



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104584246 B

(45)授权公告日 2017.10.31

(21)申请号 201380044771.4

(22)申请日 2013.06.27

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 104584246 A

(43)申请公布日 2015.04.29

(30)优先权数据  
13/630,499 2012.09.28 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2015.02.26

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2013/048027 2013.06.27

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02014/051792 EN 2014.04.03

(73)专利权人 英特尔公司  
地址 美国加利福尼亚

(72)发明人 S·马尼帕特鲁尼

D·E·尼科诺夫 I·A·扬

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司  
72002

代理人 陈松涛 夏青

(51)Int.Cl.  
H01L 41/12(2006.01)

(56)对比文件  
CN 1508775 A,2004.06.30,  
WO 2011/072151 A1,2011.06.16,  
US 2012/0133008 A1,2012.05.31,  
CN 1577495 A,2005.02.09,

审查员 王朝政

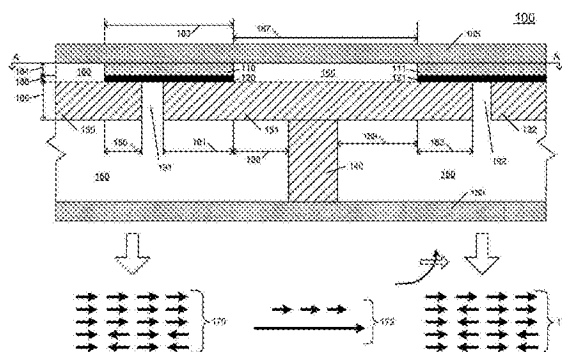
权利要求书3页 说明书9页 附图9页

## (54)发明名称

重复自旋电流互连

## (57)摘要

一个实施例包括:包括第一金属部分和第二金属部分的金属层;铁磁层,其包括直接接触第一金属部分的第一铁磁部分,以及直接接触第二金属部分的第二铁磁部分;以及将第一铁磁部分耦合到第二铁磁部分的第一非磁性互连。自旋互连传递适于自旋逻辑电路的自旋极化电流。互连可以包括在诸如逆变器或缓冲器的电流重复器中。互连可以进行自旋信号的再生。一些实施例利用垂直非磁性金属互连将自旋互连扩展到三维(例如,垂直跨越器件的层)。能够传递自旋电流而不在自旋和电信号之间重复转换电流的自旋互连通过减小功率要求、减小电路尺寸和提高电路速度实现了自旋逻辑电路。



1. 一种互连设备,包括:  
衬底;  
所述衬底上的金属层,其包括不彼此直接接触的第一金属部分和第二金属部分;  
所述衬底上的铁磁层,其包括直接接触所述第一金属部分的第一铁磁部分,以及直接接触所述第二金属部分但不接触所述第一铁磁部分的第二铁磁部分;  
将所述第一铁磁部分耦合到所述第二铁磁部分的第一金属互连;以及  
隔离部分,所述隔离部分(a)位于所述第一金属互连与第二金属互连之间,并且(b)直接接触所述第二铁磁部分,  
其中没有直接接触所述第一金属部分和所述第二金属部分中的任一个的另一铁磁层。
2. 根据权利要求1所述的设备,其中所述第一金属互连直接接触所述第一铁磁部分和所述第二铁磁部分。
3. 根据权利要求1所述的设备,其中所述第一铁磁部分与所述第一金属互连重叠一第一距离,所述第二铁磁部分与所述第一金属互连重叠一比所述第一距离短的第二距离。
4. 根据权利要求3所述的设备,其中所述设备基于比所述第一距离短的所述第二距离,将自旋极化电流从所述第一铁磁部分传输到所述第二铁磁部分。
5. 根据权利要求3所述的设备,其中所述第一金属互连经由所述第一金属互连上的第一位置耦合到地,所述第一位置距离所述第一铁磁部分比距离所述第二铁磁部分更近。
6. 根据权利要求5所述的设备,其中所述设备基于距离所述第一铁磁部分比距离所述第二铁磁部分更近的所述第一位置,将自旋极化电流从所述第一铁磁部分传输到所述第二铁磁部分。
7. 根据权利要求1所述的设备,其中(a)所述第一金属互连经由所述第一金属互连上的第一位置耦合到地,所述第一位置距离所述第一铁磁部分比距离所述第二铁磁部分更近,以及(b)所述设备基于距离所述第一铁磁部分比距离所述第二铁磁部分更近的所述第一位置,将自旋极化电流从所述第一铁磁部分传输到所述第二铁磁部分。
8. 根据权利要求1所述的设备,其中所述第一金属互连是非磁性的。
9. 根据权利要求1所述的设备,其中所述第一铁磁部分包括镍、钴、铁、钆和Huesler合金中的至少一种。
10. 根据权利要求1所述的设备,其中所述第一金属部分和所述第二金属部分均包括至少一种贵金属和至少一种5d过渡金属。
11. 根据权利要求1所述的设备,其中所述第一金属部分具有第一金属部分长度和第一金属部分宽度,所述第二金属部分具有第二金属部分长度和第二金属部分宽度,所述第一金属部分长度和所述第二金属部分长度共线,所述第一金属部分长度比所述第一金属部分宽度更长。
12. 根据权利要求11所述的设备,其中所述第一铁磁部分具有第一铁磁部分长度和第一铁磁部分宽度,所述第一金属部分具有由所述第一金属部分长度和所述第一金属部分宽度界定的第一表面面积,所述第一表面面积不小于由所述第一铁磁部分长度和所述第一铁磁部分宽度界定的第二表面面积。
13. 根据权利要求1所述的设备,其中所述第一铁磁部分的厚度不大于5nm,所述第一金属部分的厚度不小于5nm。

14. 根据权利要求1所述的设备,其中所述第一铁磁部分与所述第二铁磁部分分开大于25纳米并且小于15微米。

15. 根据权利要求1所述的设备,包括:

第三金属部分,其包括在所述金属层中,并且不直接接触所述第一金属层部分和所述第二金属层部分的任一个;

第三铁磁部分,其包括在所述铁磁层中,并且直接接触所述第三金属部分,但不接触所述第一铁磁部分和所述第二铁磁部分;以及

所述第二金属互连,其将所述第二铁磁部分耦合到所述第三铁磁部分,并且不直接接触所述第一金属互连。

16. 根据权利要求1所述的设备,包括:

所述衬底上的额外金属层,其包括不直接彼此接触的第三金属部分和第四金属部分;

所述衬底上的额外铁磁层,其包括直接接触所述第三金属部分的第三铁磁部分,以及直接接触所述第四金属部分但不接触所述第三铁磁部分的第四铁磁部分;以及

所述第二金属互连,其将所述第三铁磁部分耦合到所述第四铁磁部分;

耦合所述第一金属互连和所述第二金属互连的非磁性垂直互连。

17. 根据权利要求16所述的设备,其中所述非磁性垂直互连是金属,并且直接接触所述第一金属互连和所述第二金属互连。

18. 根据权利要求1所述的设备,其中所述第一铁磁部分和所述第二铁磁部分之一包括在非易失性存储器中,并且通过非易失性方式储存数据。

19. 根据权利要求1所述的设备,其中所述第一铁磁部分和所述第二铁磁部分之一包括在缓冲器和逆变器之一中。

20. 根据权利要求1所述的设备,其中所述第二金属互连与所述第一金属互连共面。

21. 一种互连设备,包括:

不彼此直接接触的第一金属构件和第二金属构件;

直接接触所述第一金属构件的第一磁性构件和直接接触所述第二金属构件的第二磁性构件;以及

将所述第一磁性构件耦合到所述第二磁性构件的第一金属互连;

其中(a)没有直接接触所述第一金属构件和第二金属构件的任一个的额外的磁性构件,以及(b)所述第一金属构件包括在第一金属层中,并且所述第二金属构件包括在与所述第一金属层不共面的第二金属层中。

22. 根据权利要求21所述的设备,其中所述第一磁性构件与所述第一金属互连重叠一第一距离,所述第二磁性构件与所述第一金属互连重叠一比所述第一距离短的第二距离,所述第一金属互连经由所述第一金属互连上的第一位置耦合到地,并且所述第一位置距离所述第一磁性构件比距离所述第二磁性构件更近。

23. 根据权利要求21所述的设备,包括:

第三金属构件,其不直接接触所述第一金属构件和所述第二金属构件的任一个;

第三磁性构件,其直接接触所述第三金属构件,但不接触所述第一磁性构件和所述第二磁性构件;以及

第二金属互连,其将所述第三磁性构件耦合到所述第一金属互连以及所述第一磁性构

件和第二磁性构件之一。

24. 一种互连设备,包括:

电流重复器,其包括直接接触磁性段的金属段;以及

耦合到所述磁性段的第一端的第一金属互连和耦合到所述磁性段中与所述第一端相反的第二端的第二金属互连;

其中没有直接接触所述金属段的额外的磁性段。

25. 根据权利要求24所述的设备,其中所述第一金属互连和所述第二金属互连均直接接触所述磁性段。

26. 根据权利要求24所述的设备,其中所述第一金属互连和所述第二金属互连与所述磁性段重叠不等的量。

27. 根据权利要求26所述的设备,其中所述第二金属互连耦合到基于处理器的计算系统中包括的开关装置。

28. 一种互连设备,包括:

衬底;

所述衬底上的金属层,其包括不彼此直接接触的第一金属部分、第二金属部分以及第三金属部分;

所述衬底上的铁磁层,其包括直接接触所述第一金属部分的第一铁磁部分,直接接触所述第二金属部分但不接触所述第一铁磁部分的第二铁磁部分,以及直接接触所述第三金属部分但不接触所述第一铁磁部分和所述第二铁磁部分的第三铁磁部分;以及

第一金属互连和第二金属互连,所述第一金属互连将所述第一铁磁部分耦合到所述第二铁磁部分,并且所述第二金属互连将所述第二铁磁部分耦合到所述第三铁磁部分且不直接接触所述第一金属互连。

29. 根据权利要求28所述的设备,其中所述第一金属互连直接接触所述第一铁磁部分和所述第二铁磁部分。

30. 根据权利要求28所述的设备,其中没有直接接触所述第一金属部分和所述第二金属部分的任一个的另一铁磁层。

31. 根据权利要求28所述的设备,其中没有(a)直接接触所述第一金属部分和所述第二金属部分的任一个,以及(b)在所述第一铁磁部分和所述第二铁磁部分的任一个正上方的其他铁磁层。

## 重复自旋电流互连

### 背景技术

[0001] 自旋极化涉及到基本粒子的自旋或内禀角动量与给定方向对准的程度。这种自旋影响着电子在诸如铁的铁磁性金属中的传导,导致自旋极化电流。自旋极化电流影响到自旋波,自旋波按照磁性材料的排序传播干扰。自旋极化还涉及到自旋电子学,即电子学中涉及电子固有自旋、其关联磁矩和电子的基本电子电荷的分支。自旋电子学器件涉及到隧道磁致电阻 (TMR),其利用了电子通过薄绝缘体到独立的铁磁层的量子机械隧穿,还涉及到自旋转矩转移 (STT),其中可以使用自旋极化电子的电流控制铁磁电极的磁化方向。

### 附图说明

[0002] 从所附的权利要求、一个或多个范例实施例的以下详细说明和对应附图,本发明实施例的特征和优点将变得显而易见,附图中:

[0003] 图1a是本发明一个实施例中的互连系统的截面图。图1b是图1a的实施例的平面图。

[0004] 图2是本发明一个实施例中的互连系统的截面图。

[0005] 图3a是本发明一个实施例中的电流重复器的截面图。图3b是图3a的实施例的自旋电流与时间的曲线图。

[0006] 图4是本发明一个实施例中的多级互连系统的截面图。

[0007] 图5是本发明一个实施例中的多级互连系统的截面图。

[0008] 图6是本发明一个实施例中的方法流程图。

[0009] 图7是用于本发明实施例的操作的系统。

### 具体实施方式

[0010] 现在将参考附图,其中可以为类似的结构提供类似的下标附图标记。为了更清晰地展示各实施例的结构,这里包括的附图是集成电路结构的图示。于是,制成集成电路结构的实际外观,例如在显微照片中的外观,可能显得不同,但仍然结合了图示实施例的所主张结构。此外,附图可以仅示出对理解图示实施例有用的结构。可能未包括现有技术中已知的额外结构以保持附图的清晰。“实施例”、“各实施例”等表示这样描述的实施例,可以包括特定特征、结构或特性,但未必每个实施例都包括特定特征、结构或特性。一些实施例可以具有针对其他实施例描述的一些、全部特征或没有任何特征。“第一”、“第二”、“第三”等描述公共对象,表示所指相似对象的不同实例。这样的形容词并非暗示这样描述的对象必须在时间、空间、排序或任何其他方式中处于给定次序中。“连接”可以表示元件彼此直接物理接触或电接触,“耦合”可以表示元件彼此合作或交互,但它们可以直接物理或电接触或不接触。而且,尽管可能使用类似或相同的数字在不同附图中表示相同或类似的部分,但这样做并非表示包括类似或相同数字的所有附图构成单一相同的实施例。

[0011] 一实施例包括用于电路的一个或多个“自旋互连”,电路例如是自旋逻辑电路、自旋电子学逻辑、自旋电子学存储器等。一实施例包括用于自旋逻辑电路的电流重复器(例如

逆变器和/或缓冲器)。各个实施例使用非磁性互连和磁性重复器实现自旋逻辑电路。例如,一实施例使用非磁性金属线互连与定位于沿线规则距离(或不规则距离)的磁性元件进行自旋电流传播,以进行自旋信号的再生。一个实施例包括全自旋互连系统,其包括经由非磁性金属互连彼此通信的纳米磁流重复器(在一系列重复器中)。一些实施例利用非磁性金属互连,例如通孔,将互连扩展到三维(例如,垂直跨越器件的多层)。

[0012] 如上所述,本文描述了各种实施例(下文更详细描述)。很多实施例沟通自旋电流信号而在自旋和电信号之间没有重复转换(相反,仅使用如下所述的互连系统对自旋电流进行再生)。这有助于通过降低功率要求(例如,通过避免总的或基本总的转换损耗),减小电路尺寸并提高电路速度,实现自旋逻辑电路。作为本文所述实施例优点的一个具体范例,这样的实施例相对于诸如自旋波互连的技术具有优点。自旋波的自旋到电和电到自旋转换的效率低。而且,对于自旋波互连而言,在信号衰减之前仅有短距离的自旋波( $\sim 1\mu\text{m}$ )。一些实施例的优点的其他范例包括,能够生成自旋逻辑电路,其在更长距离上传播其输出自旋信号,而不需要转换成电荷。换言之,因为局部和半全局自旋互连位于自旋逻辑电路之间(其中“局部互连”在诸如10-20微米的距离上互连芯片的小区域,“全局互连”互连分开更长距离的区域),所以信号在更长距离上传输。一些实施例提供了信号再生,用于缩放互连的长度(例如,允许更长的互连或互连链)。各实施例包括或提供了三维可堆叠全自旋逻辑。例如,一实施例允许自旋互连与非磁性金属互连(例如通孔)的三维集成。非磁性互连允许互连与非磁性金属通孔进行三维集成并避免使用磁性通孔。于是,本文所述的实施例具有很多优点。

[0013] 图1a是本发明一个实施例中的互连系统100的截面图。图1b是图1a的实施例的平面图。系统或器件100包括衬底(本图中未示出)、衬底上的金属层,包括不直接彼此接触的金属部分110和金属部分111。

[0014] 在实施例中,半导体衬底是体半导体材料,是晶片的一部分。在实施例中,半导体衬底是体半导体材料,是已从晶片解理出的芯片的一部分。在实施例中,半导体衬底是形成于绝缘体上方的半导体材料,例如,绝缘体上半导体(SOI)衬底。在实施例中,半导体衬底是突出的结构,例如在体半导体材料上方延伸的鳍。

[0015] 衬底上的铁磁层包括直接接触金属部分110的铁磁部分120和直接接触金属部分111但不接触铁磁部分120的铁磁部分121。金属互连131将铁磁部分120耦合到铁磁部分121。没有直接接触金属部分110、111任一个的其他铁磁部分(除部分120、121之外)。在本实施例中,金属自旋互连131直接接触铁磁部分120、121,但其他实施例不受此限制,接触可以是间接的。

[0016] 铁磁部分120与金属互连131重叠的距离由181表示,铁磁部分121与金属互连131重叠的距离由182表示。在这一具体实施例中距离182短于距离181(但在其他实施例中并非如此)。在一个实施例中,181介于10和300nm之间,182介于10和300nm之间,182比181短,使信号从左至右流动。在一个实施例中,181为100nm,182为80nm。在一个实施例中,181为150nm,182为100nm。在一个实施例中,181为200nm,182为175nm。在一个实施例中,181为275nm,182为250nm。在一个实施例中,182为100nm,181为80nm。在一个实施例中,182为150nm,181为100nm。在一个实施例中,182为200nm,181为175nm。在一个实施例中,182为275nm,181为250nm。系统100基于距离182短于距离181,从铁磁部分120向铁磁部分121传送



由长度183和宽度190指定的第一表面面积,其不小于由铁磁部分长度183和宽度190界定的第二表面面积。不过,在其他实施例中,金属部分110的表面面积大于铁磁部分120。在一些实施例中,部分110和111具有相似的尺度(长度、宽度、高度),但在其他实施例中不同。

[0024] 在一个实施例中,磁体层120的长度可以大致是金属层110长度的一半或四分之一。磁体层120的长度(图1a和1b中的水平左右行进方向)可以大致是50nm,宽度190可以大致为100nm。在另一个实施例中,金属部分110的长度大约为104nm,磁体部分120的长度大约为26nm,110和120的宽度190大约为52nm。不过,在另一个实施例中,磁体120的长度可以大致为10、20、40、60、80、100、120、140、160、180nm或更大,金属110的长度可以是50、60、70、80、120、140、160、180nm或更大,110和120的宽度190可以是大致为30、40、75、150nm或更大。其他实施例不受此限制。

[0025] 在一个实施例中,铁磁部分厚度185不大于5nm,金属部分厚度184不小于5nm。在一个实施例中,厚度185可以大致为3nm,金属层110的厚度184可以大致为10nm。不过,其他实施例包括磁体层120大致为1、2、4、5、6nm或更大的厚度185,金属层110大致为5、6、7、8、9、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20nm或更大的厚度184。

[0026] 在一个实施例中,互连厚度186介于10nm和1微米之间,但其他实施例不受此限制。在一个实施例中,铁磁部分120与铁磁部分121分开一距离187,该距离介于25纳米和15微米之间,但其他实施例不受此限制。在一个实施例中,距离187为100nm。在另一个实施例中,距离187为10微米。在一个实施例中,互连130、131和/或132均具有100nm和10微米之间的长度,磁体120、121均具有如下尺度范围:厚度0.1nm到10nm,长度10nm到500nm,宽度10nm到500nm。不过,其他实施例不受此限制。

[0027] 在一个实施例中,利用将互连130耦合到互连131的部分110、120以及将互连131耦合到互连132的部分111、121形成互连“链”。重叠区域180可以等于距离182,但在其他实施例中可能不同。隔离部分191、192介于互连130、131、132之间,且直接分别接触铁磁部分121、121。在一个实施例中,隔离部分191和/或192介于1和100nm之间(但其他实施例不受此限制)。

[0028] 尽管在图1b中部分110、120呈现为矩形,在其他实施例中,一个或两个部分可以是正方形、椭圆形或采取具有圆角部分的其他形状,等等。而且,在图1b中,磁体层120呈现为沿金属110居中,但在其他实施例中,磁体120可以位于金属110的中点的横向(左或右)。而且,尽管在一个实施例中宽度190对于每个部分110、120都是相同的,但在其他实施例中,磁体部分可以比金属部分更宽或更窄。

[0029] 在一个实施例中,电源电压105为1mV到100mV(但其他实施例不受此限制)。

[0030] 图2是本发明一个实施例中的互连系统200的截面图。系统200类似于图1a的系统100,但示出了互连240被移动至更接近元件210、220,更远离元件211、221。于是,互连/通孔240与部分220的最右端分开一距离291,与部分221的最左端分开一距离292,以帮助从部分220向部分221驱动电流。在一个实施例中,距离292介于10nm到100微米之间。还示出了第二互连/通孔241。在其他实施例中,互连240可以距部分220和221距离相等。

[0031] 尽管图1a、1b和2的任一个中未明确示出,但诸如系统100的实施例可以包括第三金属部分,其包括在与部分110、111相同的金属层中(不直接接触部分110、111的任一个)。此外,与部分120、121包括在相同铁磁层中的第三铁磁部分直接接触第三金属部分(但不接

触铁磁部分120、121)。例如,额外的金属互连132将铁磁部分121耦合到第三铁磁部分(由于间隙192的原因不直接接触金属互连131)。这样生成了更长的全自旋(或基本“全自旋”)互连“链”(“全自旋”表示没有或几乎没有电到自旋和自旋到电的转换)。

[0032] 图3a是本发明一个实施例中的电流重复器的截面图。图3b是图3a的实施例的自旋电流与时间的曲线图。系统300包括电流重复器350、351、352、353,所有重复器都帮助在距离上维持自旋极化电流,以产生“全自旋”互连(或基本“全自旋”互连)。

[0033] 出于解释的目的集中于重复器351,重复器351包括分别直接接触磁性段或部分320、321的金属部分310、311。金属互连331耦合到段321的一端,金属互连332耦合到段321与第一端相反的第二端。没有额外的磁性段直接接触金属段310、311。在一个实施例中(但并非所有实施例中),互连331、332均直接分别接触磁性段320、321。如前述实施例那样,互连331、332可以与磁性段321重叠不等的量(以帮助在图中从左到右驱动电流)。通孔340、341、342耦合到地(未示出),并沿互连331、332、333的左侧定位(以帮助在图中从左到右驱动电流)。互连333通过金属部分312和磁性部分322耦合到互连332。在一个实施例中,互连331、332是非磁性的,段320、321是磁性的,包括镍、钴、铁、钆和Huesler合金中的至少一种,金属段310、311、312包括至少一种贵金属和至少一种5d过渡金属。系统300可以耦合到基于处理器的计算系统,例如图7的系统700中包括的开关装置。

[0034] 在一个实施例中,图3a中的重复器的链包括超过两个重复器,在一些实施例中,可以包括10、50、100或更多个重复器。

[0035] 图3b包括针对来自磁体元件320的电流的实绘图线,和针对来自磁性元件321的电流的虚绘图线。该图示出了重复器351为逆变器的电流转换性质。不过,重复器351还可以是缓冲器,其中没有逆变,但电流仍然“重复”,以进一步自旋极化电流。在实施例中,电源的性质决定着给定装置是逆变器还是缓冲器。

[0036] 图4是本发明一个实施例中的多级互连系统400的截面图。系统400包括金属层中的金属构件410、411、412和另一金属层中的金属构件413、414。系统400还包括磁层中的磁构件420、421、422和另一磁层中的磁构件423、424。系统400包括电源电压平面405、406(在一些实施例中其可以耦合在一起以共享电压)、金属地平面451、450、非磁性“水平自旋互连”430、431、432、433、434、435、436和非磁性“垂直自旋互连”或通孔490、491。互连490例如可以是金属,可以直接接触金属互连431、435(但其他实施例不受此限制)。各个互连通过互连/通孔440、441(位于其相应互连的中心之外)耦合到地。氧化物460可以隔离系统400的各个部件。在一个实施例中,一个或多个金属互连直接接触其相应的磁构件。

[0037] 在其他实施例中可以看出,在系统400中,金属互连在变化的水平上与磁性部分重叠。例如,互连435可以与部分423重叠比部分424更多或更少。

[0038] 在一个实施例中,铁磁部分之一(例如部分424和/或部分422)包括在非易失性存储器中并以非易失性方式存储数据。于是,一实施例可以包括具有非易失性存储能力的互连。自旋互连可以将器件耦合在一起,例如将晶体管耦合到存储器阵列中的字线、数据线或栅极线。

[0039] 在一个实施例中,电源电压406为10mV,电源电压411为10mV。

[0040] 在一个实施例中,由于沿其相应互连偏移地通孔(例如,通孔440沿互连431的左侧定位),避免了电短接到地(例如,通过地通孔440)。此外,可以布置通孔440的尺度和用于通

孔440的材料(例如,铝或高电阻合金)以增大电阻并减小流向地的电流。这样的尺度可以与本文描述的水平互连(例如131)的尺度相同或相似,但在其他实施例中不受此限制。例如,一个实施例包括所有金属电路,其中电路元件的电阻很小。因此,接地路线/通孔的位置对于电路工作而言很重要。

[0041] 图5是本发明一个实施例中多级互连系统/装置500的截面图。系统500包括衬底500,其上定位有金属地平面550、551,氧化物层560,电源电压功率平面505、506和直接接触水平自旋互连530、531、535、536和金属部分511、514的铁磁部分521、524。非磁性金属垂直(或接近垂直)自旋互连590、591耦合到非磁性金属水平自旋互连530、531、535、536。互连590、591可以位于图5的“面内”,或者位于图5的“面外”(前方或后方)。互连530和535利用通孔595、596耦合到地。通过类似于图4的方式,图5提供了利用全自旋互连的堆叠逻辑层。在各实施例中,可以共享诸如功率和地平面的平面和氧化物层以减少系统500中的层数。图5(和别处)的虚线或锯齿形线表示可以包括其他层。而且,在图5中,互连535与互连530在同一垂直平面中,但并非在所有实施例中都需要这样。

[0042] 图6是本发明一个实施例中的方法流程图。方法600包括方框605,其中在衬底上形成地层。方框610包括形成彼此隔离并通过位于氧化物中的通孔耦合到地的互连。方框615包括跨过互连不对称地重叠铁磁部分。方框620包括直接使金属部分接触到铁磁部分。方框625包括将金属部分耦合到电源平面。方框630包括在一些实施例中,包括重复方框605-625以形成另一个逻辑级,并将方框605-625生成的逻辑级经由金属垂直自旋互连(非磁性的)耦合到方框630生成的级别。

[0043] 一实施例包括:衬底;衬底上的金属层,包括不彼此直接接触的第一和第二金属部分;衬底上的铁磁层,包括直接接触第一金属部分的第一铁磁部分,和直接接触第二金属部分但不接触第一铁磁部分的第二铁磁部分;以及将第一铁磁部分耦合到第二铁磁部分的第一金属互连。

[0044] 这样的实施例可以包括,例如,共享金属部分110的全自旋互连线(例如彼此平行)的阵列。换言之,图1是平行于阵列的任何互连线截取的截面。于是,其他互连线会平行于线131行进,但在二维图,即图1中不会被看到。例如,金属部分110可能是垂直于全自旋互连线的阵列行进的金属线(即,线110从页面出来并向观察者行进,而不是跨越页面,例如线131)。金属线110经由部分120以及其他段(平行于线130、131行进的130'、131'(未示出))耦合段130、131。换言之,单根线110连接到几条全自旋互连线(130/131,平行于互连阵列中的130'/131')。每条全自旋互连线都可以具有其自己的铁磁段(例如,对于互连线130、131而言为部分120,对于互连线130'、131'而言为部分120')。于是,线110会连接到多个铁磁段(例如120、120'),每条线连接到一条全自旋互连线。在这样的实施例中,没有其他铁磁部分(a)直接接触金属部分110,且(b)在部分120的正上方。例如,铁磁部分120'可以与120在同一层中,但不会在部分120的正上方或正下方(即,垂直于包括部分120的平面的垂直轴不会与线110和部分120都相交)。

[0045] 在另一实施例中,铁磁部分,例如部分120,可以耦合或连接到两条互连线。例如,部分120可以直接连接到线131以及线131'(其平行于线130但图1中未示出)。换言之,段120直接连接到线130和131。不过,部分120还直接连接到线130'和131'(它们与线130、131在同一层中并平行于线130、131)。在一个实施例中,部分120可以间接耦合到线130和131以及线

130'和131'。

[0046] 另一个实施例包括彼此不直接接触的第一和第二金属构件；直接接触第一金属构件的第一磁性构件和直接接触第二金属构件的第二磁性构件；以及将第一磁性构件耦合到第二磁性构件的第一金属互连。这样的实施例可以包括在诸如上述的互连阵列中。在这样的实施例中，单个构件/线（例如110）连接到几条全自旋互连线（130/131，平行于互连阵列中的130'/131'）。第一和第二磁性构件无需处于同一层中。第一和第二金属构件无需处于同一层中。

[0047] 可以在很多不同类型的系统中使用实施例。例如，在一个实施例中，可以布置通信装置（例如，手机、智能电话、上网本、笔记本、个人计算机、手表、摄像机）以包括本文所述的各实施例。现在参考图7，示出了根据本发明实施例的系统的方框图。多处理器系统700是点到点互连系统，包括经由点到点互连750耦合的第一处理器770和第二处理器780。处理器770和780的每个可以是多核处理器。第一处理器770可以包括存储控制器集线器（MCH）和点到点（P-P）接口。类似地，第二处理器780可以包括MCH和P-P接口。MCH可以将处理器耦合到相应的存储器，即存储器732和存储器734，它们可以是主存储器（例如动态随机存取存储器（DRAM））中本地附接到相应处理器的部分。第一处理器770和第二处理器780可以经由P-P互连分别耦合到芯片组790。芯片组790可以包括P-P接口。此外，芯片组790可以经由接口耦合到第一总线716。各种输入/输出（I/O）装置714可以耦合到第一总线716连同总线桥718，其将第一总线716耦合到第二总线720。各种装置可以耦合到第二总线720，例如包括键盘/鼠标722、通信装置726和数据存储单元728，例如磁盘驱动器或其他大容量存储装置，在一个实施例中，其可以包括代码730。代码可以包括在一个或多个存储器中，包括存储器728、732、734，经由网络耦合到系统700的存储器，等。此外，音频I/O 724可以耦合到第二总线720。

[0048] 一个实施例包括一种设备，包括：衬底；衬底上的金属层，其包括不彼此直接接触的第一金属部分和第二金属部分；衬底上的铁磁层，其包括直接接触第一金属部分的第一铁磁部分，和直接接触第二金属部分但不接触第一铁磁部分的第二铁磁部分；以及将第一铁磁部分耦合到第二铁磁部分的第一金属互连；其中没有直接接触第一和第二金属部分的另一铁磁层。在实施例中，第一金属互连直接接触第一铁磁部分和第二铁磁部分。在实施例中，第一铁磁部分与第一金属互连重叠一第一距离，第二铁磁部分与第二金属互连重叠一比第一距离短的第二距离。在实施例中，该设备基于短于第一距离的第二距离，将自旋极化电流从第一铁磁部分传输到第二铁磁部分。在实施例中，第一金属互连经由第一金属互连上的第一位置耦合到地，第一位置距离第一铁磁部分比距离第二铁磁部分更近。在实施例中，该设备基于距离第一铁磁部分比距离第二铁磁部分更近的第一位置，将自旋极化电流从第一铁磁部分传输到第二铁磁部分。在实施例中，(a) 第一金属互连要经由第一金属互连上的第一位置耦合到地，第一位置距第一铁磁部分比第二铁磁部分更近，以及(b) 该设备要基于第一位置距第一铁磁部分比第二铁磁部分更近，将自旋极化电流从第一铁磁部分传输到第二铁磁部分。在实施例中，第一金属互连是非磁性的。在实施例中，第一铁磁部分包括镍、钴、铁、钌和Huesler合金中的至少一种。在实施例中，第一和第二金属部分均包括至少一种贵金属和至少一种5d过渡金属。在实施例中，第一金属部分具有第一金属部分长度和第一金属部分宽度，第二金属部分具有第二金属部分长度和第二金属部分宽度，第一和第

二金属部分长度共线,第一金属部分长度比第一金属部分宽度更长。在实施例中,第一铁磁部分具有第一铁磁部分长度和第一铁磁部分宽度,第一金属部分具有由第一金属部分长度和宽度界定的第一表面面积,其小于由第一铁磁部分长度和宽度界定的第二表面面积。在实施例中,第一铁磁部分的厚度不大于5nm,第一金属部分的厚度不小于5nm。在实施例中,第一铁磁部分与第二铁磁部分分开超过25纳米,小于15微米。一实施例包括:第三金属部分,其包括在金属层中,不直接接触第一和第二金属层部分的任一个;第三铁磁部分,其包括在铁磁层中,直接接触第三金属部分,但不接触第一和第二铁磁部分;以及第二金属互连,将第二铁磁部分耦合到第三铁磁部分,不直接接触第一金属互连。一实施例包括衬底上的额外金属层,其包括不直接彼此接触的第三和第四金属部分;衬底上的额外铁磁层,包括直接接触第三金属部分的第三铁磁部分,和直接接触第四金属部分但不接触第三铁磁部分的第四铁磁部分;以及第二金属互连,将第三铁磁部分耦合到第四铁磁部分;耦合第一和第二金属互连的非磁性垂直互连。在实施例中,非磁性垂直互连是金属,直接接触第一和第二金属互连。在实施例中,第一和第二铁磁部分之一包括在非易失性存储器中,要通过非易失性方式储存数据。在实施例中,第一和第二铁磁部分之一包括在缓冲器和逆变器之一中。一实施例包括(a)第一互连和第二互连之间且(b)直接接触第二铁磁部分的隔离部分。一实施例包括(a)第一互连和第二互连之间,第二互连与第一互连共面,且(b)直接接触第二铁磁部分的隔离部分。

[0049] 在实施例中,一种设备包括彼此不直接接触的第一和第二金属构件;直接接触第一金属构件的第一磁性构件和直接接触第二金属构件的第二磁性构件;以及将第一磁性构件耦合到第二磁性构件的第一金属互连;其中没有额外的磁性构件直接接触第一和第二金属构件的任一个。在实施例中,第一金属构件包括在第一金属层中,第二金属构件包括在与第一金属层不共面的第二金属层中。在实施例中,第一金属互连直接接触第一和第二磁性构件。在实施例中,第一磁性构件与第一金属互连重叠第一距离,第二磁性构件与第一金属互连重叠比第一距离短的第二距离,第一金属互连要经由第一金属互连上的第一位置耦合到地,第一位置距第一磁性构件比第二磁性构件更近。一实施例包括不直接接触第一和第二金属层构件的任一个的第三金属构件;直接接触第三金属构件但不接触第一和第二磁性构件的第三磁性构件;以及将第三磁性构件耦合到第一互连以及第一和第二磁性构件之一的第二金属互连。

[0050] 一实施例包括:电流重复器,包括直接接触磁性段的金属段;以及耦合到磁性段一端的第一金属互连,耦合到磁性段中与第一端相反的第二端的第二金属互连;其中没有额外的磁性段直接接触金属段。在实施例中,第一和第二互连均直接接触磁性段。在实施例中,第一和第二互连与磁性段重叠不等的量。在实施例中,第一互连是非磁性的,磁性段包括镍、钴、铁、钆和Huesler合金中的至少一种,金属段包括至少一种贵金属和至少一种5d过渡金属。在实施例中,第二互连耦合到基于处理器的计算系统中包括的开关装置。

[0051] 在实施例中,一种设备包括:衬底;衬底上的金属层,包括不彼此直接接触的一级和二级金属部分;衬底上的铁磁层,包括直接接触第一金属部分的第一铁磁部分,和直接接触第二金属部分但不接触第一铁磁部分的第二铁磁部分;以及将第一铁磁部分耦合到第二铁磁部分的第一金属互连。在实施例中,第一金属互连直接接触第一和第二铁磁部分。在实施例中,没有另一个铁磁层直接接触第一和第二金属部分。在实施例中,没有其他铁磁层

(a) 直接接触第一和第二金属部分的任一个, 以及 (b) 在第一和第二铁磁部分的任一个正上方。

[0052] 尽管已经相对于有限数量的实施例描述了本发明, 但本领域的技术人员将认识到其众多修改和变化。意在所附权利要求覆盖所有这样落在本发明真实精神和范围之内内的修改和变化。



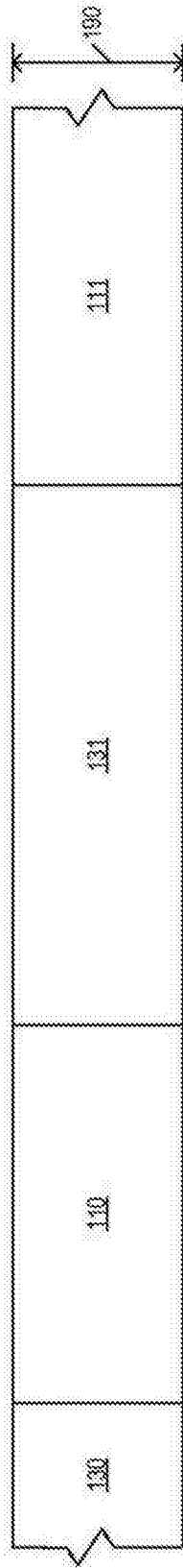


图1b

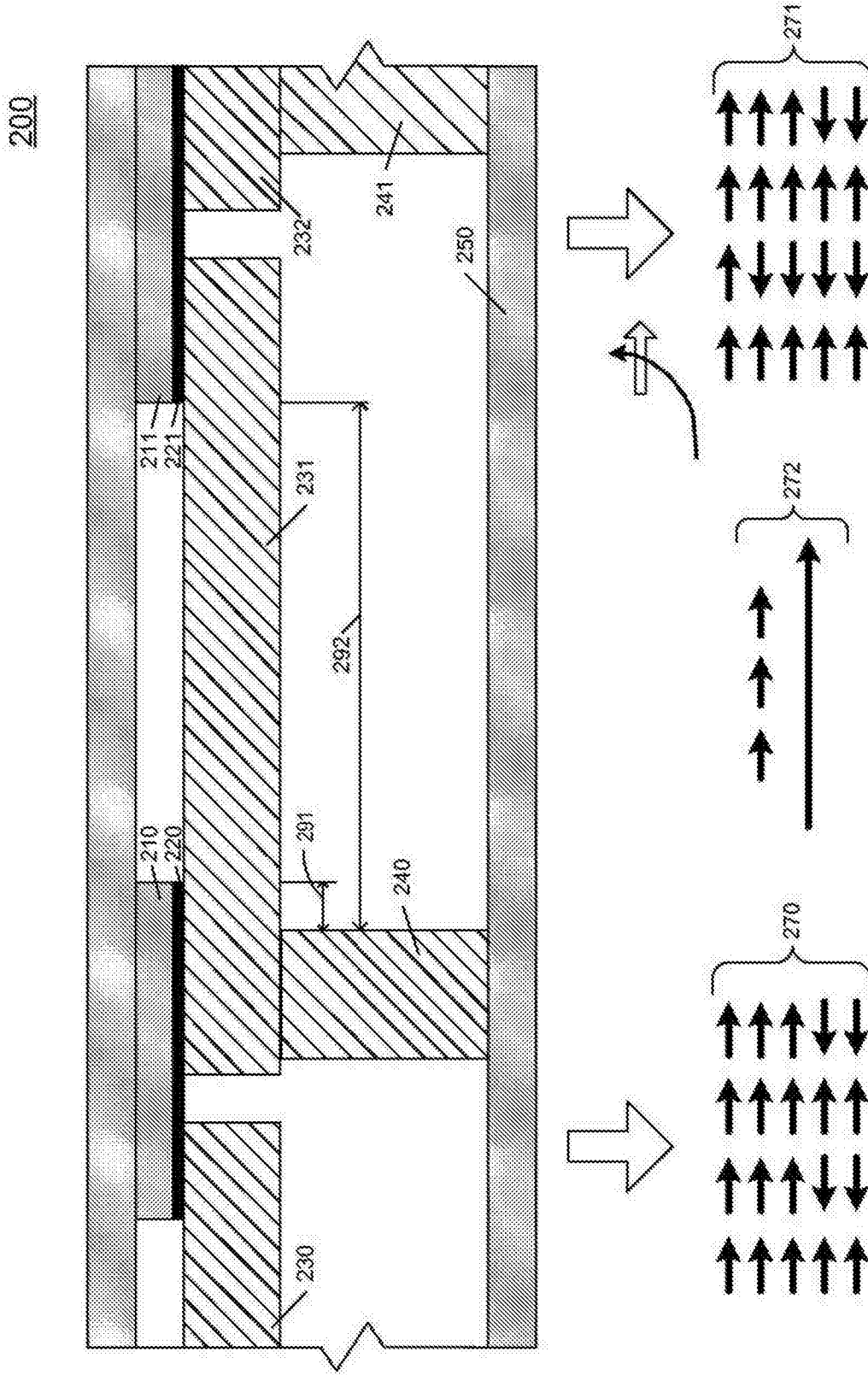


图2

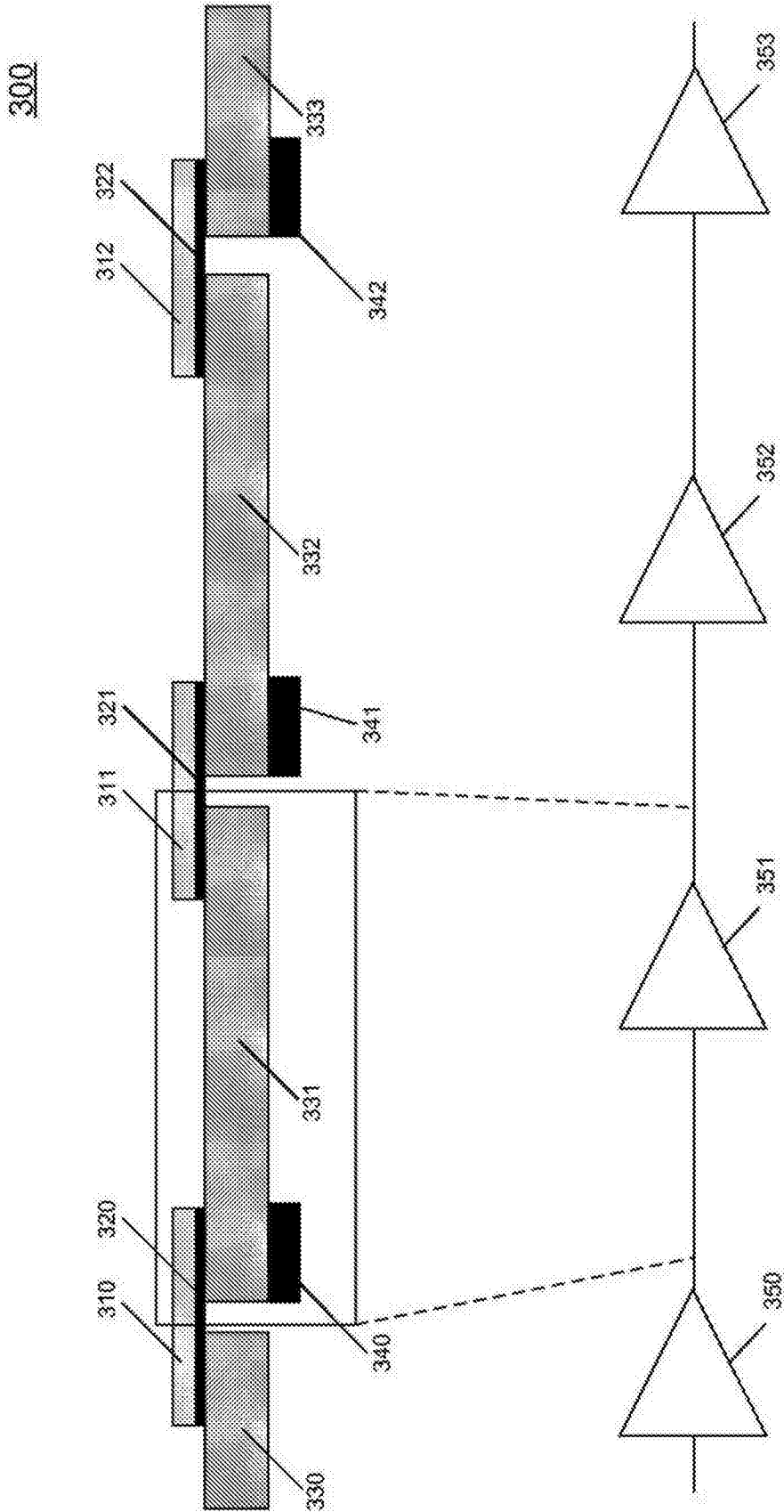


图3a

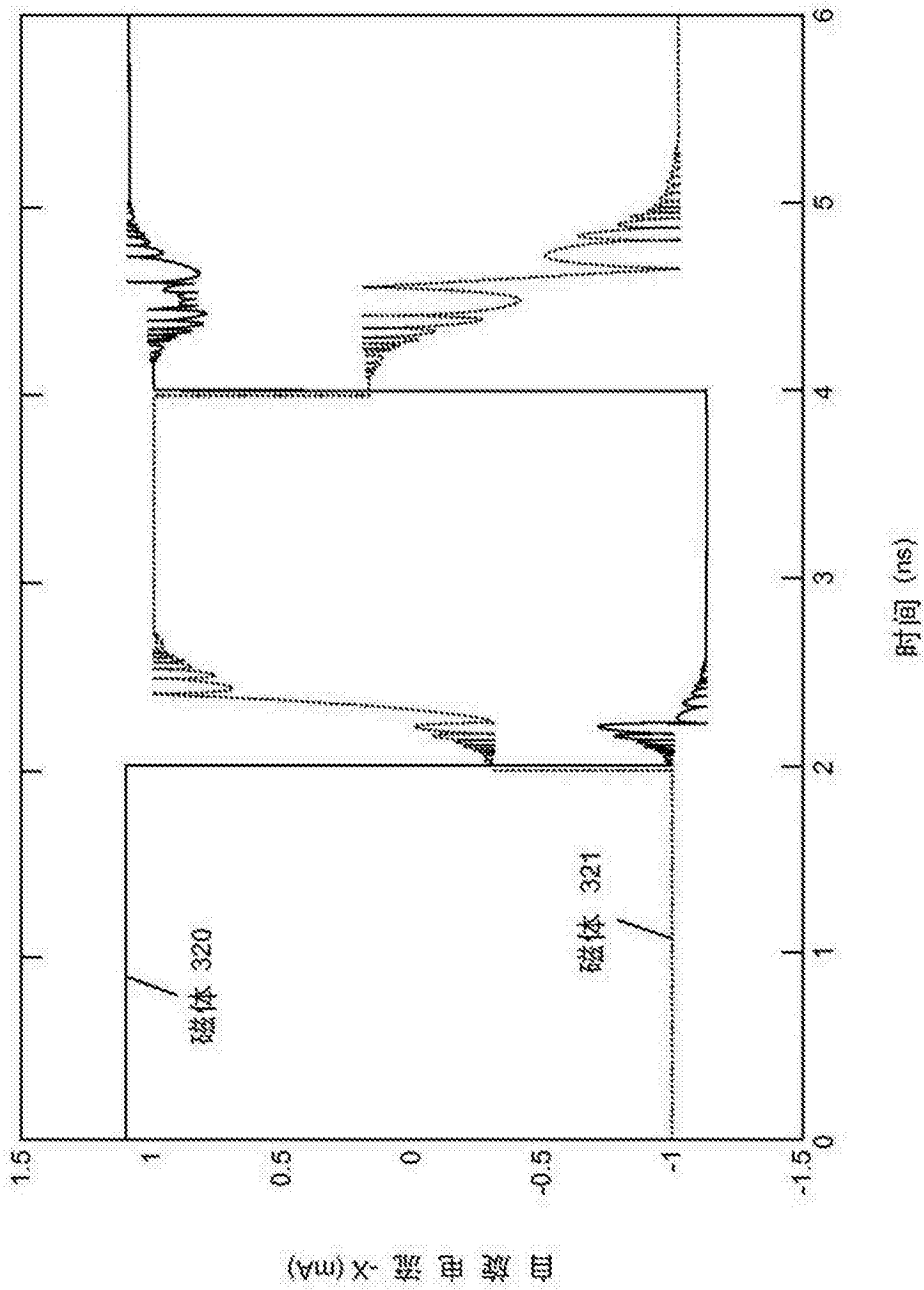


图3b

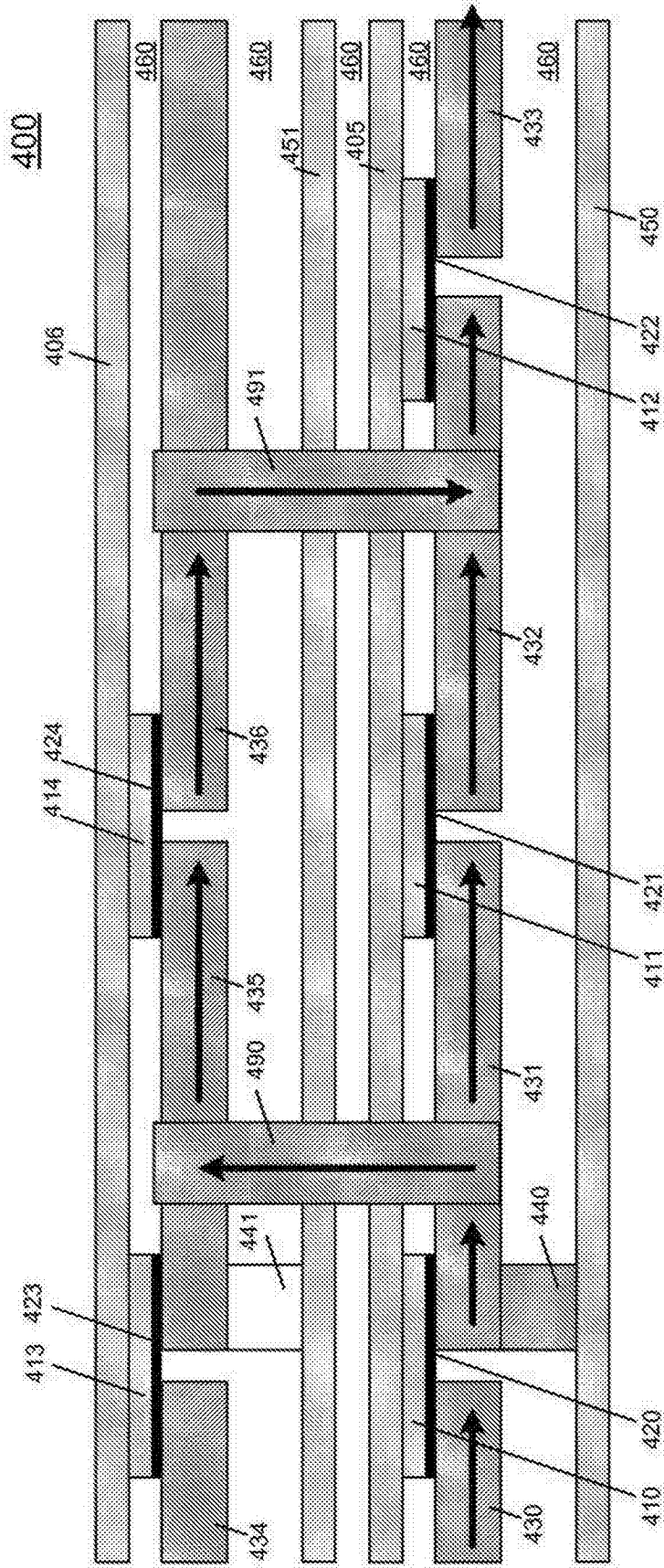


图4

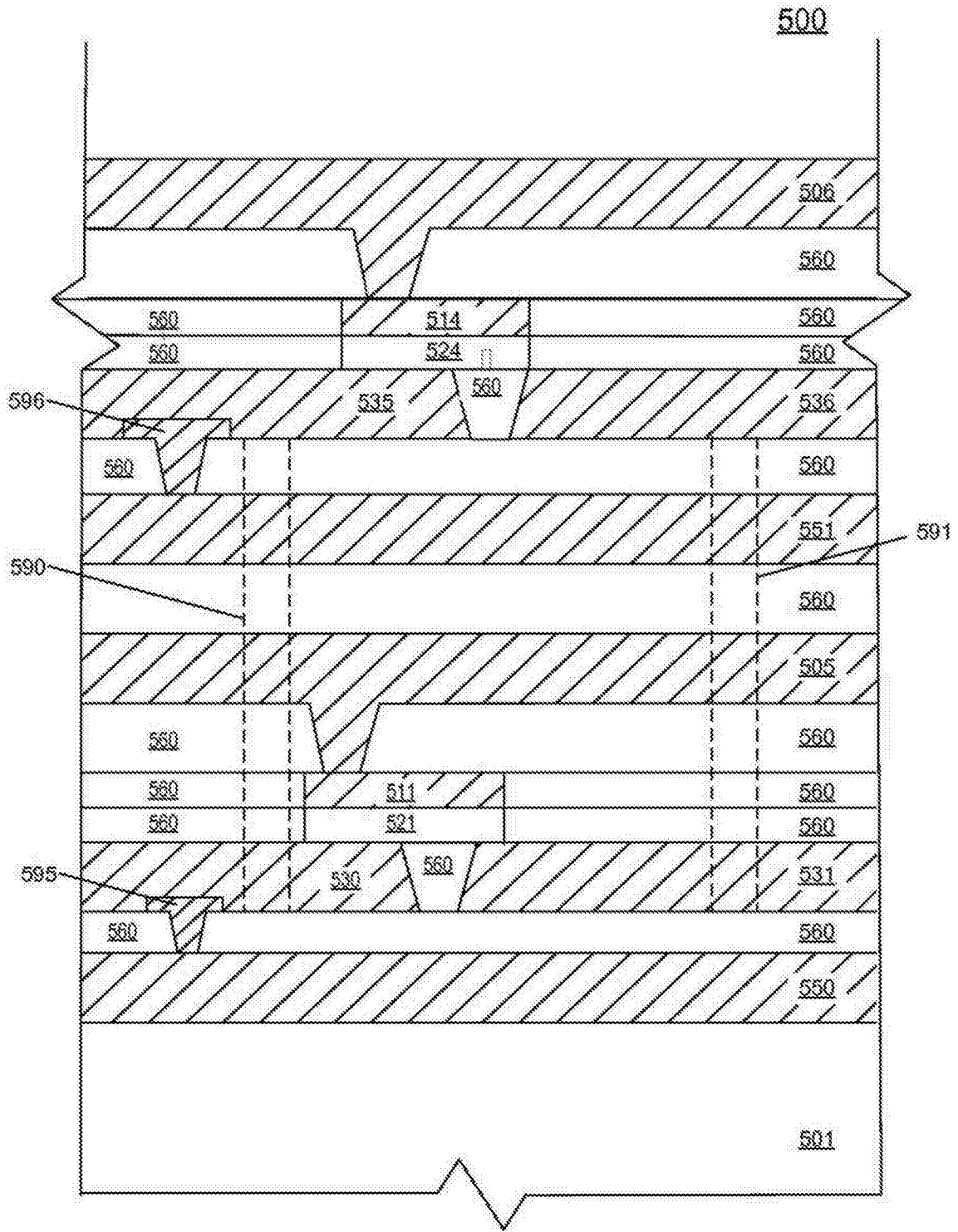


图5

600

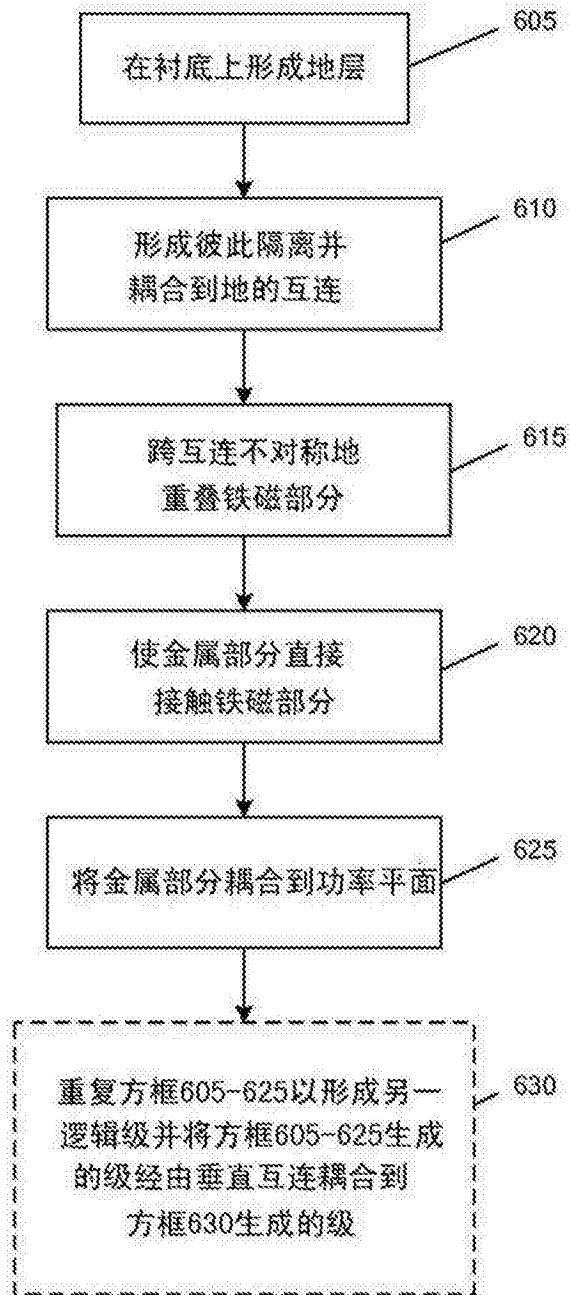


图6

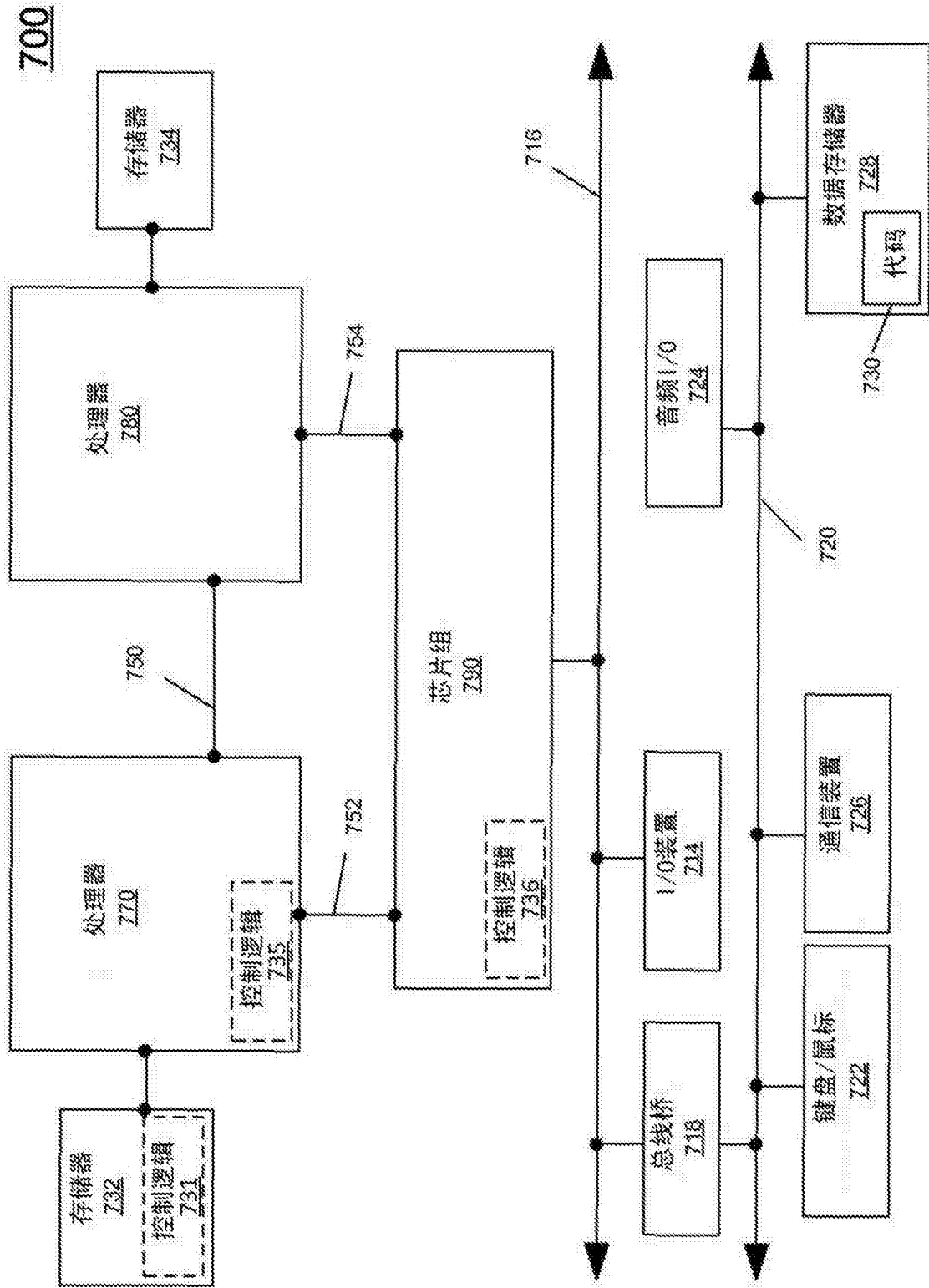


图7