



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104247145 B

(45)授权公告日 2016.10.26

(21)申请号 201280071644.9

(22)申请日 2012.03.21

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104247145 A

(43)申请公布日 2014.12.24

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.09.22

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2012/054995 2012.03.21

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/139389 DE 2013.09.26

(73)专利权人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72)发明人 O.海德 T.休格斯 J.西尔特尔

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 杜荔南 刘春元

(51)Int.Cl.

H01P 7/06(2006.01)

H05H 7/02(2006.01)

H05H 7/18(2006.01)

(56)对比文件

US 2790905 A, 1957.04.30, 第2栏第16行-
第4栏第54行及图1-6.

US 2008/0068112 A1, 2008.03.20, 全文.

CN 102160469 A, 2011.08.17, 全文.

审查员 巫吟荷

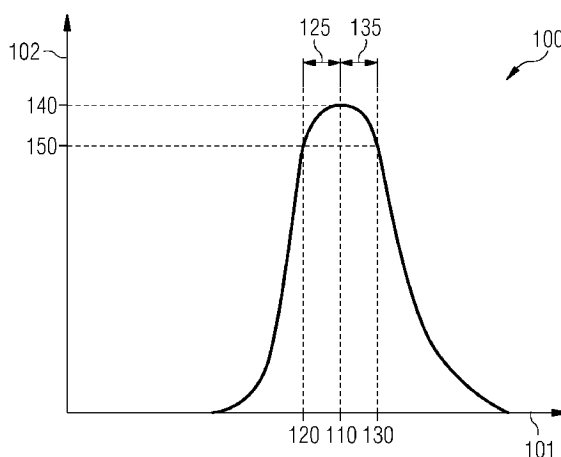
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

谐振器装置和用于激发谐振器的方法

(57)摘要

在一种用于激发具有谐振频率的谐振器的方法中,谐振器在第一时期期间被用第一频率激发,所述第一频率与谐振频率相差第一频率差。在第二时期期间,谐振器被用第二频率激发,所述第二频率与谐振频率相差第二频率差。在此,第一频率差和第二频率差具有不同的符号。此外,第一频率差和第二频率差的数值彼此相差小于较大数值的10%。



1. 用于激励谐振器(510)的方法，
其中谐振器(510)具有谐振频率(110)，
其中谐振器(510)在第一时期(321,323,341,343)期间被用第一频率(130,131)激发，
所述第一频率(130,131)与谐振频率(110)相差第一频率差(135,136)，
其中谐振器(510)在第二时期(322,324,342,344)期间被用第二频率(120,121)激发，
所述第二频率(120,121)与谐振频率(110)相差第二频率差(125,126)，
其中第一频率差(135,136)和第二频率差(125,126)具有不同的符号，
其中第一频率差(135,136)和第二频率差(125,126)的数值彼此相差小于较大数值的10%，
其特征在于，
当谐振器(510)的振荡幅度(102)应当被减小时，提高第一频率差(135,136)和第二频率差(125,126)，或者
当谐振器(510)的振荡幅度(102)应当被提高时，减小第一频率差(135,136)和第二频率差(125,126)。
2. 根据权利要求1所述的方法，
其中第一时期(321,323,341,343)和第二时期(322,324,342,344)重复地彼此相继。
3. 根据权利要求1或2所述的方法，
其中第一时期(321,323,341,343)和第二时期(322,324,342,344)具有相同的长度。
4. 根据权利要求1或2所述的方法，
其中谐振器(510)在第一时期(321,323,341,343)和第二时期(322,324,342,344)期间被用恒定的激发幅度激发。
5. 根据权利要求1或2所述的方法，
其中第一时期(321,323,341,343)和第二时期(322,324,342,344)具有相同的长度，并且
其中谐振器(510)在第一时期(321,323,341,343)和第二时期(322,324,342,344)期间被用恒定的激发幅度激发。
6. 根据权利要求1或2所述的方法，
其中谐振器(510)在另一时期(311,331)期间被用谐振频率(110)激发。
7. 根据权利要求6所述的方法，
其中谐振器(510)在第一时期(321,323,341,343)、第二时期(322,324,342,344)和所述另一时期(311,331)期间被用恒定的激发幅度激发。
8. 谐振器装置(500)，
具有谐振器(510)和用于激发谐振器(510)的振荡的激发设备(540)，其中激发设备(540)被构造为执行根据前述权利要求之一所述的方法。
9. 根据权利要求8所述的谐振器装置(500)，
其中所述振荡是电磁振荡。
10. 根据权利要求9所述的谐振器装置(500)，
其中谐振器(510)被构造成RF腔。
11. 根据权利要求8至10之一所述的谐振器装置(500)，

其中谐振器(510)是粒子加速器的谐振器。

12.根据权利要求8至10之一所述的谐振器装置(500),
其中激发设备(540)具有固体开关。

13.根据权利要求11所述的谐振器装置(500),
其中激发设备(540)具有固体开关。

谐振器装置和用于激发谐振器的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于激发谐振器的方法以及一种具有谐振器和激发设备的谐振器装置。

背景技术

[0002] 谐振器、即能够振荡的系统以多种变型存在。谐振器例如可以被构造成RF腔，在所述RF腔中可以激发电磁振荡。公知的是，将这样的RF腔用在用于使充电粒子加速的粒子加速器中。

[0003] 为了激发和保持谐振器振荡，必须借助于激发设备从外部给谐振器输送能量。在粒子加速器的被构造成RF腔的谐振器情况下，为此使用高频源。为了调节馈入到谐振器中的能量的量，习惯上调节该高频源的输出幅度。但是尤其是在使用固体开关来进行激发的情况下，该幅度调制能力需要显著的成本，并且降低了已知激发设备的效率。

发明内容

[0004] 本发明的任务在于，说明一种经改进的用于激发谐振器的方法。该任务通过根据本发明的用于激励谐振器的方法来解决。本发明的另一任务在于，提供一种经改进的具有谐振器和激发设备的谐振器装置。该任务通过根据本发明的谐振器装置来解决。

[0005] 在根据本发明的用于激发具有谐振频率的谐振器的方法中，谐振器在第一时期期间被用第一频率激发，所述第一频率与谐振频率相差第一频率差。在第二时期期间，谐振器被用第二频率激发，所述第二频率与谐振频率相差第二频率差。在此，第一频率差和第二频率差具有不同的符号。此外第一频率差和第二频率差的数值彼此相差小于较大数值的10%。换言之，第一频率和第二频率因此关于谐振频率尽可能对称。有利地通过用与谐振频率不同的第一和第二频率进行激发来给谐振器输送较少能量。通过第一频率和第二频率关于谐振频率的大致对称位置，谐振器振荡的由于用与谐振频率不同的频率来激发谐振器造成的相移被平均掉(herausmitteln)。该方法有利地通过如下方式来允许这一点：调节馈入到谐振器中的功率而不改变激发的幅度。由此，该方法在技术上可以有利地不以高成本来实施。

[0006] 在该方法的一个优选的实施方式中，第一时期和第二时期重复地彼此相继。第一时期和第二时期有利地于是可以非常短地被测定，由此特别有效地平均掉谐振器振荡的由于用第一频率和第二频率激发谐振器而造成的相移。

[0007] 适宜的是，第一时期和第二时期具有相同长度。由此也有利地支持特别有效地平均掉谐振器振荡的相移。

[0008] 在该方法的一个优选的实施方式中，谐振器在第一时期和第二时期期间被用恒定的激发幅度激发。该方法有利地于是可以在不调节激发幅度的情况下实施。

[0009] 在该方法的一个改进方案中，谐振器在另一时期期间被用谐振频率激发。有利地于是提高了在所述另一时期期间输送给谐振器的功率。

[0010] 谐振器优选地在第一时期、第二时期和所述另一时期期间被用恒定的激发幅度激发。优选地于是可以为了激发谐振器使用一种激发设备,在所述激发设备的情况下,激发幅度的可调节性不必一定是可能的。

[0011] 在该方法的一个优选实施方式中,当谐振器的振荡幅度应当被减小时,提高第一频率差和第二频率差。这有利地使得能够减小谐振器振荡的功率而不必为此改变激发幅度。

[0012] 在该方法的一个同样优选的实施方式中,当谐振器的振荡幅度应当被提高时,减小第一频率差和第二频率差。这有利地也使得能够调节谐振器振荡的功率而不必改变激发幅度。

[0013] 根据本发明的谐振器装置包括谐振器以及用于激发谐振器的振荡的激发设备。在此,激发设备被构造为执行前述类型的方法。有利地于是不需要构造具有可改变的输出幅度的激发设备。由此可以有利地将激发设备构造为简单的和具有高效率的。

[0014] 在谐振器装置的一个实施方式中,振荡是电磁振荡。有利地于是可以将谐振器装置用于许多技术目的。

[0015] 在谐振器装置的一个优选实施方式中,谐振器被构造成RF腔。RF腔有利地可以用于许多继续目的。

[0016] 在谐振器装置的一个特别优选的实施方式中,谐振器被构造成粒子加速器的谐振器。谐振器装置的谐振器有利地于是可以用于对充电粒子进行加速。由于粒子加速器的巨大能耗,有利地在该谐振器装置的情况下实现的具有高效率的激发设备的构造是特别有益的。

[0017] 在谐振器装置的一个实施方式中,激发设备具有固体开关。使用固体开关有利地实现了激发设备的紧凑、低成本和高能效的构造。

附图说明

[0018] 本发明的上述特性、特征和优点以及如何实现这些的方式结合下面对结合附图进一步阐述的实施例的描述变得可更清楚和明确地理解。在此:

[0019] 图1示出了谐振器的示例性的幅度—频率响应;

[0020] 图2示出了谐振器振荡与外部激发之间的相位的示例性图表;

[0021] 图3示出了谐振器的激发的激发频率变化曲线;

[0022] 图4示出了谐振器振荡的幅度变化曲线;以及

[0023] 图5示出了示意性的谐振器装置。

具体实施方式

[0024] 图1以示意图以图表示出了谐振器的幅度—频率响应100。原理上,每个谐振器都具有类似的幅度—频率响应。在此,谐振器例如可以是RF腔,在该RF腔中可以激发电磁振荡。

[0025] 在图1的图表的水平轴上绘出了激发频率101。激发频率101说明谐振器的谐振器振荡被从外部激发的频率。在图1的图表的垂直轴上绘出了振荡幅度102。振荡幅度102说明了谐振器的谐振器振荡的幅度,并且因此是对储存在谐振器振荡中的能量的度量。图1的幅

度—频率响应100说明了在用一定激发频率101激发谐振器时所产生的谐振器振荡的幅度。因此,图1的幅度—频率响应100说明了依赖于外部激发的激发频率101在谐振器中通过外部激发所馈入的能量。

[0026] 幅度—频率响应100在谐振器的谐振频率110处具有最大幅度140。在大于或小于谐振器的谐振频率110的谐振频率101的情况下,在谐振器中激发的幅度下降。因此,所激发的谐振器振荡在小于谐振频率110的减小的频率120的情况下仅仅具有减小的幅度150。谐振器振荡在大于谐振频率110的提高了的频率130的情况下同样具有减小的幅度150。谐振器的品质越高,则幅度—频率响应100在谐振频率110之外的下降越陡峭。减小的频率120的情况下和提高了的频率130的情况下的幅度也可以彼此不同。

[0027] 减小的频率120与谐振频率110相差第一频率差125。提高了的频率130与谐振频率110相差第二频率差135。第一频率差125和第二频率差135具有不同的符号。但是第一频率差125和第二频率差135优选地具有大致相同的数值。于是,谐振频率110居中地处于减小的频率120与提高了的频率130之间。

[0028] 如果谐振器被用谐振频率110激发,则产生具有最大幅度140的谐振器振荡。输送给谐振器的能量在这种情况下最大。如果谐振器被用减小的频率120或提高了的频率130激发,则产生具有减小的幅度150的谐振器振荡。因此在这种情况下,通过外部激发将更少的能量馈入到谐振器中。因此,可以通过改变用来激发谐振器的激发频率101来改变馈入到谐振器中的能量。

[0029] 图2以示意图示出了谐振器的外部激发与在谐振器中产生的谐振器振荡之间的相位200的图表。在水平轴上又绘出了外部激发的激发频率101。在垂直轴上绘出了外部激发与谐振器振荡之间的相移201。

[0030] 在用谐振频率110激发振荡器的情况下,产生外部激发与谐振器振荡之间的谐振相位210。谐振相位210例如可以是激发与谐振器振荡之间的 90° 的相移。在谐振频率110之外,激发与谐振器振荡之间的相移201改变。因此,在用减小的频率120激发谐振器的情况下产生第一相位220,并且在用提高了的频率130激发谐振器的情况下产生第二相位230。这通常是不期望的。所期望的是,外部激发与谐振器振荡之间的相移201保留在谐振相位210处。

[0031] 但是在图1和2中所示的示例中,减小的频率120和提高了的频率130被选择为使得第一相位220与谐振相位210相差第一相位改变225,并且第二相位230与谐振相位210相差第二相位改变235。在此,第一相位改变225和第二相位改变235不同的符号、但是大致相同的数值。

[0032] 减小的频率120和提高了的频率130因此被选择为使得在用减小的频率120进行激发时产生的第一相位220和在用提高了的频率130进行激发时产生的相位230被布置为尽可能关于谐振相位210对称,也就是说,第一相位改变225和第二相位改变235具有尽可能相等的数值。不那么重要的是,在用减小的频率120进行激发时和在用提高了的频率130进行激发时是否产生相同的减小的幅度150。不关键的是,在减小的频率120的情况下与提高了的频率130相比产生不同的振荡幅度102。

[0033] 在使用具有高品质的谐振器的情况下,当减小的频率120和提高了的频率130被布置为关于谐振频率110对称、也就是说第一频率差125和第二频率差135具有大致相同的数值时,所述要求被满足。第一频率差125和第二频率差135的数值优选地彼此相差小于较大数

值的10%。第一频率差125和第二频率差135的数值特别优选地相差显著较小的部分、例如相差较大数值的仅仅5%或1%。

[0034] 如果谐振器被交替地用减小的频率120和提高的频率130激发,则得到的相位改变225、235相互补偿。用减小的频率120和用提高的频率130激发的间隔越快彼此相继,则该补偿就越好地起作用。这例如可以通过受控地给激发频率施加抖动来实现。

[0035] 图3示出了示意性的激发频率变化曲线300,通过该激发频率变化曲线来进行对谐振器的功率控制,而不必在此改变谐振器的激发的幅度。在图3的图表的水平轴上绘出了时间301。在该图表的垂直轴上绘出了用来激发谐振器的激发频率101。

[0036] 图4以示意性图表示出了根据图3的激发频率变化频率300在谐振器的激发期间产生的谐振器振荡的振荡幅度的幅度变化曲线400。因此,在图4的图表的水平轴上同样绘出了时间301。在该图表的垂直轴上示出了谐振器振荡的振荡幅度102。

[0037] 在第一时刻310与在时间上相继的第二时刻320之间的第一时期311期间,谐振器被用谐振器频率110激发。因此,在第一时刻310与第二时刻320之间在谐振器中产生谐振器振荡的最大幅度140。

[0038] 在第二时刻320与第三时刻330之间,应当减小馈入到谐振器中的能量。为此,第二时刻320与第三时刻330之间的时间被划分成第二时期321、第三时期322、第四时期323和第五时期324。时期321、322、323、324优选地分别持续大致相同长时间。在第二时期321和第四时期323期间,谐振器被用提高的频率130激发。在第三时期322和第五时期324期间,谐振器被用减小的频率120激发。因此,在第二时刻320与第三时刻330之间在谐振器中产生具有减小的幅度150的谐振器振荡。在第二时刻320与第三时刻330之间,馈入到谐振器中的功率因此与在第一时刻310与第二时刻320之间相比更小。由于谐振器在第二时刻320与第三时刻330之间总是交替地被用提高的频率130和减小的频率120激发,因此在此得出的在激发与谐振器振荡之间的相位改变225、235被平均掉。因此,在激发与谐振器振荡之间的相移201以时间上的平均保留在谐振相移210处。

[0039] 在图3和图4的示意图中,谐振器在第二时刻320与第三时刻330之间仅仅在两个时期321、323期间被用提高的频率130激发并且在两个时期322、324期间被用减小的频率120激发。但是第二时刻320与第三时刻330之间的时间间隔优选地被划分成显著更多个具有不同激发频率101的各个时期。减小的频率120和提高的频率130因此显著更频繁地交替。

[0040] 在第三时刻330与第四时刻340之间的第六时期331期间,谐振器被再次用谐振频率110激发。由此,第三时刻330与第四时刻340之间的谐振器振荡再次呈现最大幅度140。在第三时刻330与第四时刻340之间,馈入到谐振器中的功率因此再次为最大的。

[0041] 在第四时刻340与第五时刻350之间,馈入到谐振器中的功率应当与在第二时刻320与第三时刻330之间相比被进一步减小。这通过如下方式来实现:谐振器在第四时刻340与第五时刻350之间交替地被用减小的第二频率121和提高的第二频率131激发。减小的第二频率121在此与谐振频率110相差第三频率差126。提高的第二频率131与谐振器的谐振频率110相差第四频率差136。

[0042] 第三频率差126和第四频率差136具有不同的符号以及大致一致的数值。但是第三频率差126的数值大于第一频率差125的数值。第四频率差136的数值大于第二频率差135的数值。从图1中可以看出,通过与频率差125、135相比提高的频率差126、136,与用减小的频

率120和提高的频率130激发谐振器相比附加地减小了在用提高的第二频率131和减小的第二频率121进行激发的情况下馈入到谐振器中的功率。

[0043] 在图3和4的示意图中,第四时刻340与第五时刻350之间的时间间隔被划分成第七时期341、第八时期342、第九时期343和第十时期344。但是第四时刻340与第五时刻350之间的时间间隔也可以被划分成显著更多数目的各个时期。在第七时期341和第九时期343期间,谐振器被用提高的第二频率131激发。在第八时期342和第十时期344期间,谐振器被用减小的第二频率121激发。因此,在第四时刻340与第五时刻350之间在谐振器中产生具有减小的第二幅度151的振荡。减小的第二幅度151低于最大幅度140,并且也低于减小的幅度150。因此,在第四时刻340与第五时刻350之间,馈入到谐振器中的功率与在第一时刻310与第四时刻340的每个其它时间相比更低。

[0044] 通过第三频率差126和第四频率差136具有大致相同的数值、也就是说减小的第二频率121和提高的第二频率131被布置为关于谐振器频率110大致对称,通过用减小的第二频率121和提高的第二频率131激发谐振器产生的在激发与谐振器振荡之间的相位改变以时间上平均的方式在第四时刻340与第五时刻350之间被补偿。

[0045] 根据图1至4所阐述的方法因此允许对谐振器的功率控制。在此,用来激发谐振器的激发幅度在该方法中不改变。反之,用来激发谐振器的频率改变。如果用谐振器的谐振频率来激发该谐振器,则馈入到谐振器中的功率最大。如果用与谐振器频率不同的频率来激发谐振器,则馈入到谐振器中的功率减小,但是其中激发与谐振器振荡之间的相移也改变。但是如果快速交替地用关于谐振频率大致对称的两个不同频率来激发谐振器,则得到的相移平均掉。所述两个激发频率与谐振器的谐振频率相距越远,则馈入到谐振器中的功率就越强烈地减小。谐振器的品质越高,则该方法就越好地起作用。激发频率的改变可以通过给激发频率施加抖动来进行。

[0046] 图5以示意图示出了适于执行所描述的方法的示例性谐振器装置500。谐振器装置500例如可以是用于对充电粒子进行加速的粒子加速器中的谐振器装置。

[0047] 谐振器装置500包括谐振器510。谐振器510在所示的示例中被构造成RF腔。谐振器510在所示示例中为具有圆柱形状的所谓的枕盒谐振器(Pillbox-Resonator)。圆柱形谐振器510的覆层由金属谐振器壁520形成。

[0048] 在谐振器510中可以激发电磁振荡。为此,谐振器壁520具有环绕的沟槽530,在该沟槽530中布置有电绝缘材料。激发设备540被布置跨越沟槽530,该激发设备530优选地具有固体开关。借助于激发设备540,可以在谐振器壁520的两个被沟槽530彼此隔开的片段之间感应高频电流,由此在谐振器510中激发谐振器振荡。

[0049] 激发设备540被构造为根据前述方法激发谐振器510。也就是说,激发设备540为了控制馈入到谐振器510中的功率而改变施加在谐振器壁520的沟槽530上的电压的频率。在此,激发设备540的输出幅度保持恒定。这所具有的优点是,激发设备540可以用不必为可变的固定的放大器链来构造。由此,有利地得出激发设备540的简单构造。

[0050] 此外,这使得能够构造有利地具有高效率的激发设备540。

[0051] 尽管本发明详细地通过优选实施例被进一步图解和描述,但是本发明不受所公开示例限制。其它变型方案可以由专业人员从中导出,而不偏离本发明的保护范围。

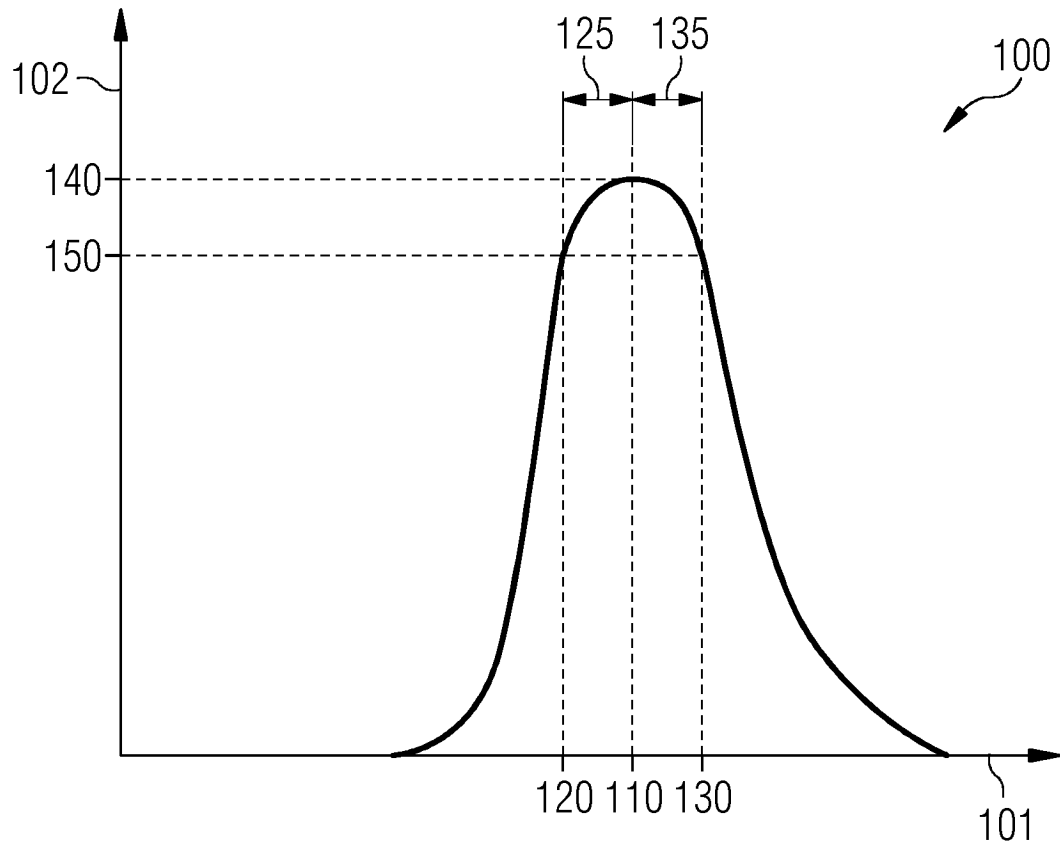


图 1

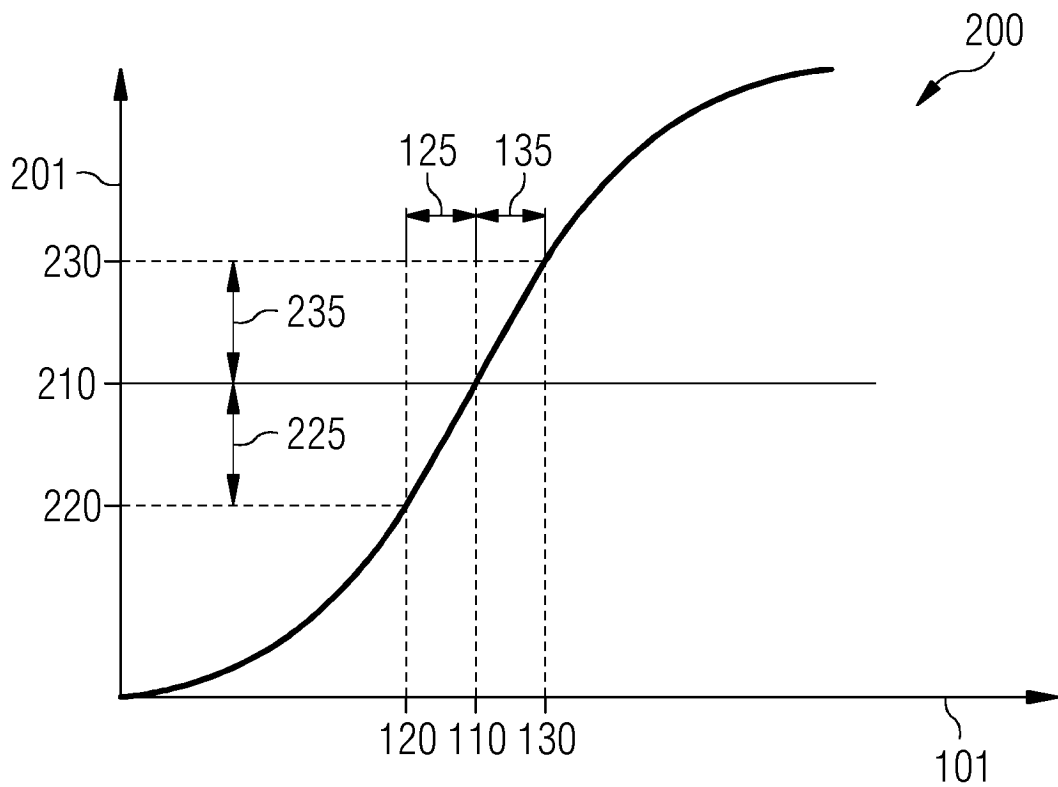


图 2

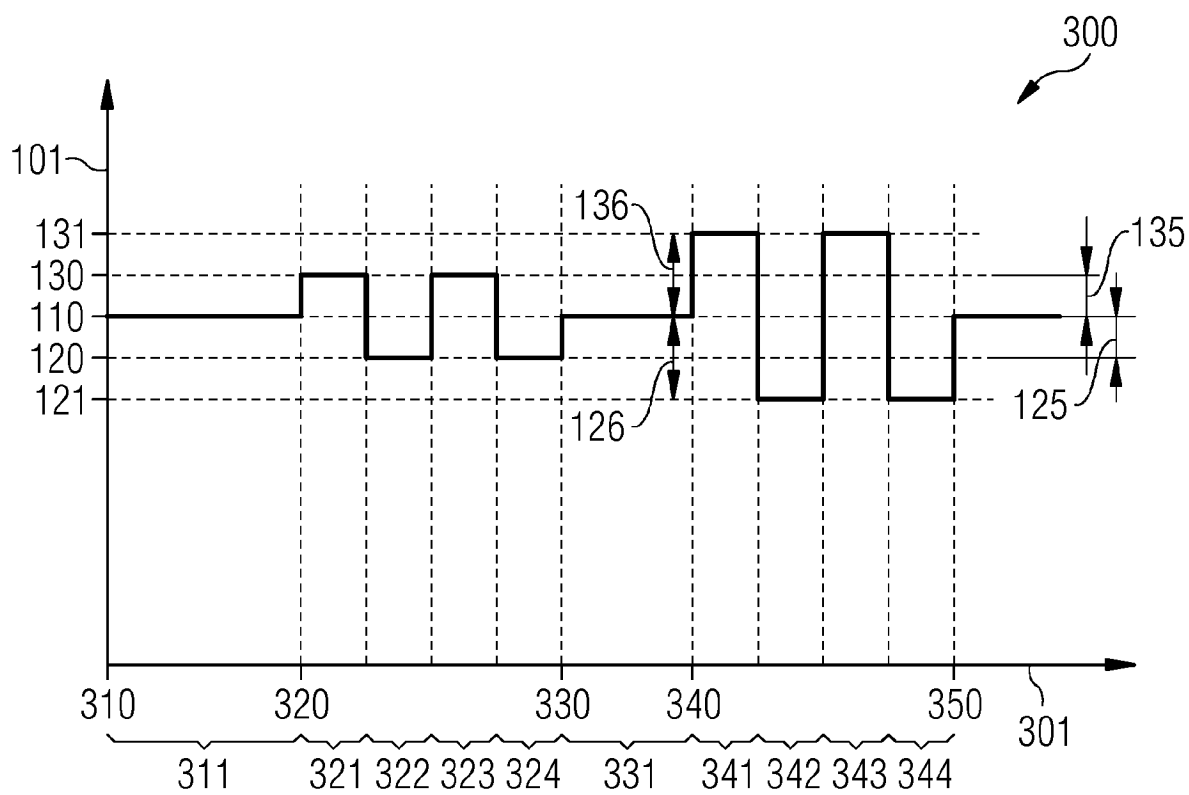


图 3

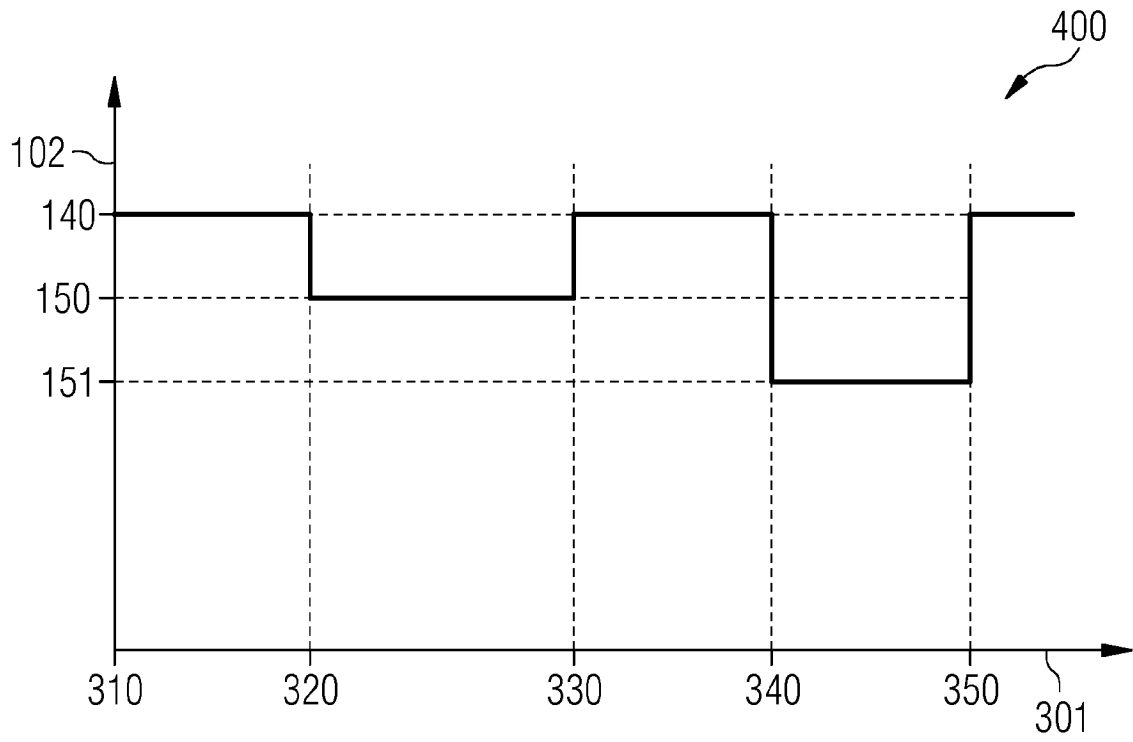


图 4

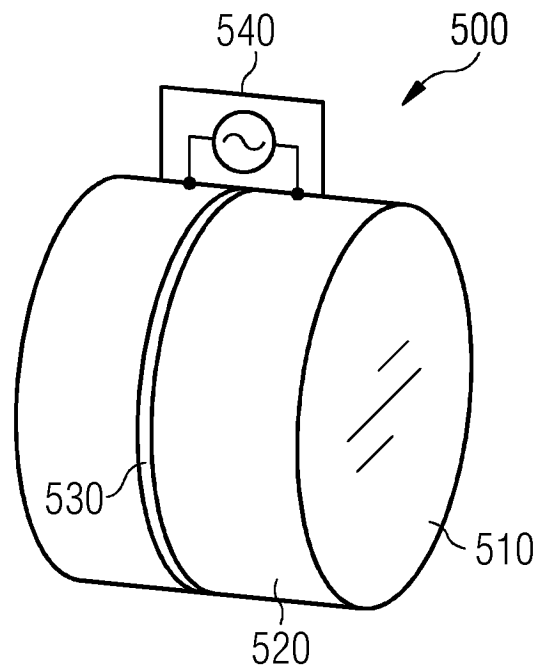


图 5