



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111463000 A

(43)申请公布日 2020.07.28

(21)申请号 202010433736.3

H02J 50/10(2016.01)

(22)申请日 2020.05.20

H02J 50/70(2016.01)

(71)申请人 河北工业大学

地址 300130 天津市红桥区丁字沽光荣道8号河北工业大学东院330#

(72)发明人 李永建 张文婷 杨明 秘明发

(74)专利代理机构 天津翰林知识产权代理事务所(普通合伙) 12210

代理人 赵凤英

(51)Int.Cl.

H01F 27/36(2006.01)

H01F 27/34(2006.01)

H01F 27/28(2006.01)

H01F 38/14(2006.01)

B60L 53/12(2019.01)

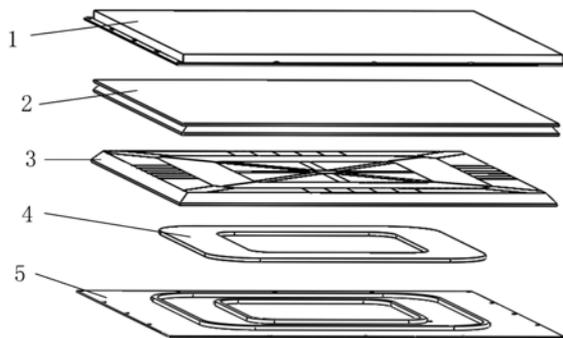
权利要求书1页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

一种适用于电动汽车无线供电系统的复合式屏蔽结构

(57)摘要

本发明为一种适用于电动汽车无线供电系统的复合式屏蔽结构。该结构包括铝盖、氧化铝陶瓷导热板、磁性材料屏蔽板、接收线圈和电木基板;所述的磁性材料屏蔽板包括屏蔽板倒角和拼合板;所述的拼合板由锰锌功率铁氧体和铁基纳米晶合金两种磁性材料制作所得多种形状的板状结构拼接而成。接收线圈设置于电木基板的基板内框边界和基板外框边界之间,磁性材料屏蔽板覆盖在接收线圈之上,氧化铝陶瓷导热板覆盖在磁性材料屏蔽板之上,铝盖覆盖在氧化铝陶瓷导热板上方,并通过螺钉和电木基板固定为一体。本发明不仅可以合理利用磁性材料屏蔽电磁辐射,还可以传导充电过程中所产生的热量以保证系统有效运行。



1. 一种适用于电动汽车无线供电系统的复合式屏蔽结构,其特征为该结构包括铝盖、氧化铝陶瓷导热板、磁性材料屏蔽板、接收线圈和电木基板;

所述的铝盖为正方体盖状,底部有外沿,外沿上分布有螺孔;

所述的氧化铝陶瓷导热板包括导热平板和导热倒角两个部分;导热平板为正方形板;导热倒角为盖状结构,为中空的正方形等腰梯台,梯台的斜边为 45° 角;导热平板下端面贴合在导热倒角的上端面,二者中心相同;

所述的磁性材料屏蔽板包括屏蔽板倒角、四角箭头板、四周梯形板、类等腰梯形板、纳米晶长方形板、铁氧体长方形板、内框长条板、内框三角形板和中心正八边形板;

其中,四个屏蔽板倒角围成第一方框,第一方框为中空的正方形等腰梯台,梯台的斜边为 45° 角;第一方框端面上镶嵌有正方形的拼合板;所述的拼合板的组成为:四个类等腰梯形板短边朝内进行拼接围成第二方框;在第二方框内部的中心位置放置了中心正八边形板,从正八边形板的各条边均延伸出一块内框长条板,内框长条板的长度从正八边形板延伸至第二方框的四角和四个内边的中心,第二方框内部的其余空间用八个内框三角形板进行填充;第二方框外部四角到第一方框的四角处分别设置有一个四角箭头板分别的四角处,每个四角箭头板的两侧各放置一个四周梯形板,即共有八个四周梯形板,八个四周梯形板的直角边各贴合放置了一个纳米晶长方形板,第一方框的内缘和第二方框的外缘的中心处各设置有一个纳米晶长方形板;相邻的两个纳米晶长方形板之间填充有一个铁氧体长方形板;

所述的四角箭头板、纳米晶长方形板、类等腰梯形板、内框长条板和中心正八边形均采用铁基纳米晶合金材料;屏蔽板倒角、四周梯形板、铁氧体长方形板和内框三角形板均采用锰锌功率铁氧体材料;

所述的电木基板包括基板内框边界、基板外框边界、进线孔、出线孔、螺纹孔和基板平板;

所述的基板平板整体为正方形板,上表面设置了内外两个环状凸起:基板内框边界和基板外框边界;基板平板的外缘处设置有螺纹孔;

所述的接收线圈为采用利兹线缠绕而成;

所述的基板平板的边长和所述的铝盖外沿的边长相等;

所述的电木基板位于该屏蔽结构的最下方,接收线圈设置于电木基板的基板内框边界和基板外框边界之间,磁性材料屏蔽板覆盖在接收线圈之上,氧化铝陶瓷导热板覆盖在磁性材料屏蔽板,铝盖覆盖在氧化铝陶瓷导热板上方,并通过螺钉和电木基板固定为一体。

2. 如权利要求1所述的适用于电动汽车无线供电系统的复合式屏蔽结构,其特征为所述的接收线圈股数为1000~1500,导线的半径为3~5mm,绕制成为方形且四角为圆角的形状,匝数为12~18匝;线圈的宽度与两个边界的间距匹配;线圈两端分别由进线孔向内引入和出线孔向外引出。

一种适用于电动汽车无线供电系统的复合式屏蔽结构

技术领域

[0001] 本发明涉及电动汽车无线电能传输领域,具体是一种适用于电动汽车无线供电系统的复合式屏蔽结构。

背景技术

[0002] 电动汽车无线电能传输技术是一种非接触式的充电技术,在充电过程中该系统会产生一定程度的电磁辐射,而电磁辐射量超过人体安全标准时会对人体造成不良影响。为减少电动汽车无线电能传输系统的电磁辐射以保障生物体安全,在设计电动汽车耦合机构的过程中需要加入电磁屏蔽设计。

[0003] 在电动汽车无线供电系统的实际应用中,一般采用高磁导率且在充电过程中产生较少涡流损耗的材料制作磁屏蔽结构,利用电导率较高的材料制作电屏蔽结构。目前国内外通常采用铁氧体材料作为磁屏蔽结构,利用铝作为电屏蔽结构。但随着电动汽车无线供电系统的输出功率和频率不断增大,用整块铁氧体板做为磁屏蔽结构已经不能满足电磁屏蔽安全辐射标准。此外,在充电过程中系统会产生较大热量,这将会影响电能传输效率和屏蔽效果,如何更有效的散热仍是一个有待解决的问题。

[0004] 文献(王朝晖.电动汽车无线充电系统电磁屏蔽特性研究)中提出的方形磁屏蔽结构整体均为PC95型号的锰锌功率铁氧体材料,并完整的覆盖在接收线圈上方,这种屏蔽方式结构笨重,未充分利用导磁材料,且使用单一的铁氧体材料其屏蔽效果会影响传输效率以及逐渐不能满足未来科技的发展需求,在该文献所设计的屏蔽结构中也并未加入散热装置以传导在充电过程中所产生的热量。

发明内容

[0005] 针对现有技术的不足,本发明拟解决的技术问题是,提供了一种适用于电动汽车无线电能传输系统的新型复合式磁性材料屏蔽板和一种适用的导热板。其中,复合式磁性材料屏蔽板锰锌功率铁氧体和铁基纳米晶合金两种磁性材料制作所得多种形状的板状结构拼接而成,导热板由导热性能较好的氧化铝陶瓷制作为边缘四周具有倒角的板状结构放置于磁屏蔽结构和铝盖之间。这样的设计,不仅可以合理利用磁性材料屏蔽电磁辐射,还可以传导充电过程中所产生的热量以保证系统有效运行。

[0006] 本发明解决所述技术问题的技术方案是:

[0007] 一种适用于电动汽车无线供电系统的复合式屏蔽结构,该结构包括铝盖、氧化铝陶瓷导热板、磁性材料屏蔽板、接收线圈和电木基板;

[0008] 所述的铝盖为正方体盖状,底部有外沿,外沿上分布有螺孔;

[0009] 所述的氧化铝陶瓷导热板包括导热平板和导热倒角两个部分;导热平板为正方形板;导热倒角为盖状结构,为中空的正方形等腰梯台,梯台的斜边为45°角;导热平板下端面贴合在导热倒角的上端面,二者中心相同;

[0010] 所述的磁性材料屏蔽板包括屏蔽板倒角、四角箭头板、四周梯形板、类等腰梯形

板、纳米晶长方形板、铁氧体长方形板、内框长条板、内框三角形板和中心正八边形板；

[0011] 其中，四个屏蔽板倒角围成第一方框，第一方框为中空的正方形等腰梯台，梯台的斜边为 45° 角；第一方框端面上镶嵌有正方形的拼合板；所述的拼合板的组成为：四个类等腰梯形板短边朝内进行拼接围成第二方框；在第二方框内部的中心位置放置了中心正八边形板，从正八边形板的各条边均延伸出一块内框长条板，内框长条板的长度从正八边形板延伸至第二方框的四角和四个内边的中心，第二方框内部的其余空间用八个内框三角形板进行填充；第二方框外部四角到第一方框的四角处分别设置有一个四角箭头板分别的四角处，每个四角箭头板的两侧各放置一个四周梯形板，即共有八个四周梯形板，八个四周梯形板的直角边各贴合放置了一个纳米晶长方形板，第一方框的内缘和第二方框的外缘的中心处各设置有一个纳米晶长方形板；相邻的两个纳米晶长方形板之间填充有一个铁氧体长方形板；

[0012] 所述的四角箭头板、纳米晶长方形板、类等腰梯形板、内框长条板和中心正八边形均采用铁基纳米晶合金材料；屏蔽板倒角、四周梯形板、铁氧体长方形板和内框三角形板均采用锰锌功率铁氧体材料；

[0013] 所述的电木基板包括基板内框边界、基板外框边界、进线孔、出线孔、螺纹孔和基板平板；

[0014] 所述的基板平板整体为正方形板，上表面设置了内外两个环状凸起：基板内框边界和基板外框边界；基板平板的外缘处设置有螺纹孔；

[0015] 所述的接收线圈为采用利兹线缠绕而成，利兹线材料为铜，股数为1000~1500，导线的半径为3~5mm，绕制成为方形且四角为圆角的形状，绕组内边边长为400mm，匝数为12~18匝；线圈的宽度与两个边界的间距匹配；线圈两端分别由进线孔向内引入和出线孔向外引出；

[0016] 所述的基板平板的边长和所述的铝盖外沿的边长相等；

[0017] 所述的电木基板位于该屏蔽结构的最下方，接收线圈设置于电木基板的基板内框边界和基板外框边界之间，磁性材料屏蔽板覆盖在接收线圈之上，氧化铝陶瓷导热板覆盖在磁性材料屏蔽板，铝盖覆盖在氧化铝陶瓷导热板上方，并通过螺钉和电木基板固定为一体。

[0018] 与现有技术相比，本发明有益效果在于：

[0019] (1) 本发明对位于接收线圈上方的屏蔽结构设计了四个相同的类等腰梯形进行拼接，该类等腰梯形由磁导率较高、高频损耗较低的铁基纳米晶合金材料制作而成，对于该结构采用铁基纳米晶合金材料能够增强该部分的导磁性能，从而使得大部分磁通经过该屏蔽材料，可以极大地减小上方漏磁场的大小；且由于该部分结构位于接收线圈上方，磁场方向与纳米晶合金结构板平行，因此不会产生较大涡流损耗；此外，四块相同的类等腰梯形进行拼接也可节省材料并简化制作工艺。

[0020] (2) 本发明在屏蔽结构中类等腰梯形板所围成的方框内部设计了“米”字型分散式结构，该结构中心为一个正八边形板，从八边形的各条边均延伸出一个长条形的板状结构，且该米字型结构采用1K107型号的铁基纳米晶合金材料，良好的导磁性能可有效集中接收线圈中间位置的磁通达到屏蔽线圈中心漏磁场的目的，且较窄的结构能够减小材料垂直磁场所产生的涡流效应，在一定程度上控制温升；方框内部的其余空间采用由TDK PC95型号

的锰锌功率铁氧体制作而成的八个等腰直角三角形板进行填充,该设计可将阻碍方圈内部区域产生涡流,且能够抑制剩余的杂散磁通向四周空气扩散。

[0021] (3) 本发明在屏蔽结构中类等腰梯形板所围成的方框外部四周采用四角箭头板、四周梯形板和四周长方形板三种形状的磁性材料屏蔽板拼接而成,其中四角箭头板采用1K107型号的铁基纳米晶合金材料制作而成并放置于屏蔽板外沿的四角处;四周梯形板采用TDK PC95型号锰锌功率铁氧体材料并分别放置于四个四角箭头板的两侧;四周长方形板则采用两种材料交叉放置与四周的中心位置,不同结构的分布位置和制作材料经由三维有限元仿真得到,可减少四周涡流损耗且有助于提升整体的导磁性能。

[0022] (4) 本发明在磁性材料屏蔽板的四周边缘处设计了四个相同的倒角型结构,倒角型结构采用PC95型号的锰锌功率铁氧体,拼接而成的结构可大大减少磁性材料屏蔽板边缘处在垂直方向和水平方向上的漏磁,同时能够引导磁路在两个线圈之间有效进行电磁耦合,进一步提升传输效率。

[0023] (5) 本发明的导热结构采用导热性能好、机械强度高且耐高温的氧化铝陶瓷材料,氧化铝导磁材料的导热系数可达到 $20\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$,且该材料的密度小、重量轻,在实现较好导热效果的同时减轻车辆负重;该导热结构在导热平板下平面的边缘四周设计了一种四周带倒角的结构,且尺寸与磁性材料屏蔽板吻合,加大与屏蔽板的接触面积也保留了与空气的接触,能够起到更好的热对流和热传导。

附图说明

[0024] 图1为本发明适用于电动汽车无线供电系统的复合式屏蔽结构一种实施例的整体结构相对位置示意图;

[0025] 图2为本发明适用于电动汽车无线供电系统的复合式屏蔽结构一种实施例的整体结构俯视图;

[0026] 图3为本发明适用于电动汽车无线供电系统的复合式屏蔽结构一种实施例的氧化铝陶瓷导热板结构的仰视图;

[0027] 图4为本发明适用于电动汽车无线供电系统的复合式屏蔽结构一种实施例的氧化铝陶瓷导热板结构局部示意图;

[0028] 图5为本发明适用于电动汽车无线供电系统的复合式屏蔽结构一种实施例的磁性材料屏蔽结构俯视图;

[0029] 图6为本发明适用于电动汽车无线供电系统的复合式屏蔽结构一种实施例的基板结构俯视图;

[0030] 图7为本发明的复合式磁屏蔽结构与常用的整块同尺寸PC95型号铁氧体磁屏蔽板在屏蔽板上方10mm处的漏磁场强度仿真对比图;

[0031] 图中:1、铝盖;2、氧化铝陶瓷导热板;3、磁性材料屏蔽板;4、接收线圈;5、电木基板;6、螺丝钉;

[0032] 21、导热平板;22、导热倒角;

[0033] 31、屏蔽板倒角;32、四角箭头板;33、四周梯形板;34、类等腰梯形板;35、纳米晶长方形板;36、铁氧体长方形板;37、内框长条板;38、内框三角形板;39、中心正八边形板;

[0034] 51、基板内框边界;52、基板外框边界;53、进线孔;54、出线孔;55、螺纹孔;56、基板

平板；

具体实施方式

[0035] 下面给出本发明的具体实施例。具体实施例仅用于进一步详细说明本发明，不限制本申请权利要求的保护范围。

[0036] 本发明提供了一种适用于电动汽车无线供电系统的复合式屏蔽结构，该结构如图1所示，包括铝盖1、氧化铝陶瓷导热板2、磁性材料屏蔽板3、接收线圈4和电木基板5；

[0037] 所述的复合式屏蔽结构相对位置及整体结构示意图如图1、图2所示，电木基板5位于最下方，接收线圈4位于电木基板5的上方，且接收线圈4放置在基板内框边界51和基板外框边界52之间；磁性材料屏蔽板3位于接收线圈4上方，且接收线圈4位于磁性材料屏蔽板中的类等腰梯形板所围成的方圈正下方，两者的中心点位于同一垂直线上；氧化铝陶瓷导热板2位于磁性材料屏蔽板3的上方，且磁性材料屏蔽板3完全贴合在氧化铝陶瓷导热板2下表面的内部；铝盖1位于氧化铝陶瓷导热板2的上方，铝盖1的内部下表面覆盖在氧化铝陶瓷导热板2的外部上表面上方，铝盖1的侧面内表面刚好包围在氧化铝陶瓷导热板2的四周，铝盖1的下边沿与电木基板5贴合，且两者的螺纹孔对齐后由螺丝钉6进行安装；

[0038] 所述的铝盖1的俯视图如图2所示，为立方体无下表面平板且内部空心的结构（正方形盖状结构），在立方体的四周侧面底部延伸出了一定宽度的边沿，并在边沿上进行打孔，铝盖1上方平面的尺寸与氧化铝陶瓷导热板2的导热平板21尺寸相同，其四周侧面的高度为安装后刚好可与电木基板5贴合的尺寸；铝盖的厚度为2mm，高度为30mm，边长为848mm；外沿的厚度为2mm，宽度为15mm；

[0039] 所述的氧化铝陶瓷导热板2结构的整体仰视图、局部示意图如图3、图4，该结构包括导热平板21和导热倒角22两个部分；导热平板21为正方形板，导热倒角22也为盖状结构，为中空的正方形等腰梯台（即端面和底面均为正方形），梯台的斜边为45°角，梯台的内部高度与磁性材料屏蔽板3中的四个屏蔽板倒角31所围成的第一方框的内部高度相同，梯台的底边边长和导热平板21的边长相同（也等同于铝盖1的不包含外缘部分的边长），端面的边长比底边边长小18~21mm（梯台内部高度是9—10mm，）；导热平板21下端面贴合在导热倒角22的上端面，二者中心相同；导热倒角22所围成的区域内表面与磁性材料屏蔽板3的上表面完全相同；该导热结构采用导热性能好、机械强度高且耐高温的氧化铝陶瓷材料，氧化铝导热材料的导热系数可达到20W/(m·K)，且该材料的密度小、重量轻，在实现较好导热效果的同时减轻车辆负重；

[0040] 所述的磁性材料屏蔽板3整体结构俯视图如图5所示，包括屏蔽板倒角31、四角箭头板32、四周梯形板33、类等腰梯形板34、纳米晶长方形板35、铁氧体长方形板36、内框长条板37、内框三角形板38和中心正八边形板39；

[0041] 其中，四个屏蔽板倒角31围成第一方框（屏蔽板倒角31为条状结构），第一方框为中空的正方形等腰梯台，梯台的斜边为45°角，第一方框的内部高度为1cm，与电木基板5中的基板内框边界51和基板外框边界52高度相同；第一方框上镶嵌有正方形的拼合板；拼合板的边长和第一方框的上端面的嵌槽的边长相等；所述的拼合板的组成为：四个类等腰梯形板34短边朝内进行拼接围成第二方框；在第二方框内部的中心位置放置了中心正八边形板39，从正八边形板39的各条边均延伸出一块内框长条板37，内框长条板37的长度从正八

边形板延伸至第二方框的四角和四个内边的中心(一个中心正八边形板39与八个内框长条板37构成“米”字形结构),第二方框内部的其余空间用八个内框三角形板38进行填充;第二方框外部四角到第一方框的四角处分别设置有一个四角箭头板32,每个四角箭头板32的两侧各放置一个四周梯形板33,即共有八个四周梯形板33,八个四周梯形板33的直角边各贴合放置了一个纳米晶长方形板35,第一方框的内缘和第二方框的外缘的中心处各设置有一个纳米晶长方形板35;相邻的两个纳米晶长方形板35之间填充有一个铁氧体长方形板36;其中,正八边形板39的边长为25mm,类等腰梯形板34的上底长为365mm,下底长为544mm,高度为112mm,外倒角长度为28.3mm,纳米晶长方形板35和铁氧体长方形板36的尺寸相同,均为长88mm,宽50mm的长方形结构;

[0042] 所述的类等腰梯形板34是将等腰梯形的四角进行了倒角结构的处理。

[0043] 所述的四角箭头板32、纳米晶长方形板35、类等腰梯形板34、内框长条板37和中心正八边形39均采用磁导率较高、高频损耗较低的铁基纳米晶合金材料;屏蔽板倒角31、四周梯形板33、铁氧体长方形板36和内框三角形板38均采用TDK PC95型号的锰锌功率铁氧体材料;

[0044] 所述的磁性材料屏蔽板3采用1K107型号的铁基纳米晶合金和TDK PC95锰锌功率铁氧体两种磁性材料进行图5所示的复合式拼接结构,可减少磁性材料屏蔽板3上方的漏磁场,且屏蔽板倒角31的设计能够减少在磁性材料屏蔽板3边缘处垂直方向和水平方向上的漏磁,同时能够引导磁路在两个线圈之间有效进行电磁耦合,进一步提升传输效率;

[0045] 所述的电木基板5结构示意图如图6所示,包括基板内框边界51、基板外框边界52、进线孔53、出线孔54、螺纹孔55和基板平板56;

[0046] 所述的基板平板56整体为正方形板,上表面设计了两个厚度为1cm的方形凸起分别是基板内框边界51和基板外框边界52,基板内框边界51与基板外框边界52之间的空隙用于放置和固定接收线圈4;在基板内框边界51的外径边缘处设置了贯通的进线孔53,在基板外框边界52的内径边缘处设置了贯通的出线孔54;基板平板56的外边缘处与铝盖1螺纹孔相对应的位置共设置了16个螺纹孔;

[0047] 所述的基板平板56的边长和所述的铝盖1的外沿的边长相等;

[0048] 所述的接收线圈4为采用利兹线缠绕而成,利兹线材料为铜,股数为1300,导线的半径为5mm,绕制成为方形且四角为圆角的形状,绕组内边边长为400mm,匝数为16匝;线圈两端分别由进线孔53向内引入和出线孔54向外引出,接收线圈两端引出后连接至车辆侧功率控制单元中的电力电子变换装置,由电力电子变换器对接收线圈输出的高频交流电进行补偿、整流和滤波等操作,最终输出满足电动汽车车载电池要求的直流电对车载电池进行充电;

[0049] 所述的电木基板5位于该屏蔽结构的最下方,接收线圈4放置于电木基板5的基板内框边界51和基板外框边界52之间,磁性材料屏蔽板3覆盖在接收线圈4之上,且位于氧化铝陶瓷导热板2的盖状结构之内,铝盖1完整的覆盖在氧化铝陶瓷导热板2上方(铝盖1、氧化铝陶瓷导热板2、磁性材料屏蔽板3都是贴合);其中,铝盖1、氧化铝陶瓷导热板2、磁性材料屏蔽板3、接收线圈4和电木基板5的中心位置位于同一竖直线上;

[0050] 安装步骤:

[0051] 步骤一:将接收线圈4固定于电木基板5的基板内框边界51和基板外框边界52之间

的空隙内,线圈两端分别由进线孔53向内引入和出线孔54向外引出;

[0052] 步骤二:将磁性材料屏蔽板3的各部分按照图5所示的结构粘贴在氧化铝陶瓷导热板2下方的内表面上;

[0053] 步骤三:将步骤二中完成各磁性材料屏蔽结构粘贴工作所得到的氧化铝陶瓷导热板2固定在铝盖1内部的下表面;

[0054] 步骤四:将完成步骤二和步骤三的铝盖1、氧化铝陶瓷导热板2和磁性材料屏蔽板3放置在步骤一中所得到的线圈上方,将铝盖1和电木基板5的螺纹孔分别对应后用螺丝钉6进行固定;

[0055] 仿真分析:

[0056] 图7为该实施例与常用的完整TDK PC95型号锰锌功率铁氧体板仿真在发射线圈电流截面施加85kHz频率下的10A交流电时,磁性材料屏蔽结构上方10mm高度下,在交流电流为峰值的时刻(即 $t=8.88 \times 10^{-6}$ s),取磁性材料屏蔽板中心位置处的一条关于该中心点对称且长度为1.2m的线段上各点的磁场强度对比曲线图。

[0057] 从图7中可以看出,图5所示的复合式磁屏蔽结构在所选线段上的漏磁场要明显小于完整的TDK PC95型号锰锌功率铁氧体板,尤其是在0.2m至0.3m、0.9m至1.0m之间。这说明该适用于电动汽车无线供电系统的复合式屏蔽结构中的磁性材料屏蔽板实施例较完整的TDK PC95型号锰锌功率铁氧体板而言,其屏蔽效果方面确实有较大改善,尤其在磁性材料屏蔽板边缘处上方的漏磁改善效果显著,因此确实针对目前的磁屏蔽结构有较大改进。

[0058] 本发明未述及之处适用于现有技术。

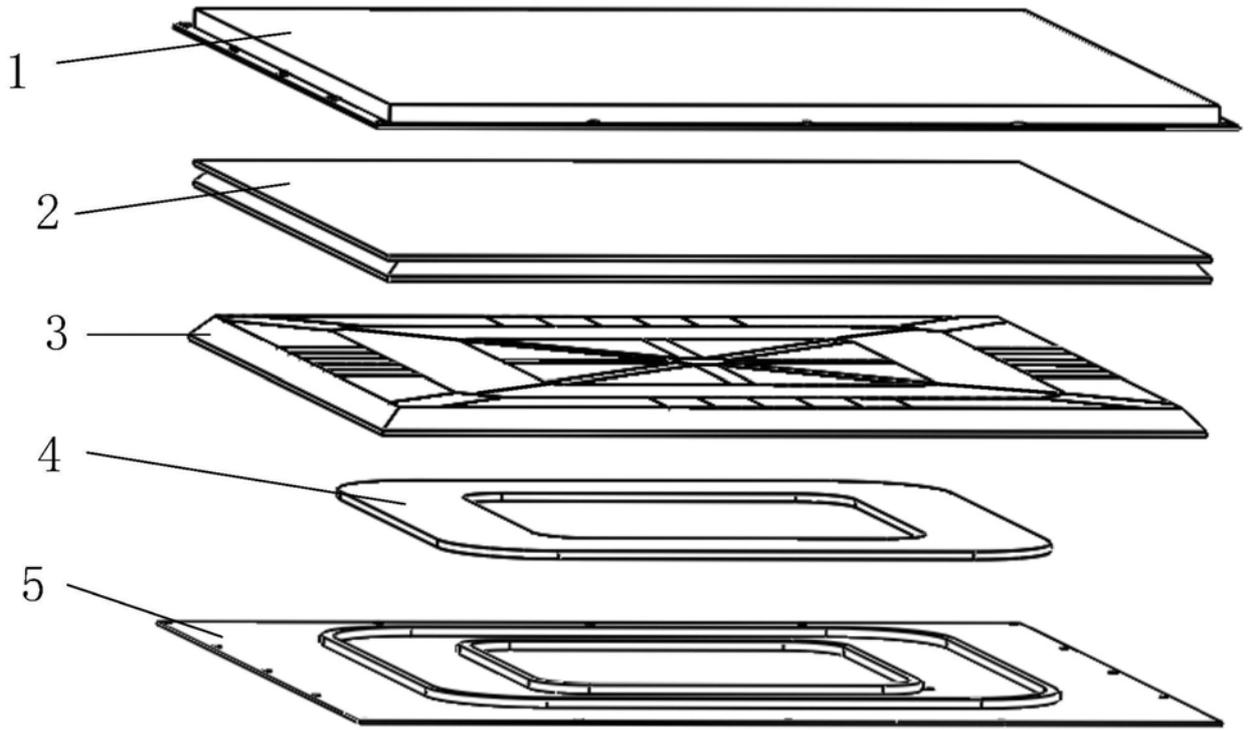


图1

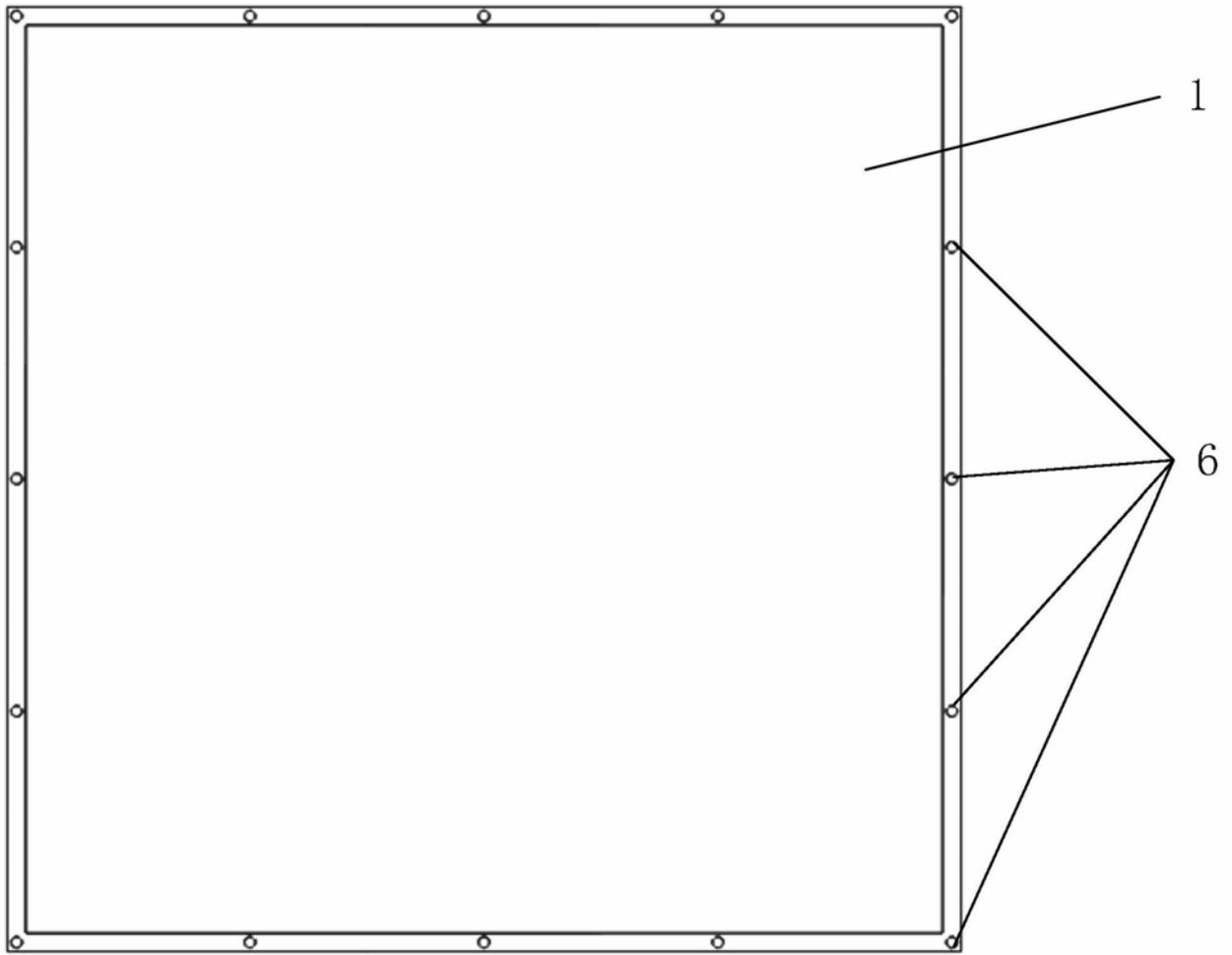


图2

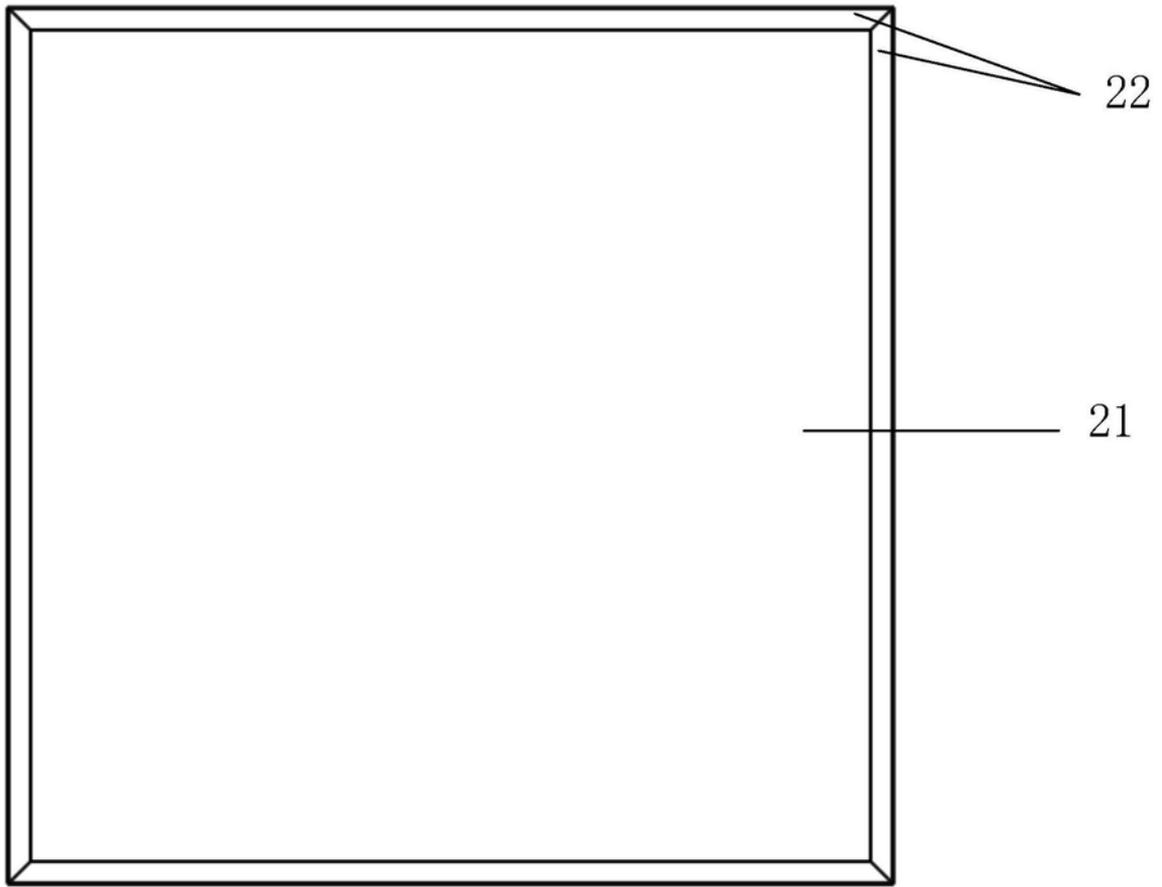


图3

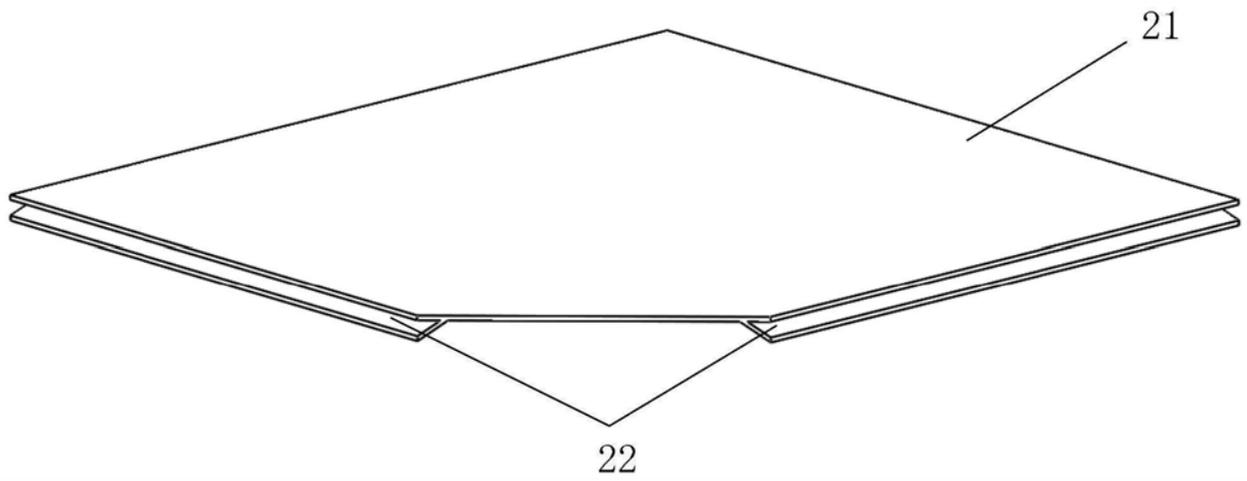


图4

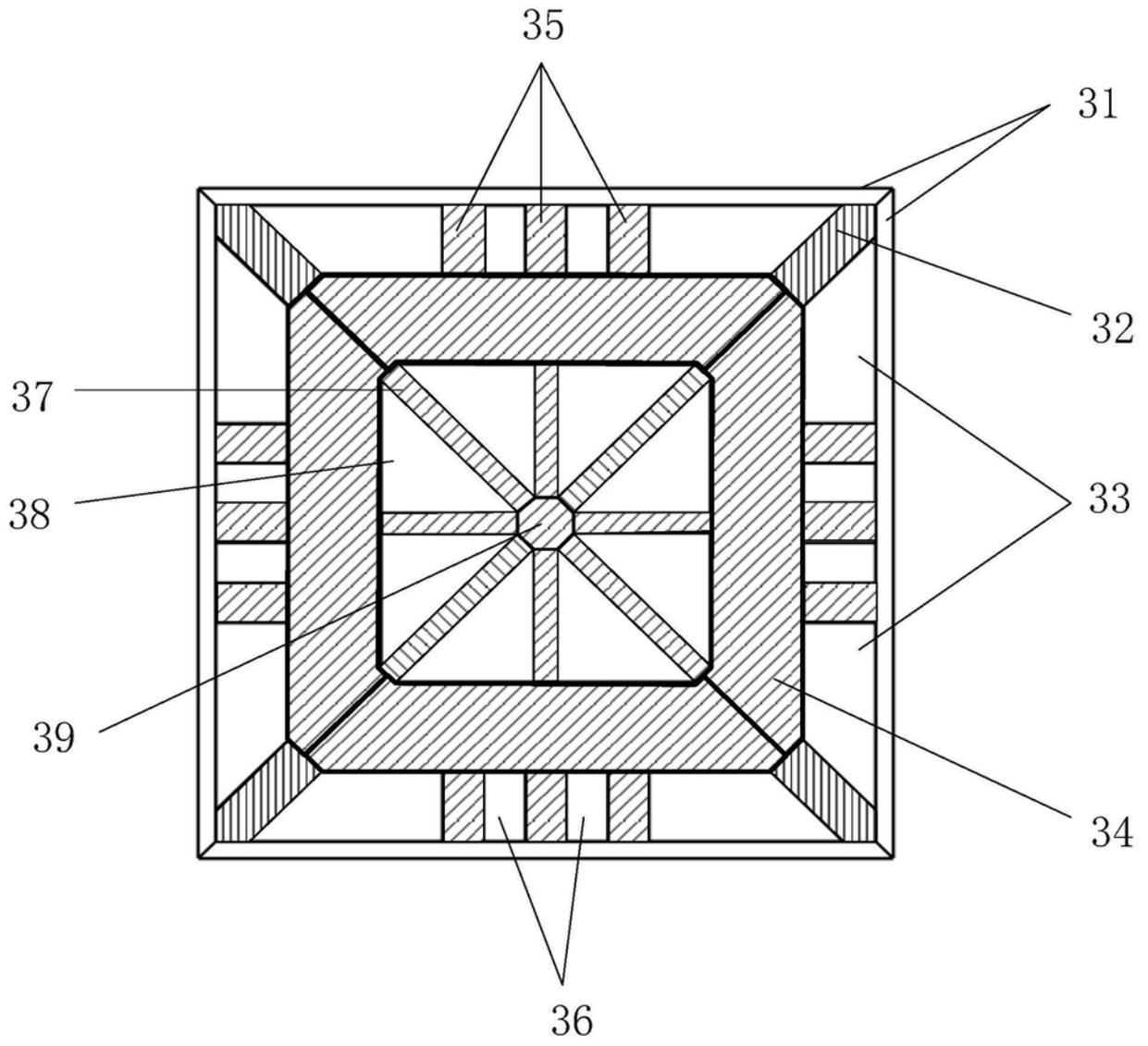


图5

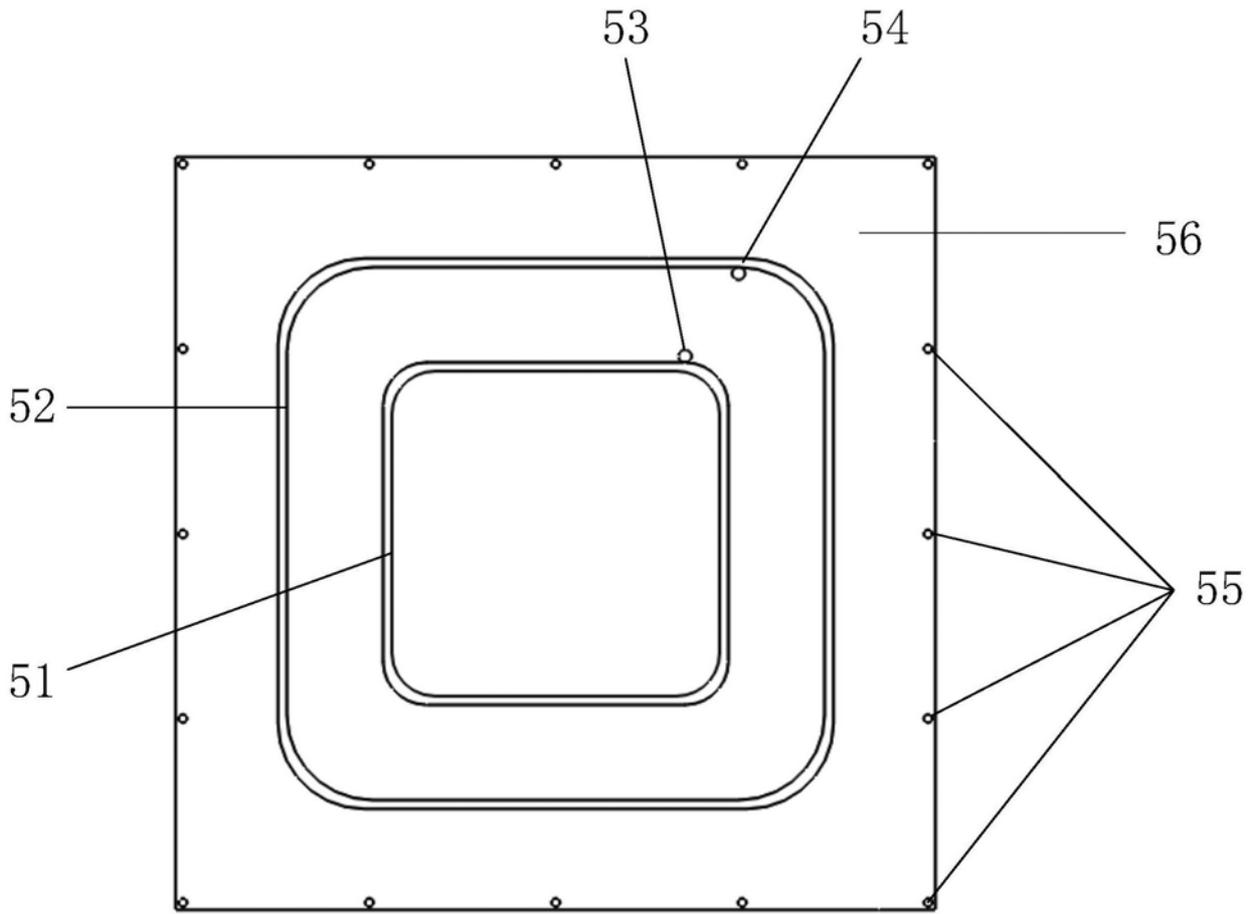


图6

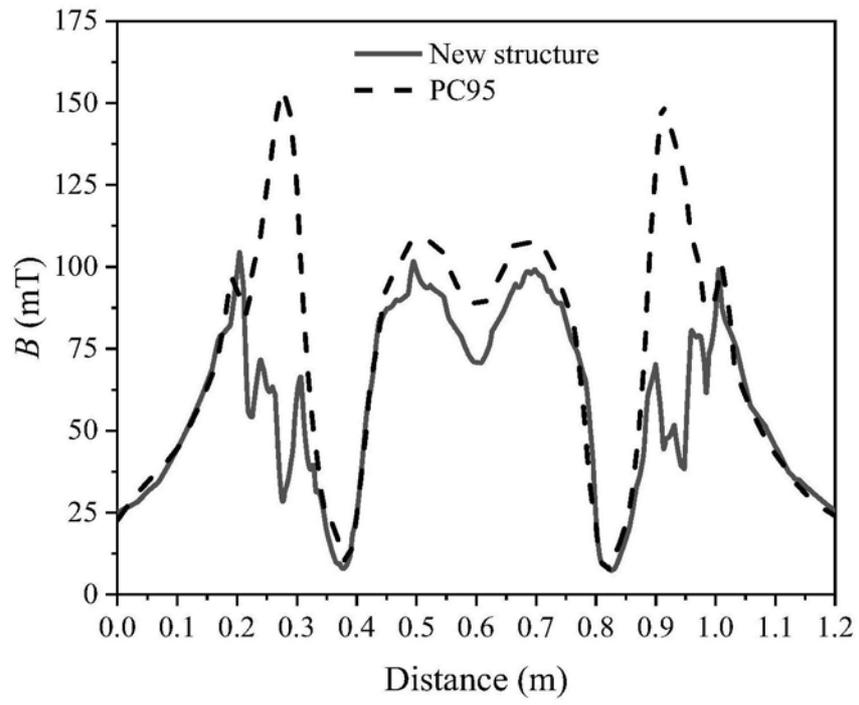


图7