



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98808789.8

[45] 授权公告日 2004 年 10 月 27 日

[11] 授权公告号 CN 1173377C

[22] 申请日 1998.7.16 [21] 申请号 98808789.8

[86] 国际申请 PCT/JP1998/003204 1998.7.16

[87] 国际公布 WO2000/004564 日 2000.1.27

[85] 进入国家阶段日期 2000.3.2

[71] 专利权人 三菱电机株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 伊藤弘基 香山治彦 日高干雄

审查员 杨 玲

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

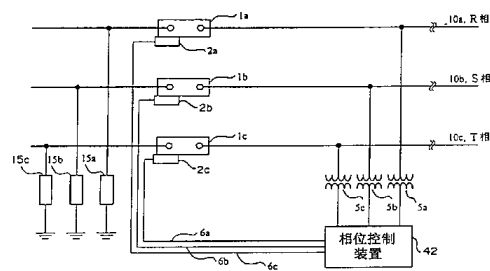
代理人 沈昭坤

权利要求书 10 页 说明书 19 页 附图 8 页

[54] 发明名称 同步开关

[57] 摘要

本发明涉及一种同步开关，该同步开关检测各相的电源电压，以对各相预定的电气相位角接通，具备为了接通或切断阻抗负载而设置于每一相的开关装置(1a~1c)、用于接通或切断各相的开关装置(1a~1c)的各开关机构(2a~2c)、测定各相的电源电压及各相间电压的各测量用变压器(5a~5c)，以及在检测各相的电源电压的零点或各相间电压的零点时发出指令，使电源电压在对各相预定的电气相位角的范围内连接于电抗负载的各相位控制装置(42)。



1. 一种检测各相的电源电压以对各相预定的电气相位角接通的同步开关, 具备为了接通或切断阻抗负载而设置于每一相的开关装置、用于接通或切断各相的开关装置各开关机构、测定各相的电源电压的各测量用变压器、测定各相间电压的各测量用变压器、在检测出各相的电源电压的零点或各相间电压的零点时发出指令, 使电源电压在对各相预定的电气相位角的范围内连接于阻抗负载的各相位控制装置, 其特征在于,

在作为阻抗负载的、中性点接地的单相带铁心变压器或分流电抗器接入电源电压时, 各相位控制装置在第 1 相的电源电压检测出零点时, 在第 1 相的电气相位为  $90^\circ \pm 20^\circ$  以内到电气相位为  $90^\circ \pm 10^\circ$  以内的范围内接通第 1 相, 在第 1 相接通的时刻起  $1/3$  周期后, 第 3 相的电源电压检测出零点时, 在第 3 相的电气相位为  $90^\circ \pm 20^\circ$  以内到电气相位为  $90^\circ \pm 10^\circ$  以内的范围内接通第 3 相, 在第 3 相接通的时刻起  $1/3$  周期后, 第 2 相的电源电压检测出零点时, 在第 2 相的电气相位为  $90^\circ \pm 20^\circ$  以内到电气相位为  $90^\circ \pm 10^\circ$  以内的范围内接通第 2 相, 其中, 第 1 相是 R 相, 第 2 相是 S 相, 第 3 相是 T 相, 并且其中各相的  $90^\circ$  的电气相位对应于各相的电压峰值。

2. 根据权利要求 1 所述的同步开关, 其特征在于,

具有为了抑制各相的浪涌电压而在各相与大地之间设置的各浪涌吸收装置, 以及为了抑制各相之间的浪涌电压而在各相之间设置的各浪涌吸收装置。

3. 一种检测各相的电源电压以对各相预定的电气相位角接通的同步开关, 具备为了接通或切断阻抗负载而设置于每一相的开关装置、用于接通或切断各相的开关装置各开关机构、测定各相的电源电压的各测量用变压器、测定各相间电压的各测量用变压器、在检测出各相的电源电压的零点或各相间电压的零点时发出指令, 使电源电压在对各相预定的电气相位角的范围内连接于阻抗负载的各相位控制装置, 其特征在于,

在作为阻抗负载的、中性点接地的单相带铁心变压器或分流电抗器接入电源电压时, 各相位控制装置在第 1—2 相之间的电压检测出零点时, 在第 1—2 相之间的电压的电气相位为  $60^\circ \pm 20^\circ$  以内到电气相位为  $60^\circ \pm 10^\circ$  以内的范围内接通第 1 相, 在第 1 相接通的时刻起  $1/3$  周期后, 第 3—1 相之间的电压检测出零点时, 在第 3—1 相之间的电压的电气相位为  $60^\circ \pm 20^\circ$  以内到电气相位为  $60^\circ \pm 10^\circ$  以内的范围内接通第 3 相, 在第 3 相接通的时刻起  $1/3$  周期后, 第 2—3 相之间的电压检测出零

点时, 在第 2—3 相之间的电压的电气相位为  $60^\circ \pm 20^\circ$  以内到电气相位为  $60^\circ \pm 10^\circ$  以内的范围内接通第 2 相, 其中, 第 1 相是 R 相, 第 2 相是 S 相, 第 3 相是 T 相。

4. 根据权利要求 3 所述的同步开关, 其特征在于,

具有为了抑制各相的浪涌电压而在各相与大地之间设置的各浪涌吸收装置, 以及为了抑制各相之间的浪涌电压而在各相之间设置的各浪涌吸收装置。

5. 一种检测各相的电源电压以对各相预定的电气相位角接通的同步开关, 具备为了接通或切断阻抗负载而设置于每一相的开关装置、用于接通或切断各相的开关装置各开关机构、测定各相的电源电压的各测量用变压器、测定各相间电压的各测量用变压器、在检测出各相的电源电压的零点或各相间电压的零点时发出指令, 使电源电压在对各相预定的电气相位角的范围内连接于阻抗负载的各相位控制装置, 其特征在于,

在作为阻抗负载的、中性点接地的星形连接的 3 相带铁心变压器或分流电抗器接入电源电压时, 相位控制装置在第 1 相的电源电压检测出零点时, 在第 1 相的电气相位为  $90^\circ \pm 20^\circ$  以内到电气相位为  $90^\circ \pm 10^\circ$  以内的范围内接通第 1 相, 在第 1 相接通的时刻起  $1/4$  周期后, 第 3 相的电源电压检测出零点时, 在第 3 相的电气相位为  $60^\circ \pm 20^\circ$  以内到电气相位为  $60^\circ \pm 10^\circ$  以内的范围内接通第 3 相, 在第 3 相接通后的任意时刻接通第 2 相, 其中, 第 1 相是 R 相, 第 2 相是 S 相, 第 3 相是 T 相, 并且其中各相的  $90^\circ$  的电气相位对应于各相的电压峰值。

6. 根据权利要求 5 所述的同步开关, 其特征在于,

具有为了抑制各相的浪涌电压而在各相与大地之间设置的各浪涌吸收装置, 以及为了抑制各相之间的浪涌电压而在各相之间设置的各浪涌吸收装置。

7. 一种检测各相的电源电压以对各相预定的电气相位角接通的同步开关, 具备为了接通或切断阻抗负载而设置于每一相的开关装置、用于接通或切断各相的开关装置各开关机构、测定各相的电源电压的各测量用变压器、测定各相间电压的各测量用变压器、在检测出各相的电源电压的零点或各相间电压的零点时发出指令, 使电源电压在对各相预定的电气相位角的范围内连接于阻抗负载的各相位控制装置, 其特征在于,

在作为阻抗负载的、中性点接地的星形连接的 3 相带铁心变压器或分流电抗器接入电源电压时, 相位控制装置在第 1 相的电源电压检测出零点时, 在第 1 相的电气相位为  $90^\circ \pm 20^\circ$  以内到电气相位为  $90^\circ \pm 10^\circ$  以内的范围内接通第 1 相, 在第 1 相接通的时刻起  $1/4$  周期后, 第 2 相的电源电压检测出零点时, 在第 2 相的电气相位

为一30度±20度以内到电气相位为一30度±10度以内的范围内接通第2相，在第2相接通后的任意时刻接通第3相，其中，第1相是R相，第2相是S相，第3相是T相，并且其中各相的90度的电气相位对应于各相的电压峰值。

8. 根据权利要求7所述的同步开关，其特征在于，

具有为了抑制各相的浪涌电压而在各相与大地之间设置的各浪涌吸收装置，以及为了抑制各相之间的浪涌电压而在各相之间设置的各浪涌吸收装置。

9. 一种检测各相的电源电压以对各相预定的电气相位角接通的同步开关，具备为了接通或切断阻抗负载而设置于每一相的开关装置、用于接通或切断各相的开关装置各开关机构、测定各相的电源电压的各测量用变压器、测定各相间电压的各测量用变压器、在检测出各相的电源电压的零点或各相间电压的零点时发出指令，使电源电压在对各相预定的电气相位角的范围内连接于阻抗负载的各相位控制装置，其特征在于，

在作为阻抗负载的、中性点接地的星形连接的3相带铁心变压器或分流电抗器接入电源电压时，相位控制装置在第1—2相之间的电压检测出零点时，在第1—2相之间的电压的电气相位为60度±20度以内到电气相位为60度±10度以内的范围内接通第1相，在第1相接通的时刻起1/3周期后，第3—1相之间的电压检测出零点时，在第3—1相之间的电压的电气相位为30度±20度以内到电气相位为30度±10度以内的范围内接通第3相，在第3相接通后的任意时刻接通第2相，其中，第1相是R相，第2相是S相，第3相是T相。

10. 根据权利要求9所述的同步开关，其特征在于，

具有为了抑制各相的浪涌电压而在各相与大地之间设置的各浪涌吸收装置，以及为了抑制各相之间的浪涌电压而在各相之间设置的各浪涌吸收装置。

11. 一种检测各相的电源电压以对各相预定的电气相位角接通的同步开关，具备为了接通或切断阻抗负载而设置于每一相的开关装置、用于接通或切断各相的开关装置各开关机构、测定各相的电源电压的各测量用变压器、测定各相间电压的各测量用变压器、在检测出各相的电源电压的零点或各相间电压的零点时发出指令，使电源电压在对各相预定的电气相位角的范围内连接于阻抗负载的各相位控制装置，其特征在于，

在作为阻抗负载的、中性点接地的星形连接的3相带铁心变压器或分流电抗器接入电源电压时，相位控制装置在第1—2相之间的电压检测出零点时，在第1—2相之间的电压的电气相位为60度±20度以内到电气相位为60度±10度以内的范围内接通第1相，在第1相接通的时刻起1/3周期后，第2—3相之间的电压检测出零点时，

在第 2—3 相之间的电压的电气相位为 $-60$  度 $\pm 20$  度以内到电气相位为 $-60$  度 $\pm 10$  度以内的范围内接通第 2 相, 在第 2 相接通后的任意时刻接通第 3 相, 其中, 第 1 相是 R 相, 第 2 相是 S 相, 第 3 相是 T 相。

12. 根据权利要求 11 所述的同步开关, 其特征在于,

具有为了抑制各相的浪涌电压而在各相与大地之间设置的各浪涌吸收装置, 以及为了抑制各相之间的浪涌电压而在各相之间设置的各浪涌吸收装置。

13. 一种检测各相的电源电压以对各相预定的电气相位角接通的同步开关, 具备为了接通或切断阻抗负载而设置于每一相的开关装置、用于接通或切断各相的开关装置各开关机构、测定各相的电源电压的各测量用变压器、测定各相间电压的各测量用变压器、在检测出各相的电源电压的零点或各相间电压的零点时发出指令, 使电源电压在对各相预定的电气相位角的范围内连接于阻抗负载的各相位控制装置, 其特征在于,

在作为阻抗负载的、中性点不接地的星形连接的 3 相带铁心变压器或分流电抗器、或三角形连接的变压器或分流电抗器接入电源电压时, 相位控制装置在任意时刻接通第 2 相, 在第 2 相接通后, 第 1 相的电源电压检测出零点时, 在第 1 相的电气相位为 $120$  度 $\pm 20$  度以内到电气相位为 $120$  度 $\pm 10$  度以内的范围内接通第 1 相, 第 1 相接通时刻起 $1/3$  周期后, 第 3 相的电源电压检测出零点时, 在第 3 相的电气相位为 $90$  度 $\pm 20$  度以内到电气相位为 $90$  度 $\pm 10$  度以内的范围内接通第 3 相, 其中, 第 1 相是 R 相, 第 2 相是 S 相, 第 3 相是 T 相。

14. 根据权利要求 13 所述的同步开关, 其特征在于,

具有为了抑制各相的浪涌电压而在各相与大地之间设置的各浪涌吸收装置, 以及为了抑制各相之间的浪涌电压而在各相之间设置的各浪涌吸收装置。

15. 一种检测各相的电源电压以对各相预定的电气相位角接通的同步开关, 具备为了接通或切断阻抗负载而设置于每一相的开关装置、用于接通或切断各相的开关装置各开关机构、测定各相的电源电压的各测量用变压器、测定各相间电压的各测量用变压器、在检测出各相的电源电压的零点或各相间电压的零点时发出指令, 使电源电压在对各相预定的电气相位角的范围内连接于阻抗负载的各相位控制装置, 其特征在于,

在作为阻抗负载的、中性点不接地的星形连接的 3 相带铁心变压器或分流电抗器、或单相及 3 相带铁心的三角形连接的变压器或分流电抗器接入电源电压时, 相位控制装置在任意时刻接通第 1 相, 在第 1 相接通后, 第 2 相的电源电压检测出零点时, 在第 2 相的电气相位为 $-120$  度 $\pm 20$  度以内到电气相位为 $-120$  度 $\pm 10$  度以内的范围

内接通第2相，第2相接通时刻起 $1/3$ 周期后，第3相的电源电压检测出零点时，在第3相的电气相位为 $90^\circ \pm 20^\circ$ 以内到电气相位为 $90^\circ \pm 10^\circ$ 以内的范围内接通第3相，其中，第1相是R相，第2相是S相，第3相是T相。

16. 根据权利要求15所述的同步开关，其特征在于，

具有为了抑制各相的浪涌电压而在各相与大地之间设置的各浪涌吸收装置，以及为了抑制各相之间的浪涌电压而在各相之间设置的各浪涌吸收装置。

17. 一种检测各相的电源电压以对各相预定的电气相位角接通的同步开关，具备为了接通或切断阻抗负载而设置于每一相的开关装置、用于接通或切断各相的开关装置的各开关机构、测定各相的电源电压的各测量用变压器、测定各相间电压的各测量用变压器、在检测出各相的电源电压的零点或各相间电压的零点时发出指令，使电源电压在对各相预定的电气相位角的范围内连接于阻抗负载的各相位控制装置，其特征在于，

在作为阻抗负载的、中性点不接地的星形连接的3相带铁心变压器或分流电抗器、或单相及3相带铁心的三角形连接的变压器或分流电抗器接入电源电压时，相位控制装置在任意时刻接通第2相，在第2相接通后，第1—2相之间的电压检测出零点时，在第1—2相之间的电压的电气相位为 $90^\circ \pm 20^\circ$ 以内到电气相位为 $90^\circ \pm 10^\circ$ 以内的范围内接通第1相，第1相接通时刻起 $1/3$ 周期后，第3—1相之间的电压检测出零点时，在第3—1相之间的电气相位为 $60^\circ \pm 20^\circ$ 以内到电气相位为 $60^\circ \pm 10^\circ$ 以内的范围内接通第3相，其中，第1相是R相，第2相是S相，第3相是T相。

18. 根据权利要求17所述的同步开关，其特征在于，

具有为了抑制各相的浪涌电压而在各相与大地之间设置的各浪涌吸收装置，以及为了抑制各相之间的浪涌电压而在各相之间设置的各浪涌吸收装置。

19. 一种检测各相的电源电压以对各相预定的电气相位角接通的同步开关，具备为了接通或切断阻抗负载而设置于每一相的开关装置、用于接通或切断各相的开关装置的各开关机构、测定各相的电源电压的各测量用变压器、测定各相间电压的各测量用变压器、在检测出各相的电源电压的零点或各相间电压的零点时发出指令，使电源电压在对各相预定的电气相位角的范围内连接于阻抗负载的各相位控制装置，其特征在于，

在作为阻抗负载的、中性点不接地的星形连接的3相带铁心变压器或分流电抗器、或单相及3相带铁心的三角形连接的变压器或分流电抗器接入电源电压时，相位控制装置在任意时刻接通第1相，在第1相接通后，第2—3相之间的电压检测出零

点时,在第2—3相之间的电压的电气相位为 $-150\text{度}\pm 20\text{度}$ 以内到电气相位为 $-150\text{度}\pm 10\text{度}$ 以内的范围内接通第2相,第2相接通时刻起 $1/3$ 周期后,第3—1相之间的电压检测出零点时,在第3—1相之间的电气相位为 $60\text{度}\pm 20\text{度}$ 以内到电气相位为 $60\text{度}\pm 10\text{度}$ 以内的范围内接通第3相,其中,第1相是R相,第2相是S相,第3相是T相。

20. 根据权利要求19所述的同步开关,其特征在于,

具有为了抑制各相的浪涌电压而在各相与大地之间设置的各浪涌吸收装置,以及为了抑制各相之间的浪涌电压而在各相之间设置的各浪涌吸收装置。

21. 一种检测各相的电源电压以对各相预定的电气相位角接通的同步开关,具备为了接通或切断阻抗负载而设置于每一相的开关装置、用于接通或切断各相的开关装置各开关机构、测定各相的电源电压的各测量用变压器、测定各相间电压的各测量用变压器、在检测出各相的电源电压的零点或各相间电压的零点时发出指令,使电源电压在对各相预定的电气相位角的范围内连接于阻抗负载的各相位控制装置,其特征在于,

在作为阻抗负载的、中性点接地的电容器组或无电荷输电线接入电源电压时,相位控制装置在第1相的电源电压检测出零点时,在第1相的电气相位为 $0\text{度}\pm 20\text{度}$ 以内到电气相位为 $0\text{度}\pm 10\text{度}$ 以内的范围内接通第1相,在第1相接通时刻起 $1/3$ 周期后,第3相的电源电压检测出零点时,在第3相的电气相位为 $0\text{度}\pm 20\text{度}$ 以内到电气相位为 $0\text{度}\pm 10\text{度}$ 以内的范围内接通第3相,第3相接通时刻起 $1/3$ 周期后,第2相的电源电压检测出零点时,在第2相的电气相位为 $0\text{度}\pm 20\text{度}$ 以内到电气相位为 $0\text{度}\pm 10\text{度}$ 以内的范围内接通第2相,其中,第1相是R相,第2相是S相,第3相是T相,并且其中各相的0度的电气相位对应于各相的电压零点。

22. 根据权利要求21所述的同步开关,其特征在于,

具有为了抑制各相的浪涌电压而在各相与大地之间设置的各浪涌吸收装置,以及为了抑制各相之间的浪涌电压而在各相之间设置的各浪涌吸收装置。

23. 一种检测各相的电源电压以对各相预定的电气相位角接通的同步开关,具备为了接通或切断阻抗负载而设置于每一相的开关装置、用于接通或切断各相的开关装置各开关机构、测定各相的电源电压的各测量用变压器、测定各相间电压的各测量用变压器、在检测出各相的电源电压的零点或各相间电压的零点时发出指令,使电源电压在对各相预定的电气相位角的范围内连接于阻抗负载的各相位控制装置,其特征在于,

在作为阻抗负载的、中性点接地的电容器组或无电荷输电线接入电源电压时,相

位控制装置在第1—2相之间的电压检测出零点时，在第1—2相之间的电压的电气相位为 $-30$ 度 $\pm 20$ 度以内到电气相位为 $-30$ 度 $\pm 10$ 度以内的范围内接通第1相，在第1相接通时刻起 $1/3$ 周期后，第3—1相之间的电压检测出零点时，在第3—1相之间的电压的电气相位为 $-30$ 度 $\pm 20$ 度以内到电气相位为 $-30$ 度 $\pm 10$ 度以内的范围内接通第3相，第3相接通时刻起 $1/3$ 周期后，第2—3相之间的电压检测出零点时，在第2—3相之间的电压的电气相位为 $-30$ 度 $\pm 20$ 度以内到电气相位为 $-30$ 度 $\pm 10$ 度以内的范围内接通第2相，其中，第1相是R相，第2相是S相，第3相是T相。

24. 根据权利要求23所述的同步开关，其特征在于，

具有为了抑制各相的浪涌电压而在各相与大地之间设置的各浪涌吸收装置，以及为了抑制各相之间的浪涌电压而在各相之间设置的各浪涌吸收装置。

25. 一种检测各相的电源电压以对各相预定的电气相位角接通的同步开关，具备为了接通或切断阻抗负载而设置于每一相的开关装置、用于接通或切断各相的开关装置各开关机构、测定各相的电源电压的各测量用变压器、测定各相间电压的各测量用变压器、在检测出各相的电源电压的零点或各相间电压的零点时发出指令，使电源电压在对各相预定的电气相位角的范围内连接于阻抗负载的各相位控制装置，其特征在于，

在作为阻抗负载的、中性点不接地的电容器组接入电源电压时，相位控制装置在任意时刻接通第1相，在第1相接通后，第3相电源电压检测出零点时，在第3相的电气相位为 $30$ 度 $\pm 20$ 度以内到电气相位为 $30$ 度 $\pm 10$ 度以内的范围内接通第3相，第3相接通时刻起 $1/4$ 周期后，第2相的电源电压检测出零点时，在第2相的电气相位为 $0$ 度 $\pm 20$ 度以内到电气相位为 $0$ 度 $\pm 10$ 度以内的范围内接通第2相，其中，第1相是R相，第2相是S相，第3相是T相。

26. 根据权利要求25所述的同步开关，其特征在于，

具有为了抑制各相的浪涌电压而在各相与大地之间设置的各浪涌吸收装置，以及为了抑制各相之间的浪涌电压而在各相之间设置的各浪涌吸收装置。

27. 一种检测各相的电源电压以对各相预定的电气相位角接通的同步开关，具备为了接通或切断阻抗负载而设置于每一相的开关装置、用于接通或切断各相的开关装置各开关机构、测定各相的电源电压的各测量用变压器、测定各相间电压的各测量用变压器、在检测出各相的电源电压的零点或各相间电压的零点时发出指令，使电源电压在对各相预定的电气相位角的范围内连接于阻抗负载的各相位控制装置，其特征在于，

在作为阻抗负载的、中性点不接地的电容器组接入电源电压时，相位控制装置在

任意时刻接通第2相，在第2相接通后，第1相电源电压检测出零点时，在第1相的电气相位为 $30^\circ \pm 20^\circ$ 以内到电气相位为 $30^\circ \pm 10^\circ$ 以内的范围内接通第1相，第1相接通时刻起 $1/4$ 周期后，第3相的电源电压检测出零点时，在第3相的电气相位为 $0^\circ \pm 20^\circ$ 以内到电气相位为 $0^\circ \pm 10^\circ$ 以内的范围内接通第3相，其中，第1相是R相，第2相是S相，第3相是T相。

28. 根据权利要求27所述的同步开关，其特征在于，

具有为了抑制各相的浪涌电压而在各相与大地之间设置的各浪涌吸收装置，以及为了抑制各相之间的浪涌电压而在各相之间设置的各浪涌吸收装置。

29. 一种检测各相的电源电压以对各相预定的电气相位角接通的同步开关，具备为了接通或切断阻抗负载而设置于每一相的开关装置、用于接通或切断各相的开关装置各开关机构、测定各相的电源电压的各测量用变压器、测定各相间电压的各测量用变压器、在检测出各相的电源电压的零点或各相间电压的零点时发出指令，使电源电压在对各相预定的电气相位角的范围内连接于阻抗负载的各相位控制装置，其特征在于，

在作为阻抗负载的、中性点不接地的电容器组接入电源电压时，相位控制装置在任意时刻接通第3相，在第3相接通后，第2相电源电压检测出零点时，在第2相的电气相位为 $30^\circ \pm 20^\circ$ 以内到电气相位为 $30^\circ \pm 10^\circ$ 以内的范围内接通第2相，第2相接通时刻起 $1/4$ 周期后，第1相的电源电压检测出零点时，在第1相的电气相位为 $0^\circ \pm 20^\circ$ 以内到电气相位为 $0^\circ \pm 10^\circ$ 以内的范围内接通第1相，其中，第1相是R相，第2相是S相，第3相是T相。

30. 根据权利要求29所述的同步开关，其特征在于，

具有为了抑制各相的浪涌电压而在各相与大地之间设置的各浪涌吸收装置，以及为了抑制各相之间的浪涌电压而在各相之间设置的各浪涌吸收装置。

31. 一种检测各相的电源电压以对各相预定的电气相位角接通的同步开关，具备为了接通或切断阻抗负载而设置于每一相的开关装置、用于接通或切断各相的开关装置各开关机构、测定各相的电源电压的各测量用变压器、测定各相间电压的各测量用变压器、在检测出各相的电源电压的零点或各相间电压的零点时发出指令，使电源电压在对各相预定的电气相位角的范围内连接于阻抗负载的各相位控制装置，其特征在于，

在作为阻抗负载的、中性点不接地的电容器组接入电源电压时，相位控制装置在任意时刻接通第1相，在第1相接通后，第3-1相之间的电压检测出零点时，在第3-1相之间的电压的电气相位为 $0^\circ \pm 20^\circ$ 以内到电气相位为 $0^\circ \pm 10^\circ$ 以内的范围

内接通第3相，第3相接通时刻起1/4周期后，第2—3相之间的电压检测出零点时，在第2—3相之间的电压的电气相位为 $-30^\circ \pm 20^\circ$ 以内到电气相位为 $-30^\circ \pm 10^\circ$ 度以内的范围内接通第2相，其中，第1相是R相，第2相是S相，第3相是T相。

32. 根据权利要求31所述的同步开关，其特征在于，

具有为了抑制各相的浪涌电压而在各相与大地之间设置的各浪涌吸收装置，以及为了抑制各相之间的浪涌电压而在各相之间设置的各浪涌吸收装置。

33. 一种检测各相的电源电压以对各相预定的电气相位角接通的同步开关，具备为了接通或切断阻抗负载而设置于每一相的开关装置、用于接通或切断各相的开关装置各开关机构、测定各相的电源电压的各测量用变压器、测定各相间电压的各测量用变压器、在检测出各相的电源电压的零点或各相间电压的零点时发出指令，使电源电压在对各相预定的电气相位角的范围内连接于阻抗负载的各相位控制装置，其特征在于，

在作为阻抗负载的、中性点不接地的电容器组接入电源电压时，相位控制装置在任意时刻接通第2相，在第2相接通后，第1—2相之间的电压检测出零点时，在第1—2相之间的电压的电气相位为 $0^\circ \pm 20^\circ$ 以内到电气相位为 $0^\circ \pm 10^\circ$ 度以内的范围内接通第1相，第1相接通时刻起1/4周期后，第3—1相之间的电压检测出零点时，在第3—1相之间的电压的电气相位为 $-30^\circ \pm 20^\circ$ 以内到电气相位为 $-30^\circ \pm 10^\circ$ 度以内的范围内接通第3相，其中，第1相是R相，第2相是S相，第3相是T相。

34. 根据权利要求33所述的同步开关，其特征在于，

具有为了抑制各相的浪涌电压而在各相与大地之间设置的各浪涌吸收装置，以及为了抑制各相之间的浪涌电压而在各相之间设置的各浪涌吸收装置。

35. 一种检测各相的电源电压以对各相预定的电气相位角接通的同步开关，具备为了接通或切断阻抗负载而设置于每一相的开关装置、用于接通或切断各相的开关装置各开关机构、测定各相的电源电压的各测量用变压器、测定各相间电压的各测量用变压器、在检测出各相的电源电压的零点或各相间电压的零点时发出指令，使电源电压在对各相预定的电气相位角的范围内连接于阻抗负载的各相位控制装置，其特征在于，

在作为阻抗负载的、中性点不接地的电容器组接入电源电压时，相位控制装置接通第3相，在第3相接通后，第2—3相之间的电压检测出零点时，在第2—3相之间的电压的电气相位为 $0^\circ \pm 20^\circ$ 以内到电气相位为 $0^\circ \pm 10^\circ$ 度以内的范围内接通第2相，第2相接通时刻起1/4周期后，第1—2相之间的电压检测出零点时，在第1—2相之间的电压的电气相位为 $-30^\circ \pm 20^\circ$ 以内到电气相位为 $-30^\circ \pm 10^\circ$ 度以内的范

---

围内接通第 1 相，其中，第 1 相是 R 相，第 2 相是 S 相，第 3 相是 T 相。

36. 根据权利要求 35 所述的同步开关，其特征在于，

具有为了抑制各相的浪涌电压而在各相与大地之间设置的各浪涌吸收装置，以及为了抑制各相之间的浪涌电压而在各相之间设置的各浪涌吸收装置。

## 同步开关

### 技术领域

本发明涉及控制电力开关装置的断开和闭合的时刻，抑制对于变压器和分流电抗器、输电线、电容器组等系统设备过于严酷的励磁冲击电流和浪涌电压的发生的同步开关。

### 背景技术

人们提出了各种抑制在电力开关装置接通或切断时发生的对于系统设备过于严酷的瞬时现象的方法。例如，在日本平成6年的电气学会全国大会论文集1453~1455页所示的“1000KV GIS用空气开关的研制”一文中，公开了利用在接通开关设备之前接通500~1000欧姆左右的电阻器，抑制变压器和分流电抗器等系统设备中发生的浪涌电压的手段的电力开关设备（断路器）。图7表示使用这种接通电阻方式的开关设备接通分流电抗器的情况，在图7中，1a、1b、1c是设置于R、S、T各相的开关装置，2a、2b、2c是用于接通或切断R、S、T各相的开关这种的开关机构，8a、8b、8c是用于接通并联连接于R、S、T各相的开关装置的电阻7a、7b、7c的开关，9a、9b、9c是被接通的电抗器组，5a、5b、5c是测定R、S、T各相的电源电压用的测定变压器，4是向各开关装置1及各开关8输出接通指令的控制装置。

这样构成的已有的接通电阻方式的开关装置中，接通电抗器组9时，首先从控制装置4向各开关8a、8b、8c输出接通指令，通过电阻7a、7b、7c把电源电压施加在电抗器组9上。接通该电阻时的瞬时浪涌电压产生的电流由于电阻的作用而迅速衰减。因此，在电抗器组9上有与电源电压相同频率而振幅较小的电压。然后，从控制装置4向各开关装置2a、2b、2c输出接通指令，开关设备一旦接通，在电抗器组9上已经通过电阻施加了与电源电压相同的电压，因此，瞬时现象受到抑制，从而抑制了电抗器的励磁冲击电流。

但是，在这种方法中，必须在开关设备内部设置每一系统设备所需要的容量的电阻元件和接通电阻用的开关，因此不仅开关设备的成本较高，而且还有尺寸较大的问题。

又，在接通输电线的情况下，如果线路长，接通电阻也不能抑制浪涌。因此，在接通变压器和分流电抗器等系统设备的情况下，从原理上说，如果在电源电压的峰值

(电气相位角 90 度) 接通, 则能够抑制瞬时励磁冲击电流和浪涌电压的发生, 这一点在 CIGRE 等讨论过, 而且发表在“Controlled Switching”、ELECTRA. NO. 164、(1995) 及 ELECTRA. NO. 165、(1995)。图 8 表示使用该同步开关设备接通变压器的情况及其动作程序, 在图 8 中, 1a、1b、1c 是设置于 R、S、T 各相的开关装置, 2a、2b、2c 是用于接通或切断 R、S、T 各相的开关装置的开关机构, 3 是被接通的变压器, 5a、5b、5c 是测定 R、S、T 各相的电源电压用的测定变压器, 40 是向各开关装置 1 的开关机构 2 发出接通指令的相位控制装置。

在这样构成的同步开关中, 接通变压器 3 时, 首先利用测定 R、S、T 各相的电源电压用的测定变压器 5a、5b、5c 检测 R、S、T 各相的电源电压的电压零点。相位控制装置 40 如图 9 所示预测“闭极时间 (pole-closing time)  $T_c$ ”, 也就是达到由根据温度、工作电压、过去的工作经历判断的工作时间决定的某一理想角度相位 (angular phase) 的电气相位角的时间, 调整“输出接通信号的延迟时间 ( $T_d$ )”, 使得能够在与作为目标的 R、S、T 各相的电气相位角相应的接通时间  $T_a$  接通, 然后向各开关装置 2a、2b、2c 提供接通指令。根据该指令, 在预定的接通时刻, 开关设备把变压器 3 接通, 从原理上说, 就能够抑制瞬时现象。

还有, 在日本平成 6 年的电气学会全国大会论文集 1453~1455 页所示的“1000KVGIS 用空气开关的研制”一文中, 利用在接通开关设备之前接通 500~1000 欧姆左右的电阻器, 抑制输电线和电容器组等系统中发生的浪涌电压的手段的电力开关设备 (断路器) 示于图 10。

该图表示使用这种接通电阻的方式的开关设备接通电容器组的情况, 还有, 图中与图 7 相同的符号表示相同或相当的部分。在图 10 中, 9a1、9b1、9c1 表示被接通的电容器组。

在这样构成的已有的接通电阻方式的开关装置中, 接通电容器组 9a1、9b1、9c1 时首先从控制装置 4 向各开关 8a、8b、8c 输出接通指令, 电源电压通过电阻 7a、7b、7c 施加于电容器组 9a1、9b1、9c1。

该电阻接通时的瞬时浪涌电压产生的电流由于电阻的作用而迅速衰减。因此在电容器组 9a、9b、9c 上被施加与电源电压相同频率而振幅较小的电压。此后, 从控制装置 4 向各开关装置 2a、2b、2c 输出接通指令, 开关设备一旦被接通, 就已经通过电阻在电容器组 9a、9b、9c 施加与电源电压相同相位的电压, 因此瞬时现象受到抑制, 流往电容器组 9a、9b、9c 的励磁冲击电流就受到抑制。

但是, 在这种方法中, 必须在开关设备内部设置每一系统设备所需要的容量的电阻元件和接通电阻用的开关, 因此不仅开关设备的成本较高, 而且还有尺寸较大的问

题。而且，在接通输电线的情况下，如果线路长，接通电阻也不能抑制浪涌。

因此，在接通输电线和电容器组等系统设备的情况下，从原理上说，如果在电源电压的零点电气相位角接通，则能够抑制瞬时励磁冲击电流和浪涌电压的发生，这一点在 CIGRE 等讨论过，而且发表在“Controlled Switching”、ELECTRA. NO. 164、(1995) 及 ELECTRA. NO. 165、(1995)。

图 11 表示使用该同步开关设备接通变压器的情况及其动作程序，在图 11 中，1a、1b、1c 是设置于 R、S、T 各相的开关装置，2a、2b、2c 是用于接通或切断 R、S、T 各相的开关装置的开关机构，3a、3b、3c 是被接通的各输电线，5a、5b、5c 是测定 R、S、T 各相的电源电压用的测定变压器，40 是向各开关装置 1 的开关机构 2 发出接通指令的相位控制装置。

在这样构成的同步开关中，接通输电线变压器 3a、3b、3c 时，首先利用测定 R、S、T 各相的电源电压用的测定变压器 5a、5b、5c 检测 R、S、T 各相的电源电压的电压零点。相位控制装置 40 如 12 所示预测“闭极时间 (pole-closing time)  $T_c$ ”，也就是达到由根据温度、工作电压、过去的工作经历判断的工作时间决定的到达某一理想角度相位 (angular phase) 的电气相位角的时间，调整“输出接通信号的延迟时间 ( $T_d$ )”，使得能够在与作为目标的 R、S、T 各相的电气相位角相应的接通时间  $T_a$  接通，然后向各开关装置 2a、2b、2c 提供接通指令。根据该指令，在预定的接通时刻，开关设备把变压器 3 接通，从原理上说，就能够抑制瞬时现象。

但是存在着这样的问题，也就是，开关设备接通所需要的时间由于机械性特点引起的接通时间的偏差和发生放电引起的接通时间的偏差不可避免，不一定能够实现理想的接通。

本发明是为解决上述问题而作出的，其目的在于，向各相的各开关设备提供能够实现的接通时刻。

### 发明内容

本发明的同步开关，是检测各相的电源电压，以对各相预定的电气相位角接通的同步开关，具备为了接通或切断阻抗负载而设置于每一相的所述开关装置、用于接通或切断各相的开关装置的各开关机构、测定各相的电源电压的各测量用变压器、测定各相间电压的各测量用变压器、在检测各相的电源电压的零点或各相间电压的零点时发出指令，使电源电压在对各相预定的电气相位角的范围内连接于电抗负载的各相位控制装置。

这种同步开关，在作为阻抗负载的、中性点接地的单相带铁心变压器或分流电抗

器接入电源电压时，各相位控制装置在第1相（R相）的电源电压检测出零点时，在第1相（R相）的电气相位为90度（R相的电压峰值） $\pm 20$ 度以内到电气相位为90度 $\pm 10$ 度以内的范围内接通第1相（R相），在第1相（R相）接通的时刻起1/3周期后，第3相（T相）的电源电压检测出零点时，在第3相（T相）的电气相位为90度（T相的电压峰值） $\pm 20$ 度以内到电气相位为90度 $\pm 10$ 度以内的范围内接通第3相（T相），在第3相（T相）接通的时刻起1/3周期后，第2相（S相）的电源电压检测出零点时，在第2相（S相）的电气相位为90度（S相的电压峰值） $\pm 20$ 度以内到电气相位为90度 $\pm 10$ 度以内的范围内接通第2相（S相）。

这种同步开关，在作为阻抗负载的、中性点接地的单相带铁心变压器或分流电抗器接入电源电压时，各相位控制装置在第1—2相（R—S相）之间的电压检测出零点时，在第1—2相（R—S相）之间的电压的电气相位为60度 $\pm 20$ 度以内到电气相位为60度 $\pm 10$ 度以内的范围内接通第1相（R相），在第1相（R相）接通的时刻起1/3周期后，第3—1相（T—R相）之间的电压检测出零点时，在第3—1相（T—R相）之间的电压的电气相位为60度 $\pm 20$ 度以内到电气相位为60度 $\pm 10$ 度以内的范围内接通第3相（T相），在第3相（T相）接通的时刻起1/3周期后，第2—3相（S—T相）之间的电压检测出零点时，在第2—3相（S—T相）之间的电压的电气相位为60度 $\pm 20$ 度以内到电气相位为60度 $\pm 10$ 度以内的范围内接通第2相（S相）。

这种同步开关，在作为阻抗负载的、中性点接地的星形连接的3相带铁心变压器或分流电抗器接入电源电压时，相位控制装置在第1相（R相）的电源电压检测出零点时，在第1相（R相）的电气相位为90度（R相的电压峰值） $\pm 20$ 度以内到电气相位为90度 $\pm 10$ 度以内的范围内接通第1相（R相），在第1相（R相）接通的时刻起1/4周期后，第3相（T相）的电源电压检测出零点时，在第3相（T相）的电气相位为60度 $\pm 20$ 度以内到电气相位为60度 $\pm 10$ 度以内的范围内接通第3相（T相），在第3相（T相）接通后的任意时刻接通第2相（S相）。

这种同步开关，在作为阻抗负载的、中性点接地的星形连接的3相带铁心变压器或分流电抗器接入电源电压时，相位控制装置在第1相（R相）的电源电压检测出零点时，在第1相（R相）的电气相位为90度（R相的电压峰值） $\pm 20$ 度以内到电气相位为90度 $\pm 10$ 度以内的范围内接通第1相（R相），在第1相（R相）接通的时刻起1/4周期后，第2相（S相）的电源电压检测出零点时，在第2相（S相）的电气相位为 $-30$ 度 $\pm 20$ 度以内到电气相位为 $-30$ 度 $\pm 10$ 度以内的范围内接通第2相（S相），在第2相（S相）接通后的任意时刻接通第3相（T相）。

这种同步开关，在作为阻抗负载的、中性点接地的星形连接的3相带铁心变压器

或分流电抗器接入电源电压时，相位控制装置在第1—2相（R—S相）之间的电压检测出零点时，在第1—2相（R—S相）之间的电压的电气相位为 $60^\circ \pm 20^\circ$ 以内到电气相位为 $60^\circ \pm 10^\circ$ 以内的范围内接通第1相（R相），在第1相（R相）接通的时刻起 $1/3$ 周期后，第3—1相（T—R相）之间的电压检测出零点时，在第3—1相（T—R相）之间的电压的电气相位为 $30^\circ \pm 20^\circ$ 以内到电气相位为 $30^\circ \pm 10^\circ$ 以内的范围内接通第3相（T相），在第3相（T相）接通后的任意时刻接通第2相（S相）。

这种同步开关，在作为阻抗负载的、中性点接地的星形连接的3相带铁心变压器或分流电抗器接入电源电压时，相位控制装置在第1—2相（R—S相）之间的电压检测出零点时，在第1—2相（R—S相）之间的电压的电气相位为 $60^\circ \pm 20^\circ$ 以内到电气相位为 $60^\circ \pm 10^\circ$ 以内的范围内接通第1相（R相），在第1相（R相）接通的时刻起 $1/3$ 周期后，第2—3相（S—T相）之间的电压检测出零点时，在第2—3相（S—T相）之间的电压的电气相位为 $-60^\circ \pm 20^\circ$ 以内到电气相位为 $-60^\circ \pm 10^\circ$ 以内的范围内接通第2相（S相），在第2相（S相）接通后的任意时刻接通第3相（T相）。

这种同步开关，在作为阻抗负载的、中性点不接地的星形连接的3相带铁心变压器或分流电抗器、或三角形连接的变压器或分流电抗器接入电源电压时，相位控制装置在任意时刻接通第2相（S相），在第2相（S相）接通后，第1相（R相）的电源电压检测出零点时，在第1相（R相）的电气相位为 $120^\circ \pm 20^\circ$ 以内到电气相位为 $120^\circ \pm 10^\circ$ 以内的范围内接通第1相（R相），第1相（R相）接通时刻起 $1/3$ 周期后，第3相（T相）的电源电压检测出零点时，在第3相（T相）的电气相位为 $90^\circ \pm 20^\circ$ 以内到电气相位为 $90^\circ \pm 10^\circ$ 以内的范围内接通第3相（T相）。

这种同步开关，在作为阻抗负载的、中性点不接地的星形连接的3相带铁心变压器或分流电抗器、或单相及3相带铁心的三角形连接的变压器或分流电抗器接入电源电压时，相位控制装置在任意时刻接通第1相（R相），在第1相（R相）接通后，第2相（S相）的电源电压检测出零点时，在第2相（S相）的电气相位为 $-120^\circ \pm 20^\circ$ 以内到电气相位为 $-120^\circ \pm 10^\circ$ 以内的范围内接通第2相（S相），第2相（S相）接通时刻起 $1/3$ 周期后，第3相（T相）的电源电压检测出零点时，在第3相（T相）的电气相位为 $90^\circ \pm 20^\circ$ 以内到电气相位为 $90^\circ \pm 10^\circ$ 以内的范围内接通第3相（T相）。

这种同步开关，在作为阻抗负载的、中性点不接地的星形连接的3相带铁心变压器或分流电抗器、或单相及3相带铁心的三角形连接的变压器或分流电抗器接入电源

电压时，相位控制装置在任意时刻接通第 2 相（S 相），在第 2 相（S 相）接通后，第 1—2 相（R—S 相）之间的电压检测出零点时，在第 1—2 相（R—S 相）之间的电压的电气相位为  $90^\circ \pm 20^\circ$  以内到电气相位为  $90^\circ \pm 10^\circ$  以内的范围内接通第 1 相（R 相），第 1 相（R 相）接通时刻起  $1/3$  周期后，第 3—1 相（T—R 相）之间的电压检测出零点时，在第 3—1 相（T—R 相）之间的电气相位为  $60^\circ \pm 20^\circ$  以内到电气相位为  $60^\circ \pm 10^\circ$  以内的范围内接通第 3 相（T 相）。

这种同步开关，在作为阻抗负载的、中性点不接地的星形连接的 3 相带铁心变压器或分流电抗器、或单相及 3 相带铁心的三角形连接的变压器或分流电抗器接入电源电压时，相位控制装置在任意时刻接通第 1 相（R 相），在第 1 相（R 相）接通后，第 2—3 相（S—T 相）之间的电压检测出零点时，在第 2—3 相（S—T 相）之间的电压的电气相位为  $-150^\circ \pm 20^\circ$  以内到电气相位为  $-150^\circ \pm 10^\circ$  以内的范围内接通第 2 相（S 相），第 2 相（S 相）接通时刻起  $1/3$  周期后，第 3—1 相（T—R 相）之间的电压检测出零点时，在第 3—1 相（T—R 相）之间的电气相位为  $60^\circ \pm 20^\circ$  以内到电气相位为  $60^\circ \pm 10^\circ$  以内的范围内接通第 3 相（T 相）。

这种同步开关，在作为阻抗负载的、中性点接地的电容器组或无电荷输电线接入电源电压时，相位控制装置在第 1 相（R 相）的电源电压检测出零点时，在第 1 相（R 相）的电气相位为  $0^\circ$ （R 相的电压零点） $\pm 20^\circ$  以内到电气相位为  $0^\circ \pm 10^\circ$  以内的范围内接通第 1 相（R 相），在第 1 相（R 相）接通时刻起  $1/3$  周期后，第 3 相（T 相）的电源电压检测出零点时，在第 3 相（T 相）的电气相位为  $0^\circ$ （T 相的电压零点） $\pm 20^\circ$  以内到电气相位为  $0^\circ \pm 10^\circ$  以内的范围内接通第 3 相（T 相），第 3 相（T 相）接通时刻起  $1/3$  周期后，第 2 相（S 相）的电源电压检测出零点时，在第 2 相（S 相）的电气相位为  $0^\circ$ （S 相的电压零点） $\pm 20^\circ$  以内到电气相位为  $0^\circ \pm 10^\circ$  以内的范围内接通第 2 相（S 相）。

这种同步开关，在作为阻抗负载的、中性点接地的电容器组或无电荷输电线接入电源电压时，相位控制装置在第 1—2 相（R—S 相）之间的电压检测出零点时，在第 1—2 相（R—S 相）之间的电压的电气相位为  $-30^\circ \pm 20^\circ$  以内到电气相位为  $-30^\circ \pm 10^\circ$  以内的范围内接通第 1 相（R 相），在第 1 相（R 相）接通时刻起  $1/3$  周期后，第 3—1 相（T—R 相）之间的电压检测出零点时，在第 3—1 相（T—R 相）之间的电压的电气相位为  $-30^\circ \pm 20^\circ$  以内到电气相位为  $-30^\circ \pm 10^\circ$  以内的范围内接通第 3 相（T 相），第 3 相（T 相）接通时刻起  $1/3$  周期后，第 2—3 相（S—T 相）之间的电压检测出零点时，在第 2—3 相（S—T 相）之间的电压的电气相位为  $-30^\circ \pm 20^\circ$  以内到电气相位为  $-30^\circ \pm 10^\circ$  以内的范围内接通第 2 相（S 相）。

这种同步开关，在作为阻抗负载的、中性点不接地的电容器组接入电源电压时，相位控制装置在任意时刻接通第1相（R相），在第1相（R相）接通后，第3相（T相）电源电压检测出零点时，在第3相（T相）的电气相位为 $30^\circ \pm 20^\circ$ 以内到电气相位为 $30^\circ \pm 10^\circ$ 以内的范围内接通第3相（T相），第3相（T相）接通时刻起 $1/4$ 周期后，第2相（S相）的电源电压检测出零点时，在第2相（S相）的电气相位为 $0^\circ \pm 20^\circ$ 以内到电气相位为 $0^\circ \pm 10^\circ$ 以内的范围内接通第2相（S相）。

这种同步开关，在作为阻抗负载的、中性点不接地的电容器组接入电源电压时，相位控制装置在任意时刻接通第2相（S相），在第2相（S相）接通后，第1相（R相）电源电压检测出零点时，在第1相（R相）的电气相位为 $30^\circ \pm 20^\circ$ 以内到电气相位为 $30^\circ \pm 10^\circ$ 以内的范围内接通第1相（R相），第1相（R相）接通时刻起 $1/4$ 周期后，第3相（T相）的电源电压检测出零点时，在第3相（T相）的电气相位为 $0^\circ \pm 20^\circ$ 以内到电气相位为 $0^\circ \pm 10^\circ$ 以内的范围内接通第3相（T相）。

这种同步开关，在作为阻抗负载的、中性点不接地的电容器组接入电源电压时，相位控制装置在任意时刻接通第3相（T相），在第3相（T相）接通后，第2相（S相）电源电压检测出零点时，在第2相（S相）的电气相位为 $30^\circ \pm 20^\circ$ 以内到电气相位为 $30^\circ \pm 10^\circ$ 以内的范围内接通第2相（S相），第2相（S相）接通时刻起 $1/4$ 周期后，第1相（R相）的电源电压检测出零点时，在第1相（R相）的电气相位为 $0^\circ \pm 20^\circ$ 以内到电气相位为 $0^\circ \pm 10^\circ$ 以内的范围内接通第1相（R相）。

这种同步开关，在作为阻抗负载的、中性点不接地的电容器组接入电源电压时，相位控制装置在任意时刻接通第1相（R相），在第1相（R相）接通后，第3—1相（T—R相）之间的电压检测出零点时，在第3—1相（T—R相）之间的电压的电气相位为 $0^\circ \pm 20^\circ$ 以内到电气相位为 $0^\circ \pm 10^\circ$ 以内的范围内接通第3相（T相），第3相（T相）接通时刻起 $1/4$ 周期后，第2—3相（S—T相）之间的电压检测出零点时，在第2—3相（S—T相）之间的电压的电气相位为 $-30^\circ \pm 20^\circ$ 以内到电气相位为 $-30^\circ \pm 10^\circ$ 以内的范围内接通第2相（S相）。

这种同步开关，在作为阻抗负载的、中性点不接地的电容器组接入电源电压时，相位控制装置在任意时刻接通第2相（S相），在第2相（S相）接通后，第1—2相（R—S相）之间的电压检测出零点时，在第1—2相（R—S相）之间的电压的电气相位为 $0^\circ \pm 20^\circ$ 以内到电气相位为 $0^\circ \pm 10^\circ$ 以内的范围内接通第1相（R相），第1相（R相）接通时刻起 $1/4$ 周期后，第3—1相（T—R相）之间的电压检测出零点时，在第3—1相（T—R相）之间的电压的电气相位为 $-30^\circ \pm 20^\circ$ 以内到电气相位为 $-30^\circ \pm 10^\circ$ 以内的范围内接通第3相（T相）。

这种同步开关，在作为阻抗负载的、中性点不接地的电容器组接入电源电压时，相位控制装置接通第3相（T相），在第3相（T相）接通后，第2—3相（S—T相）之间的电压检测出零点时，在第2—3相（S—T相）之间的电压的电气相位为0度±20度以内到电气相位为0度±10度以内的范围内接通第2相（S相），第2相（S相）接通时刻起1/4周期后，第1—2相（R—S相）之间的电压检测出零点时，在第1—2相（R—S相）之间的电压的电气相位为-30度±20度以内到电气相位为-30度±10度以内的范围内接通第1相（R相）。

上述各种同步开关，具有为了抑制各相的浪涌电压而在各相与大地之间设置各浪涌吸收装置，以及为了抑制各相之间的浪涌电压而在各相之间设置各浪涌吸收装置。

### 附图说明

图1是本发明一实施形态的同步开关的结构图。

图2是本发明另一实施形态的同步开关的结构图。

图3是本发明的同步开关的动作程序的说明图。

图4是中性点接地的星形连接的变压器或分流电抗器的最佳接通时刻与磁通变化的说明图。

图5是三角形连接的变压器、或分流电抗器的星形连接变压器、或分流电抗器的最佳接通时刻与磁通变化的说明图。

图6是不接地的电容器组或输电线的最佳接通时刻与磁通变化的说明图。

图7是已有的电阻接通式开关装置的结构图。

图8是已有的同步开关的结构图。

图9是已有的同步开关的动作程序的说明图。

图10是已有的电阻接通式开关装置的结构图。

图11是已有的同步开关的结构图。

图12是已有的同步开关的动作程序的说明图。

### 具体实施方式

#### 实施形态1

图1~图3是本发明的实施形态的同步开关及其动作程序的说明图，在图1中，1a、1b、1c是设置于R、S、T各相的开关装置，2a、2b、2c是接通或切断R、S、T各相的开关装置用的开关机构，5a、5b、5c是测定R、S、T各相的电源电压的测量用

变压器，5d、5e、5f 是测定 R-S、S-T、T-R 的各相间电压的测量用变压器，42 是检测 R、S、T 各相的电源电压及各 R-S、S-T、T-R 的相间电压的零点，同时通过信号传输电缆 6 向各开关装置 1 的开关机构 2 输出接通指令的相位控制装置，15a、15b、15c 是在各相 R、S、T 的母线 10a、10b、10c 与大地之间设置的抑制浪涌用的浪涌吸收装置，16a、16b、16c 是抑制 R-S、S-T、T-R 各相间的浪涌的浪涌吸收装置。

在这样构成的同步开关中，接通系统设备时首先利用测定 R、S、T 各相的电源电压的测量用变压器 5a、5b、5c 检测 R、S、T 各相的电源电压的电压零点。同时利用测定 R-S、S-T、T-R 各相间电压的测量用变压器 5d、5e、5f 检测 R-S、S-T、T-R 各相间电压的电压零点。相位控制装置 42 预测“闭极时间 (pole-closing time)  $T_d$ ”也就是达到由根据温度、工作电压、过去的工作经历判断的工作时间决定的到达某一理想角度相位 (angular phase) 的电气相位角的时间，调整“输出接通信号的延迟时间 ( $T_d$ )”，使得能够在与作为目标的 R、S、T 各相的电气相位角相应的接通时间  $T_a$  接通，输出接通指令。

或是如图 3 的动作程序所示，从相位控制装置 42 向各开关装置 2a、2b、2c 输出接通指令，使其在与作为目标的 R-S、S-T、T-R 各相间电气相位角相应的接通时间  $T_a$  接通。借助于此，各相在预先设定的时刻接通时，开关设备接通变压器 3，瞬时现象 (transient phenomena) 就会受到抑制。由于变压器、分流电抗器等系统设备理想的接通时刻不是各相的电源电压的电气相位角，而是各相间电压的峰值电压或零点，这样，不仅检测 R、S、T 各相的电源电压的电压零点，而且检测 R-S、S-T、T-R 各相间电压的电压零点，然后再决定接通时刻能够以更高的精度接通。

因此，在由于其他开关设备动作等原因而发生某种瞬时现象时，各相或各相间的零点检测点可能发生偏离。为此，利用在 R、S、T 各相的母线 10 与大地之间设置的用于抑制过电压的浪涌吸收装置 15 及用于抑制 R-S、S-T、T-R 各相间的过电压的浪涌吸收装置 16，对瞬时现象进行抑制，将 R、S、T 各相的电压和 R-S、S-T、T-R 各相间电压的扰动抑制于最低限度。零点检测的误差也因此被抑制于最低限度。又，开关设备的接通时刻由于开关设备的机械性特性引起的接通时间的偏差和发生放电引起的接通时间的偏差而不可避免发生变化，不一定能够实现理想的接通。

这些接通时间的偏差，对于接通速度快的开关装置大约为  $\pm 0.5$  毫秒，对于接通速度慢的开关装置大约为  $\pm 1.0$  毫秒。该接通时间的偏差在商用频率中， $\pm 0.5$  毫秒时为  $\pm 10$  度左右，在  $\pm 1.0$  毫秒时为  $\pm 20$  度。实际上在接通变压器和分流电抗器等系统设备的时刻偏离理想的接通相位角  $\pm 10$  度 (偏离理想的接通时刻约  $\pm 0.5$  毫秒) 的

情况下，浪涌电压和励磁冲击电流可能上升到大致为接通电阻方式的开关装置能够抑制的浪涌电平，该电平在实际使用上没有问题。

因此，本发明能够提供接通时间的偏差被控制于偏离规定的接通相位角 $\pm 10$ 度以内（偏离规定的接通时刻 $\pm 0.5$ 毫秒以内）的开关装置。在将本发明使用于接通速度慢的开关装置的情况下，可能偏离理想的接通相位角 $\pm 20$ 度左右（偏离理想的接通时刻 $\pm 1.0$ 毫秒左右），所产生的浪涌电压和励磁冲击电流最大为没有对接通相位进行控制的开关装置发生的浪涌电平的一半。

### 实施形态 2

具体地说，在检测各相电压的方法中，中性点接地的单相带铁心变压器或分流电抗器接入电源电压时，如图 4 所示，首先，最初测量用变压器 5a 检测出第 1 相（R 相）电源电压的零点时，相位控制装置 42 使开关机构 2a 动作，将开关装置 1a 闭合，在第 1 相（R 相）的电气相位为  $70\sim 110$  度以内，最好是电气相位为  $80\sim 100$  度以内接通第 1 相（R 相），在该时刻，发生于 R 相的磁通是稳定的，由于没有发生瞬时（transient）现象，第 1 相（R 相）的励磁冲击电流受到抑制。接着，在第 1 相（R 相）接通的时刻起  $1/3$  周期后，测量用变压器 5c 一旦检测出第 3 相（T 相）的电源电压的零点，相位控制装置 42 就使开关机构 2c 动作，将开关装置 1c 闭合，在第 3 相（T 相）的电气相位为  $70\sim 110$  度内，最好是在  $80\sim 100$  度内接通第 3 相（T 相）。

在该时刻，在 T 相发生的磁通是稳定的磁通，由于没有发生瞬时现象，第 3 相（T 相）的励磁冲击电流受到抑制。最后，在第 3 相（T 相）接通的时刻起  $1/3$  周期后，测量用变压器 5b 一旦检测出第 2 相（S 相）的电源电压的零点，相位控制装置 42 就使开关机构 2b 动作，将开关装置 1b 闭合，在第 2 相（S 相）的电气相位为  $70\sim 110$  度内，最好是在  $80\sim 100$  度内接通第 2 相（S 相）。在该时刻，发生于 S 相的磁通是稳定的，由于没有发生瞬时（transient）现象，第 3 相（T 相）的励磁冲击电流受到抑制。

在下述各实施形态中，从第 1 相（R 相）到第 3 相（T 相）的接通动作中的测量用变压器 5a、5b、5c、相位控制装置 42、开关机构 2a、2b、2c、开关装置 1a、1b、1c 的动作与实施形态 2 相同。

### 实施形态 3

利用本实施形态的同步开关，同样，在检测各相间电压的方法中，单相带铁心变压器或分流电抗器接入电源电压时，首先，最初检测出第 1—2 相（R—S 相）间电压的零点，在第 1—2 相（R—S 相）间电压的电气相位为  $40\sim 80$  度内，最好是电气相位为  $50\sim 70$  度内接通第 1 相（R 相），以此抑制瞬时现象，抑制第 1 相（R 相）的励磁

冲击电流。

接着，在第1相（R相）接通的时刻起1/3周期后，检测第3—1相（T—R相）间电压的零点，在第3—1相（T—R相）间电压的电气相位为40~80度内，最好是在电气相位角50~70度内接通第3相（T相）。最后，在第3相（T相）接通的时刻起1/3周期后，检测第2—3相（S—T相）间电压的零点，在第2—3相（S—T相）间电压的电气相位为40~80度内，最好是在电气相位50~70度内接通第2相（S相）。

#### 实施形态4

利用本实施形态的同步开关检测各相电压的方法中，中性点接地的星形连接的三相带铁心变压器或分流电抗器接入电源电压时，首先，最初检测出第1相（R相）电源电压的零点后，在第1相（R相）的电气相位为70~110度内，最好是电气相位角为80~100度内接通第1相（R相）。

以此抑制瞬时现象，抑制第1相（R相）的励磁冲击电流，接着，在第1相（R相）接通的时刻起1/4周期后，检测第3相（T相）的电源电压零点，在第3相（T相）的电气相位为40~80度内，最好是在50~70度内接通第3相（T相）。在该时刻，在最初接通的R相产生的磁通在S相及T相引起电流，该电流所产生的S相及T相的磁通（是R相磁通大小的一半，符号相反）等于接通T相时在T相产生的稳定磁通，所以瞬时现象受到抑制，第3相（T相）的励磁冲击电流也受到抑制。

图5表示这时各相的电压和接通之后各相的磁通。最后，在第3相（T相）接通后的任意时刻接通第2相（S相），在任意时刻接通该第3相是本发明的特征之一。因为产生于R相及T相的磁通在S相引起的电流产生的S相磁通等于S相接通时S相产生的稳定磁通，所以在任何时刻接通都能够抑制瞬时现象，抑制第2相（S相）的励磁冲击电流。通常设定为在不容易发生放电的S相的电气相位角0~120度附近接通。

#### 实施形态5

利用本实施形态的同步开关检测各相电压的方法中，中性点接地的星形连接的三相带铁心变压器或分流电抗器接入电源电压的另一情况，首先，最初检测出第1相（R相）电源电压的零点后，在第1相（R相）的电气相位为70~110度内，最好是电气相位角为80~100度内接通第1相（R相）。以此抑制瞬时现象，抑制第1相（R相）的励磁冲击电流。

接着，在第1相（R相）接通的时刻起1/4周期后，检测第2相（S相）电源电压零点，在第2相（S相）的电气相位为-50~-10度内，最好是在-40~-20度内接通第2相（S相）。在该时刻，在最初接通的R相产生的磁通在S相及T相引起电

流，该电流所产生的S相及T相的磁通（是R相磁通大小的一半，符号相反）等于接通S相时在S相产生的稳定磁通，所以瞬时现象受到抑制，第2相（S相）的励磁冲击电流也受到抑制。

最后，在第2相（S相）接通的任意时刻接通第3相（T相）。如所说明的那样，在任意时刻接通该第3相是本发明的特征之一。因为产生于R相及S相的磁通在T相引起的电流产生的T相磁通等于T相接通时在T相产生的稳定磁通，所以在任何时刻接通都能够抑制瞬时现象，抑制第3相（T相）的励磁冲击电流。

#### 实施形态6

本实施形态的同步开关检测各相间电压的方法中，中性点接地的三相带铁心星形连接的变压器或分流电抗器接入电源电压的另一情况下，首先，最初检测出第1—2相（R—S相）间电压的零点后，在第1—2相（R—S相）间电压的电气相位为40~80度内，最好是电气相位角为50~70度内接通第1相（R相）。以此抑制瞬时现象，抑制第1相（R相）的励磁冲击电流。

接着，在第1相（R相）接通的时刻起1/3周期后，检测第3—1相（T—R相）间电压的零点，在第3—1相（T—R相）间电压的电气相位为10~50度内，最好是在20~40度内接通第3相（T相）。最后，在接通第3相（T相）之后的任意时刻接通第2相（S相）。

#### 实施形态7

利用本实施形态的同步开关检测各相间电压的方法中，中性点接地的三相带铁心星形连接的变压器或分流电抗器接入电源电压的另一情况是，首先，最初检测出第1—2相（R—S相）间电压的零点后，在第1—2相（R—S相）间电压的电气相位为40~80度内，最好是电气相位角为50~70度内接通第1相（R相）。以此抑制瞬时现象，抑制第1相（R相）的励磁冲击电流。

接着，在第1相（R相）接通的时刻起1/3周期后，检测第2—3相（S—T相）间电压的零点，在第2—3相（S—T相）间电压的电气相位为-80~-40度内，最好是在-70~-50度内接通第2相（S相）。最后，在接通第2相（S相）之后的任意时刻接通第3相（T相）。

#### 实施形态8

利用本实施形态的同步开关检测各相间电压的方法中，中性点不接地的三相带铁心的星形连接的变压器或分流电抗器，或者是单相或三相带铁心的三角形连接的变压器或分流电抗器接入电源电压时，首先，最初在任意时刻接通第2相（S相）。

由于中性点不接地，即使是接通一个相，由于流经各相间的电流回路不能够形成，

因此不会发生瞬时现象。通常设定为在不容易发生放电的 S 相的电气相位角  $0\sim 120$  度附近接通。接着, 在第 2 相 (S 相) 接通后, 检测第 1 相 (R 相) 电源电压的零点, 在第 1 相 (R 相) 的电气相位为  $100\sim 140$  度内, 最好是在电气相位角  $110\sim 130$  度内接通第 1 相 (R 相)。这时, 在 R-S 相间形成了电流通路, 但是由于该时刻的 R-S 相间电压是峰值, 在 R 相发生的磁通是稳定的磁通, 不发生瞬时现象。最后, 在第 1 相 (R 相) 接通的时刻起  $1/3$  周期后, 检测第 3 相 (T 相) 电源电压的零点, 在第 3 相 (T 相) 的电气相位为  $70\sim 110$  度内, 最好是电气相位在  $80\sim 100$  度内接通第 3 相 (T 相)。在该时刻, 在 R-S 相间产生的磁通在 S 相及 T 相引起电流, 该电流所产生的 S 相及 T 相的磁通 (是 R 相磁通大小的一半, 符号相反) 等于接通 T 相时在 T 相产生的稳定磁通, 所以瞬时现象受到抑制, 第 3 相 (T 相) 的励磁冲击电流也受到抑制。

#### 实施形态 9

利用本实施形态的同步开关检测各相电压的方法中, 中性点不接地的三相带铁心的星形连接的变压器或分流电抗器, 或者是单相及三相带铁心的三角形连接的变压器或分流电抗器接入电源电压的另一情况是, 首先, 最初在任意时刻接通第 1 相 (R 相)。由于中性点不接地, 即使是接通一个相, 在流经各相间的电流路径不能够形成, 因此不会发生瞬时现象。

通常如图 4 所示设定为在不容易发生放电的 R 相的电气相位角  $0\sim 120$  度附近接通。接着, 在第 1 相 (R 相) 接通后, 检测第 2 相 (S 相) 电源电压的零点, 在第 2 相 (S 相) 的电气相位为  $-140\sim -100$  度内, 最好是在电气相位角  $-130\sim -110$  度内接通第 2 相 (S 相)。这时, 在 R-S 相间形成了电流通路, 但是由于该时刻的 R-S 相间电压是峰值, 在 R 相发生的磁通是稳定的磁通, 不发生瞬时现象。

最后, 在第 2 相 (S 相) 接通的时刻起  $1/3$  周期后, 检测第 3 相 (T 相) 电源电压的零点, 在第 3 相 (T 相) 的电气相位为  $70\sim 110$  度内, 最好是电气相位在  $80\sim 100$  度内接通第 3 相 (T 相)。在该时刻, 在 R-S 相间产生的磁通在 S 相及 T 相引起电流, 该电流所产生的 S 相及 T 相的磁通 (是 R 相磁通大小的一半, 符号相反) 等于接通 T 相时在 T 相产生的稳定磁通, 所以瞬时现象受到抑制, 第 3 相 (T 相) 的励磁冲击电流也受到抑制。

#### 实施形态 10

利用本实施形态的同步开关检测各相间电压的方法中, 中性点不接地的三相带铁心的星形连接的变压器或分流电抗器, 或者是单相及三相带铁心的三角形连接的变压器或分流电抗器接入电源电压的另一情况是, 首先, 最初在任意时刻接通第 2 相 (S

相)。接着,在接通第2相(S相)之后,检测第1-2(R-S)相间电压的零点,在第1-2相(R-S相)相间电压的电气相位为 $70\sim 110$ 度内,最好是在电气相位角 $80\sim 100$ 度内接通第1相(R相)。

借助于此抑制瞬时现象,抑制第1相(R相)的励磁冲击电流。最后,在第1相(R相)接通的时刻起 $1/3$ 周期后,检测第3-1相(T-R相)间电压的零点,在第3-1相(T-R相)间电压的电气相位为 $40\sim 80$ 度内,最好是电气相位在 $50\sim 70$ 度内接通第3相(T相)。在该时刻,在T相不发生瞬时现象。

#### 实施形态 11

利用本实施形态的同步开关检测各相间电压的方法中,中性点不接地的三相带铁心的星形连接的变压器或分流电抗器,或者是单相及三相带铁心的三角形连接的变压器或分流电抗器接入电源电压的另一情况是,首先,最初在任意时刻接通第1相(R相)。接着,在接通第1相(R相)之后,检测第2-3(S-T)相间电压的零点,在第2-3相(S-T相)相间电压的电气相位为 $-170\sim -130$ 度内,最好是在电气相位角 $160\sim 140$ 度内接通第2相(S相)。借助于此抑制瞬时现象,抑制第1相(R相)的励磁冲击电流。最后,在第1相(R相)接通的时刻起 $1/3$ 周期后,检测第3-1相(T-R相)间电压的零点,在第3-1相(T-R相)间电压的电气相位为 $40\sim 80$ 度内,最好是电气相位在 $50\sim 70$ 度内接通第3相(T相)。在该时刻,在T相不发生瞬时现象。

#### 实施形态 12

下面对本发明实施形态2的同步断路器装置及其动作程序加以说明。同步断路器装置及其动作程序与上述实施形态所示的图1、图2、图3相同。

在这样构成的同步开关中,给系统设备接通电源电压时,首先利用测定R、S、T各相的电源电压的测量用变压器5a、5b、5c检测R、S、T各相的电源电压的电压零点。同时,利用测定R-S、S-T、T-R各相间电压的测量用变压器5d、5e、5f检测R-S、S-T、T-R各相间电压的电压零点。相位控制装置42预测“闭极时间(pole-closing time)  $T_c$ ”也就是达到由根据温度、工作电压、过去的工作经历判断的“工作时间决定的某一理想角度相位(angular phase)的电气相位角的时间,调整“输出接通信号的延迟时间( $T_d$ )”,使得能够在与作为目标的R、S、T各相的电气相位角相应的接通时间 $T_a$ 或与R-S、S-T、T-R相电压的电气相位角相应的接通时间 $T_a$ 接通,然后向各开关装置2a、2b、2c输出接通指令。根据该指令,在预定的接通时刻将开关设备与变压器3接通,在原理上说,可以抑制瞬时现象。

由于输电线或电容器组等系统设备理想的接通时刻不是各相的电源电压的电气

相位角，而是各相间电压的峰值电压或零点，这样，不仅检测 R、S、T 各相的电源电压的电压零点，而且检测 R-S、S-T、T-R 各相间电压的电压零点，然后再决定接通时刻，这样能够以更高的精度接通。又，开关设备的接通时刻由于开关设备的机械性特点引起的接通时间的偏差和由于发生放电引起的接通时间的偏差不可避免，不一定能够实现理想的接通。

这些接通时间的偏差，对于接通速度快的开关装置大约为 $\pm 0.5$ 毫秒，对于接通速度慢的开关装置大约为 $\pm 1.0$ 毫秒。该接通时间的偏差在商用频率中， $\pm 0.5$ 毫秒时为 $\pm 10$ 度左右，在 $\pm 1.0$ 毫秒时为 $\pm 20$ 度。实际上在接通输电线或电容器组等系统设备的时刻偏离理想的接通相位角 $\pm 10$ 度（偏离理想的接通时刻约 $\pm 0.5$ 毫秒）的情况下，浪涌电压和励磁冲击电流可能上升到大致为接通电阻方式的开关装置能够抑制的浪涌电平，该电平在实际使用上没有问题。

因此，本发明能够提供接通时间的偏差被控制于偏离规定的接通相位角 $\pm 10$ 度以内（偏离规定的接通时刻 $\pm 0.5$ 毫秒以内）的开关装置。

在将本实施形态使用于接通速度慢的开关装置的情况下，偏离理想的接通相位角 $\pm 20$ 度（偏离理想的接通时刻 $\pm 1.0$ 毫秒左右），产生接通相位不受控制的开关装置发生的浪涌电压电平最大值的一半左右的浪涌电压和冲击电流。

在该浪涌电压电平在实际使用上成问题的系统中，利用设置于 R、S、T 各相的母线 10 和大地之间的抑制过电压用的浪涌吸收装置 15 及抑制 R-S、S-T、T-R 各相间的过电压用的浪涌吸收装置 16，对瞬时现象进行抑制，将 R、S、T 各相的电压和 R-S、S-T、T-R 各相间电压的不稳定抑制于最低限度。

而且各浪涌吸收装置 15、16 对其他开关设备在开关时发生的瞬时现象加以抑制，使得零点检测精度得以提高，因此接通精度也得以提高。

### 实施形态 13

具体地说，利用本实施形态的同步开关检测各相电压的方法中，中性点接地的电容器组或无电荷的输电线接入电源电压时，首先，最初检测出第 1 相（R 相）电源电压的零点后，在第 1 相（R 相）的电气相位角为 $-20\sim 20$ 度内，最好是电气相位角为 $-10\sim 10$ 度内接通第 1 相（R 相）。在该时刻，施加于 R 相的电压为零或甚小，不产生瞬时电流。又，接通的电气相位角成为较大值 $0\pm 20$ 度左右时，利用设置于 R 相的母线 10a 和大地之间的过电压抑制用的浪涌吸收装置 15a 及 R-S、S-T、T-R 各相间过电压抑制用的浪涌吸收装置 16 抑制瞬时现象。

接着，在第 1 相（R 相）接通时刻起 $1/3$ 周期之后，检测第 3 相（T 相）电源电压的零点，在第 3 相（T 相）的电气相位角为 $-20\sim 20$ 度内，最好是在电气相位角 $-10$

~10度内接通第3相(T相)。在该时刻,施加于T相的电压为零或甚小,不会发生瞬时电流。又,在接通的电气相位角成为较大值0度±20度左右时,利用设置于T相的母线10c和大地之间的过电压抑制用的浪涌吸收装置15c及各相间的过电压抑制用的浪涌吸收装置16抑制瞬时现象。

最后,在第3相(T相)接通的时刻起1/3周期后,检测第2相(S相)电源电压的零点,在第2相(S相)的电气相位为-20~20度内,最好是电气相位角在-10~10度内接通第2相(S相)。在该时刻,施加于S相的电压为零或甚小,不会发生瞬时电流。又,在接通的电气相位角成为较大值0度±20度左右时,利用设置于S相的母线10b和大地之间的过电压抑制用的浪涌吸收装置15b及各相间的过电压抑制用的浪涌吸收装置16抑制瞬时现象。

#### 实施形态14

利用本实施形态的同步开关,同样,在检测各相间电压的方法中,中性点接地的电容器组或无电荷的输电线接入电源电压时,首先,最初检测出第1-2相(R-S相)间电压的零点,在第1-2相(R-S相)间电压的电气相位为-50~-10度内,最好是电气相位角为-40~-20度内接通第1相(R相),在该时刻,施加于R相的电压为零或甚小,不会发生瞬时电流。又,在接通的电气相位角成为较大值-30±20度左右时,利用设置于R相的母线10a和大地之间的过电压抑制用的浪涌吸收装置15a及R-S、S-T、T-R各相间的过电压抑制用的浪涌吸收装置16抑制瞬时现象。

接着,在第1相(R相)接通的时刻起1/3周期后,检测第3-1相(T-R相)间电压的零点,在第3-1相(T-R相)间电压的电气相位为-50~-10度内,最好是在电气相位角-40~-20度内接通第3相(T相)。在该时刻,施加于T相的电压为零或甚小,不会发生瞬时电流。又,在接通的电气相位角成为较大值-30±20度左右时,利用设置于T相的母线10c和大地之间的过电压抑制用的浪涌吸收装置15c及各相间的过电压抑制用的浪涌吸收装置16抑制瞬时现象。最后,在第3相(T相)接通的时刻起1/3周期后,检测第2-3相(S-T相)间电压的零点,在第2-3相(S-T相)间电压的电气相位角为-50~-10度内,最好是在电气相位角-40~-20度内接通第2相(S相)。

在该时刻,施加于S相的电压为零或甚小,不会发生瞬时电流。又,在接通的电气相位角成为较大值0±20度左右时,利用设置于S相的母线10b和大地之间的过电压抑制用的浪涌吸收装置15b及各相间的过电压抑制用的浪涌吸收装置16抑制瞬时现象。

#### 实施形态15

利用本实施形态的同步开关检测各相电压的方法中,中性点不接地的电容器组接通电源电压的同步开关,首先,最初在任意时刻接通第1相(R相)。

由于中性点不接地,即使是接通一个相,在流经各相间的电流通路不能够形成,因此不会发生瞬时现象。通常设定在不容易发生放电的R相的电气相位角的峰值附近或 $0\sim 120$ 度附近接通。接着,在第1相(R相)接通后,检测第3相(T相)电源电压的零点,在第3相(R相)的电气相位为 $10\sim 50$ 度内,最好是在电气相位角 $20\sim 40$ 度内接通第3相(T相)。在该时刻,虽然在T-R相间形成了电流通路,但是该时刻的T-R相间电压是零或甚小,不会发生瞬时电流。

又,在接通的电气相位角成为较大值 $30\pm 20$ 度时,利用各相间的抑制过电压用的浪涌吸收装置16抑制瞬时现象。

最后,在第3相(T相)接通的时刻起 $1/4$ 周期后,检测第2相(S相)电源电压的零点,在第2相(S相)的电气相位角为 $-20\sim 20$ 度内,最好是电气相位角在 $-10\sim 10$ 度内接通第2相(S相)。在该时刻施加于S相的电压为零或甚小,不会发生瞬时电流。又,在接通的电气相位角成为较大值 $0\pm 20$ 度左右时,利用抑制各相间的过电压用的浪涌吸收装置16抑制瞬时现象。

#### 实施形态 16

利用本实施形态的同步开关检测各相电压的方法中,中性点不接地的电容器组接通电源电压的同步开关,首先,最初在任意时刻接通第2相(S相)。接着,在第2相(S相)接通后,检测第1相(R相)电源电压的零点,在第1相(R相)的电气相位为 $10\sim 50$ 度内,最好是在电气相位角 $20\sim 40$ 度内接通第1相(R相)。在该时刻,虽然在R-S相间形成了电流通路,但是该时刻的R-S相间电压是零或甚小,不会发生瞬时电流。又,在接通的电气相位角成为较大值 $30\pm 20$ 度时,利用各相间的抑制过电压用的浪涌吸收装置16抑制瞬时现象。

最后,在第1相(R相)接通的时刻起 $1/4$ 周期后,检测第3相(T相)电源电压的零点,在第3相(T相)的电气相位角为 $-20\sim 20$ 度内,最好是电气相位角在 $-10\sim 10$ 度内接通第3相(T相)。又,在接通的电气相位角成为较大值 $0\pm 20$ 度左右时,利用抑制各相间的过电压用的浪涌吸收装置16抑制瞬时现象。

#### 实施形态 17

利用本实施形态的同步开关检测各相电压的方法中,中性点不接地的电容器组接通电源电压的同步开关,首先,最初在任意时刻接通第3相(T相)。接着,在第3相(T相)接通后,检测第2相(S相)电源电压的零点,在第2相(S相)的电气相位为 $10\sim 50$ 度内,最好是在电气相位角 $20\sim 40$ 度内接通第2相(S相)。在该时刻,

虽然在 S-T 相间形成了电流通路，但是该时刻的 S-T 相间电压是零或甚小，不会发生瞬时电流。又，在接通的电气相位角成为较大值  $30 \pm 20$  度时，利用抑制各相间的过电压用的浪涌吸收装置 16 抑制瞬时现象。

最后，在第 2 相 (S 相) 接通的时刻起  $1/4$  周期后，检测第 1 相 (R 相) 电源电压的零点，在第 1 相 (R 相) 的电气相位角为  $-20 \sim 20$  度内，最好是电气相位角在  $-10 \sim 10$  度内接通第 1 相 (R 相)。又，在接通的电气相位角成为较大值  $0 \pm 20$  度左右时，利用抑制各相间的过电压用的浪涌吸收装置 16 抑制瞬时现象。

#### 实施形态 18

利用本实施形态的同步开关检测各相电压的方法中，中性点不接地的电容器组接通电源电压的同步开关，首先，最初在任意时刻接通第 1 相 (R 相)。由于中性点不接地，即使是接通一个相，在流经各相间的电流通路不能够形成，因此不会发生瞬时现象。通常设定为在不容易发生放电的 R 相的电气相位角的峰值附近或  $0 \sim 120$  度附近接通。接着，在第 1 相 (R 相) 接通后，检测第 3-1 相 (T-R 相) 的相间电压的零点，在第 3-1 相 (T-R 相) 间电压的电气相位为  $-20 \sim 20$  度内，最好是在电气相位角  $-10 \sim 10$  度内接通第 3 相 (T 相)。在该时刻，虽然在 T-R 相间形成了电流通路，但是该时刻的 T-R 相间电压是零或甚小，不会发生瞬时电流。又，在接通的电气相位角成为较大值  $0 \pm 20$  度时，利用抑制各相间的过电压用的浪涌吸收装置 16 抑制瞬时现象。

最后，在第 3 相 (T 相) 接通的时刻起  $1/4$  周期后，检测第 2-3 相 (S-T 相) 间电压的零点，在第 2-3 相 (S-T 相) 相间电压的电气相位角为  $-50 \sim -10$  度内，最好是电气相位角在  $-40 \sim 20$  度内接通第 2 相 (S 相)。在该时刻施加于 S 相的电压为零或甚小，不会发生瞬时电流。又，在接通的电气相位角成为较大值  $30 \pm 20$  度左右时，利用抑制各相间的过电压用的浪涌吸收装置 16 抑制瞬时现象。

#### 实施形态 19

利用本实施形态的同步开关检测各相电压的方法中，中性点不接地的电容器组接通电源电压的同步开关，首先，最初在任意时刻接通第 2 相 (S 相)。接着，在第 2 相 (S 相) 接通后，检测第 1-2 相 (R-S 相) 的相间电压的零点，在第 1-2 相 (R-S 相) 间电压的电气相位为  $-20 \sim 20$  度内，最好是在电气相位角  $-10 \sim 10$  度内接通第 1 相 (R 相)。在该时刻，虽然在 R-S 相间形成了电流通路，但是该时刻的 R-S 相间电压是零或甚小，不会发生瞬时电流。

又，在接通的电气相位角成为较大值  $0 \pm 20$  度时，利用抑制各相间过电压用的浪涌吸收装置 16 抑制瞬时现象。最后，在第 1 相 (R 相) 接通的时刻起  $1/4$  周期后，检

测第 3—1 相 (T—R 相) 间电压的零点, 在第 3—1 相 (T—R 相) 相间电压的电气相位角为  $-50\sim-10$  度内, 最好是电气相位角在  $-40\sim20$  度内接通第 3 相 (T 相)。又, 在接通的电气相位角成为较大值  $-30\pm20$  度左右时, 利用抑制各相间的过电压用的浪涌吸收装置 16 抑制瞬时现象。

#### 实施形态 20

利用本实施形态的同步开关检测各相电压的方法中, 中性点不接地的电容器组接通电源电压的同步开关, 首先, 最初在任意时刻接通第 3 相 (T 相)。接着, 在第 3 相 (T 相) 接通后, 检测第 2—3 相 (S—T 相) 的相间电压的零点, 在第 2—3 相 (S—T 相) 间电压的电气相位为  $-20\sim20$  度内, 最好是在电气相位角  $-10\sim10$  度内接通第 2 相 (S 相)。在该时刻, 虽然在 S—T 相间形成了电流通路, 但是该时刻的 S—T 相间电压是零或甚小, 不会发生瞬时电流。又, 在接通的电气相位角成为较大值  $0\pm20$  左右度时, 利用抑制各相间的过电压用的浪涌吸收装置 16 抑制瞬时现象。最后, 在第 2 相 (S 相) 接通的时刻起  $1/4$  周期后, 检测第 1—2 相 (R—S 相) 间电压的零点, 在第 1—2 相 (R—S 相) 相间电压的电气相位角为  $-50\sim-10$  度内, 最好是电气相位角在  $-40\sim20$  度内接通第 1 相 (R 相)。

又, 在接通的电气相位角成为较大值  $-30\pm20$  度左右时, 利用抑制各相间的过电压用的浪涌吸收装置 16 抑制瞬时现象。

采用本实施形态, 能够提供即使偏离理想的接通时刻也能抑制瞬时冲击电流和浪涌电压的发生, 同时能够向各相的各开关设备提供能够实现的接通时刻。

在由于开关的机械性特点而导致开关接通时间偏离理想的接通时间的情况下, 也能够抑制瞬时的冲击电流和浪涌电压的发生, 同时能够向各相的各开关设备提供能实现的接通时刻。

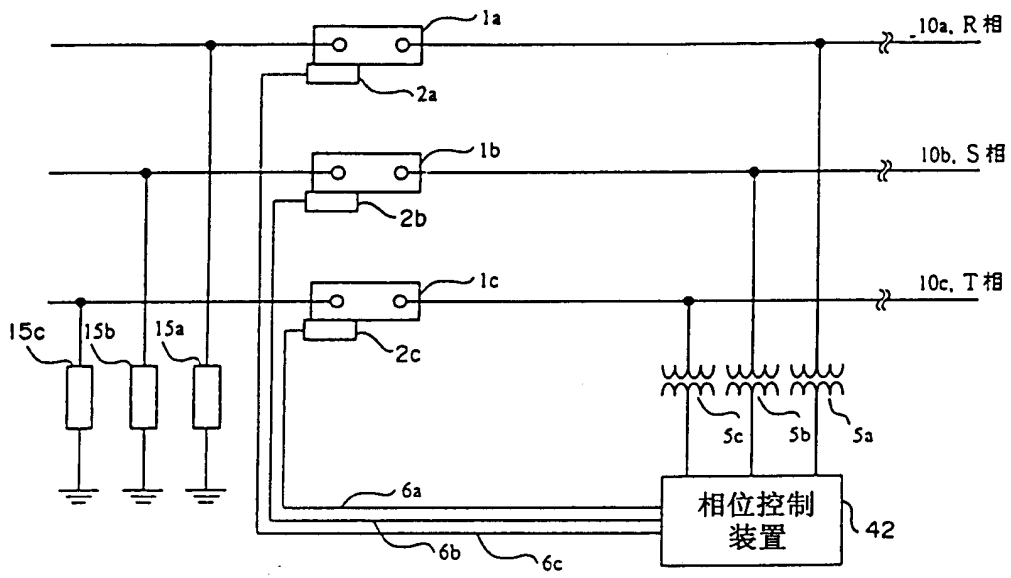


图 1

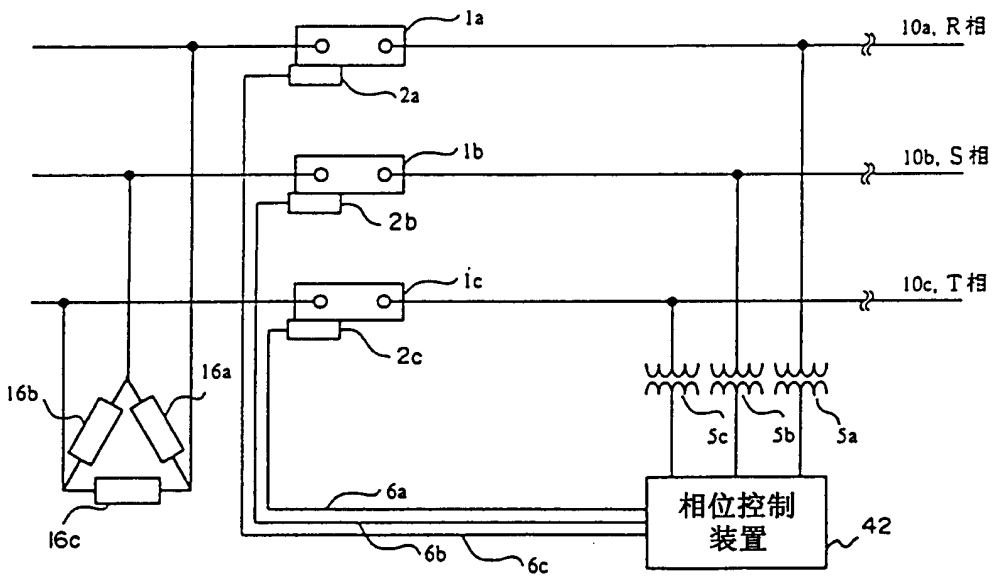


图 2

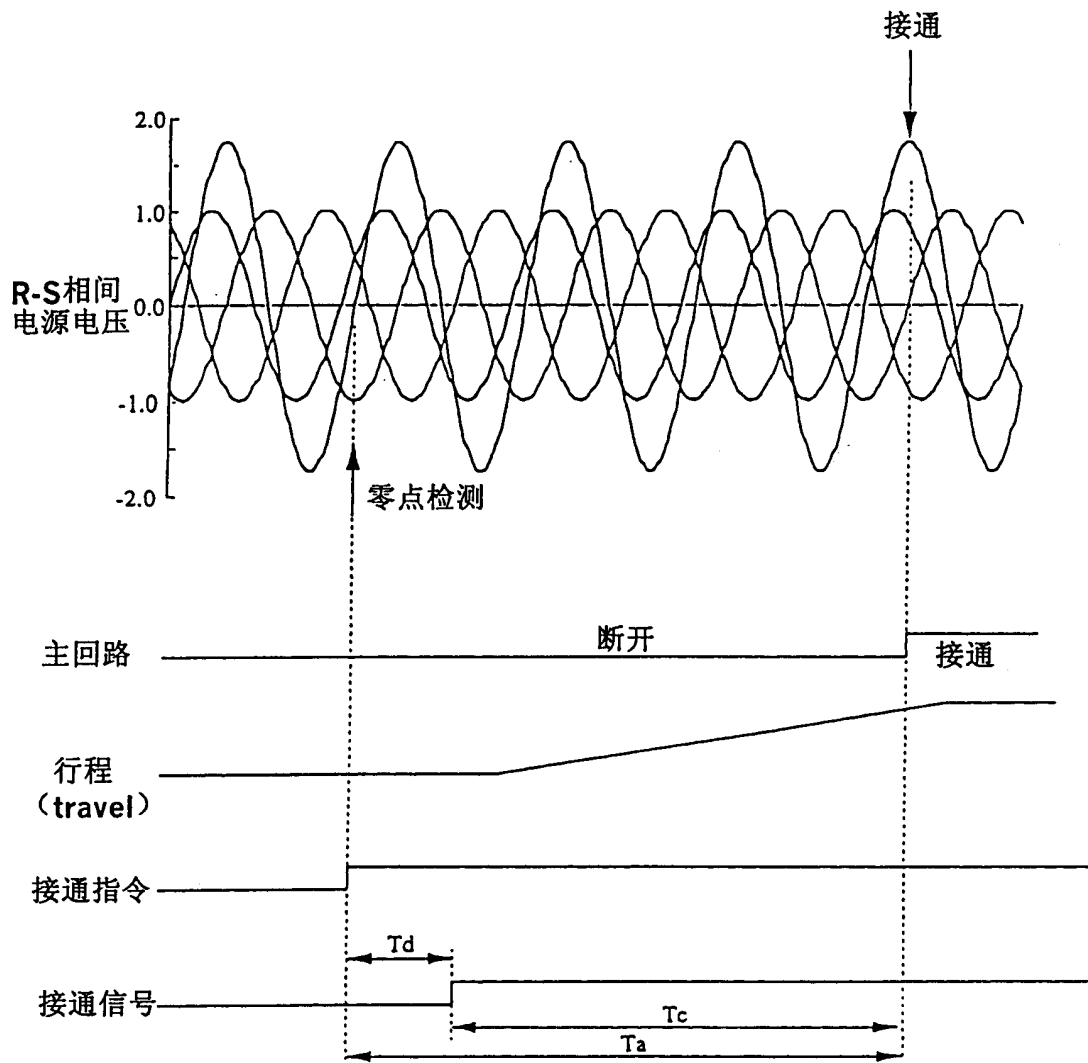


图 3

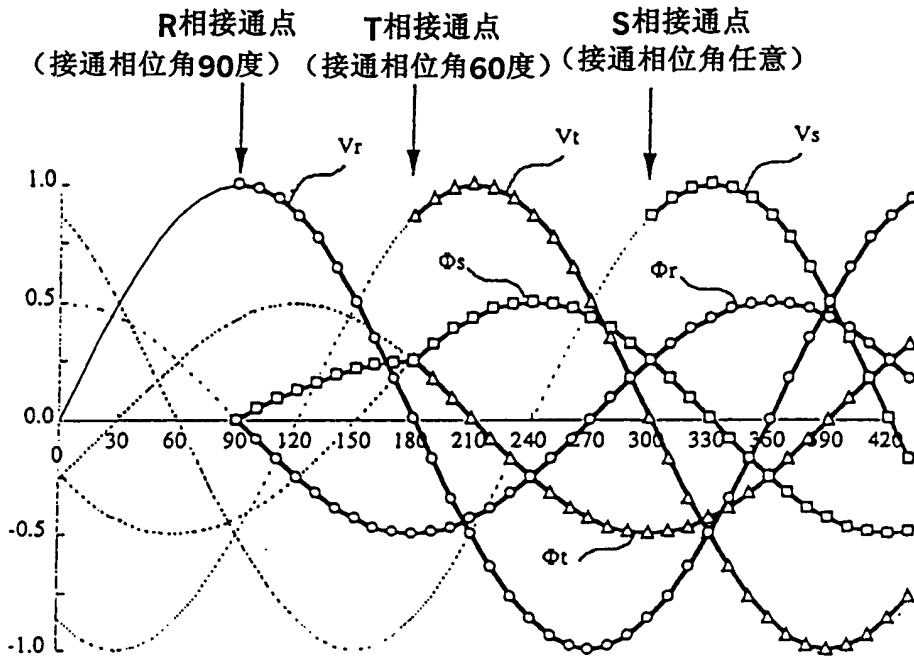


图 4

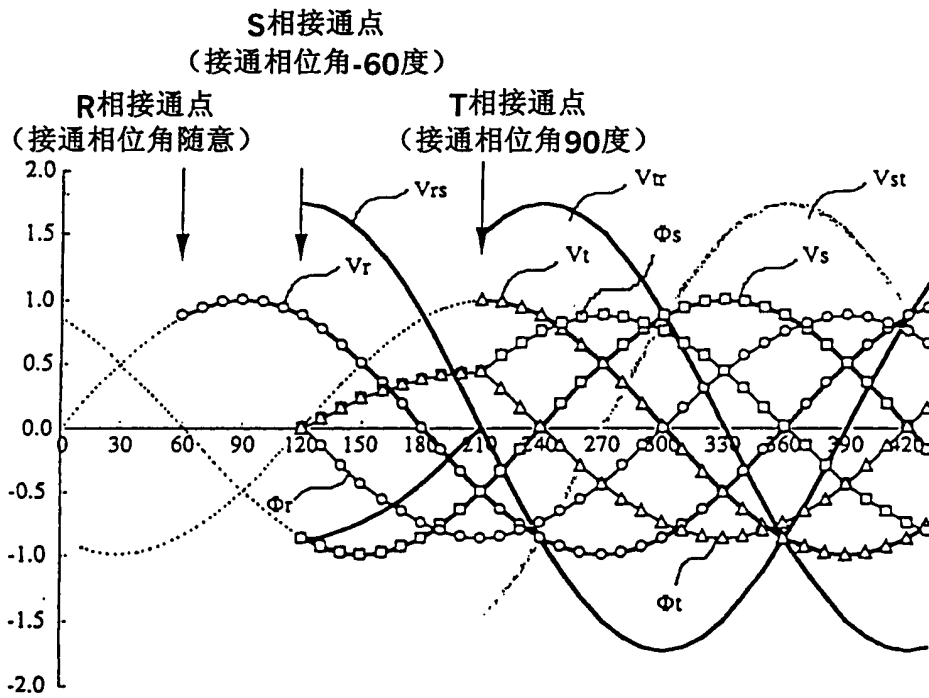


图 5

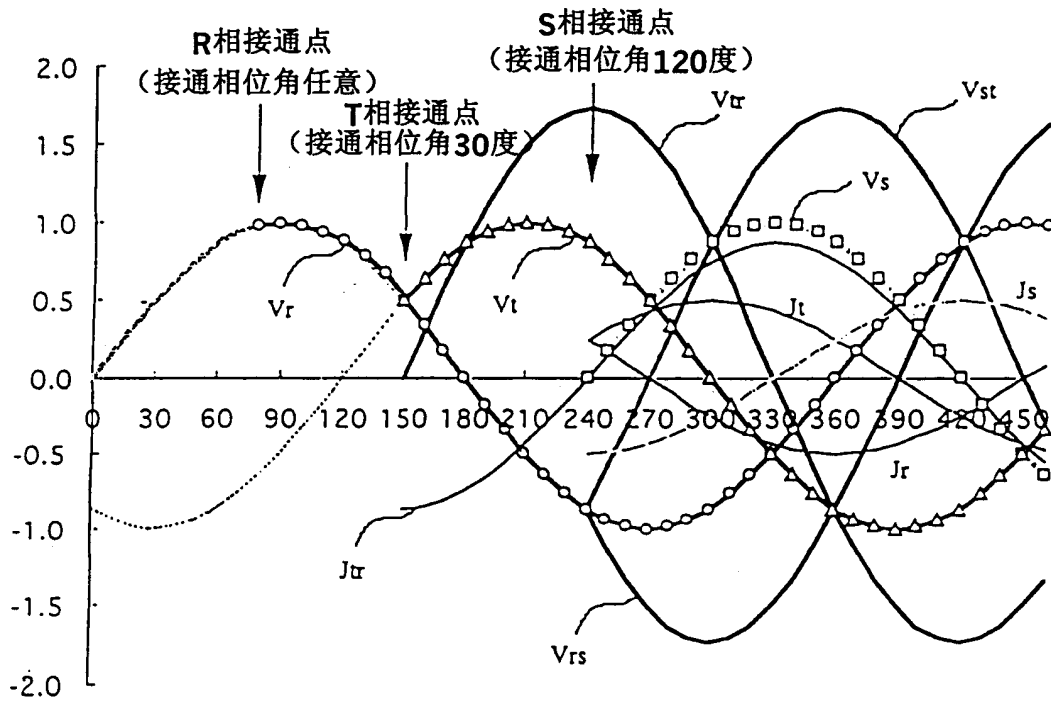


图 6

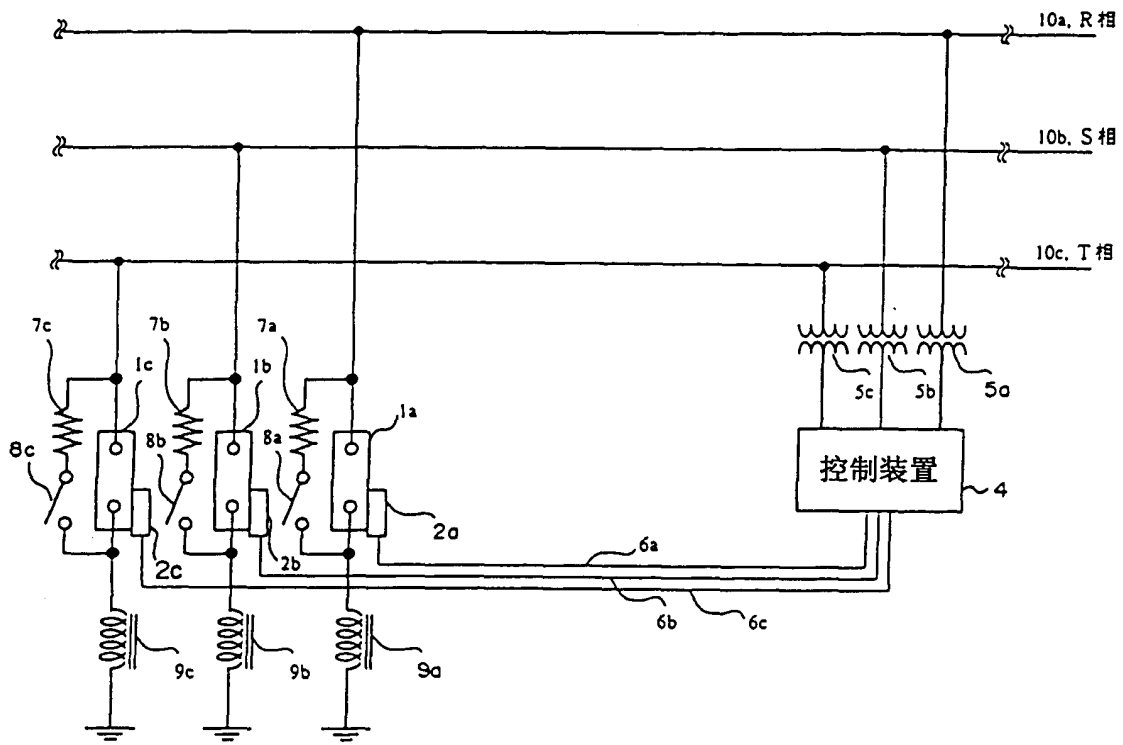


图 7

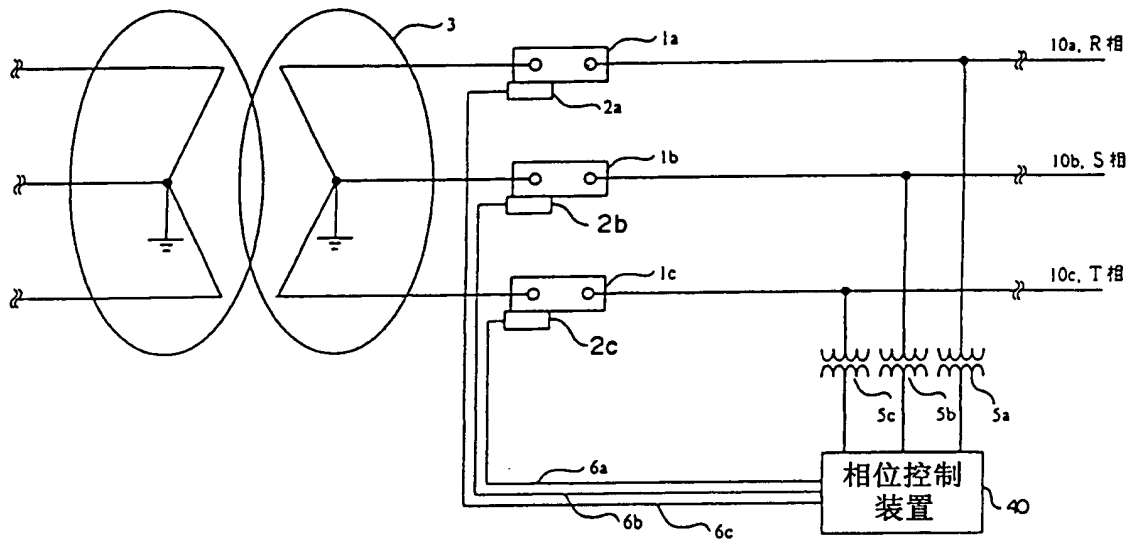


图 8

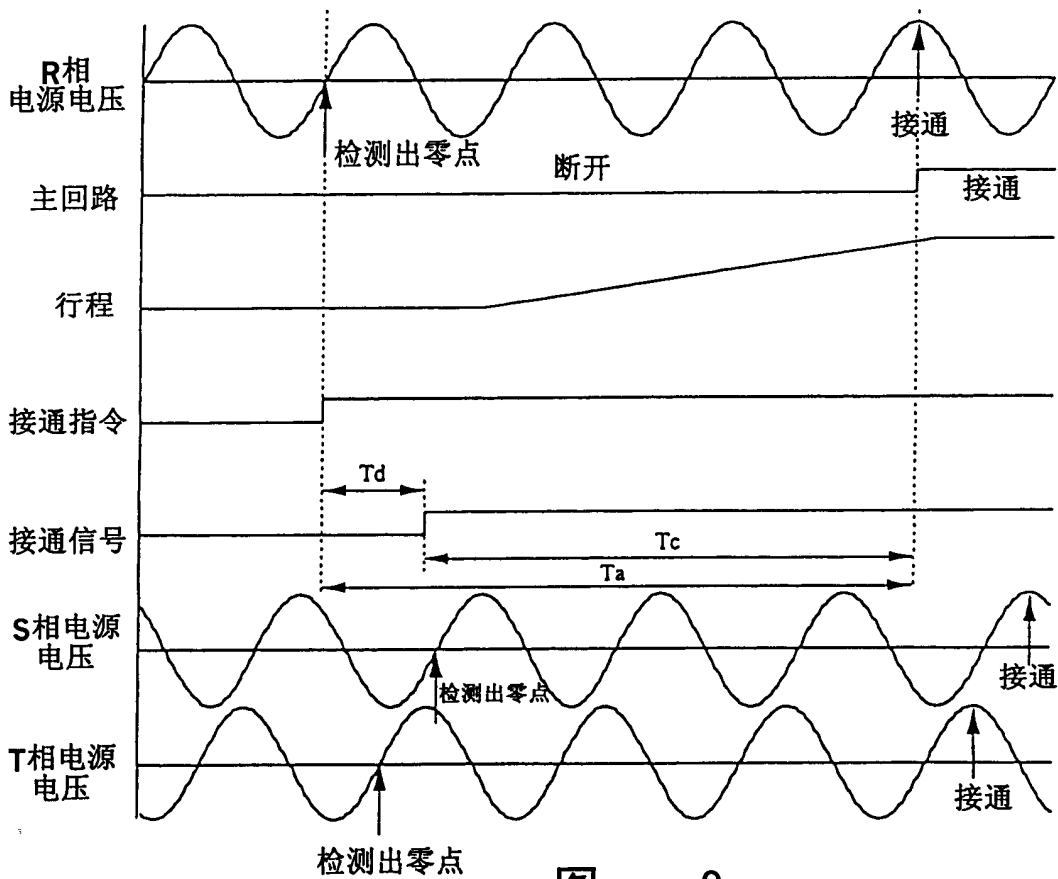


图 9

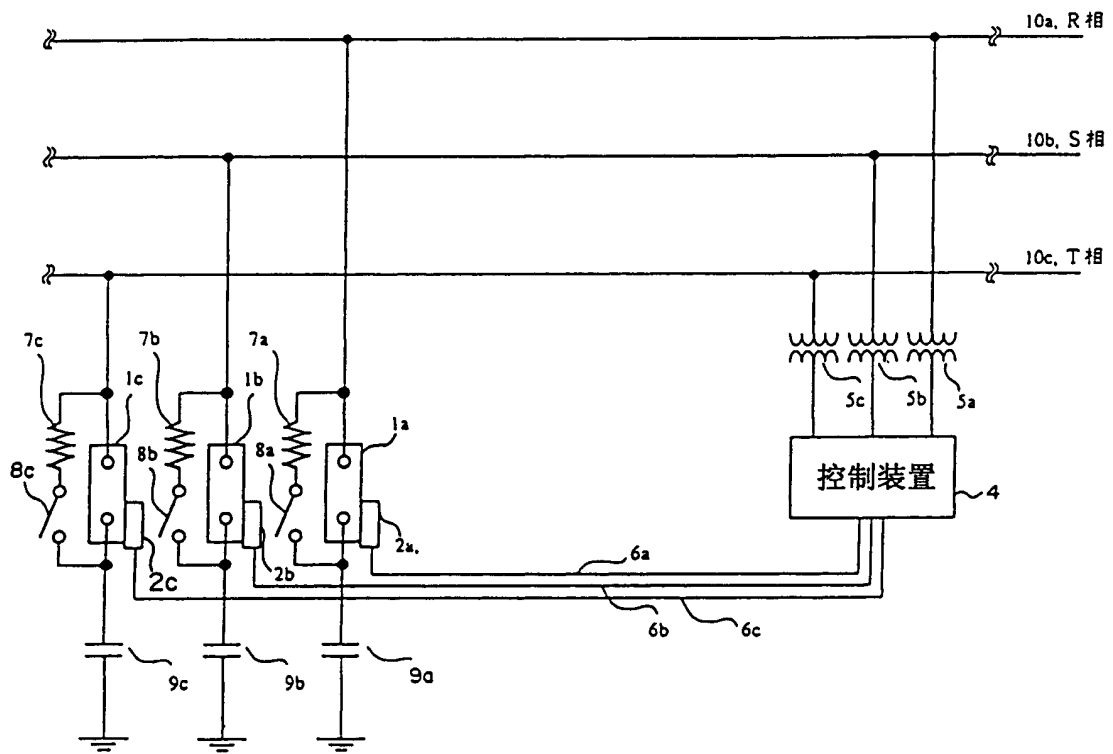


图 10

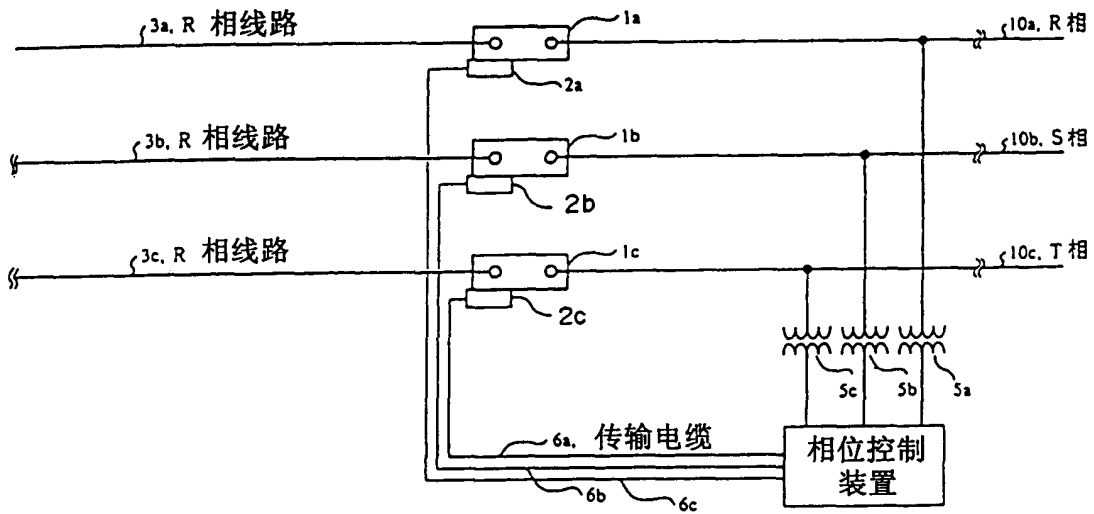


图 11

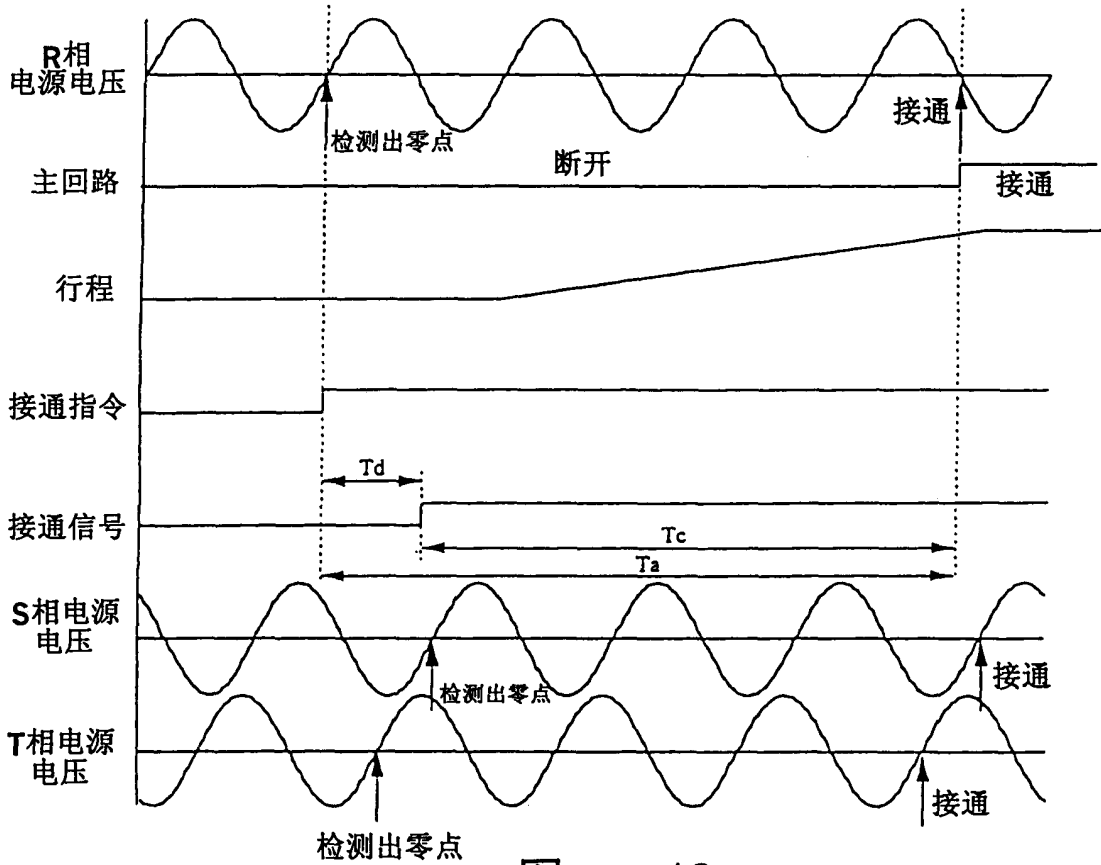


图 12