

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5795792号
(P5795792)

(45) 発行日 平成27年10月14日(2015.10.14)

(24) 登録日 平成27年8月21日(2015.8.21)

(51) Int.Cl.

F 1

F 1 6 H 55/30 (2006.01)

F 1 6 H 55/30

D

請求項の数 16 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2013-503907 (P2013-503907)	(73) 特許権者	505233217
(86) (22) 出願日	平成23年4月6日(2011.4.6)		クロイズ ギア アンド プロダクツ インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2013-524127 (P2013-524127A)		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
(43) 公表日	平成25年6月17日(2013.6.17)		アヴェニュー 6101 ナンバー2
(86) 国際出願番号	PCT/US2011/031415	(74) 代理人	100079049
(87) 国際公開番号	W02011/127168		弁理士 中島 淳
(87) 国際公開日	平成23年10月13日(2011.10.13)	(74) 代理人	100084995
審査請求日	平成26年3月26日(2014.3.26)		弁理士 加藤 和詳
(31) 優先権主張番号	61/321,245	(74) 代理人	100085279
(32) 優先日	平成22年4月6日(2010.4.6)		弁理士 西元 勝一
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 周波数変調噛合特性を有する逆歯チェーン sprocket

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

それぞれの歯中心に相対して画定される複数の歯からなる本体を備え、前記歯中心は外周上に等間隔に配置され、前記複数の歯のそれぞれは係合歯面と離脱歯面とを含む、sprocketであって、

前記複数の歯の外周上の連続するそれぞれの対は、各歯溝で互いに離間され、前記歯溝のそれぞれは前記外周上で連続する歯の1つの係合歯面と、前記外周上で連続するもう一方の歯の離脱歯面と、前記歯溝の係合歯面と離脱歯面との間にある歯底面とで、少なくとも部分的に画定され、

各歯溝における係合歯面は、前記歯溝を二等分する半径方向の歯溝中心線に対して各歯溝の前記離脱歯面の鏡像として画定され、

前記複数の歯は、タイプAの標準歯、タイプBの標準歯、タイプAの緩和型歯、タイプBの緩和型歯からなり、

前記タイプAの標準歯のそれぞれに関して、前記係合歯面および前記離脱歯面は、非緩和型の完全材料歯面で画定され、

前記タイプBの標準歯のそれぞれに関して、前記係合歯面および前記離脱歯面は、前記歯中心に関して相互に非対称に画定され、ここで、前記係合歯面は非緩和型の完全材料歯面で画定され、かつ前記離脱歯面は、前記タイプAの標準歯の前記離脱歯面の非緩和型完全材料歯面に比べて、歯中心に関して負にオフセットされた、歯面緩和型の歯面によって画定され、

10

20

前記タイプ A の緩和型歯のそれぞれに関して、前記係合歯面および前記離脱歯面は、前記歯中心に関して相互に非対称に画定され、ここで、前記離脱歯面は非緩和型の完全材料歯面で画定され、かつ前記係合歯面は、前記タイプ A の標準歯のそれぞれの前記係合歯面の非緩和型完全材料歯面に比べて、歯中心に関して負にオフセットされた、歯面緩和型の歯面によって画定され、

前記タイプ B の緩和型歯のそれぞれに関して、前記係合歯面および前記離脱歯面は、前記タイプ A の標準型歯の前記係合歯面と前記離脱歯面とのそれぞれの前記非緩和型完全材料歯面に比べて前記中心線に対して負にオフセットされた歯面緩和型材料歯面で画定される、スプロケット。

【請求項 2】

10

前記タイプ A の緩和型歯の係合歯面は歯面緩和型圧力角で画定され、前記タイプ A の標準歯の係合歯面は標準圧力角で画定され、前記歯面緩和型圧力角は、前記標準圧力角よりも小さい、請求項 1 に記載のスプロケット。

【請求項 3】

前記タイプ B の緩和型歯の係合歯面は歯面緩和型圧力角で画定され、前記タイプ B の標準歯の係合歯面は標準圧力角で画定され、前記歯面緩和型圧力角は、前記標準圧力角よりも小さい、請求項 1 に記載のスプロケット。

【請求項 4】

前記スプロケットの前記歯面緩和型係合歯面の第 1 の群は、それぞれの歯中心に対して第 1 の負のオフセット量だけ負にオフセットされ、前記スプロケットの前記歯面緩和型係合歯面の第 2 の群は、それぞれの歯中心に対して前記第 1 の負のオフセット量よりも大きな第 2 の負のオフセット量だけ負にオフセットされている、請求項 2 に記載のスプロケット。

20

【請求項 5】

前記スプロケットの前記歯面緩和型係合歯面の第 1 の群は、それぞれの歯中心に対して第 1 の負のオフセット量だけ負にオフセットされ、前記スプロケットの前記歯面緩和型係合歯面の第 2 の群は、それぞれの歯中心に対して前記第 1 の負のオフセット量よりも大きな第 2 の負のオフセット量だけ負にオフセットされている、請求項 1 に記載のスプロケット。

【請求項 6】

30

歯面緩和型輪郭を持つ係合歯面と歯面緩和型輪郭を持つ離脱歯面との間に画定される前記歯溝のそれぞれに位置する歯底面のそれぞれは、非緩和型輪郭を持つ係合歯面と非緩和型輪郭を持つ離脱歯面との間に画定される前記歯溝のそれぞれに位置する歯底面のそれぞれに比べて半径方向外側に配置された、嵩上げされた歯底面を備える、請求項 1 に記載のスプロケット。

【請求項 7】

前記嵩上げされた歯底面のそれぞれは、歯溝中心線上にある歯底円弧中心を中心とする半径によって画定される円弧を含む、請求項 6 に記載のスプロケット。

【請求項 8】

前記スプロケットに噛合する逆歯チェーンをさらに備え、前記スプロケットと前記スプロケットに噛合する逆歯チェーンは前記スプロケットの時計方向回転と反時計方向回転とで等しい噛合運動特性で双方向に動作する、請求項 6 に記載のスプロケット。

40

【請求項 9】

前記逆歯チェーンはそれぞれが前記スプロケットと内側歯面噛合する構造となった複数のリンク列を備え、各リンク列の前方内側歯面は先行リンク列の後方外側歯面よりも外側に突出して、前記チェーンの各噛合リンク列の前方内側歯面が前記スプロケット歯の一つの係合歯面と内側歯面接触をする、請求項 8 に記載のスプロケット。

【請求項 10】

前記逆歯チェーンが前記タイプ A 緩和型歯の一つまたは前記タイプ B 緩和型歯の一つと完全に噛合する際、前記タイプ A 緩和型歯の一つまたは前記タイプ B 緩和型歯の一つに先

50

行する歯溝にある前記歯底面に前記逆歯チェーンが接触する、請求項 9 に記載のスプロケット。

【請求項 11】

前記逆歯チェーンは、接線に沿って前記スプロケットに近づき噛合するように適合された自由スパンを含み、

前記自由スパンからの前記チェーンの個々の噛合リンク列の前方内側歯面は、前記チェーンと前記スプロケットとの間の初期接触の際に前記スプロケット歯の係合歯面と内側歯面接触をし、

(i) 第 1 の初期接触角 θ_1 が、前記チェーンと、前記タイプ A の緩和型歯または前記タイプ B の緩和型歯のうちの一つとの間の初期接触の瞬間に画定され、

10

(ii) 第 2 の初期接触角 θ_2 が、前記チェーンと、前記タイプ A の標準歯または前記タイプ B の標準歯のうちの一つとの間の初期接触の瞬間に画定され、

前記第 1 および第 2 の初期接触角 θ_1 、 θ_2 は、第 1 の参照線と第 2 の参照線との間で画定され、(i) 前記第 1 の参照線は前記スプロケットの回転軸を通して、前記接線に直交して延伸し、(ii) 前記第 2 の参照線は前記回転軸を通して、前記チェーンが内側歯面初期接触をする前記歯の歯中心を通過し、ここで $\theta_2 > \theta_1$ である、請求項 9 に記載のスプロケット。

【請求項 12】

前記スプロケットの前記歯面緩和型係合歯面は、それぞれの歯中心に対して、少なくとも $2 - \theta_1 > 0.5$ 度となる大きさの負のオフセット量だけそれぞれの歯中心から負にオフセットされている、請求項 11 に記載のスプロケット。

20

【請求項 13】

前記チェーンの自由スパンは、前記スプロケットと噛合する際に前記接線に対して実際に弦運動 CM_{IC} を示し、前記スプロケットの前記歯面緩和型係合歯面は、それぞれの歯中心に対して $CM_{IC} = 0.75 \times CM_{THEOR}$ となる大きさだけ負にオフセットされており、ここで CM_{THEOR} は前記接線に対する前記チェーンの前記自由スパンの理論的最大弦運動である、請求項 12 に記載のスプロケット。

【請求項 14】

それぞれのタイプ A 標準歯の前記係合歯面および前記離脱歯面は、前記タイプ A 標準歯の各歯中心に関して対称的に画定される、請求項 1 に記載のスプロケット。

30

【請求項 15】

それぞれのタイプ B 緩和型歯の前記係合歯面および前記離脱歯面は、前記タイプ B 緩和型歯の各歯中心に関して対称的に画定される、請求項 1 に記載のスプロケット。

【請求項 16】

スプロケットと、

前記スプロケットと噛合する内側歯面係合逆歯チェーンと、
を備える逆歯チェーン駆動システムであって、

前記スプロケットは、前記スプロケットの回転軸を中心とする外周上に等間隔に配置されたそれぞれの歯中心に対して画定され、それぞれが係合歯面と離脱歯面とを有する複数の歯を含み、

40

前記逆歯チェーンは、それぞれが前記スプロケットと内側歯面噛合する構造となった複数のリンク列を備え、前記チェーンが前記スプロケットに近づく際には、各リンク列の前方内側歯面は先行リンク列の後方外側歯面に対して外側に突出して、前記各列の前方内側歯面が前記スプロケット歯の 1 つの前記噛合歯面と初期噛合接触をするようになっており、

前記スプロケット歯の少なくともあるものは標準歯であり、残りの歯が歯面緩和型歯であって、前記標準歯のそれぞれの歯は完全材料係合歯面からなり、前記歯面緩和型歯のそれぞれの歯は、その各歯中心に向かって前記標準歯の一つの前記完全材料係合歯面と比べて負のオフセットをした緩和型係合歯面からなっており、

前記スプロケットの外周上の連続する各一对の歯の間に歯溝が画定され、各歯溝は第 1

50

の歯の係合歯面と、第2の歯の離脱歯面と、前記第1の歯の係合歯面と前記第2の歯の離脱歯面との間にある歯底面とからなり、各歯面緩和型歯に先行する前記歯底面は、各標準歯に先行する前記歯底面に比較して半径方向外側に位置しており、前記逆歯チェーン駆動システムは、

各歯溝の前記第1の歯の係合歯面と前記第2の歯の離脱歯面とは歯溝中心線に関して対称的に画定されているとともに、

前記標準歯は、タイプAの標準歯、及びタイプBの標準歯からなり、

前記緩和型歯は、タイプAの緩和型歯、及びタイプBの緩和型歯からなり、

前記タイプAの標準歯のそれぞれに関して、前記係合歯面および前記離脱歯面は、非緩和型の完全材料歯面で画定され、

前記タイプBの標準歯のそれぞれに関して、前記係合歯面および前記離脱歯面は、前記歯中心に関して相互に非対称に画定され、ここで、前記係合歯面は非緩和型の完全材料歯面で画定され、かつ前記離脱歯面は、前記タイプAの標準歯の前記離脱歯面の非緩和型完全材料歯面に比べて、歯中心に関して負にオフセットされた、歯面緩和型の歯面によって画定され、

前記タイプAの緩和型歯のそれぞれに関して、前記係合歯面および前記離脱歯面は、前記歯中心に関して相互に非対称に画定され、ここで、前記離脱歯面は非緩和型の完全材料歯面で画定され、かつ前記係合歯面は、前記タイプAの標準歯のそれぞれの前記係合歯面の非緩和型完全材料歯面に比べて、歯中心に関して負にオフセットされた、歯面緩和型の歯面によって画定され、

前記タイプBの緩和型歯のそれぞれに関して、前記係合歯面および前記離脱歯面は、前記タイプAの標準型歯の前記係合歯面と前記離脱歯面とのそれぞれの前記非緩和型完全材料歯面に比べて前記中心線に対して負にオフセットされた歯面緩和型材料歯面で画定されることを特徴とする逆歯チェーン駆動システム。

【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、2010年4月6日に提出された米国特許仮出願第61/321,245号の出願日からの優先権およびその利益を主張するものであり、この米国特許仮出願のすべての開示は参照により本明細書に援用されるものとする。

本発明は、周波数変調噛合特性を有する逆歯チェーン sprocket に関する。

【背景技術】

【0002】

チェーンと sprocket の噛合現象による衝撃が、自動車エンジンのチェーン駆動システムに付随する主要なノイズ源であることはずっと以前から知られており、この衝撃は、係合に際し、チェーンリンクが span から離れ sprocket 歯と衝突するときに発生する。内側歯面が係合するような構造をした逆歯チェーンは、リンク列の先行内側歯面が歯の係合歯面と初期噛合接触する瞬間に sprocket 歯との噛合サイクルが始まり、前方のリンク列が sprocket ラップの弦の着座位置に関節状に折れ曲がって、その同じ歯と外側歯面が噛合衝撃する瞬間に終了する。したがって、sprocket 歯の噛合サイクルは隣接するリンク列を含み、サイクルは初期噛合接触角で始まり、完全噛合係合接触角で終了する。最初の内側歯面チェーン - sprocket 噛合衝撃は噛合現象中での主要なノイズ原因であり、外側歯面噛合への移行時の第2の噛合衝撃もまた、程度は下がるが全体のノイズレベルへ寄与している。この噛合による衝撃は、チェーンが sprocket と噛合する周波数に概ね等しい周波数で反復される。チェーンドライブのノイズレベルは、噛合の周波数を変調することで効果的に低減できることが知られており、そしてそれはさまざまな方法で実現することができる。ただしそのいずれもがチェーンと sprocket の噛合の衝撃リズムを変えることでそれを実現している。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0003】

一つの例示的实施形態によれば、スプロケットはそれぞれの歯中心に対して画定される複数の歯からなる本体を含む。歯中心は外周上に等間隔に離間して配置される。複数の歯のそれぞれは係合歯面と離脱歯面とを備えている。この複数の歯の外周上の連続するそれぞれの対は互いにそれぞれの歯溝で離間し、それぞれの歯溝は、外周上の連続する歯の1つの係合歯面と、外周上の連続するもう一方の歯の離脱歯面と、歯溝のその係合歯面と離脱歯面との間にある歯底面とで、少なくとも部分的に画定される。各歯溝の係合歯面は、歯溝中心線に対する各歯溝の離脱歯面の鏡像として画定され、この歯溝中心線は各歯溝を二等分し、各歯溝がその歯溝中心線に対して対称的に画定されるようになっている。複数の歯は、タイプAの標準歯、タイプBの標準歯、タイプAの緩和型歯、タイプBの緩和型歯からなり、ここで、

10

タイプAの標準歯のそれぞれは、その係合歯面および離脱歯面は、非緩和型の完全材料歯面で画定され、

タイプBの標準歯のそれぞれは、その係合歯面および離脱歯面は、歯中心に関して相互に非対称に画定され、ここで、その係合歯面は非緩和型の完全材料歯面で画定され、かつその離脱歯面は、タイプAの各標準歯の離脱歯面の非緩和型完全材料歯面に比べて、歯中心に関して負にオフセットされた、歯面緩和型の歯面によって画定され、

タイプAの緩和型歯のそれぞれは、その係合歯面および離脱歯面は、歯中心に関して相互に非対称に画定され、ここで、その離脱歯面は非緩和型の完全材料歯面で画定され、かつその係合歯面は、タイプAの各標準歯の係合歯面の非緩和型完全材料歯面に比べて歯中心に関して負にオフセットされた、歯面緩和型の歯面によって画定され、

20

タイプBの緩和型歯のそれぞれは、その係合歯面および離脱歯面は、タイプAの各標準型歯の係合歯面と離脱歯面のそれぞれの非緩和型完全材料歯面に比べて歯中心に関して負にオフセットされた歯面緩和型材料歯面で画定される。

【0004】

本開発の別の態様によれば、逆歯チェーン駆動システムが、関連する内側歯面係合の逆歯チェーンと噛合するように適合されたスプロケットを含む。このスプロケットは、各歯中心に関して画定された複数の歯を含んでいる。歯中心は、回転軸を中心とする外周上に均等に離間して配置され、それぞれの歯は係合歯面と離脱歯面とを含んでいる。逆歯チェーンはスプロケットと係合し、スプロケットと内側歯面係合する構造のリンク列を複数含んでおり、各リンク列の前方内側歯面が先行するリンク列の後方外側歯面よりも外側に突き出ている。それぞれの列の前方内側歯面は、一つのスプロケット歯の係合歯面と初期噛合接触をするように配置されている。スプロケット歯の少なくともあるものは標準歯であり、他の歯は歯面緩和型の歯であるが、歯が標準型か歯面緩和型かを決定するのは係合歯面である（係合歯面が標準（緩和されていない）であれば標準歯とみなされ、係合歯面が標準係合歯面に比べて緩和されていればその歯は歯面緩和型歯とみなされる）。第1の歯の係合歯面と、歯溝を共有する隣接の第2の歯の離脱歯面は歯面緩和されていて、第2の歯の離脱歯面は第1の歯の係合歯面の鏡像となっている。標準歯の係合歯面とその歯中心とに比べると、歯面緩和型歯の係合歯面は、それぞれの歯中心に対して負にオフセットされている。歯面緩和型歯の前方にある歯底面は、標準歯の前方にある歯底面に比べて嵩上げされている（半径方向外側にある）。

30

40

【0005】

本開発の別の態様によれば、チェーンとスプロケット歯の間の噛合衝撃をずらしたり変調するために、歯面緩和型歯がランダム（不規則）、または反復パターンを含む規則パターンでスプロケットの必要な全てのスプロケット歯に対して組み込まれる。

【0006】

歯面緩和型係合歯面によって部分的に画定されるスプロケットの歯溝のそれぞれは、歯溝中心線に関して対称的に画定され、これによってスプロケットが双方向性となる。すなわちどちらの方向に回転しても、噛合衝撃に対する所望の周波数変調も実質的に同様に機

50

能する。

【 0 0 0 7 】

本開発の別の態様によれば、好適な最小および最大の歯面オフセット幅が画定される。最小の歯面緩和オフセットは、初期噛合衝撃をスプロケット回転角で 0.5 度だけ変調する大きさであり、最大の歯面緩和オフセットは、初期噛合衝撃時の接線から測った弦運動を制限する関数として決定され、実際の弦運動の限界値は $0.75 \times CM_{THEOR}$ で定義される。ここで CM_{THEOR} は最大理論弦運動である。

【 0 0 0 8 】

本開発の別の態様によれば、歯面緩和型歯がすべてが同じオフセット量とは限らない。

【 0 0 0 9 】

本開発の別の態様によれば、歯面緩和型歯の一部またはすべては、歯面緩和のない通常の歯の圧力角とは異なる圧力角を持っていたりもよい。

本発明はさまざまな部品および部品の配置からなっており、その好適な実施形態を添付の図面で示す。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】本発明により形成されたスプロケットと噛合する通常の逆歯チェーン（分かり易くするためにガイドリンクのいくつかは取り外してある）を備えるチェーン駆動システムの部分正面図である。

【図 1 A】通常のスプロケット歯の係合歯面との初期噛合接触する瞬間の噛合の位置関係を示す、図 1 の逆歯チェーンの部分拡大図である。

【図 1 B】図 1 A と同様であるが、スプロケットが回転して新しい位置となり、噛合チェーンリンク列が内側歯面接触をし、同時に先行のチェーン列が第 1 の歯の係合歯面と外側歯面接触をしている図である。ここで、手前側のリンクプレートは同時噛合接触をはっきり示すために取り外してある。

【図 2 A】図 1 に示す逆歯チェーンの内側リンクプレートの第 1 列と第 2 列の拡大図である。

【図 2 B】図 1 の逆歯チェーンの平面図である。

【図 3 A】

【図 3 B】スプロケットに対する弦上昇を示す図である。

【図 4】3 つの歯の反復パターンを示した、図 1 のスプロケット全体の正面図である。

【図 4 A】隣接する通常の歯を仮想線で重ねて示した、図 4 に示すスプロケットの歯面緩和型歯の拡大図である。

【図 5 A】通常のスプロケット歯 T 2 の係合歯面との初期噛合接触の瞬間の逆歯チェーンを示す、図 1 のチェーン駆動システムの部分拡大図である。

【図 5 B】図 5 A のチェーン駆動システムにおいて、スプロケットが回転して新しい位置に移動した状態を示す部分正面図である。ここでは、噛合するチェーンリンク列が内側歯面で接触し、それと同時に、チェーンの先行列が歯 T 2 の係合歯面と外側歯面で接触している。

【図 6 A】図 5 A と同様に、同じスプロケットおよびチェーンシステムを示す図である。ただしここでは、本発明による歯面緩和型のスプロケット歯 T 1 との初期噛合接触の瞬間のチェーンを示している。

【図 6 B】図 5 B と同様に、図 6 A のシステムにおいて、スプロケットが回転して新しい位置に移動した状態を示す図である。ただしここでは、噛合するチェーンリンク列が歯 T 1 と内側歯面接触をすると同時に、チェーンの先行する列が歯 T 1 の前方の歯溝の歯底面と歯底接触をしている。

【図 6 C】リンク列が回転してスプロケットと完全係合する際の、前方のチェーンリンクのトウ (toe) がスプロケット歯溝の歯底面と噛合する関係を示す、図 6 B の拡大部分正面図である。

【図 6 D】図 6 C の部分拡大図であり、歯 T 1 の係合歯面に対する後方歯面のリンクプレ

10

20

30

40

50

ート空隙と、完全噛合接触時の歯底面のチェーンリンクのトウに対する位置関係を示す図である。

【図 7】別の実施形態によって形成された完全なスプロケットの全体を表す正面図である。

【図 8】小さい圧力角で形成された隣接の通常歯の輪郭を仮想線で重ねて示した、図 4 に示すスプロケットの隣接する通常歯の拡大図である。

【図 8 A】歯面緩和型歯の構築に利用される隣接する通常歯を仮想線で重ねて示した、図 7 に示すスプロケットの歯面緩和型歯の拡大図である。

【図 9】スプロケット回転角度に対する噛合チェーンリンク列の噛合衝撃と弦運動で表した、図 5 A、5 B、6 A、6 B の噛合運動のグラフである。

10

【発明を実施するための形態】

【0011】

図 1 は本開発により形成された逆歯チェーン駆動システム 100 を示す。このシステム 100 は、駆動スプロケット 150 および表示されていない他の少なくとも 1 つのスプロケットと噛合する、通常の内側歯面係合型の逆歯チェーン 10 を含んでいる。スプロケットは、図示した例では回転軸 X を中心に時計方向に回転する。スプロケット 150 は本発明に従って形成され、歯面はインボリュート形である。ただし歯面はインボリュート形の代わりに円弧形を含んでいてもよく、及び / 又は、本発明の全体の範囲及び意図から逸脱することなく 1 つまたは複数の平坦部を含んでいるか、平坦部で画定されてもよい。

【0012】

20

スプロケット 150 は複数の歯 T (T1、T2、T3 など) を含み、そのそれぞれは係合歯面 (E または E') と離脱歯面 (DE または DE') を歯中心 TC の相対向する側に持っている。所与のスプロケット歯 T に関しては、スプロケット 150 の回転方向の前側に、係合歯面 E、E' があり、後側に離脱歯面 DE、DE' がある。スプロケット 150 には全部で N 個の歯があり、歯中心 TC は互いに角度 θ だけ離れている。ここで $\theta = 360 / N$ である。歯 T の係合歯面 E、E' と離脱歯面 DE、DE' が相互に対称的に画定されている場合には、歯中心 TC が歯 T を二等分する。その他の場合には、歯 T は歯中心 TC に対して非対称的に画定されている。外径 OD および歯底円直径 RD が、歯面の外側および内側の半径限界を決める。

【0013】

30

図 2 A は、チェーン 10 の第 1 と第 2 のリンク列 L (特に列 L4、L5) を示す (ガイドリンクはその下にある内部リンクプレートを見せるために取り外されている)。各列 L の通常型内側リンクプレート 30 は、ある半径及び / 又は他の面で画定される先端 37 で相互に接続されている、内側歯面 Fi と外側歯面 Fo によってそれぞれ画定されるトウ (toe) 38 を備えている。図示した実施形態において、外側歯面 Fo は直線側面となっており、内側歯面 Fi は凸型の弧となっていて、両者が股部 (crotch) 34 で繋がっている。特にそれぞれのリンク 30 の内側歯面 Fi は半径 R_{Fi} で画定され、好ましくは当該のトウ 38 の先端 37 へ、また反対の端部は股部 34 へ、なだらかに繋がる。チェーン 10 が図 2 A に示すように真直ぐに引っ張られている場合 (それが使用時にスパンから移動してスプロケット 150 に係合するときの公称の方向である)、内側歯面 Fi が隣接して重なり合っている先行リンク列の外側歯面 Fo よりも突出高さ h だけ外側に突出している。これによって列 L の内側歯面 Fi が、噛合開始時にスプロケット歯 T の係合歯面 E、E' と初期噛合接触することが可能となる。図 2 B はチェーン 10 のいくつかの列 L の平面図であり、挟み込まれた内部リンク 30 の列 L1、L2、L3、L4、L5 などを有する標準のチェーンレースを示しており、連続する列がピボットピン 40 またはロッカージョイントによって枢動可能に相互連結されている (「ピン」という用語は単純なピンやロッカージョイントまたは連続するリンク列 L を枢動可能に結合する任意の構造を含むことが意図されている)。列方向に積層された内部リンク 30 を有するそのほかの内部リンクレースもまた一般に使用される。各ピン 40 にはピン中心 C があり、連続するピン中心を C1、C2、C3 など示して、相互に区別する。ピン中心 C はチェーンリンクのピ

40

50

ッチ間隔 P で離間しており、それぞれのピン中心 C は、チェーンの隣接するリンク列 L が相互に関節状に折れ曲がる軸によって、またはその軸に一致して、画定される。

【 0 0 1 4 】

再び図 1 を参照すると、チェーン 10 はトート（張り）ストランド内の接線 TL （チェーンピン 40 の中心 C における）に実質的に沿って駆動スプロケット 150 に近づき、列 L のチェーン内側リンク 30 が係合歯面 E 、 E' と衝突するときには噛合が起きる。チェーン 10 が移動してスプロケットラップ内に入り、スプロケット 150 と完全に噛合すると、ピン 40 の中心は円形通路に沿って移動し、これがピッチ直径 PD を画定する。

【 0 0 1 5 】

図 3 A と図 3 B は、通常のスプロケットに対する弦上昇を示す。弦上昇 CR は通常、チェーンが角度 $\theta/2$ だけ移動する際のチェーンピン中心 C （もしくは別のタイプのチェーン継手の中心）の垂直方向変位として定義される。ここで、

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

であり、 r_c は、弦半径、すなわちスプロケット中心から、チェーンのピッチ長さにも等しい、長さ P のスプロケットピッチ弦までの距離であり、 r_p は、スプロケットのピッチ半径の理論値、すなわちピッチ直径 PD の半分であり、 N はスプロケット歯の数であり、

θ はスプロケット歯角度、すなわち $360^\circ / N$ である。図 3 A は、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、そこでは、接線 TL とスプロケットピッチ直径 PD とに同時に整列している。当技術分野で周知であり、本明細書において使われるように、接線 TL は、噛合するチェーンピン中心がそれに沿ってスプロケットに近づく、理論的な直線経路である。ここで示すように、接線 TL は水平方向に位置し、その場合は、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 C がピッチ直径 PD 上に中心を置いて配置され、かつ同一のピン中心 C が、接線 TL に直交しスプロケットの回転軸を通る半径方向参照線上にも中心を置くように配置された位置において、接線 TL はピッチ直径 PD に接する（接線がここに示すように水平方向であれば、参照線は、垂直である）。図 3 B は、スプロケットが角度 $\theta/2$ だけ回転した後の、同じピン中心 C の位置を示し、ここでは、ピン中心 C がスプロケットラップの周りの移動を続けた結果、横方向に距離 CR だけ変位したことがわかる。このピン中心の垂直変位は、上流のチェーンスパンとその接線 TL に対応する変位をもたらす。チェーンのピン中心 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、フリーなチェーンスパンの望ましくない振動を誘起する。この弦上昇 CR は、本明細書では代わりに理論的弦運動 CM_{THEOR} と呼ぶ。

【 0 0 1 6 】

図 1 A に示すように、チェーン 10 のリンク列 $L5$ は、スプロケット 150 のスプロケット歯 $T5$ と噛合開始しようとしている。通常、各列 L の前面に見える 1 つのチェーンリンクプレート 30 についてのみ参照しているが、当業者であれば、ここでの議論は各列 L の複数のリンクプレート 30 に当てはまるのが理解されるであろう。連続するピン中心 C は、 $C1$ 、 $C2$ 、 $C3$ 、 $C4$ などのように番号付けして、互いに識別できるようにした。

【 0 0 1 7 】

リンク列 $L5$ は、対応するスプロケット歯 $T5$ と初期噛合接触をする瞬間を示しており、すなわち、チェーンリンクプレート 30 の前方内側歯面 F_i とスプロケット歯 $T5$ の係合歯面 E とが、係合歯面 E 上の初期接触位置 IC において初期接触をする瞬間である。歯 $T5$ をここでは標準歯と呼び、その係合歯面 E は標準形をしている（緩和型ではない）。この初期接触 IC の瞬間において、初期接触角 θ_1 は、スプロケット 150 の回転軸を起点とし接線 TL に対して直交する第 1 の半径方向参照線 $REF1$ と、回転軸 X を起点としスプロケット歯 $T5$ の歯中心 TC を通る第 2 の半径方向参照線 $TC5$ とのなす角度として定義される。リンク列 $L5$ が初期噛合衝撃 IC をする瞬間においては、先行するリンク列 $L6$ はチェーンスパンを出て、「浮遊状態」に入る。すなわち列 $L6$ のリンクプレート 30

はスプロケット150とは直接接触せず、噛合している列L5と、先行するスプロケット歯T6と完全噛合接触している先行列L7との間で宙吊りの状態となる。リンク列L6は、その噛合サイクルが完結して、その後方外側歯面F_oが地点OFにおいてスプロケット歯T5と完全噛合接触する位置へ移行するまで、この宙吊り状態を保持する(図1B参照)。図1Bに示すように、噛合サイクルには「同時噛合接触」と呼ばれるポイントがあり、そこでは連続するリンク列L5とL6が同じスプロケット歯T5に同時に接触している。すなわち先行リンク列L6の後方外側歯面F_oが関節状に折れ曲がって地点OFにおいて係合歯面Eと完全噛合接触する瞬間には、列L5の前方内側歯面F_iが地点IFで係合歯面Eにまだ接触している。スプロケット150がさらに回転すると、噛合リンク列L5の前方内側歯面F_iが係合歯面Eから離れてゆく。

10

【0018】

リンク列L5が初期噛合衝撃する瞬間(図1Aを再び参照)より前に、列L5がスプロケット歯T5との噛合衝撃ICに向かって関節的に折れ曲がる際に、チェーンspanはピン中心C6を中心とした回転を効果的に行うことに留意されたい。従って、ピン中心C6は「制御ピン中心」と呼ぶことができる。制御ピン中心C6は、噛合リンク列L5の前方ピン中心C5に対して直近の先行(下流)ピン中心Cである(制御ピン中心C6はまた、(チェーン移動方向に関して)直近の完全噛合リンク列L7の後方ピン中心でもある)。このようにして、以下の関係が規定される。

- 初期接触角 θ_0 が上記のように定義される。
- 噛合接触角 θ_c は、接線TLと、制御ピン中心C6と初期接触位置ICとの両方を通る初期接触参照線80とがなす角度として定義される。
- 初期接触参照線80は、制御ピン中心C6と、初期接触位置ICとの間のレバーアーム長Dを定義する。
- リンクプレートの入口角 θ_i は、初期接触参照線80と、内側歯面半径R_{F_i}の弧の中心89と初期接触位置ICとを通る内側歯面参照線84との間の角度で定義される(ここで、内側歯面参照線84は、スプロケット歯T1の係合歯面Eのインボリュート曲線(または円弧部分あるいはその他の曲面)に対して垂直となる)。
- 噛合衝撃角 θ_s は、接線TLと内側歯面参照線84とのなす角度で定義される。すなわち、 $\theta_s = \theta_0 + \theta_i$ となる。

20

【0019】

引き続き図1Aを参照すると、チェーン-スプロケットの噛合衝撃は、噛合リンク列L5とスプロケット歯T5の初期接触位置ICにおける速度差により発生する。そして、スプロケット歯が初期噛合衝撃の瞬間にチェーンspanから噛合リンク列L5を受け止める際の、関連する衝撃エネルギーE_Iは、次式で与えられる。

$$E_I = C \times m \times D^2 \times \omega^2 \times \cos^2(90 - \theta_s)$$

ここで、Cは定数、mは1つの噛合リンク列L5の質量に等しく、Dは制御ピン中心C6から初期接触位置ICまでの距離、 ω はスプロケットの角速度、 θ_i はリンクプレートの噛合入口角である。噛合衝撃とそれに付随するノイズレベルは、速度差を小さくすることで低減可能であり、それは噛合入口角 θ_i を低減することで達成される。

30

【0020】

さらに、衝撃エネルギーE_Iの式は、噛合リンク列L5の質量のみを含み、チェーン張力T_cは考慮されていない。このチェーン張力は、生じる噛合衝撃エネルギーE_Iと付随する全ノイズレベルを増大させる。チェーン張力T_cは、噛合開始時にスプロケット歯T5に作用し、リンク衝撃力F_Lに反対向きで等しい歯の衝撃反力F_Sは、噛合衝撃角 θ_s の大きさと共に変化する。ここで、

$$F_S = F_H / \cos \theta_s$$

であり、F_Hは、水平方向の合力がゼロであることを満足するためにT_cと等しい。図1Aにおいては、噛合衝撃角 θ_s とその成分角は、接線TLに平行で初期接触位置ICを通り、力ベクトルF_Hに一致する、参照線82に対する角度として示されていることに留意されたい。スプロケット歯T5は、歯T5の前方(下流側)にある次のいくつかの歯と共に

40

50

チェーン張力 T_c の荷重分布を分担し、初期噛合接触の開始時に歯 T_1 の位置 I_C において最大の反力 F_H を生じること留意されたい。歯 T_5 の前方のいくつかの歯に掛かる、チェーン張力荷重の残りの部分は、噛合ノイズレベルには影響を与えないので、本発明の考慮の対象外とする。以上まとめると、リンク衝撃力ベクトル F_L は、初期噛合接触時に噛合衝撃位置 I_C に作用し、全噛合衝撃エネルギー E_I とそれに関連するノイズレベルを増大させる。

【0021】

図1Bは図1Aに類似しているが、スプロケット150がさらに回転して噛合サイクルが進み、先行リンク列 L_6 の後方外側歯面 F_o がスプロケット歯 T_5 の係合歯面 E と外側歯面接触位置 O_F において接触し、同時に、リンク列 L_5 の前方内側歯面 F_i も係合歯面 E と位置 I_F において接触している。前述したように、歯 T_5 がリンク列 L_5 の前方内側歯面 F_i との内側歯面のみでの接触から、先行リンク列 L_6 の後方外側歯面 F_o と外側歯面接触点 O_F において外側歯面とも接触するように移行することは、「移行点」と称されて、標準歯 T_5 の噛合サイクルの終了も規定する。なぜなら、リンク列 L_6 はこの後前方ピン中心 C_6 も後方ピン中心 C_5 もピッチ直径 P_D 上に位置して完全に噛合し、リンク列 L_6 はこの後完全に噛合した位置となって弦位置に着座し、スプロケット150のラップ内にあるものとみなされる。移行角 θ は第1の半径方向参照線 REF_1 と、歯 T_5 の歯中心 T_C を通る第2の半径方向参照線 TC_5 との間の角度として定義される。このようにして、以下の関係が規定される。

- 移行角 θ が定義される。

- 移行接触角 θ' は、接線 TL と、外側歯面接触位置 O_F と制御中心 C_6 （これは移行現象に関しては、位置 O_F において後方外側歯面接触に移行しようとするリンク列の前方ピン中心である）の両方を通る移行接触参照線 90 とのなす角度として定義される。

- 移行接触参照線 90 は、制御ピン中心 C_6 と外側歯面接触位置 O_F との間のレバーステム長 D' を定義する。

- リンクプレート移行角 θ'' は、移行接触参照線 90 と、後方外側歯面 F_o に対して垂直に延びる外側歯面参照線 94 とのなす角度として定義される。ここで、外側歯面参照線 94 は、スプロケット歯 T_5 の係合歯面 E のインボリュート曲線（または円弧部分あるいはその他の曲面）に対して垂直となる。

- 移行衝撃角 θ''' は、接線 TL と外側歯面参照線 94 とのなす角度で定義される。ここでは、 $\theta''' = \theta' + \theta''$ となる。

【0022】

図1Bに示すように、結果として得られるリンクプレート移行角 θ'' と移行衝撃角 θ''' は、位置 O_F における後方外側歯面 F_o の移行衝撃に関するリンク衝撃力 F_L' とそれによる衝撃エネルギー E_I' とを決定づける。ここで、図1Aの特徴に対応する図1Bの特徴は、対応する参照符合に（'）を付して表されており、そのすべてを必ずしもこれ以上議論しないことに注意されたい。移行衝撃角 θ''' とその成分は、外側歯面接触位置 O_F を通り接線 TL に平行な参照線 92 （これは力ベクトル F_H' に一致）からの角度として示されている。これらの、位置 O_F における後方外側歯面 F_o の移行衝撃は、位置 I_C における前方内側歯面 F_i の初期噛合衝撃に比べるとノイズと振動に対する寄与は小さいと考えられる。しかし、移行衝撃角 θ''' とその成分、すなわちリンクプレート移行角 θ'' と移行接触角 θ' とを制御することは、システム100のノイズと振動の更なる最小化のために望ましいと考えられる。

【0023】

図4は図1のスプロケット150の全体を示す正面図であり、歯 T_1 、 T_2 、 T_3 の3つの歯の反復パターンを示している。これはスプロケットの外周の周りに連続して反復される。外周上の連続する歯 T （すなわち、 T_1 、 T_2 、 T_3 など）のそれぞれの対はそれぞれ歯溝160、170によって離間している。図4Aに歯 T_1 と T_2 に関して示すように、任意の対象とする歯 T （図4Aでは T_1 ）に関して、離脱歯面 DE または先行スプロケット歯 T （図4Aでは T_2 ）の離脱歯面 DE' は、当該スプロケット歯 T の係合歯面 E

または E' の歯中心線に関する鏡像の形となっている。図 4 A の仮想線は、歯 T 1 が通常の、すなわち非緩和型の完全材料係合歯面 E を持つ標準スプロケット歯である場合、先行する歯 T 2 は通常の、すなわち非緩和型の離脱歯面 D E を持ち、標準歯溝 1 6 0 が、スプロケットの回転軸 X を通って歯溝 1 6 0 を二等分する歯溝中心線 T S C の周りに画定されることを示している。標準歯溝 1 6 0 は標準歯底面 R (これも仮想線で示す) を含み、それによって部分的に画定される。これがスプロケット 1 5 0 の最小の歯底直径 R D を画定する。これとは別に、図 4 A の実線は、歯 T 1 が負にオフセット、つまりその歯中心 T C に対して量 F R だけ緩和された係合歯面 E' を持つ歯面緩和型のスプロケット歯である場合、先行する歯 T 2 も同様に、負にオフセット、つまりその歯中心 T C に対して量 F R だけ緩和された離脱歯面 D E' を持つことを示しており、こうして緩和型歯溝 1 7 0 が歯溝中心線 T S C の周りに画定される。緩和型歯溝 1 7 0 は嵩上げされた歯底面 R' (これも実線によって表示) を含み、それによって部分的に画定される。この歯底面 R' は嵩上げされていて、標準の歯溝 1 6 0 の歯底面 R より相対的に半径方向外側に位置する。そして、嵩上げされた歯底面 R' は、以下に詳細を述べる理由によって歯溝中心線 T S C を中心に対称的に画定されている。このようにそれぞれの歯溝 1 6 0、1 7 0 は、外周上の連続する歯の 1 つの係合歯面 E、E'、外周上の連続するもう一方の歯の離脱歯面 D E、D E'、およびその歯溝の係合歯面と離脱歯面の間にある歯底面 R、R' によって、少なくとも部分的に画定される。本明細書で使用されるように、それぞれの歯溝 1 6 0、1 7 0 は、第 1 の歯 T 1 の係合歯面 E、E'、第 2 の歯 T 2 の離脱歯面 D E、D E'、および第 1 の歯 T 1 の係合歯面 E、E' と第 2 の歯 T 2 の離脱歯面 D E、D E' との間にある歯底面 R、R' を含む、あるいはそれらで構成されるといえる。それぞれの歯溝 1 6 0、1 7 0 を画定する、外周上の連続すなわち隣接する歯のことを、本明細書では連続または隣接する歯の「対」と呼ぶこともある。

【0024】

スプロケット 1 5 0 に関する上記の要件により、スプロケット 1 5 0 のそれぞれの歯 T は以下の 4 つのタイプのいずれかとなる。

- タイプ A の標準歯：通常の非緩和型の完全材料係合歯面 E と、離脱歯面歯面 D E を持つ、歯中心 T C に関して対称的に画定される歯。
- タイプ B の標準歯：通常の非緩和型の完全材料係合歯面 E と歯面緩和型の離脱歯面 D E' を持つ、歯中心 T C に関して非対称的に画定される歯。
- タイプ A の緩和型歯：歯面緩和型の係合歯面 E' と通常の非緩和型の完全材料離脱歯面 D E を持つ、歯中心 T C に関して非対称的に画定される歯。
- タイプ B の緩和型歯：歯面緩和型の係合歯面 E' と歯面緩和型の離脱歯面奪 D E' を持つ、歯中心 T C に関して対称的に画定される歯。

【0025】

本明細書で言う「標準」という用語は、通常すなわち従来技術ということの意味するものではなく、完全材料(非緩和型)係合歯面を、単に負にオフセットされた(緩和型)係合歯面とは区別するために使用されている。「負にオフセット」という表現は、歯面緩和型歯面 E'、D E' が完全材料非緩和型歯面 E、D E よりも、歯中心 T C により近く画定または配置されていることを意味している。

【0026】

少なくとも標準歯溝 1 6 0 の係合歯面 E と離脱歯面 D E との対称性、および係合歯面 E' と離脱歯面 D E' と緩和型歯溝 1 7 0 の歯底面 R' との対称性は、スプロケット 1 5 0 の双方向性を可能として、いずれの回転方向に対しても、及び/又は所与の回転方向にいずれの側が向いていても、同じ機能を果たすことが可能である。

【0027】

図 5 A は、図 1 のチェーン駆動システムの部分拡大図であり、標準のスプロケット歯の係合歯面と初期噛合接触する瞬間の逆歯チェーンを示す。図 1 A の噛合リンク列 L 5 と歯 T 5 に関する角度 に関して説明したように、ここで、初期噛合角 2 が噛合リンク列 L 2 と前述の標準歯 T 2 に関して定義される。

【 0 0 2 8 】

図 5 B は、スプロケット 1 5 0 が噛合リンク列 L 2 と標準歯 T 2 に関する移行点まで回転した、図 5 A のシステムを示している。ここで、噛合チェーンリンク列 L 2 は内側歯面接触 I F をし、同時にチェーンの先行列 L 3 が標準歯 T 2 の係合歯面 E と外側歯面接触 O F をしている。図 1 B においてリンク列 L 5、L 6 と歯 T 5 に関して角度 θ を記述したように、移行角 θ_2 がリンク列 L 2 と L 3 と歯 T 2 に関して定義される。

【 0 0 2 9 】

図 6 A は図 5 A と同様であるが、チェーン 1 0 のリンク列 L 1 が歯面緩和型歯 T 1 と初期噛合接触をする瞬間を示している。初期接触角 θ_1 は噛合リンク列 L 1 と歯面緩和型歯 T 1 とに関して定義される。図 5 A の初期接触角 θ_2 を図 6 A に重ねて表示してあり、 θ_2 が θ_1 より $\theta_2 - \theta_1$ だけ大きいことが分かる。したがってスプロケット 1 5 0 は、歯面緩和型歯 T 1 と初期噛合接触 I C をするためには $\theta_2 - \theta_1$ だけ余分に回転する必要がある、これが実効的には標準歯形状に関する噛合周波数を変調させる役目をする。

【 0 0 3 0 】

図 6 B は図 5 B と同様であるが、リンク列 L 1、L 2 が歯面緩和型歯 T 1 との移行点となるまで回転したスプロケット 1 5 0 を示す。したがって、噛合チェーンリンク列 L 1 が係合歯面 E' と内側歯面接触 I F をし、同時に、先行チェーン列 L 2 が折れ曲がって嵩上げされた歯底面 R' と位置 R C で歯底接触をしている。前述したように、リンク列 L 1、L 2 と歯面緩和型歯 T 1 とに関して、移行角 θ_1 が定義される。図 5 B の移行角 θ_2 を図 6 B に重ねて表示してあり、 θ_1 が θ_2 より $\theta_2 - \theta_1$ だけ大きいことが分かる。したがってスプロケット 1 5 0 は、標準歯 T 2 に対しては歯面緩和型歯 T 1 に比べて $\theta_2 - \theta_1$ だけ余分に回転して移行点に到達する。これがシステム 1 0 0 へのさらなる変調を与える。

【 0 0 3 1 】

上記のことより当業者には以下のことが理解されるであろう。

- スプロケット回転の観点から見ると、噛合リンク列が標準歯と初期接触 I C をする場合に比べて、噛合リンク列が歯面緩和型歯と初期接触 I C する方が遅くなる。
- 初期接触 I C からのスプロケット回転で考えると、噛合リンク列が移行点に到達するのは、歯面緩和型歯の場合が標準歯の場合よりも早くなる。

【 0 0 3 2 】

歯 T 1 のような歯面緩和型歯に関する移行点は、前述した T 5 のような標準歯に関して説明されたものとは必然的に異なる方法で定義されることに注意されたい。図 6 D は、図 6 B の拡大図であり、噛合リンク列 L 1 を取り外して示している。図 6 D は以下のことを示している。係合歯面 E' は歯中心に対して負にオフセットされた歯面緩和型歯面であるので、噛合リンク列 L 1 に先行するリンク列 L 2 の後方外側歯面 F o は係合歯面 E' とは決して接触しない。そして先行列 L 2 の後方外側歯面 F o と歯面緩和型歯の係合歯面 E' との間に歯面空隙 F C が画定される。先行リンク列 L 2 が噛合サイクルを完結させ、後方ピン中心 C 1 がピッチ直径 P D 上に配置されてラップ内に適切に配置されるためには、リンク 3 0 の後方トウ 3 7 が歯底面 R' と位置 R C でスプロケット 1 5 0 と歯底接触しなければならない。これが、歯 T 1 のような歯面緩和型歯の係合歯面 E' に隣接する位置にある歯底面 R' が、歯 T 5 のような標準歯に隣接して位置する歯底面 R にくらべて、嵩上げされて半径方向の外側に配置されなければならない理由である。リンク列 L 2 の後方トウ 3 7 が R C で歯底 R' と接触すると、リンク列 L 2 の噛合サイクルは完結する。そしてその前方ピン中心 C 2 と後方ピン中心 C 1 の両方がピッチ直径 P D 上に配置される。歯面緩和型歯 T 1 の移行点はこうして先行リンク列 L 2 の後方トウ 3 7 が位置 R C で歯底接触する最初の瞬間として定義され、このとき図 6 B に示すように、噛合リンク列 L 1 の前方内側歯面 F i は歯 T 1 の係合歯面 E と位置 I F においてまだ接触している。こうして、前述したように、移行角 θ_1 が、第 1 の半径方向参照線 R E F 1 と、噛合歯 T 1 の歯中心 T C を通る第 2 の半径方向参照線 T C 1 との間に画定される。

【 0 0 3 3 】

図 6 C は図 6 B の部分拡大正面図であって、先行リンク列 L 2 の後方トウ 3 7 が位置 R

Cで嵩上げされた歯底面R'と歯底接触した後にリンク列L1が回転してスプロケットと完全係合する際の、噛合リンク列L1の前方トウ37と嵩上げされた歯底面R'との噛合関係を示している。移行地点における噛合リンク列L1の位置が実線で示されている。リンク列L1が回転して完全係合するときの歯底面R'に対する噛合リンク列L1の相対的な位置を仮想線で示している。図6Cに実線で示した移行点において、噛合リンク列L1の前方トウ37は歯底面R'に近接しており(図6CのRCのすぐ左)、スプロケットの回転とともに、ピン中心C1を中心とし、RCに接する円弧139上を動く。先行リンク列L2の後方トウ37と嵩上げされた歯底面R'とが位置RCにおいて歯底接触をすることにより、ピン中心C1はピッチ直径PD上に配置されている。前方トウ37は歯底面R'に対して相対的に移動するので、ピン中心C1をピッチ直径PDに対して望まれない形で外側に動かす可能性のあるカム作用を、歯底面R'に対して行わないということは重要である。このように歯底面R'は、歯底面の円弧中心173を中心とする半径によって画定される円弧部分で形成される。弧中心173は、歯溝を二等分する歯溝中心線TSC上に乗っている。弧中心173とピン中心C1と歯底接触位置RCとは一つの直線上に乗っており(図6Dも参照)、これによってスプロケット150が回転するとき、噛合リンク列L1がピン中心C1の周りを枢動して、噛合リンク列L1の前方トウ37が位置RCで歯底面R'に接するようになる。こうして、前方トウ37が歯底面R'上を円弧運動することで、ピン中心C1をピッチ直径PDに対して半径方向外側に強制移動させないようにする。前述したように、スプロケットを双方向性とするために、歯底面R'は歯溝中心線TSCに対して対称的となっている(そして、歯溝の係合歯面E'と離脱歯面DE'も相互に対称的になっている)。

【0034】

図7は別の実施形態によって形成されたスプロケット250の正面図である。スプロケット250の、スプロケット150と同じ特徴は、同じ参照符号で記した。スプロケット150に比べて変更された特徴は、スプロケット150に使用されている参照番号よりも100大きい番号で記した。スプロケット250には前述したような連続する標準歯で画定される歯溝160が含まれる。スプロケット250にはまた歯溝270も含まれる。これは前述の歯溝170に対応し、そこでは係合歯面E'と離脱歯面DE'は歯面緩和型である。係合歯面E'と離脱歯面DE'が歯溝170の係合歯面Eと離脱歯面DEよりも小さい圧力角になっているという点で、歯溝270は前述の歯溝170とは異なっている。スプロケット250もまた双方向性を持っており、歯溝160の係合歯面Eと離脱歯面DEとが互いに鏡像となっているように、歯溝270の係合歯面E'と離脱歯面DE'とは互いに鏡像となっており、また歯溝270の嵩上げされた歯底面R'は歯溝中心線TSCに関して対称的に画定されている。上記のように、簡単に言うとそれぞれの歯溝160、270は、第1の歯T1の係合歯面E、E'と、第2の歯T2の離脱歯面DE、DE'との間にある歯底面R、R'と、を含むあるいはそれらで構成されているといえる。

【0035】

通常のスプロケットに関して一般的に言えば、係合歯面および離脱歯面のインボリュート形状は基準円から生成され、その基準円は次の様に定義される。

$$\text{基準円} = PD \times \cos(PA)$$

ここで、PD = スプロケットピッチ直径、PA = 歯の圧力角である。更に、ピッチ直径PDそのものは以下のように定義される。

$$PD = P / \sin(180/N)$$

ここで、P = ピッチ、N = スプロケットの歯の数である。

インボリュート歯形はラジアル歯形、すなわち1つまたは複数の円弧で近似することができ、ラジアル歯形の圧力角PAは、同様に決定することができる。いずれにせよ、大きな圧力角で画定される係合歯面に比べて、小さい圧力角で画定される係合歯面ほどより急峻となる(スプロケットの回転軸を起点とするラジアル線により近くなる)。こうして、前

述の初期接触位置 I C のような係合歯面上の所与の位置に関して、初期接触位置 I C における係合歯面に接する参照線は、それ自身と、係合歯面とそのすぐ下流（前方）離脱歯面との間のラジアル参照線との間にある角度を画定する。この角度は、圧力角が減少すると小さくなり、圧力角が増加すると大きくなる。

【 0 0 3 6 】

圧力角を小さくした歯溝 2 7 0 を設計する一つの方法は、標準歯溝 1 6 0（図 8 の実線で示す）から始めて、仮想線 E_{260} で示すように係合歯面 E の圧力角を下げてゆくことである。その結果、係合歯面 E_{260} は標準係合歯面 E に比べてより急峻となる。すなわち、係合歯面 E_{260} は、係合歯面 E に比べると、歯溝中心線 T S C との間の角度がより小さくなる。歯溝 1 6 0 の離脱歯面は、 $D E_{260}$ で示すように、低減された圧力角を持つ係合歯面 E_{260} を歯溝中心線に関する鏡像にして画定される。そして係合歯面 E_{260} 、離脱歯面 $D E_{260}$ のいずれもそれぞれの内側端部において歯底面 R に接して、小さい圧力角をもつ歯溝 2 6 0 を画定する。ここで図 8 A も参照すると、スプロケット 2 5 0 の最終的な歯面緩和型歯溝 2 7 0 は、中間的な歯溝 2 6 0 の係合歯面 E_{260} と離脱歯面 $D E_{260}$ を歯面緩和量 F R だけ緩和して画定され、図に仮想線で示すような低減された圧力角を持つ歯面緩和型係合歯面 E' および低減された圧力角を持つ歯面緩和型離脱歯面 $D E'$ が形成される。上記のように、各歯溝 2 7 0 の係合歯面 E' と離脱歯面 $D E'$ は互いに鏡像関係となっており、歯底面 R' は歯溝中心線 T S C 上にある弧中心 2 7 3 を中心とする半径 2 7 4 によって嵩上げされて、歯溝中心線 T S C に関して対称に画定される。嵩上げされた歯底面は嵩上げされた歯底面直径 $R D'$ を画定し、係合歯面 E' と離脱歯面 $D E'$ の内側端部に接している。図 6 C に関連して述べたように、完全噛合リンク列の後方トウ 3 7 は $R C'$ 点において歯底面接触をし、完全噛合リンク列の後方ピン中心 C は弧中心 2 7 3 と歯底接触位置 $R C'$ とに整列して、噛合リンク列の前方トウ 3 7 が嵩上げされた歯底面 R' に対してカム動作することを防止している。スプロケット 2 5 0 の場合には、上記の圧力角変化は、スプロケット 2 5 0 のタイプ A の標準歯およびタイプ B の緩和型歯がそれぞれの歯中心 T C に関して非対称になる可能性がある。これはそれらの歯の係合歯面と離脱歯面が、両方とも非緩和型で完全材料歯面であっても（タイプ A の標準歯の場合）、あるいは両方とも緩和型で負にオフセットされた歯面であっても（タイプ B の緩和型歯の場合）、そうであることに留意されたい。

【 0 0 3 7 】

噛合衝撃並びにそれに付随するノイズレベルの大きさは、噛合入口角 を低減することにより減少させることができる。表 1 はリンクプレート入口角（および噛合衝撃角）の変化（低減）を示している。これは標準歯溝 1 6 0 に対比した歯溝 2 7 0 と、歯面緩和型歯溝 1 7 0（歯面緩和オフセット量 $F R = 0.045 \text{ mm}$ ）に対して達成することができる。

【表 1】

スプロケット歯形	歯面オフセット量 (F R) (mm)	圧力角 (°)	角 β (°)	角 σ (°)
1 6 0 標準	—	3 1. 0	1 3. 2	3 4. 8
1 7 0 歯面緩和	0. 0 4 5	3 1. 0	1 2. 4	3 3. 3
2 7 0 歯面緩和	0. 0 4 5	3 0. 5	1 2. 1	3 2. 8

【 0 0 3 8 】

図 9 はシステム 1 0 0 に関して、スプロケット回転角度に対する噛合チェーンリンク列の弦運動で表した、図 5 A、5 B、6 A、6 B の噛合運動のグラフである。図 9 では歯面緩和量 F R を 0.045 mm とした。理論上の接線 T L は、ピッチ直径 P D に接する接線 T L の条件を表し、したがって、噛合弦運動が 0 mm の位置にある。理論上の弦運動線 $C M_{THEOR}$ は、チェーンピン中心の理論上の最大弦運動（上昇／下降）を表し、 -0.202 mm の所にある。システム 1 0 0 においては、ピン中心 C が位置 $C M_{IC}$ において

接線 TL から最大で -0.073 mm だけ外れる経路に沿って移動することが分かる。このずれは CM_{THEOR} の 36.2% に過ぎない。 CM_{IC} は、歯面緩和型歯の初期接触 IC の瞬間における噛合ピン中心 C の接線 TL からの相対位置に対応している。表 2 は歯面緩和量 FR の最小値及び最大値を示す（チェーン 10 は 7.7 ピッチで、スプロケット歯数が 30 であるとする）。

【表 2】

7.7 mm ピッチ、30 歯スプロケット
理論(最大)弦運動: 0.202 mm

歯面オフセット (mm)	IC 変調 $\Delta\theta$	IC 時の CM (mm)	CM_{THEOR} に 対する割合 (%)	完全噛合 Mod. $\Delta\phi(^{\circ})$
0.0 (通常歯)	—	0.033	16.4	—
0.020	0.5	0.049	24.3	-0.6
0.035	0.9	0.063	31.2	-1.0
0.045	1.2	0.073	36.2	-1.3
0.060	1.6	0.091	45.1	-1.7
0.075	2.0	0.111	55.0	-2.2

10

20

【0039】

歯面緩和オフセット量 FR の最小値は、初期噛合衝撃をスプロケット回転角で $2 - 1 = 0.5$ 度だけ変調する大きさであり、歯面緩和オフセット量の最大値は、初期噛合衝撃時の接線から測った弦運動を制限する関数として決定され、実際の弦運動の限界値は $0.75 \times CM_{THEOR}$ で定義される。ここで CM_{THEOR} は理論上の最大弦運動である。それぞれの歯面緩和型歯は、同一のオフセット量つまり歯面緩和量を持ってよいし、あるいは歯面緩和型歯の一部またはすべてが相互に異なる大きさの歯面緩和量つまりオフセットを持ってよいが、それぞれの歯の係合歯面と離脱歯面 160、170 または 160、270 は相互に対称的に画定されている、ということに留意することが重要である。

30

【0040】

これまでの説明から当業者であれば、2 つ（もしくはそれより多数）の異なる歯形をスプロケットの全スプロケット歯にランダム（不規則）に、あるいは決まったパターンで組み込むことで、チェーンとスプロケット歯との間の初期噛合による衝撃を変調することができ、また移行点における噛合衝撃も変調できることが分かるであろう。そうして、このスプロケットでは従来の逆歯スプロケットに比べて騒音および振動が改善される。歯溝 TS が対称的であるので、スプロケットは機能を変更することなく双方向に回転することができる。

【0041】

本発明を好適な実施形態を参照して説明した。本発明の属する技術分野の当業者は修正および変更を思いつくであろうが、本発明はそのような修正および変更のすべてを包含するものとして解釈されることが意図されている。

40

【図 1】

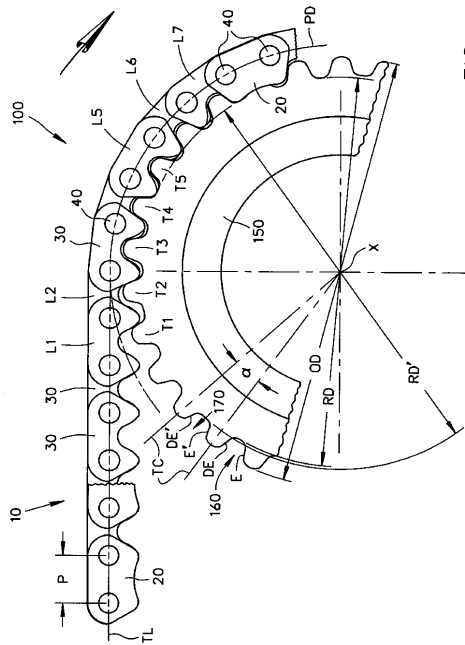


FIG. 1

【図 1 A】

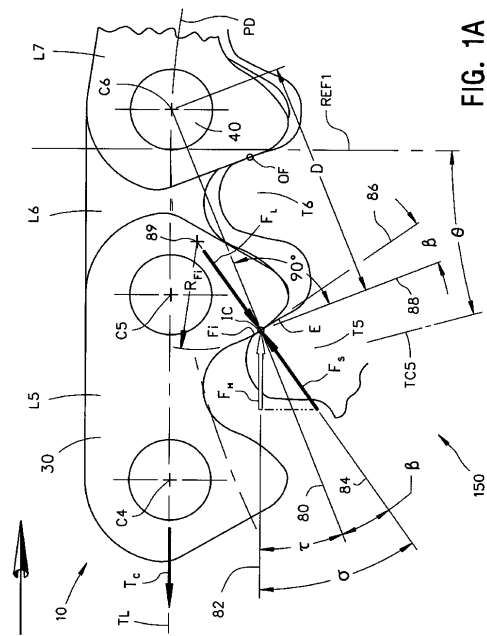


FIG. 1A

【図 1 B】

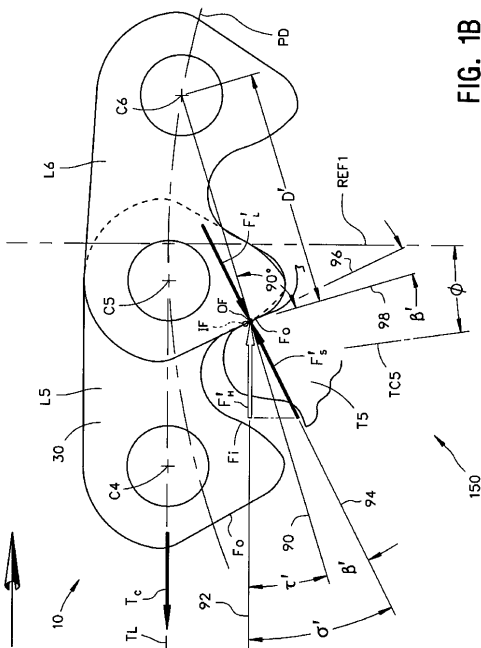
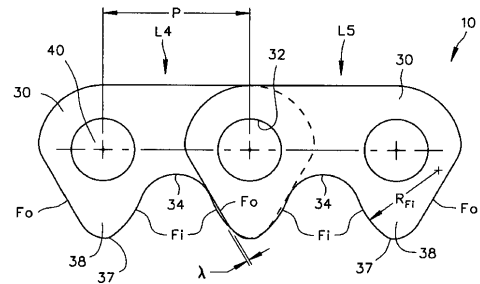
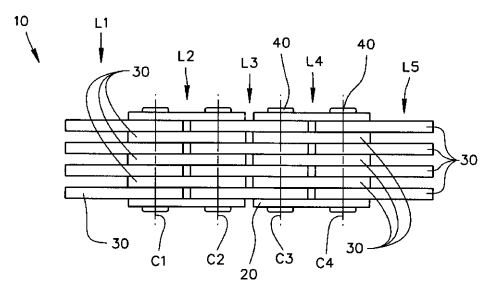


FIG. 1B

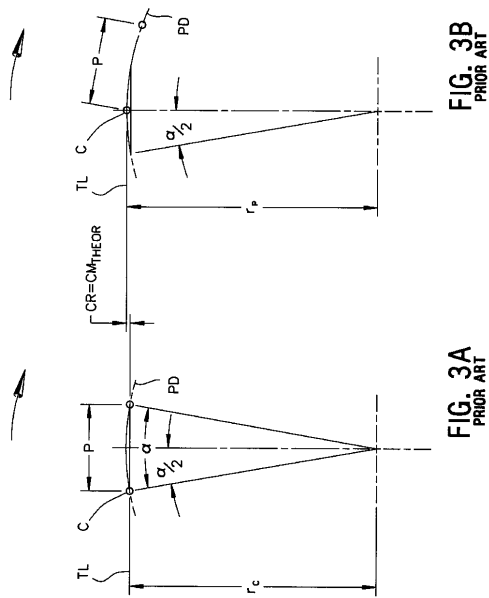
【図 2 A】

FIG. 2A
PRIOR ART

【図 2 B】

FIG. 2B
PRIOR ART

【図 3 A - 3 B】



【図 4】

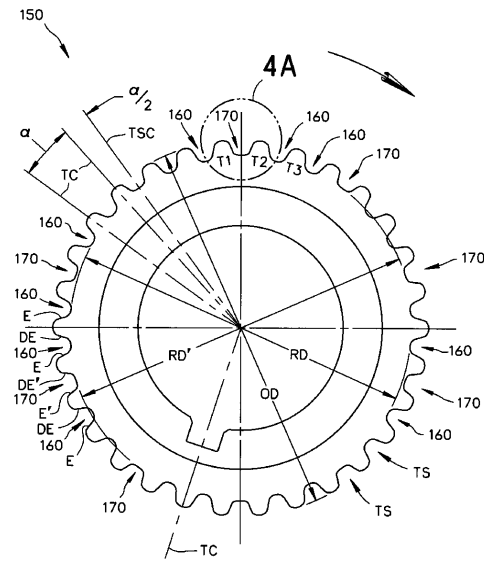


FIG. 4

【図 4 A】

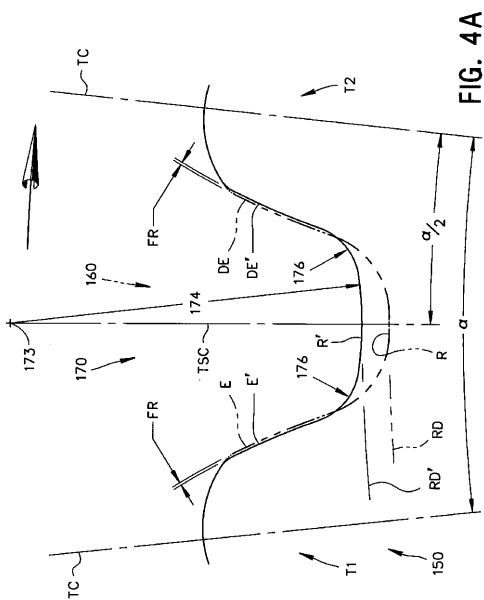


FIG. 4A

【図 5 A】

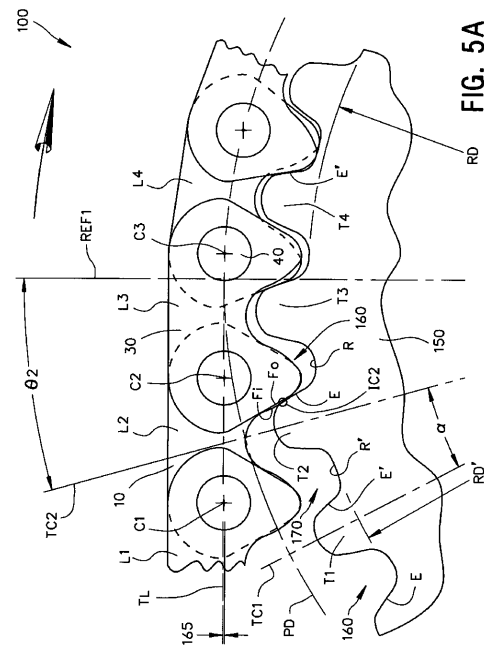


FIG. 5A

【図 5 B】

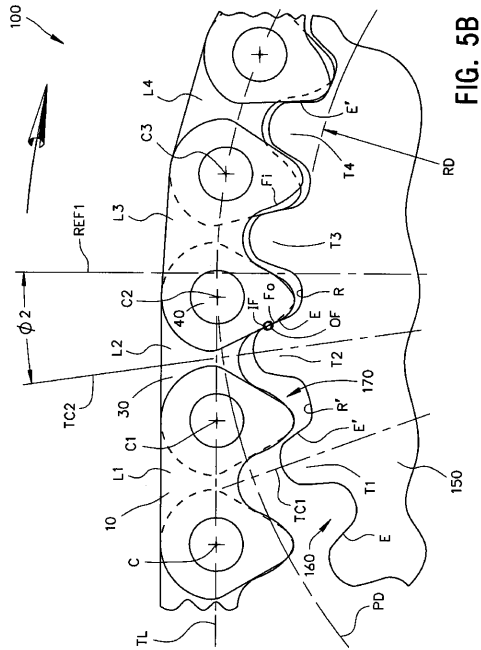


FIG. 5B

【図 6 A】

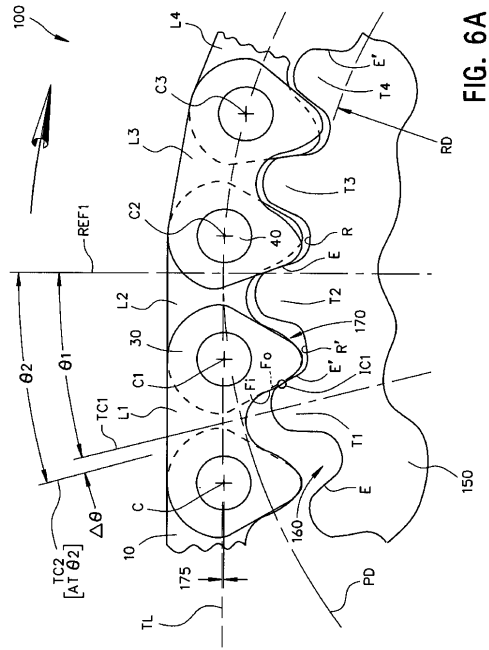
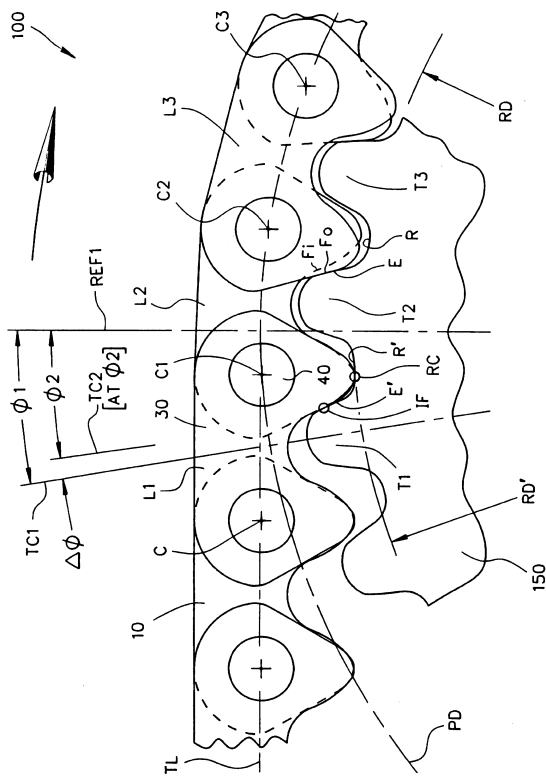


FIG. 6A

【図 6 B】



【図 6 C】

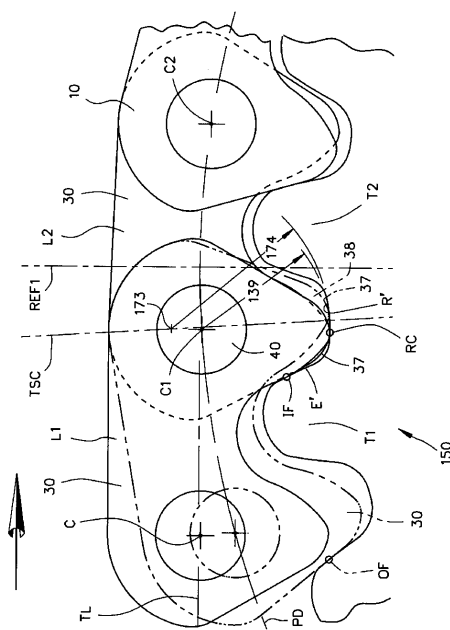
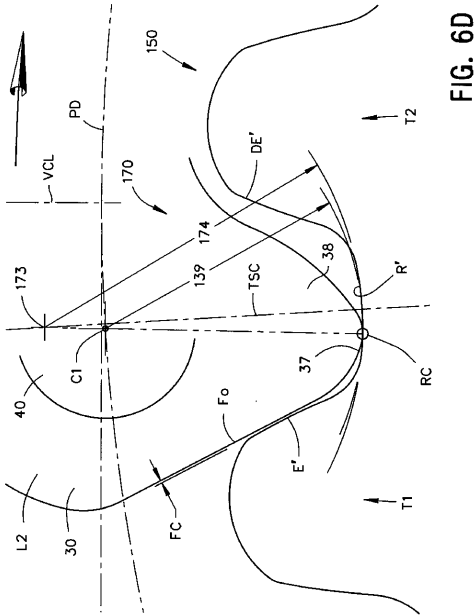


FIG. 6C

【 図 6 D 】



【 図 7 】

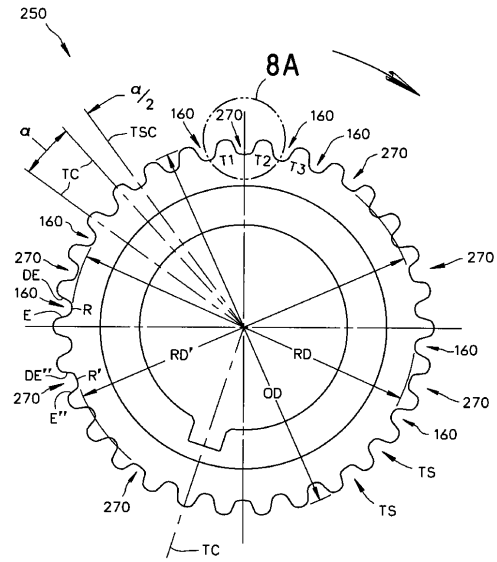
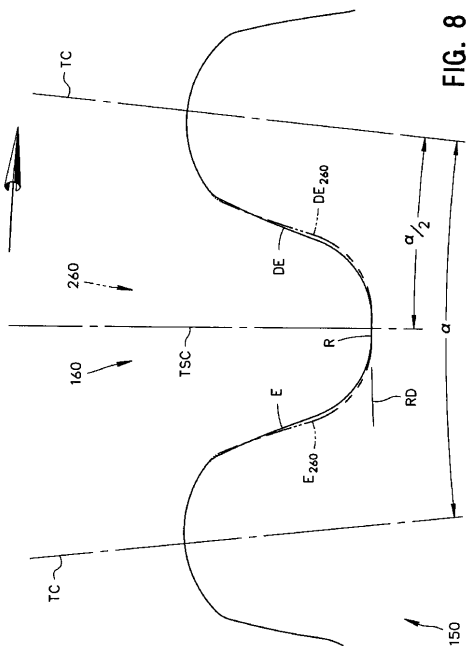
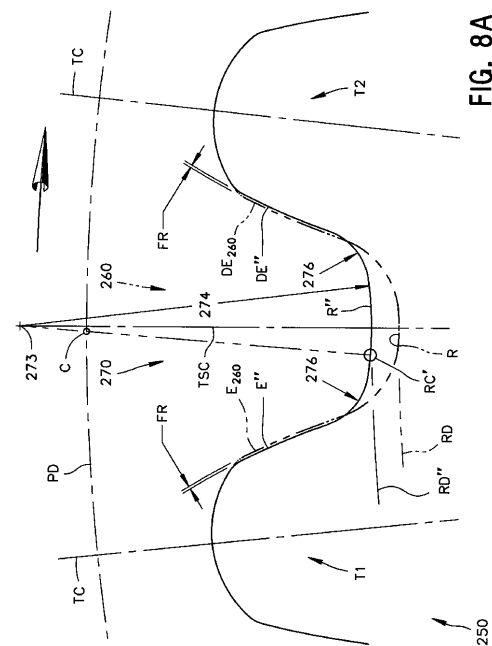


FIG. 7

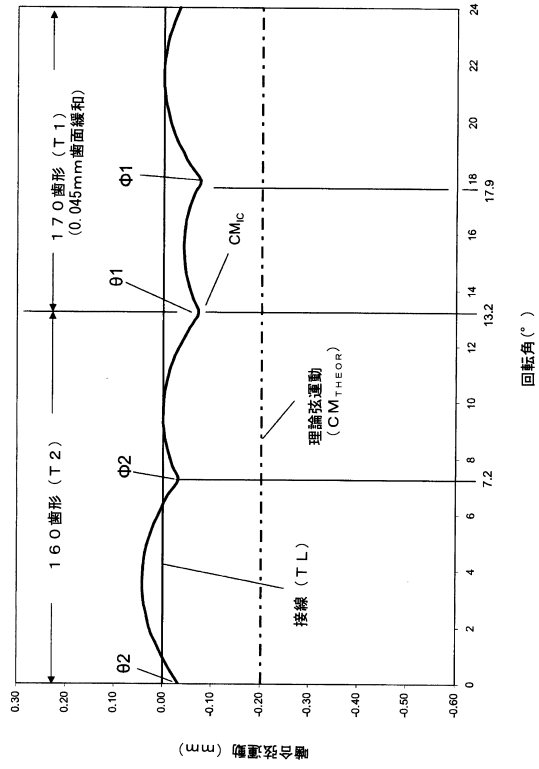
【圖 8】



【 図 8 A 】



【図 9】

30歯プロケットシステム100
噛合弦運動

フロントページの続き

(72)発明者 ヤング、 ジェームス、 ディー .

アメリカ合衆国 ミシガン州 4 8 6 1 6 チェサリング デイタリング ロード 9 3 9 4

審査官 河端 賢

(56)参考文献 特表2008-510949(JP, A)

国際公開第2008/143811(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16H 55/30