

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-106959

(P2006-106959A)

(43) 公開日 平成18年4月20日(2006.4.20)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
G05B 19/4093 (2006.01)	G05B 19/4093 F	3C049
B24B 19/12 (2006.01)	G05B 19/4093 J	5H269
	B24B 19/12 C	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2004-290281 (P2004-290281)	(71) 出願人	000003470 豊田工機株式会社 愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地
(22) 出願日	平成16年10月1日 (2004.10.1)	(74) 代理人	100095795 弁理士 田下 明人
		(72) 発明者	斉藤 明 愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工機株式会社内
		Fターム(参考)	3C049 AA03 CA01 CA03 CB03 5H269 AB07 BB08 CC01 DD01 EE11 HH03

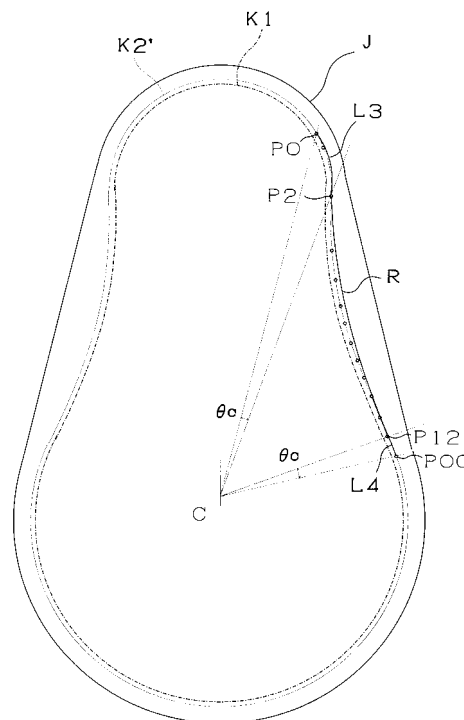
(54) 【発明の名称】 非真円工作物研削用データ作成方法及び非真円工作物研削盤

(57) 【要約】

【課題】 大径の砥石車で非真円工作物の凹部を粗研削できるデータを作成できる非真円工作物研削用データ作成方法を提供する。

【解決手段】 カム50の凹部Aを2点(ポイントP2 - ポイントP12)で特定し、特定した2点で凹部Aに砥石半径に対応する円弧Rを設ける。これにより大径の砥石車28でカム50の凹部Aを粗研削できるデータを作成可能なため、研削効率が上がるとともに、砥石車の寿命を延ばすことが可能になる。また、該円弧Rとカム50のオフセットが与えられた外周面K2'とを曲線L3, L4で滑らかに繋いであるので、小径の砥石車で仕上げ研削する際にも砥石車を滑らかに送ることができ、所望のカム50形状に仕上げることが可能である。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外周面に凹部を有する非真円工作物を研削するための非真円工作物研削用データ作成方法であって：

非真円工作物の外周面に仕上げ研削用のオフセットを与えるステップと、

非真円工作物の凹部を 2 点で特定するステップと；

特定した 2 点で凹部に砥石半径に対応する円弧を設けるステップと；

設けた円弧と、非真円工作物の前記オフセットが与えられた外周面とを滑らかに繋ぐ曲線を設けるステップとからなることを特徴とする非真円工作物研削用データ作成方法。

【請求項 2】

前記滑らかに繋ぐ曲線を設けるステップでは、前記凹部を特定する 2 点からそれぞれ、反対側に所定の区間を設け、区間内に前記曲線を規定するための複数の点を取り、それぞれの点で、上記円弧の接線角度と等しくなるようにすることを特徴とする請求項 1 の非真円工作物研削用データ作成方法。

【請求項 3】

前記決定した曲線が S 字状になるかを判断し、S 字状になる場合には、前記所定区間を広げて再度曲線を規定する複数の点を求めることを特徴とする請求項 2 の非真円工作物研削用データ作成方法。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか 1 の非真円工作物研削用データ作成方法により非真円工作物研削用の形状データを求めることを特徴とする非真円工作物研削盤。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、カム等の非真円工作物（以下、単に「カム」ともいう。）を加工する非真円工作物研削盤に関する。

本発明は、

【背景技術】

【0002】

従来、数値制御装置により主軸軸線と交差する方向の砥石車の送りを主軸回転に同期して制御し、カム等の非真円工作物を研削加工する方法が知られている。近年、カムの形状はエンジンの高性能化に伴い、その形状への要求が複雑かつ高精度になり、図 10 に示すような凹部 A を有するようなカム W の需要が多くなってきた。このような凹部 A を有するようなカム W を研削する場合、その凹部 A に接触可能な径の小さい砥石車 G を用いる必要がある。

【0003】

ここで、カム研削用の研削盤は、リフトデータを元に所望のリフト角のカムを研削している。ここで、リフトデータとは、エンジン設計の際に求められるデータで、カムの回転角に対するバルブのリフト量を規定したものである（例えば、カム角度 30° でリフト量 0，カム角度 31° でリフト量 1 mm 等）。

【0004】

特許文献 1 には、大径砥石車と小径砥石車とで効率的に非真円工作物を研削する非真円工作物研削盤が開示されている。特許文献 2 には、アンギュラ砥石台を用いて非真円工作物を研削する非真円工作物研削盤が開示されている。

【特許文献 1】特開 2002 - 79451 号公報

【特許文献 2】特開平 8 - 423906 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

凹部 A を有するカム W を研削し得る小径砥石車は、従来のカム研削用の砥石車と比べて

10

20

30

40

50

径が小さいため、研削加工効率が悪く、また、砥石寿命も短くなって、カムの加工費用を押し上げる原因となっていた。

【0006】

このため、従来の大径の砥石車を可能な範囲用いて粗研削を行い、最後に小径の砥石車で仕上げられることを検討した。即ち、最終の形状とは異なる粗研削用の加工データを作成することを試みた。しかし、上述したように、カム研削用の研削盤は、リフトデータを元に直接研削を行っているため、粗研削専用の加工データを作るためには、リフトデータを変更して専用のリフトデータを作成する必要がある。このリフトデータ自体、直接形状を規定しているものではないため、これを変更して所望の粗研削専用のリフトデータを作成するには、トライ、エラーを繰り返すこととなるので人手と時間が異常に掛かり、困難を極める。

10

【0007】

本発明は、上述した課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、大径の砥石車で非真円工作物の凹部を粗研削するデータを作成できる非真円工作物研削用データ作成方法、及び、非真円工作物研削盤を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するため、本発明は、外周面に凹部を有する非真円工作物を研削するための非真円工作物研削用データ作成方法であって：

非真円工作物の外周面に仕上げ研削用のオフセットを与えるステップと、

20

非真円工作物の凹部を2点で特定するステップと；

特定した2点で凹部に砥石半径に対応する円弧を設けるステップと；

設けた円弧と、非真円工作物の前記オフセットが与えられた外周面とを滑らかに繋ぐ曲線を設けるステップとからなることを技術的特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

請求項1の非真円工作物研削用データ作成方法及び請求項4の非真円工作物研削盤では、非真円工作物の凹部を2点で特定し、特定した2点で凹部に砥石半径に対応する円弧を設ける。これにより大径の砥石車で非真円工作物の凹部を粗研削できるデータを作成可能なため、研削効率が上がるとともに、砥石車の寿命を延ばすことが可能になる。また、該円弧と非真円工作物の前記オフセットが与えられた外周面とを曲線で滑らかに繋いであるので、小径の砥石車で仕上げ研削する際にも砥石車を滑らかに送ることができ、無理なく所望の非真円工作物形状に仕上げることが可能である。

30

【0010】

請求項2では、曲線を規定するための複数の点で、円弧の接線角度と等しくなるようにするため、円弧側から砥石車が送られる際に、砥石車を滑らかに送ることができ、無理なく所望の非真円工作物形状に仕上げることが可能である。

【0011】

請求項3では、決定した曲線がS字状になるかを判断し、S字状になる場合には、所定区間を広げて再度曲線を規定する複数の点を求めるため、曲線がうねらず、砥石車を滑らかに送ることができ、無理なく所望の非真円工作物形状に仕上げることが可能である。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

[第1実施形態]

図1は、本発明の第1実施形態に係る研削盤20を示している。研削盤20はベッド22を有し、ベッド22上には、工作物テーブル23がZ軸方向(トラバース軸)に移動可能に設置され、この工作物テーブル23は、サーボモータ24および該サーボモータ24により回転される送りねじ(図示せず)によってZ軸方向に移動される。本実施形態では、2台の研削盤にて粗研削、仕上げ研削をするものとするが、砥石径が異なるのみで同じ機械構成を取るため、研削盤20は、粗研削を行う分のみを説明する。

50

【 0 0 1 3 】

工作物テーブル 2 3 上には、主軸台 2 5 および心押台 2 6 が左右に対向設置されており、この主軸台 2 5 と心押台 2 6 との間には、主軸台 2 5 の主軸 2 5 a に設けたチャック 2 5 b と心押台 2 6 に設けたセンタ 2 6 a とによりカムシャフト 5 2 の両端が支持されている。主軸 2 5 a は、主軸モータ 2 5 M により回転される。

【 0 0 1 4 】

図 1 において、砥石台 2 7 は、ベッド 2 2 上に工作物テーブル 2 3 の移動方向と直角な X 軸方向（切り込み方向）に移動可能に設置されており、ベッド 2 2 に固定されたサーボモータ 2 8 および該サーボモータ 2 8 により回転される送りねじ（図示せず）により X 軸方向に移動される。砥石台 2 7 には、カムシャフト 5 2 を研削する砥石車 2 9 と砥石車 2 9 を駆動するインバータモータ 3 0 とが取り付けられている。数値制御装置 1 0 0 が駆動装置 1 0 2 を介して上記各モータ 2 4、2 5 M、2 8、3 0 を制御する。

10

【 0 0 1 5 】

図 2 に図 1 中のカムシャフト 5 2 を拡大して示す。カムシャフト 5 2 には、複数のカム 5 0 が設けられている。図 1 中に示す砥石車 2 9 と対向する位置には、カムシャフト 5 2 のカム 5 0 を測定するための接触子 4 2 U を備える定寸装置 4 0 が配置されている。

【 0 0 1 6 】

図 3 に図 2 中のカム 5 0 の B - B 断面を示す。図 3 中で、加工前カム形状 J、最終カム形状 K 1 と、粗加工カム形状 K 2 とを示している。最終カム形状 K 1 は、凹部 A 1 を有している。同様に、粗加工カム形状 K 2 も凹部 A 2 を有している。ここで、第 1 実施形態の研削盤 2 0 は、大径の砥石車 2 9 により、粗加工カム形状 K 2 まで研削する。上述した粗加工カム形状 K 2 の凹部 A 2 は、大径の砥石車 2 9 により研削できる形状、即ち、砥石車 2 9 の曲率半径に等しいか、やや大きくなっている。即ち、粗加工カム形状 K 2 は、上述した最終カム形状 K 1 とは異なる形状になっている。この第 1 実施形態の研削盤 2 0 により粗研削が終了して、粗加工カム形状 K 2 まで加工されたカム 5 0 は、仕上げ研削用の小径の砥石車を備える次工程の研削盤により最終カム形状 K 1 まで研削する。

20

【 0 0 1 7 】

カム加工用のデータは、カムの回転角に対するバルブのリフト量を規定したリフトデータが用いられ、該リフトデータにより最終カム形状 K 1 が決まっている。このため、第 1 実施形態の研削盤 2 0 は、最終カム形状 K 1 に基づき、粗加工カム形状 K 2 にカムを研削するためのリフトデータ（以下、粗加工リフトデータと称する）を作成する。以下、該研削盤 2 0 の数値制御装置 1 0 0 による粗加工リフトデータの制作について、図 3 ~ 図 9 を参照して説明する。

30

【 0 0 1 8 】

図 9 は、数値制御装置 1 0 0 による粗加工リフトデータの制作処理を示すフローチャートである。

数値制御装置 1 0 0 は、まず、リフトデータを入力し（S 1 2）、オフセットを設定する（S 1 4）。ここで言うオフセットとは、図 4 中に示す実線（外周面）K 2' のように、最終カム形状 K 1 に上述した仕上げ研削用の研削盤で研削するための取りしろ含んだ形状を意味する。ここで、リフトデータは、上述したように中心 C からのカム角度と、バルブのリフト量（即ち、中心 C からの距離）を定めた連続する点を意味し、図中でポイント P 1 ~ P 1 3 として模式的に表す。なお、リフトデータは、本来的には最終カム形状 K 1 を規定する点であるが、図 4 中では以降の説明の便宜上、オフセットされた実線 K 2' 上に描いてある。

40

【 0 0 1 9 】

数値制御装置 1 0 0 は、凹部分を検出する（S 1 6）。ここでは、連続する 3 点（例えば、ポイント P 1、P 2、P 3）を比較し、内側の点（ポイント P 2）が外側（ポイント P 1、P 3）よりもへこんでいる場合を凹部と認識し、これを続けることで、凹部分を検出する。ここでは、ポイント P 2 からポイント P 1 2 までを凹部として検出したものとして説明を続ける。

50

【 0 0 2 0 】

次に、ポイント P 2 ~ ポイント P 1 2 で規定される凹部を砥石車 2 9 と等しい、又は、僅かに大きい曲率半径の円弧 R で置き換える (S 1 8)。ここでは、先ず、図 5 中に示すようにポイント P 2 とポイント P 1 2 とを結ぶ線分 L 1 を求め、この線分 L 1 を 2 等分する垂線 L 2 を求める。そして、図 6 中に示すように、この垂線 L 2 上に中心を定め、ポイント P 2 とポイント P 1 2 とに接するように所定曲率半径の円弧 R を描く。

【 0 0 2 1 】

そして、円弧 R と、上述したオフセットされた実線 K 2 ' とを滑らかに繋ぐ曲線を設ける (S 2 0)。ここでは、図 7 に示すように、先ず、円弧 R の終点となるポイント P 2 から、ポイント P 1 2 の反対側へ所定角度 c (例えば、カム角度 5 °) 分の区間 (ポイント P 2 - ポイント P 0) を定め、実線 K 2 ' へ曲線 R から繋ぐ滑らかな曲線 L 3 を設ける。同様に、円弧 R の始点となるポイント P 1 2 から、ポイント P 2 の反対側へ所定角度 c (例えば、カム角度 5 °) 分の区間 (ポイント P 1 2 - ポイント P 0 0) を定め、実線 K 2 ' へ曲線 R から繋ぐ滑らかな曲線 L 4 を設ける。

10

【 0 0 2 2 】

図 8 に曲線 L 3 部分を拡大して示す。先ず、ポイント P 2 から区間の終点 P 0 までの 5 ° 分に、0 . 5 ° 毎に 8 点の補間点 H 1 ~ H 8 (図中には 3 点の補間点 H 1 ~ H 3 み示す) を求める。そして、各補間点 H 1 ~ H 8 で、曲線 L 3 との接線角度 が曲線 R の接線角度と等しくなるようにする。

【 0 0 2 3 】

ここで、曲線 R 上の点 (x 1 , y 1) は数 1 の 3 次方程式で表すことができ、この点での接線成分 (接線角度) は、数 2 の微係数として求めることができる。

20

【 数 1 】

$$y_1 = a x_1^3 + b x_1^2 + c x_1 + d$$

【 数 2 】

$$y_1' = 3 a x_1^2 + 2 b x_1 + c$$

30

【 0 0 2 4 】

同様に、補間点 (x 2 , y 2) は数 3 の 3 次方程式で表すことができ、この点での接線成分 (接線角度) は、数 4 の微係数として求めることができる。

【 数 3 】

$$y_2 = a x_2^3 + b x_2^2 + c x_2 + d$$

40

【 数 4 】

$$y_2' = 3 a x_2^2 + 2 b x_2 + c$$

【 0 0 2 5 】

上記数 1 ~ 数 4 を解く係数 a , b , c , d を求めることで、各補間点 H 1 ~ H 8 で、曲線 L 3 との接線角度 が曲線 R の接線角度と等しくなるようにする。

【 0 0 2 6 】

引き続き、定めた曲線 L 3 が S 字状にうねり問題となっていないかを確認する (S 2 2

50

）。ここでは、求めた接線を延長し、接線の交点が区間（ポイント P 2 - ポイント P 0）、区間（ポイント P 1 2 - ポイント P 0 0）に入っているか否かを求め、入っている場合はうねっていないとし、入っていないときにはうねって問題となると判断する。うねって問題となると判断した際には（S 2 2 : Y e s）、区間を拡張する（S 2 4）。例えば、上述した例では区間をカム角度 5° としたが、1° 加えて 6° にし、S 2 0 に戻り上記処理を再度行う。

【0027】

一方、曲線が問題とないと判断した際には（S 2 6）、他に凹部が無いかを判断し（S 2 6）、有る際には S 1 8 に戻り、上述したと同様な処理を行う。一方、他に凹部が無い際には、上述したオフセットさせた実線 K 2' と、曲線 R、曲線 L 3、曲線 L 4 を規定する点（上述したポイント及び補間点）から構成される図 3 を参照して上述した粗加工カム形状 K 2 にカムを研削するための粗加工リフトデータを出力して処理を終了する。

10

【0028】

研削盤 2 0 は、上述したように、粗加工リフトデータに基づき粗加工カム形状 K 2 まで加工し、粗研削されたカム 5 0 は、仕上げ研削用の小径の砥石車を備える次工程の研削盤により最終カム形状 K 1 まで研削される。

【0029】

第 1 実施形態の非真円工作物研削用データ作成方法及び研削盤 2 0 では、カム 5 0 の凹部 A を 2 点（ポイント P 2 - ポイント P 1 2）で特定し、特定した 2 点で凹部 A に砥石半径に対応する円弧 R を設ける。これにより大径の砥石車 2 9 でカム 5 0 の凹部 A を粗研削できるデータを作成可能なため、研削効率が上がるとともに、砥石車の寿命を延ばすことが可能になる。また、該円弧 R とカム 5 0 のオフセットが与えられた外周面 K 2' とを曲線 L 3、L 4 で滑らかに繋いであるので、小径の砥石車で仕上げ研削する際にも砥石車を滑らかに送ることができ、無理なく所望のカム形状に仕上げるのが可能である。

20

【0030】

第 1 実施形態では、曲線 L 3、L 4 を規定するための複数の補間点 H 1、H 2、H 3 で、円弧 R の接線角度と等しくなるようにするため、円弧 R 側から砥石車 2 9 が送られる際に、砥石車 2 9 を滑らかに送ることができ、無理なく所望のカム形状に仕上げるのが可能である。

【0031】

更に、第 1 実施形態では、決定した曲線が S 字状になるかを判断し（S 2 2）、S 字状になる場合には（S 2 2 : Y e s）、所定区間を広げて再度曲線を規定する複数の補間点を求めるため、曲線がうねらず、砥石車を滑らかに送ることができ、無理なく所望のカム形状に仕上げるのが可能である。

30

【0032】

なお、上述した実施形態では、補間点で接線角度を一定にすることで滑らかな曲線 L 3、L 4 を求めたが、接線角度を一定範囲内にすることで滑らかな曲線を求めることができる。更に、円弧 R と、オフセットが与えられた外周面 K 2' での接線角度をそれぞれ求め、円弧 R から外周面 K 2' への接線角度の変化がなめらかに起こるように、徐々に接線角度を円弧 R から外周面 K 2' に近づけて行くように補間点を求めることも可能である。一方、曲線での砥石車の加速度を求め、加速度変化を小さくするように曲線を求めることもできる。さらには、区間に多数の点を設けて、最小二乗法により砥石車の加速度変化を最小にする点を選択することも可能である。

40

【産業上の利用可能性】

【0033】

上述した実施形態では、2 台の研削盤で粗研削、仕上げ研削を行ったが、大径の砥石車と小径の砥石車とを備える 1 台の研削盤で最終形状まで加工することも可能である。また、カム 5 0 研削について説明したが、本発明の非真円工作物研削用データの作成方法及び非真円工作物研削盤は、非真円形状の研削部位を有する種々の工作物に適用可能である。

50

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】本発明の第1実施形態に係る研削盤の構成を示す構成図である。

【図2】図1中のカムシャフトを拡大して示す説明図である。

【図3】図2中のカムのB-B断面図である。

【図4】加工データの作成方法を説明するためのカムの模式図である。

【図5】加工データの作成方法を説明するためのカムの模式図である。

【図6】加工データの作成方法を説明するためのカムの模式図である。

【図7】加工データの作成方法を説明するためのカムの模式図である。

【図8】図7中の曲線L3を拡大して示す模式図である。

10

【図9】数値制御装置100による粗加工リフトデータの制作処理を示すフローチャートである。

【図10】凹部を有する非真円工作物の研削状況の説明図である。

【符号の説明】

【0035】

20 研削盤

25 主軸台

27 砥石台

28 サーボモータ

29 砥石車

20

40 定寸装置

50 カム

52 カムシャフト

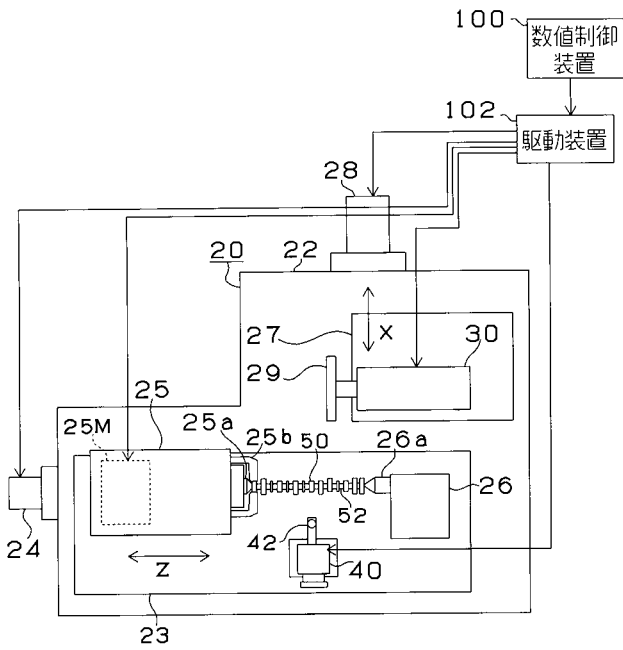
100 数値制御装置

C 軸心

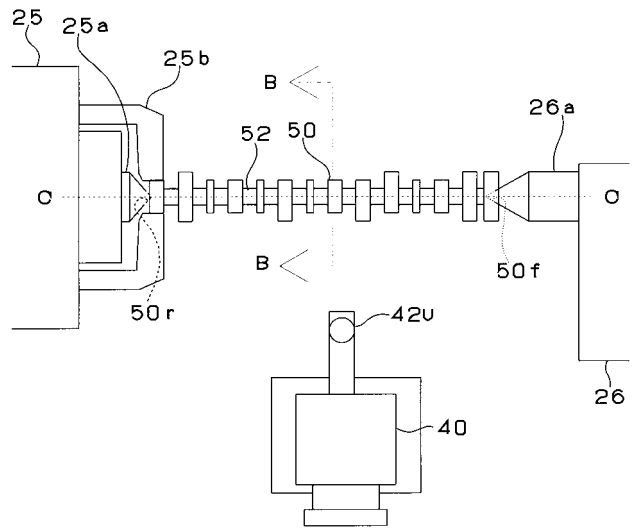
R 円弧

L3、L4 曲線

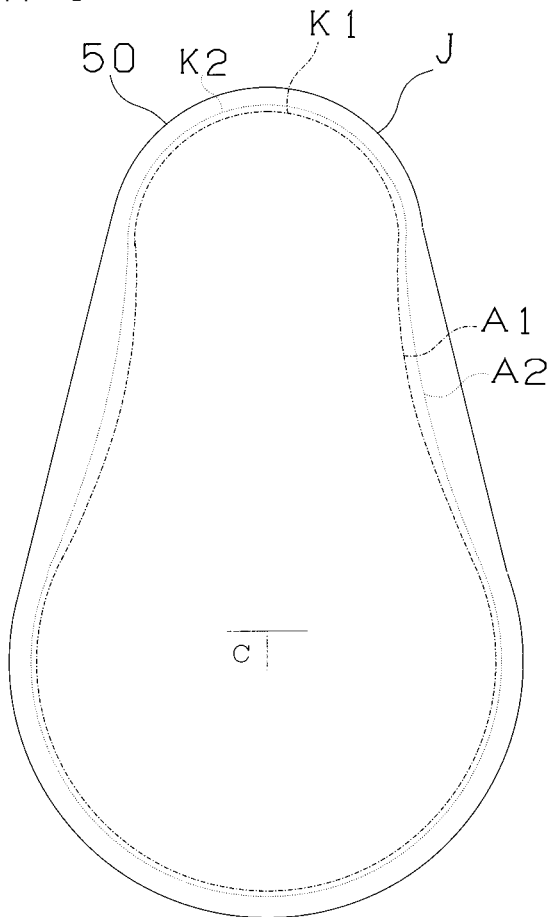
【 図 1 】



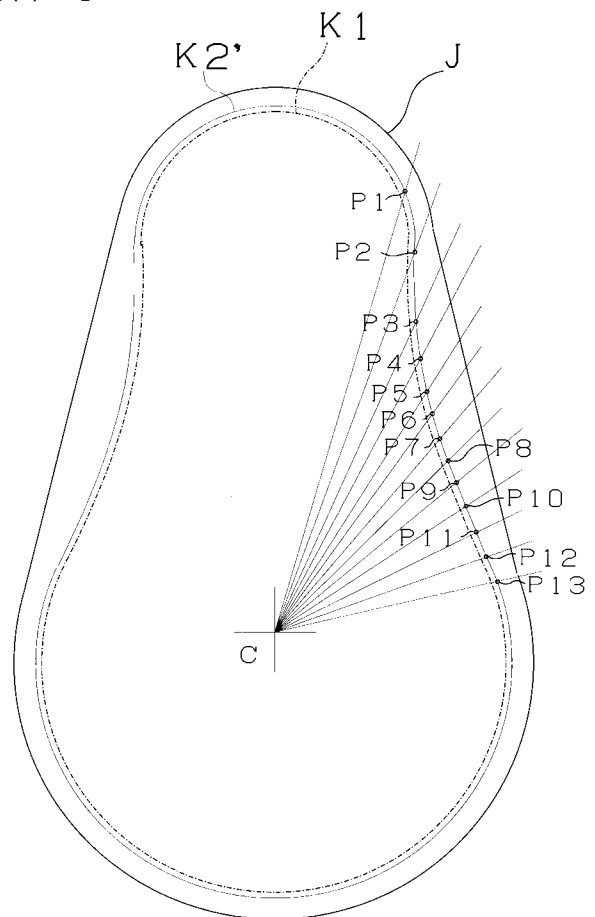
【 図 2 】



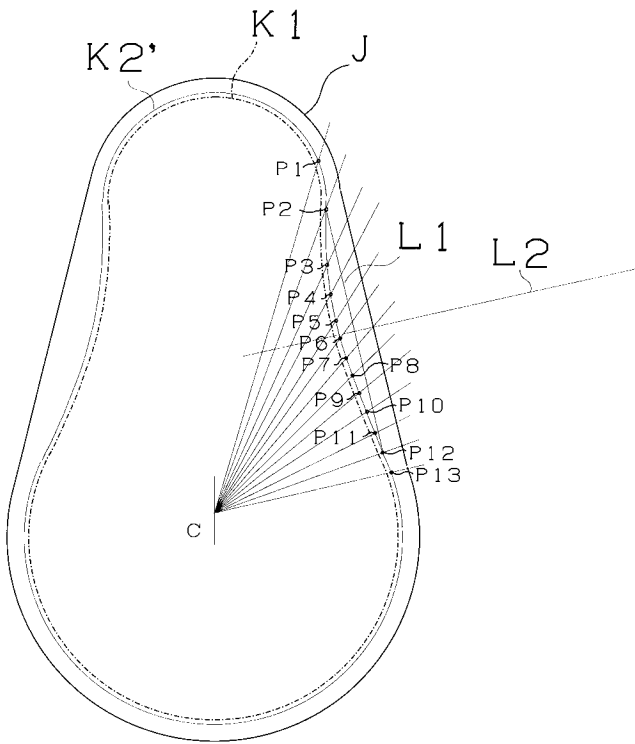
【 図 3 】



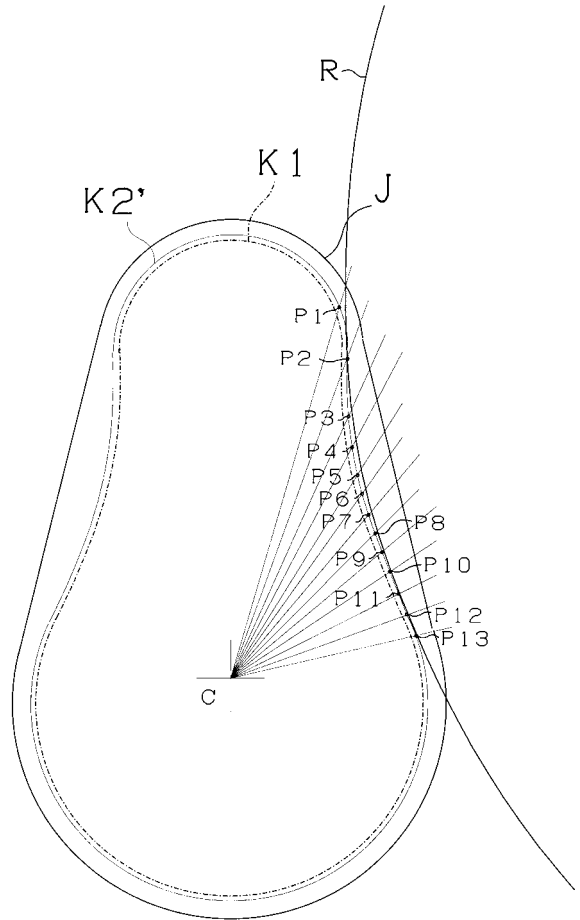
【 図 4 】



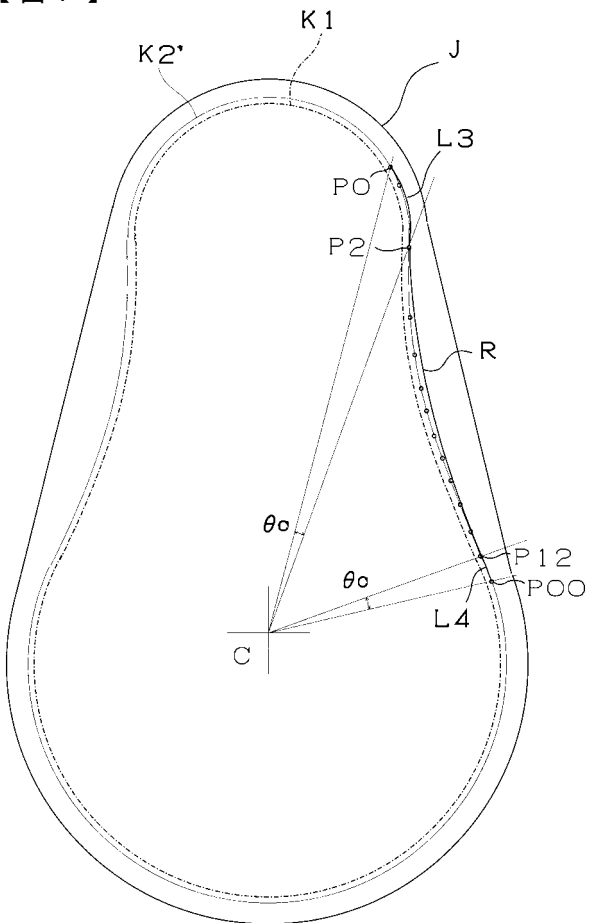
【図5】



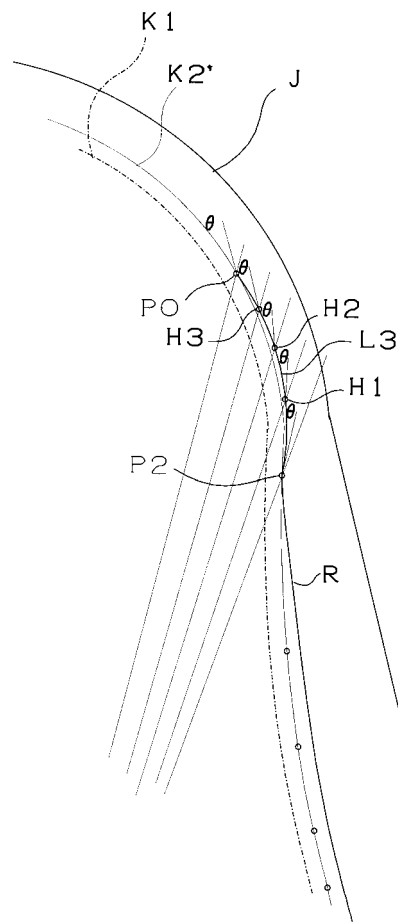
【図6】



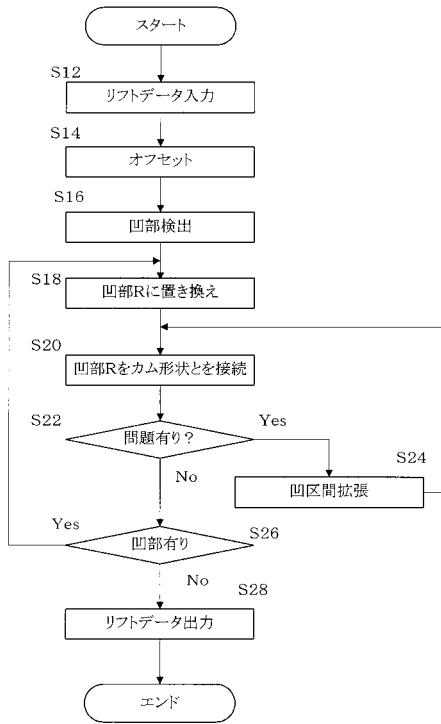
【図7】



【図8】



【 図 9 】



【 図 10 】

