

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6324987号  
(P6324987)

(45) 発行日 平成30年5月16日 (2018. 5. 16)

(24) 登録日 平成30年4月20日 (2018. 4. 20)

(51) Int. Cl.

B 2 9 C 65/06 (2006.01)

F 1

B 2 9 C 65/06

請求項の数 16 (全 23 頁)

|               |                               |           |                        |
|---------------|-------------------------------|-----------|------------------------|
| (21) 出願番号     | 特願2015-545612 (P2015-545612)  | (73) 特許権者 | 501485227              |
| (86) (22) 出願日 | 平成25年12月2日 (2013. 12. 2)      |           | ウッドウェルディング・アクチエンゲゼル    |
| (65) 公表番号     | 特表2015-536267 (P2015-536267A) |           | シャフト                   |
| (43) 公表日      | 平成27年12月21日 (2015. 12. 21)    |           | スイス、6 3 6 2 シュタンスシュタート |
| (86) 国際出願番号   | PCT/CH2013/000207             |           | 、ミューレバッハ、2             |
| (87) 国際公開番号   | W02014/085942                 | (74) 代理人  | 110001195              |
| (87) 国際公開日    | 平成26年6月12日 (2014. 6. 12)      |           | 特許業務法人深見特許事務所          |
| 審査請求日         | 平成28年12月1日 (2016. 12. 1)      | (72) 発明者  | レーマン, マリオ              |
| (31) 優先権主張番号  | 61/733, 497                   |           | スイス、2 3 5 3 レ・ボメラ、オーデュ |
| (32) 優先日      | 平成24年12月5日 (2012. 12. 5)      |           | ービラージュ、3 1             |
| (33) 優先権主張国   | 米国 (US)                       | (72) 発明者  | メイヤー, ヨルク              |
|               |                               |           | スイス、5 7 0 2 ニーダーレンツ、レル |
|               |                               |           | ヒェンペーク、6               |
|               |                               | 審査官       | 関口 貴夫                  |
|               |                               |           | 最終頁に続く                 |

(54) 【発明の名称】 物体の結合

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の物体 ( 1 ) に第 2 の物体 ( 2 ) を結合する方法であって、前記方法は、  
少なくとも部分的に架橋されたポリマーまたはブレポリマーを含有する第 1 の物体材料  
を含む前記第 1 の物体 ( 1 ) を提供するステップと、

熱可塑性材料を含む前記第 2 の物体 ( 2 ) を提供するステップと、

前記熱可塑性材料が少なくとも部分的に液状化され、かつ、液状化された前記熱可塑性  
材料が前記第 1 の物体材料のクラック ( 7 )、細孔 ( 5 ) および変形の少なくとも 1 つ内  
に押し入れられるまで、前記第 2 の物体 ( 2 ) を前記第 1 の物体 ( 1 ) に押し当てて、前  
記第 2 の物体 ( 2 ) 内にエネルギーを結合させるステップとを含み、前記方法はさらに、

前記熱可塑性材料を再固体化させるステップを含み、

前記押し当てて、前記第 2 の物体 ( 2 ) 内にエネルギーを結合させるステップの間、前記  
第 1 の物体材料は、少なくとも前記熱可塑性材料が内部に貫通する前記クラック ( 7 )、  
細孔 ( 5 ) または変形付近でそのガラス転移温度を超えている、方法。

【請求項 2】

前記第 1 の物体材料は、多孔性である、および / または非ポリマーフィラーを含有する  
、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記第 1 の物体 ( 1 ) は、前記第 1 の物体材料からなる、または前記第 1 の物体 ( 1 )  
は、前記第 1 の物体材料の部分を含み、前記第 1 の物体はさらに、さらなる材料の部分

10

20

含み、前記さらなる材料の部分は、前記熱可塑性ポリマーの再固体化後に確実な嵌め合いの接続が得られるように、前記熱可塑性ポリマーに溶接可能であるまたは前記熱可塑性ポリマーと互いに貫通し合うことが可能である、請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記第 1 の物体のガラス転移温度  $T_{G, 1}$  および、前記熱可塑性材料がその温度を超えると流動可能となる温度  $T_{f1, 2}$  について、 $T_{f1, 2} > T_{G, 1}$  の関係が成立する、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 5】

前記第 1 の物体材料および前記熱可塑性材料は、第 1 に、前記第 1 の物体材料が溶融可能でないまたは前記第 1 の物体材料が溶融可能であるが前記熱可塑性材料と混和可能でないように、第 2 に、前記第 1 の物体材料および前記熱可塑性材料が、室温または前記熱可塑性材料がそれを超えると流動可能となる温度  $T_{f1, 2}$  で互いに接触しても化学結合を生じないように選択される、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の方法。

10

【請求項 6】

前記第 2 の物体 ( 2 ) 内に結合されるエネルギーは、機械的振動エネルギーであり、前記押し当てて、前記第 2 の物体 ( 2 ) 内にエネルギーを結合させるステップにおいて、前記第 2 の物体 ( 2 ) は、ソノトロード ( 3 ) と前記第 1 の物体 ( 1 ) との間で圧縮される、および / または前記第 1 の物体材料は、前記第 2 の物体 ( 2 ) 内にエネルギーを結合させるステップ中に、内部摩擦によりエネルギーを吸収する、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の方法。

20

【請求項 7】

前記第 1 の物体材料は、前記押し当てて、前記第 2 の物体 ( 2 ) 内にエネルギーを結合させるステップの後でも、前記第 1 の物体材料が応力下のままとなるように選択される、請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 8】

前記第 2 の物体 ( 2 ) は、前記押し当てて、前記第 2 の物体 ( 2 ) 内にエネルギーを結合させるステップの前に、前記第 1 の物体 ( 1 ) の対応する表面部分に接触する結合表面を含み、前記結合表面は、少なくとも 1 つの凸特徴を含み、前記少なくとも 1 つの凸特徴は、少なくとも 1 つの先端 ( 1 1 ) または突起 ( 1 2 ) を含み、前記少なくとも 1 つの凸特徴は、前記押し当てるステップの前に、前記第 1 の物体 ( 1 ) の前記対応する表面部分を通して動かされる、請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の方法。

30

【請求項 9】

前記押し当てるステップ中に、前記第 2 の物体 ( 2 ) の少なくとも一部分は、前記第 1 の物体材料が局所的に破断されるように前記第 1 の物体材料内に押し入れられる、請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 10】

前記第 2 の物体 ( 2 ) の表面部分は、尖って窪んでおり、および / または前記第 2 の物体 ( 2 ) または前記第 2 の物体の凸特徴は、拡大部分 ( 3 3 ) と、前記拡大特徴の近位に、径方向延長部を有するネック部 ( 3 4 ) とを含み、前記径方向延長部は、少なくとも一方向において前記拡大部分 ( 3 3 ) の対応する径方向延長部より小さい、請求項 9 に記載の方法。

40

【請求項 11】

前記第 2 の物体 ( 2 ) 内にエネルギーを結合させるステップの後にも、前記押し当てるステップは、前記第 1 の物質 ( 1 ) と前記第 2 の物質 ( 2 ) との間の接続が安定するまで継続される、請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 12】

前記第 2 の物体 ( 2 ) は、非液状化材料の本体 ( 2 1 ) と、前記熱可塑性材料の部分とを含み、前記本体 ( 2 1 ) は、前記熱可塑性材料によって少なくとも部分的に被覆されたコアを構成する、または、前記本体 ( 2 1 ) は、前記熱可塑性材料によって少なくとも部分的に被覆されたコアを構成する、または、前記本体 ( 2 1 ) は、前記近位側に通じるボ

50

ア(41)と前記結合表面に通じる少なくとも1つの開口(42)とを含み、前記第2の物体(2)はさらに、少なくとも1つの前記熱可塑性材料の要素(43)を含み、前記要素(43)は、前記結合表面に挿入され、前記第2の物体(2)内にエネルギーを結合させるステップ中の前記エネルギーは、少なくとも部分的に前記熱可塑性要素(43)内に結合される、請求項1から10のいずれか1項に記載の方法。

【請求項13】

前記第2の物体(2)内にエネルギーを結合させるステップ中、前記第1の物体(1)は、少なくとも局所的にさらに架橋される、および/または前記第1の物体材料は、前記第2の物体(2)内にエネルギーを結合させるステップ中に形状記憶を維持する、請求項1から11のいずれか1項に記載の方法。

10

【請求項14】

前記押し当てるステップは、前記第2の物体(2)内にエネルギーを結合させるステップの前に行われる、または前記押し当てるステップは、前記第2の物体(2)内にエネルギーを結合させるステップと同時に進行される、請求項1から12のいずれか1項に記載の方法。

【請求項15】

前記押し当てるステップは、まず第1の押圧力で押し当てるサブステップと、次に、第2のより高い押圧力で押し当てるサブステップとを含む、請求項1から13のいずれか1項に記載の方法。

【請求項16】

20

第3の物体(8, 71)を提供するステップと、前記第3の物体(8, 71)を前記第2の物体(2)によって前記第1の物体(1)に固定するステップとをさらに含み、前記第3の物体(8, 71)は、確実な嵌め合いの接続によって固定される、請求項1から14のいずれか1項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

発明の分野

本発明は、建設、エンジニアリング、建築産業、医療技術、材料化学などにおいて物体をともに結合する分野に関する。特に、本発明の方法は、親和性がなく、合金を形成しないポリマーを含むポリマー系物体をともに結合することに関する。

30

【背景技術】

【0002】

発明の背景

ポリマー材料の物体を結合することは、「物体のポリマーが熱可塑性である」、「ポリマーが類似温度で溶融する」、および「ポリマーが混和性である」という3つの条件のすべてが合致していなくても難しいことが多い。多くの場合、物体をともに結合するねじ、クランプ、取付けなどの補助要素が必要とされる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0003】

本発明の目的は、ポリマー材料の物体をともに結合する方法を提供することであり、当該方法は、先行技術の方法の欠点を解消し、これまで結合が困難であった物体をともに結合することを可能にする。

【0004】

発明の別の目的は、経済的で迅速な、物体をともに結合する方法を提供することである。

【0005】

発明のさらに別の目的は、物体間に良好な密封を与える、物体をともに結合する方法を提供することである。

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

## 発明の概要

発明の一面によれば、第2の物体は、第1の物体に結合される。第2の物体は、熱可塑性材料を含み、第1の物体は、エラストマー性を有する少なくとも部分的に架橋されたポリマーまたはプレポリマーを含む第1の物体材料を含む。当該方法は、第1の物体材料が熱可塑性材料との界面付近でそのガラス転移温度を超えている間に熱可塑性材料が少なくとも部分的に液化化されるまで、かつ、熱可塑性材料が第1の物体材料のクラック、細孔および変形の少なくとも1つ内に貫通されるまで、第2の物体を第1の物体に押し当てて、第2の物体内にエネルギーを結合させるステップと、熱可塑性材料を再固体化させるステップとを含む。

10

## 【0007】

この場合、第1の物体材料は、多孔性または非多孔性であってもよい。多孔性である場合、第1の物体材料は、開細孔または閉細孔を含んでいてもよい。全体積に対する細孔の全体的な体積の割合は、0%~60%であってもよく、ある特別な場合には、これより高くてもよい。方法の実施形態は、ガラス転移温度を超えると機械的変形に対して一定の耐性をさらに有する第1の物体材料に特に適しており、これは、細孔が存在する場合、その全体積が40%以下、または30%もしくは20%以下の場合に当てはまることが多い。

## 【0008】

第1の物体材料は、室温で既にそのガラス転移温度を超えるものであってもよく、または、第2の物体内に結合されたエネルギーによって少なくとも局所的にそのガラス転移温度を超える状態とされ、第1の物体材料に直接または(第2の物体の加熱を介して)間接的に吸収されるように選択されてもよい。

20

## 【0009】

第1の物体の少なくとも部分的に架橋されたポリマーは、任意的に、第1の物体材料のマトリックスであってもよく、当該マトリックスは、さらにフィラーを含む。

## 【0010】

第1の物体材料の架橋は、化学的架橋または物理的架橋であってもよく、第1の物体材料がプロセス全体を通して形状記憶を維持することを条件とする。

## 【0011】

第1の物体は、第1の物体材料からなってもよく、または、第1の物体材料の部分に加えて、第1の物体材料につながる異なる材料のさらなる部分を含んでいてもよい。一例では、たとえば、WO98/42988号およびWO00/79137号に教示されるように、このようなさらなる部分は、熱可塑性ポリマーの再固体化後に確実な嵌め合いの接続が得られるように、熱可塑性ポリマーに溶接可能であるまたは熱可塑性ポリマーと互いに貫通し合うことが可能である。

30

## 【0012】

第1の物体材料の例としては、ポリウレタン(PU)、ポリブタジエン、フッ化エラストマー、塩化エラストマー、シリコーンゴムが挙げられ、第2の物体の適切な熱可塑性材料(下記参照)と組合せられると、たとえば150~250のガラス転移温度を有するエポキシドおよび架橋ポリエステルもさらに挙げられる。

40

## 【0013】

第2の物体の熱可塑性材料は、熱可塑性ポリマーからなってもよく、または、熱可塑性ポリマーに加えて、フィラーなどのさらなる相を含んでいてもよい。材料の具体的な実施形態としては、ポリエチレン、ポリプロピレン、たとえばポリアミド12、ポリアミド11、ポリアミド6、またはポリアミド66などのポリアミド類、ポリオキシメチレン、ポリカーボネートウレタン、ポリカーボネートまたはポリエステルカーボネート、アクリロニトリルブタジエンスチレン(ABS)、アクリルエステル-スチロール-アクリロニトリル(ASA)、スチレン-アクリロニトリル、ポリビニルクロリド、ポリスチレン、またはポリエーテルケトン(PEEK)、ポリエーテルイミド(PEI)、ポリスルホン(

50

P S U)、ポリ(p-フェニレンスルファイド)(P P S)、液晶ポリマー(L C P)などがある。P E E K、P E I、P S U、P P S、およびL C Pを含む後者の群は、比較的高い溶融点を有する材料を含み、このような材料は、エポキシド系の材料など、比較的高いガラス転移温度を有する第1の物体材料に結合するのに特に好適である。L C Pは、溶融中に粘度が急激に低下するため、非常に微細なクラックおよび細孔に貫通することが可能となることから、特に注目の材料である。

#### 【0014】

第1の物体材料および(第2の物体の)熱可塑性材料の材料組合せの好ましい条件は、 $T_{f1,2} > T_{G,1}$ の条件を満たすことであり、式中、 $T_{f1,2}$ は、その温度を超えると熱可塑性材料が流動可能となる温度であり、 $T_{G,1}$ は、第1の物体材料のガラス転移温度である。結晶性熱可塑性材料については、 $T_{f1,2}$ は、溶融点 $T_m$ に相当し、アモルファス熱可塑性材料については、 $T_{f1,2}$ は、 $T_{f1,2} = T_{G,2} + 50^\circ$ として規定されてもよく、式中、 $T_G$ は、熱可塑性材料のガラス転移点である。代替的に、アモルファス熱可塑性材料または一般的に熱可塑性材料において、 $T_{f1,2}$ は、一定の最小流動性によって規定されてもよく、または、より正確には、ポリマーのメルトフローインデックスに従って材料が射出成形または押出成形によって加工可能となる温度によって規定される最小流動性によって規定されてもよい。

#### 【0015】

一般的に、ここで記載される材料のガラス転移温度(またはガラス転移点)および溶融温度(または溶融点)は、関連する規格、特に、I S O 1 1 3 5 7 群(2012年に有効)などのI S O規格に準じて規定されるように理解されるべきである。

#### 【0016】

一般的に、第1の物体材料および第1の物体材料と互いに貫通し合う熱可塑性材料は、これらが混和可能でない(すなわち、互いに溶解可能でなく、合金を形成しない)ように、かつ互いに化学結合を生じないように選択される。

#### 【0017】

第2の物体内に結合されるエネルギーは、機械的振動エネルギー、特に超音波振動であってもよい。振動は、近位側(第1の物体と接触される結合側から離れた方向を向く側)から第2の物体内に結合される。このために、第2の物体の近位側は、たとえば平面などの内結合表面を含んでいてもよい。振動は、たとえば、対応して適合された遠位表面を有する工具(ソノトロード)から第2の物体内に結合される。

#### 【0018】

代替的には、振動は、たとえば、さらなる第3の物体を介して第2の物体内に間接的に結合されてもよく、第3の物体は、このプロセスによって任意的に第1および第2の物体につながれてもよい。第1の可能性によれば、当該第3の物体は、下部切込みを有するキャビティを含んでいてもよく、第2の物体が溶融された後に再固体化された材料がこのキャビティを埋める。第2の可能性によれば、当該第3の物体は、細孔を有する構造、または細孔が静水圧下で液体により生成可能であり、第2の物体の材料が当該細孔内に貫通する構造を含んでいてもよい。またさらなる第3の可能性によれば、当該第3の物体は、第2の物体の材料に溶接されることが可能な材料を含んでいてもよい。さらに代替的には、当該第3の物体は、第1の物体と類似の性質を有していてもよく、したがって、エラストマー性をさらに有し、第2の物体の熱可塑性材料が溶融する温度でガラス転移温度を超えてもよい。

#### 【0019】

発明の局面に従う装置および方法に好適な機械的振動または発振は、好ましくは、2 ~ 100 kHzの周波数(さらにより好ましくは、10 ~ 70 kHz、または14 ~ 35 kHzであり、結合領域が近接場にある被膜または部分については、物体のサイズに依存して、たとえば40 ~ 60 kHzのより高い周波数も有利であり得る)および活性表面の平方ミリメートル当たり0.5 ~ 30 Wまたは2 W ~ 20 Wの振動エネルギーを有する。工具(たとえばソノトロード)は、たとえば、その接触面が、5 ~ 150  $\mu\text{m}$ 、好ましくは約

20 ~ 100  $\mu\text{m}$ 、たとえば35 ~ 70  $\mu\text{m}$ の振幅で、主に接触面に垂直な方向において発振する（長手方向振動）ように設計され、一般的に、より高い作動周波数では、より小さい振幅が必要とされる。回転発振も可能である。

【0020】

代替的なエネルギー源は、電磁波である。特に、第2の物体は、少なくとも部分的に特定の周波数範囲（たとえば、可視または近赤外）の電磁波に対して透過性であってもよく、第1および/または第2の物体は、第1の物体と第2の物体との界面付近においてこの電磁波を吸収するように構成されてもよい。

【0021】

発明の局面は、少なくとも部分的に架橋された材料は、そのガラス転移温度を超えるとエラストマー性を有し、機械的負荷（振動によってなど）下に置かれたとき、および/または穿孔されたとき、クラックまたは平滑面からずれる他の表面特徴を発生し得るという洞察に基づいている。さらに、当該材料は、たとえば、開細孔または第2の物体の特徴が第1の物体内に貫通することによって開かれ得る閉細孔などの既存の構造を任意的に有してもよい。流動可能な熱可塑性材料は、これらのクラック、細孔または他の構造内に貫通することにより、第1の物体と第2の物体との界面を密封してもよい。同時に、熱可塑性材料の再固体化後の熱可塑性材料によるこれらの構造との相互貫通によって、小さな（マイクロ）スケール、および/またはマクロ的スケールでの第1および第2の物体の噛み合いが得られる。この噛み合いは、相間の機械的に確実な嵌め合いの接続を与える。

【0022】

この場合、圧力（印加圧力および/または静水圧）下で構造と互いに貫通し合った熱可塑性材料は、第1の物体材料の永久変形を局所的に引起してもよい。この材料は少なくとも部分的に架橋されているため、形状記憶をまだ有しており、その元の形状に戻る傾向を有する。第2の物体の特徴/または材料の導入によって引起される変形は、弾性可塑性変形として見なされ得るが、この変形は、それにより、第1の物体材料をある応力下のままにする。これは、相の噛み合いに加えて、第1の物体材料が第2の物体の表面部分に押し当てられることによるさらなる安定化および/または密封を得るために利用されてもよい。

【0023】

第1の選択肢では、第1の物体材料は、結合プロセス中だけでなく使用温度においてもそのガラス転移温度を超える。これにより、第1の物体材料は、使用中にエラストマー状態のままとなる。

【0024】

第2の選択肢では、第1の物体材料は、使用温度（たとえば室温）でそのガラス転移温度未満である。これにより、結合プロセスによって引起される変形が「凍結」される。

【0025】

第2の選択肢に従う実施形態は、さらなる可能性をもたらす。第1の物体は、表面が残留圧縮応力などの応力下にある状態で任意的に設けられてもよい。これにより、第1の物体をガラス転移温度を超えるように加熱すると、応力が解放される。これは、密封または結合を支持するために利用されてもよい。たとえば、第1の物体材料は、予め規定された結合構造を含んでいてもよいが、これらの構造は応力下で凍結構造によって覆われる。第1の例としては、第1の物体には、保持構造を有する覆われたポアが設けられてもよい。第2の例として、第1の物体は、凍結状態において光学的に緻密な冷間成形（冷間加工）表面を有する閉細孔材料からなってもよい。第2の物体の局所的な挿入およびこれと同時に起きる局所的な加熱の際に、細孔が開き、第1の物体の液状化された熱可塑性材料が細孔内に貫通することにより、接続を（さらに）安定化させてもよい。

【0026】

第2の物体は、第1の物体の対応する表面部分と噛み合う結合表面を含んでいてもよく、1つ以上の凸特徴が、結合プロセス中に第1の物体材料内に前進する、すなわち、第1の物体の表面部分に平行な仮想表面から突出するように配置されてもよい。当該特徴は、

ある選択肢によれば、同一の寸法またはより大きな規模を有するように、超音波溶接により知られるエネルギー照射体と同様に形成されてもよい。

【0027】

凸特徴は、特に、先端または突起の形状を有していてもよい。凸特徴は、エネルギー源が投入されるまたは、特に機械的振動の効果によって支援される前に、表面を通して局部的に動かされることの可能な、穿孔する尖った端またはエッジを有していてもよい（すなわち、第1の物体材料を弾性変形させるだけでなく、材料を局部的に破断させる）。

【0028】

このような凸特徴は、次の効果の1つまたは両方を有していてもよい。すなわち、その構造により、凸特徴は、局部的破断およびクラックなどの生成を容易にし、これらは、液状化された熱可塑性材料によって次いで貫通され得る。さらに、その構造により、凸特徴は、機械的エネルギーが熱可塑性材料および第1の物体材料の両方において主に吸収され、熱内に伝達される箇所を規定するエネルギー照射体として機能する。前者は、相対的移動によって、第1の物体と第2の物体との界面を封止し得る熔融熱可塑性材料の膜を生成することにより、破断/クラックを治癒する。

【0029】

凸特徴を含む代わりに、第2の物体は、全体的に細長くてよく、第2の物体内に押し入れられ得る先端またはエッジを有していてもよい。凸特徴の形状および機能に関する上記の検討は、この形状にも当てはまる。

【0030】

WO98/42988号およびWO00/79137号より、木材などの多孔性材料中に接続要素を繋ぎ止める方法が知られており、当該方法は、再固体化後にアンカー効果が得られるように、熱可塑性材料が少なくとも部分的に液状化され、多孔性材料の細孔内に押し入れられるまで、液状化可能な（熱可塑性）材料を含む要素を多孔性材料に押し当てることを含む。これらの刊行物に記載されるアプローチと異なり、本発明の局面に従うクレームされる方法は、ガラス転移温度を超える少なくとも部分的に架橋された材料を、多孔性または多孔性でない物質中に繋ぎ止めることを含む。これには、次の効果がある。すなわち、エネルギー入力が機械的振動によってなされる場合、第1の物体材料もまた振動し、内部摩擦によってエネルギーを吸収する。これは、熱可塑性材料の液状化に貢献し得る熱を生成する。さらに、第1の物体材料は、弾性変形および不可逆変形（材料中に生じるクラックによってなど）の両方を受ける。

【0031】

弾性変形は、結合プロセス後であっても第1の物体材料が応力下のままとなるようにする。これは、WO98/42988号およびWO00/79137号に記載されているのとは異なり、これらの刊行物では、関与する材料のいずれも弾性変形しないためこのような応力が生じず、したがって、系は、エネルギー入力終了した後も機械的平衡状態にある。

【0032】

第1の物体材料におけるクラックまたは他の歪みは、熱可塑性材料によって埋められることができ、これにより、再固体化後にアンカーが得られる。しかし、プロセス中の第1の物体材料の弾性により（すなわち、第1の物体材料がガラス転移温度を超えるため）、クラックは局所に留まる。すなわち、プロセスが第1の物体を破壊してしまうクラックを処理するおそれがない。特に、第1の物体材料および熱可塑性材料は、ポリマーが、一次（熔融）転移により、室温まで冷却されたとき第1の物体材料よりもずっと高い熱縮小を受けることによりクラックが冷却後に進行する傾向がほとんどないように選択され得る。さらに、第1の物体材料は、プロセス中に局部的にのみ加熱されることが多いため、さらに離れた冷たいままの第1の物体材料の部分が、互いに貫通し合った領域付近において第1の物体材料の圧縮を引起し、これによってもクラックが成長することが防止される。第1の物体材料および熱可塑性材料は、熱可塑性材料のプロセス中の熱膨張が第1の物体材料よりも大きくなるように選択されると有利であり得る（これは、すべての実施形態に当てはまる）。

## 【 0 0 3 3 】

プロセス後に第1の物体材料がその下に留まる応力によって、第2の物体の表面上に一定の圧力が存在し得る。これにより、これらの材料が混和性でなく、両者間に明確に規定される界面を形成しなくても、密封結合が得られる可能性が高い。密封効果は、熱可塑性材料と構造との相互貫通による迷路型密封、および、第1の物体材料が第2の物体の表面に局所的に押し当てられることの両方によってもたらされる。

## 【 0 0 3 4 】

方法は、任意的に次の任意の特徴および/またはステップを含んでいてもよい。すなわち、第2の物体を第1の物体に押し当てるステップ中、第1の物体材料が局所的に破断されるように、第2の物体の少なくとも一部が第1の物体材料内に貫通されてもよい。これは、たとえば、上述の凸特徴によって達成されてもよい。代替的に、第2の物体は、全体的に細長いかまたは突起状であってもよく、遠位部分が第1の物体材料内に押し入れられてもよい。

10

## 【 0 0 3 5 】

上述の特徴を有する実施形態において、第2の物体の表面部分または第2の物体の凸特徴の表面部分は、円筒形と異なってもよく、尖っていても、たとえば窪んでいてもよい。これにより、第2の物体またはその凸特徴によって離された第1の物体材料の部分が、弾性力によって、第1の材料内で、第2の物体に対して未だ押し当てられているという利点を得られる。

## 【 0 0 3 6 】

20

第2の物体またはその少なくとも1つの凸特徴には、拡大部分と、その近位において、ネック部分とが設けられていてもよく、このネック部分の径方向延長部は、拡大部分の対応する径方向延長部より少なくとも一方向において小さいため、弾性特性を有する第1の物体材料内に導入された後、下部切込みが生じ、さらなるマクロ的な確実な嵌め合いの接続が得られる。

## 【 0 0 3 7 】

方法は、第2の物体内にエネルギーを結合するステップ後（したがって、熱可塑性材料の再固体化が起きている間）に押圧力を維持するステップを含んでいてもよい。これは、本発明のすべての実施形態について任意であり、特に、マクロ的な下部切込みが一次安定化を支援しない場合、および/または、第1の物体材料がプロセス中に比較的軟質かつペー

30

## 【 0 0 3 8 】

第2の物体は、熱可塑性材料に加えて非液状化材料の本体を含んでいてもよい。この文脈での非液状化材料とは、プロセス中に生じる条件下で寸法的に安定なままである材料である。非液状化材料の例としては、熱可塑性材料の熔融温度よりずっと高い熔融温度を有する金属、熱硬化性プラスチック、セラミック、および熱可塑性材料が挙げられる。

## 【 0 0 3 9 】

非液状化材料の本体は、たとえば、第2の物体のコアまたはコア部分を構成し、熱可塑性材料によって完全にまたは局所的に被覆されていてもよい。

## 【 0 0 4 0 】

40

代替的には、本体は、近位側に開いたカニューレ孔を含んでいてもよく、カニューレ孔は、結合表面内に通じる開口に接続されてもよい。熱可塑性材料を含む熱可塑性要素は、カニューレ孔に挿入されるまたは挿入可能であり、第2の物体が第1の物体に押し当てられている間、熱可塑性材料の部分が液状化され、開口から第1の物体材料内に押し入れられるまで、エネルギーの衝撃下でカニューレ孔内に押し入れられる。

## 【 0 0 4 1 】

第2の物体は、いくつかの物体部分から構成されてもよく、当該物体部分は、たとえば、初めは互いに対して可動であり、熱可塑性材料の再固体化された熔融材料によって互いに溶接されるまたは機械的に接続されてもよい。

## 【 0 0 4 2 】

50



第1の物体材料は、結合プロセスの前に部分的にのみ架橋されるように選択されてもよく、第2の物体内にエネルギーを結合するステップ中、第1の物体材料は、直接および/または第2の物体から吸収された熱により、さらに架橋される。これにより、結合プロセス後にさらなる安定性が与えられ得る。たとえば、第1の物体材料は、第2の物体内にエネルギーを結合するステップ中またはそのステップのすぐ後に、ガラス転移温度が、熱可塑性材料が流動可能となる温度を超えるように上昇するように選択されてもよい。これにより、プロセス中に存在する構造は、高い機械的安定性で凍結される。

【0043】

第1の物体材料には、元の成形プロセスまたは後の材料除去処理ステップ（たとえば、孔開けまたは打抜き）のいずれかにおいて、第2の物体またはその凸部の形状に適合された凹部が設けられていてもよく、これにより、第1および第2の物体が、押し当ておよび第2の物体内にエネルギーを結合させる目的のためにともに合わせられると、第2の物体またはその凸部が少なくとも部分的に凹部内に挿入される、または当該凹部の開口上に配置される。凹部の側壁による密封および/または接続が望ましい実施形態では、当該凹部は、第2の物体/凸部より若干小さい断面を有するように寸法付けられることにより、第1の物体材料は、第2の物体によって若干弾性変形される。

【0044】

以下に、本発明および実施形態を実施する態様を図面を参照して説明する。図面の大部分は概略的である。図中、同一の参照番号は同一または類似の要素を示す。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】基本的な設備を示す図である。

【図2】結合後の第1および第2の物体間の界面を示す図である。

【図3】発明に従った方法の一例についての処理時間に対する力および振動振幅を示す図である。

【図4】第2の物体の形状または第2の物体の特徴の形状、ならびに圧力および材料フローを検討した実施形態を示す図である。

【図5】第2の物体の形状または第2の物体の特徴の形状、ならびに圧力および材料フローを検討した実施形態を示す図である。

【図6a】第2の物体の形状または第2の物体の特徴の形状、ならびに圧力および材料フローを検討した実施形態を示す図である。

【図6b】第2の物体の形状または第2の物体の特徴の形状、ならびに圧力および材料フローを検討した実施形態を示す図である。

【図6c】第2の物体の形状または第2の物体の特徴の形状、ならびに圧力および材料フローを検討した実施形態を示す図である。

【図7】第2の物体の形状または第2の物体の特徴の形状、ならびに圧力および材料フローを検討した実施形態を示す図である。

【図8】第2の物体の形状または第2の物体の特徴の形状、ならびに圧力および材料フローを検討した実施形態を示す図である。

【図9】第2の物体の形状または第2の物体の特徴の形状、ならびに圧力および材料フローを検討した実施形態を示す図である。

【図10】第2の物体の形状または第2の物体の特徴の形状、ならびに圧力および材料フローを検討した実施形態を示す図である。

【図11】第2の物体の形状または第2の物体の特徴の形状、ならびに圧力および材料フローを検討した実施形態を示す図である。

【図12a】第2の物体の形状または第2の物体の特徴の形状、ならびに圧力および材料フローを検討した実施形態を示す図である。

【図12b】第2の物体の形状または第2の物体の特徴の形状、ならびに圧力および材料フローを検討した実施形態を示す図である。

【図12c】第2の物体の形状または第2の物体の特徴の形状、ならびに圧力および材料

10

20

30

40

50

フローを検討した実施形態を示す図である。

【図 1 3 a】第 2 の物体をコネクタとして用いて第 3 の物体を第 1 の物体に固定する原理を示す図である。

【図 1 3 b】第 2 の物体をコネクタとして用いて第 3 の物体を第 1 の物体に固定する原理を示す図である。

【図 1 3 c】第 2 の物体をコネクタとして用いて第 3 の物体を第 1 の物体に固定する原理を示す図である。

【図 1 4】第 2 の物体の形状に適合された凹部により、結合前に第 1 の物体が設けられる実施形態を示す図である。

【図 1 5】機械的エネルギーが第 2 の物体内に間接的に結合された構成を示す図である。

10

【図 1 6】機械的エネルギーが第 2 の物体内に間接的に結合された構成を示す図である。

【図 1 7】機械的エネルギーが第 2 の物体内に間接的に結合された構成を示す図である。

【図 1 8】溶接によって組合された結合についての構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0046】

好ましい実施形態の説明

図 1 は、本発明の実施形態の基本的な設備を示す。第 1 の物体 1 は、少なくとも部分的に架橋されており、エラストマー状態にあるかまたは加熱によりエラストマー状態とされた材料からなる。第 1 の物体はたとえばポリウレタンからなる。図示される構成においては、第 1 の物体は多孔性であり、閉細孔構造を有し、たとえば約 10 % の細孔体積の比較的低い多孔率を有している。

20

【0047】

第 2 の物体 2 は熱可塑性である。一方面側（図 1 の向きにおいて底面；結合表面）では、第 2 の物体 2 は、複数の穿孔先端 11 またはおおむね平坦な表面からずれる他の特徴を含む。結合表面に対向する表面は、ソノトロード 3 の外結合表面に適合されるように形状付けられた内結合表面として形状付けられる。特に、図示される構成では、この内結合表面は実質的に平坦である。代替的には、内結合表面は、ソノトロードに適合された他の形状を有していてもよく、これはたとえば、ガイド凹部を含み得る。

【0048】

プロセスのために、穿孔先端（または他の特徴）を含む第 2 の物体の表面は、第 1 の物体と接触される。ソノトロード 3 は、第 2 の物体を第 1 の物体内に押し入れ、第 2 の物体内に振動エネルギーを結合させる。外部摩擦および／または内部摩擦により、機械的エネルギーが局所的に吸収される。超音波溶接プロセスと同様に、その中の先端 11 は、吸収強度が特に高い箇所を規定するエネルギー照射体として機能する。その形状と、機械的振動によって支持され得る押圧力との共通の効果によって、先端は第 1 の物体材料（ここでは PU）内に貫通し、当該材料が局所的にクラックを生じる。第 2 の物体内で生成された熱の効果により、第 2 の物体の熱可塑性材料は流動可能となり始め、第 1 の物体材料の変形によって生成されたクラック、および存在する場合、第 1 の物体の開かれた細孔内に流れ込む。

30

【0049】

第 1 の物体材料は、第 2 の物体からの熱伝導および振動によって引起される局所移動による内部摩擦の両方によっても局所的に加熱される。後者の効果（第 1 の物体材料内の機械的エネルギーの吸収）は、第 1 の物体材料がエラストマー性を有し、そのガラス転移温度を超えると／超えてすぐに、特に顕著となる。第 1 の物体材料の局所温度が第 1 の材料との界面付近で上がるにつれて、第 1 の物体材料はそこでより弾性的になる。これにより、さらなる応力が引起され得る（および／または、以下に説明されるように、保存された応力が解放され得る）。さらに、第 1 の物体材料はより変形可能となるため、幾何学的形状が調節可能となる。さらに、クラック治癒効果が生じ得る。

40

【0050】

熱可塑性材料の所望の部分が液状化されると、および／または、第 2 の物体中のエネル

50

ギ吸収が、第1の物体材料がより弾性になったためにおそらく低下した摩擦によって低くなりすぎて、熱可塑性材料の実質的な量をさらに液化化できなくなると、ソノトロードを駆動するトランスデューサの電源が切られる。その後、第1および第2の物体材料がある程度に冷却されるまで、ソノトロードが第2の物体を第1の物体に押し当てる力がしばらく維持される。

【0051】

冷却後、第2の物体は、第2の物体の熱可塑性材料の第1の物体の構造との相互貫通によって第1の物体中に繋ぎ止められる。第1の物体のこのような構造は、第2の物体が振動動作に晒されている間、第2の物体を第1の物体に押し当てるプロセスによって生じたクラックによってもよい。さらに、可能であれば、熱可塑性材料は、プロセスの前に物体中に既に存在する構造、特に細孔5を埋めてもよい。

10

【0052】

図2は、プロセス後の先端を示す。図2は、熱可塑性材料が埋められるクラック7および埋められた細孔5、1内の熱可塑性材料を示す。図2に見られるように、熱可塑性材料による相互貫通は、確実な嵌め合いの接続を生じる下部切込み構造を引起す。

【0053】

さらに、第1の物体のエラストマー性から生じるアンカー効果が存在し得る。プロセス中の第1の物体材料は、加熱されることにより、局所的に比較的軟質かつ柔軟となり、第2の物体の導入された特徴の構造に適合する。しかしながら、第1の物体材料は少なくとも部分的に架橋されているため、元の形状に関する情報は失われていない。冷却後、弾性係数が再度増加され、プロセス中に導入された局所変形が、材料を局所的に応力下とする。これにより、エラストマー性の第2の物体材料が第1の物体の表面に局所的に押し当てられることによって、第1および第2の物体を互いに局所的に補強させてもよい。この効果は、以下に示されるマクロ的な下部切込みなどの適切な幾何学形状手段によって向上されてもよい。

20

【0054】

材料の特性および幾何学的形状に依存して、第1の物体と第2の物体との間の接続/結合が弱くなることまたはエネルギー入力をオフにした直後に第2の物体が反発すらされることがわかっている。このことはまず、エネルギー源をオフにした直後には、液化化された熱可塑性材料が完全に硬化されていないということによって一部説明され得る。さらに、エラストマー状の第1の物体材料の柔軟性の向上は、確実な嵌め合いにより、弾性力に対する第2の物体の引き離しを克服するのを容易にし得る。再冷却は、弾性材料の構造が未だ応力下にあったとしてもこれを「凍結」させる。その結果、引抜き力が向上される。圧力後期間は、固定された両方の物体の位置決めを微調整するおよび/または補正するために利用されてもよい。

30

【0055】

プロセスバージョンのために、図3は、時間tに対して、加えられる押圧力F（実線）および振動の振幅A（すなわち動力）を示す。示されるバージョンでは、次の特徴が見受けられ得る。

【0056】

A．押圧力は、エネルギー入力の前に開始する。すなわち、振動が開始する前に第2の物体が第1の物体に押し当てられる。第2の物体の特徴の適切な構造が付与されると、第1の物体表面はこれにより、吸収されるエネルギーによって第2の物体の先端またはエッジが軟化される前に穿孔され得る。図示される構成の代わりに、エネルギー入力の開始前のこのような初めの押圧力は、次のプロセスステップ中の押圧力より高くなるように選択されてもよい。

40

【0057】

B．押圧力および振幅の両方が一定の段階まで上げられ、十分な液化化された熱可塑性材料が十分な静水圧に晒されて、第1の物体材料のクラックおよび他の構造内に貫通する状況を生じる。図示される構成と異なり、たとえば、振幅を上げずに押圧力のみを上げる

50

(またはその反対) こと、または、異なる時点で押圧力および振幅を上げることも可能となり得る。

【 0 0 5 8 】

C . エネルギー入力終了した後に、接続が十分に安定するまで押圧力が維持される。この振動なしに押し当てる段階は、以下にさらに説明するように、第 2 の物体の特徴の適切な幾何学的形状によって減少され得るまたは回避もされ得る。

【 0 0 5 9 】

特徴 A . 、 B . 、および C . はすべて任意であり、互いから独立しておよび任意の組合せまたはバリエーションで実施可能である。たとえば、特徴 A . のみ (しかし、その後、トランスデューサの電源が切られると、押圧力および / または振幅を一定のままとする、  
10  
および / または押し当てを止める)、特徴 C . のみ (押圧力が開始されると振動がオンにされ、振動がオフにされるまで両者が一定のまま保たれる)、特徴 B . のみ、または任意の他の組合せを実施することが可能である。

【 0 0 6 0 】

他の実施形態では、異なる押圧力 - 時間および動力入力 - 時間依存性が選択されてもよい。より一般的には、押圧力 - 時間および動力入力 - 時間曲線は、広い範囲で変更されてもよく、互いに同期されてもされなくてもよい。

【 0 0 6 1 】

図 4 は、熱可塑性材料からなる第 2 の物体 2 の一例を示し、第 2 の物体は、結合表面で複数の先端 1 1 を含み、当該先端はここではアレイ状に配置される。先端は、第 1 の物体  
20  
を穿孔するのに好適な尖った端を有するように窪んだ形状にされている。

【 0 0 6 2 】

図 5 の実施形態では、第 2 の物体は、穿孔先端の代わりに、突起 1 2 を有する。突起によって形成されるエッジは、任意的に、第 1 の物体材料を穿孔するのに十分に鋭くてもよい。図示される構成では、突起は、凹表面を有する。直線の突起以外の突起形状も可能である。

【 0 0 6 3 】

図 6 a は、第 1 の物体 1 を構成する少なくとも部分的に架橋されたポリマー (たとえば若干発泡された P U ) の第 1 の管部分と第 2 の物体 2 によって形成される熱可塑性材料 (たとえば P E または P P ) の第 2 の管部分との間の管接続またはスリーブ接続の原理をさら  
30  
に示す。図 6 a は、ソノトロード 3 も示す。図 6 a のような設備は、遠距離場モード (ソノトロード外結合表面と液状化部位との間の距離が約 2 分の 1 波長以上に相当する) における動作が有利となり得る構成の一例を構成する。第 1 の管部分と第 2 の管部分との界面において結合プロセス後に生じる接続は、発明に従うアプローチによって、液密性となる。

【 0 0 6 4 】

図 6 b および図 6 c は、このような管またはスリーブ接続の変形例を示し、図 6 a 中の破線楕円に示される領域に対応する領域のみが示されている。

【 0 0 6 5 】

図 6 b において、第 2 の物体には肩部 1 7 が設けられ、肩部 1 7 は、相対的な軸方向位置が明確に規定されるように、結合プロセスにおける止め部として機能する。  
40

【 0 0 6 6 】

図 6 c において、第 2 の物体はその遠位端にスリーブ特徴 1 8 を有し、スリーブ特徴は、第 1 の管 1 の近位端 (縁) を覆うように配置され、縁の全周にわたっている。結合プロセスにおいて、先端 1 1 または対応する縁を含む凸特徴は、第 1 の物体内に押し入れられ、第 1 の物体の膨張を引起すことにより、二重矢印によって示されるように、弾性材料が縁の近くで若干変位される。これにより、材料がスリーブ特徴 1 8 にさらに押し当てられ、これにより、特に、接続された管の内部が使用中に圧力下に置かれると想定され得る場合において有用となる、さらなる密封効果が得られる。

【 0 0 6 7 】

10

20

30

40

50

図 6 a ~ 図 6 c に示される種類の接続は、たとえば、医療技術において小型容器および / または液体輸送装置を接続するため、またはこれらの容器 / 装置をルアーフィッティングなどにより接続するために用いられてもよい。

【 0 0 6 8 】

図 7 は、第 2 の物体の先端 1 1 または他の特徴の表面領域の窪み形状がどのように結合に貢献し得るかを示す。穿孔された第 1 の物体材料 1 が、二重矢印によって示されるように特徴 1 1 によって押し退けられる。第 2 の物体材料に固有の弾力性により、これは、第 1 の物体材料を第 2 の物体に押し当てる対抗力を引起す。その結果、第 1 の物体材料がクラックまたは他の構造（たとえば細孔）を有し、熱可塑性材料が存在する場合、クラックまたは他の構造が熱可塑性材料によって埋められ、これにより、強固なアンカーが生じる。さらに、弾力性の第 1 の物体材料を第 2 の物体表面に押し当てることにより、さらなる密封が得られる。

10

【 0 0 6 9 】

図 8 の実施形態は、複数の先端 1 1 を含み、第 1 の物体材料内に貫通する特徴の全表面部分は、それらの間に窪み部分を有する尖った端またはエッジからなる。これは、第 1 の物体材料内に押し込まれた後に、連続的な圧力特性を生じる。すなわち、第 1 の物体材料が表面に連続的に押し当てられる。

【 0 0 7 0 】

弾性特性および脆さ、ならびに（たとえば、臨界応力強度係数  $K_{IC}$  で示される）クラックの第 1 の物体材料内に伝搬する傾向に依存して、他の非円筒形状も可能であり、これは、第 1 の物体材料の材料特性に依存する。さらに、プロセスに適合された予め形成された凹部が第 1 の物体材料内に存在してもよく、この場合、第 2 の物体 / 第 2 の物体の凸部の形状は、これに応じて選択されてもよい。

20

【 0 0 7 1 】

すべての実施形態において、第 2 の物体が第 1 の物体内に押し込まれる表面の少なくとも一部を構成する熱可塑性材料に加えて、第 2 の物体は、任意的に、結合プロセス中に存在する条件下で液状可能でない材料の成分を含んでいてもよい。図 9 は、この一例を示す。たとえば、金属またはセラミックまたは硬化された熱硬化材料からなる非液状可能な材料の本体 2 1 を有し、複数の先端または他の構造は、熱可塑性材料 2 2 の被膜を有する。熱可塑性材料からなる第 2 の物体について先に説明したように実施される結合プロセス中に、熱可塑性被膜は少なくとも部分的に液状化され、変位され得る。特に、（破断円によって示される）先端領域においては、熱可塑性材料は、液状化される間、特徴 1 1 の移動によって第 2 の材料内へと完全に押し退けられ得ることにより、本体材料によって構成される先端のコアが、特徴の外側端の領域において、第 1 の物体材料と直接接触し、穿孔作用に貢献し得る。

30

【 0 0 7 2 】

図 1 0 は、第 2 の物体の凸特徴の代替的な形状をさらに示す。図 1 0 に示される第 2 の物体は、結合プロセス中に、第 1 の物体材料内に導入され、第 1 の物体材料によって埋設された状態となるための特徴領域と、近位当接領域 3 0 とを有する。特徴 3 1 は、先端領域 3 2、拡大領域 3 3 およびネック領域 3 4 を有する略槍型である。拡大領域の近位のネック領域により、さらなる安定性を与えるマクロ的な下部切込みが得られ得る。

40

【 0 0 7 3 】

ネック領域およびその遠位の拡大領域を有する要素は、第 1 の物体材料において互いに隣接する膨張ゾーンおよび圧縮ゾーンを引起す幾何学的構造の一例として見なされ得る。第 1 の物体材料内のエラストマー性を有するポリマーの本質的な形状記憶特性がアンカープロセスを支援する。だいたいの目安として、このような構成においては、変位される材料の体積は膨張の体積に相当する。さらに、ヤング率が高いほど、材料が変位される / 膨張される能力がより顕著でなくなるため、変位 / 膨張体積がより小さければ、それらが互いにより密となるはずである。言い換えれば、第 1 の物体材料の弾性は、第 2 の物体の幾何学的構造のサイズを決定する。弾性係数が高いほど、槍型構造などの構造は小さくな

50

る。

#### 【0074】

図11は、図10の実施形態のアンカー原理を示す。破線領域における熱可塑性材料は液状化され、変位される傾向がある。一線矢印は、熱可塑性材料の第2の物体に対するポテンシャル流を示す。一方側の材料は、相対的移動により近位領域に向かって変位される。他方側では、クラックまたは細孔または他の構造が第1の物体材料内に存在するとすぐに、局所圧力が熱可塑性材料を当該構造内へと外側に変位させる。二重矢印は、第1の物体材料の変位を示す。拡大領域33は、プロセス中にガラス転移点を超える第1の物体材料を外側に変位させる。しかしながら、第1の物体材料は少なくとも部分的に架橋されているため、変位された材料部分は流れ去ることはできないものの、隣接領域に応力を引起す。その結果、より近位に位置する（図11の構成においてより上側に高い）部分は、径方向に内側に押され、ネック領域34に押し当てられる。これは、第2の物体の特徴から引抜かれることに対して結合を安定化させる下部切込みを生じる。エネルギー入力が終わった後、材料は冷却され、これにより、第1の物体材料の構造は圧力下のままとするが、部分的に凍結される。したがって、この実施形態および他の実施形態において、第1の物体材料中に残留する応力は、第1の物体および第2の物体を互いに対して局所的に補強させる。

10

#### 【0075】

図10および図11ならびに対応する教示に示される種類の形状は、単一要素（「ダボ」）、および任意の形状の第2の物体の幾何学的基本特徴、またはアンカー箇所の幾何学的特徴（図1、図4中などの穿孔先端または図5中などの突起）としての両方に適用可能である。

20

#### 【0076】

図12aは、第2の物体2の代替的な実施形態をさらに示す。図8の実施形態と異なり、熱可塑性材料は、非液状可能な材料の本体21の被膜として（またはとしてのみ）は存在しない。代わりに、本体21は、近位側から（すなわち、図11の実施形態では、結合側から離れた方向を向く側から）アクセス可能なボア（またはカニユーレ孔）41を含み、このボアから、1つ以上の開口42が結合側に向かって開いている。

#### 【0077】

結合プロセスについて、この種類の実施形態では、本体21が図12bに示されるように、第1の物体材料内に押し込まれる。図12bに示される例においては、これがクラック7を第1の物体内に延在させる。

30

#### 【0078】

次に（またはこれと同時に）、機械的エネルギーが熱可塑性要素43内に結合され、かつ本体21が第1の物体材料内になお押し込まれている間、熱可塑性材料からなる要素43（これは、初めは本体21から任意的に離され得るが第2の物体に属する）が近位側からボア内に導入され、ボア41内に押し込まれる（図12c）。熱可塑性材料は、ボア41の遠位端において本体と接触して液状化され、液状化された部分は、開口42から周囲の第1の物体材料のクラック7、細孔または他の構造内に押し込まれる。この液状化ステップ中に、本体21は、第1の物体材料内にさらに押し込まれて、第1の物体材料の延長領域が得られてもよく、この延長領域内に、熱可塑性材料が貫通している。

40

#### 【0079】

この種類の実施形態において、図示される穿孔先端45などの穿孔特徴は、たとえば金属などの非液状化材料からなってもよい。これは特に、第1の物体材料が強靱および/または粘着性であり、貫通しにくい場合に有利となり得る。

#### 【0080】

このアプローチと第1の物体内に押し込まれる特徴の他の形状との組合せ、たとえば、図10に示されるような下部切込みを有する特徴が可能である。

#### 【0081】

図13aは、第2の物体2が一種のコネクタとして機能するように、さらなる第3の物

50

体を第2の物体によって第1の物体に固定させる原理を示す。示される実施形態では、第3の物体8は、貫通孔51を有する板として図示される。第2の物体は、シャフト部53を含み、シャフト部53は、少なくとも1つの先端または突起などを含み、上述の種類の凸特徴として見なされ得る。第2の物体はさらに、頭部54を有する。第3の物体8を固定するために、シャフト部分が開口に挿入され、第1の物体の表面に接触され、その後、本明細書に記載される結合プロセスが実施される。頭部54は、それが第3の物体に当たるときに当接部/止め部として機能し、第3の物体を第1の物体に対して固定する。この場合、頭部によって、第2の物体と第3の物体とのマクロ的な確実な嵌め合い接続が得られる。

【0082】

10

頭部54による固定の効果は、第2の物体と第3の物体との直接的な結合によって補充されるまたは置換られてもよい。この目的のために、図13bでは、非液化化可能と考えられるたとえば金属製の第2の物体2には、開細孔の構造52が設けられる。第2の物体を第1および第3の物体に押し当て、第2の物体内にエネルギーを結合させるプロセスにおいて、第2の物体(図13a中のように形状付けられる場合、その頭部54)の熱可塑性材料は、第3の物体とも接触して液化化され、開細孔構造52内に貫通する。再固体化後、これにより、第2の物体と第3の物体との(ミクロな)確実な嵌め合い接続が得られる。

【0083】

図13cは、第3の物体の変形例をさらに示し、ここでは、第3の物体が第2の物体の熱可塑性材料への溶接に好適な熱可塑性材料からなる。縁に近い領域(破線領域)において、振動エネルギーの吸収後、第2の物体は、第3の物体に超音波溶接され得る。

20

【0084】

図13bおよび図13cの実施形態について、第2の物体および/または第3の物体には、それらの相互界面においてエネルギー照射構造がさらに設けられてもよい。

【0085】

図13a~図13cを参照して説明される種類の実施形態において、図中に示される種類の頭部は必須条件ではない。むしろ、第3の物体を固定するための他の選択肢が存在する。たとえば、貫通孔および第2の物体の対応する部分は、いずれも円錐形状であってよい、または、これらの間に若干の圧入が存在することもできる。たとえば、エネルギー照射体によって、円形型の第2の物体部分に(開口に対して)過剰な断面を設けることも可能であり、次いで、この第2の物体部分は、第3の物体に溶接されるまたは(ミクロな)確実な嵌め合いの接続によって第3の物体の一致する構造に接続される。

30

【0086】

プロセスについて、頭部が当接部/止め部を規定することは必須条件ではなく、円錐型または円筒型のピン型の第2の物体のための止め部を、円錐型部分により規定される止め部などの外部手段などの他の手段によって規定することも可能である。

【0087】

当然ながら、図13a~図13cを参照して説明される実施形態は、第2および第3の物体の図示され、説明される形状に制限されない。

【0088】

40

図14は、第1の物体に凹部62が設けられた実施形態をさらに示す。この凹部は、第1の物体の初めの製造(たとえば鋳造)プロセスにおいて製造されてもよい。代替的に、この凹部は、次の処理ステップ、たとえば、孔開けまたは他の材料除去プロセスにおいて加えられてもよい。

【0089】

第2の物体2またはその凸特徴の形状は、凹部61の形状に適合される。図示される実施形態においては、第2の物体の凸特徴の断面/外径は、第1の物体材料が凸特徴の円周方向表面に押し当てられるように、凹部の断面/直径より若干大きい。さらに、凸特徴および凹部の一方または両方が若干円錐型であってもよい。さらに、凸特徴(図14には図示せず)の周囲に少なくとも1つの凸部を設けて、凹部の円周方向壁においてさらなるア

50

ンカーを得ることも可能である。

【 0 0 9 0 】

図 1 5 は、エネルギー、すなわち、図示される構成においては振動が、第 3 の物体 7 1 を介して第 2 の物体 2 内に間接的に結合される構成を示す。示される実施形態では、第 3 の物体は、エラストマー性も有する物体である。この場合、例えば、第 3 の物体は、室温を超えるガラス転移温度を有することにより、ソノトロード 3 が振動する間に構造を支持体 7 4 に押し当てると、第 3 の物体が初めは比較的堅く、ソノトロード 3 からの機械的振動を第 2 の物体 2 ( 図中、複数の第 2 の物体が図示される ) に伝達可能となる。圧力およびエネルギーの作用下で、第 2 の物体材料の部分が溶融し、変位される間、第 2 の物体は、第 1 および第 3 の物体の両方内に押し込まれる。

10

【 0 0 9 1 】

押し当てて、構造内にエネルギーを結合させるプロセスは、第 1 および第 3 の物体が互いに当接するまで任意的に継続されてもよく、それにより、第 2 の物体は、このように製造された要素の内部に完全に入り、隠しコネクタとして機能し得る。

【 0 0 9 2 】

支持体 7 4 は、非振動型であってもよく、または、振動しそれ自体がソノトロードであってもよく、それにより、第 1 の物体は、上述およびその反対の意味で「第 3 の物体」としても機能する。

【 0 0 9 3 】

図 1 5 の構成は、いくつかの態様に変更されてもよい。第 1 の可能性によれば、第 3 の物体は、製造条件下でエラストマー性を示さない材料からなってもよい。たとえば、第 3 の物体は、機械的振動を伝達し、第 2 の物体の熱可塑性材料の溶融温度に加熱されると転移を起こさない材料 ( 金属、硬質プラスチック、セラミックなど ) からなってもよい。

20

【 0 0 9 4 】

代わりに、第 3 の物体は、下部切込みを有する開口を含んでいてもよく、プロセス中に溶融されているとき、この開口内に、第 2 の物体の熱可塑性材料が流れ込んでもよい。これにより、再固体化後、第 2 の物体が確実な嵌め合い接続によって第 1 の物体に接続される。

【 0 0 9 5 】

さらなる選択肢としては、第 3 の物体材料は、たとえば、W O 9 8 / 4 2 9 8 8 号および W O 0 0 / 7 9 1 3 7 号に記載されるように、開いた細孔構造を有するおよび / または静水圧に晒されると液状化された熱可塑性材料が貫通し得る種類のものであってもよい。図 1 6 は、第 3 の物体 7 1 が木材ベースの材料 ( 木材または木材複合体など ) からなる構成の一例を示す。第 3 の物体の木材ベースの材料は、この材料が液体状態にあるとき第 2 の物体の熱可塑性材料と互いに貫通し合う。

30

【 0 0 9 6 】

第 2 の物体は、図示される実施形態においては、一種のエネルギー照射体として機能し得る先端型の近位端部分 3 7 を含む。

【 0 0 9 7 】

図 1 7 は、第 3 の物体 7 1 が熱可塑性材料部分 7 1 を有する構成を示し、プロセス中、これは第 2 の物体 2 の熱可塑性材料に溶接する。

40

【 0 0 9 8 】

図 1 8 は、層状複合体からなる第 1 の物体 1 を示す。第 1 の層 9 1 は、エラストマー性を有する少なくとも部分的に架橋されたポリマーまたはプレポリマーを含む。第 2 の層 9 2 は、熱可塑性材料からなる。ここでは、図 1 0 と同様の形状を有するように示されるが、この教示は他の形状にも当てはまり、第 2 の物体 2 が機械的振動の作用下で第 1 の物体内に押し込まれるとき、2 つの作用が結合に貢献する。すなわち、第 1 に、第 2 の物体は、第 2 の物体材料が第 1 の物体材料のクラック、細孔および / または変形と互いに貫通し合うことによって、さらに、おそらくは、図 1 1 を参照して説明したような第 1 の物体材料の変位によっても、上記に説明したように第 1 の物体の第 1 の層 9 1 中に繋ぎ止められ

50



る。第2に、第2の物体は、第2の層92に溶接されることによって第1の物体中に繋ぎ止められる。

【0099】

結合に貢献することに加えて、第1の物体材料と第2の物体材料との溶接は、密封効果を与え、これは、特に、第1の層91が開細孔を有する材料からなる場合、または、第1の層材料と第2の物体材料との密封が適用の目的に十分でない場合の構成において有利となり得る。

【0100】

同様に、このような第2の層に、溶接可能な熱可塑性ポリマーの代わりに、WO98/42988号およびWO00/79137号に記載されるようなプロセスにおいて熱可塑性材料と互いに貫通し合うことの可能な材料および/または構造が設けられることも可能である。追加的にまたは代わりに、第2の材料に、熱可塑性材料によって埋められ得る下部切込みを含む(マクロ的)キャビティを設けることも可能である。

【0101】

図10を参照して説明される実施形態では、2つの層91、92の順序が逆にされてもよい。さらにまたは代わりに、さらなる層が存在してもよい。さらに、異なる材料部分を層状でなく他の幾何学的配置で設けることも可能である。

【0102】

図15～図18の実施形態において、第2の物体は、槍型部分を有し、第1(および適用可能であれば、第3の)物体において、図11を参照して説明したのと同様の効果が得られ得る。しかしながら、たとえば、図1～図9を参照して説明したような他の形状を有する第2の物体を使用することも可能である。さらに、すべてのこれらの実施形態において、異なる数の第2の物体、すなわち、1つ、2つ、3つまたはそれ以上の第2の物体を使用することもできる。

【実施例】

【0103】

約10%の全細孔体積を有する閉細孔を有するPUフォームからなる第1の物体と、鋸歯状結合表面を有するPPの第2の物体とを使用した。第2の物体は、約10×20×4mmのサイズを有する長方形を全体的に有しており、大きい表面の1つが結合表面を規定している。PPの結合表面は、約1.5mmの高さおよび約2.5mmの距離を有する複数の平行突起を含んでいた。3kWの最大出力で、20kHzで作動するテルソニックUSP3000超音波器に接続された平坦なソノトロードによって、PP部分を第1の物体の表面に押し当てた。押圧力は、300～450Nの間となるように、振幅は50～60μmの間となるように選択された。これらのパラメータにより、設備を近接場モードで作動させた。圧力および振動をPUフォームが局所的に弾性状態となるまで加えた。その後、超音波器をオフにし、押圧力をさらに約20秒間維持した。約1.5N/mm<sup>2</sup>結合表面の引張り力に耐える堅固な接続が得られた。物体を互いから切り離すと、PPが外側表面において液化化されており、PUフォーム構造を覆っていることがわかった。PUフォームの部分を解体せずにPP物体を取り外すことは不可能であった。

【0104】

走査電子顕微鏡画像により、PP物体との界面において、PU材料中に小さなクラックが生じており、これらのクラックは、PP材料によって埋められていたことを確認した。PPは、細孔の一部も埋めていた。

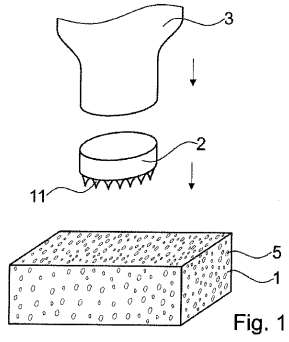
【0105】

図6aおよび図6bと同等に形成された第2の物体を用いたさらなる実験において、接続は液密性であり、第2の物体の初めの形状に依存する最大圧力までの水および空気圧力の両方に耐えることがわかった。

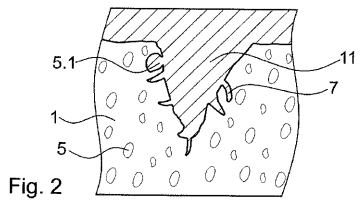
【0106】

さまざまな他の実施形態が発明の範囲および要旨から逸脱することなく想定され得る。

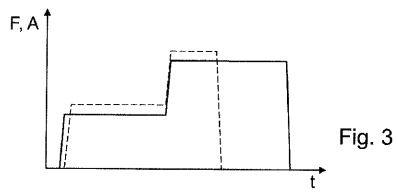
【図 1】



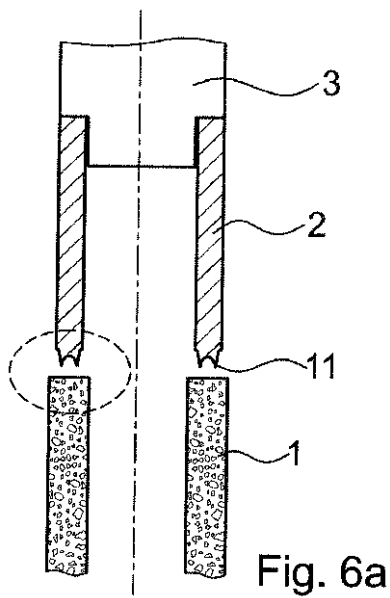
【図 2】



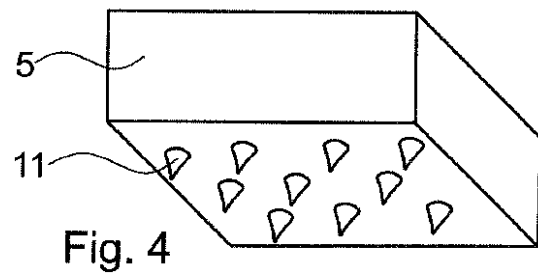
【図 3】



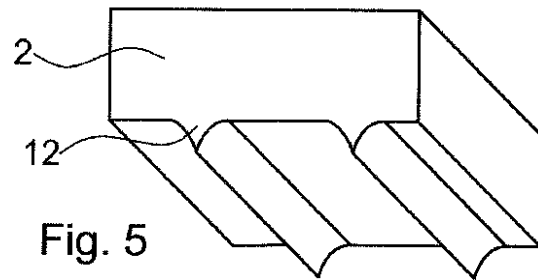
【図 6 a】



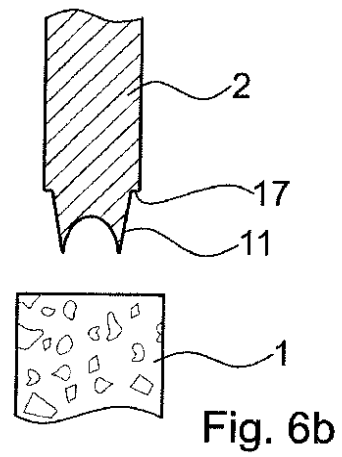
【図 4】



【図 5】



【図 6 b】



【図 6 c】

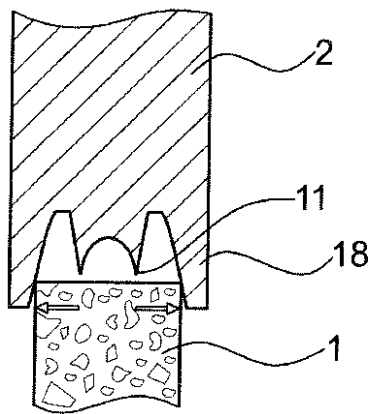


Fig. 6c

【図 7】

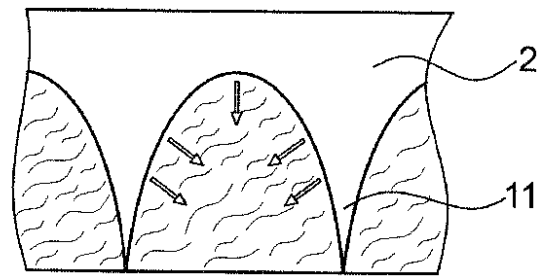


Fig. 7

【図 8】

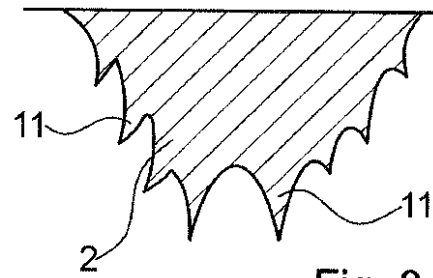


Fig. 8

【図 9】

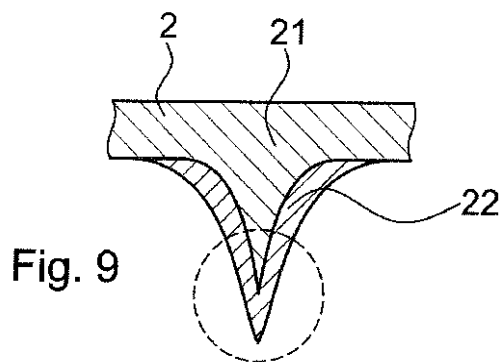


Fig. 9

【図 10】

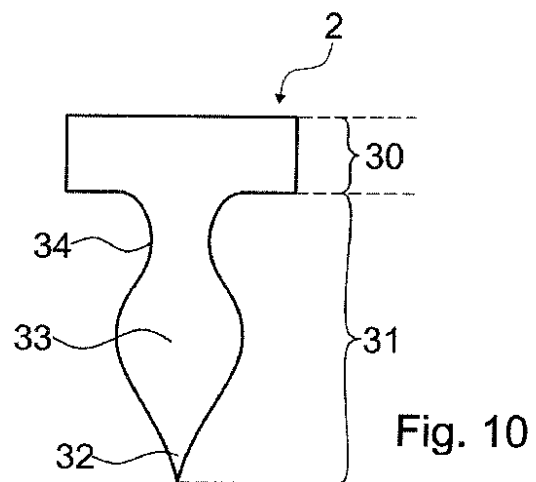
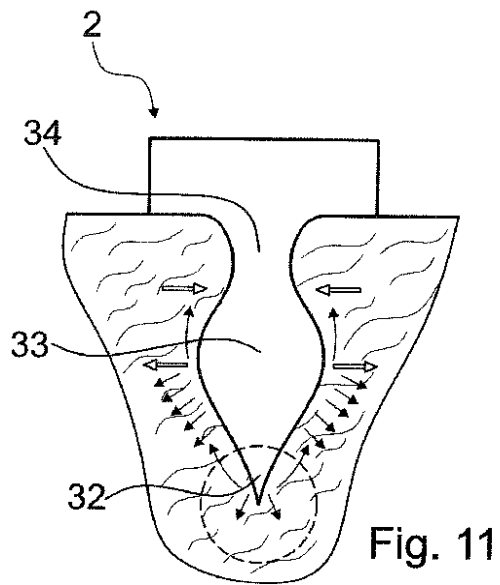
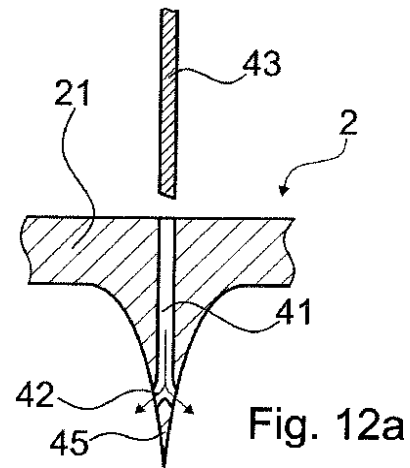


Fig. 10

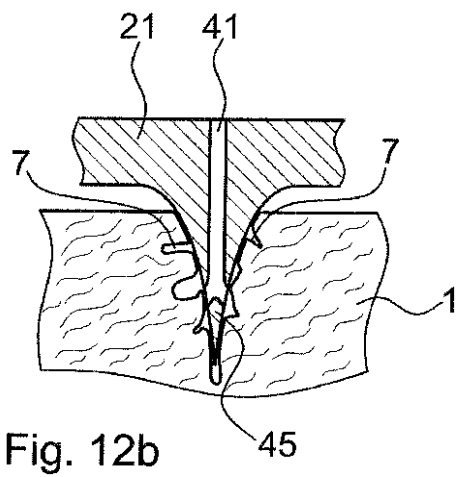
【図 11】



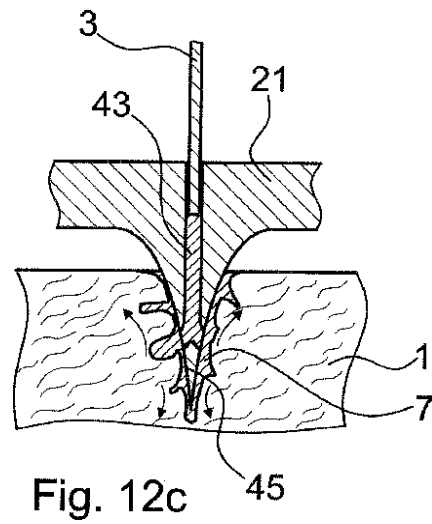
【図 12 a】



【図 12 b】



【図 12 c】



【図 13 a】

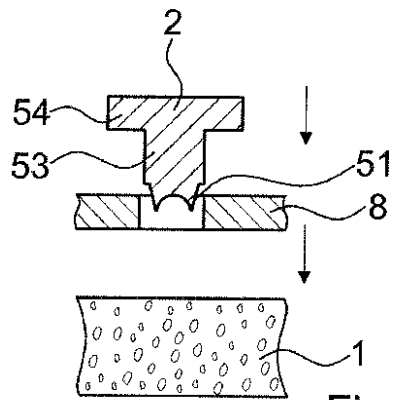


Fig. 13a

【図 13 b】

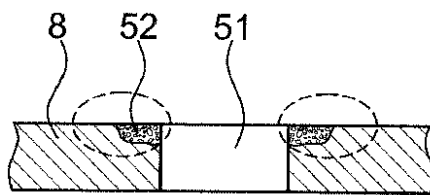


Fig. 13b

【図 13 c】

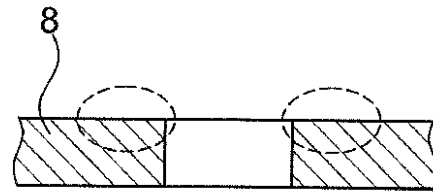


Fig. 13c

【図 14】

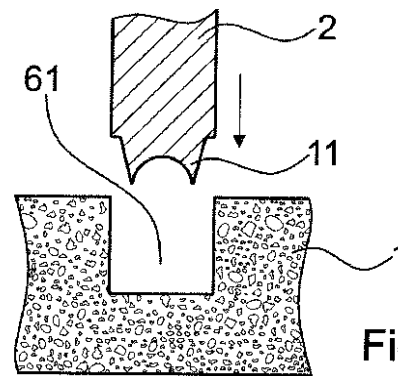


Fig. 14

【図 15】

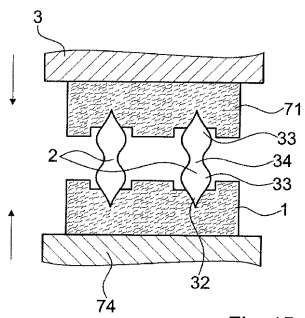


Fig. 15

【図 16】

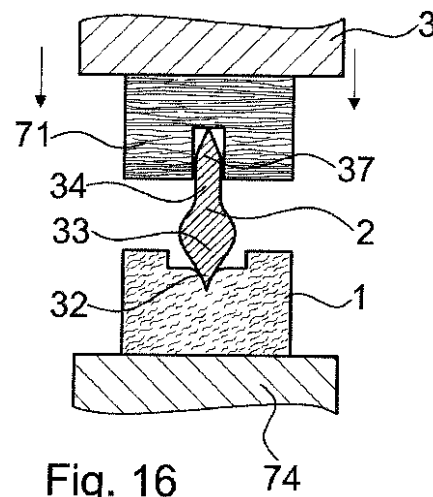


Fig. 16

【図 17】

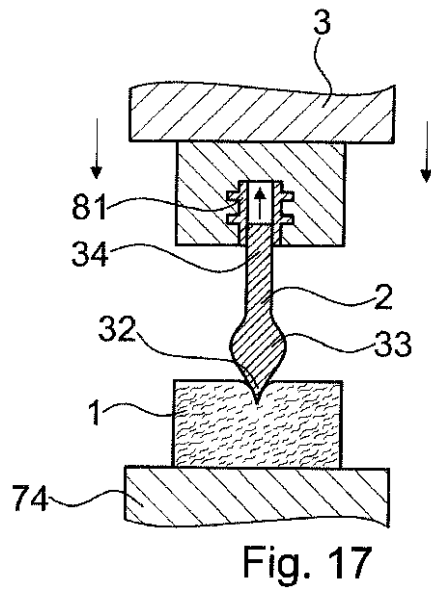


Fig. 17

【図 18】

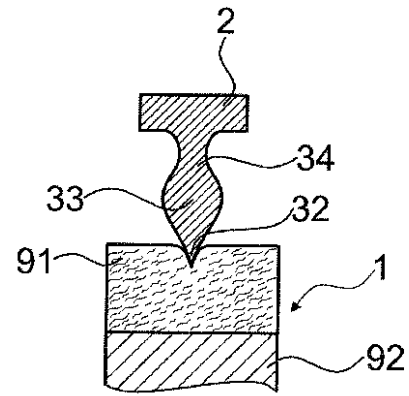


Fig. 18

---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 0 1 - 1 4 6 7 2 5 ( J P , A )  
実開昭 5 7 - 2 0 4 1 1 7 ( J P , U )  
欧州特許出願公開第 0 2 5 2 0 4 1 9 ( E P , A 1 )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
B 2 9 C 6 5 / 0 6