

建筑部件增加射频信号穿透率的介电体结构及其设置方法

技术领域

本发明涉及一种介电体结构及其设置方法，介电体结构与介电性建筑物部件接合后可提升特定频谱的射频信号于介电性建筑部件的穿透性。

背景技术

因应市场对于信息传输高速化的需求，通信产业逐步采用高频电磁波以进行信号传输。因使用频段提升至高频率频谱，故建筑用材料及其建筑部件对于通信传输的影响更显重要。于众多的建筑材料中，介电材料像是玻璃、水泥、木材、陶瓷及塑料等材料都可纳入此范畴。部分的介电材料即便有较低的介电损失参数，对于通过的电磁波有极低的介电损失；但在特定电磁波频谱中仍会因材料自身与外界介电常数的不匹配而造成反射损失。以没有任何镀膜的玻璃在空气中使用为例，一般玻璃在高频通信的使用环境下会产生 2~4 dB 的反射损失，意即电磁波于传输过程中有 50% 的能量将会因玻璃的屏蔽而转为反射损失。

为了解决信号通过建筑材料或建筑部件所产生的衰减问题，已研究了若干实例并可归纳为数种方案，其中包含内天线、内外天线含引线、介质天线及周期性导电结构等。设置内天线、内外天线含引线等方案广泛应用于车载通信及建筑环境中，这类方案透过天线接收信号，依其系统设计对接收的信号进行放

大，或是不放大信号，将其以引线或天线传送出去，具体的实例像是专利申请 US 6,661,386、US 7,091,915、US 8,009,107 及 EP 1343221。在介质天线的方案中，介电物体表面用作为天线基板，透过图形化导电层以制备收发天线，相关实例像是申请案 CN 104685578B。在周期性金属结构的方案中，则是在介电体上制作周期性金属结构，利用调整金属结构的尺寸以使整体结构对特定波长的电磁波产生选择性穿透的表现，这种周期性的金属结构也因此被称之为频率选择性表面，相关的实例则像是申请案 JP2004053466、JP2011254482、US4,125,841、US6,730,389、以及 US2018/0159241。然而，以上所述的所有方案，均需要有导电结构以收发电磁波信号或滤波。

发明内容

有鉴于上述现有技术的问题，本发明的技术目的是解决现有通信技术中存在的问题，提供一种可提升既有介电材料所制成的建筑部件的电磁波穿透度的装置及其设置方法。由于不需要制作图形化导电层且不需要电力及信号接点，故具备易于生产、成本低及安装简便等优点。

根据本发明一实施例，提供一种应用于建筑部件以增加射频信号的穿透率的介电体结构，该介电体结构包含结构体以及定位部件，结构体包含至少一个介电材料层，定位部件将结构体与接合物(建筑部件)进行接合，且介电材料层的介电常数值介于1~10000之间，定位部件将介电体结构与建筑部件接合后的复合结构可使工作频率 f_0 的射频信号通过并降低反射损失，介电体结构于射频信号通过的表面在接合物表面的投影面的最小等效直径不小于与工作频率 f_0 对应的工作波长 λ_0 的八分之一。

优选地，定位部件可以进一步包含介电材料层，其介电常数值介于1~10000之间。

优选地，定位部件可以是介于结构体以及接合物之间。

优选地，介电体结构可以进一步包含空间隙区。

优选地，空间隙区可以介于结构体以及接合物之间。

优选地，空间隙区可以设置于结构体内部，而不接触接合物。

根据本发明另一实施例，提供一种介电体结构的设置方法，介电体结构可应用于建筑部件，以增加射频信号的穿透率，该方法包含了以定位部件接合结构体以及接合物，且结构体由至少一个介电材料层所构成，定位部件于射频信号设定可通过的区域由介电材料层所构成，基于导纳补偿技术，结构体与定位部件的介电材料层的介电常数值介于1~10000之间，定位部件将介电体结构与建筑部件接合后的复合结构可使工作频率 f_0 的射频信号通过并降低反射损失，介电体结构于射频信号通过的表面在接合物表面的投影面的最小等效直径不小于与工作频率 f_0 对应的工作波长 λ_0 的八分之一。

优选地，该方法可以进一步包含在介电体结构内设置空间隙区。

根据本发明概念提出的介电体结构及其设置方法至少具有如下的优点：(1)可用介电材料制作，具有简单的结构及工艺，故有利于大量生产制造；(2)不需导入外部电力及信号，安装方便且使用方便；(3)不需要电力即可运作，可节约电力及运营成本；(4)介电体结构不是信号发射源，没有电磁波辐射生物安全的隐患。

附图说明

图1示出了根据现有技术制作的导纳图。

图2A~图2D分别示出了根据本发明实施例的介电体结构的剖面图。

图3A~图3D分别示出了根据本发明实施例的介电体结构的剖面图。

图4示出了根据本发明实施例的介电体结构与接合物接合使用的示意图。

图5A及图5B示出了3GHz~5 GHz电磁波穿透8 mm厚且介电常数为6的玻璃时的反射度及透射度的曲线图。

图6A及图6B以曲线图分别示出了3 GHz~5 GHz电磁波穿透8 mm厚且介电常数为6的玻璃以及其上接合根据本发明一实施例的介电体结构时的反射度及透射度。

图7A及图7B以曲线图分别示出了3 GHz~5 GHz电磁波穿透8 mm厚且介电常数为6的玻璃以及其上接合根据本发明一实施例的介电体结构时的反射度及透射度。

【附图标记说明】

101,102,103,104,105:位置

200A,200B,200C,200D,300A,300B,300C,300D:介电体结构

201,202,301:介电材料层

220,330,402:定位部件

250,350,401:接合物

320:空间隙区

403:结构体

具体实施方式

为进一步说明本发明的技术特征、内容与优点及其所能达成的功效，兹将本发明配合所附图式，并以实施例的表达形式详细说明如下，而其中所使用的图式，其主旨仅为示意及辅助说明书之用，未必为本发明实施后的真实比例与精准配置，故不应就所附图式的比例与配置关系解读、局限本发明于实际实施上的权利要求，合先叙明。

参照图 1，其示出根据现有技术的导纳图。以 $\epsilon_s = \epsilon_r = 6$ 的接合物(以位置 101 示意)置放于 $\epsilon_r = 1$ 的环境(以位置 102 示意)中为例，随着接合物厚度由 0 逐步增加至 t_s ，则导纳值 α_s 会由位置 102 以顺时针方向移动至位置 103。接下来，选用由介电系数为 $\epsilon_1 = \epsilon_r = 6$ 的第一介电材料所构成的结构体接合上述接合物以形成一复合结构，随着该装置的厚度由 0 逐步增加至 t_1 ，该复合结构的导纳值 $\alpha_s + \alpha_1$ 由图中所示位置 103 经过实数轴的相位厚度 $(2 * n - 1) * \pi / 2$ 位置 104 后与实数轴的相位厚度 $n * \pi$ 位置 105 再相交，则对应相位厚度 $n * \pi$ 的 t_1 为该装置的最佳厚度，使得该复合结构于特定电磁波频谱具有提升的穿透度，其中，前述二式的 n 值为非零正整数。对于多层结构或定位部件为介电体且位于射频信号设定可通过的区域，则其补偿分析方法与上述方法相同。另外，对于实际应用状态下的带宽及生产制程考虑，将 $\pm 25\%$ 以内视为可接受的厚度变异范围。

基于图 1 所示的导纳补偿技术来决定该装置的厚度，接下来请参照图 2A~图 2D，图 2A~图 2D 以剖面图分别示出根据本发明不同实施例的介电体结构示例。

其中，图 2A 中的介电体结构 200A 包括由至少一个第一介电材料层 201 所构成的结构体以及定位部件 220。利用定位部件 220 将结构体与接合物 250 进行接合。介电体结构 200A 与接合物 250 接合后的复合结构在工作频率为 f_0 且对应波长为 λ_0 的射频信号传递状态下，第一介电材料层 201 的介电常数值范围是 1~10000，介电体结构 200A 于射频信号通过的表面在接合物表面的投影面的最小等效直径不小于 $\lambda_0/8$ 。

根据本发明另一实施例，图 2B 中的介电体结构 200B 包括由至少一个第一介电材料层 201 所构成的结构体以及由第二介电材料层所构成的定位部件 220，利用定位部件 220 将结构体与接合物 250 进行接合。介电体结构 200B 与接合物 250 接合后的复合结构在工作频率为 f_0 且其对应波长为 λ_0 的射频信号传递状态下，第一介电材料层的介电常数值范围是 1~10000，第二介电材料层的介电常数值范围是 1~10000，介电体结构 200B 于射频信号通过的表面在接合物表面的投影面的最小等效直径不小于 $\lambda_0/8$ 。介电体结构 200B 与介电体结构 200A 不同在于，定位部件 220 介于结构体以及接合物 250 之间。

根据本发明另一实施例，图 2C 中的介电体结构 200C 包括由至少一个第一介电材料层 201 及第二介电材料层 202 所构成的结构体以及定位部件 220，利用定位部件 220 将结构体与接合物 250 进行接合。第二介电材料层 202 可部分覆盖第一介电材料层 201。介电体结构 200C 与接合物 250 接合后的复合结构在工作频率为 f_0 且其对应波长为 λ_0 的射频信号传递状态下，第一介电材料层 201 及第二介电材料层 202 的介电常数值范围皆是 1~10000。介电体结构 200C 于射频信号通过的表面在接合物表面的投影面的最小等效直径不小于 $\lambda_0/8$ 。

根据本发明另一实施例，图 2D 中的介电体结构 200D 包括至少一个第一介电材料层 201 及第二介电材料层 202 所构成的结构体以及由第三介电材料层所构成的定位部件 220，利用定位部件 220 将结构体与接合物 250 进行接合。第二介电材料层可部分覆盖第一介电材料层。介电体结构 200D 与接合物 250 接合后的复合结构在工作频率为 f_0 且其对应波长为 λ_0 的射频信号传递状态下，第一介电材料层 201、第二介电材料层 202 及由第三介电材料层所构成定位部件 220 的介电常数值范围皆是 1~10000。介电体结构 200D 于射频信号通过的表面在接合物表面的投影面的最小等效直径不小于 $\lambda_0/8$ 。

接下来请参照图 3A ~图 3D，图 3A ~图 3D 以剖面图分别示出根据本发明实施例的介电体结构。不同于图 2A~图 2D 所示实施例，图 3A ~图 3D 所示实施例的介电体结构包含了空间隙区。

其中，图 3A 中的介电体结构 300A 包括至少一个第一介电材料层 301 所构成的结构体、空间隙区 320 及定位部件 330，利用定位部件 330 将结构体与接合物 350 进行接合。介电体结构 300A 与接合物 350 接合后的复合结构在工作频率为 f_0 且其对应波长为 λ_0 的射频信号传递状态下，第一介电材料层 301 的介电常数值范围是 1~10000，介电体结构 300A 于射频信号通过的表面在接合物表面的投影面的最小等效直径不小于 $\lambda_0/8$ 。

根据本发明另一实施例，图 3B 中的介电体结构 300B 包括至少一个第一介电材料层 301 所构成的结构体、空间隙区 320 及定位部件 330，利用定位部件 330 将结构体与接合物 350 进行接合。介电体结构 300B 与接合物 350 接合后的复合结构在工作频率为 f_0 且其对应波长为 λ_0 的射频信号传递状态下，第一介电

材料层 301 的介电常数值范围是 $1 \sim 10000$ ，介电体结构 300B 于射频信号通过的表面在接合物表面的投影面的最小等效直径不小于 $\lambda_0/8$ 。

根据本发明另一实施例，图 3C 中的介电体结构 300C 包括至少一个第一介电材料层 301 所构成的结构体、空间隙区 320 及第二介电材料层所构成的定位部件 330，定位部件 330 可为介电常数值 $1 \sim 10000$ 范围内的第二介电材料且于结构体及接合物 350 间填充至少一部分空隙，并使结构体与接合物 350 进行接合。介电体结构 300C 与接合物 350 接合后的复合结构在工作频率为 f_0 且其对应波长为 λ_0 的射频信号传递状态下，第一介电材料层 301 的介电常数值范围是 $1 \sim 10000$ ，介电体结构 300C 于射频信号通过的表面在接合物表面的投影面的最小等效直径不小于 $\lambda_0/8$ 。

根据本发明另一实施例，图 3D 中的介电体结构 300D 包括至少一个第一介电材料层 301 所构成的结构体、空间隙区 320 及第二介电材料所构成的定位部件 330，定位部件 330 可为介电常数值 $1 \sim 10000$ 范围内的第二介电材料且于结构体及接合物 350 间填充至少一部分空隙，并使结构体与接合物 350 进行接合。介电体结构 300D 与接合物 350 接合后的复合结构在工作频率为 f_0 且其对应波长为 λ_0 的射频信号传递状态下，第一介电材料层 301 的介电常数值范围是 $1 \sim 10000$ ，介电体结构 300D 于射频信号通过的表面在接合物表面的投影面的最小等效直径不小于 $\lambda_0/8$ 。

请参照图 4，其示出根据本发明实施例的接合物 401 透过定位部件 402 接合结构体 403 的接合状态示意图。上述的接合物 401 可以是例如玻璃、水泥、木材、陶瓷、塑料以及其他介电材料的建筑部件，但是本发明不限于此，接合物可以是任何需要增强射频信号于其上的穿透率的任何部件。

除此之外, 由于介电常数会因工作频率而改变, 所以具体的材料种类需要视接合物于工作频谱内的介电常数值进行对应调整。以下为可使用的代表性材料且不仅限于这些材料, 这些材料包括低介电常数材料: PTFE、PE、PC、PVC、Acrylic、PU、Epoxy、Silicone 等; 中介电常数材料: 石英、玻璃、氧化铝晶体及陶瓷、氮化铝晶体及陶瓷、氧化镁晶体及陶瓷、碳化硅晶体及陶瓷、氧化锆晶体及陶瓷等; 高介电常数材料: 氧化钛晶体及陶瓷、钛酸钡高分子复合材料等。

请参照图 5A 及图 5B, 其以曲线图分别示出 3 GHz~5 GHz 电磁波穿透 8 mm 厚且介电常数为 6 的玻璃时的反射度及透射度。如图所示, 在工作频率 3.75 GHz 处的反射度为 -2.925 dB, 穿透度则因反射而降低 -3.098 dB。

请参照图 6A 及图 6B, 其以曲线图分别示出 3 GHz~5 GHz 电磁波穿透 8 mm 厚且介电常数为 6 的玻璃以及其上接合如图 2A 所示介电体结构时的反射率及透射率。其中, 介电体结构的厚度为 8.33 mm, 且其介电常数为 6。透过仿真, 得到在工作频率 3.75 GHz 条件下, 反射度降为 -97.44 dB, 穿透度则为 -7.829e-10 dB。此结果显示穿透度有显著的提升。

请参照图 7A 及图 7B, 其以曲线图分别示出 3 GHz~5 GHz 电磁波穿透 8 mm 厚且介电常数为 6 的玻璃以及其上接合如第 3A 图所示介电体结构时的反射率及透射率。其中, 介电体结构的厚度为 6 mm, 且其介电常数为 6, 空间隙区的厚度为 2.1 mm, 且其中的介质为空气。透过仿真, 得到在工作频率 3.75 GHz 条件下, 反射度为 -24.04 dB, 穿透度则为 -0.01716 dB。此结果显示穿透度有显著的提升。

可以对介电材料所构成的结构分析其在工作频谱的导纳，本案所揭示的介电体结构与建筑部件接合后所产生的复合结构体可以对导纳值进行调整，从而可以提升工作频谱信号于此复合结构体的穿透性。

以上所述仅为举例性，而非为限制性者。任何未脱离本发明的精神与范畴，而对其进行的等效修改或变更，均应包含于所附的权利要求书中。