

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

B41M 5/124

B41M 3/00



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410006067.2

[43] 公开日 2005年3月9日

[11] 公开号 CN 1590122A

[22] 申请日 2004.2.27

[21] 申请号 200410006067.2

[30] 优先权

[32] 2003.5.1 [33] US [31] 10/428,057

[71] 申请人 山特维克创新公司

地址 美国宾夕法尼亚州

[72] 发明人 罗杰·I·伯罗斯

[74] 专利代理机构 北京金信联合知识产权代理有限公司

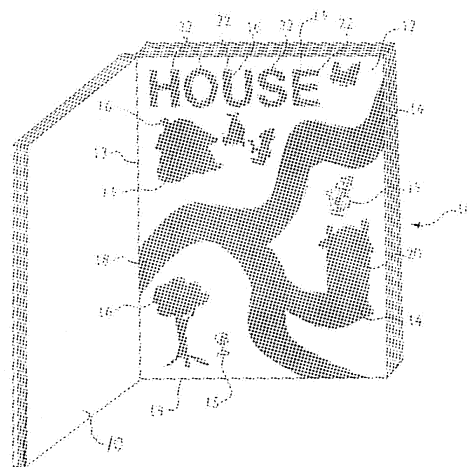
代理人 张金海

权利要求书6页 说明书28页 附图13页

[54] 发明名称 磁交互片基

[57] 摘要

一种片基被印刷以可磁化墨水区域。可磁化墨水被压缩入片基的表面并被套印从而得以隐藏。还公开了适合用于该目的的墨水。该墨水可在任何图案中被永久磁化。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

- 1、一种制造磁交互片基的方法，包括步骤：
提供一可压缩片基；
将可磁化墨水涂在片基表面的至少一选定区域内；及
5 施加压力到所述可磁化墨水从而将其压印入所述片基的所述表面内。
- 2、根据权利要求1所述的方法，其中施加压力的步骤包括将具有可磁化墨水的片基压缩到其厚度实质上不大于其未涂墨水前的厚度。
- 10 3、根据权利要求1所述的方法，其中施加压力的步骤包括压缩具有可磁化墨水的片基，使得可磁化墨水的边缘处的厚度变化实质上不为普通终端用户觉察到。
- 4、根据权利要求1所述的方法，其中施加压力的步骤包括在平床式印刷机中压缩片基。
- 15 5、根据权利要求1所述的方法，还包括在可磁化墨水上面应用一不透明层的步骤。
- 6、根据权利要求5所述的方法，包括在片基的所述表面的整个区域上应用所述不透明墨水层。
- 7、根据权利要求5所述的方法，其中所述不透明墨水层的颜色
20 类似于所述片基的所述表面的颜色。
- 8、根据权利要求1所述的方法，还包括应用可视印刷到所述片基的所述表面的步骤。
- 9、根据权利要求8所述的方法，还包括应用套印墨水或涂料到所述片基的步骤，其中所述可视印刷被应用在所述套印墨水或涂料的
25 上面。
- 10、根据权利要求1所述的方法，还包括在所述片基的所述表面上的所述可磁化墨水上面应用第二片基层，且其中所述施加压力的步骤包括施加压力到其间有所述可磁化墨水的所述片基及所述第二片

基层。

11、根据权利要求 10 所述的方法，其中施加压力的步骤包括将其间有可磁化墨水的片基及第二片基层压缩到其厚度实质上不大于所述片基及所述第二片基层的初始厚度之和。

5 12、根据权利要求 10 所述的方法，还包括应用粘合剂到所述第二片基层的步骤，且包括将具有所述胶水的所述第二片基层的表面应用到具有所述可磁化墨水的所述片基的表面，并在所述粘合剂凝固前施加所述压力。

13、根据权利要求 10 所述的方法，还包括应用可视印刷到所述
10 片基及所述第二片基层中至少之一的曝露表面的步骤。

14、根据权利要求 1 所述的方法，还包括赋予永久磁化给可磁化墨水的至少一所述区域的至少一部分的步骤。

15、根据权利要求 14 所述的方法，赋予永久磁化是通过将所述可磁化墨水经受电流的磁场而得以实现。

15 16、根据权利要求 15 所述的方法，包括使所述电流在平行的导体中流动。

17、根据权利要求 16 所述的方法，其中所述电流被使得在交替的导体中以相反方向流动。

18、根据权利要求 16 所述的方法，其中所述平行的导体包括几
20 个直的导体。

19、根据权利要求 18 所述的方法，其中所述直的、平行的导体被均匀地隔开。

20、根据权利要求 19 所述的方法，其中导体被隔开大约
0.5mm-5mm 的距离。

25 21、根据权利要求 16 所述的方法，其中所述平行的导体形成一实质上闭合的回路。

22、根据权利要求 15 所述的方法，包括使得所述电流在至少一线圈中流动，该线圈的轴垂直于所述片基的所述表面。

23、根据权利要求 14 所述的方法，包括在所述墨水干燥前赋予

所述永久磁化，其通过应用一足够强的磁场而导致所述墨水层内的可磁化材料的粒子位移而实现。

24、根据权利要求 1 所述的方法，其中所述墨水包括塑料基体中的铁磁粒子。

5 25、根据权利要求 24 所述的方法，其中所述墨水在未干时包括一溶剂。

26、根据权利要求 25 所述的方法，其中所述溶剂选自由煤油和矿物精油组成的组。

10 27、根据权利要求 24 所述的方法，其中所述塑料基体选自由苯乙烯-丁二烯共聚物和液态层压 PVC 组成的组。

28、根据权利要求 24 所述的方法，其中所述铁磁粒子实质上由选自由铁粉、 $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ 、 $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ 和 NdFeB 组成的组的材料构成。

29、根据权利要求 28 所述的方法，其中所述墨水在干燥时包括至少 80% 重量比的铁。

15 30、根据权利要求 29 所述的方法，其中所述墨水在干燥时包括至少 90% 重量比的铁。

31、根据权利要求 1 所述的方法，其中所述片基选自由加工印刷纸、卡片和聚氯乙烯组成的组。

32、一种磁交互片基，包括：

20 一可压缩片基；及

可磁化墨水被涂在所述片基的表面的至少一选定区域内，所述墨水被压印入所述片基的所述表面内。

33、根据权利要求 32 所述的片基，其中所述可磁化墨水被压印得实质上与所述片基的所述表面齐平。

25 34、根据权利要求 33 所述的片基，还包括一在可磁化墨水上面的不透明墨水层。

35、根据权利要求 34 所述的片基，包括所述不透明墨水层位于片基的所述表面的整个区域上。

36、根据权利要求 34 所述的片基，其中所述不透明墨水层的颜

色类似于所述片基的所述表面的颜色。

37、根据权利要求 32 所述的片基，还包括在所述片基的所述可磁化墨水上面的可视印刷。

38、根据权利要求 35 所述的片基，还包括所述可磁化墨水上面的套印墨水或涂料，且其中所述可视印刷位于所述套印墨水或涂料的上面。

39、根据权利要求 32 所述的片基，还包括在所述片基的所述表面上的所述可磁化墨水上面的第二片基层，且其中所述可磁化墨水被压印入所述片基及所述第二片基层内。

40、根据权利要求 39 所述的片基，还包括所述第二片基层和具有所述可磁化墨水的所述片基的表面之间的粘合剂。

41、根据权利要求 39 所述的片基，还包括在所述片基及所述第二片基层中至少之一的曝露表面上的可视印刷。

42、根据权利要求 32 所述的片基，其中可磁化墨水的至少一所述区域的至少一部分被永久磁化。

43、根据权利要求 42 所述的片基，包括平行的永久磁化条，其具有极性垂直于片基表面的相对构件。

44、根据权利要求 43 所述的片基，其中所述磁条是直的。

45、根据权利要求 44 所述的片基，其中所述直的、平行的磁条被均匀隔开。

46、根据权利要求 43 所述的片基，包括所述的平行磁条形成一实质上闭合的回路。

47、根据权利要求 42 所述的片基，包括至少一具有极性垂直于一个方向的片基的表面的分量的区域，其被具有极性垂直于相反方向的片基的表面的分量的区域所包围。

48、根据权利要求 42 所述的片基，其中可磁化材料集中在可磁化墨水层的厚度的一侧。

49、根据权利要求 32 所述的片基，其中所述可磁化墨水包括塑料基体中的铁磁粒子。

50、根据权利要求 49 所述的片基，其中所述塑料基体选自由苯乙烯-丁二烯共聚物和液态层压 PVC 组成的组。

51、根据权利要求 49 所述的片基，其中所述铁磁粒子实质上由选自由铁粉、 $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ 、 $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ 和 NdFeB 组成的组的材料构成。

5 52、根据权利要求 51 所述的片基，其中所述可磁化墨水包括至少 90%重量比的铁。

53、根据权利要求 32 所述的片基，其中所述片基选自由加工印刷纸、卡片和聚氯乙烯组成的组。

54、一种在磁路上行进的车辆，包括用于与片基接触的支承元件，
10 该支承元件被磁极性平行于车辆的惯常运动方向的磁条永久磁化。

55、根据权利要求 54 所述的车辆，其中支承元件是车轮。

56、根据权利要求 55 所述的车辆，其中每一车轮均被磁化，使得车轮的一侧具有北极性，而另一侧具有南极性。

57、根据权利要求 55 所述的车辆，其具有至少四个车轮，且其中
15 在车辆的同一侧上的车轮在它们朝向车辆的纵向中心线的侧上具有同样的极性。

58、根据权利要求 57 所述的车辆，与具有平行磁化条的磁性轨道结合，磁化条分别具有相反的极性并被间隔开以与车辆的车轮的各侧相互作用。

20 59、一种可磁化墨水，包括塑料基体中的铁磁粒子。

60、根据权利要求 59 所述的可磁化墨水，其中所述铁磁粒子实质上由选自由铁粉、 $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ 、 $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ 和 NdFeB 组成的组的铁酸盐材料构成。

61、根据权利要求 59 所述的可磁化墨水，其中所述塑料基体选
25 自由苯乙烯-丁二烯共聚物和液态层压 PVC 组成的组。

62、根据权利要求 59 所述的可磁化墨水，还包括一用于塑料基体的溶剂。

63、根据权利要求 62 所述的可磁化墨水，其中所述溶剂实质上由选自由煤油和矿物精油组成的组的材料构成。

64、根据权利要求 60 所述的可磁化墨水，其中所述铁磁粒子实质上由铁粉组成。

65、根据权利要求 60 所述的可磁化墨水，其中所述可磁化墨水包括至少 80%重量比的铁酸盐材料。

5 66、根据权利要求 65 所述的可磁化墨水，其包括至少 85%重量比的铁酸盐材料。

67、根据权利要求 66 所述的可磁化墨水，其包括至少 90%重量比的铁酸盐材料。

10 68、根据权利要求 59 所述的可磁化墨水，其中所有铁磁粒子实质上均小于 $2.5\mu\text{m}$ 。

69、一种磁交互装置，包括：

第一和第二片基；

施加到所述第一片基的至少一选定区域的可磁化墨水层；及

施加到所述第二片基的至少一选定区域的可磁化层；

15 其中所述可磁化墨水层在交替极性的磁条中被磁化为通常垂直于所述可磁化墨水层，交替极性的磁条具有 $0.5\text{mm}-5\text{mm}$ 的极距；

从而所述第一和第二片基可通过所述磁性墨水层和所述磁性层的磁相互作用而相互作用。

磁交互片基

技术领域

- 5 本发明总体上涉及磁学领域，特别是涉及结合有磁化区域或可磁化材料区域的已印刷的或可印刷的薄片，该薄片可与可移除的磁化的或可磁化的玩耍件（play piece）相互作用。更特别地，本发明涉及相互作用的片基，其用于上面印刷有磁化的或可磁化的区域的书本。

背景技术

- 10 具有磁特性的材料可被用于各种应用中通常是公知的。例如，制造商已将磁性材料用在对孩子们的教育、教学及交互式装置中。由于无形的磁学特性，磁体及具有磁特性的装置对孩子具有特殊的吸引力。现在已有各种类型的交互式玩具、游戏、装置及展示品，其中的具有磁特性的材料方便用于激励孩子学习和实践基本技能，如阅读及
15 算术。

- 一种将无形的磁学特性组合进产品的方法包括添加铁磁材料如铁粒到传统的涂料或涂层中。铁粒被混合进涂料中以形成磁性涂料。磁性涂料接着被按传统方式应用到片基的表面（如建筑纸板、木材、薄石块、胶合板及类似物）以做标记或应用到其他类型的具有磁引力
20 表面的展示品。在磁性涂料干燥后，接着使用传统工具将片基切成抽象的形状和大小。

- 使用上述磁性涂料的一个缺点是不能用涂料制成明细的图像和设计。即，磁性涂料通常不适于被涂在特定的位置或形成非常精确或复杂的设计。相反，磁性涂料被设计来大面积简单应用以产生金属或
25 磁性表面。此外，所产生的磁性表面通常是整个表面均被磁化，而不是仅磁化特定位置。结果，许多使用磁性材料的、用于孩子的教育及指导展示品均限于非常基本的设计和应用。

美国专利 4,702,700 (Taylor) 提出了一种具有磁材料薄片的书，

磁材料薄片嵌于书页内并吸引放置在书页表面上的磁件。尽管磁薄片没有覆盖整个书页，但它们还是相对比较大，且没有做成图像或图案的形状。Taylor 的磁薄片同样还十分厚，从而其在书页中产生一明显的凸起。凸起在美学上是不吸引人的，且由于其使书页内有隐藏的
5 诡计变得显而易见而损害了磁力的无形效果。应相信的是，Taylor 使用的磁薄片的重量同样限制了实际上可包含在一本书中的薄片的数量和大小。

美国专利 5, 949, 050 (Fosbenner 等) 提出了一种夹有一成形的磁材料薄片的磁卡，磁材料薄片通过吸引液体成像区中的磁性粒子而产生图像。成形磁材料薄片被做成卡中的填充料薄片中的对应形状
10 的挖剪图画。Fosbenner 建议“磁性或可磁化墨水”可用以代替磁薄片，但其几乎没有公开怎样设计或应用那种磁性墨水。由于使用了填充料薄片，Fosbenner 的卡较厚。填充料薄片同样还增加了重量。Fosbenner 的结构不适于用作书页、或墙上的招贴或类似物。

15 众所周知，通过使用各种传统印刷工艺或技术，可得到精细的图案或生动的图像。传统的印刷技术如丝网印刷、平版印刷、轮转凹版印刷、苯胺印刷及类似印刷技术被用于在片基上产生非常注意细节的图案和图像。然而，大多数金属或磁性颜料不可与前述印刷技术一起使用。因此，大多数交互式片基，特别是那些用在其市场在于孩子的
20 的教育或指导产品上的片基，没有任何类型的具有磁特性的精细图案和生动图像。

发明内容

因此，本发明想要提供一种可印刷薄片或其他片基及制造这种片基的方法，其具有合成有磁力的无形特性的精细图案和生动图像。本
25 发明还想提供一种用于其市场在于孩子的书籍和其他教育或指导产品的磁交互片基，这些书籍和产品使用具有磁特性的精细图案和生动图像。本发明还想提供一种对书籍的普通用户实质上并不明显的成形的已磁化的或可磁化的区域或其他片基，特别是其重量和体积并不比

普通片基材料薄片大。本发明还想提供具有厚、重磁件及补偿片或填充物但不需要较厚的结构的可磁化片基，其形状做成与磁力形状匹配，以抵消磁性材料层的厚度。

5 本发明的一个方面，片基具有其上涂有可磁化墨水的可磁化区域。当墨水被涂上时，墨水稍微溢出片基的表面。一旦墨水干透，施加压力以压缩墨水或使墨水凹进片基内，以形成一实质上平坦的整体。绝对平坦既没必要，在大多数情况下也不可能实现。然而，还是希望墨水层不为用户注意到。特别是，希望可磁化墨水区域的边缘几乎足够齐平以使用户不会注意到可磁化墨水区域。

10 可磁化墨水包括可磁化粒子，如铁、铁合金或其他具有强铁磁特性的材料。最佳材料为铁铁酸盐，即，铁磁元素铁实质上游离于非铁磁氧化铁之外。可磁化粒子应做成与墨水类型和/或最后选择的特定印刷工艺相容的大小和形状。因而，可磁化粒子的大小和形状可被选作为与墨水的特定类型、墨水的黏度、及印刷工艺的类型或其他用于
15 将墨水涂到片基上的方法相容。作为这种类型的选择的一个例子，如果预先选择丝网印刷，则铁磁粒子应被选择为足够小以在印刷时适于通过网眼的孔。

在约 $60\ \mu\text{m}$ 或更小的范围内的可磁化粒子已可在丝网印刷中使用。比较起来，在约 $30\ \mu\text{m}$ 或更小的范围内的可磁化粒子已可在胶印
20 中使用。可磁化粒子的最大尺寸可取决于墨水层的厚度。如下所提出的，对某些材料，即使更小的粒子尺寸也是可能的。

在本发明的另一方面，一个或多个磁性墨水区在其干燥后最好包括至少 90% 的铁酸盐，在一实施例中，75%-93% 的铁酸盐被应用在片基中。在墨水被永久磁化的情况，优选材料为复合铁酸盐，如
25 $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ 、 $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ 、 NdFeB 。在墨水不被永久磁化的情况，优选为可磁化铁，最好为铁铁酸盐形式。复合铁酸盐支持更强的磁场，但也更昂贵。因此，对于许多实际用途，最好同时使用永久磁化的复合铁酸盐层和一可磁化但不永久磁化的铁铁酸盐层，当它们二者被放在一起时，铁铁酸盐层被来自复合铁酸盐层的磁场暂时磁化。一优选的、商

业应用级的 $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ 具有极小的粒子尺寸，即 $2\ \mu\text{m} \pm 0.5\ \mu\text{m}$ 。

在本发明的另一方面，可磁化墨水包括塑料基体中的铁磁粒子。铁磁粒子最好被封装在液态层压 PVC 基体中或低分子量苯乙烯-丁二烯共聚物 (SBC) 基体中。可添加一种溶剂如煤油或矿物精油以使 SBC
5 充分流动而用于印刷。

在本发明的另一方面，一种用于在磁路上行进的车辆包括用于接触片基的支承元件，支承元件具有平行于车辆的通常运动方向的磁极性磁条并被永久磁化。支承元件最好是车轮，其具有围着车轮四周转的极性磁条。

10 在本发明的另一方面，一磁交互装置包括第一和第二片基，一可磁化墨水层应用到第一片基的至少一选定的区域，另一可磁化层应用到第二片基的至少一选定的区域，可磁化墨水层通常按垂直于相互作用的极性磁条中的层的方式被磁化，相互作用的极性磁条具有 0.5mm-5mm 的极距，从而第一和第二片基可通过磁性墨水层和其他磁
15 性层之间的磁相互作用而相互作用。

一个或多个可移动玩耍件可被提供，其具有磁性材料以用于通过磁引力与片基形成的玩耍表面的可磁化区域相互作用。玩耍件可用根据本发明的可磁化墨水印刷。每一玩耍件接着指定一具有根据本发明的可磁化层的片基。如果玩耍件不是使用可磁化墨水印刷，则它们可
20 以其他形式而被涂覆可磁化材料，例如，橡胶或塑料中的磁粉悬浮液。特别是，如果玩耍件的整个表面被涂以磁性材料，这是适合的，其不需要通过印刷工艺对涂有墨水的区域进行额外控制。如果磁性材料层以不同于墨水的形式被使用，其最好是具有非常高的磁性材料浓度的薄层。

25 另外，根据本发明的磁性墨水层可被应用到玩耍件上，且其他形式的磁性层也可应用到玩耍件依附的页面或其他薄片。

片基可以是纸张、卡片、或塑料、或任何其他适合的材料，但是其最好是厚纸或薄的卡片纸。用 SBC 作为基体的设计可被印刷在较薄的纸、箔式印刷所使用类型的塑料薄膜箔、织物、甚至陶瓷和硬塑料

上。

印刷技术包括非接触印刷技术和接触印刷技术。非接触印刷技术包括如丝网印刷的技术，其使用具有特定图像的网眼。网眼包括多个孔或筛眼，墨水在压力下被挤压穿过前述孔而被沉积在片基上。可形成于片基之上的细节的清晰度和类型取决于所用的网眼的类型（如织物、尼龙或金属）、筛眼的大小及网的张力。另一形式的非接触印刷是墨水在压力下被挤压而喷射穿过筛眼而在片基上形成图像。接触印刷包括橡皮版印刷、平版印刷、苯胺印刷、轮转凹版印刷、冲压、压印印刷等等，其中，墨水被施加到印板、转鼓或圆柱或其他表面以将图像转移到片基上。

丝网印刷和橡皮版平版印刷均是目前优选的技术，但申请人设计本发明可与能施加适当的可磁化材料层在片基上的任何形式的印刷工艺一起使用。申请人还设计转移工艺也可被使用。在那种工艺中，可磁化墨水可被印刷在一坚固媒介上，接着通过将坚固媒介与片基接触并施加压力而从坚固媒介转移到片基。

在一优选实施例中，交互片基是书本的形式。书本的书页形成具有可磁化区域的玩耍表面。可移动玩耍件被做成对应于可磁化区域的大小和形式。可磁化区域可被永久磁化为具有预定的极性方向。可移动玩耍件同样可被磁化，且可磁化区域和玩耍件的相对极性应相互相反，从而玩耍件仅可以一种方式安放在片基上。

根据本发明，提供一种将可磁化 Fe 墨水印刷在第一片基上的方法及将印刷在第一片基上的可磁化 Fe 墨水永久磁化的方法是可能的。同样提供磁化第二可磁化片基的方法也是可能的，从而第一和第二片基将支撑另一个的重量。第二可磁化片基可被永久磁化，或者通过第一可磁化片基的磁场的作用而被暂时磁化。同样可能提供永久磁化第一或第二可磁化片基或同时永久磁化二者的方法，以编码、或指引另一个、或激发磁相互作用。

附图简要说明

为图解本发明的目的，在图中示出了目前优选的形式。然而，应理解为，本发明不限于所示的明确的安排和手段。

图 1 为组合有印刷在片基上的可磁化区域的优选实施例的页面的书本的斜视图。

5 图 2 为在应用可磁化墨水到片基后，通过构成图 1 所见书本的一页的片基的部分的不完整截面。

图 3 为在印刷片基后的类似于图 2 的图。

图 4 为另一形式的片基的类似于图 3 的图。

图 5 示出了多个适于被磁吸引到图 1 所示片基上的可磁化区域的
10 可移动玩耍件。

图 6 为图 5 中所示玩耍件之一的前向立体图。

图 7 为图 6 中所示玩耍件的后视图。

图 8 示出了图 5 中所示的玩耍件被应用到图 1 中所示的片基。

图 9 为用于永久磁化一层可磁化墨水的一种形式的器件被应用
15 到本发明片基的概略平面图。

图 10 为沿图 9 中线 10-10 的截面。

图 11 为由图 9 和图 10 的器件在一层可磁化墨水中感应的永磁场的示图。

图 12 为类似于图 11 的图，示出了永磁场与未被永久磁化的一层
20 可磁化墨水之间的相互作用。

图 13 和 14 为类似于图 11 的图，示出了片基的另一实施例中的磁场。

图 15 为另一形式的磁化器件的概略平面图。

图 16 为图 15 中沿线 16-16 的截面图。

25 图 17 为另外形式的磁化器件的概略平面图。

图 18 依然为另外形式的磁化器件的示图。

图 19 为通过由类似于图 18 所示的装置形成的磁化图案的截面，以及设计来与磁化图案协作的车辆的截面。

图 20 为另一形式的磁化器件的示意图。

图 21 为由类似于图 20 所示的器件磁化的片基的示意图，其与电磁器件合作以产生磁场。

图 22 为通过根据本发明的另一形式的片基的一部分的不完整截面。

5 图 23 为通过根据本发明的另一形式的片基的一部分的不完整截面。

具体实施方式

参考附图，其中同一数字表示同一元件。这里示出了如本发明所预期的磁交互片基的多种实施例。首先参考图 1，第一形式的片基为一薄片或一层支承材料的形式，如附图标记 10 所示。片基 10 可由纸或类似于纸的物质制成，包括卡片纸或类似物。有涂层的灰底卡片、180g/m² 的加工印刷纸、涂有涂层以用于印刷在大约 320μm 厚的一侧（C1S）上的 230 或 250gsm 卡片、80 硬度或更低的 PVC 薄片均是可用的。片基 10 是那种在足够压力下以较小或无弹性压缩的材料。液
10 压压缩机可被使用。已经发现，大多数等级的普通卡片纸或非常厚的纸均是令人满意的材料。

多个片基可以任何形式与本发明一起使用。片基 10 可被用作海报、日历、礼品卡、墙纸、包装、礼品盒、展示品、标志图样或类似物，仅是部分例子。在图 1 所示的优选实施例中，多个片基 10 被沿
20 公共边缘装订在一起以形成一用于书本 11 的卷。

片基 10 包括第一或前图像表面 12、第二表面（未示出）及四周边缘 13。至少一可磁化部分或区域 14 被应用到片基 10 的第一表面 12。然而，在图 1 所示的实施例中，应用了多个可磁化区域或部分 14。可磁化区域 14 包括具有明确边界或边缘 16 的生动图像或精细图案，如图 1 中所示的路 18、房子 20、字母“H”、“O”、“U”、“S”和
25 “E”。

可磁化区域 14 可被应用在片基 10 上面的任何地方。可磁化区域 14 也可应用到图 1 所示的第一表面 12 或第一表面 12 及第二表面上。

另外，如下面参考图 4 所述，片基 10 可以是两张卡片纸的层压件，可磁化区域可被应用到一张卡片纸的背侧并由另一张卡片纸的背侧覆盖上。如图 1 所示，可磁化区域 14 可以位于片基 10 的边缘之内，在路 18 的情况其也可被允许在边缘上“印刷”。如图 1 所示，尽管可磁化区域 14 仅在书本 11 的一页的一侧上，其也可被应用到任何页或所有页的一侧或两侧。

可磁化区域 14 由可磁化墨水制成，其形成和应用将在下面讨论。可磁化墨水包括可磁化粒子，如铁酸盐、铁、铁合金或其他具有强铁磁特性的材料。如下面将阐述的，可磁化墨水最好包含高比例的铁铁酸盐形式的可磁化铁，或者高比例的较复杂的复合铁磁材料。复合铁酸盐如 $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ 、 $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ 和 NdFeB 均是首选的，其中可磁化墨水层被永久磁化。在可磁化墨水层未被永久磁化的情况，其响应于附近的磁化了的层，已经发现铁酸盐形式的铁具有足够强的磁特性，且其在大批量时经济可用。因而对于该用途，其是首选的。

在可磁化区域 14 被印刷在片基 10 上之后，其最好被套印、层压或涂覆。套印可有利地用于隐藏或在视觉上掩饰印刷在片基上的可磁化区域 14 的存在。例如，可磁化区域 14 可被套印以不透明墨水或其他材料的白色涂层从而在视觉上隐藏片基 10 上它们的存在。该涂层可由一层以上的墨水组成。其后，具有白色涂层材料的片基 10 可被套印以其他生动图像和形象图案 15，如全色印刷的景色或文字，使用四色工艺或其他技术。特别地，如果卡片纸 10 不是白色的，白色涂层可被消除或用类似于卡片纸的颜色的涂层代替。

另外，卡片纸 10 的整个面可被涂以白色的或其他颜色的涂层，以为可视印刷提供统一背景。适合的涂层包括胶粘板、250gsm CCNB 回收板、230gsm C1S 板、128gsm 纸、或成形塑料薄片，包括全息成形薄片。不是自粘结的涂层如纸可被粘在可磁化墨水的上面。一种适合的胶粘板是由 National Starch and Chemical (GC) Ltd. 提供的 Laminator 3046A，其是不易燃、水溶、干聚合物粘合板。

回到图 1，可磁化区域 14 被套印以图形标记 15。在与本发明范

围一致的情况下任何类型的图形标记 15 均可被使用。图形标记 15 可包括任何类型的插图、画报图案、纹理、颜色、文本及类似物。在优选实施例中，图形标记 15 将在视觉上掩饰可磁化区域 14 的存在。图形标记 15 可完全隐藏可磁化区域 14，或可在掩藏其磁性特性的同时
5 展示出可磁化区域的轮廓，或可被按主题关联到各自的可磁化区域 14 而不展示其准确的轮廓。

例如，灰色的墨水可被印刷在片基 10 上所示的路 18 上，以在隐藏可磁化材料 14 的存在时展示道路线路。在或标记或隐藏可磁化区域的存在时，房子 20 可与图形标记 15 一起被套印以隐藏片基 10 上的房子的可磁化区域 14。围绕树 16 的区域可与补充磁性树 16 的树的图像 15 一起被套印，但实际上其中没有任何一个与磁性树 16 重合。
10 为了清晰，图 1 中仅示出了几个图形标记 15。

现在参考图 2，一层磁性墨水 14 可通过任何适宜的方法施加到片基 10 上，如通过传统的平版印刷或丝网印刷工艺，其适合用于特定的墨水。对于下述的大多数情况，为了施加足够数量的磁性材料在单位面积上，墨水层相当厚。如图 2 所示，墨水层大约为 200 μm 厚，
15 卡片纸片基 10 大约 500 μm 厚。这就导致在卡片纸 10 的表面上面的墨水 14 的凸出，其可为读者注意到、在美学上不吸引人、易受损害、并妨碍随后的印刷工艺。

20 当然，也有墨水层薄于 200 μm 就足够的情况。80-100 μm 的厚度通常是提供足够数量的可磁化材料的最小厚度，从而提供足够的磁场强度以支承玩耍件的重量。当磁场确定为有传感器检测而不是支承负载时，较低的场和较薄的墨水层可被使用。这样的磁场可由强度、方向、和/或由下述同样技术形成的磁场的图案编码。

25 因此，一旦墨水已经干燥，其上具有可磁化墨水的片基被经受压力。已经发现，在实验上，将片基 10 放置在平板印刷机中并将印刷机的印板 17 和 19 之间的间隔减小到大约等于卡片纸 10 的厚度是合适的。将片基 10 通过一对具有类似间隔的压送辊也是合适的。压力将墨水 14 压印入片基 10 内，如图 3 所示。墨水 14 必须足够坚韧而

在压力下不会粉碎，其也必须足够坚硬而不会出现渗出或有弹性地压缩。适合的墨水的例子将在下面描述。然而，申请人认为较宽范围的填充以磁性粒子的基于塑料的印刷墨水均是合适的。片基必须足够软以进行相当程度的无弹性压缩。已经发现，通常在印刷工业中使用的大多数等级的卡片纸均是合适的。片基或墨水的弹性压缩应被避免，因为弹性将降低最后的压入。

卡片纸或纸需要为可磁化墨水层的 2.5 倍厚，以允许足够的压缩而使留下的墨水 14 与片基 10 的表面 12 实质上齐平。申请人认为相对软的 PVC 片基需要为可磁化墨水层的至少两倍厚。在该实施例中，约 0.5mm 厚的卡片纸被优选使用。如果可磁化墨水 14 被施加到两侧，则首选较厚的卡（最好两倍厚）。如果两表面 12 和 13 上的可磁化墨水的区域 14 不重叠，则不需要额外的厚度。不透明材料通常被首选用于片基 10，从而使得可磁化墨水即使从片基的背面也不能被看见。

如图 3 所示，对于墨水层 14，其不必与片基 10 的表面完全齐平。微小的凸出是可接受的。然而，凸出应该足够细微而不被读者注意到，且不妨碍随后的片基 10 的套印，所述妨碍是通过妨碍所使用的墨水敷贴器或通过套印墨水够不着的墨水层 14 的边缘的下面产生阴影区。

如果可磁化墨水 14 已被施加到片基 10 的第二表面，进一步的修整可以是不必要的。然而，最好在片基 10 的表面 12 施加一层不透明白色墨水 24 或其他统一的涂层，特别是当可磁化墨水 14 已被施加到片基 10 的第一表面时。该涂层 24 既用于隐藏可磁化墨水 14 的颜色和纹理，又用于稍微消除可见的边缘，且还为随后的印刷工艺提供统一的底层。可视印刷 15 接着可被施加到底层 24 上面。

现在参考图 4，在另一实施例中，片基 10 由两层卡片纸 26 和 28 组成。卡片纸层 26 和 28 的每一层可以是 500 μm 厚，可磁化墨水层 14 可以是 200 μm 厚。可磁化墨水 14 被印刷在卡片纸 26 的一层的反面侧上，实质上如参考图 2 所述。两层卡片纸 26 和 28 接着被碾压在一起，其是通过涂敷一层粘合剂 30 到卡片纸 28 的第二层的反面并将

两层的反面压在一起。许多类型的传统上用于制作层压卡的粘合剂（包括含乙烯基的胶水）及传统上用于制作层压卡的印刷工艺均可被使用。可磁化墨水层 14 的厚度由卡片层 26、28 的压缩调节。可磁化墨水 14 的存在仅仅通过几乎不能察觉的片基 10 的第一和第二表面的立面被显露出来。

图 4 中所示的实施例具有下述优点，片基 10 的可见表面是平的或实际上是平的，且其具有统一的颜色和纹理，从而使得随后的印刷较容易且使得底层 24 不是必须的。然而，该实施例也有一缺点，即其在生产层压片基时工艺较复杂，且在表面下的可磁化墨水层 14 厚达 400 μm （这在大多数情况下是缺点）。如下所述，其会导致较弱的磁力或要求更多的可磁化材料。

如另一实施例，为了保护图形标记 15，一透明或清晰薄片（未示出）可被层压到片基 10 的外表面。另外，一层材料可被层压到片基 10 的外表面、在可磁化墨水层 14 上面、并在底层 24 的上面。层压材料的曝露表面可接着被印刷以图形标记 15。

一旦可磁化区域 14 被印刷在片基 10 上，可磁化粒子可被永久磁化。可磁化区域可通过使用如向邻近可磁化材料的导线或线圈通电流的技术而被磁化，从而在流动电流周围出现的磁场影响并磁化磁场。磁化过程将在下面做更详细描述。

片基的整个薄片可暴露给磁化所有可磁化区域 14 的磁场。另外，其中的每一可磁化区域 14 或部分可使用如电线圈的方法而被分别磁化或“点”磁化，借助于电线圈，电流可通过可磁化区域 14 的特定区域或被使得与特定区域接触而导致磁化。当然，导致磁化的其他技术或方法也可被使用，包括强用磁体。由于可磁化区域 14 为精细图案和生动图像的形式，可磁化区域 14 的任何部分均可被磁化。

因此，点磁化可被用于控制特定磁化区域 14 的磁区定向。例如，路 18 或房子 20 的不连续部分可被永久磁化。此外，每一可磁化区域 14 可被磁化以定位磁区或磁化为极性相同的方向或不同方向。在使用中，磁区定向可以是 360 度范围内的任何方向。使用精细图案和生

动图像的优点在于可磁化区域 14 的所有或不连续部分均可被永久磁化为任何方向。这个特征是很重要的，特别是当片基 10 被用在指导或教育器材或书本中时，如下所阐述的那样。

现在转到图 5 到图 7，多个可移动相互作用的项目或玩耍件 34 被示出。可移动玩耍件 34 包括任何项目、器件、物品、装置、产品、构件、或适于与在此描述的可磁化区域 14 相互作用的制造物品。可移动玩耍件 34 本身最好是具有可磁化区域 44 的片基 10。可磁化区域 44 可以是根据本发明所施加的可磁化墨水区。另外，玩耍件 34 上的可磁化区域 44 可通过其他一些技术而被形成。如果玩耍件 34 为具有根据本发明施加的可磁化墨水区的片基，则片基 10 的玩耍表面可具有由其他一些技术形成的可磁化区域。

可移动玩耍件 34 可被用在书本环境中（当前首选），或可被用作与教育或娱乐相关的任何活动的一部分。更适宜地，可移动玩耍件 34 将对应于并被使得适于与施加到图 1 所示的片基 10 的玩耍表面的可磁化区域 14 相互作用。图 5 中所示的可移动玩耍件 34 包括房子、鸟、树、及字母“H”、“O”、“U”、“S”和“E”。其他项目也可被使用。

现在参考图 6 和图 7，其示出了可移动玩耍件 34 之一的一个实例。可移动玩耍件 34（其描述为房子）包括一片基或支承元件 36、一前表面 38、一后表面 40 和四周边缘 42。片基 36 最好是一层材料，如纸或塑料，剪切成房子的形状。房子被做成与显现在片基 10 上的可磁化区域形成的房子 20 的形状直接对应的大小和形状。因此，可移动玩耍件 34 可被放置在图 1 中所示的房子 20 的可磁化区域 14 上面。

前表面 38 可包括如图 6 中所示的图形标记 46。图形标记 46 可按主题关联到书本、印刷在片基 10 上的可磁化区域，或可以是任何类型的插图、颜色或画报图案、甚至文本。为增强图 4 中所示的可移动玩耍件 34 的外观，图形标记 46 包括窗户、门、及矮树丛。因此，图形标记 46 致力于可移动玩耍件 34 的交互特性。当然，图形标记 46 可被去除或用其他显示项目或表面处理代替。

磁性材料 44 被施加到可移动玩耍件 34 的后表面 40。磁性材料 44 的目的是提供一种用于通过磁引力与印刷在片基 10 上的可磁化区域 14 相互作用的物质。在这种情况下，磁性材料 44 允许每一可移动玩耍件 34 放置或附着于片基 10 的可磁化区域 14。如果磁性材料 14 和 44 之一被磁化，则玩耍件 34 可通常被附着在有磁性区域 14 的玩耍表面上的任何地方。如果可移动玩耍件 34 上的磁性材料 44 和片基 10 上的可磁化区域 14 被永久磁化，则它们的相互作用可影响玩耍件 34 的位置。

磁性材料 44 可以是弹性磁性材料的形式，甚至是刚性磁体的形式。在优选实施例中，磁性材料 44 是用于制作显现在片基 10 上的可磁化区域 14 的磁性墨水。磁性材料 44 可被施加覆盖整个表面，如图 6 所示，也可仅覆盖其中一部分，如图 7 所示。如果磁性墨水被使用，玩耍件 34 可使用电子线圈或其他器件而被永久磁化，如前面已经描述的那样。如果可磁化区域 14 被磁化，则可移动玩耍件 34 可用非磁化材料做成，反之亦然。然而，通常情况下，至少可磁化区域 14 和 44 之一被永久磁化是必须的。如果可磁化区域 14 和 44 均被永久磁化，通过选择磁化方向则可产生特别的相互作用，如下面将更详细描述的那样。

如图 8 中所见，可移动玩耍件 34 可被放置在对应的可磁化区域 14 的上面的片基 10 上。因此，例如，孩子可通过将字母“H”、“O”、“U”、“S”和“E”放置在片基 10 上的适当区域而学习拼写单词“house”。孩子还可学习房子的位置或关于路树位于什么位置。可磁化区域 14 和可移动玩耍件 34 之间的磁引力将保证可移动玩耍件 34 一旦放置在对应的可磁化区域 14 上就不会掉下来。

如果可磁化区域 14 和 40 中仅有一个被磁化，玩耍件 34 附着于片基 10 的强度将取决于玩耍件的位置，特别是在可磁化区域 14 和 40 的重叠区上。特别地，字母“H”、“O”、“U”、“S”和“E”仅在它们被正确放置和排列时才会被有力地附着，因为那些玩耍件的形状意味着，如果在放置时即使有一微小的错误，重叠区域将迅速减少。

随着玩耍件 34 和可磁化区域 14 具有越简洁的形状，磁引力则越不敏感于准确的排列。因而，如果可磁化区域 14 和 44 仅有一个被磁化，房子 34 可被以任何方向放置在房子区域 20 上，和/或实质上偏离中心的。因此，对于房子，最好使可磁化区域 14 和 44 都磁化，并极化磁化从而使得房子至少被限制在其方向，如下所述。

现在参考图 9 和图 10，一种永久磁化可磁化层 14 或 44 的方法包括将 Z 字形电导体 50 放置在可磁化层的上面，使得后者被多根直的、均匀间隔的导线 52 跨越。电流被使得在导体 50 中流动，并在间隔的导线 52 中以相反方向流动，如图 10 中+和-标记 54 所示。该电流围绕每一导线 52 产生一环流磁场，由图 9 和图 10 中的箭头 56 表示，其导致可磁化层 14、44 中的对应磁化。对于本发明最重要的是，导线 52 之间的区域被磁化为通常垂直于层 14、44 的表面，具有呈现给外面的交替的北极和南极，如图 10 中的字母 N 和 S 以及箭头 58 的方向所示。这就产生了具有均匀间隔的、交替的北极条和南极条的磁性层 14、44。如图 11 所示，这导致在磁性层 14、44 的表面上面的磁场从每一北极条到邻近其的南极条呈拱形。

磁性软铁极板或磁轭 53 可被放置在相对于导体 50 的片基 10、36 的一侧上。众所周知，在其他环境中，磁轭会使得自导线 52 的磁场线从导线平面到磁轭的延伸几乎是直的。这会使得磁性层 14、44 的材料的磁化几乎是垂直的，其目的将参考图 14 在下面阐述。

当磁化导体 50 被给予电压时，可磁化层 14 立即被磁化。所磁化的层 14 的磁场与磁化导体 50 的磁场相互作用，使得片基 10 被附着在磁化器件上。然而，在实践中已经发现，片基 10 可能被吸引得不均匀，从而在可磁化层 14 和磁化器件之间形成气泡。这就导致可磁化层处的磁场强度不均匀，结果所引起的磁力也不均匀。已经发现，如果在初始磁化电流之后电流的第二脉冲立即通过导体 50，因为电流的第一脉冲引起的磁化及层 14 的更均匀的磁化，片基 10 会被更牢、更平衡地附着于磁化器件。

在一实施例中，线圈为 380mm x 210mm，并从充电到 1000 伏特

的 3200 μ F 的电容器在大约 10ms 期间给予 4kJ 脉冲的电压，其暗含 1kA 级的峰值电流。所使用的发电机具有在 1700 伏特 10amps 的持续电流输出，其允许电容器每秒被充电和放电多次。

当墨水还湿润或仅部分干燥时，墨水可被磁化。这趋向于使可磁化粒子集中在离磁化器件较近的墨水层的表面。所得的较薄的但较密实的可磁化粒子层在一些情况下是有利的。如果磁性墨水被从所印刷的表面磁化，磁化器件需要具有一表面或一材料的涂层，磁性墨水不会粘附到该涂层。然而，另外，磁性墨水可通过片基 10 的下侧上的磁性器件而被磁化。

现在参考图 12，如果具有磁化层 44 的片基 36 被邻近于具有未磁化可磁化层 14 的片基 10 放置，来自层 44 的磁场导致层 14 中的磁力，其产生一使两片基保持在一起的力而使磁化层相互吸引。磁力的强度由来自磁化层 44 的场的强度确定，在这里，其通过未磁化的层 14。磁力分量垂直于两片基 10 和 36，从而磁场分量垂直于两片基，这在保持两片基在一起是有效的。

在图 12 中，两可磁化层 14 和 44 被示出，其位于各自片基的迎面表面上，且它们几乎直接相邻。如图 13 所示，如果可磁化层之一被嵌入图 14 中所示的层压片基 10 中，则两可磁化层之间的间隔较大。来自永久磁化层 44 的磁场 60 必须进一步从该层延伸，以能具有强的、垂直于片基 10 和 36 的分量，该分量通过另一可磁化层 14。如图 13 所示，这可以通过增加极距来实现。极距是两相邻北极或两相邻南极之间的间距，其等于图 9 和 10 中所示的磁化器件的连续导线 50 之间的间距的两倍。

最佳极距范围为约 1mm 到约 5mm，当片基和玩耍件 34 相互附着时，其主要取决于两可磁化层 14 和 44 之间的间隔。较大的间隔则要求两可磁化层 14 和 44 均被永久磁化。例如，200 μ m 厚的可磁化层 14 被覆盖一 100 μ m 的墨水层，300 μ m 厚的可磁化层 44 被覆盖一 200 μ m 的纸层，两可磁化层的中心距为 550 μ m。在这种间隔下，如果两可磁化层 14 和 44 均被永久磁化且具有大约 3mm 的极距，则可得到最佳吸

引力。

如图 14 中所示，磁场的高度还可通过在相对于导体 50 的片基的一侧上使用具有由磁性软铁磁材料（如铁片）制成的磁轭 53 的磁化器件而被增加。磁轭使得磁场线几乎直着通过可磁化墨水。这导致几乎垂直于片基的整个平面的磁化，及比以同样间距获得的磁场更高的磁场。

由于图 9-14 中所示的磁化的统一图案，未磁化的片基将被吸引到磁化的片基，只要它们的可磁化层 14、44 重叠。如果它们的磁化条平行，具有这种磁化图案的两同等磁化的片基将被吸引。它们接着向侧面偏移至极距的一半，使得一磁化条的北极与另一磁化条的南极在一条直线上。如果它们的磁化条垂直，它们相互之间将不会强有力的吸引，因为吸引区和排斥区将实质上抵消。如果它们的磁化条呈一斜角，它们相互之间将不会强有力的吸引，除非它们转动为平行方向。当应用到图 1 和图 5-8 中所示的房子 20、34 时，如果其正好向上或完全颠倒，房子 34 将被牢固地附着在片基 10 上，如果其呈斜角或向侧面偏移，房子 34 则不会被牢固地附着在片基 10 上。

当这种磁化图案被应用到装订入书本 11 的片基 10 时，如图 1 所示，或者被面对面放置，则最好用垂直磁化条磁化迎面页 10 上的任何直接迎面的可磁化区域 14。这就使页面 10 粘在一起的可能性最小，并使书本 11 更容易打开。

现在参考图 15 和 16，同样的原理可被用于产生不统一的磁化。在图 15 中，导体 50 被形成在一系列均匀间隔的同心圆环 60 中，相邻环中的电流环行方向相反，如图 15 中的箭头 62 和图 16 中的+和一标记 64 所示。这将形成具有北极和南极的同心环形条的磁化图案，如图 16 中的箭头 66 的方向和字母 S 和 N 所示。

相邻环 68 之间的径向连接 64 及从最立面的环返回电流到电源 72 的连接 70 均可被阻碍在轴向远离应用到片基 10 或 36 的磁化器件的表面。这用作使由那些连接中的电流引起的磁化图案畸变最小化。

如果可磁化层 14 和 44 的整个区域均被同一半径范围内具有同样

极性的磁极条磁化以这种图案，它们将实质上不会粘在一起。如果它们被用同一半径范围内相反极性的磁极条磁化，假如它们被与磁化图案同心、并与两片基的方向有较大的独立而放置，它们将强有力地粘在一起。

5 现在参考图 17，一类似于图 9 的导体排列，但其具有均匀间隔的导线 52，可被用于在可磁化层 14 中产生特殊的磁化码图。码图还可通过排列导线 52 而使电流方向并不交替改变而被产生。由于相同的电流方向，两相邻导线之间的磁条中的可磁化层 14 很少被磁化或没有磁化。非交流图案或通过连接不相邻的导线 52 产生，或通过连接
10 连接两导线 52 的相反端产生，其中两导线中有一导线离可磁化层 14 足够远以不导致磁化。

 现在参考图 18，具有两承载相反方向电流的平行环 74、76 的磁化器件将创建一路径，该路径具有一两环 74、76 之间的第一极性的磁化条及两个具有与第一磁条的两侧极性相反的第二极性的磁化条。
15 在应用到片基之前，磁化条可通过磁化对应形状的可磁化材料带而被创建，如图 1 中的路 18，或可被形成于较大的可磁化区域 14 内。一具有第二极性磁极的磁体的可移动器件将自然地循路而行，其被吸引到中央磁条并被外部的磁体排斥。适合的车辆是图 14 中所示的、上面提及的美国专利号 6, 217, 405 中公开的车辆。如图 18 中所示，环
20 74、76 的形状可以是复杂的。通过放置两个以上平行环 74、76，具有两个以上磁化条的结构可被创建。

 现在参考图 19，具有至少三根电流方向交替的平行导线的磁化器件，对应于图 15 中的导线 60 或图 18 中的导线 74、76，可在可磁化片基 14 上形成一具有四个交替北极性和南极性的磁条的路径 80。
25 最好使用 5 根导线来形成 4 个磁条，因为在最外面导线的外侧的磁条会被扩散。如图 19 中所示，只要车轮的轮胎面用具有正确磁化图案的磁化材料形成，具有一对车轮 84 的车辆 82 将粘附于路径上。

 如图 19 所示，每一车轮均略窄于路径 80 的极距的一半，且车轮的中心线之间的间距为一个极距。车轮 84 的轮胎面由可磁化材料 86

的圆柱管组成，其被磁化为轴向方向，以使来自每一车轮的磁场的磁极与路径 80 中的磁力条排成一行。如图 19 中所示，对于四轮（或更多）车辆，同侧上的车轮最好直接前后直线排列并被磁化为同样的极性。其他形式的支承元件，如履带，可用以代替车轮 84。如果磁轨
5 被适当设计，其可改善车辆对路径 80 的附着力，但也会增加行动装置的复杂性从而增加重量和成本。磁轨车也比轮式车更不易于驾驶。

较小的、无线电控制的、电动的、大约 30mmx60mm、重约 19 克的轮式车已可通过商业途径获取。其中一种商标为“MicroSizers”，由 Hobbico 公司提供。这些车辆均方便地提供分离于车轮的轮胎，使得替换的磁性轮胎不再要求改变车辆本身。一个重 16 克的磁化车轮
10 84 在附着于根据本发明形成于垂直片基上的路径 80 时，其可支承其自身的重量。因此，申请人相信，在本领域技术人员的能力范围内，可装备一四轮 84 车辆并减少总重量，以使对轨道 80 的磁引力足以支承车辆的整个重量。如果墨水迹线的视觉效果可以接受（其可能不得不在表面上），通过省略电池并经传感器从导电墨水迹线供电来进一步减少重量。传感器可以在车轮之间，也可在轨道 80 的外面。

车轮 84 的一种可能结构为 20mmABS 塑料车轮，其具有最小厚度的轮辐以支承轮缘。在轮缘上，可有一薄的片基层，例如 180gsm 纸，其具有 0.5 或 0.4mm 厚的可磁化墨水。磁场在圆周方向延伸的磁条中
20 产生，使得在车轮与轨道的接触点，磁化条平行于车辆的轴排列。车轮 84 的轮胎的宽度应是极距的一半或半极距的多倍。因而，在极距为 4mm 时，车轮 84 的宽度可以是 2mm 或 6mm。

车辆的重量还可通过省略任何形式的转向动力装置并更改易操纵的车轮以使其被动沿磁路 80 而行而被减轻。在实验上已经确认，
25 在重力下滚下垂直片基 10 的无动力车辆将保持附着于磁轨 80 并沿轨道而行。轨道 80 中的尖轨可由较短的线段形成，该部分使用电磁体而不是永久磁化。

如图 18 中所示，代替车辆的自我推进，可放置一磁性元件与嵌在片基 10 内、正好在车辆路径的外侧的吸引-排斥电动机 87 相互作用

用。吸引-排斥电动机 87 由一阵列平行导线构成，所述导线承载在间隔导线中流向相反的电流。与图 9 所示的磁化器件相同的方式，导线 88 中的电流将产生一交替磁场。如果车辆 82 上的驱动磁体 90 的磁极被放置在磁场中，其将被磁场的一磁极排斥并被相邻的磁极吸引。

5 通过颠倒导线 88 中的电流或适当调速的车辆上携带的磁体的极性，排斥力和吸引力可沿一个方向持续推进车辆。电动机 87 应足够远离于轨道 80 放置，使得它们的磁场不会模糊或消除轨道的磁化。

为了通过尖轨给车辆提供动力，最好在车辆的两侧提供驱动磁体 90。或者，车辆可在其一侧的两端被提供以驱动磁体 90，如果其足够长从而在后驱动磁体 90 进入尖轨之前前驱动磁体 90 已离开尖轨的话。

10

在车辆上的传感器可检测编码的信号，该信号或者是直接产生的，或者是由如图 17 中所示的器件在片基 10 的可磁化层 14 中引起的，且车辆可被安排以任何想要的方式响应于这样的编码信号。由于

15 这些信号对玩耍车辆 90 的孩子是不可见的，令人惊奇的响应是有吸引力的。

现在参考图 20，另一形式的磁化器件具有导体 50，其形成于一个或多个线圈 90 中并被放置在与片基 10 接触或靠近片基 10 的一端。每一线圈 90 将在其里面产生一极性的强力磁场，并在其外面产生多个相反极性的离散磁场。极化为相同方向的两个或多个相邻线圈将产生一排一个极性的强磁极并间隔以相反极性的较弱的磁极。极距将等于线圈之间的间距。为简化的目的，图 20 中仅示出了一排线圈 90，

20 但将被直接理解的是，通过使用二维阵列线圈 90，怎样可产生具有一阵列磁极的带可磁化层 14 的片基 10。如图 20 中所示，通过仅对

25 一排线圈中的部分线圈供电或通过颠倒部分线圈的极性，可产生更复杂的磁化图案。

现在参考图 21，由带磁化层 14 的片基 10（具有根据图 20 形成的一阵列磁极 92）组成的平台 91，通过将其放置在一阵列通电线圈 94 的上面而可被飘浮起来，其中线圈具有对应的图案和与磁极 92 相

反的极性。线圈可以有 2 或 3mm 的直径。线圈 94 可被隐藏在非磁性底表面 96 的下面，例如，非磁性底部可由塑料制成。

如果磁极 92 的间隔和线圈 94 的间隔正好相等，平台 91 可趋向于向侧面偏移半个极距，到达可被吸引到线圈的位置并不再飘浮。通过感觉飘浮平坦 91 的位置并有选择地对极性相反于磁极 92 的线圈 94 供电可使其反向移动，其中磁极 92 位于每一通电线圈的上部。磁极 92 和线圈 94 还可被放置在不一致的阵列中，从而当飘浮平台 91 侧移时，磁极不会整个从一线圈 94 的影响区同时移到下一线圈的影响区。

为检测飘浮平台 91 中的磁极 92 的位置，传感器 98 被直接放在每一线圈 94 的上面。传感器 98 可以是传统的半导体磁场传感器。在频繁的间隔中，到线圈的功率被切断，以允许传感器 98 仅测量磁极 92 磁场。接着，计算每一线圈 94 的正确磁化方向，并在平台 91 有时间落进底表面 96 之前重新对线圈供电。

现在参考图 22，在本发明的另一形式的可磁化片基中，一层可磁化墨水 14 被应用到片基 10 的一侧，片基 10 可以是如上所述的纸或塑料。可磁化墨水 14 被覆盖一装饰性涂层 24，其可以是不透明墨水、箔或任何其他合适的材料。片基 10 的另一侧被涂敷一层粘合剂 110，其最好是传统的自粘或压敏粘合剂，粘合剂 110 被保护性的可剥落层 112 覆盖。如上所述，可磁化墨水层 14 被永久磁化。磁化后的片基可被模切成任何方便的大小和形状，或功能的或装饰的。磁化后的片基还可被当成普通的自粘标签，除了其施加一磁力区到其附着的任何表面之外。

应用这样的标签的一个目标是可被附着于几乎任何铁或钢表面，仅经受可被磁力保持住的足够轻的物体。如果这样的标签被应用于两分开的表面，则一般地非磁性物体可像附着于可磁化表面一样被附着于一般地没有磁性的表面。如果可磁化标签被应用到两个表面，则在任何情况下，只有一个标签需要被永久磁化。在那种情况下，需要注意将一永久磁化的标签应用到将被粘附在一起的两个表面中的至少

一个上。

使用可磁化自粘标签的实例包括：将一杯子附着在一桌子上或小船的玻纤体上；将高速公路收费应答器附着在风挡玻璃上；将小玩意儿附着在墙上；将标签附着在销售显示器上或T恤上；将玩耍件附着在棋盘上或汽车座后背上；塑料部分或磁化标签附着在塑料玩具上；玩耍件或标签附着在快餐容器上；将小玩意儿或文件夹附着在汽车的塑料内饰上；将可磁化标签附着在瓶子上，等等。

当然，在许多情况下，墨水可被直接印刷在一个或两个表面上并被磁化，其使单独的磁化自粘标签变得不必要。然而，磁化自粘标签可使任何表面有磁性，其是外观很酷的不干胶标签，薄、轻、有磁性、便宜。在Magnix Base Units和Magnix方式中，不干胶标签用作Velcro的一种。

如上所阐述的，在本发明的任何实施例中，可磁化墨水将在预定图案中被永久磁化。参考图23，在那种情况下，可磁化墨水14可被应用于对应图案的片基10上。例如，如果墨水14在直磁条中被磁化，如图9和10所示，墨水可被应用在对应于磁化条的带中。这可导致可察觉到的表面折皱。因此，最好印刷对应厚度的传统墨水带114以填充磁性墨水带之间的间隔，从而产生实质上平滑的表面。

在对准时需要两种印刷术将增加印刷工艺的成本，但在许多情况下，这可通过用廉价的传统墨水代替可磁化墨水的重要部分而得以补偿。补偿墨水带114可被省略，特别是在可磁化墨水层非常薄的情况，例如，如图17所示，当磁化图案传输数据而不是提供机械支承时。当然，在该技术中，磁化线圈需要与可磁化墨水带对准。这可通过多通道印刷工艺中使用的传统对准技术来实现。

适用于本发明的墨水应包含高比例的铁，通常为铁铁酸盐的形式或复合铁酸盐如 $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ 、 $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ 和 NdFeB 的形式。墨水应该封装铁粒子从而使得它们不氧化，其应在其湿润或干燥时均与片基很好结合，其在干燥时还应保持与片基同等的弹性。墨水不应有强烈的气味。墨水应是安全的并在制造期间易于处理，其对于孩子应是安全的并符

合相关的对涉及孩子的产品的国家及国际标准。

磁性墨水通常包括一非水基载体，如介质，通常被设计用于印刷工艺。介质可是彩色的并具有不同的材料特性、粘性和其他流变特征。墨水具有从热糖浆到稠浆的稠度或粘度。因此，可被选择来形成在此讨论的磁性墨水的墨水类型将取决于或部分取决于施加墨水到片基上使用的特定印刷工艺或手段。

在许多树脂和乙烯树脂中铁粒子的悬浮将起作用。然而，目前首选的用于印刷在纸或卡片纸上的基体是低熔点苯乙烯-丁二烯共聚物(SBC)。低熔点 SBC 被发现可给出最好的结果，其由未溶解 SBC 引起的残渣是最少的，而残渣可能在丝网和被印刷的片基之间产生镶嵌直线或其他不希望的效果。液态层压 PVC 还被认为适于胶印使用。

SBC 最好被悬浮在煤油或矿物精油中以形成介质，铁粒子接着被悬浮于介质中。煤油或矿物精油没有强烈的气味，且将完全蒸发掉。煤油或矿物精油的比例可在较宽的限度内调整以适合特定印刷工艺的机械要求。煤油或矿物精油还可从用于干燥墨水的空气中回收并再次使用。这减少了工艺对环境的影响并降低了成本。液态介质可包含高达 40% 或 45% 的 SBC。在液体介质中高比例的树脂是非常重要的，因为其使基体中的铁酸盐粒子的封装及结合在一起变得更容易，给出了一耐用的和有弹性的墨水。在另一方面，较高比例的溶剂导致墨水不会太黏，其更容易被印刷，特别是在如丝网印刷的工艺中，因为墨水必须流过网眼。因为所有铁酸盐材料比基体材料及所用的溶剂要浓得多，它们易于沉淀。因此，最好在印刷前的 15 分钟内，用机械搅拌器搅拌而使混合物均匀。

30 μm 或更小的铁酸盐粒子可适于在平版印刷和丝网印刷中使用。粒子越小越好，特别是对于丝网印刷，因为粒子可更容易通过网。这就降低了墨水的有效粘度，因而允许仅使用较少的溶剂。溶剂量的减少降低了干燥时间、墨水成本、溶剂蒸汽的蒸馏及回收成本。较小粒子的使用还增加了墨水中可包含的铁酸盐量。在印刷后在墨水还湿润时振动墨水还有助于将磁性粒子压得更紧，因而增加给定厚度的墨水

中的铁酸盐含量。较小的粒子还产生更平滑的表面，特别是在较薄的墨水层上。更细的粒子还更易于在清漆中悬浮，清漆是点印刷中首选的介质。适合的清漆包括 Terra Lacke 提供的 Matt Lacquer G 95/50 及 Valspar 提供的 Brilliant Dexprom E/GV 2621。然而，粒子越细
5 则越昂贵，因此最好不使用比特定应用需要的细度更细的粒子。

印刷机器在使用后应被彻底清洁，既避免随后的印刷沾污及由于铁酸盐粉末的研磨作用对机器的不必要的损害。

在使用铁的情况，铁粒子最好为商业渠道可得的“双倍净化的”或“两次净化的”铁酸盐粉末。对于本发明的至少一部分实施例，仅仅“一次净化的”铁酸盐粉末是足够的，但不是最优的。两次净化使
10 铁酸盐粉末实质上游离于氧化铁、可在净化后使铁氧化的氧气、及可冲淡最后的墨水层的铁含量的包括基于硅的杂质的杂质。为防止铁酸盐粉末在到达印刷机之前的氧化，最好装运和储存粉末在塑料袋中，其被扎上并放入第二塑料袋中，同样也扎上。接着将其放入机织织物
15 袋中并扎上，其最后被放入一具有密封盖的桶中。每袋最好包含不超过一批墨水所需要量的铁酸盐，为易于处理，不多于 25 公斤。

为形成磁性墨水，可磁化粒子被添加到预先选择的墨水中。可磁化粒子可通过使用混合或其他使可磁化粒子分散在墨水内的手段而被添加。该添加被推荐在控制的大气中完成，以避免不必要的沾污或
20 铁氧化。

在根据本发明的新型墨水被使用的情况，不需要将墨水层压缩入片基内，且更宽范围的片基能被使用。例如，基于 SBC 的墨水可被印刷在织物、印刷在书本封面基盒子上所用种类的塑料箔、或薄纸上。使用轻达 125gsm 的纸已获得令人满意的结果。同样，将这种墨水印
25 刷在硬片基上被认为也是切实可行的，硬片基包括：陶瓷、木材、玻纤、铝、玻璃、及模制塑料。专业的读者将理解在此讨论的本发明的各个方面及优点怎样被适用于这些不同的介质，特别是适用于具有薄纸或布那样的弹性的片基或不平的片基。

下面的用于可磁化区域 14 的可磁化墨水的例子用以举例说明本

发明。

例 I

两次净化的铁粒子被按下述重量比悬浮于低分子量苯乙烯-丁二烯共聚物及煤油的混合物中,所述粒子大小在 20 μm 到 40 μm 的范围内。

- 5 苯乙烯-丁二烯共聚物为由 Chevron-Philips Chemical Company LP 提供的低熔点级的 K-Resin®。

Fe 粉: 85%

SBC: 6.75%

煤油: 8.25%

- 10 墨水通过丝网印刷施加到标准印刷机的卡片纸上并被允许自然晾干。在 100 μm 厚的层中,干燥的墨水由 92.6% 的 Fe 和 7.4% 的苯乙烯-丁二烯共聚物组成。Fe 粒子被令人满意地封装,且干燥的墨水具有足够的弹性以经受住压缩入卡片纸的压力和在书被阅读时的正常的磨损。

- 15 例 II

两次净化的铁粒子被按下述重量比悬浮于低分子量 PVC 及矿物精油的混合物中,所述粒子大小在 20 μm 到 40 μm 的范围内。

Fe 粉: 85%

PVC: 6%

- 20 矿物精油: 9%

- 墨水通过作为点印刷层压的馈纸式印刷机 (sheet-fed press) 的橡皮版平版印刷而施加到标准印刷机的卡片纸上并被允许自然晾干。干燥时间相当长,其排除了连续印刷 (continuous-feed press) 的使用。在 80 μm 厚的层中,干燥的墨水由 93.4% 的 Fe 和 6.6% 的 PVC 组成。Fe 粒子被令人满意地封装,且干燥的墨水具有足够的弹性以经受住压缩入卡片纸的压力和在书被阅读时的正常的磨损。

例 III

具有 2 μm 微粒子大小的 $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ 被按下述重量比悬浮于低分子量苯乙烯-丁二烯共聚物及煤油的混合物中。

SrFe₁₂O₁₉ 粉末：58%

SBC：8%

矿物精油：34%

墨水通过馈纸式印刷机中的橡皮版平版印刷而施加到 230gsm 的
5 SIC 卡上并被允许自然晾干。在 200 μ m 厚的层中，干燥的墨水由 88
%的 SrFe₁₂O₁₉ 和 12%的 SBC 组成。SrFe₁₂O₁₉ 粒子被令人满意地封装，
且干燥的墨水具有足够的弹性以经受住压缩入卡片纸的压力和在书
被阅读时的正常的磨损。

例 IV

10 类似于例 III 的墨水被按下述重量比形成。

SrFe₁₂O₁₉ 粉末：79%

SBC：7%

矿物精油：14%

干燥的墨水由 92%的 SrFe₁₂O₁₉ 和 8%的 SBC 组成。铁酸盐被发现
15 已被令人满意地封装 SBC 基体内。片基在干燥墨水不断裂的情况下片
基可被弯曲大约 90 度，干燥墨水没有破碎。

使用类似于例 I 和例 II 形成的墨水，但在干燥后具有 90%的铁
含量，其可能支承薄为 40 μ m 的墨水层的有用负载。到目前为止，点
层压工艺已成功地用于高达 80 μ m 厚的层。更大厚度的墨水层可通过
20 反复通过印刷机而被建立。

一未磁化墨水层厚 100-200 μ m，其顶面在片基的印刷表面的下面
100 μ m 处，其与玩耍件 34 相互作用，玩耍件 34 具有 400-500 μ m 厚的
可磁化区域 44，可磁化区以 3mm 极距根据图 11 被永久磁化，未磁化
墨水层在片基垂直或面朝下时可支承 0.3-0.5g/cm² 的负载。最大场强
25 为 586 高斯，200 μ m 在磁化层的表面的上面。在玩耍件上的 400 μ m 厚
的可磁化墨水层自身仅重 0.08g/cm²。如果两可磁化层均被永久磁化，
场强即承重能力增长大约 50%，引起大约 879 高斯的最大场强。

在磁化区域和未磁化区域为 200 μ m 厚、极距为 2mm、最大场强（大
约 200 高斯）在可磁化层之间出现 100 μ m 的间隔。能被支承的负载为

大约 $0.18\text{g}/\text{cm}^2$ ($1.8\text{kg}/\text{m}^2$)。所支承的墨水层自身重 $0.18\text{g}/\text{cm}^2$ 。

在磁化层 $100\mu\text{m}$ 厚、未磁化层 $200\mu\text{m}$ 厚、极距为 1.2mm 、最大场强 (大约 170 高斯) 在可磁化层之间出现 $50\mu\text{m}$ 的间隔。能被支承的负载为大约 $0.12\text{g}/\text{cm}^2$ ($1.2\text{kg}/\text{m}^2$)。 $100\mu\text{m}$ 厚墨水层自身重 $0.02\text{g}/\text{cm}^2$ 。

- 5 在磁化层 $50\mu\text{m}$ 厚、未磁化层 $200\mu\text{m}$ 厚、极距为 0.8mm 、最大场强 (大约 120 高斯) 在可磁化层之间出现 $25\mu\text{m}$ 的间隔。能被支承的负载为大约 $0.08\text{g}/\text{cm}^2$ ($0.8\text{kg}/\text{m}^2$)。 $50\mu\text{m}$ 厚墨水层自身重 $0.01\text{g}/\text{cm}^2$ 。在两层均被永久磁化时，峰值场强将为大约 180 高斯，最大所支承的重量为大约 $0.12\text{g}/\text{cm}^2$ 。

- 10 下面的磁场强度是对由图 9 所示的器件磁化的、根据例 I 的材料样本所测得的值，其使用一如上面参考图 20 描述的电容性发电机。每一样本的厚度和极距如表 1 中所示。

表 1

样本	极距	磁化 Fe 层的厚度	其他 Fe 层的厚度	Fe 层之间的间隔	支持的负载
1	3mm	$500\mu\text{m}$	$200\mu\text{m}$	$300\mu\text{m}$	$0.4\text{g}/\text{cm}^2$
2	1.8mm	$500\mu\text{m}$	$200\mu\text{m}$	$300\mu\text{m}$	$0.3\text{g}/\text{cm}^2$
3	5mm	1mm	$200\mu\text{m}$	$400\mu\text{m}$	$0.7\text{g}/\text{cm}^2$
4	2mm	1mm	$200\mu\text{m}$	$400\mu\text{m}$	$0.9\text{g}/\text{cm}^2$

15

对于每一样本，表 2 给出了垂直于片基的表面的磁场分量的高斯强度，片基具有在磁化铁层表面的上面的两个高度，磁化铁层在一排相邻磁极的每一个的中心。

表 2

样本	高度 (mm)	极 性							
		N	S	N	S	N	S	N	S
1	300	+458	-76	+455	-68	+470	-68	+455	-70
	0	+570	-197	+585	-209	+586	-195	+570	-190
2	300	+408	-26	+410	-22	+400	-16	+292	-18
	0	+542	-157	+538	-157	+538	-154	+542	-142
3	400	+603	-230	+611	-235	+621	-228	+515	-288
	0	+704	-336	+719	-320	+720	-288	+696	-318
4	400	+490	-161	+501	-141	+482	-130	+500	-300
	0	+634	-304	+632	-308	+647	-268	+642	-300

作为另一实施例，本发明足够多用途的，从而可磁化区域可被应用或印刷在可读片断或点形式的片基上，以产生编码或一模拟信号。

- 5 在不脱离本发明的精神和实质属性的情况下，本发明可被体现为其他特定的形式。因而，参考将转向所附的权利要求，而不是前述的说明书，因为权利要求指明本发明的范围。

例如，已被公开的片基 10 在一个表面上具有可磁化层 14，或可磁化层被夹在中间，并与片基的一侧 12 上的分开的可磁化玩耍件 34
10 相互作用。可磁化层夹于其中间的片基可与片基的一侧或两侧上的可磁化玩耍件 34 相互作用。足够厚的片基可以在其两个表面 12 上均应用可磁化层 14。层 14 可以是不同的形状，和/或可有不同的磁化图案应用到其上。假设片基 10 足够厚，片基的一侧 12 的使用将不会被来自片基的另一侧上的可磁化层的磁场不适当地影响。这在书本 11
15 的情况是特别合适的，其通常在一页的两面具有不同的内容。

在另一实施例中，可磁化区域 14 可以电迹线的形式被应用到片基 10 的第一表面 12，电迹线作为用以支承互动器件的电路的一部分，互动器件如光发射二极管、扬声器、光显示或其他音频和视频显示。

电迹线可被放置在第一表面 12 上以包括两个或多个相互之间间隔很短距离的触点。电路可被手指的压力或湿气闭合或通过玩耍件桥接触点而闭合。当触点被桥接时，电路闭合，能量将流经电路使得互动器件被通电。

5 用于形成和控制由可磁化层 14 产生的磁场的各种方法均已被描述。磁化层的各种图案和相互作用也已被描述。将被理解的是，这些可被组合为多种方式。在永久磁化的玩耍件和永久磁化的玩耍表面之间建立磁相互作用的关键因素在目前被相信为：磁极的位置；磁极的间距；任何所排列的磁极的方向；北极和南极的图案；所感应磁场的强度；不同极性的磁极的强度的任何变化；在磁化表面上面的磁场的高度。这些因素的任何组合将产生特定的相互作用。例如，放置线性场图案在相互的右角将产生一非常弱的吸引力。安置极性，使得足够数量的北极与北极相对、南极和南极相对，可产生一排斥力。及放置北极与南极相对将产生一吸引力，即使不改变任何其他因素。

10 尽管磁性墨水层 14 已被描述为被应用为介质中的铁酸盐粒子的悬浮形式，粒子和介质可被分开应用。例如，一层胶水或清漆可被应用到片基上，在胶水或清漆还潮湿时可在其上应用一层铁酸盐粒子，另一胶水或清漆涂层可被应用以封装和关牢铁酸盐粒子。例如，清漆可以是抗紫外清漆，在没有相应长的干燥时间时使得操作者能保证足
15 20 够长的开放时间。

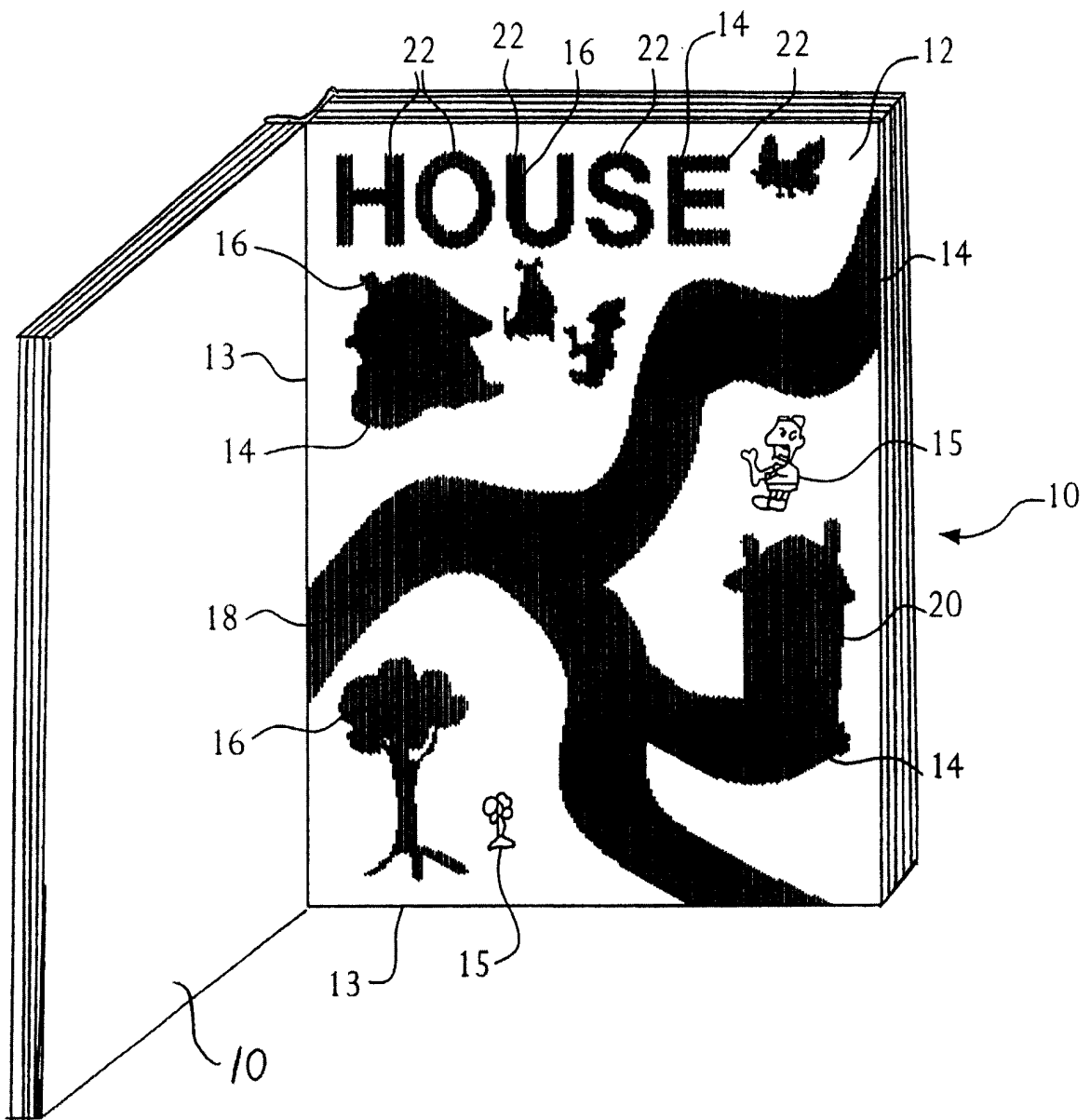
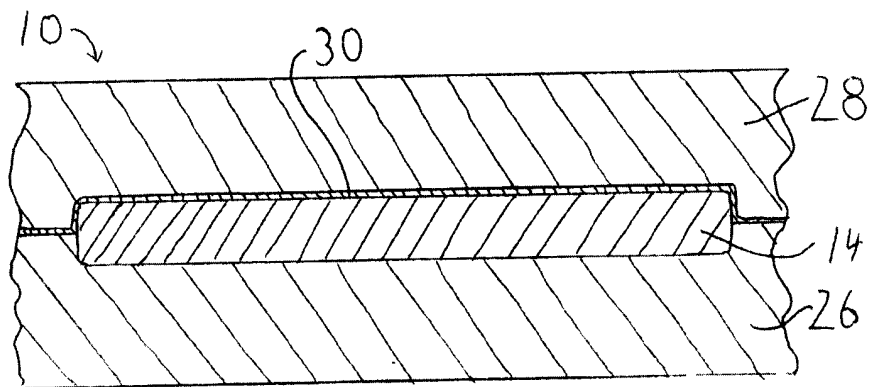
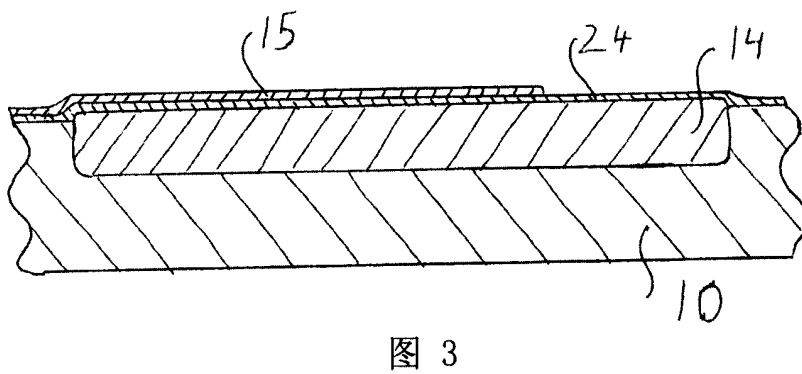
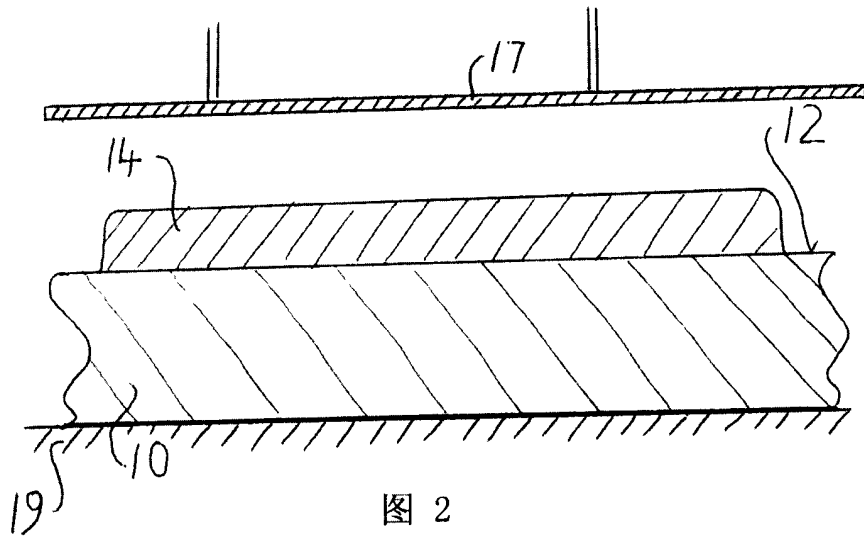


图 1



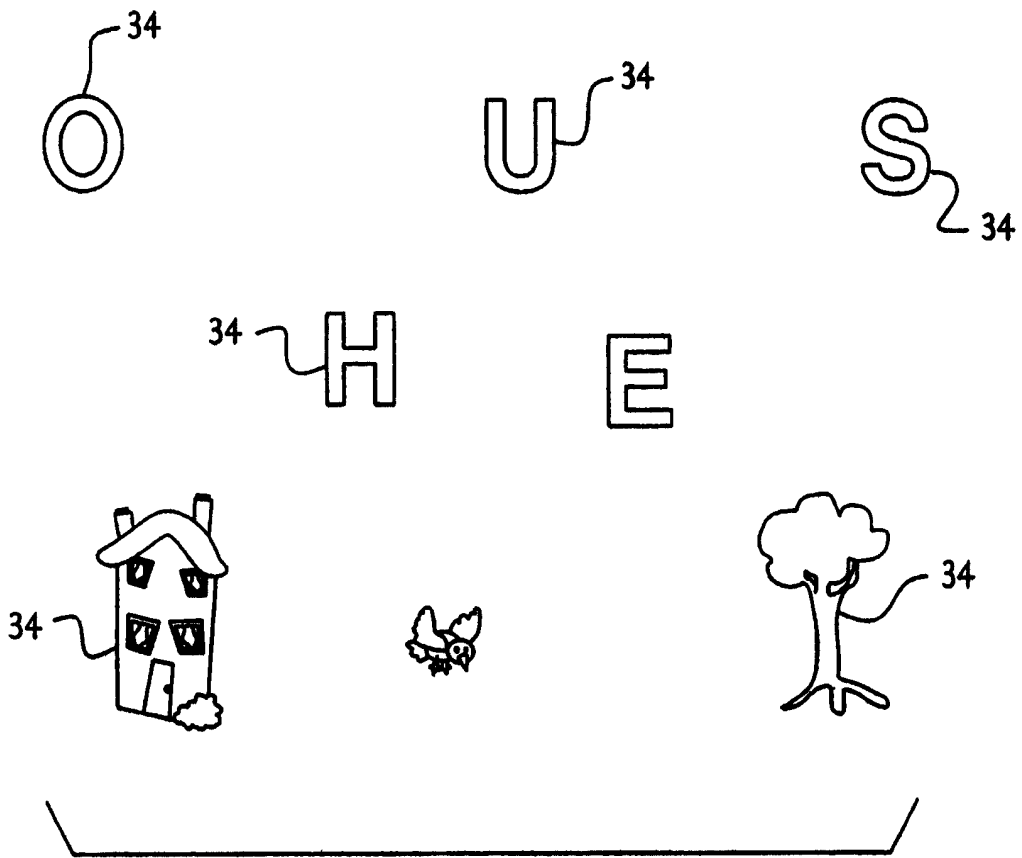


图 5

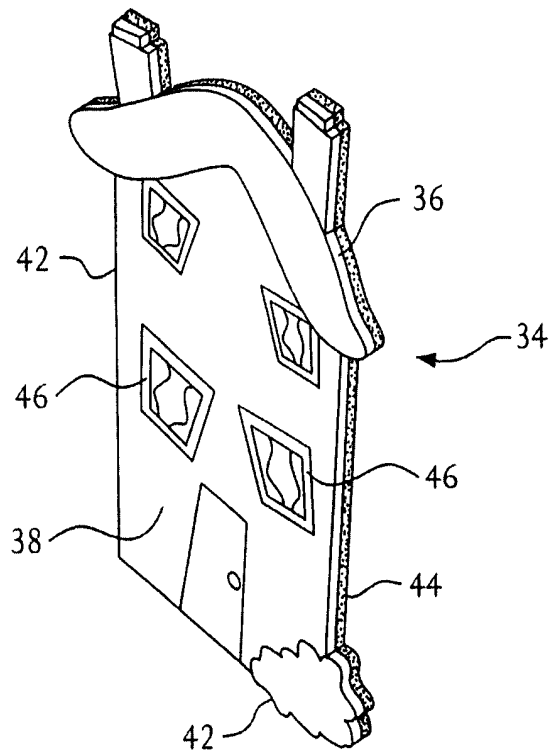


图 6

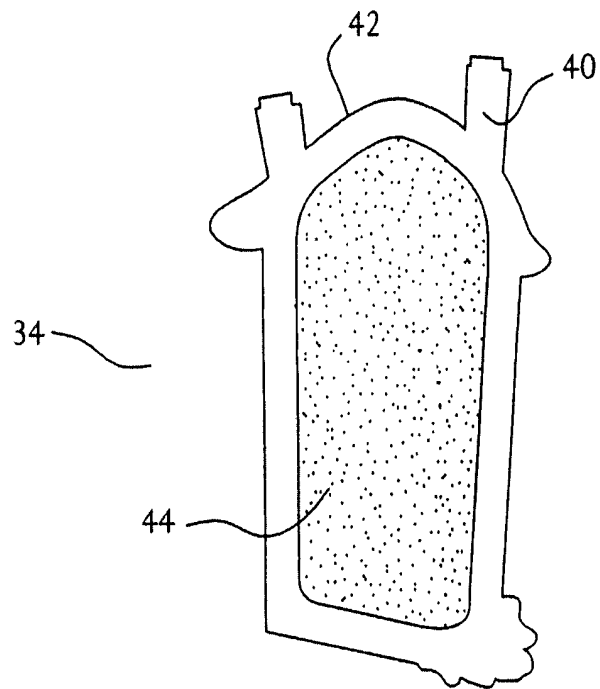


图 7

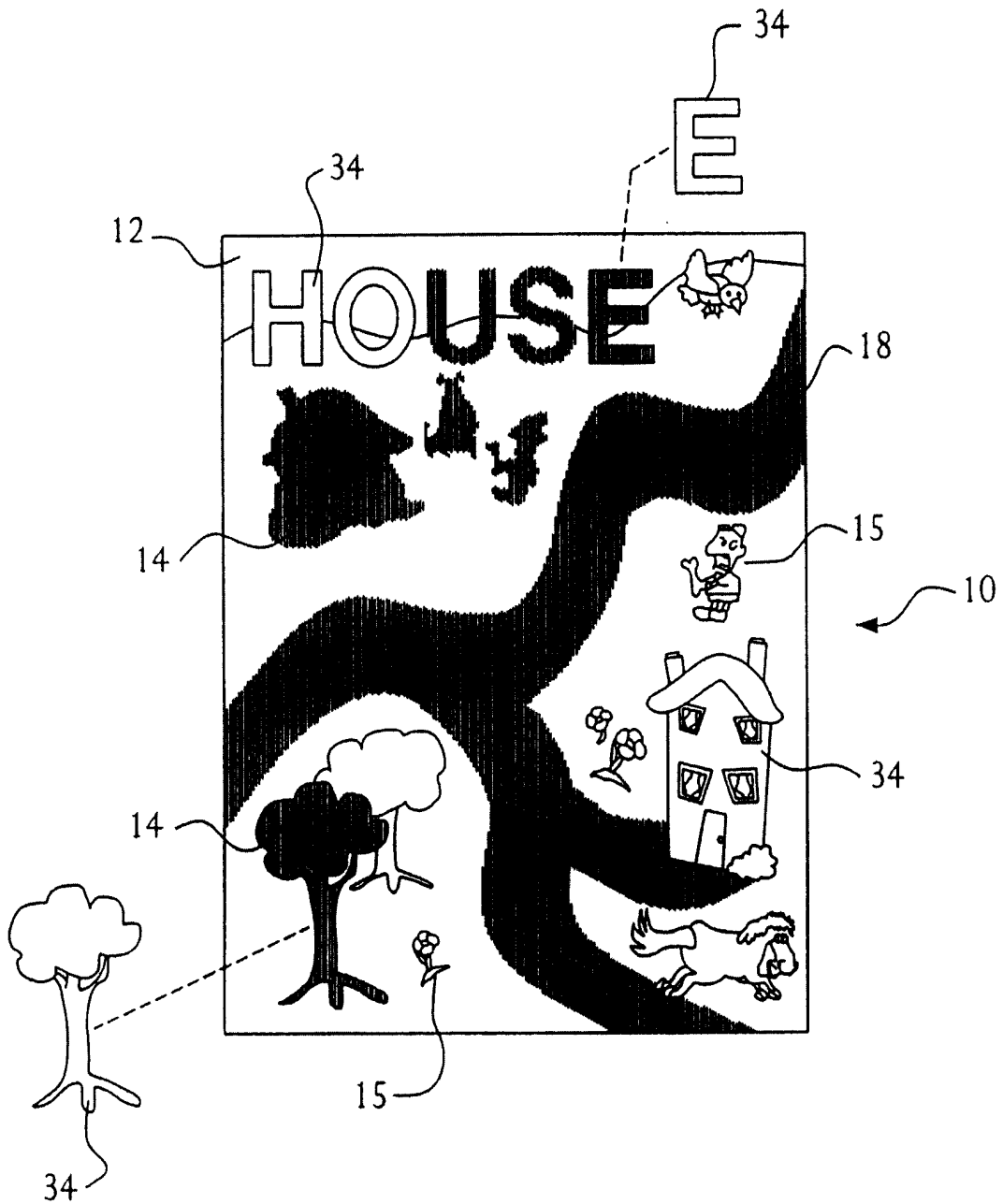


图 8

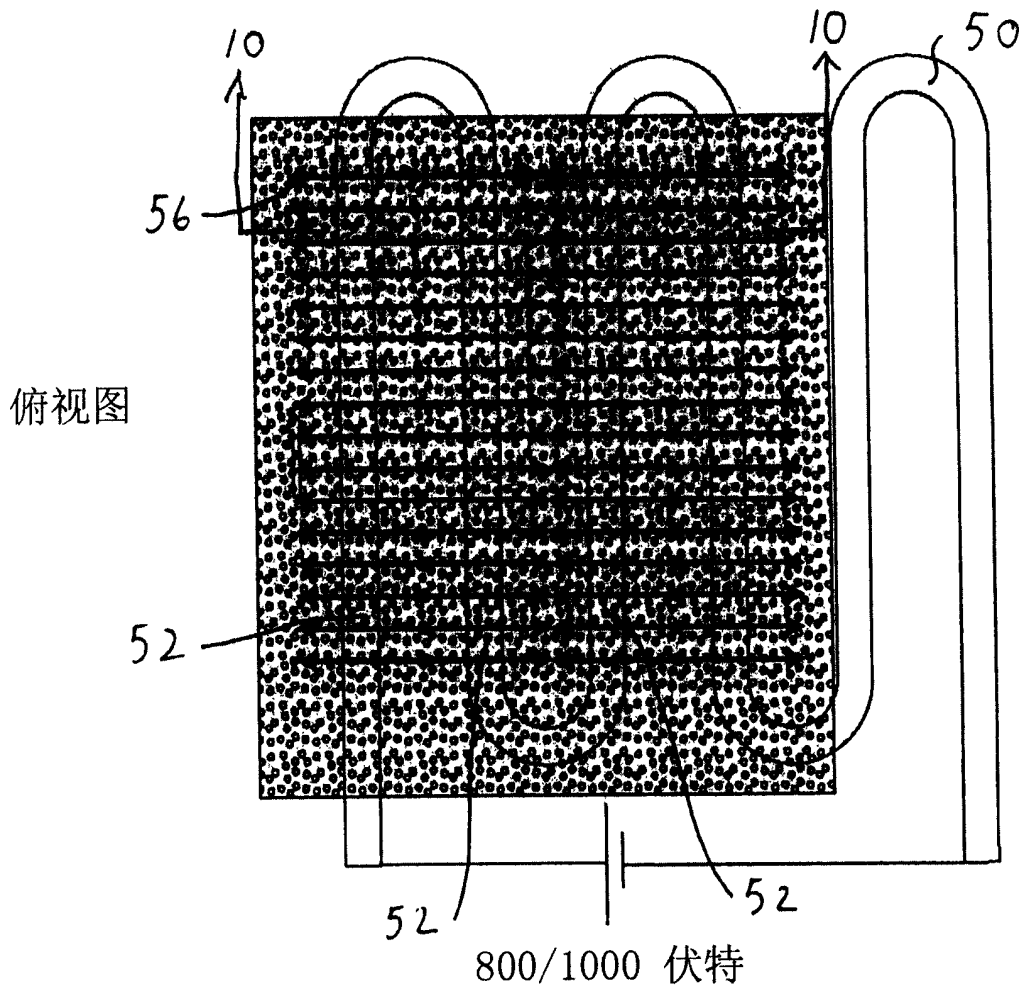


图 9

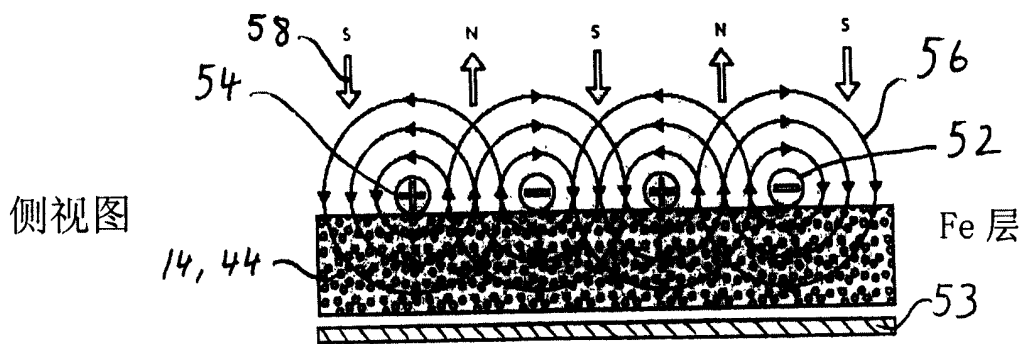


图 10

感应的永磁场的侧视图

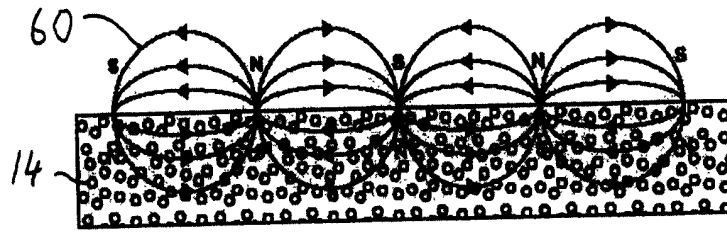


图 11

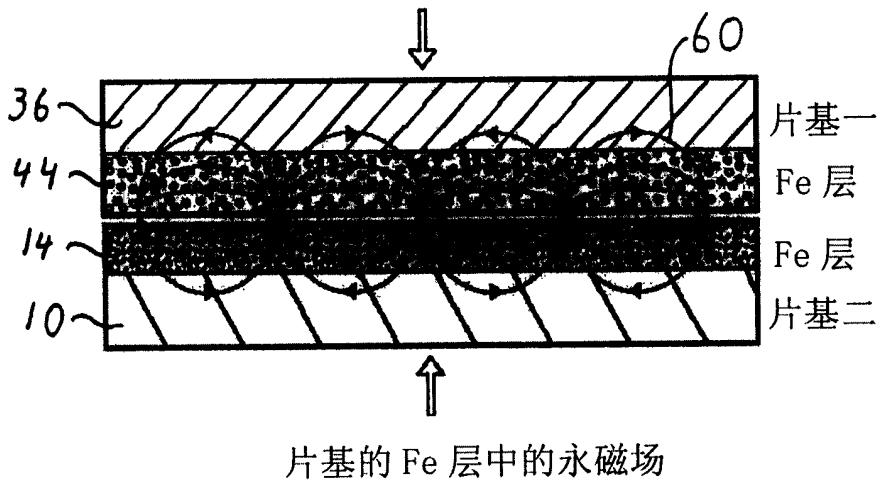


图 12

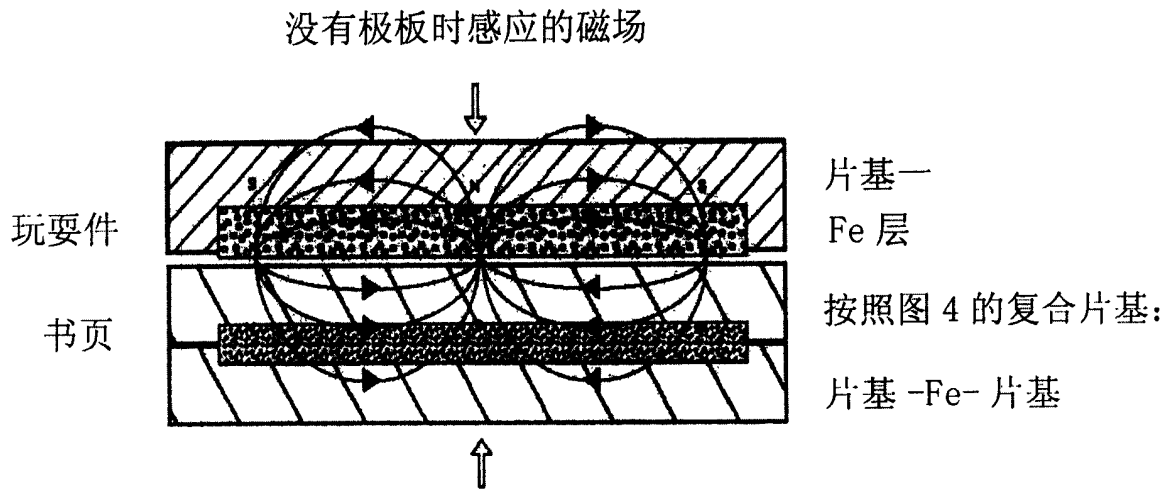


图 13

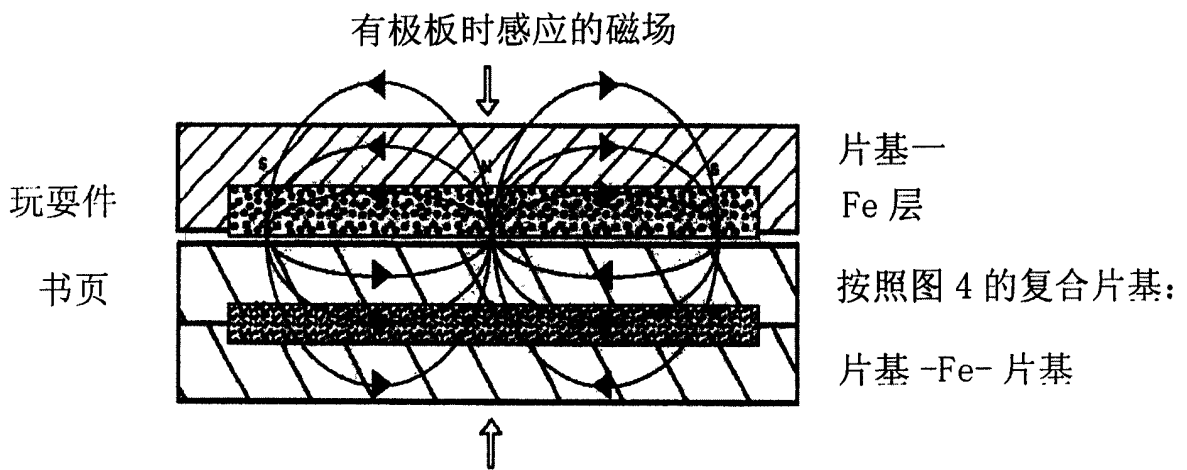


图 14

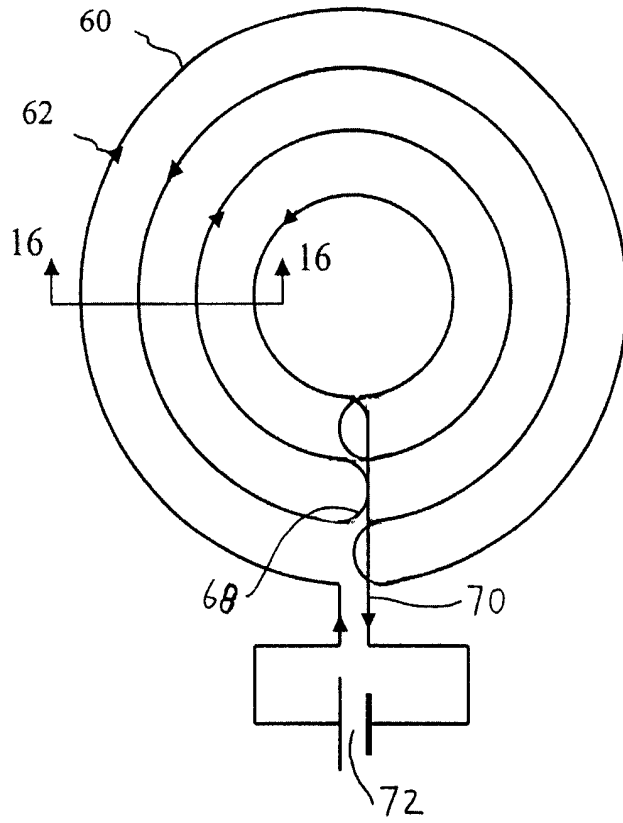


图 15

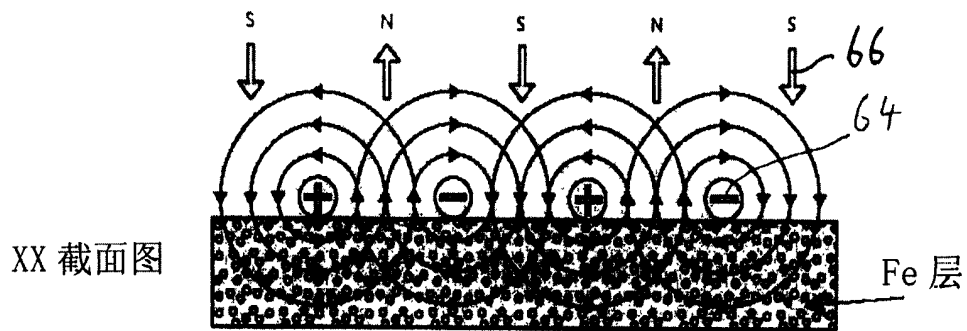


图 16

用于简单编码的线圈样本

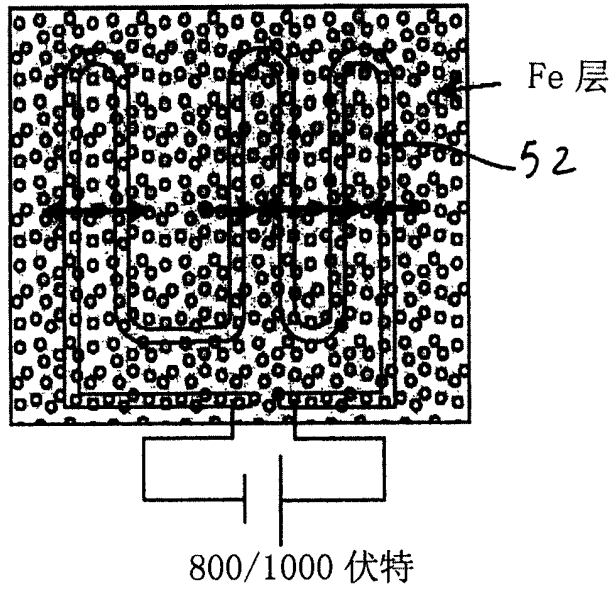


图 17

指引车辆的单线圈结构

用于车辆的牵引 / 推斥式电动机的交互场的例子

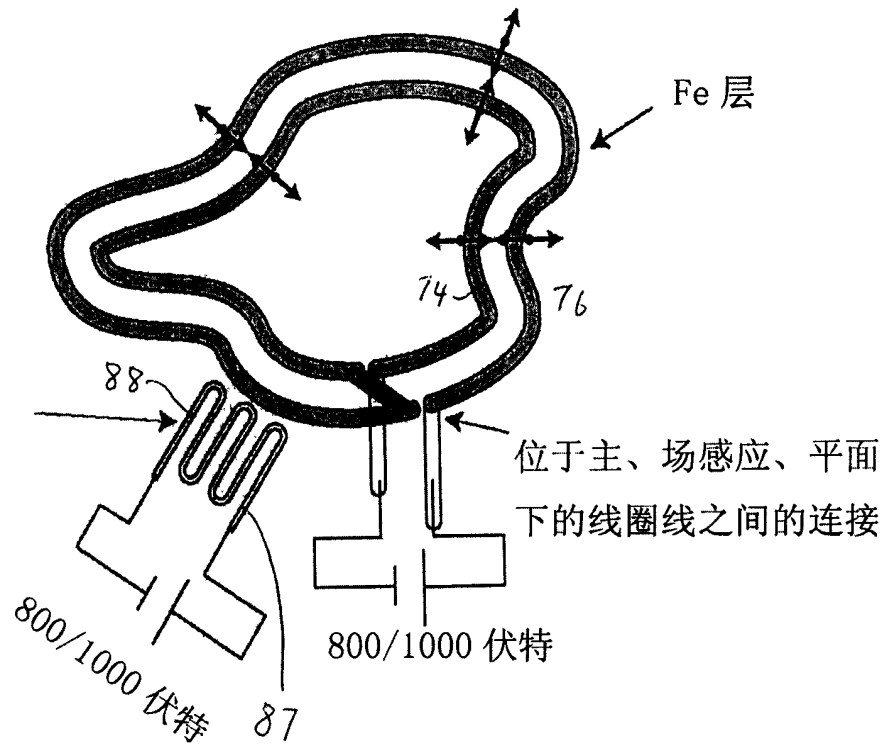


图 18

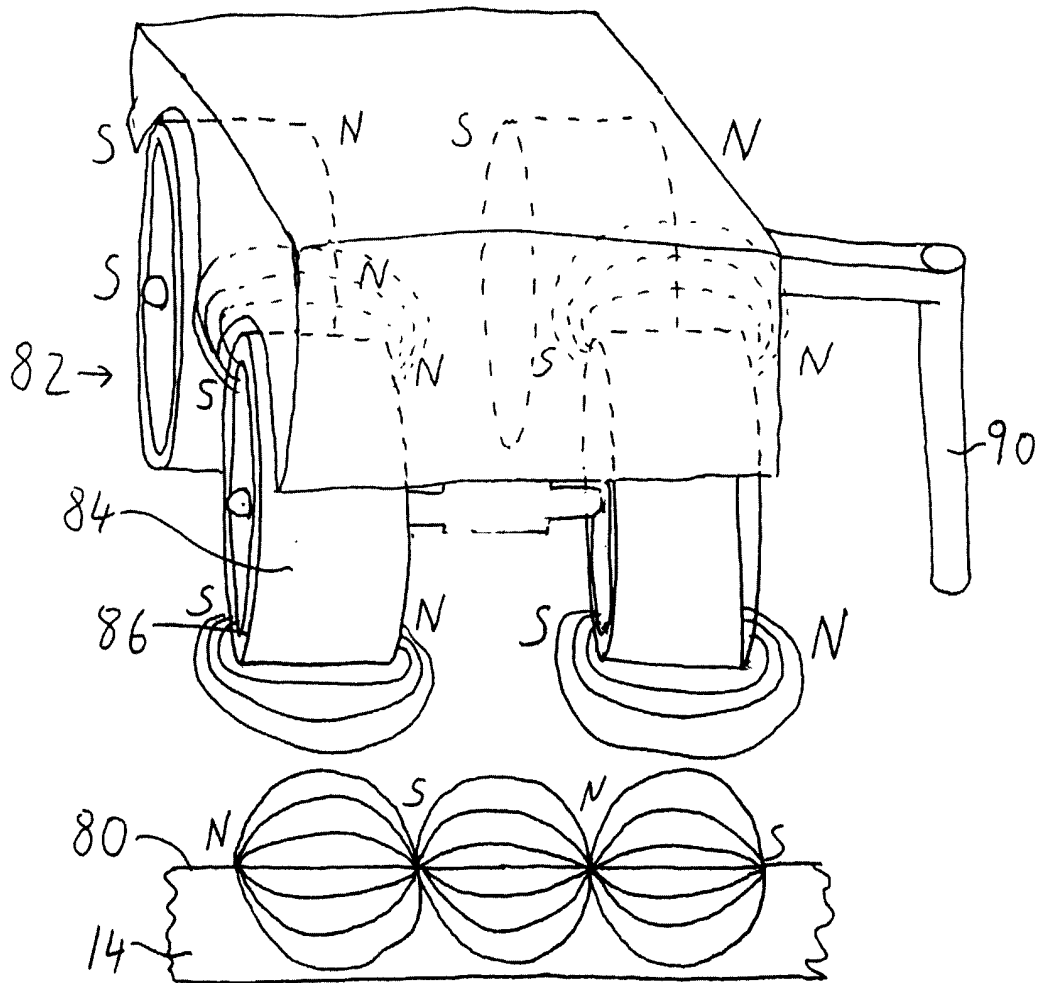


图 19

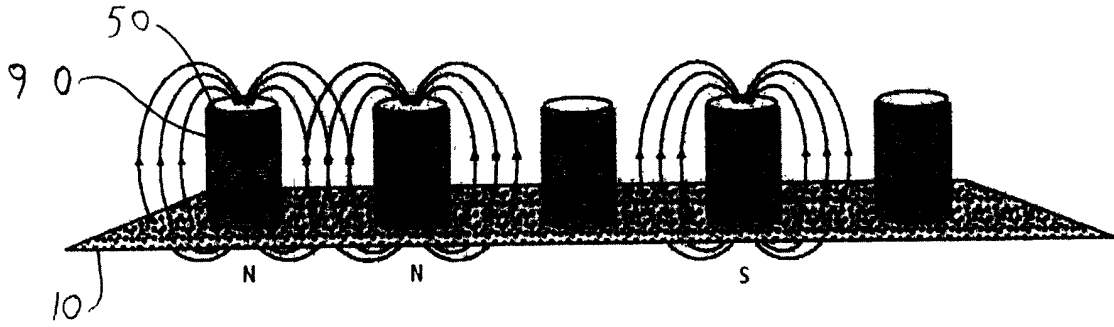


图 20

漂浮平台位于塑料底表面的上面，在塑料底表面的下面有半导体线圈组

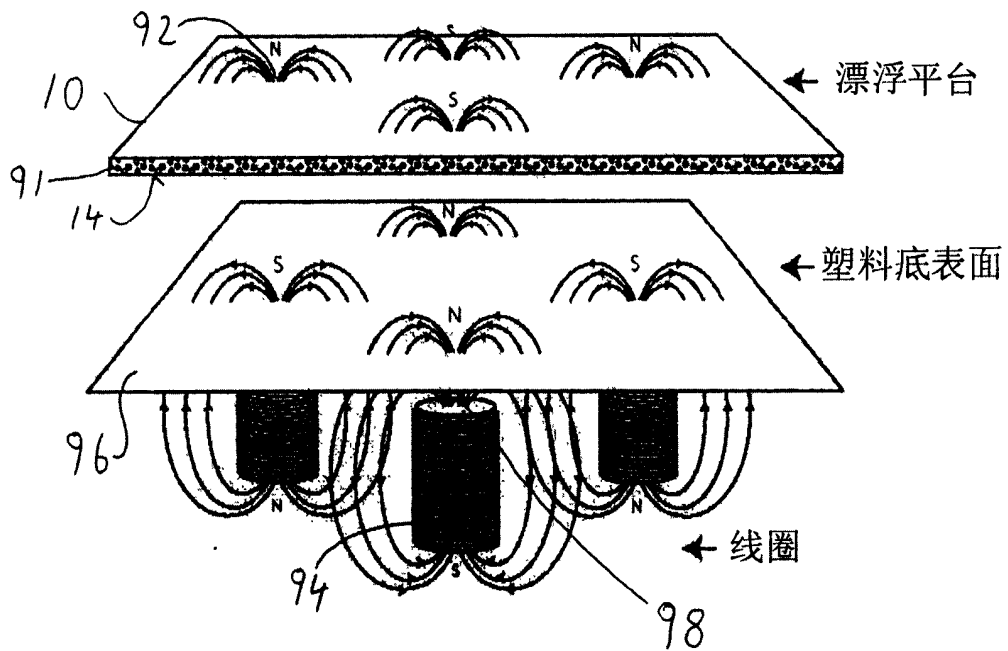


图 21

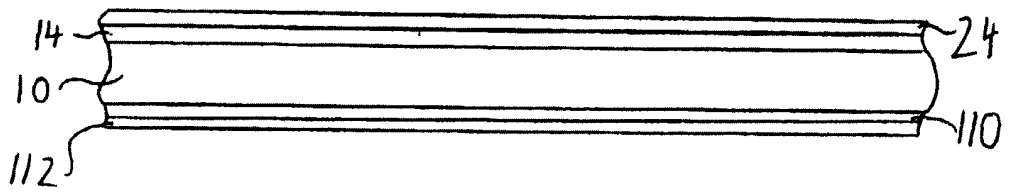


图 22



图 23