

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6419177号
(P6419177)

(45) 発行日 平成30年11月7日(2018.11.7)

(24) 登録日 平成30年10月19日(2018.10.19)

(51) Int.Cl. F 1
B 6 4 C 11/06 (2006.01) B 6 4 C 11/06

請求項の数 15 (全 9 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2016-528359 (P2016-528359) (86) (22) 出願日 平成26年3月10日 (2014.3.10) (65) 公表番号 特表2016-527135 (P2016-527135A) (43) 公表日 平成28年9月8日 (2016.9.8) (86) 国際出願番号 PCT/DE2014/200117 (87) 国際公開番号 W02015/010691 (87) 国際公開日 平成27年1月29日 (2015.1.29) 審査請求日 平成29年3月7日 (2017.3.7) (31) 優先権主張番号 102013214240.4 (32) 優先日 平成25年7月22日 (2013.7.22) (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)</p>	<p>(73) 特許権者 515009952 シェフラー テクノロジーズ アー・ゲー ウント コー. カー・ゲー Schaeffler Technolo gies AG & Co. KG ドイツ連邦共和国 91074 ヘアツォ ーゲナウラッハ インドゥストリーシュト ラーセ 1-3 Industriestr. 1-3, 91074 Herzogenaurac h, Germany (74) 代理人 100114890 弁理士 アインゼル・フェリックス=ライ ンハルト</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プロペラブレード支持装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プロペラブレード支持装置であって、
 プロペラハブ(3)とプロペラブレード(2)との間に転がり支持装置(4)を備え、
 少なくとも1つの軸受外輪(9)が、前記プロペラブレード(2)と相対回動不能に結
 合されており、

少なくとも1つの軸受内輪(15, 16, 17)が、前記プロペラハブ(3)に保持さ
 れており、

前記プロペラブレード(2)と結合されたスリーブ状の中心区分(13)が、前記軸受
 内輪(15, 16, 17)の半径方向内側に配置されており、

前記軸受外輪(9)と前記中心区分(13)との間に、前記プロペラハブ(3)の回転
 軸線(R)に関して半径方向外向きに閉じた潤滑剤チャンバ(18)が形成されている
 ことを特徴とする、プロペラブレード支持装置。

【請求項 2】

前記転がり支持装置(4)は、少なくとも3列軸受、特に玉軸受として構成されている
 、請求項1記載のプロペラブレード支持装置。

【請求項 3】

前記転がり軸受(4)の転動体(8)の、前記プロペラハブ(3)の回転軸線(R)か
 ら最小の間隔を置いた列(5)が、該列(5)に隣り合う、転動体(8)の第2の列(6
)と、これらの列(5, 6)に対応する軸受輪(15, 16)とともに、O字形の配置を

成している一方、転動体(8)の、前記プロペラハブ(3)からさらに離れた少なくとも1つの別の列(7)が、前記軸受輪(9, 17)の間で所定の接触角を成して配置されており、該接触角の方向は、転動体(8)の前記第2の列(6)の接触角に一致する、請求項2記載のプロペラブレード支持装置。

【請求項4】

前記転がり支持装置は、単一の軸受外輪(9)と複数の軸受内輪(15, 16, 17)とを有する、請求項1から3までのいずれか1項記載のプロペラブレード支持装置。

【請求項5】

前記潤滑剤チャンバ(18)は、半径方向内側で、前記軸受外輪(9)と前記プロペラハブ(3)との間に配置された第1のシール(19)と、前記プロペラハブ(3)と前記プロペラブレード(2)の前記中心区分(13)との間に配置された第2のシール(20)とによって封止されている、請求項1から4までのいずれか1項記載のプロペラブレード支持装置。

10

【請求項6】

前記潤滑剤チャンバ(18)のシール性が、遠心加速度により発生させられ、前記プロペラハブ(3)の回転軸線(R)に関して外方へ向けられた少なくとも10barの液圧で得られるように、前記潤滑剤チャンバ(18)が形成されている、請求項5記載のプロペラブレード支持装置。

【請求項7】

前記第1のシール(19)は、前記転がり支持装置(4)の軸受内輪(15)に接触している、請求項5または6記載のプロペラブレード支持装置。

20

【請求項8】

前記第2のシール(20)は、前記軸受内輪(15, 16, 17)を支持するスリーブ状のロータブレード支持体(14)に接触している、請求項5から7までのいずれか1項記載のプロペラブレード支持装置。

【請求項9】

前記軸受外輪(9)は、前記プロペラハブ(3)と結合された、前記軸受輪(9, 15, 16, 17)に対して同心的に配置された保護リング(21)によって包囲されている、請求項1から8までのいずれか1項記載のプロペラブレード支持装置。

【請求項10】

30

前記プロペラブレード(2)の前記中心区分(13)は、前記プロペラブレード(2)の迎え角を調節する調節装置の一部として構成されている、請求項1から9までのいずれか1項記載のプロペラブレード支持装置。

【請求項11】

前記軸受外輪(9)に、前記プロペラブレード(2)と結合可能なフランジ(10)が一体的に成形されている、請求項1から10までのいずれか1項記載のプロペラブレード支持装置。

【請求項12】

前記軸受外輪(9)は、鋼から製作されていて、300HV1~500HV1の硬さを有し、かつ700HV1より高い硬さを有する表層硬化された転がり接触面を有する、請求項1から11までのいずれか1項記載のプロペラブレード支持装置。

40

【請求項13】

前記軸受外輪(9)は、部分的な腐食防止被覆を有する、請求項1から12までのいずれか1項記載のプロペラブレード支持装置。

【請求項14】

前記転がり支持装置(4)の内側で、1つの列(5, 6, 7)に配置された転動体(8)は、合成材料から成る要素によって互いに分離して保持される、請求項1から13までのいずれか1項記載のプロペラブレード支持装置。

【請求項15】

前記軸受外輪(9)、前記軸受内輪(5, 6, 7)および転動体(8)の少なくとも1

50

つの転がり接触面が、摩耗防止層を有する、請求項 1 から 1 4 までのいずれか 1 項記載のプロペラブレード支持装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プロペラブレードが転がり支持装置によって各プロペラブレードの長手方向軸線を中心に回動可能である、航空機の調節可能なプロペラブレード用のプロペラブレード支持装置に関する。

【背景技術】

【0002】

航空機用プロペラのプロペラブレードをハブに調節可能に支持する軸受アセンブリは、たとえば特許文献 1 において公知である。この軸受アセンブリは、1 次調節軸受と 2 次調節軸受とから構成されている。これらの調節軸受は、それぞれ玉軸受として構成されていて、前組付けされた構成ユニットの構成要素である。潤滑剤は、大部分が軸受アセンブリに蓄えられており、特に、軸受輪を包囲する潤滑油制止壁環によって特定の体積の範囲内で保持されている。

【0003】

転動体としての玉およびころを含む転がり軸受アセンブリを備えた、プロペラブレード調節のための装置が、たとえば特許文献 2 において公知である。この装置では、第 1 の、玉から形成された転動体列と、第 2 の、ころから形成された転動体列との間に、予荷重が掛けられている。特許文献 1 において公知の軸受アセンブリに対応して、この装置でも、調節可能なプロペラブレードが支持装置の内輪と結合されている一方、対応する外輪はハブに位置する。

【0004】

プロペラブレードの調節性は、特にプロップファン推進装置の場合に必要とされる。調節可能な羽根を備える、包囲されたプロップファン推進装置の一例が、特許文献 3 に開示されている。これに対して、特許文献 4 には、包囲されないプロップファン推進装置が記載されている。

【0005】

プロップファン推進装置は、比較的古い推進装置構造方式に対して効率を高めるために特に高いバイパス比を有している航空機駆動装置である。この場合、プロペラブレードによって高い空気流量が発生させられる。プロペラブレードは、前掲の背景技術において公知であるように、包囲部品の内側に、またはそれぞれのハウジングの外側に位置してよい。駆動エンジンをできるだけ一定の回転数にしたまま、目下の飛行状況に駆動出力を適合させるために、プロペラブレードの迎え角は、プロペラブレードの軸線を中心とする回動によって調節される。そのために、各プロペラブレードは、転がり支持装置によって、回動可能にプロペラのハブと結合されている。

【0006】

転がり要素の接触箇所における摩耗を回避するために、転がり支持装置は、典型的には、完全に油で充填された室内にある。ロータの回転運動に基づいて、システムは、標準重力加速度の約 500 倍またはそれ以上に相当し得る遠心力加速度を受ける。転がり支持装置の信頼性および耐久性に関して、かつ表面上で視認可能な漏れを回避するために、生じる油圧下で油室を確実に封止することが極めて重要である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献 1】 独国特許出願公開第 1 0 2 0 0 4 0 6 0 0 2 2 号明細書

【特許文献 2】 英国特許出願公開第 2 2 4 4 5 2 5 号明細書

【特許文献 3】 独国特許発明第 3 8 1 8 4 6 6 号明細書

【特許文献 4】 米国特許出願公開第 2 0 1 2 / 0 1 3 4 8 2 2 号明細書

10

20

30

40

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明の課題は、背景技術に対してさらに改良された、特に航空機の急速に回転する駆動装置に適したプロペラブレード支持装置であって、特に簡単に潤滑可能でかつ組付けおよび保守可能な転がり軸受を有するものを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明によれば、この課題は、請求項1の特徴部に記載の構成を有するプロペラブレード支持装置により解決される。

【0010】

プロペラブレード支持装置は、プロペラハブとプロペラブレードとの間に転がり支持装置を備え、

- 少なくとも1つの軸受外輪が、プロペラブレードに配置されており、つまり、プロペラブレードの構成部材であるかまたはこれに固く結合されており、
- 少なくとも1つの軸受内輪が、プロペラハブに配置されており、つまり、プロペラハブの構成部材であるかまたはこれに取り付けられており、
- プロペラブレードと固く結合されたスリーブ状の中心区分が、転がり支持装置の軸受内輪の半径方向内側に配置されており、
- 軸受外輪と中心区分との間に、プロペラハブの回転軸線に関して半径方向で外向きに閉じた潤滑剤チャンバが形成されている。

【0011】

「広い意味でのプロペラブレード」という概念は、本発明の場合、ロータブレードが複数の個々の部材から、たとえばブレード基部と、これに取り付けられたブレード、つまり狭い意味でのプロペラブレードとから構成されている場合でも、ハブに調節可能に軸支された全体のロータブレードと解される。プロペラブレード支持装置は、プロペラハブにおける広い意味でのプロペラブレードの支持装置である。

【0012】

プロペラブレード支持装置の転がり支持装置は、好適には複列、特に2列または3列軸受として構成されている。しかも、転がり支持装置は、たとえば4つ、5つまたは6つの転動体列を有してもよい。転動体として、玉だけではなく針状ころ、円筒ころおよび円錐ころも考えられる。転がり支持装置において、様々な転動体形状および転動体サイズの組み合わせも可能である。転動体は、転がり軸受用鋼またはセラミックス材料、たとえば窒化ケイ素から製作されていてよい。転動体は、保持器によって、それぞれ複数の転動体を案内する保持器セグメントによって、またはそれぞれ2つの転動体の間に配置されたスペーサ要素によって、互いに分離されていてよい。保持器材料として、金属およびプラスチック、特に繊維強化されたプラスチックが使用可能である。

【0013】

考えられる1つの態様では、転がり支持装置は、3列アンギュラ玉軸受として構成されており、3つの転動体の列は、プロペラハブの回転軸線からそれぞれ異なる距離で離れている。この態様により、プロペラブレード支持装置は、主に半径方向外方へ作用する力を吸収するように設計されている。転動体列の間の予荷重により、プロペラブレード支持装置のゼロバックラッシュが確保される。同時に、機械的な荷重が均一に個々の転動体列に分配されて、総じて低く保持される。

【0014】

特に好適な態様では、玉軸受の転動体の、プロペラハブの回転軸線から最小の間隔を置いた列が、この列に隣り合う、転動体の中間の第2の列と、これらの列に対応する軸受輪とともに、O字形の配置を成している一方、転動体の、最も外側の、つまりプロペラハブから最も離れた第3の列が、軸受輪の間で所定の接触角を成して配置されており、その接触角の方向は、転動体の中間の列の接触角に一致する。特に好適な態様では、中間の転動

10

20

30

40

50

体列の接触角が、最も外側の転動体列の接触角に一致するか、またはその接触角の異なりが 10° を超えず、特に 5° を超えない。同様に、転がり支持装置は、4列または5列以上に構成されていてもよく、その場合、第4のおよび場合により少なくとも1つのさらに別の転動体列の接触角が、好適には第3の転動体列の接触角に一致する。

【0015】

2列、3列または4列以上の転がり支持装置は、単一の外輪と、複数の内輪とを有してよい。この場合、一体的な外輪は、外輪に成形された取付フランジによって、プロペラブレードまたはプロペラブレードを保持する支持体と結合されていてよい。軸受外輪は、好適には鋼から製作されていて、 $300\text{HV}1 \sim 500\text{HV}1$ の硬さを有し、かつ $700\text{HV}1$ を超える硬さを有する表層硬化された転がり接触面を有している。外輪の、周囲環境にさらされる面は、腐食に対する防護被覆を有してよい。内輪は、ハブの構成要素を成す軸受ジャーナルに被せ嵌められて、そこでまとめて緊締されていてよい。全ての軸受輪の転がり接触面は、耐摩耗性の被覆または表面処理、特に浸炭窒化処理を有してよい。

10

【0016】

半径方向外向きに閉じた潤滑剤チャンバの格別な利点は、プロペラの回転軸線に関して半径方向での潤滑剤の流出を阻止するために、互いに可動の部分の間に作用するシールが不要なことにある。これに対して、互いに可動の、つまり回動可能な部分の間のシールは、潤滑剤チャンバの、プロペラハブの回転軸線に関して半径方向内側に配置可能である。この場合、第1のシールは、外輪とプロペラハブとの間に作用する。第1の外側のシールは、プロペラブレードの長手方向軸線に関して内側で、直接に軸受内輪に、またはロータハブに固く取り付けられた別の部分に接触している。プロペラハブとプロペラブレードの中心区分との間を封止する第2の内側のシールは、プロペラブレードの長手軸線に関して外側で、やはりハブの構成要素に、特に内輪を支持するスリーブ状のロータブレード支持体に接触している。好適な態様では、潤滑剤チャンバの確実なシール性は、遠心加速度により発生させられ、プロペラハブの回転軸線に関して外方へ向けられた、潤滑剤によって及ぼされる 10bar より大きな液圧の場合に実現可能となる。

20

【0017】

好適な1つの改良態様によれば、外輪は、ハブと結合された、たとえばハブに直接に取り付けられた、軸受輪に対して同心的に配置された保護リングによって包囲される。保護リングは、たとえば鋼板または複合材料から製作されていてよい。この保護リングは、プロペラブレードの長手方向軸線を同心的に包囲する部分領域で、プロペラブレード支持装置の調節可能な構成要素、特に外輪またはプロペラブレードのフランジから僅かに、これによって追加的な非接触の封止が得られるように僅かに間隔を置いて設けられていてよい。

30

【0018】

軸受内輪の内側の空間を占め、潤滑剤チャンバの内壁を形成する、プロペラブレードのスリーブ状の中心区分は、好適には、プロペラブレードの迎え角を調節するための調節装置の構成要素である。ピッチ調節を意図してプロペラブレードの長手方向軸線を中心にプロペラブレードを回動させるトルクの伝達は、電気的かつ/または液圧的な調節機構により行われる。

40

【0019】

本発明の利点は、特に、プロペラブレード支持装置が、ほぼ追加的な調節動作なくロータハブおよびプロペラブレードと結合できる前組付けされたユニットとして構成されていることにある。互いに可動の部分の間の油室、つまり潤滑剤チャンバの封止が、転がり支持装置の、回転軸線に対して半径方向内側で、ロータハブの回転軸線の傍で行われることにより、回転時に油の液圧が動的なシールに作用しなくなる。これに対して、転がり支持装置の上側の液圧にさらされる室には、せいぜい静的なシールが存在しているだけである。

【0020】

以下、図面に基づいて、本発明の実施の形態を詳しく説明する。

50

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】航空機のプロペラブレード支持装置の簡略化された断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

図1は、図示されていない航空機の、全体に符号1が付されたプロペラブレード支持装置を概略的に示している。そのプロペラブレード支持装置の原理的な機能に関しては、冒頭で挙げた背景技術が参照される。

【0023】

プロペラブレード支持装置1は、プロペラハブ3にプロペラブレード2を回動可能に軸支するために用いられる。プロペラハブ3の回転軸線にはRを付してあり、プロペラブレード2の長手方向軸線にはLを付してある。プロペラブレード2の迎え角を調節するために、3列玉軸受として構成された転がり支持装置4が設けられている。

【0024】

転がり支持部4の3列の転動体は、内側の列5、中間の列6および外側の列7で示されている。転動体、つまり玉は、まとめて符号8が付されている。内側の列5は、プロペラハブ3の回転軸線Rから最小距離を有し、外側の列7は、最大距離を有する。プロペラブレード2の長手方向軸線Lから、つまり転がり支持装置4の、ピッチ調節のために利用される回転軸線から、全ての3つの列5, 6, 7の転動体8は、同一の距離だけ離れている。

【0025】

転がり支持装置4は、アンギュラ玉軸受として構成されている。このアンギュラ玉軸受は、単一の外輪9を有する。外輪9にフランジ10が一体的に成形されており、フランジ10は、プロペラブレード2に取り付けられている。そのために、プロペラブレード2は、同様に取付フランジ11を有している。長手方向軸線Lに関して取付フランジ11の半径方向内側に、プロペラブレード2の環状の端面12が位置している。端面12は、やはり長手方向軸線Lに関して半径方向内側で、プロペラブレード2の1つの構成要素であるスリーブ状の中心区分13により画定されている。中心区分13は、プロペラブレード2と同一のものであるかまたは少なくとも固く結合されている。この中心区分13は、図示されていない、プロペラブレード2の迎え角を調節するための機構を介して回動可能であり、したがって、図示されていない調節装置の調節リングを成している。

【0026】

外輪9と中心区分13との間に、端面12によって閉じられた環状室が形成されており、この環状室に、スリーブ状の、プロペラハブ3と固く結合されたロータブレード支持体14が突入している。ロータブレード支持体14には、3つの内輪15, 16, 17が緊締されており、内輪15, 16, 17に接して玉列5, 6, 7が転動する。内輪15, 16, 17と外輪9との間、内輪15, 16, 17を支持するロータブレード支持体14とプロペラブレード2の端面との間、およびロータブレード支持体14と中心区分13との間に、連続する潤滑剤チャンバ18が形成されている。

【0027】

プロペラハブ3の回転時に、潤滑剤チャンバ18内にある潤滑剤は、半径方外方へ、ひいては閉じた端面12に押し付けられる。プロペラハブ3の停止時でも潤滑剤チャンバ18からの潤滑剤の流出を阻止するために、潤滑剤チャンバ18は、回転軸線Rに関して半径方向内側で、外側のシール19および内側のシール20により閉じられている。外側のシール19は、外輪9と内輪15との間を封止しており、内側のシール20は、ロータブレード支持体14と中心区分13との間を封止している。転がり支持装置4の全体は、ロータブレード支持体14に取り付けられた保護リング21により覆われている。図1の断面図では、保護リング21は、長手方向軸線Lに対して垂直の平面上に位置する平らな円板区分22と、これに続く円筒形の壁区分23とを有する、屈曲された形状を有している。壁区分23は、環状隙間24を形成しつつ外輪9のフランジ10と取付フランジ11と

10

20

30

40

50

を包囲している。環状隙間 2 4 は、プロペラブレード支持装置 1 への異物の侵入に対する防護を成している。

【 0 0 2 8 】

転がり支持装置 4 の軸受輪 9 , 1 5 , 1 6 , 1 7 の構成は、作動時に生じる空気力および慣性力に合わせるように調整されている。内側および中間の玉列 5 , 6 は、2 列アンギュラ玉軸受の構成要素として、転がり支持装置 4 の内側で O 字形の配置をして形成されている。これにより、中間の玉列 6 は、回転軸線 R に関して半径方向外側でプロペラブレード 2 を支持する一方、内側の玉列 5 によって、半径方向内側の支持が得られる。外側の玉列 7 の組込状況（転動体 8 を通って延びる接触線の方向性が一致する）は、中間の玉列 6 の組込状況に一致する。これにより、3 列転がり支持装置 4 によって、総じて、外側のプロペラブレード 2 の 2 列式の支持と内側の単列式の支持とが得られる。

10

【 0 0 2 9 】

転動体 8、およびその上を転動体 8 が転動する軸受輪 9 , 1 5 , 1 6 , 1 7 の転がり接触面は、プロペラブレード支持装置 1 を備える航空機、つまりプロップファン駆動装置を備える航空機の運転時に、振動による荷重を含む様々な荷重にさらされる。その荷重に応じて設計された転動体 8 は、完全硬化された軸受用鋼または高機能セラミックスから製作されてよい。軸受輪 9 , 1 5 , 1 6 , 1 7 の製作のためには、完全硬化されたまたは表層硬化された軸受用鋼が適している。外輪 9 を製作している材料は、内輪 1 5 , 1 6 , 1 7 を製作している材料と必ずしも同一ではない。軸受輪 9 , 1 5 , 1 6 , 1 7 は、少なくとも部分的に、転がり接触の領域で、耐摩耗性の被覆を有してよい。

20

【 0 0 3 0 】

プロペラブレード支持装置 1 は、航空機のプロップファン推進装置だけではなく、たとえばターボプロップ推進装置にも適している。いずれの場合にも、プロペラブレード支持装置 1 の格別な利点は、検査および保守目的のために、プロペラブレード支持装置 1 のアクセス可能性が極めて良好であることにある。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 1 】

- 1 プロペラブレード支持装置
- 2 プロペラブレード
- 3 プロペラハブ
- 4 転がり支持装置
- 5 内側の玉列
- 6 中間の玉列
- 7 外側の玉列
- 8 転動体
- 9 外輪
- 1 0 フランジ
- 1 1 取付フランジ
- 1 2 端面
- 1 3 中心区分
- 1 4 ロータブレード支持体
- 1 5 内輪
- 1 6 内輪
- 1 7 内輪
- 1 8 潤滑剤チャンバ
- 1 9 シール
- 2 0 シール
- 2 1 保護リング
- 2 2 円板区分
- 2 3 壁区分

30

40

50

- 2 4 環状隙間
- L 長手方向軸線
- R 回轉軸線

【図1】

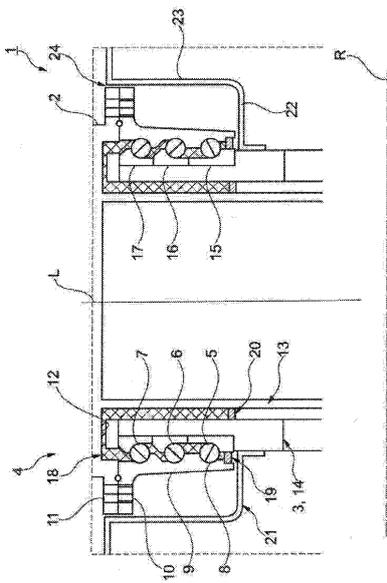


Fig. 1

フロントページの続き

- (74)代理人 100116403
弁理士 前川 純一
- (74)代理人 100135633
弁理士 二宮 浩康
- (74)代理人 100162880
弁理士 上島 類
- (72)発明者 ヴィルヘルム ゼーバルト
ドイツ連邦共和国 バート・ケーニヒスホーフェン バンベアガー シュトラーセ 8

審査官 諸星 圭祐

- (56)参考文献 特表2001-514994(JP,A)
特開2001-099172(JP,A)
特表2008-545089(JP,A)
特開2011-226593(JP,A)
特開平01-282091(JP,A)
特表2008-523322(JP,A)
特表2013-523526(JP,A)
米国特許出願公開第2010/0239421(US,A1)
米国特許第05415527(US,A)
独国特許出願公開第102004060022(DE,A1)
英国特許出願公開第02244525(GB,A)
特開平2-24293(JP,A)
米国特許出願公開第2012/0134822(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B64C 11/06
F16C 19/18
F16C 33/76
B63H 5/07 - 5/125
B63H 7/02
F03D 7/04