



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1611961 B

(45) 授权公告日 2010.06.16

(21) 申请号 200410085883.7

US 2875114 A, 1959.02.24, 全文.

(22) 申请日 2004.11.01

审查员 隋欣

(30) 优先权数据

10/699185 2003.10.31 US

(73) 专利权人 GE 医疗系统环球技术有限公司

地址 美国威斯康星州

(72) 发明人 W·D·巴伯 B·阿克塞尔

P·G·弗里施曼

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 杨凯 张志醒

(51) Int. Cl.

G01R 33/38(2006.01)

(56) 对比文件

US 5317297 A, 1994.05.31, 全文.

JP 6-89805 A, 1994.03.29, 全文.

US 6150819 A, 2000.11.21, 全文.

US 3078198 A, 1963.02.19, 全文.

CN 1094834 A, 1994.11.09, 全文.

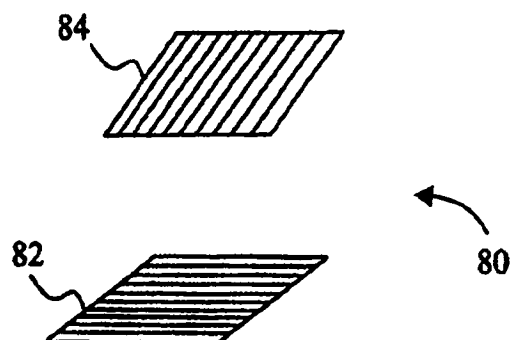
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 5 页

(54) 发明名称

包括至少一个磁极片的成像系统与磁共振成像系统

(57) 摘要

描述一种成像系统,它包括至少一个磁极片。所述至少一个磁极片包括至少两个堆叠在一起的晶粒取向片,其中,所述至少两个晶粒取向片中第一片的易磁化方向不同于所述至少两个晶粒取向片中第二片的易磁化方向。



1. 一种成像系统,它包括至少一个磁极片,所述至少一个磁极片包括至少两个堆叠在一起的晶粒取向片,其中,所述至少两个晶粒取向片中第一片的易磁化方向不同于所述至少两个晶粒取向片中第二片的易磁化方向。

2. 如权利要求 1 所述的成像系统,其特征在于还包括与所述第一晶粒取向片 (92) 和所述第二晶粒取向片 (94) 堆叠在一起的第三晶粒取向片 (96),其中,所述第二晶粒取向片 (94) 的易磁化方向相对于所述第一晶粒取向片 (92) 的易磁化方向形成 60 度角,而所述第三晶粒取向片 (96) 的易磁化方向相对于所述第二晶粒取向片 (94) 的易磁化方向形成 60 度角。

3. 如权利要求 2 所述的成像系统,其特征在于:所述第二晶粒取向片 (94) 在所述第一晶粒取向片 (92) 和所述第三晶粒取向片 (96) 之间。

4. 如权利要求 1 所述的成像系统,其特征在于还包括与所述第一晶粒取向片 (112) 和所述第二晶粒取向片 (114) 堆叠在一起的第三晶粒取向片 (116),其中,所述第二晶粒取向片 (114) 的易磁化方向相对于所述第一晶粒取向片 (112) 的易磁化方向形成 45 度角,而所述第三晶粒取向片 (116) 的易磁化方向相对于所述第二晶粒取向片 (114) 的易磁化方向形成 45 度角。

5. 如权利要求 1 所述的成像系统,其特征在于还包括一对互相面对的磁体 (24, 26),每个所述磁体 (24, 26) 具有一个中心,所述至少两个晶粒取向片在平行于线 (35) 的方向上堆叠,所述线 (35) 垂直于所述磁体的中心延伸。

6. 如权利要求 1 所述的成像系统,其特征在于还包括一对互相面对的磁体 (24, 26),每个所述磁体 (24, 26) 具有一个中心,所述至少两个晶粒取向片在垂直于线 (35) 的方向上堆叠,所述线 (35) 垂直于所述磁体的中心延伸。

7. 如权利要求 1 所述的成像系统,其特征在于:所述至少两个晶粒取向片中的每一片都用晶粒取向材料制成,其中,所述晶粒取向材料包括铁铝合金、铁铝硅组合、镍铁组合和铁硅组合中的至少一种。

8. 如权利要求 1 所述的成像系统,其特征在于:所述第二晶粒取向片具有的矫顽力大于所述第一晶粒取向片的矫顽力。

9. 一种磁共振成像系统 (10),它包括:

至少一个磁极片 (36),所述至少一个磁极片包括多个构件;以及

至少两个晶粒取向片,该至少两个晶粒取向片被包括在每个所述构件中,其中,所述至少两个晶粒取向片中第一片的易磁化方向不同于所述至少两个晶粒取向片中第二片的易磁化方向。

10. 如权利要求 9 所述的磁共振成像系统 (10),其特征在于还包括与所述第一晶粒取向片 (92) 和所述第二晶粒取向片 (94) 堆叠在一起的第三晶粒取向片 (96),其中,所述第二晶粒取向片 (94) 的易磁化方向相对于所述第一晶粒取向片 (92) 的易磁化方向形成 60 度角,而所述第三晶粒取向片 (96) 的易磁化方向相对于所述第二晶粒取向片 (94) 的易磁化方向形成 60 度角。

包括至少一个磁极片的成像系统与磁共振成像系统

技术领域

[0001] 本发明一般涉及成像系统,更具体地说,涉及用于磁共振成像(MRI)系统的磁极片。

背景技术

[0002] 至少一些已知的 MRI 系统包括磁极片和磁体,用来产生磁场,所述磁场通过磁极片加到成像容积上,例如患者身上。但当把快速时变磁场加到磁极片上时就会发生问题。更具体地说,由于磁极片是由导电材料制成,在 MRI 系统工作时,就会产生涡流,这种涡流会产生与外加磁场相反的磁场。

[0003] 更具体地说,施加快速时变磁场也会导致在磁极片中感生剩余磁场或二次磁场,在去除施加磁场后,所述二次磁场依然存在。涡流和剩余磁化强度均会使外加磁场失真,导致由外加磁场形成的图像亦失真。

[0004] 于是,为便于改进 MRI 系统的工作,至少一些已知的 MRI 系统包括有助于降低外加磁场失真的磁极片。但这种磁极片一般用不太容易获得的昂贵材料制成。

发明内容

[0005] 在本发明的一个方面中,提供一种包括至少一个磁极片的成像系统。所述至少一个磁极片包括至少两个堆叠在一起的晶粒取向片,其中所述至少两个晶粒取向片中第一片的易磁化方向不同于所述至少两个晶粒取向片中第二片的易磁化方向。

[0006] 在本发明的另一个方面中,提供一种磁共振成像(MRI)系统。所述 MRI 系统包括至少一个磁极片。所述至少一个磁极片包括多个构件。每个所述构件中包括至少两个晶粒取向片,其中,所述至少两个晶粒取向片中第一片的易磁化方向不同于所述至少两个晶粒取向片中第二片的易磁化方向。

[0007] 在本发明的又一个方面中,提供用于磁共振成像(MRI)系统的至少一个磁极片的制造方法。所述方法包括制造至少两个晶粒取向片,其中,所述至少两个晶粒取向片中第一片的易磁化方向不同于所述至少两个晶粒取向片中第二片的易磁化方向。所述方法还包括将所述至少两个晶粒取向片结合在一起形成用于 MRI 系统的磁极片。

附图说明

[0008] 图 1 是包括至少一个磁极片的磁共振成像(MRI)系统的示范实施例的方框图。

[0009] 图 2 示出用来制造可以用于图 1 的 MRI 系统中的磁极片的各种材料的示范的磁滞效应。

[0010] 图 3 示出可以在图 1 的 MRI 系统中实施的磁极片构件的示范实施例的等角视图。

[0011] 图 4 示出图 3 所示构件的又一实施例的等角视图。

[0012] 图 5 示出可以在图 1 所示的 MRI 系统中实施的磁极片构件的又一实施例的等角视图。

- [0013] 图 6 示出图 5 所示构件的又一实施例的等角视图。
- [0014] 图 7 示出可以在图 1 所示的 MRI 系统中实施的磁极片构件的又一实施例的等角视图。
- [0015] 图 8 示出图 7 所示构件的又一实施例的等角视图。
- [0016] 图 9 示出磁极片的示范的实施例,其中构件堆叠在磁极片底板上。
- [0017] 图 10 示出构件堆叠在磁极片底板上的磁极片的又一实施例。
- [0018] 零件表
- [0019]

10	磁共振成像 (MRI) 系统
14	平板磁轭
16	平板磁轭
18	圆柱磁轭
20	圆柱磁轭
24	磁体
26	磁体
28	磁极片底板
30	磁极片底板
32	支承环
34	支承环
35	线
36	磁极片
38	磁极片
40	构件
42	间隙
44	梯度线圈和 / 或填隙片
44	电子线路

10	磁共振成像 (MRI) 系统
46	梯度线圈和 / 或填隙片
46	显示器
60	路径
62	路径
64	点
65	点
66	轨迹
68	轨迹
70	剩余磁化强度
80	构件
82	片
84	片
86	构件
90	构件
92	片
94	片
96	片
98	构件
110	构件
112	片
114	片
116	片

10	磁共振成像 (MRI) 系统
118	片
120	构件
130	磁极片
132	构件
136	磁极片
138	构件

具体实施方式

[0020] 图 1 示出包括至少一个磁极片 36 和 38 的磁共振成像 (MRI) 系统 10 的示范实施例的方框图。在所述示范实施例中, MRI 系统 10 具有两个平板磁轭 14 和 16 以及至少两个圆柱磁轭 18 和 20。在另一实施例中, MRI 系统 10 包括“C”形磁轭。MRI 系统 10 包括磁体 24 和 26, 磁体 24 和 26 这样固定在磁轭表面上, 使得穿过磁体 24 和 26 中心的线 35 基本上垂直于磁体 24 和 26。磁极片底板 28 和 30 以及支承环 32 和 34 固定在各自的磁体 24 和 26 上。磁极片 36 和 38 固定在磁极片底板 28 和 30 以及支承环 32 和 34 上。磁体 24 和 26 可以包括 (但不限于) 永久磁铁 (例如 RFeB、RCoFeB, 或 SmCo 磁铁, 其中 R 为稀土元素)、电磁铁 (例如包在磁芯周围的导电或超导线圈) 和 / 或永久磁铁和电磁铁的组合。磁极片 36 和 38 包括构件 40 (例如块), 以片的堆叠的形式形成所述构件, 以下将详述。在磁极片 36 和 38 之间形成间隙 42, 待成像的成像体积 (例如身体部分) 被插入到间隙 42 中。

[0021] MRI 系统 10 包括梯度线圈和 / 或填隙片 44 和 46。此外, MRI 系统 10 还可以任选地包括绝缘的低导磁率层, 例如 Bakelite、合成树脂、木头或陶瓷, 设置在磁极片底板 28 或 30 以及构件 40 之间, 以利于降低磁极片 36 或 38 中的涡流和剩余磁化强度。此外, 每个构件 40 由多个块构成 (以下说明), 其中每个块由多片或多个叠层结构构成 (以下说明)。将每个构件分成多个块和多片有助于减小涡流。MRI 系统 10 还包括电子线路 44 和显示器 46。电子线路 44 包括控制系统、发送器、接收器、成像器或存储器。

[0022] 磁激励线圈 (未示出) 产生磁通量 B_0 , 它被引导通过磁极片 36 和 38。梯度线圈 44 和 46 产生随时间改变的磁通量 B , 当它与磁通量 B_0 组合时, 就在成像容积上形成磁场梯度。磁通量 B_0 通过成像容积后通过磁轭 14、16、18 和 20。

[0023] 梯度线圈 44 中有电流 I 流过, 其方向如图 1 所标示。电流 I 产生磁通量 B , 磁通量 B 穿过回路的中心并且感生涡流 I' , 如虚线所示。涡流 I' 产生与磁通量 B 相反的另一磁通量, 因而降低了磁通量 B 的效果并在磁通量 B 和磁场梯度中引起扰动。在具有有限导电率的结构中, 涡流 I' 重新分布, 并随时间衰减, 在由 MRI 系统 10 产生的取决于均匀磁场梯度的图像中产生非自然信号。通常, 结构的表面积越大, 涡流 I' 衰减的时间越长。将构件 40 分成块 (它们可以部分重叠或者可以不部分重叠), 并将这些块分成多片, 可以加速涡流 I'

的衰减。

[0024] 图 2 示出制造磁极片 36 和 38 所用各种材料的示范磁滞效应。当磁场 H 作用在材料上例如磁性材料上时,磁场 H 在材料中引起一定程度的磁化。而且,当材料例如永久磁铁置于磁场 H 中时,用路径 60 表示正方向的结果磁化强度 M。当在与正方向相反的方向上施加磁场 H 时,磁化强度 M 沿路径 62 变化。路径 62 通过 M 轴时材料的磁化强度 M 称为材料的剩余磁化强度,在图 2 中以点 64 表示。材料的矫磁力是材料的磁化强度 M 与 H 轴交叉处的 H 值,在图 2 中以点 65 表示。以轨迹 66 和 68 表示另一磁性材料。路径 66 和 68 示出较低的剩余磁化强度 70。相对来说,与路径 66 和 68 比较,路径 60 和 62 表示一种“较硬”的磁性材料。

[0025] 剩余磁化强度是由材料例如磁性材料的矫顽效应产生的。在去除磁场元件时,矫顽效应控制磁化的松弛到均衡状态。

[0026] 在材料例如磁性材料的任一区域中,局部磁化处于其最大或“饱和”值。磁化强度完全平行的个局部区域称为磁畴。磁畴之间的磁化方向显著不同的薄分隔区域称为畴壁。作为外加磁场的结果的平均磁化的改变可以是由畴壁的移动引起的。或者,作为外加磁场的结果的平均磁化的改变可以是由畴壁的转动引起的。畴壁的移动可能因材料中的缺陷,例如孔洞、杂质以及小晶粒的边界等,受到阻碍。在外加磁场改变时畴壁障碍导致磁滞。由剩余磁化强度产生的外部磁场会干扰 MRI 系统 10 中的成像磁场,使之偏离所需数值,产生成像非自然信号。

[0027] 畴壁的移动也会因局部磁化改变而产生的局部涡流受到阻尼。当接通外加磁场时,阻尼效应导致磁化改变的延迟,当去除外加磁场时,阻尼效应也会导致磁化的松弛。延迟可以进行补偿以便将成像非自然信号减至最小。至少一些已知的成像系统对延迟作了补偿,但费用昂贵。不过此文说明的系统和方法便于提供一种价廉的磁极片,有助于以合理的成本获得可以接受的图像质量。

[0028] 在磁性材料的片材中(以下说明),矫顽力取决于磁通量 B_0 的方向。矫顽力最低的方向称为“容易方向”,以下称为“易磁化”方向。方向性可以由于在制造磁极片时轧制处理、拉伸应变片材、在外加磁场中退火片材或其它制造过程而引发。垂直于“易磁化”方向的方向通常具有比最低矫顽力更高的矫顽力。

[0029] 可以将材料制成非定向形式(以下说明),这种形式在易磁化方向可以提供比晶粒取向材料(以下说明)所提供的最低矫顽力更高的矫顽力。例如,变换器片所用的晶粒取向 Si-Fe 在易磁化方向具有 0.1 奥斯特的矫顽力,而非定向 Si-Fe 材料可具有 0.5 奥斯特的矫顽力。晶粒取向 Si-Fe 中的最高矫顽力稍高于非定向 Si-Fe 材料中的最高矫顽力,使晶粒取向 Si-Fe 成为 MRI 磁极面应用的一种优选材料。

[0030] 图 3 示出可在 MRI 系统 10 中实施的磁极片构件 80 的示范实施例的等角视图。构件 80 包括两片 82 和 84。片 82 的易磁化方向基本上垂直于线 35(示于图 1)。各片的易磁化方向以片中所画的线来表示,与片中结晶结构的取向相同。片 84 的易磁化方向基本上垂直于线 35,而且也基本上垂直于片 82 的易磁化方向。于是,片 82 中具有的移动畴壁的矫顽力低于片 84 中具有的矫顽力。例如,在一个实施例中,片 82 中具有的矫顽力为 0.1 奥斯特,而在片 84 中具有的矫顽力在 0.4 和 0.5 奥斯特之间。

[0031] 片 82 和 84 各用具有晶粒取向结晶结构的材料制成。例如,在一个实施例中,片 82

用以下材料制成,例如包括(但不限于):铁铝合金、铁铝硅组合、镍铁组合或铁硅组合。片 84 可用与片 82 相同或不同的材料制成。片 82 和 84 各自涂以树脂或其它粘接剂,然后结合在一起。在涂敷片 82 和 84 之后,将片以基本上垂直于线 35 的方向相互压紧,使之结合在一起。

[0032] 如果重复这种叠层方式,可将任何数量的片堆叠在一起,形成构件 80。例如,可将易磁化方向基本上平行于片 82 的易磁化方向的第三片以基本上垂直于线 35 的方向堆叠到片 84 上。在此实例中,第三片的易磁化方向基本上垂直于片 84 的易磁化方向。而且,在此实例中,第三片中具有的移动畴壁的矫顽力和片 82 所具有的矫顽力大致相等。

[0033] 在另一实例中,将易磁化方向基本上平行于片 84 的易磁化方向的第四片以基本上垂直于线 35 的方向堆叠到第三片上。在此实例中,第四片的易磁化方向基本上垂直于片 82 的易磁化方向。而且,在此实例中,第四片中具有的移动畴壁的矫顽力和片 84 所具有的矫顽力大致相等。例如,如果在片 84 中具有具有矫顽力在 0.4 和 0.5 奥斯特之间,则在第四片中具有具有矫顽力也在 0.4 和 0.5 奥斯特之间。片 82 和 84,以及第三片和第四片可用任意顺序堆叠。例如,第三片堆叠在片 82 下方,邻接片 82,而第四片堆叠在片 84 上方,邻接片 84。图 4 示出 MRI 系统磁极片的构件 86 的另一实施例的等角视图,其中片 82 和 84 以基本上平行于线 35 的方向堆叠和耦合在一起。应指出,可将任意数量的片堆叠在一起形成构件 86,并且如本文所述,在构件 86 中片堆叠在一起的顺序可各不相同。

[0034] 图 5 示出可在 MRI 系统 10 中实施的磁极片的构件 90 的另一实施例的等角视图。构件 90 包括三片 92、94 和 96。片 92 的易磁化方向基本上垂直于磁体 24 和 26 之间的线 35。片 94 的易磁化方向基本上垂直于线 35,并与片 92 的易磁化方向形成大约 60 度角。片 94 中具有具有移动畴壁的矫顽力大于片 92 中所具有的矫顽力。片 92、94 和 96 各用上述具有晶粒取向结晶结构的材料制成。片 94 以基本上垂直于线 35 的方向堆叠在片 92 上。

[0035] 片 96 的易磁化方向基本上垂直于线 35,并与片 94 的易磁化方向形成大约 60 度角。片 96 中具有具有矫顽力大于片 92 中所具有的矫顽力。片 96 以基本上垂直于线 35 的方向堆叠在片 94 上。

[0036] 可将用上述材料制成的具有晶粒取向结晶结构的任何数量的片相互堆叠在一起,形成构件 90。例如,将易磁化方向与片 96 的易磁化方向成大约 60 度角的第四片堆叠在片 96 上。第四片以基本上垂直于线 35 的方向堆叠。而且,在此实例中,第四片中具有具有移动畴壁的矫顽力和片 92 所具有的矫顽力大致相等。例如,如果在片 92 中具有具有矫顽力为 0.1 奥斯特,则在第四片中具有具有矫顽力也是 0.1 奥斯特。同理,另外的片可以堆叠在第四片上面,每片的易磁化方向相对其邻近和下方片的易磁化方向大约成 60 度角。片 92、94 和 96 以及第四片可以任意顺序堆叠。例如,将第四片堆叠在片 92 的下方。

[0037] 图 6 示出 MRI 系统 10 中磁极片的构件 98 的示范实施例的等角视图,其中片 92、94,和 96 以基本上平行于线 35 的方向堆叠和结合在一起。构件 98 中可堆叠任意数量的片。而且,在构件 98 中片的堆叠顺序可以改变。

[0038] 图 7 示出可在 MRI 系统 10 中实施的磁极片的构件 110 的另一实施例的等角视图。构件 110 包括四片:112、114、116 和 118。片 112 的易磁化方向基本上垂直于磁体 24 和 26 之间的线 35。片 114 的易磁化方向基本上垂直于线 35,并与片 112 的易磁化方向形成大约 45 度角。片 114 中具有具有移动畴壁的矫顽力大于片 112 中所具有的矫顽力。片 112、114、

116 和 118 各自用上述具有晶粒取向结晶结构的材料制成。片 114 以基本上垂直于线 35 的方向堆叠在片 112 上。

[0039] 片 116 的易磁化方向基本上垂直于线 35, 并与片 114 的易磁化方向形成大约 45 度角。片 116 中具有的移动畴壁的矫顽力大于片 112 中所具有的矫顽力。例如, 如果在片 112 中具有的矫顽力为 0.1 奥斯特, 则在片 116 中具有的矫顽力在 0.4 和 0.5 奥斯特之间。片 116 以基本上垂直于线 35 的方向堆叠在片 114 上。

[0040] 片 118 的易磁化方向基本上垂直于线 35, 并与片 116 的易磁化方向形成大约 45 度角。片 118 中具有的移动畴壁的矫顽力大于片 112 中所具有的矫顽力。片 118 以基本上垂直于线 35 的方向堆叠在片 116 上。

[0041] 可将用上述材料制成的具有晶粒取向结晶结构的任何数量的片相互堆叠在一起, 形成构件 110。例如, 将易磁化方向与片 118 的易磁化方向成大约 45 度角的第五片堆叠在片 118 上。第五片以基本上垂直于线 35 的方向堆叠。而且, 在此实例中, 第五片中具有的矫顽力和片 112 中所具有的矫顽力大致相等。例如, 如果在片 112 中具有的矫顽力为 0.1 奥斯特, 则在第五片中具有的矫顽力也是 0.1 奥斯特。同理, 另外的片可以堆叠在第五片上面, 其中每片的易磁化方向相对其邻接和下方叠层片的方向大约成 45 度角。片 112、114、116 和 118 以及第五片可以任意顺序堆叠。例如, 将第五片堆叠在片 112 的下方。

[0042] 图 8 示出 MRI 系统 10 中磁极片的构件 120 的另一实施例的等角视图, 其中片 112、114、116 和 118 以基本上平行于线 35 的方向堆叠和耦合在一起。构件 120 中可堆叠任意数量的片。而且, 在构件 120 中片的堆叠顺序可以改变。

[0043] 在另一实施例中, 片堆叠中每一片具有的易磁化方向相对其邻接和下方的片的易磁化方向例如成大约 22.5 度角。堆叠中的片用上述具有晶粒取向结晶结构的材料制成。

[0044] 图 9 示出磁极片 130 的示范实施例, 其中构件 132 以基本上垂直于线 35 的方向堆叠在磁极片底板 30 上。任何构件 80、86、90、98、110 和 120 都可堆叠成如图 9 所示的类似形式。构件 132 用一种物质, 例如树脂, 结合到磁极片底板 30 上并彼此结合。

[0045] 图 10 示出磁极片 136 的示范实施例, 其中构件 138 以基本上平行于线 35 的方向堆叠在磁极片底板 30 上。任何构件 80、86、90、98、110 和 120 都可堆叠成如图 10 所示的类似形式。构件 138 用一种物质, 例如树脂, 结合到磁极片底板 30 上并彼此结合。在另一实施例中, 构件 130 堆叠在构件 138 的上面或下面, 其中以基本上平行于线 35 的方向堆叠构件 130, 而以基本上垂直于线 35 的方向堆叠构件 138。

[0046] 可以通过将邻接的片以相互不同的晶粒取向设置来有效地利用本文所述的系统和方法。当磁极片 36 和 38 由梯度线圈 44 和 46 激励时, 易磁化方向最接近磁通量 B_0 的易磁化方向的一些片将承载最大量的磁通量 B_0 , 因为它们具有的矫顽力比其余邻近片的矫顽力更低, 且具有的磁导率比其余邻接片的磁导率更高。其余的邻接片称为较高矫顽力片。较低的矫顽力和较高的磁导率限制了较高矫顽力片的激励水平, 于是限制了邻接片的激励水平, 否则它们会被驱动到它们的最大矫顽力。当随时间改变的磁通量 B_0 被去除时, 在置于间隙 42 内的成像容积中所看到的剩余磁化强度是在邻接片的磁畴内由局部矫顽力 (包括较低和较高的矫顽力) 所产生的剩余磁化强度之混合体。邻接片之间的交互作用影响所述混合体。一些较高的矫顽磁场激励一些较低的矫顽磁场, 使较低矫顽磁场中的矫顽力升高了由较低和较高矫顽磁场之差所产生的通量磁阻。同时, 较低的矫顽磁场减小了较高矫顽

磁场可用来激励间隙 42 中的成像容积的通量数量。由较高和较低矫顽磁场换算的净结果就是整体剩余磁化强度比非定向材料的剩余磁化强度更低。

[0047] 交替设置具有较高矫顽力和较低矫顽力的晶粒取向片就可得到所述净结果。这种交替结构形成一种“块”材,它具有的矫顽力高于较低矫顽力但低于较高矫顽力。这种交替结构的材料成本低于矫顽力等于所述交替结构矫顽力的单片的成本。

[0048] 用于制造磁共振成像系统 10 中磁极片的这种系统和方法的技术效果和好处包括以合理的成本提供具有可接受的磁特性的磁极片。在 MRI 系统 10 中实施的磁极片具有可接受的磁特性,因为虽然有些片,例如片 84、94、114、116 和 118 承载很少的磁体 24 和 26 所产生的磁通量,但有些片,例如片 82、92 和 112 承载了大部分的磁通量。磁极片能以不贵的成本制造,因为具有晶粒取向结晶结构的材料很容易以公道的价格购得。应指出,虽然在图 4、5、6、7、8 和 9 中示出的是方形片,但其它形状的片,例如矩形片,也可以使用在所述系统和方法中。

[0049] 所以,所述系统和方法有助于以不昂贵的成本产生 MRI 系统的磁极片。而且,所述系统和方法有助于用易于获得的材料产生 MRI 系统的磁极片。

[0050] 以上对 MRI 系统的示范实施例作了详细说明。所示 MRI 系统的组件不限于所述的具体实施例,而是,每个 MRI 系统的组件可以不与所述的其它组件一起而单独地分别使用。例如,所述 MRI 系统组件可以和其它成像系统组合使用。

[0051] 虽然已就各种具体实施例对本发明作了说明,但本专业的技术人员应理解,本发明的实现方案可在权利要求书的精神和范围内进行修改。

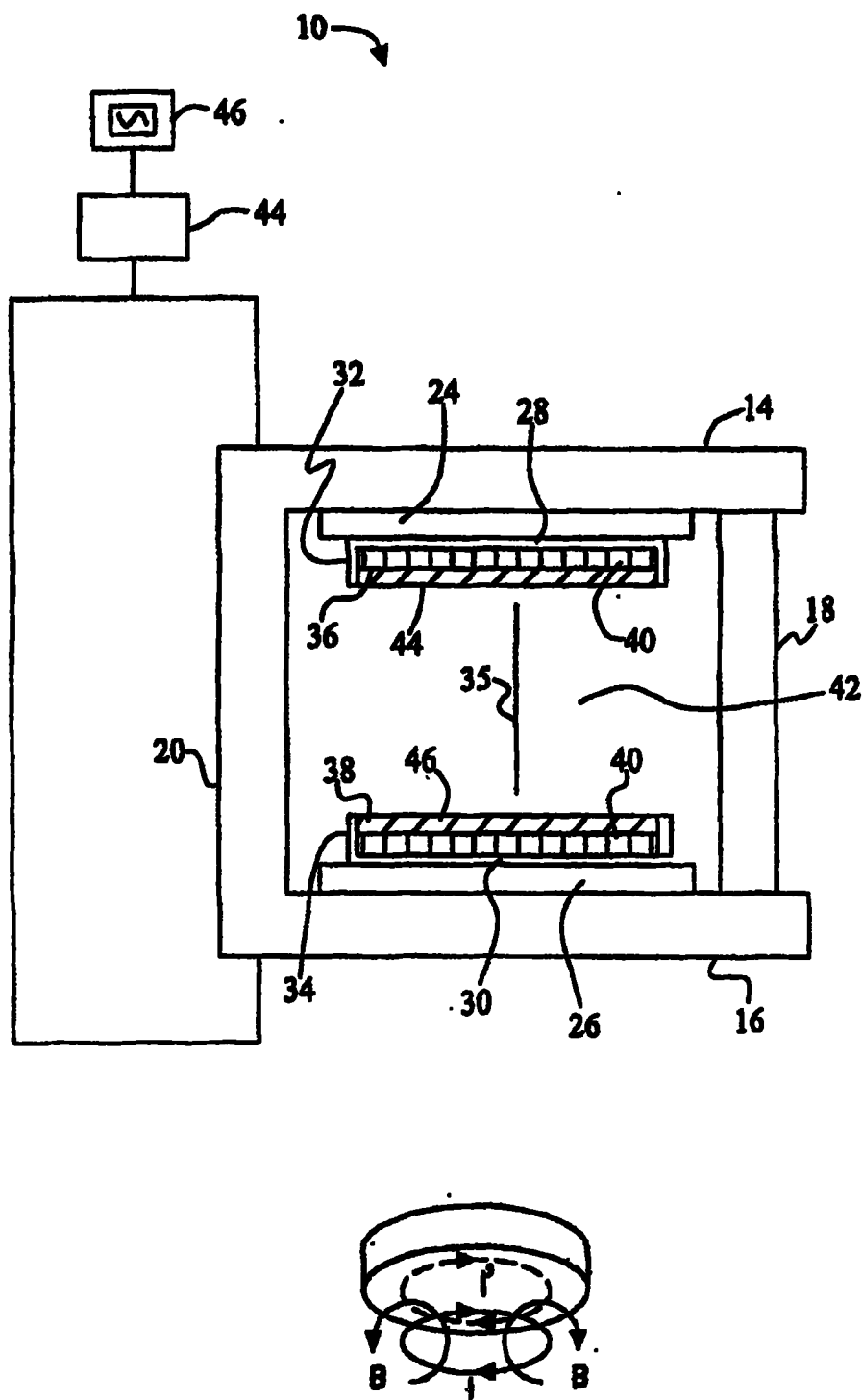


图 1

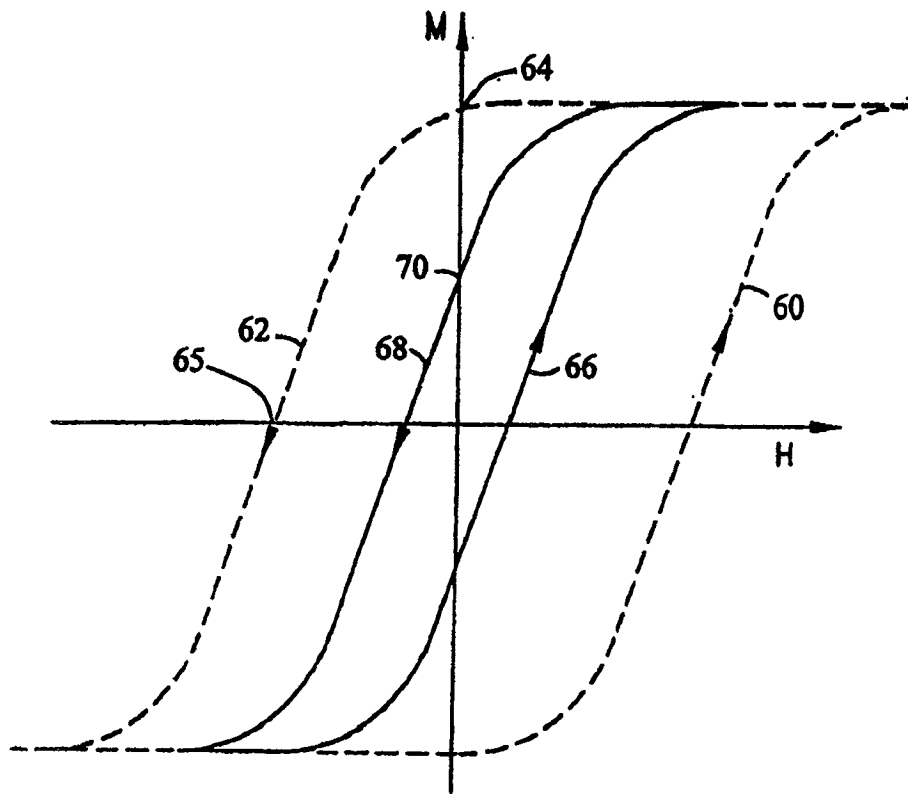


图 2

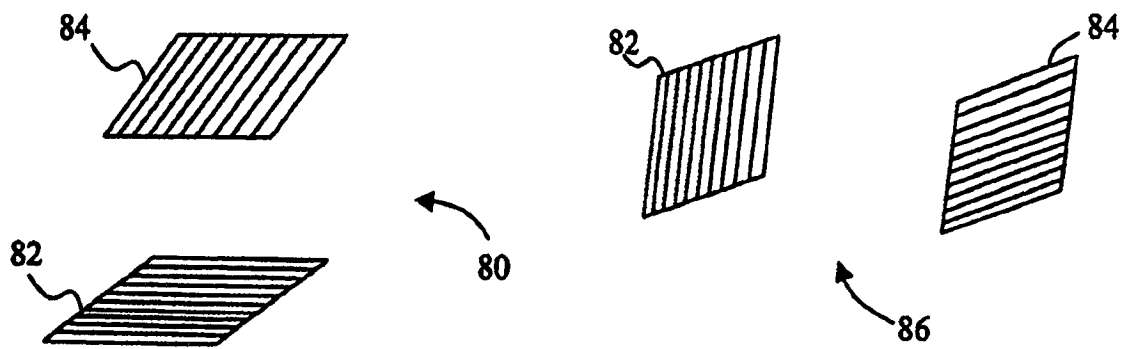


图 3

图 4

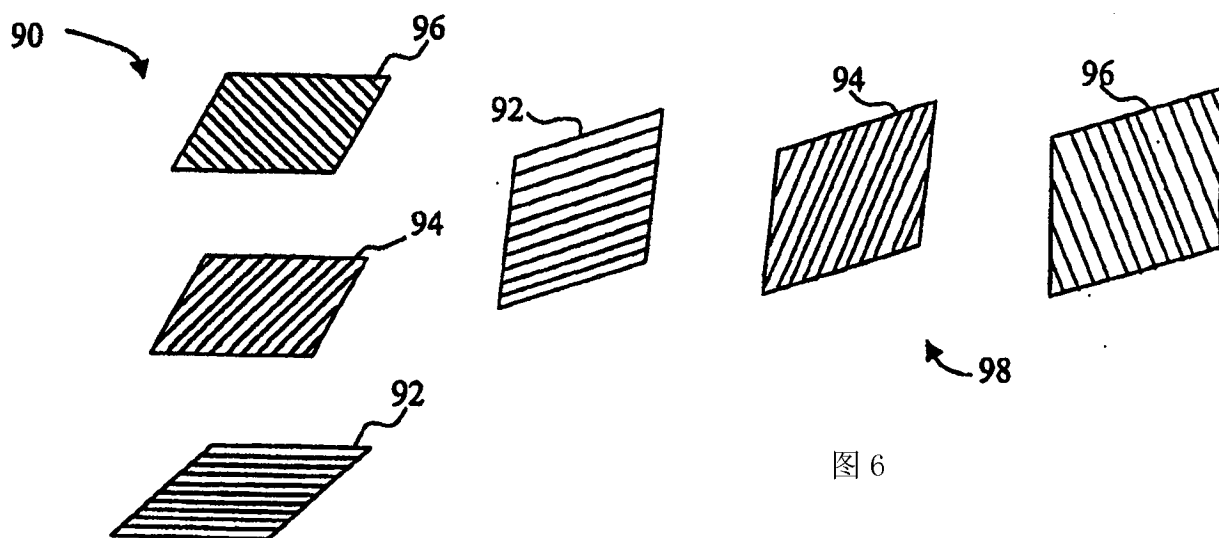


图 5

图 6

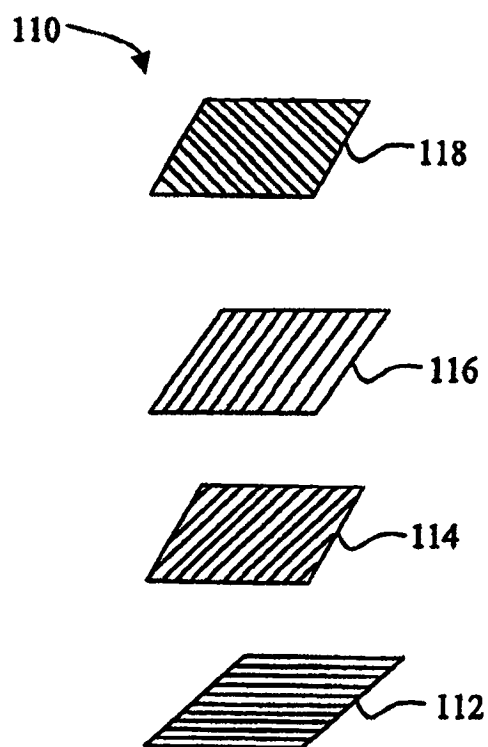


图 7

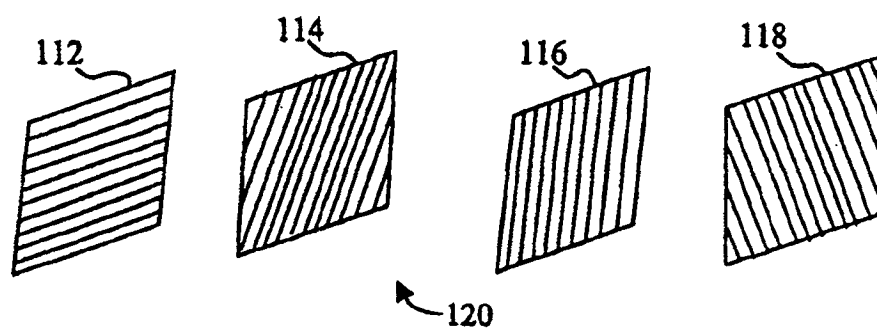


图 8

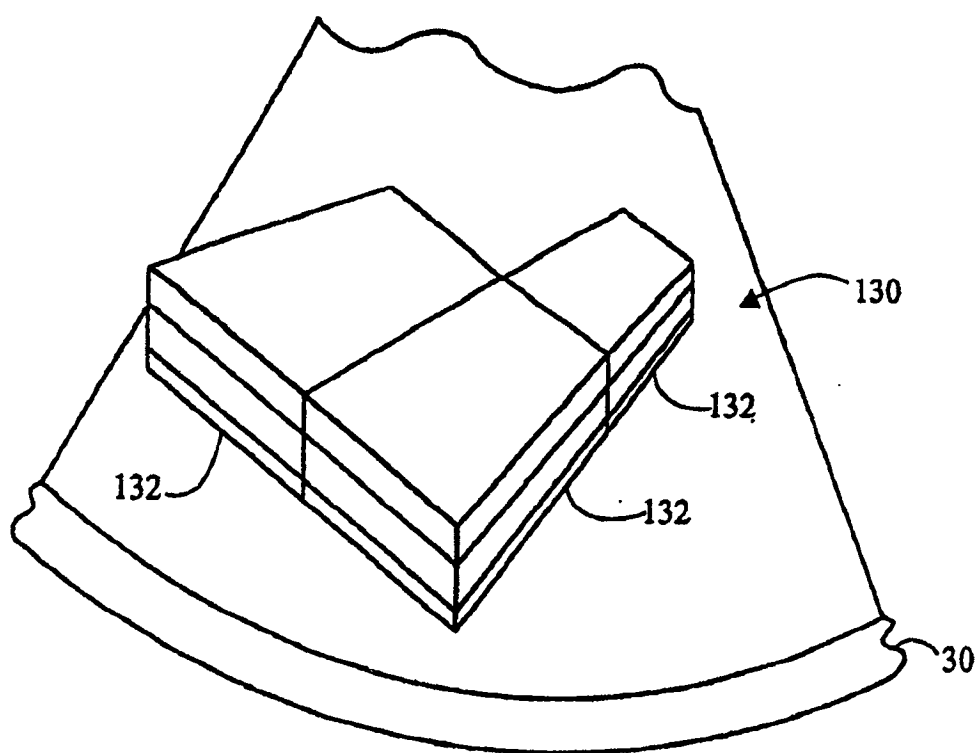


图 9

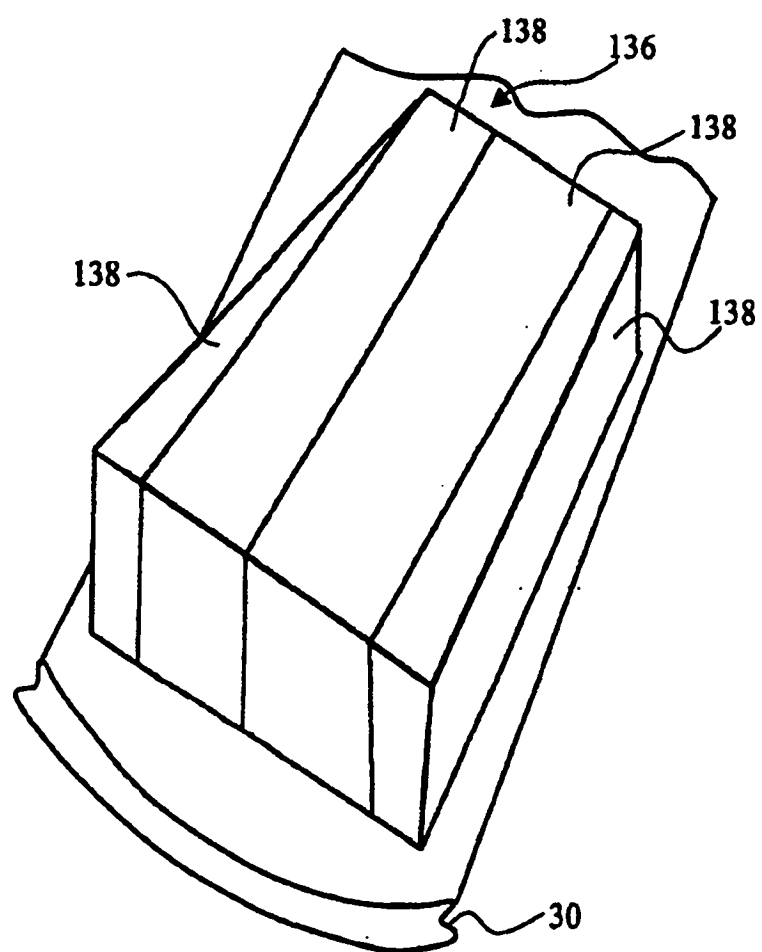


图 10