[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
H01C 7/12

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 00120779.2

[45] 授权公告日 2004 年 6 月 2 日

[11] 授权公告号 CN 1152391C

[22] 申请日 2000.7.14 [21] 申请号 00120779.2

[30] 优先权

[32] 1999.7.15 [33] JP [31] P11-201672

[71] 专利权人 株式会社东芝

地址 日本国神奈川

[72] 发明人 宇田川刚 菅雅弘 石崎义弘
清水信行 铃木洋典 成田广好
平野嘉彦 安藤秀泰 谷口安彦
花井正广 蝦名雅彦 岛上圭祐
伊藤义康 新藤尊彦

审查员 孙克良

[74] 专利代理机构 北京银龙专利代理有限公司

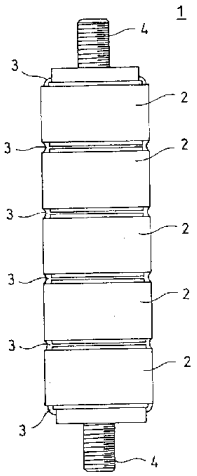
代理人 臧建明

权利要求书 3 页 说明书 20 页 附图 12 页

[54] 发明名称 电压非线性电阻体组件和避雷器组件

[57] 摘要

本发明提供一种在放电抵抗值不降低的情况下，实现体积减小的电压非线性电阻体组件和避雷器组件。电压非线性电阻体按照下述方式制作，该方式为：使下述烧结体的两个端面具有规定的表面粗糙度，该烧结体这样形成，即原料成形，对其进行焙烧，之后形成圆柱状。接着，设置 1 个或以叠置方式设置多个电压非线性电阻体，将端子件安装于其两个端部。通过焊锡材料，将电压非线性电阻体之间以及电压非线性电阻体与端子件之间连接。



ISSN1008-4274

1.一种电压非线性电阻体组件，其特征在于包括1个或按照叠置方式设置的多个电压非线性电阻体，在该电阻体中，由原料成形，通过烧结，呈圆柱状的烧结体两个端面的表面粗糙度的中心线平均粗糙度在1～2μm的范围内，在该烧结体两个端面上形成有电极外层膜；端子件，其加工成规定形状，安装于上述电压非线性电阻体上；焊锡材料，其设置于上述电压非线性电阻体之间，以及上述电压非线性电阻体与上述端子件之间的连接面之间，使热源与上述焊锡材料相接触，对该焊锡材料进行加热，在旋转的同时，沿垂直方向对连接面施加荷载，实现连接。

2.根据权利要求1所述的组件，其特征在于在将上述电压非线性电阻体之间，或上述电压非线性电阻体与端子件之间连接时，如果连接面较小一个的直径由R5表示，则其中一个连接面的中心轴与另一连接面的中心轴的偏移量在小于0.1×R5的范围内。

3.根据权利要求1所述的组件，其特征在于在上述电压非线性电阻体中，在上述烧结体的侧面，预先形成具有下述高电阻层的无机系绝缘涂料，该高电阻层以富铝红柱石（$Al6Si_2O_{13}$）作为主成分，其中$AlPO_4$的含量在5.0～20wt%的范围内，TiO_2或Fe_2O_3的含量在0.2～5wt%的范围内。

4.根据权利要求3所述的组件，其特征在于在上述无机系绝缘涂料上，还具有以SiO_2，Al_2O_3为主成分的非晶质高电阻膜。

5.根据权利要求1所述的组件，其特征在于形成于上述烧结体上的电极外层膜由下述电极外层膜形成，该电极外层膜由作为第1层的Al或Al合金，以及作为第2层的Cu或Cu合金构成的多层形成。

6.根据权利要求1所述的组件，其特征在于上述电极外层膜的厚度小于300μm。

7.根据权利要求1所述的组件，其特征在于上述焊锡材料以Sn为主成分，作为副成分，包含有3～20%的Ag、大于0%小于等于5%的Cu、大于0%小于等于5%的Sb中的至少一种。

8. 根据权利要求 1 所述的组件，其特征在于上述焊锡材料含有小于等于 0.1wt%的铅。

9.一种避雷器组件，其特征在于该组件包括电压非线性电阻体组件，其由原料成形，通过烧结，呈圆柱状的烧结体两个端面的表面粗糙度的中心线平均粗糙度在 1～2μm 的范围内，在该烧结体两个端面上形成有电极外层膜；第一端子件，其加工成规定形状，安装于上述电压非线性电阻体上；焊锡材料，其设置于上述电压非线性电阻体之间，以及上述电压非线性电阻体与上述第一端子件之间的连接面之间，其用于通过加热而使它们连接，该电压非线性电阻体组件使热源与上述焊锡材料相接触，对该焊锡材料进行加热，在旋转的同时，沿垂直方向对连接面施加荷载，实现连接；热硬化性多孔主绝缘性管，其覆盖除了位于上述电压非线性电阻体组件中的两个端部的第一端子件以外的部分；金属圆板，其设置于上述电压非线性电阻体组件中的第一端子件部分，夹持上述多孔主绝缘性管的端部；第 2 端子件，其通过上述金属圆板被设置，并且具有与上述第一端子件嵌合的螺纹部；弹性绝缘性覆盖体，其覆盖上述多孔状绝缘性管的外周。

10.根据权利要求 9 所述的避雷器组件，其特征在于在将上述电压非线性电阻体之间，或上述电压非线性电阻体与端子件之间连接时，如果连接面较小一个的直径由 R5 表示，则其中一个连接面的中心轴与另一连接面的中心轴的偏移量在小于 0.1×R5 的范围内。

11.根据权利要求 9 所述的避雷器组件，其特征在于在上述电压非线性电阻体中，在上述烧结体的侧面，预先形成具有下述高电阻层的无机系绝缘涂料，该高电阻层以富铝红柱石（$Al6Si_2O_{13}$）作为主成分，其中 $AlPO_4$ 的含量在 5.0～20wt%的范围内，TiO_2 或 Fe_2O_3 的含量在 0.2～5wt%的范围内。

12.根据权利要求 11 所述的避雷器组件，其特征在于在上述无机系绝缘涂料上，还具有以 SiO_2，Al_2O_3 为主成分的非晶质高电阻膜。

13.根据权利要求 9 所述的避雷器组件，其特征在于形成于上述烧结体上的电极外层膜由下述电极外层膜形成，该电极外层膜由作为第 1 层

的 Al 或 Al 合金，以及作为第 2 层的 Cu 或 Cu 合金构成的多层形成。

14. 根据权利要求 9 所述的避雷器组件，其特征在于上述电极外层膜的厚度小于 300μm。

15. 根据权利要求 9 所述的避雷器组件，其特征在于上述焊锡材料以 Sn 为主成分，作为副成分，包含有 3～20%的 Ag、大于 0%小于等于 5%的 Cu、大于 0%小于等于 5%的 Sb 中的至少一种。

16. 根据权利要求 9 所述的避雷器组件，其特征在于上述焊锡材料含有小于等于 0.1wt%的铅。

17. 根据权利要求 9 所述的避雷器组件，其特征在于上述金属圆板在与上述电压非线性电阻体组件中的端子件相对一侧，设置有多个凸状的突起部。

18. 根据权利要求 9 所述的避雷器组件，其特征在于上述金属圆板在与上述电压非线性电阻体组件中的端子件相对一侧，设置有多个凸状的突起部，并且上述弹性绝缘性覆盖体沿一个方向具有厚度较薄部。

电压非线性电阻体组件和避雷器组件

本发明涉及电力系统设备中所使用的电压非线性电阻体组件和避雷器组件。

一般，电力系统设备采用各种电阻体。比如，在避免电力系统受到异常电压影响的电路中所采用的避雷器中，采用电压非线性电阻体。该电压非线性电阻体的基体采用作为陶瓷材料的氧化锌（ZnO）系材料。具体来说，以下述烧结体作为基体，该烧结体是这样形成的，以氧化锌（ZnO）为主成分，添加下述副成分，水和有机粘接剂，该副成分由铋（Bi），锑（Sb），镍（Ni），钴（Co），锰（Mn），铬（Cr），硅（Si）的氧化物等形成，对它们进行充分搅拌，之后通过喷雾式干燥机等，形成颗粒，进行成形，进行焙烧。

另外，在烧结体的侧面，根据需要，涂敷用于防止表面闪络的高电阻物质，对其再次焙烧，形成高电阻层。接着，对烧结体的两个端面进行研磨，安装电极外层膜，制造成电压非线性电阻体。避雷器按照下述方式形成，该方式为：设置 1 个或以叠置方式设置多个这样的电压非线性电阻体的基体，通过绝缘物，对端子件施加压力。还有，在避雷器中，设置有用于以导通方式连接该端子件的弹簧结构。

按照上述方式，由于避雷器采用弹簧结构，这样部件数量较多，会增加成本。另外，近年来，电力系统中的设备结构正在实现小型化，以便降低输送电成本，这样就要求这些绝缘物质的设置结构实现小型化。

于是，如 JP 特开平 10—270214 号公报或 JP 特开平 10—275737 号公报所述，人们开发了下述电压非线性电阻体组件，在该组件中，在多个氧化锌烧结体之间，通过导电性材料，将这些烧结体连接，对连接体的两个端部进行金属喷镀处理，通过低熔点金属材料，与端子件连接，使基体与端子件形成一体，从而使部件数量减少，并且使成本降低。

但是，在这种形式的电压非线性电阻体组件中，如果各电压非线性电

阻体之间的，以及各电压非线性电阻体与端子件之间的连接不良，则难于获得均匀的导电性。即，各电压非线性电阻体之间的，以及各电压非线性电阻体与端子件之间的连接必须在不损害通电性的情况下，保持牢固状态。

在过去的连接方法中，作为导电性材料，采用由银粉末，玻璃粉末，有机粘接剂形成的导电性膏，由于有助于连接强度的玻璃粉末为绝缘物质，这样所形成的连接面的导电性较差，难于获得均匀的导电性。为此，具有下述问题，即在放电抵抗值时，容易产生电流集中，放电抵抗值降低。

本发明的目的在于提供一种在放电抵抗值不降低的情况下，实现体积减小的电压非线性电阻体组件和避雷器组件。

本发明第一方案是电压非线性电阻体组件，其特征在于，包括 1 个或按照叠置方式设置的多个电压非线性电阻体，在该电阻体中，由原料形成，通过烧结，呈圆柱状烧结体的两个端面表面粗糙度的中心线平均粗糙度 Ra 在 1～2μm 的范围内，在该烧结体两个端面上形成电极外层膜；端子件，其加工成规定形状，安装于上述电压非线性电阻体上；焊锡材料，其设置于上述电压非线性电阻体之间，以及上述电压非线性电阻体与上述端子件之间的连接面之间，使热源与上述焊锡材料相接触，对该焊锡材料进行加热，在旋转的同时，沿垂直方向对连接面施加荷载，实现连接。

本发明第二方案的电压非线性电阻体组件的特征在于，在本发明第一方案中，在将上述电压非线性电阻体之间，或上述电压非线性电阻体与端子件之间连接时，如果连接面较小的一个的直径由 R5 表示，则其中一个连接面的中心轴与另一连接面的中心轴的偏移量在 0.1×R5 以下的范围内。

本发明第三方案的电压非线性电阻体组件的特征在于，在本发明第一方案中，在上述电压非线性电阻体中，在上述烧结体的侧面，预先形成具有下述高电阻层的无机系绝缘涂料，该高电阻层以富铝红柱石（$Al_6Si_2O_{13}$）作为主成分，其中 $AlPO_4$ 的含量在 5.0～20wt%的范围内，TiO_2

或 Fe_2O_3 的含量在 0.2～5wt%的范围内。

在本发明第三方案的电压非线性电阻体组件中，不仅具有本发明第一方案的作用，电压非线性电阻体中的无机系绝缘涂料形成以富铝红柱石（$Al_6Si_2O_{13}$）作为主成分的高电阻层，使与烧结体的连接强度提高。

本发明第四方案的电压非线性电阻体组件的特征在于，在本发明第三方案中，在上述无机系绝缘涂料上，还具有以 SiO_2，Al_2O_3 为主成分的非晶质的高电阻膜。

在本发明第四方案的电压非线性电阻体组件中，不仅具有本发明第三方案的作用，在无机系绝缘涂料上，还形成以 SiO_2，Al_2O_3 为主成分的非晶质的高电阻膜，从而使疏水性提高。

本发明第五方案的电压非线性电阻体组件的特征在于，在本发明第一方案中，形成于上述烧结体上的电极外层膜由下述电极外层膜形成，该电极外层膜由作为第 1 层的 Al 或 Al 合金，以及作为第 2 层的 Cu 或 Cu 合金构成的多层形成。

在本发明第五方案的电压非线性电阻体组件中，不仅具有本发明第一方案的作用，在烧结体的表面上，设置有由作为第 1 层的 Al 或 Al 合金，以及作为第 2 层的 Cu 或 Cu 合金形成的多层，形成电极外层膜。

本发明第六方案的电压非线性电阻体组件的特征在于，在本发明第一方案中，上述电极外层膜的厚度小于 300μm。

在本发明第六方案的电压非线性电阻体组件中，不仅具有本发明第一方案的作用，在烧结体的表面上，形成厚度小于 300μm 的电极外层膜。

本发明第七方案的电压非线性电阻体组件的特征在于，在本发明第一方案中，上述焊锡材料以 Sn 为主成分，作为副成分，包含有 3～20%的 Ag、大于 0%小于等于 5%的 Cu、大于 0%小于等于 5%的 Sb 中的至少一种。

在本发明第七方案的电压非线性电阻体组件中，不仅具有本发明第一方案的作用，采用以 Sn 为主成分，还具有规定的副成分的焊锡材料，则确保杨氏模数和抗拉强度。

本发明第八方案的电压非线性电阻体组件的特征在于，在本发明第一方案中，上述焊锡材料含有小于等于 0.1wt%的铅。

在本发明第八方案的电压非线性电阻体组件中，不仅具有本发明第一

方案的作用，采用铅的含量小于0.1wt%的焊锡材料。由此，防止环境污染。

本发明第九方案是避雷器组件，特征在于该组件包括电压非线性电阻体组件，其由原料成形，通过烧结，呈圆柱状的烧结体两个端面的表面粗糙度的中心线平均粗糙度在1～2μm的范围内，在该烧结体两个端面上形成有电极外层膜；第一端子件，其加工成规定形状，安装于上述电压非直线电阻体上；焊锡材料，其设置于上述电压非直线电阻体之间，以及上述电压非直线电阻体与上述第一端子件之间的连接面之间，其用于通过加热而使它们连接，该电压非直线电阻体组件使热源与上述焊锡材料相接触，对该焊锡材料进行加热，在旋转的同时，沿垂直方向对连接面施加荷载，实现连接；热硬化性的多孔主绝缘性管，其覆盖位于上述电压非线性电阻体组件中的两个端部的除了第一端子件以外的部分；金属圆板，其设置于上述电压非线性电阻体组件中的第一端子件部分，夹持上述多孔主绝缘性管的端部；第2端子件，其通过上述金属圆板被设置，并且具有与上述第一端子件嵌合的螺纹部；弹性绝缘性覆盖体，其覆盖上述多孔状绝缘性管的外周。

本发明第九方案的避雷器组件通过热硬化性的多孔状绝缘性管，覆盖位于上述电压非线性电阻体组件两个端部的除了第一端子件以外的部分，夹持多孔状绝缘性管端部的金属圆板设置于电压非线性电阻体组件的第一端子件部分。另外，该避雷器组件按照下述方式形成，即通过金属圆板，设置第2端子件，通过弹性绝缘性覆盖体，覆盖多孔状绝缘性管的外周。

本发明第十方案的避雷器组件的特征在于，在本发明第九方案中，在将上述电压非线性电阻体之间，或上述电压非线性电阻体与端子件之间连接时，如果连接面较小一个的直径由R5表示，则其中一个连接面的中心轴与另一连接面的中心轴的偏移量在小于0.1×R5的范围内。

本发明第十一方案的避雷器组件的特征在于，在本发明第九方案中，在上述电压非线性电阻体中，在上述烧结体的侧面，预先形成具有下述

高电阻层的无机系绝缘涂料，该高电阻层以富铝红柱石（$Al6Si_2O_{13}$）作为主成分，其中 $AlPO_4$ 的含量在 5.0～20wt%的范围内，TiO_2 或 Fe_2O_3 的含量在 0.2～5wt%的范围内。

在本发明第十一方案的电压非线性电阻体组件中，不仅具有本发明第九方案的作用，电压非线性电阻体中的无机系绝缘涂料形成以富铝红柱石（$Al_6Si_2O_{13}$）作为主成分的高电阻层，使与烧结体的连接强度提高。

本发明第十二方案的避雷器组件的特征在于，在本发明第十一方案中，在上述无机系绝缘涂料上，还具有以 SiO_2，Al_2O_3 为主成分的非晶质高电阻膜。

在本发明第十二方案的非线性电阻电压非线性电阻体组件中，不仅具有本发明第十一方案的作用，在无机系绝缘涂料上，还形成以 SiO_2，Al_2O_3 为主成分的非晶质的高电阻膜，从而使疏水性提高。

本发明第十三方案的避雷器组件的特征在于，在本发明第九方案中，形成于上述烧结体上的电极外层膜由下述电极外层膜形成，该电极外层膜由作为第 1 层的 Al 或 Al 合金，以及作为第 2 层的 Cu 或 Cu 合金构成的多层形成。

在本发明第十三方案的电压非线性电阻体组件中，不仅具有本发明第九方案的作用，在烧结体的表面上，设置有由作为第 1 层的 Al 或 Al 合金，以及作为第 2 层的 Cu 或 Cu 合金形成的多层，形成电极外层膜。

本发明第十四方案的避雷器组件的特征在于，在本发明第九方案中，上述电极外层膜的厚度小于 300μm。

在本发明第十四方案的电压非线性电阻体组件中，不仅具有本发明第九方案的作用，在烧结体的表面上，形成厚度小于 300μm 的电极外层膜。

本发明第十五方案的避雷器组件的特征在于，在本发明第九方案中，上述焊锡材料以 Sn 为主成分，作为副成分，包含有 3～20%的 Ag、大于 0%小于等于 5%的 Cu、大于 0%小于等于 5%的 Sb 中的至少一种。

在本发明第十五方案的电压非线性电阻体组件中，不仅具有本发明第九方案的作用，采用以 Sn 为主成分，还具有规定的副成分的焊锡材料，则确保杨氏模数和抗拉强度。

本发明第十六方案的避雷器组件的特征在于，在本发明第九方案中，上述焊锡材料含有小于等于0.1wt%的铅。

在本发明第十六方案的电压非线性电阻体组件中，不仅具有本发明第九方案的作用，采用铅的含量小于0.1wt%的焊锡材料。由此，防止环境污染。

本发明第十七方案的避雷器组件的特征在于，在本发明第九方案中，上述金属圆板在与上述电压非线性电阻体组件中的端子件相对一侧，设置有多个凸状的突起部。

在本发明第十七方案的避雷器组件中，不仅具有本发明第九方案作用，还通过金属圆板的突起部，牢固地夹住绝缘性管。

本发明第十八方案的避雷器组件的特征在于，在本发明第九方案中，上述弹性绝缘性覆盖体沿一个方向具有厚度较薄部。

在本发明第十八方案的避雷器组件中，除了具有本发明第九方案的发明作用，通过弹性绝缘性覆盖体中的厚度较薄部，将电弧的释放控制在1个方向。

图1为本发明实施例的电压非线性电阻体组件的说明图；

图2为表示本发明实施例的电压非线性电阻体的一个实例正面图；

图3为本发明实施例的电压非线性电阻体组件制造时的正面图；

图4为本发明实施例的电压非线性电阻体组件制造时的平面图；

图5为本发明实施例的电压非线性电阻体的另一实例正面图；

图6为本发明实施例的电压非线性电阻体组件的再一实例正面图；

图7为表示本发明实施例的电极外层膜的厚度，与放电抵抗值之间关系的曲线图；

图8为表示本发明实施例的电极外层膜的材质和结构，与抗拉强度之间关系的曲线图；

图9为表示本发明实施例的电压非线性电阻体之间的偏移量，与放电抵抗值之间关系的曲线图；

图10为表示本发明实施例的端子件和电压非线性电阻体的位置，与放电抵抗值之间关系的曲线图；

图 11 为表示距本发明实施例的电压非线性电阻体中的连接部的中心部偏移量，与放电抵抗值之间关系的曲线图；

图 12 为表示本发明的实施例的电压非线性电阻体的形状，与放电抵抗值之间关系的曲线图；

图 13 为表示本发明实施例的电压非线性电阻体的平行度，与放电抵抗值之间关系的曲线图；

图 14 为表示本发明实施例的膏状焊锡材料中低熔点金属的直径，与连接强度之间关系的曲线图；

图 15 为表示本发明实施例的膏状焊锡材料中低熔点金属的厚度，与连接强度之间关系的曲线图；

图 16 为表示本发明实施例的膏状焊锡材料的涂敷条件，与放电抵抗值之间关系的曲线图；

图 17 为表示本发明实施例的电压非线性电阻体组件制造时的压力荷载，与连接强度之间关系的曲线图；

图 18 为表示本发明实施例的电压非线性电阻体组件连接时，焊锡加热时的升温速度，与连接强度之间关系的曲线图；

图 19 为表示本发明实施例的电压非线性电阻体组件中端子固定件的厚度，与连接强度之间关系的曲线图；

图 20 为表示本发明的实施例的避雷器组件的剖面图；

图 21 为表示本发明实施例的避雷器组件中第 2 端子固定件的一个实施例正面图；

图 22 为表示本发明实施例的避雷器组件弹性绝缘性覆盖体的一个实例剖面图；

图 23 为表示本发明实施例的避雷器组件弹性绝缘覆盖体的另一实例剖面图。

下面对本发明的实施例进行描述。图 1 为本发明实施例的电压非线性电阻体组件说明图。该电压非线性电阻体组件 1 可安装于柱状变压器内部或配电盘内部。

该电压非线性电阻体组件 1 按照下述方式形成，该方式为：其设置有

1 个或以叠置方式设置有多个电压非线性电阻体 2，在其两端部，安装有包括突起状螺纹部的端子件 4。另外，在各电压非线性电阻体 2 之间，以及在电压非线性电阻体 2 与端子件 4 之间，设置有焊锡材料 3。图 1 示出了叠置有 5 个电压非线性电阻体 2 的电压非线性电阻体组件 1。

各电压非线性电阻体 2 按照下述方式形成。在主成分 ZnO 中，添加按照规定量秤量的，作为副成分的 Bi 等微量添加物，以其作为原料。通过混合器，将该原料，与水和分散剂等有机粘接剂一起混合。接着，通过比如，喷雾式干燥机对该混合物，进行喷雾处理，而形成规定粒径，比如 100μm 的颗粒。然后，将该颗粒粉放入模具中，对其施加压力，形成圆柱状，获得成形体。

在比如，500℃的温度下，在空气中对按照上述方式获得的成形体进行焙烧，以便去除所添加的有机粘接剂类的成分，接着在空气中，在 1200℃的温度下，焙烧 2 个小时，由此，如图 2 所示，可获得烧结体 5。之后，采用下述磨刀石，对上述烧结体 5 的两个端面进行研磨加工，形成电极外层膜面，该磨刀石的表面粗糙度中的中心线平均粗糙度 Ra 在 1～2μm 范围内。另外，将按照规定配合比预先调整的银糊 6 涂敷于两个端面，获得形成有电极外层膜的电压非线性电阻体 2。

此后，再次在形成电压非线性电阻体 2 的电极外层膜面上，设置焊锡材料 3，将规定个数的，比如 5 个电压非线性电阻体 2 叠置，并且将规定形状的端子件 4 叠置于上述叠置体的两个端面上。此外，如图 3 和图 4 所示，使焊锡 3 熔化。图 3 为本发明实施例的电压非线性电阻体组件制造时的正面图，图 4 为其平面图。

如图 3 和图 4 所示，采用支承台 7 和支承杆 8，在与电压非线性电阻体 2 之间的，以及电压非线性电阻体 2 与端子件 4 之间的连接面不同的部分，将支承台 7 和支承杆 8 与电压非线性电阻体 2 接触，按照支承电压非线性电阻体组件 1 的方式进行设置。接着，通过接触热源 9 的方式，对设置有焊锡材料 3 的连接部的局部进行加热，在进行旋转的同时，沿连接方向和垂直方向施加荷载。在此场合，从 60℃/min 的升温速度升温到最高温度，使最高温度增加到高出焊锡材料 3 的熔点 30℃以上的程度，

之后，按照 10℃/min 的速度进行降温，获得电压非线性电阻体组件 1。

对于按照上述方式获得的电压非线性电阻体组件 1 的电气特性，已确认获得与按照已有方式将 5 个电压非线性电阻体 2 叠置，在它们之间设置绝缘材料的场合相同的特性。在上面的描述中，在制作电压非线性电阻体 2 时，采用磨刀石，对烧结体 5 的表面粗糙度进行控制，但是，也可在研磨之后，采用规定粒径的粉体，进行喷射加工。在此场合，还可进行均匀的控制。

另外，如果烧结体 5 的表面孔隙率小于 15%，则提高该烧结体基体的强度，在磨刀石研磨与喷射加工时，烧结体基体处于不造成脱粒的状态，形成电极外层膜时的烧结体基体的表面与电极外层膜表面之间连接强度良好。除了这些控制以外，还具有下述最佳效果，即虽然具有焙烧时的升温速度，保持时间，焊锡的配合比等因素，但是仍可对构成电压非线性电阻体 2 的配合比进行选择。

因此，按照下述方式选择构成电压非线性电阻体 2 的配合比。以 ZnO 为主成分，作为副成分，将铋，钴，锰，锑，镍分别转换为 Bi_2O_3，MnO，Co_2O_3，Sb_2O_3，NiO，Bi_2O_3 的含量在 0.1～5mol%的范围内，Co_2O_3 的含量在 0.1～5mol%的范围内，MnO 的含量在 0.1～5mol%的范围内，Sb_2O_3 的含量在 0.1～5mol%的范围内，NiO 的含量在 0.1～5mol%的范围内，相对这些基本成分，硼转换为 B_2O_3，其含量在 0.001～1wt%的范围内，铝转换为 Al^{3+}，其含量小于 0.05mol%，MnO/Sb_2O_3 的比率在 0.3～1 的范围内，Sb_2O_3/Bi_2O_3 的比例在 1～7 的范围内，根据这样的配合比，制作烧结体 5。

按照上述方式制造的烧结体可降低其孔隙率，可提高基体强度。由此，在磨刀石研磨和喷射加工时，烧结体基体材料难于产生脱粒情况，形成电极外层膜的面与电极外层膜表面之间的连接强度良好。

电压非线性电阻体 2 除了图 2 所示的形式以外，还可按照图 5 所示的方式形成。即，在烧结体 5 的侧面，涂敷以低熔点的玻璃为主成分的无机系绝缘涂料 10，进行焙烧，按照规定的表面粗糙度，对两个表面进行研磨，形成电极外层膜表面。之后，通过采用电弧放电的电弧喷镀方式，形成 Cu 电极外层膜 11 代替银糊 6，获得电压非线性电阻体 2。

对于按照上述方式获得的电压非线性电阻体 2，由于侧面的无机系绝缘涂料 10 的作用，这样放电时的绝缘特性优良，抵抗特性提高。另外，由于 Cu 电极外层膜 11 的导电率优良，这样在放电时，发热受到抑制，可抑制传送给焊锡材料 3 的热应力。

在这里，采用电弧喷镀法，形成 Cu 电极外层膜 11，代替银糊 6，但是作为电极外层膜材料，采用 Cu 合金，比如 Cu—Zn 合金，并且通过下述的等离子体喷镀法，或下述的高速气体火炎喷镀法或高速喷镀法，形成电极外层膜，也可具有相同的效果，该等离子体喷镀法指通过等离子体热源，使材料熔化，在烧结体基体的表面上，形成电极外层膜，该高速气体火炎喷镀法或高速喷镀法指采用高速气体火炎，以高速将熔化的材料附着于烧结体基体的表面，由此形成电极外层膜。

此外，如图 6 所示，也可形成电压非线性电阻体 2，从而使放电抵抗特性与连接强度提高。即，在烧结体 5 的侧面，作为侧面绝缘涂料，以富铝红柱石作为主成分，按照规定量添加磷酸铝，与 TiO_2 或 Fe_2O_3，在 400℃的温度下，对其进行焙烧，在烧结体侧面，形成下述高电阻层 12，该高电阻层 12 以富铝红柱石作为主成分，其中 $AlPO_4$ 的含量在 5.0～20wt%的范围内，TiO_2 或 Fe_2O_3 的含量在 0.2～5wt%的范围内。此外，根据需要，在高电阻层 12 上，还形成非晶质的高电阻膜 15，该膜 15 以 SiO_2，Al_2O_3 为主成分。

按照规定的表面粗糙度，对烧结体 5 进行研磨，在该研磨面上，通过等离子体喷镀法，形成作为第 1 电极外层膜 13 的 Al 或 Al 合金，接着在其上，形成作为第 2 电极外层膜 14 的，由 Cu 或 Cu 合金形成的层，从而获得电压非线性电阻体 2。

由此，由于侧面绝缘涂层采用上述高电阻层 12 的无机系涂料，这样提高该涂层与烧结体 5 之间的连接强度。另外，由于侧面绝缘涂料的孔隙率减小，这样可提供放电抵抗值优良的电压非线性电阻体 2。此外，在设置有高电阻膜 15 的场合，可提供疏水性高，耐湿特性优良的电压非线性电阻体 2。

还有，由于第 1 电极外层膜 13 采用熔点较低的，杨氏模数较小的铝

或铝合金，其设置于作为由第 2 电极外层膜 14 的 Cu 或 Cu 合金形成的层之间，这样可提供连接强度保持稳定的电压非线性电阻体 2。

在上面的描述中，采用具有形成电极外层膜的材质或侧面绝缘涂料的电压非线性电阻体 2，对连接强度与放电抵抗特性进行了描述，但是形成电极外层膜的状态或电极外层膜的厚度也对放电抵抗特性造成影响。于是，采用图 2 的电压非线性电阻体组件 2，预先制作电极外层膜厚度不同的电压非线性电阻体组件，对放电抵抗特性的关系进行分析。

图 7 为表示本发明实施例的电极外层膜的厚度与放电抵抗值之间关系的曲线图。以电极外层膜的厚度作为横轴，以通脉冲电流时破坏前的电流值作为纵轴。从图 7 显然知道，如果电极外层膜的厚度超过 300μm，则放电抵抗特性大大降低。在上述实例中，列举的是采用图 2 所示的电压非线性电阻体 2 的实例，但是已确认采用其它的图 5，图 6 的电压非线性电阻体 2，也具有相同的效果。

接着，为了对电压非线性电阻体组件 1 的连接强度进行分析，进行拉伸试验。具体来说，在形成于端子件 4 的丝锥上，安装夹具，测定拉伸强度。作为比较实例（已有实例），导电性材料采用由银粉末，玻璃粉末，有机粘接剂形成的导电性糊，制备电压非线性电阻体 2 连接在一起的电压非线性电阻体组件 1。作为本发明，制备下述电压非线性电阻体组件 1，该电压非线性电阻体组件 1 分别采用图 2 的电压非线性电阻体 2（银糊＋焊锡），图 5 的电压非线性电阻体 2（Cu＋焊锡），图 6 的电压非线性电阻体 2（Al＋Cu/Zn＋焊锡），进行比较试验。

图 8 表示其比较结果。在图 8 中，黑点表示平均值，上下的直线表示误差。从图 8 显然知道，在导电性材料采用由银粉末，玻璃粉末，有机粘接剂形成的导电性糊的已有实例中，强度为 0.5MPa，与此相对，在电压非线性电阻体 2 采用银糊的场合，本发明的电压非线性电阻体组件 1 的连接强度为 1.0MPa，在 Cu 电极外层膜的场合，其强度为 1.2MPa，在 Al 喷镀膜/Cu—Zn 喷镀膜的场合，其强度大于 1.4MPa，从而获得良好的特性。

在上述电压非线性电阻体组件 1 的实例中，通过采用图 3 和图 4 所示

支承台 7 与支承杆 8 的夹具而获得的电压非线性电阻体组件 1，但是，随制造方法的不同，端子件的形状，连接状态的形状等，放电抵抗特性也有较大差别。即，在连接电压非线性电阻体 2 时，在不采用图 3 和图 3 所示支承台 7 与支承杆 8 的夹具的场合，电压非线性电阻体 2 之间的连接会产生偏移，另外电压非线性电阻体 2 与端子件 4 的连接会产生偏移，从而放电抵抗特性降低。于是，对连接的偏移量与放电抵抗特性之间的关系进行分析。

图 9 为表示电压非线性电阻体 2 之间的偏移量，与放电抵抗值之间关系的曲线图。在图 9 中，未采用图 3 和图 4 所示支承台 7 和支承杆 8 的夹具，将电压非线性电阻体 2 连接，不连接端子件 4，进行放电抵抗值试验。电压非线性电阻体 2 中的较大直径由 R1 表示，较小的直径由 R2 表示，以（R1－R2）/R2 作为横轴，以通脉冲电流时破坏前的电流值作为纵轴。从图 9 显然知道，如果（R1－R2）/R2 超过 0.05，则放电抵抗特性大大降低。

另外，图 10 表示端子件 4 和电压非线性电阻体 2 的位置，与放电抵抗值之间关系的曲线图。在图 10 中，在电压非线性电阻体 2 的部分，设置图 3 和图 4 所示支承台与支承杆 8 的夹具，进行固定，在端子件 4 的连接部不设置夹具，对其进行连接，进行放电抵抗值试验。端子件 4 的直径由 R3 表示，电压非线性电阻体 2 的连接面的直径由 R4 表示，以（R3－R4）/R4 作为横轴，以通脉冲电流时破坏前的电流值作为纵轴。从图 10 显然知道，在端子件 4 的直径大于电压非线性电阻体 2 的场合，放电抵抗特性下降，当（R3－R4）/R4 超过 0.3 时，则放电抵抗特性大大降低。

此外，图 11 表示距电压非线性电阻体中连接部的中心部的偏移量，与放电抵抗值之间关系的曲线图。在图 11 中，其中一个连接面中的较小直径由 R5 表示，以其中一个连接面的中心轴与另一个连接面的中心轴的偏差作为横轴，以通脉冲电流时破坏前的电流值作为纵轴。从图 11 显然知道，如果连接之间的偏差大于 0.1×R5，则放电抵抗特性大大降低。

还有，对电压非线性电阻体组件 1 的放电抵抗特性造成的影响，除了连接时的偏移量和端子件 4 的形状，制造条件以外，还考虑电压非线性

电阻体 2 本身的形状。于是，对电压非线性电阻体 2 的形状与放电抵抗值之间的关系进行分析。

图 12 表示电压非线性电阻体 2 的形状，与放电抵抗值之间关系的曲线图。在图 12 中，在电压非线性电阻体 2 的厚度方向上中间部的直径由 R6 表示，端部的直径由 R7 表示，对比值 R6/R7 进行测定，之后采用图 3 和图 4 所示支承台 7 与支承杆 8 的夹具进行固定，制作电压非线性电阻体组件 1。接着，对该电压非线性电阻体组件 1 进行试验。以这些比值 R6/R7 作为横轴，以通脉冲电流时破坏前的电流值作为纵轴。从图 12 显然知道，如果比值 R6/R7 超出 $0.9 \leqslant R6/R7 \leqslant 1$ 的范围，则放电抵抗特性大大降低。

再有，不仅电压非线性电阻体 2 的侧面形状，而且两端面的平行度也与放电抵抗特性具有密切关系。于是，对电压非线性电阻体 2 的平行度与放电抵抗值之间的关系进行分析。图 13 表示电压非线性电阻体 2 的平行度，与放电抵抗值之间关系的曲线图。从图 13 显然知道，如果平行度超过 20/100，则放电抵抗特性大大降低。

下面对采用特殊的焊锡材料 3 时的电压非线性电阻体进行描述。一般，焊锡材料 3 采用 Sn—Pb 系共晶焊锡。从防止环境污染的方面来说，最好采用 Pb 含量较少的焊锡材料。于是，采用 Pb 含量小于 0.1wt%，熔点大于 210℃的焊锡材料 3，提供对环境有利的电压非线性电阻体组件 1。

即，采用下述低熔点金属形成的焊锡材料，在焊锡材料中，以 Sn 为主成分，含有 Cu，Ag，Sb 中的至少一种，Sn 的含量在 70～99%的范围内，Ag 的含量在 3～20%的范围内，Cu，Sb 的含量在小于 5%的范围内。该焊锡材料 3 的杨氏模数和拉伸强度特别优良，采用这些焊锡材料的电压非线性电阻体组件 1 即使在高温环境下，仍具有稳定的连接强度。

对下述电压非线性电阻体组件 1 的，在 120℃时的连接强度的差别，与比较实例一起进行试验，该电压非线性电阻体组件 1 采用上述焊锡材料 3 和作为一般的低熔点金属的，Sn 的含量为 60%，Pb 的含量为 40%的已有的焊锡材料。如图表 1 所示，制备包含比较实例的，16 个焊锡材料 3，对电压非线性电阻体 1 组件的连接强度进行试验。另外，表 1 中的✱

号表示比较实例。

表 1

单位 wt% 在 120℃的温度下

序号	Sn	Cu	Ag	Sb	Pb	连接强度 (MPa)
1	96.99	3.0	0	0	0.01	0.88
2	98.0	0	0	2.0	0	0.85
3	90.0	0	10.0	0	0	0.87
4*	94.0	6.0	0	0	0	0.4
5*	94.0	0	0	6.0	0	0.41
6*	69.0	0	31.0	0	0	0.45
7	88.5	4.0	3.5	4.0	0	0.88
8*	87.0	6.0	3.0	4.0	0	0.4
9*	65.0	2.0	31.0	2.0	0	0.4
10*	83.0	3.0	4.0	10.0	0	0.4
11	94.0	2.0	4.0	0	0	0.86
12	93.0	4.0	0	3.0	0	0.85
13	88.0	0	10	2.0	0	0.86
14*	67.0	2.0	31.0	0	0	0.41
15*	91.0	6.0	0	3.0	0	0.42
16*	96.0	0	1.0	3.0	0	0.45

在这里，当进行试验时，将表 1 所示的各焊锡材料 3 制成圆板状箔，将该材料设置于图 6 所示的电压非线性电阻体 2 与端子件 4 之间，涂敷焊剂，采用图 3 和图 4 所示支承台 7 与支承杆 8 的夹具，在规定的条件下进行加热，制作电压非线性电阻体组件 1。具体来说，在形成于端子件 4 的丝锥上，安装夹具，放入 120℃的恒温层，测定拉伸强度。上面的试验结果列于表 1 中。

从表 1 显然知道，通过 Pb 的含量小于 0.1%，Ag 的含量在 3～20%的

范围内，或 Cu 与 Sb 的含量小于 5%，剩余部分为 Sb 的电压非线性电阻体组件 1，可提供高温下的连接强度为 0.85MPa，强度特性优良，并且稳定性也优良的电压非线性电阻体组件 1。

在上面的描述中，焊锡材料 3 采用低熔点金属箔，在电压非线性电阻体 2 的电极外层膜形成面上涂敷焊剂，将电阻体 2 连接，但是，也可采用下述焊锡材料，其是将低熔点金属与焊剂成一体形成的，呈糊状。该糊状的焊锡材料最好由下述焊剂部形成，该焊剂部以直径小于 60μm 的球状的低熔点金属部与氯化锌为主成分。由于采用该糊状焊锡材料，作业效率提高。

图 14 表示糊状焊锡材料中低熔点金属的直径，与连接强度之间关系的曲线图。从图 14 显然知道，如果低熔点金属部的直径大于 60μm，由于焊剂事先挥发，湿润性变差，则连接强度降低。

图 15 表示糊状焊锡材料中的低熔点金属的厚度，与连接强度之间关系的曲线图。在图 15 中，给出了将糊状焊锡涂敷于电压非线性电阻体 2 上，在规定的条件下将电阻体 2 连接时低熔点金属的厚度，与放电抵抗特性之间的关系。从图 15 显然知道，如果低熔点金属的厚度大于 300μm，则放电抵抗特性大大降低。

图 16 表示糊状焊锡材料的涂敷条件，与放电抵抗值与放电抵抗值之间关系的曲线图。图 16 中斜线部内为放电抵抗特性大于 100kA 的区域。如图 16 所示，按照下述方式设定涂敷条件，该方式为：糊状焊锡材料占电压非线性电阻体 2 中连接面面积的 60～90%，并且涂敷厚度在 0.2～1mm 的范围内，另外在连接面面积在 60～70%的范围，涂敷厚度位于连接该范围端点的直线之上，在 80～90%的范围内，涂敷厚度位于连接该范围端点的直线之下，由此可将连接后的低熔点金属厚度控制在 300μm。

由于在图 16 中斜线部内的涂敷条件下，涂敷糊状焊锡，这样可提供放电抵抗特性优良的电压非线性电阻体 2。另外，在连接时，在沿与连接面相垂直方向施加荷载的同时，使电阻体与热源接触，将电阻体 2 连接，这种方式为提高连接强度的有效措施。

图 17 表示电压非线性电阻体组件 1 制造时的压荷载，与连接强度之

间关系的曲线图。在图 17 中，以连接时的压力作为横轴，以连接强度作为纵轴。从图 17 显然知道，如果连接时的压力大于 5kgf，则连接强度为 1.0MPa，连接强度提高 ，可提供优良的基体为 ZnO 的组件。可认为，其原因在于：由于在施加连接时的荷载的同时，进行加热，这样可减少焊锡中的气孔。

另外，连接后的焊锡材料形状也会对连接强度造成较大影响。因此，可采用下述的方法，在该方法中，必须在电压非线性电阻体 2 与端子件 4 之间的整个连接外周面上，涂敷焊锡材料 3，从端子件 4 的侧面，到电压非线性电阻体 2 的连接面，形成平滑的连续圆弧形状，在连接焊锡材料 3 以便获得这些形状时，使热源与连接部的局部相接触，在旋转的同时，进行连接。

采用该方式的原因在于：提高在连接部的局部集中地施加热源，热量不为电压非线性电阻体 2 夺取，这样可高效率地使焊锡材料 3 熔化。另外，通过施加旋转，可将热量均匀地传递给连接部，可按照连续的平滑圆弧状进行施工。此时，在施加荷载的同时，进行连接，由此可获得进一步的效果。

此时，可在局部对下述热进行控制，该热为：作为热源 9，在端子件 4 的周围，布置线圈，利用高频电流的感应加热，利用卤灯等热源的聚光加热，利用燃烧器的燃烧器热，通过利用电热线的加热风扇产生的热。

下面对这些加热条件进行描述。通过利用上述热源，可加快升温速度。之所以这样，是因为：如果升温速度较慢，则焊剂先挥发，不能够充分地使低熔点金属与基材湿润。图 18 表示升温速度与连接强度之间的关系。从图 18 显然知道，在升温速度小于 10℃/min 的场合，连接强度大大降低。

下面对端子件 4 的材质和其形状对电压非线性电阻体 2 的影响进行描述。最好，端子件 4 采用钢，铜，铜合金。形成采用这些成分的电压非线性电阻体组件 1，与比较实例，对采用铝材料的电压非线性电阻体 1 的连接强度进行分析。对于试验方法，在形成于端子件 4 的丝锥上，安装夹具，测定拉伸强度。其结果列于表 2 中。表 2 中★号表示比较实例。

表 2

序号	端子的材质	强度（MPa）
1*	铝合金（AA2011）	0.45
2	钢材	1.10
3	钢（JIS C1020）	1.05
4	钢合金(JIS C5212)	1.12
5	黄铜(JIS C2680)	1.15

根据该结果显然知道，当将采用钢，铜，铜合金的端子件 4 连接时，连接强度大于 1.0MPa，可提供连接强度较高的，优良的基体为 ZnO 的组件。另外，即使在表 2 中所示的第 2～5 实施例以外的钢，铜，铜合金的情况下，已确认获得相同的效果。

在上述第 2～5 实施例中，如果端子件 4 采用铝材料，则连接强度大大降低，但是通过对端子接头 4 进行电镀处理，可提高连接强度。因此，在由铝，铝合金形成的端子件 4 上，形成 Ni，Sn，或 Zn 镀层，之后制作电压非线性电阻体组件 1。与上述第 1～5 实施例相同，对按照上述方式获得的电压非线性电阻体组件 1，进行连接强度试验。其结果列于表 3 中。

表 3

基体材料：铝（AA 1050）

序号	镀层材质	强度(MPa)
1	Ni	1.05
2	Sn	1.12
3	Zn	1.05

根据该结果显然知道，由于在端子件 4 上，形成 Ni，Sn，或 Zn 镀层，这样连接强度大于 1.0MPa，可提供连接强度较高的，优良的基体为 ZnO 的组件。另外，已确认即使在表 3 所示的第 1～3 实施例以外的材质，铝，铝合金，钢，铜，或铜合金的情况下，仍可获得相同的效果。

下面对端子件 4 的形状对电压非线性电阻体 2 造成的影响进行描述。该端子件 4 适合用于电压非线性电阻体 2，该端子件 4 的结构与电压非线

性电阻体的形状保持一致，将连接面加工成圆板状，在与连接面相对一侧面的中心部，包括其直径为端子件 4 的 1/3 以上的突起状螺纹部。由此，可制作下述的避雷器组件，其中在这些端子件 4 上，以螺纹方式紧固有后面将要描述的第 2 端子件 4。在此场合，上述突起状螺纹部的直径必须大于连接部端子件 4 的 1/3，以便防止沿横向施加荷载时变形。

另外，对端子件 4 距电压非线性电阻体 2 的连接面的最小厚度对连接强度造成影响进行分析。具体来说，制作安装部分厚度改变的多个电压非线性电阻体组件 1，进行试验。对于该试验方法，在形成于端子件 4 上，安装夹具，测定拉伸强度。其结果示于图 19 中。在图 19 中，以端子件 4 的最小厚度为横轴，以连接强度为纵轴。从该结果显然知道，由于端子件 4 的连接部分最小厚度大于 2mm，这样连接强度大于 1.0MPa，可获得连接强度较高的，优良的 ZnO 基体的组件。

对于端子件 4，可形成将连接面周围加工成 C 状，或加工成 R 状，可在连接面周围，形成槽，从而容易保留焊锡材料 3，可在端子件 4 的周围，均匀地涂敷焊锡材料 3。由此，可提供连接强度保持稳定的电压非线性电阻体组件 1。采用将连接面周围加工成 C 状或加工成 R 状的端子件 4，对所获得的电压非线性电阻体组件 1 的连接强度进行分析。其结果列于表 4 中。

表 4

序号	端子加工	强度（MPa）
1	C 加工（0.5mm）	1.23
2	R 加工（0.5mm）	1.25

从该结果显然知道，由于将端子件 4 的连接面周围加工成 C 状或加工成 R 状，这样连接强度大于 1.0MPa，可提供连接强度较高的，优良的电压非线性电阻体组件。由此，可确实将电压非线性电阻体 2 连接，可提供能够有助于使变电设备的体积减小的电压非线性电阻体组件 1。

下面对采用这些电压非线性电阻体的避雷器组件实施例进行描述。图 20 表示本发明实施例的避雷器组件 16 的剖面图。该避雷器组件 16-可适

合用于柱状避雷器，配电避雷器，输送电线用避雷器等。如图 20 所示，避雷器组件 16 由电压非线性电阻体组件 1，覆盖电压非线性电阻体组件 1 的多孔状绝缘性管 17，具有通孔的金属圆板 18，安装于电压非线性电阻体组件 1 的端子件 4 上的第 2 端子件 19，覆盖第 2 端子件 19 以外区域的弹性绝缘性覆盖体 20 构成。

电压非线性电阻体组件 1 采用由上述实施例中任何一个制作的形式。在该电压非线性电阻体组件 1 上，覆盖热硬化性的多孔状绝缘性管 17，使金属圆板 18 穿过电压非线性电阻体组件 1 两端侧的端子件 4 的突起状螺纹部，将多孔状绝缘性管夹住，通过第 2 端子件 19，以螺纹方式实现紧固。接着，将它们放入烧结炉中，在小于 200℃的温度下，对其进行热硬化处理，然后，将其固定于规定形状的模具内，通过弹性绝缘性覆盖体 20，进行覆盖。之后，在小于 200℃的温度下，获得避雷器组件 16。

在这里，由于金属圆板 18 在与电压非线性电阻体组件 1 相对的一侧，设置有多个凸状的突起部，这样还可牢固地将多孔状绝缘性管 17 夹住。另外，在以串联方式设置多个避雷器组件 16 的场合，如图 21 所示，采用在两侧具有螺纹部 21 的第 2 端子件 19。即，采用下述第 2 端子件 19，其具有螺纹部 21，该螺纹部 21 可与电压非线性电阻体组件 1 中的端子件 4 以螺纹方式连接，该螺纹部 21 从连接底部，呈圆柱状延伸，其顶面侧的中心部由凹部形成。由此，可以直接串联方式将避雷器组件 16 组合。

此外，由于第 2 端子件 19 侧面部的中心线平均粗糙度大于 100μm，这样弹性绝缘性覆盖体 20 的嵌合度良好，即使在受到外力，周围温度，内部发热的作用的情况下，弹性绝缘性覆盖体 20 仍不会剥离掉，不会发生因剥离造成的吸湿等绝缘性降低。

在该避雷器组件 16 中，热硬化性的多孔状绝缘性管 17 覆盖于电压非线性电阻体组件 1 上。之所以这样，是为了在过大的电涌侵入，避雷器破坏的场合，防止避雷器中的各部位飞散开。另外，这样做是为了在过大的电涌侵入造成内部压力增加的场合，使其内部压力均匀地分散开，防止破坏时的应力集中。

还有，如图 22 和 23 所示，在弹性绝缘性覆盖体 20 中，沿 1 个方向

设置厚度较薄部22。在图22中，设置有狭缝状的纵向厚度较薄部22，在图23中，呈圆形状，形成有纵向厚度较薄部。由于具有该厚度较薄部22，这样可沿1个方向，对电弧的释放进行控制。

如果按照上面描述的方式采用本发明，由于在形成有电极外层膜的电压非线性电阻体之间，以及在其两个端面与端子件之间采用焊锡材料，实现连接，这样可提供体积较小的，成本较低的电压非线性电阻体组件。另外，电压非线性电阻体的连接强度较高，可提供下述电压非线性电阻体组件，其即使在外力，周围温度，内部发热的作用的情况下，仍不会产生剥离。

还有，由于从结构上，这些电压非线性电阻体组件完全连接，这样当制造避雷器组件时，在通过多孔状绝缘性管，与绝缘性弹性覆盖体覆盖的场合，这些部件不会嵌入连接界面，因此，可在不损害电气特性的情况下，防止在施加电压时产生的电晕。

图 1

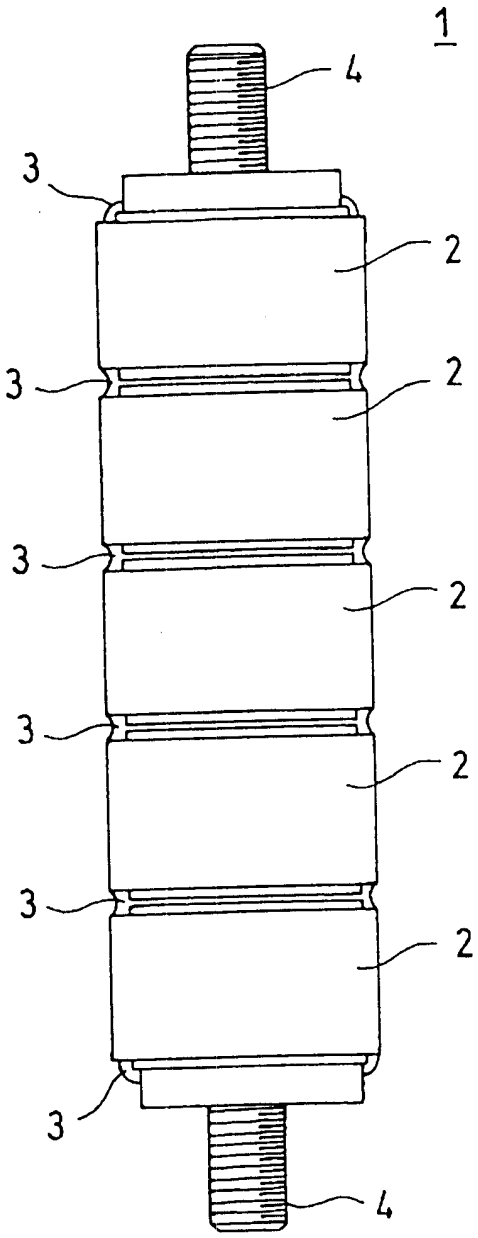


图 2

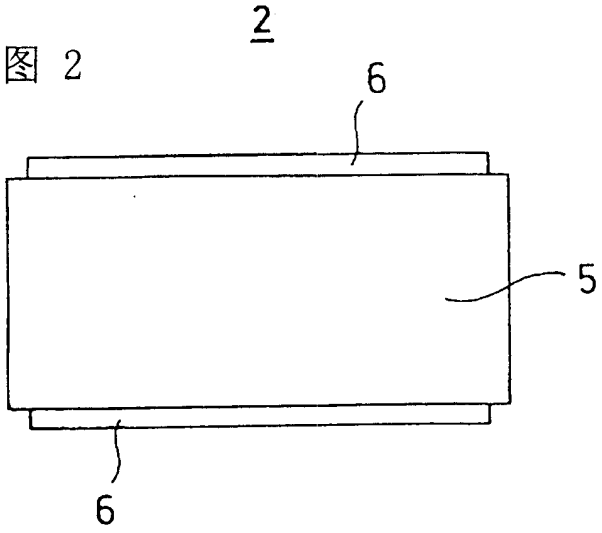


图 3

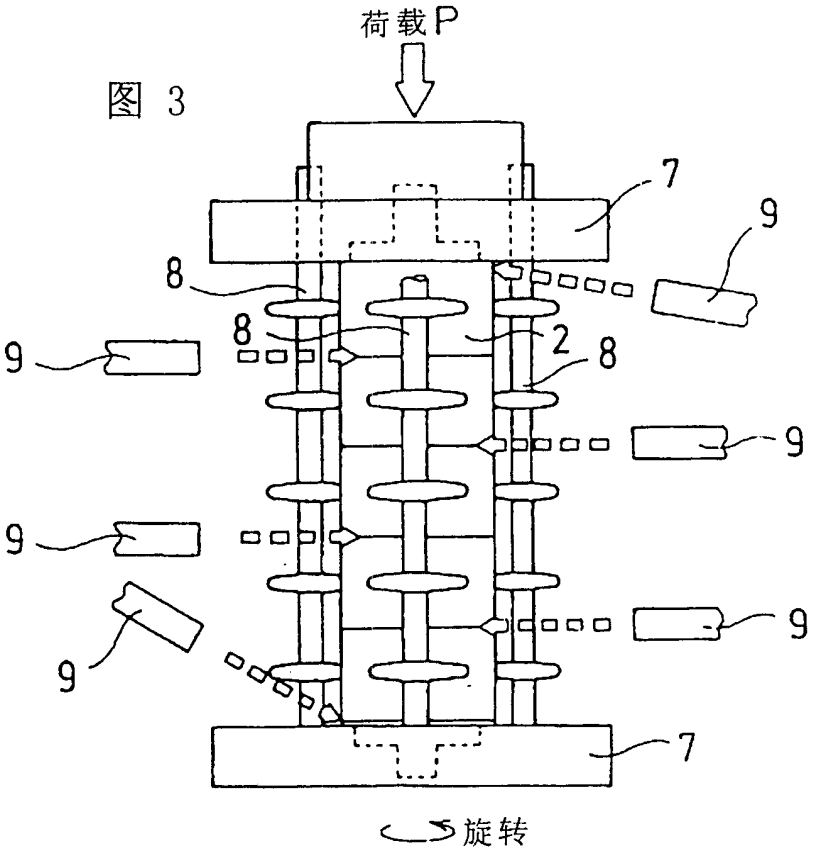


图 4

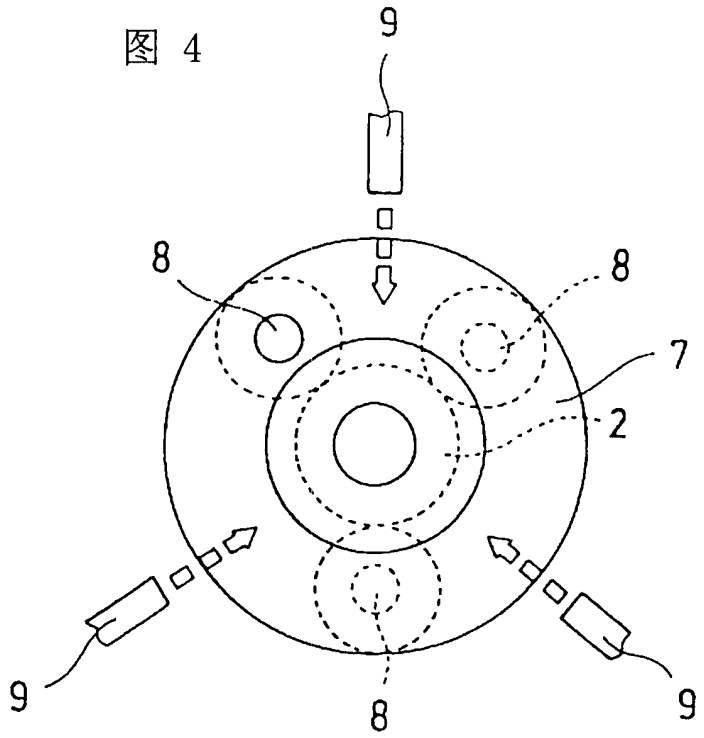


图 5

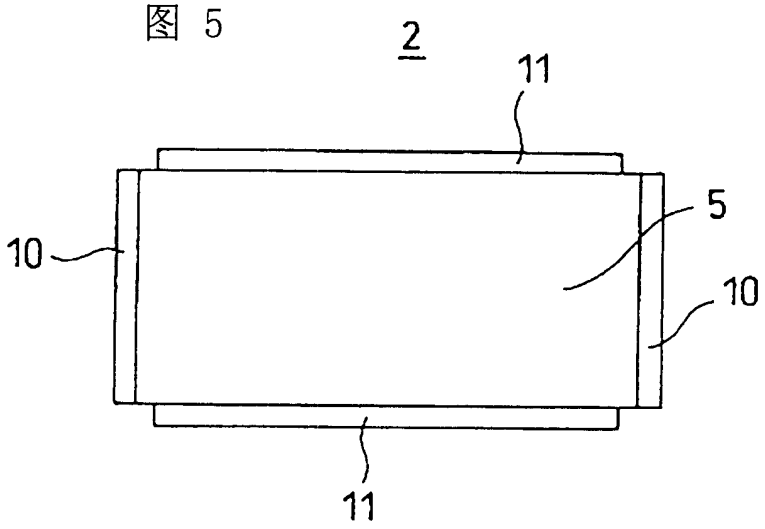


图 6

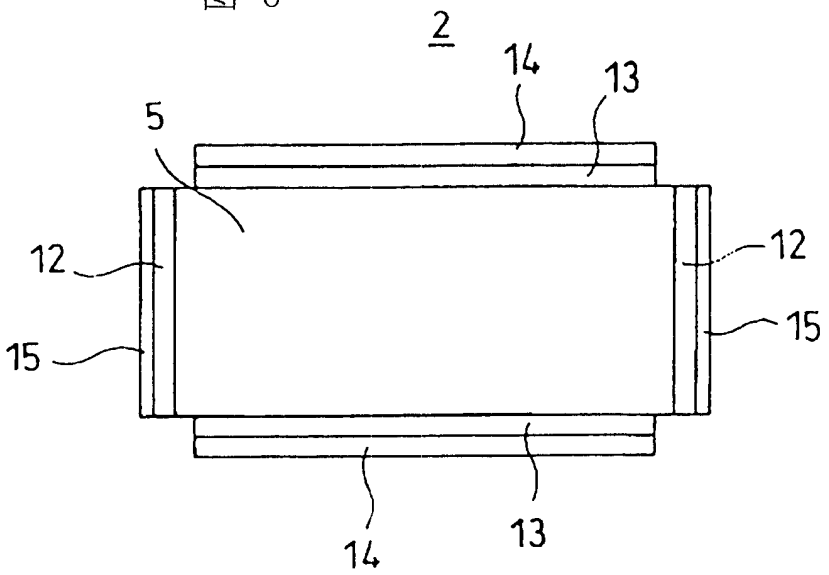

2
14
13
5
12
12
15
15
14
13

图 7

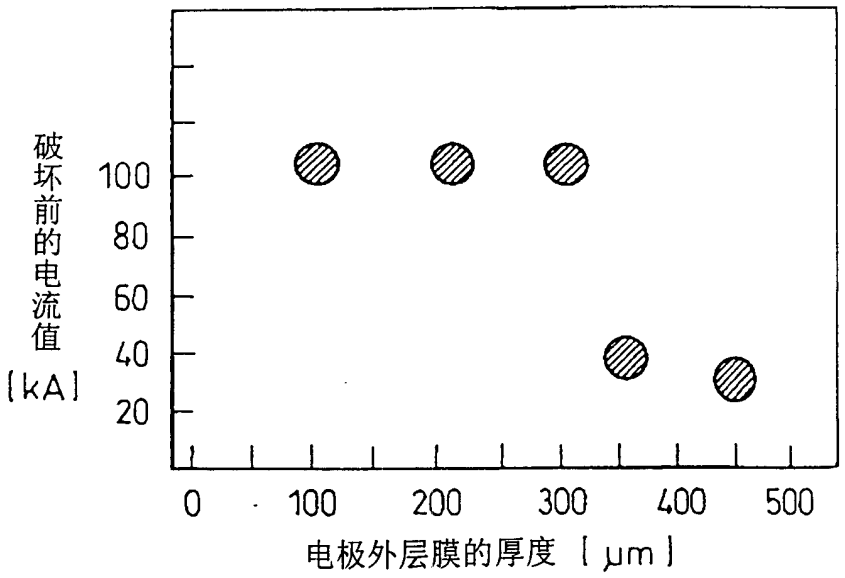

破坏前的电流值
[kA]
100
80
60
40
20
0
100
200
300
400
500
电极外层膜的厚度 [μm]

图 8

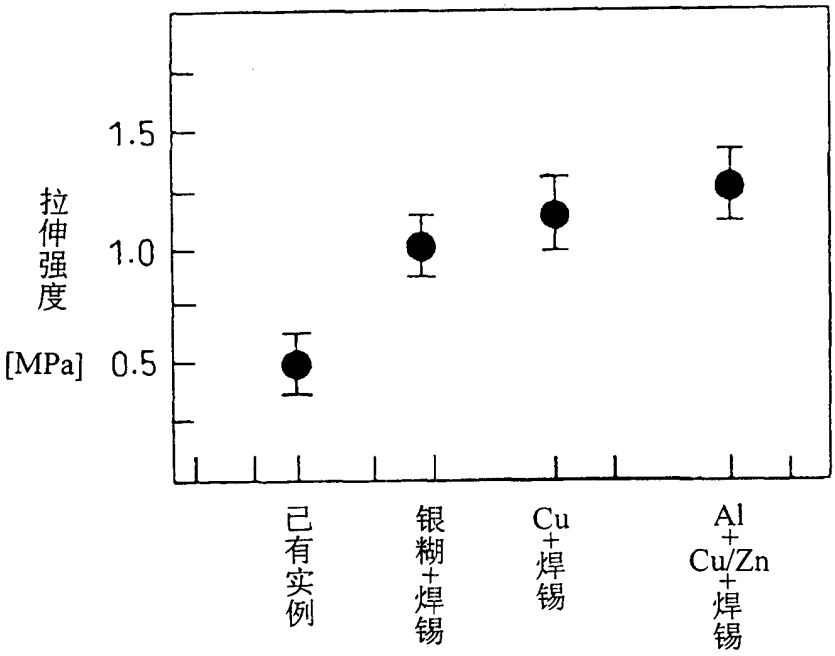

拉伸强度
[MPa]
1.5
1.0
0.5
已有实例
银糊+焊锡
Cu+焊锡
Al+Cu/Zn+焊锡

图 9

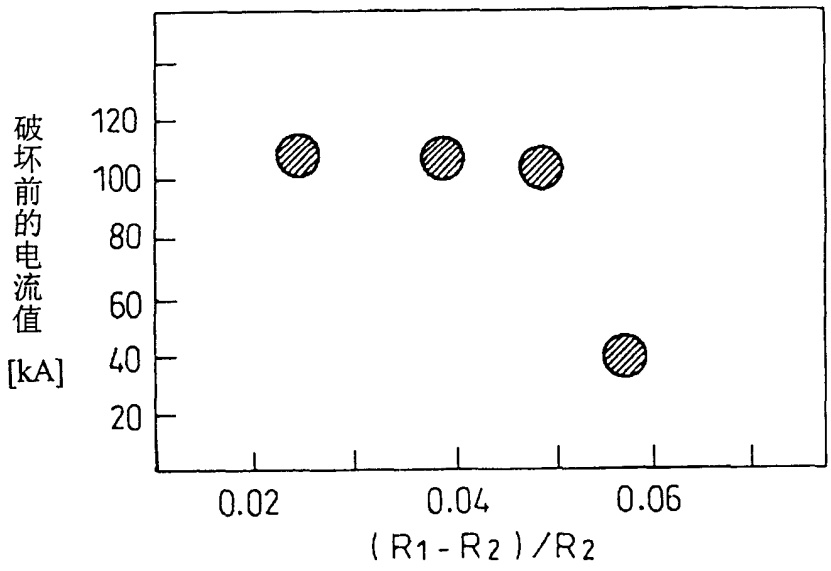

破坏前的电流值
[kA]
120
100
80
60
40
20
0.02
0.04
0.06
(R1-R2)/R2

图 10

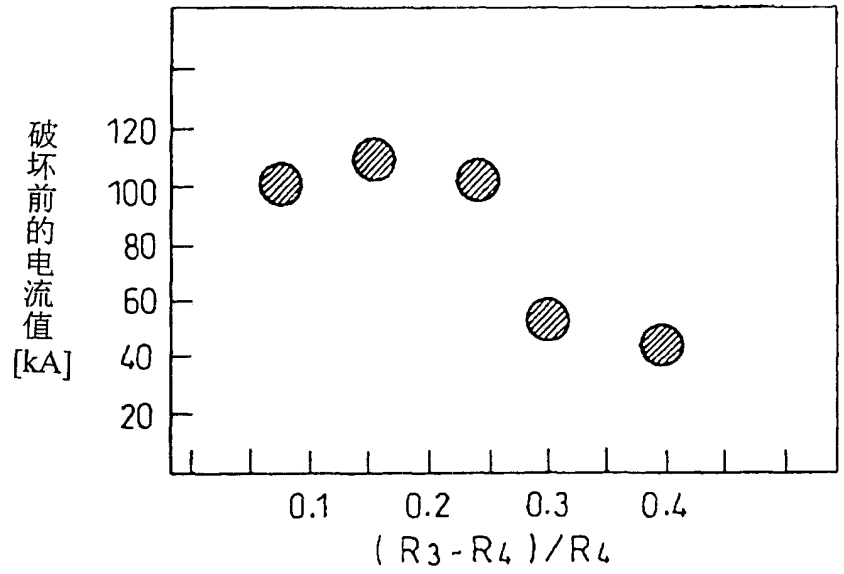

破坏前的电流值[kA]
120
100
80
60
40
20
0.1
0.2
0.3
0.4
(R3-R4)/R4

图 11

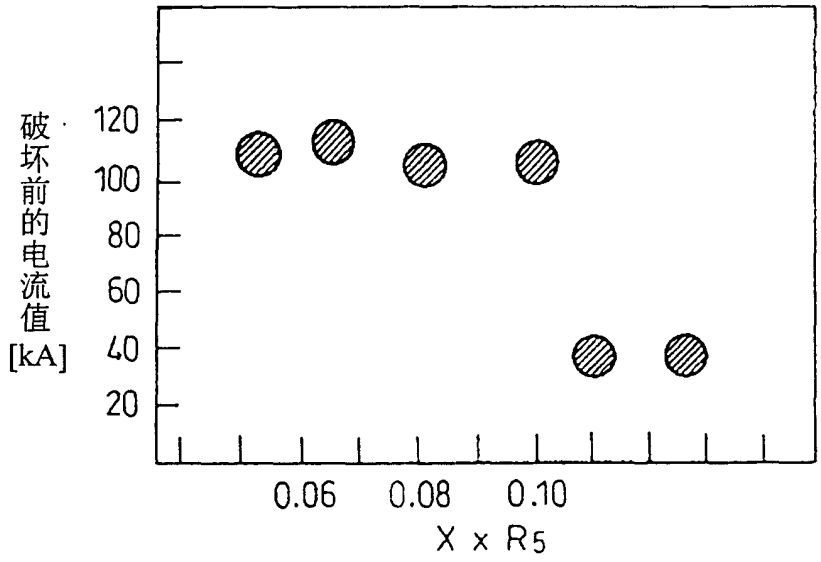

破坏前的电流值[kA]
120
100
80
60
40
20
0.06
0.08
0.10
X x R5

图 12

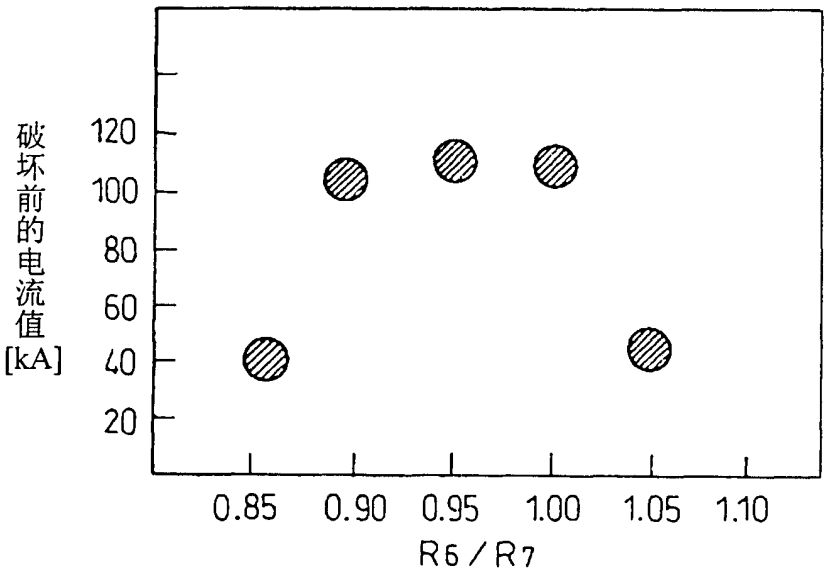

破坏前的电流值 [kA]
120
100
80
60
40
20
0.85
0.90
0.95
1.00
1.05
1.10
R6 / R7

图 13

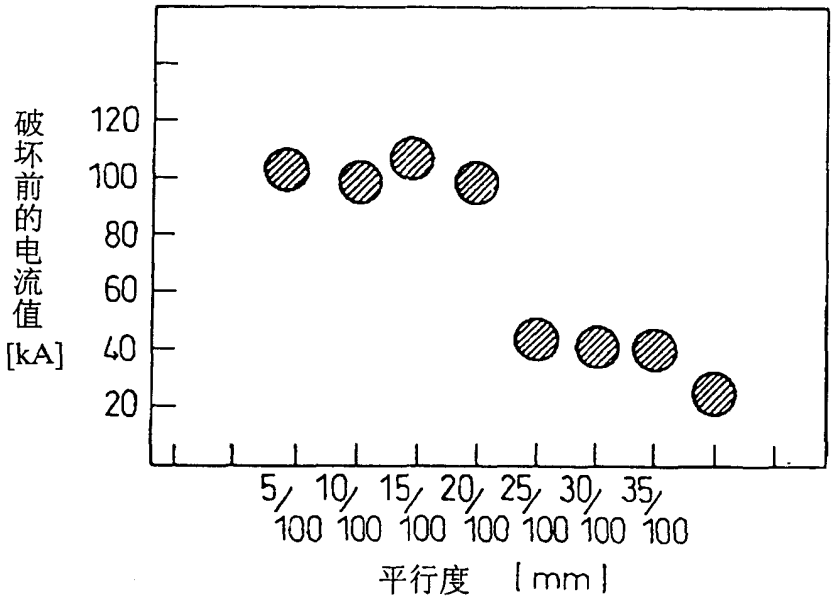

破坏前的电流值 [kA]
120
100
80
60
40
20
5/100
10/100
15/100
20/100
25/100
30/100
35/100
平行度 [mm]

图 14

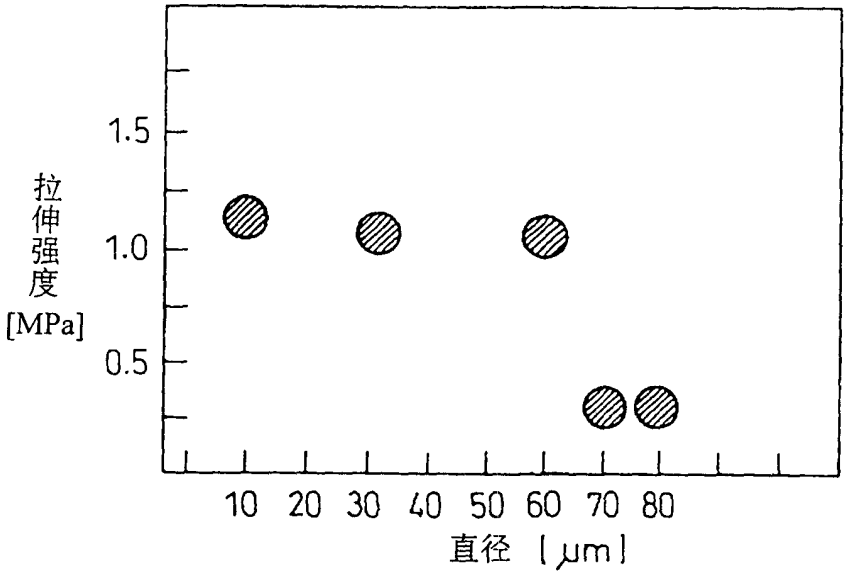

拉伸强度 [MPa]
1.5
1.0
0.5
10 20 30 40 50 60 70 80
直径 〔μm〕

图 15

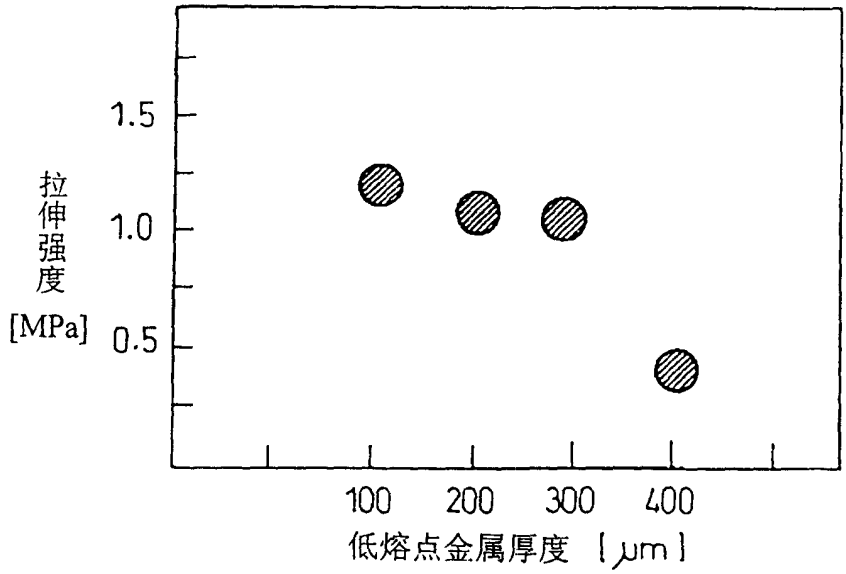

拉伸强度 [MPa]
1.5
1.0
0.5
100 200 300 400
低熔点金属厚度 〔μm〕

图 16

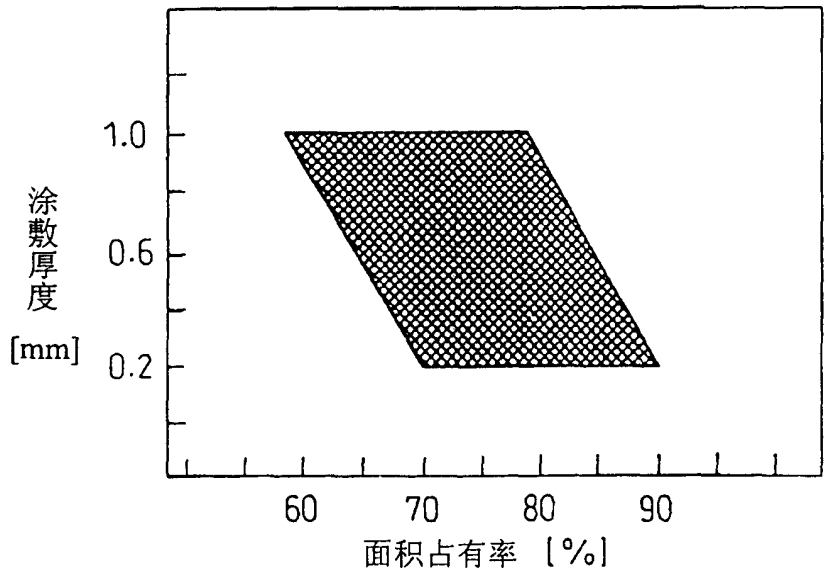

涂敷厚度
[mm]
1.0
0.6
0.2
60
70
80
90
面积占有率 [%]

图 17

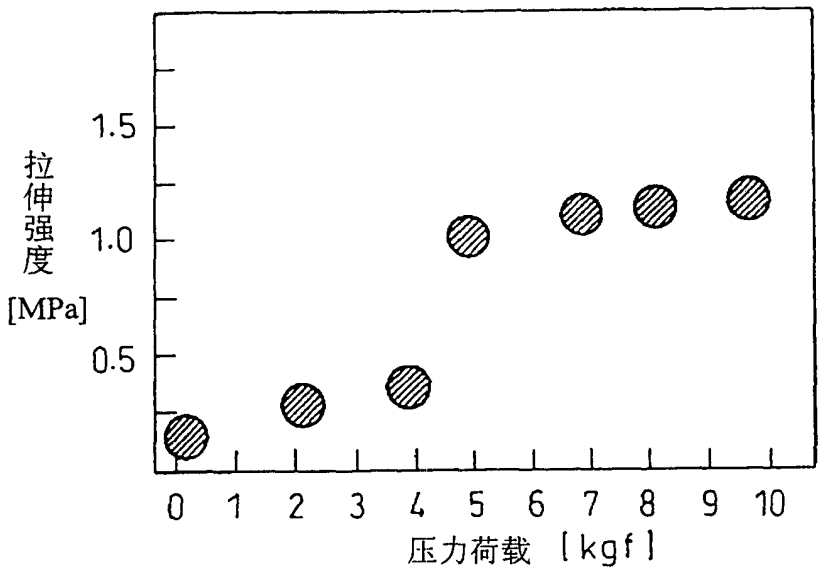

拉伸强度
[MPa]
1.5
1.0
0.5
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
压力荷载 [kgf]

图 18

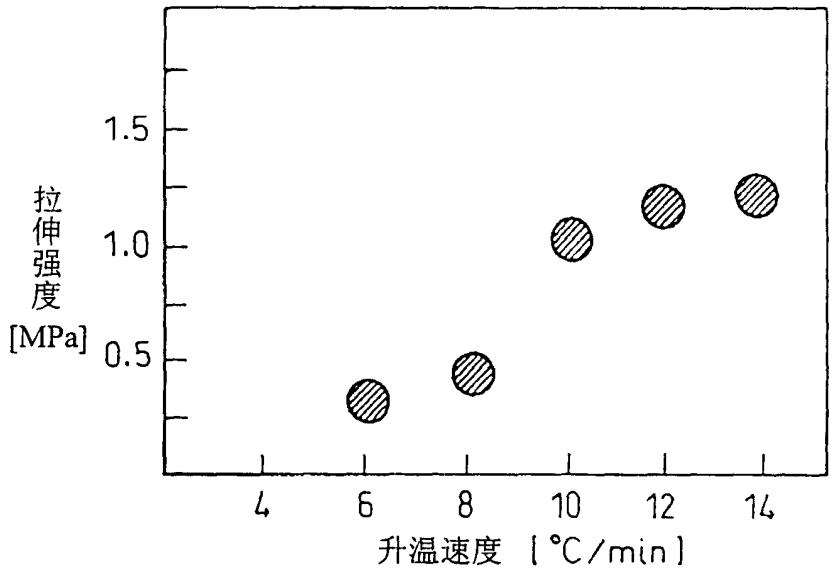

拉伸强度 [MPa]
1.5
1.0
0.5
4
6
8
10
12
14
升温速度 〔°C/min〕

图 19

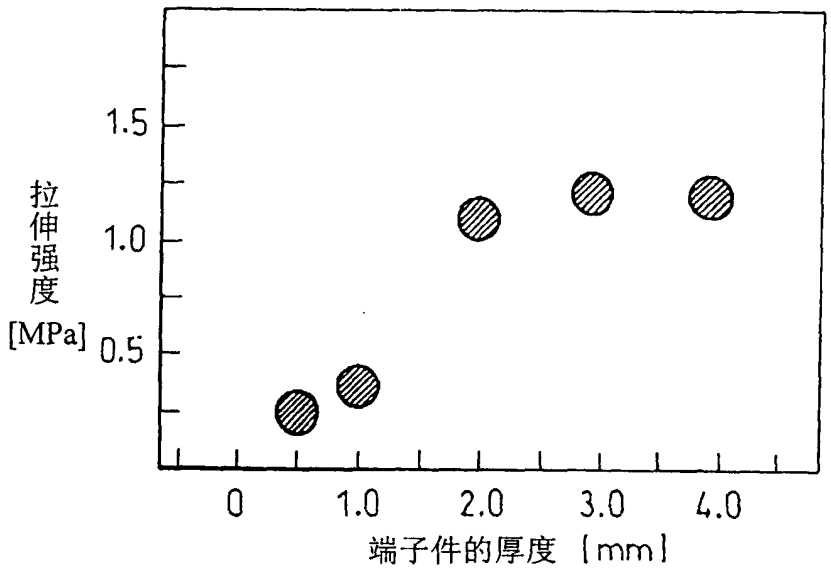

拉伸强度 [MPa]
1.5
1.0
0.5
0
1.0
2.0
3.0
4.0
端子件的厚度 〔mm〕

图 20

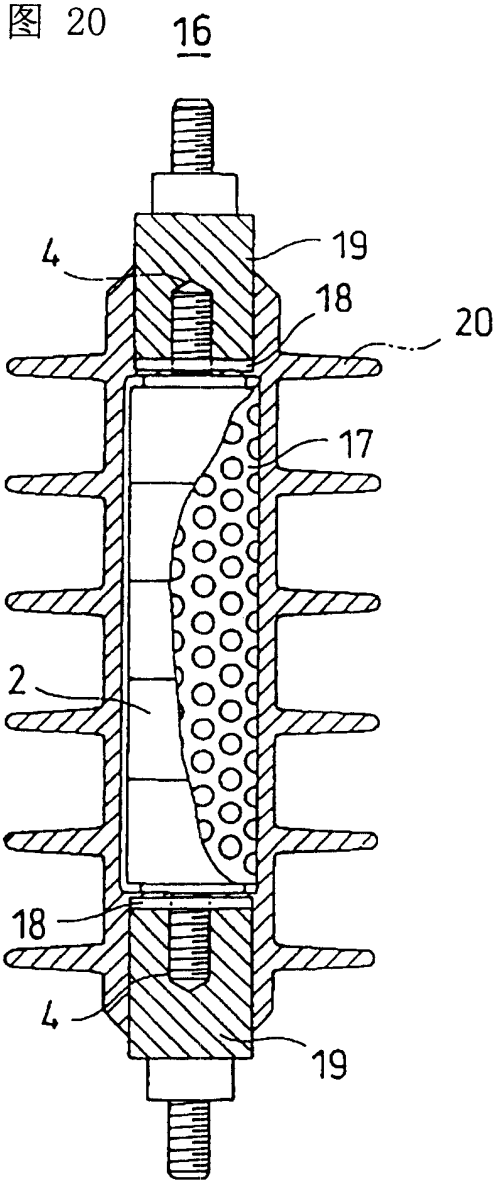


图 21

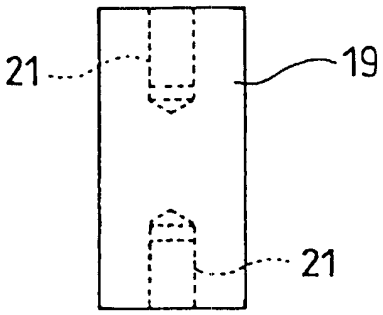


图 22

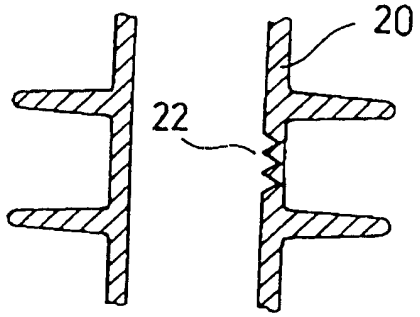


图 23

