

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5305474号
(P5305474)

(45) 発行日 平成25年10月2日(2013.10.2)

(24) 登録日 平成25年7月5日(2013.7.5)

(51) Int. Cl. F 1
A 6 1 B 19/00 (2006.01) A 6 1 B 19/00 5 0 2
A 6 1 F 2/36 (2006.01) A 6 1 F 2/36

請求項の数 8 (全 49 頁)

| | | | |
|---------------|------------------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2010-505398 (P2010-505398) | (73) 特許権者 | 303047104 株式会社ビー・アイ・テック 岐阜県各務原市那加甥田町125番地 |
| (86) (22) 出願日 | 平成21年3月31日(2009.3.31) | (74) 代理人 | 100084593 弁理士 吉村 勝俊 |
| (86) 国際出願番号 | PCT/JP2009/001515 | (72) 発明者 | 木佐貫 児島 岐阜県各務原市那加甥田町125番地 株 式会社ビー・アイ・テック内 |
| (87) 国際公開番号 | W02009/122731 | (72) 発明者 | 菅野 伸彦 大阪府吹田市桃山台3丁目33-3 |
| (87) 国際公開日 | 平成21年10月8日(2009.10.8) | | |
| 審査請求日 | 平成24年3月30日(2012.3.30) | 審査官 | 井上 哲男 |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2008-94367 (P2008-94367) | (56) 参考文献 | 特開2009-082444 (JP, A) |
| (32) 優先日 | 平成20年3月31日(2008.3.31) | | 最終頁に続く |
| (33) 優先権主張国 | 日本国(JP) | | |

(54) 【発明の名称】 セメントレス型人工股関節用ステムの形状決定法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

大腿骨の骨端領域から骨幹領域に向けて形成した窄孔に挿入され、ボーングロースによって大腿骨との結合力を発生させるようにしたセメントレス型人工股関節用ステムの外形状を決定する方法において、

補綴すべき大腿骨から取得したCT画像データやMRIデータに基づいて作られた三次元画像に、窄孔壁を形成するにおいて必要とされる骨影濃度の閾値を適用して大腿骨各部における骨質組織部の限界厚みを見出し、その限界厚みを確保した骨質組織部の内面で形成され骨髄腔に至る三次元仮想窄孔の形状を、その左右方向断面の輪郭を形成する内側縁線および外側縁線の座標、ならびに前後方向断面の輪郭を形成する前側縁線および後側縁線の座標を含めて演算しておき、

大腿骨の長手方向に準ずる方向に沿うよう予め与えておいた参考線を基準にして定める骨端領域側開口の位置と角度とから、上記三次元仮想窄孔における骨端領域側開口の形状とその図心の位置を演算するとともに、当該大腿骨に適用すべきステム長と骨幹領域側開口の角度とから、三次元仮想窄孔における骨幹領域側開口の形状とその図心の位置を演算し、

上記骨端領域側開口の図心と、骨幹領域側開口の図心と、該両図心の中間位置にあって前記内側縁線までの距離と外側縁線までの距離が略等しくなる内外方向基準点とを通過する内外側縁線包含面内基準円弧を演算し、

該内外側縁線包含面内基準円弧と同心をなし、該基準円弧の半径より短く、前記内側縁

線の骨端領域側端点までの距離より長い半径を持つ内外側縁線包含面内小円弧と、前記基準円弧と同心をなし、該基準円弧の半径より長く、前記外側縁線の骨端領域側端点までの距離より短い半径を持つ内外側縁線包含面内大円弧と、前記小円弧が内側縁線と交差する小円弧終了点から内側縁線上にある骨幹領域側端点に至るまでの内側縁線と、前記大円弧が外側縁線と交差する大円弧終了点から外側縁線上にある骨幹領域側端点に至るまでの外側縁線とで囲まれる前記三次元仮想窄孔内に形成される内外側縁線包含面内暫定窄孔を規定し、

上記骨端領域側開口の図心と、骨幹領域側開口の図心と、該両図心の間位置にあって前記前側縁線までの距離と後側縁線までの距離が略等しくなる前後方向基準点と、を通過する前後側縁線包含面内基準円弧を演算し、

10

該前後側縁線包含面内基準円弧と同心をなし、該基準円弧の半径より短く、前記前側縁線の骨端領域側端点までの距離より長い半径を持つ前後側縁線包含面内小円弧と、前記基準円弧と同心をなし、該基準円弧の半径より長く、前記後側縁線の骨端領域側端点までの距離より短い半径を持つ前後側縁線包含面内大円弧と、前記小円弧が前側縁線と交差する小円弧終了点から前側縁線上にある骨幹領域側端点に至るまでの前側縁線と、前記大円弧が後側縁線と交差する大円弧終了点から後側縁線上にある骨幹領域側端点に至るまでの後側縁線と、で囲まれる前記三次元仮想窄孔内に形成される前後側縁線包含面内暫定窄孔を規定し、

前記内外側縁線包含面内暫定窄孔を前側縁線と後側縁線となるべき位置に相互が対面するように配置し、前記前後側縁線包含面内暫定窄孔を内側縁線と外側縁線となるべき位置に相互が対面するように配置して四面体を形成するとともに、該四面体の各小円弧終了点および各大円弧終了点から骨幹領域側開口までは、前記三次元仮想窄孔の対応部位と同一形状をなす略円柱形をあてがうことにより、内外側縁線包含面内基準円弧および前後側縁線包含面内基準円弧を内在させた三次元基準暫定ステムを作成し、

20

前記三次元基準暫定ステムと同じ外形を持つ三次元基準暫定窄孔を作り、この基準暫定窄孔から三次元基準暫定ステムを繰り返し抜き出させるステップごとに三次元基準暫定ステムの位置と姿勢を演算するため、ステップごとに三次元基準暫定窄孔と三次元基準暫定ステムとの重なりのない三次元基準暫定窄孔の骨幹領域側部位を除去した三次元基準暫定窄孔残留部を作るとともにその重心と慣性主軸を演算し、かつ同じく重なりのない三次元基準暫定ステムの骨端領域側部位を除去した三次元基準暫定ステム残留部を作るとともにその重心と慣性主軸を演算し、三次元基準暫定ステム残留部の重心をそのステップにおける姿勢を維持した状態で三次元基準暫定窄孔残留部の抜き出し方向の慣性主軸線上に移し、次いで移された重心を中心にして三次元基準暫定ステム残留部の抜き出し方向の慣性主軸が三次元基準暫定窄孔残留部の抜き出し方向の慣性主軸と一致するように三次元基準暫定ステム残留部を回転させ、ステップごとの三次元基準暫定ステム残留部の内側縁線および前側縁線における骨幹領域側端点と外側縁線および後側縁線における骨幹領域側端点の占拠位置を演算し、

30

前記三次元仮想窄孔と同じ外形を持つ三次元仮想ステムを作り、この仮想ステムに前記占拠位置の変遷値を適用して三次元仮想窄孔内を移動させ、三次元仮想ステムが三次元仮想窄孔から抜け出るまでに三次元仮想ステムにおける三次元仮想窄孔壁との干渉部位を演算して記憶させておき、

40

その記憶値に基づいて干渉部位の全てを除去した三次元仮想ステムの干渉なし外形面を演算し、これを滑らかにすべく外形面に内接する面を最終外形とする基準ステムを求め、

次に、前記骨端領域側開口の図心と骨幹領域側開口の図心とを結ぶ直結線分と前記内外方向基準点との間に内外方向代替基準点を定めるとともに、前記直結線分と前記前後方向基準点との間に前後方向代替基準点34を定め、上記内外方向代替基準点を前記内外方向基準点とみなすとともに前記前後方向代替基準点34を前記前後方向基準点とみなして、前記内外側縁線包含面内基準円弧の曲率や前後側縁線包含面内基準円弧の曲率とは異なる曲率を持った内外側縁線包含面内代替基準円弧35および前後側縁線包含面内代替基準円弧36を内在させた三次元代替基準暫定ステムの作成、ステップごとの前記占拠位置の演

50

= 0 であり、 = 1 であるケース
 = 0 . 5 であり、 = 1 であるケース
 = 1 であり、 = 1 であるケース

の9ケースの全部もしくは一部につき、前記最終外形を有した基準ステムおよび代替ステムと同じ形状同じ寸法とした仮想ラスプを三次元仮想窄孔へ順次押し込んだときの位置と姿勢の変遷を演算することを特徴とする請求項1ないし請求項5のいずれか一項に記載されたセメントレス型人工股関節用ステムの形状決定法。

【請求項7】

仮想ラスプを三次元仮想窄孔に押し込む前記ケースを確認したあと、前記内外方向面内曲げ比 と前後方向面内曲げ比 とを執刀医の所望する値に変更し、

10

当該 により得られる内外方向再代替基準点を前記内外方向基準点とみなすととも当該 により得られる前後方向再代替基準点を前記前後方向基準点とみなして、前記基準ステムに相当する再代替ステムの最終外形を求め、

該最終外形を有した再代替ステムを前記三次元仮想窄孔へ前記ステップの逆をたどって順次押し込むたびの各ステムの位置と姿勢の情報を演算し、該最終外形を有した再代替ステムと同じ形状同じ寸法とした再仮想ラスプを三次元仮想窄孔へ順次押し込んだときの位置と姿勢の変遷を演算することを特徴とする請求項6に記載されたセメントレス型人工股関節用ステムの形状決定法。

【請求項8】

前記三次元仮想窄孔に前記基準ステム、代替ステムもしくは再代替ステムを押し込んだ後に、前記参考線に沿って並ぶステムの各断面におけるフィットアンドフィルを演算しておくことを特徴とする請求項1ないし請求項7のいずれか一項に記載されたセメントレス型人工股関節用ステムの形状決定法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はセメントレス型人工股関節用ステムの形状決定法に係り、詳しくは、破壊された骨頭に代わる球状ヘッドを支えて、骨盤からの荷重を大腿骨に伝達する人工股関節用ステムの形状を決定する方法に関するものである。これは、手術対象の大腿骨で可能となる幾つかのステムの形状とその窄孔への挿入形態例を手術前に執刀医に提示できるようにすることである。また、ステムがとり得る位置や姿勢の変遷傾向を執刀医に把握させたうえで、大腿骨の現状や執刀医の力量さらにはフィットアンドフィルの高低を考慮してステムを選定しやすくさせる。加えて、提示例から執刀医の新たな要望を喚起させ、その意向を反映させた変形例を短時間で提供できるようにする。これによって、窄孔への挿入開始から終了までのステムの動きを執刀医の方針に沿ったものとし、しかも変遷を念頭に置くことができるがゆえに不安や疑心を抱くことなく手術に臨ませることができるようにしたものである。

30

【背景技術】

【0002】

大腿骨1は、図26の(a)に示すように、骨頭61、頸部62、大転子42、小転子(図示せず)とからなり、内部の骨幹領域63には骨髓腔6が形成されている。そして、大腿骨1の表面層は皮質骨66であり、骨端領域67では海綿質骨68が皮質骨66を内方からバックアップしている。図示しない骨盤の寛骨臼に嵌まって球面継手を形成する骨頭61が交通事故などによって図26の(b)のように損壊されたり、大腿骨が骨粗鬆症によって著しく劣化していると、大腿骨1は骨盤から伝達される荷重69を支えきれなくなる。

40

【0003】

大腿骨1の残存形状や皮質骨66の強度によっては、荷重の伝達機能を回復させることの可能なことも多い。その場合、骨頭の機能を果たす球状ヘッド70が、図26の(c)に示すように、ステム71を介して大腿骨1に固定される。通常、ステムの大腿骨への挿

50

入に先立ち、図26の(b)の一点鎖線で示したごとく骨端領域67の皮質骨66が切除される。そして、ステム71と図27に示すラスプ24の操作によって海綿質骨68を削り取り、窄孔4が形成される。なお、ステム71は、球状ヘッド70を支持するネック部72、窄孔4に挿入するときガイドとなりかつ大腿骨固定後の姿勢を保つノーズ部73、ステムの表面と窄孔壁との界面に発生するせん断力により荷重の伝達を受け持つボディ部32からなる。

【0004】

ところで、ステム71を窄孔4に固定するには、セメントによりステムを接着する方法と、セメントを使用しないで窄孔表面の海綿質骨が自力再生するのを待って界面の隙間を埋める方法とがある。セメントは短期間に固化するが、セメントから未反応モノマーが溶出して肺塞栓症を引き起こすおそれが高い。海綿質骨の自力再生(ボーングロース)は人体にとって理想的であるが、長期の入院が余儀なくされる。しかし、最近では、将来なされるであろうステムの付け替え時のステム引き抜きが容易となることや化学的劣化を伴わないなどの理由で、セメントレス型ステムの研究や開発が盛んになってきている。

【0005】

上記したラスプは執刀医によって大腿骨1の骨端領域67から骨幹領域63に向けて打ち込まれ、少しずつ往復動させながら海綿質骨68を掻き取って窄孔壁が形成される。セメントを使用した固定ではステム71よりもオーバサイズの窄孔4を形成するラスプが使用され、ボーングロースによって大腿骨との結合力を発生させる固定ではアンダーサイズの窄孔を形成するラスプが使用される。いずれの場合もラスプはステムとおおよそ相似形をなすが、大腿骨1の曲がりや残存する皮質骨66の厚みは患者によって異なるから、形状や寸法が一遍とおりのステムでは対応させ得ない。

【0006】

セメントを使用した固定では、窄孔4にセメント充填空間を確保しておくから、必ずしもステムの外形に対して厳格に相似形である必要はない。窄孔を形成するために大腿骨のCT画像などから孔壁を予見しておけば、窄孔形成時に皮質骨66の損傷を抑えられる。ステム71が図26の(c)のように曲がりのほとんどないものであれば、予めセメントが充填されている孔に矢印85のごとく真っ直ぐにステム71を挿入することができる。ステムの形状や寸法を画一化しやすく、挿入操作も簡単かつ容易となる。ステムのレディメイド品化が促され、未反応モノマー溶出の欠点は伴うものの、治療コストの抑制が図られる利点がある。

【0007】

一方、ボーングロースによる固定の場合には、ステムとラスプは酷似したものであることが要求される。そこで、補綴すべき大腿骨1から非破壊断面撮影装置によって、図28の(a)に示す患者固有のCT画像データ75やMRIデータを取得する。そのデータに基づいて作られた図28の(b)に示す三次元画像76に、窄孔壁を形成するにおいてその患者の大腿骨に必要とされる図28の(c)に示した骨影77の濃度(グレースケール)閾値が適用される。執刀医によって決定された閾値は大腿骨の各部における皮質骨の限界厚み線を見出し、その限界厚みを確保した骨質組織部の内側線を滑面化して得られる内面が、窄孔の形状と寸法を与える。

【0008】

このようにして得られた窄孔に適用するステムをカスタムメイドするという考え方がすでにあるが、ステムは通常化学変化を起こさないチタン合金などの金属製品であるため、患者に見合った形状のステムを準備するための治療資金はおおいに嵩む。ステムはキャストニングにより成形されるので、患者ごとに金型製作費が余儀なくされるからである。例えば特開2001-33792には、幾つもの大腿骨のCT画像から平均的な窄孔形成可能領域を取得し、それに見合ったステムの標準品を幾つもの製作しておくことが記載されている。また、WO2005/034818には、手術対象大腿骨のCT画像から執刀医の判断による窄孔形状をコンピュータで作成し、それに一致したステムの形を演算し、数値データをNC機に供給して成形型を自動的に製作させる方法が開示されている。

【 0 0 0 9 】

残念ながら、コンピュータによるステムの設計や金型の製作は現実のものとはなっており、手術現場での実態は以下のとおりである。執刀グループがCT画像を取得し、それをステムメーカーに送る。例えば30種類の代表的な形と寸法のステムとそのためのラスプを予め準備しているメーカーは、CTデータにマッチしたりそれに近いと判断される例えば5つのステムとラスプを執刀グループに送る。執刀医はラスプを選んで窄孔しつつそのラスプの使い良さを探る。必要に応じて、他のラスプも使用する。使っているうちに操作性のよいものもしくは患者に適したものを見出し、窄孔を完成させる。

【 0 0 1 0 】

ステムは最後に使用したラスプに対応するものが採用され、執刀医は該当するステムを孔壁に合わせるように挿入する。窄孔はアンダーサイズであるから最後のひと押しもしくはひと叩きでステムを計画位置に配置する。この時点でステム表面の幾らかは孔壁に残る海綿質骨に食い込み、大腿骨に密着した状態で納まる。執刀グループはそのラスプとステムを購入することにし、他はメーカーに返品する。このことは、執刀医がメーカーから提供された数本のラスプでしか窄孔する機会がないことを意味し、手術それ事態がトライアンドエラーの場と化してしまう。

【 0 0 1 1 】

もう少し詳しく述べれば、CT画像からどのような形状や寸法の窄孔としたいかという執刀医の希望をメーカーに伝えても、メーカーから提供されるラスプは標準品からの抽出物であり、その形状や寸法が執刀医の希望を叶えるものとは限らない。窄孔開始から終了するまでの間のラスプ姿勢の変遷の提示がメーカーからあったとしても、ラフな示唆にとどまらざるを得ず、また試行の機会がないまま執刀医は本番に臨むことになる。また、使用中のラスプに対する高い信頼を持ってない状態での操作に終始する。執刀医は与えられたラスプで最善を尽くすだけであり、患者ごとの大腿骨に対して自己が理想とする操作は望むべくもない。執刀医が自己の力量や自身の操作癖まで加味したラスプとステムに出会える機会は、残念ながらないと言える。

【 0 0 1 2 】

ちなみに、図26の(c)のように直線的に挿入できるステム71は、大腿骨1に比べて必然的に細くなる。曲がりのないステムは造形性が高くなる利点はあるが、ボーングロースにより固定する場合、支持力や固定力の弱い海綿質骨68に頼ることになるから、ステムの姿勢に変化をきたしやすく、また抜けやすくなることは否めない。ところで、繊維強化樹脂製ステムはセラミック製成型型を使用することができるから、カスタムメイド品でありながら安価に製作できるはずである。それだけでなく、患者ごとの大腿骨に合わせた曲がりのある外形を持つステムを製造することも容易となり、大腿骨に最もよくフィットするステムを提供できると期待される。

【 0 0 1 3 】

ここで問題となるのは、ステムが大腿骨に納まった状態は理想的であっても、ステムをその位置や姿勢にどのようにして持ち込むかである。挿入中にステムのいずれかの箇所が孔壁に当たれば、それ以上押し込んだ時点で窄孔を壊すことになるからである。したがって、窄孔をオーバーサイズにするのではなく、ステムの通過にだけ必要な融通空間をどうして確保するかが課題となる。この場合、例えばステムの形状や寸法を予め決めておき、そのステムを運び込むことができる窄孔の形状や寸法を求めるか、その逆で求めることになる。いずれにしても、限界厚みを確保した骨質組織部の内面に当たらないで挿入できる経路が一義的に得ることができるかどうかである。

【 0 0 1 4 】

ところで、ステムを窄孔の所定位置に挿入できるということは、ステムを窄孔から抜き出すことができることを意味する。そこで、ステムを窄孔に納めた状態からステムを抜き出す経路を考える。図29に示すように、所定の納まり姿である影のついたステム80を、矢印81のように1ステップ上昇させ、さらに同じ高さずつ上昇する間に符号82のステムを経て符号83のステムで抜き出すとする。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 5 】

今、最初のステップすなわち矢印 8 1 だけ窄孔 4 内で上昇させたときのステム 8 4 の位置と姿勢は、描いてあるだけでも 4 通りある。窄孔壁によりステムの動きに制約があるにしても、理論的には無限通りあることは言うまでもない。図示しないが、矢印 8 5 のように次のステップに上がれば、先のステップでの一つのステムに対して、これまた無限通り姿勢変化のさせ仕方が存在する。と言うことは、第 2 ステップでは第 1 ステップよりも遙に多い位置と姿勢を想定することになり、符号 8 3 のステムとなるまでには無限通りの辿り方がある。もはや、いずれの姿勢変遷がよいかを判断できる準備が整う前に膨大な演算が強いられ、時間は掛かり費用も嵩む。さらには、無限通りの中からそれぞれのフィットアンドフィルの高低を把握したうえで、採用すべき位置と姿勢のステムと窄孔の組み合わせをどうして見つけるかの術もない。

10

【 0 0 1 6 】

これは窄孔にステムの動き代が確保されているからで、ステムの動きを拘束するほどにタイトな窄孔である場合にはステムを最初もしくは途中から上昇させられなくなり、結局は演算しようがない。これは、窄孔の形状や寸法がステムのそれらと全く同じか極めて近似している場合、部位によって曲がり異なるステムでは窄孔から抜け出させることができないうことに基づく。挿入可能なステムの外形すなわち窄孔壁の形状を決定するにあたって、窄孔がステムに対して予めオーバサイズでなければならぬことになれば、ステムのとり姿勢の無限化が演算を不可能にするのは上記のとおりである。

【特許文献 1】特開 2 0 0 1 - 3 3 7 9 2

20

【特許文献 2】W O 2 0 0 5 / 0 3 4 8 1 8

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 7 】

本発明は上記の問題に鑑みなされたもので、その目的は、手術対象の大腿骨に許容される幾つかの曲率を想定し、それを満たすステムと窄孔のそれぞれの形状と寸法ならびにそれぞれのステム挿入経路における位置と姿勢の演算の一義化を図って、演算すること自体を可能にするとともに演算時間の短縮を図られるようにすること、ステムの典型的な幾つかの曲率の各ケースにつき、それぞれのステムと窄孔の形状と寸法ならびにステムの位置と姿勢さらにはステムの窄孔に対するフィットアンドフィルを例示できること、これらの例示をもとにした治療対象の大腿骨におけるステム挿入傾向に基づき、採用すべきステムを選定しやすくし、また執刀医の要望を反映させた変形例も提示してステムの絞り込みを容易にすること、ステムの窄孔挿入の位置と姿勢の変遷を把握させやすくして、執刀医が不安なく手術に臨める準備（採択されたステムの挿入連続画像の製作と目視確認、模擬品を製作しての実践等）を整えておくことができるようにしたセメントレス型人工股関節用ステムの形状決定法を提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 8 】

本発明は、大腿骨の骨端領域から骨幹領域に向けて形成した窄孔に挿入され、ボーングロースによって大腿骨との結合力を発生させるようにしたセメントレス型人工股関節用ステムの外形形状を決定する方法に適用される。その特徴とするところは、

40

補綴すべき大腿骨から取得した C T 画像データや M R I データに基づいて作られた三次元画像に、窄孔壁を形成するにおいて必要とされる骨影濃度の閾値を適用して大腿骨各部における骨質組織部の限界厚みを見出し、その限界厚みを確保した骨質組織部の内面で形成され骨髄腔に至る三次元仮想窄孔の形状を、その左右方向断面の輪郭を形成する内側縁線および外側縁線の座標、ならびに前後方向断面の輪郭を形成する前側縁線および後側縁線の座標を含めて演算しておき、

大腿骨の長手方向に準ずる方向に沿うよう予め与えておいた参考線を基準にして定める骨端領域側開口の位置と角度とから、上記三次元仮想窄孔における骨端領域側開口の形状とその図心の位置を演算するとともに、当該大腿骨に適用すべきステム長と骨幹領域側開

50

口の角度とから、三次元仮想窄孔における骨幹領域側開口の形状とその図心の位置を演算し、

上記骨端領域側開口の図心と、骨幹領域側開口の図心と、該両図心の間位置にあって前記内側縁線までの距離と外側縁線までの距離が略等しくなる内外方向基準点とを通過する内外側縁線包含面内基準円弧を演算し、

該内外側縁線包含面内基準円弧と同心をなし、該基準円弧の半径より短く、前記内側縁線の骨端領域側端点までの距離より長い半径を持つ内外側縁線包含面内小円弧と、前記基準円弧と同心をなし、該基準円弧の半径より長く、前記外側縁線の骨端領域側端点までの距離より短い半径を持つ内外側縁線包含面内大円弧と、前記小円弧が内側縁線と交差する小円弧終了点から内側縁線上にある骨幹領域側端点に至るまでの内側縁線と、前記大円弧が外側縁線と交差する大円弧終了点から外側縁線上にある骨幹領域側端点に至るまでの外側縁線とで囲まれる前記三次元仮想窄孔内に形成される内外側縁線包含面内暫定窄孔を規定し、

10

上記骨端領域側開口の図心と、骨幹領域側開口の図心と、該両図心の間位置にあって前記前側縁線までの距離と後側縁線までの距離が略等しくなる前後方向基準点と、を通過する前後側縁線包含面内基準円弧を演算し、

該前後側縁線包含面内基準円弧と同心をなし、該基準円弧の半径より短く、前記前側縁線の骨端領域側端点までの距離より長い半径を持つ前後側縁線包含面内小円弧と、前記基準円弧と同心をなし、該基準円弧の半径より長く、前記後側縁線の骨端領域側端点までの距離より短い半径を持つ前後側縁線包含面内大円弧と、前記小円弧が前側縁線と交差する小円弧終了点から前側縁線上にある骨幹領域側端点に至るまでの前側縁線と、前記大円弧が後側縁線と交差する大円弧終了点から後側縁線上にある骨幹領域側端点に至るまでの後側縁線と、で囲まれる前記三次元仮想窄孔内に形成される前後側縁線包含面内暫定窄孔を規定し、

20

前記内外側縁線包含面内暫定窄孔を前側縁線と後側縁線となるべき位置に相互が対面するように配置し、前記前後側縁線包含面内暫定窄孔を内側縁線と外側縁線となるべき位置に相互が対面するように配置して四面体を形成するとともに、その四面体の各小円弧終了点および各大円弧終了点から骨幹領域側開口までは、前記三次元仮想窄孔の対応部位と同一形状をなす略円柱形をあてがうことにより、内外側縁線包含面内基準円弧および前後側縁線包含面内基準円弧を内在させた三次元基準暫定ステムを作成し、

30

前記三次元基準暫定ステムと同じ外形を持つ三次元基準暫定窄孔を作り、この基準暫定窄孔から三次元基準暫定ステムを繰り返し抜き出させるステップごとに三次元基準暫定ステムの位置と姿勢を演算するため、ステップごとに三次元基準暫定窄孔と三次元基準暫定ステムとの重なりのない三次元基準暫定窄孔の骨幹領域側部位を除去した三次元基準暫定窄孔残留部を作るとともにその重心と慣性主軸を演算し、かつ同じく重なりのない三次元基準暫定ステムの骨端領域側部位を除去した三次元基準暫定ステム残留部を作るとともにその重心と慣性主軸を演算し、三次元基準暫定ステム残留部の重心をそのステップにおける姿勢を維持した状態で三次元基準暫定窄孔残留部の抜き出し方向の慣性主軸線上に移し、次いで移された重心を中心にして三次元基準暫定ステム残留部の抜き出し方向の慣性主軸が三次元基準暫定窄孔残留部の抜き出し方向の慣性主軸と一致するように三次元基準暫定ステム残留部を回転させ、ステップごとの三次元基準暫定ステム残留部の内側縁線および前側縁線における骨幹領域側端点と外側縁線および後側縁線における骨幹領域側端点の占拠位置を演算し、

40

前記三次元仮想窄孔と同じ外形を持つ三次元仮想ステムを作り、この仮想ステムに前記占拠位置の変遷値を適用して三次元仮想窄孔内を移動させ、三次元仮想ステムが三次元仮想窄孔から抜け出るまでに三次元仮想ステムにおける三次元仮想窄孔壁との干渉部位を演算して記憶させておき、

その記憶値に基づいて干渉部位の全てを除去した三次元仮想ステムの干渉なし外形面を演算し、これを滑らかにすべく外形面に内接する面を最終外形とする基準ステムを求め、

次に、前記骨端領域側開口の図心と骨幹領域側開口の図心とを結ぶ直結線分と前記内外

50

方向基準点との間に内外方向代替基準点を定めるとともに、前記直結線分と前記前後方向基準点との間に前後方向代替基準点34を定め、上記内外方向代替基準点を前記内外方向基準点とみなすとともに前記前後方向代替基準点34を前記前後方向基準点とみなして、前記内外側縁線包含面内基準円弧の曲率や前後側縁線包含面内基準円弧の曲率とは異なる曲率を持った内外側縁線包含面内代替基準円弧35および前後側縁線包含面内代替基準円弧36を内在させた三次元代替基準暫定ステムの作成、ステップごとの前記占拠位置の演算、この占拠位置を用いての三次元仮想ステムにおける三次元仮想窄孔壁との干渉部位の演算と記憶の過程を経ることにより、前記基準ステムに代わる代替ステムの最終外形を求め、

前記最終外形を有した基準ステムおよび代替ステムを前記三次元仮想窄孔へ前記ステップの逆をたどっての各ステムの位置と姿勢の情報を演算するようにしたことである。

10

【0019】

三次元基準暫定窄孔から三次元基準暫定ステムを抜き出すステップ繰り返しの後半では、前記三次元基準暫定ステム残留部の重心と前記三次元仮想窄孔の骨端領域側開口の図心とを結ぶ線に沿って三次元基準暫定ステム残留部の重心をステップごとに姿勢は維持したままで移動させ、その時点の三次元基準暫定ステム残留部の内側縁線および前側縁線における骨幹領域側端点と外側縁線および後側縁線における骨幹領域側端点の占拠位置を演算する。

【0020】

前記内外側縁線包含面内小円弧の半径は、前記三次元仮想窄孔の内側縁線上にある骨端領域側端点および骨幹領域側端点と、この両点を結ぶ直線に平行する線が内側縁線と接する内側縁線最内方突出点42との三点を通る内側縁線擬似円弧の半径に等しく、

20

前記前後側縁線包含面内小円弧の半径は、前記三次元仮想窄孔の前側縁線上にある骨端領域側端点および骨幹領域側端点と、この両点を結ぶ直線に平行する線が前側縁線と接する前側縁線最内方突出点との三点を通る前側縁線擬似円弧の半径に等しくされる。

【0021】

前記内外側縁線包含面内大円弧の半径は、内外方向基準点を通過する内外側縁線包含面内基準円弧の半径と前記内外側縁線包含面内小円弧の半径との差を、内外側縁線包含面内基準円弧の半径に加えた長さとしてされ、前記前後側縁線包含面内大円弧の半径は、前後方向基準点を通過する前後側縁線包含面内基準円弧の半径と前記前後側縁線包含面内小円弧の半径との差を、前後側縁線包含面内基準円弧の半径に加えた長さとしてされる。

30

【0022】

前記内外方向基準点は、前記内側縁線擬似円弧の中心点と内側縁線最内方突出点とを結んだ線が外側縁線と交差する点と内側縁線最内方突出点を結ぶ線の midpoint で与えられ、

前記前後方向基準点は、前記前側縁線擬似円弧の中心点と前側縁線最内方突出点とを結んだ線が後側縁線と交差する点と前側縁線最内方突出点を結ぶ線の midpoint で与えられる。

【0023】

前記直結線分と前記内外方向基準点との間に定められた内外方向代替基準点の直結線分からの距離に対する直結線分から前記内外方向基準点までの距離の比を内外方向面内曲げ比とし、前記直結線分と前記前後方向基準点との間に定められた前後方向代替基準点の直結線分からの距離に対する直結線分から前記前後方向基準点までの距離の比を前後方向面内曲げ比としておき、

40

- = 0 であり、 = 0 であるケース
- = 0.5 であり、 = 0 であるケース
- = 1 であり、 = 0 であるケース
- = 0 であり、 = 0.5 であるケース
- = 0.5 であり、 = 0.5 であるケース
- = 1 であり、 = 0.5 であるケース
- = 0 であり、 = 1 であるケース
- = 0.5 であり、 = 1 であるケース

50

$= 1$ であり、 $= 1$ であるケースの9ケースの全部もしくは一部につき、前記最終外形を有した基準ステムおよび代替ステムと同じ形状同じ寸法とした仮想ラスプを三次元仮想窄孔へ順次押し込んだときの位置と姿勢の変遷を演算するようにする。

【0024】

仮想ラスプを三次元仮想窄孔に押し込む前記ケースを確認したあと、前記内外方向面内曲げ比と前後方向面内曲げ比とを執刀医の所望する値に変更し、

当該により得られる内外方向再代替基準点を前記内外方向基準点とみなすととも当該により得られる前後方向再代替基準点を前記前後方向基準点とみなして、前記基準ステムに相当する再代替ステムの最終外形を求め、

その最終外形を有した再代替ステムを前記三次元仮想窄孔へ前記ステップの逆をたどって順次押し込むたびの各ステムの位置と姿勢の情報を演算し、その最終外形を有した再代替ステムと同じ形状同じ寸法とした再仮想ラスプを三次元仮想窄孔へ順次押し込んだときの位置と姿勢の変遷を演算する。

【0025】

前記三次元仮想窄孔に前記基準ステム、代替ステムもしくは再代替ステムを押し込んだ後に、前記参考線に沿って並ぶステムの各断面におけるフィットアンドフィル（窄孔壁接触率/孔内占有率）を演算しておく。

【発明の効果】

【0026】

本発明によれば、手術が施されるべき大腿骨に形成させる三次元仮想窄孔から、部位により変化する曲率を不変の曲率度に置き替えることによって得られる内外側縁線包含面内暫定窄孔と前後側縁線包含面内暫定窄孔を作る。これらでもってボディ部に四面体を形成させ、かつノーズ部に患者の窄孔の該当部形状をあてがった三次元基準暫定ステムを作る。これと同じ外形を持つ三次元基準暫定窄孔も作って三次元仮想窄孔に代替させる。そして、三次元基準暫定ステムを三次元基準暫定窄孔からステップごとに抜き出し方向の慣性主軸を一致させることによって最も高い重なり性を発揮する演算をするようにしたので、三次元基準暫定ステムの抜き出し位置と姿勢は一義的なものにすることができる。これによって、一つの曲率を持つ三次元基準暫定ステムに対する演算が可能となる。得られた三次元基準暫定ステムの位置と姿勢を三次元仮想窄孔と同じ外形を持つ三次元仮想ステムに適用し、三次元仮想ステムが抜き出されるたびに三次元仮想窄孔壁と干渉する部位を見出し、干渉部位を三次元基準暫定ステムから切除するようにしたので、三次元仮想窄孔の形状を実際の窄孔に当て嵌めても、ボディ部では高いフィル率を、ノーズ部では高いフィット率の基準ステムを得ることができる。

【0027】

内外側縁線包含面内暫定窄孔と前後側縁線包含面内暫定窄孔に異なる曲率をあてて同様の演算をすれば、基準ステムに代わる代替ステムを得ることができ、これを幾種類か得れば、曲率の違いによるステムの位置と姿勢の変遷の傾向を執刀医に提示することができる。執刀医は自己の操作方針に近いステムを選択できるようになる。これによって採用したいステムの曲率の絞り込みが迅速かつ容易になされる。執刀医はステムの位置と姿勢の変遷を静止画や連続画像で視覚的に把握したり、演算データに基づいてステムと大腿骨の模擬品をプラスチック材などで造形すれば、挿入プロセスを触覚的に実践して、手術に臨むことができる。手術におけるラスプは採用ステムと略同形であるから、ラスプ操作上の不安は払拭され、手術時間の短縮も図られる。

【0028】

三次元基準暫定窄孔から三次元基準暫定ステムを繰り返し抜き出させるステップ繰り返しの後半では、三次元基準暫定ステム残留部の重心と三次元仮想窄孔の骨端領域側開口の図心とを結ぶ線に沿って三次元基準暫定ステム残留部の重心をステップごとに姿勢は維持したままで移動させるようにした。したがって、ステップごとの三次元基準暫定ステム残留部の内側縁線および前側縁線における骨幹領域側端点と外側縁線および後側縁線にお

10

20

30

40

50

る骨幹領域側端点の占拠位置の変遷値を三次元仮想ステムに適用して三次元仮想窄孔内を移動させると、三次元仮想ステムは三次元仮想窄孔から抜け出るとき三次元仮想ステムの先端は必ず骨端領域側開口の図心を通ることになる。したがって、執刀医は違和感なくラスプを骨端領域側開口の略中心に臨ませてから窄孔を始めることができる。

【 0 0 2 9 】

内外側縁線包含面内小円弧の半径を、三次元仮想窄孔の内側縁線上にある骨端領域側端点および骨幹領域側端点と、この両点を結ぶ直線に平行する線が内側縁線と接する内側縁線最内方突出点との三点を通る内側縁線擬似円弧の半径に等しくし、前後側縁線包含面内小円弧の半径を、三次元仮想窄孔の前側縁線上にある骨端領域側端点および骨幹領域側端点と、この両点を結ぶ直線に平行する線が前側縁線と接する前側縁線最内方突出点との三点を通る前側縁線擬似円弧の半径に等しくしておけば、内外側縁線包含面内基準円弧と前後側縁線包含面内基準円弧の曲率を最大にしておくことができる。それ以上に曲率の大きい基準円弧の作成が排除されるから、三次元基準暫定ステム以降における対象大腿骨から逸脱した演算の無駄を予め取り除いておくことができる。

10

【 0 0 3 0 】

内外側縁線包含面内大円弧の半径を、内外方向基準点を通過する内外側縁線包含面内基準円弧の半径と内外側縁線包含面内小円弧の半径との差を、内外側縁線包含面内基準円弧の半径に加えた長さとし、前後側縁線包含面内大円弧の半径を、前後方向基準点を通過する前後側縁線包含面内基準円弧の半径と前後側縁線包含面内小円弧の半径との差を、前後側縁線包含面内基準円弧の半径に加えた長さとしておけば、三次元基準暫定ステムの位置と姿勢の変遷値を演算する際に、ステムが形成される余地のない大転子内の空間を含めた演算を予め排除して、演算の無駄を省くようにしておくことができる。

20

【 0 0 3 1 】

内外方向基準点は、内側縁線擬似円弧の中心点と内側縁線最内方突出点とを結んだ線が外側縁線と交差する点と内側縁線最内方突出点を結ぶ線の中点で与えられ、前後方向基準点は、前側縁線擬似円弧の中心点と前側縁線最内方突出点とを結んだ線が後側縁線と交差する点と前側縁線最内方突出点を結ぶ線の中点で与えるようにしておくと、骨端領域側開口の図心と骨幹領域側開口の図心との中間位置にあって内側縁線までの距離と外側縁線までの距離が略等しくなる内外方向基準点、および骨端領域側開口の図心と骨幹領域側開口の図心との中間位置にあって前側縁線までの距離と後側縁線までの距離が略等しくなる前後方向基準点を容易に与えることができる。しかも、対象大腿骨から演算上大転子を排除しておくことが容易となる。

30

【 0 0 3 2 】

直結線分と内外方向基準点との間に定められた内外方向代替基準点の直結線分からの距離に対する直結線分から内外方向基準点までの距離の比を内外方向面内曲げ比 とし、直結線分と前後方向基準点との間に定められた前後方向代替基準点の直結線分からの距離に対する直結線分から前後方向基準点までの距離の比を前後方向面内曲げ比 としておけば、 $0 \leq \text{曲率} < 1$ 、 $0 \leq \text{曲率} < 1$ 内の数値の選択によって、曲率 0 のステムから曲率最大のステムまでを、基準ステムや代替ステムとして例示したい曲率ごとに作成することができる。ステムの典型的な幾つかの曲率の各ケースにつき、それぞれのステムと窄孔の形状と寸法ならびにステップごとのステムの挿入位置と姿勢を例示して執刀医に提供することになるから、押し込み時の挙動の傾向を把握したうえで執刀医は自己の要望の方向性を定めやすく、それを踏まえた要望を促してそれを反映させた変形例を得る機会を作る。

40

【 0 0 3 3 】

仮想ラスプを三次元仮想窄孔に押し込む各ケースから内外方向面内曲げ比 や前後方向面内曲げ比 の違いによるステムの挙動傾向を確認したあと、執刀医は自己の技量や大腿骨の現状を勘案した操作方針に近いステムを参考にして や を少し変え、執刀医が理想としまたは理想に近づけた再代替ステムを得ることができる。ステップごとのそのステムの位置や姿勢の変遷を手術前に得ておくこともできるから、理想への近づき方の善し悪しも熟知して手術に臨むことができる。

50

ステムの典型的な幾つかの曲率の各ケースにつき、それぞれのステムと窄孔の形状と寸法ならびにステムのステップごとの挿入位置と姿勢を例示して執刀医に提供することになるから、押し込み時の挙動の傾向を把握したうえで執刀医は自己の要望の方向性を定めやすく、それを踏まえた要望を反映させた変形例を得やすくする。

【0034】

三次元仮想窄孔に基準ステム、代替ステムもしくは再代替ステムを押し込んだ後に、参考線に沿って並ぶステムの各断面におけるフィットアンドフィル（窄孔壁接触率/孔内占有率）を演算しておけば、各押し込みケースの位置と姿勢に加えて、ボーングロースによる固定期間の長短や、荷重伝達部位でのフィットアンドフィルの高低を知っておくことができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】本発明に係るセメントレス型人工股関節用ステムの形状決定法により得られるステムの挿入または抜き出し形態、およびステムに与える位置と姿勢の情報群

【図2】大腿骨からの窄孔取得準備のための座標どり説明図。

【図3】演算用の窄孔およびステムのダミー

【図4】大腿骨からの窄孔取得準備のための座標どり説明図。

【図5】大腿骨からの窄孔取得準備のための座標どり説明図。

【図6】大腿骨からの窄孔取得準備のための座標どり説明図。

【図7】大腿骨からの窄孔取得準備のための座標どり説明図。

20

【図8】窄孔とステムの演算モデル

【図9】窄孔とステムの演算モデル

【図10】窄孔とステムの演算モデル

【図11】窄孔とステムの演算モデル

【図12】ステムの成形データ取得図。

【図13】図12に続く成形データ取得図。

【図14】図13に続く成形データ取得図。

【図15】ステムの処理図。

【図16】ステムの外形決定図。

【図17】大腿骨からの窄孔取得準備のための座標どり説明図。

30

【図18】大腿骨からの窄孔取得準備のための座標どり説明図。

【図19】大腿骨からの窄孔取得準備のための座標どり説明図。

【図20】大腿骨からの窄孔取得準備のための座標どり説明図。

【図21】大腿骨からの窄孔取得準備のための座標どり説明図。

【図22】曲率を違えたステムの提示一覧。

【図23】フィットアンドフィルの説明図。

【図24】ステムの移動要領図。

【図25】大腿骨からの窄孔取得準備のための座標どり説明図。

【図26】ステムの移動要領図。

【図27】ラスプ操作図。

40

【図28】大腿骨のCT画像処理手順説明図。

【図29】大腿骨からのステム抜き出し説明図。

【符号の説明】

【0036】

1...大腿骨、2...骨端領域、3...骨幹領域、4...窄孔、5...ステム、6...骨髓腔、7...三次元仮想窄孔、8...内側縁線、9...外側縁線、10...前側縁線、11...後側縁線、13...骨端領域側開口、14...骨幹領域側開口、15...三次元基準暫定窄孔、16...内外側縁線包含面内暫定窄孔、17...前後側縁線包含面内暫定窄孔、18...三次元基準暫定ステム、19...内外側縁線包含面内基準円弧、20...前後側縁線包含面内基準円弧、21...内側縁線疑似円弧、22...前側縁線疑似円弧、25...ラスプ、25...内外側縁線包含面内小円

50

弧、26...内外側縁線包含面内大円弧、27...前後側縁線包含面内小円弧、28...前後側縁線包含面内大円弧、29...四面体、30...略円柱形、31...三次元仮想ステム、32...ボディ部、33...ノーズ部、34...骨幹領域側部位、35...三次元基準暫定ステム残留部、36...慣性主軸、37...骨幹領域側部位、38...三次元基準暫定窄孔残留部、39...慣性主軸、40...矢印、41...変遷値、42...大転子、43...逸脱部、44...基準ステム、45...完成ステム、46...ラスポ、46a...ノーズ部、47...連続画像、51...直結線分、52...内外側縁線包含面内代替基準円弧、53...内外側縁線包含面内代替小円弧、m...開口角度、n...開口角度、H...図心、J...図心、Ls...ステム長さ、F...内外方向基準点、Fr...前後方向基準点、Gs...重心、Gh...重心、

D...中心点、C...内側縁線最内方突出点、E...交差する点、Dr...中心点、Cr...前側縁線最内方突出点、Er...交差する点、A...骨端領域側端点、B...骨幹領域側端点、Gr...骨端領域側端点、Err...交差する点、L...小円弧終了点、M...大円弧終了点、B, Br, I, Ir...骨幹領域側端点(占拠位置)、Fa, Fb...内外方向代替基準点、

【発明を実施するための最良の形態】

【0037】

以下に、本発明に係るセメントレス型人工股関節用ステムの形状決定法を、図面に基いて詳細に説明する。図1の(a)は、大腿骨1の骨端領域2から骨幹領域3に向けて形成した窄孔4に、ボーングロースによって大腿骨との結合力を発生させるにふさわしいセメントレス型人工股関節用ステム5を挿入している様子もしくは抜き出している様子の連続画である。

【0038】

補綴すべき大腿骨1からは、図30のところで述べた要領によって三次元画像を得る。この画像から大腿骨に窄孔を形成するための骨質組織部の限界厚みを見い出す。これをもとにして、骨髓腔6に至る図2に示した三次元仮想窄孔7の形状を演算する。その際に、図2の(a)に示す仮想窄孔7の左右方向断面の輪郭を形成する内側縁線8および外側縁線9の座標、および図2の(b)に示す前後方向断面の輪郭を形成する前側縁線10および後側縁線11の座標も求めておく。

【0039】

次に、図26で説明したように損壊した箇所を切除すべく骨切り位置を定め、そこにステムの挿入を可能にする開口を形成する。そのために、図2の(a)に示すように、大腿骨1の長手方向に準ずる方向に沿う参考線12が設定される。これを基準にして定めた骨端領域側開口13の位置と開口角度mとから、三次元仮想窄孔7における開口13の形状とその図心Hの位置を演算する。さらに、この大腿骨1に適用すべきステム長さLsと骨幹領域側の開口角度nとから、三次元仮想窄孔7における骨幹領域側開口14の形状とその図心Jの位置も演算する。なお、参考線12としては、例えば直立したときの身体の上に延びる軸線と与えられる。

【0040】

ここで、図3の(f)に示す三次元基準暫定窄孔15を作成すべく、図3の(a)に示す内外側縁線包含面内暫定窄孔16と図3の(b)に示す前後側縁線包含面内暫定窄孔17とが予め規定される。三次元基準暫定窄孔15とは、部位によって違った曲率を持つ複雑な形状の三次元仮想窄孔7を、窄孔の全体形状の特性を残したうえで曲率が単一に置き替えられてたものであり、抜き出しステップごとのステムの位置と姿勢の一義化を図ることができるようにした演算上の代用窄孔である。ちなみに、図3の(f)は三次元基準暫定窄孔15のみならず、それと同形の三次元基準暫定ステム18をも表している。

【0041】

上記の内外側縁線包含面内暫定窄孔16は、図3の(d)に示すように、三次元基準暫定窄孔15の左右方向における内側縁線8Aと外側縁線9Aを含む面で切った窄孔の断面図であり、前後側縁線包含面内暫定窄孔17は前後方向における前側縁線10Aと後側縁線11Aを含む面で切った窄孔の断面図である。これを後述するように配置すれば、三次元基準暫定窄孔15を形成させることができる。この三次元基準暫定窄孔を代用すること

10

20

30

40

50

によって、演算自体を実行可能なものにし、かつパソコンでも数時間程度で完了させることができる演算にとどめておくことができるようになる。

【 0 0 4 2 】

内外側縁線包含面内暫定窄孔 1 6 および前後側縁線包含面内暫定窄孔 1 7 を作るために、図 4 の (a) に示した内外方向基準点 F_i を通過する内外側縁線包含面内基準円弧 1 9 と、図 5 の (a) に示した前後方向基準点 F_r を通過する前後側縁線包含面内基準円弧 2 0 とが演算される。なお、内外方向基準点 F_i には、図 6 の (a) に示すように、骨端領域側開口 1 3 と骨端領域側開口 1 4 との上下方向の中間位置にあって内側縁線 8 までの距離と外側縁線 9 までの距離 a が略等しくなる位置があてられる。前後方向基準点 F_r には、図 7 に示すように、骨端領域側開口 1 3 と骨端領域側開口 1 4 との上下方向の中間位置にあって前側縁線 1 0 までの距離と後側縁線 1 1 までの距離が略等しくなる位置があてられる。

10

【 0 0 4 3 】

本例では窄孔の曲がりを反映させておくため、内外方向基準点 F は、図 6 の (b) にあるように、次に詳しく述べる内側縁線擬似円弧 2 1 の中心点 D と内側縁線最内方突出点 C とを結んだ線が外側縁線 9 と交差する点 E と内側縁線最内方突出点 C を結ぶ線の midpoint で与えられる。前後方向基準点 F_r は、図 5 の (a) にあるように、前側縁線擬似円弧 2 2 の中心点 D_r と前側縁線最内方突出点 C_r とを結んだ線が後側縁線 1 1 と交差する点 E_r と前側縁線最内方突出点 C_r を結ぶ線の midpoint で与えられる。ただし、点 E_r が小転子 2 3 内に位置する場合は前後方向基準点 F_r は後側に寄りすぎるため、前側縁線 1 0 上にある骨端領域側端点 A および骨幹領域側端点 B とを結ぶ直線に平行して後側縁線 1 1 上の骨端領域側端点 G_r を通る線が、後側縁線 1 1 と交差する点 E_{rr} で代用しておくことが好ましい。この小転子 2 3 の存在を無視させるためにはやむを得ないが、前後側縁線包含面内暫定窄孔 1 7 の曲がり特性を残しておく意味で却って好ましいと言える。

20

【 0 0 4 4 】

上記の内側縁線擬似円弧 2 1 とは、図 6 の (a) に示すごとく、三次元仮想窄孔 7 の内側縁線 8 上にある骨端領域側端点 A および骨幹領域側端点 B と、この両点を結ぶ直線に平行する線が内側縁線 8 と接する内側縁線最内方突出点 C との三点を通るものである。前側縁線擬似円弧 2 2 とは、図 7 に示すごとく、三次元仮想窄孔 7 r の前側縁線 1 0 上にある骨端領域側端点 A および骨幹領域側端点 B と、この両点を結ぶ直線に平行する線が前側縁線 1 0 と接する前側縁線最内方突出点 C_r との三点を通るものである。これらの擬似円弧は大腿骨の曲率が最も大きい箇所のところにあるもので、これ以上の曲率は内外側縁線包含面や前後側縁線包含面に存在しないから、窄孔に曲率を最も大きく与えるとしても、この内側縁線擬似円弧 2 1 や前側縁線擬似円弧 2 2 を伴う三次元基準暫定窄孔 1 5 (図 3 の (f) を参照) までを演算の対象にしておけばよいことになる。

30

【 0 0 4 5 】

上記した内外側縁線包含面内暫定窄孔 1 6 は図 4 の (b) に示すもので、図 4 の (a) に表したように、内外側縁線包含面内基準円弧 1 9 と同心をなし、この基準円弧の半径より短く、内側縁線 8 の骨端領域側端点 A までの距離より長い半径 R_o を持つ内外側縁線包含面内小円弧 2 5 と、基準円弧 1 9 と同心をなし、その基準円弧の半径より長く、外側縁線 9 の骨端領域側端点 G までの距離より短い半径 $R_o + 2b$ を持つ内外側縁線包含面内大円弧 2 6 と、小円弧 2 5 が内側縁線 8 と交差する小円弧終了点 L から内側縁線 8 上にある骨幹領域側端点 B に至るまでの内側縁線 8 と、大円弧 2 6 が外側縁線 9 と交差する大円弧終了点 M から外側縁線 9 上にある骨幹領域側端点 I に至るまでの外側縁線 9 と、で囲まれる三次元仮想窄孔 7 内に形成される。

40

【 0 0 4 6 】

上記した前後側縁線包含面内暫定窄孔 1 7 は図 5 の (b) に示すもので、図 5 の (a) に表したように、前後側縁線包含面内基準円弧 2 0 と同心をなし、その基準円弧の半径より短く、前側縁線 1 0 の骨端領域側端点 A_r までの距離より長い半径を持つ前後側縁線包含面内小円弧 2 8 と、基準円弧 2 0 と同心をなし、その基準円弧の半径より長く、後側縁

50

線 1 1 の骨端領域側端点 G_r までの距離より短い半径を持つ前後側縁線包含面内大円弧 2 9 と、小円弧 2 8 が前側縁線 1 0 と交差する小円弧終了点 L_r から前側縁線 1 0 上にある骨幹領域側端点 B_r に至るまでの前側縁線 1 0 と、大円弧 2 9 が後側縁線 1 1 と交差する大円弧終了点 M から後側縁線 1 1 上にある骨幹領域側端点 I_r に至るまでの後側縁線 1 1 と、で囲まれる三次元仮想窄孔 7 内に形成される。

【 0 0 4 7 】

図 4 の (a) では、内外側縁線包含面内小円弧 2 5 の半径は内側縁線擬似円弧 2 1 の半径に等しく与えられ、図 5 の (a) では、前後側縁線包含面内小円弧 2 7 の半径は前側縁線擬似円弧 2 2 の半径に等しくされる。なお、内外側縁線包含面内小円弧 2 5 の半径は R_0 としておき、それゆえ内外側縁線包含面内基準円弧 1 9 の半径を $R_0 + b$ 、内外側縁線包含面内大円弧 2 6 の半径を $R_0 + 2b$ と与えている。したがって、点 F は依然として内外方向基準点となっている。

10

【 0 0 4 8 】

一方、内外側縁線包含面内大円弧 2 6 の半径は、図 4 に示すように、内外方向基準点 F を通過する内外側縁線包含面内基準円弧の半径と内外側縁線包含面内小円弧 2 5 の半径との差を、内外側縁線包含面内基準円弧の半径に加えた長さとしてされる。図 5 に示すように、前後側縁線包含面内大円弧 2 8 の半径も、前後方向基準点 F_r を通過する前後側縁線包含面内基準円弧の半径と前後側縁線包含面内小円弧 1 8 の半径との差を、前後側縁線包含面内基準円弧の半径に加えた長さとしてされる。このようにしておけば、三次元基準暫定ステム 1 8 の位置と姿勢の変遷値を演算する際に、ステムが形成される余地のない大転子内の空間を含めた演算を予め排除して、演算の無駄を省くことができる。

20

【 0 0 4 9 】

ちなみに、内外側縁線包含面内大円弧 2 6 は外側縁線 9 の骨端領域側端点 G までの距離より短い半径としているが、その円弧 2 6 が外側縁線 9 の骨端領域側端点 G を通る円弧とすることもできる。その場合の内外側縁線包含面内暫定窄孔 1 6 は図 4 の (c) のようになる。図中の点 $O M P G$ で囲まれる領域が付加された窄孔となるが、後述する各ステップにおける演算時間が長くなるようにしておくためには、図 4 の (b) に示した暫定窄孔 1 6 を使用すればよい。曲率一定として演算する趣旨からすれば、点 $O M P G$ で囲まれる領域の付加はほとんど影響しないからである。

【 0 0 5 0 】

30

次に、図 3 の (f) に示す三次元基準暫定ステム 1 8 を作成する。これは、図 3 の (a) の内外側縁線包含面内暫定窄孔 1 6 を図 3 の (d) の前側縁線 1 0 A と後側縁線 1 1 A となるべき位置に相互が対面するように配置し、図 3 の (b) の前後側縁線包含面内暫定窄孔 1 7 を内側縁線 8 A と外側縁線 9 A となるべき位置に相互が対面するように配置した四面体 2 9 として形成される。ただし、図 3 の (e) のように、四面体 2 9 の各小円弧終了点 L, L_i および各大円弧終了点 M, M_i から骨端領域側開口 1 4 までは、三次元仮想窄孔 7 の対応部位と同一形状をなす略円柱形 3 0 があてがわれ、図 3 の (f) のような外形とされる。

【 0 0 5 1 】

三次元基準暫定ステム 1 8 は内外側縁線包含面内基準円弧 1 9 (図 4 を参照) および前後側縁線包含面内基準円弧 2 0 (図 5 を参照) を内在させているから、ステムの内外方向のみならず前後方向における曲がり特性を維持したものであり、三次元仮想窄孔 7 や三次元仮想ステム 3 1 (図示せず) の代用をさせるとしても、この三次元基準暫定ステム 1 8 を三次元基準暫定窄孔 1 5 から抜き出すときのステムの位置と姿勢の変遷はほとんど同じ傾向を呈する。このような三次元基準暫定ステム 1 8 ではボディ部 3 2 が四面体となり、ノーズ部 3 3 には窄孔の該当部形状があてがわれているので、ボディ部では高いフィル率が、ノーズ部では高いフィット率が後述するする基準ステムに付与できることになる。

40

【 0 0 5 2 】

次に、三次元基準暫定ステム 1 8 と同じ外形を持つ三次元基準暫定窄孔 1 5 を作る。この基準暫定窄孔 1 5 から三次元基準暫定ステム 1 8 を、図 8 の (a) や図 9 の (d) に示

50

すように、 $L_s / 40$ の同一量で繰り返し抜き出させるステップごとに三次元基準暫定ステム18の位置と姿勢を演算する。詳しく述べれば、図8のような経緯を踏む。まず、三次元基準暫定ステム18を三次元基準暫定窄孔15から抜き出し、以下の処理を行う。なお、抜き出しステップ数を例えば40とすれば、三次元基準暫定ステム18を三次元基準暫定窄孔15内で $L_s / 40$ ずつ抜き出すことになる。ステム長 L_s が100mmであれば、1ステップで2.5mm上昇する。なお、1ステップごとの三次元基準暫定ステム18の上昇経路については後述する。

【0053】

三次元基準暫定ステム18が三次元基準暫定窄孔15内に納まっている図3の(f)の状態からスタートする。この時点での三次元基準暫定ステム18における内側縁線8Aおよび前側縁線10Aにおける骨幹領域側端点B, B_r、外側縁線9Aおよび後側縁線11Aにおける骨幹領域側端点I, I_rの四つの占拠位置は三次元基準暫定窄孔15と重なっている。図8の(a)は抜き出し高さが $L_s / 40$ となるように三次元基準暫定ステム18を上昇させている。そこで、図8の(b)のように、三次元基準暫定窄孔15と三次元基準暫定ステム18との重なりのない三次元基準暫定ステム18に影を施している骨幹領域側部位34を除去して、図8の(c)のごとくの三次元基準暫定ステム残留部35を作る。それとともに図9の(a)に示すごとく、三次元基準暫定ステム残留部35の重心G_sと慣性主軸36を演算する。三次元基準暫定窄孔15と三次元基準暫定ステム18との重なりのない三次元基準暫定窄孔15に影を施している図8の(c)に示す骨幹領域側部位37を除去した三次元基準暫定窄孔残留部38を図9の(d)のように作る。この状態で、図9の(a)に示すごとくの三次元基準暫定窄孔残留部38の重心G_hと慣性主軸39を演算する。なお、慣性主軸は抜き出し方向のみを表記して、他の向きのものゝ割愛している。

【0054】

次に、図9の(b)に示すように、三次元基準暫定ステム残留部35の重心G_sを、そのステップにおける姿勢を維持した状態で三次元基準暫定窄孔残留部38の慣性主軸39の線上に移すべく、三次元基準暫定ステム残留部35を三次元基準暫定窄孔残留部38に寄せる。図9の(c)に示すように、三次元基準暫定ステム残留部35の抜き出し方向の慣性主軸36が三次元基準暫定窄孔残留部38の慣性主軸39と一致するように、移された重心G_sを中心にして三次元基準暫定ステム残留部35を矢印40方向に回転させる。これによって三次元基準暫定ステム残留部35と三次元基準暫定窄孔残留部38とが最もよく重なった状態となる。

【0055】

このように、三次元基準暫定ステム残留部35が三次元基準暫定窄孔残留部38からはみ出しの少ない姿勢が抜き出されれば、相互干渉は最小に止められることになる。したがって、フィル率を大きくしておくことができる。それはとりわけ四面体となっているボディ部32で発揮される。ちなみに、四面体より骨幹領域側は先に述べたように三次元基準暫定窄孔15の該当部に合わされているから、フィル率が高くなるものの荷重の伝達機能を発揮しない箇所であるから意義は薄い。注目すべきはフィット率が増加して、ステムの姿勢維持能力が大幅に向上する。以上の挙動を二次元的に示したものが図10である。再び三次元基準暫定ステム残留部35の下部に着目し、この時点の骨幹領域側端点B, B_rおよび骨幹領域側端点I, I_rの四つの占拠位置を取得しておく。

【0056】

ところで、ステップの後半部では、三次元基準暫定窄孔残留部38も三次元基準暫定ステム残留部35も図11に示すように短くなってくる。慣性主軸を求めて方向性を見極める演算は、三次元基準暫定窄孔残留部38と三次元基準暫定ステム残留部35が抜き出し方向に長い物体として把握できる間に限られる。それゆえ、ステップの後半部では慣性主軸のずれを修正する数学的な処理は不可能となる。ところが、幸いにして、その時点では三次元基準暫定ステム残留部35が三次元基準暫定窄孔残留部38の骨端領域側開口13に向かって拡大する空間を移動する。そこで、残留部の縦横比が2程度にまで落ちてくれ

ば、以下の演算に切り替える。

【 0 0 5 7 】

図 1 1 の (b) を参照して、三次元基準暫定ステム残留部 3 5 の重心 G_s と三次元仮想
 窄孔 7 の骨端領域側開口 1 3 の図心 H とを結ぶ線に沿って、三次元基準暫定ステム残留部
 3 5 の重心 G_s を骨端領域側開口 1 3 に到達するまで姿勢は維持したままでステップごと
 に移動させる。もちろん、ステップごとに三次元基準暫定ステム残留部 3 5 の占拠位置と
 して骨幹領域側端点 B , B_r および骨幹領域側端点 I , I_r の四つを取得する。最終ステ
 ップでの占拠位置は必ず骨端領域側開口 1 3 の図心 H を中央にして覆うことになる。これ
 は、執刀医が違和感なくラスプを骨端領域側開口 1 3 の略中心に臨ませてから窄孔を始め
 られることを意味する。そして、しばらくは姿勢を維持したままラスプを押し込むことにな
 るから、押し込みの後半すなわち抜き出しステップの前半部に至るまではラスプの操作
 がシンプルとなる。姿勢を変化させながら海綿質骨を掻きとる操作が必要となる時点では
 ラสปすでに窄孔に深く進出しているから、ラスプに無用の力を加えたとしても押し込み
 経路からの逸脱は可及的に少なくなる。

10

【 0 0 5 8 】

三次元基準暫定窄孔 1 5 内を上昇する三次元基準暫定ステム残留部 3 5 の占拠位置を表
 す四点の B , B_r , I , I_r は、三次元基準暫定ステム 1 8 のそれらの動きを教えるもの
 となる。図 8 の (d) , 図 9 の (d) , 図 1 0 および図 1 1 の全てからデータが蓄積され
 る。四点の占拠位置の変遷は、三次元基準暫定ステム 1 8 の位置と姿勢の変化を特定する
 ことが明らかである。 $L_s / 40$ の上昇を順次たステップ順に積み上げれば、図 1 の (a)
) に示した一連の情報となる。図では点 B と I だけの二次元表示となっているが、1 ステ
 ップで 3 点以上の占拠データを提供しているから、これに基づいてステムを三次元的に動
 かすことができる。なお、図 1 0 中の上段は第 1 ステップを表し、下段は第 2 ステップを
 表す。下段の (g) は上段の (f) と同じもので、下段の変遷を上段から続きとして把握
 しやすくしている。なお、三次元基準暫定窄孔 1 5 を内外側縁線包含面内暫定窄孔 1 6 で
 表し、三次元基準暫定ステム 1 8 は内外側縁線包含面内暫定窄孔 1 6 でもって描かれてい
 る。

20

【 0 0 5 9 】

図 1 2 から図 1 4 は、三次元仮想ステム 3 1 に占拠位置の変遷値 4 1 を適用して三次元
 仮想窄孔 7 から 1 ステップずつ抜き出している状態を表している。なお、表記は単純化さ
 せるため二次元としている。図 1 2 の (a) は、骨影濃度の閾値から定まった骨質組織部
 の限界厚みならびに患者に適用すべきステム長さや骨端領域側開口と骨幹領域側開口の位
 置から得られた三次元仮想窄孔 7 である。図 1 2 の (b) は、三次元仮想窄孔 7 と同じ外
 形を持つ三次元仮想ステム 3 1 である。この仮想ステムに占拠位置の変遷値を適用して三
 次元仮想窄孔 7 内を 1 ステップ移動させたものが図 1 2 の (c) である。同様にして、三
 次元仮想ステム 3 1 が三次元仮想窄孔 7 内を移動する間に干渉しあうことが当然起こる。
 図 1 2 の (c) から図 1 3 の (b) までに三次元仮想ステム 3 1 の一部が三次元仮想窄孔
 7 から逸脱している。あくまでも演算上であるが。

30

【 0 0 6 0 】

図 1 5 には図 1 2 の (c) から図 1 3 の (c) までと、図 1 4 の (c) の 6 つのステ
 ップが並べられている。このように切除の必要な箇所が全て分かると、三次元仮想ステム 3
 1 から計算上除去することができる。記憶値に基づいて干渉部位の全てを除去した三次元
 仮想ステムの干渉なし外形面を演算し、これを滑らかにすべく外形面裏面に内接する面を
 最終外形とする基準ステム 4 4 を求める。図 1 6 の (a) の太い実線部分は干渉部位が除
 去された三次元仮想ステム 3 1 の形状である。大転子 4 2 の箇所だけが切除が目立つが、
 ボディ部 3 2 もノーズ部 3 3 も少しであるが切除されていることは、図 1 5 から分かる
 。図 1 6 の (b) は最終外形の基準ステム 4 4 である。図 1 6 の (c) は球状ヘッドを支
 えるネック、ショルダ、ノーズキャップが取り付けられた完成ステム 4 5 の外形である。
 なお、ネックの方向や長さは骨盤に取り付けられたソケットの位置関係で決められる。
 図 1 6 の (d) には、完成ステム 4 5 を模写したラスプ 4 6 が表されている。ボディ部は

40

50

少し小さく、ノーズ部46aは細くされている。ラスプを海綿質骨に進入させやすくしていることもあるが、ラスプを取り去った窄孔に若干の海綿質骨を残し、最後の一押しによりステムの密着性を高め、座りの向上が図られる。

【0061】

最後に、最終外形を有した基準ステム44を三次元仮想窄孔7へステップの逆をたどっての各ステムの位置と姿勢の情報を演算し、図1の(a)に示す三次元挿入連続画像47を製作して目視確認したり、演算データに基づいてステムと大腿骨の模擬品をプラスチック材などで造形すれば、挿入プロセスを指や手で触覚的に経験してから、手術に臨むことができる。手術におけるラスプは採用ステムと略同形であるから、ラスプ操作上の不安は払拭され、手術時間の短縮も図られる。

10

【0062】

ちなみに、三次元仮想ステム31を三次元仮想窄孔7から抜き出すにあたっては、上昇経路を図23の(a)、(b)、(c)に示したように骨端領域側開口の図心と骨幹領域側開口の図心とを結ぶ線に平行とすればよい。これに代えて(d)、(e)、(f)のように絶対垂直としてもよいし、(g)、(h)、(i)のようにの基準円弧に沿うものであってもよい。な慣性主軸でもって姿勢を制御することになるので、上昇時の経路に違いが生じても、その都度自ずと修正されることになるからである。

【0063】

以上は、図4や図5における内外方向基準点F、Frを通過する内外側縁線包含面内基準円弧19と前後側縁線包含面内基準円弧20をもとにした内外側縁線包含面内暫定窄孔16と前後側縁線包含面内暫定窄孔17から形づくられた三次元基準暫定ステム18に従ったステムの外形決定について述べた。しかし、図17から分かるように内外方向基準点Fより内側にずれた位置の点Faを上記した内外方向基準点Fと見立てて、基準ステムを作ることができる。この図17からも分かるように点Faを通る円弧の曲率は小さくなっている。

20

【0064】

以下に詳しく見る。骨端領域側開口13の図心Hと骨幹領域側開口14の図心Jとを結ぶ直結線分51と内外方向基準点Fとの間に内外方向代替基準点Faを定める。そして、直結線分51と前後方向基準点Frとの間に前後方向代替基準点も定める。内外方向代替基準点Faを内外方向基準点Fとみなすとともに前後方向代替基準点を前後方向基準点Frとみなせば、上記と同様の要領で、内外側縁線包含面内基準円弧19の曲率や前後側縁線包含面内基準円弧20の曲率とは異なる曲率を持った内外側縁線包含面内代替基準円弧52および前後側縁線包含面内代替基準円弧を作ることができる。これらを内在させた三次元代替基準暫定ステムの作成は三次元基準暫定ステム18の場合と同じである。その後のステップごとの占拠位置の演算、この占拠位置を用いての三次元仮想ステム31における三次元仮想窄孔壁との干渉部位の演算と記憶の過程を経れば、基準ステム44に代わる代替ステムの最終外形を求めることができる。

30

【0065】

例えば執刀医が内外方向基準点Fを使用したステムでは窄孔挿入時の曲がり激しいので、緩やかな曲がりのステムを希望した場合には有用なステムとなる。なお、この三次元代替基準暫定ステムを得るにおいては、曲率が小さくなる傾向にあるから、内側縁線擬似円弧21や前側縁線擬似円弧22を導入するに及ばない。したがって、内外側縁線包含面内代替基準円弧52と同心をなす内外側縁線包含面内代替小円弧53は内外側縁線包含面内代替基準円弧52の半径より短く、内側縁線8の骨端領域側端点Aまでの距離より長い半径を持つ円弧としておけばよい。

40

【0066】

ちなみに、図18と図19は、例えば内外方向代替基準点Fbを内外方向基準点Fの反対側に設けた例である。この場合、当然ながら内外側縁線包含面内代替基準円弧52および前後側縁線包含面内代替基準円弧の大腿骨の曲がり特性を無視した大きな曲率を与えることになり、代用ステムの窄孔内での対称性が崩れ、執刀医にとっては扱いにくいステム

50

を生み出してしまうことになる。したがって、内外方向代替基準点は内外方向基準点 F におけるよる曲率が大きくなる範囲で代替ステムを考えるべきであることが分かる。ましてや、図 19 の例では曲がりすぎていて挿入不可なステムになっている。

【 0 0 6 7 】

ところで、内外方向代替基準点 F c を図 20 の (a) のように直結線分 5 1 の上に置いたとすると、内外側縁線包含面内基準円弧を形成するための三点は直線となり、曲率は 0 となる。すなわち、ステムは図 20 の (a) に示したように直線状となる。これを図 20 の (b) のようにしたステムを考えると、背景技術の項の図 26 の (c) で述べたステムであることが分かる。図 21 は内外側縁線包含面内代替基準円弧が内外側縁線包含面内基準円弧とどの程度違えば内外側縁線包含面内暫定窄孔 16 の形がどのように変化するかを見たものである。そこで、直結線分 5 1 と内外方向基準点 F との間に定められた内外方向代替基準点 F a の直結線分 5 1 からの距離に対する直結線分 5 1 から内外方向基準点 F までの距離の比を内外方向面内曲げ比 とし、直結線分 5 1 と前後方向基準点 F r (図 7 を参照) との間に定められた前後方向代替基準点の直結線分からの距離に対する直結線分から前後方向基準点 F r までの距離の比を前後方向面内曲げ比 とする。

10

- = 0 であり、 = 0 であるケース
- = 0 . 5 であり、 = 0 であるケース
- = 1 であり、 = 0 であるケース
- = 0 であり、 = 0 . 5 であるケース
- = 0 . 5 であり、 = 0 . 5 であるケース
- = 1 であり、 = 0 . 5 であるケース
- = 0 であり、 = 1 であるケース
- = 0 . 5 であり、 = 1 であるケース
- = 1 であり、 = 1 であるケース

20

の 9 ケースにつき、基準ステム 4 4 および代替ステムと同じ形状同じ寸法とした仮想ラズプを三次元仮想窄孔へ順次押し込んだときの位置と姿勢の違いを図 22 によって見ることができる。左下の (f) では = 0、 = 0 であり、直線的なステムである。右上の (g) は = 1、 = 1 . 0 であり、最も曲がったステムとなる。それ以外は曲率が中間となる。執刀医はこの 9 ケースのステムの抜き出し時の位置と姿勢の連続図 (例えば図 1 の (a) を参照) を見るなどすれば、自己の方針や流儀に近いものを見いだすことができる。気に入りのものがあればそれを選択すればよい。希望に近い例はあるが、黒い丸点を施した = 0 . 7 5 , = 0 . 7 5 といったケースも見たいということであれば、再計算させることができる。執刀医は操作方針に近いステムを選択するか、異なる曲率を提案して操作方針に合致する再代替ステムを得ることもできるようになる。これによってバラエティの豊富な中から採用したいステムの絞り込みが迅速かつ容易になされるようになる。なお、執刀医の特別希望のステムであっても上記した や で指定することができま限りは上記の説明に準じてステムを演算することができる。その場合は、途中からの演算のし直しということもあり、また再代替品が一つということでもあり、20 分ないし 30 分もあれば提示することができるほどのものである。

30

【 0 0 6 8 】

例えば、内外側縁線包含面内暫定窄孔を作るために、基準円弧と同心の小円弧と大円弧を採用することにしているが、図 25 に表したように円弧を選定してもよい。すなわち、基準円弧は少なくとも骨端領域側開口 1 3 の図心 H と骨端領域側開口 1 4 の図心 J とを通すことにするが、小円弧や大円弧は基準円弧と同心であれば半径の選定は、図 25 の (b) ないし (e) のいずれを採用することにしてもよい。

40

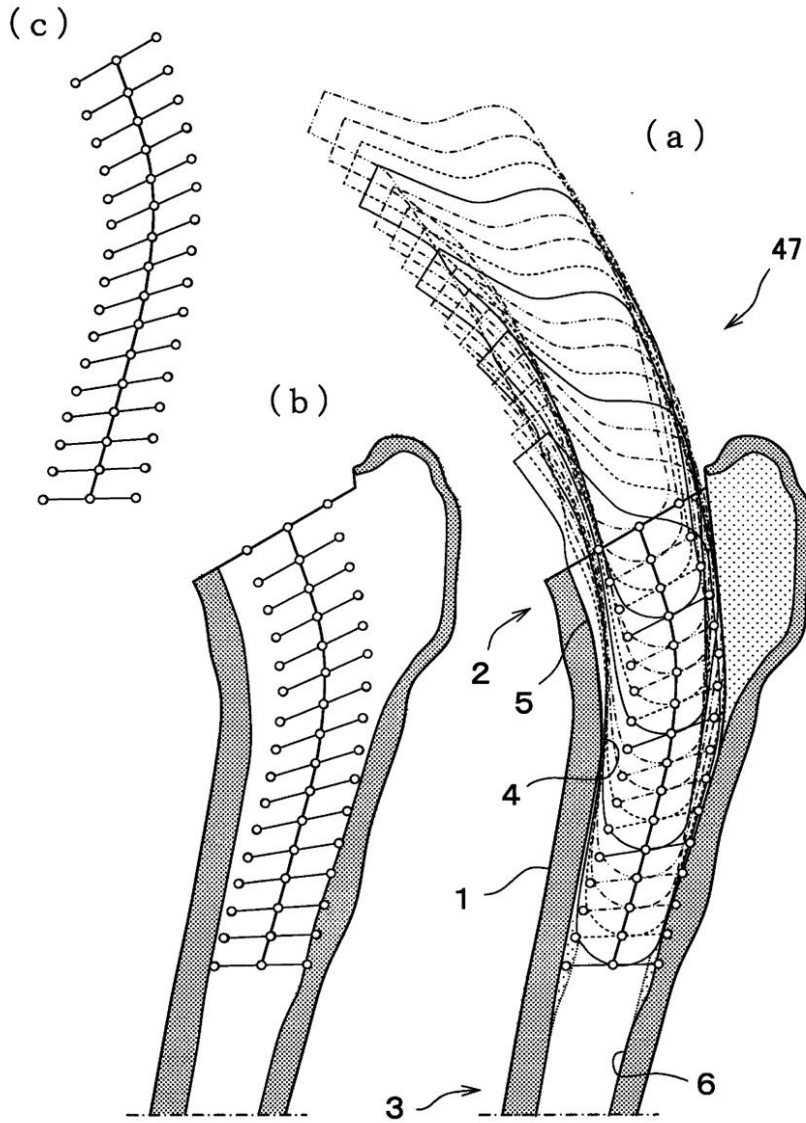
【 0 0 6 9 】

以上の説明から分かるように、大腿骨に形成させる三次元仮想窄孔から、部位により変化する曲率を不変の曲率度に置き替えることによって得られる内外側縁線包含面内暫定窄孔と前後側縁線包含面内暫定窄孔を作る。これらでもってボディ部に四面体を形成させかつノーズ部には患者窄孔の該当部の形状をあてがった三次元基準暫定ステムを作る。これ

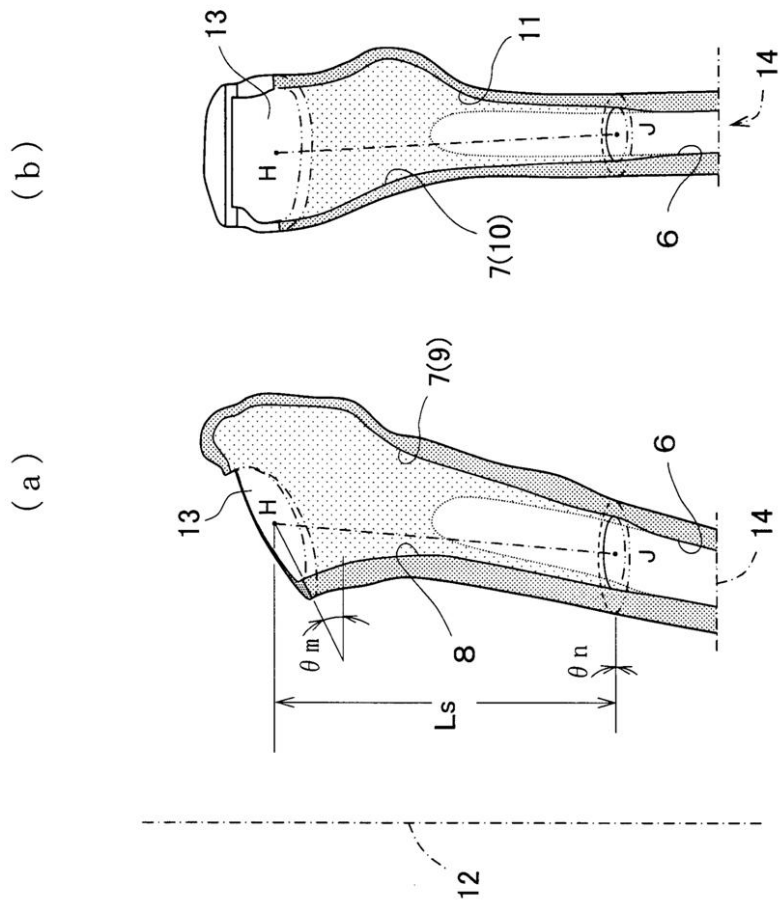
50

と同じ外形を持つ三次元基準暫定窄孔も作って三次元仮想窄孔に代替させる。そして、三次元基準暫定ステムを三次元基準暫定窄孔からステップごとに抜き出し方向の慣性主軸を一致させることによって最も高い重なり性を発揮する演算をするようにしたので、三次元基準暫定ステムの抜き出し位置と姿勢は一義的なものにすることができる。これによって、一つの曲率を持つ三次元基準暫定ステムに対する演算が可能となる。得られた三次元基準暫定ステムの位置と姿勢を三次元仮想窄孔と同じ外形を持つ三次元仮想ステムに適用し、三次元仮想ステムが抜き出されるたびに三次元仮想窄孔壁と干渉する部位を見出し、干渉部位を三次元基準暫定ステムから切除するようにしたので、三次元仮想窄孔の形状を実際の窄孔に当て嵌めても、ボディ部では高いフィル率を、ノーズ部では高いフィット率の基準ステムを得ることができる。

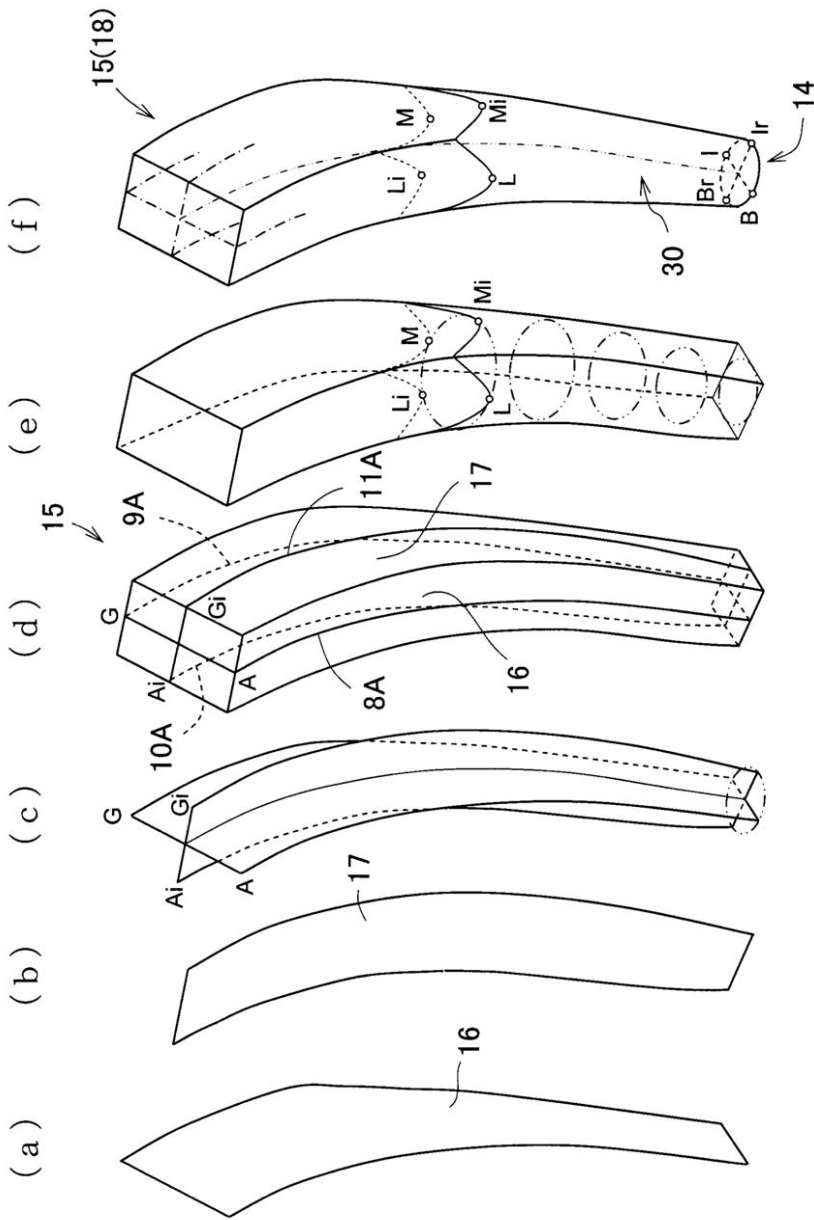
【図1】



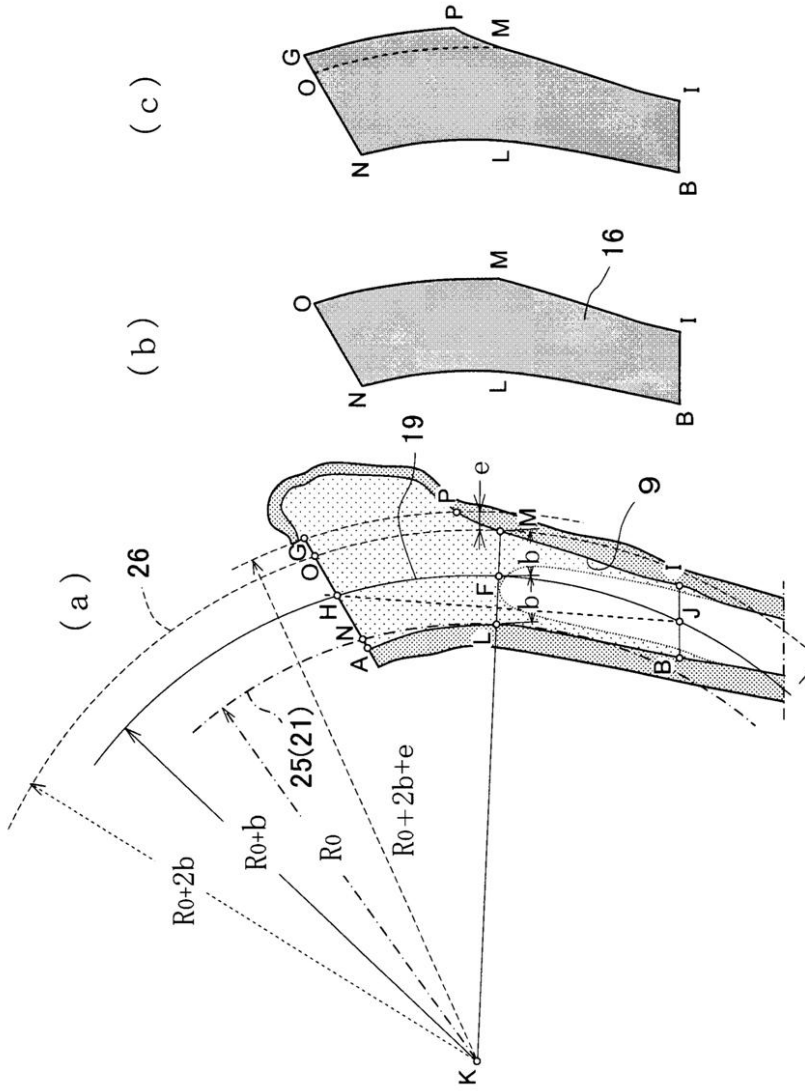
【 図 2 】



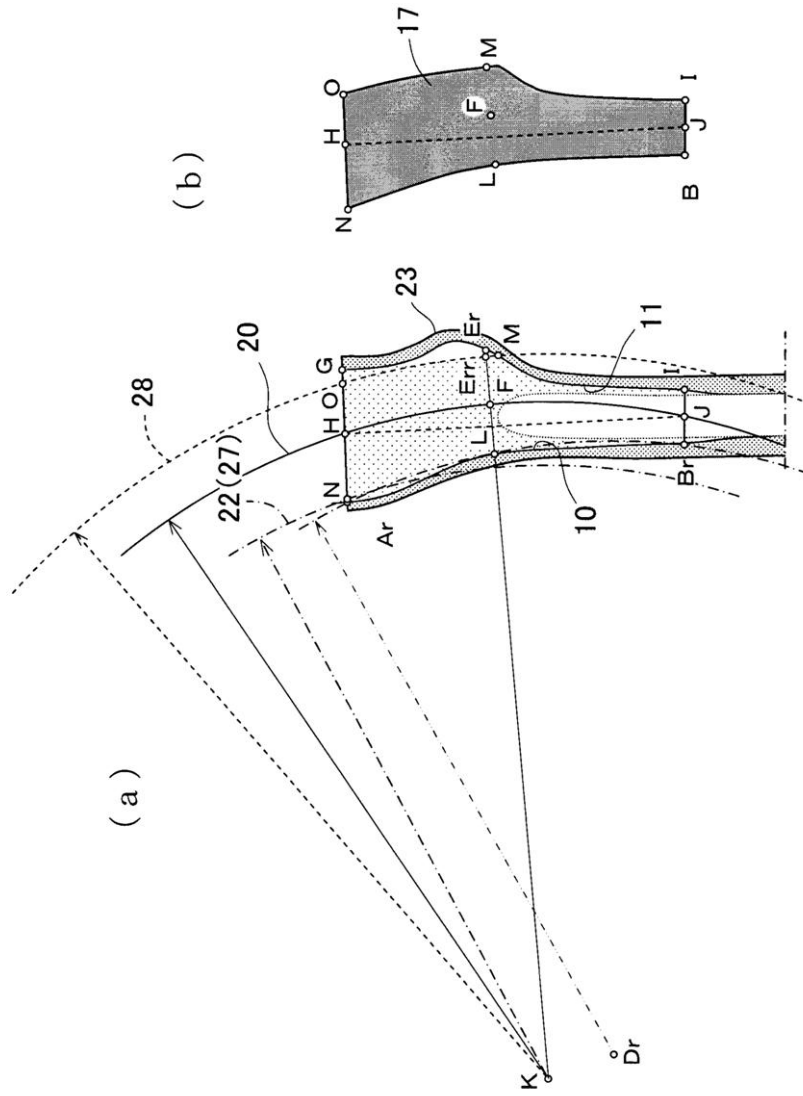
【 図 3 】



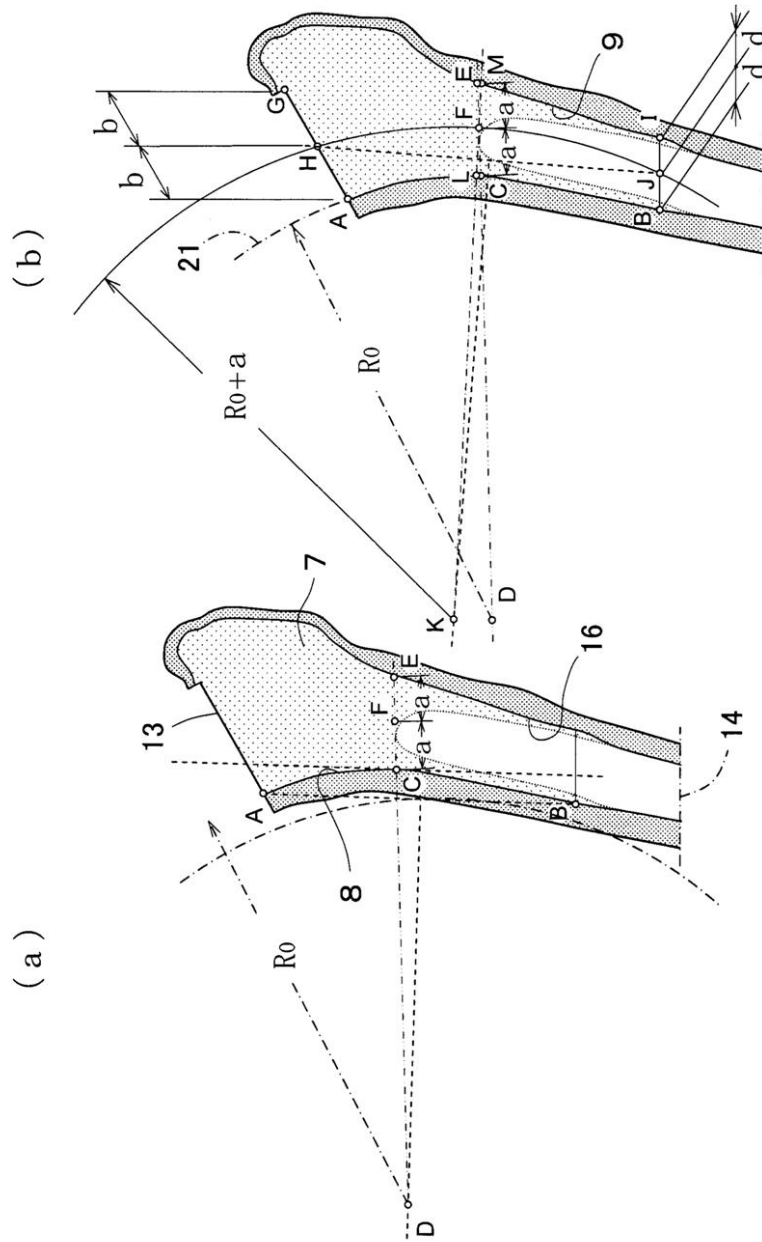
【 図 4 】



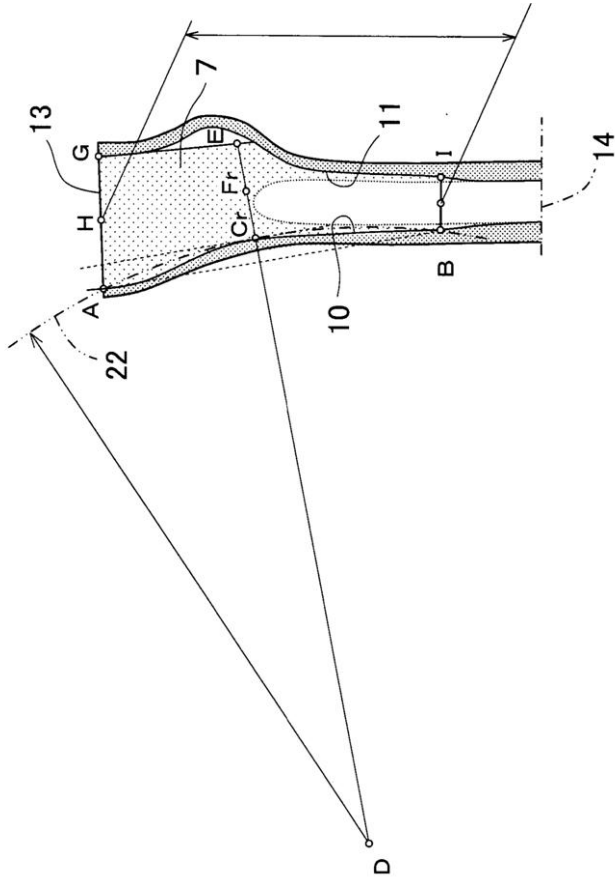
【 図 5 】



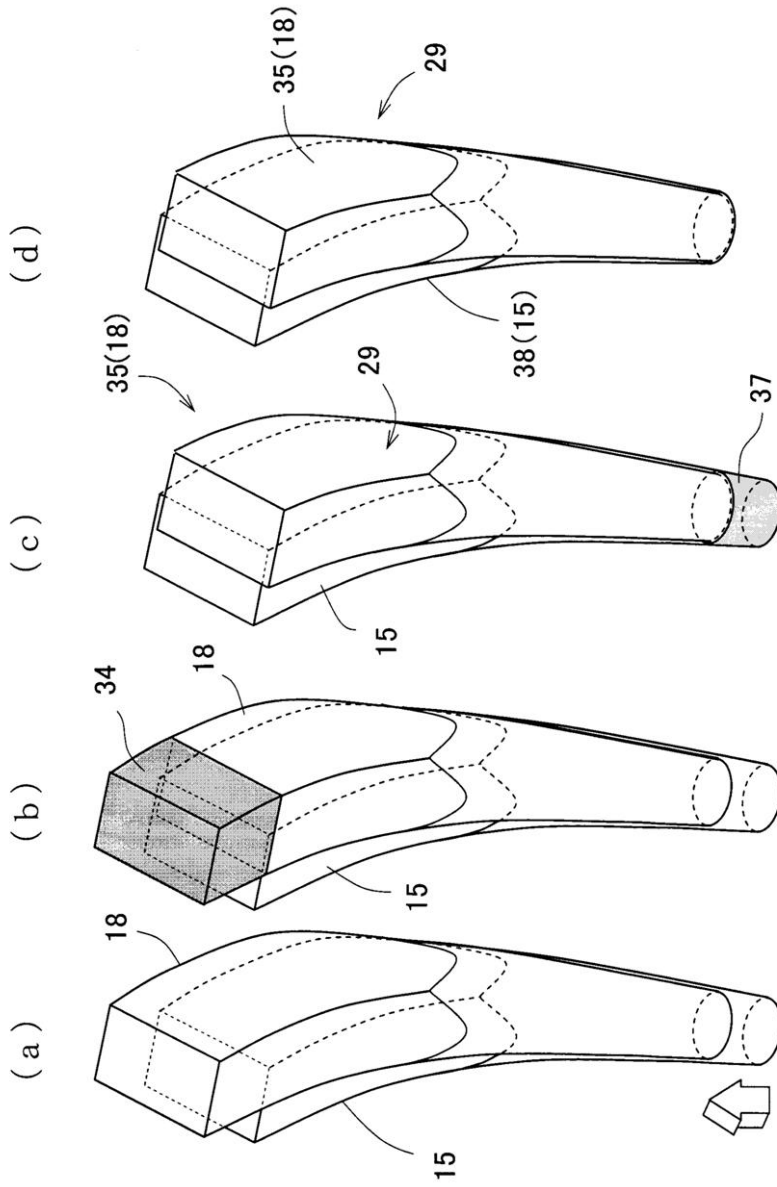
【 図 6 】



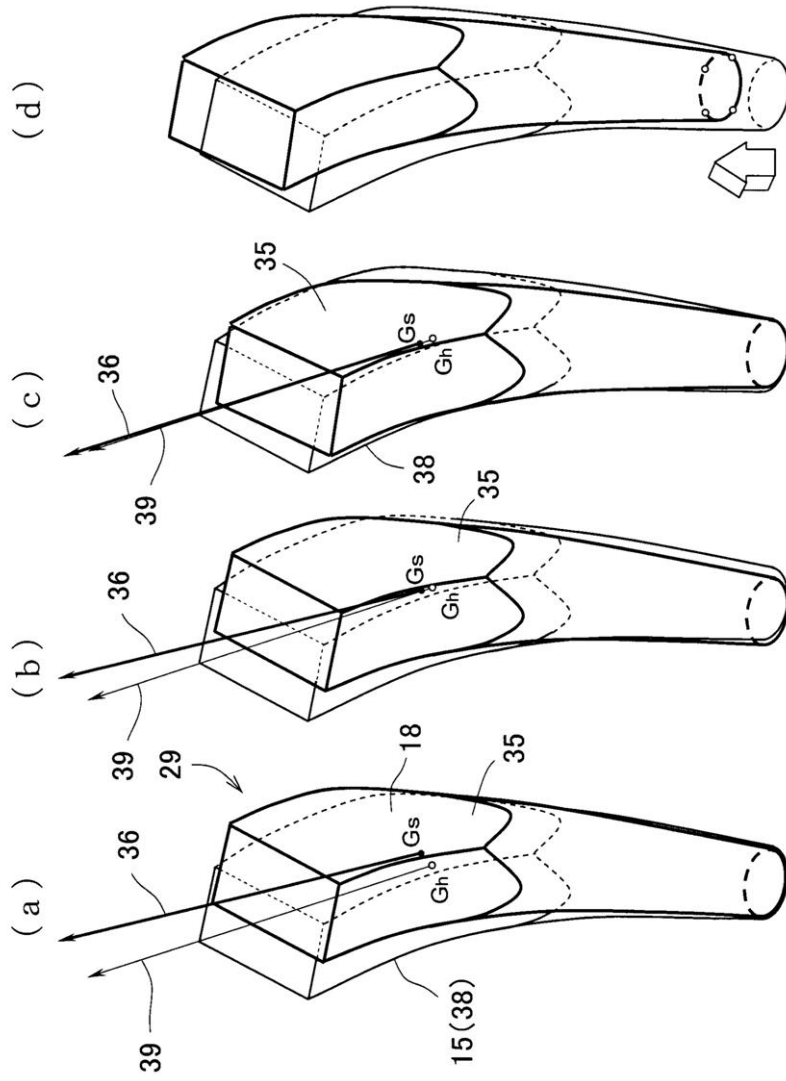
【図7】



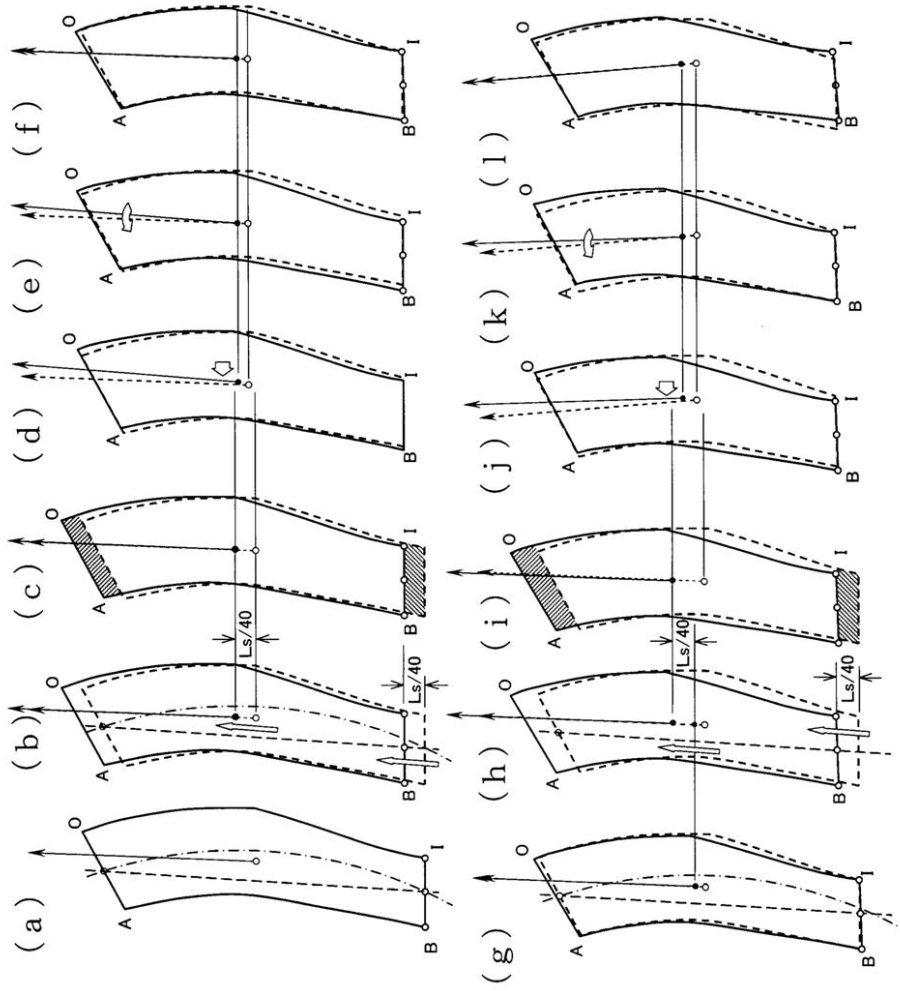
【 8 】



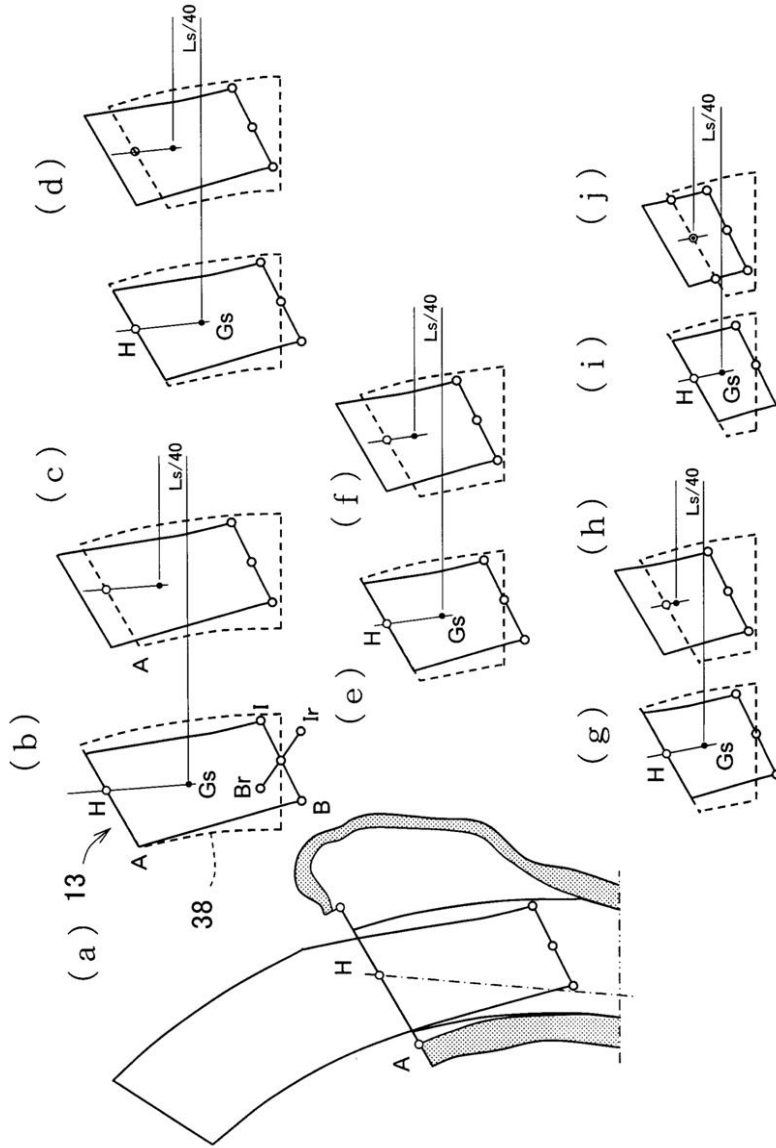
【 図 9 】



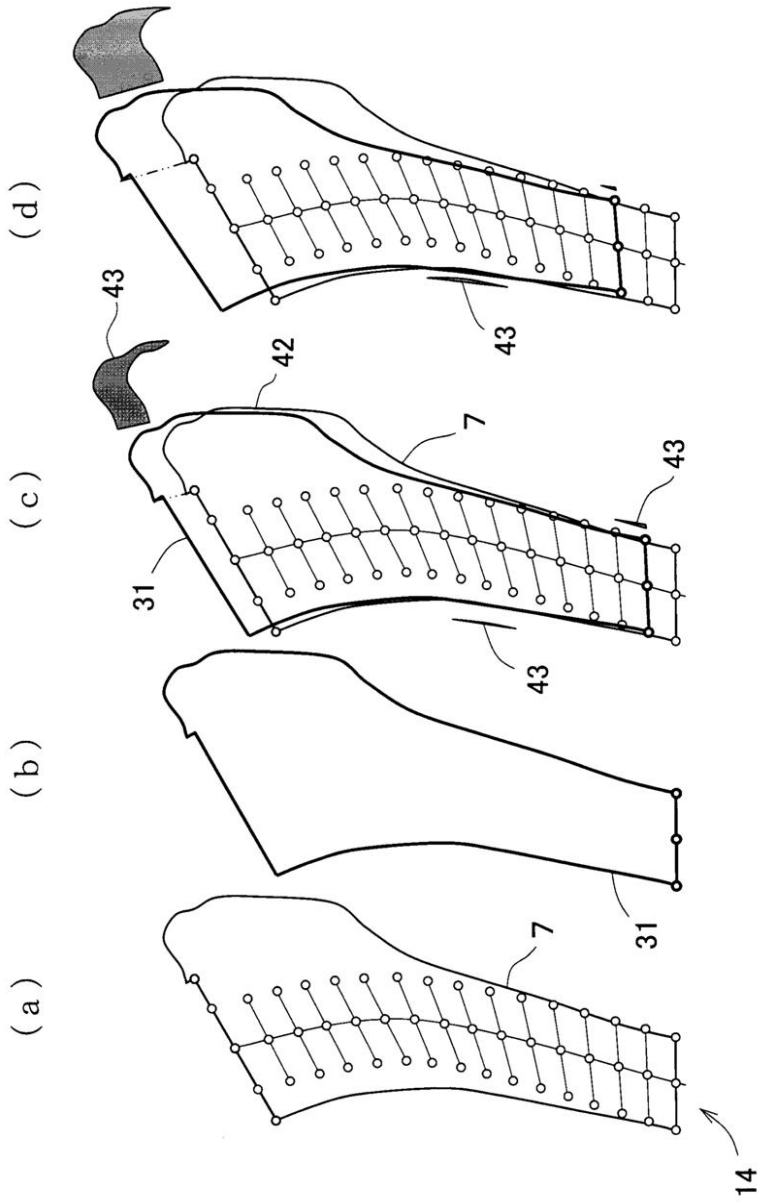
【 図 10 】



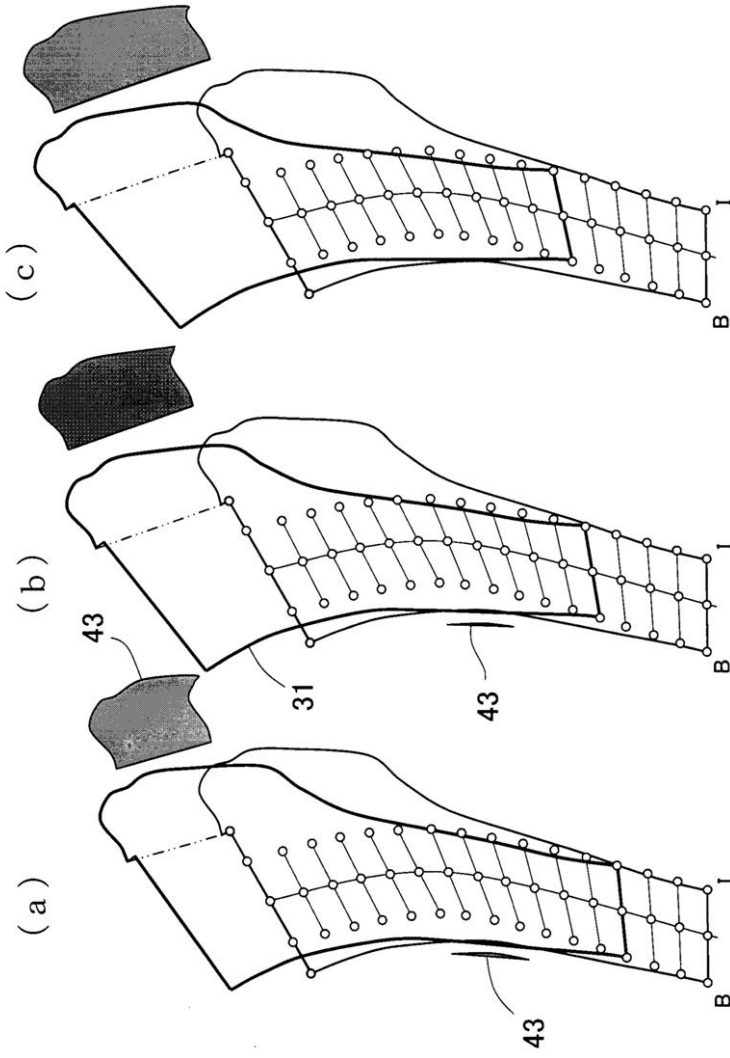
【 図 1 1 】



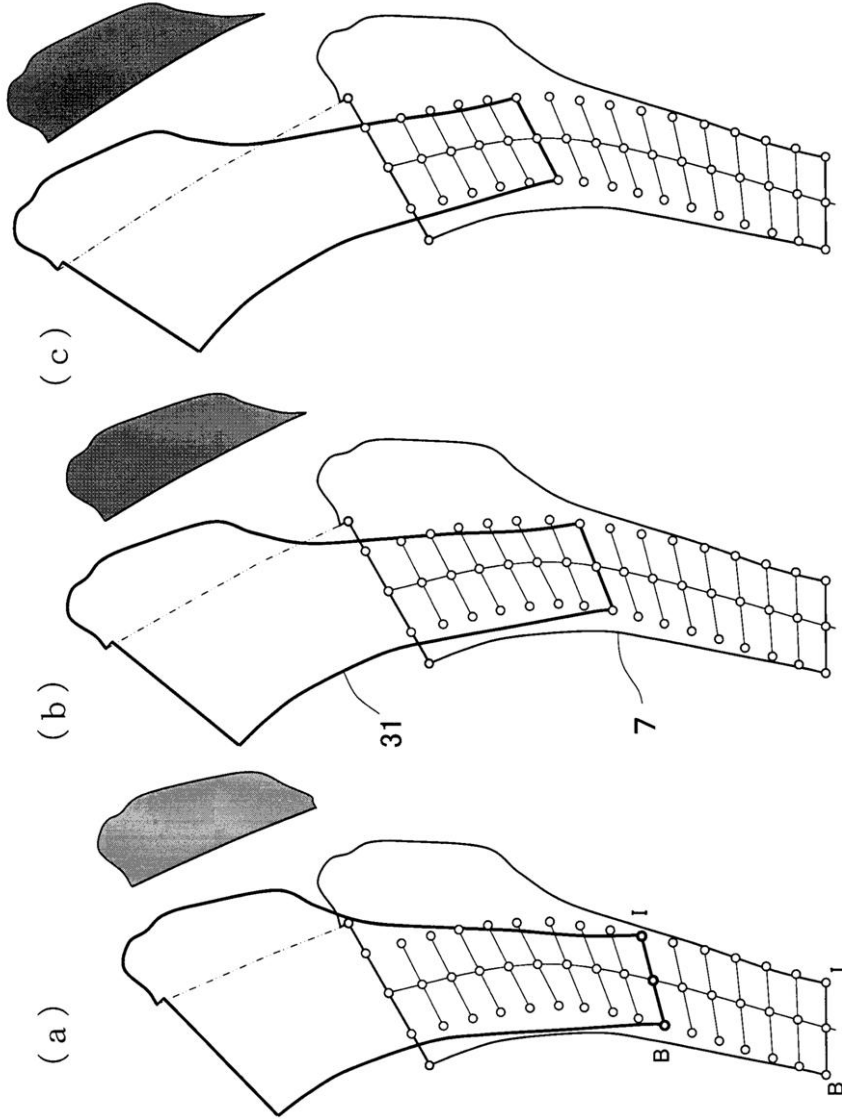
【図 12】



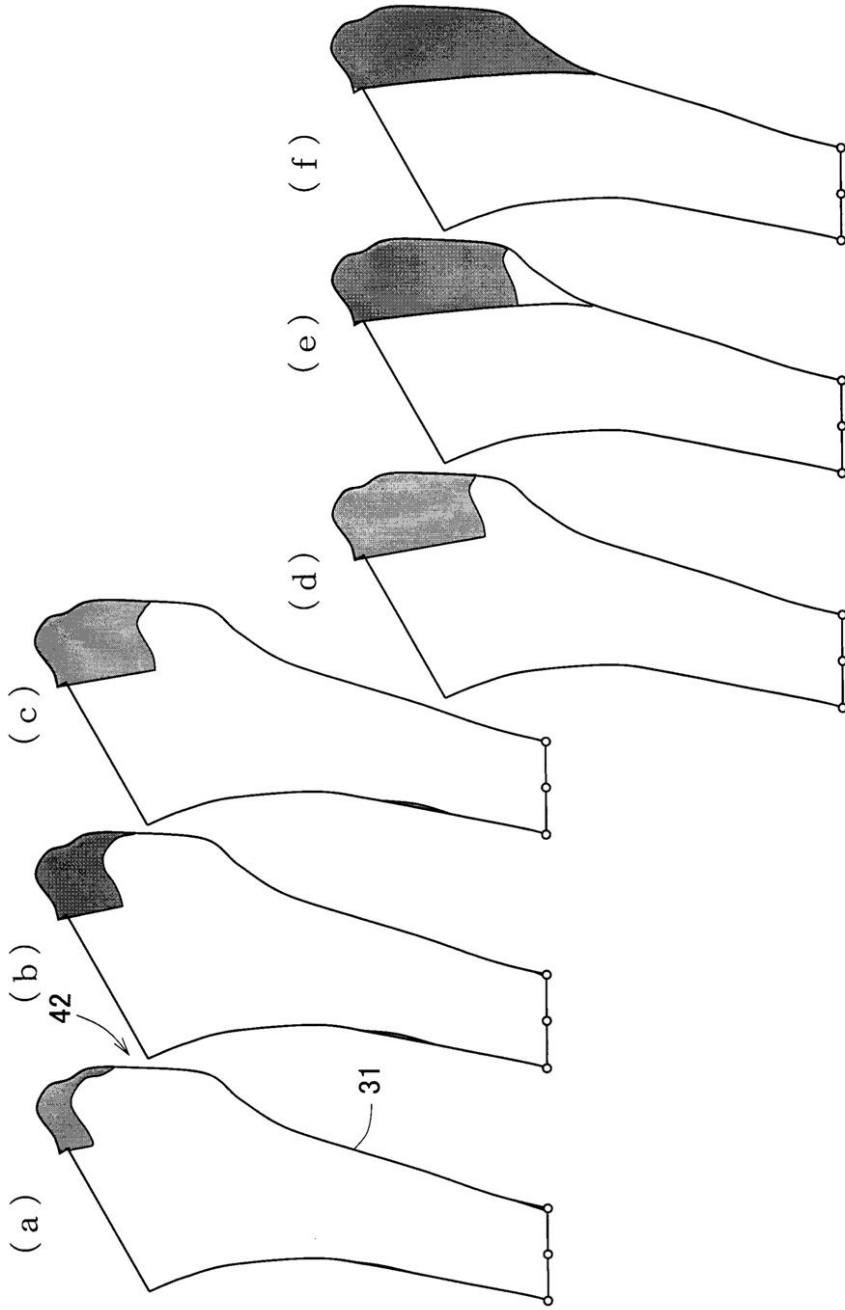
【 図 13 】



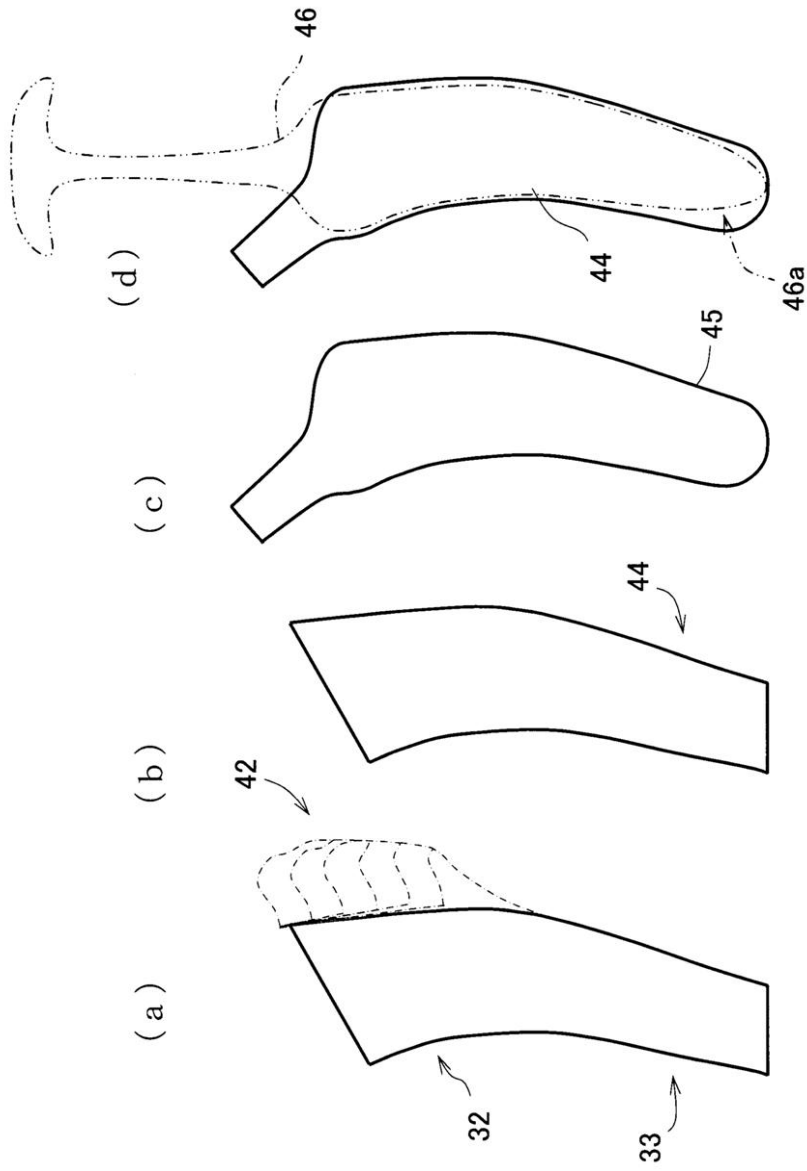
【 図 14 】



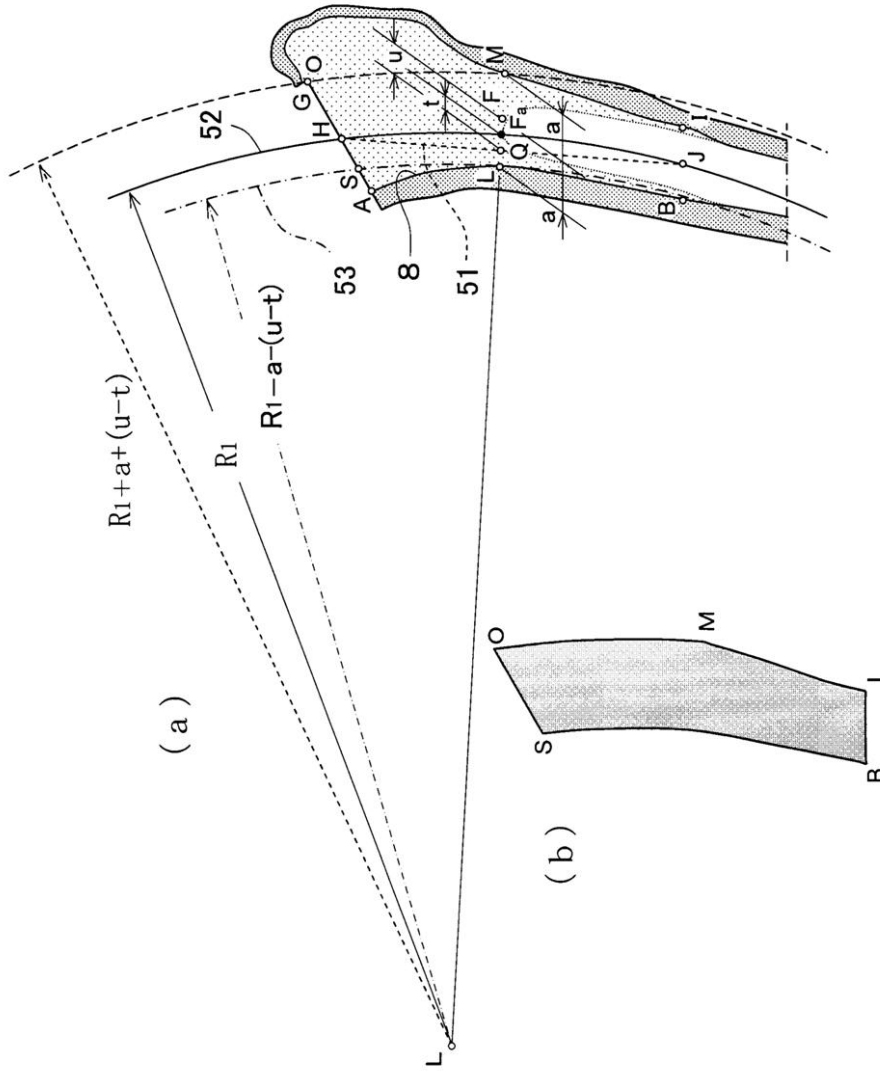
【 図 15 】



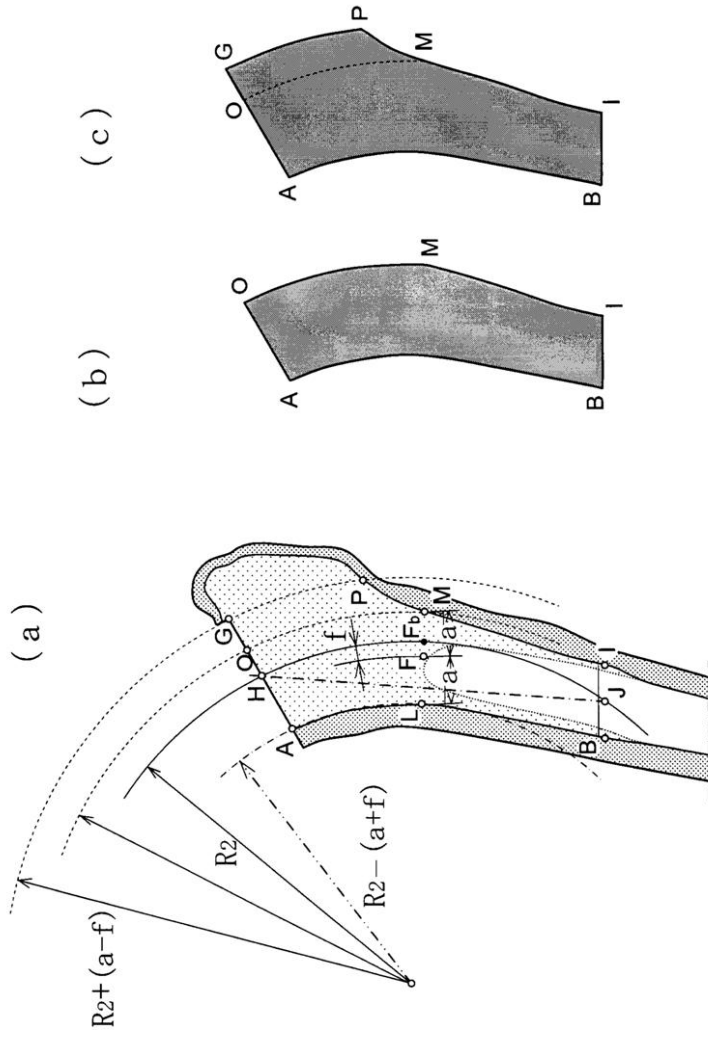
【 図 16 】



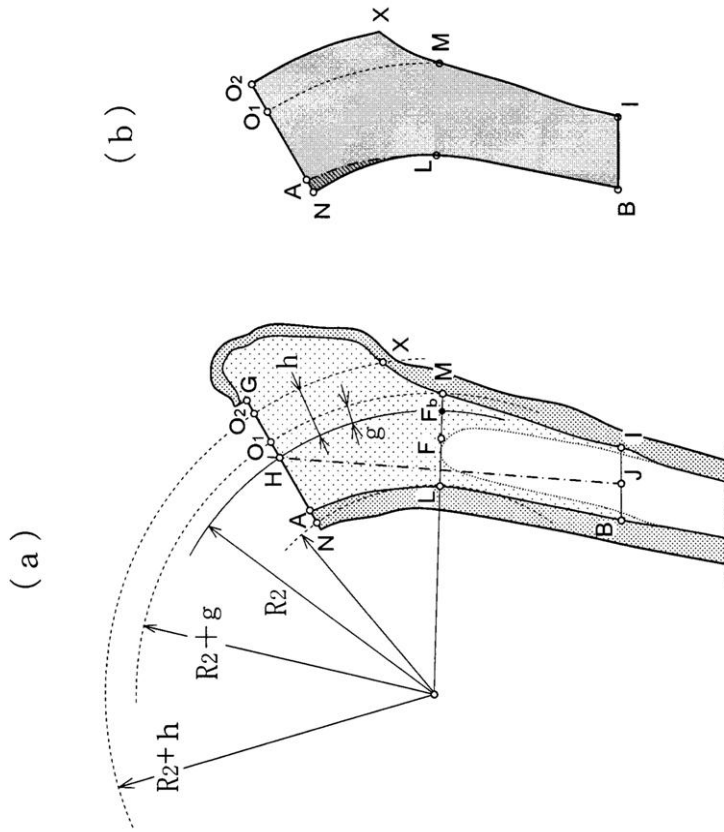
【 図 17 】



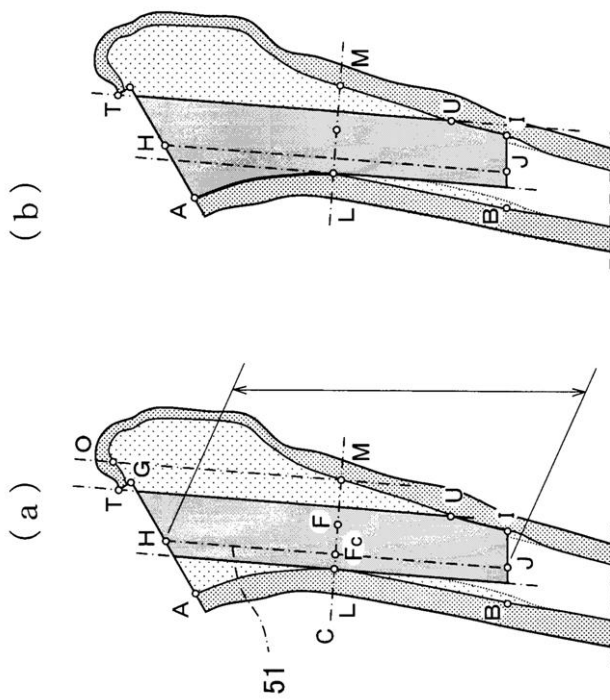
【 図 18 】



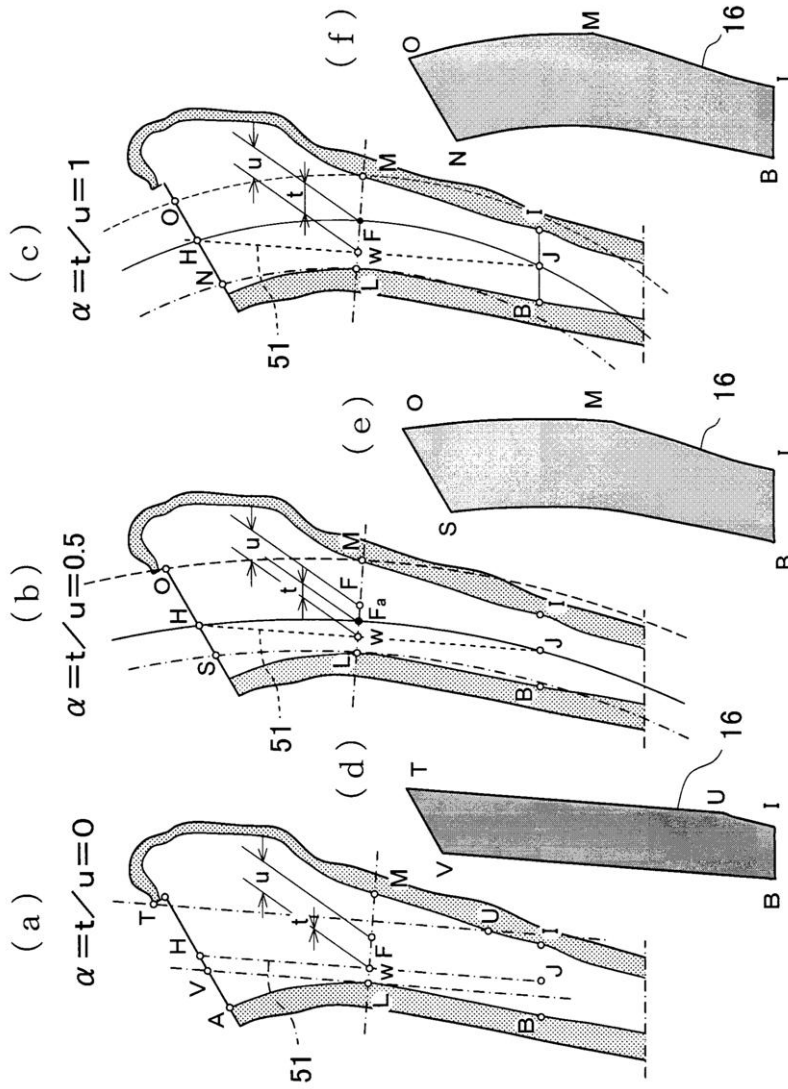
【 図 1 9 】



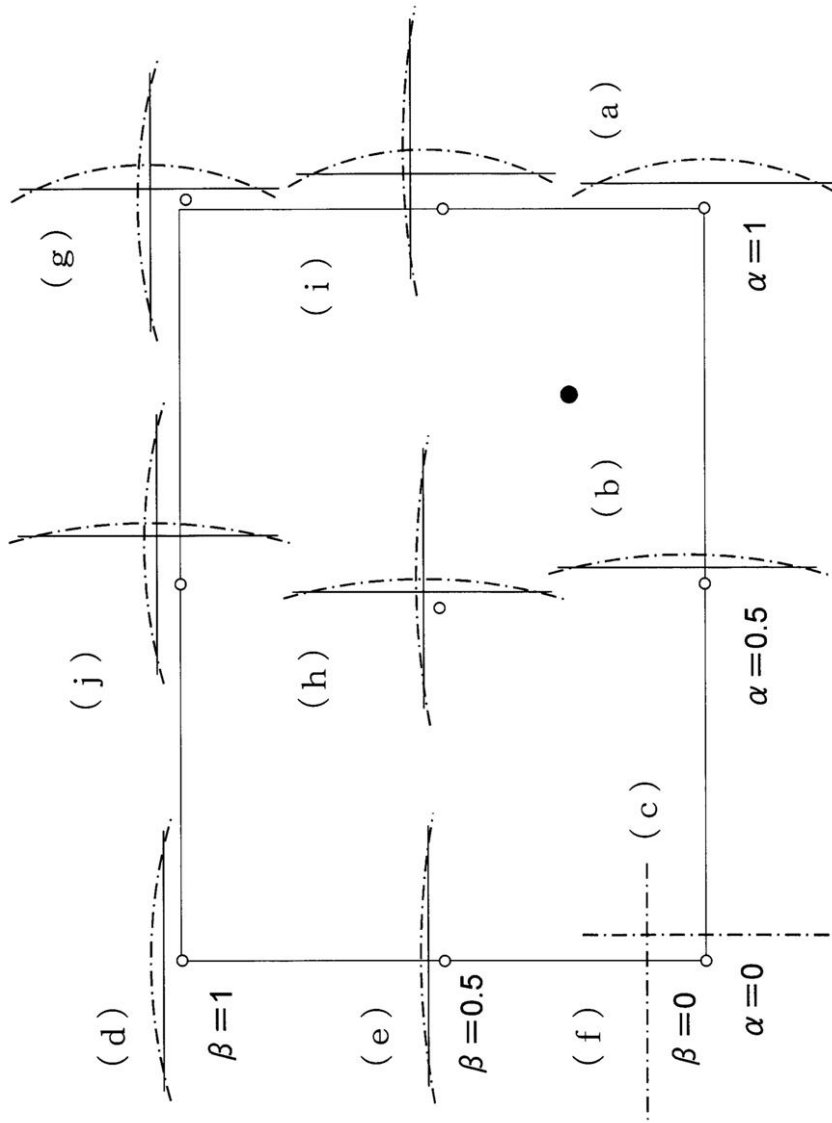
【 図 2 0 】



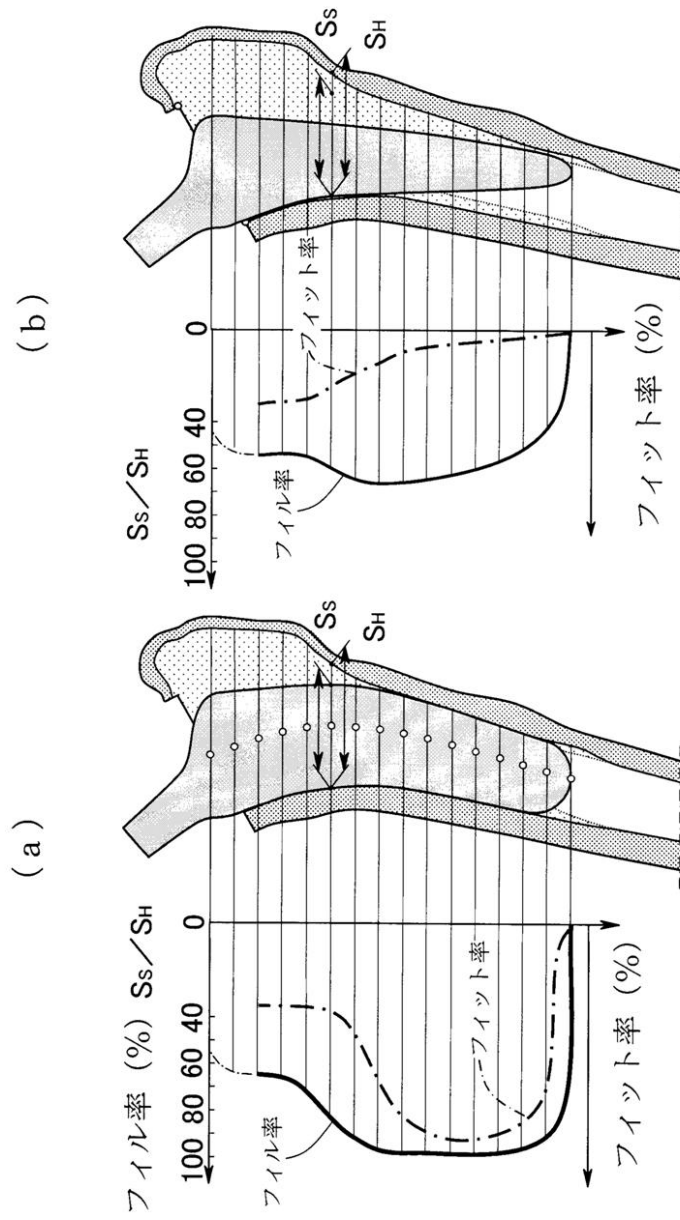
【 図 2 1 】



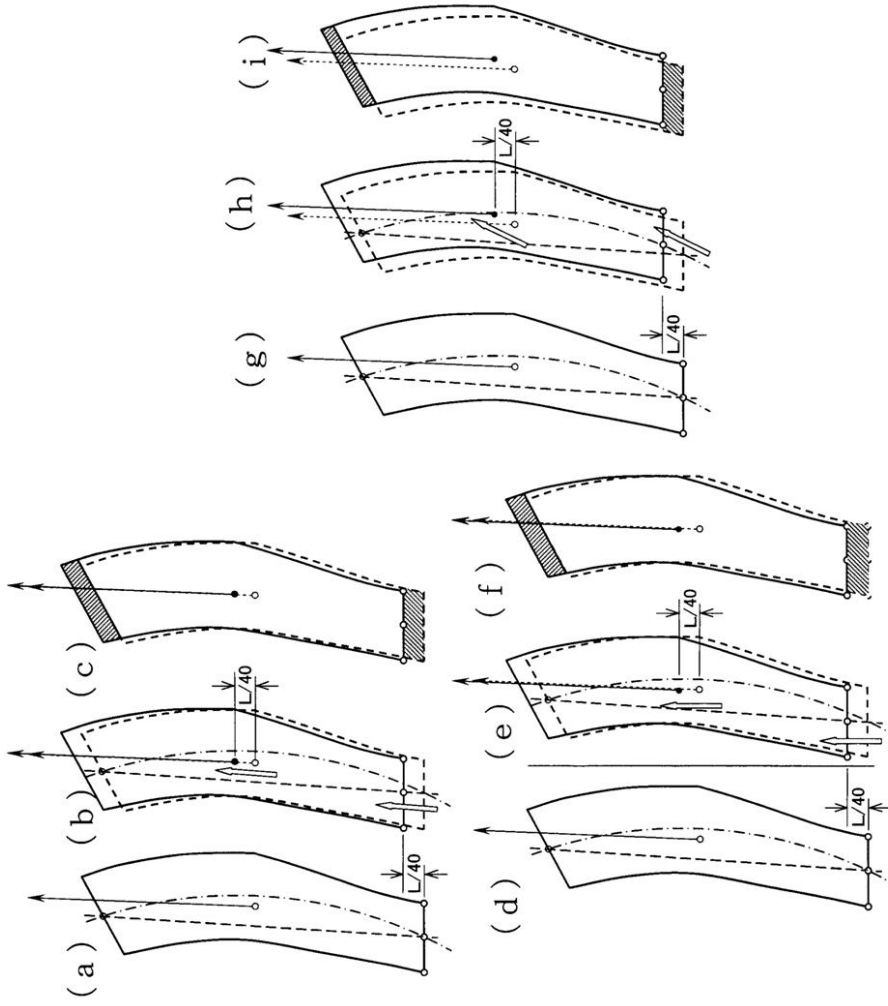
【 図 2 2 】



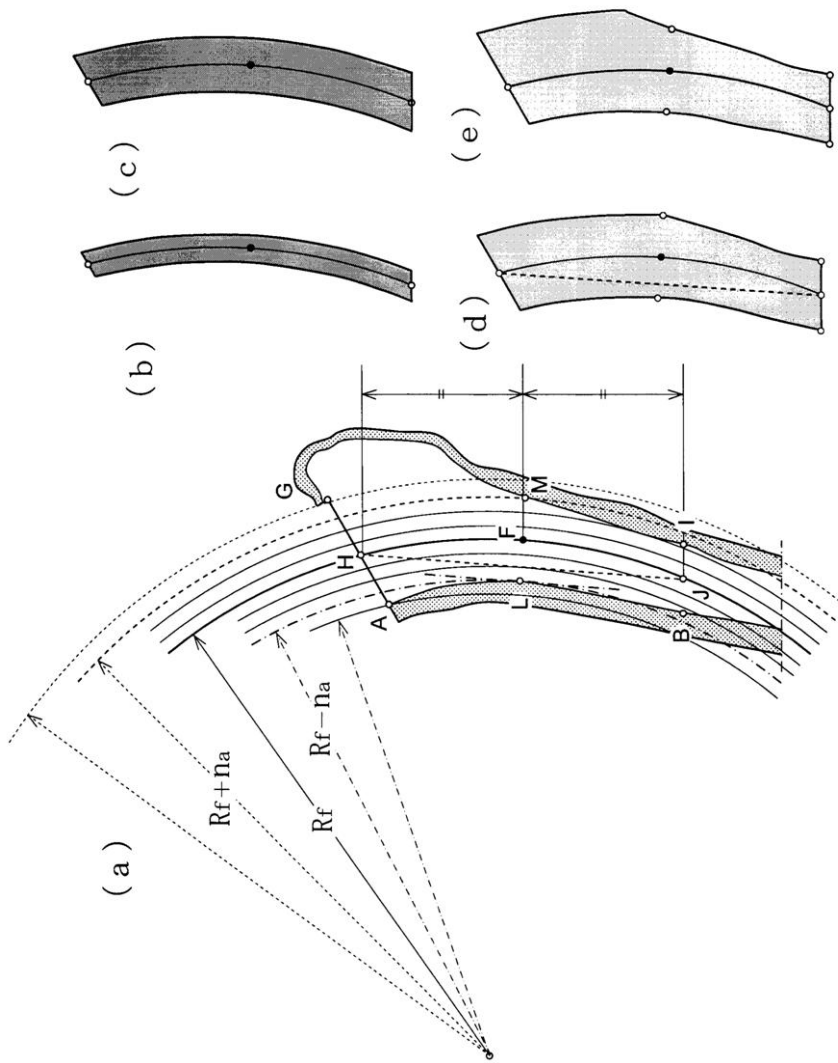
【 図 2 3 】



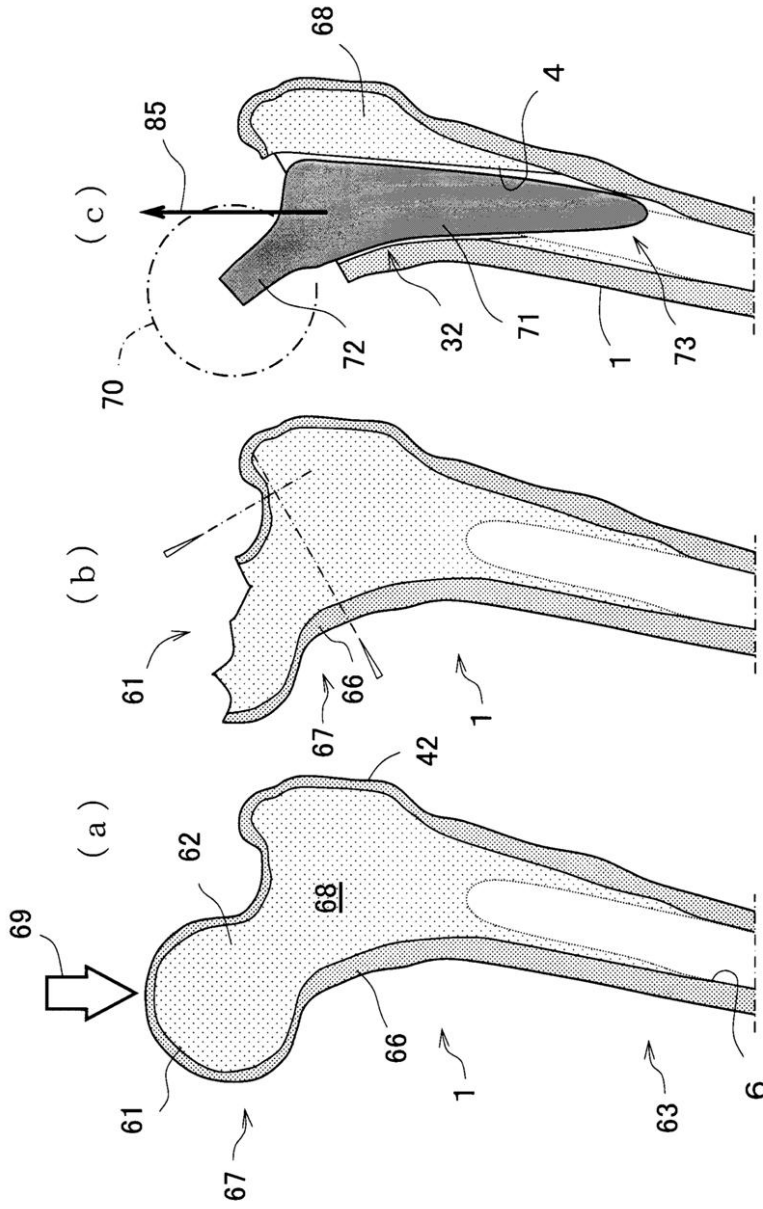
【 図 24 】



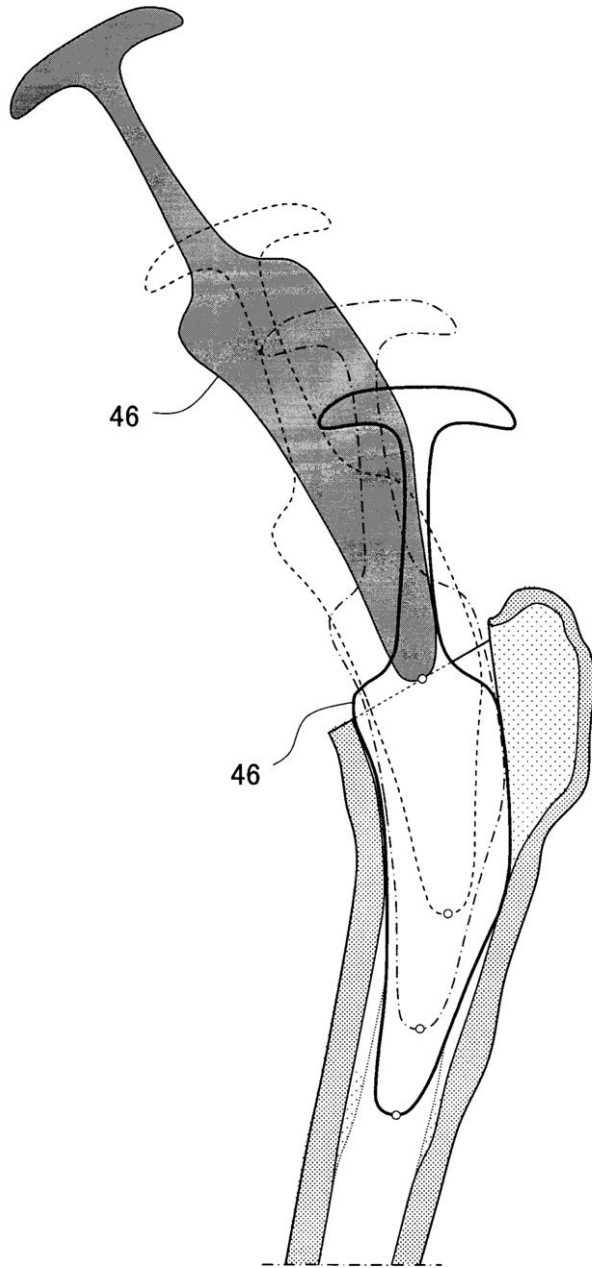
【 図 25 】



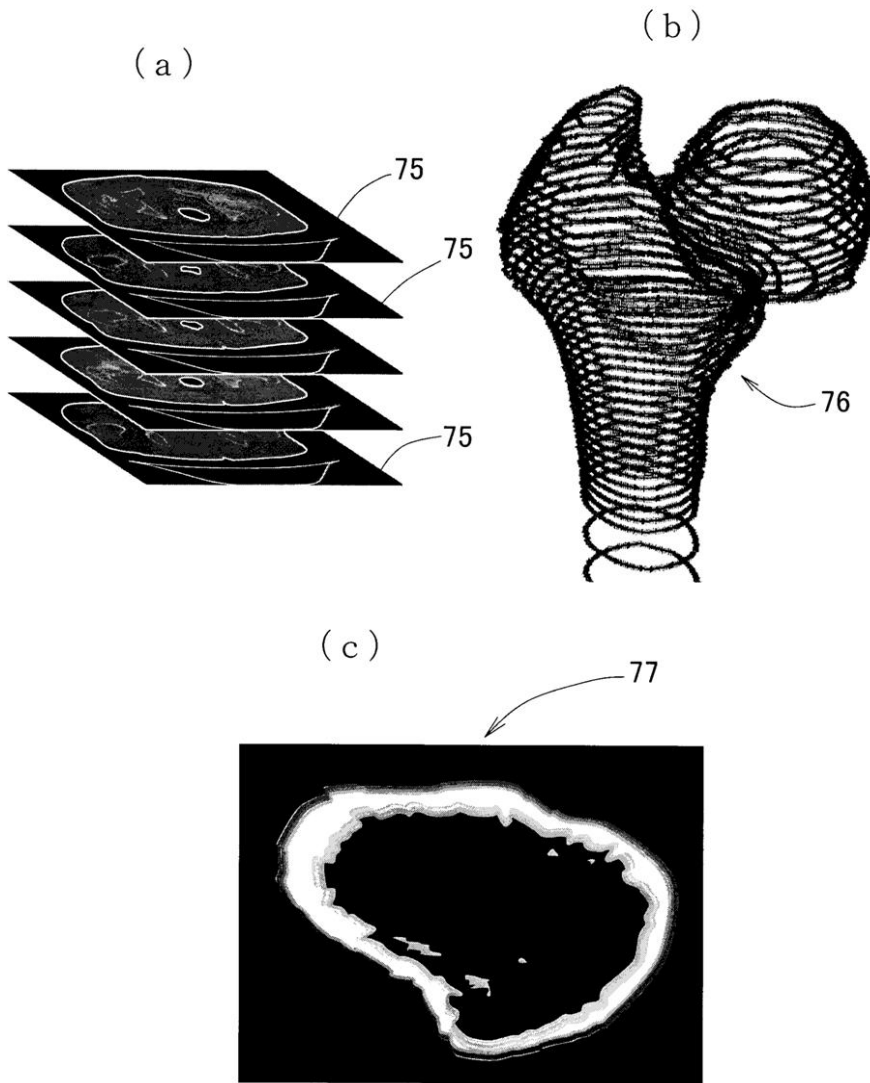
【 図 26 】



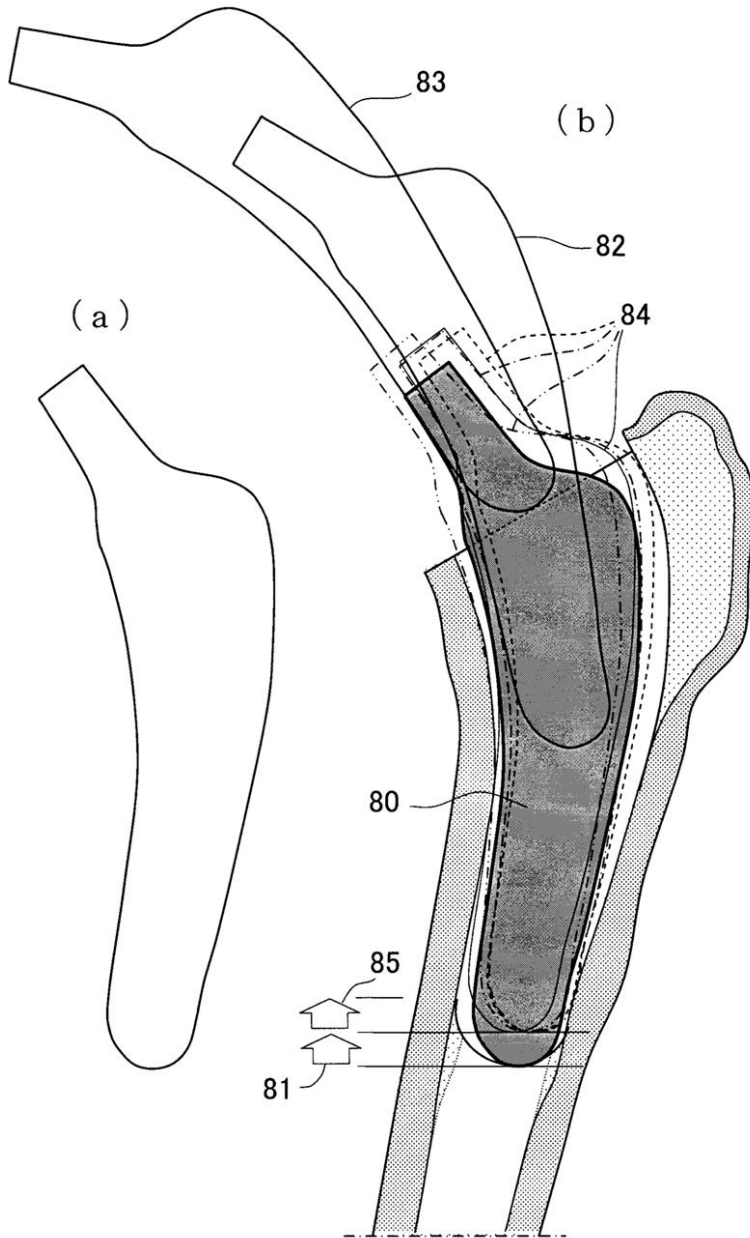
【図 27】



【 図 28 】



【図29】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

A 6 1 B 1 9 / 0 0

A 6 1 F 2 / 3 6