

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

H03B 5/18

G01S 7/282

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98801593.5

[43]公开日 2000 年 1 月 26 日

[11]公开号 CN 1242884A

[22]申请日 1998.1.12 [21]申请号 98801593.5

[30]优先权

[32]1997.1.23 [33]DE [31]19702261.8

[86]国际申请 PCT/DE98/00081 1998.1.12

[87]国际公布 WO98/33271 德 1998.7.30

[85]进入国家阶段日期 1999.6.24

[71]申请人 VEGA 格里沙贝两合公司

地址 联邦德国沃尔法赫

[72]发明人 约瑟夫·费伦巴科 格雷戈尔·斯托兹
丹尼尔·舒尔特海斯

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事
务所

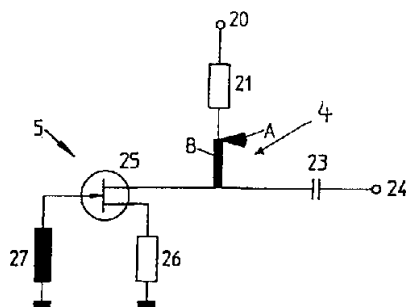
代理人 王以平

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图页数 3 页

[54]发明名称 微波脉冲发生器

[57]摘要

用于产生脉冲持续时间在纳秒范围的微波脉冲发生器,它有一个用于产生脉冲宽度恒定的控制脉冲的脉冲发生器,并且还有一个用于产生微波振荡的微波振荡器。微波振荡器有一个连接有确定频率的谐振回路和一个用于减小谐振回路 的品质因数的装置的半导体放大器,使半导体放大器输入端导入的由脉冲发生器产生的控制脉冲能够在微波振荡器的输出端产生一个可取出的微波脉冲,该微波脉冲与控制脉冲的形状至少要相近。



ISSN 1000-8427 4

权 利 要 求 书

1.用于产生微波脉冲的微波脉冲发生器，其脉冲持续时间在纳秒范围，带有一个用于产生控制脉冲的脉冲发生器并带有一个产生微波振荡的微波振荡器，其特征在于，微波振荡器（5）有一个带确定频率的谐振回路（27）和一个欧姆装置（26）的有源半导体放大器（25），在此，欧姆装置（26）用于降低谐振回路（27）的品质因数，使在半导体放大器（5）输入端子（20，32）导入的由脉冲发生器（2）产生的控制脉冲能够在微波振荡器（5）的输出端子（24）产生可输出的微波振荡，它形状与控制脉冲至少要近似。

2.如权利要求1所述的微波脉冲发生器，其特征在于，欧姆装置（26）是一个电阻，它连接在基准电位和半导体放大器（25）的输出端子之间。

3.如权利要求1或2所述的微波脉冲发生器，其特征在于，半导体放大器（25）是由一个晶体管构成的，确定频率的谐振回路（27）由晶体管电容和一个接在晶体管（25）的控制端的电感（27）构成的。

4.如权利要求3所述的微波脉冲发生器，其特征在于，电感是以电感性的TEM-导体构成的。

5.如权利要求1至4中任一项所述的微波脉冲发生器，其特征在于，控制脉冲的输入端子（20，32）耦合至半导体放大器（25）的控制输入端子或半导体放大器（25）的输出端。

6.如权利要求1至5中任一项所述的微波脉冲发生器，其特征在于，在脉冲发生器（2）和微波振荡器（5）之间接了一个激励级（3）。

7.如权利要求1至6中任一项所述的微波脉冲发生器，其特征在于，在脉冲发生器（2）和微波振荡器（5）之间接了一个退耦级（4）。

8.如权利要求7所述的微波脉冲发生器，其特征在于，退耦级包括一个圆柱棒（A）。

9.如以上任一权利要求所述的微波脉冲发生器，其特征在于，微波振荡器（5）包括一个带电感器（27）和一个晶体管的门极/基极-漏

极/集电极段 (25) 的串联谐振回路。

10.如权利要求 9 所述的微波脉冲发生器, 其特征在于, 在晶体管 (25) 的源极/发射极端耦合输出微波脉冲。

11.如权利要求 9 或 10 所述的微波脉冲发生器, 其特征在于, 晶体管 (25) 是一个砷化镓场效应晶体管或一个双极晶体管。

12.如以上任一权利要求所述的微波脉冲发生器, 其特征在于,
脉冲发生器 (2)

- 具有第一晶体管 (11), 它的控制端导入恒定脉宽的脉冲, 并且经由其负载段耦合出输出脉冲,

- 具有第二晶体管 (10), 其负载段在第一晶体管 (11) 的控制端和基准电位间连接, 其控制端通过延迟器件 (8, 9) 接入恒定脉冲宽度的脉冲。

13.如权利要求 12 所述的微波脉冲器, 其特征在于, 第一个晶体管 (11) 的负载段一方面与基准电位相连, 另一方面经由电阻分压器 (12, 13) 与供电电压端子 (17) 相连接, 并且电阻分压器 (12, 13) 的一个电阻 (13) 与第三个晶体管 (18) 的发射-基极段并联, 并在第三个晶体管 (18) 的集电极可取出输出脉冲。

微波脉冲发生器

本发明涉及一个用于产生微波脉冲的微波脉冲发生器，它的脉冲持续时间在纳秒范围，它带有一个用于产生控制脉冲的脉冲发生器和一个用于产生微波脉冲的微波振荡器。

这种微波脉冲发生器常用在雷达系统，特别是用在脉冲雷达系统，应用于精确的距离测量。

它应满足下列要求：

a)微波脉冲的脉冲持续时间必须在纳秒范围之内，以便达到所要求的脉冲雷达的高分辨率。

b)脉冲雷达法要求微波脉冲载波频率和脉冲重复频率的高度相干性。为此，必须保证，振荡器必须一直以相同的初始相位起振。

c)脉冲周期与脉冲持续时间的比必须大，以便使下一个微波脉冲只有当所有的目标回波的回扫时间全部完成后才能发射。

d)在微波脉冲发生器中的能量必须在脉冲持续时间后尽量快地消去，也就是说，从脉冲持续时间至脉冲停止的过渡必须很快，以便捕捉到很小的回波。脉冲雷达的动态范围一般在约 80 至 100dB。为了达到这个数值，必须使微波脉冲在很短的时间内尽量衰减掉。这就要求确定频率的谐振器的品质因数较低。

一般的连续的微波振荡器不能产生相干的脉冲序列。它在一般情况下具有较高的品质因数（ $Q > 100$ ），以便达到足够的频率稳定性。这就导致它在启动时需至少 100 周才能起振，并且需要至少再 100 周，才能停振。特种微波脉冲发生器因此在一般情况下比较复杂，并且产生很宽的频谱，因此，必须借助于带通滤波器通过滤波得到所要求的信号。这种微波脉冲发生器的缺点就是效率很差。

DE 4401350C₁公开了一种产生微波脉冲的方法，它有一个相应的阶跃恢复二极管（step recovery diode = SRD），它能满足 a)至 d)的

要求，但是，正如以上所描述的，它的效率是很差的。在所描述的装置中，包含了一个脉冲发生器，在其后接装了一个脉冲差动放大器。接在差动放大器后的匹配网络将脉冲传输至集成在谐振器中的阶跃恢复二极管。谐振器由一个电容性和一个电感性 TEM 导体及阶跃恢复二极管的闭锁电容共同组成。因此，所形成的频谱的重心就确定了。用带通滤波器再次滤波就可得到一个微波脉冲，它的载波频率为 f_T 以及脉冲宽度为 t_p 。

本发明的任务是，给出一个微波脉冲发生器，其器件费用低，可以产生脉冲宽度 t_p 在纳秒范围内的微波脉冲。另外，与现有的装置相比，它的效率至少要提高 10 倍。

此任务是通过下述方案解决的，微波振荡器有一个有源的带一个确定频率的谐振回路并带一个欧姆装置的半导体放大器，欧姆装置是用于确定地减小谐振回路的品质因数，使半导体放大器的输入端子输入的控制脉冲在微波振荡器的输出端子产生一个可引出的微波振荡，它的变化过程至少与控制脉冲近似。

从属权利要求中给出了本发明的进一步改进形式。

本发明的优点是，通过产生具有适当宽度的控制脉冲，用于控制微波振荡器的电压供应或施加在微波振荡器的半导体放大器的控制输入端，可减少回路的费用。由此，可省去用昂贵的阶跃恢复二极管。

在纳秒范围的控制脉冲，即用于确定微波脉冲持续时间的脉冲，能通过一个简单的脉冲缩短级来产生。

在一个扩展方案中可通过一个激励级和/或一个退耦级使脉冲缩短级和谐振器间的耦合得到改善。脉冲缩短级应这样来构造，让它产生一个反相输出信号，这样可使它通过一个反相激励级来补偿。退耦级可优先选用所谓的圆柱棒（circular stub）。

另外有优点的是，用串联谐振回路构成谐振器，例如，包含砷化镓场效应晶体三极管的门-漏段作为电容性元件。通过这种方法可以明显地改善此装置的效率。

脉冲缩短级可以优选地用二个双极晶体管来构成，输入脉冲信号导

入这两个双极晶体管的基极端子，此时，第二个晶体管的集电极 - 发射极段与第一个晶体管的基极 - 发射极段相并联并且输入脉冲经 R - C 器件导到第二个晶体管。

本发明将按以下四个图示进一步说明。图示为：

图 1 为本发明装置的方框图；

图 2 为其后接有激励级的脉冲缩短级的构造的举例；

图 3 为微波振荡器的第一实施例的示意图；

图 4 为输出信号序列的时间曲线；

图 5 为微波振荡器的第二实施例的示意图。

在图 1 中 1 表示一个脉冲发生器，它的输出信号输到脉冲缩短级 2 的输入端。脉冲缩短级 2 产生纳秒范围的输出信号，这个信号导入激励级 3 的输入端。由激励级 3 放大的信号导入退耦网络 4，它的输入端与微波振荡器 5 的供电电压输入端相连。微波振荡器 5 的输出信号可在一个输出端子 24 取出。

脉冲发生器 1 可用一般的方法构成，并可给出预定脉冲周期的脉冲序列。按照图 2 所示，后接的脉冲缩短级 2 有输入端子 6，它经电阻 7 与一个 npn 晶体管 11 的基极和经过电阻 8 与 npn 晶体管 10 的基极相连接。在电阻 8 和晶体管 10 的基极之间接入了一个接地的电容器 9。晶体管 10 的集电极与晶体管 11 的基极相连和晶体管 10 的发射极接地。同样，晶体管 11 的发射极也与地相接。晶体管 11 的集电极形成脉冲缩短级的输出回路，并且与激励级 3 的输入回路相耦合。在此集电极经过串联的三个电阻，即电阻 12，13 和 16，与供电电压端子 17 相连。电阻 12 和 13 的中间抽头与一个 pnp 晶体管 18 的基极相接，电阻 13 和 16 中间的抽头与晶体管 18 的发射极相连。其集电极与输出端端子 19 相连。电阻 16 的二端分别经退耦电容器 14 和 15 与地相接。

按照发明所构想的微波振荡器 5 可以由以下方法构成。按照图 3 所示，一个供电端子用 20 来表示。它是经由一个电阻 21 与一个圆柱棒 A 和一个 $\lambda/4$ 导体 B 相连接。圆柱棒 A 和 $\lambda/4$ 导体 B 组成一个退耦网络 4。 $\lambda/4$ 导体 B 的另外一端是经由晶体管 25 的负载段，在此它是一个场效

应晶体管，和一个与其串联的电阻 26 与地相接。晶体管 25 形成一个半导体放大器并且也可以为一个双极晶体管。场效应晶体管 25 的漏极经由一个电容器 23 与输出端子 24 相连接。场效应晶体管 25 的门经由电感器 27 与地相接。

激励级 3 的输出端子 19 与供电端子 20 相接。输入端子 6 被导入有预定脉冲周期的脉冲序列。到达的由脉冲发生器 1 产生的脉冲在脉冲缩短级 2 中被缩短到宽度为 t_p 。这个过程如图 2 所示是这样进行的，输入脉冲的正前沿在超出晶体管 11 的基极-发射极电压时使它处在导通状态。由此，电压分压器 12，13，16 导入电流，在电阻 13 上有足够的电压降，以使晶体管 18 处于导通状态。同时，输入脉冲的正前沿经由 RC 器件 8，9 以使通过它的确定时间延迟。这个延迟时间可以通过快速晶体管的选择，在几分之一纳秒与输入脉冲的宽度之间进行调节。这个延迟时间过后晶体管 10 即可导通，使在晶体管 11 的基极的电压降低到晶体管 10 的饱和电压。晶体管 11 因此又返回到高欧姆状态并且因此也闭锁了晶体管 18。在输出端子 19 因此产生了一个很短的宽度为 t_p 的脉冲，它可承载低欧姆负载。由于最终晶体管 10，11，18 的上升时间，输出脉冲具有一个与 Sin^2 函数相似的曲线。线路 14，15，16 最终起到闭锁工作电压的作用，这个电压是加在供电端子 17 上的。脉冲缩短级 2 和激励级 3 可为这个例子补充到这种程度，即这二个级使被处理的信号反相，而在输出端 19 可输出非反相的信号。

由此得到的其脉冲宽度与微波脉冲相应的信号经由端子 19 和 20 作为供电电压传输给微波振荡器。微波振荡器 5 包括一个晶体管 25，它在上例中为砷化镓场效应晶体管。它也可以使用合适的双极晶体管。例如，电感器 27 可设计为感性的 TEM 导体。微波振荡器 5 的确定频率的谐振回路可由这个导体和场效应晶体管的门和漏极间的内部晶体管电容或双极晶体管的基极和集电极间的电容来组成。在此，导体 27 与晶体管电容组成一个串联谐振回路，它可由导体的长度来调节。还能由此满足起振的相位条件。电阻 26 用于降低谐振回路的品质因数，以便实现快速起振。为限制晶体管 25 中的电流可在激励级 3 和退耦网络 4

的输入端之间加一个电阻 21。电容器 23 用于闭锁供电电压并且输出微波振荡器 5 的输出信号。

微波振荡器 5 的构造是这样的，在端子 20 上加上供电电压时，以预定的谐振回路的谐振频率产生一个 CW 信号。电感 27 的导体长度匹配时，应注意电阻 26 的自感的变换部分应与电感 27 平行。

如已描述的，微波振荡器 5 的电压供应是通过宽度为 t_p 的脉冲实现的。该脉冲为了脉冲缩短级和后接激励级 3 的退耦经由退耦网络 4，它由圆柱棒 A 和 $\lambda/4$ 导体 B 组成，传输到微波振荡器 5 的供电端子 20。脉冲的宽度因此确定了微波脉冲的宽度。圆柱棒 A 对于载波频率 f_T 形成一个短路，它经由一个 $\lambda/4$ 导体 B 变换为无载。因此，从微波振荡器 5 就没有高频给激励级 3。

为了达到一个快速的起振和退振，源极必须经由电阻 26 与地相接。这个电阻 26 可减少谐振回路品质因数，使微波振荡的振幅与供电脉冲的振幅相适应（图 4）。

微波振荡的相干性可用下述方法实现，约为纳秒宽的脉冲用于微波振荡器 5 的供电并具有小的上升时间，它的范围约为 250 ps，因此，在微波振荡器 5 中的谐振频率耦合一个频谱的能量部分。因此，微波信号的初始相位就确定了。

在微波振荡器 5 的输出端子 24 上经过电容器 23 耦合输出微波脉冲。在此微波脉冲与缩短的脉冲是叠加的，但是，可以用高通滤波器把缩短的脉冲滤掉。如果把所形成的微波脉冲导入一个波导管，就可省掉高通滤波器，因为波导管与它的作用相同。

图 4 表示二个微波脉冲序列 11 和 12 的时间曲线。在二个脉冲 11 和 12 之间有一个附加的回波 E，它可以用于距离的测量。振荡周期用 f_T 表示，并且脉冲持续时间用 t_p 表示。

图 5 是微波振荡器 5 的第二实施例的示意图。来自脉冲缩短级 2 的脉冲在这个例子中经由半导体放大器 25 的控制极按与图 3 所示微波振荡器 5 的工作电压相反的脉冲形式供给微波振荡器 5。微波振荡器 5 又包括一个晶体管 25，它可以是砷化镓场效应管（简称 GaAs FET）。

在 GaAs - FET 25 的门极有一个电感性的 TEM - 导体，以用于形成一个电感器 27（如，一个开口的微带导体，其长度为 $\lambda/4$ 或 $\lambda/2$ ）。此外，GaAs - FET 25 门处连接由一个 $\lambda/4$ 导体 C 和一个圆柱棒 D 组成的退耦网络的输出端。该退耦网络的输入端经由一个电阻 31 与微波振荡器 5 的输入端子 32 相连。GaAs - FET 的漏极以相似的方法经由一个退耦网络，它是由一个 $\lambda/4$ 导体 E 和一个圆柱棒 F 组成，及电阻 33 与供电端子 34 相连接。在该供电端子 34 上可施加恒压 U_B 。此外在 GaAs - FET 25 的漏极处微波信号经过一个耦电容 23 与输出端子 24 相耦合。GaAs - FET 25 的源极经过电阻 26 与地相接。

这种微波振荡器 5 的功能如下，假如控制脉冲的形状如同图 5 左边所示的那样，则它的形状近似 $\sin^2$ 函数，它的最大值为 0 伏并以 U_P 为起点，又降至这个电压 U_P 。只要在微波振荡器 5 控制输入端处，即在输入端子 32 处，存在量值大于夹断电压 U_P 的负电压，则 GaAs - FET 25 处于闭锁状态。在输入端子 32 处由于脉冲电压上升到 0 伏时，则微波振荡器 5 以串联谐振电路的谐振频率振荡，该串联谐振回路由电感性 TEM 导体 27 和漏极和门之间的晶体管电容形成。频率调节通过在门处导体的长度变化来进行是可能的。对于振荡条件必要的相移同样可受到影响。电阻 26 限制振荡线路的品质因数，使微波振荡器的快速起振和停振是可能的。

在脉冲工作状态，在控制输入端电平是交变的，即在输入端子 32 电压在 0 伏和一个负压之间交变。通过使谐振回路有一个小的品质因数，微波振荡的包络线的形状可与控制脉冲的形状相同。微波振荡的相干性可用下面的方法实现，控制脉冲的陡峭的沿是微波振荡器 5 中的频谱能量的部分。这样，初始相位总是相同的。通过一个短的，有陡峭的沿的控制脉冲在微波振荡器 5 的输出端子 24 上可以输出基本上与控制脉冲一样短的、锁相的微波脉冲。这种情况比现有的微波脉冲发生器具有优越性，尤其是它的效率是很高的。

说明书附图

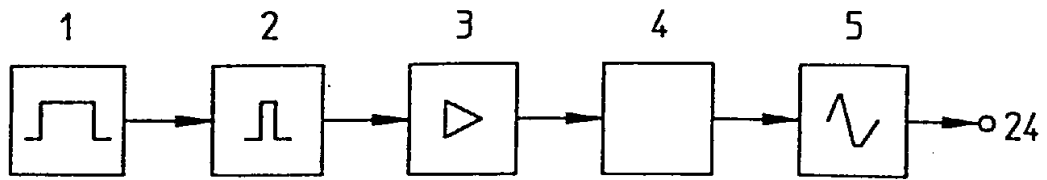


图 1

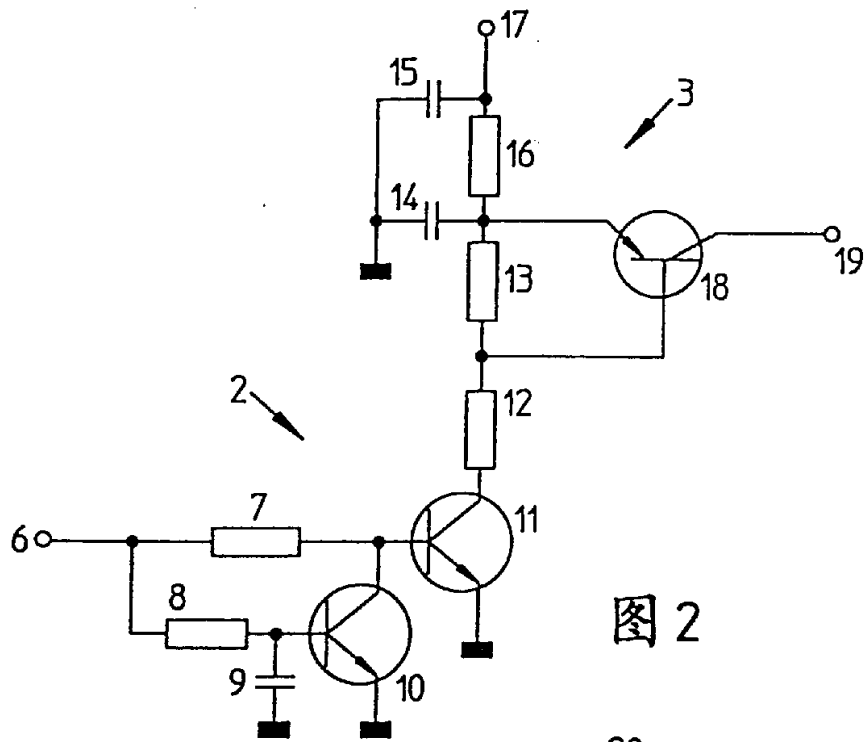


图 2

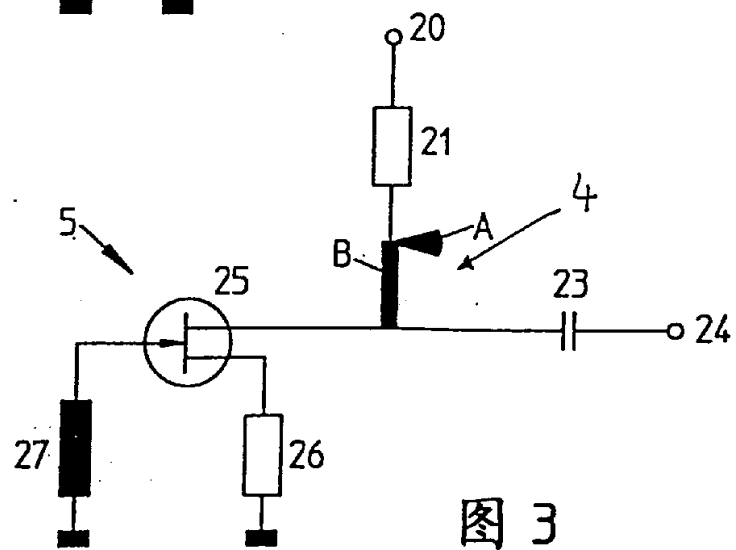


图 3

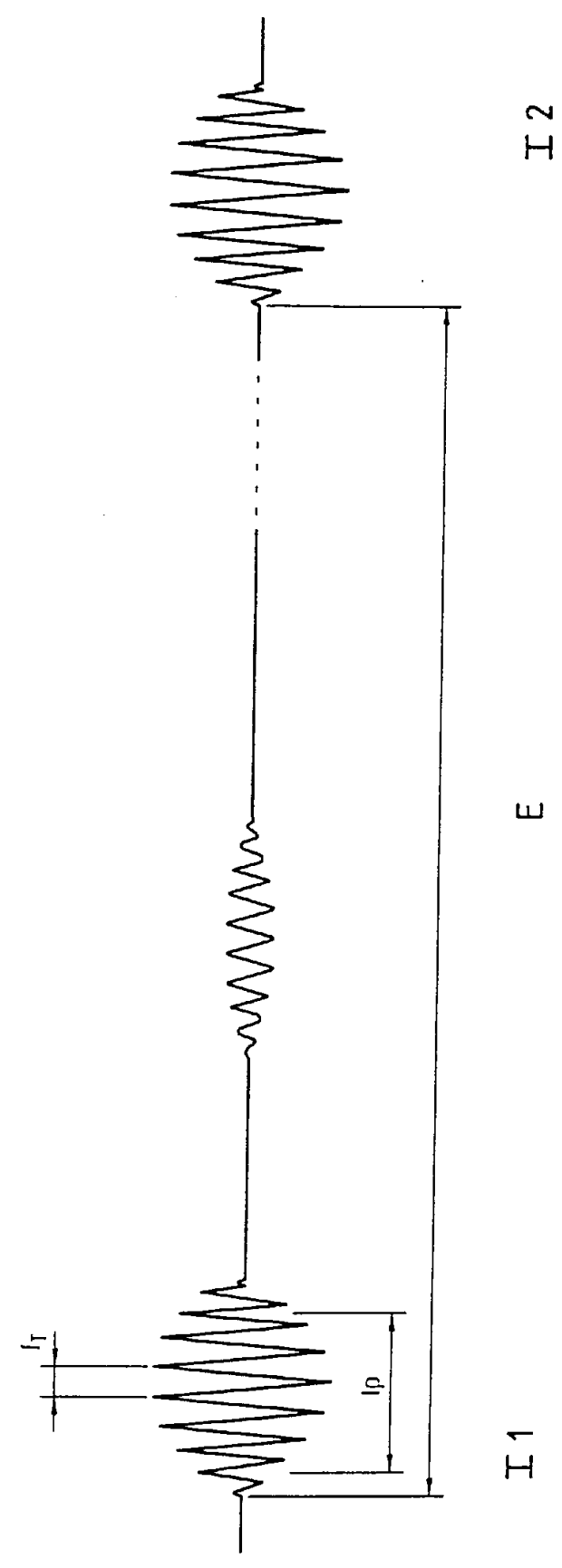
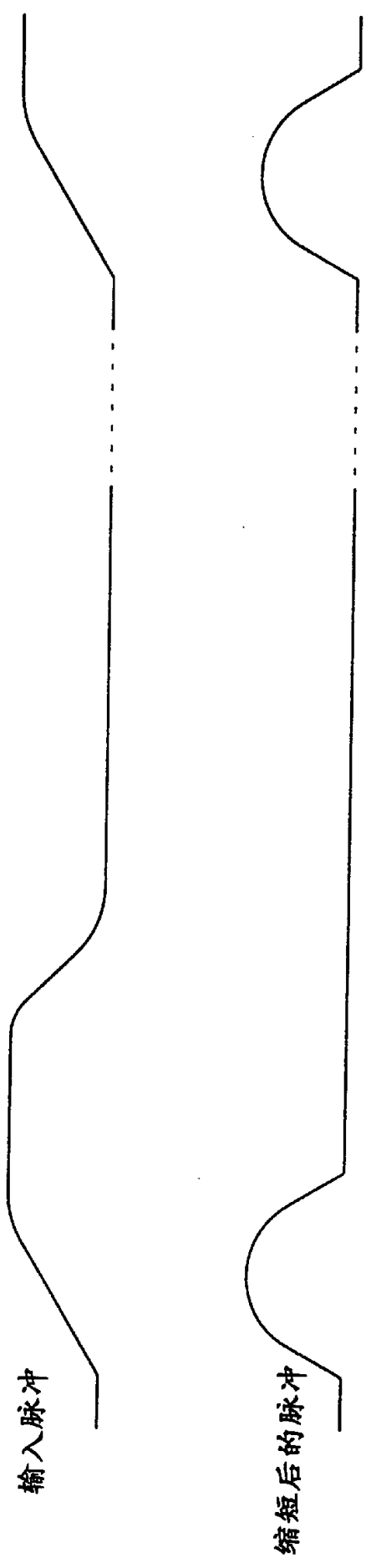


图 4

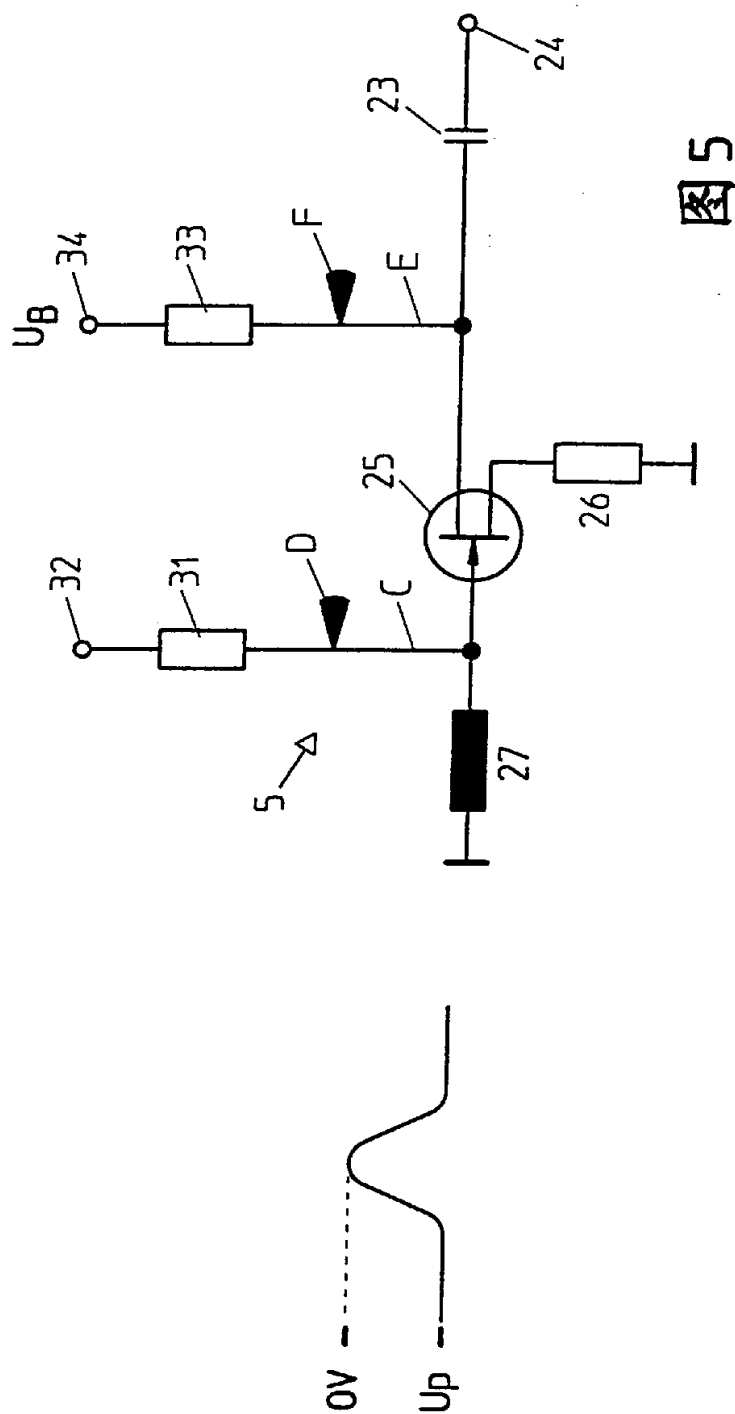


图 5