

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02814697.2

[51] Int. Cl.

C22C 38/40 (2006.01)

B23F 1/00 (2006.01)

B21C 37/04 (2006.01)

C25F 5/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2006 年 9 月 27 日

[11] 授权公告号 CN 1276989C

[22] 申请日 2002.7.2 [21] 申请号 02814697.2

[30] 优先权

[32] 2001. 7. 20 [33] EP [31] 01202775.1

[86] 国际申请 PCT/EP2002/007269 2002.7.2

[87] 国际公布 WO2003/010353 英 2003.2.6

[85] 进入国家阶段日期 2004.1.20

[71] 专利权人 贝卡尔特股份有限公司

地址 比利时茨维夫格姆

[72] 发明人 S·德邦特 J·德克鲁普

审查员 王怀东

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 蔡胜有

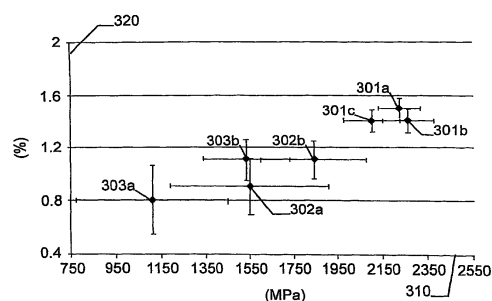
权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 3 页

[54] 发明名称

成束拉拔的不锈钢纤维

[57] 摘要

本发明涉及通过成束拉拔嵌入在基体材料中的不锈钢线材获得的不锈钢纤维。不锈钢纤维的组成包含铁以及下述组分(以 wt. % 表示): $C \leq 0.05\%$, $Mn \leq 5\%$, $Si \leq 2\%$, $8\% \leq Ni \leq 12\%$, $15\% \leq Cr \leq 20\%$, $Mo \leq 3\%$, $Cu \leq 4\%$, $N \leq 0.05\%$, $S \leq 0.03\%$, 以及 $P \leq 0.05\%$ 。本发明还涉及不锈钢纤维的制备方法。



1. 通过成束拉拔不锈钢线材获得的不锈钢纤维，其特征在于：
所述不锈钢纤维的等效直径大于 $0.5\mu\text{m}$ ，所述等效直径小于 $100\mu\text{m}$ ，
所述不锈钢纤维的组成中含有铁以及下述组分，以 wt% 表示：

$\text{C} \leq 0.05\%$

$\text{Mn} \leq 5\%$

$\text{Si} \leq 2\%$

$8\% \leq \text{Ni} \leq 12\%$

$15\% \leq \text{Cr} \leq 20\%$

$\text{Mo} \leq 3\%$

$\text{Cu} \leq 4\%$

$\text{N} \leq 0.05\%$

$\text{S} \leq 0.03\%$

$\text{P} \leq 0.05\%$ ，

所述组成满足如下关系：

$\text{MI} = 551 - 462 \times (\text{C}\% + \text{N}\%) - 9.2 \times \text{Si}\% - 20 \times \text{Mn}\% - 13.7 \times \text{Cr}\% - 29 \times (\text{Ni}\% + \text{Cu}\%) - 18.5 \times \text{Mo}\%$ ，所述 $\text{MI} \leq -40$ 。

2. 根据权利要求 1 的不锈钢纤维，所述 $\text{MI} \leq -55$ 。

3. 根据前述权利要求中之任何一项的不锈钢纤维，所述不锈钢纤维具有一种断裂强度，所述断裂强度的标准偏差小于 180MPa 。

4. 根据权利要求 1 或 2 的不锈钢纤维，所述不锈钢纤维具有一种断裂应变，所述断裂应变的标准偏差小于 0.15% 。

5. 根据权利要求 1 或 2 的不锈钢纤维，所述断裂强度高于 2000MPa 。

6. 根据权利要求 1 或 2 的不锈钢纤维，所述断裂应变大于 1% 。

7. 根据权利要求 1 或 2 的不锈钢纤维，其中在所束成述拉拔期间所述不锈钢线材上使用的基体材料中各个元素的扩散被限制到在所述不锈钢纤维表面下方 100nm 深度处低于 $1\text{at}\%$ 。

8.根据权利要求 1 或 2 的不锈钢纤维，其中所述基体材料包括金属或金属合金。

9.根据权利要求 8 的不锈钢纤维，其中，所述金属或金属合金包括铜、铁或者铜合金或铁合金。

10.通过成束拉拔制备不锈钢纤维的方法，所述方法包括如下步骤：

a.提供不锈钢线材，该线材的组成中含有铁以及下述组分，以 wt.%表示：

$C \leq 0.05\%$

$Mn \leq 5\%$

$Si \leq 2\%$

$8\% \leq Ni \leq 12\%$

$15\% \leq Cr \leq 20\%$

$Mo \leq 3\%$

$Cu \leq 4\%$

$N \leq 0.05\%$

$S \leq 0.03\%$

$P \leq 0.05\%$,

所述组成满足如下关系：

$MI = 551 - 462 \times (C\% + N\%) - 9.2 \times Si\% - 20 \times Mn\% - 13.7 \times Cr\% - 29 \times (Ni\% + Cu\%) - 18.5 \times Mo\%$ ，所述 $MI \leq -40$ ；

b.将不锈钢线材嵌入基体材料中；

c.采用封装材料封装被嵌入的不锈钢线材，形成一种复合线材；

d.交替进行如下操作：减小复合材料直径，对所述直径减小的复合线材热处理，以及进行最终的直径减小；至少一次直径减小采用的变形压下量 ε 至少为 4.5；

e.通过由复合线材上除掉基体材料和封装材料获得不锈钢纤维。

11.根据权利要求 10 的方法，所述 $MI \leq -55$ 。

12.根据权利要求 10 或 11 的方法，其中，所述最终直径减小采用

至少 4.5 的变形量 ε 。

13.根据权利要求 10 或 11 的方法,所述方法包括在所述最终直径减小之后进行的热处理。

14.根据权利要求 10 或 11 的方法,其中,所述不锈钢线材的直径为 100 μm -20mm。

15.根据权利要求 10 或 11 的方法,所述基体材料是铜或铜合金。

16.根据权利要求 10 或 11 的方法,所述基体材料是铁或铁合金。

17.根据权利要求 10 或 11 的方法,其中,通过硫酸或硝酸沥滤除掉基体材料和封装材料。

18.根据权利要求 1-9 中之任何一项的不锈钢纤维在过滤器介质中的应用。

19.根据权利要求 1-9 中之任何一项的不锈钢纤维在导电纺织品中的应用。

20.根据权利要求 1-9 中之任何一项的不锈钢纤维在植绒中的应用。

21.根据权利要求 1-9 中之任何一项的不锈钢纤维在耐热纺织品中的应用。

22.根据权利要求 1-9 中之任何一项的不锈钢纤维在煤气燃烧器隔膜中的应用。

23.根据权利要求 1-9 中之任何一项的不锈钢纤维在加热元件中的应用。

24.根据权利要求 1-9 中之任何一项的不锈钢纤维在导电塑料中的应用。

25.根据权利要求 1-9 中之任何一项的不锈钢纤维在 EMI 屏蔽场合中的应用。

26.根据权利要求 1-9 中之任何一项的不锈钢纤维在 ESD 场合中的应用。

成束拉拔的不锈钢纤维

发明领域

本发明涉及通过对线材进行成束拉拔获得的不锈钢纤维以及不锈钢纤维束。本发明还涉及这种不锈钢纤维的制备方法。

发明背景

在成束拉拔不锈钢纤维时，将一些不锈钢线材捆扎起来并且一起进行拉拔。通过采用适当的基体材料，覆盖在每根不锈钢线材，甚至可能是盘条断面上，将各个线材隔离开来。将所有用基体材料覆盖的不锈钢线材封装在一种封装材料中。一旦已封装的线材束（其也被称作复合线材）被拉拔至要求直径，则通常通过沥滤(leach)将封装材料和基体材料去掉。

常常采用金属如铁或铜作为基体和/或封装材料。由于这类金属与被拉拔成不锈钢纤维的不锈钢线材具有类似的可变形性能，因此，采用这种金属作为基体材料很有利。在拉拔和退火处理期间，金属基体材料与不锈钢线材是相容的。金属基体材料的化学抗力较低，能够使得不锈钢纤维在沥滤过程中相当容易地从基体材料中脱离。

采用金属作为基体材料的一个重要缺点是在热处理期间可能会观察到不锈钢与基体材料发生互溶。尤其是对于具有快速冷加工硬化能力，并且因此要求频繁热处理的不锈钢，例如 AISI 302，会观察到这一缺点。

在两次拉拔步骤中实施的中间热处理导致基体材料中的元素扩散进入不锈钢线材和/或不锈钢线材中的元素扩散进入基体材料中。其结果是热处理之后，钢的组成会发生某种程度的变化。这一效应在不锈

钢纤维表面最为显著。

由于扩散引起的不锈钢组成上的差异可能会导致不锈钢纤维的性能，例如电学和化学性能，或不锈钢纤维的高温暴露特性变得不可靠。

现有技术仅提供了一种解决不锈钢纤维表面组成不均匀问题的方法，即是采用电化学沥滤作为除掉基体材料的方法，如 EP337517A1 所述。由于投资成本过高，会导致所获纤维的成本大幅增加，因此，这一方法没有工业吸引力。

扩散的另一个结果是需要更多的基体材料，以便在不锈钢纤维制造期间确保不锈钢纤维之间处于隔离状态。

发明概述

本发明的一个目的是提供不锈钢纤维，该不锈钢纤维在纤维整个长度和圆周范围具有更可靠的性能，而且，在纤维整个表面范围由基体元素扩散进入纤维内引起的污染程度较小。

根据本发明，通过成束拉拔嵌入基体材料和/或封装材料中的不锈钢线材获得的不锈钢纤维，其组成中含有铁和下述组分（以重量百分数表示）：

$C \leq 0.05\%$

$Mn \leq 5\%$

$Si \leq 2\%$

$8\% \leq Ni \leq 12\%$

$15\% \leq Cr \leq 20\%$

$Mo \leq 3\%$

$Cu \leq 4\%$

$N \leq 0.05\%$

$S \leq 0.03\%$

$P \leq 0.05\%$

由于不锈钢纤维通过成束拉拔方法获得，因此，可以认为“基体

材料”是为了进行成束拉拔过程而施加在各个不锈钢线材上的材料。这种基体材料例如可以是铜、铁或者铜合金或铁合金。在成束拉拔期间，通常在将不锈钢线材束嵌入基体材料中之后，再对其进行封装。封装材料被定义为在其上已施加有基体材料的不锈钢线材束上施加的材料。这种嵌入基体材料中的被封装的不锈钢线材束此后被称作“复合线材”。

通常，将 50-2000 根不锈钢线材束扎成复合线材。在缩减复合线材直径，并且将封装材料和基体材料除掉之后，获得的作为本发明目标的不锈钢纤维束包含 50-2000 根不锈钢纤维。最优选束扎 90-1000 根不锈钢线材。

根据本发明的不锈钢纤维的等效直径范围为 $0.5-100\mu\text{m}$ ，优选 $1-50\mu\text{m}$ 。等效直径被定义为一种假想圆的直径，该假想圆的表面积与不锈钢纤维的横截面表面积相同。

根据本发明，已发现：不锈钢纤维束沿纤维长度方向的性能基本相同，并且具有基本均匀的组成，在纤维的整个表面范围，因基体材料扩散引起的污染程度较小。在不锈钢纤维表面以下 100nm 深度处，由基体材料的各元素如铜或铁扩散进入不锈钢纤维的量低于 1at%，这与用于除掉基体和封装材料的方法例如化学或电化学沥滤无关。

由于在将复合线材拉拔至其最终直径期间所述不锈钢纤维束要求退火处理较少，因此，获得了上述改善的性能。因为所述钢组成允许在两次退火处理期间进行大变形，因此能够减少退火处理次数。

在退火处理期间，基体元素扩散进入复合线材中不锈钢线材内的深度增加；在减小复合线材直径期间，扩散深度随直径减小成比例地下降。本发明中述及的钢的高变形能力能够有利地用来减少退火处理的次数和增大两次退火处理之间的变形量或为了获得最终直径而进行的变形量。与目前已知技术相比，这两种优点对不锈钢纤维的组成均匀性具有有利影响。首先，扩散深度可以减小至三分之一或者更多。另外，与目前已知不锈钢纤维相比，产品性能发生变化的长度可以增加至十倍或者更多。

与本领域已知的其它不锈钢纤维相比，根据本发明的不锈钢纤维的均匀性是一个重要优点，原因是即使纤维表面组成出现少量变化，都可能影响不锈钢纤维的性能。例如，不锈钢纤维的氧化和腐蚀抗力取决于不锈钢纤维表面的组成均匀性。

已发现：与目前已知的通过成束拉拔获得的不锈钢纤维相比，在作为本发明主题的不锈钢纤维的给定长度范围内，根据本发明的不锈钢纤维的性能更均匀。这种改善的组成均匀性使得相关的纤维性能更可靠、更可预测，而且，能够使得对这种纤维以及包含所述不锈钢纤维的产品进行的预防性替换更可靠、更经济。

优选地，为了使复合线材达到优选的变形性能，不锈钢的组成满足下述关系：

$MI \leq -40$ ，其中

$MI = 551 - 462 \times (C\% + N\%) - 9.2 \times Si\% - 20 \times Mn\% - 13.7 \times Cr\% - 29 \times (Ni\% + Cu\%) - 18.5 \times Mo\%$ 。

最优选 $MI \leq -55$ 。

由 EP953651 可知具有这种组成的钢，由于变形性能好，可用于进行冷镦，或者，由于抗拉强度与制造成本的良好组合，可用于橡胶的增强。根据该合金的 MI，在减小复合线材直径期间，可以采用最大变形量 ϵ 。

作为本发明主题的不锈钢纤维的合金具有几个优点。

- 碳含量低于 0.05wt%，因为，否则的话，过多的马氏体会使得拉拔后的材料变脆。典型地，碳含量高于 0.005wt%，因为在钢脱碳期间难于获得更低的含碳量。

- 锰含量低于 5wt%，以便获得可变形的硫化物夹杂。

- 硅含量低于 2wt%，这归因于冷加工硬化性能。

- 镍含量为 8-12wt%，以便在盘条轧制期间以及退火处理之后确保奥氏体晶体结构。

- 铬含量为 15-20wt%，以便获得良好的耐腐蚀性和使酸洗保持在

可接受的水平。

- 钼含量低于 3wt%，用于改善耐腐蚀性。
- 铜含量优选限制至 4wt%，以避免造成盘条轧制的困难。
- 氮含量限制至 0.05wt%，以避免出现脆性。典型地，N 含量高于 0.005wt%。
- 硫含量限制至 0.03wt%，以避免开裂。
- 磷含量限制至 0.05wt%，以避免出现盘条轧制缺陷。

采用上述合金，并且优选（但不是必须）满足上述关系，能够在不需要进行中间热处理的情况下，在拉拔复合线材期间，使复合线材的变形量 ε 高于 4.5，例如高于 4.8 或者甚至 5.2。

变形量 ε 被定义为复合线材的初始横截面积 S_1 与最终横截面积 S_2 之比的对数函数值。

$$\varepsilon = \ln(S_1/S_2)$$

初始横截面积 S_1 指的是在热处理之后但在进一步拉拔之前测得的复合线材的横截面积。最终横截面积 S_2 指的是在变形（拉拔）之后但未进行中间热处理时测得的复合线材的横截面积。

该变形量可以包含接连进行的不同的拉拔步骤，各步骤之间没有中间热处理。在最后一个拉拔步骤之后以及在下一个热处理步骤（如果有）之前测量 S_2 。

根据本发明的第二个方面，提供了一种通过成束拉拔制备不锈钢纤维的方法。

根据本发明的方法包括如下步骤：

a. 提供不锈钢线材，该线材的组成中含有铁以及下述组分（以 wt.% 表示）：

$$C \leq 0.05\%$$

$$Mn \leq 5\%$$

$$Si \leq 2\%$$

$$8\% \leq Ni \leq 12\%$$

$$15\% \leq \text{Cr} \leq 20\%$$

$$\text{Mo} \leq 3\%$$

$$\text{Cu} \leq 4\%$$

$$\text{N} \leq 0.05\%$$

$$\text{S} \leq 0.03\%$$

$$\text{P} \leq 0.05\%;$$

b.将不锈钢线材嵌入基体材料中;

c.采用封装材料封装被嵌入的不锈钢线材, 形成一种复合线材;

d.交替进行如下操作: 减小复合材料直径, 对直径减小的复合线材热处理, 以及进行最终的直径减小; 至少一次采用的变形缩减量 ϵ 至少为 4.5;

e.通过由复合线材上除掉基体材料和封装材料获得不锈钢纤维。

最终的变形压下量使复合线材获得最终直径。

优选地, 合金的组分满足如下关系:

$$\text{MI} \leq -40, \text{ 其中}$$

$$\text{MI} = 551 - 462 \times (\text{C}\% + \text{N}\%) - 9.2 \times \text{Si}\% - 20 \times \text{Mn}\% - 13.7 \times \text{Cr}\% - 29 \times (\text{Ni}\% + \text{Cu}\%) - 18.5 \times \text{Mo}\%;$$

$$\text{最优选 } \text{MI} \leq -55.$$

在步骤 a 提供的不锈钢线材或者盘条的直径优选为 100 μm -20mm.

在一个优选方法中, 通过在最初一个步骤, 在每个不锈钢线材上施加一层基体材料来将不锈钢线材嵌入基体材料中。该基体材料包括例如铜、铁或者铜合金或铁合金。该层的厚度例如为 1 μm -2mm.

可能地, 通过拉拔步骤减小涂覆线材的直径。

在将一层基体材料施加在各个线材上, 并且, 可能地在对涂覆线材进行拉拔之后, 可以将线材组合一起, 形成一束。随后, 将包括例如铜、铁或者铜合金或铁合金的封装材料涂覆在束周围, 形成复合线材。

可能地,所述方法包括在减小复合线材直径之前对该复合线材进行热处理的步骤。

减小复合线材直径包括采用任何已知技术对线材进行拉拔。另一种方法是,通过轧制操作减小直径。

减小复合线材直径和进行热处理交替进行。这种减小可以包括几个随后进行的减小道次,例如在线材拉拔机上进行的拉拔操作。

根据本发明,至少一次采用 4.5 或者更高的变形量 ϵ 来减小复合线材的直径。优选地,在使复合线材获得最后直径的最终减小期间采用这种大的减小量。如此获得的作为本发明主题的不锈钢纤维有助于使其表面范围获得大部分性能改善。

可能地(但不是优选地),在最终直径减小之后,进行一次热处理。

可能地(但不是必须地),在全部拉拔步采用高于 4.5 的变形量 ϵ 。

除掉基体材料优选包括采用硫酸或硝酸对复合线材进行沥滤。

对于目前已知的不锈钢成束拉拔纤维而言,该变形量 ϵ 保持低于 3,或者甚至低于 2.5。为了将复合线材直接由成束步骤后的直径拉拔至复合线材的最终直径,在除掉封装和基体材料之前,尤其是由于 ϵ 的对数性质,当该 ϵ 保持低于 3 时,要求大量的热处理。在每次热处理期间,基体材料在不锈钢线材一定深度范围扩散,该深度很大程度上取决于热处理期间使用的温度。

当大直径减小量可以伴随一次热处理时,作为本发明的主题,在具有大 ϵ 的直径减小量之后,所观察到的扩散深度比现有技术中 ϵ 值保持低于 3 时小得多。由在采用大 ϵ 的减小量之前热处理期间的温度变化引起的该深度的变化,与目前已知的成束拉拔方法相比,该深度变化的绝对值较小。另外,该变化在复合线材中的不锈钢线材更长范围分布,因为与目前已知的成束拉拔方法相比,由于 ϵ 值大,复合线材的拉长程度更大。

根据本发明的不锈钢纤维可以用于许多场合。它们例如可以用于过滤器介质、导电纺织品、金属或聚合物基体上的植绒、耐热纺织品、煤气燃烧器隔膜(gas burner membrane)或者管路、加热元件、导电塑

料或者用于 EMI 屏蔽和 ESD 场合。“EMI 屏蔽”被认为是“电磁干扰屏蔽”。“ESD”被认为是“静电放电”。

目前，当不锈钢纤维用于 EMI 屏蔽和 ESD 场合时，需要力学性能改善的不锈钢纤维，要求其具有较高的断裂强度，同时又具有较好的延展性。

已发现：作为本发明主题的纤维可以具有改善的断裂强度，其值高于例如 2000MPa，或者甚至高于 2100MPa。纤维的延展性采用断裂时的应变表示，其值可以高于 1%，或者甚至高于 1.1%，例如高于 1.2%。

最令人惊讶地，已发现：即使提供这种改善的机械性能，与目前已知的不锈钢纤维相比，断裂强度和断裂时的应变这些参量的标准偏差明显更小。可以获得低于 180MPa，或者甚至低于 140MPa 如低于 130MPa 的断裂强度的标准偏差。可以获得低于 0.15%，或者甚至低于 0.12%如甚至低于 0.1%的断裂时应变的标准偏差。

附图简述

现在，参照附图，对本发明进行更详细介绍。所述附图中：

-图 1 示出了在两次退火步骤之间可以达到的变形量 ϵ 与指数 MI 之间的关系。

-图 2 示意说明的是作为本发明主题的优选成束拉拔方法。

-图 3 示出了作为本发明主题的不锈钢纤维以及作为对照的目前已知不锈钢纤维的断裂强度和断裂时的应变。

本发明优选实施方案描述

表 I 示出了根据本发明的不锈钢纤维的组成。

表 1

		钢组成 A	钢组成 B	钢组成 C
含量 (wt.%)	C	0.007	0.011	0.012
	Mn	1.28	1.75	0.88
	Si	0.74	0.36	0.68
	Ni	9.81	11.174	9.49
	Cr	18.19	18.76	17.5
	Mo	0.43	0.24	0.2
	Cu	0.35	0.26	3.15
	N	0.020	0.032	0.015
	S	0.001	0.009	0.001
	P	0.025	0.019	0.023
MI		-46	-100	-95

图 1 示出了变形量 ε 与由合金组成确定的指数 MI 之间的关系。

粗线 (1) 代表可变形性极限, 而线 (2) 代表恒定抗拉强度线。在复合线材直径减小期间, 以及因此在该复合线材中的不锈钢线材直径减小期间, 选择变形量 ε 低于变形极限 (1), 这与所选择的合金的 MI 值相对应。

作为本发明主题的不锈钢纤维可以通过使用下述优选方法提供, 如图 2 所示。在步骤 21 中提供直径为 0.5-1.5mm, 例如 1.4mm, 并且具有根据上述实例之一的钢组成的不锈钢线材 (201)。在步骤 22, 通过例如电解涂覆一层 Cu (202) 来对所述不锈钢线材进行涂覆。优选地, 该层厚度范围为 3-100 μ m, 例如 5 μ m。可能地, 将涂覆后的不锈钢线材的直径减小至 0.1-1mm, 例如 0.35mm。将几根, 例如 1000 根 (直径可能已减小的) 涂覆后的线材封装在铁封套 (203) 中, 结果, 在步骤 23 期间提供直径为 5-15mm 的复合线材。

该复合线材 (204) 采用高于 0.5, 例如 1.5 的几个 ε (例如 $\varepsilon 1$, $\varepsilon 2$) 交替进行直径减小, 并且然后在 800-1100 $^{\circ}$ C 下, 例如 1030 $^{\circ}$ C 下

进行退火。该热处理时间为 0.05-5 分钟，例如 2 分钟。将这些步骤表示为步骤 24。最终的直径减小 25 采用高于 4.5 的 ε 来减小所述复合材料的直径。该最终的直径减小 25 使复合线材具有最终直径。最后，通过采用酸，例如硝酸进行酸洗，来除掉基体和封装材料 (26)。获得了直径例如为 6-15 μm 的不锈钢纤维 (205)，在该纤维整个表面 100nm 的深度内，Cu 的扩散浓度低于 1at%。

显然，对于本领域的专业人员而言，不锈钢线材中夹杂物的可变形性和有限的数目可能进一步对复合线材的可变形性能产生有利影响。

与目前已知类似的不锈钢纤维相比，作为本发明主题的不锈钢纤维具有改善的断裂强度和断裂时的应变。

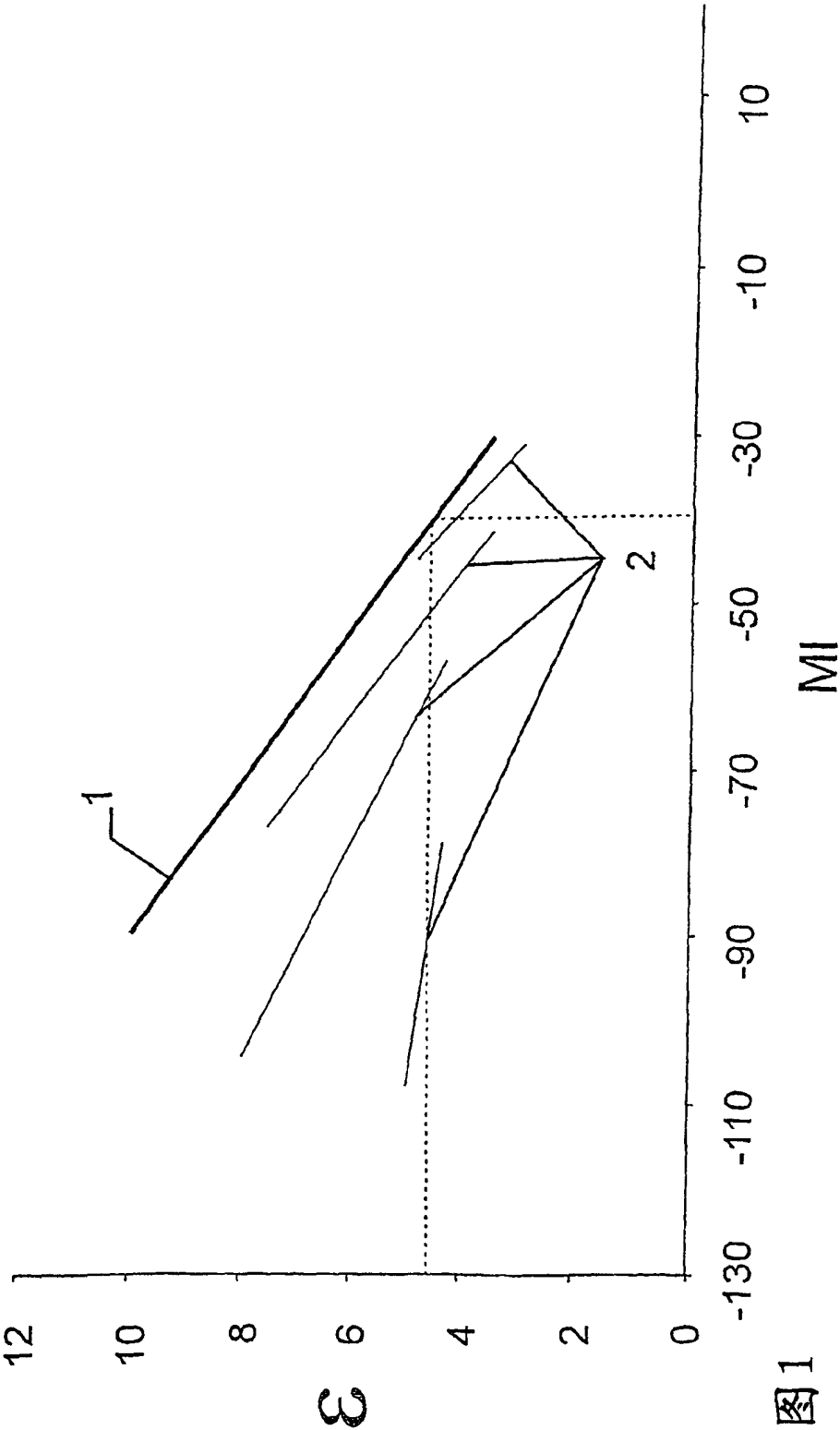
在下面的表 II 以及在图 3 中，提供了作为本发明主题的不锈钢纤维(试样 301a,301b 和 301c)，以及由 AISI 302 合金(试样 302a 和 302b)或 AISI 316L 合金(试样 303a 和 303b)制备的目前已知不锈钢纤维的断裂强度、断裂时的应变以及所述性能的标准偏差的测量结果实例。

表 II

试样	纤维等效直径 (μm)	断裂强度		断裂时的应变	
		数值 (MPa)	标准偏差 (MPa)	数值 (%)	标准偏差 (%)
301a	8	2229	94	1.5	0.08
301b	8	2269	113	1.4	0.09
301c	11	2106	126	1.4	0.09
302a	8	1553	360	0.9	0.21
302b	11	1842	238	1.1	0.15
303a	8	1115	339	0.8	0.25
303b	12	1539	195	1.1	0.16

作为本发明主题的不锈钢纤维的断裂强度（图3中的水平轴310）高于2000MPa，其标准偏差小于180MPa。作为本发明主题的不锈钢纤维的断裂应变（图3中的竖直轴320）高于1.1%，同时其标准偏差小于0.15%。

显然，上述结果与目前已知纤维302a, 302b, 303a 和 303b 的断裂强度、断裂应变以及它们的标准偏差值明显不同。



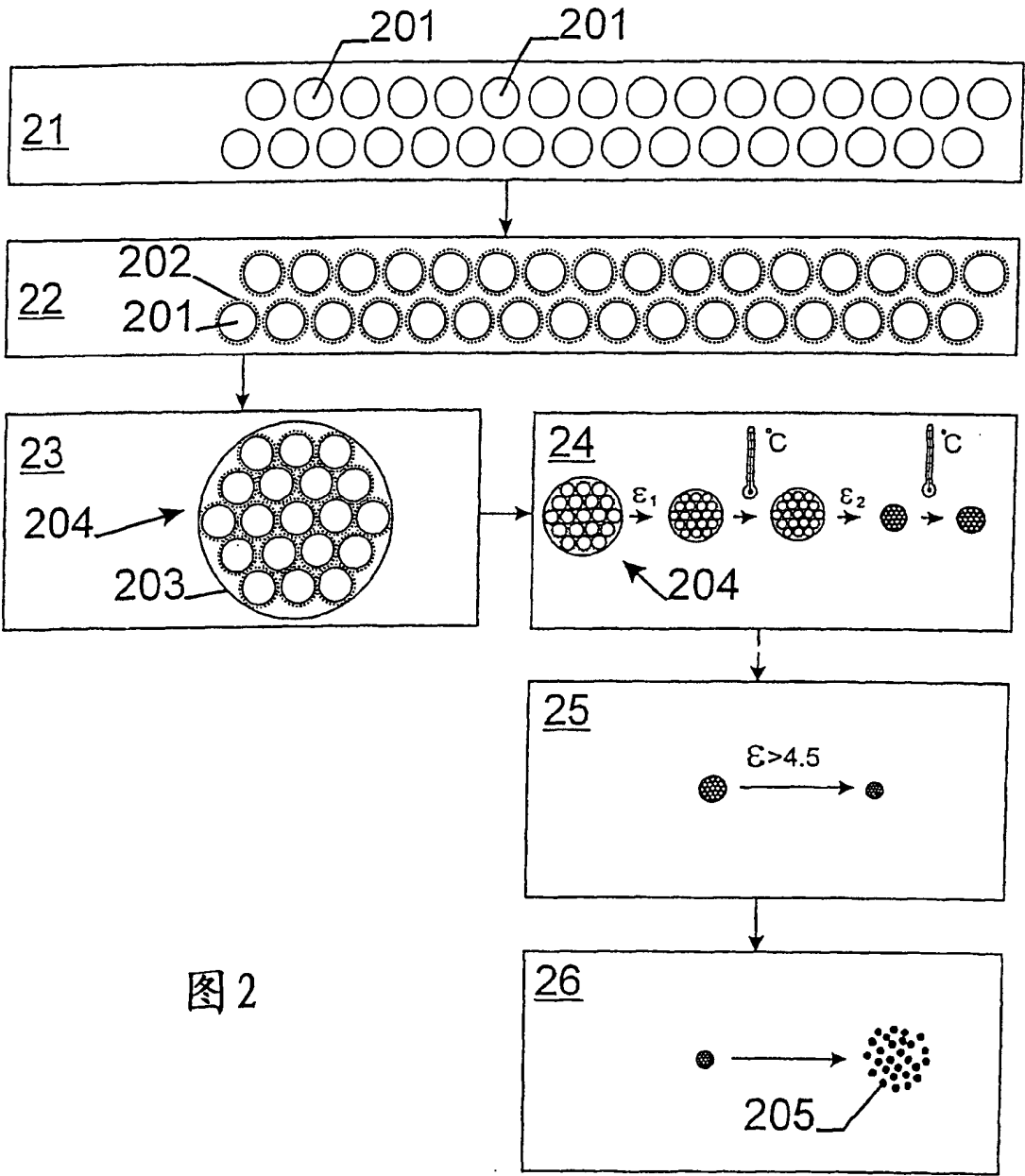


图 2

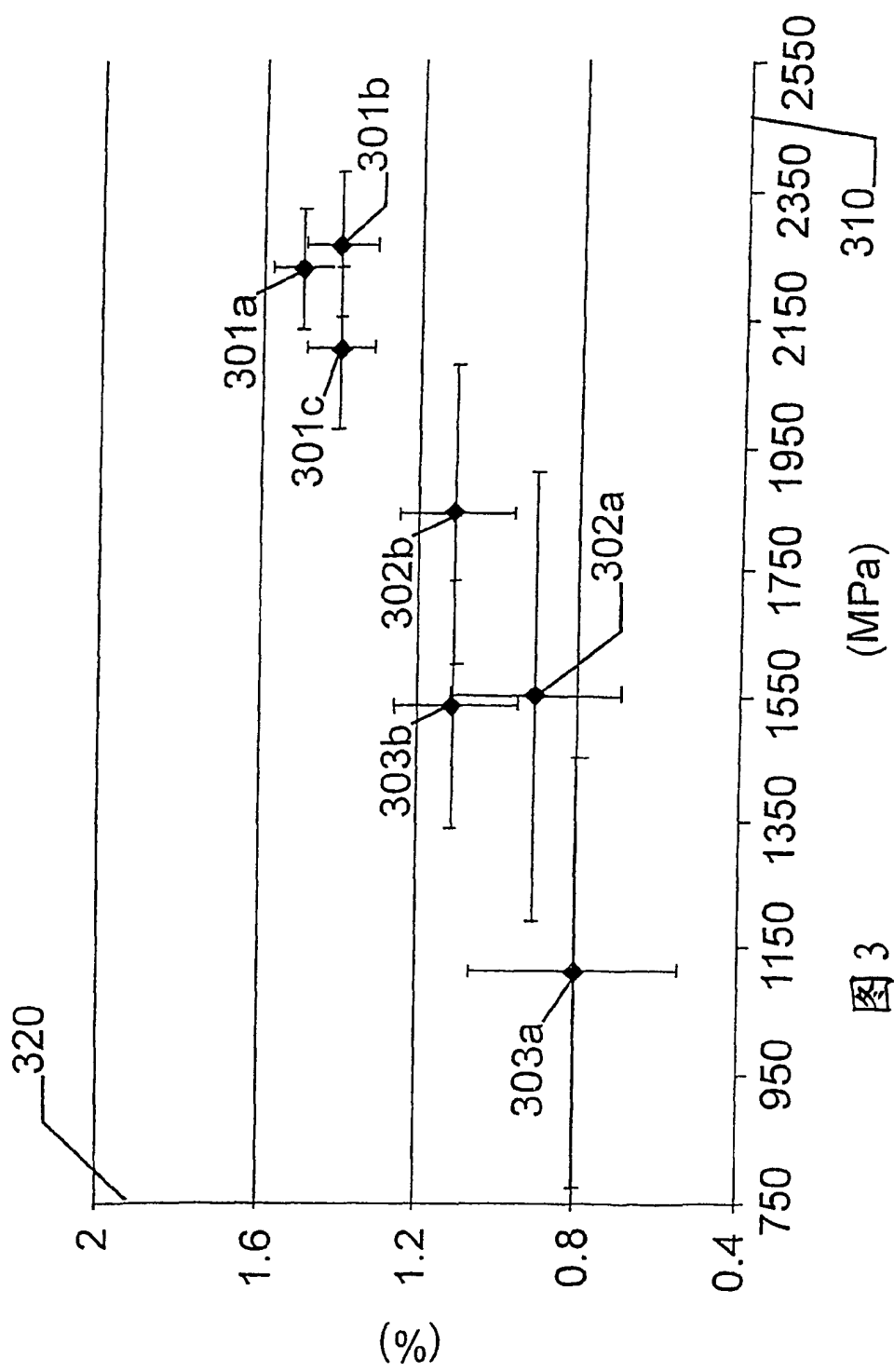


图 3