

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4919968号
(P4919968)

(45) 発行日 平成24年4月18日 (2012. 4. 18)

(24) 登録日 平成24年2月10日 (2012. 2. 10)

(51) Int. Cl.	F I
C 2 3 C 8/36 (2006. 01)	C 2 3 C 8/36
C 2 2 C 38/00 (2006. 01)	C 2 2 C 38/00 3 O 2 Z
C 2 1 D 1/06 (2006. 01)	C 2 1 D 1/06 A
C 2 2 C 38/52 (2006. 01)	C 2 2 C 38/52
C 2 1 D 9/32 (2006. 01)	C 2 1 D 9/32 A
請求項の数 18 (全 11 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2007-548273 (P2007-548273)	(73) 特許権者	590005449
(86) (22) 出願日	平成17年12月13日 (2005. 12. 13)		ユナイテッド テクノロジーズ コーポレ イション
(65) 公表番号	特表2008-525639 (P2008-525639A)		UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION
(43) 公表日	平成20年7月17日 (2008. 7. 17)		アメリカ合衆国, コネチカット, ハートフ ード, ファイナンシャル プラザ 1
(86) 国際出願番号	PCT/US2005/044862	(74) 代理人	100096459
(87) 国際公開番号	W02006/071502		弁理士 橋本 剛
(87) 国際公開日	平成18年7月6日 (2006. 7. 6)	(74) 代理人	100092613
審査請求日	平成20年12月9日 (2008. 12. 9)		弁理士 富岡 潔
(31) 優先権主張番号	60/638, 612		
(32) 優先日	平成16年12月23日 (2004. 12. 23)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鉄を含む構成要素の特性を高める組成及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

鉄基合金を、本質的に最終形状の構成要素にニアネットシェイプ鍛造するステップと、
硬化された表面領域を形成するために、高電流密度イオン注入によって前記構成要素を
表面処理するステップと、

振動性の、化学機械的な超仕上げ法によって前記構成要素の表面粗さを減ずるステップ
と、

を備える構成要素の製造方法。

【請求項 2】

前記構成要素は、動力伝達部品であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 3】

前記動力伝達部品は、ギアであることを特徴とする請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記表面処理は、窒化、浸炭窒化、浸炭、ボロナイジング及びクロマイジングの少なく
とも 1 つを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記構成要素を熱処理するステップと、
前記構成要素を急冷処理するステップと、
前記構成要素を冷却するステップと、
前記構成要素を焼き戻しするステップと、

20

を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記表面領域に亘って、固体潤滑膜を形成するステップと、
を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記固体潤滑膜は、非晶質の水素化炭素を含むことを特徴とする請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記固体潤滑膜は、遷移金属を含むことを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記固体潤滑膜を形成する前に、前記表面領域に亘って、中間膜を形成するステップ
を備えることを特徴とする請求項 6 に記載の方法。

【請求項 10】

前記中間膜は、金属を含むことを特徴とする請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記固体潤滑膜は、前記中間膜に含まれる前記金属を含む非晶質水素化炭素からなるこ
とを特徴とする請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記鉄基合金は、少なくとも 5 重量%のコバルト、少なくとも 1.5 重量%のニッケル
、1.0 重量%以下の炭素、及び 1.5 重量%以下のモリブデン、クロム、タングステン又
はバナジウム及びこれらの組み合わせを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 13】

鉄基合金を、本質的に仕上げ処理された構成要素の形状にニアネットシェイプ鍛造する
ステップと、

前記鉄基合金の表面領域を、高電流密度イオン注入法で硬化された表面領域に変換する
ステップと、

前記硬化された表面領域に亘って、被膜を形成するステップと、

前記被膜の形成の前及び／又は後に行われる振動性の、化学機械的な超仕上げ処理法で
表面粗さを減ずるステップと、
を備える構成要素の製造方法。

【請求項 14】

前記鉄基合金は、少なくとも 5 重量%のコバルト及び少なくとも 1.5 重量%のニッケ
ルを含む組成物を有することを特徴とする請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

前記鉄基合金は、1.0 重量%以下の炭素、及び 1.5 重量%以下のモリブデン、クロム
、タングステン、又はバナジウム及びこれらの組み合わせを含む組成物を有することを特
徴とする請求項 13 に記載の方法。

【請求項 16】

前記被膜は、非晶質の水素化炭素膜を含むことを特徴とする請求項 13 に記載の方法。

【請求項 17】

前記被膜と前記硬化された表面領域との間に中間膜を形成する工程
を備えることを特徴とする請求項 13 に記載の方法。

【請求項 18】

前記中間膜は、遷移金属を含むことを特徴とする請求項 17 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に、ニアネットシェイプ（NNS）鍛造と、高強度、高靱性（HSH T）
鉄合金類、及び合金類の鍛造物の表面特性を高めるための熱化学処理の利用との組み合
わせに関する。更に詳細には、本発明は、動力伝達システム内のギア及び他の部品に対す

10

20

30

40

50

るN N S鍛造、合金の選択、及び熱化学処理の利用法に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、ギアを製造する従来の方法では、多くの連続処理工程を必要とする。一般的に、鍛造されたビレット原料を、粗く、過大な最終形状にホブ切りし、そして例えば、浸炭によって熱化学処理し、その後、ゆっくり冷却する。次の工程は、再オーステナイト化し、急冷処理し、極低温処理によって冷却し、焼き戻し（時効）し、研磨仕上げし、腐食検査し、ショットピーニングし、ホーニングし、そして最終検査する。このような方法により、製造処理時間が延長され、そしてコストが増大する。

【0003】

鉄合金ブランクの従来のホブ切りでは、外周の構造の組織つまり形成操作前からブランク中に含まれる場合がある好ましい粒子配向を切削することによってギアの歯の形状を形成するので、形成操作により生ずることが可能である性能の利益を減ずる。

【0004】

ギア用途に使用される合金は、例えば、剪断歪み、曲げ疲労負荷、並び腐食及びアブレイシブ磨耗による表面劣化に抗する能力を必要とする。従来のギアの合金は、極めて高い性能を適用する場合に必要とされる強度及び靱性の点で、依然として制限されている。

【0005】

熱化学処理を含む表面工学処理法では、一般に、従来の合金の性能を改良する必要がある。鉄基合金の構成要素、例えば動力伝達部品の場合、構成要素の性能を高めるために、屢々、構成要素のコアの周囲に硬化された表層殻を形成するのが望ましい。強化された又は化学変化した表層殻により、耐摩耗性及び耐腐食性が形成されると同時に、コアに対しては、靱性、耐衝撃性、及び曲げ疲労強さが形成される。

【0006】

スチール合金から製造される動力伝達部品に対して硬化された表層殻を形成すると共に、合金における当初の硬度、強度及び靱性を維持する種々の方法が従来から存在する。このような特性を達成するために使用される従来の方法は、浸炭及び窒化を含み；或いは、新規で、従来のものではない熱化学処理、例えば高電流密度イオン注入を利用して、所望の状態及びコア特性を達成又は維持しても良い。

【0007】

硬化された表層殻をギアに形成する方法は、例えば、製造時間及びコストを増大させる多くの連続処理工程を必要とする。

【0008】

従って、ギアを製造する場合の時間及びコストを減じ、ギアを切削する場合と比較して、特性及び性能の属性を改善し、そして熱化学処理での利用に好適で、改善された強度及び靱性を有する合金類を特定することに対する需要が残っている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

上述の背景技術における課題及び制限は、本発明によって克服される。本発明を用いて、例えば、ギアを製造するニアネットシェイプ鍛造法により、ギアをホブ切りする必要性を取り除き、そして機械特性を増大するが、機械特性は、改良された高強度及び高靱性のH S H T鉄合金類を用いることによって、更に改善される。合金類は、製造時間及びコストを更に低減する方法により処理する熱化学表面処理によって高められ得る表面特性を有し、そして処理された製品の表面粗さを、化学機械的手段によって等方的に超仕上げ処理して、耐腐食性及び耐摩耗性を含む表面特性を更に高めることが可能である。

【0010】

本発明の実施の形態は、合金のビレットを最終のギア形状にニアネットシェイプ鍛造するものの、その後、熱処理及び熱化学的表面加工処理した後に、最終的な機械加工及び超仕上げ処理を施す微小な原料の余地を備えた方法である。

10

20

30

40

50

【0011】

本発明の他の実施の形態は、ギアの合金が、高強度、高靱性合金類から選択される方法である。

【0012】

本発明の他の実施の形態は、ニアネットシェイプ鍛造される高強度、高靱性合金を熱処理及び熱化学的に処理して、例えば、所定の表面工学と多数の合金処理工程を相乗的に組み合わせ、加工処理時間、コスト及び出荷について十分に減ずると共に、作業性能の所望の増大を維持する方法である。

【0013】

本発明の他の実施の形態は、熱処理及び熱化学的に処理して、所定の表面工学と多数の合金熱処理工程を相乗的に組み合わせる高強度、高靱性合金を含むニアネットシェイプ鍛造により、更に、その後の化学機械的な処理工程に影響を及ぼして、表面粗さを減じ、更に、これにより得られる表面特性を高めると同時に、バルク及び表面の性能の所望の増大を維持する方法である。

【0014】

従って、本発明により、ニアネットシェイプ（NNS）鍛造と、この種の高強度、高靱性（HSH T）鉄合金類、及び合金類の鍛造の表面特性を高めるための熱化学処理の利用との組み合わせを教示することが見出され得る。

【0015】

組み合わせは、例えば、動力伝達システム内のギア及び他の部品が許容可能な曲げ疲労及び表面疲労設計を高めるために、構成要素又はシステムの特性を改良する新規な取り組みを含む。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

図1は、金属合金10の概略図を示しており、コア12と、コア12上の表面領域14と、を含む。金属合金10は、鉄基合金であり、一般に、窒素非含有であり、そして焼き戻し即ち時効温度を含め、結合された組成及び熱硬化処理を有する。焼き戻し即ち時効温度は、金属合金10の組成に応じて異なり、金属合金を熱処理して、金属合金10の特性、例えば硬度、強度及び靱性を変更する温度である。

【0017】

金属合金10の組成は、本質的にNi-Cr二次硬化マルテンサイト系スチールであり、これにより、高強度及び高靱性が得られる。すなわち、金属合金10の最大引張強さは、約170ksiを超過し、そして降伏応力は、約140ksiを超過し、そして例えば、最大引張強さは、約285ksiであり、降伏応力は、約250psiである。高強度及び高靱性により、動力伝達部品として用いる時に所望の性能が得られる。従来の真空溶解及び再溶解の経験を用いるが、これは、金属合金10から得られる不純物の元素を取り除き、そして高強度及び高靱性を達成するために、例えば、希土類金属のMg、Ca、Si、Mn及びこれらの組み合わせを含む元素のゲッターリングの使用を含む場合がある。微量で存在する不純物の元素、例えばS、P、O及びNにより、強度及び靱性を減ずる場合がある。

【0018】

金属合金10の合金成分及び焼き戻し（時効）温度は、合金の炭化物の M_2C （但し、Mが金属炭化物形成元素を表す。）が、 Fe_3C （比較的粗な前駆体の炭化物）よりも安定となるように熱力学的条件を満足して、 Fe_3C が分解し、そして合金炭化物の M_2C が沈殿するのが好ましい。 M_2C 合金の炭化物形成元素は、表面の加工処理前における従来の沈殿-熱処理中に二次硬化を生成するように M_2C 沈殿の微細な分散を形成することによって、金属合金10に高強度及び高靱性を形成する。好ましい合金炭化物形成元素は、Mo及びCrを含み、これらを金属合金10中で炭素と結合させて、 M_2C を形成する。金属合金10は、1.5～15重量%のNi、5～30重量%のCr、及び5重量%以下の炭化物形成元素、例えばMo、Cr、W、V又はこれらの組み合わせを含み、これが、

約 0.5 重量% 以下の C と反応して、 M_2C 形の金属炭化沈殿物を形成するのが好ましい。金属合金 10 は、1 つまたは複数の好ましい合金炭化物形成元素を含んでいても良いことが理解される。

【0019】

炭化物形成元素は、強度及び靱性に有利である。なぜなら、かかる元素は、 M_2C の微細な分散を形成するからである。他の所定の合金化元素、例えば Al、V、W、Si、Cr は、他の化合物、例えば窒化物の化合物を形成する場合もある。かかる合金化元素及び炭化物形成元素は、金属合金 10 の強度、靱性及び表面硬化性に影響を与える。

【0020】

一般に、金属合金 10 は、オーステナイト相領域（オーステナイト化）中で 1500 ° F を超えての熱処理によって硬化されて、分解炭化物等を形成する。その後、急冷処理し、そして約 -（マイナス）100 ° F で冷却して、オーステナイト構造をマルテンサイトに変換する。後者のマルテンサイトは、炭素原子が閉じこめられているので、極めて硬質で、割れやすく、体心立方（BCT）結晶構造を有する準安定相である。従って、この段階では、金属合金 10 のコア 12 及び表面領域 14 は、概ね立方晶構造 16 を有している（図 2）。

【0021】

図 2 に示されているように、立方晶構造 16 は、長さ 18 を有する側面を形成する原子格子部位 17 を含み、これは、主として、長さ 20 を有する側面に対して垂直である。立方晶構造 16 において、長さ 18 は、長さ 20 と等しくない。次の時効熱処理は、マルテンサイト構造の軟化と、構造を強化する Fe_3C 相の M_2C への変換との両方に対して用いられる。後者の変換反応は、支配的な傾向にあり、これにより二次硬化に至る。これらの反応により、曝露温度及び時間に応じて、他の相、例えばオーステナイト及び／又はフェライトへの準安定性マルテンサイトの BCT 構造の変換のような結晶構造の同時変化に至る。鉄基合金を、代わりに、他の結晶構造、これに限定しないが、面心立方（例：オーステナイト）及び体心立方（例：フェライト）で形成可能であることを理解すべきである。これらの相変換により、寸法が変化する場合がある。

【0022】

図 3 は、表面領域 14 を、図 4 に示すように硬化された表面領域 28 に変換中の金属合金 10 の概略断面図を示している。高電流密度イオン注入（高強度のプラズマイオン処理）窒化法を用いて、硬化された表面領域を形成するものの、他の表面硬化方法、これに限定しないが、浸炭窒化、浸炭、ポロナイジング及びクロマイジングを利用可能である。

【0023】

高電流密度イオン注入（高強度のプラズマイオン処理）窒化法は、適当な反応器中で行われ、その例が、図 5 に概略的に示されている。金属合金 10 は、反応器 34 に導入される。金属合金 10 は、高電流密度イオン注入（高強度のプラズマイオン処理）チャンバ 36 中においてカソード 38 に導入される。カソード 38 には、金属合金 10 にバイアス電圧が供給されるので、金属合金 10 を所望の温度まで加熱するが、温度は、金属合金 10 の熱処理温度未満、例えば時効即ち焼き戻し温度未満である。

【0024】

熱処理温度を超える温度まで金属合金 10 を加熱すると、現在の結晶構造 16 を変更し、金属合金 10 における残留応力を軽減し、そうでなければ、望ましくはないがコアの微細構造及び特性を変更し、そして望ましくはないが、金属合金 10 の寸法を変更する。金属合金 10 の熱処理温度未満であるのが一般的である温度を利用することにより、金属合金 10 の強度、靱性、現在の立方晶構造 16 及び寸法は、高電流密度イオン注入（高強度プラズマイオン処理）窒化処理によって保持される。金属合金 10 又は金属合金 10 から形成される動力伝達部品を寸法形成する次の処理が削除される。好ましい金属合金 10 の組成の場合、熱処理温度は、700 ~ 1000 ° F の範囲である。他の組成の場合、熱処理温度は、異なっても良い。

【0025】

チャンバ 36 は、反応器 34 のチャンバ 36 内の真空を維持する真空ポンプ 40 を含む。有効なバイアス装置 42 により、カソード 38 に 100 ~ 1500 V のバイアス電圧が供給される。バイアス電圧は、150 ~ 700 V の範囲であるのが好ましい。カソード 38 に取り付けられる熱電対 44 は、カソード 38 の温度を検出し、冷却システム 46 は、チャンバ 36 の温度を制御するための冷却能力を提供する。チャンバ 36 は、貯蔵タンク 48 中の前駆体ガスと連通している。前駆体ガス貯蔵タンク 48 は、気体、例えば窒素、水素及びメタンを含んでいても良いが、これらの気体を、高電流密度イオン注入（高強度のプラズマイオン処理）窒化処理中に必ずしも利用する必要がないことに留意すべきである。通路 50 は、前駆体ガス貯蔵タンク 48 を内側チャンバ 40 に接続し、そしてガス貯蔵タンク 48 からの気体流を制御するためのガス計量装置 52 を含む。フィラメント 54 のプラズマ放電電圧装置により、フィラメント 56 にイオン化電圧を供給し、通路 50 から引き込んだガスをイオン化する。フィラメントのプラズマ放電電圧は、30 ~ 150 V の範囲であるのが好ましく、更に好ましくは約 100 V である。反応器 34 のこのような構成は、限定を意味するものではなく、高電流密度イオン注入（高強度のプラズマイオン処理）反応器並びに他の表面加工処理法を利用する反応器の構成を用いても良いことを理解すべきである。

【0026】

温度、チャンバ 36 内の真空圧、前駆体ガスの流量及び割合、処理時間、フィラメントのバイアス電圧、及び有効なバイアス電圧を、高電流密度イオン注入（高強度のプラズマイオン処理）窒化処理中に制御して、金属合金 10 に硬化された表面領域 28（図 4）を形成する。好ましい条件は、例えば、700 ~ 約 1000 ° F の範囲の温度、チャンバ 36 内の約 0.5 ~ 5.0 ミリトールの範囲の圧力、10 ~ 100 % の範囲、好ましくは 80 ~ 100 % の範囲の窒素を含む窒素及び水素の前駆体ガス混合物、及び約 5 ~ 200 時間の範囲、好ましくは 10 ~ 100 時間の範囲の時間である。更に好ましくは、条件は、必要とされる殻の深さに応じて、約 800 ~ 約 875 ° F の温度、チャンバ 36（図 5）内の 0.75 ミリトールの圧力及び約 12 時間の時間に制御される。

【0027】

好ましい条件下において、チャンバ 36 内の窒素雰囲気 26（図 3）から得られる窒素は、金属合金 10 の表面領域 14 に拡散する。窒素は、表面領域 14 に介在して拡散するので、表面領域 14 を硬化し、そして表面領域 14 を硬化された表面領域 28 に変換する。かかる処理中、チャンバ 36 から得られるイオンは、表面領域 14 に拡散することなく表面領域 14 に衝撃を与える。すなわち、イオンは、表面領域 14 に衝突するので、表面領域 14 に存在し得る酸化物及び他の不純物を取り除く。更に、有効なバイアス及びフィラメント電圧に利用されるバイアス電圧は、より低い作動電圧を利用する他の窒化処理、例えばプラズマ（イオン）窒化と比較して、更に好ましい処理カイネティクス（kinetics）の利益を供給する。

【0028】

好ましくは、硬化された表面領域 28 は、硬化された表面領域 28 の外表面 30 と硬化された表面領域 28 の内側部分 32 との間の深さ D に亘る窒素濃度の段階的移行を有する。

【0029】

図 6 の線 62 は、深さ D に亘る段階的窒素濃度分布を示している。比較として、線 64 は、概ね急な窒素濃度の窒素濃度分布を示している。線 62 の場合、硬化された表面領域 28 への浅い部分、例えば外表面 30 近傍で、窒素濃度は、コア 12 における窒素濃度と比較して、比較的高い。より深い部分、例えば内側部分 32 近傍において、窒素濃度は、比較的低く、コア 12 の窒素濃度に近づく。種々の窒素濃度分布は、好ましい条件の変更により得られることを理解すべきである。

【0030】

図 7 は、他の高電流密度イオン注入（高強度のプラズマイオン処理）窒化処理後の金属合金 10 を概略的に示している。700 ~ 約 1000 ° F の好ましい範囲に近い温度を利

10

20

30

40

50

用するか、又は追加の気体、例えばメタンを利用することにより、鉄及び窒素の化合物 68、例えば γ' 又は ϵ 化合物を表面領域 14 に形成可能である。化合物 68 の形成は、一般に、被膜を、その後、化合物 68 に亘って積層する場合に好ましくないものの、化合物 68 により、金属合金 10 に耐腐食性を提供する。

【0031】

更に、アロイ化元素、例えば Al、V、W、Si 及び Cr は、金属合金 10 に存在していても良い。アロイ化元素を含む窒化物は、高電流密度イオン注入（高強度のプラズマイオン処理）窒化処理中に形成可能である。窒化物の存在は、金属合金 10 の機械特性に対して不利益なのが一般的であり、所定の窒化処理条件下で形成可能であり、窒化鉄化合物との錯体に対して特に不利益である；しかしながら、このようなアロイ化元素の存在は、
10

【0032】

図 9 は、高電流密度イオン注入（高強度のプラズマイオン処理）窒化処理後の金属合金 10 を概略的に示している。金属合金 10 は、硬化された表面領域 28 上に被膜 84 を含み、これは、段階的な窒素濃度分布を有するのが好ましく、本質的に、鉄及び窒素の化合物、例えば γ' 又は ϵ 化合物を含まない。被膜 84 は、蒸着又はマグネトロンスパッタリングによって、硬化された表面領域 28 上に 0.5 ~ 10 μm の厚さで積層されるものの、他の厚さが望ましい場合がある。公知の化学蒸着、物理蒸着、及びプラズマ補助化学蒸着が好ましい蒸着法である；しかしながら、他の蒸着法又はハイブリッド蒸着法を利用しても良いことを理解すべきである。
20

【0033】

積層された被膜 84 は、固体潤滑膜、例えば非晶質の水素化炭素であるが、他の被膜を用いても良い。非晶質の水素化炭素膜は、室温条件下での圧縮において 800 MPa 未満の 2 軸残留応力を有し、400 °F を超える温度で熱安定性であり、そして Al_2O_3 のスラリ中において $3 \times 10^{-15} \text{m}^3 \text{m}^{-1} \text{N}^{-1}$ 未満のアブレイシブ磨耗速度を有している。非晶質の水素化炭素膜は、被膜 84 の潤滑特性を変更するために、金属即ち遷移金属、例えばチタン、クロム、タングステン又は他の遷移金属を含んでいても良い。上記の説明では、所定の性能特性を改善するために、合金又は構成要素の表面に塗布され得る多くの種類の固体潤滑膜に関する非限定例を示していることに留意すべきである。

【0034】

図 9 を参照すると、中間膜 86 が、被膜 84 と硬化された表面領域 28 との間に積層されて、硬化された表面領域 28 に被膜 84 を強固に結合させる。中間膜 86 は、硬化された表面領域 28 と被膜 84 の両方を強固に結合する。中間膜 86 は、金属であるのが好ましく、非晶質の水素化炭素膜に含まれるのと同じ遷移金属であるのがより好ましい。一般に、類似の材料、例えば 2 種類の金属は、異なる材料、例えば金属と非金属より強固な結合を形成する。従って、中間膜 86 の金属は、硬化された表面領域 28 の金属及び非晶質の水素化炭素膜の遷移金属に対して強固に結合する。
30

【0035】

ギアを製造する方法は、例えば、多くの連続処理工程を必要とする。一般に、鍛造されるピレット原料を、粗く、過大な最終形状にホブ切りし、そして例えば、浸炭によって熱化学的に処理し、その後、ゆっくり冷却する。次に、必須の工程あるいは任意選択的な工程として、再びオーステナイト化し、急冷処理し、極低温処理によって冷却し、焼き戻し（時効）し、研削仕上げし、腐食検査し、ショットピーニングし、ホーニングし、そして最終検査する。かかる方法により、製造処理時間が延長され、そしてコストが増大する。
40

【0036】

例えば、ギアを製造するニアネットシェイブ鍛造法により、ギアをホブで切削する必要がない。ニアネット鍛造法では、材料流を、ギアの形状に流すことによって機械特性に有益である。この方法により、歯の曲げ疲労を含む機械特性の改善を促進する微細構造の配列が得られる。

【0037】

ギアの材料が、高強度、高靱性の鉄の合金類から選択される場合、ギアの性能は、更に改善される。

【0038】

合金類は、製造時間及びコストを更に減ずる方法による熱化学的な表面処理によって高めることが可能である表面特性を有している。

【0039】

更に、動力伝達システム内のギア、ベアリング及び他の部品の性能特性についても、かかる構成要素の表面の靱性を、超仕上げ法によって精製することによって改善され得る。1つの好適な超仕上げ技術が、米国特許第4491500号に記載され、これは、金属表面を精製する方法であって、液体の化学物質を用い、次につや出し液を用いる2工程法を開示している。比較的軟質な被膜が形成され、これを、次に処理し、そして物理的に除去する。かかる技術において、約15μインチを超える相加平均粗度値の硬質金属面を有する多数のオブジェクトからなる多数の要素を、大規模な仕上げ装置の容器に導入する。多数の要素を、酸化条件下で、急速反応可能な液体物質で湿潤させて、オブジェクト表面の金属を、実質的に減じられた硬度の安定な膜に化学的に転化し、そして液体物質を用いた湿潤状態の金属表面を保持しつつ、多数の要素を急速に振動させ、要素間で相対運動およびアブレイシブ接触を起こし、そして液体の物質を連続的に酸素添加する。液体物質の反応性及び要素の振動に対する強度を制御して、少なくとも視覚で認知可能な水準で金属表面に対して安定な膜を保持する。振動は、約14μインチ未満、好ましくは約10μインチ未満の相加平均粗度の仕上げを形成するのに十分な時間に亘って継続する；その後、オブジェクトを処理して、金属表面から安定な膜を分解するのが一般的であろう。

【0040】

かかる技術の好ましい実施の形態において、大規模な仕上げ装置に導入される多数の要素は、多量の研磨仕上げ媒体を含み、そして振動工程は、6時間未満に亘って行われるであろう。一般に、表面は、鉄、銅、亜鉛、アルミニウム、チタン及びこれらの合金からなる群から選択される金属からなり、そして安定なフィルムは、基板金属の酸化物、リン酸塩、シュウ酸塩、硫酸塩及び／又はクロム酸塩を含むであろう。従って、対象の表面における金属を化学的に転化させるために利用される液体物質は、通常、1つまたは複数の以下の基：すなわち、リン酸塩基、シュウ酸塩基、硫酸塩基、クロム酸塩基及びこれらの混合物を含む溶液であり、そして所定の場合、物質は、酸化剤を更に含むのが好ましく；液体物質は、酸性のpH値を有するのが一般的である。リン酸塩基及びシュウ酸塩基を過酸化化合物化合物と一緒に含む溶液は、鉄を含む金属表面の精製に特に効果的であることが頻繁に見出され、そしてこれを、トリポリホスフェート塩、シュウ酸及び過酸化水素から製造可能である。

【0041】

従って、ニアネットシェイプ(NNS)鍛造、熱化学処理、合金類の鍛造品の表面特性を高めるための、振動性の、化学機械的処理法(化学的に促進される振動性のつや出し)、例えば超仕上げ処理、そして表面の被覆を含むために、高強度、高靱性(HSHT)鉄合金類の構成及びその加工処理法の選択に関する組み合わせでは、構成要素又はシステムの特性を改善するための新規な取り組みを含むことが、本発明の好ましい実施の形態に関する上述の詳細な説明から認識されるであろう。例えば、かかる組み合わせにより、動力伝達システム内のギア及び他の部品が許容可能である曲げ疲労及び表面疲労設計を高める。

【0042】

従って、本発明による主たる利点として、以下のものが挙げられる：すなわち、ホブでの切削を省くと同時に、軸疲労及び曲げ疲労強さを含めた強度を増大させるニアネットシェイプ鍛造法を特定し、従来のギア合金に対して改善された高強度及び高靱性を有する新規な鉄合金類を使用し表面特性を高めるために、従来及び／又は新規の手段によってかかる合金を熱化学処理し、表面特性及び性能を更に高めるために、熱化学処理されたままの製品の表面粗さを低減し、そしてこれらの要素を表面特性及び性能が高められ、そして製

造時間及びコストを減ずるような手法で組み合わせる。

【0043】

本発明の例示的な実施の形態が、特定の実施の形態及びその用途を参照しつつ示され且つ記載されたものの、当業者であれば、本願明細書に記載の発明に対する多くの変化、修正又は変更を、本発明の真意又は範囲から逸脱することなく行うことができることは、明らかであろう。従って、このような全ての変化、修正及び変更は、本発明の範囲内にあるとして理解される。

【0044】

本発明に関する上記の説明が、特定の実施の形態及びその用途を参照しつつ示され且つ記載されたものの、例示及び説明目的であって、網羅するか、又は本発明を、開示された特定の実施の形態及び用途に限定する意図で用いたものではない。当業者であれば、本願明細書に記載の発明に対する多くの変化、修正、変形又は変更を、本発明の真意又は範囲から逸脱することなく行うことができることは、明らかであろう。特定の実施の形態及び用途は、本発明の原理及びその実際の用途を最良に説明し、これにより、当業者が本発明を種々の実施の形態で利用し、そして意図する特定の使用法に適するように種々の修正をしつつ利用可能となるように選択され、そして記載される。従って、このような全ての変化、修正、変形及び変更は、これらが適切に、法的に、そして公正に権利付与される幅に従って解釈される場合に添付の特許請求の範囲に基づき決定されるので、本発明の範囲内と理解される。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】 金属合金の概略図を示している。

【図2】 結晶構造の概略図を示している。

【図3】 表面処理中の金属合金の概略図を示している。

【図4】 金属合金及び硬化された表面領域の概略図を示している。

【図5】 プラズマ（イオン）窒化チャンバの概略図を示している。

【図6】 硬化された表面領域の深さに亘る窒素濃度分布を示している。

【図7】 金属合金の表面領域における窒化物化合物の概略図を示している。

【図8】 金属合金の硬化された表面領域における被膜の概略図を示している。

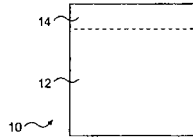
【図9】 金属合金の表面領域における中間膜上の被膜の概略図を示している。

10

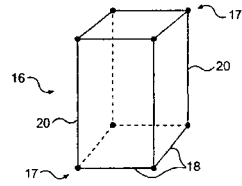
20

30

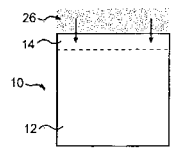
【図 1】



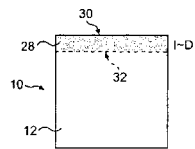
【図 2】



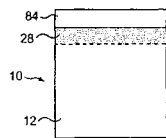
【図 3】



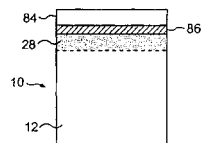
【図 4】



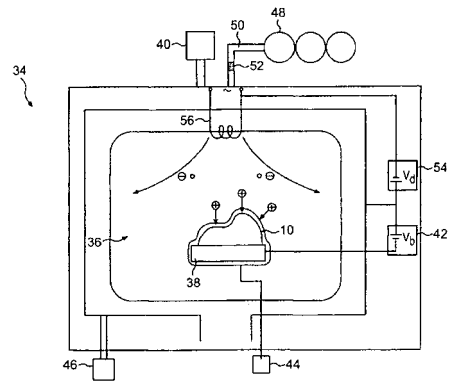
【図 8】



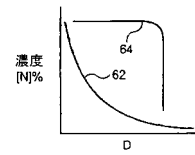
【図 9】



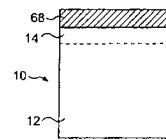
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 2 2 C 9/22 (2006.01) B 2 2 C 9/22 Z

(72)発明者 クーパー, クラーク, ヴィ.
アメリカ合衆国, コネチカット, ハートフォード, ワン フィナンシャル プラザ, ユナイテッド
テクノロジーズ コーポレーション

(72)発明者 ベン, レイモンド, シー.
アメリカ合衆国, コネチカット, ハートフォード, ワン フィナンシャル プラザ, ユナイテッド
テクノロジーズ コーポレーション

(72)発明者 ハンセン, ブルース, ディー.
アメリカ合衆国, コネチカット, ハートフォード, ワン フィナンシャル プラザ, シー/オー
ユナイテッド テクノロジーズ コーポレーション

審査官 市枝 信之

(56)参考文献 特表2002-501984 (JP, A)
米国特許第05181375 (US, A)
特開平04-032548 (JP, A)
特開平03-267380 (JP, A)
特開平02-163313 (JP, A)
特開昭60-177184 (JP, A)
特開2004-307894 (JP, A)
特開平06-336658 (JP, A)
特開平11-073907 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C23C 8/00 ~ 12/02
C23C 14/00 ~ 14/58
C23C 24/00 ~ 30/00
C21D 1/06