[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
F42C 11/06

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95190012.9

[45]授权公告日 2002 年 3 月 27 日

[11]授权公告号 CN 1081787C

[22]申请日 1995.3.27 [24]颁证日 2002.3.27
[21]申请号 95190012.9
[30]优先权
[32]1994.7.28 [33]JP [31]177113/94
[32]1994.9.7 [33]JP [31]213577/94
[86]国际申请 PCT/JP95/00557 1995.3.27
[87]国际公布 WO96/03614 英 1996.2.8
[85]进入国家阶段日期 1995.9.7
[73]专利权人 旭化成株式会社
地址 日本大阪
[72]发明人 坂元绿 西政明
审查员 巩建华

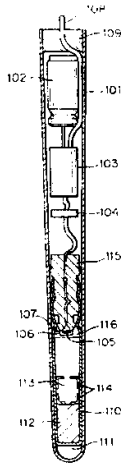
[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所
代理人 范本国

权利要求书 5 页 说明书 19 页 附图页数 4 页

[54]发明名称 电子延迟点火器和电发爆器

[57]摘要

一种电子延迟点火器,包括:一个燃点电容器用于通过一个来 自外部电源施加的电压、储存燃点所需的能量;一个提供有一个固 态振荡器的电子计时器单元,它由储存在上述燃点电容器的能量 驱动,在预置的延迟时间后输出一个输出信号;一个开关单元,用于 通过输出信号传输燃点能量;和一个装有点火炸药的点火单元,它根据接收到的燃点能量进行点火。来自外部电源的电压具有一个电 压应用范围,在此范围,电子计时器工作,去动作该开关单元,但即 使接收到来自燃点电容器的能量时,点火炸药不点火。



ISSN1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种电子延迟点火器包括：一个燃点电容器，用于通过一个外部电源施加电压、储存燃点所需要的能量；一个提供有固态振荡器的电子计时器单元，它由储存在上述燃点电容器的能量驱动，在预置的延迟时间后输出一个输出信号；一个开关单元，用于通过输出信号传输燃点能量；和一个装有点火炸药的点火单元，它根据接收到的由上述开关单元传输的燃点能量进行点火。其中，由外部电源施加的能量具有一个电压应用范围，在这范围里，上述电子计时器工作，操作上述开关单元，但即使在接收到来自上述燃点电容器的能量时，上述点火炸药并不着火。

2. 根据权利要求 1 的电子延迟点火器，其中，上述点火单元的最小点火能量大于 $12.5\times Co$ 焦耳，这里，上述电子计时器的上述燃点电容器的电容为 Co 法拉。

3. 根据权利要求 1 或权利要求 2 的电子延迟点火器，其中，上述燃点电容器的电容 Co 为 400×10^{-6} 至 1200×10^{-6} 法拉。

4. 根据权利要求 1 或权利要求 2 的电子延迟点火器，其中，上述点火炸药的有效成分包括(*a*)选自包括 2,4,6—三硝基间苯二酚铅、重氮二硝基苯酚、并四苯、叠氮化银和叠氮化铅中至少一种物质；(*b*)重氮二硝基苯酚和氯酸钾的混合物；(*c*)锆和高氯酸钾的混合物；或(*d*) 铁氰化钾和钴氰化钾中的至少一种和高氯酸钾和重铬酸钾中至少一种的混合物。

5. 一种电子延迟点火器包括：一个燃点电容器，用于通过一个外部电源施加电压、储存燃点所需要的能量；一个提供有一个固态振荡器的电子计时器单元，它由储存在上述燃点电容器的能量驱动，在预置的延迟时间后输出一个输出信号；一个开关单元，用于通过输出信号传输燃点能量；和一个装有点火炸药的点火单元，它根据接收到的由上述开关单元传输的燃点能量进行点火。其中上述点火炸药的有效成分包括(a)选自包括2,4,6—三硝基间苯二酚铅、重氮二硝基苯酚、并四苯、叠氮化银和叠氮化铅中的至少一种物质；(b)重氮二硝基苯酚和氯酸钾的混合物；(c)锆和高氯酸钾的混合物；或(d)铁氰化钾和钴氰化钾中的至少一种和高氯酸钾和重铬酸钾中至少一种的混合物。

6. 根据权利要求5的一种电子延迟点火器，其中上述点火炸药的有效成分是碱性2,4,6—三硝基间苯二酚铅。

7. 根据权利要求6的一种电子延迟点火器，其中，上述碱性2,4, 6—三硝基间苯二酚铅是一种具有直径小于150微米的极小颗粒。

8. 根据权利要求5的一种电子延迟点火器，其中，上述点火炸药的有效成分是锆和高氯酸钾的混合物，两种物质按重量比为4:6至6:4。

9. 根据权利要求5的一种电子延迟点火器，其中，上述点火炸药的有效成分是锆和高氯酸钾的混合物，两种物质按重量比为3:7至6:4。

10. 根据权利要求5的一种电子延迟点火器，其中，上述点火炸药的有效成分是铁氰化钾和钴氰化钾中的至少一种和高氯酸钾

的混合物。两种物质按重量比为3:7至5:5。

11. 根据权利要求5的一种电子延迟点火器，其中，上述点火炸药的有效成分是铁氰化钾和钴氰化钾中的至少一种的重铬酸钾的混合物。两种物质按重量比为1:9至4:6。

12. 一种电子延迟电发爆器包括：一个燃点电容器，用于通过一个外部电源施加电压、储存燃点所需要的能量；一个提供有一个固态振荡器的电子计时器单元，它由储存在上述燃点电容器的能量驱动，在预置的延迟时间后输出一个输出信号；一个开关单元，用于通过输出信号传输燃点能量；和一个装有点火炸药的点火单元，它根据接收到的由上述开关单元传输的燃点能量进行点火。其中由外部电源施加的能量具有一个电压应用范围，在这范围里，上述电子计时器工作，去操作上述开关单元，但即使在接收到来自上述燃点电容器的能量时，上述点火炸药并不着火。

13. 根据权利要求12的一种电子延迟电发爆器，其中，上述点火单元的最小点火能量大于12.5×*Co*焦耳，这里，上述电子计时器的燃点电容器的电容为*Co*法拉。

14. 根据权利要求12或权利要求13的一种电子延迟电发爆器，其中，上述燃点电容器的电容*Co*为400×10^{-6}至1200×10^{-6}法拉。

15. 根据权利要求12或权利要求13的一种电子延迟电发爆器，其中，上述点火炸药的有效成分为(*a*)选自包括2,4,6—三硝基间苯二酚铅、重氮二硝基苯酚、并四苯、叠氮化银和叠氮化铅中至少选择一种；(*b*)重氮二硝基苯酚和氯酸钾的混合物；(c)一种锆和高氯酸钾的混合物；或(*d*)铁氰化钾和钴氰化钾中的至少一种和

高氯酸钾和重铬酸钾中至少一种的混合物。

16. 一种电子延迟电发爆器包括：一个燃点电容器，用于通过一个外部电源施加电压、储存燃点所需要的能量；一个提供有固态振荡器的电子计时器单元，它由储存在上述燃点电容器的能量驱动，在预置的延迟时间后输出一个输出信号；一个开关单元，用于通过输出信号传输燃点能量；和一个装有点火炸药的起爆单元，它根据接收到的由上述开关单元传输的燃点能量进行点火。其中上述点火炸药的有效成分包括(*a*)选自包括2,4,6—三硝基间苯二酚铅、重氮二硝基苯酚、并四苯、叠氮化银和叠氮化铅中至少选择一种；(*b*)重氮二硝基苯酚和氯酸钾的混合物；(*c*)锆和高氯酸钾的混合物；或(*d*) 铁氰化钾和钴氰化钾中的至少一种和高氯酸钾和重铬酸钾中至少一种的混合物。

17. 根据权利要求16的一种电子延迟电发爆器，其中，上述点火炸药的有效成分是碱性2,4,6—三硝基间苯二酚铅。

18. 根据权利要求17的一种电子延迟电发爆器，其中，上述碱性2,4,6—硝基间苯二酚铅是一种具有直径小于150微米的极小颗粒。

19. 根据权利要求16的一种电子延迟电发爆器，其中，上述点火炸药的有效成分是锆和高氯酸钾的混合物，且两种物质的重量比为4:6至6:4。

20. 根据权利要求16的一种电子延迟电发爆器，其中，上述点火炸药的有效成分是锆和高氯酸钾的混合物，且两种物质的重量比为3:7至6:4。

21. 根据权利要求16的一种电子延迟电发爆器，其中，上述

点火炸药的有效成分是铁氰化钾和钴氰化钾中的至少一种和重铬酸钾的混合物，两种物质重量比为 3:7 至 5:5。

22. 根据权利要求 16 的一种电子延迟电发爆器，其中，上述点火炸药的有效成分是铁氰化钾和钴氰化酸钾中的至少一种和重铬酸钾的混合物，两种物质重量比为 1:9 至 4:6。

23. 根据权利要求 3 的一种电子延迟点火器，其中，上述点火炸药的有效成分包括(a)选自包括有 2,4,6—三硝基间苯二酚铅、重氮二硝基苯酚、并四苯、叠氮化银和叠氮化铅中至少一种物质；(b)重氮二硝基苯酚和氯酸钾的混合物；(c)锆和高氯酸钾的混合物；或(d)铁氰化钾和钴氰化钾中的至少一种和高氯酸钾和重铬酸钾中至少一种的混合物。

24. 根据权利要求 14 的电子延迟电发爆器，其中，上述点火炸药的有效成分包括(a)选自包括有 2,4,6—三硝基间苯二酚铅、重氮二硝基苯酚、并四苯、叠氮化银和叠氮化铅中至少一种物质；(b)重氮二硝基苯酚和氯酸钾的混合物；(c) 锆和高氯酸钾的混合物；或(d) 铁氰化钾和钴氰化酸钾中的至少一种和高氯酸钾和重铬酸钾中至少一种的混合物。

说　　明　　书

电子延迟点火器和电发爆器

本发明涉及一种具有高精度延迟时间的点火器，尤其涉及一种主要用作点燃炸药以爆破岩石的电子延迟电发爆器。

已经开发出一种电子延迟点火器，这种点火器采用一种可燃组成替代先有技术的化学反应型点火器，大大改善了燃点时间的精度。已经知道美国专利 4445435，美国专利 4586437，美国专利 4712477，日本专利公告公报号 53479/1988，日本专利公开公报号 111989/1986，日本专利公开公报号 16582/1992，日本专利公开公报号 79797/1993 中曾揭示多种电子延迟点火器。

众所周知，这些电子延迟引爆器根据电子计时器单元的延迟方法被分成模拟型和数字型，而以下三种型式是人们熟知的。

第一种是一种采用 *CR* 电路的模拟型电子计时器，这种电路在美国专利 4712477 中揭示。图 1 是一种采用 *CR* 电路的电子延迟点火器方块图。正如图中所示，在此例子中，电阻器 1 和电容器 2 构成一个时间常数电路 3。该时间常数电路 3 与一个比较电路 4 连接，用于对储存在电容器 2 中的电压与一个预定电压进行比较，它检测电容器 2 中储存的电压达到预定电压的时间。即是，当从爆破机（未示出）供给能量时，该模拟电子计时器采用一个预定时间作为延迟时间，直到电容器 2 中储存到了预定电压为止，在预定的延迟时间过去后，输出一个输出脉冲。另一方面，在信号输入单元中，构成一

个具有输入电阻器5、整流器6和分压电阻器7和8的电路。燃点能量通过整流器6暂时储存在燃点电容器9中，且在延迟时间以后，该能量通过一个由来自电子计时器输出的输出脉冲释放的开关电路，被供给一个点火单元。该开关电路包括开关10和11，锁存器12和开关13。点火单元包括一个加热器14和与加热器14接触的点火炸药15。电子计时器延迟时间可以通过调节电阻器1的电阻或电容器2的电容来任意设定。

第二种是在美国专利4586437中揭示的，采用一个*CR*脉冲振荡器的数字型电子计时器，而图2是采用一个*CR*脉冲振荡器的电子延迟点火器的方块图。正如图所示，该电子计时器的延迟装置包括一个电子计时电路21和与电子计时电路21连接的电容器22和电阻器23。其中，通过电容器22和电阻器23的组合，使电容器22反复地充电和放电，并且通过插入在一个电子计时电路中的计数器电路，对具有一个产生的预定频率的脉冲进行计数，去输出一个输出脉冲。用于来自爆破机械的信号的信号输入单元设有整流器24，燃点电容器25和恒定电压电路26。暂时储存在燃点电容器25中的燃点能量，通过一个开关单元27供给一个由加热器28和点火炸药29组成的点火单元。该开关单元27，在该延迟时间过后，被从该电子计时器电路输出的输出脉冲释放。

第三种是采用一个固态振荡器的数字型电子计时器，诸如石英振荡器，在美国专利4445435，日本专利公告公报号53479/1988，日本专利公开公报号11198/1986，日本专利公开公报号16582/1992，日本专利公开公报号79797/1993中已揭示。

以上叙述的第一至第三种电子延迟电发爆器的工作顺序几乎

相同，尤其在发爆机械供给燃点电容器一定量能量时，该电子计时器开始工作，并在预定的时间过后从电子计时单元（或爆炸机械）传送一个输出脉冲信号给开关单元，根据接收到的信号，开关单元被释放，且储存在燃点电容器中的电能供给点火单元。该点火单元由一个加热器和一个与加热器接触的点火炸药组成。当供给储存在燃点电容器的电能时，加热器被加热，当加热器表面温度达到点火炸药的点火温度时，点火炸药着火，由此将热量供给起爆单元，于是，电子延迟电发爆器起爆。

这里，第一和第二种电子延迟电发爆器的延迟装置的时期精度，在仅从电子延迟单元方面看，取决于采用 CR 的 CR 电路。由于在这样一种 CR 脉冲振荡器电路中，时间精度基本上是由时间常数电路中的电容器 C 和电阻器 R 的元件精度确定的。为了确定其时间，必须允许电容器或诸如此类元件的误差，例如对于基准时间1000毫秒，时间精度为±几微秒，到10微秒以上。

另一方面，第三种电子延迟电发爆器用了一种固态振荡器。在此情况下，由于固态振荡器本身振荡精度高，对于1秒的基准时间可以获得±几十微秒至±几百微秒的时间精度。

考虑到先有技术采用可燃组成的电发爆器具有在基准时间基础上的5%至10%的大的误差，这些具有延迟装置的电发爆器与这些先有技术的电发爆器比较时明显不同。

正如上所述，在电子延迟电发爆器中，电子计时器和其它电路的工作及点火单元的发火仅是用储存在燃点电容器中的电能完成的，因此，电容器最好采用尽可能大的电容。为了增加炸药量，充电电压应尽可能地高。但在实际设计中，电容必须选择适当，以使电容

器的尺寸不至于太大。燃点电容器的充电电压要求限制在大约25V，以使爆炸机械的燃点电压和电容不过分大。因此通常尽可能限制电子计时器中的电流消耗和点火单元中的燃点能量。

对于一个电发爆器，燃点点火单元所需的能量（最小燃点能量）就外部电气易爆因素而论，诸如杂散电流和泄漏电流，包括几个等级，通常用2—4毫焦耳的小型能量。

另一方面，这种点火器当然要求高的起爆可靠性。通常，对于诸如电发爆器的点火器，在燃点前当即进行连续性试验，检验燃点电路以防止发生意外是一种法律责任。对于点火可靠性尤其重要的是，在最后一道生产工序时，要检验燃点电路的连续性（电阻）。

当然，对于一个电子延迟电发爆器，也要求就点火可靠性作为最后一道生产工序进行检验。对于电子延迟点火器，考虑到电路具有的性质，为了检验燃点电路，要求操作开关电路。本发明的发明人已开发出一种用于电子延迟电发爆器的连续检验装置作为电路检验设备（日本公开的专利申请99597/1993）。

无论是电发爆器还是电子延迟电发爆器，点火器的检验必须在装有点火炸药的状态时进行。电发爆器的燃点电路的检验，仅通过连续性检查就足够了。由于是用常用的10毫安小电流进行检验，加热加热器引起的爆炸危险较小。但是因为燃点电路机理不同于先有技术电发爆器的电路机理，电子延迟电发爆器存在如下的难题。

检验电子延迟电发爆器的燃点电路时，为了在预定时间间隔获得输出信号，必须使电子计时器工作，并确保开关单元动作，为此，要求燃点电容器经受比工作电压高的电压，然而由于点火单元中的电流是根据电容器的电容、电压和加热器电阻等等而变化的，在某

些情况下，在开关工作以后，可能有很大电流流过，从而引起自爆。

另一方面，随着近代燃点技术的进步，当试图用起爆时间去控制爆破时，与先有技术的电发爆器相比较，仅仅显著地改善了时间精度，正如下面将要介绍的，在这点上，要求精度为±0.5毫秒。

在爆破中，例如，以下计算公式表示这样一个原理：最佳起爆时间差是作用于相邻炮眼由爆破产生爆炸气压力的时间。

$$DT=L\times 100/(V\times 0.12)$$

DT：最佳起爆时间差（毫秒）

L：炮眼间距（米）

V：工作面现场岩石中弹性波速度（米/秒）

即，一般认为，在爆炸气体的作用下，当起爆下一个炮眼时，可以获得最好的爆破效果。此外，明处和坑道处的最佳起爆时间，用计算公式确定如下：

对于明处，炮眼间隔为3—5米，计算如下：

$$DT=(3\text{至}5)\times 1000/V\times 0.12=8\text{至}20\text{毫秒}$$

其中 V（石灰岩）=2000至3000米/秒

对于坑道处，炮眼间隔是小于1米，且计算如下：

$$DT=1\times 1000/(V\times 0.12)=1.7\text{至}2.1\text{毫秒}$$

其中 V（中硬的岩石）=4000至5000米/秒

因此，根据现场条件，就误差来说，通常，对于明处，8至20毫秒的时间间隔是最佳的，而当公差给定为±10%时，误差必须小于±2毫秒；此外，对于炮眼间距小的坑道处，尤其对于爆破硬的岩石，误差就绝对精度而论，必须小于±0.5毫秒。

于是，在一种电子延迟电发爆器中，为了控制爆破，要求±0.5

毫秒的绝对精度。

因此，在这种情况下，用一种具有固态振荡器的数字型电子计时器作为延迟装置是必不可少的，然而，实现高精度的燃点，仅用数字计时器还是不够的，对于燃点电容器的电容、电压和其它类似参数的实际可行值，点火炸药的选择是极其重要的。

在上面所述的情况下，本发明的目的是提供一种安全的电子延迟点火器，这种点火器即使在为了检验电子延迟点火器的燃点电路，电子计时器工作去操作开关单元时，不发生自爆。

本发明的另一个目的是提供一种电子延迟点火器，这种点火器达到±0.5 毫秒之内高精度的起爆时间和高的起爆可靠性。

本发明的再一个目的是提供一种安全的电子延迟发爆器，这种发爆器即使在对电子延迟点火器的燃点电路进行检验，电子计时器被启动去操作开关单元时，也不发生自爆。

本发明的另一个目的是提供一种电子延迟发爆器，这种发爆器达到±0.5 毫秒内的高精度起爆时间且起爆可靠性高。

在达到以上目的的本发明第一种情况中，一种电子延迟点火器包括：一个燃点电容器，用于通过一个外部电源施加电压、储存燃点所需要的能量；一个提供有固态振荡器的电子计时器单元，它由储存在燃点电容器的能量驱动，在预置的延迟时间后输出一个输出信号；一个开关单元，用于通过输出信号传输燃点能量和一个装有点火炸药的点火单元，它根据接收到的由开关单元传输的燃点能量进行点火。其中，由外部电源施加的能量具有一个电压应用范围，在这范围里，电子计时器工作去操作开关单元，但即使在接收到来自燃点电容器的能量时，该点火炸药并不着火。

这里，点火单元的最小点火能量可以大于 $12.5\times Co$ 焦耳，电子计时器的燃点电容器的电容为 Co 法拉。

燃点电容器的电容 Co 可以是 400×10^{-6} 至 1200×10^{-6} 法拉。

点火炸药的有效成分可以包括(*a*)选自包括 2,4,6—三硝基间苯二酚铅、重氮二硝基苯酚、并四苯、叠氮化银和叠氮化铅的至少一种物质；(*b*)重氮二硝基苯酚和氯酸钾的混合物；(*c*) 锆和高氯酸钾的混合物；或(*d*)铁氰化钾和钴氰化钾中的至少一种和高氯酸钾和重铬酸钾中的一种的混合物。

第二方面是一种电子延迟点火器包括：一个燃点电容器，用于通过一个外部电源施加电压、储存燃点所需要的能量；一个提供有固态振荡器的电子计时器单元，它由储存在燃点电容器的能量驱动，在预置的延迟时间后输出一个输出信号，一个开关单元，用于通过输出信号传输燃点能量；和一个装有点火炸药的点火单元，它根据接收到的由开关单元传输的燃点能量进行点火，该点火炸药的有效成份可以包括(*a*)选自包括 2,4,6—三硝基间苯二酚铅、重氮二硝基苯酚、并四苯、叠氮化银和叠氮化铅中的至少一种物质；(*b*) 重氮二硝基苯酚和高氯酸钾的混合物；(*c*)锆和高氯酸钾的混合物；或(*d*) 铁氰化钾和钴氰化钾中的至少一种和高氯酸钾和重铬酸钾中的至少一种的混合物。

在本发明的第三方面是一种电子延迟发爆器，它包括：一个燃点电容器，用于通过一个外部电源施加电压、储存燃点所需要的能量；一个提供有固态振荡器的电子计时器单元，它由储存在燃点电容器的能量驱动，在预置的延迟时间后输出一个输出信号；一个开关单元，用于通过输出信号传输燃点能量；和一个装有点火炸药的

点火单元，它根据接收到的由开关单元传输的燃点能量进行点火。其中，由外部电源施加的能量具有一个电压应用范围，在这范围里，电子计时器启动去操作开关单元，但即使在接收到来自燃点电容器的能量时，该点火炸药并不着火。

这里，当电子计时器的燃点电容器的电容为 Co 法拉时，点火单元的最小点火能量是，例如大于 $12.5\times Co$ 焦耳。

燃点电容器的电容 Co 可以是 400×10^{-6} 至 1200×10^{-6} 法拉。

该点火炸药的有效成份可以包括(*a*)选自包括 2,4,6—三硝基间苯二酚、重氮二硝基苯酚、并四苯、叠氮化银和叠氮化铅中的至少一种物质；(*b*) 重氮二硝基苯酚和氯酸钾的混合物；(*c*)锆和高氯酸钾的混合物；或(*d*) 铁氰化钾和钴氰化钾中的至少一种和高氯酸钾和重铬酸钾中至少一种的混合物。

在本发明第四方面是一种电子延迟电发爆器，它包括：一个燃点电容器，用于通过由一个外部电源施加的电压储存燃点所需要的能量；一个提供有固态振荡器的电子计时器单元，用于在预置的延迟时间后输出一个输出信号；一个开关单元；用于通过输出信号传输燃点能量；和一个装有点火炸药的点火单元，它根据接收到的由上述开关单元传输的燃点能量进行点火；和一个起爆单元，它由燃点上述点火炸药进行引爆。其中，上述点火炸药的有效成分可以包括(*a*)选自包括 2,4,6—三硝基间苯二酚铅、重氮二硝基苯酚、并四苯、叠氮化银和叠氮化铅中的至少一种物质；(*b*)重氮二硝基苯酚和氯酸钾的混合物；(*c*)锆和高氯酸钾的混合物；或(*d*)铁氰化钾和钴氰化钾中的至少一种和高氯酸钾和重铬酸钾中的至少一种的混合物。

通常，在燃点电容器的电容为 C 和充电电压为 V 的场合，施加到点火单元的能量给定为 $(1/2)CV^2$，且用于驱动燃点电路的充电电压最低必须为 2.5 伏。此外，从爆破机械的容量限制观点看，用于对燃点电容器充电的充电电压最高上限，必须限制到大约 25 伏。

为了设计一种实用的电子延迟点火器，首先要求将燃点电路检查电压设定在 2.5 到 3.0 伏和安全电压设定在大约高于 2 伏。即是，在 2.5 伏至 5.0 伏范围内，该电子计时器工作和开关单元工作，但点火单元不随充电电压点火。本发明的特征即在于这样一个电压应用范围，最好该电压应用范围为考虑安全电压大约 2 伏的范围。

此外，在爆破时，燃点电容器的充电电压可以设定到 15 至 25 伏的额定充电电压，其电压允许误差大于 3 伏。即是，要求在燃点电容器充电电压高于 12 伏时，燃点不发生故障。

这里，安全电压是最小燃点电压和燃点电路检查电压之间的电压差，而电压允许误差是在爆破期间燃点电容器的充电电压和最小燃点电压的电压差。当电子计时器工作去延迟点火时间时，由于驱动该电路和该燃点电容器的电压降要消耗电能，所以电压允许误差大约大于 3 伏是可取的。

因此，最小燃点能量最好为：

$$(1/2)\times Co\times 5^2=12.5Co \text{ 焦耳}$$

而通常，它应小于

$$(1/2)\times Co\times 12^2=72Co \text{ 焦耳}$$

其中 Co 是燃点电容器的电容，从限制电容器的尺寸考虑，燃点电容器的电容 Co 设定在 400 至 1200 微法是恰当的。

点火需要的最小能量是由加热器和点火炸药相结合确定的。加热器可以用具有各种直径的铂—铱金属丝、镍—铬金属丝或类似的金属丝制成。

此外，由于点火单元要求燃点时间具有特别小的偏差，它最好采用一种在短时间内完成反应的引发炸药型点火炸药。另外，因为燃点电容器的电压和电容由于要求尺寸小巧而受限制，在低电流时的短燃点时间就尤为重要。

更确切地说，可以采用选自下列一组中的至少一种点火炸药：重氮二硝基苯酚(*DDNP*)，并四苯，2，4，6—三硝基间苯二酚铅、叠氮化银、叠氮化铅、碱性苦味酸铅和乙炔酮，或重氮二硝基苯酚(*DDNP*)和氯酸钾的混合物，或锆和高氯酸钾的混合物，或铁氰化钾(或钴氰化钾)和高氯酸钾(或重铬酸钾)的混合物。其中，2，4，6—三硝基间苯二酚尤为可取。其碱盐，它具有小于150微米尺寸的细颗粒，即使在小电流时其灵敏度偏差亦小，所以是有效的。

许多发明人发现，可以用以上介绍的结构获得一种允许用足够的安全电压对燃点电压进行检查的电子点火器和电子延迟电发爆器，从而使本发明得以实现。

另外，发明人对电子计时器单元和点火单元之间的关系进行了广泛的研究，并实现了本发明。通过研究发现，采用一种使用固态振荡器的电子计时器和使用包括多种有效成分的点火炸药的结合，其点火炸药的有效成分包括上述(*a*)至(*d*)，即是，有效成分可以包括(*a*)选自包括2，4，6—三硝基间苯二酚铅、重氮二硝基苯酚、并四苯、氮化银和氮化铅的至少一种物质；(*b*) 重氮二硝基苯酚和氯酸钾的混合物；(*c*)锆和高氯酸钾的混合物；或(*d*) 铁氰化钾和钴氰化

钾中的至少一种和高氯酸钾和重铬酸钾中的一种的混合物，实现了与延迟时间长度无关的±0.5毫秒的精度并完成了本发明。众所周知，至今尚无一例采用以上(a)至(d)的物质作为电子延迟发爆器的点火炸药的，且知道仅有一例采用了其中的一些物质作为起爆炸药的(日本专利公开 No. 16582/1992)和一例中作为具有无延迟手段的瞬时型电子引爆器的点火炸药(于化学文摘:982596 中，用 2,4,6—三硝基间苯二酚铅、于美国专利 3793100 号中用的铁氰化钾和高氯酸钾的混合物)。

在此情况下，本发明所用的物质(a)可以单独使用或 以二种或多种物质的混合物使用。据 2,4,6—三硝基间苯二酚铅的生产方法，包括中性 2,4,6—三硝基间苯二酚铅和碱性 2,4,6—三硝基间苯二酚铅。氯酸钾的重量含量最好小于 70%，这是因为，当氯酸钾的重量含量超过 70%时，点火炸药的反应速度趋向于减慢。两种物质的重量之比在 4:6 至 6:4 的范围内更为可取。

当点火炸药采用含有锆和高氯酸钾的混合物(c)成份时，两种物质按重量计算其比值最好为 3:7 至 6:4，超出此范围，点火炸药的反应速度会减慢。

进而，当点火炸药采用铁氰化钾和钴氰化钾中的至少一种和重铬酸钾的混合物(d) 时，两种物质的重量比最好在 1:9 至 4:6 范围内，因为超出此范围，点火炸药的反应速度趋向减慢。

进而，当点火炸药采用铁氰化钾和钴氰化钾中的至少一种和高氯酸钾的混合物(d) 时，两种物质的(重量)比最好在 3:7 至 5:5 范围内，这是因为，超出此范围，点火炸药的反 应速度趋向减慢。

在本发明使用物质(a)至(c)的点火炸药中，可以采用相应的物

质，单独使用或是只是混合起来使用，但对于使用物质(*d*)的点火炸药，要求该范围的混合物溶解在温水中，然后在使用前从醇(如1—丙醇或2—丙醇)中结晶出。此外，在本发明的点火炸药中，可以在这些物质(混合物)中加入一种粘合剂(颗粒状试剂)。例如，可以用重量大约不超过0.01%量的甲基纤维素作为粘合剂。然而，在本发明中所用的具有物质(*a*)至(*d*)作为有效成分的点火炸药中，只要不削弱本发明的效果，可以加进其它物质。

使用具有物质(*a*)至(*d*)作为点火炸药有效成分的点火单元，不管延迟时间的长度可实现±0.5毫秒的精度，该精度是先有技术系统不可能获得的。而且使用先有技术的点火炸药成份的点火单元，例如，锑和高氯酸钾的混合物或硫(代)氰酸铅和氯酸钾的混合物，以及类似的物质，均不能达到±0.5毫秒的精度。

图1示出一种采用模氛型电子计时器的电子延迟点火器例的方块图；

图2示出一种采用*CR*脉冲振荡器的电子延迟点火器例的方块图；

图3是根据本发明的一个实施例，示出一个电子延迟点火器和电发爆器的结构截面示意图；和

图4是根据本发明的一个实施例的一种点火器方块图。

参考这些附图，将对本发明作详细说明。

图3示出根据本发明的一个实施例的一种电子延迟电发爆器的断面示意图。正如图中所示，壳体101内装有一个用于储存燃点所需要的能量的燃点电容器102；一个设有固态振荡器、用于在预定的延迟时间后输出一个输出信号的电子计时器103；一个由来自

电子计时器 103 的输出信号对燃点能量进行传送的开关单元 104；和一个具有加热器 105 及点火炸药 106 的点火单元 107。该点火单元 107 根据接收到的由开关单元 104 传送的燃点能量进行点火。该燃点电容器 102、电子计时器 103、开关单元 104 及点火单元 107 构成了按照本发明的一个实施例的电子延迟点火器。它的方块图示出在图 4 中。引线或外导线 108 构成点火器的一对输入端子，它穿过用于密封该壳体 101 的盖子 109，伸出在壳 101 外。用于固定引爆单元 110 的套管 111，装在壳体 101 的顶部。该套管 111 内充装有一种底层炸药 112，并设有一对内包套 114，该包套 114 从前端部和后端部将起爆炸药包住。套管 111 的后端部用一个塞子 115 封住，且该点火单元 107 设置成面朝向在塞子 115 顶部提供的环状结构 116。

正发图 4 所示，电子计时器 103 包括一个石英振荡器 201、电阻器 202 和电容器 203 及 204、一个振荡器电路 205、一个数字计时器 206、和一个用于在振荡器电路 205 进入稳态振荡前的飞升时间期间使数字计时器中的计数器(未示出)复位的复位保持电路 207。该复位保持电路 207 包括电容器 208 和 209 及一个电阻器 210。该电子计时器 103 的设计使石英振荡器 201 产生的脉冲由包括在数字计时器 206 中的计数电路进行计数，且在计数达到预定值时，输出一个输出脉冲。再有，该电子计时器 103 通过开关单元 104 与由电阻器(加热器)105 和点火炸药 106 组成的点火单元 107 连接。该开关单元 104 包括一个闸流晶体管 211，闸流晶体管 211 被来自电子计时器 103 的输出脉冲释放，将储存在燃点电容器 102 中的燃点能量传送给点火单元 107。电子计时器 103 的延迟时间可以通过改

变数字计时器 206 的计数设定值来确定。

该电子延迟点火器的信号输入单元、旁路电阻器 214 和整流器 215 的输入侧被连接在输入端子 212 和 213 之间。燃点电容器 102 和放电电阻器 216 连接在整流器 215 的输出侧两端之间。该旁路电阻器 214 用于防止由于爆破现场的杂散电流的电压使燃点电容器 102 充电高达燃点程度。并用于将爆破电压均匀等分，在某种程度上，在许多电子延迟点火器为了爆破被串联连接时，也作整流器 215 用。整流器 215 用爆破的电源对燃点电容器 102 充电。该爆破电源具有一个预定的极性，此极性与施加到输入端子 212 和 213 之间的爆破电源的极性无关。在间断爆破时或类似的爆破时，该放电电阻器 216 将燃点电容器 102 中的一些电荷释放掉。

点火单元 107 和开关单元 104 的串联电路设有一个控制电极，此串联电路跨接在燃点电容器 102 两端。另外，电压调节器 217 的输入侧与燃点电容器 102 的两端连接，而电压调节器 217 的输出侧与数字计时器 206 连接。

该数字计时器 206 具有一种包括振荡器电路 205、一个用于对它的振荡输出计数的计数器及一个用于由一个设定值对计数器的重叠计数值进行检测的重叠计数检测电路的基本结构。更准确地说，可以具有，例如，在日本专利公开公报号 79797/1993 中所示的结构。图 4 示出一个例子，在该例子中，数字计时器由一个集成电路构成。数字计时器 206 的端子(1)和(2)与电压调节器 217 的一对输出端子连接。石英或陶瓷振荡器 201 连接在端子(3)和(4)之间，端子(3)和(4)通过电容器 203 和 204 与接地端子(2)连接。13 个整定端子都与接地端子(2)连接，而端子(6)与闸流晶体管 211 的栅极

连接。与要求的延迟时间相对应的各种值可以通过有选择地使这13个整定端子与接地端子(12)断开来设定。

该振荡器电路205包括振荡器201、反馈电路202和一个数字计时器206的内电路，振荡器电路205的振荡输出由一个内部计数器计数，并且，当该计数器的计数值与整定值重叠时，来自内部重叠检测电路输出一个输出到端子(6)，使闸流晶体管211导通。从而，储存在燃点电容器102中的电能被供给点火单元107，使点火炸药106着火。

进而，当点火炸药106因此点燃时，将热能供给起爆单元110，使起爆炸药113着火，然后使底层炸药112爆炸。底层炸药112和起爆炸药113可以是该技术领域中已采用的通常的一种炸药。底层炸药可以是2,4,6—三硝基苯甲硝胺、季戊四醇硝酸酯及类似的物质。而起爆炸药113可以是重氮二硝基苯酚、叠氮化铅和类似的物质。

正如上所述，由于来自电压调节器217的输出电压驱动振荡器电路205和数字计时器206，通常要求该输出电压为2.5至5伏，该电压最好设计成较小的数值，以此降低燃点电容器储存的能量消耗。在本实施例中，该电压调节器217的输出电压设定成2.5伏。为了获得该输出电压，需要施加至少2.8伏的电压作为输入电压，因此，用于检验燃点电路的燃点电容器102的充电电压必须大于2.8伏。在本实施例中，检验燃点电路采用了3.0伏。

此外，安全电压设定成大于2伏，而最小燃点电压大于5伏，即是，点火能量为$(1/2)\times5^2\times Co=12.5\times Co$。

最小燃点能量是由加热器和点火炸药的组合确定的。加热器可

以用铂—铱金属丝、镍—铬金属丝或类似的金属丝制成，改变金属丝的直径以获得各种加热器电阻。

表1示出当 Co 为470微法拉和1000微法的电介质电容器时，点火单元的特性，试验温度为正常温度(30°)。为了比较，设计了具有大约 $(1/2)\times 3^2\times Co=4.5Co$ 的点火最小燃点能量的点火单元，它们的检验结果示出在表1中。

编号	燃点电容器的电容（微法）	点火单元特性			☆1 安全电压（伏）	☆2 允许电压（伏）	燃点电路检验	点火试验
		加热器（金属丝直径微米）	炸药成分	最小燃点能量（毫焦耳）				
实施例1	470	镍—铬丝（50）	并四苯	7.6	2.7	9.3	○	○
实施例2	470	铂-铱丝（50）	2.4.6-三硝基间苯二酚铅	17.4	5.6	6.4	○	○
实施例3	470	铂-铱丝（50）	锆/高氯酸钾=4/6	28.4	8.0	4.0	○	○
实施例4	1000	镍-铬丝（50）	重氮二硝基苯酚	18.0	3.0	9.0	○	○
实施例5	1000	铂-铱丝（30）	锆/高氯酸钾=4/6	13.5	2.2	9.8	○	○
实施例6	1000	铂-铱丝（50）	2.4.6-三硝基间苯二酚铅	19.2	3.2	8.8	○	○
实施例7	1000	铂-铱丝（50）	叠氮化银	36.1	5.5	6.5	○	○
实施例8	1000	铂-铱丝（60）	锆/高氯酸钾=4/6	58.3	7.8	4.2	○	○
比较例1	1000	镍-铬丝（30）	并四苯	3.7	-0.3	12.3	××	—
比较例2	1000	镍-铬丝（30）	2.4.6-三硝基间苯二酚铅	5.1	0.2	11.8	×	-

（★1）对应于最小燃点能量，燃点电容器的充电电压｛（2Eo／Co）1／2｝和燃点电路检验电压（3伏）之间的电压差。

（★2）爆破时燃点电容器的充电电压（15伏）和对应于最小燃点能量，燃点电容器的充电电压之间的电压差。

采用表1所示的点火单元特性的电子延迟电发爆器的燃点电路，通过将燃点电容器充电到3伏进行校验。各个实施例校验具有足够的安全电压(大于4伏)，但是，在比较例1中，在电路检验中对所有试样进行了燃点，此外，在比较例2中，大约两次多中有一次的比例发生了燃点。被检查的各实施例的电子延迟电发爆器，通过对燃点电容器充电到15伏进行了起爆试验，在所有情况中，即使8秒的延迟时间，也有引爆。

在图1中所示的电子延迟点火器中，燃点电容器102的电容为1000微法，点火单元107的加热器105由30微米地径的铂—铱金属丝制成(0.7欧姆)，本发明的多种点火炸药被用作为点火炸药106，并经过了爆试验。在本实施例中也将恒压电路217的输出电压设定到2.5伏，且燃点电路在3.0伏电压作了检验。

还有，已单独用锑—高氯酸钾型点火炸验和硫(代)氰酸铅—氯酸钾型点火炸药作为点火炸药106进行了起爆试验。在此起爆试验中，已进行起爆时间精度测量(重复次数 $N=50$)。分别设定工作电压为15伏和基准时间为1000、4000和8000毫秒。时间精度试验结果为表2中所示的误差范围。各实施例中所用的2,4,6—三硝基间苯二酚铅的制备方法如下：将2,4,6—三硝基间苯二酚溶于温水，并加入苛性苏打，得到钠盐。用苛性苏打将 pH 调至10—11，然后加入硝酸铅，并用冷水洗涤。

表 2

点火炸药类型		电子延迟点火器的基准时间		
		1000毫秒	4000毫秒	8000毫秒
实施例	碱性2.4.6-三硝基间苯二酚铅	±0.1毫秒	±0.1毫秒	±0.1毫秒
	重氮二硝基苯酚	±0.2	±0.2	±0.3
	并四苯	±0.2	±0.3	±0.3
	叠氮化铅	±0.3	±0.4	±0.3
	叠氮化银	±0.2	±0.3	±0.3
	二硝基苯酚／氯酸钾=50／50	±0.2	±0.2	±0.2
	锆／高氯酸钾=40／80	±0.3	±0.4	±0.4
	铁氧化钾／高氯酸钾=39／61	±0.3	±0.4	±0.3
比较例	锑／高氯酸钾=60／40	±1.1	±1.3	±1.5
	硫(代)氰酸钾／氯酸钾=90／40	±1.0	±1.1	±1.2

正如从表 2 中可以看到的，当采用本发明的点火炸药时，与基准时间无关，实现±0.5 毫秒内的精度。就精度而言，首先 2,4, 6—三硝基间苯二酚铅和重氮二硝基苯酚/氯酸钾(50/50)是特别优先选择的；其次，使用碱性 2,4,6—三硝基间苯二酚铅示出了小于±0.1 毫秒的精度，是比较优先选择的。采用常规点火炸药的各比较例，其精度比所有实施例的精度低一位数。

在以上所介绍的各实施例中，已对各点火器和发爆器的例子作了说明，不用说，这些实施例并不限于这些结构，例如，该点火器可以是具有一个数字计时器的点火器，该计时器装有一个固态振荡器且可以实现本发明的目的。另外，基于点火器(与起爆单元一并提供)的发爆器的结构是不受具体限制的，但可以是一种通过燃点点火炸药使之起爆的起爆单元。这里，该起爆单元意即一种至少具有一种起爆炸药，如果需要，还具有一种底层炸药的起爆器。

考虑到燃点电路，本发明的电子延迟点火器和电发爆器可以以产品形式进行安全性和可靠性检查，并可以提供一个可靠的起爆系统，以达到市场可接受的小巧设计，且进而通过采用一种规定的物质作为点火炸药，实现±0.5 毫秒的起爆时间精度，从而能精确和可靠进行爆破控制。

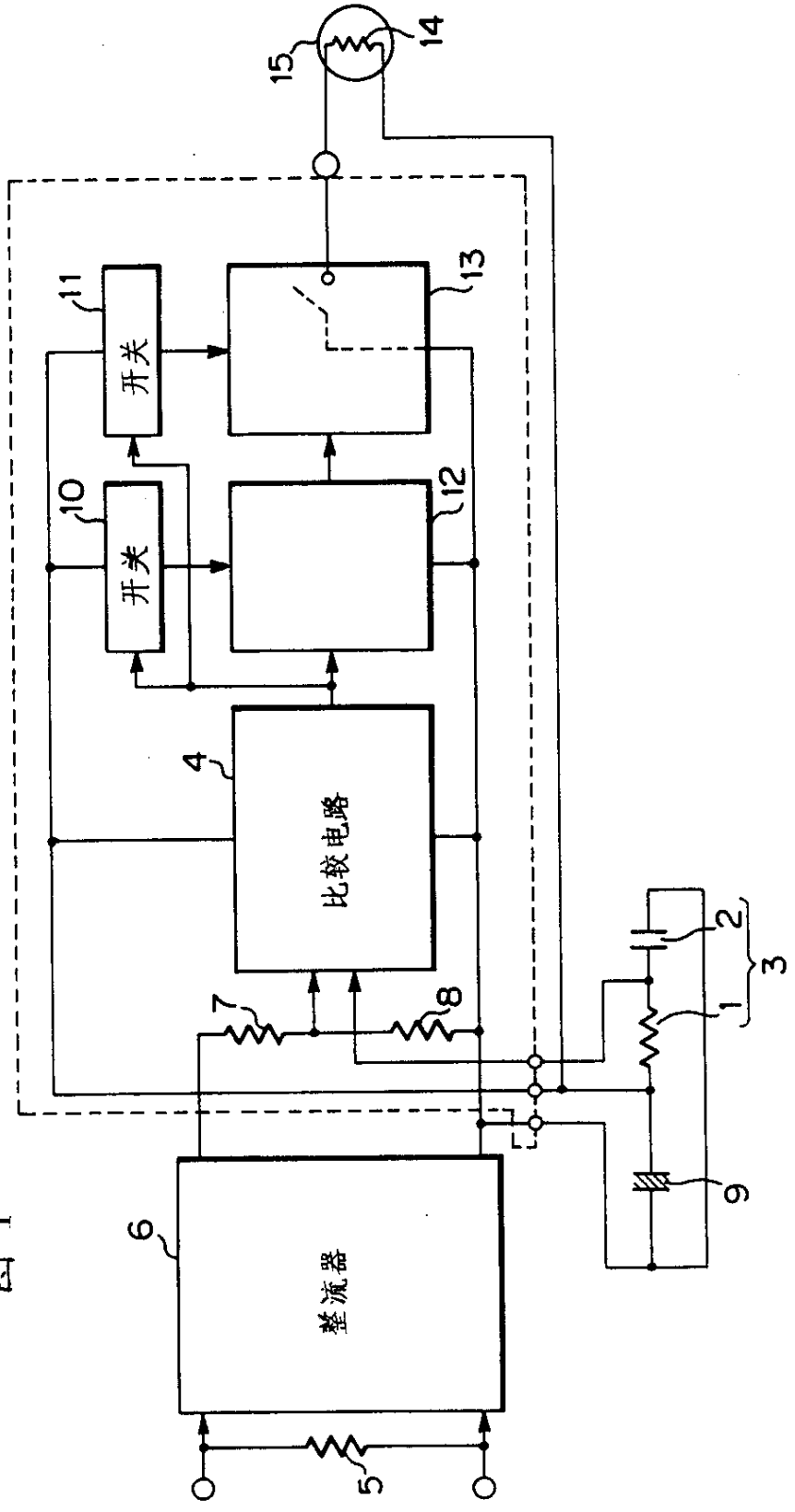


图 1

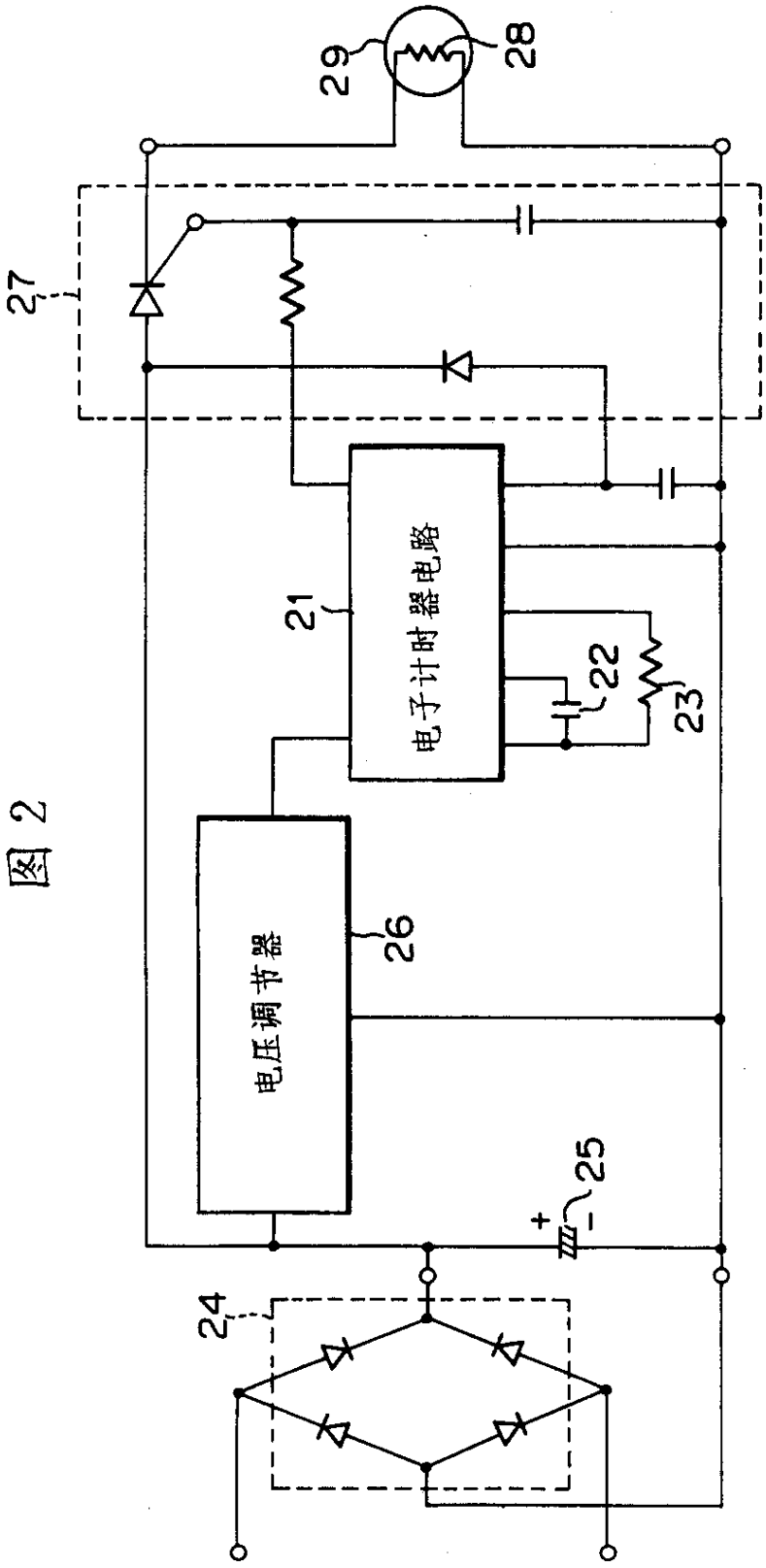
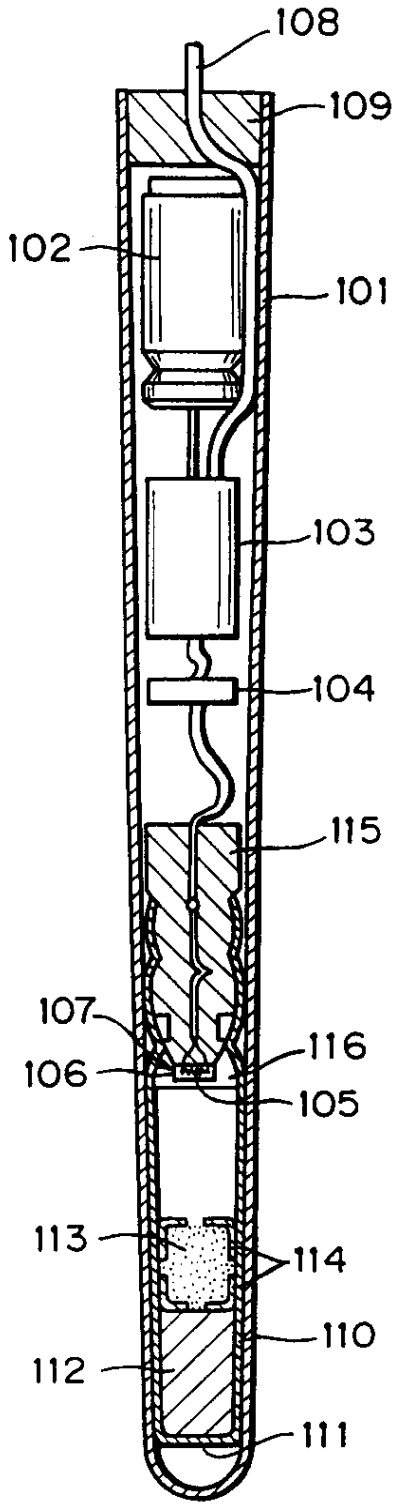


图 2

图 3



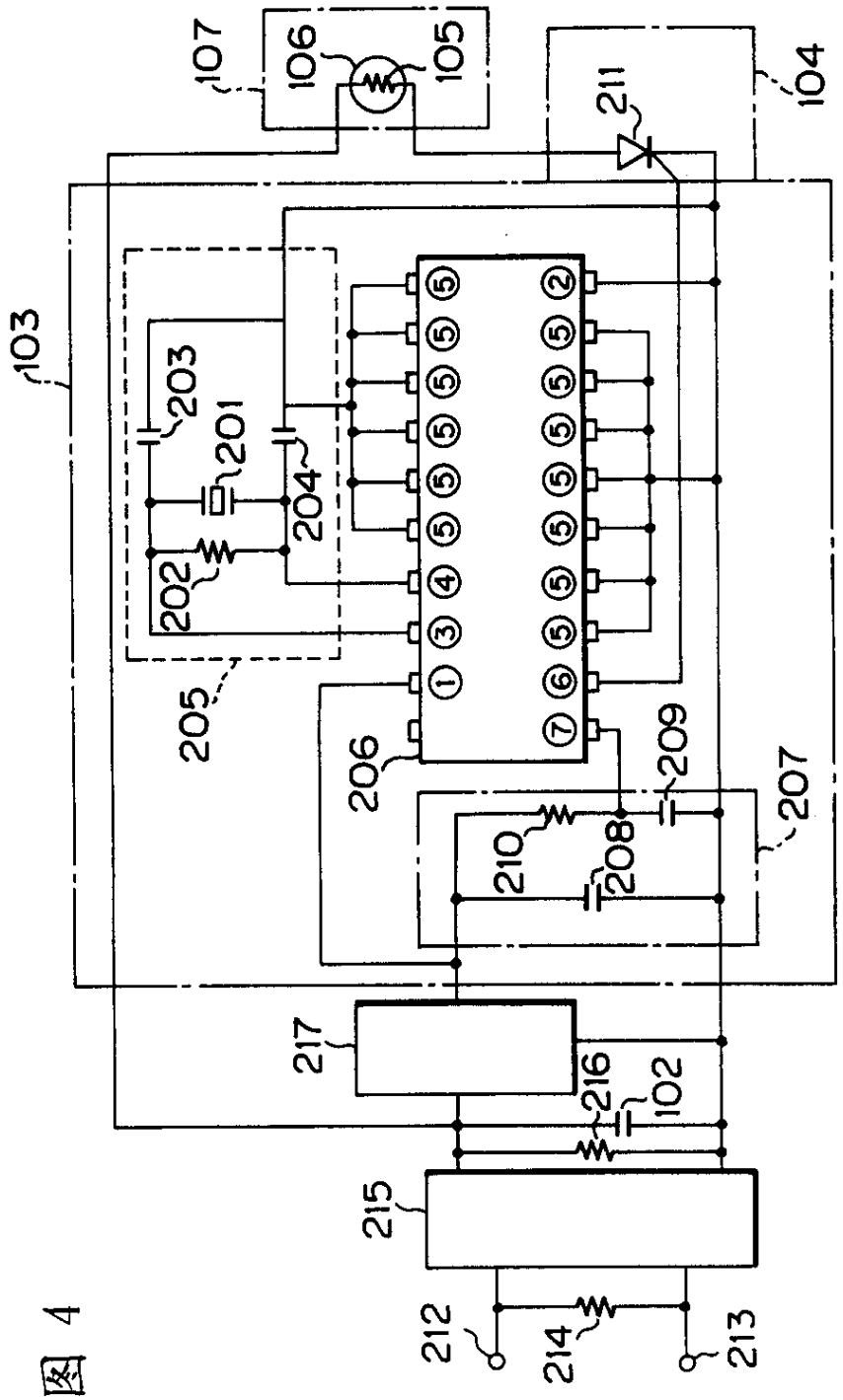

107
106
105
211
104
103
203
201
204
202
205
206
209
207
210
208
217
216
102
215
212
214
213

图 4