[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
C22C 38/24
C22C 38/30 B23D 61/12

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99117522.0

[43] 授权公告日 2003 年 2 月 5 日

[11] 授权公告号 CN 1100892C

[22] 申请日 1999.8.10 [21] 申请号 99117522.0

[30] 优先权

[32] 1999. 1.28 [33] JP [31] 19747/1999

[71] 专利权人 日立金属株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 福元志保

[56] 参考文献

JP1 - 201442A 1989.08.14 C22C38/00

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

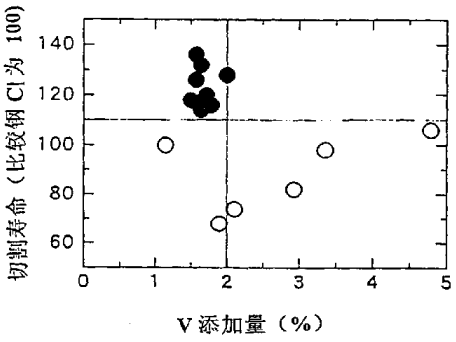
代理人 段承恩

权利要求书 1 页 说明书 9 页 附图 3 页

[54] 发明名称 用于金属带锯的锯刃材料及由其制造的金属带锯

[57] 摘要

公开一种用于切割难切割材料，如 SKD11、不锈钢等的金属带锯，其特征是很少产生刃口崩落及改善耐磨性，结果具有很长的使用寿命。 用于金属带锯的锯刃材料包括含 2%(重量)或更少的钒(V)的高速钢，该高速钢中，按在金相组织中观察的，具有大直径 3μm或更大的碳化物晶粒占 3%(面积)或更多。




ISSN1008-4274

1. 一种金属带锯的锯刃材料，该锯刃材料是具有如下组成的高速钢：按重量％计，W 当量（W＋2Mo）：20－33％，包括端值；Cr：3－6％，V：≤2％，Si：≤2％，Mn：≤2％，C：1－1.4％，余量基本上为 Fe，其中，该高速钢包含，按金相观察面积，3～10％面积的大直径至少 3μm 的碳化物晶粒。

2. 按照权利要求 1 的锯刃材料，其中，大直径至少 3 微米的碳化物晶粒是钨和/或钼的碳化物。

3. 按照权利要求 1 或 2 的锯刃材料，其中，按金相观察的面积，全部碳化物晶粒占 4－18％面积。

4. 按照权利要求 3 的锯刃材料，其中该组成进一步含 Co，且 W 含量为不小于 1％，W 当量与 Co 含量的和为 20～33％，和 V 含量≥1％但≤2％。

5. 一种包括带型锯身材料和由高速钢制成的并焊接在该锯身材料上的锯刃材料的金属带锯，该高速钢具有如下组成，以重量％计：W 当量（W＋2Mo）：20－33％，包括端值；Cr：3－6％，V：≤2％，Si：≤2％，Mn：≤2％，C：1－1.4％，余量基本上为 Fe，该高速钢含有，按金相观察的面积，3～10％面积的大直径至少 3μm 的碳化物晶粒。

6. 按照权利要求 5 的金属带锯，其中，大直径至少 3 微米的碳化物晶粒是钨和/或钼的碳化物。

7. 按照权利要求 5 或 6 的金属带锯，其中，按金相观察的面积，全部碳化物晶粒占 4－18 面积％。

8. 按照权利要求 7 的金属带锯，其中，该组成还含有 Co；且 W 含量为不小于 1％，W 当量与 Co 含量之和为 20～33％，和 V 含量为≥1％但≤2％。

# 用于金属带锯的锯刃材料及由其制造的金属带锯

本发明涉及一种用于切割金属材料和类似材料的金属带锯用的锯刃材料，更具体地说，是涉及一种包含高速钢的并用于具有锯身材料和平行连接到锯身材料上的锯刃材料的金属带锯的锯刃材料；并涉及由其制造的金属带锯。

大多数用于切割金属材料和类似材料的金属带锯由韧性较高的锯身材料和包括如呈现高硬度的高速钢的锯刃材料构成，其中锯刃材料平行焊接在锯身材料上。用于这样金属带锯的锯刃材料包括 SKH59（相当于 AISI M42，DIN W Nr 13247 SS SWEDEN 2716 和 AFNOR HS 2－9－1－8 Z110 DKCWV 09－08－04－02－01）和 SKH51（相当于 AISI M2，DIN W Nr 13343，SS SWEDEN 2722 和 AFNOR HS6－5－2 Z85 WDCV 06－05－04－02）。SKH59 主要用于切割难切割材料，如 SKD11（相当于 AISI D2，DIN 12379，SS SWEDEN 2310 和 AFNOR X160CrMoV12 Z160 CDV12）和不锈钢，而 SKH51 用于切割，例如结构钢。与 SKH51 相比，SKH59 含有添加元素 Co，另外还含有量稍多的 W 当量（W＋2Mo），由此获得高的耐热性和耐磨性并应用于切割难切割材料。但是，当用于切割难切割材料时，SKH59 制造的金属带锯的刃口受到很大的磨损，因此不完全令人满意。

为了降低刃口的磨损，富 V 高速钢已被用作锯刃材料。虽然添加大量的 V（钒）降低刃口的磨损，但是它有时导致刃口崩落，由此限制了锯刃的使用寿命。

刃口的崩落可由起因于在锯刃材料中析出的硬且大的碳化物晶粒来解释。特别是高含量 V 使形成硬且大的碳化物晶粒，由于伴随有降低基体中的 C 含量，使基体的硬度降低，由此同时引起基体的耐磨性恶化。

因此，本发明的目的是提供用于金属带锯的锯刃材料，该锯刃材料

呈现抗崩落性和极好的耐磨性。

本发明锯刃材料包括含大直径至少 3μm 的碳化物晶粒且不大于 2%（重量）的钒的高速钢，其中，按金相观察面积，该碳化物晶粒占至少 3%（面积）。

较好，以金相观察面积，总体碳化物晶粒占 4－18%（面积）。

更好，以金相观察面积，大直径至少 3μm 的碳化物晶粒占不大于 10%（面积）。

更好，本发明锯刃材料是具有下述成分（重量%）的高速钢：W 当量（W＋2Mo）：20%（重量）或更大，Cr：3－6%（重量），V：2%（重量）或更小，Si：2%（重量）或更小，Mn：2%（重量）或更小和 C：1－1.4%（重量），余量基本上是 Fe。

另外，当在本发明锯刃材料中含 Co 时，W 含量，W 当量与 Co 含量之和和 V 含量最好分别为 1%或更大、20－33%和 1－2%（包括 1%和 2%在内）。

图 1 和 2 是显示本发明钢金相显微组织的照片。

图 3 是显示比较钢金相显微组织的照片。

图 4 是表示金属带锯的使用寿命与 V 含量（%）的关系曲线图。

图 5 是表示金属带锯的使用寿命与具有 3μm 或更大的长轴的碳化物晶粒的量（面积%）的关系曲线图。

图 6 是表示金属带锯的使用寿命与碳化物总量（面积%）的关系曲线图。

本发明主要的优点是金属带锯的使用寿命大大延长，这是通过限制含高速钢的金属带锯锯刃材料中 V 含量不大于 2%，同时通过增加金相组织中存在的碳化物晶粒的尺寸获得的。

当增加 V 含量的高速钢用作金属带锯的锯刃材料时，会产生刃口崩落的问题。要防止崩落，应限制 V 含量。但是，当 V 含量降低时，刃口的耐磨性显著恶化。本发明通过增加金相组织中碳化物晶粒的尺寸同时降低 V 含量解决了这个难题，并且不依靠 VC 碳化物而获得提高了耐磨性的刃口。

在本发明中限制 V 含量不大于 2%，因为当 V 含量超过 2%时，存

在大约 VC 晶粒，并由此引起刃口的崩落，导致使用寿命的缩短。

在本发明中碳化物晶粒较大，这是指：具有 3μm 或更大大直径的碳化物晶粒占金相组织的 3%（面积）或更多。以 3μm 的大直径为界限，是因为碳化物尺寸小于 3μm 不能起到延长使用寿命的作用。

为了获得含有上述特定碳化物的金相组织，虽然该材料的制造条件，如铸造、锻造、加工等条件也有影响，但是最重要的因素是化学成分的选择。

下面叙述适合本发明金属带锯的合金成分。

用于本发明金属带锯的锯刃材料的高速钢的化学成分（%指重量%）如下：W 当量（W + 2Mo）：≥20%，Cr：3－6%，V：≤2%，Si≤2%，Mn：≤2%，和 C：1－1.4%，余量基本上为 Fe。可以含有 Co，且当含 Co 时，W 当量和 Co 含量之和为 20－33%。优选地，W 含量≥1%，而 V 含量≥1%。

W 或 Mo 是提高锯刃材料硬度的基本元素。W 当量小于 20% 时，淬火后析出的硬质碳化物的量减少，导致耐磨性变差。当 W 当量和 Co 含量的总量小于 20% 时，淬火后析出的硬质碳化物的量也减少，导致耐磨性变差。

另一方面，当 W 当量和 Co 含量的总量超过 33% 时，析出的硬质碳化物量增加，但是难以达到高硬度，因为在基体中形成固溶体的 C 量减少，导致耐磨性变差。还有，生产率显著恶化。

当 W 含量小于 1% 时，在淬火温度下基体中的晶粒变大，韧性降低，导致刃口崩落倾向产生。还有，导致在基体中产生过量的碳（C）的固溶体，使韧性降低。所以，W 含量最好不小于 1%。

Co 不是本发明中的基本元素，但是 Co 含量最好不小于 5%。当 Co 含量不小于 5% 时，锯刃材料的硬度增加，导致耐磨性提高。

V 是如上所述的基本元素。V 和 C 结合产生硬质 VC 化合物析出，因而提高锯刃材料的硬度，导致锯刃材料耐磨性改善。但是，当 V 含量超过 2% 时，VC 一次晶体结晶，而 C 作为 VC 而不是基体中的固溶体而存在，导致基体的硬度变差。另外，当 VC 作为一次晶体结晶时，该晶体长大导致韧性降低。

另一方面，当 V 含量不大于 2% 时，不结晶出 VC 的一次晶体，而 $M_2C$ 碳化物结晶。该 $M_2C$ 化合物有在热加工下分解成显微 MC 或 $M_6C$ 的特性。当 W 当量高时，如在本发明中，$M_2C$ 含量增加，因而 $M_6C$ 稳定。该 $M_6C$ 化合物大直径为 3μm 或更大，且改善切割性能。

当 V 含量小于 1% 时，V 可固溶于基体，且不析出 VC，导致锯刃材料硬度降低。所以，V 含量最好为 1% 或更多。

为了获得高硬度和长使用寿命的锯刃材料可含有 Cr、Si、Mn 和 C。下面的含量是优选的：Cr：3－6%，Si：≤2%，Mn:≤2%，C：1－1.4%；但是参照相对于其它元素的量可确定具体的含量。

将上述成分的高速钢材锻造后，进行热加工和冷加工，由此获得希望尺寸的材料，并进行热处理。热处理最好包括在低于共晶温度约 40℃ 的温度下淬火，接着在约 550℃ 回火。

在本发明中，当在金相组织中碳化物总量为 4－18%（面积）时，可进一步改进使用寿命。当碳化物总量占小于 4%（面积），同时大直径 3μm 或更大的碳化物晶粒占 3%（面积）或更多时，很小尺寸的碳化物几乎不存在，导致刃口很容易磨损。当碳化物总量占超过 18%（面积）时，很容易产生刃口崩落。

在本发明中大直径不小于 3μm 的碳化物晶粒最好在金相组织中占 10%（面积）或更少；结果在碳化物晶粒生长过大的地方发生刃口崩落。

建议使用的常规材料可用作上述焊接到锯刃材料上的锯身材料。希望的是，锯身材料固定锯刃材料并可在金属带锯使用期间耐弯曲应力和拉伸应力，并且也是经济的。为此，在本发明中优选在热处理后硬度为 53HRC 或更小的钢。当选择硬度超过 53HRC 的钢时，合金元素的量必须增加，这与金属带锯使用经济材料的目标不一致。

例如，可使用下述化学成分（重量%）的钢：C≤0.6%，Cr≤7%，除 Cr 以外的 4A、5A 或 6A 族的碳化物形成元素，如选自 W、Mo、V、Nb 和 Ti 的一种或几种，总量≤3%，余量基本上为 Fe。C 含量限制到 0.6% 或更小，因为 C 是维持钢的基本硬度和韧性的基本元素，但当 C 含量超过 0.6% 时，韧性恶化，因此碳（C）最大含量最好到 0.6%。

Cr 用来提供锯身材料好的淬透性和通过与 C 结合形成 Cr 碳化物

提供高的抗回火软化性能。但是，过量添加铬（Cr）反而恶化抗回火软化，所以，Cr 含量最好限制到 7% 或更小。

W、Mo 和除 Cr 以外的 4A、5A 或 6A 族的碳化物形成元素是用来提供锯身材料高耐磨性的元素，对保证锯身材料所需的硬度和改进韧性也是有效的。但是，其过量添加恶化锯身材料最需要的韧性，所以，其总量最好为 3% 或更小。V、Nb、Ti 等对改善锯身材料的耐磨性与 W 和 Mo 一样有效，但是昂贵，所以其总量限制到 3% 或更小。

也可能含有在钢的生产过程中用作脱氧剂的 Si 和 Mn，但当其各自含量超过 2% 时，韧性恶化。所以，其各自含量最好为 2% 或更小。

JIS G 4051 S50C（碳钢）或 AISI6150 也可用作锯身材料。

实施例

将具有表 1 所示化学成分（重量%）的钢材料铸成锭，并在 1000－1200℃ 温度范围内锻成直径 15mm 的棒，接着热加工和冷加工，由此获得横截面尺寸 1mm × 2mm 的试样。在表 1 中，试样 No. 1－8 是本发明实施例，而试样 C1－C7 是比较例。比较例 C1 相当于 SKH59，而比较例 C2 相当于 SKH51。将这些材料在低于共晶温度约 40℃ 的温度下淬火并在 550℃ 回火。接着，测量 HRC 硬度并观察金相组织。结果示于表 2，结果包括硬度、碳化物总量（面积%）和具有大直径 3μm 或更大的碳化物晶粒含量（面积%）。图 1、2 和 3 分别是显示本发明实施例 No1－8 和比较例 C6 的 400 倍的金相组织照片。

表1

| No. | C | Si | Mn | Cr | W | Mo | V | Co | Fe |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 本发明钢 | | | | | | | | | |
| 1 | 1.17 | 0.24 | 0.30 | 4.21 | 6.96 | 7.45 | 1.56 | 8.10 | 余量 |
| 2 | 1.22 | 0.56 | 0.34 | 4.54 | 1.98 | 9.69 | 1.65 | 8.21 | 余量 |
| 3 | 1.10 | 0.43 | 0.43 | 4.29 | 7.21 | 7.42 | 1.46 | - | 余量 |
| 4 | 1.17 | 0.53 | 0.32 | 3.94 | 2.01 | 9.87 | 1.59 | - | 余量 |
| 5 | 1.15 | 0.34 | 0.26 | 4.17 | 7.13 | 7.57 | 1.53 | 5.34 | 余量 |
| 6 | 1.19 | 0.49 | 0.24 | 3.97 | 2.06 | 10.12 | 1.71 | 5.29 | 余量 |
| 7 | 1.08 | 0.35 | 0.32 | 4.34 | 18.10 | 2.14 | 1.95 | 8.31 | 余量 |
| 8 | 1.14 | 0.35 | 0.33 | 4.44 | 17.85 | 1.65 | 1.76 | - | 余量 |
| 比较例 | | | | | | | | | |
| C1 | 1.05 | 0.34 | 0.32 | 4.13 | 1.62 | 9.75 | 1.13 | 8.34 | 余量 |
| C2 | 0.99 | 0.23 | 0.39 | 4.23 | 1.89 | 8.65 | 2.08 | - | 余量 |
| C3 | 0.87 | 0.19 | 0.43 | 3.98 | 6.23 | 5.35 | 1.88 | - | 余量 |
| C4 | 1.26 | 0.34 | 0.27 | 4.31 | 6.14 | 5.29 | 2.89 | - | 余量 |
| C5 | 1.51 | 0.23 | 0.43 | 4.21 | 12.10 | 0.95 | 4.72 | 5.33 | 余量 |
| C6 | 1.27 | 0.34 | 0.33 | 3.95 | 9.73 | 3.51 | 3.36 | 10.51 | 余量 |
| C7 | 1.53 | 0.29 | 0.26 | 4.25 | 6.45 | 3.31 | 5.12 | 4.78 | 余量 |

表2

| No. | 淬火温度 (°C) | 硬度 HRC | 碳化物总量（面积%） | 3μm或更大的碳化物晶粒（面积%） | 切割使用寿命 | 损坏原因 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 本发明钢 | | | | | | |
| 1 | 1180 | 69.1 | 15.9 | 5.7 | 136 | 刃口磨损 |
| 2 | 1170 | 69.4 | 14.5 | 4.8 | 131 | 同上 |
| 3 | 1180 | 67.4 | 16.3 | 6.2 | 117 | 同上 |
| 4 | 1180 | 67.2 | 15.6 | 5.3 | 114 | 同上 |
| 5 | 1180 | 68.2 | 15.5 | 5.3 | 126 | 同上 |
| 6 | 1170 | 68.1 | 14.4 | 4.5 | 120 | 同上 |
| 7 | 1230 | 67.5 | 16.1 | 7.3 | 127 | 同上 |
| 8 | 1230 | 66.4 | 15.9 | 7.1 | 116 | 同上 |
| 比较例 | | | | | | |
| C1 | 1170 | 68.5 | 11.5 | 2.5 | 100 | 同上 |
| C2 | 1180 | 66.4 | 10.5 | 2.7 | 75 | 同上 |
| C3 | 1200 | 65.4 | 10.8 | 2.4 | 68 | 同上 |
| C4 | 1190 | 64.8 | 12.8 | 4.7 | 83 | 刃口崩落 |
| C5 | 1210 | 66.7 | 12.7 | 6.2 | 106 | 同上 |
| C6 | 1210 | 67.7 | 11.6 | 5.2 | 97 | 同上 |
| C7 | 1210 | 65.3 | 15.2 | 8.1 | 78 | 同上 |

在显示本发明钢的显微组织的图 1 和 2 中具有 3μm 或更大尺寸的碳化物晶粒均匀分布。相反，在显示比较钢显微组织的图 3 中观察到大尺寸碳化物析出物，但析出物的剩余部分是微小碳化物的形式，大尺寸碳化物晶粒是 VC。

上述高速钢试样的每一种都可通过焊接结合到锯身材料上，并经过淬火和回火，由此获得尺寸的 1mm × 45mm × 4500mm 的金属带锯锯条。锯身材料的化学组成（重量%）如下：C: 0.53, Si: 0.40, Mn: 1.12, Ni: 0.68, Cr: 5.18, W: 0.89, Mo: 0.56, V: 0.09, Al: 0.0073, N: 0.033 和 Fe: 余量，而硬度为 HRC52.1。使这种带锯锯条经受切割试验，在试验中切割具有 100mm 直径和硬度 HB180 的 SKD11 材料，试验在下面条件下进行：湿切；切割速度 20/分；金属切削速度 20$cm^2$/分。

表 2 通过使用寿命和损坏原因示出了切割试验的结果。相对比较例 C1（SKH59）的使用寿命，将其看作 100，对使用寿命进行归一化。还有，图 4 示出了由切割试验确定的使用寿命和 V 含量（%）之间的关系；图 5 示出了使用寿命和尺寸不小于 3μm 的碳化物晶粒的含量（面积%）之间的关系；图 6 示出了使用寿命和碳化物总量（面积%）之间的关系。在这些图中，本发明钢标作黑点，而比较钢标作白点。如表 2 和图 6 所示，在碳化物含量和使用寿命之间不存在简单关系。

如在这些图和表 2 中清楚所示，实施例 1－8 的 V 含量为 2%（重量）或更小，而使用寿命比比较例 C1（SKH59）长。特别是实施例 1、2 和 5－7，含有大量的 Co，具有极好的使用寿命，即比较例 C1 的 120%。另外，没有一个本发明实施例在刃口上发生崩落，而损坏发生由于刃口的磨损。相反，比较例 C4－C7 含大于 2% 的钒（V），且全部都在刃口上产生崩落。比较例 C2 含大于 2% 的钒（V），但是没在刃口上看到崩落。其原因被认为是刃口的快速磨损导致快速损坏，所以在刃口上没看到崩落。

当观察金相组织时，实施例 1－8 全都呈现具有大直径 3μm 或更大的碳化物晶粒占 3%（面积）或更多。比较例 C4－C7 也都

呈现 3%（面积）或更多的具有大直径 3μm 或更大的碳化物，但是，由于这些试样具有高的 V 含量并产生了刃口的崩落，大尺寸碳化物晶粒被认为是一次结晶形成的 VC 碳化物。

如上详细所述，由含不大于 2%（重量）含量钒并具有如在金相组织中观察到的 3%（面积）或更多的大直径 3μm 或更大的碳化物晶粒的高速钢制成的本发明金属带锯锯刃材料，与常规广泛用于切割难切割材料的 SKH59 相比，耐磨性极好，具有很长的使用寿命并没有在刃口产生崩落的倾向。

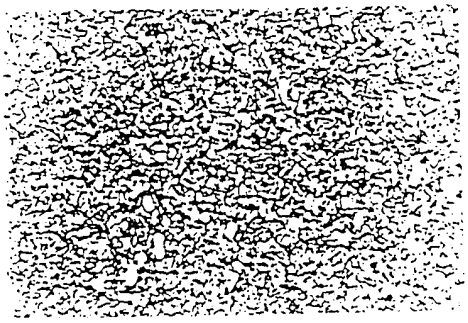


图 1

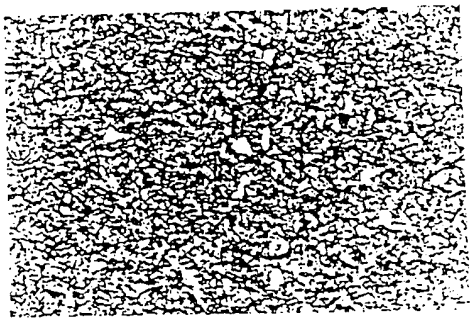


图 2

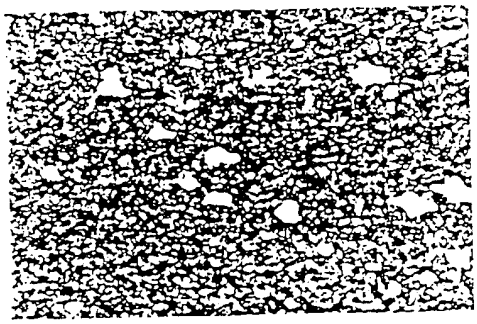


图 3

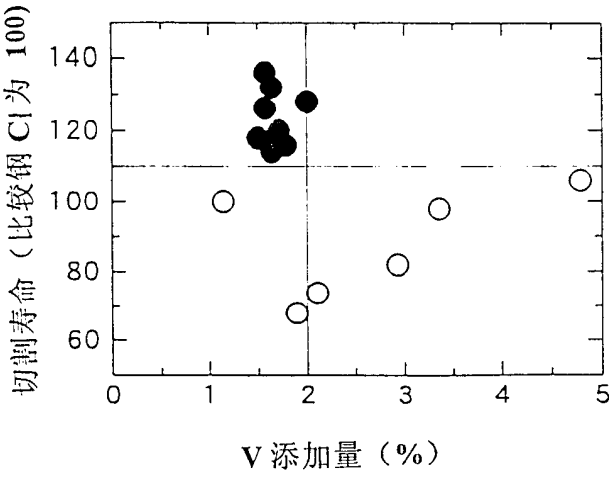

切割寿命（比较钢 C1 为 100）
140
120
100
80
60
0
1
2
3
4
5
V 添加量（%）

图 4

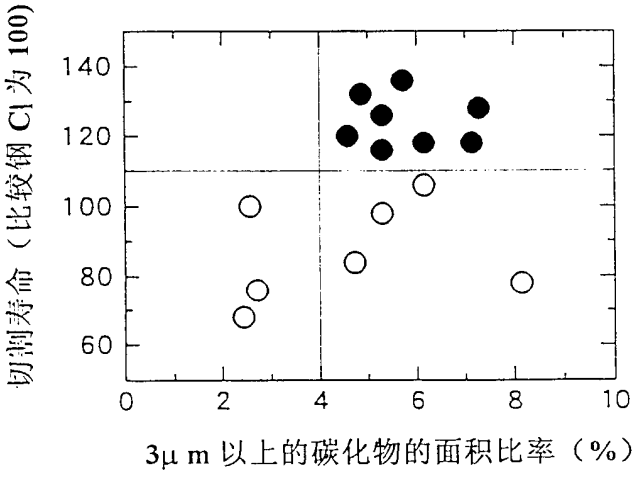

切割寿命（比较钢 C1 为 100）
140
120
100
80
60
0
2
4
6
8
10
3μ m 以上的碳化物的面积比率（%）

图 5

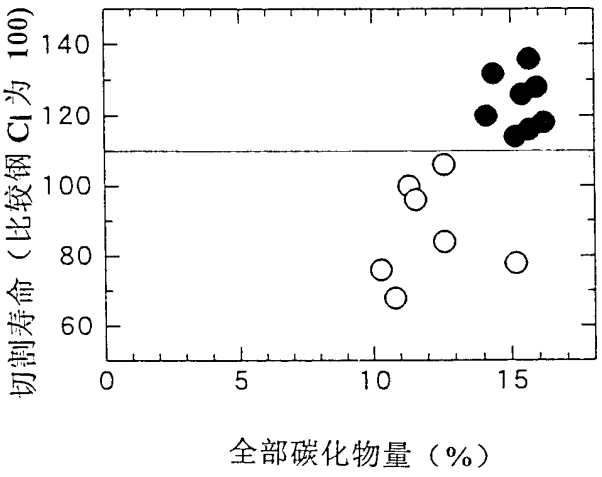



图 6