

# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 92103969.7

[51]Int.Cl<sup>6</sup>

G01R 15/18

[45]授权公告日 1995年8月9日

[24]颁证日 95.3.24

[21]申请号 92103969.7

[22]申请日 92.5.21

[73]专利权人 华中理工大学

[72]发明人 任士焱

[74]专利代理机构 华中理工大学专利事务所

代理人 骆如碧

地址 430074湖北省武汉市武昌珞喻路151号

G01R 19/00

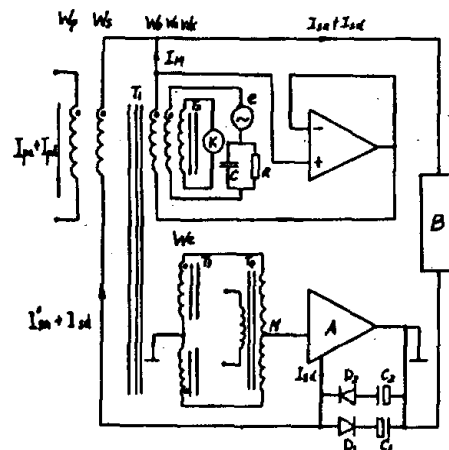
说明书页数:

附图页数:

[54]发明名称 一种交直流电流比较仪

[57]摘要

本发明属电流测试装置，它是一种比较仪，由测量头和电子放大器两部分组成，测量头为环形开口状，由上下两半环构成，在直径方向设哈夫面 A 和 B。电子放大器中的二次交流电流的互感直接耦合电路由二次绕组，负载电阻，电解电容和二极管构成。本装既可测直流电流和交流电流，也可同时测交直流电流，现场测试装拆极为方便，避免被测母线的停电、装拆和被检互感器装拆。



## 权利要求书

1.一种交直流电流比较仪,由测量头和电子放大器两部分构成,其特征为所述测量头为环形开口状,由上、下两半环构成,在直径方向设哈夫面A和B,测量头由以下几部分构成:

a) 交流主铁芯  $T_2$  由硅钢片卷绕成环状形铁芯后,在外面绕上交流检测绕组  $W_D$ ,再在该绕组外面绕监视绕组  $W_K$ ,在监视绕组  $W_K$  外面绕交流调零绕组  $W_0$ ;

b) 两个直流主铁芯  $T_3$  由硅钢片卷成环状形铁芯后,分别在外面绕上激磁绕组  $W_A$ ;

c) 将 a)、b) 所述绕组拼装,在它们外面绕上静电屏蔽层E并将它置于由硅钢片卷绕而成的磁屏蔽铁芯  $T_1$  中,在  $T_1$  外面绕上交直流二次绕组  $W_1$ ,最外面套上静电屏蔽层F;

d) 上述结构经环氧树脂浇铸后,在直径方向开哈夫面A和B,

所述电子放大器中的二次交流电流  $I_{2a}$  的互感直接耦合电路由二次绕组  $W_1$ ,负载电阻B、电解电容  $C_1$ 、 $C_2$ 、二极管  $D_1$ 、 $D_2$  构成,其中  $D_1$  的阳极与  $D_2$  的阴极相连,接到  $W_1$  的非同名端和直流功率放大器A的输出端,  $D_1$  的阴极与  $C_1$  的正极相连,  $D_2$  的阳极与  $C_2$  的负极相连,  $C_1$  的负极与  $C_2$  的正极相连后与负载B和放大器A的接地点连接,负载B的另一端接到  $W_1$  的同名端。

本发明属电流测试装置,特别适合于交直流混合使用场合。

“电子工程师学会学报,电子与动力”(Electronics and Power The Journal of the Institution of Electrical Engineers Vol.32 No.1 January 1977.) 载文“用互感器精确测量直流和交流电流”(Accurate Measurement of d.c. and a.c. by Transformer) 的装置和电路。这种比较仪虽然很吸引人,但至少存在如下两个缺点:(一)该比较仪的测量头是一种闭环式结构,被测线必须从闭环中心穿过,这对工业现场测试是非常不方便的。测量头所使用的材料为高导磁率薄膜合金,价格昂贵。对电磁、机械冲击的承受能力差。(二)电子放大器电路存在明显的缺点是:对于大的过电流,这种功率放大器不

可能送出相应的补偿电流,在这种情况下,由于铁芯饱和,磁势平衡受到破坏,否则,要求功率放大器做得很大,这是不经济的。

根据上述现有技术存在的缺点,本发明提供一种开口式的交/直流电流比较仪。

为完成上述目的,本发明采取以下技术措施,图1为开口式交/直流电流比较仪测量头外形图,图2为测量头哈夫面A剖视图,图3为本发明比较仪电路图。这种交直流电流比较仪由测量头和电子放大器两部分构成,所述测量头为环形开口状,由上、下两半环构成,在直径方向设哈夫面A和B。测量头中的交流主铁芯  $T_2$  由硅钢片卷绕成环状形铁芯后,在外面绕上交流检测绕组  $W_D$ ,再在该绕组外面绕上监视绕组  $W_K$ ,在  $W_K$  外面绕交流调零绕组  $W_0$  两个直流主铁芯  $T_3$  由硅钢片卷成环状形铁芯后,分别在外面绕上激磁绕组  $W_A$ 。然后,将上述交流、直流绕组铁芯拼装,在它们外面绕上静电屏蔽E,并将它置于由硅钢片卷绕而成的磁屏蔽铁芯  $T_1$  中,在  $T_1$  外面绕上交直流二次绕组  $W_1$ ,最外面套上静电屏蔽F,上述结构经环氧树脂浇铸后,在直径方向开哈夫面A和B。所述电子放大器中的二次交流电流  $I_{2a}$  的互感直接耦合电路为,二次绕组  $W_1$  中的绝大部分(99%左右)交流电流 ( $I_{2a}-I_M$ ) 由互感直接耦合电路产生,该互感耦合电路由二次绕组  $W_1$ 、负载电阻B、电解电容  $C_1$ 、 $C_2$ 、二极管  $D_1$ 、 $D_2$  构成,其中  $D_1$  的阳极与  $D_2$  的阴极相连,接到  $W_1$  的非同名端和直流功率放大器A的输出端,  $D_1$  的阴极与  $C_1$  的正极相联,  $D_2$  的阳极与  $C_2$  的负极相连,  $C_1$  的负极与  $C_2$  的正极相连后与负载B和放大器的接地点连接,负载B的另一端接到  $W_1$  的同名端。图3给出了开口式交直流电流比较仪的电气原理图,当被测一次绕组  $W_p$  中通过交流和直流电流  $I_{pa}+I_{pd}$  时,对交流分量  $I_{pa}$ ,基于交流磁势平衡原理,二次绕组  $W_1$  中会感应出二次交流电流  $I'_{2a}$ ,由于这种二次电流  $I_{2a}$  中存在着一定数量的磁化电流误差,即在主铁芯  $T_2$  中作用有一定数量的交流安匝差  $I_{pa}W_p-I_{2a}W_1$ ,该安匝差将在交流检测绕组  $W_D$  中感应信号,  $W_D$  取得的信号通过电子放大器放大、反馈,得到补偿二次交流电流的磁化电流  $I_M$ ,使得在主铁芯  $T_2$  中的安匝差  $I_{pa}W_p-I_{2a}W_1$  接近于零,从而得到二次电流与一次电流之间的高精度匹

比关系,  $I_{pa} = \frac{W_s}{W_e} I_{sa}$ , 外接负载 B 中流过准确度很高的二次交流电流  $I_{sa}$ , 通过  $I_{sa}$  即可确定  $I_{pa}$ 。为了保证该系统高精度、高可靠地工作, 设置了交流调零绕组  $W_a$  和交流监视绕组  $W_k$ 。  $W_a$  与秘电势源  $e$  和电阻 R、电容 C 的并联支路相串联, 合理选择 R、C 的值, 可以得到最佳交流调零效果, 从而有效抑制由于直流系统纹波对交流系统零点的影响。交流监视绕组  $W_k$  与监视装置 K 相连一旦电子部分或其他部分发生故障, 其二次电流的准确度就发生变化, 主铁芯  $T_2$  中和交流磁势就不可能趋近于零, 此时监视绕组则有一个比较大的信号输出, 从而构成这种开口式交流电流比较仪的自诊断功能。由图 3 可知, 对于一次绕组  $W_p$  中的直流分量  $I_{pd}$ , 采用磁调制原理进行测试。均匀绕制在一对直流主铁芯  $T_3$  上的一对激励绕组  $W_i$  对接后接入交流工频变压器  $T_4$ , 经过配对的一对  $T_3$  将受到工频交流磁场的作用。当一次绕组中存在被测直流分量  $I_{pd}$  时, 在直流主铁芯  $T_3$  中将作用有对应的直流磁场, 该直流磁场将受到交流磁场的调制。由激磁变压器的中心抽头 M 将输出以二次谐波为主的交流信号, 该信号的幅值与相位对应被测直流  $I_{pd}$  的大小和方向, 经过电子部件组成的滤波、解调、放大环节 A, 给二次绕组  $W_s$  提供反馈直流电流  $I_{sd}$ , 由于系统开环增益很高, 当闭环系统平衡时, 使得直流一次与二次之间的安匝差趋近于零, 即  $I_{pd}W_p - I_{sd}W_s = 0$ , 得  $I_{pd} = \frac{W_s}{W_p} I_{sd}$ , 从而在负载 B 中亦可得到匝比准确度很高的二次直流电流  $I_{sd}$ 。

图 1 开口式交流电流比较仪测量头外形图。

图 2 测量头哈夫面 A 剖视图。

图 3 开口式交直流电流比较仪电路图。

本发明具有以下多方面优点: (一) 测量头铁芯均用低成本的普通硅钢片材料代替成本高过 10 倍以上的薄膜合金高导磁材料, 不仅整机成本低, 制造方便, 并能承受强烈的机械、电磁冲击, 便于工业上推广使用。(二) 测量头为上、下两半环组成的开口式结构, 现场测试装拆极为方便, 避免被测母线的停电、装拆和被检互感器的装拆。(三) 本发明突破了交流二次电流靠放大器提供, 从而带来要求功率放大器功率足够大、可靠性差、成本高等一系列问题。(四) 本装置既可测量直流电流, 也

可测量交流电流, 还可同时测量交直流电流。

(五) 该比较仪设置有运行状态自诊断功能。

经测试, 开口式交/直流比较仪如交、直流额定电流为 4000A, 在交流、直流以不同组合的安匝数同时输入一次绕组  $W_p$  中, 测其交流误差在 1% 的额定电流 (40A) 到 100% 额定电流 (4000A) 宽范围内, 其相对误差 (包括同相分量和正交分量) 均不超过 0.005% (即 50PPm), 试验数据如表 1 所示为交流误差数据表, 单位 ppm。(表 1 见文后)

表1

交流 误差 直流	交流电流											
	40 安匝		400 安匝		1000 安匝		2000 安匝		3000 安匝		4000 安匝	
安匝	同相	正交	同相	正交	同相	正交	同相	正交	同相	正交	同相	正交
0	+18	+13	+16	+15	+13	+8	+7	+8	+6	+4	+5	+3
40	+18	+13	+16	+15	+13	+8	+7	+8	+6	+4	+5	+3
400	+20	+14	+15	+16	+13	+8	+7	+8	+5	+4	+5	+3
1000	+20	+13	+14	+17	+13	+8	+6	+9	+5	+4	——	——
2000	+12	+20	+12	+20	+12	+9	+5	+10	+4	+5	——	——
3000	+14	+20	+11	+20	+11	+9	+5	+11	——	——	——	——
4000	+14	+20	+11	+21	——	——	——	——	——	——	——	——

说明书附图

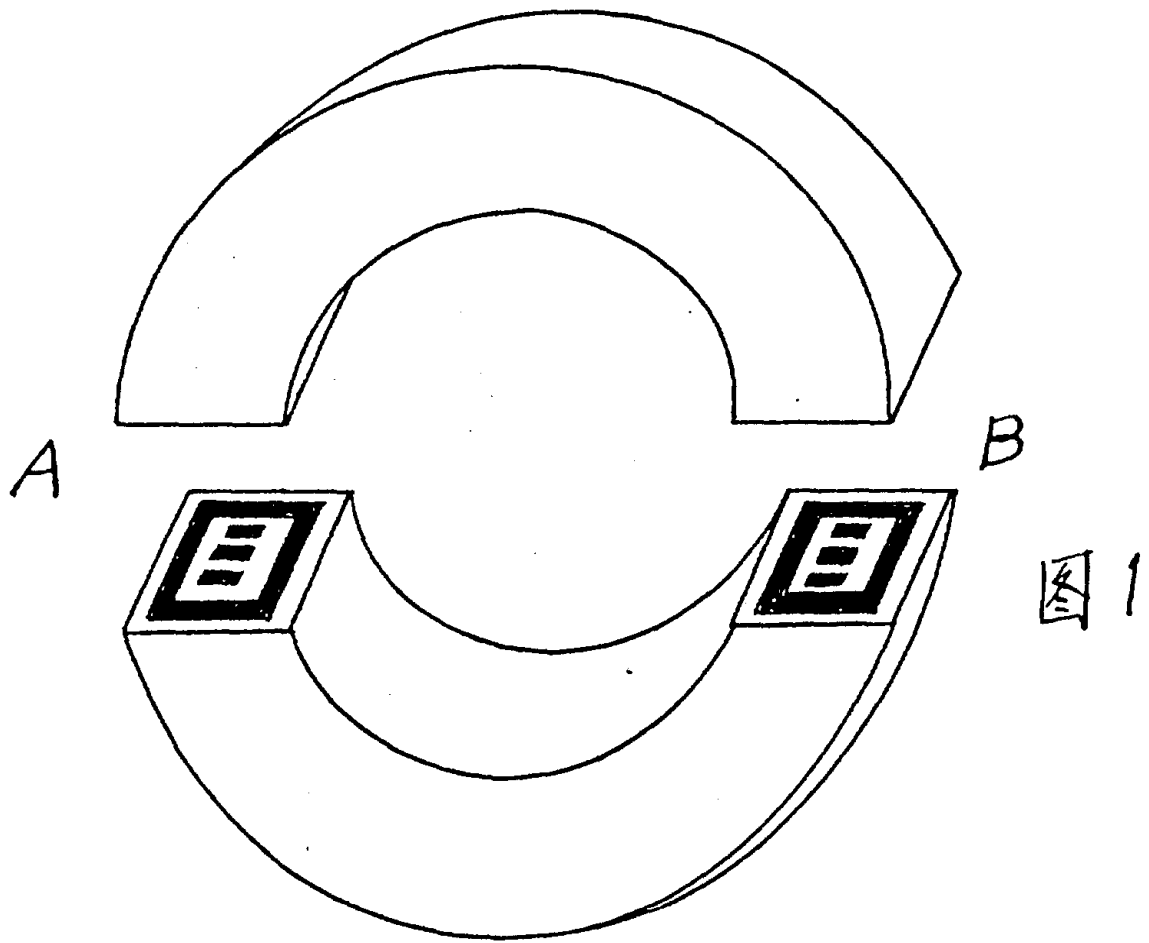


图 1

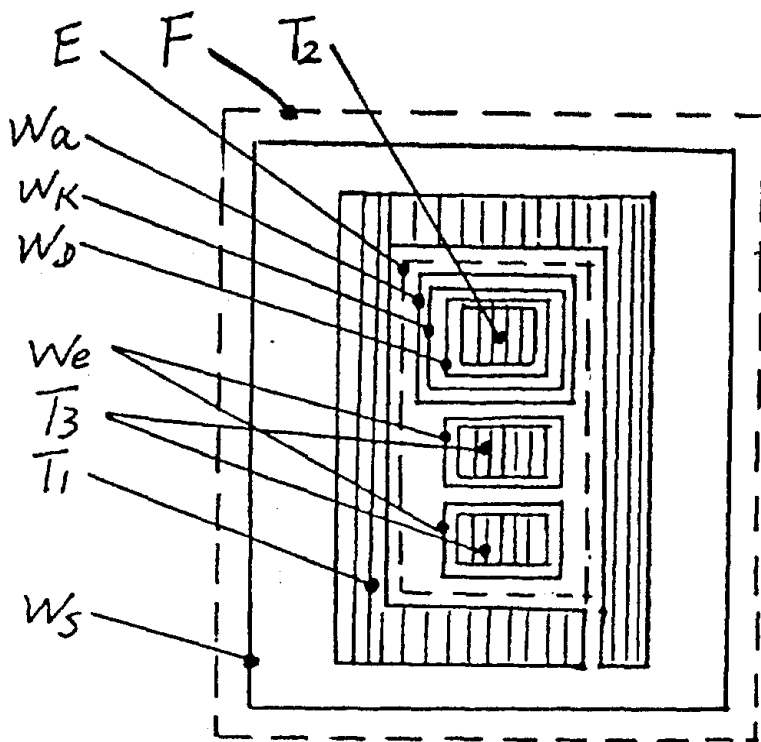


图 2

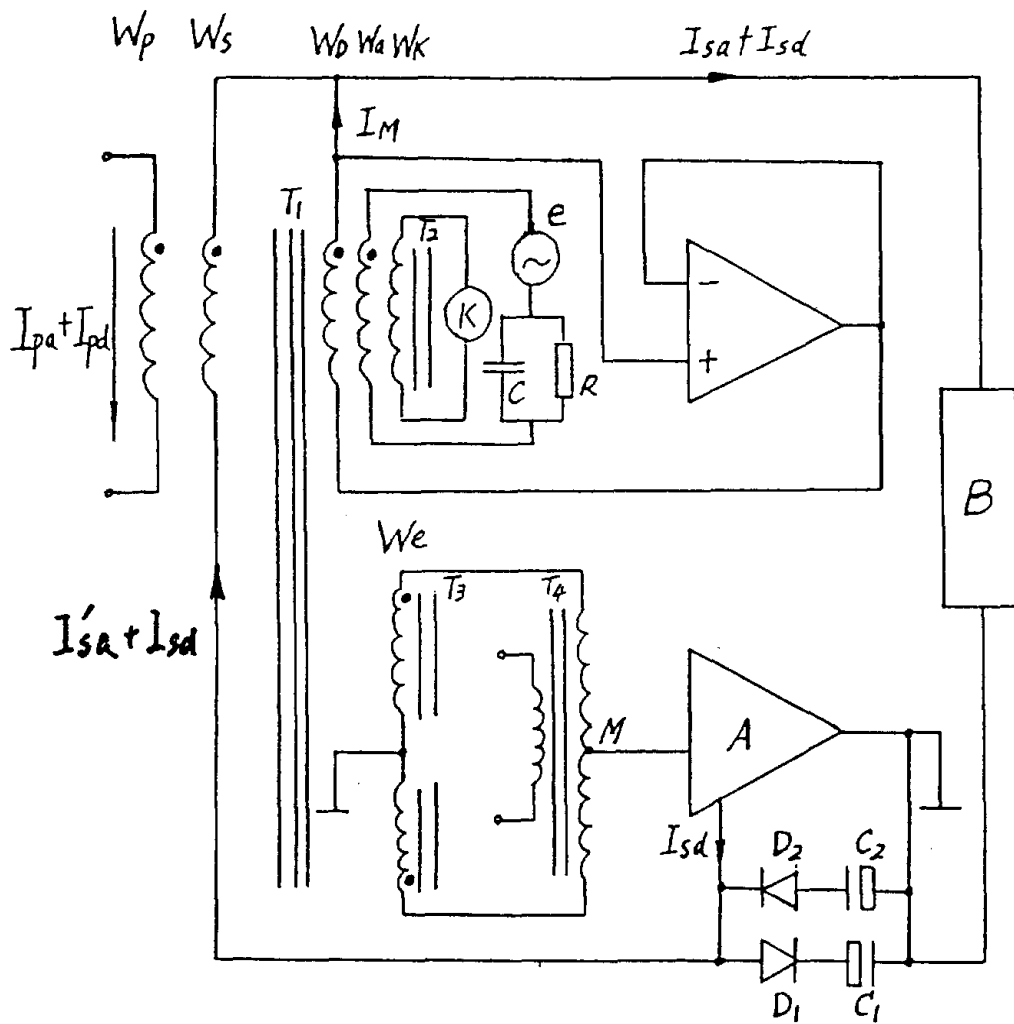


图 3