

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4213060号
(P4213060)

(45) 発行日 平成21年1月21日(2009.1.21)

(24) 登録日 平成20年11月7日(2008.11.7)

| | |
|--------------------------------|---------------------|
| (51) Int.Cl. | F I |
| C 2 2 C 38/00 (2006.01) | C 2 2 C 38/00 3 0 4 |
| B 2 2 F 5/00 (2006.01) | B 2 2 F 5/00 S |
| C 2 2 C 19/07 (2006.01) | C 2 2 C 19/07 Z |
| C 2 2 C 33/02 (2006.01) | C 2 2 C 33/02 D |
| C 2 2 C 38/56 (2006.01) | C 2 2 C 38/56 |

請求項の数 4 (全 12 頁) 最終頁に続く

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2004-58958 (P2004-58958) | (73) 特許権者 | 390022806 日本ピストンリング株式会社 埼玉県さいたま市中央区本町東五丁目12番10号 |
| (22) 出願日 | 平成16年3月3日(2004.3.3) | (73) 特許権者 | 000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号 |
| (65) 公開番号 | 特開2005-248234 (P2005-248234A) | (74) 代理人 | 100099531 弁理士 小林 英一 |
| (43) 公開日 | 平成17年9月15日(2005.9.15) | (72) 発明者 | 佐藤 賢一 栃木県下都賀郡野木町野木1111番地 日本ピストンリング株式会社栃木工場内 |
| 審査請求日 | 平成17年1月31日(2005.1.31) | (72) 発明者 | 垣内 新 栃木県下都賀郡野木町野木1111番地 日本ピストンリング株式会社栃木工場内 最終頁に続く |

(54) 【発明の名称】 バルブシート用鉄基焼結合金材

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基地相中に硬さの異なる、第一と第二の、二種類の硬質粒子を分散させた鉄基焼結合金材であって、前記第一の硬質粒子を、10~150μmの粒径と500HV0.1以上800HV0.1未満の硬さを有するCo基金属間化合物粒子とし、前記第二の硬質粒子を、10~150μmの粒径と800HV0.1以上1100HV0.1未満の硬さを有するCo基金属間化合物粒子として、前記第一の硬質粒子を面積率で10~20%、前記第二の硬質粒子を面積率で15~35%、かつ合計で面積率で25~55%分散させ、前記基地相と前記二種類の硬質粒子とからなる基地部が、質量%で、C : 0.5~3.0%、Si : 0.5~2.0%、Ni : 2.0~8.0%、Cr : 3.0~13.0%、Mo : 7.0~15.0%、Cu : 0.5~4.0%、Co : 12.0~26.0%を含み、残部がFeおよび不可避免的不純物からなる組成を有することを特徴とするバルブシート用鉄基焼結合金材。

10

【請求項2】

前記第一の硬質粒子が、質量%で、Si : 0.5~4.0%、Cr : 5.0~20.0%、Mo : 20.0~40.0%を含み、残部がCoおよび不可避免的不純物からなる組成を有し、前記第二の硬質粒子が、質量%で、Si : 0.5~4.0%、Ni : 5.0~20.0%、Cr : 15.0~35.0%、Mo : 15.0~35.0%を含み、残部がCoおよび不可避免的不純物からなる組成を有することを特徴とする請求項1に記載のバルブシート用鉄基焼結合金材。

【請求項3】

前記基地相中に、前記硬質粒子に加えてさらに、固体潤滑剤粒子を面積率で0.2~3.0%分散させたことを特徴とする請求項1または2に記載のバルブシート用鉄基焼結合金材。

20

【請求項4】

請求項1ないし3のいずれかに記載の鉄基焼結合金材からなることを特徴とするバルブシート。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関のバルブシート用として好適な鉄基焼結合金材に係り、とくに鉄基焼結合金材の耐摩耗性の更なる向上と相手攻撃性の低減に関する。

【背景技術】

【0002】

焼結合金材は、原料粉を配合し、混合・混練し、金型に充填し圧縮形成したのち所定の温度、雰囲気中で焼結したものであり、通常の溶製方法では得難い金属や合金が容易に製造でき、また機能の複合化が容易なため独特な機能を付与した部品の製造が可能であり、さらに多孔質材や難加工性材の製造や、複雑な形状の部品の製造に適している。

【0003】

バルブシートは、内燃機関のシリンダヘッドに圧入あるいは接合されて、燃焼ガスのシールとバルブを冷却する役割を担っており、バルブによる叩かれ、すべりによる摩耗や、燃焼ガスによる加熱、燃焼生成物による腐食等に晒される。近年、耐熱性、耐摩耗性に優れることが要求されるバルブシートに、焼結合金材が適用されるようになってきている。

【0004】

最近、地球環境の保全という観点から、自動車用内燃機関に対して、更なる、長寿命化、高出力化、燃費向上、排出ガスの浄化等の要求が高まっている。このような要求に対処するため、自動車用内燃機関の運転条件が厳しい条件に設定されるようになり、使用されるバルブシートの使用環境も一段と厳しいものとなり、従来のバルブシートでは、耐熱性、耐摩耗性等の特性が不足するという問題がある。

【0005】

このような問題に対し、例えば、特許文献1には、相手攻撃性の低いFe基焼結合金製バルブシートが提案されている。特許文献1に記載されたバルブシートは、基地に、球形状の、マイクロピッカーズ硬さ(MHV)で500~1800を有する炭化物分散型硬質粒子および/または金属間化合物分散型粒子を5~25重量%の割合で分散させたFe基焼結合金製バルブシートである。このような組織にすることにより、バルブシートの相手攻撃性が低くなるとしている。なお、金属間化合物分散型粒子として、特許文献1には、Mo:20~40%、Cr:5~15%、Si:1~5%を含有し、残りがCoおよび不可避免的不純物からなる組成が例示されている。

【0006】

また、特許文献2には、Fe-Co-Mo系合金粉末とFe-Cr系合金粉末とを混合し焼結して形成した基地中に、2~30重量%のNi基硬質粒子および/またはNi基硬質粒子より硬いFe-Mo、Fe-W、Fe-Crなどの金属間化合物硬質粒子を2~4重量%含む耐摩耗性鉄基焼結合金が提案されている。このような構成にすることにより、相手攻撃性の低減と自身の耐摩耗性の向上が図れるとしている。

【0007】

また、特許文献3には、Cr、Mo、W、Vの炭化物が分散する焼結合金スケルトンのマトリックス中に、1~3重量%のエンスタタイト粒子と、HV500~900の硬質合金粒子(A)を15~25重量%と、HV1000以上の硬質合金粒子(B)を5~15重量%の割合で分散させ、空孔に銅ないし銅合金で溶浸したバルブシート用焼結合金が提案されている。硬さの異なる二種類の硬質粒子を併用する構成にすることにより、バルブシート自身の耐摩耗性向上と相手バルブの摩耗軽減が図られるとしている。なお、HV1000以上の硬質合金粒子(B)として、特許文献3には、フェロモリブデン粒子、タングステンを含む高合金の硬質粒子が例示されている。

【特許文献1】特開平5-43913号公報

10

20

30

40

50

【特許文献2】特開平11-6040号公報

【特許文献3】特開2003-268414号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかし、最近のガソリン内燃機関では、地球環境保全の観点から、更なる、長寿命化、高出力化、燃費向上、排出ガスの浄化等が強く要求され、燃費向上、排出ガスの浄化のために、A/F値（空燃比）を高く設定する傾向となっている。そのため、完全燃焼に近くなり燃焼温度が高くなるとともに、ガソリンに起因する燃焼生成物が減少してバルブ-バルブシート間の接触が金属接触となりやすく、凝着摩耗を生じやすい環境となっている。

10

【0009】

このような最近の自動車内燃機関におけるバルブシートの使用環境においては、特許文献1、特許文献2、特許文献3に記載された技術により製造された従来のバルブシートでは、内燃機関の運転条件によっては要求される耐摩耗性、耐熱性を充分には満足できない場合があるという問題があった。

【0010】

本発明は、このような従来技術の問題に鑑みてなされたものであり、最近のガソリン内燃機関におけるような凝着摩耗を生じやすい環境下においても、バルブシート自身の耐摩耗性に優れるうえ、相手バルブに対する攻撃性が低く、バルブを含めて高耐摩耗性が発揮できる、バルブシート用鉄基焼結合金材を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明者らは、バルブシート自身の耐摩耗性向上と相手攻撃性の低減を両立させ、上記した課題を達成するために、焼結合金材の基地中に分散する硬質粒子の種類、分散量が耐摩耗性および相手攻撃性に及ぼす影響について鋭意研究した。その結果、特許文献1に記載されたような炭化物分散型硬質粒子では、基地強化には効果があるが、凝着摩耗を生じやすい環境下においては耐摩耗性向上に対する効果が少なく、また多量含有すると、相手バルブへの攻撃性が強くなることを見出した。

【0012】

また、特許文献2、3に記載されたFe-Mo、Fe-W、Fe-Cr等の金属間化合物粒子では、粒子硬さが高く、バルブシート自身の耐摩耗性向上には効果があるが、多量含有すると、相手バルブへの攻撃性が強くなるうえ、最近のガソリン内燃機関におけるような厳しい運転条件においては、使用中に粒子の割れや欠けを生じ、その微粒子がバルブやバルブシートの摩耗を促進するという知見を得た。しかも、Fe-Mo、Fe-W等の金属間化合物粒子は、基地への焼結拡散性が悪く、基地との接合強度が低くなり、使用中に硬質粒子が脱落して耐摩耗性が低下し、所望の耐摩耗性が維持できなくなる場合があることを見出した。

30

【0013】

このようなことから、本発明者らは、バルブシート自身の耐摩耗性向上と相手攻撃性の低減を両立させるためには、基地中に分散される硬質粒子として、相手攻撃性の低い粒子と硬さが高く耐摩耗性に優れかつ基地への焼結拡散性に優れた粒子の二種類の硬質粒子を組み合わせて分散させることがよいことに思い至った。そして、相手攻撃性の低い粒子として、粒径10~150 μm 、500HV0.1以上800HV0.1未満のCo基金属間化合物粒子を、耐摩耗性に優れかつ基地への焼結拡散性に優れた粒子として、粒径10~150 μm 、800HV0.1以上100HV0.1未満のCo基金属間化合物粒子とすることが良いことを見出した。

40

【0014】

本発明は、上記した知見に基づいて、さらに検討を加えて完成されたものである。すなわち、本発明の要旨はつぎの通りである。

(1) 基地相中に硬さの異なる、第一と第二の、二種類の硬質粒子を分散させた鉄基焼結合金材であって、前記第一の硬質粒子を、10~150 μm の粒径と500HV0.1以上800HV0.1未満の硬さを有するCo基金属間化合物粒子とし、前記第二の硬質粒子を、10~150 μm の粒

50

径と800HV0.1以上1100HV0.1未満の硬さを有するCo基金属間化合物粒子として、前記第一の硬質粒子を面積率で10~20%、前記第二の硬質粒子を面積率で15~35%、合計で面積率で25~55%分散させ、前記基地相と前記二種類の硬質粒子とからなる基地部が、質量%で、C : 0.5~3.0%、Si : 0.5~2.0%、Ni : 2.0~8.0%、Cr : 3.0~13.0%、Mo : 7.0~15.0%、Cu : 0.5~4.0%、Co : 12.0~26.0%を含み、残部がFeおよび不可避免的不純物からなる組成を有することを特徴とするバルブシート用鉄基焼結合金材。

(2)(1)において、前記第一の硬質粒子が、質量%で、Si : 0.5~4.0%、Cr : 5.0~20.0%、Mo : 20.0~40.0%を含み、残部がCoおよび不可避免的不純物からなる組成を有し、前記第二の硬質粒子が、質量%で、Si : 0.5~4.0%、Ni : 5.0~20.0%、Cr : 15.0~35.0%、Mo : 15.0~35.0%を含み、残部がCoおよび不可避免的不純物からなる組成を有することを特徴とするバルブシート用鉄基焼結合金材。

10

(3)(1)または(2)において、前記基地相中に、前記硬質粒子に加えて、固体潤滑剤粒子を面積率で0.2~3.0%分散させたことを特徴とするバルブシート用鉄基焼結合金材。

(4)(1)ないし(3)のいずれかに記載の鉄基焼結合金材からなることを特徴とするバルブシート。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、バルブシート自身の耐摩耗性に優れるうえ、相手バルブに対する攻撃性が低く、耐摩耗性に優れた、鉄基焼結合金製バルブシートを安価に製造でき、産業上格段の効果を奏する。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

本発明のバルブシート用鉄基焼結合金材は、基地相中に、硬さの異なる二種類の硬質粒子を分散させた鉄基焼結合金材である。本発明では、二種類の硬質粒子はいずれもCo基金属間化合物粒子とする。Co基金属間化合物粒子は、比較的軟らかいCo基地中に硬さの高い金属間化合物が分散した粒子であり、鉄基焼結合金材の基地相への焼結拡散性が良好であるため硬質粒子と基地相との接合力が高くなり、硬質粒子の使用脱落を低く抑えることができるという特徴がある。

【0017】

30

第一の硬質粒子は、10~150 μ mの粒径と500HV0.1以上800HV0.1未満の硬さを有するCo基金属間化合物粒子とする。なお、本発明でいう硬質粒子の硬さは、マイクロビッカース硬さ計(荷重:0.1kgf)を用いて測定した値を使用するものとする。また、硬質粒子の粒径は直接測定法で測定した値を用いるものとする。硬さが500HV0.1以上800HV0.1未満の硬質粒子は、基地相より硬く、バルブシートの耐摩耗性を向上させ、かつ、相手材を攻撃することが少なく、さらに自己潤滑性を向上させる作用を有している。なお、ここでいう「自己潤滑性」とは、金属同志が接触する環境下において互いの金属の凝着を抑えることを言うものとする。硬質粒子の硬さが500HV0.1未満では、耐摩耗性が不足する。一方、800HV0.1以上では、相手攻撃性が増加する。

【0018】

40

また、粒径が10 μ m未満では、焼結時に基地相中に拡散しやすく、硬質粒子としての効果が期待できなくなる。一方、150 μ mを超えて大きくなると、使用中に粒子の割れや欠けが生じやすく、相手攻撃性が増大する可能性が高くなる。

【0019】

上記した第一の硬質粒子は、質量%で、Si : 0.5~4.0%、Cr : 5.0~20.0%、Mo : 20.0~40.0%を含み、残部がCoおよび不可避免的不純物からなる組成を有する粒子とすることが好ましい。Si、Cr、Mo含有量が上記した範囲を外れると、金属間化合物量が所望の適正量範囲を外れ、硬さを500HV0.1以上800HV0.1未満の範囲内に調整することが難しくなる。

【0020】

本発明では、上記した第一の硬質粒子を、面積率で10~20%分散させる。面積率で10%

50

未満では耐摩耗性を向上させる効果が少なく、さらには自己潤滑性向上効果が少ない。一方、面積率で20%を超えて多くなると、自己潤滑性は向上するが、添加量に見合う耐摩耗性の向上が期待できない。

【0021】

第二の硬質粒子は、10~150 μ mの粒径と800HV0.1以上1100HV0.1未満の硬さを有するCo基金属間化合物粒子とする。Co基金属間化合物粒子とすることにより、基地相との接合力が向上し、硬質粒子の使用脱落による耐摩耗性の低下という問題は抑制される。硬さが800HV0.1以上1100HV0.1未満の硬質粒子は、相手攻撃性を増加させるが、自己耐摩耗性を顕著に向上させる作用を有している。なお、硬さが1100HV0.1以上の硬質粒子は、靱性が低下し、使用中に割れたり欠けて脱落しやすくなるという問題がある。

10

【0022】

また、粒径が10 μ m未満では、焼結時に基地相中に拡散しやすく、硬質粒子としての効果が期待できなくなる。一方、150 μ mを超えて大きくなると、使用中に粒子の割れや欠けが生じやすく、相手攻撃性が増大する可能性が高くなる。

【0023】

上記した第二の硬質粒子は、質量%で、Si:0.5~4.0%、Ni:5.0~20.0%、Cr:15.0~35.0%、Mo:15.0~35.0%を含み、残部がCoおよび不可避的不純物からなる組成を有する粒子とすることが好ましい。Si、Ni、Cr、Mo含有量が上記した範囲を外れると、金属間化合物量が所望の適正量範囲を外れ、硬さを800HV0.1以上1100HV0.1未満の範囲内に調整することが難しくなる。

20

【0024】

本発明では、上記した第二の硬質粒子を、面積率で15~35%分散させる。面積率で15%未満では、相手攻撃性は低くなるが、自己耐摩耗性が低下する。一方、面積率で35%を超えると、相手攻撃性の増加が顕著となりすぎる。

【0025】

本発明では、第一、第二の硬質粒子をそれぞれ上記した範囲内でかつ合計で、面積率で25~55%分散させる。これにより、バルブシート自身の耐摩耗性の顕著な向上と低相手攻撃性の両立を図ることができる。第一、第二の硬質粒子の合計の面積率が、25%未満では、顕著な耐摩耗性の向上と低相手攻撃性を両立させることが難しくなる。一方、合計の面積率が55%を超えると、効果が飽和し、硬質粒子添加量に見合う効果が期待できなくなり経済的に不利となるうえ、製品強度の低下を招き、耐摩耗性の低下につながる。このため、第一および第二の硬質粒子の合計量は面積率で25~55%の範囲に限定した。上記したどちらか一方の硬質粒子のみでは、耐摩耗性の顕著な向上と低相手攻撃性の両立を図ることができない。

30

【0026】

つぎに、基地部の組成について説明する。

【0027】

本発明のバルブシート用鉄基焼結合金材では、基地相と前記した二種類の硬質粒子とからなる基地部は、質量%で、C:0.5~3.0%、Si:0.5~2.0%、Ni:2.0~8.0%、Cr:3.0~13.0%、Mo:7.0~15.0%、Cu:0.5~4.0%、Co:12.0~26.0%を含み、残部がFeおよび不可避的不純物からなる組成を有する。

40

【0028】

C:0.5~3.0 質量%

Cは、基地中に含まれ、基地相の強化に寄与する元素であり、0.5質量%以上含有するが、3.0質量%を超える含有は炭化物形成傾向が強くなり、靱性が低下する。このため、Cは0.5~3.0質量%の範囲に限定する。

【0029】

Si:0.5~2.0質量%

Siは、基地相と硬質粒子に含まれ、基地相の強化と耐摩耗性の向上に寄与する元素であり、0.5質量%以上含有する。0.5質量%未満では、基地相の強化が不足し、一方、2.0質

50

量%を超えて含有しても、含有量に見合う効果が期待できない。このため、Siは0.5~2.0質量%の範囲に限定する。

【0030】

Ni：2.0~8.0質量%

Niは、基地相と硬質粒子に含まれ、耐摩耗性、および硬さ、耐熱性を向上させる元素であり、2.0質量%以上含有する。一方、8.0質量%を超えて含有すると相手攻撃性が増加する。このため、Niは2.0~8.0質量%の範囲に限定する。

【0031】

Cr：3.0~13.0質量%

Crは、基地相と硬質粒子に含まれ、耐摩耗性を向上させる元素であり、3.0質量%以上含有する。一方、13質量%を超えて含有すると相手攻撃性が増加する。このため、Crは3.0~13.0質量%の範囲に限定する。

10

【0032】

Mo：7.0~15.0質量%

Moは、基地相と硬質粒子に含まれ、耐摩耗性向上に寄与する元素であり、7.0質量%以上含有するが、15.0質量%を超えて含有すると、相手攻撃性が増加する。このため、Moは7.0~15.0質量%に限定する。

【0033】

Cu：0.5~4.0質量%

Cuは、基地相に含まれ基地強化に寄与する元素であり、0.5質量%以上含有するが、4.0質量%を超えて含有しても効果が飽和し含有量に見合う効果が期待できなくなり経済的に不利となる。このため、Cuは0.5~4.0質量%の範囲に限定する。

20

【0034】

Co：12.0~26.0質量%

Coは、基地相と硬質粒子中に含まれ、自己潤滑性向上と、硬質粒子と基地相との接合を強化し耐摩耗性向上に寄与する元素であり、12.0質量%以上含有する。一方、26.0質量%を超えて含有しても、効果が飽和し含有量に見合う効果が期待できなくなり経済的に不利となる。このため、Coは12.0~26.0質量%の範囲に限定する。

【0035】

本発明の鉄基焼結合金材における基地部では、上記した成分以外の残部は、Feおよび不可避的不純物である。

30

【0036】

また、本発明における鉄基焼結合金材では、上記した硬質粒子に加えてさらに固体潤滑剤粒子を分散させてもよい。固体潤滑剤粒子は、被削性の向上、運転時の凝着の防止に寄与する。このような効果は、面積率で0.2%以上の分散で顕著に認められる。一方、3.0%を超えて分散させても、効果が飽和し含有量に見合う効果が期待できなくなり経済的に不利となる。このため、固体潤滑剤は面積率で0.2~3.0%に限定することが好ましい。固体潤滑剤としては、MnS等の硫化物のうちの1種以上、あるいはCaF₂等の弗化物のうちの1種以上、あるいはそれらの混合とすることが好ましい。

【0037】

つぎに、本発明のバルブシート用焼結合金材の好ましい製造方法について説明する。

40

【0038】

まず、原料粉として、基地相を形成する、純鉄粉、合金鋼粉および合金元素粉と、硬質粒子として、上記した粒径、硬さ、好ましくは組成を有する第一の硬質粒子粉および第二の硬質粒子粉と、あるいはさらに固体潤滑剤粉とを、上記した基地部組成、硬質粒子面積率、固体潤滑剤粒子面積率となるように、配合し、混合、混練して、混合粉とする。

【0039】

基地相を形成する原料粉は、純鉄粉に合金元素粉を混合しても、合金鋼粉に合金元素粉を混合しても、また純鉄粉、合金鋼粉に合金元素粉を混合しても、上記した基地部組成となるように配合できればいずれでもよい。なお、合金元素の均一分散という観点からは合

50

金鋼粉を用いることが好ましい。

【0040】

ついで、混合粉を、金型に充填したのち、成形プレス等により圧縮・成形し成形体とする。ついで、得られた成形体を、アンモニア分解ガス、真空等の保護雰囲気中で、好ましくは1100～1200 の温度範囲に加熱して焼結し、鉄基焼結合金材とする。

【0041】

このようにして得られた鉄基焼結合金材を、切削、研削等の加工により所定寸法形状の内燃機関用バルブシートとする。

【実施例】

【0042】

原料粉として、合金鋼粉、および/または純鉄粉に、合金元素粉、および硬質粒子粉を、表1に示す種類、量だけ配合し、さらに固体潤滑剤粒子粉を、合金鋼粉、純鉄粉、合金元素粉、および硬質粒子粉の合計量100重量部に対し表1に示す量(重量部)配合し、混合、混練して混合粉とした。なお、固体潤滑剤粒子粉以外の各原料粉における配合量は、合金鋼粉、純鉄粉、合金元素粉、および硬質粒子粉の合計量に対する質量%で表示した。なお、試験No.1～No.16では、固体潤滑剤粒子粉を配合せず、試験No.17～No.37では、固体潤滑剤粒子粉を配合した。使用した合金鋼粉の種類、組成を表2に、硬質粒子粉の種類、組成を表3に、固体潤滑剤粉の種類を表4にそれぞれ示す。

10

【0043】

ついで、これら混合粉を、金型に充填し、成形プレスにより圧縮・成形し圧粉体とした。

20

【0044】

ついで、これら圧粉体に、1000～1200 の保護雰囲気中で焼結処理を施し、鉄基焼結合金材とした。

【0045】

得られた鉄基焼結合金材から、試験片を採取し、基地部組成、および硬質粒子、固体潤滑剤粒子の粒径、面積率、硬さを測定した。なお、硬質粒子の粒径、硬質粒子、固体潤滑剤粒子の面積率は、研磨した試験片断面について、画像解析装置を用いて20個以上の粒子について測定した。また、硬さはマイクロビッカース硬度計(荷重0.1kgf)を用いて20個以上の粒子について測定し、その平均値を求めた。

30

【0046】

また、得られた鉄基焼結合金材から、切削、研削加工によりバルブシート(寸法形状: 33×27×7.5mm)を加工し、図2に示す単体リグ摩耗試験機を用いて単体リグ摩耗試験を実施し、耐摩耗性、相手攻撃性を評価した。バルブシート1をシリンダヘッド相当品の治具2に圧入したのち、試験機に装着した熱源3によりバルブ4およびバルブシート1を加熱しながらクランク機構によりバルブ4を上下させて、行った。試験後、摩耗量を測定した。試験条件はつぎの通りとした。

【0047】

試験温度: 400 (シート面)

試験時間: 9 h

カム回転数: 3000rpm

バルブ回転数: 20rpm

スプリング荷重: 35kgf (345 N) (セット時)

バルブ材: 耐熱鋼

リフト量: 9.0mm

得られた結果を表5に示す。なお、鉄基焼結合金材中の硬質粒子、および固体潤滑材粒子の粒径、硬さは、添加した粒子のそれとほとんど変化がなかったため、表から省略した。

40

【0048】

【表 1】

| 試験 No. | 原料粉 配合量 (質量%) * | | 合金元素粉 配合量 合計 | | 硬質粒子粉 配合量 合計 | | 硬質粒子 配合量 合計 | | 固體潤滑剤粉 種類*** | 配合量 (重量部) **** | | |
|--------|-----------------|------|--------------|----------------------------|--------------|------|-------------|------|--------------|----------------|----|------|
| | 種類 ** | 配合量 | 種類 | 配合量 | 種類** | 配合量 | 種類** | 配合量 | | | | |
| | | | | | | | | | | | 種類 | 配合量 |
| 1 | C | 66.0 | C:1.0 | 1.0 | a1 | 15.0 | b1 | 18.0 | 33.0 | - | - | |
| 2 | C | 51.8 | C:1.2 | 1.2 | a1 | 12.0 | b1 | 35.0 | 47.0 | - | - | |
| 3 | C | 51.8 | C:1.2 | 1.2 | a3 | 12.0 | b1 | 35.0 | 47.0 | - | - | |
| 4 | C | 51.8 | C:1.2 | 1.2 | a4 | 12.0 | b1 | 35.0 | 47.0 | - | - | |
| 5 | C | 51.8 | C:1.2 | 1.2 | a5 | 12.0 | b1 | 35.0 | 47.0 | - | - | |
| 6 | C | 44.9 | C:1.1 | 1.1 | a1 | 19.0 | b1 | 35.0 | 54.0 | - | - | |
| 7 | C | 60.0 | C:1.0 | 1.0 | a2 | 19.0 | b1 | 20.0 | 39.0 | - | - | |
| 8 | C | 67.0 | C:1.0 | 1.0 | a2 | 12.0 | b1 | 20.0 | 32.0 | - | - | |
| 9 | C | 67.0 | C:1.0 | 1.0 | a2 | 12.0 | b2 | 20.0 | 32.0 | - | - | |
| 10 | C | 67.0 | C:1.0 | 1.0 | a2 | 12.0 | b3 | 20.0 | 32.0 | - | - | |
| 11 | C | 67.0 | C:1.0 | 1.0 | a2 | 12.0 | b4 | 20.0 | 32.0 | - | - | |
| 12 | 16.8 | C | 47.0 | C:1.2 | 1.2 | a2 | 15.0 | b1 | 20.0 | 35.0 | - | |
| 13 | 5.0 | C | 58.0 | C:1.0 | 1.0 | a2 | 13.0 | b1 | 23.0 | 36.0 | - | |
| 14 | - | B | 64.5 | C:1.0,Ni:1.5,Cu:1.0 | 3.5 | a1 | 12.0 | b1 | 20.0 | 32.0 | - | |
| 15 | - | B | 43.0 | C:1.0,Ni:1.0,Cu:1.0 | 3.0 | a1 | 19.0 | b1 | 35.0 | 54.0 | - | |
| 16 | 55.0 | - | - | C:1.0,Ni:1.5,Cu:1.5,Mo:2.0 | 6.0 | a2 | 19.0 | b1 | 20.0 | 39.0 | - | |
| 17 | 5.0 | C | 58.0 | C:1.0 | 1.0 | a2 | 13.0 | b1 | 23.0 | 36.0 | c1 | 0.50 |
| 18 | 5.0 | C | 58.0 | C:1.0 | 1.0 | a2 | 13.0 | b1 | 23.0 | 36.0 | c1 | 0.05 |
| 19 | 5.0 | C | 58.0 | C:1.0 | 1.0 | a2 | 13.0 | b1 | 23.0 | 36.0 | c1 | 0.15 |
| 20 | 5.0 | C | 58.0 | C:1.0 | 1.0 | a2 | 13.0 | b1 | 23.0 | 36.0 | c1 | 2.50 |
| 21 | - | B | 64.5 | C:1.0,Ni:1.5,Cu:1.0 | 3.5 | a1 | 12.0 | b1 | 20.0 | 32.0 | c1 | 0.50 |
| 22 | - | B | 43.0 | C:1.0,Ni:1.0,Cu:1.0 | 3.0 | a1 | 19.0 | b1 | 35.0 | 54.0 | c2 | 1.50 |
| 23 | 55.0 | - | - | C:1.0,Ni:1.5,Cu:1.5,Mo:2.0 | 6.0 | a2 | 19.0 | b1 | 20.0 | 39.0 | c2 | 0.50 |
| 24 | - | C | 69.0 | C:1.0 | 1.0 | a1 | 10.0 | b1 | 20.0 | 30.0 | c1 | 0.50 |
| 25 | - | C | 74.0 | C:1.0 | 1.0 | a1 | 10.0 | b1 | 15.0 | 25.0 | c1 | 1.00 |
| 26 | - | C | 71.0 | C:1.0 | 1.0 | a1 | 13.0 | b1 | 15.0 | 28.0 | c1 | 1.00 |
| 27 | - | B | 53.0 | C:1.0,Ni:1.0,Cu:1.0 | 3.0 | a2 | 24.0 | b1 | 20.0 | 44.0 | c2 | 1.00 |
| 28 | - | B | 33.0 | C:1.0,Ni:1.0,Cu:1.0 | 3.0 | a2 | 24.0 | b1 | 40.0 | 64.0 | c2 | 1.50 |
| 29 | - | A | 46.8 | C:1.2 | 1.2 | a1 | 12.0 | b1 | 40.0 | 52.0 | c1 | 1.00 |
| 30 | - | B | 63.0 | C:1.0 | 1.0 | a6 | 13.0 | b1 | 23.0 | 36.0 | c2 | 1.00 |
| 31 | - | B | 62.8 | C:1.2 | 1.2 | a6 | 13.0 | b5 | 23.0 | 36.0 | c2 | 1.00 |
| 32 | - | B | 63.0 | C:1.0 | 1.0 | a2 | 13.0 | b5 | 23.0 | 36.0 | c1 | 0.50 |
| 34 | - | B | 64.5 | C:1.0,Ni:1.5,Cu:1.0 | 3.5 | a7 | 12.0 | b6 | 20.0 | 32.0 | c1 | 0.50 |
| 35 | - | B | 64.5 | C:1.0,Ni:1.5,Cu:1.0 | 3.5 | a8 | 12.0 | b7 | 20.0 | 32.0 | c1 | 0.50 |
| 36 | - | B | 64.5 | C:1.0,Ni:1.5,Cu:1.0 | 3.5 | a1 | 12.0 | b1 | 20.0 | 32.0 | c1 | 2.50 |
| 37 | 69.5 | A | 5.0 | C:1.0,Cu:1.5,Cr:1.0 | 3.5 | a1 | 12.0 | b5 | 10.0 | 22.0 | c1 | 0.50 |

*) (純鉄粉+合金鋼粉+合金元素粉+硬質粒子粉) 合計量に対する質量% ***) 表2参照 ****) 表3参照 *****) 表4参照
 *****) (純鉄粉+合金鋼粉+合金元素粉+硬質粒子粉) 合計量(100重量部)に対する重量部

10

20

30

【 0 0 4 9 】

【表 2】

| 合金鋼粉種類 No. | 合金鋼粉組成 (質量%) |
|------------|-----------------------------|
| A | 3.0%Cr-0.2%Mo-bal.Fe |
| B | 0.6%Ni-1.0%Mo-bal.Fe |
| C | 4.0%Ni-1.5%Cu-0.5%Mo-bal.Fe |

40

【 0 0 5 0 】

【表 3】

| 硬質粒子種類 No. | 硬質粒子 | | | | |
|---------------|------------|--|---------------------------|---------------------------|-------------|
| | 種類 | 組成 (質量%) | 平均粒径 (μm) | 粒径分布 (μm) | 硬さ HV0.1 |
| a 1 | Co 基金属間化合物 | 9.0%Cr-30.0%Mo-3.0%Si-bal.Co | 70 | 10~140 | 700 |
| a 2 | Co 基金属間化合物 | 18.0%Cr-30.0%Mo-3.5%Si-bal.Co | 80 | 10~150 | 750 |
| a 3 | Co 基金属間化合物 | 9.0%Cr-30.0%Mo-3.0%Si-bal.Co | 40 | 10~60 | 700 |
| a 4 | Co 基金属間化合物 | 9.0%Cr-30.0%Mo-3.0%Si-bal.Co | 120 | 40~150 | 700 |
| a 5 | Co 基金属間化合物 | 7.0%Cr-22.0%Mo-2.0%Si-bal.Co | 60 | 10~130 | 550 |
| a 6 | 炭化物分散型粒子 | 1.0%C-5.0%Mo-6.0%W-2.0%V-4.1%Cr-bal.Fe | 100 | 30~150 | 600 |
| a 7 | Co 基金属間化合物 | 18.0%Cr-30.0%Mo-3.5%Si-bal.Co | 5 | 0.1~10 | 750 |
| a 8 | Co 基金属間化合物 | 18.0%Cr-30.0%Mo-3.5%Si-bal.Co | 180 | 100~250 | 750 |
| b 1 | Co 基金属間化合物 | 10.0%Ni-25.0%Cr-25.0%Mo-2.0%Si-bal.Co | 60 | 10~130 | 1050 |
| b 2 | Co 基金属間化合物 | 10.0%Ni-25.0%Cr-25.0%Mo-2.0%Si-bal.Co | 30 | 10~50 | 1050 |
| b 3 | Co 基金属間化合物 | 10.0%Ni-25.0%Cr-25.0%Mo-2.0%Si-bal.Co | 130 | 50~150 | 1050 |
| b 4 | Co 基金属間化合物 | 9.0%Ni-18.0%Cr-20.0%Mo-2.0%Si-bal.Co | 70 | 10~140 | 850 |
| b 5 | Fe-Mo 粒子 | 60.0%Mo-bal.Fe | 100 | 30~150 | 1200 |
| b 6 | Co 基金属間化合物 | 10.0%Ni-25.0%Cr-25.0%Mo-2.0%Si-bal.Co | 5 | 0.1~10 | 1050 |
| b 7 | Co 基金属間化合物 | 10.0%Ni-25.0%Cr-25.0%Mo-2.0%Si-bal.Co | 180 | 100~250 | 1050 |

【 0 0 5 1 】

【表 4】

| 固体潤滑剤種類 No. | 固体潤滑剤 |
|----------------|------------------|
| c 1 | MnS |
| c 2 | CaF ₂ |

10

20

30

40

50

【0052】
【表5】

| 試験No. | 基地部組成 (質量%) | | | | | | | | | | 焼結合金材 | | | 硬質粒子 | | | | 試験結果 | | 備考 |
|-------|-------------|------|------|-------|-------|------|-------|---------------|----|---------|-------|---------|------|--------|-------------|-----|--------|------|--|----|
| | C | Si | Ni | Cr | Mo | Cu | Co | その他 | 残部 | 第一の硬質粒子 | | 第二の硬質粒子 | | 合計面積率% | 固体潤滑剤粒子面積率% | バルブ | バルブシート | | | |
| | | | | | | | | | | 種別 | 面積率% | 種別 | 面積率% | | | | | | | |
| 1 | 1.00 | 0.75 | 4.44 | 5.60 | 8.93 | 0.98 | 16.20 | | Fe | a 1 | 14.0 | b 1 | 16.0 | 30.0 | - | 9 | 15 | 本発明例 | | |
| 2 | 1.20 | 1.01 | 5.57 | 9.42 | 12.08 | 0.78 | 21.20 | | Fe | a 1 | 11.0 | b 1 | 34.0 | 45.0 | - | 11 | 12 | 本発明例 | | |
| 3 | 1.20 | 1.01 | 5.57 | 9.42 | 12.08 | 0.78 | 21.20 | | Fe | a 3 | 11.0 | b 1 | 34.0 | 45.0 | - | 10 | 11 | 本発明例 | | |
| 4 | 1.20 | 1.01 | 5.57 | 9.42 | 12.08 | 0.78 | 21.20 | | Fe | a 4 | 11.0 | b 1 | 34.0 | 45.0 | - | 12 | 12 | 本発明例 | | |
| 5 | 1.20 | 0.94 | 5.57 | 9.42 | 11.34 | 0.78 | 22.28 | | Fe | a 5 | 11.0 | b 1 | 34.0 | 45.0 | - | 10 | 14 | 本発明例 | | |
| 6 | 1.10 | 1.19 | 5.30 | 10.02 | 14.04 | 0.67 | 25.40 | | Fe | a 1 | 18.0 | b 1 | 34.0 | 52.0 | - | 10 | 12 | 本発明例 | | |
| 7 | 1.00 | 1.05 | 4.40 | 8.13 | 10.52 | 0.90 | 17.60 | | Fe | a 2 | 11.0 | b 1 | 19.0 | 30.0 | - | 7 | 16 | 本発明例 | | |
| 8 | 1.00 | 0.81 | 4.68 | 6.90 | 8.56 | 1.01 | 14.07 | | Fe | a 2 | 11.0 | b 1 | 19.0 | 30.0 | - | 7 | 18 | 本発明例 | | |
| 9 | 1.00 | 0.81 | 4.68 | 6.90 | 8.56 | 1.01 | 14.07 | | Fe | a 2 | 11.0 | b 2 | 19.0 | 30.0 | - | 7 | 16 | 本発明例 | | |
| 10 | 1.00 | 0.81 | 4.68 | 6.90 | 8.56 | 1.01 | 14.07 | | Fe | a 2 | 11.0 | b 3 | 19.0 | 30.0 | - | 8 | 19 | 本発明例 | | |
| 11 | 1.00 | 0.82 | 4.68 | 6.90 | 8.74 | 1.00 | 13.80 | | Fe | a 2 | 11.0 | b 4 | 19.0 | 30.0 | - | 10 | 18 | 本発明例 | | |
| 12 | 1.20 | 0.91 | 3.88 | 7.43 | 9.31 | 0.71 | 15.59 | | Fe | a 2 | 14.0 | b 1 | 18.0 | 32.0 | - | 8 | 17 | 本発明例 | | |
| 13 | 1.00 | 0.91 | 4.62 | 7.80 | 9.52 | 0.87 | 15.78 | | Fe | a 2 | 12.0 | b 1 | 22.0 | 34.0 | - | 10 | 16 | 本発明例 | | |
| 14 | 1.00 | 0.72 | 3.86 | 5.82 | 8.91 | 0.87 | 15.78 | | Fe | a 1 | 11.0 | b 1 | 19.0 | 30.0 | - | 10 | 13 | 本発明例 | | |
| 15 | 1.00 | 1.20 | 4.74 | 10.02 | 14.28 | 1.00 | 25.40 | | Fe | a 1 | 18.0 | b 1 | 34.0 | 52.0 | - | 11 | 11 | 本発明例 | | |
| 16 | 1.00 | 1.05 | 3.50 | 8.13 | 12.22 | 1.50 | 17.61 | | Fe | a 2 | 18.0 | b 1 | 19.0 | 37.0 | - | 8 | 17 | 本発明例 | | |
| 17 | 1.00 | 0.91 | 4.62 | 7.80 | 9.52 | 0.87 | 15.78 | | Fe | a 2 | 12.0 | b 1 | 22.0 | 34.0 | 0.8 | 5 | 10 | 本発明例 | | |
| 18 | 1.00 | 0.91 | 4.62 | 7.80 | 9.52 | 0.87 | 15.78 | | Fe | a 2 | 12.0 | b 1 | 22.0 | 34.0 | 0.1 | 10 | 16 | 本発明例 | | |
| 19 | 1.00 | 0.91 | 4.62 | 7.80 | 9.52 | 0.87 | 15.78 | | Fe | a 2 | 12.0 | b 1 | 22.0 | 34.0 | 0.2 | 7 | 13 | 本発明例 | | |
| 20 | 1.00 | 0.91 | 4.62 | 7.80 | 9.52 | 0.87 | 15.78 | | Fe | a 2 | 12.0 | b 1 | 22.0 | 34.0 | 2.9 | 6 | 13 | 本発明例 | | |
| 21 | 1.00 | 0.72 | 3.86 | 5.82 | 8.91 | 1.00 | 15.20 | | Fe | a 1 | 11.0 | b 1 | 19.0 | 30.0 | 0.8 | 5 | 8 | 本発明例 | | |
| 22 | 1.00 | 1.20 | 4.74 | 10.02 | 14.28 | 1.00 | 25.40 | | Fe | a 1 | 18.0 | b 1 | 34.0 | 52.0 | 2.0 | 4 | 7 | 本発明例 | | |
| 23 | 1.00 | 1.05 | 3.50 | 8.13 | 12.22 | 1.50 | 17.61 | | Fe | a 2 | 18.0 | b 1 | 19.0 | 37.0 | 0.8 | 5 | 10 | 本発明例 | | |
| 24 | 1.00 | 0.66 | 4.76 | 5.65 | 8.00 | 1.04 | 14.00 | | Fe | a 1 | 8.0 | b 1 | 18.0 | 26.0 | 0.8 | 22 | 43 | 比較例 | | |
| 25 | 1.00 | 0.56 | 4.46 | 4.45 | 6.82 | 1.11 | 12.00 | | Fe | a 1 | 8.0 | b 1 | 18.0 | 21.0 | 1.5 | 21 | 46 | 比較例 | | |
| 26 | 1.00 | 0.64 | 4.34 | 4.71 | 7.66 | 1.07 | 13.80 | | Fe | a 1 | 12.0 | b 1 | 13.0 | 25.0 | 1.5 | 28 | 44 | 比較例 | | |
| 27 | 1.00 | 1.22 | 3.30 | 9.00 | 12.21 | 1.00 | 20.14 | | Fe | a 2 | 22.0 | b 1 | 18.0 | 40.0 | 1.5 | 14 | 37 | 比較例 | | |
| 28 | 1.00 | 1.62 | 5.18 | 13.80 | 19.79 | 1.00 | 28.14 | | Fe | a 2 | 22.0 | b 1 | 38.0 | 60.0 | 2.1 | 35 | 32 | 比較例 | | |
| 29 | 1.20 | 1.11 | 4.00 | 12.62 | 13.12 | - | 23.20 | V:0.13 | Fe | a 1 | 11.0 | b 1 | 38.0 | 49.0 | 1.5 | 23 | 36 | 比較例 | | |
| 30 | 1.20 | 0.51 | 2.65 | 0.05 | 6.83 | - | 9.20 | V:0.26,W:0.75 | Fe | a 6 | 12.0 | b 1 | 22.0 | 34.0 | 1.5 | 23 | 39 | 比較例 | | |
| 31 | 1.32 | 0.05 | 0.35 | 0.53 | 15.11 | - | - | V:0.26,W:0.75 | Fe | a 6 | 12.0 | b 5 | 22.0 | 34.0 | 1.5 | 34 | 35 | 比較例 | | |
| 32 | 1.00 | 0.45 | 0.35 | 2.28 | 18.18 | - | 6.58 | - | Fe | a 2 | 12.0 | b 5 | 22.0 | 34.0 | 0.8 | 25 | 36 | 比較例 | | |
| 34 | 1.00 | 0.81 | 3.86 | 6.90 | 8.91 | 1.00 | 14.07 | | Fe | a 7 | 11.0 | b 6 | 19.0 | 30.0 | 0.8 | 29 | 47 | 比較例 | | |
| 35 | 1.00 | 0.81 | 3.86 | 6.90 | 8.91 | 1.00 | 14.07 | | Fe | a 8 | 11.0 | b 7 | 19.0 | 30.0 | 0.8 | 30 | 46 | 比較例 | | |
| 36 | 1.00 | 0.72 | 3.66 | 5.82 | 8.91 | 1.00 | 15.02 | | Fe | a 1 | 11.0 | b 1 | 19.0 | 30.0 | 3.5 | 18 | 34 | 比較例 | | |
| 37 | 1.00 | 0.31 | 1.50 | 1.17 | 9.43 | 1.00 | 7.20 | | Fe | a 1 | 11.0 | b 5 | 9.0 | 20.0 | 0.8 | 23 | 38 | 比較例 | | |

*)表3参照

【0053】

本発明例（試験No. 1 ~ No.16）では、バルブシートの摩耗量は11 ~ 19 μmであり、相手材（バルブ）の摩耗量も7 ~ 12 μmであり、優れた耐摩耗性を有する鉄基焼結合金材となっている。また、本発明例（試験No.17 ~ No.23）は固体潤滑剤粒子を分散させた鉄基焼結合金材であるが、固体潤滑剤粒子を面積率で0.2 ~ 3 %分散させることで、バルブ、バルブシートともにさらに優れた耐摩耗性を有するようになる。試験No.17、No.19、No.20と、同一組成の基地部をもち固体潤滑剤粒子を含まない試験No.13とを比較すると、バルブシート摩耗量は16 μmから10 ~ 13 μmに、バルブ摩耗量は10 μmから5 ~ 7 μmとなり、特に相手攻撃性が低くなったことがわかる。また、本発明例の試験No.18は固体潤滑剤粒子の面積率が0.1%であるため、固体潤滑剤粒子を配合していない試験No. 1 ~ 16と同じ耐摩耗性は得られるものの、固体潤滑剤粒子を配合した効果は顕著ではない。一方、本発明

10

20

30

40

50

の範囲を外れる比較例（試験No.24～No.37）では、バルブシートの摩耗量は32～47μmであり、相手材の摩耗量も14～35μmであり、本発明例に比べ耐摩耗性が低下し、相手攻撃性も増加している。

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図1】実施例におけるバルブシート、相手材であるバルブの摩耗量を比較して示すグラフである。

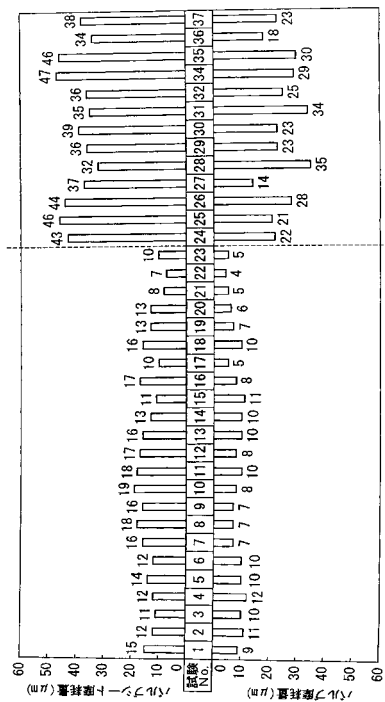
【図2】単体リグ摩耗試験機の概略説明図である。

【符号の説明】

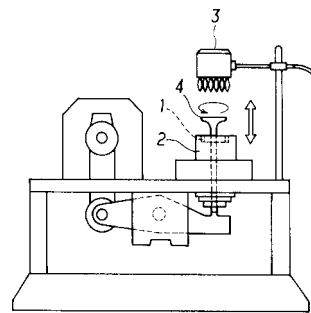
【0055】

- 1 バルブシート
- 2 治具
- 3 熱源
- 4 バルブ

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
 F 0 1 L 3/02 (2006.01) F 0 1 L 3/02 F
 F 0 1 L 3/02 H

- (72)発明者 高橋 輝夫
 栃木県下都賀郡野木町野木1111番地 日本ピストンリング株式会社栃木工場内
- (72)発明者 沖田 智樹
 埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
- (72)発明者 竹花 匡弘
 埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

審査官 本多 仁

- (56)参考文献 特開平05 - 043913 (JP, A)
 特開2002 - 129296 (JP, A)
 特開平11 - 021659 (JP, A)
 特開平11 - 140608 (JP, A)
 特開平07 - 233454 (JP, A)
 特開平05 - 287463 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
 C 2 2 C 3 8 / 0 0 - 3 8 / 6 0
 B 2 2 F 5 / 0 0 - 5 / 1 2
 C 2 2 C 1 9 / 0 7
 C 2 2 C 3 3 / 0 2
 F 0 1 L 3 / 0 2 - 3 / 0 4