

(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2006-29384

(P2006-29384A)

(43) 公開日 平成18年2月2日(2006.2.2)

(51) Int. Cl.

F 1 6 C 29/06 (2006.01)

F 1

F 1 6 C 29/06

テーマコード (参考)

3 J 1 0 4

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2004-205834 (P2004-205834)

(22) 出願日 平成16年7月13日 (2004.7.13)

(71) 出願人 000004204

日本精工株式会社

東京都品川区大崎1丁目6番3号

(74) 代理人 100066980

弁理士 森 哲也

(74) 代理人 100075579

弁理士 内藤 嘉昭

(74) 代理人 100103850

弁理士 崔 秀▲てつ▼

(72) 発明者 中野 健太

群馬県前橋市鳥羽町78番地 NSKプレ

シジョン株式会社内

Fターム(参考) 3J104 AA03 AA23 AA36 AA65 AA69

AA74 BA23 BA33 DA02 DA20

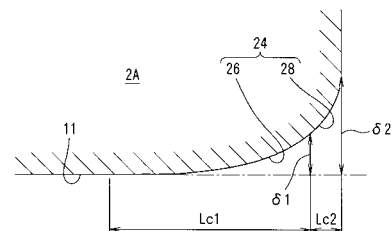
(54) 【発明の名称】 直動案内装置

(57) 【要約】

【課題】剛性を確保しつつ転動体通過振動、高負荷、取付け誤差時の騒音・振動を低減するクラウニングを設けた直動案内装置を提供する。

【解決手段】クラウニング24は、転動体軌道溝11から連続している曲面形状の有効クラウニング部26と、この有効クラウニング部26からベアリングブロック2Aの端面まで連続している曲面形状の有効外クラウニング部28とで構成されている。有効クラウニング部26の最大クラウニング量 $\sigma 1$ は、予圧荷重時に生じる転動体の弾性変形量程度とし、有効クラウニング長さ $Lc1$ は、隣接している転動体同士の間隔の0.5倍以上とし、有効外クラウニング部28の最大クラウニング量 $\sigma 2$ は、負荷荷重によって生じる転動体の弾性変形量程度とし、有効外クラウニング部28の有効外クラウニング長さ $Lc2$ は、最大クラウニング量 $\sigma 2$ の3倍以上に設定した。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

軸方向に沿う側面にレール側転動体軌道溝を設けた案内レールと、前記レール側転動体軌道溝に対向するスライダ側転動体軌道溝を有し、これらレール側転動体軌道溝及びスライダ側転動体軌道溝の間に形成した転動体転動路内に配設された複数の転動体の転動を介して軸方向に移動可能となるように前記案内レールに支持されたスライダ本体と、前記転動体転動路と略平行となるように前記スライダ本体内に設けた転動体戻し路と、前記スライダ本体の移動方向の両端部に取付けられたエンドキャップに設けられて前記転動体転動路及び前記転動体戻し路を連通させる湾曲路と、前記スライダ側転動体軌道溝の両端部に設けたクラウニングと、を備えた直動案内装置において、

10

前記クラウニングを、前記スライダ側転動体軌道溝から連続して前記転動体を介して負荷を受ける曲面形状の有効クラウニング部と、この有効クラウニング部から連続して前記転動体循環路の前記内周側循環溝まで延在している曲面形状の有効外クラウニング部とで構成し、

前記有効クラウニング部を、傾斜が緩やかとなるように大きな曲率半径で形成し、前記有効外クラウニング部を、前記有効クラウニング部より小さな曲率半径で形成したことを特徴とする直動案内装置。

【請求項 2】

前記有効クラウニング部の最大クラウニング量を、予圧荷重時に生じる前記転動体の弾性変形量程度とし、前記有効クラウニング部の長さを、隣接している前記転動体どうしの

20

【請求項 3】

前記有効クラウニング部の最大クラウニング量を、転動体直径の 0.3% 以下とし、前記有効クラウニング部の長さを、隣接している前記転動体どうしの間隔の 0.5 倍以上としたことを特徴とする請求項 1 記載の直動案内装置。

【請求項 4】

前記有効外クラウニング部の最大クラウニング量を、負荷荷重によって生じる前記転動体の弾性変形量程度とし、前記有効外クラウニング部の長さを、前記有効外クラウニング部の最大クラウニング量の 3 倍以上としたことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れかに記載の直動案内装置。

30

【請求項 5】

前記有効外クラウニング部の最大クラウニング量を、転動体直径の 0.15% 以下とし、前記有効外クラウニング部の長さを、前記有効外クラウニング部の最大クラウニング量の 3 倍以上としたことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れかに記載の直動案内装置。

【請求項 6】

前記有効クラウニング部の開始座標と、前記有効クラウニング部及び前記有効外クラウニング部の境界座標と、前記有効外クラウニング部の終点座標を曲線近似させたカーブフィットを行うことで、単一曲線形状の前記クラウニングを形成したことを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れかに記載の直動案内装置。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、本発明は、転動体転動路を形成しているスライダ側転動体軌道溝の両端部にクラウニングを設けた直動案内装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ころやボール等の転動体を内部で無限循環させながら被案内物を直線的に案内する直動案内装置は、半導体製造装置や超精密加工機械、超精密測定機器等の運動精度に大きな影響を与える重要な機械要素の一つである。

直動案内装置は、レール側転動体軌道溝を設けた案内レールと、レール側転動体軌道溝

50

に対向するスライダ側転動体軌道溝を設け、このスライダ側転動体軌道溝及びレール側転動体軌道溝の間に形成した転動体転動路内に配設された複数の転動体の転動を介して軸方向に移動可能となるように案内レールに支持されたスライダ本体とを備えた装置である。そして、この装置は、転動体転動路と略平行となるようにスライダ本体内に設けた転動体戻し路と、前記スライダ本体の移動方向の両端部に取付けられたエンドキャップに設けられて前記転動体転動路及び前記転動体戻し路を連通させる湾曲路とを備えている。

【0003】

直動案内装置の転動体が、転動体転動路、湾曲路及び転動体戻し路を無限循環する際には、周期的な微小振動（以下、転動体通過振動という）が発生し、前述した機器類の運動精度を大きく左右してしまう。前記転動体通過振動は、予圧や外部荷重によって負荷を受けながら転動体転動路（負荷域）を転動している転動体が、負荷域から転動体循環路（無負荷域）に出る際に負荷が開放されたり、また反対に、無負荷域から負荷域に進入する際に新たに負荷を負うことにより現れる。

10

この転動体通過振動の抑制には、転動体転動路を形成しているスライダ側転動体軌道溝の両端部にクラウニングを設けることにより、転動体の負荷域出入りに伴う負荷変動を徐々に行わせることで、転動体通過振動を低減させることができる。

【0004】

クラウニングの形状は、円弧形状または直線形状が一般的であるが、例えば、スライダ本体の垂直方向（鉛直方向）、水平方向、ローリング方向のいずれか一方向に対する剛性が略一定に保たれ、かつ、スライダ本体のピッチング方向とヨーイング方向の一方又は両方に対する剛性が各々略一定に保てる形状に設定することにより、転動体転動路及び転動体戻し路内の転動体に生じる弾性変位量が略一定となり、スライダ本体の移動時の転動体通過振動の発生を抑制するものがある（例えば、特許文献1）。

20

【特許文献1】特開2003-35314号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、クラウニング長さが長くなるほど転動体通過振動の低減効果が増大し、クラウニング量を大きくするほど、スライダ本体に大きな荷重が作用する高負荷時や、こじり等で大きな取付け誤差がある場合の騒音・振動を低減することができる。

30

しかし、クラウニング長さが長く、クラウニング量が大きくなると、転動体転動路で負荷を受ける転動体の数が減少し、剛性及び負荷容量が低下してしまうので、前述した特許文献1であっても、高負荷時や大きな取付け誤差がある場合の騒音・振動を低減しながら、剛性を確保することは困難である。

本発明はこのような不都合を解消するためになされたものであり、剛性を確保しつつ転動体通過振動、高負荷、取付け誤差時の騒音・振動を低減するクラウニングを設けた直動案内装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

前記課題を解決するため、本発明に係る直動案内装置は、軸方向に沿う側面にレール側転動体軌道溝を設けた案内レールと、前記レール側転動体軌道溝に対向するスライダ側転動体軌道溝を有し、これらレール側転動体軌道溝及びスライダ側転動体軌道溝の間に形成した転動体転動路内に配設された複数の転動体の転動を介して軸方向に移動可能となるように前記案内レールに支持されたスライダ本体と、前記転動体転動路と略平行となるように前記スライダ本体内に設けた転動体戻し路と、前記スライダ本体の移動方向の両端部に取付けられたエンドキャップに設けられて前記転動体転動路及び前記転動体戻し路を連通させる湾曲路と、前記スライダ側転動体軌道溝の両端部に設けたクラウニングと、を備えた直動案内装置において、前記クラウニングを、前記スライダ側転動体軌道溝から連続して前記転動体を介して負荷を受ける曲面形状の有効クラウニング部と、この有効クラウニング部から連続して前記転動体循環路の前記内周側循環溝まで延在している曲面形状の有

40

50

効外クラウニング部とで構成し、前記有効クラウニング部を、傾斜が緩やかとなるように大きな曲率半径で形成し、前記有効外クラウニング部を、前記有効クラウニング部より小さな曲率半径で形成した装置である。

【発明の効果】

【0007】

本発明の直動案内装置によると、スライダ側転動体軌道溝から連続している有効クラウニング部と、この有効クラウニング部から連続して前記転動体循環路の前記内周側循環溝まで延在している有効外クラウニング部とでクラウニングを形成し、前記有効クラウニング部を、傾斜が緩やかとなるように大きな曲率半径で形成し、前記有効外クラウニング部を、前記有効クラウニング部より小さな曲率半径で形成したので、高負荷・取付け誤差時の著しい騒音・振動を低減することができるとともに、スライダ本体の端面での応力集中も緩和されるので寿命に対しても効果がある。

10

また、有効クラウニング部を傾斜が緩やかとなるように大きな曲率半径で形成して有効クラウニング長さ長く設定しているので、転動体通過振動を低減させる効果も増大する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

本発明に係る直動案内装置の実施形態について、図面を参照しながら説明する。

図1は、直動案内装置の外観を示すものである。この直動案内装置は、案内レール1上に、門型形状のスライダ2が移動可能に組み付けられている。この案内レール1の上面と側面1aとが交差する稜線部には、軸方向に延びる略1/4円弧形状の凹溝からなる転動体軌道溝10が形成されている。また、案内レール1の両側面1aの中間位置にも、軸方向に延びる断面ほぼ半円形の凹溝からなる転動体軌道溝10が形成されている。

20

スライダ2は、スライダ2の本体をなすベアリングブロック2Aと、その軸方向両端部に着脱可能に取り付けられた門型形状のエンドキャップ2Bとで構成されており、さらに、スライダ2の両端部（各エンドキャップ2Bの端面）には、案内レール1とスライダ2との間の隙間の開口をシールするサイドシール5がそれぞれ装着されている。

【0009】

図2に示すように、ベアリングブロック2Aの両袖部6の内側面の角部には、案内レール1の転動体軌道溝10に対向する断面ほぼ半円形の転動体軌道溝11が形成され、両袖部6の内側面の中央部には、案内レール1の転動体軌道溝10に対向する断面ほぼ半円形の転動体軌道溝11が形成されている。

30

そして、案内レール1の転動体軌道溝10とベアリングブロック2Aの両袖部6の転動体軌道溝11とで4箇所の転動体転動路14が形成されており、これらの転動体転動路14は軸方向に延びている。また、スライダ2は、ベアリングブロック2Aの袖部6の肉厚部分の上部及び下部に、転動体転動路14と平行に軸方向に貫通した円形の貫通孔からなる転動体戻し路13を備えている。

エンドキャップ2Bは、転動体転動路14及び転動体戻し路13を連通させる湾曲路を有している。この湾曲路が、転動体3を転動体転動路14の終点から転動体戻し路13の始点へ送り、或いは、転動体戻し路13の終点から転動体転動路14の始点へ送るようになっている。

40

【0010】

図3は、転動体転動路14を構成する転動体軌道溝10、11の接触角方向に対するA-A断面の概念的矢視図であり、ベアリングブロック2Aの両端部には、転動体軌道溝11から連続してクラウニング24が設けられている。

このクラウニング24は、図4に示すように、転動体軌道溝11から連続している曲面形状の有効クラウニング部26と、この有効クラウニング部26からベアリングブロック2Aの端面まで連続している曲面形状の有効外クラウニング部28とを備えている。

ここで、有効クラウニング部26の最大クラウニング量を $\sigma 1$ とし、有効クラウニング部26の有効クラウニング長さを $L c 1$ とし、有効外クラウニング部28の最大クラウニング量を $\sigma 2$ とし、有効外クラウニング部28の有効外クラウニング長さを $L c 2$ とする

50

。

【0011】

次に、本発明に係る第1実施形態について説明する。

本実施形態では、最大クラウニング量 $\sigma 1$ 、 $\sigma 2$ 、有効クラウニング長さを $Lc1$ 及び有効外クラウニング長さ $Lc2$ の具体的な値を、図5及び図6に基づいて設定した。なお、本実施形態の直動案内装置は、図3に示すベアリングブロック2Aの軸方向長さ L を50mm、転動体3の直径 Da を3.96875mm、動定格荷重 C を16300N、予圧荷重を、動定格荷重 C の10%である1630Nとしている。

【0012】

図5は、直動案内装置に作用する負荷（動定格荷重 C に対するパーセント表示）と転動体3の弾性変形量との関係を示したものである。この図において、予圧荷重（10% C ）が作用するときの転動体3の弾性変形量 $\delta 1$ は、約0.010mm（約10 μm ）であるが、本実施形態の有効クラウニング部26の最大クラウニング量 $\sigma 1$ を、予圧荷重が作用するときの弾性変形量 $\delta 1$ 0.010mmに設定している。 10

また、図5において動定格荷重 C の20%の負荷荷重が作用するときの転動体3の弾性変形量 $\delta 2$ は、約0.015mm（約15 μm ）であるが、本実施形態の有効外クラウニング部28の最大クラウニング量 $\sigma 2$ を、動定格荷重 C の20%の負荷荷重が作用するときの弾性変形量 $\delta 2$ 0.015mmに設定している。

【0013】

また、図6は、直動案内装置で発生する鉛直方向の転動体通過振動と、有効クラウニング部26の有効クラウニング長さ $Lc1$ と、転動体間距離（隣り合う転動体3同士の間距離） S との関係を示したものであるが、 $Lc1/S$ が0.5を超えると鉛直方向の転動体通過振動が低下していき、 $Lc1/S$ が1.2以上となると最低値を示すことがわかる。 20

したがって、本実施形態では、有効クラウニング部26の有効クラウニング長さ $Lc1$ は、転動体間距離 S の1.2倍に設定している

そして、有効外クラウニング長さ $Lc2$ は、通常、有効外クラウニング部28の最大クラウニング量 $\sigma 2$ を設定する際に使用した転動体3の弾性変形量 $\delta 2$ の3倍以上必要であるが、本実施形態では、30倍（ $Lc2 = 30 \times \delta 2$ ）に設定している。

【0014】

また、図7に示すように、有効クラウニング部26の開始座標 Pa 、有効クラウニング部26及び有効外クラウニング部28の境界座標 Pb 、有効外クラウニング部28の終点座標 Pc は、指数関数で曲線近似させたカーブフィットを行い、有効クラウニング部26及び有効外クラウニング部28からなるクラウニング24は単一曲線形状として形成されている。 30

【0015】

本実施形態によると、最大0.015mm程度のクラウニング量（有効外クラウニング部28の最大クラウニング量 $\sigma 2$ 0.015mm）に設定しているので、一般的な使用限界である動定格荷重 C の20%の負荷荷重の転動体弾性変形量を吸収して転動体3の運動制動の向上を図ることができ、高負荷・取付け誤差時の著しい騒音・振動を低減することができる。 40

【0016】

また、有効クラウニング部26の有効クラウニング長さ $Lc1$ を、転動体間距離 S の1.2倍として長く設定しているので、転動体通過振動を低減させる効果も増大する。

また、有効外クラウニング長さ $Lc2$ は、両端面の長さを合わせてもベアリングブロック2Aの軸方向長さ L の1.8%程度なので、剛性・動定格荷重にもほとんど影響しない。

【0017】

さらに、クラウニング24は、指数関数で曲線近似させたカーブフィットを行うことで 50

単一曲線形状として形成されているので、有効クラウニング部 26 の傾斜が緩やかな曲線によって転動体通過振動を低減しながら剛性を確保し、有効外クラウニング部 28 の比較的急な傾斜によって十分なクラウニング量を確保して高負荷・取付け誤差時に端面で発生する急激な荷重変動を吸収して騒音・振動を低減することができる。

【0018】

ここで、本実施形態では、有効クラウニング部 26 の最大クラウニング量 $\sigma 1$ を、予圧荷重が作用するときの弾性変形量 $\delta 1$ 程度としたが、予圧荷重の最大値は、直動案内装置の寿命への影響を考慮して動定格荷重 C の 15% を超えることがない。動定格荷重 C の 15% の予圧荷重が作用するときの弾性変形量 $\delta 1$ は、転動体 3 の直径 $D a$ の 0.3% 以下と同等となる。

10

【0019】

したがって、有効クラウニング部 26 の最大クラウニング量 $\sigma 1$ を、転動体 3 の直径 $D a$ に対して 0.3% 以下としても、上述した効果を奏することができる。

また、本実施形態の有効外クラウニング部 28 の最大クラウニング量 $\sigma 2$ は、負荷荷重によって生じる転動体 3 の弾性変形を吸収するだけの量（深さ）が必要である、但し、極端に最大クラウニング量 $\sigma 2$ が大きくなると、直動案内装置の剛性・寿命が低下することになる。そこで、通常想定される負荷荷重の最大値を動定格荷重 C の 2 倍とした場合の弾性変形量 $\delta 2$ は、転動体 3 の直径 $D a$ の 0.15% 以下と同等となる。

したがって、有効クラウニング部 26 の最大クラウニング量 $\sigma 1$ を、転動体 3 の直径 $D a$ に対して 0.15% 以下としても、上述した効果を奏することができる。

20

【0020】

次に、本発明に係る第 2 実施形態について図 8 を参照して説明する。

本実施形態は、有効クラウニング部 26 の有効クラウニング長さ $L c 1$ と転動体間距離（隣り合う転動体 3 同士の中心間距離） S との関係を、 $L c 1 / S = 3$ とした。図 6 から明らかなように、 $L c 1 / S = 3$ の場合にも、鉛直方向の転動体通過振動が最低値を示す。

また、本実施形態では、有効クラウニング部 26 の開始座標 $P a$ 、有効クラウニング部 26 及び有効外クラウニング部 28 の境界座標 $P b$ 、有効外クラウニング部 28 の終点座標 $P c$ を、べき関数で曲線近似させたカーブフィットを行うことで、単一曲線形状のクラウニング 24 を形成している。

30

【0021】

本実施形態によると、図 7 で示した第 1 実施形態と比較すると、さらにクラウニング 24 が緩やかな傾斜の曲面形状となるので、剛性を確保しつつ転動体通過振動、高負荷、取付け誤差時の騒音・振動を低減する効果を増大させることができる。

なお、第 1 及び第 2 実施形態では、クラウニング 24 を、指数関数、べき関数で曲線近似させたカーブフィットを行うことで単一曲線形状として形成したが、対数関数等で曲線近似させたカーブフィットを行っても、同様に単一曲線形状として形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

40

【図 1】本発明に係る直動案内装置を示す斜視図である。

【図 2】直動案内装置のスライダ本体の内部構造を示す図である。

【図 3】スライダ本体の長手方向の端部に設けたクラウニングを示す図である。

【図 4】本発明に係るクラウニングを構成する有効クラウニング部及び有効外クラウニング部を示す図である。

【図 5】直動案内装置に作用する負荷と転動体の弾性変形量との関係を示したグラフである。

【図 6】直動案内装置で発生する鉛直方向の転動体通過振動と、有効クラウニング部の有効クラウニング長さ、転動体間距離（隣り合う転動体同士の中心間距離）との関係を示したグラフである。

50

【図 7】本発明に係る第 1 実施形態の有効クラウニング部及び有効外クラウニング部のクラウニング長さとかラウニング量の関係を示すグラフである。

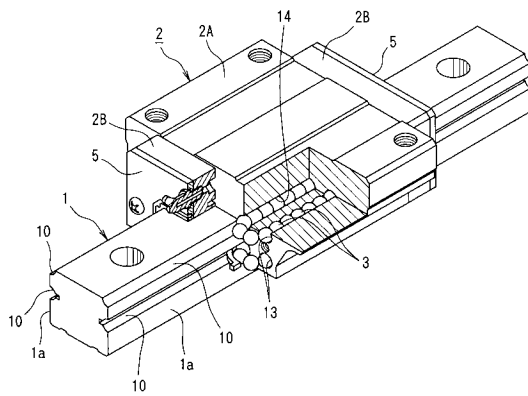
【図 8】本発明に係る第 2 実施形態の有効クラウニング部及び有効外クラウニング部のクラウニング長さとかラウニング量の関係を示すグラフである。

【符号の説明】

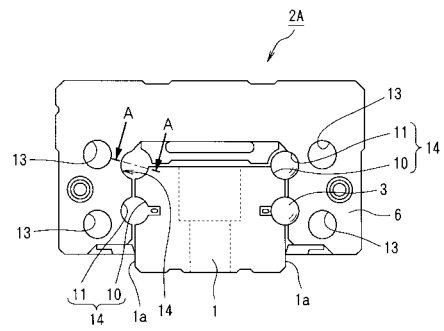
【0023】

- 1 案内レール
- 2 スライダ
- 2 A ベアリングブロック (スライダ本体)
- 3 転動体 10
- 1 0 転動体軌道溝 (レール側転動体軌道溝)
- 1 1 転動体軌道溝 (スライダ側転動体軌道溝)
- 1 3 転動体戻し路
- 1 4 転動体転動路
- 2 4 クラウニング
- 2 6 有効クラウニング部
- 2 8 有効外クラウニング部
- D a 転動体の直径
- P a 有効クラウニング部の開始座標
- P b 有効クラウニング部及び有効外クラウニング部の境界座標 20
- P c 有効外クラウニング部の終点座標
- S 転動体間距離 (転動体どうしの間隔)
- δ 1 転動体の弾性変形量
- δ 2 転動体の弾性変形量
- σ 1 有効クラウニング部の最大クラウニング量
- σ 2 有効外クラウニング部の最大クラウニング量

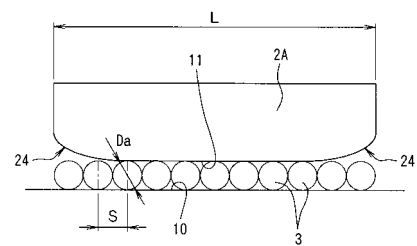
【 図 1 】



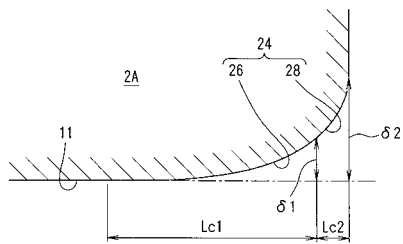
【图 2】



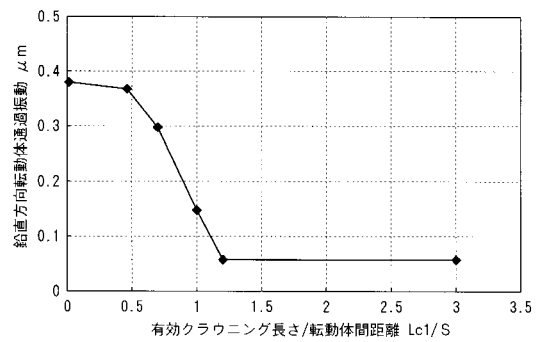
【 図 3 】



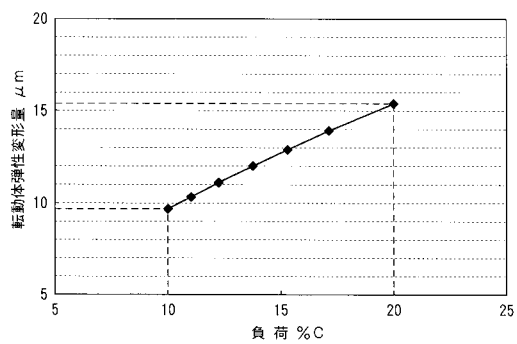
【 図 4 】



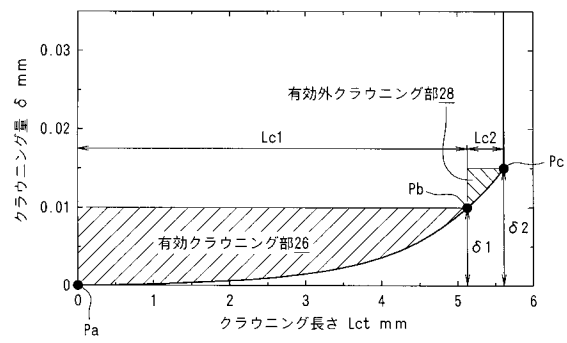
【图 6】



【図 5】



【図 7】



【図 8】

