

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101472380 B

(45) 授权公告日 2013. 08. 14

(21) 申请号 200810189224. 6

CN 1612429 A, 2005. 05. 04,

(22) 申请日 2008. 12. 26

审查员 杨莉莎

(30) 优先权数据

2007-341094 2007. 12. 28 JP

(73) 专利权人 株式会社其恩斯

地址 日本大阪府

(72) 发明人 桥本正

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

代理人 顾红霞 彭会

(51) Int. Cl.

H05F 3/04 (2006. 01)

H01T 19/04 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 2002216995 A, 2002. 08. 02,

JP 2003068498 A, 2003. 03. 07,

JP 2002260821 A, 2002. 09. 13,

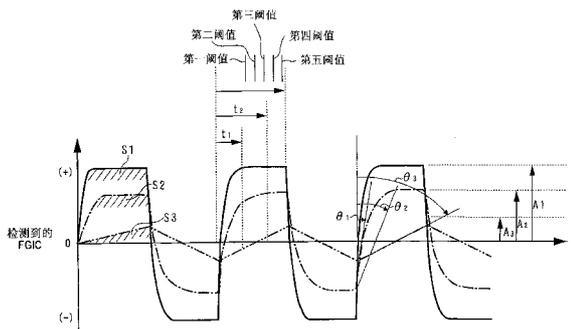
权利要求书1页 说明书14页 附图26页

(54) 发明名称

静电消除器

(57) 摘要

本发明提供一种用于精确地检测放电电极的污染状况的静电消除器,其中,将作为目标机架地线电流值的目标值从作为基准值的例如零值交替地改变到正侧和负侧,改变的程度设置为不影响工件的离子平衡,关于目标值的变化跟踪时间即相位延迟随放电电极的污染状况而不同,并且随着污染的加重而变长,利用这一特性,准备多个阈值并把这些阈值与检测到的机架地线电流值比较,从而检测放电电极的污染状况。



1. 一种静电消除器,其将高电压施加在放电电极上以产生离子,从而消除工件的静电,所述静电消除器包括:

离子电流检测装置,其检测所述放电电极和机架地线之间的离子电流;

离子产生控制装置,其调整要施加在所述放电电极上的电压,以便使由所述离子电流检测装置检测到的所述离子电流为规定的离子平衡目标值;

目标值改变装置,其将所述离子平衡目标值改变为目标值偏移量,改变的程度设置为不影响所述工件的离子平衡;以及

电极污染检测装置,其根据所述目标值改变装置改变所述离子平衡目标值时控制的跟踪性能的优劣检测所述放电电极的污染状况,其中,所述放电电极被污染时的控制的跟踪性能比所述放电电极未被污染时的控制的跟踪性能低。

2. 一种静电消除器,其将高电压施加在放电电极上以产生离子,从而消除工件的静电,所述静电消除器包括:

离子电流检测装置,其检测所述放电电极和所述放电电极附近的接地电极之间的离子电流;

离子产生控制装置,其调整要施加在所述放电电极上的电压,以便使由所述离子电流检测装置检测到的所述离子电流为规定的离子平衡目标值;

目标值改变装置,其将所述离子平衡目标值改变为目标值偏移量,改变的程度设置为不影响所述工件的离子平衡;以及

电极污染检测装置,其根据所述目标值改变装置改变所述离子平衡目标值时控制的跟踪性能的优劣检测所述放电电极的污染状况,其中,所述放电电极被污染时的控制的跟踪性能比所述放电电极未被污染时的控制的跟踪性能低。

3. 根据权利要求 1 所述的静电消除器,其中,所述目标值改变装置将所述离子平衡目标值从规定的基准值交替地改变到正侧和负侧。

4. 根据权利要求 3 所述的静电消除器,其中,所述目标值改变装置将所述离子平衡目标值改变为矩形脉冲形状。

5. 根据权利要求 3 所述的静电消除器,其中,所述目标值改变装置将所述离子平衡目标值改变为正弦波形状。

6. 根据权利要求 2 所述的静电消除器,其中,所述接地电极嵌入绝缘的合成树脂材料中,所述合成树脂材料构成所述静电消除器的底面部分。

7. 根据权利要求 1 所述的静电消除器,还包括:

显示装置,其显示由所述电极污染检测装置检测到的所述放电电极的污染状况。

静电消除器

技术领域

[0001] 本发明涉及用于消除工件的静电的静电消除器,更具体来说,涉及能够精确地检测静电消除器中所包含的放电电极的污染状况的静电消除器。

背景技术

[0002] 为了消除工件的静电,通常使用电晕放电式静电消除器。通常,在具有长条形状的静电消除器中,多个放电电极安装成沿纵向隔开的状态,并且在这些放电电极上施加高电压,以在放电电极和工件之间产生电场,从而在工件上施加离子,以便消除工件的静电。然而,未经审查的日本专利公开文献 No. 2002-260821 中披露的静电消除器具有接地电极(对置电极)板,该接地电极板安装为向该静电消除器的底面露出。

[0003] 未经审查的日本专利公开文献 No. 2003-68498 披露了这样的技术,即:检测流过放电电极和安装在该放电电极周围的接地电极(对置电极)之间的离子电流以控制静电消除器的离子产生量,并且当离子产生量减少时,用显示装置或报警装置引起操作人员的注意,指示放电电极的污染加重。

发明内容

[0004] 在借助于放电电极和该放电电极周围的接地电极(对置电极)之间的离子电流来检测放电电极的污染的情况下,例如当大电容工件存在于静电消除器的附近时,流过放电电极和接地电极之间的离子电流由于该工件而减小,这有可能导致不正确的检测结果,即:尽管放电电极产生了足够的离子量,然而却检测到离子产生量已经减少,从而得出放电电极的污染状况已经加重的判断。

[0005] 本发明的目的在于提供一种能够精确地检测放电电极的污染状况的静电消除器。

[0006] 根据本发明的第一方面,通过提供一种静电消除器来实现上述技术目的,该静电消除器将高电压施加在放电电极上以产生离子,从而消除工件的静电,所述静电消除器包括:离子电流检测装置,其检测所述放电电极和机架地线之间的离子电流;离子产生控制装置,其调整要施加在所述放电电极上的电压,以便使由所述离子电流检测装置检测到的所述离子电流为规定的离子平衡目标值;目标值改变装置,其将所述离子平衡目标值改变到目标值偏移量,改变的程度设置为不影响所述工件的离子平衡;以及电极污染检测装置,其根据所述目标值改变装置改变所述离子平衡目标值时控制的跟踪性能的优劣检测所述放电电极的污染状况。

[0007] 根据本发明的第二方面,通过提供一种静电消除器来实现上述技术目的,该静电消除器将高电压施加在放电电极上以产生离子,从而消除工件的静电,所述静电消除器包括:离子电流检测装置,其检测所述放电电极和所述放电电极附近的接地电极之间的离子电流;离子产生控制装置,其调整要施加在所述放电电极上的电压,以便使由所述离子电流检测装置检测到的所述离子电流为规定的离子平衡目标值;目标值改变装置,其将所述离子平衡目标值改变到目标值偏移量,改变的程度设置为不影响所述工件的离子平衡;以及

电极污染检测装置,其根据所述目标值改变装置改变所述离子平衡目标值时控制的跟踪性能的优劣检测所述放电电极的污染状况。

[0008] 当改变离子平衡目标值时,控制的跟踪性能随着放电电极的污染状况而变化。放电电极的污染越严重,跟踪性能越差。通过利用这一特性,改变离子平衡目标值,其中改变的程度设置为不影响工件的离子平衡,从而可以根据与该目标值的变化相关联的控制的跟踪性能的优劣来精确地检测放电电极的污染状况。

[0009] 从下面对本发明的优选实施例的详细描述中可以明显看出本发明的上述目的、其他目的以及技术效果。

附图说明

[0010] 图 1 是实施例的静电消除器的侧视图；

[0011] 图 2 是示出拆下外壳后的实施例的静电消除器的侧视图；

[0012] 图 3 是沿着图 1 的线 III-III 截取的剖视图；

[0013] 图 4 是构成静电消除器的底座的一半的半个底座的透视图；

[0014] 图 5 是半个底座的侧视图；

[0015] 图 6 是半个底座的仰视图；

[0016] 图 7 是半个底座的俯视图；

[0017] 图 8 是放电电极单元的分解透视图；

[0018] 图 9 是从其斜上侧所看到的放电电极单元的单元主体的透视图；

[0019] 图 10 是沿着图 8 的线 X-X 截取的放电电极单元的剖视图；

[0020] 图 11 是沿着图 10 的线 XI-XI 截取的剖视图；

[0021] 图 12 是沿着图 10 的线 XII-XII 截取的剖视图；

[0022] 图 13 是沿着图 10 的线 XIII-XIII 截取的剖视图；

[0023] 图 14 是说明为放电电极供给高电压的配电板和各个放电电极周围的接地电极板的透视图；

[0024] 图 15 是接地电极板的局部俯视图；

[0025] 图 16 是半个底座的剖视图；

[0026] 图 17 是半个底座的区域 X17 部分的放大剖视图；

[0027] 图 18 是与图 10 对应的用于说明放电电极单元内部的清洁气体的流动的剖视图；
以及

[0028] 图 19 是用于说明与放电电极单元内部的清洁气体的流动相关的腔室、小孔、气池和保护用气体通道的关系的视图；

[0029] 图 20 是与离子平衡目标值的变化相关的脉冲 AC 系统中的静电消除器的电路框图；

[0030] 图 21 是当高电压施加在脉冲 AC 系统中的放电电极上时流过放电电极和机架地线 (FG) 之间的离子电流以及在将离子电流平均之后的机架地线电流 FGIC 的波形图；

[0031] 图 22 是与离子平衡目标值的变化相关的 DC 系统中的静电消除器的电路框图；

[0032] 图 23 是在将当高电压施加在 DC 系统中的放电电极上时流过正负放电电极和机架地线 (FG) 之间的离子电流平均之后的机架地线电流 FGIC 的波形图；

[0033] 图 24 是用于说明关于离子平衡目标值的变化之控制的跟踪性能随着放电电极的污染状况而变化的简图,其中,实线表示新放电电极的情况,虚线表示污染加重的放电电极的情况;

[0034] 图 25 是用于说明关于离子平衡目标值的变化之作用量随着放电电极的污染状况而变化的简图;

[0035] 图 26 是示出以矩形脉冲波形改变离子平衡目标值的情况下机架地线电流 FGIC 的变化之波形图,其中,实线表示新放电电极的情况,单点划线表示中度污染的放电电极的情况,而双点划线表示严重污染的放电电极的情况;

[0036] 图 27 是图 26 所示机架地线电流 FGIC 的变化被放大的简图;

[0037] 图 28 是用于结合确定放电电极的污染状况的方法说明判断放电电极的污染状况的实例的简图,其中,所检测到的机架地线电流 FGIC 用通过足够慢的 LPF 平均然后与用于判断的多个等级处的阈值比较的绝对值来代替;

[0038] 图 29 是用于说明借助于作用量来判断放电电极的污染的实例的简图,其中,实线表示新放电电极的情况,单点划线表示中度污染的放电电极的情况,而双点划线表示严重污染的放电电极的情况;以及

[0039] 图 30 是示出在以正弦波形改变离子平衡目标值的情况下机架地线电流 FGIC 的变化之波形图,其中,实线表示新放电电极的情况,单点划线表示中度污染的放电电极的情况,而双点划线表示严重污染的放电电极的情况。

具体实施方式

[0040] 下面参考附图描述本发明的实施例。图 1 是实施例的静电消除器的侧视图。在静电消除器 1 中,八个主放电电极单元 2 和四个附加放电电极单元 3 在沿纵向隔开的状态下安装在具有长外部轮廓的壳体 1a 的底面上。应当注意到,四个附加放电电极单元 3 根据用户的选择安装和拆卸,并且该附加放电电极单元 3 的构造与主放电电极单元 2 的基本构造大致相同。后面将对主放电电极单元 2 和附加放电电极单元 3 之间的差异进行说明。

[0041] 用于覆盖静电消除器 1 的上半部的外壳 4 在横截面上具有顶部封闭、底部开口的封闭顶部、敞开底部的倒置 U 字形状(图 3),并且可以从底座 5 上拆卸,所述底座 5 构成静电消除器 1 的下部外轮廓的外部边框的下部。图 2 示出外壳 4 拆下后的静电消除器 1。图 3 是沿着图 1 的线 III-III 截取的剖视图。参考图 2,在静电消除器 1 中,高压单元 6 和控制基板 7 安装在由外壳 4 包围的上部区域中,控制基板 7 包括例如显示电路和 CPU。

[0042] 构成静电消除器 1 的下部的底座 5 是通过将具有基本上相同构造的两个半个底座 5A、5A 沿着静电消除器 1 的纵向相互连接而形成的。在各个半个底座 5A 上可以安装四个主放电电极单元 2 和两个附加放电电极单元 3,并且根据图 3 可以理解,可以组合多个绝缘的合成树脂部件来形成具有顶部、底部、左右侧封闭的封闭横截面的内部气体通道 10。如图 16 所示,该内部气体通道 10 沿着各个半个底座 5A 的纵向连续地延伸。

[0043] 图 4 是半个底座 5A 的透视图。半个底座 5A 在图中示出为处于这样的状态,即:主放电电极单元 2 和附加放电电极单元 3 已经置于其中。半个底座 5A 的一端(图中顶部的左端)具有凸出的气体通道接口 11,并且在半个底座 5A 的另一端(图 4 中的右端)形成有用于接纳该气体通道接口 11 的凹进的气体接口 12(见后述图 16)。彼此相邻的两

个半个底座 5A、5A 通过使一个半个底座 5A 的凸出的气体通道接口 11 和另一个半个底座 5A 的凹进的气体接口 12 接合来形成静电消除器 1 的连续的内部气体通道 10。

[0044] 图 5 是半个底座 5A 的侧视图。图 6 是半个底座 5A 的仰视图。图 7 是半个底座 5A 的俯视图。应当注意到,这些半个底座 5A 在图 5 至图 7 中示出为处于这样的状态,即:一个主放电电极单元 2 和一个附加放电电极单元 3 已经安装在其上。

[0045] 从图 5 至图 7 中可以看到,在半个底座 5A 的顶面的纵向中央部分设置有向上伸出的接头 15,并且高压单元 6 中产生的高电压通过该接头 15 提供给半个底座 5A。更具体来说,接头 15 的外周部由绝缘树脂制成,并且其内部设置有朝向该接头 15 的顶部敞开的圆柱形凹式接头(未示出)。该凹式接头的另一端与在接头 15 下面露出的配电板 40 连接。该凹式接头的开口端与从设置在外壳 4 内部的高压单元 6 延伸的凸式接头(未示出)连接,并且将高电压提供给配电板 40。另外,由于即使当静电消除器 1 的长度变化时,在一个静电消除器 1 中也仅设置一个高压单元 6,所以在一个静电消除器 1 中实际使用一个接头 15。

[0046] 在半个底座 5A 的底面上形成有分别接纳主放电电极单元 2 的主单元接纳口 16 和分别接纳附加放电电极单元 3 的附加单元接纳口 17。具体来说,至少在设置在各个半个底座 5A 中的一对主放电电极单元 2、2 之间位于连接主放电电极单元 2、2 的直线上的大致中央位置处设置一个附加放电电极单元 3。应当注意到,考虑到静电消除时间等因素,在一对主放电电极单元 2、2 之间具有附加放电电极单元 3 的静电消除器 1 对于静电消除对象和静电消除线是有效的,当只利用从设置在静电消除器 1 中的主放电电极单元 2 产生的一定量的离子执行静电消除时,执行的速度比所需值低。

[0047] 主放电电极单元 2 和附加放电电极单元 3 通过后面所述的方法利用密封环 18(图 17)可拆卸地安装在各个口 16、17 中。应当注意到,在不安装附加放电电极单元 3 的情况下,用于密封附加单元接纳口 17 的密封部件(未示出)可拆卸地安装在附加单元接纳口 17 上。

[0048] 图 8 是主放电电极单元 2 的分解透视图。主放电电极单元 2 由用绝缘合成树脂制成的单元主体 20、放电电极 21 和放电电极保持部件 22 组成。放电电极 21 包括设置有周槽 211 的底端 21a 和尖锐的前端 21b,但是前端 21b 可以形成任意形状。

[0049] 图 9 是从其斜上侧看到的单元主体 20 的透视图。参考图 8 和图 9,单元主体 20 具有外侧圆筒壁 201 和尺寸增大的头部 202,并且在外侧圆筒壁 201 的外周面上形成有彼此沿周向隔开的多个凸出部 203。主放电电极单元 2 可以利用这些凸出部 203 接合到底座 5 的主单元接纳口 16 中,以便可拆卸地安装在底座 5 上。具体来说,在主单元接纳口 16 中形成有凸出部 203 接合到其中的凸出部分,并且当主放电电极单元 2 插入主单元接纳口 16 中并沿周向旋转规定角度时,凸出部 203 处于接合在主单元接纳口 16 中的状态,而主放电电极单元 2 在反向旋转时可以从主单元接纳口 16 中拆卸。由于这种可拆卸安装法是常规已知的,所以没有给出其详细说明。

[0050] 图 10 是沿着图 8 的线 X-X 截取的主放电电极单元 2 的剖视图。从图 10 中可以看到,单元主体 20 是通过安装均由绝缘树脂材料制成的主部件 204 和辅助部件 205 而形成的。

[0051] 继续参考图 10,单元主体 20 具有沿着外侧圆筒壁 201 的直径方向向内隔开的内侧圆筒壁 206。内侧圆筒壁 206 和外侧圆筒壁 201 同心地布置,并且轴心处设置有放电电极

21。内侧圆筒壁 206 具有中央长孔 206a, 该中央长孔 206a 在横截面上具有与内侧圆筒壁 206 同心的圆形形状。在内侧圆筒壁 206 中, 中央长孔 206a 的顶部是敞开的, 并且其底部通过尺寸增大的头部 202 向外部敞开。附图标记 207 表示尺寸增大头部 202 的开口部分。中央开口部分 207 具有其直径向下增大的锥面 207a, 并且该锥面 207a 连续到中央开口部分 207 的底部 (开口端) 的柱面 207b。同时, 内侧圆筒壁 206 的顶部是敞开的, 以便面向在下述放电电极保持部件 22 和内侧圆筒壁 206 之间形成的周向腔室 S3。换言之, 内侧圆筒壁 206 位于主放电电极单元 2 的内部, 并形成在如下区域内, 即: 该区域从放电电极 21 的前端 21b 朝向放电电极保持部件 22 包围放电电极 21 的除去由放电电极保持部件 22 支撑的部分之外的部分。

[0052] 放电电极 21 的前端 21b 设置为稍微从中央长孔 206a 向锥面 207a 凸出。从图 10 可以看到, 放电电极 21 与中央长孔 206a 的中心线同心地安装, 即内侧圆筒壁 206 的轴线、放电电极 21 的外周面和内侧圆筒壁 206 的内周面处于相互隔开的状态。这里, 内侧圆筒壁 206 的内径在轴线方向上是相同的并大于放电电极 21 的外径。应当注意到, 除去其前端之外, 放电电极 21 在其几乎整个长度上具有相同的外径。

[0053] 内侧圆筒壁 206 的顶部位于放电电极 21 的纵向上的中间部分。在内侧圆筒壁 206 和放电电极 21 之间形成有圆柱形保护用气体流出通道 25, 该气体流出通道 25 在内侧圆筒壁 206 的整个长度上是周向连续的。此外, 内侧圆筒壁 206 的底部向下通到尺寸增大的头部 202。更具体来说, 内侧圆筒壁 206 的底部位于与中央长孔 206a 的底部一样高的位置附近。

[0054] 在内侧圆筒壁 206 和与内侧圆筒壁 206 同心的外侧圆筒壁 201 之间形成有第一气池 26。该第一气池 26 的底部向下通到尺寸增大的头部 202。具体来说, 第一气池 26 安装成符合这样的关系, 即: 放电电极 21 的从其纵向上的中间部分一直到前端 21b 的部分在直径方向上与沿着放电电极 21 的周面延伸的保护用气体流出通道 25 重叠。更具体来说, 将第一气池 26 布置在保护用气体流出通道 25 周围, 内侧圆筒壁 206 用作第一气池 26 和保护用气体流出通道 25 的分隔壁, 保护用气体流出通道 25 沿着放电电极 21 的周面从放电电极 21 的纵向上的中央部分延伸到其前端, 并且该第一气池 26 在周向以及纵向上连续。此外, 第一气池 26 的一端面向周向腔室 S3, 并通过周向腔室 S3 与在内侧圆筒壁 206 内部形成的保护用气体流出通道 25 连接。换言之, 第一气池 26 的向周向腔室 S3 敞开的一端和内侧圆筒壁 206 的顶部以几乎相同的高度形成。

[0055] 安装在放电电极 21 的底端 21a 上的放电电极保持部件 22 由呈环状的外周部件 221 和塞入外周部件 221 中的内周部件 222 构成 (图 8 和图 10)。外周部件 221 由用金属制成的经处理的部件构成, 而内周部件 222 由模制树脂制品构成。内周部件 222 具有中央长孔 222a, 并且放电电极 21 的底端 21a 塞入该中央长孔 222a 中。

[0056] 外周部件 221 的外周面具有在竖直方向上相互隔开的三个周向凸缘 221a、221b、221c, 在这些凸缘之间形成有在竖直方向上隔开的周向凹槽 221d、221e (图 8 和图 10)。位于放电电极 21 的底端侧的上部凸缘 221a 具有最大的直径, 位于放电电极 21 的顶侧的下部凸缘 221c 具有最小的直径, 而位于上部凸缘 221a 和下部凸缘 221c 之间的中间凸缘 221b 具有中间直径。

[0057] 与外周部件 221 对应, 在单元主体 20 的外侧圆筒壁 201 的内表面的顶部形成有两

个台阶 201a、201b(图 9 和图 10)。具体来说,与外侧圆筒壁 201 的内表面的顶部相邻的部分具有较大的直径,在第一台阶 201a 下面超过台阶 201a 的部分具有中间直径,而在台阶 201a 下面超过第二台阶 201b 的部分具有较小的直径。在上述外周部件 221 中,上部凸缘 221a 设置在外周部件 221 的顶部,中间凸缘 221b 设置在第一台阶 201a 的附近,而下部凸缘 221c 设置在第二台阶 201b 的附近。从而,在第一台阶的周向上连续的周向腔室 S1 被上部凸缘 221a 和中间凸缘 221b 之间的第一周向凹槽 221d 限定在气密状态,而第二级周向腔室 S2 被在中间凸缘 221b 和下部凸缘 221c 之间沿周向连续的第二周向凹槽 221e 限定在气密状态。下级凸缘 221c 设置在内侧圆筒壁 206 的顶部的上方并与内侧圆筒壁 206 的顶部隔开,从而在下级凸缘 221c 下面形成周向腔室 S3,该周向腔室 S3 尺寸增大并沿周向连续,并且延伸到前面所述的第一气池 26 和保护用气体流出通道 25(图 10)。

[0058] 在单元主体 20 的外侧圆筒壁 201 的内壁上,在顶部相对而言具有最大直径的部分中形成有一个第一槽沟 31(图 8 至图 11)。此外,在第一台阶 201a 和第二台阶 201b 之间形成有一个第二槽沟 32(图 10 和图 12),并且形成有从第二台阶 201b 延伸到外侧圆筒壁 201 的纵向中央部分的四个第三槽沟 33(图 9、图 10 和图 13)。第一槽沟 31、第二槽沟 32 和第三槽沟 33 与外侧圆筒壁 201 的轴线平行地延伸。此外,参考图 9 和图 10 对第三槽沟 33 进行详细说明。第三槽沟 33 的深部向下延伸超过内侧圆筒壁 206 的顶部,并向下通向第一气池 26 的内部。

[0059] 参考图 10,在单元主体 20 的尺寸增大头部 202 中,主部件 204 和辅助部件 205 在前述中央长孔 206a 的底部和连续到中央长孔 206a 的底部上的锥面 207a 的周围形成第二气池 35。第二气池 35 在周向上连续。清洁气体从前述内部气体通道 10 通过在辅助部件 205 的内周面和外侧圆筒壁 201 的底部之间形成的辅助气体流入通道 36 供给到该第二气池 35(图 3)。总共四个辅助气体流入通道 36 以 90 度的周向间隔设置(见图 8 和图 9)。在尺寸增大的头部 202 中,在主部件 204 的底面上形成有由具有小直径的通孔构成的辅助气体流入孔 37,第二气池 35 中的清洁气体能够通过该辅助气体流入孔 37 流到外部。可以从图 4 中非常明显地看出,在尺寸增大的头部 202 的中央开口部分 207 周围,在与中央开口部分 207 同心的圆周上以 90 度的间隔形成总共四个辅助气体流入孔 37。各个辅助气体流入孔 37 内部的清洁气体的流率预先设定为约 200m/sec。由于在这种控制下从辅助气体流入孔 37 排出的清洁气体摆脱了辅助气体流入孔 37 的直径的约束,所以尽管清洁气体以比约 200m/sec 低得多的流率流动,然而其以比后面描述的从保护用气体流出通道 25 排出的离子化的清洁气体的流率高得多的流率呈锥形向下流出。

[0060] 外侧圆筒壁 201 的内壁上的前述第一槽沟 31 和第二槽沟 32 的位置在周向上错开 180 度。也就是说,第一槽沟 31 和第二槽沟 32 设置为沿直径方向彼此相对。此外,四个第三槽沟 33 安装为具有 90 度的周向间隔,并且各个第三槽沟 33 形成为在周向上与第二槽沟 32 错开 45 度。

[0061] 应当注意到,尽管如上所述,附加放电电极单元 3 和主放电电极单元 2 基本上具有相同的构造,然而附加放电电极单元 3 与主放电电极单元 2 的区别在于其不具有辅助气体功能。因此,在附加放电电极单元 3 中,不存在设置在主放电电极单元 2 中的第二气池 35 以及与第二气池 35 相关的辅助气体流入通道 36 和辅助气体流入孔 37。

[0062] 图 14 是用于说明在主放电电极单元 2 和附加放电电极单元 3 的各个放电电极 21

上施加高电压以及与安装在各个放电电极 21 周围的接地电极有关的构造的视图。参考图 14, 配电板 40 将高电压供给到各个放电电极 21。配电板 40 具有在半个底座 5A 的整个长度上连续地延伸的连接板形状, 并且与各个放电电极 21 的底端 21a 接合的部分 401 被模压为 S 形, 以给该接合部分 401 的中央部分提供弹性。各个放电电极 21 的周向凹槽 211 与该 S 形的中央部分中的圆孔接合 (图 3)。在配电板 40 的纵向中央部分中形成有圆孔 402。

[0063] 在一个半个底座 5A 的总长度是 23cm 并且将大量的这种半个底座 5A 连接起来以使静电消除器的长度大于例如 2.3m 的情况下, 由于只从静电消除器 1 的纵向的两端供给前述清洁气体, 所以供给到静电消除器 1 的纵向中央部分的气体的量可能会小于供给其他部分的气体的量。因此, 在具有这样长度的静电消除器 1 中, 除了从其两端供给清洁气体之外, 还可以利用设置在半个底座 5A 中的圆孔 402 和在该半个底座的顶面的一部分中形成的开口, 通过管子将清洁气体从纵向的一端供给到外壳 4, 其中, 所述圆孔 402 布置在前述静电消除器的大致中央部分, 所述开口设置在与所述圆孔 402 相同的位置, 用于供给清洁气体的管子的一端可以面对内部气体通道 10。

[0064] 不言而喻, 对于长度足以保证通过从其两端供给清洁气体来获得所需气体量的静电消除器 1 来说, 没有必要在半个底座 5A 的顶面上形成与圆孔 402 及其位置对应的开口。此外, 尽管未示出, 然而对于利用圆孔 402 将清洁气体供给到内部气体通道 10 的静电消除器 1 来说, 高压单元 6 和控制基板 7 布置在外壳内部的空间内, 其中所述空间从静电消除器 1 的与设置有用于供给清洁气体的管子的一端相反的纵向端部延伸到管子所面对的圆孔 402, 以便避免高压单元 6 和控制基板 7 与管子干涉。

[0065] 继续参考图 14, 对置电极 (即接地电极板部件 42) 安装在各个放电电极 21 周围 (图 3)。在本实施例中, 接地电极板部件 42 由板状部件构成, 并包括与各个放电电极 21 同心的圆环部分 421 和连接各个圆环部分 421 的线性连接部分 422 (图 3 和图 15)。该接地电极板部件 42 嵌入图 6 所示的半个底座 5A 的底侧内部。该圆环部分 421 安装在与前述保护用气体流出通道 25 和位于保护用气体流出通道 25 的外周侧的第一气池 26 所在位置一样高的位置。更具体来说, 接地电极板部件 42 的各个圆环部分 421 构造为包围构成静电消除器 1 的下部的底座 5 上的放电电极, 并且在圆环部分 421 的内部布置有主放电电极单元 2 或附加放电电极单元 3。在本实施例中, 圆环部分 421 布置成这样的状态, 即: 其在底座 5 一侧从主放电电极单元 2 的外侧圆筒壁 201 通过在底座 5 内部形成的内部气体通道 10 嵌入底座 5 内部。

[0066] 配电板 40 固定地安装在半个底座 5A 的顶壁 501 上, 并且接地电极板部件 42 的各个圆环部分 421 嵌在保持放电电极单元 2、3 的半个底座 5A 的底面侧并位于侧面侧的侧壁 502 的附近 (图 3)。至少其中嵌入接地电极板部件 42 的部分 502a 是由例如绝缘性能优良的合成树脂材料等绝缘材料制成的。在呈板状的接地电极板部件 42 中包含的圆环部分 421 的宽度 W (图 15) 小于半个底座 5A 的侧壁 502 的厚度, 并且该圆环部分 421 安装为不从半个底座 5A 露出到外部。如上所述, 由于接地电极板部件 42 的圆环部分 421 安装在放电电极 21 周围, 并且接地电极板部件 42 处于嵌入状态, 所以可以相对地削弱在放电电极 21 和接地电极 (接地电极板部件 42) 之间形成的电场, 而不产生从放电电极 21 到接地电极板部件 42 (即圆环部分 421 和放电电极 21 之间) 的表面放电。从而可以相对地增强放电电极 21 和工件 (未示出) 之间的电场。

[0067] 更具体来说,圆环 421 的直径越小,越能够最大限度地削弱在放电电极 21 和接地电极板部件 42 之间形成的电场,然而当圆环 421 的直径过小时,有可能无法保持圆环 421 和放电电极 21 之间的耐受电压。为此,优选的是,圆环 421 的直径大到足以保持圆环 421 和放电电极 21 之间的耐受电压,同时小到足以最大限度地削弱在放电电极 21 和接地电极板部件 42 之间形成的电场。本实施例中,在放电电极 21 被设置为其直径中心的情况下,圆环 421 的直径大于第一气池 26 的直径并小于外侧圆筒壁 201 的直径。

[0068] 此外,在各个放电电极 21 周围形成的各个圆环 421 通过宽度比圆环 421 的直径小并线性地延伸的连接部分 422 彼此连接。在处于装入静电消除器 1 中的状态下时,连接部分 422 布置在几乎是连接放电电极 21、21 的直线上。此外,该连接部分 422 优选具有小宽度,以便削弱在放电电极 21 和接地电极板部件 42 之间形成的电场,只要满足供电性能、组装刚度等即可。也就是说,接地电极板部件 42 的连接部分 422 嵌在几乎是连接放电电极 21、21 的直线上,并位于保持放电电极单元 2、3 的半个底座 5A 的底面侧上的相邻放电电极 21、21 之间的部分中。

[0069] 应当注意到,尽管接地电极板部件 42 在本实施例中由用金属模压制品形成的板材构成,然而接地电极板部件 42 并非必须是板材,不言而喻,可以使用例如金属丝状线形部件来形成类似的构造。

[0070] 参考图 16 至图 19,对包围放电电极 21 的前端 21b 以抑制放电电极 21 的污染的保护用气体的流动进行说明。这里,图 19 是与气体流动相关的构造的概念视图。

[0071] 用过滤器等净化的空气或例如像氮气那样的惰性气体等清洁气体供给到内部气体通道 10,并且流过该内部气体通道 10 的清洁气体通过由前述一个第一槽沟 31 限定的第一小孔流到第一级周向腔室 S1 中,而内部气体通道 10 的脉动的影响处于被抑制状态。第一级周向腔室 S1 内部的清洁气体通过由设置在沿直径方向与第一槽沟 31 相对的位置的一个第二槽沟 32 限定的第二小孔流到第二级周向腔室 S2 中。第二级周向腔室 S2 内部的清洁气体随后穿过由在周向上与第二槽沟 32 错开 45 度的四个第三槽沟 33 限定的第三小孔并向下流动。

[0072] 流过半个底座 5A 的内部气体通道 10 的清洁气体通过分别由第一槽沟 31 和第二槽沟 32 构成的第一小孔和第二小孔流到第一级周向腔室 S1 和第二级周向腔室 S2,并且第二级周向腔室 S2 内部的清洁气体随后通过四个第三槽沟 33 流到第一气池中。也就是说,第二级周向腔室 S2 内部的清洁气体由四个第三槽沟 33 引导而流到第一气池 26 中,并且由于第一气池 26 的深部向下延伸到尺寸增大的头部 202,所以可以将流到第一气池 26 中的清洁气体转变成静压力。

[0073] 特别地,由于清洁气体通过分别为前述第一槽沟 31 和第二槽沟 32 的沿周向隔开的多级小孔供给到第一气池 26,所以可以在隔离内部气体通道 10 的脉动的影响的同时,将第一气池 26 内部的清洁气体的静压力提高到高水平。第一气池 26 内部的清洁气体随后越过内侧圆筒壁 206 的顶部、穿过沿周向从该第一气池 26 变大的周向腔室 S3,并流到内侧圆筒壁 206 内部的保护用气体流出通道 25 中。

[0074] 如上所述,由于保护用气体流出通道 25 沿着放电电极 21 的外周面从纵向中央部分到放电电极 21 的顶部 21b 以细长圆柱形延伸,所以在保护用气体流出通道 25 内部经过的清洁气体变成层流并通过中央开口部分 207 向下流出。因此,在设置为与放电电极 21 的

外周面接触的保护用气体流出通道 25 内部沿着放电电极 21 的纵向流动的清洁气体在穿过保护用气体流出通道 25 的过程中变成层流,并且清洁气体在处于包围放电电极 21 的前端 21b 的状态下朝向工件流出,从而可以提高对放电电极 21 的前端 21b 的防护效果,以便提高防止放电电极 21 的污染的效果。

[0075] 在本实施例中,与放电电极 21 的外周面接触的保护用气体流出通道 25 内部的清洁气体的流率设定为约 1m/sec。由于这样控制并从中央开口部分 207 排出的离子化的清洁气体摆脱了保护用气体流出通道 25 的直径的约束,所以清洁气体以比约 1m/sec 低得多的流率向下呈圆柱形流出,该圆柱形的直径几乎与中央开口部分 207 的最后开口端一样大。

[0076] 此外,由于放电电极 21 的向外的直径方向上的内壁和外壁,即内侧圆筒壁 206 和外侧圆筒壁 201 形成延伸到放电电极 21 的前端的第一气池 26,所以可以在保持第一气池 26 的静压效应的同时,将主放电电极单元 2 的外侧圆筒壁 201 的直径设置为较小。

[0077] 可以从图 19 中非常好地理解,本实施例的静电消除器 1 采用了下列构造:第一级周向腔室 S1、第二级周向腔室 S2 和第一气池 26 沿着放电电极 21 的纵向串联排列;第一气池 26 和位于第一气池 26 的内周侧的保护用气体流出通道 25 以沿直径方向重叠的方式布置;并且清洁气体借助于沿周向隔开的多级小孔(第一槽沟 31 和第二槽沟 32)通过以多级布置的空间 S1、S2 供给到第一气池 26。因此,如上所述,当然不仅可以隔离内部气体通道 10 的脉动对第一气池 26 的影响,而且可以提高第一气池 26 的静压力。由于在外侧圆筒壁 201 的内表面中形成有多级小孔(第一槽沟 31 和第二槽沟 32),并且还在从放电电极 21 上悬伸的放电电极保持部件 22 的外周面上形成有垂直方向的多级凸缘 221a 至 221c,以使得这些凸缘之间的第一周向凹槽 221d 和第二周向凹槽 221e 形成多级空间 S1、S2,所以可以形成多级空间 S1、S2 和第一气池 26 沿着放电电极 21 的纵向排列的状态,以便隔离前述保护用气体的脉动并保证高水平的静压力,同时将外侧圆筒壁 201 的直径设置为较小。

[0078] 下面,对在放电电极 21 周围安装为不露出到外部的接地电极板部件 42 进行说明。如上参照图 3 所述,接地电极板部件 42 的圆环部分 421 嵌在半个底座 5A 的底面侧的由绝缘合成树脂材料制成的侧壁 502 的附近,并且接地电极板部件 42 的该圆环部分 421 安装为包围放电电极 21(图 14)。通过采用接地电极板部件 42(圆环部分 421)被嵌入而不露出到外部的所述构造,与接地电极板露出到外部的常规构造相比,可以相对地削弱在放电电极 21 和接地电极板部件 42 之间产生的电场,从而相对地增强放电电极 21 和工件(未示出)之间的电场,因而比常规构造的情况更能提高静电消除效率。

[0079] 此外,从图 3 和图 17 可以看到,在由接地电极板部件 42 构成的平坦表面上,用于将清洁气体从内部气体通道 10 供给到第二气池 35 的通道 10a、第一气池 26 和保护用气体流出通道 25 内部的气体层介于放电电极 21 和接地电极板部件 42 的圆环部分 421 之间。由于气体的介电常量小于合成树脂材料的介电常量,从而气体具有更高的耐受电压,所以可以容易地保证接地电极板部件 42 和放电电极 21 之间的绝缘性能。换言之,使具有较高耐受电压的空气层介于接地电极板部件 42 和放电电极 21 之间,而不是仅仅借助于绝缘合成树脂在接地电极板部件 42 和放电电极 21 之间进行绝缘,可以将由接地电极板部件 42 构成的平坦表面上放电电极 21 和接地电极板部件 42(圆环部分 421)之间的间隔距离设计为较小。更具体来说,将放电电极 21 和圆环部分 421 的内周沿之间的间隔距离设定为不考虑用于将清洁气体供给到第二气池 35 的通道 10a(图 17)、第一气池 26 和保护用气体流出通道

25 的气体层的绝缘耐受电压而获得的值,并且可以将圆环部分 421 的内径设定为与能够用以保证包括气体层的耐受电压在内的耐受电压的间隔距离一样小。

[0080] 在前述实施例中,与放电电极 21 的外周面接触的保护用气体流出通道 25 内部的清洁气体的流率设定为约 1m/sec,并且各个辅助气体流入孔 37 内部的清洁气体的流率设定为约 200m/sec。然而,保护用气体流出通道 25 和辅助气体流入孔 37 内部流率的这些具体数值仅仅是实例。当然,例如,为了增加工件的静电消除速度(为了增加离子到达工件的速度),可以将保护用气体流出通道 25 内部的清洁气体的流率设置为高于 1m/sec,或者保护用气体流出通道 25 内部的清洁气体的流率值例如可以与辅助气体流入孔 37 内部的清洁气体的流率值大致相等。

[0081] 接下来,对放电电极 21 的污染状况的检测和所检测到的状况的显示进行说明。图 20 是在采用脉冲 AC 系统作为将高电压施加在放电电极 21 上的系统的情况下的电路框图。参考图 20,正的或负的高电压交替地从正高压电源电路 50 或负高压电源电路 51 施加到放电电极 21 上。正高压电源电路 50 和负高压电源电路 51 通过电阻器 R1 接地。流过该电阻器 R1 的电流(即离子电流 i) 在放大/低通滤波电路 52 中进行平均,并输入到控制电路 53 中作为机架地线电流 FGIC。在控制电路 53 中,对施加在放电电极 21 上的正负高压占空比(Duty) 进行反馈控制,以便使机架地线电流 FGIC 的值为规定的目标值。

[0082] 在图 21 所示波形图中,上部的波形与要施加在放电电极 21 上的电压有关,中部的波形与流过电阻器 R1 的离子电流 i 有关,下部的波形与从放大/低通滤波电路 52 输入到控制电路 53 中的机架地线电流 FGIC 有关。对施加在放电电极 21 上的正负高压占空比进行反馈控制,以便使机架地线电流 FGIC 的值为目标值。

[0083] 图 22 是采用可变 DC 系统的情况下的电路框图。可变 DC 系统中的电路具有可变高压电源电路 55、56,该可变高压电源电路分别将正电压和负电压施加在一对放电电极 21、21 上。用于调整电压水平的信号从控制电路 53 输出到正的可变高压电源电路 55 和负的可变高压电源电路 56,并且对正的可变高压电源电路 55 和负的可变高压电源电路 56 产生的高电压的值进行反馈控制。

[0084] 在图 23 所示波形图中,上部的波形表示施加在正放电电极 21 上的高电压,中部的波形表示施加在负放电电极 21 上的高电压,下部的波形表示从放大/低通滤波电路 52 输入到控制电路 53 中的机架地线电流 FGIC。对施加在放电电极 21 上的正负高电压的电压值进行反馈控制,以便使机架地线电流 FGIC 的值为目标值。

[0085] 对于离子产生控制来说,在 AC 系统中的静电消除器 1 的情况下的作用量是占空比,并且在 DC 系统中的静电消除器 1 的情况下的作用量是施加在放电电极 21 上的电压值。它们之间的共同点是对机架地线电流 FGIC 的值进行反馈控制以使其成为规定的目标值。因此,尽管下面将对 AC 系统的情况进行说明,然而应当理解该说明同样适用于 DC 系统。

[0086] 首先,可以从下面任意地选择设定目标值的模式。

[0087] (1) 将基本离子平衡目标值设定为例如“零”,并且以规定的时间间隔(即间歇性地)将其改变为目标值偏移量,改变的程度设置为不会显著影响工件的离子平衡。

[0088] (2) 将目标值设置为恒定的,该目标值的偏移量不会影响工件的离子平衡。

[0089] 下面对与离子平衡目标值的有意变化有关的“在不会影响工件的离子平衡的限度内”进行说明。工件的容许充电电压随着静电消除器 1 的用户和/或作为静电消除对象的

工件的种类而变化。例如,存在静电消除之后工件的充电电压在 $\pm 200\text{V}$ 范围内即为容许范围的情况以及要求该充电电压在 $\pm 30\text{V}$ 范围内的情况。因此,“在不会影响工件的离子平衡的限度内”的含义基本上是在静电消除之后工件的充电电压(根据用户和/或作为静电消除对象的工件所允许的电压)所保持的目标值的变化范围。因此,虽然可以使用户来确定离子平衡目标值的变化范围,但是当静电消除器 1 的制造商想要限定“在不会影响工件的离子平衡的限度内”的变化范围时,该制造商可以这样限定离子平衡目标值的变化范围,即:使静电消除之后工件的充电电压的变化范围保持在 $\pm 15\text{V}$ 的范围内,优选在 $\pm 10\text{V}$ 的范围内,更优选在 $\pm 5\text{V}$ 的范围内。即使在用户或作为对象的工件对静电消除的条件要求很严格的情况下,这也是充分适用的。可以限定目标值的变化范围,以使用脉冲 AC 的占空比表示的目标值的变化范围保持在不大于 1% 的变化范围内。

[0090] 图 24 是用于说明关于离子平衡目标值的变化之控制的跟踪性能和放电电极 21 的污染状况之间关系的简图。没有污染的放电电极 21(例如新的放电电极 21)的情况用实线表示,由于使用而导致污染的放电电极 21 的情况用虚线表示。如图 24 所示,关于目标值的跟踪性能在“没有污染的”放电电极 21 的情况下更加优良。这意味着“没有污染的”放电电极 21 比“有污染的”放电电极 21 具有更高的离子产生效率,从而迅速地跟踪跟踪目标值的变化。换言之,如图 25 所示,作用量在“没有污染的”放电电极 21(实线)的情况下形成较小变化,而在“有污染的”放电电极 21(虚线)的情况下形成较大变化。应当注意到,实际的机架地线电流 FGIC 的值跟踪目标值的变化所需的时间是 10 到 100 秒。例如在脉冲 AC 系统中,可以说 10 到 100 秒的值远远大于要施加在放电电极 21 上的电压的脉冲周期。

[0091] 这里应当注意到的是:关于目标值的变化之控制的跟踪性能随着放电电极 21 的污染状况而变化。也就是说,放电电极 21 的污染状况变得越糟,即放电电极 21 的污染越重,控制的跟踪性能降低得越多。通过利用这一特性,可以有意地改变目标值,改变的程度设置为不影响工件的离子平衡,从而根据跟踪性能的优劣来查看放电电极 21 的污染状况。

[0092] 这不限于检测机架地线电流 FGIC 并进行反馈控制的情况,而是甚至在检测流过放电电极 21 和接地电极(对置电极)之间的离子电流并进行反馈控制的情况下,也可以建立放电电极 21 的污染状况和控制的跟踪性能之间的上述关系。因此,即使在基于放电电极 21 和对置电极之间的离子电流来进行离子产生控制的情况下,也可以有意地改变目标值,以便根据关于该变化的跟踪性能的优劣来查看放电电极 21 的污染状况。

[0093] 此外,当然,由于即使当静电消除器 1 在 DC 系统或者在 AC 系统中时,也同样可以建立放电电极 21 的污染状况和控制的跟踪性能之间的上述关系,所以可以在 DC 式或 AC 式系统中的静电消除器中有意地改变目标值,以便根据关于该变化的跟踪性能的优劣来判断放电电极 21 的污染状况。

[0094] 作为上述实施例,在将接地电极板部件 42 嵌入放电电极 21 周围的合成树脂材料中,以削弱在放电电极 21 和接地电极板部件 42 之间产生的电场的情况下,合理的是检测流过机架地线的机架地线电流 FGIC 并根据检测到的电流进行离子产生控制。另一方面,在将露出到外部的接地电极(对置电极)安装在放电电极 21 周围,以基于放电电极 21 和该对置电极之间的离子电流的值来进行离子产生控制的情况下,例如当具有大电容的工件存在于静电消除器的附近时,流过放电电极 21 和该对置电极之间的电流由于该工件而减小,这有可能导致不正确的检测结果,即:尽管放电电极 21 实际产生了充足的离子量,然而却检

测到离子产生量已经减少,从而得出放电电极 21 的污染状况已经加重的判断。这个问题可以通过检测流过机架地线的机架地线电流 FGIC,从而对离子产生进行反馈控制来解决。

[0095] 图 26 示出与目标值的变化有关的具体实例。参考图 26,以例如零为基准值将作为目标 FGIC 的目标值交替地向正侧和负侧改变,改变的程度设置为不影响工件的离子平衡。对于关于这种目标值的变化跟踪性能来说,机架地线电流 FGIC 跟踪所需的时间以及机架地线电流 FGIC 的幅值随着放电电极 21 的污染状况而变化。实线表示新的放电电极 21 的情况,单点划线表示中度污染的放电电极 21 的情况,而双点划线表示严重污染的放电电极 21 的情况。

[0096] 图 27 是图 26 所示机架地线电流 FGIC 的波形的放大图。在图 27 中,如同图 26 一样,实线表示新的放电电极 21 的情况,单点划线表示中度污染的放电电极 21 的情况,而双点划线表示严重污染的放电电极 21 的情况。对于关于目标值的变化跟踪时间(即相位延迟)来说,当标记 t_1 表示新的放电电极 21 的情况下的跟踪时间、标记 t_2 表示中度污染的放电电极 21 的情况下的跟踪时间、标记 t_3 表示严重污染的放电电极 21 的情况下的跟踪时间时,建立起 $t_1 < t_2 < t_3$ 的关系。换言之,新的放电电极 21 的情况下的跟踪时间 t_1 是最短的时间,严重污染的放电电极 21 的情况下的跟踪时间 t_3 是最长的时间,而中度污染的放电电极 21 的情况下的跟踪时间 t_2 是中等的时间长度。也就是说,跟踪时间 t 随着污染状况的加重而增加。

[0097] 继续参考图 27,对于检测到的 FGIC 的值的跟踪幅值来说,当标记 A_1 表示新的放电电极 21 的情况下的跟踪幅值、标记 A_2 表示中度污染的放电电极 21 的情况下的跟踪幅值、标记 A_3 表示严重污染的放电电极 21 的情况下的跟踪幅值时,建立起 $A_1 > A_2 > A_3$ 的关系。换言之,新的放电电极 21 的情况下的跟踪幅值 A_1 最大,严重污染的放电电极 21 的情况下的跟踪幅值 A_3 最小,而中度污染的放电电极 21 的情况下的跟踪幅值 A_2 中等。也就是说,跟踪幅值 A 随着污染状况的加重而减小。

[0098] 继续参考图 27,对于检测到的 FGIC 的值的上升或下降的跟踪倾角来说,当标记 θ_1 表示新的放电电极 21 的情况下的跟踪倾角、标记 θ_2 表示中度污染的放电电极 21 的情况下的跟踪倾角、标记 θ_3 表示严重污染的放电电极 21 的情况下的跟踪倾角时,建立起 $\theta_1 < \theta_2 < \theta_3$ 的关系。换言之,新的放电电极 21 的情况下的跟踪倾角 θ_1 最小,严重污染的放电电极 21 的情况下的跟踪倾角 θ_3 最大,而中度污染的放电电极 21 的情况下的跟踪倾角 θ_2 中等。也就是说,跟踪倾角 θ 随着污染状况的加重而增大。

[0099] 继续参考图 27,对于检测到的 FGIC 的值在规定的阶段内相对于检测到的 FGIC 的值的基准值(这里是零)的积分值 S 来说,当标记 S_1 表示新的放电电极 21 的情况下的积分值、标记 S_2 表示中度污染的放电电极 21 的情况下的积分值、标记 S_3 表示严重污染的放电电极 21 的情况下的积分值时,建立起 $S_1 > S_2 > S_3$ 的关系。换言之,新的放电电极 21 的情况下的积分值 S_1 最大,严重污染的放电电极 21 的情况下的积分值 S_3 最小,而中度污染的放电电极 21 的情况下的积分值 S_2 中等。也就是说,积分值 S 随着污染状况的加重而减小。

[0100] 如上所述,由于跟踪时间(相位延迟时间) t 、跟踪幅值 A 、跟踪倾角 θ 和积分值 S 随着放电电极 21 的污染状况而变化,定时或以适当周期对目标值的每一次变化进行采样以与多个等级处的阈值进行比较,可以将放电电极 21 的污染状况划分成例如五个等级,从

而用设置在静电消除器 1 中的由五个 LED 构成的显示装置 60 (图 1) 显示所划分的这些等级。

[0101] 增加到图 27 中的第一至第五阈值与跟踪时间 t 相关。当采用跟踪时间 t 来判断放电电极 21 的污染状况时,可以将检测到的跟踪时间 t 与第一至第五阈值比较以确定放电电极 21 的污染状况,并利用显示装置 60 显示所确定的污染状况。

[0102] 当然,在跟踪幅值 A 、跟踪倾角 θ 以及积分值 S 的情况下,可以使用同样的方法来原因放电电极 21 的污染状况。此外,可以使用两个参数,例如跟踪时间 t 和跟踪幅值 A 来判断放电电极 21 的污染状况。也就是说,可以通过单独或组合使用参数来进行上述判断,该参数的值随着放电电极 21 的污染状况而变化。

[0103] 如图 28 所示,关于判断放电电极 21 的污染状况的方法,可以用例如以硬件表示的绝对值来代替检测到的 FGIC,并将通过利用足够慢的 LPF 平均该绝对值而获得的值与多个等级处的阈值比较,从而判断放电电极 21 的污染状况。在图 28 中,实线表示新的放电电极 21 的情况,单点划线表示中度污染的放电电极 21 的情况,而双点划线表示严重污染的放电电极 21 的情况。

[0104] 此外,如图 29 所示,可以借助于占空比或高电压值的作用量 MV 来判断放电电极 21 的污染状况。标记 $MV1$ (实线) 表示新的放电电极 21 的情况下的作用量,标记 $MV2$ (单点划线) 表示中度污染的放电电极 21 的情况下的作用量,而标记 $MV3$ (双点划线) 表示严重污染的放电电极 21 的情况下的作用量。如上所述,由于作用量 MV 随着放电电极 21 的污染状况的加重而增大,所以可以通过与多个等级处的阈值的比较来判断放电电极 21 的污染状况。

[0105] 图 30 示出与目标值的变化有关的另一个具体实例。通过与以矩形脉冲形状改变目标值的图 26 的比较可以明显看出,在图 30 所示的另一个具体实例中,以正弦波形状 (正弦波形) 改变离子平衡目标值。对于图 30 所示检测到的机架地线电流 FGIC 来说,实线表示新的放电电极 21 的情况,单点划线表示中等污染的放电电极 21 的情况,而双点划线表示严重污染的放电电极 21 的情况。

[0106] 这里应当注意到的是如下各项:(1) 跟踪延迟 (相位差) t 随着放电电极 21 的污染状况而变化;(2) 幅值随着放电电极 21 的污染状况而变化;并且 (3) 频率随着放电电极 21 的污染状况而变化。

[0107] 因此,可以通过以相位差、幅值或频率为参数与多个等级处的阈值比较来判断放电电极 21 的污染状况。此外,由于作用量也变化,所以可以对 (4) 作用量 (占空比或高电压值) 的幅值;(5) 作用量 (占空比或高电压值) 的相位差;或 (6) 作用量 (占空比或高电压值) 的频率进行分析 (FFT 等),以检测可变的频率分量,从而可以判断放电电极 21 的污染状况。

[0108] 此外,在对放电电极 21 的判断过程中,可以将单个基准波形图或多个基准波形图 (污染状况不同的放电电极 21 的 FGIC 的电流值) 存储在存储器中,并且可以基于该基准波形图来判断放电电极 21 的污染状况。如上所述,对于作为判断基础的基准波形图来说,可以通过教导预先获得例如图 26 所示检测到的机架地线电流 FGIC 的波形等基准波形图 (新的放电电极以及轻微污染、中度污染、严重污染和最严重污染的放电电极),然后将其存储在存储器中,并且可以通过与这些基准波形图的比较来判断放电电极 21 的污染状况。

[0109] 当然,由于放电电极 21 和污染状况是相关的,所以只有作为基础的基准波形图才

可以存储在存储器中,并且可以基于通过将该基准波形图乘以规定系数而获得的波形图来判断放电电极 21 的污染状况。

[0110] 如上所述,通过改变离子平衡目标值,其中改变的程度设置为不影响工件附近的离子平衡,然后使用随着目标值的变化而变化、并且随着放电电极 21 的污染状况的加重而出现差别的参数,可以判断放电电极 21 的污染状况。

[0111] 相关申请的交叉引用

[0112] 本申请基于 2007 年 12 月 28 日提交的日本专利申请 No. 2007-341094 要求外国优先权,该日本专利申请的内容在此通过引用的方式并入本文中。

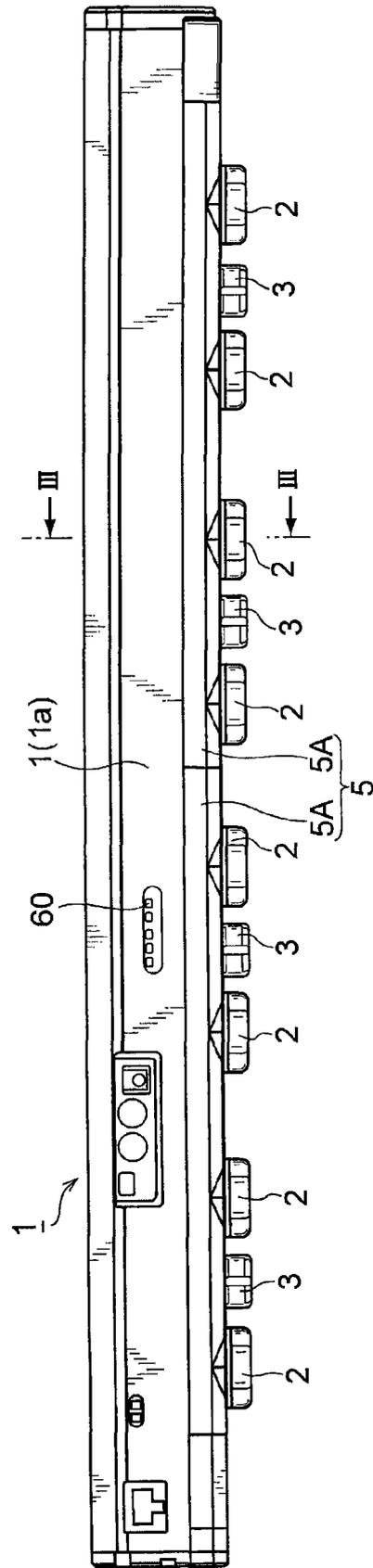


图 1

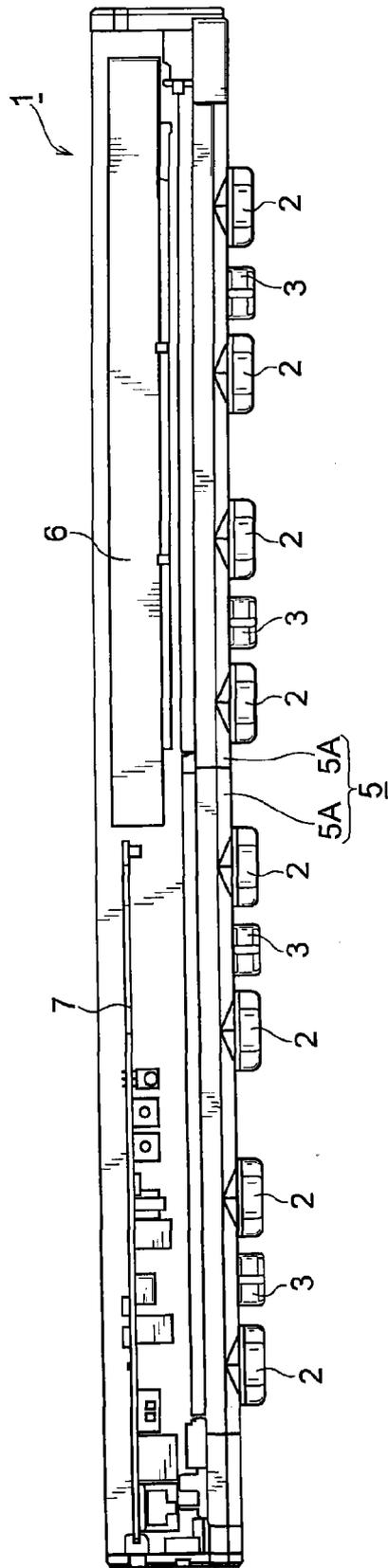


图 2

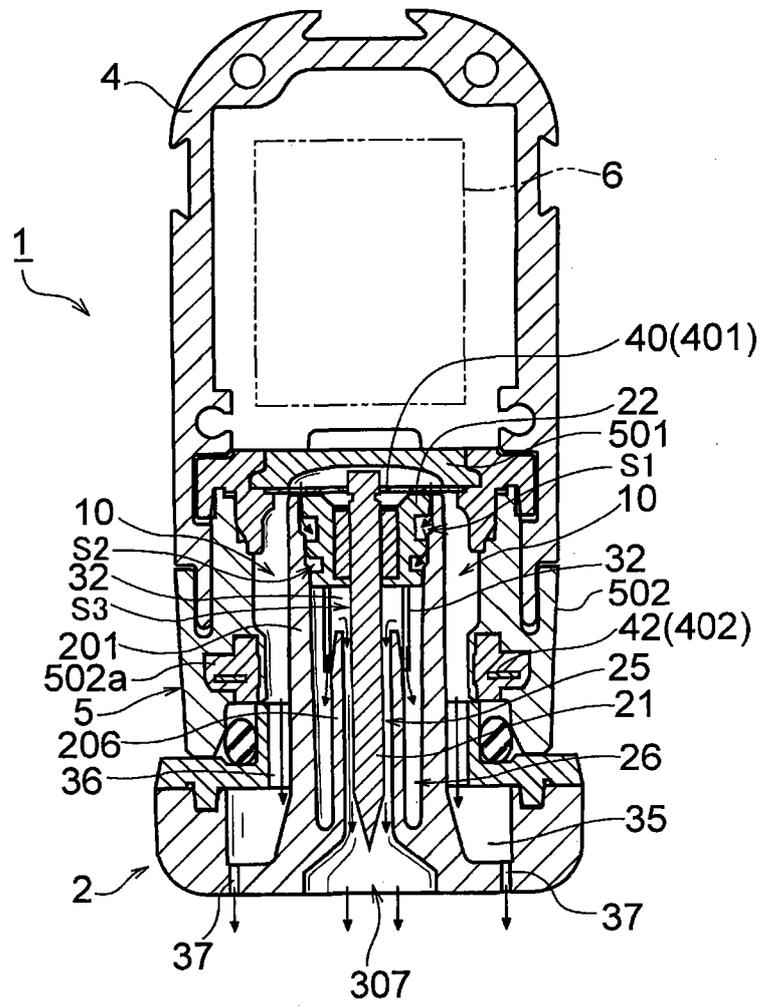


图 3

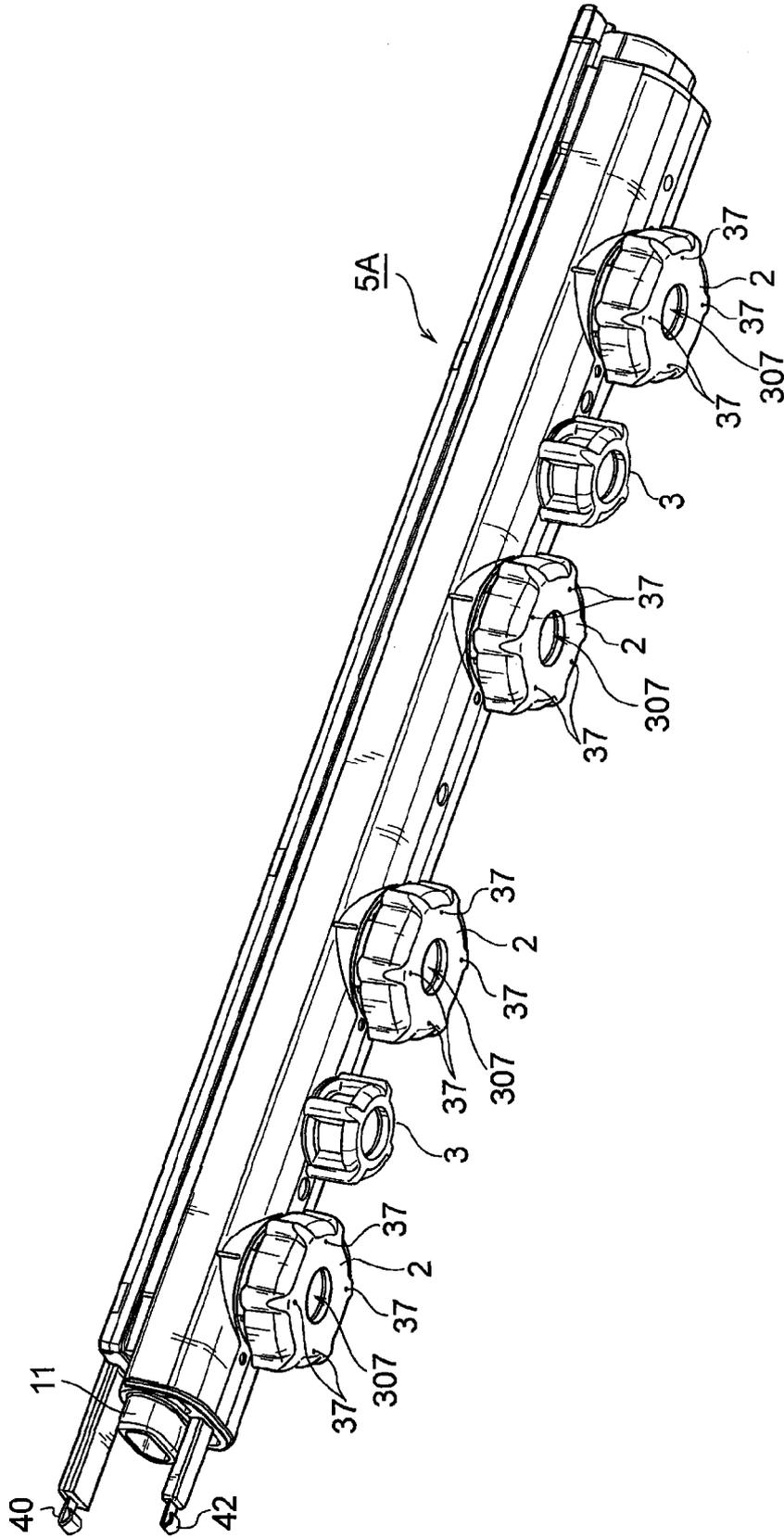


图 4

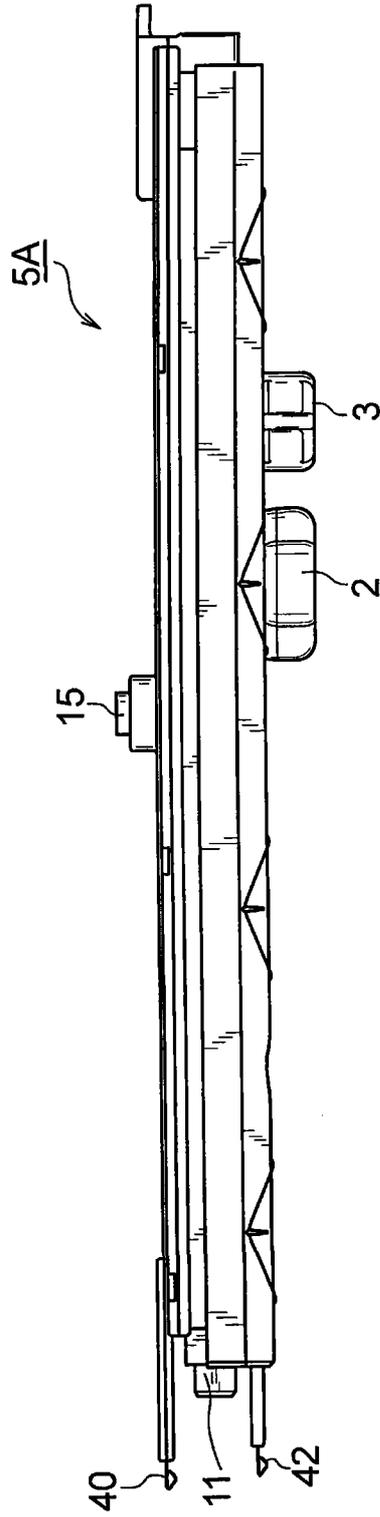


图 5

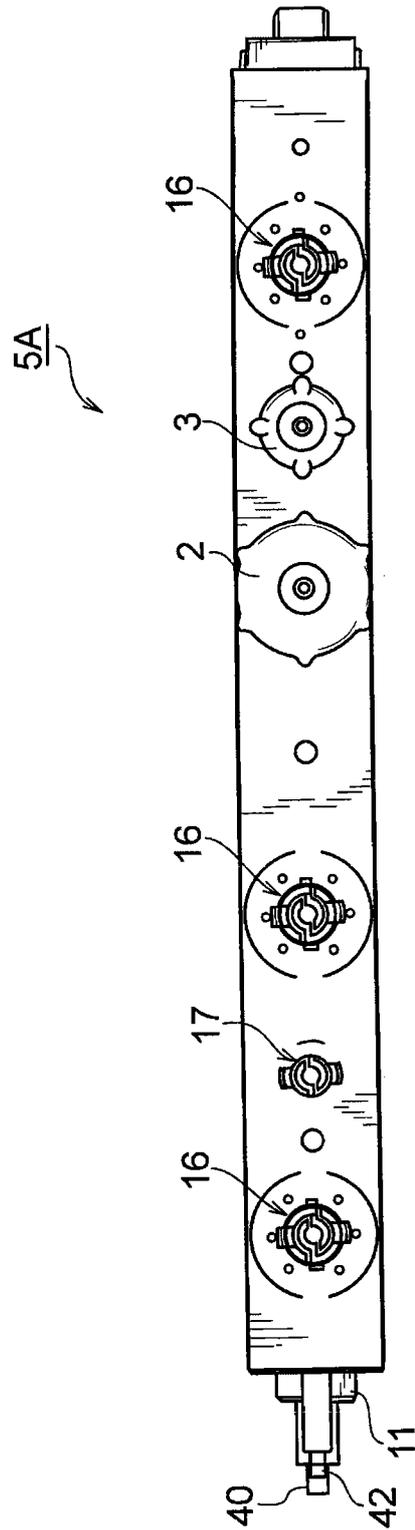


图 6

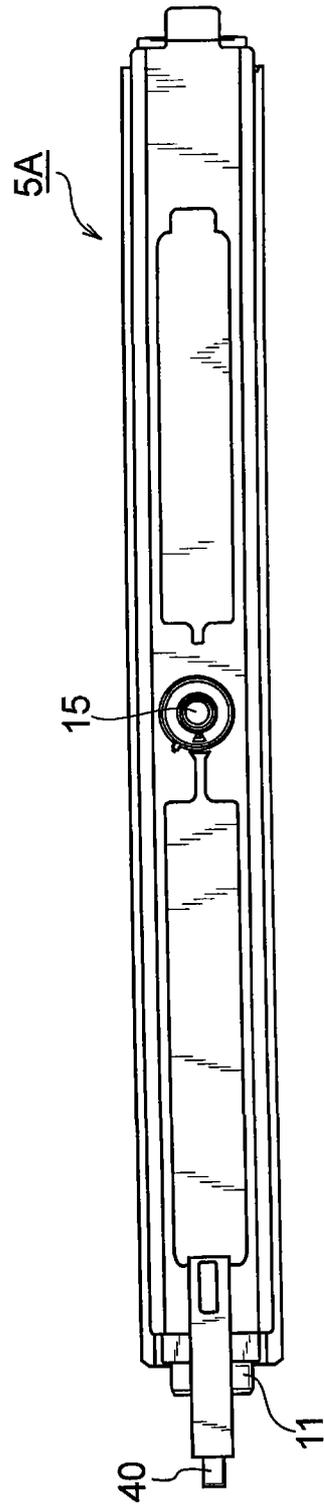


图7

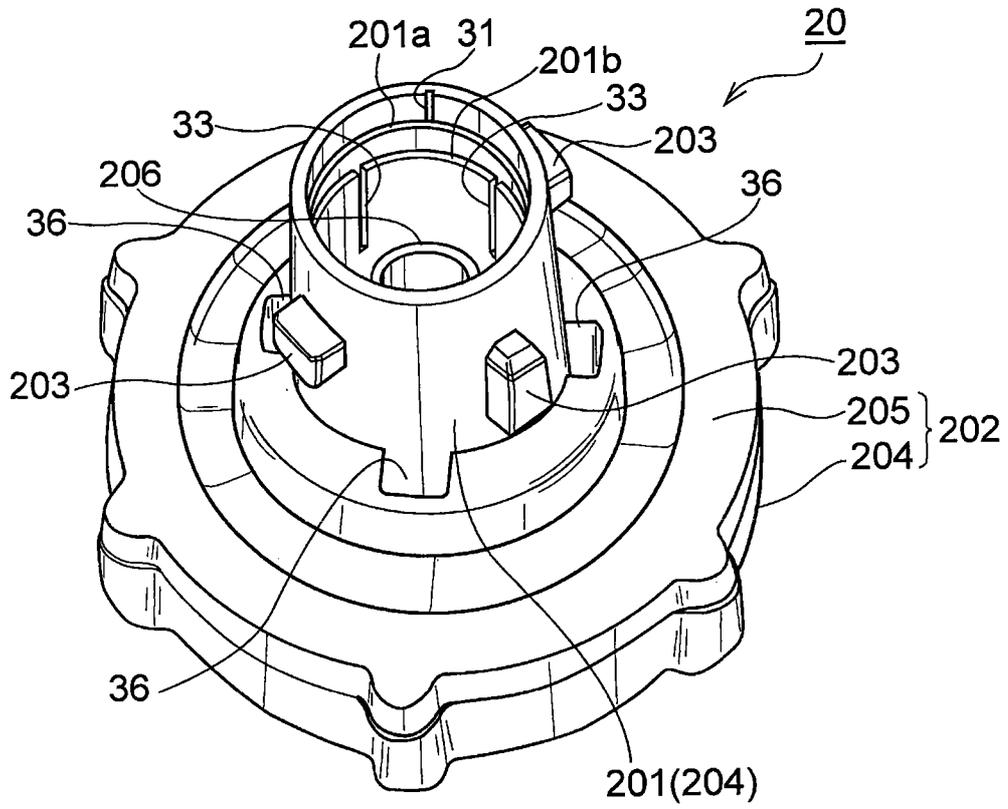


图 9

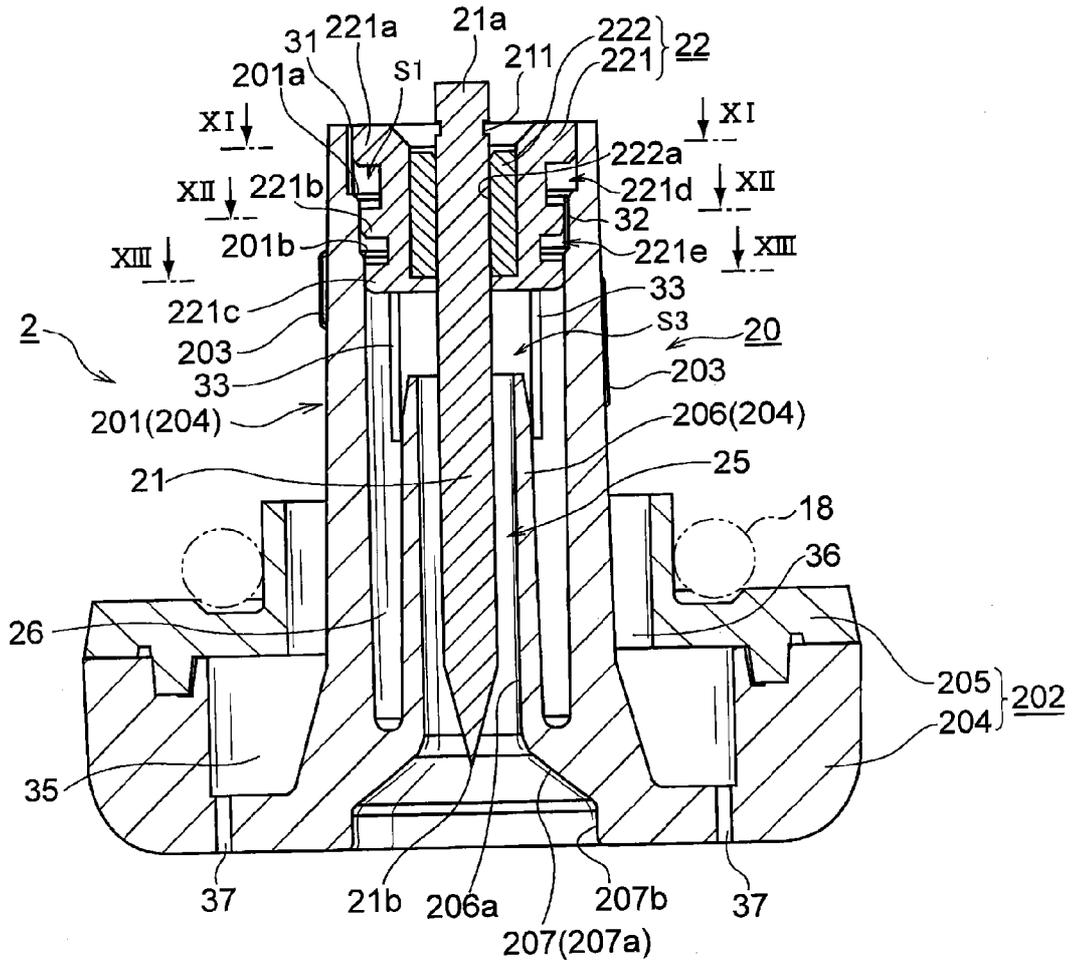


图 10

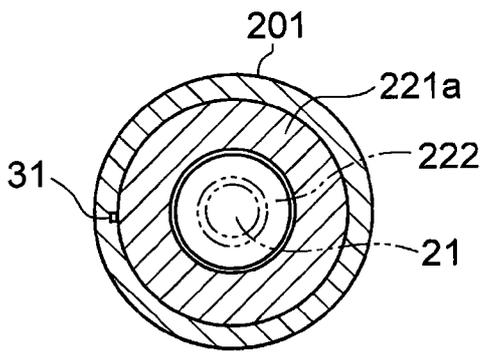


图 11

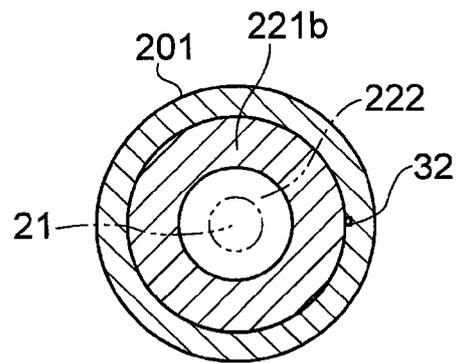


图 12

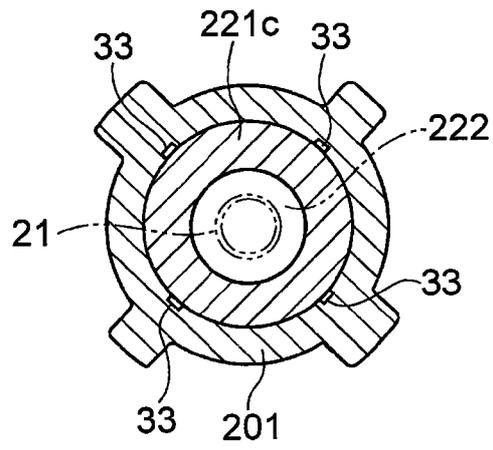


图 13

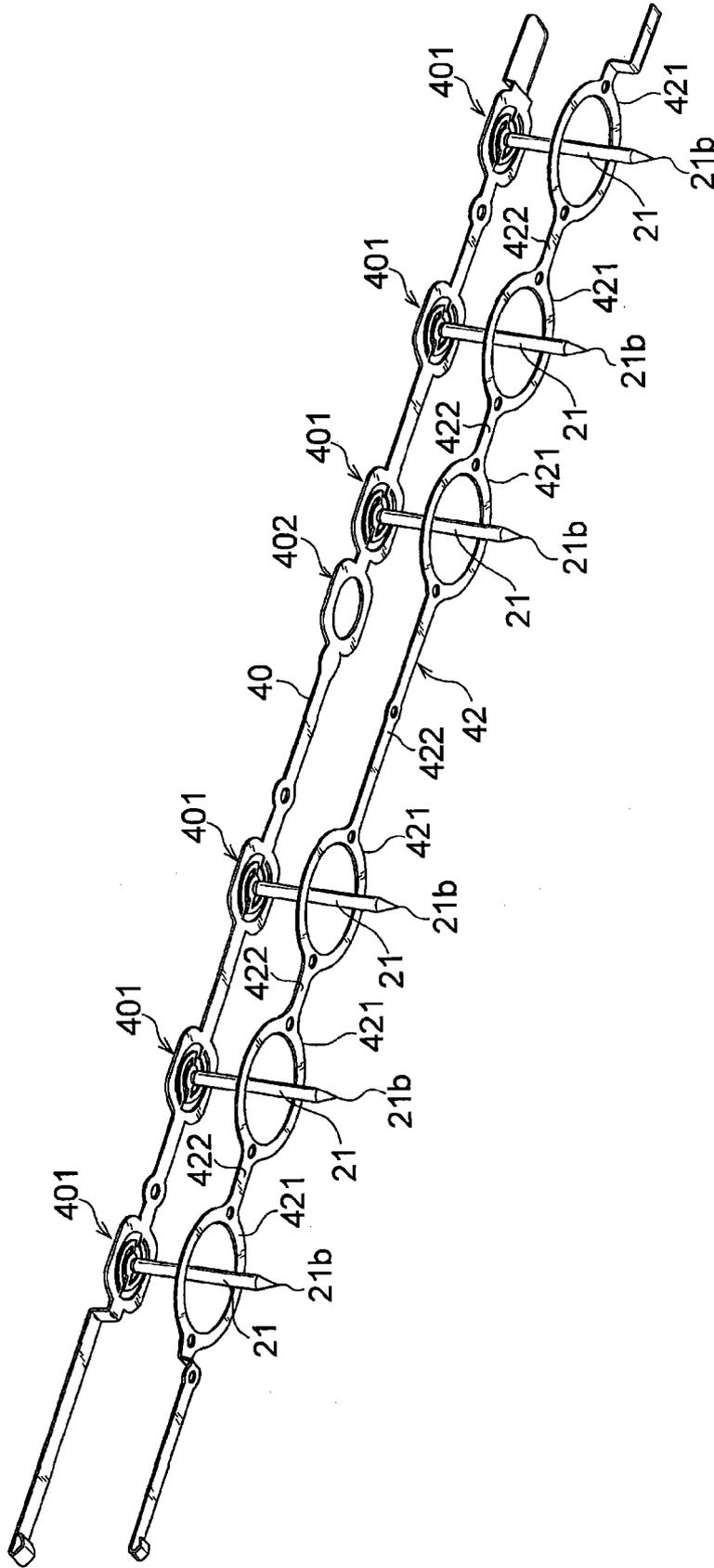


图 14

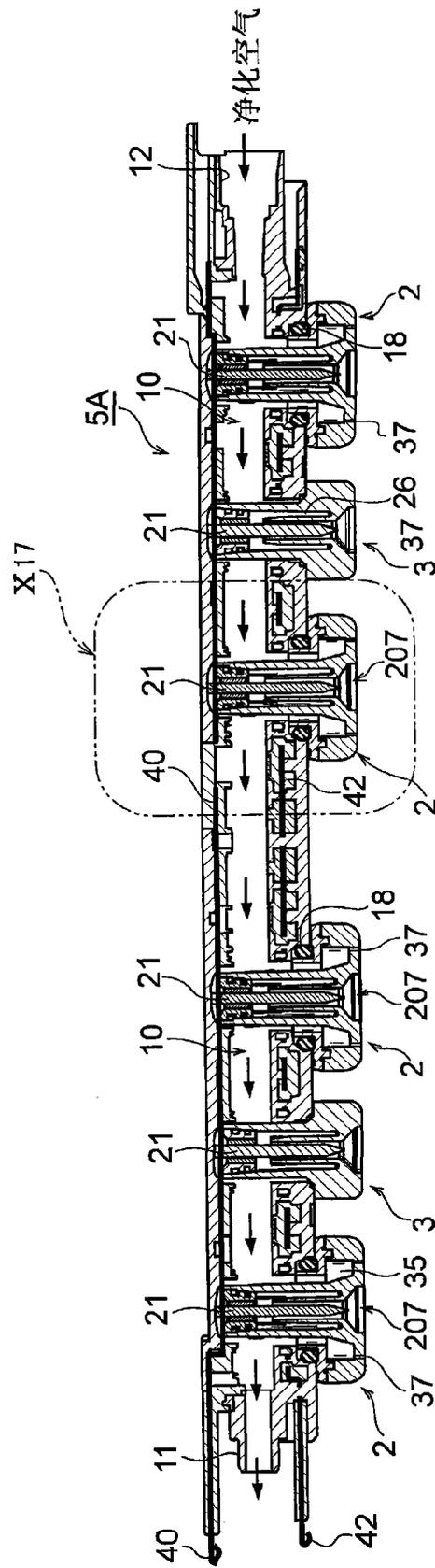


图 16

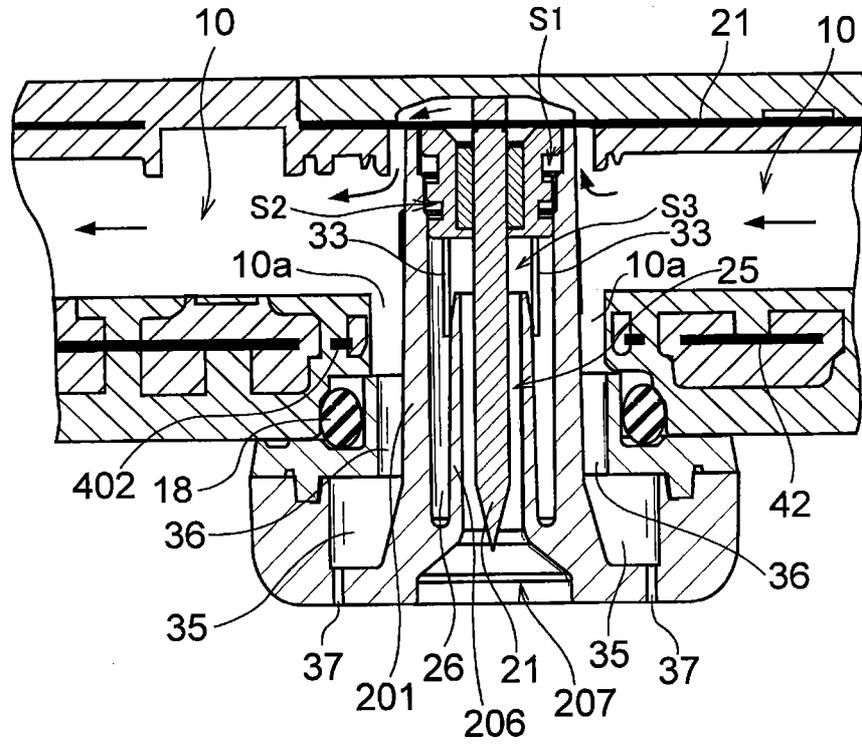


图 17

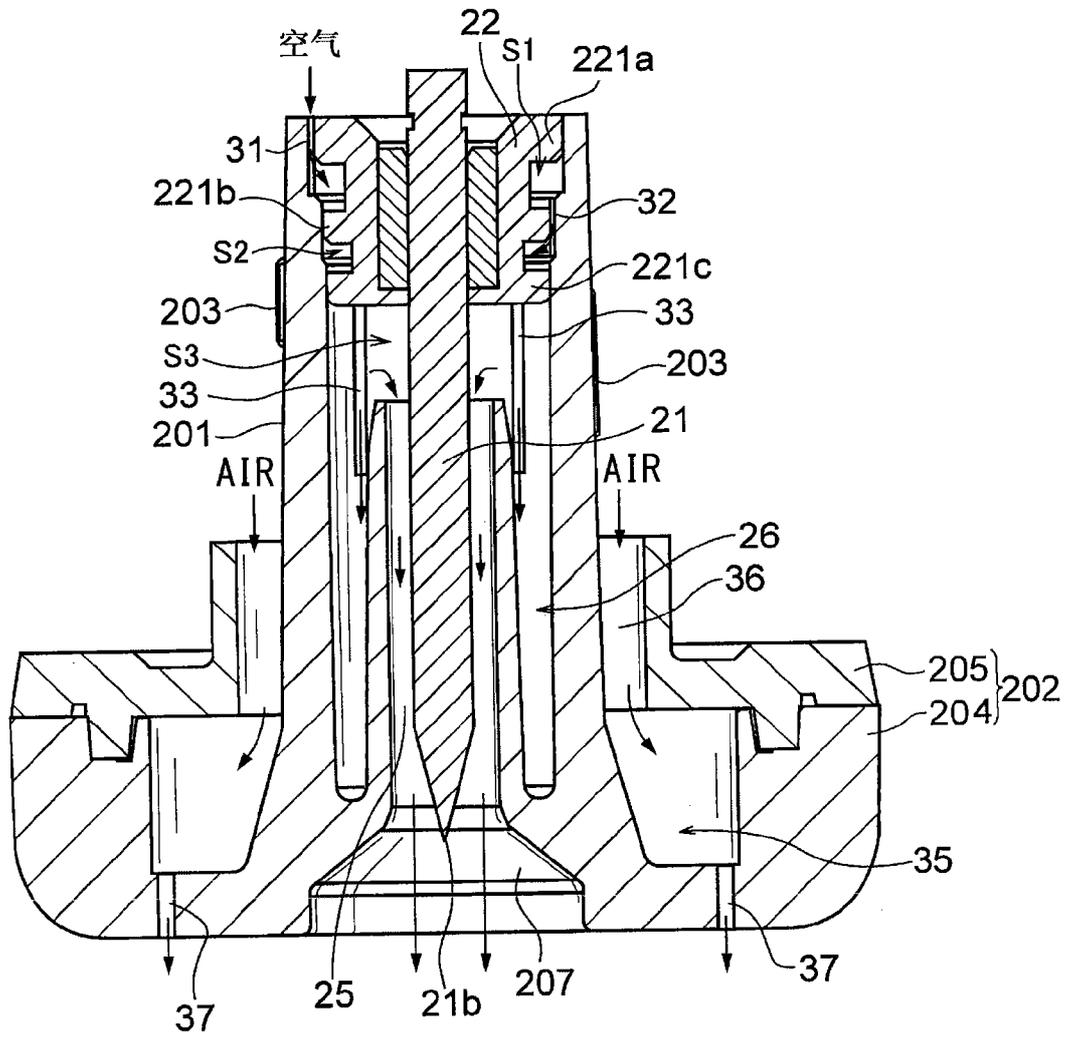


图 18

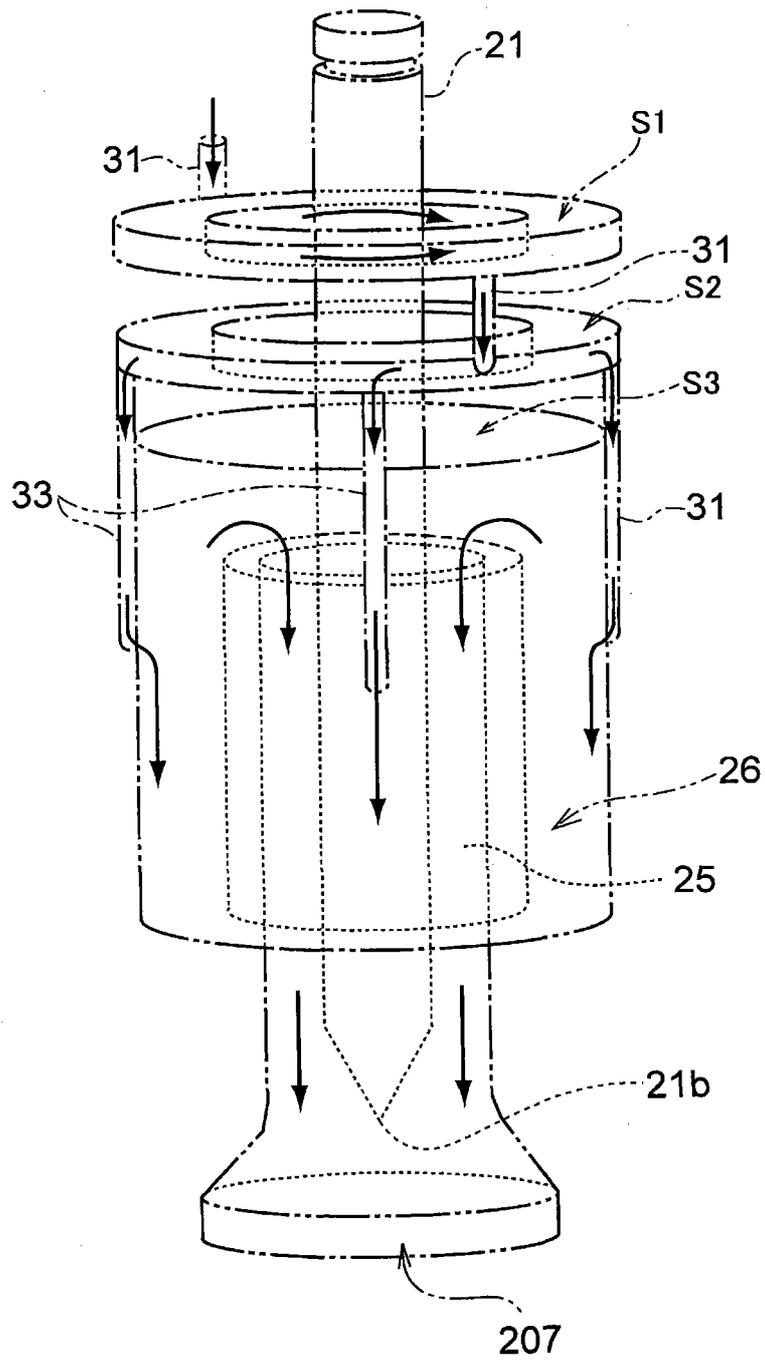


图 19

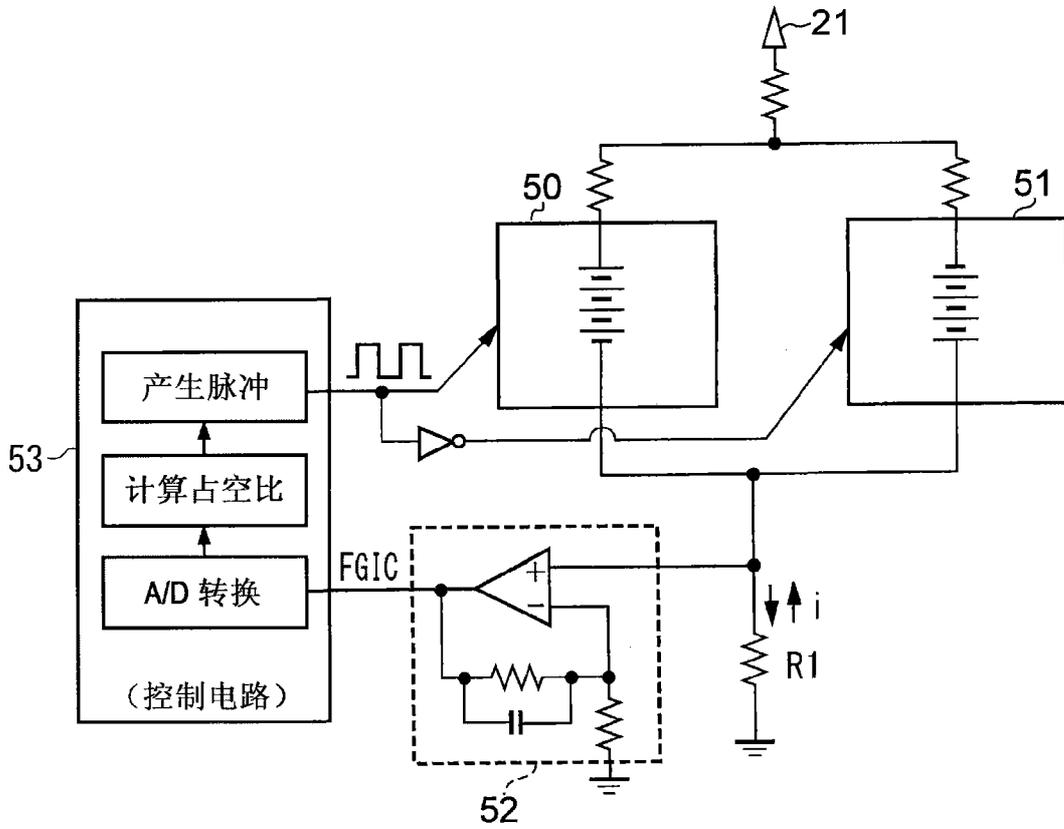


图 20

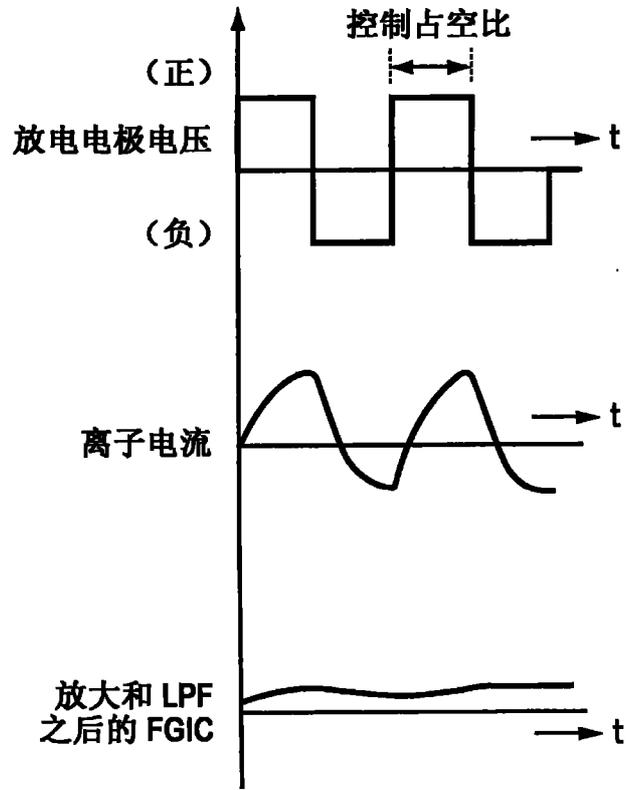


图 21

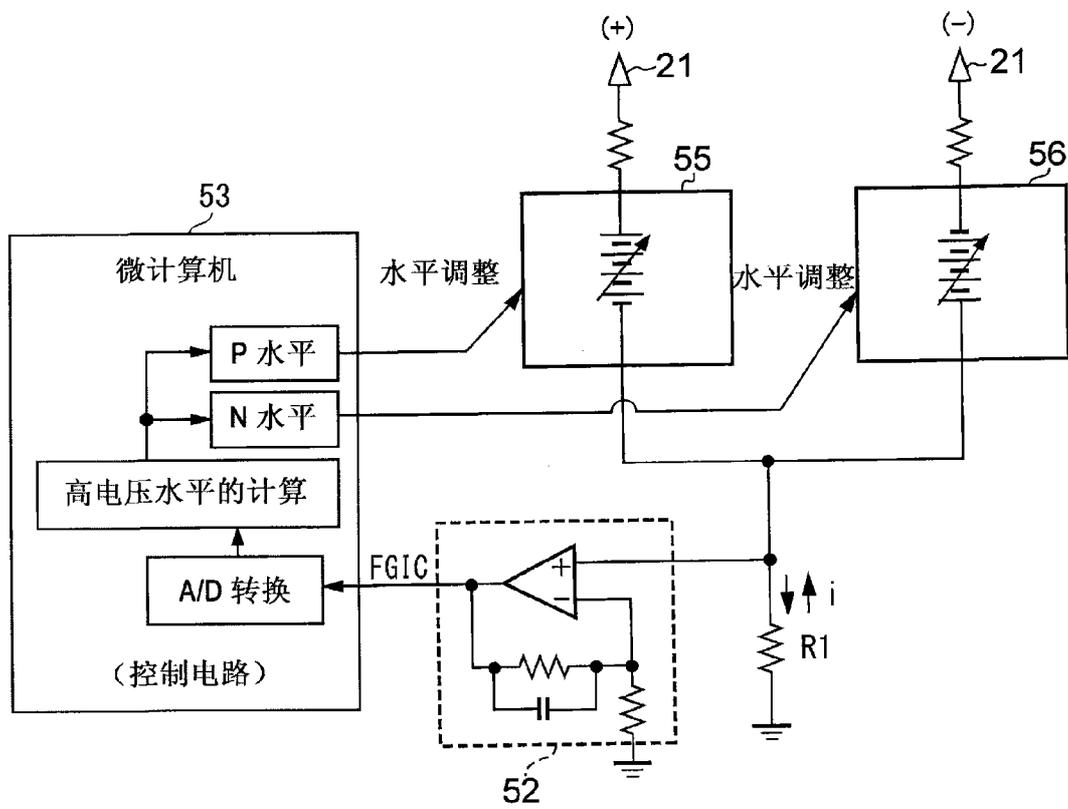


图 22

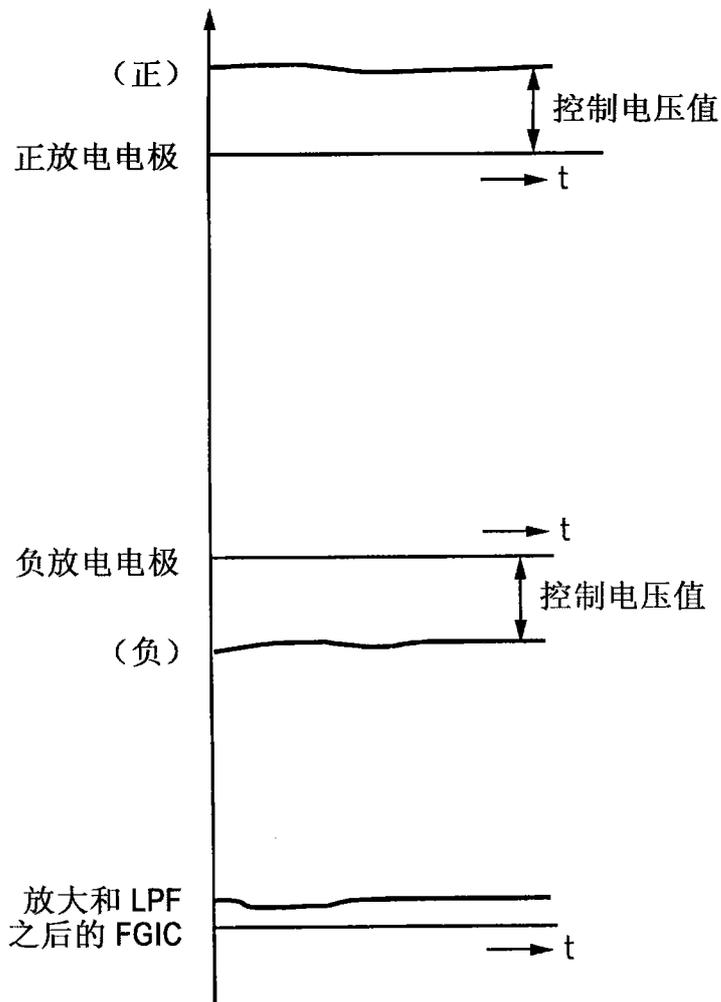


图 23

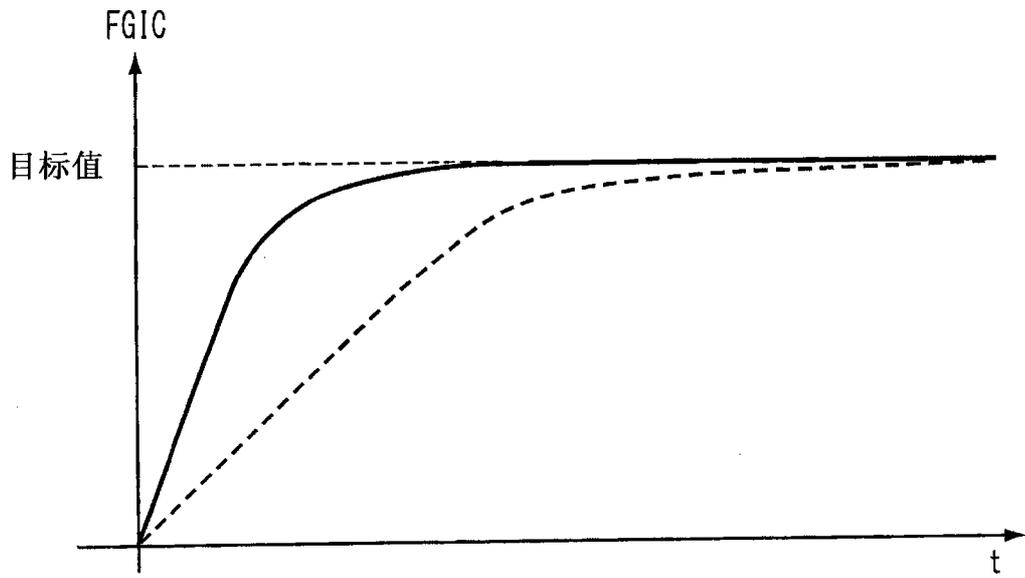


图 24

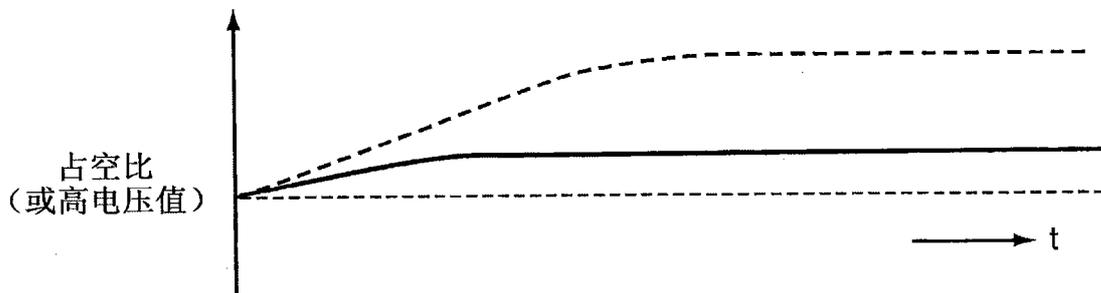


图 25

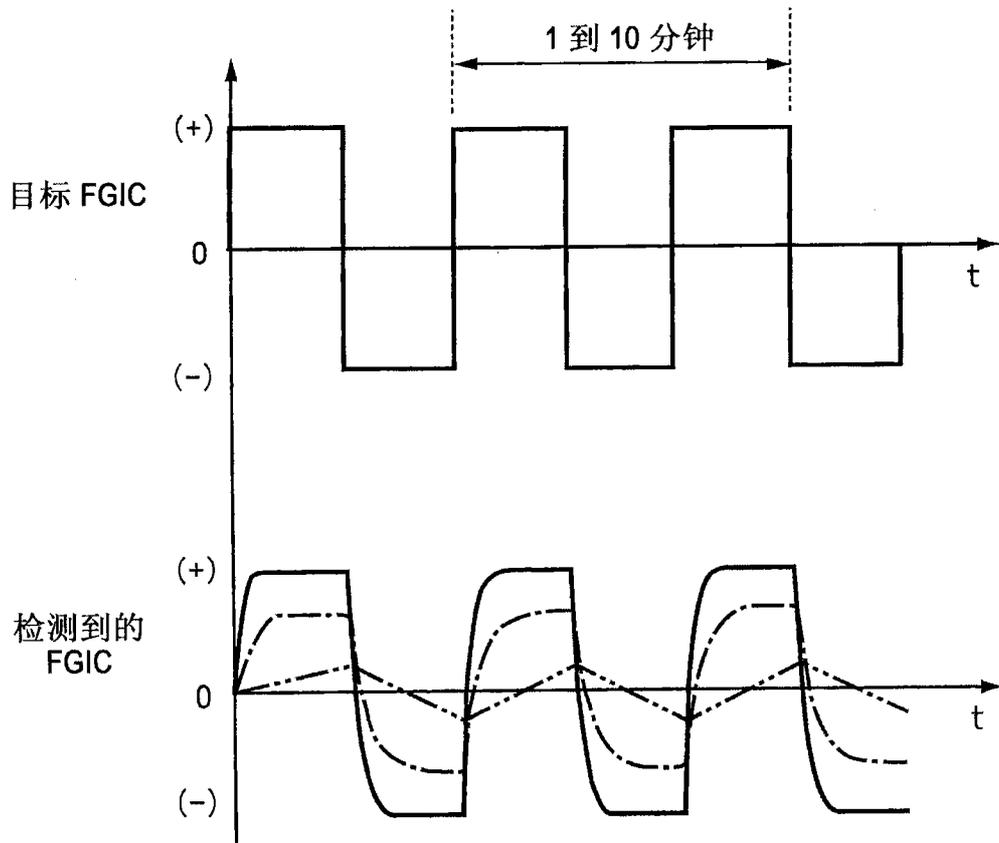


图 26

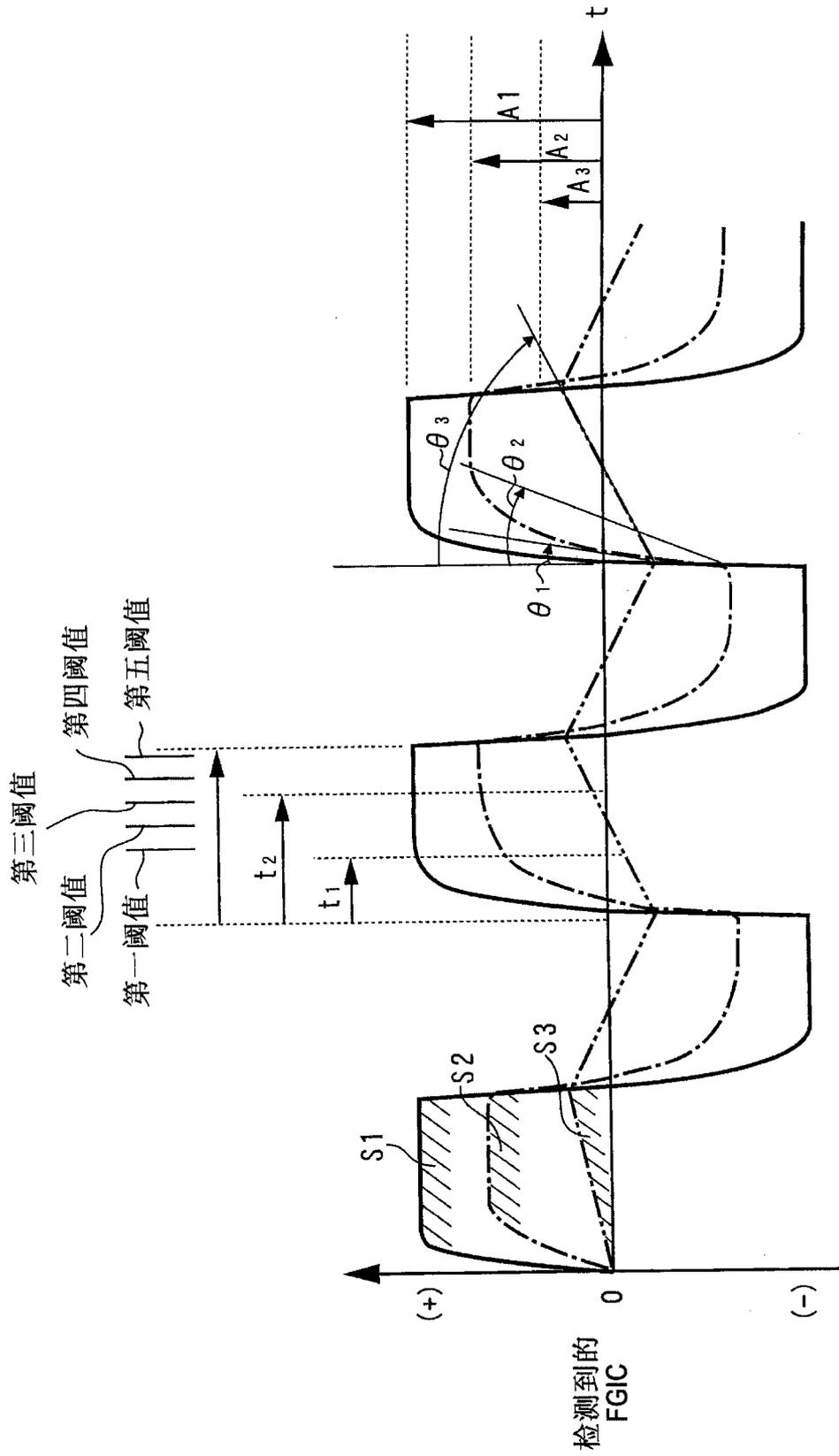


图 27

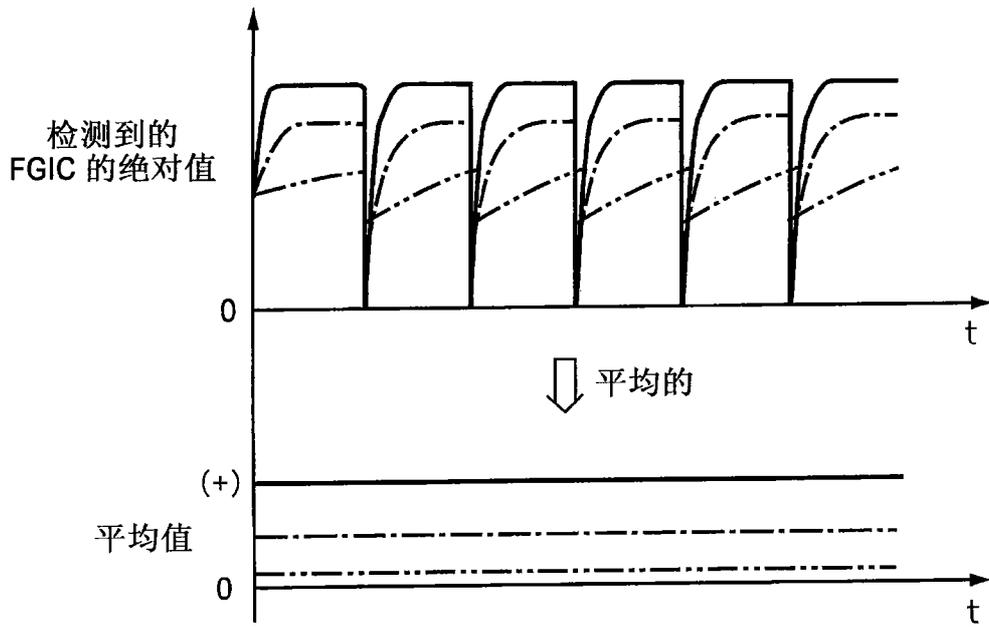


图 28

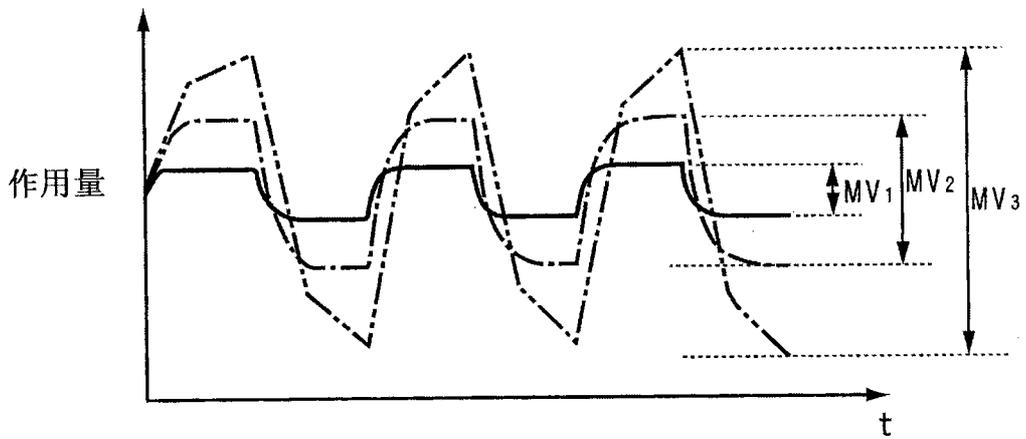


图 29

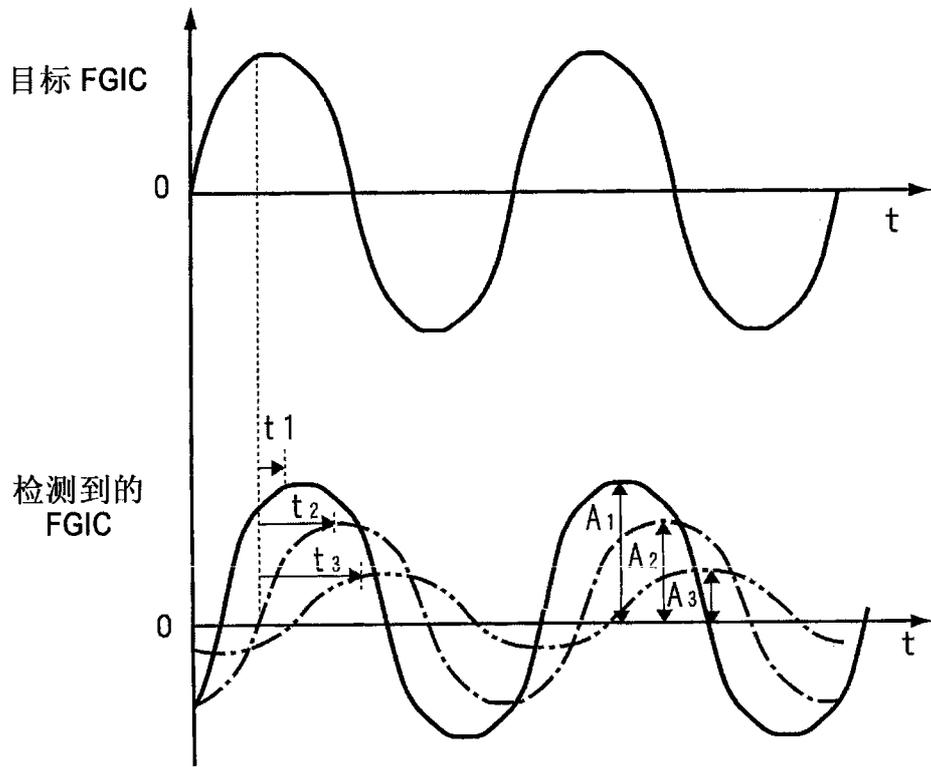


图 30