



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107492436 A

(43)申请公布日 2017. 12. 19

(21)申请号 201610407870.X

(22)申请日 2016.06.11

(71)申请人 宁波微鹅电子科技有限公司

地址 315201 浙江省宁波市镇海区庄市大道金色广场3号楼6楼

(72)发明人 冯维一 余峰

(51)Int. Cl.

H01F 17/00(2006.01)

H01F 38/14(2006.01)

H02J 50/10(2016.01)

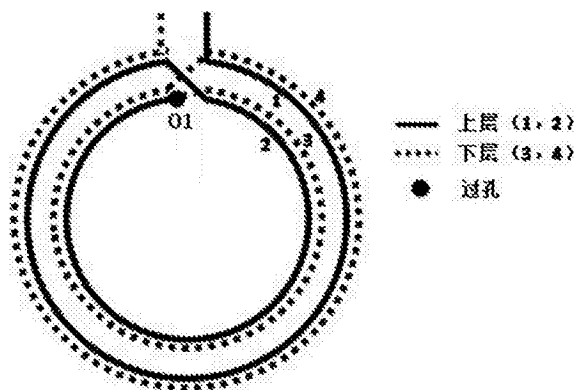
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种感应线圈结构和无线电能传输系统

(57)摘要

本发明公开了一种感应线圈结构和无线电能传输系统,形成感应线圈结构的绕线通过基板的通孔缠绕于基板的第一表面和第二表面,且使第一表面和第二表面的线圈按上下表面顺序缠绕或者是按上下表面交叉缠绕,这样可以在有限的基板面积内,尽可能大的增大每一匝线圈的围绕面积,以使得总的线圈的感值最大,因此可以提高线圈的感生电压。



1. 一种感应线圈结构,其特征在于,包括,
至少一块基板,且每块基板包括至少一个通孔,
用于形成所述感应线圈结构的绕线的第一部分缠绕于一个基板的第一表面,
所述绕线通过该基板的通孔将绕线的第二部分缠绕于所述基板的第二表面。
2. 根据权利要求1所述的感应线圈结构,其特征在于,所述绕线共形成N匝线圈,所述绕线的第一部分包括所述绕线形成的A匝线圈,所述绕线的第二部分包括绕线形成的B匝线圈,
其中,当N为偶数时,则A等于 $N/2$,B等于 $N/2$;
当N为奇数时,则A等于 $(N+1)/2$,B等于 $(N-1)/2$;或者是,A等于 $(N-1)/2$,B等于 $(N+1)/2$ 。
3. 根据权利要求2所述的感应线圈结构,其特征在于,位于所述基板的第一表面的线圈和位于基板的第二表面的线圈,两者绕线位置上下相互重叠。
4. 根据权利要求2所述的感应线圈结构,其特征在于,位于所述基板的第一表面的线圈和位于基板的第二表面的线圈,两者绕线位置上下相互错开。
5. 根据权利要求1所述的感应线圈结构,其特征在于,所述绕线共形成N匝线圈,
其中,第1匝线圈缠绕于一个基板的第一表面,第i匝、第i+1匝线圈通过该基板的第一个通孔缠绕于所述基板的第二表面;所述绕线的第i+2、第i+3匝线圈通过该基板的第二个通孔缠绕于所述基板的第一表面;
其中,i等于 $2*j$,j为等于大于1的奇数。
6. 根据权利要求5所述的感应线圈结构,其特征在于,位于所述基板的第一表面的线圈和位于基板的第二表面的线圈,两者绕线位置上下相互重叠。
7. 根据权利要求5所述的感应线圈结构,其特征在于,位于所述基板的第一表面的线圈和位于基板的第二表面的线圈,两者绕线位置上下相互错开。
8. 根据权利要求3或4或6或7所述的感应线圈结构,其特征在于,形成所述感应线圈结构的绕线包括M股放置于一起的子绕线。
9. 一种感应线圈结构,其特征在于,包括,
至少一块基板,且每块基板包括至少一个通孔和N层,
所述绕线共形成N匝线圈,所述N匝线圈分别缠绕于所述基板的N层之上;
所述N匝线圈的每一匝缠绕于一块基板的第一表面,然后通过该基板的通孔缠绕于相邻的下一块基板的第一表面。
10. 根据权利要求9所述的感应线圈结构,其特征在于,位于基板上的线圈与相邻基板上的线圈的绕线位置相互重叠。
11. 根据权利要求9所述的感应线圈结构,其特征在于,位于基板上的线圈与相邻基板上的线圈的绕线位置相互错开。
12. 根据权利要求10或11所述的感应线圈结构,其特征在于,形成所述感应线圈结构的绕线包括M股放置于一起的子绕线。
13. 一种无线电能传输系统,包括电能发射端和电能接收端,其特征在于,
所述电能发射端接收外部输入电源,以产生空间磁场;
所述电能接收端包括接收线圈和电压转换电路,所述接收线圈耦合所述空间磁场,以获得高频电压,所述电压转换电路接收所述高频电压以产生输出电压供给负载,

其中,所述接收线圈的结构为权利要求1-12任一项所述的感应线圈结构。

14.根据权利要求13所述的无线电能传输系统,其特征在于,所述电能发射端包括逆变电路和发射线圈,

所述逆变电路接收所述外部输入电源,以产生原边交变电压;

所述发射线圈接收所述原边交变电压,以产生所述空间磁场,其中,所述发射线圈的结构为权利要求1-12任一项所述的感应线圈结构。

一种感应线圈结构和无线电能传输系统

技术领域

[0001] 本发明涉及电能传输领域,更具体地说,涉及一种感应线圈结构和无线电能传输系统。

背景技术

[0002] 磁共振无线电能传输系统如图1所示,为了有效地从发射端传递能量到接收端,电能发射端设置补偿电容Cs,并且补偿电容Cs和发射线圈电感Ls在系统工作频率f0(如无线充电联盟A4WP标准中规定的6.78MHz)上谐振;同理,电能接收端也设置补偿电容Cd,且补偿电容Cd和接收线圈电感Ld也在频率f0上谐振。根据图1中电路,无线电能传输系统通过接收端的线圈和发射端的线圈进行同频率磁共振耦合,以此将发射侧的电源能量传输至接收侧的负载使用。

[0003] 而根据上述的磁耦合过程,接收侧的接收线圈耦合发射线圈产生的交变磁场,其感生的电压Ud通过如下公式表述:

$$[0004] \quad U_d = \omega_0 \cdot I_p \cdot k \cdot \sqrt{L_s \cdot L_d}$$

[0005] 其中, ω_0 为谐振频率, I_p 为发射线圈中的电流,k为发射线圈和接收线圈之间的耦合系数, L_s 为发射线圈感值, L_d 为接收线圈感值。

[0006] 从上式中看出,在工作频率固定和发射线圈中发射电流不变的情况下,为了提高接收线圈中感生到的电压,则需要优化线圈尤其是接收线圈的结构,以提高接收线圈的磁场耦合能力,因此,设计者需在有效范围内,一方面提高接收线圈的感值Ld,另一方面提高接收线圈和发射线圈的耦合能力k。

发明内容

[0007] 有鉴于此,本发明提出了一种感应线圈结构和无线电能传输系统,通过对感应线圈绕线方式的优化,使得接收线圈能在较小的范围内获得较大的感值,且接收线圈和发射线圈的耦合能力K满足效率要求。

[0008] 依据本发明的一种感应线圈结构,包括,

[0009] 至少一块基板,且每块基板包括至少一个通孔,

[0010] 用于形成所述感应线圈结构的绕线的第一部分缠绕于一个基板的第一表面,

[0011] 所述绕线通过该基板的通孔将绕线的第二部分缠绕于所述基板的第二表面。

[0012] 优选地,所述绕线共形成N匝线圈,所述绕线的第一部分包括所述绕线形成的A匝线圈,所述绕线的第二部分包括绕线形成的B匝线圈,

[0013] 其中,当N为偶数时,则A等于N/2,B等于N/2;

[0014] 当N为奇数时,则A等于(N+1)/2,B等于(N-1)/2;或者是,A等于(N-1)/2,B等于(N+1)/2。

[0015] 优选地,位于所述基板的第一表面的线圈和位于基板的第二表面的线圈,两者绕线位置上下相互重叠。

[0016] 优选地,位于所述基板的第一表面的线圈和位于基板的第二表面的线圈,两者绕线位置上下相互错开。

[0017] 优选地,所述绕线共形成N匝线圈,

[0018] 其中,第1匝线圈缠绕于一个基板的第一表面,第i匝、第i+1匝线圈通过该基板的第一个通孔缠绕于所述基板的第二表面;所述绕线的第i+2、第i+3匝线圈通过该基板的第二个通孔缠绕于所述基板的第一表面;

[0019] 其中,i等于 $2*j$,j为等于大于1的奇数。

[0020] 优选地,位于所述基板的第一表面的线圈和位于基板的第二表面的线圈,两者绕线位置上下相互重叠。

[0021] 优选地,位于所述基板的第一表面的线圈和位于基板的第二表面的线圈,两者绕线位置上下相互错开。

[0022] 优选地,形成所述感应线圈结构的绕线包括M股放置于一起的子绕线。

[0023] 依据本发明的一种感应线圈结构,包括,

[0024] 至少一块基板,且每块基板包括至少一个通孔和N层,

[0025] 所述绕线共形成N匝线圈,所述N匝线圈分别缠绕于所述基板的N层之上;

[0026] 所述N匝线圈的每一匝缠绕于一块基板的第一表面,然后通过该基板的通孔缠绕于相邻的下一块基板的第一表面。

[0027] 优选地,位于基板上的线圈与相邻基板上的线圈的绕线位置相互重叠。

[0028] 优选地,位于基板上的线圈与相邻基板上的线圈的绕线位置相互错开。

[0029] 优选地,形成所述感应线圈结构的绕线包括M股放置于一起的子绕线。

[0030] 依据本发明的一种无线电能传输系统,包括电能发射端和电能接收端,

[0031] 所述电能发射端接收外部输入电源,以产生空间磁场;

[0032] 所述电能接收端包括接收线圈和电压转换电路,所述接收线圈耦合所述空间磁场,以获得高频电压,所述电压转换电路接收所述高频电压以产生输出电压供给负载,

[0033] 其中,所述接收线圈的结构为上述的感应线圈结构。

[0034] 进一步地,所述电能发射端包括逆变电路和发射线圈,

[0035] 所述逆变电路接收所述外部输入电源,以产生原边交变电压;

[0036] 所述发射线圈接收所述原边交变电压,以产生所述空间磁场,其中,所述发射线圈的结构为上述的感应线圈结构。

[0037] 根据上述的感应线圈结构和无线电能传输系统,通过将形成感应线圈结构的绕线通过基板的通孔缠绕于基板的第一表面和第二表面,且使第一表面和第二表面的线圈按上下表面顺序缠绕或是按上下表面交叉缠绕,这样可以在有限的基板面积内,尽可能大的增大每一匝线圈的面积,以使得线圈的总感值最大,因此可以提高线圈的感生电压。

附图说明

[0038] 图1所示为现有技术中的无线电能传输系统的示意图;

[0039] 图2为现有技术中接收线圈的传统线圈结构;

[0040] 图3所示为依据本发明的第一实施例的接收线圈结构的俯视图;

[0041] 图4所示为依据本发明的第二实施例的接收线圈结构的俯视图;

- [0042] 图5为依据本发明的第三实施例的接收线圈结构的俯视图；
[0043] 图6为依据本发明的第四实施例的接收线圈结构的俯视图；
[0044] 图7为依据本发明的第五实施例的接收线圈结构的俯视图。

具体实施方式

[0045] 以下将结合附图详细说明本发明的一些优选实施例,但本发明不限于此。

[0046] 在现有技术的线圈结构中,一般是将形成线圈结构的绕线在基板(如PCB板)的一个表面进行缠绕,以获得需要的线圈感值,如图2所示,这里,以2层PCB板、4匝线圈为例说明,在PCB板的上表面(即上层)缠绕第1匝、第2匝、第3匝、第4匝线圈,如图2中实线所示的线圈,之后,绕线通过PCB板中间的通孔01引到PCB板的第二表面(即下层),如图2中虚线所示的绕线,然后在第二表面引出,以形成两个并列引线接口,方便与其他接口连接。

[0047] 从上述的绕线方式可以看出,在上述线圈结构中,第1匝在最外面,围得面积最大,等效的感值 L_1 也最大;然后依次缩小,第4匝在最里面,围得面积最小,等效的感值 L_4 也最小。这种线圈结构虽然第1匝线圈感值比较大,但是4匝线圈总的感值不大,如果需要预定感值的接收线圈,则需要的PCB板面积较大,不利于集成和成本;如果在一定空间的PCB板上,则总感值小,根据背景中的公式可知,则接收线圈的感生电压能力小,效率低。

[0048] 由此,本申请发明人提出了一种应用于无线电能传输系统中的感应线圈结构,所述无线电能传输系统包括电能发射端和电能接收端,所述电能发射端接收外部输入电源,以产生空间磁场;所述电能接收端包括接收线圈和电压转换电路,所述接收线圈耦合所述空间磁场,以获得高频电压,所述电压转换电路接收所述高频电压以产生输出电压供给负载。

[0049] 其中,所述无线电能传输系统中的接收线圈结构如图3所示,参考图3,为依据本发明的第一实施例的接收线圈结构的俯视图,这里,仍然以2层PCB板和4匝线圈为例进行说明,但领域技术人员可知,线圈的匝数不限于此。如图3所示,所示基板(PCB板)包括至少一个通孔,例如通孔01。所述绕线共形成 N 匝线圈,所述绕线的第一部分也即是基板第一表面的线圈包括所述绕线的 A 匝线圈,所述绕线的第二部分也即是基板的第二表面的线圈包括绕线的 B 匝线圈,其中,当 N 为偶数时,则 A 等于 $N/2$, B 等于 $N/2$;当 N 为奇数时,则 A 等于 $(N+1)/2$, B 等于 $(N-1)/2$,或者是, A 等于 $(N-1)/2$, B 等于 $(N+1)/2$ 。

[0050] 例如本实施例中,所述绕线形成线圈结构的绕线共形成4匝线圈,其第一部分包括所述绕线的前半段的2匝,如图3中的第1匝、第2匝,其第二部分包括绕线的后半段的2匝,如图3中的第3匝、第4匝,其中,第1匝和第2匝位于PCB板的第一表面(如图3中的上层),当走完第1匝和第2匝线圈后,通过通孔01,进入PCB的第二表面(如图3中的下层),形成第3匝和第4匝线圈,最终线圈的出线由第4匝引出。本实施方式中,第3匝线圈位于第2匝线圈的下方,第4匝线圈位于第1匝线圈的下方。

[0051] 本领域技术人员可以推知,当绕线共形成 N 匝线圈, N 为奇数时,则是PCB板的第一表面或第二表面多绕一匝线圈,但绕线方式与上述偶数相同。

[0052] 通过上述的方式可以看出,本实施方式中的线圈缠绕方式形成的线圈结构其近似于螺线管结构,其每匝线圈的面积没有相差太多,如第3匝和第4匝线圈的面积没有减小太多,而是跟第2匝和第1匝线圈近似一样,这样四匝线圈围绕的面积大大提高,总的感值可以

大大增大,因此在有限的PCB板的空间内,提高了感应线圈的总感值。相对于图2所示现有技术线圈结构,本实施例充分利用了有限空间最大程度提高感值。

[0053] 但发明人进一步研究发现,图3中所示的线圈结构,由于线圈在耦合磁场感生出电压或电流的过程中,当高频交变电流流过感应线圈时,依次经过第1匝,第2匝,第3匝,第4匝线圈,由于每一匝电感的影响,第1匝和第4匝上的电压存在较大差异,如图3所示,由于第4匝位于第1匝的下方,线圈之间会存在寄生电容,电压的差异会导致线圈中形成无功电流($I = CdV/dt$),无功电流会形成无功功率,影响了能量传输效率。

[0054] 为此,进一步地,参考图4,发明人提出了依据本发明的第二实施例的接收线圈结构的俯视图;在本实施例中,所述绕线共形成N匝线圈,其中,第1匝线圈缠绕于一个基板的第一表面(即图4中上层),第i匝、第i+1匝线圈通过该基板的第一个通孔缠绕于所述基板的第二表面(即图4中下层);所述绕线的第i+2、第i+3匝线圈通过该基板的第二个通孔缠绕于所述基板的第一表面;其中,i等于 $2*j$,j为等于大于1的奇数。

[0055] 例如,如图4所示,所述绕线共形成4匝线圈,其中,第1匝线圈缠绕于一个基板的第一表面,第2匝、第3匝线圈通过该基板的通孔01缠绕于所述基板的第二表面;所述绕线的第4、第5匝线圈通过该基板的通孔02缠绕于所述基板的第一表面,之后,绕线的第6匝、第7匝再通过通孔03(未示出)缠绕于基板的第二表面,依此循环。

[0056] 从图4中可以看出,本实施方式的绕线方式使得感应线圈的结构进一步接近螺线管的结构,因此,同图3中的技术效果,本实施例中的感应线圈结构也能在有限的PCB空间中,获得较大的感值。并且,通过本实施例中的线圈交叉缠绕的方式,使得第一表面的第1匝线圈和与它对应放置的第二表面的第2匝线圈上的电压差异比较小,第二表面的第3匝线圈和与它对应放置的第一表面的第4匝线圈的电压差异比较小,那么形成的无功电流也就小,从而提高了传输效率。

[0057] 并且,为了进一步降低上述线圈缠绕中的无功电流,从无功电流的公式中还可以看出,通过减小匝和匝之间的寄生电容,也可以减小无功电流,因此,参考图5为依据本发明的第三实施例的接收线圈结构的俯视图;图5中实施例是在图4实施例的基础上进一步的改进,通过将第一表面和第二表面的线圈位置交错放置,如第1匝和第2匝交错放置,第3匝和第4匝交错放置,以减少两匝线圈之间的寄生电容,优选地,当错位至两者在PCB板上的投影没有重合时,上下两匝之间的寄生电容为0,则不会形成无功环流,有效提高了传输效率。

[0058] 本领域技术人员可知,上述的图3所示的线圈也可以采用交错放置,例如,将第1匝和第4匝交错放置,第2匝和第3匝交错放置,同理可以减小上下两匝线圈之间的寄生电容。

[0059] 更进一步的,上述的实施例中的形成所述线圈结构的绕线为一股绕线,一般需要较宽的绕线,但这样容易产生集肤效应,造成传输电流小,因此,在上述各实施例的绕线的基础上,可将上述绕线设置为M股放置于一起的子绕线,如图6所示,是在图5基础上的进一步改进,以上下表面均为两匝线圈为例,将3股放置于一起的子绕线形成一个绕线来传输电流,可使得传输电流大,效率高。

[0060] 结合上述的实施例,可以推知在图3和图4中的实施例,也可以将上下对应的线圈置换为3股子线圈放置于一起形成一匝线圈的线圈结构。如图6的实施例中,则上下对应的线圈不但为3股子线圈放置于一起的线圈结构,且上下层对应的子线圈的位置为交错放置,可大幅提高传输效率。

[0061] 最后,当线圈的载体PCB板为多层时,则每一匝线圈可以缠绕在PCB板的每一层上,每块基板包括至少一个通孔,所述绕线共形成N匝线圈,所述N匝线圈的每一匝缠绕于一块基板的第一表面,然后通过该基板的一个通孔缠绕于相邻的下一块基板的第一表面。

[0062] 如图7所示,以PCB板包括四层为例,当第1匝走完PCB的第一层后,通过第一层的通孔O1进入PCB板的第二层完成第2匝线圈,依次通过第二层的通孔O2进入PCB板的第三层完成第3匝线圈,然后通过第三层的通孔O3进入PCB板的第四层完成第4匝线圈缠绕。显然本实施例的缠绕方式每匝线圈面积都可以最大化,感值很大。

[0063] 同理的,图7中的位于基板上的线圈的绕线与相邻基板上的线圈的绕线位置相互重叠。这样可以提高感值和使得感应线圈的耦合很好。

[0064] 同理的,位于基板上的线圈的绕线与相邻基板上的线圈的绕线位置相互错开。这样可以降低上下匝之间的寄生电容,降低无功环流,也可以更精确为每一匝在PCB板上的投影恰好错开,以使得无功环流为零。

[0065] 同理,图7和图6所示的实施例也可以结合使用,即使得多层PCB板的每一匝线圈包括三股子线圈,以使得线圈的感值大和传输电流能力好。

[0066] 本领域技术人员可知,对于电能发射端,所述电能发射端包括逆变电路和发射线圈,所述逆变电路接收所述外部输入电源,以产生原边交变电压;

[0067] 所述发射线圈接收所述原边交变电压,以产生所述空间磁场,其中,所述发射线圈的结构上述的感应线圈结构。

[0068] 最后,上述感应线圈的结构不限于应用于无线电能传输系统中,还可以应用于其他需要增大接收线圈感值的场合。

[0069] 以上对依据本发明的优选实施例的感应线圈结构和无线电能传输系统进行了详尽描述,但关于该专利的电路和有益效果不应该被认为仅仅局限于上述所述的,公开的实施例和附图可以更好的理解本发明,因此,上述公开的实施例及说明书附图内容是为了更好的理解本发明,本发明保护并不限于限定本公开的范围,本领域普通技术人员对本发明实施例的替换、修改均在本发明的保护范围之内。

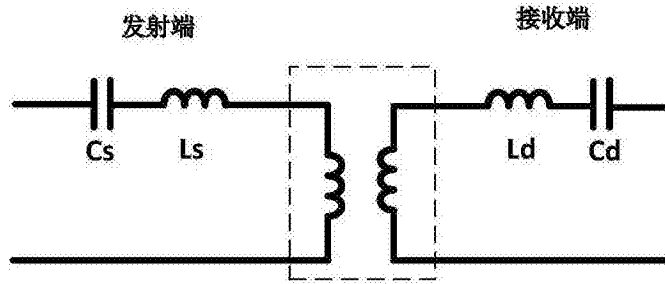


图1

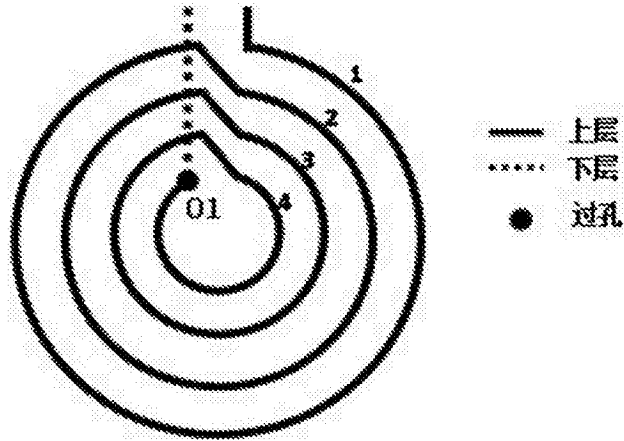


图2

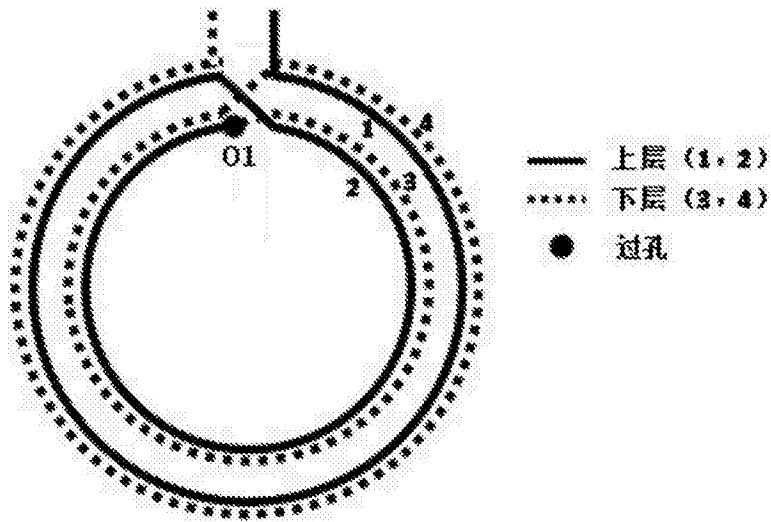


图3

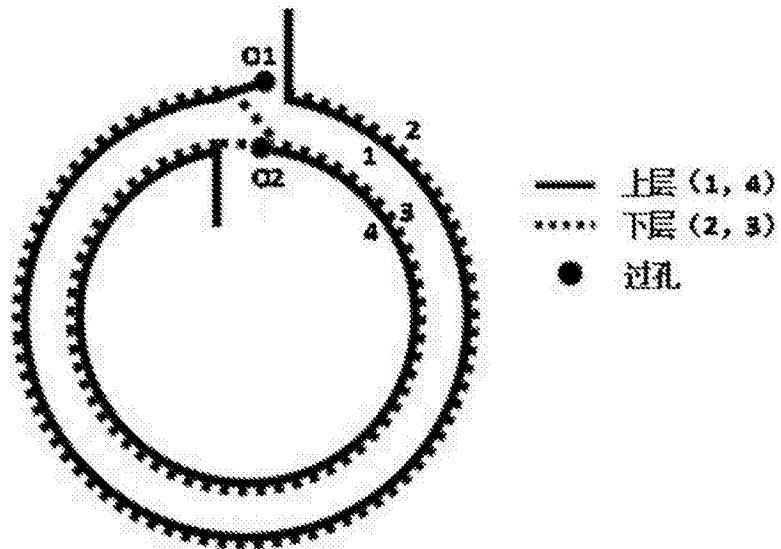


图4

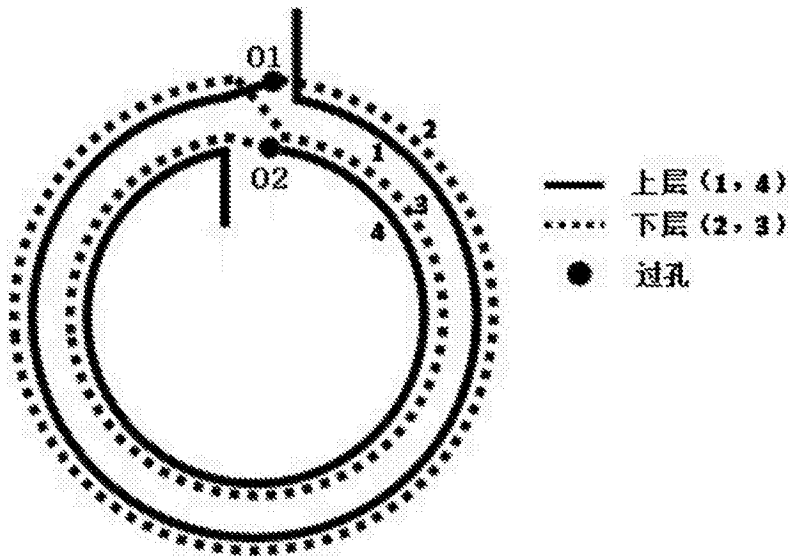


图5

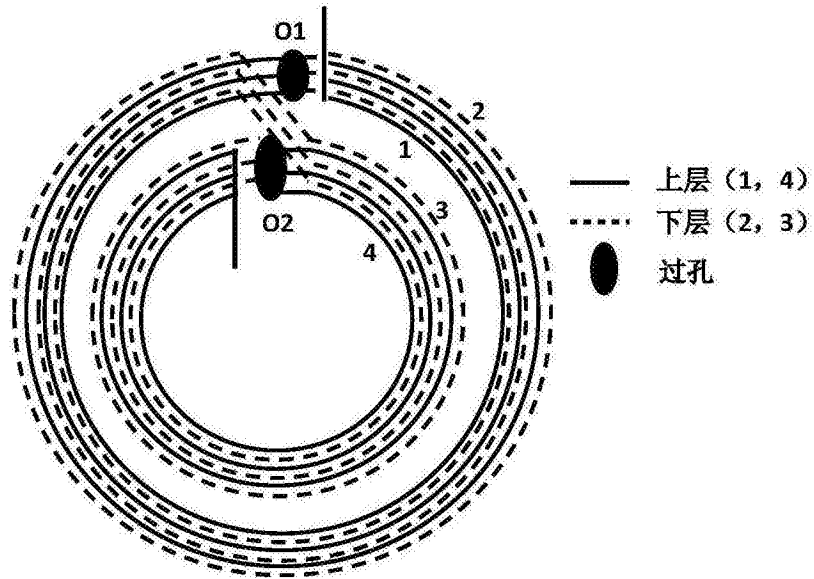


图6

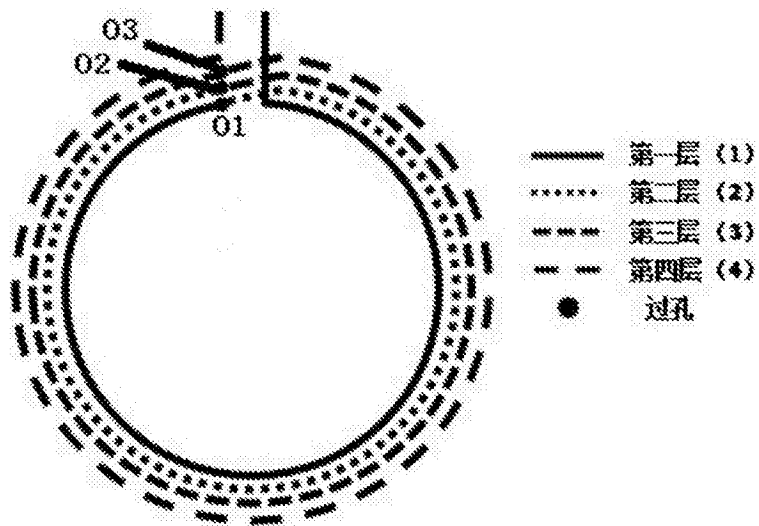


图7