

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

B21B 27/10

B21B 45/02

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96190911.0

[45] 授权公告日 2001 年 8 月 22 日

[11] 授权公告号 CN 1069850C

[22] 申请日 1996. 8. 12

[21] 申请号 96190911.0

[30] 优先权

[32] 1995. 8. 15 [33] JP [31] 208221/1995

[32] 1996. 2. 14 [33] JP [31] 26522/1996

[86] 国际申请 PCT/JP96/02287 1996. 8. 12

[87] 国际公布 WO97/06900 日 1997. 2. 27

[85] 进入国家阶段日期 1997. 4. 14

[73] 专利权人 住友金属工业株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 井泽胜 草场芳昭 坪内宪治

[56] 参考文献

昭 57 - 165115 1982. 10. 12 B21B45/02

昭 58 - 202905 1983. 11. 26 B21B45/00

审查员 26 60

[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

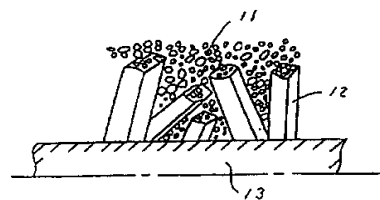
代理人 马江立

权利要求书 2 页 说明书 18 页 附图页数 9 页

[54] 发明名称 钢材的热轧方法及热轧钢材用轧辊

[57] 摘要

本发明提供在热轧钢材尤其是不锈钢钢材时,能防止发生轧辊与被轧制钢材之间的烧结、轧辊的磨损、轧辊及被轧制钢材表面粗糙的钢材热轧方法及热轧钢材用轧辊。本发明的钢材热轧方法,是至少在轧辊表面的与被轧制钢材接触的区域一边形成草酸盐(草酸铁、草酸钙等)被膜一边进行轧制的方法。具体地说,是例如在轧辊冷却水的至少一部分中,使用含有草酸或水溶性草酸盐的水溶液以及含有水溶性钙化合物的水溶液,在热轧中从不同系统的喷嘴一边将上述水溶液喷射到轧辊上进行冷却一边进行轧制的方法。另外,本发明的钢材热轧方法,也可以通过把轧辊浸入草酸水溶液中或者把草酸水溶液涂敷或喷涂到轧辊上,在轧辊表面的至少与被轧制钢材接触的区域形成草酸铁被膜,用该形成了草酸铁被膜的轧辊进行轧制。本发明的热轧钢材用轧辊,至少在其表面的与被轧制钢材接触的区域形成有上述的草酸盐被膜。



知识产权出版社出版

ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种钢材的热轧方法，其特征在于，把热轧钢材用轧辊浸入草酸水溶液中，或者将草酸水溶液涂敷或喷涂到热轧钢材用轧辊上，至少在轧辊表面的与被轧制钢材接触的区域形成草酸铁被膜，用形成有上述草酸铁被膜的轧辊轧制钢材。

2. 一种钢材的热轧方法，其特征在于，在热轧钢材用轧辊的冷却水的至少一部分中，使用草酸水溶液，至少在轧辊表面的与被轧制钢材接触的区域一边形成草酸铁被膜一边轧制钢材。

3. 一种钢材的热轧方法，其特征在于，在热轧钢材用轧辊的冷却水的至少一部分中，使用含有草酸或水溶性草酸盐的水溶液以及含有水溶性碱土类金属化合物的水溶液，至少在轧辊表面的与被轧制钢材接触的区域一边形成草酸盐被膜一边轧制钢材。

4. 如权利要求3所述的钢材的热轧方法，其特征在于，草酸盐是碱土类金属的草酸盐。

5. 如权利要求3所述的钢材的热轧方法，其特征在于，草酸盐是草酸铁和碱土类金属草酸盐混杂的盐。

6. 如权利要求3所述的钢材的热轧方法，其特征在于，草酸盐是草酸钙。

7. 如权利要求3所述的钢材的热轧方法，其特征在于，草酸盐是草酸铁与草酸钙混杂的盐。

8. 一种热轧钢材用轧辊，其特征在于，至少在轧辊表面的与被轧制钢材接触的区域有草酸盐被膜。

9. 如权利要求8所述的热轧钢材用轧辊，其特征在于，构成被膜的草酸盐是草酸铁。

10. 如权利要求8所述的热轧钢材用轧辊，其特征在于，构成被膜的草酸盐是碱土类金属的草酸盐。

11. 如权利要求8所述的热轧钢材用轧辊，其特征在于，构成被膜的草酸盐是草酸铁和碱土类金属的草酸盐混杂的盐。

1 2. 如权利要求 8 所述的热轧钢材用轧辊, 其特征在于, 构成被膜的草酸盐是草酸钙。

1 3. 如权利要求 8 所述的热轧钢材用轧辊, 其特征在于, 构成被膜的草酸盐是草酸铁与草酸钙混杂的盐。

说 明 书

钢材的热轧方法及热轧钢材用轧辊

本发明涉及钢材的热轧方法及热轧钢材用轧辊，具体地说，是涉及在热轧棒钢、型钢、钢板、带钢、钢管、条钢、线材等钢材尤其是不锈钢的钢材时，能有效地防止轧辊与被轧制钢材之间的烧结、轧辊的磨耗、轧辊及被轧制钢材表面粗糙等钢材热轧方法及热轧钢材用轧辊。

近年来，由于多种多样样的钢铁制品被需求，所以，钢材的热轧多在严酷的条件下进行。在这种严酷条件下进行轧制时，在热轧用轧辊（用铁质材料做成的热轧用轧辊，以下简称为轧辊）与被轧制钢材之间发生烧结。并且，随着轧辊的磨耗，轧辊表面变得粗糙并复制到被轧钢材的表面。例如，用万能轧机热轧H型钢时，尤其在与被轧制钢材的滑动速度增大的部位或者面压局部增高的部位，在轧辊与被轧制钢材之间易发生烧结。因此，不得不频繁地实施轧辊及轧制品的保养、修理，该保养维护化的时间和费用不计其数。

尤其是在轧制不锈钢的H型钢时，极易发生烧结，因此曾考虑过各种防止措施。例如，从轧辊材质方面考虑。开发出用高铬铸铁和高速钢等。但是，用这些材料作为轧辊材质也不一定能完全防止烧结，因此，在现有技术中，为了防止烧结，必须使用石墨等润滑剂。

为了防止烧结，也试用过对轧辊表面实施表面处理的办法。例如，用镀铬法或CVD法（化学蒸镀法）和PVD法（物理蒸镀法）分别将Cr、TiN、TiC被覆在轧辊的表面。

但是，进行这些处理需要的时间和费用是很大的，另外，即使采用经过上述表面被覆处理的轧辊，在热轧这种严酷的条件下，轧辊的被膜也容易剥落，不能稳定发挥其耐烧结性能及耐磨耗性能。

对热轧用轧辊的润滑剂也作了各种研究。这些润滑剂中，有机类润滑剂容易产生油膜脱落或燃烧，没有充分的润滑效果。因此，在日本专利公报特开平5-212419号中揭示了一种采用以碳化氢为

燃料的燃烧喷枪把石墨附着到轧辊表面作为润滑剂的技术。该公报揭示的方法对于防止烧结虽然有效，但是，由于使用了石墨，热轧（高温）时在被轧制钢材上产生“渗碳”，另外，在轧辊啮入被轧制钢材时容易打滑。再者，石墨粒子飞散，使作业环境恶化。

在日本专利公报特公平3-25241号中，揭示了把金属氧化物粉末构成的烧结防止剂与粘接剂的混合液状涂料一边连续地供给、涂敷到盘辊型导块的周面一边穿孔轧制的技术。该公报提出的方法虽然也能防止烧结，但是，为了使烧结防止剂牢固地附着在轧辊表面，必须使用水玻璃作为粘接剂。因此，当上述混合液状涂料在轧辊表面的涂敷状态不均匀时，在被轧制钢材表面产生压入斑点，使表面性状恶化。另外，作为烧结防止剂的金属氧化物粉粒不溶于作为粘接剂的水玻璃中，所以，与水玻璃混合后放置着时会产生沉淀，从而引起涂敷用喷咀的堵塞。

关于润滑剂方面，对二硫化钼或玻璃等无机类固体润滑剂作了研究。这些润滑剂虽然在高温中能发挥润滑性能，但与石墨同样地，因其涂敷条件及残存润滑剂的去除较难，对产品性能、作业环境有不好的影响，而且由于上述润滑剂的摩擦系数小，所以，在热轧时也有着打滑的问题。

另外，虽然碳酸钙作为固体润滑剂也是有效的，但是，该碳酸钙涂敷困难，如果直接涂敷固体粉末，则产生粉尘使作业环境恶化。另外，碳酸钙与上述二硫化钼或玻璃等无机类固体润滑剂同样地，不容易溶解于水、有机溶液或油中，所以，与水、有机溶液或油等混合后放置着时，会产生沉淀。为此，为了在涂敷时保持良好的状态，必须经常地反复搅拌混合液。

用各种方法对钢材进行冷加工处理时，为了提高润滑剂的密接性和保持性，防止与工具的接触，采用磷酸盐或草酸盐等的化学被膜。尤其是在油润滑不能适应的严酷条件下，采用作为底子处理的化学被膜和作为润滑剂的碱润滑被膜，可降低工具与被加工材之间的摩擦力，防止磨损及烧结。

例如，在日本专利公报特公平4-4045号中，揭示了把磷酸

盐或草酸盐的溶液供给到即将轧制的金属带表面，在冷轧中的金属带表面形成磷酸盐或草酸盐被膜的技术。该方法在冷轧钢材时确能有效地防止烧结。但是，在热轧钢材时却得不到防止烧结的效果。这是因为上述磷酸盐或草酸盐被膜在400~500℃高温下便热分解，从而不可能把磷酸盐被膜或草酸盐被膜稳定地形成在约800℃以上高温的被轧制钢材的表面。或者因为是热轧，在被加热了的被轧制钢材表面产生加热垢层，即使在被轧制钢材的表面形成了磷酸盐或草酸盐被膜，也得不到防烧结效果。另外，在上述公报提出的技术中，必须把磷酸盐或草酸盐溶液直接地供给到被轧制钢材的表面。但是，作为溶液，使用最廉价的水，如果使用难以溶于水的盐（例如草酸钙盐等），则难溶性的盐堵塞在配管或喷嘴中，使得该盐的水溶液不能供给到被轧制钢材的表面。因此，上述特公平4-4045号揭示的技术，适用于冷加工却不适用于热加工。

本发明的目的在于提供一种在热轧钢材尤其是不锈钢钢材时，可有效防止在轧辊与被轧制钢材之间发生烧结、轧辊磨耗、轧辊及被轧制钢材表面粗糙的钢材热轧方法及热轧钢材用轧辊。

本发明提供以下（I）所述的钢材热轧方法及（II）所述的热轧钢材用轧辊。

（I）本发明的钢材热轧方法是，在热轧前，把轧辊浸入草酸水溶液中或把草酸水溶液涂敷或喷涂在轧辊上，或者在热轧中，在轧辊冷却水的至少一部分中，采用含有草酸或水溶性草酸盐的水溶液、和含有以水溶性钙化合物为首的碱土类金属化合物的水溶液，至少在轧辊表面的与被轧制钢材接触的区域，形成在热轧时能防止发生烧结的草酸盐被膜。

（II）本发明的热轧钢材用轧辊是，至少在轧辊表面的与被轧制钢材接触的区域形成上述的草酸盐被膜。

如后所述，本发明由于能防止在热轧时产生的轧辊与被轧制钢材之间的烧结，不仅在轧制以碳素钢或低合金钢为首的所谓“普通钢”时避免了运转故障，而且避免了在不锈钢尤其是不锈钢的H型钢轧制时因多发烧结而造成的运转故障。并且，可减少对轧辊及产品的保养、

修理。减少轧辊的更换频度，提高作业效率，可大幅度地延长大型轧辊的寿命。

本发明者采用各种水溶液作为润滑剂，以铁质材料作为轧辊材质，用该轧辊在热轧钢材时，对于防止上述的烧结和提高被轧制钢材（产品）的表面性状作了详细的研究。其结果，证实了以下重要事实。

①生成在轧辊表面的草酸盐被膜可防止上述的烧结，并能大幅度改善产品的表面性状。

②构成被膜的草酸盐是下述（a）～（c）的情况下，可确认上述①的效果。

（a）草酸铁。

（b）碱土类金属的草酸盐（例如草酸钙、草酸钡等）

（c）草酸铁和碱土类金属草酸盐混杂的盐。

③在采用了上述草酸盐被膜的情况下，不存在摩擦系数变得过低而产生打滑的问题，而且防烧结效果极佳。

④如果在适当的条件下，用含有草酸或水溶性草酸盐（例如碱金属的草酸盐、草酸铵等）的水溶液、和含有水溶性碱土类金属化合物（例如钙化合物、钡化合物等）的水溶液，对热轧用轧辊进行处理，则可在轧辊表面形成上述（a）～（c）的被膜。

本发明说明书中所述的“含有水溶性碱土类金属化合物的水溶液”，是指“至少含有20 ppm以上碱土类金属离子的水溶液”。

只要是“碱土类金属”，则无论是“钙”还是“钡”，都可得到同样的效果。以下，为简单起见，以“钙”代表“碱土类金属”进行说明。

⑤草酸盐被膜之中的草酸钙与高温的被轧制钢材接触时，便热分解而成为碳酸钙。

如上所述，碳酸钙作为固体润滑剂是有效的，该碳酸钙的除去比二硫化钼、玻璃等其它无机类固体润滑剂容易。但是，如果以固体粉末状态涂敷碳酸钙，会产生粉尘，使作业环境恶化。而且，由于碳酸钙难以溶解于水、有机溶液或油等，与水、有机溶液或油等混合着放置时，会产生沉淀，由此引起配管或喷嘴堵塞。

但是，当碳酸钙是由与高温被轧制钢材接触的草酸钙的热分解而生成的时，则不会产生上述的作业环境恶化、碳酸钙堵塞配管及喷咀等问题。

⑥草酸盐被膜之中的草酸钙对于轧辊的附着性虽然较弱，但即便是该草酸钙被膜的这种较弱的附着也具有大的防烧结效果。这是因为由 $0.3 \sim 20 \mu\text{m}$ 直径的粒子构成的草酸钙渗入轧辊表面的凹部并附着在表面而形成被膜，防止高温的被轧制钢材与轧辊的金属接触的原因。

在轧辊表面形成草酸铁和草酸钙混杂的被膜的情况下，如图1模式地所示，草酸钙11在被草酸铁12保护的形态下也充分地附着在轧辊13上，其防烧结效果更大。

⑦草酸盐被膜之中的草酸铁即使在热轧中剥落，通过例如把草酸盐水溶液喷射或涂敷到轧辊上，也极容易修复。

⑧在轧辊表面形成了草酸铁和草酸钙混杂的被膜的情况下，由于草酸铁的修复极容易，所以，被其保护的草酸钙的修复也容易。

⑨与用蒸镀法、CVD法、PVD法等进行的表面被覆处理相比，在轧辊表面形成草酸盐被膜，所需费用极低。

根据本发明的方法或轧辊，例如进行下述(d)~(f)的处理，在轧辊表面形成草酸盐被膜(草酸铁被膜、草酸钙被膜其中至少一种)时，可防止轧辊与被轧制钢材之间的烧结，并大幅度提高轧辊寿命(更换轧辊的时间)，还提高产品的表面性状。

(d)在轧辊进行热轧之前，用适宜的草酸水溶液对至少轧辊表面的与被轧制钢材接触的区域进行处理。

(e)热轧中的轧辊冷却水的一部分或全部采用草酸盐水溶液。

(f)用二个系统的冷却水进行热轧中的轧辊的冷却，一个系统的冷却水的一部分或全部，是采用含有草酸或水溶性草酸盐(例如碱金属的草酸盐或草酸铵等)的水溶液，另一个系统的轧辊冷却水的一部分或全部，是采用含有水溶性钙化合物的水溶液。

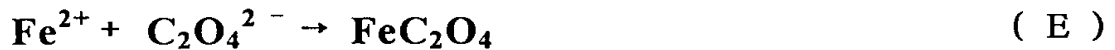
如果用上述(f)的方法形成草酸盐被膜，则所谓“难溶于水”的草酸钙生成在轧辊表面，所以不存在喷射冷却水用的喷咀堵塞的问

题。另外，在冷却水中草酸钙也不沉淀。

用草酸水溶液对轧辊进行处理，在轧辊表面形成被膜的方法，其原理基于以下（A）式的反应。



更具体地说，把轧辊浸入草酸水溶液中，或者把草酸水溶液涂敷或喷涂到轧辊上，铁在轧辊的表面溶解，如下式（B）~（E）式所示地产生氢，铁离子与草酸离子反应，生成 FeC_2O_4 。该生成的 FeC_2O_4 成为被膜复盖在轧辊表面。



该草酸铁被膜与高温的被轧制钢材接触，如式（F）地热分解成为氧化铁，该氧化铁防止被轧制钢材与轧辊之间的金属接触。



草酸钙被膜的生成是基于下面（G）式的反应。



在钢材的热轧时，上述的草酸钙与约 800°C 以上的高温被轧制钢材接触，成为碳酸钙，作为固体润滑剂。如上所述，该固体润滑剂是有效的。



另外，上式中产生的 CO 与高温的被轧制钢材接触时，如（I）式所示地迅速变成 CO_2 。



另外，在轧辊的冷却水中，例如即使含有由草酸盐及钙化合物导入的 Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 等的离子，也不妨碍形成所需的草酸盐被膜。

图1是模式地表示在轧辊表面形成草酸盐被膜的图。

图2是表示在实施例1中采用的“环-盘方式”摩擦试验条件的

图。

图 3 是表示在实施例 1 中采用的“环-盘方式”摩擦特性评价方法图。

图 4 (a) 是在实施例 1 的摩擦试验中, 对相当于轧辊的试验片未实施被膜处理后的摩擦特性评价结果图。图 4 (b) 是在实施例 1 的摩擦试验中, 在相当于轧辊的试验片上形成草酸铁被膜的、本发明中摩擦特性评价结果的图。

图 5 是表示在实施例 2 中采用的“盘-盘方式”摩擦特性评价方法的图。

图 6 是表示在实施例 2 中采用的“盘-盘方式”摩擦试验条件的图。

图 7 是表示在实施例 3、实施例 4、实施例 5 和实施例 6 中采用的“圆筒-块方式”摩擦试验条件的图。

图 8 是表示在实施例 3、实施例 6 中采用的“圆筒-块方式”摩擦特性评价方法的图。

图 9 (a) 是表示在实施例 3 的摩擦试验中, 对相当于轧辊的试验片未实施被膜处理时的摩擦特性评价结果的图。图 9 (b) 是表示在实施例 3 的摩擦试验中, 在相当于轧辊的试验片上形成草酸钙被膜的、本发明中的摩擦特性评价结果的图。

图 10 是表示在实施例 4 中采用的“圆筒-块方式”摩擦特性评价方法的图。

图 11 (a) 是表示在实施例 4 中的摩擦试验中, 对相当于轧辊的试验片未实施被膜处理时的摩擦特性评价结果的图。图 11 (b) 是表示在实施例 4 的摩擦试验中, 在相当于轧辊的试验片上形成草酸铁和草酸钙混杂的被膜的、本发明中的摩擦特性评价结果图。

图 12 是表示在实施例 5 中采用的“圆筒-块方式”的摩擦特性评价方法的图。

图 13 (a) 是表示在实施例 5 的摩擦试验中, 对相当于轧辊的试验片未实施被膜处理时的摩擦特性评价结果的图。图 13 (b) 是表示在实施例 5 的摩擦试验中, 在相当于轧辊的试验片上形成草酸铁

被膜的、本发明中的摩擦特性评价结果的图。

图 1 4 (a) 是表示在实施例 6 中的摩擦试验中，对相当于轧辊的试验片未实施被膜处理时的摩擦特性评价结果的图。图 1 4 (b) 是表示在实施例 6 的摩擦试验中，在相当于轧辊的试验片上形成草酸钙被膜的、本发明中的摩擦特性评价结果图。

图 1 5 是表示用实机进行生产线试验时，向形成翼缘的辊部分供给冷却水状况的图。

图 1 6 是表示用实机进行生产线试验的试验条件的图。

图 1 7 是表示用实机试验轧制的产品形状图。

图 1 8 是表示用实机进行生产线试验时，向形成翼缘的辊部分供给冷却水状况的图。

图 1 9 是表示实机进行生产线试验的其它试验条件的图。

为了至少在轧辊表面的与被轧制钢材接触的区域，能以短时间形成草酸盐被膜，可按以下规定决定草酸水溶液的浓度、含有水溶性草酸盐的水溶液的浓度、含有水溶性钙化合物的水溶液的浓度、上述各溶液的处理温度、溶液量、热轧用轧辊的材质。

(1) 草酸水溶液的浓度

草酸水溶液的浓度并无特别限定，但为了能在短时间内形成所需的被膜，草酸水溶液浓度最好是每 1 升水中含有 1 0 g ~ 1 0 0 g 的草酸 ($C_2 H_2 O_4$) 。

(2) 草酸水溶液向轧辊表面附着处理温度

用于形成草酸盐被膜的、草酸水溶液向轧辊表面附着处理 (例如喷涂) 温度无特别限定，但为了能在短时间内形成被膜，上述处理温度最好为 2 0 ~ 9 0 $^{\circ}C$ 。

(3) 草酸水溶液的量

为了能在短时间内形成所需的草酸盐被膜，最好用下述量的草酸水溶液处理轧辊。

在把草酸水溶液喷涂或涂敷到轧辊表面的情况下，对每 1 m^2 的轧辊表面积，把上述 (1) 浓度的草酸水溶液在 (2) 的处理温度下，

以每分 1 升以上的比例喷涂或涂敷到轧辊表面。

在把轧辊浸入草酸水溶液的情况下，对每 1 m^2 的轧辊表面积，浸入到 1 升以上的上述 (1) 浓度的 $20 \sim 90 \text{ }^\circ\text{C}$ 的草酸水溶液中。

(4) 含有水溶性草酸盐的水溶液

水溶性草酸盐并无特别限定。例如，可以是碱金属的草酸盐或草酸铵等。另外，含有水溶性草酸盐的水溶液的浓度也无特别限定。但是，为了能在短时间内形成所需的被膜，水溶液的浓度最好是在 1 升水中含有 $10 \sim 100 \text{ g}$ 上述水溶性草酸盐。

(5) 含有水溶性草酸盐的水溶液向轧辊表面附着的处理温度

使含有水溶性草酸盐的水溶液和含有水溶性钙化合物的水溶液在轧辊表面反应，形成草酸钙被膜。用于形成上述被膜的、将含有水溶性草酸盐的水溶液向轧辊表面附着的处理（例如喷涂）温度无特别限定。但是，为了能在短时间内形成所需的被膜，上述处理温度最好为 $20 \sim 90 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

(6) 含有水溶性草酸盐的水溶液的量

为了能在短时间内形成所需的被膜，对每 1 m^2 的轧辊表面积，用上述 (4) 的浓度的水溶液，在上述 (5) 的处理温度下，最好以每分 1 升以上的比例处理轧辊表面。

(7) 含有水溶性钙化合物的水溶液

水溶性钙化合物无特别限定。例如可以是氯化物、硝酸盐等。另外，含有该水溶性钙化合物的水溶液，只要是“至少含有 20 ppm 以上钙离子的水溶液”即可，其浓度无特别限定。但是，为了能在短时间内形成所需的被膜，水溶液的浓度最好是在 1 升的水中含有 $10 \sim 100 \text{ g}$ 的钙化合物。

(8) 含有水溶性钙化合物的水溶液向轧辊表面附着处理的温度

使含有水溶性钙化合物的水溶液和含有草酸或水溶性草酸盐的水溶液在轧辊表面反应，形成草酸钙被膜。用于形成上述草酸钙被膜的、含有水溶性钙化合物的水溶液向轧辊表面附着处理（例如喷涂）的温度无特别限定。但是，为了能在短时间内形成所需的被膜，上述处理

温度最好为 20 ~ 90 ℃。

(9) 含有水溶性钙化合物的水溶液的量

为了能在短时间内形成所需的草酸盐被膜，对每 1 m² 的轧辊表面积，用上述 (7) 浓度的水溶液，在上述 (8) 的温度下，最好以每分 1 升以上的比例处理轧辊表面。

采用上述 (1) ~ (9) 的条件，短时间内可在草酸盐被膜之中，形成 10 ~ 25 μm 厚度的草酸铁被膜，用粒径 0.3 ~ 20 μm 的草酸钙粒形成 80 ~ 100 μm 厚度的草酸钙被膜。另外，草酸铁被膜的理想厚度是 15 ~ 20 μm，草酸钙粒的理想粒径是 0.3 ~ 5 μm。

(10) 轧辊的材质

轧辊的材质并无特别限定，只要是铁质即可。但为了能在短时间内形成所需的被膜，最好含有重量比为 70 % 以上的铁。例如，可采用阿达迈特镍铬耐磨铸钢、球墨铸铁、麻口细晶粒高合金铸铁、高铬铸铁、高速钢等作为轧辊的材料。

如果能满足上述 (1) ~ (10)，则在所需草酸盐被膜之中，用 1 秒至 60 分的处理时间可形成草酸铁被膜，用 1 秒以下的极短处理时间可形成草酸钙被膜。

为了更加缩短草酸盐被膜、尤其是草酸铁被膜的形成时间和增大膜的厚度，最好在水溶液中添加硫代硫酸钠，作为反应促进剂。

本发明的钢材热轧方法，是按照上述 (1) ~ (3) 及 (10) 的规定，采用在草酸盐水溶液中浸过的轧辊，或者喷涂或涂敷了草酸盐水溶液的轧辊，对钢材进行热轧。另外，本发明的钢材热轧方法，是按照上述 (1) ~ (10) 的规定，在轧辊冷却用水的至少一部分中，采用含有草酸或水溶性草酸盐的水溶液以及含有水溶性钙化合物的水溶液，用不同系统的喷咀一边将这些水溶液喷射到热轧中的轧辊表面，一边对钢材进行热轧。用本发明的热轧方法，可防止轧辊与被轧制钢材之间的烧结、轧辊的磨耗、轧辊及被轧制钢材的表面粗糙。

本发明的热轧钢材用轧辊，是按照上述(1)~(3)及(10)的规定，把轧辊浸入草酸盐水溶液中，或者在轧辊上喷涂或涂敷草酸水溶液便能容易得到。另外，本发明的热轧钢材用轧辊，是按照上述(1)~(10)的规定，把含有草酸或水溶性草酸盐的水溶液以及含有水溶性钙化合物的水溶液作为轧辊冷却水，把这些水溶液用不同系统的喷咀喷射到轧辊表面上即能容易得到。

下面，通过实施例更具体地说明本发明，但本发明并不局限于这些实施例。

实施例 1

用草酸水溶液对铁质的各种热轧用轧辊材进行处理，调查草酸铁被膜的形成状况。即，从阿达迈特镍铬耐磨铸钢、球墨铸铁、麻口细晶粒高合金铸铁上切出试验片，对各试验片表面进行机械精加工后并脱脂状态下，或者在进行机械精加工后，用#80~#180砂纸研磨并使其进一步脱脂的状态下，浸入每1升水含有30g草酸($C_2H_2O_4$)、并加热到80℃的草酸水溶液约10分钟。这时的每1 m^2 试验片表面积的溶液量为10升。

然后，用扫描型电子显微镜及光学显微镜观察形成在各试验片表面的草酸铁被膜，再用电磁膜厚计测定草酸铁被膜的厚度。

其结果是，①在各试验片的除去了表面碳化物的表面部分，覆盖了长度为5~10 μm 左右的草酸铁(FeC_2O_4)的致密结晶。②形成在试验片表面的上述草酸铁被膜的厚度为15~20 μm 。

下面，在图2条件下，用图3所示方式评价上述草酸铁被膜的摩擦特性。图3中表示所谓的“环-盘方式”的试验方式，即，把相当于轧辊的试验片1(材质是阿达迈特镍铬耐磨铸钢)作成环状，使相当于被轧制钢材的盘状试验片2(材质是SUS304)一边旋转一边用高频感应加热装置(图中仅示出加热线圈3)加热到试验温度(800℃)，用负荷P(980N)把试验片1的环压紧在试验片2的盘上进行试验。用该试验可评价被膜的耐烧结性。

为了确保该形成在轧辊表面的被膜摩擦特性评价结果的正确性，

在相当于本发明方法的试验中，试验片 1 的摩擦面（表面）先用 # 180 砂纸研磨后作脱脂处理，然后，用上述的处理在表面形成草酸铁被膜后再进行试验。另外，在相当于现有轧制方法的比较法试验中，上述试验片 1 的摩擦面（表面）仅用 # 180 砂纸研磨后进行脱脂处理而不形成草酸铁被膜。

设 V_1 、 V_2 分别为试验片 1、2 的周速度，则图 2 试验条件中的“滑动率”（%）= $100(V_2 - V_1) / V_2$ 。

图 4 (a)、图 4 (b) 表示用上述条件进行的摩擦试验的结果，图 4 (a) 是在相当于轧辊的试验片 1 上未实施被膜处理的比较法的试验结果。图 4 (b) 是在试验片 1 上形成草酸铁被膜的本发明方法的试验中的摩擦特性评价结果。

从该试验可见，比较法的情况（图 4 (a)）下，在摩擦开始后立即产生严重的烧结，而在试验片表面形成草酸铁被膜的本发明方法情况（图 4 (b)）下，烧结被抑制。

实施例 2

为了评价接近实机轧制状态的被膜的摩擦特性。用图 5 所示方式进行“盘-盘方式”的摩擦试验。即，一边使相当于被轧制钢材的试验片 2（盘状，材质是 SUS 304）旋转，一边用高频感应加热装置（图示仅示出线圈 3）加热至试验温度（800℃）后，推压相当于轧辊的试验片 1（盘状，材质是高速钢）。该试验中，为了接近实机的轧制条件，试验片 1 的表面也用 # 180 砂纸研磨并脱脂后再供试验用。

在相当于本发明方法的试验中，用每 1 升水含有 50 g 草酸（ $C_2H_2O_4$ ）的草酸水溶液作为相当于轧辊的试验片 1 的冷却水 4（轧辊冷却水）。而在相当于现有方法的比较法试验中，是用自来水作为冷却水 4。无论哪种情况下都在试验片 1 与试验片 2 摩擦即将开始前，分别供给每分 0.1 升量的冷却水 4。

图 6 中表示上述摩擦试验的条件。在图 6 的试验条件中的“滑动率”也与图 2 的试验条件同样地，设 V_1 、 V_2 分别为试验片 1、2 的周速度时，则“滑动率”（%）= $100(V_2 - V_1) / V_2$ 。

用上述条件进行摩擦试验的结果，与实施例1的结果同样地，在比较法的试验中，从摩擦开始后立即产生较多有烧结痕迹的摩擦面，随着摩擦时间的经过，其状况更加恶化。

而在相当于本发明方法的使用草酸水溶液作为冷却水的试验中，没有比较法试验中的烧结痕迹。这种情况下，虽然生成在表面的草酸盐（草酸铁）被膜厚度非常薄，但在摩擦面上不产生烧结。因此，在上述试验片1、2之间形成草酸铁被膜，由于该被膜夹在其中，而可以防止烧结。

实施例3

与上述实施例2同样地，为了评价接近实机轧制状态的被膜的摩擦特性，在图7的条件下，用图8所示的所谓“圆筒-块方式”进行了调查。即，用高频感应加热装置（图中仅示出加热线圈3）把相当于被轧制钢材的试验片2（块状，材质是SUS304）加热至试验温度（800℃）后，用负荷P（980N）挤压相当于轧辊的试验片1（圆筒状，材质是阿达迈特镍铬耐磨铸钢，旋转数是10rpm）进行了摩擦试验。

图7试验条件中的“滑动率”是，设V1、V2分别为试验片1、2的周速度时，则滑动率（%）= $100(V_1 - V_2) / V_1$ 。

之所以把实施例3中的试验片1的形状称为“圆筒状”，而把同样形状的实施例1中的试验片2、实施例2中的试验片1、2的形状称为“盘状”，这只是为了遵循摩擦试验方法中的习惯称法。

该试验中，相当于阿达迈特镍铬耐磨铸钢轧辊的试验片1的表面经机械精加工后，用#180砂纸研磨，再进行脱脂处理后供试验用。

在相当于本发明方法的试验中，用每1升水含50g草酸（C₂H₂O₄）的草酸水溶液和每1升水含有50g氯化钙的水溶液作为试验片1的冷却水4，用不同系统的喷嘴5a、5b供给，在试验片1和试验片2即将摩擦前，各以0.05升/分的比例同时地喷射到相同的部位。

另一方面，在相当于现有轧制方法的比较法试验中，用自来水作为冷却水4，在试验片1和试验片2即将摩擦前，以0.1升/分的

量从喷嘴 5 a 喷射。

图 9 (a)、图 9 (b) 中表示在上述条件下进行摩擦试验的结果。图 9 (a) 是表示对相当于轧辊的试验片 1 未实施被膜处理的比较法的试验结果。图 9 (b) 是表示在上述试验片 1 上形成了草酸钙被膜的本发明方法试验的摩擦特性评价结果。

从图 9 可见，在比较法的情况（图 9 (a)）下，摩擦开始后立即发生了严重的烧结，而在试验片表面形成了草酸钙被膜的本发明方法情况（图 9 (b)）下，可以防止烧结的发生。

实施例 4

在图 7 所示条件下，用图 1 0 所示的“圆筒-块方式”进行了摩擦试验。除了对相当于轧辊的试验片 1 的冷却水 4 的供给方式以外，其试验方法和条件与上述实施例 3 相同。

在相当于本发明方法的试验中，用每升水含有 5 0 g 草酸 ($C_2H_2O_4$) 的草酸水溶液和每升水含有 5 0 g 氯化钙的水溶液作为冷却水 4，并先以每分 0. 0 5 的比例从喷嘴 5 a 喷射草酸水溶液，接着从不同于喷嘴 5 a 系统的喷嘴 5 b 以每分 0. 0 5 升的量喷射含氯化钙的水溶液。该冷却方法可在试验片 1 表面先形成草酸铁被膜，再形成草酸钙被膜。

在相当于现有轧制方法的比较法试验中，使用自来水作为冷却水 4，以每分 0. 1 升的量从喷嘴 5 b 喷射。

图 1 1 (a)、图 1 1 (b) 表示用上述条件进行的摩擦试验结果。图 1 1 (a) 是表示对相当于轧辊的试验片 1 未实施被膜处理的比较法的试验结果。图 1 1 (b) 是表示在上述试验片 1 表面既形成草酸铁被膜又形成草酸钙被膜的本发明方法试验的摩擦特性评价结果。

从图 1 1 可见，在比较法的情况（图 1 1 (a)）下，摩擦开始后立即发生了严重的烧结，而在试验片表面形成了草酸铁和草酸钙混杂被膜的本发明方法情况（图 1 1 (b)）下，可以防止烧结的发生。

实施例 5

在图 7 所示条件下，用图 1 2 所示的“圆筒-块方式”进行了摩

擦试验。除了对相当于轧辊的试验片 1 的冷却水 4 的供给方式以外，其试验方法和条件与上述实施例 3、实施例 4 相同。

在相当于本发明方法的试验中，用每升水含有 50 g 草酸（ $C_2H_2O_4$ ）的草酸水溶液作为试片 1 的冷却水 4，从喷嘴 5 a 以每分 0.1 升的比例喷射。而在相当于现有轧制方法的比较法试验中，用自来水作为冷却水 4，从喷嘴 5 a 以 0.1 升/分的量喷射。

图 1 3（a）、图 1 3（b）中表示在上述条件下进行摩擦试验的结果。图 1 3（a）是表示对相当于轧辊的试验片 1 未实施被膜处理的比较法的试验结果。图 1 3（b）是表示在上述试验片 1 表面形成了草酸铁被膜的本发明方法试验的摩擦特性评价结果。

从图 1 3 可见，在比较法的情况（图 1 3（a））下，摩擦开始后立即发生了严重的烧结，而在试验片表面形成了草酸铁被膜的本发明方法情况（图 1 3（b））下，可大幅度地延长发生烧结的时间。

实施例 6

在图 7 所示条件下，用图 8 所示的“圆筒-块方式”进行了摩擦试验。除了对相当于轧辊的试验片 1 的冷却水 4 的供给方式以外，其试验方法和条件与上述实施例 3~5 相同。

在相当于本发明方法的试验中，用每升水含有 50 g 草酸钙的水溶液和每升水含有 50 g 氯化钙的水溶液作为冷却水 4，并分别从不同系统的喷嘴 5 a、5 b 供给，在试验片 1 与试验片 2 即将摩擦之前，各以 0.05 升/分的比例同时地喷射到相同部位（位置）。

而在相当于现有轧制方法的比较法试验中，用自来水作为冷却水 4，在试验片 1 与试验片 2 即将摩擦之前，从喷嘴 5 a 以 0.1 升/分的量喷射。

图 1 4（a）、图 1 4（b）中表示在上述条件下进行摩擦试验的结果。图 1 4（a）是表示对相当于轧辊的试验片 1 未实施被膜处理的比较法的试验结果。图 1 4（b）是表示在上述试验片 1 表面形成了草酸钙被膜的本发明方法试验的摩擦特性评价结果。

从图 1 4 可见，在比较法的情况（图 1 4（a））下，摩擦开始后立即发生了严重的烧结，而在试验片表面形成了草酸钙被膜的本发

明方法情况（图 1 4（b））下，可防止发生烧结。

以上是在相当于轧辊的试验片表面形成草酸盐被膜时，在实验室中评价耐烧结特性的实施例。下面，描述实机生产线试验的实施例。

实施例 7

为了更明确本发明的效果，在热轧用轧辊的表面形成草酸铁被膜，用本发明方法进行了实机试验。作为试验对象设备，选用的是制造型钢所用的万能轧机的加工轧辊。用上下一对水平轧辊 6 和左右一对竖轧辊 7 制轧被轧制钢材 8。轧辊 6、7 是经车床加工改削了表面的、经研磨机研磨加工的麻口细晶粒高合金铸铁辊。被轧制钢材 8 的材质是 S U S 3 0 4。

如图 1 5 所示地向本发明方法中的轧辊 6、7 表面供给草酸水溶液。在轧制即将开始前，用喷嘴向着形成翼缘的辊部分即 a ~ d 部，以每分钟 1 升的量喷射每 1 升水中含 3 0 g 草酸（ $C_2 H_2 O_4$ ）的草酸水溶液。为了进行比较，在现有轧制法中，也向上述 a ~ b 部以每分钟 1 0 升的量喷射普通的工业用水。图 1 6 中表示实机生产线试验的条件。图 1 7 表示产品形状。

用上述条件实施实机生产线试验的结果是，在现有轧制法中，从轧制开始的第 1 根起，产品的翼缘部即产生月牙形的疵点（烧结），并且存在轧辊磨耗、轧辊及产品的表面粗糙。而本发明的轧制方法中，疵点发生率在 1 0 % 以下。

另外，用碳素钢及低合金钢作为被轧制钢材 8 进行了同样的实机生产线试验，其结果是，用本发明方法轧制时，在 1 0 0 吨轧制总量中全无疵点发生。

实施例 8

在热轧用轧辊表面形成草酸铁与草酸钙的混杂被膜，用本发明的轧制方法进行了实机试验。该实机试验中，作为对象设备也是选用型钢制造中所使用的万能轧机的加工轧辊。

供试验用的轧辊和被轧制钢材与实施例 7 的相同。即，轧辊 6、7 是经车床加工改削了表面的、经研磨机研磨加工的麻口细晶粒高合金铸铁辊。被轧制钢材 8 的材质是 S U S 3 0 4。

本发明方法中的向轧辊6、7表面供给轧辊冷却水的方式，用图18方法进行。即，分别用不同系统的喷嘴，向形成翼缘的轧辊部分a~d，在即将轧制前各以1升/分的量喷射每升水含有50g草酸（ $C_2H_2O_4$ ）的草酸水溶液和每升水含有50g氯化钙的水溶液。同样地，向形成翼缘部的轧辊部分e~h部，在即将轧制前以每分1升的比例仅喷射上述浓度的草酸水溶液。

采用该轧辊冷却方法，可以轧辊表面形成草酸铁和草酸钙的混杂被膜。

另外，为了进行比较，在现有的轧制方法中，也对形成翼缘部的a~d部，以每分10升的量喷射普通的工业用水。图19表示实机生产线试验的条件。其产品形状如图17所示。

用上述条件实施实机生产线试验的结果是，在现有轧制方法中，从轧制开始的第1根起，产品的翼缘部即产生月牙形的斑点（烧结），并且存在轧辊磨耗、轧辊及产品的表面粗糙。

而本发明的轧制方法中，全无斑点产生。对于100吨的轧制总量，轧辊的磨耗几乎未见。轧辊和产品的表面也不粗糙。

另外，采用碳素钢或低合金钢作为被轧制钢材8进行了同样的实机生产线试验。其结果是，在本发明的方法中，对于100吨的轧制总量，没有斑点发生。

如上述实施例所示，用本发明的轧制方法，可防止型钢轧制时的轧辊烧结。另外，可抑制轧辊的磨耗，也可防止轧辊和被轧制钢材表面粗糙。用形成草酸盐被膜实现的上述效果，不仅对H型钢的轧制有效，对其它型钢的轧制也同样有效。另外，在棒钢、钢板、带钢、钢管、平钢、线材等的热轧时也具有同样的效果。

另外，在“碱土类金属”为“钡”或“锶”等其它元素的情况下，与上述“钙”的情况具有同样的效果。

采用本发明的热轧用轧辊，可以防止在热轧钢材时产生的烧结、磨耗及表面粗糙。可用低价且简便的方法得到本发明的轧辊。

另外，采用本发明的热轧制方法，例如，把轧辊预先浸入草酸水溶液中处理后进行轧制，或者在轧制过程中，把上述草酸水溶液或含

有水溶性草酸盐（例如碱金属的草酸盐、草酸铵等）的水溶液和含有水溶性钙化合物的水溶液在适合条件下喷涂到轧辊表面进行轧制等，可以防止以具有翼缘的H型钢为首的各种钢材在轧制时发生烧结。所以可提高轧制品的表面性状。

另外，用本发明的方法进行热轧，可以延长轧辊的寿命（更换辊的时间），所以具有很大的经济效果。再者，由于对辊的保养维护频度减少，提高了作业率。在使用润滑油等的方法中，需要排水设备，投资较大，而本发明中，具有与采用润滑油同等以上的防烧结效果，且不需要排水设备。因此，本发明的产业效果是显著的。

图 1

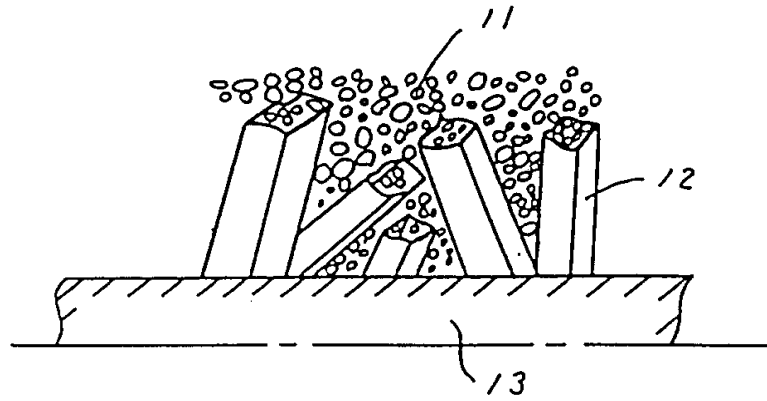


图 2

试验片 1	阿达迈特镍铬耐磨铸钢 (直径 50mm, 厚度 10mm, 高度 30mm)			
试验片 2	SUS304 (直径 50mm, 高度 60mm) mm)			
试验条件	温度	负荷	试验片 2 的旋转数	滑动率
	800℃	980N	10rpm	100%

图 3

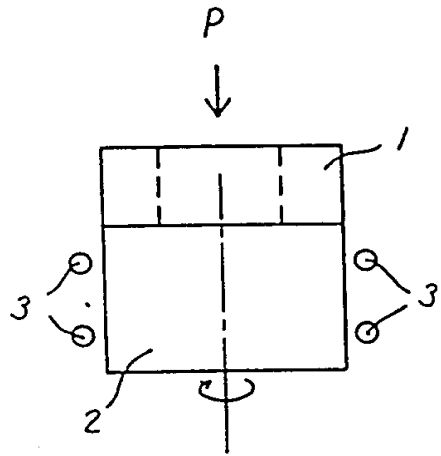
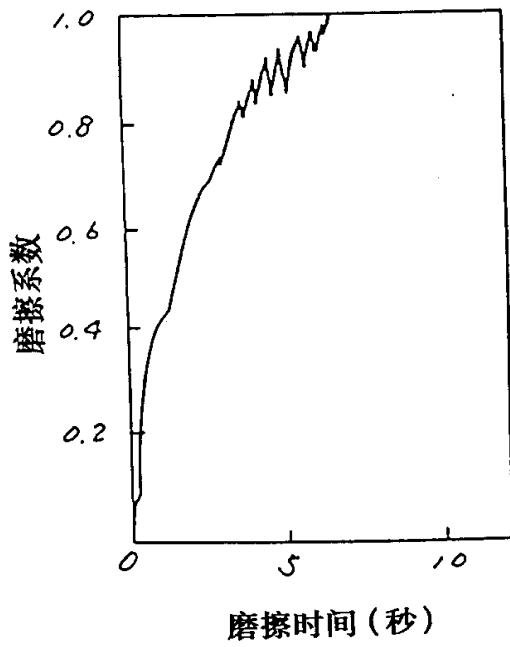


图 4

(a)



(b)

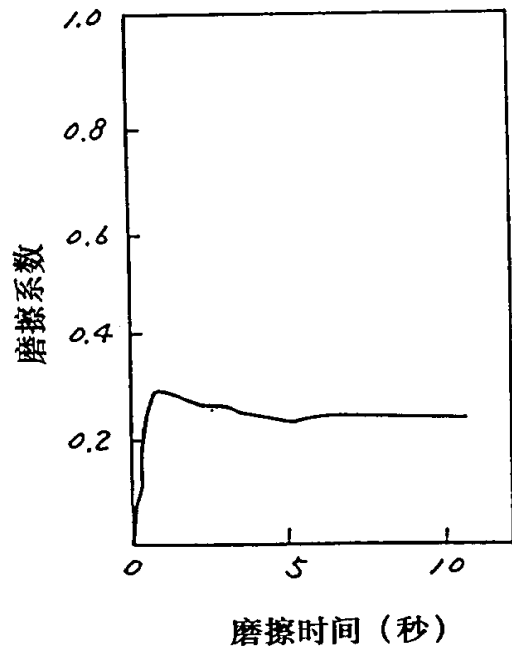


图 5

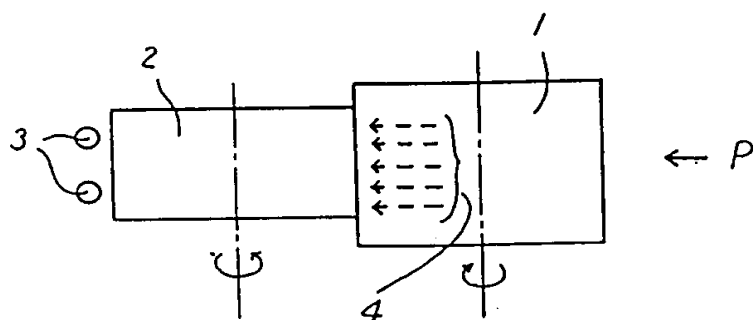


图 6

试验片 1	高速钢 (直径 100mm, 高度 30mm)			
试验片 2	SUS304 (直径 110mm, 高度 10mm)			
试验条件	温度	负荷	试验片 1 及 2 的旋转数	滑动率
	800℃	980N	10 rpm	9%

图 7

试验片 1	阿达迈持镍铬耐磨铸钢 (直径 100mm, 高度 30mm)			
试验片 2	SUS304 (厚度 10mm, 宽 20mm, 长度 100mm)			
试验条件	温度	负荷	试验片 1 的旋转数	滑动率
	800℃	980N	10 rpm	100%

图 8

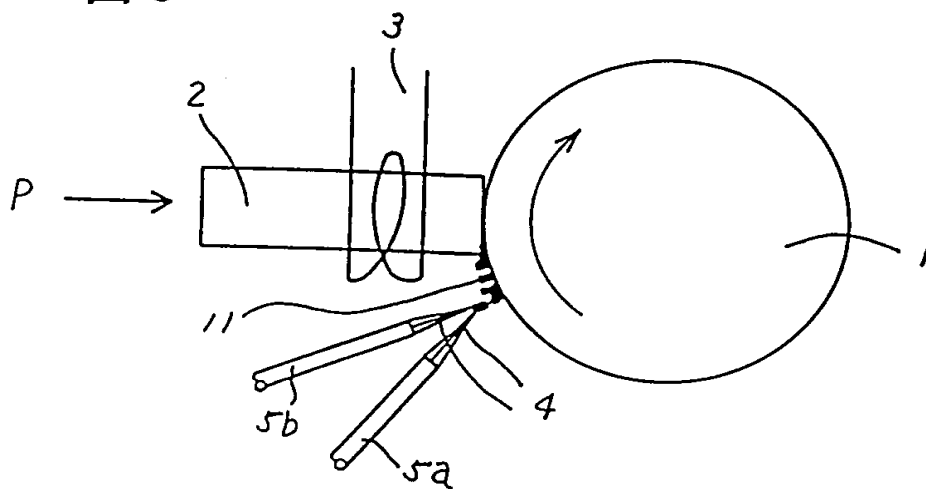
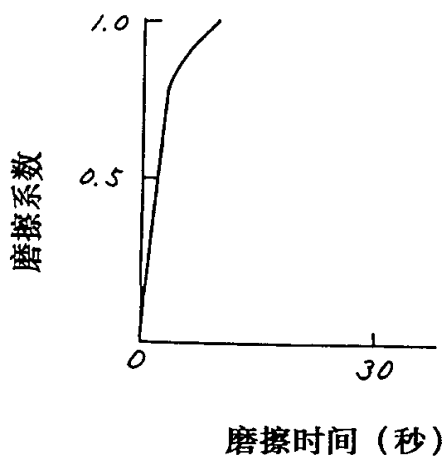


图 9

(a)



(b)

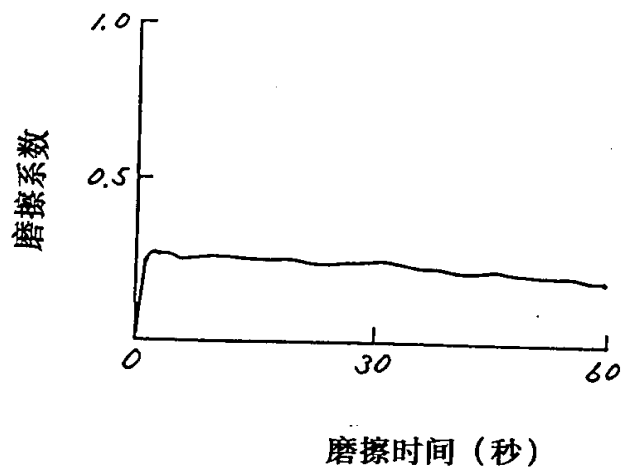


图 10

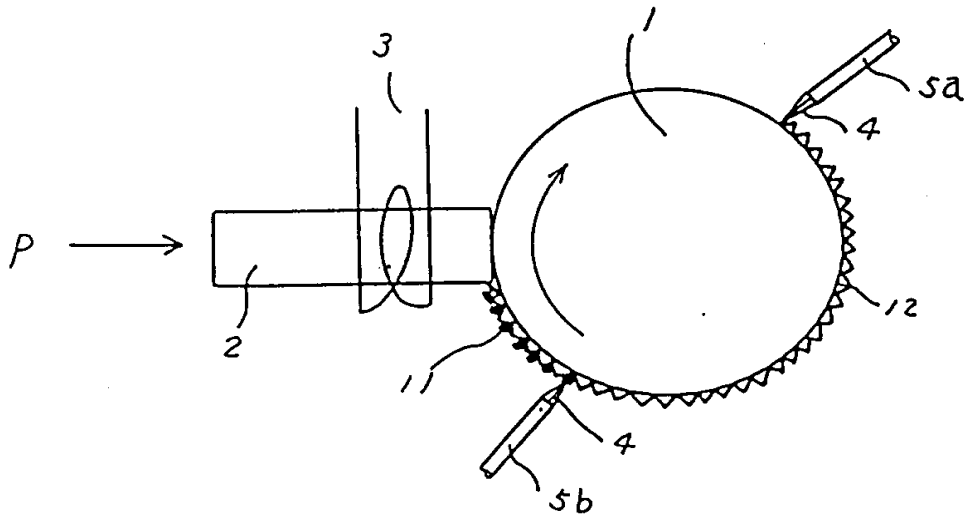


图 11

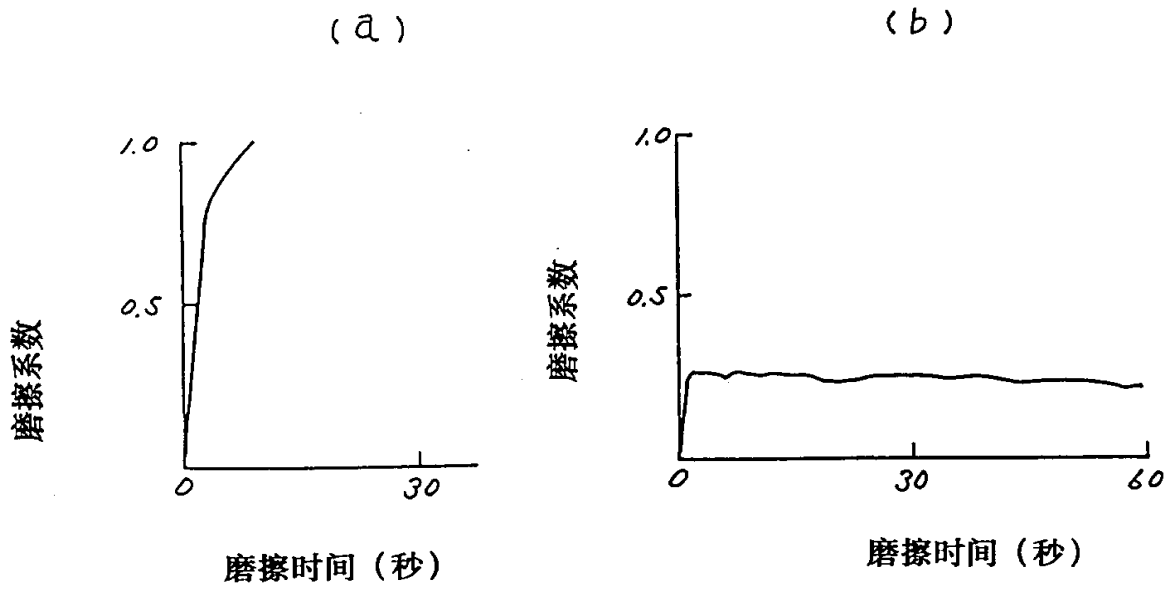


图 12

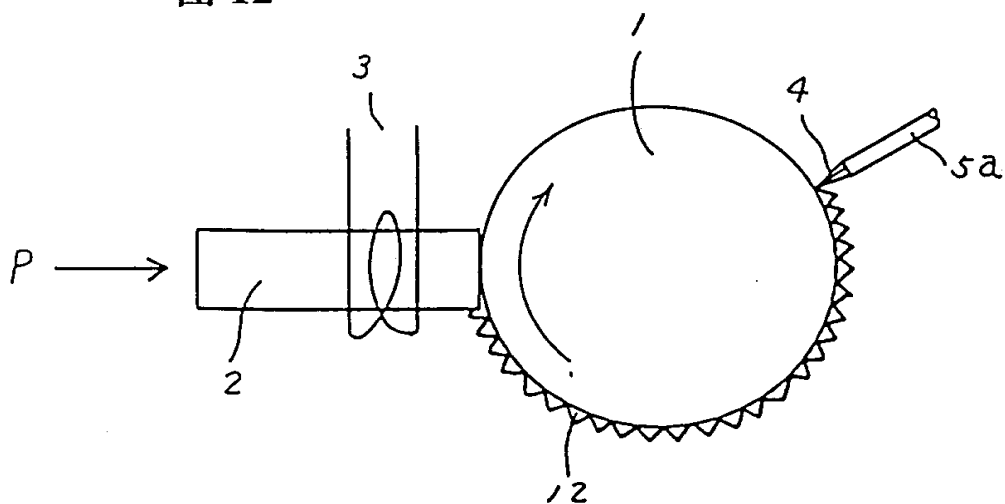


图 13

(a)

(b)

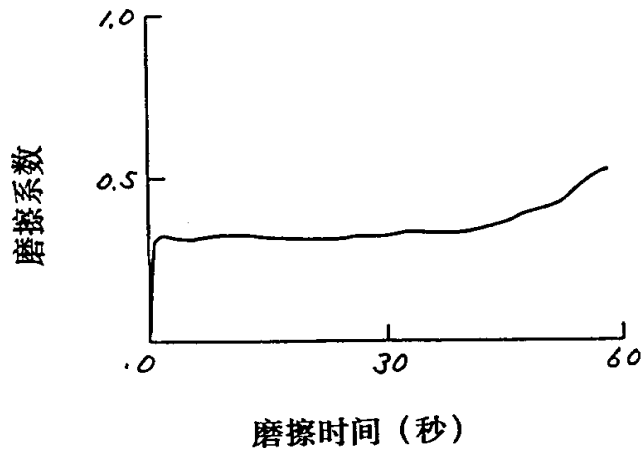
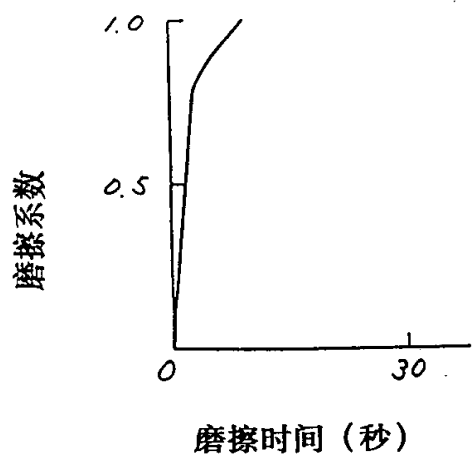


图 14

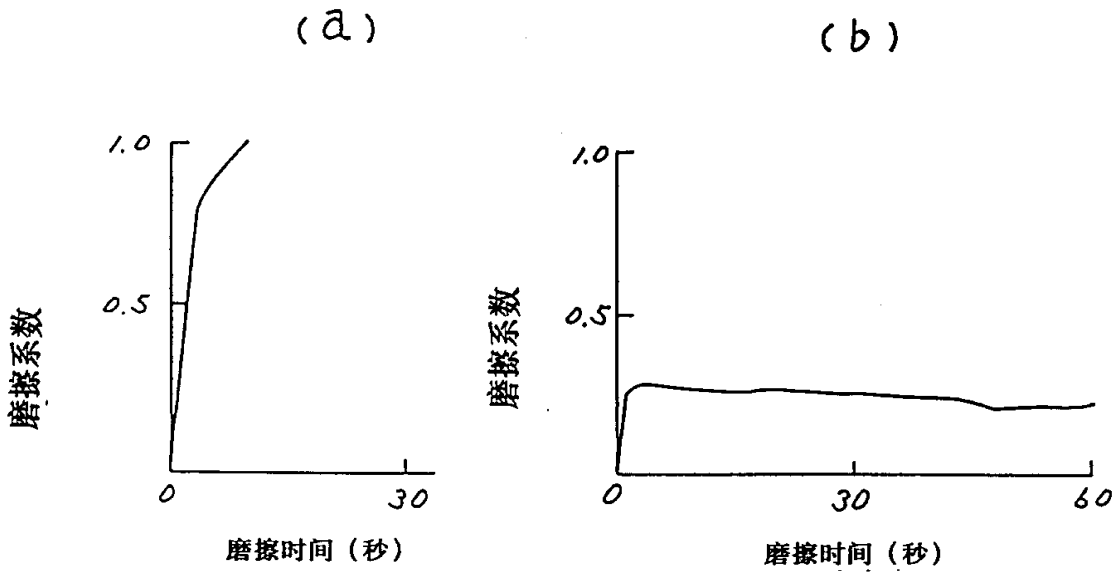


图 15

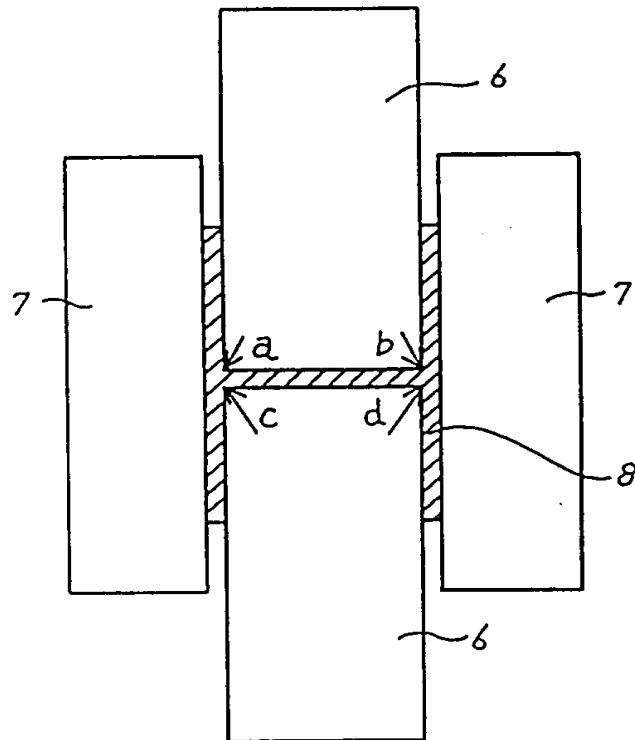


图 16

轧辊材质	麻口细晶粒高合金铸铁
被轧钢材的材质	SUS304
轧制温度	750~800℃
产品尺寸	H200×100×5.5/8
轧制总量	50吨

图 17

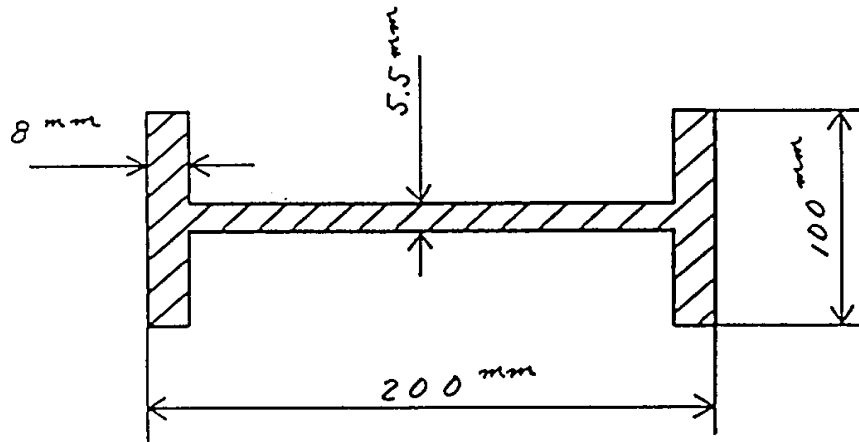


图 18

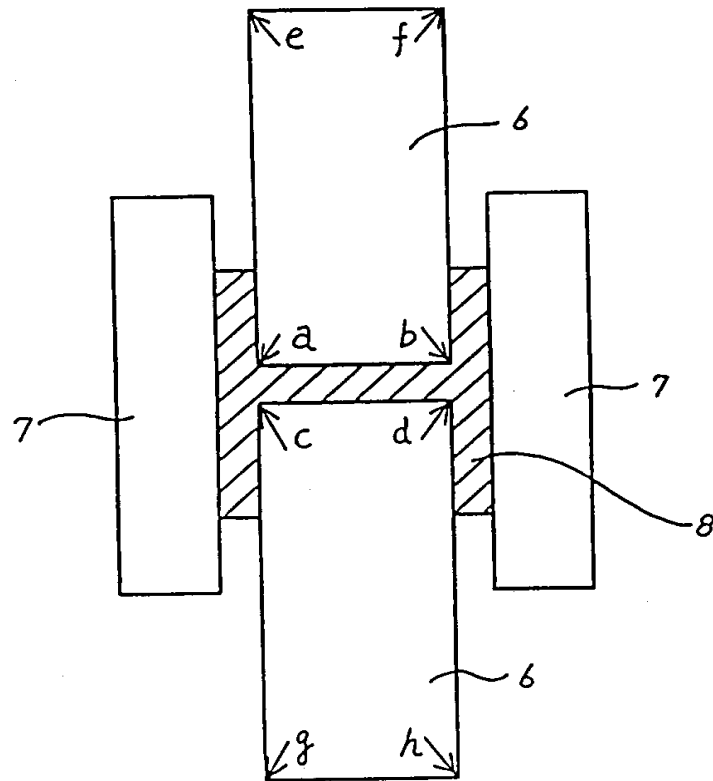


图 19

轧辊材质	麻口细晶粒高合金铸铁
被轧钢材的材质	SUS304
轧制温度	750~800℃
产品尺寸	H200×100×5.5/8
轧制总量	100吨