封罐体(1), GIS 母线管道中的高压导体即母线即为高压电极(2),一层中压电极(3)与密封罐体(1)即 GIS 母线管柱面之间用若干个绝缘支撑件(10)固定。

6. 根据权利要求3所述的罐式电容式电压互感器,其特征在于:中压电极(3)直接安装在作为密封罐体(1)的 GIS 母线管道中,高压电极(2)通过若干绝缘件(11)固定套在高压导体即母线(12)外,高压电极(2)与母线(12)用导线连接是等电位,中压臂电容 C₂由多层中压电极(3)及多层同轴地电位电极(13)构成,多层中压电极(3)与多层地电位电极(13)交错安装在密封罐体(1)即 GIS 母线管壁和高压电极(2)之间,多层中压电极(3)通过若干等电位金属连接棒(14)相互固定并由若干个绝缘支撑件(10)固定在密封罐体(1)即 GIS 母线管壁上,多层地电位电极(13)通过若干个金属固定板(15)固定在 GIS 母线管壁上。

7. 根据权利要求4、5或6所述的罐式电容式电压互感器,其特征在于:还可在密封罐体(1)外配接一独立的来微调电容分压器的中压臂电容 C₂的容量和分压比的可调电容器(16)。

罐式电容式电压互感器

技术领域

[0001] 本发明属于输变电设备高压电器领域,涉及一种高压电容式电压互感器,具体地说涉及罐式电容式电压互感器(简称罐式 CVT),其适用于 1000kV 电压等级电网的气体绝缘变电站(以下简称 GIS)中的电能计量、继电保护和电量监测,也可延伸使用到 750kV、500kV 及更低电压等级电网。

背景技术

[0002] 目前,GIS 中广泛使用的电压互感器是电磁式电压互感器(以下简称 VT)。随着电压等级的提高,VT 的制造难度、工艺、成本、体积、重量会成倍增加,绝缘特性也十分不好,特别是 VT 容易和电网发生铁磁谐振,其耐受雷电冲击电压和操作过电压的能力差。据申请人所知,目前国际上仅有的 1000kV 电压等级的 GIS 是日本新榛名 1000kV 交流特高压变电站,采用的是电子式电压互感器(以下简称 EVT),但是,其运行情况表明,由日本三家著名的电力设备制造公司为新榛名 1000kV 交流特高压变电站研制的 1000kV GIS 使用 EVT 存在如下问题:误差特性稳定性差,变差大、耐受传递过电压能力差,其中有两家的样机没有达到设计要求,在模拟运行即长期带电考核过程中就损坏了;即使性能最好的一家公司产品,其误差特性也比传统的 VT 差很多,稳定性不好。EVT 和 VT、高压电容式电压互感器(简称 CVT)相比,可靠性差、误差特性不好的缺点至今没有彻底解决。自今世界上还没有 1000kV 的 VT 样机研制出来,日本 1000kV 特高压 GIS 选用 EVT 也是因为 VT 的研制难度缘故,而且日本的 1000kV 的 EVT 准确级只达到 1 级水平。

[0003] 此外,传统的 CVT 都是柱式结构,承担高电压的电容分压器由安装于瓷套管内的多级电容单元(即电容器芯子)叠加组成。柱式结构 CVT 主要单独用于敞开式变电站(简称 AIS),其电容分压器主要有两种绝缘结构:一种是油纸绝缘结构的油浸式电容分压器,亦称之为耦合式电容器;另一种是有机绝缘介质多为聚酯薄膜和 SF₆ 气体绝缘复合而成的电容分压器。油纸绝缘结构、聚酯薄膜 SF₆ 气体绝缘复合结构均不宜于使用在 GIS 之中,油纸绝缘结构为一系列小的油浸式电容器串联而成,聚酯薄膜 SF₆ 气体绝缘复合结构为聚酯薄膜和锡箔(电极)同轴圆绕制而成。两种不同介电系数材料的复合结构远不如单一的绝缘可恢复性 SF₆ 气体绝缘。

[0004] 如果在 GIS 中装入油浸式电容器,不仅电场分布不均,而且因为绝缘油的缘故,不同介质界面的密封及电场不易处理,容易污染 GIS 罐体,也不能充分利用 SF₆ 气体只能在均匀电场或稍不均匀电场中使用的优良特性。油纸、SF₆ 气体的介电系数不同,容易畸变两种介质附近的电场强度,这样就不能发挥 SF₆ 气体的作用。油浸式 CVT 的另一个缺陷是有爆炸燃烧的潜在危险。聚酯薄膜 SF₆ 气体绝缘复合结构 CVT,承受高电压的电容分压器主绝缘为有机绝缘材料,一旦出现绝缘损伤就是永久性的,其绝缘性能是不可以恢复的。

[0005] 传统柱式 CVT 的电容分压器结构复杂、制作工艺难度大,电容分压器由上百或数百只电容器单元串联而成;柱式 CVT 受高压引线、邻近物体及相邻相电源影响较大,环境温度及温度梯度、瓷套管表面污秽程度及相对湿度也对误差特性有影响。高压引线、温度变化

(包括柱式电容分压器上下温度梯差)等各种因数对 765kV 电压等级柱式 CVT 的误差影响量达 0.3%,合成影响量更大。

发明内容

[0006] 本发明的目的是,针对现有技术的缺陷进行改进,提供一种具有全新设计概念的罐式 CVT,主要是解决特高压、超高压及高压 GIS 用电压互感器一次绕组暂态过电压分布不均引起的绝缘性能欠缺、有和电网发生铁磁谐振的危险和制造工艺难等难题。

[0007] 本发明的技术解决方案是,一种罐式 CVT,由密封罐体、高压电极、中压电极、出线套管和电磁单元组成,高压电极、中压电极在密封罐体内,密封罐体采用 SF₆ 气体绝缘罐式结构,电磁单元外挂,其特征在于:密封罐体 1、高压电极 2 及中压电极 3 均为同轴圆柱形结构,且高压电极 2 在最内层、中压电极 3 在密封罐体 1 和高压电极 2 之间;高压电极 2 与中压电极 3 柱面之间形成高压臂电容 C₁,中压电极 3 与密封罐体 1 即地电位电极柱面之间形成中压臂电容 C₂,高压臂电容 C₁ 和中压臂电容 C₂ 构成电容分压器,中压臂电容 C₂ 可以是一个或者是多个组合,上述电极长度、层数及电极间距离的调整都可以改变电容分压器的分压比;中压电极 3 的引出线串联小阻值感抗 6 后与电磁单元 5 连接,小阻值感抗 6 安装在出线套管 4 内。

[0008] 其特征在于:小阻值感抗 6 在工频 50Hz 条件下呈现低阻抗值,在快速陡波过电压(简称 VFTO)及雷电冲击过电压作用下呈现高阻抗值,小阻值感抗 6 具有绝缘可恢复性螺旋结构,绕组匝间留有气隙供填充 SF₆ 气体。

[0009] 其特征在于:中压电极 3、出线套管 4 的绝缘在满足雷电冲击电压的前提下,还满足 VFTO 的耐受水平——0.35MPa 补气压力下的电极表面在 VFTO 作用下的最大场强不大于 26kV/mm。

[0010] 其特征在于:SF₆ 气体绝缘罐式结构作为独立舱室结构,其形状是一个独立圆柱罐体,密封罐体 1 内高压电极 2 的两端部是圆弧形,其一端经梅花触头 7 安装有一盆式绝缘子 8,用于与 GIS 管道的密封隔离及高压电极的连通;高压电极 2 的另一端经一绝缘支撑棒 9 支撑在密封罐体 1 的底座上;中压电极 3 与密封罐体 1 的柱面之间用若干个绝缘支撑件 10 固定。

[0011] 其特征在于:中压电极 3 可以直接安装在作为密封罐体 1 的 GIS 母线管道中,高压电极 2 采用 GIS 母线管中的高压导体即母线,中压电极 3 位于密封罐体 1 即 GIS 母线管道和高压电极 2 及母线的柱面之间,中压电极 3 与密封罐体 1 即 GIS 母线管道的柱面之间用若干个绝缘支撑件 10 固定。

[0012] 其特征在于:中压电极 3 直接安装在作为密封罐体 1 的 GIS 母线管道中,高压电极 2 通过若干绝缘件 11 固定套在高压导体即母线 12 外,高压电极 2 与母线 12 用导线连接成是等电位,中压臂电容 C₂ 由多层中压电极 3 及多层同轴地电位电极 13 构成,多层中压电极 3 与多层地电位电极 13 交错安装在密封罐体 1 即 GIS 母线管道和高压电极 2 之间,多层中压电极 3 通过若干等电位金属连接棒 14 相互固定并由若干个绝缘支撑件 10 固定在密封罐体 1 即 GIS 母线管道的管道壁上,多层地电位电极 13 通过若干个金属固定板 15 固定在 GIS 母线管道的管道壁上。

[0013] 其特征在于:还可在密封罐体 1 外配接一独立的来微调电容分压器中压臂电容 C₂

的容量和分压比的可调电容器 16。

[0014] 本发明解决了特高压、超高压及高压 GIS 用电压互感器的难题,其电容分压器结构及工艺简单,造价低,暂态特性好,主绝缘为纯 SF₆ 气体介质,绝缘性能稳定并可恢复,绝缘裕度大,极大提高电网的安全可靠性;在电网上运行不会出现铁磁谐振的现象,误差特性好,不仅可以作为电压互感器使用,也可作为分压器或传感器使用;不易受邻近物体、高压引线布置即邻近效应影响,也不受污秽和相对湿度对误差特性的影响,温度影响较小,误差特性稳定。分压比的线性即分压比与电压高低的关系好,不确定度包括温度影响、电压线性、谐波影响等优于 0.03%。此技术还可用于 GIS 的 EVT 一次传感器,提高了交流特高压 GIS 安全可靠性。

附图说明

[0015] 图 1、本发明的实施例一即独立罐式 CVT 结构示意图;

[0016] 图 2、本发明的实施例二即小电流 GIS 管道结构罐式 CVT 结构示意图;

[0017] 图 3、本发明的实施例三即大电流 GIS 管道结构罐式 CVT 结构示意图;

[0018] 图 4、本发明的实施例二的侧视图;

[0019] 图 5、本发明的实施例四即外接可调电容器罐式 CVT 的电路原理图。

[0020] 图中,1 密封罐体、2 高压电极、3 中压电极、4 出线套管、5 电磁单元、6 小阻值感抗、7 梅花触头、8 盆式绝缘子、9 绝缘支撑棒、10 绝缘支撑件、11 绝缘件、12 母线、13 地电位电极、14 等电位金属连接棒、15 金属固定板、16 可调电容器

具体实施方式

[0021] 下面结合附图对本发明作进一步详细的说明。

[0022] 实施例

[0023] 本发明适用于特高压及超高压 GIS 中,如图 1、图 2、图 3、图 4、图 5 所示,本发明的基本结构是,由密封罐体 1、高压电极 2、中压电极 3、出线套管 4 和电磁单元 5 组成,高压电极 2 及中压电极 3 均在密封罐体 1 内,采用 SF₆ 气体绝缘罐式结构,电磁单元 5 外挂;密封罐体 1、高压电极 2 及中压电极 3 均为同轴圆柱形结构且高压电极 2 在最内层、中压电极 3 在密封罐体 1 和高压电极 2 之间;高压电极 2 与中压电极 3 柱面之间形成高压臂电容 C₁,中压电极 3 与密封罐体 1 即地电位电极柱面之间形成中压臂电容 C₂,高压臂电容 C₁ 和中压臂电容 C₂ 构成电容分压器,中压臂电容 C₂ 可以是一个或者是多个组合,上述电极长度、层数及电极间距离的调整都可以改变电容分压器的分压比,其中高压电极即一次电极长度视二次输出容量而定,基本尺寸在 2~3 米之间;中压电极 3 的引出线串联小阻值感抗 6 后与电磁单元 5 连接,小阻值感抗 6 安装在出线套管 4 内。小阻值感抗 6 用于阻尼 GIS 中 VFTO 及雷电冲击过电压、操做过电压对电磁单元 5 的影响。串入的小阻值感抗 6 在工频 50Hz 条件下呈现低阻抗值,在 VFTO 及雷电冲击过电压作用下呈现高阻抗值,降低 VFTO 及雷电冲击过电压作用在电磁单元 5 器件上的过电压幅值,根据 GIS 出线的 VFTO 振荡频率和电容分压器容抗值不同,小阻值感抗 6 的电感值也不同。对于 VFTO 振荡频率 5MHz、分压器额定中压 3kV、高压臂电容 1000pF 的罐式 CVT,串联小感抗 6 的电感值控制在 10 μH~20 μH 范围内。小阻值感抗 6 在设计上具有绝缘可恢复性,为螺旋结构,绕组匝间留有气隙供填充 SF₆ 气体。中

压电极 3、出线套管 4 的绝缘设计考虑了 VFTO 的耐受水平,0.35MPa 补气压力下的电极表面在 VFTO 作用下的最大场强不大于 26kV/mm。

[0024] 图 1 是本发明的实施例一是在配置套管后可独立使用的罐式 CVT 结构示意图,在实施例一中,本发明由密封罐体 1、高压电极 2、中压电极 3、出线套管 4 和电磁单元 5 组成,高压电极 2 及中压电极 3 均在密封罐体 1 内,电磁单元 5 外挂;主绝缘介质是 SF₆ 气体,具有绝缘性能可恢复性,作为独立舱室结构,密封罐体 1 是一个独立圆柱罐体,内部充满用于绝缘的 SF₆ 气体;密封罐体 1 内高压电极 2 的两端部是圆弧形,其一端经梅花触头 7 安装有一盆式绝缘子 8,用于与 GIS 管道的密封隔离及高压电极的连通即和绝缘套管连接;高压电极 2 的另一端经一绝缘支撑棒 9 支撑在密封罐体 1 的底座上;一层中压电极 3 与密封罐体 1 即地电位电极柱面之间用两圈共 8 个绝缘支撑件 10 固定;密封罐体 1 的直径在 1~1.4m 之间,按常规计算,1000kV 的 SF₆ 气体绝缘罐式 VT 的直径约 1.8m、自重约 8 吨、端发兰承受的压力大于 120 吨,如采用本发明的 1000kV 罐式 CVT,取密封罐体 1 的直径为 1.4m,其自重会小于 2 吨,端发兰承受的压力最大约为 70 吨,由于采用同轴电极结构,一次高压绕组的绝缘耐受水平远远大于直径为 1.8m 的罐式 VT。

[0025] 图 2 是本发明的实施例二,即小电流 GIS 管道结构罐式 CVT 结构示意图,图 4 是本发明的实施例二的侧视图;在实施例二中,本发明也是由密封罐体 1、高压电极 2、中压电极 3、出线套管 4 和电磁单元 5 组成,高压电极 2 及中压电极 3 均在密封罐体 1 内,电磁单元 5 外挂;主绝缘介质是 SF₆ 气体,具有绝缘性能可恢复性;本发明罐式 CVT 直接安装在作为密封罐体 1 的 GIS 母线管道中,GIS 母线管道内充满了 SF₆ 气体用于绝缘,GIS 母线管既为密封罐体 1,对于放宽误差要求或当母线电流为小于 4000A 的小电流时,GIS 母线管道中的高压导体即母线即为高压电极 2,一层中压电极 3 与密封罐体 1 即 GIS 母线管柱面之间用两圈共 8 个绝缘支撑件 10 支撑固定。

[0026] 图 3 是本发明的实施例三,即大电流 GIS 管道结构罐式 CVT 结构示意图,在实施例三中,本发明也是由密封罐体 1、高压电极 2、中压电极 3、出线套管 4 和电磁单元 5 组成,高压电极 2 及中压电极 3 均在密封罐体 1 内,电磁单元 5 外挂;主绝缘介质是 SF₆ 气体,具有绝缘性能可恢复性;本发明罐式 CVT 直接安装在 GIS 母线管道中,GIS 母线管道内充满了 SF₆ 气体用于绝缘,GIS 母线管既为密封罐体 1,对于额定电流较大例如大于 4000A 的 GIS 并对准确级要求较高、误差稳定的情况,高压电极 2 通过两圈共 8 个绝缘件 11 固定套在高压导体即母线 12 外,高压电极 2 与母线 12 用导线连接是等电位,高压电极 2 与母线 12 之间有间隙不直接接触,以防止高压导体上的热量直接传导到高压电极 2 上,这样可以减少温度对电容分压器分压比的影响量;中压臂电容 C₂ 由 3 层中压电极 3、2 层同轴地电位电极 13 及 GIS 母线管壁构成,GIS 母线管壁也是一层地电位电极,3 层中压电极 3 与 2 层地电位电极 13 交错安装在密封罐体 1 即 GIS 母线管壁和高压电极 2 之间,3 层中压电极 3 通过两圈共 8 个等电位金属连接棒 14 相互固定并由两圈共 8 个绝缘支撑件 10 固定在密封罐体 1 即 GIS 母线管壁上,2 层地电位电极 13 通过两圈共 8 个金属固定板 15 固定在 GIS 母线管壁上,GIS 母线管壁即第三层地电位电极。采用 3 层中压电极 3 及地电位电极 13 结构来调节电容分压器分压比,电极长度、层数及电极间的距离调整都可以改变电容分压器分压比,图 3 中的中压臂电容 $C_2 = C_{21} + C_{22} + C_{23} + C_{24} + C_{25}$ 。图 3 的设计尺寸为:高压电极 2 的长度为 4.2m 直径为 0.4m、最里层中压电极 3 的直径为 0.8m、密封罐体 1 即 GIS 母线管的直径为 1.3m,可以满足

额定电流 4000A ~ 8000A、短时工频耐受电压 1200kV、雷电冲击电压 2400kV、操作冲击耐受电压 1960kV 的 1000kV GIS 用罐式 CVT 的电容分压器绝缘性能要求。

[0027] 在图 5 中,是本发明的实施例四即外接可调电容器罐式 CVT 的电路原理示意图,为微小调节电容分压器的分压比,还可以在罐体外测外接独立的可调电容器 16,此时中压臂电容为 C_2+C_2' 。

[0028] 本发明的电容分压器结构简单,构成高压臂电容 C_1 和中压臂电容 C_2 的电极为同轴电极,电极间是 SF₆ 惰性气体。即使电极间发生电气击穿,去除施加电压后,电极间的绝缘特性可恢。这样的结构具有极高的绝缘特性,绝缘可靠性高,同时无需外部提供二次工作电源,不使用激光器件、集成电路等半导体和电子器件,提高了电网运行的安全性和可靠性。本发明采取的特殊措施即中压电极引出线串联小阻值感抗的方式,使得本发明具有极高的耐受 GIS 中的 VFTO、雷电(大气)过电压及抗传递过电压能力,有极高的二次(计量、测量和继电保护)系统的安全性和可靠性,这对于 VFTO 及传递过电压影响严重的 1000kV 电压等级特高压 GIS 而言极为重要。

[0029] 由于本发明的电容分压器置于 SF₆ 气体罐体之中,不受高压引线、邻近物体、邻近相电源、温度场梯度等因素影响,附加误差影响小,误差稳定性远高于柱式 CVT,对于提高特高压电网计量的准确性水平极为重要。本发明由于误差特性稳定,额定电容 C_n (C_1 与 C_2 的并联电容)可以选择得比柱式 CVT 小,因而电容分压器体积可以小型化,其内部储能元件(电容器,补偿电抗器)储能小,有益于抑制内部铁磁谐振的发生,有益于提高 CVT 暂态特性水平。

[0030] 本发明特别适合超高压和特高压 GIS 用,适用于 1000kV 电压等级电网的电能计量、继电保护和电量监测,也可延伸使用到 750kV、500kV 及更低电压等级电网;也可在罐体上安装高压套管引出高压导线,作为独立式电压互感器用于 AIS。本发明可以兼顾各类电力系统的保护系统要求,适应性很广,既可满足传统的继电保护系统有功率驱动的要求,也可很方便的为微机保护系统转换为小信号模拟量或数字量的需要提供信号及功率,无需另外提供二次驱动电源。

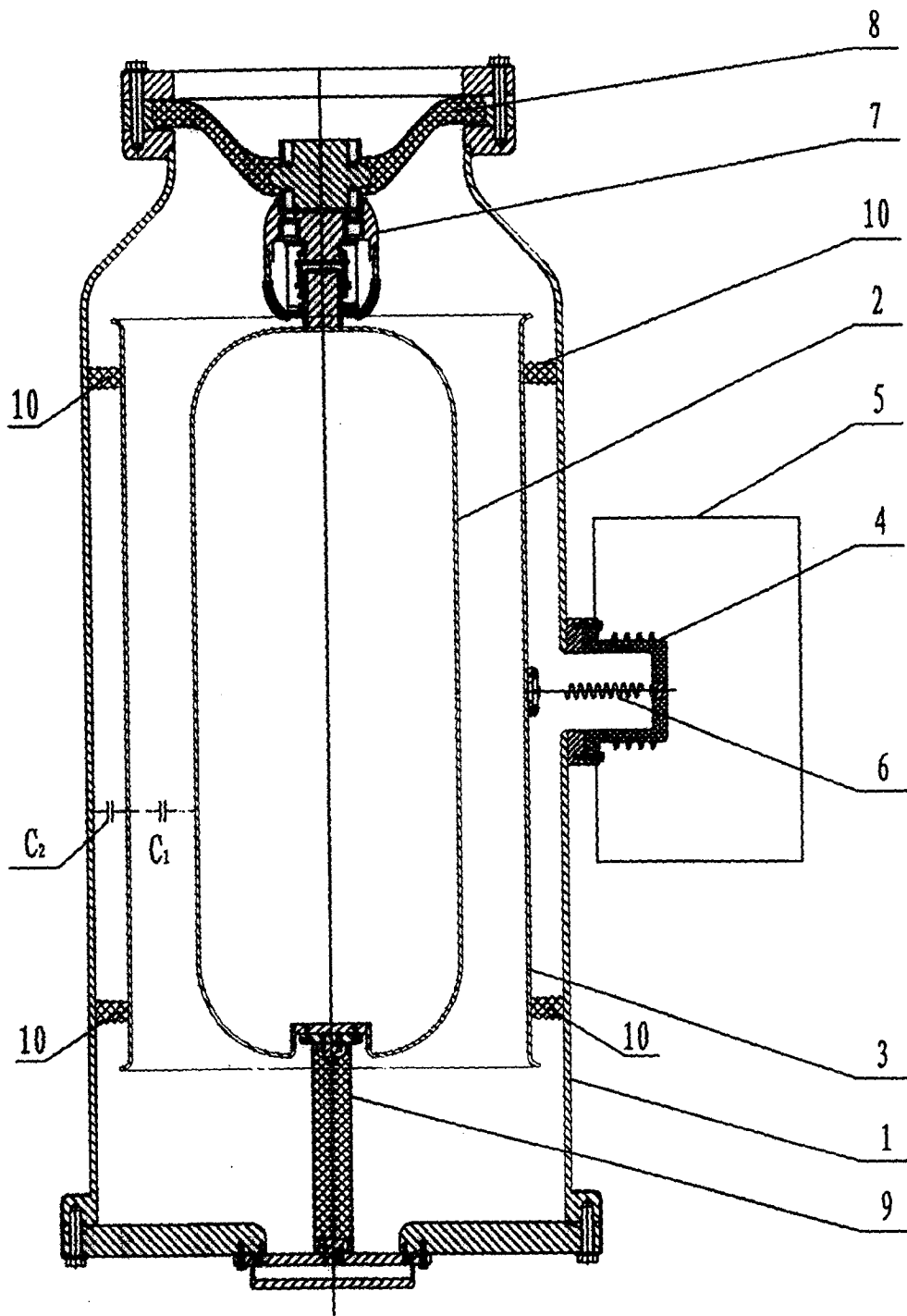


图 1

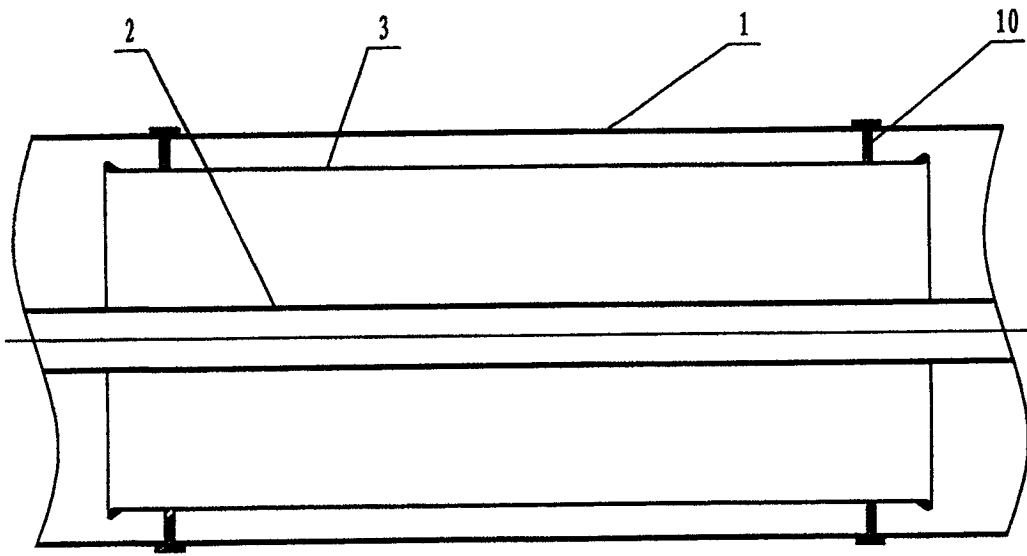


图 2

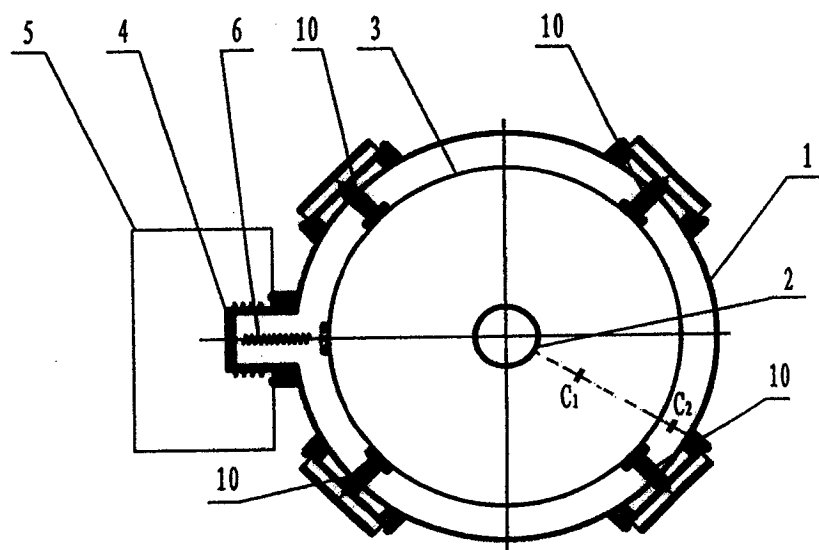


图 4

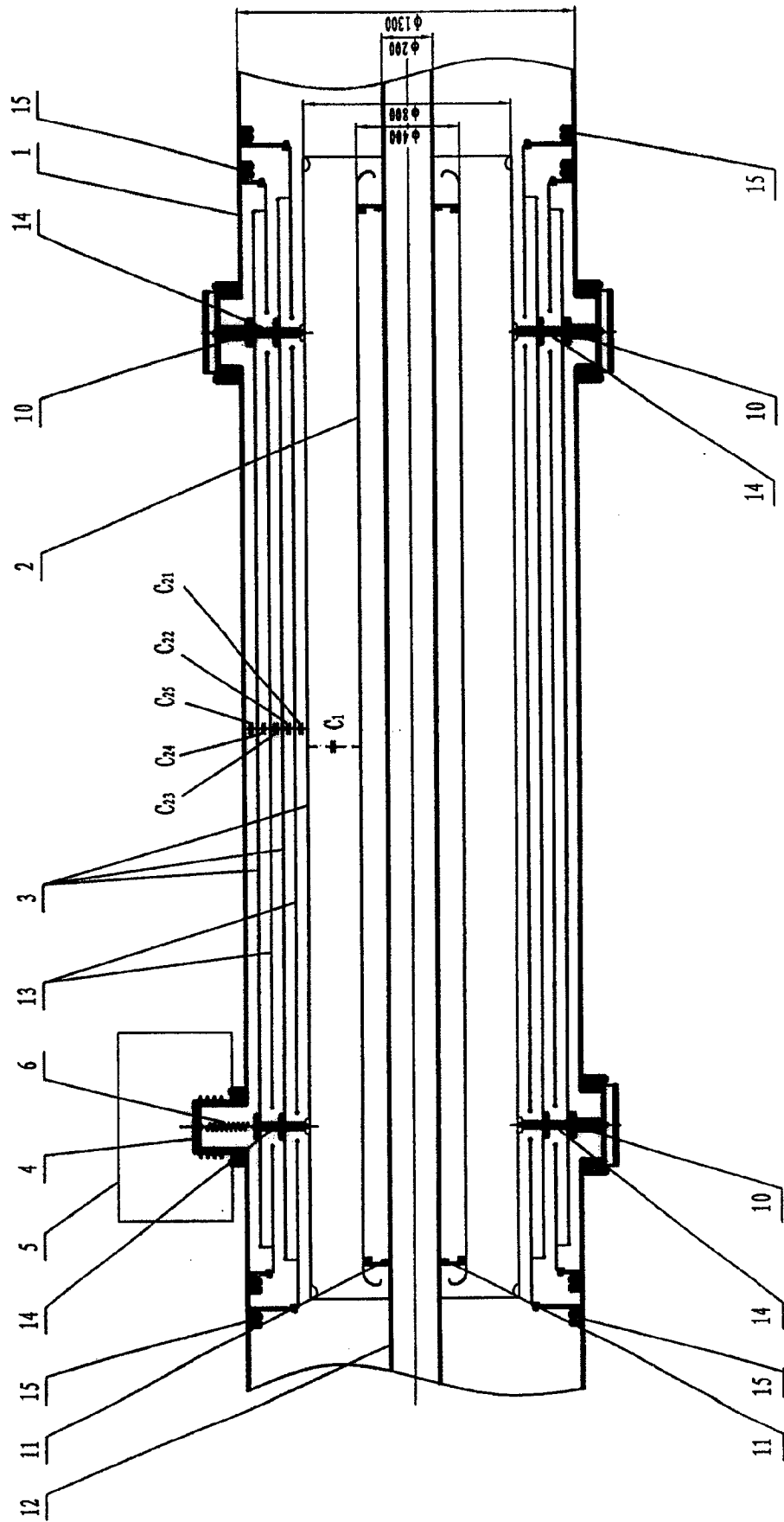


图 3

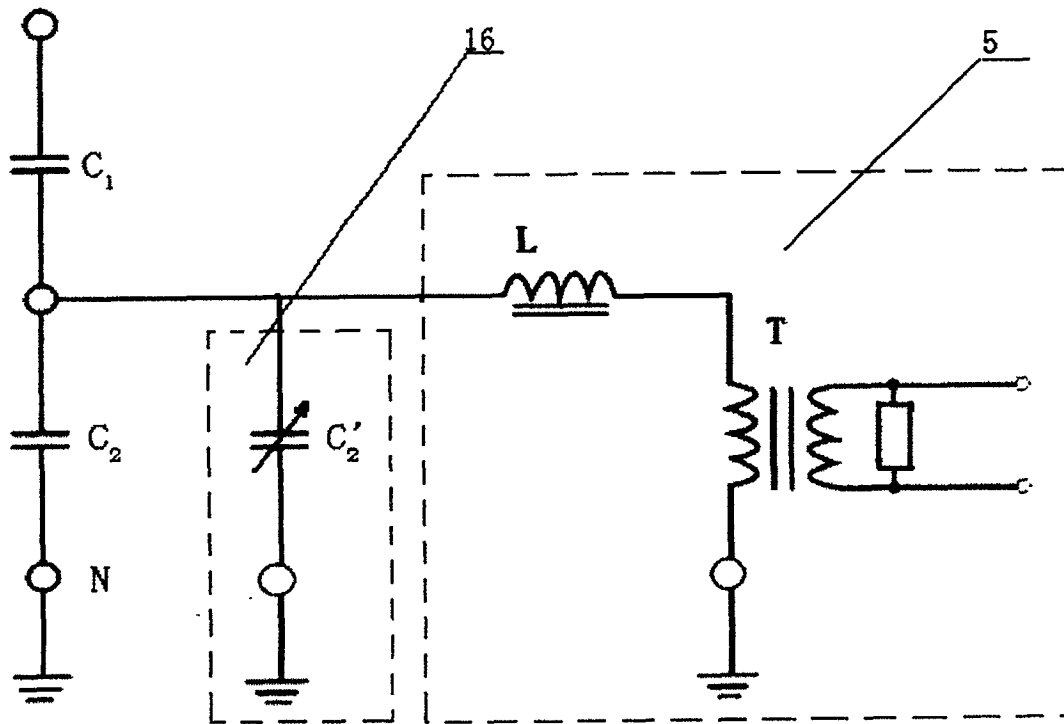


图 5