

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl<sup>7</sup>

H04R 5/02

H04R 3/04

## [12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 93119295.1

[45]授权公告日 2000 年 3 月 22 日

[11]授权公告号 CN 1050728C

[22]申请日 1993.10.15 [24]颁证日 1999.12.17

[21]申请号 93119295.1

[30]优先权

[32]1992.10.15 [33]US[31]07/961397

[73]专利权人 波斯有限公司

地址 美国马萨诸塞

[72]发明人 克里斯托弗 B·伊克勤

莫滕·乔根森 肯尼思 D·雅各布

川上诚次

[56]参考文献

EP0034844A1 1981. 9. 2 H04R3/12

US4,223,760 1980. 9.23 H05K5/00

WO92/12604A1 1992. 7.23 H04R3/12

审查员 郭凤麟

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所

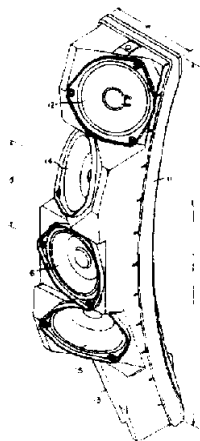
代理人 竹 民

权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图页数 27 页

[54]发明名称 扬声器系统

[57]摘要

一种带有多个扬声器和支撑部件的激励器组件的扬声器系统,激励器组件以大 体相邻的关系固定支撑在一个拱形表面上,均指向一预定方向,其相对位置建立起预定的立体角,且包括第一和第二端部激励器组件、中央激励器组件、第一和第二中间激励器组件。细调网络与几个扬声器的激励器组件相连。相邻激励器组件的间距相同。这种结构使声音在多个倍频程上在以扬声器系统为中心的 预定的立体角度内大体均匀地辐射。



ISSN 1008-4274

## 权 利 要 求 书

1.一种扬声器系统,其特征在于,它包含:

多个且至少为三个扬声器激励器组件,每一扬声器激励器组件在一音频范围内的多个倍频程上工作,并以一轴和一跨距  $S$  为特征,支撑结构,所述支撑结构将所述扬声器激励器组件以大体上相邻的关系支承在一具有预定宽度的拱形表面上,每个所述激励器组件的轴线具有一个与所述拱形表面相垂直的分量和一个与所述表面相平行的分量,每一所述的激励器组件均指向一预定方向,且共同作用从而在所述的多个倍频程上使声音在以扬声器系统为中心的预定立体角内大体上均匀地辐射,

其中,所述激励器组件的相对位置建立了在波长  $\lambda$  大于约  $1$  而小于约  $2l$  之频率范围内的所述立体角,

所述拱形表面的曲率建立了在波长  $\lambda$  大于约  $1$  而小于约  $2l$  的频率范围内的立体角,

且所述每个激励器组件指向的方向建立了在波长  $\lambda$  远小于跨距  $S$  的频率范围内的立体角,

这里,波长  $\lambda$  为频谱分量之波长,字母  $l$  是阵列的长度,字母  $S$  是一个扬声器激励器组件的跨距;

其中,所述激励器组件包括第一和第二端部激励器组件,

一个中央激励器组件和至少一个第一和第二中间激励器组件,它们分别位于所述第一和第二端部激励器组件和所述中央激励器组件之间,且

中间激励器组件的位置建立了在波长  $\lambda$  为约大于  $2d$  而小于约  $1/2$  的频率范围内的立体角,

这里  $d$  是相邻激励器组件之间的平均间距;

其中, 至少有一个细调网络被连接到几个所述扬声器的激励器组件上, 用以在波长  $\lambda$  为约大于  $d$  而约小于  $2d$  的频率范围内建立所述立体角;

这里,  $d$  是相邻激励器组件的平均间距;

其中, 所述的几个激励器组件由所述端部激励器组件组成;

并且其中, 相邻激励器组件的间距是相同的, 除了在至少两个所述激励器组件间有一个不同间距, 它可用于通过破坏间距的规则性而在波长  $\lambda$  约为大于  $d/2$  而约小于  $d$  的频率范围内建立所述立体角,

这里,  $d$  是相邻激励器组件的平均间距.

2. 如权利要求 1 所述的扬声器系统, 其特征在于, 所述带开口的壳体是一个共振箱, 并且带有开口, 所述开口的内界面(termini)使得共振箱的声阻抗从各个激励器看来与从每一其他激励器看来是大体相等的.

3. 如权利要求 1 所述的扬声器系统, 其特征在于, 所述支撑结构带有一凹形的后表面, 一般情况下它面对房间的一个界面, 并带有至少一个开口从而当所述壳体接触房间的一个界面时, 每一开口均保持不被遮盖.

4. 如权利要求 1 所述的扬声器系统, 其特征在于, 它还包含:

与所述扬声器系统相耦合并共同作用的有源电子均衡电路, 它可用在所述多个倍频程上建立一预定的大体上均匀的频率响应.

5. 如权利要求 1 所述的扬声器系统, 其特征在于, 所述支撑结构包含一个带开口的壳体.

6. 如权利要求 5 所述的扬声器系统，其特征在于，所述带开口的壳体是一个共振箱，并且带有开口，所述开口的内界面使得共振箱的声阻抗从各个激励器看来与从每一其他激励器看来是大体相等的。

7. 如权利要求 5 所述的扬声器系统，其特征在于，所述支撑结构带有一凹形的后表面，一般情况下它面对房间的一个界面，并带有至少一个开口从而当所述壳体接触房间的一个界面时，每一开口均保持不被遮盖。

8. 如权利要求 1 所述的激励器系统，其特征在于，它还包含：  
与所述扬声器系统相耦合并共同作用的有源电子均衡电路，它可用在所述多个倍频程上，建立一个预定的大体上均匀的频率响应。

# 说明书

---

## 扬声器系统

本发明一般涉及电声转换，尤其涉及一种新型的扬声器系统，它可以大体上在整个音频范围内使声音在以扬声器系统为中心的预先限定的立体角内辐射。

现有技术中的扬声器系统，如美国专利 3,241,631、4,054,750 和德国专利 0969537、0153944 和 3327994 中揭示的扬声器系统，在用于如大会议厅、音乐厅等时可以包含喇叭形的扬声器。但这些扬声器系统都无法在一定的声学频率范围内做到声音均匀。

因此，本发明的目的是提供一种扬声器系统，这种扬声器系统使得在声频范围内的多个倍频程上，在以该扬声器系统为中心的一个预定的立体角内的声辐射大体均匀。

根据本发明，一种扬声器系统包括至少三个扬声器激励器组件，每一组件带有一个或数个激励器且在音频范围内的几个倍频程上工作。支撑结构将这些扬声器激励器组件以固定的大体上相邻的关系支撑在一个长度为  $l$  宽度预先给定的拱形表面上。每一激励器组件的轴线都有一与拱形表面相垂直的分量和一与所述表面相平行的分量，每一个激励器组件指向一预先规定的方向且共同工作从而在几个倍频程上使声音在以扬声器系统为中心的预先限定的立体角内大体上均匀地辐射。

典型地，所述扬声器激励器组件包括第一和第二端部激励器组件，一个中央激励器组件以及分别位于第一和第二端部激励器组件与中部激励器组件之间的至少第一和第二中间激励器组件，激励器

组件之间相对位置在波长  $\lambda$  2l 和约 l 之间的频率范围确立预先得限定的立体角, 拱形表面的曲率在  $\lambda$  约为 l 和 l/2 之间的频率范围内建立了立体角, 而中间激励器组件的位置确立了  $\lambda$  在约 l/2 和相邻激励器组件平均间距 d 的两倍之间的频率范围内确立了立体角。可用电子线路作为细调网络连接到一些扬声器的激励器组件上从而在  $\lambda$  约为 2d 和 d 之间的频率范围内建立一立体角。所述细调网络在典型情况下只对后一频率范围才实质上有效, 一般情况下, 细调网络主要影响端部激励器组件的辐射。根据本发明的一个方面, 除了在至少两个激励器组件之间有一个不同间距之外, 相邻激励器组件之间的间距是相同的, 取不同的间距为的是透过空间周期很短的波动对  $\lambda$  在约 d 和 d/2 之间的频率范围内建立一立体角。空间波动偏离了相邻激励器组件间的正常间距。每个激励器组件的取向建立了  $\lambda$  比每一激励器组件之跨距 S 小得多的频率范围内的立体角, 通常所述跨距是单个激励器组件的直径。

根据本发明的另一方面, 支撑结构包括一带有一开口的壳体, 所述开口的壳体常为拱形的, 并具有通常面向房间的一个界限面的凹形背面, 它带有至少一个开口, 从而当壳体接触一房间界限面时, 每个开口均保持不被遮盖。

按照本发明的扬声器系统克服了现有技术的缺陷, 具有使在声频范围内的多个倍频程上, 在以该扬声器系统为中心的一个预定的立体角内的声辐射大体均匀的有益效果。

当结合附图阅读以下详细描述时, 将能看清楚本发明的其它特征及优点。

图 1 是本发明的一种典型实施例的等角视图。

图 2、3、4 和 5 分别是所述典型实施例的前视图、侧视图、

顶视图及后视图。

图6示出了根据本发明一个系统的逻辑构思的一种框图。

图 7 是本发明一种典型实施例中控制器的示出特定参数值的电路图。

现参见附图，特别参见其中的图 1，它示出了本发明的一种典型实施例的等角视图。其中，每一个扬声器激励器组件只包含一个激励器。一个通常由模制塑料例如高密度聚苯乙烯制成的支持结构 11 将端部扬声器的激励器 12 和 13、中间扬声器的激励器 14 和 15 以及中央扬声器的激励器 16 牢固地支撑在一个长为  $l$  宽  $W$  大体上相应于每激励器之直径的拱形表面上，每一激励器指向一不同的方向。相邻激励器的中心平均间距为  $d$ 。

所有附图中同样的参考标号表示同一相应元件。参见图 2、3、4 和 5，其中示出了所述典型实施例的前视图、侧视图、顶视图和后视图。

参见图 6，它示出了采用有源均衡和细调网络的逻辑构思的典型实施例的框图。有源均衡器 21 在输入端 22 上接收将被重放的输入声音信号并激励功率放大器 23。功率放大器 23 同相激励激励器 12—16 且与并联有细调网络 17 的端部激励器 12 和 13 相串联。它可用于仅在下述预定的频率范围内提供相移或幅度衰减。

在描述了本发明的扬声器系统的结构安排之后,将再面对其工作方式进行论述。本发明采用了多种设计技术,为波长 $\lambda$ 从约为整个阵列长度之两倍的低频率直到波长 $\lambda$ 激励器之跨距小得多的高频提供了对方向特性的控制。结合本发明的不同技术使得可从低频至高频间都能控制方向特性,使之在整个频率范围内大体相同。每一技术可用于控制大体上仅在一个频率范围内的方向性且当其用

于所述频率范围时几乎不影响其它的频率范围。

与波长  $\lambda$  对应的频率范围被指定为与整个阵列尺寸  $l$  (一般它是阵列的长度)以及相邻激励器之间的平均间距  $d$ 。按频率的递增的次序来列出所控制频率范围。

所控制的最低频率范围是  $\lambda$  约为  $2l$  与  $l$  之间的区域。在典型实施例中,  $l$  是宽度  $W$  大体上等于每个激励器之直径的阵列的长度,然而,通过沿长度方向和宽度方向两者之一或同时沿这两个方向增加激励器的数目来增加宽度尺寸和/或长度尺寸也是符合本发明之原理的。根据本发明,激励器位置的初始设置需根据这样一规则,即透过阵列在所选平面内的定向性越高,则阵列中有更多单元要向所述平面内辐射。例如,图中所示的阵列在垂直平面内要比在水平平面内的定向性高,而且,将激励器尽可能紧凑地安装在一起是一种较为可取的方法。减小激励器的间距将使因激励器相互干扰的影响成为问题的频率升高。

下一个控制的频率范围是  $\lambda$  约大于  $l/2$  且小于  $l$  之间的区域。在这一频率范围用弧形来控制方向特性。弧形可通过向后弯曲外侧的和中间的激励器来完成,使之在一个大体呈拱形的表面上系统地布置,所述拱形表面一般是一个球面或椭圆面的一部分。在此频率范围内,外侧及中央驱动器 12、13 和 16 对建立方向特性起着最重要的作用,这是因为它们实质上决定了阵列之总体的形状。曲率半径小的拱形表面产生宽的辐射图案。

下一个控制的频率范围是  $\lambda$  约为  $l/2$  和  $2d$  之间的区域。在这一区域内对于中间激励器例如 14 和 15 的粗略放置控制了方向特性。完成所述粗略放置但阵列的整体形状仍保护在与确定弧形的频率范围时所取形状相同。



再提高频率，下一个控制的频率范围  $\lambda$  约为  $2d$  和  $d$  之间的区域。在这一区域内，由一个或几个电子细调网络连接至一些激励器的网络来有效地控制方向特性，甚至激励器间存在强互相干扰时亦有效。一般地，细调网络如 17 可提供相位和/或幅度的细调以改变能量的相位和/或幅值，所述能量只在这个频率范围内有频谱分量用来激励外侧的激励器 12 和 13。本发明的一个特征是细调网络实质上仅在这一频率范围内起作用，因而所有激励器实质上均在这一频带外充分运行如同所述细调网络并不存在。所引入的衰减值也较小，一般约为  $3\text{dB}$ 。通过对外侧激励器进行衰减，仅此频率范围在预定立体角内降低了激励器间的干扰。

在下一个控制频率范围中  $\lambda$  处于约  $d$  和  $d/2$  之间。在这一区域内，空间的短周期波动控制了方向特性。使激励器有系统地稍微向前、向后或向边侧放置以破坏阵列的正常的间隔从而实现空间波动。偏离正常的距离很少，这是因为在这些频率下的波长是与激励器的尺寸可比拟的。可以发现任何一个激励器均可用来提供空间波动，空间波动的结果是减弱了主旁瓣，这些不需要的波瓣在激励器间距相同的情况下最强。

控制的最高频率范围是  $\lambda$  大大小于激励器直径的区域。在这些频率下每个激励器都更具有方向性，通过使每个激励器分别指向不同方向可用它们来提供在这频率范围内所需的幅射图案。其基本规则是，如果要求在一给定的方向有能量，则在这一频率范围内一些激励器就必须指向这一方向。

本发明的另一特征在于开口结构，所述结构可避免由各个激励器看得的共振壳体具有不同的声音阻抗，而确保开口的孔，例如 18 和 18'（图 5）在组件正常地靠墙而放时保持不被遮盖。

一个带有单个空腔与多个激励器开口的扬声器系统的一般特征是存在一问题，即由不同激励器看得的共振外壳具有不同的声音阻抗。通常这是由于激励器不均匀加载所致。激励器不均匀加载意味着至少一个激励器在其纸盆上受到一个在一些特殊频率下与其它激励器大为不同的空气压力。不均匀加载也意味着一个或多个激励器在其辐射表面的后部受到的空气压力大体上是不一致的，从而造成例如纸盆之一部分上受到的压力与其它部分的大为不同。

激励器的不均匀加载带来不少后果。由于每一激励器在其纸盆上经受的声压并不相同，激励器并不同相地及以相近的幅度工作，这将使整体的方向特性或整体的频率响应产生变化。更重要的是，不均匀加载一般会导致在高声压电平下的不稳定运动从而造成激励器的柔软部件例如纸盆、围绕部件和中心盘的过早损坏。过早地损坏部件可由于造成激励器中不对称的纸盆运动的作用在激励器上的不对称的空气压力所导致产生，或是由其它激励器不稳定地激励的一个或多个激励器而导致产生。

根据本发明的一个方面，可对开口的数目及内部开口端的位置进行选择以使作用于不同激励器上的共振壳体的声音阻抗大体相同。使用这一技术可克服上述缺点。实质上通过平衡由不同激励器到不同内部开口端的距离可实现激励器大体上均匀加载。如果名义上相同的一些激励器共用带有一个开口的同一壳体且如果激励器被放置在与内部开口端等距离的地方，那么由不同激励器看得的声音阻抗将大致相同。如果激励器共用具有多于一个开口的同一壳体，则内部开口端的位置被安置为使得由每一激励器看到大体上相同的开口体积及壳体依从性。

在典型的应用中，仅需要最小数量的开口。因而，在开始时这

样来设置一个开口，使由内部开口端至激励器的距离大致相等。如果这样做造成了激励器的不均匀加载，则再增加另一个开口并再次平衡开口——激励器距离。重复这一过程直至开口数目与内部开口端的位置达到一种使激励器大体上均匀加载的组合时为止。

开口的调谐频率取决于壳体的依从性和开口体积。也就是说可选择壳体的容积、总的开口横截面积和开口长度以使开口的调谐频率建立在一个预定的频率值，在此频率下激励器的偏移最少。较为可取的是使每一开口的容积尽可能地小，输入端和输出端均呈喇叭形且令横截面足够大从而使开口噪声基本上听不见。将外部开口设置在拱形表面上是较为可取的，由此可确保当组件在一般情况下靠墙安装时，开口可保持不被遮盖。

在典型实施例中，两个开口已足够获得由不同激励器看到共振壳体大体相等的声音阻抗。两个开口管 18 和 18' 设置在背面大体上为拱形的表面上以确保当扬声器系统在通常情况下靠墙安装时，所述开口不被遮盖。

图 5 示出了内部和外部开口端的位置。在背视图中从扬声器组件的中心位置看去，内部开口端 18A 和 18A' 在垂直方向分别偏离约+5.1 英寸和约-5.1 英寸，在水平方向分别偏离约-1.0 英寸和约+1.0 英寸。在背视图中从扬声器组件的中心位置看去，外部开口端的位置在垂直方向分别偏离约+3.0 英寸和-3.0 英寸，在水平方向分别偏离-1.0 英寸和+1.0 英寸。每一开口具有长为 5.1 英寸的渐变的矩形横截面，在其每一端的横截面积为约 8.5 平方英寸，而在中间的横截面积为约 7.3 平方英寸。典型实施例开口的调谐频率约为 140Hz。

在本发明的典型实施例中，激励器用直径 4.5 英寸的

BoseHVC(螺旋音圈)激励器，它的取向如图中所示，其长度尺寸为 24 英寸，宽度尺寸为 6.5 英寸，深度尺寸为 8 英寸。

参见图 7，图中示出了本发明的特殊实施例中控制器的电路图，包括了细调电路且规定了特定的参数值。由于通过建立图 7 中所示的特殊电路，本领域之技术人员使可实施本发明，故而将仅对此电路图作简要讨论以避免混淆了本发明的原理。声道 1 和 2 是相同的电路，它们可以例如在一立体声系统中分别接收左侧和右侧的立体声输入信号。对于单声道而言，仅需 1 个声道来激励一个与之关联的功率放大器，其方式选择开关 S1 的臂连接于位置 2 一端。对于只重放声音而言，将方式选择开关 S1 的臂连接于位置 1 一端，仅用高频输出信号来激励扬声器组件已令人满意并足够了。对于音乐而言，较好的方法是对激励一个分离的低音扬声器例如一个 BOSE502B 扬声器的分离的低音放大器进行激励。或者，一个可选择低音的位置的设置可通过将方式选择开关 S1 的臂选择在位置 4 一端以激励连接到另一低音扬声器例如一个 BOSEACOUSTICWAVECANNON 扬声器上的另一放大器。

虽然对于在图中所示的实施例未作特别的描述，若结合了上述技术之部分或全部使用其它的技术(例如致偏器和反射器)均落入本发明的原理的范围之内。可使用尺寸大于一个波长的物体来从一个或多个激励器上使声音改变方向。可调节的致偏器或反射器允许使用者改变方向性。

结合上述技术之部分或全部并使用衍射器同样包括在本发明范围之中。在激励器大于一个波长的限定的频率范围上，直接在激励器的前面放置一个具有某种预定形状的物体可干扰所述激励器的方向性。这一方法可用于获取在某些频率下的一种更宽的幅射图

案。所述物体的形状可通过实验来决定。

使用有源电子均衡器提供所需的频率响应亦包括在本发明的原理的范围内。

其它的实施例均包括在权利要求书中。

# 说明书附图

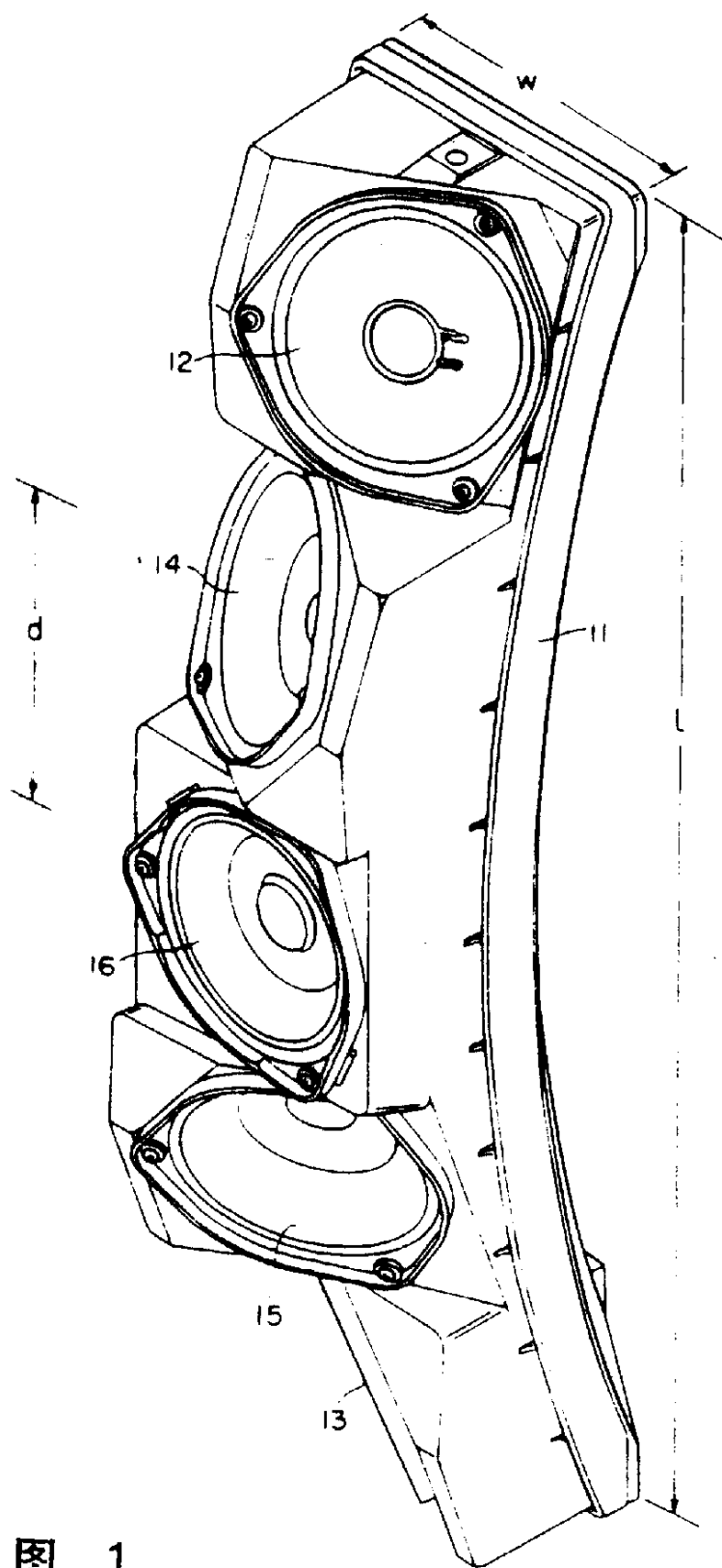


图 1

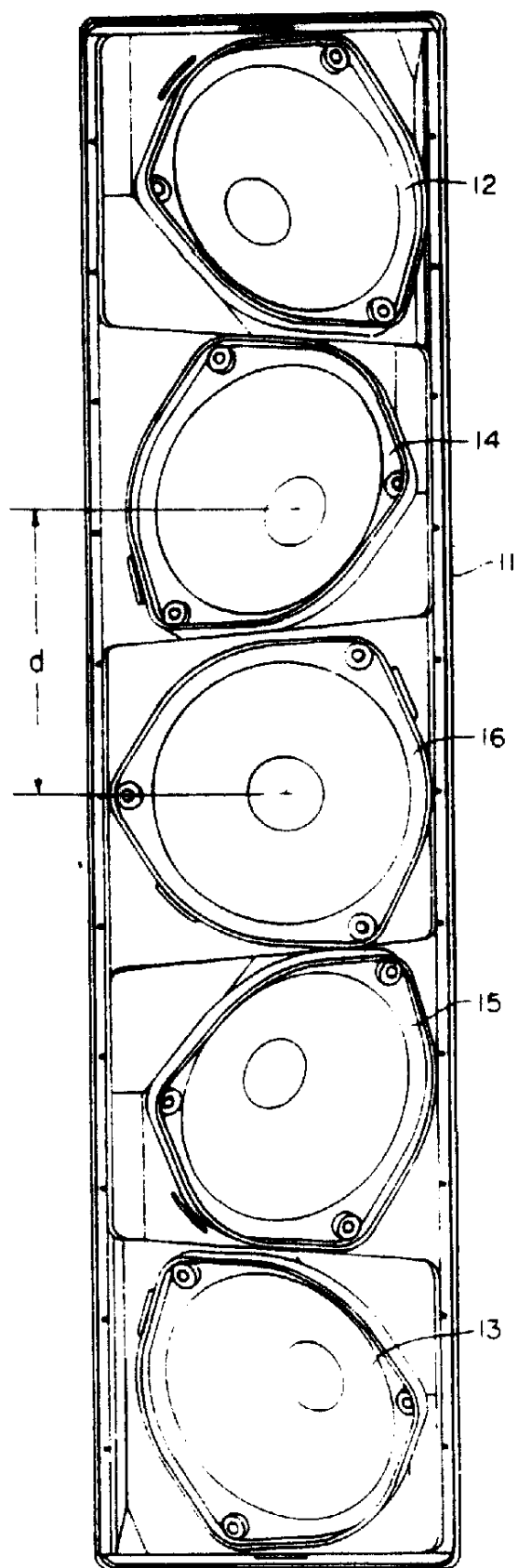


图 2

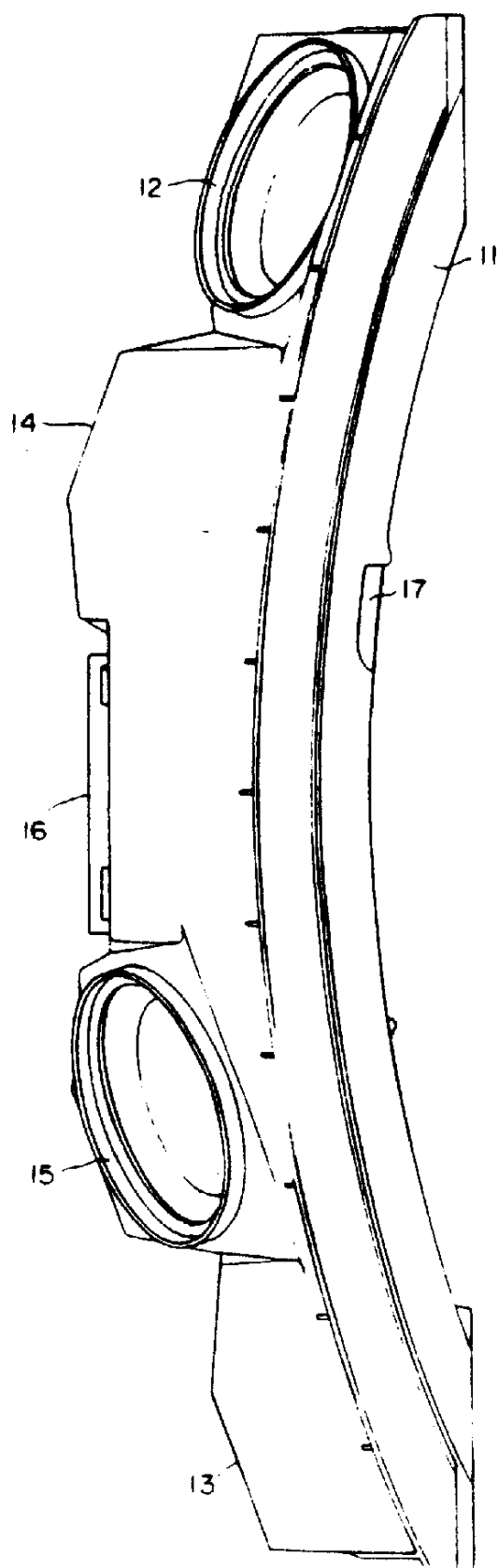


图 3



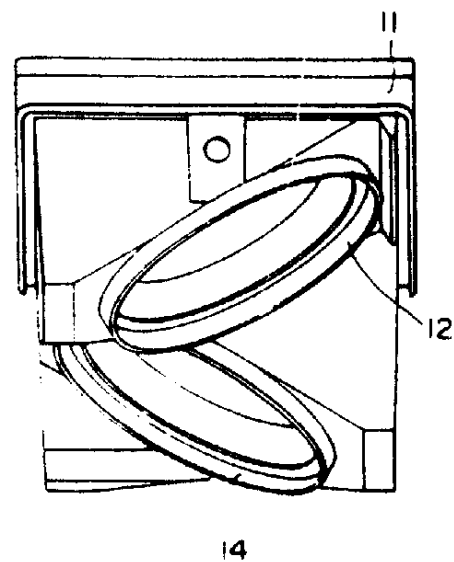
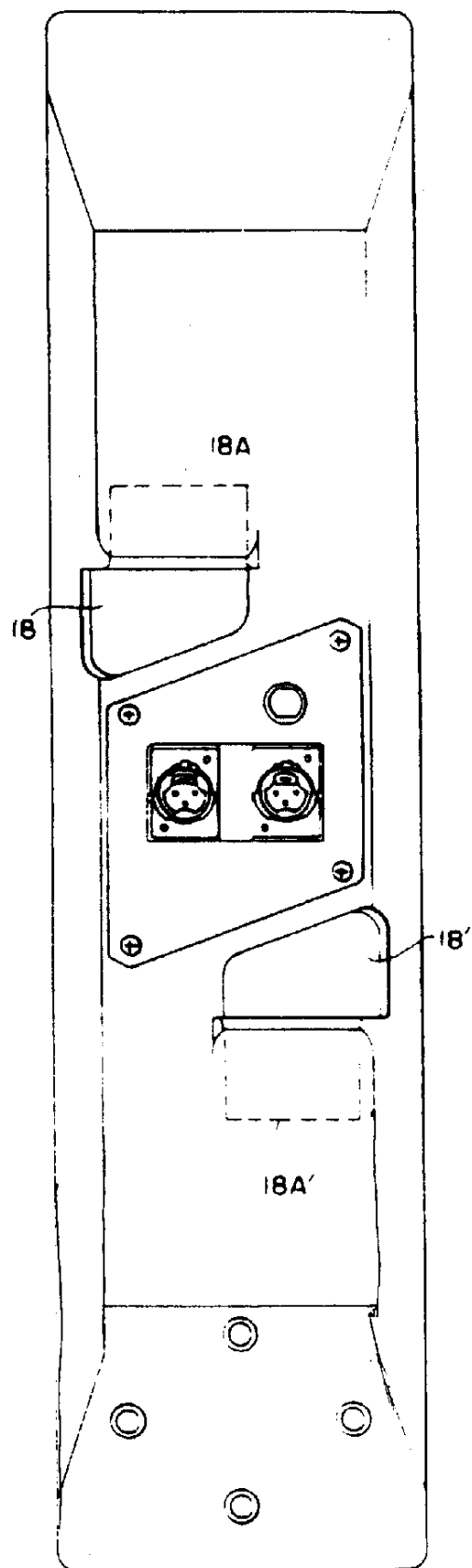


图 4

图 5

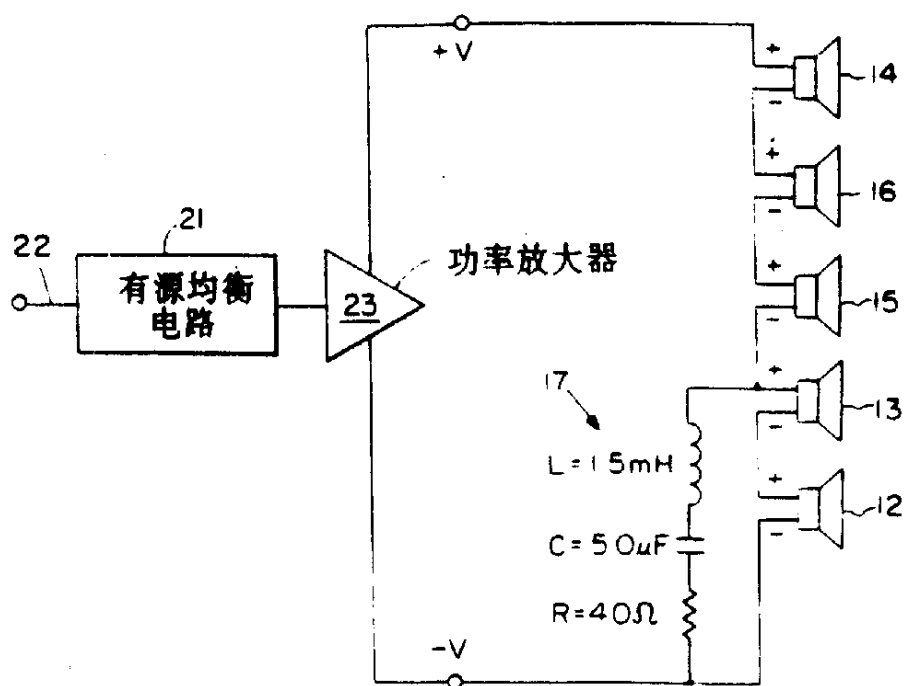
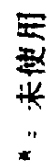
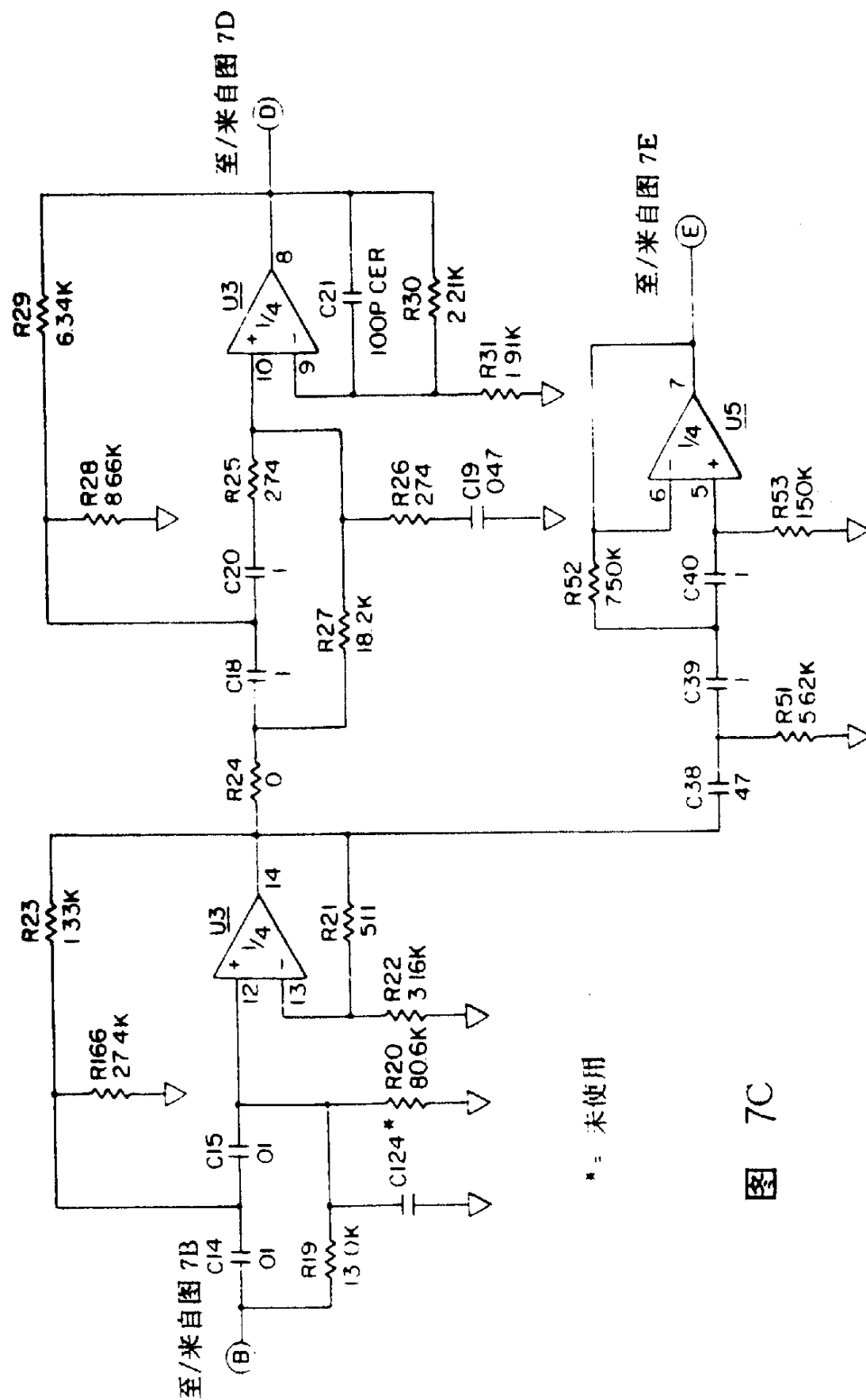


图 6





7B  
[X]



未使用

7C

全范围无 HPF (Ch1) 9 → P4

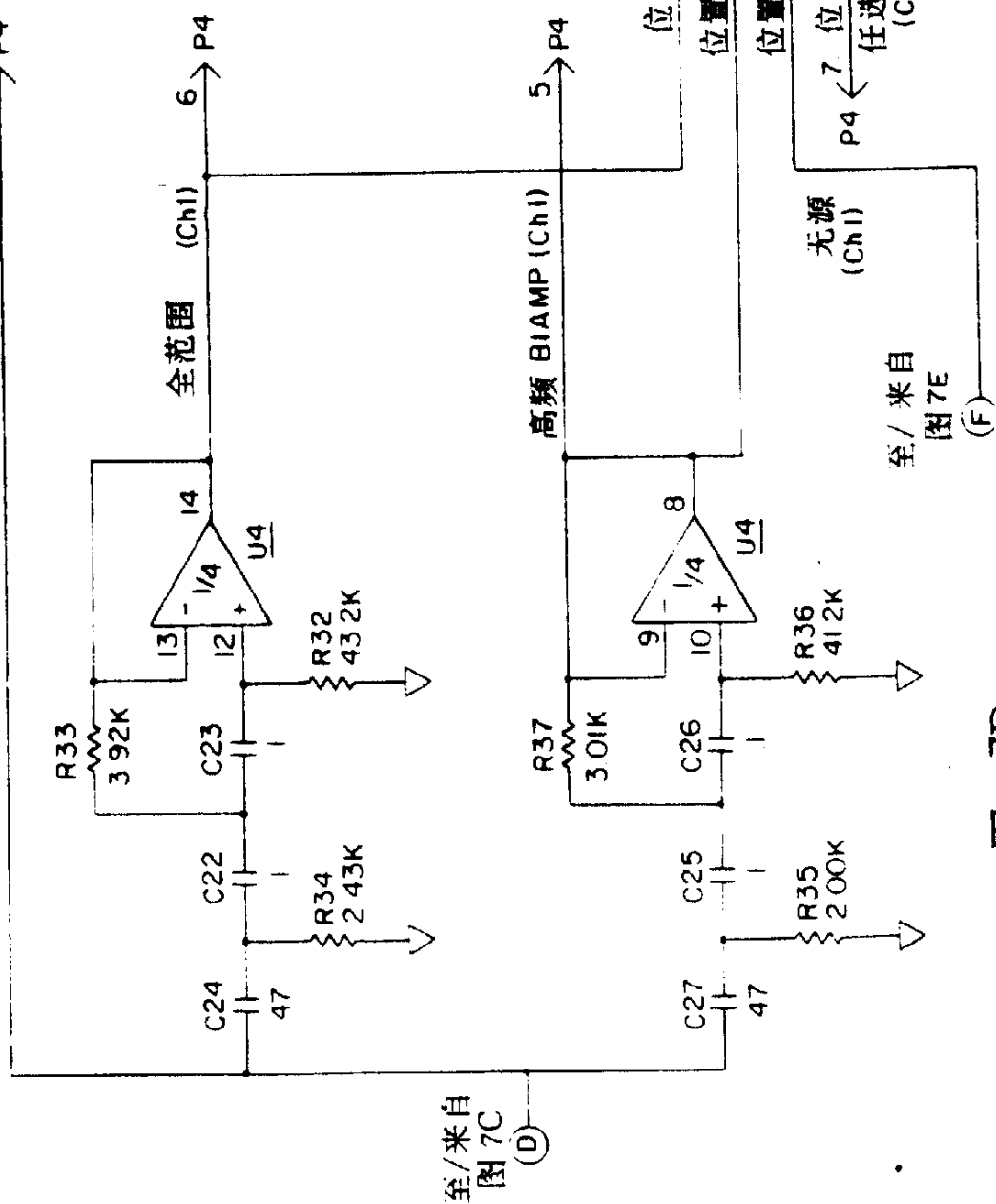
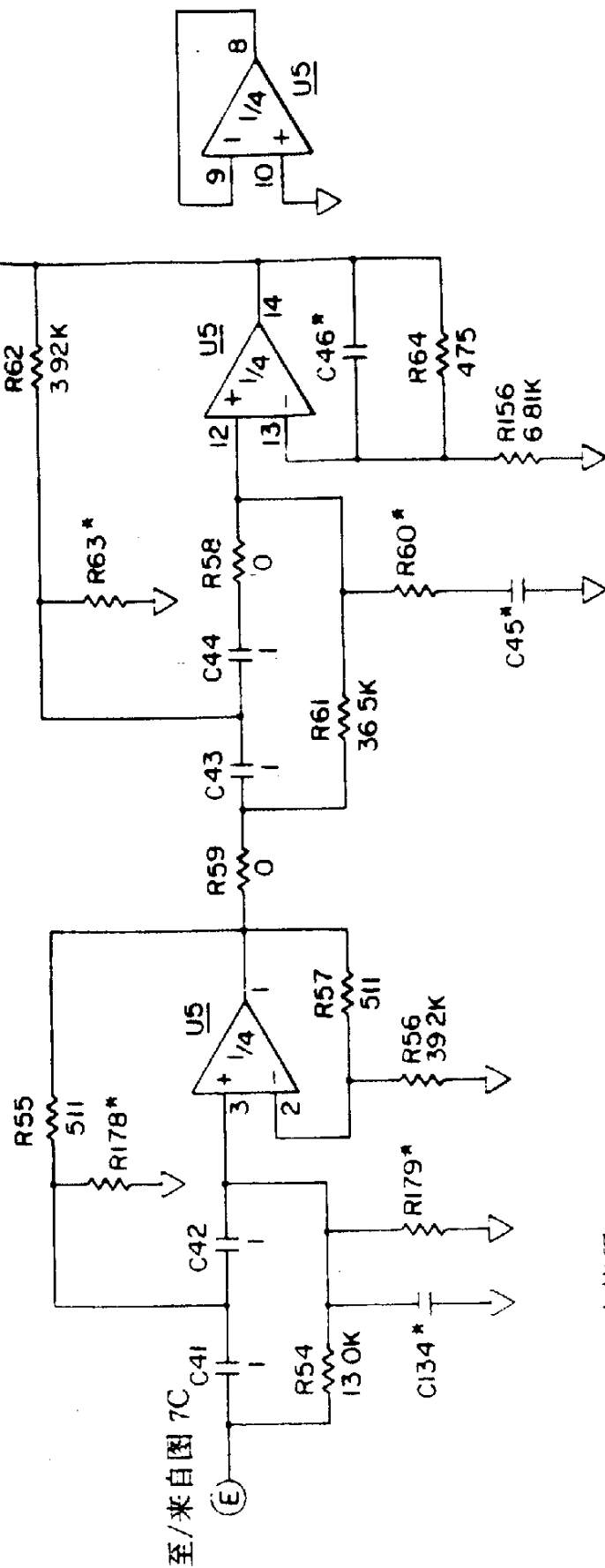


图 7D

至/来自图 7D

声道 1



\* = 未使用

未使用 — 3 —> P4  
未使用 — 11 —> P4  
未使用 — 12 —> P4

图 7E

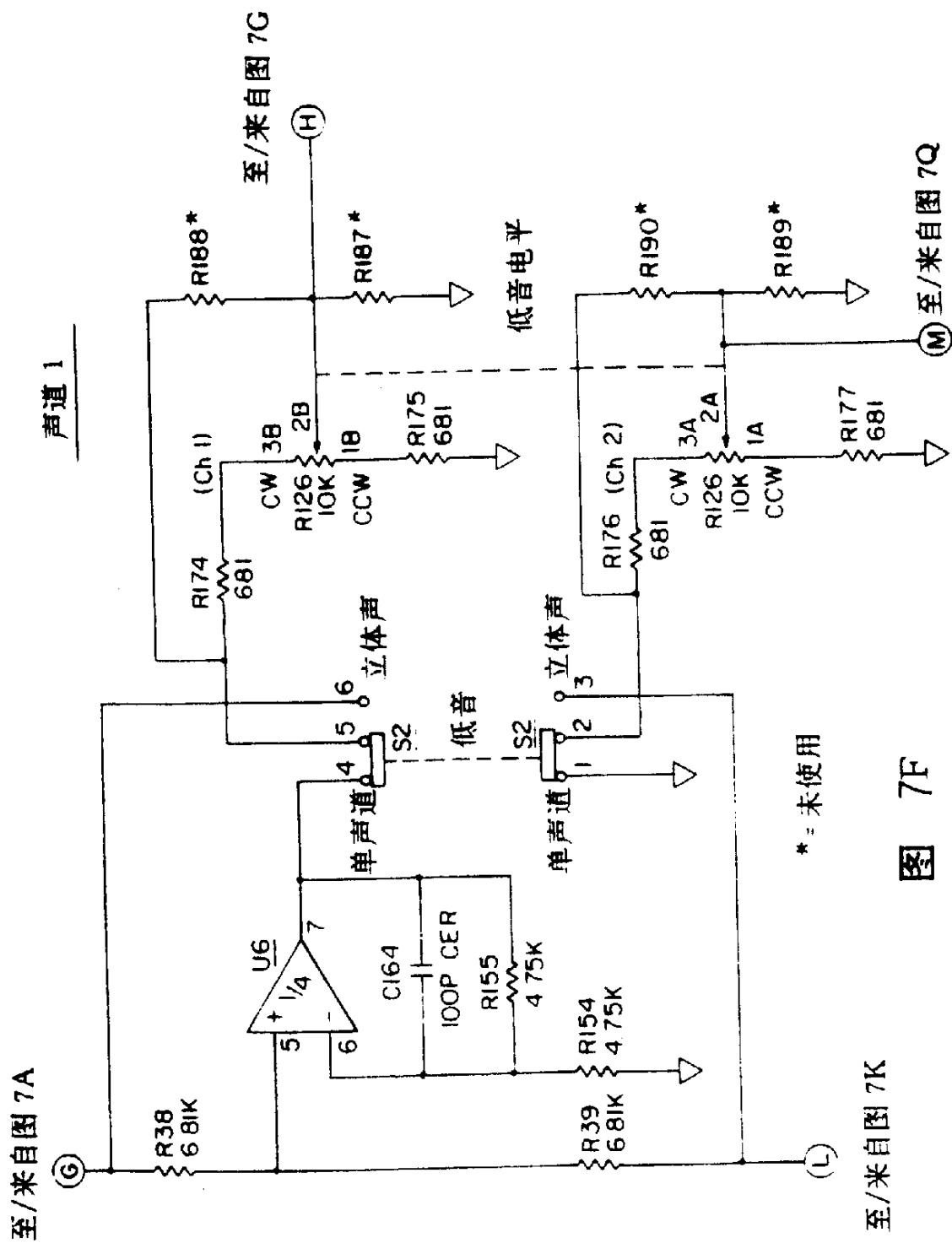


图 7F



# 声道 1

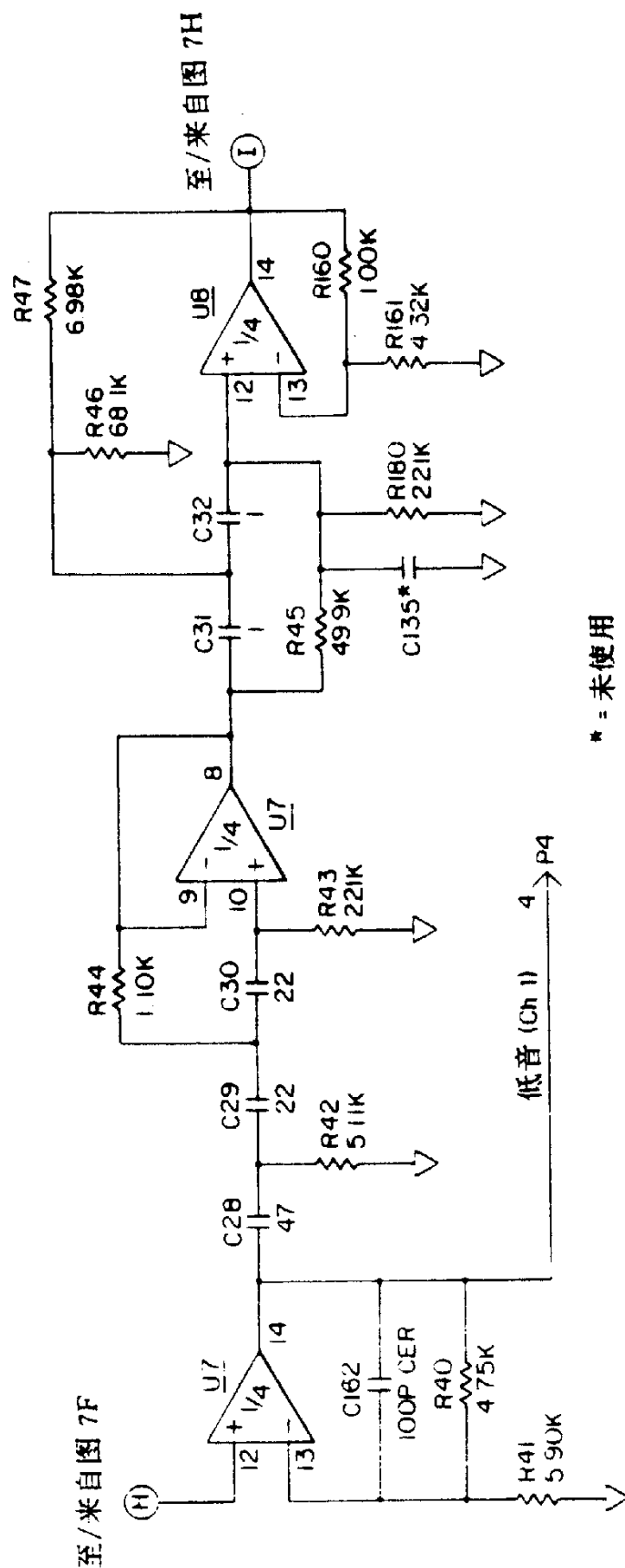


图 7G

声道 1

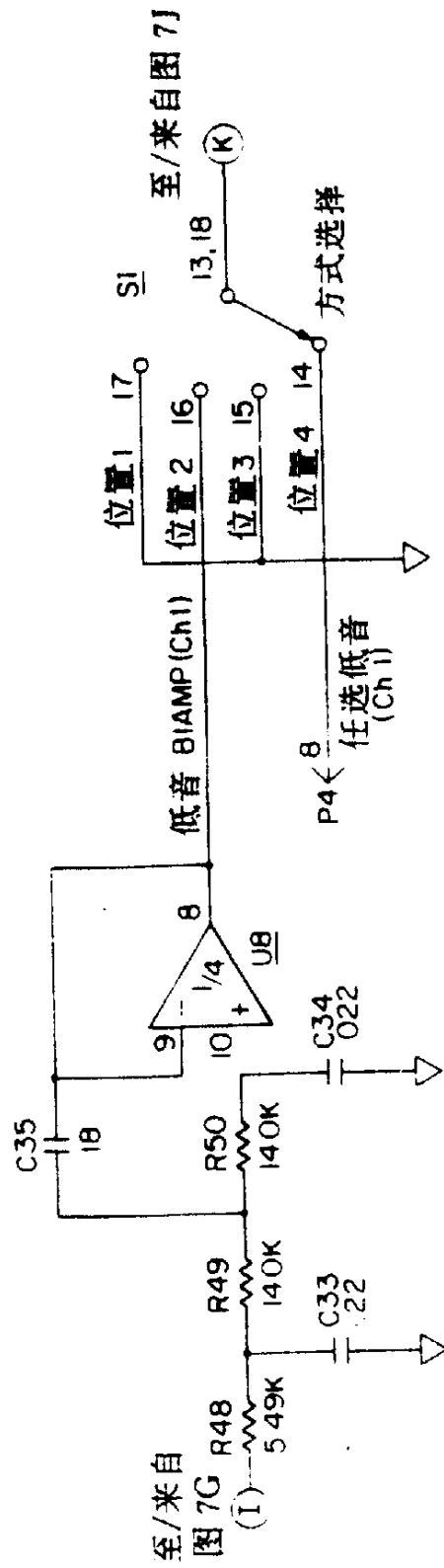


图 7H

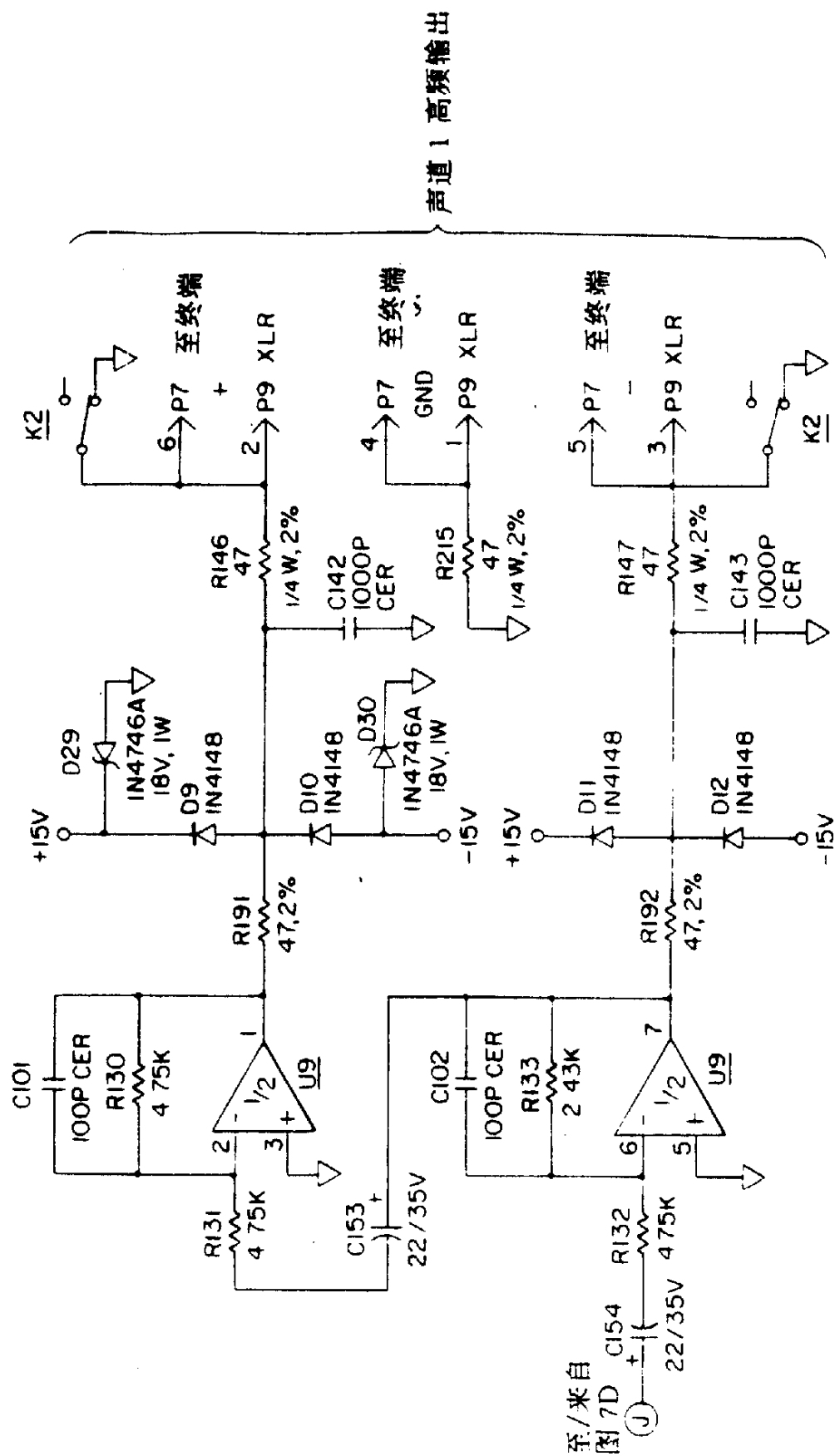


图 7I

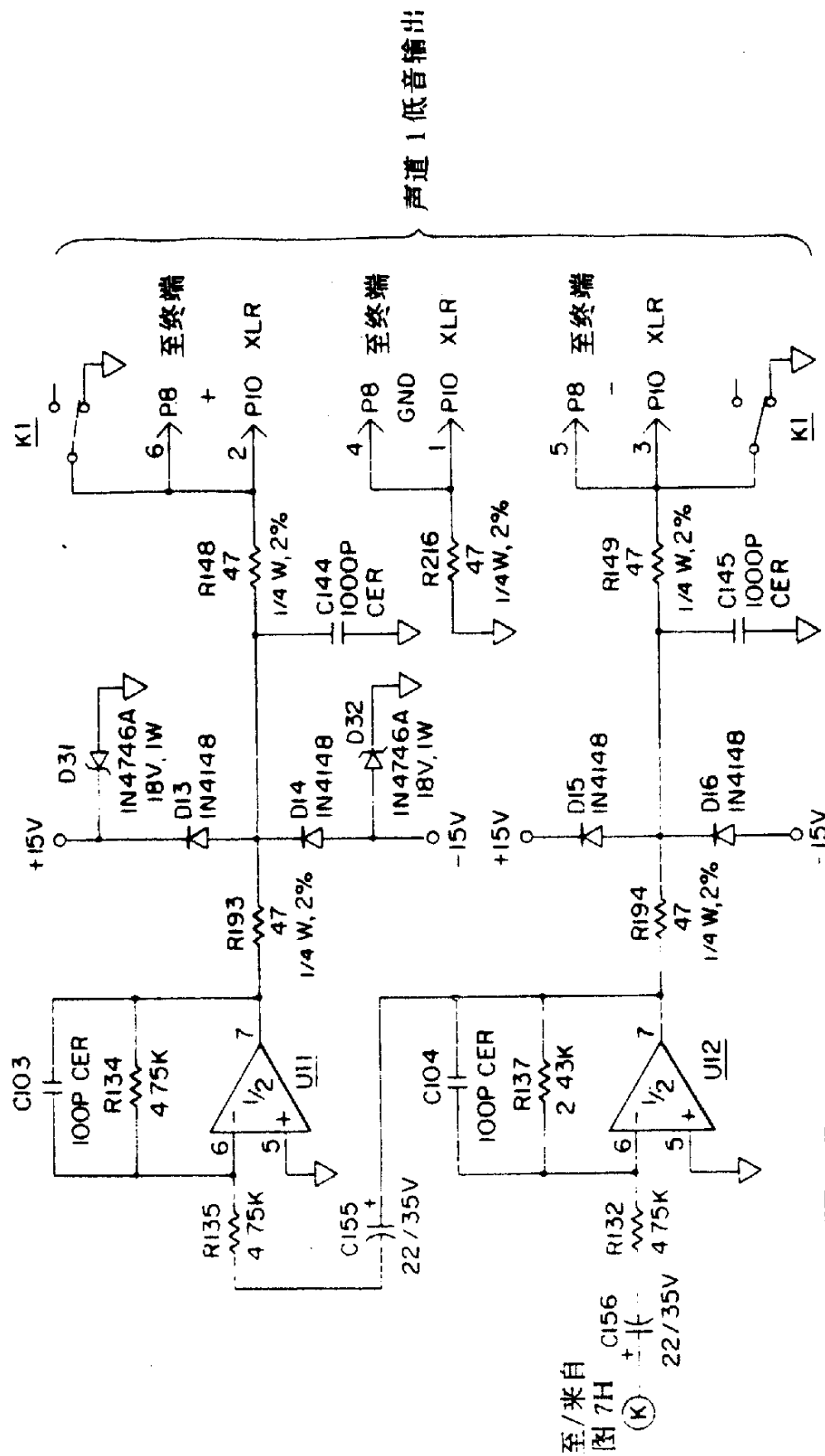


图 7J

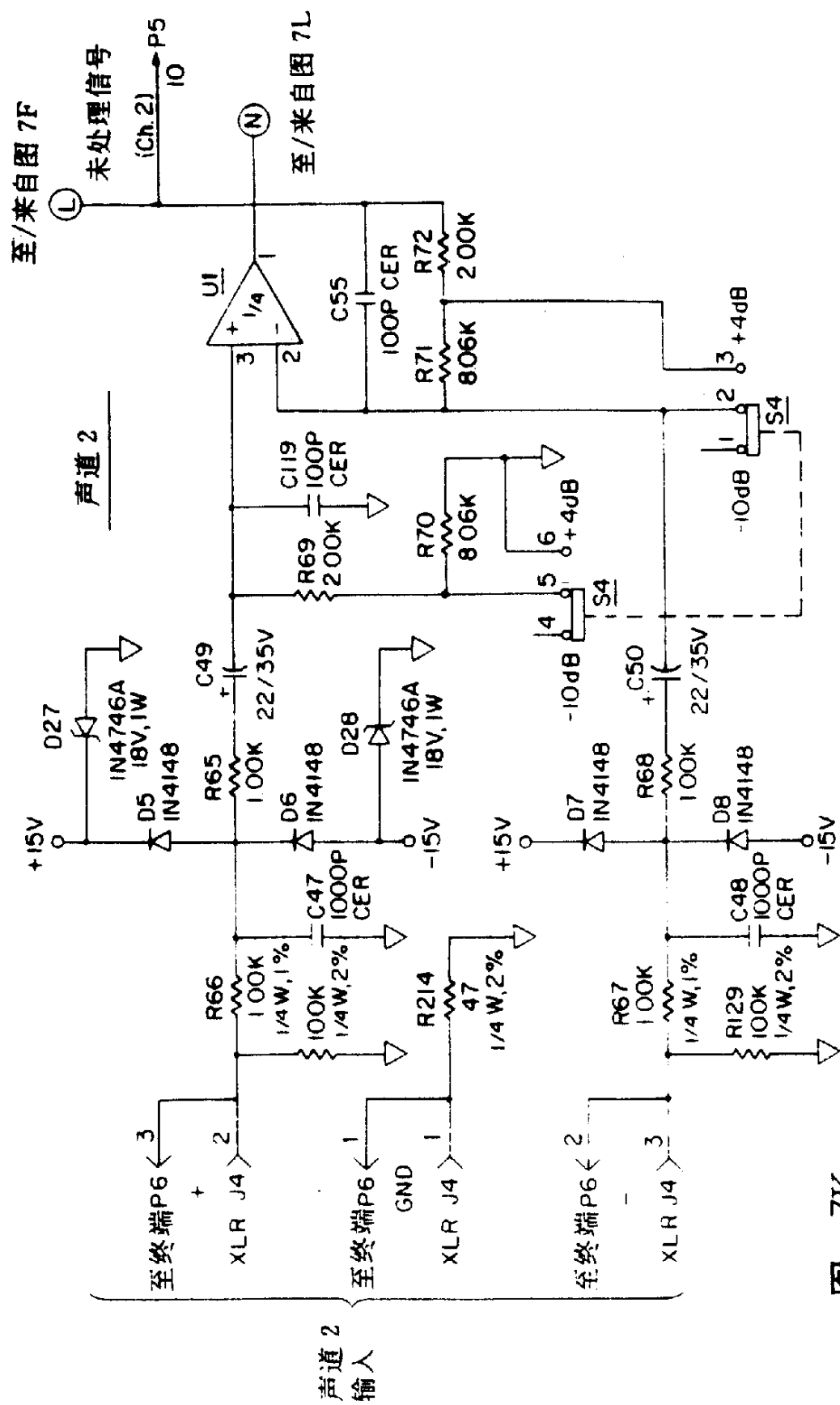
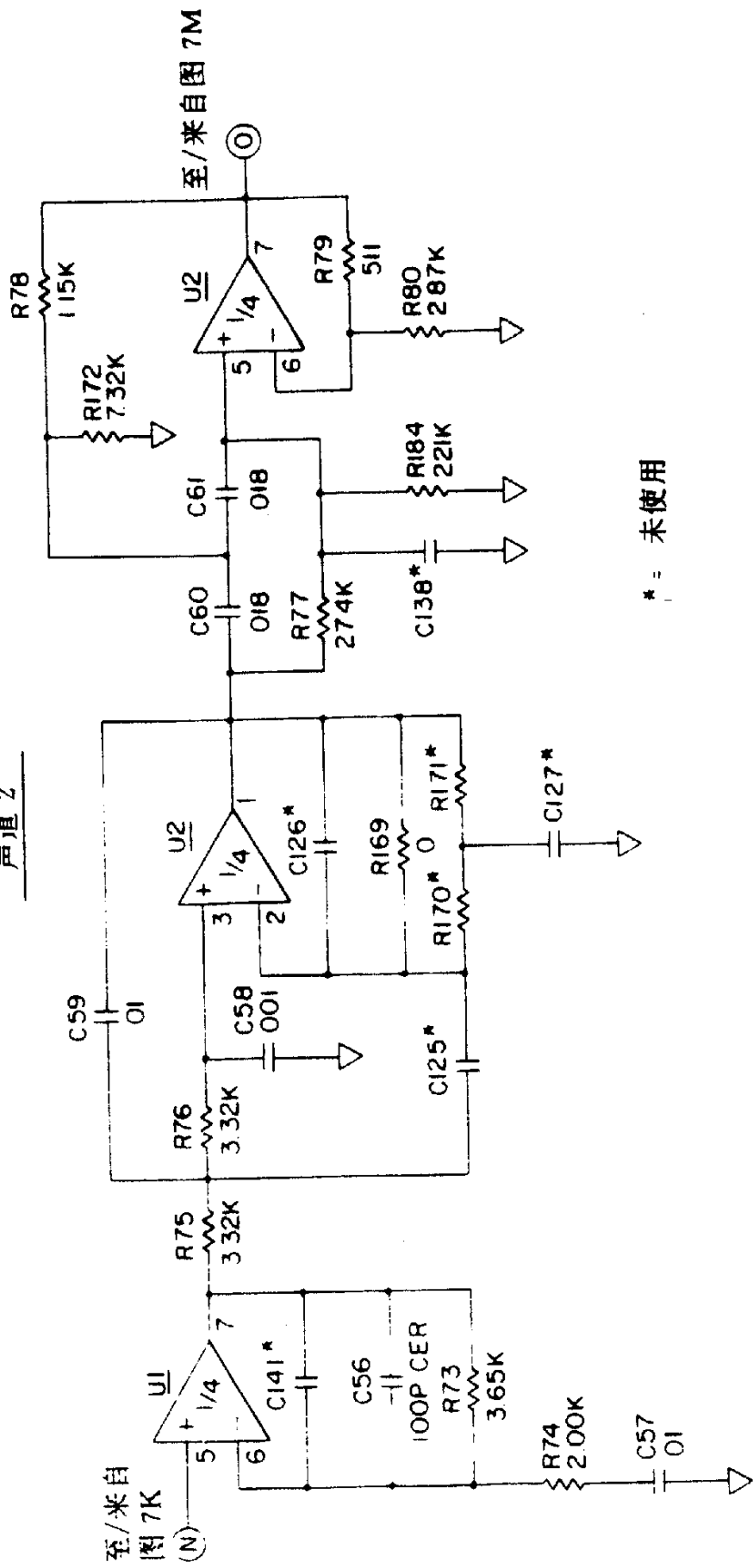


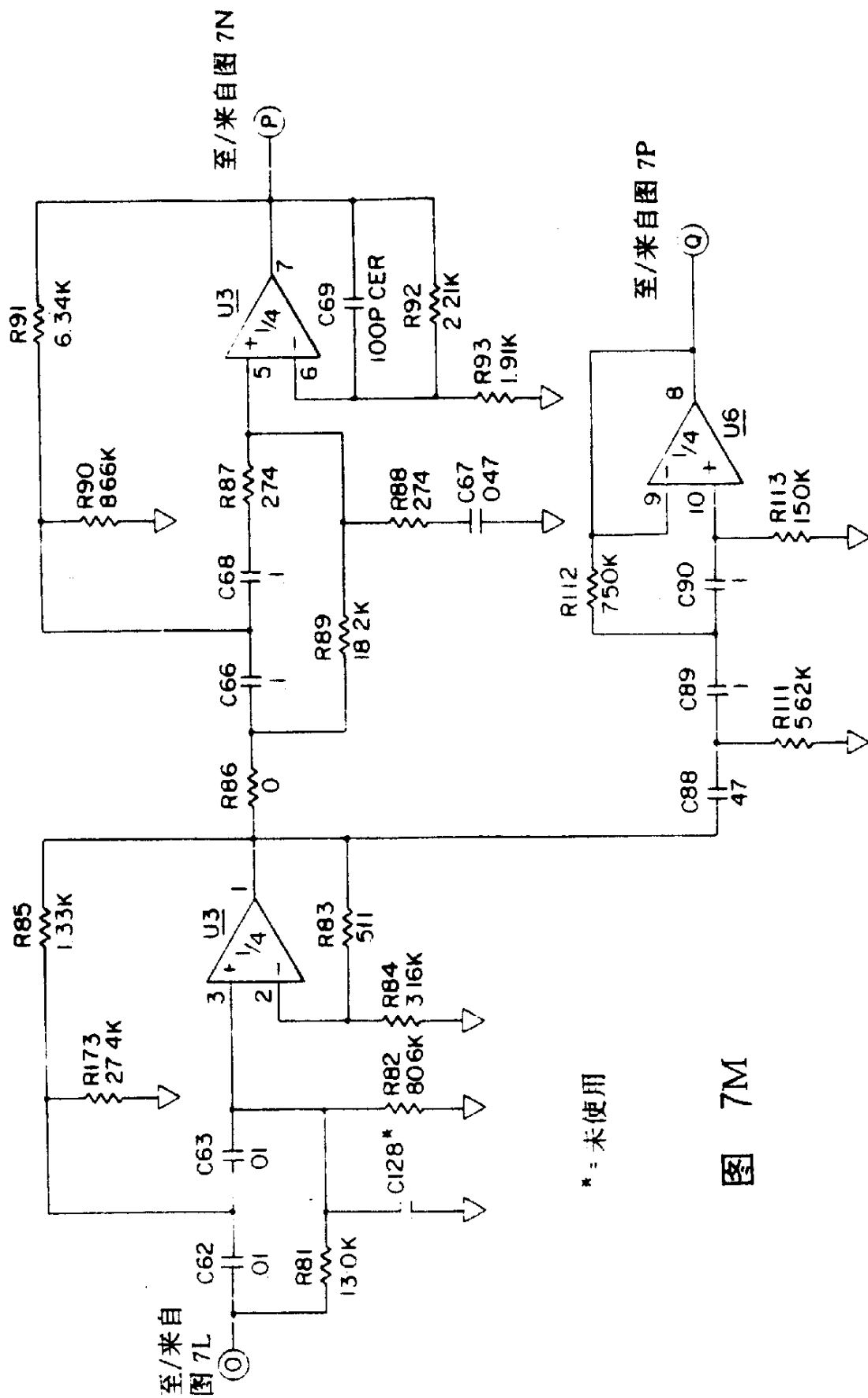
图 7K

声道 2



\* = 未使用

图 7L



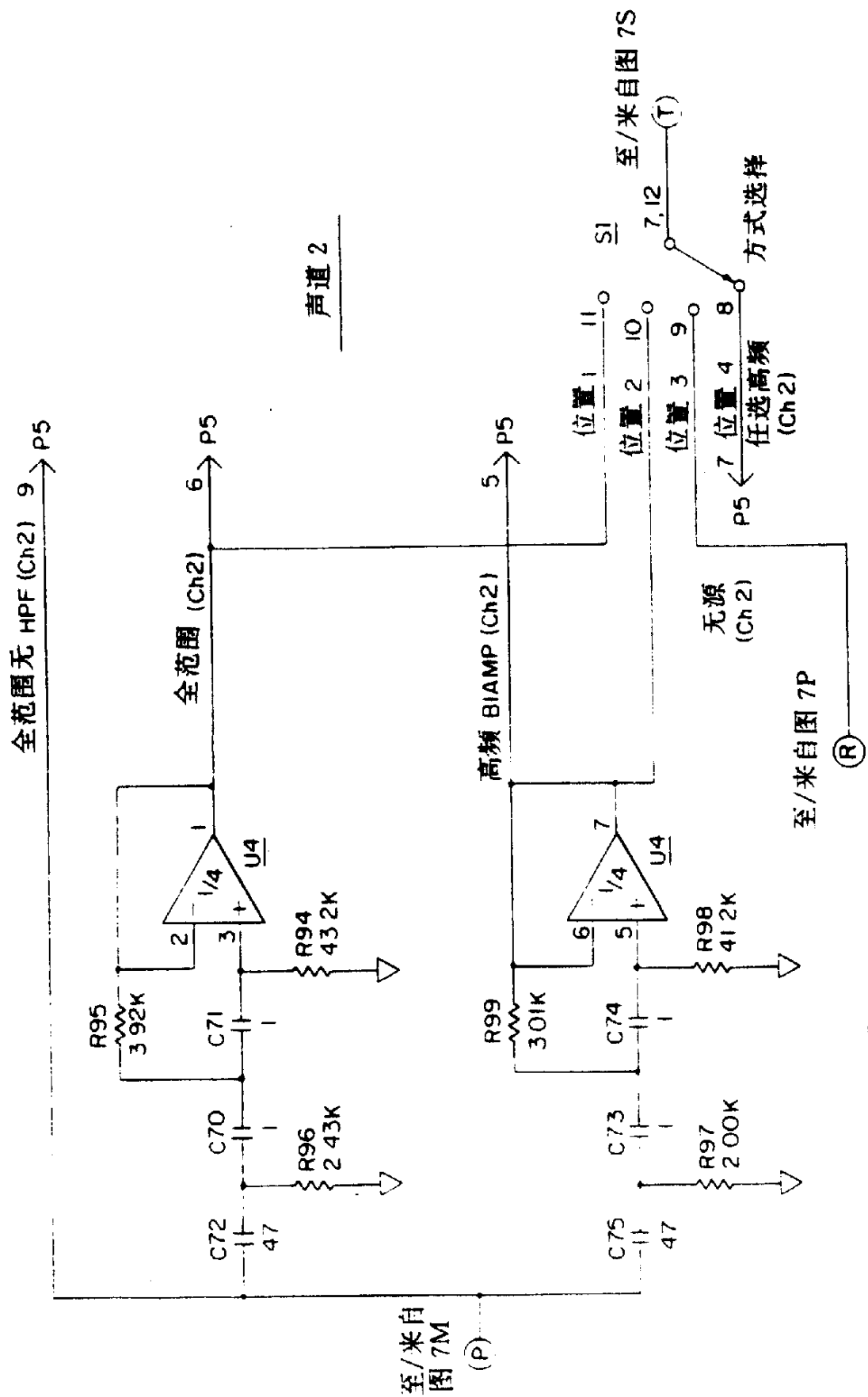
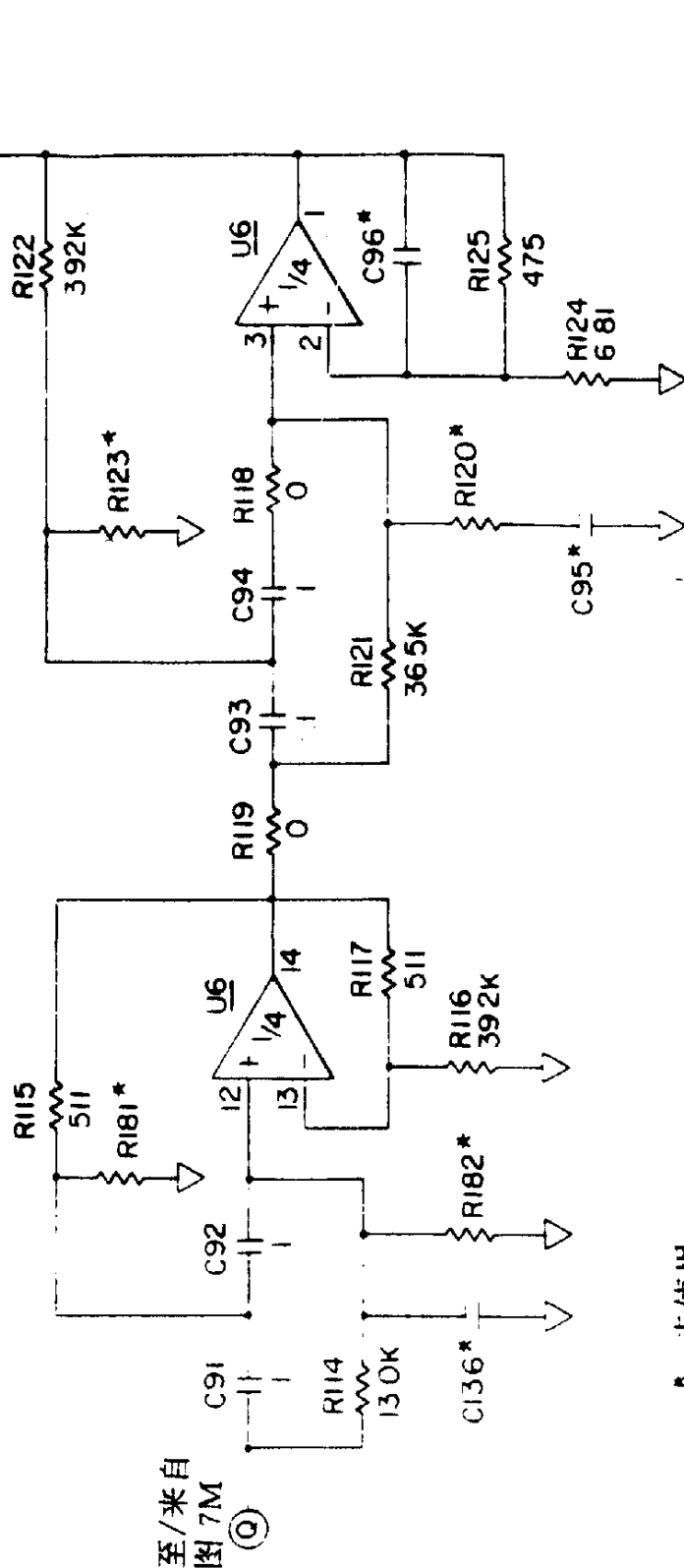


图 7N



至/来自图 7N

声道 2



\* - 未使用

未使用 — 1 —> P5  
未使用 — 2 —> P5  
未使用 — 3 —> P5

图 7P

© 2007 Pearson Education, Inc. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or by any information storage or retrieval system, without permission in writing from Pearson Education, Inc.



7Q

# 声道 2

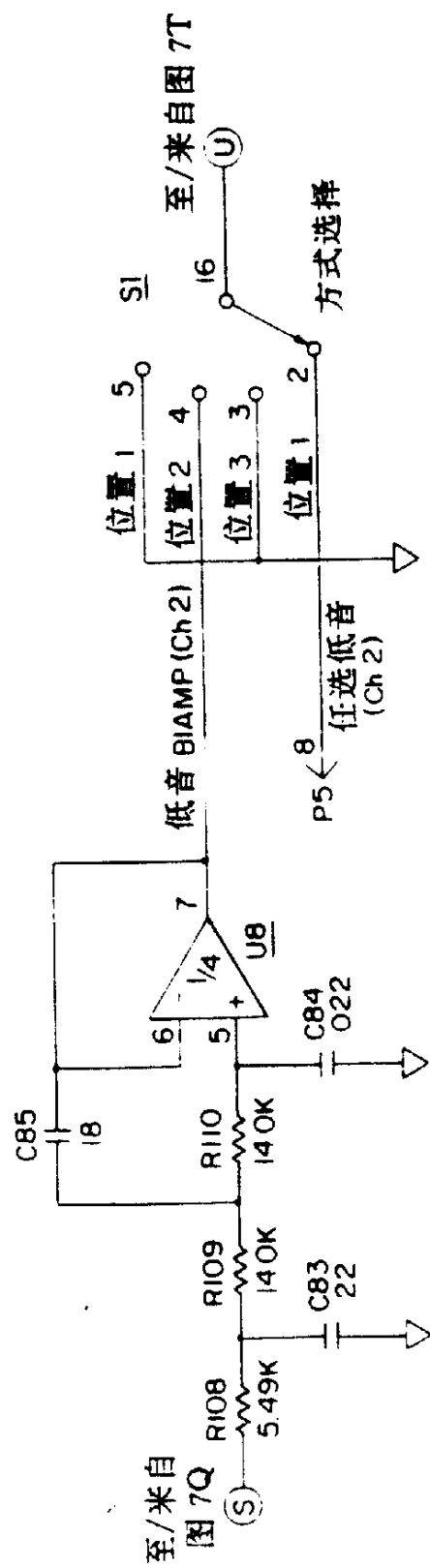


图 7R

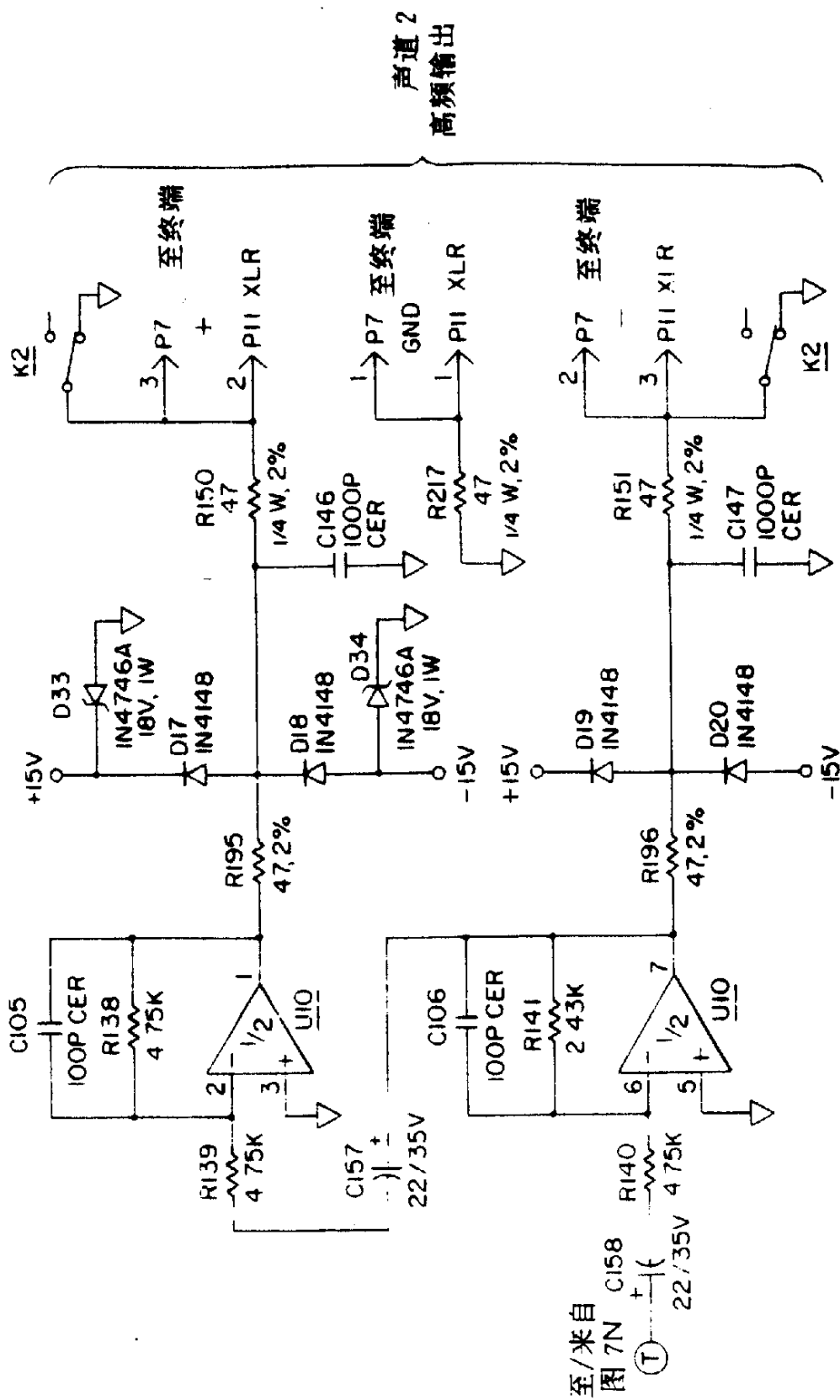


图 7S



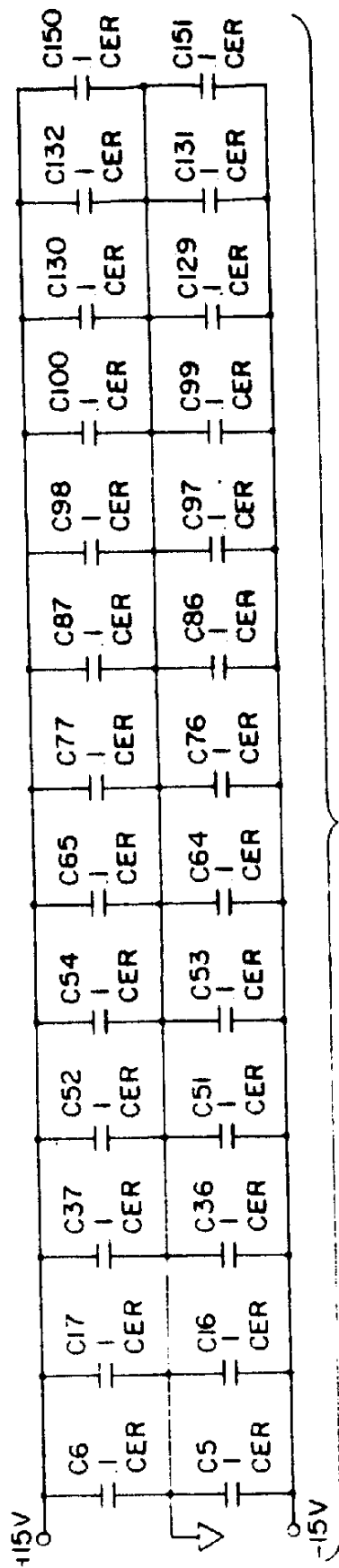


图 7U

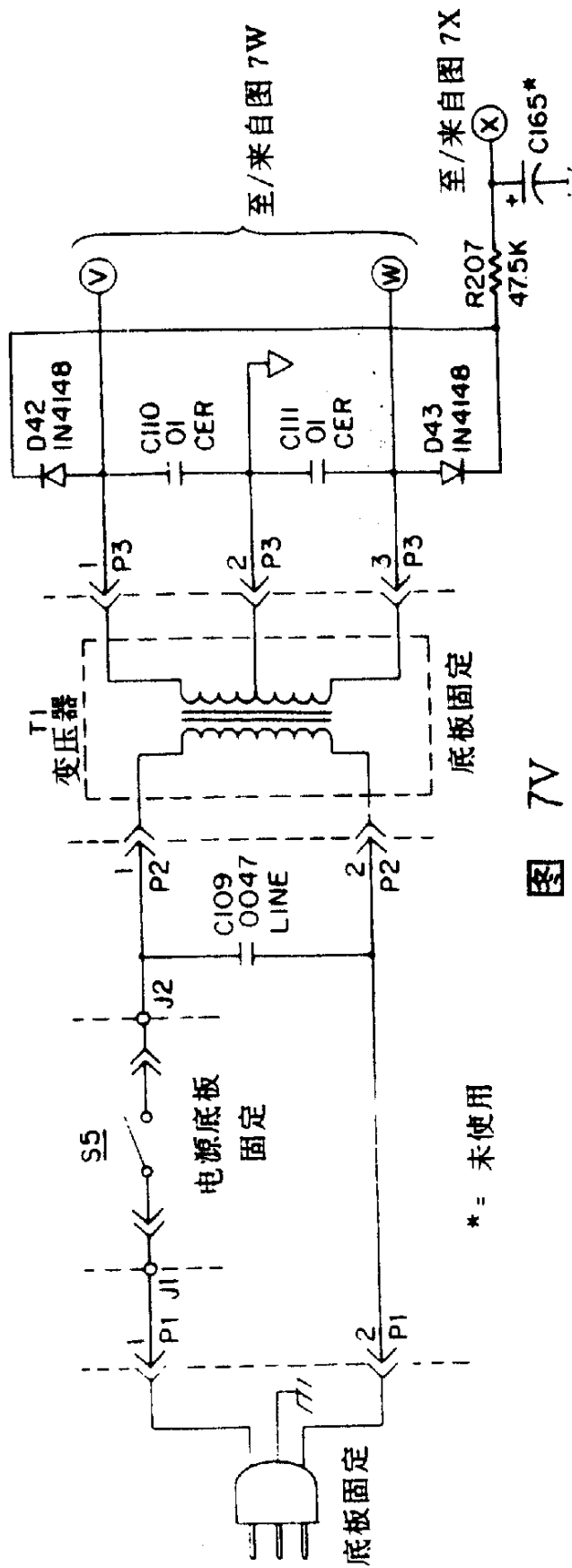


图 7V



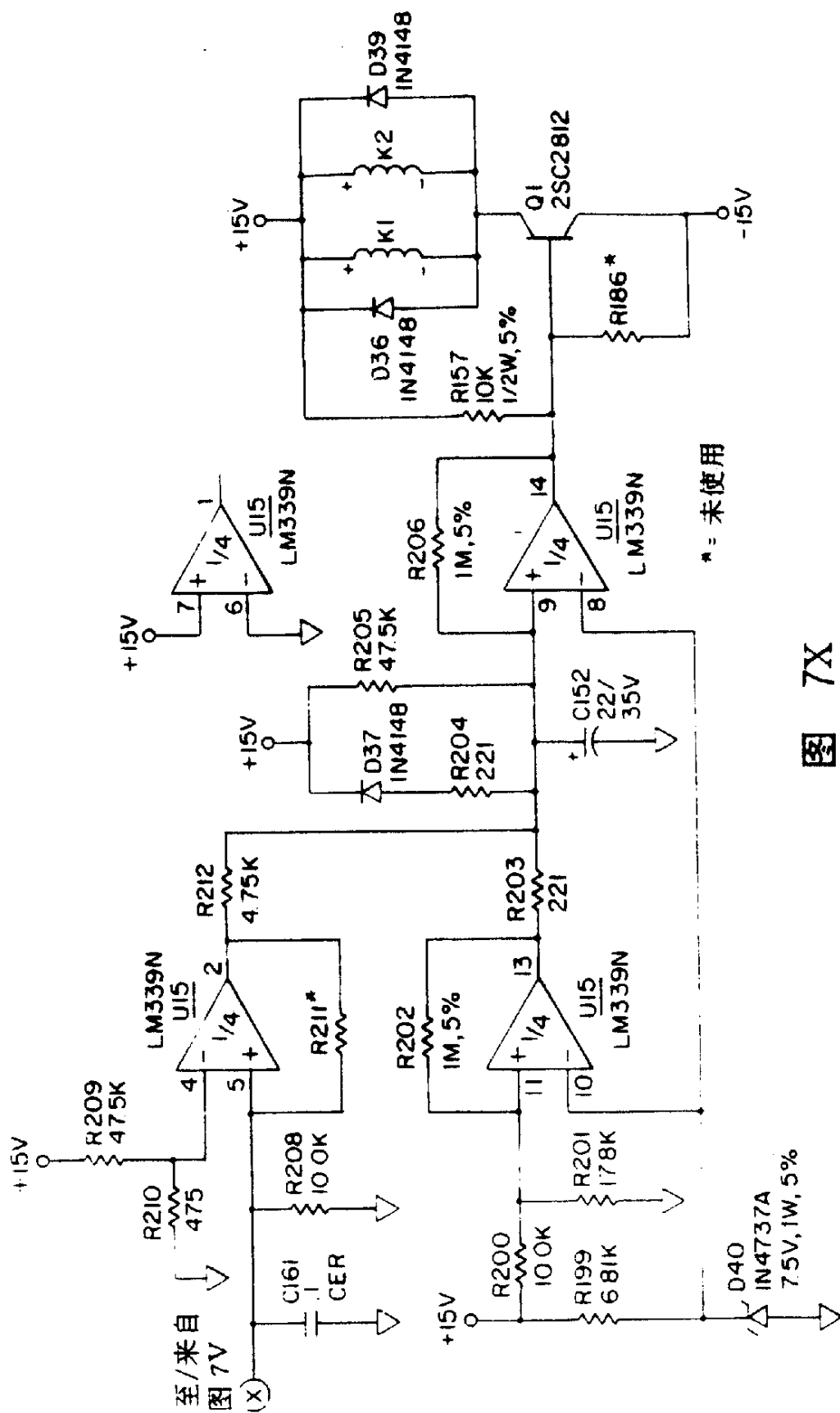


图 7X