

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2004-183589
(P2004-183589A)

(43) 公開日 平成16年7月2日(2004. 7. 2)

(51) Int.Cl. ⁷		F I	テーマコード (参考)		
F O 1 L	1/18	F O 1 L	1/18	N	3 G O 1 6
C 2 3 C	8/26	F O 1 L	1/18	M	3 J O 3 O
C 2 3 C	8/50	C 2 3 C	8/26		4 K O 2 8
F 1 6 H	53/06	C 2 3 C	8/50		
		F 1 6 H	53/06		
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 15 頁)					
(21) 出願番号	特願2002-353483 (P2002-353483)	(71) 出願人	000004204		
(22) 出願日	平成14年12月5日 (2002. 12. 5)		日本精工株式会社 東京都品川区大崎 1 丁目 6 番 3 号		
		(74) 代理人	100087457 弁理士 小山 武男		
		(74) 代理人	100120190 弁理士 中井 俊		
		(74) 代理人	100056833 弁理士 小山 欽造		
		(72) 発明者	吉岡 宏泰 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5 番 5 〇号 日本精工株式会社内		
		(72) 発明者	山村 賢二 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5 番 5 〇号 日本精工株式会社内		
最終頁に続く					

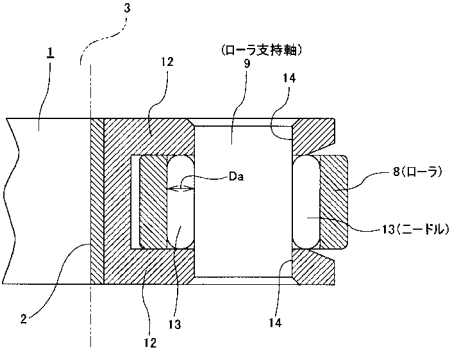
(54) 【発明の名称】 カムフォロア装置

(57) 【要約】

【課題】すす等の不溶解成分が混入した潤滑油による潤滑環境下でも、ローラ支持軸 9 の中間部外周面の摩耗を抑えて、長寿命の構造を実現する。

【解決手段】上記ローラ支持軸 9 を、Cr、Mo、V、Wを合計で 1.0 ~ 20.0 重量%、CとNとを合計で 0.5 ~ 1.2 重量%含有する鉄系合金で造る。そして、表面を窒化処理した後、ニードル 13、13 と転がり接触する中間部外周面に、高周波焼き入れ処理を施す。この構成により、この中間部外周面の硬度を高め、上記課題を解決する。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内周面に円筒状の外輪軌道を有するローラと、外周面の軸方向中間部に円筒状の内輪軌道を有するローラ支持軸と、これら外輪軌道と内輪軌道との間に転動自在に設けられた複数本のニードルとから成り、上記ローラ支持軸の中間部周囲に上記ローラを回転自在に支持するカムフォロア装置に於いて、このローラ支持軸として、CrとMoとVとWとを合計で1.0～20.0重量%、CとNとを合計で0.5～1.2重量%、それぞれ含有し、残りを不可避不純物とFeとした鉄系合金製で、表面を窒化处理後に両端部を除く外周面部分に高周波焼き入れを施したものを使用した事を特徴とするカムフォロア装置。

【請求項 2】

CrとMoとVとWとの含有量の合計を2.0～15.0重量%とした、請求項1～2の何れかに記載したカムフォロア装置。

【請求項 3】

鉄系合金中に、0.15～1.5重量%のSiと、0.15～1.5重量%のMnとの少なくとも一方を含有させた、請求項1～3の何れかに記載したカムフォロア装置。

【請求項 4】

ローラ支持軸の中間部に位置して各ニードルの転動面と接触する部分で、この中間部の表面からこれら各ニードルの外径の2%までの深さの範囲を表層部とした場合に、この表層部の硬度をHv650以上とした、請求項1～4の何れかに記載したカムフォロア装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えばディーゼルエンジンの如き内燃機関等、各種エンジンの動弁機構に使用されるカムフォロア装置の改良に関し、耐久性の向上を図るものである。

【0002】

【従来の技術】

エンジンのクランクシャフトと同期して回転するカムシャフトに固定のカムの動きをバルブに伝達する為の動弁機構に於いて、近年、運転時に於ける摩擦を滑り摩擦から転がり摩擦に変える事によって当該部分の摩擦損失を低く抑え、燃費性能の向上を図る為に、カムフォロア装置が広く用いられている。このカムフォロア装置は、特許文献1に開示される様に、カムフォロア本体に設けた1対の支持壁同士の間配置した円筒状のローラを、これら両支持壁同士の間掛け渡したローラ支持軸により、複数本のニードルを介して回転自在に支持して成る。このローラ支持軸は、両端面外周縁部の面取り部を除き、全長に亘って等径に形成している。この様なローラ支持軸の両端部は、上記1対の支持壁をそれぞれ貫通する状態で互いに同心に設けたローラ軸孔内に嵌合支持している。そして、上記ローラ支持軸の中間部で上記1対の支持壁の間に位置する部分に上記ローラを、複数本のニードルを介して回転自在に支持している。

【0003】

尚、上記ローラ支持軸を上記1対の支持壁に固定する作業を容易且つ確実にこなえる様にする為の技術が、特許文献2に記載され、且つ、従来から実施されている。この従来技術の場合、上記ローラ支持軸の外周面のうちの軸方向中間部で上記各ニードルの転動面と転がり接触する部分のみを高周波焼き入れによって硬化させ、その両端部は未硬化のままにしておく。そして、上記両支持壁のローラ軸孔に挿入した、上記ローラ支持軸の端面外周寄り部分を径方向外方にかしめ広げる事により、このローラ支持軸の両端部を拡径して、上記ローラ軸孔内にかしめ固定する。

【0004】

又、本発明の対象となるカムフォロア装置に組み込まれるローラやローラ支持軸の様に、使用時に於いて相手部品と転がり接触若しくは滑り接触する転がり摺動部品に関して、剥離寿命等の耐久性を向上させる為に、相手部品と接触する部分の表面性状の改良に関する技術が、例えば特許文献3等の記載されて、従来から各種知られている。この特許文献3

10

20

30

40

50

に記載された従来技術の場合には、軸受転動体の転動面に、表面粗さ R_{max} が $0.3 \sim 1.5 \mu m$ でランダム方向の擦傷を形成すると共に、表層部に $500 MPa$ 以上の残留応力層を形成する。

【0005】

又、特許文献4～6には、バレル加工により表面に多数の凹みをランダムに形成し、表層部の硬さを内部の硬さに比べて高くすると共に、表層部に圧縮残留応力を生じさせる発明が記載されている。

又、特許文献7には、相手部材と接触する表面部分に表面硬化処理層を設けると共に、圧縮残留応力のピーク値の深さと、剪断応力分布のピーク値の深さとを一致させた事で、軸受部品に関する発明が記載されている。

又、特許文献8には、ショット・ピーニング加工により圧縮残留応力を、表面部分で $100 kgf/mm^2$ ($980 MPa$) 以上とし、表面下 $300 \mu m$ の部分で $40 kgf/mm^2$ ($390 MPa$) 以上とした軸受部品に関する発明が記載されている。

更に、特許文献9には、表面からの深さが $0 \sim 50 \mu m$ の範囲を表層部とした場合に、この表層部の最大圧縮残留応力が $50 \sim 110 kgf/mm^2$ ($490 \sim 1080 MPa$) であり、同じく表層部の硬さが H_v (ピッカース硬度) $830 \sim H_v 960$ であり、表面粗さの平均波長が $25 \mu m$ 以下であり、且つ上記表層部の残留オーステナイトの割合が7容量%を越えるものとした転がり摺動部品に関する発明が記載されている。

【0006】

【特許文献1】

実開昭60-88016号公報

【特許文献2】

特開昭62-7908号公報

【特許文献3】

特公平1-30008号公報

【特許文献4】

特開平3-117723号公報

【特許文献5】

特開平3-117724号公報

【特許文献6】

特開平3-117725号公報

【特許文献7】

特開平3-199716号公報

【特許文献8】

特開平4-54312号公報

【特許文献9】

特開平5-288257号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

上述の様な従来から知られている耐久性向上の為の技術は、それなりに効果を得られるものではあるが、条件が厳しい場合には、それだけでは必ずしも十分な効果を得られない場合がある。例えば、ディーゼルエンジンに組み込まれるカムフォロア装置の場合、このカムフォロア装置に供給される潤滑油中に、軽油の燃焼に伴って発生するすす等の不溶解成分が混入する。これらすす等の不溶解成分は、潤滑油を劣化させて潤滑不良を引き起こし、転がり面或は摺動面を損傷する原因となる。又、これらすす等の不溶解成分が転がり面或は摺動面に介在した場合、研磨剤の如き働きをする可能性があり、特に、相手面との接触面圧が高く、しかも回転する事なく、常に同じ部分で荷重を受けるローラ支持軸の外周面に、異常摩耗が発生する場合がある。

【0008】

この様にして、カムフォロア装置を構成するローラ支持軸の外周面に発生した摩耗が進行

10

20

30

40

50

すると、ローラを支持するラジアルニードル軸受の内輪軌道としての役目を有し、このラジアルニードル軸受を構成する複数のニードルの転動面と接触する、上記ローラ支持軸の外周面の中間部両端寄り部分に、段差が形成される。そして、この段差に基づいて、上記各ニードルの転動面の端部並びにこの端部と接触する、上記ローラ支持軸の外周面に、応力集中に基づくフレーキングが発生する。この結果、上記カムフォロア装置の回転支持部分の耐久性が損なわれる。

【0009】

この様な、潤滑油中に混入したすす等の不溶解成分に基づく耐久性劣化に対しては、前述の特許文献1～9に記載された従来技術では、必ずしも十分な耐久性向上効果を得られない。例えば、接触部の潤滑性を向上させる為に、表面の粗さや微細な形状を工夫しても、この接触部に、潤滑油と共にすすを取り込む事になる為、却って摩耗が進む可能性がある。又、ショット・ピーニングによって、ローラ支持軸表面の圧縮残留応力を高くしたり、或は硬さを高くすると、このローラ支持軸の端部をかしめ広げる事が困難になる。この為、組立性を考慮した場合には、適用する事が難しい。尚、かしめ広げ作業を容易にする為、ローラ支持軸にショット・ピーニングを施した後、このローラ支持軸の端部に高周波焼き鈍し処理を施す事も考えられる。但し、この様な処理を行なうと、熱影響によってショット・ピーニングの効果が失われる可能性があるだけでなく、工程が増えてコストが高くなると同時に、生産性が低下する為、大量生産には不向きである。

本発明は、上述の様な事情に鑑みて、高周波焼き入れによって必要な部分のみ十分に硬化させて、耐摩耗性及び耐久性を確保できると同時に、端部を硬化させずにかしめ加工を可能にするローラ支持軸を提供する事により、優れた耐久性を有するカムフォロア装置を低コストで実現するものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明のカムフォロア装置は、従来から知られているカムフォロア装置と同様に、内周面に円筒状の外輪軌道を有するローラと、外周面の軸方向中間部に円筒状の内輪軌道を有するローラ支持軸と、これら外輪軌道と内輪軌道との間に転動自在に設けられた複数本のニードルとから成る。そして、上記ローラ支持軸の中間部周囲に上記ローラを回転自在に支持する。

特に、本発明のカムフォロア装置に於いては、このローラ支持軸として、CrとMoとVとWとを合計で1.0～20.0重量%、CとNとを合計で0.5～1.2重量%、それぞれ含有し、残りを不可避不純物とFeとした鉄系合金製で、表面を窒化処理後に両端部を除く外周面部分に高周波焼き入れを施したものを使用する。

【0011】

【作用】

上述の様なローラ支持軸を組み込んだ本発明のカムフォロア装置の場合には、潤滑油中にすす等の不溶解成分が混入するディーゼルエンジンの様に、厳しい条件下で使用される場合でも、ローラ支持軸の中間部外周面の、耐摩耗性を含む耐久性を十分に確保できる。そして、このローラ支持軸を組み込んだカムフォロア装置の耐久性の向上を図れる。

以下、上記ローラ支持軸を、Cr、Mo、V、W、C、Nの各元素を所定量含む鉄系合金により造り、表面を窒化処理後に高周波焼き入れした場合に、耐摩耗性を含む耐久性を向上させられる理由、並びに、上記各元素の充填量の規制した理由に就いて説明する。

【0012】

先ず、上記鉄系合金中に、Cr、Mo、V、Wを合計で1.0重量%以上、20.0重量%以下含有させる理由に就いて説明する。

上記Cr、Mo、V、Wを添加する事により、何れも焼き入れ性を向上させる事に加えて、炭化物や窒化物を形成する事により上記ローラ支持軸の表面の硬度を上昇させ、このローラ支持軸の耐摩耗性を向上させる効果を得られる。この様な効果は、上記Cr、Mo、V、Wの含有量が少な過ぎると得る事はできない。具体的には、これらCr、Mo、V、Wの含有量の合計が1.0重量%未満の場合にはあまり効果は得られない。又、十分な効

10

20

30

40

50

果を得る為には、2重量%を越えて添加する事が好ましい。但し、上記Cr、Mo、V、Wの添加量が過剰になると、得られた鉄系合金中に粗大な炭化物が析出し易くなるだけでなく、Ms点(マルテンサイト変態開始温度)が低下し過ぎて、サブゼロ処理を行なったとしても、焼き入れにより十分な表面硬度を得られなくなる可能性がある。この様な、過剰添加による表面硬度不足は、上記Cr、Mo、V、Wの添加量が15.0重量%を越えた場合に注意する必要が生じ、20.0重量%を越えた場合には無視できなくなる。そこで、上記Cr、Mo、V、Wの含有量の合計の下限値は、1.0重量%、好ましくは2.0重量%とし、上限値に関しては、20.0重量%、好ましくは15.0重量%とする。尚、上記Cr、Mo、V、W等の窒化物生成元素が多いと、表面を窒化処理した場合に得られる窒化層の厚さが減少する。この為、特に熱処理後に行なう仕上加工の取代(窒化層の削り代)を大きくする為に、上記窒化層厚さをより必要とする場合、好ましくは、上記Cr、Mo、V、Wの含有量の合計を、8.0重量%以下とする。

10

【0013】

次に、上記鉄系合金中に、C及びNを合計で0.5重量%以上、1.2重量%以下含有させる理由に就いて説明する。

C及びNは、上記鉄系合金製のローラ支持軸を焼き入れ硬化する際に、マルテンサイト変態の為に必要な、侵入型元素である。従って、上記ローラ支持軸の表面の硬度を上昇させ、このローラ支持軸の耐摩耗性を向上させる為に添加する必要がある。この場合に、十分な焼き入れ硬度を得る為には、C及びNの含有量を、合計で0.5重量%以上とする必要がある。

20

但し、Cの含有量が過剰になると、粒径が20 μ mを超える様な粗大な炭化物を形成し、高周波焼き入れ時にオーバーヒートと呼ばれる現象が発生して、局部的な硬度低下を招き、却って寿命特性を低下させる可能性がある。この為、Cの添加量の上限は、1.2重量%とする。更に好ましくは、粗大な共晶炭化物の析出を防止する為に、Cの添加量を0.7重量%以下とする。

又、Nを含有させると、その分だけCの含有量を低く抑えて、粗大な炭化物の析出を効果的に防止できるだけでなく、窒化処理によって硬度の高い窒化物を形成する事ができる。この為、Nに関しては積極的に添加する事が好ましい。

但し、Nを0.2重量%を超えて添加しようとする、製鋼時にブローホールと呼ばれる欠陥の発生を防止する為の加圧装置が必要となり、コストが非常に高くなる。この為、コストを抑える面からは、Nの添加量の上限は、0.2重量%に抑える事が好ましい。Nを添加する事の効果とコストを抑える事とを考慮した場合、Nのより好ましい添加量の範囲は、0.1~0.15重量%である。

30

【0014】

次に、上述の様な鉄系合金により造られるローラ支持軸に施す窒化処理に就いて説明する。

鉄系合金中にNを添加すれば、この合金中に硬度の高い窒化物を形成して、耐摩耗性や耐焼き付き性を向上させる効果を期待できる。但し、上述した様に、製鋼時にNを添加する方法では、Nの添加量に限界がある(0.2重量%を超えて添加しようするとコストが嵩む)。そこで、製鋼時に於けるNの添加量を抑える代わりに、得られた鉄系合金製のローラ支持軸に窒化処理を施す事により、このローラ支持軸の表面に、Fe₄N()やCrNの如き、硬度の高い、Fe或はCr等の合金元素の窒化物を十分に形成する様にした。尚、上記窒化処理の際に、上記ローラ支持軸の両端部でかしめ広げる必要のある部分に、窒化防止処理を施しておいても良い。

40

尚、上記窒化処理の結果得られた窒化層の厚さに関しては、安定した耐摩耗性を得る為に、付き回り性や真円度等の品質のばらつきを考慮して、好ましくは10 μ m以上、より好ましくは20 μ m以上とする。

【0015】

次に、上記窒化処理後に行なう高周波焼き入れに就いて説明する。

この窒化処理のみでは、上記ローラ支持軸の表面部分に形成される硬化層の厚さ(硬化深

50

さ)を、必ずしも十分に確保できない。この為本発明の場合には、窒化処理後に、上記ローラ支持軸の中間部外周面で、使用時に複数のニードルの転動面と接触する部分に高周波焼き入れを施す事により、この部分に、十分な厚さ(硬化深さ)を有する硬化層を形成する。

尚、窒化処理後に高周波焼き入れを行なう事に伴い、上記ローラ支持軸の表面硬度は低下するが、その反面、異物混入潤滑下に於ける長寿命化に効果的な、残留オーステナイトが形成される。この結果、使用時に、上記ローラ支持軸の表面を含む接触部に異物が混入した状態で長時間運転される様な、厳しい使用条件下でも、上記ローラ支持軸に十分な耐久性を得られる。

上述の様な高周波焼き入れに伴って上記ローラ支持軸の中間部外周面に形成される硬化層の硬度に関しては、高い程好ましい。十分な転がり疲れ寿命を得る事を考慮した場合には、上記ローラ支持軸の中間部に位置して各ニードルの転動面と接触する部分で、この中間部の表面からこれら各ニードルの外径の2%までの深さの範囲を表層部とした場合に、この表層部の硬度をHv650以上とする。より好ましくは、この表層部の硬度をHv700以上とする。

又、転がり疲れ寿命だけでなく、十分な耐摩耗性を得る為には、完成品の最表面の硬度を好ましくはHv700以上、より好ましくはHv750以上とする。

【0016】

次に、上記ローラ支持軸を構成する鉄系合金中に含有する、Cr、Mo、V、W、C、N以外の元素に就いて説明する。

上記鉄系合金中には、製鋼時の脱酸剤として、SiやMnを含有させる事ができる。このうちのSiは、製鋼時の脱酸剤として必要な元素であり、更に、得られた鉄系合金の焼き戻し軟化抵抗性を向上させて、高温環境下での寿命延長に有効な元素である。この為、0.15重量%以上含有させる事が好ましい。但し、多量に含有しても、その効果が飽和してしまうだけでなく、得られた鉄系合金製の素材の被削性を低下させて、この鉄系合金により造られる上記ローラ支持軸の製造コストの上昇を招く。この為、Si含有量の上限は1.5重量%とする。

又、Mnも、製鋼時の脱酸剤及び脱硫剤として必要な元素であり、又、焼き入れ性の向上にも有効な元素である。この為、0.15重量%以上含有させる事が好ましい。但し、含有量を高くし過ぎると、非金属介在物が多くなる為、却って寿命特性が低下する可能性があるだけでなく、得られた鉄系合金製の素材の鍛造加工性及び被削性等の機械加工性が低下する。この為、Mn含有量の上限は1.5重量%とする。

その他、P、S、Ni、Cu、Ti、O等の不可避不純物元素を含有するが、転がり疲れ寿命確保の面から有害な、酸化物系の非金属介在物を低減する為に、O濃度の上限は15ppmとする事が好ましい。更に好ましくは、O濃度の上限を10ppmとする。

【0017】

【発明の実施の形態】

図1~2は、本発明の実施の形態の1例を示している。本例は、カムフォロア装置を4サイクル内燃機関の動弁装置に組み込んだ場合を示している。カムフォロアの本体であるロッカーアーム1は、その長さ方向(図1の左右方向)中間部に形成した軸孔2に挿通したロッカー軸3により、内燃機関の機関本体(図示せず)に回転自在に支持される。又、上記ロッカーアーム1の基端部(図1の左端部)にアジャストボルト4を、この基端部に形成したねじ孔に螺合させると共にロックナット5を緊締する事によって固定している。そして、上記アジャストボルト4の先端面(図1の下端面)に、機関本体(図示せず)に往復移動可能に支持された吸気弁又は排気弁である機関弁6の基端面(図1の上端面)を当接させている。この機関弁6は、弁ばね7によって常に閉弁方向(上記アジャストボルト4との当接方向)に付勢されている。従って上記ロッカーアーム1は、図1で時計方向の弾性が付与されている。

【0018】

一方、上記ロッカーアーム1の先端部(図1の右端部)にはローラ8を、ローラ支持軸9

を介して回転自在に支持し、このローラ 8 の外周面を、上記弁ばね 7 の弾力に基づいて、カム 10 の外周面に当接させている。このカム 10 は、クランク軸（図示せず）に連動して回転するカム軸 11 に一体に形成され、上記機関本体に回転自在に支持されている。この構成により、上記カム軸 11 の回転を、上記ロッカー軸 3 を中心とする上記ロッカーアーム 1 の往復揺動運動に変換し、更にこのロッカーアーム 1 により上記機関弁 6 を、上記弁ばね 7 の弾力に抗し、或はこの弾力に基づいて軸方向に往復移動させる。そして、上記機関本体のシリンダ頂部に設けた吸気口或は排気口の開閉動作を行なう。

【0019】

上述の様な動弁装置で、上記ロッカーアーム 1 に対して上記ローラ 8 を、上記ローラ支持軸 9 を介して回転自在に支持する部分は、図 2 に示す様に構成している。上記ロッカーアーム 1 の先端部に、互いに間隔をあけて平行に設けた 1 対の支持壁 12、12 同士の間、上記ローラ支持軸 9 を掛け渡している。そして、このローラ支持軸 9 の中間部で上記両支持壁 12、12 の内側面同士の間位置する部分の周囲に上記ローラ 8 を、複数のニードル 13、13 を介して、回転自在に支持している。上記ローラ支持軸 9 の両端部は、上記両支持壁 12、12 にそれぞれ、互いに同心に設けられた円形のローラ軸孔 14、14 に嵌合支持されている。この状態で、上記ローラ支持軸 9 は、その両端面外径寄り部分にパンチ等のかしめ治具の先端縁を突き当てる事により、その両端外周縁部を径方向外方に塑性変形されて、上記両ローラ軸孔 14、14 に対し強固に結合固定されている。尚、この様に上記ローラ支持軸 9 の両端部を上記両ローラ軸孔 14、14 内に固定した状態で、このローラ支持軸 9 の軸方向両端面と上記両支持壁 12、12 の外側面とは、ほぼ同一平面上に位置する。

【0020】

特に、本例のカムフォロア装置の場合には、上記ローラ支持軸 9 は、窒化処理に基づいて、表面に窒化層（窒素富化層＝窒化処理によって 0.2 重量％を超える窒素濃度を有する合金層）が形成されている。更に、このローラ支持軸 9 の軸方向中間部で、上記両支持壁 12、12 の内側面同士の間位置し、上記各ニードル 13、13 の転動面と転がり接触する部分の、外周面を含む表面層部分に、高周波焼き入れにより硬化層が形成されている。この硬化層の厚さは、上記各ニードル 13、13 の直径 D_a の 2 % 以上としている。そして、この硬化層の硬度を、その全範囲（少なくとも表面から上記直径 D_a の 2 % の深さまでの範囲）で、 $H_v 650$ 以上にしている。本例の場合には、この様に、上記各ニードル 13、13 の転動面と転がり接触する上記ローラ支持軸 9 の中間部外周面で、前記ローラ 8 を回転自在に支持する為のラジアルニードル軸受の内輪軌道としての役目を有する部分の硬度を高くする事により、上記中間部外周面に関して、必要とされる転がり疲れ寿命の確保を図っている。尚、転がり疲れ寿命確保の面から、好ましくは、上記ローラ支持軸 9 の軸方向中間部で外周面から上記直径 D_a の 2 % の深さ位置の硬度を $H_v 700$ 以上とする。この場合、外周面部分の硬度は、後から述べる表 2 から明らかな様に、それぞれこの直径 D_a の 2 % の深さ位置よりも高く（硬く）なる。

【0021】

本例の場合、上述の様に、上記ローラ支持軸 9 の表面全体に窒化層が形成されているが、この窒化層は、Fe や Cr 等の合金元素の窒化物（ γ : Fe_4N や CrN 等）を主体として形成されている。この様な窒化物は、それ自体硬度が高く、上記ローラ支持軸 9 の軸方向中間部外周面の耐摩耗性を向上させる他、耐焼き付き性を向上させる効果がある。しかも本例の場合には、上記ローラ支持軸 9 の最表面部に、 $H_v 700$ 以上、より好ましくは $H_v 750$ 以上の硬化層を形成している為、優れた耐摩耗性を発揮する。尚、上記窒化層の厚さは、安定した耐摩耗性を得る為に、この窒化層の付き回り性や真円度等を考慮して $10 \mu m$ 以上とする事が好ましく、より好ましくは $20 \mu m$ 以上とする。尚、窒化処理前に上記ローラ支持軸 9 の加工精度を高めておく（真円度を良好にしておく）と、窒化処理後の加工取代を少なく抑えて、完成品の窒化層の厚さを、上記ローラ支持軸 9 の外周面全体に亘って大きくできる。

【0022】

尚、上記ローラ支持軸 9 として、図示の例では充実体のものを示したが、軽量化やかしめ加工の容易化を図る為に、ローラ支持軸として、中空管状のものを使用しても良い。又、上記ローラ支持軸 9 を前記各支持壁 12、12 に対し、かしめ以外の方法で固定する構造を採用した場合には、上記ローラ支持軸 9 の外周面に、その全長に亘って高周波焼き入れを施して良い。

又、図 1 ~ 2 は、本発明の実施の形態の 1 例を示したものであって、本発明はこの図 1 ~ 2 に示した実施の形態に限定されるものではない。例えば、図示の例では、ロッカーアーム 1 の先端部にローラ 8 が取り付けられているカムフォロア装置を示したが、他にも、中間部にローラが支持され、両端部に機関弁とラッシュアジャスタとが突き当てられている構造等、従来から知られている各種構造のカムフォロア装置にも、本発明は適用可能である。

10

【 0 0 2 3 】

【実施例】

次に、本発明の効果を確認する為に、本発明者が行なった実験に就いて説明する。

実験では、次の表 1 の A ~ R に示した組成を有する、17 種類の鉄系合金により、外径が 8 mm、長さ 19 mm のローラ支持軸 9 を造った。このうちの R に示したものは、ガソリンエンジン車用として従来から使用されているカムフォロア装置に組み込まれるローラ支持軸用の鉄系合金である。

【 0 0 2 4 】

【表 1】

20

鉄系合金	C 重量%	N 重量%	Si 重量%	Mn 重量%	Cr 重量%	Mo 重量%	V 重量%	W 重量%	O ppm	Cr+Mo+V+W 重量%	備考
A	0.65		0.32	0.23	1.00				6	1.00	
B	0.50		0.15	0.39	4.55		2.00		10	6.55	
C	0.53		0.59	0.62	2.54	3.00			9	5.54	
D	0.60	0.15	1.50	0.52	10.10		1.34		15	11.44	
E	0.50	0.07	0.45	0.15	18.00	2.00			7	20.00	
F	0.70		0.63	0.59	5.51		0.52		12	6.03	
G	1.20		0.34	0.67	11.03				15	11.03	
H	0.45	0.20	0.39	0.41	13.01			0.46	10	13.47	
I	0.61		0.99	0.21	2.98			1.00	14	3.98	
J	0.69		0.48	1.50	6.01				14	6.01	
K	0.47	0.05	0.32	0.28	8.00				8	8.00	
L	0.55		0.78	0.46	3.50	0.34			13	3.84	
M	0.62		0.56	1.01	2.00				15	2.00	
N	1.51		0.25	0.73	17.00				15	17.00	比較例
O	0.38		0.27	0.32	13.00				12	13.00	比較例
P	0.61		0.45	0.35	0.65				11	0.65	比較例
R	1.05		0.22	0.33	1.48				9	1.48	従来例

10

20

30

40

【 0 0 2 5 】

上記表 1 に示した 17 種類の鉄系合金によるローラ支持軸 9 の製造作業では、先ず、素材に旋削加工及び研削加工を施す事により、所定の形状及び寸法を有する中間素材を得た。そして、この中間素材に窒化処理を施した後、高周波焼き入れと焼き戻しの熱処理を施してから、仕上研削により、所定の寸法に仕上げた。

このような加工処理により、各部の硬度が次の表 2 に示す様なものである、本発明の実施例

50

に属する、試料番号 1 ~ 13 の 13 種類の試料と、本発明から外れる比較例に属する、試料番号 14 ~ 17 の 4 種類の試料とを得た。尚、表 2 に示した最表面硬さは、完成した上記各試料の表面をマイクロビッカース硬度計で測定して求めた。又、表面から各ニードル 13、13 の直径 D_a (本例の場合には 2.5 mm) の 2 % の深さ位置での硬さ (2 % D_a 硬さ) は、完成した上記各試料の断面に関して、表面から上記直径 D_a の 2 % の位置にあたる部分をマイクロビッカース硬度計で測定して求めた。硬さ測定の条件は、何れも、測定荷重 1.96 N (200 gf)、測定回数 $n = 5$ とし、平均値を表 2 に記載した。更に、窒化層厚さに就いては、完成した上記各試料の断面の窒素濃度を、E P M A (E l e c t r o n P r o b e M i c r o A n a l y z e r) で測定し、窒素濃度が 0.2 重量 % を超える部分の厚さを、表面からの距離として示した。

10

【0026】

【表 2】

試料番号	鉄系合金	窒化処理	最表面硬さ Hv	2%Da硬さ Hv	窒化層厚さ μm	摩耗量比	転がり疲れ 寿命	備考
1	A	A	721	692	396	0.4	○	
2	B	A	774	650	75	0.1	○	
3	C	D	768	754	51	0.2	○	
4	D	A	782	700	33	0.1	○	
5	E	A	734	653	10	0.3	○	
6	F	A	801	784	86	0.1	○	
7	G	A	767	734	35	0.2	○	
8	H	A	781	687	20	0.2	○	
9	I	C	794	731	77	0.1	○	
10	J	A	765	743	90	0.3	○	
11	K	A	764	705	58	0.2	○	
12	L	B	790	711	105	0.2	○	
13	M	A	753	743	251	0.2	○	
14	N	A	659	637	34	1.1	×	オーバーヒート発生
15	O	A	715	611	23	0.5	×	剥離発生
16	P	A	714	676	489	0.9	△	異常摩耗発生
17	R	-	721	710	-	1	×	異常摩耗発生

10

20

30

40

【0027】

上記表2に示した17種類の試料中で、実施例に属する上記13種類の試料では、仕上研削の際の窒化層の取り代を、実施例5、8を除いて、ほぼ一定となる様にした。実施例5、8に関しては、それぞれ窒化層の厚さが、10 μm (実施例5)又は20 μm (実施例8)となる様に、仕上加工の取り代を調整した。

又、上記窒化層を形成した後に行なう熱処理として、高周波焼き入れを施した後、焼き戻しを施した。このうちの高周波焼き入れは、周波数30kHz、電圧10kV、電流10Aの条件で行ない、焼き戻しは、323～773K(50～500)の温度に2時間保

50

持する条件で行なった。

【0028】

尚、この窒化処理は、次に示すA～Dのうち何れかの条件で行なった。

条件A

200～400 でフッ化処理後(90%N₂ - 10%NF₃ 混合ガス雰囲気中)、
400～500 で5～50時間窒化処理(50%N₂ - 50%NH₃ 混合ガス雰囲気中)

条件B

500～570 で1時間～10時間の塩浴軟窒化処理(KCNO又はNaCNO等のシアン酸塩を主成分とする塩浴室化)

条件C

500～570 で1時間～10時間のガス軟窒化処理{50%NH₃ - 50%吸熱型変成ガス(CO、N₂、H₂を主成分とする)}

条件D

500～570 で1時間～50時間のガス窒化処理(50%N₂ - 50%NH₃ 混合ガス雰囲気中)

このうち条件Aは、前処理としてフッ化処理を施した場合の例であり、窒化反応を阻害するCr酸化物を除去し、表面を活性化するフッ化層を形成する。この為、より低温でも非常に均一な窒化層を得る事ができ、窒化処理による変形を少なく抑えるだけでなく、Cr等が多量に含有されている不動態膜が形成され易い合金鋼の場合には特に有効な方法である。又、条件Bは塩浴軟窒化、条件Cはガス軟窒化、条件Dはガス窒化の例である。

【0029】

上述した一連の作業により得た、図3に示す様な、表面に窒化及び高周波焼き入れに基づく硬化層15を有するローラ支持軸9を、図4に示す様な試験装置に組み込んで、このローラ支持軸9の耐久性に関する実験を行なった。この試験装置は、モータ(図示しない)により回転する主軸16に取り付けた駆動ローラ17の外周面に、支持部材18にローラ支持軸9及び複数のニードル13、13を介して回転自在に支持した、ローラ8の外周面を押し突ける構造となっている。上記各ニードル13、13は、外径が2.5mm、長さが12mmである。そして、上記支持部材18を介して上記ローラ支持軸9にラジアル荷重を加えながら上記主軸16と共に上記駆動ローラ17を回転させる。この駆動ローラ17の回転に伴って上記ローラ8が回転するので、このローラ8を支持する、試験片である上記ローラ支持軸9の耐久試験を、実際のエンジンへの組み込み状態に即して行なう事ができる。

【0030】

試験条件は、次の通りである。

ローラ8の回転速度 : 6000min⁻¹

ラジアル荷重 : 1960N

潤滑油 : すすを含む不溶解成分を混入したエンジンオイル

潤滑油温度 : 100

潤滑油滴下量 : ローラ8とローラ支持軸9との間に0.1cc/min滴下

試験時間 : 200時間

この様な条件で行なった試験終了後に、上記ローラ支持軸9、上記各ニードル13、13及びローラ8から構成されるラジアルニードル軸受のラジアル隙間を測定し、試験前の値と比較する事によって摩耗量とした。更に、上記ローラ支持軸9を金属顕微鏡で観察し、剥離等の有無に就いて観察した。

【0031】

この様にして行なった試験の結果を、前記表2の右側部分に示した。この試験結果のうちの摩耗量は、従来例の鉄系合金Rにより造った、試料番号17に関する摩耗量を1として、これに対する比で示している。又、転がり疲れ寿命に関しては、目視検査に基づき、剥離、異常摩耗等の損傷が認められたものは×で、認められなかったものは、僅かな損

10

20

30

40

50

傷が認められたものは で、それぞれ示している。

【 0 0 3 2 】

この様な条件で行なった実験の結果を表 2 に示したが、本発明の実施例である、試料 1 ~ 1 3 のローラ支持軸は、試験時間 2 0 0 時間を経過しても摩耗は小さく、又、目視検査の結果から何れも異常は認められなかった。特に C r、V、M o、W の含有量の合計が 3 ~ 1 5 重量%のものは、最表面硬さが H v 7 5 0 以上となり、優れた耐摩耗性を有する結果となった。

又、比較例の鉄系合金 N により造った試料番号 1 4 は、素材の C と N との含有量の合計が 1 . 2 % を超える例であるが、最表面硬さが H v 7 0 0 に、2 % D a 硬さが H v 6 5 0 に、それぞれ達しなかった為、耐摩耗性が劣る結果となった。この様な試料番号 1 4 の試験片の断面の組織観察を行なったところ、粒径が 2 0 μ m を超える粗大炭化物が多く見られ、高周波焼き入れ時にオーバーヒートを起こした様な組織変化も観察された。

又、比較例の鉄系合金 O により造った試料番号 1 5 は、素材の C と N との含有量の合計が 0 . 5 % を下回る例であるが、2 % D a 硬さが H v 6 5 0 に達しなかった為、剥離が発生したものと考えられる。

又、比較例の鉄系合金 P により造った試料番号 1 6 は、C r、V、M o、W の含有量の合計が不足している例であるが、窒化処理によって表面硬度は上昇するものの、窒化物や炭窒化物の析出が十分に行なわれなかった為、耐摩耗性が不足しているものと考えられる。上述の様な耐久試験の結果から明らかな様に、本発明のカムフォロア装置を構成するローラ支持軸は、すす等の不溶解成分が混入した厳しい潤滑条件下でも、優れた耐摩耗性及び

10

20

【 0 0 3 3 】

【発明の効果】

以上に述べた様に本発明の場合には、内燃機関用のカムフォロア装置で、すす等の不溶解成分の混入によるローラ支持軸の摩耗や寿命低下を防止して、カムフォロア装置の長寿命化に寄与できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態の 1 例を示す側面図。

【図 2】図 1 の拡大 A - A 断面図。

【図 3】ローラ支持軸の、軸方向に直交する平面に関する断面を、硬化層の厚さを誇張して示す図。

30

【図 4】本発明の効果を確認する為の実験に使用した実験装置の断面図。

【符号の説明】

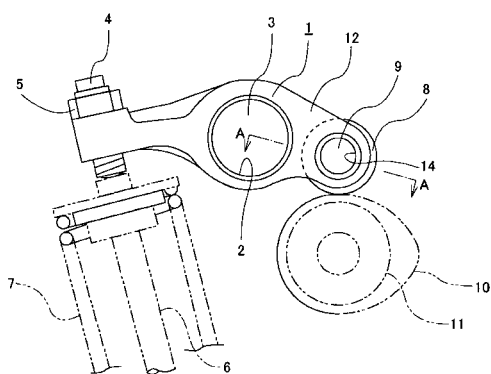
- 1 ロッカーアーム
- 2 軸孔
- 3 ロッカー軸
- 4 アジャストボルト
- 5 ロックナット
- 6 機関弁
- 7 弁ばね
- 8 ローラ
- 9 ローラ支持軸
- 1 0 カム
- 1 1 カム軸
- 1 2 支持壁
- 1 3 ニードル
- 1 4 ローラ軸孔
- 1 5 硬化層
- 1 6 主軸
- 1 7 駆動ローラ

40

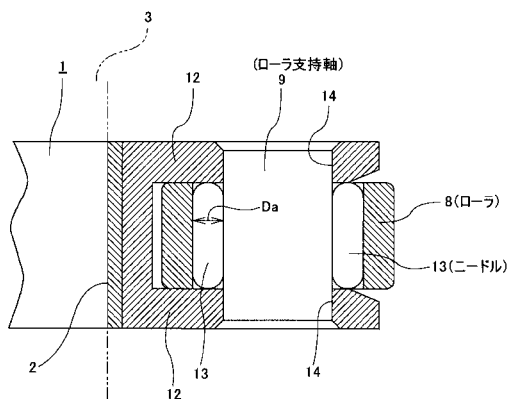
50

1 8 支持部材

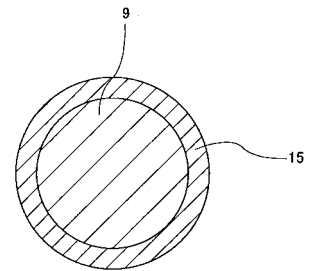
【図 1】



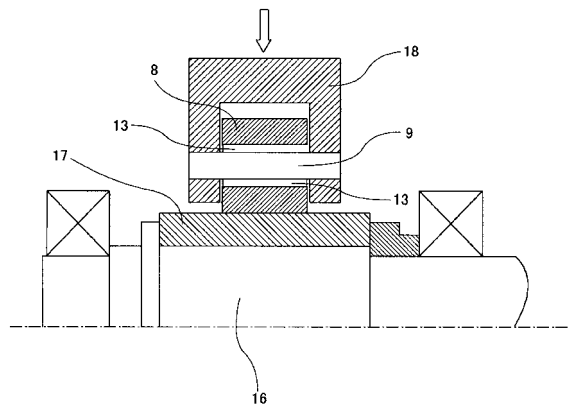
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

F ターム(参考) 3G016 AA06 AA19 BB22 CA21 CA22 CA25 CA34 CA35 DA13 EA02
FA19 GA01 GA02
3J030 EA22 EB07 EC04 EC07
4K028 AA02 AB01 AB06 AC08