

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H05K 3/10 (2006.01)

G08B 13/24 (2006.01)

G06K 19/077 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480005637.4

[43] 公开日 2006年4月5日

[11] 公开号 CN 1757270A

[22] 申请日 2004.1.13

[21] 申请号 200480005637.4

[30] 优先权

[32] 2003. 3. 1 [33] US [31] 10/377,960

[86] 国际申请 PCT/US2004/000715 2004. 1. 13

[87] 国际公布 WO2004/080138 英 2004. 9. 16

[85] 进入国家阶段日期 2005. 8. 31

[71] 申请人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 大卫·W·库恩

大卫·C·科斯肯迈基

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司

代理人 黄启行 谢丽娜

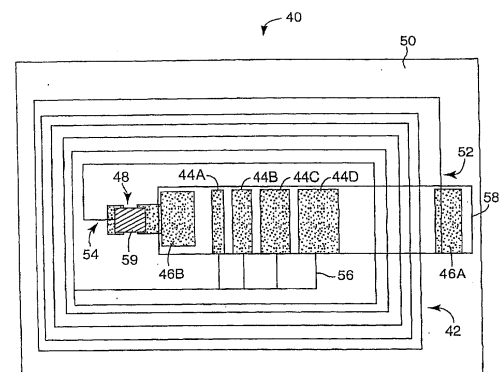
权利要求书 7 页 说明书 33 页 附图 6 页

[54] 发明名称

使用致密金属粉末来形成电磁通讯电路组件

[57] 摘要

本发明公开了用于形成电子元件的制造技术。例如，在基板的至少一部分之上淀积一层金属粉末组合物。为了在基板上捕获一个图形，通过具有一个或多个凸部的液压机对金属粉末组合物施加压力。由液压机的凸部压缩的金属粉末组合物粘接到基板，以形成捕获图形。未由液压机的凸部压缩的各区域中的金属粉末组合物则不粘接到基板，且可以去除。可以压缩金属粉末组合物，以形成电子元件，诸如用于电子监视系统(EAS)、射频识别(RFID)系统等的天线、电容器极板、导电焊盘等。



- 5 1. 一种制品，其包括在基板上的导电图形，该导电图形形成电磁通讯电路的电子元件，其中所述导电图形包括压缩进入所述基板的至少一部分中的致密的金属粉末组合物。
2. 根据权利要求 1 的制品，其中所述制品包括谐振标签。
3. 根据权利要求 1 的制品，其中所述制品包括射频识别标签。
- 10 4. 根据权利要求 1 的制品，其中所述制品包括射频识别读卡机。
5. 根据权利要求 1 的制品，其中所述电子元件包括电容器、电阻器、电感线圈、线圈天线、偶极天线、连接器、连接焊盘、电容器、电容器焊盘、通孔、电阻器和熔丝中的至少一种。
- 15 6. 根据权利要求 1 的制品，其中所述电子元件是天线的全部或部分。
- 20 7. 根据权利要求 6 的制品，其中所述导电图形形成包括多个线圈的天线。
8. 根据权利要求 7 的制品，其中所述导电图形形成作为连续轨迹的所述天线的多个线圈。
- 25 9. 根据权利要求 7 的制品，其中所述导电图形形成至少一个电耦合到所述天线的至少一个线圈的导电焊盘。
- 30 10. 根据权利要求 7 的制品，其中所述导电图形形成电桥，所述电桥电耦合所述天线线圈的端子，以构成闭合电路。

11. 根据权利要求 1 的制品, 其中所述导电图形形成集成电路连接部位。
- 5 12. 根据权利要求 7 的制品, 其中所述导电图形形成耦合到所述天线的至少一个线圈的电容器极板。
- 10 13. 根据权利要求 1 的制品, 其中通过在所述基板上淀积所述金属粉末组合物并致密所述金属粉末组合物以获得所述导电图形来形成所述致密的金属粉末组合物。
14. 根据权利要求 1 的制品, 其中所述金属粉末组合物包括铜、锡、铅、银、金、铂、石墨、铝、镍、铁和锌中的至少一种。
- 15 15. 根据权利要求 1 的制品, 其中所述基板包括基本上可压缩 10% 的材料。
16. 根据权利要求 1 的制品, 其中所述基板包括纸。
- 20 17. 根据权利要求 1 的制品, 其中所述导电图形包括在所述制品的一个以上的平面上形成的多个导电图形中的一种。
18. 根据权利要求 1 的制品, 其中所述导电图形实质上由所述致密的金属粉末组合物组成, 其中所述基板选自由纸和至少可压缩大约 25 10%的材料组成的组。
19. 根据权利要求 1 的制品, 其中所述制品包括射频识别标签、含有集成电路的票和含有集成电路的卡中的一种。
- 30 20. 根据权利要求 1 的制品, 进一步包括集成电路、金属箔、导

电墨水、导电粘结剂、磁性存储介质、磁性安全介质、焊料、导线、饱和剂、薄膜、层叠粘结剂、机械固定器和分立电子元件中的至少一种。

5 21. 根据权利要求 1 的制品，其中将所述金属化图形的至少一部分压缩到所述基板。

22. 一种制品，其包括：

至少一个线圈，其形成天线；以及

10 至少一个电容器极板，其电耦合到所述天线的所述线圈，

其中所述天线或所述电容器极板中的至少一个由基板上的致密金属粉末组合物的导电图形来进行限定，并且将金属化图形的至少一部分压缩到所述基板。

15 23. 根据权利要求 22 的制品，进一步包括与所述线圈的相对端进行电通讯的连接焊盘，其中所述连接焊盘中的至少一个由所述导电图形进行限定。

24. 根据权利要求 22 的制品，进一步包括导电键合到所述连接焊盘以便在所述线圈的各端部之间构成闭合电路的电桥。

25. 根据权利要求 22 的制品，其中所述金属粉末组合物包括铜、锡、铅、银、金、铂、石墨、铝、镍、铁和锌中的至少一种。

25 26. 一种射频识别系统，其包括：

存储区，以存储至少一个条目，具有相关的射频识别标签；

接近所述存储区的天线，以便产生电磁场；以及

耦合到所述天线的射频识别读卡机，以提供给所述天线电源，从而与所述射频识别标签进行通讯，

30 其中所述射频识别标签的至少一部分包括由在基板上的致密的金

属粉末组合物的导电图形限定的至少一个电子元件。

5 27. 根据权利要求 26 的系统，其中所述射频识别标签包括：
至少一个线圈，其形成天线；以及
至少一个电容器极板，其电耦合到所述天线的所述线圈；
其中所述天线和所述电容器极板中的至少一个由所述导电图形限定。

10 28. 根据权利要求 26 的系统，其中将所述导电图形的至少一部分压缩到所述基板。

15 29. 根据权利要求 26 的系统，其中所述电子元件包括电容器、电阻器、电感线圈、线圈天线、偶极天线、连接器、连接焊盘、电容器、电容器焊盘、通孔、电阻器和熔丝中的一种。

30. 一种方法，其包括：
在基板上按照一种图形的方式淀积金属粉末组合物，以形成至少一个用于电磁通讯制品的电子元件；以及
使所述金属粉末组合物致密，以便获得导电图形。

20 31. 根据权利要求 30 的方法，其中致密所述金属粉末组合物还包括使所述金属粉末组合物致密以便限定出一种导电图形，所述导电图形限定了形成天线的至少一个线圈和电耦合到所述天线的所述线圈的至少一个电容器极板。

25 32. 根据权利要求 30 的方法，其中所述金属粉末组合物包括铜、锡、铅、银、金、铂、石墨、铝、镍、铁和锌中的至少一种。

30 33. 根据权利要求 30 的方法，其中所述基板包括基本上可压缩 10%的材料。

34. 根据权利要求 30 的方法，其中所述基板包括纸。

5 35. 根据权利要求 30 的方法，其中所述导电图形实质上由致密的金属粉末组合物组成。

36. 一种设备，其包括至少部分由基板上的导电图形形成的电磁
通讯电路，其中所述导电图形实质上由致密的金属粉末组合物组成，
并且其中所述基板选自由纸和至少可压缩大约 10%的材料组成的组。

10 37. 根据权利要求 36 的设备，其中所述设备是谐振标签、射频
识别标签、射频识别标签、提供到集成电路的直接接触连接的标签、
含有集成电路的票、含有集成电路的卡、电池、显示器和传感器中的
一种。

15 38. 根据权利要求 36 的设备，其中所述电路包括由所述导电图
形形成的电子电路、线圈天线、偶极天线、连接器、连接焊盘、电容
器、电容器极板、电桥、感应线圈和通孔中的至少一种。

20 39. 根据权利要求 36 的设备，其中所述致密的金属粉末组合物
包括铜、锡、铅、银、金、铂、石墨、铝、镍、铁和锌中的至少一种。

25 40. 一种制品，其包括基板上的导电图形，其中所述导电图形形
成一个或多个电子元件的所有部分或局部，其中所述导电图形实质上
由致密的金属粉末组合物组成，并且其中所述基板选自由纸和至少可
压缩 10%的材料组成的组。

30 41. 根据权利要求 40 的制品，其中所述制品是天线、谐振线圈、
谐振标签、票、卡、熔丝和电阻器中的一种。

42. 根据权利要求 40 的制品，其中所述制品是线圈天线、偶极天线、连接焊盘、电桥、熔丝和电阻器中的至少一种。

43. 根据权利要求 42 的制品，其中所述线圈天线包括多个线圈。

5

44. 根据权利要求 42 的制品，其中所述导电图形形成电连接到所述天线线圈的每个端部的电桥。

45. 根据权利要求 42 的制品，进一步包括电连接到所述线圈天线的至少一个电容器极板。

10

46. 一种制品，其包括基板上的导电图形，其中所述导电图形形成一个或多个电子元件的所有部分或局部，其中所述导电图形实质上由致密的金属粉末组合物组成，其中所述基板选自由纸和至少可压缩 10% 的材料组成的组，并且其中所述制品还包括不是实质上由致密的金属粉末组成的导电图形的至少一个元件。

15

47. 根据权利要求 46 的制品，所述制品是一种提供到集成电路、电池、显示器和传感器中的至少一种的直接接触连接的标签。

20

48. 根据权利要求 46 的制品，所述制品包括连接焊盘、电阻器和熔丝中的至少一种。

49. 根据权利要求 40 的制品，其中所述制品的一个以上的平面包括导电图形。

25

50. 根据权利要求 46 的制品，其中所述制品的一个以上的平面包括导电图形。

51. 根据权利要求 40 的制品，进一步包括金属箔、导电墨水、

30

导电粘接剂、磁存储介质、磁性安全介质、焊料、导线、饱和剂、薄膜、叠层粘接剂和机械固定器中的至少一种。

5 52. 根据权利要求 46 的制品，进一步包括集成电路、金属箔、导电墨水、导电粘接剂、磁存储介质、磁性安全介质、焊料、导线、饱和剂、薄膜、叠层粘接剂、机械固定器和分立电子元件中的至少一种。

53. 一种方法，其包括：

10 在基板上按照一种图形的方式淀积金属粉末组合物，所述基板是纸或可压缩材料之一；以及

使所述金属粉末组合物致密，以便获得导电图形，形成制品的至少一种电子元件。

15 54. 根据权利要求 53 的方法，其中利用模板来进行所述图形化淀积。

55. 根据权利要求 53 的方法，其中在所述制品的一个以上的平面上产生出导电图形。

20

使用致密金属粉末来形成电磁通讯电路组件

5 技术领域

本申请涉及由金属粉末组合物形成的电子制品及其制造方法。

背景技术

10 图形化的金属制品诸如印刷电路板已广泛使用在电子工业中。可以通过利用热模将压力施加给粘接剂涂覆的基板上的金属颗粒来制造印刷电路。金属颗粒还可以与固化有机粘合剂混合、并使用粘接剂层提供给基板，进行加热并施压。还可以通过将混合有无机复合材料的导电无定性颗粒嵌入到可热软化的基板中来制造印刷电路。丝网印刷还可以被用于将有机材料和导电颗粒的混合物提供给基板，并且含有
15 金属-有机化合物和金属颗粒的组合物还可以被丝网印刷到基板上并被加热，以形成电路图形。

在这些化合物中的粘接剂和有机粘合剂是电路的弱导体，并且，当它们与金属颗粒混合时，就会降低获得的电路图形的总导电率。无机和金属-有机化合物的使用则受限于材料和具体基板的特定组合，且
20 需要高的处理温度。

发明内容

25 本发明提供一种包括基板上的导电图形的制品，其形成电磁通讯电路的一个或多个电子元件的所有部分或局部，其中导电图形包括一种强化层金属粉末组合物。

30 本发明提供一种包括至少一个线圈和任选的至少一个电容器极板的设备，该线圈形成一个天线以吸收并发射能量，该电容器极板电连接到天线的线圈以调谐天线的谐振频率，其中通过基板上的强化层金

属粉末组合物的导电图形来限定线圈和电容器极板中的至少一个。

5 本发明的元件可以与其它元件组合，以形成多功能的制品，例如，射频识别标签（也称为 RFID 嵌条）、RFID 标签、谐振式标签（也称为谐振标签）、硬件元件诸如天线、将直接接触连接提供到集成电路的标签、可以任意地含有集成电路、电池、熔丝、显示器、传感器等的各种票或者卡。

10 本发明还提供系统组件。例如，在射频识别系统中，本发明可以提供一种耦合到接近存储区的射频识别读卡机以产生磁场的天线和耦合到天线以便对天线提供电能以利用射频识别标签来进行通讯的射频识别读卡机。由基板上的强化层金属粉末组合物的导电图形限定出射频识别标签的至少一部分。在另一个实施例中，本发明可以提供一种谐振式标签，该谐振式标签被提供给或被包含在零售制品的包装之中并用作系统的一部分，从而提供零售仓储中的偷窃保护。

20 本发明能够制造出纸和其它压缩基板上的适合导电图形。这些基板通常是廉价的材料并且有利于最终的制品，诸如柔性、标准化、特定表面特性且易于回收。由于本发明的方法需要最少的工艺步骤数量和材料、不需要昂贵、特定的或慢速的工艺步骤、且使工艺费用和污染最小，因此本发明的方法可以在低成本下实施。

25 通过本发明制造的有用电子元件的例子包括：电子电路、环形天线（也称为线圈天线）、偶极天线、连接器、连接器焊盘、电容器、电容器极板、电桥（也称为跨接线）、谐振式线圈（也称为谐振线圈）、通孔、电阻器和在这些元件和其它元件之间的电连接。

30 在以下的附图和说明书中，详细地阐明了本发明的一个或多个实施例。本发明的其它特征、目的和优点将从说明书和附图中并且从权利要求书中变得明显。

附图说明

图 1 是在本发明的一个实施例中使用的液压机的剖面图。

5 图 2 是根据本发明的用于捕获导电图形的图 1 的液压机的剖面图。

图 3 是在捕获导电图形之后的制品的剖面图。

图 4 是用于致密所捕获的导电图形的液压机的局部剖面图。

图 5 是含有电路元件的制品的透视图。

10 图 6 是电阻作为具有铜导电图形的纸板的线路重量的函数的曲线图。

图 7 是电阻作为用于致密所施加的压力函数的曲线图。

图 8 是标准化基板体积作为施加的压力函数的曲线图。

图 9 是标准化基板体积与标准化基板压缩厚度的曲线图。

15 图 10 是说明用于文件和文本管理的示例性射频识别 (RFID) 系统的方框图。

图 11 到 12 说明示例性的 RFID 标签。

各个附图中的相同参考符号代表相同的元件。

具体实施方式

20 参照图 1, 在基板 3 的所有部分或选择部分之上淀积金属粉末组合物层 4。

25 金属粉末组合物层 4 可以包括精细分离的金属颗粒。适合于金属粉末组合物的金属颗粒包括: 铜、锡、镍、铁、钢、铂、铝、银、金、铅、锌, 等等, 并且特别优选铜。金属粉末组合物还可以包括导电非金属粉末, 例如石墨。金属粉末组合物 4 可以仅仅含有一种金属, 或者它可以含有两种或多种金属, 在这些组合物中作为两种或多种金属颗粒的混合物、包括合金的颗粒、掺合物或混合物、用第二种金属包
30 覆的一种金属颗粒, 等等。作为替换, 可以淀积金属粉末组合物或金属粉末组合物的组合以作为下层, 然后可以淀积作为上层的不同的金

属粉末组合物或金属粉末组合物的组合。

5 金属粉末组合物 4 中的颗粒形状可以各式各样。金属颗粒可以是相同形状或不同形状，且可以是规则构形或不规则构形。例如，实例性的颗粒形状包括：球状、长方形、针状、枝状、多面体（例如，正
10 立方体、立方体、棱锥体等）、棱柱状、片状、棒状、平板状、纤维状、芯片状、触须状及其组合。类似地，金属粉末组合物 4 中的金属颗粒尺寸可以各种各样，并且可以包括单分散颗粒，颗粒尺寸的多方式分布，或颗粒尺寸的任意分布。优选地，金属粉末组合物 4 中的颗粒具有大约 0.1~大约 2000 μm （微米）的微细颗粒尺寸；优选在大约 0.2
15 μm 和大约 1000 μm 之间；最优选在大约 1 μm 和大约 500 μm 之间。

15 可以处理一种或多种金属粉末组合物中的金属粉末，以便去除所有或部分的任何表面氧化物。方法是本领域普通技术人员公知的且随着不同金属而改变，并且可以包括：还原（例如，在高温下利用氢），利用酸或碱性溶液的清洗等。可以在将金属粉末组合物提供到基板之前实施处理，同时在基板上（如图 1 中所示）淀积金属粉末组合物，或在捕获金属粉末之后（如图 2 中所示，以下说明）。可以在将金属
20 粉末组合物提供到基板之前进行这种处理。

20 可以按照各种方式例如充分干燥粉末或利用添加有气体、液体或固体材料以便调节其流体特性在基板 3 上淀积金属粉末组合物 4。可以在本发明方法的实践期间按某些方式从金属粉末中基本上去除这些添加物，以便最终的制品含有包括不超过 5 重量%、优选不超过 3 重量%、且最优选不超过 1 重量%的添加物的金属图形。适合的调节流
25 体特性的添加剂可以包括水、溶剂、抗烘焙剂、润滑剂、空气、氮及其组合物。优选具有载体材料功能的液体。如果采用载液，金属粉末组合物就会表现为潮湿粉末或浆料的形式。无论是否利用调节流动性的添加物淀积的金属粉末组合物都应当具有流动特性，使它平坦并填充在基板表面上的部件，例如表面空隙、在纤维之间的间隙或可选的
30

通孔 7 (参见图 1)。

金属粉末组合物可以包括附加元件和添加物, 例如, 提供的加湿剂、抗静电剂、防絮凝剂、着色剂、清洁剂、抗氧化剂和湿溶剂或干溶剂, 其中最终制品含有包括不超过 5 重量%、优选不超过 3 重量%、且最优选不超过 1 重量%的添加物的金属图形。例如, 如果金属粉末组合物是液体浆料, 那么浆料还可以含有化学剂, 以防止金属粉末的氧化。

基板 3 是纸或压缩材料。在本发明的实践中, 首先, 选择满足此需要的基板。如在此所采用的, 压缩意味着基板在平行于施加的压力上尺寸减少, 也可以相同量地减少基板的总体积。当在此所采用的压缩作为定量测量时, X%可压缩性意味着, 平行于 30 MPa 的施加压力所测量的基板尺寸是在 0.07 MPa 下在此方向上其尺寸的 $[(100-X)/100]$ 倍, 且 30 MPa 下基板的总体积是在 0.07 MPa 下其体积的 $[(100-X)/100]$ 倍。如果尺寸在施加压力方向上改变和体积改变产生不同的 X 值, 那么就采用两个数值的较小 X 来定义材料的定量压缩系数。

压缩系数是基板的物理特性, 可以测量它以作为基板选择工艺的一部分。在整个基板样品之上测量压缩系数 (例如, 如以下实施例 32 中所述), 并且压缩系数不是当将压力施加到基板的一部分期间按照具体图形所观察到的局部行为的函数。压缩系数是基板材料的结构特性的函数, 具体地是显著出现的空隙、孔、内纤维空间或其它开口空间量的函数。优选地, 随着施加压力的释放, 基板仍然会呈现出至少 10% 的尺寸和体积变化, 更加优选地, 它们呈现出在 30 MPa 下观测的百分比压缩系数的至少 50% 的尺寸和体积变化, 并且最优选它们呈现出在 30 MPa 下所获得的百分比压缩系数的至少 75% 的尺寸和体积变化。

由于晶体和非晶态之间的转变, 施加压力的结果, 完全致密材料

5 或高致密材料诸如挤压或铸塑聚合物膜会展现出各向同性或各向异性的体积变化。对于本发明工艺中使用的这些材料典型地不能完全地压缩。类似地，完全致密生态化合物（green-state composite）材料或高致密生态化合物材料在加热和固化时会呈现出体积变化，但在本发明工艺中则不希望是充分压缩的。

10 基板 3 可以是柔性的，这意味着它可以用手环绕大约 5cm（厘米）直径、优选 2cm 直径的棒来进行弯曲。基板可以是任何适合的厚度，其保持它的柔性，且优选具有小于 5000 微米、更加优选小于 2000 微米、最优选小于 1000 微米的厚度。

15 基板 3 优选具有弱导电性，以致可以通过本发明的实践来形成导电金属图形。适合于本发明实践的基板 3 包括：纸；包含从合成聚合物或自然生成的聚合物制造的压缩纤维和非压缩纤维材料；或它们的组合物。这些基板的适合形式包括：无纺布，包括干法层叠的无纺布和湿法层叠的无纺布；由熔喷纤维制造的无纺布；纺粘物或纺编物、纺织布和编织布、隔膜、泡沫体（优选开孔泡沫体）和发泡织物、以及由铸塑纤维组成的织物。

20 纸是一种优选基板 3，并且各种纸都适合的，包括（但不限于）：牛皮纸、文具纸、复印纸、滤纸、新闻印刷纸、卡片材料、折叠材料、打印纸、特殊用纸、纸产品诸如纸浆板，等等。适合的纸可以通过不同工艺来制造，且可以含有填充剂、胶粘剂、颜料、染料和本领域普通技术人员公知的其它添加物。适合的纸可以被研光或不被研光、被
25 处理以提供各种涂饰剂、并且被涂覆或不被涂覆。

30 适合的无纺布基板可以包括：隔膜或多孔材料，例如超滤隔膜、微孔材料、铸塑聚合物隔膜，以及在美国专利 4,247,498 和 4,867,881 中描述的热感应相变材料（TIPS）。一种适合的基板是颗粒填充式、来自于 Pittsburgh, PA 的 PPG 工业、贸易标示为 Teslin 的可用于商业

的微孔材料。Teslin 由它的制造商描述为含有非粘合剂填充物的具有其 60 重量%和具有含有空气的其 65 体积%的尺寸稳定、聚烯烃基的微孔印刷薄片。

5 适合的基板材料可以是含有丝的纤维状材料和纤维类材料以及诸如亚麻、大麻、棉、黄麻的纤维素材料和木素纤维素材料，或诸如人造纤维的合成纤维素材料和合成木素纤维素材料。

10 适合的基板可以由各种聚合物制造，其中聚合物包括热固树脂，热固性、弹性体和交联聚合物。适合聚合物的实例包括聚酰胺、氨基甲酸酯、聚烯烃（即，聚乙烯和聚丙烯）、聚苯乙烯、聚碳酸酯、聚醚、聚氯乙烯、硅酮、含氟聚合物、聚砜、尼龙、乙酸纤维素、烯键式不饱和聚合物，以及它们的适合组合。

15 基板可以可选地含有无机填充物颗粒，诸如陶瓷、金属氧化物（例如，氧化钽）和高介电常数陶瓷（例如，钛酸钡、钛酸锶钡、二氧化钛和钛酸锆铅，以及它们的混合物）。其它适合的陶瓷填充物包括：二氧化硅、沉淀二氧化硅、氧化锆、氧化铝、玻璃纤维，等等。适合的非陶瓷填充物包括：聚合物纤维和碳纤维。其它添加剂包括：例如，
20 染料、颜料、增塑剂、胶粘剂、抗氧化剂、阻燃剂，等等。

 可选地，基板材料可以在淀积金属粉末组合物之前接受附加的化学处理或物理处理，诸如研光处理、压纹处理、表面处理（例如，等离子体处理，电晕处理或硅烷化），等等。

25 基板可以包括单层或可选地包括以叠层结构排列的多层。叠层结构的各层可以由相同材料或不同材料来制造。基板可以包括可去除的载体层。基板还可以包括粘接剂层，只要多层基板是可压缩的且不定位或处理粘接剂层，从而将金属粉末组合物捕获于基板或将导电金属
30 图形粘接于基板。

可以采用任何适合的方法以便将金属粉末组合物淀积到基板之上，诸如，锯齿棒涂覆、刀具涂覆、浸渍、筛选、筛除、喷涂、吹风或应用流化床。可以利用相同或不同的金属粉末组合物、按照单独采用方式或多种应用方式来应用金属粉末组合物，或者根据最终产品中所需形状、导电图形的导电率和厚度，将金属粉末组合物的组分或数量提供到基板的区域。

图 1 示出了可选通孔 7，其是完全穿透基板 3 的孔。如图 1 中所示，可选通孔 7 填充有金属粉末组合物 4。可以采用可选衬垫 6，以便在进行处理期间使可选通孔 7 中包含金属粉末组合物 4。

基板 3 和可选衬垫 6 位于压盘 2 之上，可以保持在所需温度。尽管图 1 示出了压盘 2 和基板 3 的平板结构，但在本发明的范围之内，可以是其它几何形状，并且尤其是可以采用凹陷的几何形状。

液压机 1 具有带凸起或凸出部分的模具 5。尽管在图 1 的剖面图中是不可见的，但将模具 5 的凸起构形为在基板的平面中产生一种图形。可以将任意图形机械印制到模具 5 之上（由此传送到基板 3 上的金属粉末组合物 4），诸如，直线或弯曲线、栅格、螺旋、圆、矩形、三角形、六边形和可以固态地填充的其它几何形状，或这些形状的轮廓，不规则形状，以及它们的组合。

在本发明的一个实施例中，参照图 2，然后通过液压机 1 按照模具 5 的凸起图形将压力施加到金属粉末组合物 4，以便将在基板上捕获图形。将区域 10 中的金属粉末组合物压缩进入并粘接到基板 3，以形成捕获图形，同时将区域 11 中的金属粉末组合物保留成未捕获状态（如图 3 中所示，而在图 2 中未示出）。模具 5 上的凸起还捕获在可选通孔 7 中的区域 12 之内的金属粉末组合物。

用于捕获图形的处理条件将随着为在金属粉末组合物中使用而选择的金属粉末以及基板材料的性质而大大改变。温度、压力和施加时间应当选择为基本上对基板 3 的损伤最小、且优选消除了对基板 3 的损伤，诸如熔化、翘曲、浸渍、发泡或分解。优选地，压盘 2 被保持
5 在 50 和 -25℃ 之间的温度下，并且模具 5 或至少模具 5 的提升部分被保持在 20 和 250℃ 之间、优选 20 和 200℃ 之间的温度下。实用的处理压力为 20 MPa 到 400 MPa 的范围，并且压力被保持至 300 秒。优选地，压盘 2 和模具 5 被保持在大约 20 到 25℃、且在大约 35 MPa 和 200 MPa 之间的压力被保持不超过大约 60 秒。

10

可以按照连续处理例如使用旋转模具的方式、或者分批方式或按照液压机 1 使用平坦模具的分步重复处理的方式来执行捕获处理。可以按照窄或宽的网膜、薄片、支撑在网膜上的薄片等方式来处理基板材料，在大规模制造实践中本发明的使用将对本领域技术人员很明
15 显。

为了捕获金属粉末组合物 4，可以通过公知的方法例如单独或与声学设备组合采用液压机 1、采用类似于模具 5 图形的构图超声喇叭形辐射体（图 1 中未示出）来提供压力。施加的超声能量就会提供有
20 利的处理条件（诸如，更低的温度或压力）或有利于最终制品的性能。

例如，可以在基板 3 的相同或不同区域上进行采用相同或不同金属粉末组合物的重复捕获，以便给出较厚的由相同金属粉末组合物的多层组成的捕获区，或者提供两层或多层捕获金属的分离层，或者按
25 照基板 3 的不同区域方式来提供不同金属，或者满足最终制品的特定产品需要。

参照图 3，一旦去除了模具 5，金属粉末组合物的捕获图形就会在区域 10、12 中粘接到基板 3，同时在区域 11 中金属粉末组合物残留而不粘接到基板 3 上。尽管图 3 中示出了具有上表面的区域 10 中
30

已粘接的金属粉末组合物，其与基板 3 的上表面共面，但在本发明的实践中，金属 10 的上表面可以位于基板 3 的上表面之上、共面或之下。可选地，可以通过各种常规方法例如压缩空气、真空、振动、冲刷、吹风、重力、水洗以及它们的适当组合，从基板基本上去除区域 11 中的残余、未粘接的金属粉末组合物。在此采用的术语捕获意味着，已承受模具 5 凸起的压力的区域 10、12 中的金属粉末组合物充分地粘接到基板 3，以致在去除了如图 3 中所示的模具 5 之后，区域 11 中的金属粉末组合物可以随后基本上被去除，而不会去除区域 10、12 中已粘接的金属粉末组合物。可选地，可以回收去除的金属粉末组合物。优选地，在如图 4 中所示的致密化之前，去除未粘接的粉末。

作为替换，可以采用模板或掩模来将金属粉末提供到基板。模板具有穿孔、孔或按图形切除或去除的部分并具有这样的尺寸，使得金属粉末穿通模板并以相应图形淀积。模板可以包含通过其以微量分散或扩展方式淀积的紧邻穿孔的部分，以便形成基本上连续和均匀的金属粉末的淀积，或者模板可以包含通过其淀积金属粉末的连续开口部分。如果模板包含穿孔，它们必须足够大以便金属粉末能够通过它们。当采用模板时，优选采用利用微量液体诸如水或轻微湿润的基板来湿润的金属粉末，以便提高对基板的处理。利用模板，由于只按照所需位置方式来淀积金属粉末，因此就不必去除额外的金属粉末。优选地，在通过模板淀积金属粉末之后，基板和粉末将足够小心地被操纵，以便在致密步骤中保持图形。

在本发明的一个实施例中，参照图 4，然后用压盘 13、22 以第二压力的形式将致密能量施加到图形区域 10、12，以便使图形更致密。优选地，这种处理增加了图形对基板 3 的粘性，并且使图形具有更好的导电性以及使在区域 10、12 与基板 3 之间的表面更加光滑。基板 3 表面上的最终导电图形具有大于大约 5%、优选大于大约 10%、更加优选大于大约 20%的品质因数（FOM，以下将更加详细地说明）。第二压力可以由液压式压力提供，并且可选地，可以同时或依次提供热、

声学能量或微波能量。还可以在提供参照图 4 中的压力之前，采用超声波能量、热或微波能量，或者可以单独采用，以便不用提供第二压力而完成致密化。处理顺序和各种处理组合的变化和用于完成捕获和致密的能量源都在本发明的范围之内。

5

优选地，用压盘 13、22 将第二压力施加到图形基板 3 的相对侧，以便使表面处和导电图形 10 与基板表面之间的变形最小。尽管图 4 说明了每个压盘 13、22 和基板 3 的平坦结构，但其它几何形状也在本发明的范围之内，并且特别地至少可以采用一种弯曲的几何形状。

10

优选地，向基板的金属化和未金属化部分施加基本上相等的压力。

15

可以按照连续处理方式、通过例如研光辊、热区或超声波降解区这种方法，或者按照不连续方式或采用例如水压、热或微波炉或超声波喇叭形辐射体的分步重复处理方式来进行致密。可以按照窄或宽网膜、薄片、支撑在网膜上的薄片等的形式，处理基板材料，并且在大规模实践中的本发明应用将对本领域技术人员是明显的。

20

在致密期间施加的压力为大约 20 MPa 至大约 400 MPa、优选大约 60 MPa 至大约 200 MPa。在自大约 20°C 至大约 250°C 的温度下、优选大约 50°C 至大约 250°C 的温度下、最优选大约 100°C 至大约 150°C 的温度下执行这些压力之下的致密。可以优选应用诸如超声能量、不同温度范围的致密能源的其它能源，这将在实施例中进行阐明。

25

参照图 5，然后去除压盘 13，且最终的制品包括电子元件，该电子元件包括在基板 3 的表面 15 之上粘接的导电金属图形 14。作为在此所采用的，电子元件是任何金属图形或形状或金属图形和形状的组合，其包括在功能电子器件中发现的元件的全部或部分。实施例包括轨迹，该轨迹提供电子电路、环形天线、偶极天线、连接器、连接焊盘、电容器、电容器极板、电桥、谐振线圈、通孔、电阻器、电感线圈，等等。

30

品质因数可以用于根据以下等式、将压制粉末测量的阻值与铜的最小可能理论电阻率进行比较：

$$\%FOM = (R_{\text{theoretical}}/R_{\text{measured}}) \times 100\%$$

5

其中 $R_{\text{theoretical}}$ 是铜的电阻率， R_{measured} 是压制粉末图形的测量电阻。电阻是对具体样品测量的初始数据，这是对具体样品的剖面 and 长度归一化，以便达到计算的电阻率，与实施例 1 中更加全面描述的一样。本发明的方法可以用于制造具有导电图形的电路元件，该导电图形具有

10 大于大约 5% 的品质因数，优选大于大约 10%、更加优选大于大约 20%。

导电图形 14 很好地粘接到基板，并承受适度弯曲和磨损。例如，如实施例 25 中所述，可以在沿着不同尺寸的棒弯曲制品期间和之后，通过测量金属图形的电阻来确定金属图形对基板的粘性。在弯曲时电

15 阻率的改变依赖于金属粉末组合物的组分和基板材料。优选地，含有电路元件的制品将承受沿着 50 mm、更优选 20 mm 直径的棒弯曲，而不会使电阻显著增加。理论上不希望被弯曲，粘接性依赖于机械粘附或来自同时压缩金属粉末组合物和基板结果的交织。

20 在致密之后，可选地，含有电路元件的制品可以承受进一步附加的处理，诸如翻转、层叠、构图、蚀刻、涂覆、装配等。可以提供附加层，并且这些附加层还可以包括导电图形。

可以在如上述优选范围所说明的适度温度下进行本发明的制造处理。更低的处理温度导致了降低处理成本，并且还能够在高温下不稳定的基板材料。有利之处在于，能够选择各种特性的基板材料，包括柔性、表面能量、环境稳定、再次利用或可回收、化学组合物、低成本等，同时需要满足各种产品的要求，而不会受到处理温度要求的限制。

30

5 在一个实施例中，可以采用这种技术，以便提供一种制品，其包括用于电磁通讯电路中的一种或多种电子元件的所有部分或局部。电路可以用于通讯系统。实施例的制品是 RFID 标签。实施例的电路元件包括：天线，用于电桥或跨接线的连接焊盘，用于集成电路的连接焊盘，电路，电容器极板，电容器，电桥，通孔，等等。在一个实施例中，本发明至少提供天线的主要部分，以致本发明的纸板或可压缩基板也形成 RFID 标签结构中的主要层。

10 可选择地，RFID 标签是包括 RFID 元件和磁性安全元件的组合标签。

15 在另一个实施例中，可以采用这种技术，以便提供一种制品，其包括谐振标签诸如天线、用于电桥或跨接线的连接焊盘、电路、电容器极板、电容器、电桥、通孔、熔丝等的一种或多种电子元件的所有部分或局部。可以采用这种技术，以便至少提供天线的主要部分，以致本发明的纸板或可压缩基板也形成谐振标签结构中的主要层。例如，可以采用谐振标签，以便提供在零售仓储中防止偷窃，并且在一些应用中，它可以优选用于标签，以含有熔丝、电容器或其它元件，其特性和性能可以随电流、电压和电磁场的应用而改变。

20 在再一个实施例中，可以采用这种技术，以便提供一种制品，该制品具有至少一种电连接到至少一个集成电路（包括（但不限于）在硅晶片基板上制造的集成电路，通常称为管芯或芯片）的连接焊盘。例如，纸或可压缩材料的基板上的导电金属图形可以形成连接焊盘，
25 并且还可以被连接到（直接或通过导电粘接剂、焊料、导线焊接等）集成电路，以便提供一种制品，其中通过接触并使电连接到导电金属图形的连接焊盘来完成外部器件或制品到集成电路的电连接。集成电路可以是裸的或已封装的。在本实施例中，导电金属的连接焊盘可以被形成为大于集成电路上的连接部位，以便尤其是如果集成电路的尺寸和集成电路上的粘附焊盘太小（小于大约 2 mm），也能够通过外部
30

器件或制品更加容易地接入并连接。

在再一个实施例中，这种技术可以提供电阻和熔丝的电子元件。处理可以采用不同的材料或条件，以便制造出这些元件。例如，利用不同金属粉末的组合（诸如铜、锡或诸如钢的合金），就可以生产出适合于电阻和熔丝的更低导电率（较高电阻率）的轨迹。处理条件例如致密压力或温度的改变，还可以导致适合于电阻和熔丝的轨迹。在变化宽度方式下，可以压制相同金属粉末的附加轨迹，从而获得用于电阻和熔丝的可改变的电阻。此外，它可以有利于组合较高和较低电阻率的元件，例如通过电连接较高和较低电阻率（分别为较宽的宽度和较窄的宽度）的轨迹，以产生与导电元件串联或并联的电阻或熔丝。这种元件的组合还可以利用金属粉末的不同组合来制造、排列以便给出较高和较低电阻率的部分。本领域技术人员将认识到，在使用不同条件的情况下，本发明的各元件可以变得不同。例如，在一种施加电压或施加电流的情况下，元件可以具有导电轨迹的功能，同时在第二施加电压或施加电流的情况下，元件就具有熔丝的功能。

在进一步的实施例中，该技术提供了到电池的电连接或形成电池电极。本发明的技术还可以用于制造制品，其中导电金属图形提供至少一种到传感器元件的连接或提供传感器元件，诸如化学传感器、医药传感器和物理传感器。本发明还可以用于形成到显示器的元件的连接。这些组合也属于本发明的范围。例如，电池寿命传感器可以包括将电池连接到指示显示器的导电金属图形。

在另一个实施例中，本发明提供硬物或硬件的组件。例如，本发明可以提供嵌入于 RFID 读卡机或 RFID 底板的的天线。

在再一个实施例中，本发明还提供系统电子组件。这种系统的实例是无线追踪或监视系统。例如，在射频识别（RFID）系统中，本发明就可以提供一种耦合于射频识别读卡机和应用于个人制品（例如书

本或文件)的射频识别标签的至少一部分的天线。在另一个实施例中,可以采用这种技术,以便提供一种或多种电子组件,其使用于谐振标签,应用于或包含在零售商品的包装之中并用作系统的一部分,以便提供在零售商品中防止偷窃(也称为电子制品监视或EAS系统)。

5

图 10 是说明用于文献和文件管理的示例性的射频识别(RFID)系统 30 的方框图。如所说明的,可以采用通过压缩金属微粒组合物来制造制品的技术,以制造出一种或多种电子组件,用于 RFID 系统 30 的一种或多种电磁通讯电路。律师事务所、政府机构和用于保存业务、犯罪和医疗记录的设施严重地依赖于纸张的文件。这些文件会被放置于多个“智能存储区”32,即,如图 10 中所示,处于开放书架 32A、书柜 32B、垂直文件分隔器 32C、轻便推车 32D、桌面阅读器 32E,或类似位置。

10

15

RFID 标签可以与感兴趣项目相关或应用于感兴趣项目。标签可以被嵌入在项目之中或嵌入在项目的包装之中,以致标签至少基本上是不可感知的,它能够帮助防止检测和篡改。例如,为了获得嵌入标签和廉价制造,就可以通过如下方式来制备文件夹:将金属粉末提供到文件夹大小的纸板的部分区域,用这种金属粉末捕获 RFID 标签的部分(例如天线)的图形,去除额外的金属粉末,然后将压力施加到整个基板、从而使金属粉末致密以形成导电图形并研磨基板。

20

25

项目可以是具有 RFID 标签的“源标识”,诸如在它的制造期间将 RFID 标签提供或嵌入项目,与文件夹、文献、书本等一样。系统 30 的每个智能存储区 32 可以配备有一个或多个天线,用于查询文件,以便有助于确定位于每个存储区的文件。例如,在开放书架 32A 之中定位一个或多个天线,从而产生用于与文件相关的 RFID 标签进行通讯的电磁场。类似地,天线可以位于书柜 32B、垂直文件分隔器 32C、轻便推车 32D、桌面阅读器 32E 等中。可以按照各种方式来定位天线,诸如在每个书架之上或每个书架之下、位于书架的背面或垂直支撑、

30

插入文件之中。可以改进天线，以位于书架或建立在书架中并购置为一个单元。例如，纸板上的天线可以在书架的制造期间、通过用浸渍剂处理纸板、然后将基板层叠到用于书架结构的其它材料而被嵌入到书架中。

5

可以采用这种技术，以便提供制品的电子组件，该制品之中具有两个或多个平面。这种制品通常被称为多层制品或多层结构。本发明提供用于它们的制造的各种方法。例如，可以在纸或压缩材料的一个表面上或两个或多个表面之上形成导电图形。基板的两个表面之上的导电图形可以相同或不同，并且可以被对准或对齐，以致具有任何所需量的重叠（在此使用的重叠指在其两个主要表面之上含有导电图形的基板的一部分）。

10

可以通过在单片或卷（卷筒）纸或压缩材料的两个侧面之上、或在包括超过一种材料（诸如涂覆的纸或纸膜叠层）的单片或卷的两个侧面之上，形成根据本发明的导电图形来制造在两个表面之上具有导电图形的制品。为了将导电图形提供到单片或卷纸或压缩材料的两个侧面之上，优选在两个侧面之上利用不同的处理条件，例如，第一压力、用于在第一侧面上捕获金属粉末，第二压力、用于在第二侧面之上捕获压力。在另一个实施例中，采用已图形化的模具以便在第一侧面之上捕获金属粉末，并采用模板以便在第二侧面之上构图金属粉末。

15

20

作为替换，可以通过组合两片或多片或卷纸或其它压缩材料来制造在两个或多个表面之上需要导电图形的制品，其中每个材料都包括导电金属图形。在一个实施例中，根据本发明处理两卷或片纸或其它压缩材料的每一个，以使它们包括导电图形，且两个卷或片依次彼此进行叠置。在另一个实施例中，在第一卷或片纸或其它压缩材料之上制造导电图形，第二片纸或其它压缩材料的叠置到第一卷或片，并且根据本发明进一步处理此结构，从而在第二片或卷之上制造出第二导

25

30

电图形。需要多层导电金属图形的制品（例如多层电路，其可以可选地进行互连）同样属于本发明的范围。

5 在进一步的实施例中，制造出包括导电图形的第一基板层，其中导电图形包括至少一个连接焊盘。制造第二基板层，按照这样一种图形制造穿过第二层的孔，以致它们被对准于第一基板中的连接焊盘之上。对准各层，然后将金属粉末提供到第二基板，填充孔，该孔位于第一基板中的连接焊盘之上。随后捕获并致密制造出包括在第一和第二层之间的通孔、以及可选地在第二层上的其它元件（例如电子电路和电容器极板）的图形。作为替换，可以通过模板将金属粉末涂覆到
10 第二层，形成包括通孔以及可选的其它元件的金属粉末图形。

根据本发明的包括导电图形的任何制品可以进一步包括同时或随后处理的前述部件之外的其它部件，包括（但不限于）：导电墨水、
15 导电粘接剂、金属箔、磁性存储介质、磁性安全介质、焊料、导线、含有油的浸渍剂、涂油、有机或无机可聚合组合物和聚合物、薄膜、叠置粘接剂、机械固定件、集成电路和分立电子元件，诸如电阻器、电容器、二极管等。

20 纸或其它压缩材料上的导电金属图形可以提供制品，诸如纸制品，具有与验证、识别、轨迹、检测、保密、屏蔽、价格和制造工艺相关的优点。

25 通过以下实施例来说明本发明，但是，在这些实施例中引证的具体材料及其数量以及其它条件和细节不应当受到本发明的限制。

实施例

实施例 1

30 本实施例说明样品品质因数（FOM）的计算。采用%FOM，对于纯铜，压制粉末图形的测量电阻与最小的可能理论电阻率比较满足以

下等式：

$$\%FOM = (R_{\text{theoretical}}/R_{\text{measured}}) \times 100$$

其中 $R_{\text{theoretical}}$ 是纯铜的电阻率，且由样品压制粉末图形的测量电阻来计算 R_{measured} 。

固体铜的密度是 8.96g/cm^3 。铜的电阻率是 1.73×10^{-6} 欧姆-厘米 (ohms-cm)。对于样品的质量和剖面，为了标准化，将按照每单位长度 (cm) 的质量 (克) 和按照每单位长度 (cm) 的电阻 (欧姆) 插入 FOM 等式中，以致：

$$\%FOM = (R_{\text{theoretical}}/R_{\text{measured}}) \times 100$$

其中： $R_{\text{theoretical}} = (\text{铜密度})(\text{铜电阻率}) = 0.0000155\text{g-ohm/cm}^2$

$$R_{\text{measured}} = [(\text{克每厘米的质量})(\text{每厘米 } R_{\text{measured}})]$$

例如，将金属图形压制到铜粉末层上，以便产生沿着金属图形的距离 123cm、具有 0.402 克质量 (M) 的图形。当通过在金属图形的每个端点处放置探针由 Fluke 189 万用表测量并以欧姆读取时，此长度 (L) 下的电阻 (R) 为 5.7 欧姆。 $M/L = 0.402\text{g}/123\text{cm} = 3.26 \times 10^{-3}\text{g/cm}$ ，且 $R/L = 5.7/123 = 4.6 \times 10^{-2}\text{ohm/cm}$ 。此样品的 %FOM 可计算为：

$$\%FOM = \{0.0000155 / [(3.26 \times 10^{-3})(4.6 \times 10^{-2})]\} \times 100 = 10\%$$

10% 的 FOM 意味着此情况下导电率达到铜的最大可能值的 10%。在此整篇专利中，甚至当在具体样品中采用的金属为铜和其它金属的组合、其它金属或两种其它金属的组合时，将样品与铜相比较，作为最大的可能理论导电率。

实施例 2

通过将其搅拌在含 10% 水的盐酸溶液中清洗产自 Sigma-Aldrich (Milwaukee WI) 的铜粉 (枝状, 3 微米, 99.7%)，随后进行 1 次水

漂洗和 3 次乙醇的漂洗。可以在空气中干燥铜粉大约 1 小时。在 20cm 直径、46cm 长的硬纸管之上放置 20cm 直径的#270 分子筛。在七组 55cm 直径型号 54 Whatman 滤纸圆圈之上放置硬纸管。将锡粉 (AEE 1-5 微米 99.9%)、然后铜粉喷洒在分子筛中并使其按一定深度沉淀在滤纸上，该深度随每个样品而从大约 0.1mm 到 0.5mm 变化。在随后的实施

5 例中，应用一种或多种金属粉到基板的这种方法称为筛分方法。

在第一步骤中，通过采用卡弗印压机 (Carver platen press) (Model 3891, Wabash, Indiana)、在粉末和滤纸上施加 27 兆帕斯卡 (MPa)，

10 将图形化的模具压制到粉末之上，金属粉被捕获到图形之上。然后，去除过剩的粉末。

在第二步骤中，将捕获的金属粉和基板压制在一起并在两个光滑压盘之间致密。在此第二步骤中，Wabash 压床提供 112MPa 的压力同时在 200°下受热小于 2 分钟。

15

压缩金属的总质量为 0.459 克。长度 123cm 的图形电阻为 1.3 欧姆。表 1 简要示出了此样品的制备和 %FOM (根据实施例 1 的方法计算)。

20

实施例 3-8

采用实施例 2 的筛分方法来准备实施例 3-8。在一个步骤中，将金属粉捕获到图形中并通过将图形化的模具在表 1 示出的压力下压到粉末之上来致密。如表 1 中所示，采用两种不同的纸板以及金属粉和

25 颗粒类型的组合。测量每个样品的电阻，且表 1 示出了计算的 %FOM。

表 1 示出了在不同条件组下采用基板和金属粉的组合的结果。表 2 示出了对于基板和金属的缩写。

实施例 9-19

30

采用筛分、第一压力下的第一捕获步骤和第二步骤来准备实施例 9-19，其中采用如实施例 2 所述的两个光滑压盘来施加压力。除了实施例 19 之外，在室温下施加第二压力，其中实施例 19 在 100℃下施加压力。表 1 说明了对于每个步骤所采用的压力（第一压力+第二压力）。表 1 还示出了材料和计算的%FOM。

表 1

样品	材料	最大力 (Mpa)	FOM%铜最大值	条件
2	WFP+CuD+Sn	27 (步骤 1) 112 (步骤 2)	45	两个步骤压制 +200℃
3	WFP+CuD+Sn	386	14	一个步骤压制
4	WFP+CuD	340	11	一个步骤压制
5	WFP+CuS	335	2.4	一个步骤压制
6	HCP+CuD	370	5.6	一个步骤压制
7	HCP+CuD+Sn	370	5.2	一个步骤压制
8	WFP+CuD+Sn	144	13	一个步骤压制
9	WFP+CuD+Sn	29+112	15	两个步骤压制
10	SPA+CuD+Sn	61+112	3.4	两个步骤
11	PSB+CuD+Sn	61+112	5.9	两个步骤
12	PEC+CuD+Sn	61+112	5.0	两个步骤
13	NSB+CuD+Sn	61+112	3.6	两个步骤
14	PEP+CuD+Sn	61+112	6.9	两个步骤
15	WFP+Al+Sn	90+112	0.97	两个步骤
16	WFP+Al	90+112	1.2	两个步骤
17	WFP+CuF+Sn	90+112	15	两个步骤
18	TPP+CuD+Sn	27+112	3.3	两个步骤
19	TPP+CuD+Sn	27+112	5.2	两个步骤压制 +100℃的热

表 2: 对于表 1 的缩写

基板材料	缩写	来源公司
Whatman 54 滤纸 (Whatman 54 Filter paper)	WFP	Whatman Inc.Clifton, NJ
聚丙烯 SMS 纤维网膜 (Polypropylene SMS Fiberweb)	PPF	BBA Non-wovens Simpsonville, SC
聚酯浆 PGI 型号 ww-229 (Polyester Pulp PGI Style ww-229)	PEP	Polymer Group Inc,Benson, NC
Teslin™,多孔聚丙烯 (porous polyethylene)	TPP	PPG Industries Pittsburgh, PA
100%丝 (Silk 100%)	SPA	Shamash & Sons,New York, NY
100%聚酯布 (Polyester 100% cloth)	PEC	Sankei Co,Ltd Japan
Hammermill 复印纸增强型 20/501b (Hammermill copy plus 20/501b)	HCP	International Paper,Memphis, TN
聚丙烯纺粘物 (Polypropylene Spun bound)	PSB	Polymer Group Inc,Benson, NC
尼龙纺粘物 (Nylon spun bound)	NSB	Cerex,Cantonment, FI
枝状铜粉 (Copper powder dendritic)	CUD	Sigma-Aldrich Cat#357456 Milwaukee, WI
片状铜粉 (Copper powder flake)	CUF	Sigma-Aldrich Cat#292583 Milwaukee, WI
球状铝粉 (Aluminum powder spherical)	Al	Alfa Aesar cat#10576,Ward Hill, MA
锡粉 (Tin powder)	Sn	Atlantic Equipment Engineers Sn-102, Bergenfield, NJ

实施例 20

将如实施例 2 中所述的铜粉筛分到 Whatman 54 滤纸之上。按以下方式捕获图形：采用钢模的匹配组，直径 2"（5cm）和厚度 0.75"（1.9cm）。每个模具具有一组由 0.6mm 分隔的两个线圈脊，其宽度为 0.4mm、直径 39mm 和 40mm、高度 0.5mm。一个模具在其中心处具有 0.125"（0.3cm）直径的引导定位销。另一个模具在其中心处具有用于对准目的对应孔。滤纸基板预先已冲孔出 0.25"（0.6cm）纸孔，以便使引导定位销穿过纸。涂覆纸板的铜粉夹在模具之间，并且在单一步骤中，在捕获并致密粉末的 330MPa 下、处于卡弗印压机下压制 2 秒。按照此方式制备出一组样品，其中铜粉的质量变化，而线宽维持恒定。图 6 示出了每单位长度的测量电阻。虚线还示出了对应于完美铜线和完美锡线的理论电阻。

实施例 21

除了在清洗之后和在制备样品之前铜粉已经在托盘中被暴露于空气 6 天之外，按照类似于实施例 20 的方式，制备样品。在 80-420MPa 范围的压力之下，压制样品。测量样品的电阻，并且（由于捕获铜的数量随每个样品而变化）对应于 50 微米的捕获厚度的捕获重量来标准化。图 7 画出了结果。

实施例 22

将实施例 20 的样品的电阻值标准化为 50 微米的线厚度，然后取均值。类似地对实施例 21 的样品的电阻值（在实施例 21 中，它们已经预先被标准化为 50 微米的线厚度）取均值，采用实施例 20 的压力（330MPa）来制备实施例 21 的样品。由新制清洗的铜粉而制备的实施例 20 的样品给出了标准化的平均电阻 0.054ohms/cm（欧姆/厘米）。由在空气中老化 6 天之后的相同铜粉制备的实施例 15 的样品给出了标准化的平均电阻 0.168ohms/cm。实施例 21 中的样品电阻的增加肯定是因为当其暴露于空气时在铜粉上形成氧化物。

实施例 23

采用一个步骤工序和 250MPa 压力下的实施例 20 的材料来制备四个样品。与实施例 1 相同，测量电路的电阻。然后，将样品放入铝箔托盘并在 200°C 下的烘炉中放置 10 分钟。去除样品，再次测量电阻。5 这些数据示出了在热处理之后电阻的降低。表 3 简要说明了之前和之后 8 个电路的电阻。

表 3: 热处理之前和之后的电阻结果

样品	a	b	c	d	e	f	g	h
欧姆-之前	3.9	3.5	3.3	3.2	4	3.7	2.2	2.2
欧姆-之后	2.2	2.1	1.6	1.9	2	1.9	1.2	1.2

10 实施例 24

如实施例 20 中所述，在匹配模具之间放置涂覆铜粉的 Whatman 54 滤纸片。不是在印压机中放置模具，而是用锻锤撞击模具一次以压缩粉末。所获得的铜电路呈现出类似于通过在印压机中压制而制备的那些电路。这就证明对于本发明的实践包括快速冲击的非常短的接触时间15 是有效的。

实施例 25

将复印纸 (Hammermill CopyPlus 20/50 lb) 切割为 2" × 2" 平方。按照覆盖每个纸板的 2" × 2" 区域 (6.45 cm²) 大致 1.2 克铜粉的分布，用铜粉 (3 微米枝晶，来自 Sigma-Aldrich) 涂覆 4 个样品的一组。涂覆 (筛分) 方法是实施例 2 的方法。采用图形化模具，以便在 370MPa 20 压力下压缩粉末。在电路形成之前和之后，称量基板，且平均电路重量为 0.034g，或电路线为 0.0014g/cm。电路线的平均电阻为 0.19ohms/cm。除了首先将锡粉的下层喷洒到基板上之外，按照相同的方式制备第二组样品。电路线的平均重量为 0.0017g/cm，且平均电阻25 为 0.17ohms/cm。

然后，根据以下描述的工序，对两组样品进行粘接性测试。此测试还检测其上具有金属图形的基板的柔性范围。

5 将 1mm 宽的狭缝插进每个样品，以便将电路线划分为两部分的圆环（358°，而不是 360°）。在每个狭缝的侧面之上，将欧姆计探针粘附到电路上。然后，绕一组直径递减的金属或玻璃棒（20.1，12.7，10.5，9，8，7，6，5，4 和 3mm 直径）弯曲样品，在绕下一个尺寸的棒弯曲样品之前，每次都使样品拉直。在绕每个棒尺寸弯曲样品之前、期间和之后，进行电阻测量。如果在弯曲处理期间电路图形从基板断裂或分层，那么电阻就会变为无穷大。不用锡下层的样品能够绕
10 20.1mm 直径棒弯曲，而不会从基板与金属图形分层，展现出有利的柔性。具有锡下层的一组样品还能够绕 20.1mm 直径棒弯曲，并且绕小于或等于 3mm 直径棒弯曲，而电路线不会从基板分层。在一个实施例中，当绕 3mm 棒缠绕时电路图形不碎裂，并且在线的 12cm 圆周
15 之上它的测量电阻会从 2.3ohms-增加至 3.6ohms，同时绕棒弯曲且在弯曲之后返回到 2.4ohms。此实验说明了当采用锡下层时相对于弯曲的电路图形而改善了耐久性。

实施例 26

20 本实施例阐明两步骤工艺，这里采用液压机来捕获金属粉末组合物，且进一步采用超声能量来进行致密。

如实施例 4，在 340MPa 下以一个步骤的方式将铜粉（枝晶，Sigma-Aldrich），在滤纸上压制为图形。利用超声能量进一步处理图形段。在 6.9MPa 下将超声喇叭形辐射体压在捕获图形的部分之上，
25 超声喇叭形辐射体具有在喇叭口的端部上的 25mm×1mm 提升部分，在 20kHz 下，采用 1:1 升压器由 Branson 900M 2000 瓦电源供电。由此，20%超声功率施加 200ms。在声处理之前图形具有 0.2ohms/cm 的电阻。在声处理之后，所获得的最佳产品电阻减少 40%，达到
30 0.12ohms/cm。

实施例 27

采用实施例 2 的筛分方法，将铜粉（枝晶，Sigma-Aldrich）喷洒到滤纸（Whatman 54）之上。采用实施例 26 中所述的超声喇叭口，
5 在 6.9MPa 压力下压制铜粉层 1 秒，然后在 Branson 900M 电源的 20% 功率、20kHz、1:1 增益下声处理 200 毫秒。这就制造出具有 0.28ohms/cm 电阻的图形。

实施例 28

10 将两层金属（锡然后是铜）分别喷洒到 Teslin™ 片（0.22mm 厚度）之上，锡和铜按 1:3 的比例组成。由 Sigma-Aldrich 获得铜粉（Cu，枝晶，3 微米，99.7%）。由 Micron Metal 获得锡粉（Sn，方形（tetragonal），5 微米，99.9%）。在一个阶段，在超声喇叭形辐射体条件下设置层压的粉末。在施加超声能量之前，采用模具的 25mm×1mm 提升部分，
15 在 6.9MPa 下将喇叭形辐射体压在样品之上。采用 0.6 增益的喇叭形辐射体适配器，在 Branson 900M 2000 瓦电源下，在 20kHz 下喇叭形辐射体工作 1 秒。压制获得大约 25 微米厚度的金属图形。这样就制造出了具有优异粘性的 0.008ohm/cm 电阻率的电路。采用带和指甲测试来测试粘性电阻：将来源于 St.Paul MN 的 3M 公司、贸易标记为 Scotch
20 Magic Tape 的带提供到金属轨迹并进行剥离，不去除任何粘接到基板的金属。用指甲采用适度力划碎金属轨迹，轨迹保持粘接到基板。

用更短声处理时间制备的样品具有较大的电阻：（200ms，0.2ohms/cm），（375ms，0.07ohms/cm），（500ms，0.07ohms/cm），
25 （750ms，0.04ohms/cm）。

实施例 29

在 Teslin 基板中冲出直径 0.2mm 的通孔，并在整个片上放置衬垫。将锡和铜粉喷洒到基板之上，填充孔并完全覆盖材料。在类似于
30 实施例 2 中所述的条件下按照两步工艺压制样品。这就制造出在穿过

5 基板形成的含有金属的通孔的一个侧面上的电路。残留的已压制的金属粉足以构成电路以桥接通孔并局部填充通孔。镀金金属通孔展现为从基板的非图形侧导电并呈现出与压制的金属轨迹可比较的电阻，金属轨迹的电阻通过在通孔的两个侧面上采用电压表探针来测量电阻而进行确定。通孔中的金属粉和基板都被压缩。

实施例 30

10 将 50 克铜粉（枝晶，Sigma-Aldrich）放置在定塞瓶中的 100ml 甲酸中。密封瓶子并搅拌，以便使铜粉与酸完全混合。添加 400ml 水，然后通过采用吸出器和#4 滤纸去除液体。添加 1000ml 水过滤粉末以便从粉末中清洗甲酸。同时，继续加湿并烘烤，将 20g 潮湿的铜粉与 8ml 水混合，以制造出浆料。在基板之上采用 0.25mm 狭缝的凹口试杆，用刀片将浆料涂覆在 0.18mm 厚的 Teslin 基板之上。涂覆的浆料能够在大约 1 分钟内从浆料中吸收额外的水，使浆料凝固潮湿，但易于处理涂覆。将几个 6cm×6cm 样品从基板切割下来，同时涂层仍然潮湿。按照实施例 2 中所述的方式在 36MPa 压力下压制样品。样品能够被干燥，且采用压缩空气就能够从基板吹拂额外的铜粉。在此点上，样品上的电路具有在电路的 123cm 长螺旋路径之上的典型 65 欧姆的电阻。在来源于 St.Paul MN 的 3M、贸易标记为 Scotch Hi-Temp Masking
15 Tape 的 89mm 宽、0.08mm 厚的带中冲出两个相隔 12mm 的直径 1mm 的孔。在一个样品的电路之上设置带，以致孔与电路端部保持一致。带提供到达轨迹的额外长度，且孔允许访问用于电阻测量的轨迹。从样品中修整额外的带，以便给出 6cm×6cm 的区域。在两个 6cm×6cm ×1.2cm 不锈钢板之间放置设置有带的样品，并压缩至 113MPa。所获得的样品具有通过带中的孔测量的 39 欧姆的电阻。折叠并使样品具有严重折痕，使 Teslin 侧面嵌入。电阻增加至 46 欧姆。在电路中未看见裂痕。
20
25

30 本实施例说明了作为浆料涂覆金属粉末的工艺，并且它还说明了采用在电路之上设置的附加材料层来产生加固电路。

实施例 31

采用根据实施例 9 来制备样品，但本实施例存在几个裂痕，其横
跨这些缺陷产生无穷大的电阻。因此，利用微波能量来处理它：将样
品放置在 6.3GHz、200 瓦下工作的加拿大技术微波仪 2100 中 30 秒。
微波能量使金属裂痕粘接且恢复金属图形的导电率。

实施例 32

进行测试，以便测量纸和可压缩材料与压缩之下的对比材料（聚
丙烯膜）特性的差异。

在 100K 牛顿夹具的压缩模式下调整 Instron 4505 仪器（Instron
Corporation, Canton, Mass.）。编程 Instron 以便在 0.025 英寸/分钟速
度下（0.64 毫米/分钟）进行压缩。由从每个材料薄片（将每种材料提
供为薄片或薄膜）中冲出的片制备 1.27cm 直径的圆形样品试样叠层。
然后，将每个样品叠层放置在 Instron 的压盘之间并压缩为大约 10psi
（0.07MPa）的初始厚度，以便进行测试循环。由 Instron 自动测量材
料的厚度，采用一对卡钳来测量直径，并且按照对应的压力和厚度将
测量结果归档。Instron 显示出冲击力（pound-force）。psi 值是通过由
每个冲击力数据点下的直径测量值计算的面积而分解的冲击力。因
此，如果材料横向延伸，那么面积就会增加，在相同冲击力下相应的
psi 就会降低。体积数据是面积乘以在特定冲击力数据点的厚度。

测试三种纸材料、填充的多孔聚合物和相对高密度的聚合物。纸
样品是 Whatman 54 滤纸（Whatman Inc.Clifton NJ）、Hammermill 复印
纸（International Paper, Memphis TN）和鞣制文件夹卡片纸料（tan file
folder card stock）（Globe-Weis Premium File Folders, ATAPCO,
Baltimore, MD）。填充的多孔聚合物是 Teslin（0.18mm, PPG Industries
Pittsburgh PA）。相对高密度的聚合物是 0.46mm 薄膜聚丙烯（3M
Company St.Paul MN）。

表 4 列举了在施加到圆形试样的压力下直径的百分比变化，其中
变化% = $100 \times \{[(\text{最终直径}) - (\text{初始直径})] / (\text{初始直径})\}$ 。直径是
垂直于施加压力方向的样品的尺寸。在压力下，纸样品在直径尺寸方
5 面的变化非常小。在本发明的实践中，在可使用的压力范围之内，Teslin
表现直径上的小变化，同时比较聚丙烯呈现出直径上的非常大的变
化。就是说，由于样品的横向流动，在垂直于施加压力方向上，比较
聚丙烯呈现出尺寸上大的增加。

图 8 示出了在每个压力之下标准化体积相对压力的数据。每个压
10 力之下的标准化体积呈现为对于每个样品的初始体积的十进制分数，
且对于每个样品通过每个压力下的体积除以 0.07MPa 下的体积来进行
计算。从图 8 中很容易地看出，纸材料和 Teslin 具有体积随压力显著
变化，同时相当密度的聚丙烯体积则几乎保持恒定直至 17000psi
15 (117MPa) 的压力。在 17000psi (117MPa) 的压力或更高的压力之
下，纸材料和 Teslin 的体积减少接近 40%。

图 9 说明了在标准化压缩厚度（平行于施加压力方向的方向上的
20 尺寸）和标准化体积之间的关系。标准化压缩厚度是在给定压力下的
厚度除以 0.07MPa 下的初始压缩厚度。比较聚丙烯的体积基本上恒定
（初始体积的 ± 大约 10%）；尽管厚度显著减小，但直径增加。用于
本发明实践的材料在施加压力之下展现出压缩厚度的较大减小，但直
径稍微增加或不增加，导致体积在总体上减小。如图 9 中所示，材料，
尤其是纸，由 1.0 的斜率表示了因压缩厚度的改变而导致体积的变化。

25

表 4

材料	直径随施加压力的变化	压力, psi	压力, MPa
Whatman 54 滤纸	<5%	50,000	345
Hammermill 复印纸	<5%	37,000	255
文件夹卡片纸料 (File Folder Card Stock)	<5%	35,000	241
Teslin™	~40%	7,600	52
Teslin™	~73%	17,000	117
聚丙烯	~72%	7,600	52
聚丙烯	~119%	17,000	117

实施例 33

图 11 说明了一种根据本发明的制造技术而制造的示例性 RFID 标签 40。具体地，图 11 是 RFID 标签 40 的平面图，且图 12 是 RFID 标签 40 的剖面图。在示例性实施例中，RFID 标签 40 包括多个电子元件，包括由多个线圈 42 形成的天线。此外，RFID 标签 40 包括在基板 50 之上形成的电容器极板 44A-44D (“44”)、连接焊盘 46A、46B (“46”) 和集成电路 (IC) 连接部位 48。

10

在本实施例中，通过在基板 50 的选择部分之上淀积一层金属粉末组合物、并且为了在基板 50 上捕获图形将压力施加到金属粉末组合物，从而形成 RFID 标签 40 的一个或多个元件。采用具有一个或多个凸起的液压机，诸如图 1 中所说明的液压机 1，将压力提供到金属粉末组合物。由液压机的凸起压缩的金属粉末组合物粘接到基板 50 的各部分，以便捕获导电图形。没有被液压机的凸起压缩的金属粉末组合物就不会粘接到基板 50，且被去除。所获得的导电图形形成一个或多个电子元件。

15

20

如图 11 的实施例所述，线圈 42 形成由连续轨迹形成的一个螺旋。形成 RFID 标签 40 的天线部分的线圈 42 在第一端 52 和第二端 54 终

止。捕获图形的天线部分的第一端 52 位于线圈 42 的外侧，且天线部分的第二端 54 位于由线圈 42 限定的内部空间之中。

5 连接焊盘 46A 和 46B 电连接到天线的各端部。更具体地，连接焊盘 46A 电连接到第一端 52 且连接焊盘 46B 电连接到第二端 54。连接焊盘 46B 还电连接到集成电路（IC）连接部位 48。电容器极板 44 通过电容器极板连接 56 电连接到天线。

10 电桥 58 电连接到连接焊盘 46，以便在第一和第二端 52、54 之间（除了用于开口或 IC 连接部位 48 之间的空间）形成一个闭环电路、并且还形成电容器。

15 图 12 说明了 RFID 标签 40 的剖面图。如图 12 所述，RFID 标签 40 包括：电桥 58，电容器介质层 60，天线层 62 和基板层 50。采用上述技术来形成天线层 62。如上所述，天线层 62 包括：由一个连续轨迹形成的多个线圈 42，电容器极板 44，导电焊盘 46 和 IC 连接焊盘 48。如所示，电桥 58 电连接到连接焊盘 46，闭环电路并形成电容器。RFID 标签 40 还包括到 IC 连接焊盘 48 的访问孔 64，以便允许在 RFID 标签 40 中包含集成电路 59。

20

在发明名称为“具有电桥电路组件的 RFID 标签以及使用方法”、序列号为 09/909154 的专利申请中详细地描述了天线结构，在此引用其全部内容作为参考。

25

采用纸作为基板 50 来制备三个样品。

在一个样品中，采用各向异性导电粘接剂膜，将裸露 Atmel AT88RF236-13 RFID IC（Atmel Corporation, San Jose, CA）电连接到 IC 连接焊盘 48。

30

在另一个样品中，采用焊料，将 13.56MHz 谐振的封装 Atmel DVS29622-2 RFID IC 附着到 IC 连接焊盘，以形成导电键合。通过减少电桥 58 的面积，微调电容，产生 13.56MHz 下的谐振标签。通过 RFID 读卡机在 10cm 距离处（读卡机天线和样品之间）读出此样品并在 5cm 距离处通过读卡机进行写入。

第三样品制备为具有不同天线设计，以产生用于 915MHz 下工作的 RFID 标签的偶极天线。此标签具有封装的 915MHz RFID IC Intellitag 500 芯片（Intermec Technologies Incorporated, of Intermec Everett, WA）并通过焊料被连接到金属粉末压制的天线。利用可从 AWID Applied Wireless of Monsey, NY 获得的多协议 UHF 读卡机（Multi-Protocol UHF reader），在 91cm 距离下读出此标签。

实施例 34

按照以下方式制造第一样品 1。与实施例 33 一样，在纸板上制造粉末压制的金属天线，称为“天线 34.1”；然而，光滑压盘的最终压制被延迟一个步骤。第二纸片、称为“基板 34.2”由粘接剂喷溅并进行冲孔，以便在适当位置处产生孔 34.3，其中孔应当与天线 34.1 上的连接焊盘 46 对准。在一个位置处制造出附加的访问孔 34.4，以便与 IC 连接焊盘 48 对准。如所示，这些孔与天线 34.1 对准（34.3 对准 46，且 34.4 对准 48）。然后，以套准方式将基板 34.2 层叠到天线 34.1。基板 34.2 的部分用掩膜覆盖，其覆盖（防止其上淀积金属粉末）访问孔 34.4，但允许在 34.3 中且按照图 11 的电桥 58 的大致尺寸和形状的图形来淀积金属粉末。通过掩膜，在基板 34.2 上涂覆锡和铜。提升掩膜，并保留金属粉末方式下的电桥的形状。在此工艺中，冲孔 34.3 已经被金属粉末填充。

然后，在 345MPa 压力下的光滑压盘之下压缩天线 34.1、基板 34.2 和金属粉末电桥以进行致密。由此形成电桥和通孔，产生连续导电层并产生在线圈天线 46 的端子之间的电连接。测量通孔的电阻为

0.3ohm。在 Hewlett-Packard (具有 41941-61001 阻抗探针的 4194 阻抗/增益分析器 (4194 Impedance/Gain Analyzer with a 41941-61001 Impedance probe)) 进行测量, 电路具有 18.5MHz 的谐振频率。

5 利用基于金属粉末的天线、金属箔电桥 58 和聚合物电介质 (3M 保存和恢复带 888 (3M Conservation and Restoration Tape 888) 与 3M 9502 转换粘结剂 (3M 9502 Transfer Adhesive), 3M Company, St.Paul MN) 来制备另一个样品 2。与样品 2 一样, 采用平板金属天线、金属箔电桥 58 和聚合物电介质来制备比较样品 3。这三个谐振电路都具有
10 分段的电容器电桥, 该电容器电桥能够微调电容以致改变谐振频率。

表 5 示出了从微调相同电容量随后获得谐振频率改变的数据。“Cap” 指由电路调节的电容器数量。谐振频率表示为每个电容值下的 MHz。“Delta f” 指在每个电容调节之间的频率变化。表 5 中的数
15 据说明了本发明的 RFID 标签是可调的。

表 5: 谐振频率随电容改变的变化

Cap	样品 1 f	Delta f	样品 2 f	Delta f	比较样品 3 f	Delta f
0	18.5 MHz		16.4 MHz		13.4 MHz	
1	21.5	3.0	18.7	2.3	66.4	3.0
2	23.9	2.4	21.0	2.3	18.7	2.3
3	25.9	2.0	22.6	1.6	20.0	1.3

实施例 35

20 与实施例 2 一样, 制造金属粉末图形。此图形含有可变线宽和间距的线。表 6 示出了此图形的电阻数据和规格。

表 6: 电阻随不同线宽和间距的变化

粉末金属线	铜 1	铜 2	铜 3	铜 4
线宽	1.0mm	0.8mm	0.6mm	0.4mm
线间距	0.8	0.4	0.3	0.4
电阻 ohm/cm	0.10	0.14	0.20	0.29

描述了本发明的大量实施例。然而，应该理解，可以作出各种修改而不脱离本发明的要旨和范围。因此，其他实施例在所附权利要求的范围之内。

5

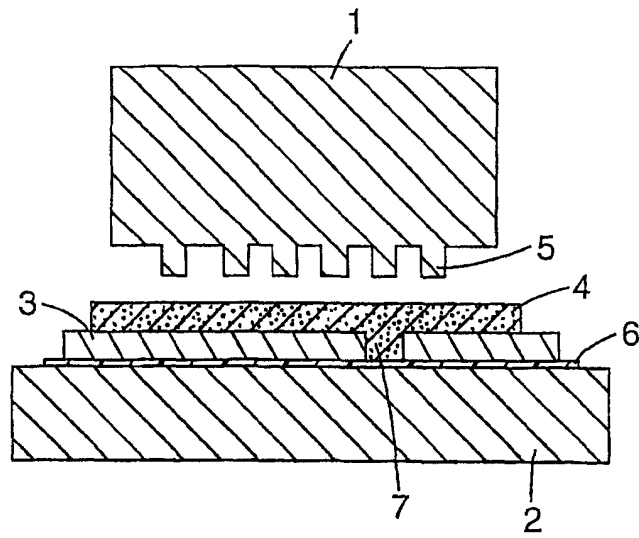


图1

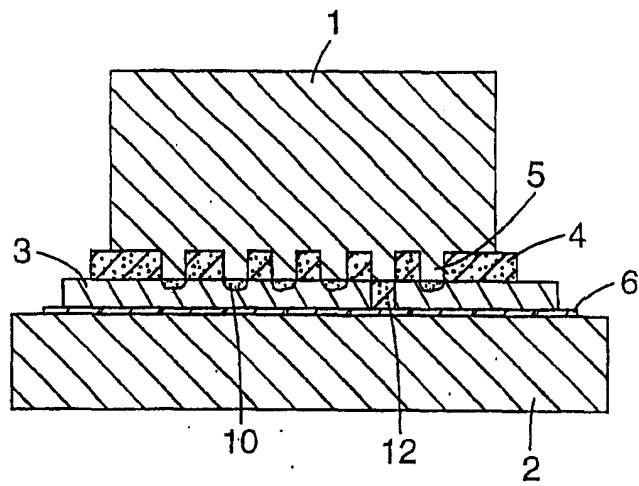


图2

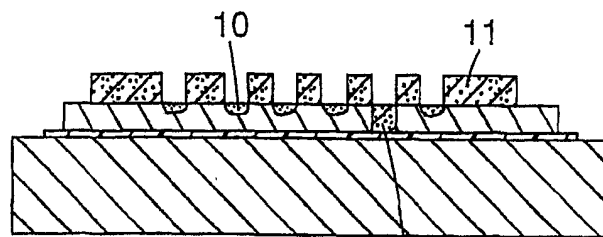


图3

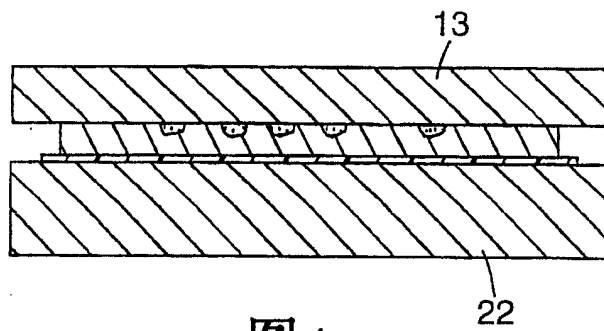


图4

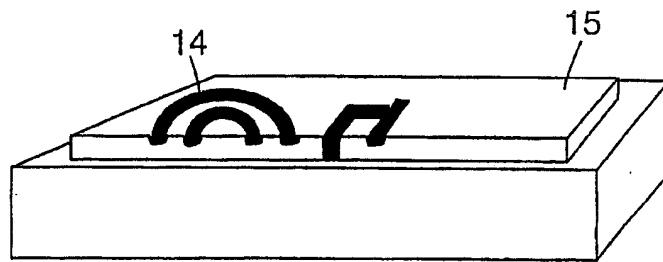


图5

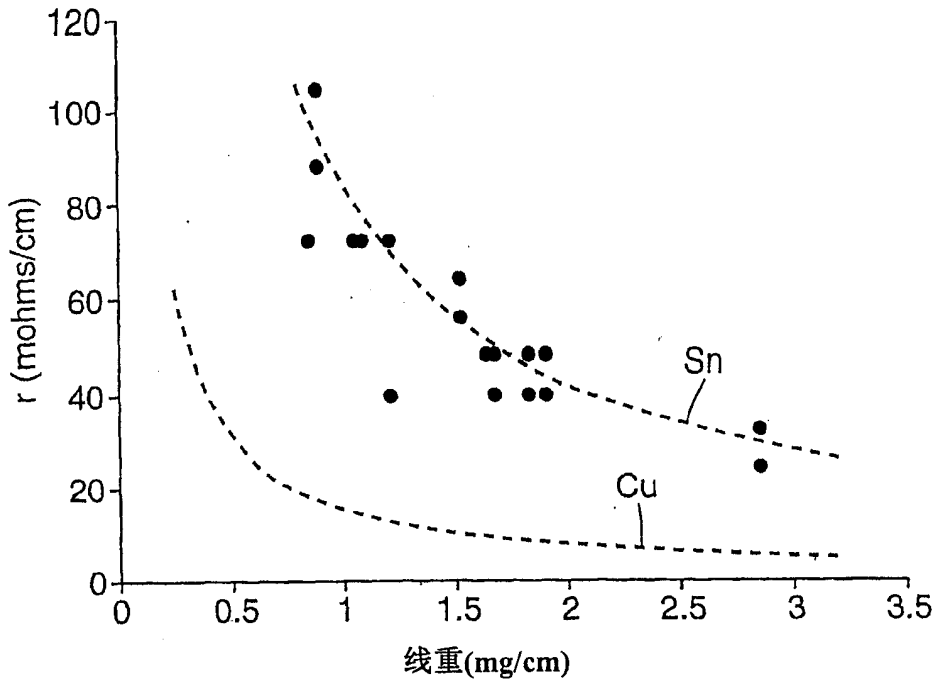


图6

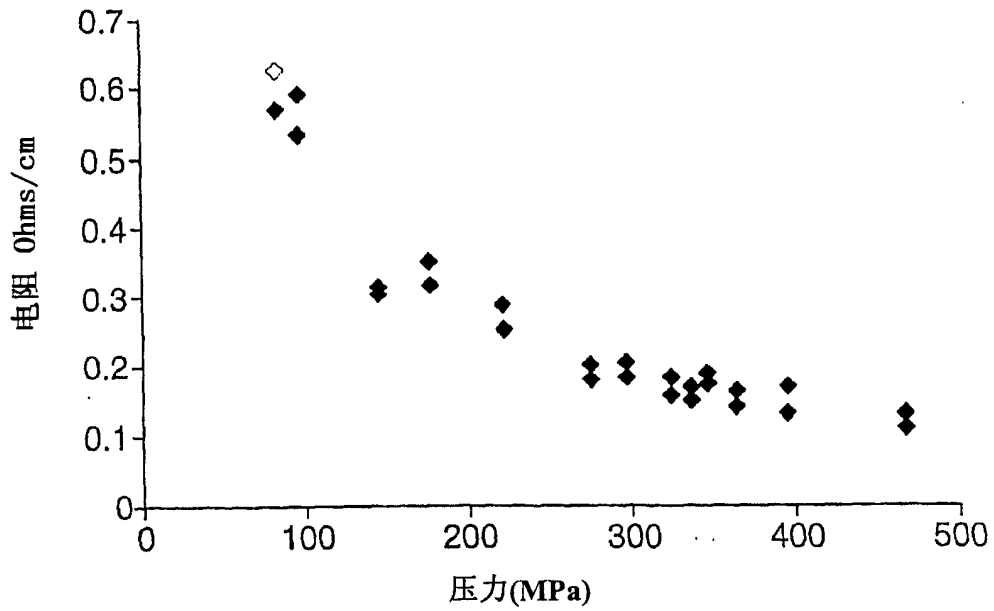


图7

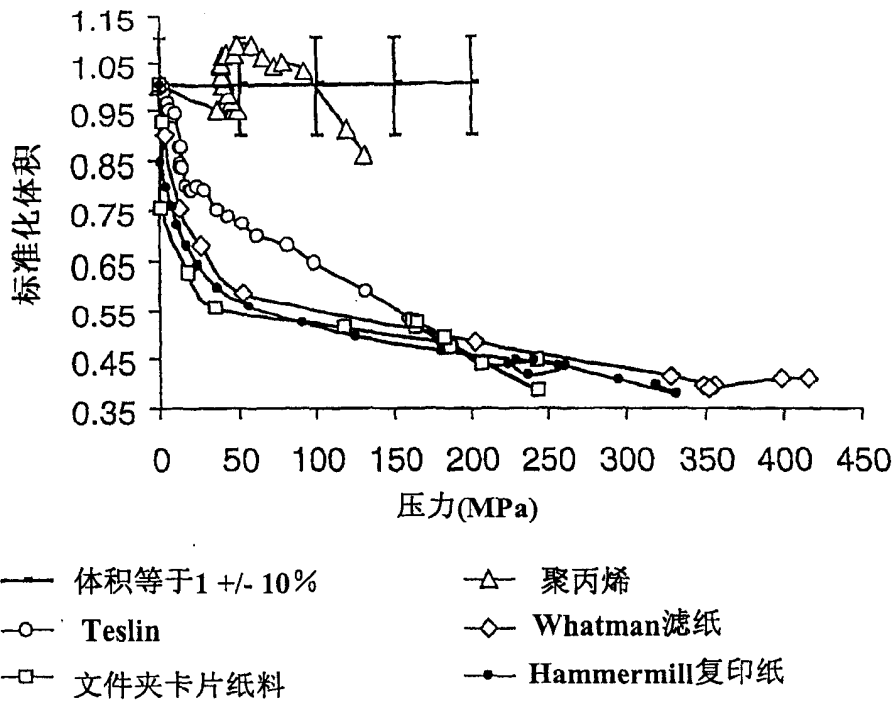


图8

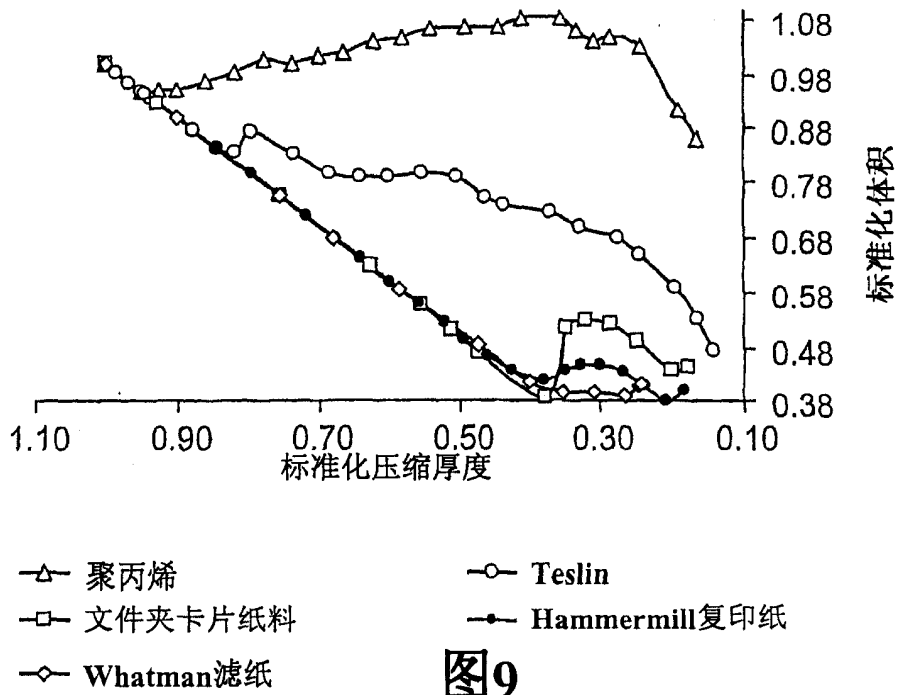


图9

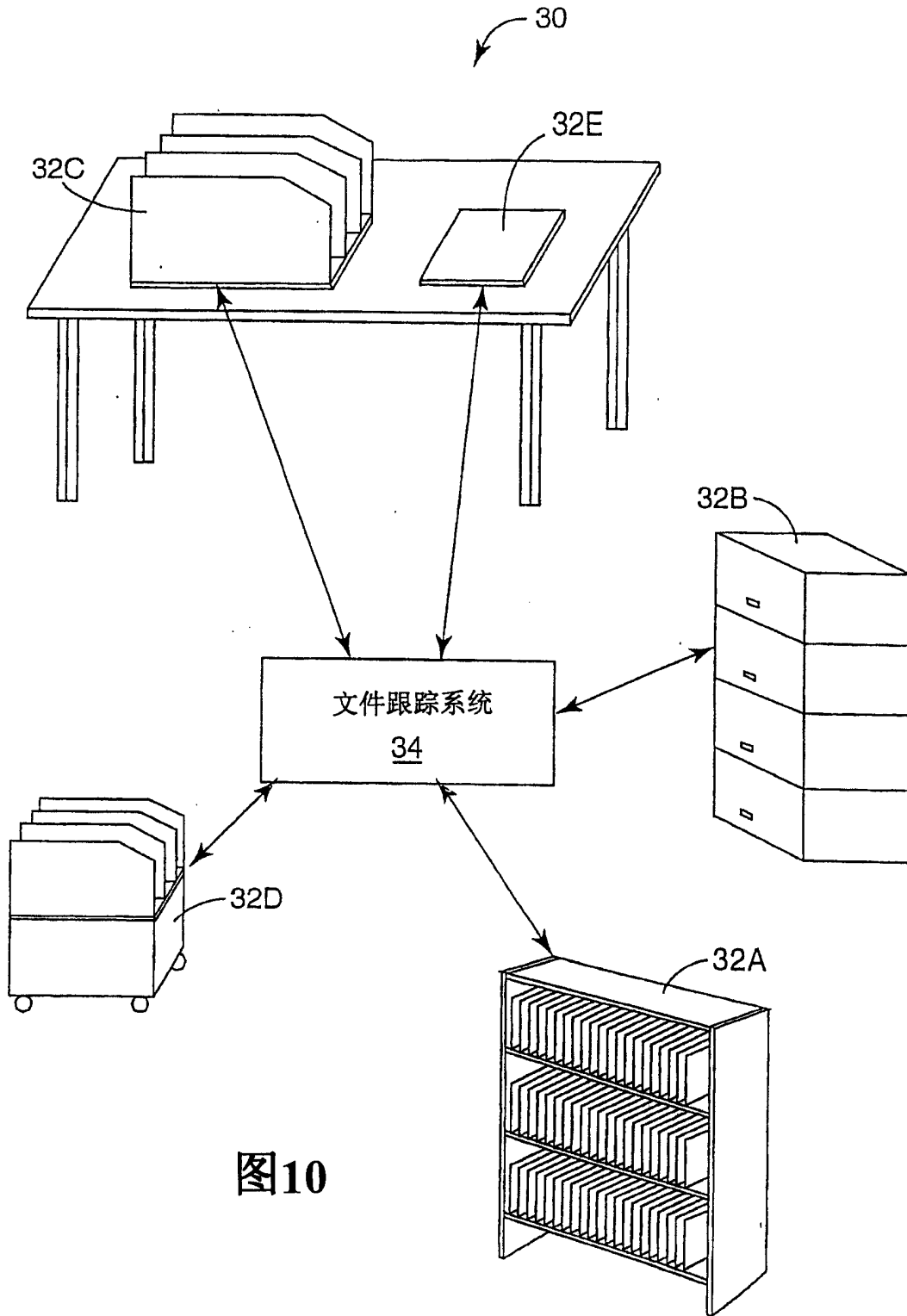


图10

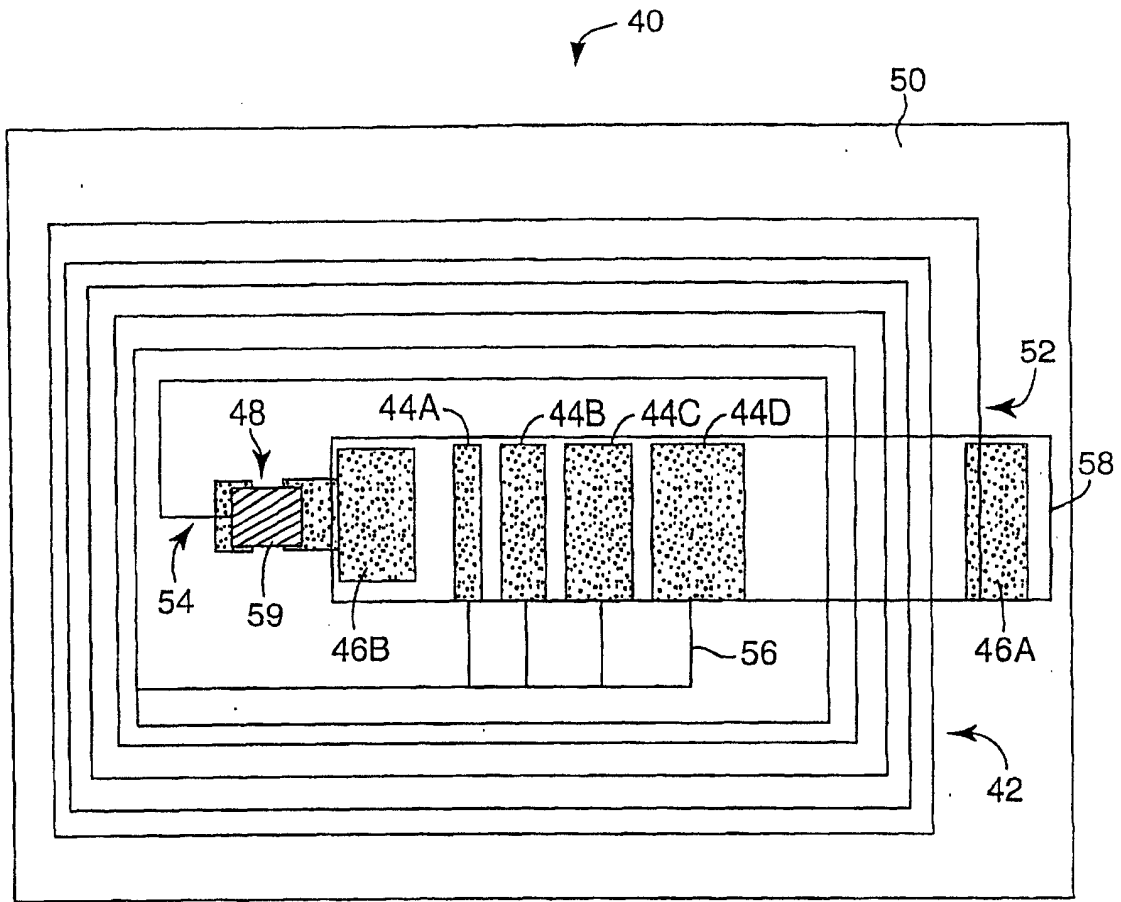


图11

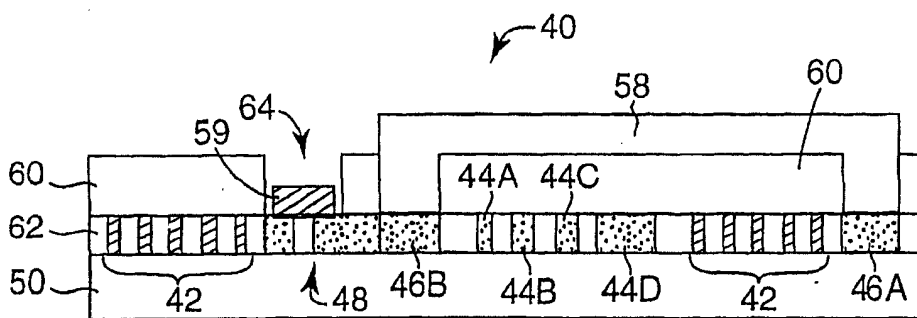


图12