



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105051481 B

(45)授权公告日 2017.03.29

(21)申请号 201480017152.0

(22)申请日 2014.03.27

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105051481 A

(43)申请公布日 2015.11.11

(30)优先权数据
2013-077625 2013.04.03 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.09.21

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2014/001778 2014.03.27

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/162700 JA 2014.10.09

(73)专利权人 株式会社电装
地址 日本爱知县

(72)发明人 加福一彰 畔柳功 山中保利
寺亮之介 佐野幸浩

(74)专利代理机构 上海市华诚律师事务所
31210

代理人 张丽颖

(51)Int.Cl.
F28F 19/02(2006.01)
B23K 1/00(2006.01)
G23C 16/40(2006.01)
F28D 7/00(2006.01)
F28F 1/40(2006.01)

(56)对比文件
CN 1477367 A,2004.02.25,
CN 101105374 A,2008.01.16,
CN 1206459 A,1999.01.27,
CN 102538568 A,2012.07.04,
JP 特开平4-356695 A,1992.12.10,
JP 特开2001-280879 A,2001.10.10,

审查员 张涛

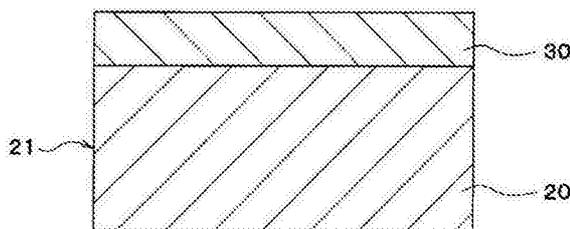
权利要求书1页 说明书7页 附图10页

(54)发明名称

热交换器的制造方法及热交换器

(57)摘要

本发明提供一种热交换器的制造方法及热交换器,热交换器的制造方法包含:组装构成热交换器的多个部件(21、22)的组装工序;及在组装工序之后进行的在构成热交换器的多个部件(21、22)的表面通过化学气相沉积法形成覆膜(30、31、32、33、34、35)的覆膜形成工序。能够通过覆膜抑制产生因腐蚀引起的贯通孔。在组装工序之后进行覆膜形成工序,因此能够防止搬送时、组装时损伤覆膜。通过化学气相沉积法形成覆膜,从而能够在覆膜形成工序时防止在热交换器内部的微细部引起堵塞。



1. 一种热交换器的制造方法,其特征在于,包含:
组装多个热交换器构成部件(21、22)的组装工序;及
覆膜形成工序,该覆膜形成工序在所述组装工序之后进行,并且该覆膜形成工序在所述热交换器构成部件(21、22)的表面通过化学气相沉积法形成覆膜(30~35),
在所述覆膜形成工序中,通过化学气相沉积法,在所述热交换器构成部件(21、22)的表面交替地层积形成多层结晶状态的覆膜(33)及非结晶状态的覆膜(34)。
2. 根据权利要求1所述的热交换器的制造方法,其特征在于,
进一步包含:钎焊工序,该钎焊工序在所述组装工序之后进行,该钎焊工序将所述多个热交换器构成部件(21、22)彼此钎焊,
所述覆膜形成工序在所述钎焊工序之后进行。
3. 根据权利要求1或2所述的热交换器的制造方法,其特征在于,
所述结晶状态的覆膜(33)的电位比所述热交换器构成部件(21、22)的构成材料高,
所述非结晶状态的覆膜(34)的电位比所述热交换器构成部件(21、22)的构成材料低。
4. 根据权利要求1或2所述的热交换器的制造方法,其特征在于,
所述结晶状态的覆膜(33)及所述非结晶状态的覆膜(34)的电位比所述热交换器构成部件(21、22)的构成材料高。
5. 根据权利要求1或2所述的热交换器的制造方法,其特征在于,
所述化学气相沉积法为原子层沉积。
6. 一种热交换器,其特征在于,通过权利要求1或2所述的热交换器的制造方法而制造。

热交换器的制造方法及热交换器

[0001] 相关申请的相互参照

[0002] 本发明以2013年4月3日提交的日本专利申请2013-777625号为基础,并将其内容引用至此。

技术领域

[0003] 本发明涉及热交换器的制造方法及热交换器。

背景技术

[0004] 以往,已知一种排气热交换器,其通过在燃烧而产生的排气与冷却介质之间进行热交换从而冷却排气(例如参照专利文献1)。该种排气热交换器构成为:具备接合于排气所流通的管的内部的内翅片,通过使在管内流通的排气与在管的外侧流通的冷却水进行热交换,从而冷却排气。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2008-39380号公报

发明内容

[0008] 在上述排气热交换器中,需要确保对冷凝水的耐腐蚀性。因此,使用耐腐蚀性高的材料(例如在使用不锈钢的情况下,使用铬的含量最大的不锈钢)作为排气热交换器的构成部件的材质,材料成本变高。

[0009] 对此,考虑一种通过对管的内壁面(与排气接触的面)及内翅片实施电镀处理来确保管的耐腐蚀性的方法。然而,在电镀处理中,镀膜的膜厚变厚,另外,由于使用液态的金属来形成镀膜,因此在对组装有管及内翅片等构成部件的热交换器构造体实施电镀处理的话,有在该热交换器构造体内部的微细部(例如内翅片)引起堵塞的担忧。因此,难以采用该方法。

[0010] 另外,还考虑一种在对组装前的构成部件(管及内翅片)实施电镀处理之后再组装该构成部件的方法。然而,由于在搬运该构成部件时、将构成部件彼此组装时可能损伤镀膜,因此也难以采用该方法。尤其是,在组装构成部件后钎焊接合该构成部件的情况下,钎焊时镀膜会熔解。

[0011] 本发明的目的在于提供一种热交换器的制造方法及热交换器,其能够可靠地抑制产生因腐蚀引起的贯通孔(点蚀)。

[0012] 在本发明中,热交换器的制造方法包含:组装多个热交换器构成部件的组装工序;及覆膜形成工序,该覆膜形成工序在组装工序之后进行,并且该覆膜形成工序在热交换器构成部件的表面通过化学气相沉积法形成覆膜,在覆膜形成工序中,通过化学气相沉积法,在热交换器构成部件的表面交替地层积形成多层结晶状态的覆膜及非结晶状态的覆膜。

[0013] 由此,通过在热交换器构成部件的表面形成覆膜,从而通过该覆膜,能够抑制在热

换热器构成部件产生因腐蚀引起的贯通孔。此时,由于在组装工序之后进行覆膜形成工序,因此能够防止搬运构成部件时、将构成部件彼此组装时损伤覆膜。进一步,通过作为干涂层法的一种的化学气相沉积法来在热换热器构成部件的表面形成覆膜,从而能够在覆膜形成工序时防止在热换热器内部的微细部引起堵塞。因此,能够可靠地抑制在热换热器构成部件产生因腐蚀引起的贯通孔。

[0014] 另外,热换热器的制造方法进一步包含钎焊工序,该钎焊工序在组装工序之后进行,并且将多个热换热器构成部件彼此钎焊,覆膜形成工序在钎焊工序之后进行。

[0015] 由此,由于在钎焊工序之后进行覆膜形成工序,因此在钎焊时能够防止覆膜熔融。因此,能够更可靠地在热换热器构成部件的表面形成覆膜。

[0016] 本发明中的“在钎焊工序之后进行”还包含如下含义:在将多个热换热器构成部件彼此钎焊后,在进行钎焊后的热换热器构成部件的冷却的同时进行覆膜形成工序。

附图说明

[0017] 图1是表示第1实施方式的EGR冷却器的侧视图。

[0018] 图2是图1的II-II剖视图。

[0019] 图3是图2的III-III剖视图。

[0020] 图4是表示第1实施方式的内翅片的立体图。

[0021] 图5是表示第1实施方式的管的放大剖视图。

[0022] 图6是表示第2实施方式的管的放大剖视图。

[0023] 图7是表示第3实施方式的管的放大剖视图。

[0024] 图8是表示第4实施方式的管的放大剖视图。

[0025] 图9是表示第5实施方式的散热器的正视图。

[0026] 图10是表示第5实施方式的散热器的放大剖视图。

[0027] 图11是表示其他实施方式的管的放大剖视图。

[0028] 图12是表示其他实施方式的管的放大剖视图。

[0029] 图13是表示其他实施方式的管的放大剖视图。

具体实施方式

[0030] 以下,基于附图对实施方式进行说明。另外,在以下的各实施方式中,对相互相同的或等同的部分在图中标记相同的符号。

[0031] (第1实施方式)

[0032] 基于图1~图5对第1实施方式进行说明。在本实施方式中,对将本发明的热换热器应用于排气热换热器(EGR冷却器)的例子进行说明。

[0033] EGR冷却器1是如下排气热换热器:在将通过未图示的内燃机(发动机)的燃烧而产生的排气再循环到发动机时,通过发动机的冷却水(冷却介质)冷却该排气。如图1~图3所示,EGR冷却器1主要具备多个管21、内翅片22、水侧箱23及排气侧箱24。这些部件21~24为铝合金制,通过钎焊接合。

[0034] 如图2及图3所示,管21为构成排气所流通的排气流路21a的管,且使排气在内部流通。另外,使冷却水在管21的外部流通,经由该管21使排气与冷却水进行热交换。

[0035] 具体而言,如图2所示,管21的从排气流向观察时的剖面形状为具有长边21c和短边21d的扁平形状。在与成为长边21c侧的扁平面垂直的方向上(图中上下方向)层积多个管21。另外,如图2及图3所示,在本实施方式中,基本上,通过相邻的管21的外壁构成使冷却水在相邻的管21间流通的冷却水流路21b。

[0036] 在水侧箱23中,由一方的水侧箱23将流入EGR冷却器1的冷却水分配供给到各冷却水流路21b,由另一方的水侧箱23集合回收来自各冷却水流路21b的冷却水。水侧箱23在管21的排气流向两端部附近设置于层积的管21的周围。水侧箱23具备冷却水入口(未图示)或冷却水出口23a。

[0037] 排气侧箱24分别配置于管21的排气流向两端部。由一方的排气侧箱24向各管21分配供给排气,由另一方的排气侧箱24从各管21集合回收完成热交换的排气。

[0038] 内翅片22配置于各管21内,用于促进排气与冷却水之间的热交换。内翅片22钎焊接合于管21的内表面。以下,对内翅片22的详细结构进行说明。

[0039] 如图4所示,内翅片22的、与排气的流向大致垂直的剖面形状,即从排气的流向观察时的剖面形状为使凸部41交替地位于一方侧与另一方侧的曲折的波形,内翅片22在排气的流向上具备局部被切割并折起的切折部42,从排气的流向观察时,通过切折部42而形成的波形部分为相对于在排气的流向上相邻的波形部分偏移的偏移翅片。该内翅片22的凸部41与管21的长边21c侧的内表面接触。

[0040] 如图2所示,通过该内翅片22,排气流路21a在与管21的长边21c平行的方向上被分割、划分为多个流路。进一步,在管21内被内翅片22分割成多个的流路在排气流向上局部偏移。即,如图4所示,将排气流路21a分割成多个流路的壁部43沿排气的流向锯齿状地配置。

[0041] 另外,从排气流向观察内翅片22时,如一方侧的凸部41之间,或另一方侧的凸部41之间这样,同一侧且在排气流向上相邻的凸部41彼此错开配置。在本实施方式中,内翅片22的排气的流向上的剖面形状为在凸部41的顶点包含直线状部分的形状。按如下方法制造该内翅片22:通过冲压加工,将铝合金制的平板弯曲成波形,进一步通过冲压加工,形成成为切折部42的部分。

[0042] 接着,基于图5对本实施方式的管21及内翅片22的详细结构进行说明。另外,管21及内翅片22相当于本发明的热交换器构成部件。

[0043] 管21及内翅片22具有铝合金制的芯材20。在芯材20的表面(与排气接触的面)设有通过原子层沉积(ALD)而形成的覆膜30。该覆膜30的电位比芯材20高。在本例中,覆膜30由TiO₂构成。

[0044] 覆膜30均匀地形成于芯材20的表面。具体而言,覆膜30中最厚的部分的厚度与最薄的部分的厚度的差相对于平均膜厚的比例例如为15%以下,优选为10%以下。另外,覆膜30的平均膜厚为纳米级(1nm~100nm)。

[0045] 接着,对本实施方式的EGR冷却器1的制造方法进行说明。

[0046] 首先,进行组装EGR冷却器1的构成部件的组装工序。具体而言,在层积配置的多个管21内填装内翅片22来临时组装管层积体,然后在管层积体上组装水侧箱23及排气侧箱24。由此,完成管21、内翅片22、水侧箱23及排气侧箱24的临时固定(临时组装)。

[0047] 接着,进行钎焊接合由组装工序临时组装的EGR冷却器1的构成部件的钎焊工序。具体而言,将上述的临时组装体搬入加热炉内,通过钎焊一体接合管层积体(即管21及内翅

片22)、水侧箱23及排气侧箱24。

[0048] 接着,进行在由钎焊工序钎焊接合后的EGR冷却器1的构成部件的内表面形成覆膜30的覆膜形成工序。具体而言,通过使涂层材料在EGR冷却器1的内部即管21的内部流通,从而通过原子层沉积,在管21的内壁面及内翅片22的表面形成覆膜30。

[0049] 如上述说明,通过在作为热交换器构成部件的管21及内翅片22的表面形成覆膜30,从而能够通过该覆膜30,抑制在管21及内翅片22产生因腐蚀引起的贯通孔。具体而言,通过使用电位比管21及内翅片22的芯材20高的材料作为覆膜30,从而能够抑制芯材20腐蚀。

[0050] 此时,由于在钎焊工序之后进行覆膜形成工序,因此能够防止在钎焊时覆膜30熔融。进一步,通过作为干涂层法的一种的化学气相沉积法而在管21及内翅片22的表面形成覆膜30,从而能够防止在覆膜形成工序时在热交换器内部的微细部(内翅片22部分)引起堵塞。因此,能够可靠地抑制在管21及内翅片22产生因腐蚀引起的贯通孔。

[0051] 另外,在本实施方式中,在成膜工序中,通过使涂层材料在EGR冷却器1的内部(管21的内部)流通,从而通过原子层沉积,在管21的内壁面及内翅片22的表面形成覆膜30。由此,能够将作为产品的EGR冷却器1自身作为腔室,在作为产品内部的管21的内壁面及内翅片22的表面形成覆膜30,因此能够由简单的方法实现覆膜形成工序。

[0052] (第2实施方式)

[0053] 接着,基于图6对本发明的第2实施方式进行说明。在本第2实施方式中,形成于管21及内翅片22的芯材20的表面的覆膜30的电位比芯材20低。在本例中,覆膜30由 Al_2O_3 构成。

[0054] 由此,芯材20的耐腐蚀性比覆膜30相对较高。因此,覆膜30对芯材20发挥牺牲腐蚀作用,因此能够抑制芯材20腐蚀。

[0055] 另外,如图6所示,即使在因冷凝水的附着而在覆膜30产生腐蚀所引起的贯通孔的情况下,覆膜30的腐蚀也向平行于芯材20的板面的方向(图6中的箭头方向)发展,从而能够抑制腐蚀向芯材20的板厚方向发展。

[0056] (第3实施方式)

[0057] 接着,基于图7对本发明的第3实施方式进行说明。在本第3实施方式中,如图7所示,在管21及内翅片22的芯材20的表面交替地层积形成多层电位比芯材20高的第1耐腐蚀覆膜31及第2耐腐蚀覆膜32。

[0058] 第1耐腐蚀覆膜31及第2耐腐蚀覆膜32分别通过原子层沉积而形成。另外,第1耐腐蚀覆膜31及第2耐腐蚀覆膜32以结晶状态形成。在本例中,第1耐腐蚀覆膜31由 TiO_2 构成,第2耐腐蚀覆膜32由 Cr_2O_3 构成。

[0059] 如上述说明,通过在管21及内翅片22的芯材20的表面将两种耐腐蚀覆膜31、32交替地层积形成多层,从而能够更可靠地抑制在芯材20产生因腐蚀引起的贯通孔。

[0060] (第4实施方式)

[0061] 接着,基于图8对本发明的第4实施方式进行说明。在本第4实施方式中,如图8所示,在管21及内翅片22的芯材20的表面交替地层积形成多层结晶状态且电位比芯材20高的耐腐蚀覆膜33与非结晶状态且电位比芯材20低的牺牲覆膜34。耐腐蚀覆膜33及牺牲覆膜34分别通过原子层沉积而形成。

[0062] 耐腐蚀覆膜33及牺牲覆膜34为氧化覆膜(优选钝化覆膜)。具体而言,耐腐蚀覆膜

33及牺牲覆膜34分别由从 Al_2O_3 、 TiO_2 及 Cr_2O_3 中选择的至少一种构成。在本例中,耐腐蚀覆膜33由 TiO_2 构成,牺牲覆膜34由 Al_2O_3 构成。

[0063] 如上述说明,通过在管21及内翅片22的芯材20的表面交替地层积形成多层耐腐蚀覆膜33及牺牲覆膜34,从而即使在耐腐蚀覆膜33产生因腐蚀引起的针孔400,在牺牲覆膜34中腐蚀也向平行于芯材20的板面的方向发展。并且,直到该牺牲覆膜34因腐蚀而剥落为止,腐蚀不会向下一层耐腐蚀覆膜33发展。即,腐蚀如图8的箭头所示发展,因此与仅有耐腐蚀覆膜33的情况、仅有牺牲覆膜34的情况相比,能够延缓腐蚀到达芯材20。因此,能够更可靠地抑制在芯材20产生因腐蚀引起的贯通孔。

[0064] 另外,在芯材20的表面仅形成结晶状态的覆膜时,有在构成覆膜的结晶之间的间隙渗入冷凝水,冷凝水到达芯材20而使芯材20腐蚀的担忧。

[0065] 与此相对,在本实施方式中,以结晶状态形成耐腐蚀覆膜33,且以非结晶状态形成牺牲覆膜34。因此,即使在构成耐腐蚀覆膜33的结晶之间的间隙渗入冷凝水,由于非结晶状态的牺牲覆膜34配置于耐腐蚀覆膜33与芯材20之间,因此能够抑制冷凝水到达芯材20。

[0066] (第5实施方式)

[0067] 接着,基于图9及图10对本发明的第5实施方式进行说明。本第5实施方式与上述第1实施方式相比,不同之处在于在热交换器的制造工序中不含钎焊工序,即将翅片等不是钎焊接合而是机械固定到管。在本实施方式中,对将本发明的热交换器应用于使发动机(内燃机)的冷却水与空气进行热交换来冷却发动机冷却水的散热器100的例子进行说明。

[0068] 图9中,管21为冷却水所流通的金属(在本例中为铝合金)制的管。在本实施方式中,采用弯曲板材成扁平(椭圆)管状后、由焊接接合的具有扁平剖面形状的焊接管(电焊管)作为管21。在管21上连接有多个板状的翅片22。另外,关于翅片22的详细情况见后述。

[0069] 箱4在管21的长方向端部与多个管21连通,图纸上侧的箱4对各管21分配供给发动机冷却水,图纸下侧的箱4集合回收完成了与空气的热交换的发动机冷却水。

[0070] 本实施方式的箱4由固定有管21的金属制的芯板4a及与芯板4a一起构成箱内空间的树脂性的箱主体4b等构成。在芯板4a上形成有多个插入管21的插入孔(未图示)。芯板4a与箱主体4b经由橡胶制的密封垫圈等密封件液密地铆接固定。

[0071] 另外,在箱主体4b上设有冷却水流入口4c及冷却水出口4d。冷却水流入口4c连接于发动机的冷却水出口侧。冷却水出口4d连接于发动机的冷却水入口侧。

[0072] 翅片22向与管21的长方向(图9中的上下方向)正交的方向扩展,该翅片22为向管21的短径方向带状延伸并促进冷却水的热交换的金属(在本例中为铝合金)制的薄带板。如图10所示,在该翅片22上形成有贯通插入有管21的插入孔3a。另外,在翅片22上形成有百叶窗板3e,该百叶窗板3e是将该翅片22的一部分切割并折起成百叶窗状而形成的,使在翅片22周围流通的空气转向而抑制热边界层的成长。插入孔3a及百叶窗板3e例如通过对翅片22实施冲压加工而形成。

[0073] 在本实施方式中,在通过冲压加工等形成了插入孔3a时,即在插入管21前的状态下,插入孔3a的孔尺寸比管21的外形尺寸小。然后,对插入孔3a实施翻边加工以使插入孔3a的尺寸扩大到与管21的外形尺寸大致相同,从而将与管21的外壁接触的大致筒状的翻边部3b设置到插入孔3a的缘部。

[0074] 翻边部3b以沿着管21的外周面的方式在管21的外周大致整个区域与管21接触。在

已将管21插入于插入孔3a的状态下,通过使用扩管治具等使管21扩大,由规定面压以上的面压使管21的外周面与翻边部3b压接,从而机械地接合翅片22与管21。

[0075] 另外,在插入孔3a的缘部设有从该缘部突出且用于与相邻的翅片22接触的多个(本实施方式中为2个)突出部3c。另外,从翅片22对相当于插入孔3a的部位进行冲孔时,突出部3c与插入孔3a同时成形。

[0076] 另外,关于突出部3c,在翻边加工前使其顶端侧弯起约 90° 后,在翻边加工的同时使其根侧弯曲约 90° 以与管21的长方向大致平行。并且,通过设置于突出部3c的顶端侧的被弯曲的部分3d与相邻的翅片22接触,从而保持相邻的翅片22间的间距尺寸p。

[0077] 在此,管21及翅片22与上述第1实施方式相同,具有铝合金制的芯材20(参照第1实施方式的图5)。在芯材20的表面(与空气接触的面)设有通过原子层沉积(ALD)而形成的覆膜30(参照第1实施方式的图5)。该覆膜30的电位比芯材20高。在本例中,覆膜30由 TiO_2 构成。

[0078] 接着,对本实施方式的散热器100的制造方法进行说明。

[0079] 首先,进行组装散热器100的构成部件的组装工序。具体而言,在层积配置的翅片22的插入孔3a及形成于芯板4a的插入孔中插入管21。之后,通过使用扩管治具使管21扩大,从而将管21机械地接合到翅片22及芯板4a。之后,在芯板4a上组装箱主体4b。由此,完成管21、翅片22及箱4的固定(组装)。

[0080] 接着,进行在由组装工序组装的散热器100的构成部件的表面形成覆膜30的覆膜形成工序。具体而言,通过原子层沉积在管21及翅片22的表面形成覆膜30。

[0081] 如上述说明,通过在作为热交换器构成部件的管21及翅片22的表面形成覆膜30,从而能够通过该覆膜30抑制在管21及翅片22产生因腐蚀引起的贯通孔。

[0082] 此时,由于在组装工序之后进行覆膜形成工序,因此能够防止在搬送构成部件时、将构成部件彼此组装时损伤覆膜30。因此,能够可靠地抑制在管21及翅片22产生因腐蚀引起的贯通孔。

[0083] (其他实施方式)

[0084] 本发明不限于上述的实施方式,能够在不脱离本发明的主旨的范围内进行如下的各种各样的变形。

[0085] 在上述第3实施方式中,对第1耐腐蚀覆膜31及第2耐腐蚀覆膜32均以结晶状态形成的例子进行了说明,但不限于于此。例如,也可以以结晶状态形成第1耐腐蚀覆膜31,且以非结晶状态形成第2耐腐蚀覆膜32。另外,第1耐腐蚀覆膜31及第2耐腐蚀覆膜32也可以均以非结晶状态形成。

[0086] 在上述第3、第4实施方式中,对在管21及内翅片22的芯材20的表面将两种覆膜31~34交替地层积形成多层的例子进行了说明,但不限于于此,也可以在芯材20的表面将三种以上的覆膜依次层积形成多层。例如,如图11所示,也可以在芯材20的表面以第1耐腐蚀覆膜31、第2耐腐蚀覆膜32、第3耐腐蚀覆膜35的顺序层积形成多层。

[0087] 在上述实施方式中,对在管21及内翅片22的芯材20的表面形成覆膜30~35的例子进行了说明,但形成覆膜30~35的部位不限于于这些部位。例如,也可以在热交换器构成部件中的通过接合异种金属而构成的部位的表面形成覆膜30~35。异种金属彼此接合的部位容易腐蚀,因此通过在该部位的表面形成覆膜30~35,能够使容易腐蚀的部位的耐腐蚀性

提高。

[0088] 在上述实施方式中,对采用原子层沉积作为在管21及内翅片22的芯材20的表面形成覆膜30~35的覆膜形成方法的例子进行了说明,但覆膜形成方法不限于于此。例如,也可以采用等离子CVD、光CVD、热CVD等其他化学气相沉积法(CVD)。

[0089] 在上述实施方式中,对采用铝合金作为管21及内翅片22的芯材20的例子进行了说明,但不限于于此,例如也可以采用不锈钢。

[0090] 在上述第3实施方式中,对在管21及内翅片22的芯材20的表面将两种耐腐蚀覆膜31、32交替地层积形成多层的例子进行了说明,但不限于于此。例如,如图12所示,两种耐腐蚀覆膜31、32中的位于最外侧的最外层覆膜310也可以构成为,电位比位于该最外层覆膜310的内侧且与最外侧覆膜310接触的耐腐蚀覆膜32高。换言之,两种耐腐蚀覆膜31、32中的电位高的覆膜31也可以配置于最外侧。

[0091] 另外,作为最外层覆膜310(电位更高的耐腐蚀覆膜31),使用从钼氧化物、钽氧化物、铌氧化物、钨氧化物、锆氧化物及钛氧化物中选择的一种。

[0092] 在上述第4实施方式中,对在管21及内翅片22的芯材20的表面交替地层积形成多层耐腐蚀覆膜33及牺牲覆膜34的例子进行了说明,但不限于于此。例如,如图13所示,耐腐蚀覆膜33及牺牲覆膜34中的位于最外侧的最外层覆膜330也可以构成为,电位比位于该最外层覆膜330的内侧且与最外侧覆膜330接触的覆膜34高。换言之,耐腐蚀覆膜33及牺牲覆膜34中的电位高的覆膜33也可以配置于最外侧。

[0093] 另外,作为最外层覆膜330(电位更高的耐腐蚀覆膜33),使用从钼氧化物、钽氧化物、铌氧化物、钨氧化物、锆氧化物及钛氧化物中选择的一种。

[0094] 也可以在能够实施的范围内适当地将上述各实施方式彼此组合。例如,也可以在第5实施方式的散热器100的管21及翅片22的表面形成第2实施方式的覆膜30(电位比芯材20低的覆膜)。

[0095] 另外,也可以如第3实施方式那样,在第5实施方式的散热器100的管21及翅片22的表面交替地层积形成多层第1耐腐蚀覆膜31与第2耐腐蚀覆膜32。另外,也可以如第4实施方式那样,在第5实施方式的散热器100的管21及翅片22的表面交替地层积形成多层耐腐蚀覆膜33与牺牲覆膜34。

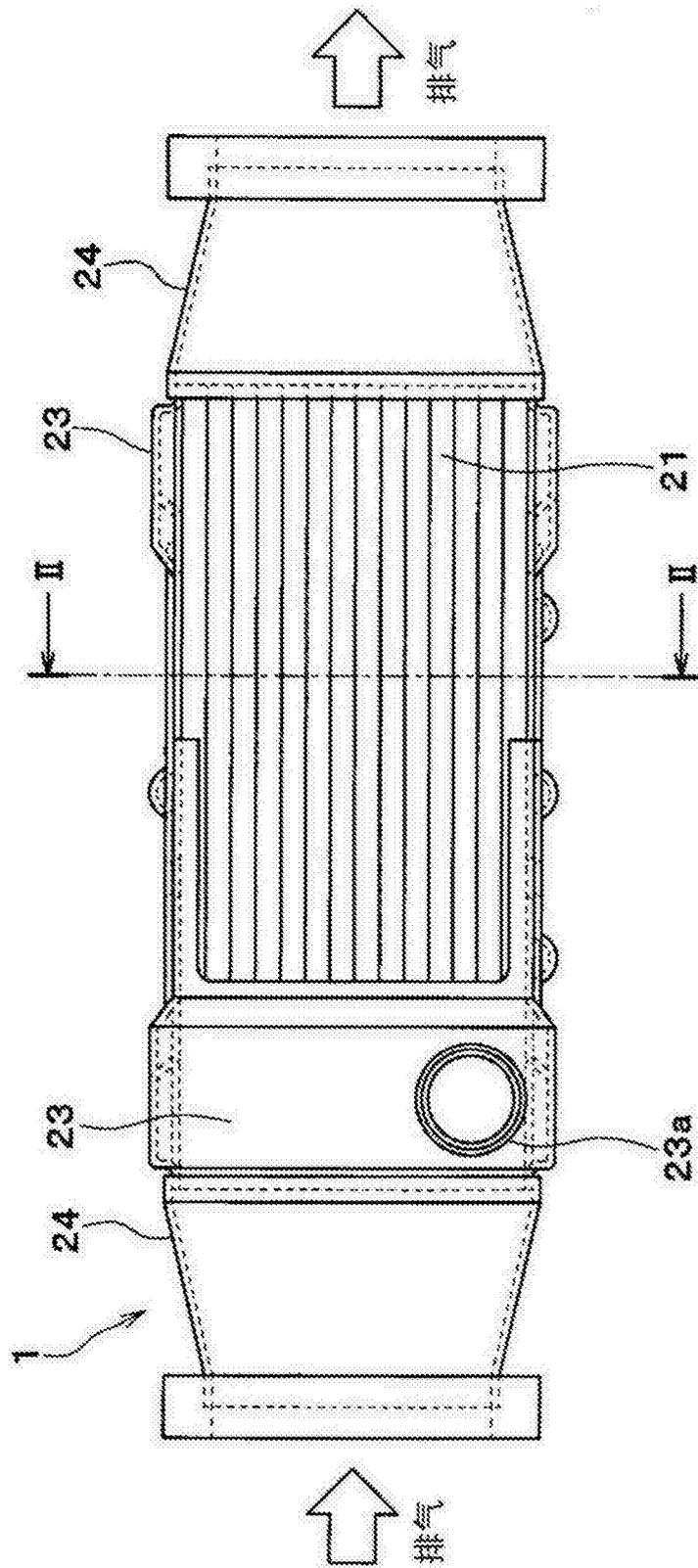


图1

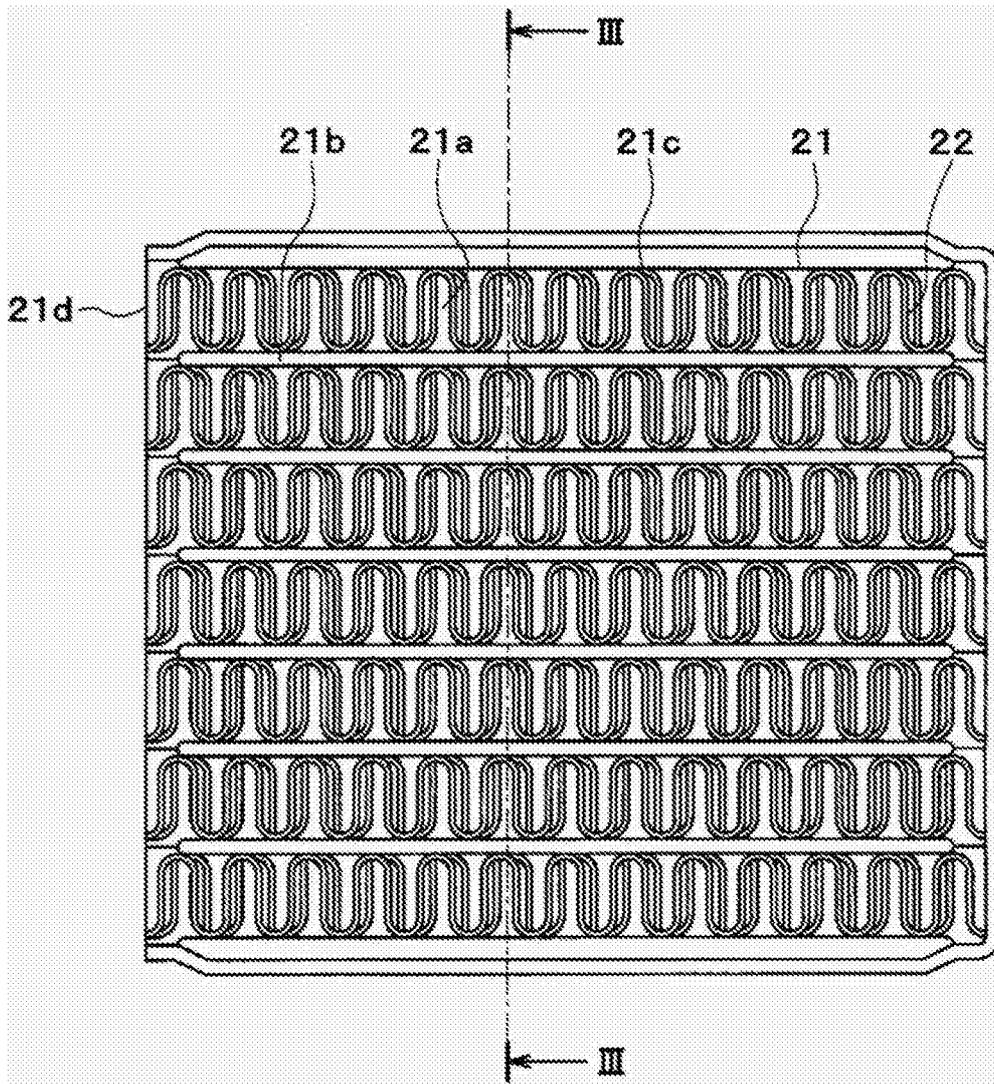


图2

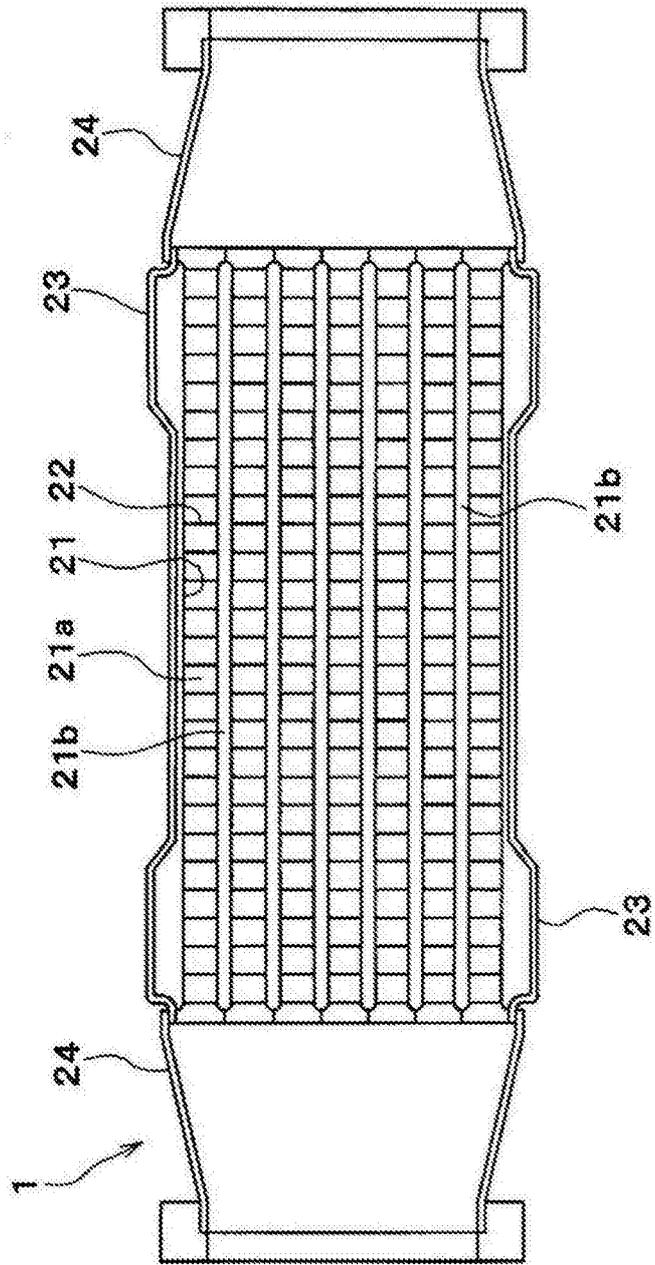


图3

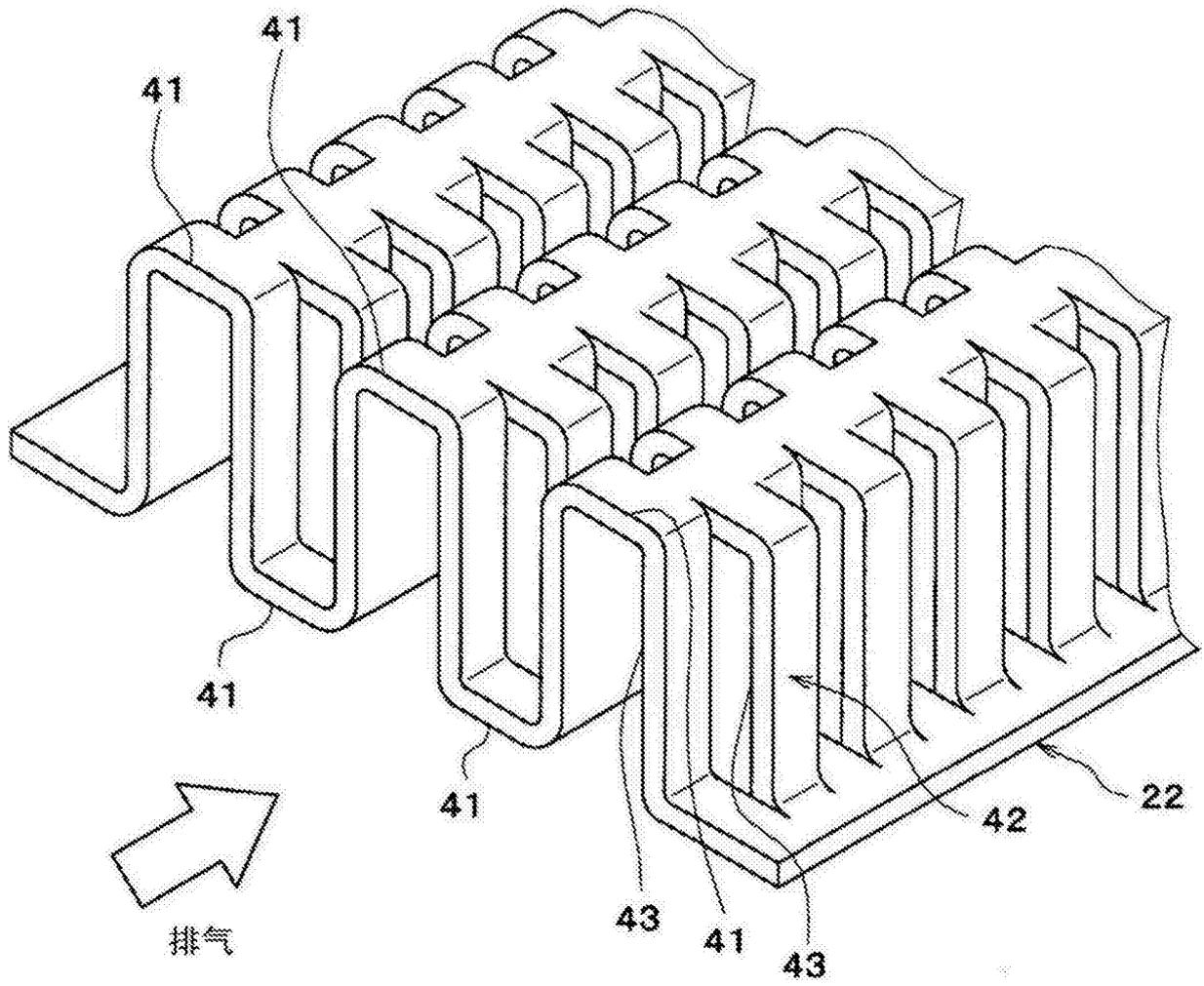


图4

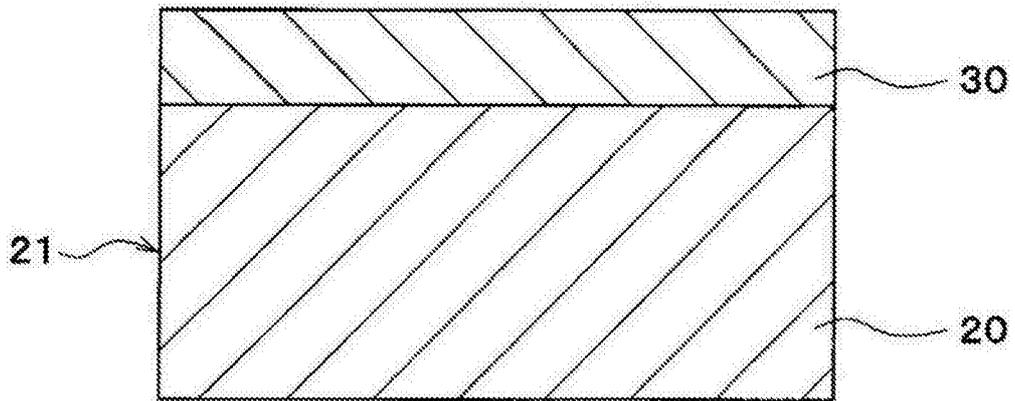


图5

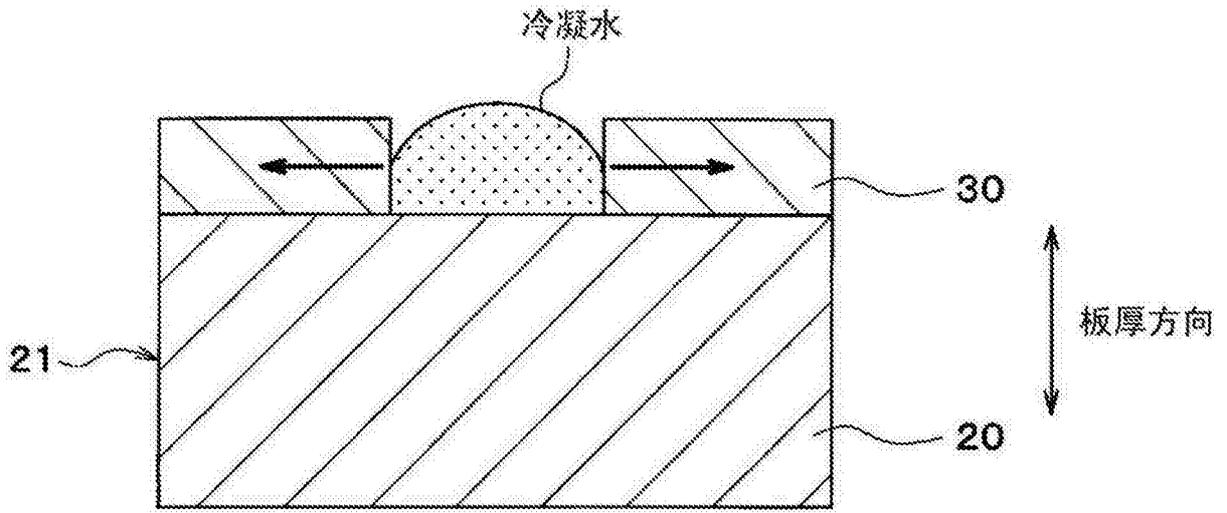


图6

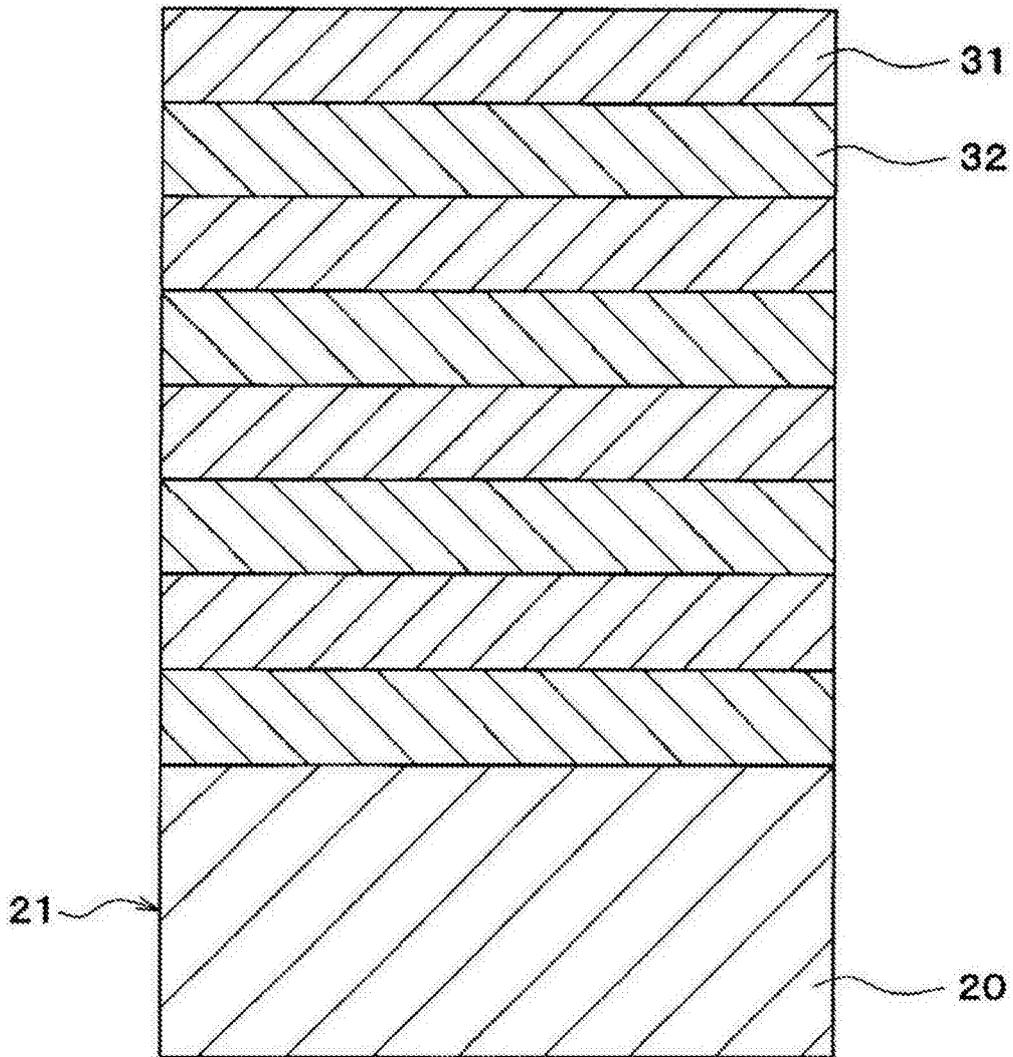


图7

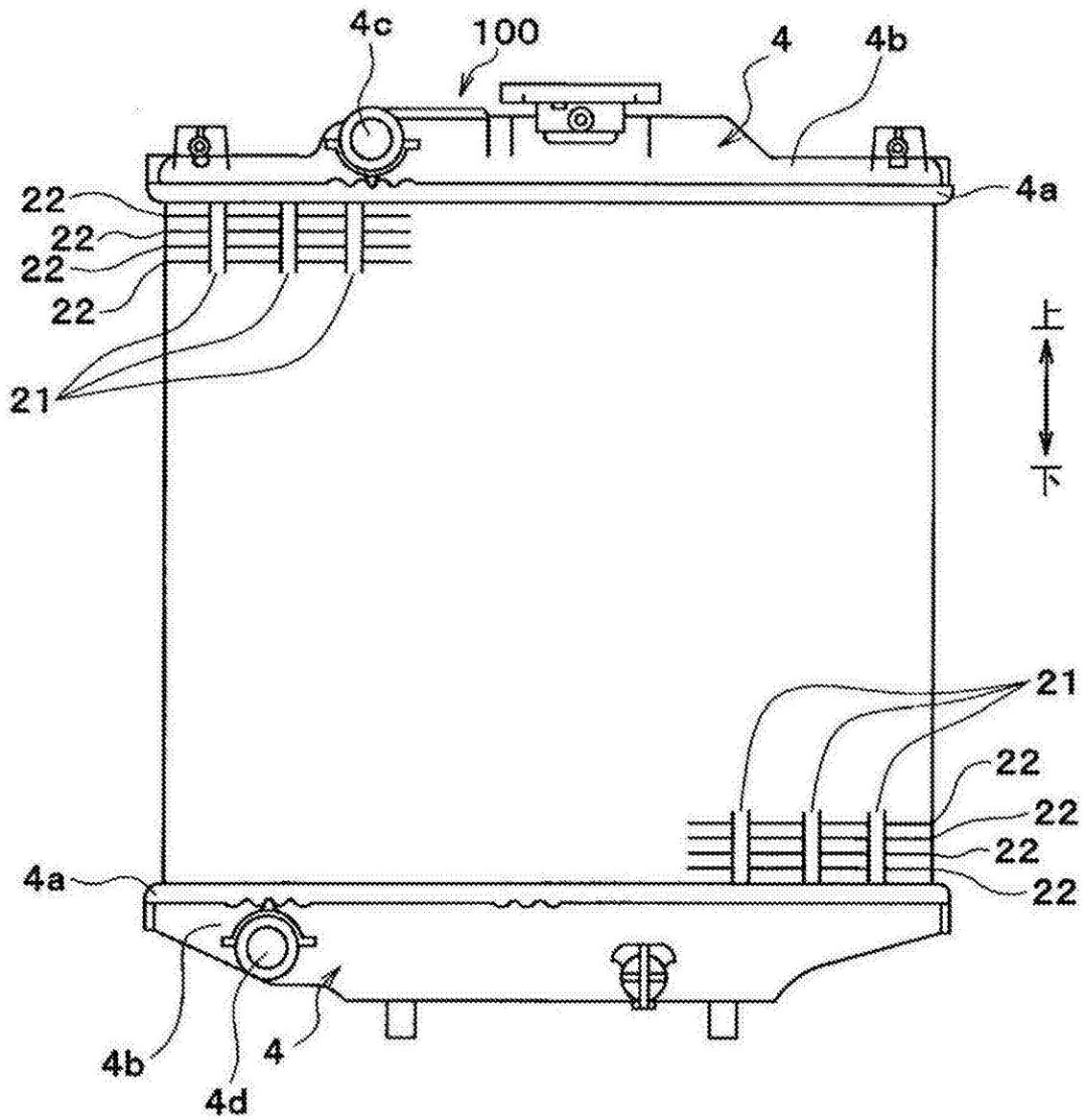


图9

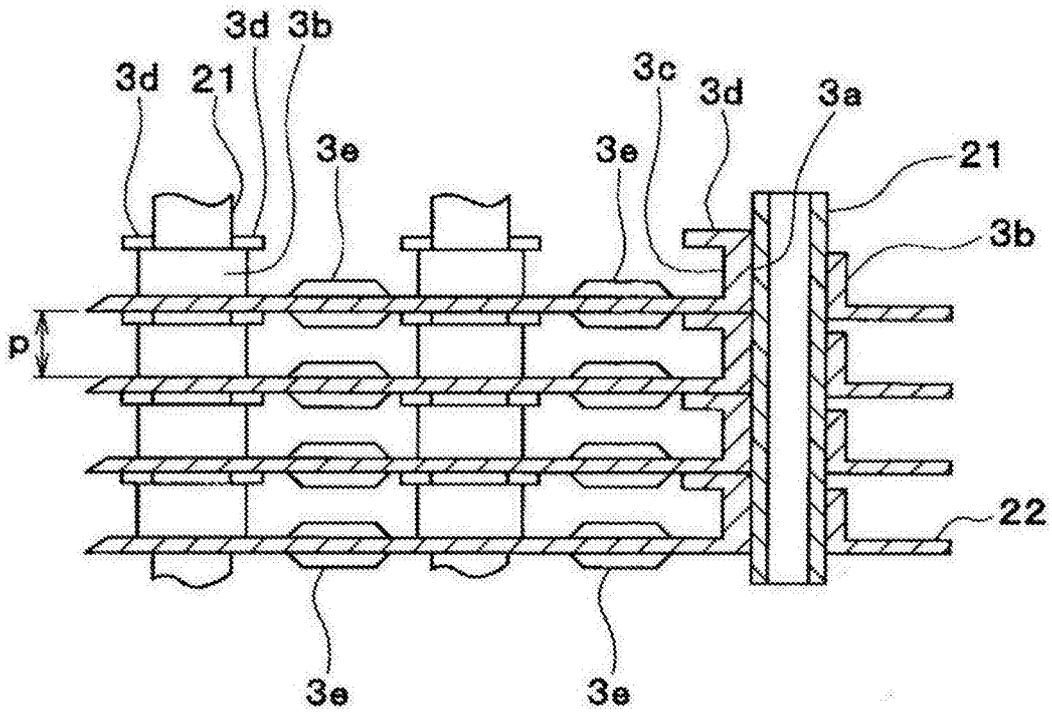


图10

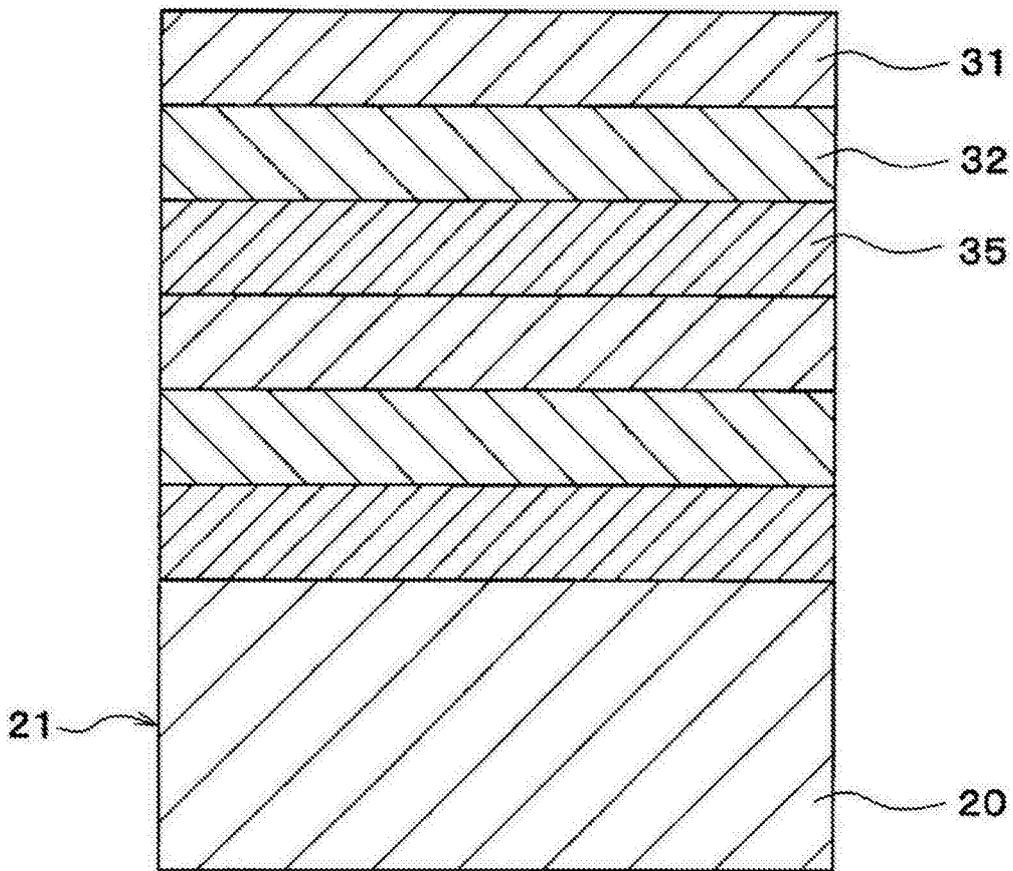


图11

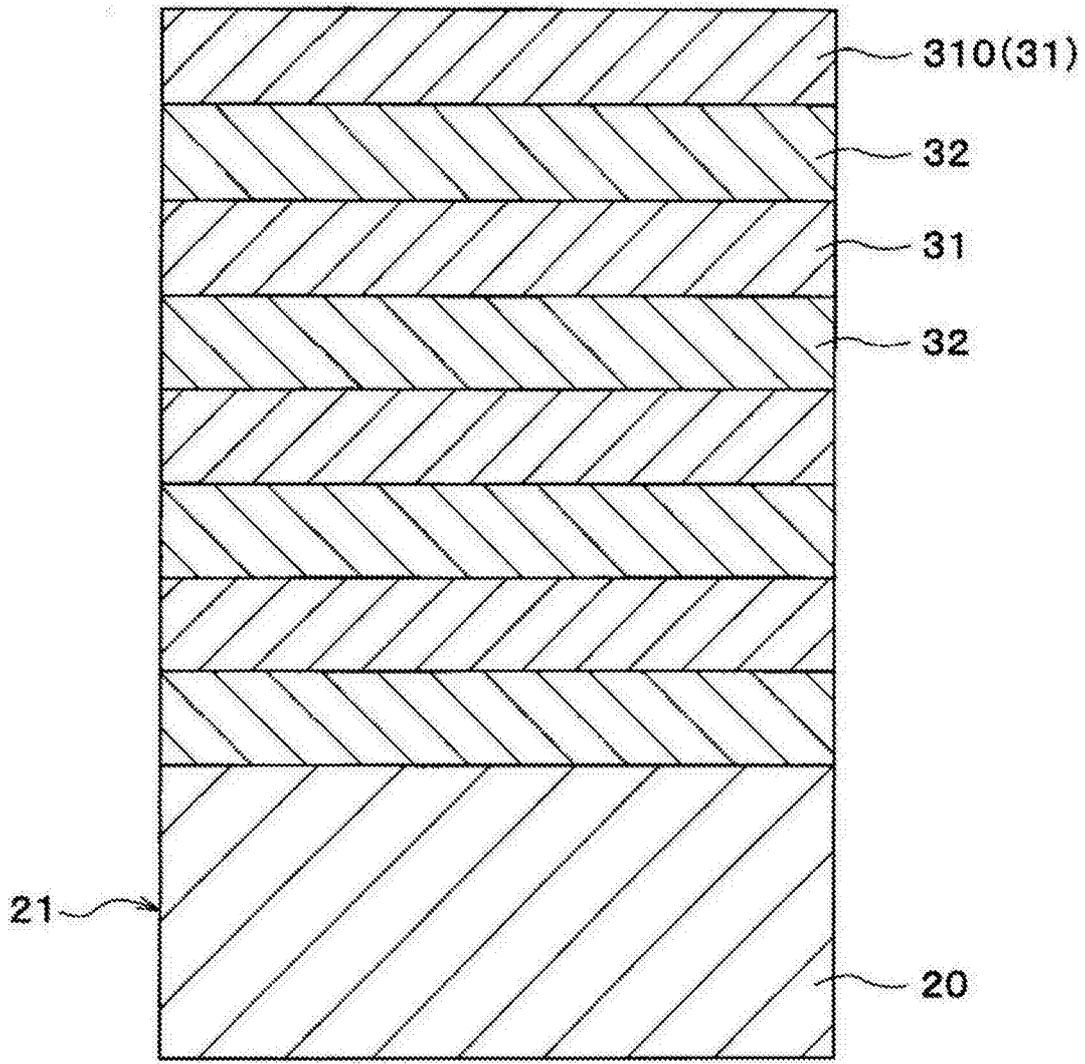


图12

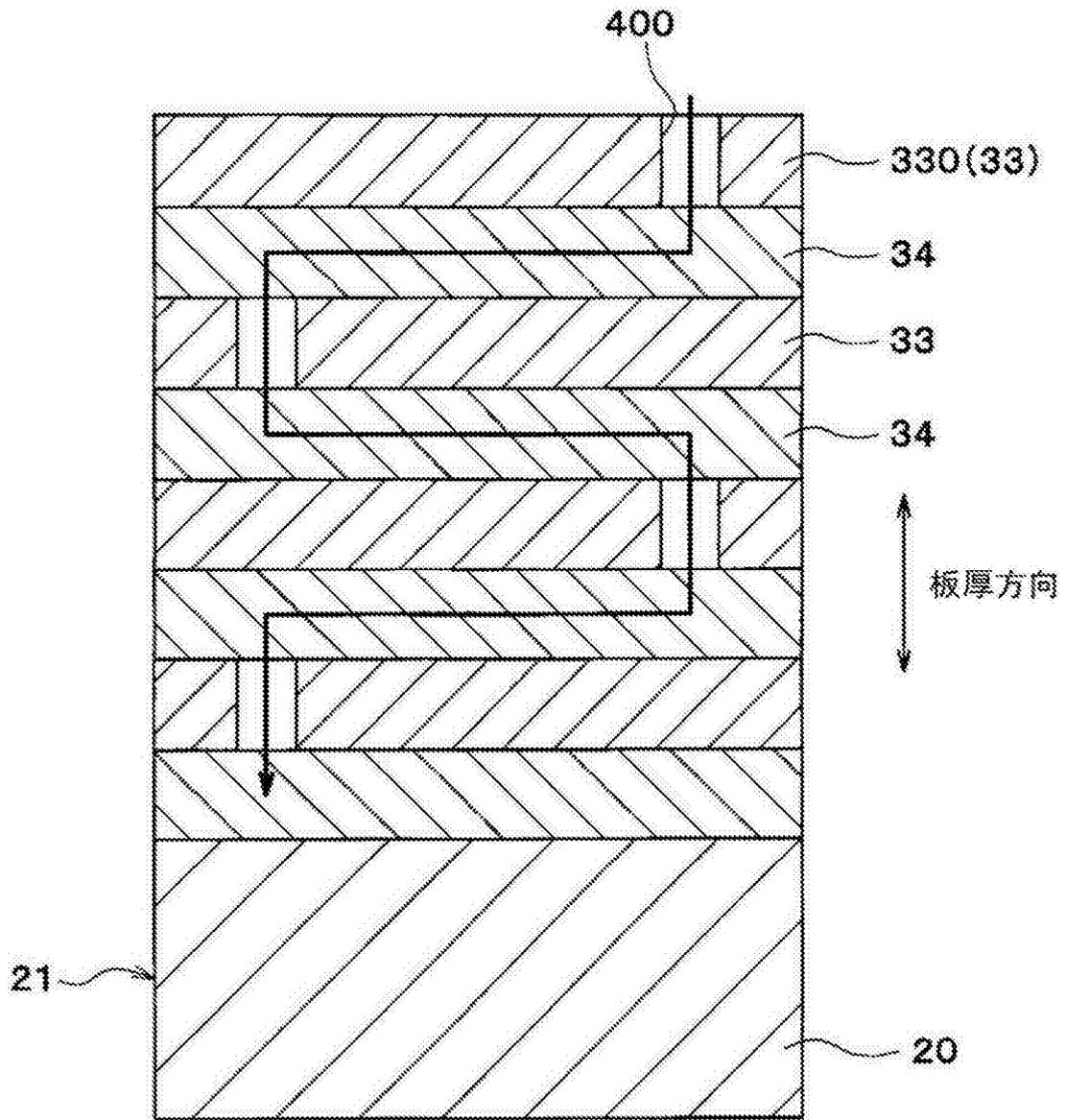


图13