

(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20日(20.09.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/123983 A1

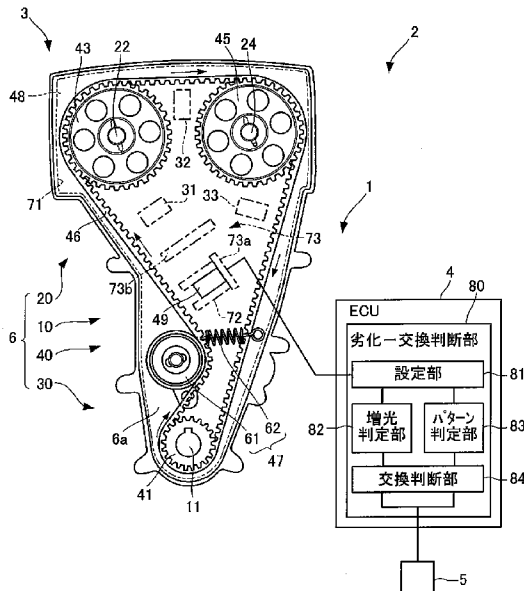
- (51) 国際特許分類:
G01M 13/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/001430
- (22) 国際出願日: 2011年3月11日(11.03.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 大村 清治 (OMURA, Seiji) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 西浦 博之 (NISHIURA, Hiroyuki) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 有我 軍一郎, 外 (ARIGA, Gunichiro et al.); 〒1600022 東京都新宿区新宿一丁目1番14号山田ビル 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, JP, 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, RO, RS, RU, 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, 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

[続葉有]

(54) Title: POWER TRANSMISSION DEVICE

(54) 発明の名称: 動力伝達装置

[図1]



(57) Abstract: [Problem] To provide a power transmission device, which can highly accurately detect whether a timing belt being used is just about to be replaced or not, by detecting the deterioration state of the timing belt. [Solution] A power transmission device (1) is provided with: a crankshaft pulley (41), which is provided on a crankshaft (11); an air inlet cam shaft pulley (43), which is provided on an air inlet cam shaft (22); and a timing belt (46), which is provided across the crankshaft pulley (41) and the air inlet cam shaft pulley (43). The timing belt (46) is provided with: a light sensor (49), which contains a stress light-emitting material that emits light when the material receives an external force, is disposed to face the timing belt (46), and performs photometry with respect to the timing belt (46); and an ECU (4), which determines whether the timing belt (46) is deteriorated or not on the basis of a photometric value obtained from the light sensor (49), and determines that the timing belt (46) is just about to be replaced, under the condition that it has been determined that the timing belt (46) is deteriorated.

(57) 要約:

[続葉有]

- 80 DETERIORATION/REPLACEMENT DETERMINING UNIT
- 81 SETTING UNIT
- 82 LIGHT INCREASE DETERMINING UNIT
- 83 PATTERN DETERMINING UNIT
- 84 REPLACEMENT DETERMINING UNIT

WO 2012/123983 A1

(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))

【課題】使用中のタイミングベルトの劣化状態を検知することにより、タイミングベルトが交換時期に達したか否かを高精度に検出できる動力伝達装置を提供する。【解決手段】クランクシャフト11に設けられたクランクシャフトプーリ41と、吸気カムシャフト22に設けられた吸気カムシャフトプーリ43と、クランクシャフトプーリ41および吸気カムシャフトプーリ43に掛け回されたタイミングベルト46とを備えた動力伝達装置1において、タイミングベルト46は、外力を受けることにより発光する応力発光材料を含有し、タイミングベルト46に対向して配置されるとともにタイミングベルト46の測光を行う光センサ49と、光センサ49での測光値に基づき、タイミングベルト46が劣化しているか否かを判断するとともに、タイミングベルト46が劣化していると判断したことを条件としてタイミングベルト46が交換時期に達したと判断するECU4とを備える。

明 細 書

発明の名称： 動力伝達装置

技術分野

[0001] 本発明は、駆動側プーリおよび従動側プーリに掛け回されたベルトにより駆動側プーリから従動側プーリに動力を伝達する動力伝達装置に関し、特に、ベルトの劣化を検出することによりベルトが交換時期に達したことを検出できる動力伝達装置に関する。

背景技術

[0002] 一般に、オーバヘッドカムシャフト式のバルブ機構を有した内燃機関、例えばエンジンでは、エンジンの下部に配設されたクランクシャフトの回転をエンジンの上部に配設されたカムシャフトに伝達する必要がある。またバルブ機構が適正に作動するためにはクランクシャフトの回転とカムシャフトの回転を同期させる必要がある。このため、クランクシャフトの回転をカムシャフトに伝達する手段としてタイミングベルトが多用されている。

[0003] これにより、クランクシャフトの回転とカムシャフトの回転が同期されている。しかしながら、不測の事態によりタイミングベルトが損傷した場合には、クランクシャフトの回転とカムシャフトの回転とが同期されなくなる可能性がある。

[0004] そこで、タイミングベルトが損傷する少し前に、タイミングベルトが交換時期に達したことを運転者に知らせる機能を有する動力伝達装置が提案されている。この種の動力伝達装置として、例えば、エンジンの回転数および運転時間に基づいてタイミングベルトなどの環状伝動体の疲労度を算出し、その疲労度が基準値を超えたときに、タイミングベルトを交換すべきという警告を発するものが知られている（例えば、特許文献1参照）。

[0005] この動力伝達装置によれば、車両の走行距離のみによりタイミングベルトの交換時期が判断される場合に比べ、タイミングベルトが交換時期に達したか否かがより適切に判断される。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2007-239802号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、上述のような動力伝達装置にあつては、タイミングベルトの実際の疲労状態を直接測定することなく、エンジンの回転数および運転時間に基ついてタイミングベルトの疲労度を算出して交換時期を判断しているので、算出した疲労度と実際の疲労度とは必ずしも一致せず交換時期の判断の精度が高くなかった。

[0008] 例えば、同じエンジン回転数および運転時間であっても、高負荷の運転が多かったものと低負荷の運転が多かったものとでタイミングベルトの疲労度は異なる。このため、この動力伝達装置によりエンジンの回転数および運転時間に基ついて算出したタイミングベルトの疲労度に比べて実際の疲労度が大きくなる場合を考慮して、安全率を大きく設定して警告を発する必要があつた。

[0009] これにより、実際のタイミングベルトの疲労度は小さいにも関わらずタイミングベルトを交換すべきという警告が発せられることがあり、まだ交換する必要の無いタイミングベルトを無駄に交換することがあるという問題があつた。そこで、タイミングベルトの劣化状態を検出して、その劣化状態に基ついてタイミングベルトが交換時期にあるか否かを判断可能な動力伝達装置の開発が望まれていた。

[0010] また、ベルトの交換時期の判断の精度が高くないという課題は、タイミングベルトだけの課題には限られない。すなわち、駆動側プーリおよび従動側プーリに掛け回されたベルトにより駆動側プーリから従動側プーリに動力を伝達する動力伝達装置の全般で、上述と同様の課題が想定される。

[0011] 本発明は、上述のような従来の問題を解決するためになされたもので、使

用中のベルトの劣化の状態を検知することによりベルトが交換時期に達したか否かを高精度に検出できる動力伝達装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0012] 本発明に係る動力伝達装置は、上記目的達成のため、駆動軸に設けられた駆動側プーリと、従動軸に設けられた従動側プーリと、前記駆動側プーリおよび前記従動側プーリに掛け回されたベルトとを備えた動力伝達装置において、前記ベルトは、外力を受けることにより発光する応力発光材料を含有し、前記ベルトに対向して配置されるとともに前記ベルトの測光を行う光センサと、前記光センサで検出された測光値に基づいて、前記ベルトが劣化しているか否かを判断するとともに、前記ベルトが劣化していると判断したことを条件として前記ベルトが交換時期に達したと判断する交換時期判断部とを備えることを特徴とする。
- [0013] この構成により、ベルトに応力発光材料が含有されているので、ベルトに外力が作用したときにベルトが発光する。そして、ベルトに生ずる応力（ P ）や伸び速度（ mm/min ）が変化したときに、ベルトの発光量が変化する。ここでの発光量としては、例えば、光量（ $lm \cdot s$ ）、輝度（ $cd \cdot m^{-2}$ ）、照度（ lx ）、光度（ cd ）などとすることができる。
- [0014] ここで、応力発光材料とは、弾性変形領域の摩擦、衝撃、圧縮、引張などの微小な外力によって可視光域での発光が励起される発光材料である。応力発光材料が含有されたベルトでは、応力発光強度がベルトの応力とベルトの伸び速度との積に比例する。
- [0015] そして、光センサがベルトの発光を検出し、光センサで検出された測光値に基づいて、交換時期判断部がベルトが劣化しているか否かを判断する。そして、ベルトが劣化していると判断されたことを条件として、交換時期判断部においてベルトが交換時期に達したと判断される。したがって、ベルトから発せられた光を測定することによりベルトの劣化状態を直接検出しているので、従来のようにベルトの劣化状態を検出することなく駆動軸の回転数および運転時間に基づいてベルトの交換時期を判断する場合に比べて、より高

精度にベルトの交換時期を判断することができる。

[0016] 好ましくは、前記交換時期判断部は、前記測光値が所定の発光閾値を超えるかまたは前記測光値が所定の発光パターンで変化するかの少なくとも一方であることを条件として、前記ベルトが劣化していると判断するとともに前記交換時期に達したと判断する劣化—交換判断部を備えることを特徴とする。

[0017] この構成により、光センサで検出された測光値が所定の発光閾値を超えるかまたは測光値が所定の発光パターンで変化するかの少なくとも一方であることを条件として、劣化—交換判断部がベルトが劣化していると判断するとともにベルトが交換時期に達したと判断する。このため、ベルトの発光量や発光パターンに基づいて、ベルトが交換時期にあるか否かを直接判断することができるので、簡易な処理によりベルトが交換時期にあるか否かを判断することができる。

[0018] ここで、ベルトは各種の理由により劣化して、ベルトの発光量が大きくなる。例えば、ベルトの長期間の使用により弾性変形の範囲内で伸びやすくなった場合、ベルトの応力がほぼ一定でありながらもベルトの伸び速度が大きくなるので、ベルトの伸びによる発光量が大きくなる。また、ベルトの摩耗や欠損によりベルトが薄くなったり細くなった場合、伸びはほとんど生じなくても応力が増加するので、ベルトの応力上昇によるベルトの発光量が大きくなる。

[0019] あるいは、応力発光材料を含有するゴムなどの基材と歯面に設けられた歯布とを有する歯付きベルトを使用する場合、歯布が摩耗して薄くなり、基材から発せられた光が歯布でほとんど減衰することなく十分に透過するようになるので、ベルトの発光量が大きくなる。

[0020] また、ベルトは各種の理由により劣化して、特徴的な発光パターンを呈するようになる。例えば、応力発光材料を含有するゴムなどの基材と歯面に設けられた歯布とを有する歯付きベルトを使用する場合、長期間の使用により歯元が伸びたり歯元に亀裂が入って歯が欠けそうになり、歯布に亀裂が入る

ことがある。歯布に亀裂が入ると、当該部分では基材から発せられた光が歯布の亀裂から漏れ出るので、ベルトの測光値が局部的かつ一周ごとの周期的に上昇するという特徴的な発光パターンとなる。

[0021] 好ましくは、前記ベルトは、歯付きベルトであるとともに歯面側に設けられた歯布を有し、前記光センサは前記ベルトの前記歯布側に対向して配置され、前記劣化—交換判断部は、前記ベルトの装着当初に前記光センサで検出された前記測光値に基づき平均測光値を設定するとともに、前記平均測光値に所定値を加えて前記発光閾値を設定する設定部と、前記ベルトの前記測光値が前記発光閾値を超えることを条件として、前記ベルトが劣化していると判定する増光判定部と、前記発光パターンは前記ベルトの特定の部分の前記測光値が周期的に突出するものであるとともに、前記測光値が前記発光パターンで変化することで前記特定の部分の前記歯布が亀裂していると判断して前記ベルトが劣化していると判定するパターン判定部と、前記増光判定部および前記パターン判定部の少なくとも一方により前記ベルトが劣化していると判定されたことを条件として、前記ベルトが前記交換時期に達したと判断する交換判断部とを備えることを特徴とする。

[0022] この構成により、設定部が、ベルトの装着当初に光センサで検出された輝度から平均輝度を設定するとともに、平均輝度に所定値を加えて発光閾値を設定する。

[0023] 増光判定部が、動力伝達装置の稼働時のベルトの測光値が発光閾値を超えるか否かを判断する。増光判定部が、ベルトの測光値が発光閾値を超えると判断したことを条件として、ベルトが劣化していると判定する。

[0024] また、パターン判定部が、ベルトが所定の発光パターンとして特定の部分の輝度が周期的に突出するか否かを判断する。ここでの周期的な突出とは、ベルトが一周するうち、同じ部分でパルス波形として突出することを意味する（図6参照）。パターン判定部が、ベルトの特定の部分の輝度が平均輝度に対して周期的に突出すると判断したことを条件として、特定部分の歯布が亀裂していると判断してベルトが劣化していると判定する。

- [0025] 交換判断部は、増光判定部およびパターン判定部の少なくとも一方によりベルトが劣化していると判定されたことを条件として、ベルトが交換時期に達したと判断する。
- [0026] したがって、この動力伝達装置によれば、新品のベルトではベルトの発光量は小さい。そして、ベルトの劣化が進んでベルトが全体的に摩耗したり細くなったときは、ベルトの発光量は全体的に大きくなる。このときは、増光判定部によりベルトが劣化しているか否かが判定される。あるいは、ベルトの劣化が進んで一部の歯が欠けそうになったときは、ベルトの発光パターンは周期的に突出したものとなる。このときは、パターン判定部によりベルトの劣化が判定される。
- [0027] この動力伝達装置によれば、ベルトの劣化を劣化の態様に応じた異なる手法で検出しているので、より高精度にベルトの劣化を検出することができる。
- [0028] 好ましくは、前記駆動側プーリと前記従動側プーリとの間に、前記ベルトを背側から押圧するテンシヨナを備えるとともに、前記光センサは、前記テンシヨナを通過した直後の前記タイミングベルトに対向する位置に配置されること特徴とする。
- [0029] この構成により、ベルトが背側から押圧された直後に光センサにより発光量が検出されるようになる。このため、ベルトの応力の大きいときに発光量が検出されるようになるので、ベルトの発光状態の変化の検出精度が高まる。
- [0030] 好ましくは、前記ベルトの全体を覆って遮光するカバーを備えるとともに、前記カバーは、前記光センサを前記ベルトに対向させて保持する光センサ保持部と、前記ベルトから前記光センサへの光路の領域を除き前記光センサ保持部の周囲の少なくとも一部を取り囲んで設けられる遮光部とを有することを特徴とする。
- [0031] この構成により、カバーがエンジン本体の熱により変形しても光センサ保持部に保持された光センサはカバーの変動に伴って変動するので、光センサ

と遮光部との相対位置はほとんど変わらない。これにより、カバーの変形によりエンジン本体とカバーとの間に隙間が生じて隙間からカバーの内部に外光が侵入しても、光センサは遮光部により遮光されているので、外光のカバーの内部への侵入によるベルトの発光量の検出精度の低下を抑制することができる。

[0032] 好ましくは、前記駆動軸は内燃機関のクランクシャフトであり、前記従動軸はカムシャフトであり、前記ベルトはタイミングベルトであることを特徴とする。

[0033] この構成により、内燃機関のタイミングベルトが交換時期にあるか否かを高精度に判断できるようになる。

発明の効果

[0034] 本発明によれば、ベルトに応力発光材料を含有するとともにベルトの発光量に基づいてベルトの交換時期を判断するので、使用中のベルトの劣化状態を検出してベルトが交換時期にあるか否かを高精度に判断できる動力伝達装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0035] [図1]本発明の実施の形態に係る動力伝達装置を示す概略の正面図である。
[図2]本発明の実施の形態に係る動力伝達装置のエンジンのクランクシャフトとカムシャフトと動力伝達機構とを示す概略の斜視図である。
[図3]本発明の実施の形態に係る動力伝達装置のカバーを切断した状態を示す概略の側面図である。
[図4]本発明の実施の形態に係る動力伝達装置のタイミングベルトを示す一部切断した斜視図である。
[図5]本発明の実施の形態に係る動力伝達装置のタイミングベルトの各種劣化からタイミングベルトが交換時期にあるか否かを判断する手順を示すフローチャートである。
[図6]本発明の実施の形態に係る動力伝達装置のタイミングベルトの回転回数 n とタイミングベルトの輝度との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

- [0036] 以下、本発明の動力伝達装置の実施の形態について、図面を参照して説明する。本実施の形態では、本発明の動力伝達装置を自動車に適用した例を示している。
- [0037] まず、実施の形態に係る動力伝達装置 1 の構成について説明する。この実施形態では、動力伝達装置 1 は自動車 2 に搭載したものである。
- [0038] 図 1 に示すように、自動車 2 は、内燃機関であるエンジン 3 と、交換時期判断部としての ECU (Electronic Control Unit) 4 と、警告装置 5 とを備えている。
- [0039] 図 1 および図 2 に示すように、エンジン 3 は、ピストンが 2 往復する間に吸気行程、圧縮行程、膨張行程および排気行程からなる一連の 4 行程を行う 4 サイクルのガソリンエンジンによって構成されている。
- [0040] エンジン 3 は、直列 4 気筒のガソリンエンジンを採用している。エンジン 3 は、エンジン本体 6 と、エンジン本体 6 に燃焼用空気を供給する図示しない吸気装置と、エンジン本体 6 からの排気を外部に排出する図示しない排気装置とを備えている。エンジン本体 6 は、シリンダブロック 10 と、シリンダブロック 10 の上側に固定されたシリンダヘッド 20 と、シリンダブロック 10 の下側に固定されたオイルパン 30 と、シリンダブロック 10 とシリンダヘッド 20 とオイルパン 30 との前面（以下、単にエンジンブロック前端面と呼ぶ） 6 a の近傍に設けられた動力伝達機構 40 とを備えている。
- [0041] シリンダブロック 10 は、図示しないピストンと、図示しないコネクティングロッドと、駆動軸としてのクランクシャフト 11 とを備えている。ピストンは、シリンダブロック 10 に対して上下方向に往復動可能に設けられている。ピストンは、コネクティングロッドに回転可能に連結されている。コネクティングロッドは、クランクシャフト 11 に回転可能に連結されている。
- [0042] また、エンジン本体 6 では、シリンダブロック 10 とシリンダヘッド 20 とピストンとによって、図示しない燃焼室が形成されている。エンジン 3 は

、燃焼室において燃料と空気との混合気を所望のタイミングで燃焼させることによりピストンを往復動させ、コネクティングロッドを介してクランクシャフト11を回転させるようになっている。

[0043] シリンダヘッド20は、吸気装置の吸気通路と燃焼室とを連通する図示しない吸気ポートと、吸気ポートを開閉する吸気バルブ21と、吸気バルブ21を作動させる従動軸およびカムシャフトとしての吸気カムシャフト22と、燃焼室および排気装置を連通させる図示しない排気ポートと、排気ポートを開閉する排気バルブ23と、排気バルブ23を作動させる従動軸およびカムシャフトとしての排気カムシャフト24とを備えている。

[0044] 吸気カムシャフト22は、吸気カム25を備えるとともにシリンダヘッド20に対して回転可能に設けられている。吸気カム25は、吸気バルブ21の上端に当接されている。吸気カムシャフト22の回転により、吸気カム25が回転して吸気バルブ21を昇降させる。吸気バルブ21は、昇降により吸気ポートと燃焼室との間を開閉し、吸気装置から燃焼室への燃焼用空気の導入を制御するようになっている。

[0045] 排気カムシャフト24は、排気カム26を備えるとともにシリンダヘッド20に対して回転可能に設けられている。排気カム26は、排気バルブ23の上端に当接されている。排気カムシャフト24の回転により、排気カム26が回転して排気バルブ23を昇降させる。排気バルブ23は、昇降により燃焼室と排気ポートとの間を開閉し、燃焼室から排気装置への排気の排出を制御するようになっている。

[0046] 図1～図3に示すように、動力伝達機構40は、駆動側プーリとしてのクランクシャフトプーリ41および補機用プーリ42と、従動側プーリとしての吸気カムシャフトプーリ43および回転位相差可変アクチュエータ44と、従動側プーリとしての排気カムシャフトプーリ45と、ベルトとしてのタイミングベルト46と、テンシヨナ47と、カバー48と、光センサ49とを備えている。

[0047] クランクシャフトプーリ41および補機用プーリ42は、クランクシャフ

ト 1 1 の前端部に取り付けられている。クランクシャフトプーリ 4 1 はカバー 4 8 の内部に配置されるとともに、補機用プーリ 4 2 はカバー 4 8 の外部に配置されている。

[0048] 吸気カムシャフトプーリ 4 3 および回転位相差可変アクチュエータ 4 4 は、吸気カムシャフト 2 2 の前端部に取り付けられている。回転位相差可変アクチュエータ 4 4 は、吸気カムシャフト 2 2 が吸気カムシャフトプーリ 4 3 に対して回転位相差を生ずるように吸気カムシャフト 2 2 を回転させるようになっている。回転位相差可変アクチュエータ 4 4 は、運転状況に応じて、クランクシャフト 1 1 および吸気カムシャフト 2 2 の間の回転位相差を調整するようになっている。なお、図 1 では、回転位相差可変アクチュエータ 4 4 を取り外すことにより、吸気カムシャフトプーリ 4 3 が露出した状態を示している。

[0049] 排気カムシャフトプーリ 4 5 は、排気カムシャフト 2 4 の前端部に取り付けられている。

[0050] タイミングベルト 4 6 は、クランクシャフトプーリ 4 1 と吸気カムシャフトプーリ 4 3 と排気カムシャフトプーリ 4 5 とに巻き掛けられている。タイミングベルト 4 6 によって、クランクシャフトプーリ 4 1 の回転が、吸気カムシャフトプーリ 4 3 および排気カムシャフトプーリ 4 5 に伝達される。

[0051] クランクシャフト 1 1 の回転は、クランクシャフトプーリ 4 1 → タイミングベルト 4 6 → 吸気カムシャフトプーリ 4 3 → 吸気カムシャフト 2 2 → 吸気カム 2 5 → 吸気バルブ 2 1 の経路で伝達され、吸気ポートを開閉するようになっている。

[0052] これと同時に、クランクシャフト 1 1 の回転が、クランクシャフトプーリ 4 1 → タイミングベルト 4 6 → 排気カムシャフトプーリ 4 5 → 排気カムシャフト 2 4 → 排気カム 2 6 → 排気バルブ 2 3 の経路で伝達され、排気ポートを開閉するようになっている。

[0053] 図 4 に示すように、タイミングベルト 4 6 は、ゴム製の歯付きベルトからなり、芯材となる心線 5 1 と、歯側を構成する歯側ゴム 5 2 と、背側を構成

する背側ゴム53と、歯側ゴム52の表面に取り付けられた歯布54とを備えている。歯布54はナイロンおよびアラミド繊維からなる。

[0054] 歯側ゴム52により歯55が形成されている。歯側ゴム52および背側ゴム53には、外力を受けることにより発光する応力発光材料が含有されている。

[0055] ここで、応力発光材料としては、緑色（波長500nm～600nm）の発光を示すユウロピウム添加アルミン酸ストロンチウム（SAOE）が使用されている。粉末状のSAOEが歯側ゴム52および背側ゴム53に含有されている。

[0056] 図1に示すように、テンシヨナ47は、クランクシャフトプーリ41と吸気カムシャフトプーリ43との間でタイミングベルト46を背側から押圧するように配置されている。テンシヨナ47は、テンシヨンローラ61とテンシヨンばね62とを備えている。

[0057] テンシヨンばね62は、テンシヨンローラ61にタイミングベルト46を押圧する付勢力を与えるようになっている。テンシヨンローラ61は、タイミングベルト46の背側からタイミングベルト46を押圧して、タイミングベルト46に適切な張力を与えるようになっている。そして、テンシヨンローラ61の押圧により、タイミングベルト46が吸気カムシャフトプーリ43、排気カムシャフトプーリ45およびクランクシャフトプーリ41から緩んで外れないようになっている。

[0058] また、タイミングベルト46の回転方向は、図中矢印で示すように、クランクシャフトプーリ41からテンシヨナ47→吸気カムシャフトプーリ43→排気カムシャフトプーリ45→クランクシャフトプーリ41の方向になっている。

[0059] 図1および図3に示すように、カバー48は、エンジン本体6のエンジンブロック前端面6aに接するように設けられるとともに、タイミングベルト46の全体を覆って遮光するようになっている。カバー48は、透過性の無いプラスチック製で、カバー本体71と、光センサ49を保持する光センサ

保持部 72 と、光センサ保持部 72 の近傍に設けられた遮光部 73 と、ガスケット 74 とを備えている。

[0060] カバー本体 71 の周端縁は、ガスケット 74 を介してエンジンブロック前端面 6a に接している。これにより、外光が、カバー本体 71 の周端縁とエンジンブロック前端面 6a との間からカバー 48 の内部に入り込まないようにになっている。

[0061] ガスケット 74 は、カバー本体 71 の周端縁によりエンジンブロック前端面 6a に向けて押圧されている。これにより、カバー本体 71 の熱変形によりカバー本体 71 の周端縁がエンジンブロック前端面 6a から多少離れても、ガスケット 74 が弾性変形することにより、カバー本体 71 の周端縁とエンジンブロック前端面 6a との間に隙間が生じないようにになっている。

[0062] 光センサ保持部 72 は、テンシヨナ 47 を通過した直後のタイミングベルト 46 の歯側に対向する位置に設けられている。光センサ保持部 72 は筒状で、その奥部に光センサ 49 を入れて保持する。光センサ保持部 72 は、光センサ 49 の検出方向をタイミングベルト 46 の歯側に向けるようにして光センサ 49 を保持している。

[0063] 遮光部 73 は、タイミングベルト 46 から光センサ 49 への光路の領域を除き、光センサ保持部 72 の周囲の少なくとも一部を取り囲んで設けられる。ここでは、遮光部 73 は、光センサ 49 の背後に設けられた背板 73a と、光センサ 49 と吸気カムシャフトプーリ 43 との間に設けられた側板 73b とを備えるようにしている。

[0064] 光センサ 49 は、フォトダイオードからなるものとしている。この光センサ 49 は測光量としてタイミングベルト 46 の歯側の輝度 ($\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$) を検出する。フォトダイオードは、pn 接合もしくは pin 構造を有する。この pn 接合もしくは pin 構造に十分なエネルギーを持った光子が入射することにより、電子が励起されて電流 (A) が発生するようになっている。この電流は後述する ECU 4 に入力される。これにより、タイミングベルト 46 で発せられた光は、ECU 4 において電流として処理される。

- [0065] ECU 4は、中央演算処理装置としてのCPU (Central Processing Unit) と、固定されたデータの記憶を行うROM (Read Only Memory) と、一時的にデータを記憶するRAM (Random Access Memory) と、書き換え可能な不揮発性のメモリからなるEEPROM (Electrically Erasable and Programmable Read Only Memory) および入出力インターフェース回路を備えている。
- [0066] ECU 4は、光センサ49や、図示しないクランクセンサなどの各種のセンサに接続されている。ECU 4のROMには、タイミングベルト46の交換判断プログラムなどの各種の判断に必要なプログラムやデータが記憶されている。
- [0067] クランクポジションセンサは、クランクシャフト11の回転数 (rpm) を検出して、検出した回転数に応じた検出信号をECU 4に出力するようになっている。また、ECU 4は、予め設定したクランクシャフトプーリ41の歯数 T_p (枚) と、タイミングベルト46の歯数 T_b (枚) と、クランクポジションセンサから出力された検出信号が表すクランクシャフト11の回転数 N_c (rpm) と、計測時間 T (min) とから、タイミングベルト46の回転回数 n (回転) $= N_c \times T \times (T_p / T_b)$ を算出するようになっている。
- [0068] ECU 4は、劣化—交換判断部80を備えている。劣化—交換判断部80は、タイミングベルト46の輝度が所定の発光閾値87を超えるかまたはタイミングベルト46の輝度が所定の発光パターンで変化するかの少なくとも一方であるときに、タイミングベルト46が劣化していると判断するとともに交換時期に達したと判断する。劣化—交換判断部80は、設定部81と、増光判定部82と、パターン判定部83と、交換判断部84とを備えている。
- [0069] 図6に示すように、設定部81は、タイミングベルト46の装着当初に光センサ49で検出された輝度の測光値85に基づき平均測光値86を設定す

るとともに、平均測光値 86 に実験的に定められた所定の輝度値を加えて発光閾値 87 を設定するようになっている。

[0070] 増光判定部 82 は、タイミングベルト 46 の測光値 85 が発光閾値 87 を超えるときに、タイミングベルト 46 が劣化していると判定するようになっている。

[0071] パターン判定部 83 は、タイミングベルト 46 の輝度が所定の発光パターンで変化することで、タイミングベルト 46 の特定の部分の歯布 54 が亀裂していると判断してタイミングベルト 46 が劣化していると判定するようになっている。ここでの所定の発光パターンは、タイミングベルト 46 の特定の部分の測光値 85 が、タイミングベルト 46 の一周ごとに周期的にパルス波形 88 を形成して突出するものとしている。

[0072] 交換判断部 84 は、増光判定部 82 およびパターン判定部 83 の少なくとも一方によりタイミングベルト 46 が劣化していると判定されたときに、タイミングベルト 46 が交換時期に達したと判断するようになっている。

[0073] 警告装置 5 は、ECU 4 に接続されている。警告装置 5 は、交換判断部 84 によりタイミングベルト 46 が交換時期に達したと判断された場合に、運転者にタイミングベルト 46 の交換を促す警告を与えるようになっている。警告装置 5 としては、例えば、運転席に設けられた警告ランプや警告ブザーなどを採用することができる。

[0074] ここで、本実施の形態のクランクシャフトプーリ 41 と、吸気カムシャフトプーリ 43 と、排気カムシャフトプーリ 45 と、タイミングベルト 46 と、カバー 48 と、光センサ 49 と、ECU 4 とは、本発明に係る動力伝達装置を構成している。

[0075] 次に、本実施の形態における動力伝達装置 1 の動作について、図 5 に示すフローチャートを参照して説明する。

[0076] 図 5 に示すフローチャートは、ECU 4 の CPU によって、RAM を作業領域として実行されるタイミングベルト 46 の交換判断プログラムの実行内容を表す。また、この処理は、ECU 4 の CPU によって、イグニッション

のオンからオフまでの間に予め定められた時間間隔で実行されるようになっている。

- [0077] ここでの時間間隔は、車種やエンジン 3、タイミングベルト 4 6 の設定諸元によって適宜選択される。この時間間隔が長すぎると判断の精度が低下する虞があり、短すぎると処理が煩雑になることがあるので、これらの条件から時間間隔を適宜設定するようにする。
- [0078] タイミングベルト 4 6 の装着後に初めてエンジン 3 が始動されると（ステップ S 1 1）、クランクシャフト 1 1 の回転に伴ってタイミングベルト 4 6 が回転する。回転によってタイミングベルト 4 6 に張力が作用する。この張力により、タイミングベルト 4 6 に応力が発生する。この応力により、タイミングベルト 4 6 の歯側ゴム 5 2 および背側ゴム 5 3 に含有される応力発光材料に外力が作用し、応力発光材料が発光する。
- [0079] タイミングベルト 4 6 の歯側ゴム 5 2 および背側ゴム 5 3 から発せられた光は、輝度を弱めながら歯布 5 4 を透過する。歯布 5 4 を透過した光は、光センサ 4 9 により受光されて電流（A）の電気信号に変換される。光センサ 4 9 からの電気信号は ECU 4 に入力される。なお、本フローチャートの以下の説明において、測光値の各種の処理は、実際には ECU 4 の中での電流の処理として行うものとしている。
- [0080] タイミングベルト 4 6 の輝度は、応力発光材料の密度などにより部位によって多少異なる。このため、例えば図 6 に示すように、タイミングベルト 4 6 の輝度の測光値 8 5 には、タイミングベルト 4 6 の 1 回転ごとに周期的な波がみられる。
- [0081] 図 5 および図 6 に示すように、ECU 4 は、設定部 8 1 において、タイミングベルト 4 6 の輝度の測光値 8 5 の平均値を算出して平均測光値 8 6 として設定する（ステップ S 1 2）。
- [0082] ECU 4 は、設定部 8 1 において、測光値 8 5 の平均測光値 8 6 に対して所定の輝度値を加えて劣化閾値 8 7 を設定する（ステップ S 1 3）。劣化閾値 8 7 は、タイミングベルト 4 6 の輝度の測光値 8 5 がそれを超えたら交換

警告を出すべき程度にタイミングベルト46が劣化しているという値である。

- [0083] 上述したステップS12およびステップS13は、タイミングベルト46の装着直後に1回だけ行う工程である。このため、タイミングベルト46を交換するまでは、次にエンジン3を始動したときにステップS12およびステップS13をスキップするようにする。
- [0084] エンジン3の稼働中は、光センサ49およびECU4により、タイミングベルト46の輝度の測定が常時行われる（ステップS14）。
- [0085] ここで、タイミングベルト46が長期間使用されると、例えば、タイミングベルト46は張力に対して伸びやすくなったり、あるいは伸びなくても薄くまたは細くなって大きな応力を生ずるようになることがあり、これらの場合はタイミングベルト46の長期間の使用前に比べてタイミングベルト46の発光量が大きくなる。
- [0086] あるいは、タイミングベルト46の長期間の使用により歯布54が摩耗して薄くなり、歯側ゴム52および背側ゴム53から発せられた光が歯布54を十分に透過するようになり、タイミングベルト46の発光量が大きくなる。このため、タイミングベルト46の劣化の検出のために、輝度の測光値85が劣化閾値87を超えたか否かを判断することが望ましい。
- [0087] そこで、ECU4は、増光判定部82において、タイミングベルト46の輝度の測光値85が劣化閾値87より小さいかを判断する（ステップS15）。ECU4が、増光判定部82において、タイミングベルト46の輝度の測光値85の少なくとも一部が劣化閾値87を超えると判断したときに（ステップS15；NO）、タイミングベルト46が劣化していると判定する。
- [0088] 増光判定部82においてタイミングベルト46が劣化していると判定されたことにより、ECU4が交換判断部84においてタイミングベルト46が交換時期に達したと判断する。これにより、警告装置5がタイミングベルト46の交換を促す警告を発する（ステップ17）。
- [0089] また、タイミングベルト46の長期間の使用により、歯側ゴム52の歯5

5の歯元が伸びたり歯元に亀裂が入り歯55が欠けそうになって、歯布54に亀裂が入ることがある。歯布54に亀裂が入ると、当該部分ではタイミングベルト46の輝度が局部的かつ毎回転ごと周期的に上昇してパルス波形88を生ずる。このため、タイミングベルト46の劣化の検出のために、タイミングベルト46の輝度の周期的な突出であるパルス波形88を検出することが望ましい。

[0090] そこで、ECU4が、輝度の測光値85の全域が劣化閾値87以下であると判断した場合は（ステップS15；YES）、パターン判定部83において輝度の測光値85に周期的なパルス波形88があるかを判断する（ステップS16）。

[0091] ECU4が、パターン判定部83において、輝度の測光値85に周期的なパルス波形88があると判断したときに（ステップS16；YES）、タイミングベルト46の特定部分の歯布54が亀裂してタイミングベルト46が劣化していると判定する。

[0092] パターン判定部83においてタイミングベルト46が劣化していると判定されたことにより、ECU4が交換判断部84においてタイミングベルト46が交換時期に達したと判断する。これにより、警告装置5がタイミングベルト46の交換を促す警告を発する（ステップ17）。

[0093] 一方、ECU4が、パターン判定部83において輝度の測光値85に周期的なパルス波形88が無いと判断したときは（ステップS16；NO）、タイミングベルト46は交換する程には劣化していないと判断して、再度、光センサ49およびECU4により、タイミングベルト46の輝度の測定が行われる（ステップS14）。

[0094] 以上のように、本実施の形態に係る動力伝達装置1によれば、タイミングベルト46の発光量や発光パターンに基づいて、タイミングベルト46が交換時期にあるか否かを直接判断することができる。このため、タイミングベルト46の状態を直接検出しているので、従来のようにタイミングベルト46の状態を測定することなくエンジン3の回転数および運転時間に基づいて

タイミングベルト４６の交換時期を判断する場合に比べ、タイミングベルト４６の交換時期の判断の精度を高くすることができる。

[0095] また、パターン判定部８３は、タイミングベルト４６の歯布５４の亀裂を検出することにより歯５５の歯元の伸びや亀裂を検出することができるので、タイミングベルト４６の歯欠けを事前に予知することができる。

[0096] さらに、光センサ４９が、テンショナ４７を通過した直後のタイミングベルト４６の歯側に対向する位置に設けられている。タイミングベルト４６はテンショナ４７により背側を内側にして曲げられるので、テンショナ４７を通過した直後は歯５５が最も欠けやすい位置となる。このため、タイミングベルト４６の歯５５が最も欠けやすい位置で輝度が検出されるようになるので、タイミングベルト４６の劣化の検出精度を高めることができる。

[0097] また、光センサ４９は筒状の光センサ保持部７２の奥部に内蔵されているので、光センサ４９が外光を誤検出することを抑制することができる。さらに、光センサ４９の周囲には遮光部７３が設けられているので、光センサ４９が外光を誤検出することをより抑制することができる。

[0098] また、光センサ４９がカバー本体７１に一体化された光センサ保持部７２により保持されているので、カバー４８がエンジン本体６の熱により変形しても光センサ４９はカバー４８の変動に伴って変動するようになる。このため、光センサ４９と遮光部７３との相対位置はほとんど変わらない。

[0099] これにより、カバー４８の変形によりエンジンブロック前端面６aとカバー４８との間に隙間が生じて隙間からカバー４８の内部に外光が侵入しても、光センサ４９は遮光部７３により遮光されているので、タイミングベルト４６の輝度の検出精度の低下を抑制することができる。

[0100] 上述した本実施の形態の動力伝達装置１においては、図１に示すように、光センサ４９はテンショナ４７を通過した直後のタイミングベルト４６の歯側に対向する位置に配置されているが、本発明に係る動力伝達装置においては、これに限られず、例えば光センサ４９は他の位置に配置されるようにできる。

- [0101] 例えば、テンショナ 47 と吸気カムシャフトプーリ 43 との間の吸気カムシャフトプーリ 43 の近傍に光センサ 31 を設けるようにしたり、または、吸気カムシャフトプーリ 43 と排気カムシャフトプーリ 45 との間に光センサ 32 を設けるようにしたり、あるいは、排気カムシャフトプーリ 45 とクランクシャフトプーリ 41 との間に光センサ 33 を設けるようにすることができる。
- [0102] また、上述した本実施の形態の動力伝達装置 1 においては、光センサ 49 はカバー 48 の光センサ保持部 72 に保持されているが、本発明に係る動力伝達装置においては、これに限られず、例えば光センサ 49 はエンジンブロック前端面 6a の面上に固定されるようにできる。
- [0103] また、上述した本実施の形態の動力伝達装置 1 においては、光センサ 49 はタイミングベルト 46 の歯側を向いて配置されているが、本発明に係る動力伝達装置においては、これに限られず、例えば光センサ 49 はタイミングベルト 46 の背側を向いて配置されるようにできる。
- [0104] また、上述した本実施の形態の動力伝達装置 1 においては、タイミングベルト 46 の歯側ゴム 52 および背側ゴム 53 の両方に応力発光材料が含有されているが、本発明に係る動力伝達装置においては、これに限られず、応力発光材料は少なくとも光センサ 49 が輝度を検出する側のゴムに含有されていけばよい。
- [0105] すなわち、例えば、光センサ 49 がタイミングベルト 46 の歯側から輝度を検出する場合は、応力発光材料は少なくとも歯側ゴム 52 に含有されていけばよく、また、光センサ 49 がタイミングベルト 46 の背側から輝度を検出する場合は、応力発光材料は少なくとも背側ゴム 53 に含有されていけばよい。
- [0106] また、上述した本実施の形態の動力伝達装置 1 においては、応力発光材料としてユウロピウム添加アルミン酸ストロンチウムを使用しているが、本発明に係る動力伝達装置においては、これに限られず、応力発光材料としてマンガンを発光中心として添加した硫化亜鉛 (ZnS : Mn) を使用すること

ができる。この場合、タイミングベルト４６は黄橙色に発光するようになる。

[0107] また、上述した本実施の形態の動力伝達装置１においては、ベルトとして歯付きベルトを使用しているが、本発明に係る動力伝達装置においては、これに限られず、平ベルトやＶベルトなど、他の種類のベルトとすることができる。

[0108] また、上述した本実施の形態の動力伝達装置１においては、図３に示すように、カバー本体７１の周端縁とエンジンブロック前端面６aとの間にガスケット７４を設けているが、本発明に係る動力伝達装置においては、これに限られず、ガスケット７４を利用せずに、例えばエンジンブロック前端面６aとカバー本体７１の周端縁とが所謂インロー構造として組み合わせることができる。

[0109] この場合、例えば、エンジンブロック前端面６aにカバー本体７１の熱変形量よりも深い溝を形成し、カバー本体７１の周端縁を溝の底部までを挿入するようにできる。これにより、カバー本体７１が熱変形を生じてもカバー本体７１の周端縁は溝から出ないので、カバー４８の内部に外光が入り込むことを防止できる。

[0110] また、上述した本実施の形態の動力伝達装置１においては、エンジン本体６の前部にカバー４８を設けているが、本発明に係る動力伝達装置においては、これに限られず、例えば、エンジンルーム内が十分に遮光されるとともにタイミングベルト４６の輝度が光センサ４９により十分に検出可能である場合はカバー４８を省略することができる。

[0111] また、上述した本実施の形態の動力伝達装置１においては、光センサ４９としてフォトダイオードを用いているが、本発明に係る動力伝達装置においては、これに限られず、例えば、その他の光起電力効果を利用した光センサを用いることができる。光起電力効果を利用した光センサとしては、例えば、フォトトランジスタ、フォトＩＣ、太陽電池などが挙げられる。

[0112] また、光起電力効果を利用した光センサにも限られず、ＣｄＳ（硫化カド

ミウム)セル、CdSe(セレン化カドミウム)セル、PbS(硫化鉛)セルなどの光導電効果を利用した光センサや、光導管、光電子増倍管(フォトマル)などの光電子放出効果を利用した光センサを用いてもよい。

[0113] また、上述した本実施の形態の動力伝達装置1においては、エンジン3として直列4気筒のエンジンを採用したが、本発明に係る動力伝達装置においては、これに限られず、例えば、直列6気筒エンジン、V型6気筒エンジン、V型12気筒エンジン、水平対向6気筒エンジンなどの種々の型式のエンジンを採用することができる。

[0114] また、上述した本実施の形態の動力伝達装置1においては、エンジン3としてガソリンを燃料とするエンジンを採用したが、本発明に係る動力伝達装置においては、これに限られず、例えば、軽油などの炭化水素系の燃料や、エタノールなどのアルコールとガソリンとを混合したアルコール燃料を燃料とするエンジンとすることができる。

[0115] また、上述した本実施の形態の動力伝達装置1においては、動力伝達装置1を自動車2のエンジン3に使用したが、本発明に係る動力伝達装置においては、これに限られず、駆動側プーリおよび従動側プーリに掛け回されたベルトにより駆動側プーリから従動側プーリに動力を伝達する動力伝達装置の全般に適用することができる。

[0116] 以上説明したように、本発明に係る動力伝達装置は、駆動側プーリおよび従動側プーリに掛け回されたベルトの交換時期を検出する場合に好適な動力伝達装置全般に有用である。

符号の説明

- [0117] 1 動力伝達装置
2 自動車
3 エンジン(内燃機関)
4 ECU(交換時期判断部、劣化-交換判断部、設定部、増光判定部、パターン判定部、交換判断部、測光値、平均測光値、発光閾値)
5 警告装置

- 6 エンジン本体
 - 1 1 クランクシャフト（駆動軸）
 - 2 2 吸気カムシャフト（従動軸、カムシャフト）
 - 2 4 排気カムシャフト（従動軸、カムシャフト）
 - 3 1 光センサ
 - 3 2 光センサ
 - 3 3 光センサ
 - 4 1 クランクシャフトプーリ（駆動側プーリ）
 - 4 3 吸気カムシャフトプーリ（従動側プーリ）
 - 4 5 排気カムシャフトプーリ（従動側プーリ）
 - 4 6 タイミングベルト（ベルト）
 - 4 7 テンショナ
 - 4 8 カバー
 - 4 9 光センサ
 - 5 4 歯布
 - 7 2 光センサ保持部
 - 7 3 遮光部
 - 8 0 劣化—交換判断部
 - 8 1 設定部
 - 8 2 増光判定部
 - 8 3 パターン判定部
 - 8 4 交換判断部
 - 8 5 測光値
 - 8 6 平均測光値
 - 8 7 劣化閾値
 - 8 8 パルス波形（突出）

請求の範囲

- [請求項1] 駆動軸に設けられた駆動側プーリと、従動軸に設けられた従動側プーリと、前記駆動側プーリおよび前記従動側プーリに掛け回されたベルトとを備えた動力伝達装置において、
- 前記ベルトは、外力を受けることにより発光する応力発光材料を含有し、
- 前記ベルトに対向して配置されるとともに前記ベルトの測光を行う光センサと、
- 前記光センサで検出された測光値に基づいて、前記ベルトが劣化しているか否かを判断するとともに、前記ベルトが劣化していると判断したことを条件として前記ベルトが交換時期に達したと判断する交換時期判断部とを備えることを特徴とする動力伝達装置。
- [請求項2] 前記交換時期判断部は、前記測光値が所定の発光閾値を超えるかまたは前記測光値が所定の発光パターンで変化するかの少なくとも一方であることを条件として、前記ベルトが劣化していると判断するとともに前記交換時期に達したと判断する劣化—交換判断部を備えることを特徴とする請求項1に記載の動力伝達装置。
- [請求項3] 前記ベルトは、歯付きベルトであるとともに歯面側に設けられた歯布を有し、
- 前記光センサは前記ベルトの前記歯布側に対向して配置され、
- 前記劣化—交換判断部は、
- 前記ベルトの装着当初に前記光センサで検出された前記測光値に基づき平均測光値を設定するとともに、前記平均測光値に所定値を加えて前記発光閾値を設定する設定部と、
- 前記ベルトの前記測光値が前記発光閾値を超えることを条件として、前記ベルトが劣化していると判定する増光判定部と、
- 前記発光パターンは前記ベルトの特定の部分の前記測光値が周期的に突出するものであるとともに、

前記測光値が前記発光パターンで変化することを条件として、前記特定の部分の前記歯布が亀裂していると判断して前記ベルトが劣化していると判定するパターン判定部と、

前記増光判定部および前記パターン判定部の少なくとも一方により前記ベルトが劣化していると判定されたことを条件として、前記ベルトが前記交換時期に達したと判断する交換判断部とを備えることを特徴とする請求項 2 に記載の動力伝達装置。

[請求項4] 前記駆動側プーリと前記従動側プーリとの間に、前記ベルトを背側から押圧するテンシヨナを備えるとともに、

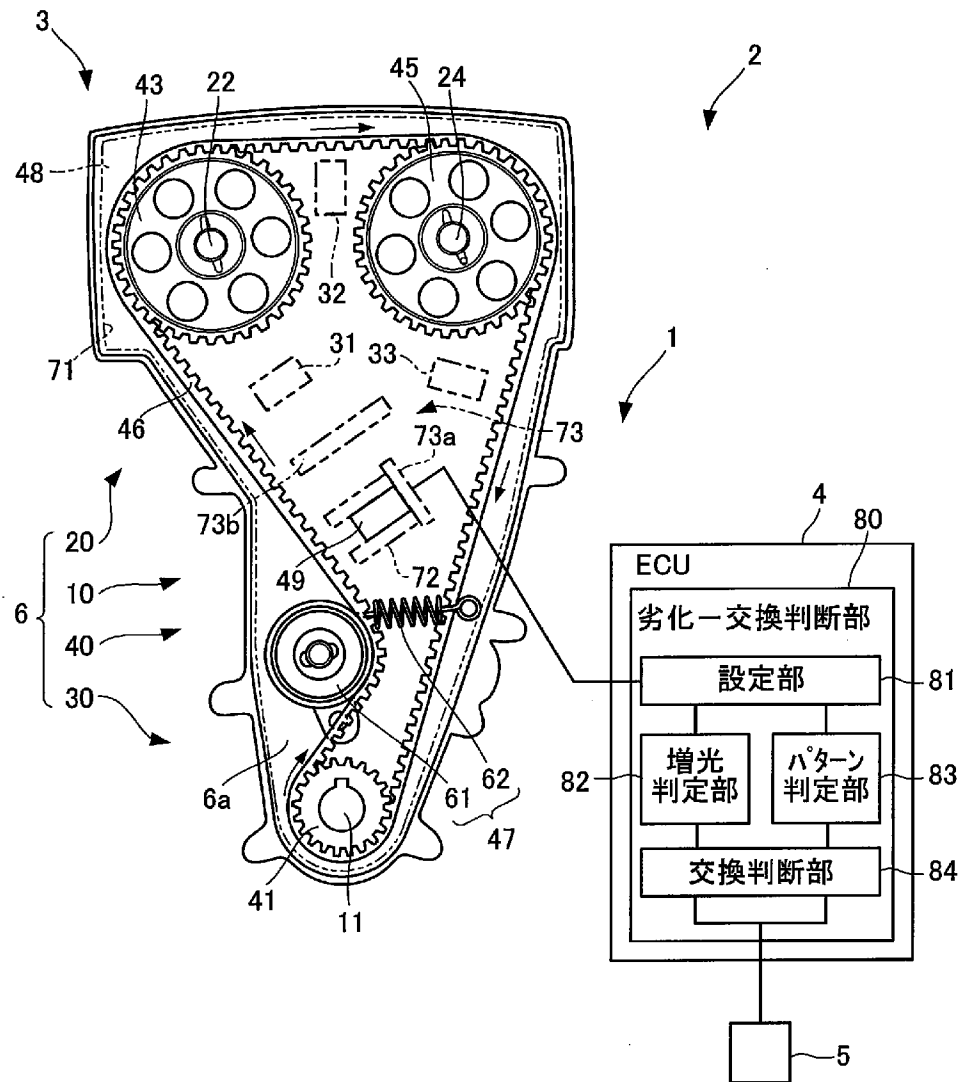
前記光センサは、前記テンシヨナを通過した直後の前記タイミングベルトに対向する位置に配置されること特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 の請求項に記載の動力伝達装置。

[請求項5] 前記ベルトの全体を覆って遮光するカバーを備えるとともに、

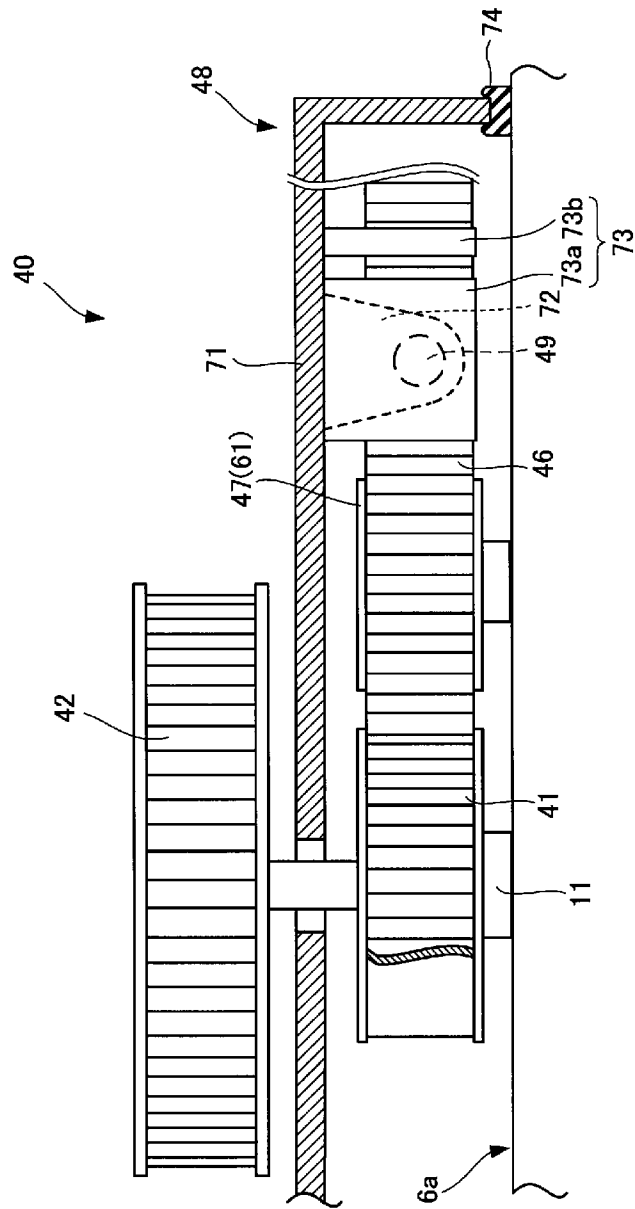
前記カバーは、前記光センサを前記ベルトに対向させて保持する光センサ保持部と、前記ベルトから前記光センサへの光路の領域を除き前記光センサ保持部の周囲の少なくとも一部を取り囲んで設けられる遮光部とを有することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 の請求項に記載の動力伝達装置。

[請求項6] 前記駆動軸は内燃機関のクランクシャフトであり、前記従動軸はカムシャフトであり、前記ベルトはタイミングベルトであることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか 1 の請求項に記載の動力伝達装置。

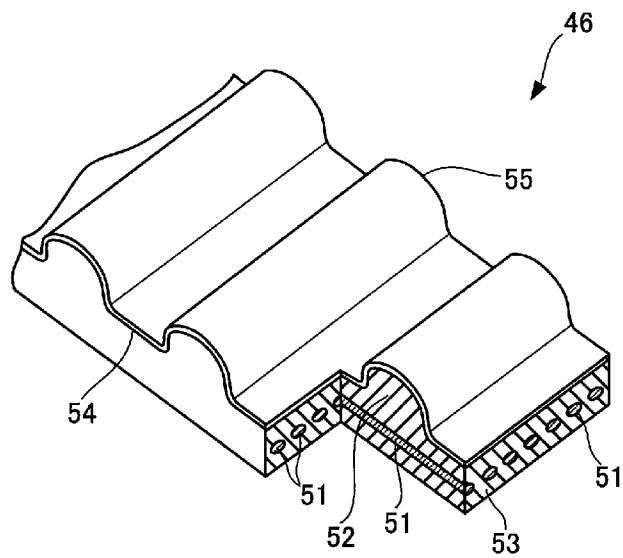
[図1]



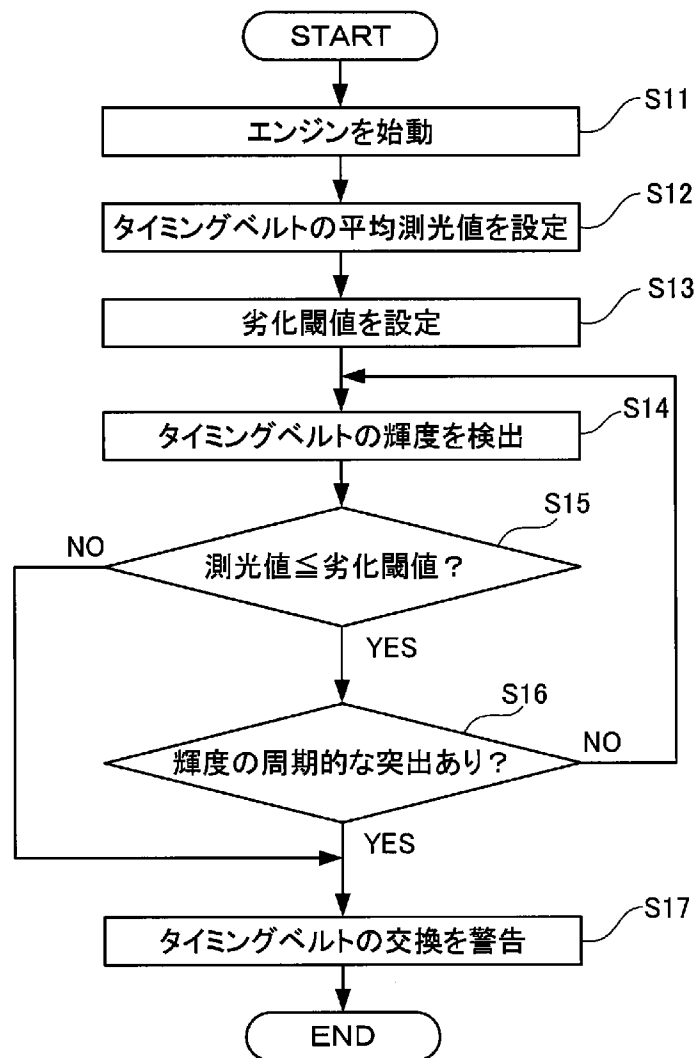
[図3]



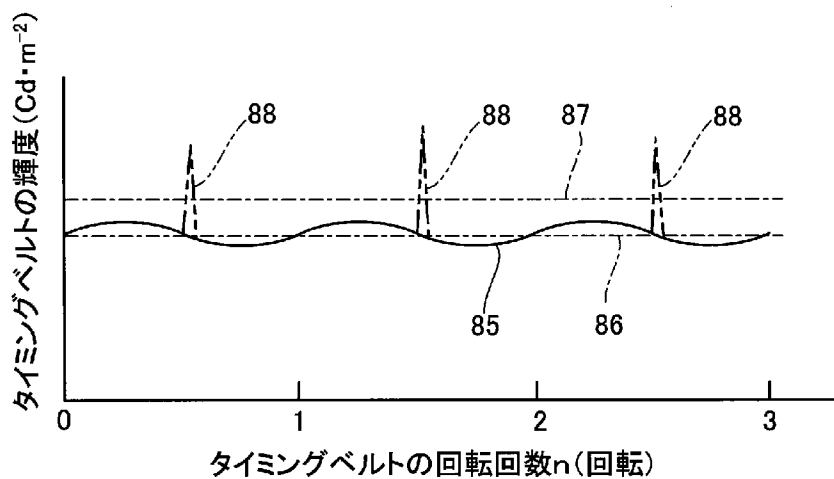
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/001430

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01M13/02 (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)

G01M13/02

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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.
X Y A	JP 2004-196916 A (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), 15 July 2004 (15.07.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1, 2 4-6 3
Y	JP 2009-531604 A (Lipowski, MATS), 03 September 2009 (03.09.2009), entire text; all drawings & EP 2005136 A & WO 2007/109896 A1 & CA 2644638 A & KR 10-2009-0009196 A & CN 101443644 A & RU 2008142853 A	4-6

 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
04 April, 2011 (04.04.11)Date of mailing of the international search report
12 April, 2011 (12.04.11)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/001430

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 2005-201408 A (Gates Unitta Asia Co.), 28 July 2005 (28.07.2005), entire text; all drawings (Family: none)	3
A	JP 2005-227207 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 25 August 2005 (25.08.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01M13/02(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. G01M13/02

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	1971-2011年
日本国実用新案登録公報	1996-2011年
日本国登録実用新案公報	1994-2011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
X Y A	JP 2004-196916 A (独立行政法人産業技術総合研究所) 2004.07.15, 全文,全図 (ファミリーなし)	1, 2 4-6 3
Y	JP 2009-531604 A (リボウスキー, マット) 2009.09.03, 全文, 全図 & EP 2005136 A & WO 2007/109896 A1 & CA 2644638 A & KR 10-2009-0009196 A & CN 101443644 A & RU 2008142853 A	4-6

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、一般的な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

04.04.2011

国際調査報告の発送日

12.04.2011

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)

福田 裕司

2J

9109

電話番号 03-3581-1101 内線 3252

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 2005-201408 A (ゲイツ・ユニッタ・アジア株式会社) 2005.07.28 全文, 全図 (ファミリーなし)	3
A	JP 2005-227207 A (富士ゼロックス株式会社) 2005.08.25 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6