

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4374083号  
(P4374083)

(45) 発行日 平成21年12月2日(2009.12.2)

(24) 登録日 平成21年9月11日(2009.9.11)

(51) Int.Cl.

A 6 1 C 8/00 (2006.01)

F 1

A 6 1 C 8/00

Z

請求項の数 16 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願平9-529261
(86) (22) 出願日	平成9年2月12日(1997.2.12)
(65) 公表番号	特表2000-504607(P2000-504607A)
(43) 公表日	平成12年4月18日(2000.4.18)
(86) 國際出願番号	PCT/SE1997/000212
(87) 國際公開番号	W01997/029713
(87) 國際公開日	平成9年8月21日(1997.8.21)
審査請求日	平成16年2月2日(2004.2.2)
審判番号	不服2007-11715(P2007-11715/J1)
審判請求日	平成19年4月23日(2007.4.23)
(31) 優先権主張番号	9600517-8
(32) 優先日	平成8年2月13日(1996.2.13)
(33) 優先権主張國	スウェーデン(SE)

(73) 特許権者	300022641 アストラゼネカ アクチボラグ スウェーデン国 151 85 セーデル テルイエ(無番地)
(74) 代理人	100091096 弁理士 平木 祐輔
(74) 代理人	100105463 弁理士 関谷 三男
(72) 発明者	ハンソン, スティッグ スウェーデン国 エス-436 39 ア スキム, ガスモッセン 32

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ネジ山付きインプラント

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

骨インプラントのためのネジ山であって、該ネジ山の断面すなわちプロフィールは高さ D を有し、かつ、2つの側面と該2つの側面を結ぶ湾曲頂部とを有し、各々の側面は、該ネジ山の断面に垂直でかつインプラント本体の表面に垂直な面に対し、角度 v を形成し、各々の側面について、

遷移点 P 1 が該側面と湾曲頂部との間に規定されており、P 1 を通り湾曲頂部に向かう第1の接線は該側面に沿っており、

頂点 P 2 が前記湾曲頂部上に規定されており、該湾曲頂部に向かう第2の接線は P 2 において前記インプラントの長手方向に対して平行となっており、

前記頂部における仮想頂部曲率半径 R は、前記点 P 1 及び P 2 を通る曲線形状を規定し、該点 P 1 及び P 2 において前記第1及び第2の接線と一致する接線を有しており、

0.05mm ≤ D ≤ 0.5mm、35度 ≤ v ≤ 55度の場合、R は  $0.2 \times D < R < D$  の範囲にあり、0.25mm ≤ D ≤ 0.5mm、10度 < v < 35度の場合、R は  $0.4 \times D < R < D$  の範囲にあることを特徴とするネジ山。

## 【請求項 2】

35度 ≤ v ≤ 55度の場合、D は 0.05mm ≤ D ≤ 0.25mm の範囲にあることを特徴とする請求項1記載のネジ山。

## 【請求項 3】

35度 ≤ v ≤ 55度の場合、D は 0.05mm ≤ D ≤ 0.15mm の範囲にあることを特

徴とする請求項 2 記載のネジ山。

**【請求項 4】**

35度 v 55度の場合、Dは0.05mm D 0.1mmの範囲にあることを特徴とする請求項 3 記載のネジ山。

**【請求項 5】**

底部曲率半径rが溝の底部において2つの隣接するネジ山間に形成されており、0.03mm R 0.05mm、37度 v 43度、0.01 r 0.025mm、および0.08 D 0.15mmの範囲にあることを特徴とする請求項 1 記載のネジ山。

**【請求項 6】**

隣接する2つのネジ山間、すなわち頂部 - 頂部間の距離が3Dより小さく、好ましくは2Dより小さいことを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 に記載のネジ山。

10

**【請求項 7】**

前記湾曲頂部が曲率半径R1を有し、該曲率半径R1が一定であり、前記仮想半径Rと同一であることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 に記載のネジ山。

**【請求項 8】**

前記湾曲頂部が、各側面に対して前記遷移点P1と頂点P2とを結ぶ曲率半径R1を有し、該曲率半径R1が最低値R<sub>min</sub>と最大値R<sub>max</sub>との間で変化することを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 に記載のネジ山。

**【請求項 9】**

R<sub>max</sub> / R<sub>min</sub>比が3を超えるものであることを特徴とする請求項 8 に記載のネジ山。

20

**【請求項 10】**

R<sub>min</sub>が0.01mmより大きいことを特徴とする請求項 8 または 9 に記載のネジ山。

**【請求項 11】**

前記プロフィールが対称形をなすことを特徴とする請求項 1 ないし 10 のいずれか 1 に記載のネジ山。

**【請求項 12】**

前記仮想頂部曲率半径Rまたは曲率半径R1が第1のネジ山側面に位置し、第2のネジ山側面はネジ山頂部において他の半径を有し、該他の半径は、該最初の半径と異なっており、かつ該第2のネジ山側面と一致する1つの接線とインプラントの長手軸と平行なP2を通る1つの接線を有することを特徴とする請求項 1 ないし 10 のいずれか 1 に記載のネジ山。

30

**【請求項 13】**

前記仮想頂部曲率半径Rまたは曲率半径R1が第1のネジ山側面に位置し、第2のネジ山側面はネジ山頂部において他の半径を有し、該他の半径は、該最初の半径と同じであり、かつ該第2のネジ山側面と一致する1つの接線とインプラントの長手軸と平行なP2を通る1つの接線を有することを特徴とする請求項 1 ないし 10 のいずれか 1 に記載のネジ山。

。

**【請求項 14】**

前記ネジ山が、2μないし20μ、好ましくは2μないし20μの孔径のマイクロ粗面との組合せからなることを特徴とする請求項 1 ないし 13 のいずれか 1 に記載のネジ山。

40

**【請求項 15】**

請求項 1 ないし 14 のいずれか 1 に記載のネジ山を少なくとも部分的に備えてなるインプラント。

**【請求項 16】**

少なくとも1つの別の異なるネジ山を備えてなることを特徴とする請求項 1 5 に記載のインプラント。

**【発明の詳細な説明】**

発明の技術分野

本発明は骨組織に移植されるインプラント、特に歯科用インプラントであって、ネジ山または配向したマクロ粗面を有するインプラントに関する。“配向したマクロ粗面”の用語

50

は連続の、または非連続の長細いビードで、インプラントの断面の周囲に沿って配向したものと理解されるべきである。この配向したマクロ粗面は以下に述べるまたは請求の範囲に記載したプロフィールの断面またはネジ山を有する。

#### 発明の背景

骨用インプラントは通常、固い材料、多くの場合、チタンなど骨組織との親和性が良好で、生物学的適合性の良好なものからなっている。骨用インプラントは多くの場合、円柱状でネジ山付きのもので、骨組織に予め雌ネジ切りした、またはネジ切りしていない孔にねじ込まれるようになっている。

或る条件下ではチタンインプラントは骨組織と密着し、時折り骨統合と呼ばれるものを形成する。骨インプラントに対する組織の応答を左右する以下の幾つかの要因が知られている。つまり、インプラント材料の生物学的適合性、インプラントのデザイン、インプラント表面、ホスト・ベッドの状態、外科技術、装填条件などである。インプラントのデザインに関する限り、歯科インプラントに関する文献の再検討の結果、過去に多くの異なる形状のインプラントが用いられていたことが分かった。多くの新しいインプラント・デザインが試行錯誤で導入され評価されてきた。インプラントの失敗の理由は多重要因的である。すなわち、良いデザインのものが正しくない外科技術のため、または正しくない装填条件のために廃棄されることがある。チタンネジ山付き歯科用インプラントは1960年代の初めから使用されていたが、上記理由により未だ成功とは言えないものと思われる。

過剰負荷が今日の歯科用インプラントの失敗の背景の主な要因であることが分かっている。骨に過剰の応力が加わると、骨は再吸収される。応力による骨の再吸収は応力が或るレベルに達したときに発生すると仮定すると、或る負荷の結果、骨に生じる最大応力ができるだけ小さくなるようにインプラントはデザインされなければならない。

ネジ形のチタン歯科用インプラントが今日、市場に圧倒的に多く出回っている。このネジ形インプラントのマクロ的デザインと骨中の保持力との関係について幾つかの研究がなされている。しかし、その圧倒的多数は整形外科分野の範囲でなされ、実験的アプローチによるものであった。1950年代において、様々なネジ山プロフィールを有する骨用ビタリウムネジを用い、イヌの大脛骨および脛骨に対しブルアウト（引抜き）・テストが行われた。新たに挿入されたネジを引く抜くと、骨のネジ山が崩れずに、ネジにより密な骨の小さい円錐状のボタン状物が引き抜かれてしまうことが観察された。臨床的経験によれば、骨のプレート部とそのネジ部は、時折、骨から裂離してしまう。この裂離は骨の再吸収の後に生じる。このような保持力の低下は機械的要因によるものであるとする意見がある。ネジ山による海綿骨質の連続的押圧はその力に平行な小柱の肥大および再編成をもたらす。押圧されている皮質骨は一体性が維持され、再吸収されないと言われている。

しかし、ブルアウト実験の今日的意味は疑わしい。ブルアウト・テストでは、急性破碎が誘起されている。歯科用インプラントでは支持骨の急性破碎により失敗することは殆どない。反対に、インプラント／骨界面の破碎は通常、周囲の骨の長い再吸収の末にもたらされる。上述のように、応力が或るレベルに達したときに、応力誘起による骨の再吸収が発生するという仮説は、インプラントは骨に生じるストレス・ピークをできるだけ小さくするようにデザインされるべきであることを暗示している。

負荷を骨組織へ移し得るようにしたネジ山あるいは配向されたマクロ的粗面を備え、主請求項に記載のようにデザインされた骨インプラントは、周りの骨組織における生じるストレス・ピークを小さくし得ることが見出された。より好ましい具体例は従属請求項に記載されている。

#### 【図面の簡単な説明】

図1は本発明に係わるネジ山あるいは粗面のプロフィールを示す図；

図2は図1に示すプロフィールのいわゆる接触エレメントを示す図；

図3は応力を計算するのに用いられるモデルを示す図；

図4、図5は本発明におけるプロフィールおよび従来技術におけるプロフィールの周りにおける接触エレメントの分布をそれぞれ示す図；

図6は異なる最大応力の位置を説明する図；

10

20

30

40

50

図7はネジ山の頂部の他の例を示す図である。

#### 発明の好ましい実施例の詳細な説明

図1は本発明によるプロフィールを記述するパラメーターの定義の仕方を説明している。

ここに示したインプラントは直径3.5mmのネジ型歯科用インプラントである。

このネジ山プロフィールは2つの側面を有し、ネジ山の高さはDである。ネジ山プロフィールの頂部で2つの側面の交点に形成された曲率半径はRで示され、2つの隣接するネジプロフィール間の底部曲率半径はrで示されている。これら側面は、ネジ山断面に垂直で、かつ、インプラント本体の表面に垂直な面に対し、角度vを形成している。ネジ山の2つの側面とインプラント本体の表面との間の交点間の距離はLとして定義されている。なお、インプラント本体の表面はネジ山の最も深い部分を構成している円柱状表面として定義される。

従来の標準的ネジ型インプラントは、全体の直径が3.5mmで、高さDが約0.35mm、側面角度vが30度、頂部曲率半径Rが約0.065mmで約0.2xDに相当し、底部曲率半径rが約0.05mmで約0.15xDに相当するネジ山を備えたものであった。

上述のように、本発明の目的は、インプラントに対する負荷の結果生じる骨組織における応力集中を均一化し、最小にし、骨組織において一様な応力分布を得、これにより高応力集中による骨組織の再吸収を回避すると同時に骨組織の再吸収に原因すると思われる低応力を回避することを意図するものである。

ネジ山(マクロ粗面)の頂部曲率半径を0.4xDを超える値にするか、あるいは側面角度を35度を超える値にすることにより、インプラントの周りの骨組織における応力分布を実質的に均一化し得ることが本発明により見出された。より具体的には、頂部曲率半径Rは、35度v55度で0.05mmD0.5mmの場合、0.2xD < R < Dとし、10度v < 35度で0.25mmD0.5mmの場合、0.4xD < R < Dとすることが好ましい。

更に、現在、最も期待できる例としては、0.03mmR0.05mm、37度v43度、0.01mmr0.025mm、0.08mmD0.15mmの場合である。

以下に示す計算はこの点を明らかにしている。これらの計算は測定可能なエレメントの分析により行われた。なお、ティモシェンコ(Timoshenko)の弾性理論が適用された。用いられたプログラムはAnsylsリビジョン5.0である。

研究された対象物は垂直に配向した長径が3.5mmのネジ状インプラントである。このインプラントは、各エレメントがネジの1ピッチ高さに相当する同一の線対称をなす複数のエレメントからなっているものである。ネジ山は各エレメントにリングを形成するように設計された。このネジ山のプロフィールは図1に示すように、ネジ山深さ(D)、頂部曲率半径(R)、側面角度(v)、底部曲率半径(r)およびネジ山底部の長さ(S)の直線部分により特徴づけられている。このエレメントの曲線部の長さは上述のようにLで定義されている。長さ(S)の直線部分は、この長さLに掛算される係数c(S=c·L)として設定される。計算はネジ山深さ、0.1mm、0.2mm、0.3mm、0.4mmについて行い、頂部曲率半径の値はネジ山深さに掛算される係数として設定された。

この係数の値は、0.1、0.2、0.4、0.6、0.8および1として設定された。

側面角度は0度ないし60度の範囲で10度づつ変化させた。底部曲率半径はネジ山深さの0.1倍に設定した。係数cは0、0.2、0.4、0.8および1.6として設定された。その結果、総数、 $4 \times 6 \times 7 \times 5 \times 1 = 840$ 種類の異なるネジ山プロフィールが用いられた。インプラントは無限に長いものとして仮定され、皮質骨中に完全に埋め込まれたものとして仮定された。更に、100%骨並置が仮定された。骨は図1に示すように直径10.5mmの外側円筒の内壁に取着されたものと仮定された。更に回転対称が仮定された。インプラントと外側円筒は無限に固いものとして仮定され、他方、骨は連続体物質で、等方的、線状的弾性で、弾性係数(ヤング率)が150GPaで、ポアソン比が0.3であると仮定された。更に骨・インプラント界面は摩擦がなく、インプラントと骨と

10

20

30

40

50

の間には押圧力のみが伝達されるものと仮定された。このような界面状態は接触エレメント、すなわち図2に示すようにネジ山表面に隣接したラインによりモデル化された。図2から明らかなように、この界面の部分には接触エレメントが存在しない。その理由はこのテストでは、これらの位置の骨界面部はインプラントから後退させたからである。

無限に大きい軸方向の負荷（ネジエレメント1個当たりでは有限の負荷）が無限に長いインプラントに適用された。仮定として、同じ機械的事象（応力、歪み、変位）が、無限に長いインプラントを構成する全てのエレメントの外側の骨に生じている。

その結果、1つのエレメントがその周りの骨とともに上方または下方のエレメントに対し正しい境界状態で隣接させることができるならば、周りの骨を含めてインプラントの単一エレメントを研究するだけで十分である。この境界状態とは、負荷が適用されたとき、上記エレメントの上端面に規定される水平面に横たわる骨内の全ての結節が、同じエレメントの下端面に規定される水平面に横たわる骨内の全ての対応する結節と同じ変位を共に行うことができる状態を言う（図3）。

インプラントのエレメントから骨組織へ伝達される負荷Fは、インプラントのエレメントの長さ（L + S）で掛算される係数（k）として設定された。この長さは頂部曲率半径、側面角度、底部曲率半径、ネジ山深さおよび直線部の長さ（もし、あるとすると）に依存する。求められた情報は最大引張り応力、最大圧縮応力、および用いられた変数の値の関数としての骨中の最大フォン・ミーゼス応力（von Mises stress）である。インプラントのエレメントは完全に固く、固定されるものとして設計された。負荷Fは図3に示すように骨の最端部に適用された。

エレメントメッシュはパラメーター的に作られた。図4、5において、インプラントに近いエレメントメッシュは、2つの計算例、すなわちパラメーター・セット1およびパラメーター・セット2と呼ばれるものについて示されている。パラメーター・セット1は本発明によるネジ山プロフィールに相当し、D = 0.1 mm、v = 40度、R = 0.4 D, r = 0.1 x D であり、これに対し、パラメーター・セット2は大略的に上述のような従来のインプラントに相当する。各エレメントは4つの結節を含み、各結節の自由度は2である。このメッシュで用いられたエレメント数は係数cで表されるネジ山底部の直線部の長さに応じて変化させた。すなわち、係数cの値が0.0.2-0.4および0.8-1.6の場合、それぞれ1129、1305および1481とした。

ネジ状構造体は皮質骨に埋め込まれたものと仮定された。ヒト皮質骨の極限応力についての以下の平均値は実験的に求められた。すなわち、 $u_0^+ = 133 \text{ MPa}$ 、 $u_0^- = 193 \text{ MPa}$ 、 $u_{90}^+ = 51 \text{ MPa}$ 、 $u_{90}^- = 133 \text{ MPa}$ である（ここで引張りおよび圧縮についての極限応力はそれぞれ $u^+$ および $u^-$ で表されている）。 $u_0$ および $u_{90}$ は横断面における骨の長軸に平行な極限応力を表したものである。極限応力の割合に応じて異なる種類の応力を骨が許容し得ることは当然である。 $u_0^- / u_0^+$ および $u_{90}^+ / u_{90}^-$ は上記値からしてそれぞれ1.45および2.61となる。得られた最大引張り応力との比較を簡単にするため、 $_{max}^- / 1.45$ および $_{max}^- / 2.61$ の比が測定結果（表1-4および9-12）において表されている。しかし、計算において、 $_{max}^- / 2$ の比が最も興味のあるところである。

フォン・ミーゼス応力を無視するとして、最大値、 $_{max}^+$ および $_{max}^- / 2$ を小さくするプロフィール・パラメーターの値の組合せが最も好ましいネジ山のデザインであると見做すことができる。

フォン・ミーゼス応力は以下の式により表すことができる。

$$\sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1 \sigma_2 - \sigma_2 \sigma_3 - \sigma_1 \sigma_3}$$

ここで、 $\sigma_1$ 、 $\sigma_2$ および $\sigma_3$ は主応力である。この式は材料の圧縮応力が引張り応力と異なる場合を考慮に入れていない。これらの結果の分析により、最大フォン・ミーゼス応力が通常、1つの高圧縮主応力と、1つの中間程度の圧縮応力と、1つの小さな引張り主応力とからなることが判明した。最大引張り応力と直接比較させるため、最大フォン・ミーゼス応力は、最大圧縮応力として、或るファクターで割るべきである。このファクターの

10

20

30

40

50

値は 1 . 4 5 と 2 . 6 1 との間にすることは明らかである ( 1 . 4 5 の値となることはあり得ないし、 2 . 6 1 の値となることもあり得ない )。この理由のため、  $e_{max} / 1 . 4 5$  および  $e_{max} / 2 . 6 1$  の割合が表 1 - 4 および 9 - 12 の測定結果において示されている。フォン・ミーゼス応力は比較を目的として与えられている。

表 1 - 4 はこれらの計算結果を示している。これら表から見られるように、  $^{+}_{max}$  の値は一般に 2 より小さく、  $^{+}_{max} / 1 . 4 5$  の値は一般に 2 . 7 5 より小さい ( これは  $^{+}_{max} / 2$  について 2 よりも小さい値に相当する )。これらは表 1 にて破線で描かれた四角形の範囲内のみにおける値であり、 0 . 0 5 mm D 0 . 5 mm, 35 度 v 55 度、頂部曲率半径 R : 0 . 2 × D < R < D ; または、 0 . 2 5 mm D 0 . 5 mm, 10 度 v < 35 度、 0 . 4 × D < R < D の範囲に相当する。

更に、  $^{+}_{max} < 2$  および  $^{+}_{max} / 2 < 2$  となるパラメーターの範囲となる計算結果の範囲がこれら表に実線として示されている。

これら結果から明らかなように、標準のネジ型インプラントはこれらのパラメーター範囲から外れている。

表 5 - 8 は 2 つの隣接するネジ山間の距離 S の導入により得られる効果を示すものである。この距離 S の直線部分は長さ L 、すなわち上述のように 2 つの側面がインプラント本体と交差する点間の距離、により掛算される係数として与えられている。もし、この係数が 0 の場合、直線部を導入した積極的効果は全くない。表から明らかなように、積極的効果は主に側面角度が小さい場合および頂部曲率半径が比較的大きい場合に見られ、表 3 と表 11 との比較から分かるように側面角度が小さい場合は頂部曲率半径は若干小さくなる方向にパラメーター範囲が移動する。

表 9 - 12 は表 5 - 8 の値に対応する  $^{+}_{max}$  および対応する  $^{+}_{max} / 1 . 4 5$  の最小値を示している。

以下に幾つかの好ましい具体例が列挙されている。

頂部半径	側面角度	底部半径	ネジ高さ	底直線部	
1 0.03-0.05	37°-43°	0.01-0.025	0.08-0.15	0	
2 0.2D-1.0D	35°-55°	0 -0.2D	0.05-0.15	0	
3 0.2D-1.0D	35°-55°	0 -0.2D	0.05-0.15	0-1D	
4 0.2D-1.0D	35°-55°	0 -0.2D	0.05-0.15	1D-2D	10
5 0.2D-1.0D	35°-55°	0 -0.2D	0.15-0.25	0	
6 0.2D-1.0D	35°-55°	0 -0.2D	0.15-0.25	0-1D	
7 0.2D-1.0D	35°-55°	0 -0.2D	0.15-0.25	1D-2D	
8 0.2D-1.0D	35°-55°	0 -0.2D	0.25-0.35	0	
9 0.2D-1.0D	35°-55°	0 -0.2D	0.25-0.35	0-1D	20
10 0.2D-1.0D	35°-55°	0 -0.2D	0.25-0.35	1D-2D	
11 0.2D-1.0D	35°-55°	0 -0.2D	0.35-0.50	0	
12 0.2D-1.0D	35°-55°	0 -0.2D	0.35-0.50	0-1D	
13 0.2D-1.0D	35°-55°	0 -0.2D	0.35-0.50	1D-2D	
14 0.2D-1.0D	35°-55°	0.2D-1.0D	0.05-0.15	0	30
15 0.2D-1.0D	35°-55°	0.2D-0.8D	0.05-0.15	0-1D	
16 0.2D-1.0D	35°-55°	0.2D-0.6D	0.05-0.15	1D-2D	
17 0.2D-1.0D	35°-55°	0.2D-1.0D	0.15-0.25	0	
18 0.2D-1.0D	35°-55°	0.2D-0.8D	0.15-0.25	0-1D	
19 0.2D-1.0D	35°-55°	0.2D-0.6D	0.15-0.25	1D-2D	40

20	0.2D-1.0D	35°-55°	0.2D-1.0D	0.25-0.35	0	
21	0.2D-1.0D	35°-55°	0.2D-0.8D	0.25-0.35	0-1D	
22	0.2D-1.0D	35°-55°	0.2D-0.6D	0.25-0.35	1D-2D	
23	0.2D-1.0D	35°-55°	0.2D-1.0D	0.35-0.50	0	
24	0.2D-1.0D	35°-55°	0.2D-0.8D	0.35-0.50	0-1D	
25	0.2D-1.0D	35°-55°	0.2D-0.6D	0.35-0.50	1D-2D	10
26	0.2D-1.0D	35°-55°	< 0.85R	0.05-0.15	0	
27	0.2D-1.0D	35°-55°	< 0.85R	0.05-0.15	0-1D	
28	0.2D-1.0D	35°-55°	< 0.85R	0.05-0.15	1D-2D	
29	0.2D-1.0D	35°-55°	< 0.85R	0.15-0.25	0	
30	0.2D-1.0D	35°-55°	< 0.85R	0.15-0.25	0-1D	20
31	0.2D-1.0D	35°-55°	< 0.85R	0.15-0.25	1D-2D	
32	0.2D-1.0D	35°-55°	< 0.85R	0.25-0.35	0	
33	0.2D-1.0D	35°-55°	< 0.85R	0.25-0.35	0-1D	
34	0.2D-1.0D	35°-55°	< 0.85R	0.25-0.35	1D-2D	
35	0.4D-0.6D	10°-35°	0 -0.6D	0.05-0.15	0	30
36	0.4D-0.6D	10°-35°	0 -0.6D	0.05-0.15	0-1D	
37	0.4D-0.6D	10°-35°	0 -0.6D	0.05-0.15	1D-2D	
38	0.4D-0.6D	10°-35°	0 -0.6D	0.15-0.25	0	
39	0.4D-0.6D	10°-35°	0 -0.6D	0.15-0.25	0-1D	
40	0.4D-0.6D	10°-35°	0 -0.6D	0.15-0.25	1D-2D	40
41	0.4D-0.6D	10°-35°	0 -0.6D	0.25-0.35	0	
42	0.4D-0.6D	10°-35°	0 -0.6D	0.25-0.35	0-1D	
43	0.4D-0.6D	10°-35°	0 -0.6D	0.25-0.35	1D-2D	

44	0.4D-0.6D	10°-35°	0 -0.6D	0.35-0.50	0
45	0.4D-0.6D	10°-35°	0 -0.6D	0.35-0.50	0-1D
46	0.4D-0.6D	10°-35°	0 -0.6D	0.35-0.50	1D-2D
47	0.4D-0.6D	10°-35°	0.6D-1D	0.05-0.15	0
48	0.4D-0.6D	10°-35°	0.6D-0.8D	0.05-0.15	0-1D
					10
49	0.4D-0.6D	10°-35°	0.6D-1D	0.15-0.25	0
50	0.4D-0.6D	10°-35°	0.6D-0.8D	0.15-0.25	0-1D
51	0.4D-0.6D	10°-35°	0.6D-1D	0.25-0.35	0
52	0.4D-0.6D	10°-35°	0.6D-0.8D	0.25-0.35	0-1D
53	0.4D-0.6D	10°-35°	0.6D-1D	0.35-0.50	0
54	0.4D-0.6D	10°-35°	0.6D-0.8D	0.35-0.50	0-1D
55	0.6D-1D	10°-35°	0 -0.6D	0.05-0.15	0
56	0.6D-1D	10°-35°	0 -0.6D	0.05-0.15	0-1D
57	0.6D-1D	10°-35°	0 -0.6D	0.05-0.15	1D-2D
58	0.6D-1D	10°-35°	0 -0.6D	0.15-0.25	0
59	0.6D-1D	10°-35°	0 -0.6D	0.15-0.25	0-1D
60	0.6D-1D	10°-35°	0 -0.6D	0.15-0.25	1D-2D
61	0.6D-1D	10°-35°	0 -0.6D	0.25-0.35	0
62	0.6D-1D	10°-35°	0 -0.6D	0.25-0.35	0-1D
63	0.6D-1D	10°-35°	0 -0.6D	0.25-0.35	1D-2D
64	0.6D-1D	10°-35°	0 -0.6D	0.35-0.50	0
65	0.6D-1D	10°-35°	0 -0.6D	0.35-0.50	0-1D
66	0.6D-1D	10°-35°	0 -0.6D	0.35-0.50	1D-2D

67	0.6D-1D	10°-35°	0.6D-1D	0.05-0.15	0	
68	0.6D-1D	10°-35°	0.6D-0.8D	0.05-0.15	0-1D	
69	0.6D-1D	10°-35°	0.6D-1D	0.15-0.25	0	
70	0.6D-1D	10°-35°	0.6D-0.8D	0.15-0.25	0-1D	
71	0.6D-1D	10°-35°	0.6D-1D	0.25-0.35	0	10
72	0.6D-1D	10°-35°	0.6D-0.8D	0.25-0.35	0-1D	
73	0.6D-1D	10°-35°	0.6D-1D	0.35-0.50	0	
74	0.6D-1D	10°-35°	0.6D-0.8D	0.35-0.50	0-1D	
75	0.4D-0.6D	10°-35°	< 0.85R	0.05-0.15	0	
76	0.4D-0.6D	10°-35°	< 0.85R	0.05-0.15	0-1D	20
77	0.4D-0.6D	10°-35°	< 0.85R	0.05-0.15	1D-2D	
78	0.4D-0.6D	10°-35°	< 0.85R	0.15-0.25	0	
79	0.4D-0.6D	10°-35°	< 0.85R	0.15-0.25	0-1D	
80	0.4D-0.6D	10°-35°	< 0.85R	0.15-0.25	1D-2D	
81	0.4D-0.6D	10°-35°	< 0.85R	0.25-0.35	0	30
82	0.4D-0.6D	10°-35°	< 0.85R	0.25-0.35	0-1D	
83	0.4D-0.6D	10°-35°	< 0.85R	0.25-0.35	1D-2D	
84	0.4D-0.6D	10°-35°	< 0.85R	0.35-0.50	0	
85	0.4D-0.6D	10°-35°	< 0.85R	0.35-0.50	0-1D	
86	0.4D-0.6D	10°-35°	< 0.85R	0.35-0.50	1D-2D	40
87	0.6D-1D	10°-35°	< 0.85R	0.05-0.15	0	
88	0.6D-1D	10°-35°	< 0.85R	0.05-0.15	0-1D	
89	0.6D-1D	10°-35°	< 0.85R	0.05-0.15	1D-2D	

90	0.6D-1D	10°-35°	< 0.85R	0.15-0.25	0	
91	0.6D-1D	10°-35°	< 0.85R	0.15-0.25	0-1D	
92	0.6D-1D	10°-35°	< 0.85R	0.15-0.25	1D-2D	
93	0.6D-1D	10°-35°	< 0.85R	0.25-0.35	0	
94	0.6D-1D	10°-35°	< 0.85R	0.25-0.35	0-1D	
95	0.6D-1D	10°-35°	< 0.85R	0.25-0.35	1D-2D	10
96	0.6D-1D	10°-35°	< 0.85R	0.35-0.50	0	
97	0.6D-1D	10°-35°	< 0.85R	0.35-0.50	0-1D	
98	0.6D-1D	10°-35°	< 0.85R	0.35-0.50	1D-2D	

好みい態様において、隣接するネジ山間の距離は3Dより小さく、より好みしくは2Dより小さい。

更に好みい態様において、ネジ山またはマクロ粗面は、孔寸法が2μないし20μ、より好みしくは2μないし10μのマイクロ粗面と組合せられている。このようなマクロ粗面とマイクロ粗面との組合せにより、仮に平滑であれば骨と機械的に相互作用しないと思われるインプラント表面が骨への負荷の伝達に関与することになる。これにより、マクロ的係合により骨組織に必然的に発生する応力集中を滑らかにし、本発明で意図するごとく軽減し、本発明の意図する効果を一層高めることができる。このマイクロ粗面はプラスト、化学的エッティングにより形成することができるが、より好みしくは、TiO<sub>2</sub>粒子を用いたプラストにより形成することができる。

表1：ネジ山深さ = 0.1 mm。ネジ山底部に直線部はない。側面角度および頂部曲率半径の種々の組合せについてインプラント・セグメントの単位長さ当たりの標準的負荷の結果としての  $\sigma_{\max}^+$  の値。 $\sigma_{\max}^+ / 1.45$ 、 $\sigma_{\max}^+ / 2.61$ 、 $\sigma_{\max}^+ / 3.48$  または  $\sigma_{\max}^+ / 4.5$  が  $\sigma_{\max}^+$  を超えた場合は、それらの値が与えられている。頂部曲率半径の値はネジ深さ (D) で掛算された係数として表された。

10

## 頂部曲率半径 (mm)

## 側面

## 角度

	0.1xD mm	0.2xD mm	0.4xD mm	0.6xD mm	0.8xD mm	D mm
--	----------	----------	----------	----------	----------	------

0°	$\sigma_{\max}^+$ $\sigma_{\max}^+ / 1.45$ $\sigma_{\max}^+ / 1.45$	2.76 2.80 2.87	2.80 2.87 2.87	2.64 2.66 2.66	2.57 2.65 2.58	
10°	$\sigma_{\max}^+$ $\sigma_{\max}^+ / 1.45$ $\sigma_{\max}^+ / 1.45$	3.02 2.86 2.86	2.84 2.72 2.72	2.65 2.81 2.81	2.62 3.10 2.65	
20°	$\sigma_{\max}^+$ $\sigma_{\max}^+ / 1.45$ $\sigma_{\max}^+ / 1.45$	2.78 2.55 2.55	2.52 2.64 2.64	2.63 3.14 3.14	2.51 3.75 2.90	
30°	$\sigma_{\max}^+$ $\sigma_{\max}^+ / 1.45$ $\sigma_{\max}^+ / 1.45$	2.46 2.25 2.25	2.15 2.21 2.21	2.29 2.72 2.72	2.37 3.29 2.57	
40°	$\sigma_{\max}^+$ $\sigma_{\max}^+ / 1.45$ $\sigma_{\max}^+ / 1.45$	2.17 2.19 2.25	1.98 1.83 1.83 2.19 2.25 2.31 1.91 2.40 2.68 2.14	1.81 2.31 2.31 1.91 2.00 2.00	1.89 2.68 2.68	
50°	$\sigma_{\max}^+$ $\sigma_{\max}^+ / 1.45$ $\sigma_{\max}^+ / 1.45$	2.15 2.70 2.51	1.88 1.67 1.67 2.53 2.52 2.52 2.27 2.03 2.03	1.59 2.55 2.55 1.95 1.95 1.95 1.74 1.83 1.83	1.56 2.59 2.59 2.01 2.01 2.01	1.55 2.66 2.66
60°	$\sigma_{\max}^+$ $\sigma_{\max}^+ / 1.45$ $\sigma_{\max}^+ / 2.61$ $\sigma_{\max}^+ / 1.45$	2.49 3.68 3.68 3.10	2.22 3.53 3.53 2.90	1.89 3.31 3.31 2.66	1.71 3.13 3.13 2.46	1.55 3.48 3.48 2.56

20

30

表2：ネジ山深さ = 0, 2 mm。ネジ山底部に直線部はない。側面角度および頂部曲率半径の種々の組合せについてインプラント・セグメントの単位長さ当たりの標準的負荷の結果としての  $\sigma_{\max}^+$  の値。 $\sigma_{\max} / 1.45$ 、 $\sigma_{\max} / 2.61$ 、 $\sigma_{\max} / 1.45$  または  $\sigma_{\max} / 2.61$  が  $\sigma_{\max}^+$  を超えた場合は、それらの値が与えられている。頂部曲率半径の値はネジ深さ (D) で掛算された係数として表された。

10

## 頂部曲率半径 (mm)

側面

角度

0.1xD mm 0.2xD mm 0.4xD mm 0.6xD mm 0.8xD mm D mm

0°	$\sigma_{\max}^+$	2.65	2.59	2.44	2.24	2.19
	$\sigma_{\max} / 1.45$				2.30	2.36
	$\sigma_{\max} / 1.45$					2.28

10°	$\sigma_{\max}^+$	2.96	2.62	2.39	2.25	2.08	2.12
	$\sigma_{\max} / 1.45$					2.27	2.40
	$\sigma_{\max} / 1.45$					2.17	2.32

20°	$\sigma_{\max}^+$	2.80	2.51	2.34	2.23	2.06	1.99
	$\sigma_{\max} / 1.45$					2.63	3.11
	$\sigma_{\max} / 1.45$					2.10	2.46

30°	$\sigma_{\max}^+$	2.51	2.28	2.12	2.06	2.01	1.98
	$\sigma_{\max} / 1.45$					2.37	2.84
	$\sigma_{\max} / 1.45$						2.26

40°	$\sigma_{\max}^+$	2.23	2.02	1.86	1.81	1.78	1.78
	$\sigma_{\max} / 1.45$	2.63	2.32	2.08	2.09	2.12	2.41
	$\sigma_{\max} / 1.45$	2.37					1.93

50°	$\sigma_{\max}^+$	2.24	1.95	1.72	1.63	1.59	1.57
	$\sigma_{\max} / 1.45$	3.14	3.18	2.52	2.38	2.39	2.42
	$\sigma_{\max} / 1.45$	2.68	2.37	2.01	1.96	1.90	1.92

60°	$\sigma_{\max}^+$	2.58	2.30	1.94	1.76	1.66	1.59
	$\sigma_{\max} / 1.45$	4.09	3.83	3.50	3.10	3.41	3.60
	$\sigma_{\max} / 2.61$			1.95	1.82	1.90	2.00
	$\sigma_{\max} / 1.45$	3.38	3.10	2.69	2.43	2.54	2.67

20

30

表3：ネジ山深さ = 0, 3 mm。ネジ山底部に直線部はない。側面角度および頂部曲率半径の種々の組合せについてインプラント・セグメントの単位長さ当たりの標準的負荷の結果としての  $\sigma_{\max}^+$  の値。 $\sigma_{\max}^+ / 1.45$ 、 $\sigma_{\max}^+ / 2.61$ 、 $\sigma_{\max}^+ / 1.45$  または  $\sigma_{\max}^+ / 2.61$  が  $\sigma_{\max}^+$  を超えた場合は、それらの値が与えられている。頂部曲率半径の値はネジ深さ (D) で掛算された係数として表された。

10

## 頂部曲率半径 (mm)

## 側面

## 角度

0.1xD mm 0.2xD mm 0.4xD mm 0.6xD mm 0.8xD mm D mm

0°	$\sigma_{\max}^+$	2.54	2.42	2.11	2.04	1.99	20
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$				2.17	2.21	
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$				2.14	2.19	
10°	$\sigma_{\max}^+$	2.82	2.43	2.13	1.92	1.88	20
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$					2.12	
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$					2.08	
20°	$\sigma_{\max}^+$	2.78	2.42	2.12	1.95	1.80	20
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$				1.98	2.44	
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$					1.97	
30°	$\sigma_{\max}^+$	2.54	2.27	2.04	1.91	1.78	30
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$					2.23	
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$					1.88	
40°	$\sigma_{\max}^+$	2.29	2.04	1.86	1.77	1.70	30
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$	2.73	2.37	1.97	1.97	2.01	
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$	2.39					
50°	$\sigma_{\max}^+$	2.30	1.99	1.75	1.65	1.59	30
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$	3.25	2.94	2.54	2.29	2.28	
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$	2.77	2.37	2.01	1.92	1.83	
60°	$\sigma_{\max}^+$	2.64	2.34	1.98	1.80	1.69	30
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$	4.18	3.90	3.54	3.38	3.57	
	$\sigma_{\max}^+ / 2.61$				1.88	1.98	
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$	3.48	3.16	2.68	2.56	2.68	

表4：ネジ山深さ = 0.4 mm。ネジ山底部に直線部はない。側面角度および頂部曲率半径の種々の組合せについてインプラント・セグメントの単位長さ当たりの標準的負荷の結果としての  $\sigma_{\max}^+$  の値。 $\sigma_{\max}^+ / 1.45$ 、 $\sigma_{\max}^+ / 2.61$ 、 $\sigma_{\max}^+ / 1.45$  または  $\sigma_{\max}^+ / 2.61$  が  $\sigma_{\max}^+$  を超えた場合は、それらの値が与えられている。頂部曲率半径の値はネジ深さ (D) で掛算された係数として表された。

10

## 頂部曲率半径 (mm)

側面

角度

		0.1xD mm	0.2xD mm	0.4xD mm	0.6xD mm	0.8xD mm	D mm	
0°	$\sigma_{\max}^+$	2.41	2.22	1.96	1.91	1.87		20
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$			2.07	2.11			
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$			2.08	2.14			
10°	$\sigma_{\max}^+$	2.72	2.26	1.93	1.75	1.77	1.81	
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$			1.82	2.01		2.14	
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$			1.87	2.04		2.16	
20°	$\sigma_{\max}^+$	2.76	2.34	1.96	1.75	1.62	1.58	
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$			1.90	2.35		2.77	
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$				1.92		2.23	
30°	$\sigma_{\max}^+$	2.55	2.26	1.96	1.75	1.63	1.52	
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$			1.78	2.15		2.58	
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$				1.84		2.12	
40°	$\sigma_{\max}^+$	2.33	2.06	1.85	1.72	1.60	1.52	
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$	2.77	2.38	1.94	1.90	1.95	2.22	
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$	2.39				1.66	1.84	
50°	$\sigma_{\max}^+$	2.35	2.03	1.76	1.65	1.58	1.51	
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$	3.29	2.95	2.54	2.27	2.23	2.43	
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$	2.81	2.35	2.01	1.90	1.81	1.94	
60°	$\sigma_{\max}^+$	2.68	2.38	2.01	1.82	1.70	1.63	
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$	4.21	3.92	3.53	3.54	3.74	3.93	
	$\sigma_{\max}^+ / 2.61$				1.97	2.08	2.18	
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$	3.59	3.20	2.68	2.70	2.83	2.97	
	$\sigma_{\max}^+ / 2.61$						1.65	

表5：ネジ山深さ = 0.1 mm。ネジ山底部の直線部Sの長さは最大圧縮応力、最大引張り応力および最大フォン・ミーゼス応力をそれぞれ小さくするものとした。この長さはネジ山の曲線部(L)の長さで掛算される係数cとして表されている(図1)。この表はこの係数の値を示している。

## 頂部曲率半径 (mm)

側面 角度	Min. Stress	0.1xD mm	0.2xD mm	0.4xD mm	0.6xD mm	0.8xD mm	1xD mm
0°	$\sigma'_{\max}$	0	0.4	0.2	0.2	0.2	-
	$\sigma^+_{\max}$	0	0.4	0.4	0.8	0.8	-
	$\sigma_{\min}$	0	0.4	0.4	0.4	0.2	-
10°	$\sigma'_{\max}$	0	0	0	0	0	0
	$\sigma^+_{\max}$	0	0	0.8	0.8	0.8	0.8
	$\sigma_{\min}$	0	0	0.4	0.4	0.2	0
20°	$\sigma'_{\max}$	0	0	0	0.2	0.2	0
	$\sigma^+_{\max}$	0	0	0.4	0.8	0.8	0.4
	$\sigma_{\min}$	0	0	0.4	-0.4	0.4	0.2
30°	$\sigma'_{\max}$	0	0	0	0	0	0
	$\sigma^+_{\max}$	0	0	0	0.4	0.4	0.4
	$\sigma_{\min}$	0	0	0	0.2	0.2	0.2
40°	$\sigma'_{\max}$	0	0	0	0	0	0
	$\sigma^+_{\max}$	0	0	0	0.2	0.2	0.2
	$\sigma_{\min}$	0	0	0	0	0	0.2
50°	$\sigma'_{\max}$	0	0	0	0	0	0
	$\sigma^+_{\max}$	0	0	0	0	0	0
	$\sigma_{\min}$	0	0	0	0	0	0
60°	$\sigma'_{\max}$	0	0	0	0	0	0
	$\sigma^+_{\max}$	0	0	0	0	0	0
	$\sigma_{\min}$	0	0	0	0	0	0

10

20

30

表6：ネジ山深さ = 0.2 mm。ネジ山底部の直線部Sの長さは最大圧縮応力、最大引張り応力および最大フォン・ミーゼス応力をそれぞれ小さくするものとした。この長さはネジ山の曲線部(L)の長さで掛算される係数cとして表されている(図1)。この表はこの係数の値を示している。

## 頂部曲率半径 (mm)

側面 角度	Min. Stress	頂部曲率半径 (mm)					
		0.1xD mm	0.2xD mm	0.4xD mm	0.6xD mm	0.8xD mm	1xD mm
0°	$\sigma'_{\max}$	0	0.4	0.4	0.2	0	-
	$\sigma^+_{\max}$	0	0.4	0.4	0.8	0.8	-
	$\sigma_{e,\max}$	0	0.4	0.4	0.8	0.2	-
10°	$\sigma'_{\max}$	0	0	0.2	0	0	0
	$\sigma^+_{\max}$	0	0.2	0.4	0.8	0.8	0.8
	$\sigma_{e,\max}$	0	0	0.4	0.4	0.2	0
20°	$\sigma'_{\max}$	0	0	0	0	0	0
	$\sigma^+_{\max}$	0	0	0.4	0.8	0.4	0.8
	$\sigma_{e,\max}$	0	0	0.2	0.4	0.4	0.2
30°	$\sigma'_{\max}$	0	0	0	0	0	0
	$\sigma^+_{\max}$	0	0	0	0.4	0.4	0.4
	$\sigma_{e,\max}$	0	0	0	0.2	0.2	0.2
40°	$\sigma'_{\max}$	0	0	0	0	0	0
	$\sigma^+_{\max}$	0	0	0	0	0.2	0.2
	$\sigma_{e,\max}$	0	0	0	0	0	0.2
50°	$\sigma'_{\max}$	0	0	0	0	0	0
	$\sigma^+_{\max}$	0	0	0	0	0	0
	$\sigma_{e,\max}$	0	0	0	0	0	0
60°	$\sigma'_{\max}$	0	0	0	0	0	0
	$\sigma^+_{\max}$	0	0	0	0	0	0
	$\sigma_{e,\max}$	0	0	0	0	0	0

10

20

30

表7：ネジ山深さ = 0.3 mm。ネジ山底部の直線部Sの長さは最大圧縮応力、最大引張り応力および最大フォン・ミーゼス応力をそれぞれ小さくするものとした。この長さはネジ山の曲線部(L)の長さで掛算される係数cとして表されている(図1)。この表はこの係数の値を示している。

## 頂部曲率半径 (mm)

側面 角度	Min. Stress	頂部曲率半径 (mm)					
		0.1xD mm	0.2xD mm	0.4xD mm	0.6xD mm	0.8xD mm	1xD mm
0°	$\sigma_{\max}$	0	0.4	0.4	0.2	0	-
	$\sigma_{\min}$	0.2	0.4	0.8	0.8	0.8	-
	$\sigma_{\text{c-min}}$	0	0.4	0.4	0.8	0.2	-
10°	$\sigma_{\max}$	0	0	0.2	0	0	0
	$\sigma_{\min}$	0	0	0.4	0.8	0.8	0.4
	$\sigma_{\text{c-min}}$	0	0	0.4	0.4	0.2	0
20°	$\sigma_{\max}$	0	0	0	0	0	0
	$\sigma_{\min}$	0	0	0.2	0.4	0.4	0.4
	$\sigma_{\text{c-min}}$	0	0	0.2	0.4	0.2	0.2
30°	$\sigma_{\max}$	0	0	0	0	0	0
	$\sigma_{\min}$	0	0	0	0.4	0.2	0.4
	$\sigma_{\text{c-min}}$	0	0	0	0.2	0.2	0.2
40°	$\sigma_{\max}$	0	0	0	0	0	0
	$\sigma_{\min}$	0	0	0	0	0	0.2
	$\sigma_{\text{c-min}}$	0	0	0	0	0	0
50°	$\sigma_{\max}$	0	0	0	0	0	0
	$\sigma_{\min}$	0	0	0	0	0	0
	$\sigma_{\text{c-min}}$	0	0	0	0	0	0
60°	$\sigma_{\max}$	0	0	0	0	0	0
	$\sigma_{\min}$	0	0	0	0	0	0
	$\sigma_{\text{c-min}}$	0	0	0	0	0	0

10

20

30

表8：ネジ山深さ = 0.4 mm。ネジ山底部の直線部Sの長さは最大圧縮応力、最大引張り応力および最大フォン・ミーゼス応力をそれぞれ小さくするものとした。この長さはネジ山の曲線部 (L) の長さで掛算される係数cとして表されている(図1)。この表はこの係数の値を示している。

## 頂部曲率半径 (mm)

側面

角度

Min.

Stress

0.1xD mm

0.2xD mm

0.4xD mm

0.6xD mm

0.8xD mm

1xD mm

0°

 $\sigma_{\text{max}}$ 

0

0.4

0.4

0.2

0

-

 $\sigma_{\text{max}}^+$ 

0

0.4

0.4

0.8

0.8

-

 $\sigma_{\text{max}}^-$ 

0

0.2

0.4

0.8

0.2

-

10°

 $\sigma_{\text{max}}$ 

0

0

0.2

0

0

0

 $\sigma_{\text{max}}^+$ 

0

0

0.2

0.4

0.8

0.8

 $\sigma_{\text{max}}^-$ 

0

0

0.2

0.4

0.2

0

20°

 $\sigma_{\text{max}}$ 

0

0

0

0

0

0

 $\sigma_{\text{max}}^+$ 

0

0

0

0.2

0.4

0.4

 $\sigma_{\text{max}}^-$ 

0

0

0

0.2

0.2

0.2

30°

 $\sigma_{\text{max}}$ 

0

0

0

0

0

0

 $\sigma_{\text{max}}^+$ 

0

0

0

0

0.2

0.2

 $\sigma_{\text{max}}^-$ 

0

0

0

0.2

0.2

0

40°

 $\sigma_{\text{max}}$ 

0

0

0

0

0

0

 $\sigma_{\text{max}}^+$ 

0

0

0

0

0

0

 $\sigma_{\text{max}}^-$ 

0

0

0

0

0

0

50°

 $\sigma_{\text{max}}$ 

0

0

0

0

0

0

 $\sigma_{\text{max}}^+$ 

0

0

0

0

0

0

 $\sigma_{\text{max}}^-$ 

0

0

0

0

0

0

60°

 $\sigma_{\text{max}}$ 

0

0

0

0

0

0

 $\sigma_{\text{max}}^+$ 

0

0

0

0

0

0

 $\sigma_{\text{max}}^-$ 

0

0

0

0

0

0

10

20

30

表9：ネジ山深さ＝0.1 mm。ネジ山底部に直線部はない。側面角度および頂部曲率半径の種々の組合せ、およびネジ山底部の直線部の種々の長さ (c = 0, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6) について、インプラント・セグメントの単位長さ当たりの標準的負荷の結果としての  $\sigma_{\max}^+$  の最低値。 $\sigma_{\max}^+ / 1.45$  5,  $\sigma_{\max}^+ / 2.61$ ,  $\sigma_{\max}^+ / 1.45$  または  $\sigma_{\max}^+ / 2.61$  が  $\sigma_{\max}^+$  を超えた場合は、それらの値が与えられている ( $\sigma_{\max}^+$  を最小にするパラメーターの組合せ)。頂部曲率半径の値はネジ深さ (D) で掛算された係数として表された。

10

## 頂部曲率半径 (mm)

## 側面

角度	0.1xD mm	0.2xD mm	0.4xD mm	0.6xD mm	0.8xD mm	D mm														
0°	$\sigma_{\max}^+$ 2.76	2.48	2.33	2.13	2.02	20														
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$			2.92	6.17															
	$\sigma_{\max}^+ / 2.61$				3.42															
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$				3.48															
10°	$\sigma_{\max}^+$ 3.02	2.86	2.54	2.32	2.11	2.05														
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$			3.05	4.59	8.71														
	$\sigma_{\max}^+ / 2.61$				2.55	4.84														
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$				2.66	5.24														
	$\sigma_{\max}^+ / 2.61$					2.91														
20°	$\sigma_{\max}^+$ 2.78	2.55	2.46	2.27	2.18	2.06														
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$			3.02	4.04	4.23														
	$\sigma_{\max}^+ / 2.61$				2.25	2.35														
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$				2.44	2.64														
30°	$\sigma_{\max}^+$ 2.46	2.25	2.15	2.05	2.01	1.97														
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$			2.46	2.95	3.58														
	$\sigma_{\max}^+ / 2.61$					1.99														
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$				2.10	2.34														
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$																			
40°	$\sigma_{\max}^+$ 2.17	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"><tr><td>1.98</td><td>1.83</td><td>1.80</td><td>1.76</td><td>1.75</td></tr><tr><td>2.19</td><td>2.25</td><td>2.52</td><td>2.58</td><td>2.87</td></tr><tr><td>2.24</td><td></td><td>1.99</td><td>2.02</td><td>2.11</td></tr></table>				1.98	1.83	1.80	1.76	1.75	2.19	2.25	2.52	2.58	2.87	2.24		1.99	2.02	2.11
1.98	1.83	1.80	1.76	1.75																
2.19	2.25	2.52	2.58	2.87																
2.24		1.99	2.02	2.11																
$\sigma_{\max}^+ / 1.45$	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"><tr><td>2.19</td><td>2.25</td><td>2.52</td><td>2.58</td><td>2.87</td></tr><tr><td></td><td></td><td>1.99</td><td>2.02</td><td>2.11</td></tr></table>				2.19	2.25	2.52	2.58	2.87			1.99	2.02	2.11						
2.19	2.25	2.52	2.58	2.87																
		1.99	2.02	2.11																
$\sigma_{\max}^+ / 1.45$	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"><tr><td>2.24</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>				2.24															
2.24																				
50°	$\sigma_{\max}^+$ 2.15	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"><tr><td>1.88</td><td>1.67</td><td>1.59</td><td>1.56</td><td>1.55</td></tr><tr><td>2.53</td><td>2.52</td><td>2.55</td><td>2.60</td><td>2.66</td></tr><tr><td>2.51</td><td>2.27</td><td>2.03</td><td>1.95</td><td>2.02</td></tr></table>				1.88	1.67	1.59	1.56	1.55	2.53	2.52	2.55	2.60	2.66	2.51	2.27	2.03	1.95	2.02
1.88	1.67	1.59	1.56	1.55																
2.53	2.52	2.55	2.60	2.66																
2.51	2.27	2.03	1.95	2.02																
$\sigma_{\max}^+ / 1.45$	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"><tr><td>2.53</td><td>2.52</td><td>2.55</td><td>2.60</td><td>2.66</td></tr><tr><td>2.51</td><td>2.27</td><td>2.03</td><td>1.95</td><td>2.02</td></tr></table>				2.53	2.52	2.55	2.60	2.66	2.51	2.27	2.03	1.95	2.02						
2.53	2.52	2.55	2.60	2.66																
2.51	2.27	2.03	1.95	2.02																
$\sigma_{\max}^+ / 1.45$	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"><tr><td>2.51</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>				2.51															
2.51																				
60°	$\sigma_{\max}^+$ 2.49	2.22	1.89	1.71	1.61	1.55														
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$	3.68	3.53	3.31	3.13	3.48														
	$\sigma_{\max}^+ / 2.61$				1.74	1.83														
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$	3.11	2.91	2.66	2.46	2.56														

40

表10：ネジ山深さ = 0.2 mm。ネジ山底部に直線部はない。側面角度および頂部曲率半径の種々の組合せ、およびネジ山底部の直線部の種々の長さ ( $c = 0, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6$ ) について、インプラント・セグメントの単位長さ当たりの標準的負荷の結果としての  $\sigma_{\max}^+$  の最低値。 $\sigma_{\max}^+ / 1.45, \sigma_{\max}^+ / 2.61, \sigma_{e,\max}^+ / 1.45$  または  $\sigma_{e,\max}^+ / 2.61$  が  $\sigma_{\max}^+$  を超えた場合は、それらの値が与えられている ( $\sigma_{\max}^+$  を最小にするパラメーターの組合せ)。頂部曲率半径の値はネジ深さ (D) で掛算された係数として表された。

10

## 頂部曲率半径 (mm)

側面

角度

		0.1xD mm	0.2xD mm	0.4xD mm	0.6xD mm	0.8xD mm	D mm	
0°	$\sigma_{\max}^+$	2.65	2.35	2.11	1.89	1.74		20
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$				2.62	5.59		
	$\sigma_{\max}^+ / 2.61$					3.10		
	$\sigma_{e,\max}^+ / 1.45$					3.18		
	$\sigma_{e,\max}^+ / 2.61$					1.77		
10°	$\sigma_{\max}^+$	2.96	2.61	2.25	1.97	1.85	1.71	
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$				2.72	4.12	7.86	
	$\sigma_{\max}^+ / 2.61$					2.29	4.37	
	$\sigma_{e,\max}^+ / 1.45$					2.44	4.75	
	$\sigma_{e,\max}^+ / 2.61$						2.64	
20°	$\sigma_{\max}^+$	2.80	2.51	2.28	2.08	1.93	1.78	
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$				2.23	2.83	3.72	
	$\sigma_{\max}^+ / 2.61$						2.07	
	$\sigma_{e,\max}^+ / 1.45$						2.39	
	$\sigma_{e,\max}^+ / 2.61$							
30°	$\sigma_{\max}^+$	2.51	2.28	2.12	2.01	1.88	1.79	
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$				2.20	2.63	3.19	
	$\sigma_{\max}^+ / 2.61$					1.89	2.12	
	$\sigma_{e,\max}^+ / 1.45$							
	$\sigma_{e,\max}^+ / 2.61$							
40°	$\sigma_{\max}^+$	2.24	2.02	1.86	1.81	1.77	1.71	
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$	2.63	2.32	2.08	2.09	2.30	2.56	
	$\sigma_{\max}^+ / 2.61$	2.57				1.81	1.92	
	$\sigma_{e,\max}^+ / 1.45$							
	$\sigma_{e,\max}^+ / 2.61$							
50°	$\sigma_{\max}^+$	2.24	1.95	1.72	1.63	1.59	1.57	
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$	3.14	2.87	2.52	2.38	2.39	2.42	
	$\sigma_{\max}^+ / 2.61$	2.67	2.37	2.01	1.96	1.90	1.92	
	$\sigma_{e,\max}^+ / 1.45$							
	$\sigma_{e,\max}^+ / 2.61$							
60°	$\sigma_{\max}^+$	2.58	2.30	1.94	1.76	1.66	1.59	
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$	4.09	3.83	3.50	3.28	3.41	3.60	
	$\sigma_{\max}^+ / 2.61$	2.27	2.13	1.95	1.82	1.90	2.00	
	$\sigma_{e,\max}^+ / 1.45$	3.38	3.10	2.69	2.43	2.54	2.67	
	$\sigma_{e,\max}^+ / 2.61$							

30

40

表11：ネジ山深さ＝0.3 mm。ネジ山底部に直線部はない。側面角度および頂部曲率半径の種々の組合せ、およびネジ山底部の直線部の種々の長さ ( $c = 0, 0, 2, 0, 4, 0, 8, 1, 6$ ) について、インプラント・セグメントの単位長さ当たりの標準的負荷の結果としての  $\sigma_{\max}^+$  の最低値。 $\sigma_{\max}^+ / 1.45, \sigma_{\max}^+ / 2.61, \sigma_{e,\max}^+ / 1.45$  または  $\sigma_{e,\max}^+ / 2.61$  が  $\sigma_{\max}^+$  を超えた場合は、それらの値が与えられている ( $\sigma_{\max}^+$  を最小にするパラメーターの組合せ)。頂部曲率半径の値はネジ深さ (D) で掛算された係数として表された。

10

## 頂部曲率半径 (mm)

## 側面

角度	0.1xD mm	0.2xD mm	0.4xD mm	0.6xD mm	0.8xD mm	D mm	
0°	$\sigma_{\max}^+$ $\sigma_{\max}^+ / 1.45$ $\sigma_{\max}^+ / 2.61$ $\sigma_{e,\max}^+ / 1.45$ $\sigma_{e,\max}^+ / 2.61$	2.48 2.20		1.93 1.72 2.50 5.38 2.98 3.07 1.70		1.59	20
10°	$\sigma_{\max}^+$ $\sigma_{\max}^+ / 1.45$ $\sigma_{\max}^+ / 2.61$ $\sigma_{e,\max}^+ / 1.45$ $\sigma_{e,\max}^+ / 2.61$	2.82 2.43		2.04 1.81 2.12 3.97 2.20 4.23 2.38 4.62 2.57		1.63 1.54	
20°	$\sigma_{\max}^+$ $\sigma_{\max}^+ / 1.45$ $\sigma_{\max}^+ / 2.61$ $\sigma_{e,\max}^+ / 1.45$ $\sigma_{e,\max}^+ / 2.61$	2.77 2.42		2.11 1.88 2.11 2.70 1.97 1.88		1.68 1.57 3.55	30
30°	$\sigma_{\max}^+$ $\sigma_{\max}^+ / 1.45$ $\sigma_{\max}^+ / 2.61$ $\sigma_{e,\max}^+ / 1.45$	2.53 2.27		2.04 1.91 2.30 3.05 1.69 1.79 2.08		1.72 1.60	
40°	$\sigma_{\max}^+$ $\sigma_{\max}^+ / 1.45$ $\sigma_{\max}^+ / 2.61$	2.29 2.73 2.39	2.04 2.37	1.86 1.97 1.97	1.77 1.70 2.01 2.61 1.88	1.63	
50°	$\sigma_{\max}^+$ $\sigma_{\max}^+ / 1.45$ $\sigma_{\max}^+ / 2.61$	2.30 3.25 2.77	2.00 2.94 2.36	1.75 2.54 2.01	1.65 2.29 1.92	1.59 2.28 1.83 2.34 1.85	40
60°	$\sigma_{\max}^+$ $\sigma_{\max}^+ / 1.45$ $\sigma_{\max}^+ / 2.61$	2.64 4.18 3.48	2.34 3.90 3.16	1.98 3.54 2.68	1.80 3.38 1.88 3.56 2.56	1.69 3.75 1.98 2.08 2.68	

表12：ネジ山深さ = 0.4 mm。ネジ山底部に直線部はない。側面角度および頂部曲率半径の種々の組合せ、およびネジ山底部の直線部の種々の長さ ( $c = 0, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6$ ) について、インプラント・セグメントの単位長さ当たりの標準的負荷の結果としての  $\sigma_{\max}^+$  の最低値。 $\sigma_{\max}^+ / 1.45, \sigma_{\max}^+ / 2.61, \sigma_{e,\max}^+ / 1.45$  または  $\sigma_{e,\max}^+ / 2.61$  が  $\sigma_{\max}^+$  を超えた場合は、それらの値が与えられている ( $\sigma_{\max}^+$  を最小にするパラメーターの組合せ)。頂部曲率半径の値はネジ深さ (D) で掛算された係数として表された。

10

## 頂部曲率半径 (mm)

側面

角度

0.1xD mm 0.2xD mm 0.4xD mm 0.6xD mm 0.8xD mm D mm

0°	$\sigma_{\max}^+$	2.41	2.08	1.79	1.65	1.53	20
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$			2.46		5.31	
	$\sigma_{\max}^+ / 2.61$					2.95	
	$\sigma_{e,\max}^+ / 1.45$			1.75		3.03	
	$\sigma_{e,\max}^+ / 2.61$					1.69	
10°	$\sigma_{\max}^+$	2.72	2.26	1.88	1.67	1.52	30
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$			2.06		3.92	
	$\sigma_{\max}^+ / 2.61$					2.18	
	$\sigma_{e,\max}^+ / 1.45$					2.39	
	$\sigma_{e,\max}^+ / 2.61$					4.59	
20°	$\sigma_{\max}^+$	2.76	2.34	1.96	1.72	1.55	40
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$			1.94		2.64	
	$\sigma_{\max}^+ / 2.61$					1.87	
	$\sigma_{e,\max}^+ / 1.45$					2.32	
	$\sigma_{e,\max}^+ / 2.61$						
30°	$\sigma_{\max}^+$	2.55	2.26	1.96	1.75	1.59	50
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$			1.78		2.24	
	$\sigma_{\max}^+ / 2.61$					2.70	
	$\sigma_{e,\max}^+ / 1.45$					1.50	
	$\sigma_{e,\max}^+ / 2.61$					1.99	
40°	$\sigma_{\max}^+$	2.33	2.06	1.85	1.72	1.60	60
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$	2.76	2.38	1.94	1.90	1.95	
	$\sigma_{\max}^+ / 2.61$					2.22	
	$\sigma_{e,\max}^+ / 1.45$	2.39				1.66	
	$\sigma_{e,\max}^+ / 2.61$					1.84	
50°	$\sigma_{\max}^+$	2.34	2.03	1.76	1.65	1.58	70
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$	3.29	2.95	2.54	2.27	2.23	
	$\sigma_{\max}^+ / 2.61$			2.01	1.90	1.81	
	$\sigma_{e,\max}^+ / 1.45$	2.81	2.35			2.43	
	$\sigma_{e,\max}^+ / 2.61$					1.94	
60°	$\sigma_{\max}^+$	2.68	2.38	2.01	1.82	1.70	80
	$\sigma_{\max}^+ / 1.45$	4.21	3.92	3.53	3.54	3.74	
	$\sigma_{\max}^+ / 2.61$				1.97	2.08	
	$\sigma_{e,\max}^+ / 1.45$	3.59	3.20	2.69	2.70	2.83	
	$\sigma_{e,\max}^+ / 2.61$					2.97	

上記例において、半径 R は一定であり、実数であった。

図 7 に示す好ましい例において、頂部曲率半径 R は仮想的なものであり、直線側面と湾曲頂部との間の遷移点 P 1 (この P 1 を通る第 1 の接線は上記側面に沿って向けられている

50

)を規定すると共に、頂部の頂点P2(このP2の第2の接線はインプラントの長手方向と平行をなす)を規定するものである。この実施例において湾曲頂部は上記P1、P2を通る曲線形状を有すると共に上記第1、第2の接線と一致する点における接線を有し、曲率半径R1を有する。この曲率半径R1は例えば値R<sub>min</sub>から値R<sub>max</sub>へ増大するものであつてもよく、あるいは値R<sub>min</sub>から値R<sub>max</sub>へ増大し、ついで値R<sub>max</sub>から値R<sub>min</sub>へ減少するものであつてもよい。

値R<sub>min</sub>は0.01mmより大きく、R<sub>max</sub>/R<sub>min</sub>比が3よりも大きいことが好ましい。この実施例の1つの特別の場合はもちろん、この曲率半径R1は一定であり、上記仮想半径Rに等しく、したがって、半径Rの円形部を有する。

以下の計算値は種々の曲率半径の効果を説明するものである。

10

均一な頂部の半径 = 0.04mm

側面角度 : 40度

ネジ山深さ : 0.1mm

底部半径 : 0.01mm

最大引張り応力 : 1.784Mpa.

ネジ山頂部の可変的曲率半径 - 小さな連続的变化 :

側面角度 : 40度

ネジ山深さ : 0.1mm

頂部の半径 : R<sub>min</sub> = 0.025mm、R<sub>max</sub> = 0.055mm

底部半径 : 0.01mm

20

最大引張り応力 : 1.750Mpa.

ネジ山頂部の可変的曲率半径 - 大きい連続的变化 :

側面角度 : 40度

ネジ山深さ : 0.1mm

頂部の半径 : R<sub>min</sub> = 0.0010mm、R<sub>max</sub> = 0.069mm

底部半径 : 0.01mm

最大引張り応力 : 1.721Mpa.

上記から明らかなように、可変的曲率半径により若干の改善が見られる。

本発明は請求の範囲内において種々、変更することも可能である。例えば、ネジ山または粗面の2つの側面角度は、同一であることが好ましいとしても、必ずしも同一である必要はない。或る種の適用においては、双方とも特定された範囲内であれば異なっていてもよく、その他の適用においても、最も大きく負荷が与えられる側面が上記特定範囲内の角度であれば十分である。

30

同じことが頂部半径についても言え、その双方または一方のみが上記特定範囲にあれば、ネジ山の各側において異なる値をとってもよい。

【図1】

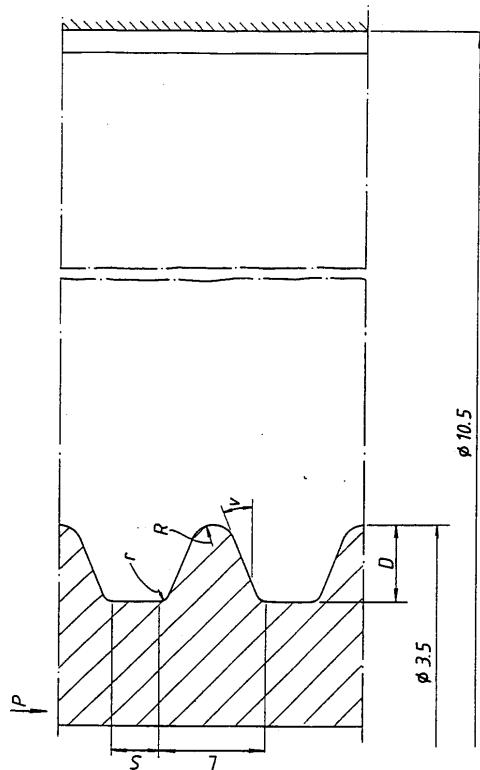


Fig.1

【図2】

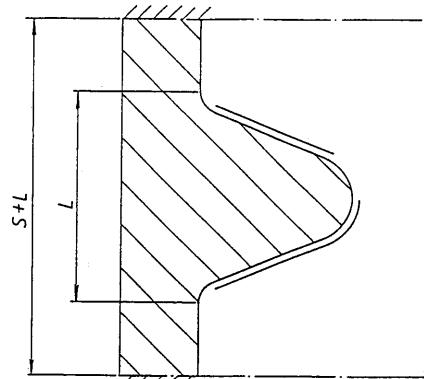


Fig.2

【図6】

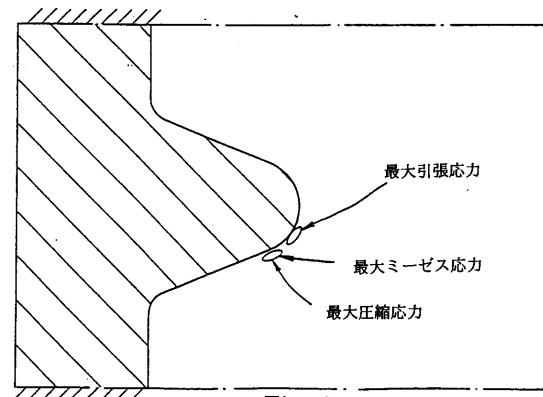


Fig.6

【図3】

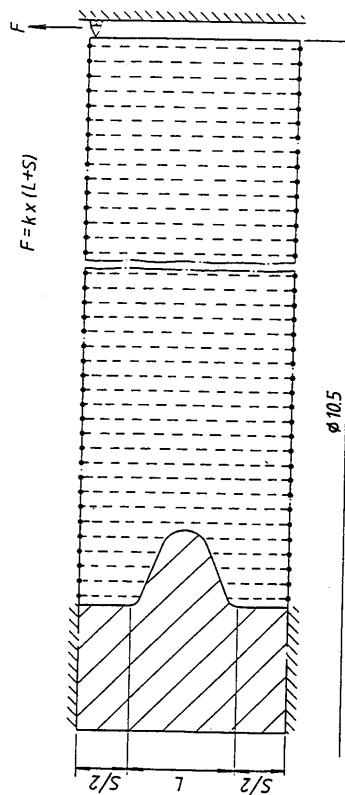


Fig.3

【図4】

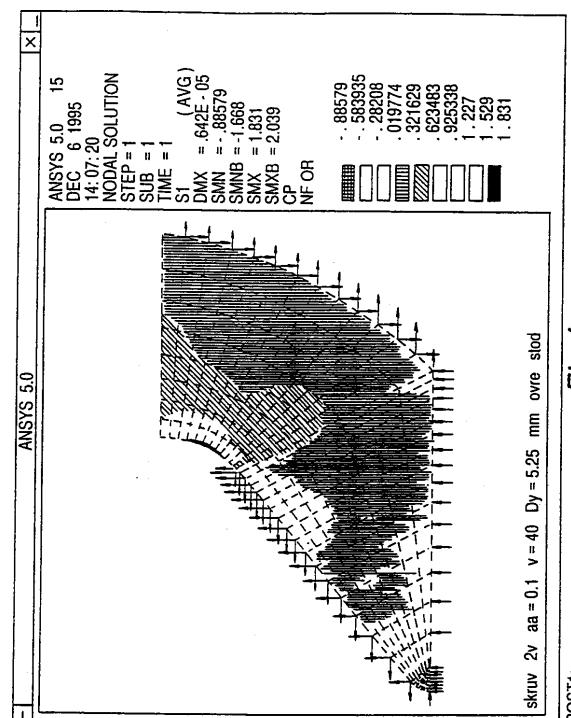


Fig.4

【図5】

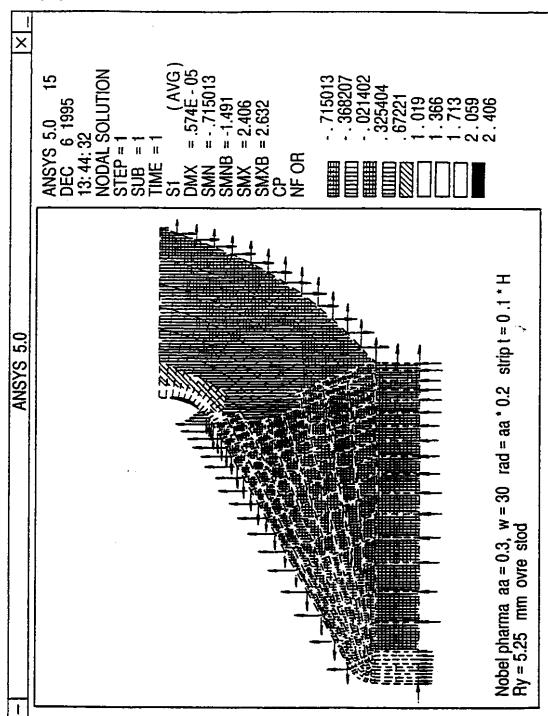


Fig.5

【図7】

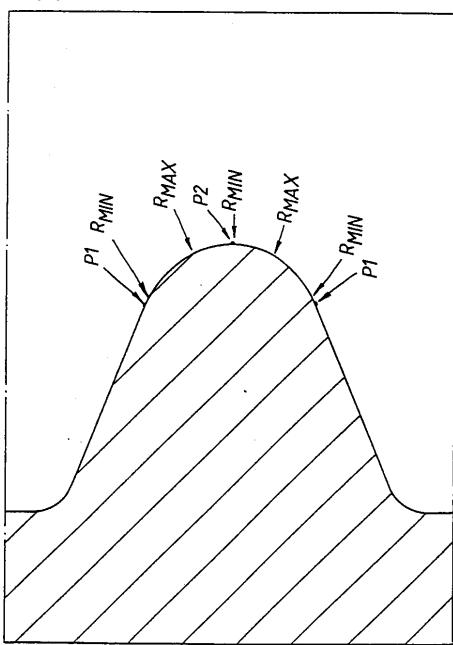


Fig.7

---

フロントページの続き

合議体

審判長 亀丸 広司

審判官 中島 成

審判官 蓮井 雅之

(56)参考文献 特開平7-275268 (JP, A)

特開平3-176045 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61C8/00

A61F2/28