

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5451605号
(P5451605)

(45) 発行日 平成26年3月26日 (2014. 3. 26)

(24) 登録日 平成26年1月10日 (2014. 1. 10)

(51) Int. Cl. F I
F 1 6 H 55/30 (2006. 01) F 1 6 H 55/30 C
F 1 6 H 7/06 (2006. 01) F 1 6 H 7/06

請求項の数 24 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2010-513178 (P2010-513178)	(73) 特許権者	500124378
(86) (22) 出願日	平成19年6月20日 (2007. 6. 20)		ボグワーナー インコーポレーテッド
(65) 公表番号	特表2010-530515 (P2010-530515A)		アメリカ合衆国 ミシガン州 48326-
(43) 公表日	平成22年9月9日 (2010. 9. 9)		2872, オーバーン・ヒルズ, ハムリン
(86) 国際出願番号	PCT/US2007/071682		・ロード 3850
(87) 国際公開番号	W02008/156483	(74) 代理人	100093861
(87) 国際公開日	平成20年12月24日 (2008. 12. 24)		弁理士 大賀 真司
審査請求日	平成22年1月19日 (2010. 1. 19)	(74) 代理人	100129218
			弁理士 百本 宏之
		(72) 発明者	ケビン・ビー・トッド
			アメリカ合衆国 ニューヨーク州 130
			68 フリービル オーシャン・ドライブ
			7
		審査官	堀内 亮吾

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半径方向の変化とスプロケット巻き付けとを組み合わせた共振緊張力低減スプロケット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも2つのスプロケットを有するチェーン及びスプロケットシステムであって、前記2つのスプロケットのうちの1つであって、ピッチ半径の少なくとも1つのパターンを有する少なくとも1つのランダムスプロケットと、

次式によって定義される範囲内の平均巻き付け角で、前記少なくとも1つのランダムスプロケットに結合されるチェーンと、

を含み、

平均巻き付け角 = $360N / \text{次数} \pm 120 / \text{次数}$ 、

ここで、 $N = 1, 2, \dots$ 次数 - 1、及び次数は、前記チェーン及び/又は前記スプロケットの外側に生じる緊張力の事象の結果としてのスプロケット次数を意味し、

前記スプロケットが共振状態において動作するチェーンで作動されるストレートスプロケットである場合に対し、共振状態においてチェーンで作動されるときに、

前記スプロケット次数、前記次数に関連している前記巻き付け角、及び前記ピッチ半径の前記少なくとも1つのパターンの繰り返しは、前記チェーン及びスプロケットシステムの全体の緊張力ならびにチェーンノイズが、共振状態において低減されるよう、前記チェーンの低次の緊張力を低減するために選択され、

前記ピッチ半径の前記少なくとも1つのパターンは、チェーン緊張力が低減される前記スプロケットの少なくとも1つの次数と等しい回数だけ前記スプロケットの周りで繰り返される、

チェーン及びsprocketシステム。

【請求項 2】

前記sprocketの周りで繰り返される前記ピッチ半径の前記パターンが、最小ピッチ半径から最大ピッチ半径に上昇し、次に最大ピッチ半径から最小ピッチ半径に下降する、請求項 1 に記載のチェーン及びsprocketシステム。

【請求項 3】

前記チェーン及びsprocketシステムが 2 ~ 8 の次数を有する、請求項 1 に記載のチェーン及びsprocketシステム。

【請求項 4】

前記ランダムsprocketが第 2 の次数のパターンを有し、 $90^\circ \pm 30^\circ$ 及び $270^\circ \pm 30^\circ$ からなる群から選択される巻き付け角が使用されない、請求項 1 に記載のチェーン及びsprocketシステム。 10

【請求項 5】

前記ランダムsprocketが第 3 の次数のパターンを有し、 $60^\circ \pm 20^\circ$ 、 $180^\circ \pm 20^\circ$ 及び $300^\circ \pm 20^\circ$ からなる群から選択される巻き付け角が使用されない、請求項 1 に記載のチェーン及びsprocketシステム。

【請求項 6】

前記ランダムsprocketが第 4 の次数のパターンを有し、 $45^\circ \pm 15^\circ$ 、 $135^\circ \pm 15^\circ$ 、 $225^\circ \pm 15^\circ$ 及び $315^\circ \pm 15^\circ$ からなる群から選択される巻き付け角が使用されない、請求項 1 に記載のチェーン及びsprocketシステム。 20

【請求項 7】

前記ランダムsprocketが第 5 の次数のパターンを有し、 $36^\circ \pm 12^\circ$ 、 $100^\circ \pm 12^\circ$ 、 $164^\circ \pm 12^\circ$ 、 $228^\circ \pm 12^\circ$ 及び $292^\circ \pm 12^\circ$ からなる群から選択される巻き付け角が使用されない、請求項 1 に記載のチェーン及びsprocketシステム。

【請求項 8】

前記ランダムsprocketが第 6 の次数のパターンを有し、 $30^\circ \pm 10^\circ$ 、 $90^\circ \pm 10^\circ$ 、 $150^\circ \pm 10^\circ$ 、 $210^\circ \pm 10^\circ$ 、 $270^\circ \pm 10^\circ$ 及び $330^\circ \pm 10^\circ$ からなる群から選択される巻き付け角が使用されない、請求項 1 に記載のチェーン及びsprocketシステム。 30

【請求項 9】

前記ランダムsprocketが第 7 の次数のパターンを有し、 $55.7^\circ \pm 8.6^\circ$ 、 $77.1^\circ \pm 8.6^\circ$ 、 $128.6^\circ \pm 8.6^\circ$ 、 $180^\circ \pm 8.6^\circ$ 、 $231.4^\circ \pm 8.6^\circ$ 、 $282.9^\circ \pm 8.6^\circ$ 及び $334.3^\circ \pm 8.6^\circ$ からなる群から選択される巻き付け角が使用されない、請求項 1 に記載のチェーン及びsprocketシステム。

【請求項 10】

前記ランダムsprocketが第 8 の次数のパターンを有し、 $22.5^\circ \pm 7.5^\circ$ 、 $67.5^\circ \pm 7.5^\circ$ 、 $112.5^\circ \pm 7.5^\circ$ 、 $157.5^\circ \pm 7.5^\circ$ 、 $202.5^\circ \pm 7.5^\circ$ 、 $247.5^\circ \pm 7.5^\circ$ 、 $292.5^\circ \pm 7.5^\circ$ 及び $337.5^\circ \pm 7.5^\circ$ からなる群から選択される巻き付け角が使用されない、請求項 1 に記載のチェーン及びsprocketシステム。 40

【請求項 11】

少なくとも 2 つのsprocketを有するチェーン及びsprocketドライブシステムであって、

前記 2 つのsprocketのうちの 1 つであって、ピッチ半径の少なくとも 1 つのパターンを有する少なくとも 1 つのランダムsprocketと、

次式によって定義される範囲内の平均巻き付け角で、前記少なくとも 1 つのランダムsprocketに結合されるチェーンと、

を含み、

平均巻き付け角 = $360N / \text{次数} \pm 120 / \text{次数}$ 、

ここで、 $N = 1, 2, \dots$ 次数 - 1、及び次数は、前記チェーン及び/又はスプロケットの外側に生じる緊張力の事象の結果としてのスプロケット次数を意味し、

前記ランダムスプロケットと噛み合う歯を有する前記チェーンのリンクの隣接するリンクピン軸の間の距離が一定であり、

前記スプロケットが共振状態において動作するチェーンで作動されるストレートスプロケットである場合に対し、共振状態においてチェーンで作動されるときに、

前記スプロケット次数、前記次数に関連している前記巻き付け角、及び前記ピッチ半径の前記少なくとも1つのパターンの繰り返しは、前記チェーン及びスプロケットシステムの全体の緊張力ならびにチェーンノイズが、共振状態において低減されるよう、前記チェーンの低次の緊張力を低減するために選択され、

10

前記ピッチ半径の前記少なくとも1つのパターンは、チェーン緊張力が低減される前記スプロケットの少なくとも1つの次数と等しい回数だけ前記スプロケットの周りで繰り返され、前記パターンは、少なくとも最小ピッチ半径、少なくとも最大ピッチ半径、及びそれらの間の少なくとも1つの中間ピッチ半径を備え、前記最小ピッチ半径、前記最大ピッチ半径及び前記中間ピッチ半径は、前記スプロケットの回転毎に連続的に少なくとも2回繰り返す、

チェーン及びスプロケットドライブシステム。

【請求項12】

前記スプロケットの周りで繰り返されるピッチ半径の前記パターンが、最小ピッチ半径から最大ピッチ半径に上昇し、次に最大ピッチ半径から最小ピッチ半径に下降する、請求項11に記載のチェーン及びスプロケットドライブシステム。

20

【請求項13】

前記チェーン及びスプロケットドライブシステムが2～8の次数を有する、請求項11に記載のチェーン及びスプロケットドライブシステム。

【請求項14】

前記ランダムスプロケットが第2の次数のパターンを有し、 $90^\circ \pm 30^\circ$ 及び $270^\circ \pm 30^\circ$ からなる群から選択される巻き付け角が使用されない、請求項11に記載のチェーン及びスプロケットドライブシステム。

【請求項15】

前記ランダムスプロケットが第3の次数のパターンを有し、 $60^\circ \pm 20^\circ$ 、 $180^\circ \pm 20^\circ$ 及び $300^\circ \pm 20^\circ$ からなる群から選択される巻き付け角が使用されない、請求項11に記載のチェーン及びスプロケットドライブシステム。

30

【請求項16】

前記ランダムスプロケットが第4の次数のパターンを有し、 $45^\circ \pm 15^\circ$ 、 $135^\circ \pm 15^\circ$ 、 $225^\circ \pm 15^\circ$ 及び $315^\circ \pm 15^\circ$ からなる群から選択される巻き付け角が使用されない、請求項11に記載のチェーン及びスプロケットドライブシステム。

【請求項17】

前記ランダムスプロケットが第5の次数のパターンを有し、 $36^\circ \pm 12^\circ$ 、 $100^\circ \pm 12^\circ$ 、 $164^\circ \pm 12^\circ$ 、 $228^\circ \pm 12^\circ$ 及び $292^\circ \pm 12^\circ$ からなる群から選択される巻き付け角が使用されない、請求項11に記載のチェーン及びスプロケットドライブシステム。

40

【請求項18】

前記ランダムスプロケットが第6の次数のパターンを有し、 $30^\circ \pm 10^\circ$ 、 $90^\circ \pm 10^\circ$ 、 $150^\circ \pm 10^\circ$ 、 $210^\circ \pm 10^\circ$ 、 $270^\circ \pm 10^\circ$ 及び $330^\circ \pm 10^\circ$ からなる群から選択される巻き付け角が使用されない、請求項11に記載のチェーン及びスプロケットドライブシステム。

【請求項19】

前記ランダムスプロケットが第7の次数のパターンを有し、 $55.7^\circ \pm 8.6^\circ$ 、 $77.1^\circ \pm 8.6^\circ$ 、 $128.6^\circ \pm 8.6^\circ$ 、 $180^\circ \pm 8.6^\circ$ 、 $231.4^\circ \pm 8.6^\circ$ 、 $282.9^\circ \pm 8.6^\circ$ 及び $334.3^\circ \pm 8.6^\circ$ からなる群から選択される

50

巻き付け角が使用されない、請求項 1 1 に記載のチェーン及びsprocketドライブシステム。

【請求項 2 0】

前記ランダムsprocketが第 8 の次数のパターンを有し、 $22.5^\circ \pm 7.5^\circ$ 、 $67.5^\circ \pm 7.5^\circ$ 、 $112.5^\circ \pm 7.5^\circ$ 、 $157.5^\circ \pm 7.5^\circ$ 、 $202.5^\circ \pm 7.5^\circ$ 、 $247.5^\circ \pm 7.5^\circ$ 、 $292.5^\circ \pm 7.5^\circ$ 及び $337.5^\circ \pm 7.5^\circ$ からなる群から選択される巻き付け角が使用されない、請求項 1 1 に記載のチェーン及びsprocketドライブシステム。

【請求項 2 1】

前記ピッチ半径の前記少なくとも 1 つのパターンが、前記sprocketの回転毎に途切れなくかつ連続して少なくとも 2 回繰り返す、請求項 1 に記載のチェーン及びsprocketドライブシステム。

10

【請求項 2 2】

前記ピッチ半径の前記少なくとも 1 つのパターンが、少なくとも最小ピッチ半径、少なくとも最大ピッチ半径、及びそれらの間の少なくとも中間ピッチ半径を備える、請求項 1 に記載の前記チェーン及びsprocketドライブシステム。

【請求項 2 3】

前記ピッチ半径の前記少なくとも 1 つのパターンが実質的に繰り返される、請求項 1 に記載のチェーン及びsprocketドライブシステム。

【請求項 2 4】

前記ピッチ半径の前記少なくとも 1 つのパターンが実質的に繰り返される、請求項 1 1 に記載のチェーン及びsprocketドライブシステム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プーリー及びsprocketの分野に関する。より具体的には、本発明は、共振緊張力を低減するためのチェーン及びsprocketに関する。

【背景技術】

【0002】

チェーン及びsprocketシステムは、シャフト間で回転力を伝達するために自動車エンジンシステムに使用されることが多い。例えば、ドリブンシャフト上のsprocketは、チェーンを介してアイドルシャフト上のsprocketに連結することが可能である。このようなチェーン及びsprocketシステムでは、ドリブンシャフト及びドリブンスprocketの回転は、チェーンを介してアイドルシャフト及びアイドルsprocketの回転を生じさせる。自動車エンジンシステムでは、クランクシャフト上のsprocketは、1 つ以上のカムシャフトsprocketを駆動するために使用することが可能である。

30

【0003】

チェーン及びsprocketシステムに使用されるチェーンは、典型的に、ピン又はローラ又はチェーンと連結された複数のリンクプレートを備え、複数のリンクプレートは、ピン及び/又はリンクと連結された噛み合い歯を有する。sprocketは、典型的に、円形プレートの円周の周りに配置された複数の歯を有する当該円形プレートを備える。隣接する歯の間に、チェーンのピン、ローラ、又は歯を受容するための略アーチ状又は半円の形状を有する歯底部が配置される。各歯底部は、sprocketの中心からsprocketの中心に最も近い歯底部に沿ったある点までの距離である歯底半径を有する。sprocket歯底部及び/又は歯も、sprocketの中心から、チェーンがsprocketに着座するときチェーン連結部の部分であるピン軸までの距離であるピッチ半径と関連付けられる。

40

【0004】

従来の(「ストレート」)sprocketでは、歯底半径はすべて実質的に等しく、sprocketのピッチ半径も実質的に等しい。しかし、チェーンがストレートsprocketの周りで回転すると、チェーンのリンクを連結するチェーン歯、ピン又はローラがsprocket

50

ット歯と接触して、スプロケットの隣接する歯の間に配置されたスプロケット噛合い面又は歯底部に衝突するとき、望ましくないノイズを生成する可聴音周波数が発生されることが多いことが確認されている。

【0005】

チェーン及びスプロケットシステムの動作によって生成されるこのようなノイズ音の周波数及び大きさは、典型的に、チェーン及びスプロケットの構造、チェーンの回転速度、及び運転環境における他の音源又はノイズ源に応じて変化する。チェーン及びスプロケットシステムの設計では、チェーンのローラ、ピン又は歯がスプロケットに噛み合うときに発生されるノイズレベルを低減することが望ましいであろう。

【0006】

チェーン緊張力の測定では、特定のシステムにおけるチェーン及び/又はスプロケットの外側の事象から生じるあるチェーン緊張力は、周期的に又は繰り返して変化するがあり、緊張力を誘発する事象と相関させることができることが多い。例えば、自動車のタイミングチェーンシステムでは、チェーン緊張力の測定から、各スプロケット歯又は歯底部とチェーンとの噛合い及び噛合い解除により、反復する緊張力の変化がもたらされることが多いことが観測されている。これらのチェーン緊張力の変化は、潜在的に緊張力を誘発する事象、例えばピストンシリンダの点火と相関させることが可能である。チェーンに対するこれらの緊張力及び力を低減することは、チェーンが、鋼の特性を有しない要素、例えば米国特許出願第10/379,669号明細書に記載されているようなセラミック要素を含む場合、特に重要である。

【0007】

基準期間に対し生じる緊張力の事象の数、ならびに各事象に関する緊張力の変化の量を観測することが可能である。例えば、自動車のタイミングチェーンシステムでは、スプロケット又はクランクシャフトの回転に対するチェーンの緊張力の変化の数又は周波数、ならびにチェーンの緊張力の変化の大きさを観測することが可能である。シャフト又はスプロケットの1回転当たり1回生じる緊張力の事象は、「第1」の次数の事象と見なされ、シャフト又はスプロケットの1回転毎に4回生じる事象は、「第4」の次数の事象と見なされる。システム及び相対的な基準期間、すなわちクランクシャフト又はスプロケットの回転（又は他の基準）に応じて、このようなシステムには、チェーン及びスプロケットの外側の1つ以上の緊張力の源から生じる多数の「次数」の事象があり得る。同様に、スプロケット回転のある特定の次数は、2つ以上の緊張力の事象の累積的な効果を含むか反映し得る。本明細書に使用されているように、スプロケット（又はクランクシャフト）の回転中に生じるこのような次数の緊張力の事象は、スプロケット（又はクランクシャフト）の次数又はスプロケット次数（又はクランクシャフト次数）とも称し得る。

【0008】

ストレートスプロケットでは、予測可能な緊張力が、典型的に、ピッチ次数としても知られるスプロケットの歯数に対応するスプロケット次数でチェーンに付与される。したがって、19枚の歯を有するスプロケットでは、第19の次数で、すなわちスプロケットの1回転当たり19回、緊張力がチェーンに付与されるであろう。これは噛合いの次数である。スプロケットの外側から生じるストレートスプロケットの緊張力の事象は、典型的に、略等しい緊張力の変化又は振幅で、スプロケット回転に対し等しい間隔で生じるであろう。

【0009】

「ランダム」スプロケットは、典型的に、スプロケットの周りで変わる歯底半径又はピッチ半径を有し、すなわちストレートスプロケットではない。対照的に、ランダムスプロケットは、典型的に、それらの異なる歯底半径又はピッチ半径のため、ストレートスプロケットと比較して異なる緊張力の特性を有する。チェーンがランダムスプロケットの周りを回転するとき、異なる歯底半径の各々は、典型的に、チェーンに対し異なる緊張力の事象を付与する。例えば、ローラチェーンのローラが第1の歯底半径を有する歯底部に噛み合うとき、チェーンのローラが第1の歯底半径よりも大きな第2の歯底半径を有する歯底

10

20

30

40

50

部に噛み合うときとは異なる緊張力をチェーンに付与し得る。さらに、異なる歯底半径の相対配置のため、ランダムスプロケットによって緊張力の変化がチェーンに付与されることがある。同一の歯底半径を有する隣接する歯底部の間を移動するローラは、異なる半径を有する隣接する歯底部の間を移動するローラとは異なるチェーン緊張力の変化をもたらすことがある。

【0010】

歯底半径及びノ又はピッチ半径の相対配置のためランダムスプロケットによって付与されるチェーン緊張力の変化は、スプロケットが3つ以上の異なる歯底半径又はピッチ半径を有するときに、さらに顕著になる可能性がある。例えば、連続して大きくなる第1、第2及び第3の歯底半径を有するランダムスプロケットでは、チェーンローラが第1の歯底半径を有する歯底部から第3の歯底半径を有する歯底部に移動するときにチェーンに付与される緊張力は、チェーンローラが第1の歯底半径を有する歯底部から第2の歯底半径を有する歯底部に移動するときよりも大きくなる可能性がある。

10

【0011】

主にノイズ低減のために設計されたランダムスプロケットは、ストレートスプロケットによってチェーンに付与される最大の緊張力に比較して、チェーン緊張力の増大及びチェーン緊張力の変化の増大をしばしば生じさせる。例えば、ランダムスプロケット構造により、スプロケットのピッチ次数を低減することによってチェーンノイズ又はチェーンのうなりが低減されることが可能である。しかし、スプロケットのピッチ次数の低減は、スプロケットのより低い次数にわたってスプロケットによってチェーンに付与される緊張力の集中をもたらす可能性がある。これらのより低い次数は、チェーンドライブの共振を惹起することがある。このことは、ランダムスプロケットのより低い次数に対応するチェーン緊張力の増加をしばしばもたらす。

20

【0012】

より低いスプロケット次数におけるチェーン緊張力のこのような増加は、チェーン及びスプロケットに及ぼされる全体の最大チェーン緊張力をしばしば増加させる。その結果、このような緊張力にさらされるチェーン及びスプロケットシステムは、典型的に、より低い次数における緊張力の集中のため、摩耗が増大しかつ故障の機会が増え、ならびに他の悪影響を受けることになる。

【0013】

表題「緊張力を低減するランダムスプロケット (TENSION - REDUCING RANDOM SPROCKET)」のトッド (Todd) に最近交付された米国特許第7,125,356号明細書は、共振状態における歯底半径及びノ又はピッチ半径の繰り返しパターンを使用して、チェーン緊張力を低減するための1つの方法を記載している。この特許は、スプロケットが共振状態で動作するストレートスプロケットであるシステムの最大チェーン緊張力に対し、1つ以上のスプロケット次数で緊張力をチェーンに付与して、システムの運転中の最大チェーン緊張力を低減するために有効なパターン又は配列を記載している。トッドへの米国特許第7,125,356号明細書の開示は、本開示に完全に書き換えられているかのように、本明細書に援用されている。

30

【0014】

しかし、特に共振における最大チェーン緊張力を低減する際に最大の有効性を達成するために、変化する歯底半径又はピッチ半径の配列がスプロケット次数及びスプロケットの大きさと調和されるべき場合がある。チェーン緊張力の最大の低減は、歯底半径又はピッチ半径の配列又はパターン及びノ又は歯底半径又はピッチ半径の繰り返しパターンに左右されるのみならず、チェーン緊張力のこのような低減は、スプロケットの周りのチェーンの巻き付け角と繰り返しパターン及びスプロケット次数との調和にも左右される。

40

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0015】

スプロケットがチェーンとの巻き付け角を有し、かつ歯底半径 (スプロケットの中心か

50

ら sprocket の中心に最も近い歯底部に沿ったある点までの距離) のパターン又は配列、又は pitch 半径 (sprocket の中心から、チェーンが sprocket に着座しているときのチェーン連結部の部分であるピン軸までの距離) のパターン又は配列を有する、特定のチェーン巻き付け角でチェーンが巻き付けられた sprocket が提供される。チェーン巻き付け角、sprocket 次数及びパターン又は配列は、例えば自動車のタイミングチェーン用途の crankshaft の回転のような sprocket 回転又は他の基準に対し、1 つの所定の次数における又は多数の所定の次数における最大チェーン緊張力を低減するように調和されかつ選択される。後者の配列、次数及び選択されたチェーン巻き付け角を有する sprocket は、全体のチェーン緊張力の低減を提供し、同時にチェーンノイズを低減することが可能である。このような全体的な低減は、本明細書に完全に書き換えられているように参照により援用されている米国特許出願第 10 / 379,669 号明細書に記載されているようなセラミック要素を有するチェーンに特に有用であろう。

10

【0016】

sprocket の外側の源からチェーンに付与される対応する緊張力を少なくとも部分的に取り消すように、sprocket の 1 つ又は複数の次数を選択することが可能である。sprocket によってチェーンに付与される最大の緊張力、sprocket 次数及び本明細書に記載した巻き付け角におけるチェーンと、sprocket の外部の源によってチェーンに付与される最大又は最小の緊張力とを調和させることによって、特に共振状態において、sprocket がチェーンで作動される同一の大きさのストレート sprocket である場合に対し、チェーン及び sprocket システムの全体の最大緊張力を有益に低減することが可能である。さらに、1 つ以上の歯が 1 つ以上のパターン又は配列から消失しているので一連の pitch 半径又は歯底半径、又は繰り返し配列又はパターンが、チェーン緊張力を低減するように最適に選択されなかったか又は途切れなく繰り返さないある場合には、最大チェーン緊張力を低減するために、次数をチェーン巻き付け角の選択と調和させることが有効である。

20

【0017】

sprocket の次数及びチェーンの巻き付け角は、チェーン及び sprocket 組立体の共振緊張力が共振状態で最小にされるように選択される。同様に、少なくとも 2 回繰り返す変化する歯底半径又は pitch 半径の少なくとも 1 つの配列を提供するように設計される sprocket 及びチェーンシステムに、ある平均チェーン巻き付け角を使用すべきでないことが確認されている。本明細書に記載した巻き付け角では、歯底半径又は pitch 半径の繰り返し配列、及び歯底半径又は pitch 半径によって提供される緊張力のタイミングは、sprocket が共振状態においてチェーンで作動されるストレート sprocket である場合に対し、共振状態においてチェーンで作動されるときに、sprocket の動作中の最大チェーン緊張力を低減するために特に有効である。以下に規定した式によって定義される平均巻き付け角の外側の平均巻き付け角は、最大チェーン緊張力を最善に低減するために回避すべきである。

30

$$\text{平均巻き付け角} = 360 \text{ N} / \text{次数} \pm 120 / \text{次数}$$

$$\text{ここで } N = 1, 2, \dots, \text{次数} - 1$$

及び次数 = チェーン及び / 又は sprocket の外側に生じる緊張力の事象の結果としての sprocket 次数。

40

【0018】

平均巻き付け角は、チェーンが最初に sprocket に接触する場所から、チェーンが最後に sprocket に接触する場所までの sprocket 中心の周りの角度の平均である。平均巻き付け角は、チェーン噛合い角度と噛合い解除角度との間の角度距離の平均差である。sprocket が噛合い又は噛合い解除される毎に、巻き付け角にはある変化があり得、したがって、平均角度がここで使用される。

【0019】

一態様において、本明細書に記載した巻き付け角を使用するチェーン及び sprocket は、sprocket 及び sprocket の周りに巻き付けられたチェーンを含み、sprocket

50

トは回転中心軸と、スプロケット噛合い面を含む複数の歯とを含む。スプロケット歯及びスプロケット噛合い面は、スプロケットの周縁で隔てられ、スプロケット噛合い面は、チェーンと、中心軸を有するピンと連結部で相互連結されたリンクとを噛み合わせるように配置される。スプロケット噛合い面は、スプロケット中心軸と、スプロケット噛合い面によって噛み合うチェーンリンクのピン軸との間の距離によって画定されるピッチ半径でチェーンを配置するように、スプロケット中心軸からある距離隔てられる。重要な態様において、スプロケット噛合い面は、スプロケット噛合い面と噛み合うリンクの隣接するピン軸の間の一定の距離を維持する。この一定の距離は、ここでは一定のピッチと称される。他の重要な態様において、スプロケットの半径方向に延びる歯によって形成されたスプロケットの外周は、略円形であるか又は丸い。

10

【0020】

さらに他の態様では、スプロケット歯及び噛合い面は、最小の歯底又はピッチ半径及び最大の歯底又はピッチ半径、それらの間の中間の歯底部のピッチ半径の配列を提供するように配置され、ここで、歯底半径又はピッチ半径の配列は、スプロケットの回転毎に少なくとも2回連続的に繰り返す。歯底半径又はピッチ半径は、上昇又は下降する次数で配置されることができ、例えば、配列は1、2、3、4、4、3、2、1、1、2、3、4、4、3、2、1であろう。チェーン巻き付け角及び次数は、巻き付け角を次数の関数とする上述の式によって定義される巻き付け角で、チェーンをスプロケットの周りに巻き付けることによって調和されるべきである。この巻き付け角の外側の角度は回避すべきである。上述の式の外側の巻き付け角、及び歯底半径又はピッチ半径及びピッチ半径によって提供される緊張力のタイミングの配列を回避することは、共振状態において作動されるストレートスプロケット及びチェーンに対し、共振状態においてチェーンで作動されるときに、スプロケットの動作中の最大チェーン緊張力を低減するために有効である。

20

【0021】

さらに他の態様では、歯底半径又はピッチ半径は、スプロケットが360°回転するとき少なくとも2回繰り返すパターンで正確に繰り返さず、むしろ、歯底半径又はピッチ半径の繰り返しパターンを模倣する一連の歯底半径又はピッチ半径を有する。この態様では、ピッチ半径又は歯底半径の配列は、他の源からシステムに付与される緊張力の荷重に対し計時して緊張力をチェーンに付与するために有効な方法で、スプロケットの360°の回転毎に繰り返す。この態様では、スプロケットの外側に生じる、繰り返す緊張力の事象、例えばスプロケットの360°の回転にわたるこのような4つの事象がある場合、所与のスプロケット次数が(例えば4)を模倣するように選択され、この場合、ピッチ半径又は歯底半径の配列は、緊張力の低減のために4回実質的に繰り返す歯底半径又はピッチ半径のパターン又は配列を有する第4の次数のスプロケットをこのように模倣するように選択される。このことは、ピッチ半径又は歯底半径の配列又は中間ピッチ半径又は中間歯底半径からの変化の配列のフーリエ級数から選択された次数(例えば4)の振幅が、チェーンの全体の緊張力の低減のために繰り返しパターン又は配列のピッチ半径又は歯底半径を有するスプロケットと一致する場合に当てはまるであろう。この態様では、配列又はパターンは、共振における全体の緊張力を低減する点で特に有効である。さらに、この態様では、スプロケット歯及び噛合い面は、最小ピッチ半径と最大ピッチ半径、及びそれらの間の中間のピッチ半径を含む配列を提供するように配置可能である。

30

40

【0022】

全体の緊張力の低減は、スプロケットをチェーンの特定の側面、例えばチェーンの緊張側に配置する必要なしに、半径配列又はピッチ配列、スプロケット次数、及び本明細書に記載したような巻き付け角度を調和させることによって達成することができる。さらに、本明細書に記載した調和により、ピッチ配列又は半径配列のみでは緊張力の低減の最大化が達成されない場合、緊張力の低減を最大にするために、選択された次数における巻き付け角の選択が可能である。さらに、スプロケットに噛み合うチェーンは、ローラチェーン又はサイレントチェーンであり得る。サイレントチェーンは、スプロケット歯に駆動して噛み合う歯を有し、同様に、一般に、スプロケットに駆動して噛み合わないが、スプロケ

50

ット内へのチェーンの整列を補助し得る外側リンクプレートを有する。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1A】先行技術によるストレートスプロケットを示した側面図である。

【図1B】先行技術によるランダムスプロケットを示した側面図である。

【図1C】チェーンが最初にスプロケットに接触し、最後にスプロケットに接触する巻き付け角を示した図面である。

【図2】実質的に第4の次数のスプロケットの図面である。

【図3】ランダムスプロケットを示した側面図である。

【図4】図1～図3のスプロケットの最大チェーン緊張力とエンジンの速度とを比較したグラフである。 10

【図5】隣接するスプロケット歯の間のサイレントチェーンの歯を示したスプロケットの詳細図である。

【図6】巻き付け角の変化、及びチェーンがスプロケットを離れるときに図1Cとは異なってチェーンが最初にスプロケットに噛み合う結果、巻き付け角がいかに変化し得るかを示した図面である。

【図7】第3の次数のスプロケット用に望ましい巻き付け角を示した図面である。

【図8】第3の次数のスプロケットの緊張力の低減を達成するために、繰り返し歯底半径配列又はピッチ半径配列について回避すべき巻き付け角を示した図面である。

【図9】チェーンストランド及びシャフトナンバリングを有するが、望ましくないチェーン巻き付け角を有するV8エンジン用の3つのチェーンカムドライブの配置を示した図面である。 20

【図10】ストランド及びシャフトナンバリングを有し、かつ望ましいチェーン巻き付け角を有するV8エンジン用の3つのチェーンカムドライブの配置を示した図面である。

【図11】175°の巻き付け角を有する図9の配置のストレートスプロケット用の最大緊張力及び最小緊張力を示したグラフである。

【図12】175°の巻き付け角を有する図9の配置の緊張力低減スプロケット用の最大緊張力及び最小緊張力を示したグラフである。

【図13】望ましいチェーン巻き付け角を有する図10の配置の緊張力低減スプロケット用の最大緊張力及び最小緊張力を示したグラフである。 30

【発明を実施するための形態】

【0024】

本明細書に記載したチェーン及びスプロケットシステムでは、チェーン緊張力を低減する際のチェーン及びスプロケットの有効性は、半径方向の変化又はスプロケット次数の数、チェーンがスプロケットの周りに巻き付く量と角度、及びピッチ半径又は歯底半径の繰り返し配列の組み合わせに左右される。巻き付け角の最も有効な量は、以下に規定する式1によって定義される。

【数1】

$$WA = \frac{360N}{ORDER} \pm \frac{120}{ORDER} \quad (1)$$

40

ここで、N = 1、2、...、次数1

及び次数 = チェーン及び/又はスプロケットの外側に生じる緊張力の事象の結果としてのスプロケット次数。

【0025】

上述の巻き付け角を使用する1つの重要な態様では、ランダムスプロケットを、エンジンタイミングシステムに使用されるような自動車のチェーン及びスプロケットシステムに使用することが可能である。チェーン及びランダムスプロケットは、可変の速度でチェー 50

ン及びスプロケットを作動する内燃機関に結合される。スプロケットは、巻き付け角でチェーンに結合される歯底半径又はピッチ半径の繰り返し配列を有し、スプロケット及びパターンとのチェーンの巻き付け角は、チェーンに付与される緊張力を低減するために有効である。チェーン巻き付け角、スプロケット次数及び歯底半径又はピッチ半径の配列又はパターンは、特に共振においてチェーンに対する緊張力を低減するように、かつチェーンがスプロケットに接触するときに発生されるノイズを低減するように選択される。

【0026】

図1Aは、典型的な先行技術のスプロケット10を示している。スプロケット10は、チェーンのリンク、例えば図3に示したチェーン80のリンク82に噛み合うために、その略円形の円周の周りに配置された19枚の半径方向に延びる歯12を有する。スプロケット10のようなストレートスプロケットは、様々な大きさを有してもよく、例えば、スプロケット10の中心から歯12の先端まで測定して、約3.0915cmの外側半径を有することが可能である。

10

【0027】

ここで、共振及び共振におけるチェーンに対する緊張力の全体的な低減に言及すると、ねじれ共振が一般に示される。ねじれ共振では、チェーンストランドは、ばねとして作用し、スプロケット及びシャフトはインテリアス又は質量として作用する。1つのドリブンスプロケットと2つのチェーンストランドとを有する簡単なチェーンドライブは、1つのねじれモードを有し、簡単なばね質量システムの回転バージョンのように作用する。チェーンドライブは、スプロケットの外部の力に対する反応(シャフト角速度及び緊張力の変化を含む)を増幅する共振周波数を有する。このねじれ共振は、共振周波数と同一の周波数でドリブンシャフトに加えられる周期的なトルク変動(例えばカムトルク)によって励起されることがある。共振はまた、駆動(例えばクランク)シャフトにおける角速度変化によって、あるいはチェーンとスプロケットとの噛合い又はチェーン及びスプロケット形状の変化によって引き起こされる内部の緊張力の変動によって励起されることがある。

20

【0028】

大部分のチェーンドライブでは、この最初のねじれ共振は100~400Hzで生じる。これは、噛合いによって励起されるには低すぎるが、ランダムスプロケットによって導入されるより低い次数によって容易に励起されることがある。チェーンドライブはまた、横方向及び長手方向の共振を有することがある。横方向の共振では、チェーンストランドはギターの弦のように振動する。これらは、ストランドの端部における緊張力の変化又は移動によって励起されることがある。チェーン緊張力の変化を低減することにより、横方向の共振活動を低減することができるが、ピッチ半径の変化は、横方向の共振活動を励起することがある。長手方向の共振では、チェーンストランドは、ばねとして作用し、スプロケットは、移動(回転と対照的に)質量として作用する。典型的なチェーンドライブは、チェーン及びスプロケットに悪影響を及ぼす長手方向の共振活動をあまり有しない。チェーン及びスプロケット駆動で最も重要なのは、ドライブのねじれ共振である。

30

【0029】

スプロケットの歯底半径14は、チェーン80のリンク82を連結するピン又はローラ84を受容するための隣接する歯12の間で画定される。歯底部14は、チェーンのピン84との噛合いを容易にするために、略アーチ状の形状を有する。各歯底部14は、スプロケット10の中心からスプロケットの中心に最も近い歯底部14に沿ったある点までの距離として画定される歯底半径RR(図3参照)を有する。図1Aに図示したスプロケット10では、歯底半径RRは、スプロケット10の中心から歯底部14に沿った最内側の点まで測定した際に約2.57685cmである。図1Aのスプロケット10の歯底半径RRのすべては互いに等しく、一般に「ストレート」スプロケットとして公知である。したがって、各歯底部12の深さは、参照番号1で示したように同一であり、この種類のスプロケット10の第1(これのみ)の歯底半径RRに対応する。

40

【0030】

チェーン(スプロケット10について図示せず)の異なる緊張力の事象は、スプロケッ

50

トの各回転中に周期的に繰り返されることが可能である。上述のように、スプロケットの外部の力から生じる所定の緊張力の事象がスプロケットの1回転で繰り返される回数が、スプロケット回転に対する「次数」と称し得る。例えば、スプロケットの各回転中に1回発生するチェーンの緊張力の事象は、第1の次数の事象とされ、スプロケットの1回転中に2回生じる事象は、第2の次数の事象とされる、等々。

【0031】

チェーン80の緊張力がシステムの運転中に観察される場合、チェーン80の緊張力の増加は、スプロケット10の回転のある次数で生じる。図1Aのスプロケット10のようなストレートスプロケットでは、チェーン緊張力の1つのみの大きなピークは、スプロケット10の歯12の数に対応するスプロケット10の次数で生じ、この次数は、上述のよ

10

【0032】

このように、19枚の歯12を有するスプロケット10の周りに回転するチェーンは、スプロケット回転の第19の次数において、又はスプロケット10の回転毎に19回スプロケットによってチェーンに付与される緊張力のピークを有する。スプロケット10によってチェーンに付与される緊張力のピークはまた、スプロケット歯12の数のほかに他の要因により得る。例えば、その正確な中心の周りで回転していないスプロケット10は、スプロケットの偏心回転のため、第1のスプロケット次数で、又はスプロケットの回転毎に1回、緊張力をチェーンに付与し得る。

【0033】

20

上述のように、チェーンと、スプロケット10の歯底部14と歯12との間の接触によって発生されるノイズを低減するために、複数の異なる歯底半径を有する「ランダム」スプロケットが開発されてきた。例えば、ランダムスプロケットは、ノイズを減らすように選択された所定のパターンで配置された2つの異なる歯底半径を有し得る。ランダムスプロケットはまた、チェーン80とスプロケットとの噛合いによって発生されるノイズをさらに低減するために所定のパターンで配置された3つの異なる歯底半径を組み込むように設計することが可能である。歯底半径は、特定のシステム及びスプロケット設計に基づき変更してもよい。

【0034】

図1Bに示したランダムスプロケット20は、チェーン(スプロケット20について図示せず)とスプロケット20との噛合いによって発生されるノイズを低減するように設計される。ランダムスプロケット20は、図1Aのストレートスプロケット10と同様であるが、3つの異なる歯底半径R1、R2、R3を有し、したがって、3つの異なる歯底深さ1~3を有する。図1Bに示したスプロケット20では、スプロケット20の中心から歯底部24の最内側の点まで測定した際に、第1の歯底半径R1は約2.54685cmであり、第2の歯底半径R2は約2.57685cmであり、第3の歯底半径R3は約2.60685cmである。

30

【0035】

歯底深さ1~3は、ノイズ発生を低減するために、スプロケット20の隣接する歯22の間のチェーンのピンと歯底部24との間の噛合い周波数を調整するように選択されたパターンで配置される。チェーンのピンがスプロケット22の隣接する歯底部24の間を移動するとき、ピンが着座する半径方向位置は、最大半径、公称半径及び最小半径の間で変化する。図1Bのノイズ低減スプロケット20では、タイミングマークTで始まる歯底部24の深さのパターンは、2、2、3、3、2、1、1、2、2、3、2、1、1、2、1、2、1、1、1である。

40

【0036】

ノイズ低減のために選択されたパターンで配置された3つ以上の異なる歯底半径を有する図1Bのランダムスプロケット20では、第1、第2、第3及び第4のスプロケット次数は、特に共振によって増幅されたときに、残りのスプロケット次数と比較して大きなチェーン緊張力をチェーンに付与し得る。より低いスプロケット次数に対応するチェーン緊

50

張力のこの増加は、全体の最大チェーン緊張力を増加させ、チェーン及び/又はスプロケットの全体的な寿命を短くする好ましくない影響を及ぼし得る。

【0037】

本明細書に記載したようなチェーン巻き付け角、スプロケット次数及び歯底半径配列又はピッチ半径配列を調和させることにより、ランダムスプロケットによるチェーン緊張力の低減が提供される。複数の異なる歯底半径又はピッチ半径は、本明細書に記載した巻き付け角に使用される。これらの半径は、チェーンに移動されるスプロケットに対する外部力によって、1つ以上の選択されたスプロケット次数で生じるチェーン緊張力の低減を可能にするために有効な1つ以上のパターンで配置される。歯底半径又はピッチ半径のパターン又は配列はまた、先行技術のランダムスプロケットの欠点なしにチェーンノイズ又は

10

【0038】

本明細書に記載した巻き付け角に使用すべきスプロケットピッチ半径又は歯底半径は、チェーンリンクの大きさ及び構造、チェーン連結ピンの大きさ及び間隔、及び/又はスプロケット歯の数、歯構造及びスプロケットの大きさから決定されるような最大半径及び最小歯底半径に対し選択される。歯底半径はまた、最大半径及び最小半径の間の典型的に中間点である公称歯底又はピッチ半径に対し選択され得る。

【0039】

様々な歯底半径又は変化するピッチ半径を選択することにより、チェーンとスプロケット歯/歯底部との接触によって発生されるピッチ緊張力の全体的な低減が可能になる。このことは、スプロケット歯底部の深さを変更する結果、異なる回数及び異なる緊張力レベルで、チェーンピン(又は均等なチェーン部材)がスプロケット歯/歯底部と接触することによると考えられる。

20

【0040】

図1Cは、スプロケットの周りの巻き付け角を示し、またチェーンが最初にスプロケットに接触し、最後にスプロケットに接触する場所を示しており、スプロケットの接触点は巻き付け角を画定する。図1Cと図6に示した巻き付け角の比較は、チェーン巻き付け角、例えば図6のとして一般に示した角度が、チェーンがスプロケットに噛み合う仕方により、いかに変化し得るかを示している。上述のように、このことが、本明細書に記載したような平均巻き付け角が使用される理由である。

30

【0041】

一態様において、歯底半径又はピッチ半径は、少なくとも2回繰り返すパターンで配置されるが、繰り返しは外側のスプロケット円周の周りで多数回であり得る。この円周は、スプロケット歯の外縁によって画定される略丸い円周形状を有する。歯底半径又はピッチ半径のパターン又は配列は、典型的に、1つ以上の組、又は多数の不均一又は不規則な歯底半径又はピッチ半径を含む。各組の半径は、典型的に、同一の長さを有しかつ同一の次数で配置された同一の数の歯底半径又はピッチ半径を含む。しかし、1つの配列の1つのピッチ又は歯底半径が消失している場合、有益な結果を獲得することが可能である。「実質的に繰り返す」という語句が使用される場合、このことは、1つの歯底又はピッチ半径が歯底半径又はピッチ半径の繰り返し配列から消失している可能性があることを意味する。

40

【0042】

このようなパターンの配列又はさもなければスプロケットの円周に沿って繰り返される不規則な歯底歯底半径の使用により、特定のスプロケット次数(又は適用可能な基準に基づく他の次数)に対する緊張力の消去又は低減が可能になる。そのようにすることで、緊張力を消去する累積的な効果により、特定のスプロケット次数(又は他の基準の次数)で

50

スプロケットによってシステムに組み込まれるチェーン緊張力の予定された全体的な低減が可能になる。

【 0 0 4 3 】

さらに、不均一又は不規則な歯底半径又はピッチ半径、及び歯底半径の長さを選択することにより、大きなパターン及び小さなパターン又はサブパターンの半径の使用が可能になる。このような大きなパターン及び小さなパターンは、チェーン（及びシステム全体）に付与される全体の緊張力を多数のスプロケット次数（又は他の適用可能な次数）に、かつ異なる大きさで低減するために有効である。これは、所与の次数におけるチェーン巻き付け角の選択と共に、システム内の緊張力の多数の源を相殺するか及び/又は緊張力の他の源にもかかわらずチェーン及びスプロケットに対する全体の緊張力を均衡させるために、スプロケット歯底半径及びパターンを選択する際に追加の柔軟性を提供する。

10

【 0 0 4 4 】

図 2 は、本発明の態様によるスプロケット 30 を示しており、この態様では、所定のスプロケット次数におけるチェーン緊張力を低減し、チェーン 80 とスプロケット 30 との噛合いによって発生されるノイズを低減する両方のためにランダムスプロケット 30 が設けられる。図 1 A のストレートスプロケット 10 及び図 1 B のノイズ低減のために基本的に設計されたランダムスプロケット 20 と同様に、スプロケット 30 は、チェーン 80 のピン 84 に噛み合うためにスプロケットの略円形の外周の周りに配置された複数の半径方向に延びる歯 32 を有する。歯底部 34 は、チェーン 80 のリンク 82 を連結するピン 84 を受容するための隣接する歯 32 の間に画定される。

20

【 0 0 4 5 】

図 3 に見られるように、図 3 のスプロケット 2 は、最大歯底半径 R_3 、公称歯底半径 R_2 、及び最小歯底半径 R_1 を有する。上述のように、最大歯底半径及び最小歯底半径は、典型的に、リンクの大きさ及びピンの間隔、スプロケット歯の形状等に左右される。図 2 と図 3 のスプロケット 30 の歯底パターンは、図 1 B のスプロケット 20 の歯底パターンとは異なる。

【 0 0 4 6 】

図 2 は、それぞれ約 2.54685 cm、2.57685 cm、及び約 2.60685 cm の歯底半径 R_1 、 R_2 、 R_3 を有するスプロケットを示している。タイミングマーク T で始まる歯底部の深さのパターンは、2、3、3、2、1、2、3、3、2、1、2、3、3、2、1、2、3、3、2 である。スプロケット 30 の歯底半径のパターンは、配列、すなわち 2、3、3、2、1 を含んでおり、この配列は、スプロケット 30 の外周の周りで実質的に 4 回繰り返される（1 つの歯底部は消失）。

30

【 0 0 4 7 】

このように、本明細書に記載したような次数で巻き付け角を使用することにより、及びこの例に見られるような歯底半径又はピッチ半径の複数の組の配列にグループ化された不規則なパターンの歯底半径又はピッチ半径（及び本明細書で説明した他のもの）を使用することにより、スプロケット 30 の第 4 の次数でチェーン 80 の低次の緊張力を有効に集中させかつ消去するために使用可能な繰り返しパターンが提供される。これにより、スプロケット 30 によってチェーン 80 に付与される全体の最大緊張力、及びチェーン緊張力を生成するスプロケットに加えられる外力が低減される。これらのチェーン緊張力は、スプロケットの外部の自動車用エンジンシステムの様々な部品、例えばシャフト及び/又はピストンによってチェーン 80 に付与され得る。

40

【 0 0 4 8 】

これらの外部源は、上記の例のスプロケット 20 と 30 によってチェーン 80 に付与される緊張力の事象に加えてチェーン 80 に緊張力の事象を付与し得る。これらの外部の緊張力の事象は、スプロケット回転の次数に対応する間隔で生じる。次数は、2 ~ 12 に、またそれを超えて、最も一般には 2 ~ 4、5、6、及び 8 に及ぶ。特定の次数と、チェーン巻き付け角、不規則な歯底半径及び繰り返し歯底半径パターンとの組み合わせの使用は、すべて、スプロケット 30 によってチェーン 80 に付与される緊張力を消去し、ストレ

50

ート sprocket に対する全体的な最大チェーン緊張力を低減し、同様に、可変速度で作動するエンジン（例えば内燃機関）に関し特に共振状態において、チェーンノイズ又はうなりを低減するために働く。

【0049】

歯底半径又はピッチ半径の配置は、全体の緊張力を低減するためにチェーン緊張力を集中させることが望ましい sprocket 回数と等しい回数だけ、半径パターンを実質的に繰り返すことによって選択可能である。第2の回数の緊張力の事象による最大緊張力を低減するために、一般に、パターンは、全体の緊張力を低減するために2回繰り返す第2の回数のパターンであると予想されるであろう。他の例において、第4の回数以上の sprocket 回数で本発明の sprocket 30 によってチェーン80に付与される緊張力を集中させるために、歯底半径の配置は、sprocket 30の周りで4回以上実質的に繰り返すパターンを含んでもよい。

10

【0050】

上述のように、繰り返し半径パターン及びチェーン巻き付け角は、sprocket 30とチェーン80との間の接触によって発生されるノイズも低減しつつ、sprocket 30によってチェーン80に付与される全体の最大緊張力を低減する利点を提供することができる。ピストン内燃機関に関連して、本発明のランダム sprocket 30による全体の最大緊張力の予想される低減効果が、図4に示されている。図1～図3の sprocket 10、20、30によってチェーンに付与されることが予想される最大緊張力は、特に速度が共振状態、例えば約4000rpmにあるとき、図4の対応するピストン内燃機関の速度と比較される。

20

【0051】

図4に示したように、図1のストレート sprocket 10は、ノイズ低減のためのために設計されたランダム sprocket 20に対し、様々なエンジン速度の全体にわたって、特に共振状態において相当低い最大緊張力をチェーン80に付与する。特に、基本的にノイズ低減のために設計されたランダム sprocket 20によってチェーン80に付与される最大緊張力は、4000rpmのエンジン速度の近くでより高いことが予想され、一方、ストレート sprocket 10は、同一のエンジン速度について、はるかに低い最大緊張力をチェーンに付与するであろうことが予想される。

30

【0052】

ノイズ低減及び最大チェーン緊張力の低減の両方のために設計されたランダム sprocket 30によってチェーン80に付与される最大緊張力は、基本的にノイズ低減のために設計されたランダム sprocket 20についてよりも相当低いことが予想される。実際に、緊張力低減 sprocket 30は、図4に示したエンジン速度で、同等の場合によってはストレート sprocket 10よりも低い最大緊張力をチェーン80に付与し得る。このように、図4は、本発明の改良したランダム sprocket 構造30により、全体的な最大チェーン緊張力の低減が提供されることが予想されることを示し、これは、従来のランダム sprocket 構造では得ることができない効果である。

【0053】

図2と図3に示した本発明の態様では、第4の回数を選択されているが、チェーン緊張力は、以下の表で説明しているような sprocket 回転の他の回数に集中させてもよい。例えば、歯底半径又はピッチ半径のパターンは、sprocket 回転の第3の回数にチェーン緊張力を集中させるために有効であるように選択され得る。このようなパターンは、上述のようなチェーン巻き付け角で sprocket の円周の周りで実質的に3回繰り返される歯底半径配列を含んでもよい。例えば、チェーン緊張力を第3の sprocket 回数に集中させるための歯底深さのパターンは、1、2、3、3、3、2、1、2、3、3、3、2、1、2、3、3、3、2、1であり、ここで、歯底深さのパターン、すなわち1、2、3、3、3、2は、sprocket の回転毎に実質的に3回繰り返される。

40

【0054】

50

スプロケットによってチェーン 80 に付与される緊張力は、2 つ以上のスプロケット次数に集中させてもよい。例えば、スプロケットの回転毎に 2 回繰り返す歯底半径の大きな配列と、大きな各配列の中で 2 回繰り返す小さな配列とを有する歯底半径又はピッチ半径パターンを選択し得る。したがって、本発明のこの態様では、大きな及び小さな半径が、大きな繰り返しパターンの中で繰り返す小さなパターンを有することによって提供される。選択した次数における及び適切なチェーン巻き付け角による大きな及び小さな繰り返しパターンの両方を有する利点は、スプロケット次数をさらに再分配しかつスプロケットによってチェーン 80 に付与される緊張力を低減できることである。したがって、このようなパターンを有するスプロケットの回転毎に、大きな半径配列は 2 つの緊張力の事象を付与するために有効であり、一方、小さな半径配列は 4 つの緊張力の事象を付与するために有効である。小さな半径配列によって付与される緊張力の事象の大きさは、大きな半径配列によって付与される緊張力の事象よりも小さい。

10

【 0 0 5 5 】

チェーン及びスプロケットシステム内の全体のチェーン緊張力を低減するために、巻き付け角及び不規則で繰り返す歯底半径又はピッチ半径のパターンによってチェーン 80 に付与される緊張力、例えばスプロケット 30 の緊張力は、スプロケット 30 及びチェーン 80 の外部のこのような源によってチェーン 80 に加えられる緊張力を少なくとも部分的に相殺するように選択される。一態様において、外部源によるチェーン緊張力のピークに対応するスプロケット回転の次数、ならびにスプロケット 30 による次数が決定される。次に、スプロケット 30 は、外部源によるチェーン緊張力が最大になるスプロケット次数でチェーン緊張力を消去するように構成される。このようなスプロケット次数のチェーン巻き付け角は、上記の式 (1) に規定された関係、又は一態様では以下の表に規定される関係によって決定される。このことは、スプロケット 30 によるチェーン緊張力及び外部源によるチェーン緊張力の両方が共振のため最大になる場合に生じ得るようなチェーン 80 の全体の緊張力を低減する可能性を提供する。例えば、外部の緊張力がスプロケット 30 の回転毎に 4 回発生する場合、スプロケット 30 の歯底半径は、スプロケット 30 によってチェーン 80 に付与される最大緊張力を位相調整されたスプロケット次数に集中して、共振においてチェーンに付与される外部の緊張力を少なくとも部分的に相殺するように、本明細書に記載した巻き付け角を使用して配置可能である。このようにして、チェーン 80 の外部の緊張力をチェーン 80 のスプロケット緊張力によって少なくとも部分的に相殺して、チェーン 80 の全体の緊張力を低減しかつチェーン 80 及びスプロケット 30 の両方の寿命を延ばすことが可能である。

20

30

【 0 0 5 6 】

図 5 は、スプロケットに噛み合うチェーン歯を有するサイレントチェーン 90 に使用するための本発明の一態様によるスプロケット 100 を示している。サイレントチェーン 90 は複数のリンクプレート 92 を備え、それらの各々は連結部 94 の周りに互いに枢支可能な 1 つ以上の歯 96 を有する。サイレントチェーン 90 がスプロケット 100 の周りで回転するとき、チェーン 90 の歯 96 がスプロケット 100 の歯 102 に噛み合う。スプロケット 100 は、その中心から、スプロケット 100 の歯 102 の間に着座した歯 96 を有するリンクプレート 92 の間の連結部 94 まで測定した際に、3 つの異なるピッチ半径 PR_1 、 PR_2 、 PR_3 を有する。図 5 は、ピッチ半径 R_1 、 R_2 、 R_3 に対応するチェーン連結部 94 の中心を通る円弧 PA_1 、 PA_2 、 PA_3 を示している。ピッチ半径 PR_1 、 PR_2 、 PR_3 は、スプロケット 100 の回転の 1 つ以上の所定の次数で、スプロケット 100 によってチェーン 90 に付与される緊張力を分配するために有効なパターンで配置される。

40

【 0 0 5 7 】

スプロケットパターン次数は、測定又は予測されたチェーン緊張力に基づき選択してもよい。1 つの方法では、ピン位置は、正しい歯数、ピッチ長、及び半径方向の振幅を有するスプロケットの周りに着座したチェーンについて発生され得る。ピン位置は、一定のピッチ長及び上記の式 (1) に定義されたようなチェーン巻き付け角を維持しつつ、正しい

50

ピッチ半径の変化の振幅を達成するために位置決めされる。次に、動的システムのシミュレーションが外部の励起なしにスプロケットで実行される。緊張力低減スプロケットからのストランド緊張力は、ストレートスプロケット及び外部励起のシミュレーションからのストランド緊張力と比較される。緊張力低減スプロケットの向きは、スプロケットの緊張力が外部の緊張力と位相が外れるように調整される。緊張力低減スプロケット及び外部励起による動的システムのシミュレーションが実行される。必要な場合、緊張力低減スプロケットの向き及び振幅の調整が行われる。スプロケットが常に有効であることを確認するために、状態範囲におけるシミュレーションが実行される。ピン位置を実際のスプロケット形状に転換するために、CADベースのプログラム又は同様のソフトウェアが使用される。次に、プロトタイプのスプロケットが作られ、性能を確認するためにエンジンでテストされる。

10

【 0 0 5 8 】

上述のことから、本発明は、特に共振における自動車システムの最大チェーン緊張力を低減し、一態様において、チェーンとスプロケットとの間の噛合いによって発生されるノイズも低減するための方法及び装置を提供することが認識されるであろう。図は、本発明の態様の例示であるが、本発明は図に示した態様に限定されない。2、3又は8の次数を有するスプロケットに関する他の例によって、上述の式(1)を適用することによって巻き付け角が決定される。この説明では、以下の表Iは、2～8の次数の各々について使用されるべき巻き付け角を規定している。

【 0 0 5 9 】

20

【表1】

表I
使用すべき巻き付け角

N	第2の スプロケット 次数	第3の スプロケット 次数	第4の スプロケット 次数	第5の スプロケット 次数	第6の スプロケット 次数	第7の スプロケット 次数	第8の スプロケット 次数
1	180° ± 60°	120° ± 40°	90° ± 30°	72° ± 24°	60° ± 20°	51.4° ± 17.1°	45° ± 15°
2		240° ± 40°	180° ± 30°	144° ± 24°	120° ± 20°	102.8° ± 17.1°	90° ± 15°
3			270° ± 30°	216° ± 24°	180° ± 20°	154.3° ± 17.1°	135° ± 15°
4				288° ± 24°	240° ± 20°	205.7° ± 17.1°	180° ± 15°
5					300° ± 20°	257.1° ± 17.1°	225° ± 15°
6						308.6° ± 17.1°	270° ± 15°
7							315° ± 15°

30

【 0 0 6 0 】

表に規定した巻き付け角は、スプロケット又はプーリラジアルの変化がドライブ共振における十分な緊張力の変化を発生して、外部源によって発生される緊張力を消去するために使用される。これらの値の外側の巻き付け角は、半径方向の変化のため不十分な緊張力の発生をもたらす。以下の表IIには、回避すべき巻き付け角が規定され、この場合、Nと次数は上記の式1に規定されている。

40

【 0 0 6 1 】

【表 2】

表 II
回避すべき巻き付け角

N	第2の スプロケット 次数	第3の スプロケット 次数	第4の スプロケット 次数	第5の スプロケット 次数	第6の スプロケット 次数	第7の スプロケット 次数	第8の スプロケット 次数
0	$90^\circ \pm 30^\circ$	$60^\circ \pm 20^\circ$	$45^\circ \pm 15^\circ$	$36^\circ \pm 12^\circ$	$30^\circ \pm 10^\circ$	$55.7^\circ \pm 8.6^\circ$	$22.5^\circ \pm 7.5^\circ$
1	$270^\circ \pm 30^\circ$	$180^\circ \pm 20^\circ$	$135^\circ \pm 15^\circ$	$100^\circ \pm 12^\circ$	$90^\circ \pm 10^\circ$	$77.1^\circ \pm 8.6^\circ$	$67.5^\circ \pm 7.5^\circ$
2		$300^\circ \pm 20^\circ$	$225^\circ \pm 15^\circ$	$164^\circ \pm 12^\circ$	$150^\circ \pm 10^\circ$	$128.6^\circ \pm 8.6^\circ$	$112.5^\circ \pm 7.5^\circ$
3			$315^\circ \pm 15^\circ$	$228^\circ \pm 12^\circ$	$210^\circ \pm 10^\circ$	$180^\circ \pm 8.6^\circ$	$157.5^\circ \pm 7.5^\circ$
4				$292^\circ \pm 12^\circ$	$270^\circ \pm 10^\circ$	$231.4^\circ \pm 8.6^\circ$	$202.5^\circ \pm 7.5^\circ$
5					$330^\circ \pm 10^\circ$	$282.9^\circ \pm 8.6^\circ$	$247.5^\circ \pm 7.5^\circ$
6						$334.3^\circ \pm 8.6^\circ$	$292.5^\circ \pm 7.5^\circ$
7							$337.5^\circ \pm 7.5^\circ$

10

【0062】

図7は、第3の次数のスプロケットに望ましい巻き付け角を示している。

【0063】

図8は、第3の次数のスプロケットの緊張力の低減を達成するために、繰り返し歯底半径配列又はピッチ半径配列について回避すべき巻き付け角を示している。図8に示した巻き付け角は、全体の緊張力の低減が完全に利用されない又はまったく達成されもしない角度を例示している。図8の三角形は、チェーンがスプロケットを解放するであろう巻き付け角の領域であり、第3の次数のスプロケットについて回避すべき巻き付け角の範囲を示している。

20

【0064】

本発明は、7つのシャフト、0、1'、2'、3'、4'、5'、6'を有する3つのチェーンカムドライブを有するV8エンジンについてコンピュータシミュレーションを介して試験された。ドライブは、緊張力低減ランダムスプロケットをシャフト6'に有する。システムは、チェーンA、B、Cを有し、図9に見られるようにスプロケットはVの両側にある。緊張力低減スプロケット6'は、図9に示したエグゾーストカム6'にある。ストランドS4、S5、S7、S9は、図示しないチェーンガイドで案内される。ストラ

30

【0065】

シャフト6'のスプロケットは、第3の次数のスプロケットであり、したがって、回避すべきチェーン巻き付け角は、 $120^\circ \sim 200^\circ$ の範囲にある。図9に2'と6'として示したスプロケットバンクは、次数のスプロケットに望ましくない範囲にある 175° のチェーン巻き付け角を有する。これらのチェーン巻き付け角の有効性を、「ストレートスプロケット」及び緊張力低減スプロケットに関するシミュレーションを介して試験した。チェーン巻き付け角を変更することによってシャフト6'の緊張力低減スプロケットの有効性の向上を検証するために、チェーンの長さの2つのピッチ及びガイドを加えて、図10に見られるように成形したチェーンパスフットボールを作製した。これによって、チェーン巻き付け角は、第3の次数のスプロケットに望ましい 145° に低減された。図11～図13に見られるように、チェーン巻き付け角の変化は、チェーンA(ストランドS1とS2)、B(ストランドS3、S4、S5、S6、S7)及びC(ストランドS8とS9)におけるより優れた緊張力低減をもたらした。

40

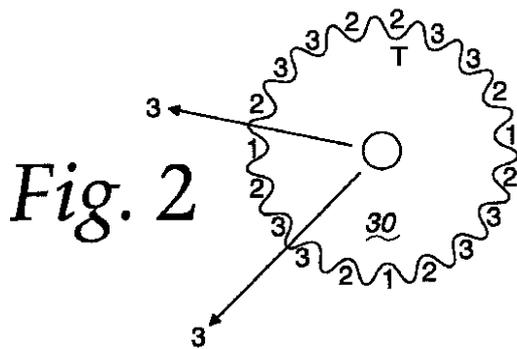
【0066】

したがって、本明細書に記載した本発明の実施形態は、単に本発明の原理の適用の例示的に過ぎないことを理解すべきである。図示した実施形態の詳細に対する本明細書の参照は、それら自体が本発明に重要であると見なされるそれらの特徴を列挙する特許請求の

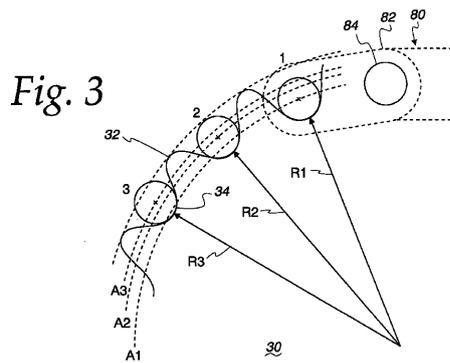
50

範囲を限定するようには意図されない。

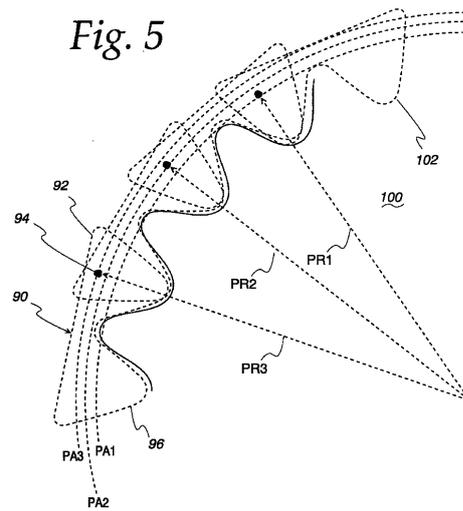
【 図 2 】



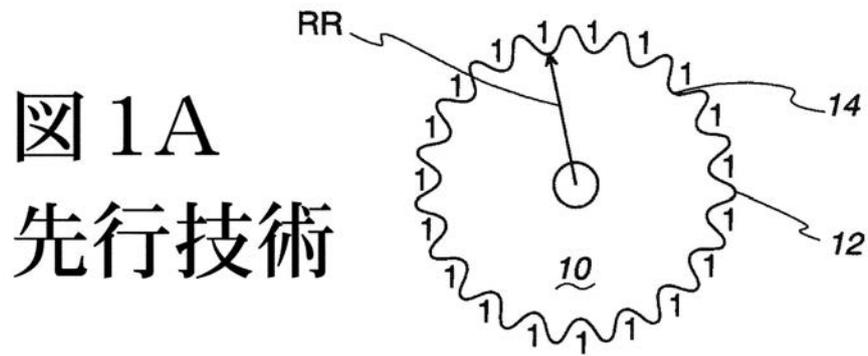
【 図 3 】



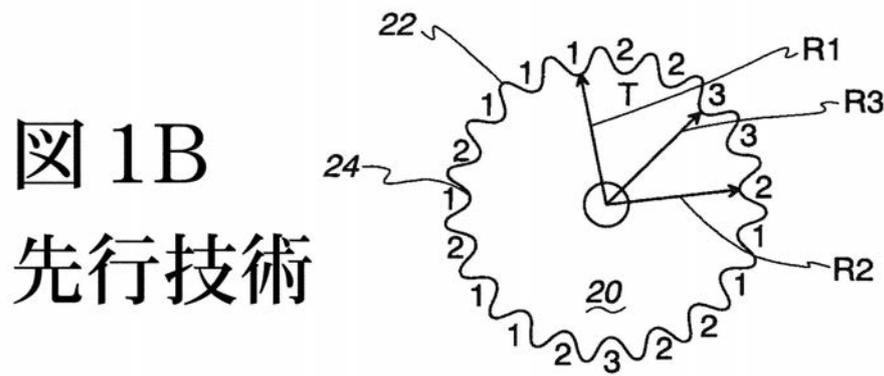
【 図 5 】



【図1A】



【図1B】



【 図 1 C 】

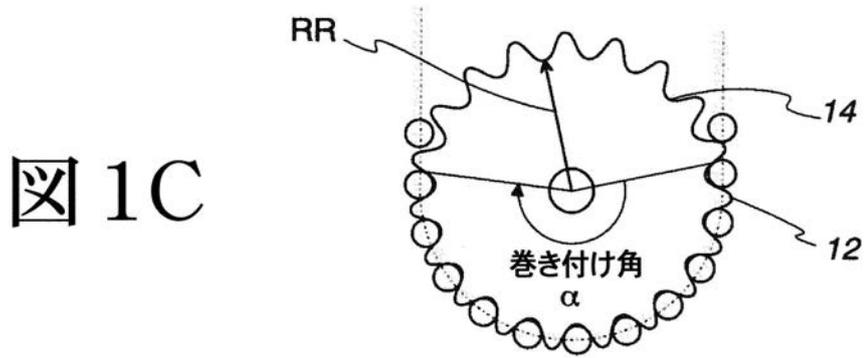
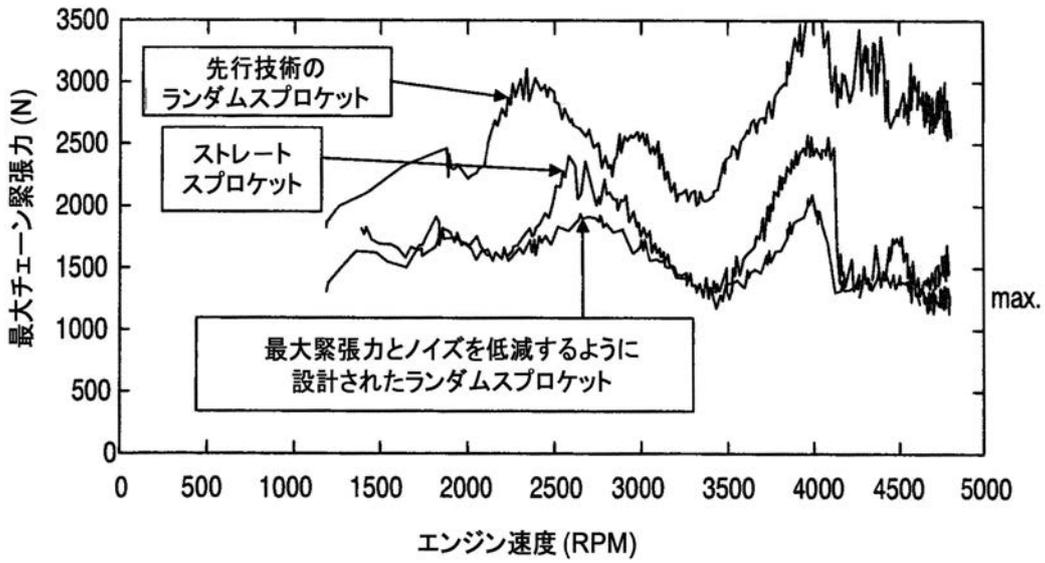


図 1C

【 図 4 】

図 4



【図6】

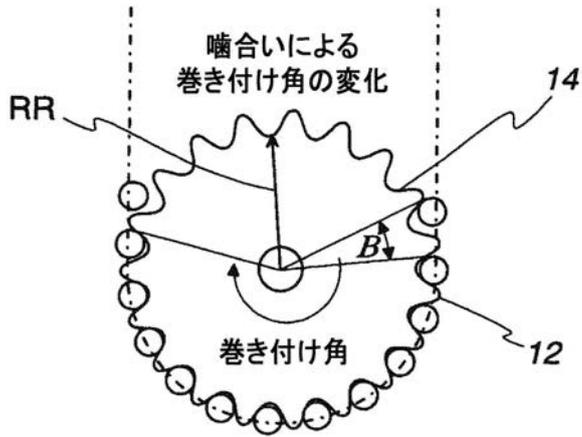


図6

【図7】

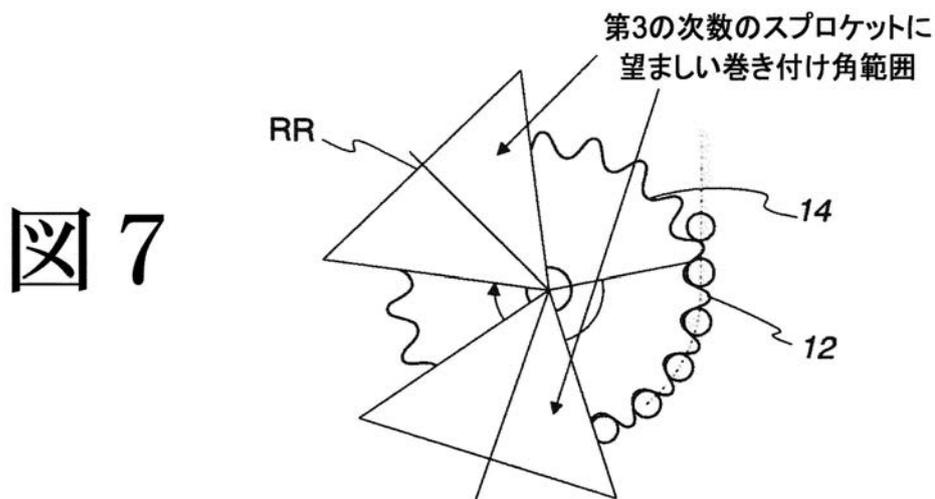


図7

【 図 8 】

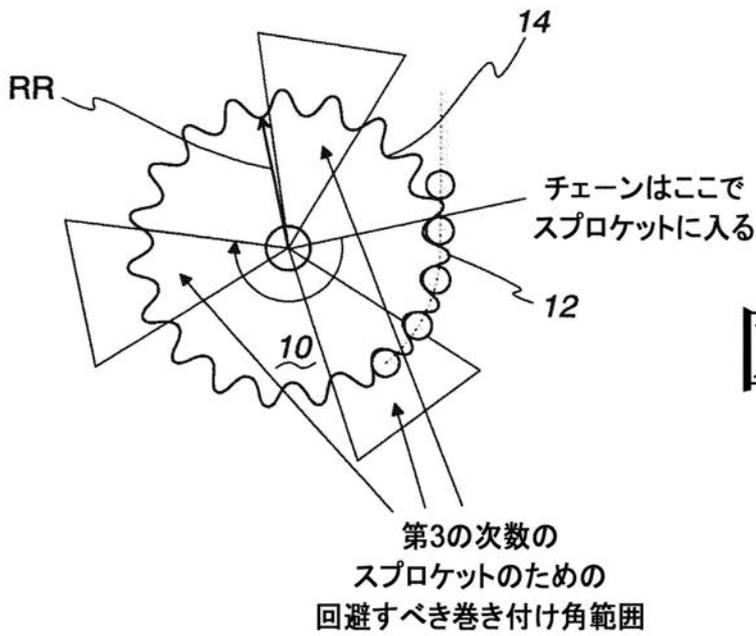
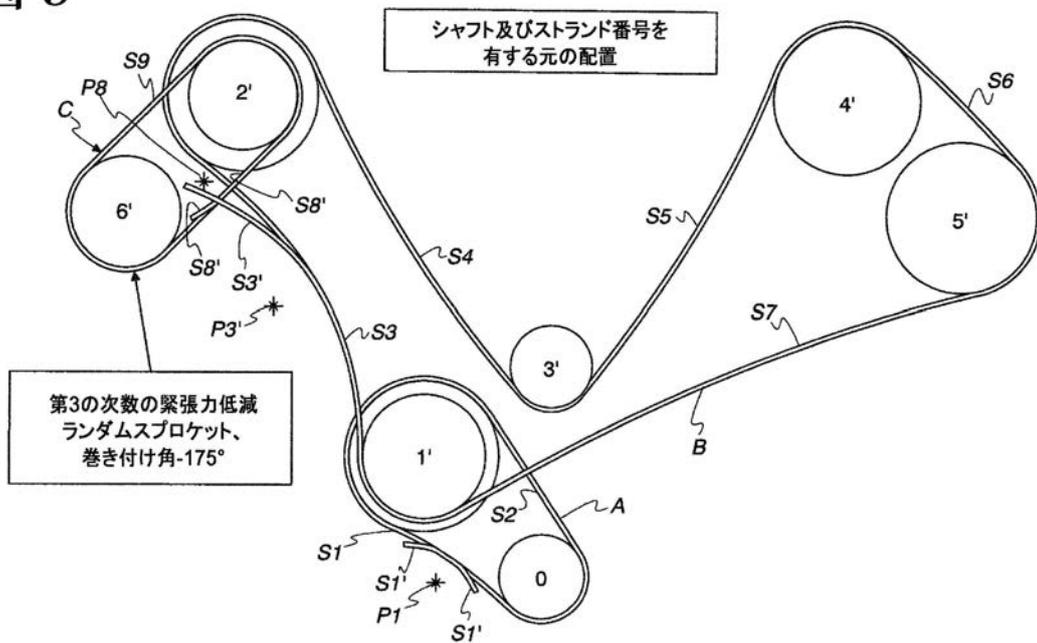


図 8

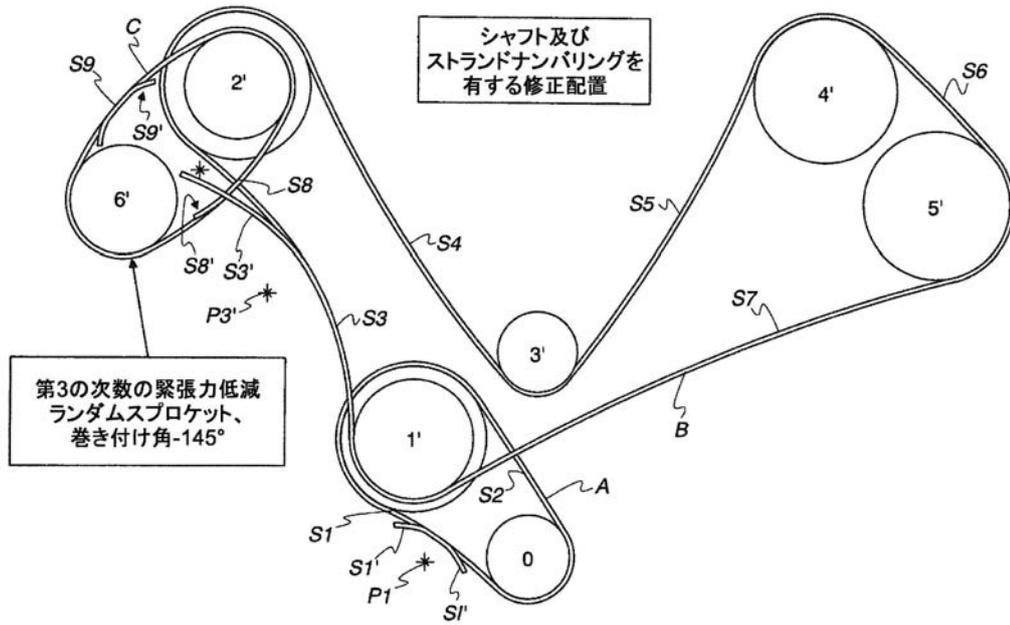
【 図 9 】

図 9



【図10】

図10

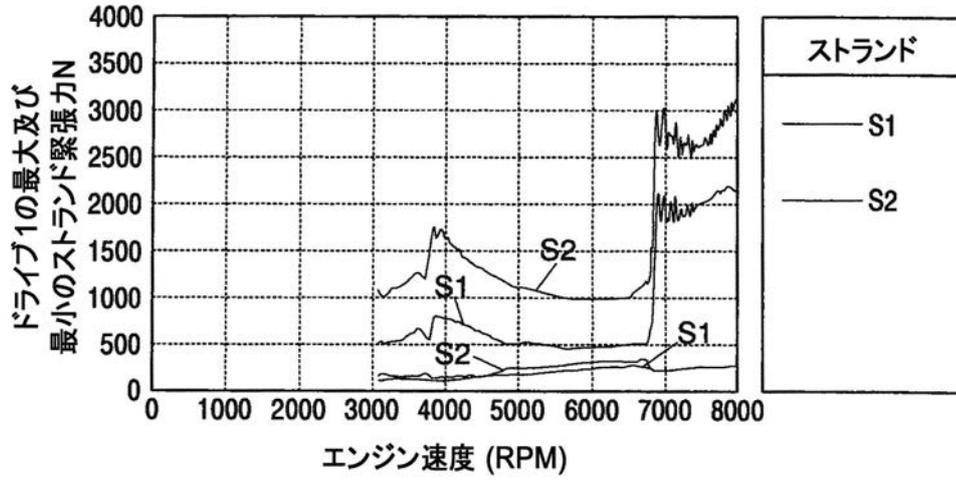


【図11A】

図11A

元の配置の
ストレートスプロケット

チェーンAの最大及び最小の緊張力

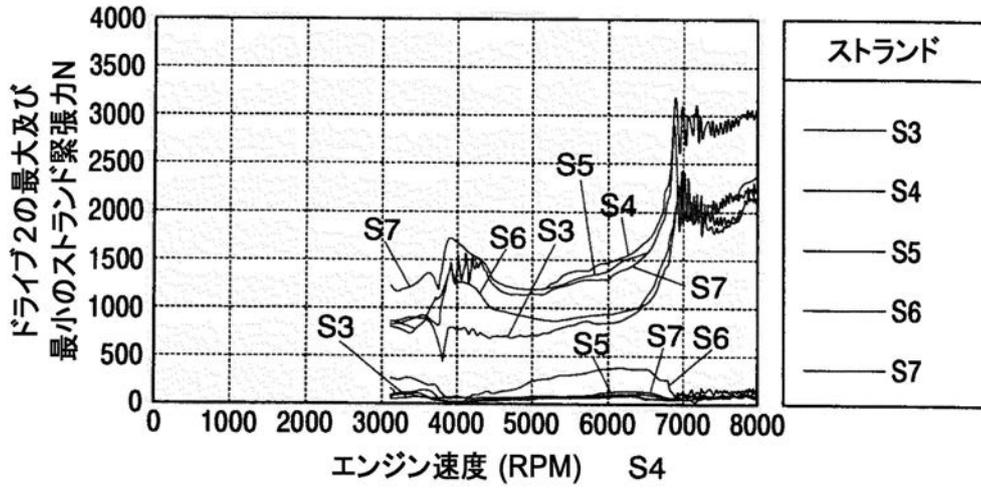


【図 11B】

図 11B

元の配置の
ストレートスプロケット

チェーンBの最大及び最小の緊張力

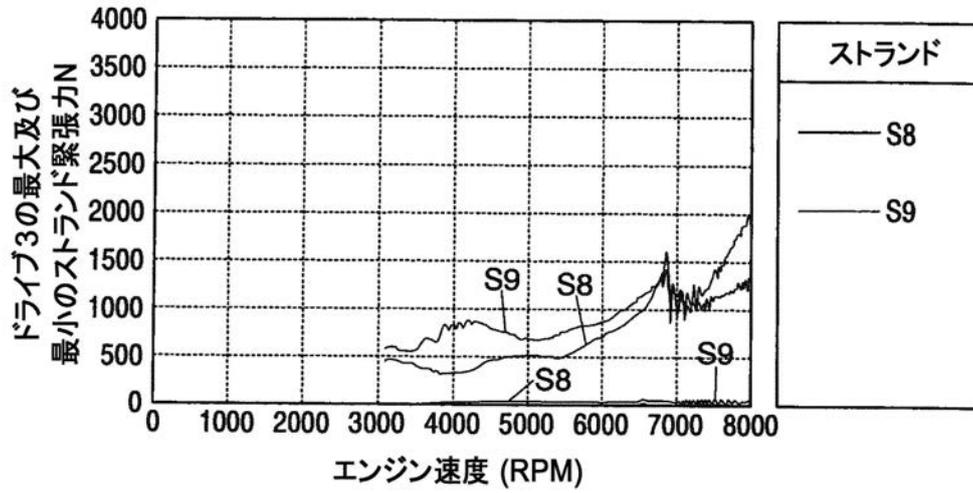


【図11C】

図11C

元の配置の
ストレートスプロケット

チェーンCの最大及び最小の緊張力

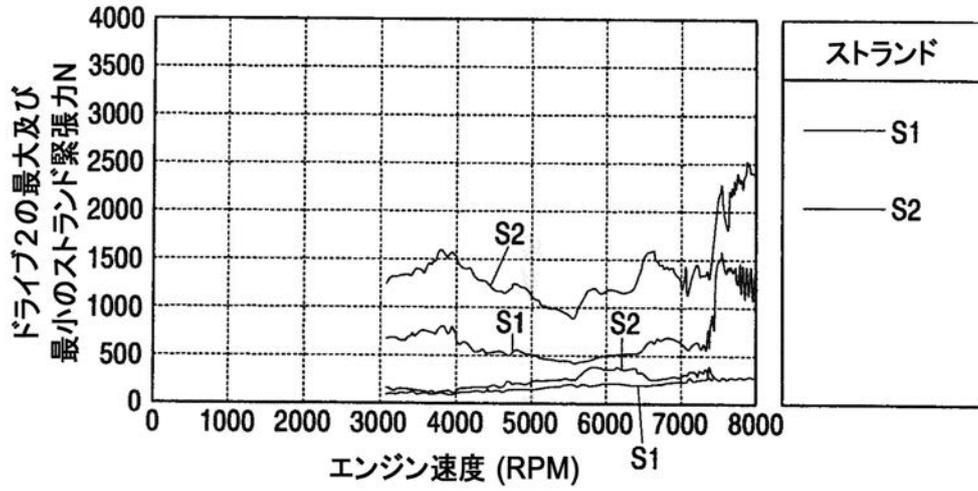


【図12A】

図 12A

シャフト6'の元の配置の
緊張力低減スプロケット

チェーンAの最大及び最小の緊張力

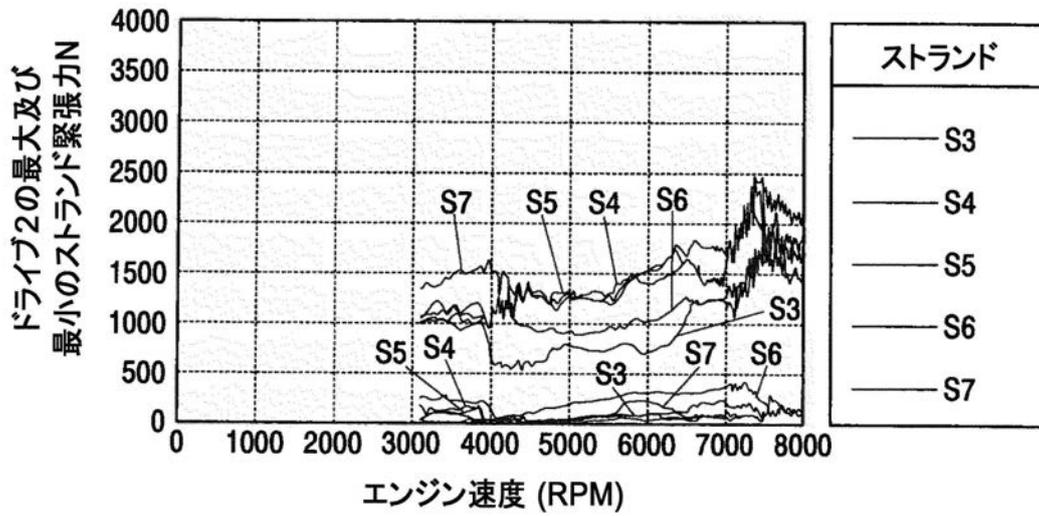


【図 12B】

図 12B

シャフト6'の元の配置の
緊張力低減スプロケット

チェーンBの最大及び最小の緊張力

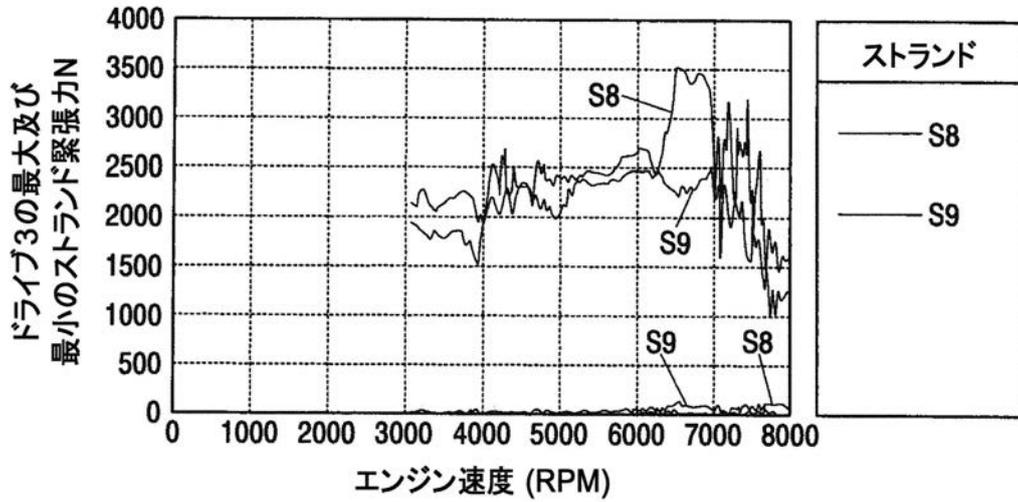


【図12C】

図 12C

シャフト6'の元の配置の
緊張力低減スプロケット

チェーンCの最大及び最小の緊張力

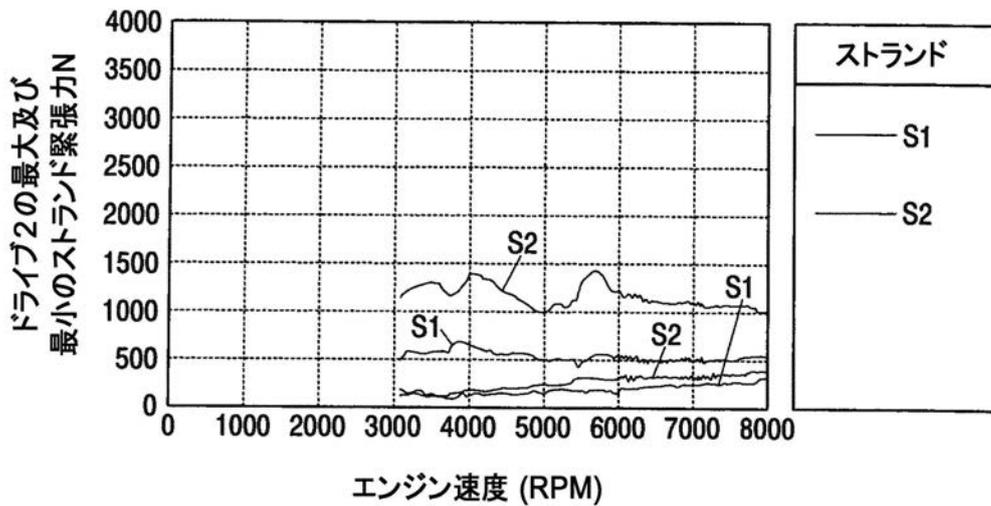


【図13A】

図 13A

シャフト6'の修正配置の
緊張力低減スプロケット

チェーンAの最大及び最小の緊張力

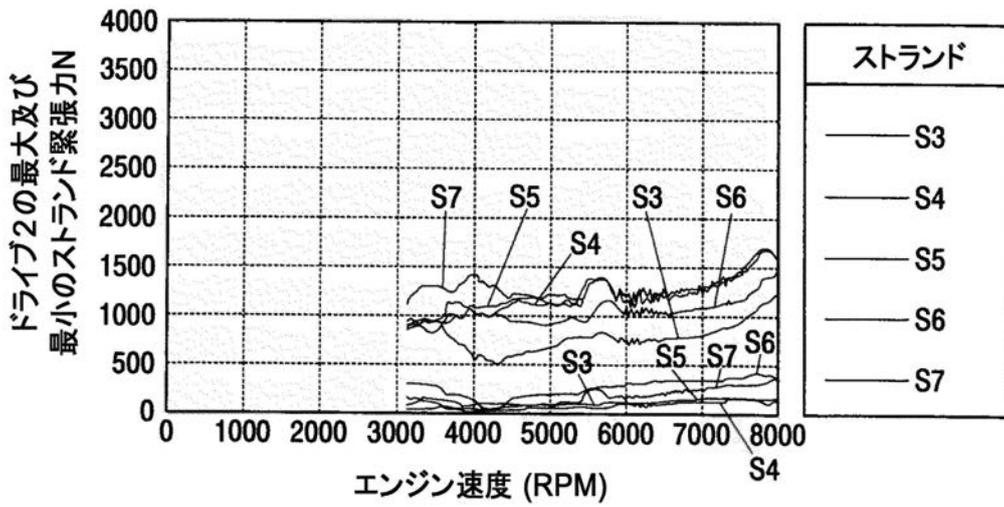


【図 13 B】

図 13B

シャフト6'の元の配置の
緊張力低減スプロケット

チェーンBの最大及び最小の緊張力

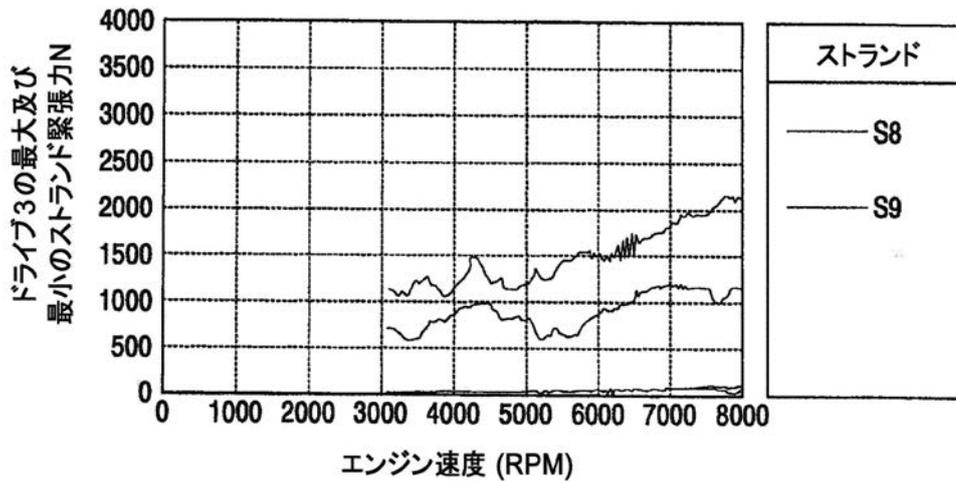


【図 13 C】

図 13C

シャフト6'の
修正配置の緊張力低減スプロケット

チェーンCの最大及び最小の緊張力



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-184996(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16H 7/00 - 7/24

F16H 51/00 - 55/30