

(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 9 月 27 日(27.09.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/127736 A1

- (51) 国際特許分類:
F03D 11/02 (2006.01) F16H 1/28 (2006.01)
F16H 1/06 (2006.01) F16H 55/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/076769
- (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 2011-063892 2011 年 3 月 23 日(23.03.2011) 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 1 6 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 1 9 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 1 9 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(SATO, Yasumasa) [JP/JP]; 〒2378555 神奈川県横須賀市夏島町 1 9 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 1 6 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 1 6 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 1 6 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 1 0 番 1 2 号 南新宿ビル Tokyo (JP).

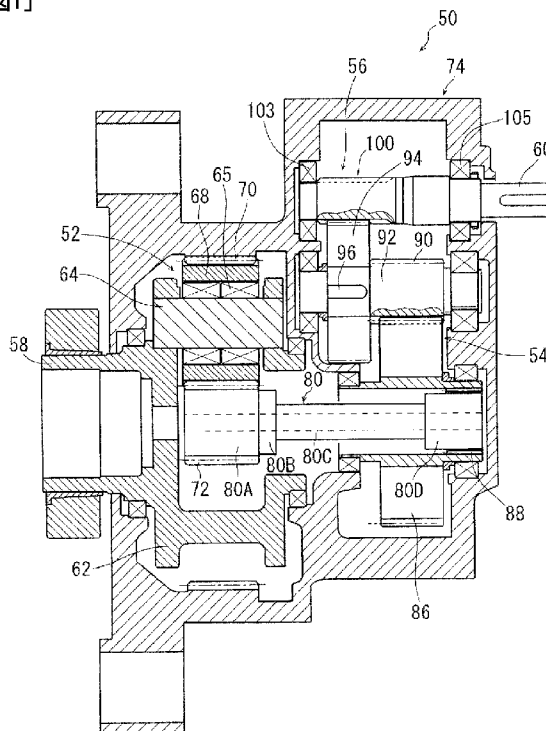
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

[続葉有]

(54) Title: SPEED INCREASING GEAR FOR WIND TURBINE

(54) 発明の名称: 風力発電用の増速機

[図1]



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to obtain a speed increasing gear for a wind turbine, the speed increasing gear having high reliability and extended life even through being compact, lightweight, and low cost. A speed increasing gear (50) for a wind turbine is provided with a planetary gear mechanism (52) which has a sun gear (72) and a first parallel shaft gear mechanism (54) which is provided at the rear stage of the planetary gear mechanism (52), and the speed increasing gear (50) is configured in such a manner that the sun gear (72) of the planetary gear mechanism (52) is formed integrally with the output shaft (80) of the planetary gear mechanism (52), at least a portion of the output shaft (80) of the planetary gear mechanism (52) in the axial direction is formed as a second small-diameter section (80C) having a smaller diameter than the portions on both sides of the at least a portion of the output shaft (80), and the tooth flanks of the sun gear (72) are crowned so as to be asymmetric with respect to the center of the sun gear (72) in the axial direction.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/127736 A1



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, 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))

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、太陽歯車 72 を有する遊星歯車機構 52 と、該遊星歯車機構 52 の後段に設けられた第 1 平行軸歯車機構 54 とを備え、前記遊星歯車機構 52 の前記太陽歯車 72 が該遊星歯車機構 52 の出力軸 80 に一体的に形成され、該遊星歯車機構 52 の前記出力軸 80 の軸方向の少なくとも 1 箇所が、その両側よりも径が小さな第 2 小径部 80C とされ、かつ、前記太陽歯車 72 の歯面が、該太陽歯車 72 の軸方向中央に対して非対称にクラウニングされている構成とする。

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ア３２、該キャリア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。この従来例に係る遊星歯車機構２２は、キャリア３２から入力された回転を太陽歯車４０から出力する。該太陽歯車４０は、遊星歯車機構２２の出力軸４２と一体化されている。出力軸４２は、カップリング４３を介して次段の平行軸歯車機構２４の入力軸４５と連結されている。

[0006] 増速機 20 の遊星歯車機構 22 及び平行軸歯車機構 24、26 の各歯車機構によって増速された回転が、前記発電機 11 に入力される。

[0007] 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

[0008] 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

[0009] 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。

[0010] 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になってしまう。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。

[0011] 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、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。

[0012] 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

[0013] 本発明は、風力発電用の増速機において、太陽歯車を有する遊星歯車機構と、該遊星歯車機構の後段に設けられた平行軸歯車機構とを備え、前記遊星歯車機構の前記太陽歯車が、該遊星歯車機構の出力軸に一体的に形成され、該遊星歯車機構の前記出力軸の軸方向の少なくとも1箇所が、その両側よりも径が小さな小径部とされ、かつ、前記太陽歯車の歯面が、該太陽歯車の歯筋方向中央に対して非対称にクラウニングされている構成とすることにより、上記課題を解決したものである。

[0014] 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。

[0015] 風力発電設備の風車ブレードに、風が当たると、これに伴って増速機の各部に回転トルクが発生する。増速機内の遊星歯車機構や平行軸歯車機構が該回転トルクを伝達する際には、不可避免的に振動が発生する。しかしながら、遊星歯車機構と平行軸歯車機構とでは、回転のメカニズムも回転速度も異なることから、発生する振動の特性（周波数成分等）がそれぞれ異なる。このため、入力されてくる風の強さや脈動の仕方によっては、これらの振動が相互に干渉し合って共振が発生してしまうことがある。この結果、特に軸受部において、本来転がり接触であったころ（またはボール）と内輪、外輪等が滑りを起こすようになり、それによりピッチング等の耐久性を低下させる症状が発生し易くなる。

[0016] 本発明は、遊星歯車機構と平行軸歯車機構との共振の発生を極力抑制することを「中間課題」として捉え、かつ、この中間課題を解消するために採用した構成が、新たな不具合が発生しないように更なる工夫を施すことによって創案された。

[0017] 本発明に係る風力発電用の増速機では、遊星歯車機構の太陽歯車は、該遊星歯車機構の出力軸と一体的に形成される。ここで言う「一体的に形成」と

は、キーやスプライン等を介して2つの部材（太陽歯車部材と出力軸部材）を連結して結果として一体化するのではなく、太陽歯車と出力軸とが初めから一つの部材として一体化されていることを意味している。

[0018] その上で、本発明では、該遊星歯車機構の出力軸の軸方向の少なくとも1箇所が、その両側よりも径が小さな小径部とされる。この構成により、該小径部の存在によって該遊星歯車機構の出力軸の一部が意図的に脆弱化され、遊星歯車機構と平行軸歯車機構のそれぞれの振動の伝播をここで吸収・遮断することができる。

[0019] しかも、本発明では、さらに、太陽歯車の歯面が、該太陽歯車の歯筋方向中央に対して非対称にクラウニングされる構成が同時に採用されている。このため、仮に遊星歯車機構の出力軸の一部が脆弱化されたが故に該出力軸が多少振れ廻ってその軸心が傾いたとしても、太陽歯車と遊星歯車との間で良好な歯当たりを常に維持することができる。したがって、遊星歯車機構の太陽歯車の回転や遊星歯車の公転等を極めて安定した状態で行わせることができ、特に（遊星歯車の軸受を含む）各軸受の寿命をより伸ばすことができるようになる。

発明の効果

[0020] 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

[0021] [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]上記実施形態における太陽歯車のクラウニングの形成態様を模式的に示した線図

[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]歯車に対する一般的なクラウニングの形成態様を示したもので、（A）は斜視図、（B）は図3相当の線図

[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

[0022] 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。

[0023] 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。

[0024] 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。

[0025] 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。

[0026] 前記遊星歯車機構52は、入力軸58と一体化されたキャリア62、該キャリア62に両持ち支持された遊星ピン64、該遊星ピン64に軸受65を介して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と共にケーシングに固定された内歯歯車70、及び遊星歯車68が同時に外接噛合する太陽歯車72から構成されている。これらの遊星歯車68、内歯歯車70、及び太陽歯車72は、この実施形態ではいずれも平歯車で構成されているが、ヘリカル歯車で構成しても良い。

[0027] 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ア62から入力され、太陽歯車72と一体の（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。遊星歯車機構

５２の出力軸８０は、そのまま（直接）第１平行軸歯車機構５４の入力軸とされており、該第１平行軸歯車機構５４の第１ヘリカルギヤ８６がスプライン８８を介して連結されている。

[0028] 本発明は、このうちの遊星歯車機構５２と第１平行軸歯車機構５４との間の連結構成に適用されている（後に詳述）。

[0029] 第１ヘリカルギヤ８６は第１ヘリカルピニオン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が第１平行軸歯車機構５４を構成している。

[0030] 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により回転自在に支持されている。

[0031] 以下、主に図２を参照して、遊星歯車機構５２と第１平行軸歯車機構５４との連結部付近の構成について詳細に説明する。

[0032] 前述したように、本実施形態においては、遊星歯車機構５２の太陽歯車７２は該遊星歯車機構５２の出力軸８０と一体化されている。すなわち、太陽歯車７２と出力軸８０は、単一の部材から太陽歯車７２を切削形成することによって製造されている。遊星歯車機構５２の出力軸８０は、（カップリング等を介することなく）そのまま「直接」第１平行軸歯車機構５４の入力軸とされている。

[0033] 遊星歯車機構５２の出力軸８０は、太陽歯車７２が形成されている太陽歯車形成部８０Ａ、該太陽歯車形成部８０Ａから連続して形成された第１小径部８０Ｂ、第２小径部８０Ｃ、及び前記スプライン８８が形成されているスプライン形成部８０Ｄを備える。太陽歯車形成部８０Ａの歯底円径は d_1 であり、第１小径部８０Ｂの外径 d_2 は該太陽歯車形成部８０Ａの歯底円径 d

1 より $2 \cdot \Delta 1$ だけ小さい ($d 1 > d 2$)。また、第 2 小径部 80C の外径 $d 3$ は、該第 1 小径部 80B の外径 $d 2$ よりも更に $2 \cdot \Delta 2$ だけ小さい ($d 2 > d 3$)。また、スプライン形成部 80D の歯底円径 $d 4$ は、第 2 小径部 80C の外径 $d 3$ より $2 \cdot \Delta 3$ だけ大きい ($d 3 < d 4$)。すなわち、第 2 小径部 80C は、その両側の第 1 小径部 80B 及びスプライン形成部 80D よりも小さな径とされており ($d 3 < d 2$ 、 $d 3 < d 4$)、かつ、その軸方向長さ $L 1$ が遊星歯車機構 52 の出力軸 80 全体の軸方向長さ $L o$ のほぼ半分を占めていることと相まって、いわゆる「脆弱部」を形成している。

[0034] 一方、出力軸 80 に一体形成されている太陽歯車 72 には、クラウニング処理（歯筋調整）がなされている。この実施形態では、図 3 に示されるように、該クラウニング処理を歯筋方向中央 $X c$ に対して「非対称」に施すようにしている。図 3 の破線 $K o$ がクラウニング処理をする前の太陽歯車 72 のもともとの歯筋形状（幅方向の端面形状）、実線 $K 1$ がクラウニング処理をした後の歯筋形状である。一般に、歯車の歯面に対してクラウニング処理を施すときには、図 5 (A) に示されるように、歯筋方向 X の中央 $X c$ に対して対称となるように、クラウニング処理がなされる。すなわち、歯筋方向 X におけるクラウニング処理前後の形状 $K o$ 、 $K 2$ を図示すると、図 5 (B) のようになっている。なお、本実施形態の太陽歯車 72 は、平歯車であるため、歯筋方向 X は、太陽歯車 72 の軸方向（歯幅方向）に一致している。なお、これらクラウニング処理の形状描写は、歯筋方向 X におけるクラウニング処理（クラウニング量）の定性的な傾向を理解し易くするため、歯筋方向 X の大きさに対しクラウニング量を誇張して非常に大きく取っている。

[0035] 図 3 の本実施形態の説明に戻って、本実施形態では、（このように歯筋方向 X の中央 $X c$ に対して対称にクラウニングを施すのではなく）該クラウニングを歯筋方向 X の中央 $X c$ に対して「非対称」に施すようにしている。具体的には、太陽歯車 72 の歯面において、クラウニングの最もなされていない部分 $X m$ が、該太陽歯車 72 の歯筋方向 X の中央 $X c$ より反第 1 平行軸歯車機構側に $X s$ だけずれている（クラウニング処理される第 1 平行軸歯車機

構側の歯筋方向Xの範囲X1が、反第1平行軸歯車機構側の範囲X2よりも広範囲）。なお、この実施形態では、太陽歯車72の歯筋方向端面における第1平行軸歯車機構側のクラウニング量 $\delta 1$ と、反第1平行軸歯車機構側のクラウニング量 $\delta 2$ は、同一である（ $\delta 1 = \delta 2$ ）。このため、結果として、第1平行軸歯車機構54側の方が、反第1平行軸歯車機構側よりなだらかなクラウニング処理となっている。

[0036] 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。

[0037] 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の回転はキャリア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と一体化された（遊星歯車機構52の）出力軸80へと出力される。

[0038] 遊星歯車機構52の出力軸80の回転は、スプライン88を介してそのまま第1平行軸歯車機構54の第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。第2中間軸92が回転すると、第2ヘリカルギヤ94が回転し、該第2ヘリカルギヤ94と噛合している第2ヘリカルピニオン100を介して増速機50の出力軸60が回転する。

[0039] ここで、遊星歯車機構52及び第1平行軸歯車機構54の連結部付近において、以下のような作用がなされる。

[0040] 即ち、入力軸58から回転トルクが入力されてくると、該回転トルクが伝達される際に遊星歯車機構52及び第1平行軸歯車機構54では不可避免的に振動が発生する。遊星歯車機構52の振動と第1平行軸歯車機構54の振動は、回転のメカニズムの違い、及び回転速度の違い等からそれぞれの周波数特性（振動の波形）が異なるため、（何らの対策も施さないと）互いに干渉して共振が発生してしまい、増速機50全体の振動がより増幅されてしまう。明確な共振が発生しないまでも、特に高速回転している第1平行軸歯車機構54側から遊星歯車機構52側に該高速回転の振動が伝播すると、遊星歯

車機構 52 の遊星歯車 68 の（太陽歯車 72 及び内歯歯車 70 の間での）円滑な回転及び公転が損なわれ、特に軸受 65 の寿命に影響する恐れがある。

[0041] しかしながら、この実施形態では、遊星歯車機構 52 の出力軸 80 に、その両側（第 1 小径部 80B 及びスプライン形成部 80D）の径 d_2 、 d_4 よりも小径の径 d_3 を有する第 2 小径部 80C が存在しているため、この第 2 小径部 80C が脆弱部として機能してこの振動の伝播を吸収・遮断することができる。このため、遊星歯車機構 52 と、第 1 平行軸歯車機構 54 との間の振動の伝播が効果的に抑制され、共振の発生が抑制される。また、とりわけ第 1 平行軸歯車機構 54 側から遊星歯車機構 52 側に振動が伝搬されるのが防止されるため、該遊星歯車機構 52 の遊星歯車 68 の（太陽歯車 72 及び内歯歯車 70 の間での）円滑な回転及び公転が確保され、特に軸受 65 の寿命を延ばすことができる。

[0042] 本発明は、様々なバリエーションが考えられる。

[0043] まず、遊星歯車機構の出力軸（平行軸歯車機構の入力軸）に形成される小径部は、前記実施形態においては、軸方向に長い単一の小径部とされていたが、例えば、図 4（A）に示すように変形しても良い。図 4（A）に示す変形例では、基本的な構成は、前記実施形態と同様であるため、便宜上対応する部位に同一末尾 2 桁の符号を付している。遊星歯車機構 152 の出力軸 180 の第 2 小径部 180C の軸方向長 L_2 を短くし、該第 2 小径部 180C を、出力軸 180 の軸方向中央 114C よりも太陽歯車 172 側に形成するようにしている。このような構成とすることにより、（スプライン 188 で第 1 ヘリカルギヤ 186 と連結されている）出力軸 180 の第 1 平行軸歯車機構側の振れ廻りを最小限に抑えつつ、遊星歯車機構 152 側の振れ廻りを太陽歯車 172 のクラウニングによって効果的に吸収するようにしている。

[0044] また、図 4（B）のように、遊星歯車機構の出力軸の小径部は、該出力軸の軸方向複数箇所に形成するようにしてもよい。図 4（B）の例では、出力軸 280 が、外径が d_7 の第 1、第 3 小径部 280B、280D、及びスプライン形成部 280F を備えると共に、これらより小径（ d_8 ）の第 2 小径

部 2 8 0 C 及び第 4 小径部 2 8 0 E の 2 つの小径部を有している。このうち、第 2 小径部 2 8 0 C 及び第 4 小径部 2 8 0 E は、自身の外径が d_8 で、それぞれの両側の外径 d_7 の方が大きく、本発明の「小径部」に相当している。図 4 (B) のように複数の小径部を形成するようにすると、脆弱性をより効果的に機能させることができ、振動の伝播抑制効果をより高めることができる。

[0045] このように、本発明では、遊星歯車機構の出力軸の小径部を具体的にどのような構成で形成するかについては、特に限定されるものではなく、吸収しようとする振動の大きさ、或いは周波数特性等を考慮してその大きさ、形状、形成数、或いは形成位置等を設定すればよい。

[0046] また、太陽歯車のクラウニング処理におけるクラウニング量の具体的な大きさ、或いは形状（例えば、歯筋方向中央からどの程度非対称とするか）についても、小径部の形成の仕方によって遊星歯車機構の出力軸の振れ廻り程度が異なってくるため、該振れ廻りの程度を考慮して設定すればよい。

[0047] なお、本発明の「クラウニング」の概念には、「エンドレリーフ（レリービング）」の概念が含まれる。エンドレリーフとは、歯車の歯筋方向の両端部のみを歯当たりから逃がす処理方法であるが、本発明の趣旨から逸脱する処理方法ではない。エンドレリーフ処理を本発明に適用する場合には、レリービングの範囲或いは大きさが、歯筋方向中央に対して対称でないことが要件となる。

産業上の利用可能性

[0048] 本発明は、風力発電設備の増速機に利用可能である。

[0049] 2 0 1 1 年 3 月 2 3 日に出願された日本国出願番号 2 0 1 1 - 0 6 3 8 9 2 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

[0050] 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

1 1…発電機

5 0…増速機

5 2…遊星歯車機構

5 4…第 1 平行軸歯車機構

5 6…第 2 平行軸歯車機構

5 8…入力軸

6 0…出力軸

8 0、1 8 0、2 8 0…遊星歯車機構の出力軸（第 1 平行軸歯車機構の入力軸）

請求の範囲

[請求項1]

風力発電用の増速機において、
太陽歯車を有する遊星歯車機構と、該遊星歯車機構の後段に設けられた平行軸歯車機構とを備え
前記遊星歯車機構の前記太陽歯車が該遊星歯車機構の出力軸に一体的に形成され、
該遊星歯車機構の前記出力軸の軸方向の少なくとも1箇所が、その両側よりも径が小さな小径部とされ、かつ、
前記太陽歯車の歯面が、該太陽歯車の歯筋方向中央に対して非対称にクラウニングされている
ことを特徴とする風力発電用の増速機。

[請求項2]

請求項1において、
前記小径部が、前記遊星歯車機構の出力軸の軸方向複数箇所に形成されている
ことを特徴とする風力発電用の増速機。

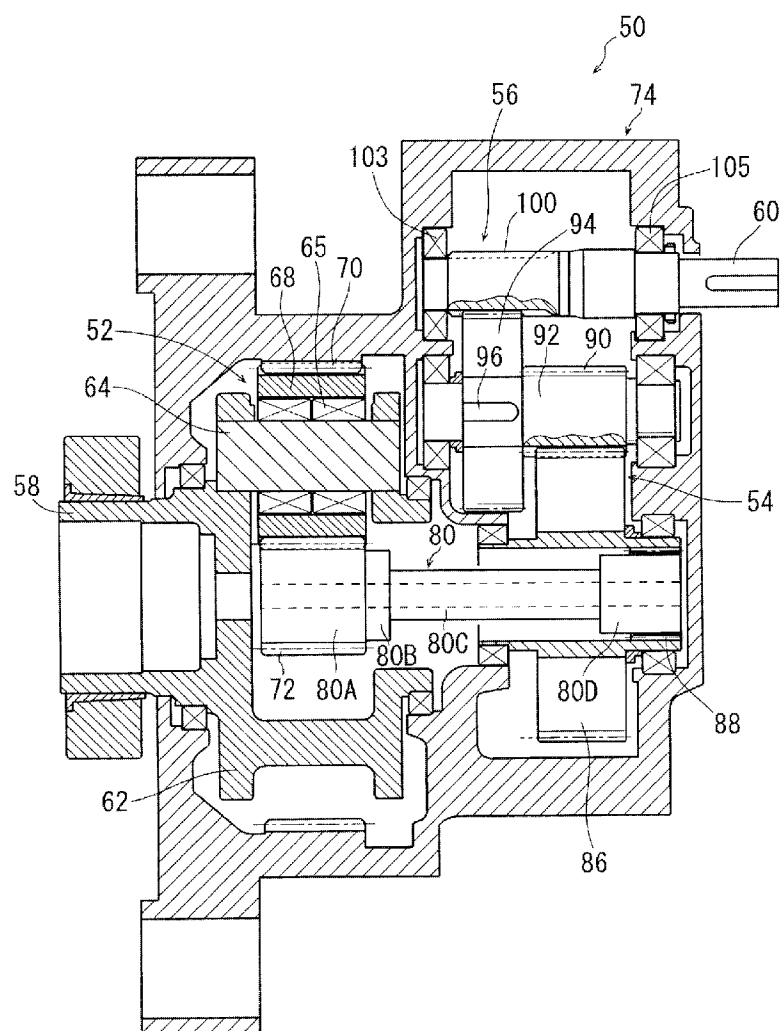
[請求項3]

請求項1または2において、
前記小径部が、前記遊星歯車機構の出力軸の軸方向中央より前記太陽歯車側に形成されている
ことを特徴とする風力発電用の増速機。

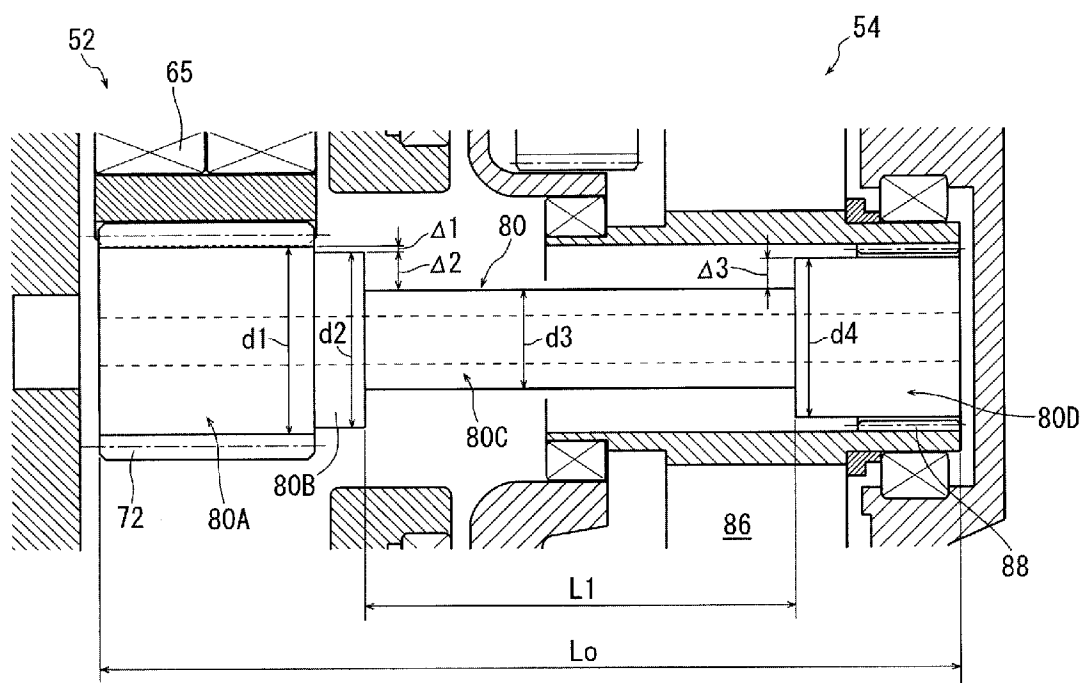
[請求項4]

請求項1～3のいずれかにおいて、
前記太陽歯車の歯面において、前記クラウニングの最もなされていない部分が、該太陽歯車の歯筋方向中央より、反平行軸歯車機構側にずれている
ことを特徴とする風力発電用の増速機。

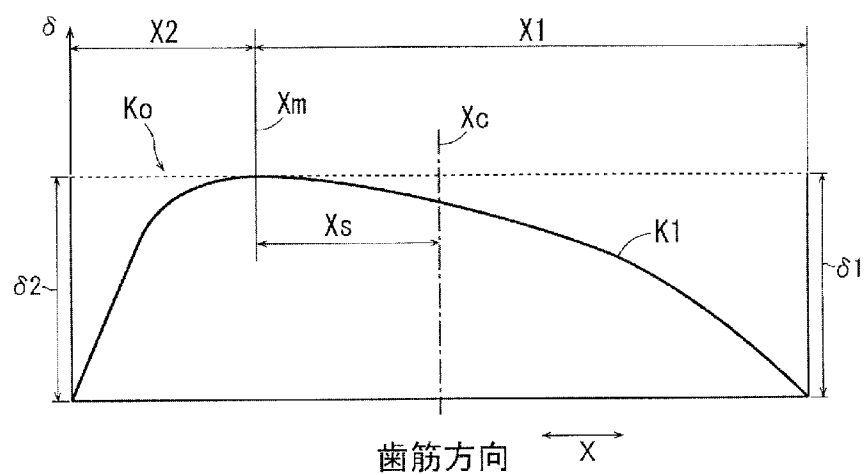
[図1]



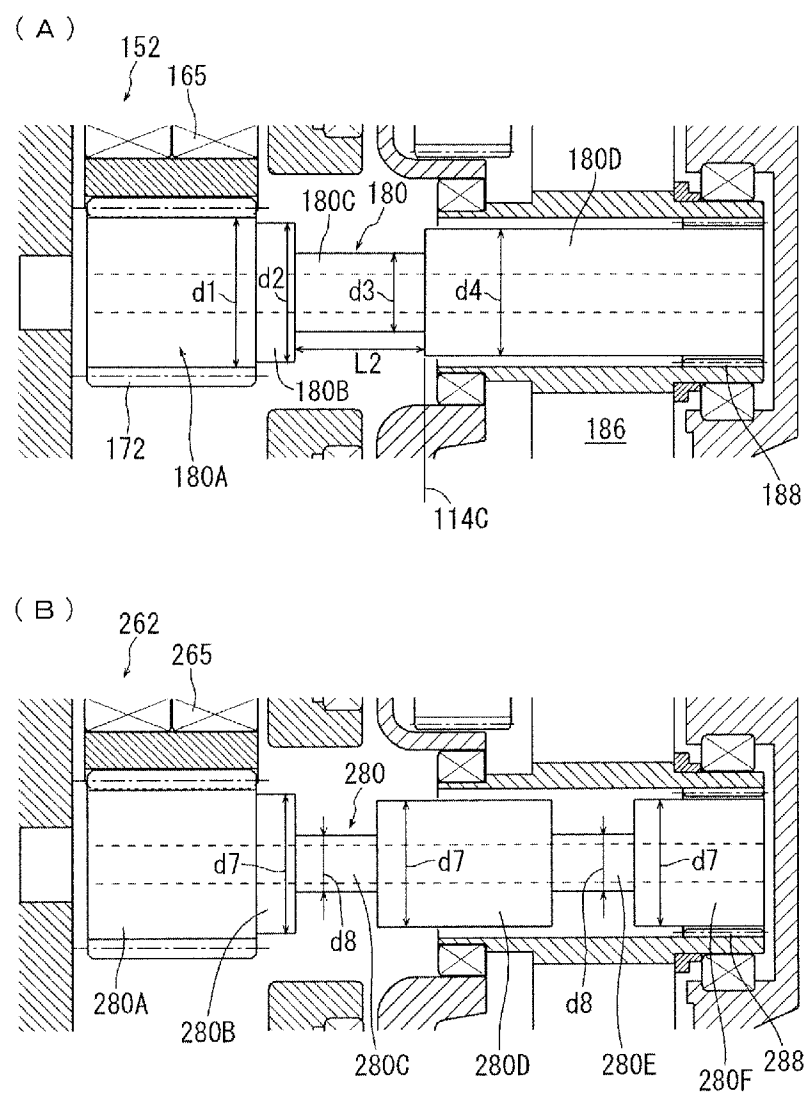
[図2]



[図3]

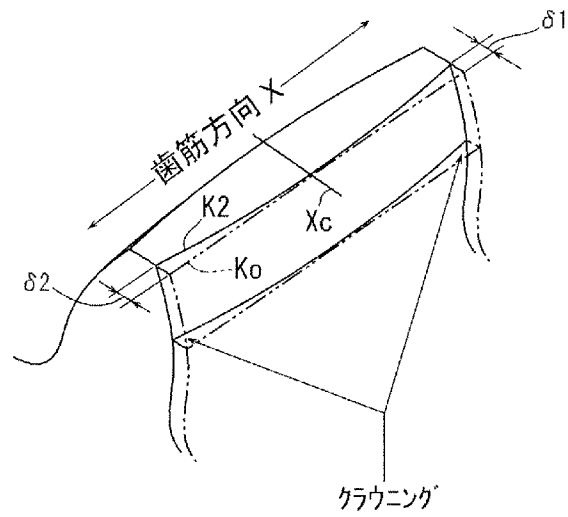


[図4]

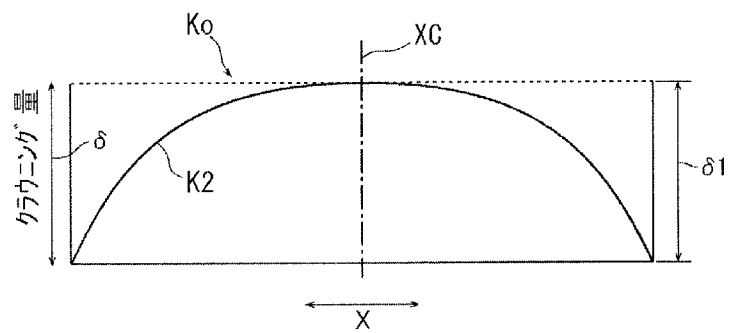


[図5]

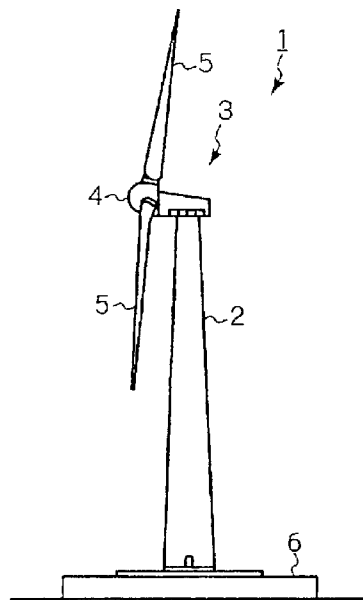
(A)



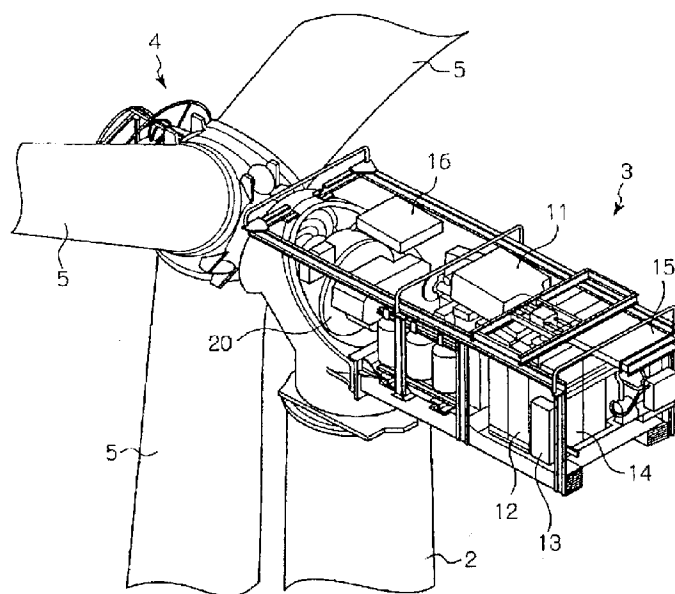
(B)



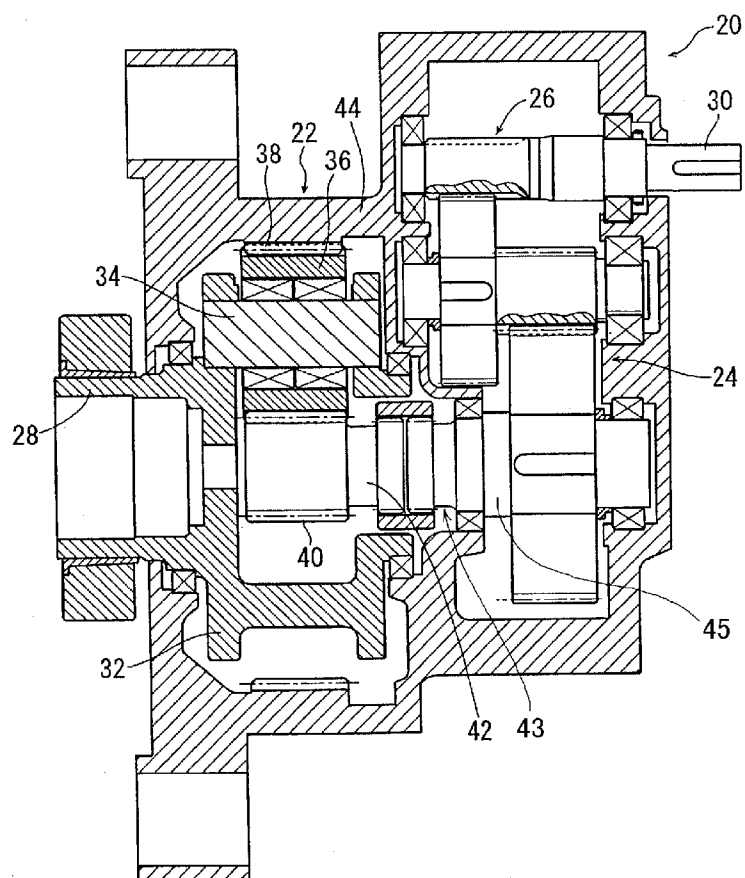
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/076769

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F03D11/02(2006.01)i, F16H1/06(2006.01)i, F16H1/28(2006.01)i, F16H55/08(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, F16H1/06, F16H1/28, F16H55/08

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 2005-233277 A (Komatsu Ltd.), 02 September 2005 (02.09.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
Y	JP 2005-23978 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 27 January 2005 (27.01.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 2010-270911 A (Hansen Transmissions International N.V.), 02 December 2010 (02.12.2010), entire text; all drawings & US 2010/0296934 A1 & EP 2256343 A2	1-4

☒ 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
01 February, 2012 (01.02.12)

Date of mailing of the international search report
14 February, 2012 (14.02.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/076769

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-525623 A (Hansen Transmissions International N.V.), 06 September 2007 (06.09.2007), entire text; all drawings & US 2008/0274849 A1 & EP 1685337 A1 & WO 2005/050058 A1	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F03D11/02 (2006.01)i, F16H1/06 (2006.01)i, F16H1/28 (2006.01)i, F16H55/08 (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 (I P C))

Int.Cl. F03D11/02, F16H1/06, F16H1/28, F16H55/08

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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 2005-233277 A (株式会社小松製作所) 2005.09.02, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4
Y	JP 2005-23978 A (三菱重工業株式会社) 2005.01.27, 全文, 全図 (フ ァミリーなし)	1-4
A	JP 2010-270911 A (ハンセン・トランスミッションズ・インターナ ショナル・ナムローゼフェンノートシャップ) 2010.12.02, 全文, 全 図 & US 2010/0296934 A1 & EP 2256343 A2	1-4

☒ 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

0 1 . 0 2 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 4 . 0 2 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

佐藤 秀之

3 0

3 9 2 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 8

C (続き) . 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
A	JP 2007-525623 A (ハンセン・トランスミッションズ・インターナショナル・ナムローゼフェンノートシャップ) 2007.09.06, 全文, 全図 & US 2008/0274849 A1 & EP 1685337 A1 & WO 2005/050058 A1	1-4