

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3543755号
(P3543755)

(45) 発行日 平成16年7月21日(2004.7.21)

(24) 登録日 平成16年4月16日(2004.4.16)

(51) Int. Cl.⁷

F I

B 2 3 F 21/00

B 2 3 F 21/00

B 2 3 B 27/14

B 2 3 B 27/14

A

C 2 3 C 14/06

C 2 3 C 14/06

A

C 2 3 C 14/06

H

請求項の数 1 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2000-332675 (P2000-332675)
 (22) 出願日 平成12年10月31日(2000.10.31)
 (65) 公開番号 特開2002-137120 (P2002-137120A)
 (43) 公開日 平成14年5月14日(2002.5.14)
 審査請求日 平成12年11月13日(2000.11.13)

(73) 特許権者 596091392
 三菱マテリアル神戸ツールズ株式会社
 兵庫県明石市魚住町金ヶ崎西大池179-1
 (74) 代理人 100076679
 弁理士 富田 和夫
 (74) 代理人 100094824
 弁理士 鴨井 久太郎
 (72) 発明者 山田 保之
 兵庫県明石市魚住町金ヶ崎西大池179番
 地1 エムエムシーコベルコツール株式会社
 社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 硬質被覆層がすぐれた切粉潤滑性を有する表面被覆高速度工具鋼製歯切工具

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

高速度工具鋼基体の表面に、2～15 μmの全体平均層厚で物理蒸着した硬質被覆層が、個々の平均層厚が0.005～0.2 μmの第1薄層と第2薄層の交互積層からなり、上記第1薄層を、組成式： $[Ti_{1-x}Al_x]N$ および同 $[Ti_{1-x}Al_x]C_{1-m}N_m$ で表わした場合、厚さ方向中央部のオージェ分光分析装置による測定で、原子比で、 $X:0.30\sim0.70$ 、 $m:0.6\sim0.99$ を満足するTiとAlの複合窒化物およびTiとAlの複合炭窒化物のうちのいずれか、または両方で構成し、上記第2薄層を、組成式： $[Ti_{1-(x+y)}Al_xTa_y]N$ および同 $[Ti_{1-(x+y)}Al_xTa_y]C_{1-m}N_m$ で表わした場合、厚さ方向中央部のオージェ分光分析装置による測定で、原子比で、 $X:0.30\sim0.70$ 、 $Y:0.01\sim0.35$ 、 $m:0.6\sim0.99$ を満足するTiとAlとTaの複合窒化物およびTiとAlとTaの複合炭窒化物のうちのいずれか、または両方で構成したこと、を特徴とする硬質被覆層がすぐれた切粉潤滑性を有する表面被覆高速度工具鋼製歯切工具。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、硬質被覆層が切粉に対してすぐれた潤滑性を発揮し、したがって特にきわめて粘性が高く、かつ切粉が切刃表面に溶着し易い低合金鋼や軟鋼などの難削材からなる歯

車の高速歯切加工に用いた場合にも、切削に欠けやチッピング（微小欠け）などの発生なく、すぐれた切削性能を長期に亘って発揮する表面被覆高速度工具鋼製歯切工具（以下、被覆歯切工具という）に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、一般に、自動車や航空機、さらに各種駆動装置などの構造部材として各種歯車が用いられており、これら歯車の歯形の歯切加工にホブやピニオンカッタ、さらにシェーピングカッタなどの歯切工具が用いられている。

また、上記の歯切工具として、例えば特開平7-310173号公報に記載されるように、高速度工具鋼基体の表面に、組成式： $[Ti_{1-x}Al_x]N$ および同 $[Ti_{1-x}Al_x]C_{1-m}N_m$ で表わした場合、厚さ方向中央部のオージェ分光分析装置による測定で、原子比で、 $X:0.30\sim0.70$ 、 $m:0.6\sim0.99$ を満足するTiとAlの複合窒化物[以下、 $(Ti, Al)N$ で示す]層およびTiとAlの複合炭窒化物[以下、 $(Ti, Al)CN$ で示す]層のうちのいずれか、または両方で構成された硬質被覆層を $2\sim15\mu m$ の平均層厚で物理蒸着してなる被覆歯切工具が広く知られている。

【0003】

さらに、上記の従来被覆歯切工具が、例えば図1に概略説明図で示される物理蒸着装置の1種であるアークイオンプレATING装置を用い、ヒータで装置内を、例えば雰囲気を 20 mtorr の真空として、 500 の温度に加熱した状態で、アノード電極と所定組成を有するTi-Al合金がセットされたカソード電極（蒸発源）との間に、例えば電圧： 35 V 、電流： 90 A の条件でアーク放電を発生させ、同時に装置内に反応ガスとして窒素ガス、または窒素ガスとメタンガスを導入し、一方高速度工具鋼からなる基体（以下、単に基体ともいう）には、例えば -200 V のバイアス電圧を印加した条件で、前記基体の表面に、上記の硬質被覆層を物理蒸着することにより製造されることも知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

近年の歯車加工装置のFA化はめざましく、一方で歯切加工に対する省力化および省エネ化、さらに低コスト化の要求は強く、これに伴い、歯切工具には1種類の歯切工具でできるだけ多くの材種の歯切加工ができる汎用性が求められると共に、歯切加工も高速化の傾向にあるが、上記の従来被覆歯切工具においては、これを炭素鋼や鋳鉄などの通常の条件での歯切加工に用いた場合には問題はないが、これをきわめて粘性の高い低合金鋼や軟鋼などの歯車の高速歯切加工に用いた場合には、これら歯車の切粉は、硬質被覆層を構成する $(Ti, Al)N$ 層や $(Ti, Al)CN$ 層に対する親和性が高いために、歯切工具の切削表面に溶着し易く、この溶着現象は歯切加工が高速化すればするほど顕著に現れるようになり、この溶着現象が原因で切削に欠けやチッピングが発生し、この結果比較的短時間で使用寿命に至るのが現状である。

【0005】

【課題を解決するための手段】

そこで、本発明者等は、上述のような観点から、特に低合金鋼や軟鋼などの歯車の高速歯切加工に用いた場合にも、切削表面に切粉の溶着し難い被覆歯切工具を開発すべく研究を行った結果、

(a)上記の従来被覆歯切工具の硬質被覆層を構成する $(Ti, Al)N$ 層および $(Ti, Al)CN$ 層に、TiとAlとの含量に占める割合で、かつ厚さ方向中央部をオージェ分光分析装置で測定して、原子比で、 $0.01\sim0.35$ の割合のTaを固溶含有させると、この結果のTiとAlとTaの複合窒化物[以下、 $(Ti, Al, Ta)N$ で示す]層およびTiとAlとTaの複合炭窒化物[以下、 $(Ti, Al, Ta)CN$ で示す]層で硬質被覆層を構成すると、この硬質被覆層は、Taの作用で被削材、特に低合金鋼や軟鋼などの粘性の高い難削材に対する親和性が著しく低くなって、高い切粉潤滑性をもつようになるため、切粉が切削に溶着することが著しく抑制されるようになるが、反面前記(

10

20

30

40

50

(Ti, Al)N層および(Ti, Al)CN層の具備していたすぐれた靱性が損なわれるようになること。

【0006】

(b)一方、上記従来被覆歯切工具の硬質被覆層の構成層である(Ti, Al)N層および(Ti, Al)CN層と上記(a)の(Ti, Al, Ta)N層および(Ti, Al, Ta)CN層とを個々の層厚をきわめて薄くした状態、すなわち0.005~0.2μmの平均層厚とした状態で、これら両層を交互積層させて硬質被覆層を構成すると、この硬質被覆層は前記両層による薄膜化交互積層構造によってそれぞれの層のもつ問題点、すなわち(Ti, Al)N層および(Ti, Al)CN層(以下、第1薄層という)のもつ切粉に対する高い親和性および(Ti, Al, Ta)N層および(Ti, Al, Ta)CN層(以下、第2薄層という)のもつ低靱性が相互に消失し合い、前記第1薄層のもつすぐれた靱性と前記第2薄層のもつすぐれた切粉潤滑性を具備するようになることから、この結果の被覆歯切工具は、これを特に低合金鋼や軟鋼などの粘性の高い難削材からなる歯車の高速歯切加工に用いても、切刃に欠けやチップングの発生がなくなり、長期に亘ってすぐれた切削性能を発揮するようになること。

10

以上(a)および(b)に示される研究結果を得たのである。

【0007】

この発明は、上記の研究結果に基づいてなされたものであって、
 高速度工具鋼基体の表面に、2~15μmの全体平均層厚で物理蒸着した硬質被覆層が、
 個々の平均層厚が0.005~0.2μmの第1薄層と第2薄層の交互積層からなり、
 上記第1薄層を、組成式： $[Ti_{1-x}Al_x]N$ および同 $[Ti_{1-x}Al_x]C_{1-m}N_m$ で表わ
 した場合、厚さ方向中央部のオージェ分光分析装置による測定で、原子比で、
 X:0.30~0.70、m:0.6~0.99を満足する(Ti, Al)N層および(Ti, Al)
)CN層のうちのいずれか、または両方で構成し、

20

上記第2薄層を、組成式： $[Ti_{1-(x+y)}Al_xTa_y]N$ および同 $[Ti_{1-(x+y)}Al_xTa_y]C_{1-m}N_m$ で表わした場合、厚さ方向中央部のオージェ分光分析装置による測定で、
 原子比で、X:0.30~0.70、Y:0.01~0.35、m:0.6~0.99を満足する(Ti, Al, Ta)N層および(Ti, Al, Ta)CN層のうちのいずれか、
 または両方で構成してなる、

硬質被覆層がすぐれた切粉潤滑性を有する被覆歯切工具に特徴を有するものである。

30

【0008】

なお、この発明の被覆歯切工具において、硬質被覆層の交互積層を構成する第1薄層および第2薄層の個々の平均層厚をそれぞれ0.005~0.2μmとしたのは、いずれの薄層においても、その平均層厚が0.005μm未満になると、それぞれの薄層のもつ特性、すなわち第1薄層によるすぐれた靱性、第2薄層によるすぐれた切粉潤滑性を硬質被覆層に十分満足に具備せしめることができず、一方その平均層厚がそれぞれ0.2μmを越えると、それぞれの薄層のもつ問題点、すなわち第1薄層による切粉溶着性および第2薄層による靱性低下が硬質被覆層に現われるようになるという理由によるものであり、望ましくは0.007~0.10μmとするのがよい。

【0009】

また、この発明の被覆歯切工具において、硬質被覆層の第1薄層を構成する(Ti, Al)N層および(Ti, Al)CN層、並びに同第2薄層を構成する(Ti, Al, Ta)N層および(Ti, Al, Ta)CN層におけるAlはTiCNに対して硬さを高め、もって耐摩耗性を向上させるために固溶するものであり、したがって組成式： $(Ti_{1-x}Al_x)N$ および同 $(Ti_{1-x}Al_x)C_{1-m}N_m$ 、並びに組成式： $[Ti_{1-(x+y)}Al_xTa_y]N$ および同 $[Ti_{1-(x+y)}Al_xTa_y]C_{1-m}N_m$ のX値が原子比(以下同じ)で、0.3未満では所望の耐摩耗性を確保することができず、一方その値が0.7を越えると、切刃に欠けやチップングが発生し易くなると云う理由によりX値を0.3~0.7と定めた。望ましくはX値を0.35~0.65とするのがよい。

40

【0010】

50

また、上記の (Ti, Al) CN 層および (Ti, Al, Ta) CN 層における C 成分には、硬さを向上させる作用があるので、(Ti, Al) CN 層および (Ti, Al, Ta) CN 層は上記 (Ti, Al) N 層および (Ti, Al, Ta) N 層に比してそれぞれ相対的に高い硬さをもつが、この場合上記の組成式における C 成分の割合が 0.01 未満、すなわち m 値が 0.99 を越えると所定の硬さ向上効果が得られず、一方 C 成分の割合が 0.4 を越える、すなわち m 値が 0.6 未満になると靱性が急激に低下するようになることから、m 値を 0.6 ~ 0.99 と定めた。望ましくは m 値を 0.8 ~ 0.9 とするのがよい。

【0011】

さらに、上記の第 2 薄層を構成する (Ti, Al, Ta) N 層および (Ti, Al, Ta) CN 層は、上記の第 1 薄層の (Ti, Al) N 層および (Ti, Al) CN 層に比して Ta の作用ですぐれた切粉潤滑性をもつようになるが、上記の組成式で Y 値が 0.01 未満では Ta の固溶含有が不十分で所定の切粉潤滑性向上効果を硬質被覆層に具備せしめることができず、一方 Y 値が 0.35 を越えると、急激に靱性が低下し、この靱性低下は硬質被覆層全体に顕著に現れるようになることから、Y 値を 0.01 ~ 0.35 と定めた。望ましくは Y 値を 0.07 ~ 0.30 とするのがよい。

【0012】

また、硬質被覆層の全体平均層厚を 2 ~ 15 μm としたのは、その層厚が 2 μm では所望のすぐれた耐摩耗性を確保することができず、一方その層厚が 15 μm を越えると、切刃に欠けやチッピングが発生し易くなるという理由によるものであり、望ましくは 3 ~ 10 μm とするのがよい。

【0013】

【発明の実施の形態】

つぎに、この発明の被覆歯切工具を実施例により具体的に説明する。

高速度工具鋼基体として、材質が JIS・SKH55 からなり、JIS・B4354 に定める外形：60 mm \times 全長：60 mm の寸法（モジュール：2）をもった歯車用 1 条ホブと、同じく材質が JIS・SKH55 で構成され、JIS・B4356 に定める歯数：50，ピッチ円直径：100 mm（モジュール：2）のピニオンカッタを用意し、これら高速度工具鋼基体を、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、それぞれ図 1 に例示される通常のアークイオンプレーティング装置に装入し、一方カソード電極（蒸発源）として、種々の成分組成をもった第 1 薄層形成用 Ti-Al 合金と第 2 薄層形成用 Ti-Al-Ta 合金のうちから、それぞれ所定の成分組成の合金を所定の組み合わせで選び出し、これを回転円板上に回転軸を中心にしてそれぞれが対局した位置に装着し、装置内を排気して 0.5 Pa の真空に保持しながら、ヒーターで装置内を 500 $^{\circ}\text{C}$ に加熱した後、Ar ガスを装置内に導入して 10 Pa の Ar 雰囲気とし、この状態で形成する層厚に対応して前記回転軸を所定時間経過毎に断続的に回転し、一方基体には -800 V のバイアス電圧を印加して基体表面を Ar ガスボンバート洗浄し、ついで装置内に反応ガスとして窒素ガス、または窒素ガスとメタンガスを導入して 6 Pa の反応雰囲気とすると共に、前記基体に印加するバイアス電圧を -200 V に下げて、前記カソード電極（前記回転円板上の片方の合金）とアノード電極との間にアーク放電を発生させ、もって前記基体の表面に、表 1 に示される目標組成および目標層厚の第 1 薄層と第 2 薄層とを表 2 に示される組み合わせで、かつ同じく表 2 に示される交互積層数からなる硬質被覆層を蒸着することにより、本発明被覆歯切工具 1 ~ 13 をそれぞれ製造した。

【0014】

また、比較の目的で、同じく上記のアークイオンプレーティング装置にて、カソード電極（蒸発源）として、種々の成分組成をもった Ti-Al 合金のうちの所定の 1 種を装着する以外は同一の条件で、上記基体の表面に表 3 に示される通りの目標組成および目標層厚の (Ti, Al) N 層および / または (Ti, Al) CN 層で構成された硬質被覆層を蒸着することにより、従来被覆歯切工具 1 ~ 12 をそれぞれ製造した。

【0015】

10

20

30

40

50

なお、この結果得られた本発明被覆歯切工具 1 ~ 13 および従来被覆歯切工具 1 ~ 12 を構成するそれぞれの硬質被覆層について、これの構成層個々の厚さ方向中央部の組成をオージェ分光分析装置を用いて測定し、さらにその層厚を走査型電子顕微鏡を用いて測定したところ、いずれの場合も目標組成および目標層厚と実質的に同じ組成および層厚を示した。

【0016】

つぎに、上記本発明被覆歯切工具 1 ~ 13 および従来被覆歯切工具 1 ~ 12 のうち、ホブ

については、

切削速度（回転速度）：200 m/min（1062 rpm）、

送り：2.0 mm/rev、

の高速切削条件で、外径：100 mm × 長さ：25 mm × 歯数：48本の寸法をもち、かつ材質が JIS・SCr420 の低合金鋼からなる歯車の歯切加工を行ない、またピニオンカッタについては、

ストローク数：750 ストローク/min、

円周送り：4 mm/ストローク、

半径送り：0.01 mm/ストローク、

の高速切削条件で、外径：66 mm × 長さ：25 mm × 歯数：31 の寸法をもち、かつ材質が JIS・SCr420 の低合金鋼からなる歯車の歯切加工を行ない、切削の最大逃げ面摩耗が 0.02 mm に至る（使用寿命）までの歯車加工数を測定した。この測定結果をそれぞれ表 2、3 に示した。なお、表 2、3 の歯車加工数の欄の印はウエット加工（切削油使用）の結果を示し、無印はドライ加工（エアブロー）の結果を示す。

【0017】

【表 1】

種 別	目 標 組 成 (原子比)					目 標 層 厚 (μm)	
	Ti	Al	Ta	C	N		
第 1 薄 層	A	0.70	0.30	—	—	1.00	0.18
	B	0.55	0.45	—	—	1.00	0.005
	C	0.50	0.50	—	—	1.00	0.007
	D	0.45	0.55	—	—	1.00	0.15
	E	0.40	0.60	—	—	1.00	0.03
	F	0.35	0.65	—	—	1.00	0.01
	G	0.30	0.70	—	—	1.00	0.075
	H	0.60	0.40	—	0.40	0.60	0.12
	I	0.45	0.55	—	0.20	0.80	0.01
	J	0.35	0.65	—	0.01	99.9	0.08
第 2 薄 層	a	0.35	0.30	0.35	—	1.00	0.07
	b	0.25	0.45	0.30	—	1.00	0.01
	c	0.25	0.50	0.25	—	1.00	0.18
	d	0.25	0.55	0.20	—	1.00	0.075
	e	0.25	0.60	0.15	—	1.00	0.005
	f	0.25	0.65	0.10	—	1.00	0.02
	g	0.29	0.70	0.01	—	1.00	0.20
	h	0.30	0.40	0.30	0.20	0.80	0.008
	i	0.30	0.55	0.15	0.10	0.90	0.015
	j	0.30	0.65	0.05	0.05	0.95	0.12

10

20

30

【 0 0 1 8 】

【 表 2 】

種別	基体	硬質被覆層	歯車加工数(個)	使用寿命の原因	
本発明被覆歯切工具	1	ホブ	第1薄層Aと第2薄層jとの交互30積層	178※	正常摩耗
	2	ピニオンカッタ	第1薄層Bと第2薄層iとの交互200積層	195	正常摩耗
	3	ホブ	第1薄層Cと第2薄層hとの交互400積層	252	正常摩耗
	4	ピニオンカッタ	第1薄層Dと第2薄層gとの交互80積層	183※	正常摩耗
	5	ホブ	第1薄層Eと第2薄層fとの交互280積層	275	正常摩耗
	6	ピニオンカッタ	第1薄層Fと第2薄層eとの交互400積層	198	正常摩耗
	7	ホブ	第1薄層Gと第2薄層dとの交互100積層	197※	正常摩耗
	8	ピニオンカッタ	第1薄層Hと第2薄層cとの交互100積層	172※	正常摩耗
	9	ホブ	第1薄層Iと第2薄層bとの交互100積層	269※	正常摩耗
	10	ホブ	第1薄層Jと第2薄層aとの交互200積層	191	正常摩耗
	11	ピニオンカッタ	第1薄層と第2薄層iとの交互80積層	263	正常摩耗
	12	ピニオンカッタ	第1薄層Fと第2薄層cとの交互30積層(基体側) +第1薄層Bと第2薄層gとの交互40積層(表面側)	178※	正常摩耗
	13	ホブ	第1薄層Gと第2薄層eとの交互100積層(基体側) +第1薄層Aと第2薄層hとの交互20積層(表面側)	187	正常摩耗

【0019】

【表3】

種別	基体	硬質被覆層														歯車加工数 (個)	使用寿命 の原因
		第1層							第2層								
		目標組成(原子比)				目標 層厚 (μm)	目標組成(原子比)				目標 層厚 (μm)						
		Ti	Al	C	N		Ti	Al	C	N							
1	ホブ	0.70	0.30	—	1.00	4.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	62※	チップング
2	ピニオンカッタ	0.55	0.45	—	1.00	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	38	チップング
3	ホブ	0.50	0.50	—	1.00	3.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	72	チップング
4	ピニオンカッタ	0.45	0.55	—	1.00	14.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	91※	チップング
5	ホブ	0.40	0.60	—	1.00	7.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	84	チップング
6	ピニオンカッタ	0.35	0.65	—	1.00	3.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	42	チップング
7	ホブ	0.30	0.70	—	1.00	7.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	65※	チップング
8	ピニオンカッタ	0.60	0.40	0.20	0.80	15.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	73※	チップング
9	ホブ	0.45	0.55	0.10	0.90	10.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	84※	チップング
10	ホブ	0.35	0.65	0.01	99.9	15.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	78	チップング
11	ピニオンカッタ	0.70	0.30	—	1.00	4.0	0.30	0.70	—	—	—	—	—	—	—	94	チップング
12	ピニオンカッタ	0.30	0.70	—	1.00	2.85	0.45	0.55	0.10	0.90	—	—	—	—	—	72※	チップング

従来被覆歯切工具

(表中の「チップング」は「いずれも切刃に発生したチップングが原因で使用寿命に至ったことを示す」)

【0020】

【発明の効果】

表2、3に示される結果から、硬質被覆層が第1薄層と第2薄層の交互多重積層からなる本発明被覆歯切工具1～13は、いずれも低合金鋼の歯切加工を高い発熱を伴う高速で行っても、前記第2薄層による切粉潤滑性の著しい向上によって硬質被覆層に対する高温加

10

20

30

40

50

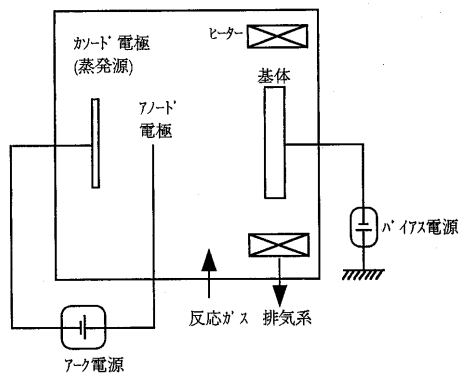
熱の切粉の親和性がきわめて低くなり、切粉が前記硬質被覆層に溶着することがなく、切刃は常にすぐれた表面潤滑性を維持することから、切刃への切粉溶着が原因のチッピングが切刃に発生することがなく、すぐれた耐摩耗性を発揮するのに対して、実質的に硬質被覆層が前記第1薄層と同じ組成の単一層からなる従来被覆歯切工具1~12においては、切粉が硬質被覆層に溶着し易く、これが原因で硬質被覆層が局部的に剥がし取られることから、切刃にチッピングが発生し、比較的短時間で使用寿命に至ることが明らかである。上述のように、この発明の被覆歯切工具は、炭素鋼や鋳鉄などの歯車の通常の条件での歯切加工は勿論のこと、特に粘性が高く、切粉が切刃表面に溶着し易い低合金鋼や軟鋼などの歯車の高速歯切加工でも切粉に対してすぐれた表面潤滑性を発揮し、汎用性のある切削性能を示すものであるから、歯車加工装置のFA化並びに歯切加工の省力化および省エネ

10

【図面の簡単な説明】

【図1】アークイオンプレーティング装置の概略説明図である。

【図1】



フロントページの続き

- (72)発明者 一宮 夏樹
兵庫県明石市魚住町金ヶ崎西大池179番地1 エムエムシーコベルコツ - ル株式会社内
- (72)発明者 前田 浩一
兵庫県明石市魚住町金ヶ崎西大池179番地1 エムエムシーコベルコツ - ル株式会社内
- (72)発明者 田中 裕介
兵庫県明石市魚住町金ヶ崎西大池179番地1 エムエムシーコベルコツ - ル株式会社内

審査官 八木 誠

- (56)参考文献 特開平7 - 26386 (JP, A)
特開平8 - 209334 (JP, A)
特開平11 - 216601 (JP, A)
特開平7 - 97679 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

B23F 1/00-23/12

B23B 27/14

C23C 14/06