

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

C07C 51/265

C07C 63/26

[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 93107080.5

[45]授权公告日 1999 年 1 月 27 日

[11]授权公告号 CN 1041819C

[22]申请日 93.5.21 [24]颁证日 98.10.24

[21]申请号 93107080.5

[30]优先权

[32]92.5.21 [33]GB [31]9210832.3

[32]93.3.1 [33]GB [31]9304093.9

[73]专利权人 帝国化学工业公司

地址 英国英格兰伦敦

[72]发明人 A·彭宁顿 R·F·史密夫

审查员 唐铁军

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 汪 洋

权利要求书 4 页 说明书 18 页 附图页数 0 页

[54]发明名称 生产和加工芳香羧酸的设备

[57]摘要

溴催化氧化方法在生产和加工芳香羧酸如对苯二甲酸的设备中,至少一些设备 的构件(特别是那些在升高的温度和压力分别超过 180℃ 和 8bara 条件下暴露在酸性反应介质中的构件是由二相不锈钢制成的。在该设备构件暴露在 反应介质中时,控制上述条件以保持低腐蚀速率。

权 利 要 求 书

1. 生产和加工芳香羧酸的设备, 其中在含钴、锰和溴的催化体系存在条件下, 在含水的乙酸溶剂介质中通过液相氧化取代芳香族化合物而生产芳香羧酸, 其特征在于: 在使用的暴露在水和含溴溶剂介质中的设备构件中, 至少有些是由含有按重量计的下列组分的二相不锈钢制成:

碳	最高含量为 0.03
硅	最高含量为 2.0
锰	最高含量为 2.0
磷	最高含量为 0.04
硫	最高含量为 0.04
铬	21-26
镍	4.5-8
钼	2.5-4
氮	0.15-0.3
钨	最高含量为 1.0
铜	最高含量为 2.5
铁	余量。

2. 根据权利要求 1 的设备, 其中在升高的温度和压力分别超过 180°C 和 800KPa 的条件下, 在暴露在该溶剂介质中的在运转的设备构件中, 至少有些是由所述的二相不锈钢制成。

3. 根据权利要求 2 的设备, 其中所述的所制成的设备构件包括在其中进行所述的液相氧化反应的反应器。

4. 根据权利要求 2 的设备, 其中所述的所制成的设备构件包括形成一系列结晶阶段的第一步骤的结晶器, 在该结晶器中完成芳香羧酸

从母液中的受控结晶作用。

5. 根据权利要求 1 至 4 的任何一项权利要求的设备, 其中反应器中含有一种液相溶剂介质, 在该介质中含有 85 至 97%(w/w) 的乙酸, 3 至 15%(w/w) 的水和 300 至 3000ppm 溴。

6. 根据权利要求 1 至 4 中的任何一种设备, 其中所述的构件由比所述的二相钢不太耐腐蚀的第一种材料制成, 而且在该设备中二相钢在所述的不太耐腐蚀的材料上形成衬里。

7. 根据权利要求 1 的设备, 当运转或生产对苯二甲酸时, 液相氧化作用是在压力为 800-2000KPa 范围和温度在 180 至 220℃ 的范围, 应用对二甲苯和在含有 85 至 97%(w/w) 的乙酸、3 至 15%(w/w) 的水并含有 300 至 3000 ppm 溴、250 至 2000 ppm 锰、100 至 2000 ppm 钴以及 0 至 250 ppm 钠的一种溶剂介质中进行的, 所述的部件是由具有按重量%计的下列组分的二相钢制成的:

碳	最高含量为 0.03
硅	最高含量为 2.0
锰	最高含量为 2.0
磷	最高含量为 0.04
硫	最高含量为 0.04
铬	21-26
镍	4.5-8
钼	2.5-4
氮	0.15-0.3
钨	最高含量为 1.0
铜	最高含量为 2.5
铁	余量。

8. 根据权利要求 7 设备, 其中的水含量保持在相对于总的乙酸/

水含量的 3-10%w/w 的范围内。

9.根据权利要求 7 的设备,其中的水含量保持在相对于总的乙酸/水含量的 4-8%w/w 的范围内。

10.根据权利要求 7 设备,其中的水含量是通过从氧化反应器中抽出蒸汽、从蒸汽中冷凝出乙酸和水、调节冷凝液体的水含量及在调节之后把冷凝的液体返回至反应器作为回流来控制的。

11.根据权利要求 7 至 10 中的任何一项权利要求的设备,其中该氧化反应是在导致产生对苯二甲酸粗品的条件下进行,该对苯二甲酸粗品含有的 4-CBA 量相对于所产生的对苯二甲酸粗品来说在 300-700ppm 范围内。

12.根据权利要求 1 至 4 和 7 至 10 的任何一项权利要求的设备,其中由所述的二相钢所制成组成部件是选自该设备的下列基本组成部分:

在其中进行液相氧化反应的反应器;

产物回收段的部件;

溶剂回收段的部件;

脱水作用段的部件; 以及

除去或/和回收催化剂段的部件。

13.根据权利要求 1 至 4 和 7-10 的任一项权利要求的设备,其中该设备的至少一些部件是由具有下列以重量%计的组分的二相钢制成:

碳	最高含量为 0.03
硅	最高含量为 2.0
锰	最高含量为 2.0
磷	最高含量为 0.04
硫	最高含量为 0.04

铬	24-26
镍	5-8
钼	3-4
氮	0.20-0.3
钨	最高含量为 1.0
铜	最高含量为 2.5
铁	余量。

14.根据权利要求 1-4 和 7-10 的任一项权利要求的设备，其中该设备的至少一些部件是由具有下列的重量%的组分的二相钢制成：

碳	最高含量为 0.03
硅	最高含量为 2.0
锰	最高含量为 2.0
磷	最高含量为 0.03
硫	最高含量为 0.02
铬	21-23
镍	4.5-6.5
钼	2.5-3.6
氮	0.15-0.17
铁	余量。

说明书

生产和加工芳香羧酸的设备

本发明涉及生产和加工芳香羧酸的设备以及使用含有溴或含溴化合物的催化剂将取代的芳族化合物氧化为芳香羧酸。本发明特别应用于生产对苯二甲酸。

芳香羧酸如对苯二甲酸通常是通过低级脂族单羧酸溶剂（优选地含 2 至 8 个碳原子，其中含 2 至 6 个碳原子如乙酸为更优选）中的分子氧以及存在由一种或多种重金属化合物及溴或含溴化合物组成的催化剂的条件下由取代芳族化合物如对二甲苯氧化而生产出来的。

广泛认为，包括在此化学反应中的化学物质特别具有腐蚀性，尤其在为了达到高产率而通常采用的温度和压力条件下。这必然导致广泛使用合适的耐腐蚀材料制造反应器以及相关的设备。相应地，昂贵的钛和钛合金被广泛地用作设备制造材料，目的是使如对二甲苯氧化成对苯二甲酸，特别是在溴或含溴化合物存在下使用低级脂族单羧酸溶剂的氧化反应中。因此，引证 US- A- 4330676（4 栏，47-54 行）：“在催化剂含有溴化物场合下，必须使用一种能够经得起所得到的高腐蚀反应混合物的材料，例如钛；但在不含溴化物的场合下，不太贵重的材料如不锈钢也是合适的”。

考虑到允许使用不太贵重的制造材料如不锈钢，已有人不时地提出包括改进反应条件的建议，即在氧化反应中采用的材料和/或完成氧化反应的参数如温度和压力。例如，US-A-4278810 和 GB-A-2094800 公开了生产对苯二甲酸的方法，其中溴从氧化反应中慎重地除去了，水用作乙酸的取代物，反应在相对低的温度条件下完成。

根据本发明的一个方面，提供了生产和加工芳香羧酸（优选对苯

二甲酸) 的设备 , 其中在由钴、锰和溴组成的催化剂体系存在条件下, 在含水低级脂族单羧酸介质中, 通过取代芳族化合物如对二甲苯的液相氧化而生产出了芳香羧酸, 特征在于在使用中暴露在上述介质 (特别是暴露在升高的温度和压力分别超过 180 °C 和 800KPa 的介质) 中的那些设备构件中至少有些是由含有钼组分的氮合金化二相不锈钢制成。

二相钢是指由铁素体相和奥氏体相组成的不锈钢, 通常含有大约相同部分的奥氏体和铁素体。

在所定义条件下暴露在上述介质中的设备构件包括反应器和形成系列结晶步骤的第一步骤的结晶器。在反应器中完成所述液相氧化反应, 在结晶器中产生来自母液的控制结晶芳香羧酸。在这两个容器中的条件是特别严格的, 而且到目前为止, 一直需要采用钛和钛合金作为制造这些容器的材料。

优选地, 所述的构件由氮合金化级的含有钼组分的二相不锈钢制成, 当它们在 191 °C 的温度下暴露在具有下列定义组成的非搅拌液相介质中 14 天后, 其腐蚀速率不大于 0.1 毫米/年, 液相介质组成为:

乙酸:	88.01% w/w
水:	11.99% w/w
溴化物:	944 ppm
钴:	410 ppm
锰:	412 ppm
钠:	98 ppm

上面的温度和组成代表了典型的存在于对苯二甲酸生产设备的第

一结晶器中的反应介质的温度和组成。

这里使用的术语腐蚀速率可以理解为从下式得到的腐蚀速率 C：

$$C = W / (S \cdot D) \times 3650 / E \quad (\text{单位：毫米/年})$$

其中 W 是表面积为 S (厘米²) 的样品暴露在液相介质中 E 天时间后引起的重量损失 (克)，样品合金的密度为 D (克 / 厘米³)。

优选地，二相不锈钢是一种在所定义的条件下腐蚀速率不大于 0.05 毫米/年的不锈钢，其中不大于 0.04 毫米/年为更优选，不大于 0.025 毫米/年为最优选。

根据本发明的第二个方面，提供了生产芳香羧酸的方法。该方法包括在由钴、锰和溴组成的氧化催化体系存在的条件下、在 180 - 220 °C 的温度范围内和 800-2000KPa 的压力范围内、在含水单羧酸介质中将芳族化合物如对二甲苯氧化而生产出所述芳香羧酸；将氧化反应器中的母液和所述芳香羧酸供给一系列的结晶器步骤，在其中产生控制结晶，特征是：

在氧化和 / 或结晶器中完成氧化过程和 / 或至少所述的第一结晶步骤，被反应介质接触容器的表面由二相不锈钢制成；以及控制反应条件，更具体地说，控制反应介质的水含量，从而使得所述容器在这些条件下暴露在液相反应介质中时，溶液对具有下面规定的标准组成的退火二相钢的腐蚀速率不超过 0.15 毫米/年，所述组成包括下面规定量的成分，± 5 %：

碳	0.017
硅	0.21
锰	0.44
磷	0.018
硫	0.001
铬	24.74
镍	6.72
钼	3.8
氮	0.28
铜	<0.1
钨	<0.1
铁	余量

优选地，控制反应条件，使得在这样一些条件下，具有所定义的二相钢组成的二相钢的腐蚀速率不超过 0.1 毫米/年，其中不超过 0.05 毫米/年为更优选。

典型地，在温度和压力分别低于 180℃和 800KPa 的条件下，至少可进行所述结晶器步骤的第一步骤。

在本发明更特别的方面中，在所定义的温度和压力条件下，暴露在液相反应介质的反应器和/或结晶器及其它置于反应器和/或结晶器内部或与反应器和/或结晶器有关的构件是由二相不锈钢制成的，该不锈钢在所述条件下的腐蚀速率不大于 0.15 毫米/年(0.1毫米/年为更优选，0.05 毫米/年为最优选)。

优选地，用于制造反应器和/或第一结晶器的二相不锈钢是一种

具有下列范围组成的二相不锈钢：

碳	最多0.03
硅	最多2.0
锰	最多2.0
磷	最多0.04
硫	最多0.04
铬	24-26
镍	5-8
钼	3-4
氮	0.2-0.3
钨	最多1.0
铜	最多2.5
铁	余量

由二相不锈钢制成的构件基本上全部由这些材料制造。另外，它们可由比所说的二相钢不太耐腐蚀的第一种材料制成，用二相钢在所述的不太耐腐蚀的材料上面制成衬里或隔层以避免相同腐蚀性流体的作用。例如，可用二相钢在反应器内部加衬，用任何合适的方式把二相钢衬里固定到或焊接到不太耐腐蚀的材料如碳钢上，这样二相钢衬里保护了不太耐腐蚀的材料。

进一步地，我们不排除由二种或多种材料制造设备部件和／或设备构件的可能性，这些材料包括二相钢和在操作条件下比二相钢耐腐蚀好的材料。例如，我们已经发现在设备部件如氧化反应器中，由于

汽相中的水成分比液相中的水成分多，所以汽相中的化学组成具有更大的腐蚀性。在这样的情况中，可优选以这样的方式制造设备部件如氧化反应器和/或第一结晶器，即用二相钢（或其衬里）制造暴露在液相中的那些区域，而用具有优良耐腐蚀性的材料（或其衬里）如钛、钛合金或以镍为基的合金如合适的哈司特镍合金制造那些暴露在汽相中的区域以及液相与汽相之间的界面。

本发明在设备中有特别的应用，在溴和水存在下，在相对高的温度和压力条件下完成氧化过程，所得到的对苯二甲酸粗品含有的4-羧基苯甲醛（4-CBA）的量相对于所产生的对苯二甲酸粗品为300-7000 ppm。当氧化反应相对温和时，4-CBA含量在规定范围内的较高部分，后续的对苯二甲酸粗品的纯化可以包括通过氧化试剂如气态氧或其它试剂（不一定为气相）将对苯二甲酸粗品的水溶液进一步氧化，从而将至少部分4-BCA转化成对苯二甲酸。这种进一步的氧化反应之后是常规的氢化反应，所述氢化反应包括在还原条件下，对苯二甲酸的水溶液和氢气接触以便将剩余的杂质转化成这样的形式，该形式在最终产物中是允许的和/或在水母液中是溶解的（由此允许通过合适的分离技术如联合过滤以及洗涤来分离），所述洗涤利用了正如在Filtration & Separation, March/April 1979, 176页以下所描述的Pannevis带式过滤器系统。

在氧化反应器中的液相混合物的组成典型地包括：85-97% w/w乙酸、3-15% w/w水、浓度为300-3000 ppm的溴化物、含量为250-2000 ppm的锰、含量为100-2000 ppm的锰和含量为0-250 ppm的钠。优选地，水含量相对于水/乙酸含量是3-10% w/w以及钴和锰含量各自高达750 ppm。氧化

反应中的溴通常有较少部分（典型地大约 20%—30%）是离子形式。

令人惊奇地，已发现氧化反应器中的液相混合物中的水含量特别重要。我们已经发现，氧化反应过程中产生的汽相中的条件比液相中的条件更严格，在这方面起主要作用的因素已鉴定是存在于蒸汽中的水组分。通过存在于液相中的水量控制存在于汽相中的水量。通过限制存在于液相中的水量，可以使汽相中的水含量维持在反应中暴露在汽相中的反应器部件可由二相钢制成的水平。相应地，在本发明优选的方面，应保持氧化反应器中液相混合物的水含量不超过基于水/乙酸混合物的 8% w/w 的水平，其中 4~8% w/w 为最优选。这样，可以使汽相的水含量维持在一定范围，该范围能使在汽相区域中使用二相钢成为可能。

通过从反应器里抽出蒸汽、从蒸汽中冷凝单羧酸和水、调节冷凝液体的水含量以及在调节之后把冷凝的液体返回至反应器作为回流，可以方便地控制氧化反应器内的水含量。

目前，用于制造反应器和/或第一结晶器及相关构件的优选的二相钢合金是可从 Sandvik AB of Sandviken, Sweden 购到的 Sandvik SAF 2507 合金（UNS No. s32750）。正如上文所述，当在 191℃ 温度下暴露在非搅拌液相组成中 14 天后，发现 SAF 2507 合金的腐蚀速率为 0.01 毫米/年。然而，也可使用冶金上类似的且具有类似组成的二相钢合金，例如可从 Weir Materials Services Limited of Manchester, England 购到的 Creusot-Loire Uranus UR52N+ 合金（UNS NO. s32550）以及 Zeron 100（UNS No. s32550）。Sandvik 2507 型的组成及其等同物在表 1 中给出。

出乎意料地，在氧化反应器和第一结晶器中典型的条件（反应介质组成及所述的升高的温度和压力条件）中，已发现 Sandvik SAF 2507 合金比许多高合金化的奥氏体不锈钢所受到的腐蚀更少，包括 Sandvik 2RK65 合金 (UNS NO. N08904)、Avesta 254 SMO 合金 (UNS NO. s31254) 和 Sandvik Sanicro 28 合金 (UNS NO. N08028)。而且，已发现 Sandvik SAF 2507 二相钢在此条件下其耐腐蚀性比其它二相钢如 Sandvik 2250 合金和 Ferralium 255 (UNS NO. s32550) 显著地改进了，达到了 2507 合金所具有的足够的耐腐蚀性，从而使其在制造至少是氧化反应器和第一结晶器的部件方面可以替代钛和钛合金。

从腐蚀速率的电化学噪音测定得到的实验数据表明 2507 合金的腐蚀速率随着典型的氧化反应器组成中的水含量的增加而增加，但是，如果在液相中水含量保持在 4—8 % w / w 的范围，那么汽相中增加的水含量可与所容许的腐蚀速率范围保持一致，即低于 0.15 毫米 / 年（0.1 毫米 / 年为更优选，0.05 毫米 / 年为最优选）。电化学噪音测定还表明就腐蚀速率而言，氧化反应器温度（超过 180—220 °C 范围）和溴含量（超过 1000—2600 ppm 范围）的改变是相对不太重要的因素。腐蚀速率的电化学噪音测定技术是公知的，可参见如论文 NO. 223 题为 “Electrochemical Noise Techniques For Determining Corrosion Rates And Mechanisms” by A N Rothwell et al, from Corrosion 92, the NAOE Annual Conference and Corrosion Show available from NACE Products Division, PO Box 218340, Houston, Texas 77218, USA。

生产对苯二甲酸的典型设备进一步包括产品回收部分、溶剂回收

部分、脱水部分和催化剂分离／回收部分；在至少热乙酸和水及在大多数情况中溴化物、钴、锰和可能有钠成分的环境中，在不同的温度和压力下完成这些部分的每个过程。有些过程是在乙酸和水存在下但在不太严格的温度和压力条件下和较低溴含量条件下完成的。在这些情况中，虽然常规的做法已经采用钛或钛合金为制造材料，但根据本发明，可以采用具有适当的耐腐蚀的二相不锈钢。因为条件不太严格，所以可由二相不锈钢如 Sandvik 2205合金（UNS No. s31803）部分或基本上全部地制造设备部件；尽管我们不排除这种不锈钢可作为制造氧化反应器和第一结晶器（及相关的构件例如压力容器、热交换器、蒸汽升液器和回流返回系统以及相关的管道、泵、阀和搅拌设备）的制造材料，已发现当在比氧化反应器和第一结晶器中的温度和压力更低的条件下暴露在包括乙酸和水的流体中时，该合金具有充足的耐腐蚀性。

表 2 给出 Sandvik 2205合金的组成。对于一些不太艰巨的工作，采用与组成中合金等同和类似于 Sandvik 2205合金的二相不锈钢也是可以的。等同合金的例子一般有 AFNOR Z3 CND 22.05. AZ、Uranus UR45N、SS 2377和 UNS NO.s31803合金。

通过仅作为参考的下列实施例可以进一步说明本发明。

实施例 1

在实验室，Sandvik SAF 2507合金的耐腐蚀性是通过把预先确定了尺寸的样品暴露在液相介质中来评估的，该介质具有代表存在于典型的对苯二甲酸生产设备的第一结晶器步骤中的乙酸／水反应介质的

确定组成：

乙酸： 水	88.01:11.99 (%w/w)
溴化物	994 ppm
钴	410 ppm
锰	412 ppm
钠	98 ppm

样品是尺寸为 $50 \times 25 \times 3$ 毫米的矩形结构。在 191°C 的温度下把样品暴露在压热器中没有搅拌的液相介质中 14 天，该温度是典型的第一步骤结晶器中的温度。

腐蚀速率是从样品在暴露期间受到的重量损失确定的，在这样的条件下腐蚀速率为 0.01 毫米/年。

在相同条件下，Sandvik 2205 合金的腐蚀速率大约为 $0.06 - 0.07$ 毫米 / 年，而作为对比，317 L 不锈钢的腐蚀速率超过 0.5 毫米/年。

当受到对苯二甲酸生产设备部件的条件作用时，我们进行了评估许多商业上可得到的不锈钢耐腐蚀性的试验，其中所述部件目前是由钛或钛合金制成的。试验包括了在设备中的适当位置安装钢的焊接腐蚀试样，每个不锈钢试样的测量尺寸为 $125 \text{ 毫米} \times 50 \text{ 毫米} \times 3 \text{ 毫米}$ 。在所有的例子中，试样的暴露时间超过 3 个月，在有些例子中，时间更长。这些实验的结果在某种程度上是定性的，由于在焊接部位出现较大的材料损失，所以测量的腐蚀速率失真了（通过采用对本领域技术人员公知的更满意的焊接技术可大大地减少损失）。然而，由

于所有试验的样品在焊接部位都有增长的材料损失，因而结果确实表示了关于试验材料的相对优缺点。

实施例 2

第一结晶器：这是许多容器之一。在此容器中，在含钴、锰和溴的催化体系的存在条件下，在乙酸溶剂中氧化对二甲苯，然后对苯二甲酸从母液中结晶出来。第一结晶器中的条件典型地为：

	液相区	汽相区
乙酸： 水	88:12 %w/w	77:23 (%w/w)
温度	191°C	191°C
催化剂金属	790 ppm	微量
总的溴化物	940ppm	130
离子溴	330 ppm	微量

受这些条件作用持续 3 5 0 天后显示出下列结果：

合金种类	液相腐蚀速率 (毫米/年)	汽相腐蚀速率 (毫米/年)
2507	0.11	0.09
F255	>0.44	0.11
2205	>0.4	0.10
2RK65	>0.4	0.25
254SMO	0.32	0.16
Sanicro 28	>0.4	0.12

在这些合金中，Sandvik SAF 2507、Sandvik 2205和 Ferralium 255 (F255) 都是二相合金，而其余 (Sandvik 2RK65，Avesta 254 SMO 和 Sandvik Sanicro 28合金) 是更昂贵的高合金化的奥氏体不锈钢。

从上述结果将会看到，在第一结晶器中的苛刻液相条件 (即高温和大量的溴含量) 下，SAF 2507在液相条件中比其它合金遭受的腐蚀小。在不太严格的汽相条件中，所有的二相钢合金显著地显示出比高合金化的奥氏体合金好的耐腐蚀性。

实施例 3

在第一结晶器的液相区中进行持续 1 7 0 天的类似试验，在下列条件下使用SAF 2507合金的试样：

乙酸： 水	92:8 (%w/w)
温度	191℃
催化剂金属	630 ppm
总的溴化物	750 ppm
离子溴	260 ppm

在这个例子中，腐蚀速率为 0 . 0 6 毫米 / 年，说明了减少液相中的水含量和溴含量的影响。

实施例 4

在第一结晶器的液相区中进行持续 2 4 0 天的另一个类似实验，在下列条件下再次使用 SAF 2507 合金的试样：

乙酸 水	94:6 (%w/w)
温度	200℃
催化剂金属	690 ppm
总的溴化物	810 ppm
离子溴	280 ppm

在这个例子中，SAF 2507 合金的腐蚀速率小于 0 . 0 1 毫米 / 年，再次说明了在反应介质中保持低浓度水的影响。

实施例 5

把 SAF 2507 合金的试样装在氧化反应器中，在含钴、锰和溴的催化剂存在条件下，在液相氧化乙酸溶剂中由对二甲苯生产对苯二甲酸。氧化反应器中的条件是：

乙酸： 水	92:7(%w/w)
温度	215°C
催化剂金属	650 ppm
总的溴化物	770 ppm
离子溴	190 ppm

受这些条件作用持续 1 4 0 天之后，2 5 0 7 合金的腐蚀速率为 0 . 0 3 毫米/年。

表 1

成分 wt/%

SAF 2507

	规格	典型
碳	最多0.03	0.02
硅	1.2	1.2
锰	0.8	0.3
磷	0.035	0.02
硫	0.02	0.002
铬	24-26	25
镍	5.5-7.5	7
钼	3.5-4	3.9
氮	0.25-0.3	0.28
钨	-	-
铜	-	-
铁	余量	余量

成分 wt/%

UR52N+

	规格	典型
碳	0.01-0.03	0.02
硅	1.0-1.75	1.2
锰	0.2-0.75	0.3
磷	0.02-0.03	0.02
硫	0.0001-0.001	0.002
铬	24-26	25
镍	5.5-7.5	6.5
钼	3.2-2.9	3.7
氮	0.2-0.25	0.24
铜	1.5-2.5	1.6
钨	-	-
铁	余量	余量

成分 wt/%

Zeron 100

	规格	典型
碳	最多0.03	0.02
硅	最多1.0	0.7
锰	最多1.0	0.4
磷	最多0.025	0.02
硫	最多0.03	<0.01
铬	24-26	25
镍	6-8	7
钼	3-4	3.7
氮	0.2-0.3	0.25
铜	0.5-1.0	0.7
钨	0.5-1.0	0.6
铁	余量	余量

表2

成分 wt/%	2205 合金	
	规格	典型
碳	最多0.03	0.02
硅	最多2.0	1.0
锰	最多2.0	0.5
磷	最多0.03	0.02
硫	最多0.02	<0.01
铬	21-23	22
镍	4.5-6.5	5.5
钼	2.5-3.5	3.1
氮	0.15-0.17	0.17
铜	-	-
钨	-	-
铁	余量	余量