

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4844874号
(P4844874)

(45) 発行日 平成23年12月28日 (2011.12.28)

(24) 登録日 平成23年10月21日 (2011.10.21)

(51) Int. Cl.	F 1
B 2 1 D 37/01 (2006.01)	B 2 1 D 37/01
B 2 1 D 37/18 (2006.01)	B 2 1 D 37/18
C 2 2 C 38/00 (2006.01)	C 2 2 C 38/00 3 O 2 E
C 2 2 C 38/60 (2006.01)	C 2 2 C 38/60

請求項の数 2 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2006-120210 (P2006-120210)	(73) 特許権者	000005083
(22) 出願日	平成18年4月25日 (2006.4.25)		日立金属株式会社
(65) 公開番号	特開2007-2333 (P2007-2333A)		東京都港区芝浦一丁目2番1号
(43) 公開日	平成19年1月11日 (2007.1.11)	(72) 発明者	井上 義之
審査請求日	平成21年3月10日 (2009.3.10)		島根県安来市安来町2107番地2 日立
(31) 優先権主張番号	特願2005-153774 (P2005-153774)		金属株式会社 冶金研究所内
(32) 優先日	平成17年5月26日 (2005.5.26)	(72) 発明者	久保田 邦親
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		島根県安来市安来町2107番地2 日立
			金属株式会社 冶金研究所内
		審査官	佐藤 陽一
		(56) 参考文献	国際公開第2004/059023 (W O, A1)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プレス成形品の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

質量%で、C：0.7～1.6%未満、Si：0.5～3.0%、Mn：0.1～3.0%未満、P：0.05%未満（0%を含む）、S：0.01～0.12%、Cr：7.0～13.0%、Moの1種またはMoとWの2種を（Mo+W/2）：0.5～1.7%、V：0.7%未満（0%を含む）、Ni：0.3～1.5%、Cu：0.1～1.0%、Al：0.1～0.7%を含み、残部Feおよび不可避免的不純物でなるマルテンサイト系鋼からなるプレス金型によって、被加工材をプレス成形する、プレス成形品の製造方法において、

プレス成形中の金型と被加工材が摺動するときの、金型と被加工材との最大加工速度が0.37m/sを超える条件下でプレス成形することを特徴とするプレス成形品の製造方法

【請求項2】

プレス金型は、質量%で、0.3%以下のNbを含有する鋼であることを特徴とする請求項1に記載のプレス成形品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、特に、プレス成形用パンチやダイ等、プレス金型による、プレス成形品の製造方法に関するものである。

10

20

【背景技術】

【0002】

従来、使用中の摺動を伴うプレス金型等においては、マトリックスの硬さとCr系特殊炭化物を含有することで、高硬度、且つ優れた耐摩耗性を有するSKD11等が適用されていた。しかし、近年、金型における難加工材の成形やプレス金型等における摺動環境の過酷化により、SKD11等に窒化、PVD、CVD、塩浴処理等の表面処理を施して使用している。

【0003】

上述したものは高硬度化による耐摩耗性向上の技術であるが、一方、近年、酸化物の自己潤滑性に着目した技術開発がなされるようになってきている。例えば、アルミナ基板上にCu-Moをイオンビーム蒸着した時の、種々の温度におけるCu、Mo、Oの結合状態の研究と、その種々の試験温度での摩擦試験を行ったものについての報告がある（非特許文献1）。これによると、300℃以上においてCuO+MoO₃の複合酸化物が生成し、さらに高温になるに伴って多くなることから、600℃における摩擦試験では摩擦係数が低くなり、優れた摺動特性が得られるということが報告されている。

【非特許文献1】Surface and Coatings Technology 89, 1997年, p. 245 - 251

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

摺動特性の付与手法として、上述したSKD11等の硬質物質による対策では、その素材自体を金型形状に加工する際の被削性に悪影響を及ぼすという問題があった。また、表面処理を施すと、母材とコーティング膜との密着性が悪く、剥離してしまう問題や、さらには、コーティングをする手間、及びコストがかかるという問題があった。

【0005】

一方、優れた摺動特性が得られるCu-Moの複合コーティングを施した材料においては、耐摩耗性の観点から母材は高硬度である必要がある。また同様、母材とコーティング膜の密着性が悪く、膜が剥離してしまう問題や、さらには、コーティングをする手間、及びコストがかかるという問題があった。

【0006】

本発明の目的は、上記の課題を解決した、優れた自己潤滑特性を有するプレス金型による、プレス成形品の製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明者は、上記の課題を検討した結果、上記使用環境下でのプレス金型において、潤滑特性、及び耐摩耗性に優れ、長寿命化するためには、コーティングをしなくても、それ自体が優れた潤滑特性、及び耐摩耗性を有するプレス金型こそが最適であることを突きとめた。それ故、優れた自己潤滑特性を有するCuとMoの複合酸化物を、内部酸化により、マルテンサイト系鋼の母材の最表面に自己生成している状態のプレス金型を目標にすることで、本発明を開発するに至った。

【0008】

すなわち、本発明は、質量%で、C: 0.7~1.6%未満、Si: 0.5~3.0%、Mn: 0.1~3.0%未満、P: 0.05%未満(0%を含む)、S: 0.01~0.12%、Cr: 7.0~13.0%、Moの1種またはMoとWの2種を(Mo+W/2): 0.5~1.7%、V: 0.7%未満(0%を含む)、Ni: 0.3~1.5%、Cu: 0.1~1.0%、Al: 0.1~0.7%を含み、残部Feおよび不可避的不純物となるマルテンサイト系鋼からなるプレス金型によって、被加工材をプレス成形する、プレス成形品の製造方法において、プレス成形中の金型と被加工材が摺動するときの、金型と被加工材との最大加工速度が0.37m/sを超える条件下でプレス成形することを特徴とするプレス成形品の製造方法である。なお、本発明で言う最大加工速度とは、プレ

10

20

30

40

50

ス成形中において金型と被加工材の摺動する速度が最大の時の、その加工速度である。

【0009】

そして、本発明のプレス成形品の製造方法が使用する、優れた自己潤滑特性を有するプレス金型は、質量%で、0.3%以下のNbを含有してもよい。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、コーティングをすることなく、優れた自己潤滑特性を有するプレス金型によるプレス成形品の製造方法を提供することにより、金型の低コスト、且つ長寿命化が図れることから、特に摺動環境にあるプレス金型等の分野において欠くことのできない技術となる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

上述したように、本発明の重要な特徴は、母材とコーティング膜との密着性の問題があり、さらに手間、及びコストのかかるコーティングをすることなく、優れた潤滑特性、及び耐摩耗性を有するプレス金型によるプレス成形品の製造方法を達成したことにある。具体的には、プレス成形中に、CuとMoの複合酸化物（以下、Cu-Mo複合酸化物とも記す）を最表面に自己生成している状態を目標とした、プレス金型である。

【0012】

まず、Cu-Mo複合酸化物の優れた潤滑機構特性について説明する。

Cu-Mo複合酸化物は、CuおよびMo存在下での、300以上の環境においてCuO+MoO₃の複合酸化物の形態として生成されるものである。そして、高温になるに伴って多く生成される。この複合酸化物は、二硫化モリブデンやグラファイト等固体潤滑剤のように層状構造を持ち、特定の結晶面または分子間の結合力が弱く、小さい摩擦係数を与える自己潤滑特性を持っている。

20

【0013】

本発明のプレス金型にとっては、母材自身の内部酸化によるCu-Mo複合酸化膜が最表面に自己形成されることで、優れた潤滑特性を有すると思われるが、その母材自体も耐摩耗性に優れることで総合的な摺動特性の向上が達成される。そこで、本発明を構成する母材は、本発明の根幹であるCu-Mo複合酸化物を自己形成するための、CuおよびMoの内部酸化が進行するものとして、それぞれ3.0質量%以下のMoおよびCuを含む高硬度のマルテンサイト系鋼であることが好ましい。

30

【0014】

そして、本発明のプレス金型は、その使用条件として、プレス加工中の被加工材との最大加工速度が0.37m/sを超えることが好ましい。0.37m/s以下であると、摺動による発熱が少なく、Cu-Mo複合酸化膜の自己形成が不十分であると推測される。よって、最大加工速度は0.37m/sを超える条件が好ましい。好ましくは、0.56m/sを超える最大加工速度である。

【0015】

そして、本発明を構成する母材は、質量%で、C:0.7~1.6%未満、Si:0.5~3.0%、Mn:0.1~3.0%未満、P:0.05%未満(0%を含む)、S:0.01~0.12%、Cr:7.0~13.0%、Moの1種またはMoとWの2種を(Mo+W/2):0.5~1.7%、V:0.7%未満(0%を含む)、Ni:0.3~1.5%、Cu:0.1~1.0%、Al:0.1~0.7%を含み、残部Feおよび不可避免的不純物でなる鋼であり、上記の内部酸化が円滑に進むことの期待されるマルテンサイト系鋼である。0.3%以下のNbを含有してもよい。

40

【0016】

以下、本発明のプレス金型にとっての、上記母材の成分組成について説明する。なお、各元素の含有量を示す%の表記は、質量%である。

Cは一部が基地中に固溶して強度を付与し、一部は炭化物を形成することで耐摩耗性や耐焼付き性を高める重要な元素である。ここで、鋼中のCが固溶Cと炭化物になる割合は

50

主にC rとの相互作用で決まるため、CはC rとの相互作用を認識して同時に規定することが望ましい。よって、被削性と熱処理変形安定性の両者をバランスよく満たす実用的な母材とするためにも、Cの成分範囲は下記のC r量をも鑑みて0.7~1.6%未満がよい。好ましくは、0.9~1.3%である。

【0017】

Siは本発明の母材にとって重要な元素である。Siは通常、脱酸剤として0.3%程度が添加されるが、本発明では焼入れ時の膨張を抑えた成分設計を好ましいとしている結果として焼入れ硬さの低下が懸念されるので、焼戻し時の490℃付近までの軟化現象を抑制するために通常よりも高い0.5%以上とすることが望ましい。なお、過多の含有はデルタフェライトの形成を起こすため、上限は3.0%がよい。より好ましくは、0.9~2.0%である。

10

【0018】

MnもSiと同様、脱酸剤として使用され、この場合、最低でも0.1%を含有する。しかし、過度に含有すると切削性を阻害するので、上限を3.0%に規定することが望ましい。より好ましくは、0.1~1.0%である。

【0019】

Sは被削性を向上させる場合に有益な元素である。しかし、過多に含有すると靱性を低下させるので、多くとも0.12%以下が望ましく、添加するとすれば0.01~0.12%がよい。好ましくは、0.03~0.09%である。

【0020】

20

Crは、母材の焼入れ性を高めるとともに、炭化物を形成するのに欠かせない元素である。ここで、Cの時に同様、鋼中のCrが固溶Crと炭化物になる割合はCとの相互作用によって決まるため、やはりその含有量はCとの相互作用を認識して同時に規定することが望ましい。よって、被削性と熱処理変形安定性の両者をバランスよく満たす実用的な摺動部材とするためにも、Crの成分範囲は上記のC量をも鑑みて7.0~13.0%がよい。好ましくは、8.0~11.0%である。

【0021】

Moは、3.0%以下を含むことで本発明の自己潤滑機構特性の発揮が期待される必須元素であるが、母材としての機械的特性を調整する上では、MoとWは同様の作用効果を付与し、その程度は原子量の関係から $(Mo + W / 2)$ で規定することができる。Mo, Wは工具鋼の二次硬化を担う元素とされ、特にバイト、ドリル等の小物製品への適用で高硬度を必要とする高速度工具鋼に多く添加される。本発明においても、Mo, Wは二次硬化を発揮するマトリックス状態に大きく寄与するものとして添加が可能であるが、0.5%より少ないと十分な効果が得られず、一方、これらの元素は変寸を助長することから、冷間金型等の大物製品にとって過多の添加はよくない。よって、本発明のプレス金型では、母材はMoの1種またはMoとWの2種を $(Mo + W / 2)$ で0.5~1.7%が好ましい。より好ましくは、0.75~1.5%である。

30

【0022】

Niは、後述のAlと結合してNi-Al系金属間化合物を形成・析出し、二次硬化と変寸の抑制を同時に達成する、本発明にとっては含有の好ましい元素である。また、後述のCuを含有する場合、赤熱脆性を抑える有益な元素でもある。しかし、0.3%より少ないと十分な効果は得られず、一方、1.5%を越える過多の含有はFe中のCの固溶限を上げ、焼鈍状態の加工性を阻害するため、0.3~1.5%が好ましい。より好ましくは、0.4~1.5%、さらに好ましくは、0.5~1.3%である。

40

【0023】

Cuは、Moに同様、3.0%以下を含むことで本発明の自己潤滑機構特性の発揮が期待される必須元素であるが、その適量の含有によつては、Cu金属相が約480℃以上から析出し始め、これが金属間化合物の析出核になることから、本来はより高温で析出する上記のNi-Al系金属間化合物をちょうど工具鋼の二次硬化温度付近で析出させることを可能にする。よって、Ni-Al系金属間化合物の析出による変寸相殺効果および二次

50

硬化を最大限に発揮するには含有の好ましい元素である。しかし、Cuは多量に添加すると赤熱脆性が起こるため、本発明では0.1～1.0%に規定することが好ましい。より好ましくは、0.2～0.8%である。

【0024】

Alは、上記の通り、Niと結合してNi₃AlもしくはNiAlといったNi-Al系金属間化合物を形成し、析出による二次硬化を担う。また、この析出反応によりマトリックスが収縮するため、工具鋼における二次硬化時の膨張反応を相殺し、その結果、変寸を抑制する、本発明にとっての含有が好ましい元素である。しかし、0.1%より少ないと十分な効果は得られず、一方、0.7%を超える過多のAlは著しいデルタフェライトの形成を起こすので、0.1～0.7%に規定することが好ましい。より好ましくは、0.1～0.5%、さらに好ましくは、0.15～0.45%である。

10

【0025】

Nbは組織中の炭化物の分布を均一化し、熱処理変形を小さくする働きがあることから、本発明のプレス金型にとっては、その母材に含有の好ましい元素である。特に0.03%以上の含有が好ましいが、その含有により形成されるMX化合物の量が多すぎると被削性を害するので、0.3%以下の含有が望ましい。

【0026】

また、以下の元素は下記の範囲内であれば本発明の母材に含まれてもよい。

Pは靱性を阻害する元素であることから、0.05%未満、好ましくは0.02%以下に規制する。Vは焼入れ性の向上の上で添加することができるが、被削性を阻害する元素であることから、含有する場合であっても0.7%未満、好ましくは0.5%以下に制限する。

20

【0027】

本発明の母材は、好ましくは、以上を満たす成分組成であって、残部を実質的にFeとする鋼とすることができる。例えば上述の元素種以外はFeと他の元素は総計で20%以下、10%以下、5%以下といった鋼や、残部はFeおよび不可避免的不純物で構成される鋼であれば、優れた自己潤滑機構特性が期待され、さらに変寸抑制特性と二次硬化をも同時に達成した、機械的特性の優れるプレス金型となる。

【実施例1】

【0028】

本実施例1では、実際にプレス成形に使用される時の金型温度を想定し、内部酸化によるCu-Mo複合酸化物の自己生成について評価する。

まず、真空溶解後の造塊によって得た鋼塊を熱間加工して、表1に示す化学成分(質量%)の、残部Fe、及び不可避免的不純物でなるマルテンサイト系鋼の試料(寸法は15×15×3mm)を準備した。そして、これら試料に焼入れ(1030×1h)、焼戻し(500×1hを2回)を施した後、鏡面研磨を行い、その後、使用中の実金型温度を想定した、500の熱処理(酸化雰囲気)を施して、評価試料とした。そして、得た試料の表面状態(自己生成膜の構成)をX線光電子分光分析装置(ESCA)により測定し、評価した。

【0029】

【表1】

試料 No.	成分組成 (mass%)												
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	W	Cu	Al	Nb
1	1.0	1.0	0.5	0.02	0.06	0.5	8.0	0.9	—	0.4	0.4	0.35	0.1
2	1.5	0.3	0.3	0.02	—	—	12.0	1.0	0.25	—	—	—	—

“—”は、0.01%未満

30

【0030】

ESCA測定は、表面スパッタを、積算で0(最表面)、3、6、9、12、15、3

50

0, 45, 60, 75, 90, 105, 120分行い、それぞれのスパッタ時間に相当する、最表面、及び深さ方向位置の成分状態について評価した。試料No. 1については、図1にスパッタ0分、及び3分後のCuの結合状態を、図2にスパッタ0分、及び120分後のMoの結合状態を示しておく。

【0031】

試料No. 1の場合、図1より、スパッタ3分後の深さ部位においては、オージェピークが不明瞭のため、Cuの状態は判断できないが、スパッタ0分の最表面には、CuOが形成されていることがわかる。また、図2より、Moはスパッタ0分の最表面でMoO₃を形成しており、スパッタ120分後の深さ位置ではMoの状態にある。

【0032】

一方、試料No. 2の場合、CuO、MoO₃共に検出されなかった。

【0033】

上述した結果より、試料No. 1においてのみ、その最表面にCuO - MoO₃の複合酸化膜が生成していることがわかる。

【実施例2】

【0034】

本実施例2では、前記実施例1の試験結果に基づいての、表2に示す部材No. 3, 4をプレス金型に適用して、それによるプレス成形を行った時の焼付き性の評価をする。

【0035】

【表2】

	部材 No.	部材の状態
本発明	3	荒加工を行った試料 No.1 を焼入れ (1030℃) 焼戻し (500℃) 後、プレス金型形状に仕上げ加工したもの
比較例	4	荒加工を行った試料 No.2 を焼入れ (1030℃) 焼戻し (500℃) 後、プレス金型形状に仕上げ加工したもの

【0036】

本評価では、部材No. 3, 4の金型を用いての、図3に示す成形条件による焼付き性評価試験を実施した。リンク機構によりパンチが上下運動する図3の装置においては、そのパンチ先端がワーク（被加工材）に当接する瞬間に、パンチとワークが接触している条件下においてパンチが最大加工速度に達する。

【0037】

一方、このプレス成形中において、ワークに発生する“しわ”を抑制するためには、ワーク端部を固定する“しわ押さえ力”を大きくすることが有効であるが、この力が大きくなればなる程、逆に焼付きが発生しやすくなる。そこで、本試験では、一定の最大加工速度でのパンチ成形において、その焼付きなしにプレス成形が可能な“最大しわ押さえ力”を測定した。つまり、ワーク端部を押さえる力が、最大しわ押さえ力を超えると焼付きが発生することから、この最大しわ押さえ力を大きくできるものである程、耐焼付き性に優れ、しわが発生せず、様々な形状の高速成形が可能である。

【0038】

図4に試験結果を示す。なお、図3の装置においては、その加工速度は、成形速度[単位分当たりの成形ショット回数 (spm)]をもって制御するので、その際の成形速度も併記しておく。

【0039】

図4より、本発明のプレス金型である部材No. 3は、焼付きがなく成形できる最大しわ押さえ力が、加工速度を上げる程に、1.2 kgf/cm² から1.4 kgf/cm² へ上がった。部材No. 3は、その金型使用前には、Cu - Mo複合酸化膜を自己生成させるような加熱処理はしておらず、成形開始時には該酸化膜は生成していないが、成形時

の発熱によって徐々にCu-Mo複合酸化膜が自己生成することが期待される。よって、加工速度が遅い時の最大しわ押さえ力は少し小さいが、加工速度が速くなると、発熱によるCu-Mo複合酸化膜の自己生成が促進され、耐焼付き性が向上するので、最大しわ押さえ力が大きくなると思われる。

【0040】

一方、部材No. 4においては、焼付きがなく成形できる最大しわ押さえ力は、加工速度を上げる程、 1.0 kgf/cm^2 から 0.4 kgf/cm^2 へと下がった。これについては、母材の鋼にCuが添加されていないため、成形時の発熱によってもCu-Mo複合酸化膜が形成されることがない。したがって、成形速度を上げて使用環境が苛酷になるに伴って、耐焼付き性が劣化し、最大しわ押さえ力は小さくなる。

10

【図面の簡単な説明】

【0041】

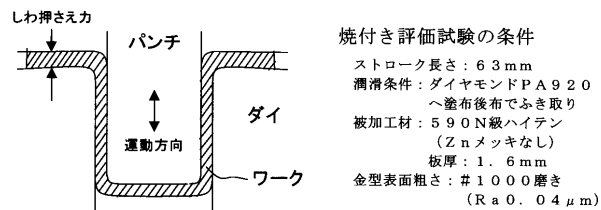
【図1】本発明組成の鋼を加熱酸化処理した時の、表面の電子結合状態を示す図であり、本発明の効果の一例を説明する図である。

【図2】本発明組成の鋼を加熱酸化処理した時の、表面の電子結合状態を示す図であり、本発明の効果の一例を説明する図である。

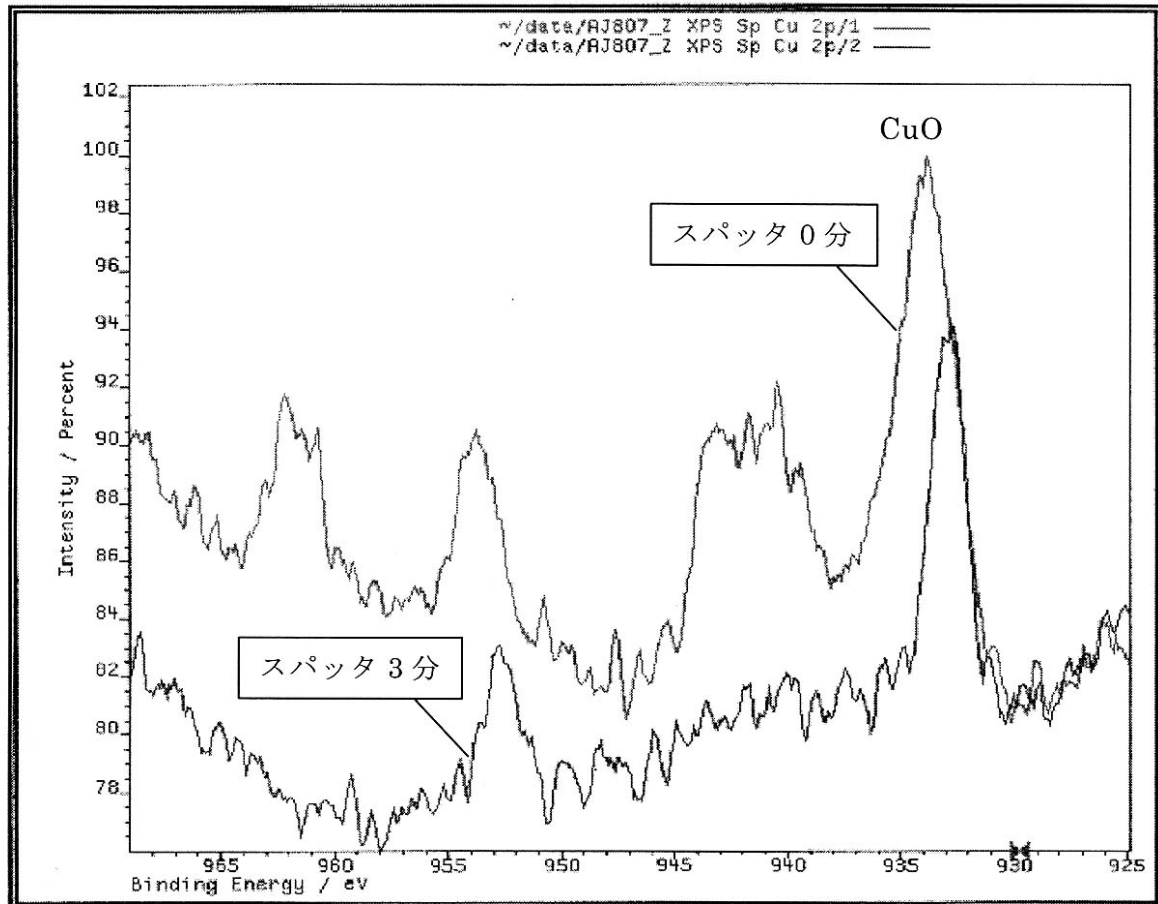
【図3】本発明の実施例で用いた、焼付き評価試験装置の模式図である。

【図4】本発明例、及び比較例のプレス金型の、焼付き評価試験の結果を示す図である。

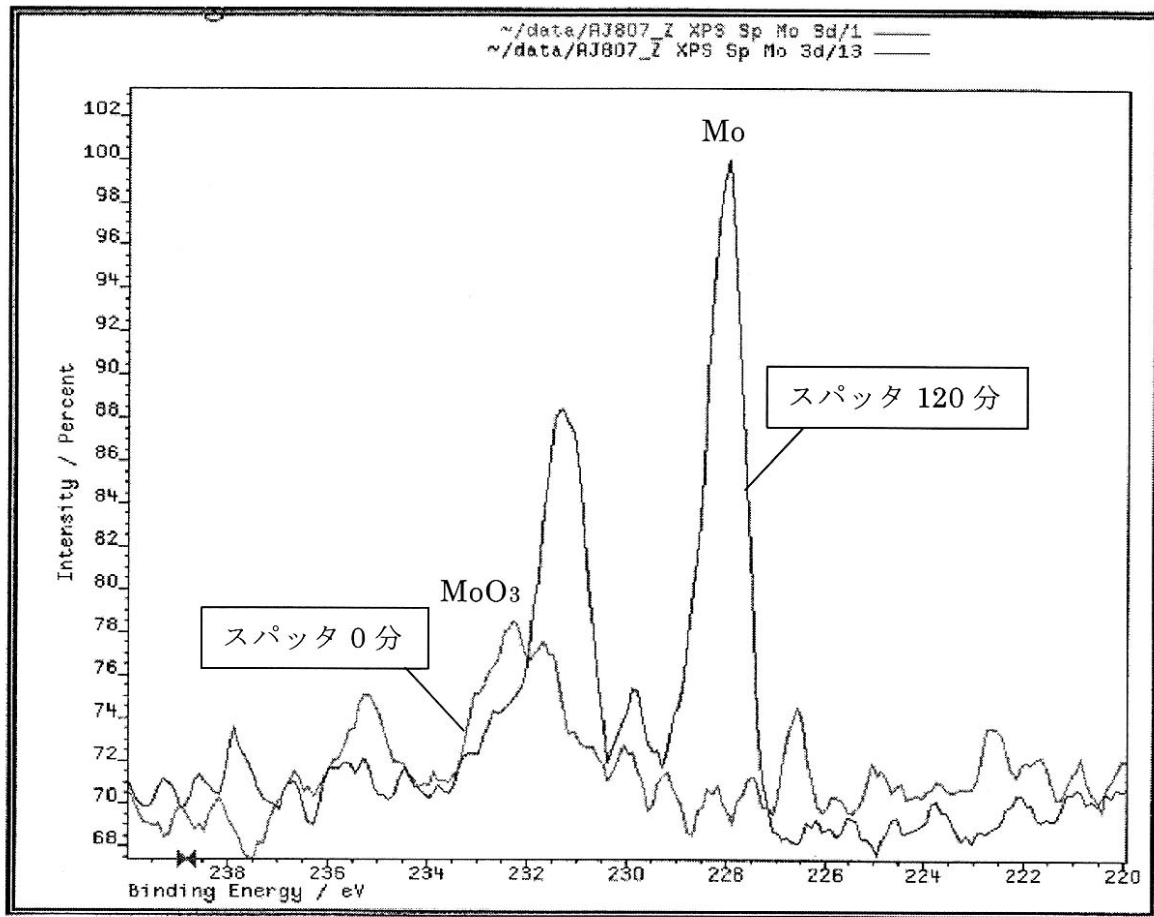
【図3】



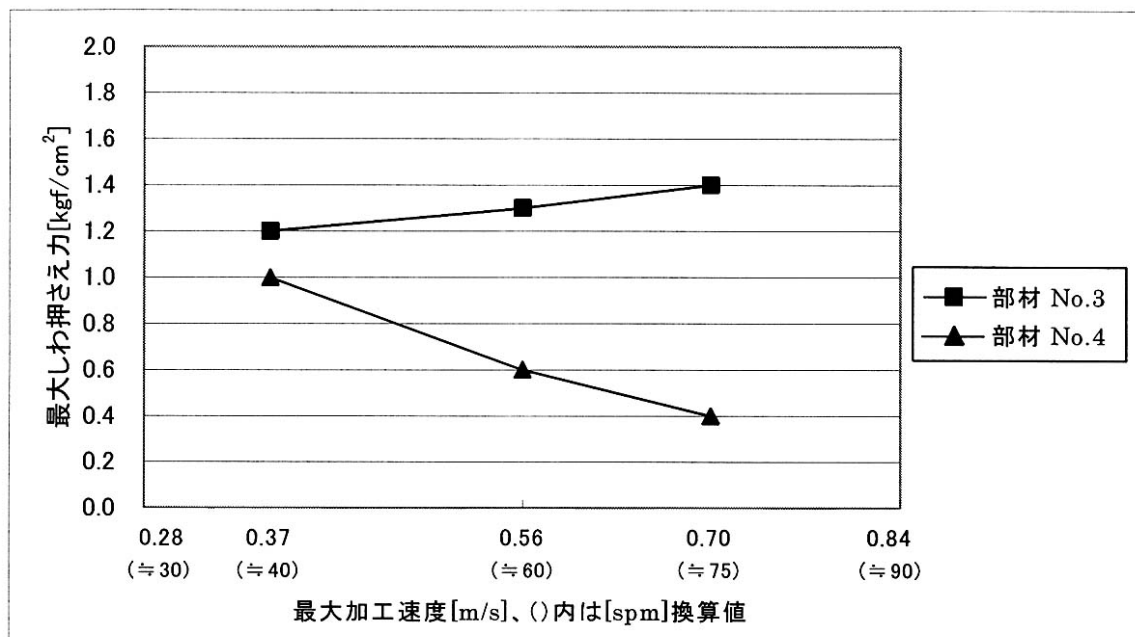
【図 1】



【図 2】



【図 4】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B 2 1 D	3 7 / 0 0 - 3 7 / 2 0
C 2 2 C	3 8 / 0 0 - 3 8 / 6 0