[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
H01H 33/66

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 99124386.2

[45] 授权公告日 2005 年 8 月 10 日

[11] 授权公告号 CN 1214422C

[22] 申请日 1999.11.26 [21] 申请号 99124386.2

[30] 优先权

[32] 1998.11.27 [33] JP [31] 337107/1998

[71] 专利权人 株式会社东芝

地址 日本神奈川县

[72] 发明人 盐入哲 山崎利春 村上伸
横仓邦夫 佐藤纯一

审查员 王晓燕

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

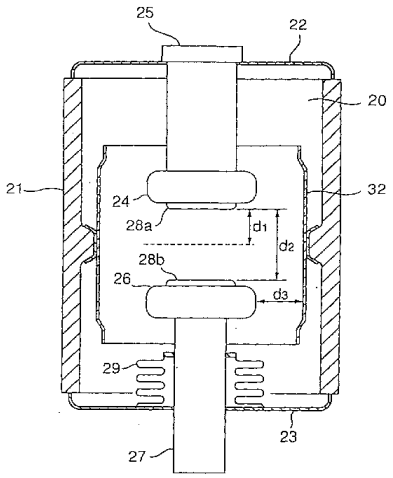
代理人 王以平

权利要求书 7 页 说明书 31 页 附图 15 页

[54] 发明名称 真空开关装置

[57] 摘要

一种真空开关装置，具有用第 1 和第 2 金属构件(22、23)气密密封封入了绝缘介质的绝缘容器(21)的两端的真空管(20)，上述真空管(20)具有：固定在上述第 1 金属构件(22)上的固定电极(24)，和通过波纹管(29)固定到上述第 2 金属构件(23)上且设置为与上述固定电极(24)相向的可动电极(26)；以及使上述可动电极(26)在闭位置、开位置、断路位置这 3 个位置上直线性地移动的操作机构(60、90)。



ISSN1008-4274

知识产权出版社出版

1. 一种真空开关装置，包括:

用第 1 和第 2 金属构件（22、23）气密密封封入了绝缘介质的绝缘容器（21）的两端的真空管（20），上述真空管（20）具有:贯通上述第 1 金属构件（22）、且固定在上述第 1 金属构件（22）上的固定电极（24）；在贯通上述第 2 金属构件（23）的同时借助于波纹管（29）固定到上述第 2 金属构件（23）上的可动电极（26），该可动电极（26）与上述固定电极（24）相对设置，以及

使上述可动电极（26）在闭、开、断路这 3 个位置上直线性地移动的操作机构（60、160、90、170），

其中，在设上述开位置的接点间的间隙长度为 d_1、上述断路位置的接点间的间隙长度定为 d_2 的情况下，按关系式 $d_2=(1.3\sim2.6)\cdot d_1$ 来设定各个间隙长度 d_1、d_2。

2. 如权利要求 1 所述的真空开关装置，其特征是还具备:

把上述固定电极（24）和上述可动电极（26）包围起来的电弧屏蔽（32），

在把上述电弧屏蔽（32）与上述固定电极（24）及可动电极（26）间的各自的间隙长度定为 d_3，把上述断路位置的接点间的间隙长度定为 d_2 的情况下，设定上述各个间隙长度 d_2、d_3 的关系，使之为 $d_3=(0.35\sim0.8)\cdot d_2$。

3. 如权利要求 2 所述的真空开关装置，其特征是还具备:

设于上述电弧屏蔽（32）的内部、包围上述固定电极（24）的第 2 屏蔽（33），和包围上述可动电极（26）的第 3 屏蔽（34），

把上述第 2 屏蔽（33）和上述第 3 屏蔽（34）支持固定到上述第 1 和第 2 金属构件（22、23）上。

4. 如权利要求 3 所述的真空开关装置，其特征是:把上述第 2 屏蔽（33）支持固定到连接在上述固定电极（24）上的通电轴（25）上。

5. 如权利要求 3 所述的真空开关装置，其特征是：把上述第 2 屏蔽（33）支持固定到上述固定电极（24）上。

6. 如权利要求 3 所述的真空开关装置，其特征是：在把上述第 2 屏蔽（33）和上述第 3 屏蔽（34）之间的间隙长度定为 d_4、把上述断路位置的上述接点间的间隙长度定为 d_2 的情况下，设定上述各个间隙长度 d_2、d_4 的关系，使之为 $d_4=(0.6\sim0.95)\cdot d_2$。

7. 如权利要求 3~6 中的任何一项所述的真空开关装置，其特征是：上述第 2 屏蔽（33）和第 3 屏蔽（34）的材质为不锈钢。

8. 如权利要求 3~6 中的任何一项所述的真空开关装置，其特征是：上述第 2 屏蔽（33）和第 3 屏蔽（34）的材质为钨。

9. 如权利要求 3~6 中的任何一项所述的真空开关装置，其特征是：对上述第 2 屏蔽（33）和上述第 3 屏蔽（34）的表面进行复合电解研磨处理。

10. 如权利要求 3~6 中的任何一项所述的真空开关装置，其特征是：在上述第 2 屏蔽（33）和上述第 3 屏蔽（34）的表面上设置由电子束的照射形成的改质层。

11. 如权利要求 1~6 中任一项所述的真空开关装置，其特征是：

上述操作机构具有串联地配置且分别在两个位置之间直线性地动作的断路机构部分（60、160）和隔离机构部分（90、170），

上述断路机构部分（60、160）的可动部分连接在上述可动电极（26）上，进行上述间隙长度 d_1 的开关动作；

上述断路机构部分（60、160）的框架连接到上述隔离机构部分（90）的可动部分上，上述隔离机构部分（90、170）进行从上述间隙长度 d_1 开始到上述间隙长度 d_2 为止的开关动作。

12. 如权利要求 11 所述的真空开关装置，其特征是：

上述断路机构部分（160）和上述隔离机构部分（170）分别用具备电磁线圈、轭铁、可动铁心和永久磁铁的螺线管机构或者根据需要还具备弹簧的螺线管机构构成，

上述断路机构部分（160）的可动部分是第 1 螺线管机构的可动

铁心，上述断路机构部分（160）的框架是第 1 螺线管机构的轭铁，上述隔离机构部分（170）的可动部分是第 2 螺线管机构的可动铁心，上述隔离机构部分（170）的框架是第 2 螺线管机构的轭铁，

上述每个可动铁心，都借助于上述电磁线圈和永久磁铁的磁力，或者根据需要还借助于上述弹簧的复原力进行往复动作，同时，在上述可动铁心的动作范围的两端借助于上述永久磁铁的吸引力或者根据需要还借助于上述弹簧的复原力来保持位置。

13. 如权利要求 12 所述的真空开关装置，其特征是:

在对上述螺线管机构的电磁线圈或上述电磁致动器的电磁线圈中的任一个进行励磁使可动铁心移动的情况下，对其它的电磁线圈进行励磁，来加强其它的不移动的可动铁心的位置的保持力。

14. 一种真空开关装置，包括:

用第 1 和第 2 金属构件（22、23）气密密封封入了绝缘介质的绝缘容器（21）的两端的真空管（20），上述真空管（20）具有:贯通上述第 1 金属构件（22）、且固定在上述第 1 金属构件（22）上的固定电极（24）；在贯通上述第 2 金属构件（23）的同时借助于波纹管（29）固定到上述第 2 金属构件（23）上、且与上述固定电极（24）相对设置的可动电极（26）；和设于上述可动电极（26）的与固定电极（24）相反一侧的接地电极（35），以及

使上述可动电极（26）在闭、开、断路和接地这 4 个位置上直线性地移动的操作机构（60、70、80、90、260、270、280、360、370），

其中，在设上述开位置的接点间的间隙长度为 d_1、上述断路位置的接点间的间隙长度定为 d_2 的情况下，按关系式 $d_2=(1.3\sim2.6)\cdot d_1$ 来设定各个间隙长度 d_1、d_2。

15. 如权利要求 14 所述的真空开关装置，其特征是还具备:

把上述固定电极（24）和上述可动电极（26）包围起来的电弧屏蔽（32），

在把上述电弧屏蔽（32）与上述固定电极（24）及可动电极（26）

间的各自的间隙长度定为 d_3，把上述断路位置的接点间的间隙长度定为 d_2 的情况下，设定上述各个间隙长度 d_2、d_3 的关系，使之为 $d_3=(0.35\sim0.8)\cdot d_2$。

16. 如权利要求 15 所述的真空开关装置，其特征是还具备：

设于上述电弧屏蔽（32）的内部、包围上述固定电极（24）的第 2 屏蔽（33），和包围上述可动电极（26）的第 3 屏蔽（34），

把上述第 2 屏蔽（33）和上述第 3 屏蔽（34）支持固定到上述第 1 和第 2 金属构件（22、23）上。

17. 如权利要求 16 所述的真空开关装置，其特征是：把上述第 2 屏蔽（33）支持固定到连接在上述固定电极（24）上的通电轴（25）上。

18. 如权利要求 16 所述的真空开关装置，其特征是：把上述第 2 屏蔽（33）支持固定到上述固定电极（24）上。

19. 如权利要求 16 所述的真空开关装置，其特征是：在把上述第 2 屏蔽（33）和上述第 3 屏蔽（34）之间的间隙长度定为 d_4、把上述断路位置的上述接点间的间隙长度定为 d_2 的情况下，设定上述各个间隙长度 d_2、d_4 的关系，使之为 $d_4=(0.6\sim0.95)\cdot d_2$。

20. 如权利要求 15~18 中的任何一项所述的真空开关装置，其特征是：上述第 2 屏蔽（33）和第 3 屏蔽（34）的材质为不锈钢。

21. 如权利要求 15~18 中的任何一项所述的真空开关装置，其特征是：上述第 2 屏蔽（33）和第 3 屏蔽（34）的材质为钨。

22. 如权利要求 15~18 中的任何一项所述的真空开关装置，其特征是：对上述第 2 屏蔽（33）和上述第 3 屏蔽（34）的表面进行复合电解研磨处理。

23. 如权利要求 15~18 中的任何一项所述的真空开关装置，其特征是：在上述第 2 屏蔽（33）和上述第 3 屏蔽（34）的表面上设置由电子束的照射形成的改质层。

24. 如权利要求 14 所述的真空开关装置，其特征是：在把固定到上述可动电极（26）上的通电轴和与之相向的接地电极（35）之

间的间隙长度定为 d_5，把上述开位置的接点间的间隙长度定为 d_1 的情况下，把上述各个间隙长度 d_1、d_5 的关系设定为 $d_5=(1.3\sim1.8)\cdot d_1$。

25. 如权利要求 14～18、24 中的任何一项所述的真空开关装置，其特征是：

上述操作机构具有串联地配置且分别在两个位置之间直线性地动作的断路机构部分（60、360）和在包括中间点在内的 3 位置间直线性地动作的隔离机构部分（90、370），

上述断路机构部分（60、360）的可动部分连接在上述可动电极（26）上，进行上述间隙长度 d_1 的开关动作；

上述断路机构部分（60、360）的框架连接到上述隔离机构部分（90、370）的可动部分上，上述隔离机构部分（90、370）进行从上述间隙长度 d_1 开始到上述间隙长度 d_2 为止和从上述间隙长度 d_2 开始到上述间隙长度 d_3 为止的 2 阶段的开关动作。

26. 如权利要求 14～18、24 中的任何一项所述的真空开关装置，其特征是：

上述操作机构具有串联地配置且分别在两个位置之间直线性地动作的断路机构部分（60、260）、隔离机构部分（70、270）和接地机构部分（80、280），

上述断路机构部分（60、260）的可动部分连结到上述可动电极（26）上，进行上述间隙长度 d_1 的开关动作，

上述断路机构部分（60、260）的框架连接到上述隔离机构部分（70、270）的可动部分上，上述隔离机构部分（70、270）进行从上述间隙长度 d_1 开始到上述间隙长度 d_2 为止的开关动作，

上述隔离机构部分（70、270）的框架连接到上述接地机构部分（80、280）的可动部分上，上述接地机构部分（80、280）进行从上述间隙长度 d_2 开始到上述间隙长度 d_3 为止的开关动作。

27. 如权利要求 25 所述的真空开关装置，其特征是：

上述断路机构部分（360）用具备电磁线圈、轭铁、可动铁心和永久磁铁的螺线管机构或者根据需要还具备弹簧的螺线管机构构

成，

上述断路机构部分（360）的可动部分是上述螺线管机构的可动铁心，上述断路机构部分（360）的框架是上述轭铁，

上述可动铁心借助于上述电磁线圈和永久磁铁的磁力，或者根据需要还借助于上述弹簧的复原力进行往复动作，同时，在上述可动铁心的动作范围的两端借助于上述永久磁铁的吸引力或者根据需要还借助于上述弹簧的复原力来保持位置，

上述隔离机构部分（370）是具备电磁线圈、形成了凸部的轭铁、与上述轭铁的凸部相对地形成了凸部的可动铁心和永久磁铁的电磁致动器，上述隔离机构部分（370）的可动部分是上述电磁致动器的可动铁心，

上述隔离机构部分（370）的框架是上述电磁致动器的轭铁，

上述可动铁心在借助于上述电磁线圈和永久磁铁的吸引力进行往复动作，同时，在上述可动铁心的动作范围的两端借助于上述永久磁铁的吸引力来保持位置的同时，在上述动作范围的中间位置处借助于上述永久磁铁的吸引力使上述轭铁的凸部和上述可动铁心的凸部相对地保持位置。

28. 如权利要求26所述的真空开关装置，其特征是：

上述断路机构部分（260）、上述隔离机构部分（270）和接地机构部分（280）分别用具备电磁线圈、轭铁、可动铁心和永久磁铁的螺线管机构，或者根据需要还具备弹簧的螺线管机构构成，

上述断路机构部分（260）的可动部分是第1螺线管机构的可动铁心，上述断路机构部分（260）的框架是第1螺线管机构的轭铁，上述隔离机构部分（270）的可动部分是第2螺线管机构的可动铁心，上述隔离机构部分（270）的框架是第2螺线管机构的轭铁，上述接地机构的可动部分是第3螺线管机构的可动铁心，上述接地机构部分（280）的框架是第3螺线管机构的轭铁，

上述每个可动铁心，都借助于上述电磁线圈和永久磁铁的磁力，或者根据需要还借助于上述弹簧的复原力进行往复动作，同时，在

上述可动铁心的动作范围的两端借助于上述永久磁铁的吸引力或者根据需要还借助于上述弹簧的复原力来保持位置。

29. 如权利要求 27 所述的真空开关装置，其特征是：

在对上述螺线管机构的电磁线圈或上述电磁致动器的电磁线圈中的任一个进行励磁使可动铁心移动的情况下，对其它的电磁线圈进行励磁，来加强其它的不移动的可动铁心的位置的保持力。

30. 如权利要求 28 所述的真空开关装置，其特征是：

在对上述螺线管机构的电磁线圈或上述电磁致动器的电磁线圈中的任一个进行励磁使可动铁心移动的情况下，对其它的电磁线圈进行励磁，来加强其它的不移动的可动铁心的位置的保持力。

真空开关装置

技术领域

本发明涉及把SF_6气体用作绝缘介质的真空开关装置，特别是涉及抑制了SF_6等的绝缘介质的使用量的与环境调和的真空开关装置。

背景技术

以 22/33kV、66/77kV 级别的特高变电设备为例，对现有的开关装置进行说明。

该级别的开关装置，出于建设费、地皮价格的高涨以及充电部分的污染、安全性、噪声等的问题，要求开关装置的小型化和密闭化，于是人们一直在进行气体绝缘式开关装置（GIS: Gas Insulated Switchgear）或箱式气体绝缘开关装置（C-GIS:Cubicle-type GIS）的开发。

在 GIS 中，用管状的金属容器把各个电设备覆盖起来，作为绝缘介质封入高压的SF_6气体，使之小型化、密闭化。

C-GIS 相对于 GIS 来说，是一种具有更高的可靠性、安全性且维修检查简便的同时，还可以在狭窄的地皮上在短期间内进行建设，而且对与周围的环境调和的要求也能够予以满足地开发出来的开关装置。

该 C-GIS 是一种把各个电设备一揽子地收纳于利用大气压附近的低压绝缘气体的箱式的容器内，并把内部按每一构成单位进行区分的装置，外观与其它的闭锁配电盘是一样的。

如上所述，最近，把SF_6气体用作绝缘介质的开关装置进行运转的情况多了起来。

图 1 的纵剖面图示出了这种代表性的箱式气体绝缘开关装置的构成例。在图 1 中，在把外周用软钢板气密地围起来的箱体 1 的内部，密封有 SF_6 气体 2。箱体 1 气体区分为受电室 1a、断路器室 1b 和母线室 1c。

在受电室 1a 中，在箱体 1 的侧面安装有电缆头 3。收纳于受电室 1a 内的避雷器 4 和检测绝缘子 5 用连接导体 7 进行连接。另外，贯通变流器 8 的电力用电缆连接到电缆 9 上。

此外，断路器室 1b 中间介有和受电室 1a 进行气体区分的下段的绝缘衬垫 10a 收纳断路器 11，该断路器 11 收纳了未画出来的真空管。该断路器 11 中间介有连接导体 7 连接到和母线室 1c 进行气体区分的上段的绝缘衬垫 10b 上。

断路器 11，作为绝缘·消弧介质使用高真空。而隔离器 6，作为绝缘·消弧介质使用 SF_6 气体。

除去电磁铁和可动铁心之外，具备永久磁铁的被称之为稳定型的螺线管机构，具有在可动铁心的动作端借助于永久磁铁的吸引力保持位置的功能。此外，在该稳定型的螺线管机构中，有可以在可动铁心的动作范围的一端部分处保持位置的被称之为单稳定型的机构，和可以在可动铁心的动作范围的两端保持位置的被称之为双稳定型的机构。

由磁铁吸引的可动铁心，由于直到吸引力的界限为止可以稳定地进行保持，故人们提出了一种作为真空断路器的操作机构使用螺线管的方案。

可以在真空断路器的操作机构中使用的螺线管机构，理想的是即便是在电磁铁处于非励磁状态下也可以保持电极的位置的稳定型的机构。该螺线管机构，部件个数少，构造简单，且仅仅直线性地进行动作。由于将产生大的应力或者用大的接触面压进行滑动的部分少，故具有易于确保可靠性的优点。

然而，在这样的构成的开关装置中，隔离器 6 作为绝缘·消弧介质使用 SF_6 气体。人们知道，该 SF_6 气体与空气比较具有大约 100 倍的消弧性能和大约 3 倍的绝缘性能。而且，该 SF_6 气体在通常的状态下是一种无色、无臭、无味、不燃烧的非常稳定的气体，而且无毒。

但是，当在该 SF_6 气体中发生了电弧放电时，SF_6 气体就发生 SOF_2、SO_2、SO_2F_2、SOF_4、HF、SiF_4 等的分解生成物或分解气体。由于该 SF_6 气体的分解生成物或分解气体毒性强，故在回收分解后的气体时，必须进行特别的处理或管理。

由于事故电流等的断开用断路器 11 进行，故没有发生分解生成物或分解气体的危险。但是，变电所内的母线切换或线路切换要用隔离器 6 进行。

因此，隔离器 6 要求具有回路电流的断开职责。该回路电流将成为接近于额定电流的电流值。这时，在隔离器 6 中将发生分解生成物或分解气体。于是，在回收这样的隔离器的气体的情况下，虽然是采用通过吸附剂进行吸收等的方法，但是对于其操作要煞费苦心。

此外，SF_6 气体是一种成为使地球暖化的根由的温室效应气体，其温室效应系数是二氧化碳的 24000 倍。因此，SF_6 气体也成为削减对象气体，要求能够就排放抑制和削减采取措施。这样从环境要求方面来看，作为隔离器的绝缘·消弧介质，理想的也是不使用 SF_6 气体。

于是，人们考虑一种把隔离器的绝缘介质成为真空的真空隔离器。但是，存在着作为开关装置的价格提高的问题。

再有，在图 1 所示的那样的开关装置中，由来自 11 和隔离器 6 的接点的发热所产生的连接导体 7 的温度上升将会成为问题。这样一来，由这样的断路器 11 或隔离器 6 的接点的发热，是由这部分的接触电阻所产生的焦耳热引起的这件事可知，必须采取用来降低接触电阻的某种对策。

另一方面，为了解决这样的课题，在例如日本‘特开平 9-153320

号公报'中讲述了下述那样的真空开关装置。该真空开关装置，在十字形的真空管的两端设有固定电极和接地电极，并设置以与之垂直的位置为支点的通电轴和可动电极。

但是，该真空开关装置，由于真空管的构成复杂，故部件个数将增多，真空管的价格会变得非常高。此外因为构成复杂，真空管的组装不容易，故难于得到可靠性高的真空管。再有，由于可动轴通过波纹管在圆周方向上移动，所以将给波纹管加上过大的弯曲方向的荷重，缺乏强度方面的长期可靠性。为此，将会引起真空管的真空泄漏。再者，在进行短时间电流试验时，为了抑制由电磁力引起的可动电极的回跳，虽然通常用弹簧加荷重，但是，在这样的构成的真空管中，存在着难于加这样的荷重的问题。

由于以上的理由，不使用 SF_6 气体的开关装置的实现变得困难起来。

此外，从操作机构方面来看，如果用螺线管机构的话，仅仅在动作范围的端部才可以保持可动铁心的位置，在中间位置则不能保持稳定。因此，不能稳定地保持闭位置（可动电极的接点与固定电极的接点接触的位置），开位置、断路位置这 3 个位置以及包含接地位置在内的 4 个位置。

此外，因为由磁铁得到的吸引力大大地受磁铁和磁性体的间隙的影响，故如果间隙展宽，则吸引力将急剧地减小。为此，要实现保持 3 位置或 4 位置所需要的足够的行程是困难的。此外，为了增大行程，电磁铁或永久磁铁的磁力就必须很大，存在着装置的大型化或电磁铁需要大电流驱动的问题。

发明内容

本发明的目的是提供一种具备构成简单且可靠性高的真空管，和可以实现闭位置、开位置、断路位置这 3 个位置，或还包括接地位置的 4 个位置的可靠性高的操作机构，抑制 SF_6 气体等的绝缘介质的使用量的与环境调和的真空开关装置。

本发明提供了一种真空开关装置，包括：用第 1 和第 2 金属构件气密密封封入了绝缘介质的绝缘容器的两端的真空管，上述真空管具有：贯通上述第 1 金属构件、且固定在上述第 1 金属构件上的固定电极；在贯通上述第 2 金属构件的同时借助于波纹管固定到上述第 2 金属构件上的可动电极，该可动电极与上述固定电极相对设置，以及使上述可动电极在闭、开、断路这 3 个位置上直线性地移动的操作机构，其中，在设上述开位置的接点间的间隙长度为 d_1、上述断路位置的接点间的间隙长度定为 d_2 的情况下，按关系式 $d_2=(1.3\sim2.6)\cdot d_1$ 来设定各个间隙长度 d_1、d_2。

在气密地密封的真空管本体内，在贯通金属构件且一方通过波纹管在轴方向上可以移动的一对通电轴上相向地配置固定电极和可动电极，把可动电极的接点与固定电极的接点接触的位置规定为闭位置，采用使闭位置、开位置、断路位置这 3 个位置连续地进行直线移动的办法，把真空管本体内的可动电极移动到断路位置上，作为隔离器的接点进行动作，故可以把隔离器接点收纳于断路器用的真空管本体内。

此外，本发明还提供了另一种真空开关装置，包括：用第 1 和第 2 金属构件气密密封封入了绝缘介质的绝缘容器的两端的真空管，上述真空管具有：贯通上述第 1 金属构件、且固定在上述第 1 金属构件上的固定电极；在贯通上述第 2 金属构件的同时借助于波纹管固定到上述第 2 金属构件上、且与上述固定电极相对设置的可动电极；和设于上述可动电极的与固定电极相反一侧的接地电极，以及使上述可动电极在闭、开、断路和接地这 4 个位置上直线性地移动的操作机构，其中，在设上述开位置的接点间的间隙长度为 d_1、上述断路位置的接点间的间隙长度定为 d_2 的情况下，按关系式 $d_2=(1.3\sim2.6)\cdot d_1$ 来设定各个间隙长度 d_1、d_2。

另一方面，在把开位置的接点间的间隙长度定为 d_1，把断路位置的接点间的间隙长度定为 d_2 的情况下，采用把各个间隙长度 d_1、

d_2的关系定为 $d_2=(1.3\sim2.6)\cdot d_1$的办法，可以降低在断路位置处的接点间的绝缘击穿率，可以实现断路位置和开位置的绝缘的协调。

此外，设置金属制造的电弧屏蔽使得把固定电极和可动电极包围起来，把该电弧屏蔽与固定电极和可动电极之间的各自的间隙长度定为 d_3，把断路位置的接点间的间隙长度定为 d_2的情况下，采用把各个间隙长度 d_2、d_3的关系定为 $d_3=(0.35\sim0.8)\cdot d_2$的办法，可以决定从绝缘面来看的情况下的电弧屏蔽的最佳位置，可以减小可动电极和固定电极的电场强度。

再有，设置包围固定电极的第 2 屏蔽和包围可动电极的第 3 屏蔽，采用用两端的金属板支持该第 2 屏蔽和第 3 屏蔽的办法，可以减小可动一侧和固定一侧接点或可动电极和固定电极的电场强度。

另一方面，采用用连接到固定电极上的通电轴支持第 2 屏蔽的办法，在可以减小可动一侧和固定一侧接点或可动电极和固定电极的电场强度的同时，还可以降低电弧屏蔽的上端的电场强度。

此外，采用用固定电极支持第 2 屏蔽的办法，在可以减小可动一侧和固定一侧接点或可动电极和固定电极的电场强度的同时，还可以降低电弧屏蔽的上端的电场强度。

再有，在把第 2 屏蔽和第 3 屏蔽的间隙长度定为 d_4，把断路位置的接点间的间隙长度定为 d_2的情况下，采用把各个间隙长度 d_2、d_4的关系定为 $d_4=(0.6\sim0.95)\cdot d_2$的办法，在可以减小可动一侧和固定一侧接点或可动电极和固定电极的电场强度的同时，还可以使这些各个部分的电场强度最佳化。

另一方面，把上述第 2 屏蔽和第 3 屏蔽的材质定为不锈钢。

此外，把上述第 2 屏蔽和第 3 屏蔽的材质定为钨。

采用把第 2 屏蔽和第 3 屏蔽的材质定为不锈钢或钨的办法，在可以减小可动一侧和固定一侧接点或可动电极和固定电极的电场强度的同时，还可以提高第 2 屏蔽和第 3 屏蔽之间的绝缘性能。

另一方面，对上述第 2 屏蔽和上述第 3 屏蔽的表面进行复合电

解研磨处理。

此外，在上述第 2 屏蔽和上述第 3 屏蔽的表面上设置由电子束的照射形成的改质层。

采用对第 2 屏蔽和第 3 屏蔽的表面进行复合电解研磨处理或电子束处理的办法，在可以减小可动一侧和固定一侧接点或可动电极和固定电极的电场强度的同时，还可以提高第 2 屏蔽和第 3 屏蔽之间的绝缘性能。

再有，在把固定到可动电极上的通电轴和与之相向的接地电极之间的间隙长度定为 d_5，把开位置的接点间的间隙长度定为 d_1 的情况下，采用把各个间隙长度 d_1、d_5 的关系定为 $d_5=(1.3\sim1.8)\cdot d_1$ 的办法，可以实现在可动一侧的开位置处的接点间的绝缘和接地位置的绝缘的协调，可以提高可靠性。

另一方面，在本发明的真空开关装置中，上述操作机构具有串联地配置且分别在 2 位置间直线性地动作的断路机构部分和隔离机构部分；上述断路机构部分的框架连结到上述隔离机构部分的可动部分上，上述隔离机构部分进行从上述间隙长度 d_1 开始到上述间隙长度 d_2 为止的开关动作。

采用使要求高速动作的进行从闭位置开始到开位置为止的开关动作的断路机构部分和不需要进行高速动作的进行从开位置开始到断路位置为止的开关动作的隔离机构部分串联配置的办法，可以用确实且便宜的操作机构实现 3 位置的开关动作。

此外，在本发明的真空开关装置中，上述操作机构具有串联地配置且分别在 2 位置间直线性地动作的断路机构部分和在包括中间点在内的 3 位置间直线性地动作的隔离机构部分；上述隔离机构部分的框架连结到上述可动电极上，进行上述间隙长度 d_1 的开关动作；上述断路机构部分的框架连结到上述隔离机构部分的可动部分上，上述隔离机构部分进行从上述间隙长度 d_1 开始到上述间隙长度 d_2 为止，和从上述间隙长度 d_2 开始到上述间隙长度 d_3 为止的 2 阶段的开关动作。

用断路机构部分进行要求高速动作的从闭位置开始到开位置为止的开关动作，用串联配置到断路机构部分上的隔离机构部分进行不需要高速动作的从开位置开始到断路位置为止的开关动作和从断路位置开始到接地位置为止的开关动作这 2 阶段的动作的办法，可以用确实且便宜的操作机构实现 4 位置的开关动作。

再者，在本发明的真空开关装置中，上述操作机构具有串联地配置且分别在 2 位置间直线性地动作的断路机构部分和隔离机构部分和接地机构部分；上述断路机构部分的框架连结到上述可动电极上，进行上述间隙长度 d_1 的开关动作；上述断路机构部分的框架连结到上述隔离机构部分的可动部分上，上述隔离机构部分进行从上述间隙长度 d_1 开始到上述间隙长度 d_2 为止的开关动作；上述隔离机构部分的框架连结到上述接地机构部分的可动部分上，上述接地机构部分进行从上述间隙长度 d_2 开始到上述间隙长度 d_3 为止的开关动作。

采用使要求高速动作的进行从闭位置开始到开位置为止的开关动作的断路机构部分、和不需要进行高速动作的进行从开位置开始到断路位置为止的开关动作的隔离机构部分、和进行从断路位置开始到接地位置为止的开关动作的接地机构部分串联配置的办法，可以用确实且便宜的操作机构实现 4 位置的开关动作。

另一方面，上述断路机构部分和上述隔离机构部分中的每一方，都用具备电磁线圈、轭铁、可动铁心和永久磁铁的螺线管机构，或者根据需要还具备弹簧的螺线管机构构成；上述断路机构部分的可动部分是第 1 螺线管机构的可动铁心，上述断路机构部分的框架是第 1 螺线管机构的轭铁，上述隔离机构部分的可动部分是第 2 螺线管机构的可动铁心，上述隔离机构部分的框架是第 2 螺线管机构的轭铁；上述每个可动铁心，都借助于上述电磁线圈和永久磁铁的磁力，或者根据需要还借助于上述弹簧的复原力进行往复动作，同时，在上述可动铁心的动作范围的两端借助于上述永久磁铁的吸引力或者根据需要还借助于上述弹簧的复原力来保持位置。

采用用可动部分的重量小的断路机构部分高速地进行闭位置和开位置之间的开关动作，同时稳定地保持各自的位置，用隔离机构部分确实地进行开位置与断路位置之间的开关动作，同时稳定地保持各自的位置的办法，可以用确实且便宜的操作机构实现开关动作。

此外，用具备电磁线圈、轭铁、可动铁心和永久磁铁的螺线管机构，或者根据需要还具备弹簧的螺线管机构构成上述断路机构部分；上述断路机构部分的可动部分是上述螺线管机构的可动铁心，上述断路机构部分的框架是上述轭铁；上述可动铁心，借助于上述电磁线圈和永久磁铁的磁力，或者根据需要还借助于上述弹簧的复原力进行往复动作，同时，在上述可动铁心的动作范围的两端借助于上述永久磁铁的吸引力或者根据需要还借助于上述弹簧的复原力来保持位置；上述隔离机构部分是具备电磁线圈、形成了凸部的轭铁、与上述轭铁的凸部相向地形成了凸部的可动铁心和永久磁铁的电磁致动器，上述隔离机构部分的可动部分是上述电磁致动器的可动铁心；上述隔离机构部分的框架是上述电磁致动器的轭铁；上述可动铁心在借助于上述电磁线圈和永久磁铁的吸引力进行往复动作的同时，在上述可动铁心的动作范围的两端借助于上述永久磁铁的吸引力来保持位置的同时，在上述动作范围的中间位置处借助于上述永久磁铁的吸引力使上述轭铁的凸部和上述可动铁心的凸部相向地保持位置。

采用用可动部分的重量小的断路机构部分高速地进行闭位置和开位置之间的开关动作，同时稳定地保持各自的位置，用隔离机构部分确实地进行开位置与断路位置之间的开关动作，同时稳定地保持各自的位置，用接地机构部分确实地进行断路位置与接地位置之间的开关动作，同时稳定地保持各自的位置的办法，可以用确实且便宜的操作机构实现开关动作。

此外，上述断路机构部分和上述隔离机构部分和接地机构部分中的每一方，都用具备电磁线圈、轭铁、可动铁心和永久磁铁的螺

线管机构，或者根据需要还具备弹簧的螺线管机构构成；上述断路机构部分的可动部分是第 1 螺线管机构的可动铁心，上述断路机构部分的框架是第 1 螺线管机构的轭铁，上述隔离机构部分的可动部分是第 2 螺线管机构的可动铁心，上述隔离机构部分的框架是第 2 螺线管机构的轭铁，上述接地机构的可动部分是第 3 螺线管机构的可动铁心，上述接地机构部分的框架是第 3 螺线管机构的轭铁；上述每个可动铁心，都借助于上述电磁线圈和永久磁铁的磁力，或者根据需要还借助于上述弹簧的复原力进行往复动作，同时，在上述可动铁心的动作范围的两端借助于上述永久磁铁的吸引力或者根据需要还借助于上述弹簧的复原力来保持位置。

采用用可动部分的重量小的断路机构部分高速地进行闭位置和开位置之间的开关动作，同时稳定地保持各自的位置，用隔离机构部分确实地进行开位置与断路位置之间的开关动作，同时稳定地保持各自的位置，用接地机构部分确实地进行断路位置与接地位置之间的开关动作，同时稳定地保持各自的位置的办法，可以用确实且便宜的操作机构实现开关动作。

再有，在使螺线管机构的电磁线圈或电磁致动器的电磁线圈中的任何一个进行励磁使铁心移动的时候，对其它的电磁线圈进行励磁，来加强其它的不移动的可动铁心的位置的保持力，由于使断路机构部分或隔离机构部分或者还有接地机构部分中的任何一个的可动铁心进行动作，即便在其它的串联配置的机构部分上作用有反作用力，也可以增强保持位置的力，故可以稳定地保持其位置，可以防止误动作提高可靠性。

如以上详细地叙述的那样，倘采用本发明的真空开关装置，则可以提供具备构成简单且可靠性高的真空管，和可以实现闭位置、开位置和断路位置这 3 个位置，或者还包括接地位置在内的 4 位置的可靠性高的操作机构，抑制 SF_6 气体等的绝缘介质的使用量的与环境调和的真空开关装置。

附图说明

图 1 的纵剖面图示出了现有的代表性的箱式气体绝缘开关装置的构成例。

图 2 的纵剖面图示出了本发明的真空开关装置的真空管的实施例 1。

图 3 的纵剖面图示出了本发明的真空开关装置的真空管的实施例 2。

图 4 是用来分别说明上述实施例 1 和实施例 2 的作用的特性图。

图 5 是用来分别说明上述实施例 1 和实施例 2 的作用的特性图。

图 6 的纵剖面图示出了本发明的真空开关装置的真空管的实施例 5。

图 7 的纵剖面图示出了本发明的真空开关装置的真空管的实施例 6。

图 8 的纵剖面图示出了本发明的真空开关装置的真空管的实施例 7。

图 9 是用来分别说明上述实施例 5、实施例 6 和实施例 7 的作用的特性图。

图 10 是用来分别说明上述实施例 5、实施例 6 和实施例 7 的作用的特性图。

图 11 是用来分别说明上述实施例 5、实施例 6 和实施例 7 的作用的特性图。

图 12 是用来分别说明上述实施例 5、实施例 6 和实施例 7 的作用的特性图。

图 13A 到图 13C 的纵剖面图示出了本发明的真空开关装置的操作机构的实施例 12。

图 14 的纵剖面图示出了本发明的真空开关装置的操作机构的实施例 14。

图 15A 到图 15C 的纵剖面图示出了本发明的真空开关装置的操作机构的实施例 15。

图 16A 到图 16D 的纵剖面图示出了本发明的真空开关装置的操作机构的实施例 16。

图 17 的纵剖面图示出了本发明的真空开关装置的操作机构的实施例 17。

具体实施方式

以下参照附图对本发明的实施例详细地进行说明。

（实施例 1）

图 2 的纵剖面图示出了本发明实施例 1 的真空开关装置的真空管 20 的构成例。

由陶瓷或玻璃构成的绝缘圆筒 21，其两端开口部分分别用固定一侧端板 22 和可动一侧端板 23 进行密封，构成气密的容器。

在固定一侧端板 21 上支持固定有接合了固定电极 24 的固定通电轴 25。与固定电极 24 相向地把可动电极 26 固定到可动通电轴 27 上。该可动通电轴 27 连结到后边要讲的操作机构上。

此外，在固定电极 24 和可动电极 26 所接触的一侧，由与真空管 20 的用途相对应的种种的材料构成的接点 28a 和 28b 配置到各自的电极上。

另一方面，在可动通电轴 27 和可动一侧盖板 23 之间，设有波纹管 29，使可动电极 26 可以直线性地进行移动。

此外，在固定电极 24 和可动电极 26 的周围以电绝缘状态设置电弧屏蔽 32，以防止电流断开时的金属蒸气带来的绝缘圆筒 21 附着污物。

把接点 28a 和 28b 进行接触的位置定为闭位置。使可动电极 26 进行移动，把各个接点间的间隙长度为 d_1 时的位置定为开位置。使可动电极 26 进行移动，把各个接点间的间隙长度为 d_2 时的位置定为断路位置。

在本实施例的真空管 20 中，在有从未画出来的真空开关装置的控制电路发出的指令的情况下，可动电极 26 进行移动，成为接点 28a 和 28b 间的间隙长度为 d_1 的位置（开位置）。

在从真空开关装置的控制电路发出了隔离器的开极（断路）指

令的情况下，使可动电极26进一步移动，各个接点28a和28b间的间隙长度将成为d_2的位置（断路位置）。

这样一来，设于可动电极26上的接点28b将连续地在闭位置、开位置、断路位置这3个位置上进行直线移动。

在这种情况下，由于隔离器的接点被收纳于真空容器内，故即便是断开回路电流等与额定电流接近的电流，由于不使用SF_6气体，故不会发生分解气体或分解生成物。

就是说，如上所述，作为隔离器的绝缘·消弧介质，不使用本身为温室效应气体的SF_6气体，使用高真空，所以从环境方面来看也与最近的市场需求一致。

此外，由于断路器和隔离器的接点成为一个，故接触电阻减小，可以降低主电路的温度上升。

再有，由于把断路器和隔离器的接点收纳于相同个真空容器内，而且构成简单，故真空管20可以大量生产，可以实现真空开关装置的小型化和低价格化。

如上所述，在本实施例中，采用在闭位置、开位置和断路位置这3个位置上连续地进行直线移动的办法，就可以构成断路器、隔离器，故可以用一个操作机构使它们动作。因此，从这一点来看，也可以实现真空开关装置的小型化和低价格化。

（实施例2）

图3的纵剖面图示出了实施例2的真空开关装置的真空管20的构成例，与图2相同的部分赋予相同标号而略去其说明，在这里仅仅对与图2不同的部分进行讲述。

本实施例的真空管20，如图3所示，在与连接到上述可动电极26上的可动通电轴27相向的位置上设置接地电极35，并使与可动通电轴27相向的接点电极35的内径比可动电极26的外径小。

在接地电极35和两端的金属端板22、23之间，分别配置绝缘筒21、36。可动电极26的接点28b与固定电极24的接点28a进行接触的位置是闭位置，接点28a、28b间的间隙长度为d_6的位置是接

地位置。

借助于上述构成，在本实施例中，可动电极就可以连续地在闭位置、开位置、断路位置和接地位置这4个位置上进行直线移动。

在本实施例的真空管20中，在真空开关装置的检修时等，在从未画出来的真空开关装置的控制电路发出了从断路状态变成接地的指令的情况下，可动电极26进行移动，在接点28a、28b间的间隙长度成为d_6的位置（接地位置）处接地。

借助于此，在闭位置、开位置、断路位置、接地位置这4个位置上连续地进行直线移动。

在这种情况下，由于已把接地装置收纳于真空管20内，故可以实现真空开关装置的小型化。

此外，由于真空管20的构成简单，故真空管20的组装也变得容易起来，使大量生产成为可能。

再有，由于部件个数减少，故可以实现真空开关装置的低价格化。

在本实施例中，采用在闭位置、开位置、断路位置和接地位置这4个位置上连续地进行直线移动的办法，就可以用一个操作机构使它们动作。因此，从这一点来看，也可以实现真空开关装置的小型化和低价格化。

（实施例3）

本实施例3的真空管20，在前边所述的图2的真空管20中，在把闭位置的接点28a、28b间的间隙长度定为d_1，把断路位置的接点28a、28b间的间隙长度定为d_2的情况下，使各个间隙长度d_1、d_2的关系定为$d_2=(1.3\sim2.6)\cdot d_1$。

在本实施例的真空管20中，采用把各个间隙长度定为$d_2=(1.3\sim2.6)\cdot d_1$的办法，就可以降低在断路位置处的接点间的绝缘击穿几率，实现断路位置与开位置的绝缘的协调。

一般说，真空中的电极间的击穿电压Vb与间隙长度d之间的关系，可以用$Vb=a\cdot b^n$表示。该n值虽然因电极材料而异，但人们

知道粗略地说 n = 0.6。

此外，真空中的绝缘击穿的几率分布为正态分布，这时的标准偏差σ表示击穿电压的分散度。

在这里，在设于图 2 所示的可动电极 26 上的接点 28b 于开位置处的绝缘性能的余量，如果把 50%击穿电压定为 V_{50}，则对于 V_{50} 来说以 2σ为大致目标。对此，在断路位置处的绝缘性能的余量，由于不能不考虑可靠性或安全方面，故对于 V_{50} 来说规定为使之具有 3σ的余量。3σ的破坏几率约为 0.1%。

接点 28a、28b 间的击穿电压的分散度σ虽然因接点材料、表面状态、断开电流等而大不相同，但一般认为为 10～23%。

图 4 的特性图，从上述击穿电压与间隙长度之间的关系出发，示出了提供 3σ的间隙长度和提供 2σ的间隙长度的比率(即 d_2 和 d_1 的比率）与击穿电压的分散度（标准偏差）σ之间的关系的一个例子。

如设标准偏差为 10%，则间隙长度的比率 d_2/d_1 将成为约 1.3，如设标准偏差为 23%，则间隙长度的比率 d_2/d_1 将成为约 2.6。

如上所述，采用使间隙长度成为 $d_2<d_1=1.3～2.6$ 的办法，可以得到经济且绝缘的可靠性高的真空开关装置。

（实施例 4）

本实施例 4 的真空管 20，在前边所述的图 2 的真空管 20 中，在把闭位置的接点 28a、28b 间的间隙长度定为 d_1，把包围固定电极 24 与可动电极 26 的电弧屏蔽 32 与固定电极 24 和可动电极 26 之间的间隙长度定为 d_3，把断路位置的接点 28a、28b 间的间隙长度定为 d_2 的情况下，使 d_2、d_3 的关系成为 $d_3=(0.35～0.8)\cdot d_2$。

在本实施例的真空管 20 中，采用使各个间隙长度 d_2、d_3 的关系成为 $d_3=(0.35～0.8)\cdot d_2$ 的办法，就可以决定从绝缘面来看的情况下的电弧屏蔽的最佳位置，就可以减少固定电极的电场强度。

图 5 的特性图示出了上述的 d_3 和 d_2 的比与固定电极 24 的端部的电场强度 E1 之间的关系的一个例子。

在图 5 中，纵轴的电场强度 Ec 是把固定电极 24 的材料定为铜的情况下的击穿电场强度。

当间隙长度的比率 d_3/d_2 成为低于 0.5 时，由于电极端部的电场强度由固定电极 24 与电弧屏蔽 32 间的间隙长度决定，故间隙长度比率 d_3/d_2 越小则电极端部的电场强度越高。

在间隙长度的比率 d_3/d_2 为 0.35 时，固定电极 24 的端部的电场强度达到了击穿电场强度。

当间隙长度的比率 d_3/d_2 成为 0.8 以上时，由于固定电极 24 的端部的电场强度由电极间隔决定，故不会变得那么低。

此外，当间隙长度的比率 d_3/d_2 变大时，由于真空管 20 的直径变大，故间隙长度的比率 d_3/d_2，从价格方面来看理想的是尽可能地小。

因此，采用把间隙长度的比率 d_3/d_2 定为 0.35～0.8 的办法，抑制真空管 20 的外径，可以得到绝缘特性优良的真空管 20。

（实施例 5）

图 6 的纵剖面图示出了本实施例的真空开关装置的真空管 20 的构成例。在图 6 中，对于与图 2 相同的部分赋予相同标号而略去对其说明，在这里仅仅对不同的部分进行讲述。

本实施例 5 的真空管 20，如图 6 所示，具有包围上述固定电极 24 的第 2 屏蔽 33 和包围上述可动电极 26 的第 3 屏蔽 34。该第 2 屏蔽 33 和第 3 屏蔽 34 用两端的金属端板支持固定。

在本实施例的真空管 20 中，采用设置包围固定电极 24 的第 2 屏蔽 33 和包围可动电极 26 的第 3 屏蔽 34，并用两端的金属端板，支持固定该第 2 屏蔽 33 和第 3 屏蔽 34 的办法，可以减小可动一侧接点 28b 和固定一侧接点 28a，或可动电极 26 和固定电极 24 的电场强度。

就是说，在图 6 中，各个接点 28a、28b 间的绝缘性能，如上所述，被接点的微观表面状态左右。因此，取决于电流的断开条件绝缘性能会降低得很多。此外，即便是在无负荷下进行开关，由于冷熔敷相向的接点的一部分剥离，成为表面的突起或以粒子的形式离

脱，故绝缘性能降低。

于是，采用设置包围固定电极24的第2屏蔽33和包围可动电极26的第3屏蔽34的办法，使各个接点28a、28b的表面的电场强度降低，结果成为绝缘性能不受电流的断开条件或无负荷开关的影响。

如上所述，采用设置包围固定电极24的第2屏蔽33和包围可动电极26的第3屏蔽34的办法，可以得到绝缘性能优良的真空开关装置。

（实施例6）

图7的纵剖面图示出了本实施例的真空开关装置的真空管20的构成例。在图7中，对于与图6相同的部分赋予相同标号而略去对其说明，在这里仅仅对不同的部分进行讲述。

本实施例的真空管20，如图7所示，用固定通电轴25支持固定上述包围固定电极24的第2屏蔽33.

在本实施例的真空管20中，采用用固定通电轴25支持固定上述包围固定电极24的第2屏蔽33的办法，可以减小可动一侧接点28b和固定一侧接点28a，或可动电极26和固定电极24的电场强度，同时，还可以减小电弧屏蔽的上端的电场强度。

就是说，在设置第2屏蔽33的图6的真空管20中，电弧屏蔽的上端部分的电场强度变高。

于是，采用用固定通电轴25支持固定上述包围固定电极24的第2屏蔽33的办法，可以减小电弧屏蔽的上端部分的电场强度，提高电弧屏蔽和第2屏蔽33间的绝缘性能。此外，对于各个接点28a、28b间的绝缘性能，可以得到与前边说过的实施例5的情况同样的作用效果。

（实施例7）

图8的纵剖面图示出了本实施例的真空开关装置的真空管20的构成例。在图8中，对于与图6和图7相同的部分赋予相同标号而略去对其说明，在这里仅仅对不同的部分进行讲述。

本实施例的真空管20，如图8所示，用固定电极24支持固定上述包围固定电极24的第2屏蔽33。

在本实施例的真空管20中，采用用固定电极24支持固定上述包围固定电极24的第2屏蔽33的办法，可以得到与上述实施例6的情况同样的作用效果，可以得到绝缘性能优良的真空开关装置。

（实施例8）

本实施例的真空管20，在前边所述的图6、图7和图8的真空管20中，在把第2屏蔽33和第3屏蔽34之间的间隙长度定为d_4，把断路位置的接点28a、28b间的间隙长度定为d_2的情况下，使各个间隙长度d_2、d_4的关系定为$d_4=(0.6\sim0.95)\cdot d_2$。

在本实施例的真空管20中，采用把各个间隙长度d_2、d_4的关系定为$d_4=(0.6\sim0.95)\cdot d_2$的办法，可以减小可动一侧接点28b和固定一侧接点28a，或可动电极26和固定电极24的电场强度，同时，还可以使这些部分的电场强度最佳化。

图9的特性图示出了由第2屏蔽33或第3屏蔽34的有无决定的这些的周边的电场强度的一个例子。

在这里，示于上端的点划线直线E_0表示没有第2屏蔽33或第3屏蔽34时的接点28a或28b的表面的电场强度，曲线E_1表示第2屏蔽33或第3屏蔽34的顶端的电场强度，曲线E_2表示在断路位置处的接点28a或28b的表面的电场强度。

曲线E_1与间隙长度的比率d_4/d_2成反比例，曲线E_2与间隙长度的比率d_4/d_2成正比例。

此外，击穿电场强度Ea是第2屏蔽33和第3屏蔽34的材料为不锈钢的情况下的值，击穿电场强度Eb是把接点28a和28b的材料定为铜铬合金的情况下的值。

接点的击穿电场强度Eb之所以比Ea低，不仅是因为材料不同，还可以认为是如上所述因电流断开等的种种的开关而产生的降低的缘故。

于是，如图9所示，采用把各个间隙长度d_2、d_4的关系定为$d_4=$

（0.6～0.95）· d_2 的办法，可以降低各个接点 28a 和 28b 的电场强度，可以得到小型且绝缘性能优良的真空开关装置。

（实施例 9）

本实施例的真空管 20，在上述图 6、图 7 和图 8 中所示的真空管 20 中，把第 2 屏蔽 33 和第 3 屏蔽 34 的材质定为不锈钢或钨。

在本实施例的真空管 20 中，采用把第 2 屏蔽 33 和第 3 屏蔽 34 的材质定为不锈钢或钨的办法，可以减小可动一侧接点 28b 和固定一侧接点 28a，或可动电极 26 和固定电极 24 的电场强度，还可以提高第 2 屏蔽 33 和第 3 屏蔽 34 之间的绝缘性能。

图 10 的特性图示出了本发明者等进行的因第 2 屏蔽 33 和第 3 屏蔽 34 的材料的不同而形成的耐雷脉冲电压性能的比较例。

材料是铜（无氧铜）、不锈钢（SUS34）、钨。另外，实验所用的电极形状是直径 34mm 的平板电极，间隙长度为 1.5mm。

在图 10 中，耐电压与铜材比较，不锈钢为 1.7 倍，钨为 1.9 倍。

但是，即便是在铜材的表面上，用真空蒸镀等的手法涂敷钨也可以得到同样的效果，故只要把屏蔽的表面材料定为不锈钢或钨就行。

如上所述，采用把第 2 屏蔽 33 和第 3 屏蔽 34 的材料定为不锈钢或钨的办法，除了上述电场缓和的效果之外，还可以实现真空开关装置的小型化。

（实施例 10）

本实施例的真空管 20，在上述图 6、图 7 和图 8 中所示的真空管 20 中，对第 2 屏蔽 33 和第 3 屏蔽 34 的表面施行复合电解研磨处理或电子束处理（用电子束照射得到的改质层）。

在本实施例的真空管 20 中，采用对第 2 屏蔽 33 和第 3 屏蔽 34 的表面施行复合电解研磨处理或电子束处理的办法，可以减小可动一侧接点 28b 和固定一侧接点 28a，或可动电极 26 和固定电极 24 的电场强度，还可以提高第 2 屏蔽 33 和第 3 屏蔽 34 之间的绝缘性能。

图 11 的特性图示出了本发明者等进行的因第 2 屏蔽 33 和第 3 屏蔽 34 的材料的不同而形成的雷脉冲击穿电压的比较例。

对表面粗糙度研磨成约 1 微米左右的电极和对该电极进行了复合电解研磨处理后的电极的雷脉冲耐电压特性进行了比较。另外电解液是磷酸和硫酸的混合液。

一般说，真空中的绝缘击穿，由图 11 可知，每反复进行一次绝缘击穿，击穿电压就会升高。把这叫做调节效应，在真空管的制造的最终工序中进行利用这一现象的调节处理。

由图 11 可知，采用进行复合电解研磨处理的办法，用少的击穿次数显示出高的绝缘性能，而且最终的击穿电压也成为高出约 20kV。

如上所述，采用进行复合电解研磨处理的办法，可以得到缩短进行调节处理所需要的时间的优点。

另外，该复合电解研磨处理，即便是对图 2、图 3、图 6、图 7、图 8 所示的电弧屏蔽 32 施行也可以得到同样的耐电压性能的提高的效果。

图 12 的特性图示出了对于第 2 屏蔽 33 和第 3 屏蔽 34，对于复合电解研磨处理进行了电子束处理的情况下的耐电压特性的比较例。

由图 12 可知，采用进行电子束处理的办法，用少的破坏次数显示出高的绝缘性能，而且最终的击穿电压也成为高出约 20kV。

如上所述，采用进行电子束处理的办法，可以得到缩短进行调节处理所需要的时间的优点。

（实施例 11）

本实施例的真空管 20，在前边所述的图 3 的真空管 20 中，在把开位置的接点 28a、28b 间的间隙长度定为 d_1，把设于可动电极 26 上的可动通电轴 27 与接地电极 35 之间的间隙长度定为 d_5 的情况下，把各个间隙长度 d_5、d_1 的关系定为 $d_5=(1.3\sim1.8)\cdot d_1$。

在本实施例的真空管 20 中，采用把各个间隙长度 d_5、d_1 的关系

定为 $d_5=(1.3\sim1.8)\cdot d_1$ 的办法，可以实现在可动一侧接点 28b 的开位置处的接点间的绝缘和接地装置的绝缘的协调，可以提高可靠性。

就是说，如果在接地位置处的绝缘性能的余量，与断路位置同样地把 50%击穿电压设为 V_{50}，则对于 V_{50} 来说，需要 3σ 的余量。如上所述，在开位置处的绝缘性能的余量，对于 V_{50} 来说，以 2σ 为大致标准。接地电极 35 由于没有电流断开的职责，故电极表面的损伤比较少。

进行了求接地电极 35 和可动通电轴 27 的击穿电压的分散度的实验，若用标准偏差表示，则分散度为 10～18%。

由图 4 所示的提供 3σ 的间隙长度和提供 2σ 的间隙长度的比率（即 d_5/d_1）和击穿电压的分散度（标准偏差）之间的关系可知，间隙长度的比率 d_5/d_1 成为 1.3～1.8。

借助于此，接地电极 35 与可动通电轴 27 之间的绝缘可以实现与断路位置的绝缘的协调，可以得到经济且可靠性高的真空开关装置。

（实施例 12）

图 13A 到图 13C 的纵剖面图示出了本实施例的真空开关装置的操作机构的构成例，分别示出了闭位置、开位置断路位置处的构成。

在图 13A 到图 13C 中，操作机构 50 的构成为把 2 组的机构部分 60、90 串联配置。

在这里，从对真空管 20 近的一侧开始，定为断路机构部分 60 和隔离机构部分 90。

就是说，断路机构部分 60 的可动轴 61 通过绝缘棒 36 与真空管 20 的可动通电轴 27 进行连结，隔离机构部分 90 的旋转轴 91 则用螺栓部分 91a 与断路机构部分 60 的框架 62 接合。

此外，断路机构部分 60 是要求高速开关动作的断开动作（从闭位置开始到开位置为止的开关）用的机构，隔离机构部分 90 是从开位置开始到闭位置为止的开关动作用的机构。

在这里，断路机构部分 60 可以使用例如已经提出来的螺线管式的操作机构，具有固定在框架 62 的内周上的永久磁铁 63，固定在可动轴 61 上的可动铁心 64 和电磁线圈 65，接合到可动轴上的线圈弹簧 66。

隔离机构部分 90 把旋转轴 91 和与之一体的电动机 93 收纳于框架 92 内。

此外，旋转轴 91 的螺栓部分 91a，与断路机构部分 60 的框架 62 接合，且使图 13 所示的接合长度 S 成为大于（d_2-d_1）。

此外，尽管没有画出来，框架 62 被构成为仅仅可以对于框架 92 进行轴方向的相对移动，不能进行相对旋转。

对本实施例的真空开关装置的操作机构的作用进行说明。

首先，对断路机构部分 60 的动作进行说明。

在图 13A 所示的位置处，采用使可动铁心 64 的凸缘部分和永久磁铁 63 之间的吸引力超过线圈弹簧 66 的压缩力的办法，保持闭位置。

现在，在这样的状态下，当从未画出来的外部电源向电磁线圈 65 在正方向上电流流动时，永久磁铁 63 和可动铁心 64 的凸缘间的吸引力降低，线圈弹簧 66 的反弹力超过了吸引力，向开位置方向驱动可动轴 61。

在图 13B 的开位置处，可动铁心 64 和永久磁铁 63 已经分离开来，为此，两者间的吸引力小，线圈弹簧 66 的反弹力胜过了吸引力保持开位置。

由以上的动作结束断开动作。

其次，当在电磁线圈 65 中流以反向电流时，由电磁线圈 65 和永久磁铁 63 产生的电磁力胜过线圈弹簧 66 的反弹力，可动轴 61 边压缩线圈弹簧 66 边在闭位置方向上进行驱动，借助于永久磁铁 63 的吸引力在图 13A 所示的位置上进行保持，接通动作结束。

其次，讲述隔离机构部分 90 的动作。

当用电动机 93 旋转驱动旋转轴 91 时，与螺栓接合的断路机构

部分的框架 62 一起，真空管 20 的可动通电轴 27 从图 13B 的开位置开始到图 13C 的断路位置为止进行电极拉开。

其次，当使电动机 73 反向旋转时，断路机构部分 60 和真空管 20 的可动通电轴 27 从图 13C 的断路位置移动到图 13B 的开位置，结束电极闭合动作。

如上所述，在本实施例中，可以用简单的构成实现前边说过的实施例 1 的真空开关装置的操作机构。

就是说，采用作成为在作为断路器的动作部分使用适合于高速开关的机构在作为隔离器的动作部分使用适合于低速开关的机构的构成的办法，作为一个整体可以得到低价格的操作机构。

此外，采用作成为使 2 组的机构部分 60、90 的独立的动作进行组合的办法，可以得到闭位置、开位置、断路位置的保持是确实的，且可靠性高的操作机构。

（实施例 12 的变形例）

另外，在本实施例中，说明的是把真空管、断路机构部分和隔离机构部分串联直接结合起来的构成的情况，但是本发明并不受限于此，也可以作成为这样的构成：将真空管与断路机构部分之间或者断路机构部分与隔离机构部分之间通过杠杆或连杆串联地连结、接合。

（实施例 13）

本实施例的真空开关装置的操作机构，使在前边所说的图 13A 到图 13C 所示的真空开关装置的操作机构中，隔离机构部分的螺栓部分 91a 与断路机构部分的框架 62 之间的接合长度 S 成为大于（d_3-d_1）。

在本实施例的真空开关装置的操作机构中，断路机构部分 60，如在前边所说的实施例 12 中说明的那样，进行从闭位置开始到开位置为止的断开和接通动作，隔离机构部分 90，如在前边所说的实施例 12 中说明的那样，进行从开位置开始到闭位置为止的电极拉开动作，但是采用进一步使电动机 93 旋转的办法，从断路位置开始到接

地位置为止驱动断路机构部分 60 和真空管 20 的可动通电轴 27。

如上所述，在本实施例中，可以用简单的构成实现前边所说的实施例 2 的真空开关装置的操作机构。

就是说，采用作成为在作为断路器的动作部分使用适合于高速开关的机构在作为隔离器的动作部分使用适合于低速开关的机构的构成的办法，作为一个整体可以得到低价格的操作机构。

此外，采用作成为使 2 组的机构部分 60、90 的独立的动作进行组合的办法，可以得到闭位置、开位置、断路位置的保持是确实的，且可靠性高的操作机构。

（实施例 14）

图 14 的纵剖面图示出了本实施例的真空开关装置的操作机构的构成例，在图 14 中示出了在闭位置时的构成。

在图 14 中，操作机构 50 的构成为使 3 组的机构部分 60、70、80 串联配置。

在这里，从对真空管 20 近的一侧开始，定为断路机构部分 60、隔离机构部分 70 和接地机构部分 80。

在本实施例中，断路机构部分 60、隔离机构部分 70 和接地机构部分 80 都用在图 13A 到图 13C 中说明过的螺线管式操作机构构成。

就是说，断路机构部分 60 的可动轴 61，通过绝缘棒 36 与真空管 20 的可动通电轴 27 连结，隔离机构部分 70 的可动轴 71 与断路机构部分 60 的框架 62 进行接合，接地机构部分 80 的可动轴 81 与隔离机构部分 70 的框架 72 接合。

在本实施例的真空开关装置的操作机构中，借助于来自未画出来的外部电源的电流，断路机构部分 60 的螺线管式操作机构进行从闭位置开始到开位置为止的断开和接通动作。

此外，采用同样地驱动隔离机构部分 70 的螺线管式操作机构的办法，真空管 20 的可动通电轴 27 和断路机构部分 60，进行从开位置开始到断路位置为止的开关动作。

此外，采用驱动接地机构部分 80 的螺线管式操作机构的办法，

真空管 20 的可动通电轴 27、断路机构部分 60 和隔离机构部分 70，进行从断路位置开始到接地位置为止的开关动作。

如上所述，在本实施例中，可以用简单的构成实现前边所说的实施例 2 的真空开关装置的操作机构。

此外，采用作成为使 3 组的机构部分 60、70、80 的独立的动作进行组合的办法，可以得到闭位置、开位置、断路位置和接地位置的保持是确实的，且可靠性高的操作机构。

（实施例 14 的变形例）

另外，在本实施例中，虽然说明的是串联地配置 3 组的螺线管式操作机构来构成操作机构的情况，但是，本发明并不受限于此，也可以作成为这样的构成：在作为断路器的动作部分中使用适合于高速开关的螺线管式操作机构，在作为隔离器和接地装置的动作部分中使用适合于低速开关的其它的操作机构，在这种情况下，作为全体可以得到低价格的操作机构。

（实施例 15）

图 15A 到图 15C 的纵剖面图示出了本实施例的真空开关装置的操作机构的构成例，分别示出了在闭位置、开位置、断路位置处的构成。

另外，在从图 15A 到图 15C 中，对与前边说过的实施例相同要素，赋予相同标号。

在图 15A 中，操作机构 150 串联地配置距真空管 20 近的断路机构部分 160 和距真空管 20 远的隔离机构部分 170，各个机构部分用双稳定型螺线管操作机构构成。

就是说，在断路机构部分 160 的可动铁心 161 上装配由不锈钢等的非磁性体构成的可动轴 161a，可动轴 161a 自由滑动地支持于由非磁性体构成的导引构件 166a 内，并通过绝缘棒 36 装配到可动通电轴 27 上。

此外，在可动铁心 161 的周围，配置电磁线圈 165a 和 165b，在电磁线圈 165a 和 165b 的外侧配置轭铁 162。

再者，在电磁线圈 165a 和 165b 之间把永久磁铁 163 装配到轭铁 162 内，永久磁铁 163 在内外方向上磁化，使得例如内侧成为 N 极外侧成为 S 极。

再有，在永久磁铁 163 的内侧，还装配了引导用轭铁 167。

另一方面，隔离机构部分 170 与上述断路机构部分 160 同样地构成，把由非磁性体构成的可动轴 171a 装配到可动铁心 171 上，可动轴 171a 固定到断路机构部分 160 的轭铁 162 上的同时，顶端部分自由滑动地引导断路机构部分 160 的可动轴 161b。

此外，在可动铁心 171 的周围，配置电磁线圈 175a、175b、在内外方向上磁化了的永久磁铁 173，在电磁线圈 175a 和 175b 的周围，装配轭铁 172，轭铁 172 固定到操作机构 150 的未画出来的基座上。

在本实施例的真空开关装置的操作机构中，在图 15A 所示的闭位置上，不论哪一个电磁线圈都是未励磁的状态，断路机构部分 160 的可动铁心 161 的上端，借助于永久磁铁 163 的磁力被吸附到轭铁 162 的上侧，在用图 15A 中的箭头所示的方向上形成闭合的磁路。

同样，在隔离机构部分 170 中，可动铁心 171 也被吸附到轭铁 172 上。

其次，在这样的状态下，当对电磁线圈 165b 和 175b 进行励磁，使得在图 15B 所示的箭头的方向上产生磁通时，可动铁心 161 高速地进行移动，下端部被吸附到轭铁 162 上，可动电极 26 到达开位置 d_1。

在这种情况下，在可动铁心 161 和轭铁 162 进行碰撞时的冲击虽然会传达到隔离机构部分 170 的可动轴 171b，但由于隔离机构部分 170 的可动铁心 172 的位置保持力被电磁线圈 175a 的励磁加强，故可动铁心 171 得以确实地保持。这样一来，在驱动电极之后，如果停止电磁线圈的励磁，则与上述同样地可以借助于永久磁铁 163 与永久磁铁 173 的作用保持位置。

此外，要想进行闭路动作，只要同时对电磁线圈 165a 和电磁线

圈 175b 进行励磁使得在图 15A 所示的方向上产生磁通，则就可以在确实地保持隔离机构部分 170 的状态下高速地进行闭路动作。

再者，对于断路动作，只要也同样地同时对隔离机构部分 170 的电磁线圈 175b 和断路机构部分 160 的电磁线圈 165a 进行励磁使得在图 15C 所示的方向上产生磁通，就可以在确实地保持隔离机构部分 160 的可动铁心 161 的位置状态下，使可动电极 27 的位置到达断路位置 d_2。

再有，对于从这样的状态返回开路位置 d_1 的动作，也可以同样的确实地进行。

如上所述，在本实施例中，由于仅仅用一个可动电极的高速的往复动作就可以实现开位置和闭位置间的动作，故断开和接通的动作得以确实地进行。此外，由于构成为串联地配置双稳定型的螺线管操作机构，故闭位置、开位置、断路位置这 3 个位置可以用永久磁铁的吸引力确实地进行保持。再有，由于成为驱动一方的可动铁心的时候加强了另一方的可动铁心的位置保持力，故即便是作用有冲击力等，也可以确实地保持位置。因此，可以实现简洁且可靠性高的真空开关装置。

（实施例 15 的变形例）

另外，在本实施例中，虽然说明的是对电磁线圈进行励磁使得加强未驱动一侧的可动铁心的保持力的情况，但是并不受限于此，在仅仅用永久磁铁的吸引力就可以充分进行保持的情况下，也可以不进行励磁。

此外，虽然说明的是串联地配置可动电极和断路机构部分 160 和隔离机构部分 170 的情况，但是本发明不受限于此，即便配置本身不是串联，只要力的传达是串联的，即便是作成为通过自由摇动的杠杆或连杆的构成，就象已经说过的那样，也可以得到同样的作用效果。

此外，还可以作成为这样的构成：在断路机构部分 160 的可动轴与可动电极之间，还设有发生把闭合电极向关闭方向推压的力的

划变（wipe）弹簧机构。

再者，虽然说明的是作成为把永久磁铁装配到轭铁上的构成，但是本发明不受限于此，装配到可动铁心上也行，只要是在可动铁心的动作范围的两端可以用永久磁铁的吸引力保持位置的双稳定型的螺线管操作机构就可以。

（实施例 16）

从图 16A 到图 16D 的纵剖面图示出了并实施例的真空开关装置的操作机构的构成例，分别示出了闭位置、开位置、断路位置和接地位置处的构成。

在图 16A 中，操作机构 350 的构成为：使由已经在图 15A 到图 15C 中说明过的双稳定型的螺线管操作机构构成的隔离机构部分 360，和可以保持 3 位置的电磁致动器构成的隔离机构部分 370 串联配置。

就是说，断路机构部分 360 的可动铁心 361 通过绝缘棒 36 装配到可动通电轴 27 上，在电磁线圈 361 的周围，装配电磁线圈 365a 和 365b，在电磁线圈 365a 和 365b 的周围装配轭铁 362。

此外，在轭铁 362 的内侧与在图 15A 到图 15C 中说明的状态同样地装配永久磁铁 363。

再有，在连结断路机构部分 360 的轭铁 362 的隔离机构部分 370 的可动铁心 371 上形成有凸部 371a、371b、371c、371d，在其外侧装配有电磁线圈 375a、375b,在电磁线圈 375a、375b 的周围，装配有轭铁 372。

另一方面，在轭铁 372 的内侧，分别在可动铁心 371 的与上述凸部 371a、371b、371c、371d 相向的位置上装配永久磁铁 363a、363b、363c、363d，永久磁铁 373a 和 373b 磁化为使得内侧成为 N 极外侧成为 S 极，永久磁铁 373c 和 373d 磁化为使得内侧成为 S 极外侧成为 N 极。

此外，轭铁 372 固定到操作机构 350 的未画出来的基座上。

在本实施例的真空开关装置的操作机构中，在图 16A 所示的闭

位置处，可动铁心 361 和可动铁心 371 分别被永久磁铁 363 和永久磁铁 373a、373b 的磁力吸引到轭铁 362 和轭铁 372 上。

其次，若在这样的状态下，在对可动铁心 361 的电磁线圈 365b 进行励磁使得产生用图 16B 的箭头所示的方向的磁通的同时，对隔离机构部分 370 的电磁线圈 375a 进行励磁，则仅仅可动铁心 361 以高速向图中下侧移动进行开路动作的同时，得以确实地保持可动铁心 371 的位置，实现确实的开路动作。

此外，若在这样的状态下，在对隔离机构部分 370 的电磁线圈 375a 进行励磁使得在与图 16B 所示的箭头相反的方向上产生磁通的同时，对电磁线圈 b 进行励磁使得加强断路机构部分 360 的可动铁心 361 的位置保持力，则可动铁心 371 向图中的下侧移动，到达图 16C 的状态，实现断路动作。

在图 16C 的状态下，永久磁铁 373a、373b、373c、373d，和可动铁心的凸部 371a、371b、371c、371d 相向地形成用图 16C 的箭头所示的闭合磁路，可以稳定地保持位置。

再者，若在这样的状态下，在对隔离机构部分 370 的电磁线圈 375a、375b 进行励磁使得分别在与图 16D 所示的的方向上产生磁通的同时，对电磁线圈 375b 进行励磁使得加强电磁线圈 375b 和断路机构部分 360 的可动铁心 361 的位置保持力，则可动铁心 371 会进一步向图中的下侧移动，到达图 16D 的状态，实现接地动作。

在图 16D 的状态下，可动铁心 371 被永久磁铁 373c、373d 的磁力吸引到轭铁 372 上，位置可以稳定地保持。

如上所述，在本实施例中，仅仅用一个可动电极的高速的往复动作就可以确实地进行开位置和闭位置间的动作。此外，由于构成为使稳定地保持 3 位置的电磁致动器串联地配置，故闭位置、开位置、断路位置和接地位置这 4 个位置，可以用永久磁铁的吸引力确实地保持。此外，由于驱动一方的可动铁心的时候加强了另一方的可动铁心的位置保持力，故即便是作用有冲击力等，也可以确实地保持位置。因此，可以实现具有简洁且可靠性高的操作机构的真空

开关装置。

（实施例 16 的变形例）

虽然在本实施例中主要说明的是驱动可动铁心的情况，但本发明不受限于此，也可以设置检测可动铁心的位置的传感器，以进一步提高可靠性。

（实施例 17）

图 17 的纵剖面图示出了本实施例的真空开关装置的操作机构的构成例，图 17 示出了在闭位置处的构成。

在图 17 中，操作机构 250 从距真空管 20 近的一侧开始，由断路机构部分 260、隔离机构部分 270、接地机构部分 280 构成，各个机构部分由在图 15A 到图 15C 中说明的双稳定型螺线管操作机构构成。

就是说，断路机构部分 260 的可动铁心 261 通过绝缘棒 36 连结到可动通电轴 27 上，隔离机构部分 270 的可动铁心 271 连结到断路机构部分 260 的轭铁 262 上，接地机构部分 280 的可动铁心 281 连结到隔离机构部分 270 的轭铁 272 上。

在上述 3 个机构部分上，分别装配有电磁线圈 265a、265b、275a、275b、285a、285b 和永久磁铁 263、273、283。

此外，接地机构部分 280 的轭铁 282 固定到操作机构 250 的未画出来的基座上。

在本实施例的真空开关装置的操作机构中，其作用与用图 15A 到图 15C 说明的作用几乎是一样的。

就是说，借助于断路机构部分 260 的动作进行闭位置和开位置间的开关动作，借助于隔离机构部分 270 的动作进行开位置和断路位置间的开关动作，借助于接地机构部分 280 的动作进行断路位置和接地位置间的开关动作。

此外，在驱动 1 个机构部分的可动铁心时，对各个电磁线圈进行励磁，使得其它的 2 个可动铁心的位置的保持力增强。

如上所述，在本实施例中，由于构成为串联地配置双稳定型的 3

个螺线管操作机构，故闭位置、开位置、断路位置和接地位置这 4 个位置，可以用永久磁铁的吸引力确实地保持。此外，由于驱动一个可动铁心的时候加强了其它的可动铁心的位置保持力，故即便是作用有冲击力等，也可以确实地保持位置。因此，可以实现具有简洁且可靠性高的操作机构的真空开关装置。

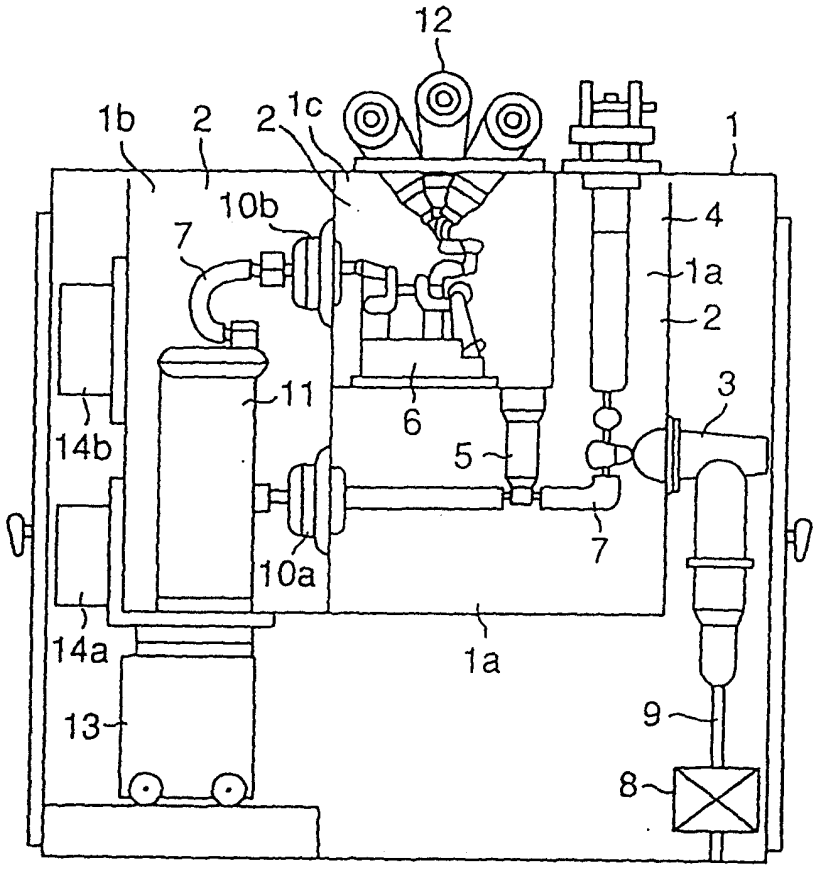


图1
现有技术

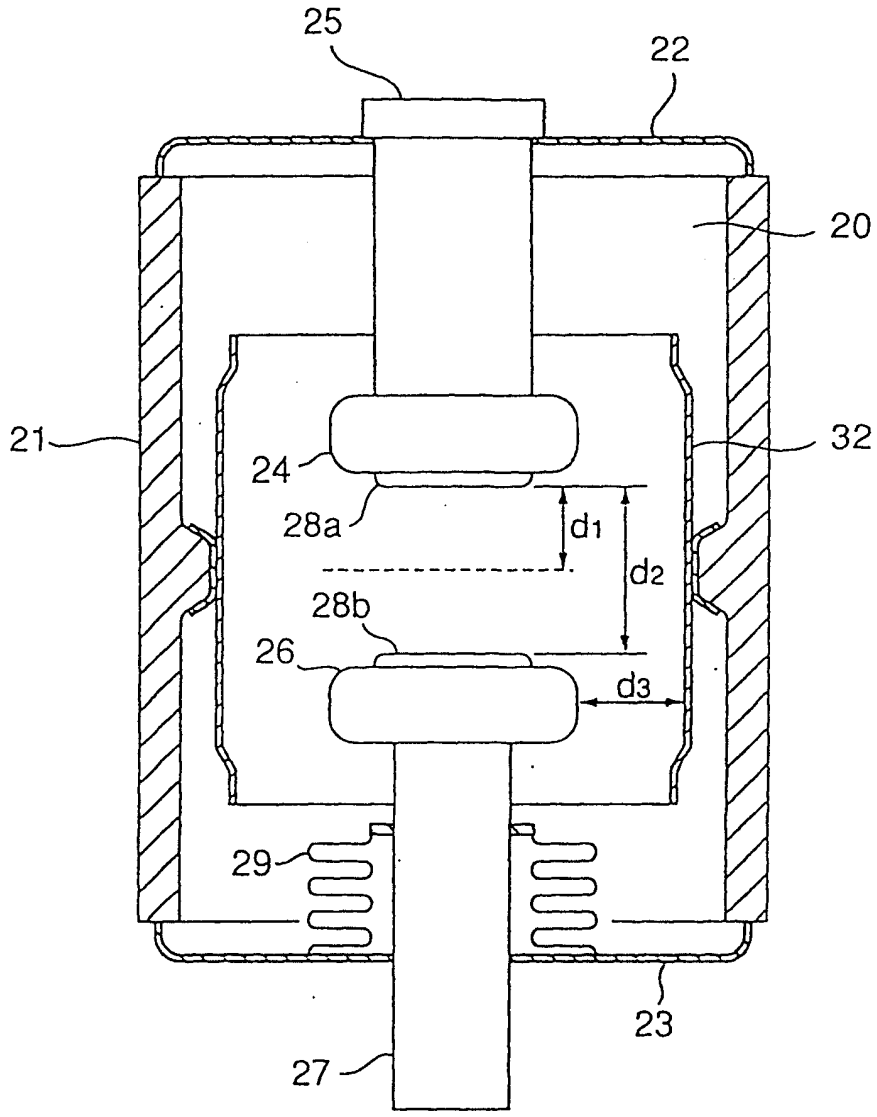


图2

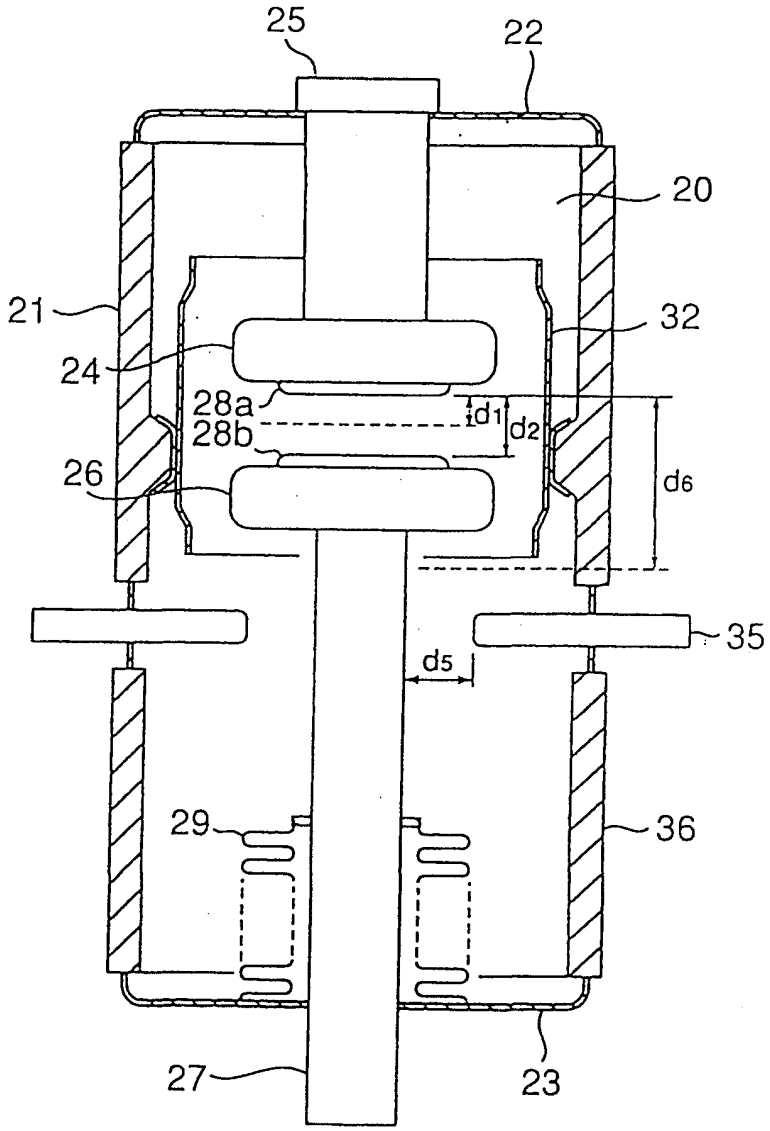


图 3

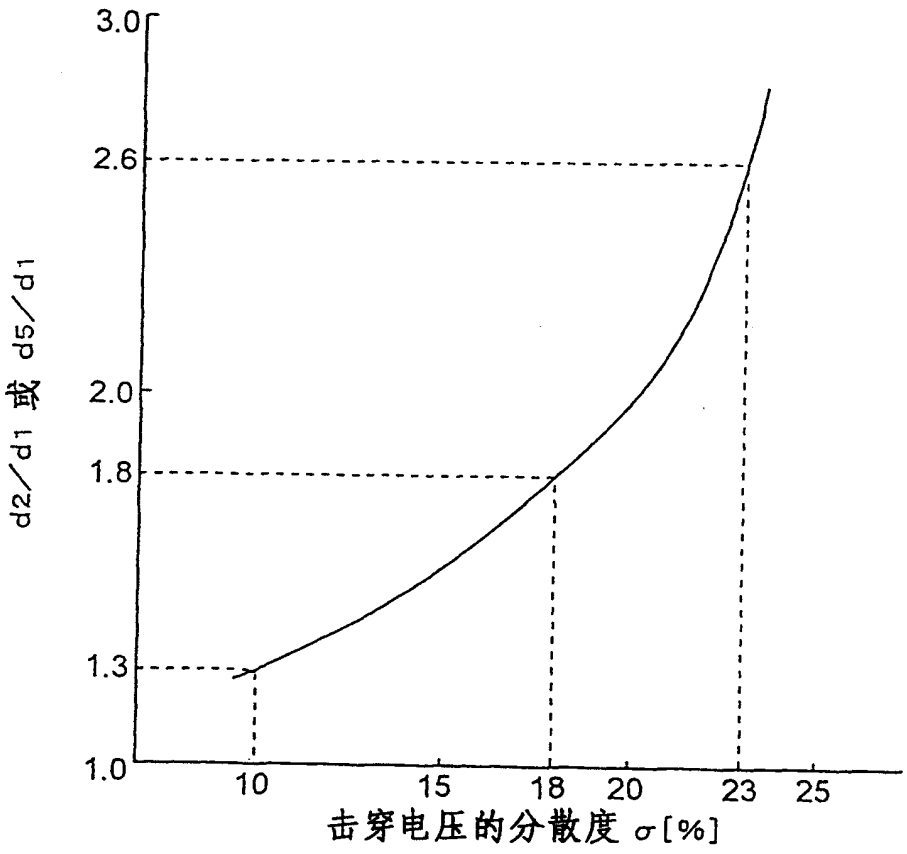


图4

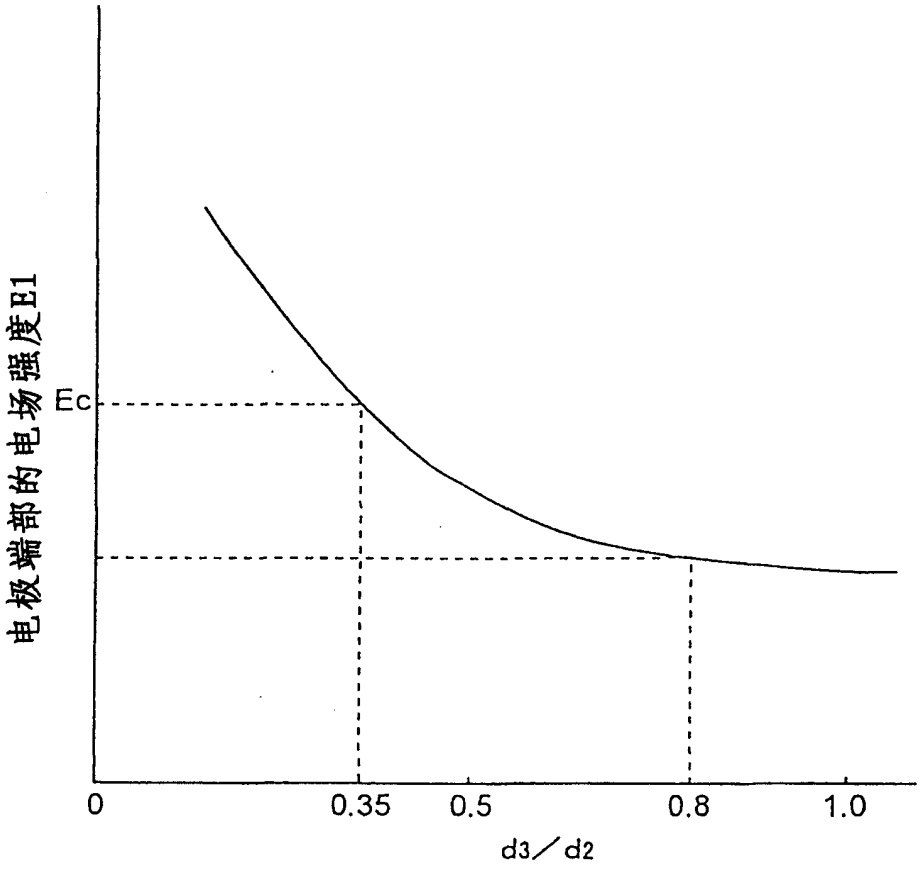


图5

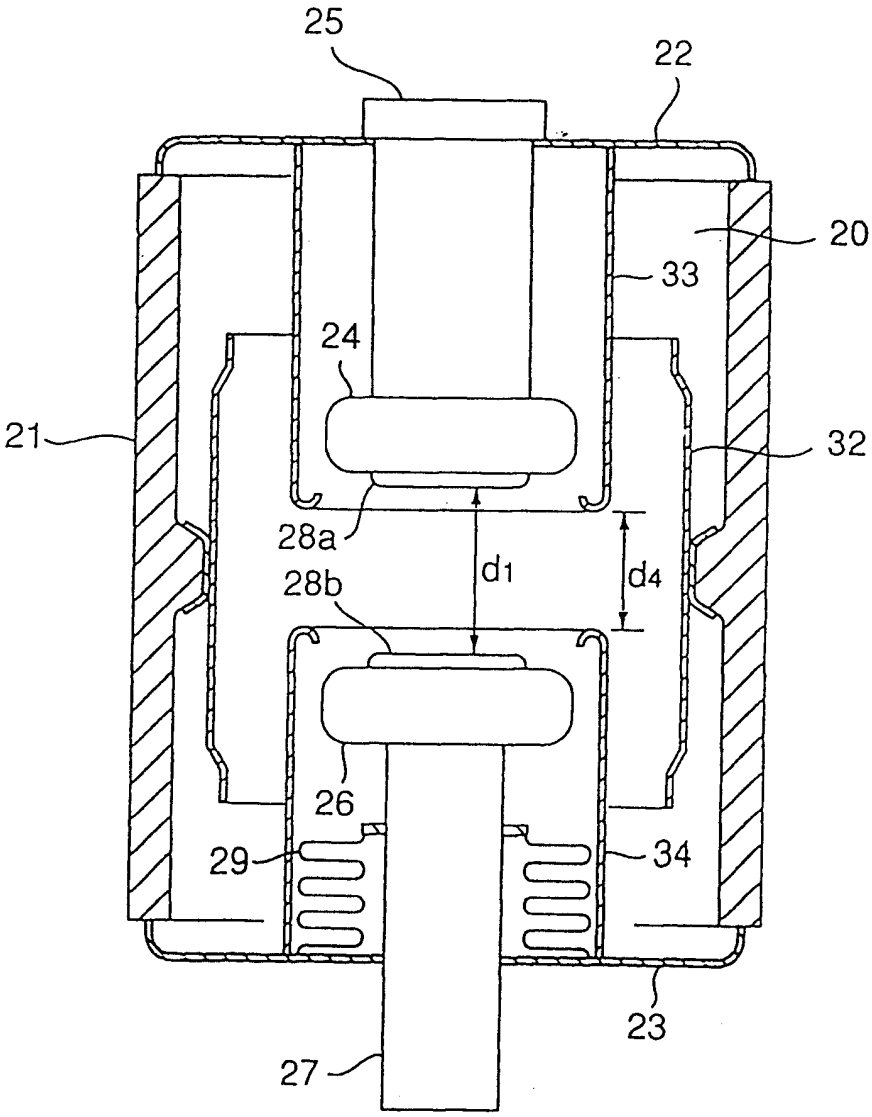


图6

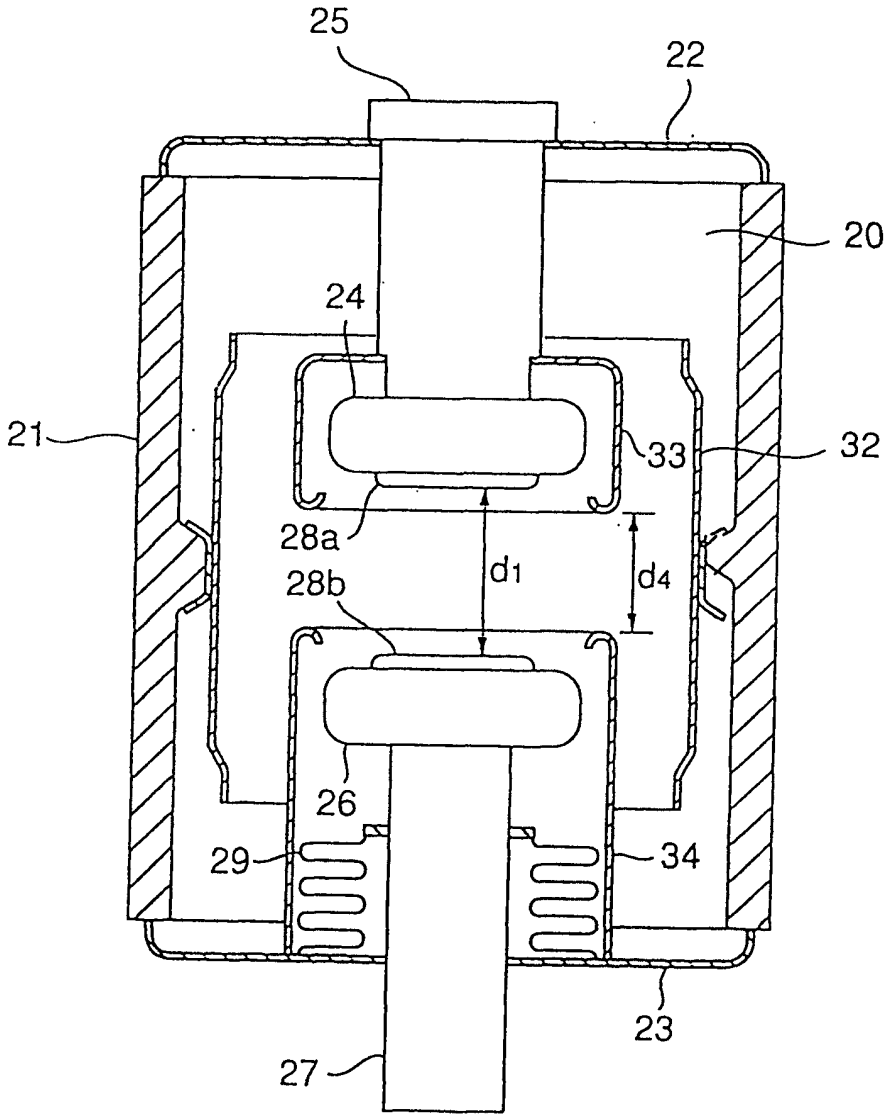


图7

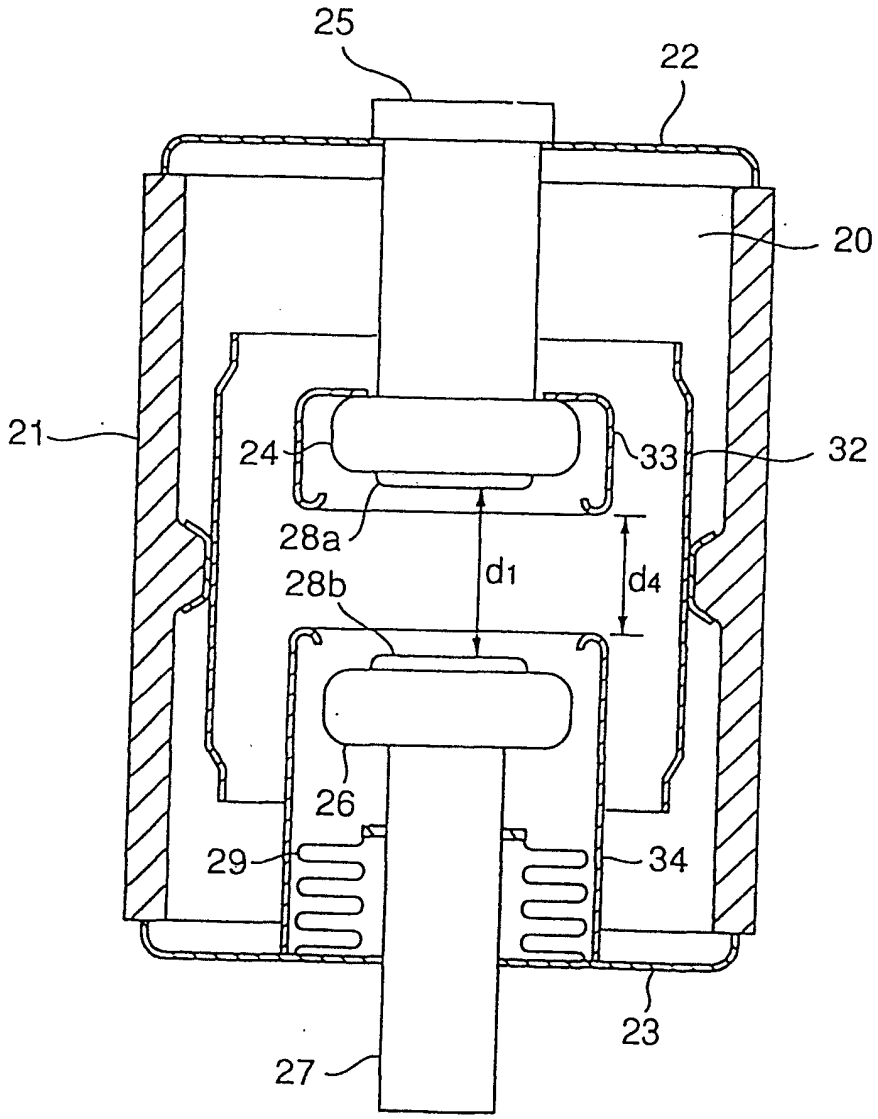


图8

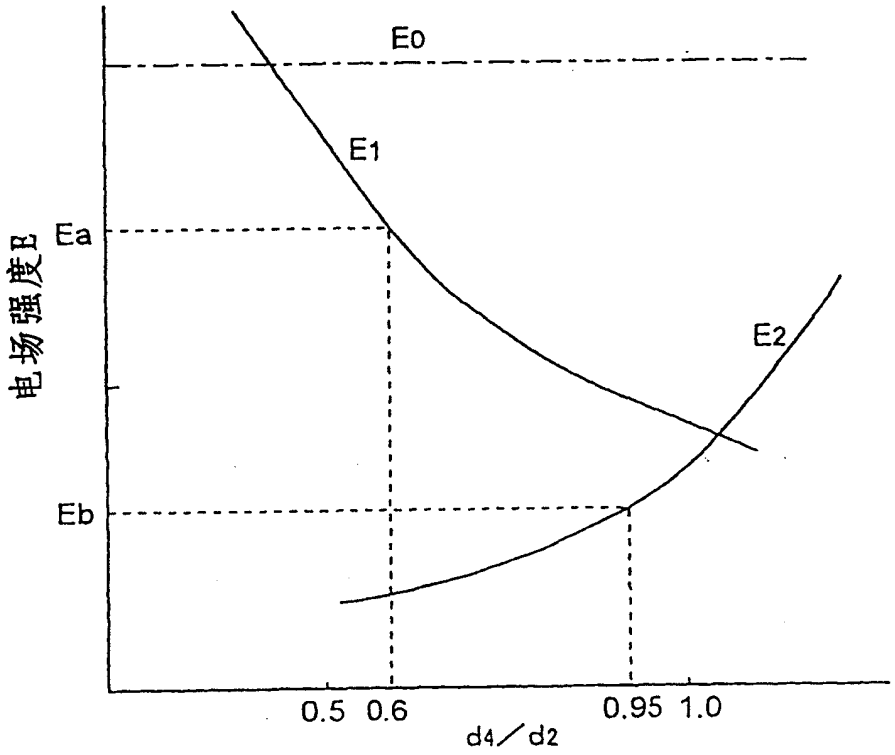

E0
E1
E2
Ea
Eb
电场强度E
0.5 0.6
0.95 1.0
d4／d2

图9

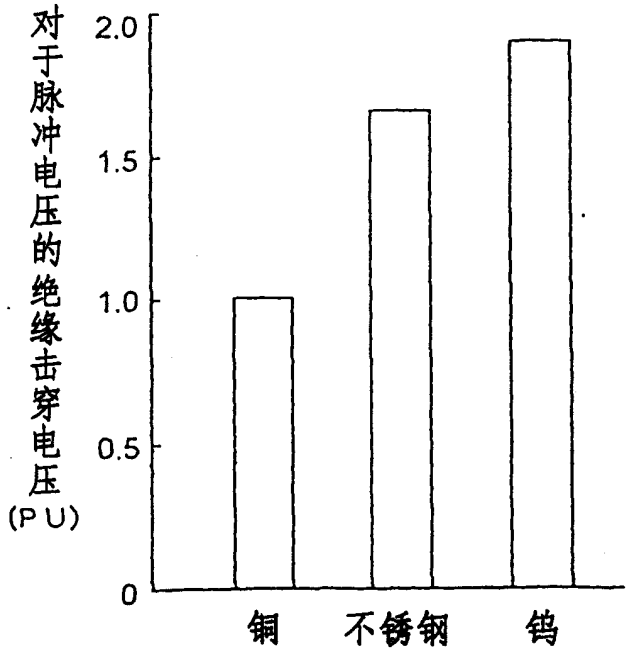

对于脉冲电压的绝缘击穿电压(PU)
2.0
1.5
1.0
0.5
0
铜
不锈钢
钨

图10

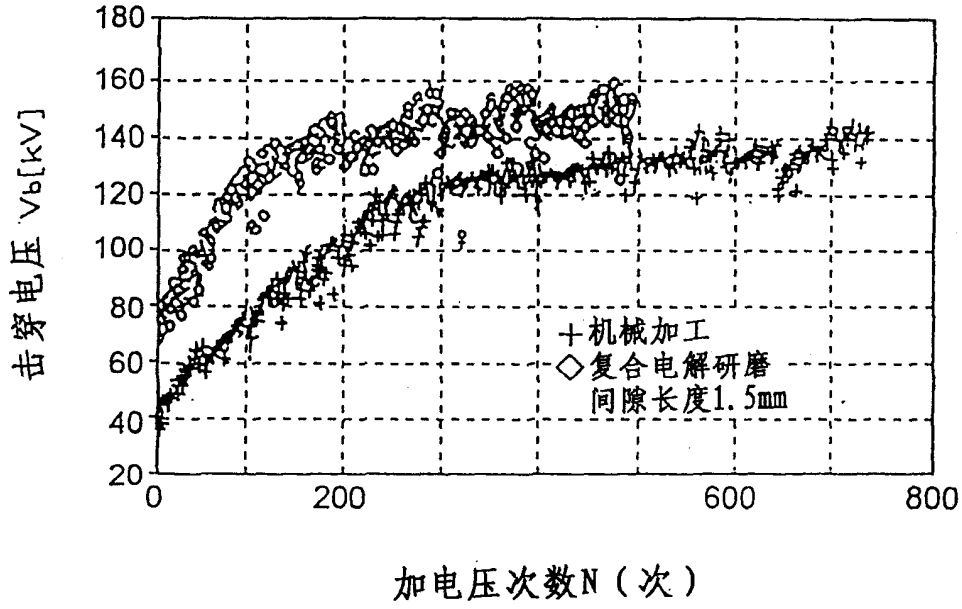

180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
200
600
800
击穿电压 Vb[kV]
+机械加工
◇复合电解研磨
间隙长度1.5mm
加电压次数N（次）

图11

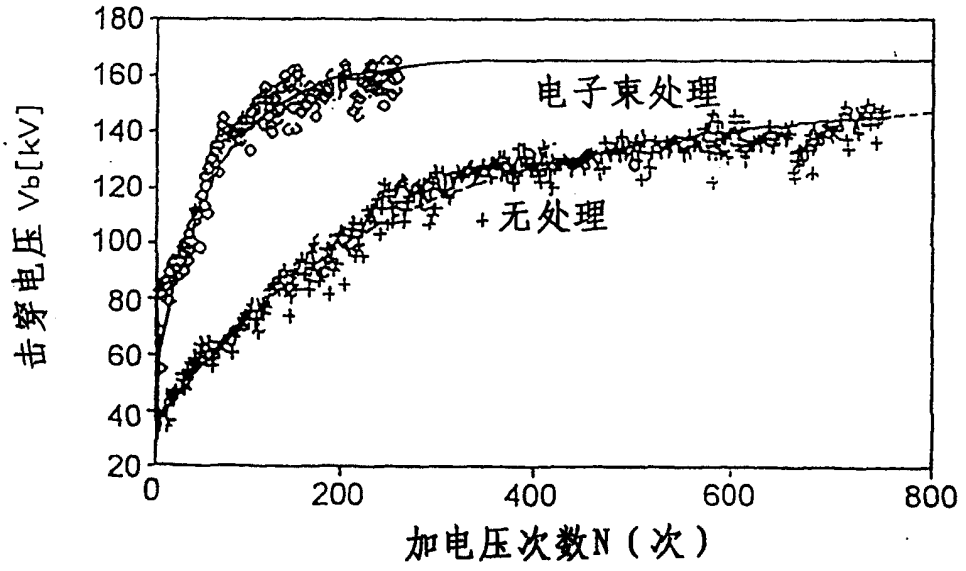

180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
200
400
600
800
击穿电压 Vb[kV]
电子束处理
+无处理
加电压次数N（次）

图12

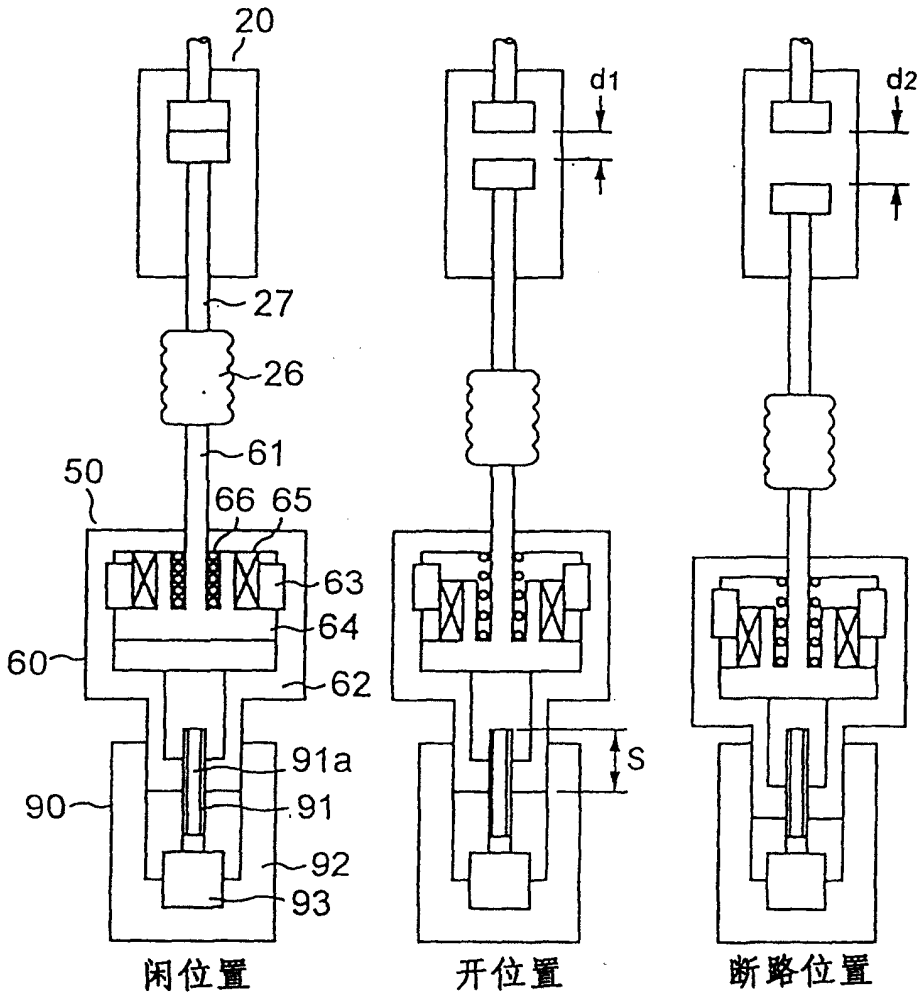


图13A 图13B 图13C

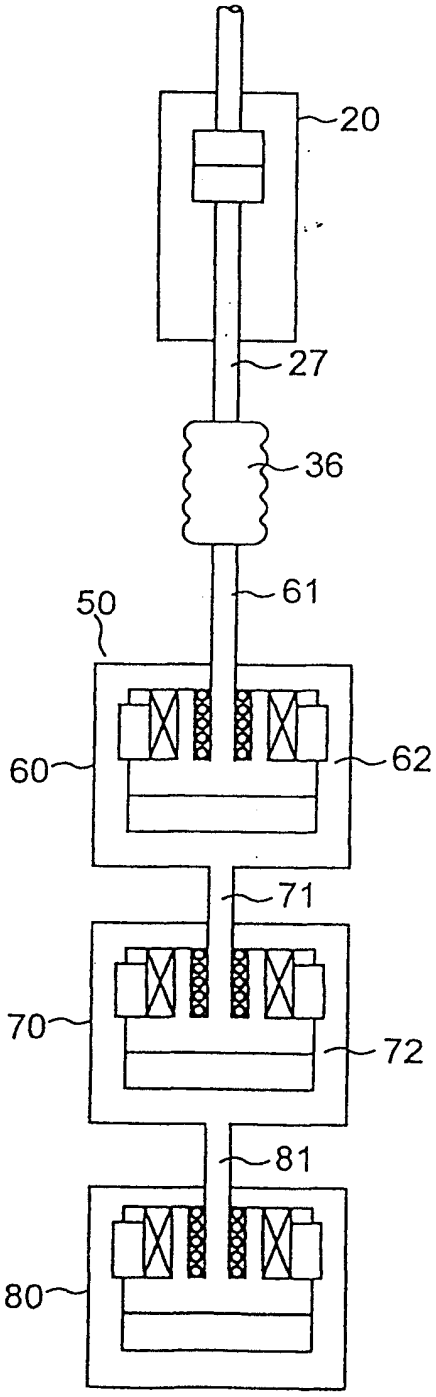


图14

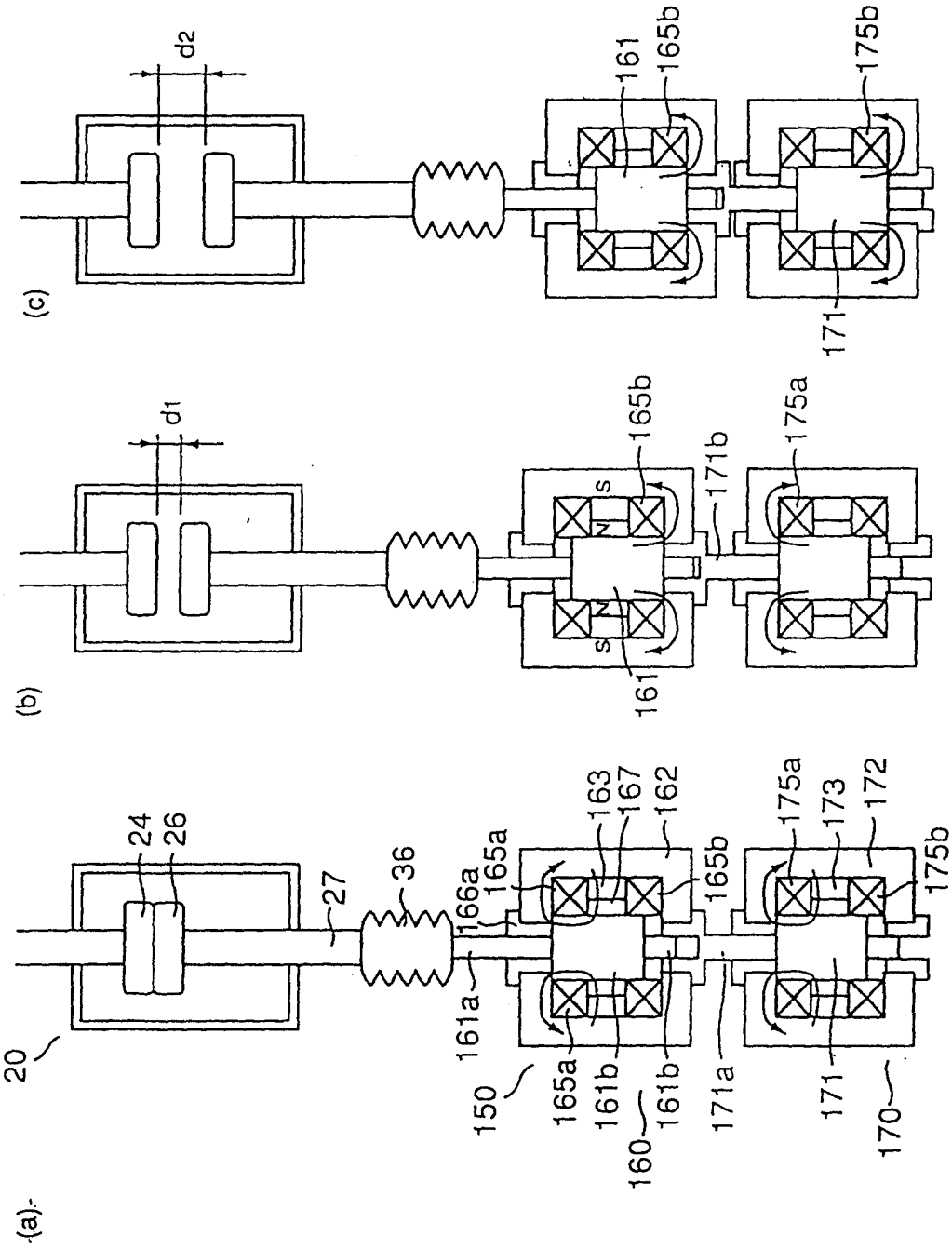


图15A

图15B

图15C

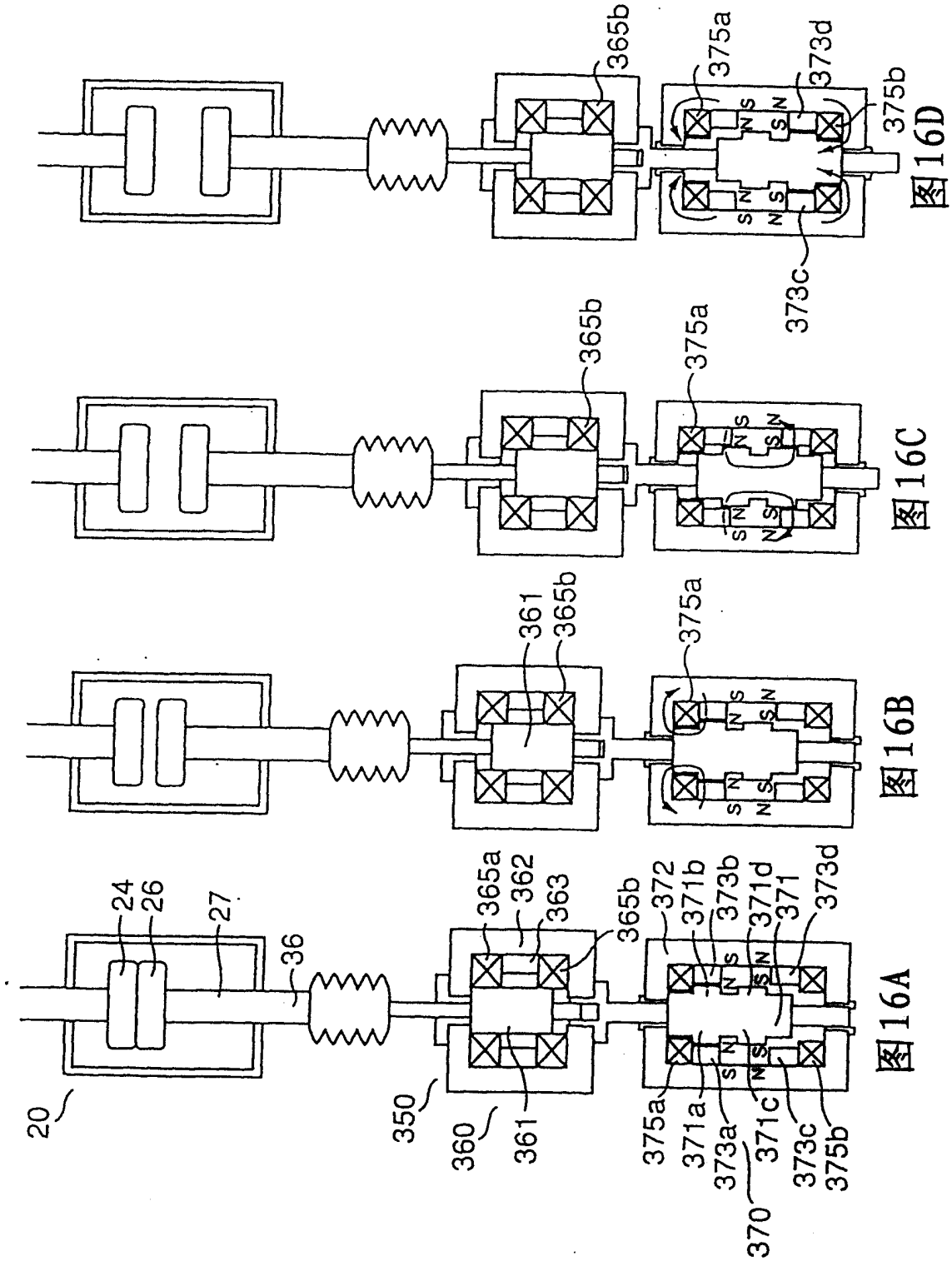


图16D

图16C

图16B

图16A

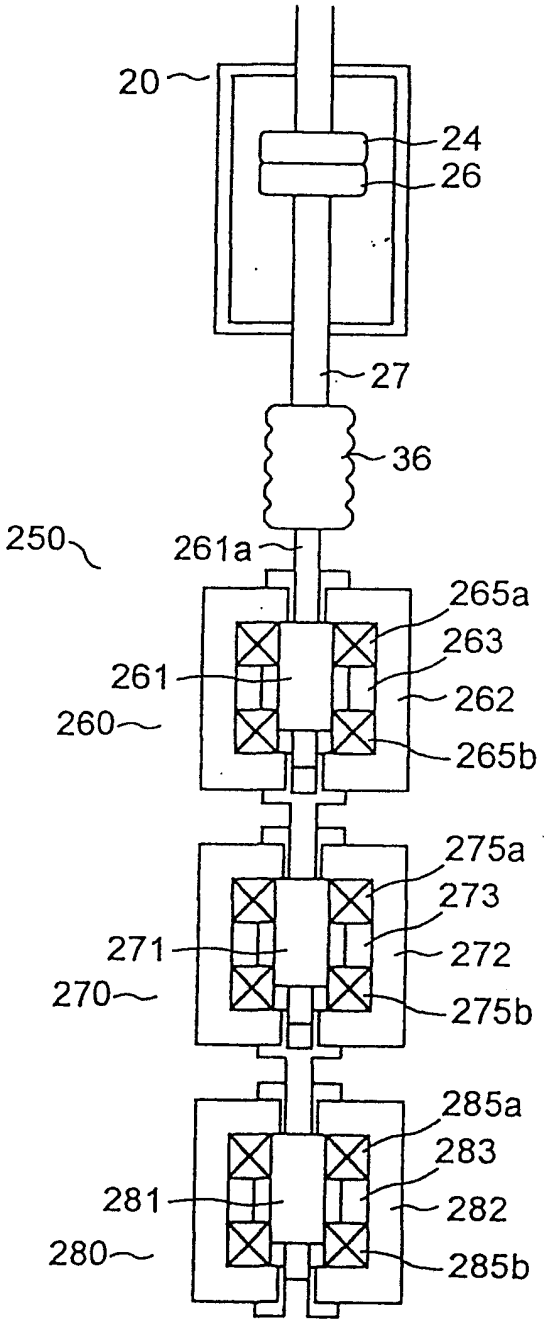

20
24
26
27
36
250
261a
265a
263
261
262
260
265b
275a
273
271
272
270
275b
285a
283
281
282
280
285b

图17