



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110678768 A

(43)申请公布日 2020.01.10

(21)申请号 201880035561.1

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所  
11256

(22)申请日 2018.04.06

代理人 杨宏军 李国卿

(30)优先权数据

2017-115414 2017.06.12 JP

(51)Int.Cl.

G01R 33/06(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

H01L 43/00(2006.01)

2019.11.28

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2018/014689 2018.04.06

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/230116 JA 2018.12.20

(71)申请人 昭和电工株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 远藤大三

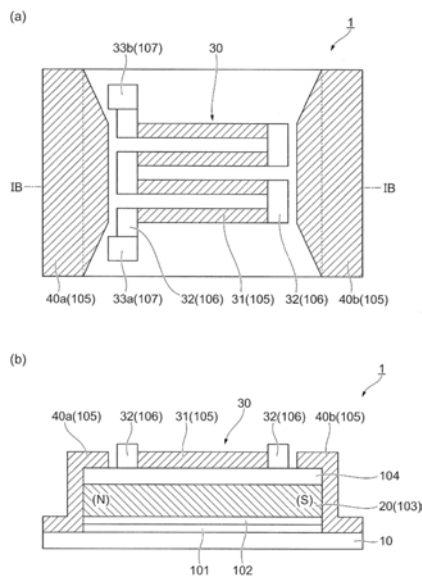
权利要求书1页 说明书8页 附图5页

(54)发明名称

磁传感器及磁传感器的制造方法

(57)摘要

磁传感器1具备:薄膜磁铁20,其由硬磁体构成,并且在面内方向上具有磁各向异性;感应部30,其具备感应磁场变化的感应元件31,所述感应元件31由软磁体构成,并且与薄膜磁铁20相对配置,所述感应元件31具有长边方向和短边方向,长边方向为薄膜磁铁产生的磁通量穿过的方向,并且在与长边方向交叉的方向上具有单轴磁各向异性;和控制层102,其相对于薄膜磁铁20被配置在设置有感应元件31这侧的相反侧,并将薄膜磁铁20的磁各向异性控制在面内方向。



1. 磁传感器,其具备:

薄膜磁铁,其由硬磁体构成,并且在面内方向上具有磁各向异性;

感应部,其具备感应磁场变化的感应元件,所述感应元件由软磁体构成,并且与所述薄膜磁铁相对配置,所述感应元件具有长边方向和短边方向,所述长边方向为所述薄膜磁铁产生的磁通量穿过的方向,并且在与所述长边方向交叉的方向上具有单轴磁各向异性;和

控制层,其相对于所述薄膜磁铁被配置在设置有所述感应元件这侧的相反侧,并将所述薄膜磁铁的磁各向异性控制在面内方向。

2. 如权利要求1所述的磁传感器,其特征在于,所述控制层为bcc结构,构成所述薄膜磁铁的所述硬磁体为hcp结构,所述硬磁体在所述控制层的bcc结构上进行晶体生长,hcp结构的c轴在面内取向。

3. 如权利要求1或2所述的磁传感器,其特征在于,所述控制层为Cr、Mo或W或者包含它们的合金。

4. 如权利要求1~3中任一项所述的磁传感器,其特征在于,所述控制层被配置在非磁性的基板上,所述非磁性的基板具有沿将所述薄膜磁铁的两磁极连接的方向设置的槽。

5. 如权利要求4所述的磁传感器,其特征在于,在所述基板与所述控制层之间,具备提高所述控制层相对于所述基板的密合性的密合层。

6. 如权利要求1~5中任一项所述的磁传感器,其特征在于,所述感应部的所述感应元件由夹持反磁场抑制层而经反铁磁性耦合的多个软磁体层构成,所述反磁场抑制层由Ru或Ru合金构成。

7. 如权利要求1~6中任一项所述的磁传感器,其特征在于,所述感应部具备并列配置的多个所述感应元件,多个所述感应元件构成为通过由导体构成的连接构件而被串联连接。

8. 如权利要求1~7中任一项所述的磁传感器,其特征在于,具备磁轭,所述磁轭从所述薄膜磁铁的磁极起始、以与所述感应部中的所述感应元件的所述长边方向的端部相对的方式设置,并以所述薄膜磁铁产生的磁通量沿所述感应元件的长边方向穿过所述感应元件的方式进行诱导。

9. 磁传感器的制造方法,其包括下述工序:

控制层形成工序,在非磁性的基板上形成控制层,所述控制层将在所述基板上形成的硬磁体层的磁各向异性控制在面内方向;

薄膜磁铁形成工序,在所述控制层上形成已通过所述控制层而将磁各向异性控制在面内方向的所述硬磁体层,由所述硬磁体层形成薄膜磁铁;以及

感应部形成工序,以夹持绝缘层而与所述硬磁体层相对的方式形成软磁体层,形成具备感应元件的感应部,所述感应元件在与所述薄膜磁铁产生的磁通量穿过的方向交叉的方向上具有单轴磁各向异性。

10. 如权利要求9所述的磁传感器的制造方法,其特征在于,所述控制层形成工序中的所述基板为沿将所述薄膜磁铁的两磁极连接的方向形成有槽的基板。

## 磁传感器及磁传感器的制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及磁传感器及磁传感器的制造方法。

### 背景技术

[0002] 作为公报中记载的现有技术,存在下述这样的磁阻效应元件,其具备在非磁性基板上形成的薄膜磁铁(其由硬磁体膜形成)、覆盖前述薄膜磁铁上方的绝缘层、在前述绝缘层上形成的被赋予了单轴各向异性的感磁部(其由一个或多个长方形形状的软磁体膜形成)、和将前述感磁部的多个软磁体膜电连接的导体膜,其中,在前述感磁部的长边方向上,前述薄膜磁铁的两端部位于前述感磁部的两端部的外侧,前述绝缘层在前述薄膜磁铁的各端部之上具有开口部,在前述绝缘层上,在前述薄膜磁铁与前述感磁部之间形成磁路的磁轭部(其由软磁体膜形成)介由前述绝缘层的开口部在从前述薄膜磁铁的端部至前述感磁部的端部附近的范围内形成(参见专利文献1)。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2008-249406号公报

### 发明内容

[0006] 发明所要解决的课题

[0007] 另外,对于使用了磁阻效应元件的磁传感器而言,向磁阻效应元件施加偏置磁场,使得磁阻效应元件的阻抗相对于外部磁场变化而线性地发生变化。作为产生该偏置磁场的方法,有使用薄膜磁铁的方法。通过使用薄膜磁铁,不需要设置用于产生磁场的线圈。对于这样的薄膜磁铁,要求在面内方向上具有磁各向异性。

[0008] 本发明提供与不使用控制层的情况相比薄膜磁铁容易在面内方向上产生磁各向异性的磁传感器等。

[0009] 用于解决课题的手段

[0010] 本发明所应用的磁传感器具备:薄膜磁铁,其由硬磁体构成,并且在面内方向上具有磁各向异性;感应部,其具备感应磁场变化的感应元件,所述感应元件由软磁体构成,并且与薄膜磁铁相对配置,所述感应元件具有长边方向和短边方向,长边方向为薄膜磁铁产生的磁通量穿过的方向,并且在与长边方向交叉的方向上具有单轴磁各向异性;和控制层,其相对于薄膜磁铁被配置在设置有感应元件这侧的相反侧,并将薄膜磁铁的磁各向异性控制在面内方向。

[0011] 这样的磁传感器中,可具有下述特征:控制层为bcc结构,构成薄膜磁铁的硬磁体为hcp结构,硬磁体在控制层的bcc结构上进行晶体生长,hcp结构的c轴在面内取向。另外,可具有下述特征:控制层为Cr、Mo或W或者包含它们的合金。通过上述方式,构成薄膜磁铁的硬磁体的取向的控制变得容易。

[0012] 而且,可具有下述特征:控制层被配置在非磁性的基板上,所述非磁性的基板具有

沿将薄膜磁铁的两磁极连接的方向设置的槽。通过上述方式,构成薄膜磁铁的硬磁体的取向的控制变得更容易。

[0013] 而且,还可具有下述特征:在基板与控制层之间,具备提高控制层相对于基板的密合性的密合层。通过上述方式,稳定性提高。

[0014] 此外,可具有下述特征:感应部的感应元件由夹持反磁场抑制层而经反铁磁性耦合的多个软磁体层构成,所述反磁场抑制层由Ru或Ru合金构成。通过上述方式,磁阻效应提高。

[0015] 此外,还可具有下述特征:感应部具备并列配置的多个感应元件,多个感应元件构成为通过由导体构成的连接构件而被串联连接。通过上述方式,灵敏度提高。

[0016] 而且,可具有下述特征:具备磁轭,所述磁轭从薄膜磁铁的磁极起始、以与感应部中的感应元件的长边方向的端部相对的方式设置,并以薄膜磁铁产生的磁通量沿长边方向穿过感应元件的方式进行诱导。通过上述方式,可有效地施加偏置磁场。

[0017] 从其他观点考虑,本发明所应用的磁传感器的制造方法包括下述工序:控制层形成工序,在非磁性的基板上形成控制层,所述控制层将在基板上形成的硬磁体层的磁各向异性控制在面内方向;薄膜磁铁形成工序,在控制层上形成已通过控制层而将磁各向异性控制在面内方向的硬磁体层,由硬磁体层形成薄膜磁铁;以及感应部形成工序,以夹持绝缘层而与硬磁体层相对的方式形成软磁体层,形成具备感应元件的感应部,所述感应元件在与薄膜磁铁产生的磁通量穿过的方向交叉的方向上具有单轴磁各向异性。

[0018] 这样的磁传感器的制造方法中,可具有下述特征:控制层形成工序中的基板为沿将薄膜磁铁的两磁极连接的方向形成有槽的基板。通过上述方式,构成薄膜磁铁的硬磁体的取向的控制变得更容易。

[0019] 发明的效果

[0020] 通过本发明,可提供与不使用控制层的情况相比薄膜磁铁容易在面内方向上产生磁各向异性的磁传感器等。

## 附图说明

[0021] [图1]为说明第1实施方式所应用的磁传感器的一例的图。(a)为俯视图,(b)为(a)的IB-IB线的截面图。

[0022] [图2]为说明磁传感器的制造方法的一例的图。图2(a)~(g)表示磁传感器的制造方法中的工序。

[0023] [图3]为说明第2实施方式所应用的磁传感器的一例的图。(a)为俯视图,(b)为(a)的IIIIB-IIIIB线的截面图。

[0024] [图4]为说明磁传感器的制造方法的一例的图。图4(d)~(j)表示磁传感器的制造方法中的工序。

[0025] [图5]为说明第3实施方式所应用的磁传感器的一例的图。(a)为俯视图,(b)为(a)的VB-VB线的截面图。

## 具体实施方式

[0026] 本说明书中说明的磁传感器使用了所谓的磁阻效应元件。

[0027] 以下,参照附图详细说明本发明的实施方式。

[0028] [第1实施方式]

[0029] 图1为说明第1实施方式所应用的磁传感器1的一例的图。图1(a)为俯视图,图1(b)为图1(a)的IB-IB线的截面图。

[0030] 如图1(b)所示,第1实施方式所应用的磁传感器1具备:薄膜磁铁20,其由硬磁体(硬磁体层103)构成;感应部30,其感应磁场(外部磁场)的变化,与薄膜磁铁20相对设置,包含软磁体(软磁体层105)而构成;和控制层102,其以使薄膜磁铁20的磁各向异性在膜的面向内方向上呈现的方式进行控制。控制层102相对于薄膜磁铁20被设置在设置有感应部30这侧的相反侧。需要说明的是,本说明书中,将构成薄膜磁铁20的层(此处为硬磁体层103)记载在()内。其他情况也同样。

[0031] 如图1(a)所示,感应部30具备:具有长边方向和短边方向的长条状的多个感应元件31;和将相邻的感应元件31的端部以曲折状串联连接的、由导体(导体层106)构成的连接构件32。多个感应元件31以长边方向并列的方式配置。另外,在没有相邻的感应元件31的端部也设置了连接构件32。此外,感应部30中,在利用连接构件32将感应元件31串联连接后形成的两端部(没有相邻的感应元件31的端部的连接构件32)具备用于通电的电极焊盘33a、33b(导体层107)(在不加区分的情况下,记载为电极焊盘33。)。需要说明的是,图1(a)中,作为一例,感应部30具备4个感应元件31,但感应元件可以为1个,也可以为除了4个之外的多个。感应元件31为磁阻效应元件。

[0032] 此外,如图1(b)所示,磁传感器1以由薄膜磁铁20的N极和S极(图1(b)中,记载为(N)、(S)。)产生的磁通量沿长边方向穿过感应部30的感应元件31的方式具备:磁轭40a,其将磁通量从薄膜磁铁20的N极向感应部30中的感应元件31的长边方向的一个端部诱导;和磁轭40b,其将磁通量从感应部30中的感应元件31的长边方向的另一个端部向薄膜磁铁20的S极诱导。磁轭40a、40b(在不加区分的情况下,记载为磁轭40。))由磁通量容易穿过的软磁体(软磁体层105)构成。即,薄膜磁铁20向感应部30赋予偏置磁场。需要说明的是,将薄膜磁铁20的N极和S极一并记载为两磁极,在不对N极和S极加以区分的情况下,记载为磁极。

[0033] 接下来,利用图1(b),详细说明磁传感器1的截面结构。磁传感器1的构成为:在非磁性的基板10上依次配置(层叠)有密合层101、控制层102、薄膜磁铁20(硬磁体层103)、绝缘层104及感应部30。密合层101、控制层102、薄膜磁铁20(硬磁体层103)及绝缘层104以至两个相对的侧面露出的方式被加工。需要说明的是,要使其露出的至少两个侧面以所露出的构成薄膜磁铁20的硬磁体层103的两个侧面成为N极及S极的方式被设定。而且,磁轭40a、40b以分别与所露出的薄膜磁铁20的N极、S极接触的方式设置,以磁通量沿长边方向穿过感应元件31的方式进行诱导。需要说明的是,磁轭40a、40b也可不与所露出的薄膜磁铁20的N极及S极接触的方式设置,可以具有空隙(间隙)。需要说明的是,若磁轭40a、40b与所露出的薄膜磁铁20的N极及S极接触,则可抑制磁通量泄漏。

[0034] 需要说明的是,如图1(a)所示,磁轭40(磁轭40a、40b)以从基板10的上侧观察到的形状越接近感应部30变得越窄的方式构成。这是为了使薄膜磁铁20产生的磁通量集中于感应部30(提高磁通量密度)。即,使薄膜磁铁20的N极及S极的宽度比感应部30中的设置有多个感应元件31的部分的宽度宽,从而使针对感应部30的偏置磁场变强。因此,磁轭40(磁轭40a、40b)的与感应部30相对的部分的宽度被设定为比感应部30中的设置有多个感应元件

31的部分的宽度宽即可。需要说明的是,也可不缩窄磁轭40(磁轭40a、40b)的与感应部30相对的部分的宽度。

[0035] 此处,磁轭40(磁轭40a、40b)与感应部30的感应元件31的长边方向的端部的间隔例如为 $1\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ 即可。

[0036] 基板10为由非磁体形成的基板,可举出例如硅等半导体基板、蓝宝石、玻璃之类的氧化物基板。

[0037] 密合层101提高控制层102相对于基板10的密合性。作为密合层101,使用包含Cr或Ni的合金为宜。作为包含Cr或Ni的合金,可举出CrTi、CrTa、NiTa等。密合层101的厚度例如为 $5\text{nm}\sim 50\text{nm}$ 。需要说明的是,若控制层102相对于基板10的密合性没有问题,则不需要设置密合层101。需要说明的是,本说明书中,合金的组成比没有特别记载。在下文中也同样。

[0038] 控制层102为以使由硬磁体层103构成的薄膜磁铁20的磁各向异性在膜的面内方向上呈现的方式进行控制的层。作为控制层102,使用Cr、Mo或W或者包含它们的合金(以下,记载为构成控制层102的包含Cr等的合金。)为宜。作为构成控制层102的包含Cr等的合金,可举出CrTi、CrMo、CrV、CrW等。控制层102的厚度例如为 $5\text{nm}\sim 100\text{nm}$ 。

[0039] 就构成薄膜磁铁20的硬磁体(硬磁体层103)而言,使用以Co为主成分、且包含Cr或Pt中的任意一方或两方的合金(以下,记载为构成薄膜磁铁20的Co合金。)为宜。作为构成薄膜磁铁20的Co合金,可举出CoCrPt、CoCrTa、CoNiCr、CoCrPtB等。需要说明的是,也可包含Fe。构成薄膜磁铁20的硬磁体(硬磁体层103)的厚度例如为 $50\text{nm}\sim 500\text{nm}$ 。

[0040] 构成控制层102的包含Cr等的合金具有bcc(body-centered cubic(体心立方晶格))结构。因此,构成薄膜磁铁20的硬磁体(硬磁体层103)宜为容易在由bcc结构的包含Cr等的合金构成的控制层102上进行晶体生长的hcp(hexagonal close-packed(六方最密堆积))结构。若在bcc结构上进行晶体生长形成hcp结构的硬磁体层103,则容易以hcp结构的c轴朝向面内的方式取向。因此,由硬磁体层103构成的薄膜磁铁20容易在面内方向上具有磁各向异性。需要说明的是,硬磁体层103为多晶体,各晶体在面内方向上具有磁各向异性。因此,该磁各向异性有时被称为晶体磁各向异性。

[0041] 需要说明的是,为了促进构成控制层102的包含Cr等的合金及构成薄膜磁铁20的Co合金的晶体生长,将基板10加热至 $100^{\circ}\text{C}\sim 600^{\circ}\text{C}$ 为宜。通过该加热,控制层102的包含Cr等的合金进行晶体生长,容易以具有hcp结构的硬磁体层103在面内具有易磁化轴的方式进行晶体取向。即,容易向硬磁体层103的面内赋予磁各向异性。

[0042] 绝缘层104由非磁性的绝缘体构成,其将薄膜磁铁20与感应部30之间电绝缘。作为构成绝缘层104的绝缘物,可举出 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 等氧化物、或 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、AlN等氮化物等。绝缘层104的厚度例如为 $100\text{nm}\sim 500\text{nm}$ 。

[0043] 就感应部30中的感应元件31而言,沿与长边方向交叉的方向、例如正交的方向(宽度方向)赋予了单轴磁各向异性。作为构成感应元件31的软磁体(软磁体层105),可使用向以Co为主成分的合金(以下,记载为构成感应元件31的Co合金。)中添加高熔点金属Nb、Ta、W等而得到的非晶合金。作为构成感应元件31的Co合金,可举出CoNbZr、CoFeTa、CoWZr等。构成感应元件31的软磁体(软磁体层105)的厚度例如为 $0.5\mu\text{m}\sim 5\mu\text{m}$ 。

[0044] 连接构件32(导电体层106)及电极焊盘33(导电体层107)为导电性优异的导电体即可,例如可使用Cu、Au、Al等。

[0045] 磁轭40(磁轭40a、40b)由磁导率高的软磁体构成为宜。此处,磁轭40由构成感应部30的感应元件31的软磁体层105构成。

[0046] 通过设置磁轭40,由薄膜磁铁20产生的磁通量介由磁轭40以偏置磁场形式作用于感应部30(感应元件31)。通过磁轭40,使得来自薄膜磁铁20的磁通量的泄漏减少,可高效地向感应部30(感应元件31)施加偏置磁场。通过该薄膜磁铁20,使得不需要设置用于产生磁场的线圈。因此,能实现磁传感器1的省电力化及小型化。

[0047] 需要说明的是,可与感应部30的感应元件31同样地使薄膜磁铁20为多个薄膜磁铁片,使薄膜磁铁片与各感应元件31对应而进行设置。即,可以是在薄膜磁铁片上介由绝缘层104层叠感应元件31而成的结构。通过上述方式,在薄膜磁铁20内部产生的反磁场变小,从薄膜磁铁20产生磁通量的效率变高。

[0048] (磁传感器1的制造方法)

[0049] 接下来,对磁传感器1的制造方法的一例进行说明。

[0050] 图2为说明磁传感器1的制造方法的一例的图。图2(a)~(g)表示磁传感器1的制造方法中的工序。需要说明的是,图2(a)~(g)为代表工序,按照图2(a)~(g)的顺序进行。图2(a)~(g)与图1(b)的截面图对应。

[0051] 如上所述,基板10为由非磁性材料形成的基板,例如为硅等半导体基板、蓝宝石、玻璃之类的氧化物基板。可使用研磨机等,在基板10上设置例如曲率半径Ra为0.1nm~100nm的条纹状的槽或条纹状的凹凸。需要说明的是,对于该条纹状的槽或条纹状的凹凸的条纹方向而言,沿将由硬磁体层103构成的薄膜磁铁20的N极与S极连接的方向设置为宜。通过上述方式,可沿槽的方向促进硬磁体层103中的晶体生长。因此,由硬磁体层103构成的薄膜磁铁20的易磁化轴更容易朝向槽方向(将薄膜磁铁20的N极与S极连接的方向)。即,更容易进行薄膜磁铁20的磁化。

[0052] 下文说明的制造方法中,主要利用剥离(lift-off)法。需要说明的是,也可利用蚀刻法。

[0053] 首先,将基板10洗涤,然后,如图2(a)所示,利用已知的光刻法在基板10的一个面(以下,记载为表面。)上形成抗蚀剂图案201,所述抗蚀剂图案201以待形成薄膜磁铁20的部分为开口。

[0054] 接下来,如图2(b)所示,在形成有抗蚀剂图案201的基板10的表面上,依次以膜状形成(堆积)密合层101、控制层102及构成薄膜磁铁20的硬磁体层103。例如利用溅射法,依次连续地以膜状形成(堆积)作为密合层101的包含Cr或Ni的合金的层(膜)、作为控制层102的包含Cr等的合金的层(膜)、及作为硬磁体层103的Co合金的层(膜)。如上所述,在控制层102及硬磁体层103的形成中,为了促进晶体生长,将基板10加热至例如100°C~600°C为宜。

[0055] 此处,形成控制层102的工序为控制层形成工序的一例。

[0056] 需要说明的是,在密合层101的成膜中,可以进行基板10的加热,也可不进行基板10的加热。为了将吸附于基板10的水分等除去,可在以膜状形成密合层101之前对基板10进行加热。

[0057] 接下来,以膜状形成(堆积)作为绝缘层104的SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O等氧化物、或Si<sub>2</sub>N<sub>4</sub>、AlN等氮化物等的层(膜)。绝缘层104的成膜可利用等离子CVD、反应性溅射法等进行。

[0058] 而后,如图2(c)所示,通过将抗蚀剂图案201除去,从而将密合层101、控制层102、

硬磁体层103及绝缘层104的堆积在抗蚀剂图案201上的部分除去(剥离)。通过这种方式,可在基板10上形成密合层101、控制层102、硬磁体层103及绝缘层104。该硬磁体层103成为薄膜磁铁20。

[0059] 此处,形成硬磁体层103的工序及通过剥离由硬磁体层103形成薄膜磁铁20的工序为薄膜磁铁形成工序的一例。需要说明的是,薄膜磁铁形成工序中,可包括后述的磁化工序。

[0060] 接下来,如图2(d)所示,在基板10上形成抗蚀剂图案202,所述抗蚀剂图案202以待形成感应部30中的感应元件31的部分及待形成磁轭40(磁轭40a、40b)的部分为开口。

[0061] 而后,如图2(e)所示,在形成有抗蚀剂图案202的基板10上,以膜状形成(堆积)作为构成感应元件31及磁轭40的软磁体层105的Co合金的膜。成膜例如利用溅射法进行。

[0062] 如图2(f)所示,通过将抗蚀剂图案202除去,从而将软磁体层105的堆积在抗蚀剂图案202上的部分除去。介由绝缘层104而层叠在薄膜磁铁20(硬磁体层103)上的软磁体层105成为感应部30中的感应元件31。而且,以一部分与薄膜磁铁20的N极或S极接触、另一部分与感应部30的感应元件31相对的方式延伸的软磁体层105成为磁轭40(磁轭40a、40b)。即,感应部30的感应元件31和磁轭40通过一次的软磁体层105的成膜而形成。

[0063] 接下来,如图2(g)所示,利用Cu、Au、Al等导电体形成将感应元件31的端部以曲折状连接的连接构件32。连接构件32例如可使用金属掩模、利用溅射法或真空蒸镀法形成。此外,在利用连接构件32将感应元件31串联连接后形成的两端部,利用Cu、Au、Al等导电体形成电极焊盘33(电极焊盘33a、33b)(参见图1)。电极焊盘33可使用金属掩模、利用溅射法或真空蒸镀法形成。此处,通过不同的工序形成连接构件32和电极焊盘33。这是为了将电极焊盘33的膜厚形成得比连接构件32的膜厚更厚。在可为相同厚度的情况下,以一次工序形成连接构件32和电极焊盘33即可。

[0064] 此处,形成软磁体层105的工序、通过剥离形成由软磁体层105构成的感应元件31的工序、及形成连接构件32及电极焊盘33的工序为感应部形成工序的一例。需要说明的是,感应部形成工序中,可包括后述的赋予单轴磁各向异性的工序。

[0065] 然后,沿感应元件31的宽度方向,向构成感应部30的软磁体层105赋予单轴磁各向异性。单轴磁各向异性向软磁体层105的赋予例如可通过3kG(0.3T)的旋转磁场中的400℃下的热处理、和随后的3kG(0.3T)的静磁场中的400℃下的热处理进行。此时,也可向构成磁轭40的软磁体层105赋予同样的单轴磁各向异性。但是,磁轭40只要发挥作为磁路的作用即可,即使被赋予单轴磁各向异性也可发挥功能。

[0066] 接下来,将构成薄膜磁铁20的硬磁体层103磁化。对于针对硬磁体层103的磁化而言,在静磁场中或脉冲状磁场中,施加(外加)比硬磁体层103的矫顽力更大的磁场,直至硬磁体层103的磁化饱和。这样,经磁化的硬磁体层103成为薄膜磁铁20,来自薄膜磁铁20的磁通量经过磁轭40向感应部30供给偏置磁场。

[0067] 通过这种方式,可制造磁传感器1。

[0068] 需要说明的是,在不具备控制层102的情况下,需要在以膜状形成硬磁体层103后通过加热至800℃以上而使其进行晶体生长来向面内赋予磁各向异性。但是,具备第1实施方式所应用的控制层102的情况下,可通过控制层102来促进晶体生长,因此,不需要基于800℃以上的加热的晶体生长。

[0069] [第2实施方式]

[0070] 第2实施方式所应用的磁传感器2中,感应部30中的感应元件31由在其间夹持反磁场抑制层而设置的两个软磁体层构成。以下,主要对与第1实施方式不同的部分进行说明,对于同样的部分,标注相同附图标记,并省略说明。

[0071] (磁传感器2)

[0072] 图3为说明第2实施方式所应用的磁传感器2的一例的图。图3(a)为俯视图,图3(b)为图3(a)的IIIB-IIIIB线的截面图。

[0073] 感应部30与第1实施方式所应用的磁传感器1不同。

[0074] 如图3(b)所示,磁传感器2中,构成感应部30的感应元件31的磁体层108具备下层(基板10)侧的下层软磁体层108a、反磁场抑制层108b、和上层(与基板10相反)侧的上层软磁体层108c。即,下层软磁体层108a与上层软磁体层108c以夹持反磁场抑制层108b的方式设置。在下层软磁体层108a和上层软磁体层108c中,与构成第1实施方式中的感应元件31的软磁体同样,可使用在以Co为主成分的合金(Co合金)中添加高熔点金属Nb、Ta、W等而成的非晶合金。作为该Co合金,可举出CoNbZr、CoFeTa、CoWZr等。反磁场抑制层108b中,可使用Ru或Ru合金。

[0075] 此处,通过使Ru或Ru合金的反磁场抑制层108b的膜厚为0.4nm~1.0nm或1.6nm~2.6nm的范围,从而使得下层软磁体层108a与上层软磁体层108c成为反铁磁性耦合(AFC: AntiFerromagnetically-Coupled)结构。即,反磁场被抑制,感应部30(感应元件31)的灵敏度提高。

[0076] (磁传感器2的制造方法)

[0077] 图4为说明磁传感器2的制造方法的一例的图。图4(d)~(j)表示磁传感器2的制造方法中的工序。需要说明的是,图4(d)~(j)表示示出第1实施方式中的磁传感器1的制造方法的图2(c)之后的工序,按照图4(d)~(j)的顺序进行。图4(d)~(j)与图3(b)所示的截面图对应。即,磁传感器2的制造方法与磁传感器1的制造方法在图2(a)~(c)所示的部分是共通的。

[0078] 如图4(d)所示,在基板10上形成抗蚀剂图案203,所述抗蚀剂图案203中,待形成感应部30的感应元件31的部分成为了开口。

[0079] 如图4(e)所示,在基板10上以膜状形成(堆积)Co合金的下层软磁体层108a、Ru或Ru合金的反磁场抑制层108b及Co合金的上层软磁体层108c。

[0080] 如图4(f)所示,通过将抗蚀剂图案203除去,从而将堆积在抗蚀剂图案203上的下层软磁体层108a、反磁场抑制层108b及上层软磁体层108c除去(剥离)。由此,可形成感应部30的感应元件31。

[0081] 接下来,如图4(g)所示,在基板10上形成抗蚀剂图案204,所述抗蚀剂图案204中,构成磁轭40(磁轭40a、40b)的部分成为了开口。

[0082] 而后,如图4(h)所示,利用溅射法等以膜状形成(堆积)构成磁轭40的软磁体层109。

[0083] 如图4(i)所示,通过将抗蚀剂图案204除去,从而将堆积在抗蚀剂图案204上的软磁体层109除去(剥离)。由此,可形成磁轭40(磁轭40a、40b)。

[0084] 单轴磁各向异性向感应部30的磁体层108的赋予及对构成薄膜磁铁20的硬磁体层

103的磁化与第1实施方式的情况相同。因此省略说明。

[0085] [第3实施方式]

[0086] 对于第3实施方式所应用的磁传感器3而言,感应部30与第2实施方式同样,磁轭40由在其间夹持反磁场抑制层而设置的两个软磁体层构成。以下,主要对与第2实施方式不同的部分进行说明,对于同样的部分,标注相同附图标记,并省略说明。

[0087] (磁传感器3)

[0088] 图5为说明第3实施方式所应用的磁传感器3的一例的图。图5(a)为俯视图,图5(b)为图5(a)的VB-VB线的截面图。

[0089] 磁轭40(磁轭40a、40b)与第2实施方式所应用的磁传感器2不同。

[0090] 如图5(b)所示,磁传感器3中,磁轭40(磁轭40a、40b)由与第2实施方式所应用的磁传感器2的感应部30的感应元件31相同的磁体层108构成。即,磁轭40(磁轭40a、40b)具备下层(基板10)侧的下层软磁体层108a、反磁场抑制层108b、和上层(与基板10相反)侧的上层软磁体层108c。

[0091] 通过上述方式,磁传感器3的制造方法与第1实施方式的磁传感器1同样,感应部30的感应元件31和磁轭40(磁轭40a、40b)通过一次的磁体层108的成膜而形成。即,在说明磁传感器1的制造方法的图2(e)中,代替软磁体层105,依次以膜状形成(堆积)下层软磁体层108a、反磁场抑制层108b及上层软磁体层108c即可。

[0092] 以上对第1实施方式至第3实施方式进行了说明,但也可进行各种变形,只要不违反本发明的主旨即可。

[0093] 附图标记说明

[0094] 1、2、3…磁传感器

[0095] 10…基板

[0096] 20…薄膜磁铁

[0097] 30…感应部

[0098] 31…感应元件

[0099] 32…连接构件

[0100] 33、33a、33b…电极焊盘

[0101] 40、40a、40b…磁轭

[0102] 101…密合层

[0103] 102…控制层

[0104] 103…硬磁体层

[0105] 104…绝缘层

[0106] 105、109…软磁体层

[0107] 106、107…导体层

[0108] 108…磁体层

[0109] 108a…下层软磁体层

[0110] 108b…反磁场抑制层

[0111] 108c…上层软磁体层

[0112] 201~204…抗蚀剂图案

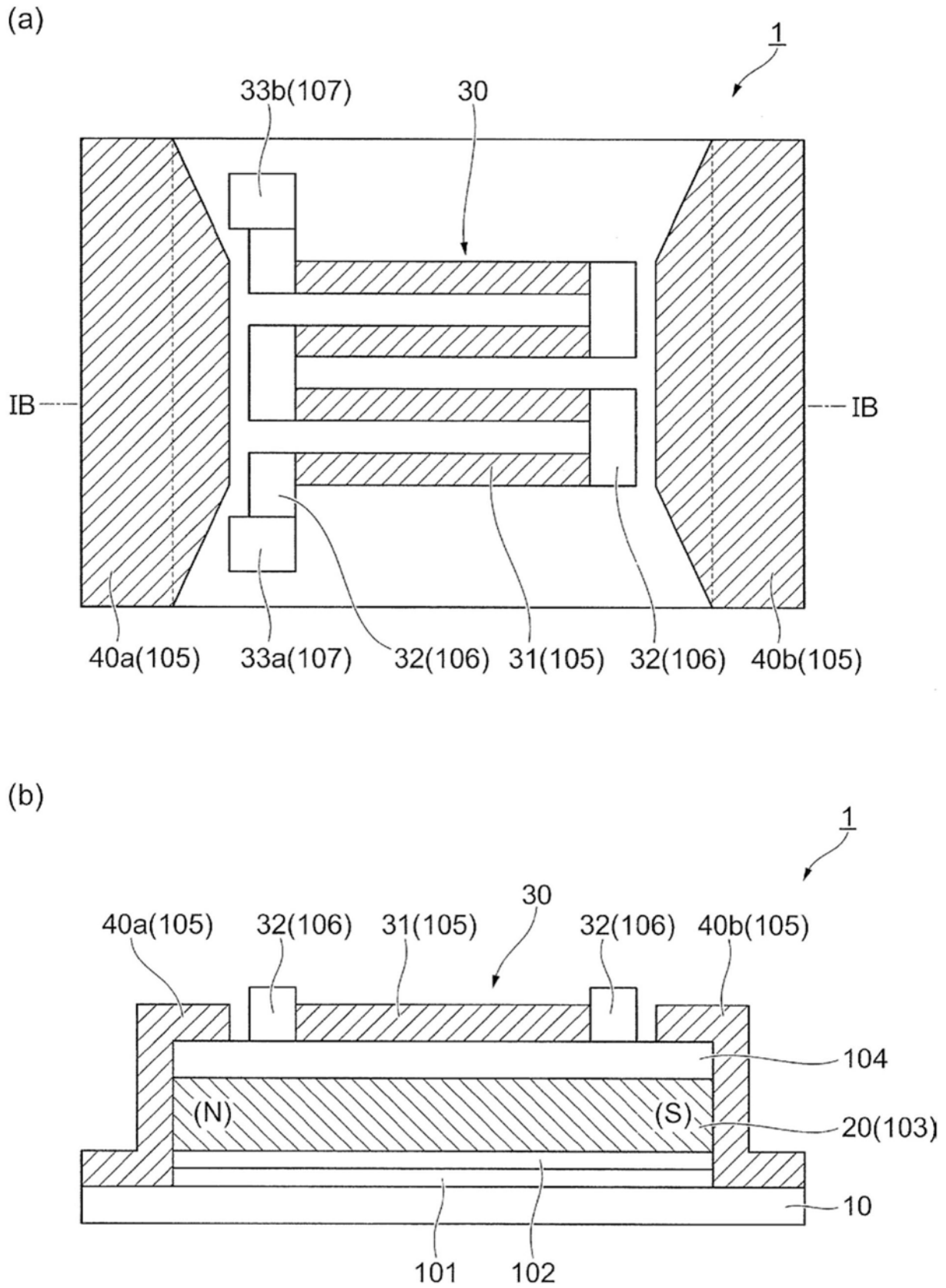


图1

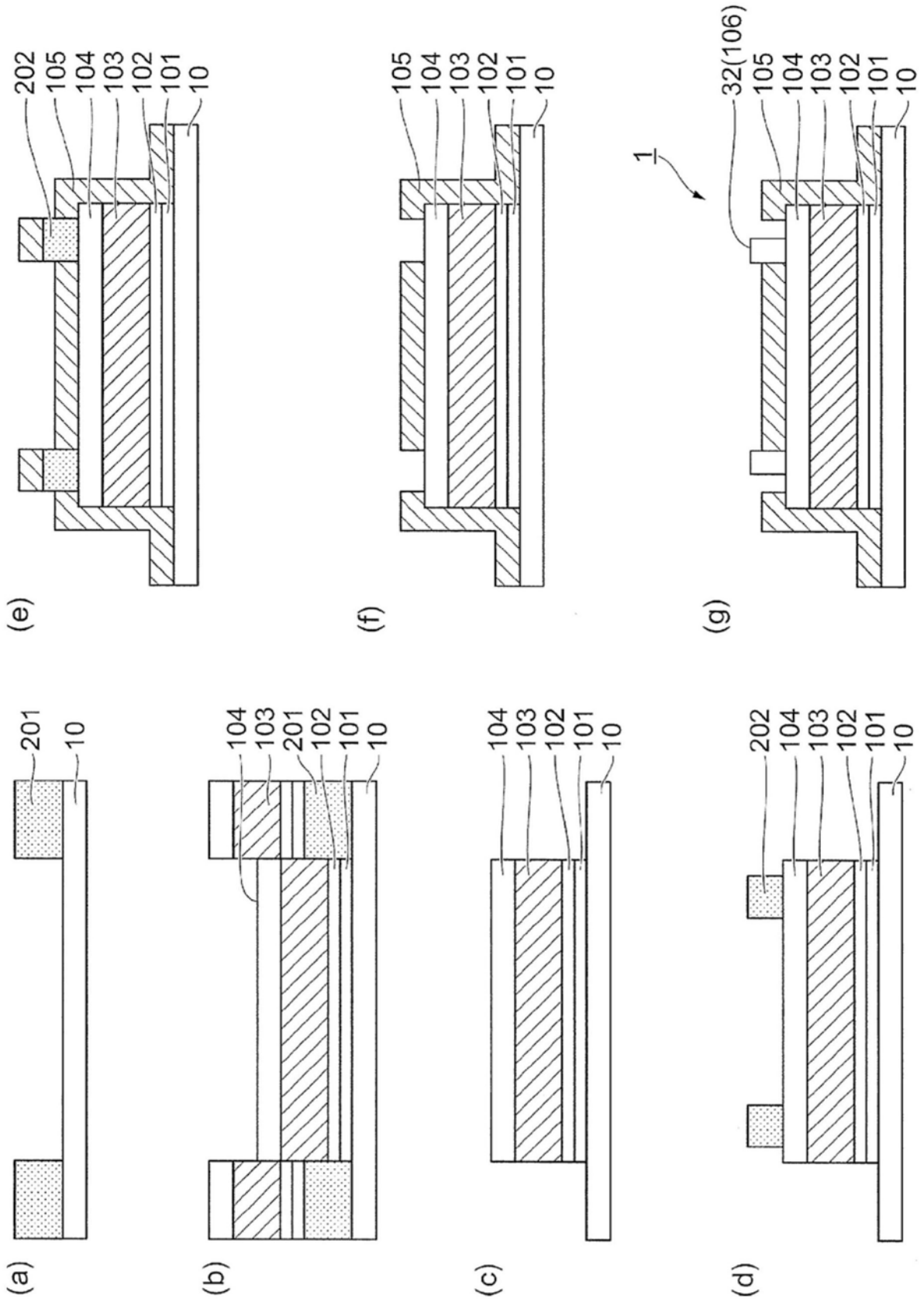


图2

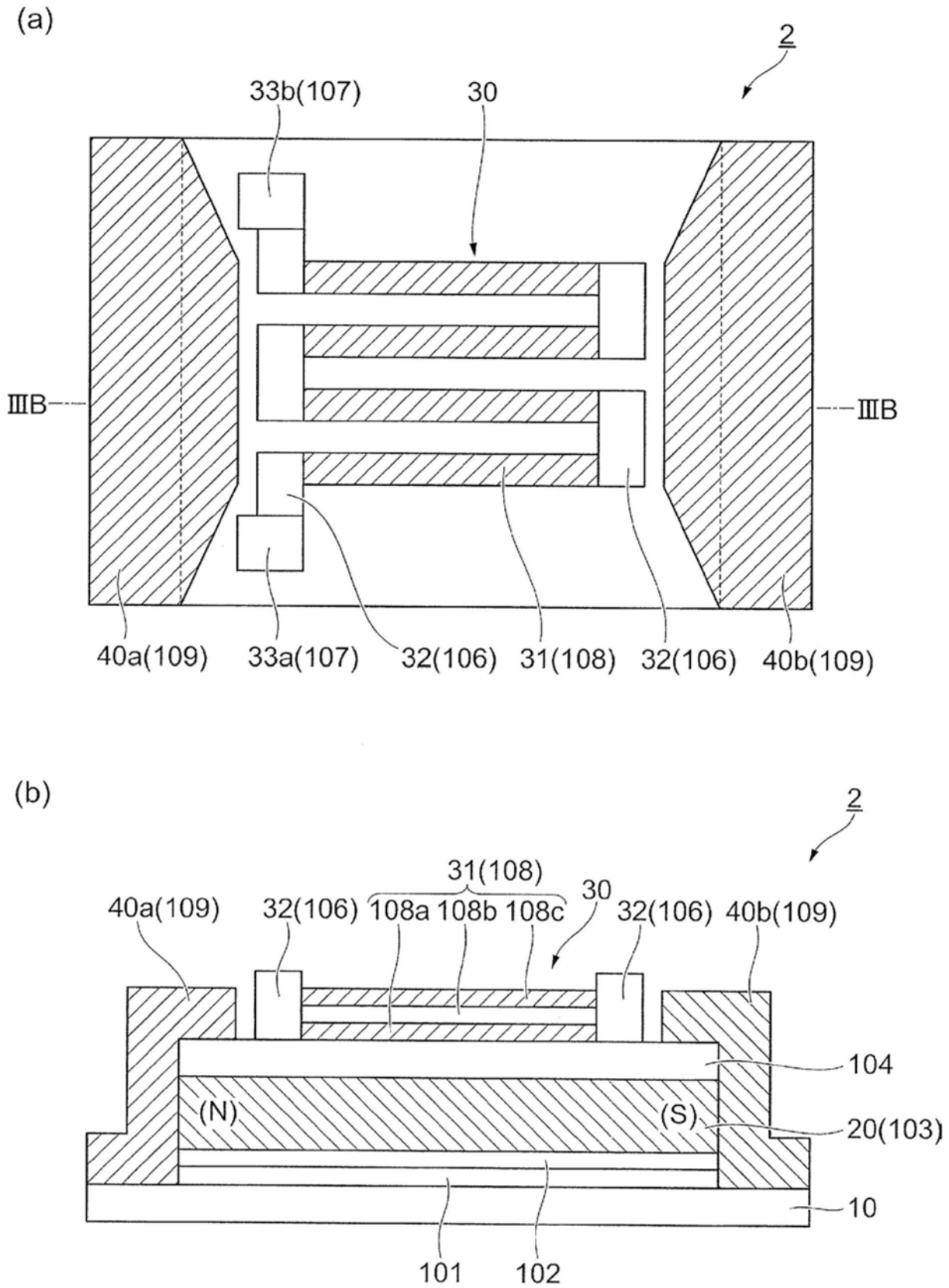


图3

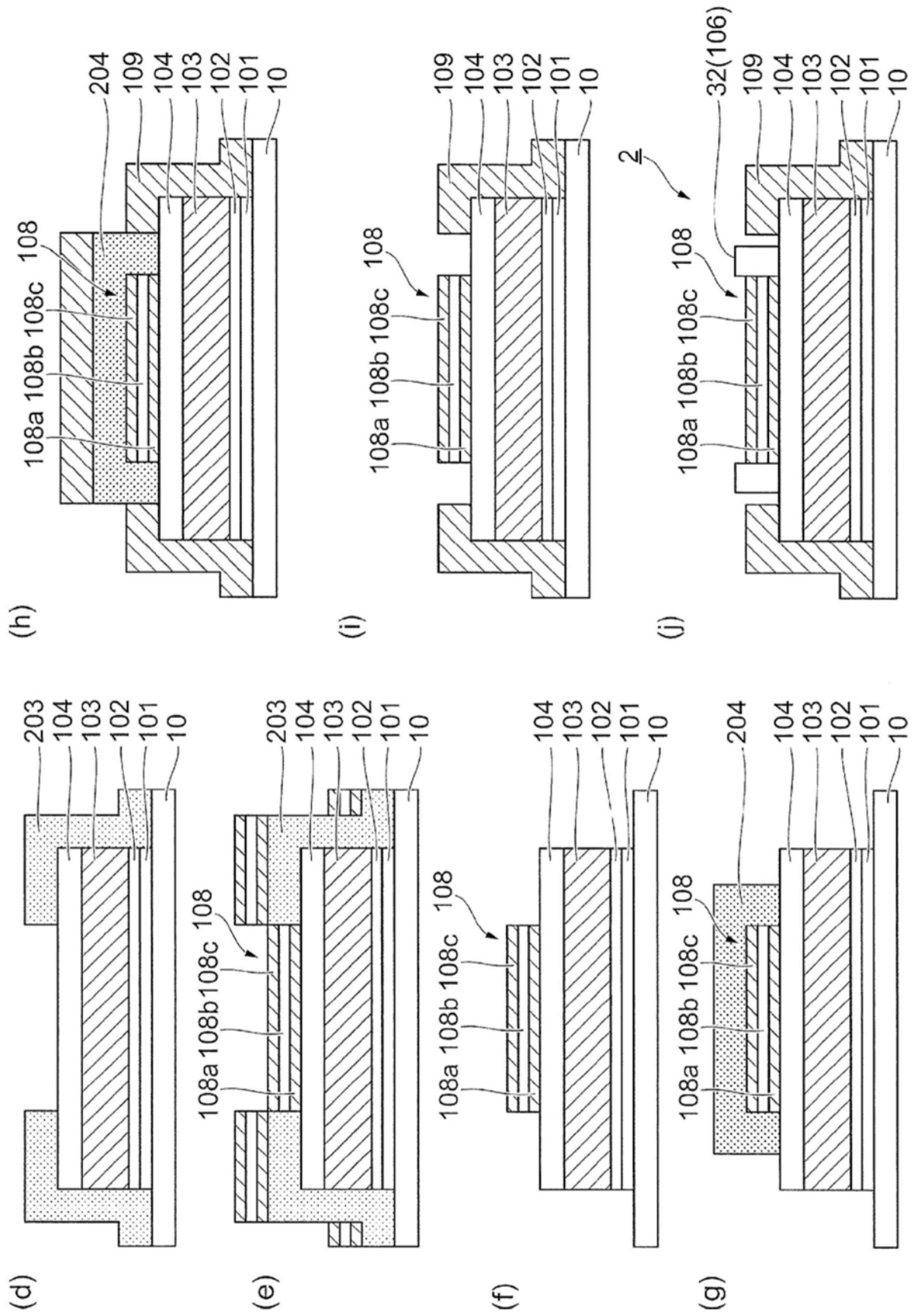


图4

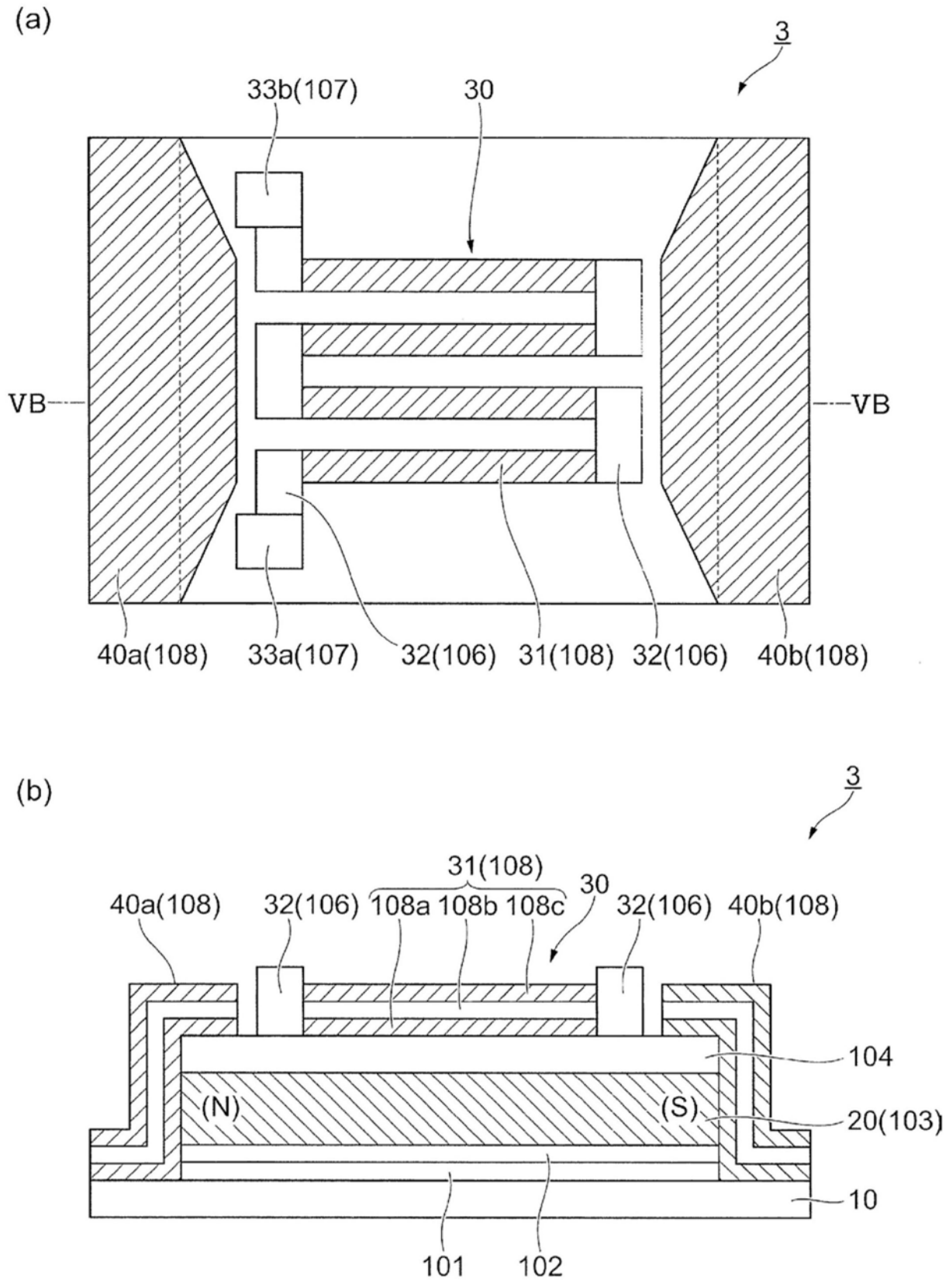


图5