(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)特許出願公表番号
特表2014-511471
(P2014-511471A)
(43)公表日　平成26年5月15日(2014.5.15)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
F16G 13/06	(2006.01)	F16G	13/06	F	3J030
F16H 7/06	(2006.01)	F16H	7/06		3J049
F16G 13/02	(2006.01)	F16G	13/02	E	
F16H 55/30	(2006.01)	F16H	55/30	D	

審査請求 未請求　予備審査請求 未請求　（全 34 頁）

(21)出願番号　特願2013-557863 (P2013-557863)
(86)(22)出願日　平成24年3月8日 (2012.3.8)
(85)翻訳文提出日　平成25年11月11日 (2013.11.11)
(86)国際出願番号　PCT/US2012/028277
(87)国際公開番号　WO2012/122375
(87)国際公開日　平成24年9月13日 (2012.9.13)
(31)優先権主張番号　13/043,932
(32)優先日　平成23年3月9日 (2011.3.9)
(33)優先権主張国　米国 (US)

(71)出願人　505233217
クロイズ　ギア　アンド　プロダクツ　インコーポレイテッド
アメリカ合衆国　７２９０３　アーカンソー州　フォート　スミス　フェニックス　アヴェニュー　６１０１　ナンバー２
(74)代理人　100079049
弁理士　中島　淳
(74)代理人　100084995
弁理士　加藤　和詳
(74)代理人　100085279
弁理士　西元　勝一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】噛合衝撃が低減された逆歯チェーンおよびスプロケット駆動システム

(57)【要約】
初期接触距離ＩＣ$_D$、噛合衝撃角シグマ（σ）、リンクプレート入口角ベータ（β）、および噛合ジオメトリのその他の態様が、特定のチェーン・リンク・プレート形状を採用することによって、また、好ましくは、スプロケットの歯の圧力角を修正することによって、騒音および振動を低減するように制御され、かつ最適化される逆歯チェーンおよびスプロケット駆動システムを提供する。スプロケットがたとえ異なる歯数を有していても、システムは、初期接触距離ＩＣ$_D$、噛合衝撃角シグマ（σ）、およびリンクプレート入口角ベータ（β）に対する所望の値が両スプロケットに対して等しくなることを確保するように圧力角が制御されうる、第１および第２のスプロケットを含むことができる。６．３５mm～７．７mmの範囲のチェーンピッチＰの場合、初期接触距離ＩＣ$_D$は、０．４９Ｐ≦ＩＣ$_D$≦０．５３Ｐとなるように制御され、噛合衝撃角シグマ（σ）はσ≦３４°となるように制御され、リンクプレート入口角ベータ（β）はβ≦９°となるように制御される。ある代替チェーンおよび／またはスプロケットの構成では、σ≦３３°

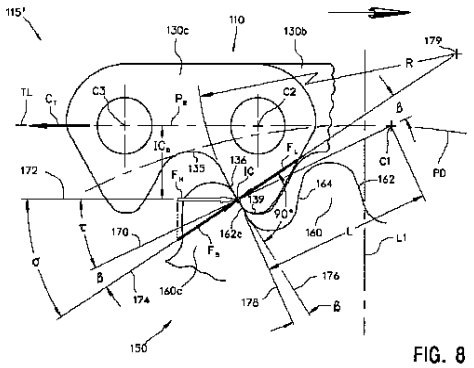

FIG. 8

【特許請求の範囲】
【請求項１】
チェーンおよびスプロケット駆動システムであって、
複数の歯を備えるスプロケットであって、各歯は係合歯面および離合歯面を備えるスプロケットと、
前記スプロケットと噛合される逆歯チェーンであって、前記逆歯チェーンは各々が前方ピン中心を中心とする先行リンク列に対して関節連結し、かつ各々が後方ピン中心を中心とする後続リンク列に対して関節連結する複数のリンク列を備え、前記前方および後方ピン中心はチェーンピッチＰで互いに離間され、前記列の各々は前方内側歯面および後方外側歯面を備える逆歯チェーンと、
を備え、
各列の前記前方内側歯面は、先行する列の前記後方外側歯面の作動部分に対して外向きに突出するとともに、内側歯面半径Ｒを備え、
前記チェーンは接線に沿って前記スプロケットに近づくとともに、各スプロケットの前記歯の前記係合歯面は、初期噛合接触の時点において前記チェーンの噛合列の前記前方内側歯面の初期接触位置で前記チェーンと初期噛合接触し、
前記初期噛合接触の前記時点において、前記噛合列に直近の先行チェーン列は、制御ピン中心となるように前記スプロケットのピッチ直径上に配置される前方ピン中心を含み、
前記スプロケットと完全噛合される前記チェーンの各列に対して、該列の前方および後方ピン中心は前記ピッチ直径ＰＤ上に配置されるとともに、該列の後方外側歯面は前記係合歯面の１つと接触し、
噛合接触角タウ（τ）は、前記接線ＴＬと、前記制御ピン中心および前記初期接触位置を通過する初期接触基準線との間で定義され、
リンクプレート入口角ベータ（β）は、前記初期接触基準線と、前記内側歯面半径の円弧中心および前記初期接触位置を通過する内側歯面基準線との間で規定され、
噛合衝撃角シグマ（σ）は、σ＝τ＋βで、かつσ≦３４°であるように前記接線と前記内側歯面基準線との間で定義され、
前記初期接触位置が、前記噛合列の前記前方ピン中心と前記後方ピン中心の間で延びるピン中心基準線から初期接触距離$ＩＣ_{D}$だけ離間されており、０．４９Ｐ≦$ＩＣ_{D}$≦０．５３Ｐである、
チェーンおよびスプロケット駆動システム。
【請求項２】
前記ベータ（β）は９°以下である、請求項１に記載のチェーンおよびスプロケット駆動システム。
【請求項３】
各列の前記前方内側歯面は先行する列の前記後方外側歯面の作動部分に対して０．００７Ｐ≦λ≦０．０１７Ｐである最大突出量ラムダ（λ）だけ外向きに突出する、請求項１に記載のチェーンおよびスプロケット駆動システム。
【請求項４】
前記歯面半径はＰ≦Ｒ＜２Ｐであるように定義される大きさを有する、請求項３に記載のチェーンおよびスプロケット駆動システム。
【請求項５】
前記チェーンの前記内側リンクの各々は周辺歯面角（ｏｕｔｅｒ　ｆｌａｎｋ　ａｎｇｌｅ）３０°＜Ψ≦３０．５°を定義し、前記周辺歯面角Ψは、前記後方ピン中心を含むとともに前記接線に垂直に位置する第１の基準線と、前記後方外側歯面と一致する第２の基準線との間で定義される、請求項４に記載のチェーンおよびスプロケット駆動システム。
【請求項６】
前記外側歯面は、前記チェーンの内側リンクの各々に対する前記作動部分とトゥ先端との間に位置する面取り部を備える非作動部分を備え、前記チェーンの隣接する列の前記前

方内側歯面は、前記逆歯チェーンが真っ直ぐ引っ張られるとき前記最大突出量ラムダ（λ）よりも大きい突出量だけ前記面取り部に対して外向きに突出する、請求項３に記載のチェーンおよびスプロケット駆動システム。

【請求項７】

前記作動部分および前記面取り部は、面取り角が前記内側リンクの各々に対する前記面取り部と前記後方外側歯面との間で定義されるようにいずれも平坦である、請求項６に記載のチェーンおよびスプロケット駆動システム。

【請求項８】

各スプロケットの前記歯の前記係合歯面は圧力角ＰＡで定義され、３０°≦ＰＡ≦３３．５°であり、かつ前記シグマ（σ）は３３°以下である、請求項１に記載のチェーンおよびスプロケット駆動システム。

【請求項９】

各スプロケットの前記歯の前記係合歯面は圧力角ＰＡで定義され、２７°≦ＰＡ≦３１．５°である、請求項１に記載のチェーンおよびスプロケット駆動システム。

【請求項１０】

前記シグマ（σ）は３１°以下である、請求項９に記載のチェーンおよびスプロケット駆動システム。

【請求項１１】

前記ベータ（β）は７°以下である、請求項１０に記載のチェーンおよびスプロケット駆動システム。

【請求項１２】

各列の前記前方内側歯面は先行する列の前記後方外側歯面の作動部分に対して０．００７Ｐ≦λ≦０．０１７Ｐである最大突出量ラムダ（λ）だけ外向きに突出する、請求項１１に記載のチェーンおよびスプロケット駆動システム。

【請求項１３】

前記歯面半径ＲはＰ≦Ｒ＜２Ｐであるように定義される、請求項１２に記載のチェーンおよびスプロケット駆動システム。

【請求項１４】

前記チェーンの前記内側リンクの各々は周辺歯面角Ψ≦２７°を定義し、前記周辺歯面角Ψは、前記後方ピン中心を含むとともに前記接線に垂直に位置する第１の基準線と、前記後方外側歯面と一致する第２の基準線との間で定義される、請求項１３に記載のチェーンおよびスプロケット駆動システム。

【請求項１５】

前記外側歯面は、前記チェーンの前記リンクの各々に対する前記作動部分とトゥ先端との間で延びる面取り部を含む非作動部分をさらに備え、前記チェーンの隣接する列の前記前方内側歯面は、前記チェーンが真っ直ぐ引っ張られるとき前記最大突出量ラムダ（λ）よりも大きい突出量だけ前記面取り部に対して外向きに突出する、請求項１４に記載のチェーンおよびスプロケット駆動システム。

【請求項１６】

前記後方外側歯面の前記作動部分および前記面取り部は、面取り角が前記内側リンクの各々に対して前記面取り部と前記後方外側歯面との間で定義されるようにいずれも平坦である、請求項１５に記載のチェーンおよびスプロケット駆動システム。

【請求項１７】

前記チェーンピッチＰは６．３５ｍｍ≦Ｐ≦７．７ｍｍの関係を満足する、請求項１に記載のチェーンおよびスプロケット駆動システム。

【請求項１８】

チェーンおよびスプロケット駆動システムであって、

複数の第１の歯を備える第１のスプロケットと、

複数の第２の歯を備える第２のスプロケットであって、前記第１および第２のスプロケットは互いに対して等しくない数の歯を有する、第２のスプロケットと、

前記第１および第２のスプロケットの両方と噛合される逆歯チェーンであって、前記逆歯チェーンは各々が前方ピン中心を中心とする先行リンク列に対して関節連結し、かつ各々が後方ピン中心を中心とする後続リンク列に対して関節連結する複数のリンク列を備え、前記前方および後方ピン中心はチェーンピッチＰで互いに離間され、前記列の各々が前方内側歯面および後方外側歯面を備える逆歯チェーンと、

を備え、

各列の前記前方内側歯面は、先行する列の前記後方外側歯面の作動部分に対して外向きに突出するとともに、内側歯面半径Ｒを備え、

前記第１および第２の両方のスプロケットに対して、

前記チェーンは接線に沿って前記スプロケットに近づくとともに、各スプロケットの前記歯の前記係合歯面は、初期噛合接触の時点において前記チェーンの噛合列の前記前方内側歯面の初期接触位置で前記チェーンと初期噛合接触し、

前記初期噛合接触の前記時点において、前記先行噛合列に直近のチェーン列は、制御ピン中心となるように前記スプロケットのピッチ直径上に配置される前方ピン中心を含み、

前記スプロケットと完全噛合される前記チェーンの各列に対して、該列の前方および後方ピン中心は前記ピッチ直径ＰＤ上に配置されるとともに、該列の後方外側歯面は前記係合歯面の１つと接触し、

噛合接触角タウ（τ）は、前記接線ＴＬと、前記制御ピン中心および前記初期接触位置の両方を通過する初期接触基準線との間で定義され、

リンクプレート入口角ベータ（β）は、前記初期接触基準線と、前記内側歯面半径の円弧中心および前記初期接触位置を通過する内側歯面基準線との間で定義され、

噛合衝撃角シグマ（σ）は、σ＝τ＋βであるように前記接線と前記内側歯面基準線との間で定義され、

前記第１のスプロケットおよび前記チェーンによって定義される前記噛合衝撃角シグマ（σ）は、前記第２のスプロケットおよび前記チェーンによって定義される前記噛合衝撃角シグマ（σ）に等しい、チェーンおよびスプロケット駆動システム。

【請求項１９】

前記初期接触位置は、前記噛合列の前記前方ピン中心と前記後方ピン中心との間で延びるピン中心基準線から初期接触距離IC_Dだけ離間され、０．４９Ｐ≦IC_D≦０．５３Ｐである、請求項１８に記載のチェーンおよびスプロケット駆動システム。

【請求項２０】

前記シグマ（σ）は３３°以下である、請求項１９に記載のチェーンおよびスプロケット駆動システム。

【請求項２１】

前記第１のスプロケットの各歯は第１の圧力角で定義され、前記第２のスプロケットの各歯は前記第１の圧力角とは異なる第２の圧力角で定義される、請求項２０に記載のチェーンおよびスプロケット駆動システム。

【請求項２２】

前記第１の圧力角および前記第２の圧力角はいずれも少なくとも３０°で、３３．５°以下である、請求項２１に記載のチェーンおよびスプロケット駆動システム。

【請求項２３】

前記第１の圧力角および前記第２の圧力角はいずれも少なくとも２７°で、３１．５°以下である、請求項２１に記載のチェーンおよびスプロケット駆動システム。

【請求項２４】

前記シグマ（σ）は３１°以下である、請求項２３に記載のチェーンおよびスプロケット駆動システム。

【請求項２５】

前記チェーンピッチＰは６．３５ｍｍ≦Ｐ≦７．７ｍｍの関係を満足する、請求項１８に記載のチェーンおよびスプロケット駆動システム。

【請求項２６】

前記第１のスプロケットを使用して前記チェーンの前記初期噛合接触によって定義される第１の初期接触距離IC_Dが、前記第２のスプロケットを使用して前記チェーンの前記初期噛合接触によって定義される第２の初期接触距離IC_Dに等しい、請求項１９に記載のチェーンおよびスプロケット駆動システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

（関連出願の相互参照）

本出願は、２００８年９月９日（０９／０９／２００８）に出願された米国仮特許出願第６１／０９５，３９３号の出願日の優先権および利益を主張する２００９年９月９日（０９／０９／２００９）に出願された米国特許出願第１２／５５６，３３２号の一部継続出願である２０１０年６月１４日（０６／１４／２０１０）に出願された米国特許出願第１２／８１４，９６３号の一部継続出願であり、これら先行出願の各々の開示全体が参照として本明細書に明示的に組み込まれる。

【背景技術】

【０００２】

逆歯チェーン１０は、自動車用途においてシャフト間で動力および運動を伝達するために長い間使用されており、図１に示すようにこれらは通常挟み込まれたリンクプレート（ｉｎｔｅｒｌｅａｖｅｄ　ｌｉｎｋ　ｐｌａｔｅｓ）３０の並び（ｒａｎｋ）、すなわち列３０ａ、３０ｂなどを備えるエンドレスチェーンとして構成され、リンクプレートの各々は外側歯面３７と、股部３５を定義する歯の間の内側歯面３６とを有する１対の歯３４を備えている。また、各々のリンクプレートは、接続ピン４０（たとえば、丸ピン、ロッカージョイントなど）を受け入れて列を枢動可能に結合するようにリンク列を横断して整列される２つの開口３２を有しており、駆動スプロケットおよび被駆動スプロケットとの噛合開始時に、リンクプレートの内側歯面（「内側歯面係合」）または外側歯面（「外側歯面係合」）のいずれかでスプロケットの歯に駆動係合するときにピン中心Ｃを中心とするチェーン１０の関節連結を提供する。ピン中心Ｃは、チェーン・リンク・ピッチＰの間隔で離間される。「ピン中心Ｃ」という用語は、ピン４０が丸ピン、ロッカージョイント、またはその他の適切なジョイントを備えるかどうかに関係なく、一連のリンク列３０ａ、３０ｂが互いに回転するための軸を包含することが意図される。外側歯面３７は、直線側面（しかし、湾曲していてもよい）であり、周辺または外側歯面角Ψによって定義される。内側歯面は、凸状に湾曲しており弧中心７９（図３Ａ）を中心とする半径Ｒによって定義される円弧部分を備える。

【０００３】

内側歯面係合および外側歯面係合の噛合方式は、いずれも自動車エンジンのタイミング駆動に使用されているが、内側歯面係合の方がより一般的である。さらに図１を参照すると、スプロケットとの噛合開始時に、支承されていないチェーンスパンでは通常はそうであるようにリンク列３０ａ、３０ｂが直線状に配置された場合、リンクプレート３０の前方（チェーン移動方向に関して）内側歯面３６が先行する列３０ａの隣接リンクプレート３０の外側歯面３７に対して外側突出λを有していることによって内側歯面の噛合接触が可能になる。

【０００４】

噛合開始時のチェーン－スプロケット衝撃は、チェーン駆動システムにおける主要な騒音源であり、これはチェーンリンク列がスパンを出て係合するスプロケットの歯と衝突する際に発生する。噛合現象の複雑な動的挙動は当技術分野においてよく知られており、チェーン－スプロケット間の噛合衝撃の大きさは様々な因子によって影響を受け、そのうちの多角形効果（「弦作用」または「弦運動」と称される）は、チェーンが接線に沿ってスプロケットに近づくときにスプロケットから上流にある「自由な」、すなわち支承されていないスパンに横振動を誘起することが知られている。弦運動は、チェーンが噛合中にスプロケットの歯に係合する際に生じ、チェーン移動に垂直な方向に、かつチェーンおよび

スプロケットと同じ平面内でチェーン運動を起こさせることになる。この望ましくない振動性のチェーン運動は、初期接触点で噛合チェーンリンク列とスプロケットの歯との間に速度差をもたらし、それによって、チェーン－スプロケット間の噛合衝撃および関連するチェーン係合騒音レベルの重大さの原因となる。

【０００５】

図２Ａおよび２Ｂはスプロケットに対する弦上昇を示しており、ここでは弦上昇ＣＲは通常、角度α／２だけ移動する際のチェーンピン中心Ｃ（または、他のチェーンジョイント）の垂直方向変位として定義され、ここで、

$$CR = r_p - r_c = r_p[1 - \cos(180°/N)]$$

であり、ここで、r_cは弦半径、またはスプロケット中心から長さＰのスプロケット・ピッチ・コードまでの距離であり、長さＰはチェーンピッチ長さにも等しく、r_pはスプロケットの理論的ピッチ半径、すなわち、ピッチ直径ＰＤの１／２であり、Ｎはスプロケットの歯数であり、αはスプロケット歯角度、すなわち３６０°／Ｎに等しい。図２Ａは、チェーンがスプロケットと噛合した瞬間の第１の位置におけるチェーンピン中心Ｃを示しており、そこでは接線ＴＬとスプロケットピッチ直径ＰＤの両方と同時に整列している。当技術分野においてよく知られており、また本明細書において使用されるように、接線ＴＬは噛合チェーンピン中心Ｃがスプロケットに近づく理論的直線経路である。本明細書に示すように、接線ＴＬは水平方向に配置され、この場合接線ＴＬは上死点、すなわちピッチ直径ＰＤ上の１２時の位置においてピッチ直径ＰＤに対する接線となる。つまり、チェーンピン中心がピッチ直径ＰＤ上に中心を置いて配置され、接線ＴＬに垂直である半径方向基準線の中心にも中心を置くように配置された場合、接線ＴＬはピッチ直径ＰＤにも接する（接線が本明細書に示すように水平であるとき、基準線は垂直である）。図２Ｂは、スプロケットが角度α／２だけ回転した後、同じピン中心Ｃの位置を示しており、この場合、ピン中心Ｃはスプロケットラップの周りを移動し続けるにつれて距離ＣＲだけ横方向に変位され、このピン中心の垂直変位はその上流チェーンスパンおよび接線ＴＬの対応する変位をもたらすことが分かる。チェーンピンＣが弦上昇および弦下降を経ながら移動する際のこの横方向の変位は、支承されないチェーンスパンの望ましくない振動を誘起する。

【０００６】

チェーンの望ましくない弦運動を低減する試みが、Ｈｏｒｉｅらに付与された米国特許第６，５３３，６９１号明細書に記載されている。Ｈｏｒｉｅらは、初期スプロケットの歯の噛合接触から完全噛合（弦）位置までの各リンクプレート内側歯面の移動を円滑にすることを意図する複合的な半径プロファイルで定義される逆歯チェーンを開示している。Ｈｏｒｉｅらのリンクプレート形状での初期噛合接触は、リンクのトゥ（ｔｏｅ）先端における内側歯面の凸面円弧部で起こり、内側歯面の第２の円弧部へ円滑かつ連続的に進んだ後に先行リンクの外側歯面の完全噛合接触に移行する。

【０００７】

弦運動は、Ｙｏｕｎｇらによる米国特許第７，７８９，７８３号明細書に開示されたシステムによっても低減され、この開示では、隣接するリンクプレートのそれぞれの外側歯面に対するチェーンの内側歯面突出量がチェーンピッチＰの関数として定義され、関係する外側歯面に対する内側歯面の最大突出量ラムダ（λ）が$0.010 \times P \leqq \lambda \leqq 0.020 \times P$の範囲に収まるように定義される。Ｙｏｕｎｇらは、弦運動を制限するために内側歯面初期噛合接触も組み込んだリンクプレートを開示しているが、その内側歯面噛合接触は、リンクプレートの同一凸面円弧部で開始し、終了し、その後、噛合接触が先行リンクの外側歯面完全噛合接触へ移行して噛合サイクルが完了する。

【０００８】

米国特許第６，２４４，９８３号明細書において、Ｍａｔｓｕｄａは、完全噛合サイクルにおいてスプロケット歯との内側歯面噛合接触を有するリンクプレートを開示している。Ｍａｔｓｄａのリンクプレートの外側歯面はスプロケット歯とは接触しないが、その内側歯面噛合ジオメトリによって係合中の弦運動が制限されている。

【０００９】
前述の先行技術の逆歯チェーンはすべて、噛合中の弦運動を有益に制限する特徴を有している。しかしながら、チェーン駆動騒音レベルに悪影響を有するもう１つの重要な因子は、他の先行技術による逆歯チェーンと同様に、これらのチェーンのリンクプレート設計において十分に考慮されておらず、またその因子はチェーンとスプロケットの係合過程における噛合衝撃ジオメトリに関するものである。
【００１０】
図３、およびより明確には図３Ａに示すように、チェーン１０と、スプロケット５０と、チェーン１０と噛合する少なくともももう１つのスプロケットとを含むチェーン駆動システム１５において、チェーン１０の先行技術によるチェーンリンク列３０ｃが、従来型のスプロケット５０のスプロケット歯６０ｃと噛合しようとしている。参照番号は通常、各列３０ａ、３０ｂ、３０ｃなどの前面に見える１個のチェーン・リンク・プレート３０についてのみ示されているが、当業者であれば、ここでの議論が各列の複数のリンクプレート３０に当てはまることを認識するであろう。一連のピン中心Ｃは、互いに識別できるように番号Ｃ１、Ｃ２、Ｃ３、Ｃ４などが付けられる。
【００１１】
リンク列３０ｃは、対応するスプロケット歯６０ｃとの初期噛合接触の瞬間、すなわち、係合歯面６２ｃの初期接触位置ＩＣにおける、チェーン・リンク・プレートの前方内側歯面３６とスプロケット歯６０ｃの係合歯面６２ｃとの初期接触の瞬間を示している。初期接触角シータ（θ）は、スプロケットの回転軸を起点として接線ＴＬに垂直に延びる第１の半径方向基準線Ｌ１と、スプロケットの回転軸を起点として対象のスプロケットの歯６０ｃの歯中心を通って延びる第２の半径方向基準線ＴＣとの間で定義される。リンク列３０ｃが初期噛合衝撃ＩＣをする瞬間に、先行するリンク列３０ｂはチェーンスパンを出て「浮遊状態」に入り、すなわち、列３０ｂのリンクプレート３０はスプロケット５０と直接接触せず、噛合列３０ｃと、先行するスプロケット歯６０ｂと完全噛合接触している先行列３０ａとの間で宙吊りの状態となる。リンク列３０ｂは、列３０ｃがその初期の噛合接触位置ＩＣから最終内側歯面噛合接触位置ＩＦまでスプロケット歯６０ｃの係合歯面６２ｃとの摺動接触を介して関節連結をするときこの浮遊状態に留まっており、ＩＦに到達した時点で、列３０ｂはその噛合サイクルを終了して、その後方外側歯面３７がスプロケットの歯６０ｃと位置ＯＦで完全噛合接触する位置に移行する（接触位置ＩＦおよびＯＦが図４および４Ａに示される）。図４および４Ａは、リンク列３０ｂおよび３０ｃがスプロケット歯６０ｃと同時接触しており、スプロケット回転の次の増分でリンク列３０ｃがその内側歯面噛合接触から分離することから、「同時噛合」と称される噛合サイクルの時点を示す。分離した後、リンク列３０ｃは、スパン内に留まり、次の列３０ｄがスプロケット歯６０ｄと初期噛合衝撃ＩＣをする瞬間に浮遊状態に入る。
【００１２】
リンク列３０ｃ（図３および３Ａを再び参照すると）が初期噛合衝撃する時点よりも前に、チェーンスパンはピン中心Ｃ１を中心とした回転を効果的に行ない、列３０ｃがスプロケット歯６０ｃとの噛合衝撃ＩＣに向って関節的に連結していることに留意されたい。それゆえ、ピン中心Ｃ１は「制御ピン中心」と称されうる。制御ピン中心Ｃ１は、噛合リンク列３０ｃの前方ピン中心Ｃ２に対して直近の先行（下流）ピン中心である（また、制御ピン中心Ｃ１は、完全噛合リンク列３０ａの（チェーン移動方向に関して）直近の後方ピン中心である）。このようにして、以下の関係が定義される。
【００１３】
－噛合接触角タウ（τ）が、接線ＴＬと制御ピン中心Ｃ１および初期接触位置ＩＣの両方を通過する初期接触基準線７０との間で定義される。
【００１４】
－初期接触基準線７０が、制御ピン中心Ｃ１と初期接触位置ＩＣとの間の長さＬのレバーアームを定義する（図３Ａ）。
【００１５】

－リンクプレート入口角ベータ（β）が、初期接触基準線７０と、内側歯面半径Ｒの弧中心７９および初期接触位置ＩＣを通過する内側歯面基準線７４との間で定義される（内側歯面基準線７４は、スプロケットの歯６０ｃの係合歯面６２ｃのインボリュート曲線（または半径方向の円弧部分、または他の曲面）に垂直となる）。

【００１６】

－噛合衝撃角シグマ（σ）が、接線ＴＬと内側歯面基準線７４との間で定義される。すなわち、σ＝τ＋βとなる。

【００１７】

チェーン－スプロケット噛合衝撃が、初期接触位置ＩＣにおける噛合リンク列３０ｃとスプロケット歯６０ｃとの速度差から得られ、スプロケット歯が初期噛合衝撃の瞬間にチェーンスパンから噛合リンク列３０ｃを受け止める際に発生される関係衝撃エネルギーＥは次式によって定義される。

【００１８】

$E = CmL^2\omega^2\cos^2(90-\beta)$

【００１９】

ここで、Ｃは定数であり、ｍは単一噛合リンク列３０ｃの質量に等しく、Ｌは制御ピン中心Ｃ１から初期接触位置ＩＣまでの長さであり、ωはスプロケットの角速度であり、βはリンクプレート噛合入口角である。噛合衝撃は関連する騒音レベルとともに、速度差を減らすことによって低減可能であり、これは噛合入口角βを低減することによって達成されうる。

【００２０】

さらに、衝撃エネルギーＥの式は、噛合リンク列３０ｃの質量だけが考慮され、チェーン張力C_Tは考慮されておらず、このチェーン張力は、結果として得られる噛合衝撃エネルギーＥ、および関連する総合的な騒音レベルを増加させる。チェーン張力C_Tは、噛合開始時にスプロケットの歯６０ｃに作用し、リンク衝撃力F_Lに等しく反対向きの逆歯の衝撃反力F_Sは、噛合衝撃角σの大きさによって変化し、ここで、

【数１】

$$F_S = \frac{F_H}{\cos\sigma}$$

であり、ここで、水平方向の合力がゼロであることを満足するためにF_HはC_Tに等しくなる。これらの関係は図３および３Ａに示されている（なお、図３Ａでは、噛合衝撃角（σ）およびその成分角度が接線ＴＬに平行であり、初期接触位置ＩＣに延びる基準線７２からの角度として示されており、基準線７２は力ベクトルF_Hに一致する）。スプロケットの歯６０ｃは、歯６０ｃの前方（下流）にある次のいくつかの歯とともにチェーン張力C_Tの荷重分布を共有し、初期噛合接触の開始時に歯６０ｃの位置ＩＣにおいて最大反力F_Hが発生することに留意されたい。歯６０ｃの前方にあるいくつかの歯に作用するチェーン張力荷重の残りの部分は、噛合騒音レベルに影響せず、したがって、本発明における検討対象外である。要約すると、リンク衝撃力ベクトルF_Lは、初期の噛合接触中に噛合衝撃位置ＩＣに作用し、全噛合衝撃エネルギーＥ、およびこれに関係する騒音レベルを増大させる。

【００２１】

前述のように、図４は、同時噛合接触を示しており、この場合、リンク列３０ｃの前方の内側歯面３６は、位置ＩＦにおいてスプロケット歯６０ｃの係合歯面６２ｃに接しており、先行リンク列３０ｂの後方外側歯面３７は、位置ＯＦにおいて係合歯面６２ｃに接している。図４Ａは、同時噛合接触現象のジオメトリから得られる力をさらに示す図４を大きく拡大した部分図である。先行リンク列３０ｂの後方外側歯面３７との同時外側歯面接触を実現するために歯６０ｃがリンク列３０ｃの前方内側歯面３６との「内側歯面のみの」接触から移行するこの瞬間は、移行点とも称され、リンク列３０ｂはピッチ直径ＰＤに配置されるその前方および後方ピン中心Ｃ１、Ｃ２の両方と完全に噛合されるので歯６０ｃの噛合サイクルの終了も定義する。移行角ファイ（Φ）は、第１の半径方向基準線Ｌ１と歯６０ｃの歯中心を示す第２の半径方向基準線ＴＣとの間の角度として定義される。

【００２２】

図４および４Ａは、それぞれ図３および３Ａに対応するが、移行現象に関係しており、以下のことを示している。

【００２３】

－移行接触角タウ’（τ’）が、接線ＴＬと、外側歯面接触位置ＯＦと制御ピン中心Ｃ１との両方を通過する移行接触基準線８０との間の角度として定義され、移行現象に関しては、制御ピン中心は、位置ＯＦにおける後方外側歯面接触に移行するリンク列の前方ピン中心である（すなわち、同時に噛合しているリンク列間の界面にあるピン中心の直前に先行するピン中心Ｃである）。

【００２４】

－移行接触基準線８０は、制御ピン中心Ｃ１と外側歯面接触位置ＯＦとの間のレバーアーム長さＬ’を定義する。

【００２５】

－リンクプレート移行角ベータ’（β’）は、移行接触基準線８０と、後方外側歯面３７に垂直に延びる外側歯面基準線８４との間の角度として定義される（外側歯面基準線８４も、スプロケット歯６０ｃの係合歯面６２ｃのインボリュート曲線（または半径方向円弧部分、または他の曲面）に垂直となる）。

【００２６】

－移行衝撃角シグマ’（σ’）は、接線ＴＬと外側歯面基準線８４との間の角度として定義される。すなわち、σ’＝τ’＋β’となる。

【００２７】

図３および３Ａの特徴に対応する図４および４Ａにおける特徴は、対応する参照文字にダッシュ（’）記号表示を付して示されており、そのすべてを必ずしもこれ以上議論しないことことに留意されたい。また、図４Ａでは、移行衝撃角シグマ’（σ’）およびその成分角が、接線ＴＬに平行の、外側歯面接触位置ＯＦに延びる、基準線８２に対して示されており、基準線８２は力ベクトルF'_Hに一致する。

【００２８】

リンク列３０ｂが位置ＯＦにおいてスプロケット歯６０ｃとの完全弦噛合接触に移行するときの第２の噛合衝撃とそれに関連する騒音レベルの強度は、位置ＩＣにおける前述の初期噛合衝撃とその結果生じる噛合騒音レベルとに比べて小さい値である。第一に、移行衝撃角σ’は、初期噛合衝撃角σよりも常に小さい値となる。第二に、位置ＯＦにおける外側歯面接触は、リンク列３０ｂが浮遊状態から完全噛合状態に移行するときに起こり、これは、噛合開始時に１つのリンク列がチェーンスパンからスプロケット歯６０との衝撃を受ける、チェーン１０とスプロケット５０との間の初期接触と比べると衝撃力に関してさほど重要でないものと考えられる。さらに、騒音試験および振動試験は、位置ＯＦにおける外側歯面３７の移行噛合衝撃が位置ＩＣにおける内側歯面３６の初期噛合衝撃ほど噛合騒音レベル全体に寄与しないことを示している。

【００２９】

スプロケット５０は従来型のものであり、歯６０（すなわち、６０ａ、６０ｂ、６０ｃなど）は、各々が半径方向歯中心ＴＣを中心として対称的に定義され、噛合時にチェーン

１０に初期接触する係合歯面６２（すなわち、６２ａ、６２ｂ、６２ｃなど）と、整合した離合歯面６４（すなわち、６４ａ、６４ｂ、６４ｃなど）とを有する。歯中心ＴＣによって、各歯６０は二等分され、歯角α＝３６０°／Ｎの均等な角度（°）で配置されている。係合歯面６２（および離合歯面６４）のインボリュート形状は基準円から生成され、基準円は次のように定義される。

【００３０】

基準円＝ＰＤ×ＣＯＳ（ＰＡ）、ここで、

ＰＤ＝スプロケットピッチ円直径、およびＰＡ＝歯圧力角であり、

さらに、ピッチ直径ＰＤそのものは次のように定義される。

【００３１】

ＰＤ＝Ｐ／ＳＩＮ（１８０／Ｎ）、

【００３２】

ここで、Ｐ＝ピッチであり、Ｎ＝スプロケットの歯数である。

【００３３】

インボリュート歯形は、ラジアル歯形で近似することができ、半径方向歯形の圧力角ＰＡが同様に決定されうる。いずれにしても、比較的小さい圧力角で定義される係合歯面６２は、比較的大きい圧力角で定義される係合歯面に比べて急峻である（スプロケット回転軸を起点とするラジアル線により近くなる）ことは一般に知られている。したがって、初期接触位置ＩＣにおける係合歯面６２の基準線接線は、この基準線接線と半径方向基準線との間の角度を定義することになり、半径方向基準線は、係合歯面と、圧力角が減少すると小さく圧力角が増加すると大きい、すぐ下流の（前方の）離合歯面６４との間に位置する。先行技術システムでは、リンク衝撃力F_Lおよびこれに関連する衝撃エネルギーＥを最小化するために、チェーン・リンク・プレート３０の設計を最適化できるように通常のスプロケット歯圧力角を実質的に変更してこなかった。従来のスプロケット歯圧力角を度（°）単位で以下の表１に示しており、スプロケット５０はこれらの慣例に従う（すべての歯６０は同じ圧力角ＰＡを有する）。

【００３４】

【表１】

スプロケット歯数（Ｎ）	公知のスプロケット圧力角
＜１９	３４°
１９－２５	３３°
２６－６０	３１．５°

【先行技術文献】

【特許文献】

【００３５】

【特許文献１】米国特許第６，５３３，６９１号
【特許文献２】米国特許第７，７８９，７８３号
【特許文献３】米国特許第６，２４４，９８３号
【特許文献４】米国特許出願公開第２０１１／０２１２９９号

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【００３６】

本発明の一態様によると、チェーンおよびスプロケット駆動システムは複数の歯を備えるスプロケットを含み、各歯は、係合歯面および離合歯面、ならびにスプロケットが噛合された逆歯チェーンを含む。逆歯チェーンは、各々が前方ピン中心を中心とする先行リンク列に対して関節連結し、かつ各々が後方ピン中心を中心とする後続リンク列に対して関

節連結する複数のリンク列を含む。前方および後方ピン中心は、チェーンピッチＰで互いに離間される。列の各々は前方内側歯面および後方外側歯面を含み、各列の前方内側歯面は先行列の後方外側歯面の作動部分に対して外向きに突出し、内側歯面半径Ｒを備える。チェーンは、接線に沿ってスプロケットに近づき、各スプロケット歯の係合歯面は、初期噛合接触の時点でチェーンの噛合列の前方内側歯面の初期接触位置でチェーンと初期噛合接触する。初期噛合接触の時点で、噛合列に先行する直前のチェーン列は、制御ピン中心となる、スプロケットのピッチ直径上に配置された前方ピン中心を含む。スプロケットと完全に噛合されるチェーンの各列では、その前方および後方ピン中心はピッチ直径ＰＤ上に配置されており、その後方外側歯面は係合歯面の１つと接している。噛合接触角タウ（τ）は、接線ＴＬと、制御ピン中心および初期接触位置の両方を通過する初期接触基準線との間の角度として定義される。リンクプレート入口角ベータ（β）は、初期接触基準線と、内側歯面半径の弧の中心および初期接触位置を通過する内側歯面基準線との間の角度として定義される。噛合衝撃角シグマ（σ）は、σ＝τ＋β、およびσ≦３４°となるように接線と内側歯面基準線の間の角度として定義される。初期接触位置は、噛合リンク列の前方ピン中心と後方ピン中心の間で延びるピン中心基準線からの初期接触距離IC_Dだけ離間され、０．４９Ｐ≦IC_D≦０．５３Ｐである。

【００３７】

本発明の別の態様によると、チェーンおよびスプロケット駆動システムは、複数の第１の歯を備える第１のスプロケットと、複数の第２の歯を備える第２のスプロケットとを含み、第１および第２のスプロケットが有する歯の数は、等しくない。逆歯チェーンは第１および第２のスプロケットの両方と噛合され、各々が前方ピン中心を中心とする先行リンク列に対して関節連結し、かつ各々が後方ピン中心を中心とする後続リンク列に対して関節連結する複数のリンク列を含み、前記前方および後方ピン中心は、チェーンピッチＰで互いに互いに離間される。チェーンの列の各々は、前方内側歯面および後方外側歯面を含み、各列の前方内側歯面は先行する列の後方外側歯面の作動部分に対して外向きに突出し、内側歯面半径Ｒを含む。第１および第２のスプロケットに対し、チェーンは接線に沿ってスプロケットに近づき、各スプロケット歯の係合歯面は、初期噛合接触の時点でチェーンの噛合列の前方内側歯面の初期接触位置でチェーンと初期噛合接触する。初期噛合接触の時点で、噛合列に先行する直前のチェーン列は、制御ピン中心となるスプロケットのピッチ直径上に配置される前方ピン中心を含む。スプロケットと完全に噛合されるチェーンの各列に対し、その前方および後方ピン中心はピッチ直径ＰＤ上に配置されており、その後方外側歯面は係合歯面の１つと接している。噛合接触角タウ（τ）は、接線ＴＬと、制御ピン中心および初期接触位置の両方を通過する初期接触基準線との間の角度として定義される。リンクプレート入口角ベータ（β）は、初期接触基準線と、内側歯面半径の弧の中心および初期接触位置を通過する内側歯面基準線との間の角度として定義される。噛合衝撃角シグマ（σ）は、σ＝τ＋βであるように接線と内側歯面基準線の間の角度として定義される。第１のスプロケットおよびチェーンによって定義される噛合衝撃角シグマ（σ）は、第２のスプロケットおよびチェーンによって定義される噛合衝撃角シグマ（σ）に等しい。

【００３８】

本発明は様々な構成要素および構成要素の配置を備えており、その好ましい実施形態は以下の添付図面に示される。

【図面の簡単な説明】

【００３９】

【図１】下にあるリンクプレートを明らかに示すためにガイドプレートを取り除いた公知の逆歯チェーンの第１および第２のリンク列を示す図である。

【図２Ａ】スプロケットの弦上昇を示す図である。

【図２Ｂ】スプロケットの弦上昇を示す図である。

【図３】図１のチェーンを、チェーン駆動システムの公知のスプロケットのスプロケット歯との噛合開始時におけるリンク列とともに示す図である。

【図３Ａ】図３の拡大部分を示す図である。
【図４】チェーンの２つの連続するリンク列がスプロケット歯と同時噛合接触している図３のシステムを示す図である。
【図４Ａ】同時噛合接触をより分かりやすく示して明確にするために前面のリンクプレートを取り除いた図４の拡大部分図である。
【図５】下部のリンクプレートを明らかに示すためにガイドプレートを取り除いた、本発明の第１の実施形態に従って形成された逆歯チェーンの第１および第２のリンク列を示す図である。
【図５Ａ】図５の詳細領域５Ａを大きく拡大した図である。
【図５Ｂ】ガイドプレートを含む、図５のチェーンの複数リンク列の等角図である。
【図５Ｃ】図５の詳細領域５Ａを示すとともに、噛合サイクルにわたるスプロケット歯の係合歯面と接触するリンクプレート上の位置を示す図である。
【図６】図３の従来型スプロケットのスプロケット歯との噛合開始時におけるリンク列とともに、図５のチェーンを示す図である。
【図６Ａ】図６の拡大部分を示す図である。
【図７】チェーンの２つの連続するリンク列がスプロケット歯と同時噛合接触している、図６のシステムを示す図である。
【図７Ａ】同時噛合接触をより分かりやすく示して明確にするために、前面のリンクプレートを取り除いた図７の拡大部分図である。
【図８】図６Ａと同様であるが、本発明の代替実施形態に従って形成されたスプロケット歯との噛合開始時における図５のチェーンを示し、スプロケット歯圧力角は図６の周知のスプロケットに対して調整される図である。
【図９】下部のリンクプレートを明らかに示すためにガイドプレートを取り除いた、本発明の第２の実施形態に従って形成された逆歯チェーンの第１および第２のリンク列を示す図である。
【図９Ａ】図９の詳細領域９Ａを大きく拡大した図である。
【図９Ｂ】ガイドプレートを含む、図９のチェーンの複数リンク列の等角図である。
【図９Ｃ】図９の詳細領域９Ａを示すとともに、噛合サイクルにわたるスプロケット歯の係合歯面と接触するチェーン上の位置を示す図である。
【図１０】本発明の別の態様に従って圧力角を低減して定義された歯面を有するスプロケット歯との噛合開始時における図９のチェーンを示す図である。
【図１０Ａ】図３の従来型のスプロケットの歯に極めて細い線を重ね合わせた図１０のスプロケットの歯を大きく拡大した図である。
【図１１】図１０の拡大部分であり、リンク列とともに、スプロケット歯との噛合開始時における図９のチェーンを示す図である。
【図１１Ａ】図１１の拡大部分を示す図である。
【図１２】チェーンの２つの連続するリンク列がスプロケット歯と同時噛合接触している、図１１のシステムを示す図である。
【図１２Ａ】同時噛合接触をより分かりやすく示して明確にするために、前面のリンクプレートを取り除いた図１２の拡大部分図である。
【図１３】本発明による逆歯チェーン駆動システムを示す図である。
【発明を実施するための形態】
【００４０】
図５は、好ましい内側歯面突出量ラムダ（λ）および外側プロファイルを示す、本発明（チェーンのガイドプレートは図示せず）に従って形成された内側歯面係合逆歯チェーン１１０の第１および第２の列の拡大図である。図５Ａは、リンク歯先端１３９に近い外側歯面面取り部１３８に対する内側歯面突出量λ_Tを示す図５の詳細領域５Ａの拡大図である。図５Ｂは、逆歯チェーン１１０を定義するために本発明に従って図５のリンクプレートを組み込んだチェーン部分の等角図である。
【００４１】

チェーン１１０は、挟み込まれた内側リンク、すなわちリンクプレート１３０の並び、すなわち列１３０ａ、１３０ｂ、１３０ｃなどを備え、各々のリンクプレートは外側歯面１３７および内側歯面１３６を有する１対の歯１３４を備え、歯１３４の内側歯面１３６の間に股部１３５が定義されている。歯１３４はそれぞれのトゥすなわち先端１３９を有する。各リンクプレート１３０は、従来型のスプロケット５０などのスプロケットとの噛合の開始時に内側歯面１３６においてスプロケット歯と駆動可能に係合（「内側歯面係合」）するときに、列を枢動可能に結合する接続ピン１４０（たとえば、丸ピン、ロッカージョイントなど）を受け入れて、ピン中心Ｃを中心とするチェーンの関節連結を提供するために、リンク列を横断して整列される２つの開口１３２を備える。ピン中心Ｃは、チェーンピッチ長さ、すなわちリンクピッチＰで互いに離間される。本明細書で使用する「ピン」という用語は、本明細書で開示するチェーン１１０または他のチェーンの隣接するリンク列１３０ａ、１３０ｂ、１３０ｃなどを枢動可能に接続するように整列された開口１３２に挿入される、丸ピンまたはロッカージョイントまたはその他のスタッドあるいはピン状構造物を意味する。それに応じて、本明細書で使用する「ピン中心」という用語は、ピン１４０が丸ピン、ロッカージョイントまたは他の適切なジョイントを備えるかどうかに関係なく、連続リンク列１３０ａ、１３０ｂ、１３０ｃが相互に回転するための軸を包含するように意図される。第１および第２のガイドプレート１２０（図５Ｂ）は、１つおきのリンク列（いわゆる「ガイド列」）を側面に配置してチェーン１１０をスプロケット上に整列させる働きをするが、スプロケット歯と噛合しない（ガイドプレート１２０は、背後のリンクプレート１３０を見えるようにするために本明細書の図のほとんどにおいて示されていない）。スプロケット５０などのスプロケットとの噛合が始まると、支承されていないチェーンスパンでは通常そうであるように、すべてのピン中心Ｃが接線ＴＬに沿って整列してリンク列が直線状に配置されている場合には、各リンク列１３０ａ、１３０ｂ、１３０ｃの前方（チェーン移動方向に関して）の内側歯面１３６は、先行するリンク列１３０ａ、１３０ｂ、１３０ｃの後方外側歯面１３７よりも突出量λだけ外側に突出している。前述の背景において説明したように、接線ＴＬは噛合チェーンピン中心がスプロケットに近づく理論的な直線経路である。本明細書に示すように、接線ＴＬは水平方向に位置し、この場合、接線ＴＬは上死点、すなわちピッチ直径ＰＤ上の１２時の位置においてピッチ直径ＰＤに対する接線であり、すなわち、チェーンピン中心がピッチ直径ＰＤ上に中心を置いて配置され、接線ＴＬに垂直である半径方向基準線にも中心を置くように配置された場合、接線ＴＬはピッチ直径ＰＤに接する（接線が本明細書に示すように水平であるとき基準線は垂直である）。

【００４２】

各リンクプレート１３０は、他のリンクプレートと同じであり、各ピン中心Ｃ間の中ほどのリンクプレート１３０に垂直に配置された垂直平面に関して対称に形成される。外側歯面１３７は、直線側面（ただし、湾曲していてもよい）であり、この第１の実施形態の場合、周辺または外側の歯面角プサイ（Ψ）は３０°＜Ψ≦３０．５°によって定義され、ここで、Ψはピン中心Ｃを接続する基準線$Ｐ_{R}$に垂直である第１の基準線Ｗ１と、外側歯面１３７と一致する第２の基準線Ｗ２との間の角度として定義される。内側歯面１３６は、凸面円弧形状を有しており、内側歯面は、好ましくは隣接するリンク列の外側歯面に対して、関係０．００７Ｐ≦λ≦０．０１７Ｐを満足する突出量ラムダ（λ）だけ外向きに突出しており、ここで、Ｐはチェーンピッチ長さに等しい。内側歯面１３６は、以下の関係、

Ｐ≦Ｒ＜２Ｐ

を満足するように形成されており、ここで、Ｒは内側歯面１３６の曲率半径であり、Ｐはチェーンピッチの長さである。各内側歯面１３６は、円弧中心１７９に中心がある半径Ｒによって定義される半径の円弧部分によって定義され（図６Ａ）、かつ股部１３５から先端１３９まで延びる。外側歯面１３７は、先端１３９に隣接する所望角度の面取り部１３８を含む。面取り部１３８は、特に内側歯面突出量ラムダ（λ）がその製造上の下限にあるとき、前方内側歯面１３６に対する初期噛合接触領域１９０（図５Ａ参照）が、噛合開

始時に先行するリンクプレート１３０の後方外側歯面１３７から量$\lambda_T > \lambda$だけ外向きに常に確実に突出すように作用する。図に示すように、面取り部１３８は、平坦であり、それ自体と外側歯面１３７の残りの平面との間の面取り角１３３を定義する。ラムダ（λ）の値が小さくなると、より小さい角度ベータ（β）が有利に与えられる。チェーン１１０が真っ直ぐに引っ張られるとき、ラムダ（λ）は外側歯面１３７の真っ直ぐな「接触」または「作動」部分に対して測定されることに留意されたい。すべてのピン中心Ｃが単一の線の上にあるとき、チェーンの第１および第２の連続列は、真っ直ぐに引っ張られているものと見なされる。外側歯面１３７の作動部分は、チェーン１１０と噛合されるように意図されたすべてのスプロケット歯数に対して外側歯面接触位置ＯＦがある領域である（図７および７Ａを参照）。面取り部１３８は、チェーン１１０と噛合されることが意図されたすべてのスプロケット歯数に対してスプロケット歯に接触しないので、外側歯面１３７の「非接触」または「非作動」部分と称される。平坦である必要のない面取り部１３８は、スプロケット５０と初期接触ＩＣする必要がある隣接リンク列の前方内側歯面１３６（図６および６Ａ参照）の少なくとも一部が、前方内側歯面１３６が本明細書に記載されるようなスプロケットと確実に初期接触するように、すべての製造許容範囲条件に対して十分な距離だけ先行するリンク列すなわち下流のリンク列に対して常に外向きに突出することになる。

【００４３】

チェーン１１０は、図６および６Ａに示すような従来型のスプロケット５０と、チェーン駆動システム１１５を定義する同じ歯数または異なる歯数の少なくとも１つの他の従来型スプロケット５０とに噛合することになる。図６および６Ａでは、チェーンリンク列１３０ｃは、スプロケット５０のスプロケット歯６０ｃとの噛合開始時にある（通常は各列１３０ａ、１３０ｂ、１３０ｃなどの前面に見える１個のチェーン・リンク・プレート１３０のみを参照することになるが、各列は各列に配置された複数のチェーン・リンク・プレート１３０を含むことを当業者は認識するであろう）。一連のピン中心Ｃは、これを互いに区別するために番号Ｃ１、Ｃ２、Ｃ３、Ｃ４などが付けられる。列１３０ｃは、対応するスプロケット歯６０ｃとの初期噛合接触の時点、すなわち、チェーン・リンク・プレート前方内側歯面１３６と、係合歯面６２ｃの初期接触位置ＩＣにおけるスプロケット歯６０ｃの係合歯面６２ｃとの間の初期接触の時点で示される。初期接触角シータ（θ）は、スプロケットの回転軸を起点として接線ＴＬに垂直に延びる第１の半径方向基準線Ｌ１と、スプロケットの回転軸を起点として対象のスプロケット歯６０ｃの歯中心を通って延びる第２の半径方向基準線ＴＣとの間の角度として定義される。先行スプロケット歯６０ｂの噛合サイクルは既に完了しており、リンク列１３０ｂの前方ピン中心Ｃ１（リンク列１３０ａの後方ピン中心Ｃでもある）は、リンク列１３０ａの後方外側歯面１３７と、位置ＯＦにおけるスプロケット歯６０ｂの係合歯面６２ｂとの接触によって制御されるピッチ直径ＰＤ上に位置する。リンク列１３０ｂは、その前方内側歯面１３６もその後方外側歯面１３７もスプロケット５０に直接接していない、前述の「浮遊状態」にある。ピン中心Ｃ１は、噛合リンク列１３０ｃの前方ピン中心Ｃ２に対して最も近い（チェーン移動方向に関して）先行するすなわち下流のピン中心Ｃであることから「制御ピン中心」と見なされる（制御ピン中心Ｃ１は、最も近い（チェーン移動方向に関して）完全噛合されたリンク列１３０ａの後方ピン中心でもある）。したがって、以下の関係が定義される。

【００４４】

－噛合接触角タウ（τ）が、接線ＴＬと、制御ピン中心Ｃ１および初期接触位置ＩＣの両方を通過する初期接触基準線１７０との間で定義される。

【００４５】

－初期接触基準線１７０が、制御ピン中心Ｃ１と初期接触位置ＩＣとの間の長さＬのレバーアームを定義する。

【００４６】

－リンクプレート入口角ベータ（β）が、初期接触基準線１７０と、内側歯面半径Ｒの円弧中心１７９および初期接触位置ＩＣを通過する内側歯面基準線１７４との間で定義さ

れる（内側歯面基準線１７４は、スプロケット歯６０ｃの係合歯面６２ｃのインボリュート曲線（または半径方向の円弧部分または他の曲面）に垂直になる）。

【００４７】

－噛合衝撃角シグマ（σ）が、接線ＴＬと内側歯面基準線１７４との間で定義され、すなわち、σ＝τ＋βである。

【００４８】

図６Ａでは、噛合衝撃角シグマ（σ）およびその成分角は、接線ＴＬに平行であり、初期接触位置ＩＣを通って延び、力ベクトルF_Hに一致する、基準線１７２に対して示される。図６および６Ａに示すように、図１および３の先行技術のチェーン１０とは違って、チェーン１１０のリンクプレート１３０の形状は、スプロケット歯６０ｃがリンク衝撃力F_Lおよび結果として得られる衝撃エネルギーＥを低減するためにチェーンスパンからリンク列１３０ｃを受け止めるとき、スプロケット歯６０ｃと、リンクプレート１３０の前方内側歯面１３６におけるチューンリンク列１３０ｃとの間の初期接触位置ＩＣにおける初期噛合衝撃ジオメトリを最適化するように設計される。したがって、リンクプレート１３０の形状によって、チェーンとスプロケットの噛合現象に関連する騒音および振動レベルが低減される。図７および７Ａに関連して以下でさらに説明するように、改善されたリンクプレート形状１３０は、先行リンク列１３０ｂの後方外側歯面１３７における、後続の完全弦噛合接触ＯＦへの移行に対しても最適化された噛合接触ジオメトリをもたらし、同一歯の噛合過程を完結させる。

【００４９】

本発明に従ってリンクプレート１３０を設計するために、リンクプレート１３０ｃの内側歯面１３６は、スプロケット歯６０ｃとの所望の初期接触位置ＩＣの関数として決定され、これは好ましくは、チェーン１１０とともに使用される一群（歯数の範囲）のスプロケットの最小または最小に近い歯数のスプロケットサイズ（歯数）に対して確立される（システム１１５では、歯数が変ると初期接触位置ＩＣが変る）。しかしながら、外側歯面１３７はこれ以前に既に決定されている。これは、直近の完全噛合リンク列（この場合リンク列１３０ａ）の外側歯面１３７が噛合リンク列１３０ｂ、１３０ｃを位置決めする働きをするからである。次いで、リンクプレート１３０の内側歯面１３６のプロファイルを、その初期噛合衝撃（初期接触）ＩＣ回転位置において確立することができる。

【００５０】

前述のように、図６、６Ａに示すような噛合衝撃角σは、次式によって定義される。

【００５１】

σ＝τ＋β

【００５２】

ここで、τはリンクプレート噛合接触角であり、βは噛合衝撃の開始時におけるリンクプレート入口角である。歯の衝撃反力F_Sは一定のチェーン張力C_Tに対する噛合衝撃角σの大きさによって変動するので、内側歯面１３６の形状を確立するときに噛合衝撃角σをできる限り小さくすると有利である。

【００５３】

さらに図６Ａを参照すると、制御ピン中心Ｃ１および噛合接触角τの回転位置は、噛合ジオメトリおよびリンクプレート荷重を最もよく満足する働きをする内側歯面１３６の所望の領域に初期接触位置ＩＣを置くように選択される。図５Ｃに示すように、図示されたピッチＰ＝７．７ｍｍのチェーンおよび噛合弦ピッチで定義されるスプロケット５０に対して、内側歯面１３６の初期接触位置ＩＣは、ピン中心基準線P_Rに垂直に測定される、リンクプレートのピン中心Ｃ（図６および６Ａのピン中心Ｃ２、Ｃ３）間で延びるピン中心基準線P_Rから所望の初期接触距離IC_Dで離間される。この所望の初期接触距離IC_Dは、チェーン１１０とともに使用される一群のスプロケット５０（歯数の範囲）の最小歯数またはそれに近いスプロケット歯数に対して決定される。所与のリンクプレートに対する最適な初期接触距離IC_Dは、リンクプレート１３０の設計、特に本明細書で開示される内側歯面１３６の関数である。また、従来型のスプロケット５０では、スプロケット

５０の歯数が変化するとＩＣ$_D$が変化する。

【００５４】

騒音および振動を低減するように噛合衝撃角シグマ（σ）およびその成分角を制御するために、本発明に従って逆歯チェーンを設計するときに、初期接触距離ＩＣ$_D$をチェーンピッチの関数としてチェーン１１０と噛合するよう意図されたスプロケット５０の全歯数に対して以下の関係を維持するように決定することが有益であると見なされている。

【００５５】

０．４９Ｐ≦ＩＣ$_D$≦０．５３Ｐ

【００５６】

それゆえ、スプロケット５０およびチェーンがチェーンピッチＰ＝７．７ｍｍに対して設計されるシステム１１５では、ＩＣ$_D$は３．７７３ｍｍ～４．０８１ｍｍの範囲になければならない。スプロケット５０およびチェーンがチェーンピッチＰ＝６．３５ｍｍに対して設計されるシステム１１５では、ＩＣ$_D$は３．１１２ｍｍ～３．３６６ｍｍの範囲になければならない。この他の場合、チェーンピッチＰを７．７ｍｍ～６．３５ｍｍの値とすることができ、接触距離ＩＣ$_D$の大きさはそれに応じて変化するが、以下の表２に示すように、それでも式０．４９Ｐ≦ＩＣ$_D$≦０．５３Ｐを満たしている。

【００５７】

【表２】

０．４９Ｐ≦ＩＣ$_D$≦０．５３Ｐ						
Ｐ (ピッチ)	０．４９	０．５０	０．５１	０．５２	０．５３	因子
７．７０	３．７７３	３．８５０	３．９３	４．００４	４．０８１	ＩＣ$_D$
７．４０	３．６２６	３．７００	３．７７	３．８４８	３．９２２	
７．００	３．４３０	３．５００	３．５７	３．６４０	３．７１０	
６．７０	３．２８３	３．３５０	３．４２	３．４８４	３．５５１	
６．３５	３．１１２	３．１７５	３．２４	３．３０２	３．３６６	

【００５８】

図６Ａに示すように、基準線１７６は、初期接触位置ＩＣにおけるスプロケット歯係合歯面６２Ｃおよびリンクプレート内側歯面１３６の両方に対する接線である。それゆえ、内側歯面基準線１７４は、基準線１７６に垂直であり、したがって、初期接触位置ＩＣにおける歯の歯面６２Ｃのインボリュート面に垂直になる。基準線１７８は初期接触基準線１７０に垂直である。したがって、リンクプレート入口角ベータ（β）の大きさは、噛合接触角τの選択によって決まることになる。制御ピン中心Ｃ１の回転位置と噛合接触角τの選択とは、リンクプレート入口角βを実効的に定義し、したがって、噛合衝撃角σも定義する。図６Ａに図形で示すように、噛合衝撃反力Ｆ$_S$は噛合衝撃角σが低減されるにつれて小さい値となる。リンクプレート１３０のプロファイルを定義するときは、ピン中心Ｃ１の回転の値、すなわち、制御ピン中心Ｃ１の回転位置と、以下の関係を満足する噛合接触角τを選択することが望ましい。初期噛合衝撃ＩＣにおいて、

σ＝（τ＋β）≦３４°、ここで、

β≦９°である。

【００５９】

初期噛合衝撃ＩＣにおいてσ＝（τ＋β）≦３４°でかつβ≦９°であるシステムは、リンク衝撃力Ｆ$_L$およびそれによる衝撃エネルギーＥを従来のシステム（前述の背景で述べた）と比べて低減する結果となる。

【００６０】

図７および７Ａはそれぞれ図４および４Ａに対応し、図７および７Ａではチェーン１１０の同時噛合接触を示している。したがって、図７は、図６に類似しているが、先行リンク列１３０ｂの後方外側歯面１３７がスプロケット歯６０ｃの係合歯面６２ｃと外側歯面接触位置ＯＦにおいて接触し、同時に、リンク列１３０ｃの前方内側歯面１３６も係合歯面６２ｃと位置ＩＦにおいて接する瞬間までの噛合サイクルの間に、スプロケット５０がさらに回転する図となっている。前述したように、歯６０ｃが、リンク列１３０ｃの前方内側歯面１３６との内側歯面のみの接触から、外側歯面接触点ＯＦで先行リンク列１３０ｂの後方外側歯面１３７と外側歯面接触もするように移行する瞬間は、移行点と称され、歯６０ｃの噛合サイクルの終点も定義する。これはリンク列１３０ｂがこのとき、ピッチ直径ＰＤ上にある前方ピン中心Ｃ１と後方ピンＣ２の両方で完全噛合しているからである。移行角ファイ（Φ）は、第１の半径方向基準線Ｌ１と歯６０ｃの歯中心を通過する第２の半径方向基準線ＴＣとの間で定義される。

【００６１】

図７Ａは、図７の拡大部分図であり、以下を示す。

【００６２】

－移行接触角タウ’（τ’）は、接線ＴＬと、外側歯面接触位置ＯＦおよび制御ピン中心Ｃ１の両方を通過する移行接触基準線１８０との間で定義され、移行現象に関して、制御ピン中心Ｃ１は、歯６０ｃと位置ＯＦにおいて後方外側歯面接触に移行するリンク列の前方ピン中心Ｃである。

【００６３】

－移行接触基準線１８０は、制御ピンセンターＣ１と外側歯面接触位置ＯＦとの間の長さＬ’のレバーアームを定義する。

【００６４】

－リンクプレート移行角ベータ’（β’）は、移行接触基準線１８０と、後方外側歯面１３７に垂直に延びる外側歯面基準線１８４との間で定義される（外側歯面基準線１８４は、さらにスプロケット歯６０ｃの係合歯面６２ｃのインボリュート曲線（または半径方向の円弧部分などの曲面）に垂直である）。

【００６５】

－移行衝撃角シグマ’（σ’）は、接線ＴＬと外側歯面基準線１８４との間で定義され、σ’＝τ’＋β’である。

【００６６】

結果として生じるリンクプレート移行角ベータ’（β’）と移行衝撃角シグマ’（σ’）とは、位置ＯＦにおける後方外側歯面１３７の移行衝撃に対するリンク衝撃力Ｆ’$_{L}$とその結果得られる衝撃エネルギーＥとに影響する。図６および６Ａの特徴に対応する図７および７Ａにおける特徴は、ダッシュ（’）記号を含む対応する参照文字を示す表示がされており、そのすべてを必ずしもこれ以上議論しないことに留意されたい。また、図７では、移行衝撃角シグマ’（σ’）およびその成分角は、接線ＴＬに平行であり、力ベクトルＦ’$_{H}$に一致する外側歯面接触位置ＯＦを通って延びる基準線１８２に対して示される。位置ＯＦにおける後方外側歯面１３７のこれらの移行衝撃は、位置ＩＣにおける前方内側歯面１３６の前述の初期噛合衝撃に比べて騒音および振動に対する寄与は小さいと考えられるが、移行衝撃角シグマ’（σ’）およびその成分角、すなわち、リンクプレート移行角ベータ’（β’）および移行接触角タウ’（τ’）を制御することは、システム１１５における騒音および振動のさらなる最小化のために望ましいと考えられる。

【００６７】

噛合衝撃角σおよび移行衝撃角σ’を制御して最適化する能力は、チェーン１１０が表１で定義される公知の圧力角で定義された歯を有するスプロケット５０など、通常のスプロケットのみと噛合しなければならないときに制限される。本発明の代替実施形態によると、従来型のスプロケット５０とチェーン１１０との噛合から生じる騒音および振動は、システム１１５の少なくとも１つの従来型のスプロケット５０を図８に示すようにシステム１１５’を定義するために修正されたスプロケット１５０に置き換えることによってさ

らに低減されうることが究明されている。図８は、スプロケット１５０の係合歯面１６２ｃとの噛合開始時におけるチェーン１１０のリンク列１３０ｃを示す。図８には示されていないが、スプロケット１５０と完全に噛合されるチェーン１１０のリンク列１３０は、図７Ａに関して前述したように、それぞれの係合歯面１６２との外側歯面接触ＯＦにおいてそれらの後方外側歯面１３７を有しており、すなわち、内側歯面接触ＩＦから外側歯面接触ＯＦへの移行はシステム１１５と同様にシステム１１５’に対して起こる。前述のように、チェーン１１０は、リンクピッチＰ≦７．７ｍｍで定義され、修正されたスプロケット１５０はこれと噛合する対応ピッチで定義される。それゆえ、システム１１５’は、修正されたスプロケット１５０と、同じ歯数または異なる歯数でしかも従来型のスプロケット５０または別の修正されたスプロケット１５０である少なくとも１つの他のスプロケットとに噛合されるチェーン１１０によって定義される。従来型のスプロケット５０の特徴に対応する修正されたスプロケット１５０の特徴は、従来型のスプロケット５０と関連して使用されるものよりも１００だけ大きい参照番号を用いて識別される。修正されたスプロケット１５０は、修正されたスプロケット１５０の歯１６０が各スプロケット歯数Ｎ（表３参照）に対して異なる圧力角ＰＡを有するように定義されることを除いて、従来型のスプロケット５０と同じである。スプロケット歯１６０の圧力角ＰＡの範囲を表３に示す。

【００６８】

【表３】

ピッチ範囲：６．３５ｍｍ～７．７ｍｍ

スプロケット歯数（Ｎ）	スプロケット１５０圧力角（ＰＡ）	IC_D（ｍｍ）（図８）
Ｎのすべての値	３０°≦ＰＡ≦３３．５°（各歯数に対して変化する）	０．４９Ｐ≦IC_D≦０．５３Ｐ

【００６９】

システム１１５’の設計意図は、騒音および振動を低減するために、０．４９Ｐ≦IC_D≦０．５３Ｐである先に指定した範囲の所望の特定初期接触距離IC_D、所望の特定噛合衝撃角シグマ（σ）≦３３°、および所望の特定リンクプレート入口角ベータ（β）≦９°を得ることである。さらに具体的に、所与のピッチＰの各歯数Ｎに対して変化する歯圧力角ＰＡを有するスプロケット１５０を用いると、IC_D、シグマ（σ）、およびベータ（β）は、システム１１５’においてチェーン１１０とともに使用されるように一群のスプロケット１５０に対する６．３５ｍｍ～７．７ｍｍの範囲にある所与のチェーンピッチＰのすべての歯数Ｎに対して一定に保たれ、さらに以下の関係を満足するシステム１１５’を設計することが可能である。

【００７０】

０．４９Ｐ≦IC_D≦０．５３Ｐ

シグマ（σ）≦３３°

ベータ（β）≦９°

【００７１】

したがって、スプロケット歯６０の圧力角ＰＡが特定の歯数範囲内で（表１参照）すべての歯数に対して固定値を有するシステム１１５とは違って、システム１１５’は、チェーン１１０とともにスプロケット１５０（各歯数に対してその修正された圧力角ＰＡを有する）を使用して、また、システム内の１つまたは複数のスプロケットのスプロケット歯形状を変更することが現実的でない場合には少なくとも１つの従来型のスプロケット５０を使用して、所望の噛合ジオメトリあるいは最適化された噛合ジオメトリを実現することができる。

【００７２】
表４は、スプロケット歯数Ｎが１９から５０に変化し、スプロケット弦ピッチおよびチェーンピッチＰ＝７．７ｍｍ、λ＝０．０８３ｍｍであり、ベータ（β）およびシグマ（σ）に対する前述の要求を満足するシステム１１５’の一実施例を示す。
【００７３】
【表４】

ピッチ（Ｐｍｍ）	歯（Ｎ）	圧力角（ＰＡ°）	ベータ（β°）	シグマ（σ°）	ラムダ（λｍｍ）	IC_D（ｍｍ）（図８）
７．７	１９	３２．８１	８．６９	３２．３７	０．０８３	３．９３
７．７	２３	３１．９６	８．６９	３２．３７	０．０８３	３．９３
７．７	２５	３１．７０	８．６９	３２．３７	０．０８３	３．９３
７．７	３０	３１．２２	８．６９	３２．３７	０．０８３	３．９３
７．７	４６	３０．５２	８．６９	３２．３７	０．０８３	３．９３
７．７	５０	３０．４３	８．６９	３２．３７	０．０８３	３．９３

【００７４】
初期接触位置ＩＣを内側歯面１３６の好ましい位置（距離IC_Dによって定義される）に置くとともに、ＩＴチェーンシステム１１５’においてスプロケット歯圧力角ＰＡを変化させる能力によって、前述のように衝撃エネルギーＥが低減されるようにベータ（β）およびシグマ（σ）が最適化されうる（β≦９°、σ≦３３°）ことを当業者は認識するであろう。前述のように、チェーン１１０を設計するとき、IC_Dは０．４９Ｐ≦IC_D≦０．５３Ｐの範囲に入るように設定される（上の表４は、IC_D＝３．９３ｍｍ、Ｐ＝７．７ｍｍであると示す）。また、上の表４に反映されるように、歯数Ｎが所与のチェーンピッチＰに対して最小歯数から最大歯数に及ぶときスプロケット１５０の歯圧力角ＰＡを変える能力は、上に示すように歯数が変化するときでも噛合衝撃角シグマ（σ）、リンクプレート入口角ベータ（β）および初期接触距離IC_Dを一定に保つことができる。
【００７５】
システム１１５’がチェーン１１０と噛合される従来型のスプロケット５０をも含む場合、従来型のスプロケット５０とチェーン１１０の噛合ダイナミックスは、図６～７Ａに関して先に開示したシステム１１５に従っているが、チェーン１１０が修正されたスプロケット１５０と噛合されるシステム１１５’の部分は、図８に関して開示されるような噛合ダイナミックスを示す。
【００７６】
本発明のもう１つの代替実施形態によると、チェーン１１０は図９、９Ａ、９Ｂ、９Ｃに示すように修正されたチェーン２１０に置き換えられ、チェーン２１０は、システム２１５を定義するために図１０に示すような本発明のもう１つの代替実施形態に従って形成される新たな修正されたスプロケット２５０と噛合するように定義される。チェーンおよびスプロケット駆動システム２１５は、スプロケット２５０と噛合されるチェーン２１０と、スプロケット２５０の構造に従って定義される少なくとも１つの他のスプロケット（同じまたは異なる歯数を備える）とによって定義される。チェーン２１０は、６．３５ｍｍ～７．７ｍｍで変動しうるリンクピッチＰを有しており、スプロケット２５０のピッチはチェーン２１０に適合するように変化する。
【００７７】
本明細書の別段の図示および記述を除いて、図９、９Ａ、９Ｂ、９Ｃに示すチェーン２１０は、チェーン１１０と同じであり、同様の構成要素はチェーン１１０に使用した参照番号よりも１００だけ大きい参照番号で標識される。チェーン２１０の内側歯面２３６は、凸面円弧形を有しており、内側歯面は好ましくは隣接するリンク列の外側歯面２３７に

対して関係０．００７Ｐ≦λ≦０．０１７Ｐを満足するように突出量ラムダ（λ）だけ外向きに突出しており、ここで、Ｐはチェーンピッチの長さに等しい。内側歯面２３６は、以下の関係、

Ｐ≦Ｒ＜２Ｐ

を満足するように形成されており、ここで、Ｒは内側歯面２３６の曲率半径であり、Ｐはチェーンピッチの長さである。各内側歯面２３６は、円弧中心２７９に中心がある半径Ｒによって定義され、かつ股部２３５から先端２３９まで延びる半径の円弧部分によって定義される（図１１Ａ）。

【００７８】

同様に、スプロケット２５０は、本明細書の別段の図示および記述を除いてスプロケット５０と同じであり、同様の特徴はスプロケット５０に使用した参照番号よりも２００だけ大きい参照番号で標識される。スプロケット２５０は、従来型のスプロケット５０に関して表１に示すような通常の圧力角よりも小さく、表３に示すようなスプロケット１５０の調整された圧力角ＰＡよりもやはり小さい圧力角ＰＡで定義される歯２６０（２６０ａ、２６０ｂ、２６０ｃなど）を含み、結果的に、それぞれのスプロケット５０、１５０の係合歯面６２、１６２に比べて係合歯面２６２（２６２ａ、２６２ｂ、２６２ｃなど）がより急峻となる。スプロケット２５０の圧力角範囲を以下の表５に示す。

【００７９】

【表５】

ピッチ範囲：６．３５ｍｍ～７．７ｍｍ

スプロケット歯数（Ｎ）	スプロケット２５０の圧力角	IC_D（ｍｍ）（図９Ｃ、図１１Ａ）
Ｎのすべての値	２７°≦ＰＡ≦３１．５°（各歯数に対して変化する）	０．４９Ｐ≦IC_D≦０．５３Ｐ

【００８０】

図１０Ａは、歯中心ＴＣを中心として対称に定義される係合歯面２６２ｃおよび離合歯面２６４ｃを含む、スプロケット２５０の歯２６０ｃを実線で示す。従来型のスプロケット５０の歯６０ｃは、極めて細い線で重ねて示されている。比較的小さい圧力角で定義される歯面２６２ｃ、２６４ｃは、通常の圧力角で定義される歯面６２ｃ、６４ｃに比べてはるかに急峻であることが分かる。基準線７６および１７６は、初期接触位置IC_{10}、IC_{110}における係合歯面６２ｃに対するそれぞれの接線であり、初期接触位置IC_{10}はチェーン１０の初期接触位置を表わし、初期接触位置IC_{110}はチェーン１１０の初期接触位置を表わす。基準線２７６は、チェーン２１０の噛合リンク列２３０の前方内側歯面２３６が、係合歯面２６２ｃと初期噛合接触する初期接触位置IC_{210}における係合歯面２６２ｃの接線である。基準線２７６は、係合歯面２６２ｃの比較的小さい圧力角から得られる、基準線１７６と歯中心基準線ＴＣとの間で定義される角度に比べて歯中心基準線ＴＣと小さい角度を定義する。

【００８１】

チェーン２１０およびスプロケット２５０が、チェーン１１０およびスプロケット５０の代りに示されていることを除いて、図１１および１１Ａは図６および６Ａにそれぞれ対応し、図１２および１２Ａは図７および７Ａにそれぞれ対応する。したがって、ここでは図１１、１１Ａ、１２、１２Ａをさらに説明しない。ただし、スプロケット歯圧力角ＰＡを減少させ、それに応じて、外側歯面角Ψを減小させることによって、スプロケット２５０と噛合するチェーン２１０に対する噛合衝撃角シグマ（σ）および移行衝撃角シグマ’（σ’）は、いずれも、従来型のスプロケット５０または修正されたスプロケット１５０

と噛合するチェーン１１０に対する噛合衝撃角シグマ（σ）および移行衝撃角シグマ’（σ’）と比べて低減されることが望ましい。したがって、衝撃エネルギーＥおよび歯の衝撃反力F_Sは、従来型のスプロケット５０を使用するシステム１１５と修正されたスプロケット１５０を使用するシステム１１５’とに比べてさらに低減されることになる。

【００８２】

特に、修正された圧力角を備えるスプロケット２５０の場合、噛合衝撃角σは、以下のように、騒音および振動をさらに改善するように制御されうる。

【００８３】

σ＝（τ＋β）≦３１°（内側歯面初期噛合接触ＩＣの場合）

【００８４】

ここで、β≦７°である。このような場合、チェーン２１０がスプロケット２５０と適切に噛合するために、外側歯面角Ψも

Ψ≦２７°

のように低減されなければならない。これは移行衝撃角σ’＝（τ’＋β’）≦２６°（外側歯面完全噛合接触ＯＦの場合）を低減することにつながり、ここでβ’≦８．５°である。したがって、システム２１５（システム１１５、１１５’とは対照的に）の場合、IC_D、シグマ（σ）、およびベータ（β）に関する所望の噛合形態または最適化された噛合ジオメトリは、前述のようにそしてさらに後述のように、チェーン・リンク・プレート形状（リンクプレート２３０）、およびスプロケット歯圧力角ＰＡ（スプロケット歯２６０）の両方をさらに修正することによって実現される。

【００８５】

表６は、前述の開示されたシステム１５、１１５、１１５’、および２１５に対して結果として生じる噛合衝撃角シグマ（σ）およびリンクプレート入口角ベータ（β）に対するさらなるデータを示す。

【００８６】

【表６】

ピッチ範囲：６．３５ｍｍ～７．７ｍｍ

チェーン駆動システム	最大シグマ（σ）	最大ベータ（β）	プサイ（Ψ）
システム１５、先行技術（図３）	３７°	１５°	３０°
システム１１５（図６）	３４°	９°	３０°<Ψ≦３０．５°
システム１１５’（図８）	３３°	９°	３０°<Ψ≦３０．５°
システム２１５（図１０）	３１°	７°	≦２７°

【００８７】

図９Ｃを再び参照すると、リンク列の前方内側歯面２３６と先行するリンク列の後方外側歯面２３７を含む、チェーン２１０の大きく拡大された部分が示されている。スプロケット２５０と噛合するチェーン２１０の場合、初期接触位置ＩＣは、ピン中心基準線P_Rに対して垂直に測定される、リンクプレート２３０のピン中心Ｃ間で延びるピン中心基準線P_Rから距離IC_Dにおいて前方内側歯面２３６上に位置することになる。チェーン２１０が、チェーン２１０と噛合するように意図された最小歯数と最大歯数の間の歯数Ｎを有する一群のスプロケット２５０と噛合するように設計される場合は、外側歯面接触位置ＯＦおよび内側歯面移行接触位置ＩＦは、スプロケット歯数Ｎおよび圧力角に応じて変化することになる。

【００８８】

表７は、スプロケット歯数Ｎが１９から５０に変化し、スプロケット弦ピッチおよびチ

ェーンピッチＰ＝７．７ｍｍ、λ＝０．０７５ｍｍであり、ベータ（β）およびシグマ（σ）に対する前述の要求を満足するシステム２１５の一実施例を示す。

【００８９】

【表７】

【表】

ピッチ（Ｐmm）	歯（Ｎ）	圧力角（ＰＡ°）	ベータ（β°）	シグマ（σ°）	ラムダ（λmm）	IC_D（mm）（図１１Ａ）
７．７	１９	３１．００	６．２５	２９．７５	０．０７５	３．９３
７．７	２３	２９．９１	６．２５	２９．７５	０．０７５	３．９３
７．７	２５	２９．５４	６．２５	２９．７５	０．０７５	３．９３
７．７	３０	２８．８８	６．２５	２９．７５	０．０７５	３．９３
７．７	４６	２７．８６	６．２５	２９．７５	０．０７５	３．９３
７．７	５０	２７．７３	６．２５	２９．７５	０．０７５	３．９３

【００９０】

初期接触位置ＩＣを内側歯面２３６の好ましい位置（距離IC_Dによって定義される）に置くとともに、ＩＴチェーンシステム２１５においてスプロケット歯圧力角ＰＡを変化させる能力によって、前述のように衝撃エネルギーＥが低減されるようにベータ（β）およびシグマ（σ）が最適化されうる（β≦７°、σ≦３１°）ことを当業者は認識するであろう。前述のように、チェーン２１０を設計するとき、IC_Dは０．４９Ｐ≦IC_D≦０．５３Ｐの範囲に入るように設定される（上の表７は、IC_D＝３．９３ｍｍ、Ｐ＝７．７ｍｍであると示す）。また、上の表７に反映されるように、歯数Ｎが所与のチェーンピッチＰに対して最小歯数から最大歯数に及ぶときスプロケット２５０の歯圧力角ＰＡを変える能力は、歯数が変化するときでも噛合衝撃角シグマ（σ）、リンクプレート入口角ベータ（β）および初期接触距離IC_Dを一定に保つことができる。

【００９１】

図１３は、本発明に従って形成された逆歯チェーンシステムＡを示しており、下にあるリンクプレートを明らかに示すためにガイドプレートの一部が取り除かれている。システムＡは、第１のスプロケットＢと、第２のスプロケットＣと、スプロケットＢ、Ｃの１つからトルクを他のスプロケットＢ、Ｃに伝達する第１および第２のスプロケットＢ、Ｃの両方と噛合される逆歯チェーンＤとを備える。図に示すように、スプロケットＢはクランクシャフトスプロケットなどの駆動スプロケットであり、スプロケットＣはクランクシャフトスプロケットまたはその他の被駆動スプロケットなどの被駆動スプロケットである。図に示すように、スプロケットＢは歯数Ｎを有し、スプロケットＣは歯数２Ｎを有するが、歯数は等しくてもよく、反対に等しくなくてもよい。本発明に従って実現可能な組合せを表８に要約する。

【００９２】

【表８】

システムＡ	スプロケットＢ	スプロケットＣ	チェーンＤ
システム１１５	５０	５０	１１０
システム１１５’	５０	１５０	１１０
システム１１５’	１５０	５０	１１０
システム１１５’	１５０	１５０	１１０
システム２１５	２５０	２５０	２１０

【００９３】

スプロケットＢおよびスプロケットＣの両方がスプロケット１５０である（表８、行４、システム１１５’）か、またはスプロケットＢおよびスプロケットＣの両方がスプロケット２５０である（表８、行５、システム２１５）システムＡにおいて、チェーンとスプロケットの間で定義される噛合衝撃角シグマ（σ）、リンクプレート入口角ベータ（β）および初期接触距離IC_Dは、システム１１５’、２１５の可能な歯数の範囲内のすべての歯数に対してスプロケットがたとえ異なる歯数を有する場合でも、両スプロケットＢ、Ｃに関して等しいことに留意されたい。これにより、両スプロケットＢ、Ｃがスプロケット１５０またはスプロケット２５０として提供されるときに噛合衝撃角シグマ（σ）、リンクプレート入口角ベータ（β）および初期接触距離IC_Dが両スプロケットＢ、Ｃに対して最適化され、かつ制御されうることが確保される。

【００９４】

本発明を好ましい実施形態を参照して説明してきた。当業者は、好ましい実施形態に対する修正および変更が可能であることを認識するであろう。開示された好ましい実施形態は以下の特許請求の範囲を限定するものではなく、特許請求の範囲は文字通りにあるいは均等論に従って可能な限り広く解釈されるべきである。

【図１】

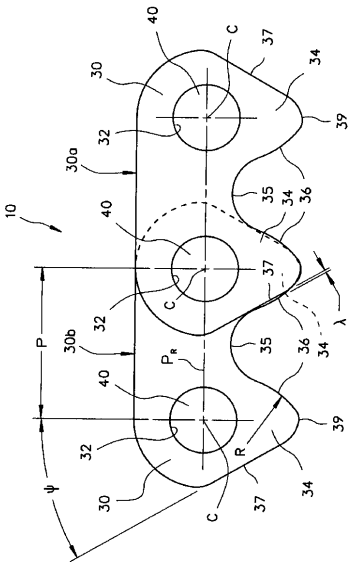

FIG. 1
PRIOR ART

【図２Ａ－２Ｂ】

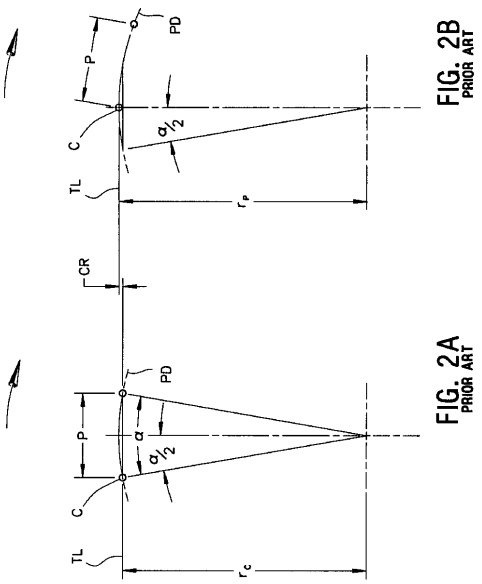

FIG. 2B
PRIOR ART

FIG. 2A
PRIOR ART

【図３】

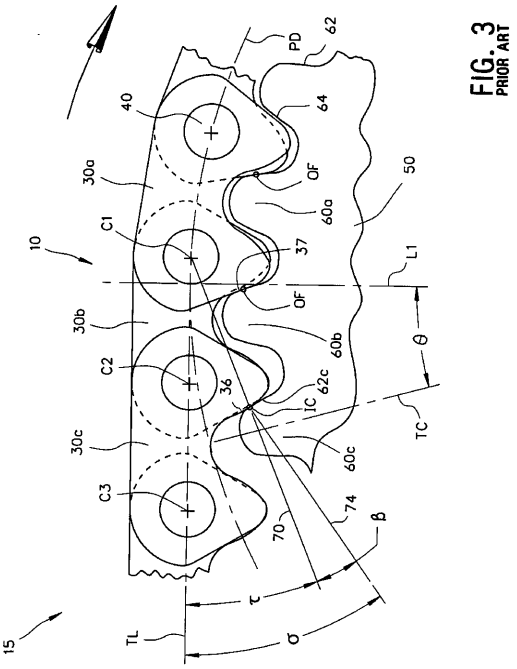

FIG. 3
PRIOR ART

【図３Ａ】

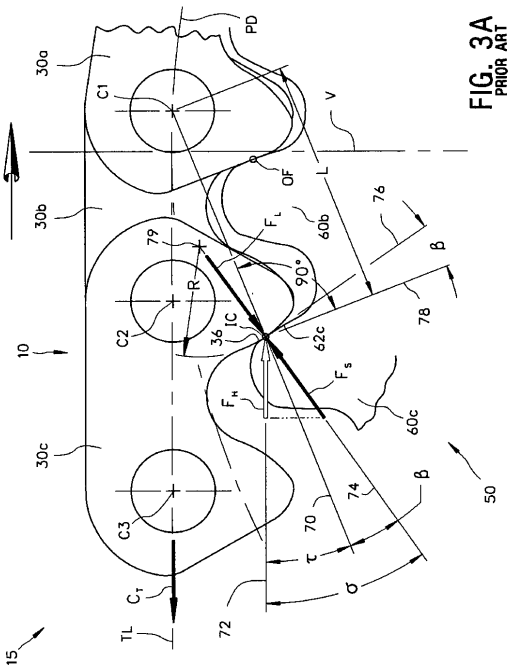

FIG. 3A
PRIOR ART

【図４】

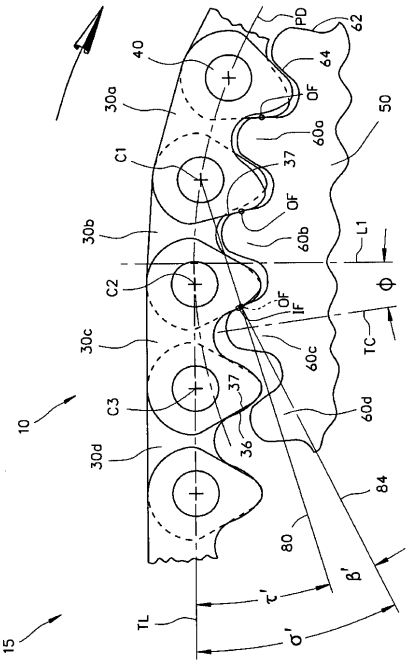

FIG. 4
PRIOR ART

【図４Ａ】

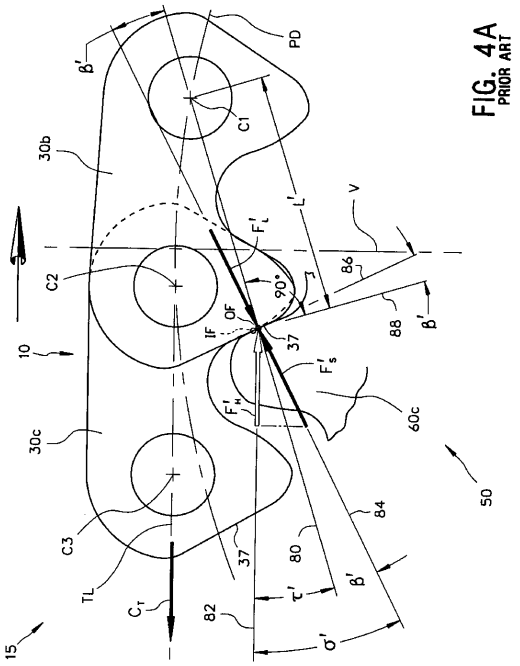

FIG. 4A
PRIOR ART

【図５】

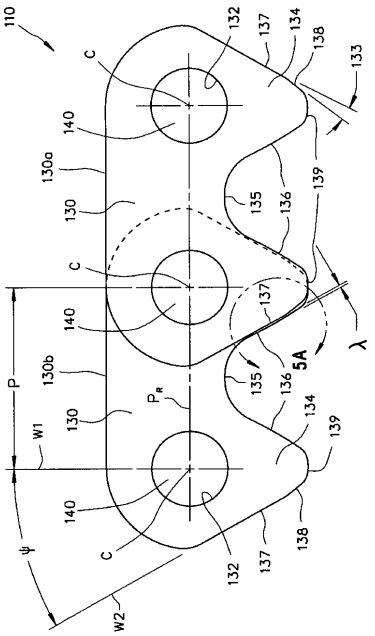

FIG. 5

【図５Ａ】

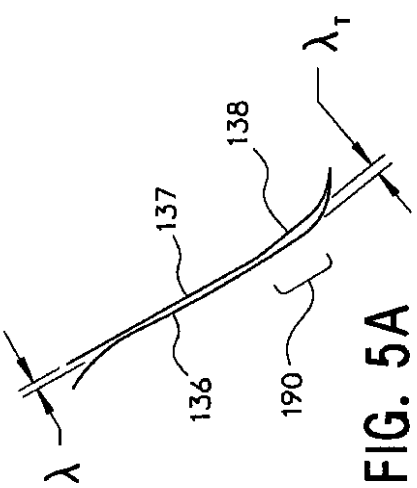

FIG. 5A

【図５Ｂ】

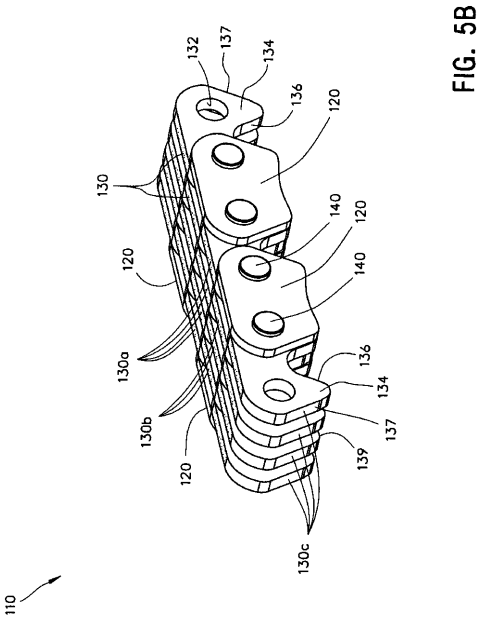

FIG. 5B

【図５Ｃ】

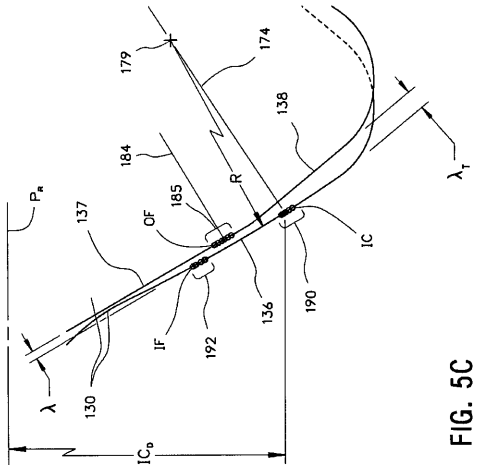

FIG. 5C

【図６】

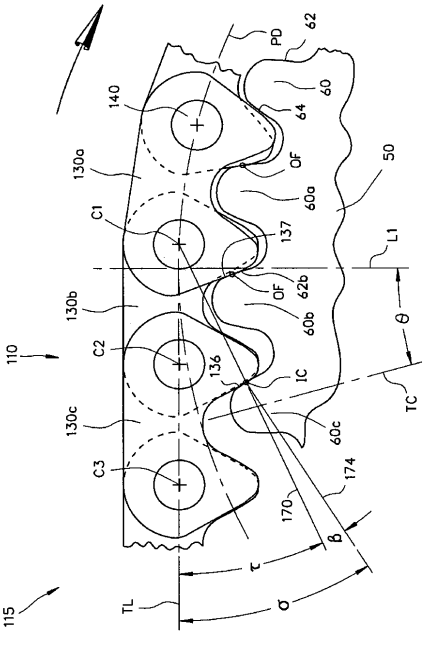

FIG. 6

【図６Ａ】

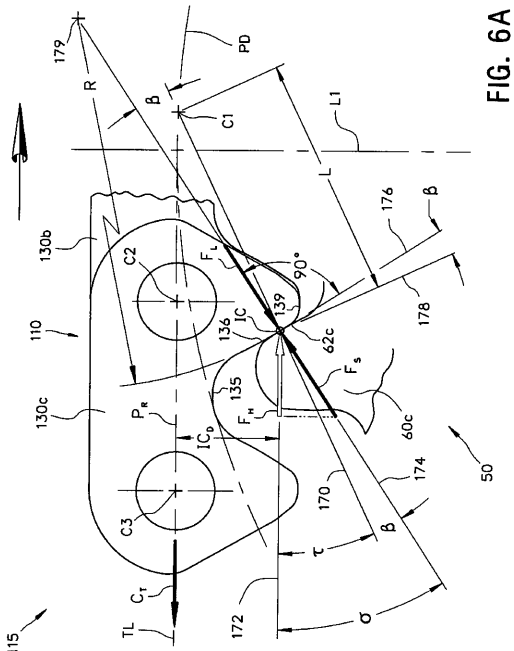

FIG. 6A

【図７】

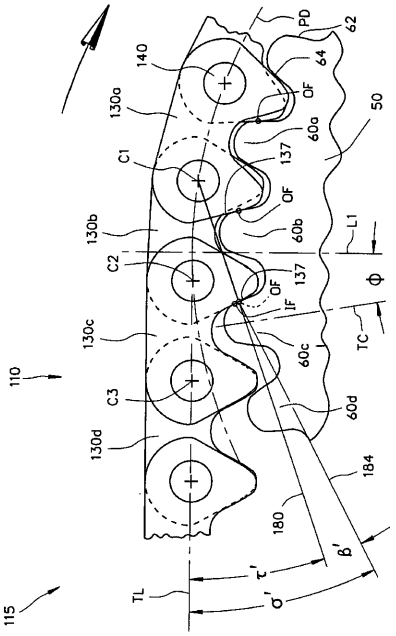

FIG. 7

【図７Ａ】

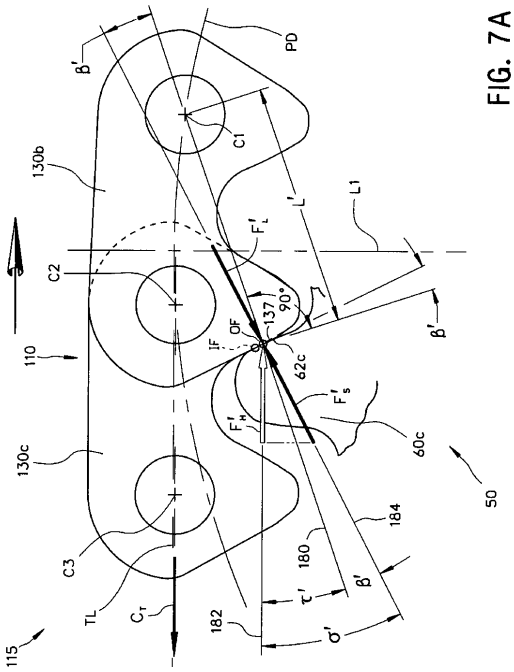

FIG. 7A

【図８】

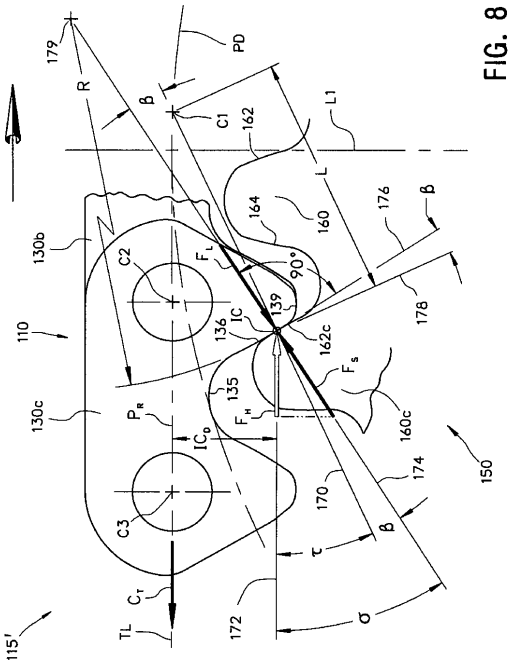

FIG. 8

【図９】

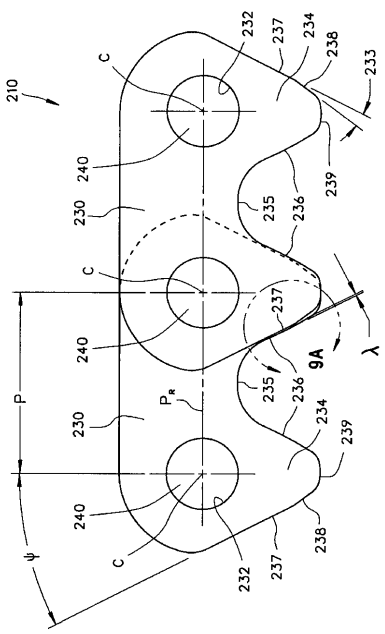

FIG. 9

【図９Ａ】

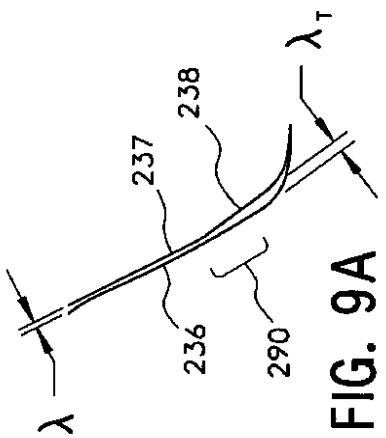

FIG. 9A

【図９Ｂ】

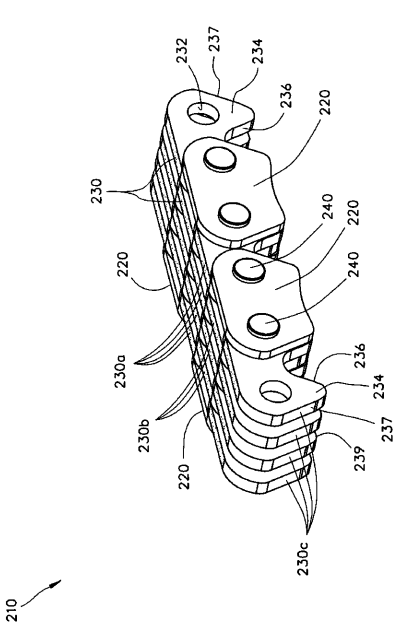

FIG. 9B

【図９Ｃ】

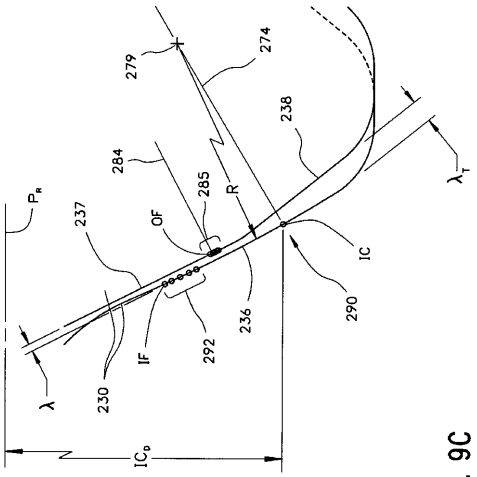

FIG. 9C

【図１０】

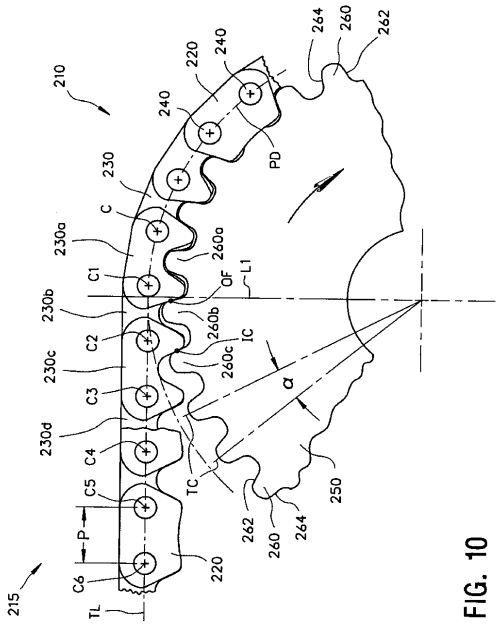

FIG. 10

【図１０Ａ】

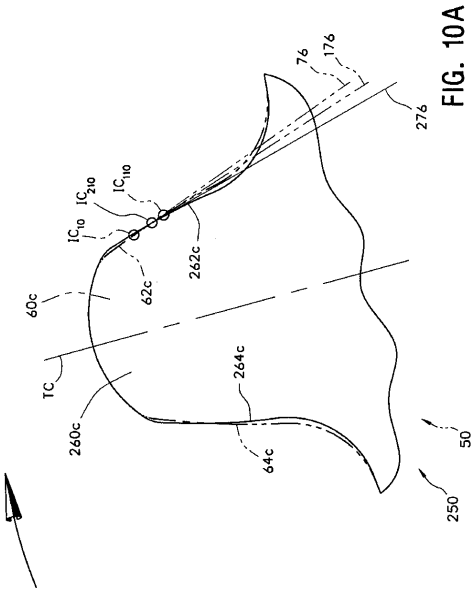

FIG. 10A

【図１１】

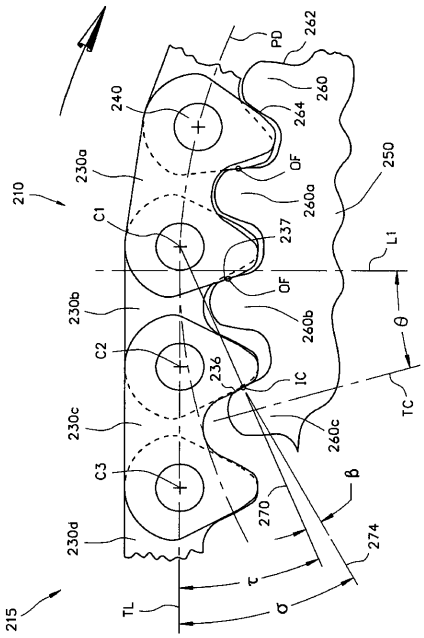

FIG. 11

【図１１Ａ】

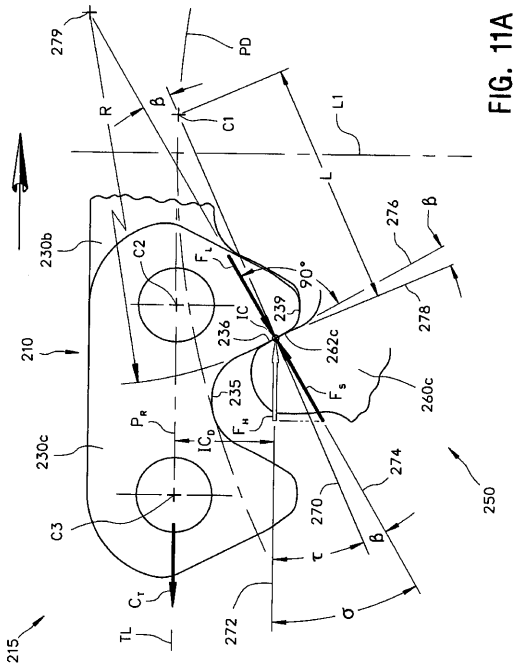

FIG. 11A

【図１２】

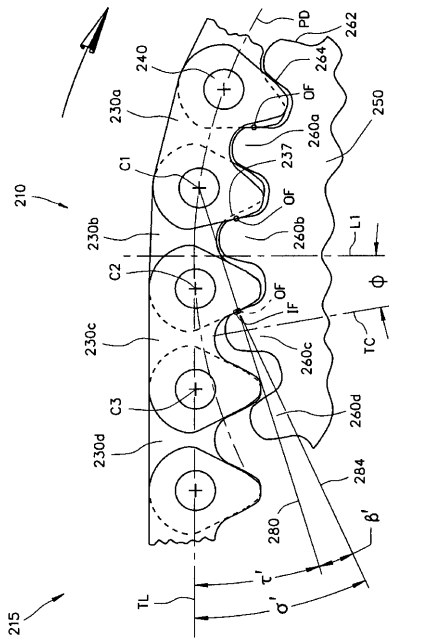

FIG. 12

【図１２Ａ】

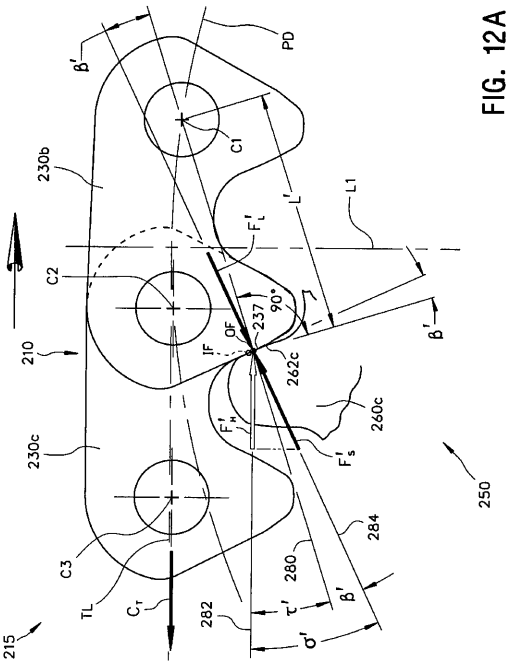

FIG. 12A

【図１３】

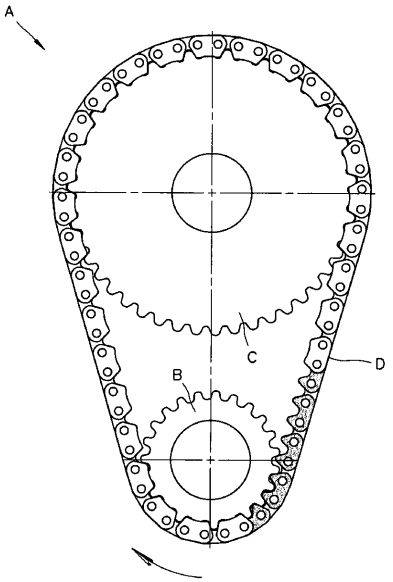

FIG. 13

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2012/028277

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F16G13/06 F16H7/06 F16H55/08 F16H55/30
ADD.

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)
F16H F16G

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2011/021299 A1 (YOUNG JAMES D [US] ET AL) 27 January 2011 (2011-01-27) the whole document	1-26
Y	US 2006/068959 A1 (YOUNG JAMES D [US] ET AL) 30 March 2006 (2006-03-30) paragraphs [0002], [0022], [0025], [0026], [0028], [0033], [0034]; claims 1-10; figures 2-7	1-25
Y	US 2007/155564 A1 (LEDVINA TIMOTHY J [US] ET AL) 5 July 2007 (2007-07-05) paragraphs [0003], [0044], [0080] - [0085]; figures 3-11	1-5, 8-14,17, 19
	-/--	

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C. [X] 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 document 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
19 April 2012	02/05/2012

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Hassiotis, Vasilis

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2012/028277

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2001/007842 A1 (SUZUKI KENSHI [JP] ET AL) 12 July 2001 (2001-07-12) paragraphs [0009] - [0011], [0024], [0029], [0064], [0068], [0074], [0078]; claim 1; figures 1-5	8,9, 18-25
Y	EP 1 281 890 A2 (TSUBAKIMOTO CHAIN CO [JP]) 5 February 2003 (2003-02-05) figures 1-9	6,7,15, 16
A	EP 1 293 704 A2 (BORG WARNER MORSE TEC JAPAN K [JP] BORGWARNER MORSE TEC JAPAN KK [JP]) 19 March 2003 (2003-03-19) the whole document	1-26

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/US2012/028277

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2011021299 A1	27-01-2011	US 2011021299 A1	27-01-2011
		WO 2011032186 A1	17-03-2011
US 2006068959 A1	30-03-2006	NONE	
US 2007155564 A1	05-07-2007	US 2007155564 A1	05-07-2007
		US 2010311530 A1	09-12-2010
US 2001007842 A1	12-07-2001	DE 10065317 A1	09-08-2001
		GB 2358230 A	18-07-2001
		JP 3187802 B1	16-07-2001
		JP 2001193803 A	17-07-2001
		US 2001007842 A1	12-07-2001
EP 1281890 A2	05-02-2003	EP 1281890 A2	05-02-2003
		JP 4683451 B2	18-05-2011
		JP 2003049928 A	21-02-2003
		US 2003027675 A1	06-02-2003
EP 1293704 A2	19-03-2003	DE 60214949 T2	11-01-2007
		EP 1293704 A2	19-03-2003
		JP 2003065398 A	05-03-2003
		US 2003045388 A1	06-03-2003

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (April 2005)

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(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),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),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,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

(72)発明者 ヤング ジェイムス ディー.
アメリカ合衆国 ４８６１６ ミシガン州 チェサニング デイタリング ロード ９３９４
(72)発明者 スチュワート ダレン ジェイ.
アメリカ合衆国 ４８８４３ ミシガン州 ハウエル クリーブドン ロード ２８７３

Ｆターム(参考) 3J030 BA07 BB07
3J049 AA08 BF02 BH04

【要約の続き】
、およびβ≦９°、またはσ≦３１°、およびβ≦７°である。