

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4406520号
(P4406520)

(45) 発行日 平成22年1月27日 (2010. 1. 27)

(24) 登録日 平成21年11月13日 (2009. 11. 13)

(51) Int. Cl.

F 1

C 2 5 D 15/02 (2006. 01)

C 2 5 D 15/02 F

C 2 5 D 5/14 (2006. 01)

C 2 5 D 15/02 G

C 2 5 D 7/00 (2006. 01)

C 2 5 D 15/02 J

C 2 5 D 5/14

C 2 5 D 7/00 C

請求項の数 15 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-509580 (P2001-509580)
 (86) (22) 出願日 平成12年6月15日 (2000. 6. 15)
 (65) 公表番号 特表2003-504517 (P2003-504517A)
 (43) 公表日 平成15年2月4日 (2003. 2. 4)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2000/005524
 (87) 国際公開番号 W02001/004386
 (87) 国際公開日 平成13年1月18日 (2001. 1. 18)
 審査請求日 平成19年2月6日 (2007. 2. 6)
 (31) 優先権主張番号 199 31 829.8
 (32) 優先日 平成11年7月8日 (1999. 7. 8)
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(73) 特許権者 398071439
 フェデラルーモーグル ブルシャイト ゲ
 ゼルシャフト ミット ベシュレンクテル
 ハフツング
 ドイツ連邦共和国 デー ー 5 1 3 9 9 ブ
 ルシャイト ビュルガーマイスターシュ
 ミットーシュトラーセ 1 7
 (74) 代理人 100068755
 弁理士 恩田 博宣
 (74) 代理人 100105957
 弁理士 恩田 誠
 (72) 発明者 リンデ、ルドルフ
 ドイツ連邦共和国 D-4 2 9 2 9 ヴェ
 ルメルスキルヒェン ハーゼンブファート
 5 1

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電着硬質クロム被覆

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

特にピストン・リング用の電着硬質クロム被覆であって、六価クロムを含む電解質から実質的に形成され、当該被覆内には裂開が在り且つ該裂開内にはダイヤモンド粒子が埋設されている電着硬質クロム被覆において、

上記ダイヤモンド粒子は 0. 2 5 乃至 0. 4 μ m の範囲のサイズを有することを特徴とする電着硬質クロム被覆。

【請求項 2】

当該硬質クロム被覆は合金用元素を有することを特徴とする請求項 1 記載の電着硬質クロム被覆。

【請求項 3】

当該硬質クロム被覆の厚みは 0. 0 0 0 5 乃至 1. 0 mmであることを特徴とする請求項 1 もしくは 2 に記載の電着硬質クロム被覆。

【請求項 4】

前記裂開の間隙幅は 0. 0 0 1 mm より大きいことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の電着硬質クロム被覆。

【請求項 5】

当該クロム被覆は少なくとも 2 層のクロム被覆層を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の電着硬質クロム被覆。

【請求項 6】

前記少なくとも２層のクロム層は異なる結晶構造を有することを特徴とする請求項５記載の電着硬質クロム被覆。

【請求項７】

当該クロム被覆内のダイヤモンド粒子の割合は０．１乃至１０重量％であることを特徴とする請求項１乃至６のいずれかに記載の電着硬質クロム被覆。

【請求項８】

前記裂開内には前記ダイヤモンド粒子の他に付加的な硬質材料粒子が埋設されることを特徴とする請求項１乃至７のいずれかに記載の電着硬質クロム被覆。

【請求項９】

前記硬質材料粒子は、炭化タングステン、炭化クロム、酸化アルミニウム、炭化ケイ素、窒化ケイ素、炭化ホウ素および／または立方窒化ホウ素を含むことを特徴とする請求項８に記載の電着硬質クロム被覆。

10

【請求項１０】

前記裂開内には付加的に、固体潤滑剤粒子、延性および耐食性を増大する固体粒子、および／または、色素としての固体粒子が含まれることを特徴とする請求項１乃至９のいずれかに記載の電着硬質クロム被覆。

【請求項１１】

前記ダイヤモンド粒子は単結晶質ダイヤモンドおよび／または多結晶質ダイヤモンドから形成されることを特徴とする請求項１乃至１０のいずれかに記載の電着硬質クロム被覆。

20

【請求項１２】

当該電着硬質クロム被覆上には流体馴染み用被覆が適用されることを特徴とする請求項１乃至１１のいずれかに記載の電着硬質クロム被覆。

【請求項１３】

前記流体馴染み被覆は、電着されて窒化ケイ素が埋設されたNi-C-P合金被覆であることを特徴とする請求項１２記載の電着硬質クロム被覆。

【請求項１４】

当該電着硬質クロム被覆は段階変化されることを特徴とする請求項１乃至１３のいずれかに記載の電着硬質クロム被覆。

【請求項１５】

30

ピストン・リングに対する、請求項１乃至１４のいずれかに記載の電着硬質クロム被覆の用法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

本発明は、特にピストン・リング用の電着硬質クロム被覆であって、六価クロムを含む電解質から実質的に形成され、当該被覆内には裂開（c r a c k）が在り且つ該裂開内にはダイヤモンド粒子が埋設されている電着硬質クロム被覆に関する。

【０００２】

電着硬質クロム被覆はこれまでも先行技術において公知であり、例えば緩衝器ピストン、油圧部材、ピストン・リングおよび印刷用ローラの表面被覆として使用されている。

40

【０００３】

クロムの電着は依然として比較的に大量のエネルギーを必要とするが、電着クロムは資源の活用の点で極めて経済的である、と言うのも、クロム電解質の略々１００％がクロム被覆として析出され得るからであり；このことが、クロム電気メッキが今日でも多用される理由である。

【０００４】

欧州特許EP 0 217 126は、被覆の全厚に互り裂開の網状組織（network）が延在するという上述の種類の電着硬質クロム被覆を記述しており、これらの裂開内には固体粒子が埋設されている。この種類のクロム被覆は、それ自体が公知である、固体粒子が分散された微小裂開形成クロム・メッキ浴、好適にはクロム酸浴により生成される

50

。クロム・メッキの間、クロム・メッキされるべき被加工品は最初に陰極接続されることから、微小裂開を備えたクロム被覆が形成され、次に上記被加工品は陽極接続されることから、上記微小裂開は所望の間隙幅へと拡開し、これらの裂開には固体粒子が充填される。これに続いて再び陰極へと切換えられることから、各裂開は封鎖されて上記固体粒子は封入かつ囲繞される。この電流の周期的反転は必要であれば所定回数だけ反復され得るが、クロム・メッキのパラメータは、所望の裂開幅、裂開密度、並びに、おそらくは種々の固体粒子充填により裂開充填が生ずる如く、用途に従い変更され得る。

【0005】

欧州特許EP 0 668 375 B1は、分散相から成る基材上に硬質クロム複合被覆を生成するプロセスを開示すると共に、高温摩擦に晒される機械要素に特に適している。このプロセスは、微小裂開を形成するタイプのクロム・メッキ浴であって該メッキ浴に不溶な所定サイズで所定濃度の非金属の粒子の懸濁液を含むクロム・メッキ浴内において少なくとも一層の硬質クロム被覆を電着する工程を含んでいる。上記析出工程と同時に、上記基材は陰極電位に定常的に維持されると共に、最小値と最大値との間で経時的に循環する脈動陰極電流が供給されることによりクロム被覆が達成されるが、該クロム被覆は所定分布の微小裂開と上記非金属粒子を含む分散相とを備えたマトリクスから成り、非金属粒子の幾つかは微小裂開内に囲繞され且つ非金属粒子の幾つかは上記マトリクス内に直接的に埋設される。上記クロム・メッキ浴はクロム酸に基づくと共に、主として溶液内の六価クロムを含んでいる。該欧州特許には、上記プロセスにより生成されると共に水素含有量が比較的に低い被覆も記述されている。

【0006】

更に、欧州特許出願EP 0 841 413 A1は、表面全体に窒化物被覆を備えたピストン・リングを開示しており、窒化物被覆の表面上にはクロム複合層が形成されている。この被覆は、その外側面および内部に形成された裂開の網状組織を有する。これらの裂開内には Si_3N_4 の粒子が囲繞されており； Si_3N_4 粒子の平均サイズは0.8乃至 $3\mu\text{m}$ であると共に電解質内でのこれらの粒子の分散率は3乃至15体積%である。この種の表面被覆に依れば、摩擦摩耗および腐食に対する優れた耐性が達成される。

【0007】

欧州特許出願EP 0 841 414 A1に記述された別の公知のピストン・リングはEP 0 841 413 A1から公知のものと異なる、と言うのも、裂開内には丸形アルミニウム粒子が囲繞されると共に、平均粒子サイズは0.7乃至 $10\mu\text{m}$ であり且つ電解質内の丸形アルミニウム粒子の分散率は3乃至15体積%だからである。

【0008】

最後に、ドイツ公開DE 197 45 811 A1は、部分的にもしくは完全に被覆厚みを通して延在する裂開の網状組織と、該裂開内に埋設されて封入された固体粒子とを備えた電着硬質クロム被覆を記述している。該電着硬質クロム被覆は少なくとも2層の硬質クロム層を備え、それらの少なくとも一方は脈動DC電流により析出されることから、クロムは異なる形態の晶析を有する。これに加えて上記硬質クロムは、金属タングステン、バナジウムおよび／またはモリブデンにより合金化され得る。

【0009】

この公知の先行技術から出発し、本発明の目的は、特に改良された耐摩耗性および耐食性などの改良された物理特性を有する電着硬質クロム被覆を提供するに在る。

【0010】

この目的は、ダイヤモンド粒子が0.25乃至 $0.5\mu\text{m}$ に互るサイズを有するという包括的タイプの電着硬質クロム被覆により満足される。

【0011】

但し、示されたダイヤモンド粒子のサイズは、全ての粒子が同一サイズを有すべきことを意味するものでなく；寧ろ、それらは異なるサイズを有し得ると共に単に0.25乃至 $0.5\mu\text{m}$ の範囲内に在るべきことを意味する。

【0012】

本発明に係る電着クロムは実質的に、六価クロムを含む電解質から形成される。三価電解質から形成されたクロムと対照的に、六価電解質から形成されたクロムは更なる格子欠陥を有する、と言うのも、六価電解質から形成されたクロムは体心立方クロムに加え、電着の間における多大な水素形成の結果としての更なる六方晶水素化クロムを含むからである。これは相当数の格子欠陥に帰着し、故に、析出されたクロムの更に大きな硬度に帰着する。

【0013】

本発明に係る硬質クロム被覆は必ずしも純粋なクロムである必要はない。逆に、一定用途に対しては、特に金属モリブデン、バナジウムおよびタングステンによるクロムの合金化が好適であり得る。

10

【0014】

驚くべきことに、0.25乃至0.5 μm のサイズのダイヤモンド粒子を使用すると、公知の先行技術に係る粒子サイズと比較して更に良好な特性を有する被覆が達成され得る。

【0015】

これまではピストン・リングに対して一般的に、2乃至5 μm のサイズであると共に裂開の網状組織内に埋設された Al_2O_3 粒子に依る電着硬質クロム被覆が使用されていた。これらの被覆は、耐摩耗性および耐食性に関してこれまで最高の特性を示していた。

【0016】

また、ダイヤモンド粒子に依る試験はこれまでは殆ど成功しなかった、と言うのも、酸化アルミニウム粒子に対して習用である如く2乃至5 μm のサイズのダイヤモンド粒子を使用すると、酸化アルミニウム粒子で形成された被覆よりも劣る特性を有し乍らも更に相当に高価である電着硬質クロム被覆のみが達成されたからである。

20

【0017】

エンジン条件下での試験において、本発明に係る被覆を備えたピストン・リングは最大荷重下で6気筒ターボ・ディーゼル・エンジンで85時間使用された。その結果、他の条件が同一であるときに、これまで使用された酸化アルミニウム粒子による電着クロム被覆におけるのと略々同様な約0.17 $\mu\text{m}/1,000\text{ km}$ の気筒摩耗において、本発明に係る電着硬質クロム被覆ではリング摩耗は半分に減少され、すなわち、ピストン・リング被覆として酸化アルミニウム粒子に依る従来の電着硬質クロム被覆を使用したときの0.5 $\mu\text{m}/1,000\text{ km}$ と比較してリング摩耗は0.2 $\mu\text{m}/1,000\text{ km}$ だけであった。

30

【0018】

これに加え、耐食性に対するシミュレート試験においては、(本発明に従い必要とされる)0.25乃至0.5 μm の粒子サイズを有するダイヤモンド埋設クロム被覆は、これまでに使用されて来た2乃至5 μm のサイズの埋設酸化アルミニウム粒子を有するクロム被覆と比較して耐食性が20%も向上され、すなわち、酸化アルミニウム粒子を有するクロム被覆による130%と比較して160%の向上を示した。

【0019】

また、燃焼痕跡耐性に関しても、本発明に係る電着硬質クロム被覆により達成された成果は、これまで適用された如き被覆と比較して相当に優れていた。

40

【0020】

更に、埋設ダイヤモンド粒子を備えた本発明に係る電着硬質クロム被覆は大きな熱的負荷にて相当に改善された特性を示すが、この熱的負荷以下において酸化アルミニウム粒子を備えた習用の被覆は使用限界に達するものである。高温において、ダイヤモンドはグラファイトへと変化する。不十分な潤滑油に関連して高圧が生じたとき、例えばピストン・リングの作動表面に適用された被覆の温度は燃焼痕跡が形成されるほどに高くなり得る。しかし、この状況においてダイヤモンド粒子は好適にグラファイトへと変化し、該グラファイトは次に燃焼痕跡を防止すべく潤滑機能を引き継ぐ。故に本発明に係る被覆はまた、特に約700℃以上の温度にてダイヤモンドがグラファイトへと変化することから、極めて良好な緊急事態特性も有している。

50

【0021】

本発明に係る電着硬質クロム被覆は好適には、先行技術にてこれまでも公知である如く固体粒子が分散されたそれ自体公知のクロム・メッキ浴を使用して生成され得る。クロム・メッキの間において、クロム・メッキされるべき被加工品は先ず、微小裂開硬質クロム被覆が形成される如く陰極へと切換えられ、次に被加工品は、上記微小裂開が所望の間隙幅へと拡開し、該裂開にはダイヤモンド粒子が充填される如く陽極へと切換えられる。

【0022】

もし本発明に係る電着硬質クロム被覆が純粋なクロムでは無く合金化により形成されるならば、合金用元素はクロム・メッキ電解質内に塩として溶解し且つクロムと共に電着される。クロム被覆内に存在する合金用元素の量は、好適には0.1乃至30重量%である。斯かる被覆は摩耗に対して更に耐性を有し且つ純粋なクロム被覆よりも更に延性を有する。

10

【0023】

本発明に係る電着硬質クロム被覆の合計厚みは好適には、粒子のサイズの倍だけは厚くせねばならない。これは、硬質クロム被覆内に形成された裂開の網状組織内に粒子が完全に埋設され得ると共に、個々の粒子がクロム被覆内に部分的にのみ埋設されない様にする上で望ましい。通常は、各裂開が多数のダイヤモンド粒子で充填されることも望ましい。

【0024】

本発明に係る電着硬質クロム被覆の厚みが好適に0.0005乃至1.0mmであるときには、特に好適な結果が達成され得る。

20

【0025】

本発明による電着クロム被覆における裂開のギャップ幅もしくは間隔幅は、埋設されるべき粒子よりも大きくすべきである。固体粒子が裂開内に完全に埋設され得る様に且つ裂開がダイヤモンド粒子に対して小さすぎない様に、本発明に係る電着硬質クロム被覆の裂開の好適な間隙幅は、0.3μmより大きく、特に0.5μmより大きい。

【0026】

本発明に係る硬質クロム被覆においては、それらが少なくとも2層のクロム被覆層から成るときに特に優れた特性が達成されることが示された。また、クロム被覆内において裂開は常に連続的に形成されるものでないことが観察された。更に薄寸の各被覆が適用されると共に個々の被覆の裂開内に粒子が導入された場合には、被覆の全厚に互り且つ被覆の全表面に沿って良好に分布したダイヤモンド粒子を有する被覆が達成され得る、と言うのも、各裂開は常に同一箇所には形成されないからである。

30

【0027】

個々の層の厚みは好適には、約0.0005乃至0.5mmである。

【0028】

本発明に係る硬質クロム被覆が少なくとも2層から成る場合、個々の被覆は、異なるレベルの合金成分または完全に異なる合金成分も有し得る。これは、被覆に対する要件もしくは被覆されるべき被加工品に対する要件に依存して適切な手法で選択され得る。

【0029】

上記電着クロム被覆が、少なくとも2層のクロム被覆層が異なる結晶構造を有する如く形成された場合、本発明に係る被覆の強度特性は更に改善され得る。少なくとも一層の硬質クロムを生成すべく、クロムは5乃至250A/dm²の電流密度で脈動DC電流により、電解質から陰極接続被加工品へと析出されることから、異なる晶析形態による複数層の硬質クロム層が電流密度に対応したクロム層内に析出される。各々の層の析出段階の後、被加工品は陽極へと接続されることから、硬質クロム内の裂開の網状組織は拡開して固体粒子で充填される。

40

【0030】

好適には、異なる結晶構造を有する各被覆が交互に析出される。

【0031】

本発明に係るこのタイプの電着硬質クロム被覆は、限界的な温度および摩耗応力における

50

長い耐用寿命などの更に改善された特性を示した。これはおそらく、2つの被覆の異なる結晶構造の故に特に界面すなわち境界面にて大きな格子応力が生じることから、被覆が全体として更に硬質となるだけでなく、本発明に係る電着硬質クロム被覆の他の機械的特性も改善される、という事実に依るものであろう。

【0032】

本発明に係る電着硬質クロム被覆は、特にクロム被覆内のダイヤモンド粒子の選択含有量が多すぎないときに優れた特性、好適には極めて良好な耐食性および耐摩耗性を有することが示された。本発明に係る被覆は、クロム被覆内のダイヤモンド粒子の割合が0.1乃至10重量%であるときに特に良好な特性を有する。

【0033】

本発明の好適実施例形態においては、ダイヤモンド粒子に加えて電着クロム被覆の裂開内には付加的な硬質材料粒子が埋設される。これらの他の硬質材料粒子は当業者が熟知している任意の硬質材料粒子を含み得るが、特に、炭化タングステン、炭化クロム、酸化アルミニウム、炭化ケイ素、窒化ケイ素、炭化ホウ素および／または立方窒化ホウ素である。

【0034】

付加的な硬質材料粒子を埋設することは好適であり得るが、これは例えば、本発明に係る被覆が使用され得るピストン・リングの作動表面における温度が高くてダイヤモンド粒子がグラファイトへと変化して潤滑機能を引き受けるときに、不十分な潤滑油と同時に高压が生ずる場合などである。但しこの点において、ダイヤモンド自体はもはや、耐摩耗性を改善する役割は果たし得ない。この場合には、ダイヤモンドに付加的に存在する硬質材料粒子の優れた特性が顕在化し、本発明に係る電着硬質クロム被覆の過剰な摩耗を防止する。

【0035】

更に、本発明に係る電着硬質クロム被覆における裂開内に好適には、固体潤滑剤粒子、延性および耐食性を増大する固体粒子、および／または、色素としての固体粒子が含まれ得る。上記硬質材料粒子の他に付加的粒子を埋設することにより、本発明に係る被覆は近い将来における用途に対して適切に適合され得る。例えば裂開内には、固体潤滑剤粒子に加え、六方晶窒化ホウ素および／またはポリマ粒子、特に、ポリエチレンおよび／またはポリテトラフルオロエチレンが導入され得る。

【0036】

本発明に係る硬質クロム被覆の延性を増大すべく、スズ、チタンもしくはアルミニウムの延性金属もしくは金属合金が埋設され得る。

【0037】

耐食性を増大すべく裂開はポリエチレンにて充填され得るが、このポリエチレンは次に裂開内で溶融されることから裂開は該ポリエチレンによりシールされて腐食から保護される。

【0038】

裂開を充填する為には、ダイヤモンド粒子以外の別の粒子も使用され得る。

【0039】

電着クロム被覆内に埋設されたダイヤモンド粒子は好適には、単結晶質および／または多結晶質のダイヤモンドから形成される。合成的にのみ生成され得る多結晶質ダイヤモンドは現在にては単結晶質ダイヤモンドより更に高価であるが、多結晶質ダイヤモンドに依れば更に良好な結果が達成される、と言うのも、多結晶質ダイヤモンドは多くの異なる結晶に依り多数の滑り面を有するからである。

【0040】

但し本発明に係る電着クロムの高い耐摩耗性の故に、被覆の流体馴染み（running-in）は比較的到低速で進行する。このことは、上記被覆がピストン・リング上に使用されるときにそれほど望ましいものではない、と言うのも、この段階においてはオイルの消費および発散に関して望ましくない結果が生じ得るからである。但しこの点に関しては、例えば特殊なラップ仕上げ（lapping）により実現される特殊な表面微細構成に

10

20

30

40

50

より、および／または、耐摩耗性の基本被覆に対してPVDもしくはCVDまたは当業者が精通した他の方法により直流電気で適用されて良好に流体に馴染むピストン・リング被覆を成長させることにより、改善が為され得る。

【0041】

この目的に対しては特に、必然的に迅速な流体馴染みを確かにすると共に燃焼痕跡に対して優れた保護を提供する分散剤として、窒化ケイ素を有するニッケル・コバルト・リン系の分散被覆が使用され得る。

【0042】

本発明に係るダイヤモンド埋設型電着硬質クロム被覆の流体馴染み挙動を改善する更なる可能性は、被覆を段階変化させることである。段階変化は例えば、上記被覆の作動表面上における固体含有量を減少することである。本発明に係る被覆において、固体含有量は内側から外側に向けて減少し得ると共に、最外側の被覆領域においては全く存在しなくとも良い。

【0043】

但し固体含有量はまた、硬質クロム被覆の自由表面の方向においても増大し得る。更に、本発明に係る被覆は、該被覆内に含まれる潤滑剤および／または他の粒子の段階変化も有し得る。

【0044】

本発明に係る電着硬質クロム被覆は、その用途に依存して、表面硬質化が付加的に実行されたときにも好適であり得る。この目的に対しては窒化处理が好適である、と言うのも、窒化处理は極めて良好な精細度を以て実施され得るからであり、すなわち、全表面、または、厳密に定義された一定の領域のみが窒化处理され得るからである。表面の窒化处理は通常、プラズマまたはグロー窒化处理 (glow nitriding) により実施される。但し本発明に係る電着硬質クロム被覆は、例えば窒素によるイオン注入により表面硬質化され得る。

【0045】

既述の如く、本発明に係る電着硬質クロム被覆は高温および摩耗に晒される機械部品に対する作動表面被覆として好適に使用され得ることから、ピストン・リングに対して特に好適である、と言うのも、該被覆は摩擦摩耗と高温での使用とに関して特に好結果を有することが立証されたからである。

【0046】

以下においては、好適実施例に関して本発明を更に十分に説明する。

実施例1:

クロム・メッキの為に、次の置換基を含む裂開形成電解質が使用された:

250 g/l の CrO_3 クロム酸

1.5 g/l の H_2SO_4 硫酸

10 g/l の K_2SiF_6 ヘキサフルオロ・ケイ酸カリウム

0.3乃至0.4 μm の平均粒子サイズを有するモノクリスタル・ダイヤモンド粒子 (50 g/l) が攪拌により電解質内に分散されると共に、クロム・メッキの間において懸濁液内に保持された。

【0047】

クロム・メッキは、60℃の温度にて実施された。

【0048】

クロム・メッキされるべき被加工品は最初に第1工程にて陰極に接続され、65 A/dm³ の電流密度にて8分間クロム・メッキされた。第2工程においては極性が反転され、被加工品を60 A/dm³ の電流密度で1分間に亙り陽極に接続することにより、先に析出されたクロム被覆の裂開の網状組織が拡開されると共に裂開がダイヤモンド粒子により充填された。このサイクルは合計で20回反復されることから、約140 μm の被覆厚みを有する被覆が形成され且つダイヤモンド含有量は被覆全体の3乃至5重量%であった。

【0049】

実施例 2 :

この場合、

250 g/l の CrO_3 クロム酸、

2.5 g/l の H_2SO_4 硫酸

を含む裂開形成電解質がクロム・メッキに使用されると共に、0.3乃至0.4 μm の平均粒子サイズを有する多結晶質ダイヤモンド粒子 (335 g/l) および3 μm の平均粒子サイズを有する酸化アルミニウム粒子 (15 g/l) が攪拌により電解質内に分散され、且つ、クロム・メッキの間において懸濁液内に保持された。

【0050】

クロム・メッキは55℃にて合計5時間実施され、0.2 mmの合計厚みを有するクロム被覆を形成した。クロム・メッキされるべき被加工品は第1工程において先ず陰極に接続され、65 A/dm³の電流密度にて30分間クロム・メッキされた。第2工程においては極性が反転され、被加工品を150 A/dm³の電流密度で30秒間に互り陽極に接続することにより、先に析出されたクロム被覆の裂開の網状組織が拡開されると共に裂開がダイヤモンド粒子および酸化アルミニウム粒子により充填された。このサイクルは合計で10回反復されることから、約145 μm の被覆厚みを有する被覆が形成され且つダイヤモンド含有量は被覆全体の1乃至5重量%であった。

10

フロントページの続き

審査官 瀧口 博史

- (56)参考文献 特開平10-168593 (JP, A)
特開平02-150574 (JP, A)
特開昭62-056600 (JP, A)
特開昭62-026324 (JP, A)
特開平10-130891 (JP, A)
特開平10-130892 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C25D 15/00

C25D 7/00