

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02B 7/10 (2006.01)

G02B 15/14 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03155840.2

[45] 授权公告日 2008年1月9日

[11] 授权公告号 CN 100360979C

[22] 申请日 2003.8.26 [21] 申请号 03155840.2

[30] 优先权

[32] 2002.8.27 [33] JP [31] 2002-247338

[73] 专利权人 宾得株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 野村博

[56] 参考文献

US5817647A 1998.10.6

JP10282394A 1998.10.23

US20010019458A1 2001.9.6

审查员 韩黎敏

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

代理人 程伟

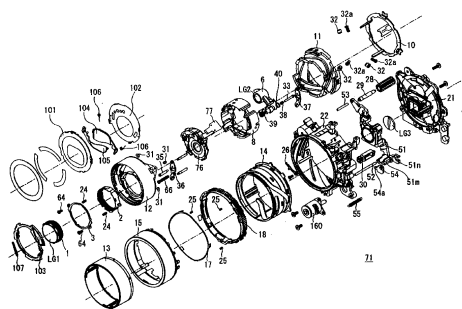
权利要求书3页 说明书128页 附图144页

[54] 发明名称

摄影透镜的凸轮机构

[57] 摘要

本发明涉及一种凸轮机构，包括：凸轮环和线性可动框架，该线性可动框架可通过凸轮环沿光学系统的光轴运动而不转动，线性可动框架支撑光学系统的至少一光学元件，其中多个凸轮槽的所有凸轮槽是部分凸轮槽，每个部分凸轮槽在凸轮环的相对端的至少一处具有至少一个端部开口。多个配套凸轮从动件布置在至少在光轴方向上的不同位置处，并且可分别接合在多个凸轮槽中。当线性可动框架在光轴方向上运动到其运动相对界限的至少一个时，配套凸轮从动件的至少一保持接合在一个对应凸轮槽中，同时其它配套凸轮从动件的至少一从端部开口出来并且与其脱离。



1. 一种凸轮机构，包括：

一个凸轮环（11）；和

一个线性可动框架（8），当转动所述凸轮环时，通过布置在所述凸轮环上的多个凸轮槽与布置在所述线性可动框架上的多个配套凸轮从动件的接合，该线性可动框架可通过凸轮环沿光学系统的光轴运动而不转动，所述线性可动框架支撑所述光学系统的至少一个光学元件，

其中所述多个凸轮槽是布置在至少在光轴方向上的不同位置处并且示踪相同的参考凸轮图（VT）的凸轮槽（11a-1、11a-2）；

其中所述多个凸轮槽的所有凸轮槽是部分凸轮槽，其中该每个部分凸轮槽在所述凸轮环的相对端的至少一处具有至少一个端部开口（R1、R2、R3 和 R4），以便不包括所述参考凸轮图的整个部分；

其中所述多个配套凸轮从动件（8b-1、8b-2）布置在至少在所述光轴方向上的不同位置处，并且可分别接合在所述多个凸轮槽中；及

其中当所述线性可动框架在所述光轴方向上运动到其运动相对界限的至少一个时，所述配套凸轮从动件的至少一个保持接合在一个对应所述凸轮槽中，同时其它所述配套凸轮从动件的至少一个从端部开口出来并且与其脱离；

其中所述多个凸轮槽包括：一个前凸轮槽（11a-1）和一个后凸轮槽（11a-2），前凸轮槽（11a-1）和后凸轮槽（11a-2）的至少一个具有至少一个端部开口，其中前凸轮槽（11a-1）在所述凸轮环一个前端处具有至少一个前端开口（R1），以便不包括所述参考凸轮图的所述整个部分的前部；后凸轮槽（11a-2）在所述凸轮环一个后端处具有至少一个后端开口（R2、R3），以便不包括所述参考凸轮图的所述整个部分的后部；

其中所述多个配套凸轮从动件包括一个前凸轮从动件（8b-1）和一个后凸轮从动件（8b-2），分别接合在所述前凸轮槽和所述后凸轮槽中；

其中当所述线性可动框架在所述光轴方向上运动到其运动前部界限时，所述前凸轮从动件从所述前部开口出来以与所述前凸轮槽脱离；

而所述后凸轮从动件保持接合在所述后凸轮槽中；及

其中当所述线性可动框架在所述光轴方向上运动到其运动后部界限时，所述后凸轮从动件从所述后端开口出来以与所述后凸轮槽脱开，而所述前凸轮从动件保持接合在所述前凸轮槽中。

2. 根据权利要求 1 所述的凸轮机构，其特征在于：

该机构是可在一个收缩位置与一个变焦范围位置之间运动的一变焦透镜系统的部分；并且

在变焦距范围位置内的变焦操作期间，当所述线性可动框架在所述光轴方向上运动到其运动相对界限的至少一处时，所述配套凸轮从动件的至少一个保持接合在对应所述部分凸轮槽中，而其它所述配套凸轮从动件的至少一个从所述端部开口出来并且与其脱开。

3. 根据权利要求 1 所述的凸轮机构，其特征在于，所述前凸轮槽和所述后凸轮槽分别形成为连续槽和间断凸轮槽。

4. 根据权利要求 1 所述的凸轮机构，其中，：

所述多个凸轮槽被分成多个凸轮槽组（G1、G2 和 G3），每个所述凸轮槽组包括位于所述光轴方向上不同位置处的所述多个凸轮槽（11a-1、11a-2），所述多个凸轮槽组位于所述凸轮环的圆周方向上的不同位置处；和

所述多个配套凸轮从动件被分成多个凸轮从动件组，每个所述凸轮从动件组包括设置在所述光轴方向上不同位置处的所述配套凸轮从动件，所述多个凸轮从动件组位于所述线性可动框架的圆周方向上的不同位置处。

5. 根据权利要求 1 所述的凸轮机构，其特征在于，所述光学系统包括多个可动透镜组（LG1 和 LG2），该多个可动透镜组可以在所述光轴方向上运动同时通过所述凸轮环的转动改变它们之间的距离，所述线性可动框架保持所述多个可动透镜组中的至少一个。

6. 根据权利要求1所述的凸轮机构，其特征在于，所述光学系统包括一个摄影透镜系统。

7. 一种凸轮机构，包括：

一个凸轮环（11）；和

一个线性可动框架（8），当转动所述凸轮环时，通过布置在所述凸轮环上的一对凸轮槽与布置在所述线性可动框架上的一对凸轮从动件的接合，该线性可动框架可通过凸轮环沿光学系统的光轴运动而不转动，所述线性可动框架支撑所述光学系统的至少一个光学元件，

其中所述凸轮槽对（11a-1、11a-2）布置在至少在光轴方向上的不同位置处并且分别示踪相同的参考凸轮图（VT）；

其中所述凸轮槽对的一个凸轮槽是一个间断凸轮槽，该间断凸轮槽在所述凸轮环相对端的至少一个处具有至少两个端部开口（R2 和 R3），以便不包括所述参考凸轮图的整个部分；

其中所述凸轮槽对的另一个凸轮槽是一个间断凸轮槽，该间断凸轮槽在所述凸轮环相对端的至少一个处具有至少一个端部开口，以便不包括所述参考凸轮图的整个部分，并且在相应参考凸轮图上的一个凸轮槽的缺少部分包括在另一个凸轮槽内，而在相应参考凸轮图上的另一个凸轮槽的缺少部分包括在一个凸轮槽内；

其中所述配套凸轮从动件对（8b-1、8b-2）布置在至少在所述光轴方向上的不同位置处，并且可分别接合在所述凸轮槽对中；及

其中当所述线性可动框架在所述光轴方向上运动到其运动相对界限的至少一处时，所述配套凸轮从动件对的一个凸轮从动件从所述端部开口出来并且与所述凸轮槽对的一个脱开，同时所述配套凸轮从动件的另一个保持接合在所述凸轮槽对的另一个中。

摄影透镜的凸轮机构

技术领域

本发明涉及一种装在诸如相机的变焦透镜之类的摄影（成像）透镜（透镜筒）中的凸轮机构。更具体地说，本发明涉及一种具有一个凸轮环的凸轮机构，通过该凸轮环的转动来运动一个线性可动件。

背景技术

装在诸如相机之类的光学设备中的透镜筒的小型化一直在不断增大需求。在通过凸轮环的转动前进和收缩的可伸缩透镜筒中，希望减小该凸轮环的长度，同时保证每个可动透镜组在光轴方向上具有足够的运动范围。

发明内容

为了克服现有技术的不足之处，本发明的目的在于提供一种凸轮机构，其具有一个凸轮环，并且用于透镜筒中用来通过凸轮环的转动运动一个线性可动件（线性可动框架），其中该凸轮机构装有一个小凸轮环，但不牺牲提供在透镜筒中的光学系统的每个可动光学元件（例如，透镜组）的运动范围。

为了完成本发明的目的，本发明在于提供一种凸轮机构，其包括：

一个凸轮环（11）；和一个线性可动框架（8），当转动所述凸轮环时，通过布置在所述凸轮环上的多个凸轮槽与布置在所述线性可动框架上的多个配套凸轮从动件的接合，该线性可动框架可通过凸轮环沿光学系统的光轴运动而不转动，所述线性可动框架支撑所述光学系统的至少一个光学元件，其中所述多个凸轮槽是布置在至少在光轴方向上的不同位置处并且基本上示踪相同参考凸轮图（VT）的（11a-1、11a-2）；其中所述多个凸轮槽的所有凸轮槽是部分凸轮槽，其中该每个部分凸轮槽在所述凸轮环的相对端的至少一处具有至少一个端部开口（R1、R2、R3 和 R4），以便不包括所述参考凸轮图的整个部分；其中所述多个配套凸轮从动件（8b-1、8b-2）布置在至少在所述光轴方向上

的不同位置处，并且可分别接合在所述多个凸轮槽中；以及其中当所述线性可动框架在所述光轴方向上运动到其运动相对界限的至少一个时，所述配套凸轮从动件的至少一个保持接合在一个对应所述凸轮槽中，同时其它所述配套凸轮从动件的至少一个从端部开口出来并且与其脱开；其中所述多个凸轮槽包括：一个前凸轮槽（11a-1）和一个后凸轮槽（11a-2），前凸轮槽（11a-1）和后凸轮槽（11a-2）的至少一个具有至少一个端部开口，其中前凸轮槽（11a-1）在所述凸轮环一个前端处具有至少一个前端开口（R1），以便不包括所述参考凸轮图的所述整个部分的前部；后凸轮槽（11a-2）在所述凸轮环一个后端处具有至少一个后端开口（R2、R3），以便不包括所述参考凸轮图的所述整个部分的后部；其中所述多个配套凸轮从动件包括一个前凸轮从动件（8b-1）和一个后凸轮从动件（8b-2），分别接合在所述前凸轮槽和所述后凸轮槽中；其中当所述线性可动框架在所述光轴方向上运动到其运动前部界限时，所述前凸轮从动件从所述前部开口出来以与所述前凸轮槽脱开，而所述后凸轮从动件保持接合在所述后凸轮槽中；以及其中当所述线性可动框架在所述光轴方向上运动到其运动后部界限时，所述后凸轮从动件从所述后端开口出来以与所述后凸轮槽脱开，而所述前凸轮从动件保持接合在所述前凸轮槽中。

根据本发明所述的凸轮机构，该机构是可在一个收缩位置与一个变焦范围位置之间运动的一变焦透镜系统的部分；并且，在变焦范围位置内的变焦操作期间，当所述线性可动环在所述光轴方向上运动到其运动相对界限的至少一处时，所述配套凸轮从动件的至少一个保持接合在对应所述部分凸轮槽中，而其它所述配套凸轮从动件的至少一个从所述端部开口出来并且与其脱开。

本发明凸轮机构中的前凸轮槽和所述后凸轮槽分别形成为连续槽和间断凸轮槽。

另外，根据所述的凸轮机构，其进一步包括：

多个凸轮槽组（G1、G2 和 G3），每个所述凸轮槽组包括位于所述光轴方向上不同位置处的所述多个凸轮槽（11a-1、11a-2），所述多个凸轮槽组位于所述凸轮环的圆周方向上的不同位置处；多个凸轮从动件组，每个所述凸轮从动件组包括设置在所述光轴方向上不同位置处

的所述配套凸轮从动件，所述多个凸轮从动件组位于所述线性可动框架的圆周方向上的不同位置处。

本发明凸轮机构的光学系统包括多个可动透镜组（LG1 和 LG2），该多个可动透镜组可以在所述光轴方向上运动同时通过所述凸轮环的转动改变它们之间的距离，所述线性可动框架保持所述多个可动透镜组中的至少一个。所述光学系统包括一个摄影透镜系统。

另一方面，本发明还涉及一种凸轮机构，其包括：

一个凸轮环（11）；和一个线性可动框架（8），当转动所述凸轮环时，通过布置在所述凸轮环上的一对凸轮槽与布置在所述线性可动框架上的一对凸轮从动件的接合，该线性可动框架可通过凸轮环沿光学系统的光轴运动而不转动，所述线性可动框架支撑所述光学系统的至少一个光学元件，

其中所述凸轮槽对（11a-1、11a-2）布置在至少在光轴方向上的不同位置处并且基本上分别示踪相同的参考凸轮图（VT）；其中所述凸轮槽对的至少一个凸轮槽是一个间断凸轮槽，该间断凸轮槽在所述凸轮环相对端至少一个处具有至少两个端部开口（R2 和 R3），以便不包括所述参考凸轮图的整个部分；其中所述凸轮槽对的另一个凸轮槽是一个间断凸轮槽，该间断凸轮槽在所述凸轮环相对端的至少一个处具有至少一个端部开口，以便不包括所述参考凸轮图的整个部分，并且在相应参考凸轮图上的一个凸轮槽的缺少部分包括在另一个凸轮槽内，而在相应参考凸轮图上的另一个凸轮槽的缺少部分包括在一个凸轮槽内；其中所述配套凸轮从动件对（8b-1、8b-2）布置在至少在所述光轴方向上的不同位置处，并且可分别接合在所述凸轮槽对中；以及其中当所述线性可动框架在所述光轴方向上运动到其运动相对界限的至少一处时，所述配套凸轮从动件对的一个凸轮从动件从所述端部开口出来并且与所述凸轮槽对的一个脱开，同时所述配套凸轮从动件的另一个保持接合在所述凸轮槽的另一个中。

本发明涉及在日本专利申请 No. 2002-247338（提交于 2002 年 8 月 27 日）中包含的主要内容，该专利申请通过其整体参考特意包括在这里。

附图说明

下面将结合附图对本发明做详细的描述，其中：

图 1 是根据本发明的变焦透镜的一个实施例的分解立体图；

图 2 是支撑该变焦透镜第一透镜组的结构的分解立体图；

图 3 是支撑该变焦透镜第二透镜组的结构的分解立体图；

图 4 是用于从固定透镜筒伸出和回缩第三外透镜筒的该变焦透镜的透镜筒伸缩结构的分解立体图；

图 5 是该变焦透镜的透视图、局部分解立体图，表示取景器单元到变焦透镜的安装程序以及从齿轮系到变焦透镜的安装程序；

图 6 是由图 5 中所示元件组成的变焦透镜装置的透视图；

图 7 是图 6 中所示变焦透镜装置的侧视图；

图 8 是从斜后方观察图 6 中所示变焦透镜装置的透视图；

图 9 是安装有图 6 至图 8 所示的变焦透镜装置的数字相机的一个实施例的轴向截面图，其中摄影光轴的上半部和摄影光轴的下半部分别表示变焦透镜处于远摄端(telephoto extremity)和广角端(wide-angle extremity)的状态；

图 10 是变焦透镜处于回缩状态时图 9 所示数字相机的轴向截面图；

图 11 是图 1 中所示固定透镜筒的展开图；

图 12 是图 4 中所示螺环(helicoid ring)的展开图；

图 13 是图 1 中所示螺环的展开图，虚线表示其内圆周表面的结构；

图 14 是图 1 中所示第三外透镜筒的展开图；

图 15 是图 1 中所示第一线性导向环的展开图；

图 16 是图 1 中所示凸轮环的展开图；

图 17 是图 1 中所示凸轮环的展开图，虚线表示其内圆周表面的结构；

图 18 是图 1 中所示第二线性导向环的展开图；

图 19 是图 1 中所示第二透镜组活动框架的展开图；

图 20 是图 1 中所示第二外透镜筒的展开图；

图 21 是图 1 中所示第一外透镜筒的展开图；

图 22 是该变焦透镜元件的概念图，表示这些元件之间与操作有关

的关系；

图 23 是该螺环、第三外透镜筒和固定透镜筒的展开图，表示该变焦透镜处于回缩状态时，上述组件之间的位置关系；

图 24 是该螺环、第三外透镜筒和固定透镜筒的展开图，表示在该变焦透镜的广角端时，上述组件之间的位置关系；

图 25 是该螺环、第三外透镜筒和固定透镜筒的展开图，表示在该变焦透镜的远摄端时，上述组件之间的位置关系；

图 26 是该螺环、第三外透镜筒和固定透镜筒的展开图，表示它们之间的位置关系；

图 27 是该固定透镜筒的展开图，表示在变焦透镜的回缩状态时，螺环的一组转动滑动凸起(rotational sliding projection)相对于固定透镜筒的位置；

图 28 是与图 27 相似的视图，表示在变焦透镜的广角端时，螺环的一组转动滑动凸起相对于固定透镜筒的位置；

图 29 是与图 27 相似的视图，表示在变焦透镜的远摄端时，螺环的一组转动滑动凸起相对于固定透镜筒的位置；

图 30 是与图 27 相似的视图，表示螺环的一组转动滑动凸起相对于固定透镜筒的位置；

图 31 是沿图 27 中 M2-M2 线的截面图；

图 32 是沿图 23 中 M1-M1 线的截面图；

图 33 是图 9 中所示变焦透镜的上半部基础部分的放大截面图；

图 34 是图 9 中所示变焦透镜的下半部基础部分的放大截面图；

图 35 是图 10 中所示变焦透镜的上半部基础部分的放大截面图；

图 36 是图 10 中所示变焦透镜的下半部基础部分的放大截面图；

图 37 是第三外透镜筒和螺环之间连结部分的基础部分的放大截面图；

图 38 是与图 37 相似的视图，表示拆去止挡元件的状态；

图 39 是与图 38 相似的视图，表示在图 38 所示的状态下第三外透镜筒和螺环在光轴方向上彼此脱离的状态；

图 40 是固定透镜筒、止挡元件和一组安装螺钉的基础部分的透视图，表示从固定透镜筒中拆去止挡元件和安装螺钉的状态；

图 41 是相似于图 40 的透视图，表示通过安装螺钉止挡元件被正确安装到固定透镜筒上的状态；

图 42 是与固定透镜筒的相应基础部分有关的螺环基础部分的放大展开图；

图 43 是与图 42 相似的视图，表示螺环上的特定转动滑动凸起与固定透镜筒的圆环槽之间的位置关系；

图 44 是与固定到凸轮环上的一从动滚柱组有关的第三外透镜筒和第一线性导向环的展开图；

图 45 是与图 44 相似的视图，表示在变焦透镜的广角端时，螺环和固定透镜筒之间的位置关系；

图 46 是与图 44 相似的视图，表示在变焦透镜的远摄端时，螺环和固定透镜筒之间的位置关系；

图 47 是与图 44 相似的视图，表示螺环和固定透镜筒之间的位置关系；

图 48 是螺环和第一线性导向环的展开图，表示变焦透镜在回缩状态时，它们之间的位置关系；

图 49 是与图 48 相似的视图，表示在变焦透镜的广角端时，螺环和第一线性导向环的位置关系；

图 50 是与图 48 相似的视图，表示在变焦透镜的远摄端时，螺环和第一线性导向环的位置关系；

图 51 是与图 48 相似的视图，表示螺环和第一线性导向环之间的位置关系；

图 52 是凸轮环、第一外透镜筒、第二外透镜筒和第二线性导向环的展开图，表示变焦透镜处于回缩状态时，它们之间的位置关系；

图 53 是与图 52 相似的视图，表示在变焦透镜的广角端时，凸轮环、第一外透镜筒、第二外透镜筒和第二线性导向环之间的位置关系；

图 54 是与图 52 相似的视图，表示凸轮环、第一外透镜筒、第二外透镜筒和第二线性导向环在变焦透镜的远摄端下它们之间的位置关系；

图 55 是与图 52 相似的视图，表示凸轮环、第一外透镜筒、第二外透镜筒和第二线性导向环之间的位置关系；

图 56 是该变焦透镜基础部分的分解立体图，表示从第一线性导向环中拆去第三外透镜筒的状态；

图 57 是该变焦透镜基础部分的分解立体图，表示从图 56 所示的变焦透镜块中拆去第二外透镜筒和从动偏置环簧(follower-biasing ring spring)的状态；

图 58 是变焦透镜元件的分解立体图，表示从图 57 所示的变焦透镜块中拆去第一外透镜筒的状态；

图 59 是变焦透镜元件的分解立体图，表示从图 58 所示的变焦透镜块中拆去第二线性导向环，同时从包含在该变焦透镜块中的凸轮环中拆去从动滚柱组的状态；

图 60 是与固定到凸轮环的从动滚柱组有关的螺环、第三外透镜筒、第一线性导向环和从动偏置环簧的展开图；表示变焦透镜处于回缩状态时，它们之间的位置关系；

图 61 是与图 60 相似的视图，表示在变焦透镜的广角端时，螺环、第三外透镜筒、第一线性导向环之间的位置关系；

图 62 是与图 60 相似的视图，表示在变焦透镜的远摄端时，螺环、第三外透镜筒、第一线性导向环之间的位置关系；

图 63 是与图 60 相似的视图，表示螺环、第三外透镜筒、第一线性导向环之间的位置关系；

图 64 是与固定到凸轮环的该组从动滚柱有关的第三外透镜筒和螺环的基础部分从第三外透镜筒和螺环的内部径向观察的放大展开图；

图 65 是与图 64 相似的视图，表示螺环在透镜筒伸出方向上转动的状态；

图 66 是图 64 中所示的第三外透镜筒和螺环部分的放大展开图；

图 67 是一比较例中前环和后环部分放大展开图；该比较例是与图 64 至 66 中所示的第三外透镜筒和螺环相比较；

图 68 是与图 67 相似的视图，表示后环相对于前环从图 67 所示的状态下轻微转动的状态；

图 69 是图 60（图 44）中所示图面的局部放大图；

图 70 是图 61（图 45）中所示图面的局部放大图；

图 71 是图 62（图 46）中所示图面的局部放大图；

图 72 是图 63（图 47） 中所示图面的局部放大图；

图 73 是图 5 和图 10 中所示变焦透镜的线性导向结构元件的上半部的轴向截面图，表示该变焦透镜在广角端时的线性导向结构；

图 74 是与图 73 相似的视图，表示该变焦透镜在广角端时的线性导向结构；

图 75 是与图 74 相似的视图，表示该变焦透镜处于回缩状态时的线性导向结构；

图 76 是图 5 至 10 中所示变焦透镜的部件透视图，其中包括第一外透镜筒、外透镜筒、第二线性导向环、凸轮环和其它元件，表示分别径向位于凸轮环内侧和外侧的第一外透镜筒和第二线性导向环之间的位置关系；

图 77 是图 5 至 10 中所示变焦透镜的部件透视图，其中包括图 77 中所示的所有元件和第一线性导向环，表示第一外透镜筒向其组装/拆卸位置伸出的状态；

图 78 是图 77 所示的部件从其斜后方看去的透视图；

图 79 是凸轮环、第二透镜组活动框以及第二线性导向环的展开图，表示在变焦透镜的回缩状态下，它们之间的位置关系；

图 80 是与图 79 相似的视图，表示在变焦透镜的广角端时，凸轮环、第二透镜组活动框和第二线性导向环之间的位置关系；

图 81 是与图 79 相似的视图，表示在变焦透镜的远摄端时，凸轮环、第二透镜组活动框和第二线性导向环之间的位置关系；

图 82 是与图 79 相似的视图，表示凸轮环、第二透镜组活动框和第二线性导向环之间的位置关系；

图 83 是该凸轮环的展开图，表示第二透镜组活动框的一组前凸轮从动件穿过该凸轮环的一组前内凸轮槽和一组后内凸轮槽之间交点的状态；

图 84 是从斜前方观察，图 5 至 10 中所示的变焦透镜部分的透视图，其中该部分包括第二透镜组活动框、第二线性导向环、快门单元和其它元件；

图 85 是从斜后方观察，图 84 中变焦透镜部分的透视图；

图 86 是与图 84 相似的视图，表示当第二透镜组框动口位于其相

对于第二线性导向环轴向运动的前界限处时与第二线性导向环之间的位置关系；

图 87 是从斜后方观察，图 86 中所示的变焦透镜部分的透视图；

图 88 是第二线性导向环的正视图；

图 89 是第二透镜组活动框、第二线性导向环和其它元件处于组装状态的后视图；

图 90 是与第一外透镜筒的一组凸轮从动件有关的凸轮环和第一外透镜筒的展开图，表示在该变焦透镜处于回缩状态时，第一外透镜筒和凸轮环之间的位置关系；

图 91 是与图 90 相似的视图，表示第一外透镜筒的每个凸轮从动件通过凸轮环在透镜筒前伸方向的转动，定位于该凸轮环的一组外凸轮槽的有关外凸轮槽倾斜引导部分的插入端处的状态；

图 92 是与图 90 相似的视图，表示在该变焦透镜的广角端时，第一外透镜筒和凸轮环之间的位置关系；

图 93 是与图 90 相似的视图，表示在该变焦透镜的远摄端时，第一外透镜筒和凸轮环之间的位置关系；

图 94 是与图 90 相似的视图，表示第一外透镜筒和凸轮环之间的位置关系；

图 95 是图 90 所示图面的局部放大图；

图 96 是图 91 所示图面的局部放大图；

图 97 是与图 95 和 96 相似的视图，表示第一外透镜筒的每个凸轮从动件位于凸轮环的有关外凸轮槽的倾斜导引部分的状态；

图 98 是图 92 所示图面的局部放大图；

图 99 是图 93 所示图面的局部放大图；

图 100 是图 94 所示图面的局部放大图；

图 101 是与图 95 相似的视图，表示该凸轮环外凸轮槽组的结构的另一实施例，表示该变焦透镜处于回缩状态时，第一外透镜筒和凸轮环之间的位置关系；

图 102 是该变焦透镜用于支撑装有第二透镜组的第二透镜框的结构分解立体图，该结构同时用于将第二透镜框回缩到径向回缩位置并调节第二透镜框的位置；

图 103 是图 102 中所示的第二透镜框处于组装态的结构以及电荷耦合器件(CCD)支架的位置控制凸轮杆的斜前方透视图；

图 104 是图 103 中所示的第二透镜组和位置控制凸轮杆的结构斜后方透视图；

图 105 是相似于图 104 的视图，表示位置控制凸轮杆在进入一个凸轮杆可插孔过程中的状态，该凸轮杆可插孔位于安装在第二透镜组活动框的一个后第二透镜框支撑板上；

图 106 是第二透镜组活动框的正视图；

图 107 是第二透镜组活动框的透视图；

图 108 是第二透镜组活动框以及安装在其上的快门单元的斜前方透视图；

图 109 是图 108 中所示的第二透镜组活动框和快门单元的斜后方透视图；

图 110 是图 108 中所示的第二透镜组活动框和快门单元的正视图；

图 111 是图 108 中所示的第二透镜组活动框和快门单元的后视图；

图 112 是相似于图 111 的视图，表示第二透镜框回缩到径向回缩位置的状态；

图 113 是沿图 110 中直线 M3-M3 的剖面图；

图 114 是图 105 和图 108 至 112 中所示的第二透镜框的结构正视图，表示第二透镜框保持在图 110 所示拍摄位置时的状态；

图 115 是图 114 中所示第二透镜框的结构的部分正视图；

图 116 是相似于图 115 的视图，但表示不同的状态；

图 117 是图 105 和图 108 至 116 中所示的第二透镜框结构的部分正视图；

图 118 是图 105 和图 108 至 116 中所示的第二透镜框结构的部分正视图，表示当第二透镜框保持在如图 109 和 111 所示拍摄位置时，第二透镜框和 CCD 支架的位置控制凸轮杆之间的位置关系；

图 119 是相似于图 118 的视图，表示第二透镜框和 CCD 支架的位置控制凸轮杆之间的位置关系；

图 120 是相似于图 118 的视图，表示当第二透镜框保持在如图 112 所示的径向回缩位置时，第二透镜框和 CCD 支架的位置控制凸轮

杆之间的位置关系；

图 121 是从 CCD 支架的斜前下方观察的图 1 和图 4 中所示的自动调焦(AF)透镜框和 CCD 支架的透视图，表示 AF 透镜框完全回缩到与 CCD 支架接触的状态；

图 122 是 CCD 支架、AF 透镜框和第二透镜组活动框的正视图；

图 123 是 CCD 支架、AF 透镜框、第二透镜组活动框、第二透镜框和其它元件的透视图；

图 124 是与图 123 相似的视图，表示第二透镜框完全向后移动并完全转动到径向回缩位置的状态；

图 125 是图 9 中所示的变焦透镜上半部基础部分的轴向截面图，表示用于该变焦透镜中曝光控制的挠性印刷电路板(PWB)的布线结构；

图 126 是第二透镜、挠性 PWB 和其它元件的透视图，表示由第二透镜框支撑挠性 PWB 的方式；

图 127 是第二透镜框和 AF 透镜框的透视图，表示第二透镜框回缩到紧靠 AF 透镜框的状态；

图 128 是第二透镜框和 Af 透镜框的侧视图，表示第二透镜框与 AF 透镜框刚刚接触前的状态；

图 129 是与图 128 相似的视图，表示第二透镜框与 AF 透镜框接触时的状态；

图 130 是第二透镜框和 AF 透镜框的正视图，表示它们之间的位置关系；

图 131 是包围第二透镜组活动框的第一外透镜筒和由第一外透镜筒固定的第一透镜组的第一透镜框的透视图；

图 132 是第一外透镜筒和第一透镜框的正视图；

图 133 是第一透镜框、第二透镜组活动框、AF 透镜框和快门单元的斜前方透视图，表示在该变焦透镜处于待拍摄状态时，它们之间的位置关系；

图 134 是图 133 中所示的第一透镜框、第二透镜组活动框、AF 透镜框和快门单元的斜后方透视图；

图 135 是与图 133 相似的视图，表示第一透镜框、第二透镜组活动框、AF 透镜框和快门单元之间的位置关系，表示该变焦透镜处于回

缩状态时，它们之间的位置关系；

图 136 是图 135 中所示的第一透镜框、第二透镜组活动框、AF 透镜框和快门单元的斜后方透视图；

图 137 是图 135 中所示的第一透镜框、第二透镜组活动框、AF 透镜框和快门单元的后视图；

图 138 是第一透镜框、第一外透镜筒、第二透镜组活动框、AF 透镜框和快门单元在该变焦透镜处于回缩状态时的透视图，表示该变焦透镜处于回缩状态时，它们之间的位置关系；

图 139 是图 138 中所示的第一透镜框、第一外透镜筒、第二透镜组活动框、AF 透镜框和快门单元的正视图；

图 140 是该变焦透镜的快门单元的分解立体图；

图 141 是图 9 中所示变焦透镜上半部中的第一透镜组附近的变焦透镜部分的纵向截面图，其中该变焦透镜处于待拍摄状态；

图 142 是与图 141 相似的视图，表示图 10 中所示的变焦透镜上半部的相同部分，其中，该变焦透镜处于回缩状态；

图 143 是图 5 至图 8 中所示取景器单元的分解立体图；

图 144 是与图 23 相似的视图，是与变焦齿轮及取景器驱动齿轮有关的螺环和第三外透镜筒的展开图，表示该变焦透镜处于回缩状态时，它们之间的位置关系；

图 145 是与图 24 相似的视图，是与变焦齿轮及取景器驱动齿轮有关的螺环和固定透镜筒的展开图，表示在该变焦透镜的广角端时，它们之间的位置关系；

图 146 是该变焦透镜的功率传输系统的透视图，其用于将变焦电机的转动通过螺环传递给组装在取景器单元中的取景器光学系统的可活动透镜；

图 147 是图 148 中所示功率传输系统的正视图；

图 148 是图 148 中所示功率传输系统的侧视图；

图 149 是螺旋环和取景器驱动齿轮的放大展开图，表示螺旋环在透镜筒伸出方向上从图 144 所示的回缩位置转动到图 145 所示的广角端的过程中，螺旋环和取景器驱动齿轮之间的位置关系；

图 150 是与图 149 相似的视图，表示在图 149 中所示状态之后的

状态；

图 151 是与图 149 相似的视图，表示在图 150 中所示状态之后的状态；

图 152 是与图 149 相似的视图，表示在图 151 中所示状态之后的状态；

图 153 是图 150 中所示的螺环和取景器驱动齿轮的正视图；

图 154 是图 151 中所示的螺环和取景器驱动齿轮的正视图；

图 155 是图 152 中所示的螺环和取景器驱动齿轮的正视图；

图 156 是取景器单元的组合有凸轮的齿轮展开图；

图 157 是与图 156 相似的视图，是组合有怠速部分带凸轮的齿轮与图 156 中所示的带凸轮的齿轮相比较的实施例。

具体实施方式

在一些附图中，为了描述得更清楚，用不同宽度和/或不同类型的线条表示不同元件的轮廓。另外在一些剖面图中，为了描述得更清楚，尽管一些元件被设置在不同的周边位置上，但其示于同一个公共平面上。

在图 22 中，一个变焦透镜（变焦透镜筒）71 的本实施例的一些元件的标号附加有后缀符号“(S)”、“(L)”、“(R)”和“(RL)”（见图 5 至图 10），其分别表示：元件是固定的；元件单独沿透镜筒轴 Z0（见图 9 和 10）线性移动，但不绕透镜筒轴 Z0 转动；元件绕透镜筒轴 Z0 转动，但不沿透镜筒轴 Z0 移动；以及元件单独沿透镜筒轴 Z0 移动，同时绕透镜筒轴 Z0 转动。另外在图 22 中，变焦透镜 71 的一些元件标号的后缀符号“(R, RL)”表示变焦操作期间元件绕透镜筒轴 Z0 转动但不沿透镜筒轴 Z0 移动，还表示电源开或关时变焦透镜 71 从相机体 72 伸出或回缩期间，元件沿透镜筒轴 Z0 移动，同时绕透镜筒轴 Z0 转动，而变焦透镜 71 的一些元件标号的后缀符号“(S, L)”表示：变焦透镜 71 处于可以进行变焦操作的变焦范围内时该元件是固定的，以及电源开或关时，变焦透镜 71 从相机体 72 伸出或回缩期间该元件沿透镜筒轴 Z0 线性移动但不绕透镜筒轴 Z0 转动。

如图 9 和 10 所示，组合到数字相机 70 中的变焦透镜 71 的该实施

例配置有一个摄影光学系统，该系统由一个第一透镜组 LG1，一个快门 S，一个可调光圈 A，一个第二透镜组 LG2，一个第三透镜组 LG3，一个低通滤波器（滤光片）LG4 和一个 CCD 图像传感器（固态像传感装置）60 组成。图 9 和 10 中所示的“Z1”表示摄影光学系统的光轴。摄影光轴 Z1 与形成变焦透镜 71 外观的外透镜筒的公共转轴（透镜筒轴 Z0）平行。并且，摄影光轴 Z1 位于透镜筒轴 Z0 之下。第一透镜组 LG1 和第二透镜组 LG2 沿摄影光轴 Z1 被以预定的方式驱动，从而执行变焦操作，而第三透镜组 LG3 被沿摄影光轴 Z1 驱动，从而执行调焦操作。在下文中，“光轴方向”一词意指平行于摄影光轴 Z1 的方向，除非另有不同的注解。

如图 9 和 10 所示，相机 70 设置在相机体 72 中，其带有一个固定到相机体 72 上的固定透镜筒 22，和一个固定到固定透镜筒 22 后部的 CCD 支架 21。CCD 图像传感器 60 被安装到 CCD 支架 21 上，通过一个 CCD 基板 62 固定。低通滤波器 LG4 被 CCD 支架 21 通过滤波器支架部分 21b 和环形密封件 61 固定到 CCD 60 前方的位置。滤波器支架部分 21b 是与 CCD 支架 21 成为一体的一个部分。相机 70 设置在 CCD 支架 21 后面，带有一个表示动态图像的液晶显示器(LCD)板 20，使得用户可以在拍摄之前看到要拍摄的图像如何，捕获到的图像使得用户可以看到他或她已经摄得的影像图以及各种拍摄信息。

变焦透镜 71 设置在固定透镜筒 22 中，带有一个 AF 透镜框（支撑并固定第三透镜组 LG3 的第三透镜框）51，该 AF 透镜框在光轴方向上被线性导引，不绕摄影光轴转动。具体地说，变焦透镜 71 配置有一对 AF 导轴 52 和 53，它们平行于摄影光轴 Z1 延伸，在光轴方向导引 AF 透镜框 51，不使 AF 透镜框 51 绕摄影光轴 Z1 转动。该对 AF 导轴 52 和 53 的每个导轴的前后端分别固定到固定透镜筒 22 和 CCD 支架 21 上。AF 透镜框 51 设置在与一对导孔 51a 和 51b 径向相反的一侧，该对 AF 导轴 52 和 53 分别适配在该对导孔中，使得 AF 透镜框 51 可以在该对 AF 导轴 52 和 53 上滑动。在此具体实施例中，AF 导轴 53 和导孔 51b 之间的缝隙量大于 AF 导轴 52 和导孔 51a 之间的缝隙量。即，AF 导轴 52 作为实现较高位置精度的一个主导轴，而 AF 导轴 53 作为辅助导轴。相机 70 配置有一个 AF 电机 160（见图 1），该电机具

有一个带有螺纹以作为进给螺纹轴的转动驱动轴，此转动驱动轴旋入形成在 AF 螺母 54（见图 1）上的螺丝孔。该 AF 螺母 54 具有一个防止转动凸起 54a。该 AF 透镜框 51 具有一个沿平行于光轴 Z1 延伸的导槽 51m（见图 127），该防止转动凸起 54a 可滑动安装于该导槽 51m 中。此外，该 AF 透镜框 51 具有一个位于该 AF 螺母 54 后面的止挡凸起 51n（见图 127）。该 AF 透镜框 51 由作为偏置元件的拉伸盘簧 55 沿光轴方向向前偏移，并由该止挡凸起 51n 和该 AF 螺母 54 的接合确定该 AF 透镜框 51 运动的前界限。当向该 AF 螺母 54 施加一个向后力时，该 AF 透镜框 51 克服拉伸盘簧 55 的偏置力而向后移动。由于这种结构，向前和向后转动 AF 电机 160 的转动驱动轴使得 AF 透镜框 51 在光轴方向上向前和向后移动。另外，当一个向后力直接施加给该 AF 螺母 54 时，该 AF 透镜框 51 克服拉伸盘簧 55 的偏置力而向后移动。

如图 5 和 6 所示，相机 70 设置在固定透镜筒 22 之上，带有安装在固定透镜筒 22 上的变焦电机 150 和减速齿轮箱 74。减速齿轮箱 74 包含一个用于将变焦电机 150 的转动传递到变焦齿轮 28 的减速齿轮系（见图 4）。变焦齿轮 28 可转动地装配到平行于摄影光轴 Z1 延伸的变焦齿轮轴 29 上。变焦齿轮轴 29 的前后端分别固定到固定透镜筒 22 和 CCD 支架 21 上。变焦电机 150 和 AF 电机 160 的转动由控制电路 140（见图 22）经挠性 PWB75 控制，该挠性 PWB 部分位于固定透镜筒 22 的外围表面上。控制电路 140 综合控制相机 70 的整个操作。

如图 4 所示，固定透镜筒 22 在其内表面上设置有一个阴螺旋面 22a、一组三个线性导槽 22b、一组三个倾斜槽 22c 和一组三个转动滑动槽 22d。阴螺旋面 22a 的螺纹在相对于固定透镜筒 22 的光轴方向和圆周方向倾斜的方向延伸。三个一组的线性导槽 22b 平行于摄影光轴 Z 延伸。三个一组的倾斜槽 22c 平行于阴螺旋面 22a 延伸。三个一组的转动滑动槽 22d 形成在固定透镜筒 22 内周表面的前端附近，沿固定透镜筒 22 的圆周延伸，分别连通一组三个倾斜槽 22c 的前端。阴螺旋面 22a 不形成在固定透镜筒 22 的内周表面的特定前区（非螺旋区 22z），该特定前区位于一组三个线性导槽 22b 的紧后面（见图 11、23 至 26）。

变焦透镜 71 设置在固定透镜筒 22 上带有一个螺环 18。螺环 18 在其外圆周面上设置有一个阳螺旋面 18a 和一组三个转动滑动凸起

18b。阳螺旋面 18a 与阴螺旋面 22a 衔接，一组三个转动滑动凸起 18b 分别与一组三个倾斜槽 22c 或一组三个转动滑动槽 22d 配合（见图 4 和 12）。螺环 18 在阳螺旋面 18a 上设置有一个与变焦齿轮 28 啮合的环形齿轮 18c。因此，当变焦齿轮 28 的转动传递给环形齿轮 18c 时，螺环 18 在光轴方向上向前或向后移动，同时绕透镜筒轴 Z0 在预定范围内转动，在该预定范围内阳螺旋面 18a 保持与阴螺旋面 22a 啮合。螺环 18 相对固定透镜筒 22 的向前移动超过预定点使得阳螺旋面 18a 与阴螺旋面 22a 脱开，从而通过一组三个转动滑动凸起 18b 与一组三个转动滑动槽 22d 接合，螺环 18 绕透镜筒轴 Z0 转动但不在光轴方向相对于固定透镜筒 22 移动。

一组三个倾斜槽 22c 形成在固定透镜筒 22 上以防止一组三个转动滑动凸起 18b 和固定透镜筒 22 在阴螺旋面 22a 和阳螺旋面 18a 相互接合时互相干扰。为此，在固定透镜筒 22 的内周表面上形成每个倾斜槽 22c，这些倾斜槽从阴螺旋面 22a 的底部径向向外定位（见图 31 中的上部），如图 31 所示。阴螺旋面 22a 的两个相邻螺纹之间的圆周间隔大于阴螺旋面 22a 的另外两个相邻螺纹之间的圆周间隔，其中前两个相邻螺纹之间定位三个倾斜槽 22c 中的一个，后两个相邻螺纹之间一个也不设置倾斜槽 22c。阳螺旋面 18a 包括三个宽螺纹 18a-W 和十二个窄螺纹。三个宽螺纹 18a-W 分别位于光轴方向上三个转动滑动凸起 18b 之后（见图 12）。三个宽螺纹 18a-W 的每个圆周宽度大于十二个窄螺纹的圆周宽度，使得三个宽螺纹 18a-W 的每一个可以处于阴螺旋面 22a 的两个相邻螺纹相连的位置，其中在该相邻的两个螺纹之间有三个倾斜槽 22c 中的一个（见图 11 和 12）。

固定透镜筒 22 配置有一个径向穿过固定透镜筒 22 的止挡件插孔 22e。具有止挡凸起 26b 的止挡件 26 通过一个安装螺钉 67 固定到固定透镜筒 22 上，使得止挡凸起 26b 可以插入到止挡件插孔 22e 或从止挡件插孔 22e 中移除（见图 40 和 41）。

从图 9 和 10 可以理解，相机 70 的变焦透镜 71 是一种可伸缩型，其有三个外望远镜筒：第一外望远镜筒 12、第二外望远镜筒 13 和第三外望远镜筒 15，它们同心地绕透镜筒轴 Z0 分布。螺环 18 在其内圆周面上三个不同的圆周位置设置有三个转动传递槽 18d（见图 4 和 13），该凹槽

的前端在螺环 18 的前端敞开，而在第三外透镜筒 15 上对应的三个不同圆周位置处，第三外透镜筒 15 设置有三对转动传递凸起 15a（见图 4 和 14），这些凸起从第三外透镜筒 15 的后端向后伸出插入到三个转动传递槽 18d 中。三对转动传递凸起 15a 和三个转动传递槽 18d 在透镜筒轴 Z0 方向上彼此相对移动，但不绕透镜筒轴 Z0 彼此相对转动。即，螺环 18 和第三外透镜筒 15 作为一个整体转动。严格地讲，三对转动传递凸起 15a 和三个转动传递槽 18d 分别可以绕透镜筒轴 Z0 彼此相对轻微转动，转动量为三对转动传递凸起 15a 和三个转动传递槽 18d 之间的缝隙量。下面详细描述这种结构。

在螺环 18 的三个不同圆周位置处三个转动滑动凸起 18b 的正面上设置一组三个接合凹槽 18e，它们形成在螺环 18 的内圆周面上，在螺环 18 的前端敞开。在第三外透镜筒 15 上的对应三个不同圆周位置处，第三外透镜筒 15 配置有一组三个接合凸起 15b，这些凸起从第三外透镜筒 15 的后端向后伸出，并且还径向向外凸出，分别从前面与一组三个接合凹槽 18e 接合。分别从前面与一组三个接合凹槽 18e 接合的一组三个接合凸起 15b 也在该组三个旋回滑动凸起 18b 与一组三个转动滑动槽 22d 接合时与该组三个接合凹槽接合（见图 33）。

变焦透镜 71 在第三外透镜筒 15 和螺环 18 之间设置有三个压缩盘簧 25，它们在光轴方向上以彼此相反的方向偏置第三外透镜筒 15 和螺环 18。三个压缩盘簧 25 的后端分别插入到形成在螺环 18 前端的三个弹簧支撑孔（非通孔）18f 中，而三个压缩盘簧 25 的前端分别与形成在第三外透镜筒 15 后端的三个接合凹槽 15c 压接。因此，第三外透镜筒 15 的一组三个接合凸起 15b 分别通过三个压缩盘簧 25 的弹力压到转动滑动槽 22d 的前导向表面 22d-A（见图 28 至 30）上。与此同时，螺环 18 的一组三个转动滑动凸起 18b 分别通过三个压缩盘簧 25 的弹力被压到转动滑动槽 22d 的后导引面 22d-B（见图 28 至 30）上。

第三外透镜筒 15 在其内圆周面上设置有多个形成在其不同圆周位置处的相对转动导引凸起 15d，一个绕透镜筒轴 Z0 在圆周方向延伸的环向槽 15e 和一组三个平行于透镜筒轴 Z0 延伸的转动传递槽 15f（见图 4 和 14）。多个相对转动导引凸起 15d 在第三外透镜筒的圆周方向伸长，处于一个与透镜筒轴 Z0 正交的平面中。从图 14 可以看出，每个

转动传递槽 15f 与环向槽 15e 成直角交叉。形成三个转动传递槽 15f 的环向位置分别与三对转动传递凸起 15a 的环向位置对应。每个转动传递槽 15f 的后端在第三外透镜筒 15 的后端敞开。螺环 18 在其内周表面上设置有一个在圆周方向绕透镜筒轴 Z0 延伸的环向槽 18g (见图 4 和 13)。变焦透镜 71 在第三外透镜筒 15 和螺环 18 内设置有一个第一线性导向环 14。第一线性导向环 14 在其外圆周表面上以在光轴方向上从第一线性导向环 14 的后面到前面的顺序依次设置有一组三个线性导向凸起 14a、第一组相对转动导向凸起 14b、第二组相对转动导向凸起 14c 和一个环向槽 14d (见图 4 和 15)。该组三个线性导向凸起 14a 径向向外凸向第一线性导向环 14 的后端附近。第一组相对转动导向凸起 14b 在第一线性导向环 14 上不同的环向位置处径向向外凸出, 并且每个在第一线性导向环 14 的环向方向上伸长, 处于与透镜筒轴 Z0 正交的平面中。同样, 第二组相对转动导向凸起 14c 在第一线性导向环 14 上不同的环向位置处凸出, 并且每个在第一线性导向环 14 的环向方向上伸长, 处于与透镜筒轴 Z0 正交的平面中。环向槽 14d 是一个中心处于透镜筒轴 Z0 上的环形槽。第一线性导向环 14 分别通过一组三个线性导向凸起 14a 与一组三个的线性导槽 22b 的接合在光轴方向上相对于固定透镜筒 22 被导引。第三外透镜筒 15 通过第二组相对转动导向凸起 14c 与环向槽 15e 之间以及该组相对转动导向凸起 15d 与环向槽 14d 之间的接合而耦接到第一线性导向环 14 上, 可以绕透镜筒轴 Z0 相对于第一线性导向环 14 转动。第二组相对转动导向凸起 14c 和环向槽 15e 彼此接合, 可以在光轴方向上彼此相对地轻微滑动。同样, 该组相对转动导向凸起 15d 和环向槽 14d 也可以在光轴方向上彼此相对地轻微滑动。螺环 18 连接到第一线性导向环 14 上, 通过第一组相对转动导向凸起 14b 与环向槽 18g 的接合而可相对于第一线性导向环 14 绕透镜筒轴 Z0 转动。第一组相对转动导向凸起 14b 与环向槽 18g 接合, 从而可以在光轴方向上彼此相对地轻微滑动。

第一线性导向环 14 配置有一组三个径向穿过第一线性导向环 14 的通槽 14e。如图 15 所示, 每个通槽 14e 包括前环向槽部分 14e-1、后环向槽部分 14e-2 和一个连结前环向槽部分 14e-1 和后环向槽部分 14e-2 的倾斜前端槽部分 14e-3。前环向槽部分 14e-1 和后环向槽部分

14e-2 彼此平行地在第一线性导向环 14 的环向延伸。变焦透镜 71 配置有一个凸轮环 11a, 其前部位于第一外透镜筒 12 的内部。固定到凸轮环 11 外圆周面的不同环向位置的一组三个从动滚柱 32 分别与一组三个通槽 14e 接合 (见图 3)。每个从动滚柱 32 通过安装螺钉 32a 固定到凸轮环 11。该组三个从动滚柱 32 还分别通过该组三个通槽 14e 接合到该组三个转动传递槽 15f 中。变焦透镜 71 在第一线性导向环 14 和第三外透镜筒 15 之间设置有一个从动偏置环簧 17。一组三个从动压制凸起 17a 从从动偏置环簧 17 向后凸出, 分别与三个转动传递槽 15f 的前部接合 (见图 14)。该组三个从动压制凸起 17a 向后挤压一组三个从动滚柱 32, 当一组三个从动滚柱 32 接合到一组三个通槽 14e 的前环向槽部分 14e-1 中时, 消除一组三个从动滚柱 32 和一组三个通槽 14e 之间的间隙。

下面将参考数字相机 70 的上述结构讨论变焦透镜 71 的活动元件从固定透镜筒 22 前伸到凸轮环 71 的操作。通过变焦电机 150 在透镜筒前伸方向转动变焦齿轮 28, 使得螺环 18 由于阴螺旋面 22a 与阳螺旋面 18a 的接合, 在绕透镜筒轴 Z0 转动的同时向前移动。螺环 18 的转动导致第三外透镜筒 15 与螺环 18 一起向前移动, 同时绕透镜筒轴 Z0 与螺环 18 一起转动, 并还导致第一线性导向环 14 与螺环 18 和第三外透镜筒 5 一起向前移动, 因为螺环 18 和第三外透镜筒 15 每个都耦接到第一线性导向环 14, 使得由于第一组相对转动导向凸起 14b 与环向槽 18g 的接合、第二组相对转动导向凸起 14c 与环向槽 15e 的接合以及该组相对转动导向凸起 15d 与环向槽 14d 的接合, 第三外透镜筒 15 和第一线性导向环 14 之间以及螺环 18 和第一线性导向环 14 之间分别有相对转动, 并可沿公共转轴 (即, 透镜筒轴 Z0) 的方向一起移动。第三外透镜筒 15 的转动经一组三个转动传递槽 15f 和一组三个从动滚柱 32 传递到凸轮环 11, 它们分别与一组三个转动传递槽 15f 接合。因为一组三个从动滚柱 32 也分别与三个一组的通槽 14e 相接合, 所以凸轮环 11 按照一组三个通槽 14e 的前端槽部分 14e-3 的轮廓, 相对于第一线性导向环 14 绕透镜筒轴 Z0 转动的同时向前移动。如上所述, 因为第一线性导向环 14 本身与第三透镜筒 15 和螺环 18 一起向前移动, 所以凸轮环 11 通过一组三个从动滚柱 32 分别与一组三个通槽 14e 的

前端槽部分 14e-3 的接合, 在光轴方向向前移动一定的量, 其移动量对应于第一线性导向环 14 的向前移动量和凸轮环 11 的向前移动量的和。

只有当阳螺旋面 18a 和阴螺旋面 22a 彼此接合时, 一组三个转动滑动凸起 18b 分别在 一组三个倾斜槽 22c 中移动, 此时, 凸轮环 11、第三外透镜筒 15 和螺环 18 执行上述的转动前伸操作。当螺环 18 向前移动预定的移动量时, 阳螺旋面 18a 和阴螺旋面 22a 彼此脱开, 使得一组单个转动滑动凸起 18b 从一组三个倾斜槽 22c 向一组三个转动滑动槽 22d 移动。因为即使当阳螺旋面 18a 与阴螺旋面 22a 脱开时转动, 螺环 18 也不在光轴方向上相对于固定透镜筒 22 移动, 所以螺环 18 和第三外透镜筒 15 在各自的轴固定位置处转动, 不会由于一组三个转动滑动凸起 18b 与一组三个转动滑动槽 22d 的接合而在光轴方向移动。另外, 当一组三个转动滑动凸起 18b 分别从一组三个倾斜槽 22c 中滑入到一组三个转动滑动槽 22d 中时, 基本上同时, 一组三个从动滚柱 32 分别进入到通槽 14e 的前环向槽部分 14e-1 中。在此情况下, 因为三个从动滚柱 32 分别移动到前环向槽部分 14e-1 的同时第一线性导向环 14 停止, 所以不会给予凸轮环 11 任何力使凸轮环 11 向前移动。因此, 凸轮环 11 只在轴向固定位置根据第三外透镜筒 15 的转动而转动。

通过变焦电机 150, 变焦齿轮 28 在透镜筒回缩方向的转动, 使得变焦透镜 71 的前述活动元件, 从固定透镜筒 22 到凸轮环 11 以与上述前伸操作相反的方式操作。在此反向操作中, 变焦透镜 71 的上述活动元件通过螺环 18 的转动退回到图 10 中所示的其各自的回缩位置, 直到一组三个从动滚柱 32 分别进入一组三个通槽 14e 的后环向槽部分 14e-2。

第一线性导向环 14 在其内圆周面上设置有一组三对形成在不同圆周位置、平行于摄影光轴 Z1 延伸的第一线性导槽 14f, 和一组六个形成在不同圆周位置、平行于摄影光轴 Z1 延伸的第二线性导槽 14g。每对第一线性导槽 14f (每隔一个线性导槽 14g) 位于在第一线性导向环 14 圆周方向上与之相连的线性导槽 14g 的相对一侧。变焦透镜 71 在第一线性导向环 14 的内部设置一个第二线性导向环 10。第二线性导向环 10 在其外边缘上设置有一组三个从第二线性导向环 10 的环部 10b 径向向外伸出的分叉凸起 10a。每个分叉凸起 10a 在其径向外端设置有

一对径向凸起,该径向凸起分别与相关联的一对第一线性导槽 14f 相契合(见图 3 和 18)中的。另一方面,形成在第二外透镜筒 13 外圆周表面后端上径向向外伸出(见图 3)的一组六个径向凸起 13a 接合到一组六个第二线性导槽 14g 中,并可分别沿槽滑动。因此,第二外透镜筒 13 和第二线性导向环 10 都经第一线性导向环 14 在光轴方向被导引。

变焦透镜 71 在凸轮环 11 内部设置有一个间接支撑并固定第二透镜组 LG2(见图 3)的第二透镜组活动框 8。第一外透镜筒 12 间接支撑第一透镜组 LG1,并位于第二外透镜筒 13 的内部(见图 2)。第二线性导向环 10 充当一个用于线性导引第二透镜组活动框 8 但不使其转动的线性导引件,而第二外透镜筒 13 充当一个用于线性导引第一外透镜筒 12 但不使其转动的第二外透镜筒 13。

第二线性导向环 10 在环部 10b 上设置一组三个彼此平行地从环部 10b 向前伸出的线性导键 10c(具体地说,是两个窄线性导键 10c 和一个宽线性导键 10c-W)(见图 3 和图 18)。第二透镜组活动框 8 配置有一组对应的三个导槽 8a(具体地说,是两个窄导槽 8a 和一个宽导槽 8a-W),三个线性导键 10c 分别与导槽 8a 接合。如图 9 和 10 所示,环部 10b 的不连续外边缘与形成在凸轮环 11 后部内圆周表面上的不连续环向槽 11e 接合,从而可相对于凸轮环 11 绕透镜筒轴 Z0 转动,并且在光轴方向相对于凸轮环 11 不能移动。该组三个线性导键 10c 从环部分 10b 向前伸出,定位到凸轮环 11 的内部。第二线性导向环 10 环向中每个线性导键 10c 的相对边缘充当分别与第二透镜组活动框 8 的相连导槽 8a 中的环向相对导向面接合的平行引导边缘,该边缘在凸轮环 11 中定位并被支撑,由此在光轴方向上线性导引第二透镜组活动框 8,但不绕透镜筒轴 Z0 转动该活动框 8。

宽线性导键 10c-W 有一个宽度大于其它两个线性导键 10c 的环向宽度,从而也充当支撑用于曝光控制的挠性 PWB 77(见图 84 至 87)的支撑件。宽线性导键 10c-W 在其上设置有一个径向通孔 10d,挠性 PWB 77 从中穿过(见图 18)。宽线性导键 10c-W 从环部 10b 的一部分向前伸出,该部分被部分切除,使得径向通孔 10d 的后端延伸穿过环部 10b 的后端。如图 9 和 125 所示,用于曝光控制的挠性 PWB 77 穿过径向通孔 10d,沿宽线性导键 10c-W 的外表面从环部 10b 的后面

前延伸，然后在宽线性导键 10c-W 的前端附近径向向内弯曲，从而沿宽线性导键 10c-W 的内表面向后延伸。宽导键 8a-W 有一个比其它两个导槽 8a 宽的环向宽度，使得宽线性导键 10c-W 可以与宽导槽 8a-W 接合并可沿其滑动。从图 19 中可以清楚地看到，第二透镜组活动框 8 在宽导槽 8a-W 中设置有可将挠性 PWB 77 置于其中的一个径向凹槽 8a-Wa 和两个位于径向凹槽 8a-Wa 对边上以支撑宽线性导键 10c-W 的分离的底壁 8a-Wb。而其它两个导槽 8a 每个形成为一个简单的底槽，其形成在第二透镜组活动框 8 的外围表面。只有当宽线性导键 10c-W 和宽导槽 8a-W 在透镜筒轴 Z0 方向对齐时，第二透镜组活动框 8 和第二线性导向环 10 才可以彼此耦接。

凸轮环 11 在其内周表面上设置有多个用于移动第二透镜组 LG2 的内凸轮槽 11a。如图 17 所示，这多个内凸轮槽 11a 由一组三个形成在不同圆周位置的前内凸轮槽 11a-1 和一组三个形成在三个前内凸轮槽 11a-1 后面的不同环向位置处的一组三个后内凸轮槽 11a-2 组成。每个后内凸轮槽 11a-2 形成在凸轮环 11 上作为不连续的凸轮槽(见图 17)，后面将详细描述。

第二透镜组活动框 8 在其外周表面上设置有多个凸轮从动件 8b。如图 19 所示，这多个凸轮从动件 8b 包括一组三个形成在不同环向位置分别与三个一组的前内凸轮槽 11a-1 接合的前凸轮从动件 8b-1，和一组三个形成在前凸轮从动件 8b-1 后面的不同环向位置分别与一组三个后内凸轮槽 11a-2 接合的三个后凸轮从动件 8b-2。

因为第二透镜组活动框 8 通过第二线性导向环 10 在光轴方向无转动地线性导引，所以凸轮环 11 的转动导致第二透镜组活动框 8 在光轴方向上以预定的移动方式按照多个内凸轮槽 11a 的轮廓移动。

变焦透镜 71 在第二透镜组活动框 8 的内部设置一个支撑并固定第二透镜组 LG2 的第二透镜框 6 (径向可回缩的透镜框)。第二透镜框 6 以枢轴 33 为轴转动，轴的前后端分别由前、后第二透镜框支撑板 (一对第二透镜框支撑板) 36 和 37 支撑 (见图 3 和 102 至 105)。该对第二透镜框支撑板 36 和 37 通过一个安装螺钉 66 固定到第二透镜组活动框 8 上。枢轴 33 离开摄影光轴 Z1 预定的距离，并且平行与摄影光轴 Z1 延伸。第二透镜框 6 可以绕枢轴 33 在图 9 所示的摄影位置和图 10

所示的径向回缩位置之间摆动，其中在图 9 所示的摄影位置，第二透镜组 LG2 的光轴与摄影光轴 Z1 重合，在图 10 所示的径向回缩位置，第二透镜组 LG2 的光轴偏离摄影光轴 Z1。决定第二透镜框 6 的摄影位置的转动限制轴被安装到第二透镜组活动框 8 上。第二透镜框 6 被前扭转盘簧 39 偏置，在一个与转动限制轴 35 接触的方向转动。一个压缩盘簧 38 装配在枢轴 33 上，在光轴方向消除第二透镜框 6 的间隙。

第二透镜框 6 与第二透镜组活动框 8 一起在光轴方向移动。CCD 支架 21 在其前表面上设置一个位置控制凸轮杆 21a，其 CCD 支架 21 向前伸出，与第二透镜框 6 接合（见图 4）。如果第二透镜组活动框 8 在回缩方向向后移动以接近 CCD 支架 21，则形成在位置控制凸轮杆 21a 前端表面上的回缩凸轮表面 21c（见图 103）与第二透镜框 6 的特定部分接触，从而将第二透镜框 6 转动到径向回缩位置。

第二外透镜筒 13 在其内周表面上设置一组三个线性导槽 13b，这些导槽形成在不同的环向位置，在光轴方向彼此平行地延伸。第一外透镜筒 12 在其后端的外围表面上设置一组三个接合凸起 12a，这些凸起分别可以与一组三个线性导槽 13b 可滑动衔接（见图 2、20 和 21）。因此，第一外透镜筒 12 通过第一线性导向环 14 和第二外透镜筒 13 在光轴方向被线性导引，不绕透镜筒轴 Z0 转动。第二外透镜筒 13 还在其后端附近的内周表面上设置一个沿该第二外透镜筒 13 的圆周延伸的不连续的内法兰 13c。凸轮环 11 在其外围表面上设置一个不连续的环向槽 11c，不连续的内法兰 13c 可在其中滑动衔接，使得凸轮环 11 可绕透镜筒轴 Z0 相对于第二外透镜筒 13 转动，并且使得第二外透镜筒 13 不可在光轴方向相对于凸轮环 11 移动。另一方面，第一外透镜筒 12 在其内周表面上设置一组三个径向向内伸出的凸轮从动件 31，而凸轮环 11 在其外周表面上设置一组三个外凸轮槽 11b（用于移动第一透镜组 LG1 的凸轮槽），该组三个凸轮从动件 31 分别可在其中滑动衔接。

变焦透镜 71 在第一外头镜筒 12 的内部设置一个第一透镜框 1，该透镜框 1 经第一透镜组调节环 2 由第一外透镜筒 12 支撑。第一透镜组 LG1 由固定到其上的第一透镜框 1 支撑。第一透镜框 1 在其外围表面上设置一个阳螺纹 1a，第一透镜组调节环 2 在其内周表面上设置有一个与阳螺纹 1a 配合的阴螺纹 2a。可以通过阳螺纹 1a 和阴螺纹 2a 调节

第一透镜框 1 相对于第一透镜组调节环 2 的轴向位置。第一透镜框 1 和第一透镜组调节环 2 的组合定位在第一外透镜筒 12 的内部并由此支撑，并在光轴方向上相对于第一外透镜筒 12 可以移动。变焦透镜 71 在第一外透镜筒 12 的前面设置一个固定环 13，其通过两个安装螺钉 64 被固定到第一外透镜筒 12 上以防止第一透镜组调节环 2 向前移动并离开第一外透镜筒 12。

变焦透镜 71 在第一和第二透镜组 LG1 和 LG2 之间设置一个包括快门 S 和可调光圈 A 的快门单元 76（见图 1、9 和 10）。快门单元 76 定位于第二透镜组活动框 8 中，并由此支撑。快门 S 和第二透镜组 LG2 之间的空间距离固定。同样，光圈 A 和第二透镜组 LG2 之间的空间距离固定。变焦透镜 71 在快门单元 76 的前面设置一个快门驱动器 131 用于驱动快门 S，并在快门单元 76 的后面设置一个光圈驱动器 132 用于驱动光圈 A（见图 140）。挠性 PWB 77 从快门单元 76 延伸以在控制电路 140 和每个快门驱动器 131 以及光圈驱动器 132 之间建立导电连接。注意，在图 9 中，为了使挠性 PWB 77 和周围元件之间的相对位置清晰可辨，尽管挠性 PWB 77 实际上只设置在变焦透镜 71 中摄影光轴以上的空间，但变焦透镜 71 在摄影光轴 Z1（变焦透镜 71 设置在广角端）以下的下半部分的剖面图中示出了挠性 PWB 77。

变焦透镜 71 在第一外透镜筒 12 的前端设置一个透镜遮挡机构，在数字相机不使用时，该机构在变焦透镜 71 回缩到相机体 72 中以防止变焦透镜 71 的摄影光学系统的最前透镜元件、即第一透镜组 LG1 受到应变时自动关闭变焦透镜 71 的前端孔径。如图 1、9 和 10 所示，透镜遮挡机构配置有一对遮挡叶片 104 和 105。该对遮挡叶片 104 和 105 可分别绕两根枢轴转动，该二枢轴向后伸出，定位到摄影光轴 Z1 的径向相对两侧。该透镜遮挡机构还配置有一对遮挡叶片偏压弹簧 106、一个遮挡叶片驱动环 103、一个驱动环偏压弹簧 107 和一个遮挡叶片固定板 102。该对遮挡叶片 104 和 105 分别被一对遮挡叶片偏置弹簧 106 偏置，在反方向转动闭合。该遮挡叶片驱动环 103 可绕透镜筒轴 Z0 转动，并且与该对遮挡叶片 104 和 105 接合，当被驱动到在预定的转动方向转动时打开该对遮挡叶片 104 和 105。遮挡叶片驱动环 103 被驱动环偏置弹簧 107 偏置，在遮挡叶片打开的方向转动以打开该对

遮挡叶片 104 和 105。该遮挡叶片固定板 102 位于叶片驱动环 103 和该对遮挡叶片 104 和 105 之间。驱动环偏置弹簧 107 的弹簧力大于该对遮挡叶片偏置弹簧 106 的弹簧力,使得在图 9 所示的状态下遮挡叶片驱动环 103 被驱动环偏置弹簧 107 的弹力固定在一个特定的转动位置,从而顶着该对遮挡叶片偏置弹簧 106 的偏置力打开该对的遮挡叶片 104 和 105,其中图 9 所示的状态中变焦透镜 71 向前延伸到可以执行变焦操作的变焦区域内的一点。在变焦透镜 71 从变焦区域中的已给位置到图 10 所示的回缩位置的回缩运动过程中,遮挡叶片驱动环 103 通过形成在凸轮环 11 上的遮挡件驱动环压制面(barrier drive ring pressing surface)11d(见图 3 和 16),在与前述遮挡打开方向相反的遮挡件闭合方向上受力转动。遮挡叶片驱动环 103 的转动使遮挡叶片驱动环 103 与遮挡叶片 104 和 105 脱开,从而该对遮挡叶片 104 和 105 通过该对遮挡叶片偏置弹簧 106 的弹簧力闭合。变焦透镜 71 在紧靠透镜遮挡件机构的前方设置一个基本上为圆形的透镜遮挡盖(装饰板)101,该遮挡盖覆盖透镜遮挡件机构的正面。

下面讨论具有上述结构的变焦透镜 71 的透镜筒前进操作和透镜筒回缩操作。

上面已经讨论了凸轮轴 11 受到驱动从图 10 所示回缩位置前进到图 9 所示位置的阶段,在图 9 所示位置处凸轮环 11 在轴向固定位置处转动,而不沿光轴方向移动,下面将对其作简要介绍。

在图 10 所示变焦透镜 71 处于回缩状态下,变焦透镜 71 被完全置于相机体 72 内,从而使变焦透镜 71 前表面与相机体 72 前表面充分平齐。通过变焦电机 150 沿透镜筒前伸方向转动变焦齿轮 28,使螺环 18 和第三外透镜筒 15 的组合件由于阴螺旋面 22a 与阳螺旋面 18a 的接合而前移,同时绕透镜筒轴 Z0 转动,并进一步使第一线性导向环 14 与螺环 18 和第三外透镜筒 15 一起向前移动。同时,通过凸轮环 11 和第一线性导向环 14 之间的前端结构,即通过该组三个从动滚柱分别与该组三个通槽 14e 的前端槽部分 14e-3 之间的接合,借助第三外透镜筒 15 的转动而转动的凸轮环 11 沿光轴方向向前移动,移动量等于第一线性导向环 14 的前移量和凸轮环 11 的前移量之和。一旦螺环 18 与第三外透镜筒 15 的组合件前进到预定点,那么阳螺旋面 18a 与阴螺旋面 22a

脱离，同时该组三个从动滚柱 32 脱离前端槽部分 14e-3 而分别进入前环向槽部分 14e-1。因此，螺环 18 和第三外透镜筒 15 之中的每一个都绕透镜筒轴 Z0 转动，而不会沿光轴方向运动。

由于该组三个前凸轮从动件 8b-1 与该组三个前内凸轮槽 11a-1 接合以及该组三个后凸轮从动件 8b-2 分别与该组三个后内凸轮槽 11a-2 接合，所以凸轮环 11 的转动使得位于凸轮环 11 内的第二透镜组活动框 8 按照预定运动方式相对于凸轮环 11 沿光轴方向移动。在图 10 所示变焦透镜 71 处于回缩状态下，位于第二透镜组活动框 8 内的第二透镜框 6 已经绕枢轴 33 转动，并由位置控制凸轮杆 21a 保持在高于摄影光轴 Z1 的径向回缩位置内，从而使第二透镜组 LG2 的光轴从摄影光轴 Z1 移动到高于摄影光轴 Z1 的回缩光轴 Z2 处。当第二透镜组活动框 8 从该回缩位置移动到图 9 所示变焦范围内的一个位置处的过程中，第二透镜框 6 脱离位置控制凸轮杆 21a，绕枢轴 33 从径向回缩位置转动到图 9 所示的摄影位置，在该摄影位置处，第二透镜组 LG2 的光轴通过前扭转盘簧 39 的弹性力而与摄影光轴 Z1 重合。因此，第二透镜框 6 保持在摄影位置，直到当变焦透镜 71 回缩相机体 72 内。

此外，由于该组三个凸轮从动件 31 分别与该组三个外凸轮槽 11b 接合，因此凸轮环 11 的转动使第一外透镜筒 12 按照预定运动方式，相对于凸轮环 11 沿光轴方向运动，其中该第一外透镜筒 12 位于凸轮环 11 周围、并沿光轴方向被线性导向，而不绕透镜筒轴 Z0 转动。

因此，当第一透镜组 LG1 从回缩位置前移时，第一透镜组 LG1 相对于图像平面（CCD 图像传感器 60 的光敏表面）的轴向位置，由凸轮环 11 相对于固定透镜筒 22 的前移量和第一外透镜筒 12 相对于凸轮环 11 的移动量之和确定，而当第二透镜组 LG2 从回缩位置向前运动时，第二透镜组 LG2 相对于图像平面的轴向位置，由凸轮环 11 相对于固定透镜筒 22 的前移量和第二透镜组活动框 8 相对于凸轮环 11 的移动量之和确定。变焦操作通过在摄影光轴 Z1 上移动第一和第二透镜组 LG1 和 LG2 同时改变它们之间的距离来实现。当驱动变焦透镜 71 从图 10 所示回缩位置前进时，变焦透镜 71 首先进入图 9 中摄影光轴 Z1 以下部分所示变焦透镜 71 位于广角端的状态。接着，变焦透镜 71 进入图 9 中摄影光轴 Z1 以上部分所示的状态，该状态下变焦透镜 71 通过变焦

电机 150 沿透镜筒前伸方向的进一步转动而处于远摄端。从图 9 中可以看到, 当变焦透镜 71 处于广角端时第一和第二透镜组 LG1 和 LG2 之间的距离大于变焦透镜 71 处于远摄端时第一和第二透镜组之间的距离。当变焦透镜 71 处于图 9 中摄影光轴 Z1 上方表示的远摄端时, 第一和第二透镜组 LG1 和 LG2 已经彼此移近到一定距离, 该距离小于变焦透镜 71 处于广角端时的相应距离。变焦操作中第一和第二透镜组 LG1 和 LG2 之间距离的变化可以通过多个内凸轮槽 11a(11a-1,11a-2) 和该组三个外凸轮槽 11b 的轮廓获得。在广角端和远摄端之间的变焦范围内, 凸轮环 11、第三外透镜筒 15 和螺环 18 在它们各自的轴向固定位置处转动, 也就是说不沿光轴方向移动。

当第一到第三透镜组 LG1、LG2 和 LG3 处于变焦范围内时, 通过根据物距转动 AF 电机 160, 沿摄影光轴 Z1 方向移动第三透镜组 L3 来实现变焦操作。

沿透镜筒回缩方向驱动变焦电机 150, 使变焦透镜 71 按照与上述前伸操作相反的方式操作, 使该变焦透镜 71 完全回缩到相机体 72 内, 如图 10 所示。在变焦透镜 71 回缩过程中, 第二透镜框 6 借助定位控制凸轮杆 21a 绕枢轴 33 转动到径向回缩位置, 同时与第二透镜组活动框 8 一起向后运动。当变焦透镜 71 完全回缩到相机体 72 内时, 第二透镜组 LG2 径向回缩到一个空间内, 该空间位于图 10 所示的第三透镜组 LG3、低通滤波器 LG4 和 CCD 图像传感器 60 的回缩空间的径向外侧, 即第二透镜组 LG2 径向回缩到一个轴向范围内, 该范围基本等于第三透镜组 LG3、低通滤波器 LG4、CCD 图像传感器 60 在光轴方向的轴向范围。当变焦透镜完全回缩时, 用这种方式使第二透镜组 LG2 回缩的照相机 70 的构造减小了变焦透镜 71 的长度, 因此能够减小相机体 72 在光轴方向即图 10 所示水平方向的厚度。

如上所述, 在变焦透镜 71 从图 10 所示回缩状态变化到图 9 所示准备摄影状态(其中第一至第三透镜组 LG1、LG2、LG3 保持在变焦范围内)过程中, 螺环 18、第三外透镜筒 15 和凸轮环 11 向前运动的同时转动, 而当变焦透镜 71 处于准备摄影状态时, 螺环 18、第三外透镜筒 15 和凸轮环 11 在各自的轴向固定位置处转动, 不沿光轴方向移动。通过使三对转动传递凸起 15a 分别插入三个转动传递槽 18d 内,

第三外透镜筒 15 和螺环 18 彼此接合，一起绕透镜筒轴 Z0 转动。在三对转动传递凸起 15a 分别接合在三个转动传递槽 18d 内的状态下，该组三个接合凸起 15b 分别接合在该组三个接合槽 18e 内，三个接合槽 18e 分别形成在螺环 18 内周表面上，在三个转动滑动凸起 18b 内（见图 37 和 38）。在第三外透镜筒 15 和螺环 18 之间绕透镜筒轴 Z0 的相对转角能够使三对转动传递凸起 15a 分别接合在三个转动传递槽 18d 内以及使该组三个接合凸起 15b 分别接合在该组三个接合槽 18e 内的状态下，该组三个压缩盘簧 25 的前端分别与形成在第三外透镜筒 15 后端上的三个接合槽 15c 压接，其中该组三个压缩盘簧 25 的后端分别插入螺环 18 前端上的三个弹簧支撑孔 18f 内。

螺环 18 和第三外透镜筒 15 都连接到第一线性导向环 14 上，由于第一组相对转动导向凸起 14b 与环向槽 18g 接合，第二组相对转动导向凸起 14c 与环向槽 15e 接合，以及多个相对转动导向凸起 15d 与环向槽 14d 接合，使第三外透镜筒 15 和第一线性导向环 14 之间的相对转动以及螺环 18 和第一线性导向环 14 之间的相对转动成为可能。如图 33-36 所示，第二组相对转动导向凸起 14c 和环向槽 15e 彼此接合，能够沿光轴方向相对轻微运动，多个相对转动导向凸起 15d 和环向槽 14d 彼此接合，能够沿光轴方向相对轻微运动，第一组相对转动导向凸起 14b 与环向槽 18g 彼此接合，能够沿光轴方向相对轻微运动。因此，即使避免螺环 18 和第三外透镜筒 15 沿光轴方向经第一线性导向环 14 彼此全部分离，但是也可以使它们沿光轴方向相对轻微运动。螺环 18 和第一线性导向环 14 之间沿光轴方向的游隙（间隙）量大于第三外透镜筒 15 和第一线性导向环 14 之间的间隙量。

当第三外透镜筒 15 和螺环 18 彼此接合，相对于第一线性导向环 14 转动时，三个弹簧支撑孔 18f 和三个接合槽 15c 之间在光轴方向的空隙小于三个压缩盘簧 25 的自由长度，从而将三个压缩盘簧 25 压缩固定在第三外透镜筒 15 和螺环 18 的相对端表面之间。被压缩在第三外透镜筒 15 和螺环 18 的相对端表面之间的三个压缩盘簧 25 借助三个压缩盘簧 25 的弹性力使第三外透镜筒 15 和螺环 18 朝彼此相反的方向偏离，即，借助三个压缩盘簧 25 的弹性力分别使第三外透镜筒 15 和螺环 18 沿光轴方向向前和向后偏移。

如图 27-31 所示, 固定透镜筒 22 在三个倾斜槽 22c 中的每个槽内设置有两个相对倾斜表面 22c-A 和 22c-B, 该两表面沿固定透镜筒环向彼此分离。螺环 18 的三个转动滑动凸起 18b 中每个凸起沿螺环 18 环向的相对侧边缘上, 设置有两个环向端表面 18b-A 和 18b-B, 它们分别面向相应倾斜槽 22c 内的两个相对倾斜表面 22c-A 和 22c-B。每个倾斜槽 22c 内的两个相对倾斜表面 22c-A 和 22c-B 中的每个表面都平行于阴螺旋面 22a 的螺纹延伸。这三个转动滑动凸起 18b 中的每一个上的两个环向端表面 18b-A 和 18b-B 都分别平行于相应倾斜槽 22c 内的两个相对倾斜表面 22c-A 和 22c-B。每个转动滑动凸起 18b 的两个环向端表面 18b-A 和 18b-B 的形状应该都不干涉相应倾斜槽 22c 内的两个相对倾斜表面 22c-A 和 22c-B。更具体而言, 当阳螺旋面 18a 与阴螺旋面 22a 接合时, 每个倾斜槽 22c 内的两个相对倾斜表面 22c-A 和 22c-B 不能将相应转动滑动凸起 18b 固定在二者之间, 如图 31 所示。换句话说, 当阳螺旋面 18a 与阴螺旋面 22a 接合时, 每个倾斜槽 22c 内的两个相对倾斜表面 22c-A 和 22c-B 不能够分别与相应转动滑动凸起 18b 的两个环向端表面 18b-A 和 18b-B 接合。

三个转动滑动凸起 18b 中的一个凸起的环向端表面 18b-A 上设置有一个能够与止挡件 26 的止挡凸起 26b 接合的接合表面 18b-E (见图 37, 38, 39, 42 和 43)。

如上所述, 固定透镜筒 22 在该组三个转动滑动槽 22d 中的每个滑动槽内设置有两个相对表面: 前导向表面 22d-A 和后导向表面 22d-B, 它们沿光轴方向向彼此分开的方向平行延伸。三个转动滑动凸起 18b 中每个凸起都设置有一个前滑动表面 18b-C 和一个后滑动表面 18b-D, 这两个表面彼此平行地延伸, 并能够分别在前导向表面 22d-A 和后导向表面 22d-B 上滑动。如图 37-39 所示, 该组三个接合槽 18e 分别形成在螺环 18 的三个转动滑动凸起 18b 的前滑动表面 18b-C 上, 在螺环 18 的前端处开口。

在图 23 和 27 所示变焦透镜 71 处于回缩状态下, 尽管该组三个转动滑动凸起 18b 分别位于该组三个倾斜槽 22c 内, 但是每个转动滑动凸起 18b 的两个环向端表面 18b-A 和 18b-B 不接触每个倾斜槽 22c 内的两个相对倾斜表面 22c-A 和 22c-B, 如图 31 所示。在变焦透镜 71

的回缩状态下，阳螺旋面 18a 与阴螺旋面 22a 接合，同时该组三个转动滑动凸起 18b 分别接合在该组三个倾斜槽 22c 内。因此，如果螺环 18 借助变焦齿轮 28 的转动而沿透镜筒前伸方向（图 23 中朝上的方向）转动，其中该变焦齿轮 28 与螺环 18 的环形齿轮 18c 啮合，那么螺环 18 沿光轴方向（图 23 中朝左的方向）向前运动，同时由于阳螺旋面 18a 与阴螺旋面 22a 接合而绕透镜筒轴 Z0 转动。在螺环 18 转动前进操作期间，由于该组三个转动滑动凸起 18b 分别在该组三个倾斜槽 22c 内沿该倾斜槽移动，因此该组三个转动滑动凸起 18b 不干涉固定透镜筒 22。

当该组三个转动滑动凸起 18b 分别位于该组三个倾斜槽 22c 内时，该组三个接合凸起 15b 在光轴方向的位置不会分别受到三个倾斜槽 22c 的限制，此外，每个转动滑动凸起 18b 的前滑动表面 18b-C 和后滑动表面 18b-D 在光轴方向的位置也都不受相应倾斜槽 22c 的限制。如图 35 和 36 所示，由于三个压缩盘簧 25 的弹性力而朝相反方向彼此偏离的第三外透镜筒 15 和螺环 18 沿光轴方向稍微分开一定距离，该距离相当于相对转动导向凸起 14b, 14c 和 15d 分别与环向槽 18g, 15e 和 14d 之间的间隙量，即相当于螺环 18 和第一线性导向环 14 沿光轴方向的游隙（间隙）量和第三外透镜筒 15 和第一线性导向环 14 在光轴方向的游隙（间隙）量之和。在此状态下，由于三个压缩盘簧 25 没有受到强大的压缩力，所以使第三外透镜筒 15 和螺环 18 朝相反方向彼此偏离的三个压缩盘簧 25 的弹性力较小，从而使第三外透镜筒 15 和螺环 18 之间的剩余的空隙较大。因为在变焦透镜 71 从回缩状态过渡到准备摄影状态期间，即当该组三个转动滑动凸起 18b 接合在三个倾斜槽 22c 内时，不能够拍摄任何照片，所以存在剩余较大的空隙不是个大问题。在包括变焦透镜 71 的本实施例的可收缩式远距摄影型变焦透镜中，通常，变焦透镜处于回缩位置的总时间（包括断电时间）大于使用时间（操作时间）。因此，不希望给偏置元件如三个压缩盘簧 25 提供过重载荷，以防止偏置元件性能随时间变化而恶化，除非变焦透镜处于准备摄影状态。此外，如果三个压缩盘簧 25 的弹性力小，那么在变焦透镜 71 从回缩状态过渡到准备摄影状态期间，只有一点点负载施加到变焦透镜 71 的相应运动部件上。这就减少了施加给变焦电机 150 的负载。

由于第一组相对转动导向凸起 14b 与环向槽 18g 接合, 螺环 18 沿光轴方向向前运动使得第一线性导向环 14 与螺环 18 一起沿光轴方向向前运动。同时, 螺环 18 的转动通过第三外透镜筒 15 传递到凸轮环 11, 推动凸轮环 11 沿光轴方向朝前运动, 同时通过该组三个从动滚柱 32 分别与该组三个通槽 14e 的前端槽部分 14e-3 的接合, 使凸轮环 11 相对于第一线性导向环 14 绕透镜筒轴 Z0 转动。凸轮环 11 的转动使第一透镜组 LG1 和第二透镜组 LG2 根据用于推动第一透镜组 LG1 的该组三个外凸轮槽 11b 的轮廓和用于推动第二透镜组 LG2 的多个内凸轮槽 11a (11a-1, 11a-2) 的轮廓, 以预定推动方式沿摄影光轴 Z1 运动。

一旦运动到三个倾斜槽 22c 的前端之外, 那么该组三个转动滑动凸起分别进入该组三个转动滑动槽 22d 内。阳螺旋面 18a 和阴螺旋面 22a 在螺环 18 和固定透镜筒 22 上的成形区域分别被确定, 使得当该组三个转动滑动凸起 18b 分别进入三个转动滑动槽 22d 内时, 阳螺旋面 18a 和阴螺旋面 22a 彼此脱离。更具体而言, 固定透镜筒 22 在其内表面上的紧挨该组三个转动滑动槽 22d 之后, 设置有上述非螺旋面区域 22z, 该区域上没有形成阳螺旋面 22a 的螺纹, 非螺旋面区域 22z 沿光轴方向的宽度大于螺环 18 外周表面上形成有阳螺旋面 18 的区域在光轴方向的宽度。另一方面, 确定阳螺旋面 18a 和该组三个转动滑动凸起 18b 之间在光轴方向的空隙, 使得当该组三个转动滑动凸起 18b 分别位于三个转动滑动槽 22d 内时, 阳螺旋面 18a 和该组三个转动滑动凸起 18b 沿光轴方向位于非螺旋面区域 22z 内。因此, 在该组三个转动滑动凸起 18b 分别进入该组三个转动滑动槽 22d 时, 阳螺旋面 18a 和阴螺旋面 22a 彼此脱离, 从而使螺环 18 即使相对于固定透镜筒 22 绕透镜筒轴 Z0 转动, 也不会沿光轴方向移动。此后, 根据变焦齿轮 28 在透镜筒前伸方向的转动, 螺环 18 绕透镜筒轴 Z0 转动, 而不沿光轴方向移动。如图 24 所示, 即使在螺环 18 已经运动到其固定轴线位置之后, 变焦齿轮 28 仍然与环形齿轮 18c 保持接合, 在该位置处, 由于该组三个转动滑动凸起 18b 与该组三个转动滑动槽 22d 的接合, 螺环 18 绕透镜筒轴 Z0 转动, 而不沿光轴方向移动。这样就能够连续将变焦齿轮 28 的转动传递给螺环 18。

图 24 和 28 所示变焦透镜 71 的状态下, 当该组三个转动滑动凸起

18b 已经在三个转动滑动槽 22d 内轻微移动时，螺环 18 在轴向固定位置处转动，该状态对应于变焦透镜 71 处于广角端的状态。如图 28 所示变焦透镜 71 处于广角端时，每个转动滑动凸起 18b 位于相应转动滑动槽 22d 内，转动滑动凸起 18b 的前滑动表面 18b-C 和后滑动表面 18b-D 面对相应转动滑动槽 22d 内的前导向表面 22d-A 和后导向表面 22d-B，从而能够防止螺环 18 相对于固定透镜筒 22 沿光轴方向运动。

当该组三个转动滑动凸起 18b 分别运动到该组三个转动滑动槽 22d 内时，如图 33 所示，第三外透镜筒 15 的该组三个接合凸起 15b 分别在同一时间移动到该组三个转动滑动槽 22d 内，从而借助三个压缩盘簧 25 的弹性力使该组三个接合凸起 15b 分别压靠三个转动滑动槽 22d 内的前导向表面 22d-A，并且借助三个压缩盘簧 25 的弹性力使螺环 18 的该组三个转动滑动凸起 18b 分别压靠该组三个转动滑动槽 22d 内的后导向表面 22d-B。确定前导向表面 22d-A 和后导向表面 22d-B 之间在光轴方向的空隙，使该组三个转动滑动凸起 18b 和该组三个接合凸起 15b 在光轴方向的位置比该组三个转动滑动凸起 18b 和该组三个接合凸起 15b 分别位于该组三个倾斜槽 22c 内时彼此更靠近。当使该组三个转动滑动凸起 18b 和该组三个接合凸起 15b 沿光轴方向的位置更靠近时，三个压缩盘簧 25 受到较大压缩，从而给该组三个接合凸起 15b 和该组三个转动滑动凸起 18b 施加比变焦透镜 71 处于回缩状态时三个压缩盘簧 25 所提供的弹性力更大的弹性力。之后，当该组三个转动滑动凸起 18b 和该组三个接合凸起 15b 位于该组三个转动滑动槽 22d 内时，该组三个接合凸起 15b 和该组三个转动滑动凸起 18b 借助三个压缩盘簧 25 的弹性力而彼此压靠。这样使第三外透镜筒 15 和螺环 18 相对于固定透镜筒 22 沿光轴方向的轴向位置保持稳定。即，第三外透镜筒 15 和螺环 18 由固定透镜筒 22 支撑，第三外透镜筒 15 和螺环 18 之间在光轴方向没有游隙。

沿透镜筒前伸方向从第三外透镜筒 15 和螺环 18 各自的广角端(从图 24 和 28 所示的位置)开始转动第三外透镜筒和螺环，使得该组三个接合凸起 15b 和该组三个转动滑动凸起 18b (其后滑动表面 18b-D) 首先朝该组三个转动滑动槽 22d 的终端移动(图 28 中向上方向)，并由前导向表面 22d-A 和后导向表面 22d-B 导向，接着到达第三外透镜

筒 15 和螺环 18 的远摄端（图 25 和 29 所示位置）。由于该组三个转动滑动凸起 18b 分别保持接合在三个转动滑动槽 22d 内，防止了螺环 18 和第三外透镜筒 15 相对于固定透镜筒 22 沿光轴方向移动，使它们绕透镜筒轴 Z0 转动，而不会相对于固定透镜筒 22 沿光轴方向移动。在此状态下，由于螺环 18 借助三个压缩盘簧 25 沿光轴方向朝后偏置，即沿一个后滑动表面 18b-D 分别与后导向表面 22d-B 压力接触的方向（见图 32）朝后偏置，所以主要通过该组三个转动滑动凸起 18b 的后滑动表面 18b-D 和固定透镜筒 22 的后导向表面 22d-B 引导螺环 18 使其能够绕透镜筒轴 Z0 转动。

当螺环 18 在轴向固定位置处转动时，由于该组三个从动滚柱 32 分别接合在该组三个通槽 14e 的前环向槽部分 14e-1 内，凸轮环 11 也在轴向固定位置处转动，而不相对于第一线性导向环 14 沿光轴方向移动。因此，第一和第二透镜组 LG1 和 LG2 按照预定移动方式沿光轴方向相对运动，根据多个内凸轮槽 11a（11a-1 和 11a-2）和该组三个外凸轮槽 11b 各自的变焦部分的轮廓实现变焦操作。

如图 26 和 30 所示，沿透镜筒前伸方向进一步转动外透镜筒 15 和螺环 18，沿光轴方向将外透镜筒 15 和螺环 18 推动到它们各自的远摄端之外，使该组三个转动滑动凸起 18b 到达该组三个转动滑动槽 22d 的终端（安装拆卸部分）。在图 26 和 30 所示状态下，变焦透镜 71 的可活动元件如第一至第三外透镜筒 12，13 和 15 可以从固定透镜筒 22 前部从该固定透镜筒上拆卸下来。但是，如果如图 41 所示将止挡件 26 固定于固定透镜筒 22 上，那么这样的可活动元件不能够从固定透镜筒 22 上拆卸下来，除非将止挡件 26 从固定透镜筒 22 上拆卸下来，原因是设置在三个转动滑动凸起 18b 中特定一个凸起上的接合表面 18b-E 与止挡件 26 的止挡凸起 26b 接触，分别防止该组三个转动滑动凸起 18b 达到三个转动滑动槽 22d 的终端（安装拆卸部分）。

沿透镜筒回缩方向（图 25 所示向下方向），从第三外透镜筒 15 和螺环 18 各自的远摄端开始转动外透镜筒 15 和螺环 18，使该组三个转动滑动凸起 18b 和该组三个接合凸起 15b 分别朝该组三个转动滑动槽 22d 内的三个倾斜槽 22c 移动。在该运动期间，由于该组三个接合凸起 15b 借助三个压缩盘簧 25 的弹性力而分别压靠三个转动滑动槽 22d 内

的前导向表面 22d-A，同时螺环 18 的该组三个转动滑动凸起 18b 借助三个压缩盘簧 25 的弹性力而分别压靠该组三个转动滑动槽 22d 内的后导向表面 22d-B，因此第三外透镜筒 15 和螺环 18 一起绕透镜筒轴 Z0 转动，且它们之间在光轴方向无游隙。

沿透镜筒回缩方向进一步转动外透镜筒 15 和螺环 18 使它们 18 转动到各自的广角端之外（图 24 和 28 所示位置），使该组三个转动滑动凸起 18b 的环向端表面 18b-B 分别与该组三个倾斜槽 22c 内的倾斜表面 22c-B 接触。于是，由于每个转动滑动凸起 18b 的两个环向端表面 18b-A 和 18b-B 如图 31 所示分别平行于相应倾斜槽 22c 内的两个相对倾斜表面 22c-A 和 22c-B，因此，螺环 18 沿透镜筒回缩方向的运动在一个方向上产生了分力，分别使该组三个转动滑动凸起 18b 的环向端表面 18b-B 在光轴方向上沿着该组三个倾斜槽 22c 的倾斜表面 22c-B 向后移动，同时在该倾斜表面上滑动。因此，螺环 18 按照与螺环 18 朝前移动并转动时相反的方式，开始沿光轴方向向后移动并绕透镜筒轴 Z0 转动。通过该组三个转动滑动凸起 18b 分别与该组三个倾斜槽 22c 的接合，螺环 18 沿光轴方向稍微向后移动导致阳螺旋面 18a 与阴螺旋面 22a 再次接合。之后，沿透镜筒轴回缩方向进一步转动螺环 18，使螺环 18 通过该组三个转动滑动凸起 18b 分别与该组三个倾斜槽 22c 的接合而继续沿光轴方向向后移动，直到螺环 18 到达如图 23 和 27 所示的回缩位置，即直到变焦透镜 71 完全回缩。由于螺环 18 和第一线性导向环 14 的结构，第三外透镜筒 15 沿光轴方向向后运动，同时绕透镜筒轴 Z0 转动。在第三外透镜筒 15 向后运动期间，该组三个接合凸起 15b 分别与该组三个倾斜槽 22c 内的该组三个转动滑动凸起 18b 一起运动。当螺环 18 和第三外透镜筒 15 沿光轴方向向后运动时，第一线性导向环 14 也沿光轴方向向后运动，使第一线性导向环 14 支撑的凸轮环 11 沿光轴方向向后运动。此外，当螺环 18 在轴向固定位置转动之后开始朝后运动并转动时，该组三个从动滚柱 32 分别与接合在前端槽部分 14e-3 内的前环向槽部分 14e-1 脱离，而凸轮环 11 沿光轴方向相对于第一线性导向环 14 向后运动，同时绕透镜筒轴 Z0 转动。

一旦该组三个转动滑动凸起 18b 分别从该组三个转动滑动槽 22d 进入该组三个倾斜槽 22c 内，那么第三外透镜筒 15 和螺环 18 之间的关

系就从图 33 和 34 所示准备摄影状态下的关系变回到图 35 和 36 所示关系，在图 33 和 34 所示关系中，第三外透镜筒 15 和螺环 18 沿光轴方向的相对位置关系被准确确定，在图 35 和 36 所示关系中，因为该组三个接合凸起 15b 在光轴方向的位置和该组三个转动滑动凸起 18b 在光轴方向的位置分别不受到该组三个转动滑动槽 22d 的限制，使得第三外透镜筒 15 与第一线性导向环 14 之间的接合在光轴方向带有间隙，并且螺环 18 与第一线性导向环 14 之间的接合在光轴方向也存在间隙，所以第三外透镜筒 15 和螺环 18 的轴向位置只能粗略确定。在图 35 和 36 所示该组三个转动滑动凸起 18b 接合在该组三个倾斜槽 22c 内的状态下，由于变焦透镜 71 不再处于准备摄影状态，因此第三外透镜筒 15 和螺环 18 各自在光轴方向上位置不必精确确定。

从上述描述中可以理解，在变焦透镜 71 的本实施例中，具有该阳螺旋面 18a 和阴螺旋面 22a（它们具有分别形成在螺环 18 和固定透镜筒 22 的径向相对的外周和内周表面的数个阳螺纹和阴螺纹）的简单机构、一组三个转动滑动凸起 18b、一组三个倾斜槽 22c 和一组三个转动滑动槽 22d 的简单机构，能够使螺环 18 实现转动前伸和转动回缩的操作，其中螺环 18 转动的同时沿光轴方向前移或后退，以及使螺环 18 实现固定位置的转动操作，其中螺环 18 在预定的轴向固定位置处转动，而不会相对于固定透镜筒沿光轴方向移动。采用螺纹（阳螺纹和阴螺纹）配合结构通常能够实现两个环元件如螺环 18 和固定透镜筒 22 之间的简单配合，该配合在相对于其中一个环元件驱动另一环元件时具有可靠的精度。此外，一组三个转动滑动凸起 18b 和一组三个转动滑动槽 22d，用于使螺环 18 在螺纹不能够达到的轴向固定位置处转动，也构成了一个类似上述采用螺纹配合结构的简单凸起和凹槽结构。此外，一组三个转动滑动凸起 18b 和一组三个转动滑动槽 22d 形成在螺环 18 和固定透镜筒 22 的外周和内周表面上，该外周和内周表面上还加工有阳螺旋面 18a 和阴螺旋面 22a。这样在变焦透镜 71 内安装一组三个转动滑动凸起 18b 和一组三个转动滑动槽 22d 就不需要额外的安装空间。因此，可以采用一个简单、紧凑和低成本的结构实现由螺环 18 的转动而执行的上述转动前伸/转动回缩操作和在固定位置的转动操作。

变焦齿轮 28 在光轴方向具有足够的长度，不管其与螺环 18 的环形齿轮 18c 在光轴方向的位置如何变化，都足以保持它们之间的接合。因此，在螺环 18 的每一转动前伸/转动回缩操作和在固定位置的转动操作中，作为一个单个齿轮的变焦齿轮 28 始终能够将转动传递给螺环 18。因此，在该实施例的变焦透镜中能够获得一种简单和紧凑的转动传递机构，其提供将转动传递到螺环 18 的复杂运动，并且可以高精度地驱动螺环 18 以及位于螺环内的与该螺环相连接的部件。

如图 31 和 32 所示，阴螺旋面 18a 的每个转动滑动凸起 18b 的齿高大于阴螺旋面 18a 的每个螺纹的齿高，因此一组三个倾斜槽 22c 和一组三个转动滑动槽 22d 的齿高大于阴螺旋面 22a 的螺纹的齿高。另一方面，变焦齿轮 28 由固定透镜筒 22 支撑，以便形成在变焦齿轮 28 周围的轮齿从与环形齿轮 18c 接合的固定透镜筒 22 的内周表面（从阴螺旋面 22a 的齿面）径向朝内突出，该环形齿轮形成在阳螺旋面 18a 的每个螺纹的外周表面上。因此，从变焦透镜 71 的前面看，一组三个转动滑动凸起 18b 和变焦齿轮 28 的轮齿位于透镜筒轴 Z0 周围相同的环形区域（径向区域）。但是，变焦齿轮 28 与一组三个转动滑动凸起 18b 的移动路径并不交叠，这是因为变焦齿轮 28 位于固定透镜筒 22 圆周方向的一组三个倾斜槽 22c 中的两个之间，以及因为变焦齿轮 28 安装在光轴方向上与一组三个转动滑动槽 22d 的位置不同的一个位置上。因此，即使与一组三个倾斜槽 22c 或一组三个转动滑动槽 22d 接合，该组三个转动滑动凸起 18b 也不会与变焦齿轮 28 发生干涉。

通过减少变焦齿轮 28 的轮齿从固定透镜筒 22 内周表面的凸起量（从阴螺旋面 22a 的一个齿面），使变焦齿轮 28 的齿高比阳螺旋面 18a 的齿高小，能够防止一组三个转动滑动凸起 18b 和变焦齿轮 28 相互干扰。但是，在此情况下，变焦齿轮 28 的轮齿与阳螺旋面 18a 的轮齿的啮合量小，使得当螺环 18 在轴向固定位置转动时很难获得稳定的转动。换言之，如果阳螺旋面 18a 的齿高增加，而不改变每个转动滑动凸起 18b 的凸起量，那么固定透镜筒 22 的直径以及变焦齿轮 28 与透镜筒轴 Z0 之间的距离都将相应增加。这使变焦透镜 71 的直径增加。因此，如果改变阳螺旋面 18a 的齿高或者一组三个转动滑动凸起 18b 在螺环 18 径向上的凸起量，以防止一组三个转动滑动凸起 18b 和变焦齿轮 28 之

间的相互干涉，那么螺环 18 就不能够被稳定地驱动；此外，也不能充分减少变焦透镜筒 71 的尺寸。相反，根据图 27-30 所示的变焦齿轮 28 和一组三个转动滑动凸起 18b 的构造，可以毫无问题地防止一组三个转动滑动凸起 18b 和变焦齿轮 28 之间的相互干涉。

在变焦透镜 71 的本实施例中，在一个时刻在一个轴向固定位置处转动，而在另一时刻沿光轴方向转动前伸或回缩的变焦透镜 71 被分成两个部分：第三外透镜筒 15，以及可以沿光轴方向相互稍稍移动的螺环 18。此外，借助三个压缩盘簧 25 的弹性力分别将第三外透镜筒 15 的一组三个接合凸起 15b 压靠于一组三个转动滑动槽 22d 内的前导向表面 22d-A 上，并且将螺环 18 的一组三个转动滑动凸起 18b 分别压靠于一组三个转动滑动槽 22d 内的后导向表面 22d-B 上，消除第三外透镜筒 15 和固定透镜筒 22 之间的间隙以及螺环 18 和固定透镜筒 22 之间的间隙，使第三外透镜筒 15 和螺环 18 沿光轴方向彼此朝相反的方向偏离。如上所述，一组三个转动滑动槽 22d 和一组三个转动滑动凸起 18b 是驱动机构的元件，用于在轴向固定位置处转动螺环 18，或者在沿光轴方向推动螺环 18 的同时转动螺环 18，它们也用做消除上述间隙的元件。这将减少变焦透镜 71 的元件数量。

因为压缩盘簧 25 被压缩和保持在作为整体绕透镜筒轴 Z0 转动的第三外透镜筒 15 和螺环 18 的相对端面之间，所以变焦透镜 71 不必在透镜筒 22 附近固定设置的一个用于容纳消除间隙的三个压缩盘簧 25 的附加空间。此外，一组三个接合凸起 15b 分别容置在一组三个接合槽 18e 内。这就节省第三外透镜筒 15 和螺环 18 之间连接部分的空间。

如上所述，只有当变焦透镜 71 处于准备拍照状态时，三个压缩盘簧才受到大的压缩，给一组三个接合凸起 15b 和一组三个转动滑动凸起 18b 施加很强的弹簧力。也就是说，当变焦透镜 71 没有处于准备拍照的状态时，例如处于回缩状态时，三个压缩盘簧 25 没有受到很大的压缩，不能给一组三个接合凸起 15b 和一组三个转动滑动凸起 18b 提供很强的弹簧力。这使得在变焦透镜 71 从回缩状态转变为准备拍照状态的期间，尤其是在开始驱动透镜筒内的变焦透镜进行前伸操作时，能够减少施加在变焦透镜 71 的相关移动部件上的负载，同时还提高了三个压缩盘簧 25 的耐久性。

在拆卸变焦透镜 71 时首先使螺环 18 和第三外透镜筒 15 脱离连接。下面将描述一种便于安装和拆卸变焦透镜 71 的变焦透镜安装机构，以及与螺环 18 和第三外透镜筒 15 相连接的该变焦透镜安装机构的主要元件。

如上所述，固定透镜筒 22 设置有径向穿透固定透镜筒 22 的止挡件插孔 22e，该孔从固定透镜筒 22 的外周表面通到一组三个转动滑动槽 22d 之中一个的底表面。固定透镜筒 22 在其靠近止挡件插孔 22e 的一个表面上，设置有一个螺孔 22f 和一个止挡件定位凸起 22g。如图 41 所示，固定于固定透镜筒 22 上的止挡件 26 设置有一个沿固定透镜筒 22 的外周表面伸出的臂部 26a，和从臂部 26a 径向朝内凸出的前述止挡凸起 26b。在止挡件 26 的一端设置有一个插入安装螺钉 67 的插孔 26c，在其另一端还设置有一个勾部 26d。如图 41 所示，通过将安装螺钉 67 穿过插孔 26c 旋入螺孔 22f 内，勾部 26d 与止挡件定位凸起 22g 接合，将该止挡件 26 固定于固定透镜筒 22 上。在止挡件 26 以这种方式固定于固定透镜筒 22 的状态下，止挡凸起 26b 位于止挡件插孔 22e 内，以使止挡凸起 26b 的顶端伸入到一组三个转动滑动槽 22d 中一个特定的转动滑动槽 22d 内。该状态表示在图 37 内。注意，固定透镜筒 22 未表示在图 37 中。

固定透镜筒 22 在其前端，三个转动滑动槽 22d 的前壁上设置有三个插入/可拆卸孔 22h，通过这些孔，固定透镜筒 22d 的前端分别与三个转动滑动槽 22d 在光轴方向相通。三个插入/可拆卸孔 22h 之中的每一个孔都有一个足够的宽度，能够使三个接合凸起 15b 中相连接的一个凸起沿光轴方向插入到该插入/可拆卸孔 22h 内。图 42 表示当变焦透镜 71 位于图 25 和 29 所示的远摄端时，三个插入/可拆卸孔 22h 的其中一个和周边部分。从图 42 可清楚看到，在变焦透镜 71 位于远摄端的情况下，因为一组三个接合凸起 15b 和三个插入/可拆卸孔 22h 分别不沿光轴方向对齐（如图 42 所示的水平方向），所以，这三个接合凸起 15b 不能够从三个转动滑动槽 22d 通过这三个插入/可拆卸孔 22h 朝变焦透镜 71 的前面拆卸。尽管在图 42 中只表示了三个插入/可拆卸孔中的一个，该位置关系对其余的两个插入/可拆卸孔 22h 也成立。另一方面，当变焦透镜 71 位于图 24 和 28 所示的广角端时，这三个接合凸起

15b 分别由三个插入/可拆卸孔 22h 定位，而不是由图 25 和 29 所示的变焦透镜 71 位于远摄端时的三个接合凸起 15b 定位。这意味着当变焦透镜 71 处于准备照相状态时，即当变焦透镜 71 位于广角端和远摄端之间的焦距时，该组三个接合凸起 15b 不能够分别通过三个插入/可拆卸孔 22h 从三个转动滑动槽 22d 中拆卸。

为了使三个接合凸起 15b 和三个插入/可拆卸孔 22h 在图 42 所示变焦透镜 71 位于远摄端的状态下，在光轴方向成一条直线，需要使第三外透镜筒 15 进一步按照从变焦透镜 71 的前面看去逆时针方向与螺环 18 一起转动，相对于固定透镜筒 22（图 42 上部所示）转动一转角（拆卸转角） $Rt1$ （见图 42）。但是，在图 41 所示的止挡凸起 26b 插入止挡件插入孔 22e 的状态下，如果第三外透镜筒 15 沿从变焦透镜 71 前面观察的逆时针方向，与螺环 18 一起相对于固定透镜筒 22 转动一转角（许可转角） $Rt2$ （见图 42），且该转角小于图 42 所示状态下的拆卸转角 $Rt1$ ，那么，在图 42 所示的变焦透镜 71 位于远摄端状态下，形成在三个转动滑动凸起 18b 之一上的接合表面 18b-E 与止挡件 26 的止挡凸起 26b 接触，防止第三外透镜筒 15 和螺环 18 进一步转动（见图 37）。由于许可转角 $Rt2$ 小于拆卸转角 $Rt1$ ，因此三个接合凸起 15b 和三个插入/可拆卸孔不能够在光轴方向分别对齐，使得不能够分别从三个转动滑动槽 22d 通过三个插入/可拆卸孔 22h 拆卸该组三个接合凸起 15b。即，尽管该组三个转动滑动槽 22d 的端部分别通过三个插入/可拆卸孔 22h 与固定透镜筒 22 前部相通，用做安装/拆卸部分，但是只要止挡件 26 保持固定于固定透镜筒 22 上，其中止挡凸起 26b 在止挡件插入孔 22e 内，那么第三外透镜筒 15 就不能够同螺环一起转动到一个位置，而这个位置是该组三个接合凸起 15b 分别定位于该组三个转动滑动槽 22d 端部的位置。

在拆卸变焦透镜 71 的操作中，首先需要将止挡件 26 从固定透镜筒 22 拆下。如果拆下止挡件 26，那么止挡凸起 26b 就从止挡件插孔 22e 中露出。一旦止挡凸起 26b 从止挡件插孔 22e 露出，那么可以将第三外透镜筒 15 和螺环 18 一起转动拆卸转角 $Rt1$ 。在变焦透镜 71 位于远摄端状态下将第三外透镜筒 15 和螺环 18 一起转动拆卸转角 $Rt1$ ，使第三外透镜筒 15 和螺环 18 置于它们各自相对于固定透镜筒 22（以下

称为安装/拆卸角位置)的特定转动位置,如图 26 和 63 所示。图 26 和 30 表示第三外透镜筒 15 和螺环 18 已经从变焦透镜 71 位于远摄端状态被一起转动了拆卸转角 $Rt1$, 从而被定位于各自的安装/拆卸角位置时, 变焦透镜 71 的一种状态。在变焦透镜的该状态下, 第三外透镜筒 15 和螺环 18 定位于各个安装/拆卸角位置, 该状态以下称为安装/拆卸状态。图 43 表示上面形成有三个插入/可拆卸孔 22h 的固定透镜筒 22 的一部分以及处于能够被安装/拆卸状态的周边元件部分。从图 43 中可以清楚地看到, 如果第三外透镜筒 15 和螺环 18 已经如图 43 所示转动了拆卸转角 $Rt1$, 那么三个插入/可拆卸孔 22h 和形成在一组三个转动滑动凸起 18b 上的三个接合槽 18e 将在光轴方向上对齐, 以便将容纳在三个接合槽 18e 内的该组三个接合凸起 15b 通过三个插入/可拆卸孔 22h 分别从变焦透镜前面拆卸下来。即, 第三外透镜筒 15 能够从的前面将其从该固定透镜筒 22 上拆卸下来。从一组三个接合槽 18e 上分别将一组三个接合凸起 15b 拆卸下来, 使得第三外透镜筒 15 的该组三个接合凸起 15b 和螺环 18 的该组三个转动滑动凸起 18b 脱离三个压缩盘簧 25 的弹簧力, 该压缩盘簧 25 用于使该组三个接合凸起 15b 和该组三个转动滑动凸起 18b 沿光轴方向朝相反的方向彼此偏移开。同时, 三个转动滑动凸起 18b 的一个用于消除第三外透镜筒 15 和固定透镜筒 22 之间的间隙以及螺环 18 和固定透镜筒 22 之间的间隙的功能被取消了。当该组三个接合凸起 15b 分别接触该组三个转动滑动槽 22d 的端部(图 28 中看到的上端)时, 三个接合凸起 15b 和三个插入/可拆卸孔 22h 在光轴方向对齐。因此, 如果第三外透镜筒 15 和螺环 18 一起相对于固定透镜筒 22 沿从变焦透镜 71 前面看去的逆时针方向充分转动, 即如果第三外透镜筒 15 和螺环 18 一起转动到各自的安装/拆卸角位置, 那么三个接合凸起 15b 和三个插入/可拆卸孔 22h 将在光轴方向自动对齐。

尽管当被转动到图 26 和 30 所示的安装/拆卸角位置时, 第三外透镜筒 15 能够从固定透镜筒 22 上拆卸下来, 但是通过一组相对转动导向凸起 15d 与环向槽 14d 的接合以及第二组相对转动导向凸起 14c 与周边槽 15e 的接合, 第三外透镜筒 15 仍然与第一线性导向环 14 接合。如图 14 和 15 所示, 第二组相对转动导向凸起 14c 以不规则的间隔沿

环向形成在第一线性导向环 14 上, 其中第二组中的一些相对转动导向凸起 14c 与另一组相对转动导向凸起的环向宽度不同。同样, 该组相对转动导向凸起 15d 以不规则的间距沿环向形成在第三外透镜筒 15 上, 其中一些相对转动导向凸起 15d 与另一组转动导向凸起的环向宽度不同。第三外透镜筒 15 在后端设置有多组插入/可拆卸孔 15g, 只有当第一线性导向环 14 位于相对于第三外透镜筒 15 的特定转动位置时, 第二组相对转动导向凸起 14c 可以通过孔 15g 沿光轴方向分别从环向槽 15e 拆卸下来。同样, 第一线性导向环 14 的前端设置有多组插入/可拆卸孔 14h, 只有当第三外透镜筒 15 位于相对于第一线性导向环 14 的特定转动位置时, 该组相对转动导向凸起 15d 可以通过孔 14h 沿光轴方向分别从环向槽 14d 上拆卸下来。

图44-47是第三外透镜筒15和第一线性导向环14的展开图, 表示在不同状态下它们之间的连接关系。具体而言, 图44表示在变焦透镜71处于回缩状态(对应于图23和27中每幅图中所表示的状态)时, 第三外透镜筒15和第一线性导向环14之间的连接状态, 图45表示当变焦透镜71处于广角端(对应于图24和28中每幅图中所示的状态)时, 第三外透镜筒15和第一线性导向环14之间的连接状态, 图46表示当变焦透镜71处于远摄端(对应于图25和29中每幅图所示的状态)时, 第三外透镜筒15和第一线性导向环14之间的连接状态, 图47表示当变焦透镜71处于安装/拆卸状态(对应于图26和30中每幅图所示的状态)时, 第三外透镜筒15和第一线性导向环14之间的耦合状态。如图44-47所示, 由于一些第二组的相对导向凸起14c和一些相对转动导向凸起15d分别接合在环向槽15e和环向槽14d内, 因此当变焦透镜71位于广角端和远摄端之间或者甚至在广角端和回缩位置之间时, 所有的第二组相对导向凸起14c和相对导向凸起15d不能同时分别通过多个插入/可拆卸孔15g和多个插入/可拆卸孔14h沿光轴方向插入环向槽15e和环向槽14d内, 或者从中拆卸。只有当第三外透镜筒15和螺环18一起转动到已经拆除止挡件的图26和63所示的各个安装/拆卸角位置时, 第二组相对转动导向凸起14c到达环向槽15e内的各个特定位置, 在该位置处, 第二组相对转动导向凸起14c和多个插入/可拆卸孔15g在光轴方向对齐, 同时, 一组相对转动导向凸起15d到达环向槽14d内的各个特定位置, 在

此位置处，该组相对转动导向凸起15d和多个插入/可拆卸孔14h沿光轴方向对齐。如图47和56所示，这样就能够从第一线性导向环14的前面从该环上拆卸第三外透镜筒15。注意，在图56中没有表示固定透镜筒22。如果拆除第三外透镜筒15，那么要保持第三外透镜筒15和螺环18之间的三个压缩盘簧25就暴露于变焦透镜71的外侧，因此也能够被相应拆卸（见图39和56）。

因此，如果在止挡件已经被拆除后，第三外透镜筒15和螺环18一起转动到图26和63所示的各个安装/拆卸角位置，那么第三外透镜筒15也能够同时从固定透镜筒22和第一线性导向环14上拆除。换句话说，止挡件26用做一种转动限制装置，用于限制第三外透镜筒15和螺环18绕透镜筒轴Z0相对于固定透镜筒22的转动范围，使得变焦透镜71正常工作状态时，第三外透镜筒15和螺环18不能够一起转动到它们各自的安装/拆卸角位置。从上述描述中可以理解，由一组三个转动滑动凸起18b、一组三个转动滑动槽22d和一组三个倾斜槽22c构成的导向结构简单而紧凑；此外，只要该导向结构中增加止挡件26，那么第三外透镜筒15和螺环18绕变焦透镜筒轴Z0相对于固定透镜筒22的转动范围将受到严格的限制，使得变焦透镜71处于正常工作状态时，第三外透镜筒15和螺环18不能够一起转动到的它们各自的安装/拆卸角位置。

从变焦透镜71拆卸第三外透镜筒15，使得能够进一步拆卸变焦透镜71，下面描述其拆卸方式。如图9和10所示，第三外透镜筒15的前端设置有一个最前面的内法兰15h，其径向朝内凸起，封闭一组六个第二线性导槽14g的前端。第二外透镜筒13的一组六个径向凸起13a分别与一组六个第二线性导槽14g接合，由于最前面的内法兰15h防止分别从一组六个第二线性导槽14g中拆卸一组六个径向凸起13a，在第三外透镜筒15和第一线性导向环14彼此连接的状态下，第二外透镜筒13不能够从变焦透镜71的前面拆卸。因此，一旦第三外透镜筒15已经拆卸下来，那么就能够从第一线性导向环14上拆卸第二外透镜筒13。但是，如果不连续的内法兰13c保持与凸轮环11的不连续的环向槽11c接合，那么第二外透镜筒13就不能够沿光轴方向从凸轮环11上拆卸。如图20所示，不连续的内法兰13c形成一个不连续的槽，该槽沿第二外透镜筒13的环向不等间隔地断开。另一方面，如图16所示，凸轮环11的外周表

面设置有一组三个径向向外凸起的外凸起11g,同时,只在的一组三个外凸起11g的各个外表面上形成有不连续的环向槽11c。在三个外凸起11g中的每个外凸起上设置有不连续的环向槽11c,并且在该外凸起11g的前端开有一个插入/可拆卸孔11r。这些插入/可拆卸孔11r不等间隔地设置在凸轮环11的环向。

图52-55是凸轮环11、第一外透镜筒12和第二外透镜筒13的展开图,表示第一外透镜筒12和外透镜筒13与凸轮环11在不同状态下的连接关系。更具体而言,图52表示变焦透镜71处于回缩状态(对应于图23和27中每幅图所示的状态)时,第一外透镜筒12和外透镜筒13与凸轮环11的连接状态,图53表示当变焦透镜71处于广角端(对应于图24和28中每幅图所示的状态)时,第一外透镜筒12和外透镜筒13与凸轮环11的连接状态,图54表示当变焦透镜71处于远摄端(对应于图25和29中每幅图所示状态)时,第一外透镜筒12和外透镜筒13与凸轮环11的连接状态,图55表示当变焦透镜71处于安装/拆卸状态(对应于图26和30中每幅图所示状态)时,第一外透镜筒12和外透镜筒13与凸轮环11的连接状态。如图52-54所示,由于不连续内法兰13c中的一些部分与不连续环向槽11c中的至少一部分相接合,因此当变焦透镜71位于广角端和远摄端之间时,或者甚至当其位于广角端和回缩位置之间时,第二外透镜筒13不能够沿光轴方向从凸轮环11上拆卸下来。只有当第三外透镜筒15和螺环18一起转动到图26和63所示的各个安装/拆卸角位置时,第三外透镜筒15的转动才能使凸轮环11转动到一个特定的转动位置,在该位置处,第二外透镜筒13的不连续内法兰13c的所有部分都分别正好与三个插入/可拆卸孔11r或三个外凸起11g间的三个环向间隙对齐。这样就能够如图55和57所示的那样从凸轮环11的前面将第二外透镜筒13从凸轮环11上拆卸下来。

此外,在图55所示的变焦透镜71处于安装/拆卸状态的状态下,第一外透镜筒12上的一组三个凸轮从动件31分别位于靠近一组三个外凸轮槽11b前开口端,以便能够如图58所示从变焦透镜71前面拆卸第一外透镜筒12。此外,在如图2所示松开两组螺钉64,拆下固定环3之后,能够将第一透镜组调节环2从第二外透镜筒12上拆下来。之后,也能够从第一透镜组调节环2前面将该第一透镜组调节环2支撑的第一透镜框

1从该第一透镜组调节环2上拆卸下来。

尽管在图58所示状态下，第一线性导向环14、螺环18、凸轮环11和凸轮环11内的其他一些元件，比如第二透镜组移动框8仍然保留在固定透镜筒22内，但可以根据需要进一步拆卸变焦透镜71。

如图57和58所示，如果第三外透镜筒15由从固定透镜筒22充分向前伸出的变焦透镜71上拆卸下来，那么就可以拆卸三组螺钉32a中的每一个。之后，如图59所示，如果一组三个从动滚柱32与一组三个螺钉32a一起拆卸下来，那么由于变焦透镜71中再没有元件能够阻挡凸轮环11沿光轴方向相对于第一线性导向环14向后移动，因此就可以从第一线性导向环14后面将凸轮环11和第二线性导向环10的组合件从第一线性导向环14上拆卸下来。如图15和59所示，与每对第一线性导向环14f相连接的相关分叉凸起10a的该对径向凸起与每对第一线性导向环14f的前端相接合，其中每一前端都形成一个封闭端，而每一后端都在第一线性导向环14的后端作为开口端。因此，凸轮环11和第二线性导向环10的组合件只能从第一线性导向环14的后面从该第一线性导向环上拆卸下来。尽管第二线性导向环10和凸轮环11彼此连接，其中环部10b的不连续外边缘接合在不连续的环向槽11e内，能够绕透镜筒轴Z0相互转动，当第二线性导向环10和凸轮环11它们之间相互处于一个特定转动位置时，第二线性导向环10和凸轮环11可以如图3所示那样彼此脱离。

当第三外透镜筒15和螺环18一起转动到如图26和63所示的各个安装/拆卸位置时，该组三个前凸轮从动件8b-1可以沿光轴方向从凸轮环11前面从该组三个前内凸轮槽11a-1中拆卸下来，同时，该组三个后凸轮从动件8b-2分别位于该组三个后内凸轮槽11a-2的前开口端部11a-2x。因此，第二透镜组活动框8能够如图3所示从凸轮环11的前部从该凸轮环上拆卸下来。由于该组三个后内凸轮槽11a-2的前开口端部11a-2x是一个沿光轴方向延伸的线性槽，所以不管第二线性导向环10是否沿光轴方向线性导向第二透镜组移动框8，也就是说，不管该组三个前凸轮从动件8b-1和该组三个后凸轮从动件8b-2是否分别接合在三个前内凸轮槽11a-1和三个后内凸轮槽11a-2内，第二透镜组移动框8都能够从凸轮环11前面从该凸轮环上拆卸下来。在图58所示凸轮环11和第二线性

导向环10保留在第一线性导向环14内的状态下，只能拆卸第二透镜组移动框8。

在松开一组螺钉66后，将该对第二透镜组支撑板36和37拆卸下来，（见图3），随后，就能够将枢轴33和第二透镜框6从第二透镜组活动框8上拆下。

除了位于凸轮环11内的元件，螺环18也能够从固定透镜筒22上拆卸下来。在此情况下，在CCD支架21从固定透镜筒22上拆卸下来之后，螺环18从安装/拆卸角位置沿透镜筒回缩方向转动，使其从固定透镜筒22上拆卸下来。在透镜筒回缩方向转动螺环18使得三个转动滑动凸起18b从该组三个转动滑动槽22d回移进入该组三个倾斜槽22c内，使阳螺旋面18a与阴螺旋面22a啮合，从而使螺环18绕透镜筒轴Z0转动的同时后移。一旦螺环18后移超出图23和27所示位置，那么该组三个转动滑动凸起18b就能够分别从三个倾斜槽22c的后开口端部22c-x从该三个倾斜槽22c上拆卸下来，同时使阳螺旋面18a与阴螺旋面22a脱离。这样，螺环18就能够与线性导向环14一起从固定透镜筒22的后部从该固定透镜筒上拆卸下来。

螺环18和线性导向环14通过第一组相对转动导向凸起14b与环向槽18g的接合而彼此接合。与第二相对转动导向凸起14c类似，第一组相对转动导向凸起14b沿第一线性导向环14的环向不等间隔地形成在其上，其中第一组相对转动导向凸起14b中的一些凸起的环向宽度与另一些不同。螺环18的内周表面设置有多个插入/拆卸槽18h，只有当第一线性导向环14相对于螺环18位于特定转动位置时，第一组相对转动导向凸起14b才能够通过槽18h沿光轴方向进入螺环18。

图18-51表示第一线性导向环14和螺环18的展开图，表示在不同状态下它们之间的连接关系。具体而言，图48表示当变焦透镜71处于回缩状态（对应于图23和27中每幅图所示状态）时，第一线性导向环14和螺环18之间的连接状态，图49表示当变焦透镜71处于广角端（对应于图24和28中每幅图所示状态）时，第一线性导向环14和螺环18之间的另一种连接状态，图50表示当变焦透镜71处于图25和29所示的远摄端时的连接状态，图51表示当变焦透镜71处于安装/拆卸状态时（对应于图26和30中每幅图所示状态），第一线性导向环14和螺环18之间的另

一种连接状态。如图48-51所示，当变焦透镜71位于回缩位置和安装/拆卸状态的位置之间，其中第三外透镜筒15和螺环18位于图26和63所示的各个安装/拆卸角位置，这时，所有的第一组相对转动导向凸起14b不能够同时分别插入多个插入/可拆卸槽18h中或从中拆卸下来，这样就不能够使螺环18和第一线性导向环14在光轴方向彼此脱离。只有当螺环18进一步沿透镜筒回缩方向（在图48中向下的方向）转动到图48所示的超出螺环18回缩位置的一个特定转动位置时，第一组相对转动导向凸起14b才能够同时分别插入多个插入/拆卸槽18h中或从中拆卸下来。在螺环18转动到该特定位置之后，相对于第一线性导向环14向前（在图48-51中向左的方向）移动螺环18，使第一组相对转动导向凸起14b分别从多个插入/拆卸槽18h到环向槽18g后部的位置上拆卸下来。换言之，能够改进第一线性导向环14和螺环18之间的连接结构，使所有第一组相对转动导向凸起14b能够在螺环18和线性导向环14位于上述各个转动位置的同时沿光轴方向穿过多个插入/拆卸槽18h通过螺环18，在上述转动位置处螺环18和线性导向环14能够从固定透镜筒22上拆卸下来。

接合在第三外透镜筒15的环向槽15e内的第二组相对转动导向凸起14c沿光轴方向形成在第一线性导向环14上的第一组相对转动导向凸起14b的前面。如上所述，第一组相对转动导向凸起14b在第一线性导向环14的不同环向位置形成环向加长凸起，同时第二组相对转动导向凸起14c在第一线性导向环14的不同环向位置处形成环向加长凸起。更具体而言，尽管第一组相对转动导向凸起14b的各个位置与第二组相对转动导向凸起14c的位置在第一线性导向环14的环向并不重合，但是如图15所示，第一组相对转动导向凸起14b和第二组相对转动导向凸起14c的凸起数量、凸起间隔和对应凸起的环向宽度彼此相同。即，第二组相对转动导向凸起14c和多个插入/拆卸槽18h之间的有一个特定的相对转动位置，在该位置处，第二组相对转动导向凸起14c和多个插入/拆卸槽18h能在光轴方向彼此脱离开。如果在第二组相对转动导向凸起14c和多个插入/拆卸槽18h处于这种特定相对转动位置的状态下，从第一线性导向环14朝前移动螺环18，那么每个相对转动导向凸起14c都能够从对应的插入/拆卸槽18h的前端插入到该插入/拆卸槽18h中，因此也

同样能够从相同的插入/拆卸槽18h的后端从该插入/拆卸槽18h中拆卸下来，从而能够将螺环18从第一线性导向环14的前面从该第一线性导向环14上拆卸下来。因此，每个插入/拆卸槽18h的前端和后端都分别形成开口端，从而使相连接的相对转动导向凸起14c沿光轴方向穿过该插入/拆卸槽18h而通过螺环18。

即，直到螺环18和第一线性导向环14从固定透镜筒22上拆下，并相对地转动一个预定的转动量时，螺环18和第一线性导向环14才能够处于脱离状态。换言之，当拆卸第三外透镜筒15时，螺环18和第一线性导向环14彼此接合，并被支撑在固定透镜筒22内部。由于不允许第一线性导向环14脱离接合，因此安装过程方便。

从上述内容可以理解，在变焦透镜的本实施例中，在止挡件26已经从固定透镜筒22上拆卸下来之后，执行转动前伸/转动回缩操作和固定位置转动操作的第三外透镜筒15，可以通过将第三外透镜筒15和螺环18一起转动到图26和63所示的各个安装/拆卸角位置而容易地从变焦透镜71上拆卸下来，图26和63所示的安装/拆卸角位置不同于它们在变焦范围或回缩范围内各自的任何位置。此外，通过从变焦透镜71中拆去第三外透镜筒15，可以取消三个转动滑动凸起18b的消除第三外透镜筒15和固定透镜筒22之间间隙和螺环18和固定透镜筒22之间间隙的作用。此外，当变焦透镜71处于能够在变焦透镜71上插入或拆卸第三外透镜筒15的安装/拆卸状态时，在第三外透镜筒15从变焦透镜71上拆卸下来之后，第二外透镜筒13，第一外透镜筒12，凸轮环11，第二透镜组活动框8和其他元件也都处于它们各自的安装/拆卸位置，也能够一个接一个地从变焦透镜71拆卸下来。

尽管上面只描述了变焦透镜71的拆卸过程，但是也可以进行与上述拆卸过程相反的过程，如变焦透镜71的安装过程。这还改善了组装变焦透镜71的可操作性。

下面将主要参照图60-72描述与第三外透镜筒15（还有螺环18）相关的变焦透镜71的另一个特点。在图60-63中，线性导向环14和第三外透镜筒15以及用于偏移一组三个从动滚柱32的从动偏置环簧17的一些部分通常是看不见的（即假定由虚线表示），但是为了说明起见也用实线表示出来了。图64-66表示从内部看时第三外透镜筒15和螺环18的部

分，因此，如图64和65所示的倾斜前端槽部分14e-3的倾斜方向与其它图中的相反。

从上述描述可以理解，在变焦透镜71的本实施例中，刚好位于固定透镜筒22（即从固定透镜筒22侧面看去的第一个可转动透镜筒）内的可转动透镜筒分成两部分：第三外透镜筒15和螺环18。在下面的描述中，为了清楚起见，在一些情况下（如见图23-26，图60-62），第三外透镜筒15和螺环18被称为可转动透镜筒KZ。可转动透镜筒KZ的基本功能是将运动传递给三个从动滚柱32，使三个从动滚柱32绕透镜筒轴Z0转动。凸轮环11受力，该力使凸轮环11绕透镜筒轴Z0转动，同时在光轴方向移动，经过三个从动滚柱32，以预定的移动方式沿光轴方向移动第一和第二透镜组LG1和LG2。与该组三个从动滚柱32即该组三个转动传递槽15f接合的可转动透镜筒KZ的接合部分满足下面将要讨论的一些条件。

首先，与该组三个从动滚柱32接合的该组三个转动传递槽15f的长度必须对应于该组三个从动滚柱32在光轴方向的移动范围。这是因为每个从动滚柱32不仅经过图61所示的对应于变焦透镜71的广角端的位置，在图60所示的回缩位置和图62所示对应于变焦透镜71远摄端的位置之间绕透镜筒轴Z0转动，而且由第一线性导向环14的相关倾斜前端槽部分14e-3移动而相对于可转动透镜筒KZ沿光轴方向运动。

第三外透镜筒15和螺环18基本作为一个整体：可转动透镜筒来操作。这是因为三对转动传递凸起15a与三个转动传递槽18d的接合分别防止第三外透镜筒15和螺环18相对转动。但是，在变焦透镜的本实施例中，由于第三外透镜筒15和螺环18为了安装和拆卸变焦透镜71的目的而设置成分离的元件，因此在每对转动传递凸起15a和相关的转动传递槽18d之间，在转动方向（图66中所示的垂直方向）上存在小间隙。更具体而言，如图66所示，形成三对转动传递凸起15a和三个转动传递槽18d，从而使彼此平行延伸的每个转动传递槽18d内的螺环18的环向相对的两侧表面18d-S之间的环向空间WD1，稍微大于也彼此平行延伸的每对转动传递凸起15a的相对端表面15a-S之间的环向空间WD2。由于该间隙的存在，当第三外透镜筒15和螺环18之中的一个相对于另一个绕透镜筒轴Z0转动时，第三外透镜筒15和螺环18相对于彼

此绕透镜筒轴Z0作轻微转动。例如，在图64所示的状态下，如果螺环18相对于第三外透镜筒15沿图65中箭头AR1所示的透镜筒前伸方向（图64和65中向下的方向）转动，那么螺环18就相对于第三外透镜筒15沿相同方向转动一个转动量“NR”，从而使每个转动传递槽18d内的环向相对的两个侧表面18d-S之一与图65所示的相关的转动传递凸起15a的相对端表面15a-S之中相对应的一个表面相接触。因此，该组三个转动传递槽15f必须形成在第三外透镜筒15上，使得不管每对转动传递凸起15a和相关转动传递槽18d之间存在的间隙是否引起第三外透镜筒15和螺环18之间相对转动位置的改变，都能够始终沿光轴方向平滑地引导该组三个从动滚柱。为了清楚起见，该间隙在附图中被放大了。

在该变焦透镜的本实施例中，沿光轴方向向后延伸的三对转动传递凸起15a形成在第三外透镜筒15上，作为使第三外透镜筒15和螺环18接合的接合部分。在第三外透镜筒15上形成三个转动传递槽15f充分利用了三对转动传递凸起15a的这种结构。更具体而言，每个转动传递槽15f的主要部分都形成在第三外透镜筒15的内周表面上，从而使三个转动传递槽15f的环向位置分别对应三对转动传递凸起15a的环向位置。此外，每个转动传递槽15f的其余后端部沿光轴方向朝后延长，形成在相关的一对转动传递凸起15a的相对导向表面15f-S（见图66）之间。

由于每个转动传递槽15f只形成在第三外透镜筒15上，因此在每个转动传递槽15f内没有形成间隙或台阶，没有形成一个延伸到第三外透镜筒15和螺环18上方的槽。即使第三外透镜筒15和螺环18之间的相对转动位置由于每对转动传递凸起15a和相应的转动传递槽18d之间的间隙而稍微变化，每个转动传递槽15f的相对导向表面15f-S的形状保持不变。因此，该组三个转动传递槽15f始终能够沿光轴方向平滑地导向该组三个从动滚柱32。

该组三个转动传递槽15f通过充分利用三对分别沿光轴方向突出的转动传递凸起15a，能够在光轴方向具有足够的长度。如图60-62所示，该组三个从动滚柱32在光轴方向的移动范围D1（见图60）大于第三外透镜筒15的内周表面上一个区域在光轴方向的轴向长度（除了三对转动传递凸起15a），在该区域上可以形成沿光轴方向延伸的槽。具体而言，在图60和64所示的状态，即变焦透镜71处于图10所示回缩状态下，

每个从动滚柱32沿光轴方向向后移动到螺环18的前端和后端之间的一点（回缩点）处。但是，因为三对转动传递凸起15a需要分别保持接合在三个转动传递槽18d内，而每个转动传递凸起15a沿光轴方向向后延伸到螺环18的前端和后端之间对应于回缩点的一点处，因此即使三个从动滚柱32被向后推到各自回缩点，三个从动滚柱32也能够与三个转动传递槽15f保持接合。因此，即使与三个从动滚柱32接合（以导向三个从动滚柱32）的导向部分（三个转动传递槽15f）只形成在可转动透镜筒KZ的第三外透镜筒15上，也能够沿光轴方向在第三外透镜筒15和螺环18的整个移动范围内导向三个从动滚柱32。

即使环向槽15e与第三外透镜筒15内周表面上的每个转动传递槽15f交叉，环向槽15e也不会破坏三个转动传递槽15f的导向作用，因为该环向槽15e的深度比每个转动传递槽15f的深度小。

图67-68表示一个与图64-66主要表示的上述结构相比较的对比实例。在该对比实例中，前环15'（对应于变焦透镜的本实施例中的第三外透镜筒15）设置有一组三个沿光轴方向线性延伸的转动传递槽15f'（在图67和68中只表示了其中的一个），同时后环18'（对应于变焦透镜的本实施例中的螺环18）设置有一组三个沿光轴方向线性延伸的延伸槽18x。一组三个从动滚柱32'（对应于变焦透镜71的本实施例中的一组三个从动滚柱32）接合在该组三个转动传递槽15f'或该组三个延伸槽18x内，从而使每个从动滚柱32'能够沿光轴方向在相应的转动传递槽15f'和相应延伸槽18x内移动。即，该组三个从动滚柱32'分别可以在前环15'和后环18'的范围内延伸的一组三个槽内移动。前环15'和后环18'通过前环15'的多个转动传递凸起15a'和后环18'的相应的多个转动传递槽18d'彼此接合，其中多个转动传递凸起15a'分别接合在各转动传递槽内。多个转动传递凸起15a'形成在前环15'面对后环18'前表面的一个后端表面上，而多个转动传递槽18d'形成在后环18'的前表面上。多个转动传递凸起15a'和多个转动传递槽18d'之间在转动方向（图68中所示的垂直方向）上存在微小间隙。图67表示三个转动传递槽15f'和三个延伸槽18x沿光轴方向准确对齐的一种状态。

在具有上述结构的对比实例中，在图67所示的状态下，如果前环

18' 相对于后环18' 沿图68中箭头AR1' 所示的方向（图67和图68中向下的方向）转动，那么由于多个转动传递凸起15a' 和多个转动传递槽18d' 之间存在的上述间隙，后环18' 也沿相同的方向稍微转动。这使得一组三个转动传递槽15f' 和一组三个延伸槽18x不能够对齐。因此，在图68所示的状态下，在每个转动传递槽15f' 的导向表面和相应延伸槽18x的相应导向表面之间产生缝隙。该缝隙会干扰每个从动滚柱32' 在相应转动传递槽15f' 和相应延伸槽18x内沿光轴方向的运动，不能够保证每个从动滚柱32' 平稳运动。如果该缝隙变大，那么每个从动滚柱32' 有可能不能够在相应转动传递槽15f' 和相应延伸槽18x之间移动并跨过二者之间的边界。

假定去除该组转动传递槽15f' 或该组延伸槽18x，以避免在每个转动传递槽15f' 的导向表面和相应延伸槽18x的相应导向表面之间产生缝隙，那么可能需要另一组转动传递槽15f' 或延伸槽18x沿光轴方向加长。因此，前环15' 或者后环18' 在光轴方向的长度将增加。例如，如果想要省略该组延伸槽18x，那么就必须朝前加长每个转动传递槽15f'，加长的长度相应于每个延伸槽18x的长度。这就增加了变焦透镜的尺寸，尤其是增加了它的长度。

与该对照实例相反，在该变焦透镜的本实施例中，沿光轴方向向后延伸的三对转动传递凸起15a形成在第三外透镜筒15上，作为使第三外透镜筒15和螺环18接合的接合部分，该变焦透镜的本实施例的优点是该组三个转动传递槽15f分别始终能够平稳地沿光轴方向导向三个从动滚柱32，并在该组三个转动传递槽15f内不会产生任何缝隙。此外，该变焦透镜的本实施例的另一个优点是：不需要沿光轴方向向前加长第三外透镜筒15，每一转动传递槽15f就可以具有足够的有效长度。

当变焦透镜71位于广角端和回缩位置之间时，对该组三个从动滚柱施加一个方向的力，使它们绕经过一组三个转动传递槽15f的透镜筒轴Z0转动，将引起凸轮环11绕透镜筒轴Z0转动，并由于该组三个从动滚柱32分别与该组三个通槽14e的前端槽部分14e-3接合而同时沿光轴方向转动。当变焦透镜71位于变焦范围内时，由于该组三个从动滚柱32分别与该组三个通槽14e的前环向槽部分14e-1接合，凸轮环11在轴向固定位置处转动，而不沿光轴方向移动。由于凸轮环11在变焦透镜71

准备照相的状态下在轴向固定位置处转动，因此凸轮环11必须沿光轴方向准确定位于一个预定位置处，以确保变焦透镜71的可移动透镜组如第一透镜组LG1和第二透镜组LG2的光学精度。尽管在凸轮环11在沿光轴方向的轴向固定位置处转动时凸轮环11在光轴方向的位置由该组三个从动滚柱32分别与该组三个通槽14e的三个前环向槽部分14e-1的接合确定，但是，在三个从动滚柱32和前环向槽部分14e-1之间存在间隙，从而使三个从动滚柱32能够分别在三个通槽14e的三个前环向槽部分14e-1内平稳地移动。因此，当该组三个从动滚柱32分别接合在该组三个通槽14e的三个前环向槽部分14e-1内时，就必须消除由间隙引起的该组三个从动滚柱32和该组三个通槽14e之间的空隙。

用于消除空隙的从动偏置环簧17定位于第三外透镜筒15内，该从动偏置环簧17的支撑结构表示在图33，35，63和69-72中。最前部的内法兰15h形成在第三外透镜筒15上，从第三外透镜筒15内周表面的前端径向向内延伸。如图63所示，从动偏置环簧17是一个不平整的环形元件，设置有多个沿光轴方向弯曲的能够沿光轴方向弹性变形的弯头。更具体而言，从动偏置环簧17的布置应当能够使该组三个从动压制凸起17a沿光轴方向定位于从动偏置环簧17后端。从动偏置环簧17设置有一组三个沿光轴方向向前突出的前凸弧形部分17b。三个前凸弧形部分17b和三个从动压制凸起17a交替设置，形成图4、14和63所示的从动偏置环簧17。从动偏置环簧17布置在最前部内法兰15h和多个相对转动导向凸起15d之间，处于轻微受压状态，以便不会从第三外透镜筒15内部脱离该透镜筒。如果该组三个前凸弧形部分17b被安装在最前部的内法兰15h和多个相对转动导向凸起15d之间，同时该组三个从动压制凸起17a和该组三个转动传递槽15f沿光轴方向对准，那么该组三个从动压制凸起17a分别接合在该组三个转动传递槽15f的各个前部，并因此得到支撑。当第一线性导向环14不连接在第三外透镜筒15上时，每个从动压制凸起17a在光轴方向都与第三外透镜筒15的最前部内法兰15h间隔开足够的距离，如图72所示，以便能够在一定程度上在相应的转动传递槽15f内移动。

当第一线性导向环14连接于第三外透镜筒15上时，从动偏置环簧17的该组三个前凸弧形部分17b由于受到线性导向环14的前端的向前

压制而朝最前部内法兰15h变形，使该组三个前凸弧形部分17b的形状接近平面形状。当从动偏置环簧17按照这种方式变形时，第一线性导向环14由于从动偏置环簧17的弹性而朝后偏移，从而固定第一线性导向环14在光轴方向上相对于第三外透镜筒15的位置。同时，第一线性导向环14的环向槽14d内的前导向表面压靠在多个相对转动导向凸起15d的各个前表面上，而第二组相对转动导向凸起14c的各个后表面沿光轴方向压靠在第三外透镜筒15的环向槽15e内的后导向表面上，如图69所示。同时，第一线性导向环14的前端沿光轴方向位于最前部内法兰15h和多个相对转动导向凸起15d之间，而从动偏置环簧17的该组三个前凸弧形部分17b的前表面并不完全与前内法兰15h压制接触。因此，当变焦透镜71处于回缩状态时，确保在该组三个从动压制凸起17a和最前部内法兰15h之间的微小间距，从而使每个从动压制凸起17a在相应转动传递槽15f内沿光轴方向移动在一定长度。此外，如图35和69所示，朝后延伸的每个从动压制凸起17a的顶端（沿光轴方向的后端）位于相应的径向槽14的前环向槽部分14e-1内。

在图60和64所示的变焦透镜71处于回缩状态下，从动偏置环簧17不接触除第一线性导向环14之外的任何元件。同时，尽管接合在该组三个转动传递槽15f内，但是由于每个从动滚柱32接合在相应的后环向槽部分14e-2内，而定位于其后端附近，因此该组三个从动滚柱32仍然分别远离该组三个从动压制凸起17a。

沿透镜筒前伸方向（如图60-69中向上的方向）转动第三外透镜筒15，使得该组三个转动传递槽15f分别朝上推动该组三个从动滚柱32，如图60和69所示，将相应通槽14e内的每个从动滚柱32从后环向槽部分14e-2移动到倾斜前端槽部分14e-3。由于每个通槽14e的倾斜前端槽部分14e-3沿一个方向延伸，该方向上在第一线性导向环14环向有一个元件，光轴方向有一个元件，因此当从动滚柱32在相应通槽14e的倾斜前端槽部分14e-3内朝前环向槽部分14e-1移动时，每个从动滚柱32沿光轴方向逐渐朝前移动。但是，只要从动滚柱32位于相应通槽14e的倾斜前端槽部分14e-3内，那么从动滚柱32总是远离相应压制凸起17a。这意味着该组三个从动滚柱32根本就没有被该组三个从动压制凸起17a分别偏置。然而，由于当每个从动滚柱32分别接合在后环向槽部分14e-2或

相应通槽14e的倾斜前端槽部分14e-3内, 变焦透镜71处于回缩状态或从回缩状态到准备摄影状态的过渡状态下, 因此, 即使该组三个从动滚柱32和该组三个通槽14e之间的空隙被彻底消除了, 也不会产生任何大的问题。如果有什么不同的话, 变焦透镜71上的负载将随每个从动滚柱32的摩擦阻力的减少而减少。

如果该组三个从动滚柱32借助第三外透镜筒15沿光轴方向的进一步转动而分别从该组三个通槽14e的倾斜前端槽部分14e-3移动到通槽14e的前环向槽部分14e-1, 那么第一线性导向环14、第三外透镜筒15和该组三个从动滚柱32将位于如图61和70所示的位置, 从而使变焦透镜71位于广角端。由于每个从动压制凸起17a顶端如上所述位于相应径向槽14的前环向槽部分14e-1内, 因此每个从动滚柱32一旦进入相应的前环向槽部分14e-1内就与相应从动压制凸起17a接触(见图33, 61和70)。这使得每一从动滚柱32沿光轴方向朝前压制每个从动压制凸起17a, 从而引起从动偏置弹簧17进一步变形, 使该组三个前凸弧形部分17b更接近平面形状。同时, 由于从动偏置盘簧的弹性, 每个从动滚柱32被沿光轴方向压靠在相应前环向槽部分14e-1内的后导向表面, 从而分别消除该组三个从动滚柱32和该组三个通槽14e之间的空隙。

此后, 在变焦透镜71处于图61和70所示广角端位置和处于图62和71所示的远摄端位置之间的变焦操作期间, 即使该组三个从动滚柱32在该组三个通槽14e的前环向槽部分14e-1内移动, 由于当每个从动滚柱32在仅沿第一线性导向环14的环向延伸的相应前环向槽部分14e-1内移动时, 每个从动滚柱32并不沿光轴方向在相应转动传递槽15f内移动, 因此每个从动滚柱32仍然与相应从动压制凸起17a保持接触。因此, 在能够摄影的变焦透镜71的变焦范围内, 该组三个从动滚柱32总是被该环簧17沿光轴方向朝后偏置, 这样就能够使该组三个从动滚柱32相对于第一线性导向环14获得稳定的定位。

沿透镜筒回缩方向转动第三外透镜筒 15, 使第一线性导向环 14 和该组三个从动滚柱 32 按照与上述操作相反的方式操作。在该相反的操作中, 每个从动滚柱 32 一旦通过相应通槽 14e 内对应于变焦透镜 71 广角端(图 61 中相应通槽 14e 内每个从动滚柱 32 的位置)的点(广角端点), 就与相应从动压制凸起 17a 脱离。从广角端点下降到相应通

槽 14e 内对应于变焦透镜 71 回缩位置（图 60 中相应通槽 14e 内每个从动滚柱 32 的位置）的点（回缩点），该组三个从动滚柱 32 各自都没有受到来自该组三个从动压制凸起 17a 的压力。如果该组三个从动压制凸起 17a 不给该组三个从动滚柱 32 施加任何压力，那么当每个从动滚柱 32 在相应通槽 14e 内移动时，每个从动滚柱 32 的摩擦阻力变小。因此，变焦电机 150 上的负载随每个从动滚柱 32 的摩擦阻力的减少而减少。

从上述描述中可以理解，当变焦透镜 71 处于准备摄影状态时，该组三个从动压制凸起 17a 分别被沿光轴方向固定在该组三个转动传递槽 15f 内三个从动滚柱 32 的位置处，在由该组三个通槽 14e 的倾斜前端槽部分 14e-3 导向而沿光轴方向向前移动的三个从动滚柱 32 到达轴向固定位置处（即在前环向槽部分 14e-1 内）转动范围内的各个摄影位置之后，该组三个从动压制凸起 17a 随即自动地向后偏置三个从动滚柱 32，使该组三个从动滚柱 32 压靠在三个通槽 14e 的前环向槽部分 14e-1 的后导向表面上。采用这种构造，可以通过采用单个偏置元件的一种简单结构消除该组三个从动滚柱 32 和该组三个通槽 14e 之间的空隙，该单个偏置元件是从动偏置环簧 17。此外，由于从动偏置环簧 17 是一种沿内周表面布置的很简单的环形元件，以及该组三个从动压制凸起 17a 分别定位于该组三个转动传递槽 15f 内，因此从动偏置环簧 17 在变焦透镜 71 内占用很少的空间。因此，尽管构造小而简单，但是从动偏置环簧 17 能够在变焦透镜 71 处于准备摄影的状态下使凸轮环 11 稳定地沿光轴方向精确定位于预定固定位置。这就保证了摄影光学系统如第一透镜组 LG1 和第二透镜组 LG2 的光学精度。此外，由于该组三个前凸弧形部分 17b 被简单地保持和支撑在最前部的内法兰 15h 和多个相对转动导向凸起 15d 之间，因此容易拆卸从动偏置环簧 17。

从动偏置环簧 17 不仅具有沿光轴方向偏置该组三个从动滚柱 32，在光轴方向上精确定位凸轮环 11 相对于第一线性导向环 14 的位置的作用，而且具有沿光轴方向向后偏置第一线性导向环 14，在光轴方向上稳定定位第一线性导向环 14 相对于第三外透镜筒 15 的位置的作用。当多个相对转动导向凸起 15d 和环向槽 14d 彼此接合，如图 69-72 所示可沿光轴方向相对于彼此稍作移动时，尽管第二组相对转动导向凸起

14c 和环向 15e 彼此接合，可以沿光轴方向相对于彼此稍作移动，但是由于第一线性导向环 14 的前端接触从动偏置环簧 17，被该从动偏置环簧 17 沿光轴方向向后偏置，因此能够消除第二组相对转动导向凸起 14c 和环向槽 15e 之间的空隙以及多个相对导向凸起 15d 和环向槽 14d 之间的空隙。因此，在将凸轮环 11、第一线性导向环 14 和第三外透镜筒 15 三个环形元件看作一个转动前伸/转动回缩单元的情况下，通过一个单个偏置元件——从动偏置环簧 17 就能够消除整个转动前伸/转动回缩单元内的所有不同的空隙。这样就得到了一个十分简单的空隙消除结构。

图 73-75 表示线性导向结构元件的剖面图，该线性导向结构用于沿光轴方向线性导向第一外透镜筒 12（支撑第一透镜组 LG1）和第二透镜组活动框 8（支撑第二透镜组 LG2），而不使第一外透镜筒 12 和第二透镜组活动框 8 绕透镜筒轴 Z0 转动。图 76-78 表示该线性导向结构基础元件的轴测透视图。图 73、74、75 分别表示当变焦透镜 71 处于广角端、远摄端以及回缩状态时的线性导向结构。在图 73-75 所示的每幅剖面图中，为了便于说明，线性导向结构的元件用截面线画出阴影。此外，在图 73-75 的每幅剖面图中，为了便于说明，所有转动元件中只有凸轮环用虚线将截面线画出。

凸轮环 11 是一种双侧有槽的凸轮环，其外环表面上设置有用于按照预定移动方式移动第一外透镜筒 12 的该组三个外凸轮槽 11b，凸轮环 11 的内环表面设置有多个用于按照预定移动方式移动第二透镜组活动框 8 的内凸轮槽 11a（11a-1,11a-2）。因此，第一外透镜筒 12 沿径向定位于凸轮环 11 外侧，而第二透镜组活动框 8 沿径向定位于凸轮环 11 内侧。另一方面，用于线性导向第一外透镜筒 12 和第二透镜组活动框 8，且不使第一外透镜筒 12 和第二透镜组活动框 8 绕透镜筒轴 Z0 转动的第一线性导向环 14，沿径向定位于凸轮环外侧。

在第一线性导向环 14、第一外透镜筒 12 和第二透镜组活动框 8 之间具有上述位置关系的线性导向结构中，第一线性导向环 14 直接沿光轴方向引导第二外透镜筒 13（用作沿光轴方向线性引导第一外透镜筒 12，且不使第一外透镜筒 12 绕透镜筒轴 Z0 转动的线性导向元件）和第二线性导向环 10（用作沿光轴方向线性地引导第二透镜组活动框

8, 而不使第二透镜组活动框 8 绕透镜筒轴 Z0 转动的线性导向元件), 且不使它们绕透镜筒轴 Z0 转动。第二外透镜筒 13 径向位于凸轮环 11 和第一线性导向环 14 之间, 通过形成在第二外透镜筒 13 外周表面上的该组六个径向凸起 13a 分别与该组六个第二线性导槽 14g 的接合而沿光轴方向线性移动, 而不绕透镜筒轴 Z0 转动。此外, 通过形成在第二外透镜筒 13 内周表面上的该组三个线性导槽 13b 分别与第一外透镜筒 12 的该组三个接合凸起 12a 的接合, 第二外透镜筒 13 沿光轴方向线性地引导第一外透镜筒 12, 而不使其绕透镜筒轴 Z0 转动。另一方面, 至于第二线性导向环 10, 为了使第一线性导向环 14 引导位于凸轮环 11 内的第二透镜组活动框 8, 环部 10b 位于凸轮环后面, 从环部 10b 向外径向突出形成该组三个分叉凸起 10a, 并分别接合在该组三对第一线性导槽 14f 内, 沿光轴方向从环部 10b 向前突出形成该组三个线性导键 10c, 其分别与该组三个导槽 8a 接合。

图 73-75 所示的线性导向结构状态下, 两个线性导向外部和内部可移动元件 (第一外透镜筒 12 和第二透镜组活动框 8) 分别位于双侧开槽的凸轮环 (凸轮环 11) 的外部 and 内部, 线性导向结构的主要线性导向元件 (第一线性导向环 14) 位于凸轮环外部, 当一个线性导向结构的状态与上述状态类似时, 作为外部可移动元件的辅助线性导向元件 (对应第二外透镜筒 13) 位于凸轮环外侧, 同时, 由辅助线性导向元件沿光轴方向线性导向而不转动的一个线性导向的可移动元件 (对应第一外透镜筒 12) 上设置有一组线性导向部分, 用于沿光轴方向线性引导位于凸轮环内部的作为内部移动元件 (对应于第二透镜组活动框 8) 的可移动元件, 但不使该可移动元件在常规变焦透镜中转动。换句话说, 在这种常规变焦透镜的线性导向结构中, 上述外部可移动元件的每组线性导向部分都从凸轮环外部向内部延伸到凸轮环内部, 并通过单个路径与内部可移动元件接合。采用这类常规线性导向结构, 当分别位于凸轮环外部和内部的两个线性导向可移动元件之间沿光轴方向的相对速度快时, 由线性导向结构的外部 and 内部可移动元件的线性导向操作而产生的阻力增加。此外, 由于内部可移动元件是沿光轴方向通过外部可移动元件被间接无转动线性引导, 因此以高运动精度无转动地沿光轴方向线性导向内部可移动元件十分困难。

与这种常规线性导向结构相反，采用图 73-75 所示变焦透镜 71 的线性导向结构，可以通过当第二线性导向环 10 与该组三对第一线性导槽 14f 接合时，其中第二线性导向环 10 用作一个沿光轴方向线性导向第二透镜组活动框 8（位于凸轮环 11 内部）而不让其绕透镜筒轴 Z0 转动的线性导向元件，使第二外透镜筒 13 与该组六个第二线性导槽 14g 接合，其中第二外透镜筒 13 用作一个沿光轴方向线性引导第一外透镜筒 12（位于凸轮环 11 外部）而不让其绕透镜筒轴 Z0 转动的线性导向元件，从而由第一线性导向环 14 通过两条路径直接引导第二外透镜筒 13 和第二线性导向环 10，这两条路径是：从该组三对第一线性导槽 14f 延伸到该组三个分叉凸起 10a 的第一路径（内路），和从该组六个第二线性导槽 14g 延伸到该组六个径向凸起 13a 的第二路径（外路），这样得到的结构能够避免上述阻力问题。此外，同时直接引导每个第二线性导向环 10 和第二外透镜筒 13 的第一线性导向环 14，实际上由第二线性导向环 10 和第二外透镜筒 13 加强。这种结构容易使线性导向结构确保足够的强度。

此外，采用其间形成有相关第二线性导槽 14g 的两个相对侧壁，形成每对第一线性导槽 14f，用于沿光轴方向线性引导第二线性导向环 10 而不绕透镜筒轴 Z0 转动第二线性导向环 10。该结构在的优点是使线性导向结构简单，并且不会严重影响第一线性导向环 14 的强度。

下面将详细描述凸轮环 11 和第二透镜组活动框 8 之间的关系。如上所述，形成在凸轮环 11 内周表面上的多个内凸轮槽 11a 由形成在不同位置的三个前内凸轮槽 11a-1 和三个后内凸轮槽 11a-2 组成，其中后内凸轮槽 11a-2 形成在光轴方向上三个前内凸轮槽 11a-1 后面的不同环向位置。如图 17 所示，每个后内凸轮槽 11a-2 都形成一个不连续的凸轮槽。凸轮环 11 的全部六个凸轮槽：该组三个前内凸轮槽 11a-1 和该组三个后内凸轮槽 11a-2 分别示踪形状和尺寸相同的六个参考凸轮图“VT”。每个参考凸轮图 VT 代表该三个前内凸轮槽 11a-1 和该组三个后内凸轮槽 11a-2 中每个凸轮槽的形状，并包括一个透镜筒操作部分和一个透镜筒安装/拆卸部分，其中透镜筒操作部分由一个变焦部分和一个透镜筒回缩部分构成。该透镜筒操作部分用作控制第二透镜组活动框 8 相对于凸轮环 11 运动的控制部分，其不同于只在安装和拆卸变

焦透镜 71 时使用的透镜筒安装/拆卸部分。变焦部分用作控制第二透镜组活动框 8 相对于凸轮环 11 运动,尤其是控制第二透镜组活动框 8 从对应变焦透镜 71 广角端的位置移动到对应变焦透镜 71 远摄端的位置的控制部分,该控制部分不同于透镜筒回缩部分。如果把光轴方向上的每个前内凸轮槽 11a-1 和其后面的后内凸轮槽 11a-2 看作一对,那么就可以说在凸轮环 11 的环向等间距地设置有用于引导第二透镜组 LG2 的三对内凸轮槽 11a。

如图 17 所示,该组三个前内凸轮槽 11a-1 的参考凸轮图 VT 在光轴方向(图 17 所示水平方向)上的轴向长度 $W1$ 相当于该组三个后内凸轮槽 11a-2 的参考凸轮图 VT 在光轴方向上的轴向长度,该轴向长度大于凸轮环 11 沿光轴方向的长度 $W2$ 。在该组三个前内凸轮槽 11a-1 (或后内凸轮槽 11a-2)的参考凸轮图 VT 的轴向长度 $W1$ 中,变焦部分沿光轴方向的长度由图 17 中长度 $W3$ 表示,该长度仅大致等于凸轮环 11 的长度 $W2$ 。这意味着如果根据常规的凸轮槽成形方法进行设计,其中一组完全示踪一组对应的长凸轮图的长凸轮槽形成在凸轮环周表面上,那么凸轮环 11 的本实施例中的每一组凸轮槽都不能够获得足够的长度。根据变焦透镜的本实施例的凸轮机构,不用增加凸轮环 11 沿光轴方向的长度就可以保证第二透镜组活动框 8 沿光轴方向有足够的运动范围。这种凸轮机构的详细情况将在下面进行讨论。

每个前内凸轮槽 11a-1 不覆盖相应参考凸轮图 VT 的全部区域,同时每个后内凸轮槽 11a-2 也不覆盖相应参考凸轮图 VT 的全部区域。包括在相应参考凸轮图 VT 中的每个前内凸轮槽 11a-1 的区域与包括在相应参考凸轮图 VT 内的每个后内凸轮槽 11a-2 的区域有部分不同。每个参考凸轮图 VT 大致分成四个部分:第一部分 VT1 至第四部分 VT2。第一部分 VT1 在光轴方向上延伸。第二部分 VT2 从位于第一部分 VT1 后端的第一拐点 VTh 延伸到光轴方向上位于第一拐点 VTh 后面的第二拐点 VTm 。第三部分 VT3 从第二拐点 VTm 延伸到光轴方向上位于第二拐点 VTm 前面的第三拐点 VTn 。第四部分 VT4 从第三拐点 VTn 延伸。第四部分 VT4 仅在安装和拆卸变焦透镜 71 时使用,并且包括在每个前内凸轮槽 11a-1 和每个后内凸轮槽 11a-2 内。每个前内凸轮槽 11a-1 形成在凸轮环 11 的前端附近,其不包括整个第一部分 VT1 和一部分第

二部分 VT2, 包括位于第二部分 VT2 中间点处的一个前端开口 R1, 以便使该前端开口 R1 开在凸轮环 11 的前端表面上。另一方面, 每个后内凸轮槽 11a-2 形成在凸轮环 11 的后端附近, 不包括第二部分 VT2 的毗连部分以及在第二拐点 VTm 相反侧上的第三部分 VT3。此外, 每个后内凸轮槽 11a-2 在形成时包括位于第一部分 VT1 前端的一个前端开口 R4 (对应于上述前开口端部 11a-2x), 从而使前端开口 R4 开在凸轮环 11 的前端表面上。在相应参考凸轮图 VT 上的每个前内凸轮槽 11a-1 的缺少部分包括在光轴方向上位于前内凸轮槽 11a-1 后面的相应后内凸轮槽 11a-2 内, 而在相应参考凸轮图 VT 上的每个后内凸轮槽 11a-2 的缺少部分包括在光轴方向上位于后内凸轮槽 11a-2 前面的相应前内凸轮槽 11a-1 内。即, 如果每个前内凸轮槽 11a-1 和相应的后内凸轮槽 11a-2 组合成单个凸轮槽, 该单个凸轮槽将包括一个参考凸轮图 VT 的所有部分。换句话说, 每个前内凸轮槽 11a-1 和相应的后内凸轮槽 11a-2 中的一个凸轮槽由另一个来补充。每个前内凸轮槽 11a-1 的宽度和每个后内凸轮槽 11a-2 的宽度相同。

同时, 如图 19 所示, 分别与多个内凸轮槽 11a 接合的多个凸轮从动件 8b, 由形成在不同环向位置处的该组三个前凸轮从动件 8b-1, 和形成在光轴方向上该组三个前凸轮从动件 8b-1 后面的不同环向位置处的该组三个后凸轮从动件 8b-2 构成, 其中每个前凸轮从动件 8b-1, 以及在光轴方向上该前凸轮从动件后面的后凸轮从动件 8b-2 也象每对内凸轮槽 11a 那样成对设置。确定三个前凸轮从动件 8b-1 和三个后凸轮从动件 8b-2 之间沿光轴方向的空隙, 使该组三个前凸轮从动件 8b-1 分别与该组三个前内凸轮槽 11a-1 接合, 从而使三个后凸轮从动件 8b-2 分别与该组三个后内凸轮槽 11a-2 接合。每个前凸轮从动件 8b-1 的直径与每个后凸轮从动件 8b-2 的直径相同。

图 79 表示当变焦透镜 71 处于图 10 所示回缩状态时, 多个内凸轮槽 11a 和多个凸轮从动件 8b 之间的位置关系。当变焦透镜 71 处于回缩状态时, 每个前凸轮从动件 8b-1 位于相应前内凸轮槽 11a-1 内第三拐点 VTn 附近, 而每个后凸轮从动件 8b-2 位于相应后内凸轮槽 11a-2 内第三拐点 VTn 附近。由于每个前内凸轮槽 11a-1 和每个后内凸轮槽 11a-2 中各有一部分位于第三拐点 VTn 附近, 因此每个前凸轮从动件

8b-1 和每个后凸轮从动件 8b-2 分别与相应的前内凸轮槽 11a-1 和相应的后内凸轮槽 11a-2 接合。

在图 79 所示回缩状态下沿透镜筒前伸方向（图 79 所示的向上的方向）转动凸轮环 11，通过相应的前内凸轮槽 11a-1 和相应的后内凸轮槽 11a-2，分别沿光轴方向向后引导每个前凸轮从动件 8b-1 和每个后凸轮从动件 8b-2，使其在第三部分 VT3 上朝向第二拐点移动。在每个凸轮从动件 8b 运动的中间，由于每个后内凸轮槽 11a-2 不包括第二部分 VT2 和第三部分 VT3 在位于第二拐点 VT_m 相对侧上的毗邻部分，因此每个后凸轮从动件 8b-2 通过其开在凸轮环 11 后端表面上的第一后端开口 R3 脱离相应的后内凸轮槽 11a-2。同时，由于每个前内凸轮槽 11a-1 包括一个在光轴方向的后部，该部分对应于每个后内凸轮槽 11a-2 在光轴方向的缺少的后部，因此每个前凸轮从动件 8b-1 与相应前内凸轮槽 11a-1 保持接合。在每个后凸轮从动件 8b-2 通过第一后端开口 R3 与相应后内凸轮槽 11a-2 脱离时和脱离之后，仅由于每个前凸轮从动件 8b-1 与相应前内凸轮槽 11a-1 的接合，第二透镜组活动框 8 就借助凸轮环 11 的转动而沿光轴方向移动。

图 80 表示当变焦透镜 71 处于图 9 中摄影光轴 Z1 下方所示的广角端时，多个内凸轮槽 11a 和多个凸轮从动件 8b 之间的位置关系。在所示低于图 9 中摄影光轴 Z1 的状态下，每个前凸轮从动件 8b-1 位于第二部分 VT2 内，稍微超过第二拐点 VT_m。尽管每个后凸轮从动件 8b-2 通常通过上述第一后端开口 R3 脱离相应后内凸轮槽 11a-2，但是由于位于后凸轮从动件 8b-2 前面的相应前凸轮从动件 8b-1 与相应的前内凸轮槽 11a-1 保持接合，因此每个后凸轮从动件 8b-2 保持在相应参考凸轮图 VT 内。

在图 80 所示变焦透镜 71 处于广角端的状态下，沿透镜筒前伸方向（图 80 中所示向上的方向）转动凸轮环 11，通过相应前内凸轮槽 11a-1 沿光轴方向向前引导每个前凸轮从动件 8b-1，使其在第二部分 VT2 上朝第一部分 VT1 移动。随着每个前凸轮从动件 8b-1 向前移动，当前与相应后内凸轮槽 11a-2 脱离的每个后凸轮从动件 8b-2 在第二部分 VT2 上朝第一部分 VT1 移动，很快进入形成在凸轮环 11 后端表面上的第二后端开口 R2 内，重新与相应后内凸轮槽 11a-2 接合。在每个

后凸轮从动件 8b-2 与相应后内凸轮槽 11a-2 重新接合时或接合后，每个前凸轮从动件 8b-1 和每个后凸轮从动件 8b-2 分别由相应前内凸轮槽 11a-1 和相应后内凸轮槽 11a-2 导向。但是，在每个后凸轮从动件 8b-2 与相应后内凸轮槽 11a-2 重新接合之后，由于缺少位于相应参考凸轮图 VT 上的每个前内凸轮槽 11a-1 的前端部，因此每个前凸轮从动件 8b-1 通过前端开口 R1 脱离相应的前内凸轮槽 11a-1。此时，由于每个后内凸轮槽 11a-2 在光轴方向包括有一个前端部分，该前端部分对应于每个前内凸轮槽 11a-1 在光轴方向上的缺少的前端部分，因此每个后凸轮从动件 8b-2 与相应后内凸轮槽 11a-2 保持接合。在每个前凸轮从动件 8b-1 通过前端开口 R1 与相应前内凸轮槽 11a-1 脱离时或脱离后，仅由于每个后凸轮从动件 8b-2 与相应的后内凸轮槽 11a-2 的接合，第二透镜组活动框 8 通过凸轮环 11 的转动而沿光轴方向移动。

图 81 表示当变焦透镜 71 处于图 9 中上述摄影光轴 Z1 上方所示的远摄端时，多个内凸轮槽 11a 和多个凸轮从动件 8 之间的位置关系。在图 9 中高于摄影光轴 Z1 部分所表示的状态下，每个前凸轮从动件 8b-1 位于第二部分 VT2 内，第一拐点 VTh 附近。尽管每个前凸轮从动件 8b-1 当前通过上述前端开口 R1 与相应前内凸轮槽 11a-1 脱离，但是由于位于前凸轮从动件 8b-1 之后的相应后凸轮从动件 8b-2 与相应后内凸轮槽 11a-2 保持接合，因此每个前凸轮从动件 8b-1 保持在相应参考凸轮图 VT 上。

在图 81 所示变焦透镜 71 处于远摄端状态下，进一步沿透镜筒前伸方向（图 81 所示向上的方向）转动凸轮环 11，使每个后凸轮从动件 8b-2 通过第一拐点 VTh 进入第一部分 VT1，如图 82 所示。此时，每个前凸轮从动件 8b-1 已经脱离相应的前内凸轮槽 11a-1，只有每个后凸轮从动件 8b-2 与沿光轴方向延伸的相应后内凸轮槽 11a-2 的前端部分（第一部分 VT1）接合，从而能够沿光轴方向从凸轮环 11 前部将第二透镜组活动框 8 从凸轮环 11 上拆卸下来，进而通过前端开口 R4 从相应后内凸轮槽 11a-2 上拆卸每个后凸轮从动件 8b-2。因此，图 82 表示凸轮环 11 和第二透镜组活动框 8 安装在一起和彼此拆开的状态。

如上所述，在变焦透镜的本实施例中，参考凸轮图 VT 相同的每对凸轮槽，即沿光轴方向在凸轮环 11 的不同点处形成每个前内凸轮槽

11a-1 和相应后内凸轮槽 11a-2；此外，形成每个前内凸轮槽 11a-1 和相应的后内凸轮槽 11a-2，使前内凸轮槽 11a-1 的一端开口在凸轮环 11 的前端表面，其中前内凸轮槽 11a-1 不包括整个相应参考凸轮图 VT，还使后内凸轮槽 11a-2 的一端开口在凸轮环 11 的后端表面，其中后内凸轮槽 11a-2 不包括整个相应参考凸轮图 VT；此外，前内凸轮槽 11a-1 和后内凸轮槽 11a-2 之中的一个由另一个补充，以便包括整个相应参考凸轮图 VT。此外，当第二透镜组活动框 8 位于其相对于凸轮环 11 的轴向运动的前界限时（对应于图 9 中高于摄影光轴 Z1 部分所表示的状态，该状态下变焦透镜 71 处于远摄端），只有每个后凸轮从动件 8b-2 与相应后内凸轮槽 11a-2 接合，而当第二透镜组活动框 8 位于其相对于凸轮环 11 的轴向运动的后界限时（对应于图 9 中低于摄影光轴 Z1 部分所表示的状态，该状态下变焦透镜 71 处于广角端），只有每个前凸轮从动件 8b-1 与相应前内凸轮槽 11a-1 接合。采用这种结构，可以使第二透镜组活动框 8 在光轴方向上获得比凸轮环 11 的移动范围更大的足够的移动范围。即，不用牺牲第二透镜组活动框 8 的移动范围就能够减少凸轮环 11 在光轴方向的长度，该第二透镜组活动框 8 在光轴方向上通过第二透镜框 6 支撑第二透镜组 LG2。

在具有一个可转动凸轮环和一个驱动元件的典型凸轮机构中，其中该可转动凸轮环上形成有一组凸轮槽，该驱动元件有一组分别与该组凸轮槽接合的凸轮从动件，由于凸轮环上每个凸轮槽相对于该凸轮环转动方向的倾斜度变小，即由于每个凸轮槽的延伸方向接近凸轮环的环向方向，所以每单位凸轮环转动量的每个凸轮从动件的移动量减少，从而能够通过凸轮环的转动以更高的定位精度移动该驱动元件。此外，由于凸轮环上每个凸轮槽相对于凸轮环转动方向的倾斜度变小，因此凸轮环转动时受到的阻力变小，因此使凸轮环转动的驱动力矩变小。驱动力矩减少使得凸轮机构的元件耐久性增加，且使用于驱动凸轮环的电机的功率消耗减少，因而能够采用小型电机驱动凸轮环，从而减小了透镜筒的尺寸。尽管已经知道考虑各种因素如凸轮环外周或内周表面的有效面积和凸轮环最大转角来确定凸轮槽的实际轮廓，但却通常是凸轮槽有上述倾向的情况。

如上所述，如果将每个前内凸轮槽 11a-1 和在光轴方向上位于其后

的后内凸轮槽 11a-2 看作一对（组），那么就可以说在凸轮环 11 上，沿其环向等间距地设置有用用于引导第二透镜组 LG2 的三对（组）内凸轮槽 11a。同样，如果将每个前凸轮从动件 8b-1 和在光轴方向上位于其后的后凸轮从动件 8b-2 看作一对（组），那么就可以说在第二透镜组活动框 8 上，沿其环向等间距地设置有三对（组）凸轮从动件 8b。至于多个内凸轮槽 11a 的参考凸轮图 VT，如果在凸轮环 11 内周表面上，沿凸轮环 11 内周表面上的一条沿凸轮环 11 环向延伸的线，只布置三个参考凸轮图，那么尽管每个参考凸轮图 VT 为波浪形，但是三个参考凸轮图 VT 在凸轮环 11 的内周表面上也不会相互干扰。但是，在变焦透镜的该实施例中，由于必须在凸轮环 11 内周表面的前、后部分上，沿光轴方向分别独立形成三个前内凸轮槽 11a-1 和相应的三个后凸轮槽（三个不连续的后凸轮槽）11a-2 总共六个凸轮槽，因此为了缩短凸轮环 11 在光轴方向的长度，从而减少变焦透镜 71 的长度，必须在凸轮环 11 内周表面上总共布置六个参考凸轮图 VT。尽管六个内凸轮槽 11a-1 和 11a-2 中每个凸轮槽都比参考凸轮图 VT 短，但是通常的情况是，当凸轮槽数量大时，则凸轮环 11 上内凸轮槽 11a-1 和 11a-2 的间距更紧密。因此，如果凸轮槽数量大，那么就很难做到既要在凸轮环上形成凸轮槽，又要使凸轮槽不相互干扰。为了防止该问题出现，已经按照惯例增加了每个凸轮槽相对于凸轮环转动方向的倾斜度（即，使每个凸轮槽的延伸方向接近凸轮环的环向方向），或增加凸轮环的直径来扩大凸轮环上形成凸轮槽的圆周表面的面积。但是，就达到凸轮环驱动驱动元件的高定位精度和节省用于转动凸轮环的驱动力矩而言，不希望增加每个凸轮槽的倾斜度，此外，由于会增加变焦透镜的尺寸，因此也不希望增加凸轮环的直径。

与这种传统做法相反，根据该变焦透镜的本实施例，本发明的发明人已经发现了下述事实：当每对凸轮从动件（每个前凸轮从动件 8b-1 和相应的后凸轮从动件 8b-2）中的一个凸轮从动件与相应的内凸轮槽 11a-1 或 11a-2 保持接合，同时另一个凸轮从动件 8b-1 或 8b-2 通过前内凸轮槽 11a-1 和后内凸轮槽 11a-2 之间的交叉点时，只要六个内凸轮槽 11a（11a-1 和 11a-2）的参考凸轮图 VT 相同，那么即使每个前内凸轮槽 11a-1 与三个后内凸轮槽 11a-2 中一个凸轮槽相交，也能够保持凸

轮机构的基本工作特性。基于这个事实，每个前内凸轮槽 11a-1 和三个后内凸轮槽 11a-2 中与该槽相邻的一个后内凸轮槽，在凸轮环 11 的环向彼此相邻，并有意相互交叉，而不改变每个参考凸轮图 VT 的形状，也不增加凸轮环 11 的直径。更具体而言，如果三对内凸轮槽 11a 分别作为第一对凸轮槽 G1，第二对凸轮槽 G2 和第三对凸轮槽 G3，如图 17 所示，那么沿凸轮环 11 的环向彼此相邻的第一对凸轮槽 G1 的前内凸轮槽 11a-1 和第二对凸轮槽 G2 的后内凸轮槽 11a-2 彼此相交，沿凸轮环 11 的环向彼此相邻的第二对凸轮槽 G2 的第一内凸轮槽 11a-1 和第三对凸轮槽 G3 的后内凸轮槽 11a-2 彼此相交，沿凸轮环 11 的环向彼此相邻的第三对凸轮槽 G3 的前内凸轮槽 11a-1 和第一对凸轮槽 G1 的后内凸轮槽 11a-2 彼此相交。

为了使每对凸轮从动件（每个前凸轮从动件 8b-1 和相应的后凸轮从动件 8b-2）中的一个凸轮从动件与相应内凸轮槽 11a-1 或者 11a-2，在另外的凸轮从动件 8b-1 或者 8b-2 通过前内凸轮槽 11a-1 和后内凸轮槽 11a-2 之间的交叉点时，保持恰当的接合，第一到第三对凸轮槽 G1、G2、G3 中每对槽的前内凸轮槽 11a-1 和后内凸轮槽 11a-2 不仅形成在光轴方向的不同轴向位置处，而且形成在凸轮环 11 的环向的不同位置处。第一到第三对凸轮槽 G1、G2、G3 中每对槽的前内凸轮槽 11a-1 和后内凸轮槽 11a-2 之间在凸轮环 11 的环向的位置差在图 17 中用“HJ”表示。该位置差改变前内凸轮槽 11a-1 和后内凸轮槽 11a-2 在凸轮环 11 的环向的交叉点。因此，在第一到第三对凸轮槽 G1、G2、G3 的每对槽中，交叉点位于前内凸轮槽 11a-1 的第三部分 VT3 上的第二拐点 VTm 附近，也位于第一部分 VT1 前端处的前端开口 R4(前开口端部分 11a-2x)、第一拐点 VTh 附近。

从上述描述中可以理解，通过按照上述方式形成该组三个前内凸轮槽 11a-1 和相应三个后内凸轮槽 11a-2，在该组三个前内凸轮从动件 8b-1 通过该组三个前内凸轮槽 11a-1 内的交叉点时，该组三个后凸轮从动件 8b-2 与该组三个后内凸轮槽 11a-2 保持接合，从而使该组三个前凸轮从动件 8b-1 能够分别通过这些交叉点，而不会与该组三个前内凸轮槽 11a-1 脱离（见图 83）。尽管每个前内凸轮槽 11a-1 具有位于变焦部分和透镜筒回缩部分之间，即在透镜筒操作部分内的交叉点，但是

不管每个前内凸轮槽 11a-1 是否存在一部分包括交叉点的槽, 变焦透镜 71 都能够可靠地与凸轮环一起前伸和回缩。

尽管当每个后凸轮从动件 8b-2 到达如图 82 所示的后内凸轮槽 11a-2 内的交叉点时, 每个前内凸轮从动件 8b-1 已经脱离相应的前内凸轮槽 11a-1, 但是该交叉点位于透镜筒安装/拆卸部分内, 即在透镜筒操作部分之外, 因此每个后凸轮从动件 8b-2 不处于从凸轮环获得转矩的状态。因此, 对于该组三个后内凸轮槽 11a-2, 在变焦透镜 71 处于准备摄影状态时, 不必要考虑每个后凸轮从动件 8b-2 在凸轮槽内的交叉点处与相应后内凸轮槽 11a-2 脱离的可能性。

每个前内凸轮槽 11a-1 的交叉点位于该前内凸轮槽 11a-1 的一部分内, 相应的前凸轮从动件 8b-1 通过该交叉点在变焦透镜 71 处于图 79 所示的回缩状态和图 80 所示的广角端状态之间进行状态交换, 而每个后凸轮槽 11a-2 中的交叉点位于上述透镜筒安装/拆卸部分内。因此, 在变焦范围处于广角端和远摄端之间, 每个前内凸轮槽 11a-1 或者每个后内凸轮槽 11a-2 中都没有交叉点。这样, 不管凸轮槽之间是否存在交叉点, 都能够保证在变焦透镜 71 的变焦操作期间以高定位精度驱动第二透镜组 LG2。

即, 通过调节上述位置差 b , 能够改变每个凸轮从动件与相应凸轮槽的接合时间和脱离时间。此外, 通过调节上述位置差 b , 可以使两个凸轮槽 (11a-1 和 11a-2) 之间的交叉点位于槽中不会对变焦操作产生不利影响的一个适当部分内。

从上述描述中可以理解, 在该变焦透镜的该实施例中, 通过有意使在凸轮环 11 的环向彼此相邻的每个前内凸轮槽 11a-1 与该组三个后内凸轮槽 11a-2 毗邻该前内凸轮槽的一个后内凸轮槽交叉, 以及进一步通过不仅在光轴方向的不同轴向位置处, 而且在凸轮环 11 的环向的不同位置处形成每个前内凸轮槽 11a-1 和相应后内凸轮槽 11a-2, 将每个前内凸轮槽 11a-1 和每个后内凸轮槽 11a-2 以节省空间又不会破坏驱动第二透镜组 LG2 定位精度的方式, 成功的布置在凸轮环 11 的内周表面上。因此, 不仅能够减少凸轮环 11 在光轴方向的长度, 而且能够减少凸轮环 11 的直径。

利用凸轮环 11 的上述结构, 第二透镜组活动框 8 在光轴方向的运

动量比变焦透镜长度大。但是传统的方法通常很难通过一个小型线性导向结构引导这样一个在光轴方向线性移动范围大的活动元件，同时又不使该活动元件绕光轴转动。在变焦透镜的该实施例中，能够沿光轴方向线性可靠地引导第二透镜组活动框 8，同时又不使其绕透镜筒轴 Z0 转动，同时也不增加第二透镜组活动框 8 的尺寸。

从图 73-75 和 79-82 中可以看出，第二线性导向环 10 不相对于凸轮环 11 沿光轴方向移动。这是因为第二线性导向环 10 的环部 10b 的不连续的外边缘与凸轮环 11 的不连续的环向槽 11e 接合，能够相对于凸轮环 11 绕透镜筒轴 Z0 转动，而不能相对于凸轮环 11 沿光轴方向移动。另一方面，在变焦透镜 71 从回缩位置通过广角端到远摄端的操作范围内，当该变焦透镜 71 处于广角端附近的一个焦距时，第二透镜组活动框 8 位于其相对于凸轮环 11 的轴向运动的后界限处，而当变焦透镜 71 处于远摄端时，第二透镜组活动框 8 位于其相对于凸轮环 11 的轴向运动的前界限处。更具体而言，当每个前凸轮从动件 8b-1 和每个后凸轮从动件 8b-2 分别位于相应前内凸轮槽 11a-1 的第二拐点 VTm 和相应后内凸轮槽 11a-2 的第二拐点 VTm 上时，即当每个前内凸轮从动件 8b-1 和每个后凸轮从动件 8b-2 都位于该广角位置和回缩位置之间靠近其广角位置时，第二透镜组活动框 8 位于其相对于凸轮环 11 的轴向运动的后界限处。

对于第二线性导向环 10，当变焦透镜 71 处于图 73 和图 80 所示的广角端时，该组三个线性导键 10c 沿光轴方向从环部 10b 向前突出，而第二透镜组活动框 8 的后端向后突出，到第二线性导向环 10 的环部 10b 之外。为了使具有这样一种结构的第二透镜组活动框 8 相对于第二线性导向环 10 沿光轴方向移动，第二线性导向环 10 的环部 10b 设置有一个中心孔 10b-T（见图 88），该孔的直径能够允许第二透镜组活动框 8 通过该孔。该组三个线性导键 10c 位于向前突出通过该中心孔 10b-T 的位置。换句话说，该组三个线性导键 10c 形成在第二线性导向环 10 上不会干扰环部 10b 的径向位置处。形成在第二透镜组活动框 8 上的每个导槽 8a 的前端和后端，在该第二透镜组活动框 8 的前端和后端表面上开口，从而使相应的线性导键 10c 能够分别从第二透镜组活动框 8 的前部和后部向前和向后伸出。

因此，第二透镜组活动框 8 相对于第二线性导向环 10 位于光轴方向上的任何位置处，第二透镜组活动框 8 都不干扰第二线性导向环 10 的环部 10b。这样就能够利用每个线性导键 10c 和每个导槽 8a 的整个长度作为滑动部件，用于线性引导第二透镜组活动框 8，而同时又不使其绕透镜筒轴 Z0 转动。例如，在图 84 和 85 所示状态下，该状态表示当变焦透镜 71 位于广角端时（即当第二透镜组活动框 8 位于其相对于第二线性导向环 10 的轴向运动后界限时）第二透镜组活动框 8 和第二线性导向环 10 的位置关系，第二透镜组活动框 8 的后半部差不多都沿光轴方向通过中心孔 10b-T 从环部 10b 向后突出，每个线性导键 10c 在其后端附近沿光轴方向的后部分与相应导槽 8a 在其前端附近沿光轴方向的前部分接合。此外，每个线性导键 10c 的前端从相应导槽 8a 向前突出。假定不同于该变焦透镜的本实施例，每个线性导键 10c 不是沿径向定位于环部 10b 内，而是从环部 10b 的前部向前突出，那么第二透镜组活动框 8 将不能够向后移动到图 84 和 85 所示位置以外，这是因为一旦第二透镜组活动框 8 接触到环部 10b，第二透镜组活动框就不能向后运动。

此后，如果变焦透镜 71 的焦距从广角端改变到远摄端，那么当变焦透镜 71 处于广角端时，在光轴方向上位于环部 10b 后面的第二透镜组活动框 8 的后部，已经从环部 10b 沿光轴方向穿过中心孔 10b-T 向前运动，从而使整个第二透镜组活动框 8 处于环部 10b 的前面，如图 86 和 87 所示。结果，每个线性导键 10c 的后端从相应导槽 8a 向后突出，使得只有每个线性导键 10c 的前部和相应导槽 8a 的后部沿光轴方向彼此接合。在变焦透镜 71 的焦长从广角端变换到远摄端时第二透镜组活动框 8 沿光轴方向运动期间，该组三个线性导键 10c 与该组三个导槽 8a 保持接合，从而能够可靠地沿光轴方向线性引导第二透镜组活动框 8，而不会使其绕透镜筒轴 Z0 转动。

在只考虑第二线性导向环 10 和第二透镜组活动框 8 之间的线性导向功能的情况下，光轴方向上的每个线性导键 10c 的几乎全部部分和光轴方向上的每个导槽 8a 的几乎全部部分理论上都被用作有效导向部分，这些部分在彼此脱离之前一直保持相互接合。但是，各个有效导向部分中的每个有效导向部分都确定有一个余量，以便不会破坏该组

三个线性导键 10c 和该组三个导槽 8a 之间的接合稳定性。例如，在图 84 和 85 所示变焦透镜 71 处于广角端的状态下，图 84 和 85 所示的该组三个线性导键 10c 和该组三个导槽 8a 之间的相对位置对应变焦透镜 71 的广角端，使得尽管每个导槽 8a 仍然具有使相应线性导键 10c 进一步沿光轴方向向后运动的空间，但仍然能够保证该组三个线性导键 10c 和该组三个导槽 8a 之间有足够的接合量。尽管当每个前凸轮从动件 8b-1 和每个后凸轮从动件 8b-2 分别位于相应前内凸轮槽 11a-1 的第二拐点 VT_m 上和相应后内凸轮槽 11a-2 的第二拐点上时，即当每个前凸轮从动件 8b-1 和每个后凸轮从动件 8b-2 位于上述该广角位置和回缩位置之间靠近其广角位置附近时，第二透镜组活动框 8 位于其相对于凸轮环 11 进行的轴向运动后界限，但是，即使第二透镜组活动框 8 位于这样一个其相对于凸轮环 11 进行的轴向运动后界限，也能够保证该组三个线性导向键 10c 与该组三个导槽 8a 之间具有足够的接合量。在图 86 和 87 所示变焦透镜 71 处于远摄端的状态下，当变焦透镜 71 处于安装/拆卸状态时，第二透镜组活动框 8 可以进一步向前运动到第二线性导向环 10，在安装/拆卸状态下每个线性导键 10c 与相应导槽 8a 保持接合（见图 82）。

如上所述，为了提高第二透镜组活动框 8 相对于凸轮环 11 的最大移动量，第二透镜组活动框 8 的多个凸轮从动件 8b 包括：该组三个前凸轮从动件 8b-1，它们形成在不同环形位置处，分别与该组三个前内凸轮槽 11a-1 相接合；以及一组三个后凸轮从动件 8b-2，它们形成在该组三个前凸轮从动件 8b-1 后面的不同环形位置处，并分别与该组三个后内凸轮槽 11a-2 相接合。当变焦透镜 71 从回缩位置被驱动到广角端时，该组三个后凸轮从动件 8b-2 从环部 10b 向后运动，当变焦透镜 71 从广角端被驱动到远摄端时，该组三个后凸轮从动件 8b-2 从环部 10b 向前运动。当该组三个后凸轮从动件 8b-2 分别从第一后端开口 R3 或者第二后端开口 R2 脱离该组三个后内凸轮槽 11a-2 时，该组三个后内凸轮从动件 8b-2 位于环部 10b 之后。环部 10b 内边缘的不同环向位置处设置有三个径向槽 10e，该组三个后凸轮从动件 8b-2 可以沿轴向分别通过这些槽通过环部 10b（见图 88 和 89）。

三个径向槽 10e 形成在环部 10b 上；在与该组三个后凸轮从动件

8b-2 接合时分别与这些从动件在光轴方向对准。因此，在后凸轮从动件 8b-2 相对于第二线性导向环 10 从图 79 所示的回缩位置朝图 80 所示的对应变焦透镜 71 广角端位置的向后运动期间，在每个后凸轮从动件 8b-2 达到相应后内凸轮槽 11a-2 的第一后端开口 R3 时，三个径向槽 10e 也在光轴方向上与三个第一后端开口 R3 对准，允许该组三个后凸轮从动件 8b-2 分别通过三个径向槽 10e 和三个第一后端开口 R3 向后移动到环部 10b 之外。此后，每个后凸轮从动件 8b-2 在相应参考凸轮图 VT 的第二拐点 VTm 处改变运动方向，然后沿光轴方向向前运动，并继续位于环部 10b 之后，直到如图 80 和 85 所示到达相应后内凸轮槽 11a-2 的第二后端开口 R2。当每个后凸轮从动件 8b-2 从图 80 所示对应变焦透镜广角端的位置进一步向前运动时，一旦到达相应后内凸轮槽 11a-2 的第二后端开口 R2，那么此时三个径向槽 10e 沿光轴方向与三个第二后端开口 R2 对准，允许该组三个后凸轮从动件 8b-2 分别通过三个径向槽 10e 和三个第二后端开口 R2 进入该组三个后内凸轮槽 11a-2 中。因此，由于环部 10b 设置有三个径向槽 10e，通过这三个径向槽 10e 该组三个后凸轮从动件 8b-2 能够沿光轴方向通过环部 10b，所以第二线性导向环 10 的环部 10b 不干扰该组三个后凸轮从动件 8b-2 的运动。

从上述描述可以理解，根据上述线性导向结构，在光轴方向运动范围较大的第二透镜组活动框 8 可以由第二线性导向环 10 可靠地进行线性导向，同时不会绕透镜筒轴 Z0 转动，而且第二线性导向环 10 的环部 10b 也不干扰第二透镜组活动框 8。由图 79-82 可见，因为在光轴方向上，每个线性导键 10c 的长度比凸轮环 11 的长度小，所以该实施例中的线性导向结构不大于传统线性导向结构。

位于凸轮环 11 内的第二线性导向环 10 和第二透镜组活动框 8 之间的支撑结构在上面已经讨论过了。下面将讨论位于凸轮环 11 外部的第一外透镜筒 12 和第二外透镜筒 13 之间的支撑结构。

凸轮环 11 和第一外透镜筒 12 围绕透镜筒轴 Z0 同心设置。通过从第一外透镜筒 12 向内径向突出的该组三个凸轮从动件 31 与形成在凸轮环 11 外周表面的该组三个外凸轮槽 11b 的接合，第一外透镜筒 12 在光轴方向上以预定运动方式运动。图 90-100 表示该组三个凸轮从动件 31 和该组三个外凸轮槽 11b 之间的位置关系。在图 90-100 中，第一

外透镜筒 12 由单点划线表示，而第二外透镜筒 13 由双点划线表示。

如图 16 所示，形成在凸轮环 11 外周表面上的每个外凸轮槽 11b 的一端（前端）设置有一个开口在凸轮环 11 前端表面的前端开口部分 11b-X，在另一端（后端）设置有一个开口在凸轮环 11 后端表面的后端开口部分 11b-Y。因此，每个外凸轮槽 11b 的相对端分别形成开口端。每个外凸轮槽 11b 的前端开口部分 11b-X 和后端开口部分 11b-Y 之间，设置有一个从后端开口部分 11b-Y 朝光轴方向前部倾斜线性延伸的倾斜前端部分 11b-L，以及一个位于倾斜前端部分 11b-L 和前端开口部分 11b-X 之间的弯曲部分，该弯曲部分将沿光轴方向向后弯曲（图 16 所示向下的方向）。用于在照相之前改变变焦透镜 71 的焦距的变焦部分包含在每个外凸轮槽 11b 的弯曲部分 11b-Z 内。如图 94-100 所示，该组三个凸轮从动件 31 可以分别通过其前端开口部分 11b-X 插入三个外凸轮槽 11b 内，也可以分别从中将其取出。当变焦透镜 71 处于远摄端时，每个凸轮从动件 31 如图 93 和 99 所示位于相应弯曲部分 11b-Z 内前端开口部分 11b-X 附近。当变焦透镜 71 处于广角端时，每个凸轮从动件 31 如图 92 和 98 所示位于相应弯曲部分 11b-Z 内倾斜前端部分 11b-L 附近。

在图 90 和 95 所示变焦透镜 71 处于回缩状态下，每个凸轮从动件 31 位于相应后端开口部分 11b-Y 内。每个外凸轮槽 11b 的后端开口部分 11b-Y 的宽度大于倾斜前端部分 11b-L 和弯曲部分 11b-Z 在凸轮环 11 环向的宽度，从而允许每个凸轮从动件 31 在一定程度上在相应后端开口部分 11b-Y 内沿凸轮 11 环向运动。尽管每个外凸轮槽 11b 的后端开口部分 11b-Y 开口在凸轮环 11 后部，但是因为凸轮环 11 设置有至少一个止挡部分，该止挡部分确定第一外透镜筒 12 相对于凸轮环 11 轴向运动的后界限，所以该组三个凸轮从动件 31 也不会分别通过三个后端开口部分 11b-Y 脱离该组三个外凸轮槽 11b，

更具体而言，凸轮环 11 在其前端不同环向位置处设置有如图 16 所示沿光轴方向向前突出的一组三个前凸起部分 11f。上述形成在凸轮环 11 上向外径向突出的三个外凸起 11g 分别形成在光轴方向上该组三个前凸起部分 11f 后面。每个外凸起 11g 设置有一个相应的不连续环向槽部分 11c。该组三个从动滚柱 32 分别通过三个安装螺钉 32a 固定在

三个外凸起 11g 上。该组三个前凸起部分 11f 前端分别设置有一组三个前止挡表面 11s-1，这些前止挡表面位于一个与摄影光轴 Z1 垂直的平面内。该组三个外凸起 11g 的前端设置有一组三个后止挡表面 11s-2，这些后止挡表面位于一个与摄影光轴 Z1 垂直的平面内。另一方面，如图 21 所示，第一外透镜筒 12 在其内周表面上设置有一组三个凸起，且在这些凸起的后端表面上设置有一组三个前止挡表面 12s-1，该表面 12s-1 与相应的该组三个前止挡表面 11s-1 相对，以便该组三个前止挡表面 12s-1 能够分别接触三个前止挡表面 11s-1。第一外透镜筒 12 的后端设置有与该组三个后止挡表面 11s-2 对应的一组三个后止挡表面 12s-2，以便三个后止挡表面 12s-2 能够分别接触三个后止挡表面 11s-2。每个前止挡表面 12s-1 和每个后止挡表面 12s-2 分别平行于每个前止挡表面 11s-1 和每个后止挡表面 11s-2。该组三个前止挡表面 11s-1 和该组三个后止挡表面 11s-2 之间的距离与该组三个前止挡表面 12s-1 和该组三个后止挡表面 12s-2 之间的距离相同。

当变焦透镜 71 处于回缩状态时，每个前止挡表面 12s-1 非常靠近相应前止挡表面 11s-1，而每个后止挡表面 12s-2 非常靠近相应后止挡表面 11s-2，从而使第一外透镜筒 12 不能够进一步向后运动到图 90 和 95 所示的位置之外。在变焦透镜 71 的透镜筒回缩操作中，因为当该组三个凸轮从动件 31 由于每个后端开口部分 11b-Y 具有较宽的环向宽度而分别进入该组三个外凸轮槽 11b 的后端开口部分 11b-Y 时，第一外透镜筒 12 停止由凸轮环 11 通过该组三个凸轮从动件 31 沿光轴方向驱动，因此，在每个前止挡表面 12s-1 和每个后止挡表面 12s-2 分别即将接触相应前止挡表面 11s-1 和相应后止挡表面 11s-2 之前，第一外透镜筒 12 立即停止向后运动。在变焦透镜 71 处于回缩状态下，该组三个前止挡表面 11s-1 和该组三个前止挡表面 12s-1 之间的距离被确定为大约 0.1mm。同样，在变焦透镜 71 处于回缩状态下，该组三个后止挡表面 11s-2 和该组三个后止挡表面 12s-2 之间的距离也被确定为大约 0.1mm。但是在另一个实施例中，可以允许第一外透镜筒 12 依靠惯性回缩，从而使前止挡表面 11s-1 和 12s-1 与后止挡表面 11s-2 和 12s-2 分别相互接触。

第一外透镜筒 12 的在其内周表面上设置有一个径向向内突出的内

法兰 12c。该组三个前止挡表面 12s-1 在光轴方向上位于内法兰 12c 前面。第一外透镜筒 12 的内法兰 12c 设置有一组三个径向槽 12d，该组三个前凸起部分 11f 可以分别通过这些径向槽沿光轴方向通过内法兰 12c。当该组三个前止挡表面 11s-1 接近该组三个前止挡表面 12s-1 时，该组三个前凸起部分 11f 通过该组三个径向槽 12d 而通过内法兰 12c。

尽管在变焦透镜的该实施例中，每个凸轮环 11 和第一外透镜筒 12 的前部和后部都沿光轴方向设置有一组前止挡表面（11s-1 或 12s-1）和一组后止挡表面（11s-2 或 12s-2），但是每个凸轮环 11 和第一外透镜筒 12 仅能设置有该组前止挡表面或该组后止挡表面中的一个表面，以确定第一外透镜筒 12 相对于凸轮环 11 的轴向运动的后界限。相反，每个凸轮环 11 和第一外透镜筒 12 都能设置有一组或多组附加止挡表面。例如，除了前止挡表面 11s-1 和 12s-1 以及后止挡表面 11s-2 和 12s-2 之外，还可以形成每个都处于两个相邻前凸起部分 11f 之间的三个前端表面 11h，其能够接触内法兰 12c 的后表面 12h，以确定第一外透镜筒 12 相对于凸轮环 11 的轴向运动后界限。注意，在所述实施例中，该前凸起部分 11f 不与后表面 12h 接触。

在三个外凸轮槽 11b 中的每个凸轮槽中，除了用作透镜筒安装/拆卸部分的前端开口部分 11b-X 之外，其它所有部分都用作由变焦部分和透镜筒回缩部分组成的透镜筒操作部分。即，从变焦透镜处于回缩状态，图 90 和 95 所示外凸轮槽 11b 内相应凸轮从动件 31 的位置（即后端开口部分 11b-Y），延伸到变焦透镜处于远摄端状态，图 93 和 99 所示外凸轮槽 11b 内相应凸轮从动件 31 的位置的三个凸轮槽 11b 中的每个凸轮槽的一个特定部分，用作由变焦部分和透镜筒回缩部分组成的透镜筒操作部分。在变焦透镜 71 的该实施例中，每个外凸轮槽 11b 的后端开口部分 11b-Y 形成一个开在凸轮环 11 后部上的开口。这种结构使得不必在每个后端开口部分 11b-Y 后面的一部分凸轮环 11 上形成任何有一定厚度的后端壁，因此减少了凸轮环 11 在光轴方向的长度。在一种有凸轮槽的常规凸轮环中，至少每个凸轮槽操作部分的一个终端（每个凸轮槽的一端，如果另一端是一个用于将相应凸轮槽插入到该凸轮槽内的开口端）必须形成为一个封闭端，这就要求凸轮环有一个具有一定厚度的端壁来封闭每个凸轮槽的操作部分的这个终端。这

种端壁不必形成在变焦透镜该实施例的凸轮环 11 上, 这有利于减少凸轮环 11 的尺寸。

每个外凸轮槽 11b 的后端顺利形成为一个开口端, 比如后端开口部分 11b-Y, 其原因是, 第一外透镜筒 12 相对于凸轮环 11 的轴向运动的后界限由前止挡表面(11s-1 和 12s-1)和后止挡表面(11s-2 和 12s-2)确定, 这些表面的设置不受该组三个外凸轮槽 11b 和该组三个凸轮从动件 31 的限制。假定凸轮环 11 和第一外透镜筒 12 采用这种操作不受该组三个外凸轮槽 11b 和该组三个凸轮从动件 31 限制的止挡表面, 比如前止挡表面和后止挡表面(11s-1, 12s-1, 11s-2 和 12s-2), 如果凸轮从动件 31 脱离相应凸轮槽 11b, 那么就消除每个凸轮从动件 31 不能够通过后端开口部分 11b-Y 再次与相应外凸轮槽 11b 相接合的可能性。

当该组三个凸轮从动件 31 分别位于该组三个外凸轮槽 11b 的后端开口部分 11b-Y 内时, 由于变焦透镜 71 处于图 10 所示的回缩状态, 所以变焦透镜 71 的光学元件不必具有高度的定位精度。由于该原因, 即使每个后端开口部分 11b-Y 具有很宽的环向宽度, 以致每个凸轮从动件 31 较松地接合在相应后端开口部分 11b-Y 内, 也不会有很大问题。相反, 由于允许相应凸轮从动件 31 较松地接合在其中的每个外凸轮槽 11b 的透镜筒操作部分的透镜筒回缩部分形成在该外凸轮槽 11b 的终端, 还由于每个外凸轮槽 11b 的整个凸轮轮廓被确定为能够使其终端位于外凸轮槽 11b 沿光轴方向的最后位置处, 因此每个外凸轮槽 11b 的透镜筒操作部分的透镜筒回缩部分成功地形成为一个开口端如后端开口部分 11b-Y。

为了使每个凸轮从动件 31 从凸轮从动件 31 较松接合的后端开口部分 11b-Y 可靠地运动到相应外凸轮槽 11b 的倾斜前端部分 11b-L, 凸轮环 11 的不同环向位置处设置由一组三个倾斜前端表面 11t, 而第一外透镜筒 12 的不同环向位置处设置由一组三个倾斜前端表面 12t。该组三个倾斜前端表面 11t 毗邻该组三个前凸起部分 11f 上的该组三个前止挡表面 11s-1, 使该组三个倾斜前端表面 11t 和该组三个前止挡表面 11s-1 分别变成一组三个连续的表面。第一外透镜筒 12 的不同环向位置处设置由一组三个后端凸起 12f, 该每个后端凸起都是基本上等腰的

三角形。该组三个接合凸起 12a 分别形成在该组三个后端凸起 12f 上。每个后端凸起 12f 的两个等边中有一个形成为三个倾斜前端表面之一。如图 95-100 所示,每个倾斜前端表面 11t 和每个倾斜前端表面 12t 平行于倾斜前端部分 11b-L 延伸。

在图 90 和 95 所示变焦透镜 71 处于回缩状态下,三个内法兰 12c 中每一个的一个边缘 ED1 的位置与相邻的倾斜前端表面 11t 环向相对,此外,三个外凸起 11g 中每一个的一个边缘 ED2 的位置与相邻倾斜前端表面 12t 环向相对。此外,在图 90-95 所示相同的状态下,每个内法兰 12c 的边缘 ED1 稍微离开该相邻倾斜前端表面 11t,而每个外凸起 11g 的边缘 ED2 稍微离开该相邻倾斜前端表面 12t。在图 90 和 95 所示状态下,凸轮环 11 沿透镜筒前伸方向(图 91 和 96 所示向上的方向)的转动引起每个倾斜前端表面 11t 接触相邻内法兰 12c 的边缘 ED1,同时引起每个倾斜前端表面 12t 如图 91 和 96 所示接触相应外凸起 11g 的边缘 ED2。因此,在凸轮环 11 从图 95 所示的三个边缘 ED1 和三个边缘 ED2 分别离开三个倾斜前端表面 11t 和三个倾斜前端表面 12t 的状态,转动到图 96 所示的三个边缘 ED1 和三个边缘 ED2 分别接触三个倾斜前端表面 11t 和三个倾斜前端表面 12t 的状态转动的初始阶段,每个凸轮从动件 31 只在相应后端开口部分 11b-Y 内沿凸轮环 11 的环向运动,因此,第一外透镜筒 12 不因为凸轮环 11 的转动而相对于凸轮环 11 沿光轴方向移动。

在图 91 和 96 所示三个边缘 ED1 和三个边缘 ED2 分别接触三个倾斜前端表面 11t 和三个倾斜前端表面 12t 的状态下,每个凸轮从动件 31 位于相应外凸轮槽 11b 的倾斜前端部分 11b-L 的插入端。凸轮环 11 的进一步转动引起每个边缘 ED1 在相应倾斜前端表面 11t 上滑动,同时引起每个边缘 ED2 在相应倾斜前端表面 12t 上滑动,以便依照三个边缘 ED1 和三个边缘 ED2 分别在三个倾斜前端表面 11t 和三个倾斜前端表面 12t 上的滑动运动,由三个倾斜前端表面 11t 相对于凸轮环 11 向前推动第一外透镜筒 12。由于每个倾斜前端表面 11t 和每个倾斜前端表面 12t 平行于倾斜前端部分 11b-L 延伸,因此通过凸轮环 11 的转动经三个倾斜前端表面 11t 作用在第一外透镜筒 12 上的力,使每个凸轮从动件 31 从相应外凸轮槽 11b 的后端开口部分 11b-Y 运动到其倾斜前

端部分 11b-L 内。在每个凸轮从动件 31 如图 97 所示完全进入相应外凸轮槽 11b 的倾斜前端部分 11b-L 内之后，每个倾斜前端表面 11t 和每个倾斜前端表面 12t 分别脱离相应边缘 ED1 和相应边缘 ED2，因此，只是由于该组三个凸轮从动件 31 分别与该组三个外凸轮槽 11b 接合，使得第一外透镜筒 12 沿光轴方向被线性引导。

因此，在变焦透镜 71 从图 10 所示回缩状态开始的透镜筒前伸操作中，假定凸轮环 11 和第一外透镜筒 12 带有三个倾斜前端表面 11t 和三个倾斜前端表面 12t，这些表面的功能分别与三个倾斜前端部分 11b-L 的那些表面的功能相同，再假定第一外透镜筒 12 带有三个边缘 ED2 和三个边缘 ED1，它们的功能分别与三个凸轮从动件 31 的那些边缘的功能相同，那么就能够使每个凸轮从动件 31 正确进入相应外凸轮槽 11b 的倾斜前端部分 11b-L 内，甚至在其中从图 95 所示每个凸轮从动件 31 较松接合在相应后端开口部分 11b-Y 的状态开始朝相应弯曲部分 11b-Z 运动。这样能够避免变焦透镜 71 不正常工作。

尽管在变焦透镜的该实施例中每个凸轮环 11 和第一外透镜筒 12 设置有一组三个倾斜前端表面（11t 或 12t），但是，凸轮环 11 和第一外透镜筒 12 中只能够在其中一个上设置有一组三个倾斜前端表面（11t 或 12t），或者在每个凸轮环 11 和第一外透镜筒 12 上设置一组以上的三个倾斜前端表面。

图 101 表示图 95 所示结构的另一个实施例，其中变焦透镜 71 处于回缩状态。图 101 中与图 95 中相同的元件用相同但都附带有“'”的附图标记表示。

每个外凸轮槽 11b' 在其每个倾斜前端部分 11b-L' 的后端，设置有一个代替图 95 所示凸轮环 11 的后端开口部分 11b-Y 的后端开口 11b-K。与每个后端开口部分 11b-Y 不同，每个后端开口 11b-K 形成为相应外凸轮槽 11b 的一个简单端部开口。在变焦透镜处于广角端状态下进行透镜筒回缩操作，引起每个凸轮从动件 31' 在相应倾斜前端部分 11b-L' 内向后运动（图 101 所示向右的方向），从而使变焦透镜一旦到达回缩位置，每个凸轮从动件 31' 就通过相应外凸轮槽 11b' 的后端开口 11b-K 从凸轮槽 11b' 中出来。如果每个凸轮从动件 31' 通过相应外凸轮槽 11b' 的后端开口 11b-K 从凸轮槽 11b' 中出来，则第一外透镜

筒 12' 停止由凸轮环 11' 经该组三个凸轮从动件 31' 驱动, 从而停止向后运动。同时, 由于每个前止挡表面 12s-1' 和每个后止挡表面 12s-2' 的位置分别非常靠近相应前止挡表面 11s-1' 和相应后止挡表面 11s-2', 因此避免第一外透镜筒 12' 进一步向后运动。因此, 即使每个凸轮从动件 31' 通过相应外凸轮槽 11b' 的后端开口 11b-K 从凸轮槽 11b' 中出来, 也可以避免第一外透镜筒 12' 过度地向后运动。在图 101 所示实施例中, 与图 95 所示实施例类似, 在变焦透镜处于回缩状态时, 希望该组三个前止挡表面 11s-1' 和该组三个后止挡表面 12s-1' 之间的距离大约为 0.1mm。同样, 在变焦透镜处于回缩状态时, 希望该组三个后止挡表面 11s-2' 和该组三个后止挡表面 12s-2' 之间的距离大约也为 0.1mm。但是在另一个实施例中, 可以允许第一外透镜筒 12' 凭借惯性回缩, 从而使前止挡表面 11s-1' 和 12s-1' 与后止挡表面 11s-2' 和 12s-2' 分别相互接触。

根据图 101 所示结构, 其中在变焦透镜 71 处于回缩状态下每个凸轮从动件 31' 从相应外凸轮槽 11b' 中出来, 能够进一步减小凸轮环 11' 的尺寸, 因为每个外凸轮槽 11b' 不必设置任何用于在变焦透镜处于回缩状态时容纳相应凸轮从动件的容纳部分, 该部分相当于凸轮环 11 的每个后端开口部分 11b-Y。

在图 101 所示回缩状态下, 每个内法兰 12c' 的边缘 ED1' 与相应前凸起部分 11f' 的倾斜前端表面 11t' 接触, 而三个外凸起 11g' 中的每个外凸起的边缘 ED2' 与相应后凸起部分 12f' 的倾斜前端表面 12t' 接触。每个倾斜前端表面 11t' 和每个倾斜前端表面 12t' 平行于倾斜前端部分 11b-L' 延伸。由于该结构, 在图 101 所示状态下转动凸轮环 11', 从而使第一外透镜筒 12' 被相对于凸轮环 11' 向前推动, 接着使当前位于相应外凸轮槽 11b' 外的每个凸轮从动件 31' 从相应外凸轮槽 11b' 的后端开口 11b-K 进入该相应外凸轮槽 11b' 的倾斜前端部分 11b-L' 内。此后, 沿透镜筒前伸方向进一步转动凸轮环 11', 使每个凸轮从动件 31' 运动到相应外凸轮槽 11b' 内的相应弯曲部分 11b-Z' 内。之后, 每个凸轮从动件 31' 在相应外凸轮槽 11b' 内运动, 依照凸轮环 11' 的转动执行变焦操作。将每个凸轮从动件 31' 移动到相应外凸轮槽 11b 的前端开口部分 11b-X, 就能够从凸轮环 11' 上拆卸下

第一外透镜筒 12'。

从上面可以理解，在图 101 所示实施例中，能够可靠确定第一外透镜筒 12' 相对于凸轮环 11' 的轴向运动的后界限，同时，即使在变焦透镜回缩到相机体内时每个凸轮从动件 31' 通过其后端开口 11b-K 从相应外凸轮槽 11b' 中出来，每个凸轮从动件 31' 也都能够适当进入相应外凸轮槽 11b' 的倾斜前端部分 11b-L' 内。

下面将详细描述当数字相机 70 的主开关（未示出）关闭时，容纳图 9 所示相机体 72 内的变焦透镜 71 的变焦透镜结构，该结构组合了使第二透镜框 6（第二透镜组 LG2）回缩到径向回缩位置的结构。在下面的描述中，术语“垂直方向”和“水平方向”分别指从数字相机 70 前面和后面观看时的垂直和水平方向，例如图 110 中的垂直方向和图 111 中的水平方向。此外，术语“向前/向后方向”对应光轴方向（即平行于摄影光轴 Z1 的方向）。

如图 102 所示，第二透镜组 LG2 由第二透镜活动框 8 经由周边元件支撑。第二透镜框 6 设置有一个圆柱透镜固定座 6a，一个带枢轴圆柱部分 6b，一个摆臂部分 6c 和一个接合凸起 6e。该圆柱透镜固定座 6a 直接固定和支撑第二透镜组 LG2。摆臂部分 6c 沿圆柱透镜固定座 6a 的径向延伸，将圆柱透镜固定座 6a 连接到带枢轴圆柱部分 6b 上。接合凸起 6e 形成在圆柱透镜固定座 6a 上，在背离摆臂部分 6c 的方向上延伸。带枢轴圆柱部分 6b 设置有一个通孔 6d，该通孔沿平行于第二透镜组 LG2 光轴方向延伸。带枢轴圆柱部分 6b 的前端和后端，连接到摆臂部分 6c 的一部分带枢轴圆柱部分 6b 的前、后侧上，分别设置有一个前弹簧支撑部分 6f 和一个后弹簧支撑部分 6g。在该前弹簧支撑部分 6f 前端附近，该前弹簧支撑部分 6f 的外周表面上设置有一个前弹簧保持凸起 6h。在该后弹簧支撑部分 6g 后端附近，该后弹簧支撑部分 6g 的外周表面上设置有一个后弹簧保持凸起 6i。带枢轴圆柱部分 6b 在其外周表面上设置有一个沿背离摆臂部分 6c 的方向延伸的位置控制臂 6j。该位置控制臂 6j 设置有一个第一弹簧接合孔 6k，摆臂部分 6c 设置有一个第二弹簧接合孔 6p（见图 118-120）。

第二透镜框 6 设置有一个沿光轴方向从摆臂部分 6c 向后突出的后凸起部分 6m。该后凸起部分 6m 的后端设置有一个接触表面 6n，

该表面位于一个与第二透镜组 LG2 的光轴垂直，即与摄影光轴 Z1 垂直的平面内。尽管光遮蔽环 9 如图 104、105、128 和 129 被固定，但是接触表面 6n 在光轴方向上位于第二透镜组光遮蔽环的后面。即，接触表面 6n 在光轴方向上位于第二透镜组 LG2 的最后位置的后面。

前第二透镜框支撑板 36 是一个垂直加长的窄板，其在水平方向上具有较窄宽度。前第二透镜框支撑板 36 设置有一个第一垂直延长孔 36a，一个枢轴孔 36b，一个凸轮杆可插孔 36c，一个螺钉插孔 36d，一个水平延长孔 36e 和一个第二垂直延长孔 36f，这些孔按照该顺序从顶部到底部设置在前第二透镜框支撑板 36 内。所有这些孔 36a 到 36f 都是沿光轴方向穿过前第二透镜框支撑板 36 的通孔。在前第二透镜框支撑板 36 的外边缘上，第一垂直延长孔 36a 附近设置有一个弹簧接合槽 36g。

与前第二透镜框支撑板 36 类似，后第二透镜框支撑板 37 也是一个在水平方向上具有较窄宽度的垂直加长窄板。后第二透镜框支撑板 37 设置有一个第一垂直延长孔 37a，一个枢轴孔 37b，一个凸轮杆可插孔 37c，一个螺钉插孔 37d，一个水平延长孔 37e 和一个第二垂直延长孔 37f，这些孔按照该顺序从顶部到底部设置在后第二透镜框支撑板 37 内。所有这些孔 37a 到 37f 都是沿光轴方向穿过该后第二透镜框支撑板 37 的通孔。在该后第二透镜框支撑板 37 的凸轮杆可插孔 37c 的内边缘上，设置有一个导键可插槽 37g。前第二透镜框支撑板 36 的通孔 36a-36f 和后第二透镜框支撑板 37 的通孔 37a-37f 分别沿光轴方向对准。

该组螺钉 66 设置有一个螺纹轴部 66a 和一个固定于螺纹轴部 66a 一端的头部。该头部设置有一个用作调节工具的菲利普螺丝刀（未示出）的顶端能够插入的十字槽 66b。前第二透镜框支撑板 36 的螺钉插孔 36d 的直径能够使该组螺钉 66 的螺纹轴部 66a 通过该孔插入。该组螺钉 66 的螺纹轴部 66a 拧过后第二透镜框支撑板 37 的螺钉插孔 37d，将前第二透镜框支撑板 36 和后第二透镜框支撑板 37 固定于第二透镜组活动框 8 上。

变焦透镜 71 在前第二透镜框支撑板 36 和后第二透镜框支撑板 37 之间设置有一个沿光轴方向延伸的第一偏心轴 34X。第一偏心轴 34X 设置有一个大直径部分 34X-a，在大直径部分 34X-a 的前端和后端还分

别设置有沿光轴方向向前和向后突出的一个前偏心销 34X-b 和一个后偏心销 34X-c。前偏心销 34X-b 和后偏心销 34X-c 具有与大直径部分 34X-a 的轴线不同心的公共轴线。前偏心销 34X-b 的前端设置有一个能够使作为调节工具的平刃螺丝刀（未示出）的端部插入的槽 34X-d。

变焦透镜 71 在前第二透镜框支撑板 36 和后第二透镜框支撑板 37 之间设置有一个沿光轴方向延伸的第二偏心轴 34Y。第二偏心轴 34Y 的结构与第一偏心轴 34X 的结构相同。即，第二偏心轴 34Y 设置有一个大直径部分 34Y-a，在大直径部分 34Y-a 的前端和后端还分别设置有沿光轴方向向前和向后突出的一个前偏心销 34Y-b 和一个后偏心销 34Y-c。前偏心销 34Y-b 和后偏心销 34Y-c 具有与大直径部分 34Y-a 的轴线不同心的公共轴线。前偏心销 34Y-b 的前端设置有一个能够使作为调节工具的平刃螺丝刀（未示出）的尖端插入的槽 34Y-d。

穿过第二透镜框 6 的通孔 6d 后端部的孔径增大，形成一个弹簧容置大直径孔 6Z（见图 126），从而使压缩盘簧 38 容置在弹簧容置大直径孔 6Z 内。前扭转盘簧 39 和后扭转盘簧 40 分别装配在前弹簧支撑部分 6f 和后弹簧支撑部分 6g 上。前扭转盘簧 39 设置有一个前弹簧端 39a 和一个后弹簧端 39b，后扭转盘簧 40 设置有一个前固定弹簧端 40a 和一个后可活动弹簧端 40b。

枢轴 33 从通孔 6d 后端装配在通孔 6d 内，从而使第二透镜框 6 的带枢轴圆柱部分 6b 能够在枢轴 33 上沿径向没有游隙的自由转动。枢轴 33 的前、后端的直径与前第二透镜框支撑板 36 的枢轴孔 36b 和后第二透镜框支撑板 37 的枢轴孔 37b 相符，以便枢轴 33 的前端和后端分别装配在枢轴孔 36b 和枢轴孔 37b 内，由该前第二透镜框支撑板 36 和后第二透镜框支撑板 37 支撑。在枢轴 33 装配在通孔 6d 内的状态下，枢轴 33 的轴线平行于第二透镜组 LG2 的光轴延伸。如图 113 所示，枢轴 33 的后端附近设置有一个法兰 33a，该法兰插入弹簧容置大直径孔 6Z 内，与容置在弹簧容置大直径孔 6Z 内的压缩盘簧 38 的后端接触。

如图 106 和 107 所明示，第二透镜组活动框 8 是一环形元件，其具有沿光轴方向穿过该第二透镜组活动框 8 的贯穿内部空间 8n。第二透镜组活动框 8 的内周表面上在沿光轴方向的大致中心处，设置有一个中心内法兰 8s。中心内法兰 8s 的内边缘形成一个能够让第二透镜框

6 在其中摆动的垂直加长的开口 8t。快门单元 76 固定在中心内法兰 8s 的前表面上。第二透镜组活动框 8 在沿光轴方向上中心法兰 8s 后面的内周表面上，，设置有一个径向向外（图 111 所示向上的方向）开槽的第一径向槽 8q（见图 111 和 112），其形状与第二透镜框 6 的圆柱透镜固定座 6a 外周表面的形状相符，以便圆柱透镜固定座 6a 能够部分进入径向槽 8q 内。第二透镜组活动框 8 在中心法兰 8s 后面的内周表面上，还设置有一个径向向外（图 111 所示向上的方向）开槽的第二径向槽 8r（见图 111 和 112），其形状与第二透镜框 6 的接合凸起 6e 外边缘的形状相符，以便接合部分 6e 能够部分进入第二径向槽 8r 内。

如图 106 和 107 所示，第二透镜组活动框 8 的前端表面上（特别是从第二透镜组活动框 8 前面观察时，在垂直加长开口 8t 的右手侧上，第二透镜组活动框 8 前端表面的右侧部分），设置有一个垂直加长前固定表面 8c，其上固定有前第二透镜框支撑板 36。为了便于说明，在图 106 和 107 中前固定表面 8c 用阴影线表示。前固定表面 8c 在光轴方向与垂直加长开口 8t 不重叠，并位于与透镜筒轴 Z0（摄影光轴 Z1，第二透镜组 LG2 的光轴）垂直的一个平面内。前固定表面 8c 在光轴方向上位于快门单元 76 前面。前固定表面 8c 暴露于第二透镜组活动框 8 的前部。第二透镜组活动框 8 的前端设置有一组三个沿光轴方向向前延伸的延伸部分 8d。该组三个延伸部分 8d 形成为第二透镜组活动框 8 的延伸部分，其从第二透镜组活动框 8 前端向前延伸。该组三个前凸轮从动件 8b-1 分别形成在该组三个延伸部分 8d 的外周表面上。第二透镜组活动框 8 的后端表面上（特别是从第二透镜组活动框 8 后面观察时，在垂直加长的开口 8t 左手侧上，第二透镜组活动框 8 后端表面的左侧部分），设置有一个垂直加长后固定表面 8e，其上固定有后第二透镜框支撑板 37。后固定表面 8e 位于中心内法兰 8s 上沿光轴方向与前固定表面 8c 相对的对侧，与该前固定表面 8c 平行。后固定表面 8e 形成为第二透镜组活动框 8 后端表面的一部分；即，后固定表面 8e 与第二透镜组活动框 8 的后端表面齐平。

第二透镜组活动框 8 设置有一个第一偏心轴支撑孔 8f，一个带枢轴圆柱部分接收孔 8g，一个螺钉插孔 8h 和一个第二偏心轴支撑孔 8i，它们按照该顺序从第二透镜组活动框 8 顶部到底部进行设置。所有这

些孔 8f, 8g, 8h, 8i 都是通孔, 在光轴方向上前固定表面 8c 和后固定表面 8e 之间穿过第二透镜组活动框 8。第二透镜组活动框 8 的通孔 8f, 8h, 8i 在光轴方向上分别与前第二透镜框支撑板 36 的通孔 36a、36d 和 36e 对准, 而且分别与后第二透镜框支撑板 37 的通孔 37a、37d 和 37e 对准。在第二透镜组活动框 8 的内周表面上带枢轴圆柱部分接收孔 8g 内设置有一个沿光轴方向延伸的键槽 8p。键槽 8p 在光轴方向上前固定表面 8c 和后固定表面 8e 之间穿过第二透镜组活动框 8。第一偏心轴支撑孔 8f 的直径确定为能够使大直径部分 34X-a 可转动装配在第一偏心轴支撑孔 8f 内, 第二偏心轴支撑孔 8i 的直径确定为能够使大直径部分 34Y-a 可转动装配在第二偏心轴支撑孔 8i 内 (见图 113)。另一方面, 螺钉插孔 8h 的直径确定为能够使螺纹轴部 66a 插入该螺钉插孔内, 并且螺纹轴部 66a 和螺钉插孔 8h 的内周表面之间具有相当的间隙 (见图 113)。第二透镜组活动框 8 的前固定表面 8c 和后固定表面 8e 上分别设置有沿光轴方向向前和向后突出的一个前凸起部 8j 和一个后凸起部 8k。前凸起部 8j 和后凸起部 8k 有一个沿光轴方向延伸的公共轴线。第二透镜组活动框 8 在垂直加长开口 8t 下面设置有一个沿光轴方向穿过中心内法兰 8s 的通孔 8m, 以便转动限制轴 35 能够插入该垂直延长孔 8t 内。

转动限制轴 35 设置有一个大直径部分 35a, 此外在其后端还设置有一个沿光轴方向向后突出的偏心销 35b。偏心销 35b 的轴线与大直径部分 35a 的轴线偏心。转动限制轴 35 的前端设置有一个槽 35c, 能够让用作调节工具的平刃螺丝刀 (未示出) 的头部插入槽中。

图 108-112 表示从不同角度观察时, 将图 102-107 所示上述组件组装在一起的一种状态。下面将描述将组件组装到一起的一种方式。

首先, 前扭转盘簧 39 和后扭转盘簧 40 被固定于第二透镜框 6 上。同时, 前扭转盘簧 39 的一个簧圈部分装配在带枢轴圆柱部分 6b 的前弹簧支撑部分 6f 上, 其后弹簧端 39b 与位于带枢轴圆柱部分 6b 和摆臂部分 6c 之间的一部分第二透镜框 6 接合 (见图 104)。前扭转盘簧 39 的前弹簧端 39a 不与第二透镜框 6 的任何部分接合。后扭转盘簧 40 的一个簧圈部分装配在带枢轴圆柱部分 6b 的后弹簧支撑部分 6g 上, 其前固定弹簧端 40a 和后可活动弹簧端 40b 分别插入摆臂部分 6c 的第二

弹簧接合孔 6p 和位置控制臂 6j 的第一弹簧接合孔 6k 中。前固定弹簧端 40a 被固定于第二弹簧接合孔 6p 中，同时允许后可活动弹簧端 40b 在第一弹簧接合孔 6k 中在图 120 所示范围“NR1”内运动。在自由状态下，后扭转盘簧 40 由其上的第二透镜框 6 支撑，其中前固定弹簧端 40a 和后可活动弹簧端 40b 轻微受压，以相反方向运动，彼此靠近，以便后可活动弹簧端 40b 与第一弹簧接合孔 6k 内的位置控制臂 6j 的内壁表面压接（见图 120）。通过前弹簧保持凸起 6h 防止前扭转盘簧 39 从前弹簧支撑部分 6f 的前端沿光轴方向离开该前弹簧支撑部分，同时通过后弹簧保持凸起 6i 防止后扭转盘簧 40 从后弹簧支撑部分 6g 的后端沿光轴方向离开该后弹簧支撑部分。

除了前扭转盘簧 39 和后扭转盘簧 40 的安装之外，在压缩盘簧 38 插入形成在后弹簧支撑部分 6g 后端部分内的弹簧容置大直径孔 6Z 之后，枢轴 33 被插入到通孔 6d 内。同时，枢轴 33 的法兰 33a 进入后弹簧支撑部分 6g，与压缩盘簧 38 的后端接触。枢轴 33 的轴向长度大于带枢轴圆柱部分 6b 的轴向长度，从而使枢轴 33 的相对端分别从带枢轴圆柱部分 6b 的前、后端伸出。

在上述带枢轴圆柱部分 6b 安装操作的同时，第一偏心轴 34X 和第二偏心轴 34Y 被分别插入第一偏心轴支撑孔 8f 和第二偏心轴支撑孔 8i 内。如图 113 所示，第一偏心轴 34X 的大直径部分 34X-a 前端部（图 113 所示的左端部）的直径大于大直径部分 34X-a 其余部分的直径，第一偏心轴支撑孔 8f 的相应前端部（图 113 所示的左端部）的内径大于第一偏心轴支撑孔 8f 其余部分的内径。同样，第二偏心轴 34Y 的大直径部分 34Y-a 前端部（图 113 所示的左端部）的直径大于大直径部分 34Y-a 其余部分的直径，第二偏心轴支撑孔 8i 的相应前端部（图 113 所示的左端部）的内径大于第二偏心轴支撑孔 8i 其余部分的内径。因此，当从第一偏心轴支撑孔 8f 前端（图 113 所示的左端）将第一偏心轴 34X 插入第一偏心轴支撑孔 8f 内时，一旦位于大直径部分 34X-a 和第一偏心轴 34X 的其余部分之间的阶梯部分接触第一偏心轴支撑孔 8f 的大直径前端部的底部，如图 113 所示，就能够防止第一偏心轴 34X 进一步插入第一偏心轴支撑孔 8f 内。同样，当从第二偏心轴支撑孔 8i 前端（图 113 所示的左端）将第二偏心轴 34Y 插入第二偏心轴支撑孔

8i 内时，一旦位于大直径部分 34Y-a 和第二偏心轴 34Y 的其余部分之间的阶梯部分接触第二偏心轴支撑孔 8i 的大直径前端部的底部，如图 113 所示，就能够防止第二偏心轴 34Y 进一步插入第二偏心轴支撑孔 8i 内。在此状态下，前偏心销 34X-b 和前偏心销 34Y-b 沿光轴方向从前固定表面 8c 向前突出，而后偏心销 34X-c 和偏心销 34Y-c 沿光轴方向从后固定表面 8e 向后突出。

接着，前第二透镜框支撑板 36 和后第二透镜框支撑板 37 分别固定于前固定表面 8c 和后固定表面 8e 上，而从带枢轴圆柱部分 6b 的前弹簧支撑部分 6f 前端突出的枢轴 33 的前端，被装配在前第二透镜框支撑板 36 的枢轴孔 36b 内，同时，枢轴 33 的后端装配在后第二透镜框支撑板 37 的枢轴孔 37b 内。此时，从前固定表面 8c 向前突出的前偏心销 34X-b、前偏心销 34Y-b 和前凸起部 8j 分别插入第一垂直延长孔 36a、水平延长孔 36e 和第二垂直延长孔 36f 内，此外，从后固定表面 8e 向后突出的后偏心销 34X-c、后偏心销 34Y-c 和后凸起部 8k 分别插入第一垂直延长孔 37a、水平延长孔 37e 和第二垂直延长孔 37f 内。前偏心销 34X-b 在第一垂直延长孔 36a 内分别沿该第一垂直延长孔 36a 的长度方向和宽度方向（图 110 所示垂直和水平方向）可移动和不可移动，前偏心销 34Y-b 在水平延长孔 36e 内分别沿水平延长孔 36e 的长度方向和宽度方向（图 110 所示垂直和水平方向）可移动和不可移动，前凸起部 8j 在第二垂直延长孔 36f 内分别沿第二垂直延长孔 36f 的长度方向和宽度方向（图 110 所示垂直和水平方向）可移动和不可移动。同样，后偏心销 34X-c 在第一垂直延长孔 37a 内分别沿第一垂直延长孔 37a 的长度方向和宽度方向（图 111 所示垂直和水平方向）可移动和不可移动，后偏心销 34Y-c 在水平延长孔 37e 内分别沿水平延长孔 37e 的长度方向和宽度方向（图 111 所示垂直和水平方向）可移动和不可移动，后凸起部 8k 在第二垂直延长孔 37f 内分别沿第二垂直延长孔 37f 的长度方向和宽度方向（图 111 所示垂直和水平方向）可移动和不可移动。

最后，该组螺钉 66 的螺纹轴部 66a 被插入到螺钉插孔 36d 和螺钉插孔 8h 内，并穿过螺钉插孔 37d 拧入，将前第二透镜框支撑板 36 和后第二透镜框支撑板 37 固定在第二透镜组活动框 8 上。在该状态下，

拧紧安装螺钉 66 使该组安装螺钉 66 与螺钉孔 37d 啮合，使前第二透镜框支撑板 36 和后第二透镜框支撑板 37 分别压靠前固定表面 8c 和后固定表面 8e，从而使将前第二透镜框支撑板 36 和后第二透镜框支撑板 37 固定在第二透镜组活动框 8 上，它们之间有一定的间距，该间距等于前固定表面 8c 和后固定表面 8e 之间沿光轴方向的距离。结果，通过前第二透镜框支撑板 36 和后第二透镜框支撑板 37 防止第一偏心轴 34X 和第二偏心轴 34Y 脱离第二透镜组活动框 8。由于枢轴 33 的法兰 33a 接触后第二透镜框支撑板 37，防止其向后移动到后第二透镜框支撑板 37 之外，从而利用压在后弹簧支撑部分 6g 的弹簧容置大直径孔 6Z 内的压缩盘簧 38 的弹性力，使枢轴 33 沿光轴方向向前偏置，因此带枢轴圆柱部分 6b 的前端压靠前第二透镜框支撑板 36。这就保持了第二透镜框 6 相对于第二透镜组活动框 8 在光轴方向上的位置。在第二透镜框支撑板 37 被固定于第二透镜组活动框 8 的状态下，导键可插槽 37g 与键槽 8p 在光轴方向相通（见图 112）。

在将前第二透镜框支撑板 36 固定于第二透镜组活动框 8 之后，前扭转盘簧 39 的前弹簧端 39a 置于弹簧接合槽 36g 内。前扭转盘簧 39 的后弹簧端 39b 与如上所述位于带枢轴圆柱部分 6b 和摆臂部分 6c 之间的一部分第二透镜框 6 接合。将前弹簧端 39a 置于弹簧接合槽 36g 中使前扭转盘簧 39 扭曲，从而引起第二透镜框 6 偏置而绕枢轴 33 沿逆时针方向转动，如从第二透镜框 6 前面看到的那样（图 114 所示的逆时针方向）。

除了安装第二透镜框 6 之外，转动限制轴 35 从通孔 8m 前端插入到第二透镜组活动框 8 的通孔 8m 内。通孔 8m 的内周表面用于防止转动限制轴 35 从图 108 和 109 所示转动限制轴 35 的位置进一步插入通孔 8m 内。在转动限制轴 35 适当插入通孔 8m 内的状态下，转动限制轴 35 的偏心销如图 109 所示从通孔 8m 后端向后突出。

在以上述方式将第二透镜框 6 正确安装于第二透镜组活动框 8 上的状态下，第二透镜框 6 可以绕枢轴 33 摆动。第二透镜组活动框 8 的带枢轴圆柱部分接收孔 8g 足够大，所以当第二透镜框 6 摆动时，带枢轴圆柱部分 6b 和摆臂部分 6c 不干涉带枢轴圆柱部分接收孔 8g 内的内边缘。由于枢轴 33 平行于摄影光轴 Z1 和第二透镜组 LG2 的光轴延伸，

因此当第二透镜框 6 摆动时,第二透镜组 LG2 绕枢轴 33 摆动,同时其光轴保持与摄影光轴 Z1 平行。如图 111 所示,第二透镜框 6 绕枢轴 33 的转动范围一端通过接合凸起 6e 的头部与偏心销 35b 的接合确定。前扭转盘簧 39 使第二透镜框 6 偏置,从而沿一个方向转动,使得接合凸起 6e 的头部接触偏心销 35b。

接着,将快门单元 76 被固定于第二透镜组活动框 8 上,以获得一个如图 108-112 所示的组件。如图 108-112 所示,快门单元 76 固定于中心内法兰 8s 的前部。在快门单元 76 固定于中心内法兰 8s 前部的状态下,前固定表面 8c 在光轴方向上位于快门单元 76 内快门 S 和可调光圈 A 的前面。如图 111 和 112 所示,不管第二透镜框 6 相对于第二透镜组活动框 8 的位置如何变化,第二透镜框 6 的圆柱透镜固定座 6a 的前部都位于垂直加长开口 8t 内,也就是刚好在快门单元 76 后面。

在第二透镜组活动框 8 和第二线性导向环 10 彼此连接的状态下,从快门单元 76 延伸的挠性 PWB 77 如图 125 所示进行安装。如上所述,第二线性导向环 10 的宽线性导键 10c-W 接合在宽导槽 8a-W 内。在透镜筒轴 Z0 径向上的挠性 PWB 77、宽导槽 8a-W 和宽线性导键 10c-W 都位于变焦透镜 71 的相同环向位置处。即,挠性 PWB 77、宽导槽 8a-W 和宽线性导键 10c-W 都在垂直于光轴方向的径向对准。如图 125 所示,挠性 PWB 包括一个第一直部 77a,一个环形弯部 77b,一个第二直部 77c 和一个第三直部 77d,它们按照该顺序从快门单元 76 侧面依次设置。挠性 PWB 77 的一个弯部形成在在宽线性导键 10c-W 前端附近,第二直部 77c 和第三直部 77d 之间。从快门单元 76 的该侧开始(图 125 所示的左侧),首先第一直部 77a 沿光轴方向从快门单元 76 向后延伸,接着挠性 PWB 77 径向向外弯曲,向前延伸,从而使环形弯部 77b 形成在第二透镜组活动框 8 后端附近,使第二直部 77c 沿宽线性导键 10c-W 的内表面在光轴方向上向前延伸。接着,挠性 PWB 径向向外弯曲,向后延伸,从而使第三直部 77d 沿宽线性导键 10c-W 外表面在光轴方向上向后延伸。接着,第三直部 77d 的顶端(挠性 PWB 的顶端)穿过径向通孔 10d 向后延伸,并进一步穿过通孔 22q(见图 4 和 40)延伸到固定透镜筒 22 外侧,并通过主电路板(未示出)连接至控制电路 140。第三直部 77d 通过固定装置如双面带(未示出)被部分固定于

宽线性导键 10c-W 的外表面,从而使环形弯部 77b 的尺寸可以根据第二透镜组活动框 8 和第二线性导向环 10 之间的相对轴向运动进行变化。

位于第二透镜组活动框 8 后面的 AF 透镜框 51 由不透明材料制成,并设置有一个前突透镜保持架部分 51c,一个第一臂部 51d 和一个第二臂部 51e。第一臂部 51d 和第二臂部 51e 位于前突透镜保持架部分 51c 的径向相对两侧。前突透镜保持架部分 51c 在光轴方向上位于第一臂部 51d 和第二臂部 51e 之前。内部分别安装有该对 AF 导向轴 52 和 53 的该对导向孔 51a 和 52a 分别形成在第一臂部 51d 和第二臂部 51e 上。前突透镜保持架部分 51c 形成为一盒形(矩形环状),其包括一个基本成正方形的前端表面 51c1 和四个侧表面 51c3、51c4、51c5 和 51c6。前端表面 51c1 位于一个与摄影光轴 Z1 垂直的平面内。四个侧表面 51c3、51c4、51c5 和 51c6 沿大致平行于摄影光轴 Z1 的方向向后延伸,从前端表面 51c1 的四边朝 CCD 图像传感器 60 延伸。前突透镜保持架部分 51c 的后端形成一个朝低通滤波器 LG4 及 CCD 图像传感器 60 开口的开口端。前突透镜保持架部分 51c 的前端表面 51c1 上形成有一个圆形开口 51c2,其中心与摄影光轴 Z1 重合。第三透镜组 LG3 位于该圆形开口 51c2 内。第一臂部 51d 和第二臂部 51e 沿彼此背离的相反方向从前突透镜保持架部分 51c 径向延伸。更具体而言,第一臂部 51d 沿从 AF 透镜框 51 前面看去的下右侧方向,从前突透镜保持架部分 51c 位于两个侧表面 51c3 和 51c6 之间的一个角径向延伸,同时第二臂部 51e 沿从 AF 透镜框 51 前面看去的上左侧方向,从前突透镜保持架部分 51c 位于两个侧表面 51c4 和 51c5 之间的另一个角径向延伸,如图 130 所示。如图 128 和 129 所示,第一臂部 51d 被固定于前突透镜保持架部分 51c 位于两个侧表面 51c3 和 51c6 之间的角的后端,同时第二臂部 51e 被固定于前突透镜保持架部分 51c 位于两个侧表面 51c4 和 51c5 之间的角的后端。

如图 9 所示,第一臂部 51d 和第二臂部 51e 的径向外端径向定位于固定透镜筒 22 的圆柱壁 22k 的外侧。该对导向孔 51a 和 52a 分别形成在第一臂部 51d 和第二臂部 51e 的径向外端,该径向外端都位于圆柱壁 22k 的外侧。因此,AF 导向轴 52 装配在导向孔 51a 内,并用作

沿光轴方向以高定位精度引导 AF 透镜框 51 的主导向轴，该 AF 导向轴 52 位于圆柱壁 22k 外侧，而 AF 导向轴 53 较松地装配在导向孔 51b 内，并用作沿光轴方向辅助引导 AF 透镜框 51 的辅助导向轴，该 AF 导向轴 53 也位于圆柱壁 22k 外侧。如图 9 所示，圆柱壁 22k 在其外周表面上的不同环向位置处设置有两个径向凸起 22t1 和 22t2。在径向凸起 22t1 的后表面上形成有一个轴支撑孔 22v1。同样，在径向凸起 22t2 的后表面上形成有一个轴支撑孔 22v2。CCD 支架 21 的前表面上设置有两个在光轴方向上分别与轴支撑孔 22v1 和 22v2 相对的轴支撑孔 21v1 和 21v2。AF 导向轴 52 的前端和后端分别通过（固定到）轴支撑孔 22v1 和轴支撑孔 21v1 支撑。AF 导向轴 53 的前端和后端分别通过（固定到）轴支撑孔 22v2 和轴支撑孔 21v2 支撑。

圆柱壁 22k 设置有两个切掉部分 22m 和 22n（见图 11），其沿 AF 导向轴 52 和 53 被切掉，用来在 AF 透镜框 51 沿光轴方向运动时防止第一臂部 51d 和第二臂部 51e 与圆柱壁 22k 发生干涉。如图 122 和 130 所示，该对导向孔 51a 和 52a 位于摄影光轴 Z1 的径向相反侧，因此，该对 AF 导向轴 52 和 53 位于摄影光轴 Z1 的径向相反侧。

该 AF 透镜框 51 能够沿光轴方向，向后运动到前突透镜保持架部分 51c 与形成在 CCD 支架 21 前表面上的滤波器保持器部分 21b（见图 10）的接触点（AF 透镜框 51 轴向运动的后界限）。换句话说，CCD 支架 21 包括一个止挡表面（滤波器保持器部分 21b 的前表面），其确定 AF 透镜框 51 轴向运动的后界限。在前突透镜保持架部分 51c 接触滤波器保持器部分 21b 的状态下，从 CCD 支架 21 向前突出的位置控制凸轮杆 21a 的前端在光轴方向上位于 AF 透镜框 51 的前面（见图 121，123 和 124）。前第二透镜框支撑板 36 的凸轮杆可插孔 36c 和后第二透镜框支撑板 37 的凸轮杆可插孔 37c 位于位置控制凸轮杆 21a 的轴线上。即，凸轮杆可插孔 36c，凸轮杆可插孔 37c 和位置控制凸轮杆 21a 沿光轴方向对准。

如图 103 和 104 所示，位置控制杆 21a 的前端设置有上述的回缩凸轮表面 21c，其相对于光轴方向倾斜，并且在位置控制凸轮杆 21a 的内侧边缘还设置有一个拆卸位置保持表面 21d，其从回缩凸轮表面 21c 沿光轴方向向后延伸。如图 118-120 和图 122 所示，其中位置控制凸轮

杆 21a 从其前面看，位置控制杆 21a 在大致为摄影光轴 Z1 径向的方向上有一定的厚度。回缩凸轮表面 21c 形成为一个倾斜表面，该表面大体沿回缩凸轮表面 21c 的宽度方向，在从位置控制凸轮杆 21a 的径向内侧到径向外侧的方向上（即从更靠近摄影光轴 Z1 的一侧到离摄影光轴 Z1 较远的一侧）向前倾斜。换句话说，回缩凸轮表面 21c 形成为一个倾斜表面，其沿离开摄影光轴 Z1 的方向向前倾斜。在图 118 到 120 中，为了便于说明，回缩凸轮表面 21c 划有阴影线。此外，形成位置控制凸轮杆 21a 使其上、下表面分别是凹表面和凸表面，以防止位置控制凸轮杆 21a 干涉第二透镜框 6 的带枢轴圆柱部分 6b。换句话说，位置控制凸轮杆 21a 形成一个以第二透镜组 6 的枢轴 33 为中心的圆柱的一部分，回缩凸轮表面 21c 是一个形成在该圆柱周边（边缘表面）上的倾斜表面。该位置控制凸轮杆 21a 的下表面上设置有一个沿光轴方向延长的导键 21e。该导键 21e 从位置控制凸轮杆 21a 后端延伸到位置控制凸轮杆 21a 前端之后的一个中点。因此，该导键 21e 中没有一部分形成在位置控制凸轮杆 21a 上其前端附近。导键 21e 的横截面形状使其能够沿光轴方向进入导键可插槽 37g 内。

上述容置结构包括一个使第二透镜框 6 回缩到其径向回缩位置的结构，下面将讨论由该结构支撑的第二透镜组 LG2，第三透镜组 LG3 和其他相关元件的操作。第二透镜组活动框相对于 CCD 支架 21 在光轴方向的位置，通过凸轮环 11 根据多个内凸轮槽 11a (11a-1 和 11a-2) 的凸轮图进行的轴向运动与凸轮环 11 自身的轴向运动相结合来确定。当变焦透镜 71 大约位于图 9 所示摄影光轴 Z1 上部所示的广角端时，第二透镜组活动框 8 距 CCD 支架 21 最远，当变焦透镜处于图 10 所示回缩状态时，第二透镜组活动框 8 最靠近 CCD 支架 21。利用第二透镜组活动框 8 从其最前轴向位置（广角端）到最后轴向位置（回缩位置）的后缩运动，第二透镜框 6 回缩到其径向回缩位置。

在广角端和远摄端的变焦范围内，如图 111 所示，通过接合凸起 6e 顶端与转动限制轴 35 的偏心销 35b 接合，第二透镜框 6 仍然保持在一个固定位置处。同时，第二透镜组 LG2 的光轴与摄影光轴 Z1 重合，从而使第二透镜框 6 位于其摄影位置处。当第二透镜框 6 位于如图 111 所示的摄影位置时，一部分位置控制臂 6j 和后扭转盘簧 40 的后可活动

弹簧端 40b 通过凸轮杆插可孔 37c 暴露于第二透镜组活动框 8 的后部。

在变焦透镜 71 处于准备摄影状态下，一旦数字相机 70 的主开关断开，那么控制电路 140 就沿透镜筒回缩方向驱动 AF 电机 160，如图 121、123 和 124 所示将 AF 透镜框 51 向后朝 CCD 支架 21 移动到最后一位置（回缩位置）。前突透镜保持架部分 51c 将第三透镜组 LG3 保持在其前端表面 51c1 附近。紧挨在第三透镜组 LG3 后的空间是一个由四个侧表面 51c3, 51c4, 51c5 和 51c6 包围的开口空间，以便由 CCD 支架 21（滤波器保持器部分 21b）支撑的低通滤波器 LG4 和 CCD 图像传感器 60 能够进入紧挨在第三透镜组 LG3 后面的空间内，从而在 AF 透镜框 51 回缩到最后位置时减少第三透镜组 LG3 和低通滤波器 LG4 之间的间隙。在 AF 透镜框 51 处于如图 10 所示最后位置的状态下，位置控制凸轮杆 21a 的前端在光轴方向上位于 AF 透镜框 51 前面。

随后，控制电路 140 沿透镜筒回缩方向驱动变焦电机 150，执行上述透镜筒回缩操作。沿透镜筒回缩方向持续驱动变焦电机 150，使其超过变焦透镜 71 广角端，使得凸轮环 11 沿光轴方向向后运动，同时由于该组三个从动滚柱 32 分别与该组三个通槽 14e 的接合而绕透镜筒轴 Z0 转动。从图 17 所示多个内凸轮槽 11a 和多个凸轮从动件 8b 之间的关系可以理解，即使第二透镜组活动框 8 在光轴方向相对于凸轮环 11 的位置，在变焦透镜 71 处于回缩位置时比变焦透镜 71 处于广角端时更靠近变焦透镜 71 前部，但是由于在透镜筒回缩操作中，凸轮环 11 相对于固定透镜筒 22 的向后运动量比第二透镜组活动框 8 在凸轮环 11 内相对于该凸轮环 11 的向前运动量更大，因此第二透镜组活动框 8 在变焦透镜 71 处于回缩状态时也能够接近 CCD 支架 21。

第二透镜组活动框 8 与第二透镜框 6 一起进一步回缩，引起位置控制凸轮杆 21a 前端进入凸轮杆可插孔 37c（见图 105）内。如上所述，一部分位置控制臂 6j 和后扭转盘簧 40 的后可活动弹簧端 40b 如图 111 所示通过凸轮杆可插孔 37c 暴露于第二透镜组活动框 8 的后部。图 118 表示此时从变焦透镜 71 前面观察时，位置控制臂 6j、后可活动弹簧端 40b 和位置控制凸轮杆 21a 之间的位置关系。在摄影光轴 Z1 的径向上，后可活动弹簧端 40b 比位置控制臂 6j（除了形成在其上的一个用于形成第一弹簧接合孔 6k 的凸起之外）更靠近位置控制凸轮杆 21a。另一

方面，回缩凸轮表面 21c 形成一个沿离开摄影光轴 Z1 的方向向前倾斜的倾斜表面。在图 118 所示状态下，回缩凸轮表面 21c 的最前部分紧挨在后扭转盘簧 40 的后可活动弹簧端 40b 的后面。使第二透镜框 6 与第二透镜组活动框 8 一起朝 CCD 支架 21 向后运动，同时保持图 118 所示位置关系，引起回缩凸轮表面 21c 接触后可活动弹簧端 40b，而不是第二透镜框 6 的位置控制臂 6j。图 123 表示后可活动弹簧端 40b 刚刚接触回缩凸轮表面 21c 之前第二透镜框 6 的位置。

，使第二透镜框 6 与第二透镜组活动框 8 一起进一步向后运动，同时保持后可活动弹簧端 40b 与回缩凸轮表面 21c 接触，使得后可活动弹簧端 40b 根据回缩凸轮表面 21c 的形状，沿图 118 所示顺时针方向在回缩凸轮表面 21c 上滑动。后可活动弹簧端 40b 的顺时针转动通过前固定弹簧端 40a 传递给第二透镜框 6。与图 118 所示情况相比，后扭转盘簧 40 的弹性力（刚性）是预先确定好的，其能够通过前固定弹簧端 40a 将扭矩从后可活动弹簧端 40b 传递给第二透镜框 6，而不会使前固定弹簧端 40a 和后可活动弹簧端 40b 进一步受压而沿相反的彼此接近的方向运动。即，在前扭转盘簧 39 将第二透镜框 6 保持于摄影位置时，后扭转盘簧 40 的弹性被设计为大于前扭转盘簧 39 的弹性。

一旦通过后扭转盘簧 40 从回缩凸轮表面 21c 接收转动力，那么第二透镜组 6 将抵抗前扭转盘簧 39 的弹性力，根据第二透镜组活动框 8 的回缩运动，绕枢轴 33 从图 111 所示摄影位置朝图 112 所示径向回缩位置转动。随着第二透镜框 6 的转动，后扭转盘簧 40 在回缩凸轮表面 21c 上从图 118 所示位置滑动到图 119 所示位置。一旦第二透镜框 6 转动到图 112 所示径向回缩位置，那么后可活动弹簧端 40b 就从回缩凸轮表面 21c 运动到与其接合的拆卸位置保持表面 21d。之后，第二透镜框 6 没有通过第二透镜组活动框 8 的回缩运动沿枢轴 33 朝径向回缩位置转动。在第二透镜框 6 被保持于图 112 所示径向回缩位置的状态下，圆柱透镜固定座 6a 的外周部分进入径向槽 8q 内，同时接合凸起 6e 的外边缘进入第二透镜组活动框 8 的第二径向槽 8r。

在第二透镜框 6 到达径向回缩位置之后，第二透镜组活动框 8 继续向后运动，直到到达图 10 所示的回缩位置。在第二透镜组活动框 8 向后运动期间，第二透镜框 6 与第二透镜组活动框 8 一起向后运动到

图 124 所示的位置处，将第二透镜框 6 保持在径向回缩位置，其中后可活动弹簧端 40b 与回缩凸轮表面 21c 保持接合。同时，位置控制凸轮杆 21a 的前端从凸轮杆可插孔 37c 通过凸轮杆可插孔 36c 和带枢轴圆柱部分接收孔 8g 向前突出。

如图 10 和图 124 所示，当变焦透镜 71 处于回缩状态时，第二透镜框 6 的圆柱透镜固定座 6a 已经运动到紧挨前突透镜保持架部分 51c 的上方空间内，前突透镜保持架部分 51c 已经运动到位于第二透镜组活动框 8 内的该空间内，其中第二透镜组 LG2 位于变焦透镜 71 处于准备摄影状态的位置，第三透镜组 LG3 紧挨在快门单元 76 后面。此外，通过前突透镜保持架部分 51c 的向后运动，低通滤波器 LG4 和 CCD 图像传感器 60 已经从后面进入前突透镜保持架部分 51c 内，因此，通过比较图 9 和 10 可以看出，第三透镜组 LG3 和低通滤波器 LG4 之间以及第三透镜组 LG3 和 CCD 图像传感器 60 之间在光轴方向的距离，在变焦透镜 71 处于回缩状态时比变焦透镜准备摄影时小。即，在变焦透镜 71 处于回缩状态下，第二透镜组 LG2 在径向上位于装有第三透镜组 LG3、低通滤波器 LG4 和 CCD 图像传感器 60 的空间之外的空间内。在包括有多个光学元件的常规摄影透镜筒中，其中一个和多个可活动光学元件仅可以沿摄影光轴方向移动，不可能使摄影透镜筒的长度小于所有多个光学元件的总厚度。但是，根据变焦透镜 71 的容置结构，基本上不必要在摄影光轴 Z1 上保障容置第二透镜组 LG2 的任何空间。这样就可能使变焦透镜 71 的长度小于变焦透镜 71 的多个光学元件的总厚度。

在变焦透镜的该实施例中，AF 透镜框 51 在形状和支撑结构方面有多种特点，使其能够以一种高度节省空间的方式将变焦透镜 71 回缩到相机体 72 内。下面将详细讨论这些特点。

用作以高定位精度沿光轴方向引导 AF 透镜框 51 的主导向轴的 AF 导向轴 52，和用作沿光轴方向辅助引导 AF 透镜框 51 的辅助导向轴的 AF 导向轴 53，位于摄影光轴 Z1 径向相对两侧上，固定透镜筒 22 的圆柱壁 22k 外侧（位于不干涉变焦透镜 71 的任何活动元件的位置）。由于 AF 导向轴 52 和 AF 导向轴 53 都不是干扰第一至第三透镜组 LG1、LG2 和 LG3 以及低通滤波器 LG4 之中一个或者多个的障碍，因此当变

焦透镜 71 回缩到相机体 72 内时, AF 透镜框 51 的这种结构有助于减少变焦透镜 71 的长度。

换句话说, 根据 AF 透镜框 51 的这种结构, 由于该对 AF 导向轴 52 和 53 能够自由布置, 而不受固定透镜筒 22 比如第二透镜框 6 内活动部件的限制, 因此可以使在光轴方向上引导 AF 透镜框 51 的每个 AF 导向轴 52 和 53 的长度足够长, 以高定位精度沿光轴方向引导 AF 透镜框 51。如图 9 和 10 所示, 该 LCD 板 20 刚好位于变焦透镜筒 71 之后 (在光轴 Z1 的向后延伸线上), 而该对 AF 导向轴 52 和 53 在透镜筒轴 Z0 径向上位于该 LCD 板 20 外侧。这种方案获得的该对 AF 导向轴 52 和 53, 都具有甚至朝相机体 72 后部大大延伸的长轴向长度, 而不会干涉尺寸比较大的 LCD 板 20。实际上, AF 导向轴 52 后端延伸到如图 9 所示相机体 72 内低于 LCD 板 20 的一个位置处。

此外, 由于这种结构, 其中 AF 透镜框 51 所具有的形状使第一臂部 51d 从前突透镜保持架部分 51c 位于两侧表面 51c3 和 51c6 之间的那个角的后端向外径向延伸, 第二臂部 51e 从前突透镜保持架部分 51c 位于两侧表面 51c4 和 51c5 之间的那个角的后端向外径向延伸, 从而使由前突透镜保持架部分 51c 的外周表面, 第一臂部 51d, 第二臂部 51e 和固定透镜筒 22 的内周表面 (AF 导向轴 52 和 53) 所围成的环形空间得到保障。该环形空间不仅用于容置第二透镜组 LG2, 而且用于容置环形元件如第一至第三外透镜筒 12、13 和 15 以及螺环 18 的后端部, 以便最大限度地利用相机体 72 的内部空间。此外, 该环形空间有助于使变焦透镜 71 在相机体 72 内进一步回缩 (见图 10)。如果 AF 透镜框 51 没有上述节省空间的结构, 即如果每个第一和第二臂部 51d 和 51e 形成在前突透镜保持架部分 51c 上, 从其轴向中部和轴向前端部径向延伸, 而不像该变焦透镜的本实施例那样, 那么像第二透镜组 LG2 这样的元件就不能够回缩到图 10 所示它们各自的位置处。

此外, 在变焦透镜的该实施例中, AF 透镜框 51 构成为能够使第三透镜组 LG3 由在其前端空间内的前突透镜保持架部分 51c 支撑, 使低通滤波器 LG4 和 CCD 图像传感器 60 在变焦透镜 71 回缩状态下容置于前突透镜保持架部分 51c 后部的空间内。这就进一步最大限度地利用了变焦透镜 71 的内部空间。

一旦在变焦透镜 71 处于回缩状态下开启数字相机 70 的主开关, 该控制电路 140 将沿透镜筒前伸方向驱动 AF 电机 160, 使上述活动部件按照与上述回缩操作相反的方式操作。当凸轮环 11 相对于第二透镜组活动框 8 转动时, 凸轮环 11 前进, 同时第二透镜组活动框 8 和第一外透镜筒 12 与凸轮环 11 一起前进, 而不相对于第一线性导向环 14 转动。在第二透镜组活动框 8 前进的起始阶段, 由于后可活动弹簧端 40b 仍然与拆卸位置保持表面 21d 接合, 因此第二透镜框 6 保持在该径向回缩位置内。如图 120 所示, 第二透镜组活动框 8 进一步向前运动, 使后可活动弹簧端 40b 首先到达位置控制凸轮杆 21a 前端, 接着脱离将与回缩凸轮表面 21c 接合的拆卸位置保持表面 21d。在该阶段中, 第二透镜框 6 的圆柱透镜固定座 6a 已经沿光轴方向运动到前突透镜座部分 51c 前, 因此即使第二透镜框 6 开始沿朝向摄影位置的方向绕枢轴 33 转动, 圆柱透镜固定座 6a 也不会干涉前突透镜座部分 51c。第二透镜组活动框 8 进一步向前运动, 引起后可活动弹簧端 40b 在回缩凸轮表面 21c 上滑动, 从而使第二透镜框 6 通过前扭转盘簧 39 的弹性力, 开始从径向回缩位置转动到摄影位置。

第二透镜组活动框 8 进一步向前运动首先引起后可活动弹簧端 40b 沿离开拆卸位置保持表面 21d 的方向在回缩凸轮表面 21c 上保持滑动 (图 118 所示从左到右的方向), 接着在后可活动弹簧端 40b 运动到回缩凸轮表面 21c 上的预定点时, 使后可活动弹簧端 40b 脱离回缩凸表面 21c。此时, 从第二透镜框 6 前面观察时, 后可活动弹簧端 40b 和回缩凸轮表面 21c 之间的相对位置对应于图 118 所示的相对位置关系。结果, 第二透镜框 6 完全不受位置控制凸轮杆 21a 的限制。因此, 第二透镜框 6 如图 111 所示被保持在摄影位置, 而接合凸起 6e 的顶端受到前扭转盘簧 39 的弹性力压制而与转动限制轴 35 的偏心销 35b 压接。即, 第二透镜组 LG2 的光轴与摄影光轴 Z1 重合。当数字相机 70 的主开关开启时, 在变焦透镜 71 已经延伸到广角端之前, 第二透镜框 6 完成从径向回缩位置到摄影位置的转动。

当变焦透镜 71 从图 10 所示回缩状态变化到图 9 所示准备摄影状态时, 尽管 AF 透镜框 51 从其最后位置处向前运动, 但是甚至在图 9 所示准备摄影状态下, 前突透镜座部分 51c 仍然覆盖低通滤波器 LG4

和 CCD 图像传感器 60 的前部,所以前端表面 51c1 和四个侧表面 51c3、51c4、51c5 和 51c6 能够防止不必要的光如漫射光通过除了第三透镜组 LG3 外的任何其它部件入射到低通滤波器 LG4 和 CCD 图像传感器 60 上。因此,AF 透镜框 51 的前突透镜座部分 51c 不仅作为一个支撑第三透镜组 LG3 的元件,而且还作为一个在变焦透镜 71 回缩状态下容置低通滤波器 LG4 和 CCD60 的元件,并且用作一个在变焦透镜 71 准备照相状态下防止不必要的光如漫射光入射到低通滤波器 LG4 和 CCD 图像传感器 60 上的光遮蔽元件。

通常,支撑摄影透镜系统的可活动透镜组的结构必须是精密的,以便不损害摄影透镜系统的光学性能。在变焦透镜的该实施例中,由于第二透镜组 LG2 受到驱动不仅沿摄影光轴 Z1 运动,而且转动回缩到径向回缩位置,因此尤其要求每个第二透镜框 6 和枢轴 33 具有高尺寸精度,该精度比简单的可活动元件的精度高几个数量级。例如,在快门单元 76 (具有曝光控制装置如快门 S 和光圈 A) 设置在第二透镜组活动框 8 内部时,如果一个对应于枢轴 33 的枢轴设置在快门单元 76 的前面和后面,那么该枢轴的长度将受到限制,或是使该枢轴用作悬臂型枢轴。然而,由于必须保证该枢轴(如枢轴 33)和一个用于装入该枢轴,并相对转动的通孔(例如通孔 6d)之间的最小间隙,因此如果该枢轴是一个短轴和一个悬臂枢轴,那么这样一个间隙可能引起通孔的轴线相对于枢轴的轴线倾斜。由于要求每个第二透镜框 6 和枢轴 33 具有非常高的尺寸精度,所以即使在传统透镜支撑结构的公差内,在变焦透镜的该实施例中也必须防止出现这种倾斜。

在第二透镜框 6 的上述回缩结构中,由于在图 108、109 和 113 中可以看到,前第二透镜框支撑板 36 和后第二透镜框支撑板 37 分别固定于前固定表面 8c 和后固定表面 8e 上,它们在光轴方向上分别位于快门单元 76 的前面和后面,还可以看见枢轴 33 设置为在前第二透镜框支撑板 36 和后第二透镜框支撑板 37 之间延伸,因此枢轴 33 的前端和后端分别由前第二透镜框支撑板 36 和后第二透镜框支撑板 37 支撑。因此,枢轴 33 的轴线不容易相对于第二透镜框 6 的通孔 6d 的轴线倾斜。此外,由于作为支撑枢轴 33 的结构的元件的前第二透镜框支撑板 36、后第二透镜框支撑板 37 和带枢轴圆柱部分接收孔 8g 位于不与快

门单元 76 重叠的位置，因此可以加长枢轴 33 而不必考虑快门单元 76（不干涉快门单元 76）。实际上，枢轴加长，从而其长度接近第二透镜组活动框 8 在光轴方向的长度。依照枢轴 33 的长度，延长带枢轴圆柱部分 6b 在光轴方向的长度。即，保证在带枢轴圆柱部分 6b 和枢轴 33 之间在光轴方向上具有一个宽的接合范围。采用这种结构，第二透镜框 6 几乎不可能相对于枢轴 33 倾斜，因此能够使第二透镜框 6 以高定位精度绕枢轴 33 转动。

从前固定表面 8c 和后固定表面 8e 突出的前凸起部 8j 和后凸起部 8k 分别确定前第二透镜框支撑板 36 和后第二透镜框支撑板 37 的位置，该前第二透镜框支撑板 36 和后第二透镜框支撑板 37 通过公共安装螺钉 66 牢固地固定在第二透镜组活动框 8 上。采用这种结构，前第二透镜框支撑板 36 和后第二透镜框支撑板 37 以高定位精度相对于第二透镜组活动框 8 进行定位。因此，枢轴 33 也以高定位精度相对于第二透镜组活动框 8 进行定位。

在变焦透镜的该实施例中，该组三个延伸部分 8d 形成在第二透镜组活动框 8 前端表面上，在前固定表面 8c 前面，而后固定表面 8e 与第二透镜组活动框 8 地后端表面齐平。即，前固定表面 8c 不形成在第二透镜组活动框 8 的最前端表面上。但是，如果第二透镜组活动框 8 形成一个没有凸起的简单圆柱元件，如该组三个延伸部分 8d，那么前第二透镜框支撑板 36 和后第二透镜框支撑板 37 就能够分别固定在该简单圆柱元件的最前端和最后端表面上。

在第二透镜框 6 的上述回缩结构中，如果第二透镜组活动框 8 沿光轴方向从对应广角端的位置到回缩位置的运动范围，充分用于使第二透镜框 6 绕枢轴 33 从摄影位置转动到径向回缩位置，那么第二透镜框 6 将在移向径向回缩位置途中干涉 AF 透镜框 51 的前突透镜座部分 51c。为了防止该问题的发生，在第二透镜框 6 的上述回缩结构中，在一个比第二透镜组活动框 8 沿轴向的运动范围足够短的轴向运动范围内，第二透镜框 6 完成到径向回缩位置的转动，之后，第二透镜框 6 的圆柱透镜固定座 6a 沿平行于光轴的方向向后运动到紧挨在前突透镜座部分 51c 上面的一个空间内。因此，在变焦透镜 71 中必须保证使圆柱透镜固定座 6a 平移到紧挨在前突透镜座部分 51c 上面的空间的空

间。为了保证第二透镜框 8 在沿光轴方向运动的较短距离内, 具有从摄影位置转动到径向回缩位置的足够的转动范围就需要增加回缩凸轮表面 21c 相对于第二透镜组活动框 8 的移动方向即相对于光轴方向的倾斜度, 该回缩凸轮表面 21c 形成在 CCD 支架 21 的位置控制凸轮杆 21a 的前端。当在第二透镜组 8 向后运动期间, 以这种方式形成的回缩凸轮表面 21c 压迫后可活动弹簧端 40b 时, 有一个较大的反作用力施加给位置控制凸轮杆 21a 和第二透镜组活动框 8 上; 这样一个反作用力比下述情况下的反作用力大, 在该情况下, 一个凸轮表面 (对应凸轮表面 21c) 相对于第二透镜组活动框 8 运动方向的倾斜度小, 在第二透镜组 8 向后运动期间该凸轮表面挤压后可活动弹簧端 40b。

位置控制凸轮杆 21a 是一种与固定透镜筒 22 类似的固定元件, 而第二透镜组活动框 8 是一个线性可活动元件; 该第二透镜组活动框 8 间接由固定透镜筒 22 通过中间元件比如第一和第二线性导向环 14 和 10, 而非直接由固定透镜筒 22 线性导向, 同时并不绕透镜筒轴 Z0 转动。在下面两个接合中的每个接合都存在一个间隙, 这两个接合是: 第二透镜组活动框 8 与第二线性导向环 10 的接合, 以及第二线性导向环 10 与第一线性导向环 14 的接合。由于该原因, 如果在位置控制凸轮杆 21a 和第二透镜组活动框 8 上施加一个很大的反作用力, 就必须考虑到这种间隙可能导致第二透镜组活动框 8 和 CCD 支架 21 在垂直于透镜筒轴 Z0 的平面内不对准, 从而给第二透镜框 6 从摄影位置到径向回缩位置的回缩操作带来不利影响。例如, 当第二透镜框 6 从摄影位置转动到径向回缩位置时, 对于其绕枢轴 33 的转动, 如果该第二透镜框 6 转动到其原始径向外界限 (见图 112) 以外, 那么圆柱透镜固定座 6a 可能会干涉第二透镜组活动框 8 的内周表面。同样, 当第二透镜框 6 从摄影位置转动到径向回缩位置时, 如果第二透镜框 6 在原始位置前停止转动, 即当第二透镜框 6 从摄影位置到径向回缩位置时, 如果第二透镜框 6 没有转动到原始径向外界限, 那么圆柱透镜固定座 6a 可能会干涉 AF 透镜框 51 和其它元件。

当第二透镜框 6 从摄影位置到径向回缩位置 (见图 106) 时, 通过将导键 21e 插入导键可插槽 37g 中, 使第二透镜框 6 精确地保持在径向回缩位置内, 从而避免位置控制凸轮杆 21a 和第二透镜组活动框 8

不对准。具体而言，当第二透镜组活动框 8 处于朝回缩位置回缩的回缩过程中，其中第二透镜框 6 已经通过后扭转盘簧 40 的后可活动弹簧端 40b 与拆卸位置保持表面 21d 接合而被保持在径向回缩位置内，这时，导键 21e 通过导键可插槽 37g 从第二透镜组活动框 8 后端进入该第二透镜组活动框 8 的键槽 8p 内。由于导键 21e 和键槽 8p 是沿光轴方向延伸的一个延长凸起和一个延长槽，因此当导键 21e 接合在键槽 8p 内时，导键 21e 可以在光轴方向上相对于键槽 8p 自由运动，避免在键槽 8p 的宽度方向上运动。由于该结构，当回缩凸轮表面 21c 压迫后可活动弹簧端 40b 时，即使有一个比较大的反作用力施加在第二透镜组活动框 8 上，导键 21e 与键槽 8p 的接合也能够防止第二透镜组活动框 8 和位置控制凸轮杆 21a 在垂直于透镜筒轴 Z0 的平面内不对准。因此，当第二透镜框 6 从摄影位置转动到径向回缩位置时，能够精确地将第二透镜框 6 保持在径向回缩位置。

在变焦透镜的该实施例中，尽管在第二透镜框 6 已经转动到径向回缩位置后导键 21e 开始接合在键槽 8p 内，但是也可以在第二透镜框 6 已经转动到径向回缩位置之前或朝向径向回缩位置作回缩运动的过程中，使导键 21e 开始接合在键槽 8p 内。简单地说，当第二透镜框 6 最终被保持在径向回缩位置时，必须只能使第二透镜组活动框 8 和位置控制凸轮杆 21a 精确对准。导键 21e 与键槽 8p 开始接合的时间可以通过例如改变导键 21e 在光轴方向上结构的轴向范围而自由确定。

导键 21e 和键槽 8p 可以分别用一个与该键槽 8p 相当的键槽和一个与该导键 21e 相当的导键代替。

尽管在上述实施例中，导键 21e 形成在包括回缩凸轮表面 21c 的位置控制凸轮杆 21a 上，但是与导键 21e 相当的一个元件可以形成在除位置控制凸轮杆 21a 之外的 CCD 支架的任何位置上。但是，从结构观点，希望导键 21e 与回缩凸轮表面 21c 一起形成在位置控制凸轮杆 21a 上。此外，为了将第二透镜组活动框 8 和位置控制凸轮杆精确地对准，希望导键 21e 形成在位置控制凸轮杆 21a 上，该凸轮杆用作一个能够通过第二透镜组活动框 8 侧面与第二透镜框 6 接合的接合部分。

不仅在回缩凸轮表面 21c 压迫后可活动弹簧端 40b 时施加给第二透镜组活动框 8 上的上述反作用力，而且第二透镜框 6 回缩结构中每

个元件的定位精度都对第二透镜框 6 的操作精度产生不利影响。如上所述,不希望第二透镜框 6 绕枢轴 33 从摄影位置到径向回缩位置的转动范围过剩或不足。但是,如果给第二透镜框 6 施加一个能够使第二透镜框 6 回缩超过图 112 所示径向回缩位置的力,那么由于在变焦透镜 71 的回缩状态下圆柱透镜固定座 6a 和接合凸起 6e 非常靠近第二透镜组活动框 8 的内周表面,从而获得一种具有节省空间的回缩结构的第二透镜框 6 (见图 112),因此第二透镜框 6 的回缩结构受到一个机械应力。

为了防止这种机械应力施加到第二透镜框 6 的回缩结构上,而不是带枢轴圆柱部分的位置控制臂 6j 上,后扭转盘簧 40 的后可活动弹簧端 40b 用作一个能够当第二透镜框 6 从摄影位置回缩到径向回缩位置时与回缩凸轮表面 21c 和拆卸位置保持表面 21d 接合的部分,从而使第二透镜框 6 运动的微小误差被后扭转盘簧 40 的弹性变形吸收。与图 118-120 所示上述变焦透镜处于正常回缩操作中的前固定弹簧端 40a 和后活动弹簧端 40b 相比,尽管后扭转盘簧 40 通过前固定弹簧端 40a 将扭矩从后可活动弹簧端 40b 传递给第二透镜框 6 时,前固定弹簧端 40a 和后可活动弹簧端 40b 没有受到进一步压缩而沿彼此接近的相反方向运动,但是由于后可活动弹簧端 40b 可以如上所述在第一弹簧接合孔 6k 内在范围 $q1$ 内运动,因此如果位置控制凸轮杆 21a 从图 120 中所示原始位置稍微向左偏离,那么与在图 120 所示范围 $q1$ 内图 118-120 所示的后可活动弹簧端 40b 相比,该后可活动弹簧端 40b 受到进一步压缩而沿靠近前固定弹簧端 40a 的方向运动。因此,该后可活动弹簧端 40b 在范围 NR1 内的这种运动能够吸收位置控制凸轮杆 21a 与其原始位置的偏差。即,在圆柱透镜固定座 6a 和接合凸起 6e 接触第二透镜组活动框 8 内周表面的状态下(在圆柱透镜固定座 6a 的外周部分和接合凸起 6e 的外边缘已经分别进入径向槽 8q 和第二径向槽 8r 的状态下),即使位置控制凸轮杆 21a 进一步压迫后可活动弹簧端 40b,也能够通过后扭转盘簧 40 的弹性变形防止给第二透镜框 6 的回缩结构施加额外的机械应力。

在第二透镜框 6 的回缩结构中,当第二透镜框 6 处于图 112 所示径向回缩位置时,摆臂部分 6c 的径向外表面毗邻宽导槽 8a-W 底部,

部分靠近宽导槽 8a-W 底部。换句话说，宽导槽 8a-W 底部形成在一条在枢轴 33 的轴线和第二透镜组 LG2 的回缩光轴 Z2 之间延伸的直线中点的径向外侧，一部分挠性 PWB 77 位于宽导槽 8a-W 内。由于这种结构，当第二透镜框 6 位于径向回缩位置时，摆臂部分 6c 从第二透镜组活动框 8 内侧支撑该部分挠性 PWB 77，如图 112 所示。图 126 中用实线表示当第二透镜框 6 处于径向回缩位置时的挠性 PWB 77 和第二透镜框 6，并用双点划线表示当第二透镜框 6 处于摄影位置时的第二透镜框 6。从图 126 中可以理解，通过径向向外推压挠性 PWB 77 的第一直部 77a 和环形弯部 77b，摆臂部分 6c 防止挠性 PWB 77 径向向内弯曲。

具体而言，摆臂部分 6c 的径向外表面设置有一个直平表面 6q，并紧接着该直平表面 6q 之后设置有一个倾斜表面 6r。后凸起部分 6m 沿光轴方向从紧挨直平表面 6q 之后的一部分摆臂部分 6c 向后突出（见图 105）。在变焦透镜 71 的回缩状态下，直平表面 6q 径向向外推压第一直部 77a，同时倾斜表面 6r 和后凸起部分 6m 径向向外推压环形弯部 77b。该倾斜表面 6r 是倾斜的，以对应环形弯部 77b 的弯曲。

在典型的可回缩透镜中，挠性 PWB 在一个沿光轴方向导向的可活动元件和一个固定元件之间延伸情况下，该挠性 PWB 必须足够长，以便覆盖可活动元件的全部运动范围。因此，当可活动元件的前进量最小时，即当可回缩透镜处于回缩状态时，挠性 PWB 倾向于下垂。由于在变焦透镜 71 处于回缩状态下，通过回缩第二透镜组使其位于回缩光轴 Z2 上和通过变焦透镜 71 采用三级伸缩结构，使变焦透镜 71 的长度大大减少，因此在该变焦透镜的本实施例中，该挠性 PWB 的这种下垂倾向特别强。由于挠性 PWB 的任何下垂对可回缩透镜的内部元件的干扰，或者挠性 PWB 的下垂部分进入可回缩透镜内部元件内可能引起可回缩透镜故障，因此可回缩透镜必须提供一种防止相关挠性 PWB 出现这种问题的结构。但是，在传统可回缩透镜中，这种防止结构通常很复杂。在变焦透镜 71 的该实施例中，考虑到挠性 PWB 77 在变焦透镜 71 处于回缩状态下趋向于下垂这个事实，通过位于径向回缩位置内的第二透镜框 6，将环形弯部 77b 径向向外推压，这样能够通过一种简单的结构可靠的防止挠性 PWB 77 下垂。

在变焦透镜的该实施例中，在第二透镜框 6 的回缩结构内，由于

第二透镜框 6 沿光轴方向向后运动同时又绕枢轴 33 转动, 因此第二透镜框 6 从摄影位置到径向回缩位置的运动路径, 是从摄影光轴 Z1 上的一点(前点)倾斜延伸到位于前点之后和高于摄影光轴 Z1 的一点(后点)。另一方面, 在 AF 透镜框 51 上其前端表面 51c1 和侧表面 51c5 之间设置有一个有槽倾斜表面 51h。该有槽倾斜表面 51h 沿从摄影光轴 Z1 径向向外的方向从光轴方向的前面向光轴方向的后面倾斜。沿圆柱透镜固定座 6a 的运动路径切掉位于前端表面 51c1 和侧表面 51c5 之间的前突透镜座部分 51c 的边缘, 从而形成有槽倾斜表面 51h。此外, 有槽倾斜表面 51h 形成为一个凹表面, 该表面与圆柱透镜固定座 6a 的相关外表面的形状相符。

如上所述, 在第二透镜框 6 从摄影位置开始运动到径向回缩位置之前, AF 透镜框 51 向后运动到其轴向运动的后界限(即回缩位置), 在该位置处, AF 透镜框 51(前突透镜座部分 51c)接触滤波器保持器部分 21b(止挡表面)。在图 123 所示状态下, 其中 AF 透镜框 51 接触滤波器保持器部分 21b, 同时第二透镜框 6 还未开始从摄影位置回缩到径向回缩位置, 如果第二透镜框 6 开始沿光轴方向向后运动, 同时又绕枢轴 33 转动, 回缩到径向回缩位置, 那么圆柱透镜固定座 6a 的后端首先向后倾斜运动, 同时接近有槽倾斜表面 51h, 接着进一步向后倾斜运动, 同时刚好错过(就近横穿)有槽表面 51h, 最终达到图 124 所示的完全回缩位置。即, 第二透镜框 6 从摄影位置到径向回缩位置的回缩操作, 可以在光轴方向上更靠近 AF 透镜框的一点处完成, 靠近量为该倾斜表面 51h 的凹入量。

如果有槽倾斜表面 51h 或一个类似的表面不形成在 AF 透镜框 51 上, 那么第二透镜框 6 从摄影位置到径向回缩位置的回缩操作必须在一个比所述实施例中更早的阶段完成, 以防止圆柱透镜固定座 6a 干涉 AF 透镜框 51。为此, 必须增加第二透镜组活动框 8 的向后运动量和位置控制凸轮杆 21a 从 CCD 支架 22 的突出量; 这与进一步使变焦透镜 71 小型化相违背。如果第二透镜组活动框 8 的向后运动量固定, 那么就不得不增加回缩凸轮表面 21c 相对于摄影光轴方向的倾斜度。但是, 如果倾斜度过大, 那么当回缩凸轮表面 21c 压迫后可活动弹簧端 40b 时, 就要增加施加给位置控制凸轮杆 21a 和第二透镜组活动框 8 上的

反作用力。因此，不希望通过增加回缩凸轮表面 21c 的倾斜度来防止在第二透镜框 6 的回缩操作中发生蠕动。相反，在变焦透镜的该实施例中，由于有槽倾斜表面 51h 的形成，甚至在 AF 透镜框 51 已经回缩到非常靠近 AF 透镜框 51 的点之后，也能够进行第二透镜框 6 从摄影位置到径向回缩位置的回缩运动。因此，即使第二透镜组活动框 8 的向后运动量有限，回缩凸轮表面 21c 也不必相对于光轴方向很大程度地倾斜。这样能够使变焦透镜 71 进一步小型化，同时第二透镜组活动框 8 的回缩运动平稳。与 AF 透镜框 51 类似，CCD 支架 21 的其顶表面上有槽倾斜表面 51h 后面设置有一个有槽倾斜表面 21f，其形状与有槽倾斜表面 51h 的形状相同。有槽倾斜表面 51h 和有槽倾斜表面 21f 依次沿圆柱透镜固定座 6a 的运动路径形成，形成为一个单一倾斜表面。尽管该 AF 透镜框 51 作为一个在所实施例中被沿光轴方向导向的可活动元件，但是即使类似 AF 透镜框 51 的该透镜框是一种不沿光轴方向被导向的透镜框，一个类似 AF 透镜框 51 的透镜框也可以形成一个相当于有槽倾斜表面 51h 的有槽倾斜表面，并具有类似上述有槽倾斜表面 51 的特点。

从上述描述中可以理解，第二透镜框 6 的回缩结构被设计成在 AF 透镜框 51 如图 123 和 124 所示已经回缩到该 AF 透镜框 51 轴向运动的后界限（回缩位置）的状态下，在第二透镜框 6 向后运动同时又向外径向回缩到径向回缩位置时，第二透镜框 6 不会干涉 AF 透镜框 51。在该状态下，一旦主开关断开，控制电路 140 就沿透镜筒回缩方向驱动 AF 电机 160，将 AF 透镜框 51 向后移动至其回缩位置。但是，如果 AF 透镜框 51 在主开关断开时由于某种原因意外地不能够回缩到回缩位置，那么 AF 透镜框 51 可能干涉该第二透镜框 6 和第二透镜组活动框 8 一起向后运动并同时转动到径向回缩位置过程中的运动路径（见图 127 和 129）。

为了防止发生这种问题，变焦透镜 71 设置有一个自动保险结构。即，第二透镜框 6 的摆臂部分 6c 上设置有沿光轴方向向后突出到第二透镜组 LG2 后端以外的后凸起部分 6m，而 AF 透镜框 51 的面对后凸起部分 6m 的前突透镜座部分 51c 的那部分前端表面 51c1 上，设置有一个从前端表面 51c1 向前突出的肋状延长凸起 51f（见图 123，图 124

和图 127-130)。如图 130 所示, 延长凸起 51f 垂直延长, 并位于一个垂直于摄影光轴 Z1 的平面内, 在第二透镜 6 从摄影位置转动到径向回缩位置的转动中, 对应后凸起部分 6m (接触表面 6n) 绕枢轴 33 的转动范围。后凸起部分 6m 和肋状延长凸起 51f 是上述自动保险结构的元件。

采用自动保险结构, 一旦主开关断开, 在 AF 透镜框 51 不回缩到回缩位置和意外地未达到回缩位置的状态下, 即使第二透镜框 6 开始回缩到径向回缩位置, 后凸起部分 6m 的接触表面 6n 也能够首先可靠地接触 AF 透镜框 51 的肋状延长凸起 51f。这样, 即使发生故障, 也能防止第二透镜组 LG2 与 AF 透镜框 51 碰撞而被擦伤或损坏。换句话说, 由于第二透镜框 6 在任何角位置处, 后凸起部分 6m 的运动路径在光轴方向上不与第三透镜组 LG3 重合, 所以除了后凸起部分 6m 之外, 第二透镜框 6 的任何部分都不可能接触第三透镜组 LG3 而擦伤第三透镜组 LG3。因此, 由于后凸起部分 6m 和延长凸起 51f 只是第二透镜组 LG2 与 AF 透镜框 51 能够相互接触的部分, 因此即使在主开关断开时 AF 透镜框 51 意外未达到回缩位置, 也能够防止第二透镜组 LG2 和第三透镜组 LG3 的性能变差。如果发生这样一种故障, 那么处于向后运动同时转动到径向回缩位置过程中的第二透镜框 6, 就能够通过后凸起部分 6m 强有力的推动未达到回缩位置的 AF 透镜框 51。

注意, 尽管在所述实施例中, 接触表面 6n 和肋状延长凸起 51f 是 (可能) 接触表面, 但是也可以提供另一个实施例, 其中第二透镜框 6 和 AF 透镜框 51 的 (可能) 接触表面不同于所述实施例中的接触表面。例如, 可以在 AF 透镜框 51 上设置一个凸起, 其类似后凸起部分的凸起。即, 可以提供一个适当的位置, 在第二透镜组 LG2 和第三透镜组 LG3 接触任何其它元件之前, 使上述凸起和另一个元件彼此接触。

接触表面 6n 位于一个与摄影光轴 Z1 垂直的平面内, 而延长凸起 51f 的前表面形成一个倾斜接触表面 51g, 如图 128 所示, 该倾斜表面向垂直于摄影光轴 Z1 的光轴的一个平面倾斜, 倾斜角度为 NR2。该倾斜接触表面 51g 在沿后凸起部分 6m 从第二透镜框 6 处于摄影位置时的位置运动到第二透镜框 6 处于径向回缩位置时的位置的运动方向(图 128-130 所示向上)上, 朝光轴方向的后部倾斜。不像所述实施例那样,

如果该延长凸起 51f 的前表面形成为一个平行于接触表面 6n 的纯粹平面，那么在延长凸起 51f 和接触表面 6n 之间产生的摩擦阻力变大，阻碍第二透镜框 6 的顺利运动，结果当第二透镜框 6 处于向后运动同时转动到径向回缩位置的过程中，接触表面 6n 接触延长凸起 51f。相反，根据自动保险结构的该实施例，当第二透镜框 6 处于向后运动同时又转动到径向回缩位置的过程中时，即使接触表面 6n 接触延长凸起 51f，由于延长凸起 51f 相对于接触表面 6n 倾斜，因此不会在延长凸起 51f 和接触表面 6n 之间产生很大的摩擦力。这样即使发生上述故障，也能够可靠地回缩变焦透镜 71，而在延长凸起 51f 和接触表面 6n 之间只有很小的摩擦力。在该自动保险结构的本实施例中，将图 128 所示的倾斜角 NR2 所希望的倾斜角度设定为 3 度。

可以形成该延长凸起 51f，使有槽倾斜表面 51h 与固定在圆柱透镜固定座 6a 后端的光遮蔽环 9 接触，在 AF 透镜框 51 意外未到达回缩位置，而未到达部分比后凸起部分 6m 接触延长凸起 51f 部分少的情况下，使该有槽倾斜表面 51h 与该自动保险结构的上述实施例中的倾斜接触表面 51g 起同样作用。

在第二透镜框 6 的回缩位置，即使第二透镜组 LG2 处于摄影位置，在第二透镜组 LG2 没有与摄影光轴 Z1 精确重合的情况下，第二透镜组 LG2 的光轴位置可以在一个垂直于摄影光轴 Z1 的平面内的多个方向上进行调整。这种调整通过两个定位装置实现：第一定位装置，其用于调整前透镜框支撑板 36 和后透镜框支撑板 37 相对于第二透镜组活动框 8 的位置，及第二定位装置，其用于调整转动限制轴 35 的偏心销 35b 与第二透镜框 6 的接合凸起 6e 的接合点。第一偏心轴 34X 和第二偏心轴 34Y 是第一定位装置的元件；前透镜框支撑板 36 和后透镜框支撑板 37 相对于第二透镜组活动框 8 的位置通过转动第一偏心轴 34X 和第二偏心轴 34Y 进行调整。转动限制轴 35 是第二定位装置的元件；偏心销 35b 与接合凸起 6e 的接合点通过转动转动限制轴 35 进行调整。

首先，下面将讨论用于调整前透镜框支撑板 36 和后透镜框支撑板 37 相对于第二透镜组活动框 8 的位置的第一定位装置。如上所述，第一偏心轴 34X 的前偏心销 34X-b 插入第一垂直延长孔 36a 内，在第一垂直延长孔 36a 内能够沿孔纵向运动，但不能沿横向运动，而第二偏

心轴 34Y 的后偏心销 34Y-b 插入水平延长孔 36e 内, 在水平延长孔 36e 内能够沿孔纵向运动, 但不能沿横向运动, 如图 110、114 和 115 所示。第一垂直延长孔 36a 的纵向与数字相机 70 的垂直方向一致, 垂直于水平延长孔 36e 的纵向, 水平延长孔的纵向与数字相机 70 的水平方向一致, 如图 110、114 和 115 所示。在下面的描述中, 第一垂直延长孔 36a 的纵向被称为“Y 向”, 而水平延长孔 36e 的纵向被称为“X 向”。

后第二透镜框支撑板 37 上的第一垂直延长孔 37a 的纵向平行于前第二透镜框支撑板 36 的第一垂直延长孔 36a 的纵向。即, 第一垂直延长孔 37a 沿 Y 向加长。该第一垂直延长孔 36a 和第一垂直延长孔 37a 沿光轴方向分别形成在前、后第二透镜框支撑板 36 和 37 上的相对位置处。水平延长孔 37e 的纵向平行于水平延长孔 36e 的纵向。即, 水平延长孔 37e 沿 X 方向加长。水平延长孔 36e 和水平延长孔 37e 沿光轴方向分别形成在前、后第二透镜框支撑板 36 和 37 上的相对位置处。与前偏心销 34X-b 类似, 后偏心销 34X-c 在第一垂直延长孔 37a 内可以沿 Y 向运动, 但不能沿 X 向运动。前偏心销 34Y-b 在水平延长孔 37e 内沿 X 向可以运动, 但不能沿 Y 向运动。

与该对第一垂直延长孔 36a 和 37a 以及该对水平延长孔 36e 和 37e 类似, 前第二透镜框支撑板 36 的第二垂直延长孔 36f 的纵向平行于后第二透镜框支撑板 37 的第二垂直延长孔 37f 的纵向, 同时, 第二垂直延长孔 36f 和第二垂直延长孔 37f 沿光轴方向形成在前、后第二透镜框支撑板 36 和 37 上的相对位置处。该对第二垂直延长孔 36f 和 37f 都沿 Y 向加长, 平行于该对第一垂直延长孔 36a 和 37a 延伸。接合在第二垂直延长孔 36f 内的前凸起部 8j 在第二垂直延长孔 36f 内沿 Y 向可以运动, 但不能沿 X 向运动。与前凸起部 8j 类似, 接合在第二垂直延长孔 37f 内的后凸起部 8k 在第二垂直延长孔 37f 内能够沿 Y 向运动, 但不能沿 X 向运动。

如图 113 所示, 大直径部分 34X-a 插入第一偏心轴支撑孔 8f 内, 因而不沿其径向运动, 并因此可绕大直径部分 34X-a 的轴(调节轴 PX)转动。同样, 大直径部分 34Y-a 插入到第二偏心轴支撑孔 8i 内, 从而不沿孔径向运动, 并因此可绕大直径部分 34Y-a 的轴(调节轴 PY1)转动。

前偏心销 34Y-b 和后偏心销 34Y-c 具有与上述大直径部分 34Y-a 的轴偏心的公共轴线。因此，第二偏心轴 34Y 在调节轴 PY1 上的转动引起前、后偏心销 34Y-b 和 34b-c 绕调节轴 PY1 转动，即在一个围绕该调节轴 PY1 的圆圈内转动，从而引起前偏心销 34Y-b 沿 Y 向推压前第二透镜框支撑板 36 并沿 X 向运动，同时引起后偏心销 34Y-c 沿 Y 向推压后第二透镜框支撑板 37 并沿 X 向运动。此时，由于第一垂直延长孔 36a 和第二垂直延长孔 36f 沿 Y 向加长，因此前第二透镜框支撑板 36 沿 Y 向线性运动，同时由前偏心销 34Y-b 和前凸起部 8j 沿相同的方向导向，同时，由于第一垂直延长孔 37a 和第二垂直延长孔 37f 沿 Y 向延长，因此后第二透镜框支撑板 37 沿 Y 向线性运动，同时由后偏心销 34Y-c 和后凸起部 8k 沿相同的方向导向。因此，可以改变第二透镜框 6 相对于第二透镜组活动框 8 在前固定表面 8c 上的位置，从而调整第二透镜组 LG2 在 Y 向的光轴位置。

前偏心销 34X-b 和后偏心销 34X-c 具有与上述大直径部分 34X-a 偏心的公共轴线。因此，第一偏心轴 34X 在调节轴 PX 上的转动引起前、后偏心销 34X-b 和 34X-c 绕调整 PX 转动，即，在一个围绕该调节轴 PX 的圆圈内转动，从而使前偏心销 34X-b 沿 X 向推动前第二透镜框支撑板 36 并沿 Y 向运动，同时使后偏心销 34X-c 沿 X 向推动后第二透镜框支撑板 37 并沿 Y 向运动。同时，尽管前偏心销 34Y-b 和后偏心销 34Y-c 可以分别在水平延长孔 36e 和水平延长孔 37e 内沿 X 向运动，但是由于第二垂直延长孔 36f 不能在 X 向上相对于前凸起部 8j 运动，因此前第二透镜框支撑板 36 绕一个波动轴（未示出）摆动，该波动轴沿大致平行于前、后凸起部 8j 和 8k 的公用轴的方向在该公用轴附近延伸，同时由于第二垂直延长孔 37f 不能在 X 向上相对于前凸起部 8k 运动，因此该后第二透镜框支撑板 37 绕该波动轴摆动。该波动轴的位置对应于下面两个结果位置：一个前结果位置，其位于涉及前偏心销 34Y-b 的水平延长孔 36e 的位置和涉及前凸起部 8j 的第二垂直延长孔 36f 的位置之间，和一个后结果位置，其位于涉及后偏心销 34Y-b 的水平延长孔 37e 的位置和涉及后凸起部 8k 的第二垂直延长孔 37f 的位置之间。因此，该波动轴通过前、后第二透镜框支撑板 36 和 37 绕该波动轴的摆动平行于自身波动。前、后第二透镜框支撑板 36 和 37

绕该波动轴的摆动，引起枢轴 33 沿 X 向大致成线性运动。因此，第二透镜组 LG2 通过第一偏心轴 34X 在调节轴 PX 上的转动而沿 X 向运动。

图 116 表示第一定位装置的另一个实施例，该第一定位装置用于调整前、后第二透镜框支撑板 36、37 相对于第二透镜组活动框 8 的位置。该第一定位装置的该实施例与上述第一定位装置的不同在于：与前凸起部 8j 和后凸起部 8k 接合的一个前倾斜延长孔 36f' 和一个后倾斜延长孔 37f' 代替第二垂直延长孔 36f 和第二垂直延长孔 37f 分别形成在前和后第二透镜框支撑板 36 和 37 上。该前倾斜延长孔 36f' 和该后倾斜延长孔 37f' 相互平行地延伸，与 X 向和 Y 向都有一定的倾斜度，都与光轴方向对准。由于前倾斜延长孔 36f' 和后倾斜延长孔 37f' 的每个孔都包含 X 向分量和 Y 向分量，因此，第二偏心轴 34Y 在调节轴 PY1 上的转动使得前倾斜延长孔 36f' 和一个后倾斜延长孔 37f' 相对于前凸起部 8j 和后凸起部 8k 沿 Y 向运动同时轻微地沿 X 向运动。因此，前、后第二透镜框支撑板 36 和 37 沿 Y 向运动，同时它们各自的下端部沿 X 向轻微摆动。另一方面，第一偏心轴 34X 在调节轴 PX 上的转动使得前、后第二透镜框支撑板 36 和 37 沿 X 向运动，同时在 Y 向上轻微运动（摆动）。因此，可以通过第一偏心轴 34X 的操作与第二偏心轴 34Y 的操作相结合，在一个垂直于摄影光轴 Z1 的平面内，在多个方向调整第二透镜组 LG2 的光轴位置。

在通过操作第一偏心轴 34X 和第二偏心轴 34Y 调整第二透镜组 LG2 的光轴位置之前，需要松开安装螺钉 66。在调整操作结束之后再拧紧安装螺钉 66。之后，前、后第二透镜框支撑板 36 和 37 被紧固于前固定表面 8c 和后固定表面 8e 上，并保持在各自己的调整位置处。因此，枢轴 33 也保持在其调整位置处。因此，由于第二透镜组 LG2 的光轴位置取决于枢轴 33 的位置，所以第二透镜组 LG2 的光轴位置也保持在其调整位置处。由于光轴位置调整操作的结果，安装螺钉 66 已经从其以前的位置径向运动；但是，因为安装螺钉 66 没有径向运动到由于螺纹轴部分 66a 较松装配在图 113 所示螺钉插孔 8h 内，通过光轴位置调整操作而干涉第二透镜组活动框 8 的程度，因此也不会出现问题。

一种二维定位装置组合了一个可沿第一方向线性运动的第一可运动阶段和一个可以沿垂直于第一方向的第二方向运动的第二可运动阶

段，其中将要被调整位置的一个物体在第二可运动阶段被固定，该二维定位装置是本领域公知技术。这种传统二维定位装置通常很复杂。相反，由于每个前第二透镜框支撑板 6 和后第二透镜框支撑板 37 被支撑在一个对应的单个平表面（前固定表面 8c 和后固定表面 8e）上，并可以沿 X 向和 Y 向在该平表面上运动，使其能够获得一种简单的二维定位装置，因此用于调整前、后第二透镜框支撑板 36 和 37 相对于第二透镜组活动框 8 的位置的上述第一定位装置很简单。

尽管上述第一定位装置包括两个用于支撑第二透镜框 6 的支撑板（该对第二透镜框支撑板 36 和 37），它们沿光轴方向彼此分开以便增加支撑第二透镜框 6 的结构稳定性。第二透镜框 6 可以仅用其中的一个支撑板支撑，在此情况下，第一定位装置只能提供在这一个支撑板上。

然而，在第一定位装置的上述实施例中，前第二透镜框支撑板 36 和后第二透镜框支撑板 37 布置在第二透镜组活动框 8 的前、后侧，每个第一和第二偏心轴 34X 的前端和后端都分别设置有一对偏心销（34X-b 和 34X-c），第二透镜组活动框 8 的前、后侧分别设置有一对凸起部（8j 和 8k）。采用这种方案，偏心轴 34X 和 34Y 的转动都能够使该对第二透镜框支撑板 36 和 37 作为整体元件平行运动。具体而言，用一个接合在槽 34X-d 内的螺丝刀转动第一偏心轴 34X，使前、后偏心销 34X-b 和 34X-c 沿相同的转动方向一起转动相同的转动量，从而使该对第二透镜框支撑板 36 和 37 作为一个整体元件沿 X 向平行运动。同样，用一个接合在槽 34Y-d 内的螺丝刀转动第二偏心轴 34Y，使得前、后偏心销 34Y-b 和 34Y-c 沿相同的转动方向一起转动相同的转动量，从而使该对第二透镜框支撑板 36 和 37 作为一个整体元件沿 Y 向平行运动。当分别采用接合在槽 34Xd 和 34Y-d 内的螺丝刀转动第一和第二偏心轴 34X 和 34Y 时，后第二透镜框支撑板 37 无偏差地完全追随后第二透镜框支撑板 36 的运动。因此，第二透镜组 LG2 的光轴不会由于第一定位装置的操作而倾斜，这样就能够在一个垂直于摄影光轴 Z1 的平面内，以高定位精度沿多个方向二维调整第二透镜组 LG2 的光轴位置。

由于第一和第二偏心轴 34X 和 34Y 被支撑和固定在前第二透镜框

支撑板 36 和后第二透镜框支撑板 37 之间，其中该前、后第二透镜框支撑板 36 和 37 布置于快门单元 76 的前、后侧，所以每个第一和第二偏心轴 34X 和 34Y 被加长，使其长度像枢轴 33 的长度那样接近第二透镜组活动框 8 在光轴方向的长度。这防止第二透镜组活动框 8 倾斜，因此能够在一个垂直于摄影光轴 Z1 的平面内，以高定位精度沿多个方向在二维平面上调整第二透镜组 LG2 的光轴位置。

下面将讨论用于调整转动限制轴 35 的偏心销 35b 与第二透镜框 6 的接合凸起 6e 的接合点的第二定位装置。如图 111 和 112 所示，转动限制轴 35 的大直径部分 35a 可转动装配到通孔 8m 内，其中偏心销 35b 从通孔 8m 后端向后突出。注意，转动限制轴 35 的大直径部分 35a 自身并不相对于通孔 8m 转动，但是如果预先施加一定量的力，那么就能够转动该大直径部分 35a。

如图 109 所示，偏心销 35b 位于第二透镜框 6 接合凸起 6e 顶端的运动路径一端。该偏心销 35b 从大直径部分 35a 后端向后突出，使偏心销 35b 的轴如图 117 所示偏离大直径部分 35a 的轴。因此，偏心销 35b 在其轴（调节轴 PY2）上的转动引起该偏心销 35b 绕调节轴 PY2 转动，从而使该偏心销 35b 沿 Y 向运动。由于转动限制轴 35 的偏心销 35b 用作一个确定第二透镜框 6 的摄影位置的元件，因此偏心销 35b 在 Y 向的位移引起第二透镜组 LG2 沿 Y 向运动。因此，第二透镜组 LG2 的光轴位置可以通过转动限制轴 35 的操作而在 Y 向进行调整。因此，第二透镜组 LG2 的光轴位置可以通过结合使用转动限制轴 35 和第二偏心轴 34Y 而在 Y 向进行调整。在第二偏心轴 34Y 的调整范围不足的特定情况下，希望辅助操作位置限制轴 35。

如图 110 所示，第一偏心轴 34X 的槽 34X-d，第二偏心轴 34Y 的槽 34Y-d 和转动限制轴 35 的槽 35c 都暴露于第二透镜组活动框 8 的前面。此外，设置有十字槽 66b 的安装螺钉 66 的头部暴露于第二透镜组活动框 8 的前面。由于这种结构，第二透镜组 LG2 的光轴位置可以用上述第一和第二定位装置从第二透镜组活动框 8 的前部在二维平面内进行调整，即第一和第二定位装置的所有操作元件都可以从第二透镜组活动框 8 的前部接触到。另一方面，位于第二透镜组活动框 8 径向外侧的第一外透镜筒 12 的内周表面上设置有内法兰 12c，该内法兰径

向向内突出，与固定环 3 一起围住第二透镜组活动框 8 的前部。

如图 131 和 132 所示，第一外透镜筒 12 的内法兰 12c 上设置有四个螺丝刀插孔 12g1, 12g2, 12g3, 12g4。这些插孔分别沿光轴方向穿透内法兰 12c，以便槽 34X-d, 槽 34Y-d, 槽 35c 和十字槽 66b 分别暴露于第一外透镜筒 12 的前部。一个螺丝刀可以分别从第二透镜组活动框 8 的前部通过四个螺丝刀插孔 12g1, 12g2, 12g3, 12g4 分别与槽 34X-d, 槽 34Y-d, 槽 35c 和十字槽 66b 接合，而不用从第二透镜组活动框 8 前部拆卸第一外透镜筒 12。如图 2、131 和 132 所示，切掉与螺丝刀插孔 12g2, 12g3, 12g4 对准的固定环 3 的部分，以便不干涉螺丝刀。通过拆卸透镜挡盖 101 和紧挨在该透镜挡盖 101 之后的上述透镜遮挡机构，使四个螺丝刀插孔 12g1, 12g2, 12g3, 12g4 各自的前端暴露于变焦透镜 71 前部。由于该结构，采用上述第一和第二定位装置，基本上除了透镜遮挡机构，不用拆卸变焦透镜 71 的元件，即在大致完整的形式下，就能够从第二透镜组活动框 8 前部二维地调整第二透镜组 LG2 的光轴位置。因此，即使组装过程中，第二透镜组 LG2 的偏向度超过公差，采用第一和第二定位装置也能够在最后组装过程中方便地在二维平面内调整第二透镜组 LG2 的光轴位置。这能够提高组装过程的可操作性。

上面主要讨论在数字相机 70 的主开关断开时，相机体 72 内容置第二透镜组 LG2 和位于第二透镜组之后的其它光学元件的结构。下面将详细讨论当数字相机 70 的主开关断开时，容置第一透镜组 LG1 的变焦透镜 71 的结构改进。

如图 2 所示，第一外透镜筒 12 的内法兰 12c 在其相对于摄影光轴 Z1 的径向相对位置处分别设置有一对第一导槽 12b，同时第一透镜组调节环 2 的外周表面上分别设置有对应的一对导向凸起 2b，这些导向凸起沿彼此背离的相反方向轴向向外突出，并被可滑动装配在该对第一导槽 12b 内。在图 9、141 和 142 中只表示了一个导向凸起 2b 和相应的第一导槽 12b。该对第一导槽 12b 平行于摄影光轴 Z1 延伸，使第一透镜框 1 和第一透镜组调节环 2 的组合件可以通过该对导向凸起 2b 与该对第一导槽 12b 的接合，相对于第一外透镜筒 12 沿光轴方向运动。

固定环 3 通过两个安装螺钉 64 固定于第一外透镜筒 12 上，靠近该对导向凸起 2b 的前部。固定环 3 在其相对于摄影光轴 Z1 的径向相

对位置处设置有一对弹簧接收部分 3a, 以便一对压缩盘簧 24 能够以受压方式分别安装在该对弹簧接收部分 3a 和该对导向凸起 2b 之间。因此, 借助该对压缩盘簧 24 的弹性力, 第一透镜组调节环 2 在光轴方向上相对第一外透镜筒 12 向后偏置。

在数字相机 70 的组装过程中, 第一透镜框 1 相对于第一透镜组调节环 2 在光轴方向的位置可以通过改变阳螺纹 1a 相对于第一透镜组调节环 2 的阴螺纹 2a 的接合位置进行调整。该调整操作可以在变焦透镜 71 处于图 141 所示准备摄影的状态下进行。图 141 所示双点划线表示第一透镜框 1 与第一透镜组 LG1 一起相对于第一外透镜筒 12 沿光轴方向的运动。另一方面, 当变焦透镜 71 回缩到图 10 所示回缩位置时, 即使在第一透镜框 1 已经全部回缩到第一透镜框 1 与快门单元 76 前表面接触处的一点从而防止第一透镜框 1 进一步向后运动之后 (见图 142), 第一外透镜筒 12 与固定环 3 也能够相对于第一透镜框 1 和第一透镜组调节环 2 一起向后运动, 同时压迫该对压缩盘簧 24。即, 当变焦透镜 71 回缩到回缩位置时, 第一外透镜筒 12 回缩, 并以一种一定方式被容置, 该方式能够减少第一透镜框 1 在光轴方向位置调整的轴向余量 (空间)。这种结构能够使变焦透镜全部更深地缩入相机体 72 内。通过螺纹 (类似于阴螺纹 2a 和阳螺纹 1a) 将透镜框 (相当于第一透镜框 1) 直接固定于外透镜筒 (相当于第一外透镜筒 12) 上, 并在该透镜框和该外透镜筒之间不设置任何中间元件 (相当于第一透镜组调节环 2) 的传统伸缩透镜筒在本领域是公知的。在这种伸缩式透镜筒中, 由于该外透镜筒缩入相机体内的缩入运动量与透镜框的相应缩入运动量相同, 因此该外透镜筒不能相对于该透镜框进一步向后运动, 不像该变焦透镜的本实施例的第一外透镜筒 12 那样。

第一透镜框 1 的后端设置有一个环形端凸起 1b (见图 133, 134, 141 和 142), 其后端位于第一透镜组 LG1 后表面上沿光轴方向的最后点, 因此环形端凸起 1b 的后端接触快门单元 76 的前表面, 从而当变焦透镜 71 回缩到回缩位置时防止第一透镜组 LG1 后表面接触快门单元 76 以避免其被损坏。

在第一透镜组调节环 2 的外周表面上的任何位置处可以形成两个以上的导向凸起, 其中每个导向凸起对应每个导向凸起 2b, 并且每个

导向凸起的形状可以任选。根据第一透镜组调节环 2 的导向凸起的数量，在固定环 3 上也可以设置有两个以上的弹簧接收部分，其中该每个弹簧接收部分对应每个弹簧接收部分 3a，并且每个弹簧接收部分的形状可以任选。此外，该对弹簧接收部分 3a 不是必需的；该对压缩盘簧 24 可以以受压方式分别安装在固定环 3 后表面上对应的两个区域和该对导向凸起 2b 之间。

第一透镜组调节环 2 在其外周表面前端上，绕摄影光轴 Z1 大致等角间隔的设置有一组四个接合凸起 2c（见图 2），这些接合凸起都与固定环 3 的前表面 3c 接合。通过该组四个接合凸起 2c 与固定环 3 的前表面 3c（见图 9 和 141）的接合（卡销接合）确定第一透镜组调节环 2 相对于固定环 3（即相对于第一外透镜筒 12）的轴向运动后界限。该组四个接合凸起 2c 用作一组接合卡销。

具体而言，固定环 3 的内边缘上设置有一组四个槽 3b（见图 2），分别对应于该组四个接合凸起 2c。该组四个接合凸起 2c 可以从后面分别插入该组四个槽 3b 内，并在该组四个接合凸起 2c 从后面插入该组四个槽 3b 之后，通过转动第一透镜组调节环 2 和固定环 3 中的一个环，使该环相对于其中另一个环按照顺时针和逆时针方向转动，从而使这些接合凸起与固定环 3 的前表面 3c 接合。在第一透镜组调节环 2 和固定环 3 中的一个环相对于另一个的转动操作之后，每个接合凸起 2c 的后端表面 2c1 通过该对压缩盘簧 24 的弹性力在压靠固定环 3 的前表面 3c（能够在图 2 中看见的固定环 3 的一个表面）上。该组四个接合凸起 2c 与固定环 3 的前表面 3c 的牢固结合防止第一透镜框 1 和第一透镜组调节环 2 的组合件从第一外透镜筒 12 的后部脱离出来，并因此确定第一透镜组调节环 2 相对于第一外透镜筒 12 的轴向运动后界限。

当变焦透镜 71 如图 10 和 142 所示全部回缩到相机体 72 内时，由于第一透镜组调节环 2 已经通过进一步压缩该对压缩盘簧 24，而相对于第一外透镜筒 12 从图 141 所示第一透镜组调节环 2 的位置处稍微向前运动，因此该组四个接合凸起 2c 的后表面 2c1 脱离固定环 3 的前表面 3c。但是，一旦变焦透镜 71 进入图 141 所示准备摄影状态，那么后表面 2c1 重新与前表面 3c 接合。因此，在变焦透镜筒 71 的准备摄影状态下，四个接合凸起 2c 的后表面 2c1 和前表面 3c 用作确定第一透镜

组 LG1 相当于第一外透镜筒 12 在光轴方向位置的参考表面。采用这种结构，即使在变焦透镜 71 回缩到相机体 72 内时，第一透镜组 LG1 相对于第一外透镜筒 12 的轴向位置发生变化，只要变焦透镜 71 一准备摄影，第一透镜组 LG1 就借助该对压缩盘簧 24 的动作自动返回到其原始位置。

可以在第一透镜组调节环 2 外周表面上的任何位置处形成至少两个但除四个之外的任意个接合凸起，其中每个凸起对应于四个接合凸起 2c 中的一个凸起。根据第一透镜组调节环 2 的接合凸起数，可以在固定环 3 上设置至少两个但除四个之外的任意个槽，其中每个槽对应于四个槽 3b 中的一个槽。此外，只要第一透镜组调节环 2 的每个接合凸起可插入固定环 3 的对应槽内，那么第一透镜组调节环 2 的每个凸起的形状以及固定环 3 的每个弹簧接收部分的形状就可以任选。

如上所述，当变焦透镜 71 从准备摄影状态变化到回缩状态时，第二透镜框 6 固定第二透镜组 LG2 的圆柱透镜座部分 6a，在第二透镜组活动框 8 内沿着背离摄影光轴 Z1 的方向绕枢轴 33 转动，同时固定第三透镜组 LG3 的 AF 透镜框 51 进入第二透镜组活动框 8 中的一个空间内，其中该透镜座部分 6a 已经从该空间中回缩（见图 134, 136 和 137）。此外，当变焦透镜 71 从准备摄影状态变换到回缩状态时，固定第一透镜组 LG1 的第一透镜框 1 从第二透镜组活动框 8 前部进入第二透镜组活动框 8 内（见图 133 和 135）。因此，第二透镜组活动框 8 必须设置两个内部空间：一个紧挨在中心内法兰 8s 之前的前内空间，它允许第一透镜框 1 沿光轴方向在其中运动，以及一个紧挨在中心内法兰 8s 之后的后内空间，它允许第二透镜框 6 沿一个垂直于摄影光轴 Z1 的平面缩入，并允许 AF 透镜框 51 在其中沿光轴方向运动。在变焦透镜的该实施例中，快门单元 76，更具体为其一个执行机构，被设置在第二透镜组活动框 8 内部，其以节省空间的方式使第二透镜组活动框 8 的内部空间最大化，从而容置一个以上的透镜组。

图 140 显示快门单元 76 的元件。该快门单元 76 设置有一个底座 120，该底座有一个中心圆孔 120a，其中心位于摄影光轴 Z1 上。该底座 120 的前表面（能够在图 140 中看见的一个表面）上高于圆孔 120a 的部位，设置有一个与底座 12 一体的快门执行机构支撑部 120b。该快

门执行机构支撑部 120b 设置有一个容置快门执行机构 131 的大体为圆柱形的容置槽 120b1。在快门执行机构 131 装入容置槽 120b1 之后，一个固定板 121 被固定于该快门执行机构支撑部 120b 上，从而使该快门执行机构 131 通过底座 120 支撑在该底座前部。

该快门单元 76 设置有一个光圈执行机构支撑元件 120c，该元件固定于底座 120 后部，从底座 120 后面观察，其位于圆柱槽 120b1 的右侧。该快门单元 76 设置有一个光圈执行机构支撑盖 122，该支撑盖具有一个容置光圈执行机构 132 的大体为圆柱形的容置槽 122a。该光圈执行机构支撑盖 122 固定于光圈执行机构支撑元件 120c 后部。在光圈执行机构 132 装入容置槽 122a 之后，光圈执行机构支撑盖 122 固定于光圈执行机构支撑元件 120c 后部，从而能够由光圈执行机构支撑元件 120c 将光圈执行机构 132 支撑在该支撑元件后部。快门单元 76 设置有一个盖环 123，该环固定于光圈执行机构支撑盖 122 上，用于覆盖其外周表面。

固定板 121 通过安装螺钉 129a 固定于光圈执行机构支撑部 120b 上。该光圈执行机构支撑元件 120c 通过安装螺钉 129b 固定于底座 120 后部。此外，该光圈执行机构支撑元件 120c 通过一个安装螺钉 129c 固定于固定板 121 上。光圈执行机构支撑元件 120c 的下端部设置有一个用于拧入安装螺钉 129b 的螺钉孔，该下端部形成为一个后凸起部分 120c1。

快门 S 和可调光圈 A 安装于底座 120 后部，紧挨在光圈执行机构支撑元件 120c 的旁边。该快门 S 设置有一对快门叶片 S1 和 S2，该可调光圈 A 设置有一对光圈叶片 A1 和 A2。该对快门叶片 S1 和 S2 分别以从底座 120 后部向后突出的第一对销（未示出）为轴转动，该对光圈叶片 A1 和 A2 分别以从底座 120 后部向后突出的第二对销（未示出）为轴转动。第一和第二对销在图 140 中未表示出来。快门单元 76 在快门 S 和可调光圈 A 之间设置有一个隔板 125，用于防止快门 S 和可调光圈 A 相互干涉。快门 S，隔板 125 和可调光圈 A 按照该顺序从前到后沿光轴方向固定于底座 120 后部，随后，叶片固定板 126 被固定于底座 120 后部，以便将快门 S、隔板 125 和可调光圈 A 固定在底座 120 和叶片固定板 126 之间。隔板 125 和叶片固定板 126 分别设置有一个

圆孔 125a 和一个圆孔 126a, 待摄物像的光线通过这些孔, 通过第三透镜组 LG3 和低通滤波器 LG4 入射到 CCD 图像传感器 60 上。圆孔 125a 和 126a 与底座 120 的中心圆孔 120a 对准。

快门执行机构 131 设置有一个转子 131a, 一个转子磁铁 (永久磁铁) 131b, 一个铁制定子 131c, 和一个卷轴 131d。转子 131a 设置有一个径向臂部, 和一个偏心销 131e, 该偏心销从径向臂部顶端向后突出, 插入该对快门叶片 S1 和 S2 的凸轮槽 S1a 和 S2a 内。有电流通过并经挠性 PWB 77 控制转子 131a 转动的导线束 (未示出) 卷绕在卷轴 131d 上。电流通过绕在卷轴 131d 上的导线束, 使转子 131a 根据随电流流向变化的磁场向前或向后转动。转子 131a 向前和向后的转动引起偏心销 131e 向前和向后摆动, 从而通过该偏心销 131e 与凸轮槽 S1a 和 S2a 的接合, 分别使该对快门叶片 S1 和 S2 开启和关闭。

光圈执行机构 132 设置有一个转子 132a 和一个转子磁铁 (永磁铁) 132b。该转子 132a 设置有一个具有两个九十度弯的径向臂部。以及一个从该径向臂部顶端向后突出的偏心销 132c, 该偏心销插入该对光圈叶片 A1 和 A2 的凸轮槽 A1a 和 A2a 中。有电流通过并经挠性 PWB 77 控制转子 132a 转动的导线束 (未示出) 卷绕在该光圈执行机构 120c 和该光圈执行机构支撑盖 122 上。电流通过绕在光圈执行机构 120c 和光圈执行机构支撑盖 122 上的导线束, 使转子 132a 根据随电流流向变化的磁场向前或向后转动。转子 132a 向前和向后的转动引起偏心销 132c 向前和向后摆动, 从而通过偏心销 132c 与凸轮槽 A1a 和 A2a 的接合, 分别使该对光圈叶片 A1 和 A2 开启和关闭。

快门单元 76 制备成一个预制组件, 装入第二透镜组活动框 8 内并固定在其上。如图 108 和 110 所示, 快门单元 76 在第二透镜组活动框 8 中由其支撑, 使底座 120 紧挨在中心内法兰 8s 的前面。挠性 PWB 77 的终端部 77e 被固定于固定板 121 的前表面上 (见图 108, 110, 133 和 135)。

第二透镜组活动框 8 是与其他转动环如凸轮环 11 同轴的圆柱形。第二透镜组活动框 8 的轴线与变焦透镜 71 的透镜筒轴 Z0 重合。摄影光轴 Z1 向下偏离透镜筒轴 Z0, 保证第二透镜组活动框 8 内有一些可以使第二透镜组 LG2 回缩到径向回缩位置的空间 (见图 110-112)。另

一方面，支撑第一透镜组 LG1 的第一透镜框 1 是圆柱形，其中心位于摄影光轴 Z1 上，并被沿摄影光轴 Z1 导向。由于这种结构，在第二透镜组活动框 8 内由第一透镜组 LG1 占据的空间被确保在第二透镜组活动框 8 内透镜筒轴 Z0 的下面。因此在第二透镜组活动框 8 内，从摄影光轴 Z1 开始透镜筒轴 Z0 对面（即高于透镜筒轴 Z0）的中心内法兰 8s 前面，很容易保障足够的空间（上前方空间），以便快门执行机构 131 及其支撑元件（快门执行机构支撑部 120b 和固定板 121）位于沿第二透镜组活动框 8 内周表面的上前方空间内。采用这种结构，即使第一透镜框 1 如图 135 所示从第二透镜组活动框 8 的前部进入该活动框 8，第一透镜框 1 既不干涉快门执行结构 131，也不干涉固定板 121。具体而言，在变焦透镜 71 的回缩状态下，固定板 121 和位于该固定板 121 之后的快门执行结构 131 位于一个轴向范围内，第一透镜组 LG1 被沿光轴方向定位于该轴向范围内；即，固定板 121 和快门执行结构 131 位于第一透镜组 LG1 的径向外侧。这样就能够最大限度利用第二透镜组活动框 8 的内部空间，从而有助于进一步减小变焦透镜 71 的长度。

尽管为了便于说明，图 133 和 135 中没有表示出围绕第一透镜框 1 的第一透镜组调节环 2，但是固定第一透镜组 LG1 的第一透镜框 1 位于第一外透镜筒 12 内并得到支撑，通过图 138 所示的第一透镜组调节环 2 与第一外透镜筒 12 一起沿光轴方向运动。第一外透镜筒 12 的内法兰 12c 在其高于固定第一透镜框 1 和第一透镜组调节环 2 的部分设置有一个通孔 12c1，该通孔从第一外透镜筒 12 前面或后面观察大致为臂形，并沿光轴方向穿过第一外透镜筒 12。通孔 12c1 的形状能够使固定板 121 从后面进入通孔 12c1。当变焦透镜 71 处于回缩位置时，固定板 121 如图 138 所示进入通孔 12c1。

在位于中心内法兰 8s 后面的第二透镜组活动框 8 的后内空间内，不仅 AF 透镜框 51 的前突透镜座部分 51c（第三透镜组 LG3）沿高于摄影光轴 Z1 的光轴方向移进和移出，其中摄影光轴 Z1 低于透镜筒轴 Z0，而且当变焦透镜 71 缩入相机体 72 内时，圆柱透镜固定座 6a 从摄影光轴 Z1 缩入位于透镜筒轴 Z0 对面的空间内。因此，在与透镜筒轴 Z0 和摄影光轴 Z1 都正交的一条直线 M1（见图 112）的方向上（垂直方向），在第二透镜组活动框 8 内中心法兰 8s 后面，基本上不存在额

外空间。在与直线 M1 垂直并与摄影光轴 Z1 正交的一条直线 M2 的方向上（见图 112），在第二透镜组活动框 8 内的直线 M1 两侧（左侧和右侧）直到第二透镜组活动框 8 的中心法兰 8s 后面的内周表面，成功地保障了既不干涉第二透镜组 LG2 也不干涉第三透镜组 LG3 的两侧空间。如图 111 和 112 所示，两侧空间中位于如图 112 所示左侧（从第二透镜框 8 后部观察时，透镜筒轴 Z0 和摄影光轴 Z1 的左侧）的左侧空间被部分用作可摆动第二透镜框 6 摆臂部分 6c 摆动的空间，部分用作容置上述第一定位装置的空间，这样就能够调整前、后第二透镜框支撑板 36 和 37 相对于第二透镜组活动框 8 的位置。上述两侧空间位于如图 112 所示右侧的右侧空间被用作容置光圈执行机构 132 及其支撑元件（光圈执行机构支撑盖 122 和盖环 123）的空间，以便光圈执行机构 132 及其支撑元件沿第二透镜组活动框 8 的内周表面定位。更具体而言，光圈执行机构 132 及其支撑元件（光圈执行机构支撑盖 122 和盖环 123）位于直线 M2 上。因此，如图 111 和 112 和 137 中能够理解的那样，光圈执行机构 132、光圈执行机构支撑盖 122 和盖环 123 既不干涉第二透镜组 LG2 的运动范围，也不干涉第三透镜组 LG3 的运动范围。

具体而言，当变焦透镜 71 处于回缩状态时，在第二透镜组活动框 8 内中心内法兰 8s 后面，第二透镜组 LG2（圆柱透镜固定座 6a）和第三透镜组 LG3（前突透镜座部分 51c）分别容置在透镜筒轴 Z0 的上、下两侧，而上述第一定位装置和光圈执行机构 132 则位于透镜筒轴 Z0 的右侧和左侧。这样，当变焦透镜 71 的回缩状态下，就能够最大限度地利用第二透镜组活动框 8 的内部空间。在该状态下，光圈执行机构支撑盖 122、盖环 123 和光圈执行机构 132 在径向上位于容置第二透镜组 LG2 和第三透镜组 LG3 的空间外侧的空间内。这样就有助于进一步减少变焦透镜 71 的长度。

在该变焦透镜的本实施例中，快门单元 120 的底座 120 位于中心内法兰 8s 前面，而光圈执行机构 132、光圈执行机构支撑盖 122 和盖环 123 都位于中心内法兰 8s 后面。为了使光圈执行机构 132、光圈执行机构支撑盖 122 和盖环 123 能够在中心内法兰 8s 后面延伸，中心内法兰 8s 设置有一个大体为圆形的通孔 8s1（见图 110-112），其中该环

123 安装在该通孔 8s1 内。在通孔 8s1 下面，该中心内法兰 8s 还设置有一个容置槽 8s2，其容置光圈执行机构支撑元件 120c 的后凸起部分 120c1。

AF 透镜框 51 的前突透镜座部分 51c 上，围绕该前突透镜座部分 51c 的四侧表面 51c3, 51c4, 51c5, 51c6 中的侧表面 51c4 上设置有一个槽 51i，其是通过切掉一部分前突透镜座部分 51c 而形成的。该槽 51i 的形状对应于环盖 123 外周表面的形状和第二透镜组活动框 8 的容置槽 8s2 的形状，以便前突透镜座部分 51c 在变焦透镜 71 处于回缩状态下不会干涉环盖 123 和容置槽 8s2。即，当变焦透镜全部缩入相机体 72 内时（见图 122, 130 和 137），环盖 123 的外周部分和容置槽 8s2 部分进入槽 51i 内。这样就进一步最大限度地利用了第二透镜组活动框 8 的内部空间，减少了变焦透镜 71 的长度。

在该变焦透镜的本实施例中，甚至在构造快门执行结构 131 和光圈执行机构 132 时也考虑到利用变焦透镜 71 的内部空间。

因为快门单元 76 在第二透镜组活动框 8 内受其支撑，并朝向该活动框的前部，所以底座 120 前面的空间在光轴方向很窄如图 9 和 10 所示。由于底座 120 前面空间的限制，该快门执行结构 131 采用了这种结构，其中转子磁铁 131b 和卷轴 131d 在光轴方向上彼此不毗邻，但都沿一个垂直于光轴方向的方向彼此分别定位，以便通过定子 131c 将卷轴 131d 侧面产生的磁场的变化传递到转子磁铁 131b。该结构减少了快门执行结构 131 在光轴方向上的厚度，从而使快门执行结构 131 能够毫无问题地位于底座 120 前面的有限空间内。

另一方面，因为第二透镜组 LG2 和其它可回缩部件都位于底座 120 后面，因此，该底座 120 后面的空间在垂直于光轴方向的一个方向上也受到限制。由于底座 120 后面的空间限制，该光圈执行结构 132 采用了这种结构，其中导线束直接缠绕在光圈执行机构支撑元件 120c 和覆盖转子磁铁 132b 的光圈执行机构支撑盖 122 上。该结构减少了光圈执行机构 132 在垂直于光轴方向的方向上的高度，从而能够使光圈执行机构 132 毫无问题地位于底座 120 后面的有限空间内。

数字相机 70 在高于变焦透镜 71 的部位设置有一个变焦取景器，其焦距对应变焦透镜 71 的焦距而发生变化。如图 9, 10 和 143 所示，

变焦取景器设置有一个变焦型观察光学系统，其包括一个物镜孔板 81a（图 143 中未表示），一个第一可活动动力变化透镜 81b，一个第二可活动动力变化透镜 81c，一个反射镜 81d，一个固定透镜 81e，一个棱镜（正像系统）81f，一个目镜和一个目镜孔板 81h，它们按照上述顺序沿取景器光轴从物体一侧开始布置。物镜孔板 81a 和目镜孔板 81h 固定于相机体 72 上，其余光学元件（81b-81g）由取景器支撑框 82 支撑。在由取景器支撑框 82 支撑的光学元件 81b-81g 中，反射镜 81d，固定透镜 81e，棱镜 81f 和目镜 81g 都固定在取景器支撑框 82 上它们各自的预定位置处。该变焦取景器设置有分别固定在第一可活动动力变化透镜 81b 和第二可活动动力变化透镜 81c 上的一个第一可活动框 83 和一个第二可活动框 84。第一可活动框 83 和第二可活动框 84 分别由一根第一导向轴 85 和一根第二导向轴 86 沿光轴方向导向，该第一导向轴 85 和第二导向轴 86 沿平行于摄影光轴 Z1 的方向延伸。第一可活动动力变化透镜 81b 和第二可活动动力变化透镜 81c 有一个公用轴，不管第一可活动动力变化透镜 81b 和第二可活动动力变化透镜 81c 之间的相对位置怎样变化，该轴始终保持与摄影光轴 Z1 平行。第一可活动框 83 和第二可活动框 84 分别由第一压缩盘簧 87 和第二压缩盘簧 88 向前朝物体一侧偏置。该变焦取景器设置有一个大致为圆柱形的组合有凸轮的齿轮 90。该组合有凸轮的齿轮 90 安装在一个转轴 89 上，并由该转轴支撑。该转轴 89 固定于取景器支撑框 82 上，平行于光轴 Z3（摄影光轴 Z1）延伸。

该组合有凸轮的齿轮 90 的前端设置有一个正齿轮部分 90a。该组合有凸轮的齿轮 90 在紧挨正齿轮部分 90a 后面设置有一个第一凸轮表面 90b，在第一凸轮表面 90b 和组合有凸轮的齿轮 90 后端之间设置有一个第二凸轮表面 90c。该组合有凸轮的齿轮 90 由一个压缩盘簧 90d 向前偏置，以消除间隙。一个从第一可活动框 83 突出的第一从动销 83a（见图 148）通过第一压缩盘簧 87 的弹性力压靠在第一凸轮表面 90b 上，同时从第二可活动框 84 突出的第二从动销 84a（见图 143，146 和 148）通过第二压缩盘簧 88 的弹性力压靠于第二凸轮表面 90c 上。组合有凸轮的齿轮 90 的转动使得分别固定第一可活动动力变化透镜 81b 和第二可活动动力变化透镜 81c 的第一可活动框 83 和第二可活动框

84, 按照预定运动方式沿光轴方向运动, 同时根据第一凸轮表面 90b 和第二凸轮表面 90c 的轮廓改变二者之间的空间, 以便与变焦透镜 71 的焦距同步改变变焦取景器的焦距。图 156 是组合有凸轮的齿轮 90 的外周表面展开图, 表示在三种不同状态, 即在变焦透镜 71 处于广角端, 远摄端和回缩位置的每种状态下, 第一从动销 83a 和第一凸轮表面 90b 的位置关系, 以及第二从动销 84a 和第二凸轮表面 90c 之间的位置关系。除了物镜孔板 81a 和目镜孔板 81h 之外, 变焦取景器的所有元件组装在一起, 制成一个如图 143 所示的取景器单元 (配件) 80。该取景器单元 80 通过图 5 所示的安装螺钉 80a 安装在固定透镜筒 22 顶部。

数字相机 70 在螺环 18 和组合有凸轮的齿轮 90 之间设置有一个取景器驱动齿轮 30 和一个齿轮系 (减速齿轮系) 91。取景器驱动齿轮 30 设置有一个正齿轮部分 30a, 其与螺环 18 的环形齿轮 18c 相啮合。变焦电机 150 的转动通过取景器驱动齿轮 30 和齿轮系 91 (见图 146 和 147) 从环形齿轮 18c 传递给组合有凸轮的齿轮 90。该取景器驱动齿轮 30 在其正齿轮部分 30a 的后面设置有一个半圆柱部分 30b, 并进一步设置有分别从正齿轮部分 30a 前端和半圆柱部分 30b 后端突出的一个前转动销 30c 和一个后转动销 30d, 使该前转动销 30c 和后转动销 30d 位于取景器驱动齿轮 30 的一个公共转轴上。该前转动销 30c 可转动安装于一个轴承孔 22p 内 (见图 6), 该轴承孔 22p 形成在固定透镜筒 22 上而后转动销 30c 可转动安装于另一轴承孔 21g 内 (见图 8), 该轴承孔 21g 形成在 CCD 保持器 21 上。由于这种结构, 取景器驱动齿轮 30 可绕其平行于透镜筒轴 Z0 (螺环 18 的转轴) 延伸的转轴 (转动销 30c 和 30d) 转动, 但不能沿光轴方向运动。齿轮系 91 由多个齿轮构成: 一个第一齿轮 91a, 一个第二齿轮 91b, 一个第三齿轮 91c 和一个第四齿轮 91d。第一至第三齿轮 91a, 91b, 91c 中每个齿轮都是一个由一个大齿轮和一个小齿轮构成的双齿轮, 第四齿轮 91d 是如图 5 和 146 所示的一个简单的正齿轮。第一至第四齿轮 91a, 91b, 91c 和 91d 分别可转动安装在四个平行于摄影光轴 Z1 从固定透镜筒 22 突出的转动销上。如图 5-7 所示, 一个齿轮固定板 92 通过安装螺钉 92a 固定于该固定透镜筒 22 上, 紧挨在第一至第四齿轮 91a, 91b, 91c 和 91d 前面, 防止第一至第四齿轮 91a, 91b, 91c 和 91d 从它们各自地转动销中出

来。如图 146-148 所示，采用这种恰当固定于其固定位置的齿轮系 91，取景器驱动齿轮 30 的转动能够通过齿轮系 91 传递给组合有凸轮地齿轮 90。图 6-8 表示取景器驱动齿轮 30、取景器单元 80 和齿轮系 91 都固定在固定透镜筒 22 上时，变焦透镜 71 所处的一种状态。

如上所述，螺环 18 受到连续驱动，在绕透镜筒轴 Z0 相对于固定透镜筒 22 和第一线性导向环 14 转动的同时，沿透镜筒轴 Z0（摄影光轴 Z1）方向向前运动，直到变焦透镜 71 从回缩位置达到广角端（变焦范围）为止。之后，螺环 18 在固定位置相对于固定透镜筒 22 和第一线性导向环 14 绕透镜筒轴 Z0 转动，即不沿透镜筒轴 Z0（摄影光轴 Z1）运动。图 23-25，144 和 145 表示螺环 18 的不同操作状态。具体而言，图 23 和 144 表示变焦透镜处于回缩状态下的螺环 18，图 24 和 145 表示变焦透镜 71 处于广角端时的螺环 18，图 25 表示变焦透镜 71 处于远摄端时的螺环 18。在图 144 和 145 中，为了容易理解取景器驱动齿轮 30 和螺环 18 之间的位置关系，固定透镜筒 22 没有画出。

在螺环 18 绕透镜筒轴 Z0 转动的同时沿光轴方向运动期间，即变焦透镜 71 从回缩位置向前延伸到紧挨在广角端之后的一个位置（即紧挨在变焦范围之后）期间，取景器驱动齿轮 30 不绕透镜筒轴 Z0 转动。仅当变焦透镜 71 处于广角端和远摄端之间的变焦范围内时，取景器驱动齿轮 30 绕透镜筒轴 Z0 在一个固定位置转动。即，在取景器驱动齿轮 30 内，形成在其上的正齿轮部分 30a 仅占用取景器驱动齿轮 30 前部的一小部分，这样，由于环形齿轮 18c 在变焦透镜的回缩状态下位于前转动销 30c 后面，所以此正齿轮部分 30a 在变焦透镜 71 的回缩状态下不与螺环的 18 的环形齿轮 18c 啮合。在变焦透镜 71 刚刚到达广角端之前，环形齿轮 18c 刚好到达正齿轮部分 30a 并与其啮合。之后，从广角端到远摄端，由于螺环 18 不沿光轴方向（如图 23-25，144 和 145 所示水平方向）运动，因此环形齿轮 18c 与正齿轮部分 30a 保持啮合。

从图 153-155 中可以理解，取景器驱动齿轮 30 的半圆柱部分 30b 设置有一个不完整的圆柱部分 30b1 和一个平表面部分 30b2，该平表面部分形成为该不完全圆柱部分 30b1 的一个切掉部分，以便该平表面部分 30b2 沿取景器驱动齿轮 30 的转轴延伸。因此，半圆柱部分 30b 具

有一个非圆形的横截面，即大致为D形的横截面。如图153-155所示，正齿轮30a上一些毗邻平表面部分30b2的特定齿，沿该正齿轮30a的这些特定齿与环形齿轮18c啮合的方向（即图153所示水平方向），径向向外突出到超过平表面部分30b2的位置。当变焦透镜71处于回缩状态时，取景器驱动齿轮30处于其特定角度位置，在该位置平表面部分30b2如图153所示面向螺环18的环形齿轮18c。在图153所示状态下，由于平表面部分30b2非常靠近环形齿轮18c的齿顶圆，取景器驱动齿轮30即使被驱动也不能转动。也就是说，即使取景器驱动齿轮30试图在图153所示状态下转动，平表面部分30b2也将碰到环形齿轮18c的一些齿，使取景器驱动齿轮不能够转动。

如果螺环18向前运动，直到螺环18的环形齿轮18c如图145所示恰当地与取景器驱动齿轮30的正齿轮部分30a接合，那么螺环18中包括全部环形齿轮18c的那部分在光轴方向上位于半圆柱部分30b的前面。在此状态下，由于半圆柱部分30b在变焦透镜71的轴向上不与环形齿轮18c交叠，因此取景器驱动齿轮30通过螺环18的转动而转动。

尽管螺环18在其环形齿轮18c前面设置有该组三个转动滑动凸起18b，其中每个转动滑动凸起18b的径向高度大于环形齿轮18c的径向高度（齿高），但是由于当取景器驱动齿轮30在螺环18的环向上位于该三个转动滑动凸起18b中两个凸起之间时，用于驱动变焦透镜71从回缩位置到广角端的螺环18的转动结束，因此当螺环18在广角端位置和远摄端位置之间运动同时又绕透镜筒轴Z0转动时，该组三个转动滑动凸起18b不干涉取景器驱动齿轮30。随后，由于在环形齿轮18c与正齿轮部分30a接合的状态下，该组三个转动滑动凸起18b在光轴方向上位于正齿轮部分30a前面，因此该组三个转动滑动凸起18b和正齿轮部分30a不相互干涉。

在上述实施例中，至于在一种状态下绕透镜筒轴Z0转动的同时又沿光轴方向运动，而在另一种状态下在透镜筒轴Z0上的一个固定位置处转动的螺环18，正齿轮部分30a形成在取景器齿轮30的特定部分上，该部分只有在螺环18在其预定的轴向固定位置处转动时才与环形齿轮18c接合。此外，半圆柱部分30b形成在取景器驱动齿轮30上其正齿

轮部分 30a 后面，从而在螺环 18 绕透镜筒轴 Z0 转动同时又沿光轴方向运动时，取景器驱动齿轮 30 由于半圆柱部分 30b 与环形齿轮 18c 发生干涉而避免转动。由于该结构，尽管当变焦透镜 71 在回缩位置和紧挨广角端之后的一个位置之间延伸和回缩时，取景器驱动齿轮 30 不转动，但是取景器驱动齿轮 30 仅在变焦透镜 71 受到驱动而在广角端和远摄端之间改变焦距时转动。简言之，取景器驱动齿轮 30 仅在其需要与变焦透镜 71 的摄影光学系统相连接时才受到驱动。

假定无论螺环 18 何时转动取景器驱动齿轮 30 都转动，那么由于即使在取景器驱动齿轮 30 不必驱动变焦取景器时，即变焦透镜 71 从回缩状态向前延伸到广角端时，取景器驱动齿轮 30 也转动，所以从该取景器驱动齿轮延伸到变焦取景器可活动透镜的驱动传递系统就不得不设置一个使可活动透镜不与取景器驱动齿轮接合的空转部分。图 157 是一类似于图 156 的展开图，表示设置有这样一种空转部分的组合有凸轮的齿轮 90' 的外周表面（相当于变焦透镜 71 的组合有凸轮的齿轮 90）。在图 156 和 157 中，为了表示清楚，都未画出正齿轮部分 90a。

组合有凸轮的齿轮 90' 的第一凸轮表面 90b' 相当于组合有凸轮的齿轮 90 的第一凸轮表面 90b，设置有一个长线性表面 90b1'，该表面即使在组合有凸轮的齿轮 90 转动时也能够防止从动销 83a'（相当于从动销 83a）沿光轴方向 Z3'（相当于光轴 Z3）运动。同样，组合有凸轮的齿轮 90' 的第二凸轮表面 90c' 相当于组合有凸轮的齿轮 90 的第二凸轮表面 90c，设置有一个长线性表面 90c1'，该表面即使在组合有凸轮的齿轮 90 转动时也能够防止从动销 84a'（相当于从动销 84a）沿光轴方向 Z3' 运动。通过比较图 156 和 157 可以理解，该长线性表面 90b1' 占用了第一凸轮表面 90b' 的一个很大的环向区域，因而缩短了该第二凸轮表面 90b' 的其余环向区域，该其余环向区域用作沿光轴方向推动从动销 83a' 的凸轮表面；这不可避免地增加了该凸轮表面的倾斜度。同样，该长线性表面 90c1' 占用了第二凸轮表面 90c' 的一个很大的环向区域，因而缩短了该第二凸轮表面 90c' 的其余环向区域，该其余环向区域用作沿光轴方向推动从动销 84a' 的凸轮表面；这不可避免地增加了该凸轮表面的倾斜度。如果第一凸轮表面 90b' 和第二凸轮表面 90c' 中每个表面的倾斜度都大，那么组合有凸轮的齿轮

90' 的每单位转动量下每个从动销 83' 和 84' 沿组合有凸轮的齿轮 90' (即沿光轴 Z3) 的运动量变大, 这使得很难以高定位精度移动每个从动销 83' 和 84'。如果减少第一凸轮表面 90b' 和第二凸轮表面 90c' 中每个表面的倾斜度以避免该问题发生, 那么就不得不增大组合有凸轮的齿轮 90' 的直径, 这将不利于变焦透镜的小型化。在采用凸轮盘代替圆柱形凸轮元件如组合有凸轮的齿轮的情况下, 也存在这样的问题。

相反, 在该变焦透镜的本实施例中, 其中当取景器驱动齿轮 30 不必要转动时, 其不会被驱动, 在该实施例中, 组合有凸轮的齿轮 90 不必在第一和第二凸轮表面 90b 和 90c 上都设置一个空转部分。因此, 既不用增加该凸轮表面的倾斜度, 也不用增加组合有凸轮的齿轮 90 的直径, 就可以在第二凸轮表面 90b 和 90c 中的每个表面上保障一个凸轮表面的有效环向区域, 该区域用于沿光轴方向移动从动销 83a 和 84a。换句话说, 既能够使变焦取景器的驱动系统小型化, 又能够以高精度驱动取景器光学系统的可活动透镜。在变焦透镜的本实施例中, 因为考虑到图 146-148 所示齿轮之间存在间隙和游隙, 当变焦透镜 71 从回缩位置向前延伸时, 在变焦透镜 71 刚刚达到变焦区域 (广角端) 之前, 环形齿轮 18c 即将与正齿轮部分 30a 啮合, 因此, 组合有凸轮的齿轮 90 的第一和第二凸轮表面 90b 和 90c 分别设置有与上述线性表面 90b1' 和 90c1' 一样的线性表面 90b1 和 90c1。但是, 线性表面 90b1 和 90c1 的环向长度远远小于对比实施例中线性表面 90b1' 和 90c1' 的环向长度。

在变焦透镜的该实施例中, 环形齿轮 18c 形成为使取景器驱动齿轮 30 的正齿轮部分 30a 能够平稳地与环形齿轮 18c 啮合的型式。具体而言, 环形齿轮 18c 多个齿中有一个齿, 即一个短齿轮齿 18c1 的齿高比环形齿轮 18c 的其它正常齿轮齿 18b2 的齿高短。

图 149-152 表示在变焦透镜 71 从图 144 所示变焦透镜 71 处于回缩状态到图 145 所示变焦透镜 71 处于广角端状态的状态变化过程的时序中, 各不同状态下螺环 18 的环形齿轮 18c 与取景器驱动齿轮 30 的正齿轮部分 30a 之间的位置关系。环形齿轮 18c 和正齿轮部分 30a 之间的位置关系是在螺环 18 沿从回缩位置到广角端的方向转动中间获得的。

因此，短齿轮齿 18c1 接近正齿轮部分 30a，并如图 150 所示紧挨在正齿轮部分 30a 附近。图 153 表示从取景器驱动齿轮 30 前部观察的图 150 所示状态。从图 153 中可以看到，短齿轮齿 18c1 没有与正齿轮部分 30a 啮合。正常齿轮齿 18c2 比短齿轮齿 18c1 距离正齿轮部分 30a 更远，因此也没有与正齿轮部分 30a 啮合。在螺环 18 外周表面的特定部分上没有形成用作环形齿轮 18c 齿轮齿的齿轮齿；该特定部分位于螺环 18 环向上紧挨短齿轮齿 18c1 的部分，在该短齿轮齿 18c1 相对两侧的一侧上。因此，在图 150 和 153 所示阶段，该环形齿轮 18c 没有与正齿轮部分 30a 啮合，以致螺环 18 的转动不能够传递给取景器驱动齿轮 30。在该联接中，在图 150 和 153 所示阶段，该环形齿轮 18c 的一部分仍然面向该平表面部分 30b2，以防止该取景器驱动齿轮 30 转动。

螺环 18 沿透镜筒前伸方向的进一步转动，使短齿轮齿 18c1 到达其如图 151 所示位置。在图 151 所示阶段，短齿轮齿 18c1 接触正齿轮部分 30a 的一个齿，然后沿透镜筒前伸方向（图 151 中的向上方向）压迫该齿，并开始使取景器驱动齿轮 30 转动。

沿透镜筒前进方向进一步转动螺环 18，使正常齿轮齿 18c2 的一个齿压迫正齿轮部分 30a 的下一个齿轮齿，从而持续转动取景器驱动齿轮 30，其中正常齿轮 18c2 的该齿在螺环 18 环向内，在短齿轮齿 18c1 相对两侧的一侧上毗邻该短齿轮齿 18c1。之后，环形齿轮 18c 通过正常齿轮 18c2 与正齿轮部分 30a 的该齿轮齿的接合，将螺环 18 的进一步转动传递给取景器驱动齿轮 30。在图 145 所示螺环 18 达到其广角端位置阶段，由于该短齿轮齿 18c1 已经通过与正齿轮部分 30a 的啮合点，因此短齿轮齿 18c1 不再用于螺环 18 在广角端和远摄端之间的变焦范围内的后续转动。

因此，在该变焦透镜的该实施例中，首先与取景器驱动齿轮 30 的正齿轮部分 30a 接合的一部分环形齿轮 18c 形成至少一个短齿轮齿（18c1），其齿高小于该环形齿轮 18c 其它齿的齿高。根据该结构，一旦该环形齿轮 18c 与正齿轮部分 30a 开始啮合，那么环形齿轮 18c 就能够可靠和安全地与正齿轮部分 30a 啮合。即，在高（正常）齿轮齿情况下，由于相邻高齿轮齿顶端具有非常不同的相对角度，它们的啮合

很浅(初始啮合区窄),以致于它们之间的啮合有可能失败(失去接合)。然而,由于短齿轮齿 18c1 一直运动,直到短齿轮齿 18c1 和高齿轮齿(取景器驱动齿轮 30 的正齿轮部分 30a)之间的相对角度在啮合前变得基本相同为止,因此获得较深的啮合(初始啮合区宽),使它们之间不可能有失去接合的机会(失去接合)。此外,该结构减少了环形齿轮 18c 于正齿轮部分 30a 的啮合过程的冲击,从而能够平稳地开始包括取景器驱动齿轮 30 的变焦取景器驱动系统的操作,并减少变焦取景器驱动系统产生的噪音。

尽管上述描述主要涉及在变焦透镜 71 从回缩位置朝变焦范围前伸的操作过程中发现的特征,但是当变焦透镜 71 回缩到回缩位置的操作中也确实有同样的特征。

如能从上文理解的那样，根据凸轮机构的本实施例，多个凸轮槽是布置在至少在光轴方向上的不同位置处并且示踪相同参考凸轮图（VT）的（11a-1、11a-2）；其中该多个凸轮槽的所有凸轮槽是部分凸轮槽，其每一个在凸轮环的至少一个相对端处具有至少一个端部开口（R1、R2、R3 和 R4），以便不包括参考凸轮图的整个部分；其中多个配套凸轮从动件（8b-1、8b-2）布置在至少在光轴方向上的不同位置处，并且可分别接合在该多个凸轮槽中；以及其中，当该线性可动环在光轴方向上运动到其运动的至少一个相对界限时，至少一个配套凸轮从动件与一个对应凸轮槽保持接合，同时其它配套凸轮从动件的至少一个从端部开口出来并且与其脱开。

具有这样结构的凸轮机构能够使线性可动件（8）的运动范围大于凸轮环（11）在光轴方向上的长度（凸轮环的轴向长度），即相对于线性可动件在光轴方向上的运动范围使凸轮环的轴向长度减小。例如，在上述实施例中，凸轮环（11）的厚度（轴向长度）足够短，从而具有整个参考凸轮图（VT）的凸轮槽在凸轮环中不存在（即，一组前凸轮槽（11a-1）缺少整个参考凸轮图的前部，一组后凸轮槽（11a-2）缺少整个参考凸轮图的后部）。

注意，在上述实施例实施例中，在如图 17 和图 80 中所示的凸轮槽的变焦区域期间，相接合的凸轮从动件与凸轮槽脱离。此外，多个凸轮从动件（8b-1、8b-2）排列在圆周方向（以及凸轮槽（G1、G2 和 G3）），并且凸轮从动件（8b-1、8b-2）与凸轮槽（G1、G2 和 G3）同时脱开。

本发明不仅仅局限于上述具体实施例。例如，尽管在上述实施例中，多个内凸轮槽 11a（该组三个前内凸轮槽 11a-1 和该组三个后内凸轮槽 11a-2）设置为形成在凸轮环圆周方向上不同圆周位置处的三组凸轮槽（第一对凸轮槽 G1、第二对凸轮槽 G2 和第三对凸轮槽 G3），而多个凸轮从动件 8b（该组三个前凸轮从动件 8b-1 和该组三个后凸轮从动件组 8b-2）也设置为形成在第二透镜组活动框 8 的圆周方向上不同圆周位置处的三组凸轮槽，但是，形成在凸轮环 11 上的凸轮槽组的数量和形成在第二透镜组活动框 8 上的凸轮从动件组的对应数量是可选择的。

尽管在上述实施例中，三组凸轮槽 G1、G2 和 G3 每组中包括的和沿凸轮环 11 的转轴在不同位置处所形成的凸轮槽（11a-1 和 11a-2）的数量是二，而在三组凸轮从动件的每组中包括的和沿凸轮环 11 的转轴在不同位置处形成的凸轮从动件（8b-1 和 8b-2）的数量也是二，但凸轮槽的数量和凸轮从动件的数量可以多于三个。在凸轮槽的数量和凸轮从动件的数量多于三个的情况下，不仅形成的最前和最后凸轮槽的每一个不包括相关参考凸轮图 VT 的整个部分中的一部分，而且形成的中间凸轮槽不包括相关参考凸轮图 VT 的整个部分中的一部分。

尽管每个前内凸轮槽 11a-1 形成为不包括相关参考凸轮图 VT 的整个部分的前部的一个部分（短）凸轮槽，而每个后内凸轮槽 11a-2 形成为不包括相关参考凸轮图 VT 的整个部分的后部的一个部分（短）凸轮槽，但凸轮槽 11a-1 和 11a-2 中任一个的每个端部开口的位置是可选择的。例如，如果考虑到组装和拆开变焦透镜 71 的可操作性而不必制成凸轮环，则每个后内凸轮槽 11a-2 不必设置前端开口 G4。

尽管上述实施例涉及数字相机的变焦透镜，但本发明能应用于任何其它光学仪器。

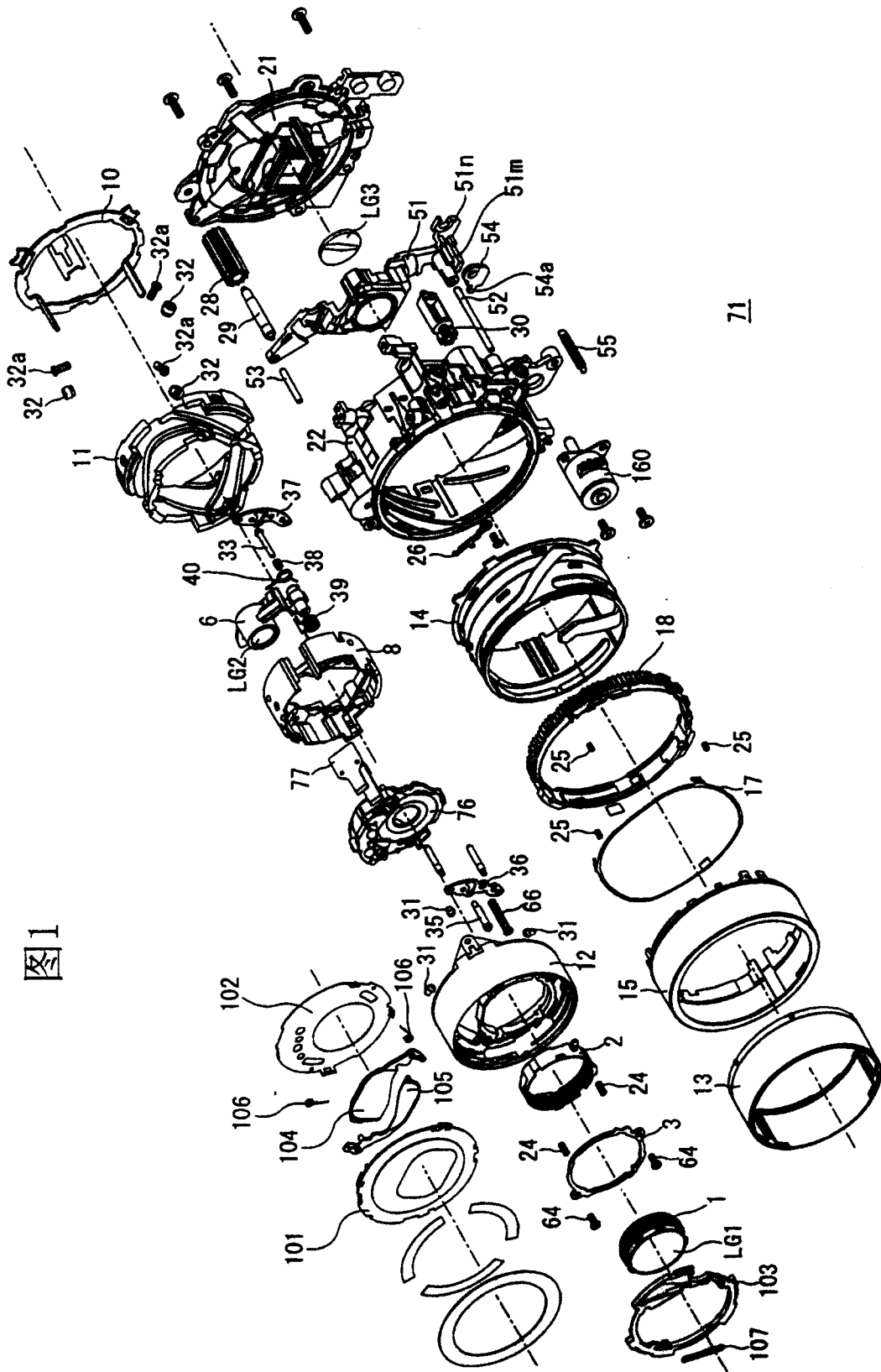


图1

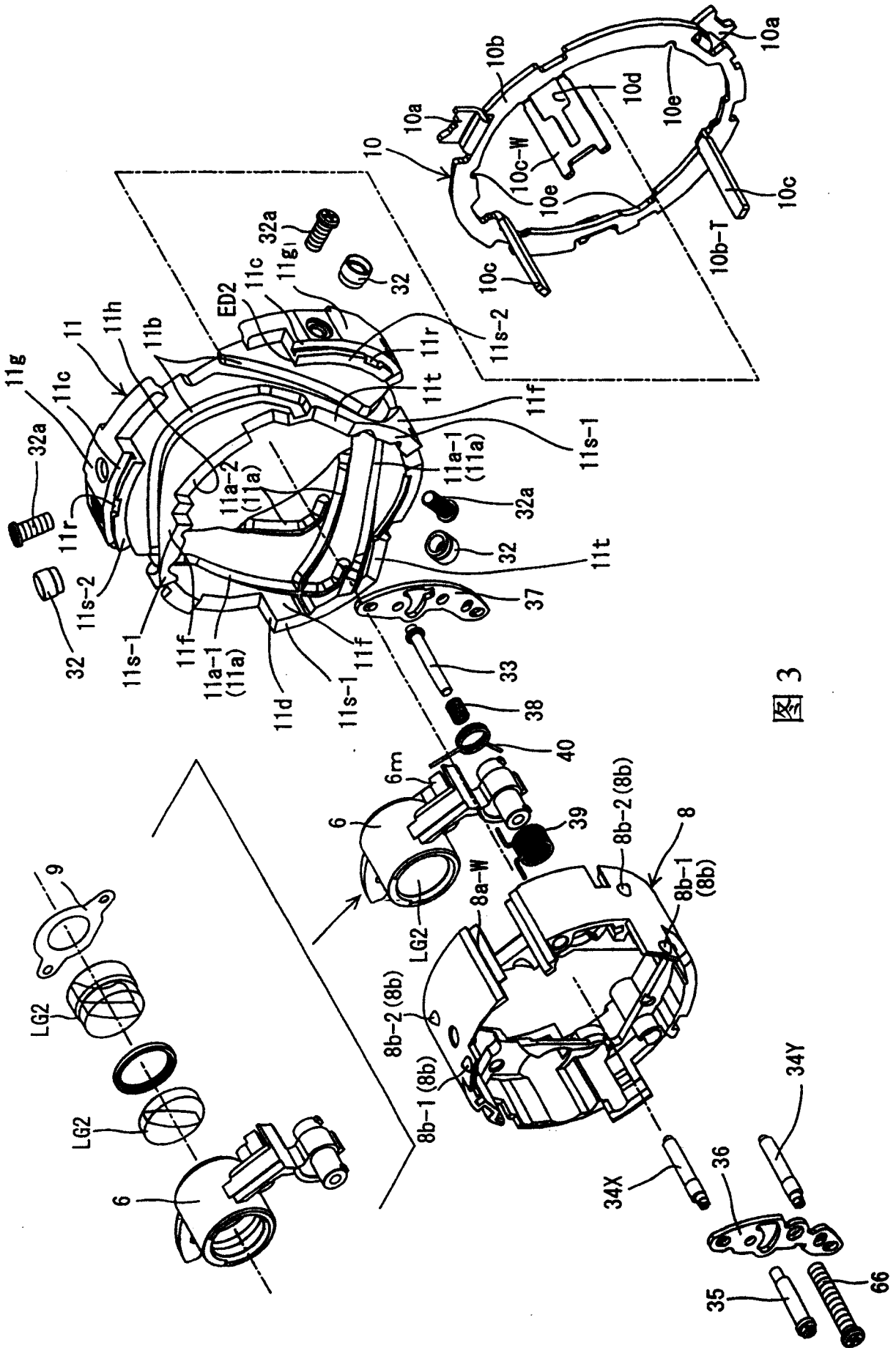


图 3

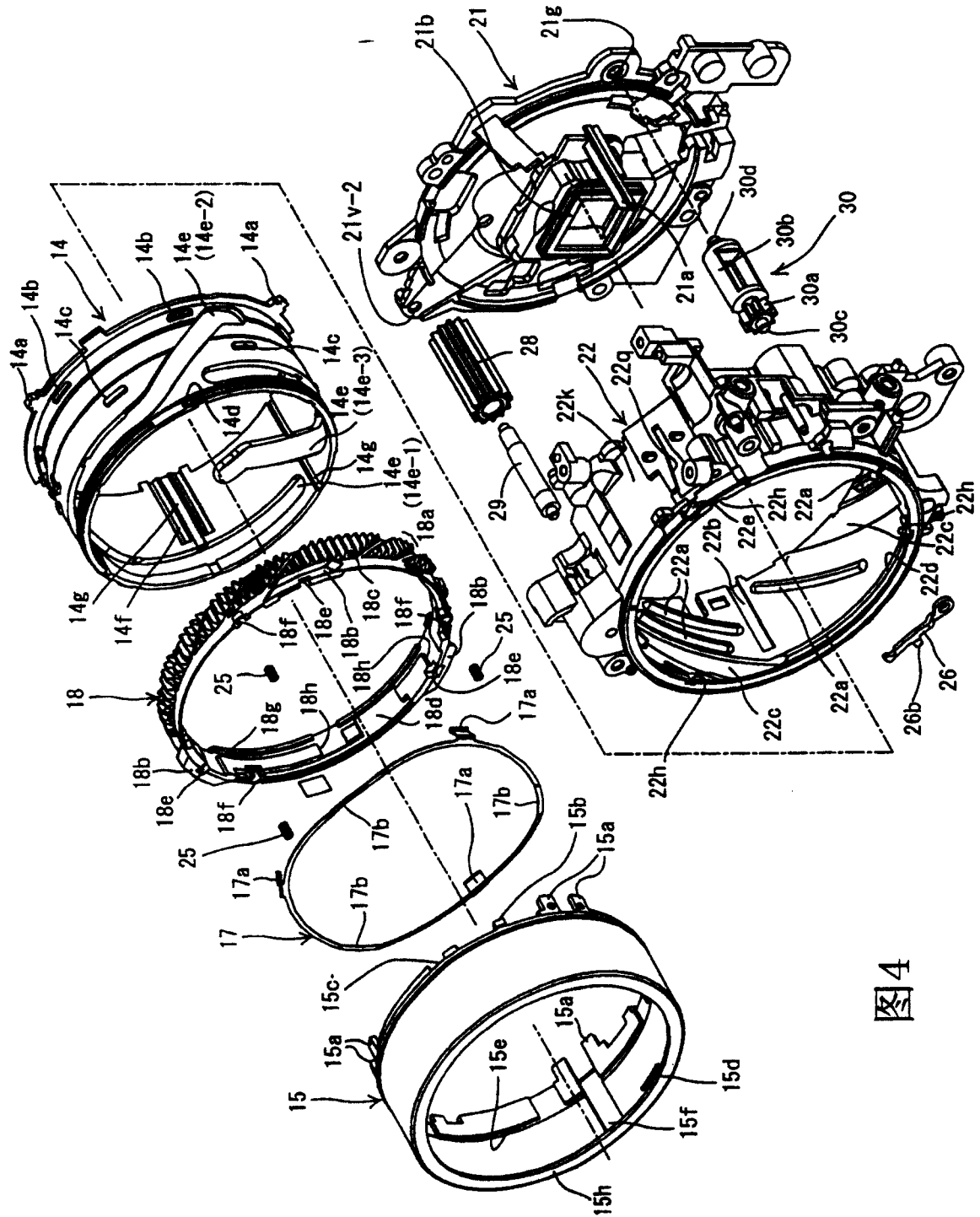
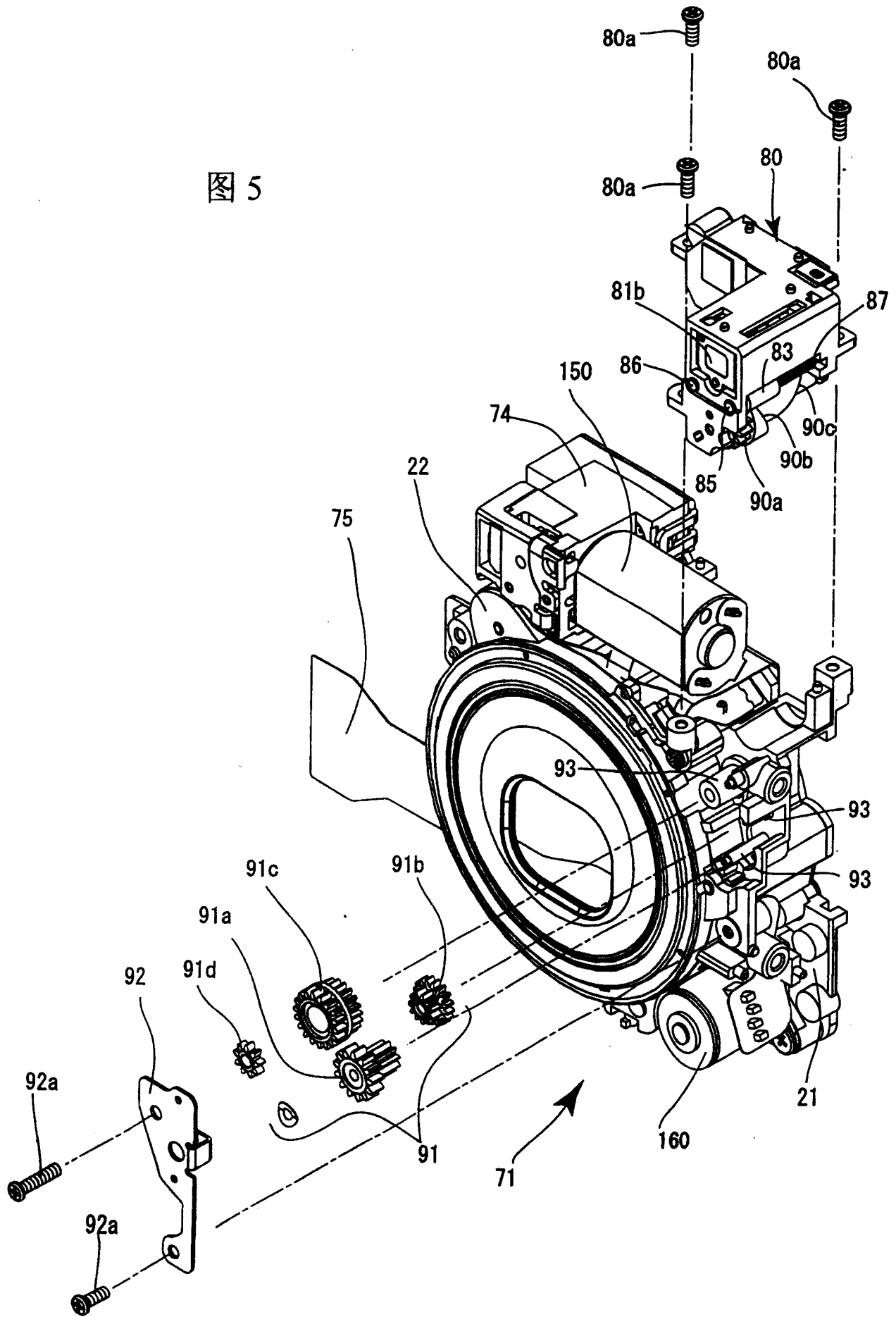


图4

图 5



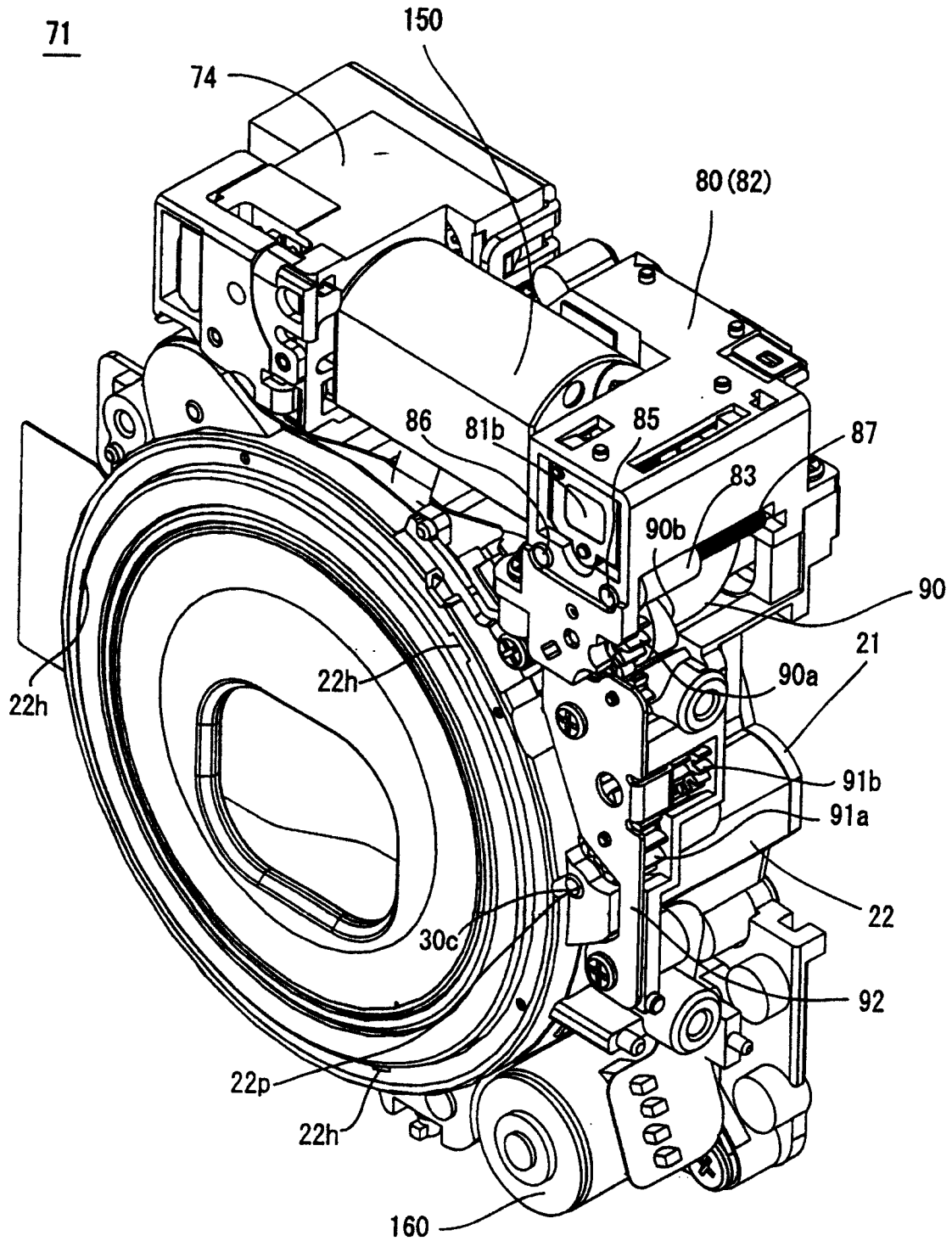


图 6

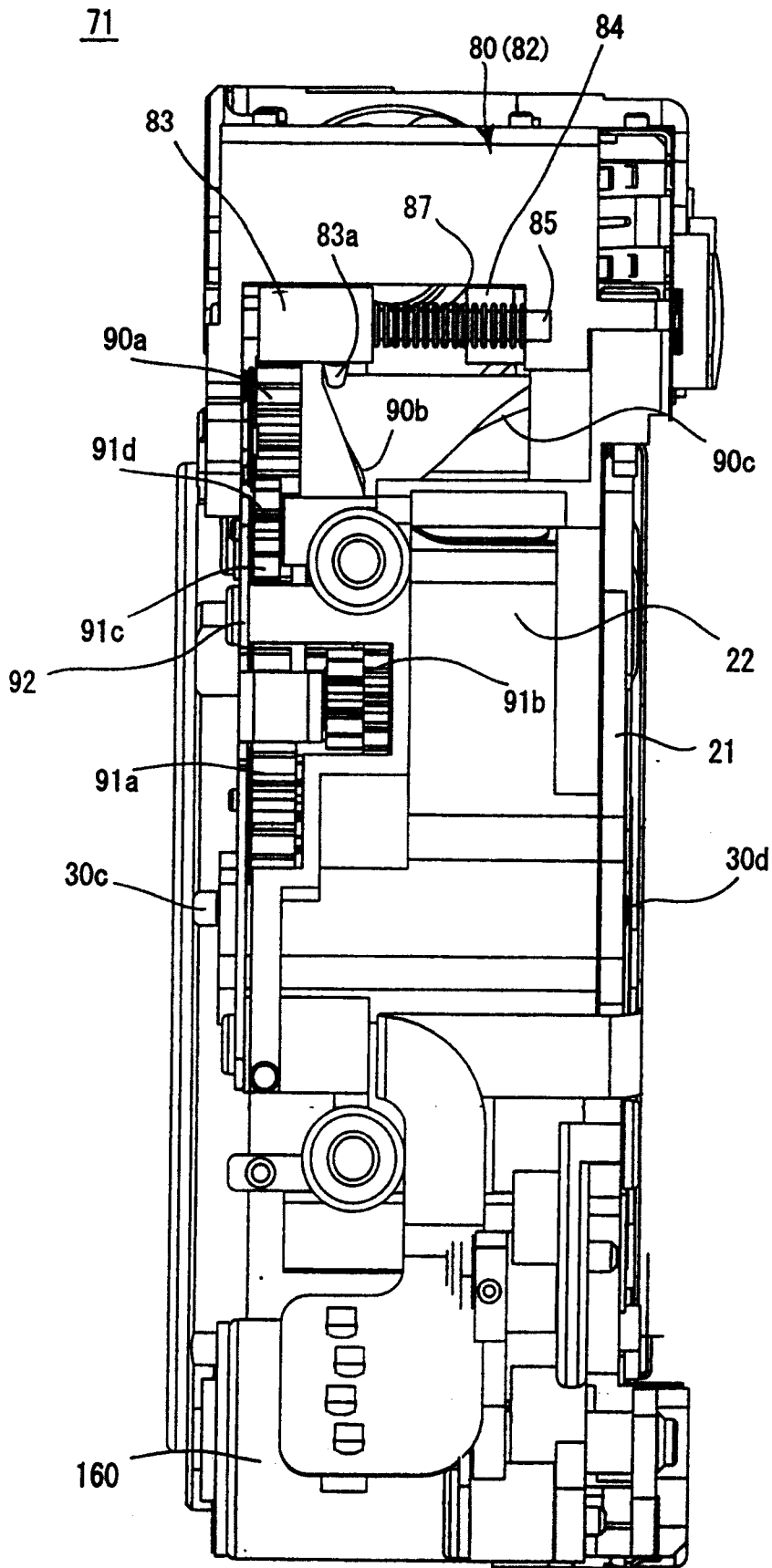


图 7

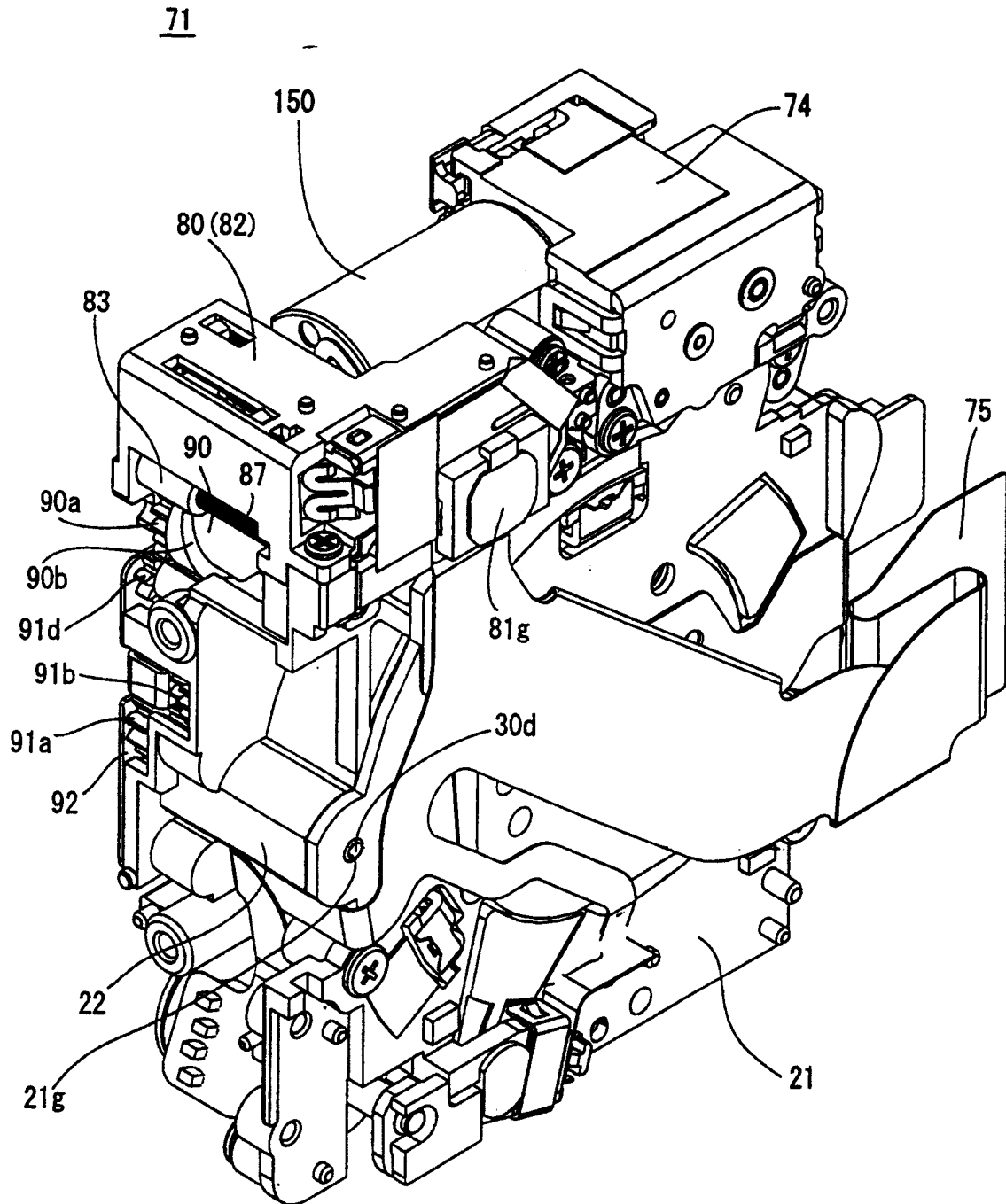
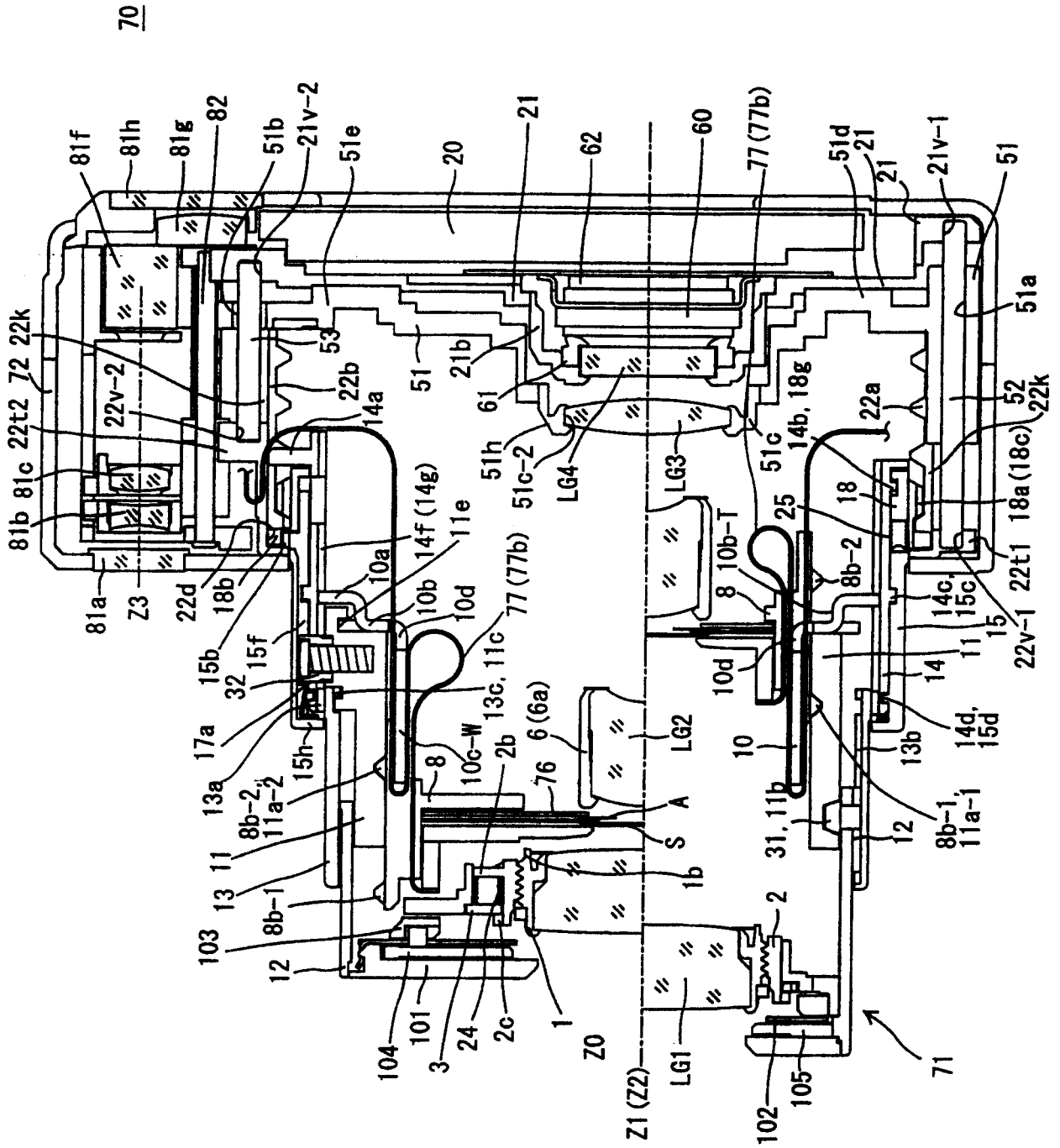


图 8

图9



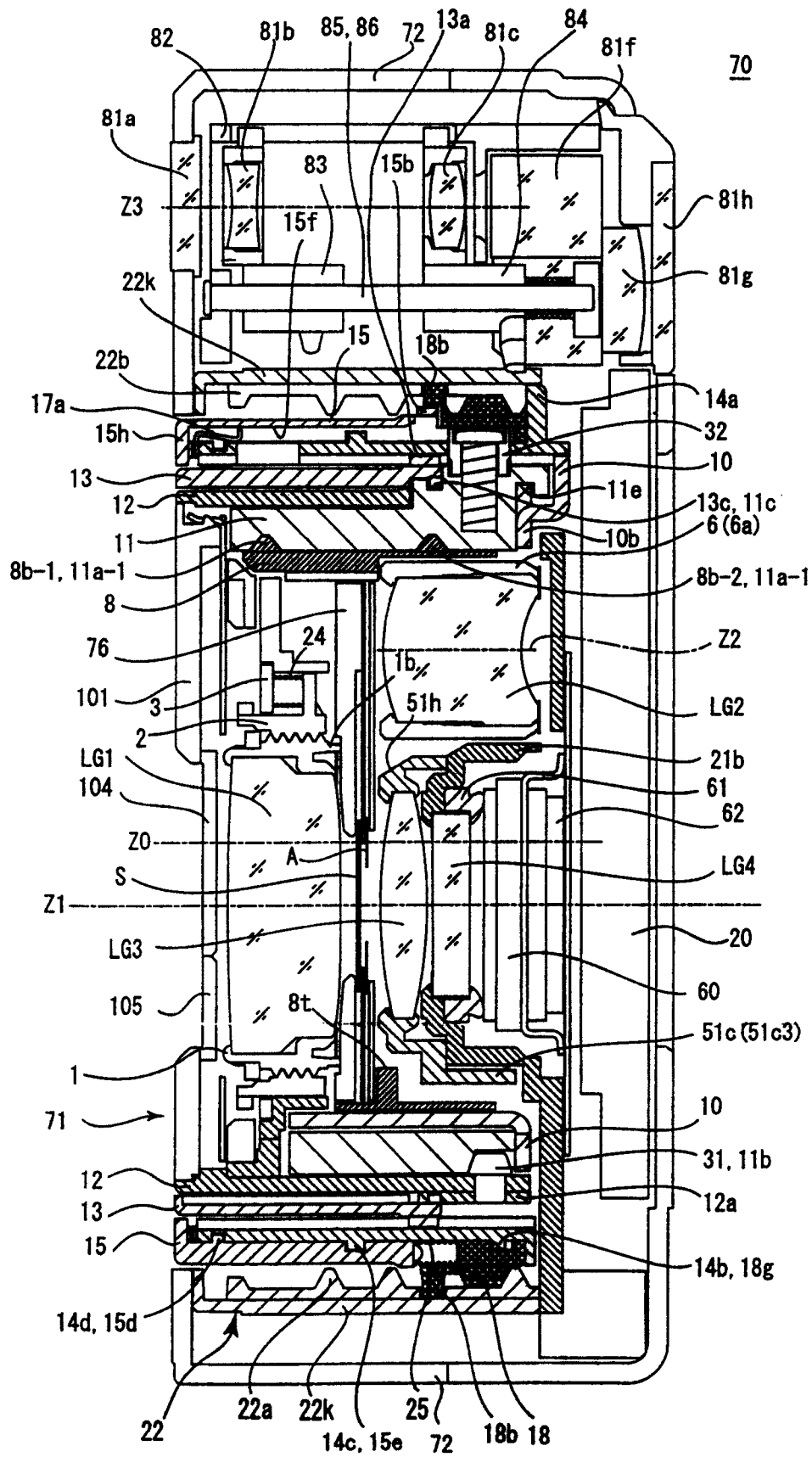


图 10

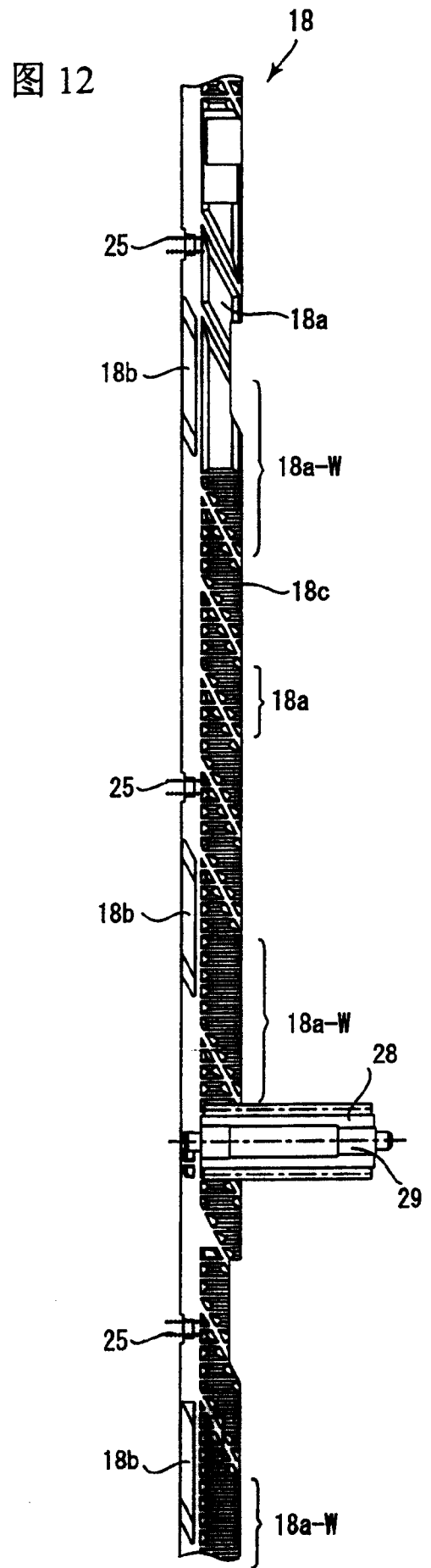
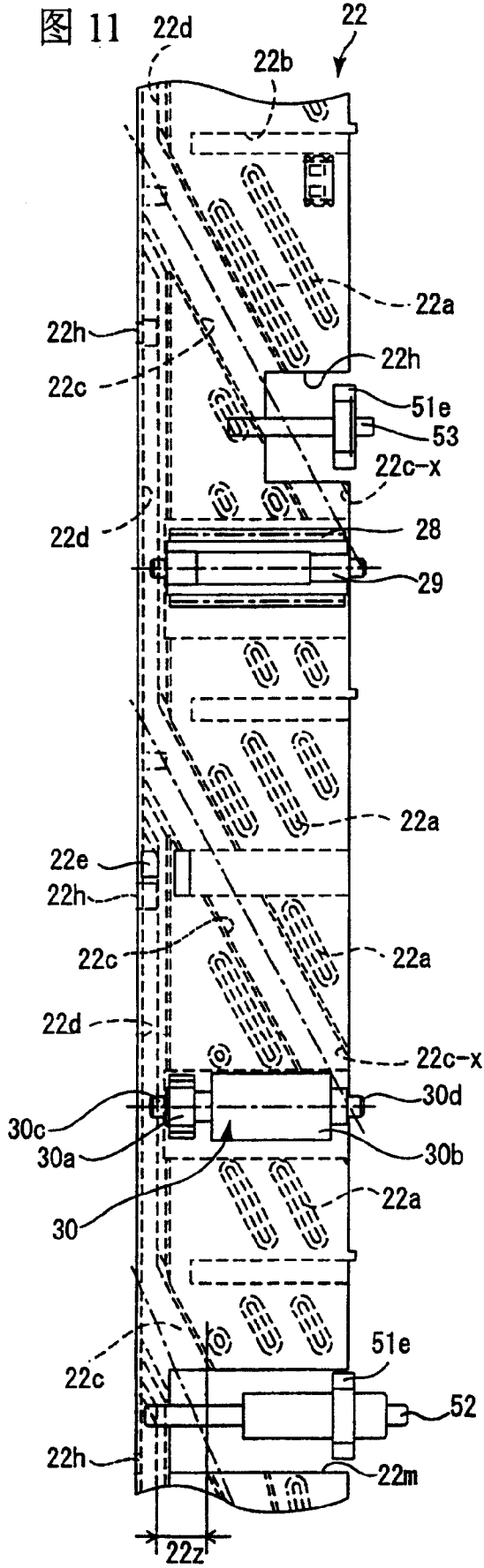


图 13

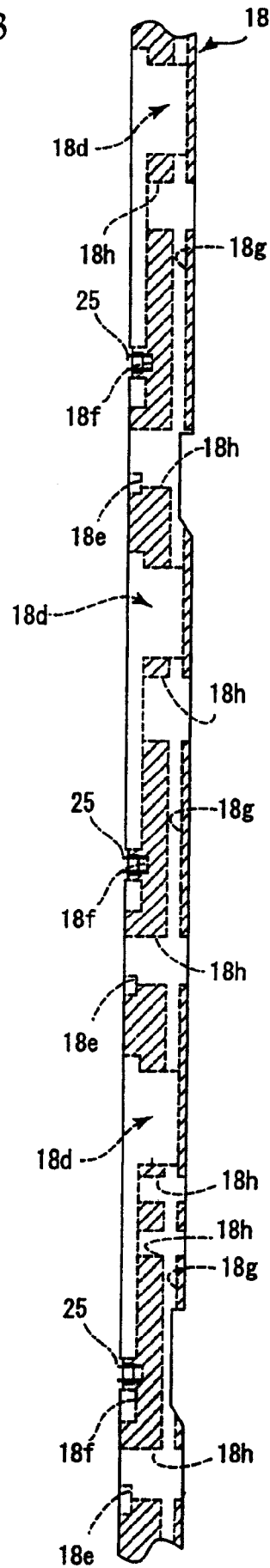


图 14

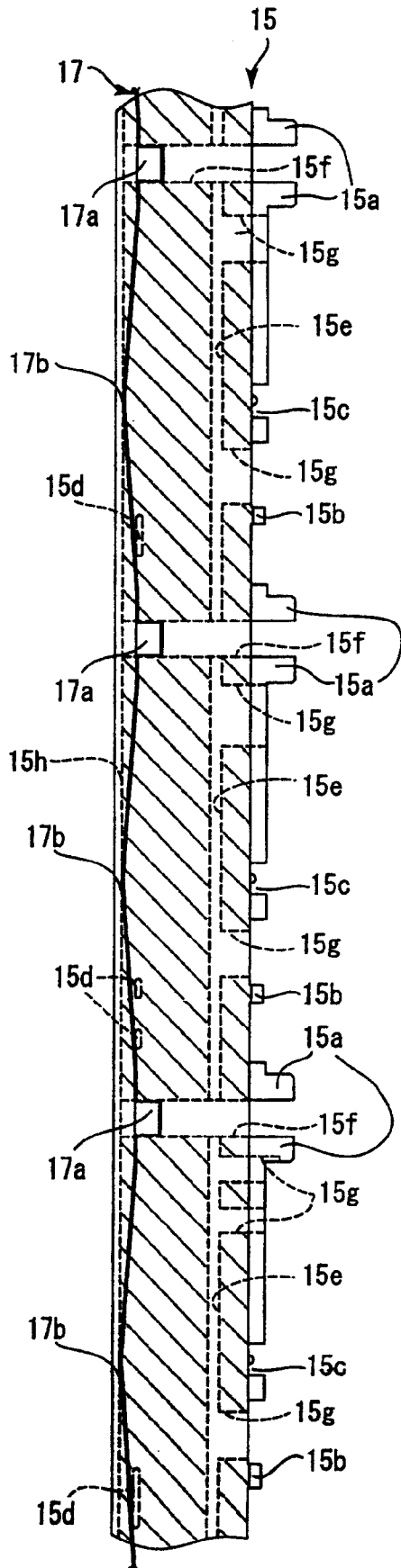


图 15

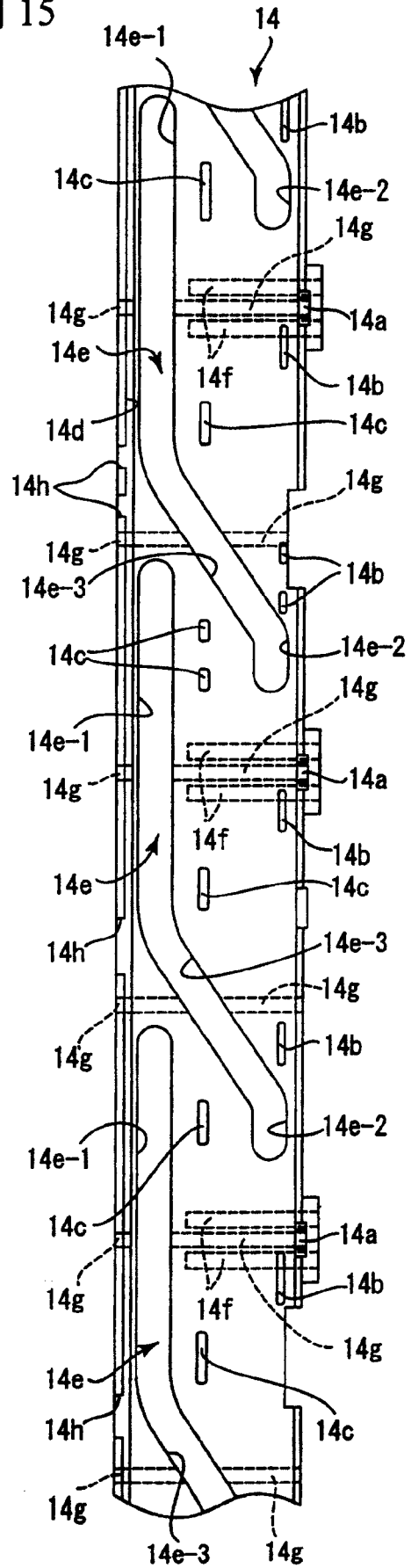


图 16

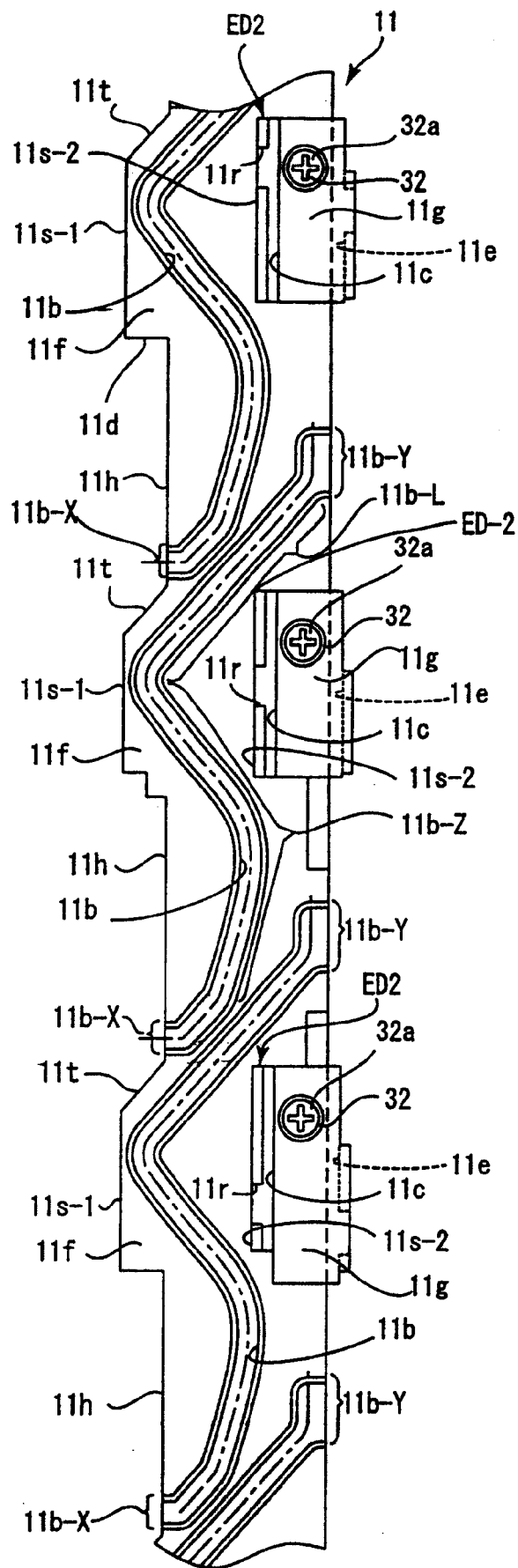


图17

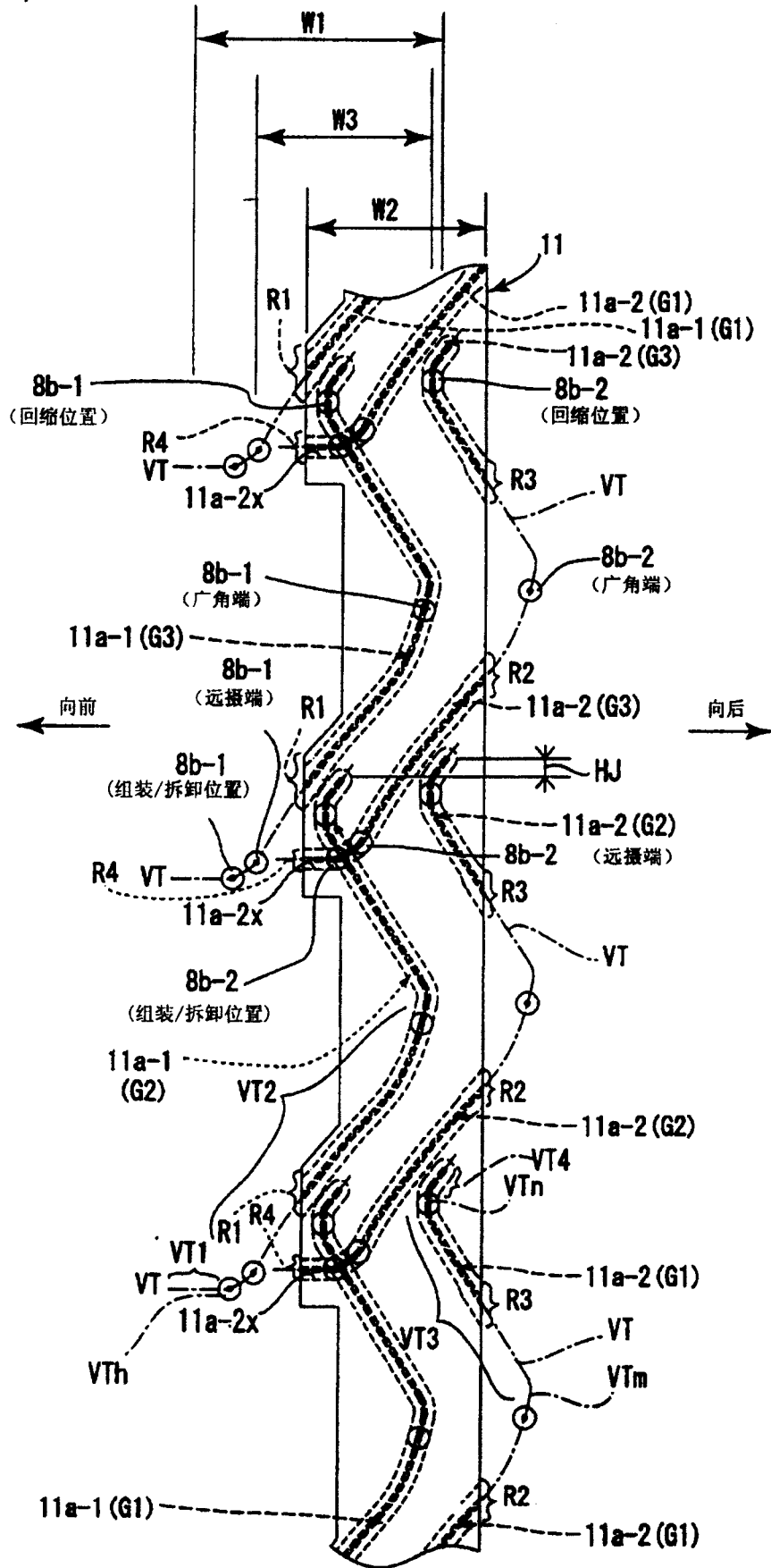


图 19

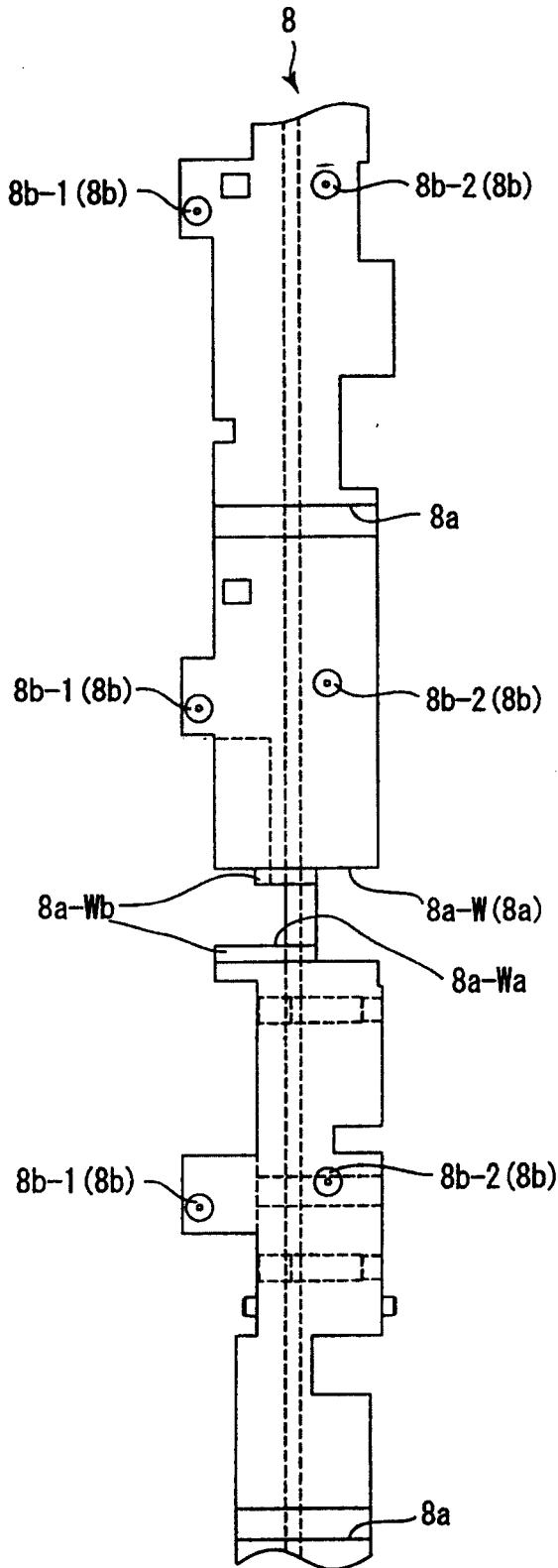


图 18

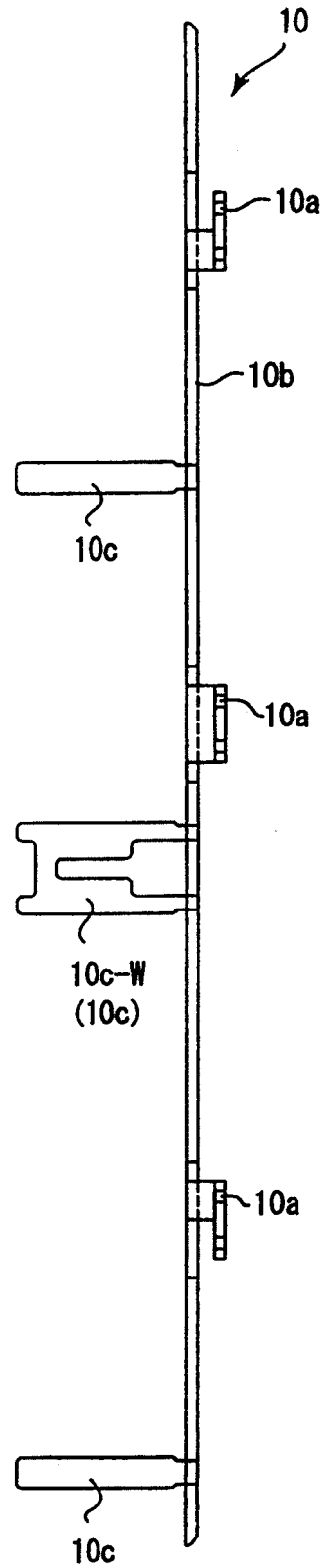


图 20

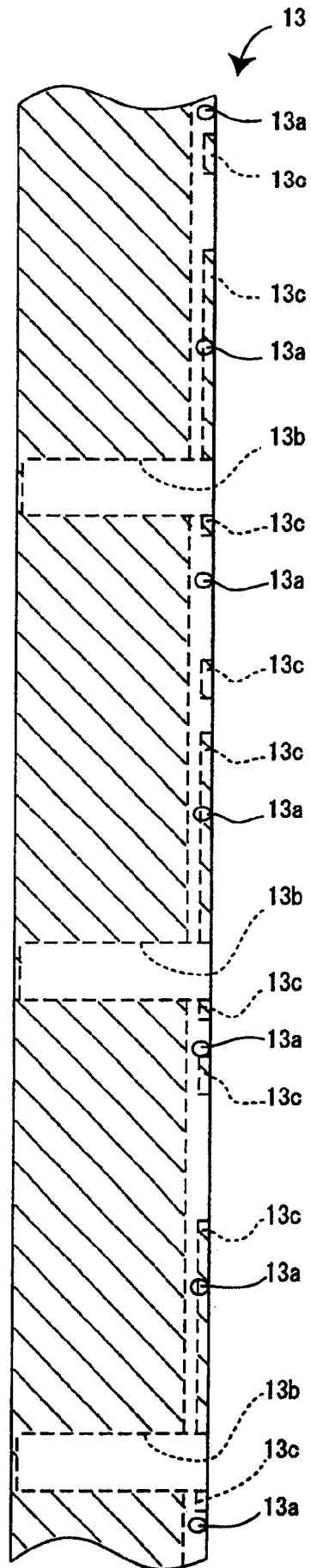
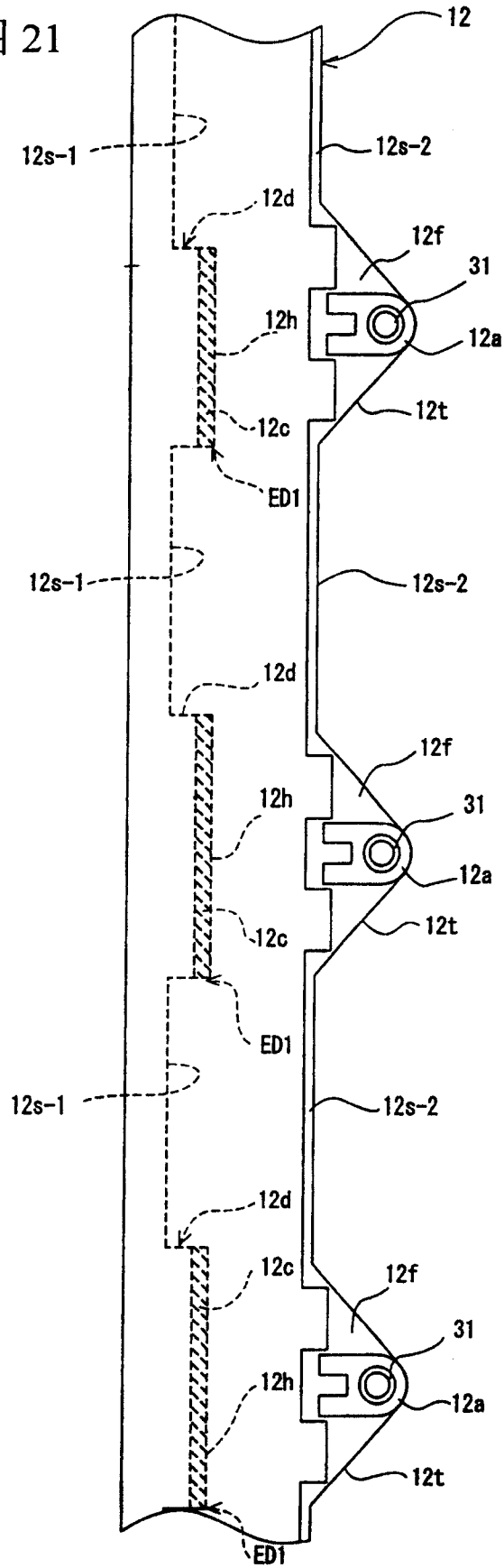


图 21



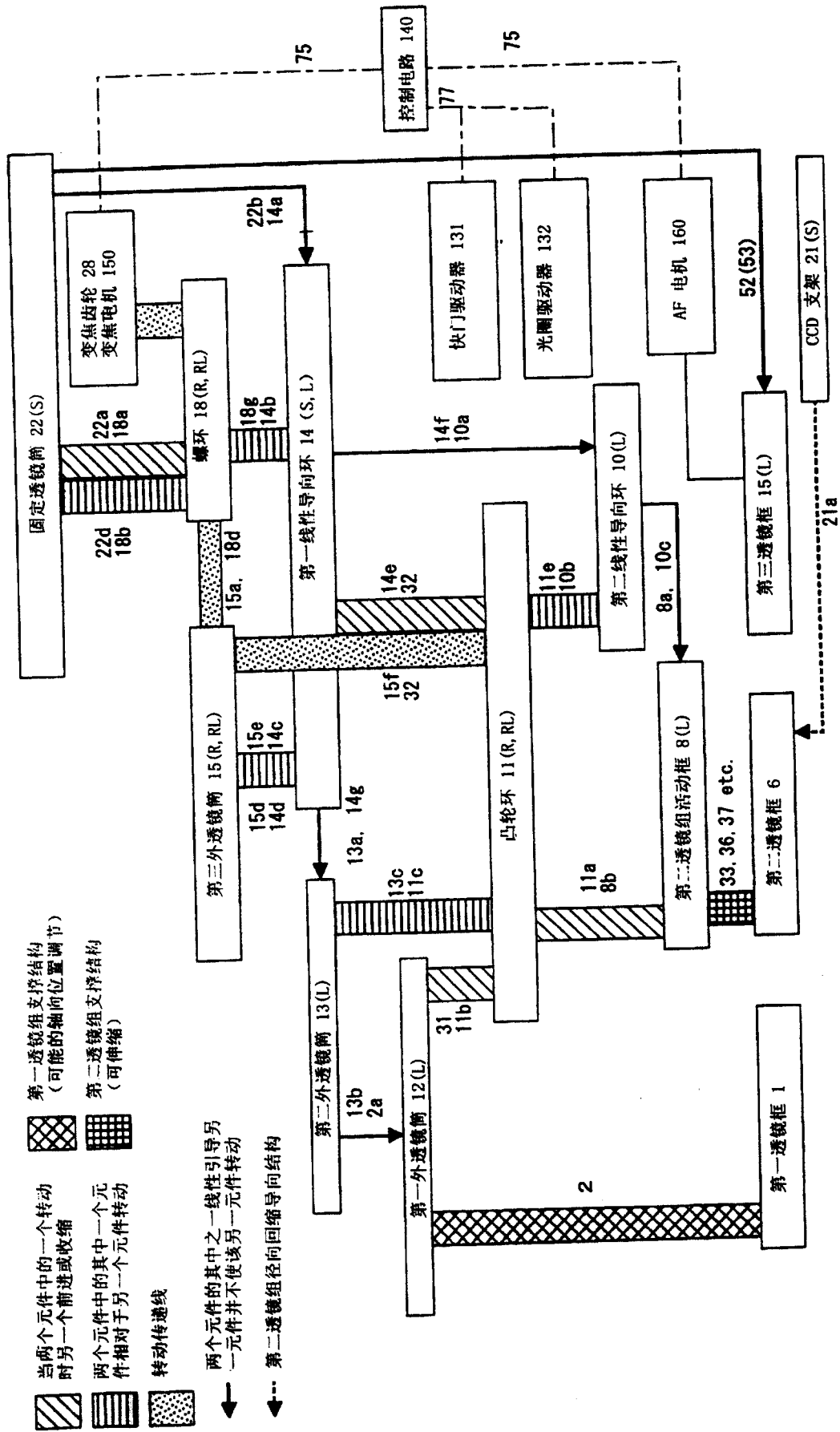


图22

图 23

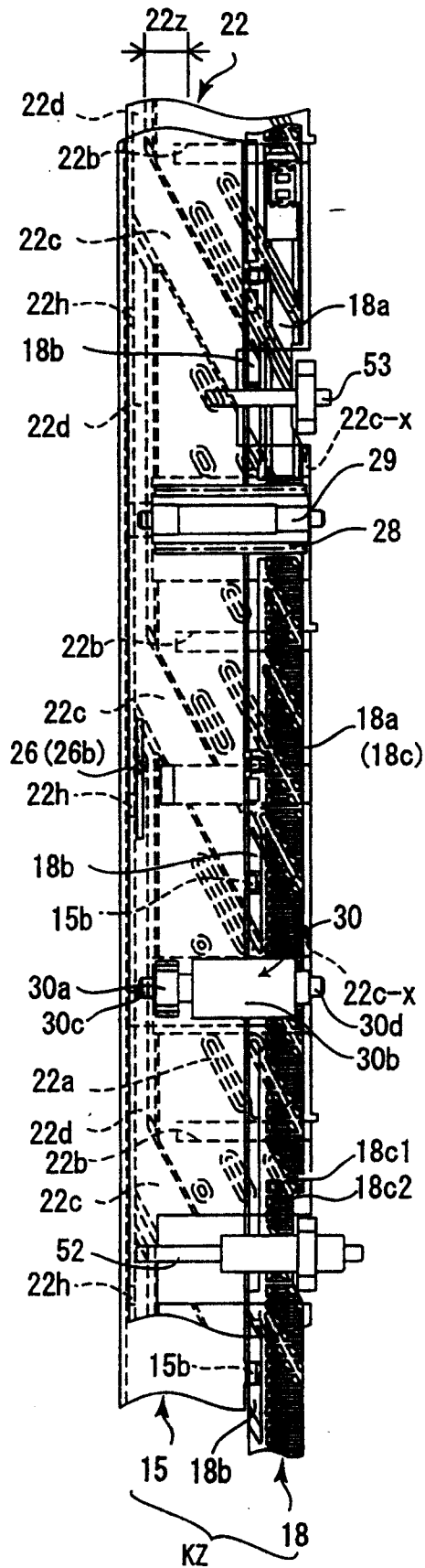
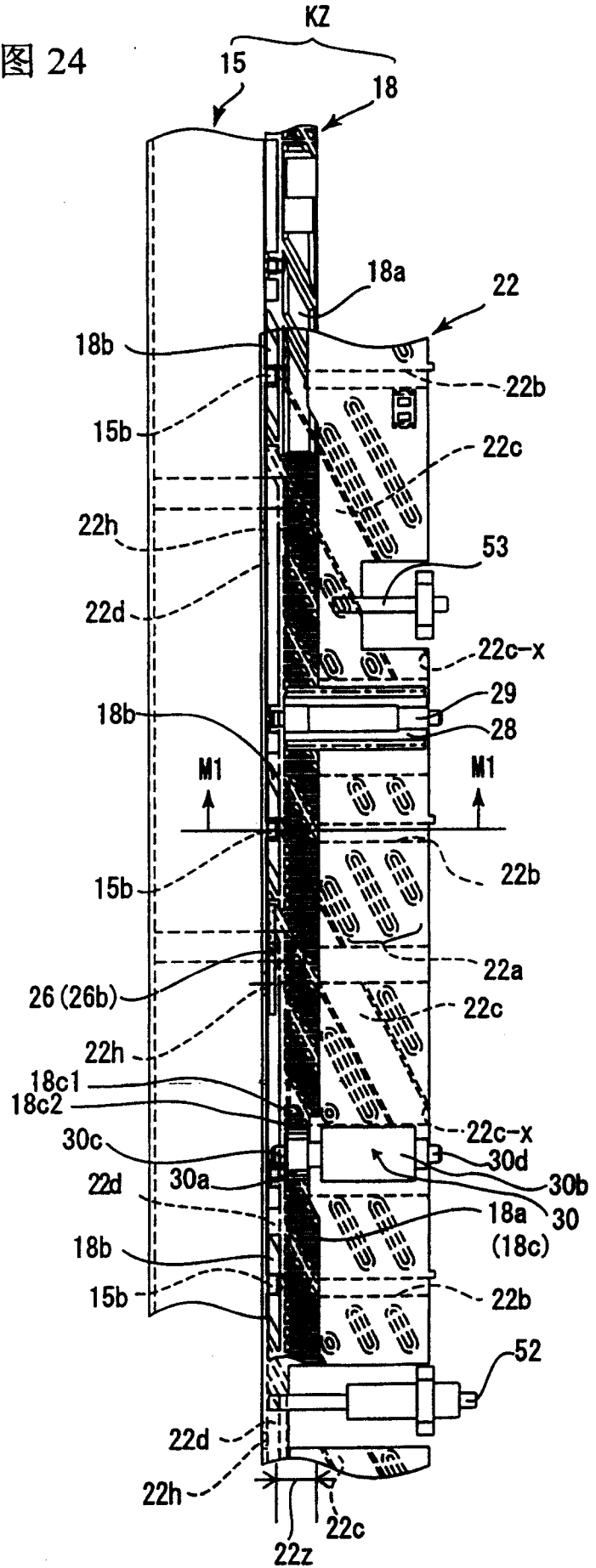
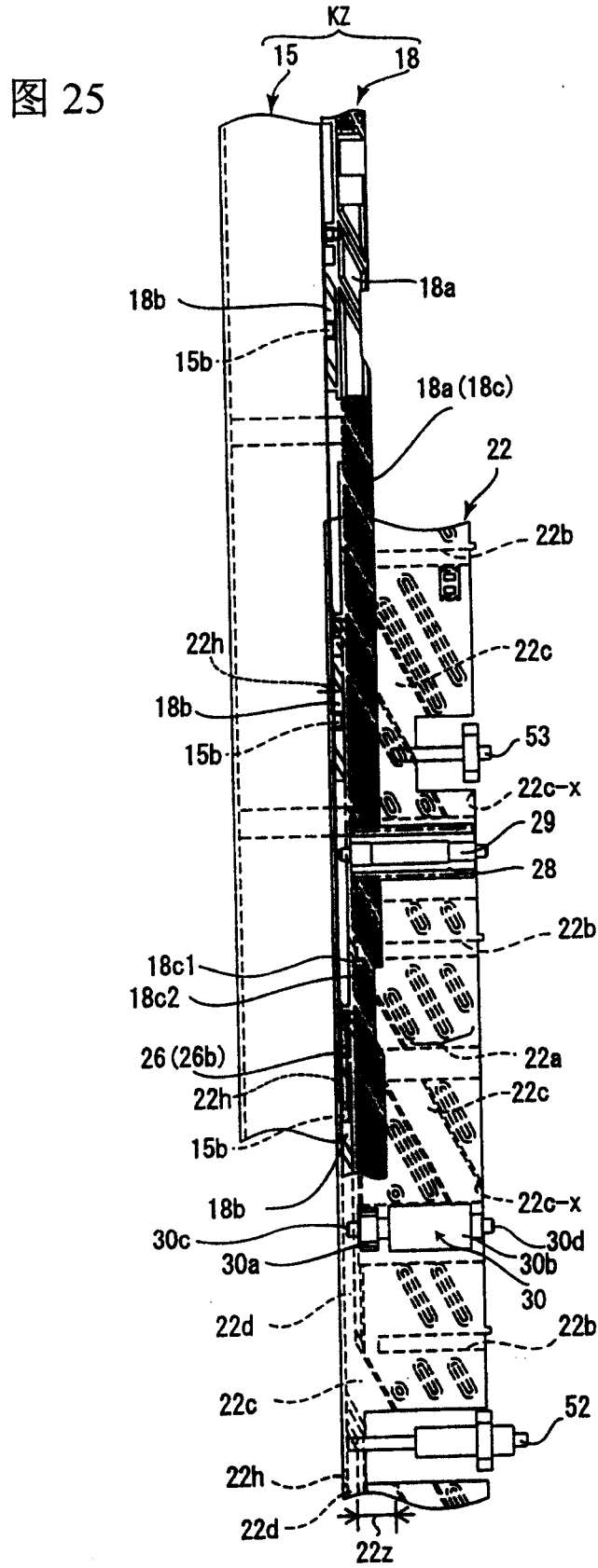


图 24





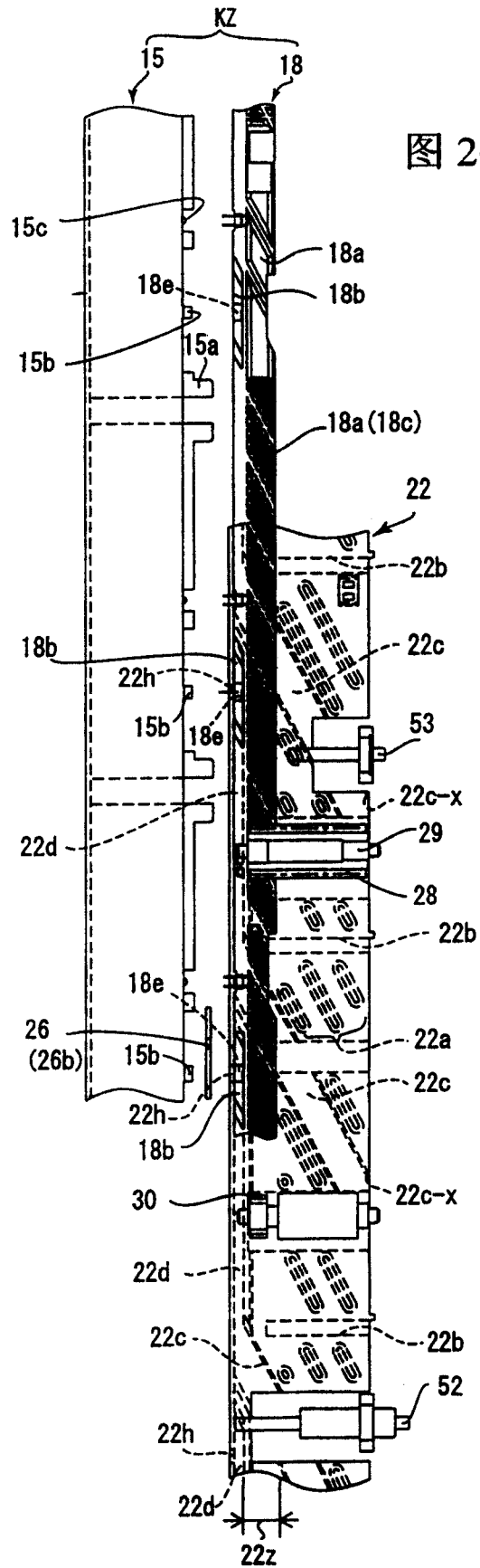


图 26

图 27

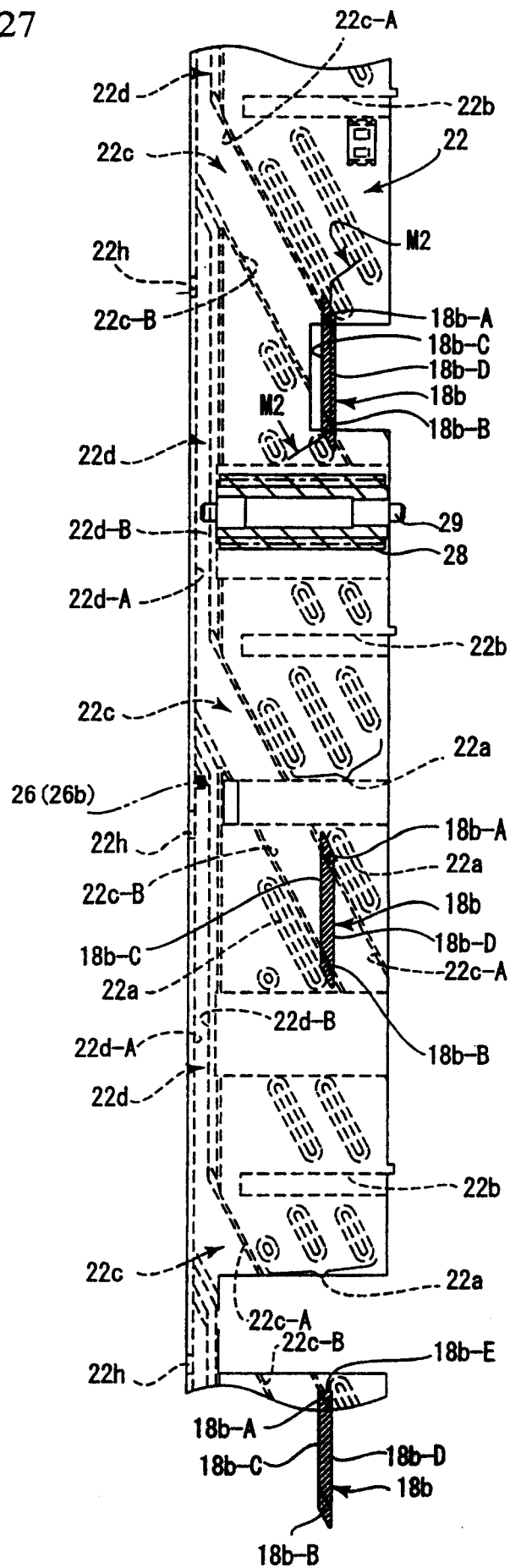
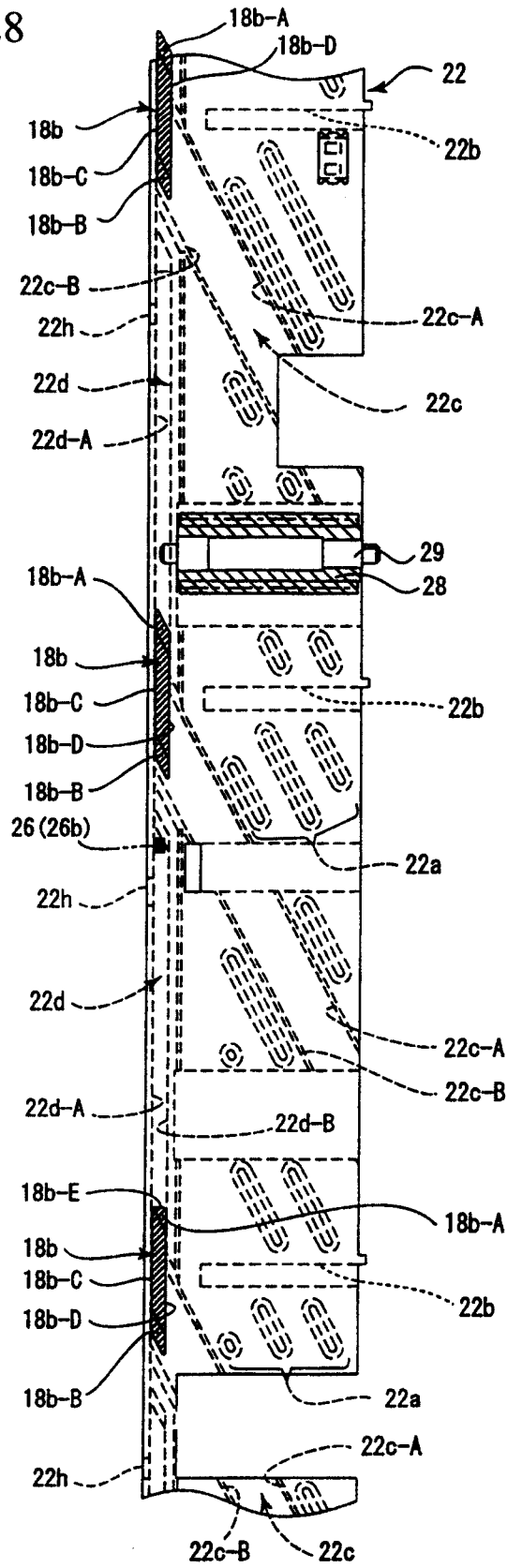


图 28



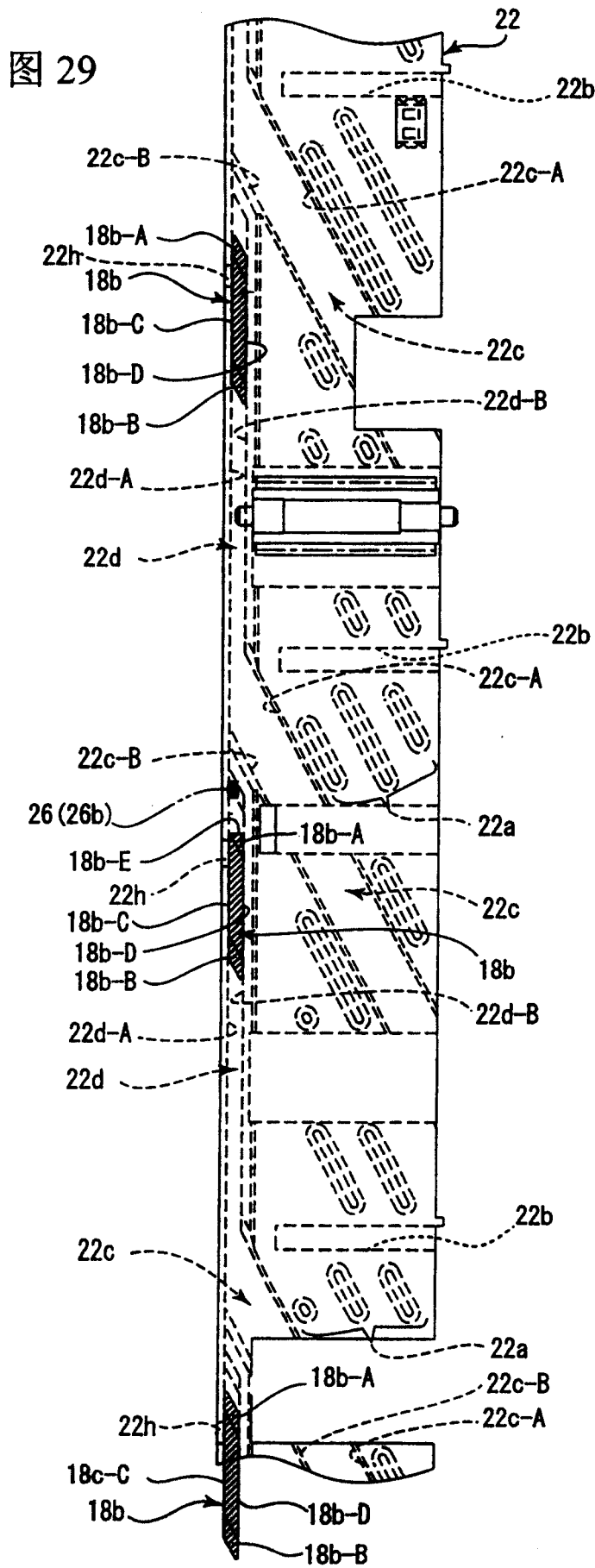


图 30

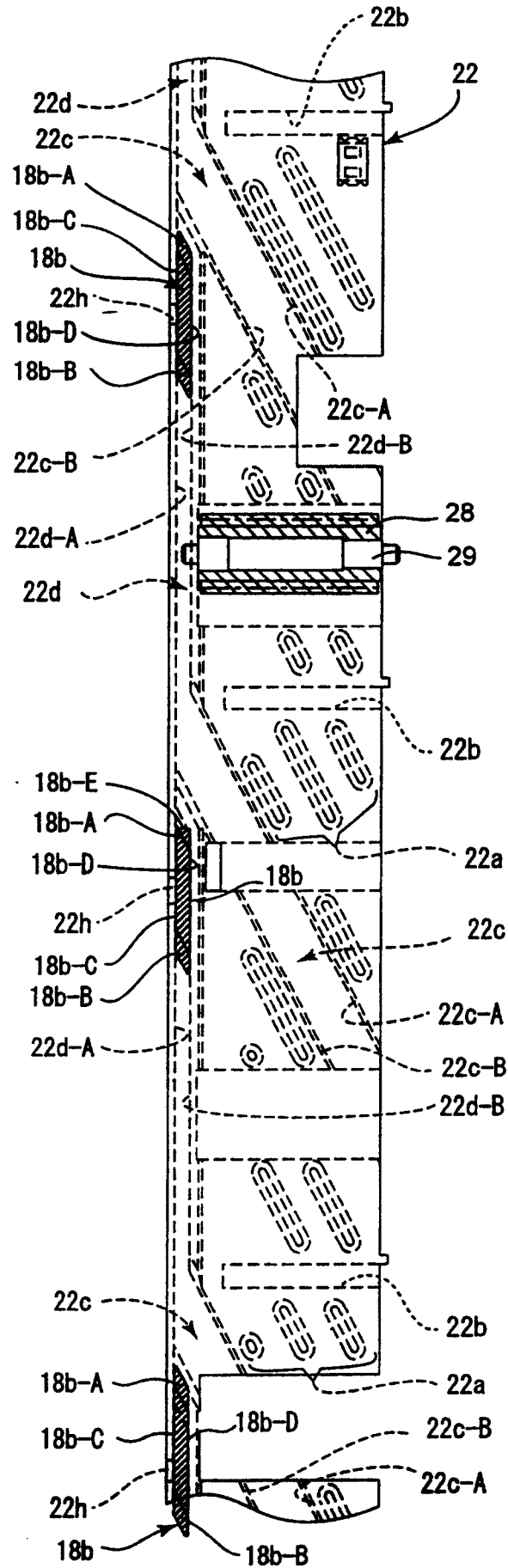


图 31

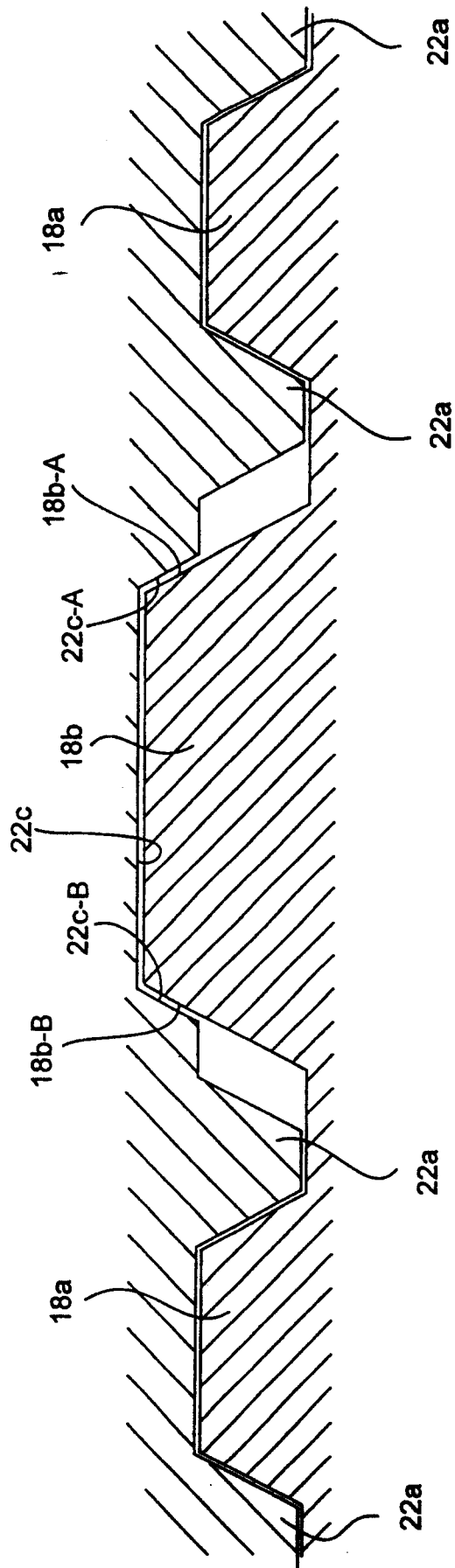
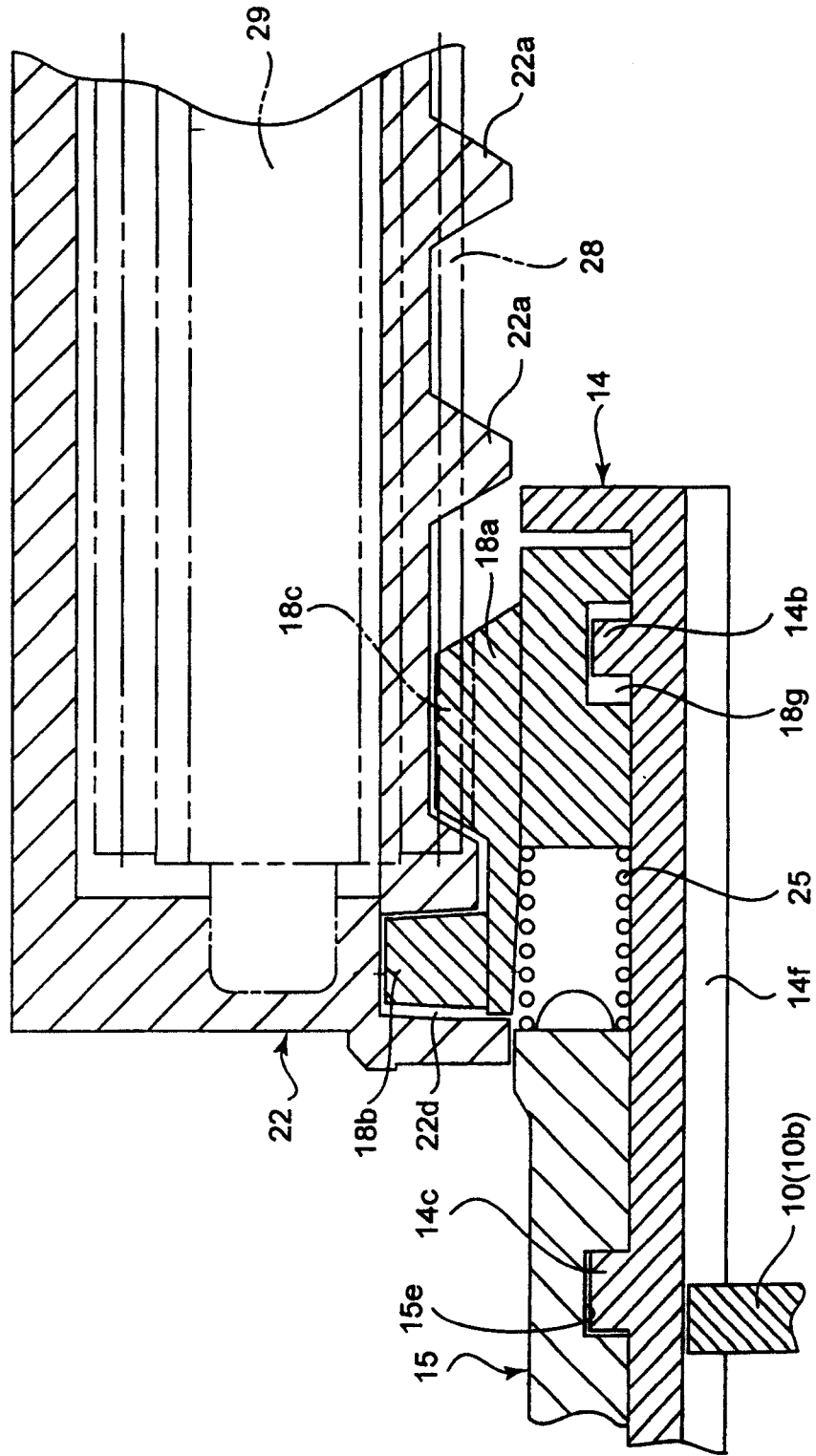


图 32



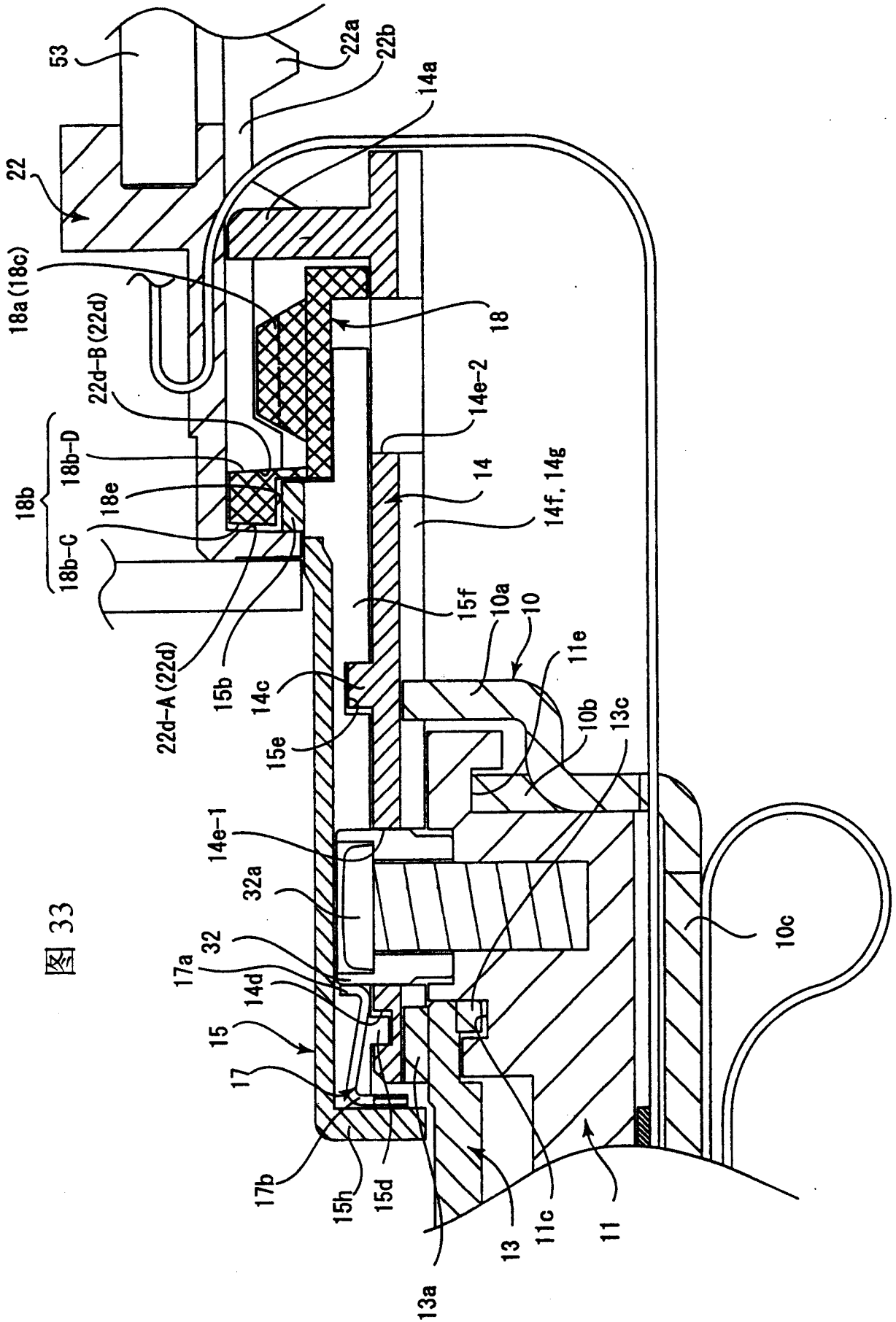


图 33

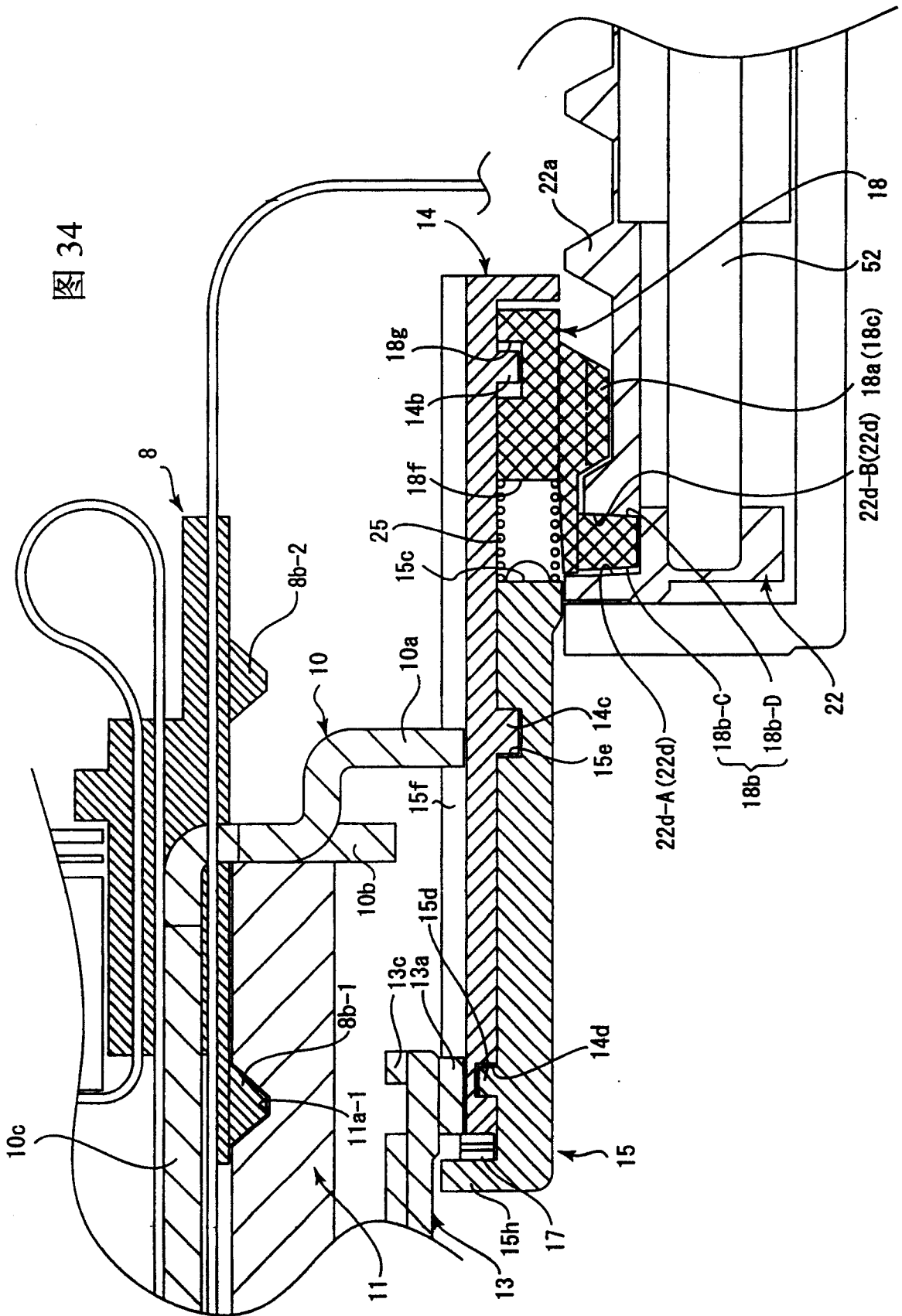


图 34

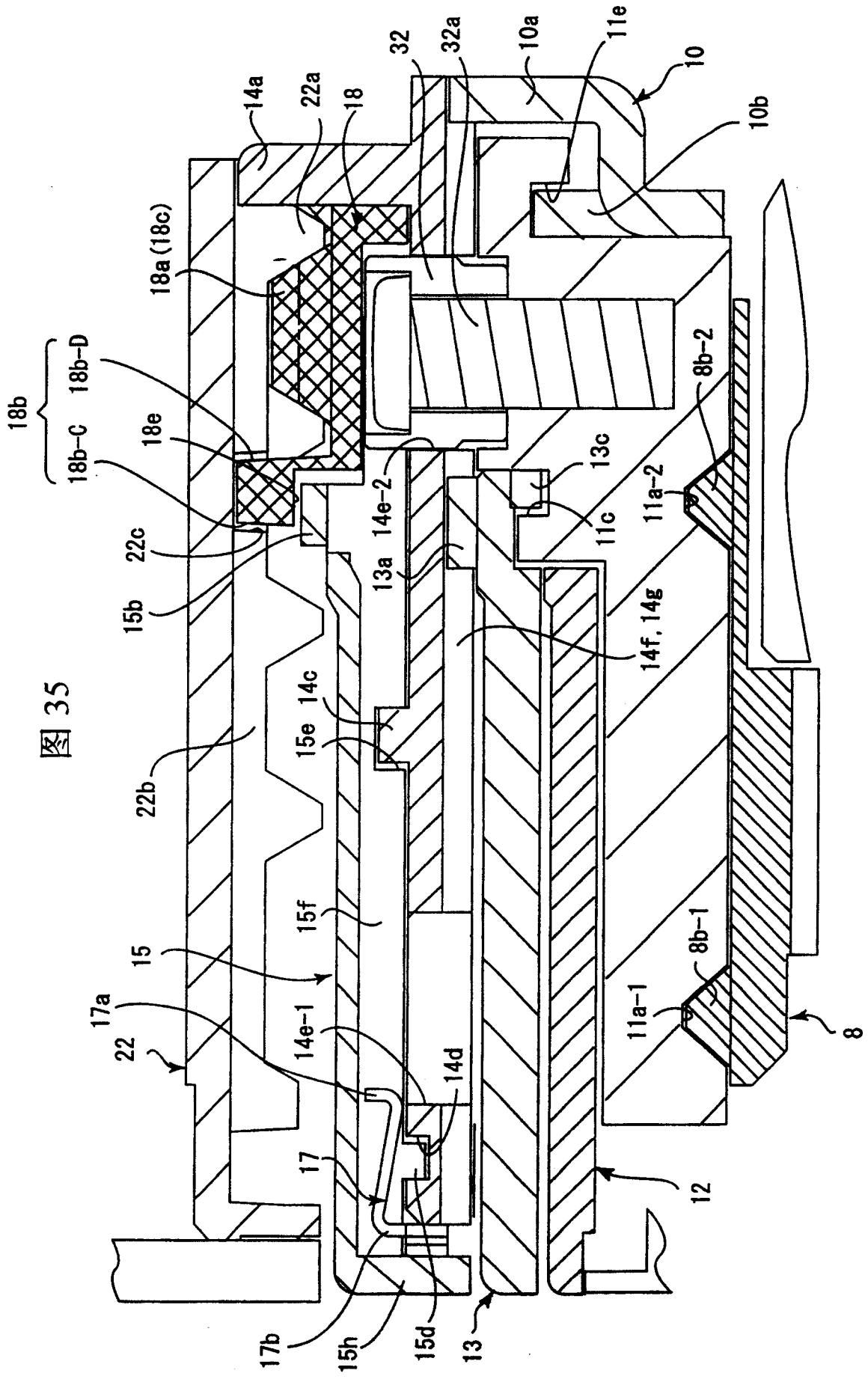
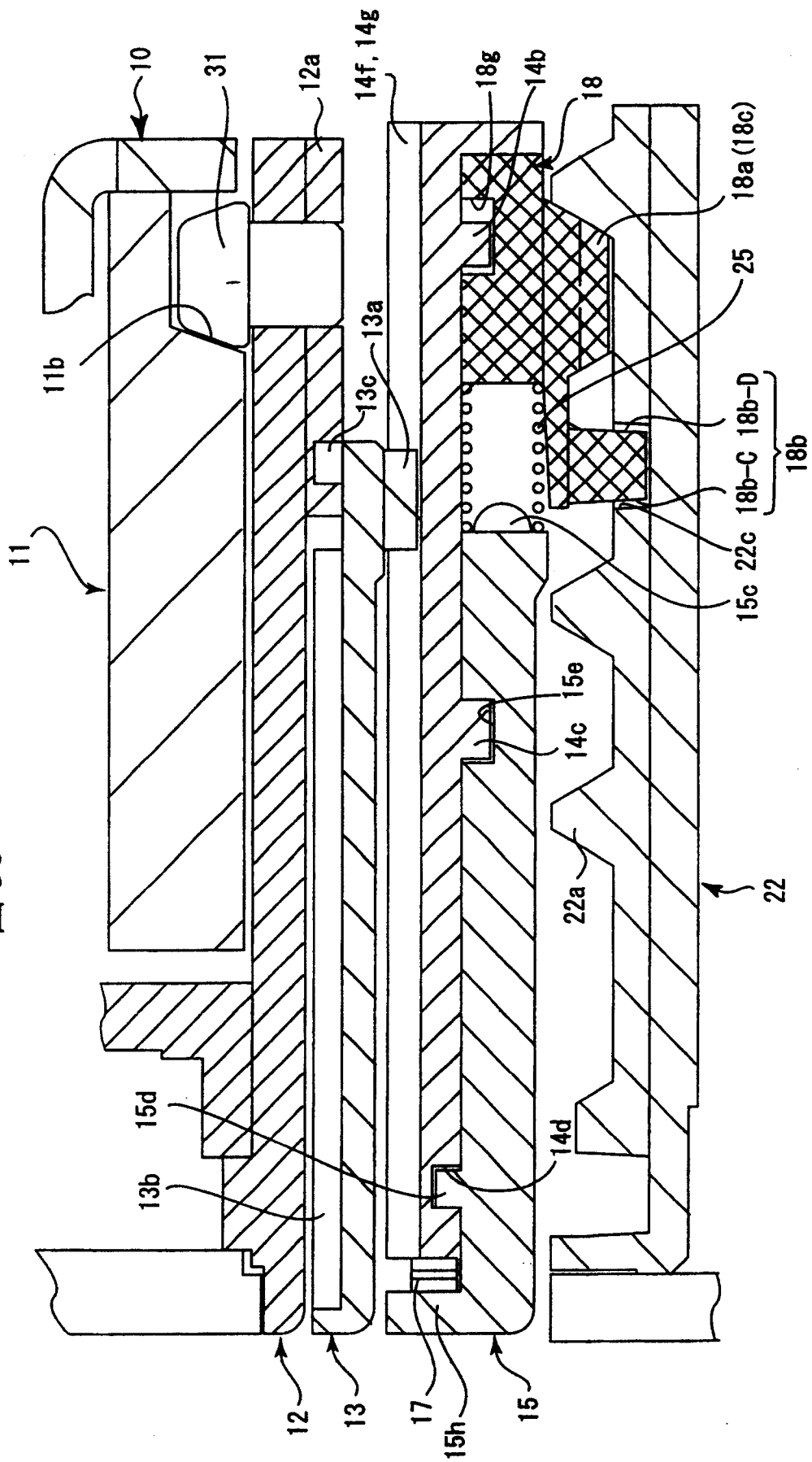


图 35

图 36



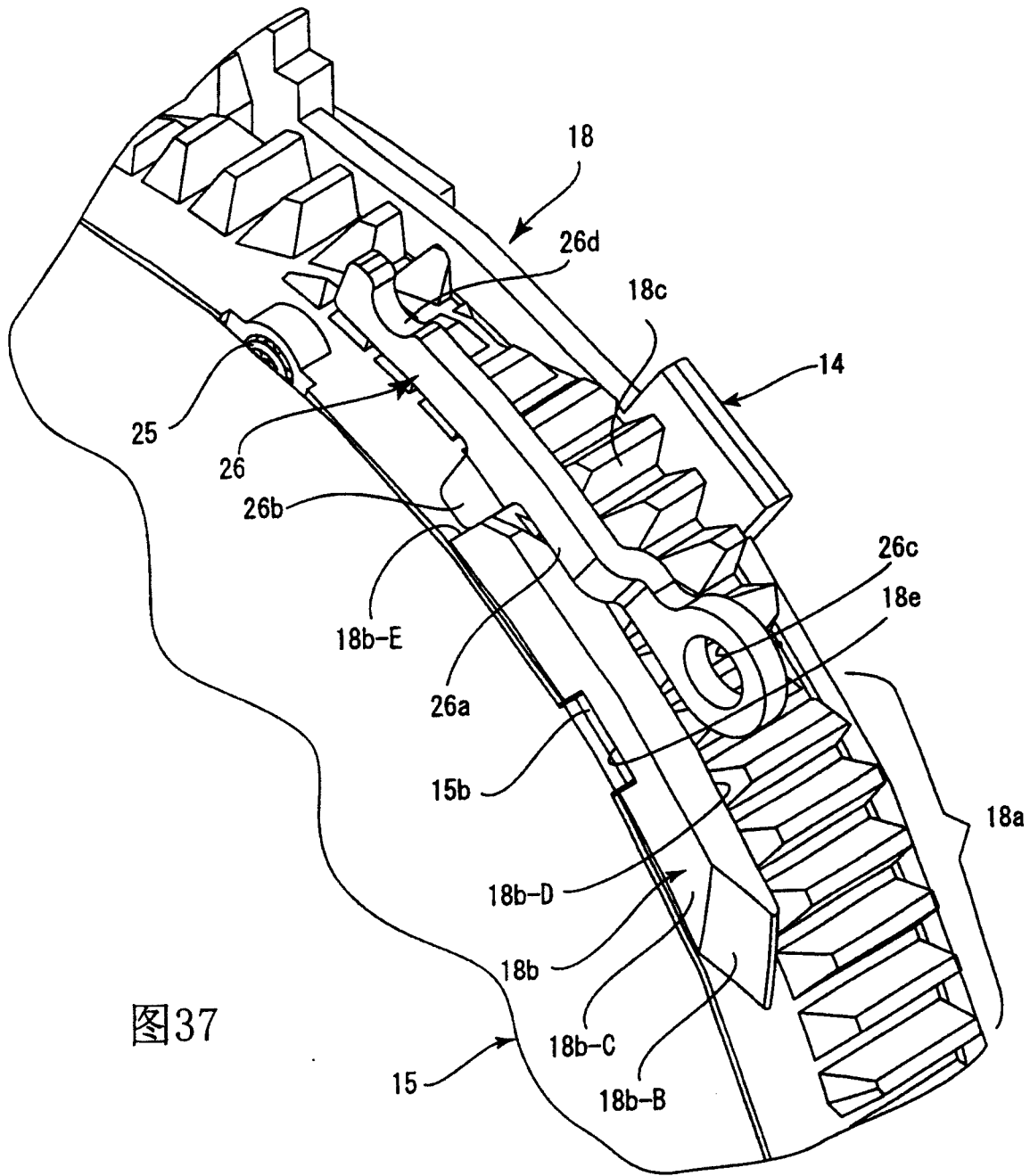


图37

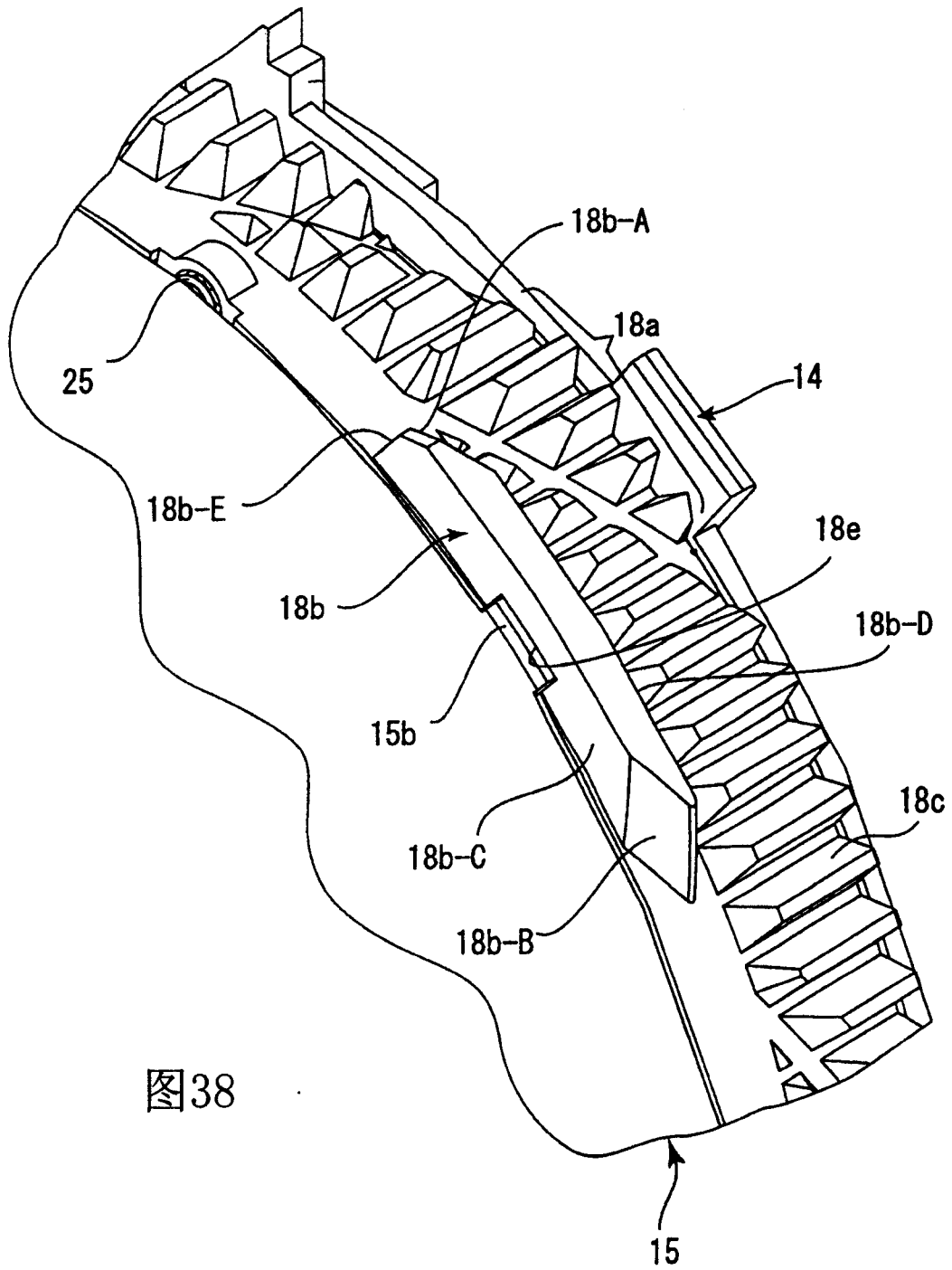


图38

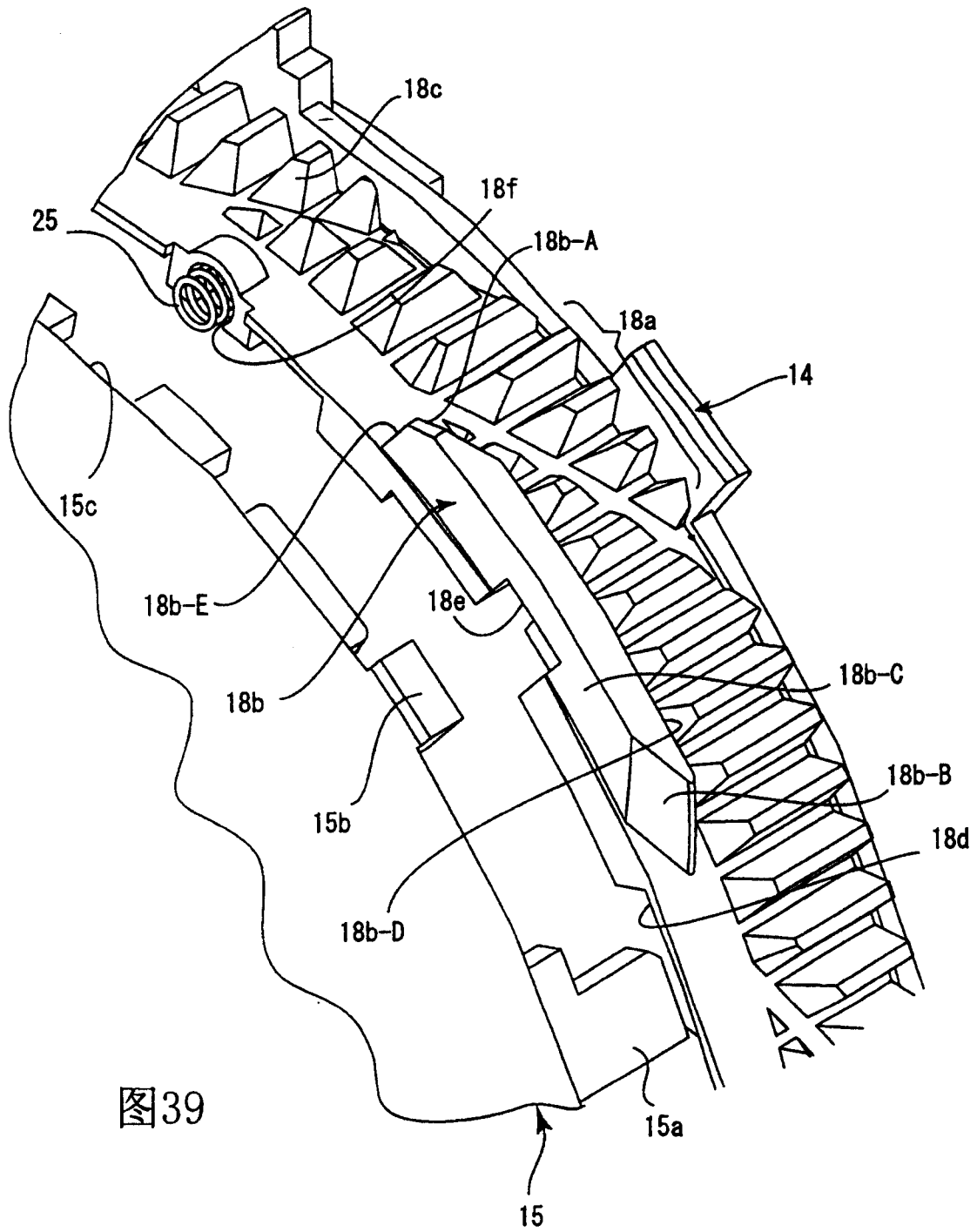
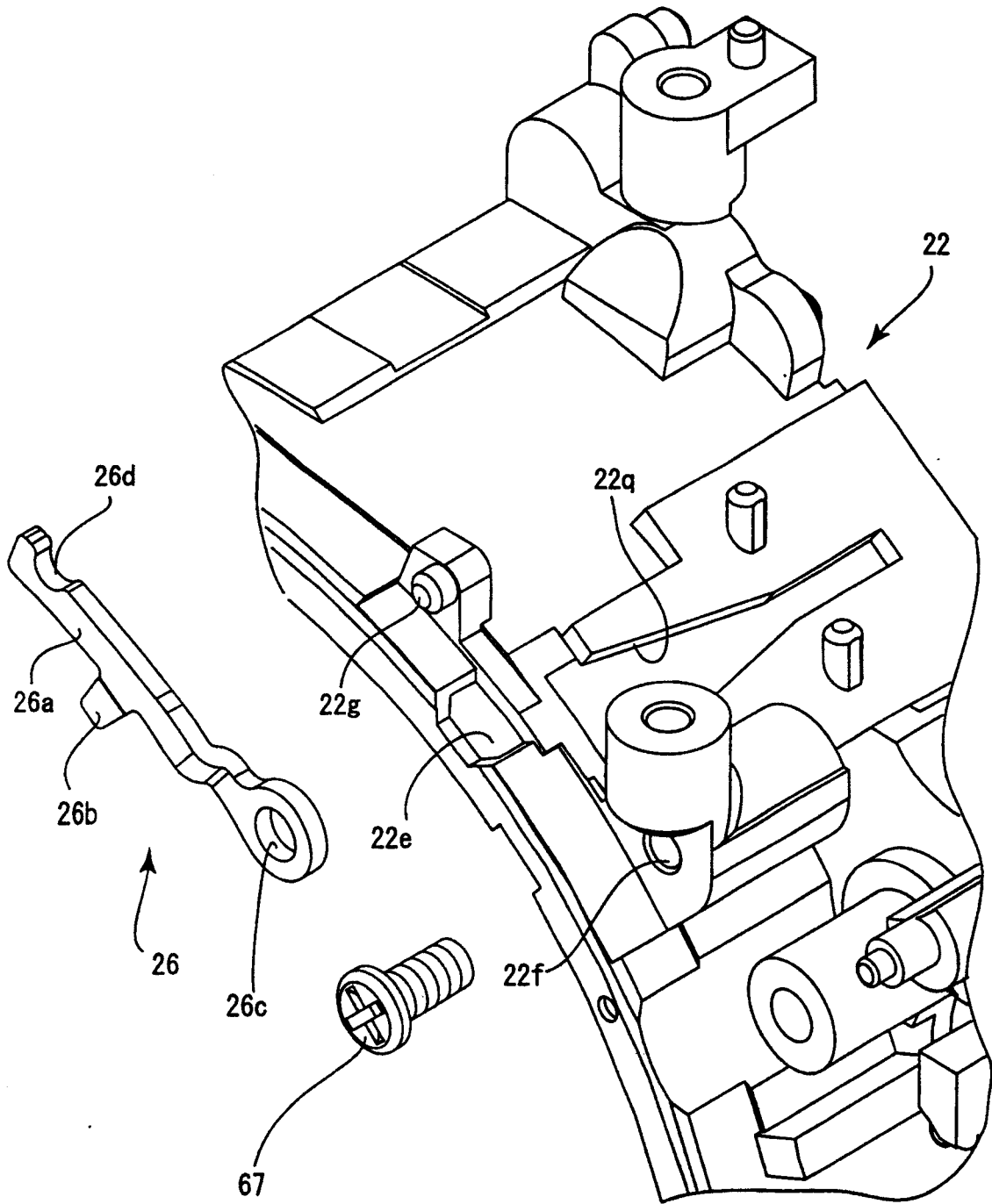


图 40



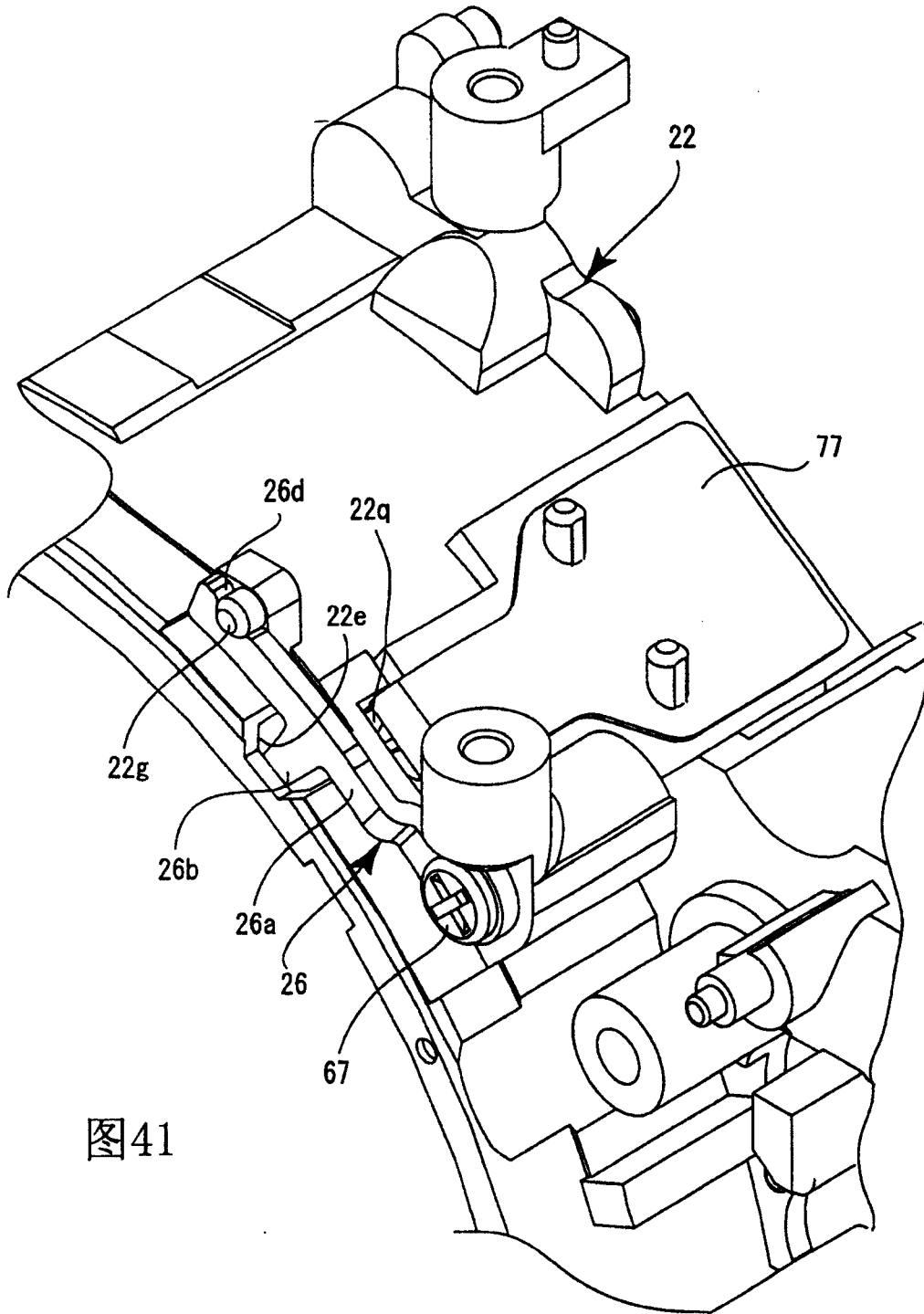


图41

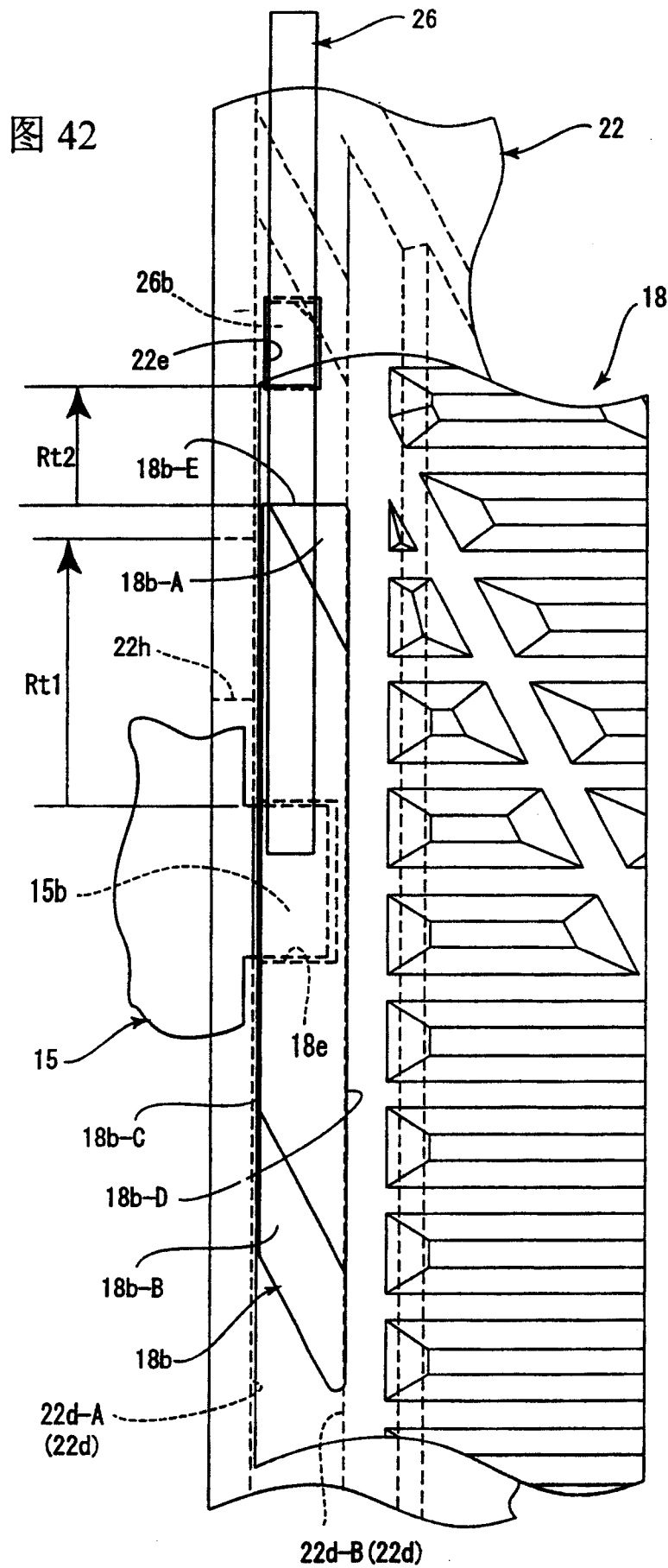


图 43

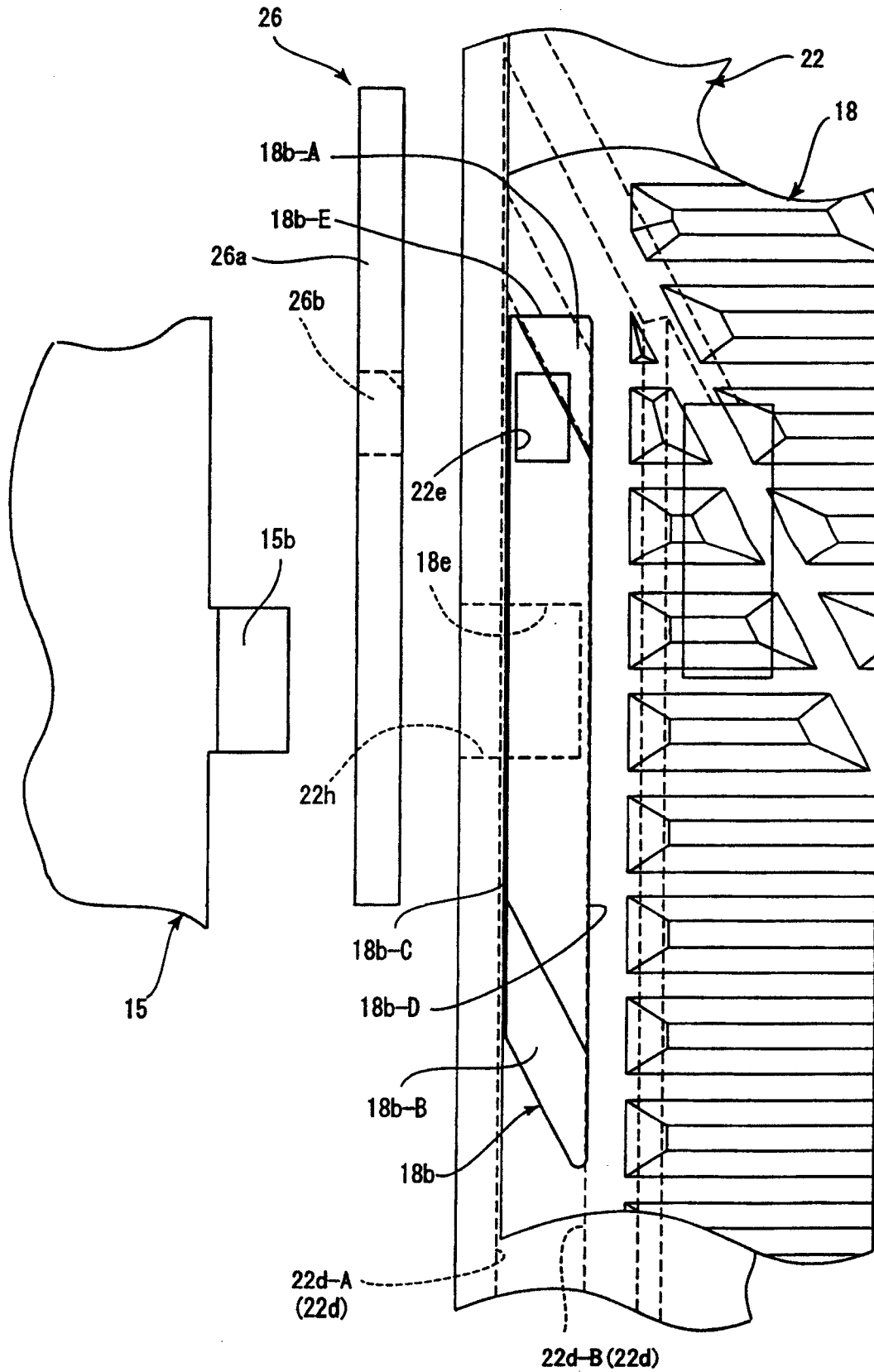


图 44

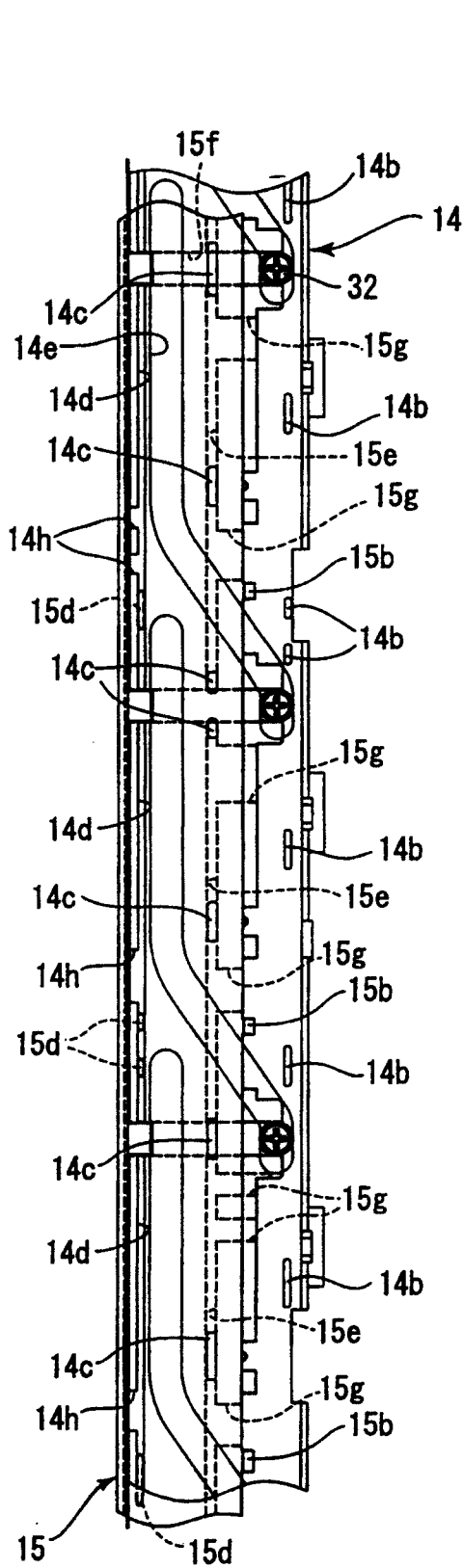


图 45

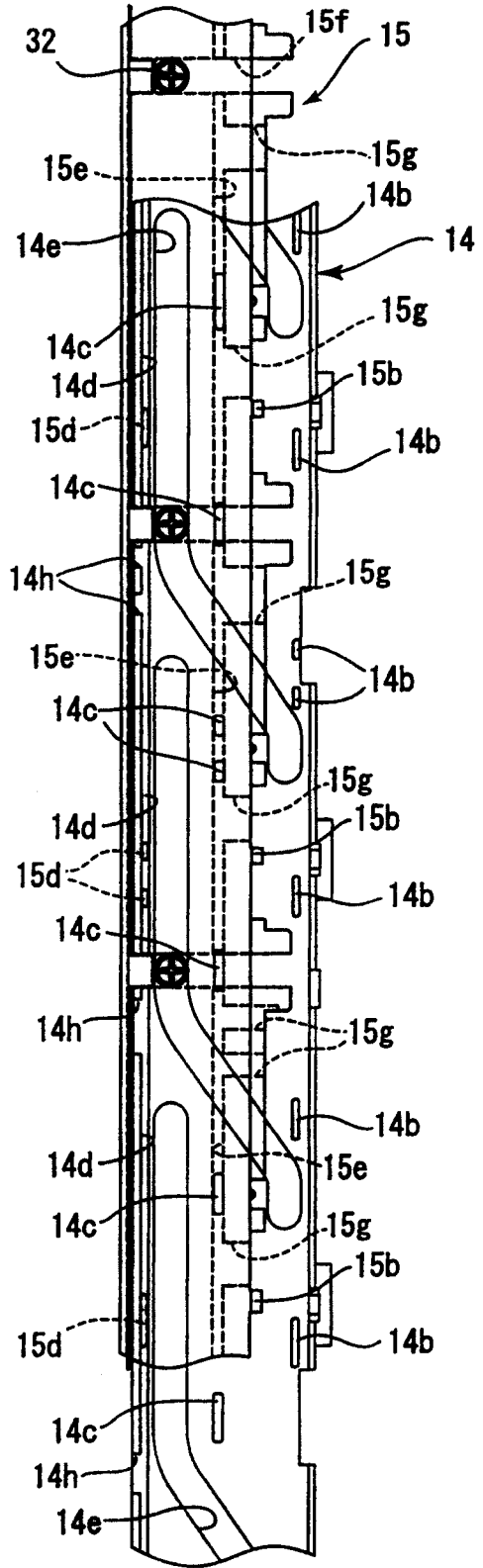


图 46

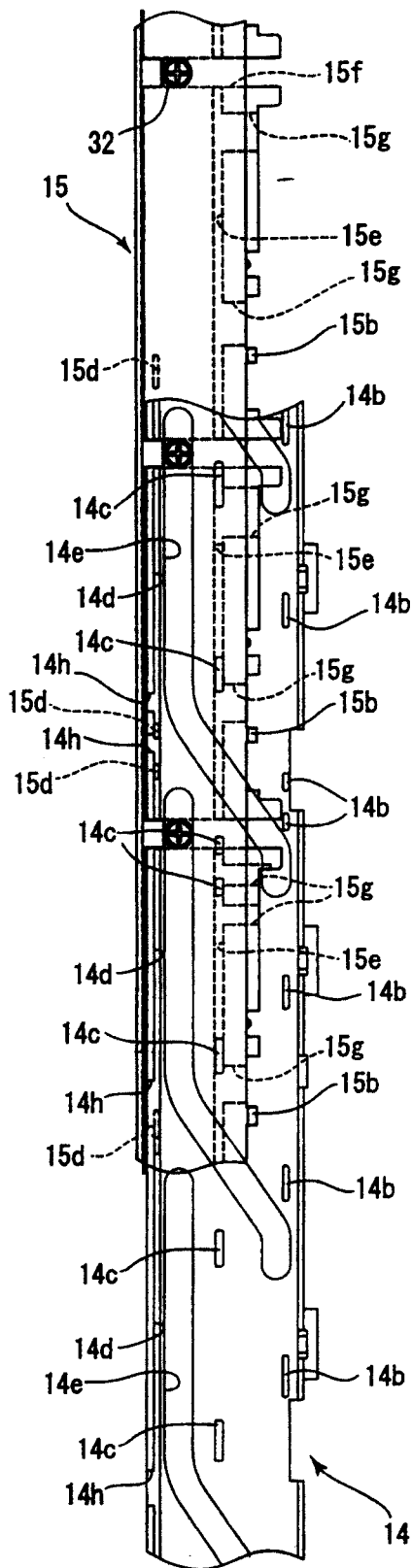


图 47

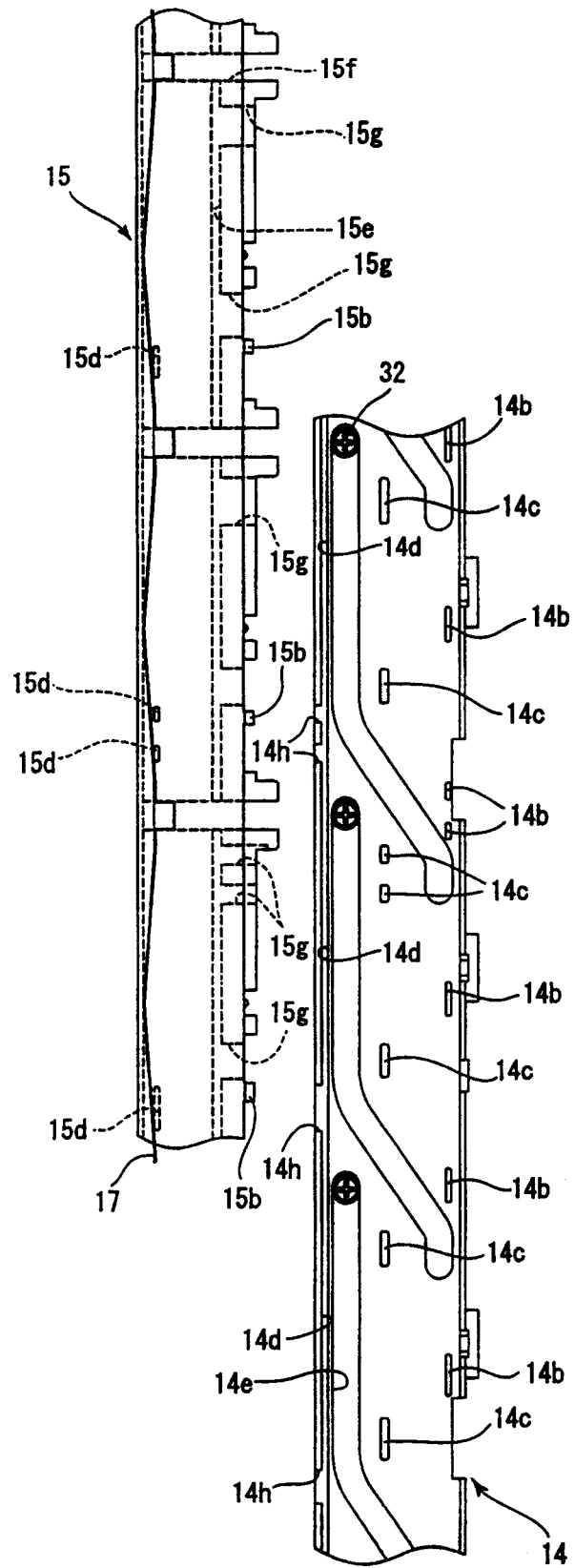


图 48

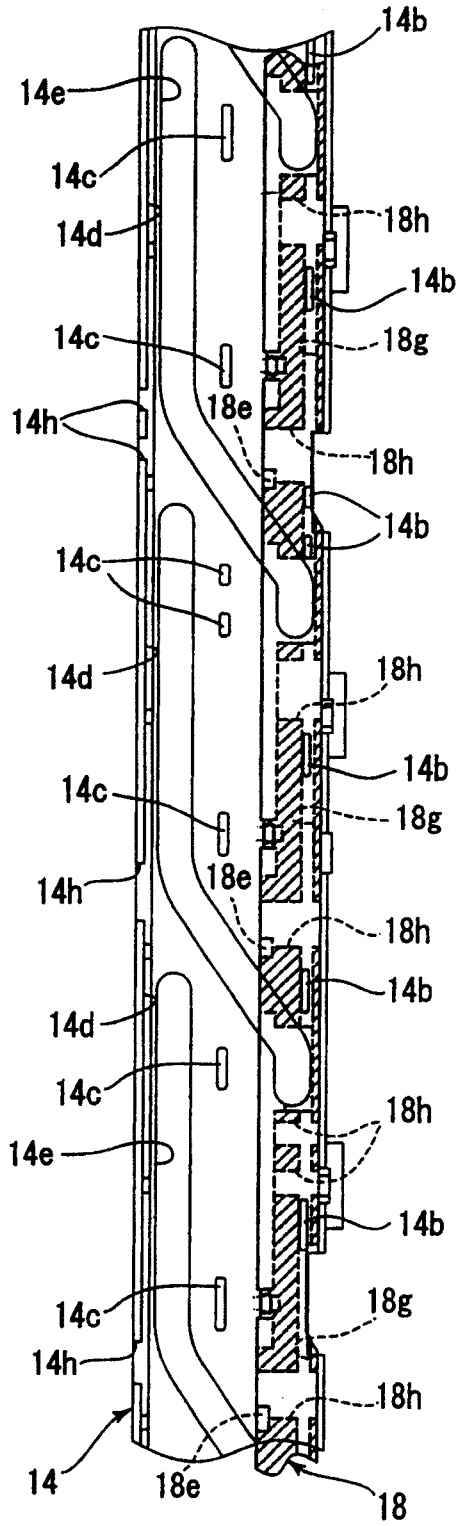


图 49

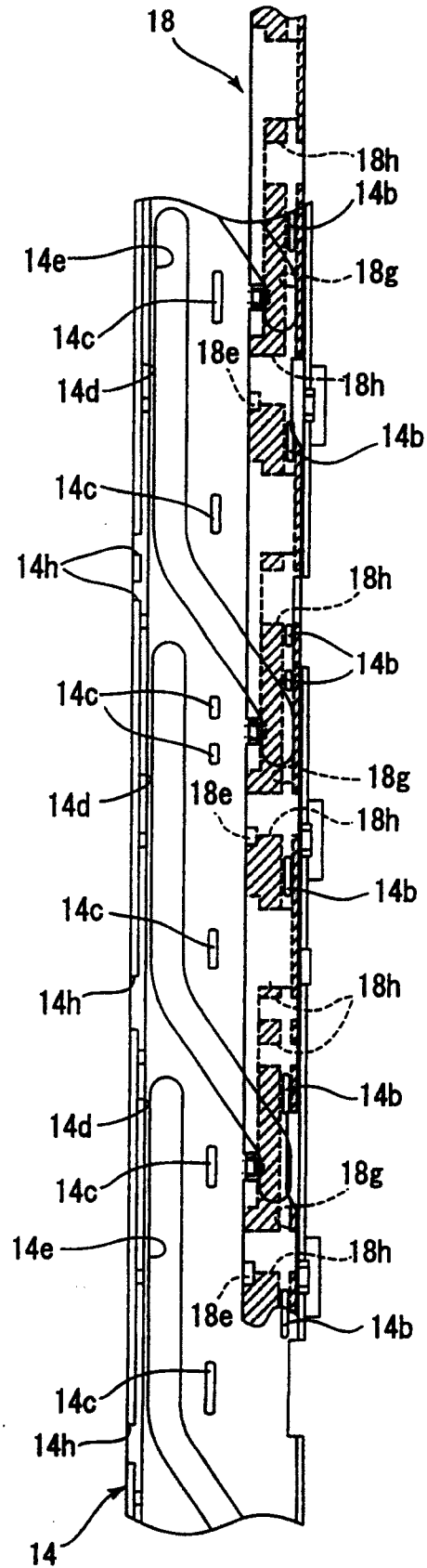


图 50

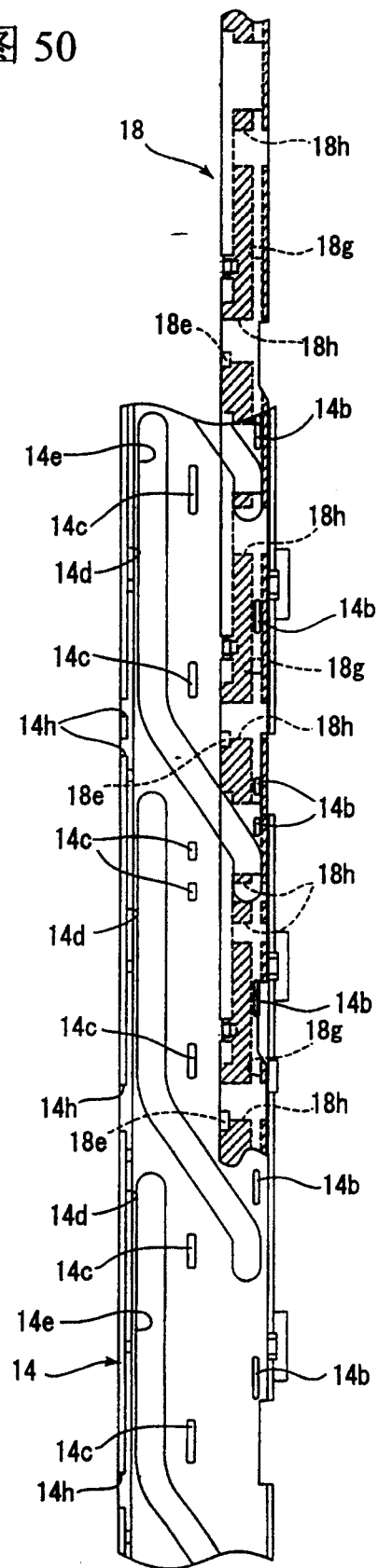


图 51

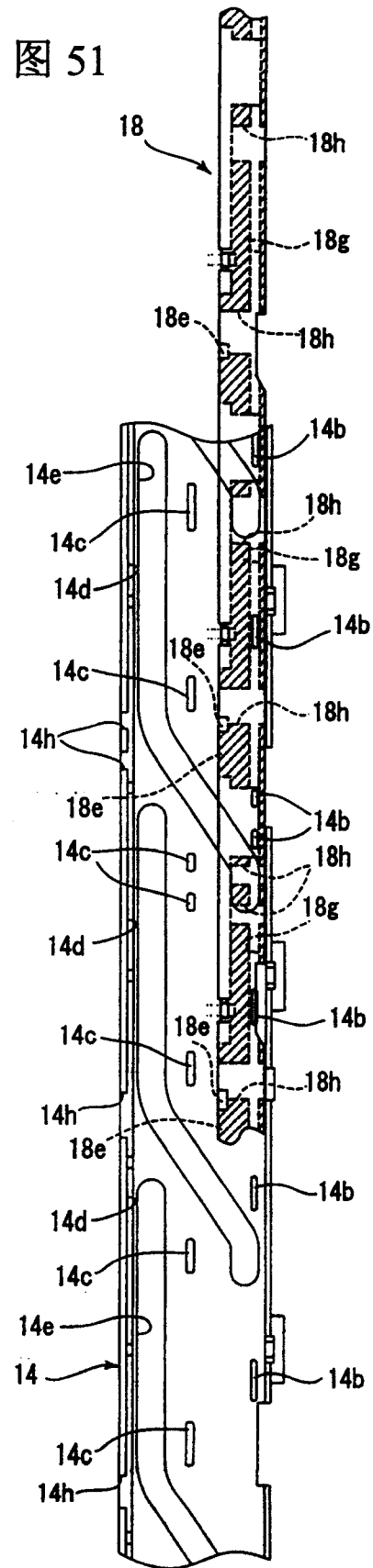


图 52

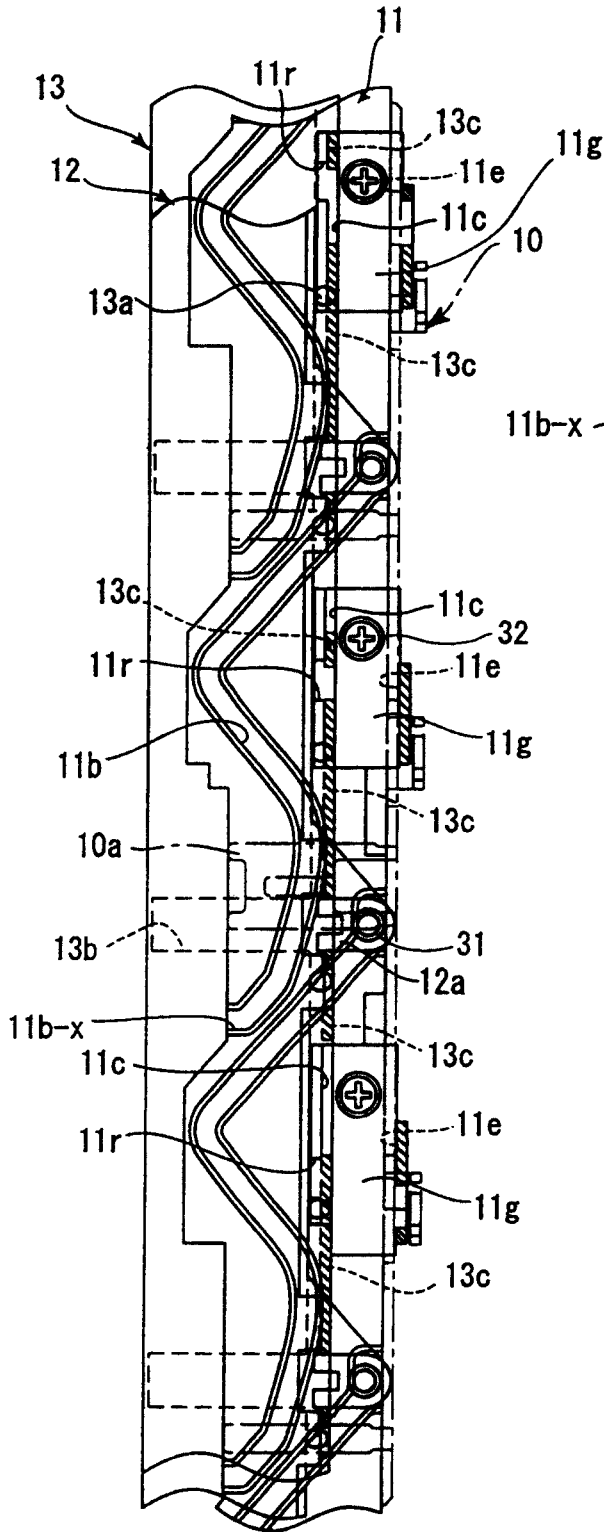


图 53

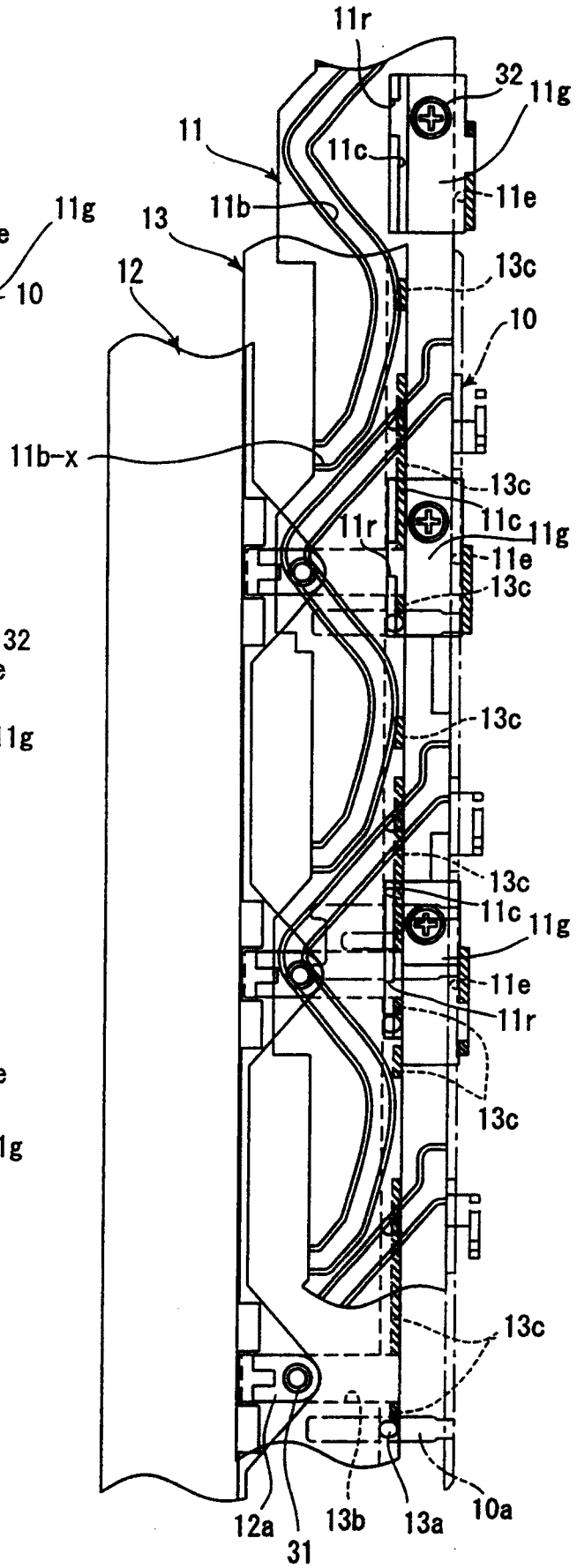


图 54

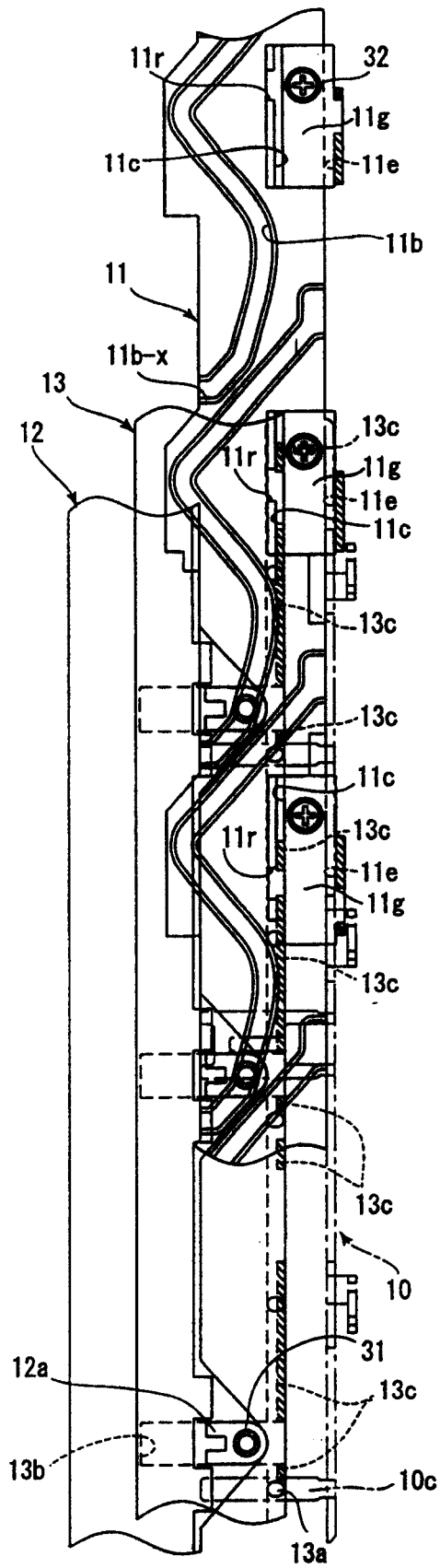
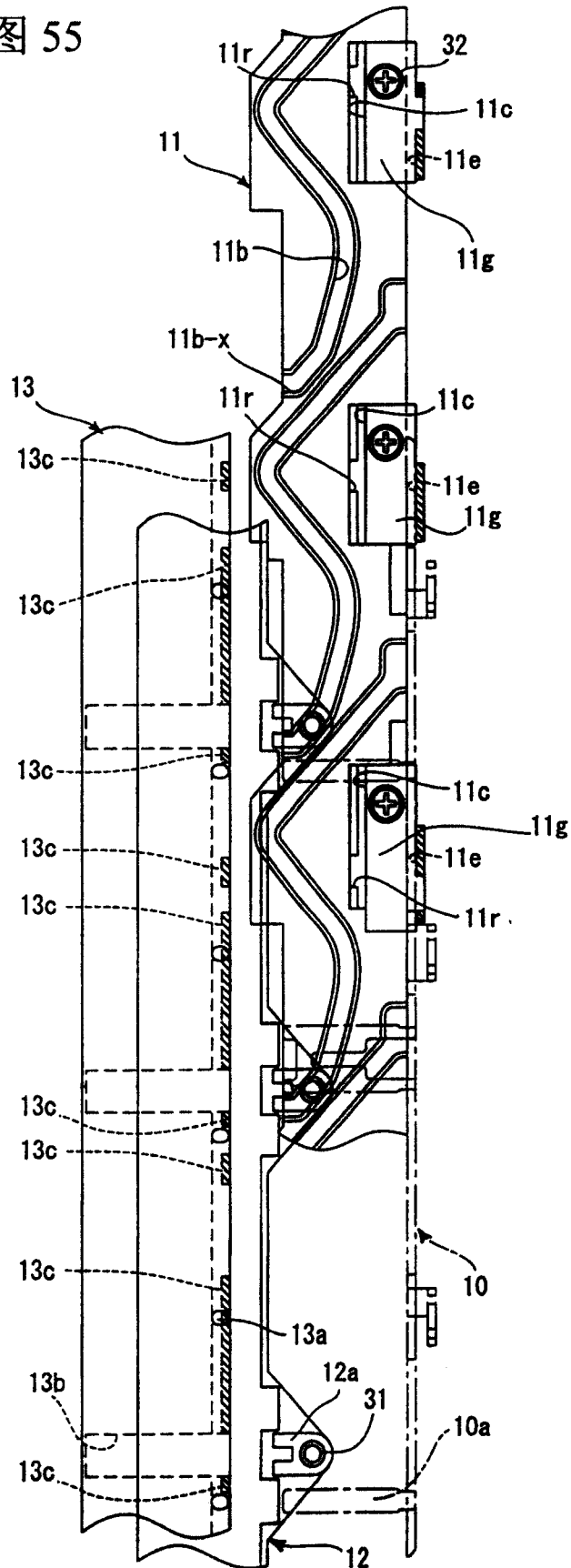


图 55



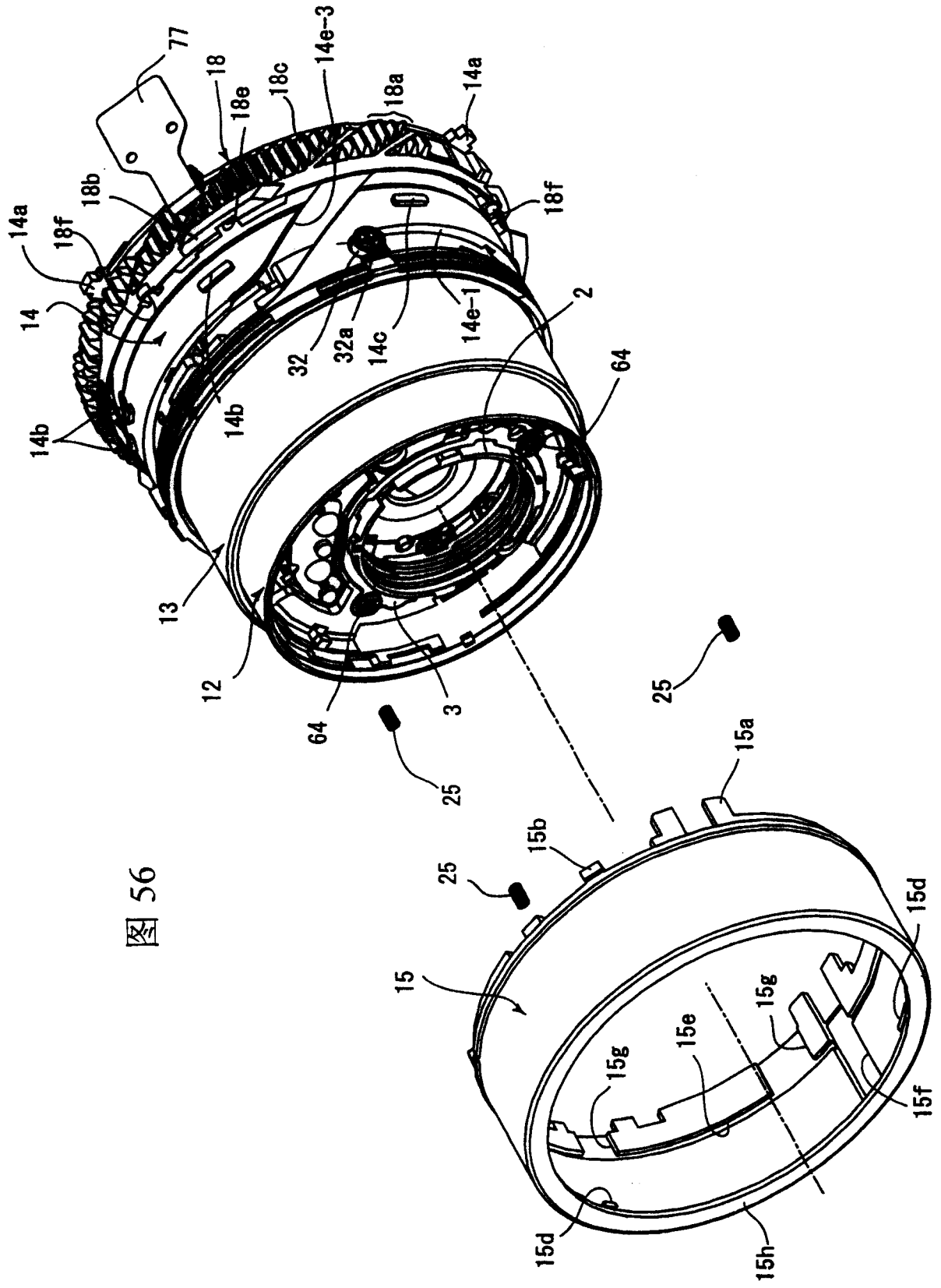


图 56

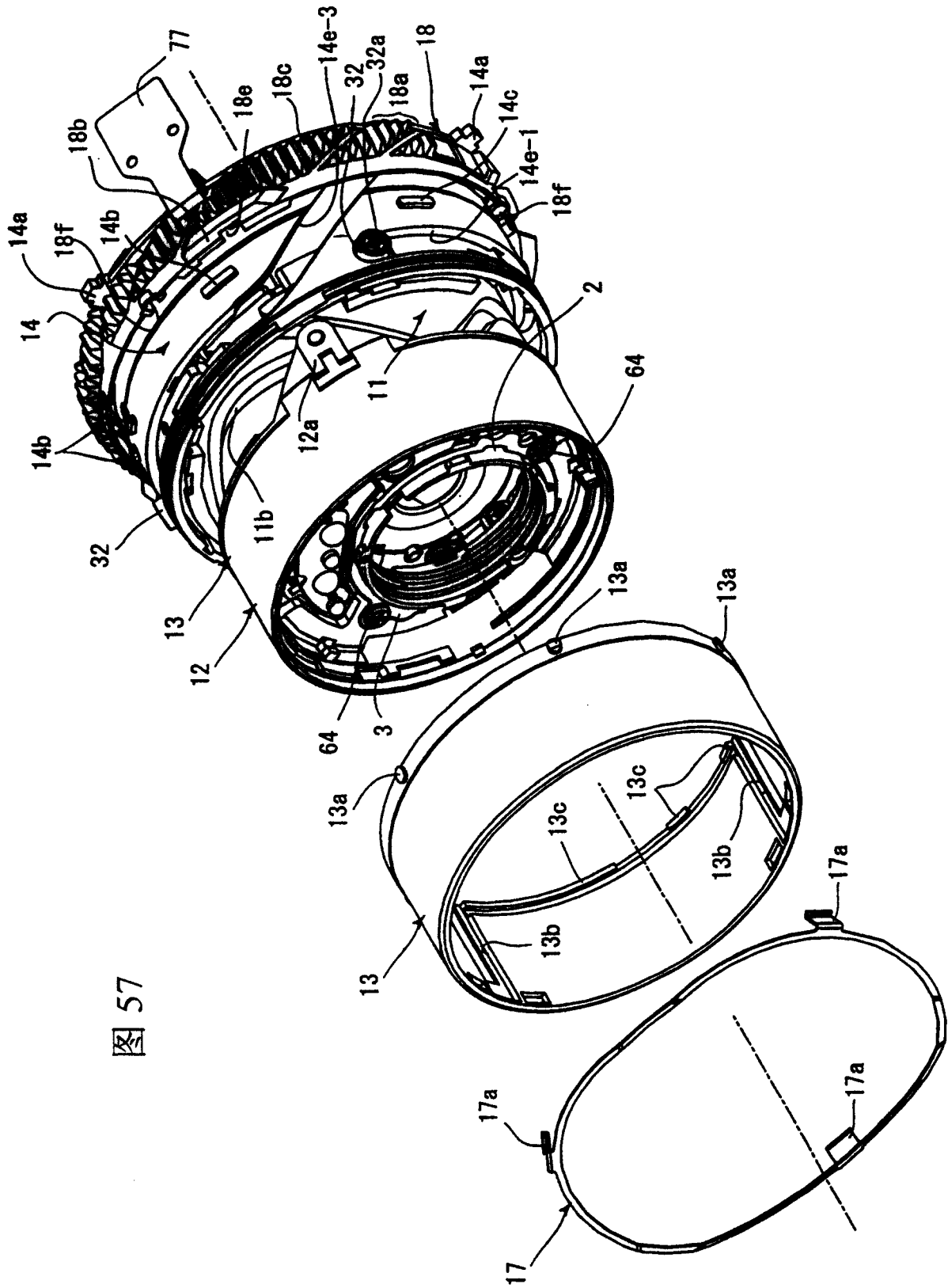


图 57

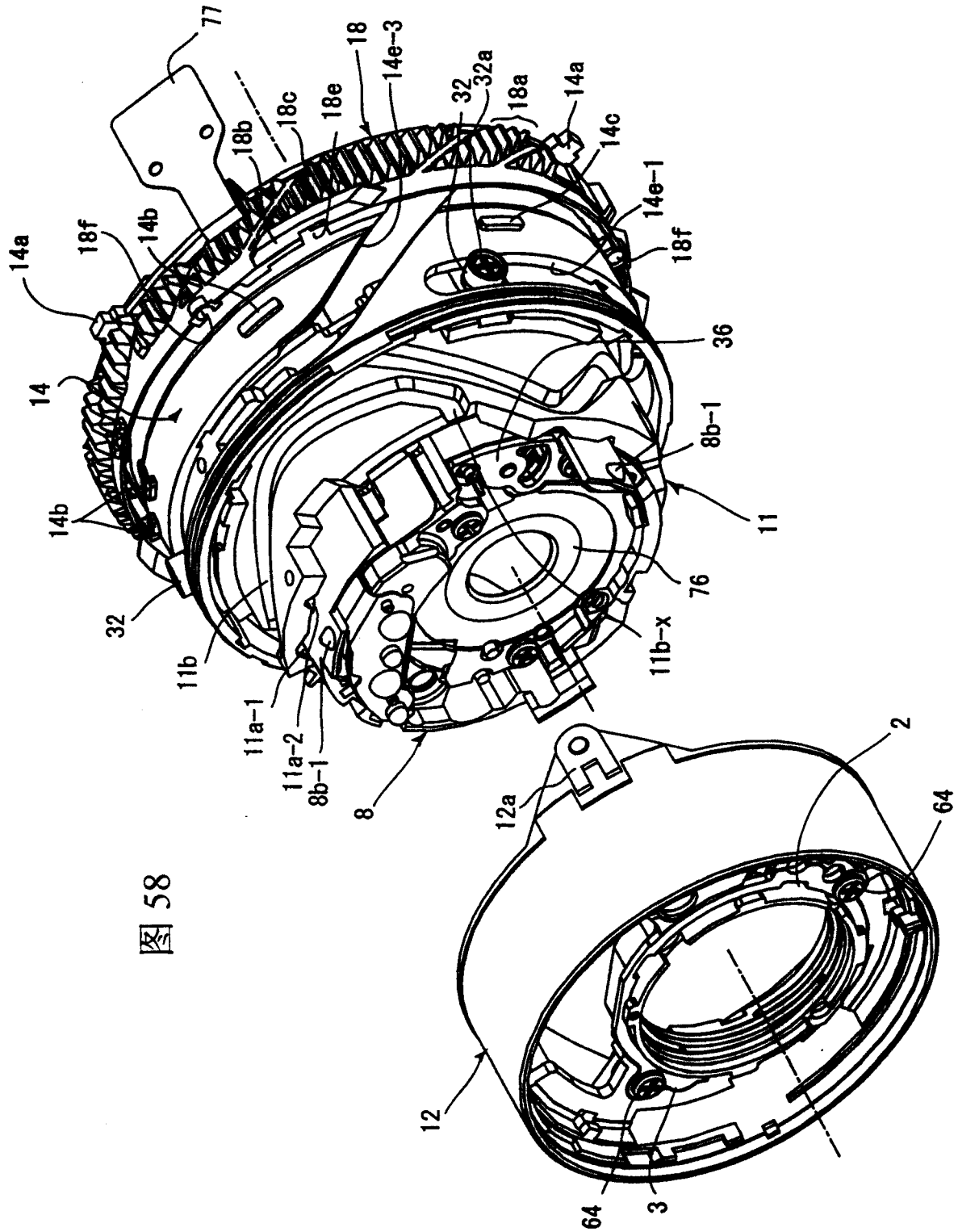


图 58

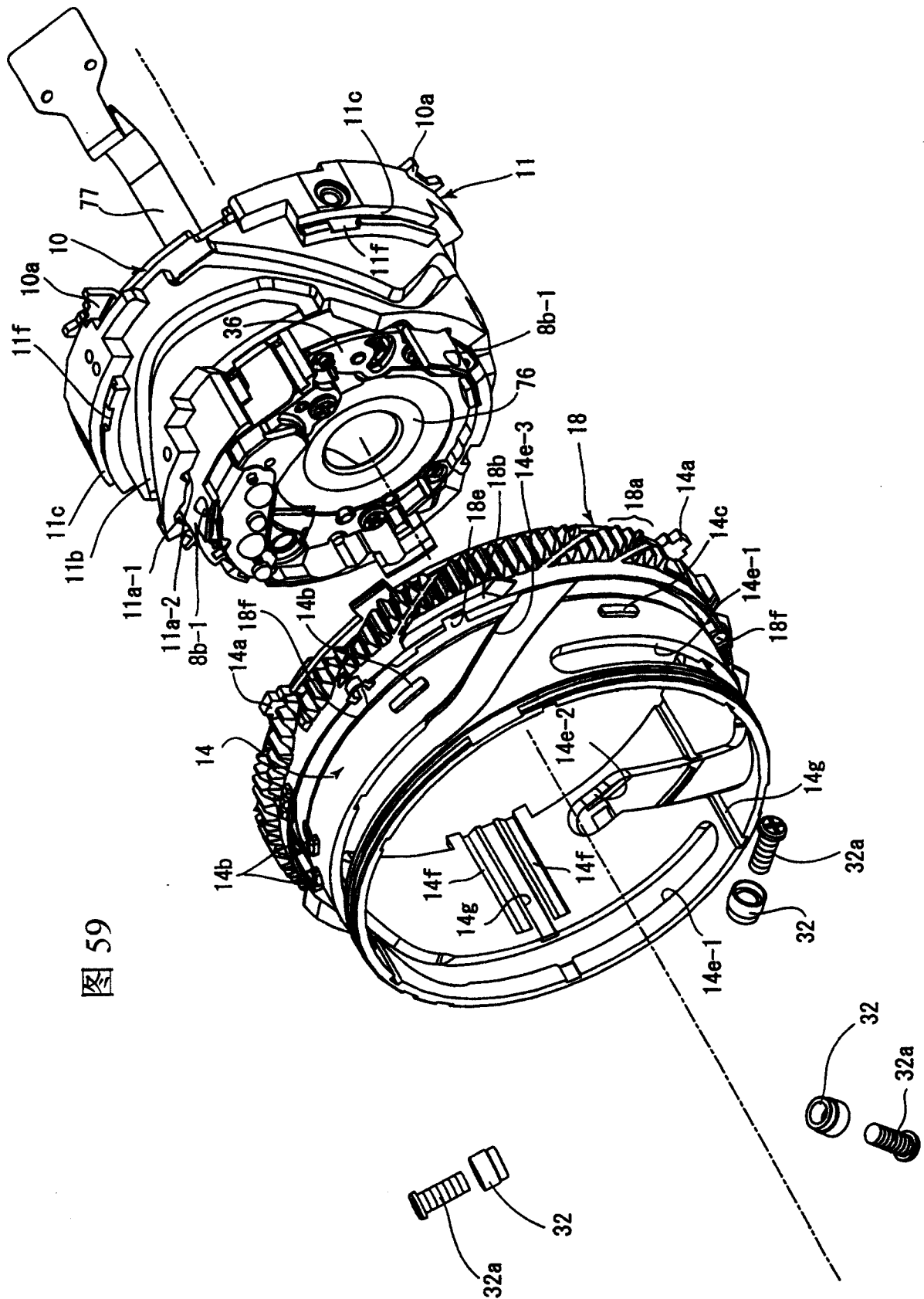


图 59

图 60

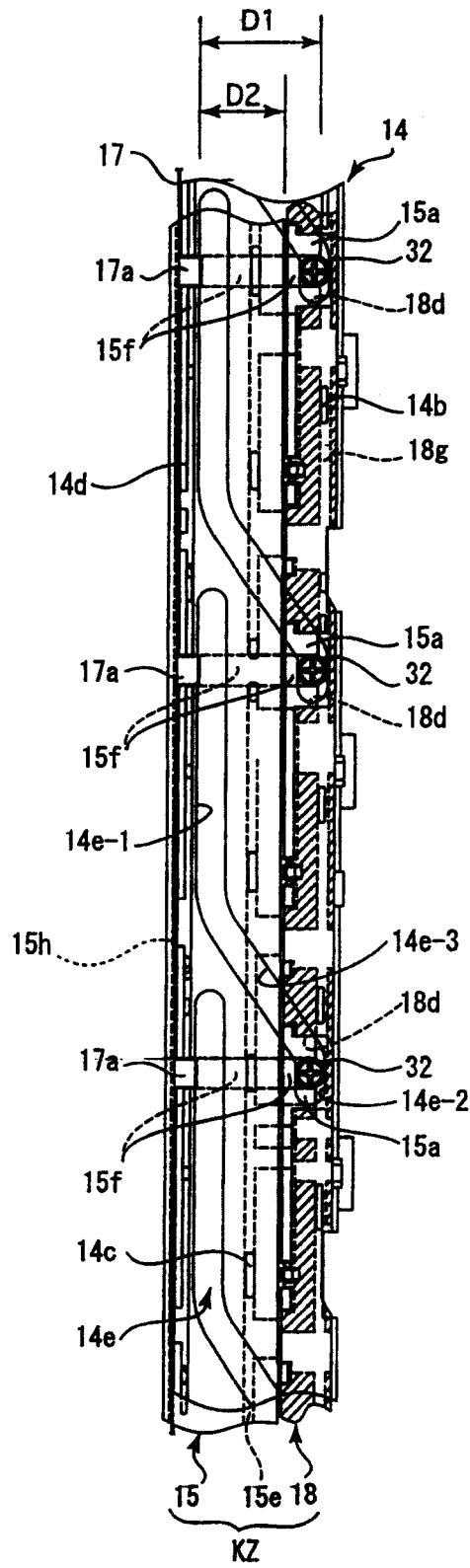
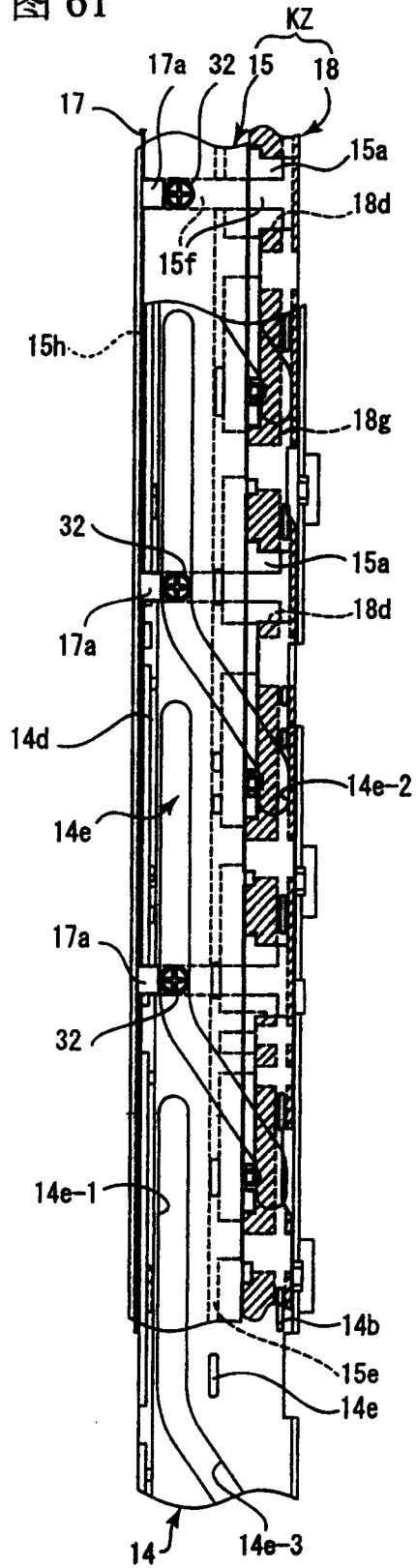


图 61



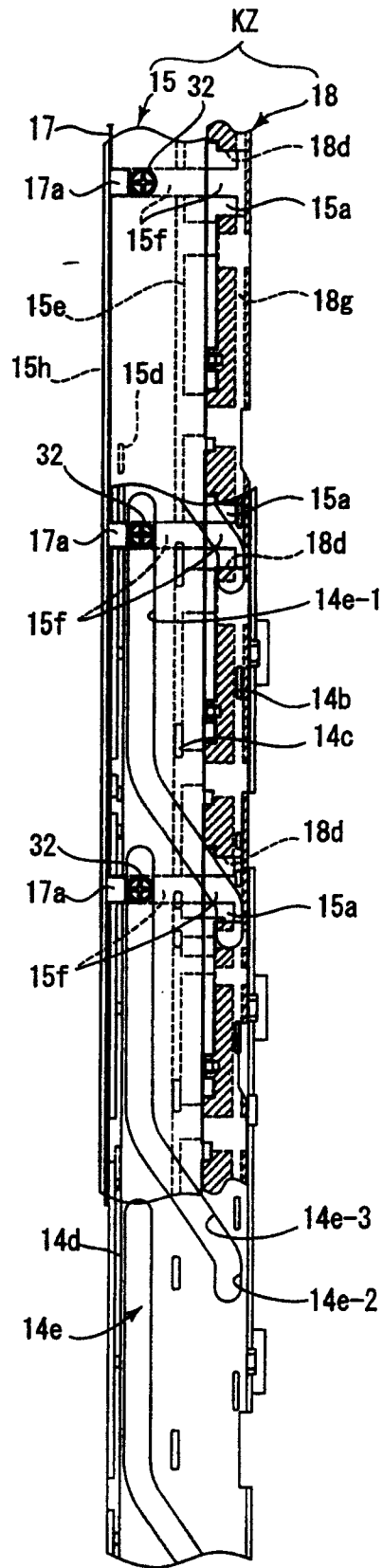


图 62

图 63

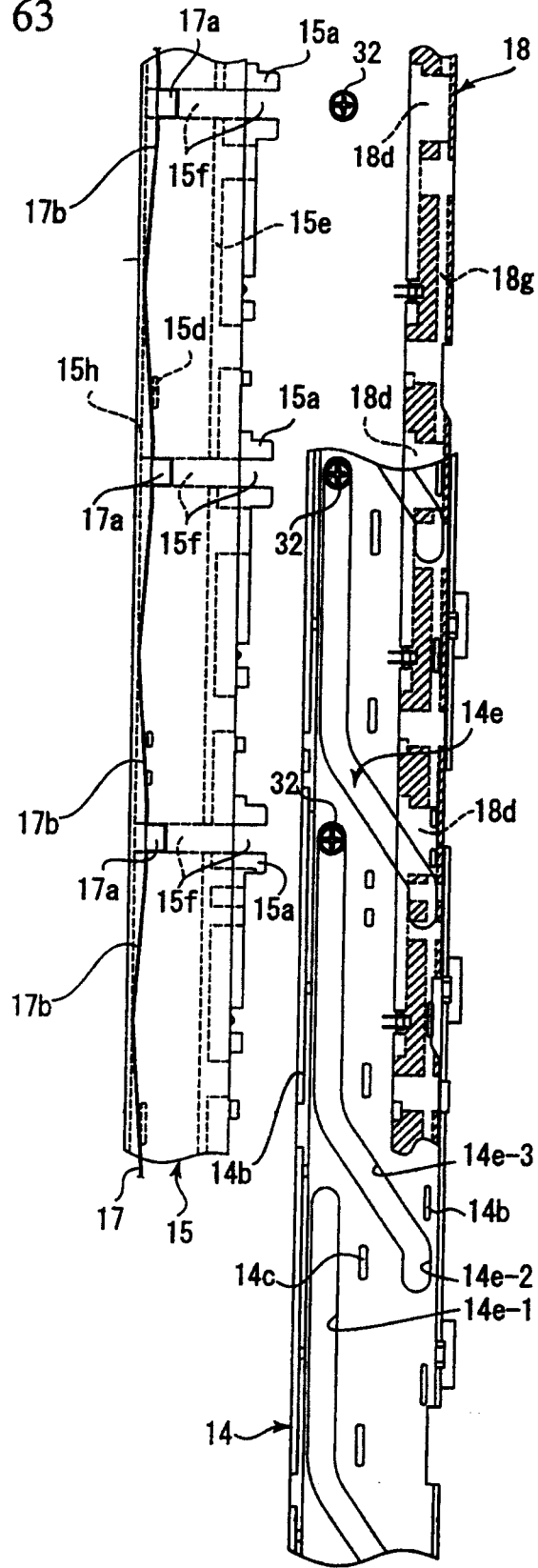


图 64

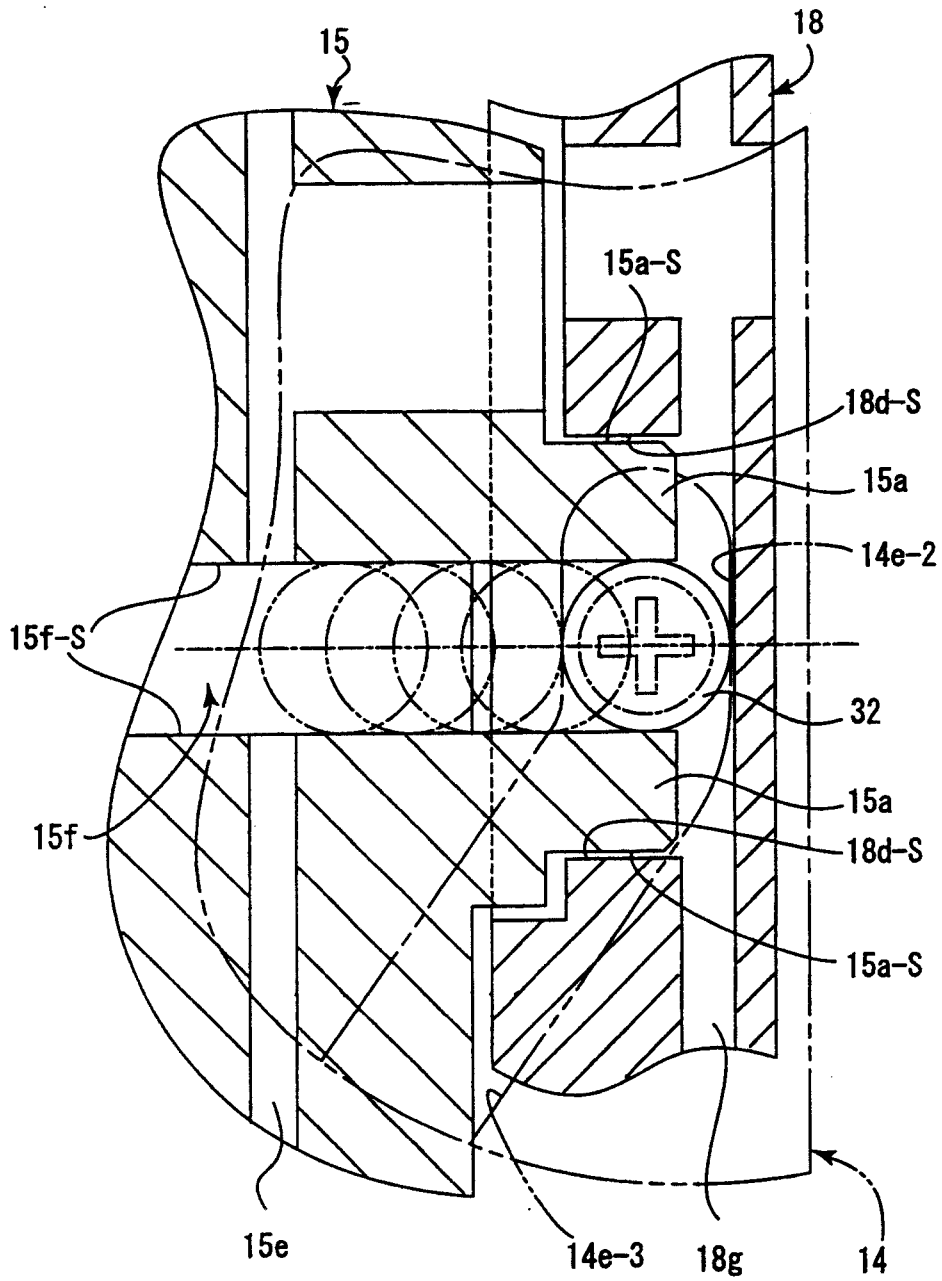
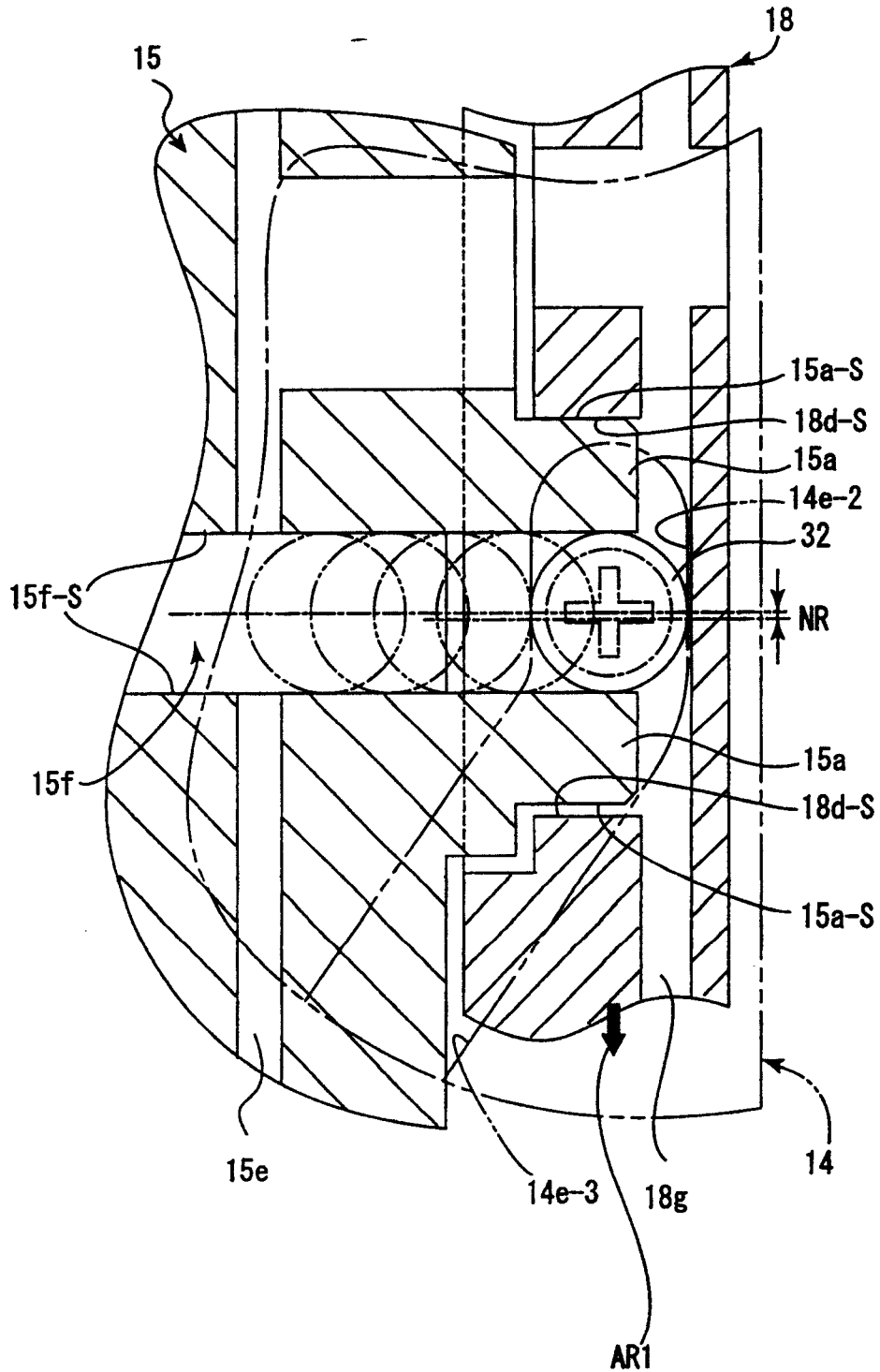


图 65



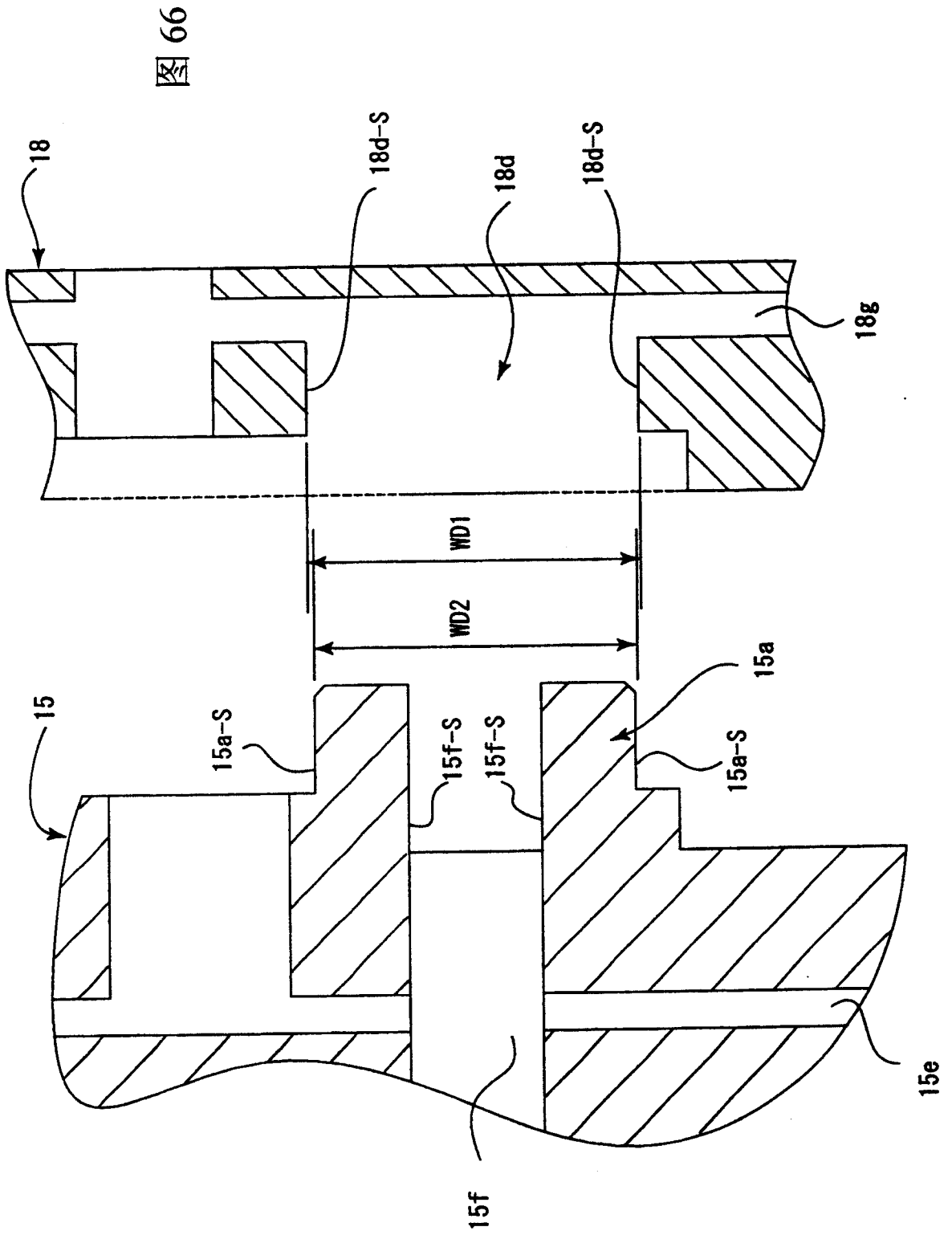


图 67

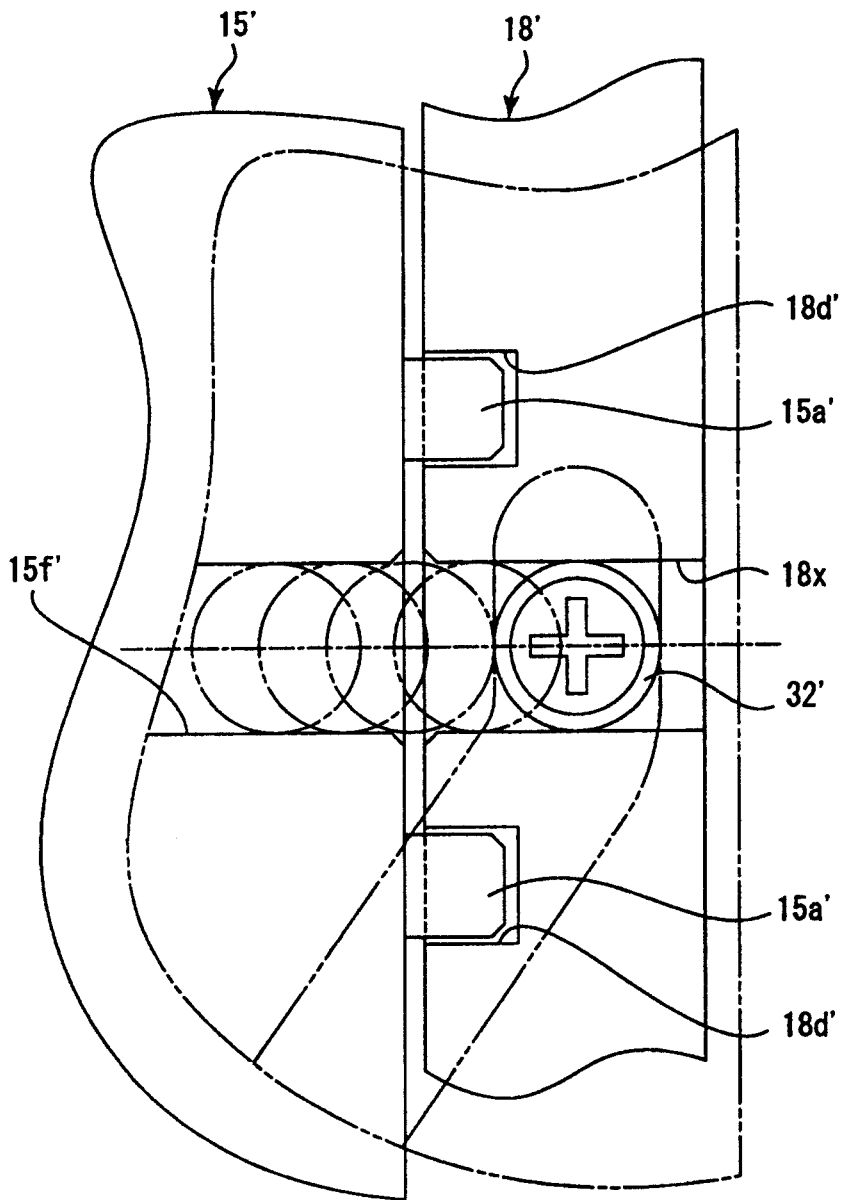


图 68

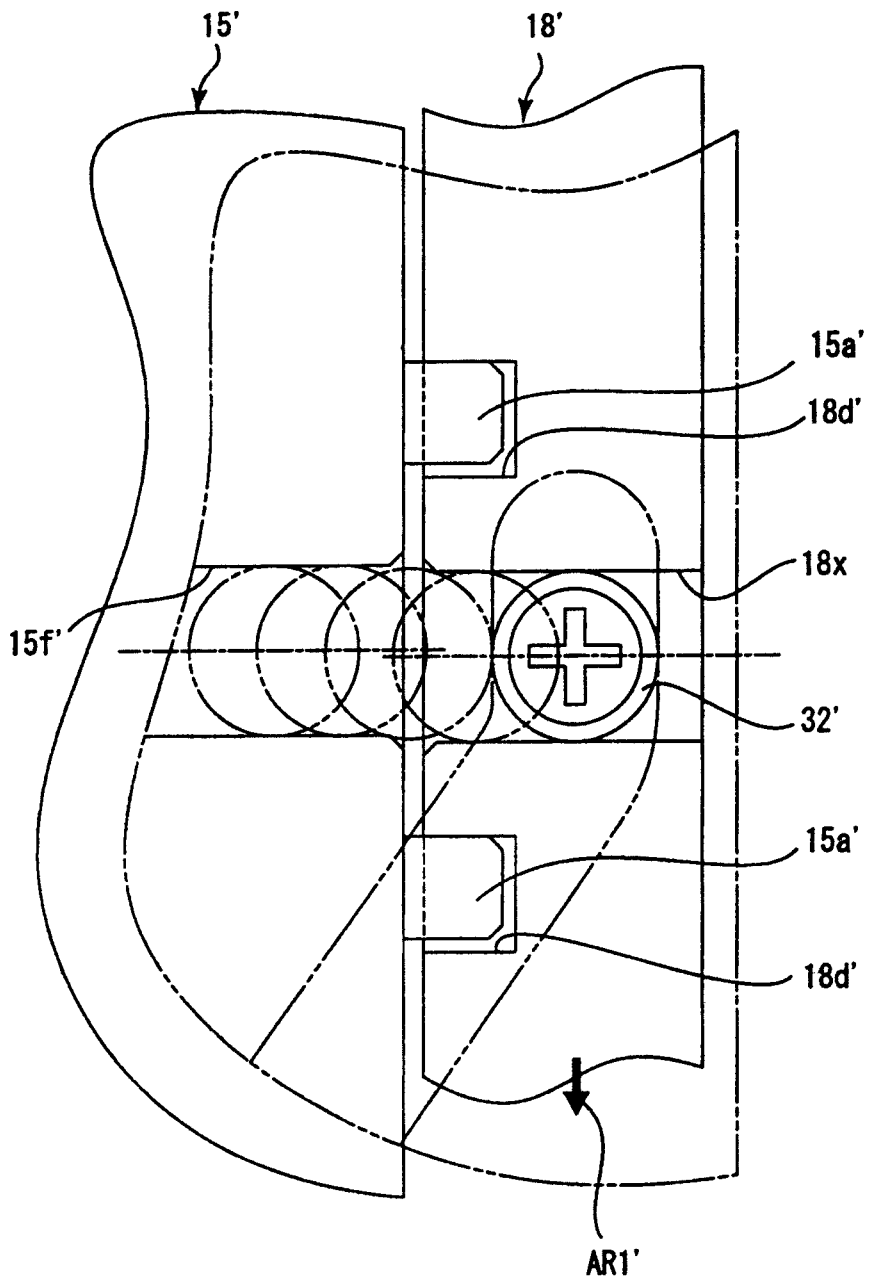


图 69

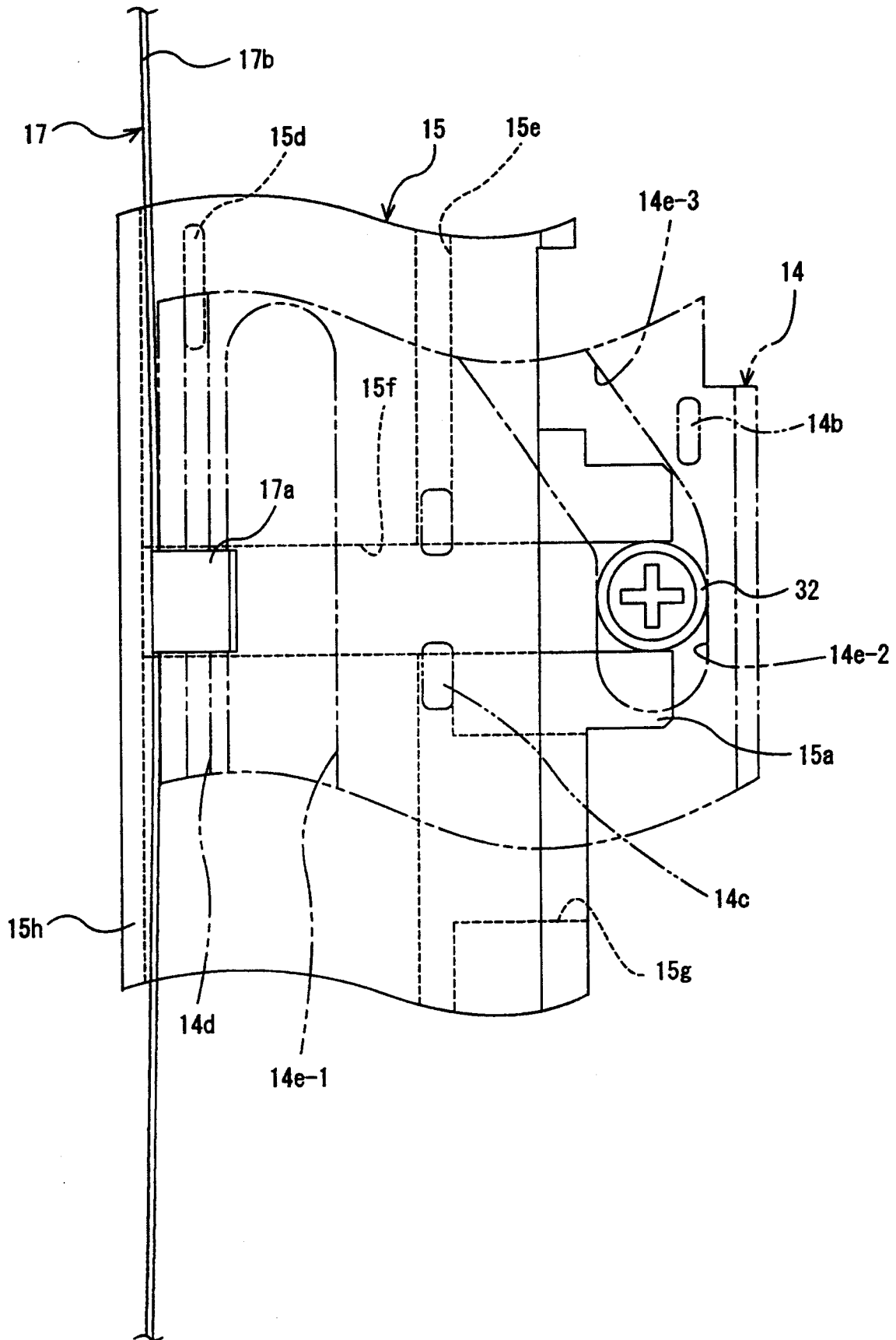


图 70

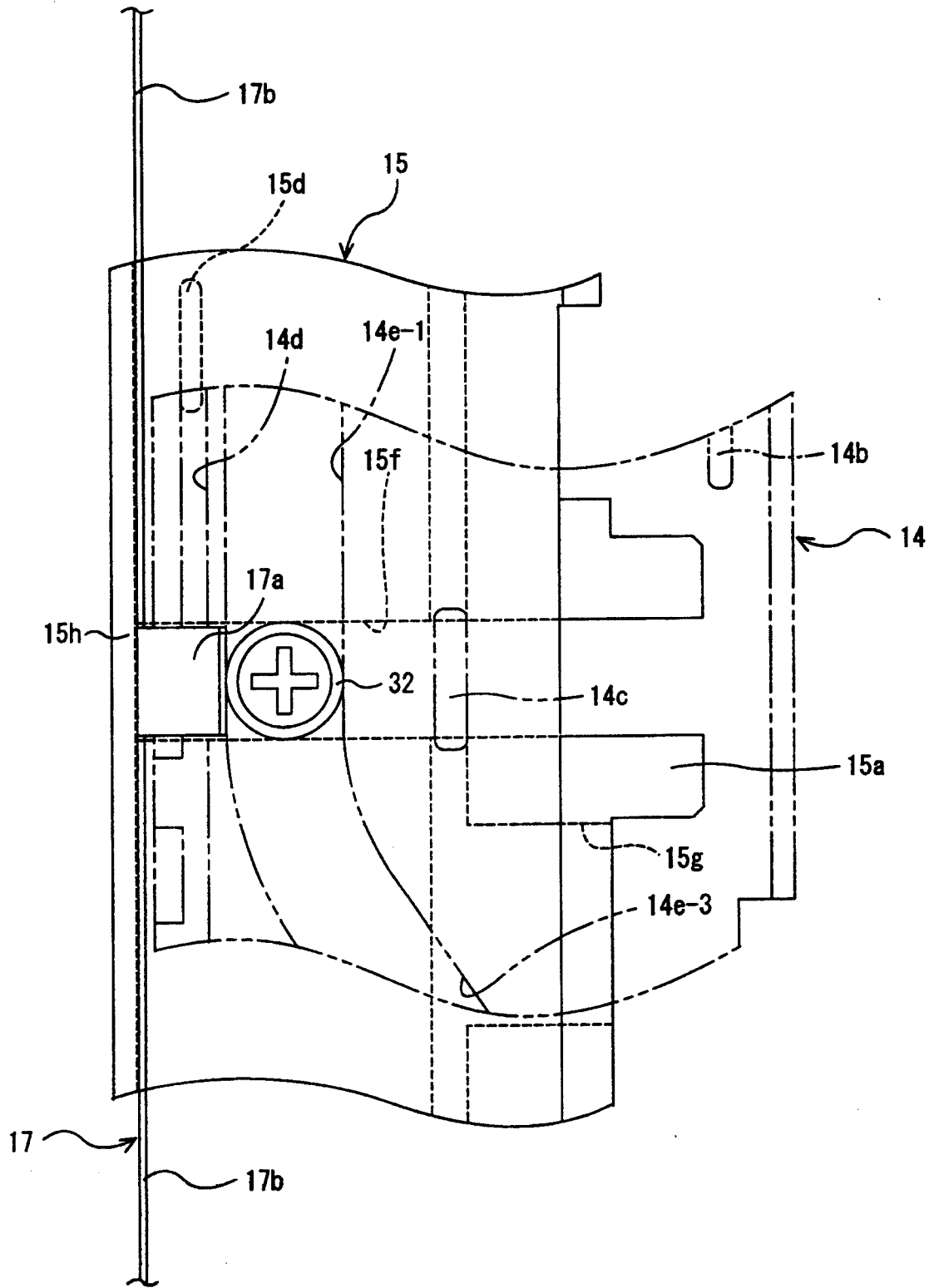
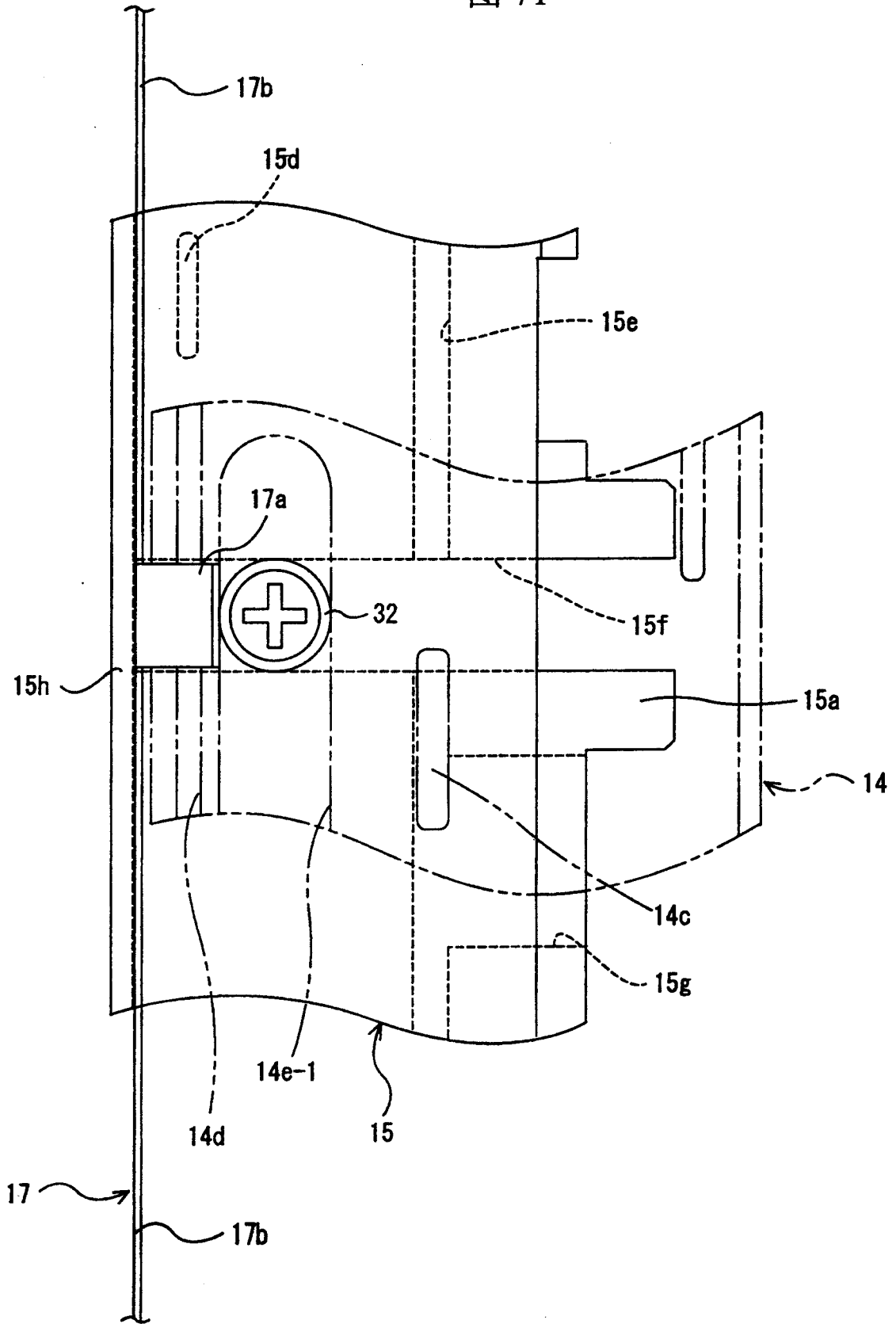


图 71



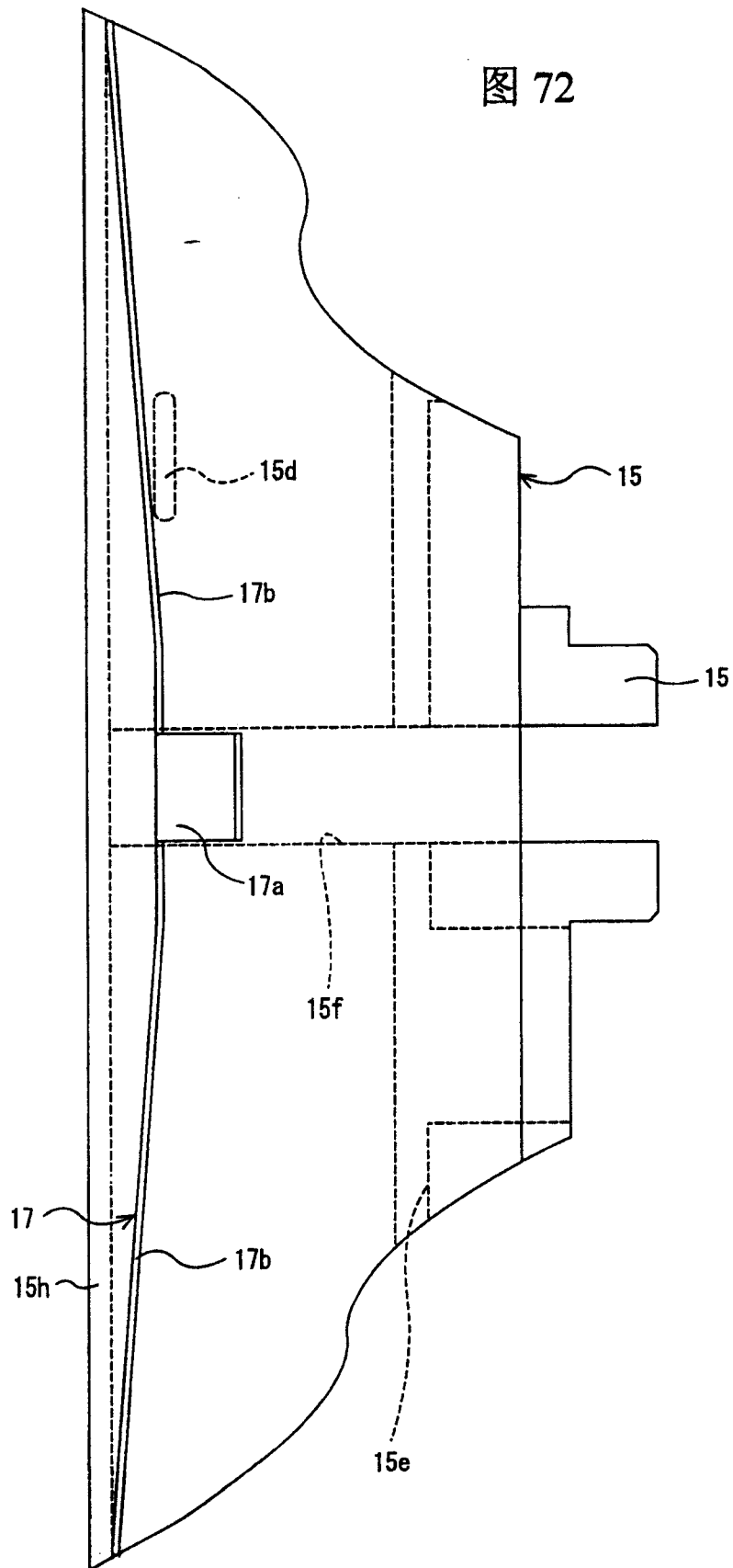


图 73

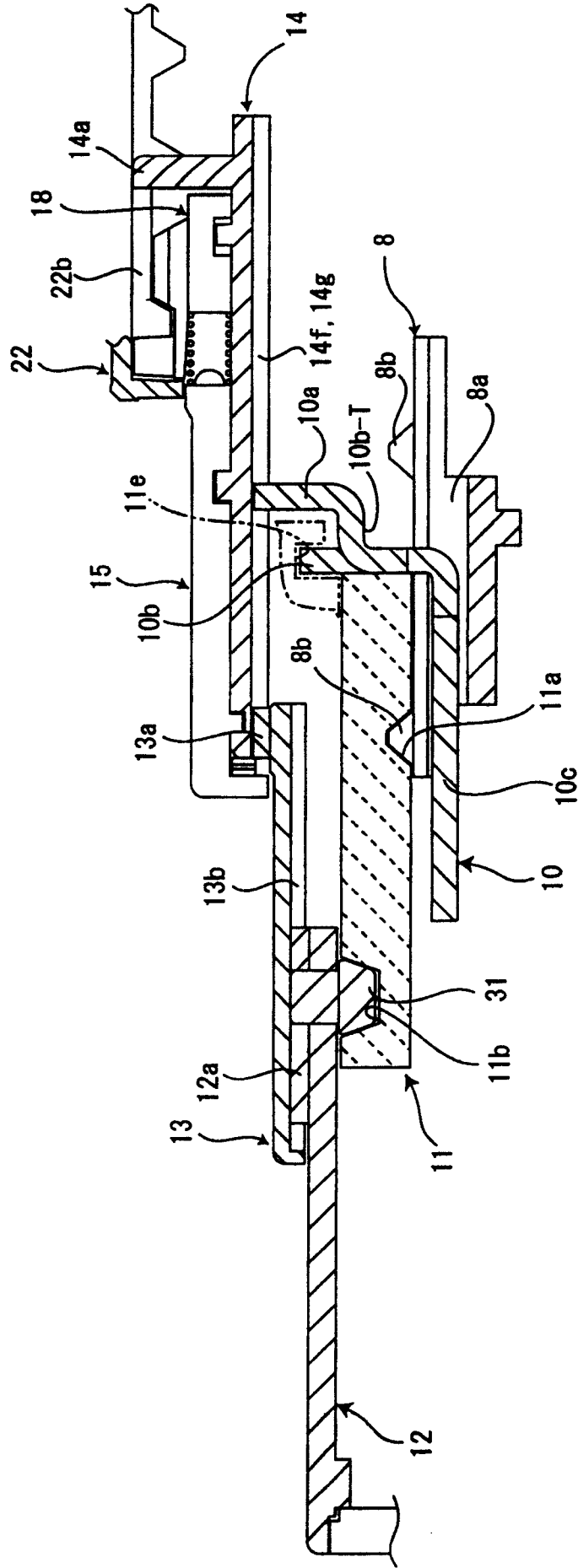


图 74

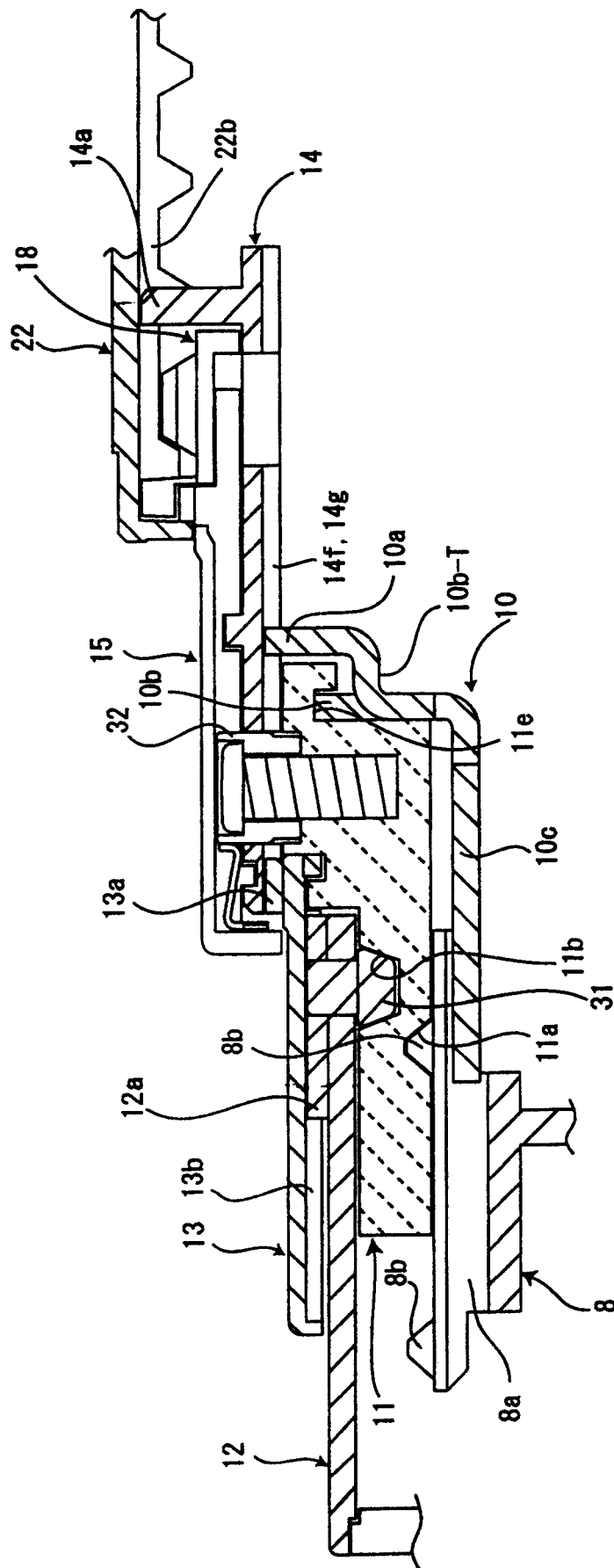
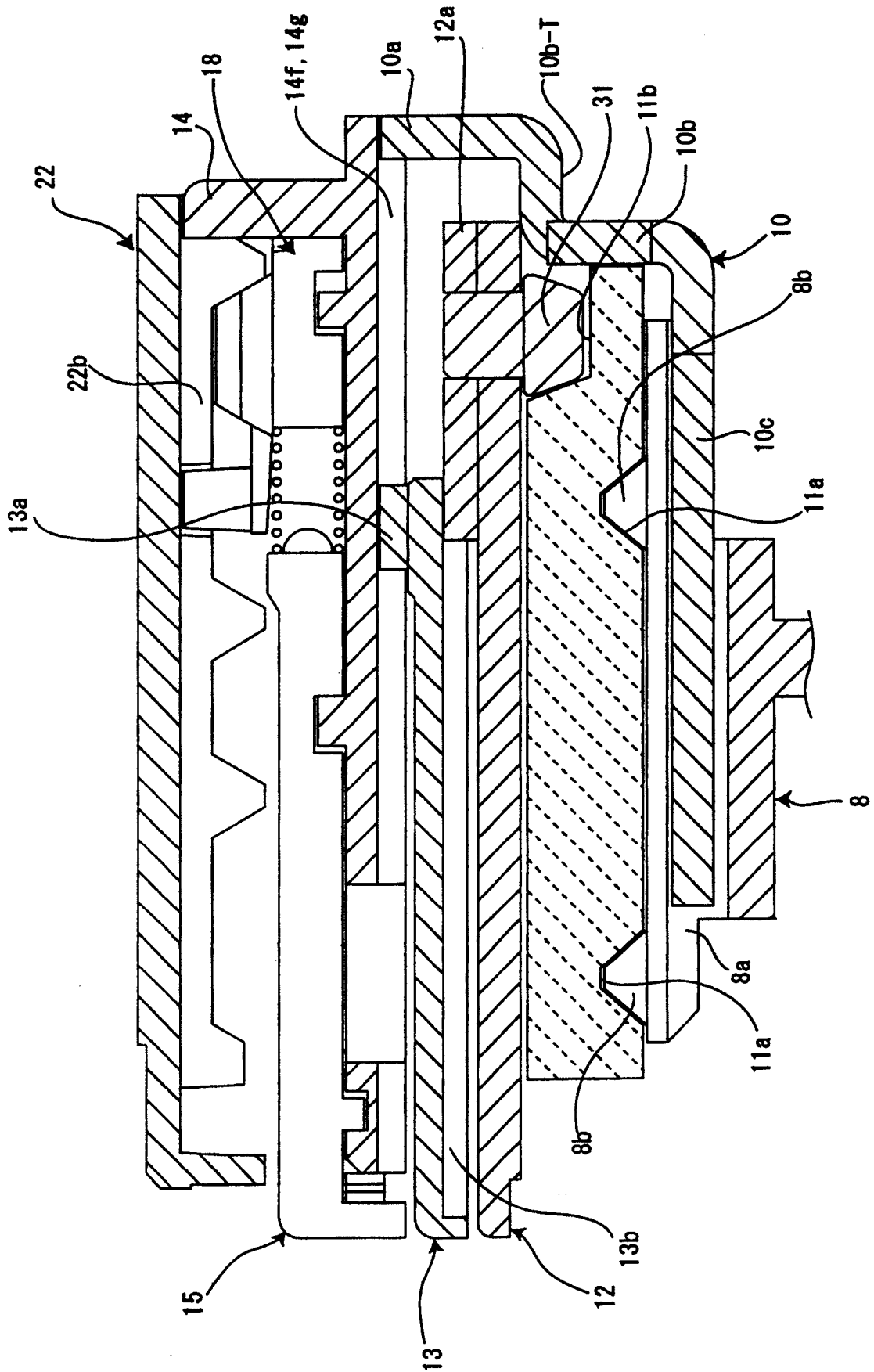


图 75



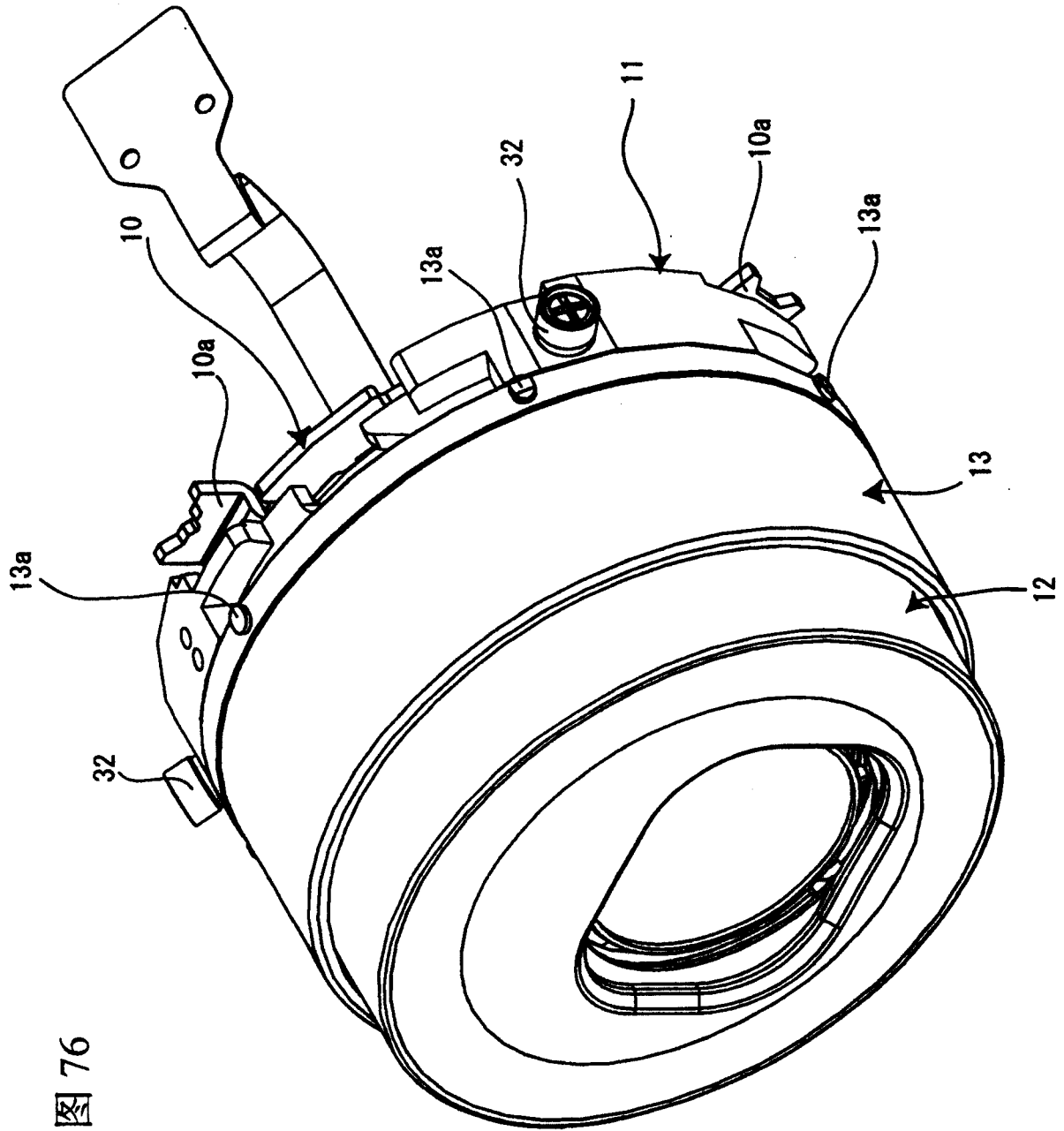


图 76

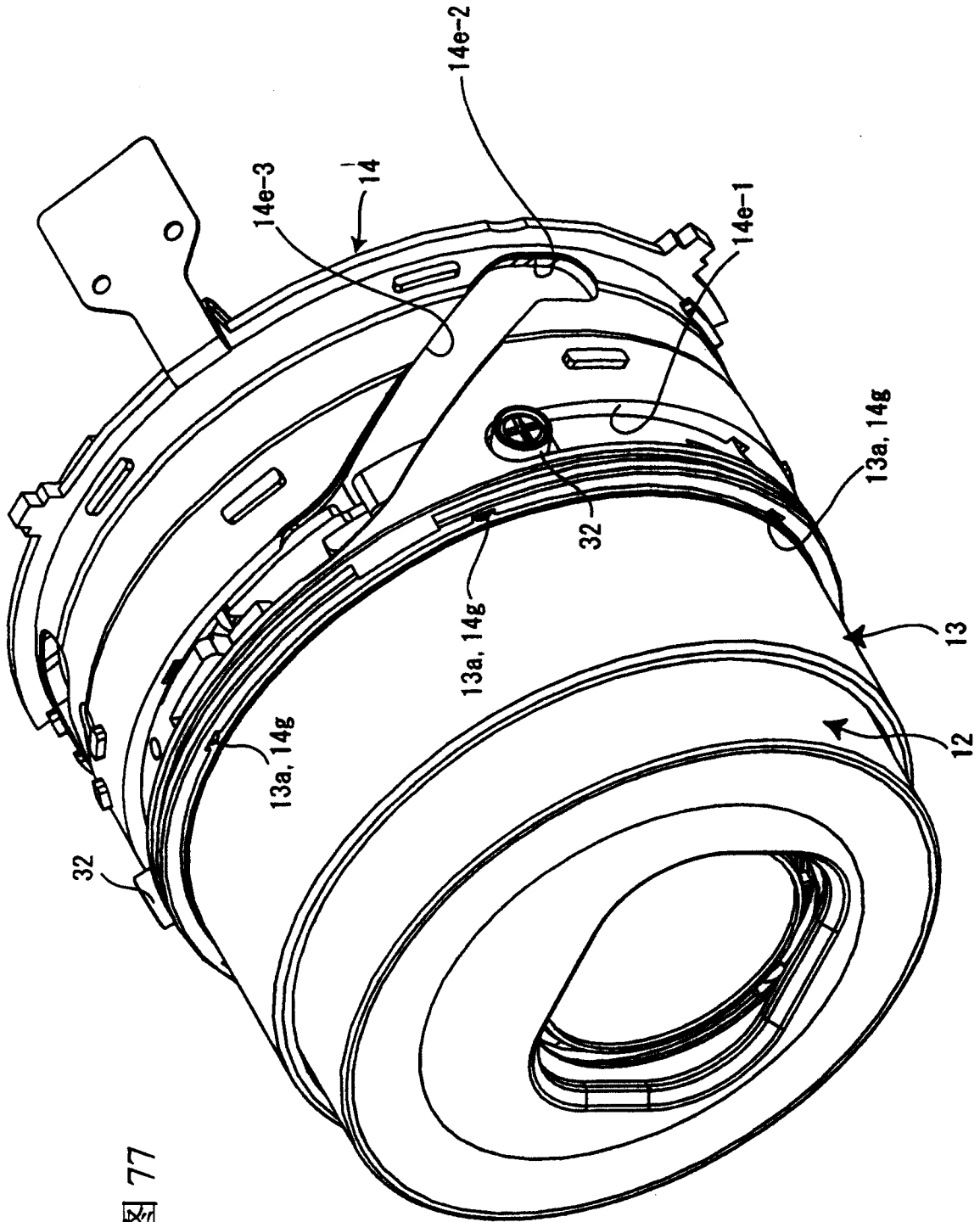


图 77

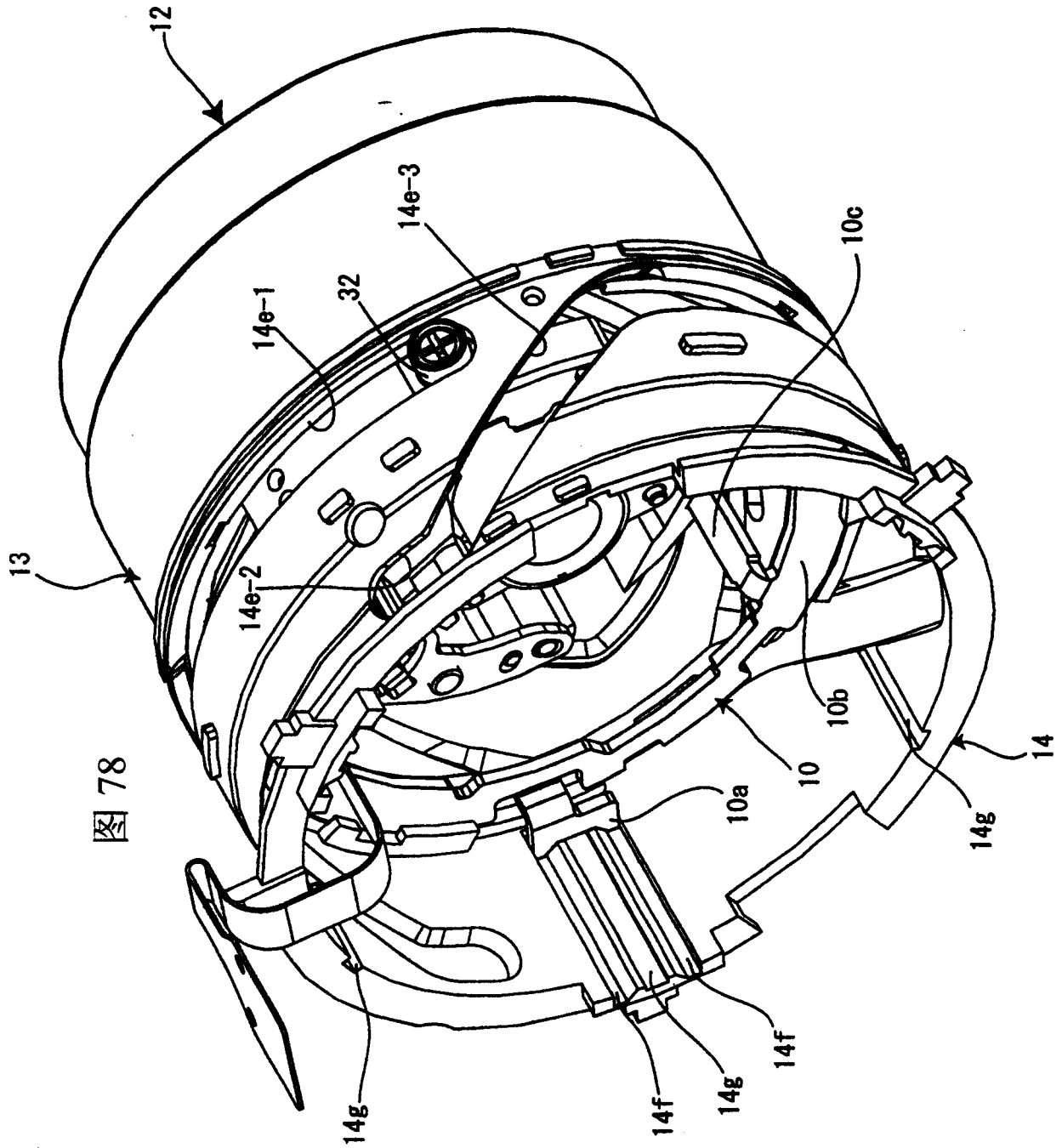
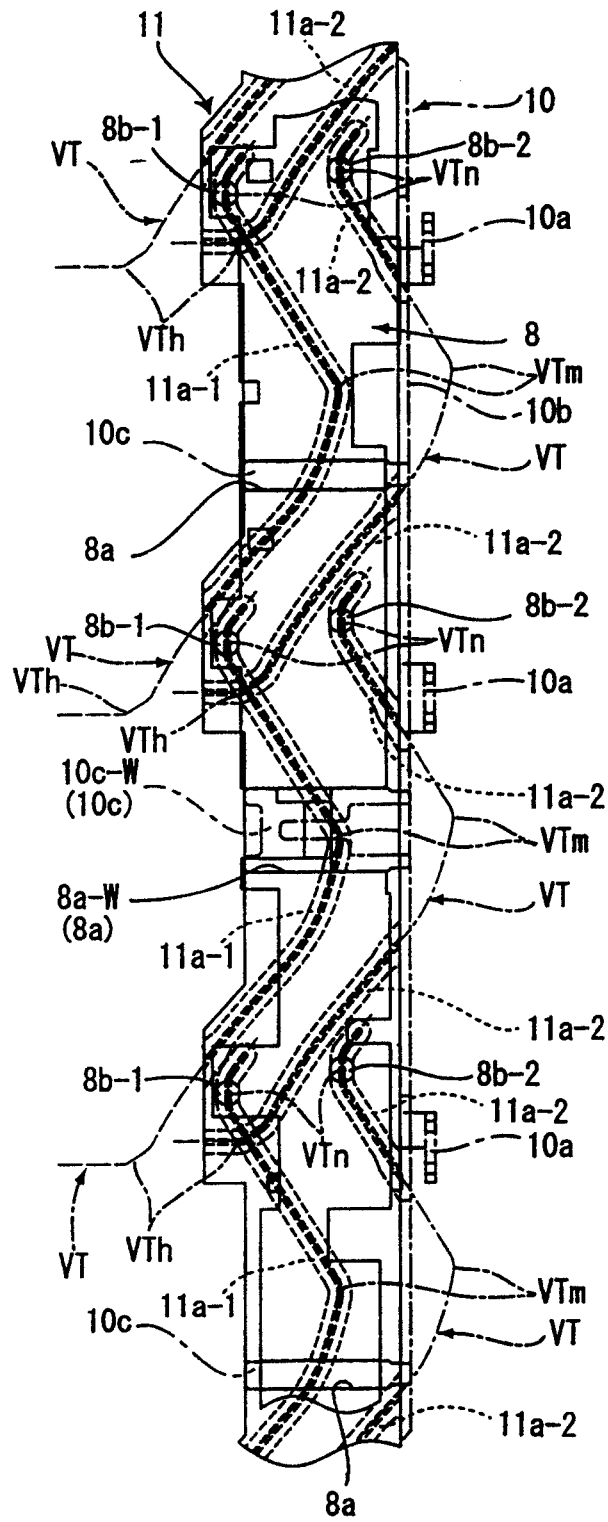


图 78

图 79



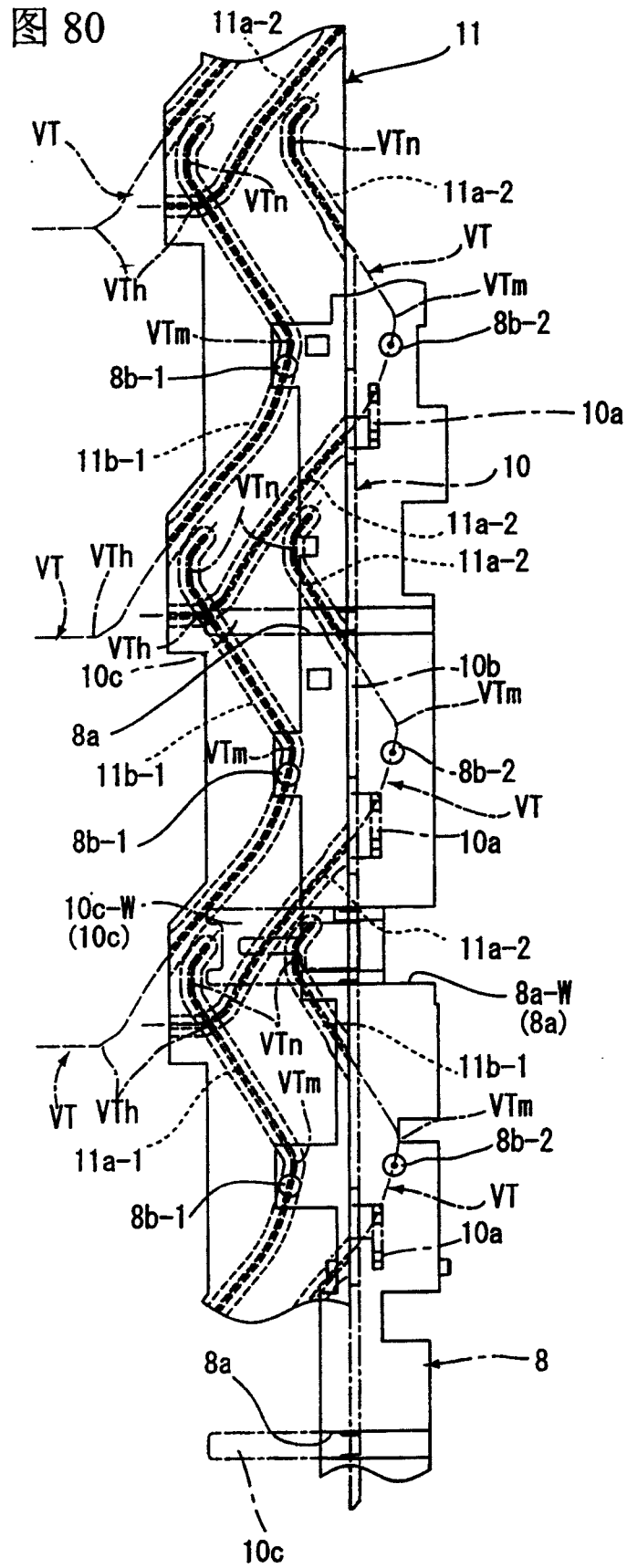


图 81

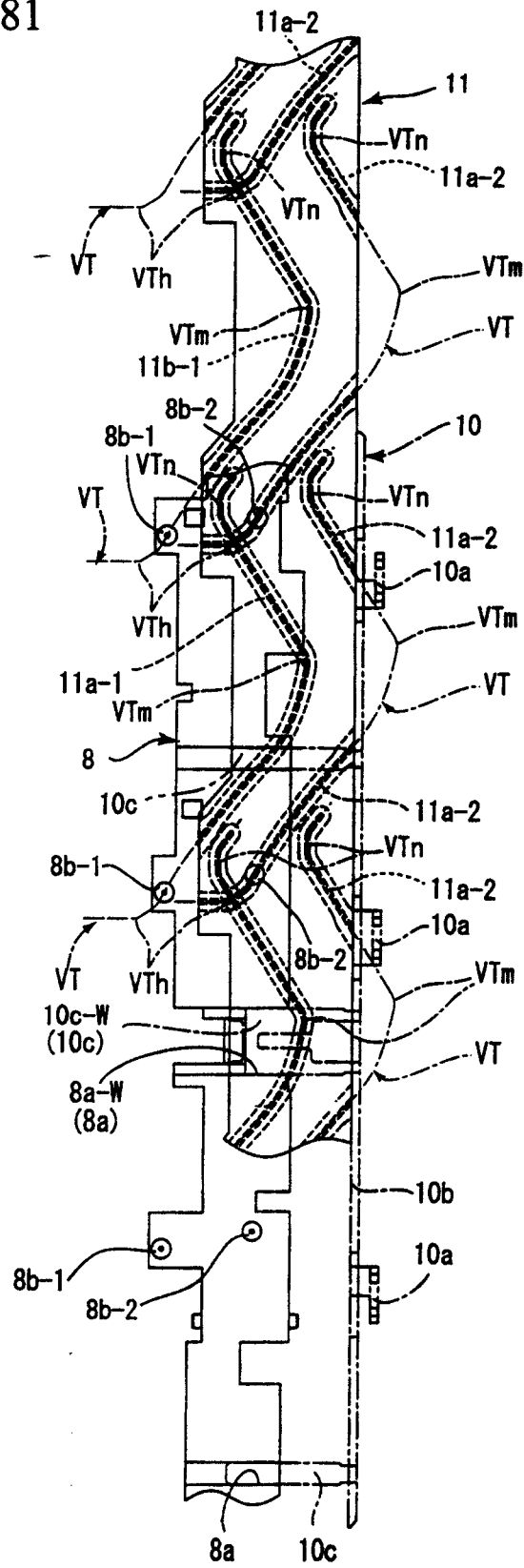
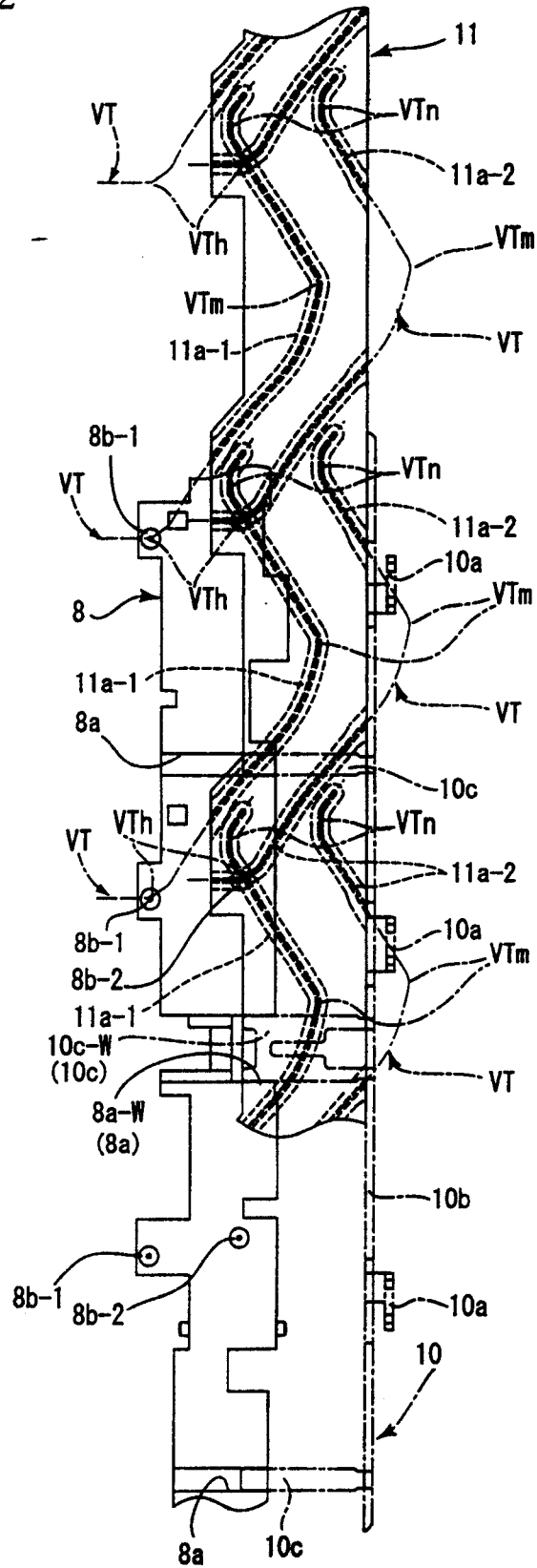
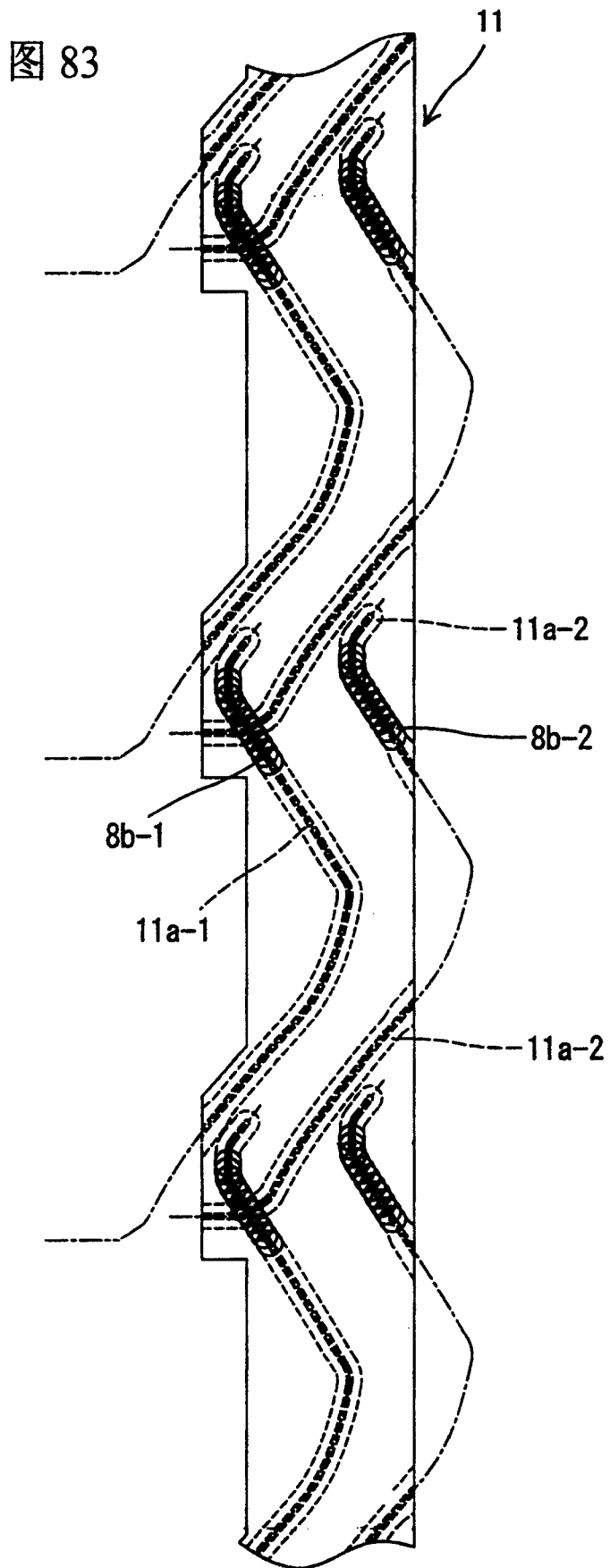


图 82





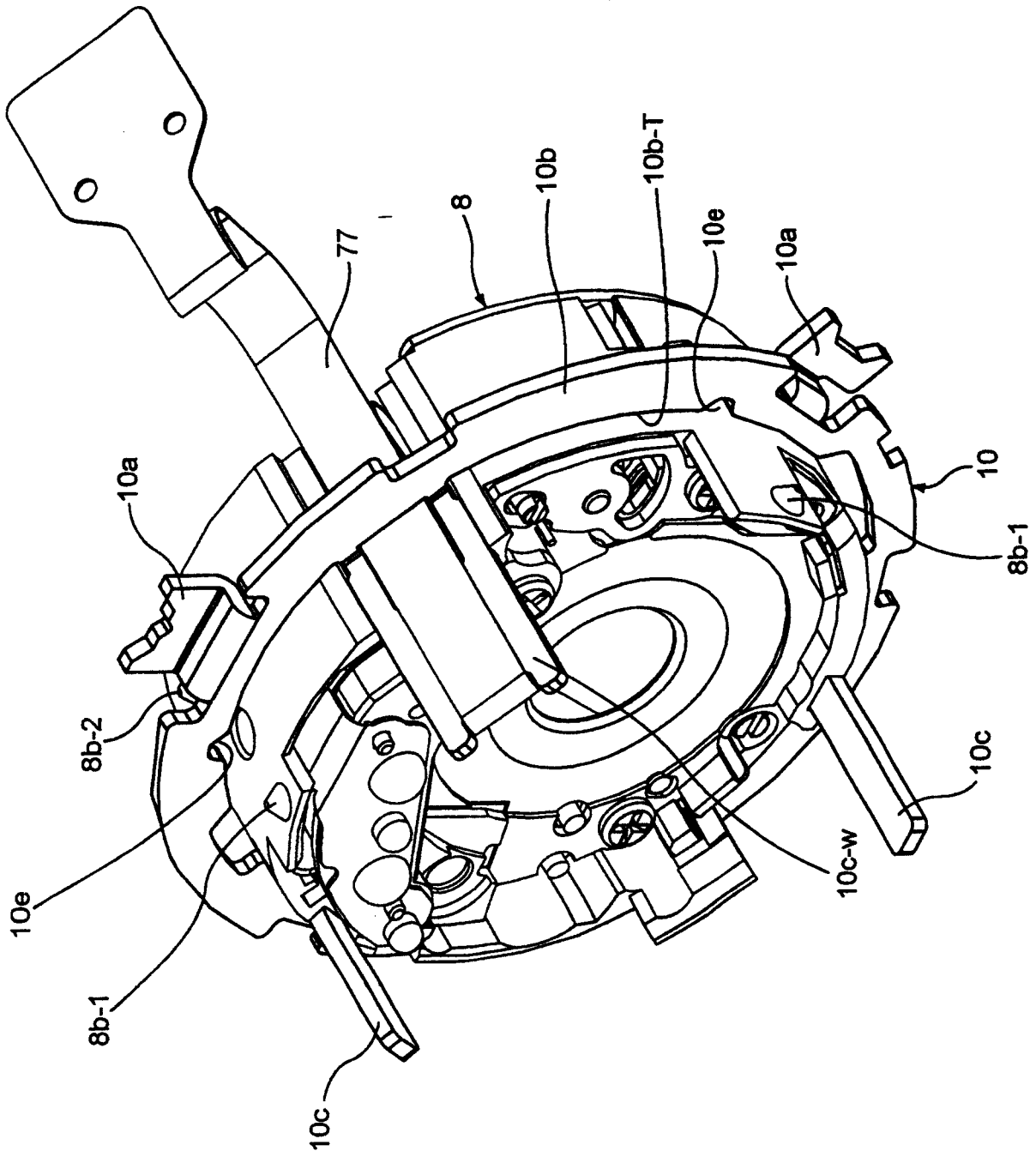


图 84

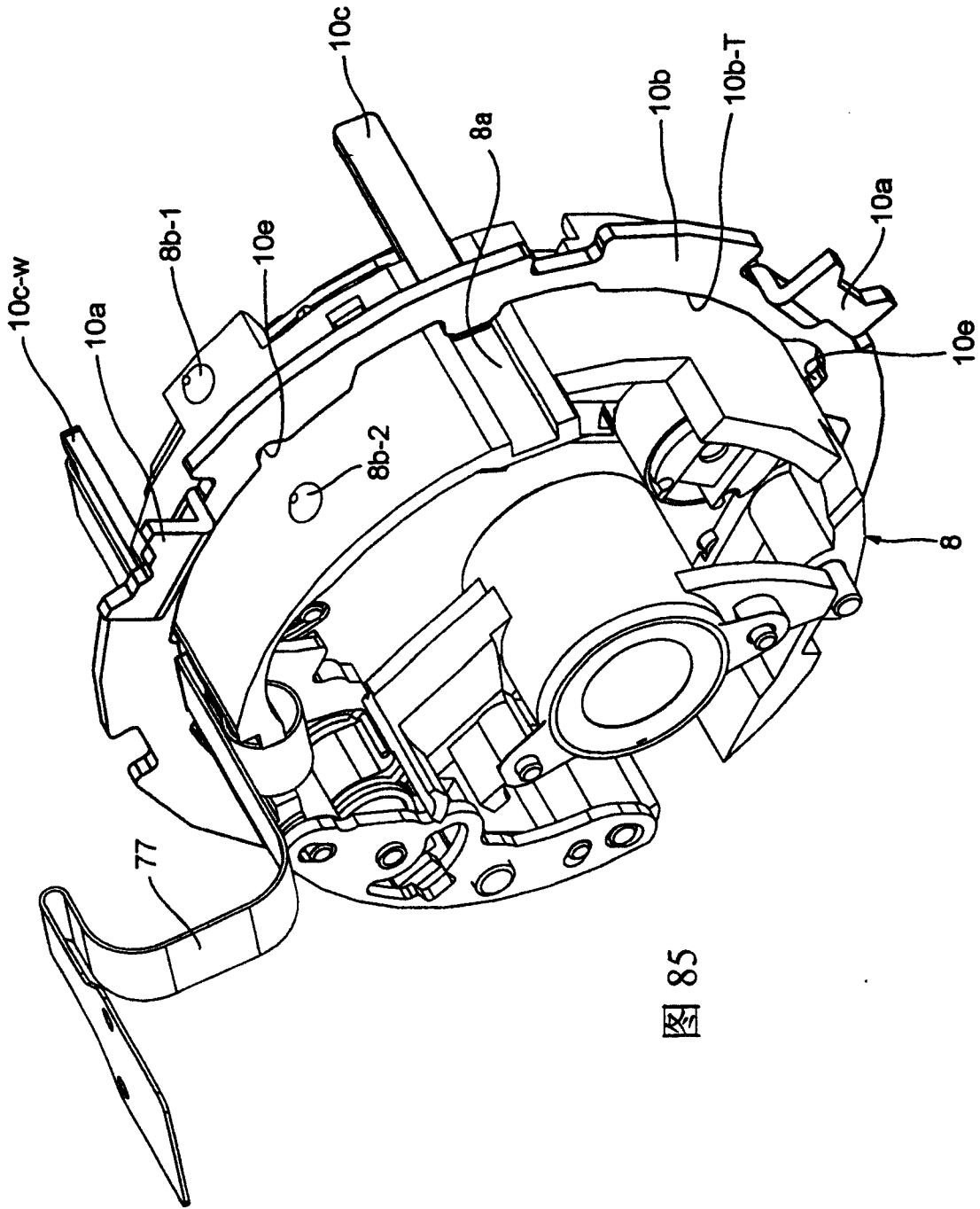


图 85

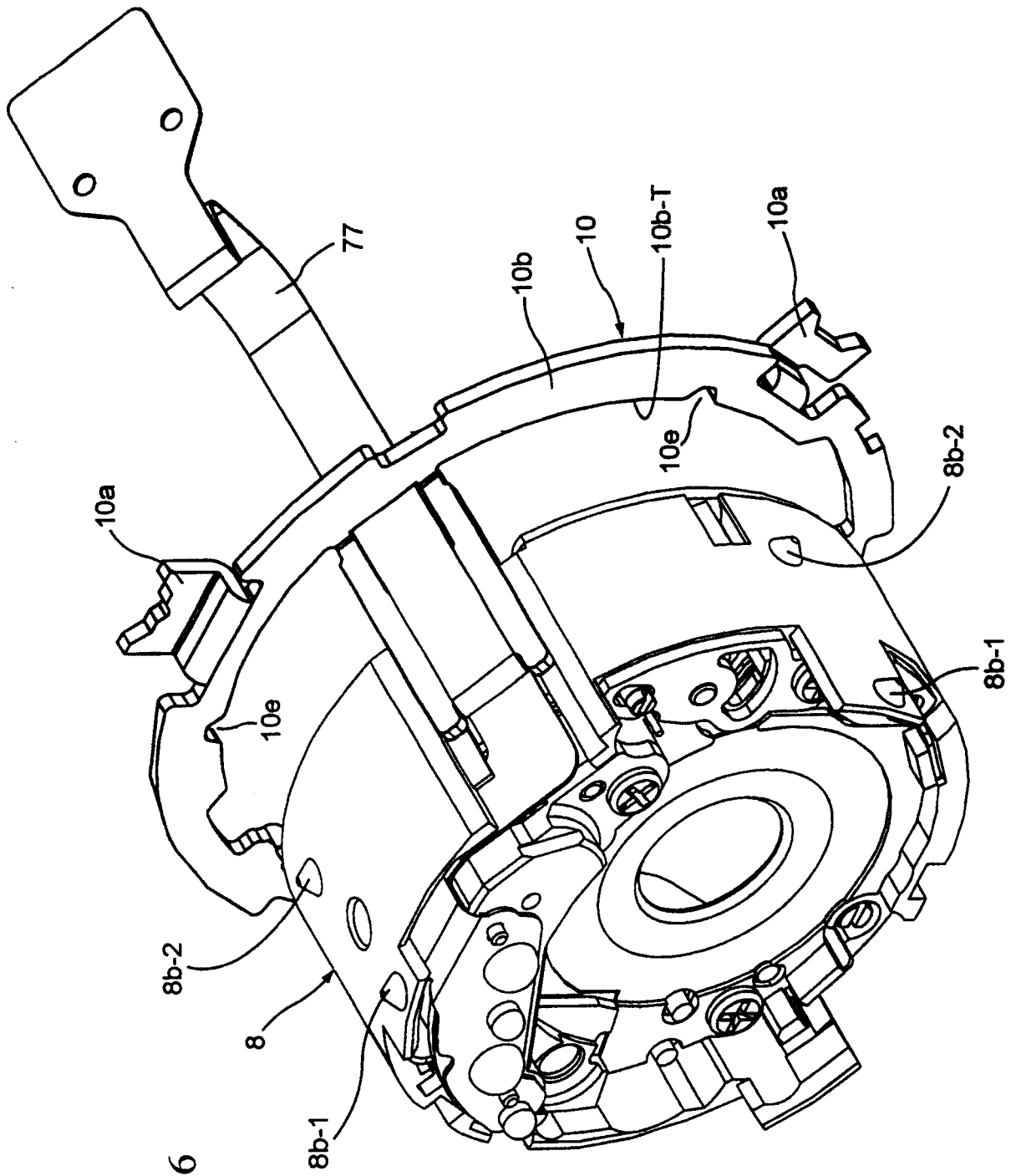


图 86

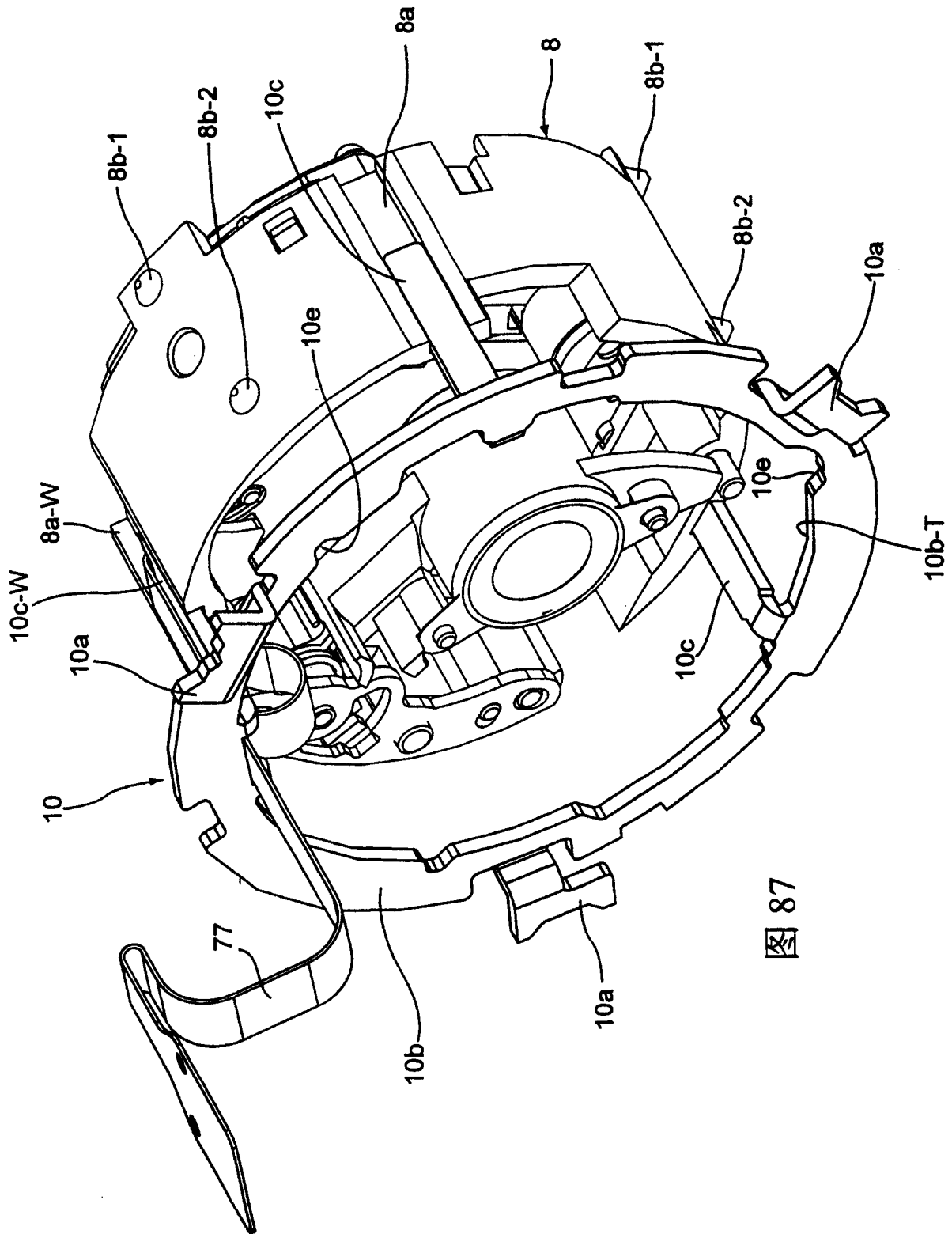
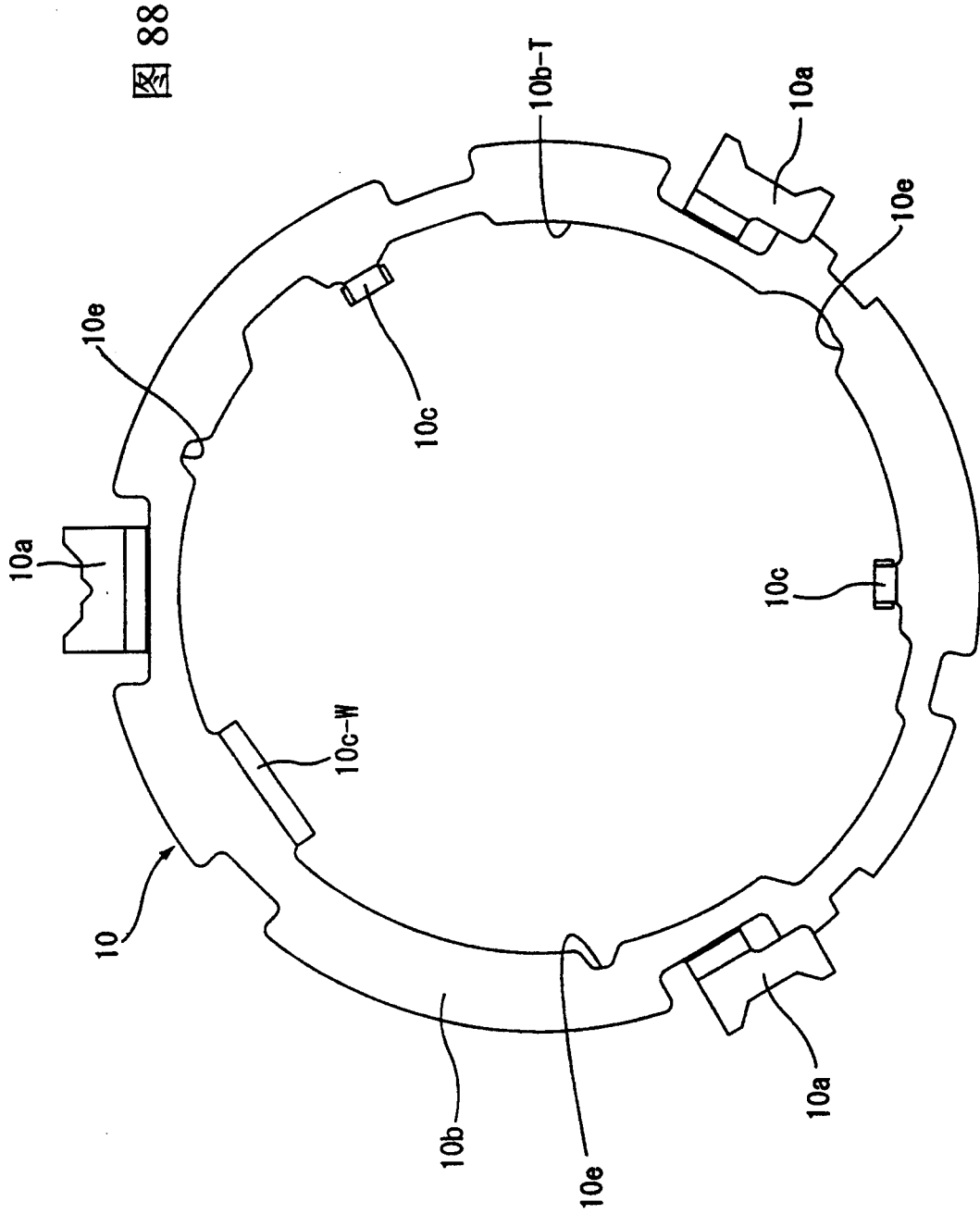


图 87



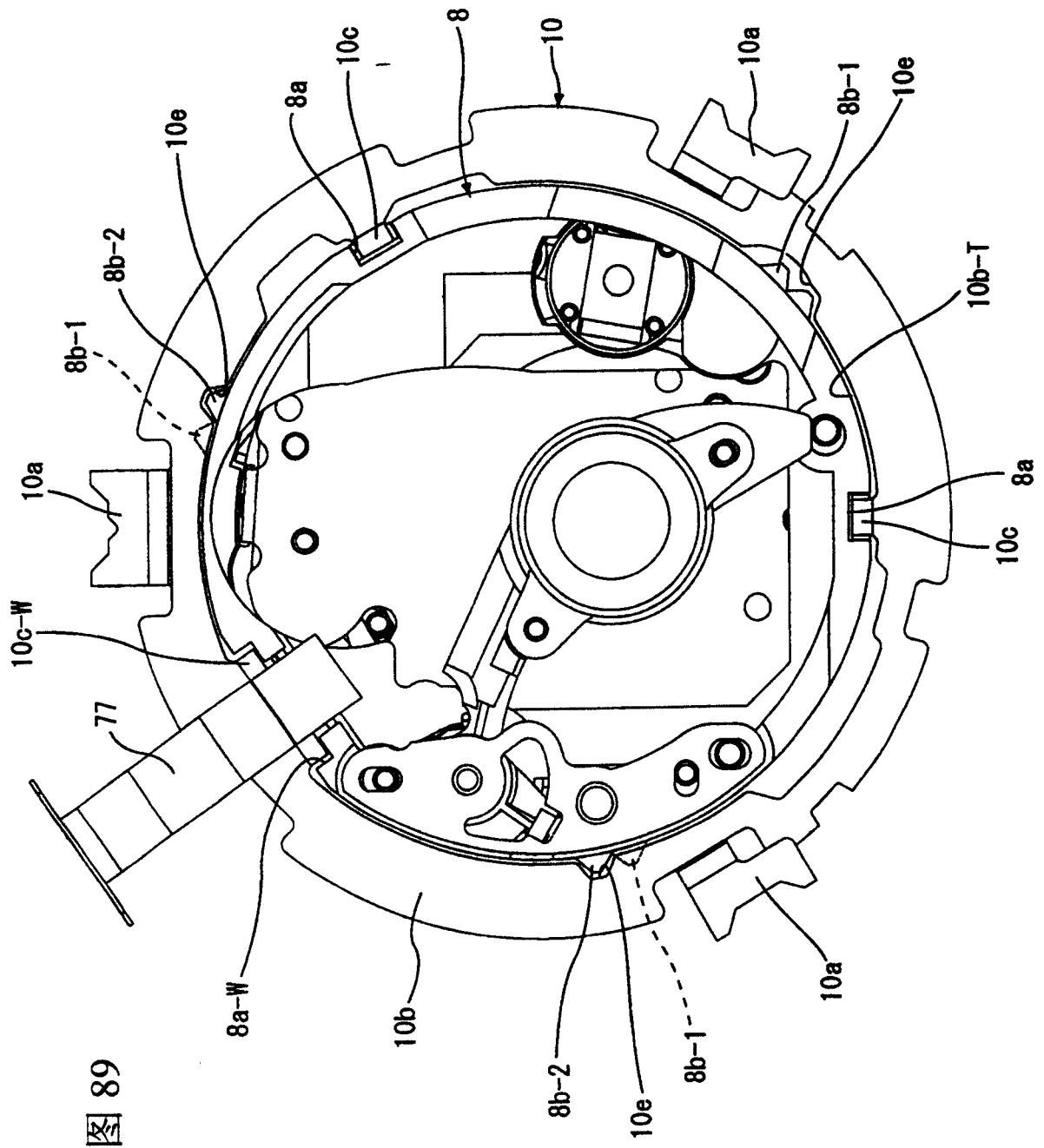


图 89

图 90

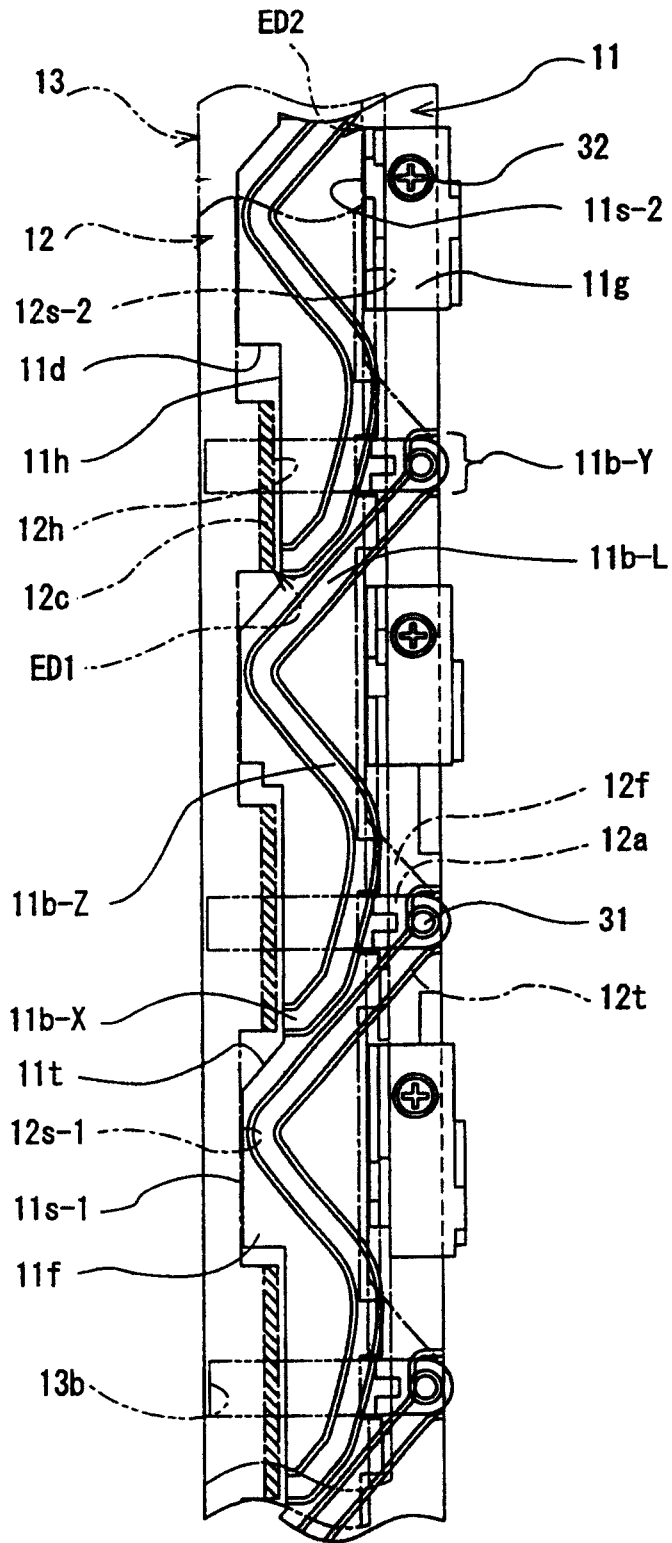


图 91

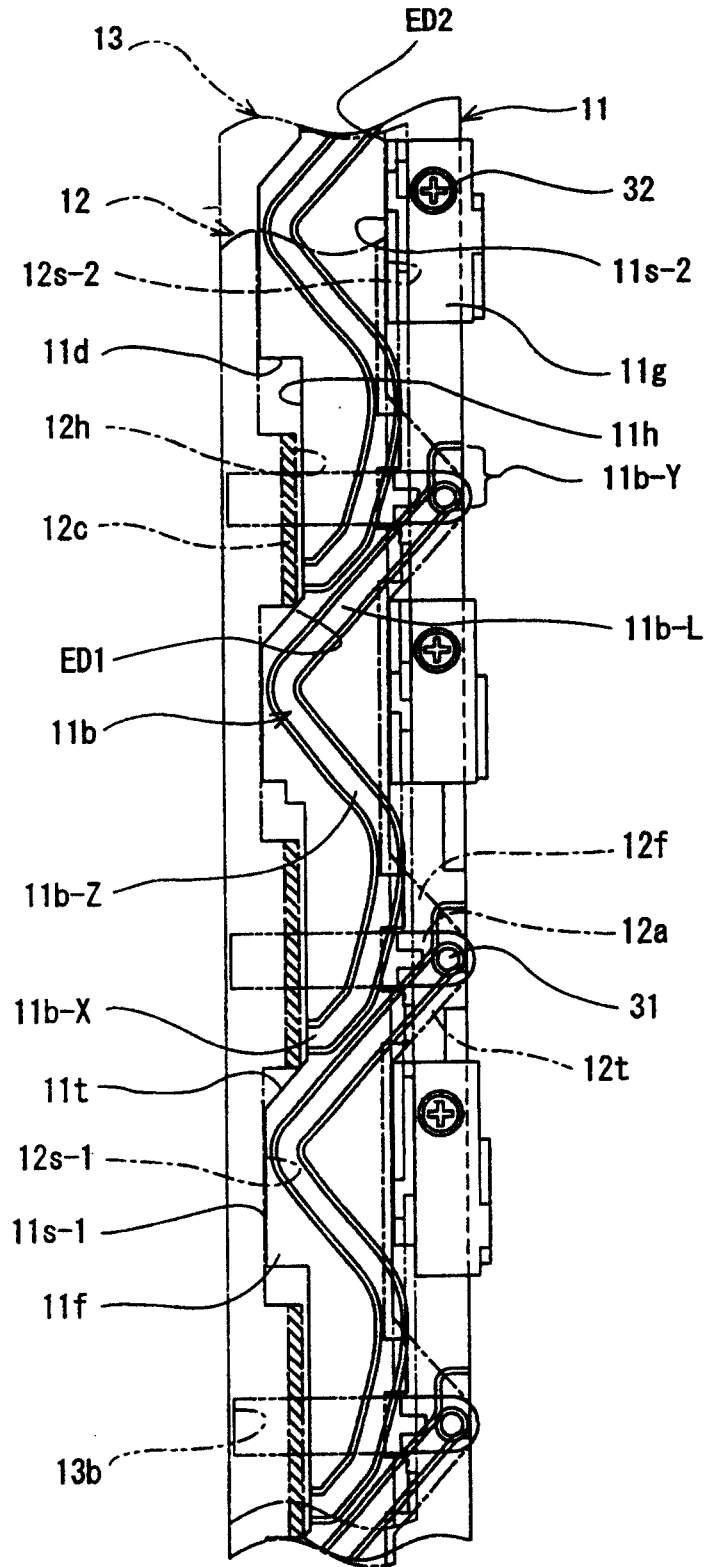


图 92

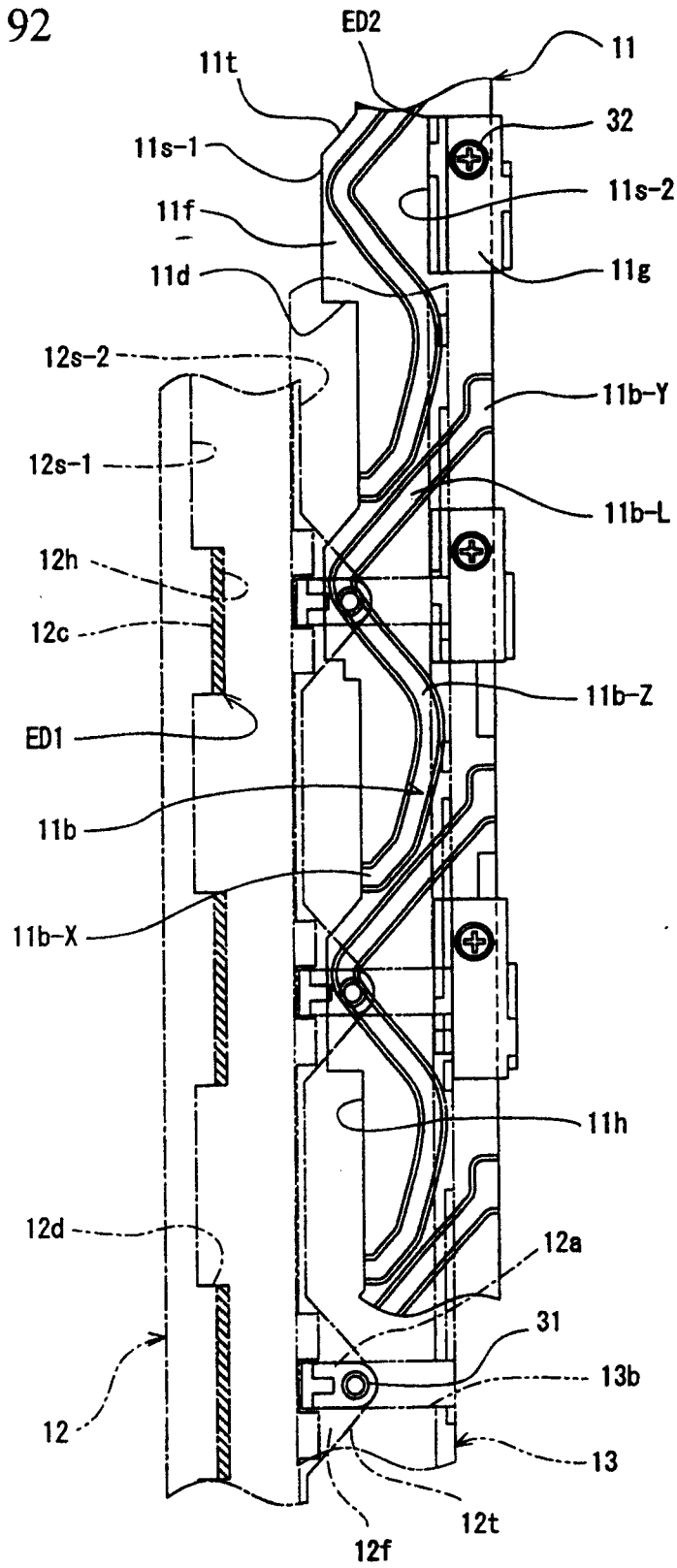


图 93

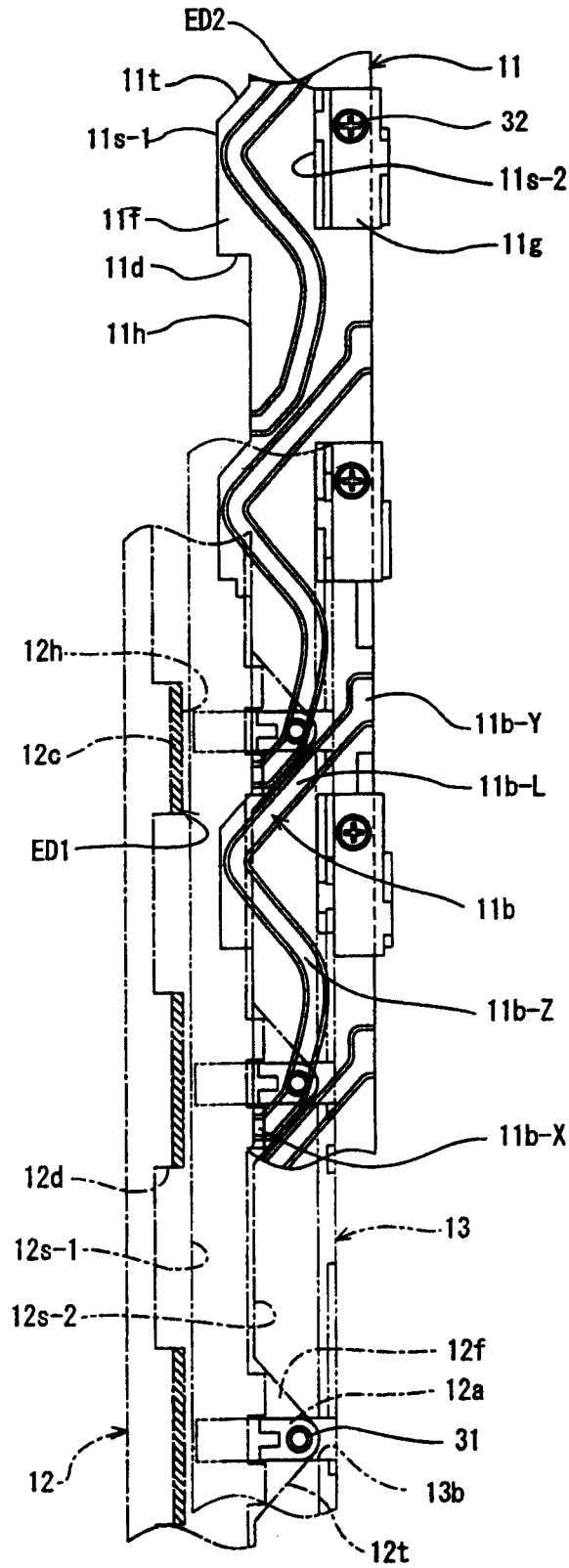
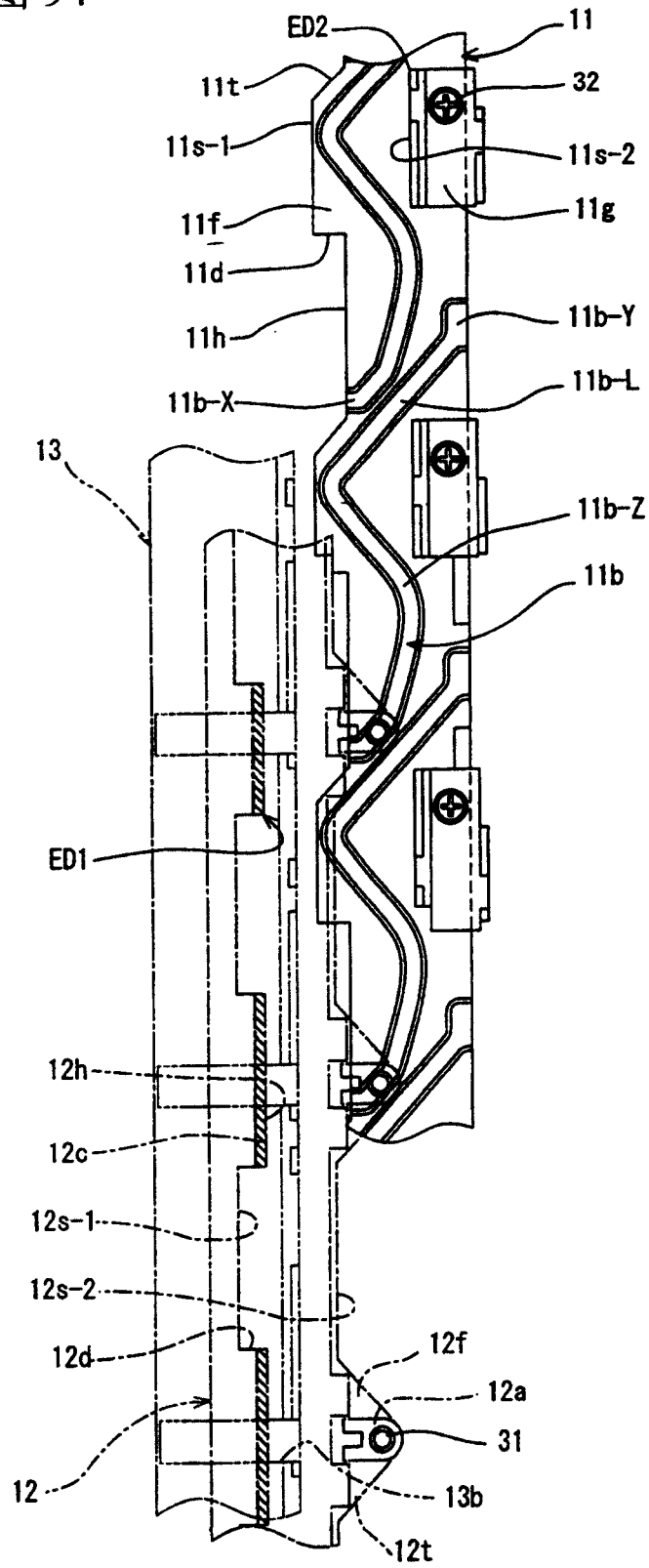


图 94



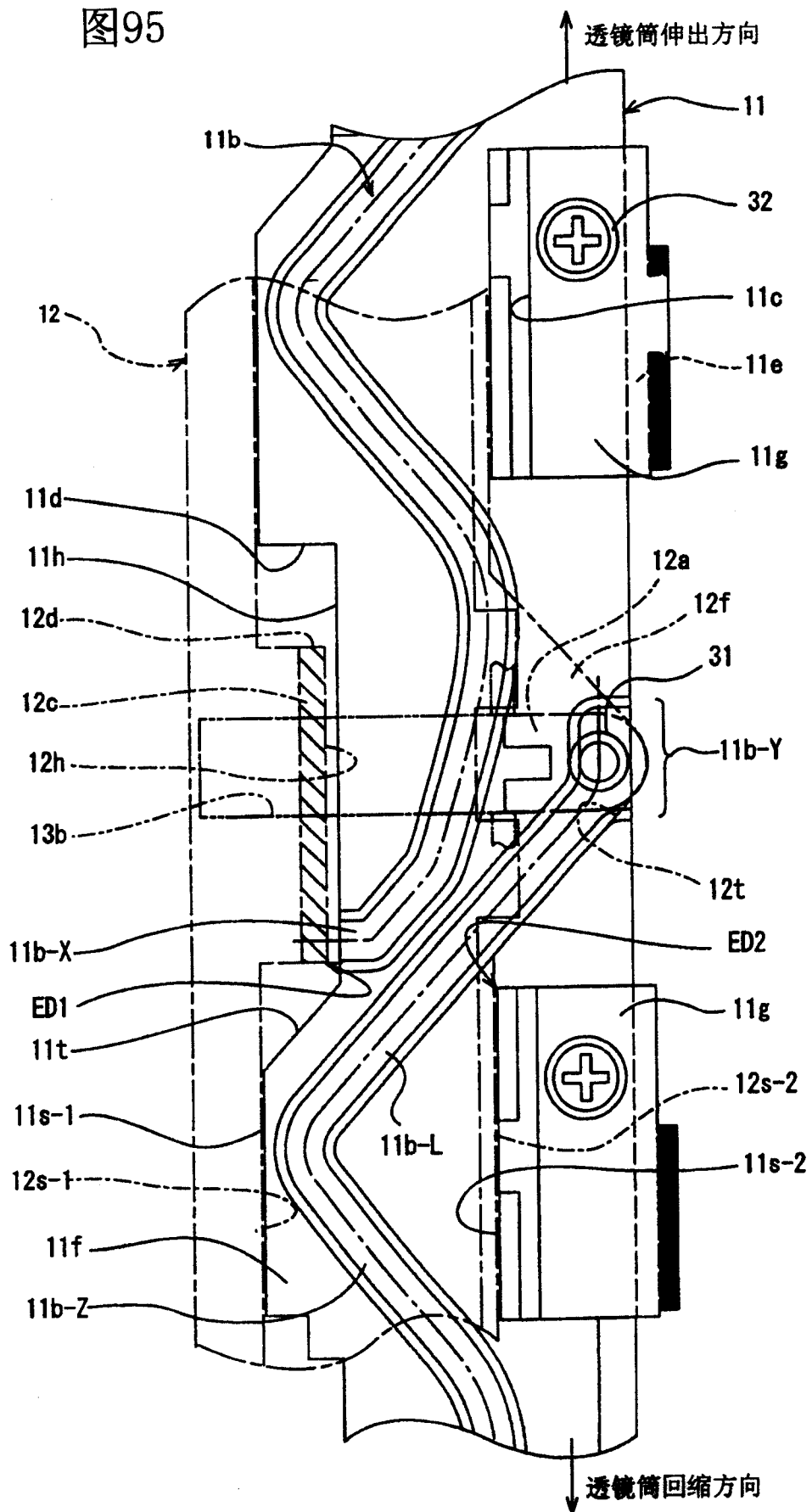
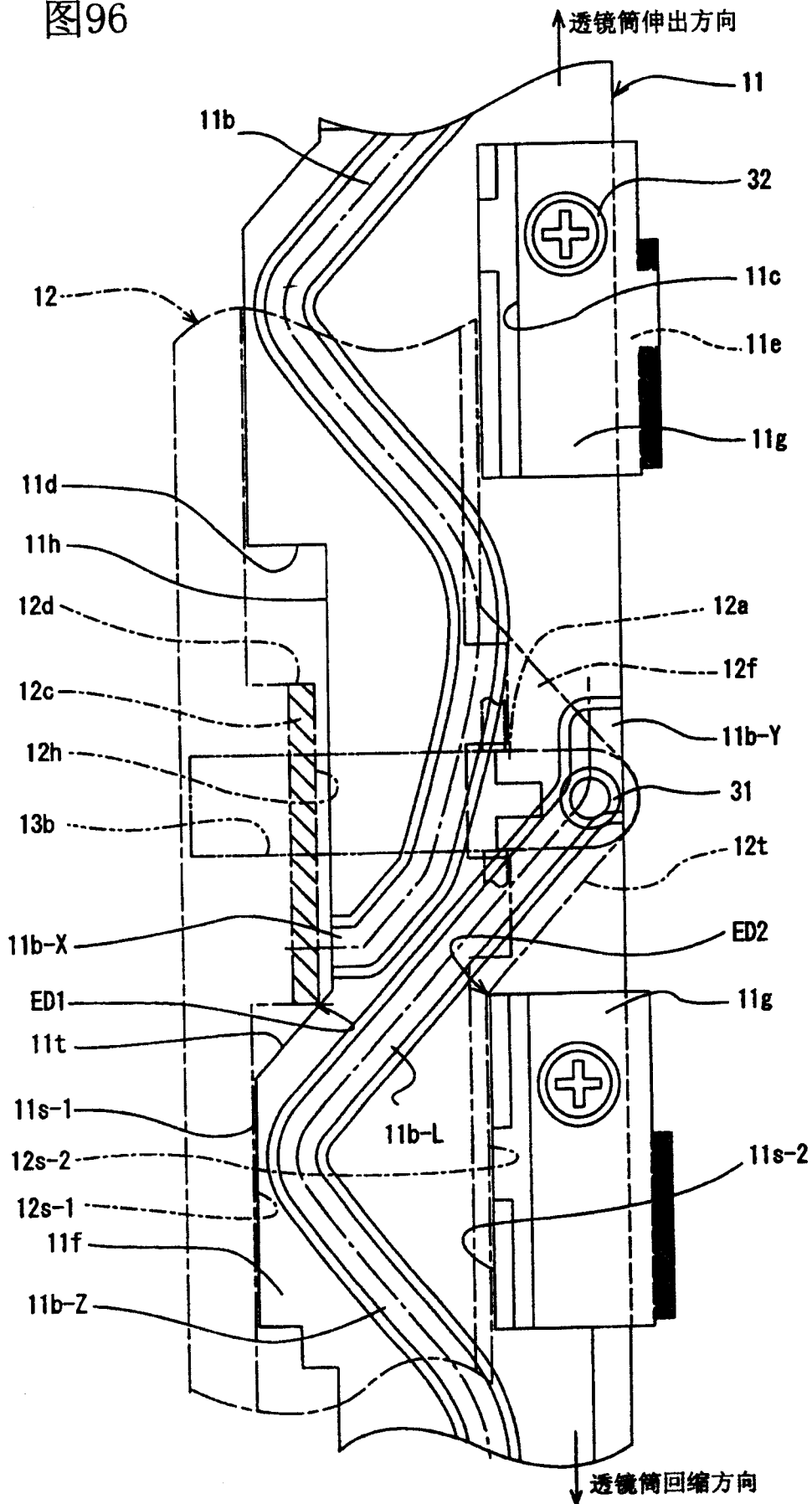


图96



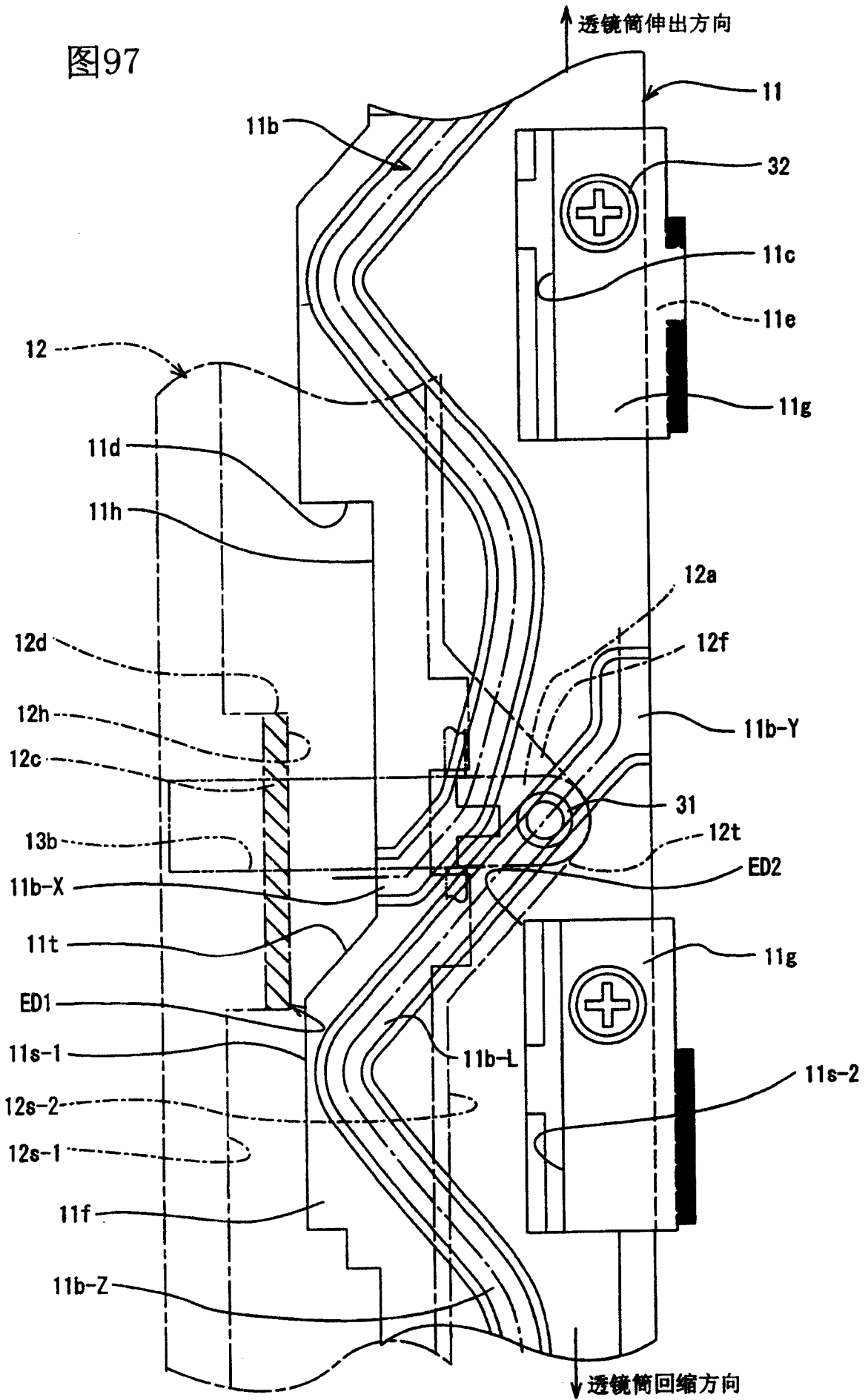


图98

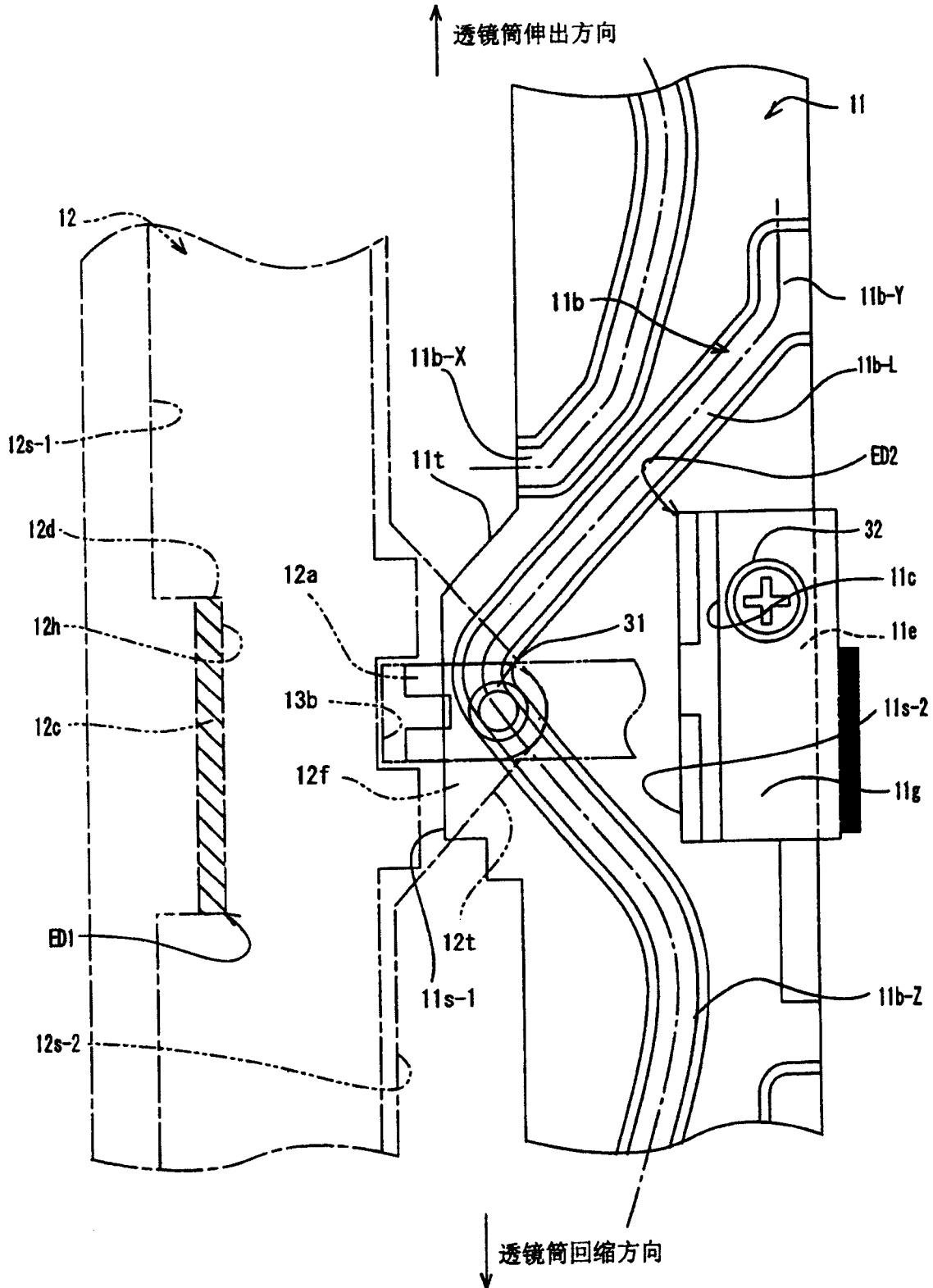
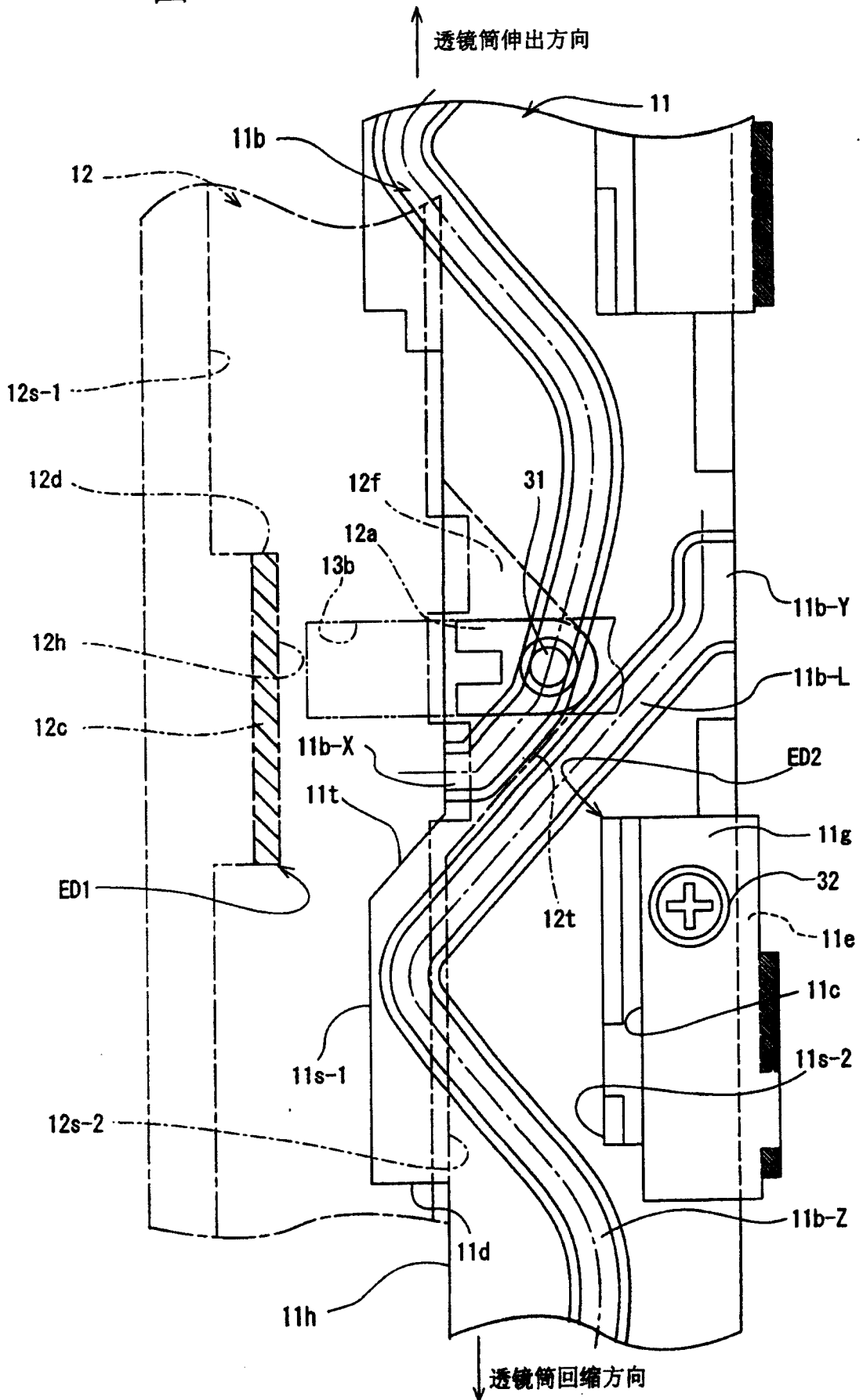
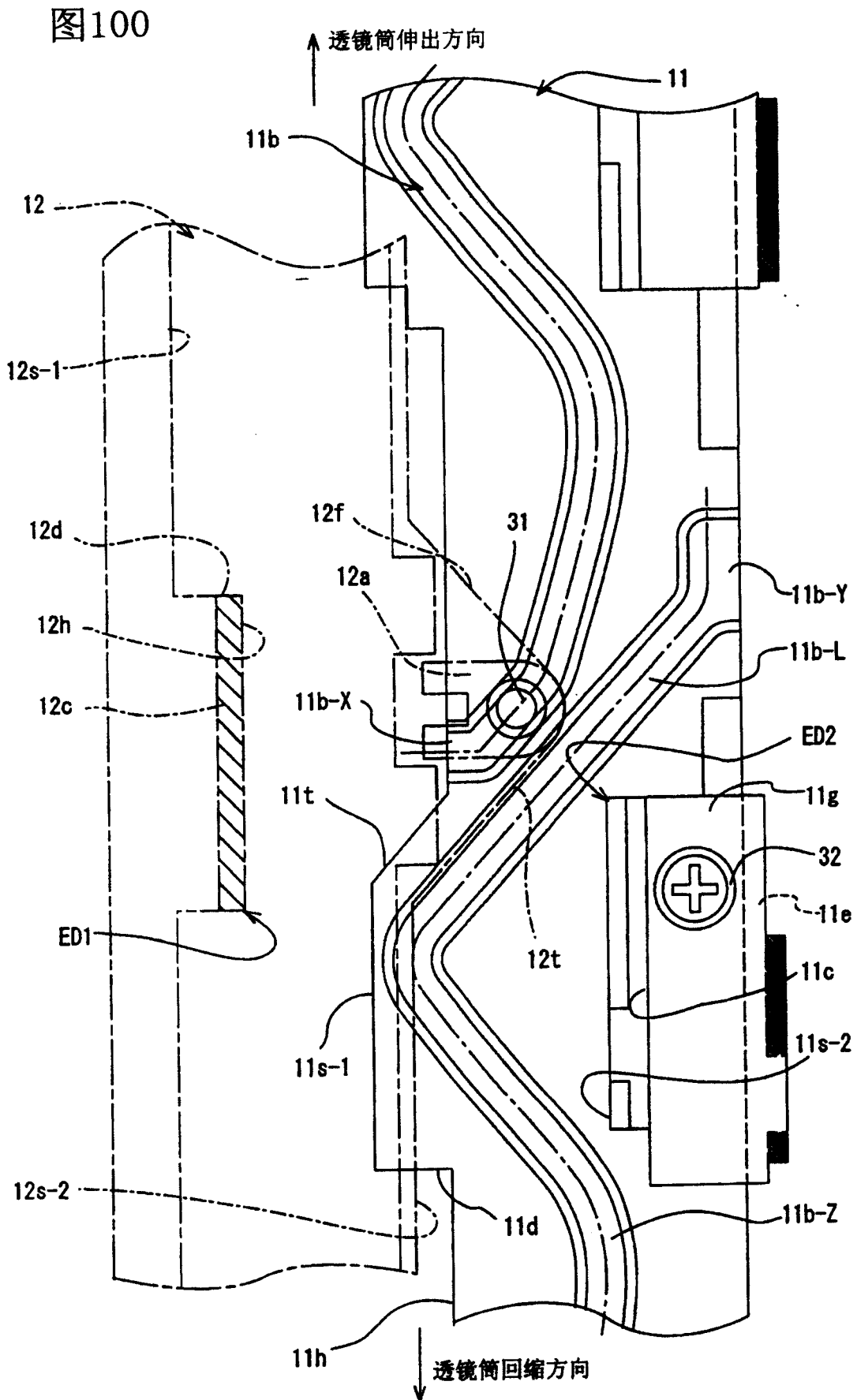
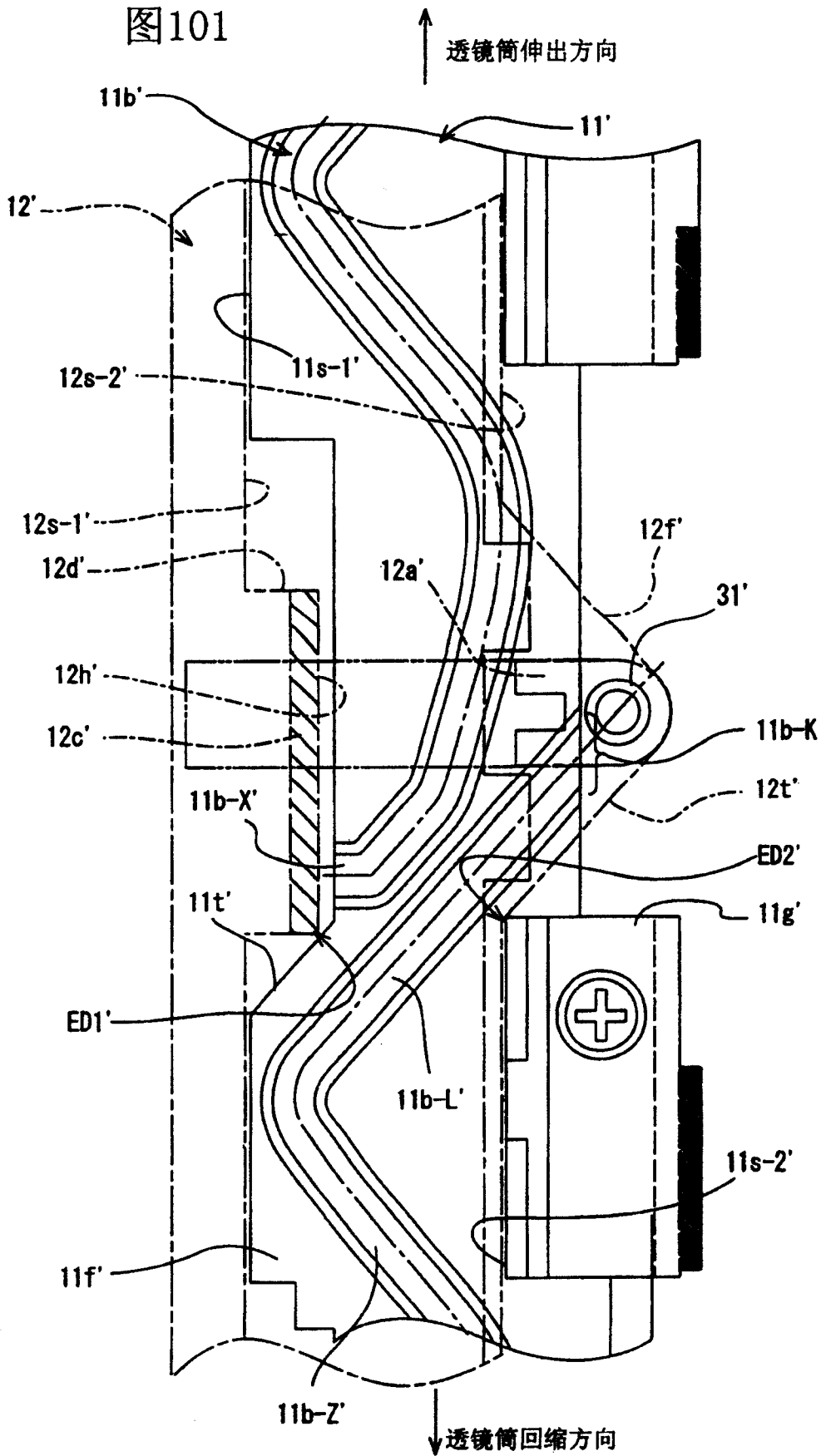


图99







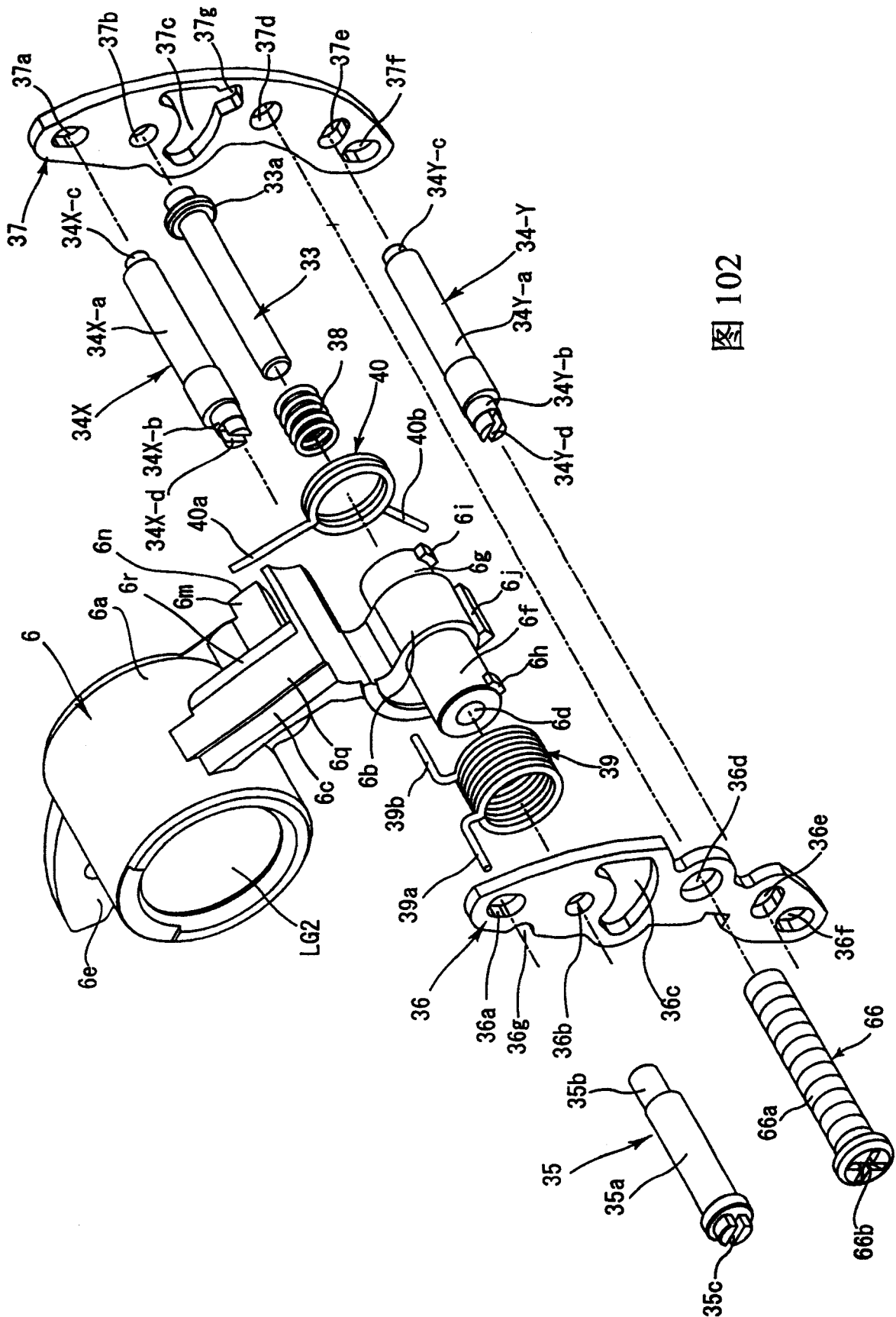


图 102

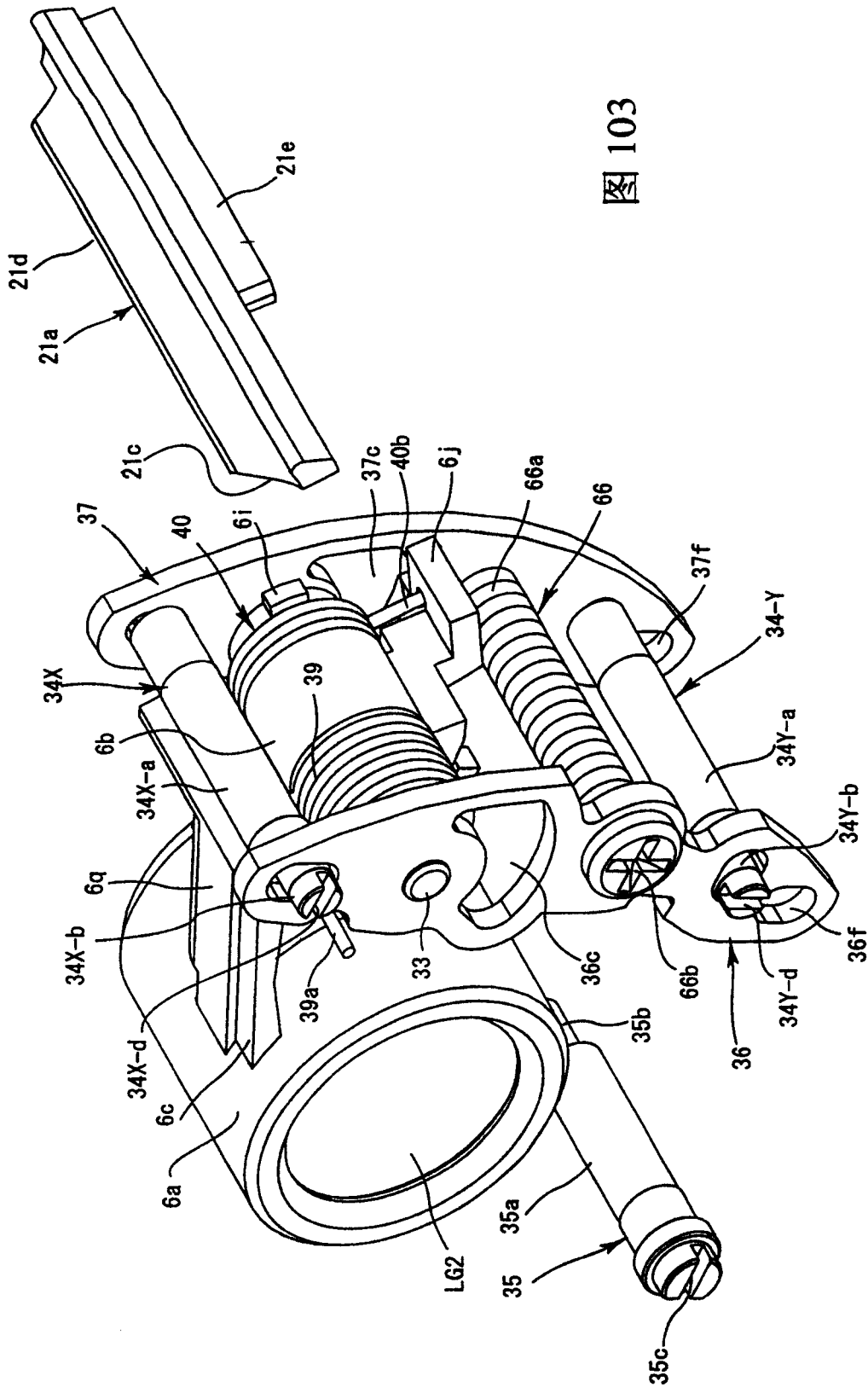


图 103

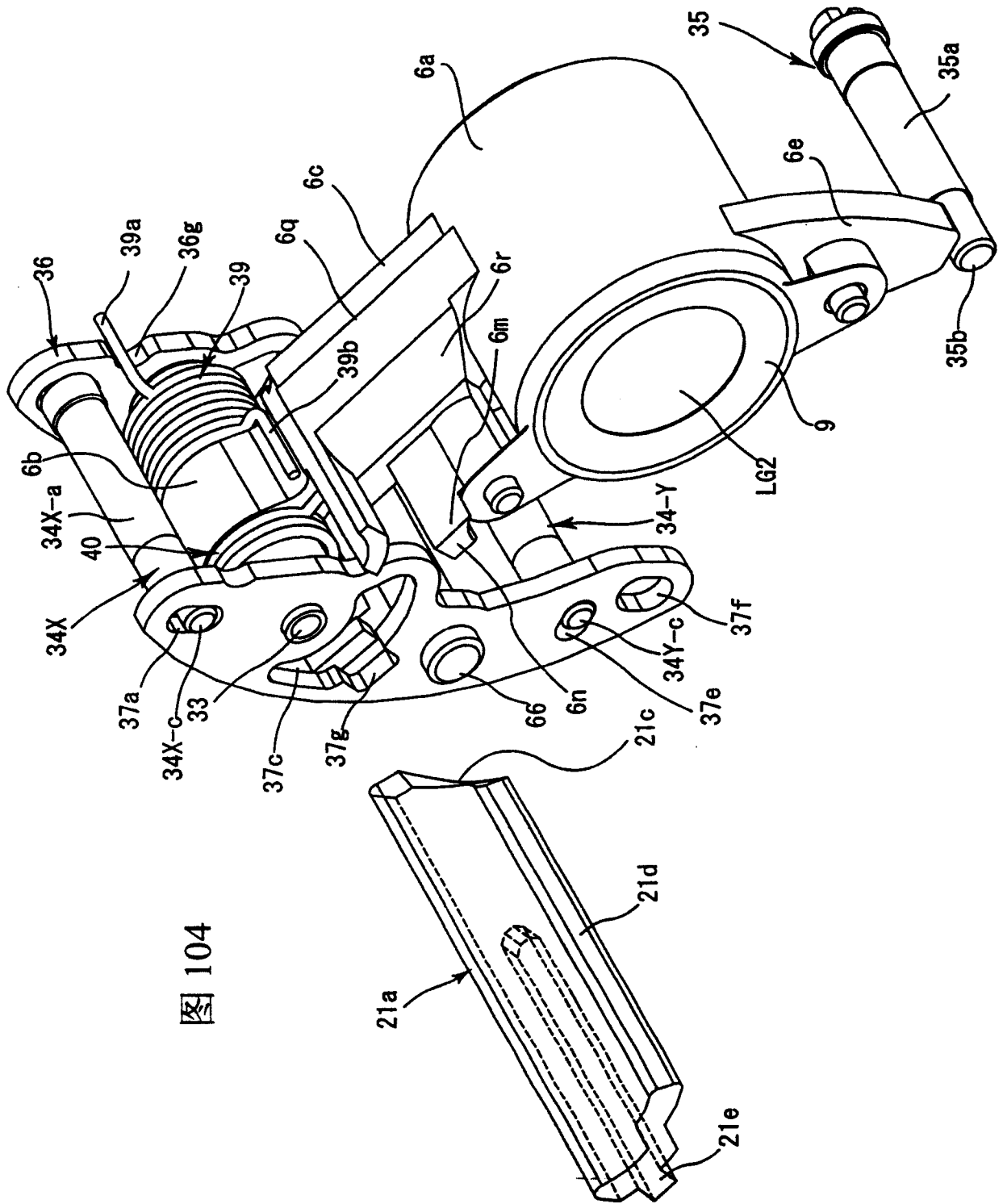


图 104

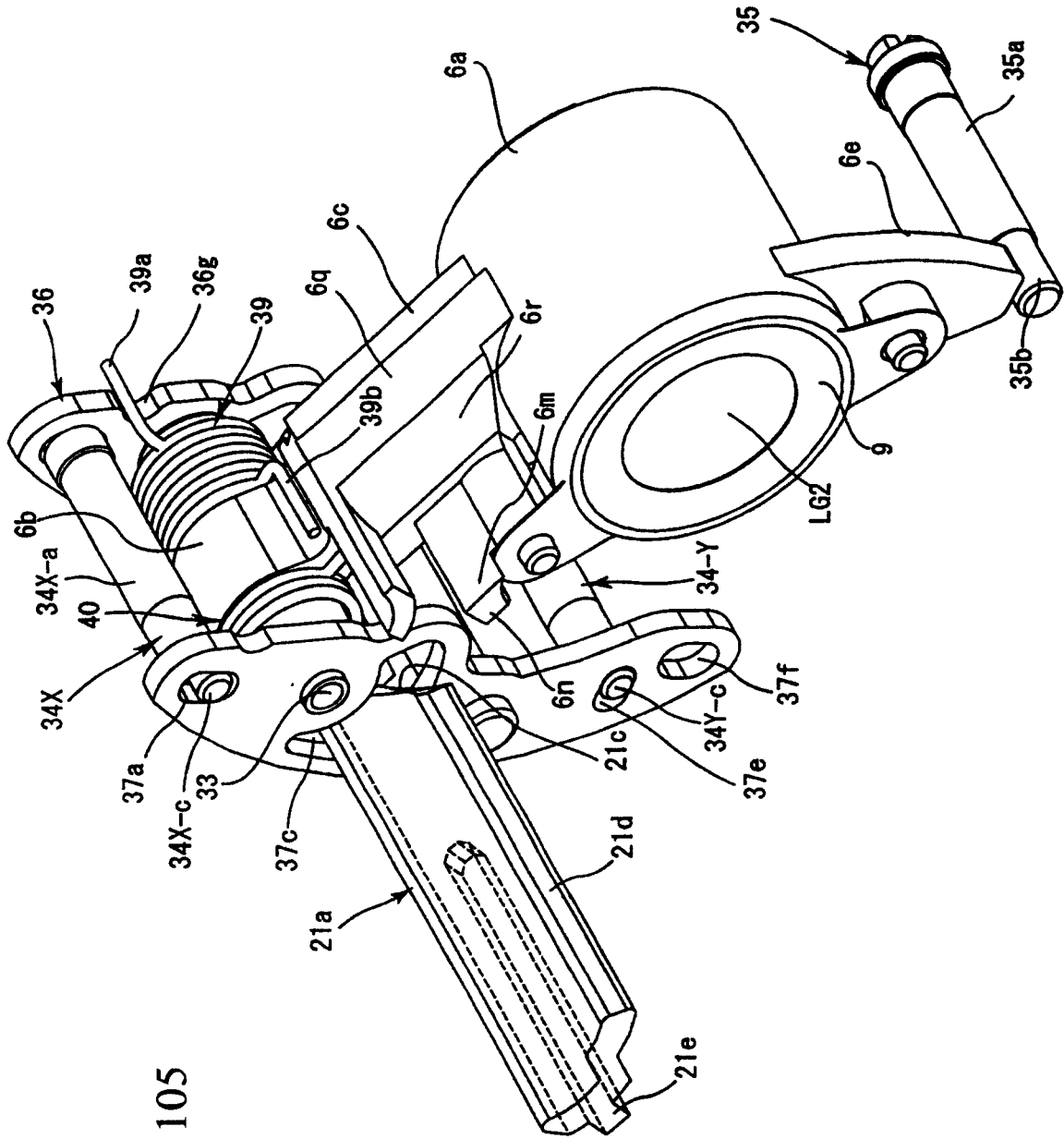


图 105

图 106

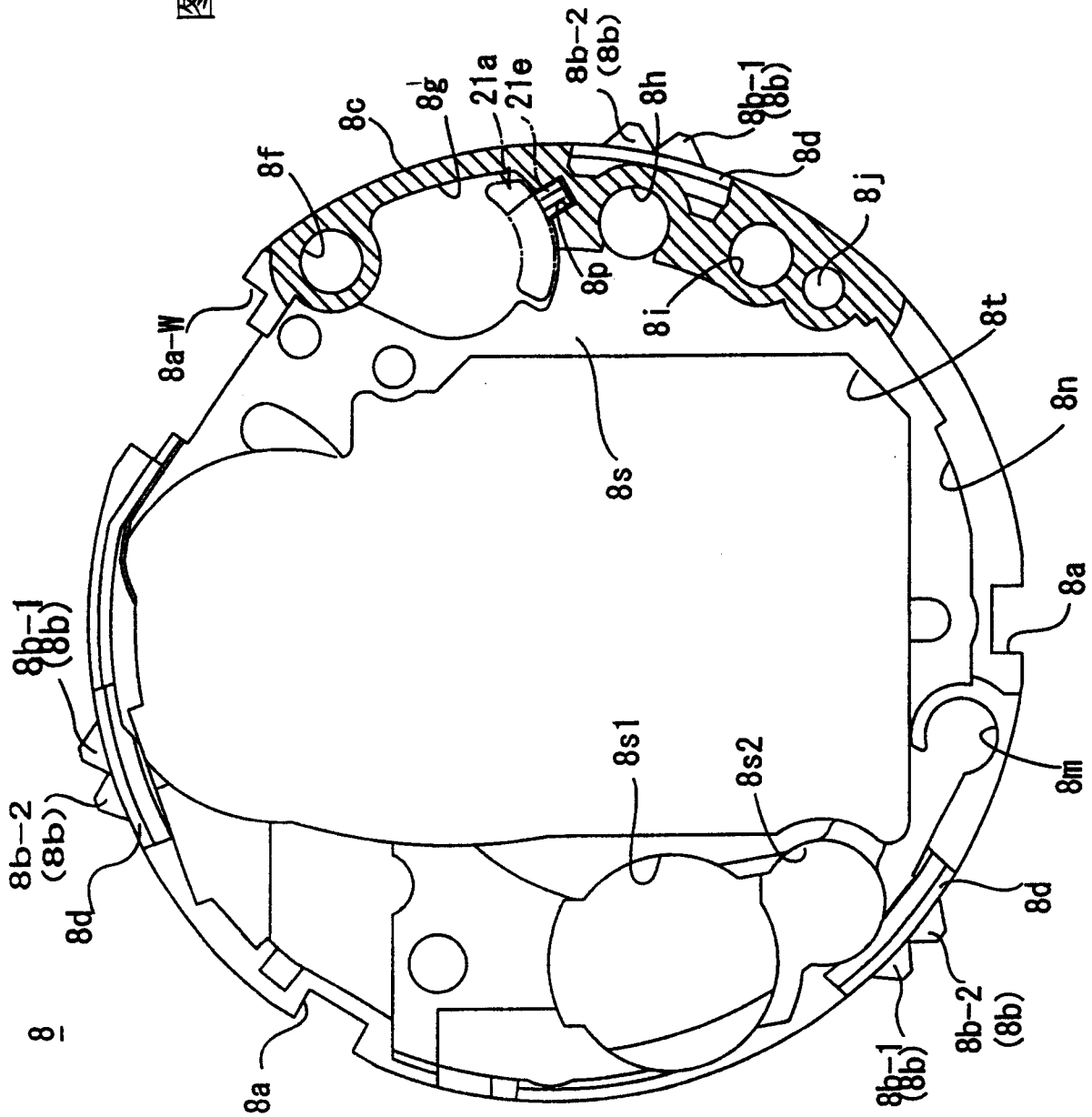
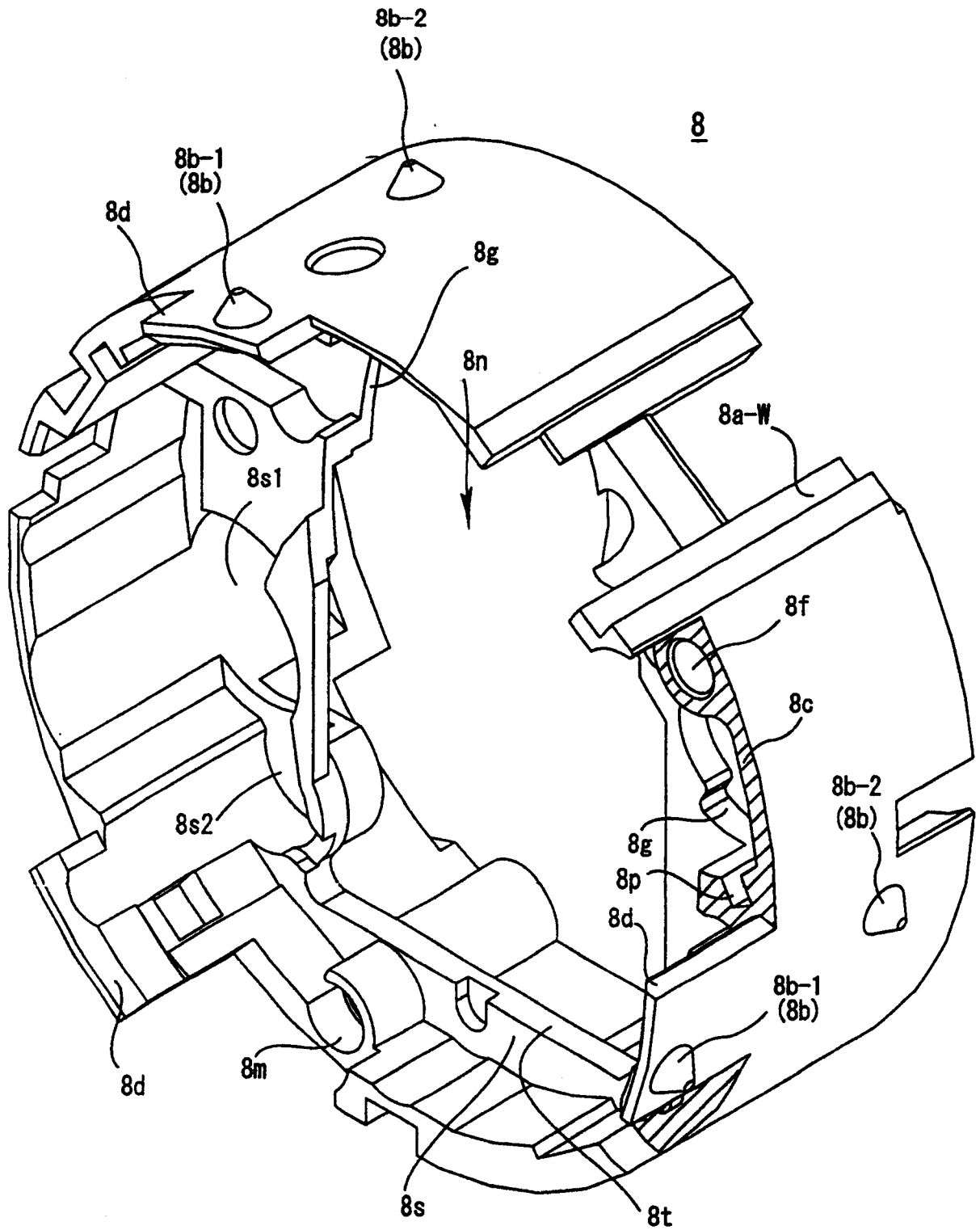


图 107



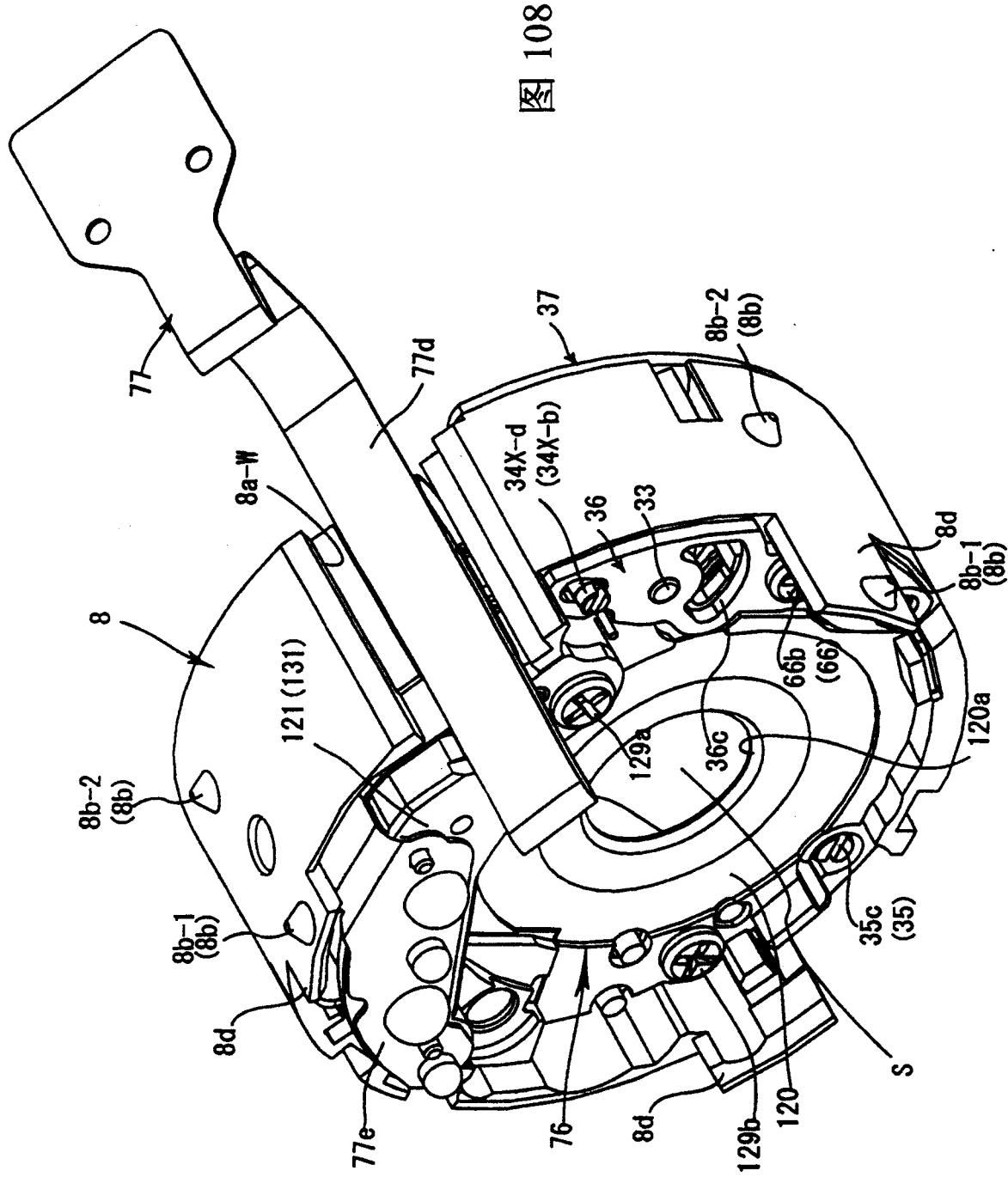


图 108

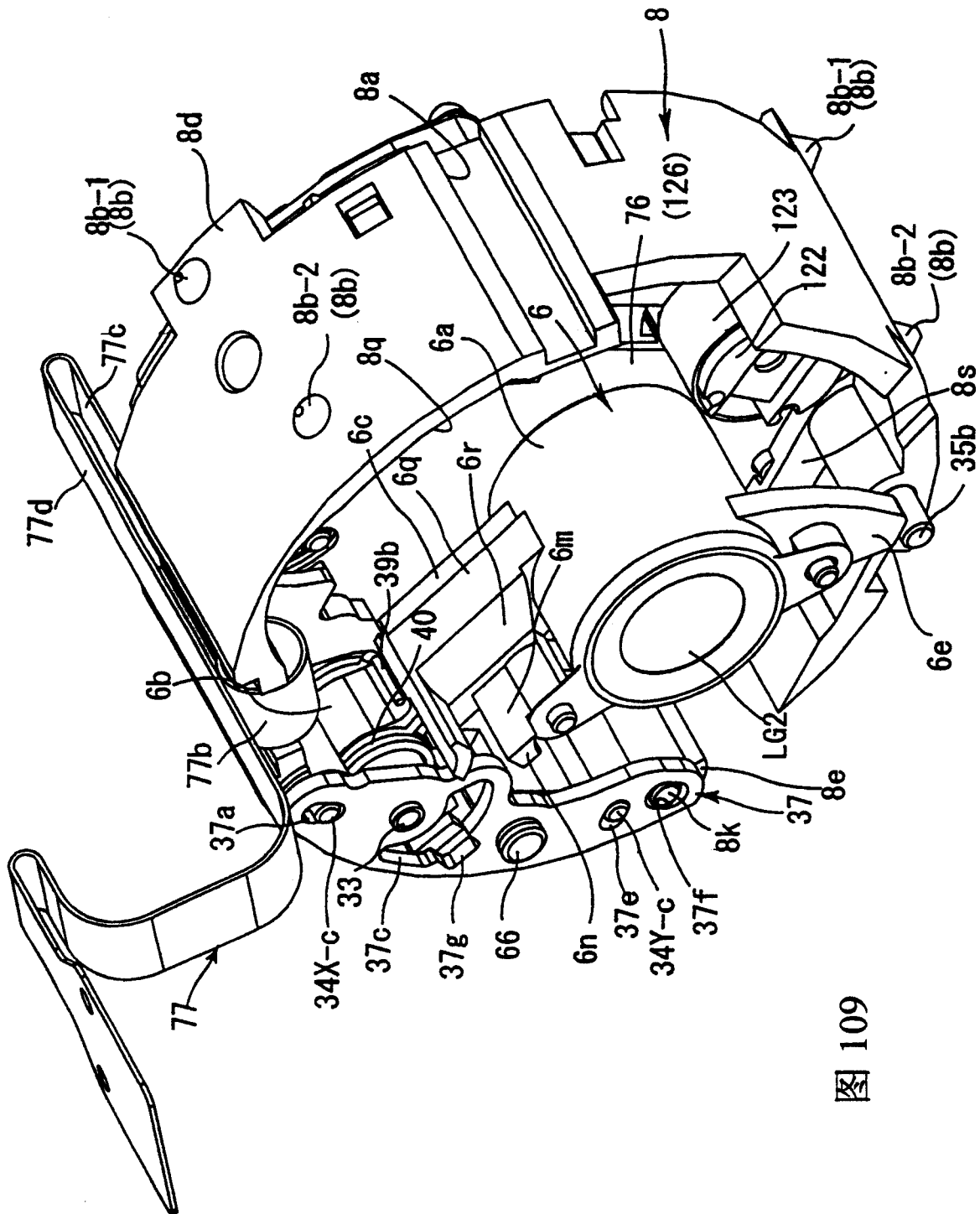


图 109

图 110

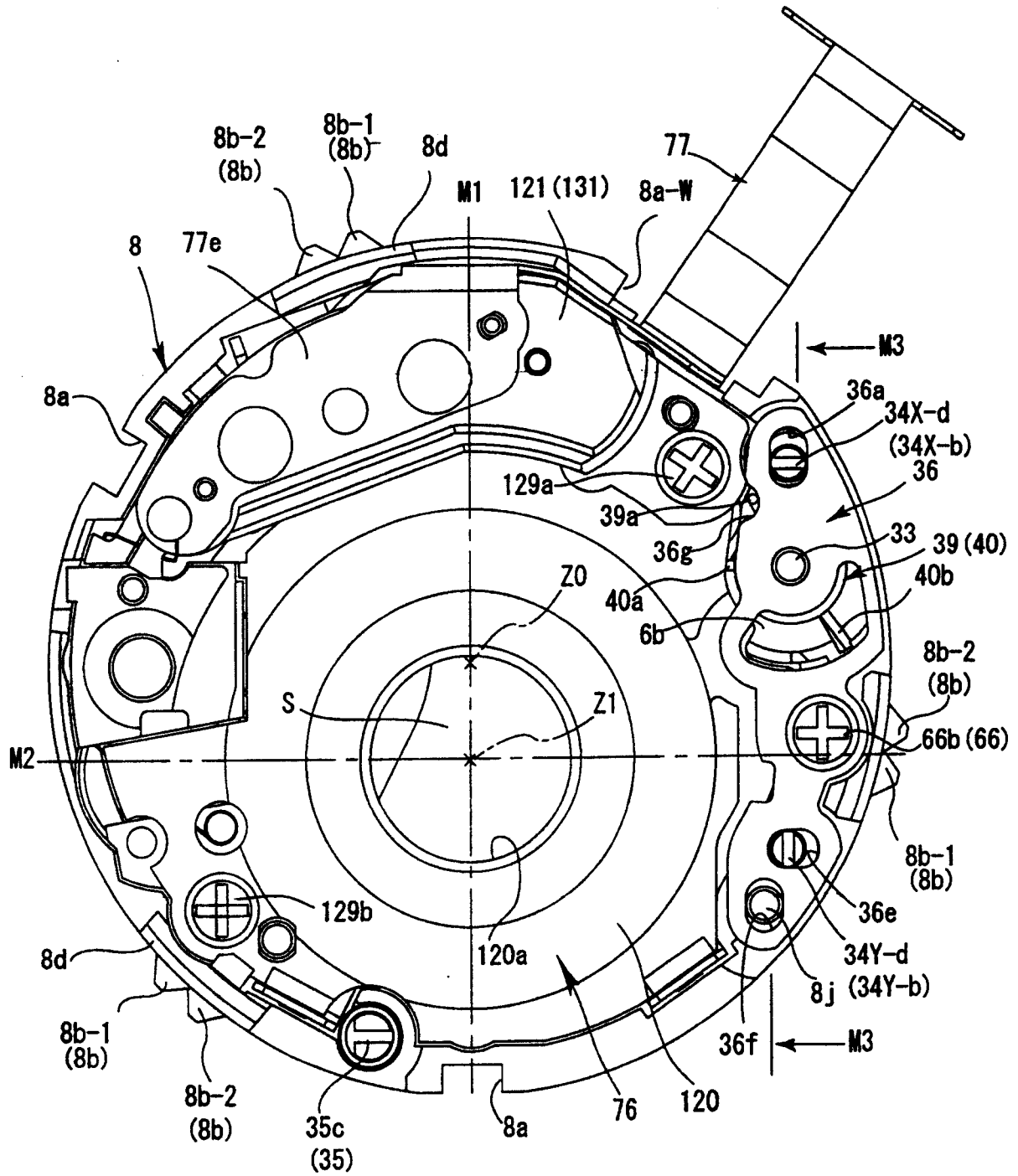


图 111

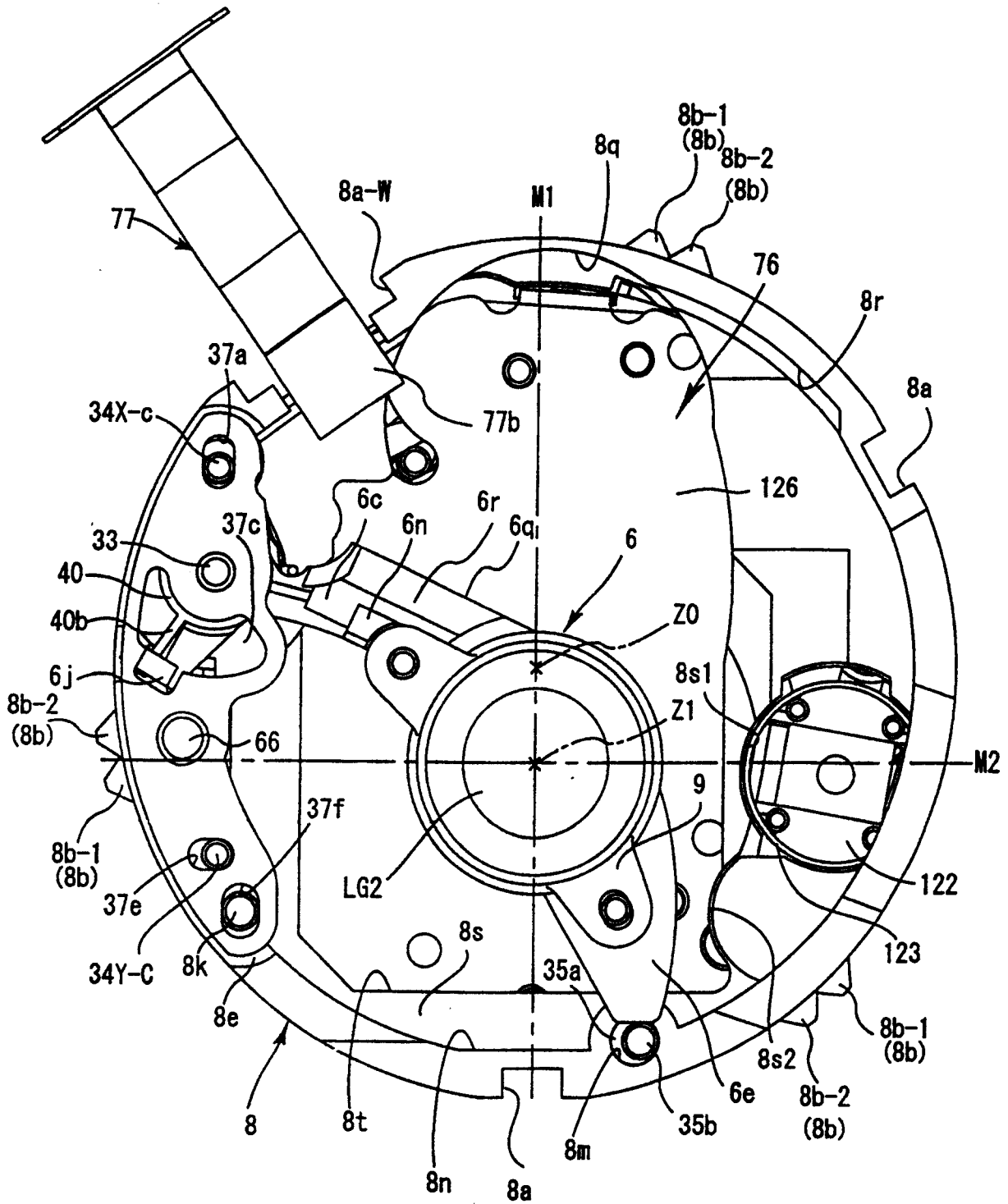
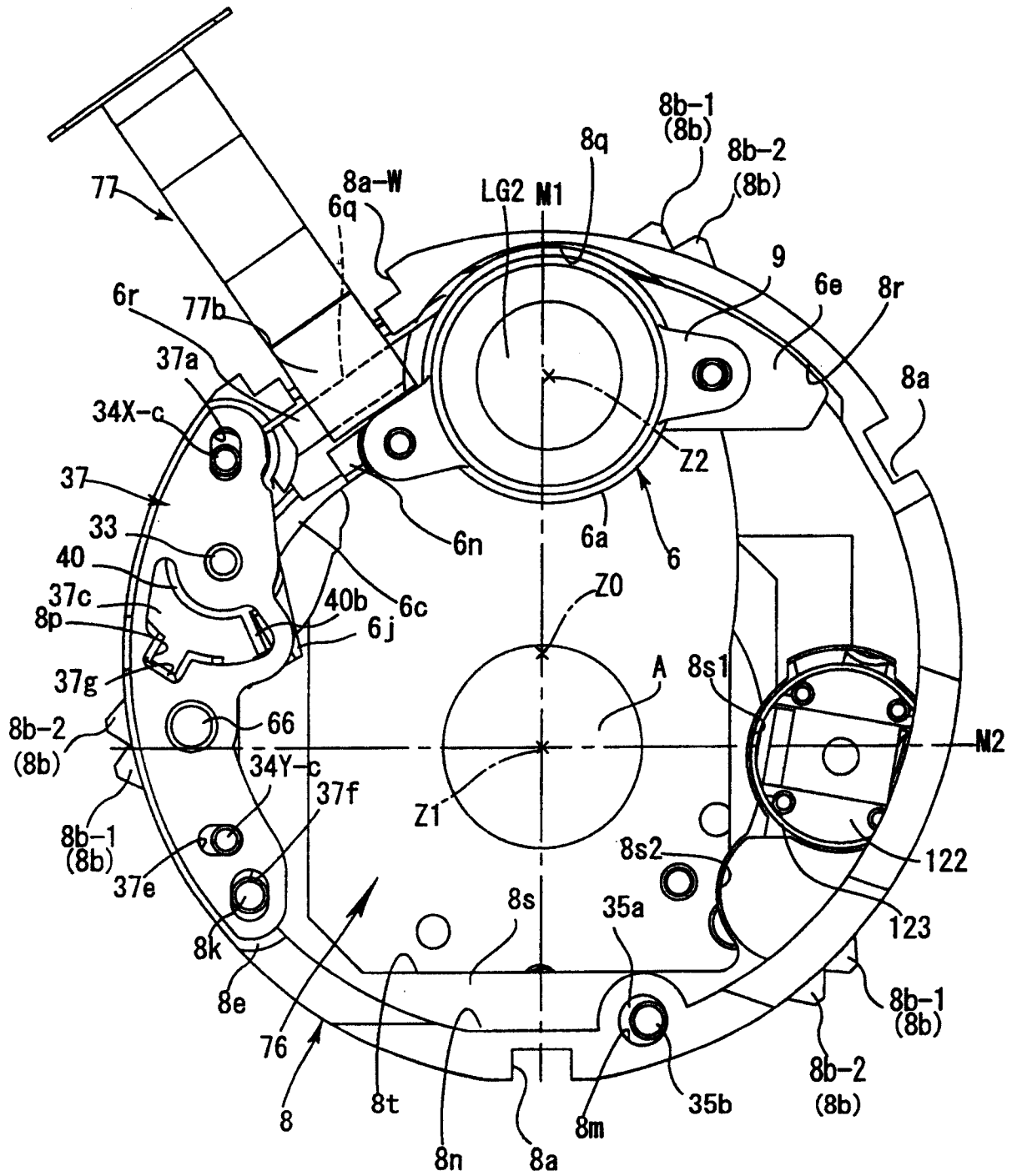


图 112



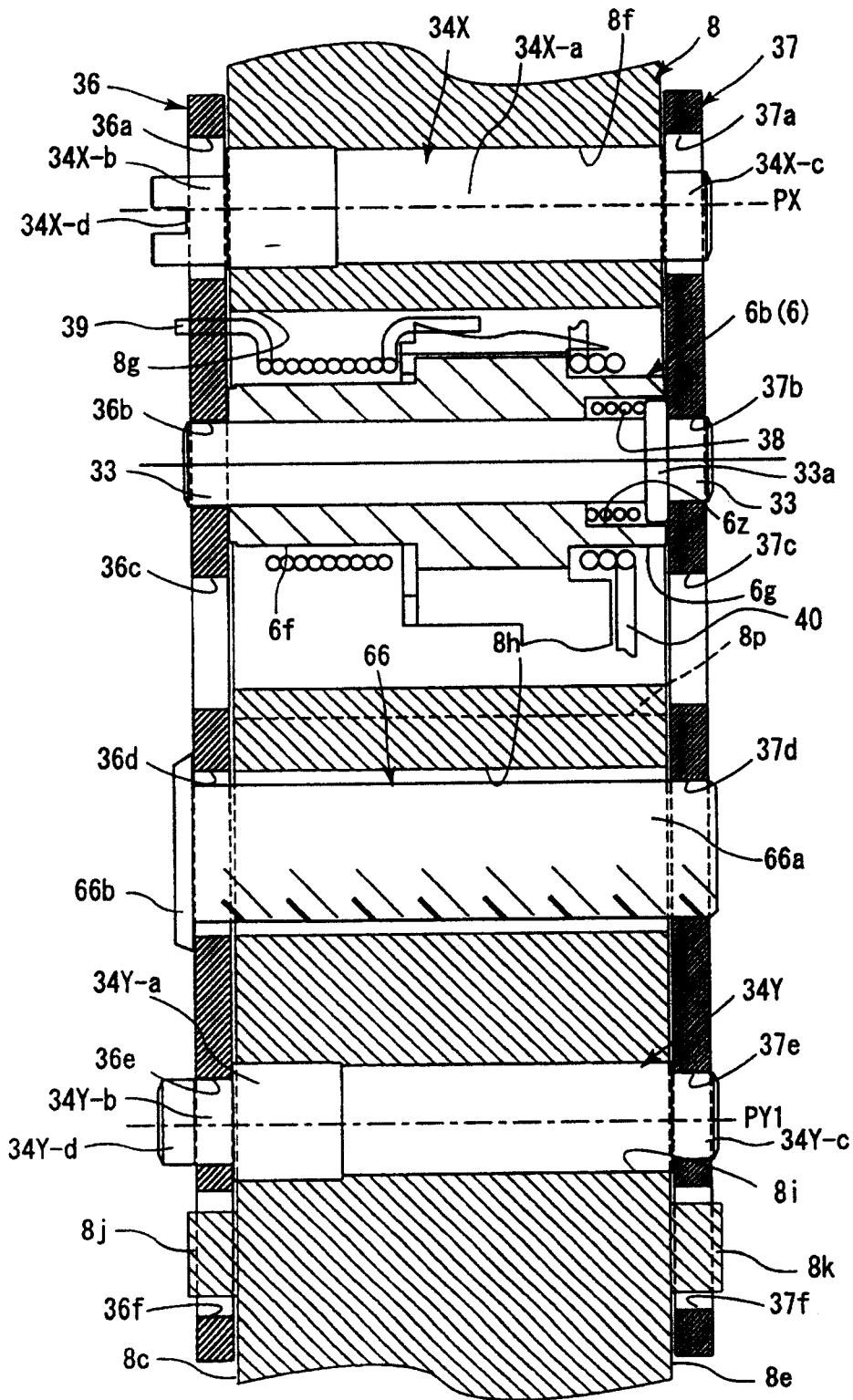


图113

图 114

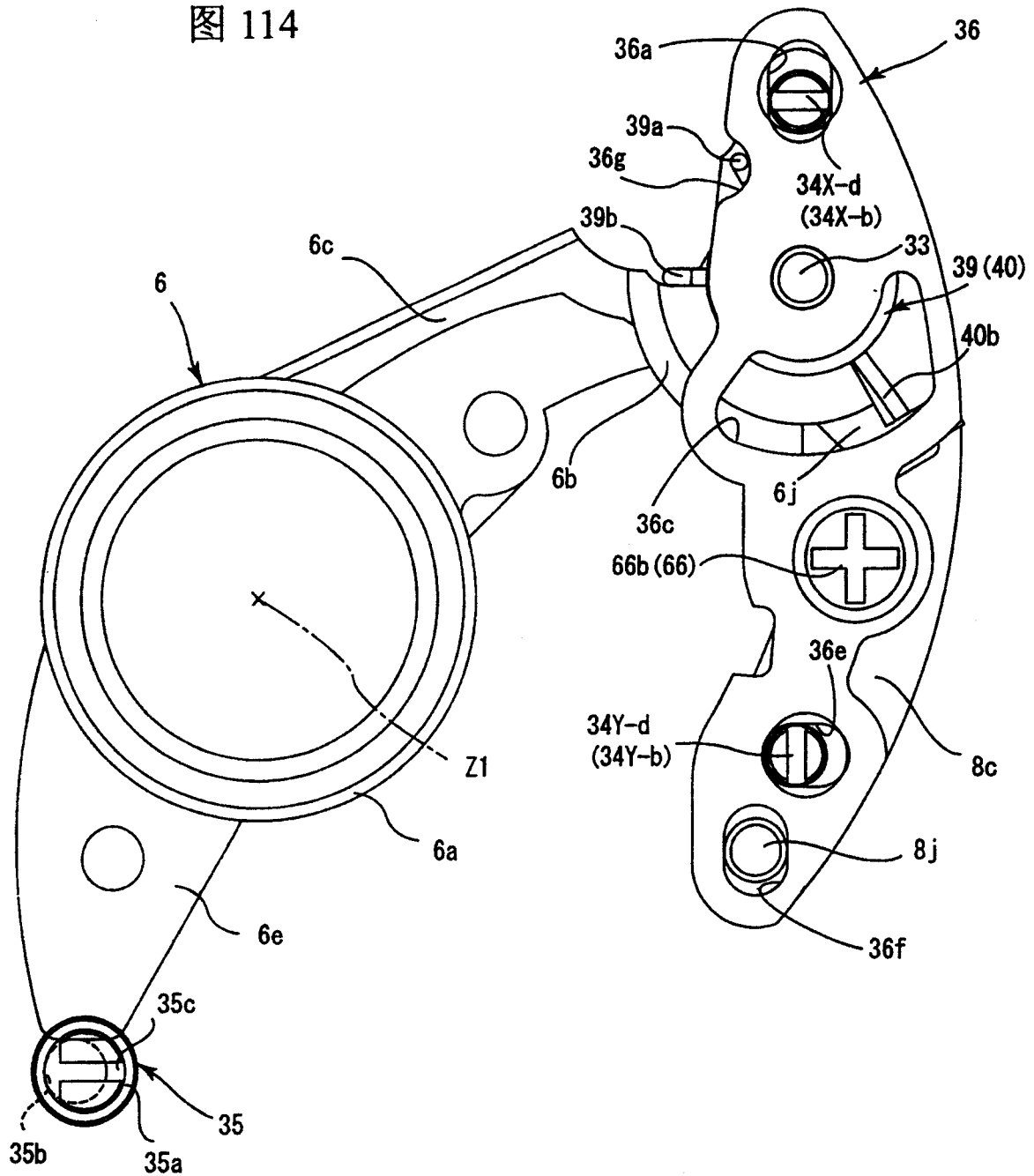


图 115

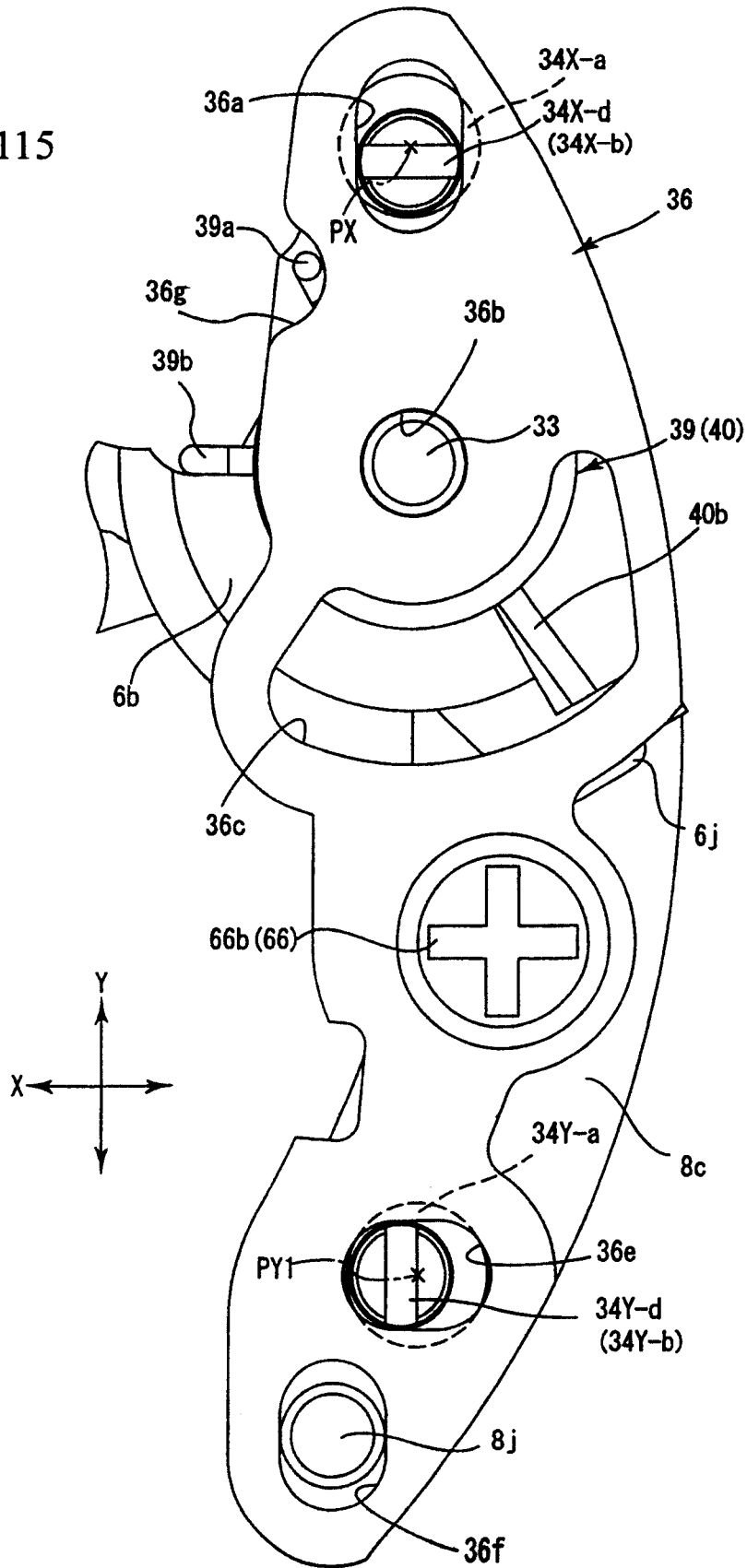


图 116

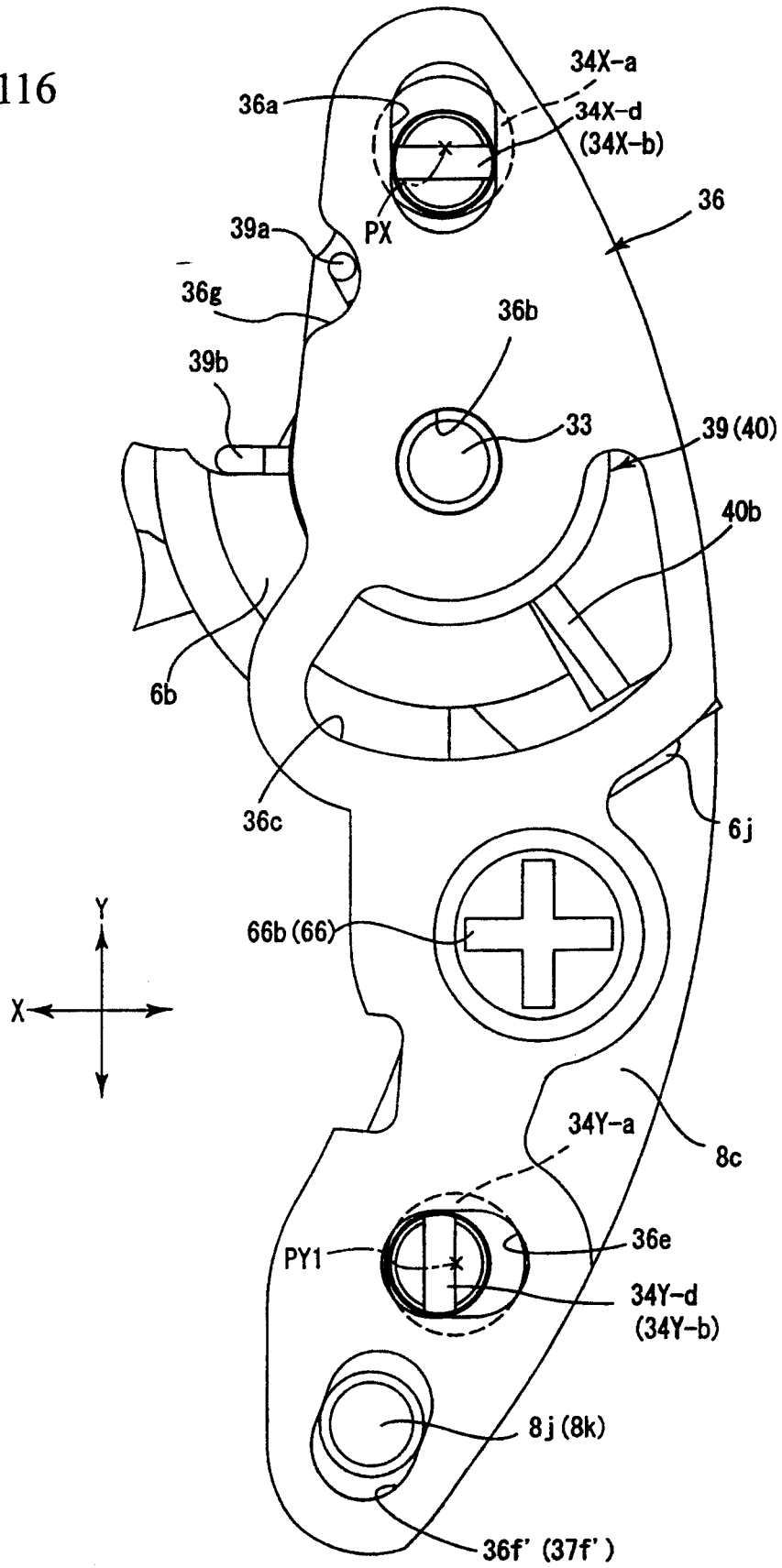
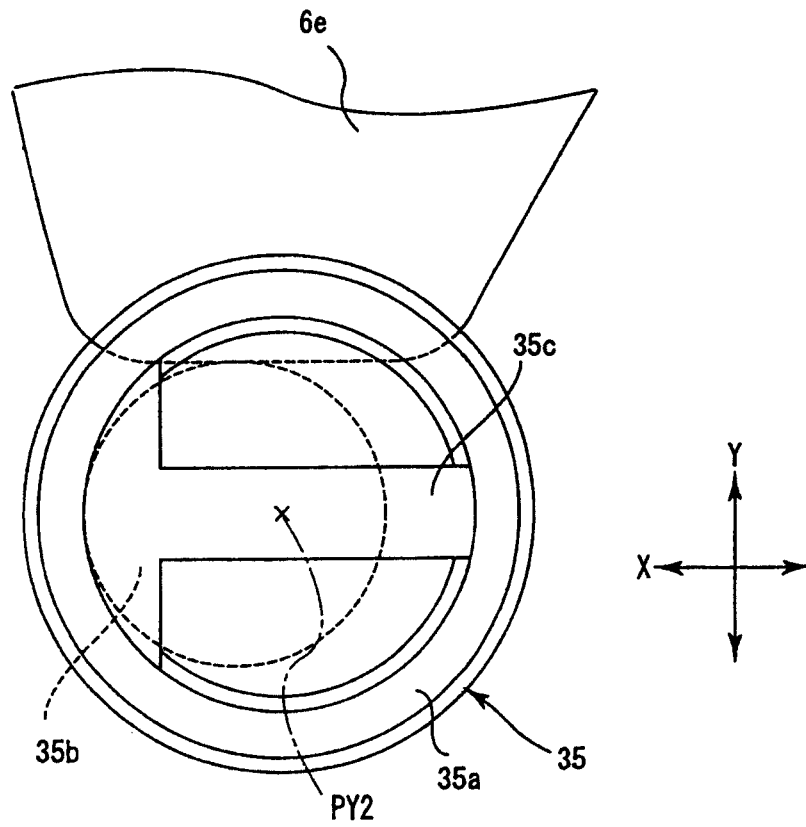


图 117



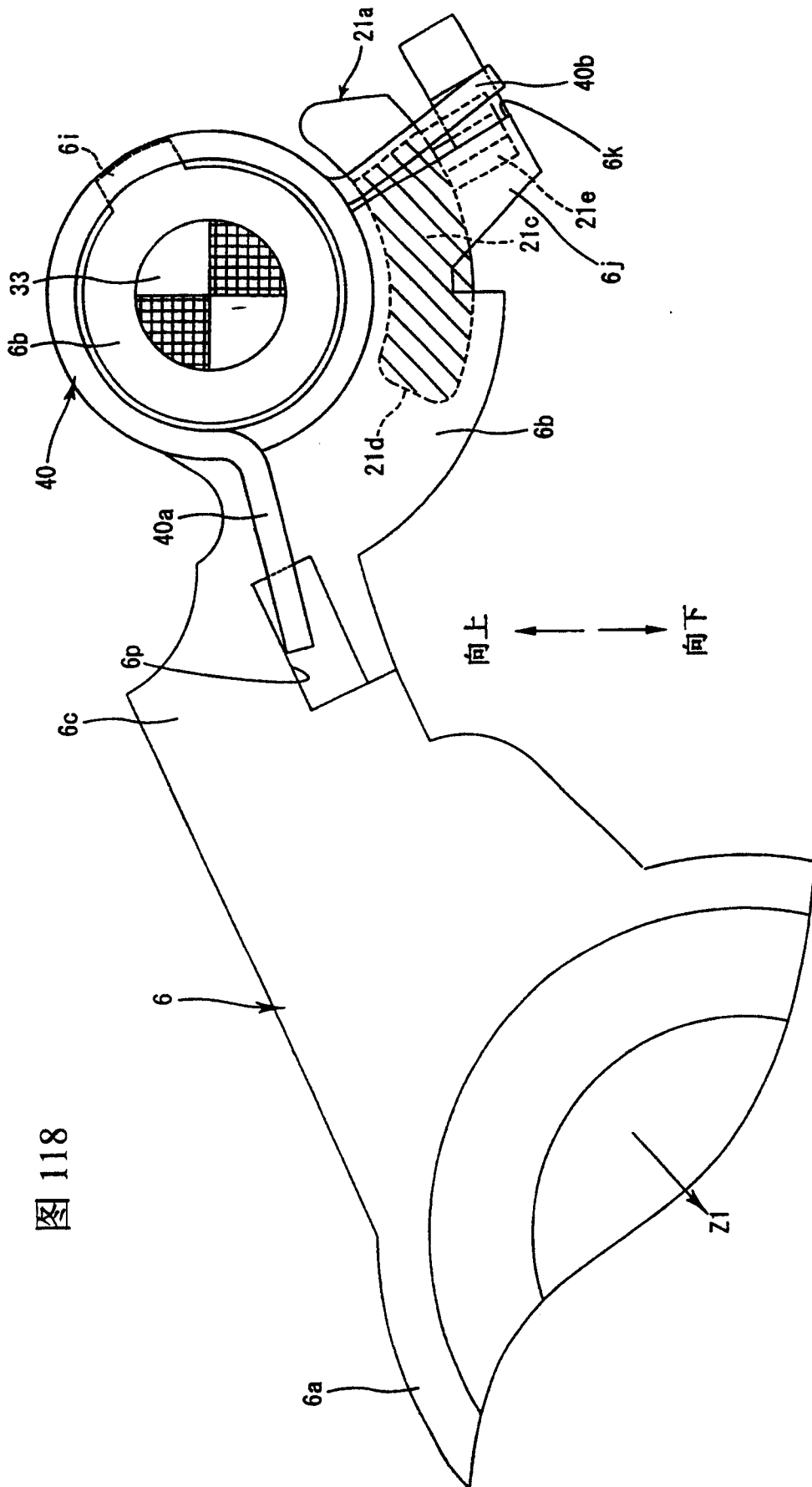


图 118

图 119

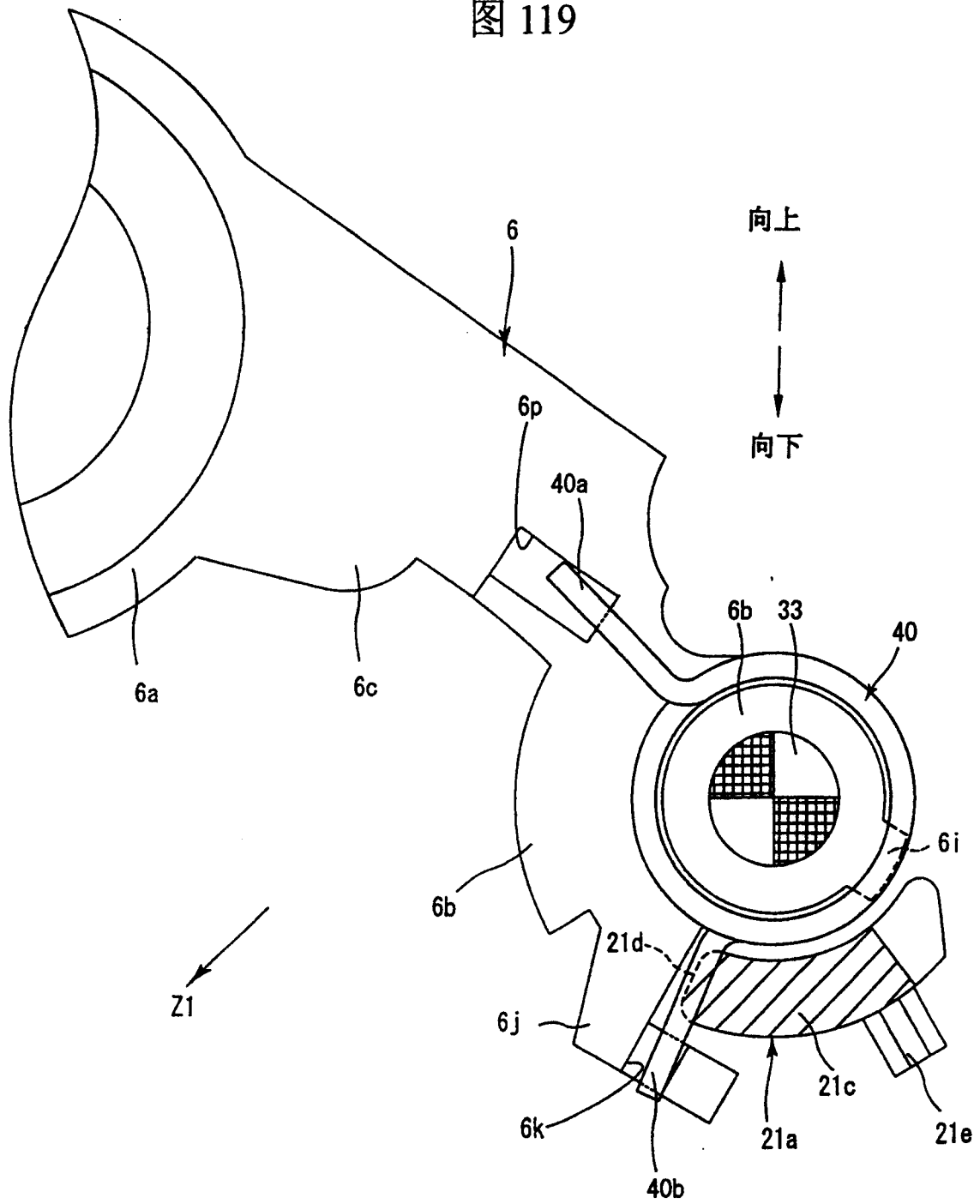


图 120

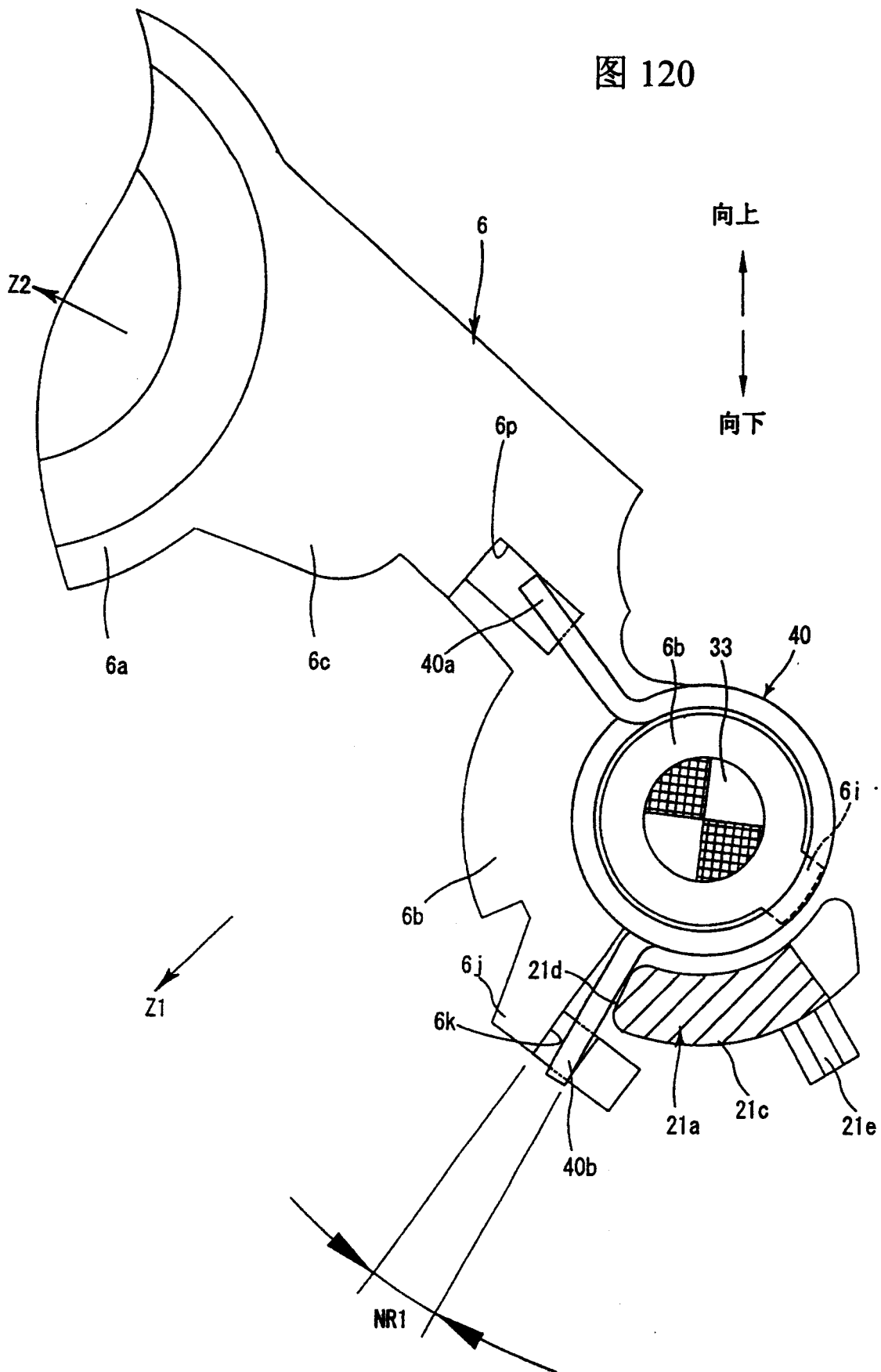


图 121

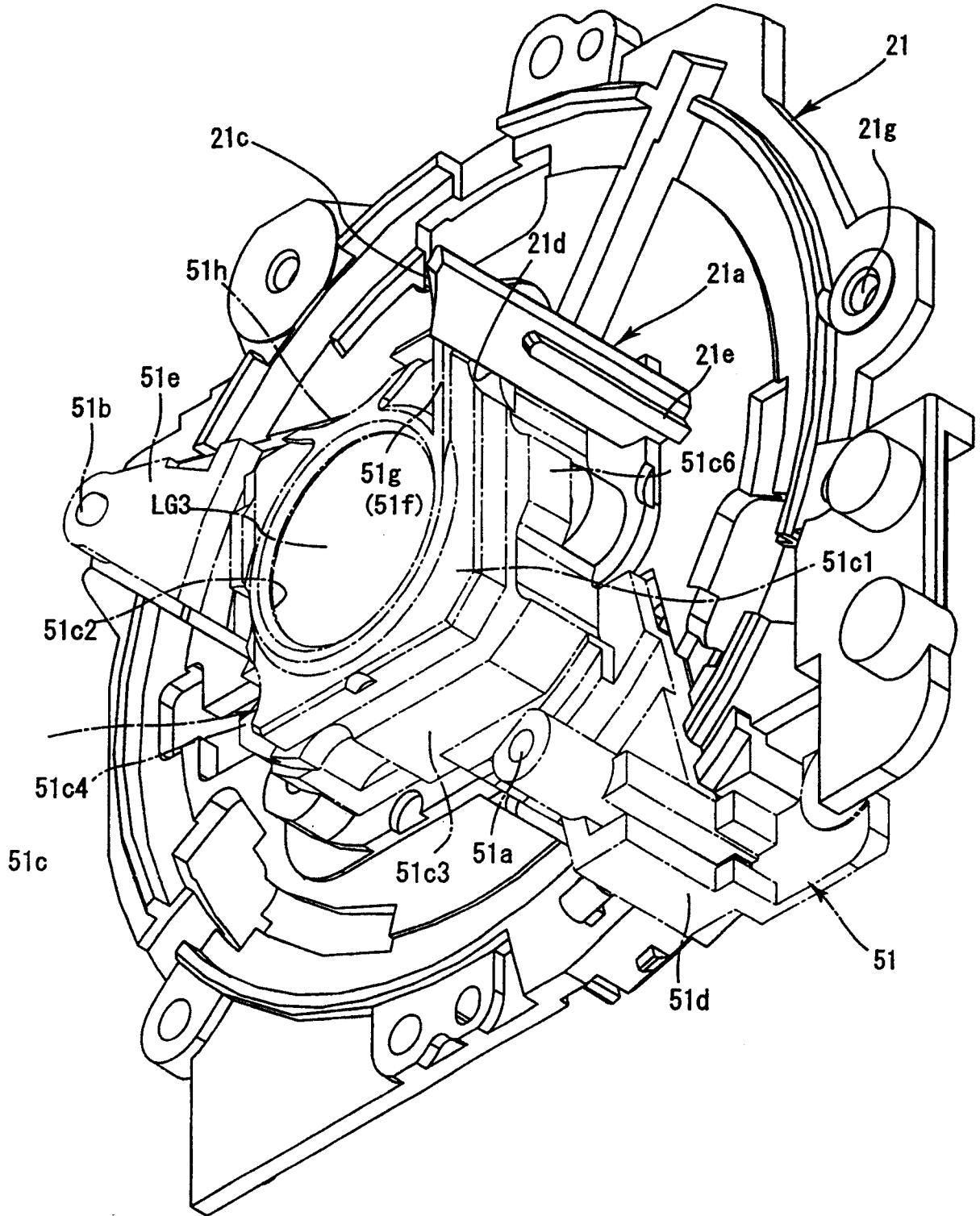
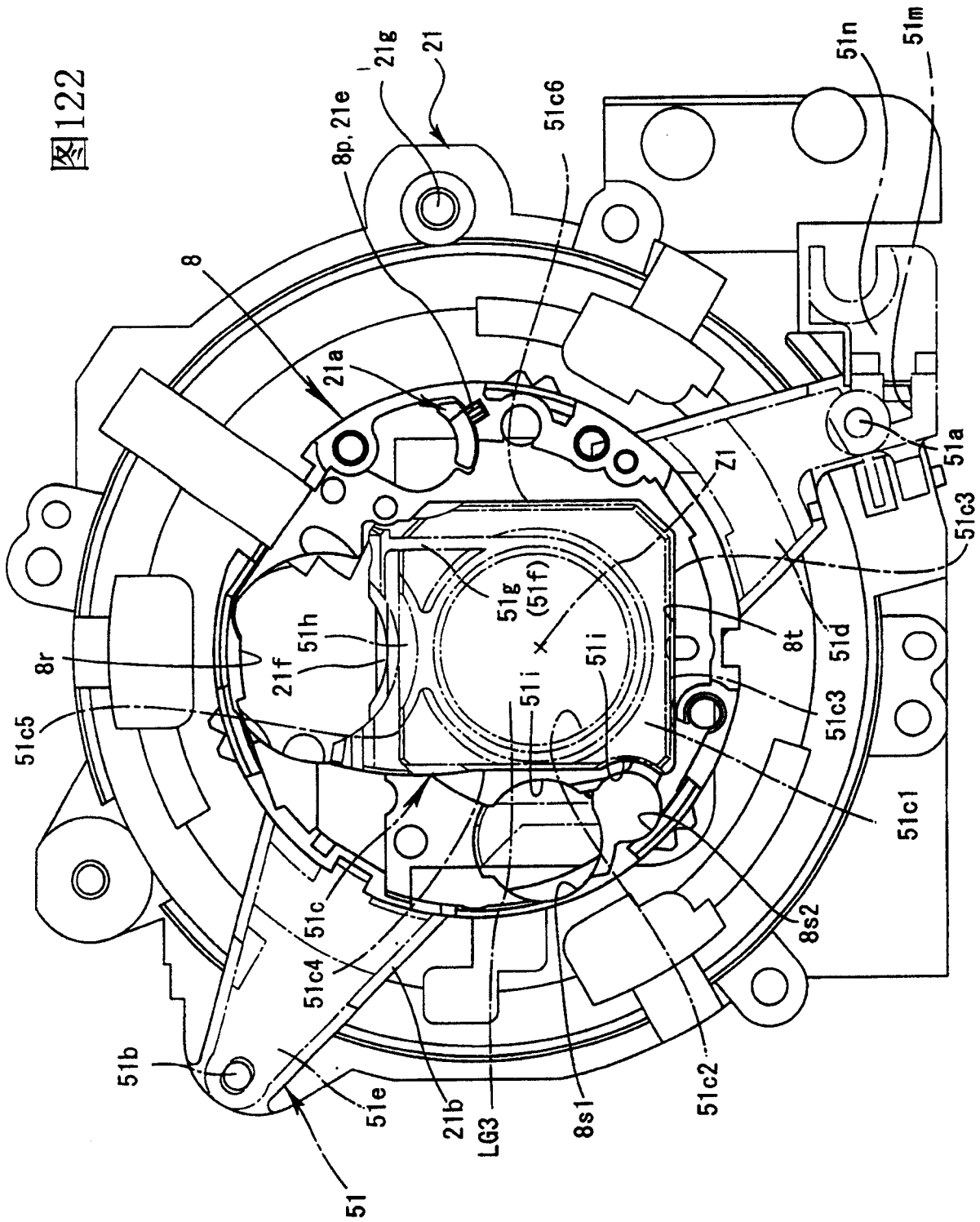


图122



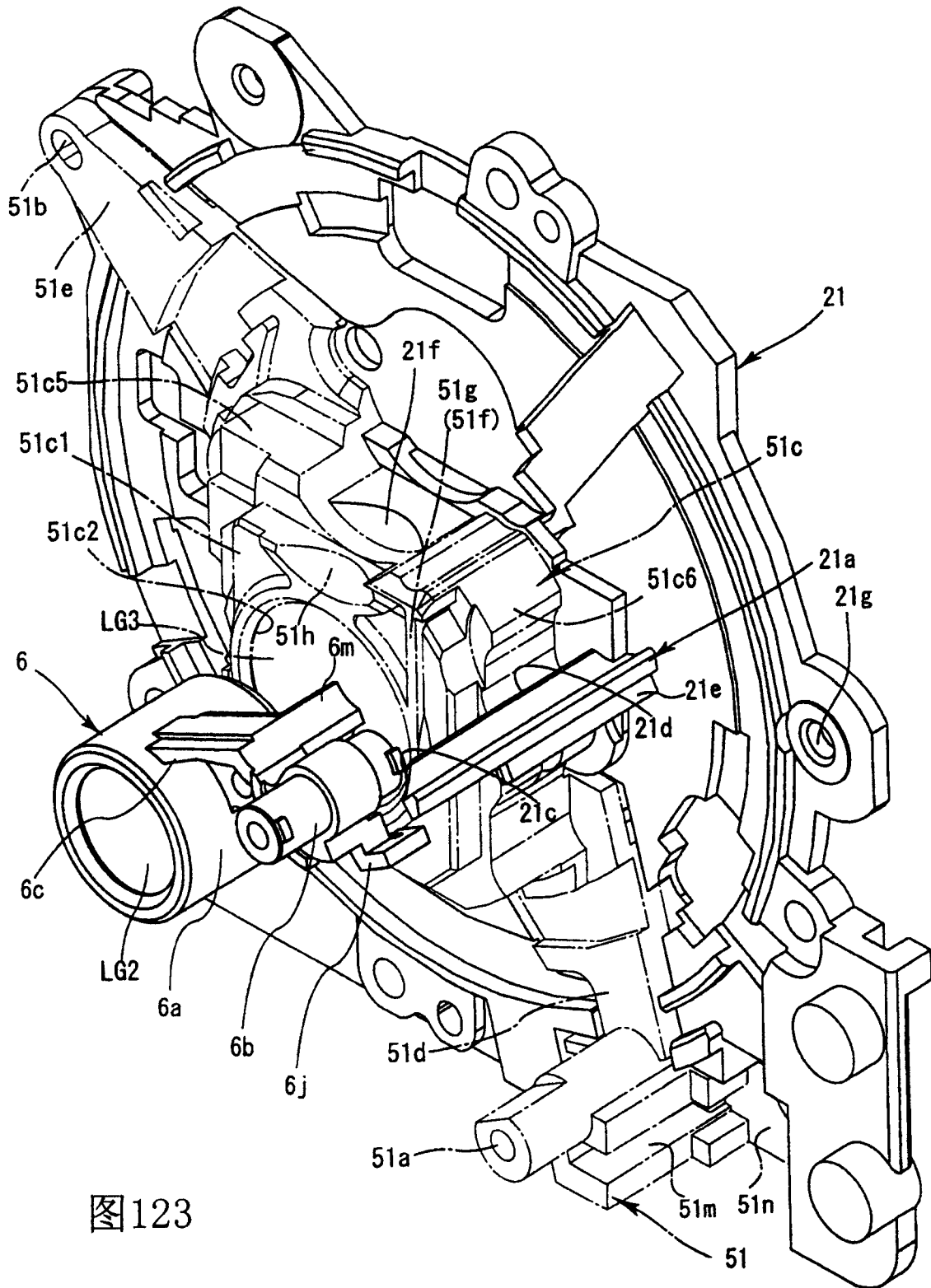


图123

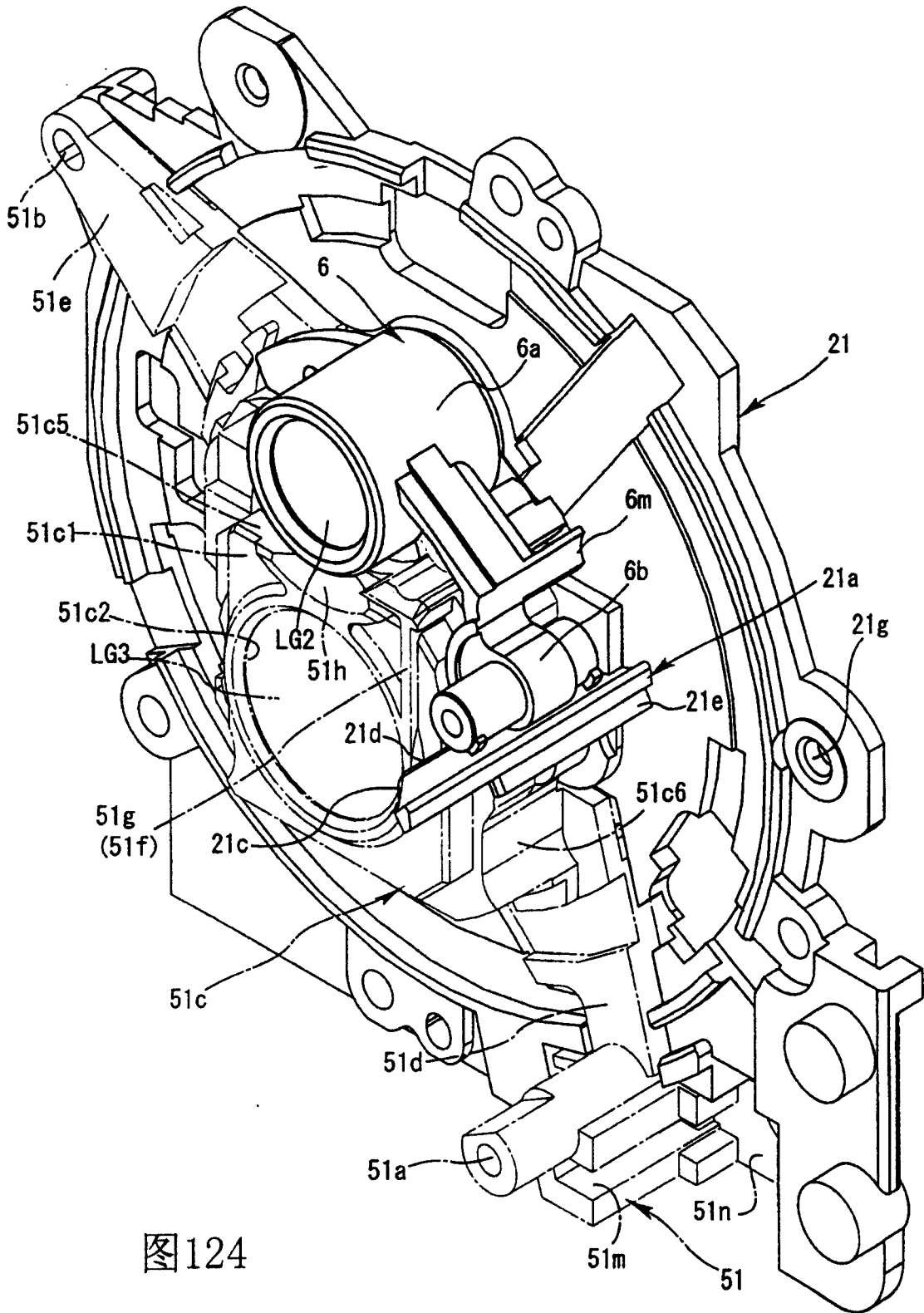


图124

图 125

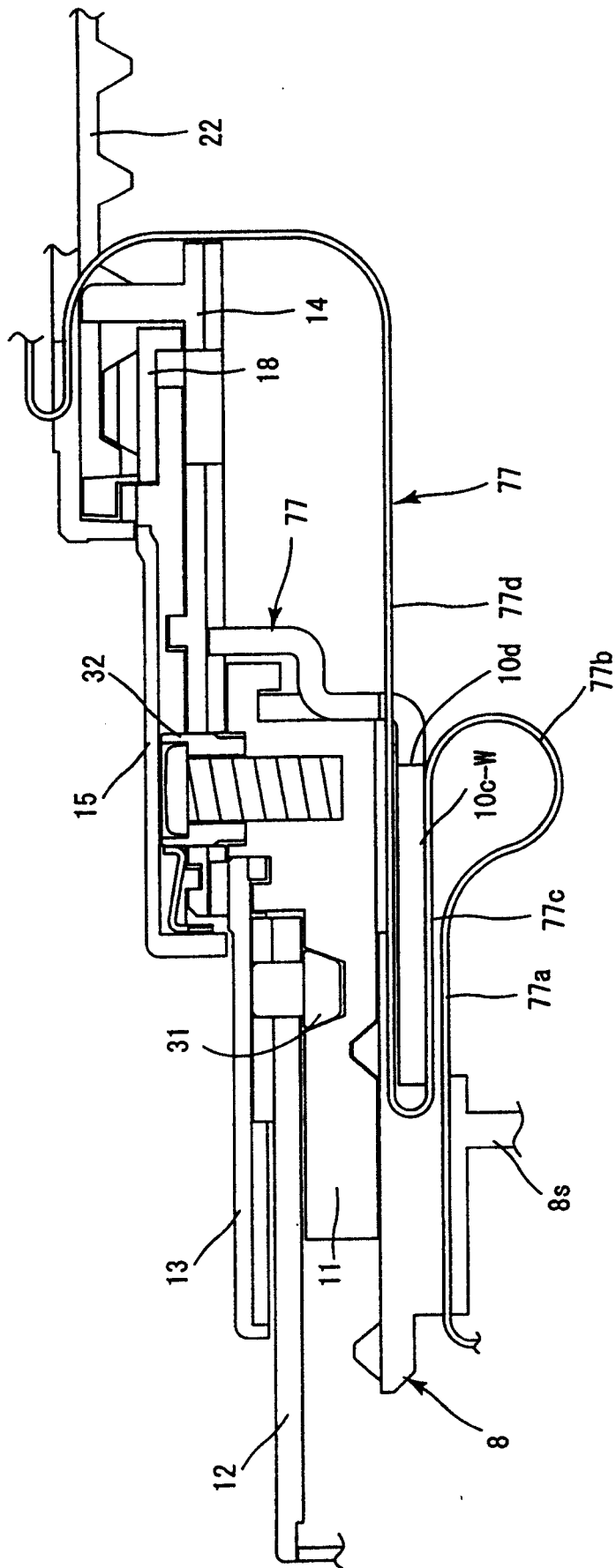
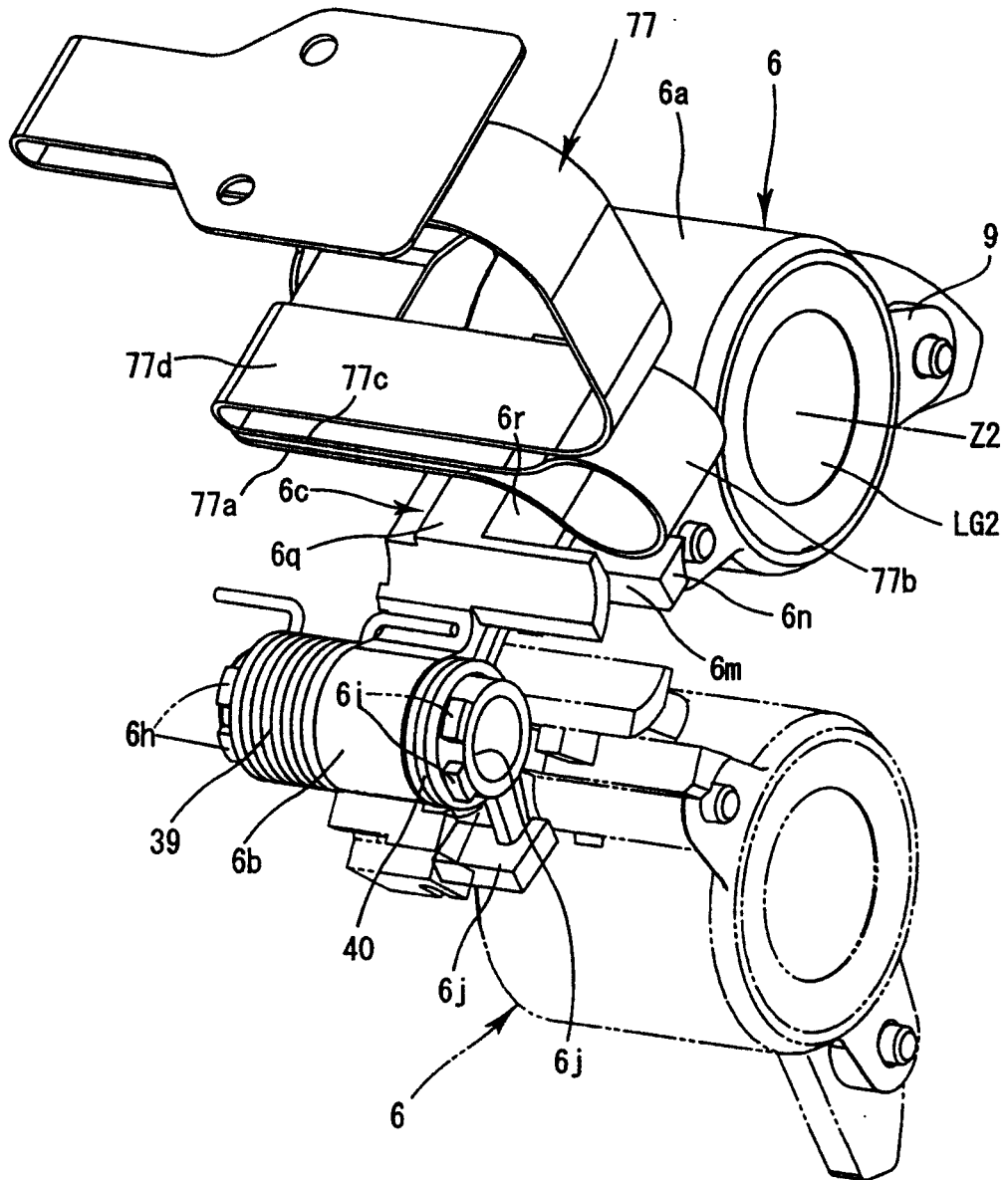


图 126



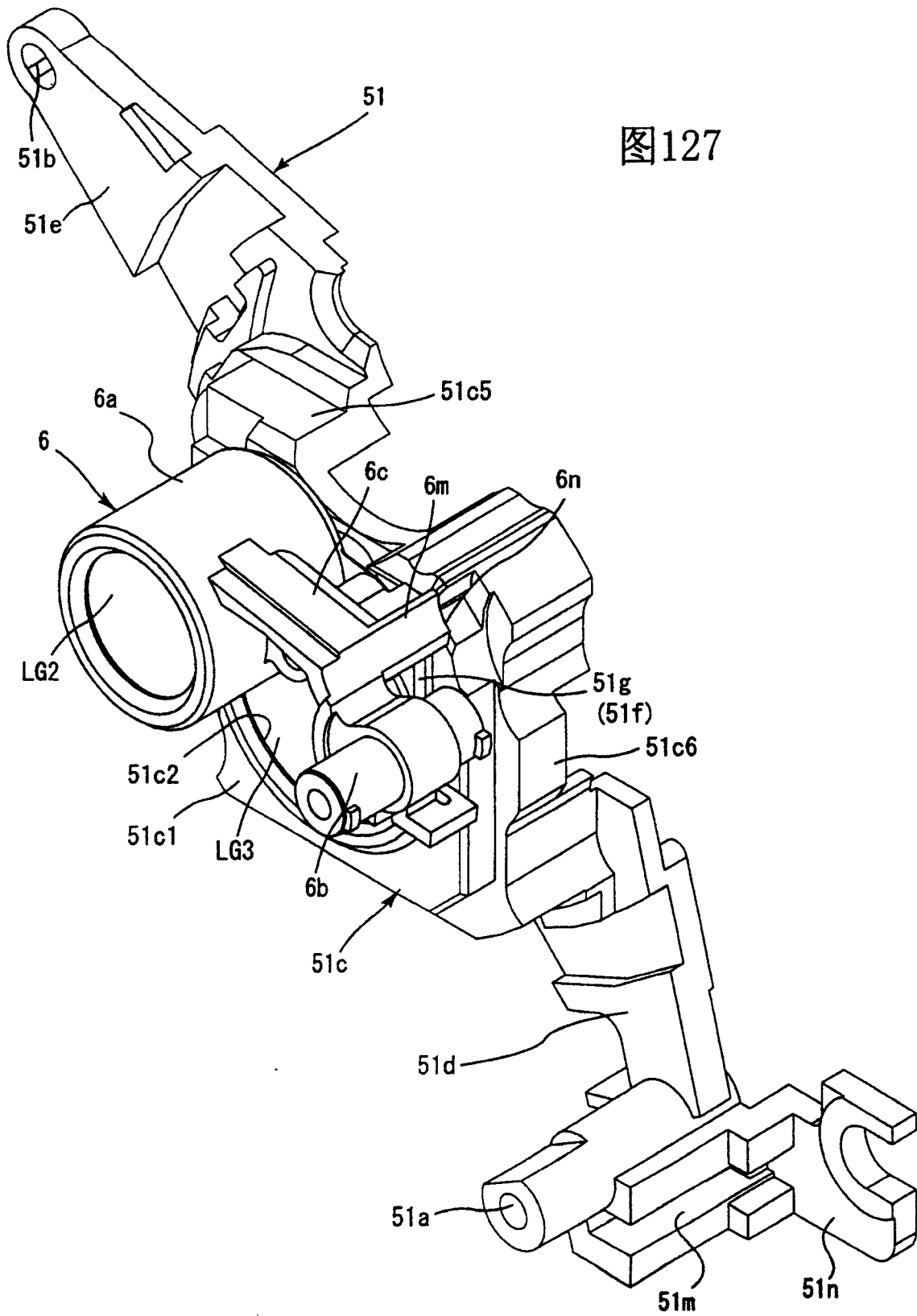


图127

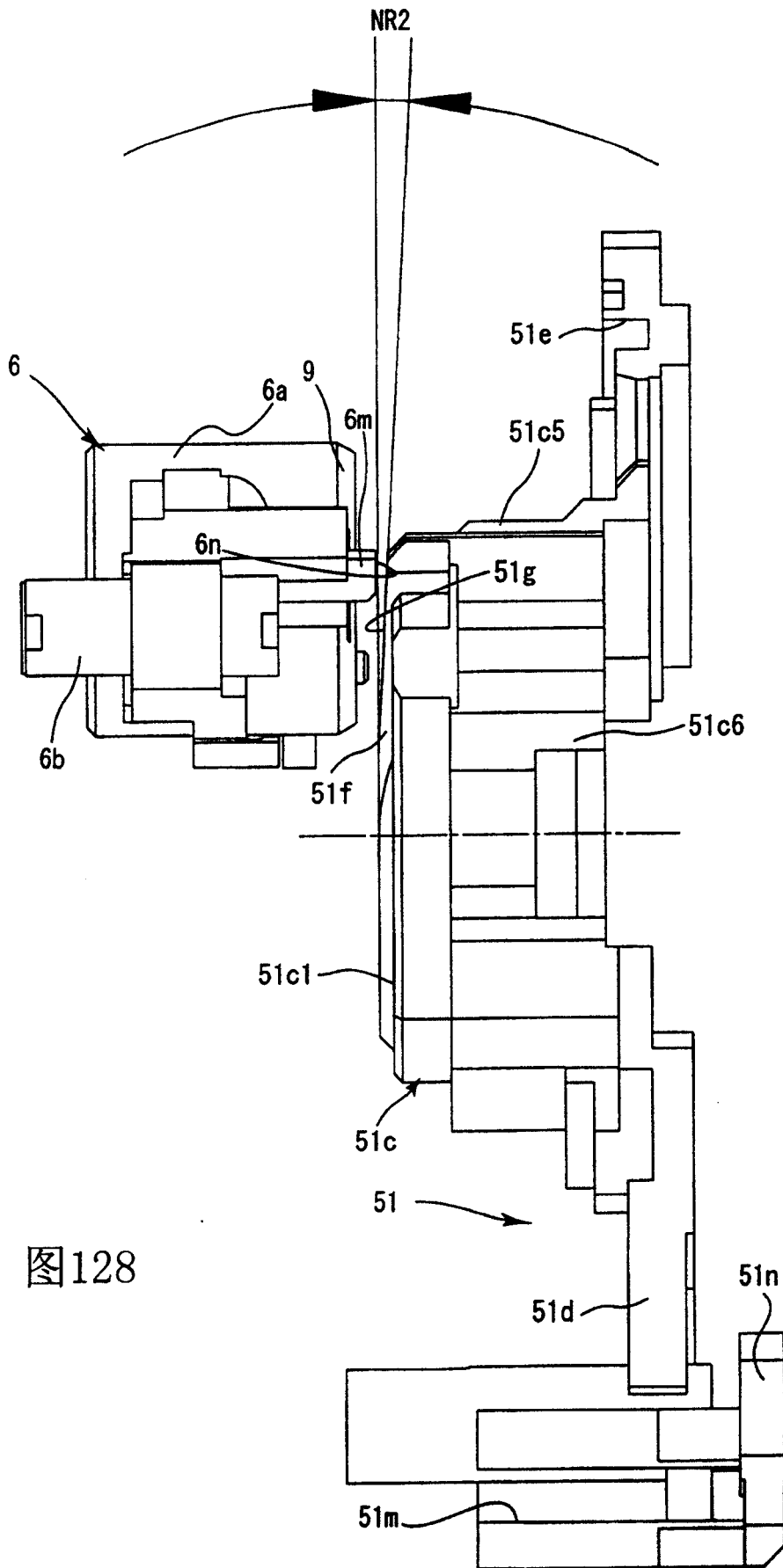
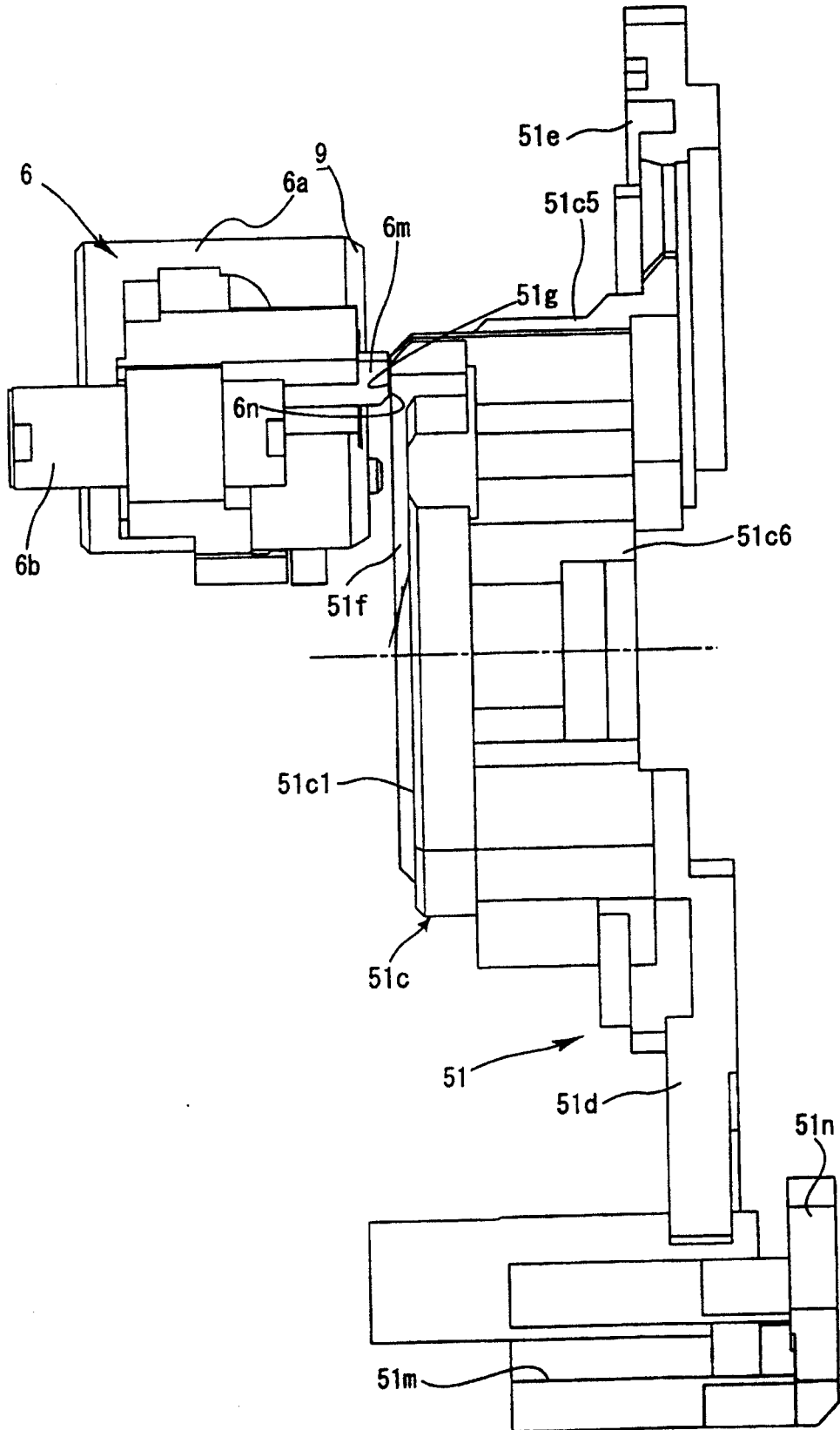


图128

图129



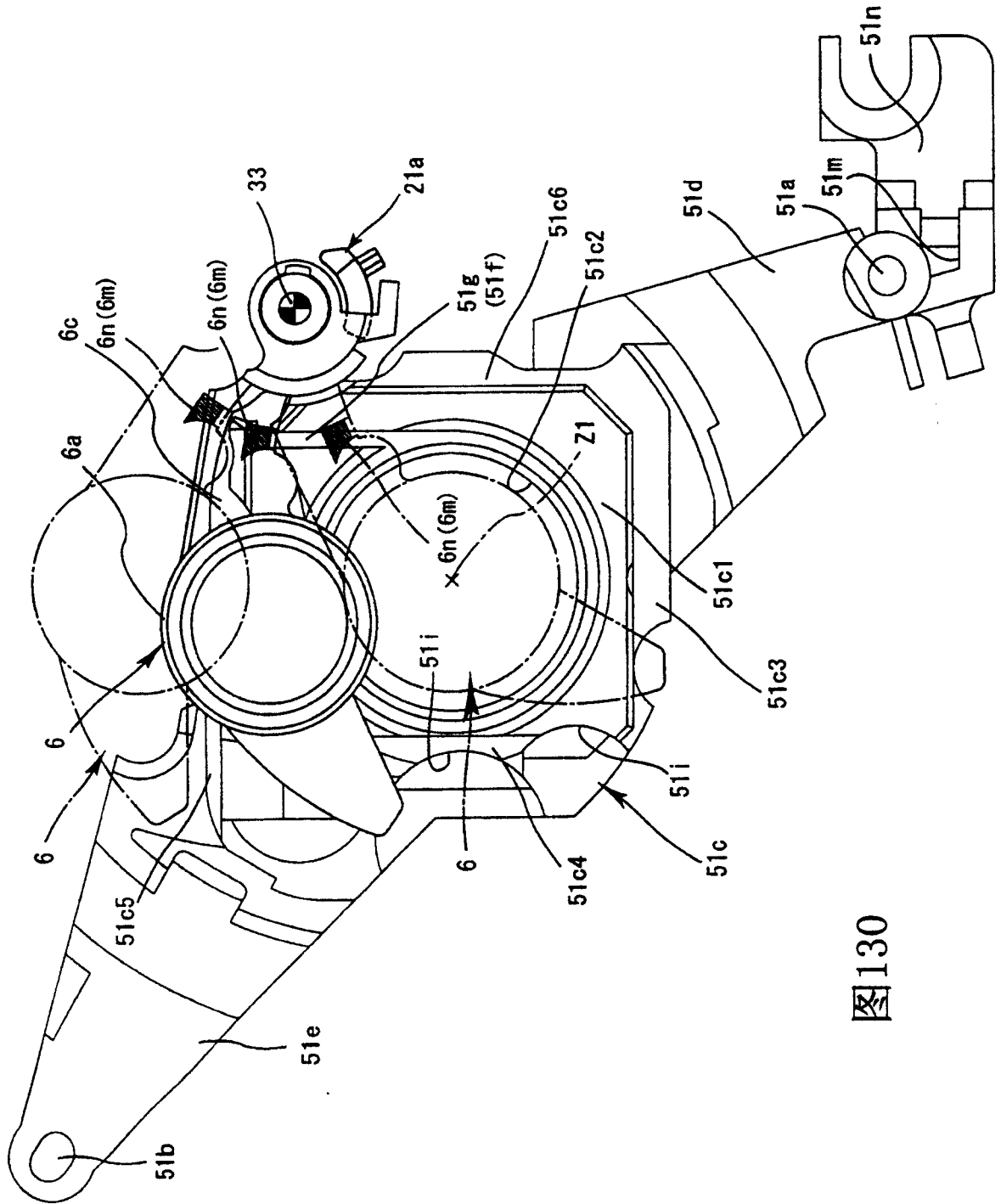


图130

图 131

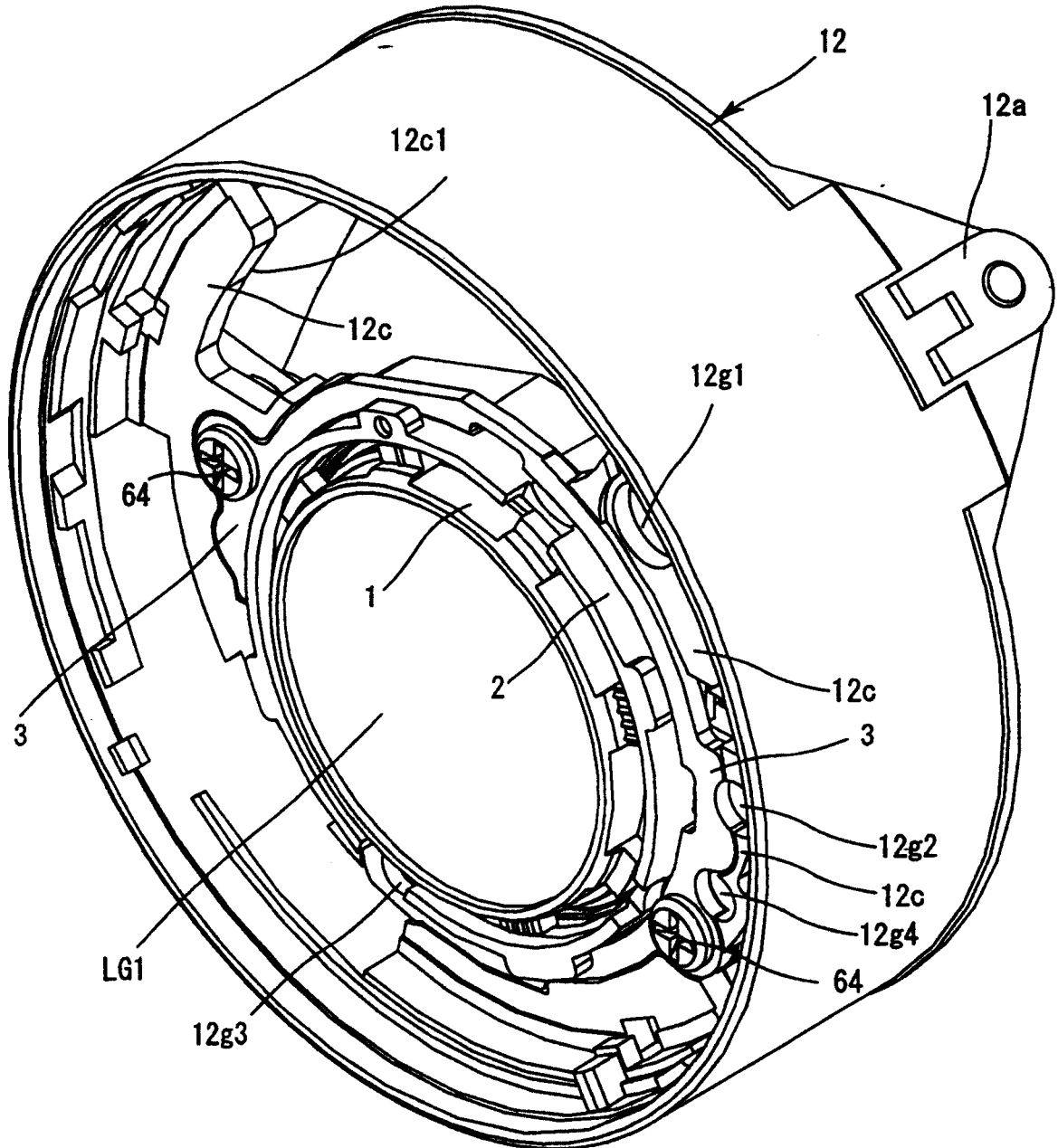
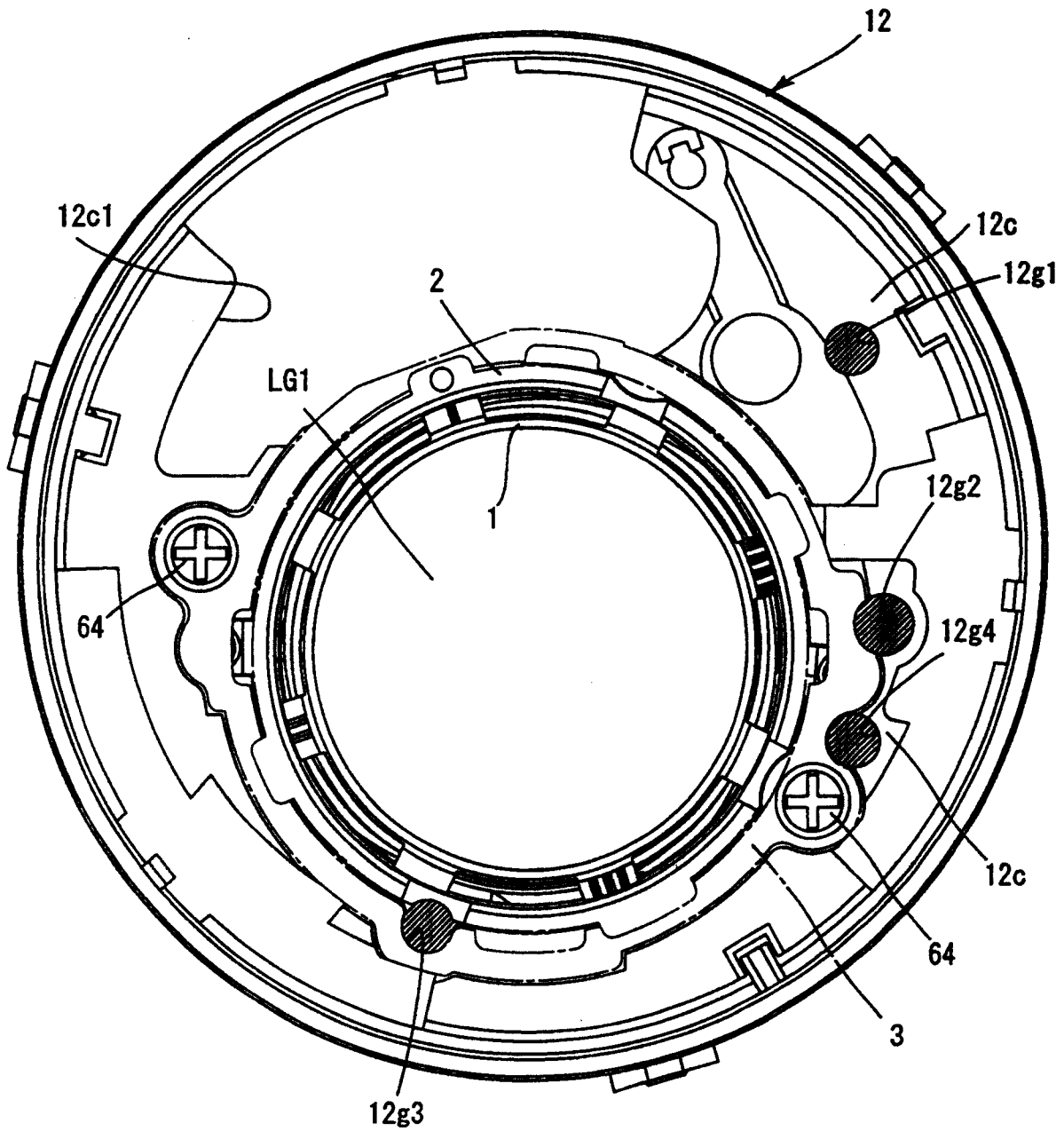
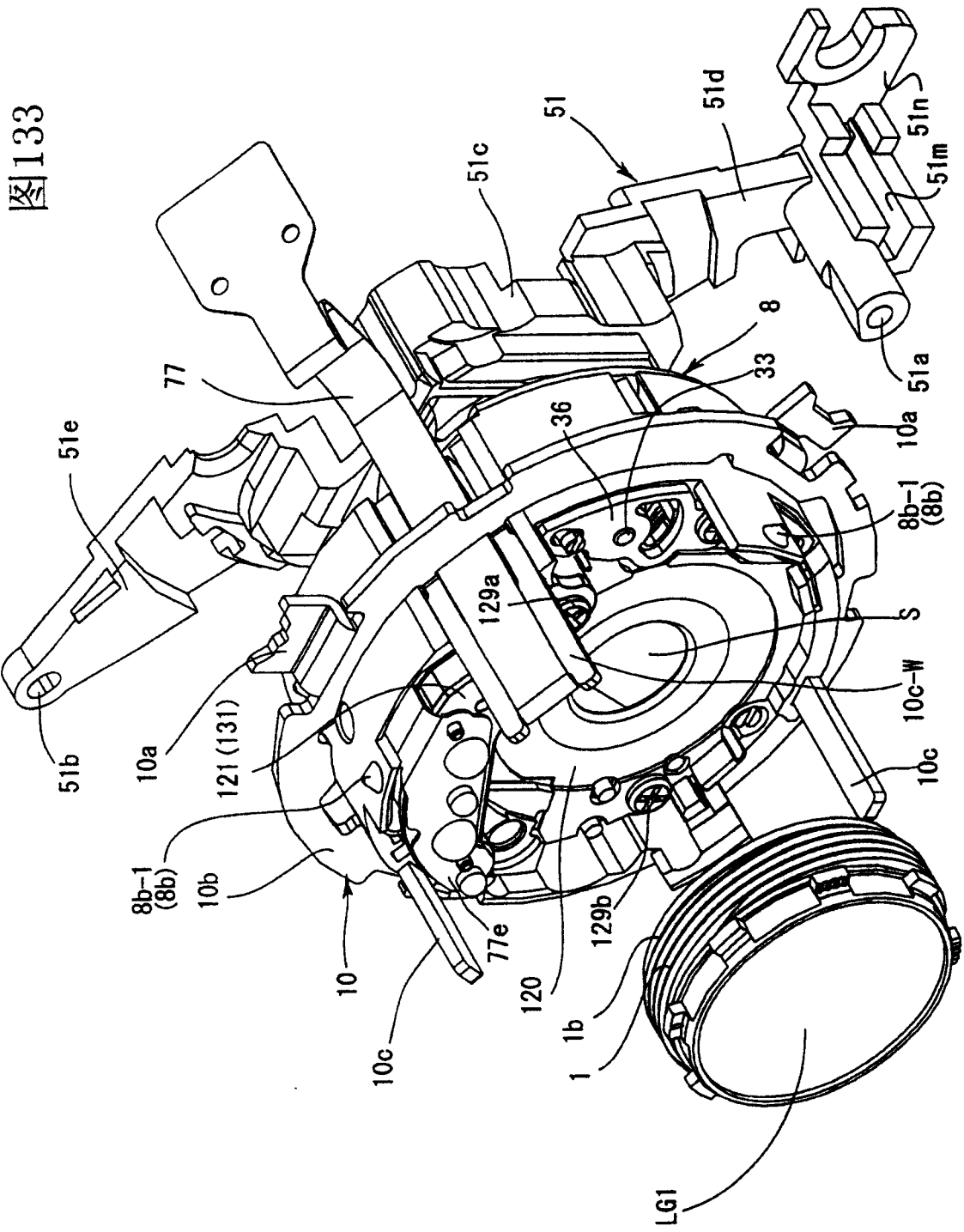


图 132





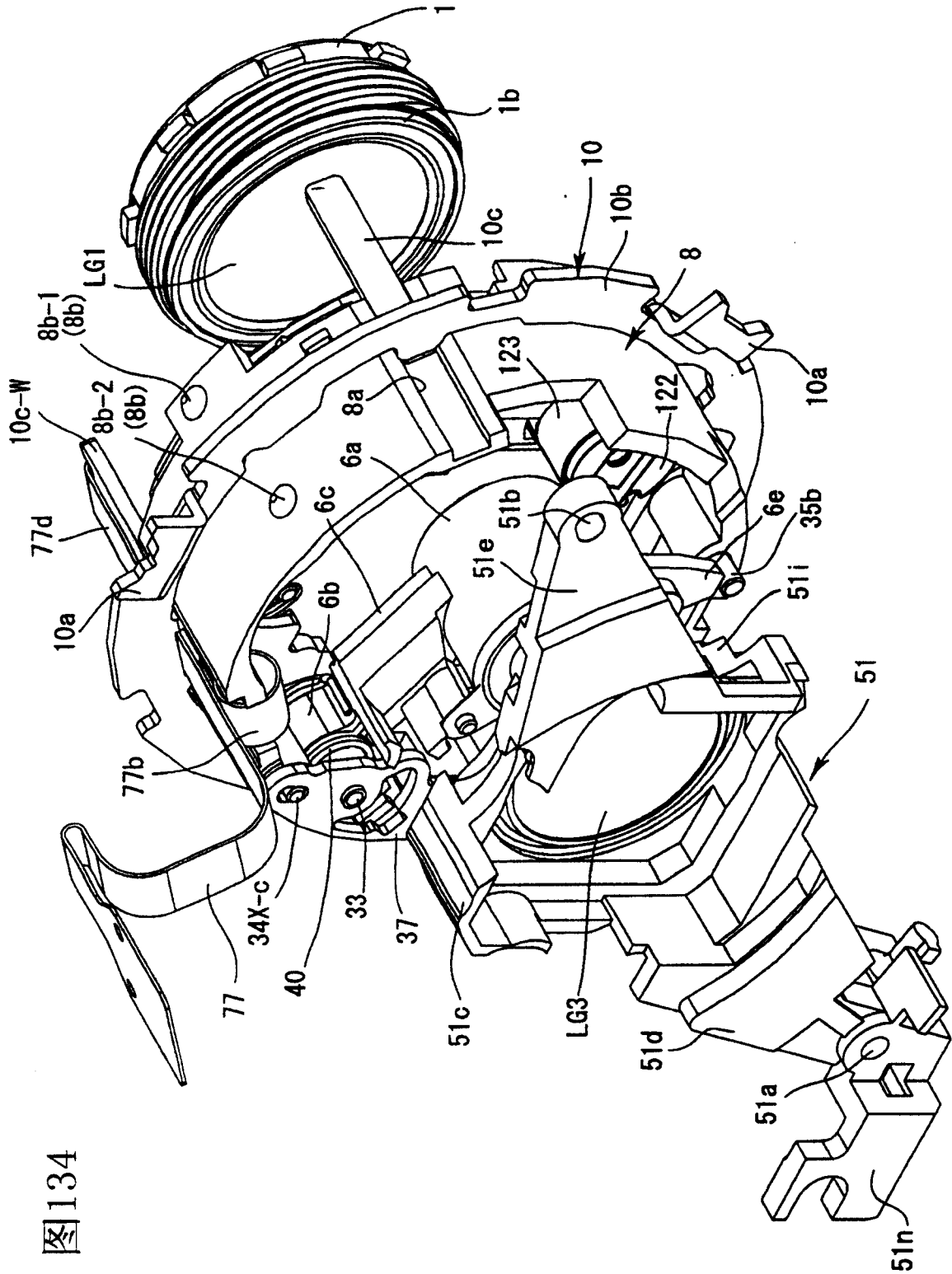


图134

图135

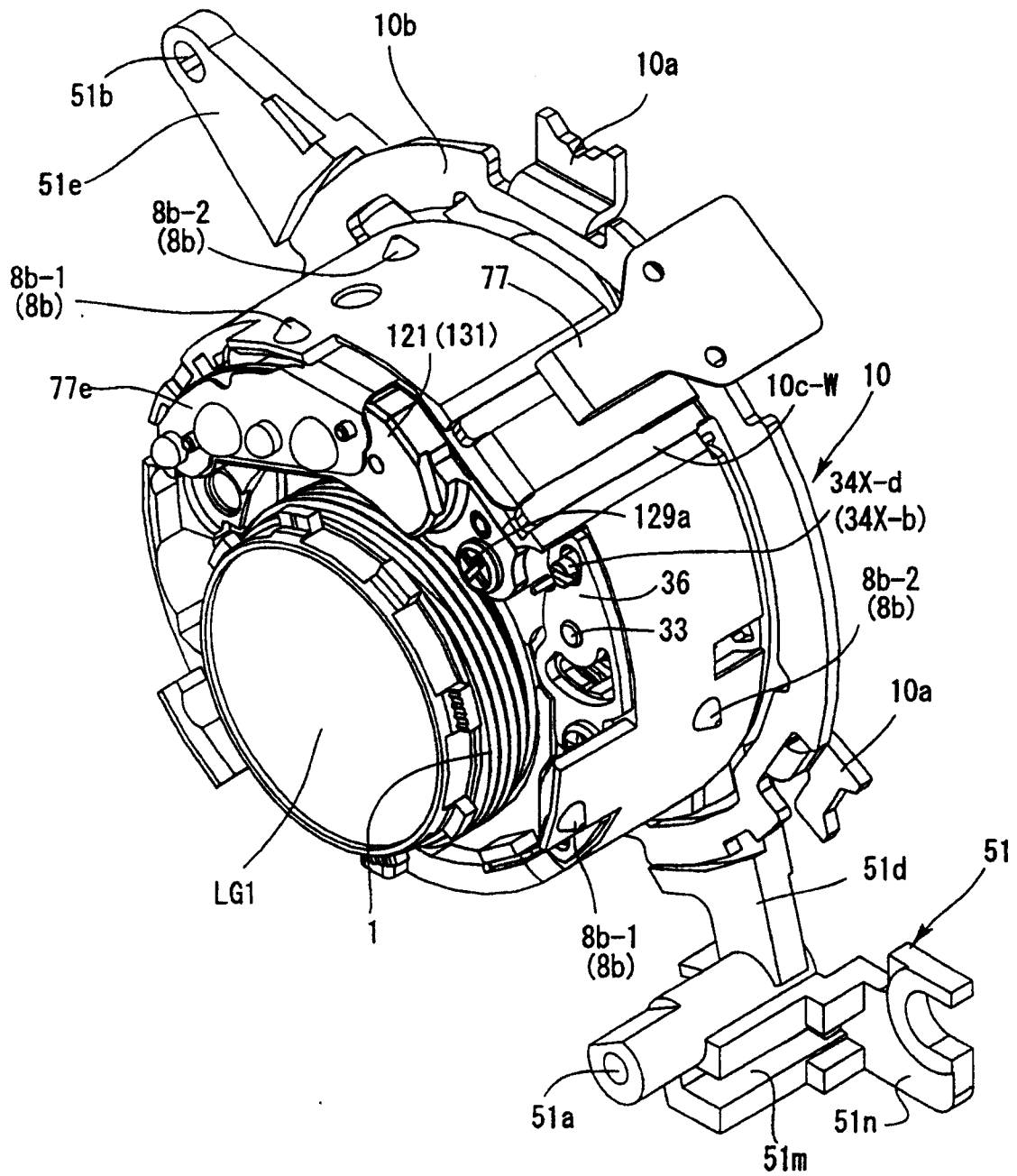


图136

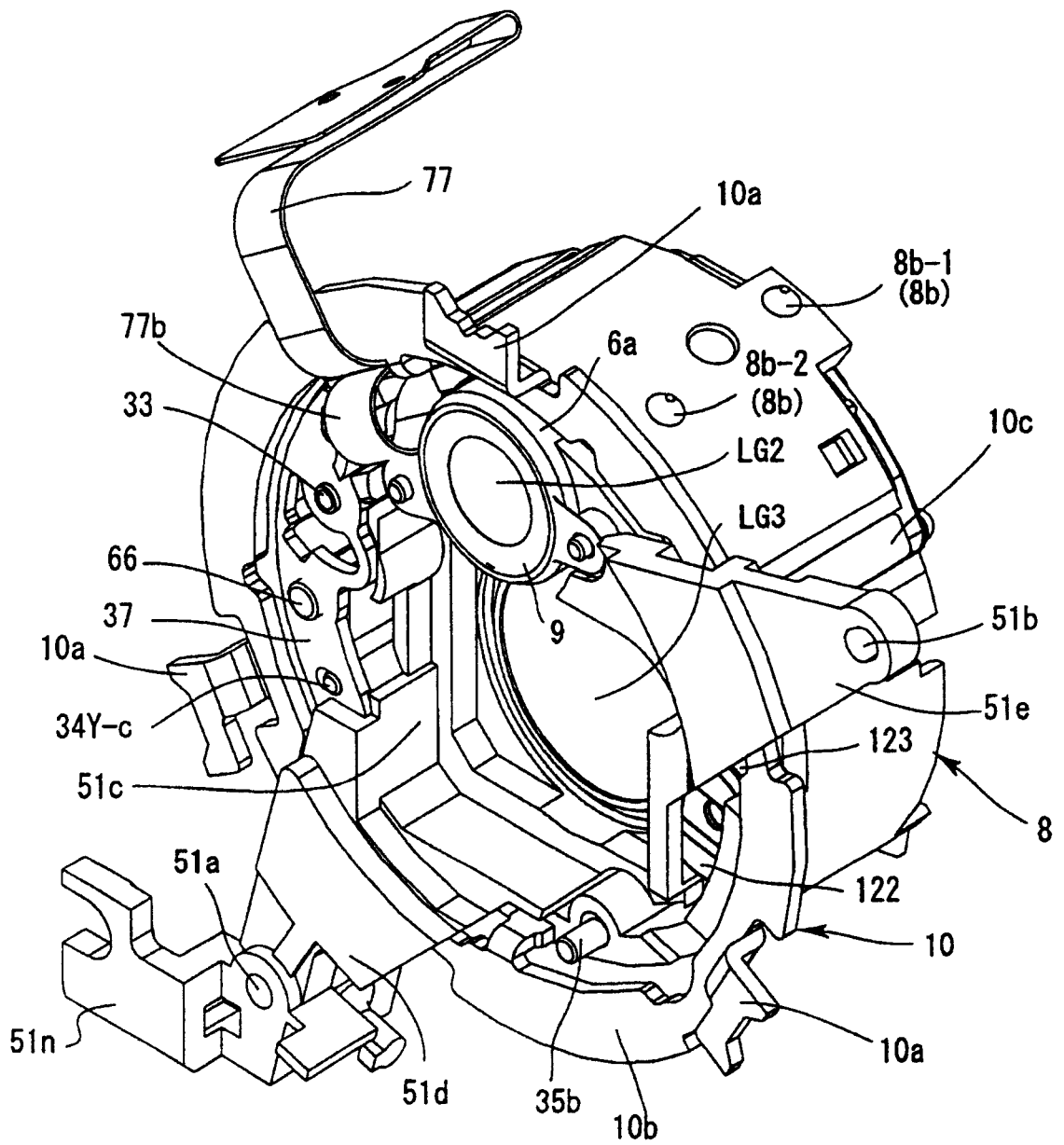


图138

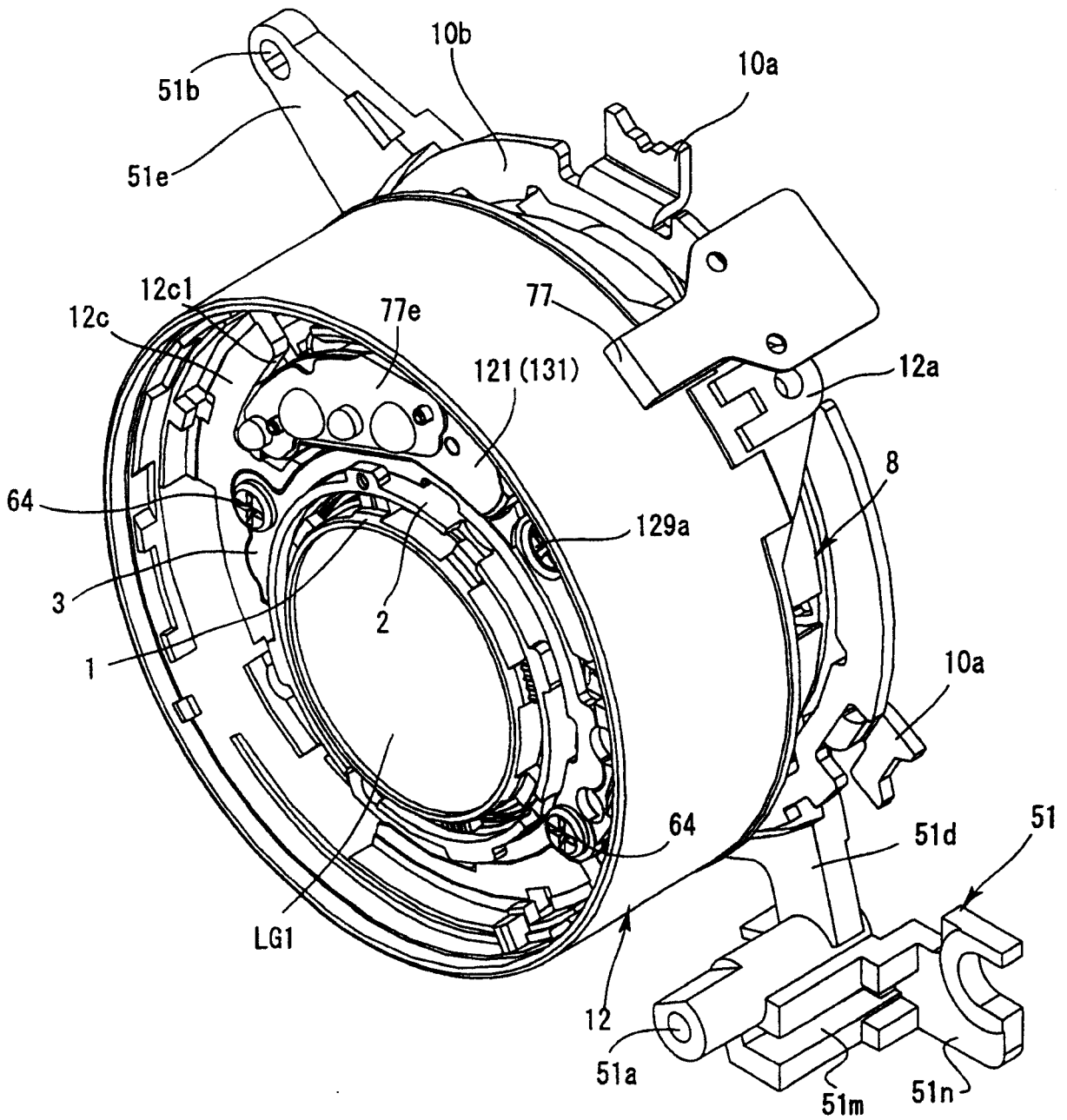
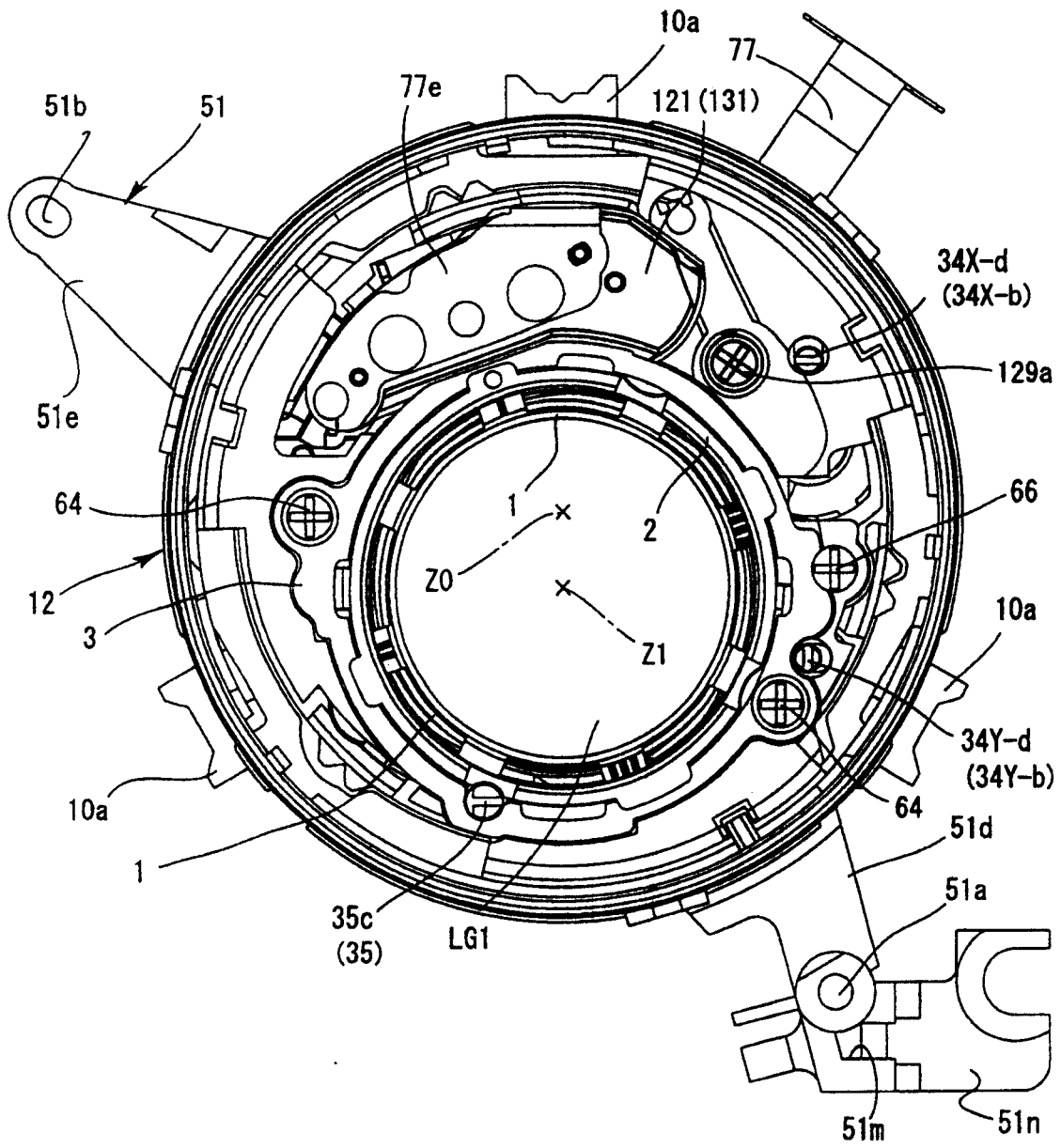


图139



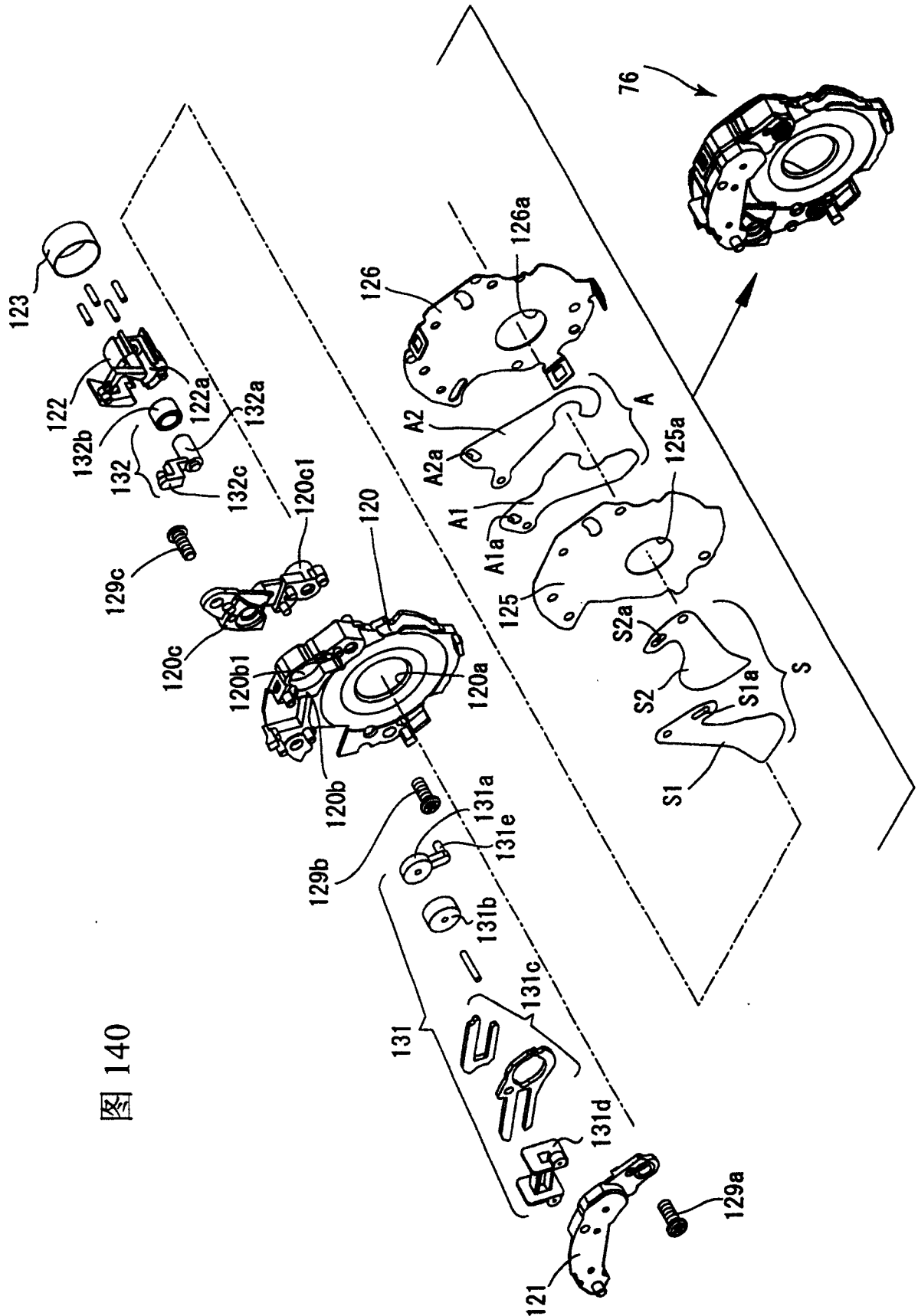


图 140

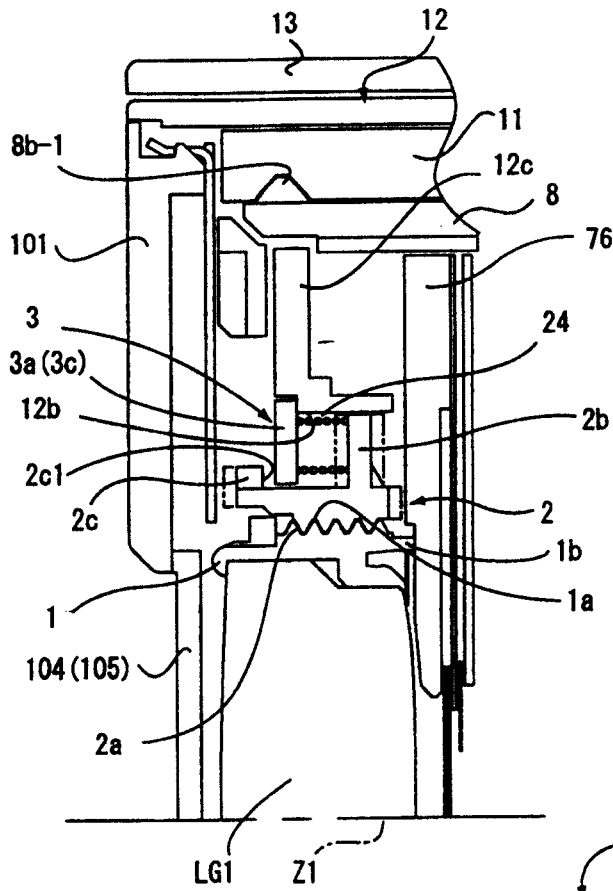
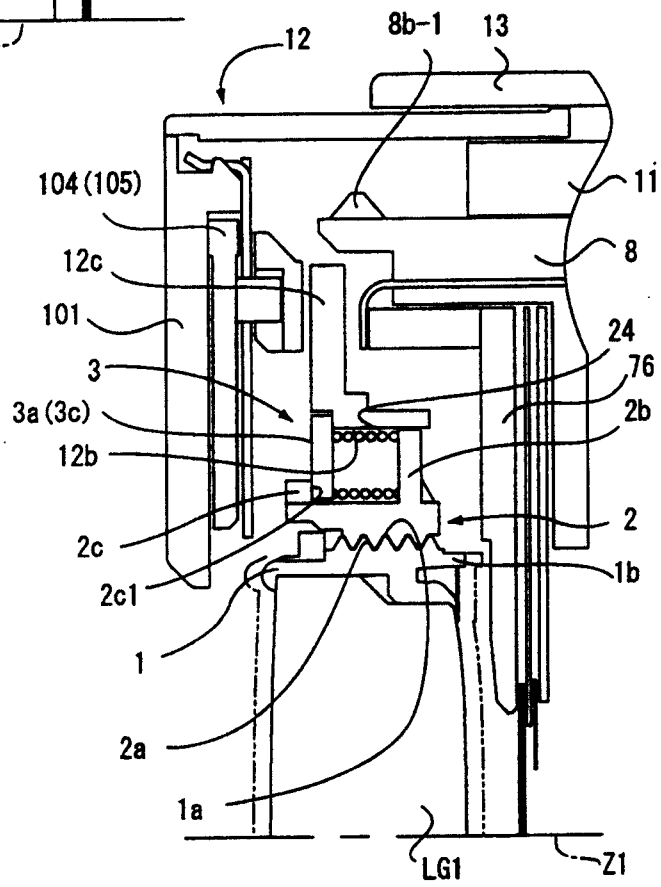


图 141

图 142



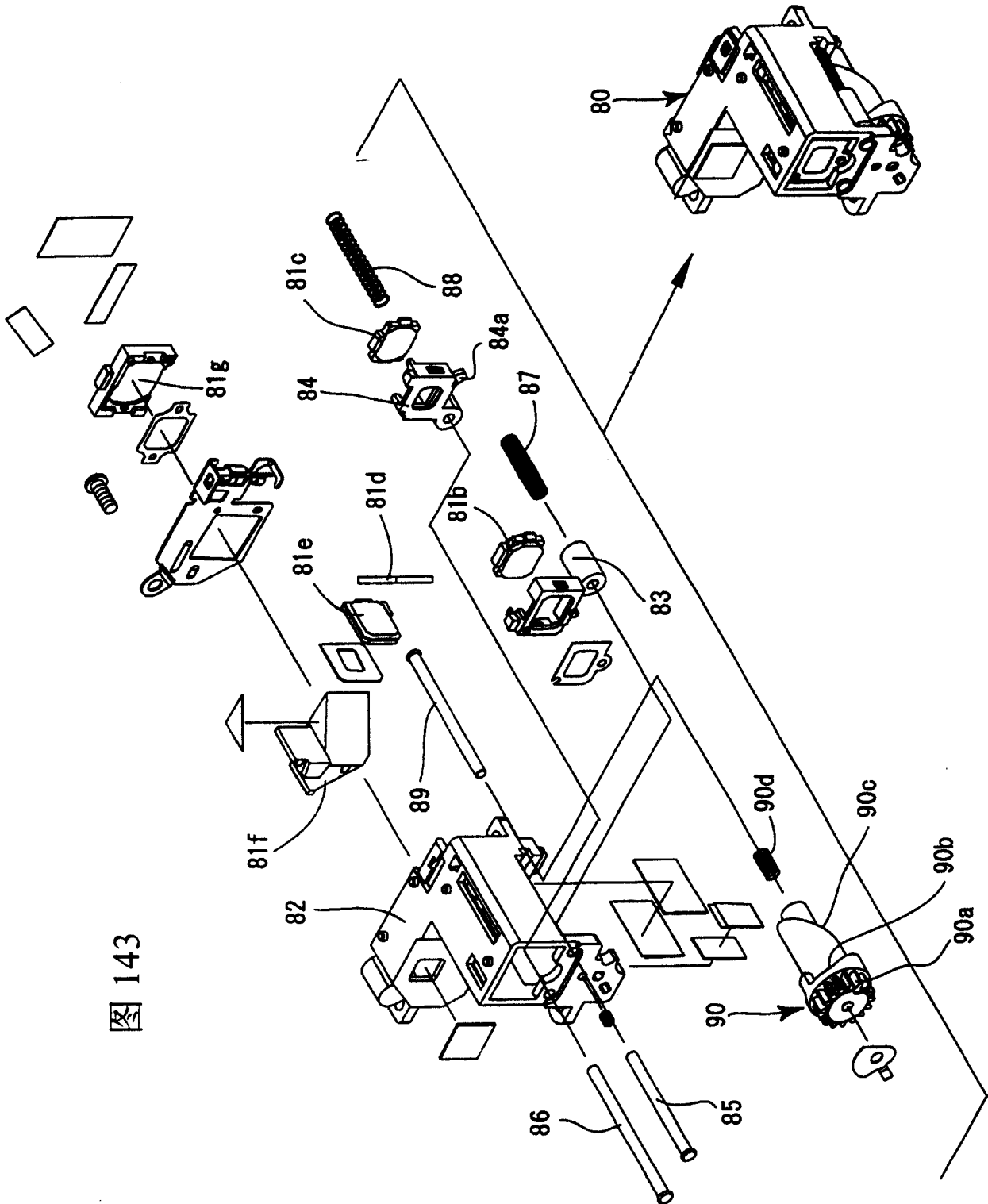


图 143

图 144

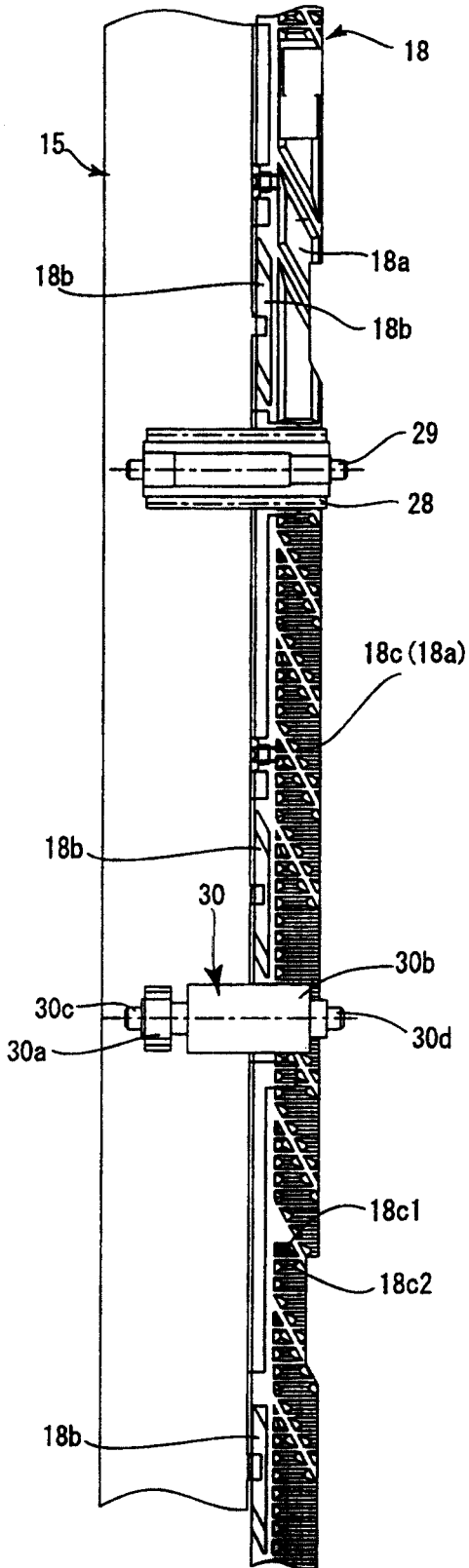


图 145

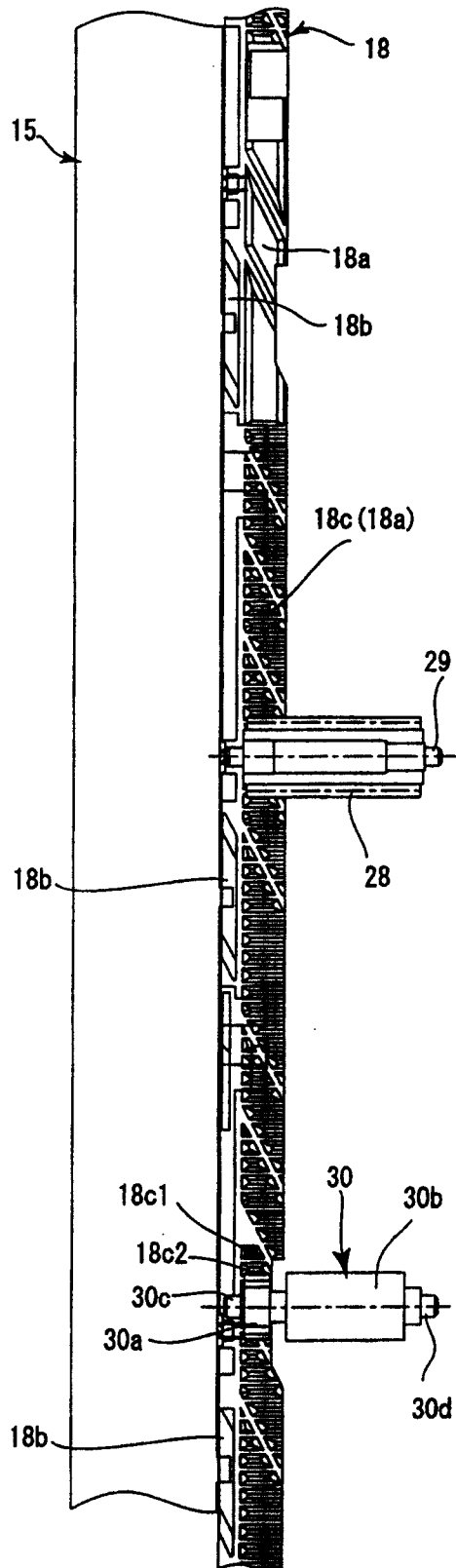


图 146

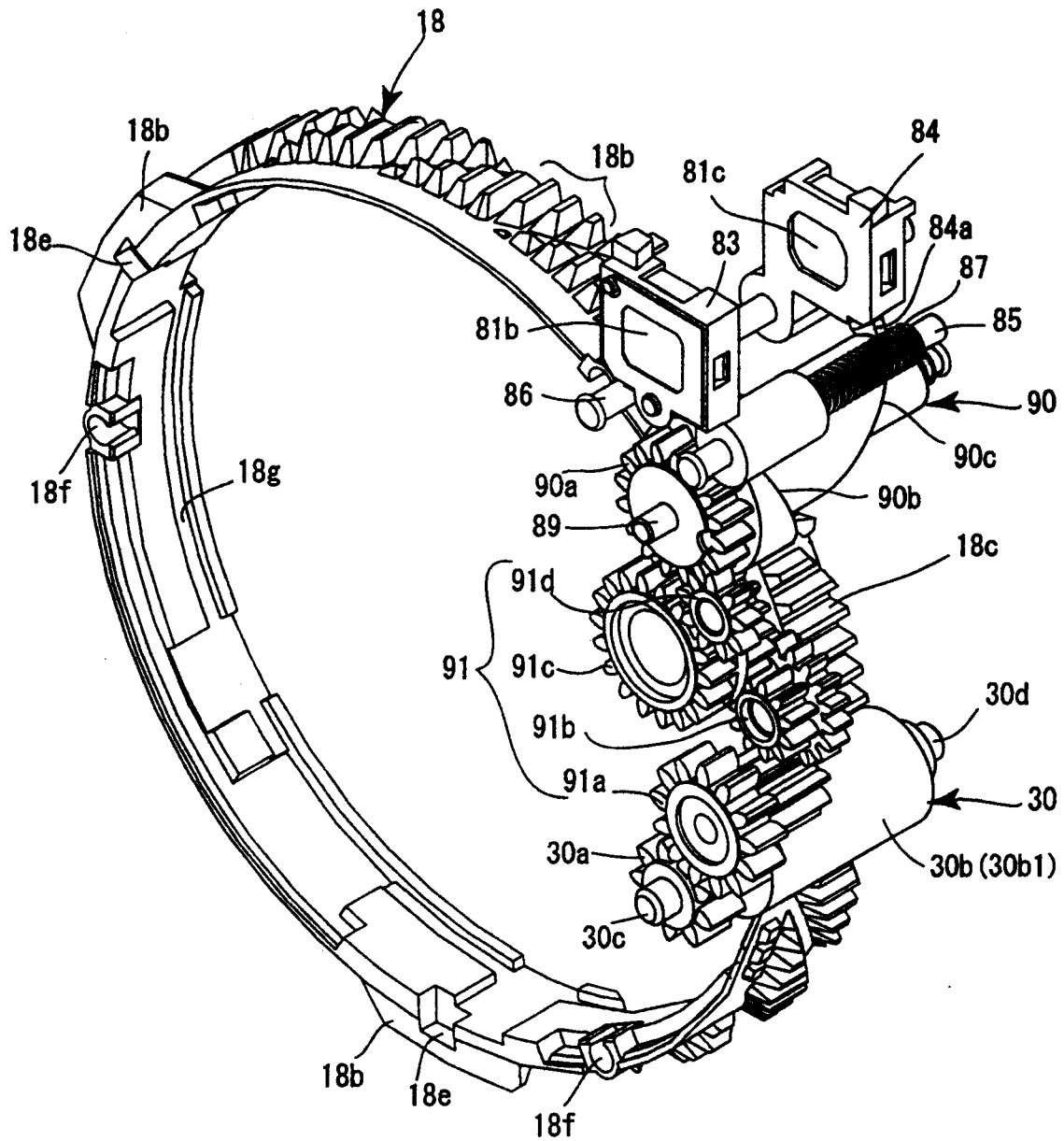


图 147

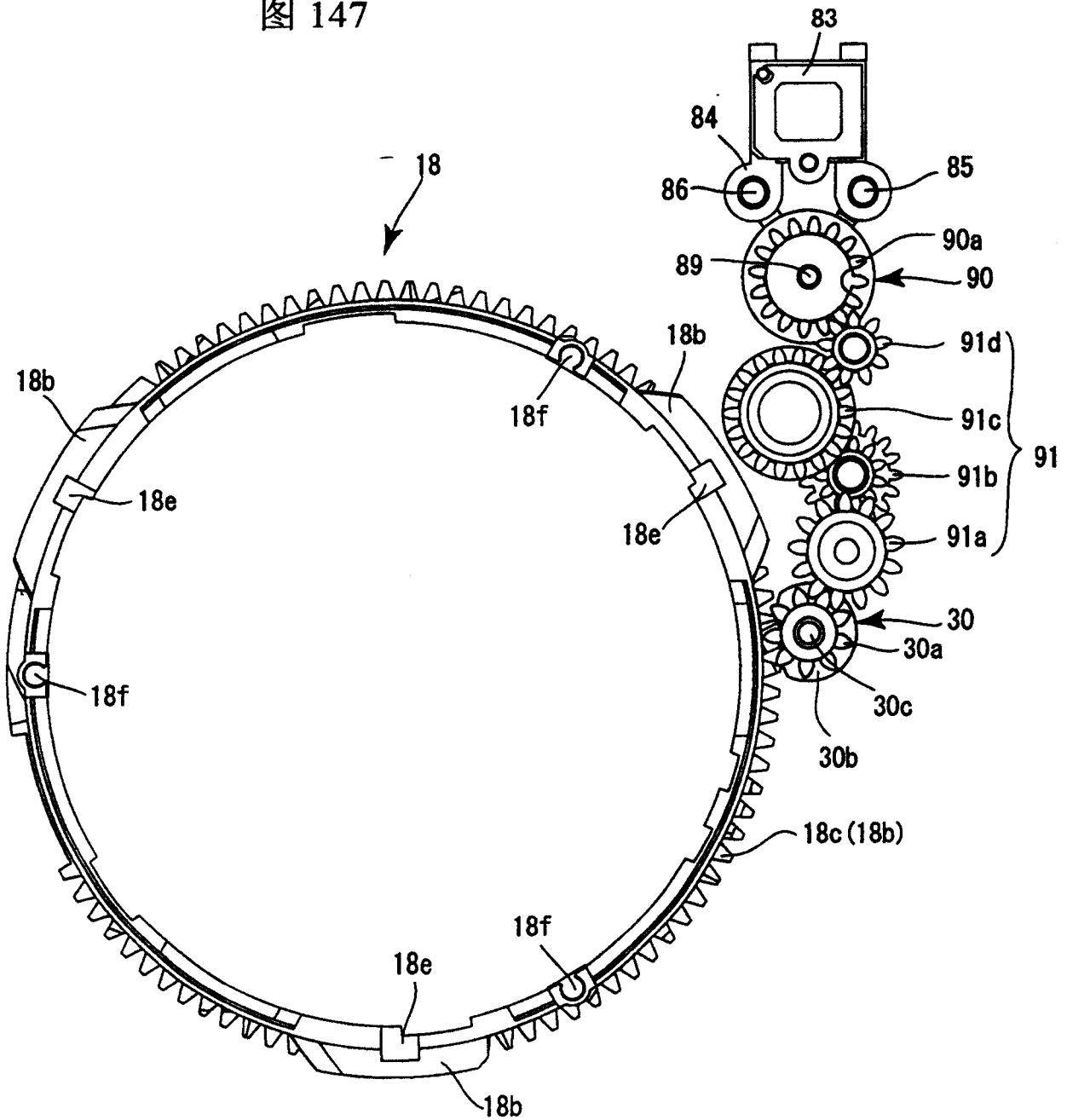
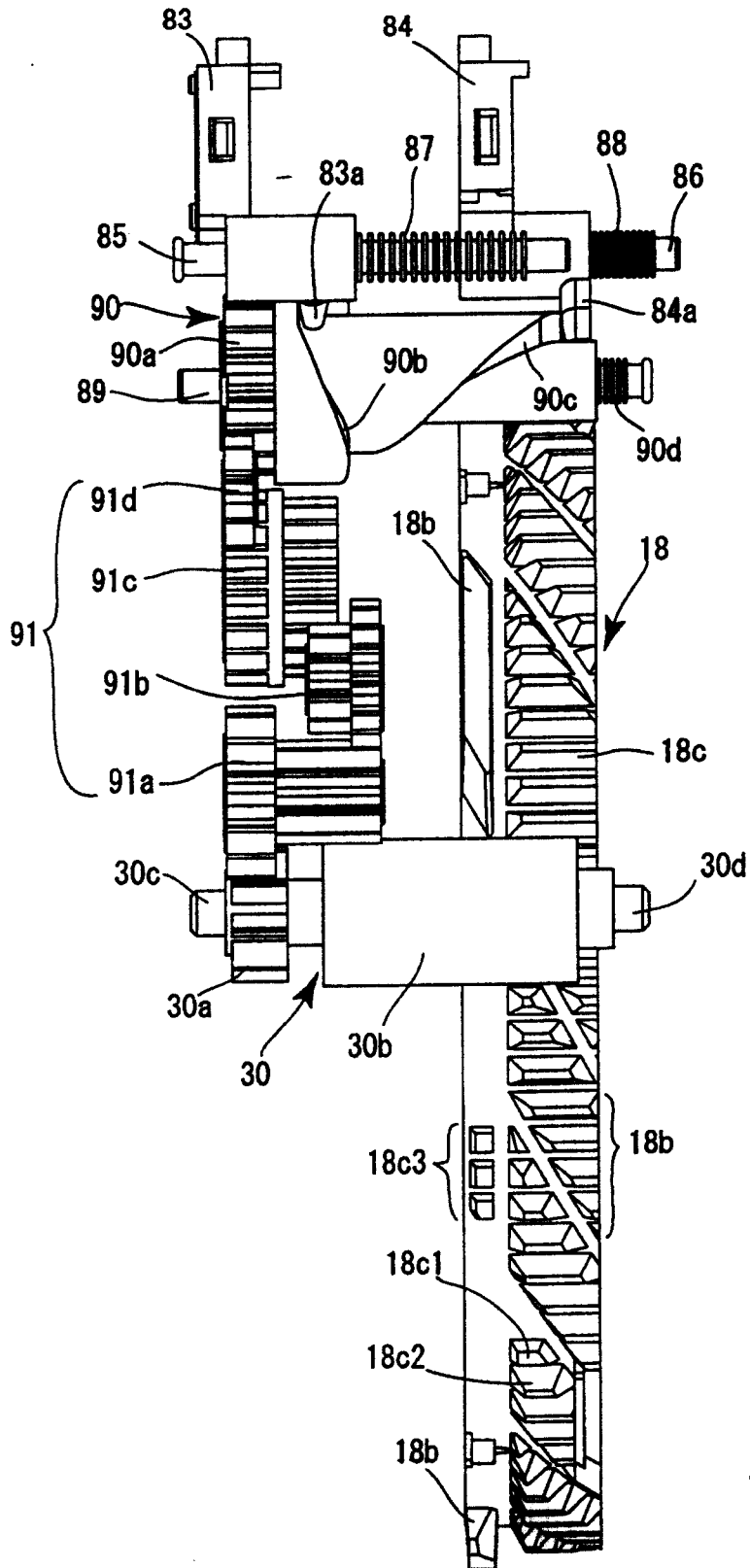


图 148



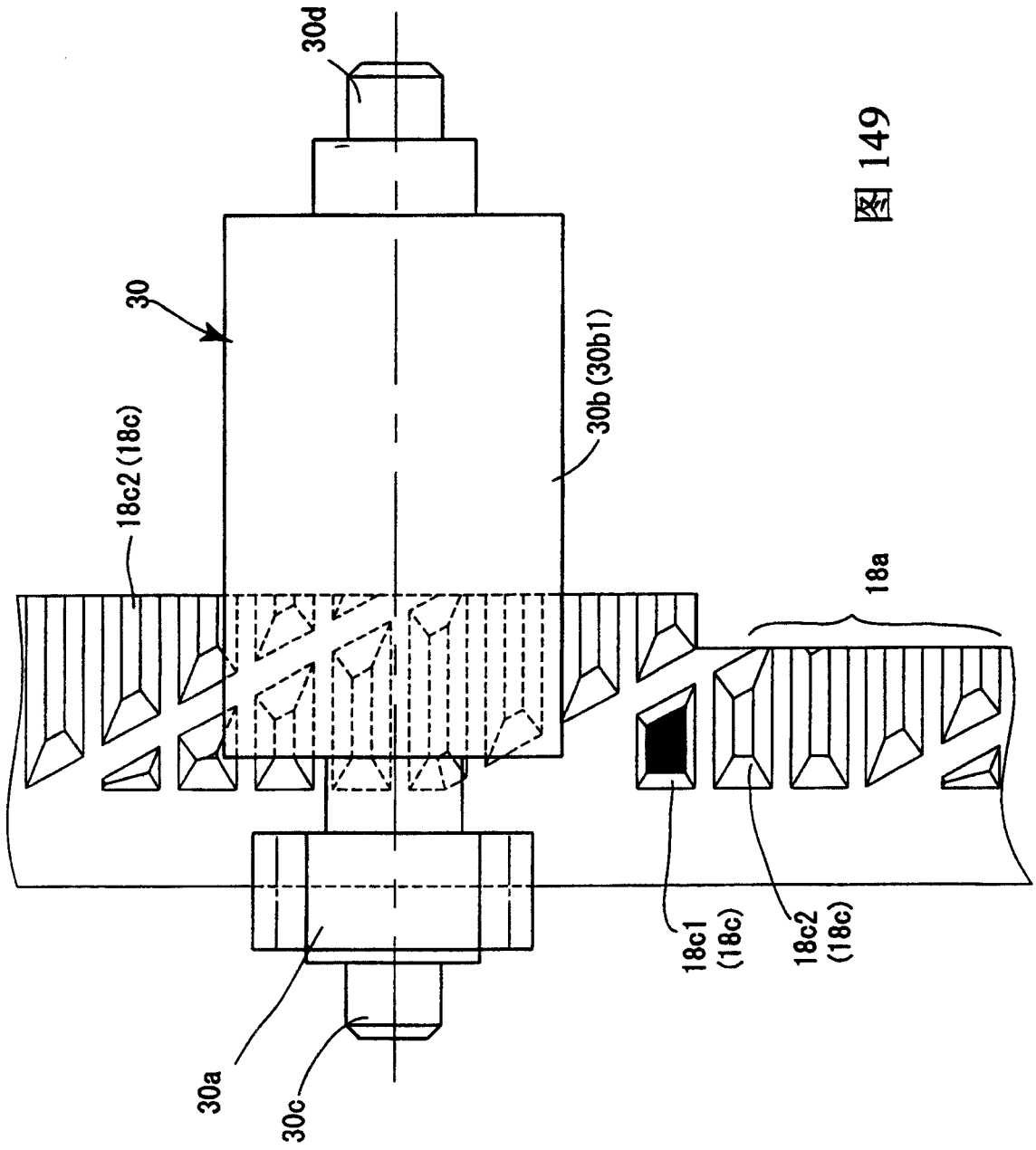
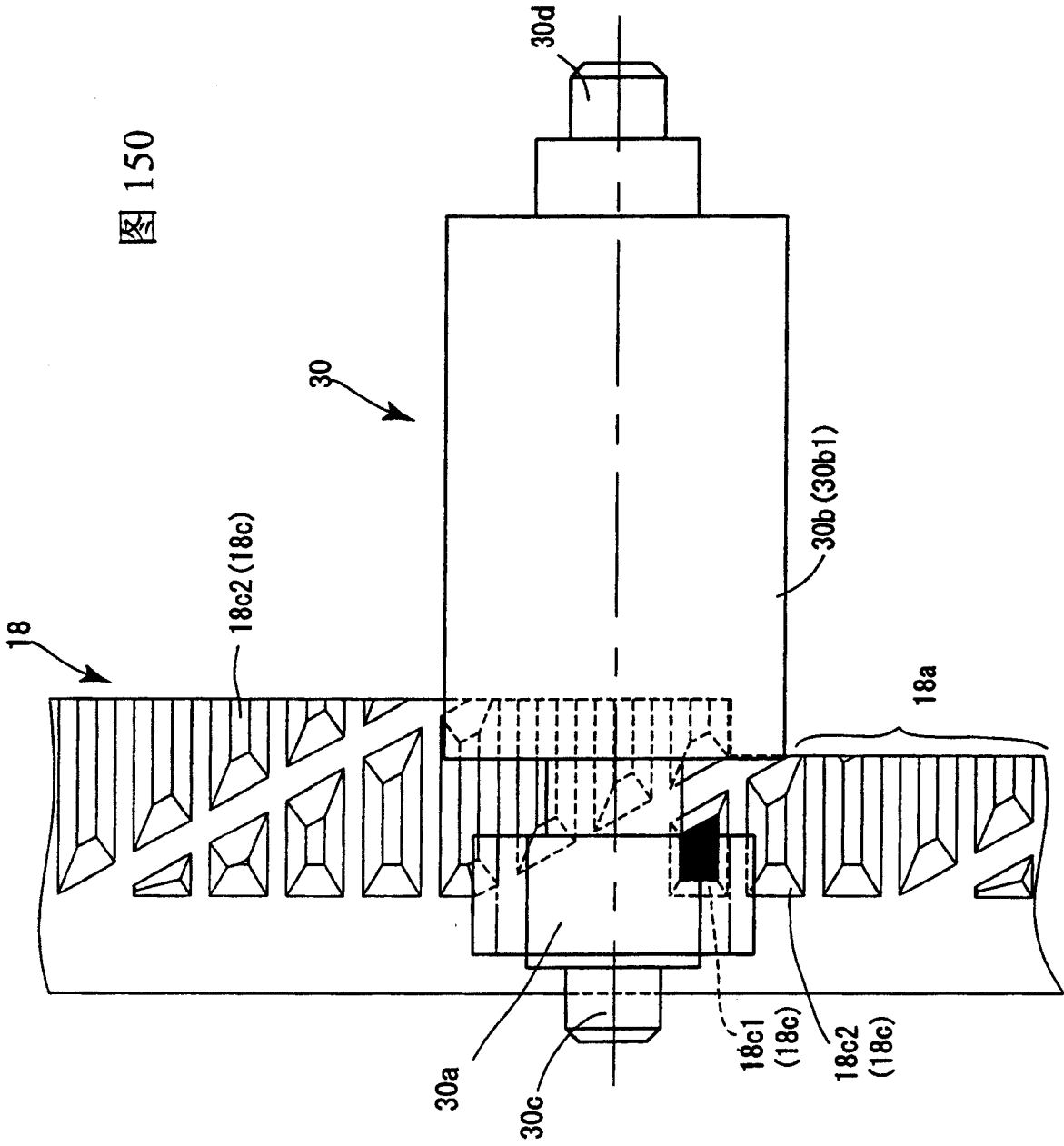


图 149



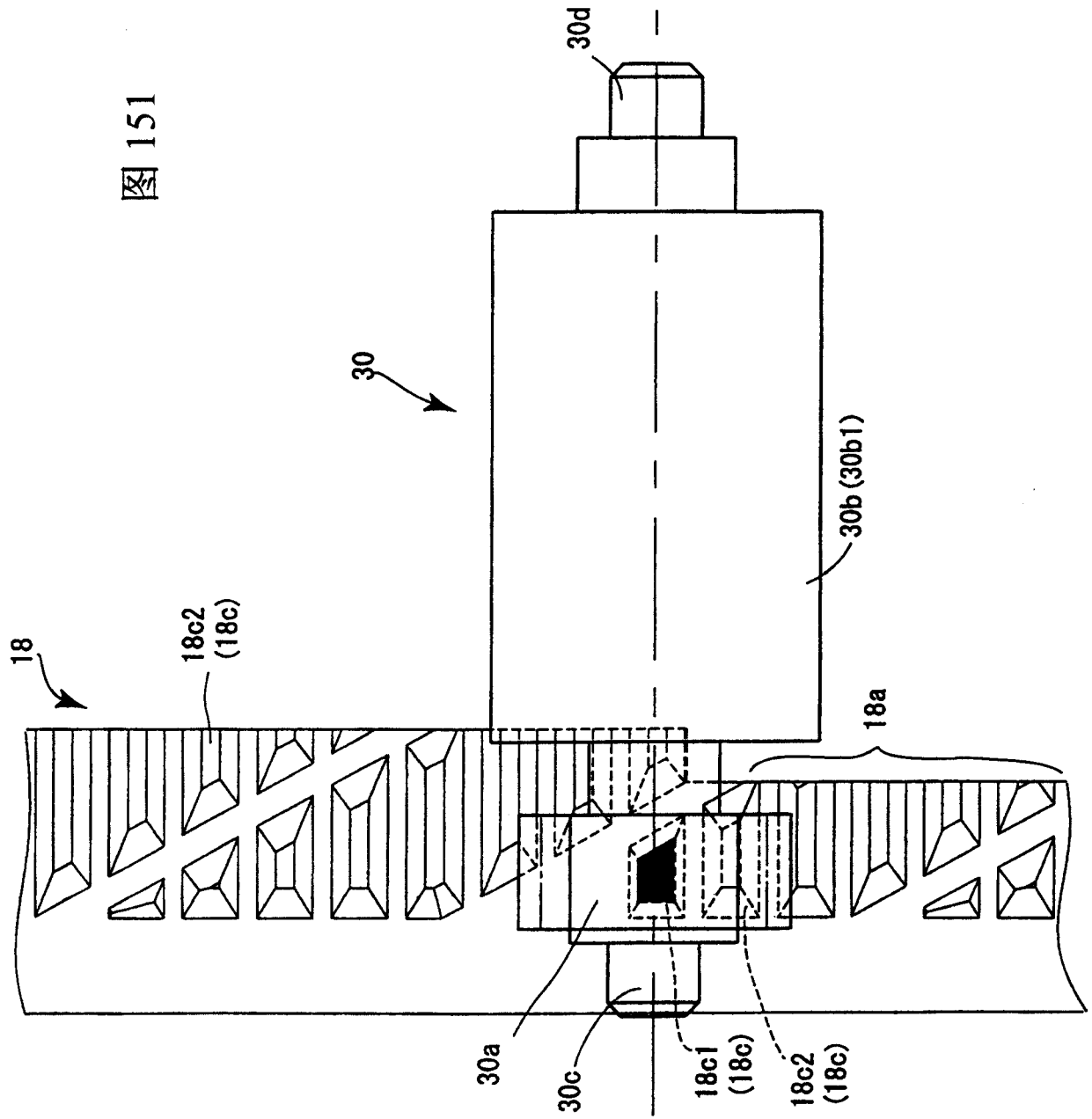


图 152

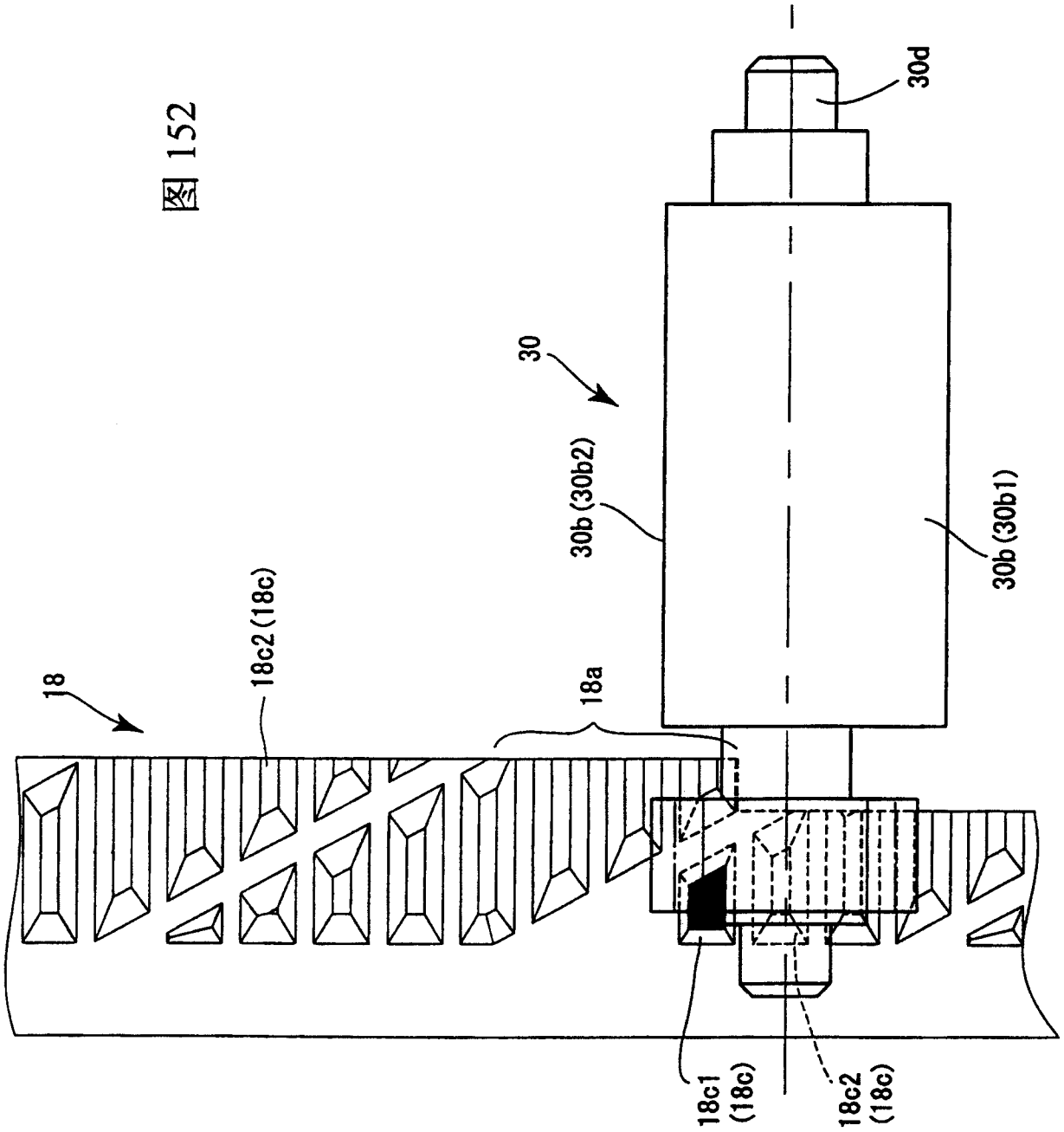


图 153

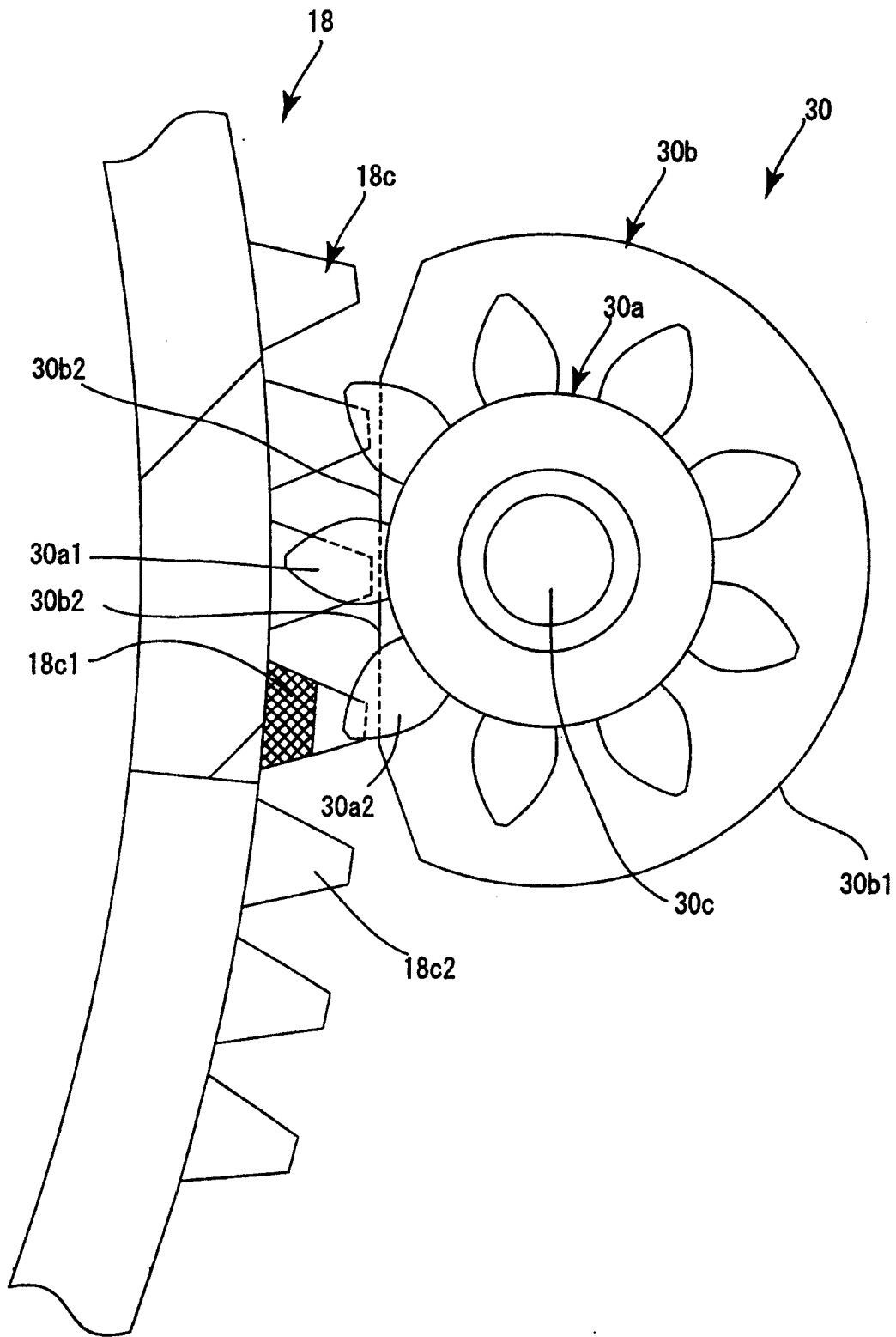
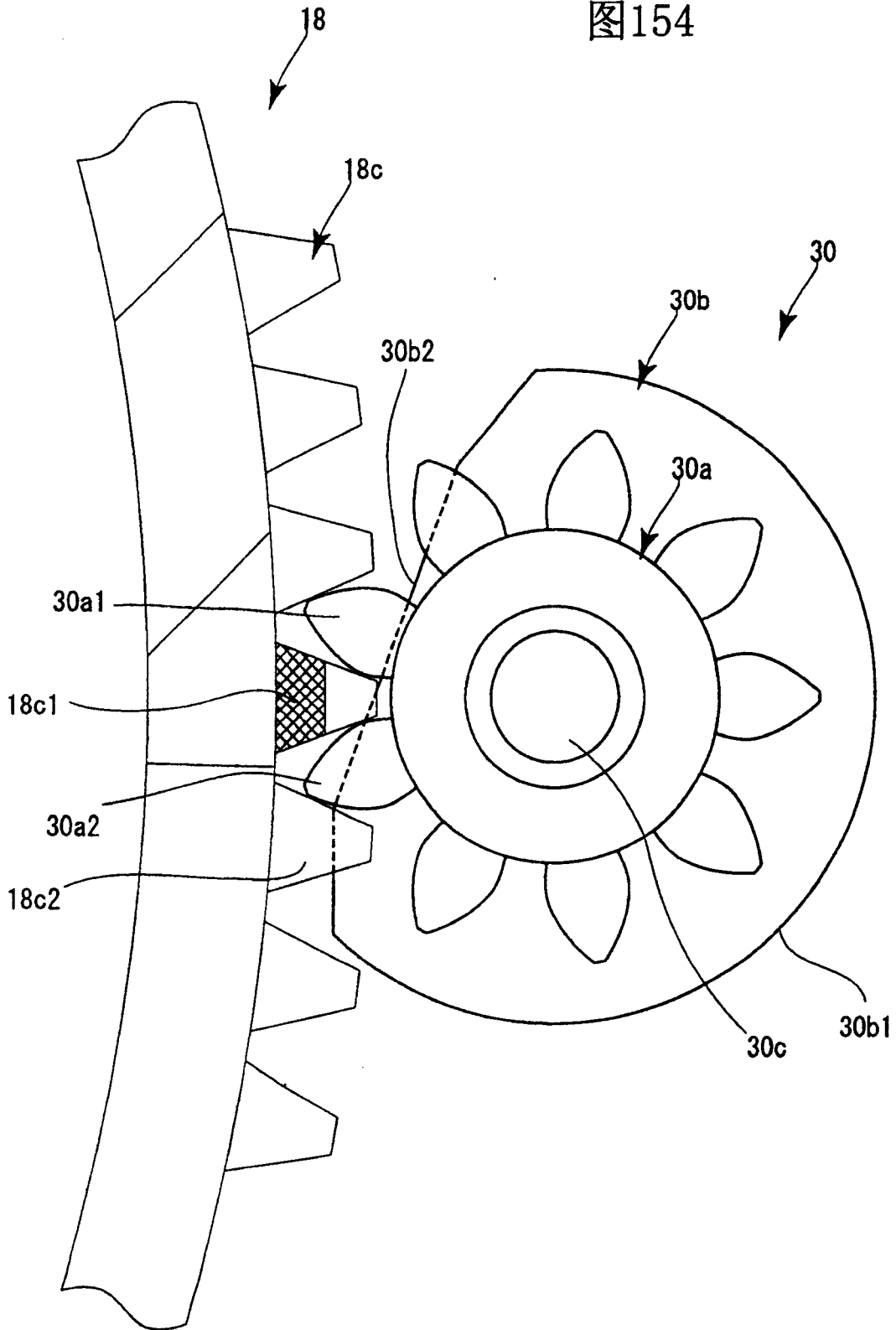


图154



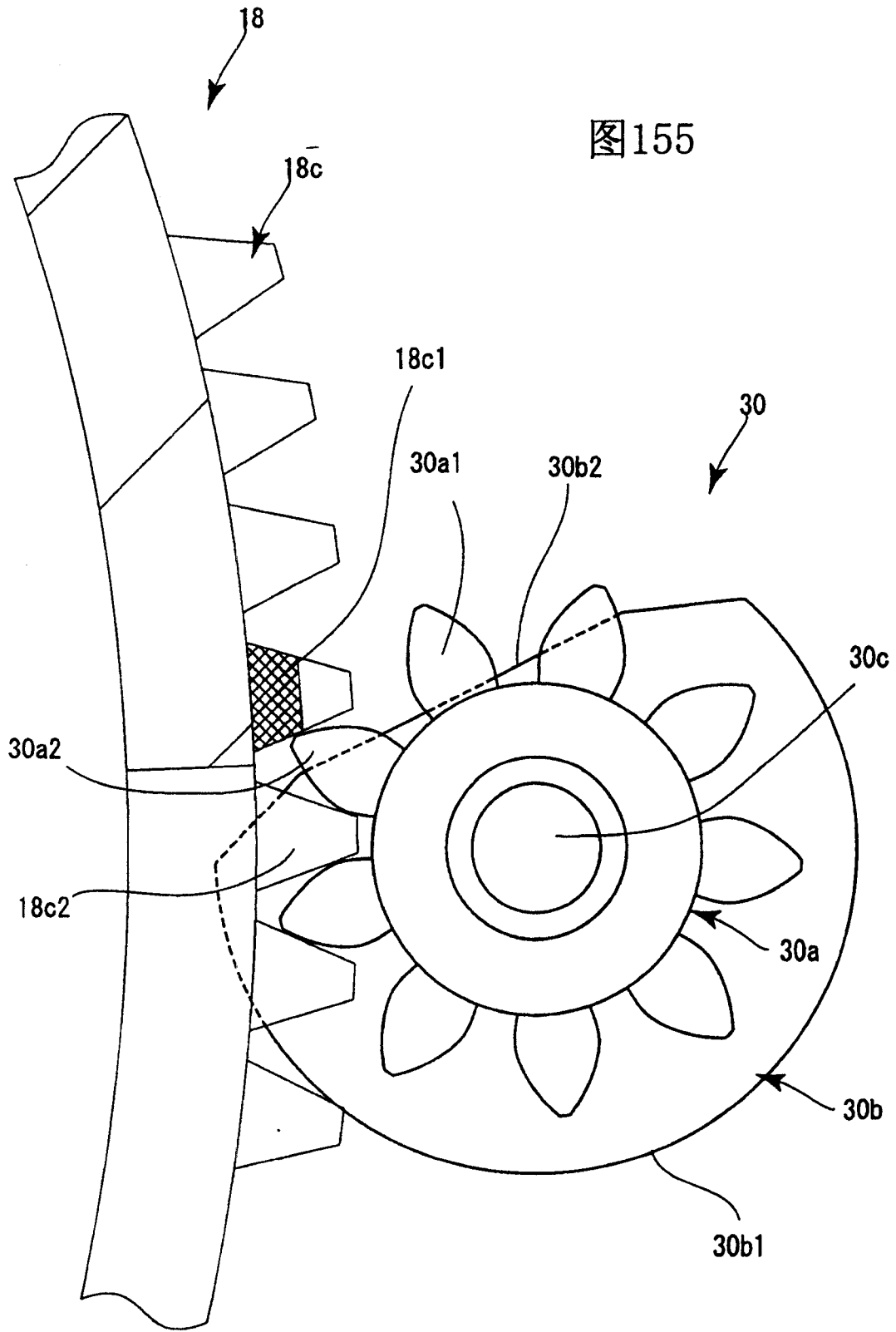


图155

图156

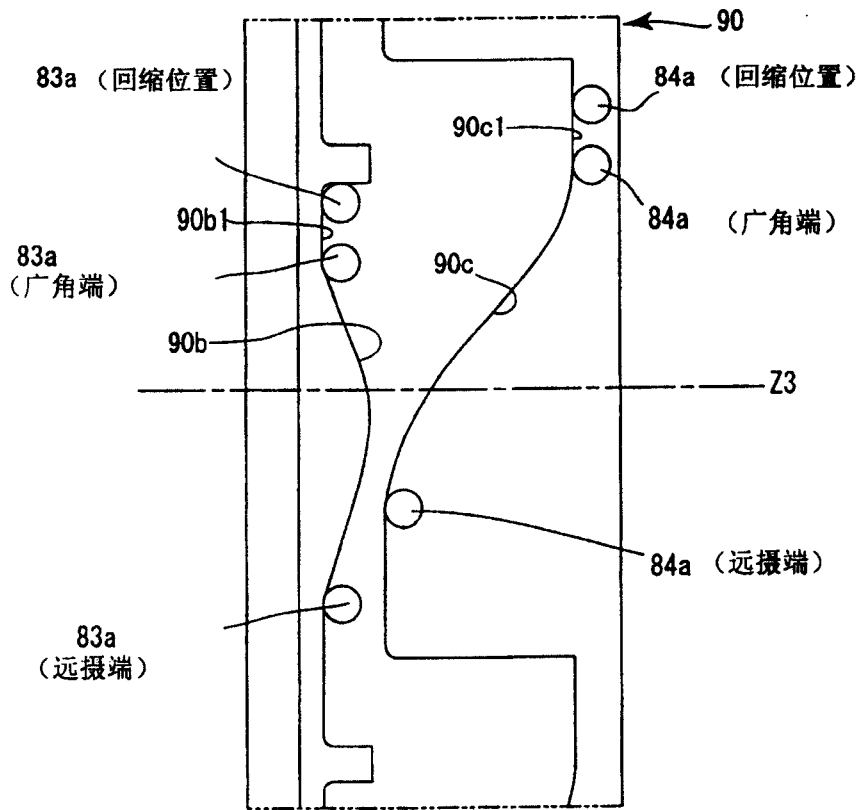


图157

