

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7210477号
(P7210477)

(45)発行日 令和5年1月23日(2023.1.23)

(24)登録日 令和5年1月13日(2023.1.13)

(51)国際特許分類 F I
C 2 3 C 4/134(2016.01) C 2 3 C 4/134
H 0 5 H 1/26 (2006.01) H 0 5 H 1/26

請求項の数 6 (全11頁)

(21)出願番号	特願2019-565798(P2019-565798)	(73)特許権者	515135572 エリコン メテコ アクチェンゲゼルシャ フト、ヴォーレン スイス国 CH - 5 6 1 0 ヴォーレン、 リーガッカーシュトラーセ 1 6
(86)(22)出願日	平成30年5月29日(2018.5.29)	(74)代理人	110000855 弁理士法人浅村特許事務所
(65)公表番号	特表2020-526659(P2020-526659 A)	(72)発明者	シュテクリー、マルティン スイス連邦、ボスヴィル、ドレクスラー ヴェク 3
(43)公表日	令和2年8月31日(2020.8.31)	(72)発明者	ミカラ、アレクサンダー、ポール スイス連邦、カイサーシュツッハ、レイ ンガッセ 4
(86)国際出願番号	PCT/EP2018/000276	審査官	松村 駿一
(87)国際公開番号	WO2018/219497		
(87)国際公開日	平成30年12月6日(2018.12.6)		
審査請求日	令和3年5月11日(2021.5.11)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 内部コーティング用プラズマ・コーティング・ランス

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

プラズマ・プロセス用のコーティング・ランスであって、
前記コーティング・ランスは、プラズマ・シャフトと、プラズマ・ネックと、プラズマ・ヘッドとを備え、
前記プラズマ・シャフトは、第1のシャフト端部から第2のシャフト端部まで軸に沿って軸方向に延在する長手方向チャンネルを備え、
前記プラズマ・ネックは、シャフト・アタッチメントと、ヘッド・アタッチメントと、前記シャフト・アタッチメントから前記ヘッド・アタッチメントまで延在する少なくとも1つのネック・チャンネルとを備え、前記シャフト・アタッチメントは、前記長手方向チャンネルが前記少なくとも1つのネック・チャンネルに開口するように、前記第2のシャフト端部に配置され、
前記プラズマ・ヘッドは、ネック・アタッチメントと、プラズマ開口部と、前記ネック・アタッチメントから前記プラズマ開口部まで延在する少なくとも1つのヘッド・チャンネルとを備え、前記プラズマ・ヘッドの前記ネック・アタッチメントは、前記少なくとも1つのネック・チャンネルが前記ヘッド・チャンネルに開口するように、前記プラズマ・ネックの前記ヘッド・アタッチメントに配置され、プラズマ・チャンネルの進路は、前記ネック・チャンネルが前記軸に対して中心に置かれる前記ヘッド・チャンネルに開口しないように、すなわち、前記軸に対してオフセットされるように、前記軸から外れて、前記プラズマ・ヘッドは、前記軸に対して外側に偏向することを特徴とする、コーティング・ランス。

10

20

【請求項 2】

前記プラズマ・ネックは、前記第 2 のシャフト端部で取外し可能に固定されることを特徴とする、請求項 1 に記載のコーティング・ランス。

【請求項 3】

前記ネック・チャンネルは、少なくとも 1 つの湾曲を有し、好ましくは、逆の符号を持つ少なくとも 2 つの湾曲を有することを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載のコーティング・ランス。

【請求項 4】

前記プラズマ開口部の縁部によって画定される平面は、角度 $< 0^\circ$ だけ前記軸に対して傾斜することを特徴とする、請求項 1 から 3 までのいずれか一項に記載のコーティング・ランス。

10

【請求項 5】

少なくとも前記プラズマ・ネック、好ましくは前記プラズマ・ヘッドも、付加製造プロセスによって製造され、好ましくは積層構造で製造されることを特徴とする、請求項 1 から 4 までのいずれか一項に記載のコーティング・ランスの製造プロセス。

【請求項 6】

前記プラズマ・シャフトの前記長手方向チャンネルは、深穴穿孔によって少なくとも部分的に製造されることを特徴とする、請求項 5 に記載のプロセス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、回転表面、非対称表面、又は自由曲面の内部コーティング用の、プラズマ・プロセスのためのコーティング・ランスに関する。ここで、表面の湾曲する方向には、凸方向のみならず凹方向も含まれる。

【背景技術】

【0002】

コーティングのプロセスでは、プラズマは、ガス混合物の助けを借りてアークによって生成され、プラズマ中に粉末ガス混合物又はワイヤが導入される。供給された材料は、プラズマの熱エネルギーによって部分的に又は完全に熔融し、プラズマの運動エネルギーによってコーティング・ランスから離れ、被覆されるべき表面の方向へ偏向される。この場合、すべての方向からの導入が可能である。

30

【0003】

部分的に熔融した、又は完全に熔融した材料は、基材上へ加速され、表面に付着することで基材に接着する。延性材料の液滴は塑性変形し、予め活性化された表面に機械的付着を形成する（粗面化プロセス/アンダーカット）。固化のプロセスでは、材料の液滴は、以前にプラズマから吸収された熱エネルギーを基材に放出する。

【0004】

従来の機械的製造プロセス

トーチの構造での現況技術において、旋削、削孔、フライス削り、鋳造、並びにまたプラズマ・ランスの銲接及びボンディングなどの、従来の製造方法が知られている。ここで設計は、製造方法の影響を受けることが非常に多い。具体的には、細長く伸びた内部コーティング・ツール（図 1）を使用する、削孔などの従来の製造方法では、ツールの物理的な負荷制限に達する。開発段階であっても、重要な実現可能性が、製造プロセスによって妨げられることが多い。

40

【0005】

過去には、直径を小さくすることが求められる長いランスは、手間のかかる手作業及び無数の処理ステップによってしか実現できないことが多かった。この場合、押出成形されたパイプは曲げられ、一体に銲接された。パイプは、ガス、電気、及び液体の形態での異なる媒体を互いに分離し、それらを隔離してプラズマ・ヘッドへ搬送する機能を有していた。取外し不可能な連結である「銲接」により、修正は唯々困難であるか、又は非常に複

50

雑であった。(図2)

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】コーティング・ランスの図である。

【図2】手作業での銲接を示す図である。

【図3】付加製造された、銅合金製のプラズマ・ヘッドの図である。

【図4】付加製造された、プラズマ・ヘッドの(内部でボアが湾曲した)詳細図である。

【図5】付加製造された、銅合金製の負極の図である。

【図6】深穴を穿孔されたランスの図である。

【図7】プラズマ・ヘッド、負極、及びランスの接続状態の図である。

10

【図8】シリンダ壁部への距離を維持するための側部方向オフセットを示す図である。

【図9】トーチ・ヘッドにしか側部方向オフセットがないことを示す図である。

【図10】コーティングを示す図である。

【図11】粒子の衝撃が直角でないため、プロファイルの充填(付影効果部)が不十分な状態を示す図である。

【図12】アンダーカットの充填プロファイルが十分に充填された状態を示す図である。

【図13】角度の補正を示す図である。

【図14】ガス冷却される陽極(パイプの外形で銅合金の、付加製造された負極、絶縁部(黒)、陽極~陰極間絶縁部(白))の図である。

【図15】F210 RotaCoupler(商標)Centerlineの図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0007】

付加製造プロセス及び深穴穿孔

付加製造の製造プロセスにより、建設的な設計段階で新しい可能性が生まれる。どんな形状でも作成及び製造することができる。この利点により、従来方法とは無関係に、自由曲面を持つ非常に小型の部品を製造できる。(図3)。特に、これまで丸い設計で作る必要があった、又は高価な生産ツールを使って削り取る必要があった、そして直線設計でしかなかった穿孔は、付加製造プロセスでどんな幾何学的設計も可能である。さらなる利点は、「角を曲がる穿孔」であり、これにより、湾曲した経路が互いに通り過ぎるか、又は相異なる平面で互いに交差するが、相交わることのない穿孔を行うことができる。こうした利点により、確実に最適化されたパイプの経路作成を行い、最適に材料を利用することができ、それによって、確実にトーチ・ランスを小型化することができる。(図4)

30

【0008】

付加プロセスによってランス全体を製造することは、技術的に可能であろう。しかし、これはまだ不経済であり、現在は必要ない。このため、プラズマ・ヘッド(図4)及びプラズマ・ヘッドの負極(図5)だけが、付加製造によって作成される。付加製造と共に、ランスのシャフトを形成するために「深穴穿孔」製造プロセスを使用する。このプロセスでは、ボアの直径と共に長さが制限される。これを補うために、いくつかの深穴を穿孔されたシャフト(図6)を並べ、ネジで留めて一体にすることができる。理論上は、これによりランスの長さには制限がないであろう。コーティング・ランスを仕上げるために、付加製造されたプラズマ・ヘッド部品と深穴を穿孔されたランスとをネジで留めて一体にする。(図7)

40

【0009】

プラズマ・ランス及びRotaPlasma(登録商標)HS1

過去には、コーティング・ランスは上記の製造プロセスによって製造された。RotaPlasma(登録商標)のプロセスは、回転コーティング・プロセスである。回転式フィードスルーは、固定の接続部から、無限に回転するシャフトに媒体を搬送する。プラズマ・ランスはこのシャフト端部に適合し、それにより、たとえばエンジン・ブロックのシリンダ走行面の内部コーティングを被覆することができる。

【0010】

50

基材を被覆するとき、表面速度及び一定の距離を維持する必要がある。上記の、ランスの回転、穿孔軸方向への送り、及び溶融プロセスの際に、基材の表面上に積層が生成される。ここで、プラズマ出口と基材表面との間の距離は、一定のままである。R o t a P l a s m a（登録商標）の回転シャフトの軸は、穿孔の回転軸と同軸に配置されているので、被覆されるべき穿孔がより大きい場合は、プラズマ・ヘッドを穿孔軸に対して外側に偏向させる必要がある。以前の設計では、プラズマ・ランス全体が外側に偏向していたため、回転速度が上がると強い遠心力が生じた。こうした遠心力により、基材のコーティング品質のみならず、駆動システムにも好ましからざる振動及び負荷が発生した。遠心力に対抗するために、釣合錘が取り付けられ、側部方向オフセットの不平衡を動的に平衡させた。上記のように、ランス全体が外側に変位したため、大きな不平衡が発生した。（図 8）

10

【 0 0 1 1 】

前述の新しいコーティング・ランスの製造方法により、プラズマ・ヘッドだけが外側に偏向する。ランスは、R o t a P l a s m a（登録商標）の回転軸と同軸に配置された状態で保持される。この方法を使用すると、コーティング・ランスの小さな重心のみが回転軸から外側にオフセットされ、その結果、遠心力及びそれにより生じる動的な不平衡は大幅に低減される。その結果、確実に平衡錘が削減される。したがって、プラズマ出口と基材表面との間の、ほぼあらゆる距離を取ることが可能である。（図 9）新しい製造プロセスのさらなる利点は、すべての部品の質点が一定なことである。ランスが製造された後に、不平衡が測定され、釣合錘が製造される。それぞれが別の、一定の側部方向オフセットを持つプラズマ・ランスは、予め定められた錘と平衡することができる。従来の製造（手作業）と比較すると、各ランスは固有の部品であり、自動的に平衡させることは非常に困難で不正確であった。これは、ランス 1 が側部方向オフセット x で製造され、その後、釣合試験機で不平衡が判定され、釣合錘が、製造してランスに取り付けるために定められたことを意味している。近年のランス 2 が、ランス 1 と同じ側部方向オフセットで製造された場合、ランス 2 は、同じ不平衡ではなかった。その結果、プラズマ・ランスの自動化された少量生産は、より困難になっていた。この不正確さは、上流プロセスでの手作業の許容誤差が合計された結果である。対照的に、新しい製造プロセスは、何倍も正確で安定している。

20

【 0 0 1 2 】

アンダーカット充填度

30

コーティング中に（図 1 0）溶融粒子と基材との間の接着を実現させるために、被加工材の表面を前処理する必要がある。ここでは、機械的及び熱的プロセスが知られている。すべてのプロセスにおける決定的な要因は、基材と溶融粒子との間の付着を実現させるために、被加工材の表面上にアンダーカットが生じることである。ここでの熱プロセスは、レーザ活性化である。これとは対照的に、活性化の機械的プロセスには、コランダム噴射、脈動水噴射、及び機械的切削ツールがある。コランダム噴射はもちろん脈動水噴射での活性化により、カオス的に無秩序で確率的なアンダーカットの幾何形状が生じる。これとは対照的に、切削ツールの切削インサートは、回転と送りによって螺旋状の輪郭を生成する。切断形状は、あり継ぎ（d o v e t a i l）の形状と類似の、規則正しいアンダーカットを作成する。上記の活性化プロセスとは対照的に、この設計では、充填プロファイルが不完全に充填されるのを防ぎ（図 1 1）、あり継ぎの基部の完全な充填を実現させる（図 1 2）ために、溶融粒子のほぼ直角の衝撃が必要である。そうしてはじめて、十分な付着性を実現することができる。

40

【 0 0 1 3 】

上記の新しい製造プロセスでは、プラズマ・ヘッドの形状を自由に選択できる。溶融粒子の移動方向は、プラズマ噴射の影響を受け、偏向される。ただし、プラズマ噴射は、特に上から導入する場合、粉末とガスとの混合物の機械的エネルギーによって下向きに偏向される。これは、供給速度が増大した場合に特に顕著である。この現象に対抗し、粒子の軌道及びそれに関係する衝撃の角度を基材表面に対して 90° に補正するためには、プラズマ出口の角度を補正する必要がある。（図 1 3）

50

角度補正

・ $\theta = 0^\circ$

ランス及びプラズマ・ヘッドを垂直方向に整列させる

・ $-90^\circ < \theta < 0^\circ$

ランスは垂直方向、プラズマ・ヘッドは $\theta < 0^\circ$ に傾斜させる

【0014】

マイナス極の電流負荷

プラズマを生成するために、ガス混合物に加えてアークを生成する必要がある。この目的のために、陰極及び陽極は互いに電氣的に絶縁されてプラズマ・ヘッドに至る。kV範囲の点火スパークにより、アークが陰極から陽極に飛ぶ。そうすることで、ガス混合物及びアークがプラズマに移行する。その結果、電圧が急激に低下し、同様に電流が上昇する。300～600Aの範囲の電流がもたらされ、接触抵抗が生じる結果、陰極及び陽極に膨大な熱電流負荷が発生する。内部コーティング用のプラズマ・ランスの以前の設計では、電流が、したがってプラズマ電力が制限されていた。ここで、小さなプラズマ・ランス、特に陰極の表面負荷は、かなりの弱点であった。水冷式に設計できるので、この現象は、陽極にとってさほど重要ではなかった。陰極レールの電流負荷を減らすため、陰極（負極）は能動的に冷却される。陰極の冷却は、プラズマのプロセスに必要なガス混合物によって行われる。ここで、プラズマ・ガス混合物は、パイプの外形部を通して陰極に至り、そこで、付加的に製造されるマイナス極に結合される。（図14）

【0015】

負極は、2本の冷却導管への注入口穿孔部（inlet drilling）が陰極の内側を通るように、建設的に設計されている。このようにして、陰極はプラズマ・ガスによって能動的に冷却され、電流負荷が著しく減少する。

【0016】

プラズマ・プロセス用のコーティング・ランスについて開示し、

ランスは、プラズマ・シャフトと、プラズマ・ネックと、プラズマ・ヘッドとを備え、プラズマ・シャフトは、第1のシャフト端部から第2のシャフト端部まで軸に沿って軸方向に延在する長手方向チャンネルを備え、

プラズマ・ネックは、シャフト・アタッチメントと、ヘッド・アタッチメントと、シャフト・アタッチメントからヘッド・アタッチメントまで延在する少なくとも1つのネック・チャンネルとを備え、シャフト・アタッチメントは、長手方向チャンネルが少なくとも1つのネック・チャンネルに開口するように、第2のシャフト端部に配置され、

プラズマ・ヘッドは、ネック・アタッチメントと、プラズマ開口部と、ネック・アタッチメントからプラズマ開口部まで延在する少なくとも1つのヘッド・チャンネルとを備え、プラズマ・ヘッドのネック・アタッチメントは、少なくとも1つのネック・チャンネルがヘッド・チャンネルに開口するように、プラズマ・ネックのヘッド・アタッチメントに配置される。プラズマ・チャンネルの進路は、ネック・チャンネルが軸に対して中心に置かれるヘッド・チャンネルに開口しないように、すなわち、軸に対してオフセットされるように、軸から外れている。

【0017】

プラズマ・ネックは、第2のシャフト端部で取外し可能に固定されることが好ましい。プラズマ・ヘッドも、プラズマ・ネックで取外し可能に固定されることが特に好ましい。

【0018】

ネック・チャンネルは、少なくとも1つの湾曲を有することが好ましく、逆の符号を持つ少なくとも2つの湾曲を有することが好ましい。

【0019】

プラズマ開口部の縁部によって画定される平面は、角度 $\theta < 0^\circ$ だけ軸に対して傾斜することができるので有利である。

【0020】

上述のように、コーティング・ランスを製造するプロセスを開示し、ここで少なくとも

10

20

30

40

50

プラズマ・ネック、好ましくはプラズマ・ヘッドも、付加製造プロセスによって製造されることが好ましく、積層構造で製造されることが好ましい。

【 0 0 2 1 】

プラズマ・シャフトの長手方向チャネルは、深穴穿孔の手段によって少なくとも部分的に、好ましくは完全に製造することができる。

10

20

30

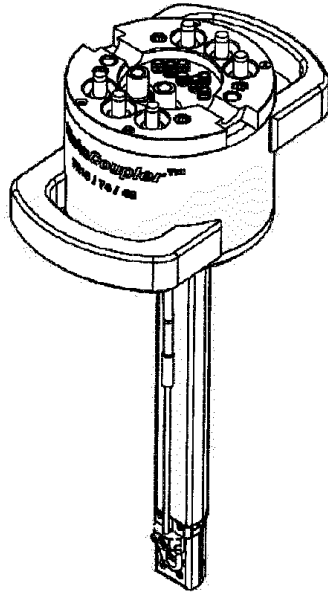
40

50

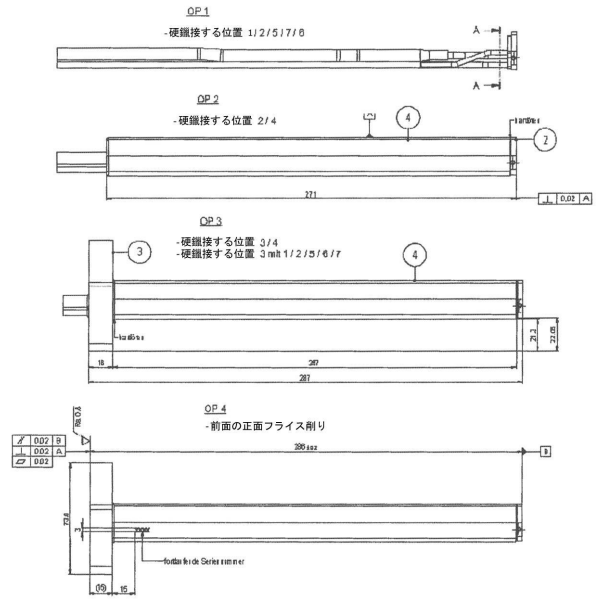
【 図面 】

【 図 1 】

Fig 1



【 図 2 】

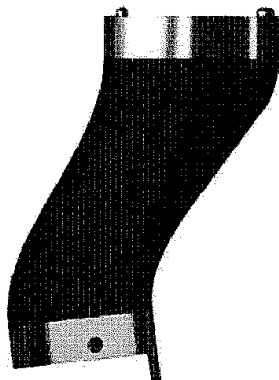


10

20

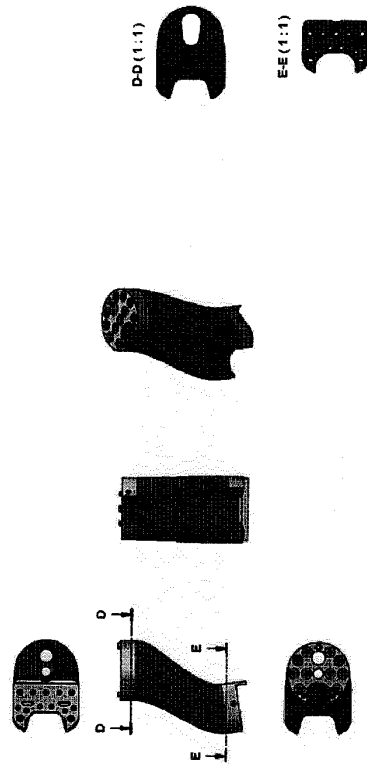
【 図 3 】

Figur 3



【 図 4 】

Figur 4



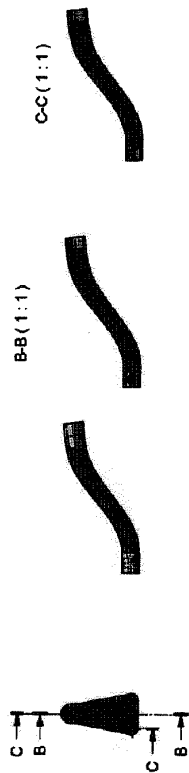
30

40

50

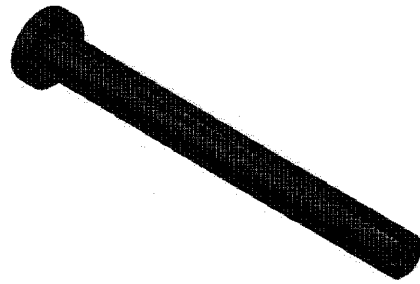
【 図 5 】

Figur 5



【 図 6 】

Figur 6



10

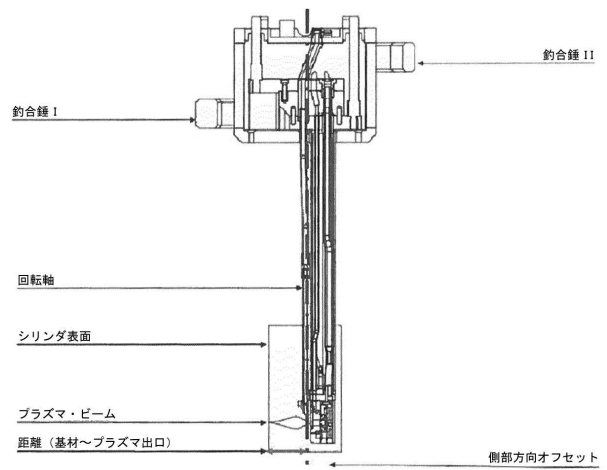
20

【 図 7 】

Figur 7



【 図 8 】



30

40

50

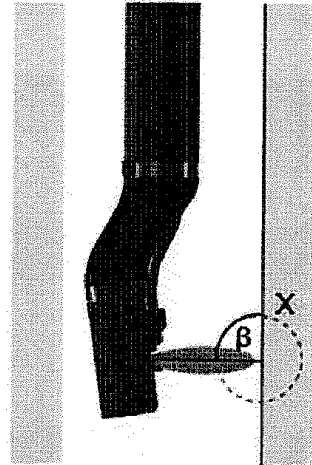
【 9 】

Figur 9



【 1 0 】

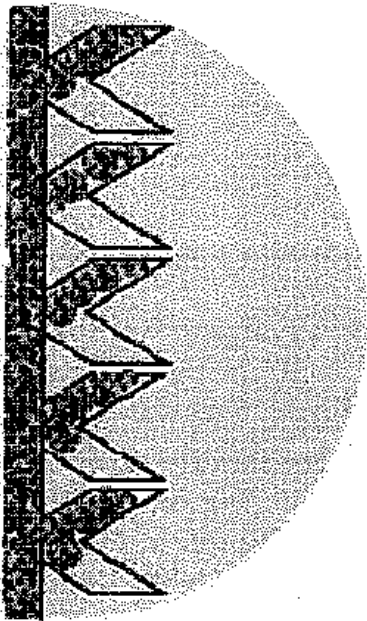
Figur 10



10

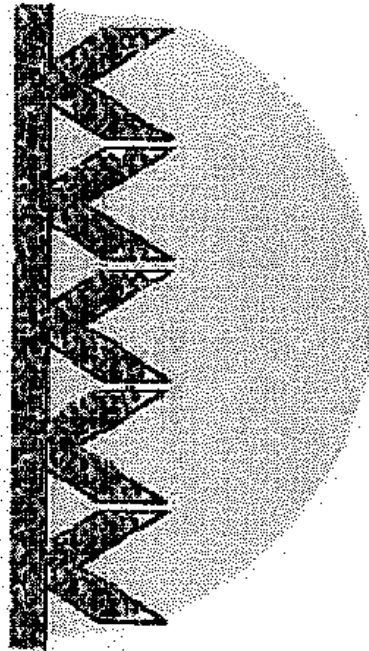
【 1 1 】

Figur 11



【 1 2 】

Figur 12



20

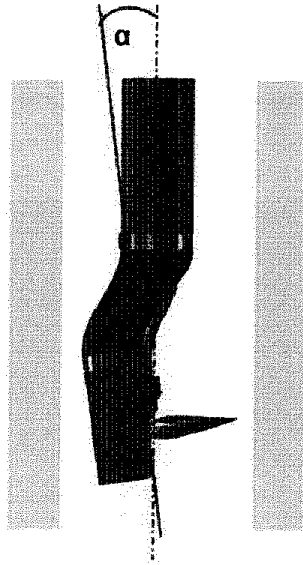
30

40

50

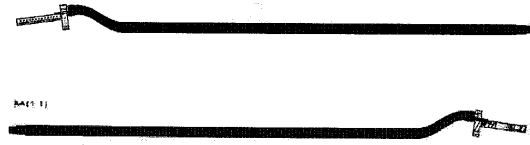
【 13 】

Figur 13



【 14 】

Figur 14

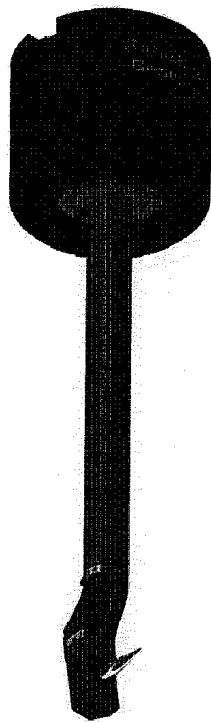


10

20

【 15 】

Figur 15



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平07-299393(JP,A)
国際公開第2017/202852(WO,A1)
特開昭48-069196(JP,A)
特開2018-070914(JP,A)
特開2011-224588(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
C23C 4/134
H05H 1/26