



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105406627 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 16

(21) 申请号 201511006365. 6

(22) 申请日 2015. 12. 29

(71) 申请人 河南理工大学

地址 454000 河南省焦作市高新区世纪路  
2001 号河南理工大学电气工程与自动  
化学院

申请人 焦作市华鹰机电技术有限公司

(72) 发明人 汪旭东 许孝卓 汪慧 封海潮

(74) 专利代理机构 郑州中原专利事务所有限公  
司 41109

代理人 张春 李想

(51) Int. Cl.

H02K 1/27(2006. 01)

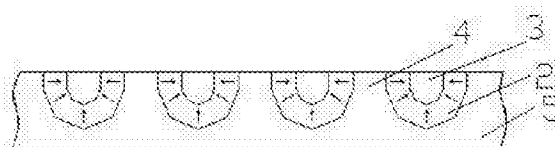
权利要求书2页 说明书5页 附图11页

(54) 发明名称

一种齿槽凸极永磁复合阵列及电磁装置

(57) 摘要

本发明属于电磁装置、电机电器领域,具体涉及一种齿槽凸极永磁复合阵列及电磁装置,所述的齿槽凸极永磁阵列由槽部凸铁 3、磁体阵列 2、齿部凸铁 4 组成,齿部凸铁 4 由带轭部 5 的铁芯齿组成,磁体阵列 2 由沿铁芯槽内壁贴装而成的槽周磁体组成,槽部凸铁 3 位于铁芯槽内紧贴磁体阵列 2 另一表面设置,采用本发明的齿槽凸极永磁复合阵列作为次级与相应初级或铁芯配合形成齿槽凸极永磁复合电磁装置,可大幅抑制甚至完全消除次级内部的漏磁,相同体积和制造成本下,可大幅增加永磁电机等电磁装置的功率和出力,或相同功率下,大幅降低永磁电机等电磁装置的体积和制造使用成本,特别适用于大功率永磁电机等电磁装置工程应用场合。



1. 一种齿槽凸极永磁复合阵列,其特征在于:齿槽凸极永磁复合阵列由至少一组齿槽凸极永磁复合阵列单元依次贴装组成,齿槽凸极永磁复合阵列单元由槽部凸铁、磁体阵列、铁芯组成,铁芯上设置有凹槽,凹槽的两侧为齿部凸铁,剩余部分为轭部,槽部凸铁位于凹槽内中部并紧贴磁体阵列外表面设置,磁体阵列由至少一组沿凹槽内壁贴装而成的槽周磁体组成,磁体阵列在槽部凸铁表面聚集成极性相同的磁极,在齿部凸铁表面形成极性相反的磁极。

2. 根据权利要求1所述的一种齿槽凸极永磁复合阵列,其特征在于:相邻的齿槽凸极永磁复合阵列单元中的铁芯为一体结构。

3. 根据权利要求1所述的一种齿槽凸极永磁复合阵列,其特征在于:所述铁芯凹槽的截面为U形或半圆形或矩形或梯形或正弦波形或V形或三角形或菱形或五边形或六边形或“凹”形或“凸”形或燕尾块形。

4. 根据权利要求1所述的一种齿槽凸极永磁复合阵列,其特征在于:在齿部凸铁上开设至少一个开口槽,开口槽中设置有法向磁体,法向磁体表面极性与齿部凸铁表面极性一致。

5. 根据权利要求1所述的一种齿槽凸极永磁复合阵列,其特征在于:齿部凸铁和/或槽部凸铁上设置至少一个导电体,导电体的横向端部通过导电环或导电片连成一体。

6. 根据权利要求1所述的一种齿槽凸极永磁复合阵列及电磁装置,其特征在于:齿部凸铁和/或槽部凸铁上设置有至少一个空腔,空腔内设置有导电体,各导电体横向端部通过导电环或导电片连成一体;或者在齿部凸铁和/或槽部凸铁的表面铺设或连接一层周向薄片,将齿部凸铁和槽部凸铁彼此连接成一个整体,周向薄片为导磁薄片或导电薄片或导磁导电复合薄片或为带槽的导磁齿槽薄片,槽内嵌导电体,导电体横向端部通过导电环或导电片连成一体。

7. 根据权利要求1-6中任一权利要求所述的一种齿槽凸极永磁复合阵列及电磁装置,其特征在于:至少有一组槽部凸铁与齿部凸铁和或轭部的两横向端部通过连接件连接成一体,和或至少有一组槽部凸铁底部与其下方的轭部之间通过至少一个导磁法向薄片连接成一体,形成统一的齿槽凸极永磁复合阵列,该法向薄片将槽部凸铁周围的磁体阵列或槽周磁体分成左右两半。

8. 根据权利要求7中所述的一种齿槽凸极永磁复合阵列及电磁装置,其特征在于:所述的槽周磁体、法向磁体为永磁体、超导磁体或者电励磁体。

9. 根据权利要求7所述的一种齿槽凸极永磁复合阵列及电磁装置,其特征在于:所述的齿槽凸极永磁复合阵列围绕一纵向轴线将齿槽凸极永磁复合阵列的横向两端首尾相连卷成圆筒形,成为圆筒型齿槽凸极永磁复合阵列。

10. 根据权利要求7所述的一种齿槽凸极永磁复合阵列及电磁装置,其特征在于:所述的齿槽凸极永磁复合阵列沿一横向轴线将齿槽凸极永磁复合阵列的纵向两端首尾相连卷成圆形,形成旋转型齿槽凸极永磁复合阵列。

11. 据权利要求7所述的一种齿槽凸极永磁复合阵列及电磁装置,其特征在于:两个齿槽凸极永磁复合阵列面对面分开设置或成“八”字形设置成双边型齿槽凸极永磁复合阵列,或背靠背设置构成共轭双边型齿槽凸极永磁复合阵列。

12. 根据权利要求11所述的一种齿槽凸极永磁复合阵列及电磁装置,其特征在于:所

述的双边型齿槽凸极永磁复合阵列两边的横向端部连接件连接成一体,形成U型齿槽凸极永磁复合阵列。

13. 应用权利要求 1-12 中任一权利要求所述的一种齿槽凸极永磁复合电磁装置,其特征在于:以所述的齿槽凸极永磁复合阵列作为次级,与相应的初级或开槽铁芯或不开槽铁芯配合构成齿槽凸极永磁复合电磁装置。

## 一种齿槽凸极永磁复合阵列及电磁装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于属于电机电器、电磁装置领域，具体涉及一种齿槽凸极永磁复合阵列及电磁装置。

### 背景技术

[0002] 永磁电机作为一种电磁装置已经广泛应用于各行各业，它主要分为永磁旋转电机和永磁直线电机两大类。永磁旋转电机按转子永磁体的布置方式可分为表面式(又分为表面凸出式、表面插入式)、内置式(又分为径向式、切向式、混合式等)等转子磁路结构，前者结构简单，但等效电磁气隙大，功率密度较低，不能自起动，后者功率密度比前者大，但漏磁也较大，需要设置专门的隔磁桥限制漏磁，结构复杂，都导致电机的功率密度低、永磁体利用率不高。作为另一大类的永磁直线电机也广泛应用于磁悬浮列车、直驱电梯、自动化流水线等很多应用领域和场合，按结构可分为平面型、圆筒型(管型)、弧型等类型，按定子永磁体的布置方式可分为隐极型、凸极型、混合型等，按初级、次级的布置方式还可为双边型和单边型以及复合型等，还有其它种类的电磁装置同样也存在电磁气隙和或漏磁大，功率密度低、出力小、体积大，制造和使用成本高等问题。

### 发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题是现有电磁装置包括永磁电机输出功率低、力能指标低、体积过大、成本过高的工程应用瓶颈问题。具体涉及一种齿槽凸极永磁复合阵列及电磁装置，所述的齿槽凸极永磁阵列由槽部凸铁、磁体阵列、齿部凸铁组成，齿部凸铁由带轭部的铁芯齿组成，磁体阵列由沿铁芯槽内壁贴装而成的槽周磁体组成，槽部凸铁位于铁芯槽内中部紧贴磁体阵列另一表面设置，

为达到上述目的，采用以下技术方案：

一种齿槽凸极永磁复合阵列，齿槽凸极永磁复合阵列由至少一组齿槽凸极永磁复合阵列单元依次贴装组成，齿槽凸极永磁复合阵列单元由槽部凸铁、磁体阵列、铁芯组成，铁芯上设置有凹槽，凹槽的两侧为齿部凸铁，剩余部分为轭部，槽部凸铁位于凹槽内中部并紧贴磁体阵列外表面设置，磁体阵列由至少一组沿凹槽内壁贴装而成的槽周磁体组成，磁体阵列在槽部凸铁表面聚集成极性相同的磁极，在齿部凸铁表面形成极性相反的磁极。

[0004] 相邻的齿槽凸极永磁复合阵列单元中的铁芯为一体结构。

[0005] 所述铁芯凹槽的截面为U形或半圆形或矩形或梯形或正弦波形或V形或三角形或菱形或五边形或六边形或“凹”形或“凸”形或燕尾块形。

[0006] 在齿部凸铁上开设至少一个开口槽，开口槽中设置有法向磁体，法向磁体表面极性与齿部凸铁表面极性一致。

[0007] 齿部凸铁和 / 或槽部凸铁上设置至少一个导体，导体的横向端部通过导电环或导电片连成一体。

[0008] 齿部凸铁和 / 或槽部凸铁上设置有至少一个空腔，空腔内设置有导体，各导电

体横向端部通过导电环或导电片连成一体 ;或者在齿部凸铁和 / 或槽部凸铁的表面铺设或连接一层周向薄片,将齿部凸铁和槽部凸铁彼此连接成一个整体,周向薄片为导磁薄片或导电薄片或导磁导电复合薄片或为带槽的导磁齿槽薄片,槽内嵌导电体,导电体横向端部通过导电环或导电片连成一体。

[0009] 至少有一组槽部凸铁与齿部凸铁和或轭部的两横向端部通过连接件连接成一体,和或至少有一组槽部凸铁底部与其下方的轭部之间通过至少一个导磁法向薄片连接成一体,形成统一的齿槽凸极永磁复合阵列,该法向薄片将槽部凸铁周围的磁体阵列或槽周磁体分成左右两半。

[0010] 所述的槽周磁体、法向磁体为永磁体、超导磁体或者电励磁体。

[0011] 所述的齿槽凸极永磁复合阵列围绕一纵向轴线将齿槽凸极永磁复合阵列的横向两端首尾相连卷成圆筒形,成为圆筒型齿槽凸极永磁复合阵列。

[0012] 所述的齿槽凸极永磁复合阵列沿一横向轴线将齿槽凸极永磁复合阵列的纵向两端首尾相连卷成圆形,形成旋转型齿槽凸极永磁复合阵列。

[0013] 两个齿槽凸极永磁复合阵列面对面分开设置或成“八”字形设置成双边型齿槽凸极永磁复合阵列,或背靠背设置构成共轭双边型齿槽凸极永磁复合阵列。

[0014] 所述的双边型齿槽凸极永磁复合阵列两边的横向端部连接件连接成一体,形成U型齿槽凸极永磁复合阵列。

[0015] 以所述的齿槽凸极永磁复合阵列作为次级,与相应的初级或开槽铁芯或不开槽铁芯配合构成齿槽凸极永磁复合电磁装置。

[0016] 采用本发明的齿槽凸极永磁复合阵列作为次级与相应初级配合形成齿槽凸极永磁复合电磁装置,可大幅抑制甚至完全消除次级内部的漏磁,相同体积和制造成本下,可大幅增加电机等装置的功率和出力,或相同功率下,大幅降低装置的体积和制造使用成本,特别适用于大功率电机等电磁装置等工程应用场合。解决了大功率电机等电磁装置工程应用的瓶颈问题。

## 附图说明

[0017] 图 1 为本发明的一种齿槽凸极永磁复合阵列结构示意图一 ;

图 2 为本发明的一种齿槽凸极永磁复合阵列结构示意图二 ;

图 3 为本发明的一种齿槽凸极永磁复合阵列结构示意图三 ;

图 4 为本发明的一种齿槽凸极永磁复合阵列结构示意图四 ;

图 5 为本发明的一种齿槽凸极永磁复合阵列结构示意图五 ;

图 6 为本发明的一种齿槽凸极永磁复合阵列结构示意图六 ;

图 7 为本发明的一种齿槽凸极永磁复合阵列结构示意图七 ;

图 8 为本发明的一种齿槽凸极永磁复合阵列结构示意图八 ;

图 9 为本发明的一种齿槽凸极永磁复合阵列结构示意图九 ;

图 10 为本发明的一种齿槽凸极永磁复合阵列结构示意图十 ;

图 11 为本发明的一种齿槽凸极永磁复合阵列结构示意图十一 ;

图 12 为本发明的一种齿槽凸极永磁复合阵列结构示意图十二 ;

图 13 为本发明的一种齿槽凸极永磁复合阵列结构示意图十三 ;

图 14 为双边型齿槽凸极永磁复合阵列结构示意图一；  
图 15 为双边型齿槽凸极永磁复合阵列结构示意图二；  
图 16 为双边型齿槽凸极永磁复合阵列结构示意图三；  
图 17 为双边型齿槽凸极永磁复合阵列结构示意图四；  
图 18 为双边型齿槽凸极永磁复合阵列结构示意图五；  
图 19 为双边型齿槽凸极永磁复合阵列结构示意图六；  
图 20 为双边型齿槽凸极永磁复合阵列结构示意图七；  
图 21 为双边型齿槽凸极永磁复合阵列结构示意图八；  
图 22 为圆筒型齿槽凸极永磁复合阵列截面结构示意图；  
图 23 为圆筒型齿槽凸极永磁复合阵列三维剖视图；  
图 24 为圆筒型齿槽凸极永磁复合阵列三维图；  
图 25 为旋转电机结构示意图一；  
图 26 为旋转电机结构示意图二；  
图 27 为单边复合永磁电磁装置结构示意图一；  
图 28 为单边复合永磁电磁装置结构示意图二；  
图 29 为单边复合永磁电磁装置结构示意图三；  
图 30 为单边复合永磁电磁装置结构示意图四；  
图 31 为双边复合永磁电磁装置结构示意图；  
图 32 为单边复合永磁电磁装置磁场有限元仿真磁力线分布图。

[0018] 其中：1. 初级；2. 磁体阵列；3. 槽部凸铁；4. 齿部凸铁；5. 轭部；6. 周向薄片；7. 导体；8. 法向薄片；9. 法向磁体。

### 具体实施方式

[0019] 如图 1-图 13 所示，所述的齿槽凸极永磁阵列由至少一组齿槽凸极永磁复合阵列单元依次贴装组成，齿槽凸极永磁复合阵列单元由槽部凸铁 3、磁体阵列 2、铁芯组成，铁芯上设置有凹槽，凹槽的两侧为齿部凸铁 4，剩余部分为轭部 5，槽部凸铁 3 位于凹槽内中部并紧贴磁体阵列 2 外表面设置，磁体阵列 2 由至少一组沿凹槽内壁贴装而成的槽周磁体组成，磁体阵列 2 在槽部凸铁 3 表面聚集成极性相同的磁极，在齿部凸铁 4 表面形成极性相反的磁极。相邻的齿槽凸极永磁复合阵列单元中的铁芯为一体结构。

[0020] 图 1、图 7、图 8 所示的槽部凸铁的截面为 U 形；图 2 所示的槽部凸铁 3 的截面为矩形，图 3、图 4 所示的槽部凸铁 3 的截面为梯形，图 5 所示的槽部凸铁 3 的截面六边形，图 6 所示的槽部凸铁 3 的截面为“凸”字形，磁体阵列 2 及不动槽部凸铁 4 上的铁芯槽与浮动槽部凸铁 3 配合设置。

[0021] 图 9 中，所述的齿部凸铁 4 或铁芯齿表面开设至少一个开口槽，开口槽内配合设置或嵌设法向磁体 9，法向磁体 9 表面磁极极性与齿部凸铁 4 表面极性一致。法向磁体 9 形状为矩形或梯形或三角形或“凸”形或平口半圆形或平口弧形或它们的组合形结构，开口槽槽形与法向磁体 9 配合设置。

[0022] 图 10 中，所述的齿槽凸极永磁复合阵列中的槽部凸铁 3 底部与其下方的轭部 5 之间通过至少一个导磁法向薄片 8 连接成一体，法向薄片 8 将磁体阵列 2 底部槽周磁体分成

两半。图 11 中,所述的齿槽凸极永磁复合阵列中的槽部凸铁 3 和 / 或齿部凸铁 4 表面开设至少一个开口小槽或半闭口小槽或闭口小槽,小槽内嵌导电体 7,并将位于同一槽部凸铁 3 或齿部凸铁 4 的各导电体 7 横向端部通过(类似于鼠笼旋转感应电机端部短路环)导电短路带或导电连接件连成一体。

[0023] 所述的齿槽凸极永磁复合阵列中的槽部凸铁 3、齿部凸铁 4 的表面铺设或连接一层连续布置的周向薄片 6,将各槽部凸铁 3、齿部凸铁 4 彼此连接成一个整体,周向薄片 6 为导磁薄片或导电薄片或导磁导电复合薄片(如图 12 所示),或为至少带一个开口小槽或半闭口小槽或闭口小槽的导磁齿槽薄片,小槽内嵌导电体 7,各导电体横向端部通过导电短路带或导电连接件连成一体,如图 13 所示。

[0024] 图 14- 图 21 中,沿轭部 5 一纵向轴线镜像成为双边齿槽凸极永磁复合阵列,纵向为铁芯表面切向方向或运动方向,法向为齿槽中心线方向,横向为垂直于纵向和法向的方向。

[0025] 上述槽部凸铁 3 横向端部与齿部凸铁 4 或轭部 5 或齿部凸铁 4、轭部 5 的横向端部通过端部支撑板或连接件连成一体,形成统一的齿槽凸极永磁复合阵列。

[0026] 图 22、图 23 为圆筒型齿槽凸极永磁复合阵列结构示意图,将图 1 中齿槽凸极永磁复合阵列围绕轭部 5 之外的一纵向轴线将齿槽凸极永磁复合阵列的横向首尾两端相接卷成圆柱形或管型,成为圆筒型或管型齿槽凸极永磁复合阵列,纵向为齿部凸铁 4 表面切向方向或运动方向,法向为齿部凸铁 4 或槽部凸铁 3 中心线方向,横向为垂直于纵向和法向的方向。其中,图 22 为圆筒型齿槽凸极永磁复合阵列轴对称截面图,图 23 为圆筒型齿槽凸极永磁复合阵列三维局部截面图,图 24 为圆筒型齿槽凸极永磁复合阵列三维结构示意图。

[0027] 图 25、图 26 为旋转电机示意图,图中,将图 1 齿槽凸极永磁复合阵列围绕轭部 5 之外的一横向轴线将齿槽凸极永磁复合阵列的纵向首尾两端相接卷成圆环形,成为旋转型齿槽凸极永磁复合阵列,纵向为齿部凸铁 4 表面切向方向或运动方向,法向为齿槽中心线方向,横向为垂直于纵向和法向的方向。将该旋转型齿槽凸极永磁复合阵列,与相对应的定子或动子绕组配合形成齿槽凸极永磁直线电机或齿槽凸极永磁旋转电机。

[0028] 图 27- 图 31 为复合永磁电磁装置结构应用示意图,图中,所述的齿槽凸极永磁复合阵列作为动子或定子,与相对应的定子或动子绕组配合形成单边复合永磁电磁装置。其中,图 31 为双边齿槽凸极永磁直线电机,其余为单边齿槽凸极永磁直线电机。

[0029] 上述实施例中,所述的磁体可以采用永磁体,或者超导磁体,或者电励磁体,根据具体的需要而定。一般来说,优先采用钕铁硼材料制成的强磁性永磁体。

[0030] 图 32 为本发明所述的单边齿槽凸极永磁直线电机磁场有限元仿真磁力线分布图,从中可以看出,除了常规难以避免的气隙(槽部凸铁 3)表面及初级槽口区域出现少量漏磁外,本发明的齿槽凸极永磁复合阵列或次级内部区域几乎没有漏磁,使得次级永磁主磁路在理论上可达到近乎完美,也就是说永磁体在次级内部区域几乎没有能量损失,几乎都用于参与初、次级的机电能量转换,因此,本发明的电机推力比普通隐极式或凸极式永磁直线电机大幅增加。从而解决了现有电机等电磁装置出力小、成本高、体积大等长期制约工程应用的瓶颈问题,提供一种结构简单、出力大、性价比极高的齿槽凸极永磁复合阵列组成的齿槽凸极永磁复合电磁装置。

[0031] 上述实施例只为说明本发明的技术构思及特点,其目的在于让熟悉此项技术的人

士能够了解本发明的内容并据以实施,并不能以此限制本发明的保护范围。凡根据本发明精神实质所作的等效变化或修饰,都应涵盖在本发明的保护范围之内。



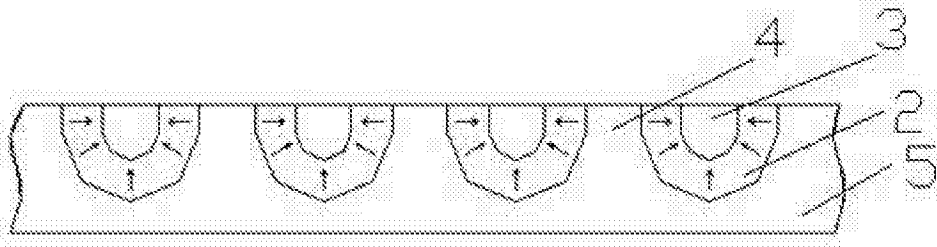


图 1

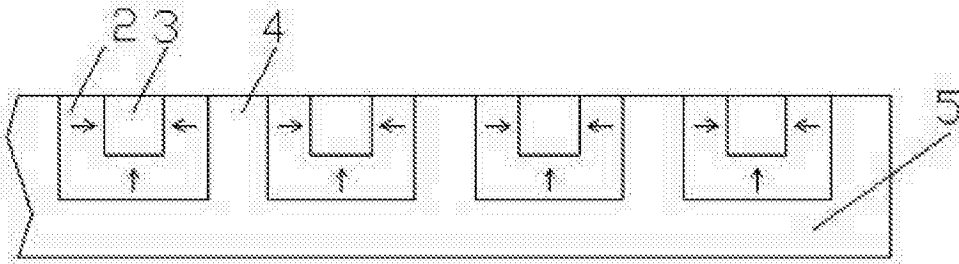


图 2

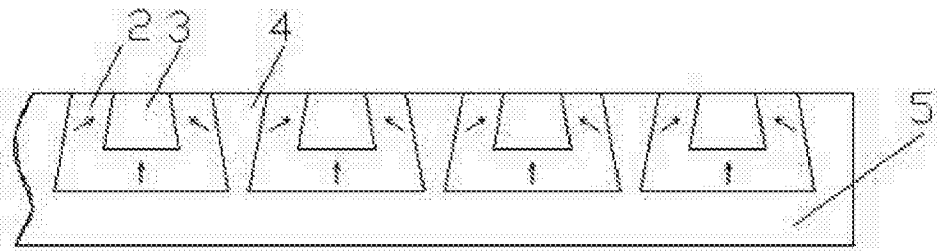


图 3

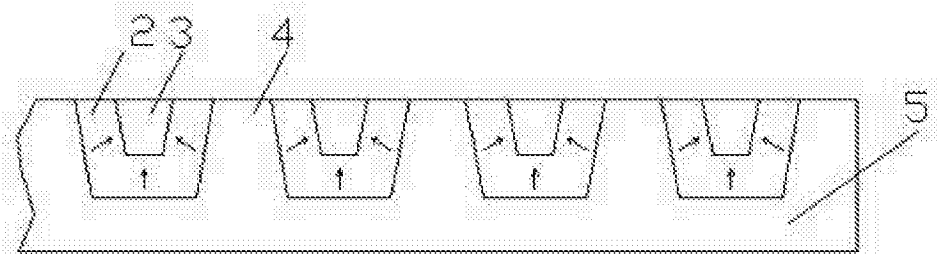


图 4

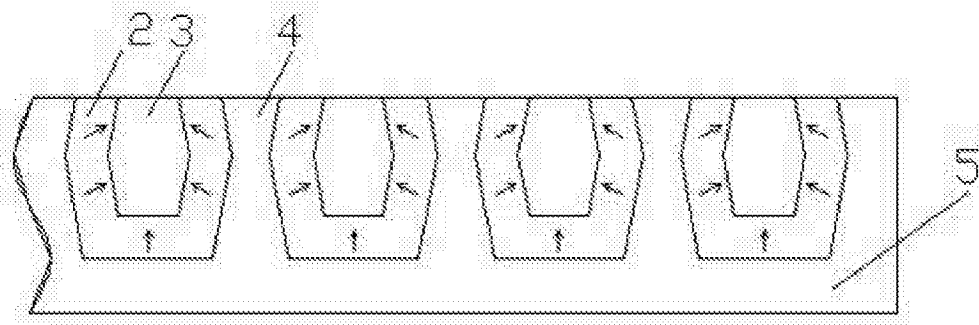


图 5

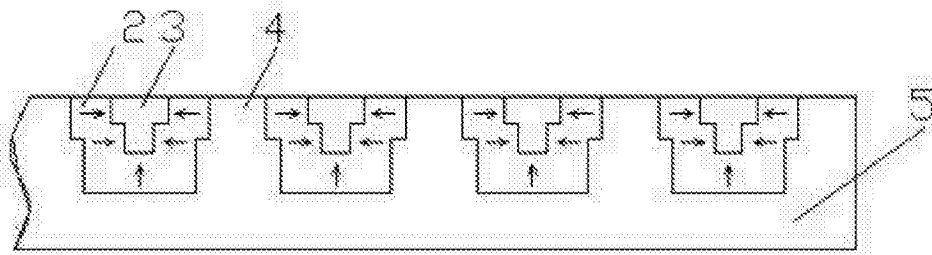


图 6

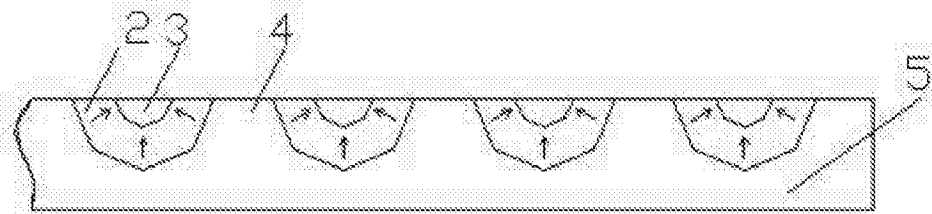


图 7

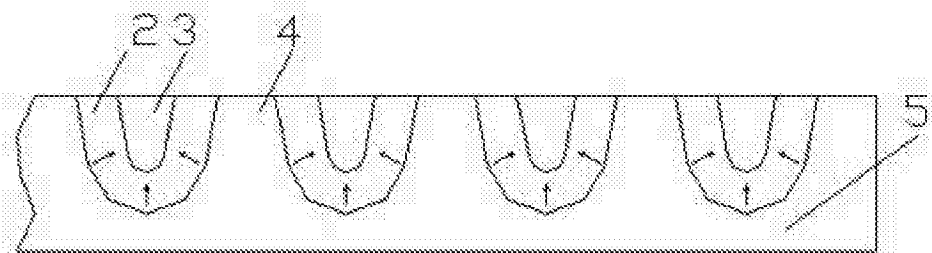


图 8

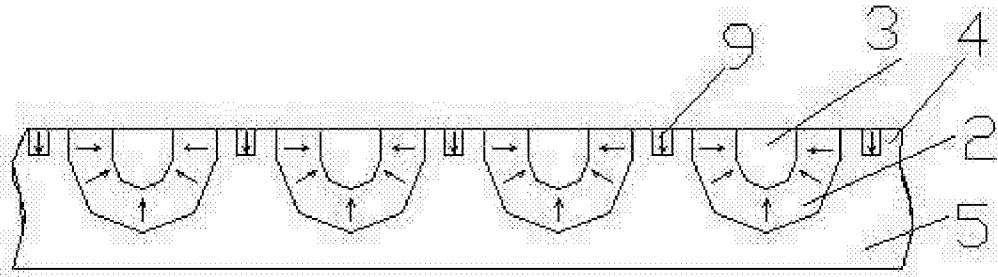


图 9

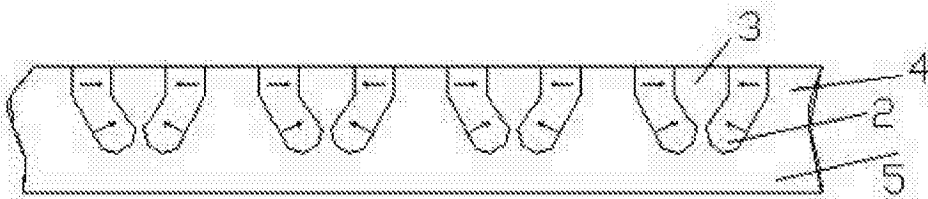


图 10

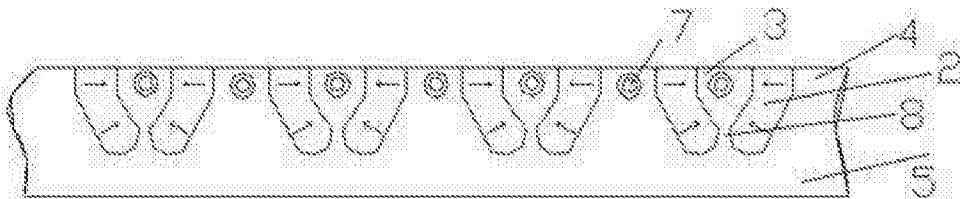


图 11

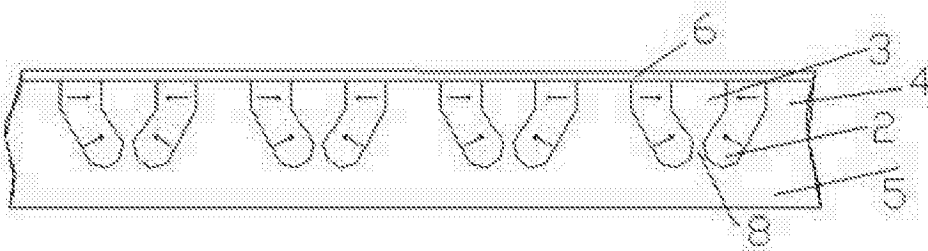


图 12

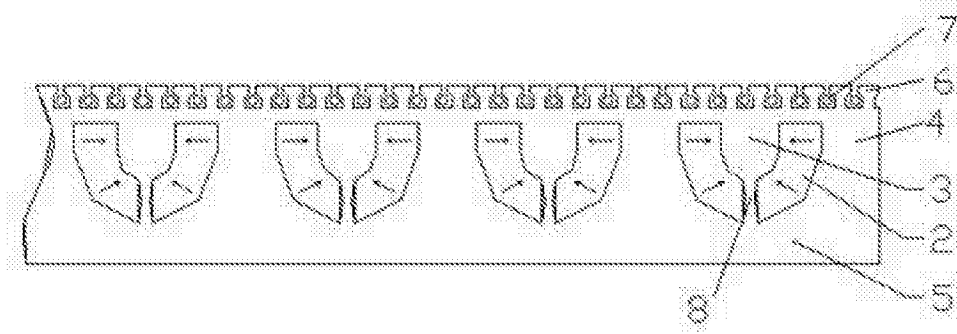


图 13

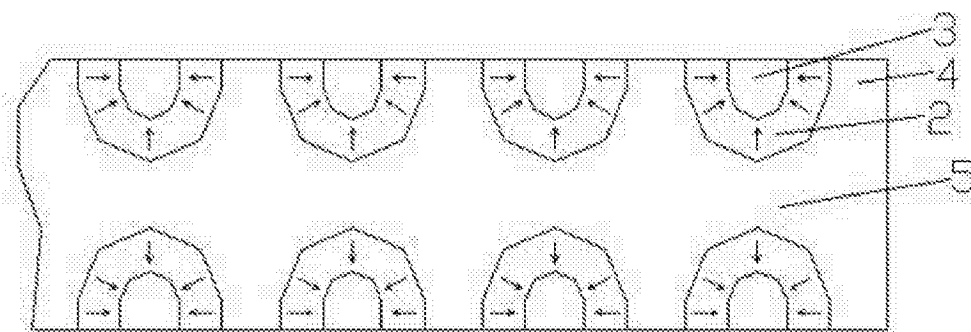


图 14

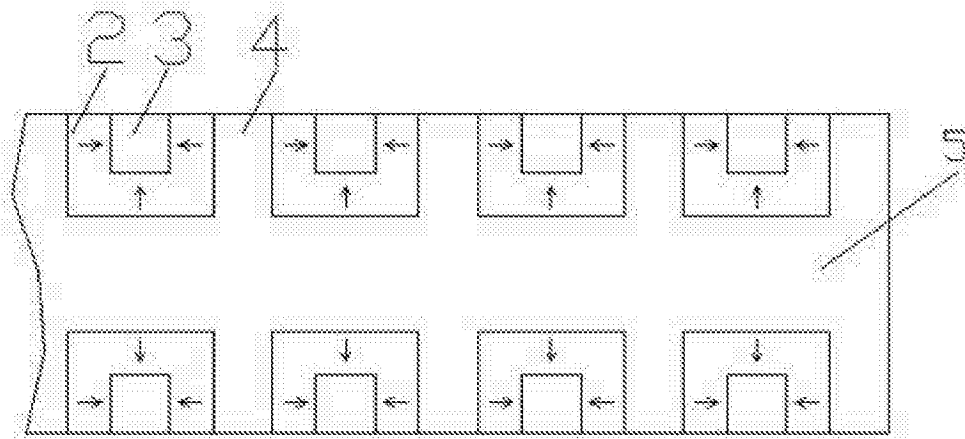


图 15

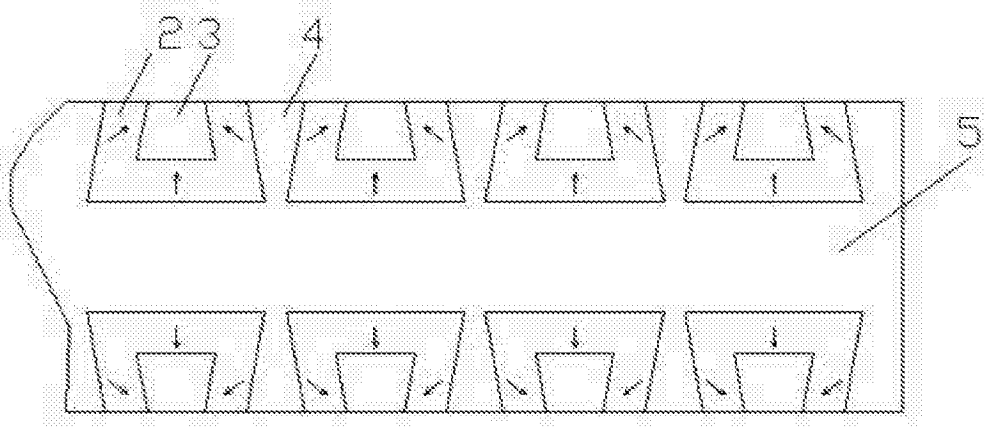


图 16

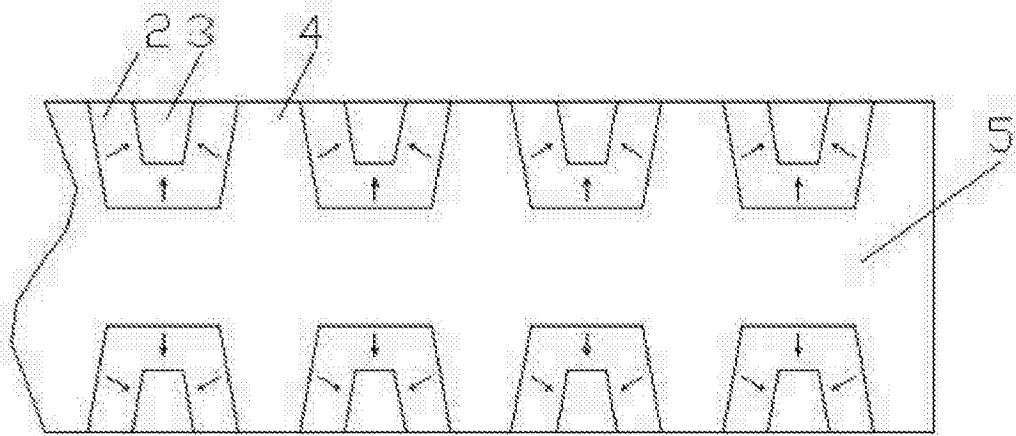


图 17

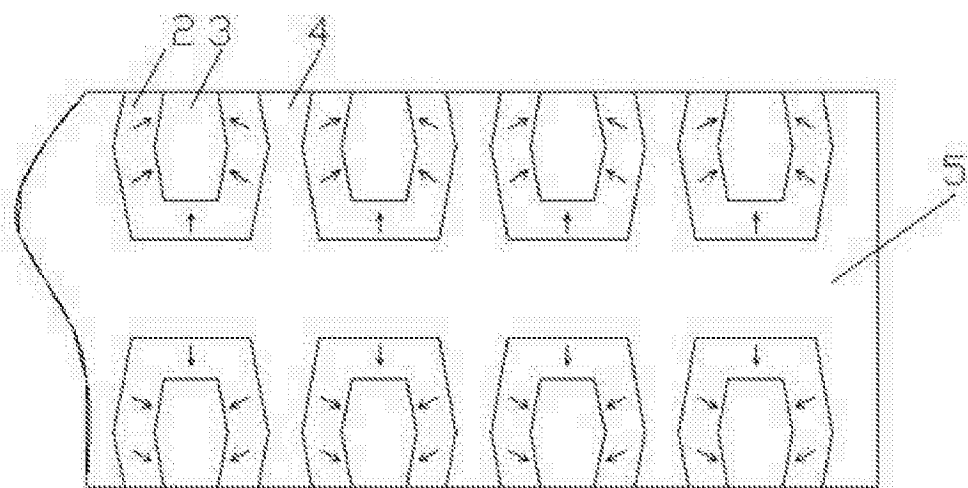


图 18

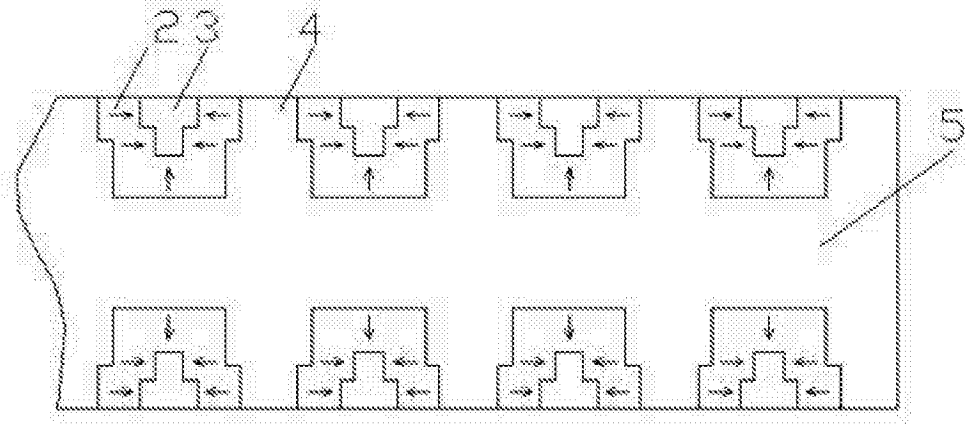


图 19

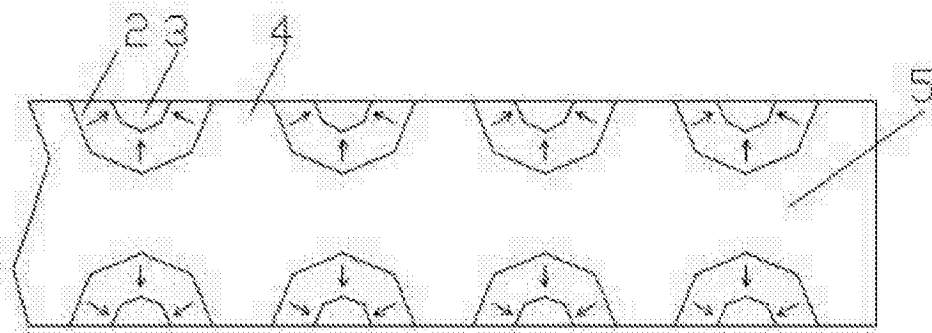


图 20

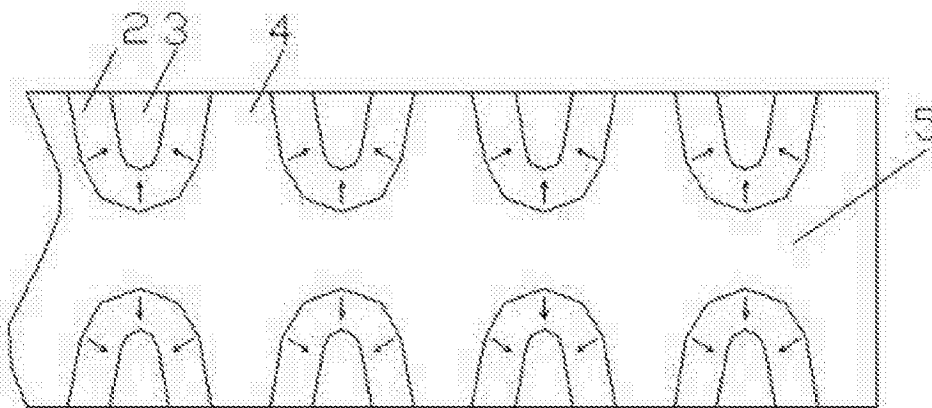


图 21

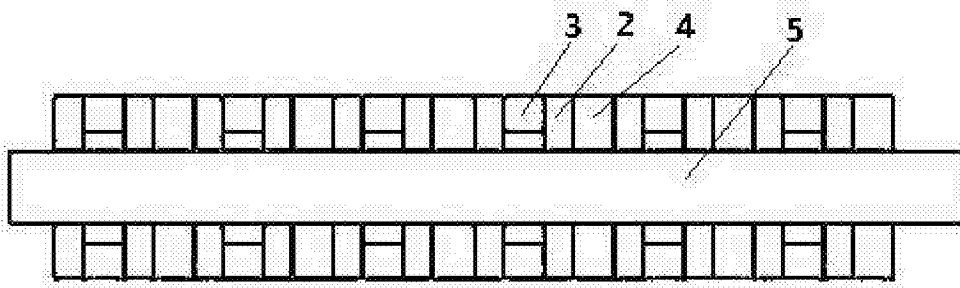


图 22

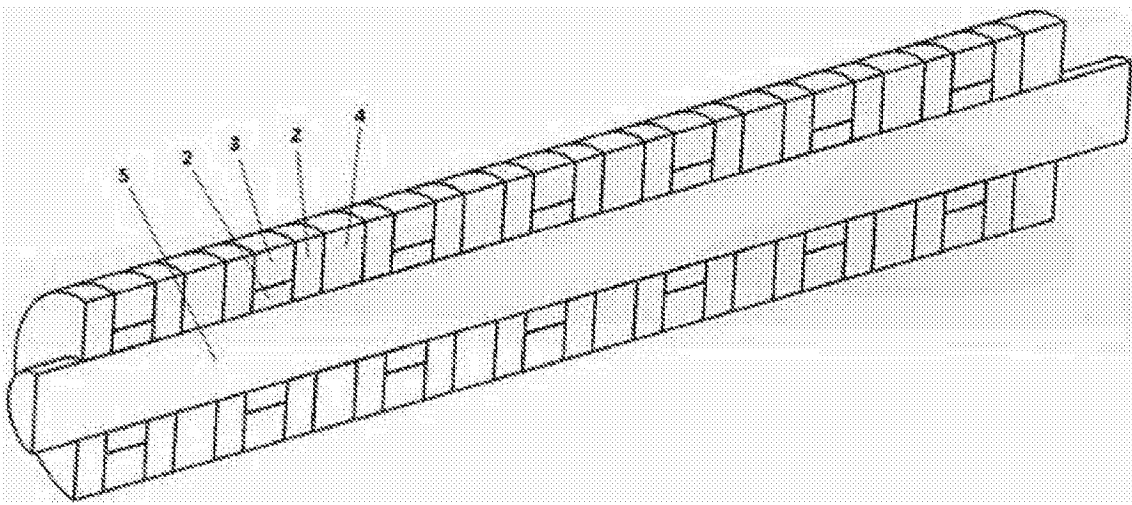


图 23

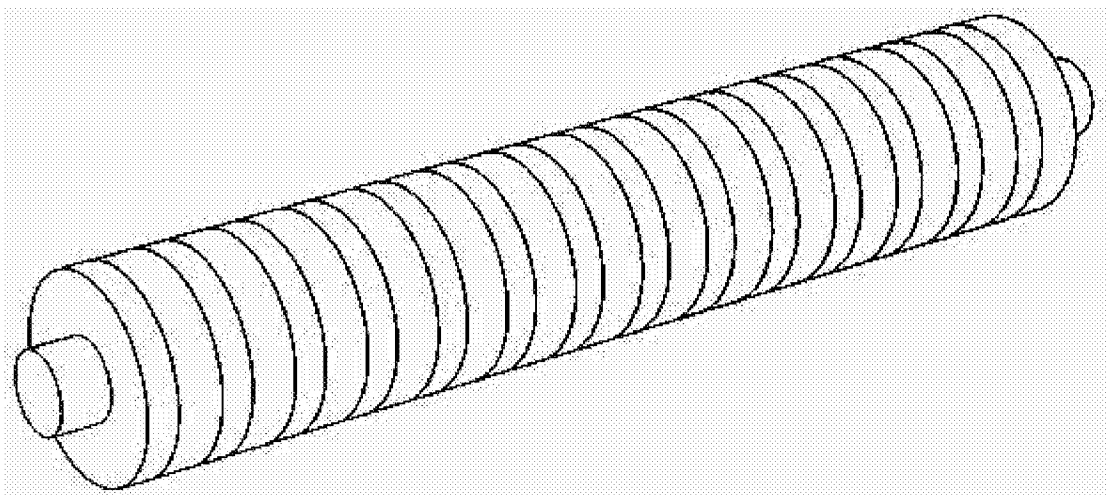


图 24

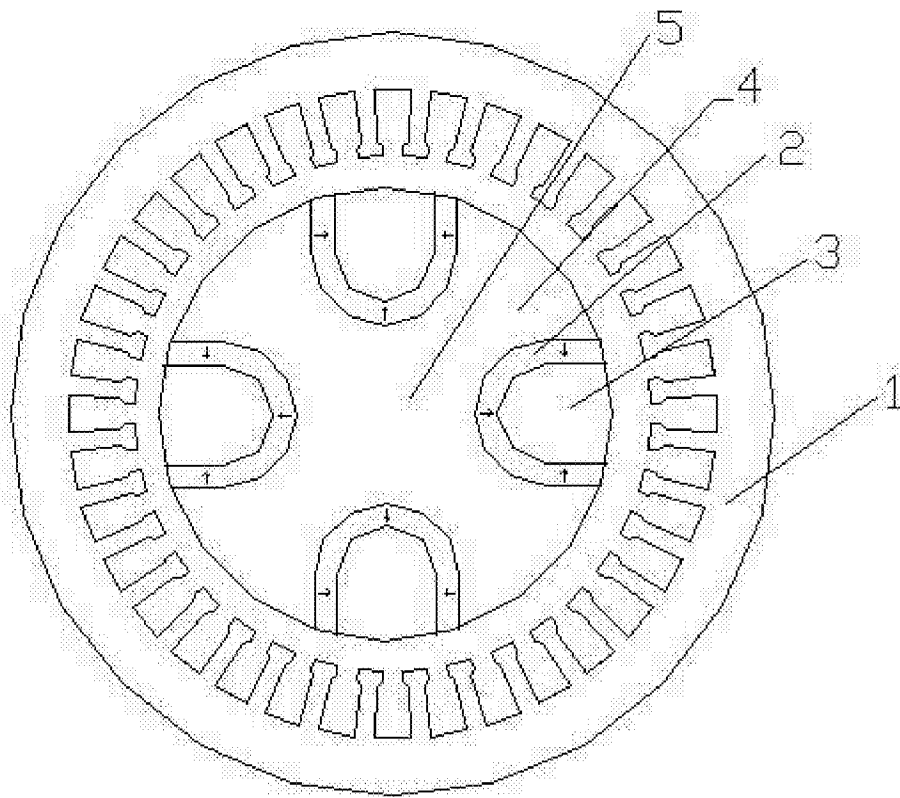


图 25

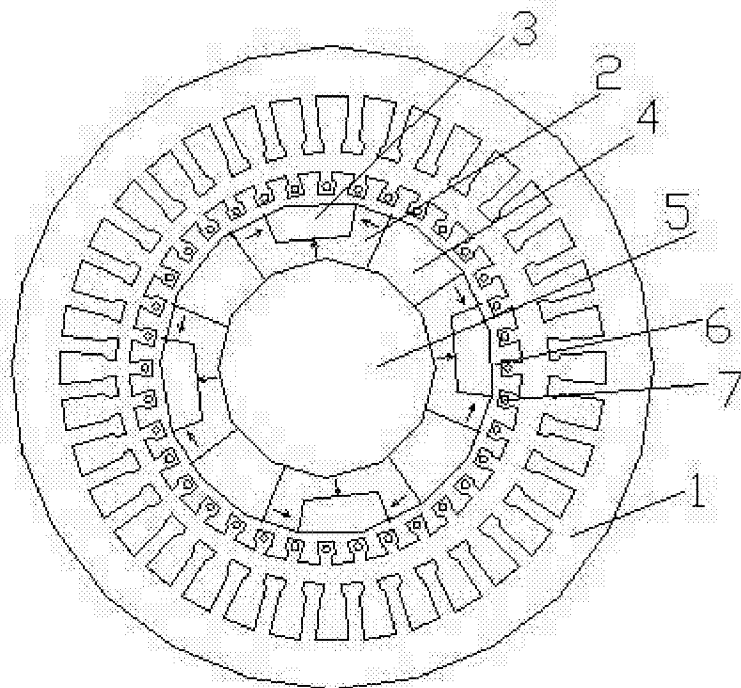


图 26



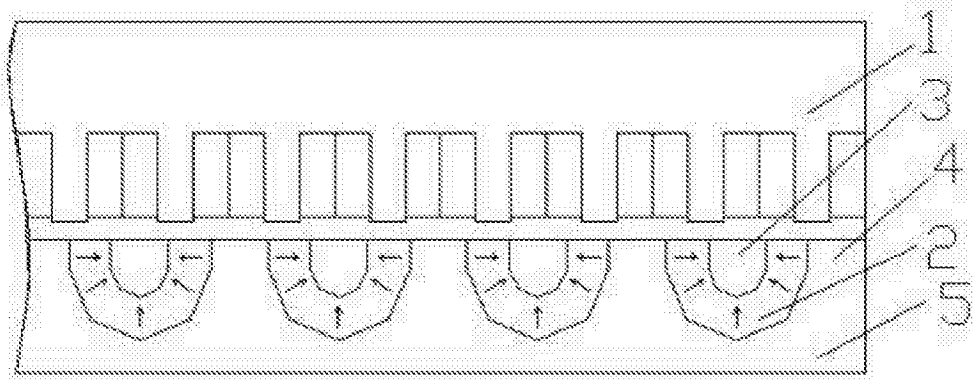


图 27

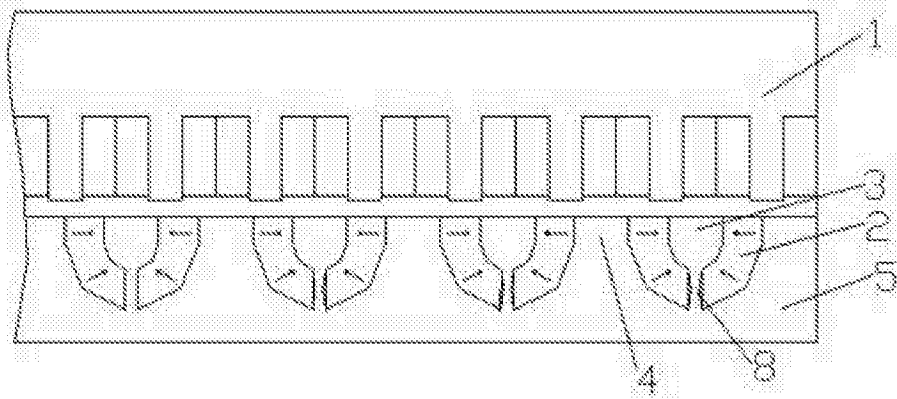


图 28

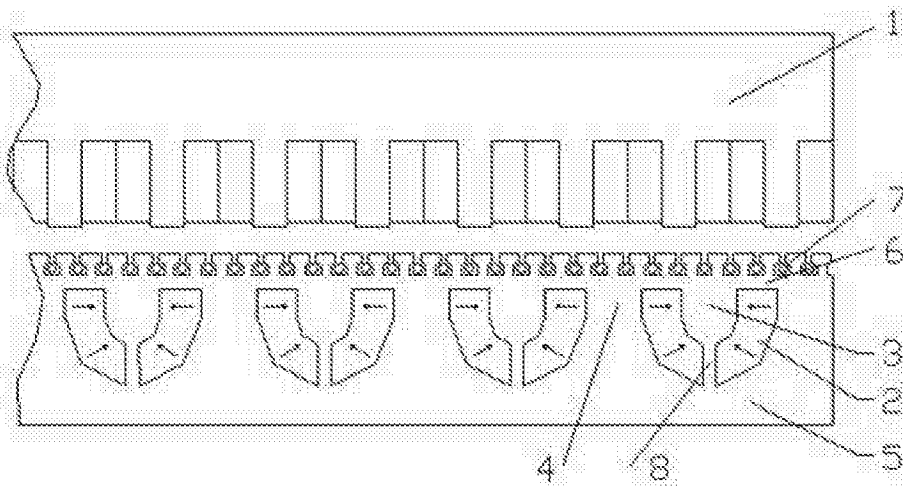


图 29

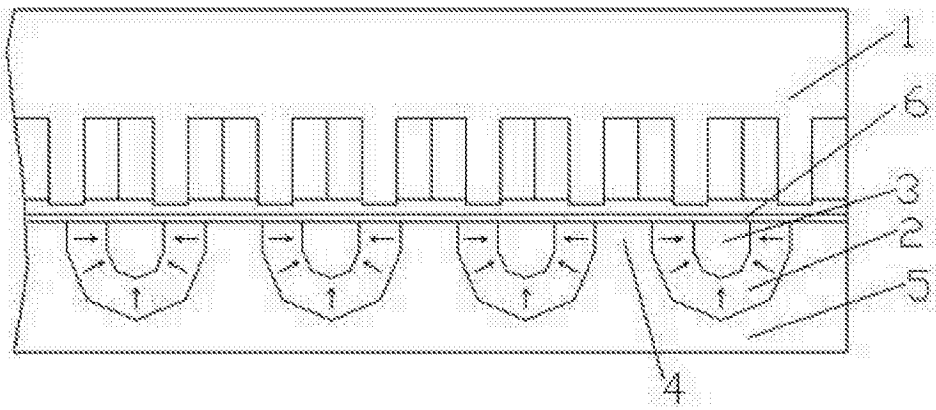


图 30

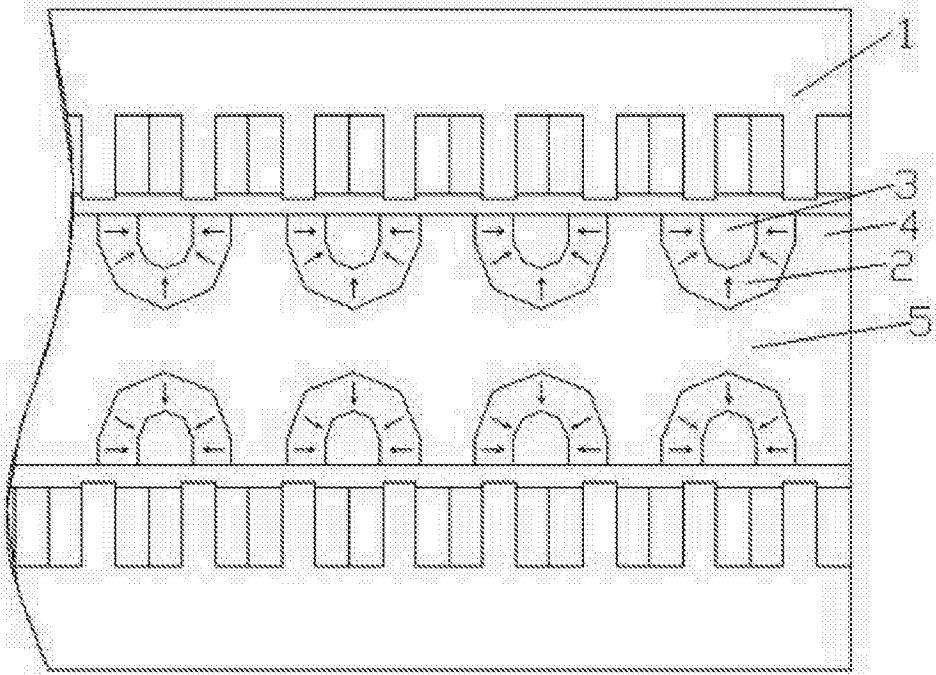


图 31

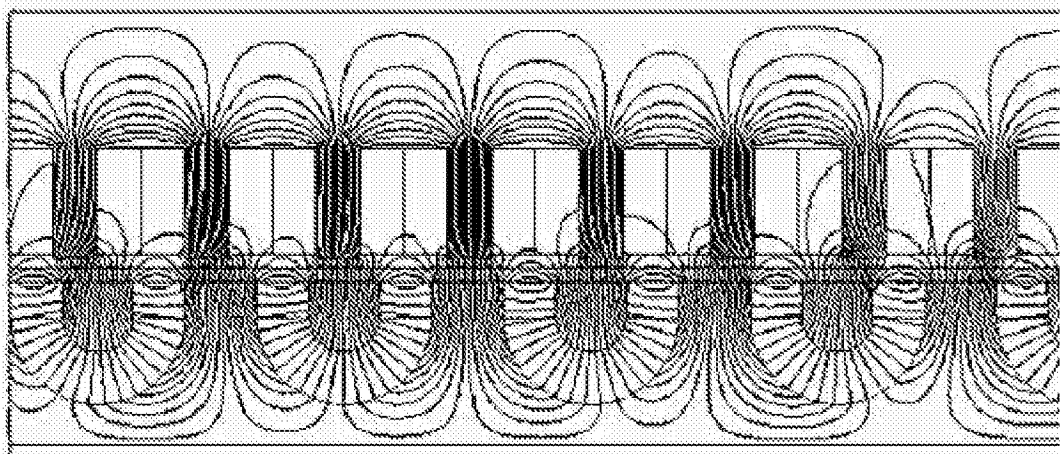


图 32