

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4989491号
(P4989491)

(45) 発行日 平成24年8月1日(2012.8.1)

(24) 登録日 平成24年5月11日(2012.5.11)

(51) Int.Cl. F 1
F 1 6 H 55/22 (2006.01) F 1 6 H 55/22
F 1 6 H 55/08 (2006.01) F 1 6 H 55/08 Z

請求項の数 6 (全 9 頁)

| | | | |
|---------------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2007-553531 (P2007-553531) | (73) 特許権者 | 505235613 |
| (86) (22) 出願日 | 平成18年2月1日(2006.2.1) | | ゾナ ベーエルヴェー プレチジオンズシ |
| (65) 公表番号 | 特表2008-528908 (P2008-528908A) | | ユミーデ ゲゼルシャフト ミット ベシ |
| (43) 公表日 | 平成20年7月31日(2008.7.31) | | ユレンクテル ハフツング |
| (86) 国際出願番号 | PCT/EP2006/000874 | | ドイツ連邦共和国、80807 ミュンヘ |
| (87) 国際公開番号 | W02006/082038 | (74) 代理人 | 100064012 |
| (87) 国際公開日 | 平成18年8月10日(2006.8.10) | | 弁理士 浜田 治雄 |
| 審査請求日 | 平成21年1月9日(2009.1.9) | (72) 発明者 | グットマン、ペーター |
| (31) 優先権主張番号 | 102005005169.3 | | ドイツ連邦共和国、81927 ミュンヘ |
| (32) 優先日 | 平成17年2月2日(2005.2.2) | | ン、グリマイゼンシュトラーセ 11 |
| (33) 優先権主張国 | ドイツ(DE) | 審査官 | 高吉 続久 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 互いに交差する軸を有する2つのギアからなる交差軸歯車のギアリング部の幾何形状の決定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

仮想の第1のギアの第1のギアリング部幾何形状を予め設定し；

前記仮想の第1のギアの予め設定された幾何形状の歯(1)のローリング工程から接合創成によって生成されるギア組合せ体の仮想の第2のギアのギアリング部の幾何形状を計算し、その際計算の基礎となっている仮想の第1のギアの歯(1)のローリング工程はそれの前記仮想の第2のギアの歯溝(3)内の対称位置で終了し；

前記仮想の第2のギアの歯の第1のギアとの完全なローリング工程に基づいて後方向の接合創成によって生成される前記第1のギアの歯の歯面幾何形状を計算し、その際発生する突出先端部(7)はその領域において歯面を削減することによって回避し；

前記のステップにおいて計算された第1のギアのギアリング部の歯面幾何形状に応じて第1のギア的最終的な幾何形状を決定し；

先に計算された仮想の第2のギアのギアリング部の歯面幾何形状に応じて第2のギアのギアリング部の最終的な幾何形状を決定する、

各ステップからなる、互いに交差する軸を有する2つのギアからなる交差軸歯車のギアリング部の幾何形状の決定方法。

【請求項2】

仮想の第1のギアの第1のギアリング部幾何形状を予め設定し；

前記仮想の第1のギアの予め設定された幾何形状の歯(1)のローリング工程から接合創成によって生成されるギア組合せ体の仮想の第2のギアのギアリング部の幾何形状を計

算し、その際計算の基礎となっている仮想の第1のギアの歯(1)のローリング工程はそれの前記仮想の第2のギアの歯溝(3)内の対称位置で終了し；

前記仮想の第2のギアの歯の第1のギアとの完全なローリング工程に基づいて後方向の接合創成によって生成される前記第1のギアの歯の歯面幾何形状を計算し、その際発生する突出先端部(7)はその領域において歯面を削減することによって回避し；

前記のステップにおいて計算された第1のギアのギアリング部の歯面幾何形状に応じて第1のギアの最終的な幾何形状を決定し；

決定された幾何形状を有する第1のギアの完全なローリング工程から接合創成によって生成される前記第2のギアの歯の歯面幾何形状を計算し；

前記のステップにおいて計算された仮想の第2のギアのギアリング部の歯面幾何形状に応じて第2のギアのギアリング部の最終的な幾何形状を決定する、

各ステップからなる、互いに交差する軸を有する2つのギアからなる交差軸歯車のギアリング部の幾何形状の決定方法。

【請求項3】

第1のギアがピニオンであり第2のギアはクラウン歯車であり、それらが90°の交差軸を有するものであることを特徴とする請求項1または2記載の方法。

【請求項4】

予め設定された仮想のピニオンのギアリング部幾何形状が歯の軸方向幅にわたって一定である歯高、ならびに変化する圧力角および/または転位量の経移を有することを特徴とする請求項3記載の方法。

【請求項5】

互いに接合して形成されたギアリング部を有するクラウン歯車とピニオンからなるとともにピニオン歯の歯面(9)がその幅にわたって湾曲して延在するギア組合せ体であり、ピニオンの歯(8)がクラウン歯車上におけるピニオンの回転方向に関してその幅にわたって半径方向内側に向かって漸増する歯頭短縮(10)を有し、クラウン歯車(12)の歯面が全面で荷重されるものであるとともに切下げが完全に回避されることを特徴とするギア組合せ体。

【請求項6】

クラウン歯車(12)の歯面が全面で荷重されるものであるとともに切下げが完全に回避されることを特徴とする請求項4記載のクラウン歯車とピニオンからなるギア組合せ体。

【発明の詳細な説明】

【発明の詳細な説明】

【0001】

この発明は、互いに交差する軸を有する2つのギア、特にクラウン歯車とピニオンとからなる交差軸歯車のギアリング幾何学形状の決定方法に関する。本発明はさらに互いに接合して形成されたギアリング部を有するクラウン歯車とピニオンからなるギア組合せ体に関する。

【0002】

クラウン歯車とピニオンとからなるギア組合せ体(歯車装置)のギアリング部(噛み合い)の幾何形状の決定には従来の技術において数値計算に基づいた方法が使用されており、それにおいてはギア組合せ体の一方のパートナーの正確な形状を予め設定しておいてクラウン歯車上におけるピニオンの完全なローリング動作をシミュレーションし、それによってギア組合せ体のもう一方のパートナーのギアリング部の形状を決定することができる。これは一般に“接合創生”(conjugated creation)と呼ばれる。この点に関する従来の技術の好適な概要が、1997年発行のアメリカ航空宇宙局(NASA)のフェイダ・L・リトヴィン氏による“ギア技術の開発およびギアリング原理”によって示されている。そのようにして決定されたクラウン歯車とピニオン、あるいは2つの錐形にギア形成された歯車からなるギア組合せ体は、正確な両方のギアのギアリング部幾何形状の認識に基づいて既知の旋削および/または変形加工方法によって創成すること

10

20

30

40

50

ができる。しかしながら、そのためには常にギア組合せ体の1つのパートナーのギアリング部幾何形状の正確な予設定が必要となる。

【0003】

従来の技術によれば、クラウン歯車とピニオンからなるギア組合せ体の場合大抵円筒形のピニオンギアの幾何形状が基礎として設定され、それにおいてはピニオンの軸方向幅にわたったピニオンの歯の歯面が直線的な輪郭を有するものとなる。

【0004】

しかしながら、クラウン歯車とピニオンからなるギア組合せ体の好適なギアリング部幾何形状を決定するためにより複雑なピニオンの歯の幾何形状が提案されており、これはそうでない場合クラウン歯車の歯の歯面上に形成される切下げを縮小するために一般的な円筒形のギアリング部幾何形状と異なったものとなる。そのため、例えばピニオンの歯上にその軸方向幅にわたって圧力角および/または転位量を設けることによってクラウン歯車の歯の歯面荷重容量を改善することが提案されている。ピニオンの歯の軸方向の幅にわたって増加する歯頭短縮に伴って、クラウン歯車の歯の切下げを有効にさらに縮小することができる。これにおいても、ピニオン歯の歯面が軸方向において常に直線的な輪郭からなる幾何形状を有する。

【0005】

接合創成方法は前述した複雑なギアリング部幾何形状の決定には適していないことが既に証明されており、それはその場合ギア組合せ体の1つのパートナーの正確な幾何形状が既知であることが必要であるためである。そのためギアリング部幾何形状の最適化および決定のために多数回の計算の実行が必要となり、それによってギア組合せ体の各種のギアパラメータを変更しながら所要の幾何形状特性に近づけていく。

【0006】

従って本発明の目的は、少ない計算作業コストをもって可能な限り高いクラウン歯車の歯の歯面荷重容量と可能な限り高いギアリング部全体の稼働強度を有するクラウン歯車とピニオンのギアリング部幾何学形状を算定することができる、互いに交差する軸を有する2つのギア、特にクラウン歯車とピニオンとからなる交差軸歯車のギアリング幾何学形状の決定方法を提供することである。さらに、互いに接合して形成されたギアリング部幾何学形状がギア組合せ体の稼働強度に関して従来の技術によるものを大幅に上回るものとなるようなクラウン歯車とピニオンからなるギア組合せ体を提供することである。

【0007】

前記の課題は、本発明の請求項1および2によって錐形のギアリング部を有する2つのギアからなるギア組合せ体において解決される。本発明に係る方法は(一定の条件下において)互いに交差する軸を有する任意のギア組合せ体に適したものであるが、この方法は請求項3の実施形態に示されるように、90°の軸交錯角を有するクラウン歯車とピニオンからなるギア組合せ体に対しても好適なものとなる。

【0008】

本発明によれば、まず“仮想”ピニオンの第1のギアリング幾何形状を予め設定し、それが後続するギアリング部の計算および決定工程のための基礎として機能する。この予め設定された仮想ピニオンのギアリング部幾何形状から出発してこの仮想ピニオンのローリング工程からの接合創成によって得られる“仮想”クラウン歯車のギアリング部幾何形状が計算され、ここで既知の接合創成の方法とは異なって、クラウン歯車の歯面の切下げを伴った仮想ピニオンの全行程のローリング工程ではなく、“半行程の”ローリング工程に基づいたものとなる。そのためローリング工程から得られる仮想のクラウン歯車の歯面幾何形状の計算は、歯面の計算のためにローリング工程に採用された仮想ピニオンの歯が仮想クラウン歯車の歯溝内と対称位置に存在する時点で終了する。従って接合創成の早期の中断によって、その上をピニオン歯が半行程でローリングすることができる仮想クラウン歯車の歯の歯面の幾何形状が計算される。従ってこの計算された歯面は、数学的観点において半行程ローリングするピニオン歯の包絡線を成すものとなる。対応する逆側歯面は、半分ロールアウトした切下げ無しの歯面に反映させることによって創成するか、あるいは

10

20

30

40

50

逆向きの走行方向への残り半行程のローリングに基づいて計算される。従って仮想クラウン歯車の各歯の2つの歯面は、両方の走行方向に対して対称に予め設定された仮想ピニオンのギアリング部幾何形状を原点として、互いに対称な幾何形状を有するものとなる。予め設定された仮想ピニオンが計算された仮想クラウン歯車上を完全には回転し得ないことが明確に示される。

【0009】

基礎とされている半分のローリング工程のみによる計算方式のため歯面が切下げを有していない仮想クラウン歯車のギアリング部幾何形状を出発点として、後方向に接合する創成によってギアリング原理を満たしたピニオン歯のうちの1本の両歯面の幾何形状が計算される。その際、(クラウン歯車上におけるピニオンの回転方向に対して)半径方向内側に延在するピニオンギアリング部の領域内において(分離して)計算されたピニオンの歯面が突出先端部となることが可能であり、それにおいてはピニオン歯の2つの歯面が互いに交差するものとなる。この場合(歯高に対して)交線より上に位置している両歯面の領域は技術的に意義を有するものでなく;そこで生じる突出先端部は歯頭の短縮によって成される歯面の短縮によって回避することができる。そのようにして得られたピニオンギアリング部の幾何形状が、ピニオンギアリング部の最終的な幾何形状として算定される。極めて好適な方式において、そのようにして得られたピニオン歯はその回転方向に関してクラウン歯車上で半径方向内側に存在する歯頭短縮を有しており;従来知られていた歯面が軸方向に直線的に延在するピニオンギアリングと異なって、本発明に係る方法によってその幾何形状が決定されたピニオン歯の歯面はその軸方向幅にわたり全て直線的ではなく湾曲した輪郭を備えている。

【0010】

従って請求項1に従った第1の実施形態によれば、仮想クラウン歯車のギアリング部幾何形状をクラウン歯車ギアリング部の最終的な幾何形状として決定することができる。その幾何形状において既に最終的に決定されているピニオンは後方向の接合創成によって形成され、従って本発明によって互いに接合する2つのギアを決定することができる。

【0011】

他方、請求項2に従った本発明に係る方法の最終工程として、(完全なローリング工程に基づいてその幾何形状が最終的に決定されたピニオンを出発点として)接合創成によってクラウン歯車ギアリング部の幾何形状を計算することができ;これはクラウン歯車ギアリング部の最終的な幾何形状として決定される。この最終工程はある程度先の計算工程の確認の作用を成すものとなり、それは作成されまた決定されたクラウン歯車ギアリング部の幾何形状が実質的に先に計算された仮想クラウン歯車のものに一致すべきものであるためである。

【0012】

結果として、クラウン歯車の歯面の切下げが完全に回避されるクラウン歯車とピニオンからなるギア組合せ体のギアリング部の幾何形状が本発明に従って決定される。この方法によってその幾何形状が最適に決定されたクラウン歯車の歯の歯面は高い荷重容量を有している。ピニオンの歯(ならびにギア組合せ体全体)もその軸方向において湾曲して延在した歯面のため好適に方式において可能な限り高い稼働強度を有するように設計される。

【0013】

この方法は、クラウン歯車とピニオンからなるギア組合せ体の幾何形状の決定だけに限られることはなく、前述したように両方のギアのうちの一方の上に生成される切下げを回避すべきである任意の交差軸歯車に適用することができる。特にこの方法は、90°以外の交差軸を有するギアからなるギア組合せ体にも適用することができる。(この場合も)本発明に係る方法は、迅速かつ最適なギアリング部幾何形状の決定を可能にする。

【0014】

本発明に係る方法の別の実施形態によれば、予め設定すべきピニオンのギアリング部の幾何形状が歯の軸方向幅にわたって一定な歯高と変化する圧力角および/または転位量の経移を有するものとなる。従って、そのように既に効果的である、従来一般的であった歯

10

20

30

40

50

形状とは異なったピニオンギアリング部の幾何形状は、極めて好適な方式によってさらに最適化される。ピニオン上に生成される歯頭短縮は、切下げを回避するために必要な最小レベルに限定される。

【 0 0 1 5 】

極めて好適な方式によって、この方法は90°の交差軸を有してクラウン歯車とピニオンの間に軸偏位が存在せずまたピニオンが直線ギアからなる、クラウン歯車とピニオンからなるギア組合せ体に適用される。前述した特徴を有するギア組合せ体は高い負荷に曝される作動歯車装置の部品として適しており、そのためにギア組合せ体はその稼働強度に関して最適な特性を有することを必要とする。しかしながらこれは限定的なものではなく、それはこの方法が特に斜めの歯を有するクラウン歯車/ピニオン組合せ体にも適用可能であるためである。

10

【 0 0 1 6 】

最後に、本発明はさらに、ピニオンの歯がその幅にわたって(クラウン歯車上におけるピニオンの回転方向に関して)半径方向内側に向かって漸増する歯頭短縮を有するとともにピニオン歯の歯面がその幅にわたって湾曲して延在することを特徴とする、互いに接合して形成されたギアリング部を有するクラウン歯車とピニオンからなるギア組合せ体に関する。従ってこのギア組合せ体は本発明に係る方法によって明確化された特徴を有するものであり;すなわちこれは、ピニオンの歯がその軸方向の幅にわたって漸増する歯頭短縮とその歯面の湾曲した輪郭を有する点において従来の技術によるものと異なり極めて好適なものとなる。

20

【 0 0 1 7 】

軸方向の歯幅にわたって湾曲したピニオンの歯の歯面の輪郭とクラウン歯車上のピニオンの回転方向に関して半径方向内側に存在する歯頭短縮に基づいて、クラウン歯車のギアリング部の接合創成によって高い稼働強度の点で最適なギア組合せ体が形成される。本発明に係るギア組合せ体の好適な構成形態によれば、クラウン歯車の歯面が全面に荷重されるものとなり従って切下げを有さないものとなる。切下げが不要となることによるクラウン歯車の歯の歯面荷重容量への好適な影響が証明されている。

【 0 0 1 8 】

次に、本発明に係る方法ならびに本発明に係るクラウン歯車とピニオンからなるギア組合せ体の実施例につき、添付図面を参照しながら以下詳細に説明する。

30

【 0 0 1 9 】

図1aは、本発明に係る方法の一実施例に基づいて予め設定された幾何形状を有する仮想ピニオンの歯1を概略的に示した透視図である。図示された仮想のピニオン歯1の歯面2は互いに対称に形成されるとともにその軸方向幅にわたって漸減する転位量ならびに漸増する圧力角を有することができる。例えば先端限界および干渉限界等のピニオン/クラウン歯車ギアリング部に対して知られている限界条件がここで好適に保持されている。

【 0 0 2 0 】

図1bは、図1aの仮想ピニオンの半行程のローリングのシミュレーションによって生成される仮想クラウン歯車の隣接する2本の歯間の歯溝3を概略的に示した透視図である。クラウン歯車のギアリング部の歯溝3に隣接している両方の歯面4は互いに対称に形成されるとともに、仮想ピニオンの歯1が仮想クラウン歯車のギアリング部の歯溝3内の対称位置に存在している位置で基礎になっているローリング工程の計算が終了しているため、切下げを有していない。

40

【 0 0 2 1 】

図1cは、後方向の接合創成によって生成される、突出先端部7を備えたピニオンの歯5の歯面6を概略的に示したものである。この技術的な意義を成さない歯面6の交差は突出先端部7の領域において歯面6を短縮することによって回避される。

【 0 0 2 2 】

図1dには、その幾何形状がピニオンギアリング部の最終的な幾何形状として決定されるピニオン歯8が示されている。歯頭短縮10が明確に示されている。生成された歯面9

50

は歯面 6 に比べて突出先端部 7 の領域で短縮されている。このピニオン歯を出発点として接合創成によってクラウン歯車の幾何形状が計算され、そのうち歯溝 11 がそれに接している 2 本の隣接するクラウン歯車の歯の両方の歯面 12 と共に図 1 e に概略的に示されている。最後に、実質的に図 1 b のものと一致するクラウン歯車のギアリング部の幾何形状が最終的な幾何形状として決定される。

【 0 0 2 3 】

図 2 および図 3 にはそれぞれ、本発明に係るギア組合せ体の一実施例のピニオンおよびクラウン歯車の歯が示されており、そのギアリング部の幾何形状が前述した方法によって決定される。

【 0 0 2 4 】

図 2 においては、平歯車として形成された本発明に係るギア組合せ体のピニオンの歯 8 の側面図が上部中央に示されている。本発明に係る方法の実施によって生成されるピニオンの歯 8 上の歯頭短縮 10 が明確に示されている。

【 0 0 2 5 】

歯 8 の側面図の左下には、側面図の矢印 L の方向に見た歯 8 の平面図が示されている。その下には側面図中に示された切断線に従った断面 A - A、B - B、C - C、D - D、および E - E が示されている。断面 A - A ないし断面 E - E 内の陰影線が付けられた領域はそれぞれ切断部に延在している歯 8 の部分を示している。ピニオンの歯 8 の歯面は、各断面図において左から右に延在している軸方向幅にわたって直線的ではなく湾曲して延在しており、それは特に断面 A - A および断面 B - B において明確に示されている歯頭領域の（凸型の）起伏部によって特徴付けられている。加えて、歯の平面図（視線 L）から、歯面がその歯根の領域（その輪郭は視線 L の図中で上部および下部の境界線によって示されている）においても軽く湾曲して延在していることが明らかであり、そこでは逆に突出した起伏部の形状ではなくむしろ緩やかな（凹型の）歯面の低没部となっている。

【 0 0 2 6 】

歯 8 の側面図の右下には側面図中の矢印 K に従った歯 8 の構図が示されている。ここでも歯頭短縮 10 が明確に示されている。その下には歯 8 の断面 F - F ないし J - J が示されており、それにおいても切断部に延在している歯 8 の部分が陰影線によって示されている。

【 0 0 2 7 】

図 3 には、本発明に係るギア組合せ体のクラウン歯車の歯 13 の側面図が上部中央に示されており、そのギアリング部は図 2 のピニオンギアリング部に接合して形成されている。

【 0 0 2 8 】

歯 13 の左下には側面図中の矢印 L に従った歯 13 の平面図が示されている。その下には側面図中に示された切断線に従った断面 A - A、B - B、C - C、D - D、および E - E が示されている。断面 A - A ないし断面 E - E 内の陰影線が付けられた領域はそれぞれ切断部に延在している歯 13 の部分を示している。

【 0 0 2 9 】

歯 13 の側面図の右下には側面図中の矢印 K に従った歯 13 の構図が示されている。その下には歯 13 の断面 F - F ないし J - J が示されており、それにおいても切断部に延在している歯 13 の部分が陰影線によって示されている。クラウン歯車の歯 13 の歯面は、極めて好適な方式によって切下げを有していない。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 0 】

【 図 1 a 】本発明に係る方法の実施によって得られたピニオン歯の幾何形状を概略的に示した立体図である。

【 図 1 b 】本発明に係る方法の実施によって得られたクラウン歯車の歯溝の幾何形状を概略的に示した立体図である。

【 図 1 c 】本発明に係る方法の実施によって得られたピニオン歯の幾何形状を概略的に示

10

20

30

40

50

した立体図である。

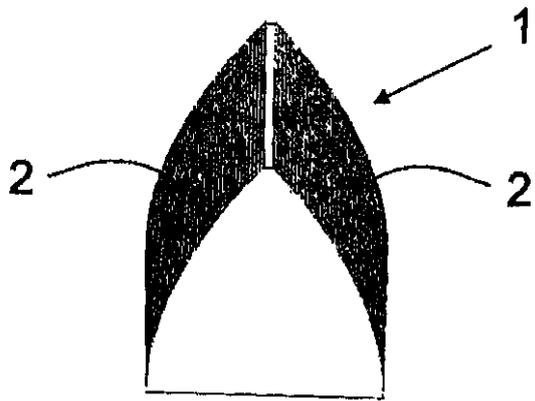
【図 1 d】本発明に係る方法の実施によって得られたピニオン歯の幾何形状を概略的に示した立体図である。

【図 1 e】本発明に係る方法の実施によって得られたクラウン歯車の歯溝の幾何形状を概略的に示した立体図である。

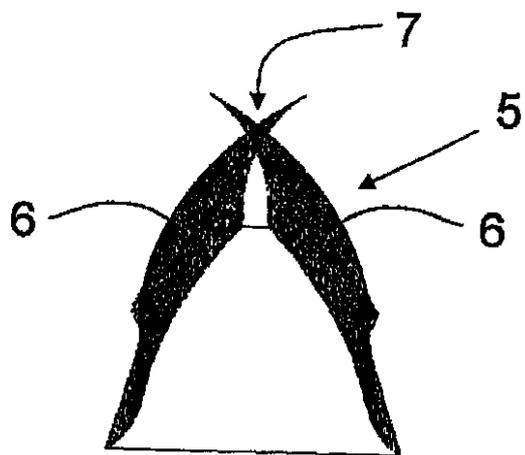
【図 2】本発明に係るクラウン歯車とピニオンからなるギア組合せ体の一実施例のピニオン歯を示した複数断面図である。

【図 3】本発明に係るクラウン歯車とピニオンからなるギア組合せ体の一実施例のクラウン歯車の歯を示した複数断面図である。

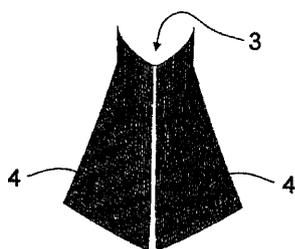
【図 1 a】



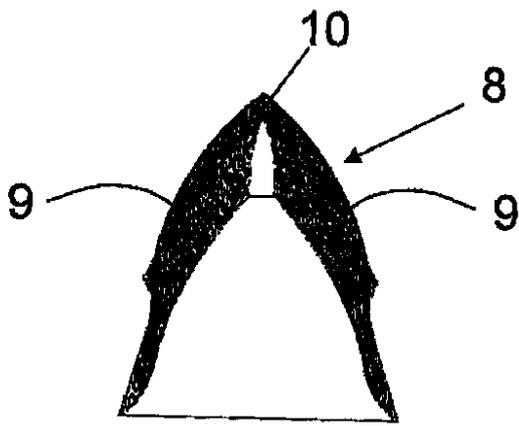
【図 1 c】



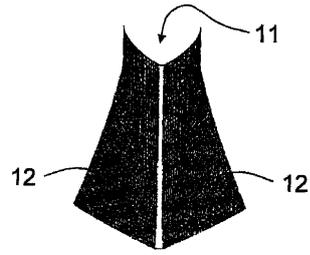
【図 1 b】



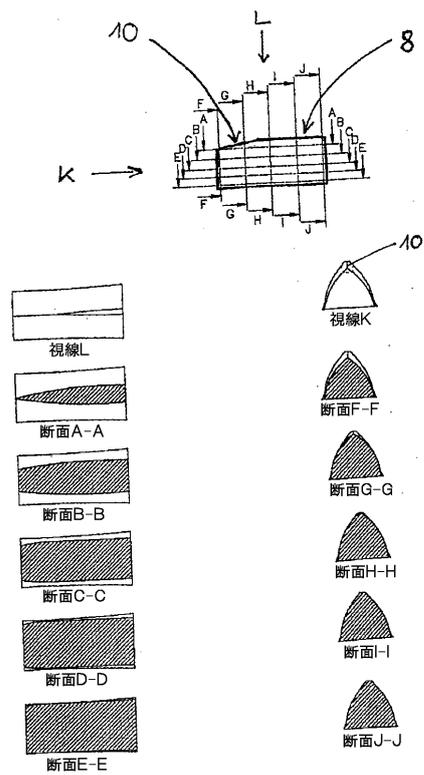
【図1d】



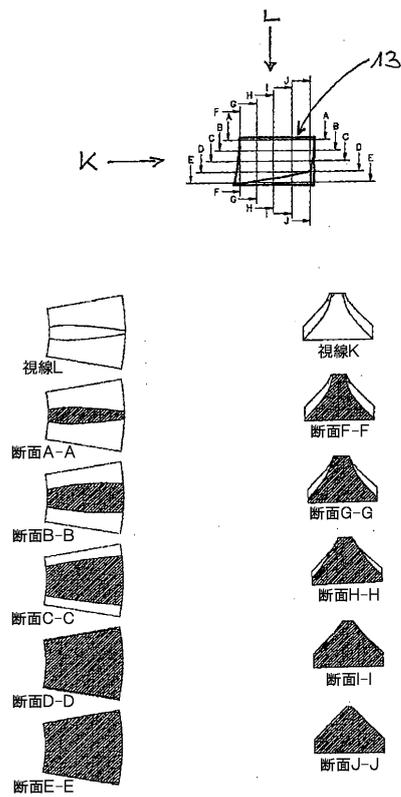
【図1e】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭62-151649(JP,A)
特開平09-217817(JP,A)
特開昭61-290263(JP,A)
特開2004-069066(JP,A)
特開昭60-155054(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16H 1/00- 1/26

F16H 51/00-55/30