(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 8 月 16 日(16.08.2012)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/108086 A1

(51) 国際特許分類:
F03D 11/02 (2006.01) *F16C 27/06* (2006.01)
F16C 19/36 (2006.01) *F16C 27/08* (2006.01)
F16C 25/04 (2006.01) *F16F 7/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2011/076768

(22) 国際出願日: 2011 年 11 月 21 日(21.11.2011)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2011-023560 2011 年 2 月 7 日(07.02.2011) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友重機械工業株式会社(SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1416025 東京都品川区大崎二丁目１番１号 Tokyo (JP). 株式会社セイサ (SEISA Gear, Ltd.) [JP/JP]; 〒5978555 大阪府貝塚市脇浜４丁目１６番１号 Osaka (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 原 一敬 (HARA, Kazutoshi) [JP/JP]; 〒2378555 神奈川県横須賀市夏島町１９番地 住友重機械工業株式会社横須賀製造所内 Kanagawa (JP). 橋本 篤 (HASHIMOTO, Atsushi) [JP/JP]; 〒2378555 神奈川県横須賀市夏島町１９番地 住友重機械工業株式会社 横須賀製造所内 Kanagawa (JP). 佐藤 泰正 (SATOH, Yasumasa) [JP/JP]; 〒2378555 神奈川県横須賀市夏島町１９番地 住友重機械工業株式会社 横須賀製造所内 Kanagawa (JP). 小西 敏之 (KONISHI, Toshiyuki) [JP/JP]; 〒5978555 大阪府貝塚市脇浜４丁目１６番１号 株式会社セイサ内 Osaka (JP). 兼光 雅宏 (KANEMITU, Masahiro) [JP/JP]; 〒5978555 大阪府貝塚市脇浜４丁目１６番１号 株式会社セイサ内 Osaka (JP). 伊奈 拓郎(INA, Takuro) [JP/JP]; 〒5978555 大阪府貝塚市脇浜４丁目１６番１号 株式会社セイサ内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 牧野 剛博, 外(MAKINO, Takehiro et al.); 〒1510053 東京都渋谷区代々木二丁目１０番１２号 南新宿ビル Tokyo (JP).

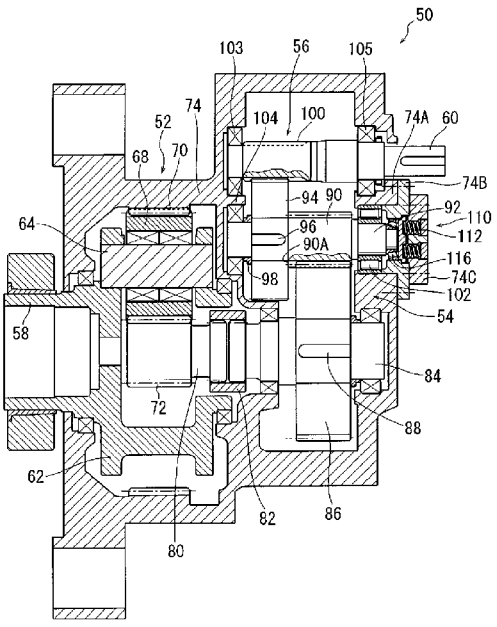
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV,

[続葉有]

(54) **Title**: STEP-UP MECHANISM FOR WIND-POWERED GENERATOR

(54) 発明の名称 : 風力発電用の増速機

[図1]



(57) **Abstract**: Obtained by the present invention is a step-up mechanism for a wind-powered generator that is compact, lightweight, low-cost, and has high reliability and long life. The step-up mechanism (50) for a wind-powered generator comprises the following: a first helical pinion (helical gear) (90) that is provided in the power transmission system of the step-up mechanism (50); a second intermediate axle (92) that is assembled with the first helical pinion (90); and a buffer mechanism (110) that allows the second intermediate axle (92) to move in the axial direction when a thrust load greater than or equal to a predetermined size acts on the second intermediate axle (92).

(57) 要約: 小型、軽量、低コストでありながら、信頼性が高く、寿命の長い風力発電用の増速機を得る。風力発電用の増速機５０において、増速機５０の動力伝達系に備えられた第１ヘリカルピニオン（ヘリカルギヤ）９０と、該第１ヘリカルピニオン９０が組み込まれた第２中間軸９２と、該第２中間軸９２に対して予め定められた大きさ以上のスラスト荷重が作用したときに該軸の軸方向の移動を許容する緩衝機構１１０と、を備えた構成とする。

WO 2012/108086 A1

SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 風力発電用の増速機

技術分野

[0001] 本発明は、風力発電用の増速機に関する。

背景技術

[0002] 例えば特許文献１に、図６～図８に示されるような風力発電用の増速機が開示されている。

[0003] 図６及び図７において、風力発電装置１は、基礎６上に立設される支柱２と、支柱２の上端に設置されるナセル３と、該ナセル３に対して回転自在に組付けられたロータヘッド４とを有している。ロータヘッド４は、複数枚（図示の例では３枚）の風車ブレード（風車翼）５が取り付けられている。ナセル３の内部において、ロータヘッド４には、増速機２０及び発電機１１が接続されている。

[0004] 風車ブレード５に風が当たると、ロータヘッド４が回転し、該ロータヘッド４の回転が増速機２０にて増速した状態で発電機１１に伝達される。これにより、ロータヘッド４の（トルクはあるが）速度が遅い回転を、１００倍程度の速さに増幅することができ、発電機１１から効率的に発電出力を得ることができる。

[0005] 前記増速機２０は、図８に示すように、初段に遊星歯車機構２２を備えると共に、中段及び後段に平行軸歯車機構２４、２６を備える。初段の遊星歯車機構２２は、入力軸２８と一体化されたキャリヤ３２、該キャリヤ３２に固定された遊星ピン３４、該遊星ピン３４に回転自在に支持された遊星歯車３６、該遊星歯車３６が同時に噛合する内歯歯車３８及び太陽歯車４０から主に構成されている。この例では、太陽歯車４０が遊星歯車機構２２の出力軸４２と一体化されると共に、内歯歯車３８がケーシング４４と一体化されている。中段及び後段の平行軸歯車機構２４、２６には、「平歯車」を用いた平行軸増速機構が採用されている。増速機２０の出力軸３０には、前述し

た発電機１１が連結される。

[0006] なお、図７に示す符号１２はトランス、１３はコントローラ、１４はインバータ、１５はインバータクーラ、１６は潤滑油クーラである。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開２００９－１４４５３３号公報（図６～図８）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 風力発電設備は、その耐用期間が２０年前後となるように設計される。このため、増速機についても基本的に２０年前後の寿命が確保されることが要求される。

[0009] しかしながら、風力発電設備は、自然環境下に設置される設備であるため、ときに乱れた風や突風を受けたりすることがある。このような強い風が風車ブレードに掛かると増速機は入力側から巨大な負荷が掛けられた状態となってしまう。このため、（たとえガイドラインに沿った設計がなされている場合であっても）増速機内の各部が過度に速い回転速度で強制的に回転させられる状態が発生してしまい、トラブルの原因となることがあった。

[0010] 増速機のトラブルは、一度発生するとその被害は深刻なものとなるため、信頼性の確保が重要視されている。一般に、増速機の信頼性を確保するにあたって有効な対策は、要するならば、設計時に各要素の安全率（セーフティファクタ）を大きくとることである。しかし、各要素の安全率を大きくとると、当然に増速機全体が大型化して重量も大きくなり、製造コスト、建設コストの増大を招くという問題が生じる。

[0011] 本発明は、このような問題を解消するためになされたものであって、新たに見つけた「中間課題（後述）」を克服することによって、小型、軽量、低コストでありながら、信頼性が高く、寿命の長い風力発電用の増速機を提供することをその本来の課題としている。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明は、風力発電用の増速機において、該増速機の動力伝達系に備えられたヘリカルギヤと、該ヘリカルギヤが組み込まれた軸と、該軸に対して予め定められた大きさ以上のスラスト荷重が作用したときに該軸の軸方向の移動を許容する緩衝機構と、を備えた構成とすることにより、上記課題を解決したものである。

[0013] 本発明の前記中間課題及びその解決原理は、公知のものではないため、ここで、本発明が着目した当該中間課題とその解決原理について、詳細に説明する。

[0014] 風力発電設備の風車ブレードに、瞬間的に非常に強い風が掛かると、これに伴って増速機の各部に非常に強い加速トルクが発生する。しかしながら、増速機の先には高速で回転する発電機が負荷（イナーシャ）として連結されているため、増速機の各要素は、慣性によりこの加速トルクに瞬時に追随して回転速度を増大させることができない。結果として、加速トルクの立ち上りが急峻の場合は、各要素にこの急峻に立ち上がる加速トルクが、（恰も静止している各要素に対して掛かるように）瞬間的にそっくり掛かってしまうことになる。

[0015] 本発明は、風力発電用の増速機のトラブルには、強風時に連続的に掛かる大きなトルクだけでなく、むしろ、このような「突風」等に起因して、増速機の各要素に瞬間的に（ピーク的に）発生する強い負荷あるいは衝撃が大きく影響していると推察し、こうした強い瞬間的な負荷あるいは衝撃を緩和することを「中間課題」として捉え、この中間課題を克服することによって、上記本来の課題を解決するという発想で創案された。

[0016] 本発明に係る風力発電用の増速機では、その駆動系の中にヘリカルギヤを組み込んだ軸を配備するようにする。なお、本発明の「ヘリカルギヤ」の概念には、「ヘリカルピニオン」の概念を含む。

[0017] ヘリカルギヤは、歯筋がつる巻き線であるため、ヘリカルギヤが組み込まれた軸は、トルクを伝達する際に軸方向に該伝達トルクの大きさに比例して

スラスト荷重が発生する。通常、ヘリカルギヤが組み込まれた軸は、このスラスト荷重を例えば「スラスト軸受」によって受け止め、軸に対してスラスト荷重に相当する反力を提供し、軸が軸方向に動かないようにしている。しかし、本発明では、この伝達トルクと該伝達トルクによって発生するスラスト荷重の関係をピークトルクの緩衝に巧みに利用するようにしている。即ち、本発明では、動力伝達系の中にヘリカルギヤが組み込まれた軸を配備すると共に、このヘリカルギヤが組み込まれた軸に対して予め定められた大きさ以上のスラスト荷重が作用したときに該軸の軸方向の移動を許容する緩衝機構が備えられている。

[0018] 急に風力が増大してヘリカルギヤに瞬間的に急激なトルク上昇が発生すると、これに伴って軸に発生するスラスト荷重が急増し、この結果緩衝機構の機能により軸が瞬間的に軸方向に移動することが許容される。これにより、トルクを伝達するために発生していたヘリカルギヤの歯面同士の押し付け力が、当該軸の移動によって弱まり、弱まった分ヘリカルギヤによって伝達されるピークトルクの立ち上がりの急峻性が抑制される。

[0019] この結果、増速機内の各要素に瞬間的に強い負荷トルクが掛かるのを効果的に防止することができ、増速機内の弱部が破損したりするのを防止すると共に、増速機全体の寿命を増大させることができる。

[0020] 本発明に係る風力発電用の増速機は、強風が吹きやすい地域や、風向きの安定しない地域、すなわち風の乱れが大きい地域に設置される風力発電設備に組み込まれる場合に、特に有効に機能する。

発明の効果

[0021] 本発明によれば、小型、軽量、低コストでありながら、信頼性が高く、寿命の長い風力発電用の増速機を得ることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の実施形態の一例を示す風力発電用の増速機の全体構成を示す断面図

[図2]図１の増速機の主要部を示す断面図

[図3]上記実施形態の作用を模式的に説明した概略説明図

[図4]本発明の他の実施形態に係る風力発電用の増速機の主要部を示す断面図

[図5]本発明の更に他の実施形態に係る風力発電用の増速機の主要部を示す断面図

[図6]従来（及び本発明）の風力発電設備の全体構成の一例を示す正面図

[図7]図６の風力発電設備のナセルの内部構成を示す斜視図

[図8]図６の風力発電設備のナセル内に設置された従来の風力発電用の増速機の一例を示す断面図

発明を実施するための形態

[0023] 以下、図面に基づいて本発明の実施形態の一例を詳細に説明する。

[0024] 本発明に係る増速機が組み込まれる風力発電設備の概略構成については、既に図６、図７を用いて説明したものと同様であるため、重複説明は省略し、以降、増速機自体の構成について詳細にする。

[0025] 図１は、本発明の実施形態の一例を示す風力発電用の増速機５０の全体断面図、図２は、その主要部を示す断面図である。

[0026] 先ず、図１を参照して、この風力発電用の増速機５０は、初段に遊星歯車機構５２を備えると共に、中段及び後段に第１、第２平行軸歯車機構５４、５６を備える。入力軸５８から入力されるロータヘッド（従来のロータヘッド４と同様：図６、７参照）の回転は、計３段の歯車機構５２、５４、５６によって増速され、出力軸６０から出力される。出力軸６０には、発電機（従来の発電機１１と同様：図７参照）が連結され、所定の発電がなされる。

[0027] 本発明は、このうちの第１平行軸歯車機構５４の第１ヘリカルピニオン（ヘリカルギヤ）９０が組み込まれた第２中間軸９２に適用されている（後に詳述）。

[0028] 前記遊星歯車機構５２は、入力軸５８と一体化されたキャリヤ６２、該キャリヤ６２に両持ち支持された遊星ピン６４、該遊星ピン６４に回転自在に支持された３個（図２では１個のみ図示）の遊星歯車６８、該遊星歯車６８が同時に内接噛合する内歯歯車７０、及び遊星歯車６８が同時に外接噛合す

る太陽歯車７２から主に構成されている。

[0029] この実施形態では、太陽歯車７２は遊星歯車機構５２の出力軸８０に直接形成されており、内歯歯車７０はケーシング７４と一体化（固定）されている。風力によるロータヘッド（４）の回転は、入力軸５８と一体化されたキャリヤ６２から入力され、太陽歯車７２を経て遊星歯車機構５２の出力軸８０から増速された回転が取り出される構成とされている。

[0030] 遊星歯車機構５２の出力軸８０は、カップリング８２を介して第１中間軸８４と連結されている。第１中間軸８４には第１ヘリカルギヤ８６がキー８８を介して連結されている。第１ヘリカルギヤ８６は第１ヘリカルピニオン（本発明に係るヘリカルギヤに相当）９０と噛合している。第１ヘリカルギヤ８６と第１ヘリカルピニオン９０が前述した第１平行軸歯車機構５４を構成している。

[0031] 第１ヘリカルピニオン９０は第２中間軸９２に直切り形成されている。第２中間軸９２には第２ヘリカルギヤ９４がキー９６を介して円周方向に連結されている。第２ヘリカルギヤ９４は、第１ヘリカルピニオン９０の形成段差９０Ａと止めリング９８との間に挟まれ、第２中間軸９２と軸方向にも一体化されている。第２ヘリカルギヤ９４は第２ヘリカルピニオン１００と噛合している。第２ヘリカルピニオン１００は当該増速機５０の出力軸６０に直切り形成されている。第２ヘリカルギヤ９４と第２ヘリカルピニオン１００が前述した第２平行軸歯車機構５６を構成している。出力軸６０は、軸受１０３、１０５を介してケーシング７４により軸方向に移動不能に支持されている。

[0032] この実施形態では、第１ヘリカルギヤ８６と第１ヘリカルピニオン９０は、互いに噛合することによって第２中間軸９２に（コイルばね１１２方向の）スラスト荷重Ｓａが発生するようにねじれ方向が設定されている。また、第２中間軸９２に組み込まれる第１ヘリカルピニオン９０と第２ヘリカルギヤ９４のねじれ方向を同一にすることにより、第２ヘリカルギヤ９４と第２ヘリカルピニオン１００が噛合することによって発生するスラスト荷重Ｓｂ

が前記スラスト荷重Ｓａと逆の方向に発生するように構成してある。スラスト荷重Ｓａ＞スラスト荷重Ｓｂであるため、結局、第２中間軸９２には、合成されたスラスト荷重（Ｓａ－Ｓｂ）が発生する。

[0033] 以下、図１に図２を合わせて参照して、第２中間軸９２付近の構成を詳細に説明する。

[0034] 第２中間軸９２は、一対の第１、第２ラジアル軸受１０２、１０４を介してケーシング７４に軸方向にのみ移動可能に両持ち支持されている。なお、第２中間軸９２の付近ではケーシング７４は、ケーシング本体７４Ａに、ケーシング７４の一部を構成する組み付けブロック７４Ｂ及び閉塞ブロック７４Ｃがボルト（図示略：中心線のみ表示）にて一体化された構成とされている。閉塞ブロック７４Ｃには閉塞蓋７４Ｃ１が螺合されている。

[0035] 第２中間軸９２を支持している一方の前記第１ラジアル軸受１０２は、図２に拡大図示するように、外輪１０２Ａに対して内輪１０２Ｂ及びころ１０２Ｃが軸方向（のみに）摺動できる構成とされている。より具体的には、第１ラジアル軸受１０２の外輪１０２Ａは、ケーシング７４の本体７４Ａに形成された突起部７４Ａ１とケーシングの一部を構成する組み付けブロック７４Ｂとに挟まれた状態でケーシング７４に固定されている。第１ラジアル軸受１０２のころ１０２Ｃは、内輪１０２Ｂの外周に該内輪１０２Ｂの突起部１０２Ｂ１に軸方向の移動が拘束された状態ではめ込まれている。内輪１０２Ｂは第２中間軸９２に圧入・固定されている。

[0036] 第２中間軸９２を支持しているもう一方の第２ラジアル軸受１０４は、基本的には第１ラジアル軸受１０２と同様の構成を有し、詳細な図示は省略するが、第２中間軸９２を軸方向に移動可能とする態様で該第２中間軸９２を支持している。

[0037] 以上の構成により、第２中間軸９２は、ケーシング７４（の本体７４Ａ）に対して軸方向（のみに）移動可能である。そして、この第２中間軸９２の軸方向の移動を許容・制御しているのが緩衝機構１１０である。

[0038] この実施形態では、緩衝機構１１０は、コイルばね（緩衝体）１１２のほ

か、スライドプレート１１４、（スラスト軸受のほかラジアル軸受としての機能を有する）テーパころ軸受１１６を備える。

[0039] 前記コイルばね（緩衝体）１１２は、自然長よりも圧縮された状態で組み込まれており、第２中間軸９２に対して、第１ヘリカルピニオン９０が回転するときに発生するスラスト荷重に抵抗する付勢力（第２中間軸９２の移動を許容する方向と反対方向の付勢力：図２において左方向に第２中間軸９２を押す力）を付与する。

[0040] 前記スライドプレート１１４は、ケーシング７４の組み付けブロック７４Ｂに軸方向に形成された中空部７４Ｂ１内で軸方向に摺動（移動）可能である。スライドプレート１１４は、該スライドプレート１１４の一方側（コイルばね１１２側）１１４Ａから該コイルばね１１２の付勢力を、他方側（第２中間軸９２側）１１４Ｂから該第２中間軸９２のスラスト荷重を受け、このバランスにて、中空部７４Ｂ１内の所定の位置に位置決めされる。なお、このスライドプレート１１４は、他方側の一部１１４Ｂ１が組み付けブロック７４Ｂの突部７４Ｂ２に当接可能とされている。このため、第２中間軸９２からのスラスト荷重（図２において右方向の荷重）が所定値Ｓｏ未満のときには、たとえスラスト荷重よりもコイルばね１１２の付勢力の方が強くても、スライドプレート１１４は、この突部７４Ｂ２よりも第２中間軸９２側に移動ができないように構成されている。したがって、第２中間軸９２に発生するスラスト荷重が所定値Ｓｏ未満の場合には、第２中間軸９２は、該スラスト荷重に等しい反力のみをテーパころ軸受１１６を介してスライドプレート１１４側から受けることになるため、第２中間軸９２の回転トルクの伝達によって発生するスラスト荷重以上に大きな応力が第２中間軸９２に発生することはない。

[0041] 前記テーパころ軸受１１６は、スライドプレート１１４と第２中間軸９２の段差部９２Ａとの間に配置されることで、該第２中間軸９２のスラスト荷重をスライドプレート１１４に伝える「スラスト軸受」としての機能を有する。すなわち、この実施形態では、第２中間軸９２のコイルばね１１２側の

ラジアルトルクのほぼ全量を、第１ラジアル軸受１０２にて受けているため、当該テーパころ軸受１１６にはラジアル軸受としての機能はほとんど持たせていない（具体的にはテーパころ軸受１１６の外周は、若干遊ばせる設計としてある）。この意味で、テーパころ軸受１１６は、スラスト荷重を専用に受け持つ「スラスト軸受」に置き換えることも可能である。構造的にも、例えば転動体を有しないメタル軸受とすることもできる。この実施形態のように、ラジアル荷重を受け持つ第１ラジアル軸受１０２とスラスト荷重を受け持つテーパころ軸受１１６をそれぞれ別の軸受で構成するようにすると、第２中間軸９２を（軸ぶれすることなく）軸方向に「のみ」移動させ得る点で優れる。但し、本発明では、例えば、（第１ラジアル軸受１０２及びテーパころ軸受１１６の代わりに）ラジアル荷重及びスラスト荷重の両方を受けられる単一の軸受を組み込む構成とすることを禁止するものではない。

[0042] 次に、この実施形態に係る風力発電用の増速機５０の作用を説明する。

[0043] 風車ブレード（５）の回転は、増速機５０の入力軸５８に伝達される。入力軸５８の回転はキャリヤ６２を介して遊星歯車６８の公転として遊星歯車機構５２に入力され、遊星歯車６８、内歯歯車７０、太陽歯車７２の３者の相対回転により、増速された回転が太陽歯車７２から遊星歯車機構５２の出力軸８０へと出力される。

[0044] 遊星歯車機構５２の出力軸８０の回転は、カップリング８２を介して第１平行軸歯車機構５４の第１中間軸８４に伝達され、キー８８を介して第１ヘリカルギヤ８６に伝達される。第１ヘリカルギヤ８６の回転は、第１ヘリカルピニオン９０に伝達され、これにより第２中間軸９２が回転する。

[0045] 図３に模式的に示すように、今、ある入力トルクＴが入力軸５８から入力されると、第１平行軸歯車機構５４の第１ヘリカルギヤ８６と第１ヘリカルピニオン９０が噛合することによって第２中間軸９２には、（コイルばね１１２方向の）スラスト荷重Ｓａが発生する。また、この実施形態では、第２中間軸９２に組み込まれる第１ヘリカルピニオン９０と第２ヘリカルギヤ９４のねじれ方向を同一にすることにより、第２ヘリカルギヤ９４と第２ヘリ

カルピニオン１００が噛合することによって発生するスラスト荷重Ｓｂが前記スラスト荷重Ｓａと相殺されるように構成している。その結果、スラスト荷重Ｓａ＞スラスト荷重Ｓｂであることから、第２中間軸９２には、入力軸５８から入力トルクＴが入力されると、合成されたスラスト荷重（Ｓａ－Ｓｂ）が発生する。

[0046] 第２中間軸９２に作用するスラスト荷重（Ｓａ－Ｓｂ）は、入力トルクＴの増減に連動・比例して増減する。入力トルクＴが（強度上問題とならない）比較的小さいＴ１であるときは、発生するスラスト荷重（Ｓａ１－Ｓｂ１）も所定値Ｓｏより小さく、コイルばね１１２の付勢力Ｆｃの方が大きいため（Ｓｏ＜Ｆｃ）、図２に示されるように、スライドプレート１１４は組み付けブロック７４Ｂの突部７４Ｂ２に当接した状態となる。このため、第２中間軸９２は、常時、発生したスラスト荷重（Ｓａ－Ｓｂ）と等しい大きさのスラスト反力を、テーパころ軸受１１６を介して受けることとなり、結果として、軸方向に動かない状態を維持する。

[0047] ここまでが、通常時の作用となる。

[0048] しかし、入力トルクＴが突風等によって突然大きなＴ２となり、発生するスラスト荷重（Ｓａ２－Ｓｂ２）が所定値Ｓｏを超え、コイルばね１１２の付勢力Ｆｃに打ち勝つようになると（Ｓｏ≧Ｆｃ）、コイルばね１１２が圧縮され、その結果増大された付勢力Ｆｃ’とスラスト荷重（Ｓａ２－Ｓｂ２）が釣り合う位置までスライドプレート１１４がコイルばね１１２方向に動く。

[0049] この結果、以下のような作用がなされる。

[0050] 即ち、増速機５０の出力軸６０には、イナーシャの大きな発電機（１１）が接続されている。このため、（もし、本実施形態のような構成とされていないと）入力軸５８からこの突然増大したトルクＴ２が入力されてきても、それに追随して出力軸６０の回転速度は急には速くはなれないため、増速機５０の各要素は、この瞬間的に増大したトルクを、あたかも停止状態で受け止めるような態様で受け止めざるを得ないことになる。

[0051] しかしながら、この実施形態では、（再び図３を参照しながら説明すると）このような急峻なトルク増大があると、前述したように、第２中間軸９２自体がコイルばね１１２側に軸方向に移動することから、一瞬、第１ヘリカルピニオン９０の歯面９０Ａが第１ヘリカルギヤ８６の歯面８６Ａから離れる方向に動くため（破線参照：実際は離れることはない）、伝達トルクの急峻な立ち上がりが弱められる。換言するならば、増速機５０の下流側に伝達されるべきトルクの一部が、緩衝機構１１０のコイルばね（緩衝体）１１２を圧縮するエネルギとして消費されることになる。

[0052] 一方、第２ヘリカルギヤ９４と第２ヘリカルピニオン１００との噛合部においては、第２ヘリカルギヤ９４が駆動、第２ヘリカルピニオン１００が従動であるため、第２中間軸９２がコイルばね１１２の側に瞬間的に動くことによって、やはり伝達トルクの急駿な立ち上がりが弱められる作用が得られ、これにより第２中間軸９２から出力軸６０に伝達されるピークトルクの発生が抑えられる。即ち、第２中間軸９２が（コイルばね１１２の方向に）軸方向に動くことによって、増速機５０の各部に瞬間的に発生する負荷（ピークトルク）を、極めて効果的に軽減することができる。

[0053] 本実施形態に係る構成は、入力軸５８側から継続的（連続的）に強いトルクが入力されて来た場合には、当該継続的に入力されてくるトルクについては、これを減じることはできないが、風力発電設備の場合、突風等によって瞬間的に強い負荷が掛かることが、非常にしばしば発生する。そのため、このような瞬間的なピークトルクの立ち上がりを抑制できる効果は、極めて大きく、寿命増大に大きく貢献する。

[0054] 本発明は、様々なバリエーションが考えられる。

[0055] 例えば、上記実施形態においては、緩衝機構としてコイルばね１１２を使用したものが採用されていたが、本発明に係る緩衝機構は、要は、ヘリカルギヤの組み込まれる軸に作用するスラスト荷重が予め定められた大きさ以上となったときに、該軸の軸方向の移動を許容するようになっていれば良く、種々の構成が採用できる。例えば、図４に示されるように、緩衝体として、

皿ばね１５０を用いることもできる。なお、この例では、これに伴って閉塞ブロック７４Ｄと閉塞蓋７４Ｄ１の形状を先の実施形態と若干変更している。なお、このように緩衝体として、コイルばね１１２や皿ばね１５０のような「ばね系」の緩衝体を採用する場合には、例えば、ばね定数の異なる複数のばねを直接（または間にスライドプレートを挟んで）直列に配置するようにすると、ピークトルクに対する適用幅（どの程度のピークトルクが掛かったときにどの程度の移動（スライド）をさせるか）をより広げる設計ができる場合がある。その他の構成は、先の実施形態と同様であるため、図中で同一または機能的に同一に部位に同一の符号を付している。

[0056] また、例えば図５に示されるように、閉塞ブロック７４Ｅ内に構成したシリンダ部７４Ｅ１と、このシリンダ部７４Ｅ１内で摺動可能とされると共に、スライドプレート１１４と一体化されたピストン１５６と、を備えた油圧（液圧）シリンダ機構１６０にて緩衝機構を構成するようにしてもよい（空圧シリンダ機構であってもよい）。この場合、切り換え弁１６２、あるいは絞り１６４等を適宜に組み合わせることにより、移動開始のタイミング、或いは移動ストローク等を一層きめ細かく調整することができる油圧回路を構築できる。なお、図５の描写は、このことを極めて簡易に模式的に示したものであって実際の油圧回路とは完全には一致していない。

[0057] なお、上記実施形態においては、第２中間軸９２に対して軸方向の動きを許容する構成を採用していたが、既に述べたように、本発明において軸方向の移動を許容する軸は、この例に限らず、例えば、上記実施形態の構成で言うならば、第１中間軸、あるいは出力軸を軸方向に移動させるような構成としても良い。また、複数の軸（例えば第１中間軸と第２中間軸、第２中間軸と出力軸、第１中間軸と出力軸、あるいは第１、第２中間軸及び出力軸の全て）を軸方向に動かせるような構成としても良い。複数の軸を移動可能に構成する場合、例えば、各軸で移動を開始する閾値を変える（ずらす）ことで、抑制しようとするピークトルクのターゲット範囲を広げることができる。

[0058] また、上記実施形態においては、第２中間軸９２の一方向の移動に対して

のみ、スラスト荷重の吸収効果が得られるようにしていたが、例えば、１つの軸の両端に同様な構造を組み込むことにより（あるいは片側で両方向のスラストを吸収できるように構成したりすることにより）、両方向においてスラスト荷重の吸収効果が発揮されるようにしても良い。即ち、風力発電設備の増速機の場合、（通常ナセルのノーズヘッドを風上に向けるヨー制御が行われるため）風車ブレードが逆回転することはまれである。しかし、たとえ同じ方向に風車ブレードが回転していても（増速機の入力軸の回転方向は同一でも）減速時には（特に急減速時には）発電機の慣性により逆トルクが作用することがある。この場合、駆動・被駆動関係が逆転し、スラスト荷重の発生する向きも逆になる。このとき、（たとえ発生する逆トルクの絶対値自体はそれほど大きくなくても）バックラッシが反転することによる衝撃が寿命に影響する恐れがある。軸を逆方向に移動できるようにしておくことにより、この衝撃を和らげることができる。

[0059] なお、本発明においては、増速機５０の動力伝達系にヘリカルギヤを配置し、該ヘリカルギヤの噛合によって発生するスラスト荷重を巧みに利用して、ピークトルクを低減するようにしていた。ここで噛合によってスラスト荷重が発生する歯車としては、ヘリカルギヤのほかに、例えば、ベベルギヤ、或いはハイポイドギヤ等がある。しかしながら、これらのギヤは、一方の軸が軸方向に移動すると、「歯当たり」自体が大きく異なってくるため、好ましくない。但し、動力伝達系にヘリカルギヤの組み込まれた軸を備えるものであれば、増速機構自体の構成については、上記実施形態のものに限定されず、どのような構成であってもよい。

産業上の利用可能性

[0060] 本発明は、風力発電設備の増速機に利用可能である。

[0061] ２０１１年２月７日に出願された日本国出願番号２０１１－０２３５６０の明細書、図面及び特許請求の範囲における開示は、その全体がこの明細書中に参照により援用されている。

符号の説明

[0062] １…風力発電設備

３…ナセル

４…ロータヘッド

５…風車ブレード

１１…発電機

５０…増速機

５２…遊星歯車機構

５４…第１平行軸歯車機構

５６…第２平行軸歯車機構

５８…入力軸

６０…出力軸

８６…第１ヘリカルギヤ

９０…第１ヘリカルピニオン（ヘリカルギヤ）

９２…第２中間軸（軸）

９４…第２ヘリカルギヤ

１００…第２ヘリカルピニオン

１０２、１０４…第１、第２ラジアル軸受

１１０…緩衝機構

１１２…コイルばね（緩衝体）

１１４…スライドプレート

１１６…テーパころ軸受

請求の範囲

[請求項1] 風力発電用の増速機において、

該増速機の動力伝達系に備えられたヘリカルギヤと、

該ヘリカルギヤが組み込まれた軸と、

該軸に対して予め定められた大きさ以上のスラスト荷重が作用したときに該軸の軸方向の移動を許容する緩衝機構と、

を備えたことを特徴とする風力発電用の増速機。

[請求項2] 請求項１において、

前記緩衝機構が、前記軸に対して、ばねによって前記移動を許容する方向と反対方向に付勢力を与える構成とされている

ことを特徴とする風力発電用の増速機。

[請求項3] 請求項１において、

前記緩衝機構が、前記軸に対して、絞りを有する液圧又は空圧シリンダによって前記移動を許容する方向と反対方向に付勢力を与える構成とされている

ことを特徴とする風力発電用の増速機。

[請求項4] 請求項１～３のいずれかにおいて、

前記緩衝機構が、前記軸の軸方向に移動可能であって前記軸のスラスト荷重を受けるスライドプレートと、

該スライドプレートと前記軸との間に配置され、該軸のスラスト荷重を前記スライドプレートに伝えるスラスト軸受とを備えている

ことを特徴とする風力発電用の増速機。

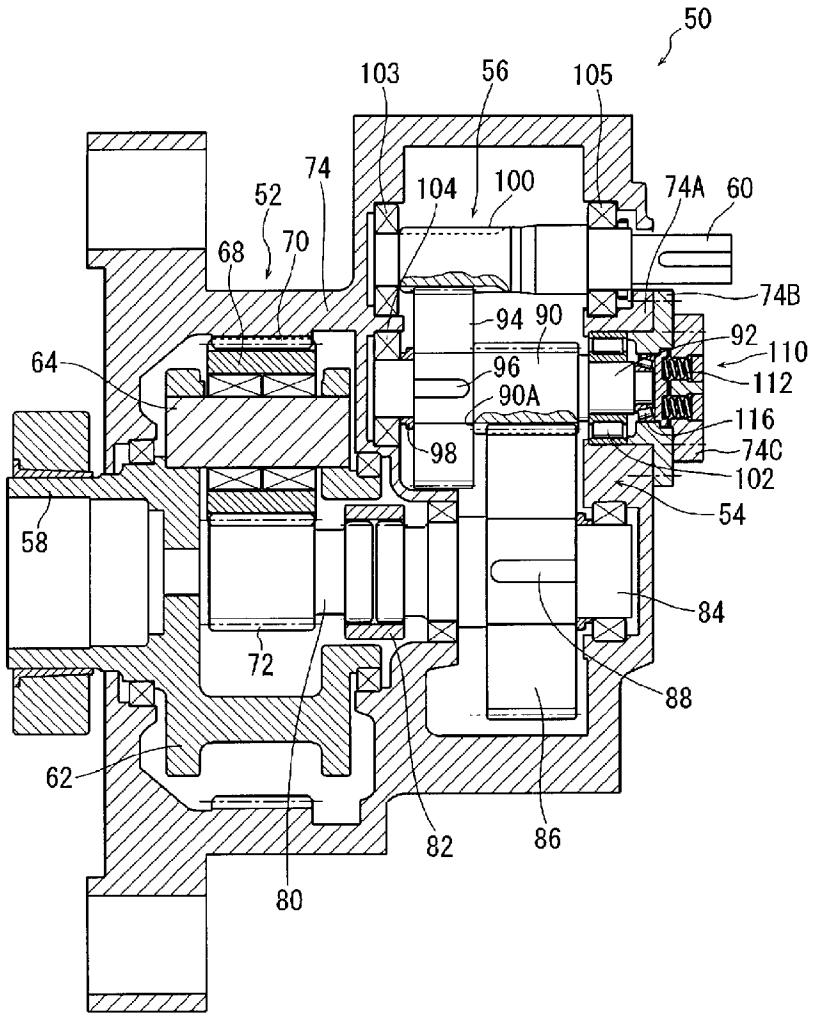
[請求項5] 請求項４において、

前記スラスト軸受がテーパころ軸受であり、且つ

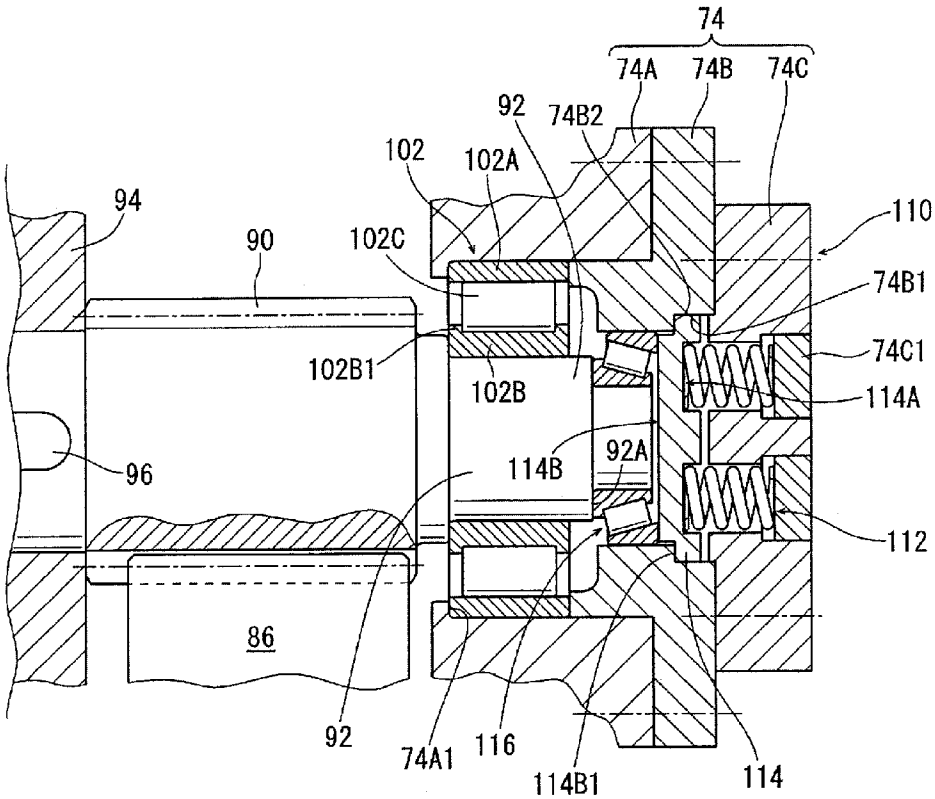
該テーパころ軸受のほかに、自身の内輪及び転動体が前記軸と共に軸方向に移動可能な一対のラジアル軸受を備えた

ことを特徴とする風力発電用の増速機。

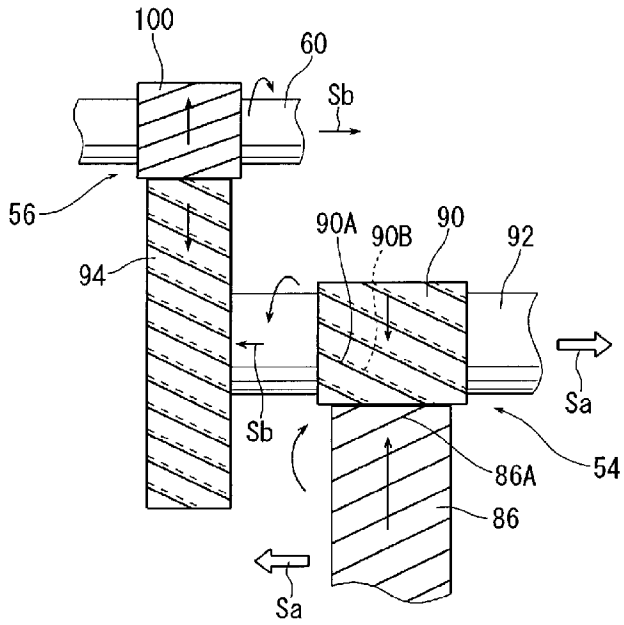
[図1]


50
103
56
105
74
52
104
100
74A
60
68
70
74B
94
90
92
110
64
96
112
90A
116
98
74C
102
58
54
84
72
88
62
82
86
80

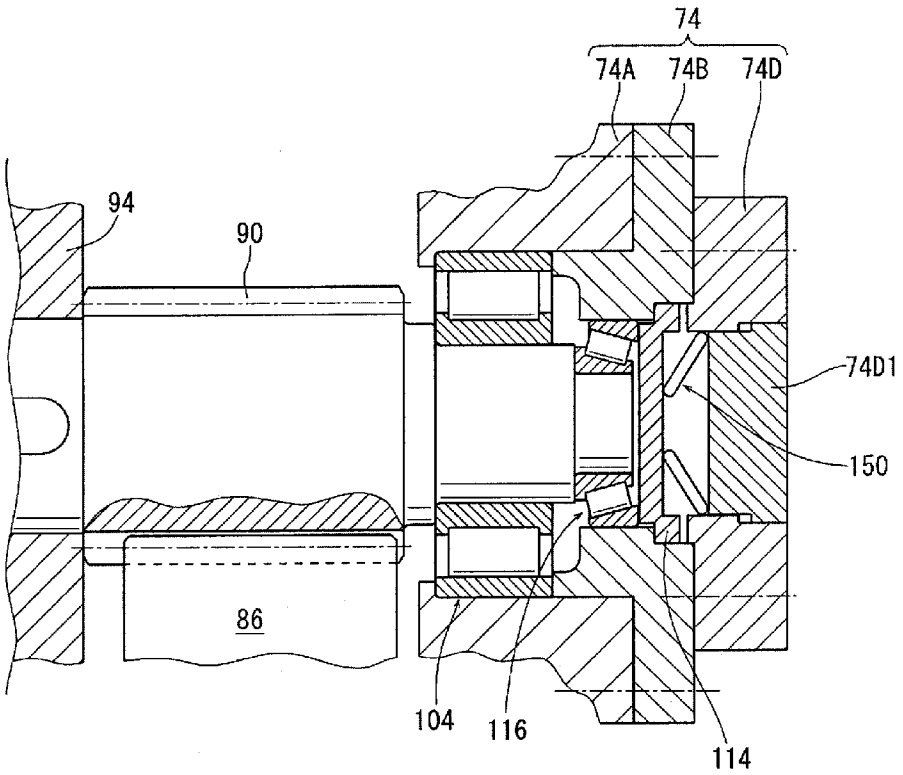
[図2]


74
74A
74B
74C
92
74B2
102
102A
94
110
90
102C
74B1
74C1
102B1
102B
114A
96
114B
92A
112
86
92
74A1
116
114B1
114

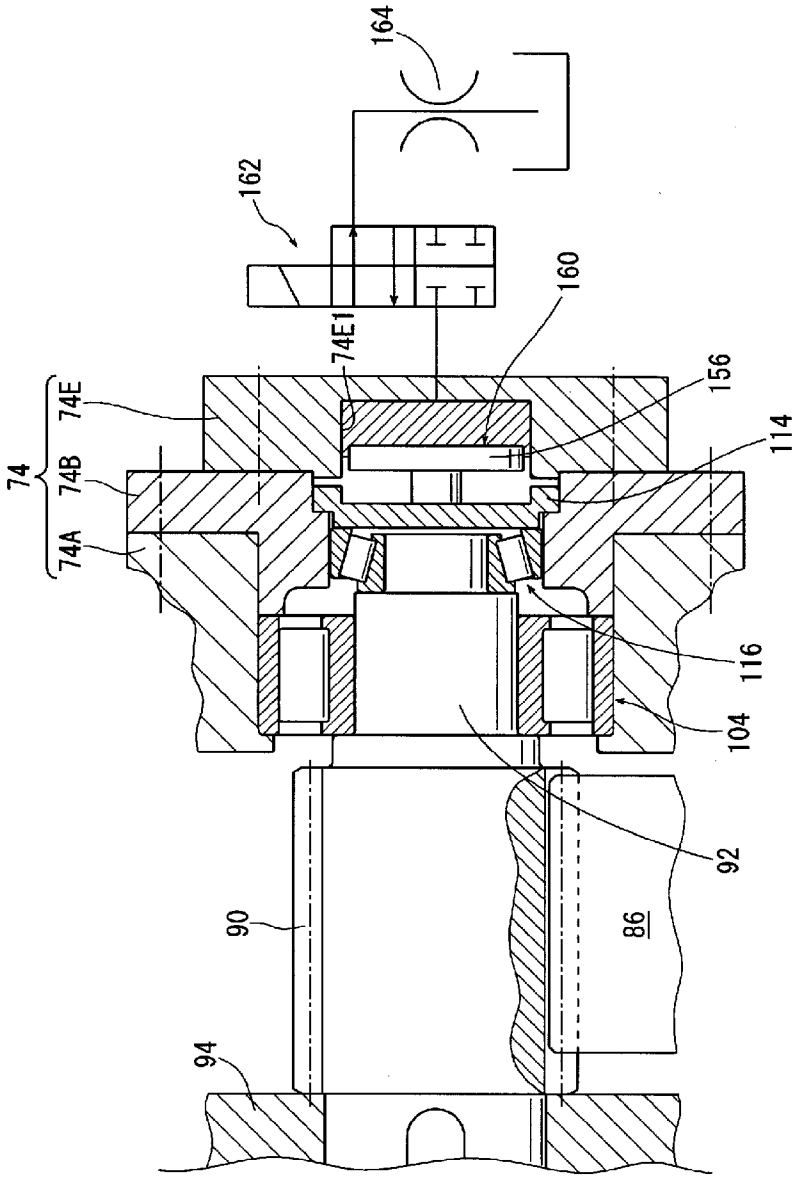
[図3]


100
60
Sb
56
90A
90B
90
92
94
Sa
Sb
86A
54
86
Sa

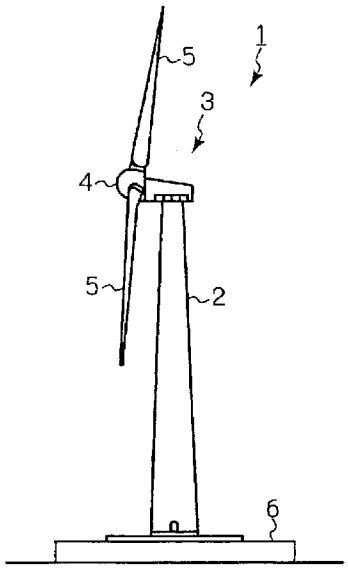
[図4]


74
74A
74B
74D
94
90
74D1
150
86
104
116
114

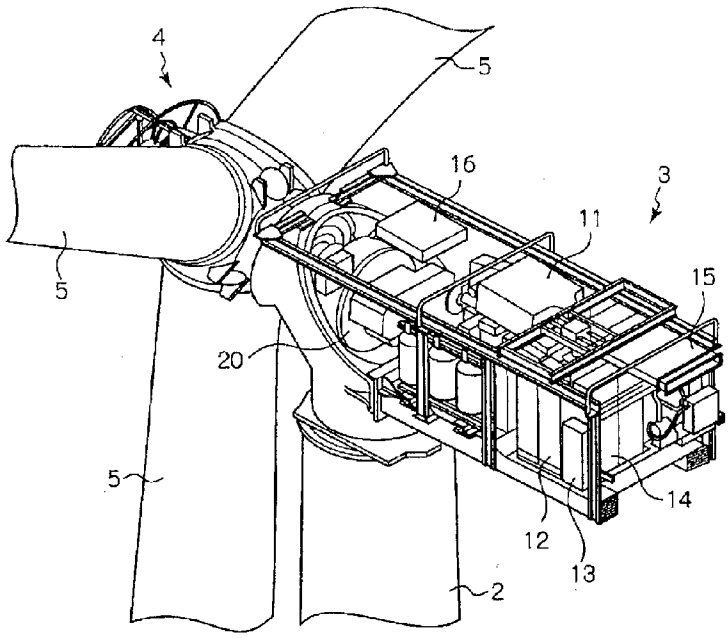
[図5]


164
162
160
74E1
156
74E
114
74
74B
74A
116
104
92
90
86
94

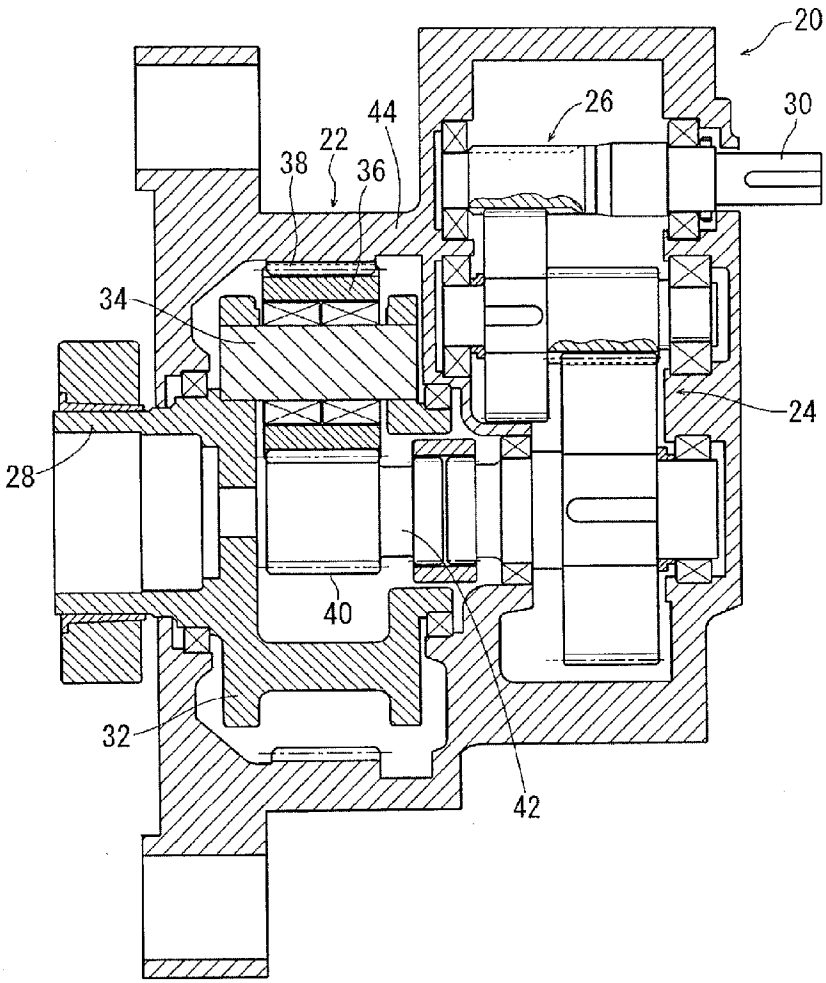
[図6]


1
5
3
4
5
2
6

[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/076768

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F03D11/02(2006.01)i, *F16C19/36*(2006.01)i, *F16C25/04*(2006.01)i, *F16C27/06*(2006.01)i, *F16C27/08*(2006.01)i, *F16F7/00*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F03D11/02, F16C19/36, F16C25/04, F16C27/06, F16C27/08, F16F7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 7-229471 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 29 August 1995 (29.08.1995), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
Y	JP 2008-106894 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 08 May 2008 (08.05.2008), entire text; all drawings & US 2010/0064833 A1 & EP 2071214 A1 & WO 2008/050658 A1	1-5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
01 February, 2012 (01.02.12)	14 February, 2012 (14.02.12)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/076768

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-339294 A (Tochigi Fuji Sangyo Kabushiki Kaisha), 22 December 1998 (22.12.1998), entire text; all drawings (Family: none)	1-5

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１１／０７６７６８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F03D11/02(2006.01)i, F16C19/36(2006.01)i, F16C25/04(2006.01)i, F16C27/06(2006.01)i, F16C27/08(2006.01)i, F16F7/00(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F03D11/02, F16C19/36, F16C25/04, F16C27/06, F16C27/08, F16F7/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１２年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 7-229471 A（三菱重工業株式会社）1995.08.29, 全文,全図（ファミリーなし）	1-5
Y	JP 2008-106894 A（三菱重工業株式会社）2008.05.08, 全文,全図 & US 2010/0064833 A1 & EP 2071214 A1 & WO 2008/050658 A1	1-5
Y	JP 10-339294 A（栃木富士産業株式会社）1998.12.22, 全文,全図（ファミリーなし）	1-5

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ０１．０２．２０１２	国際調査報告の発送日 １４．０２．２０１２
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｏ　３９２５ 佐藤　秀之 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５８