

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2020-523479

(P2020-523479A)

(43) 公表日 令和2年8月6日(2020.8.6)

(51) Int.Cl.
C22C 37/06 (2006.01)F1
C22C 37/06

テーマコード (参考)

Z

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2019-568634 (P2019-568634)
(86) (22) 出願日 平成30年6月12日 (2018.6.12)
(85) 翻訳文提出日 令和2年2月4日 (2020.2.4)
(86) 国際出願番号 PCT/US2018/037028
(87) 国際公開番号 W02018/231779
(87) 国際公開日 平成30年12月20日 (2018.12.20)
(31) 優先権主張番号 62/518,719
(32) 優先日 平成29年6月13日 (2017.6.13)
(33) 優先権主張国・地域又は機関
米国 (US)

(71) 出願人 515195347
エリコン メテコ (ユーエス) インコーポ
レイテッド
アメリカ合衆国 11590 ニューヨー
ク、ウェストベリー、プロスペクト アヴ
ェニュー 1101
(74) 代理人 100121728
弁理士 井関 勝守
(74) 代理人 100165803
弁理士 金子 修平
(74) 代理人 100170900
弁理士 大西 渉

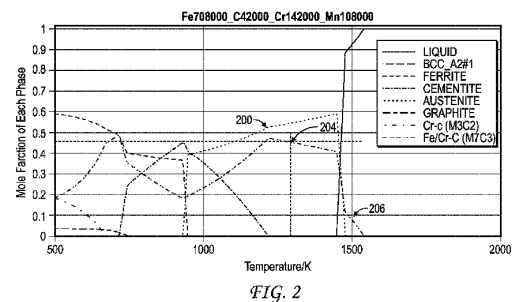
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高硬質相分率非磁性合金

(57) 【要約】

本明細書には、非磁性鉄系合金の実施形態が開示されている。合金は、高硬質相分率を含み得、著しい靱性及び耐摩耗性を提供する。いくつかの実施形態において、合金は、高いオーステナイト含有量及び高い靱性を有し得る。さらに、合金の実施形態は、多くの大きな粒子又は極めて硬質な粒子を含み得る。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

マトリックスを形成するように構成された鉄系合金であって、
前記マトリックスは、

- 少なくとも 90 % のオーステナイトと、
- 少なくとも 15 体積 % の極めて硬質な粒子と、
- 少なくとも 5 体積 % の極めて硬質な大きな粒子と、
- 1000 K 以下の FCC - BCC 遷移温度とを含む、鉄系合金。

【請求項 2】

前記合金は、1.04 μ 以下の相対透磁率を含む材料を形成するように構成されている
、請求項 1 に記載の鉄系合金。 10

【請求項 3】

前記合金は、

A S T M G 65 に準拠した 1.5 g 以下の摩耗量と、
20 J の衝撃における 6,000 以上の耐衝撃性を含む材料を形成するように構成さ
れている、請求項 1 又は 2 に記載の鉄系合金。

【請求項 4】

前記マトリックスは、1 % 以上の過共晶硬質相モル分率を含む、請求項 1 ~ 3 のいずれ
か 1 項に記載の鉄系合金。

【請求項 5】

前記マトリックスは、15 モル % 以上の総硬質相を含む、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項
に記載の鉄系合金。 20

【請求項 6】

前記マトリックスは、少なくとも 95 % のオーステナイトを含む、請求項 1 ~ 5 のい
ずれか 1 項に記載の鉄系合金。

【請求項 7】

前記合金は、Fe、C、Cr、及び Mn を含む、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の
鉄系合金。

【請求項 8】

前記合金は、Fe と、

約 3 ~ 約 6 重量 % の C と、

約 12 ~ 約 21 重量 % の Cr と、

約 9 ~ 約 17 重量 % の Mn とを含む、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の鉄系合金。 30

【請求項 9】

前記合金は、約 60.2 重量 % の Fe、約 5.7 重量 % の C、約 19.9 重量 % の Cr
、及び約 14.2 重量 % の Mn を含むワイヤから形成された、約 73.2 重量 % の Fe、
約 3.6 重量 % の C、約 13.2 重量 % の Cr、及び約 10 重量 % の Mn を含むコーティ
ングを形成するように構成されている、請求項 1 ~ 8 に記載の鉄系合金。

【請求項 10】

前記 FCC - BCC 遷移温度は、950 K 以下であり、

前記マトリックスは、約 100 % のオーステナイトを含み、

前記マトリックスは、少なくとも 35 体積 % の極めて硬質な粒子を含み、

前記マトリックスは、少なくとも 25 体積 % の極めて硬質な大きな粒子を含み、

前記マトリックスは、1 % 以上の過共晶硬質相モル分率を含む合金であって、

前記合金は、

1.01 μ 以下の相対透磁率と、

A S T M G 65 に準拠した 0.30 g 以下の摩耗量と、

20 J の衝撃における 10,000 以上の耐衝撃性を含むコーティングを形成する
ように構成されている、請求項 1 に記載の鉄系合金。 40

【請求項 11】

1300Kにおける前記マトリックスのニッケル及びクロム当量は、シェフラー組織図のオーステナイト領域に達している、請求項1～10のいずれか1項に記載の鉄系合金。

【請求項12】

前記合金は、粉末である、請求項1～8、10及び11のいずれか1項に記載の鉄系合金。

【請求項13】

前記合金は、1つ以上のワイヤである、請求項1～11のいずれか1項に記載の鉄系合金。

【請求項14】

前記合金は、コーティングである、請求項1～11のいずれか1項に記載の鉄系合金。

10

【請求項15】

マトリックスを形成するように構成された鉄系原料であって、

前記マトリックスは、

少なくとも90%のオーステナイトと、

少なくとも15体積%の極めて硬質な粒子と、

少なくとも5体積%の極めて硬質な大きな粒子と、

1000K以下のFCC-BCC遷移温度とを含む、鉄系原料。

【請求項16】

前記原料は、1.04μ以下の相対透磁率を含む材料を形成するように構成されている、請求項15に記載の鉄系原料。

20

【請求項17】

前記原料は、ASTM G65に準拠した1.5g以下の摩耗量と、20Jの衝撃における6,000以上の耐衝撃性を含む材料を形成するように構成されている、請求項15又は16に記載の鉄系原料。

【請求項18】

前記原料は、2%以上の過共晶硬質相モル分率を含む、請求項15～17のいずれか1項に記載の鉄系原料。

【請求項19】

前記マトリックスは、15モル%以上の総硬質相を含む、請求項15～18のいずれか1項に記載の鉄系原料。

30

【請求項20】

前記マトリックスは、少なくとも95%のオーステナイトを含む、請求項15～19のいずれか1項に記載の鉄系原料。

【請求項21】

前記原料は、Fe、C、Cr、及びMnを含む、請求項15～20のいずれか1項に記載の鉄系原料。

【請求項22】

前記原料は、Feと、

約3～約6重量%のCと、

約12～約21重量%のCrと、

40

約9～約17重量%のMnとを含む、請求項15～21のいずれか1項に記載の鉄系原料。

【請求項23】

前記原料は、約73.2重量%のFe、約3.6重量%のC、約13.2重量%のCr、及び約10重量%のMnを含む鉄系原料であって、約60.2重量%のFe、約5.7重量%のC、約19.9重量%のCr、及び約14.2重量%のMnを含むワイヤの形態である、請求項15～22のいずれか1項に記載の鉄系原料。

【請求項24】

前記FCC-BCC遷移温度は、950K以下であり、

前記マトリックスは、約100%のオーステナイトを含み、

50

前記マトリックスは、少なくとも 35 体積 % の極めて硬質な粒子を含み、
 前記マトリックスは、少なくとも 25 体積 % の極めて硬質な大きな粒子を含み、
 前記マトリックスは、1 % 以上の過共晶硬質相モル分率を含む原料であって、
 前記原料は、

1. 0.1 μ 以下の相対透磁率と、

A S T M G 6 5 に準拠した 0.30 g 以下の摩耗量と、

20 J の衝撃における 10,000 以上の耐衝撃性を含むコーティングを形成するよう構成されている、請求項 15 に記載の鉄系原料。

【請求項 25】

1300 K における前記マトリックスのニッケル及びクロム当量は、シェフラー組織図のオーステナイト領域に達している、請求項 15 ~ 24 のいずれか 1 項に記載の鉄系原料。

10

【請求項 26】

前記原料は、ワイヤ又は複数のワイヤを含む、請求項 15 ~ 22、24、及び 25 のいずれか 1 項に記載の鉄系原料。

【請求項 27】

前記原料は、粉末を含む、請求項 15 ~ 22、24、及び 25 のいずれか 1 項に記載の鉄系原料。

【請求項 28】

前記原料は、コアワイヤ又は複数のコアワイヤを含む、請求項 15 ~ 22、24、及び 25 のいずれか 1 項に記載の鉄系原料。

20

【請求項 29】

合金から形成された鉄系耐摩耗性コーティングであって、
 前記合金は、

1000 K 以下の F C C - B C C 遷移温度と、

少なくとも 90 % のオーステナイトと、

少なくとも 15 体積 % の極めて硬質な粒子と、

少なくとも 5 体積 % の極めて硬質な大きな粒子と、

A S T M G 6 5 に準拠した 1.5 g 以下の摩耗量と、

1.04 μ 以下の相対透磁率と、

30

20 J の衝撃における 6,000 以上の耐衝撃性を含む、鉄系耐摩耗性コーティング。

【請求項 30】

前記合金は、2 % 以上の過共晶硬質相モル分率を含む、請求項 29 に記載の鉄系耐摩耗性コーティング。

【請求項 31】

前記合金は、15 モル % 以上の総硬質相を含む、請求項 29 又は 30 に記載の鉄系耐摩耗性コーティング。

【請求項 32】

前記合金は、少なくとも 95 % のオーステナイトを含む、請求項 29 ~ 31 のいずれか 1 項に記載の鉄系耐摩耗性コーティング。

40

【請求項 33】

前記合金は、Fe、C、Cr、及び Mn を含む、請求項 29 ~ 32 のいずれか 1 項に記載の鉄系耐摩耗性コーティング。

【請求項 34】

前記合金は、Fe と、

約 3 ~ 約 6 重量 % の C と、

約 12 ~ 約 21 重量 % の Cr と、

約 9 ~ 約 17 重量 % の Mn とを含む、請求項 29 ~ 33 のいずれか 1 項に記載の鉄系耐摩耗性コーティング。

50

【請求項 35】

前記合金は、約 60.2 重量 % の Fe、約 5.7 重量 % の C、約 19.9 重量 % の Cr、及び約 14.2 重量 % の Mn を含むワイヤから形成された、約 73.2 重量 % の Fe、約 3.6 重量 % の C、約 13.2 重量 % の Cr、及び約 10 重量 % の Mn を含む、請求項 29 ~ 34 のいずれか 1 項に記載の鉄系耐摩耗性コーティング。

【請求項 36】

前記合金は、
950 K 以下の FCC - BCC 遷移温度と、
約 100 % のオーステナイトと、
少なくとも 35 体積 % の極めて硬質な粒子と、
少なくとも 25 体積 % の極めて硬質な大きな粒子と、
1 % 以上の過共晶硬質相モル分率と、
1.01 μ 以下の相対透磁率と、
ASTM G65 に準拠した 0.30 g 以下の摩耗量と、
20 J の衝撃における 10,000 以上の耐衝撃性を含む、請求項 29 に記載の鉄系耐摩耗性コーティング。

10

【請求項 37】

鉄系耐摩耗性コーティングを形成する方法であって、
前記方法は、コーティングを形成するように合金を基板に塗布することを含み、
前記コーティングを形成する前記合金は、
1000 K 以下の FCC - BCC 遷移温度と、
少なくとも 90 % のオーステナイトと、
少なくとも 15 体積 % の極めて硬質な粒子と、
少なくとも 5 体積 % の極めて硬質な大きな粒子と、
ASTM G65 に準拠した 1.5 g 以下の摩耗量と、
1.04 μ 以下の相対透磁率と、
20 J の衝撃における 6,000 以上の耐衝撃性を含む、方法。

20

【請求項 38】

前記合金は、2 % 以上の過共晶硬質相モル分率を含む、請求項 37 に記載の方法。

【請求項 39】

前記合金は、15 モル % 以上の総硬質相を含む、請求項 37 又は 38 に記載の方法。

30

【請求項 40】

前記合金は、少なくとも 95 % のオーステナイトを含む、請求項 37 ~ 39 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 41】

前記合金は、Fe、C、Cr、及び Mn を含む、請求項 37 ~ 40 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 42】

前記合金は、Fe、
約 3 ~ 約 6 重量 % の C、
約 12 ~ 約 21 重量 % の Cr、及び
約 9 ~ 約 17 重量 % の Mn とを含む、請求項 37 ~ 41 のいずれか 1 項に記載の方法。

40

【請求項 43】

前記合金は、約 73.2 重量 % の Fe、約 3.6 重量 % の C、約 13.2 重量 % の Cr、及び約 10 重量 % の Mn を含むコーティングを形成し、該コーティングは、約 60.2 重量 % の Fe、約 5.7 重量 % の C、約 19.9 重量 % の Cr、及び約 14.2 重量 % の Mn を含むワイヤから形成されている、請求項 37 に記載の方法。

【請求項 44】

前記合金は、
950 K 以下の FCC - BCC 遷移温度と、

50

約 100% のオーステナイトと、
少なくとも 35 体積% の極めて硬質な粒子と、
少なくとも 25 体積% の極めて硬質な大きな粒子と、
1% 以上の過共晶硬質相モル分率と、
1.01 μ 以下の相対透磁率と、
ASTM G65 に準拠した 0.30 g 以下の摩耗量と、
20 J の衝撃における 10,000 以上の耐衝撃性を含む、請求項 37 に記載の方法

【請求項 45】

前記合金は、溶射によって塗布されている、請求項 37 ~ 44 のいずれか 1 項に記載の方法。 10

【請求項 46】

前記基板は、摩耗板である、請求項 37 ~ 45 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 47】

1300 K での 1% 以上の総過共晶硬質相を含む、耐摩耗性オーステナイト合金であって、

前記合金の 1300 K でのマトリックスのニッケル及びクロム当量は、シェフラー組織図のオーステナイト領域に達する、耐摩耗性オーステナイト合金。

【請求項 48】

前記合金は Fe と、重量% で、

C : 3.6、

Cr : 13.2、及び

Mn : 10.0 とを含む、請求項 47 に記載の耐摩耗性オーステナイト合金。

【請求項 49】

前記合金は Fe と、重量% で、

C : 約 3 ~ 約 4、

Cr : 約 12 ~ 約 14、及び

Mn : 約 9 ~ 約 12 とを含む、請求項 47 に記載の耐摩耗性オーステナイト合金。

【請求項 50】

前記合金は、1300 K での 1.5% 以上の総過共晶硬質相分率を含む、請求項 47 ~ 49 のいずれか 1 項に記載の耐摩耗性オーステナイト合金。 30

【請求項 51】

前記合金は、1300 K での 2% 以上の総過共晶硬質相分率を含む、請求項 47 ~ 50 のいずれか 1 項に記載の耐摩耗性オーステナイト合金。

【請求項 52】

前記合金は、1000 K 以下の FCC - BCC 遷移温度を含む、請求項 47 ~ 51 のいずれか 1 項に記載の耐摩耗性オーステナイト合金。

【請求項 53】

前記マトリックスは、15 モル% 以上の総硬質相を含む、請求項 47 ~ 52 のいずれか 1 項に記載の耐摩耗性オーステナイト合金。 40

【請求項 54】

5% 以上の極めて硬質な大きな粒子の体積分率を含むマトリックスを有し、該マトリックスは、少なくとも 90% のオーステナイトを含む、耐摩耗性オーステナイト合金。

【請求項 55】

前記合金は Fe と、重量% で、

C : 3.6、

Cr : 13.2、及び

Mn : 10.0 とを含む、請求項 54 に記載の耐摩耗性オーステナイト合金。

【請求項 56】

前記合金は Fe と、重量% で、

C : 約 3 ~ 約 4、

Cr : 約 1.2 ~ 約 1.4、及び

Mn : 約 9 ~ 約 12 とを含む、請求項 5.4 に記載の耐摩耗性オーステナイト合金。

【請求項 5.7】

前記マトリックスは、体積分率が 10 % 以上の極めて硬質な大きな相を含む、請求項 5.4 ~ 5.6 のいずれか 1 項に記載の耐摩耗性オーステナイト合金。

【請求項 5.8】

前記マトリックスは、体積分率が 15 % 以上の極めて硬質な大きな相を含む、請求項 5.4 ~ 5.7 のいずれか 1 項に記載の耐摩耗性オーステナイト合金。

【請求項 5.9】

前記マトリックスは、少なくとも 95 % のオーステナイトを含む、請求項 5.4 ~ 5.8 のいずれか 1 項に記載の耐摩耗性オーステナイト合金。

【請求項 6.0】

前記マトリックスは、少なくとも 99 % のオーステナイトを含む、請求項 5.4 ~ 5.9 のいずれか 1 項に記載の耐摩耗性オーステナイト合金。

【請求項 6.1】

破損することなく 20 J での 6,000 の衝撃に耐えるように形成された衝撃靱性と、ASTM G65 に準拠した 1.5 g 以下の摩耗量とを含む、耐摩耗性オーステナイト合金。

【請求項 6.2】

前記合金は Fe と、重量 % で、

C : 3.6、

Cr : 13.2、及び

Mn : 10.0 とを含む、請求項 6.1 に記載の耐摩耗性オーステナイト合金。

【請求項 6.3】

前記合金は Fe と、重量 % で、

C : 約 3 ~ 約 4、

Cr : 約 1.2 ~ 約 1.4、及び

Mn : 約 9 ~ 約 12 とを含む、請求項 6.1 に記載の耐摩耗性オーステナイト合金。

【請求項 6.4】

前記合金は、破損するまで 20 J で 7,000 以上の衝撃に耐え得る、請求項 6.1 ~ 6.3 のいずれか 1 項に記載の耐摩耗性オーステナイト合金。

【請求項 6.5】

前記合金は、破損するまで 20 J で 8,000 以上の衝撃に耐え得る、請求項 6.1 ~ 6.4 のいずれか 1 項に記載の耐摩耗性オーステナイト合金。

【請求項 6.6】

前記合金は、ASTM G65 に準拠した 1.25 g 以下の摩耗量を有する、請求項 6.1 ~ 6.5 のいずれか 1 項に記載の耐摩耗性オーステナイト合金。

【請求項 6.7】

前記合金は、ASTM G65 に準拠した 1.1 g 以下の摩耗量を有する、請求項 6.1 ~ 6.6 のいずれか 1 項に記載の耐摩耗性オーステナイト合金。

【請求項 6.8】

耐摩耗性鉄系合金であって、

前記合金は、

少なくとも 90 % のオーステナイトを含むマトリックスと、

少なくとも 15 体積 % の極めて硬質な粒子と、

少なくとも 5 体積 % の極めて硬質な大きな粒子と、

1000 K 以下の FCC - BCC 遷移温度と、

少なくとも 15 モル % の極めて硬質な粒子と、

1 % 以上の過共晶硬質相モル分率とを含み、

10

20

30

40

50

前記合金から形成されるコーティングは、

A S T M G 6 5 に準拠した 1 . 5 g 以下の摩耗量と、

1 . 0 4 μ 以下の相対透磁率と、

2 0 J の衝撃における 6 , 0 0 0 以上の耐衝撃性とを含む、耐摩耗性鉄系合金。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願のクロスリファレンス)

10

本願は、2017年6月13日に提出された米国仮出願番号62/518,719(発明の名称「摩耗板のための高炭化物分率非磁性合金」)の優先権を主張するものであり、その全ては参照として本明細書に組み込まれる。

【0002】

(技術分野)

本開示の実施形態は、一般に、高硬質相分率を有する非磁性鉄合金に関する。

【背景技術】

【0003】

研磨摩耗及び浸食摩耗は、表面を摩耗する砂、岩、又は他の硬いメディアを伴う用途におけるオペレーターにとって、重大な懸念である。重摩耗が見られる用途では、通常、重摩耗による材料の破損に耐えるために、高硬度の材料を使用する。これらの材料は、通常、摩擦に耐え、材料のバルク硬度を高める硬質な析出物として炭化物及び/又はホウ化物を含む。これらの材料は、しばしば、種々の溶接プロセスを介して、ハードフェーシングとして既知のコーティングとして適用されるか、部品に直接鋳造される。多くの用途では、落下する岩や瓦礫によって引き起こされる衝撃により、多くの耐摩耗性オーバーレイが剥離し、それらを役に立たなくさせ得る。硬質な析出物の体積分率が増加すると、合金の靱性が減少する傾向にあるため、耐摩耗性及び耐衝撃性は、合金の2つの競合する特性になる傾向がある。

20

【発明の概要】

【0004】

30

本開示は、これに限定されないが、粉末、耐摩耗性材料、及びコーティングを含む合金の実施形態と、それらを製造及び使用方法を含む。

【0005】

本明細書には、マトリックスを形成するように構成された鉄系合金の実施形態が開示されており、該マトリックスは、少なくとも90%のオーステナイトと、少なくとも15体積%の極めて硬質な粒子と、少なくとも5体積%の極めて硬質な大きな粒子と、1000K以下のFCC-BCC遷移温度とを含み得る。

【0006】

いくつかの実施形態において、合金は1.04 μ 以下の相対透磁率を含む材料を形成するように構成され得る。いくつかの実施形態において、合金はA S T M G 6 5 に準拠した1.5g以下の摩耗量と、20Jの衝撃における6,000以上の耐衝撃性とを含む材料を形成するように構成され得る。

40

【0007】

いくつかの実施形態において、マトリックスは1%以上の過共晶硬質相モル分率を含み得る。いくつかの実施形態において、マトリックスは15モル%以上の総硬質相を含み得る。いくつかの実施形態において、マトリックスは少なくとも95%のオーステナイトを含み得る。いくつかの実施形態において、1300Kにおけるマトリックスのニッケル及びクロム当量は、シェフラー組織図のオーステナイト領域に達し得る。

【0008】

いくつかの実施形態において、合金はFe、C、Cr、及びMnを含み得る。いくつか

50

の実施形態において、合金はFe、約3～約6重量%のC、約12～約21重量%のCr、及び約9～約17重量%のMnを含み得る。いくつかの実施形態において、合金は約60.2重量%のFe、約5.7重量%のC、約19.9重量%のCr、及び約14.2重量%のMnを含むワイヤから形成された、約73.2重量%のFe、約3.6重量%のC、約13.2重量%のCr、及び約10重量%のMnを含むコーティングを形成するように構成され得る。

【0009】

いくつかの実施形態において、FCC-BCC遷移温度は950K以下であり、マトリックスは約100%のオーステナイトを含み、マトリックスは少なくとも35体積%の極めて硬質な粒子を含み、マトリックスは少なくとも25体積%の極めて硬質な大きな粒子を含み、マトリックスは1%以上の過共晶硬質相モル分率を含み、その中で合金は1.01μ以下の相対透磁率と、ASTM G65に準拠した0.30g以下の摩耗量と、20Jの衝撃における10,000以上の耐衝撃性を含むコーティングを形成するように構成されている。

10

【0010】

いくつかの実施形態において、合金は粉末であり得る。いくつかの実施形態において、合金は1つ以上のワイヤであり得る。いくつかの実施形態において、合金はコーティングであり得る。

【0011】

さらに本明細書には、マトリックスを形成するように構成された鉄系原料の実施形態が開示されており、該マトリックスは、少なくとも90%のオーステナイトと、少なくとも15体積%の極めて硬質な粒子と、少なくとも5体積%の極めて硬質な大きな粒子と、1000K以下のFCC-BCC遷移温度とを含み得る。

20

【0012】

いくつかの実施形態において、原料は1.04μ以下の相対透磁率を含む材料を形成するように構成され得る。いくつかの実施形態において、原料は、ASTM G65に準拠した1.5g以下の摩耗量と、20Jの衝撃における6,000以上の耐衝撃性を含む材料を形成するように構成され得る。いくつかの実施形態において、原料は、2%以上の過共晶硬質相モル分率を含み得る。いくつかの実施形態において、マトリックスは、15モル%以上の総硬質相を含み得る。いくつかの実施形態において、マトリックスは少なくとも95%のオーステナイトを含み得る。いくつかの実施形態において、1300Kにおけるマトリックスのニッケル及びクロム当量は、シェフラー組織図のオーステナイト領域に達し得る。

30

【0013】

いくつかの実施形態において、原料はFe、C、Cr、及びMnを含み得る。いくつかの実施形態において、原料はFe、約3～約6重量%のC、約12～約21重量%のCr、及び約9～約17重量%のMnを含み得る。いくつかの実施形態において、原料は、約73.2重量%のFe、約3.6重量%のC、約13.2重量%のCr、及び約10重量%のMnを含むコーティングを形成するように構成され得、該原料は約60.2重量%のFe、約5.7重量%のC、約19.9重量%のCr、約14.2重量%のMnを含むワイヤの形態である。

40

【0014】

いくつかの実施形態において、FCC-BCC遷移温度は950K以下であり、マトリックスは約100%のオーステナイトを含み、マトリックスは少なくとも35体積%の極めて硬質な粒子を含み、マトリックスは少なくとも25体積%の極めて硬質な大きな粒子を含み、マトリックスは1%以上の過共晶硬質相モル分率を含み、その中で原料は1.01μ以下の相対透磁率と、ASTM G65に準拠した0.30g以下の摩耗量と、20Jの衝撃における10,000以上の耐衝撃性を含むコーティングを形成するように構成され得る。

【0015】

50

いくつかの実施形態において、原料はワイヤ又は複数のワイヤを含み得、原料は粉末を含み得る。いくつかの実施形態において、原料はコアワイヤ又は複数のコアワイヤを含み得る。

【0016】

また本明細書には、合金から形成された鉄系耐摩耗性コーティングの実施形態が開示されており、該合金は、1000 K以下のFCC - BCC遷移温度と、少なくとも90%のオーステナイトと、少なくとも15体積%の極めて硬質な粒子と、少なくとも5体積%の極めて硬質な大きな粒子と、ASTM G65に準拠した1.5 g以下の摩耗量と、1.04 μ 以下の相対透磁率と、20 Jの衝撃における6,000以上の耐衝撃性とを含み得る。

10

【0017】

いくつかの実施形態において、合金は2%以上の過共晶硬質相モル分率を含み得る。いくつかの実施形態において、合金は15モル%以上の総硬質相を含み得る。いくつかの実施形態において、合金は少なくとも95%のオーステナイトを含み得る。

【0018】

いくつかの実施形態において、合金はFe、C、Cr、及びMnを含み得る。いくつかの実施形態において、合金はFe、約3~約6重量%のC、約12~約21重量%のCr、及び約9~約17重量%のMnを含み得る。いくつかの実施形態において、合金は、約60.2重量%のFe、約5.7重量%のC、約19.9重量%のCr、及び約14.2重量%のMnを含むワイヤから形成された、約73.2重量%のFe、約3.6重量%のC、約13.2重量%のCr、及び約10重量%のMnを含み得る。

20

【0019】

いくつかの実施形態において、合金は950 K以下のFCC - BCC遷移温度と、約100%のオーステナイトと、少なくとも35体積%の極めて硬質な粒子と、少なくとも25体積%の極めて硬質な大きな粒子と、1%以上の過共晶硬質相モル分率と、1.01 μ 以下の相対透磁率と、ASTM G65に準拠した0.30 g以下の摩耗量と、20 Jの衝撃における10,000以上の耐衝撃性とを含み得る。

【0020】

さらに本明細書には、鉄系耐摩耗性コーティングを形成する方法の実施形態が開示されており、該方法は、基板に合金を塗布してコーティングを形成することを含み得、該コーティングを形成する合金は、1000 K以下のFCC - BCC遷移温度と、少なくとも90%のオーステナイトと、少なくとも15体積%の極めて硬質な粒子と、少なくとも5体積%の極めて硬質な大きな粒子と、ASTM G65に準拠した1.5 g以下の摩耗量と、1.04 μ 以下の相対透磁率と、20 Jの衝撃における6,000以上の耐衝撃性とを含むコーティングを形成する。

30

【0021】

いくつかの実施形態において、合金は2%以上の過共晶硬質相モル分率を含み得る。いくつかの実施形態において、合金は15モル%以上の総硬質相を含み得る。いくつかの実施形態において、合金は少なくとも95%のオーステナイトを含み得る。

【0022】

いくつかの実施形態において、合金はFe、C、Cr、及びMnを含み得る。いくつかの実施形態において、合金はFe、約3~約6重量%のC、約12~約21重量%のCr、及び約9~約17重量%のMnを含み得る。いくつかの実施形態において、コーティングを形成する合金は、約73.2重量%のFe、約3.6重量%のC、約13.2重量%のCr、及び約10重量%のMnを含み得、該コーティングは、約60.2重量%のFe、約5.7重量%のC、約19.9重量%のCr、約14.2重量%のMnを含むワイヤから形成される。

40

【0023】

いくつかの実施形態において、合金は、950 K以下のFCC - BCC遷移温度と、約100%のオーステナイトと、少なくとも35体積%の極めて硬質な粒子と、少なくとも

50

25体積%の極めて硬質な大きな粒子と、1%以上の過共晶硬質相モル分率と、1.01μ以下の相対透磁率と、ASTM G65に準拠した0.30g以下の摩耗量と、20Jの衝撃における10,000以上の耐衝撃性を含み得る。

【0024】

いくつかの実施形態において、合金は溶射によって適用され得る。いくつかの実施形態において、基板は摩耗板であり得る。

【0025】

いくつかの実施形態において、1300Kでの1%以上の総過共晶硬質相分率を含む耐摩耗性オーステナイト合金が提供され、その中で合金マトリックスのニッケル及びクロム当量は、シェフラー組織図のオーステナイト領域に達する。

10

【0026】

いくつかの実施形態において、合金はFeと、重量%で、C:3.6、Cr:13.2、及びMn:10.0を含み得る。いくつかの実施形態において、合金はFeと、重量%で、C:約3~約6、Cr:約12~約21、及びMn:約9~約17を含み得る。

【0027】

いくつかの実施形態において、合金は、1300Kでの1.5%以上の総過共晶硬質相分率を含み得る。いくつかの実施形態において、合金は、1300Kでの2%以上の総過共晶硬質相分率を含み得る。いくつかの実施形態において、合金は、1000K以下のFCC-BCC遷移温度を含み得る。いくつかの実施形態において、マトリックスは、15モル%以上の総硬質相を含み得る。

20

【0028】

また本明細書には、マトリックスを有する耐摩耗性オーステナイト合金の実施形態が開示されており、該マトリックスは、体積分率が5%以上の極めて硬質な大きな粒子を含み、該マトリックスは、少なくとも90%のオーステナイトである。

【0029】

いくつかの実施形態において、合金はFeと、重量%で、C:3.6、Cr:13.2、及びMn:10.0を含み得る。いくつかの実施形態において、合金はFeと、重量%で、C:約3~約6、Cr:約12~約21、及びMn:約9~約17を含み得る。

【0030】

いくつかの実施形態において、マトリックスは、体積分率が10%以上の極めて硬質な大きな相を含み得る。いくつかの実施形態において、マトリックスは、体積分率が15%以上の極めて硬質な大きな相を含み得る。いくつかの実施形態において、マトリックスは、少なくとも95%のオーステナイトを含み得る。いくつかの実施形態において、マトリックスは、少なくとも99%のオーステナイトを含み得る。

30

【0031】

また本明細書には、耐摩耗性オーステナイト合金の実施形態が開示されており、該合金は、破損することなく20Jでの6,000の衝撃に耐えるように構成された衝撃靱性、及びASTM G65に準拠した1.5g以下の摩耗量を含む。

【0032】

いくつかの実施形態において、合金はFeと、重量%で、C:3.6、Cr:13.2、及びMn:10.0を含み得る。いくつかの実施形態において、合金はFeと、重量%で、C:約3~約6、Cr:約12~約21、及びMn:約9~約17を含み得る。

40

【0033】

いくつかの実施形態において、合金は破損することなく20Jでの7,000の衝撃に耐え得る。いくつかの実施形態において、合金は、破損することなく20Jでの8,000の衝撃に耐え得る。いくつかの実施形態において、合金は、ASTM G65に準拠した1.25g以下の摩耗量を有し得る。いくつかの実施形態において、合金は、ASTM G65に準拠した1.1g以下の摩耗量を有し得る。

【0034】

また本明細書には、耐摩耗性鉄系合金の実施形態が開示されており、該合金は少なくとも

50

も 90% のオーステナイトと、少なくとも 15 体積% の極めて硬質な粒子と、少なくとも 5 体積% の極めて硬質な大きな粒子と、1000 K 以下の FCC - BCC 遷移温度と、少なくとも 15 モル% の極めて硬質な粒子と、1% 以上の過共晶硬質相モル分率とを含むマトリックスを含み、その中で該合金によって形成されるコーティングは、ASTM G65 に準拠した 1.5 g 以下の摩耗量と、 1.04μ 以下の相対透磁率と、20 J の衝撃における 6,000 以上の耐衝撃性とを含む。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】図1は、マトリックスのニッケル及びクロム当量をプロットしたときのシェフラ-組織図の一実施形態を示す。

10

【図2】図2は、Fe: 70.8 重量%、C: 4.2 重量%、Cr: 14.2 重量%、及び Mn: 10.8 重量% を含む組成物の熱力学的基準を実証する、本開示の一実施形態における状態図を示す。

【図3】図3は、Fe: 70.8 重量%、C: 4.2 重量%、Cr: 14.2 重量%、及び Mn: 10.8 重量% を含む組成物の微細構造的基準を実証する、本開示の一実施形態における SEM 顕微鏡写真を示す。

【発明を実施するための形態】

【0036】

本開示の実施形態は、これらに限定されないが、ハードフェーシング/ハードバンディング材料、このようなハードフェーシング/ハードバンディング材料を製造するために用いられる合金又は粉末組成物、該ハードフェーシング/ハードバンディング材料を製造する方法、及びこれらのハードフェーシング/ハードバンディング材料を組み込んでいるか又はこれらの材料によって保護される構成要素又は基板を含む。

20

【0037】

本明細書に開示されているとおり、合金という用語は、開示の粉末を形成する化学組成物、粉末そのもの、原料そのもの、ワイヤ、粉末を含むワイヤ、粉末の加熱及び/又は沈殿、又は他の方法により形成された金属成分の組成物、及び金属成分を示し得る。

【0038】

いくつかの実施形態において、溶接するための、又は別のプロセスで原料として使用するためのソリッドワイヤ又はコアワイヤ（粉末を含むシース）に製造される合金は、本明細書の特定の化学的性質によって説明されてもよい。例えば、ワイヤは溶射用に使用され得る。さらに、以下に開示の組成物は、単一のワイヤ又は複数のワイヤの組み合わせ（2、3、4、又は5本のワイヤ等）からのものであり得る。

30

【0039】

その全てが参照として本明細書に組み込まれる、Branagan（米国公開番号 20070029295 A1）は、「鉄及びマンガンを含む卑金属を 35 ~ 65% と、ホウ素、炭素、シリコン、又はそれらの組み合わせから選ばれた侵入型元素を 10 ~ 50% と、クロム、モリブデン、タングステン又はそれらの組み合わせから選ばれた遷移金属を 3 ~ 30% と、ニオブを 1 ~ 15% とを含む組成物であって、前記組成物は、複合ホウ化物、複合炭化物又はホウ炭化物の相を含む α -Fe 及び/又は γ -Fe の延性マトリックスを形成する」と主張している。本開示のいくつかの実施形態に係る合金は、ニオブを含むことを必要とせず、従って、いくつかの実施形態は、ニオブを含まないか、又は実質的にニオブを含まない。いくつかの実施形態において、不純物等の微量のニオブが本開示の合金に見られる可能性がある。

40

【0040】

（金属合金組成物）

いくつかの実施形態において、合金は、特定の合金組成物によって説明され得る。表1に、本開示の合金の化学的性質の実施形態を示す。化学組成物のいくつかの変形により、表に列挙されている全ての値は、記載されている値と記載されている「約」の値の両方であることが理解される。いくつかの実施形態において、合金は、Fe、C、Cr、及びM

50

nを有し得る。いくつかの実施形態において、合金は、Fe、C、Cr、及びMnのみを有してもよい。いくつかの実施形態において、合金Xは、コーティング組成物であり、合金Wは、ワイヤ／粉末組成物等の原料である。いくつかの実施形態において、ワイヤはソリッドワイヤ又はコアワイヤ（例えば、粉末で満たされたシース）であり得る。いくつかの実施形態において、原料はただの粉末であり得る。

【0041】

【表1】

表1 ハードフェーシング及び／又は原料の合金成分

合金	Fe	C	Cr	Mn
X12	70.6	3.4	14.0	12.0
X13	71.2	2.8	14.0	12.0
X14	73.2	3.6	13.2	10.0
X15	73.2	2.8	12.0	12.0
X16	71.5	2.5	14.0	12.0
X17	72.0	2.0	14.0	12.0
X18	70.8	4.2	14.2	10.8
W1	62.0	4.9	17.1	16.0
W2	62.9	4.6	18.2	14.3
W3	63.6	4.3	17.1	15.0
W4	61.0	5.0	18.3	15.7
W5	60.7	4.7	18.2	16.4
W6	60.2	5.7	19.9	14.2
W7	58.8	5.2	20.3	15.7

10

20

30

【0042】

いくつかの実施形態において、ハードフェーシング又は他の金属成分の形態等の合金は、重量％で、

Fe：70.6～73.2（又は、約70.6～約73.2）

C：2～3.6（又は、約2～約3.6）

Cr：12～14（又は、約12～約14）

Mn：10～12（又は、約10～約12）

とを含み得る。いくつかの実施形態において、上記組成は、粉末、コアワイヤ、又はソリッドワイヤ等の原料であり得る。

【0043】

いくつかの実施形態において、ハードフェーシング又は他の金属成分の形態等の合金は、重量％で、

Fe：70.6～73.2（又は、約70.6～約73.2）

C：2～4.2（又は、約2～約4.2）

Cr：12～14.2（又は、約12～約14.2）

Mn：10～12（又は、約10～約12）

とを含み得る。いくつかの実施形態において、上記組成は、粉末、コアワイヤ、又はソリッドワイヤ等の原料であり得る。

【0044】

いくつかの実施形態において、ハードフェーシング又は他の金属成分の形態等の合金は

50

、重量%で、

C : 3 ~ 4 (又は、約 3 ~ 約 4)

Cr : 12 ~ 14 (又は、約 12 ~ 約 14)

Mn : 9 ~ 12 (又は、約 9 ~ 約 12)

Fe : 残部

とを含み得る。いくつかの実施形態において、上記組成は、粉末、コアワイヤ、又はソリッドワイヤ等の原料であり得る。

【0045】

いくつかの実施形態において、ハードフェーシング又は他の金属成分の形態等の合金は、重量%で、

C : 3 ~ 4.5 (又は、約 3 ~ 約 4.5)

Cr : 12 ~ 14.5 (又は、約 12 ~ 約 14.5)

Mn : 9 ~ 12 (又は、約 9 ~ 約 12)

Fe : 残部

とを含み得る。いくつかの実施形態において、上記組成は、粉末、コアワイヤ、又はソリッドワイヤ等の原料であり得る。

【0046】

いくつかの実施形態において、ハードフェーシング又は他の金属成分の形態等の合金は Fe と、重量%で、

C : 3 ~ 4 (又は、約 3 ~ 約 4)

Cr : 12 ~ 14 (又は、約 12 ~ 約 14)

Mn : 9 ~ 12 (又は、約 9 ~ 約 12)

とを含み得る。いくつかの実施形態において、上記組成は、粉末、コアワイヤ、又はソリッドワイヤ等の原料であり得る。

【0047】

いくつかの実施形態において、ハードフェーシング又は他の金属成分の形態、又は粉末、コアワイヤ、又はソリッドワイヤ等の原料の形態等の合金は Fe と、重量%で、

C : 3 ~ 6 (又は、約 3 ~ 約 6)

Cr : 12 ~ 21 (又は、約 12 ~ 約 21)

Mn : 9 ~ 17 (又は、約 9 ~ 約 17)

とを含み得る。

【0048】

いくつかの実施形態において、ハードフェーシング又は他の金属成分の形態等の合金は、重量%で、

C : 3.6 (又は、約 3.6)

Cr : 13.2 (又は、約 13.2)

Mn : 10 (又は、約 10)

Fe : 残部

とを含み得る。いくつかの実施形態において、上記組成は、粉末、コアワイヤ、又はソリッドワイヤ等の原料であり得る。

【0049】

いくつかの実施形態において、ハードフェーシング又は他の金属成分の形態等の合金は Fe と、重量%で、

C : 4.2 (又は、約 4.2)

Cr : 14.2 (又は、約 14.2)

Mn : 10.8 (又は、約 10.8)

Fe : 残部

とを含み得る。いくつかの実施形態において、上記組成は、粉末、コアワイヤ、又はソリッドワイヤ等の原料であり得る。

【0050】

10

20

30

40

50

いくつかの実施形態において、ハードフェーシング又は他の金属成分の形態等の合金は F e と、重量 % で、

C : 3 . 6 (又は、約 3 . 6)

C r : 1 3 . 2 (又は、約 1 3 . 2)

M n : 1 0 (又は、約 1 0)

とを含み得る。いくつかの実施形態において、上記組成は、粉末、コアワイヤ、又はソリッドワイヤ等の原料であり得る。

【 0 0 5 1 】

いくつかの実施形態において、ハードフェーシング又は他の金属成分の形態等の合金は F e と、重量 % で、

C : 4 . 2 (又は、約 4 . 2)

C r : 1 4 . 2 (又は、約 1 4 . 2)

M n : 1 0 . 8 (又は、約 1 0 . 8)

とを含み得る。いくつかの実施形態において、上記組成は、粉末、コアワイヤ、又はソリッドワイヤ等の原料であり得る。

【 0 0 5 2 】

いくつかの実施形態において、粉末、コアワイヤ、又はソリッドワイヤ等の原料の形態等の合金は F e と、重量 % で、

C : 4 . 3 ~ 5 . 7 (又は、約 4 . 3 ~ 約 5 . 7)

C r : 1 7 . 1 ~ 2 0 . 3 (又は、約 1 7 . 1 ~ 約 2 0 . 3)

M n : 1 4 . 2 ~ 1 6 . 4 (又は、約 1 4 . 2 ~ 約 1 6 . 4)

とを含み得る。いくつかの実施形態において、上記組成は、ハードフェーシング又は他の金属成分の形態でもよい。

【 0 0 5 3 】

いくつかの実施形態において、ハードフェーシング又は他の金属成分の形態、又は粉末、コアワイヤ、又はソリッドワイヤ等の原料の形態等の合金は F e と、重量 % で、

C : 3 ~ 6 (又は、約 3 ~ 約 6)

C r : 1 2 ~ 2 1 (又は、約 1 2 ~ 約 2 1)

M n : 9 ~ 1 7 (又は、約 9 ~ 約 1 7)

とを含み得る。

【 0 0 5 4 】

いくつかの実施形態において、他の元素も同様に加えられ得、F e は残部であり得る。いくつかの実施形態において、合金はニオブを含まない。いくつかの実施形態において、合金は微量のニオブのみを含む。

【 0 0 5 5 】

いくつかの実施形態において、本開示の組成物は、ワイヤ / 粉末、コーティング又は他の金属成分、又はその両方であり得る。

【 0 0 5 6 】

本開示の合金は、上記の元素成分を合計 1 0 0 重量 % まで組み込み得る。いくつかの実施形態において、合金は、上記の元素を含んでいてもよく、それらに限定されていてもよく、又は本質的にそれらからなってもよい。いくつかの実施形態において、合金は、ニオブ等の不純物を 2 % 以下含んでもよい。不純物は、製造プロセスへの導入の際に、原料成分中の含有物に起因して合金に含まれるかもしれない元素又は組成物として理解されてよい。

【 0 0 5 7 】

さらに、上記段落で説明された全ての組成物で同定された F e 含有量は、上記のような組成物の残部であってもよく、又はその代わりに、組成物の残部は F e 及び他の元素を含んでもよい。いくつかの実施形態において、残部は本質的に F e からなってもよく、偶発的な不純物を含んでいてもよい。いくつかの実施形態において、組成物は少なくとも 6 0 重量 % の F e (又は、少なくとも約 6 0 重量 % の F e) を有し得る。いくつかの実施

10

20

30

40

50

形態において、組成物は、60～80重量%のFe（又は、約60～約80重量%のFe）を有し得る。いくつかの実施形態において、組成物は、60～75重量%のFe（又は、約60～約75重量%のFe）を有し得る。

【0058】

（合金添加物の説明）

本開示において、ある特定の合金添加物を使用して、以下に記載の様々な熱力学的基準及び微細構造的基準を満たしてもよい。記載の合金添加物は、制限なしで実施例として機能することを意図する。

【0059】

炭素は、2つの主な理由で添加されてもよい。該理由は、1）炭素はオーステナイトマトリックスの形成を促進する、及び／又は2）炭素は、遷移金属と組み合わせて摩耗特性を向上させる炭化物を形成し得ることである。

【0060】

バナジウム、チタン、ニオブ、ジルコニウム、ハフニウム、タンタル、及びタングステンの中から選ばれた少なくとも1つ以上の元素を、炭素に加えて合金に添加してもよい。いくつかの実施形態において、ニオブは使用されない。これらの元素は、単離形態を形成し、極めて硬い（例えば、1000HVを超える硬さを有する）MC型炭化物を形成する炭素と組み合わせ得、韌性耐摩耗性合金となる。これに対し、鉄及び／又はクロムによって形成される炭化物等の他の炭化物は、単離形態を形成せず、上記MC型よりも相当柔らかい。MC型炭化物もまた、十分高い温度（例えば、マトリックスの形成温度よりも高い温度）で形成され、広範囲の凝固条件下で、凝固時の液体内の炭素の量を制御することが可能である。いくつかの実施形態において、合金は、脆化相の形成を防止するのに十分低い炭素レベルを有し得る。これにより、脆化しているホウ炭化物相を排除し、さらに合金の性能を制御し得る。いくつかの実施形態において、ホウ炭化物は形成されない。

【0061】

本開示のいくつかの実施形態において、バナジウムは、チタン、ニオブ、ジルコニウム、ハフニウム、タンタル、及び／又はタングステンと比較して、優先的に炭化物形成剤として用いられてもよい。主にバナジウムを含むMC型炭化物は、低温で粘度が向上する傾向があるため、これにより高温で液体合金の流動性が向上する。これにより、合金の微粒化、溶接時のビーズ形態の改善、及び鑄造が容易になり得る。

【0062】

マンガンは、FCC-BCC遷移温度を調節するように合金に添加されてもよく、オーステナイトの形成を可能にし、そして合金の韌性を高めることができる。例えば、マンガンは、オーステナイト安定剤となり得、FCC-BCC遷移温度を下げ得る。

【0063】

シリコン、マンガン、アルミニウム、及び／又はチタンは、酸素が存在する種々のプロセスで使用される場合、性能を向上し、多孔性を避ける合金を還元する効果を有する。

【0064】

ニッケル、シリコン、マンガン、バナジウム、モリブデン、ホウ素、炭素、及び銅の全ては、マトリックスの炭素当量を増やすことで、合金の焼入れ性を向上し得る。

【0065】

（熱力学的基準）

本開示の合金の実施形態は、特定の平衡熱力学的基準によって完全に説明され得る。合金は、記載の熱力学的基準の一部、又は全てを満たし得る。

【0066】

第1の熱力学的基準は、合金における鉄マトリックスのFCC-BCC遷移温度に関する。FCC-BCC遷移温度は、温度低下に伴ってFCC相（オーステナイト）のモル分率が低下し始め、BCC相（フェライト）のモル分率が0モル%を超える温度として定義される。FCC-BCC遷移温度は、合金のマトリックスの最終段階の指標である。

【0067】

いくつかの実施形態において、FCC - BCC 遷移温度は、1000 K 以下（又は、約 1000 K 以下）であり得る。いくつかの実施形態において、FCC - BCC 遷移温度は、950 K 以下（又は、約 950 K 以下）であり得る。いくつかの実施形態において、FCC - BCC 遷移温度は、900 K 以下（又は、約 900 K 以下）であり得る。

【0068】

第2の熱力学的基準は、微細構造における極めて硬質な粒子の総濃度に関する。極めて硬質な粒子のモル分率が増加すると、合金のバルク硬度が増加するため、耐摩耗性も増加し、そして所望のハードフェーシング用途となり得る。本開示の目的のために、極めて硬質な粒子は、ピッカース硬さが1000以上（又は、約1000以上）の相と定義される。極めて硬質な粒子の総濃度は、1300 K での合金の熱力学的に安定なピッカース硬さが1000以上の全ての相の総モル%として定義される。

10

【0069】

いくつかの実施形態において、極めて硬質な粒子の画分は、15モル%以上（又は、約15モル%以上）であり得る。いくつかの実施形態において、極めて硬質な粒子の画分は、20モル%以上（又は、約20モル%以上）であり得る。いくつかの実施形態において、極めて硬質な粒子の画分は、25モル%以上（又は、約25モル%以上）であり得る。

【0070】

第3の熱力学的基準は、マトリックスのニッケル及びクロム当量を図1のようにプロットしたときのシェフラー組織図上の合金の位置である。クロム当量は、各元素の重量%を基準に、次の式を用いて計算される。 $Cr_{eq} = Cr + Mo + (1/5 * Si) + (0.5 * Nb)$ 。ニッケル当量は、各元素の重量%を基準に、次の式を用いて計算される。 $Ni_{eq} = Ni + (30 * C) + (0.5 * Mn)$ 。1300 K（又は、約1300 K）でのマトリックス中の各元素の重量%は、クロム及びニッケル当量で計算される。

20

【0071】

いくつかの実施形態において、1300 K での合金のマトリックスのニッケル及びクロム当量は、シェフラー組織図にプロットすると、オーステナイト領域に達する。従って、合金は、図1に示す「A」領域に入る。合金が「A + M」又は「A + F」等の別の領域に入る場合、合金は完全にはオーステナイトにならない。

【0072】

第4の熱力学的基準は、合金に形成される過共晶硬質相の量に関する。過共晶硬質相は、合金の共晶点よりも高い温度で形成され始める硬質相（例えば、炭化物又はホウ化物）である。これらの合金の共晶点は、オーステナイト（FCC）マトリックスが形成し始める温度である。

30

【0073】

いくつかの実施形態において、過共晶硬質相のモル分率は、1%以上（又は、約1%以上）であり得る。いくつかの実施形態において、過共晶硬質相のモル分率は、1.5%以上（又は、約1.5%以上）であり得る。いくつかの実施形態において、過共晶硬質相のモル分率は、2%以上（又は、約2%以上）であり得る。

【0074】

いくつかの実施形態において、マトリックスは15モル%以上の総硬質相を含み得る。いくつかの実施形態において、マトリックスは20モル%以上の総硬質相を含み得る。いくつかの実施形態において、マトリックスは25モル%以上の総硬質相を含み得る。いくつかの実施形態において、マトリックスは30モル%以上の総硬質相を含み得る。いくつかの実施形態において、マトリックスは35モル%以上の総硬質相を含み得る。

40

【0075】

表1の2つの合金の熱力学的基準を表2に挙げる。

【0076】

【表 2】

表 2 熱力学的基準

合金	FCC-BC C遷移温度	総硬質相分率	シェフラー組織 図	過共晶硬質相分率
X14	950K	38.2%	オーステナイト	2.75%
X18	900K	45.2%	オーステナイト	8.05%

10

【0077】

図 2 は、合金 X 1 8 の熱力学的相図を示す。図に示すように、合金は、完全にオーステナイトマトリックス 2 0 2、約 4 7 %モル分率の極めて硬質な相 2 0 4、及び約 1 0 %モル分率の、以下に定義される極めて硬質な大きな相 2 0 6 を有する。

【0078】

(微細構造的基準)

いくつかの実施形態において、合金は、微細構造的基準によって完全に説明される。合金は、記載の微細構造的基準の一部、又は全てを満たし得る。

【0079】

第 1 の微細構造的基準は、主にオーステナイト、鉄又は鋼の非磁性形態である Fe 系マトリックス相に関する。フェライト及びマルテンサイトは、この合金空間で、マトリックス相の最も一般的な 2 つの形態である。両方とも高磁性であり、十分な量が存在する場合、ハードフェーシング合金が磁性性能要件を満たすのを防ぐ。さらに、フェライト及びマルテンサイトは、オーステナイトよりも硬く、優れた耐摩耗性であり得るが、しばしば、延性及び靱性に欠ける。完全にオーステナイトマトリックスを用いることにより、硬質相の高い体積分率を用いて、ハードフェーシング合金の高い耐摩耗性と靱性の組み合わせを実現し得る。

20

【0080】

いくつかの実施形態において、マトリックスは、少なくとも 9 0 %のオーステナイト（又は、少なくとも約 9 0 %のオーステナイト）であり得る。いくつかの実施形態において、マトリックスは、少なくとも 9 5 %のオーステナイト（又は、少なくとも約 9 5 %のオーステナイト）であり得る。いくつかの実施形態において、マトリックスは、少なくとも 9 9 %のオーステナイト（又は、少なくとも約 9 9 %のオーステナイト）であり得る。

30

【0081】

第 2 の微細構造的基準は、極めて硬質な粒子の測定された総体積分率に関する。いくつかの実施形態において、合金は、少なくとも 1 5 体積%（又は、少なくとも約 1 5 体積%）の極めて硬質な粒子を保有し得る。いくつかの実施形態において、合金は、2 0 体積%（又は、少なくとも約 2 0 体積%）の極めて硬質な粒子を保有し得る。いくつかの実施形態において、合金は、2 5 体積%（又は、少なくとも約 2 5 体積%）の極めて硬質な粒子を保有し得る。

40

【0082】

第 3 の微細構造的基準は、合金に存在する極めて硬質な粒子のサイズに関する。極めて硬質な大きな粒子は、任意の一方方向に 2 5 μm より大きい（又は、約 2 5 μm より大きい）極めて硬質な粒子として定義される。いくつかの実施形態において、極めて硬質な大きな相の体積分率は、5 %以上（又は、約 5 %以上）であり得る。いくつかの実施形態において、極めて硬質な大きな相の体積分率は、1 0 %以上（又は、約 1 0 %以上）であり得る。いくつかの実施形態において、極めて硬質な大きな相の体積分率は、1 5 %以上（又は、約 1 5 %以上）であり得る。

【0083】

図 3 は、合金 X 1 8 の例示的な一実施形態の微細構造を示す。図に示すように、合金は

50

、完全にオーステナイトマトリックス 302、約 40 体積 % の極めて硬質な粒子 304、及び約 10 体積 % の極めて硬質な大きな粒子 306 を有する。

【0084】

Cheney は、その全てが参照として本明細書に組み込まれる米国公開番号 2015/0275341 で、微細サイズの硬質相がオーステナイト合金の性能に利益をもたらすことを教示しているが、本開示では粗い（例えば、大きな）硬質相の有用性を実証する。

【0085】

（粉末製造）

バルク製品の生産又は基板へのコーティングの塗布における中間ステップとして、合金を粉末（及び、いくつかの実施形態においてワイヤ）に製造することがしばしば有利である。粉末は、微粒化又は他の製造方法によって製造され得る。特定の合金のためのそのようなプロセスの実現可能性は、しばしば、合金の凝固挙動作用であり、そして熱力学的特徴である。

10

【0086】

プラズマ移行アーク（PTA）、高速フレイム溶射（HVOF）、レーザー溶接、及び他の粉末冶金プロセス等のプロセス用の粉末を製造するためには、上記の特定のサイズ範囲で高収率な粉末を製造できることが有利であり得る。製造プロセスは、合金の融解物を形成すること、ノズルに融解物を押し込んで材料の流れを形成すること、及び生成された融解物の流れに水又は空気を噴霧して粉末形態に凝固させることを含み得る。その後、粉末をふるいにかけて、特定のサイズ要件を満たさない任意の粒子を除去する。

20

【0087】

本開示の合金の実施形態は、そのようなプロセスで用いられる高収率な粉末として製造され得る。一方、その全てが参照として本明細書に組み込まれる、米国公開番号 2013/0294962 に記載されているもの、及び他の一般的な耐摩耗性材料等の合金の多くは、粉末へ微粒化されると、熱力学的特性等の特性に起因して収率が低くなる。従って、それらは粉末製造には適していないだろう。

【0088】

（性能）

耐摩耗性合金は、しばしば、実験室試験での性能によって説明される。本開示の試験は、使用中での耐摩耗性構成要素と関係がある。いくつかの実施形態において、合金は性能目的のためのハードフェーシング合金層として形成され得る。

30

【0089】

いくつかの実施形態において、ハードフェーシング合金層は、ASTM G65 に準拠した 1.5 g 以下（又は、約 1.5 g 以下）の摩耗量を有し得る。いくつかの実施形態において、ハードフェーシング合金層は、ASTM G65 に準拠した 1.25 g 以下（又は、約 1.25 g 以下）の摩耗量を有し得る。いくつかの実施形態において、ハードフェーシング合金層は、ASTM G65 に準拠した 1.1 g 以下（又は、約 1.1 g 以下）の摩耗量を有し得る。いくつかの実施形態において、ハードフェーシング合金層は、ASTM G65 に準拠した 0.5 g 以下（又は、約 0.5 g 以下）の摩耗量を有し得る。いくつかの実施形態において、ハードフェーシング合金層は、0.3 g 以下（又は、約 0.3 g 以下）の摩耗量を有し得る。

40

【0090】

特定の合金の磁性を測定するために、例えば Severn Gauge、又は他の同様の装置を用いて透磁率試験を行う。

【0091】

いくつかの実施形態において、ハードフェーシング合金は、1.04 μ 以下（又は、約 1.04 μ 以下）の相対透磁率を有し得る。いくつかの実施形態において、ハードフェーシング合金は、1.03 μ 以下（又は、約 1.03 μ 以下）の相対透磁率を有し得る。いくつかの実施形態において、ハードフェーシング合金は、1.02 μ 以下（又は、約 1.02 μ 以下）の相対透磁率を有し得る。いくつかの実施形態において、ハードフェーシ

50

グ合金は、 1.01μ 以下（又は、約 1.01μ 以下）の相対透磁率を有し得る。

【0092】

別の有利な性能特性は、合金の耐衝撃性である。合金の耐衝撃性を測定するために、6mmの溶接サンプルに、溶接が破損するまで20Jのエネルギーで繰返し衝撃を与える。破損とは、1g以上の溶接部がサンプルから剥離していること、又は削り取られていることと定義される。耐衝撃性は、本文脈では、破損するまでの衝撃数として定義される。

【0093】

いくつかの実施形態において、ハードフェーシング合金は、破損するまで20Jで6,000以上（又は、約6,000以上）の衝撃に耐え得る。いくつかの実施形態において、ハードフェーシング合金は、破損するまで20Jで7,000以上（又は、約7,000以上）の衝撃に耐え得る。いくつかの実施形態において、ハードフェーシング合金は、破損するまで20Jで8,000以上（又は、約8,000以上）の衝撃に耐え得る。いくつかの実施形態において、ハードフェーシング合金は、破損するまで20Jで10,000以上（又は、約10,000以上）の衝撃に耐え得る。いくつかの実施形態において、ハードフェーシング合金は、破損するまで20Jで13,000以上（又は、約13,000以上）の衝撃に耐え得る。

【実施例】

【0094】

以下の実施例は、例示的でそれらに制限することを意図していない。組成物及びデータを表3に示す。

【0095】

合金A1～A9は、計算冶金技術を用いて発見され、本明細書で開示の熱力学的基準、微細構造的基準、及び性能基準を満たす。合金は、オープンアーク溶接プロセスの原料として用いられるフラックスコアワイヤを生産するために、コアワイヤ製造プロセスを用いて製造された。ハードフェーシング層は、本開示の性能基準によって特徴付けられ、最も注目すべきは、 1.02μ 未満の透磁率を保有し、そして非磁性とみなされることである。

【0096】

合金V1～V49は、本開示で記載の化学的性質の範囲内に入ってもよく、本開示で記載の基準の全てではないが一部を実証してもよい。最も注目すべきは、これらの合金は全て 1.03μ を超える透磁率を保有し、そして磁性合金とみなされることである。

【0097】

合金M1は、本開示で記載の化学的性質の範囲内に入る市販製品であり、 1.02μ 未満の透磁率を保有し、そして非磁性合金とみなされる。しかしながら、この合金は、ASTM G65に準拠した摩耗量が1.5g以上であるため、本明細書で議論された必要な性能を満たしていない。

【0098】

合金M2は、Stoodly 103CPと呼ばれるESAB社から市販されている製品であり、「オーステナイトマトリックスの主要なクロム炭化物」を備えた合金として説明されている。本説明及び化学的性質は、本開示で記載の範囲内に入ってもよいが、この合金は製造業者によって「磁性」とも記載されているため、当技術を教示していない。

【0099】

【表 3】

合金	B	C	Cr	Mn	Mo	Nb	Ni	Si	V	Ti	W	Fe	ASTM G 6 5 に準 拠した摩耗 量	透磁率	耐衝撃 性
A1	0	3.9	13	10.6	0	0	0	0	0	0	0	72.5	0.20g	<1.02μ	10,000
A2	0	3.3	12.8	10	0	0	0	0	0	0	0	73.9	0.41g	<1.02μ	
A3	0	3.6	13.5	10.4	0	0	0	0	0	0	0	72.5	0.32g	<1.02μ	
A4	0	3.6	13.2	10	0	0	0	0	0	0	0	73.2	0.16g	<1.02μ	13,000
A5	0	3.9	13	10.6	0	0	0	0	0	0	0	72.5	0.22g	<1.02μ	
A6	0	3.5	12.9	10.4	0	0	0	0	0	0	0	73.2	0.38g	<1.02μ	
A7	0	3.5	12.6	10.2	0	0	0	0	0	0	0	73.7	0.38g	<1.02μ	
A8	0	3.7	14.1	11.4	0	0	0	0	0	0	0	70.8	0.20g	<1.02μ	
A9	0	3.7	14.8	12.3	0	0	0	0	0	0	0	69.2	0.20g	<1.02μ	
V1	0	2.6	28	0	0	3	0	0	0	0	5	61.4		>1.03μ	
V2	0	2	28	0	0	3	0	0	0	0	5	62		>1.03μ	
V3	0	2	28	0	0	1.5	0	0	0	0	5	63.5		>1.03μ	
V4	1	0.5	15	0	0	2	0	0	0	0	5	76.5		>1.03μ	
V5	0.6	0.7	15	0	0	0	0	0	0	0	5	78.7		>1.03μ	
V6	0.8	1	15	0	0	2	0	0	0	0	5	76.2		>1.03μ	
V7	0.7	1	15	0	0	0	0	0	0	0	5	78.3		>1.03μ	
V8	1	1.2	15	0	0	2	0	0	0	0	5	75.8		>1.03μ	
V9	1	1.2	15	0	0	0	0	0	0	0	5	77.8		>1.03μ	
V10	1.5	0.5	3	1	0	5	0	1	0	0.5	10.7	76.8		>1.03μ	
V11	1.5	1.5	3	1	0	5	0	1	0	0.5	10.7	75.8		>1.03μ	
V12	1.5	1	3	1	0	5	0	1	0	0.5	10.7	76.3		>1.03μ	
V13	1.5	1	3	1	0	5	0	1	0	0.5	10.7	76.3		>1.03μ	
V14	1	0.5	15	0	0	1	0	0	0	0	5	77.5		>1.03μ	
V15	0.5	0.8	15	0	0	0	0	0	0	0	5	78.7		>1.03μ	
V16	2	0.5	5	0	0	2	0	0	0	0	4	86.5		>1.03μ	
V17	1.5	0.5	7	0	0	2	0	0	0	0	4	85		>1.03μ	
V18	2.5	0.5	5	0	0	2	0	0	0	0	6	84		>1.03μ	
V19	0	5	1.5	1	1	0	0	4	0	0	32	55.5		>1.03μ	
V20	0	3.5	1.5	1	1	0	0	2	0	0	32	59		>1.03μ	
V21	0	1.5	1.5	1	1	0	0	1	0	0	32	62		>1.03μ	
V22	0	3	1.5	1	1	0	0	3	0	0	36	54.5		>1.03μ	

10

20

30

40

V23	0	1.5	1.5	1	1	0	0	2	0	0	16	77		>1.03μ	
V24	0	1	1.5	1	1	0	0	1	0	0	26	68.5		>1.03μ	
V25	1.05	1.29	4.76	0	0	4.94	0	0.46	0	0.5	9.94	77.06		>1.03μ	
V26	1.05	1.29	4.76	0	0	4.94	0	0.46	1.6	0.5	9.94	75.46		>1.03μ	
V27	1.05	1.29	4.76	0	0	4.94	0	0.46	3	0.5	9.94	74.06		>1.03μ	
V28	0.8	1	15	0	0	2	0	0	3	0	5	73.2		>1.03μ	
V29	1.9	1.9	15	0	0	0	0	0	0	6	10	65.2		>1.03μ	
V30	1.9	1.9	20	0	0	0	0	0	0	6	2	68.2		>1.03μ	
V31	0.7	1.9	5	0	0	0	0	0	0	6	10	76.4		>1.03μ	
V32	2.6	1.6	20	0	0	0	0	0	0	6	0	69.8		>1.03μ	
V33	2.6	2	10	0	0	0	0	0	0	6	0	79.4		>1.03μ	
V34	3	1.6	10	0	0	0	0	0	0	6	0	79.4		>1.03μ	
V35	2	1.8	5	0	0	0	0	0	0	6	6	79.2		>1.03μ	
V36	1.4	2.6	10	0	0	2	0	0	12	0	0	72		>1.03μ	
V37	1.8	3	10	0	0	2	0	0	10	0	0	73.2		>1.03μ	
V38	2.4	3	10	0	0	2	0	0	12	0	0	70.6		>1.03μ	
V39	1	2.6	10	0	0	2	0	0	11	0	0	73.4		>1.03μ	
V40	1.4	2.8	10	0	0	0	0	0	14	0	0	71.8		>1.03μ	
V41	1.4	2.8	10	0	0	0	0	0	18	0	0	67.8		>1.03μ	
V42	1.4	2.8	10	0	0	1	0	0	18	0	0	66.8		>1.03μ	
V43	0	3	5	0	0	0	0	0	15	0	0	77		>1.03μ	
V44	1	0.9	4.4	2	0	1.6	0	1.2	0.1	3.1	12	73.7		>1.03μ	
V45	1	0.9	4.3	2	0	1.6	0	1.2	0.1	5	11.7	72.2		>1.03μ	
V46	1	0.9	4.3	1.9	0	1.6	0	1.2	0.1	6.1	11.6	71.3		>1.03μ	
V47	1	0.9	4.4	2	0	1.6	0	1.2	0.1	3.2	12	73.6		>1.03μ	
V48	1	0.9	4.4	2	0	1.6	0	1.2	0.1	3.4	11.9	73.5		>1.03μ	
V49	1	0.9	4.4	2	0	1.6	0	1.2	0.1	3.6	11.9	73.3		>1.03μ	
M1	0	0.6	4.9	13	0	0	0.5	0.4	0	0	0	80.6	1.74	<1.02μ	
M2	0	5	27	0	0	0	5.5	0	0	0	0	62.5		磁性	

【 0 1 0 0 】

(用途)

本開示で記載の合金は、様々な用途及び産業で使用され得る。用途のいくつかの非限定的な実施例が含まれる。

【 0 1 0 1 】

露天採掘用途には、以下の部品と、以下の部品のためのコーティングが含まれる。該部品とは、スラリーパイプライン用の耐摩耗性スリーブ及び／又は耐摩耗性ハードフェーシングと、ポンプハウジング又はインペラ又は泥水ポンプ部品用のハードフェーシングを含む泥水ポンプ部品と、シュートブロック又はシュートブロックのハードフェーシングを含む給鉱シュート部品と、限定はされないが、ロータリーブレイカースクリーン、バナナスクリーン、及びシェーカースクリーンを含むセパレーションスクリーンと、自生粉砕ミル及び半自生粉砕ミル用のライナーと、グランド係合ツール及びグランド係合ツール用のハードフェーシングと、バケツ及びダンブトラックライナー用の摩耗板と、ヒールブロック

10

20

30

40

50

及び採鉱ショベル上のヒールブロック用のハードフェーシングと、グレイダーブレード及びグレイダーブレード用のハードフェーシングと、スタッカリクレーマと、整粒クラッシャと、採鉱部品及び他の粉碎部品用の一般的な摩耗パッケージである。

【0102】

先の説明から、発明に値する非磁性合金及び使用方法が開示されていることがわかるであろう。いくつかの構成要素、技術、及び様態はある程度詳細に記載されているが、本開示の精神及び範囲から逸脱することなく、上記の特定の設計、構造、及び方法論に多くの変更を加え得ることは明らかである。

【0103】

別々の実装に関して本開示で記載の特定の特徴もまた、単一の実装を組み合わせで実装され得る。逆に、単一の実装に関して記載の種々の特徴もまた、複合的な実装で別々に、又は任意の適切な組み合わせで実装され得る。さらに、特徴は、特定の組み合わせで機能すると上記で説明されているが、請求された組み合わせからの1つ以上の特徴は、場合によってはその組み合わせから削除され得、その組み合わせは、任意のサブコンビネーションとして、又は任意のサブコンビネーションの変形として請求されてもよい。

【0104】

さらに、方法は特定の順序で図面に描かれているか、又は明細書に記載されていてもよいが、所望の結果を得るために、示された特定の順序又は連続した順序でそのような方法を実行する必要はなく、全ての方法を実行する必要もない。図示又は説明されていない他の方法は、例示的な方法及びプロセスに組み込まれ得る。例えば、1つ以上の追加の方法は、記載の方法のいずれかの前、後、同時、又は間に実行され得る。さらに、他の実装において、方法は再編成又は再整理されてもよい。また、上記の実装における種々のシステム構成要素の分離は、全ての実装でそのような分離を必要とするものとして理解されるべきではなく、記載の構成要素及びシステムは、一般に、単一の製品に統合され得るか、又は複数の製品に包括され得る、と理解されるべきである。加えて、他の実装が本開示の範囲内に含まれる。

【0105】

特に言及しない限り、又は文脈中で用いられているとおりであると理解される限り、「できる」、「できた」、「してもよい」、又は「し得る」等の条件的な用語は、一般に、ある実施形態が特定の特征、要素、及び/又はステップを含む、又は含まないことを伝えることを意図する。従って、そのような条件的な用語は、一般に、特徴、要素、及び/又はステップが1つ以上の実施形態に多少なりとも必要であることを示唆することを意図していない。

【0106】

特に言及しない限り、又は文脈中で用いられているとおりであると理解される限り、「X、Y、及びZの少なくとも1つ」等の結合的用語は、一般に、項目、言葉等が、X、Y、又はZであってよいことを伝える、ということを目的としている。よって、そのような結合的用語は、一般に、特定の実施形態が、Xの少なくとも1つ、Yの少なくとも1つ、及びZの少なくとも1つの存在を必要とすることを示唆することを意図していない。

【0107】

本明細書で用いられる、「およそ」、「約」、「一般に」、及び「実質的に」等の程度を示す用語は、まだ所望の機能を発揮するか又は所望の結果を達成させる、記載された値、量、又は特徴に近い値、量、又は特徴を示す。例えば「およそ」、「約」、「一般に」、及び「実質的に」という用語は、提示した値の10%以下、5%以下、1%以下、0.1%以下、及び0.01%以下の範囲内にある値をいう。もし提示した値が0（例えば、値なし、値を有しない）であれば、上記の列挙した範囲は、特定の範囲であり得、特定の体積%の範囲内には入らない。例えば、提示した値の10w/v%以下、5w/v%以下、1w/v%以下、0.1w/v%以下、0.01w/v%以下の範囲内である。

【0108】

いくつかの実施形態は、添付の図面に関して説明されている。図面は一定の縮尺で描か

10

20

30

40

50

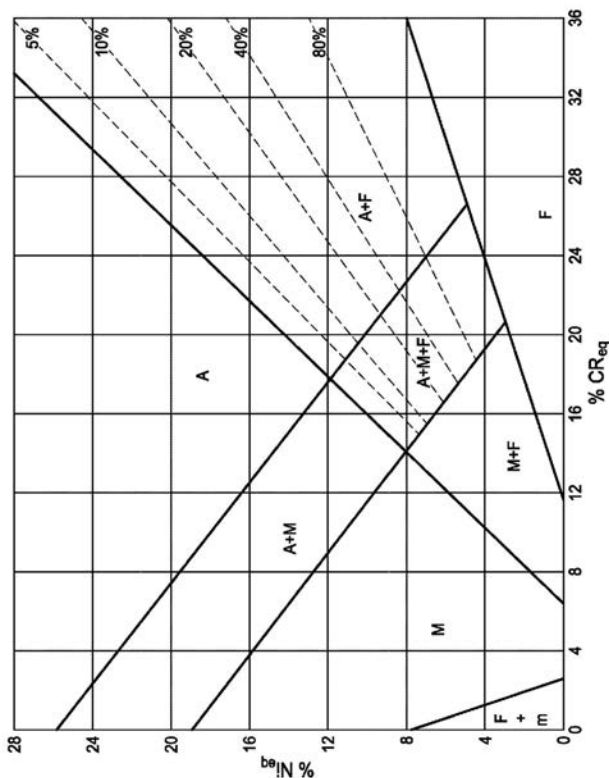
れているが、示されているもの以外の寸法及び比率が考えられ、開示された発明の範囲内であるため、そのような縮尺は限定的なものではない。距離、角度等は、単なる例示であり、図示されたデバイスの実際の寸法及びレイアウトと必ずしも正確な関係を有する必要はない。構成要素は、追加、削除、及び／又は再配置され得る。さらに、種々の実施形態に関連する、任意の特別な特徴、態様、方法、特性、特徴、品質、属性、要素等の本開示は、本明細書に記載の他の全ての実施形態において使用され得る。加えて、本明細書に記載の任意の方法は、列挙されたステップを実行するのに適した任意のデバイスを用いて実行されることが認められるであろう。

【 0 1 0 9 】

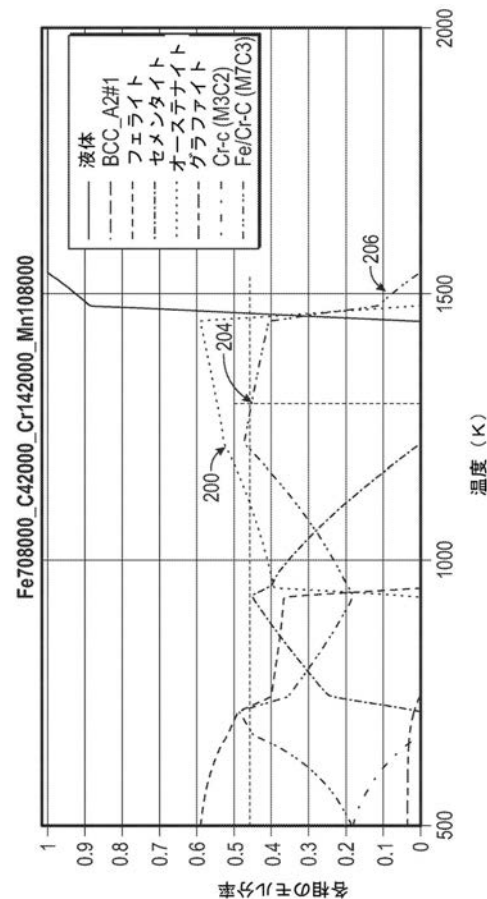
多くの実施形態及びその変形例を詳細に説明したが、他の改変及びそれを用いる方法は、当業者には明らかであろう。従って、本明細書の独特で発明に値する開示又は特許請求の範囲から逸脱することなく、種々の用途、改変、材料、及び置換を同等物で行うことができることを理解されるべきである。

10

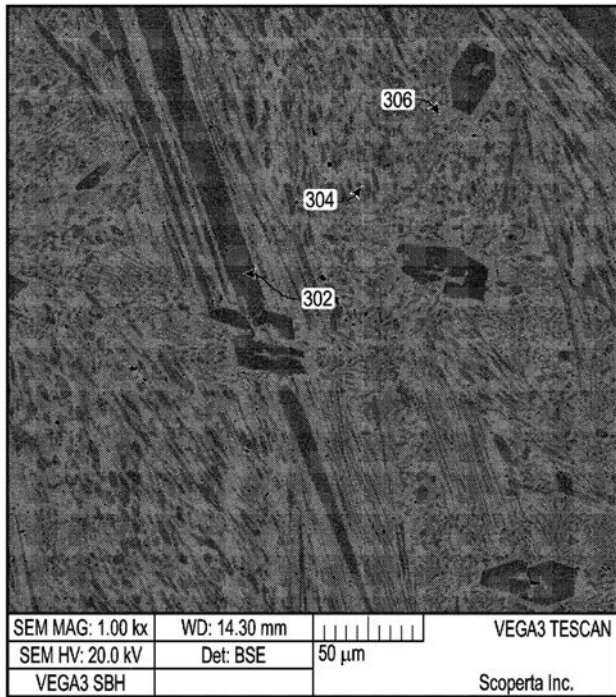
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2018/037028

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B23K35/30 C22C37/06 C22C38/36 C22C38/38 C23C30/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B23K C22C C23C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2014/059177 A1 (SCOPERTA INC [US]) 17 April 2014 (2014-04-17)	1-8, 10-22, 24-34, 36-42, 44-47, 49-54, 56-61, 63-68
A	abstract; claims 1-36; tables 1-5 paragraph [0112] ----- -/--	9,23,35, 43,48, 55,62

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 August 2018

Date of mailing of the international search report

21/08/2018

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mikloweit, Alexander

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2018/037028

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	W0 2017/044475 A1 (SCOPERTA INC [US]) 16 March 2017 (2017-03-16)	1-8, 10-22, 24-34, 36-42, 44-47, 49-54, 56-61, 63-68
A	abstract; claims 1-19; tables 1-8	9,23,35, 43,48, 55,62
A	----- W0 2011/091479 A1 (WEIR MINERALS AUSTRALIA LTD [AU]; DOLMAN KEVIN [AU]) 4 August 2011 (2011-08-04) the whole document	1-68
A	----- US 3 663 214 A (MOORE WILLIAM H ET AL) 16 May 1972 (1972-05-16) the whole document -----	1-68

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2018/037028

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
WO 2014059177	A1	17-04-2014	AU	2013329190 A1		21-05-2015
			CA	2887726 A1		17-04-2014
			CN	104838032 A		12-08-2015
			US	2014105780 A1		17-04-2014
			US	2015275341 A1		01-10-2015
			US	2018066345 A1		08-03-2018
			WO	2014059177 A1		17-04-2014

WO 2017044475	A1	16-03-2017	AU	2016321163 A1		15-03-2018
			CA	2996175 A1		16-03-2017
			CN	107949653 A		20-04-2018
			EP	3347501 A1		18-07-2018
			US	2017067138 A1		09-03-2017
			WO	2017044475 A1		16-03-2017

WO 2011091479	A1	04-08-2011	AP	3200 A		31-03-2015
			AU	2011208952 A1		30-08-2012
			AU	2016203319 A1		09-06-2016
			BR	112012019279 A2		08-05-2018
			CA	2788700 A1		04-08-2011
			CL	2012002140 A1		12-10-2012
			CN	102822368 A		12-12-2012
			CN	105063466 A		18-11-2015
			EA	201290745 A1		28-02-2013
			EP	2531631 A1		12-12-2012
			IL	221231 A		30-11-2016
			KR	20120123686 A		09-11-2012
			KR	20170129974 A		27-11-2017
			KR	20170130622 A		28-11-2017
			KR	20170141294 A		22-12-2017
			MX	344563 B		20-12-2016
			PE	04842013 A1		17-04-2013
			US	2013037179 A1		14-02-2013
			US	2015267283 A1		24-09-2015
			WO	2011091479 A1		04-08-2011
			ZA	201206194 B		24-04-2013

US 3663214	A	16-05-1972	NONE			

フロントページの続き

(81)指定国・地域 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT

(72)発明者 ヴェッキオ, ジェームス

アメリカ合衆国 11590 ニューヨーク、ウェストベリ、プロスペクト アヴェニュー 1
101

(72)発明者 チーニー, ジャスティン リー

アメリカ合衆国 11590 ニューヨーク、ウェストベリ、プロスペクト アヴェニュー 1
101