

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5587833号
(P5587833)

(45) 発行日 平成26年9月10日(2014.9.10)

(24) 登録日 平成26年8月1日(2014.8.1)

(51) Int.Cl.	F I
C 2 1 D 9/46 (2006.01)	C 2 1 D 9/46 Q
C 2 2 C 38/00 (2006.01)	C 2 2 C 38/00 3 0 2 Z
C 2 2 C 38/54 (2006.01)	C 2 2 C 38/54
C 2 2 B 9/18 (2006.01)	C 2 2 B 9/18 Z

請求項の数 15 外国語出願 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2011-136054 (P2011-136054)	(73) 特許権者	501187033
(22) 出願日	平成23年6月20日(2011.6.20)		エイティーアイ・プロパティーズ・インコ
(62) 分割の表示	特願2001-542589 (P2001-542589)		ーボレーテッド
原出願日	平成12年11月15日(2000.11.15)		アメリカ合衆国オレゴン州97321-0
(65) 公開番号	特開2011-225997 (P2011-225997A)		580, アルバニー, ノース・イースト・
(43) 公開日	平成23年11月10日(2011.11.10)	(74) 代理人	100140109
審査請求日	平成23年7月14日(2011.7.14)		弁理士 小野 新次郎
(31) 優先権主張番号	09/452,794	(74) 代理人	100075270
(32) 優先日	平成11年12月2日(1999.12.2)		弁理士 小林 泰
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100080137
			弁理士 千葉 昭男
		(74) 代理人	100096013
			弁理士 富田 博行

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルテンサイト系ステンレス鋼からなる材料を調製する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

マルテンサイト系ステンレス鋼からなる材料を調製する方法であって、前記方法が；
ステンレス鋼を用意し、ここで該ステンレス鋼が、全てが鋼の全重量に基づいた重量パーセントで；

0.15ないし0.70の炭素；
0.45ないし1.0のマンガン；
0.20ないし1.0のケイ素；
12.0ないし14.0のクロム；
0ないし0.025のリン
0ないし0.020の硫黄

0.0002ないし0.006のホウ素及び0.02ないし0.20の窒素のうち少なくとも一つ；

0ないし0.50のニッケル；及び
残部の鉄と不可避な不純物

からなり；

前記鋼をエレクトロスラグ再溶解処理によって溶解して、再溶解した鋼のインゴットを得て；

前記再溶解鋼のインゴットを、再溶解鋼中で形成し得る炭化物の全てが溶解する最低の温度以上であって且つ再溶解鋼の無延性温度以下の温度まで加熱し、そして前記温度を前

記再溶解鋼中の15マイクロメートルより大きい長さの炭化物粒子が溶解するのに十分な時間維持すること、ここで前記再溶解鋼を加熱することが、前記再溶解鋼を少なくとも1260℃(2300°F)の温度まで加熱することを含み、そして前記無延性温度は、材料の試料を次の条件下の張力にかけた場合にゼロの伸びを示す温度である：長さ10.8cm(4.25インチ)、直径6.35mm(0.25インチ)の材料の円柱形の棒を、55.6℃(100°F)/秒で試験温度まで加熱し、温度を60秒間保持し、そして127mm(5インチ)/秒のクロスヘッド分離速度で破断するまで引っ張る；を含む、前記方法。

【請求項2】

前記鋼をエレクトロスラグ再溶解処理によって溶解する工程が；

スラグを収容した容器を用意し；

前記容器中のスラグに前記鋼を接触させ；

少なくとも前記鋼及び前記スラグを含む回路を通して電流を流して、前記鋼及び前記スラグを電気抵抗によって加熱し、そして前記鋼を前記スラグとの接触点で溶解し、これによって再溶解鋼の複数の液滴を形成し；そして

加熱されたスラグ中を前記再溶解鋼の複数の液滴が通過するようにすること；

を含む、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記再溶解鋼を加熱することが、前記再溶解鋼を1316℃(2400°F)以下の温度で加熱することを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項4】

前記再溶解鋼を加熱することが、前記再溶解鋼を、少なくとも2時間、1260℃(2300°F)以上で1316℃(2400°F)以下の温度で加熱することを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項5】

前記再溶解鋼を加熱することが、前記再溶解鋼を、1260℃(2300°F)以上で1288℃(2350°F)以下の温度で加熱することを含む、請求項4に記載の方法。

【請求項6】

鋼を用意する工程が、全てが鋼の全重量に基づいた重量パーセントで；

0.65ないし0.70の炭素；

0ないし0.025のリン；

0ないし0.020の硫黄；

0.20ないし0.50のケイ素；

0.0002ないし0.006のホウ素及び0.02ないし0.20の窒素のうち少なくとも一つ；

0.45ないし0.75のマンガン；

12.7ないし13.7のクロム；

0ないし0.50のニッケル；及び

残部の鉄と不可避免的な不純物；

からなるステンレス鋼を用意することを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項7】

前記鋼が、0.0004ないし0.006重量パーセントのホウ素及び0.03ないし0.20重量パーセントの窒素の少なくとも一つを含む、請求項6に記載の方法。

【請求項8】

前記鋼が、0.0004より多く、0.006重量パーセントまでのホウ素を含む、請求項6に記載の方法。

【請求項9】

前記鋼が、0.03より多く、0.20重量パーセントまでの窒素を含む、請求項6に記載の方法。

【請求項10】

前記溶解鋼を加熱することに続いて、更に：
前記鋼の厚みを0.25mm（10ミル）より薄いゲージに減少すること；
を含む、請求項1に記載の方法。

【請求項11】

前記鋼の厚みを減少することが、鋼に対して複数回の圧延による圧下及び複数回の焼きなましを適用することを含む、請求項10に記載の方法。

【請求項12】

前記溶解鋼の加熱に先立って、更に：
前記溶解鋼を1218℃（2225°F）ないし1246℃（2275°F）に加熱し、そしてこの温度で少なくとも1時間保持し；
中間のゲージまで熱間圧延し；そして
焼きなましして、応力を除去すること；
を含む、請求項10に記載の方法。

【請求項13】

マルテンサイト系ステンレス鋼からなる材料を調製する方法であって、前記方法が：
ステンレス鋼を用意し、ここで該ステンレス鋼が、全てが鋼の全重量に基づいた重量パーセントで：

0.15ないし0.70の炭素；

0.45ないし1.0のマンガン；

0.20ないし1.0のケイ素；

12.0ないし14.0のクロム；

0ないし0.025のリン

0ないし0.020の硫黄

0.0002ないし0.006のホウ素及び0.02ないし0.20の窒素のうち少なくとも一つ；

0ないし0.50のニッケル；及び

残部の鉄と不可避の不純物

からなり；

前記鋼をエレクトロスラグ再溶解処理によって溶解して、溶解鋼のインゴットを得て；
前記インゴットを圧延して、インゴットの厚みを少なくとも50%減少し；そして
前記再溶解鋼のインゴットを、再溶解鋼中で形成し得る炭化物の全てが溶解する最低の温度以上であって且つ再溶解鋼の無延性温度以下の温度まで加熱し、そして前記温度を前記再溶解鋼中の15マイクロメートルより大きい長さの炭化物粒子が溶解するのに十分な時間維持すること、ここで前記再溶解鋼を加熱することが、前記再溶解鋼を少なくとも1260℃（2300°F）の温度まで加熱することを含み、そして前記無延性温度は、材料の試料を次の条件下の張力にかけた場合にゼロの伸びを示す温度である：長さ10.8cm（4.25インチ）、直径6.35mm（0.25インチ）の材料の円柱形の棒を、55.6℃（100°F）/秒で試験温度まで加熱し、温度を60秒間保持し、そして127mm（5インチ）/秒のクロスヘッド分離速度で破断するまで引っ張る；
を含む、前記方法。

【請求項14】

前記再溶解鋼を加熱することが、前記再溶解鋼を、少なくとも2時間、1260℃（2300°F）以上で1316℃（2400°F）以下の温度で加熱することを含む、請求項13に記載の方法。

【請求項15】

前記鋼をエレクトロスラグ再溶解処理によって溶解することが：
スラグを収容した容器を用意し；
前記容器中の前記スラグに前記鋼を接触させ；
少なくとも前記鋼及び前記スラグを含む回路を通して電流を流して、前記鋼及び前記スラグを電気抵抗によって加熱し、そして前記鋼を前記スラグとの接触点で溶解し、これに

10

20

30

40

50

よって再溶解鋼の複数の液滴を形成し；そして

加熱されたスラグ中を前記再溶解鋼の複数の液滴が通過するようにすること；
を含む、請求項 13 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マルテンサイト系ステンレス鋼を対象とする。本発明は、更に特定のには、適当な加工によって剃刀の刃の製造に対して適したマイクロ組織を生ずることができる、マルテンサイト系ステンレス鋼を対象とする。本発明は更に、剃刀の刃の製造に適した厚み及びマイクロ組織を持つマルテンサイト系ステンレス鋼を加工する方法を対象とする。

10

【背景技術】

【0002】

髭剃りの過程は、刃の鋼を湿気と接触させるために、ステンレス鋼が剃刀の刃用に対する自然の選択となる。剃刀の刃は、典型的には非常に薄いゲージ（約 0.25 mm（10 ミル）より薄い）のストリップに巻き取られ、そして適当な幅に切断されたステンレス鋼のコイルから製造される。コイル巻きされた鋼のストリップは、巻き戻され、鋭利にされ、硬化され、適当なコーティングが施され、そして皮膚に対して扱うことができるように刃の支持体に溶接される。

【0003】

剃刀の刃の材料として使用される鋼は、好ましくは二次炭化物粒子を含み、これは、均一な一般的に球形であり、15 マイクロメートルより小さい均一な大きさを有し、そして均一に分布し、そしてこれらは高倍率で観察した場合、100 マイクロメートル平方当たり約 50～200 個の炭化物粒子の濃度で存在する。鋼中の二次炭化物粒子が、均一な大きさ及び分布でない場合、例えば、鋼は、剃刀の刃の製造において使用される熱処理中に歪みを生じるだろう。熱処理中の鋼の歪みは、“ディッシュ”と呼ばれ、そして僅かな量のディッシュが、鋼を不良品にする原因となる。鋼は、好ましくは更に実質的に 15 マイクロメートルを超える長さの一次炭化物又は炭化物の集合体を含まない。鋼が本質的に非金属質の微小介在物を含まず、そして偏析、加炭又は脱炭の領域を含まないことが更に好ましい。一次炭化物粒子及び非金属質微小介在物は、典型的には大きいサイズで、特質として脆く、そして鋼のマトリックスに対して低い結合力を有する。従って、これらは、鋼を鋭利にする工程中に“分裂（tear outs）”を起こす。分裂は、鋭利化工程中に、炭化物粒子又は介在物が鋼から引き抜かれ、髭剃りを行うときに感じるぎざぎざの表面を残す。

20

30

【0004】

上記のマイクロ組織の基準に合致することに加えて、剃刀の刃の製造に使用されるステンレス鋼は、更に個々の剃刀の刃の製造業者によって確立された更なる質的及び量的な基準を満足させ、そして髭剃りに対する適合性を証明しなければならない。これらの更なる基準のあるものは、鋼ストリップの試料が製造業者によって、鋭利にされた刃、付加的なマルテンサイト組織（即ち、増加された硬度）、及び非金属質の皮膜を含むように改変された後に評価される。

40

【0005】

剃刀の刃は、通常ある種の高炭素のタイプ 420 ステンレス鋼のストリップから製造される。（タイプ 420 鋼は、全て重量パーセントで、最低 0.15 の炭素、最大 1.00 のマンガン、最大 1.00 のケイ素、及び 12.0～14.0 のクロム、の公称組成を有する。）剃刀の刃の材料として使用することができるタイプ 420 鋼は、上記のマイクロ組織の要求に合致するように加工され得る化学的性質を有していなければならない。鋼は、更に典型的には約 0.08～約 0.1 mm（3～4 ミル）の厚みの均一な薄いゲージの均一な幅のストリップに加工することが可能であり、そしてはっきりした表面の欠陥又は縁の浅割れを有しないものでなければならない。鋼のストリップは、典型的には何トン（何千ポンド）もの重量の巨大なインゴットから製造されるため、加工中に 0.08～約 0.

50

1 mm (3 ~ 4 ミル) の厚みを達成するために必要な全体的な厚みの減少は極端である。薄いゲージの最終的な材料を達成することが必要である一方、更に先に検討した他の要求にも合致することは、必然的に材料の加工を複雑にし、そして一連の適当な熱化学反応及び加工の管理を制約する。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従って、タイプ 420 及び他のステンレス鋼を、上記のマイクロ組織の基準を満足しながら、均一な薄いゲージに加工する方法が必要となる。更に剃刀の刃用に対する適合性を証明する改良されたマルテンサイト系ステンレス鋼合金が必要となる。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、剃刀の刃の材料としての適用に対して適したゲージ、並びにマイクロ組織及び他の特性を持つマルテンサイト系ステンレス鋼を製造するための方法を提供することによって先に記載した必要性を満足させる。この方法は、マルテンサイト系ステンレス鋼の溶解物の少なくとも一部分を、エレクトロスラグ再溶解 (エレクトロスラグリメルティング) (ESR) 処理にかける工程を含む。ESR 処理に続く工程において、鋼は、鋼中で形成され得る全ての炭化物が溶解される最低の温度以上であって且つ鋼の無延性温度以下の温度に加熱される。鋼は、この温度で、鋼中の 15 マイクロメートルより大きい長さの一次炭化物粒子の全てが溶解するのに十分な時間保持される。熱処理に引き続いて、鋼は、一連の熱間及び冷間圧延工程によって、所望するゲージ (剃刀の刃用に対して典型的には 0.25 mm (10 ミル) より薄い) まで圧延される。鋼は、冷間圧延工程中に焼きなましして、鋼中の冷間加工組織を適当に再結晶させ、そして冷間圧延中の破断又は受容不可能な浅割れ (checking) を抑制することができる。

20

【0008】

本発明の方法は、例えばタイプ 420 マルテンサイト系ステンレス鋼の化学組成を有する鋼に適用することができ、そして特に、少なくとも、全てが鋼の全重量に基づいた重量パーセントで、下記の元素：

- 0.65 ないし 0.70 の炭素；
- 0 ないし 0.025 のリン；
- 0 ないし 0.020 の硫黄；
- 0.20 ないし 0.50 のケイ素；
- 0.45 ないし 0.75 のマンガン；
- 12.7 ないし 13.7 のクロム；
- 0 ないし 0.50 のニッケル；及び
- 不可避免的な不純物；

30

を含むタイプ 420 ステンレス鋼に良好に適している。

【0009】

本発明は、更にある種の新規なマルテンサイト系タイプ 420 ステンレス鋼を対象とし、これは本発明の一部を構成し、そして、全てが鋼の全重量に基づいた重量パーセントで、下記の元素：

40

- 0.65 ないし 0.70 の炭素；
- 0 ないし 0.025 のリン；
- 0 ないし 0.020 の硫黄；
- 0.20 ないし 0.50 のケイ素；
- 0.0002 以上のホウ素及び 0.02 以上の窒素のうち少なくとも一つ；
- 0.45 ないし 0.75 のマンガン；
- 12.7 ないし 13.7 のクロム；
- 0 ないし 0.50 のニッケル；及び
- 残部の鉄と不可避免的な不純物；

50

からなる。このような鋼は、本発明の方法によって、15マイクロメートルを超える長さの炭化物を実質的に含まず、そして高倍率で観察した場合、100マイクロメートル平方の領域当たり平均50～200個の炭化物粒子であるマイクロ組織を含むように首尾よく加工することができる。

【0010】

当業者は、本発明の上記の詳細及び利益、並びに以下の本発明の態様の詳細な説明を考慮したとき、他の利益も認識するであろう。当業者は、更に本発明を使用する場合に、本発明の更なるこのような詳細及び利益を理解することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

本発明は、剃刀の刃用に適したステンレス鋼のストリップを製造するための方法を対象とする。このようなストリップの特徴は、均一な薄いゲージ（約0.25mm（10ミル）より薄い）並びに先に記載したマイクロ組織及び他の特性を含む。加工した状態で、鋼ストリップは、好ましくは非金属質微小介在物及び大きい（15マイクロメートルより大きい）一次炭化物及び集合した炭化物を実質的に含まないマイクロ組織を有する。鋼ストリップは、更に好ましくは、概ね均一に分布した小さい二次炭化物を含み、そして表面が脱炭されておらず、そしてストリップは厳密な寸法公差（例えば、ゲージ、幅、ディッシュ、及び反りに対する公差）を保持しなければならない。典型的には、タイプ420マルテンサイト系ステンレス鋼が剃刀の刃用に使用される。タイプ420鋼は、通常0.2～0.4重量パーセントの炭素を含むが、しかし剃刀の刃用のために製造される場合、有意に高い濃度の炭素を含むことができる。

【0012】

発明者が研究の焦点としたものは、表1の基本及び目標の化学成分を有する高炭素のタイプ420ステンレス鋼であった。

【0013】

【表1】

表 1

元素	C	Mn	Si	P	S	N	B	Cr	Ni	Fe
基本の化学成分	0.65-0.70	0.45-0.75	0.20-0.50	0.025以下	0.020以下	---	---	12.7-13.7	0.50以下	残部
目標の化学成分	0.675	0.70	0.40	LAP	LAP	0.025	---	13.0	0.10	残部

LAP:可能な限り少なく

【0014】

実験は、表1の基本化学成分の範囲で、鋼中の大きい一次炭化物を溶解し、そして均一な二次炭化物の分布を生じさせるために必要な工程変数（温度、時間、等）を決定するために行った。表1の基本化学成分の範囲の材料のインゴットを、過大な縁の浅割れがなく、そして高温加工によって達成される好ましいマイクロ組織を保持したままで、約0.076mm（約0.003インチ）ゲージに圧延する加工管理を決定するために更なる実験が行われた。表1の基本仕様のタイプ420ステンレス鋼の、表2の実際の化学成分を有する、2個の約22.7kg（50ポンド）のVIMヒート（heat）（ヒートRV1661及びRV1662）を調製した。

【0015】

【表 2】

表 2

ヒート	C	Mn	Si	P	S	N	B	Cr	Ni	Fe
RV1661	0.65	0.66	0.43	.005	.0038	.028	.0004	13.16	0.12	残部
RV1662	0.69	0.71	0.39	.006	.004	.021	.0002	13.07	0.13	残部

【0016】

ヒートRV1661からインゴットを鑄造し、室温まで冷却させ、次いで1260℃（2300°F）で3時間、“その温度におけるその時間”（time-at-temperature：T.A.T.）で再加熱してから熱間圧延した。ヒートRV1662から鑄造されたインゴットは、熱間移動し、再加熱し、そして約3.6mm（0.14インチ）の熱間圧延バンド（帯材：band）に圧延してから室温まで冷却させた。ヒートRV1661からのインゴットの鑄造ミクロ組織は、多数の大きな炭化物を含んでいたが、ヒートRV1662からの熱間圧延バンドの試料はそれを含んでいなかった。これを1260℃（2300°F）に再加熱し、3時間のその温度におけるその時間で維持し、次いで約3.6mm（0.14インチ）の熱間圧延バンドに圧延した後、RV1661材料のミクロ組織は、ヒートRV1662のそれと同一であった。従って、1260℃（2300°F）における3時間の熱処理は、空冷されたインゴット中に存在する一次炭化物を溶解し、そして熱間圧延バンド中の大きい一次炭化物の保持の問題に充分に対処した。

【0017】

ヒートRV1661及びRV1662の材料から製造された約3.6mm（0.14インチ）の熱間圧延バンドのミクロ組織は、脱炭されたマルテンサイトの外部層、並びに殆んどが残留オーステナイトからなり、そして15～20%のマルテンサイト及び炭化物とみなされる結晶粒界相を含む内部からなっていた。熱間圧延バンドの材料は脆く、そして亀裂なしに冷間圧延することはできなかった。従って、ヒートRV1662からの熱間圧延バンドの一部分を、その一部分を760℃（1400°F）にゆっくりと加熱し、その温度を10時間保持し、そしてゆっくりと冷却することによる箱なまし（box anneal）にかけた。この手順により、材料中のオーステナイト及びマルテンサイトはフェライト及び炭化物に分解した。箱なましされた熱間圧延バンドを、噴射仕上げ及び酸洗いして、表面のスケールを除去した。冷間圧延において相当な縁の浅割れが発生し、従って、熱間圧延バンドを耳切り（edge trim）して、そして760℃（1400°F）で2分間のその温度におけるその時間で焼きなましした後、冷間圧延を繰り返した。この状態で、材料は熱間圧延バンドから約1.5mm（0.060インチ）に首尾よく冷間圧延された。短時間の焼きなまし工程は、約1.5mm（0.060インチ）の材料への冷間圧延における縁の浅割れの程度を有意に減少した。次いで冷間圧延された約1.5mm（0.060インチ）の材料を、耳切りし、760℃（1400°F）で2分間のその温度におけるその時間で再度焼きなましし、そして約0.61mm（0.024インチ）に冷間圧延した。約0.61mm（0.024インチ）の材料を、耳切りし、そして焼きなましし、約0.23mm（0.009インチ）に冷間圧延し、耳切りし、そして焼きなましし、そして最終的に約0.076mm（0.003インチ）に冷間圧延し、そして焼きなましした。最終焼きなまし後の約0.076mm（0.003インチ）の材料のミクロ組織を、1500×の倍率で図1に示す。材料中の一次炭化物は3時間の1260℃（2300°F）における均熱中に溶解されてしまい、そして材料中の二次炭化物粒子が、最終ゲージへの圧延のそれぞれの段階において均一に、そして均質に分布され、剃刀の刃用に使用される場合、破断及び裂き傷を防止するために重要な特性が残存した。最終的なゲージにおける材料の清浄さも許容されるものであった。約0.076mm（0.003インチ）ゲージの材料のミクロ組織（図1）は、剃刀の刃用に商業的に使用される慣用のステンレス鋼の試料

において観察されるもの（図 2）に対して有利に対比される。ヒート R V 1 6 6 1 及び R V 1 6 6 2 から製造される材料は、8 0 0 0 × の倍率で観察した場合、1 0 0 マイクロメートル平方の面積当たり平均 1 8 7 個（R V 1 6 6 1）及び 1 5 9 個（R V 1 6 6 2）の炭化物粒子を含む。同様な方法で測定した慣用の材料に対する平均の炭化物粒子の数は、1 6 8 個であった。従って、約 1 2 6 0 ° C（約 2 3 0 0 ° F）以上で且つ鋼の固相線温度未満の温度での高温再加熱を、剃刀の刃用に適したマイクロ組織を達成するために使用することができることが結論付けられた。バンドの破壊を伴わず冷間圧延を容易にするために使用されるその後の低温の応力除去焼きなましは、1 2 6 0 ° C（2 3 0 0 ° F）の再加熱によって達成されたマイクロ組織に著しくは影響しなかった。

【0 0 1 8】

商業的規模の工場（ミル：mill）で製造され、そして圧延されたインゴットを更に評価した。約 6 . 4 トン（1 4 0 0 0 ポンド）の溶解物（溶解物 0 5 7 8 6 7）を、V I Mによって表 3 に記載した目標及び実際の化学成分に調製した。溶解物を製造するために V I Mを使用した、溶解物を調製するためにいかなる他の適当な方法（例えばアルゴン酸素脱炭のような）も使用することができることは了解されよう。

【0 0 1 9】

【表 3】

表 3

	C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Al	Mo	Cu	Ti	N	Pb	Sn	B	Cb
実際	0.69	0.59	0.011	0.005	0.46	13.05	0.13	0.01	0.01	0.01	0.002	0.021	.0007	0.004	.0004	.003
目標	0.68	0.65	0.012	LAP	0.3	13.1	0.1	LAP	LAP	LAP	LAP	0.025	LAP	LAP	LAP	LAP

【0 0 2 0】

溶解物から、2 個の約 3 . 2 トン（7 0 0 0 ポンド）のインゴットを鑄造した。1 個の 3 . 2 トン（7 0 0 0 ポンド）のインゴットを、約 6 7 7 ° C（1 2 5 0 ° F）で 6 時間のその温度におけるその時間で応力除去焼きなましにかけた。次いでインゴットをエレクトロスラグ再溶解（E S R）にかけて、介在物を除去し、そしてインゴット中の均質性を増加した。E S R は、精製されるべき材料の電極を開放底型の精製容器中のスラグと接触させることを含む。電流は、電極及びスラグを含む回路を通して流れ、両方を加熱する。材料は、その加熱されたスラグとの接触点で溶解し、そして溶解した材料の液滴は、スラグを通して流れ、そして収集される。材料は、加熱された伝導性のスラグを通過し、そしてこれと接触する間に精製される。典型的な E S R 装置の基本的な構成要素は、電力供給、電極送入機構、開放底式の水で冷却された容器、及びスラグを含む。使用される特定のスラグの種類は、精製される特定の合金に依存するものである。E S R 処理は公知であり、そして広く使用され、そしていかなる特定の金属又は合金に対しても必要なものである工程変数は、当業者によって容易に確認することができる。従って、E S R 装置の構築の方法又は操作の方式、或いは特定の合金に対して使用される特定の操作方法の更なる説明は必要ない。

【0 0 2 1】

本発明の方法で使用された E S R 処理は、インゴット中の偏析を減少し、そしてインゴットを急速に冷却することを可能にし、これによってインゴット中に形成される一次炭化物の大きさを制約する。より小さい炭化物は、インゴットの材料の固相線温度より低い温度で更に容易に溶解することができる。E S R 処理から得られたインゴットは、直径約 3 3 c m（1 3 インチ）のものであった。E S R が使用されたが、真空アーク再溶解のような他の適当な再溶解技術を使用することができる。

【0 0 2 2】

エレクトロスラグ再溶解インゴットを、約 6 7 7 ° C（1 2 5 0 ° F）で 8 時間のその温度におけるその時間で応力除去焼きなましした。応力除去焼きなましによって、インゴットの残留応力はスラブの亀裂が防止されるまでに減少した。好ましくは、応力除去焼きな

ましは、インゴット中の炭化物を粗粒化するほど高くない温度で行われる。焼きなましされたインゴットの末端は、インゴットの重量を約25%減少するように切断された。切断された末端は、一次炭化物を有効に溶解し、そしてインゴット中に二次炭化物を適当に分布するものである、ミルスケール (mill-scale) 熱処理を開発するために使用された。次いで、焼きなましされたインゴットは、約1232℃±約14° (2250°F±25°) で1時間、最低のその温度におけるその時間で再加熱され、そして約15×約84cm (6×33インチ) の断面の大きさのスラブに熱間圧延された。再加熱の温度は、軟化を防止するために、材料の固相線温度より低かった。次いでスラブを、約677℃ (1250°F) で8時間のその温度におけるその時間で応力除去焼きなましした。焼きなまししたスラブを、続いて12番粒子の輪郭型研磨機にかけて表面のスケールを除去し、そして縁の欠陥の全てを研磨によって除去した。

10

【0023】

約15cm (6インチ) のスラブから先に除去された末端試料を使用した実験は、1260℃ (2300°F) ないし約1316℃ (約2400°F)、そして好ましくは1260~約1288℃ (2300~2350°F) の範囲の温度で、少なくとも3時間のその温度におけるその時間が、ミル加熱材料の大きい (約450kg (1000ポンド) 以上) インゴット中の一次炭化物を溶解するために充分であることを示した。このような温度範囲が、更にいかなるタイプ420ステンレス鋼の大きいインゴット中の炭化物の溶解にも使用することができると考えられる。更に一般的には、いかなる合金の大きいインゴット中の一次炭化物も、インゴットを、少なくともインゴット中で形成し得る炭化物の全てを溶解する最低の温度以上で且つインゴットの材料の無延性温度以下の温度に供することによって適切に溶解することができると結論付けられる。特定の材料に対するこのような温度は、当業者によって、容易に決定することができる。インゴットは、炭化物を適切に溶解するのに充分な時間この温度に維持される。無延性温度より高い温度にさらされた材料は、一般的に、材料を満足に圧延することを可能にするには多すぎる液体を含むものである。材料の無延性温度は、材料の試料を次の条件下の張力にかけた場合に、ゼロの伸び (即ち、材料は伸びずに破断する) を示す温度である：長さ約10.8cm (4.25インチ)、直径6.35mm (0.25インチ) の材料の円柱形の棒を、約55.6℃ (100°F) /秒で試験温度まで加熱し、温度を60秒間保持し、そして127mm (5インチ) /秒のクロスヘッド分離速度で破断するまで引っ張る。

20

30

【0024】

無延性試験を、溶解物057876から製造された約33cm (13インチ) のインゴットからの材料に、約1232、約1246、1260、及び約1288℃ (2250、2275、2300、及び2350°F) の無延性試験温度で行った。試験は、約33cm (13インチ) のインゴットの材料に対して、約1204℃ (約2200°F) の無延性温度を示した。然しながら、約33cm (13インチ) のインゴットを約15cm (6インチ) のスラブに圧延した後、これは約1288℃ (2350°F) の再加熱後に熱間圧延することが可能であった。これらの結果は、圧延によってインゴットの厚みを減少することは、無延性温度を増加させることを示す。非常に一般的な概算として、本発明の方法の炭化物溶解工程の温度を約28℃ (50°F) 増加することは、一次炭化物を適切に溶解するために必要なその温度におけるその時間を50%減少するために、重要なことである。従って、約1204℃ (2200°F) で一次炭化物を溶解することは、許容できないほど長い時間を必要とするであろう。インゴットをその厚みの約50%のスラブに圧延することは、無延性温度を低下させ、そして炭化物溶解工程を実質的により高い温度で、有意により短い時間で行うことを可能にする。

40

【0025】

溶解物057876材料の約15cm (6インチ) のスラブを、再加熱炉に送入し、そして約1288℃ (2350°F) で3時間のその温度におけるその時間で再加熱し、次いで直ちに約3.05mm~約3.18mm (0.120インチ~0.125インチ) に熱間圧延し、そしてコイル巻きした。試料を、材料が約25mm (約1インチ) の厚みで

50

ある時の中間の棒状の段階で切断し、そしてSEMによって分析した。一次炭化物又は大きい炭化物の集合体の徴候は検出されず、更に多くの介在物の存在もなかった。これにより、少なくとも約1288℃（約2350°F）の温度における3時間の保持が、加工された材料のミクロ組織中の一次炭化物を溶解するのに充分であることが確認された。液化は、炭化物溶解熱処理中に結晶粒界で起こったが、しかしこの事実は材料の熱間圧延又は熱間圧延バンドの品質に否定的に影響せず、これはある程度の初期の溶解が許容されることを示す。一次炭化物を適切に溶解するのに有効な”その温度におけるその時間（T.A.T.）”は、炭化物が大きいほど長いものであった。炭化物の大きさは、典型的にはインゴットの大きさが増加するに従って、大きいインゴットが凝固中によりゆっくりと冷却するために、増加する。

10

【0026】

次に、約3.05mm～約3.18mm（0.120インチ～0.125インチ）の材料のコイルを、約746℃（1375°F）の炉の中で48時間、箱なましに供した。好ましくは、炉の温度は、炭化物の粗大化を避けるために760℃（1400°F）を超えてはならず、そして”その温度におけるその時間”は、約746℃（1375°F）で10時間のように少なくともよい。コイルは、冷間加工中の縁の浅割れ及び破断を避けるために必要に応じて縁の耳取りをされ、次いで約746℃（1375°F）で合計36時間再度箱なましを行った。上記の箱なましのように、温度は、好ましくは760℃（1400°F）を超えてはならない。箱なましを使用したか、例えばライン焼きなまし（line anneal）を使用することもでき、これは処理を早めるだろう。次いで、焼きなましされたコイルは、噴射仕上げ及び酸洗いされて、表面のスケール及び腐食が除去された。材料を所望する約0.076mm（0.003インチ）ゲージに圧延するために、連続的に増大する冷間圧延工程とそれに続くライン焼きなまし工程を、必要に応じて浅割れを除去するための耳切りを伴って使用した。

20

【0027】

ESR工程は、先に記載した炭化物溶解の再加熱工程との関連において作用して、ミクロ組織から本質的に全ての一次炭化物粒子を除去し、そして大きい（約450kg（1000ポンド）以上の）インゴット中に適切な二次炭化物の大きさ、形状、分布、及び濃度を創り出すと考えられる。エレクトロスラグ再溶解工程は、インゴットの純度を向上するだけでなく、炭素及び他の成分の偏析の濃度が減少した、更に均質で均一なインゴットを与える。ESR工程によって達成された炭素の偏析の減少が、材料中の一次炭化物の大きさを減少すると考えられる。従って、ESR処理は、純度及び均質さの増加、並びに一次炭化物の成長の阻害という利益を与える。より小さい大きさの一次炭化物は、1260～約1288℃（2300～2350°F）の再加熱工程中に、より短い”その温度におけるその時間”で更に容易に溶解される。清浄なインゴットを製造するために、上記の方法ではVIM及びESRを使用したか、最終コイル中の微小介在物及び一次炭化物の同等の濃度を伴って、低費用で高容積で、AOD及びESR法で置き換えることができると考えられる。

30

【0028】

本発明の方法によって薄いゲージに加工される、別の化学成分のタイプ420鋼を使用して発生するミクロ組織に対する影響を測定するための実験を行った。表1の基本化学成分の範囲内で（ある僅かな例外を伴って）、そして変更されたホウ素及び窒素濃度を有する高炭素のタイプ420材料の4個の約22.7kg（50ポンド）のVIMインゴット（RV1663ないし1666）を、表4の化学成分で調製した。主たる目的は、表1の基本化学成分の範囲内のタイプ420材料に対するホウ素及び／又は窒素の添加の、一次炭化物含有率及び炭化物の分布に及ぼす影響を評価することであった。その”別の化学成分”は、窒素の添加及び／又はホウ素の添加量を、これらの元素の予期される最大の残留不純物の量より多く含んでいた。慣用のタイプ420材料に対する窒素及びホウ素の予期される最大残留不純物濃度は、それぞれ約0.02及び0.0004重量パーセントである。別の化学成分の三つのものは、0.03より多く、約0.20重量パーセントまで

40

50

の窒素を含んでいた。別の化学成分の各々は、少なくとも0.0004から約0.006重量パーセントまでのホウ素を含んでいた。表1の基本化学成分及びヒートRV1661の化学成分を、別の化学成分のヒートとの比較の目的で、表4に与える。

【0029】

【表4】

表 4

	C	Mn	Si	P	S	N	B	Cr	Ni
基本の 化学成分	0.65- 0.70	0.45- 0.75	0.20- 0.50	0.025 以下	0.020 以下	---	---	12.7- 13.7	0.50 以下
RV1661	0.650	0.66	0.43	0.005	0.0038	0.028	0.0004	13.16	0.12
RV1663	0.655	0.64	0.31	0.004	0.0038	0.0220	.0051	13.33	0.14
RV1664	0.651	0.63	0.38	0.005	0.0050	0.1325	0.0004	13.24	0.14
RV1665	0.458	0.61	0.38	0.006	0.0047	0.168	0.0006	13.37	0.14
RV1666	0.568	0.67	0.33	0.005	0.0042	0.137	0.0041	14.13	0.13

【0030】

この変更された化学成分のヒートから形成されたインゴットを室温まで冷却させた。インゴットを熱間加工の準備として研削し、そして次いで約982℃(1800°F)の炉に送入した。炉の温度を約1121℃(2050°F)に、そして最終的に1260℃(2300°F)の設定点に増加した。先に説明したように、1260℃(2300°F)の設定点温度はインゴット中の一次炭化物を溶解するものであることを発明者は確認している。炉の温度は、約982℃(1800°F)及び約1121℃(2050°F)の中間温度で、1260℃(2300°F)の設定点温度に増加する前に安定化された。別の化学成分のインゴットを、1260℃(2300°F)で2時間保持して、インゴット中の一次炭化物を溶解させた。次いで約15cm(6インチ)幅の鋼片を、圧延中の材料の亀裂を防止し、そして圧延機にかかる応力を減少させるために、1260℃(2300°F)の中間の再加熱を必要に応じて伴って、一連の圧延工程を使用して約3.8mm(0.150インチ)ゲージの熱間圧延バンドに熱間圧延した。約3.8mm(0.150インチ)の目標ゲージに達した後、熱間圧延バンドを空気冷却し、次いでそれぞれの熱間圧延バンドを、窒素雰囲気中でバンドを収容した箱を260℃(500°F)の炉に入れることによって箱なましに供した。炉の温度を、1時間当たり約28℃(50°F)の速度で760℃(1400°F)まで増加し、そして760℃(1400°F)で10時間保持した。10時間の期間の完了後、箱を1時間当たり約42℃(75°F)の速度で260℃(500°F)まで冷却し、そして次いで室温まで冷却させた。箱なましされた熱間圧延バンドを、縁の耳切りをし、そして焼きなまし(760℃(1400°F)で2分間のその温度での時間)した。次いで、この耳切りされ焼きなましされた熱間圧延バンドを、軽く噴射仕上げし、そして酸洗いし、そして次いで約1.52mm(0.060インチ)、約0.61mm(0.024インチ)、約0.23mm(0.009インチ)、そして最終的に約0.076mm(0.003インチ)ゲージに冷間圧延した。それぞれの冷間圧延工程の間に、ストリップの縁の耳切りをし、次いで760℃(1400°F)で2分間のその温度での時間の焼きなましを空気中で行った。

【0031】

変更された化学成分のヒートRV1663ないしRV1666のそれぞれから製造され

た約0.076mm(0.003インチ)の最終ゲージのストリップを、760℃(1400°F)で2分間の最終焼きなましにかけ、そして金属顕微鏡試験に対して準備した。金属顕微鏡の試料は、10-10-10の混合酸中で3秒間エッチングされ、そしてNikon Epiphot Metallographを使用して試験された。更なる試料は、Murikamiの試薬で45秒間エッチングされ、そしてPhillips 1L XL30FEG走査電子顕微鏡を使用して試験された。鑄造された状態のマイクロ組織の検査は、ヒートRV1663及びRV1664からのインゴット中に形成された一次炭化物はヒートRV1661中に形成されたものと大きさにおいて(殆んどが直径1マイクロメートル未満)同様であることを明らかにした。ヒートRV1665及びRV1666からのインゴット中に形成された一次炭化物はヒートRV1663及びRV1664のものより小さく、これは、部分的にヒートRV1665及びRV1666のより低い炭素含有量によるものであろう。

【0032】

SEMを、更にヒートRV1663-RV1666のそれぞれから製造された約0.076mm(0.003インチ)ストリップの試料のマイクロ組織(それぞれ図3~6)を、慣用の高炭素のマルテンサイト系タイプ420ステンレス鋼の剃刀の刃の原料の試料のマイクロ組織(図7)及び熱間圧延バンドから約0.076mm(0.003インチ)に圧延されたミルヒート(ヒート057867)からの材料の試料のマイクロ組織(図8)の両方と比較するために使用した。慣用のマルテンサイト系ステンレス鋼の概略の化学成分は、全て重量パーセントで0.8Mn、0.2P、0.4Si、13.3Cr、0.1Ni、0.03Mo、0.006Cb、0.001Ti、0.0006B、0.7C、0.002S、及び0.028N₂であった。表5は、8000×で画像化した場合の、それぞれの試料に対する100ミクロン平方の面積中の炭化物粒子の測定された平均数を示す。表5は、更にRV1661及びRV1662材料に対する炭化物粒子の計数を示す。研究室及び工場(ミル)の熱処理材料のマイクロ組織は、全て慣用のマルテンサイト系ステンレス鋼のそれと、二次炭化物の大きさ及び形状並びに炭化物の分布の均一さに関して有利に対比され、そしてそれぞれの実験の試料の炭化物濃度は、慣用的材料に対して計算された濃度に近似した。

【0033】

【表5】

表 5

材料	工場で製造されたミルヒート057867	慣用の材料	RV1661	RV1662	RV1663	RV1664	RV1665	RV1666
100ミクロン平方の面積当りの炭化物の平均数	141	168	187	159	179	154	153	194

【0034】

変更されたヒートRV1663-1666から製造された試料の上記の分析は、これら変更されたヒートの目標濃度の範囲のホウ素及び/又は窒素の濃度(残留物より多くそして0.20重量%までの窒素、及び/又は残留物より多くそして0.006重量%までのホウ素)は、二次炭化物の濃度、大きさ、形状、又は分布に著しく不利に影響せず、そして本発明によって研究される方法によって製造された材料中の一次炭化物の含有率を著しく増加させないことを示す。従って、慣用の剃刀の刃の材料より大きい濃度のホウ素及び/又は窒素を有する材料は、剃刀の刃用として適していると考えられる。

【0035】

研究室及び工場のヒートの結果並びに材料の加工を考慮して、例えばタイプ420鋼のようなマルテンサイト系ステンレス鋼に適用する場合、図9に概略記載した方法を、剃刀の刃用に適したマイクロ組織を生ずるために使用することができる。特に、タイプ420の化学成分を有する溶解物はVIM、AOD又は他の適当な方法によって調製され、そしてインゴットに鋳造される。次の工程において、インゴットは、材料中の一次炭化物の大きさを減少し、そして更に一般的にはインゴット中の炭素の偏析及び移動を減少するためにエレクトロスラグで再溶解される。ESRは、更にインゴットの純度を増し、そしてインゴットの均質さを増加する。ESRに続く工程において、材料は、材料の無延性温度に近く、材料の固相線までの範囲の温度に加熱される。材料は、実質的に全ての一次及び集合した炭化物を溶解するために必要な時間その温度に維持される。適当な時間は、インゴットの大きさによって変化するものであり、そして時間及び温度も、最大の許容される一次炭化物粒子の大きさが変化する場合変更することができる。好ましくは、鋼は、その温度で少なくとも2時間保持されなければならない。材料が剃刀の刃用に使用される場合、高温の炭化物溶解工程に続いて、適当な一連の熱間及び冷間圧延工程が行われる。冷間圧延工程は、圧延中の破断及び過剰の浅割れを防止するために必要に応じて縁の耳切り及び焼きなましの組み合わせによって分離される。工場の実験において適用されたように、高温の炭化物溶解工程の前に、中間のスラブ厚みを得るために、1回又はそれ以上の熱間圧延工程を行うことができる。鋼の加工技術において使用される、表面の研削、酸洗い、耳切り、及び他の工程を、必要に応じて適用することができる。

10

20

【0036】

従って、本発明は、実質的に一次の及び集合した一次炭化物を含まず、そして本明細書中で記載したような剃刀の刃用に対して適した、二次炭化物の大きさ、形状、及び分布を有するマイクロ組織を持つタイプ420ステンレス鋼を製造するための方法を提供する。本発明は、更にタイプ420又は他のマルテンサイト系ステンレス鋼のヒートから、剃刀の刃用に対して適したゲージ（典型的には約0.25mm（10ミル）より薄い）のステンレス鋼のストリップを調製するための方法を提供する。本発明は、一定の態様に関して記載されてきたが、当業者は、上記の説明を考慮して、本発明の多くの改変及び変更を使用することができることを認識するであろう。特に、本発明の方法の上記の実施例は、必然的に制約された数の合金の化学成分に対して適用したが、本発明の方法は、例えばタイプ420マルテンサイト系ステンレス鋼のあらゆるものに、実質的に同様な結果を伴って使用することができると考えられる。本発明の全てのこのような改変及び改変は、上記の説明及び特許請求の範囲によって介在されることを意図するものである。

30

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】ヒートRV1662の材料の最終焼きなまし後の、約0.076mm（0.003インチ）の厚みより僅か下の試料の光学顕微鏡写真（1500×）である。

【図2】剃刀の刃用に商業的に使用される慣用の材料の試料の光学顕微鏡写真（1500×）である。

【図3】約0.076mm（0.003インチ）ゲージに加工されたヒートRV1663からの材料の試料のSEM顕微鏡写真（8000×）である。

40

【図4】約0.076mm（0.003インチ）ゲージに加工されたヒートRV1664からの材料の試料のSEM顕微鏡写真（8000×）である。

【図5】約0.076mm（0.003インチ）ゲージに加工されたヒートRV1665からの材料の試料のSEM顕微鏡写真（8000×）である。

【図6】約0.076mm（0.003インチ）ゲージに加工されたヒートRV1666からの材料の試料のSEM顕微鏡写真（8000×）である。

【図7】剃刀の刃用に使用される慣用のステンレス鋼の試料のSEM顕微鏡写真（8000×）である。

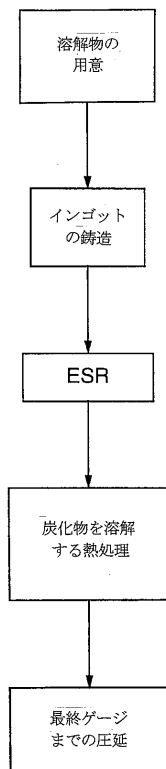
【図8】熱間圧延バンドから、約0.076mm（0.003インチ）のゲージに圧延さ

50

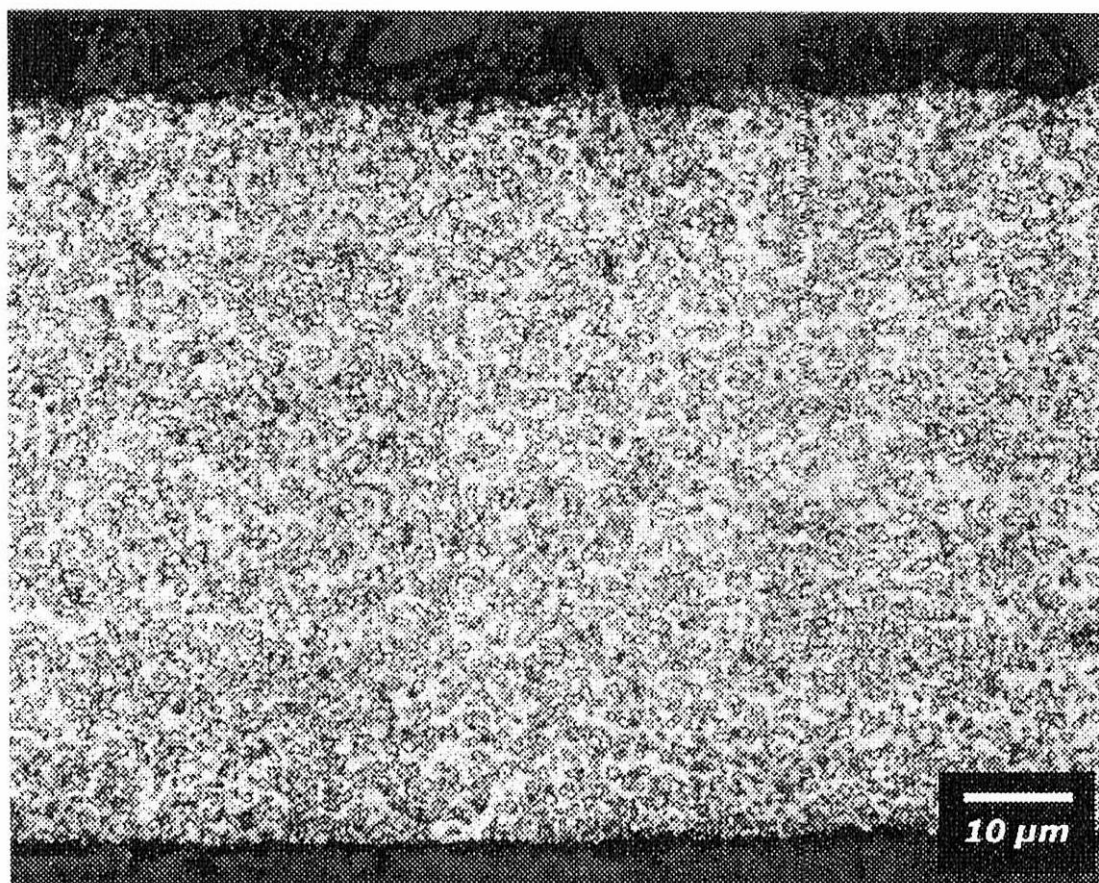
れたミルヒート057867からの材料の試料のSEM顕微鏡写真（8000×）である。

【図9】 剃刀の刃の材料としての適用に対して適したマイクロ組織を有するマルテンサイト系ステンレス鋼を製造するための本発明の方法の略図である。

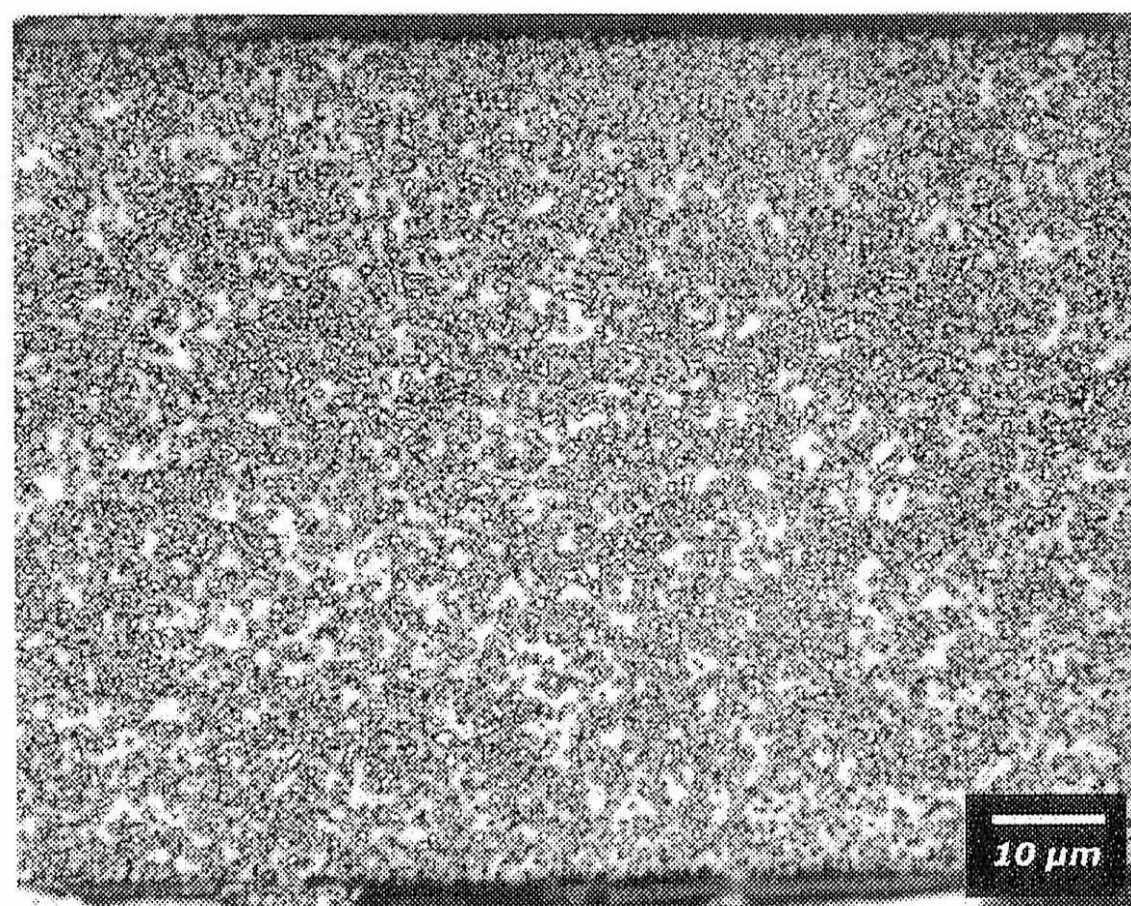
【図9】



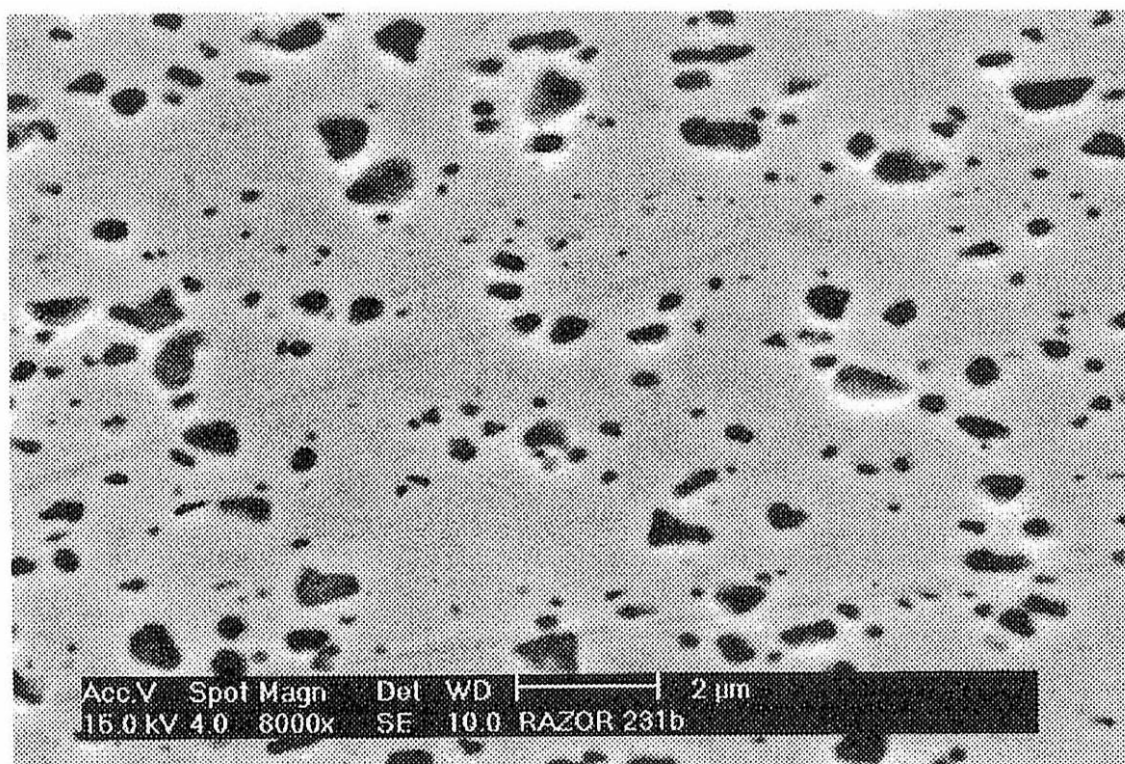
【図 1】



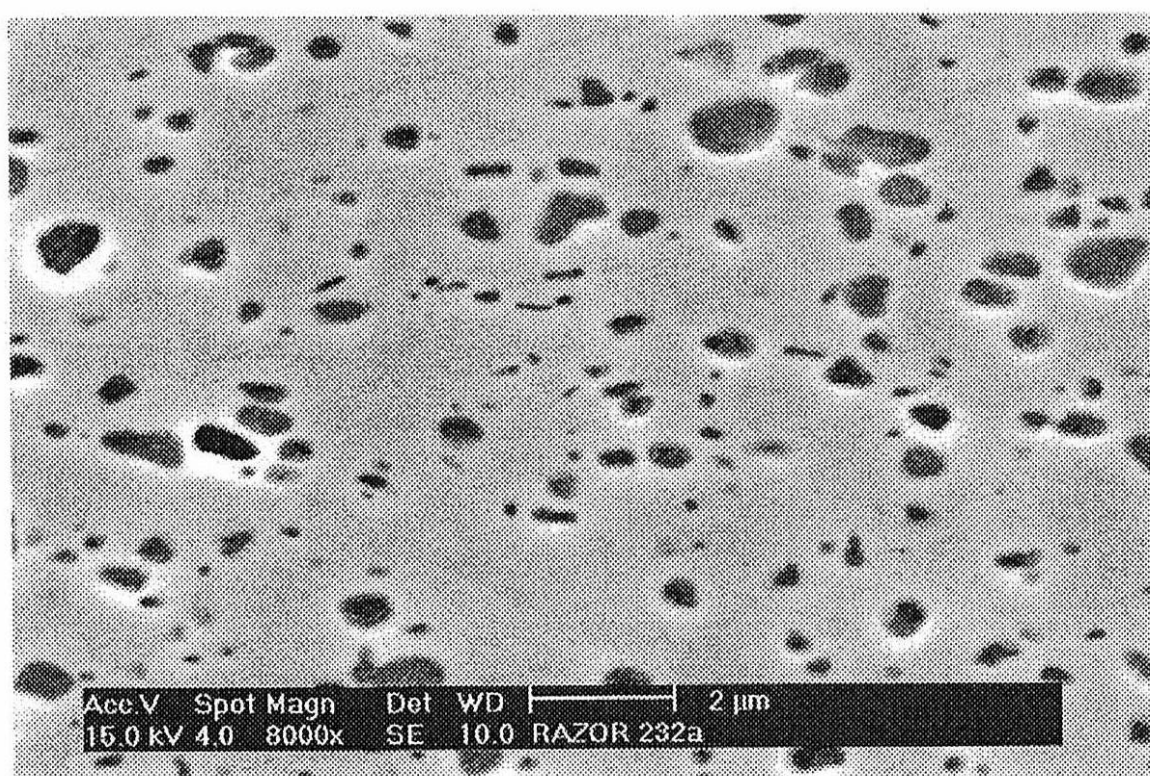
【図 2】



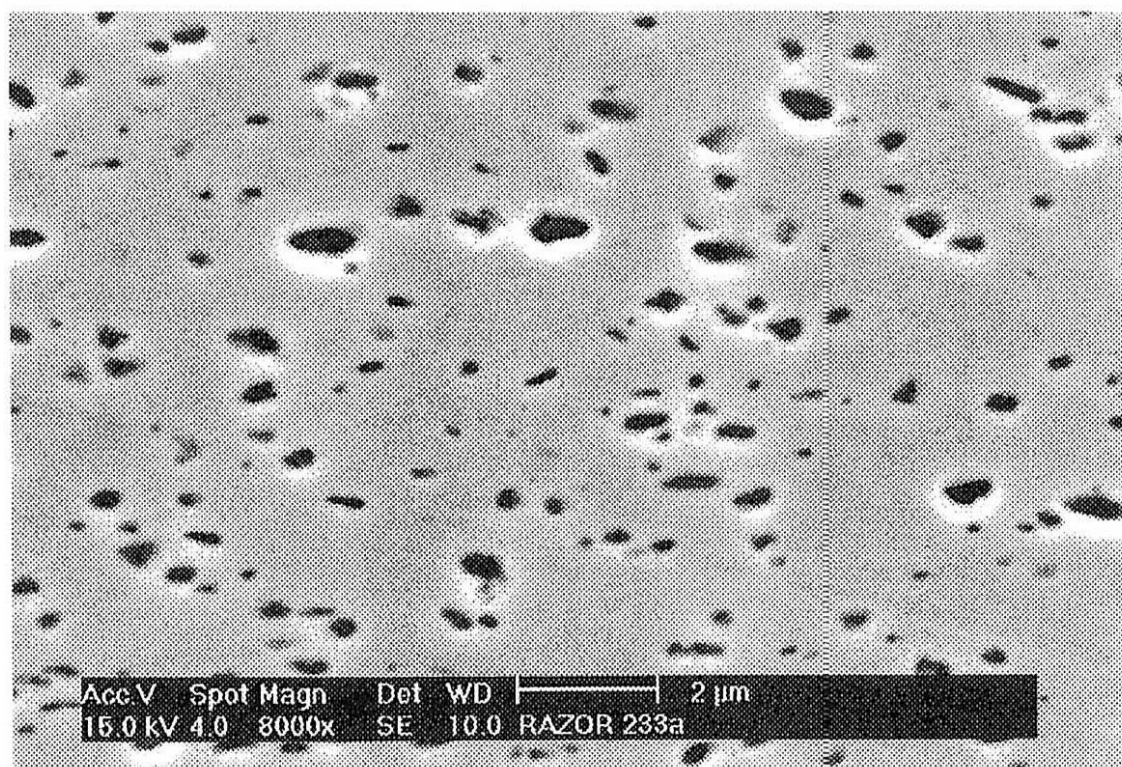
【図 3】



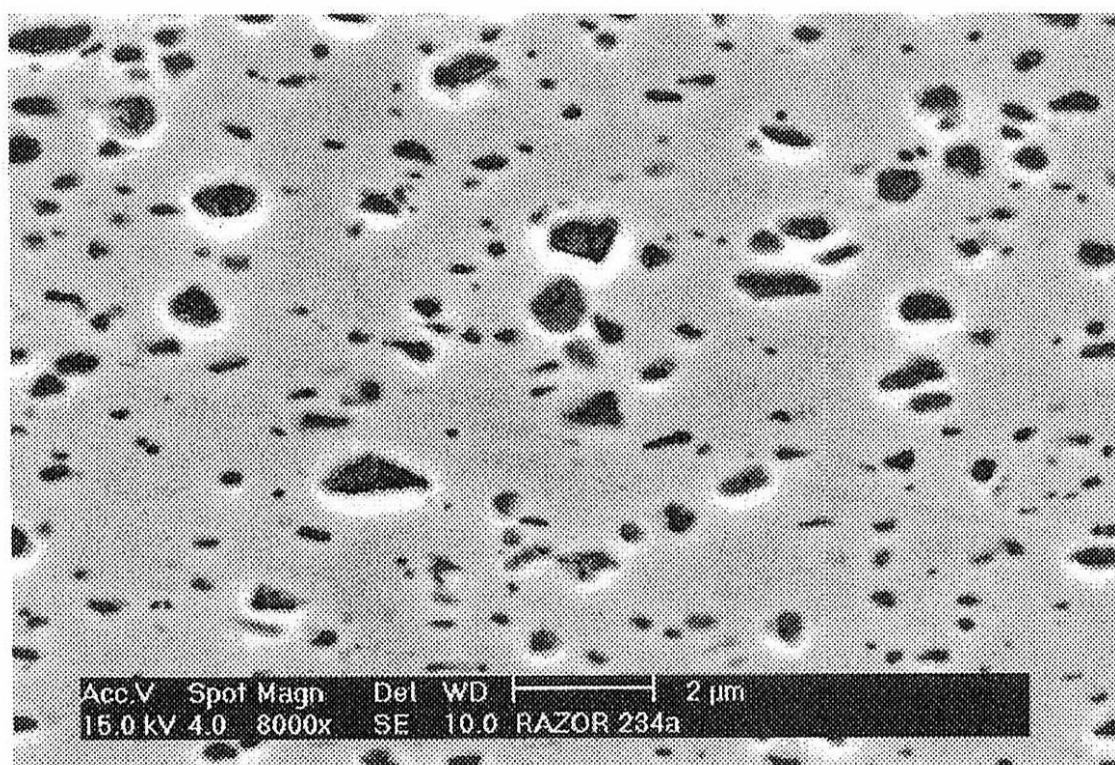
【図 4】



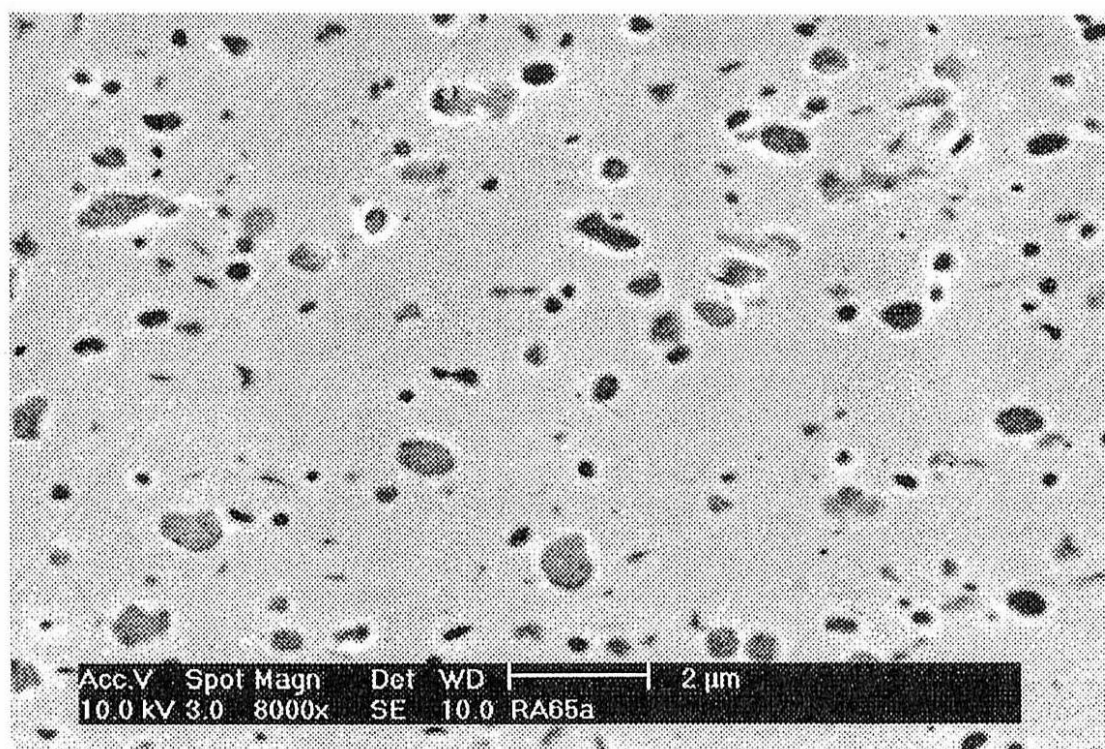
【図 5】



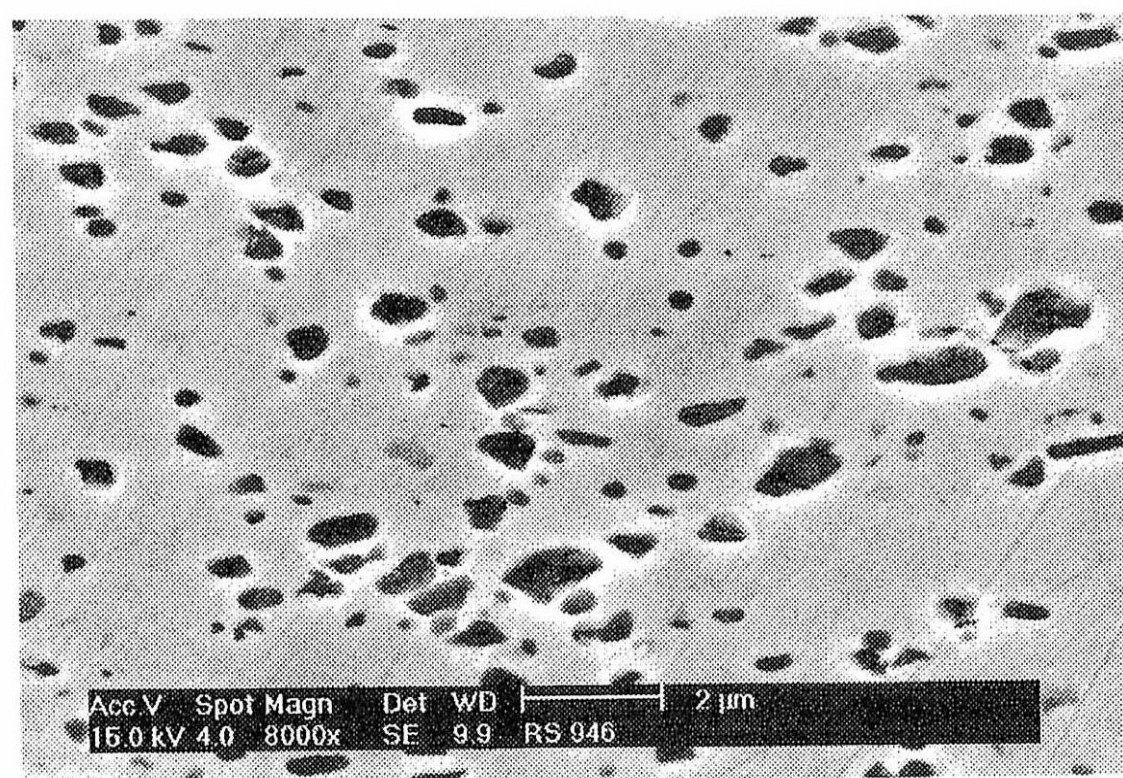
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(74)代理人 100104374

弁理士 野矢 宏彰

(72)発明者 パライル, トーマス・アール

アメリカ合衆国ペンシルバニア州15068, ニュー・ケンシントン, ペPPERツリー・ドライブ
103

(72)発明者 バーグストロム, デビッド・エス

アメリカ合衆国ペンシルバニア州15065, ナトロマ・ハイツ, プリムローズ・レーン 315

(72)発明者 ペインター, レイモンド・エイ

アメリカ合衆国ペンシルバニア州15068, ニュー・ケンシントン, モントクレアー・ドライブ
707

審査官 佐藤 陽一

(56)参考文献 特開昭58-189322 (JP, A)

特開平07-003333 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C21D 9/46- 9/48

C22C 38/00-38/60