

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第4409245号  
(P4409245)

(45) 発行日 平成22年2月3日 (2010.2.3)

(24) 登録日 平成21年11月20日 (2009.11.20)

(51) Int.Cl.

F I

C 2 2 C 19/05 (2006.01)

C 2 2 C 27/06 (2006.01)

C 2 3 C 4/06 (2006.01)

B 2 3 K 35/30 (2006.01)

F O 3 B 11/00 (2006.01)

C 2 2 C 19/05 B

C 2 2 C 27/06

C 2 3 C 4/06

B 2 3 K 35/30 3 4 O L

F O 3 B 11/00 D

請求項の数 5 (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2003-359741 (P2003-359741)	(73) 特許権者	000000239
(22) 出願日	平成15年10月20日 (2003.10.20)		株式会社荏原製作所
(65) 公開番号	特開2005-120458 (P2005-120458A)		東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号
(43) 公開日	平成17年5月12日 (2005.5.12)	(74) 代理人	100089705
審査請求日	平成18年8月29日 (2006.8.29)		弁理士 社本 一夫
		(74) 代理人	100080137
			弁理士 千葉 昭男
		(74) 代理人	100092967
			弁理士 星野 修
		(74) 代理人	100093713
			弁理士 神田 藤博
		(74) 代理人	100093805
			弁理士 内田 博
		(74) 代理人	100106208
			弁理士 宮前 徹
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 耐食性及び耐摩耗性を有する被覆用合金を用いた装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

質量 % として、  
Fe を 2.5 ~ 25 %  
Cr を 23 ~ 50 %、  
V を 7 ~ 20 %、  
Si を 0.5 ~ 4.5 % 並びに  
C を 1.6 % 以上で  $(0.236 \times V \% + 2) \%$  以下を含み、  
Mo を 最大 40 % 以下で、 $(11 - 0.1 \times Cr \% ) \%$  又は  $(125 - 4 \times Cr \% ) \%$  の何れが多い方以上の比率で含有し、  
残部が Ni と不可避不純物からなり、  
更に Fe、Cr、V、Mo の合計が 90 % 以下である Ni-Cr-Mo-V-C 系合金を用いて任意の表面に薄い盛金を施し、耐摩耗性、耐腐食性を向上させた機械部品。

【請求項 2】

請求項 1 に記載された機械部品を有するポンプ。

【請求項 3】

請求項 1 に記載された機械部品を有する水車。

【請求項 4】

請求項 1 に記載された機械部品を有し、前記機械部品が流体機械に備えられた可動翼であり、前記可動翼の一部に前記薄い盛金が施されている流体機械。

## 【請求項 5】

請求項1に記載された機械部品を有し、前記機械部品が流体機械に備えられた軸受と、前記軸受と摺動するスリーブとを含み、前記軸受及びスリーブの少なくとも何れか一方の摺動面に前記盛金が施されている流体機械。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は海水や化学物質などの腐食性のある環境下で使用する機器および装置などの部材に係わるものであり、例えば、特に海水や化学物質などの腐食性を有する液体を移送するポンプで、構造的に摺動部を有し、さらに、前記液体中に混入した土砂やスケールによるスラリーエロージョンが発生する条件で運転されるポンプにおいて、腐食、摩耗・エロージョンなどによって前記部材に損傷が発生するのを防止するための、前記部材表面への盛金材料、およびその盛金材料を被覆した部材を用いたポンプ、水車等の流体機械に関する。

10

## 【背景技術】

## 【0002】

海水や化学物質などの腐食性のある環境下或いは土砂、スケールによるスラリーエロージョンが発生する環境下で使用するポンプ、水車等の流体機械等では、液体に接するケーシング、羽根車などの主要構造部品の材料として、耐食性、価格性に優れたステンレス鋼が多くの場合に用いられている。

20

しかし、羽根車のライナーリング、軸受などの摺動部品は摩耗による損傷を受けるとともに、取り扱い液中に土砂やスケールなどの固形物が混入する場合には、スラリーエロージョンによって、さらに激しい損傷を受けることになる。

また、前記摺動部品の摺動面部分や本体への取り付け部分などは、構造上不可避免的に隙間部を有する部分であり、これらの隙間部においては、その隙間部に侵入した腐食性液が隙間外の液と入れ替わり難いため、孔食が発生し易いとともに、隙間内と隙間外の部材表面との間に生ずる電池作用によって隙間腐食が発生する。流動する海水中において優れた耐食性を示すオーステナイト系ステンレス鋼においても、この隙間腐食の発生は大きな問題となっている。特に、ポンプが運転停止状態にある場合、隙間内の液が隙間外の液と入れ替わり難い現象は顕著になるので、度重なる運転停止状態にさらされたポンプの摺動部品は孔食や隙間腐食による損傷を受け、短い使用期間での交換を余儀なくされている。

30

## 【0003】

一般的に、局部的に耐エロージョン性（耐摩耗・エロージョン性）を付与させる目的に対して、硬質材料の被覆処理が行われており、多くの実績を有している。代表的な材料としては、コバルト（Co）基合金のステライト、ニッケル（Ni）基合金のコルモノイなどがある。

しかし、これらの被覆用硬質材料は、耐隙間腐食性を有しておらず、海水などの環境下で使用され、隙間部を形成する部材に適用した場合には、急速に腐食が進行する。

一方、耐孔食性や耐隙間腐食性に優れた材料としてはインコネル625、ハステロイCなどのNi基合金があり、これらを局部的に溶接肉盛により被覆すれば、孔食や隙間腐食による損傷を防止できるが、前記の被覆用硬質材料に比べて硬度が低いために、摩耗やエロージョンには耐えることができない。

40

耐摩耗・エロージョン性と耐隙間腐食性を同時に発揮させるためには、例えば炭化物粉末と前記インコネル625などのNi基合金の粉末の焼結体を作製する方法があるが、複雑形状の大形部品製作が技術的、コスト的に困難であるとともに、焼結体は構造部材として強度上の問題があるために実用化されていない。

## 【0004】

## 【特許文献 1】特開 2003 - 247084

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

50

## 【 0 0 0 5 】

取り扱う液が海水や化学物質など腐食性のあるもので、しかも液中に土砂やスケールなどの固形物が混入する場合には、ポンプの羽根車ライナーリング、軸受などの摺動部品では摩耗やスラリーエロージョンによる損傷を受けることになる。

しかもこれらの摺動部品の摺動面部分や本体への取り付け部分などは、構造上不可避免的に隙間部を有する部分であり、長期間の使用では孔食や隙間腐食が進行することになる。

したがって、海水や化学物質などの腐食性を有する流体で、しかも土砂やスケールなどの固形物が混入する流体を取り扱うポンプに適した摺動部材は、耐摩耗・エロージョン性と耐孔食・隙間腐食性の両方を兼ね備えたものである必要がある。また、これらの性質が要求されるのは部品の一部分に限られているので、当該部の母材の上に局部的な被覆処理によって所望の材料を付加することが最適な手段である。

10

## 【 0 0 0 6 】

そこで、本発明者らは、上述のような観点から、摺動部材の摩耗・エロージョン、および孔食、隙間腐食を、低コストで確実に防止すべく、特に盛金材に着目して研究を行った結果、以下(a)～(f)に示す知見を得た。すなわち、

(a)隙間面に盛金して腐食を防止する材料としては、盛金の作業性から考慮して、融点が高いもの（ステンレス鋼の融点と同等かそれ以下のもの）であることが好ましく、盛金に空隙の発生や酸化物などの不純物が混入しないものである必要があり、また経済性の面からは、盛金層が薄層であっても十分な防食効果を有するものが良い。これらの性質を兼ね備えている金属材料としてはNi基合金が最適であること。

20

(b)Niのみでは、海水中の耐孔食性、耐隙間腐食性が不十分なため、これにCr、Moを適量含有させることにより、優れた耐孔食性、耐隙間腐食性を得ることができること。

(c)摺動による摩耗、スラリーによるエロージョンに対する損傷が少ない材料としては、硬度の高いものである必要があり、被覆用には金属と炭化物を複合させたサーメット材料が望ましいが、流動性の良い良好な肉盛性能を発現させ、および被覆層内の空隙の生成を少なくするためには、炭化物と金属材料を混合した材料を肉盛するのではなく、肉盛施工時において、盛金材に添加させた成分元素の反応によって炭化物を析出するのが最適であること。

(d)炭化物生成自由エネルギーの低いVとCとを盛金材に適量含有させることにより、肉盛施工時において上記析出炭化物を安定に形成させることができ、また、前記のCr、Moの一部も炭化物として析出するので、優れた耐摩耗性、耐エロージョン性を得ることができること。

30

(e)ケイ素は脱酸剤として働き、かつ、湯流れ性を向上させることができること。

(f)さらに盛金材のNiの一部をFeで置換しても耐孔食性、耐隙間腐食性に悪影響を及ぼさないので、Feの適量の添加含有によって盛金材自体の価格を低減でき、かつ加工性の向上が図れること。

## 【 0 0 0 7 】

本発明の目的は、耐摩耗性、耐食性に優れた流体機械用の部材を提供することである。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 8 】

40

本願の一つの発明による機械部品は、

Niの外に全体に対する質量%として、

Crを23～50%、

Vを7～20%、

Cを1.6%以上で $(0.236 \times V\% + 2)\%$ 以下を含み、

Moを最大40%以下で、 $(11 - 0.1 \times Cr\%)\%$ 又は $(125 - 4 \times Cr\%)\%$ の何れが多い方以上の比率で含有し、

更にCr、V、Moの合計が90%以下であるNi-Cr-Mo-V-C系合金を用いて任意の表面に薄い盛金を施し、耐摩耗性、耐腐食性を向上させてつくられている。

本願の他の発明による機械部品は、

50

Niの外に全体に対する質量%として、

Feを2.5～25%

Crを23～50%、

Vを7～20%、

Siを0.5～4.5%並びに

Cを1.6%以上で $(0.236 \times V\% + 2)\%$ 以下を含み、

Moを最大40%以下で、 $(11 - 0.1 \times Cr\%)\%$ 又は $(125 - 4 \times Cr\%)\%$ の何れが多い方以上の比率で含有し、

更にFe、Cr、V、Moの合計が90%以下であるNi-Cr-Mo-V-C系合金を用いて任意の表面に薄い盛金を施し、耐摩耗性、耐腐食性を向上させてつくられている。

10

【0009】

本発明は、上記二つの発明のいずれかの機械部品を有するポンプであっても、また、水車であってもよい。

また、本発明は、上記二つの発明のいずれかの機械部品を有し、前記機械部品が流体機械に備えられた可動翼であり、前記可動翼の一部に前記薄い盛金が施されている流体機械であってもよい。

更に、本発明は、上記二つの発明のいずれかの機械部品を有し、前記機械部品が流体機械に備えられた軸受と、前記軸受と摺動するスリーブとを含み、前記軸受及びスリーブの少なくとも何れか一方の摺動面に前記盛金が施されている流体機械であってもよい。

【発明の実施の形態】

20

【0010】

本発明による装置のための被覆用盛金材料に適した合金は、前述のように、成分組成としてクロム(Cr)、モリブデン(Mo)、バナジウム(V)、炭素(C)、ケイ素(Si)及び鉄(Fe)を有していて、成分比も前述のような範囲になっているので、成分比をその範囲に限定した理由について以下に説明する。

(a)Cr

Cr成分は不働態化性を与える元素であり、Niへの添加によって不働態を強化することができる上、融点の低下も図られる。また、Cr成分は炭化物形成元素であり、炭化物析出による被覆層の硬化が図られる。本発明の盛金材による被覆層は、マトリックスの金属相と析出した炭化物相との二相からなり、耐食性を決定するのは金属相の組成である。Crは上

30

記2種類の相のいずれにも含まれるが、被覆施工時においてCr炭化物の生成量を制御する事は困難であるので、炭化物生成に消費される量を考慮したうえで、不働態強化や融点低下に寄与するのに必要なCr量を決定する必要がある。

したがって、ここでは炭化物析出による硬さ向上の効果は二次的なものとし、不働態強化や融点低下の効果から検討した結果、Cr成分の含有量が23%未満では所望の効果が得られず、一方、50%を越えて含有させても不働態の強化に著しい向上が見られないことから、その含有量を23～50%と限定した。

【0011】

(b)Mo

Mo成分は、海水中における隙間腐食の防止に極めて有効に作用するものである。また、前記のCr成分と同様に、Mo成分は炭化物形成元素であり、炭化物析出による被覆層の硬化が図られる。したがって、このMo成分の場合も炭化物析出による硬さ向上の効果は二次的なものとし、隙間腐食防止の効果から検討した結果、Mo成分の含有量の下限はCr成分の含有量との関係によって決まり、その値が $(11 - 0.1 \times Cr\%)\%$ 未満、および $(125 - 4 \times Cr\%)\%$ 未満では所望の隙間腐食防止効果が得られなかった。一方、40%を越えて含有させても隙間腐食改善に著しい向上が見られないことから、その含有量を $(11 - 0.1 \times Cr\%)\%$ 以上、かつ $(125 - 4 \times Cr\%)\%$ 以上、40%以下と限定した。

40

【0012】

(c)V

Vは炭化物生成自由エネルギーがCr、Moよりも低い元素であるので、盛金材中のV成分は

50

炭化物の析出による被覆層の硬化に最も有効に作用するものである。しかし、その含有量が7%未満では前記作用に所望の効果が得られず、一方、20%を越えて含有させた場合には耐食性が損なわれる現象が見られたことから、その含有量を7~20%と限定した。

【0013】

(d)C

C成分はV成分、Cr成分、Mo成分と結合し、炭化物を析出して被覆層の硬化に作用するものであり、主にバナジウム炭化物の析出に消費される。しかし、1.6%以下では前記の被覆層硬化作用に所望の効果が得られない。一方、全てのVが炭化物を生成するために必要なC含有量は $V\% \times 12.011 (\text{炭素の原子量}) / 50.942 (\text{バナジウムの原子量}) = (0.236 \times V\%)$ である。しかし、CはV以外にもCr及びMoと炭化物を生成するため、全てのVが炭化物を生成

10

するためにはCの含有量が $0.236 \times V\%$ では不十分である。従って、Cの含有量を1.6%以上、 $(0.236 \times V\% + 2)\%$ 以下に限定した。

【0014】

(e)Si

Si成分は、酸素との親和力が強いことから、盛金層中の酸素と結合して酸化物を除去するのに有効な働きをし、かつ、湯流れ性を向上させる。しかし、その含有量が0.5%未満では、前記作用に所望の効果が得られず、一方、4.5%を越えて含有させても、前記作用にそれ以上の顕著な改善の効果が得られないことから、その含有量を、0.5~4.5%と限定した。

20

【0015】

(f)Fe

Fe成分には、盛金材のコストを低減する作用のほか、加工性を改善する作用があるので、これらの特性が要求される場合に必要に応じて含有される。また、盛金材へのV添加にあたって、V単独では高融点かつ高価であるので、材料製造の歩留まりを上げるとともに、実用的にコストを下げるためには、Vはフェロバナジウム(FeV)として添加するのが好ましく、この理由からもFe成分は含有される。しかし、その含有量が2.5%未満では、前記の作用に所望の効果が得られず、一方その含有量が25%を越えると耐食性が劣化することになることから、その含有量を2.5~25%と定めた。

【0016】

30

これらの盛金材料を被覆施工する工程において、被膜は母材との境界部および被膜内部に隙間腐食の原因となる微細な空孔が存在しない方法で被覆する必要がある。このような被覆は、当該材料の粉末をプラズマトランスファードアークで粉体肉盛溶接する方法、当該材料の粉末を溶射被覆する方法、当該材料の溶接棒を用いてTIG溶接、被覆アーク溶接などで肉盛溶接する方法、または、当該材料の粉末を溶射するか、あるいは当該合金の粉末と有機粘結剤との混合物を塗布するなどし、その後当該材料を加熱溶融させる自溶性合金被覆法などによって達成される。

本発明の盛金材によって被覆された部材は、海水や化学物質などの、腐食性があり、しかも単相或いは2相以上の流体を扱うポンプ、水車の摺動部材として著しい効果を有するが、その適用箇所に制限を受けるものではない。エロージョンは一般に、液体単相流の場合はレインエロージョン、期待と固体の2相流の場合はサンドエロージョン、固体と液体の2相流の場合はスラリーエロージョン、気体と液体の2相流の場合はキャビテーションエロージョンと分類されるが、本発明の合金はこれらのいずれにおいても、優れた耐エロージョン性を発揮する。例えば、耐食性と耐摩耗・エロージョン性に優れる利点を生かし、腐食性の液を取り扱うポンプの羽根車におけるキャビテーション発生部に被覆施工することによって、キャビテーションエロージョンを防止することができる。

40

また、本発明の合金によって被覆された部材は、ポンプのみならず、他の機器及び装置における耐食性と耐摩耗・エロージョン性が同時に要求される部材としても適用することができる。例えば高温かつ塩素や硫黄成分を含むガス環境下に晒され、しかも飛来するスラグや燃焼残渣などの衝突によるエロージョンを生じる箇所の部材に用いれば、大いに効

50

果がある。また、火力発電所、原子力発電所に使用される冷却水用のポンプ、配管等の流  
路内の特に耐食性を要求される部材に用いれば、大いに効果がある。

また、化学プラント等において、例えば腐食性の強い試薬と固体触媒を使用する流動層  
反応器の内部、或いは化学反応層の攪拌器翼及び軸受部等の耐食性及び耐摩耗性を要求さ  
れる部材に用いれば大いに効果がある。

【 0 0 1 7 】

【 表 1 】

試料の種類		成分組成(質量%)							隙間腐食試験結果		硬さ測定結果	
		Cr	Mo	V	C	Si	Fe	Ni+	繰り返し 腐食極 挙動	外観 検査	Hv (kgf/mm <sup>2</sup> )	評価
本発明 盛金材	1	24	38	8	3	4	-	残部	A	○	403	○
	2	25	30	8	3	2	-	残部	A	○	408	○
	3	28	15	7	2	1	-	残部	A	○	400	○
	4	31	11	8	3	1	-	残部	A	○	419	○
	5	34	8	8	3	1	-	残部	A	○	404	○
	6	35	18	7	2	3	-	残部	A	○	404	○
	7	44	14	8	3	2	-	残部	A	○	408	○
	8	48	6	7	3	5	-	残部	A	○	401	○
	9	25	37	19	6	3	-	残部	A	○	497	○
	10	25	39	19	5	3	-	残部	A	○	482	○
	11	28	15	18	5	1	-	残部	A	○	483	○
	12	32	11	19	6	1	-	残部	A	○	489	○
	13	34	8	18	5	1	-	残部	A	○	488	○
	14	34	14	18	4	2	-	残部	A	○	487	○
	15	48	16	20	5	2	-	残部	A	○	503	○
	16	50	6	17	4	4	-	残部	A	○	493	○
	17	28	37	18	6	3	-	残部	A	○	592	○
	18	28	29	20	6	2	-	残部	A	○	613	○
	19	38	8	19	5	1	-	残部	A	○	589	○
	20	35	15	19	5	2	-	残部	A	○	595	○
	21	44	14	19	5	2	-	残部	A	○	592	○
	22	49	7	20	5	4	-	残部	A	○	609	○
	23	28	30	7	3	2	20	残部	A	○	403	○
	24	30	11	8	3	4	24	残部	A	○	401	○
	25	34	9	8	3	1	22	残部	A	○	403	○
	26	47	8	7	3	2	21	残部	A	○	405	○
	27	29	12	20	6	3	20	残部	A	○	498	○
	28	38	9	18	5	1	24	残部	A	○	496	○
比較 盛金材	1	21	16	7	2	1	-	残部	C	×	402	○
	2	25	18	20	5	1	-	残部	B	×	603	○
	3	20	32	8	2	1	-	残部	C	×	401	○
	4	22	33	18	4	1	-	残部	C	×	585	○
	5	27	11	8	1	1	-	残部	B	×	411	○
	6	27	13	19	4	1	-	残部	C	×	592	○
	7	38	8	7	1	1	-	残部	C	×	406	○
	8	38	7	19	4	1	-	残部	C	△	597	○
	9	46	8	8	2	1	-	残部	C	×	403	○
	10	42	8	20	5	1	-	残部	C	×	608	○
	11	25	35	7	2	1	-	残部	A	○	385	×
	12	38	19	6	1	1	-	残部	A	○	374	×
	13	44	11	7	1	1	-	残部	A	○	390	×
	14	28	34	21	2	1	-	残部	B	×	473	○
	15	33	14	20	2	1	-	残部	B	×	471	○
	16	48	10	22	2	1	-	残部	B	×	480	○
	17	26	34	20	5	1	-	残部	C	×	623	○
	18	34	18	19	5	1	-	残部	C	×	610	○
	19	44	11	17	5	1	-	残部	C	×	610	○
	20	34	15	7	2	4	26	残部	B	×	408	○
	21	44	10	7	1	2	25	残部	B	△	408	○
	22	32	14	16	2	3	26	残部	B	×	458	○

【 実施例 】

【 0 0 1 8 】

( 実施例 1 )

この発明の方法を実施例により比較例と対比しながら説明する。

表1は本発明盛金材と比較盛金材の成分組成と、その隙間腐食試験結果、および硬さ試験  
結果とを併せて示したものである。

まず、試料の作製に当たっては、表1に示した各成分組成の盛金材の粉末をアトマイズ

法で作製後、これを分級し、10～50 $\mu$ mの粒度範囲に調整した。各粉末のそれぞれについて、以下の手順で肉盛被覆試料を作製した。

プラズマトランスファードアーク溶接法によって、幅60mm×長さ100mm×厚さ10mmのSUS304板の片面に厚さ3mmの肉盛被覆を二層施した。次いで、機械加工によって1mm厚さの表面層を加工除去した。この結果、表面には二層目に盛金した被覆層が露出する事になる。別途実施した被覆層の表面および断面のEPMA分析によって、二層目の被覆層には希釈混入による母材成分の混入が無い事を確かめているので、露出させた被覆層の表面は、盛金材とほぼ同一成分組成の合金であると言って差し支えない。

#### 【0019】

上記肉盛被覆試料から1片が30mmの四角形状試験片を採取し、隙間腐食試験に供した。図1に正面図で、図2に縦断面図で示す如く、上記四角形状試験片3の被覆層側中央部に、1片が10mmのテフロン板4をアクリル板5を介してボルト6、ナット7で締め付け、また、前記試験片3の表面および周囲をシリコン樹脂2で覆って試験体とした。

試験に当たっては、前記試験片3とテフロン板4との間の微細な隙間に侵入した溶液による隙間腐食を調べることにし、試験体を3%NaCl水溶液中に浸漬し、繰り返し陽分極挙動を測定する方法を採った。図3に繰り返し陽分極曲線の代表例を模式図で示す。同図のA、B、Cはいずれも、電位を自然電極電位から貴方向に所定の速度で変化（往路）させ、電流値が6mAに達した後、電位を逆転させて卑方向に変化（復路）させたときの状態を示したものである。図3において、Aは上記した往路と復路の挙動に殆ど変化が無い場合で、優れた耐隙間腐食性を示している状態である。Cは往路と復路の挙動が全く異なり、電位を貴から卑に戻しても腐食電流は低下せず、腐食が発生すると腐食が停止しないため隙間腐食が生じ易い状態である。また、Bは、上記したAとCとの中間的な状態である。

#### 【0020】

そこで、隙間腐食試験に供した前記各種試料について、それぞれの繰り返し陽分極挙動が上記図3のA、B、Cのどれに該当するかを評価して、その結果を記号A、B、Cによって表1に示した。それとともに、繰り返し陽分極曲線測定後の試験片について、隙間形成部に相当する被覆層表面の外観検査を行い、隙間腐食の発生を全く認めなかったものに 印を、明らかな隙間腐食の発生を認めたものに×印を、そして隙間腐食の発生が明瞭ではなく、複数回の測定において隙間腐食の発生を認めるときも認めないときもあるものに 印を付して、表1に併せて示した。すなわち、表1において、 印は耐隙間腐食性の優れていることを示しており、×印は耐隙間腐食性が悪いことを、 印は耐隙間腐食性が悪い場合があることを、それぞれ示しているのである。

#### 【0021】

上記の隙間腐食試験用試験片を採取した後の肉盛被覆試料残材から適宜試験片を採取し、硬さ試験に供した。試験に当たっては、被覆層の断面を鏡し、第二層の厚さ方向中間部をマイクロピッカース硬度計によって硬さ測定する方法を採った。測定荷重は500gとした。前記各種試料についてのピッカース硬さ（Hv）測定結果を表1に示す。また、実用上、耐摩耗性や耐エロージョン性を示すのに必要な硬さとして、Hv400kgf/mm<sup>2</sup>を評価基準に定め、これ以上の硬さを示したものに 印を付して表1に併せて示した。すなわち、 印は耐摩耗性や耐エロージョン性に優れていることを示しているのである。

表1に示す結果から、本発明盛金材の肉盛被覆試料1～28は、いずれも優れた耐隙間腐食性に加えて耐摩耗性や耐エロージョン性を示すのに対して、成分組成がこの発明の範囲から外れた比較盛金材の肉盛被覆試料1～12は耐隙間腐食性、あるいは耐摩耗性や耐エロージョン性のどちらかが劣ったものであることが明らかである。

なお、本発明盛金材の肉盛被覆試料の表面について、表面層を機械加工除去する前にその外観を観察したところ、いずれもすぐれた盛金性を示し、平滑な盛金表面が得られるものであった。

#### 【0022】

##### （実施例2）

オーステナイト系ステンレス鋼のSUS304を素材とし、外径 62mm、内径 51mm、長さ65

10

20

30

40

50

mmの円筒状部材を作製した。

この外周面に、29%Cr（質量%、以下同様）、11%Mo、1%Si、16%V、5%Cを含有し、残りがNiと不可避不純物からなるNi-Cr-Mo-V-C系合金粉末をプラズマトランスファードアーク溶接法で1.5mmの厚さに被覆した。次いで機械加工によって、表面層を加工除去し、

外径 64.4mm、内径 53mm、長さ63mmの形状を有する円筒状部材を作製した。  
上記実施例では、下地材料の母材として、オーステナイト系ステンレス鋼のSUS304を用いたが、海水中で使用できる材料であれば良く、本発明は、その母材の種類を制限するものではない。

また、上記実施例では、被膜の被覆方法として、プラズマトランスファードアーク溶接法を用いたが、被膜と母材の境界部および被膜内部に、隙間腐食の原因となる空孔を発生しない方法であれば良く、その方法は制限されるものではない。当該材料の粉末を溶射、または当該材料の粉末と有機粘結剤との混合物を塗布し、その後に当該材料を加熱熔融させる自溶性合金被覆法も適用可能である。ただし、被膜の長期信頼性の点から、プラズマトランスファードアーク溶接法、TIG溶接法が望ましい。

図4に上記円筒状部材を軸受スリーブに用い、SiC軸受と組み合わせて構成した本発明の軸受装置の断面模式図を示す。

【0023】

（実施例3）

図5にオーステナイト系ステンレス鋼のSCS16製可動翼の模式図を示す。ここで、可動翼13の翼先端の負圧部は、運転条件によっては、構造的にキャビテーションエロージョンを発生して損傷される可能性がある。また、運転停止状態が長く続いた場合は、翼先端とケーシングとの隙間部において隙間腐食が発生する。

そこで、当該部の一部14をグラインダで深さ1mm除去した後、29%Cr、11%Mo、1%Si、16%V、5%Cを含有し、残りがNiと不可避不純物からなるNi-Cr-Mo-V-C系合金粉末をプラズマトランスファードアーク溶接法で1.5mmの厚さに被覆した。次いで機械加工によって、表面層を加工除去し、被覆層を1mmの厚さに仕上げ、当該部に被膜を形成する可動翼を作製した。

また、前記実施例1と同様に、母材、および被覆方法は、その種類を制限するものではない。

【0024】

（実施例4）

図6に本発明の実施例の排水ポンプを示す。23は排水を汲み出す羽根車であり、24は駆動系から回転を伝達する主軸であり、25は主軸に取り付けられているスリーブであり、26はスリーブ24と摺動し、主軸25を支持する軸受であり、これらを内蔵し内部を排水が通るケーシングが27である。26の軸受は実施例2の軸受が搭載される。ポンプ流路内において、腐食及び摩耗の発生する部位に本発明盛金材を施工する。

【0025】

（実施例5）

本発明による皮膜で耐スラリ-エロージョン化及び耐キャビテーションエロージョン化を図った流体機械用の構成部材の一例としてポンプのランナすなわち羽根車30が図7に断面図で示されている。

図7において、羽根車30は、回転軸を受ける軸穴31が形成されたハブ32と、そのハブ32から半径方向外側に放射状に広がる円板状の主板33と、主板33から軸方向に隔てられた環状の側板34と、主板33と側板34との間において円柱方向（軸穴の軸線0-0周りの円周方向）に等間隔に隔てて配置され所望の曲面の沿って湾曲して側板及び主板と一体的に形成された複数の翼35とで構成されていて、主板33、側板34及び翼35により流体に流れる流路36を画定している。流路36の半径方向内側の部分37が入り口部となり、半径方向外側の部分38が出口部となる。また、環状の側板34は、円周方向内側の軸方向に伸びる部分34aと、半径方向外側に伸びる部分34bとを有し、軸方向伸張部分34aによって羽根車30の入口39を画定している。このような羽根車30を回転させて流体を送り出す場合、例えば、羽根車

10

20

30

40

50



を土砂を含む水中で回転させると水中の土砂の粒子が羽根車30の表面、特に羽根車30内の流路36を画定する主板33の内面41、側板34の内面42及び翼35の両面、すなわち圧力面43、負圧面44に当ってこれを削り取り、それらの表面が極端に摩耗することになる。さらに、海水や化学物質などの腐食性のある環境下で使用されれば、腐食によって減耗する。

そこで、羽根車30の上記流路36を画成する内面41及び42、圧力面43及び負圧面44、入口39の内面45、側板34の外側面46及び主板33の裏面47のうち所望する面に、本発明材料を肉盛する。

#### 【0026】

上記のように皮膜形成された本発明の羽根車30は、水車或いはポンプのような流体機械に使用される。図8において、このような流体機械の一例として立形ポンプ50が断面で示されている。同図において、ポンプ50は、本発明による羽根車30を収容するポンプ室52を画成するケーシング51と、軸線を鉛直にして配置されていて下端に羽根車30が固定された主軸57と、ケーシングの上方に取り付けられていて主軸57をケーシングに関して回転自在に支持する主軸受け58と、ケーシング51と主軸57との間からの流体の漏れを防止するシール装置59と、を備えている。ケーシング51は環状の支持台60の上に公知の方法で固定されている。ケーシング51は、上側の円盤状の端板53と、渦巻き状の出口室55を画成するケーシング本体54と、管状のカバー56とを備えている。カバー56の下端には筒状の吸出し管61が接続されている。

上記ポンプにおいて、主軸37を回転させることによってその下端に固定された羽根車30を回転させると、流体が吸出し管61内で矢印Xで示されるように羽根車の入口39に吸込まれ、羽根車30の流路36を通して出口38側から半径方向に押し出され、出口室55内に流入する。出口室内の流体は、図示しない出口から吐き出される。

#### 【0027】

上記のようにして作られた被覆用盛金材料に適した合金は、任意の溶射法により基材の表面に溶射され、基材に耐食性及び耐摩耗性の皮膜を形成する。かかる皮膜が形成される基材の例としては、ポンプ、水車、コンプレッサーなどの回転機械の部材、例えば、耐食性、耐摩耗性及び耐サンドエロージョン性又は耐スラリーエロージョン性などが要求される羽根車、ケーシング、ブレード、軸受及びシールなどがあげられる。このような基材に耐摩耗性の皮膜を形成することにより、このような基材の耐摩耗性を向上させ、そのような機材を使用した機械、例えば、ポンプ、水車、コンプレッサー等の寿命を延ばすことが可能になる。

#### 【0028】

##### [発明の効果]

上述したように、この発明によれば、摺動部品の任意の表面に薄い盛金を施すだけで、摺動に対する摩耗、土砂やスケール混入に対するエロージョン、及び孔食、隙間腐食を確実に防止することができ、部分的な盛金でよいため極めて経済的であり、海水や化学物質などの腐食性のある環境下で使用する機器及び装置などの部材の損傷を防ぎ、長期間にわたる使用が可能になるなどの興行場有用な効果がもたらされる。更に、本発明の合金を用いて被覆した機械部品、例えば羽根車、軸受、ケーシング等及びそれらを使用した流体機械の寿命を延ばすことが可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0029】

【図1】試験体の正面図

【図2】試験体の縦断面図

【図3】繰り返し陽分極曲線の代表例を示す模式図

【図4】本発明の軸受装置の模式図

【図5】本発明の可動翼の模式図

【図6】本発明の皮膜が形成される排水ポンプの断面図

【図7】本発明の皮膜が形成される羽根車の一例を示す断面図

【図8】図7の羽根車を備えるポンプの断面図

10

20

30

40

50

## 【符号の説明】

【 0 0 3 0 】

1：リード棒、2：シリコン樹脂、3：試験片、4：PTFE板、5：アクリル板、6：ボルト、7：ナット

8：スリーブ、9：軸受、10：軸スリーブ、11：軸受ケース、12：スリーブ固定リング  
13：可動翼、14：被膜

23：羽根車、24：主軸、25：スリーブ、26すべり軸受、27：ケーシング

30：羽根車、31：軸穴、32：ハブ、33：主板、34：側板、35：翼、36：流路

36、37：入り口部、38：出口部、39：羽根車30の入口39、41：主板33の内面

41、42：側板34の43：圧力面、44：負圧面、45：入口39の内面、46：側板

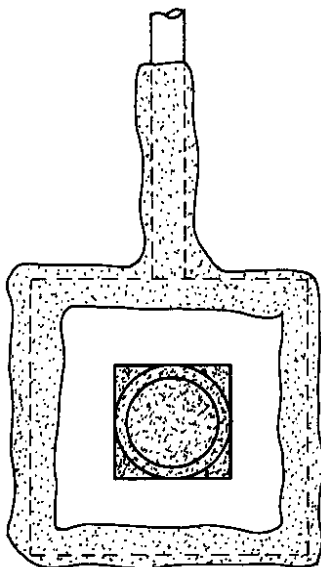
34の外側面、47：主板、33：裏面、50：立形ポンプ、51：ケーシング、52：ポンプ室

53：端板、54：ケーシング本 55：出口室、56：カバー、57：主軸、58：軸受

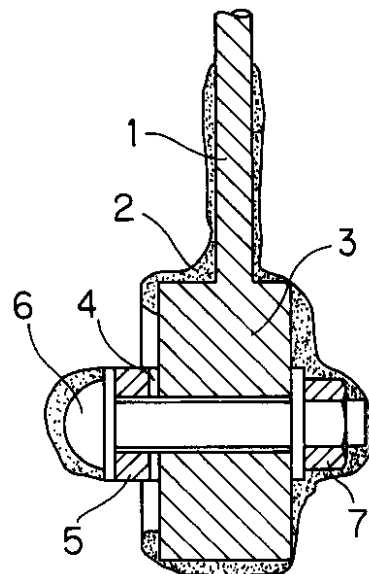
59：シール装置、60：支持台、61：吸し管

10

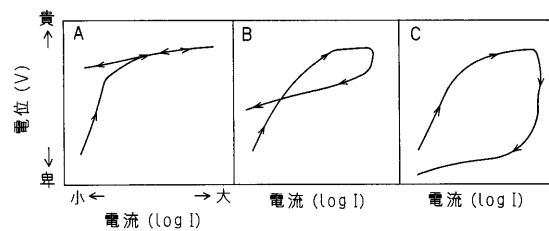
【図1】



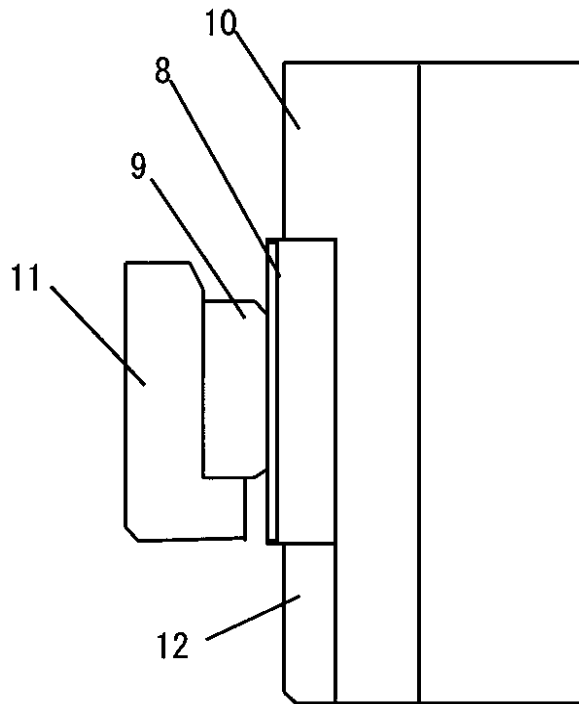
【図2】



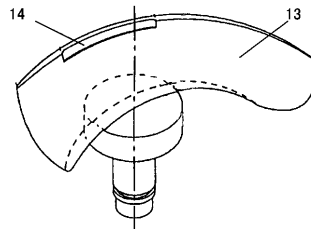
【図3】



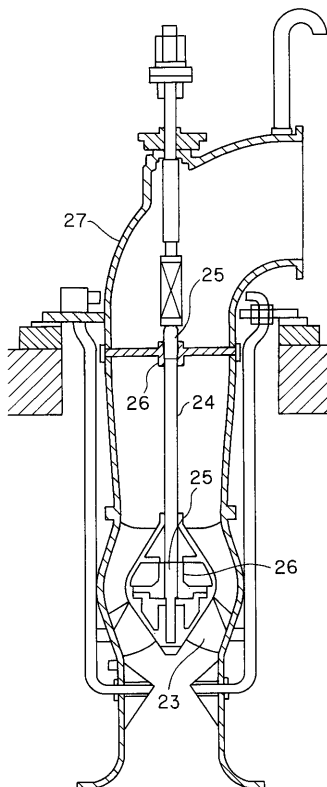
【図 4】



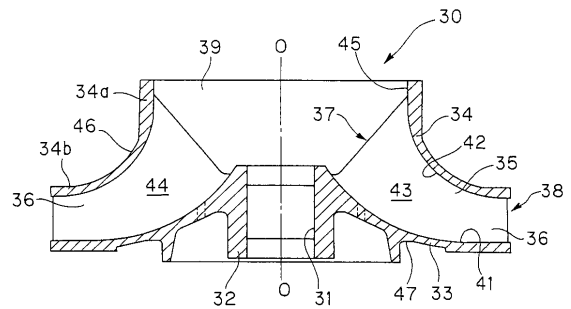
【図 5】



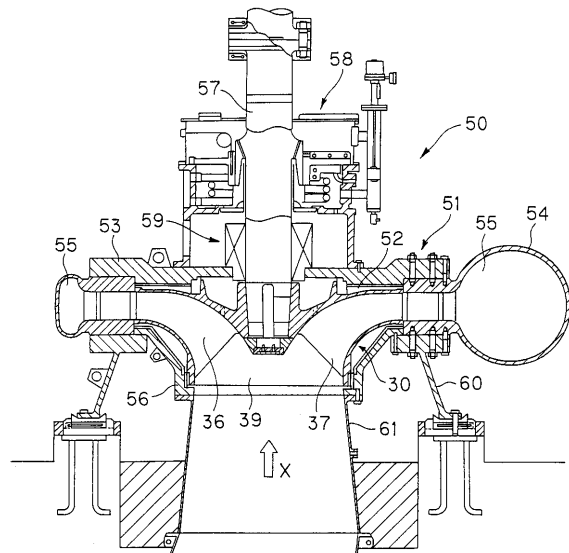
【図 6】



【図 7】



【図 8】



---

 フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
**F 0 4 D 29/02 (2006.01) F 0 4 D 29/02**

- (72)発明者 杉山 憲一  
 神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株式会社荏原総合研究所内
- (72)発明者 川村 聡  
 神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株式会社荏原総合研究所内
- (72)発明者 中浜 修平  
 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社荏原製作所内
- (72)発明者 長坂 浩志  
 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社荏原製作所内
- (72)発明者 高山 博和  
 千葉県袖ヶ浦市中袖30番地1 株式会社荏原金属内

審査官 鈴木 毅

- (56)参考文献 特開平05-156396(JP,A)  
 特開平10-030141(JP,A)  
 特開2000-328199(JP,A)  
 特開2002-361482(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
 C 2 2 C 1 9 / 0 5  
 C 2 2 C 2 7 / 0 6  
 C 2 3 C 4 / 0 6  
 B 2 3 K 3 5 / 3 0 - 3 5 / 3 2