(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 103493168 A
(43)申请公布日 2014.01.01

(21)申请号 201280019549.4

(22)申请日 2012.04.20

(30)优先权数据
2011-095733 2011.04.22 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2013.10.21

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2012/060660 2012.04.20

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2012/144578 JA 2012.10.26

(71)申请人 双信电机株式会社
地址 日本长野县佐久市长土吕
申请人 国立大学法人埼玉大学

(72)发明人 安藤朗 小林信一

(74)专利代理机构 上海市华诚律师事务所 31210
代理人 肖华

(51)Int.Cl.
H01H 85/046(2006.01)
H01H 85/06(2006.01)
H01H 85/10(2006.01)
H01H 85/12(2006.01)

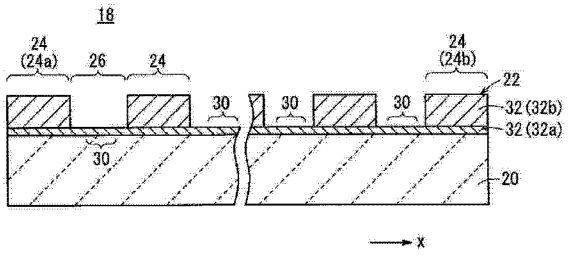
权利要求书1页 说明书7页 附图11页

(54)发明名称

电力熔断器

(57)摘要

电力熔断器(10)具有熔丝组件(18),所述熔丝组件(18)具有形成在衬底(20)的导电薄膜(22),在导电薄膜(22)上一体地连续形成多个放热区(24)、以及多个电流阻断栅格(26)。所述导电薄膜(22)包括通过一个或多个印刷工序形成于所述衬底(20)表面的印刷层(32),且,所述放热区(24)的所述印刷层(32)的层压数等于或大于所述电流阻断栅格(26)的所述印刷层(32)的层压数。



CN 103493168 A

1. 一种电力熔断器，其特征在于，包括，

熔丝组件（18），所述熔丝组件（18）具有形成在衬底（20）上的、包括连续地一体形成多个放热区（24）、以及多个电流阻断栅格（26）的导电薄膜（22），

所述导电薄膜（22）包括通过一个或多个印刷工序形成于所述衬底（20）的表面的印刷层（32）；且，

所述放热区（24）的所述印刷层（32）的层压数等于或大于所述电流阻断栅格（26）的所述印刷层（32）的层压数。

2. 如权利要求 1 所述的电力熔断器，其特征在于，

每一个所述电流阻断栅格（26）具有多个并列的截止窄槽（30）；且，

所述电流阻断栅格（26）被串行布置，从而构成所述熔丝组件（18）。

3. 如权利要求 2 所述的电力熔断器，其特征在于，

由形状彼此相同的、具有并列的所述截止窄槽（30）的所述电流阻断栅格（26），作为第一电流阻断栅格（26A）；

第一电流阻断栅格（26A）被串行布置，从而构成第一熔丝部（36A）；且，

第一熔丝部（36A）和电流 - 熔断时间特性不同于所述第一熔丝部（36A）的第二熔丝部（36B）在相同的所述衬底（20）上连续地连接。

4. 如权利要求 3 所述的电力熔断器，其特征在于，

所述第二熔丝部（36B）包括多个串行布置的第二电流阻断栅格（26B），并且所述第二电流阻断栅格（26B）在所述截止窄槽（30）的形状、所述截止窄槽（30）的宽度以及所述印刷层（32）的层压数中的至少一个方面不同于所述第一熔丝部（36A）的所述第一电流阻断栅格（26A）。

5. 如权利要求 3 或 4 中任一项所述的电力熔断器，其特征在于，

所述第一熔丝部（36A）的所述第一电流阻断栅格（26A）的所述印刷层（32）的金属材料和所述第二熔丝部（36B）的所述第二电流阻断栅格（26B）的所述印刷层（32）的金属材料彼此不同。

6. 如权利要求 1 至 5 中任一项所述的电力熔断器，其特征在于，

抗氧化薄膜至少形成在所述电流阻断栅格（26）的表面上。

7. 如权利要求 1 至 6 中任一项所述的电力熔断器，其特征在于，

膏状灭弧剂（34）至少被印刷在所述电流阻断栅格（26）上。

电力熔断器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种具有在衬底上形成的导电薄膜的电力熔断器，其包括连续地一体形成的放热区和电流阻断栅格 (current-interruption grid)。

背景技术

[0002] 目前，为保护例如 GTO (门电路断开)可控硅整流器以及 IGBT (绝缘栅双极晶体管)等的半导体转换装置的电力熔断器的主要要求为具有迅速截止的性能。

[0003] 该电力熔断器具有嵌入灭弧剂的熔丝组件，所述熔丝组件封装在熔丝管内。已知的熔丝组件的类型包括由压制工序制造的熔丝组件以及由刻蚀工序制造的熔丝组件(参照日本特开专利No.2006-073331和日本特开专利No.2009-193723)。一个压制的熔丝组件包括将例如银(Ag)等的金属条通过压模冲压出的、多个排成一排的截止窄槽(narrow cutoff canals)，每个窄槽具有较小的横截面面积。蚀刻的熔丝组件在陶瓷衬底的上表面上形成有由铜、银等构成的导电薄膜。导电薄膜被蚀刻并图案化在这排具有小横截面面积的截止窄槽内。压制的熔丝组件包括厚度和线宽度都被限定在 150μm、并且在降低 I^2t 值和减小电力熔断器的尺寸具有极限的导电薄膜。另一方面，由蚀刻的熔丝组件构成的导电薄膜可具有更小的厚度和线宽度，因此蚀刻的熔丝组件具有比压制的熔丝组件更低的 I^2t 值和更小的尺寸。然而，当大量生产蚀刻的熔丝组件时，蚀刻的熔丝组件在成本和制造的变化程度方面需要很大的提高。I^2t 值为一个表示截止性能的代表值，其通过截止时间从 0 到 t(t: 总截止时间)的截止电流 I 的平方的积分(I^2dt)计算出来。

发明内容

[0004] 若熔断器通过蚀刻制成，应用具有侵蚀并且溶解靶金属特性的液体腐蚀剂，以移除部分形成于陶瓷衬底的导电薄膜，从而制成需要的导电图形。熔丝组件上需要的导电图形为具有高纵横比的图案，这样放热区的厚度为大约 100μm，且电流阻断栅格的宽度范围为从 65 到 100μm、厚度大约为 25μm。

[0005] 通过蚀刻生成的熔丝组件的制造具有以下问题：

[0006] (a)若导电薄膜被蚀刻的深，导电薄膜在蚀刻掩模下易受到侵蚀，产生底切。因此，难以微加工具有高精度的导电薄膜。

[0007] (b)由于侵蚀速度根据腐蚀剂的温度和腐蚀剂搅拌的搅拌速度而改变，刻蚀工序的重现性，例如导电图形的重现性不足。

[0008] 其结果，电流阻断栅格的导电图形在衬底的不同位置上产生变化，或在陶瓷衬底上产生变化。

[0009] 因此，每个电流阻断栅格上的图案导体的数量以及熔丝组件的总阻抗值容易产生变化，导致 I^2t 值的变化和额定电流的变化。

[0010] 电流阻断栅格的变化以及熔丝组件的变化最小化，使减小电流阻断栅格的宽度具有极限。因此，不能充分降低 I^2t 值、成本以及电力熔断器的尺寸。

[0011] 本发明充分考虑到上述问题。本发明的目的在于提供一种可减小 I^2t 数值、成本以及电力熔断器尺寸，同时使电流阻断栅格的变化以及熔丝组件的变化最小化的电力熔断器。

[0012] [1] 根据本发明，电力熔断器其特征在于，包括，熔丝组件，所述熔丝组件具有形成在衬底上的、包括连续地一体形成多个放热区、以及多个电流阻断栅格的导电薄膜，所述导电薄膜包括通过一个或多个印刷工序形成于所述衬底的表面的所述印刷层，且所述放热区的所述印刷层的层压数等于或大于所述电流阻断栅格的所述印刷层的层压数。

[0013] 由此，可使电流阻断栅格之间的截止窄槽的薄膜厚度的变化以及熔丝组件之间的变化最小化，从而使 I^2t 值的变化最小化。由于印刷放热区和电流阻断栅格，可彼此分别形成放热区和电流阻断栅格，以便电流阻断栅格的截止窄槽的厚度可独立于放热区的厚度而被自由地控制。通过用该方式控制截止窄槽的厚度，可达到降低 I^2t 值的目的。因此，可降低电力熔断器的成本和尺寸。

[0014] [2] 根据本发明，每一个所述电流阻断栅格也可以具有多个并列的截止窄槽，并且所述电流阻断栅格被串行布置，从而构成所述熔丝组件。

[0015] [3] 也可构成为第一熔丝部的第二熔丝部在相同的所述衬底上连续地连接。第一熔丝部由形状彼此相同的所述截止窄槽并列构成的所述电流阻断栅格作为第一电流阻断栅格串行布置构成。第二熔丝部与第一熔丝部的电流－熔断时间特性不同。通过该方式构成的所述电力熔断器表现出，对于更高电流范围的电流的时间的斜率大于对于更低电流范围的电流时间的斜率的特性。

[0016] [4] 所述第二熔丝部也可以包括多个串行布置的第二电流阻断栅格，并且所述第二电流阻断栅格也可以在所述截止窄槽的形状、所述截止窄槽的宽度以及所述印刷层的层压数中的至少一个方面不同于所述第一熔丝部的所述第一电流阻断栅格。

[0017] [5] 所述第一熔丝部的所述第一电流阻断栅格的所述印刷层的金属材料和所述第二熔丝部的所述第二电流阻断栅格的所述印刷层的金属材料也可以彼此不同。

[0018] [6] 本发明的电力熔断器中，抗氧化薄膜也可以至少形成在所述电流阻断栅格的表面上。所述抗氧化薄膜至少有效的防止所述电流阻断栅格被氧化，从而确保长时间可靠地运行熔丝组件。

[0019] [7] 根据本发明，膏状灭弧剂也可以至少被印刷在所述电流阻断栅格上。通过该方式，减少内置有灭弧剂的内部空间。印刷的膏状灭弧剂有效地显著减小所述电力熔断器的尺寸。

[0020] 如上所述，电力熔断器相对于目前的发明具有以下优势：

[0021] （1）可使在电流阻断栅格之间的截止窄槽的薄膜厚度的变化以及熔丝组件之间的变化最小化，从而使 I^2t 值的变化最小化。

[0022] （2）由于印刷放热区和电流阻断栅格，可彼此单独形成放热区和电流阻断栅格，以便电流阻断栅格的截止窄槽的厚度可独立于放热区的厚度而被自由的控制。通过用该方式控制截止窄槽的厚度，可达到减小 I^2t 值的目的。

[0023] （3）由于优势（1）和（2），可降低电力熔断器的成本和尺寸。

附图说明

[0024] 图 1 是根据本发明实施方式涉及的电力熔断器的剖面图。

[0025] 图 2 是部分省略图示的、通过电力熔断器的熔丝组件的导电图形的一个实例表示的平面图。

[0026] 图 3 是部分省略图示的、熔丝组件的剖面图。

[0027] 图 4A 是部分省略图示的，表示用溶剂制成膏状，并被印刷在电流阻断栅格上的灭弧剂(下文中被称为“膏状灭弧剂”)的剖面图。

[0028] 图 4B 是部分省略图示的，表示膏状灭弧剂印刷在电流阻断栅格和放热区上的剖面图。

[0029] 图 5 是表示根据第一(第一熔丝组件)到第六(第六熔丝组件)变形的熔丝组件的通用结构的平面图。

[0030] 图 6A 是部分省略图示的、表示在第一熔丝组件的第一熔丝部上的导电图形的平面图。

[0031] 图 6B 是部分省略图示的、表示在第一熔丝组件的第二熔丝部上的导电图形的平面图。

[0032] 图 7A 是部分省略图示的，表示第二熔丝组件的第一熔丝部的剖面图。

[0033] 图 7B 是部分省略图示的，表示第二熔丝组件的第二熔丝部的剖面图。

[0034] 图 8A 是部分省略图示的，表示在第三熔丝组件的第一熔丝部上的导电图形的平面图。

[0035] 图 8B 是部分省略图示的，表示在第三熔丝组件的第二熔丝部上的导电图形的平面图。

[0036] 图 9A 是部分省略图示的，表示在第四熔丝组件的第一熔丝部上的导电图形的平面图。

[0037] 图 9B 是部分省略图示的，表示在第四熔丝组件的第二熔丝部上的导电图形的平面图。

[0038] 图 10A 是部分省略图示的，表示在第五熔丝组件的第一熔丝部上的导电图形的平面图。

[0039] 图 10B 是部分省略图示的，表示在第五熔丝组件的第二熔丝部上的导电图形的平面图。

[0040] 图 11A 是部分省略图示的，表示在第六熔丝组件的第一熔丝部上的导电图形的剖面图。

[0041] 图 11B 是部分省略图示的，表示在第六熔丝组件的第二熔丝部上的导电图形的剖面图。

[0042] 图 12 是通过结合第六熔丝组件的电力熔断器的熔断特性的一个实例表示的图表。

[0043] 图 13 是表示实施例 1 (参照图 2、3)以及对比例 1 和 2 的工作特性(额定电流 - 工作 I^2t 值的特性)的图表。

具体实施方式

[0044] 参考图 1 ～ 13 对本发明的实施方式涉及的电力熔断器描述如下。下述中，数值范

围的术语“从”和“到”应被解释为，紧跟这些术语的数值作为该数值范围内的下限值和上限值而被包括在内。

[0045] 如图 1 所示，本发明的实施方式涉及的电力熔断器 10 具有：外壳 12，该外壳 12 由树脂构成且为圆管状或矩形管状等；分别固定在外壳 12 两侧的、由金属制成的第一端子 14a 和第二端子 14b；以及装入外壳 12 的、例如石英砂等的灭弧剂 16 和熔丝组件 18。

[0046] 如图 2、3 所示，熔丝组件 18 具有：厚度为 1mm、由氧化铝等构成的陶瓷衬底 20，以及形成在陶瓷衬底 20 上的导电薄膜 22。更准确地说，熔丝组件 18 包含形成在陶瓷衬底 20 上的导电薄膜 22，导电薄膜包括一体地连续形成多个放热区 24 和多个电流阻断栅格 26。在多个放热区 24 当中，位于两侧的放热区 24 通过金属连接板 28（如图 1 所示）电连接到相应的端子（如图 1 所示的第一端子 14a 和第二端子 14b）。位于两侧的放热区 24 也可以被称为第一端子连接器 24a 和第二端子连接器 24b。自第一端子连接器 24a 至第二端子连接器 24b 的方向（或自第二端子连接器 24b 至第一端子连接器 24a 的方向）被称为纵向（x 方向），而在导电薄膜 22 上垂直于纵向的方向被称为宽度方向（y 方向）。

[0047] 如图 2 所示，各电流阻断栅格 26 具有在 y 方向并列布置的多个截止窄槽 30。电流阻断栅格 26 也在 x 方向上串行布置，从而构成熔丝组件 18。图 2 中，各电流阻断栅格 26 具有沿 y 方向并列布置的 32 个截止窄槽 30，而电流阻断栅格 26 在 x 方向串行布置，各放热区 24 夹在相邻的两电流阻断栅格 26 之间。特别地，若在平面图中观察，截止窄槽 30 的侧壁的形状基本上是直的。

[0048] 如图 2 所示，导电薄膜 22 具有通过一个或多个印刷工序设于陶瓷衬底 20 的表面的印刷层 32。放热区 24 的印刷层 32 的层压数等于或大于电流阻断栅格 26 的印刷层 32 的层压数。印刷层 32 可由例如铜膏、银膏等的油墨制造。图 2 中，放热区 24 的印刷层 32 的层压数为 2，而电流阻断栅格 26 的印刷层 32 的层压数为 1。只要放热区 24 的印刷层 32 的层压数等于或大于电流阻断栅格 26 的印刷层 32 的层压数，层压数可为任何组合。作为第一层的印刷层 32a 和作为第二层的印刷层 32b，可以具有相同或不同的厚度。图 3 中，作为第一层的印刷层 32a 通过第一丝网印刷工序在陶瓷衬底 20 上以从 20 到 30μm 的厚度范围淀积，而作为第二层的印刷层 32b 通过第二丝网印刷工序在印刷层 32a 上以例如从 75 到 100μm 的厚度范围淀积。当印刷作为第一层的印刷层 32a 时，同时制造电流阻断栅格 26 的截止窄槽 30。根据常规的刻蚀工序，镀层淀积为相当于电流阻断栅极的厚度，然后，进行选择性的蚀刻以产生电流阻断栅极，其后，淀积附加镀层以产生放热区，同时电流阻断栅极处于屏蔽状态。由于需要重复包括电镀工序和刻蚀工序等不同工序，常规刻蚀工序十分复杂且精度较差。

[0049] 根据本实施方式，由于包括放热区 24 和电流阻断栅格 26 的导电薄膜 22 通过丝网印刷工序形成在陶瓷衬底 20 上，比通过上述的刻蚀工序能更容易地制造导电薄层 22。更进一步地，因为截止窄槽 30 和放热区 24 的上部不受到腐蚀，当形成产生图案化的导电薄膜 22 时，可使在电流阻断栅格 26 之间或在放热区 24 之间的图案形状（厚度等）的任何变化，以及在熔丝组件 18 的图案形状（厚度等）的任何变化最小化。相应地，可高精度地制造出由导电薄膜 22 构成的导电图形。

[0050] 更具体的，电流阻断栅格 26 间的截止窄槽 30 的薄膜厚度的变化，以及在熔丝组件 18 的变化可被最小化，从而使 I^2t 值的变化最小化。另外，由于放热区 24 和电流阻断栅格

26 被印刷，可彼此单独形成，以便电流阻断栅格 26 的截止窄槽 30 的厚度可独立于放热区 24 的厚度被自由地控制。通过以该方式控制截止窄槽的厚度，可达到降低 I^2t 值的目的。因此，可降低电力熔断器 10 的成本和尺寸。

[0051] 根据熔丝组件 18 的一个优选特征，CuO 等的抗氧化膜至少形成在电流阻断栅格 26 的表面。最好是，通过例如丝网印刷工序使厚度为几 μm 的抗氧化膜形成，CuO 膏等仅沉淀在电流阻断栅格 26 的上表面，以该方式印刷的抗氧化膜可至少有效地防止电流阻断栅格 26 被氧化，从而熔丝组件 18 能够长时间地可靠工作。

[0052] 根据熔丝组件 18 的另一个优选特征，灭弧剂 16 被制成膏状印刷在熔丝组件 18 的表面。更准确地说，如图 4A 所示，利用溶剂将灭弧剂 16 制成膏状(用 SiO_2 等)，例如膏状灭弧剂 34，膏状灭弧剂 34 印刷在电流阻断栅格 26 上。或者，如图 4B 所示，膏状灭弧剂 34 也可以被分别印刷在电流阻断栅格 26 和放热区 24 上。一般地，电力熔断器 10 的内部空间的大部分被灭弧剂 16 填满。由于实际上电力熔断器 10 中需要灭弧的区域仅包括接近于电流阻断栅格 26 的表面的区域。膏状灭弧剂 34 至少被印刷在电流阻断栅格 26 上。通过该方式，可减少容纳灭弧剂 16 的内部空间。更进一步地，印刷的膏状灭弧剂 34 大大地减小了电力熔断器 10 的尺寸。

[0053] 如下，参照图 5 ～ 11B 对熔丝组件 18 的各变形例进行说明。

[0054] 如图 5 所示，根据第一变形例(以下简称为第一熔丝组件 18a)，熔丝组件包括第一熔丝部 36A 和第二熔丝部 36B，其位于在第一端子连接器 24a 和第二端子连接器 24b 之间，与位于二者间的放热区 24c 顺次(串行)连接。

[0055] 如部分省略图示的图 6A 所示，第一熔丝部 36A 包括沿 x 方向串行布置的多个第一电流阻断栅格 26A，举例来说，每个第一电流阻断栅格 26A 各具有 32 个并列的截止窄槽 30 并列。如部分省略图示的图 6B 示，例如，第二熔丝部 36B 包括沿 x 方向串行布置的多个第二电流阻断栅格 26B，每个第一电流阻断栅格 26A 各具有 32 个并列的截止窄槽 30。第一电流阻断栅格 26A 的截止窄槽 30 的宽度(y 方向上的长度)为 da，第二电流阻断栅格 26B 的截止窄槽 30 的宽度(y 方向上的长度)为 db，且与 da 不同。更具体地说，如图 6A、6B 所示，第二电流阻断栅格 26B 的截止窄槽 30 的宽度 db 比第一电流阻断栅格 26A 的截止窄槽 30 的宽度 da 大。

[0056] 第二变形例涉及的熔丝组件(以下简称为“第二熔丝组件 18b”)与上述的第一熔丝组件 18a 具有基本上相同的构造，但有下述的不同。

[0057] 如图 7A、7B 所示，第一电流阻断栅格 26A 的印刷层 32 的层压数和第二电流阻断栅格 26B 的印刷层 32 的层压数彼此不同。图 7A、7B 中，第一电流阻断栅格 26A 的印刷层 32 的层压数为 1，而第二电流阻断栅格 26B 的印刷层 32 的层压数为 2。

[0058] 第三变形例涉及的熔丝组件(以下简称为“第三熔丝组件 18c”)与上述的第一熔丝组件 18a 具有基本上相同的构造，但有下述的不同。

[0059] 如图 8A、8B 所示，第一电流阻断栅格 26A 的截止窄槽 30 的宽度为 da，行距为 Pa。而第二电流阻断栅格 26B 的截止窄槽 30 的宽度为 db，行距为 Pb。各宽度和行距有如下关系：

[0060] $da=db$

[0061] $Pa<Pb$

[0062] 第四变形例涉及的熔丝组件(以下简称为“第四熔丝组件 18d”)与上述的第一熔丝组件 18a 具有基本上相同的构造,但有下述的不同。

[0063] 如图 9A、9B 所示,第二电流阻断栅格 26B 的截止窄槽 30 的宽度 db 和行距比第一电流阻断栅格 26A 的截止窄槽 30 的宽度 da 和行距大。

[0064] 第五变形例涉及的熔丝组件(以下简称为“第五熔丝组件 18e”)与上述的第一熔丝组件 18a 具有基本上相同的构造,但有下述的不同。

[0065] 第一电流阻断栅格 26A 的截止窄槽 30 与第二电流阻断栅格 26B 的截止窄槽 30 在形状上不同。如图 10A、10B 所示,在平面图中观察,第一电流阻断栅格 26A 的截止窄槽 30 的侧壁在形状上基本上是直的。而第二电流阻断栅格 26B 的截止窄槽 30 的侧壁为曲线状。第一电流阻断槽 26A 的截止窄槽 30 的宽度 da (y 方向的长度) 也可以与第二电流阻断槽 26B 的截止窄槽 30 的宽度 db 不同或相同。

[0066] 第六变形例涉及的熔丝组件(以下简称为“第六熔丝组件 18f”)与上述的第一熔丝组件 18a 具有基本上相同的构造,但有下述的不同。

[0067] 如图 11A、11B 所示,第一电流阻断栅格 26A 的印刷层 32 的层压数和第二电流阻断栅格 26B 的印刷层 32 的层压数彼此相同。另一方面,第一电流阻断栅格 26A 的印刷层 32 的金属材料和第二电流阻断栅格 26B 的印刷层 32 的金属材料不同。例如,第一电流阻断栅格 26A 的印刷层 32 由银膏构成,而第二电流阻断栅格 26B 的印刷层 32 由铜膏构成。第一电流阻断栅格 26A 的印刷层 32 的金属材料和第二电流阻断栅格 26B 的印刷层 32 的金属材料这样彼此不同,一般用作熔丝的低熔点的金属材料可组合使用。

[0068] 第一至第六熔丝组件 18a 至 18f 的第一电流阻断栅格 26A 和第二电流阻断栅格 26B 也可以按需要组合形成新的熔丝组件。

[0069] 相对于第一至第六熔丝组件 18a 至 18f,第一熔丝部 36A 和第二熔丝部 36B 的熔断特性(电流 - 熔断时间特性)可能产生变化。尤其是,如图 12 所示,根据从第一电流值 A1 到第二电流值 A2 的电流 - 熔断时间特性,第六熔丝组件 18f 中,第二熔丝部 36B 相对于第一熔丝部 36A 在熔断时间上呈现出剧烈的变化。

[0070] 因此,如图 12 的实线所示,电力熔断器 10 表现出如下特性,如第六熔丝组件 18f 的总电流 - 熔断时间的特性曲线所示,相比于低电流范围的电流的时间变化,高电流范围的电流的时间变化更为剧烈。

[0071] 实例

[0072] 确认关于对比例 1、2 和实施例 1 的工作特性(额定电流 - 工作 I^2t 值的特性)。图 13 表示实施例 1 和对比例 1、2 的工作特性(额定电流 - 工作 I^2t 值的特性)。图 13 中,以●表示的特性曲线属于实施例 1,以▲表示的特性曲线属于对比例 1,以○表示的特性曲线属于对比例 2。

[0073] 图 13 表示的对比例 1 的特性曲线根据市场上可买到的产品的数据绘制,其被蚀刻以制成相当于图 3 表示的日本特开专利 No. 2006-073331 的图案。

[0074] 图 13 表示的对比例 2 的特性曲线根据市场上可买到的产品的数据绘制,其通过压制银条被制造出。

[0075] 实施例 1 的特性曲线根据电力熔断器的数据绘制,该电力熔断器具有与本实施方式涉及的电力熔断器 10 类似的结构。以下面的方式制造熔丝组件 18。首先,如图 3 所示,

厚度为 1mm 的氧化铝衬底被用作陶瓷衬底 20，厚度为 25μm 的印刷层 32a（铜膏印刷层）通过丝网印刷工序作为第一薄层形成在氧化铝基片上。此时，印刷层 32a 仅被印刷在如图 2 所示的图案。此后，另一个厚度为 75μm 的印刷层 32b（铜膏印刷层）作为第二薄层通过第二丝网印刷工序形成在印刷层 32a 上。此时，印刷层 32b 仅印刷在预计成为各放热区 24 的区域。

[0076] 由图 13 所示的结果可知，实施例 1 相比于对比例 1、2 表现出更好的工作特性。更具体地，实施例 1 涉及的电力熔断器可降低 I^2t 值，降低成本、减小尺寸，同时，能使电流阻断栅格 26 之间的变化和熔丝组件 18 之间的变化最小化。

[0077] 本发明涉及的电力熔断器不限于上述实施方式，也可以在不脱离本发明范围的情况下，结合各种附加的或替换的装置。

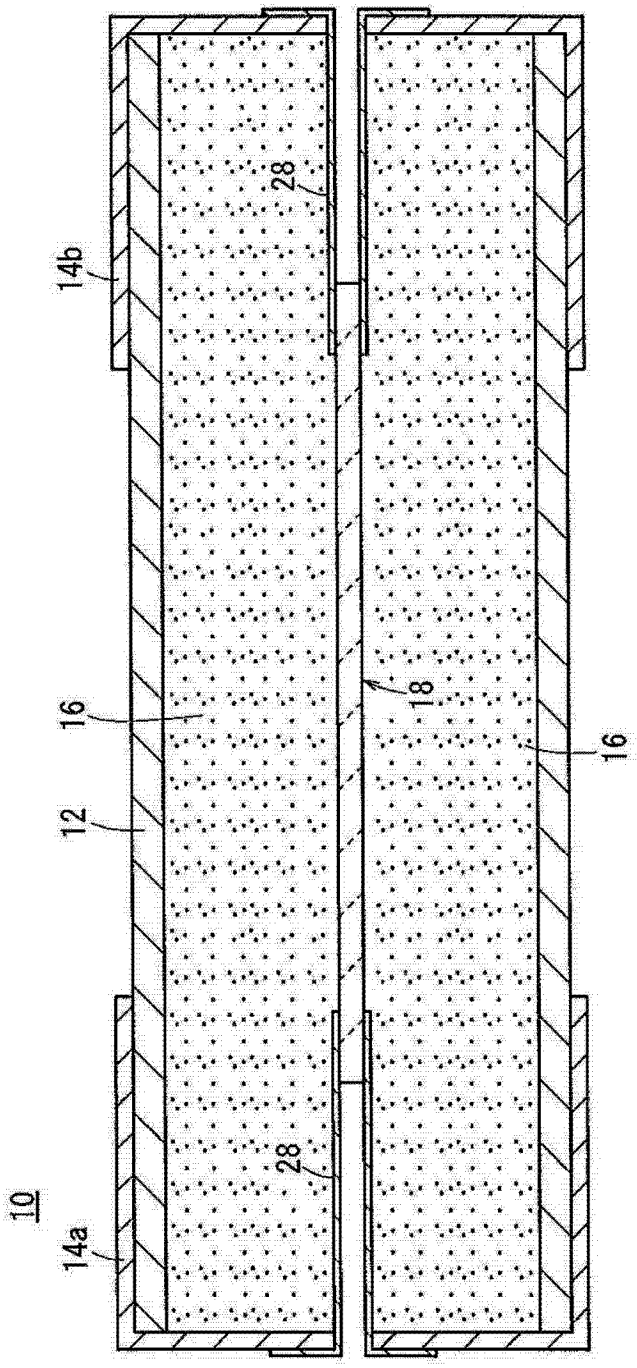


图 1

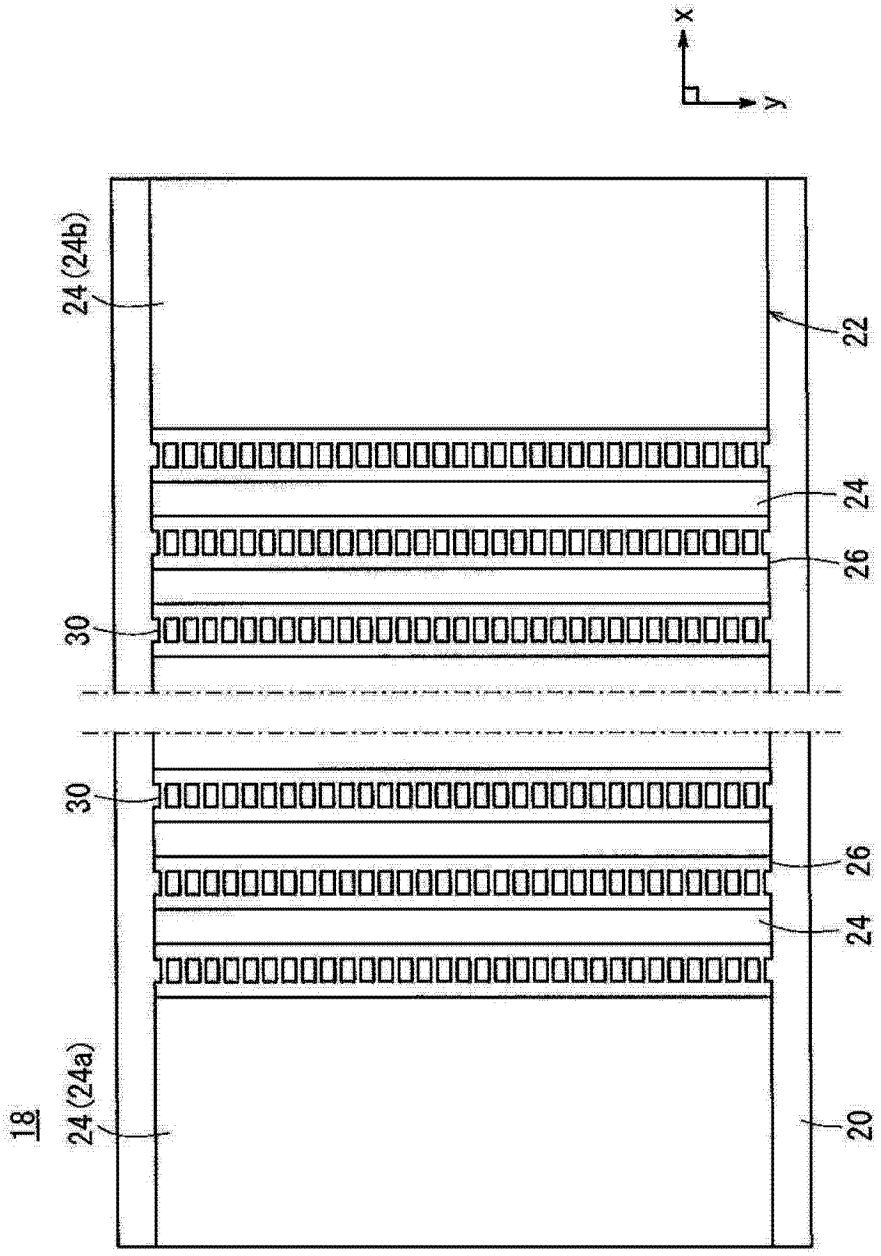


图 2

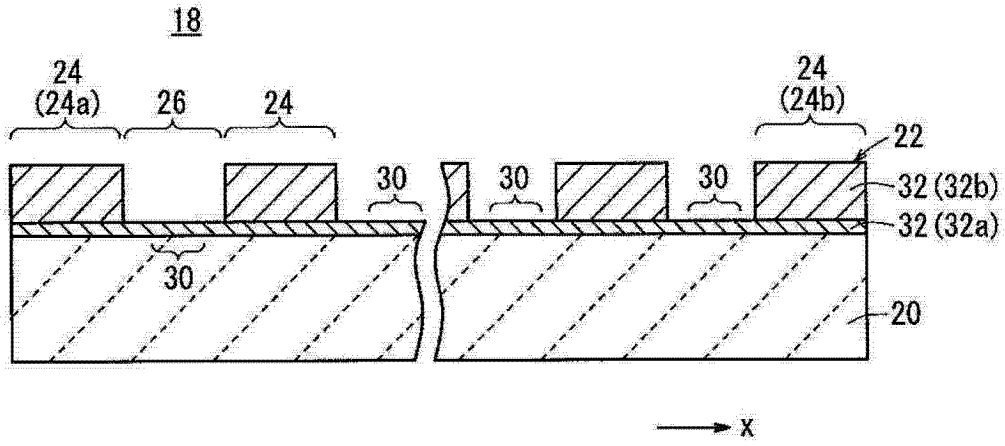

18
24
(24a)
26
24
24
(24b)
22
30
30
30
32 (32b)
32 (32a)
30
20
x

图 3

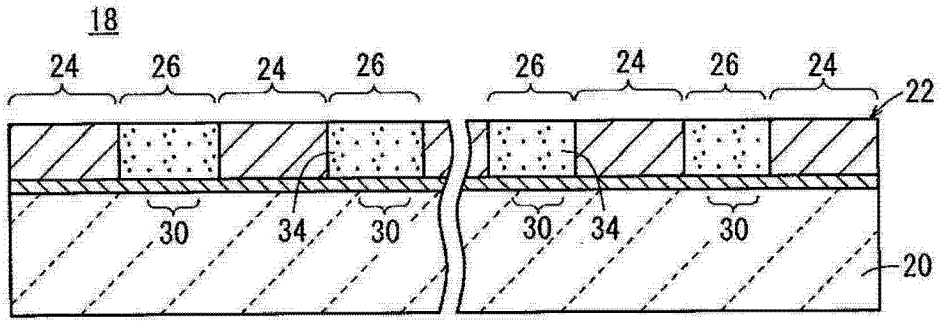

18
24
26
24
26
26
24
26
24
22
30
34
30
30
34
30
20

图 4A

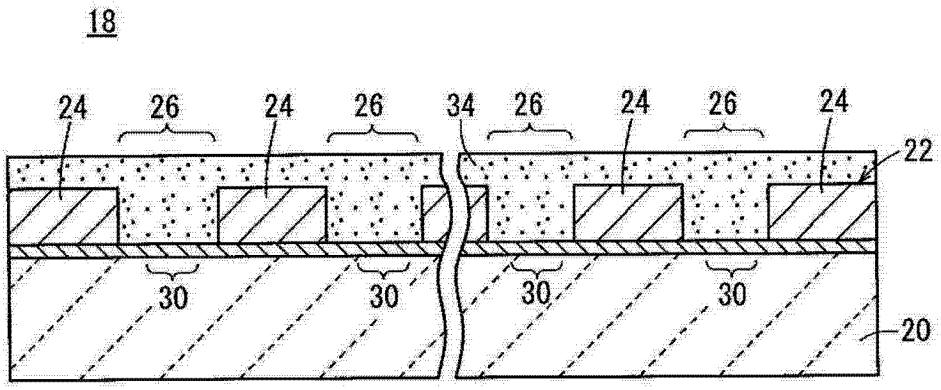

18
24
26
24
26
34
26
24
26
24
22
30
30
30
30
20

图 4B

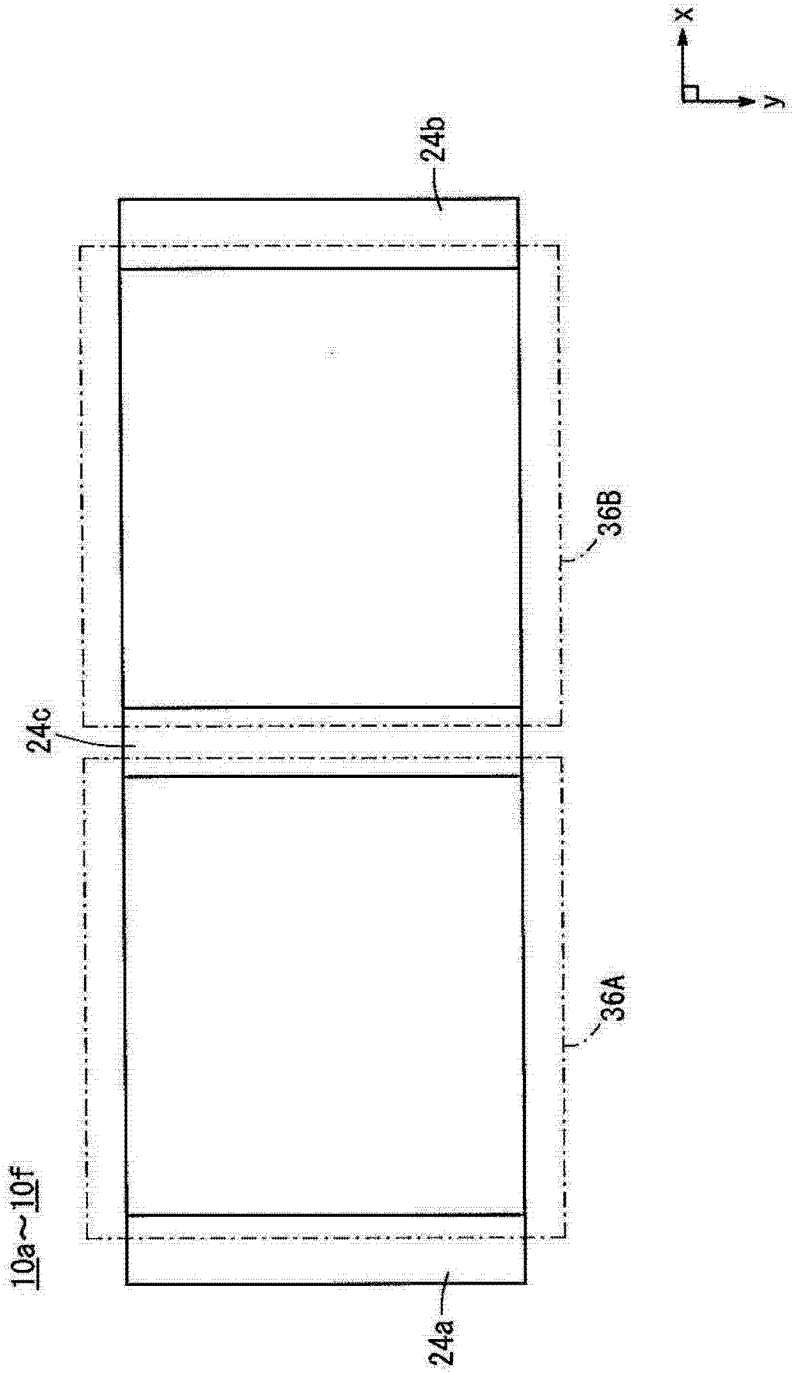


图 5

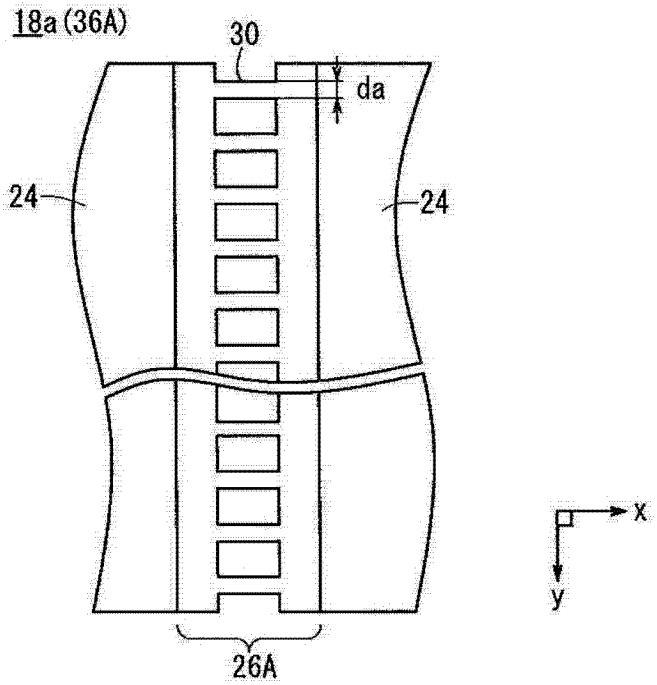

18a (36A)
30
da
24
24
x
y
26A

图 6A

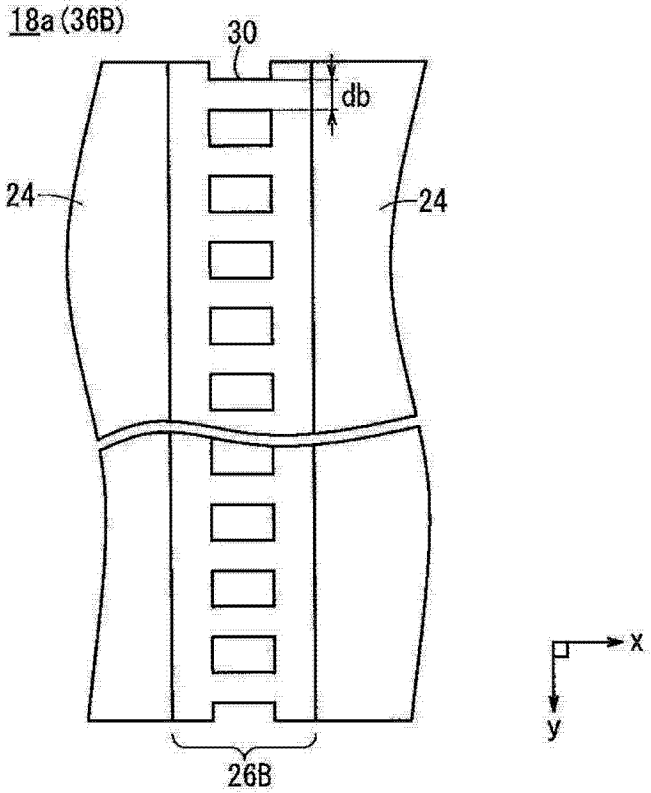

18a (36B)
30
db
24
24
x
y
26B

图 6B

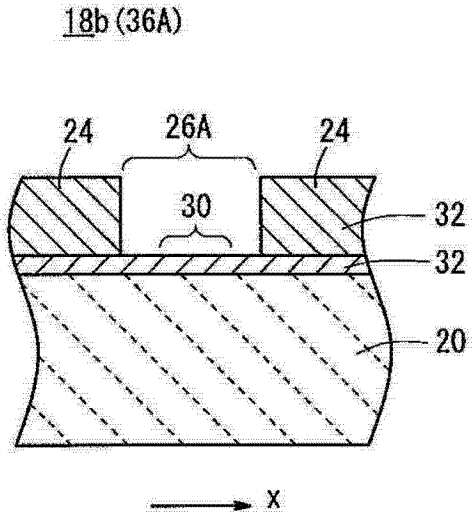

18b (36A)
24
26A
24
30
32
32
20
x

图 7A

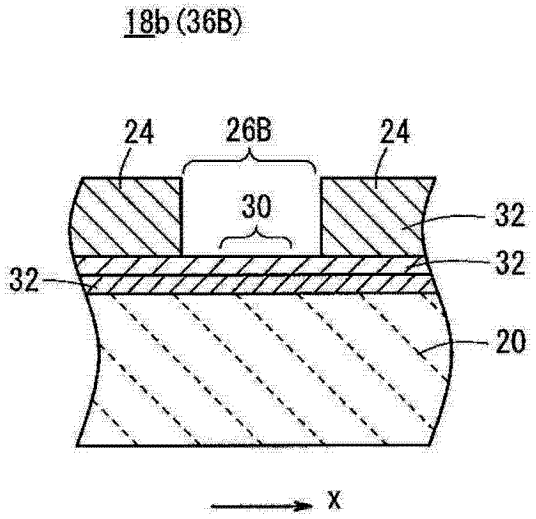


图 7B

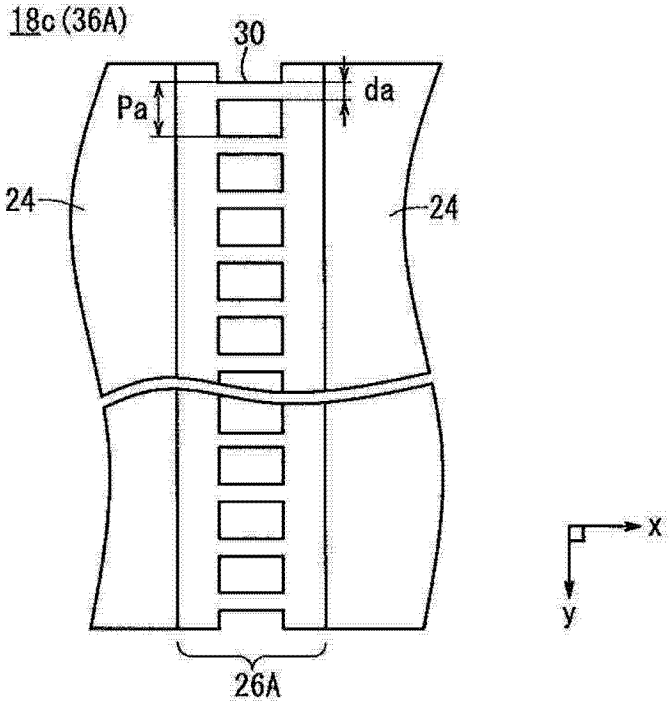


图 8A

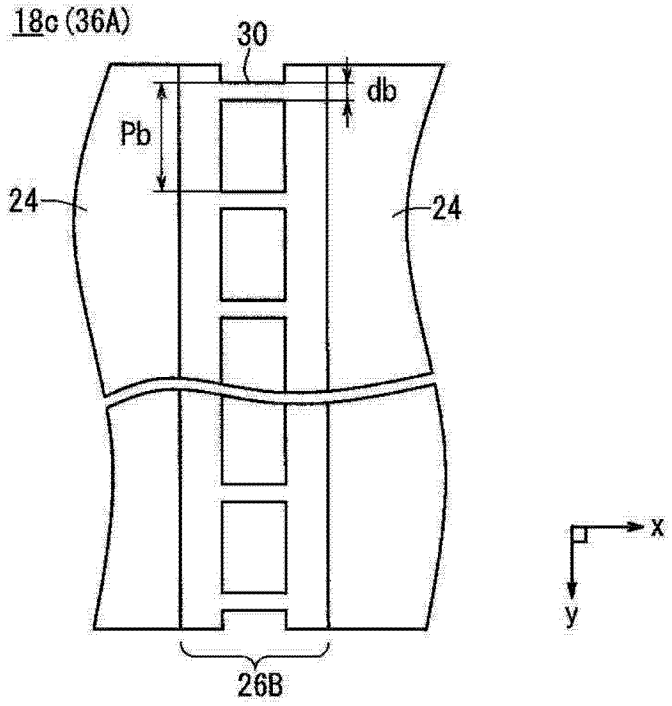


图 8B

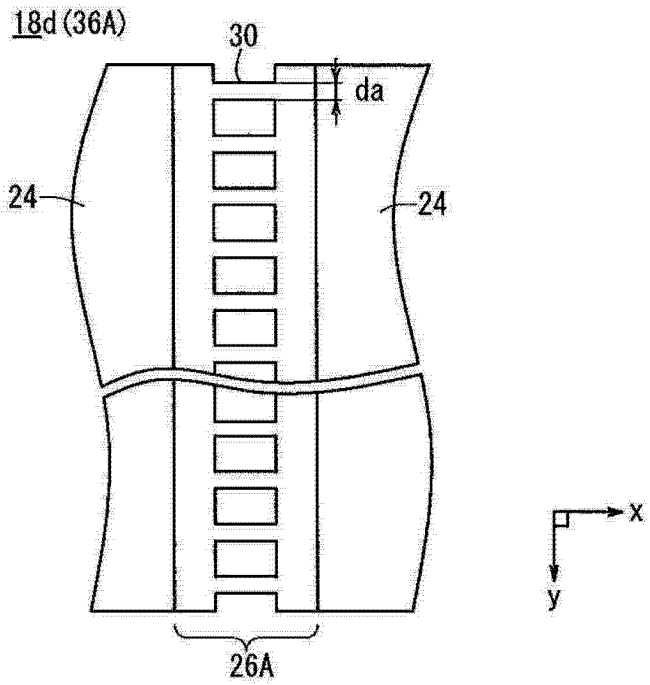


图 9A

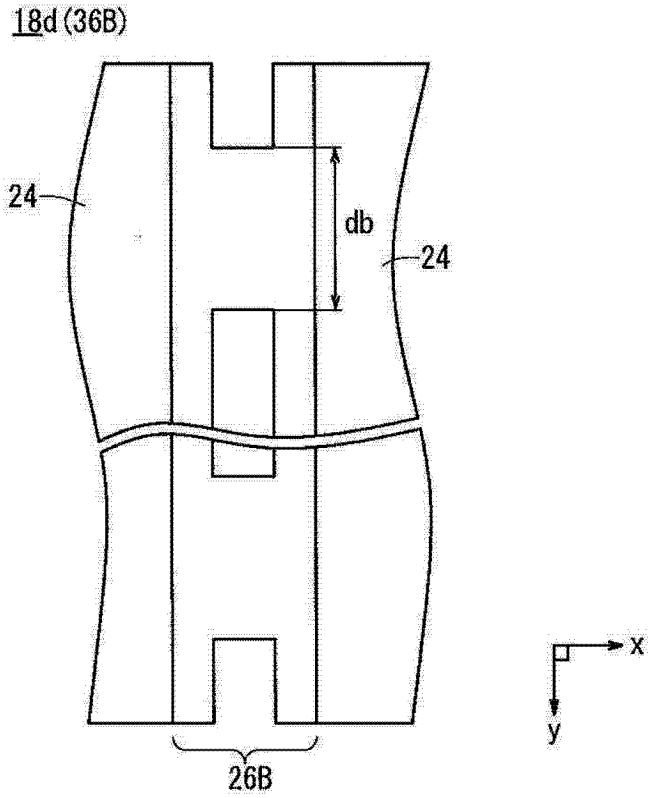


图 9B

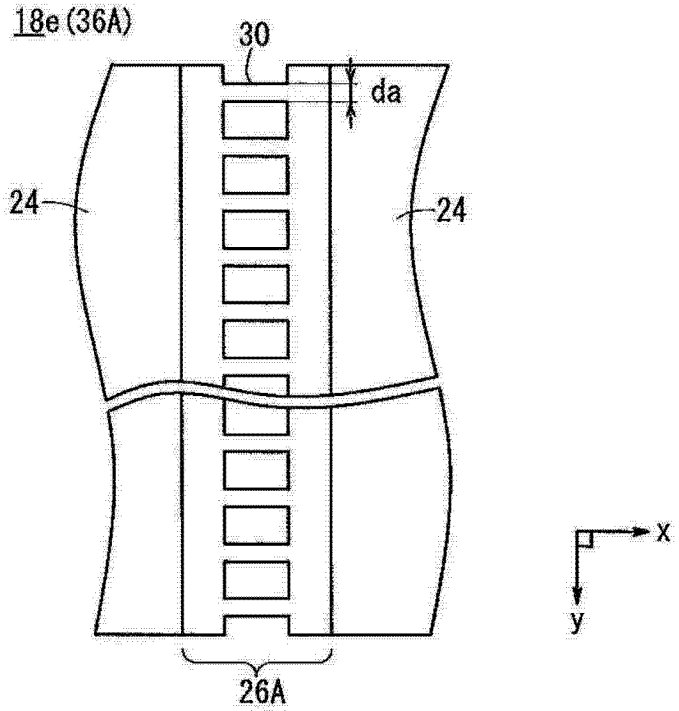


图 10A

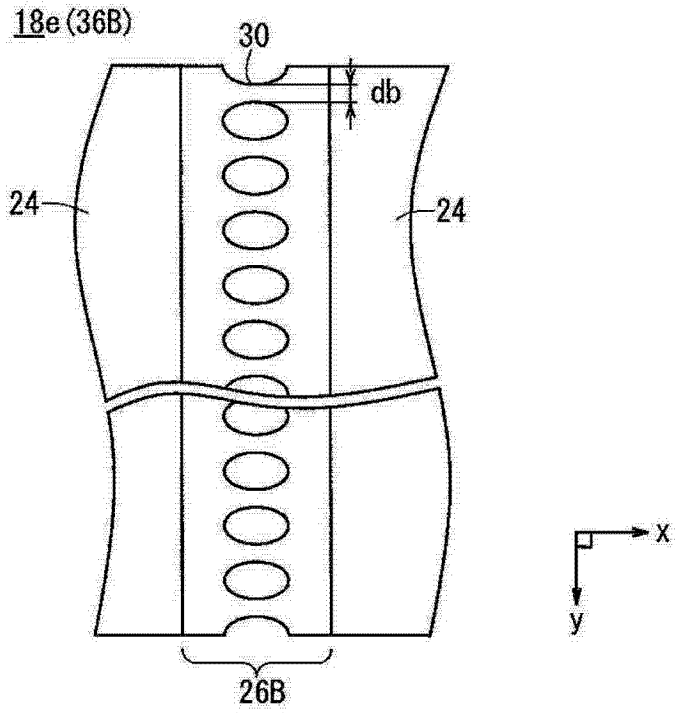


图 10B

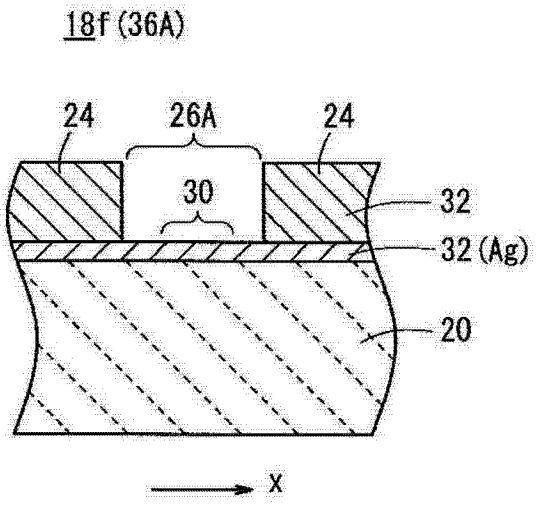


图 11A

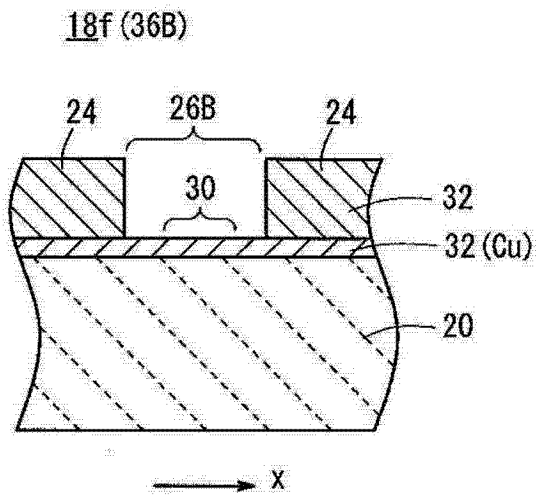


图 11B

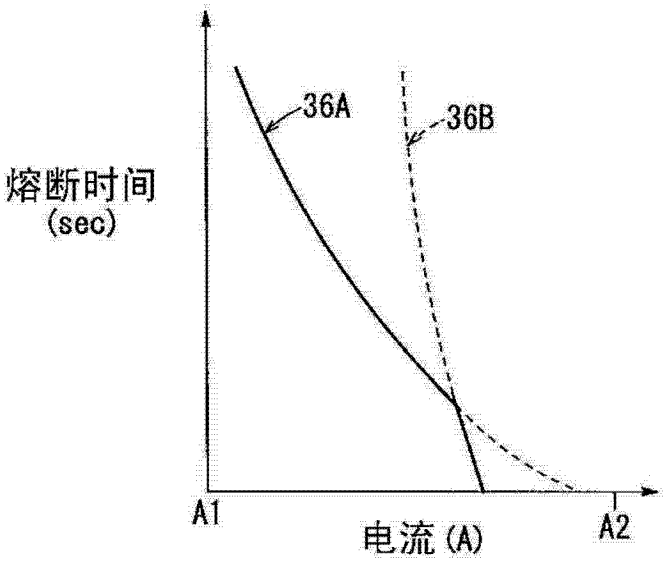


图 12

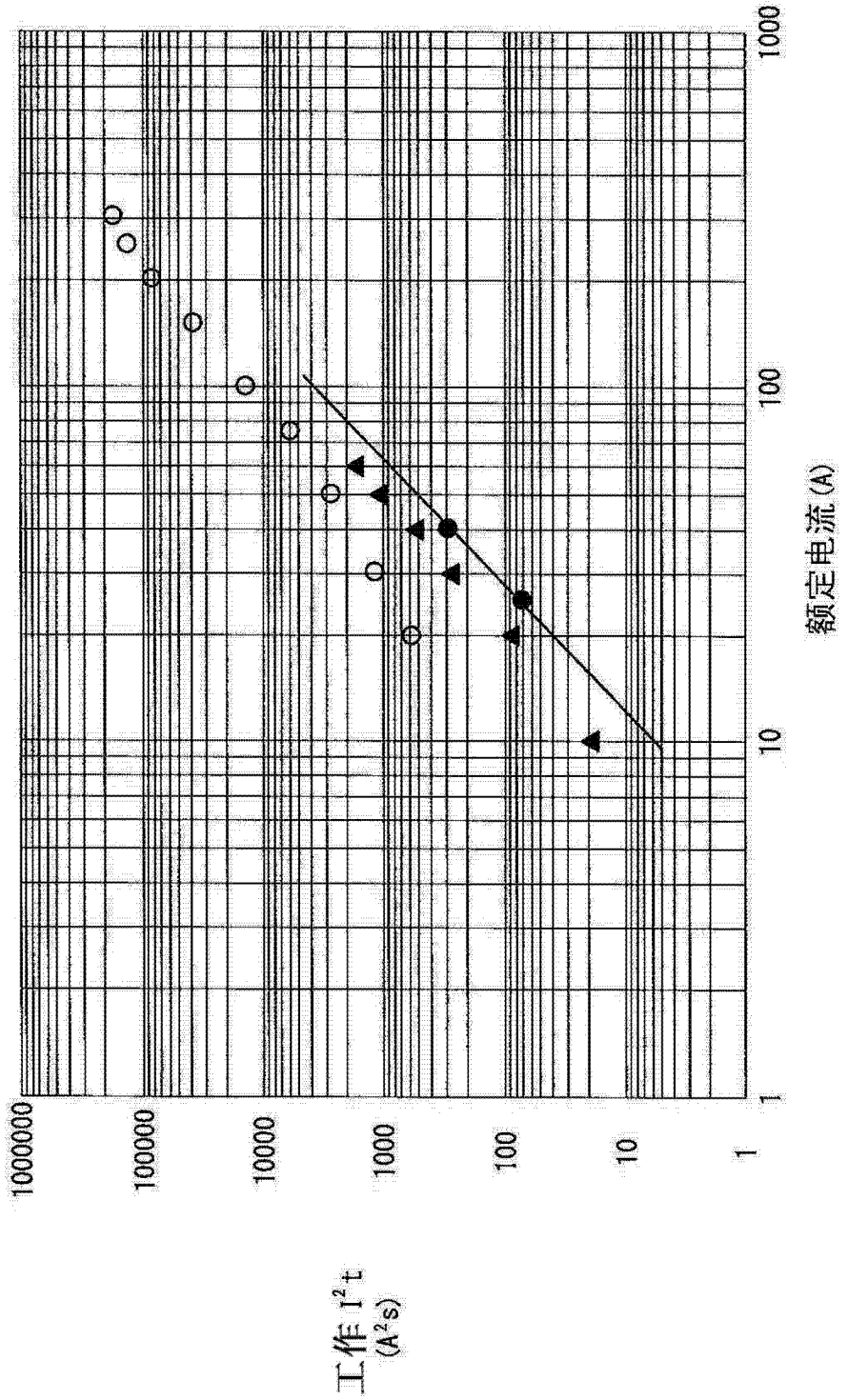

1000
100
10
1
额定电流(A)
1000000
100000
10000
1000
100
10
1
工作 I^2t (A^2s)

图 13