



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102401869 B

(45) 授权公告日 2015. 03. 25

(21) 申请号 201110271302. 9

US 7580232 B2, 2009. 08. 25, 全文.

(22) 申请日 2011. 09. 06

US 2010/0214724 A1, 2010. 08. 26, 全文.

(30) 优先权数据

US 5914663 A, 1999. 06. 22, 全文.

10-2010-0087616 2010. 09. 07 KR

审查员 汤莎亮

(73) 专利权人 LS 产电株式会社

地址 韩国京畿道

(72) 发明人 丁映宇 李玄煜

(74) 专利代理机构 北京金信知识产权代理有限公司 11225

代理人 黄威 徐爱萍

(51) Int. Cl.

G01R 31/02(2006. 01)

G01R 19/165(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 2342507 Y, 1999. 10. 06, 全文.

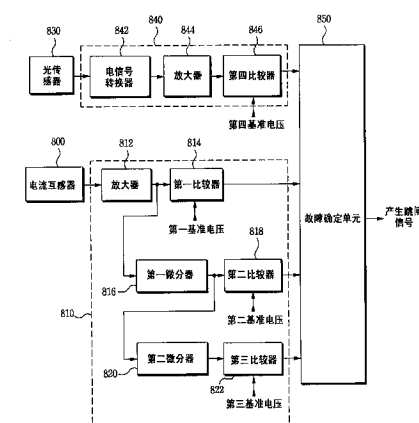
权利要求书3页 说明书10页 附图6页

(54) 发明名称

用于快速确定电力系统中的故障的装置和方法

(57) 摘要

本发明公开了一种用于快速确定电力系统中的故障的装置,所述装置包括电流互感器、电流确定单元和故障确定单元。所述电流互感器检测供应给电力系统的电流并且输出电流检测电压。所述电流确定单元分别将电流检测电压、电流检测电压的一阶微分电压和电流检测电压的二阶微分电压与预定第一基准电压、预定第二基准电压和预定第三基准电压进行比较。所述故障确定单元基于电流确定单元的比较结果来确定故障是否发生并且当确定故障已经发生时产生跳闸信号。本发明还公开了一种用于快速确定电力系统中的故障的方法。



1. 一种用于快速确定电力系统中的故障的装置,所述装置通过感测供应给所述电力系统的电流的瞬时值来保护所述电力系统,所述装置包括:

电流互感器,其被配置为检测供应给所述电力系统的电流的瞬时值并且输出电流检测电压;

电流确定单元,其被配置为分别将所述电流检测电压、所述电流检测电压的一阶微分电压以及所述电流检测电压的二阶微分电压与预定第一基准电压、预定第二基准电压和预定第三基准电压进行比较;以及

故障确定单元,其被配置为基于所述电流确定单元的比较结果来确定故障是否发生,并且当确定故障已经发生时产生跳闸信号。

2. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述电流确定单元包括:

第一比较器,其被配置为将所述电流检测电压与所述预定第一基准电压进行比较;

第一微分器,其被配置为产生所述一阶微分电压,所述一阶微分电压通过对所述电流检测电压进行一阶微分运算而得到;

第二比较器,其被配置为将所述第一微分器的所述一阶微分电压与所述预定第二基准电压进行比较;

第二微分器,其被配置为产生所述二阶微分电压,所述二阶微分电压通过对所述第一微分器的所述一阶微分电压进行微分运算而得到;以及

第三比较器,其被配置为将所述第二微分器的所述二阶微分电压与所述预定第三基准电压进行比较。

3. 根据权利要求1所述的装置,其中,当所述电流检测电压等于或大于所述预定第一基准电压,并且所述一阶微分电压等于或大于所述预定第二基准电压时,所述故障确定单元确定故障已经发生并且产生跳闸信号。

4. 根据权利要求1所述的装置,其中,当所述电流检测电压等于或大于所述预定第一基准电压,并且所述二阶微分电压等于或大于所述预定第三基准电压时,所述故障确定单元确定故障已经发生并且产生跳闸信号。

5. 一种用于快速确定电力系统中的故障的装置,所述装置通过感测供应给所述电力系统的电流的瞬时值来保护所述电力系统,所述装置包括:

电流互感器,其被配置为检测供应给所述电力系统的电流的瞬时值并且输出电流检测电压;

电流确定单元,其被配置为分别将所述电流检测电压、所述电流检测电压的一阶微分电压以及所述电流检测电压的二阶微分电压与预定第一基准电压、预定第二基准电压和预定第三基准电压进行比较;

光传感器,其设置在发生电弧故障时产生光的部分处,所述光传感器检测所述光并且输出光信号的瞬时值;以及

光信号确定单元,其被配置为将从所述光信号的瞬时值转换的光检测电压与预定第四基准电压进行比较,并且将比较结果输出至所述故障确定单元,

故障确定单元,其被配置为基于所述电流确定单元和所述光信号确定单元的比较结果来确定故障是否发生,并且当确定故障已经发生时产生跳闸信号。

6. 根据权利要求5所述的装置,其中,所述光传感器是多个点式光传感器。

7. 根据权利要求 5 所述的装置,其中,所述光传感器是环形光传感器,其配置为光缆,所述光缆的护套部分由透明材料形成。

8. 根据权利要求 5 所述的装置,其中,所述光信号确定单元包括:

电信号转换器,其被配置为将所述光传感器的所述光信号转换成作为电信号的光检测电压;以及

第四比较器,其被配置为将所述电信号转换器的输出电压与所述预定第四基准电压进行比较。

9. 根据权利要求 5 所述的装置,其中,当所述光传感器的所述光检测电压等于或大于所述预定第四基准电压,并且所述电流检测电压等于或大于所述预定第一基准电压时,所述故障确定单元确定故障已经发生并且产生跳闸信号。

10. 根据权利要求 5 所述的装置,其中,当所述光传感器的所述光检测电压等于或大于所述预定第四基准电压,所述电流检测电压等于或大于所述预定第一基准电压,并且所述电流检测电压的所述一阶微分电压等于或大于所述预定第二基准电压时,所述故障确定单元确定故障已经发生并且产生跳闸信号。

11. 根据权利要求 5 所述的装置,其中,当所述光传感器的所述光检测电压等于或大于所述预定第四基准电压,所述电流检测电压等于或大于所述预定第一基准电压,并且所述电流检测电压的所述二阶微分电压等于或大于所述预定第三基准电压时,所述故障确定单元确定故障已经发生并且产生跳闸信号。

12. 一种用于快速确定电力系统中的故障的方法,所述方法通过感测供应给所述电力系统的电流的瞬时值来保护所述电力系统,所述方法包括如下的步骤:

(a) 接收基于供应给所述电力系统的电流的瞬时值而输入的电流检测电压;

(b) 接收设置在发生电弧故障时产生光的部分处的光传感器的光信号的瞬时值,并且从所述光信号的瞬时值产生光检测电压;

(c) 通过对所述电流检测电压进行微分运算产生一阶微分电压,并且通过对所述一阶微分电压进行微分运算产生二阶微分电压;

(d) 分别将所述电流检测电压、所述一阶微分电压、所述二阶微分电压和所述光检测电压与预定第一基准电压、预定第二基准电压、预定第三基准电压和预定第四基准电压进行比较;以及

(e) 基于步骤 (d) 的比较结果来确定故障是否发生,并且当确定故障已经发生时产生跳闸信号。

13. 根据权利要求 12 所述的方法,其中,当所述电流检测电压等于或大于所述预定第一基准电压,并且所述一阶微分电压等于或大于所述预定第二基准电压时;或者当所述电流检测电压等于或大于所述预定第一基准电压,并且所述二阶微分电压等于或大于所述预定第三基准电压时,所述步骤 (e) 确定故障已经发生并且产生跳闸信号。

14. 根据权利要求 12 所述的方法,其中,当所述光检测电压等于或大于所述预定第四基准电压,所述电流检测电压等于或大于所述预定第一基准电压,并且所述一阶微分电压等于或大于所述预定第二基准电压时,所述步骤 (e) 确定故障已经发生并且产生跳闸信号。

15. 根据权利要求 12 所述的方法,其中,当所述光检测电压等于或大于所述预定第四

基准电压,所述电流检测电压等于或大于所述预定第一基准电压,并且所述二阶微分电压等于或大于所述预定第三基准电压时,所述步骤(e)确定故障已经发生并且产生跳闸信号。

用于快速确定电力系统中的故障的装置和方法

技术领域

[0001] 本发明的方案涉及一种用于快速确定发生在电力系统中的短路故障或接地故障的装置和方法。更特别地,本发明的方案涉及一种用于确定在电力系统中使用的继电器是否发生了故障的装置与方法,其中当故障电流因正常负载状态或无负载状态下的电力系统中短路故障或者接地故障的突然发生而流动时,可以快速地感测到故障电流从而保护电力系统。

背景技术

[0002] 在电力作为能源使用以后,在用户和电力生产及输配电者之间或在单位电力系统中,除了负载的正常使用条件以外,当由于短路故障或者接地故障而产生短路电流或者过电流时,使用各种继电器来保护系统。

[0003] 已知过电流继电器(OCR)是一种典型的继电器。另外,开发出了具有若干保护元件(包括电压、频率和微分)的继电器,并且这些继电器经由模拟继电器而广泛用作数字继电器。

[0004] 短路电流或者过电流的保护元件通常使用 0.5 至 1 个周期的故障电流的均方根(RMS) 值来确定故障的发生,从而精确地确定故障并且防止系统的出错。因此,当通用继电器确定故障发生然后产生跳闸信号时,它需要大约 30ms 的跳闸输出时间。

[0005] 然而,跳闸输出时间对于在特定的情况下保护系统来说是稍长的时间。尽管通用继电器的速度足以保护当前电子和数字技术中的系统,但是继电器仍然要花许多的时间来确定故障的发生。

[0006] 特别地,由于在通用继电器的跳闸输出时间以内难以确定在开关装置或者电力设备的内部发生了电弧故障,因此不可能避免对系统、设备以及人员的伤害。

[0007] 此外,对于在大的故障电流下要求高速跳闸的继电器来说,通用继电器中的故障确定时间不能满足其所必需的短的确定时间。

发明内容

[0008] 本发明的实施例提供了一种用于快速确定电力系统中的发生故障的存在的装置和方法。

[0009] 本发明的实施例还提供了一种用于快速确定电力系统中的故障的装置和方法,在要求高速度确定时间的继电器中,所述装置和方法能够通过 在 0.125 至 0.25 个周期或更少周期的时间内确定开关装置或者电力设备中的电弧故障的发生来防止系统、设备以及人员受到伤害,无需具有 0.5 至 1 个周期的 RMS 值的输入等候时间。

[0010] 需要理解的是,由本发明解决的技术问题并不限于前面所述的技术问题,并且通过下面的描述,本发明没有提及的其他技术问题对于本发明所属的技术领域中的普通技术人员来说是显而易见的。

[0011] 根据本发明的一个方案,提供了一种用于快速确定电力系统中的故障的装置,所

述装置包括：电流互感器，其被配置为检测供应给所述电力系统的电流并且输出电流检测电压 (current detection voltage)；电流确定单元 (current determination unit)，其被配置为分别将所述电流检测电压、所述电流检测电压的一阶微分电压以及所述电流检测电压的二阶微分电压与预定第一基准电压、预定第二基准电压和预定第三基准电压进行比较；以及故障确定单元，其被配置为基于所述电流确定单元的比较结果来确定故障是否发生，并且当确定故障已经发生时产生跳闸信号。

[0012] 在一些示例性的实施例中，所述电流确定单元可以包括：第一比较器，其被配置为将所述电流检测电压与所述预定第一基准电压进行比较；第一微分器，其被配置为产生所述一阶微分电压，所述一阶微分电压通过对所述电流检测电压进行一阶微分运算而得到；第二比较器，其被配置为将所述第一微分器的所述一阶微分电压与所述预定第二基准电压进行比较；第二微分器，其被配置为产生所述二阶微分电压，所述二阶微分电压通过对所述第一微分器的所述一阶微分电压进行微分运算而得到；以及第三比较器，其被配置为将所述第二微分器的所述二阶微分电压与所述预定第三基准电压进行比较。

[0013] 当所述电流检测电压等于或大于所述预定第一基准电压，并且所述一阶微分电压等于或大于所述预定第二基准电压时，所述故障确定单元可以确定故障已经发生并且产生跳闸信号。

[0014] 当所述电流检测电压等于或大于所述预定第一基准电压，并且所述二阶微分电压等于或大于所述预定第三基准电压时，所述故障确定单元可以确定故障已经发生并且产生跳闸信号。

[0015] 在一些示例性的实施例中，所述装置可以进一步包括：光传感器，其设置在发生电弧故障时产生光的部分处，所述光传感器检测所述光并且输出光信号；以及光信号确定单元，其被配置为将从所述光信号转换的光检测电压与预定第四基准电压进行比较，并且将比较结果输出至所述故障确定单元。所述故障确定单元可以基于所述电流确定单元和所述光信号确定单元的比较结果来确定故障是否发生，并且当确定故障已经发生时产生跳闸信号。

[0016] 在一些示例性的实施例中，所述光传感器可以是多个点式光传感器。

[0017] 在一些示例性的实施例中，所述光传感器可以是配置为光缆的环形光传感器，所述光缆的护套部分由透明材料形成。

[0018] 在一些示例性的实施例中，所述光信号确定单元可以包括：电信号转换器，其被配置为将所述光传感器的光信号转换成作为电信号的光检测电压；以及第四比较器，其被配置为将从所述电信号转换器输出的所述光检测电压与所述预定第四基准电压进行比较。

[0019] 当所述光传感器的所述光检测电压等于或大于所述预定第四基准电压，并且所述电流检测电压等于或大于所述预定第一基准电压时，所述故障确定单元可以确定故障已经发生并且产生跳闸信号。

[0020] 当所述光检测电压等于或大于所述预定第四基准电压，所述电流检测电压等于或大于所述预定第一基准电压，并且所述电流检测电压的所述一阶微分电压等于或大于所述预定第二基准电压时，所述故障确定单元可以确定故障已经发生并且产生跳闸信号。

[0021] 当所述光检测电压等于或大于所述预定第四基准电压，所述电流检测电压等于或大于所述预定第一基准电压，并且所述电流检测电压的所述二阶微分电压等于或大于所述

预定第三基准电压时,所述故障确定单元可以确定故障已经发生并且产生跳闸信号。

[0022] 根据本发明的另一个方案,提供了一种用于快速确定电力系统中的故障的方法,所述方法包括如下的步骤:

[0023] (a) 接收基于供应给所述电力系统的电流而输入的电流检测电压;

[0024] (b) 接收设置在发生电弧故障时产生光的部分处的光传感器的光信号,并且从所述光信号产生光检测电压;

[0025] (c) 通过对所述电流检测电压进行微分运算产生一阶微分电压,并且通过对所述一阶微分电压进行微分运算产生二阶微分电压;

[0026] (d) 分别将所述电流检测电压、所述一阶微分电压、所述二阶微分电压和所述光检测电压与预定第一基准电压、预定第二基准电压、预定第三基准电压和预定第四基准电压进行比较;以及

[0027] (e) 基于步骤(d)的比较结果来确定故障是否发生,并且当确定故障已经发生时产生跳闸信号。

[0028] 当所述电流检测电压等于或大于所述预定第一基准电压,并且所述一阶微分电压等于或大于所述预定第二基准电压时;或者当所述电流检测电压等于或大于所述预定第一基准电压,并且所述二阶微分电压等于或大于所述预定第三基准电压时,所述步骤(e)可以确定故障已经发生并且产生跳闸信号。

[0029] 当所述光检测电压等于或大于预定第四基准电压,所述电流检测电压等于或大于所述预定第一基准电压,并且所述一阶微分电压等于或大于所述预定第二基准电压时,所述步骤(e)可以确定故障已经发生并且产生跳闸信号。

[0030] 当所述光检测电压等于或大于所述预定第四基准电压,所述电流检测电压等于或大于所述预定第一基准电压,并且所述二阶微分电压等于或大于所述预定第三基准电压时,所述步骤(e)可以确定故障已经发生并且产生跳闸信号。

附图说明

[0031] 结合附图,通过下面实施例的描述,本发明的这些和/或其他方案和优点将变得显而易见并且更容易理解,其中:

[0032] 图1和图2为示出了当短路故障或者接地故障发生时流动的故障电流的示例的曲线图;

[0033] 图3为示出了简化AC电力系统或者简化电路的图;

[0034] 图4为示出了在故障发生在相位为 $n\pi/2$ 的电压处时流动的对称正弦曲线故障电流的曲线图;

[0035] 图5为示出了在故障发生在相位为 $n\pi$ 的电压处时流动的不对称正弦曲线故障电流的曲线图;

[0036] 图6为示出了通过对故障发生在相位为 $n\pi/2$ 的电压处时流动的对称正弦曲线故障电流进行二阶微分得到的波形的曲线图;

[0037] 图7为示出了通过对故障发生在相位为 $n\pi$ 的电压处时流动的对称正弦曲线故障电流进行二阶微分得到的波形的曲线图;以及

[0038] 图8为示出了根据本发明的实施例的用于快速确定电力系统中的故障的装置构

造的框图。

具体实施方式

[0039] 在下文中参照附图对本发明进行了更加全面的描述,其中示出了本发明的实施例。然而,此本发明可以以许多不同的形式实施并且不应当被理解为限于在此所陈述的实施例。更确切的说,提供的这些实施例使得本公开是彻底的,并且向本领域的技术人员全面地表达了本发明的范围。

[0040] 在电力系统发生短路故障或接地故障的情况下,电流如图 1 或 2 所示的流动。

[0041] 在故障发生在相位是 $n\pi$ (这里, n 为 $0, 1, 2, \dots$) 的电压附近的情况下, DC 分量被增加至故障电流,从而故障电流具有如图 1 所示的不对称的波形。在故障发生在相位是 $n\pi$ 的电压处的情况下,最大的 DC 分量被增加至故障电流。当故障的发生时间改变到峰值电压即相位是 $n\pi/2$ 的电压 (这里, n 为 $1, 2, 3, \dots$) 的附近时, DC 分量减小,从而故障电流具有如图 2 所示的对称的波形。

[0042] 一般地,在用于确定继电器中使用的短路电流和过电流保护元件中的故障的大多数方法中,继电器接收 0.5 至 1 个周期中的故障电流的均方根 (RMS) 值。然后,在 RMS 值大于预定的基准值的情况下,继电器确定出故障已经发生并且产生跳闸信号。

[0043] 这里, RMS 值对应于图 1 或图 2 中示出的曲线图中的波形区域。

[0044] 可以使用模拟方法进行用于确定故障发生的计算。近来,常常使用数字电子电路来实现该计算。

[0045] 一般地,用于保护短路电流和过电流的继电器通过接收 0.5 至 1 个周期的故障电流的 RMS 值来确定发生故障的存在,因而确定故障的可靠性是非常高的。然而,尽管继电器由于具有非常出色性能的硬件而以高速度工作,但还是要花许多时间通过接收 RMS 值来确定故障的发生。包括继电器元件的继电器通常具有大约 30ms 的跳闸信号输出时间。

[0046] 因此,不可能将上述方法应用于要求非常高的速度进行工作的开关装置或电力设备或继电器中的电弧故障。

[0047] 特别地,如果故障能量作为电弧的形式与电弧故障中的非常高的故障电流一起发生,则伴随故障能量的高压和高热在 10 至 15ms 内达到最高值。因此,内置式的电力设备和外壳会受到损坏,并且当有人在设备附近时会导致人员伤亡。

[0048] 当考虑到通用过电流保护元件中所要求的大约 30ms 的工作时间以及断路器的工作时间时,该工作时间对于防止系统、电气设备和人员的损害来说是太晚了。

[0049] AC 电力系统或电路一般可简化为如图 3 所示。由线路阻抗 Z_L 、负载的阻抗、系统的电源电压 E_s 确定的负载电流 I_L 在正常负载条件下流动。

[0050] 如果短路故障或接地故障在任意时刻发生,则仅由线路阻抗 I_L 限定的非常高的故障电流 I_{sc} 流动。在短路故障或接地故障发生在相位是 $n\pi$ 的电压处的情况下,如图 1 所示的不对称的正弦曲线故障电流流动。在短路故障或接地故障发生在相位是 $n\pi/2$ 的电压处的情况下,如图 2 所示的对称的正弦曲线故障电流流动。在短路故障或接地故障发生在相位是在 $n\pi$ 和 $n\pi/2$ 之间的电压处的情况下,包含有 DC 分量的不对称故障电流与相位角成比例地衰减。

[0051] 在电弧故障发生的情况下,电弧在大约 10 至 15ms 以内达到最大值。因此,用于保

护短路电流和过电流的通用继电器不能消除由电弧故障引起的损害。

[0052] 近来,已经发展出了具有电弧保护元件的继电器来保护设备和人员免于电弧故障。这些继电器在 0.5 至 15ms 以内确定电弧故障发生的存在然后产生跳闸信号。

[0053] 为了以高速度确定故障的发生,必须保持可靠性以及快速的确定时间。

[0054] 因此,在本发明中,故障的发生不是使用 RMS 值来确定而是使用电流波形的瞬时值来确定。基于电流波形通过处理信息以高速度确定故障的发生。在本发明中,用于确定故障发生的要素为如下。在根据本发明的用于快速确定电力系统中的故障的装置中,将电流的瞬时值、电流瞬时值的微分值和光信号瞬时值检测作为电压,并且将检测到的电压用于确定故障的发生。

[0055] 1. 故障电流的瞬时值 : $i(t)$

[0056] 2. 故障电流的瞬时值的一阶微分值 : $\frac{di(t)}{dt}$

[0057] 3. 故障电流的瞬时值的二阶微分值 : $\frac{d^2i(t)}{dt^2}$

[0058] 4. 由光传感器在电弧故障中检测到的光信号的瞬时值 : $L(t)$

[0059] 在本发明中,通过分别为上述的四个要素设置适当的基准值(即,基准电压)并且进行四个要素的逻辑和以及逻辑乘运算,可以以非常高的速度进行高可靠性的故障确定。

[0060] 由于包括在电力系统中的电感组件具有防止电流的突变和不连续性的特性,因此当接地故障发生时要用预定的时间来使电流从正常电流值增加至故障电流的峰值。

[0061] 因此,如果仅将故障电流的瞬时值 $i(t)$ 与预定的基准值进行比较从而在 0.125 个周期或更少的周期中以高速度确定故障的发生,则故障确定的稳定性较低,并且要花费许多时间来确定故障的发生。

[0062] 为了解决这个问题,提出了一种通过使用作为一阶微分值的 $\frac{di(t)}{dt}$ 和故障电流瞬时值来保持高可靠性和减少用于确定故障的时间的方法,一阶微分值 $\frac{di(t)}{dt}$ 通过对故障电流的瞬时值进行一阶微分而得到。

[0063] 通过将对于故障电流的瞬时值 $i(t)$ 的基准值设置为略高于正常电流的瞬时值,可减少用于满足故障条件所需要的时间,并且通过将对于瞬时值 $i(t)$ 的一阶微分值 $\frac{di(t)}{dt}$ 的基准值设置为普通高的值则可以满足可靠性。也就是说,如图 4 和 5 所示,通过使用瞬时值 $i(t)$ 的一阶微分值 $\frac{di(t)}{dt}$ 的特性可以确保高可靠性和快速确定时间,该一阶微分值 $\frac{di(t)}{dt}$ 在故障发生时的时刻示出的值高于故障电流的瞬时值 $i(t)$ 。

[0064] 在仅使用瞬时值 $i(t)$ 的一阶微分值 $\frac{di(t)}{dt}$ 来确定故障的情况下,由于瞬时电涌而会发生错误。因此,必须通过把下面的逻辑乘 (AND) 的条件应用于瞬时值 $i(t)$ 的一阶微分值 $\frac{di(t)}{dt}$ 来消除出错的可能性。

[0065] (a) $i(t)$ _{第一基准值} AND $\frac{di(t)}{dt}$ _{第二基准值}

[0066] 在故障电流的瞬时值 $i(t)$ 等于或大于预定第一基准值并且瞬时值 $i(t)$ 的一阶微分 $\frac{di(t)}{dt}$ 等于或大于预定第二基准值的情况下, 确定故障已经发生。

[0067] 使用一种通过把逻辑乘 (AND) 的条件应用于故障电流的瞬时值 $i(t)$ 和瞬时值 $i(t)$ 的一阶微分 $\frac{di(t)}{dt}$ 来确定故障的方法, 可以获得足够快速的故障确定时间。然而, 在正常电流和故障电流之间的振幅比不大并且不对称的故障电流流动的情况下, 可能会出现这样一种状况: 通过把逻辑乘 (AND) 的条件应用于故障电流的瞬时值 $i(t)$ 和瞬时值 $i(t)$ 的一阶微分 $\frac{di(t)}{dt}$, 并不足以以大约 1 至 2ms 的高速度来确定故障。

[0068] 为了解决故障的确定变慢的此类问题, 在本发明中, 提供如下所述的这样一种用于确定故障的方法: 通过不仅把逻辑乘 (AND) 的条件应用于故障电流的瞬时值 $i(t)$ 和瞬时值 $i(t)$ 的一阶微分 $\frac{di(t)}{dt}$, 而且还应用于瞬时值 $i(t)$ 的二阶微分 $\frac{di^2(t)}{dt^2}$ 。

[0069] (b) $i(t)$ _{第一基准值} AND $\left\{ \frac{di(t)}{dt} \right.$ _{第二基准值} OR $\left. \frac{di^2(t)}{dt^2} \right.$ _{第三基准值} $\}$

[0070] 也就是说, 在故障电流的瞬时值 $i(t)$ 等于或大于预定第一基准值, 并且瞬时值 $i(t)$ 的一阶微分 $\frac{di(t)}{dt}$ 等于或大于预定第二基准值的情况下, 确定故障已经发生。可选择地, 在故障电流的瞬时值 $i(t)$ 等于或大于预定第一基准值, 并且瞬时值 $i(t)$ 的二阶微分 $\frac{di^2(t)}{dt^2}$ 等于或大于预定第三基准值的情况下, 确定故障已经发生。

[0071] 瞬时值 $i(t)$ 的二阶微分 $\frac{di^2(t)}{dt^2}$ 包含了许多如图 6 和图 7 所示的不对称的分量, 并且当正常电流和故障电流之间的振幅比不大时能够进行故障的快速确定。

[0072] 同时, 在电弧故障发生的情况下, 使用光信号和前述的用于确定系统中的故障的条件可以确保故障确定的可靠性和快速性, 该系统具有能够将光传感器的光信号转换成电信号并且确定故障发生的硬件。

[0073] 在使用光信号的情况下, 故障的发生如下确定:

[0074] (c) $L(t)$ _{第四基准值} AND $i(t)$ _{第一基准值}

[0075] (d) $L(t)$ _{第四基准值} AND $i(t)$ _{第一基准值} AND $\frac{di(t)}{dt}$ _{第二基准值}

[0076] (e) $L(t)$ _{第四基准值} AND $i(t)$ _{第一基准值} AND $\left\{ \frac{di(t)}{dt} \right.$ _{第二基准值} OR $\left. \frac{di^2(t)}{dt^2} \right.$ _{第三基准值} $\}$

[0077] 也就是说, 在 (c) 中, 当光信号的瞬时值 $L(t)$ 等于或大于预定第四基准值并且故障电流的瞬时值 $i(t)$ 等于或大于预定第一基准值时, 确定故障已经发生。在 (d) 中, 当光信号的瞬时值 $L(t)$ 等于或大于预定第四基准值, 故障电流的瞬时值 $i(t)$ 等于或大于预定第一基准值, 并且瞬时值 $i(t)$ 的一阶微分 $\frac{di(t)}{dt}$ 等于或大于预定第二基准值时, 确定故障已经发生。在 (e) 中, 当光信号的瞬时值 $L(t)$ 等于或大于预定第四基准值, 故障电流的瞬时

值 $i(t)$ 等于或大于预定第一基准值, 并且瞬时值 $i(t)$ 的一阶微分值 $\frac{di(t)}{dt}$ 等于或大于预定第二基准值时, 确定故障已经发生。可选择地, 在 (e) 中, 当光信号的瞬时值 $L(t)$ 等于或大于预定第四基准值, 故障电流的瞬时值 $i(t)$ 等于或大于预定第一基准值, 并且瞬时值 $i(t)$ 的二阶微分值 $\frac{di^2(t)}{dt^2}$ 等于或大于预定第三基准值时, 确定故障已经发生。

[0078] 在本发明中, 使用电流的瞬时值和瞬时值的一阶微分值和二阶微分值, 可以在故障发生的初始时间快速且可靠地确定故障存在的范围。在备有光传感器和用于确定电弧故障的系统的情况下, 使用光传感器的光信号以及电流的瞬时值和瞬时值的一阶微分值和二阶微分值, 可以提高故障确定的快速性和可靠性。

[0079] 图 8 为示出了根据本发明的实施例的用于快速确定电力系统中的故障的装置的构造的框图。这里, 附图标记 800 表示电流互感器。电流互感器 800 连接至用于供应电力给负载或电力系统的线路从而将供应给负载或电力系统的电力的电流检测作为电压。因此, 第一至第四基准值可以是电压值。在下面的描述中, 第一至第四基准值分别被称为第一至第四基准电压。

[0080] 附图标记 810 表示电流确定单元, 电流确定单元 810 确定电流互感器 800 的输出信号、通过对电流互感器 800 的输出信号进行一阶微分得到的一阶微分值、通过对电流互感器 800 的输出信号进行二阶微分得到的二阶微分值是否分别等于或大于它们的预定基准值。电流确定单元 810 包括放大器 812、第一比较器 814、第一微分器 816、第二比较器 818、第二微分器 820 以及第三比较器 822。

[0081] 放大器 812 对电流互感器 800 的检测电压进行放大。

[0082] 第一比较器 814 确定放大器 812 的输出电压是否等于或大于预定第一基准电压。

[0083] 第一微分器 816 对放大器 812 的输出电压进行一阶微分。

[0084] 第二比较器 818 确定第一微分器 816 的输出电压是否等于或大于预定第二基准电压。

[0085] 第二微分器 820 产生通过对第一微分器 816 的输出电压进行再次微分而得到的二阶微分电压。

[0086] 第三比较器 822 确定第二微分器 820 的输出电压是否等于或大于预定第三基准电压。

[0087] 附图标记 830 表示光传感器, 光传感器 830 可以检测光, 例如通过在多个位置处布置多个点式光传感器, 点式光传感器在该多个位置处可以检测继电器中的电弧故障等的发生。这里, 光传感器检测在指定点处的光。

[0088] 光传感器 830 可以是配置为光缆的环形光传感器, 光缆的护套部分由透明材料制成。在电弧的强光通过散射效应入射到光缆上的情况下, 入射光穿透入光缆的芯线中, 从而在光缆的两端检测到光。

[0089] 附图标记 840 表示光信号确定单元, 光信号确定单元 840 包括电信号转换器 842、放大器 844 以及第四比较器 846。

[0090] 电信号转换器 842 将由光传感器 830 检测到的光信号转换成电信号, 即光检测电压。

[0091] 放大器 844 对由电信号转换器 842 输出的光检测电压进行放大。

[0092] 第四比较器 846 确定放大器 844 的输出电压是否等于或大于预定第四基准电压。

[0093] 附图标记 850 表示故障确定单元,故障确定单元 850 基于电流确定单元 810 和光信号确定单元 840 的输出信号来确定故障是否发生。在确定故障已经发生的情况下,故障确定单元 850 产生跳闸信号从而切断供应给负载或电力系统的电力。

[0094] 尽管图 8 中已经图示出给装置设置了一个电流互感器 800 和一个电流确定单元 810,但是可以根据用于供应电力给负载或电力系统的线路的数量来给该装置设置多个电流互感器 800 和多个电流确定单元 810。例如,在通过三相四线制系统中的四条线路将电力供应给负载或电力系统的情况下,可给装置设置四个电流互感器 800 和四个电流确定单元 810。在通过三相三线制系统中的三条线路将电力供应给负载或电力系统的情况下,可以给装置设置三个电流互感器 800 和三个电流确定单元 810。

[0095] 在图 8 中,已经图示出了作为示例的给装置设置一个光传感器 830 和一个光信号确定单元 840 的情况。然而,在多个点式光传感器用作光传感器 830 的情况下,可以给装置设置多个点式光传感器和多个光信号确定单元 840。

[0096] 在如上所述配置的本发明的装置中,在电力供应给负载或电力系统的情况下,电流互感器 800 将供应给负载或电力系统的电力的电流检测作为电压。

[0097] 由电流互感器 800 检测到的电流检测电压被输入至电流检测单元 810 的放大器 812,并且放大器 812 对输入的电流检测电压进行放大。由放大器 812 放大的电流检测电压被输入至第一比较器 814。

[0098] 然后,第一比较器 814 将从放大器 812 输入的电流检测电压与预定第一基准电压进行比较,并且输出比较后的结果信号。也就是说,第一比较器 814 比较放大器 812 的输出电压是否等于或大于预定第一基准值,并且输出比较后的结果信号。

[0099] 放大器 812 的输出电压被输入至第一微分器 816,并且对于输入的电压进行一阶微分运算。第一微分器 816 的一阶微分电压被输入至第二比较器 818。

[0100] 然后,第二比较器 818 将从第一微分器 816 输入的一阶微分电压与预定第二基准电压进行比较,并且输出比较后的结果信号。也就是说,第二比较器 818 比较第一微分器 816 的一阶微分电压是否等于或大于预定第二基准值,并且输出比较后的结果信号。

[0101] 第二微分器 820 产生二阶微分电压,二阶微分电压通过对第一微分器 816 的一阶微分信号再次进行微分而得到,并且产生的二阶微分电压被输入至第三比较器 822。

[0102] 然后,第三比较器 822 将从第二微分器 820 输入的二阶微分电压与预定第三基准电压进行比较,并且输出比较后的结果信号。也就是说,第三比较器 822 比较第二微分器 820 的二阶微分电压是否等于或大于预定第三基准电压,并且输出比较后的结果信号。

[0103] 在发生电弧故障的情况下,光传感器检测光并且产生光信号。产生的光信号被输入至光信号确定单元 840 的电信号转换器 842 中,并且电信号转换器 842 将输入的光信号转换成电信号,即光检测电压。

[0104] 由电信号转换器 842 转换的光检测电压被输入至放大器 844,并且放大器 844 对输入的光检测信号进行放大。放大的光检测信号被输入至第四比较器 846。

[0105] 然后,第四比较器 846 将从放大器 844 输入的光检测电压与预定第四基准电压进行比较,并且输出比较后的结果信号。也就是说,第四比较器 846 比较由放大器 844 放大的

光检测电压是否等于或大于第四基准电压,并且输出比较后的结果信号。

[0106] 同时,故障确定单元 850 接收分别从电流确定单元 810 和光信号确定单元 840 输入的输出信号,并且确定在电力供应中是否发生了故障。

[0107] 也就是说,在给装置仅设置电流互感器 800 和电流确定单元 810 的情况下,故障确定单元 850 通过应用下面的逻辑表达式确定故障的发生。

[0108]

$$i(t)_{\text{第一基准电压}} \text{ AND } \left\{ \frac{di(t)}{dt} \text{ 第二基准电压 } \text{ OR } \frac{d^2i(t)}{dt^2} \text{ 第三基准电压 } \right\}$$

[0109] 也就是说,在故障电流的瞬时值 $i(t)$ 等于或大于预定第一基准电压,瞬时值 $i(t)$ 的一阶微分 $\frac{di(t)}{dt}$ 等于或大于预定第二基准电压的情况下,故障确定单元 850 确定故障已经发生并且产生跳闸信号。可选择的,在故障电流的瞬时值 $i(t)$ 等于或大于预定第一基准电压,瞬时值 $i(t)$ 的二阶微分 $\frac{d^2i(t)}{dt^2}$ 等于或大于预定第三基准电压的情况下,故障确定单元 850 确定故障已经发生并且产生跳闸信号。

[0110] 在给装置设置了所有的电流互感器 800、电流确定单元 810、光传感器 830 以及光信号确定单元 840 的情况下,故障确定单元 850 接收分别从电流确定单元 810 和光信号确定单元 840 输入的输出信号,并且通过应用下面的逻辑表达式确定故障是否发生。

[0111] $L(t)_{\text{第四基准电压}} \text{ AND } i(t)_{\text{第一基准电压}}$

[0112]

$$L(t)_{\text{第四基准电压}} \text{ AND } i(t)_{\text{第一基准电压}} \text{ AND } \frac{di(t)}{dt} \text{ 第二基准电压}$$

[0113]

$$L(t)_{\text{第四基准电压}} \text{ AND } i(t)_{\text{第一基准电压}} \text{ AND } \left\{ \frac{di(t)}{dt} \text{ 第二基准电压 } \text{ OR } \frac{d^2i(t)}{dt^2} \text{ 第三基准电压 } \right\}$$

[0114] 也就是说,在光信号的瞬时值 $L(t)$ 等于或大于预定第四基准电压并且故障电流的瞬时值 $i(t)$ 等于或大于预定第一基准电压的情况下,故障确定单元 850 确定故障已经发生并且产生跳闸信号。在光信号的瞬时值 $L(t)$ 等于或大于预定第四基准电压,故障电流的瞬时值 $i(t)$ 等于或大于预定第一基准电压,并且瞬时值 $i(t)$ 的一阶微分 $\frac{di(t)}{dt}$ 等于或大于预定第二基准电压的情况下,故障确定单元 850 确定故障已经发生并且产生跳闸信号。在光信号的瞬时值 $L(t)$ 等于或大于预定第四基准电压,故障电流的瞬时值 $i(t)$ 等于或大于预定第一基准电压,并且瞬时值 $i(t)$ 的一阶微分 $\frac{di(t)}{dt}$ 等于或大于预定第二基准电压的情况下;或者,在光信号的瞬时值 $L(t)$ 等于或大于预定第四基准电压,故障电流的瞬时值 $i(t)$ 等于或大于预定第一基准电压,并且瞬时值 $i(t)$ 的二阶微分 $\frac{d^2i(t)}{dt^2}$ 等于或大于预定第三基准电压的情况下,故障确定单元 850 确定故障已经发生并且产生跳闸信号。

[0115] 根据本发明,使用电流信号的瞬时值、瞬时值的一阶微分值和二阶微分值作为信息来控制故障电流的瞬时值、一阶微分值和二阶微分值的故障基准电压的振幅,从而可以

快速且可靠地确定发生故障的存在。

[0116] 此外,在备有光传感器和用于确定电弧故障的系统的情况下,使用光信号和光信号的微分值可以提高故障确定的快速性和可靠性。

[0117] 根据本发明,可以开发出一种用于以超高的速度确定故障发生的继电器。也就是说,可以开发出一种能够在 0.125 个周期或更少的周期中确定电力系统或电路中发生故障的继电器。

[0118] 在本发明中,使用数字电路、软件方法或模拟电路可以获得电流瞬时值的一阶微分值和二阶微分值。特别地,当使用罗果夫斯基线圈测量电流时,测得的输出是与电流值的微分值成比例的电压,因而该电压会立即用作为一阶微分值。然而,这对应于使用硬件方法来实施本发明的算法的实施例,而该实施例不能被认为是一项新发明。

[0119] 尽管本发明已经结合优选实施例进行了描述,但本发明的实施例仅用于阐述性目的而不应当被解释为限制本发明的范围。本领域的技术人员将会理解的是,在所附的权利要求限定的技术精神和范围内可以对实施例进行各种变化和改进。

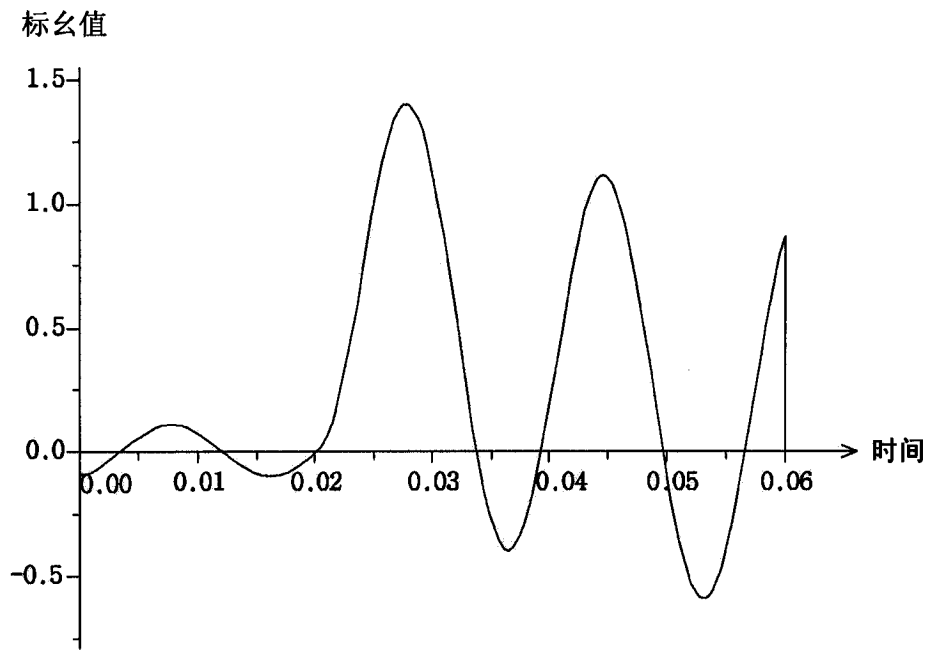


图 1

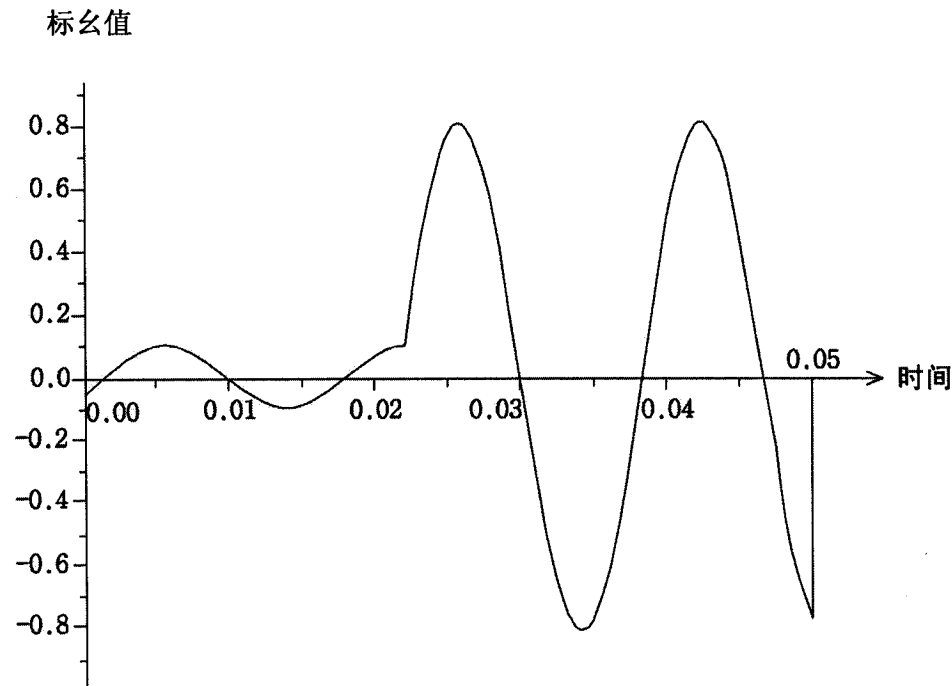


图 2

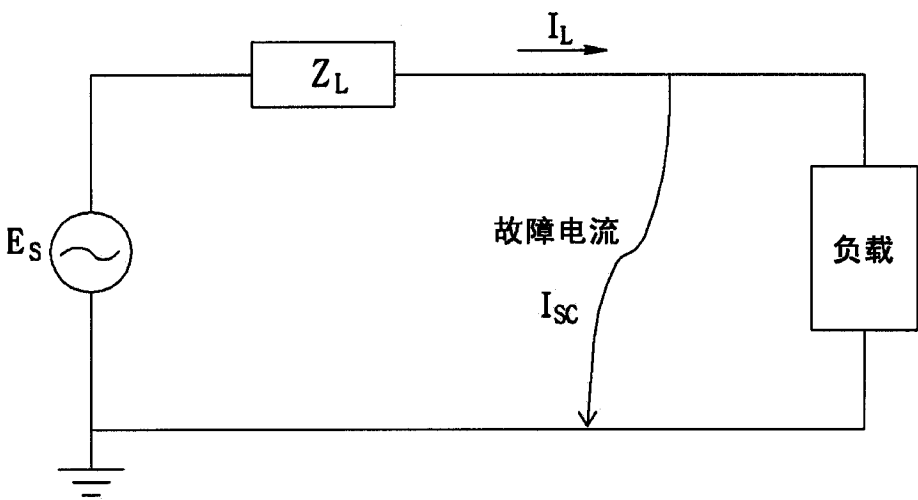


图 3

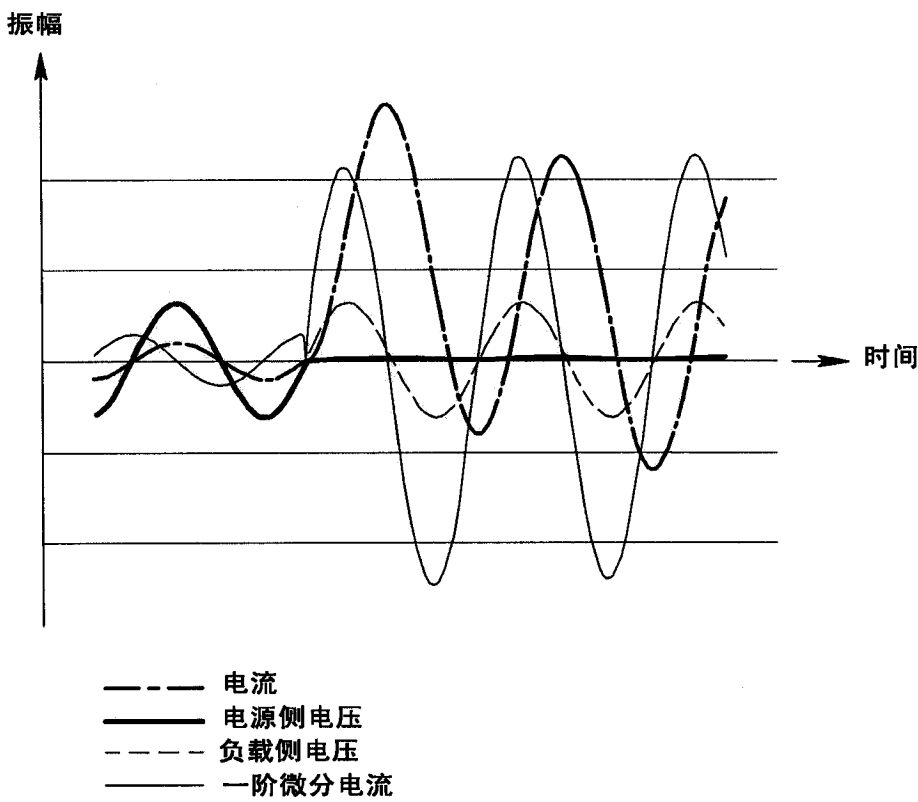


图 4

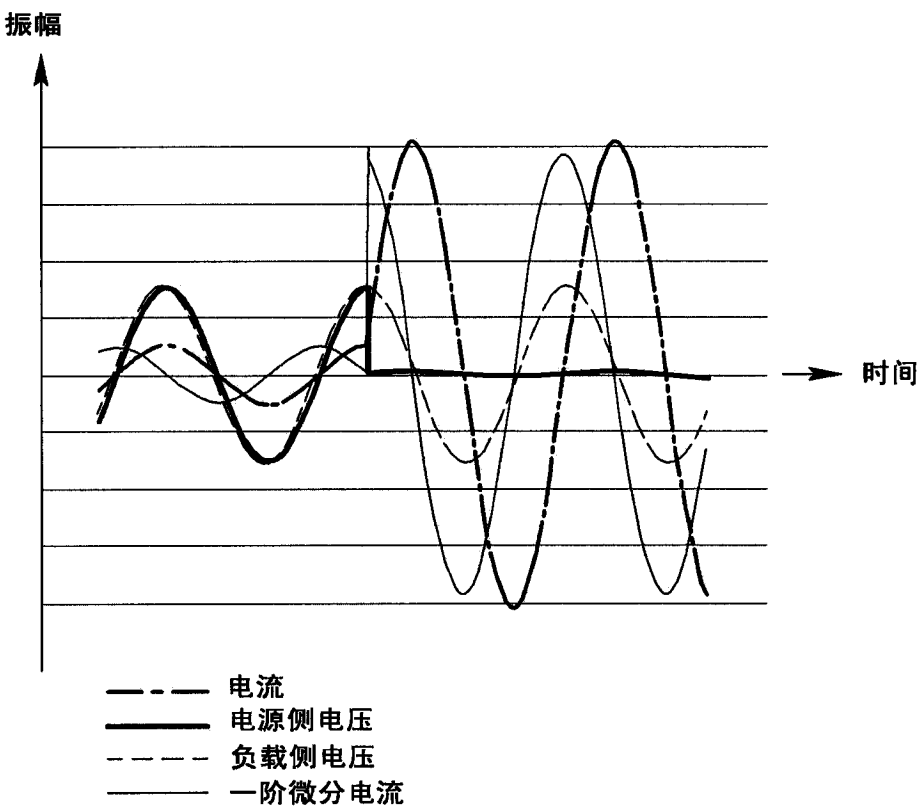


图 5

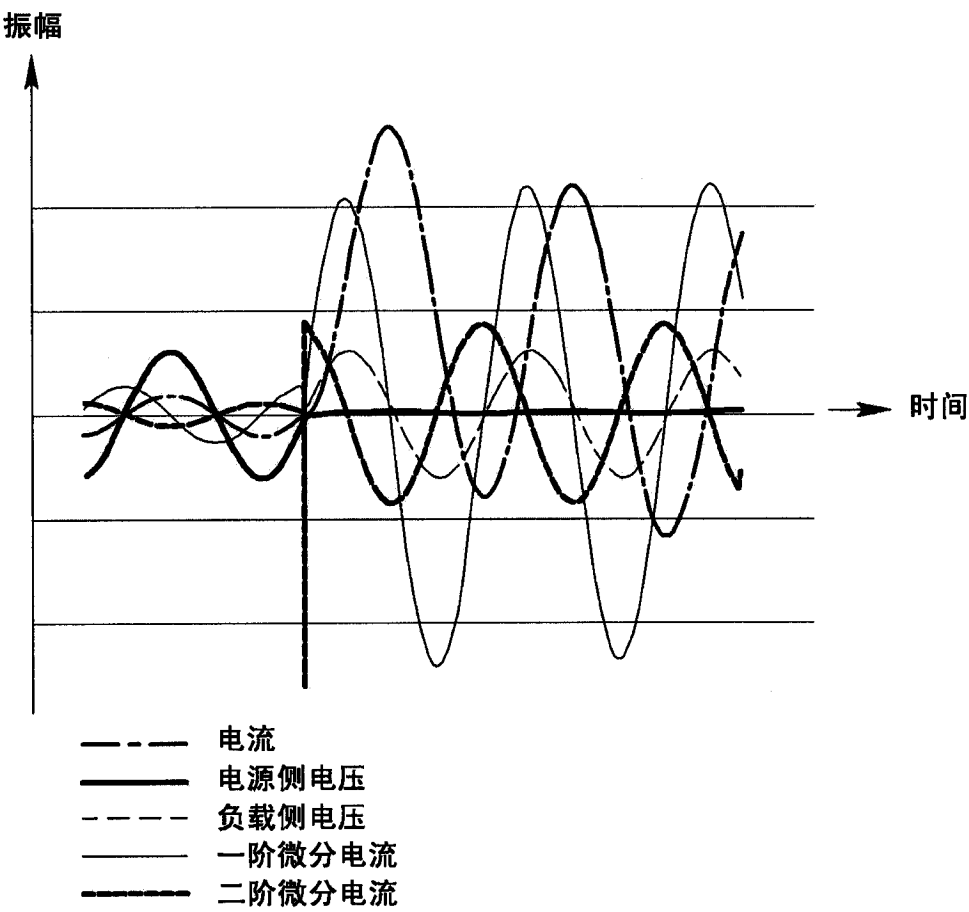


图 6

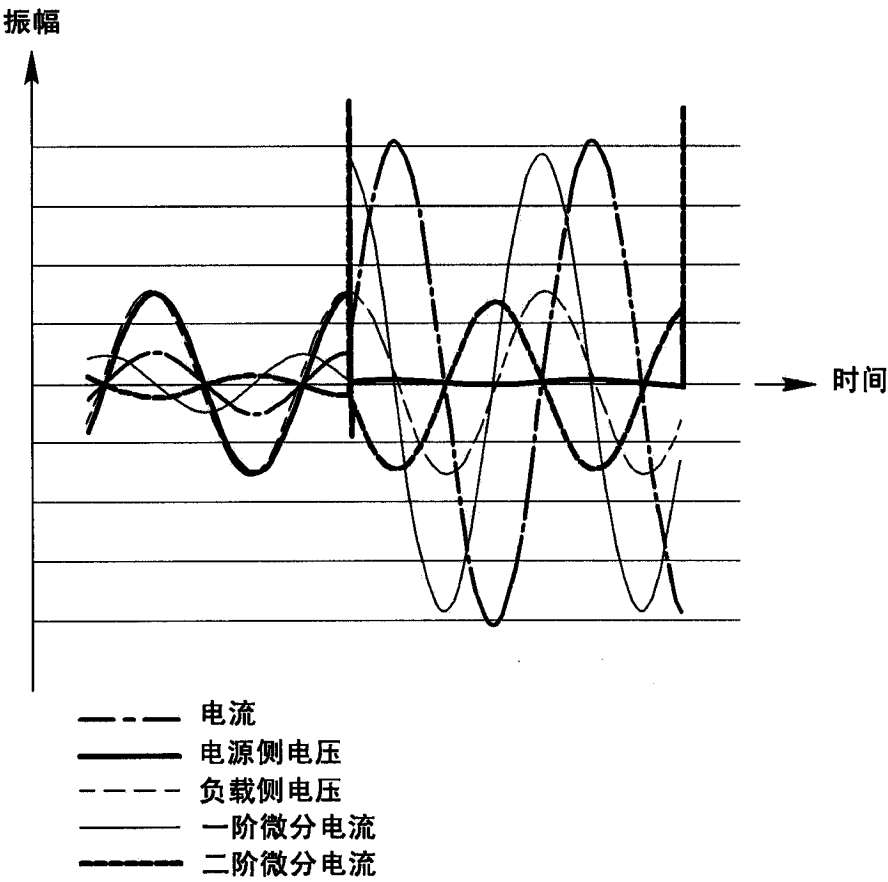


图 7

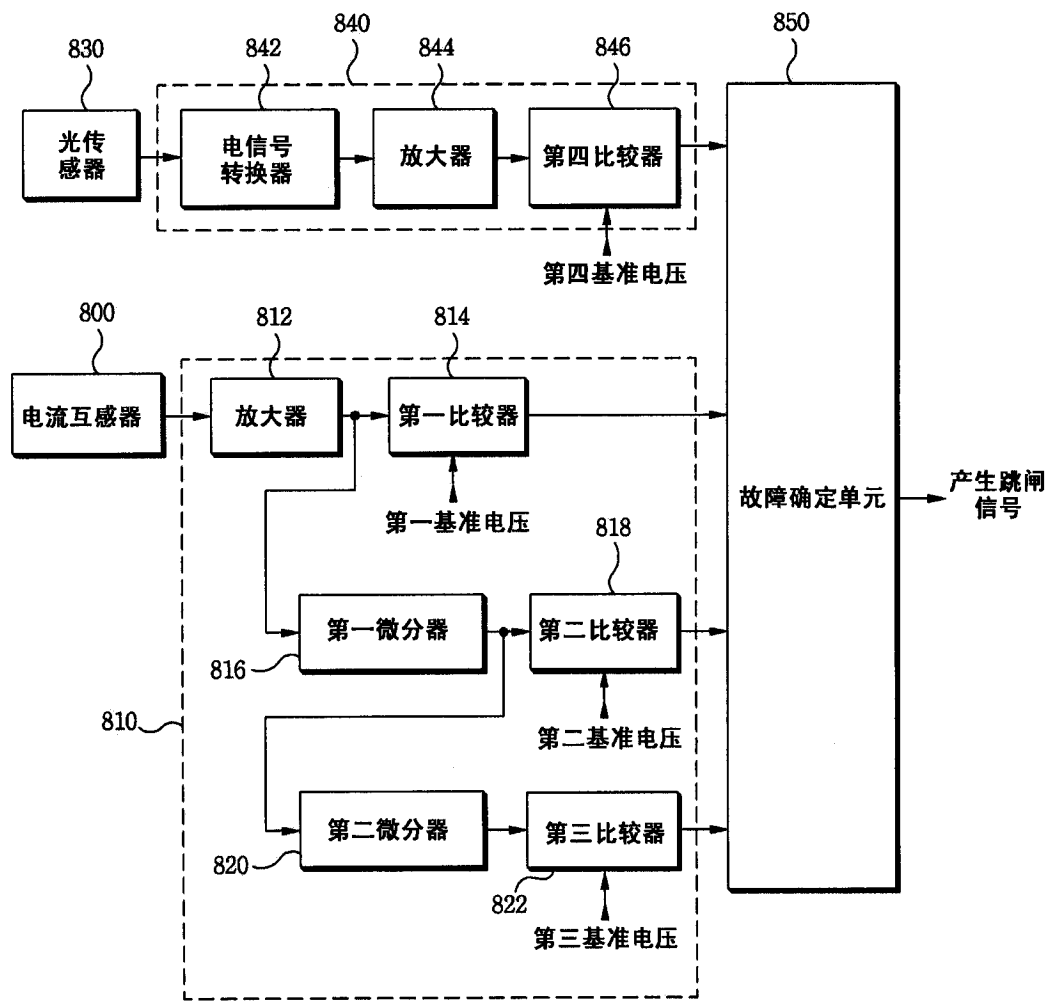


图 8