

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5353310号
(P5353310)

(45) 発行日 平成25年11月27日(2013.11.27)

(24) 登録日 平成25年9月6日(2013.9.6)

(51) Int.Cl.		F I	
C 2 3 C	14/06	(2006.01)	C 2 3 C 14/06 B
C 2 3 C	30/00	(2006.01)	C 2 3 C 30/00 B
B 2 3 B	27/14	(2006.01)	B 2 3 B 27/14 A

請求項の数 2 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2009-51929 (P2009-51929)	(73) 特許権者	000005197 株式会社不二越
(22) 出願日	平成21年3月5日(2009.3.5)		富山県富山市不二越本町一丁目1番1号
(65) 公開番号	特開2010-202948 (P2010-202948A)	(74) 代理人	100158355 弁理士 岡島 明子
(43) 公開日	平成22年9月16日(2010.9.16)	(72) 発明者	上田 志津代 富山県富山市不二越本町一丁目1番1号 株式会社不二越内
審査請求日	平成24年2月15日(2012.2.15)	(72) 発明者	車谷 邦夫 富山県富山市不二越本町一丁目1番1号 株式会社不二越内
		審査官	植前 充司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バナジウム含有被膜およびバナジウム含有被膜を被覆した金型または切削工具

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

鉄系合金製基材上に被覆された被膜であって、前記被膜は $V_{(1-x)}C_x$ から成り、かつ前記 x は原子%で $70 \text{ at} \% \text{ 超} 95 \text{ at} \% \text{ 以下}$ であるバナジウム含有被膜であって、前記鉄系合金製基材と前記バナジウム含有被膜との間に複合被膜が被覆されており、前記複合被膜は前記鉄系合金製基材から近い順に V 被膜、 $V_{(1-y)}C_y$ 被膜(ただし、 y は原子%で $40 \text{ at} \% \text{ 以上} 60 \text{ at} \% \text{ 以下}$) から成る被膜であることを特徴とするバナジウム含有被膜。

【請求項2】

前記鉄系合金製基材が金型または切削工具であることを特徴とする請求項1に記載のバナジウム含有被膜を被覆した金型または切削工具。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、 V (バナジウム) を含む被膜とその被膜を被覆した金型または切削工具に関する。

【背景技術】

【0002】

一般産業機器の中でも、摺動を伴う機械部品には耐摩耗性や耐久性が求められており、それらの機械部品表面には様々なコーティング(被膜)が施されている。特に TiN

(窒化チタン)被膜やCrN(窒化クロム)被膜は、被膜硬度が高いため耐摩耗性に優れており、金型や工具などに広く用いられている。また、DLC(ダイヤモンドライクカーボン)被膜も他の被膜に比べて摩擦係数が低く、耐摩耗性に優れているため、金型や工具などに多用されている。

【0003】

しかし、TiN被膜やCrN被膜を被覆した金型や工具は、被膜の内部応力が高いため厚膜にして金型や工具へ被覆した場合、被膜が剥離しやすいという問題があった。特にDLC被膜は、その内部応力が他の被膜と比較して大きいため被膜単体での厚膜化が困難である。そのため金型や工具表面とDLC被膜との間に中間層を挟んで応力緩和を行う等の工夫がなされているが、やはりDLC被膜が剥離しやすいという問題は解決されていない。

10

【0004】

そこで、耐摩耗性や耐久性を有しており、厚膜にしても剥離し難い被膜の1つとして、VC(炭化バナジウム)などの被膜が考案された。例えば、特許文献1ではVCを含む被膜を金型や工具に被覆することで、被膜の密着性と優れた耐摩耗性が得られた旨が開示されている。また、特許文献2ではVN(窒化バナジウム)被膜やVCN(炭窒化バナジウム)被膜を被覆した工具は高温加熱による変形や厚膜による形状変化を抑制できる旨が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0005】

【特許文献1】特許第3909658号公報

【特許文献2】特開2005-46975号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、特許文献1および特許文献2に示された表面の被膜がVC、VNおよびVCNの場合、金型による成型加工や工具による切削加工等を行うと、接触する材料(相手材)である被成形材や被削材の表面と凝着し、相手材表面から離れる時に被膜の一部が消失(摩耗)する結果、金型や工具表面が露出するという問題があった。

30

【0007】

また、VCやVNなどの被膜は金属光沢を有しているため、使用中に被膜の摩耗が生じた結果、金型や工具表面が露出しても金型や工具などが鉄系合金製基材である場合には、VCやVNなどの被膜と鉄系合金製基材とは共に金属光沢を有しているために被膜の摩耗の有無が判断できない。そのため、被膜が摩耗したまま金型や工具を使用し続ける結果、金型や工具などの損傷を招くという問題もあった。

【0008】

さらに、特許文献2の特許請求の範囲では、XおよびYをV(バナジウム)およびC(炭素)の原子%(at%)とすると、 $V_x(C_yN_{1-y})_{1-x}$ から成る被膜においては、Vの原子%の範囲Xを30at%以上80at%以下と限定している。つまり当該被膜にNを含まないとした場合、Cの原子%の範囲を20at%以上70at%以下と限定することになるが、その理由や根拠は明細書中に何ら開示されていない。また、実施例においてもVC、VNおよび VC_3N_7 の三態様の被膜の実施例しか開示されておらず、他の被膜態様についての効果は不明である。

40

【0009】

本発明の課題は、前述した問題点に鑑みて、金型による成型加工や工具による切削加工等を行っても相手材表面との摩耗を低減できる被膜を提供することである。また、万一に被膜の摩耗が生じても金型や工具などの鉄系合金製基材の損傷を未然に防止できる被膜を提供することである。

【課題を解決するための手段】

50

【0010】

本発明者は、鋭意研究の結果、 $V_{(1-x)}C_x$ から成る被膜のCの組成比率であるX(原子%)は、後述する図3に示すようにXの値によって被膜の摩擦係数が変化する。そして、その変化点は従来のXの範囲である40at%以上60at%以下の範囲を超えたところに存在する。さらに、Cの組成比率Xが70at%を超えて95at%以下の被膜の摩擦係数は、70at%以下の被膜に比べて、摩擦係数がさらに低下して優れた潤滑性を示すことを知得した。さらに、鉄系合金製基材上にVC被膜に代表される $V_{(1-y)}C_y$ 被膜(ただし、Yは原子%で40at%以上60at%以下)を直接被覆した場合、VC被膜同様に $V_{(1-y)}C_y$ 被膜は剥離しやすい。そのため、鉄系合金製基材上にV被膜を被覆した後、 $V_{(1-y)}C_y$ 被膜を被覆することで、鉄系合金製基材に対する $V_{(1-y)}C_y$ 被膜の密着性が高まる。また、 $V_{(1-y)}C_y$ 被膜は鉄系合金製基材と同様に金属光沢を有しているが、 $V_{(1-x)}C_x$ 被膜(Xは原子%で70at%超95at%以下)の外観は灰色もしくは黒色を呈している。そのため、 $V_{(1-y)}C_y$ 被膜上に $V_{(1-x)}C_x$ 被膜を被覆すると、 $V_{(1-x)}C_x$ 被膜が摩耗した時点で金属光沢を有する $V_{(1-y)}C_y$ 被膜が現れる。または、 $V_{(1-y)}C_y$ 被膜が $V_{(1-x)}C_x$ 被膜と共に摩耗しても、その部分は鉄系合金製基材による金属光沢を有するため、結果として $V_{(1-x)}C_x$ 被膜の摩耗を容易に目視確認できることを知得した。

10

【0011】

この知得により、本発明においては、鉄系合金製基材上に被覆する被膜であって、 $V_{(1-x)}C_x$ から成り、かつXは原子%で70at%超95at%以下であるバナジウム含有被膜であって、鉄系合金製基材とバナジウム含有被膜との間に複合被膜が被覆されており、複合被膜は鉄系合金製基材から近い順にV被膜、 $V_{(1-y)}C_y$ 被膜(ただし、Yは原子%で40at%以上60at%以下)から成る被膜を提供することにより前述した課題を解決した。

20

【0012】

すなわち、Cの組成比率が70at%超95at%以下である $V_{(1-x)}C_x$ から成る被膜であって、鉄系合金製基材とバナジウム含有被膜との間に複合被膜が被覆されており、複合被膜は鉄系合金製基材から近い順にV被膜、 $V_{(1-y)}C_y$ 被膜(ただし、Yは原子%で40at%以上60at%以下)から成る被膜は、優れた潤滑性を示す。Cの組成比率の範囲を限定した理由は、前述したように図3に示すピンオンディスク試験結果によるものである。

30

【0013】

また、請求項2の発明においては、請求項1に記載の被膜を有し、鉄系合金製基材は金型または切削工具であるバナジウム含有被膜を被覆した金型または切削工具とした。

【0014】

鉄系合金製基材上にVC被膜に代表される $V_{(1-y)}C_y$ 被膜(ただし、Yは原子%で40at%以上60at%以下)を直接被覆した場合、VC被膜同様に $V_{(1-y)}C_y$ 被膜は剥離しやすい。そのため、鉄系合金製基材上にV被膜を被覆した後、 $V_{(1-y)}C_y$ 被膜を被覆することで、鉄系合金製基材に対する $V_{(1-y)}C_y$ 被膜の密着性が高まる。また、 $V_{(1-y)}C_y$ 被膜は鉄系合金製基材と同様に金属光沢を有しているが、請求項1に係る発明の $V_{(1-x)}C_x$ 被膜(Xは原子%で70at%超95at%以下)の外観は灰色もしくは黒色を呈している。そのため、 $V_{(1-y)}C_y$ 被膜上に $V_{(1-x)}C_x$ 被膜を被覆すると、 $V_{(1-x)}C_x$ 被膜が摩耗した時点で金属光沢を有する $V_{(1-y)}C_y$ 被膜が現れる。または、 $V_{(1-y)}C_y$ 被膜が $V_{(1-x)}C_x$ 被膜と共に摩耗しても、その部分は鉄系合金製基材による金属光沢を有するため、結果として請求項1に係る発明の $V_{(1-x)}C_x$ 被膜の摩耗を容易に目視確認できる。

40

【発明の効果】

【0015】

本発明においては、鉄系合金製基材上に被覆された被膜であって、 $V_{(1-x)}C_x$ から成り、かつXは原子%で70at%超95at%以下であるバナジウム含有被膜で

50

あって、鉄系合金製基材とバナジウム含有被膜との間に複合被膜が被覆されており、複合被膜は鉄系合金製基材から近い順にV被膜、 $V_{(1-Y)}C_Y$ 被膜（ただし、Yは原子%で40at%以上60at%以下）から成る被膜とすることで摩擦係数が低く優れた潤滑性を有するので、金型による成型加工や切削工具による切削加工等を行っても相手材表面との摩擦を低減できる。また、バナジウム含有被膜である灰色もしくは黒色の $V_{(1-X)}C_X$ 被膜が摩耗した時点で金属光沢を有する $V_{(1-Y)}C_Y$ 被膜が現れるので、その部分を容易に目視確認できる。そのため、金型や切削工具の使用を即時に中止することで、金型や切削工具表面が露出した状態での使用による金型や切削工具の損傷も未然に防止できる。

【0016】

また、請求項2の発明においては、請求項1に記載の被膜を有するバナジウム含有被膜を被覆した金型とすることで、バナジウム含有被膜は摩擦係数が低く優れた潤滑性を有するので離型性も向上できる。また、請求項1に記載の被膜を有するバナジウム含有被膜を被覆した切削工具とすることで、被膜の摩擦を低減して工具性能（寿命）を向上できる。

【0017】

なお、請求項1の発明に係るバナジウム含有被膜である灰色もしくは黒色の $V_{(1-X)}C_X$ 被膜が摩耗した時点で金属光沢を有する $V_{(1-Y)}C_Y$ 被膜が現れるので、その部分を容易に目視確認できる。そのため、金型や切削工具の使用を即時に中止することで、金型や切削工具表面が露出した状態での使用による金型や切削工具の損傷も未然に防止できる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明に係るバナジウム含有被膜等の被膜を被覆する際に用いる溶融蒸発型イオンプレーティング装置10の縦断面図である。

【図2】本発明に係る実施例1において使用した(a)はピンオンディスク試験装置11の概略斜視図、(b)は同試験装置11の概略平面図である。

【図3】本発明に係る実施例1において、円盤状試験片にV被膜を被覆した後、 $V_{(1-X)}C_X$ から成るバナジウム含有被膜（Xは原子%で32～95at%）を被覆してピンオンディスク試験を行った被膜の摩擦係数の測定結果を示すグラフである。

【図4】本発明に係る実施例2において、打錠機31を用いた錠剤36の製造工程である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

本発明の実施の形態の一例を、図面を用いて説明する。図1は、本発明に係るバナジウム含有被膜等の被膜を被覆する際に用いる溶融蒸発型イオンプレーティング装置10の縦断面図である。溶融蒸発型イオンプレーティング装置10は、被覆処理を行う真空チャンバー1と、同チャンバー1外部に取り付けられた集束コイル2と、同チャンバー内でプラズマを形成するホロカソード式電子銃3と、プラズマの原料となる溶解材料を設置する坩堝4と、プラズマとなった溶解材料を被覆処理する基材（被処理物）を保持する基材保持器5とから構成されている。

【0020】

溶融蒸発型イオンプレーティング装置10内の基材保持器5に、被覆処理する基材を装着して、真空チャンバー1内を 5×10^{-3} Pa以下の圧力まで真空ポンプを用いて真空排気を行う。その後、坩堝4内の金属バナジウム等の溶解材料をホロカソード式電子銃3によりプラズマ状態としながら、図示しない反応ガス導入口より真空チャンバー1内に導入したアセチレンやエチレンなどの炭化水素系ガスと反応させて、本発明に係るバナジウム含有被膜等の被膜を基材表面上に被覆できる。

【実施例1】

【0021】

10

20

30

40

50

本発明に係るバナジウム含有被膜および他の被膜との摩擦係数を比較するため、摩擦摩耗試験を行った。本試験は、図1に示す装置10にてアセチレンガスを使用して、円盤状試験片にV（バナジウム）被膜を被覆した後、 $V_{(1-x)}C_x$ から成るバナジウム含有被膜（Xは原子%で32～95at%）を被覆して、当該試験片をピンオンディスク試験により行った。図2（a）にピンオンディスク試験装置11の概略斜視図、（b）に同試験装置11の概略平面図を示す。

【0022】

ここでピンオンディスク試験とは、図2（a）に示すように一定荷重でピン12を押さえつけながら測定対象である円盤状試験片13を一定速度で回転させ、その時の摩擦係数などを評価する試験をいう。また、ピンオンディスク試験は以下の条件により行った。その結果を図3に示す。

- ・試験装置 C-SEM社製トライボメーター
- ・試験回転数 500rpm
- ・試験時間 20分間
- ・回転半径 2mm
- ・周速 0.1m/s
- ・荷重 10N
- ・試験片材料 高速度工具鋼（SKH51）表面に窒化処理
- ・ピン材料 軸受鋼（SUJ2：先端直径6mm）

【0023】

図3は、上述のピンオンディスク試験にて図2（a）および（b）に示す円盤状試験片13にV被膜を被覆後、 $V_{(1-x)}C_x$ から成るバナジウム含有被膜のCの組成比率Xを32～95at%の範囲で変化させた被膜を被覆した時の摩擦係数の測定結果を示す。図3に示すように、Cの組成比率Xが30～35at%である被膜の摩擦係数はおよそ0.8であり、Xが52at%～54at%まで増加した被膜はおよそ0.6～0.7前後の値であった。また、Xがおよそ60at%まで増加すると、摩擦係数は約0.2～0.3まで低下した。

【0024】

これに対して本発明に係る被膜に相当するCの組成比率Xが70at%を超えると被膜の摩擦係数は0.2を下回り、Xが95at%まで増加しても、摩擦係数は0.2未満を示す結果となった。以上より、本発明に係る $V_{(1-x)}C_x$ から成るバナジウム含有被膜（Xは原子%で70at%超95at%以下）は、Cの組成比率Xが70at%以下である他の被膜に比べて、摩擦係数が小さかった。これは、本発明に係る $V_{(1-x)}C_x$ 被膜（Xは原子%で70at%超95at%以下）が優れた潤滑性を有していることを示す。

【実施例2】

【0025】

次に、前述と同様の被覆方法により、合金工具鋼（SKD61）製の打錠機用杵の表面に本発明に係るバナジウム含有被膜等を被覆して、粉末の打錠成形による被膜寿命試験を行った。その結果を表1に示す。また、図4は打錠機31を用いた錠剤36の製造工程を示したものである。

【0026】

10

20

30

40

【表 1】

試験片の種類 (被膜態様)	本発明品		比較例	
	杵A (V被膜+V ₆₀ C ₄₀ 被膜+V ₂₅ C ₇₅ 被膜)	杵B (被膜なし)	杵C (V被膜+V ₆₀ C ₄₀ 被膜)	
打錠回数 (単位:ロット)	60	10	30	

10

【0027】

表 1 は、後述する杵 A 乃至 C について打錠機による被膜寿命試験を行った場合の被膜寿命を示すものである。被膜寿命試験は、後述する上下杵先端部に以下の 3 種類の被膜態様の上下杵を準備して、薬粉の錠剤を加工成形することにより行った。具体的な被膜態様は、(1) 本発明に係る被膜、すなわち V 被膜を被覆した後、V₆₀C₄₀ 被膜上に V₂₅C₇₅ から成る被膜を被覆した杵 (以下、杵 A とする)、および比較例として (2) 何ら被膜の無い杵 (以下、杵 B とする)、(3) V 被膜を被覆した上に V₆₀C₄₀ 被膜を被覆した杵 (以下、杵 C とする) の計 3 種類とした。

【0028】

図 4 において、打錠機 31 は錠剤 36 を成形する機械であり、上杵 32、下杵 33 および臼 34 から構成されている。また、下杵 33 先端部が臼 34 内中央部に配置されて、上杵 32 及び下杵 33 の各先端部表面が打錠成形面となっている。錠剤 36 の製造工程は、臼 34 内に錠剤 36 の原料である薬粉 35 を入れて、当該薬粉 35 の上から上杵 32 を臼 34 内に挿入して、上杵 32 と下杵 33 で薬粉 35 を挟む。そして、上下の杵 32 および 33 を加圧して錠剤 36 を成形する。その後、上杵 32 を臼 34 内から抜き、下杵 33 先端部を臼 34 内中央部まで押し上げる。最後に、スクレーパー (掻き出し器) 37 により、錠剤 36 を取り除き、下杵 33 を臼 34 内中央部まで戻して、次の薬粉 35 を臼 34 の内部に投入する。以降、連続的に同様の工程が行われる。

20

【0029】

また、打錠機 31 においては、薬粉 35 が上下杵 32 および 33 のいずれかの先端部である成形面に凝着 (スティッキング) すると錠剤 36 が上下杵 32 および 33 に接着して、錠剤 36 を分離できず、さらに次の加工ができない。そこで本試験においては、薬粉 35 が成形面に凝着し、錠剤 36 が上杵 32 もしくは下杵 33 のいずれかの先端部表面から剥がれなくなった時点を以って当該被膜の寿命と判断した。さらに、本試験で使用した打錠機 31 には上下杵 32 および 33 を 1 セットとした計 50 セットが配置されており、錠剤 30 万錠を 1 ロットとしてロット単位で被膜寿命の評価を行った。

30

【0030】

表 1 に示すように、従来の何ら被膜のない杵 B の場合は 10 ロットでスティッキングが発生した。しかし、V 被膜上に V₆₀C₄₀ 被膜を被覆した杵 C は 30 ロットまで寿命が延びた。これは V₆₀C₄₀ 被膜を被覆することにより成形表面の硬度が高くなった為、耐摩耗性が上がった結果、寿命が延びたものと考えられる。

40

【0031】

これに対して本発明に係る被膜、すなわち V 被膜、V₆₀C₄₀ 被膜の順に被覆した上に V₂₅C₇₅ から成る被膜を被覆した杵 A は寿命が 60 ロットまで延びて、杵 B の 6 倍、杵 C の 2 倍の寿命であった。これは、杵 A の最表層に被覆した V₂₅C₇₅ 被膜が、杵 B の表層に被覆した V₆₀C₄₀ 被膜と比較すると V₂₅C₇₅ 被膜の摩擦係数が低いため、薬粉が上下杵表面に凝着しにくく、錠剤 36 に対する上下杵 32 および 33 の離型性が向上した結果、寿命が延びたものと考えられる。

【0032】

以上の結果より、本発明に係る被膜である V 被膜、V₆₀C₄₀ 被膜および V₂₅C₇₅

50

被膜を打錠機 3 1 用の上下杵 3 2 および 3 3 表面に被覆することにより、薬粉 3 5 との凝着を抑制し、錠剤 3 6 との離型性が向上した結果、打錠回数を増やすことが出来た。

【実施例 3】

【0033】

次に、前述と同様の被覆方法により高速度工具鋼 (SKH51) 製のドリル表面に本発明に係るバナジウム含有被膜等を被覆して穴あけ加工による切削試験を行った。その結果を表 2 に示す。

【0034】

【表 2】

試験片の種類 (被膜態様)		本発明品	比較例		
		ドリルA (V被膜+V ₄₀ C ₆₀ 被膜+V ₁₅ C ₈₅ 被膜)	ドリルB (被膜無し)	ドリルC (TiN被膜)	ドリルD (V被膜+V ₄₀ C ₆₀ 被膜)
穴あけ数 (単位:穴)	1回目	600	10	250	429
	2回目	610	8	300	329

10

【0035】

表 2 は、(1) 本発明に係る被膜、すなわち V 被膜を最下層に被覆した上で、V₄₀C₆₀ 被膜、V₁₅C₈₅ から成る被膜の順に被覆したドリル (以下、ドリル A とする)、および比較例として (2) 何ら被膜の無いドリル (以下、ドリル B とする)、(3) TiN (窒化チタン) の被膜を被覆したドリル (以下、ドリル C とする)、(4) V 被膜を最下層に被覆した上で、V₄₀C₆₀ 被膜を被覆したドリル (以下、ドリル D とする) の計 4 種類のドリルを用いて切削試験を行ったときのドリル寿命 (穴あけ数) を示す。本切削試験は、以下の条件により行った。

20

・使用ドリル	6 mm × 115 mm L
・ドリル回転数	2122 rpm (40 m/min)
・ドリル送り量	0.1 mm/rev
・被削材	S50C材 (硬さ: 210 HB、板厚: 19 mm)
・研削液の有無	なし (ドライ)

30

また、本切削試験は、ドリル刃の欠けまたはドリルの折損を以ってドリルの寿命として判断した。

【0036】

表 2 に示すように、何ら被膜のないドリル B は 10 穴以下の加工でドリルが折損し、寿命に至った。一方、ドリルやエンドミル等の切削工具において従来からの代表的な被膜である TiN 被膜を被覆したドリル C の寿命は、250 ~ 300 穴まで増えており、ドリル表面に TiN 被膜などの硬質膜を付けることによる寿命向上の効果が確認できた。更に、V 被膜を最下層に被覆した上で V₄₀C₆₀ 被膜を被覆したドリル D の寿命は 329 ~ 429 穴まで増えた。これは、ドリル D に被覆した V₄₀C₆₀ 被膜がドリル C に被覆した TiN 被膜よりも硬い (表面硬度が高い) ことによる効果と考えられる。

40

【0037】

これに対して本発明に係る被膜、すなわち V 被膜、V₄₀C₆₀ 被膜の順に被覆した上に V₁₅C₈₅ から成る被膜を被覆したドリル A は、その寿命が 600 穴まで増えており、ドリル C の 2 倍、ドリル D の 1.4 ~ 1.8 倍にまで寿命が向上した。これは、ドリル A 表面に被覆した V₄₀C₆₀ 被膜がその硬度を保持しながら、V₁₅C₈₅ 被膜が有する優れた潤滑性により被膜の摩耗を低減しつつ、切り粉の排出性を高めたことによる効果と考えられる。

【0038】

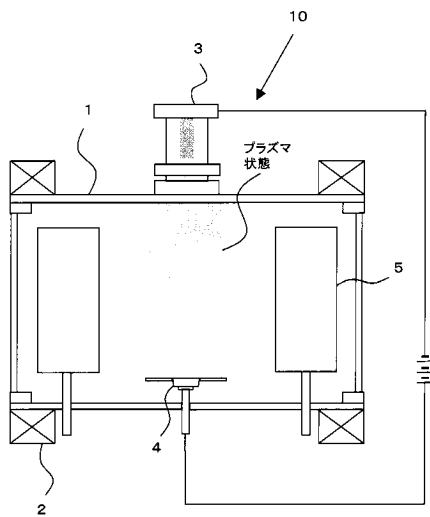
50

以上の結果から、本発明に係る被膜であるV被膜、 $V_{4.0}C_{6.0}$ 被膜上に $V_{1.5}C_{8.5}$ 被膜を、切削工具（ドリル）に被覆することによって被膜の摩耗を低減してドリル性能（寿命）を向上することが出来た。

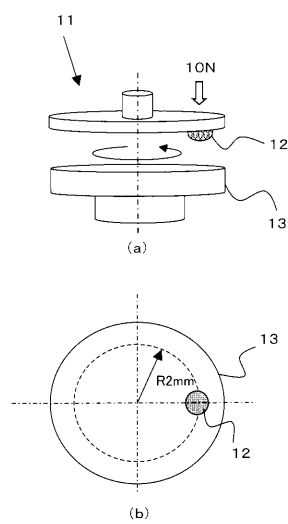
【0039】

なお、実施例3では本発明に係るバナジウム含有被膜等の被膜をドリルに被覆した場合を説明したが、エンドミル、ブローチ、ホブなどの切削工具に被覆しても同様の効果を得ることができることは言うまでもない。

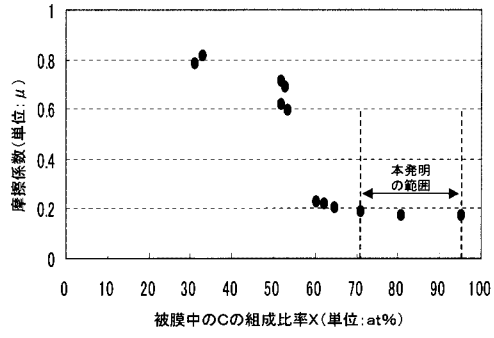
【図1】



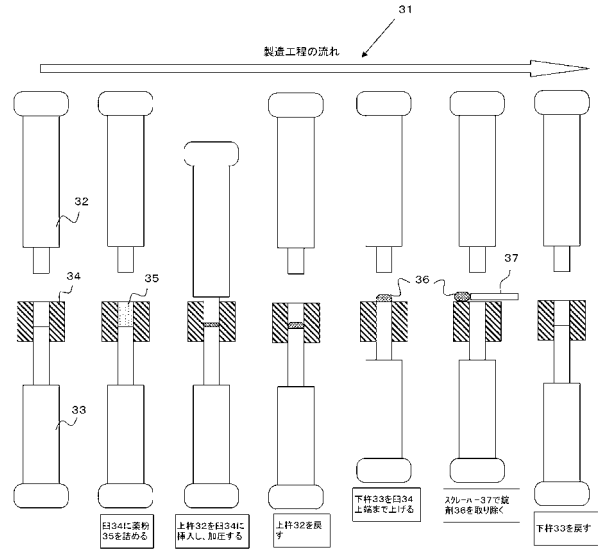
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平06 - 212429 (JP, A)
特開2009 - 155721 (JP, A)
特開平10 - 237627 (JP, A)
特開2000 - 234185 (JP, A)
特開2004 - 068092 (JP, A)
特開2002 - 206177 (JP, A)
特開2008 - 188609 (JP, A)
特開2009 - 166096 (JP, A)
特表2002 - 536553 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C23C 14/06
B23B 27/14
C23C 30/00