

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第5部門第2区分

【発行日】平成19年7月12日(2007.7.12)

【公表番号】特表2003-501603(P2003-501603A)

【公表日】平成15年1月14日(2003.1.14)

【出願番号】特願2001-501798(P2001-501798)

【国際特許分類】

F 1 6 L	11/12	(2006.01)
A 4 1 D	31/00	(2006.01)
A 6 1 F	7/10	(2006.01)
F 1 7 C	3/00	(2006.01)
F 2 4 F	1/04	(2006.01)

【F I】

F 1 6 L	11/12	Z
A 4 1 D	31/00	F
A 4 1 D	31/00	5 0 1 B
A 4 1 D	31/00	5 0 1 C
A 4 1 D	31/00	5 0 2 F
A 4 1 D	31/00	5 0 4 G
A 6 1 F	7/10	3 0 0 H
F 1 7 C	3/00	Z
F 2 4 F	1/04	

【手続補正書】

【提出日】平成19年5月15日(2007.5.15)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】液体クライオジエンの制御された蒸発のための材料の改善または材料に関する改善

【特許請求の範囲】

【請求項1】気相状態の極低温流体の通過を可能にしつつ液相状態の極低温流体の通過を制限する多孔質構造を有し、極低温流体の収容と送出の少なくとも一方が可能な造形した物品。

【請求項2】多孔質構造と約0.3psi(0.002MPa)以上の液体窒素漏れ圧力を有し、極低温流体を輸送するための請求項1に記載の造形した物品。

【請求項3】0より下で可撓性である、請求項2に記載の物品。

【請求項4】容器の形をとっている、請求項3に記載の物品。

【請求項5】前記容器はポリマーから成る、請求項4に記載の容器。

【請求項6】前記ポリマーはポリテトラフルオロエチレン(PTFE)である、請求項5に記載の容器。

【請求項7】前記ポリマーは延伸膨張ポリテトラフルオロエチレン(ePTFE)である、請求項5に記載の容器。

【請求項8】チューブの形をとっている、請求項4に記載の容器。

【請求項9】前記チューブはポリマーから成る、請求項8に記載のチューブ。

【請求項10】前記ポリマーはPTFEである、請求項9に記載のチューブ。

【請求項 11】 前記ポリマーは e P T F E である、請求項 9 に記載のチューブ。

【請求項 12】 前記容器は P T F E および少なくとも一種の他のポリマーから成る、請求項 5 に記載の容器。

【請求項 13】 前記他のポリマーはヘキサフルオロプロピレンとテトラフルオロエチレンのコポリマーである、請求項 12 に記載の容器。

【請求項 14】 前記他のポリマーはテトラフルオロエチレンとパーアルオロプロピルビニルエーテルのコポリマーである、請求項 12 に記載の容器。

【請求項 15】 前記チューブは P T F E および少なくとも一種の他のポリマーから成る、請求項 8 に記載のチューブ。

【請求項 16】 前記他のポリマーはテトラフルオロエチレンとヘキサフルオロプロピレンのコポリマーである、請求項 15 に記載のチューブ。

【請求項 17】 前記他のポリマーはテトラフルオロエチレンとパーアルオロプロピルビニルエーテルのコポリマーである、請求項 15 に記載のチューブ。

【請求項 18】 前記容器は P T F E フィルムの多層を含む、請求項 6 に記載の容器。

【請求項 19】 前記チューブは P T F E フィルムの多層を含む、請求項 10 に記載のチューブ。

【請求項 20】 前記チューブは医用デバイスの一部を構成する、請求項 8 に記載のチューブ。

【請求項 21】 前記物品はセラミックである、請求項 2 に記載の物品。

【請求項 22】 前記物品は金属である、請求項 2 に記載の物品。

【請求項 23】 極低温流体の収容と輸送の少なくとも一方のための造形した物品を含み、前記造形した物品が、気相状態の極低温流体の通過を可能にしつつ液相状態の極低温流体の通過を制限する多孔質構造を有することを特徴とする、衣服。

【請求項 24】 極低温流体の収容と輸送の少なくとも一方のための造形した物品を含み、前記造形した物品が、多孔質構造と約 0 . 3 p s i ( 0 . 0 0 2 M P a ) 以上の液体窒素漏れ圧力を有することを特徴とする、衣服。

【請求項 25】 前記物品は 0 より下で可撓性である、請求項 24 に記載の衣服。

【請求項 26】 前記物品はポリマーから成る、請求項 25 に記載の衣服。

【請求項 27】 前記ポリマーはポリテトラフルオロエチレンである、請求項 26 に記載の衣服。

【請求項 28】 前記物品はチューブの形をとっている、請求項 24 に記載の衣服。

【請求項 29】 前記ポリマーは延伸膨張ポリテトラフルオロエチレンである、請求項 26 に記載の衣服。

【請求項 30】 前記チューブはポリマーから成る、請求項 28 に記載の衣服。

【請求項 31】 前記ポリマーは P T F E である、請求項 30 に記載の衣服。

【請求項 32】 前記ポリマーは延伸膨張ポリテトラフルオロエチレンである、請求項 30 に記載の衣服。

【請求項 33】 前記物品は P T F E および少なくとも一種の他のポリマーから成る、請求項 26 に記載の衣服。

【請求項 34】 前記他のポリマーはヘキサフルオロプロピレンとテトラフルオロエチレンのコポリマーである、請求項 33 に記載の衣服。

【請求項 35】 前記他のポリマーはテトラフルオロエチレンとパーアルオロプロピルビニルエーテルのコポリマーである、請求項 33 に記載の衣服。

【請求項 36】 前記チューブは P T F E および少なくとも一種の他のポリマーから成る、請求項 28 に記載の衣服。

【請求項 37】 前記他のポリマーはテトラフルオロエチレンとヘキサフルオロプロピレンのコポリマーである、請求項 36 に記載の衣服。

【請求項 38】 前記他のポリマーはテトラフルオロエチレンとパーアルオロプロピルビニルエーテルのコポリマーである、請求項 36 に記載の衣服。

【請求項 3 9】 前記物品は P T F E フィルムの多層を含む、請求項 2 6 に記載の衣服。

【請求項 4 0】 前記チューブは P T F E フィルムの多層を含む、請求項 2 8 に記載の衣服。

【請求項 4 1】 前記物品は、約 0 . 2 3 ワット / m . K 以下の熱伝導率を有する材料を含む、請求項 1 に記載の物品。

【請求項 4 2】 前記物品は、約 0 . 2 3 ワット / m . K 以下の熱伝導率を有する材料を含む、請求項 2 に記載の物品。

【請求項 4 3】 前記物品は、約 0 . 2 3 ワット / m . K 以下の熱伝導率を有する材料を含む、請求項 2 3 に記載の衣服。

【請求項 4 4】 前記物品は、約 0 . 2 3 ワット / m . K 以下の熱伝導率を有する材料を含む、請求項 2 4 に記載の衣服。

【請求項 4 5】 多孔質構造と約 0 . 3 p s i ( 0 . 0 0 2 M P a ) 以上の液体窒素漏れ圧力とを有する造形した物品を通して極低温流体を輸送することを含む、極低温流体の蒸発を制御する方法。

【請求項 4 6】 気相状態の極低温流体の通過を可能にしつつ液相状態の極低温流体の通過を制限する多孔質構造を有する造形した物品を通して極低温流体を輸送することを含む、極低温流体の蒸発を制御する方法。

【請求項 4 7】 多孔質構造と約 0 . 3 p s i ( 0 . 0 0 2 M P a ) 以上の液体窒素漏れ圧力とを有し、極低温流体を輸送することが可能な造形した物品に近接して物体を置くことを含む、物体を冷却する方法。

【請求項 4 8】 気相状態の極低温流体の通過を可能にしつつ液相状態の極低温流体の通過を制限する多孔質構造を有し、極低温流体を輸送することが可能な造形した物品に近接して物体を置くことを含む、物体を冷却する方法。

【請求項 4 9】 厚みと、第 1 の面と、第 2 の面と、液体極低温流体が一方の面に入り気体流体が他方の面から出るように厚みを通る極低温流体の流れを可能にする多孔質構造とを有する多孔質材料を提供することと、前記材料の前記第 1 の面に極低温流体を供給することと、冷却しようとする物体近くに、あるいは冷却しようとする物体と接触して前記材料の前記第 2 の面を配置することとを含む、物体を冷却する方法。

【請求項 5 0】 前記冷却しようとする物体は電子デバイスまたは電気デバイスである、請求項 4 9 に記載の方法。

【請求項 5 1】 前記冷却しようとする物体は電気アセンブリーまたは電子アセンブリーである、請求項 4 9 に記載の方法。

【請求項 5 2】 前記冷却しようとする物体は機械的デバイスである、請求項 4 9 に記載の方法。

【請求項 5 3】 前記冷却しようとする物体は電気機械的デバイスである、請求項 4 9 に記載の方法。

【請求項 5 4】 前記冷却しようとする物体は外科的デバイスである、請求項 4 9 に記載の方法。

【請求項 5 5】 前記冷却しようとする物体はプロセス媒体である、請求項 4 9 に記載の方法。

【請求項 5 6】 前記冷却しようとする物体は人体のセグメントである、請求項 4 9 に記載の方法。

【請求項 5 7】 前記冷却しようとする物体は動物の体のセグメントである、請求項 4 9 に記載の方法。

【請求項 5 8】 前記極低温流体はアルゴンである、請求項 4 9 に記載の方法。

【請求項 5 9】 前記極低温流体は窒素である、請求項 4 9 に記載の方法。

【請求項 6 0】 前記極低温流体はヘリウムである、請求項 4 9 に記載の方法。

【請求項 6 1】 前記極低温流体は極低温流体の混合物である、請求項 4 9 に記載の方法。

【請求項 6 2】 前記極低温流体は呼吸可能である、請求項 4 9に記載の方法。

【請求項 6 3】 前記極低温流体は空気である、請求項 4 9に記載の方法。

【請求項 6 4】 前記気体冷却流体は前記材料から出て、凝縮した水蒸気の分散水煙を形成する、請求項 4 9に記載の方法。

【請求項 6 5】 極低温流体送出システムと、前記送出システムに接続された導管とを含み、前記導管が、気相状態の極低温流体の通過を可能にしつつ液相状態の極低温流体の通過を制限する多孔質構造を有する多孔質材料を含んでなることを特徴とする、冷却デバイス。

【請求項 6 6】 前記導管はシート材料の一つ以上の層の螺旋を含む、請求項 6 5に記載の冷却デバイス。

【請求項 6 7】 前記冷却デバイスは衣服の一部である、請求項 6 5に記載の冷却デバイス。

【請求項 6 8】 前記多孔質材料は高分子材料である、請求項 6 5に記載のデバイス。

【請求項 6 9】 前記材料は約 0 . 3 p s i ( 0 . 0 0 2 M P a ) 以上の液体窒素漏れ圧力を有する、請求項 6 5に記載のデバイス。

【請求項 7 0】 前記材料は 0 より下で可撓性であるように選択される、請求項 6 5に記載のデバイス。

【請求項 7 1】 前記高分子材料は P T F E である、請求項 6 8に記載のデバイス。

【請求項 7 2】 前記高分子材料は延伸膨張 P T F E である、請求項 6 8に記載のデバイス。

【請求項 7 3】 前記高分子材料は P T F E および少なくとも一種の他のポリマーから成る、請求項 6 8に記載のデバイス。

【請求項 7 4】 前記他のポリマーはテトラフルオロエチレンとヘキサフルオロプロピレンのコポリマーである、請求項 7 3に記載のデバイス。

【請求項 7 5】 前記他のポリマーはテトラフルオロエチレンとパーフルオロプロピルビニルエーテルのコポリマーである、請求項 7 3に記載のデバイス。

【請求項 7 6】 前記導管は P T F E フィルムの多層を含む、請求項 6 6に記載のデバイス。

【請求項 7 7】 前記導管はセラミックから成る、請求項 6 5に記載のデバイス。

【請求項 7 8】 前記導管は金属から成る、請求項 6 5に記載のデバイス。

【請求項 7 9】 前記導管は合金から成る、請求項 6 5に記載のデバイス。

【請求項 8 0】 前記導管は金属 - セラミックから成る、請求項 6 5に記載のデバイス。

【請求項 8 1】 前記導管は膜またはシート中に組み込まれている、請求項 6 5に記載のデバイス。

【請求項 8 2】 衣服の内部に液体極低温流体を運び込むための材料の導管と前記導管を極低温流体源に接続するための接続手段とを含む、冷凍衣服。

【請求項 8 3】 前記導管は、厚みと、前記液体極低温流体が材料の一方の面に入り気体極低温流体が材料の他方の面から出るように前記厚みを通る極低温流体の流れを可能にする孔構造とを有する材料を含む、請求項 8 2に記載の衣服。

【請求項 8 4】 前記導管は、ポリマーである材料を含む、請求項 8 3に記載の衣服。

【請求項 8 5】 前記ポリマーはフルオロポリマーである、請求項 8 4に記載の衣服。

【請求項 8 6】 前記ポリマーはポリテトラフルオロエチレンである、請求項 8 5に記載の衣服。

【請求項 8 7】 前記ポリマーは延伸膨張ポリテトラフルオロエチレンである、請求項 8 3に記載の衣服。

【請求項 8 8】 前記導管は P T F E および少なくとも一種の他のポリマーから成る

、請求項 8 4 に記載の衣服。

【請求項 8 9】 前記他のポリマーはヘキサフルオロプロピレンとテトラフルオロエチレンのコポリマーである、請求項 8 8 に記載の衣服。

【請求項 9 0】 前記他のポリマーはテトラフルオロエチレンとパーフルオロプロピルビニルエーテルのコポリマーである、請求項 8 8 に記載の衣服。

【請求項 9 1】 前記導管は P T F E フィルムの多層を含む、請求項 8 8 に記載の衣服。

【請求項 9 2】 前記衣服はベストの形をとっている、請求項 8 3 に記載の衣服。

【請求項 9 3】 前記衣服は防水衣服である、請求項 8 3 に記載の衣服。

【請求項 9 4】 前記衣服は全身覆い衣服である、請求項 8 3 に記載の衣服。

【請求項 9 5】 前記衣服は耐水性水蒸気透過性衣服である、請求項 8 3 に記載の衣服。

【請求項 9 6】 前記物品は約 0 . 4 5 p s i ( 0 . 0 0 3 M P a ) 以上の液体窒素漏れ圧力 ( L N L P ) を有する、請求項 1 に記載の造形した物品。

【請求項 9 7】 前記物品は 0 . 0 0 3 ~ 0 . 0 7 5 M P a の間の L N L P を有する、請求項 9 6 に記載の造形した物品。

【請求項 9 8】 前記物品は 0 . 0 4 ~ 0 . 0 6 M P a の間の L N L P を有する、請求項 9 7 に記載の造形した物品。

【請求項 9 9】 前記物品は約 0 . 4 5 p s i ( 0 . 0 0 3 M P a ) 以上の L N L P を有する、請求項 2 4 に記載の衣服。

【請求項 1 0 0】 前記物品は 0 . 0 0 3 ~ 0 . 0 7 5 M P a の間の L N L P を有する、請求項 9 9 に記載の衣服。

【請求項 1 0 1】 前記物品は 0 . 0 4 ~ 0 . 0 6 M P a の間の L N L P を有する、請求項 1 0 0 に記載の衣服。

【請求項 1 0 2】 前記物品は約 0 . 4 5 p s i ( 0 . 0 0 3 M P a ) 以上の液体窒素漏れ圧力 ( L N L P ) を有する、請求項 6 9 に記載のデバイス。

【請求項 1 0 3】 前記物品は 0 . 0 0 3 ~ 0 . 0 7 5 M P a の間の L N L P を有する、請求項 1 0 2 に記載のデバイス。

【請求項 1 0 4】 前記物品は 0 . 0 4 ~ 0 . 0 6 M P a の間の L N L P を有する、請求項 1 0 3 に記載のデバイス。

【請求項 1 0 5】 外部強化材をさらに含む、請求項 8 に記載のチューブ。

【請求項 1 0 6】 前記チューブは外部強化材をさらに含む、請求項 2 8 に記載の衣服。

【請求項 1 0 7】 前記導管は外部強化材を含む、請求項 6 5 に記載のデバイス。

【請求項 1 0 8】 前記導管は外部強化材を含む、請求項 8 3 に記載の衣服。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0 0 0 1】

##### 発明の分野

本発明は、液体クライオジェンの送出および制御された蒸発を促進するために用いられる材料に関する。本発明の造形した物品は、極低温流体の収容と送出が可能である。これらの物品は、気相状態の極低温流体の通過を可能にしつつ液相状態の極低温流体の通過を制限する多孔質構造を有する。こうした流体には、窒素、ヘリウム、水素、アルゴン、ネオンおよび空気ならびに液化石油ガスまたは低温液体を挙げることができる。

##### 【0 0 0 2】

この文脈において「制限する」または「制限」とは、気体が本発明の材料の外面を通して本発明の材料から出ることが可能である一方で、液体が材料の厚みに入るが、特定の運転条件（例えば、温度、湿度、圧力など）下で前記外面を液体として通過しないことを意味する。

##### 【0 0 0 3】

この文脈において「低温」とは、0 より実質的に低い温度を意味する。一般に、例え

ば、液体窒素は、一気圧の大気圧において約77ケルビン(-196)の温度で液体である。

#### 【0004】

##### 発明の背景

気化熱が小さい一種以上の冷たい液体の輸送または貯蔵のために、主要な二つの技術が用いられている。すなわち、真空断熱を利用する技術および乾燥ガス保持によって運転する技術である。本発明の物品とは異なり、これらの技術のどれもが容器または導管の外面を通る気体極低温流体の放出を制御しない。

#### 【0005】

米国特許第5,511,542号(ウェスチングハウス・エレクトリック・コーポレーション(Westinghouse Electric Corporation))には、不織木綿の外装によって囲まれた、例えば、Dacron(登録商標)チューブによって構成された導管を組み込んだ衣服が開示されている。この導管は、液体に対して不透過性であるが気体に対して透過性であると述べられている。この性質の導管は、本発明の実施形態による導管とは異なっている。極低温液体は本発明の導管の構造体(structure)に入り、そして十分に高い圧力において液体クライオジエンは導管壁を通って漏れる。壁を通る液体の漏れを引き起こす圧力より低い圧力において、気相状態の極低温流体は、水凝縮物の水煙によって証明されるように導管の外面から出る。

#### 【0006】

SCAMP(登録商標)(超臨界空気流動性パック)モデル番号547-000-06の一部としてコロラド州ニウォットのエアロスペース・デザインアンドディベロップメント(Aerospace Design and Development, Inc.)によって供給されるcooling Suitなどの冷却衣服は、主として液相中に残る冷媒の使用を必要とする。これらの衣服は、重い流体制御と熱交換のシステムを必要とする。こうしたシステムには、保持すべき余分の重量に加えて、高い購入コストおよび使用コストの重大な欠点がある。本発明の冷却衣服は、先行技術の冷却衣服に比べて利点を有する。これらの利点には、より小さい重量、用いられる液体冷媒のより少ない体積、より単純なシステム制御要件、ポンプもファンも、そしてそれらに付随する動力も制御要件も不要であることが挙げられる。

#### 【0007】

種々のポリマーが77ケルビンなどの低温条件下で有用であることが知られている。例えば、多孔質ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)は、特にゴア(Gore)による米国特許第3,953,566号に記載されたようにフィブリルによって相互接続されたノードによって構成された多孔質延伸膨張PTFE(ePTFE)の形をとて、低温で強度と可撓性を保持することが知られている。しかし、こうしたePTFEは、通常、極低温液体の輸送にも貯蔵にも適さない。極低温液体がePTFE材料中に、およびePTFE材料を通って容易に通過することを可能にするePTFEの多孔性のためである。

#### 【0008】

クライオジエンが関わる温度勾配などのシステム中で用いられる材料に影響を及ぼす温度勾配は、熱膨張および収縮の作用が部品の機械的故障を早期に引き起こすような勾配である。本発明の好ましい実施形態は、特定の透過特性の保有に加えて、低温、代表的には77ケルビンで可撓性と強度を保持する材料に関連している。

#### 【0009】

##### 発明の概要

本発明の一つの局面によると、液体極低温流体が材料の第1の表面を通って材料の厚みに入ることを可能にするが、外面、すなわち第2の表面を通って液体極低温流体の漏れを制限する多孔質構造を有する、極低温流体の輸送のための材料が提供される。第1の表面および第2の表面は厚みによって区別される。制限は、材料の厚み内で、および/または外面で、および/または内面、すなわち第1の表面で起きうる。さらに、材料はまた、好ましくは、材料の外面を通る気相状態の極低温流体の通過を制御する。

**【 0 0 1 0 】**

本発明は、その好ましい形態において、好ましくは低温で軽量および可撓性である液体透過制限材料を提供する。この材料は、気体極低温流体の単純な輸送および送出によるよりも効果的な冷却をもたらす液体極低温流体を用いる気化冷却を可能にする。本発明の実施形態の材料から形成された物品は、特定の場所に液体クライオジエンを輸送する能力をもたらし、その後、冷たい材料からの伝導および冷たい気体の対流によって当該場所を冷却する。熱損失は、蒸発する液体の相変化によって大幅に強化(enhance)される。

**【 0 0 1 1 】**

本発明の別の局面によると、前のパラグラフにおいて記載されたような透過品質をもつ材料の導管を組み込んだ衣服が提供される。

**【 0 0 1 2 】**

好ましくは、本発明の材料はチューブの形をとっている。

**【 0 0 1 3 】**

好ましくは、また、フィルムの一つ以上のシートから形成された螺旋状断面を有する多層複合材料を形成するために、複数の材料層が互いの上に重ね合わされる。さらに、螺旋状断面を有するチューブは、フィルムの二つ以上のタイプから成ることが可能である。

**【 0 0 1 4 】**

本発明の多孔質材料は、低い固体材料含有率を有しつつ好ましくは材料の壁を通る液体の貫通流に対する高い制限を有する製品をもたらす。この好ましい材料は、特に多層構造において用いられた時に改善された機械的特性および透過特性をもたらす。多層構造は低い曲げ応力を示し、よってその疲労寿命を増加させる物品をもたらす。幾つかの材料層の総和も液体クライオジエンを外面に押し進めるために必要とされる圧力を増加させうる。

**【 0 0 1 5 】**

材料内および材料の外面における液相から気相への変化を通じた熱損失を促進する速度に、材料を通る液体クライオジエンの透過を制限する目的で、本発明の材料を利用することが可能である。

**【 0 0 1 6 】**

本発明の材料から製造された極低温流体透過物品は、厚み方向を横切る流体の液相の通過を抑制しつつ物品の厚み方向を横切る極低温流体の気相の通過を可能にする。これらの物品において、厚み方向に壁を通って流れる極低温流体の液相の質量流量は、外壁表面における液体の質量蒸発速度以下である。材料は、液相極低温流体の通過の制限および材料の外面を通る気相極低温流体の制御された放出を変えるために改質することが可能である。極低温流体透過チューブの形をとった好ましい物品は、少なくとも0.3psi(0.002MPa)の液体窒素漏れ圧力(LNLP)(以下に記載する試験に基づく)を有する。こうしたチューブは、以下に記載されたやり方で試験して、極低温冷却衣服中で満足に機能する。チューブは、15分の試験継続期間中に液体窒素を漏らさない。極低温冷却衣服中で使用するために好ましいチューブは、少なくとも0.3psi(0.002MPa)のLNLPを有し、そして極低温温度での撓み中に割れない。LNLPに関するより高い値を有すると共にこれらの温度で割れないチューブは、この用途において用いるためにより好ましい。冷却衣服中で用いるためにより好ましいチューブは、0.45psi(0.003MPa)のような液体窒素漏れ圧力(LNLP)を有する。

**【 0 0 1 7 】**

ポリマー、金属、セラミックおよびそれらの混合物または複合材を含む、適当なあらゆる多孔質材料を用いることが可能である。フルオロポリマーは適すると考えられ、多孔質延伸膨張PTFE(ePTFE)は、極低温温度での可撓性および望ましい透過性をもつてePTFEからチューブおよび他の形態を組み立てる能力のゆえに特に好ましい材料である。ePTFEは非常に低い温度で脆くないけれども、最終チューブの構造または密度がこれらの温度で割れにつながらないことを確実にするためにチューブの構造および他の形態において注意を払わなければならない。非多孔質チューブは、一般に透過特性が極端

に劣るのみではなく、特に極低温温度で、許容できないほど剛直である傾向もあり、そして割れがちもある。低い多孔度のチューブも極低温温度で割れがちであるようである。

#### 【0018】

約0.232ワット/m.K.であるPTFEの低い熱伝導率のゆえに、本発明の実施形態のPTFE系物品も好ましい。PTFEの多孔質物品は、いっそうより低い熱伝導率を示す。低い熱伝導率の材料を使用すると、凍傷(cold burns)に関する可能性などの問題に関するより安全な物品をもたらしうる。極低温流体システムは、より低い熱エネルギー進入および流体輸送ライン内の結果としての気体発生の減少の恩恵を受ける。PTFEは、さらに、1047kJ/kg·Kの低い熱容量を有する。

#### 【0019】

前駆体ePTFEフィルム材料の選択は、最終チューブ中の望ましい層数、チューブ壁厚さ、最終チューブの空気透過性および孔サイズの関数である。孔サイズは、イソプロパノールバブルポイント(IBP)測定によって評価することが可能である。高いIBP値を有するフィルムは、より高いLNL値をもつ最終チューブをもたらすようである。より小さい孔サイズのフィルムを使用すると、最終チューブのLNLを高めるようである。増加した層数および増加したフィルム厚さも最終チューブのLNLを高めうる。層の数は、好ましくは8~48の間、より好ましくは12~24の間である。LNLは、好ましくは0.003~0.075MPaの間、より好ましくは0.04~0.06MPaの間である。ePTFE系チューブも構造の一部であることが可能であるが、基チューブを含めることは決定的には重要でないようである。0.0035インチ(0.09mm)の厚さ、39.5のガーレー数および48.5psi(0.334MPa)のIBPを有する多孔質ePTFEフィルムを用いて適するチューブを作製した。

#### 【0020】

耐屈曲性および/または耐圧縮性を物品に付与するために、リングの形をとった外部適用(applied)強化材または螺旋状適用(applied)ビーディングまたはフィラメントあるいは他の構成または材料をチューブ構造に組み込むことが可能である。

#### 【0021】

極低温流体の液相の通過を制限しつつ同じクライオジエンの気相の通過を可能にするために適する膜の形をとった本発明の態様による物品は、類似のプロセスによって製造することが可能である。多フィルム層は、大きな直径のマンドレル上に巻回することが可能であり、以下の実施例に記載されたフィルムおよびプロセス温度を用いて層を互いに接着するために、両端を拘束し、アセンブリーをオープン内に入れることができる。こうして製造された大きな直径のチューブは、平らな膜を形成するために縦にスリットすることが可能である。フィルム層を接着して膜を製造するためにその他の技術を用いることが可能である。得られた膜は、ハウチ、前もって定められた導管を中に備える平らな構造などのより複雑な形状を作るために、あるいは貯槽用のライナーとして用いることが可能である。

#### 【0022】

本発明の材料から製造される他の物品は、電子デバイス、エンジン、モーターおよび加熱エレメントなどの暖かい物体を冷却するために有用でありうる。

#### 【0023】

##### 発明の詳細な説明

図面を参照すると、図1は、本発明の実施形態の材料から管状物品を製造する第1の方法を図解している。この方法において、多孔質延伸膨張ポリテトラフルオロエチレン(ePTFE)フィルムなどのフィルム10の一つ以上の層がマンドレル11に螺旋状に巻回されている。こうして形成されたチューブ12の両端を固定し、このアセンブリーをPTFEの結晶融点より高い温度に供する。チューブ12は、損傷を被らずにマンドレル11から確実に取り出せるように縦方向において十分に強いのがよい。二つの方向で螺旋状に巻回すると、チューブに異なる特性を付与することが可能である。

#### 【0024】

図2は、本発明の実施形態の材料から管状物品を製造する第2の方法を図解している。その方法は、巻回を螺旋状に行わずにマンドレル14の軸線まわりで多孔質フィルム(ePTFEなど)13の長い長さの円周状巻回によって行ってチューブ15を形成することを除いて図1のチューブ12に関する方法と同じである。フィルム13の縦方向または横方向のいずれかをマンドレル14上に巻回することが可能である。フィルムをフィルムスプールの引取装置からマンドレル14に直接巻回するような長い長さのフィルム13の円周状巻回は、最終チューブ長さを前駆体フィルム13の幅に制限する。

#### 【0025】

図1および2を参照して説明した巻回技術は、すべて図3に示したように螺旋状断面16を有するチューブをもたらす。

#### 【0026】

必要ならば、図1～3のチューブ12および15を図4に示したように多孔質基チューブ17と合わせて形成することが可能である。図4の最終チューブにおいて、基チューブ17は管腔(luminal)表面を形成する。図4の実施形態において、基チューブ17をマンドレルに適用(apply)した後に、多孔質ePTFEなどのフィルムの一つ以上の層を基チューブ17の外面に巻回する。

#### 【0027】

図1～4の実施形態のいずれにおいても、螺旋状巻回と円周状巻回の両方の組み合わせを含む層によって最終チューブを構成することが可能である。

#### 【0028】

図1～4を参照して説明したようなチューブなどの本発明の物品を多孔質フィルムの单シートによって構成できるけれども、図1～4のチューブを含む本発明の物品を多孔質フィルムの多シートによって構成することが好ましい場合がある。

#### 【0029】

図1～4の場合のようなチューブなどの多層物品を製造する時、層の接着を確実にするのに十分な温度と十分長い時間において多層フィルムアセンブリーを加熱する。加熱が不十分であると剥離しがちなチューブが生じうる。チューブの壁厚さおよびチューブの可撓性を最適にするためにフィルム層の数を変えることが可能である。望ましい内径のチューブを製造するためにマンドレルの直径を変えることが可能である。

#### 【0030】

図1～4の実施形態がチューブの形をとっているけれども、本発明の実施形態による物品が管状以外の形をとりうることは当業者に対して容易に明らかであろう。例えば、図5に示したように多孔質ePTFEのパウチ18を形成することが可能である。あるいは、多孔質材料は、超低温液体などの低温で低表面エネルギーの流体の輸送または貯蔵中に収容を容易にするように意図されている種々の形状の他の容器、導管、容器ライナーまたは膜などを形成することが可能である。

#### 【0031】

図5に示したようなパウチ18を形成するために適する膜を製造するために、フィルムの多層を大きな直径のマンドレル上に巻回し、以下の実施例に記載されたフィルムおよびプロセス温度を用いて層を互いに接着するために、両端を拘束し、アセンブリーをオープン内に入れる。こうして製造された大きな直径のチューブを縦にスリットして平らな膜を形成し、得られた膜をパウチ18に成形する。膜19の多層性は図5bおよび5cから明らかである。もちろん、こうした膜は、図6に図解したように所定の導管21を備えた平らな構造20などの他の形状および形態に成形することが可能である。

#### 【0032】

図7および8は本発明の特定の実施形態を図解しており、その実施形態において、液体窒素、アルゴンまたは液体空気などの超低温流体を収容することができると共に流体の気相がチューブの外面に向けて透過することを可能にする多孔質ePTFEのチューブの形をとった導管が消防士などによって着用されうるような保護衣服中に組み込まれている。

**【 0 0 3 3 】**

図7および8はそれぞれ消防衣服22の正面図および背面図である。衣服22は、衣服全体を通して液体窒素を分配するためのチューブの網目を形成する分配チューブ24に接続された液体窒素または液体空気（この実施例においては液体窒素について述べる）を収容するための容器23を組み込んでいる。チューブ24のシステムは、衣服の断熱層と内部ライニングとの間に配置される。

**【 0 0 3 4 】**

液体窒素を入れる容器23は、液体窒素を入れる断熱圧力容器と、チューブ24への液体窒素の通過を可能にするためにバルブレバー26によって制御されるバルブメカニズム25とを備える。チューブ24は、制限オリフィスを介してバルブレバーメカニズム26に接続されており、その制限は冷却速度を決定する。バルブレバー26は、流れを停めたり流したりするか、あるいは調節することを可能にする。液体窒素容器23は、フルで液体を送出する時に約35分にわたり持続する0.5kgの装入量を収容する。0.5kgの液体窒素は、この時間にわたって約100ワットの冷却を供給する。容器23は、内側ポケット内に、あるいはより好ましくは着用者がそれを手で制御できる衣服の外側に位置させようとするために適する形状の容器である。

**【 0 0 3 5 】**

液体窒素がチューブ24の網目にフィードされた時、窒素は、チューブの壁を通って透過してチューブの外面から気相状態で出る。液相から気相への窒素の蒸発遷移は、衣服の着用者に伝達される冷却作用をチューブ外面で提供する。

**【 0 0 3 6 】**

別の実施形態において、衣服内の温度に応答する電子制御手段によって流れを調節し、衣服温度をサーモスタットで一定値に維持することが可能である。

**【 0 0 3 7 】****液体窒素漏れ圧力試験**

液体窒素がクライオジエンチューブ壁を通って透過する時点の圧力を測定するために液体窒素漏れ圧力試験を開発した。液体窒素を試験チューブの管腔（lumen）に添加し、加圧する。チューブ壁を通る気体窒素の透過を確実にするためにチューブを検査する。液体窒素がチューブの壁を通って漏れる時点の圧力に注意し、それを記録する。この圧力は、半径方向に壁を通って流れる液体窒素の質量流量が壁外面における液体の質量蒸発速度を超える時点の圧力に対応する。試験装置の概略図を図9に示している。0.5リットルのDewarフラスコ（英国ノッチンガムシェアのクリオジエム・クリオメディカルインストルメンツ（Cryo Jem. Cryomedical Instruments Ltd.）30を購入する（必要ならば、より大きなフラスコを用いることが可能である）。外部バルブ35が氷粒子の蓄積の原因になる水分進入に起因して塞がれることになることを避けるためにDewarフラスコの蓋31を乾燥する。Dewarフラスコ30に液体窒素を充填し、蓋31をキャニスター上でゆっくりねじ込んで、過剰の液体窒素を沸騰除去することを可能にする。

**【 0 0 3 8 】**

空気圧を液体窒素リザーバの上に加える。精密調節器（ムーア（Moore）、モデル41-100）32を介してその圧力を調節する。安全のために圧力監視タップをフラスコに入るライン中に含める。多点圧力変換器（コネチカット州ニュータウンのヘイス（Heise）、モデルPM）またはゲージ33を用いてDewarフラスコ30の入口圧力を測定する。液体窒素は、フラスコの底付近からフラスコ蓋31中の開口に延びる内径0.062インチ（1.58mm）のステンレススチール浸漬チューブ34を通してフラスコから押し出される。頭部のレバーバルブ35は出口流れを制御する。浸漬チューブ34は、このバルブ35を越えて延び、より大きいプラスチック導管36に入る。ねじ付継ぎ手37は、より大きな導管36に取り付けられている。もう一つの圧力監視タップを試験チューブへの入口圧力を測定するためにライン中に含める（上述したのと同じ圧力モニターまたはゲージ38を用いる）。標準バーブ継ぎ手40を継ぎ手37にねじ込む。

**【 0 0 3 9 】**

試験しようとするチューブ39を180mmの長さに切断する。試験長さは、両端の一部が継ぎ手40、42上に取り付けられるので約135mmである。チューブ39の一端はバーブ継ぎ手40上に取り付けられ、チューブ39の外側に銀メッキ銅ワイヤ41を強く巻回することにより固定される。チューブ39の他端にはバーブ継ぎ手42が取り付けられ、同じやり方で固定される。このバーブ42継ぎ手の出口には、長さ0.50インチ(12.7mm)のPTFE円筒プラグ43が取り付けられる。プラグ43は、直径が0.062インチ(1.58mm)で長さが0.075インチ(1.90mm)の孔44を有し、その孔はプラグの中心を貫通して穿孔されている。その孔は、長さ0.425インチ(10.8mm)にわたって直径0.125インチ(3.18mm)に端ぐりされている(counter-bored)。出口オリフィスの直径および浸漬チューブの内径を釣り合うように規定する。これらは、フラスコから出るライン中の最小流れ制限である。出口オリフィス44および浸漬チューブの内径のこの選択によって、フラスコの液体窒素を消耗する前に十分な試験持続期間が可能となる。出口から大気に出すことは、試験しようとするチューブへの液体窒素の流れを強化する。

**【 0 0 4 0 】**

チューブ39を水平に配置する。室温19.6、相対湿度約46%の周囲条件においてフードの下で実質的に静止空气中で試験を実施する。チューブの端から出る窒素は、フード下での空気流れを乱さないようにフードの外に向かう。

**【 0 0 4 1 】**

チューブ39を次のやり方で試験する。Dewarフラスコのレバーバルブ35を開ける。液体窒素が試験サンプルチューブの端でオリフィス44から出るまで圧力調節器32を調節する。液体窒素の排出は、出る窒素の経路中に延伸膨張PTFE膜を配置し、膜の濡れに注意することにより容易に確認される。漏れが存在しないことを確実にするために、すべての継ぎ手および接続を検査する。その後、チューブ39をチューブの長さに沿って、壁を通る窒素の気体透過について検査する。それはチューブ付近の凝縮水蒸気の水煙によって証明される。こうした定的な水煙が観察されるまで、加えられた圧力を調節する。定的な水煙は、気体の透過と空気が試験環境内で静止していることの両方を指示する。上述したような水煙は、分配された蒸発冷却の指標である、気体窒素がチューブ39の長さに沿って存在することを実証する。窒素単独の蒸発から生じるDewarフラスコ30の圧力上昇がチューブ39を加圧するのに十分でありうることに注意すること。

**【 0 0 4 2 】**

さらに圧力調節する前に試験中のチューブを放置して30秒にわたり冷却する。液体窒素の第1の小滴が試験チューブ39の外面上に現れるまで圧力を高める。これが第1の安定な小滴の形成に対応する圧力であることを確実にするために、圧力調節器32をゆっくり若干だけ開け、そして閉める。安定な小滴は、一定圧力下でドリップせずによくとも5秒にわたり試験中におよそ同じサイズのままである滴である。圧力を下げることによって小滴は蒸発する。圧力を高めるにつれて、小滴のサイズは、液体が最初に急速にドリップし、その後チューブ壁から流れ出るまで安定を超えて増加する。試験チューブ39への入口で測定された圧力を記録する。圧力ゲージ38で測定された少なくとも20秒の間隔で取られた三つの圧力読みのこの平均を液体窒素漏れ圧力として表2に記録する。0.062インチ(1.58mm)のオリフィス44を備えたプラグ43の使用を介してチューブ39から大気に出すことは、チューブ39の長さを横切る液体窒素の分配を達成するために重要である。本発明の好ましい実施形態によるチューブは、液体クライオジェンが内面上に存在する時、最大の気体を透過する。チューブ内部の液体の沸騰は、気体透過を強化するようである。

**【 0 0 4 3 】**

特にチューブを試験するためにこの試験を開発したのに対して、材料の他の形状の特性の検査向けに試験を作るために同じ原理を適用することが可能である。試験の重要な要素には、圧力の制御された適用(application)、および物品の内面が液体に接

触しつつ試験物品の外壁上に液体の安定な滴を形成するのに十分な一定質量の液体窒素を物品の厚みに押し進めるのに必要とされる圧力を測定する能力が挙げられる。

#### 【 0 0 4 4 】

液体窒素漏れ圧力試験を本発明の平らなシート物品上で行うことも可能である。試験装置の概略図を図17に示している。充填蓋101、圧力リリーフバルブ102、加圧手段103および圧力測定ゲージ107を円柱100に装備する。リング105およびクランプ106によって、平らなシート物品104を円柱の底に取り付ける。円柱に液体窒素を充填してシートサンプルを覆い、蓋101をゆっくりねじ込んで、過剰の窒素を沸騰除去することを可能にする。空気圧を円柱の上に加え、チューブの液体窒素漏れ圧力に関して前述したようにその圧力を調節し監視する。試験をまた前述したように行う。これらの試験中に、試験中の物品を前述したのと同じ環境温度および湿度条件に供し、試験物品の外面で安定な対流および蒸発条件を可能にしなければならない。

#### 【 0 0 4 5 】

##### 超低温冷却衣服試験

チューブ45をベスト内部に入れ、図10aおよび10bに示したように液体窒素を収容しているDewarフラスコ47の一端で接続する。チューブ45の他端を大気に出す。被験者はシャツの上にベストを着用し、ベストの上に消防ジャケットを着用する。被験者は5%の斜面で3マイル(4.8km)/時間の速度に設定されたトレッドミル上で歩く。試験を周囲条件において室内で行う。室温は21であり、相対湿度は41%であり、空気は実質的に静止している。冷却システムを試験中に下着の上に、そして最小重量1.5kgの重い断熱ジャケットの下に着用する。

#### 【 0 0 4 6 】

##### チューブに関するイソプロパノールバブルポイント、ガーレー空気透過性およびチューブ寸法測定試験

チューブをバーブ(barbed)ルアー継ぎ手に取り付け、クランプで固定し、損なわれていない状態で試験する。チューブ当たり三サンプルの値を得、イソプロパノール(IPA)バブルポイントおよび厚さ測定に関して平均する。チューブ当たり一回のガーレー空気透過性の測定を行う。

#### 【 0 0 4 7 】

最初にチューブ設備をIPAに真空下で約6時間にわたり浸漬し、次にIPAからチューブを取り出し、そしてチューブを空気圧源に接続することにより、イソプロパノールバブルポイント(IBP)を試験する。その後、バブルの最初の定常流れを検出するまで、空気圧をゆっくりした速度で手動により高める。対応する圧力をIBPとして記録する。

#### 【 0 0 4 8 】

チューブの長さの試験を可能にするアダプターブレートが装備されたGurley Densometer(ニューヨーク州トロイのガーレー(W. & L. E. Gurley)、モデル4110)を用いて空気透過性測定値を決定する。特に付記しないかぎり、長さ1フィート(0.305m)のチューブを試験する。Ram Optical Instrument(カリフォルニア州ハンティングトンビーチ、15192トリトンレーンのラムオプティカルインストルメンテーション(Ram Optical Instrumentation Inc.)、OMIS-II 6x12)を用いる測定値から平均内部表面積を計算する。Gurley Densometerは、圧力4.88インチ(12.40cm)水柱下でチューブ壁を100ccの空気が通過するのに要する時間を測定する。空気透過性値をチューブのガーレー数と内部表面積との積の逆数として計算し、それはcc/分・cm<sup>2</sup>の単位で表現される。

#### 【 0 0 4 9 】

同じOMIS-II光学システムを用いてチューブの壁厚さおよび内径を測定する。

#### 【 0 0 5 0 】

##### フィルムに関するバブルポイントおよび厚さの試験

ASTM F31 6-86の手順に準拠してフィルムのバブルポイントを測定する。

実施例において付記したようにフィルムをイソプロパノールまたはメタノールで濡らす。

【0051】

挟みゲージ(ミツトヨ(Mitsutoyo)、model 2804-10、日本)を用いてフィルムの厚さを測定する。

【0052】

可撓性試験

液体窒素が充填された1.5LのDewarフラスコにチューブを30秒にわたって入れる。チューブを取り出し、外径1.5インチ(38.1mm)で壁厚さ0.05インチ(1.27mm)の中空鋼製円柱にチューブを迅速に巻回する。チューブの割れの証拠を目視検査して、液体(実施例8のチューブの試験において液体アルゴンを用いている)を入れるチューブの能力を巻回が損なったか否かを決定する。この試験中に割れないチューブは可撓性であると考えられる。

【0053】

実施例1

厚さ0.0035インチ(0.09mm)、ガーレー数39.5秒およびイソプロパノールバブルポイント48.5psi(0.334MPa)の延伸膨張PTFEフィルムを幅42インチ(106.7mm)で得る。特に指示しないかぎり、すべての測定を前述した手順に従って行う。フィルムの幅が図2に描いたような生成チューブの長さになるようフィルムを0.25インチ(6.4mm)ステンレススチールマンドレルに円周状に巻回する。12のフィルム層をマンドレルに巻回する。層状構造の断面形状は図3および4に示したように螺旋状である。この実施例および他の実施例に関する構造パラメータを表1に示している。

【0054】

後続の熱処理中の構造の縦方向(マンドレルの軸線)の収縮を防ぐために層状フィルム構造の両端を適する手段によって拘束する。

【表1】

実施例	チューブ長さ	巻回の タイプ	層の数	基チューブ	マンドレル I D	塩浴
1	106.7 cm	円周	12	なし	6.4 mm	365°C /1.5分
2	106.7 cm	円周	12	あり	6.4 mm	365°C /2分
3	106.7 cm	円周	12	あり	6.4 mm	365°C /2分
4	109.2 cm	螺旋	18	あり	6.4 mm	366°C /2分
5	86.4 cm	縦	12	なし	6.4 mm	366°C /1.5分
6	少なくとも 109.8 cm	円周/ 螺旋	円周8/ 螺旋48	あり	4.0 mm	適用せず
8a	96.5 cm	円周	18	なし	6.4 mm	362°C /2.5分
8b	95.2 cm	円周	24	なし	6.4 mm	362°C /2.5分

I D : 内径

## 【0055】

ePTFE層を接着しチューブに寸法安定性を付与するために、拘束された構造を365の溶融塩浴オープンに1.5分にわたり浸す。チューブを放置して冷やし、その後、室温水で洗浄して残留塩を除去する。クランプを取り外し、チューブをマンドレルの端を越えて取り出す。

## 【0056】

前述した技術に従って、チューブの内径、壁厚さ、ガーレー数およびIBPを測定する。また、壁を通る気体窒素の通過を可能にしつつ液体窒素の輸送用の有効な導管としてチューブが機能するか否かを決定するためにチューブを試験する。チューブが壁を通して液体窒素を通す時点の圧力を決定するために更に試験を行う。この実施例および他の実施例に関する試験結果を表2に示している。チューブは気体窒素の通過を制御し、6.0 psi (0.041 MPa) の平均LNLPで液体窒素の通過を抑制する。個々の圧力の読みは、5.8 psi (0.040 MPa)、5.8 psi (0.040 MPa) および 6.4 psi (0.044 MPa) である。

## 【0057】

冷たいチューブの可撓性を実証するために、チューブの一部を液体窒素に30秒にわたり浸け、その後、外径1.5インチ (38.1 mm) で壁厚さ0.05インチ (1.27 mm) の鋼製中空円柱の外側に迅速に巻回する。チューブは、これらの条件下で割れない。

## 【0058】

チューブ断面の走査型電子顕微鏡写真（チューブの軸線から横に撮った写真）を図11に示している。10マイクロメートルの基準棒が図の右下に出ている。

## 【0059】

冷却衣服のチューブとして上述したようにこのチューブを試験する。図10に図解したような低温冷却衣服を作るために、このチューブの長さ36インチ(91cm)を用いる。被験者は衣服を着用しつつトレッドミル上で歩く。チューブおよび衣服は満足に機能する。チューブは液体窒素を漏らさず、試験全体を通して被験者を冷たくしておくのに十分な気体窒素を透過する。

## 【0060】

また、壁を通って透過する気体窒素の流量を測定するために、このチューブを試験する。液体窒素漏れ圧力を測定するために記載された試験構成を図9の構成から若干修正し、それを図12において図解している。変更は、内径約1.5インチ(38.1mm)の円筒状囲い52内にチューブ50を囲うことから成り、チューブ50は依然として大気に吐き出す。しかし、チューブ50の壁を通って透過する気体のすべては囲い52内に封じ込められる。空気流量計(2~20標準立方フィート/時間(scfh)[0.06~0.6標準立方メートル/時間(scmh)]の範囲、キングインストルメント(King Instrument Co.)製)54を囲い52の壁内の開口(port)に接続する。透過気体の流量を測定する。圧力変換器またはゲージによって指示された2.5psig(0.017MPa)の圧力において、このチューブ50の壁を通る気体の流量を2.5分以内に測定する。液体窒素はこの圧力でチューブ壁を通って漏れない。3.5scfh(0.10scmh)、3.7scfh(0.11scmh)および4.0scfh(0.12scmh)の流量が生じる。温度に関しても窒素ガスの使用に関しても測定値を補正していないことに注意すること。

【表2】

実施例	チューブID	チューブ厚さ	チューブガーレー**	チューブIBP	LNL P	空気透過性
1	5.78mm	0.56mm	77.4	0.385MPa	0.041MPa	1.39cc/分cm <sup>2</sup>
2	6.04mm	0.56mm	82.1	0.387MPa	0.003MPa/0.005MPa	1.26cc/分cm <sup>2</sup>
3	6.24mm	1.14mm	75.1	0.259MPa	0.046MPa	1.34cc/分cm <sup>2</sup>
4	6.36mm	0.67mm	185.4	0.420MPa	0.075MPa	0.54cc/分cm <sup>2</sup>
5	5.79mm	0.61mm	82.0	0.365MPa	0.057MPa	1.32cc/分cm <sup>2</sup>
6	3.91mm	0.33mm	49.3	0.185MPa	0.003MPa	6.50cc/分cm <sup>2</sup>
8a	6.33mm	64.7mm	714.8	0.446MPa	*0.035MPa	0.35cc/分cm <sup>2</sup>
8b	6.25mm	66.8mm	477.2	0.460MPa	*0.049MPa	0.44cc/分cm <sup>2</sup>

\*:これらの値は、液体アルゴン漏れ圧力を表している。

\*\*:単位:秒/水柱4.88インチ(12.40cm)での空気100cc

ID=内径

## 【0061】

## 実施例2

以下に記載した相違を除いて実施例 1 および表 1 に記載されたのと同じ工程および材料に従って、別のチューブを作製する。

#### 【 0 0 6 2 】

壁厚さ 0 . 0 1 1 9 mm、内径 3 . 0 mm および I B P 1 . 0 p s i ( 0 . 0 0 7 M P a ) の薄い縦延伸膨張 P T F E チューブを得る。このチューブを直径 0 . 2 5 インチ ( 6 . 4 mm ) のマンドレル上できっちりと ( s n u g l y ) 滑らせる。その後、フィルムを実施例 1 においてマンドレルに適用したのと同じやり方で薄い e P T F E 基チューブ上に実施例 1 の e P T F E フィルムを適用する。構造を拘束し、その後、 3 6 5 の溶融塩浴内で 2 分にわたり加熱し、冷却し、周囲水で洗浄し、その後、マンドレルから取り出す。すべての実施例において、基チューブの存在はマンドレルからのチューブのより容易な取り出しをもたらす。

#### 【 0 0 6 3 】

実施例 1 に記載されたようにチューブを試験し、結果を表 2 に示している。チューブは気体窒素の通過を制御し、0 . 4 p s i ( 0 . 0 0 3 M P a ) の平均 L N L P で液体窒素の通過を抑制する。個々の三つの圧力の読みは、すべて 0 . 4 p s i ( 0 . 0 0 3 M P a ) である。同じチューブの別の部分を試験する。三つのすべての液体窒素漏れ圧力は 0 . 7 p s i ( 0 . 0 0 5 M P a ) である。冷たいチューブの可撓性を実証するために、チューブの一部を液体窒素に 3 0 秒にわたり浸け、その後、外径 1 . 5 インチ ( 3 8 . 1 mm ) で壁厚さ 0 . 0 5 インチ ( 1 . 2 7 mm ) の鋼製中空円柱の外側に迅速に巻回する。チューブは、これらの条件下で割れない。

#### 【 0 0 6 4 】

##### 実施例 3

フィルムを適用する前に 1 / 8 インチ ( 3 . 1 8 mm ) の P T F E 乾燥ペースト押出ビーディングを基チューブに螺旋状に適用することを除いて、実施例 2 と同じやり方で別のチューブを作製する。ビーディングを 3 / 4 インチ ( 1 9 . 0 5 mm ) のリードと合わせて適用する。ビーディングの目的は、より大きな耐圧縮性および耐屈曲性を曲げ時に最終チューブに付与することである。

#### 【 0 0 6 5 】

こうしたビーディングを含むチューブの例を図 1 3 a および 1 3 b において図解する。但し、図解チューブにおいて、ビーディング 5 7 は、基チューブと巻回フィルムとの間ではなく二つの巻回フィルム 5 8 と 5 9 との間に形成されている。

#### 【 0 0 6 6 】

チューブを実施例 1 に記載されたように試験し、結果を表 2 に示している。チューブは気体窒素の通過を制御し、6 . 6 p s i ( 0 . 0 4 6 M P a ) の平均 L N L P で液体窒素の通過を抑制する。個々の圧力の読みは、すべて 6 . 6 p s i ( 0 . 0 4 6 M P a ) である。冷たいチューブの可撓性を実証するために、チューブの一部を液体窒素に 3 0 秒にわたり浸け、その後、外径 1 . 5 インチ ( 3 8 . 1 mm ) で壁厚さ 0 . 0 5 インチ ( 1 . 2 7 mm ) の鋼製中空円柱の外側に迅速に巻回する。チューブは、これらの条件下で割れない。

#### 【 0 0 6 7 】

##### 実施例 4

実施例 1 のフィルムを用いてチューブを作製する。0 . 8 7 5 インチ ( 2 2 . 2 mm ) の幅を形成するようにフィルムをスリットし、実施例 2 の基チューブ上に螺旋状に適用する。基チューブ上に約 1 8 のフィルム層を形成するためにオーバーラップ約 5 0 % でフィルムを適用する。拘束された構造を 3 6 6 の溶融塩浴に 2 分にわたり入れる。チューブは気体窒素の通過を可能にし、1 0 . 9 p s i ( 0 . 0 7 5 M P a ) の平均 L N L P で液体窒素の通過を抑制する。個々の圧力の読みは、9 . 0 p s i ( 0 . 0 6 2 M P a ) 、9 . 0 p s i ( 0 . 0 6 2 M P a ) および 1 4 . 8 p s i ( 0 . 1 0 2 M P a ) である。冷たいチューブの可撓性を実証するために、チューブの一部を液体窒素に 3 0 秒にわたり浸け、その後、外径 1 . 5 インチ ( 3 8 . 1 mm ) で壁厚さ 0 . 0 5 インチ ( 1 . 2 7 mm )

) の鋼製中空円柱の外側に迅速に巻回する。チューブは、これらの条件下で割れない。

#### 【 0 0 6 8 】

##### 実施例 5

以下に記載した相違を除いて実施例 1 および表 1 に記載されたのと同じ工程および材料に従って、チューブを作製する。

#### 【 0 0 6 9 】

フィルムの長さが生成チューブの長さになるように実施例 1 のフィルムを 0 . 25 インチ (6 . 4 mm) ステンレススチールマンドレルに円周状に巻回する。実施例 1 の場合のように、12 のフィルム層をマンドレルに巻回する。この組立方法は、フィルムの幅に限定されないチューブの長さの作製を可能にする。e P T F E 層を接着しチューブに寸法安定性を付与するために、拘束された構造を 366 の溶融塩浴オーブンに 1 . 5 分にわたり浸す。

#### 【 0 0 7 0 】

チューブは気体窒素の通過を制御し、8 . 2 p s i (0 . 057 M P a) の平均 L N L P で液体窒素の通過を抑制する。個々の圧力の読みは、8 . 2 p s i (0 . 057 M P a) 、8 . 2 p s i (0 . 057 M P a) および 8 . 3 p s i (0 . 057 M P a) である。

#### 【 0 0 7 1 】

冷たいチューブの可撓性を実証するために、チューブの一部を液体窒素に 30 秒にわたり浸け、その後、外径 1 . 5 インチ (38 . 1 mm) で壁厚さ 0 . 05 インチ (1 . 27 mm) の鋼製中空円柱の外側に迅速に巻回する。チューブは、これらの条件下で割れない。

#### 【 0 0 7 2 】

##### 実施例 6

実施例 1 と 4 の組立方法を組み合わせて、チューブを三つの構成部分から作製する。すなわち、基チューブを外径 4 . 0 mm のマンドレル上に置き、その後、基チューブ上にフィルムを円周状に巻回し、最後に円周層の頂上にさらにもう一つのフィルムを螺旋状に巻回する。基チューブは、壁厚さ約 0 . 410 mm、内径 3 . 9 mm および I B P 1 . 1 p s i (0 . 008 M P a) の縦延伸膨張 P T F E チューブである。円周状巻回フィルムは、厚さ約 0 . 0017 インチ (0 . 04 mm) 、I B P 約 29 . 1 p s i (0 . 201 M P a) およびガーレー数約 17 . 7 秒の延伸膨張 P T F E フィルムである。フィルムの横方向(幅)がマンドレルの縦方向に向くように、このフィルムの 8 層を適用する。

#### 【 0 0 7 3 】

フィルムのもう一つのタイプをこの構造に適用する。このフィルムは、弗素化工チレンプロピレン被覆多孔質 e P T F E フィルムである。以下の工程を含むプロセスによって、このフィルムを作製する。a ) e P T F E フィルムを弗素化工チレンプロピレン (F E P) の層に接触させる。b ) 工程 a ) で得られた構成物を F E P の融点より高い温度に加熱する。c ) F E P の融点より高い温度を維持しつつ工程 b ) の加熱された構成物を延伸する。d ) 工程 c ) の製品を冷却する。この場合、延伸の量および速度、延伸中の温度ならびに延伸前の F E P 接着剤の厚さに起因して、多孔質延伸膨張 P T F E フィルム上の F E P 接着剤コーティングは不連続(多孔質)である。

#### 【 0 0 7 4 】

このフィルムは、1 . 7 p s i (0 . 012 M P a) の M B P および 0 . 0004 インチ (0 . 01 mm) の厚さを有する。M B P は、イソプロパノールの代わりにメタノールを用いることを除いてフィルムに関する I B P と同じやり方で測定する。このフィルムを 0 . 5 インチ (12 . 7 mm) の幅にスリットし、その後、垂直から 15 度外れた角度でマンドレルの長さを行き来し多数回横送りして螺旋状に適用して、48 層を適用する。

#### 【 0 0 7 5 】

e P T F E 層を接着しチューブに寸法安定性を付与するために、拘束された構造を 380 に設定された熱対流炉に 4 . 9 分にわたり入れる。チューブは気体窒素の通過を制御

し、0.4 psi (0.003 MPa) の平均 L N L P で液体窒素の通過を抑制する。個々の圧力の読みは、0.3 psi (0.002 MPa)、0.3 psi (0.002 MPa) および 0.4 psi (0.003 MPa) である。イソプロパノールバブルポイントおよびガーレー空気透過性試験のために用いられたサンプルの長さは 6.0 インチ (15.2 cm) である。

#### 【 0 0 7 6 】

冷たいチューブの可撓性を実証するために、チューブの一部を液体窒素に 30 秒にわたり浸け、その後、外径 1.5 インチ (38.1 mm) で壁厚さ 0.05 インチ (1.27 mm) の鋼製中空円柱の外側に迅速に巻回する。チューブは、これらの条件下で割れない。

#### 【 0 0 7 7 】

このチューブを上述したような冷却衣服チューブとして試験する。このチューブの長さ 43.25 インチ (109.8 cm) を用いて低温冷却衣服を作る。被験者は衣服を着用しつつトレッドミル上で歩く。チューブおよび衣服は満足に機能する。チューブは液体窒素を漏らさず、試験全体を通して被験者を冷たくしておくのに十分な気体窒素を透過する。

#### 【 0 0 7 8 】

##### 実施例 7

市販されている硬セラミックチューブ (ニューヨーク州ロチェスターの F E R R O C e r a m i c W F A O - N A J A D E (800)) を購入し、試験した。デジタルノギスを用いてチューブの寸法を測定する。内径および外径は、それぞれ 14.8 mm および 22.1 mm である。上述したように、チューブの L N L P を試験した。液体窒素が下流オリフィスから出ることを可能にするのに十分に圧力が高まる前にチューブが漏れるので必要とされるように試験を実施することができない。従って、L N L P に関する値を得ることができない。チューブの長さに沿った気体窒素の煙 (plume) は、外面を通る液体窒素漏れがない時に、低圧、すなわち、0.2 psi (0.001 MPa) で生じた。

#### 【 0 0 7 9 】

##### 実施例 8

表 1 に記載されたことを除き実施例 1 に記載されたプロセスに従って二つのチューブを作製する。チューブを層の数を変えて作製し、実施例 1 のチューブと比べて、異なる温度で設定された溶融塩浴に異なる時間にわたり入れる。窒素の代わりに極低温液体としてアルゴンを用いることを除いて上述したやり方でチューブの漏れ圧力を試験する。結果を表 2 に示している。

#### 【 0 0 8 0 】

(a) 18 層チューブは気体アルゴンの通過を制御し、5.1 psi (0.035 MPa) の平均漏れ圧力で液体アルゴンの通過を抑制する。個々の圧力の読みは、5.4 psi (0.037 MPa)、5.1 psi (0.035 MPa) および 4.9 psi (0.034 MPa) である。冷たいチューブの可撓性を実証するために、チューブの一部を液体窒素に 30 秒にわたり浸け、その後、外径 1.5 インチ (38.1 mm) で壁厚さ 0.05 インチ (1.27 mm) の鋼製中空円柱の外側に迅速に巻回する。チューブは、これらの条件下で割れない。

#### 【 0 0 8 1 】

(b) 24 層チューブは気体アルゴンの通過を制御し、7.1 psi (0.049 MPa) の平均漏れ圧力で液体アルゴンの通過を抑制する。個々の圧力の読みは、すべて 7.1 psi (0.049 MPa) である。冷たいチューブの可撓性を実証するために、チューブの一部を液体窒素に 30 秒にわたり浸け、その後、外径 1.5 インチ (38.1 mm) で壁厚さ 0.05 インチ (1.27 mm) の鋼製中空円柱の外側に迅速に巻回する。チューブは、これらの条件下で割れない。

#### 【 0 0 8 2 】

イソプロパノールバルボイントおよびガーレー空気透過性試験のために用いられたサンプルの長さは、実施例 8 a および 8 b について、それぞれ 4 . 8 インチ ( 1 2 . 2 c m ) および 5 . 7 インチ ( 1 4 . 5 c m ) である。

#### 【 0 0 8 3 】

当業者は、図 1 4 および 1 5 に図解したように、チューブの他の構造および形状を作製できることを理解するであろう。図 1 4 a および 1 4 b は、異なる材料の二つのシート 6 2 、 6 4 をマンドレルに巻回することにより形成されたチューブ 6 0 を図解している。図 1 5 a および 1 5 b は、材料 7 2 のシートをマンドレルに巻回することにより形成されたチューブ 7 0 を図解している。材料 7 2 のシートは、互いに接着した二つの材料 7 4 、 7 6 から成る。一方または両方の材料 7 4 、 7 6 は接着剤材料であることが可能である。マンドレルまわりに互いに巻回された二つ以上のシート材料からチューブを構成することも可能である。これらのシート材料は、互いに接着されていても、あるいは接着されていなくてよい。

#### 【 0 0 8 4 】

さらに、本発明の実施形態に従って形成されたチューブを多様な輸送、貯蔵および冷却用途において用いることが可能であり、多くの可能な冷却配列を図 1 6 a 、 1 6 b および 1 6 c に図解している。図 1 6 a において、 P C B 8 4 上に取り付けられた個々の部品 8 2 まわりを通るチューブ 8 0 を示している。あるいは図 1 6 b に図解したように、多くの部品 8 8 を保持する P C B 8 6 まわりを通るようにチューブ 8 4 を配列することが可能である。図 1 6 c は、適切な膜シート間に形成された導管 9 4 が P C B 9 2 に巻回された、図 6 に示したものに似たシート 9 0 を図解している。これらの配列の各々において、液体窒素、液体空気または別の極低温流体を液体状でチューブに通し、チューブは、「冷たい」チューブからの伝導によって、およびチューブの壁において蒸発するか、あるいはチューブの壁から蒸発する冷たい気体による対流によって冷却を提供する。

#### 【 0 0 8 5 】

もちろん、人体の一部、エンジン、モーターおよび電気導体などを含む他の物体を冷却するに際して、類似の配列を用いることが可能である。消防士、地下深くで働く鉱夫、製鋼所の運転員およびレーシングカードライバーなどの作業の過程で高温にさらされる労働者が使用するための冷却配列を提供することが可能である。こうした冷却配列は、重い保護衣または暖かい保護衣を着用しなければならない労働者の助けにもなりうる。着用者の身体の周囲のガス状流体の結果的な流れも、防水性であってもよくあるいは空気の循環を制限する構造または配列の衣類であってもよい着用者の衣類下の汗の蓄積を防ぐか、あるいは最小にすることを助けうる。これらの状況または他の状況において、配列は液体空気を利用することが可能であり、空気の供給を確実にするための配列が着用者に届くので、呼吸のための冷空気の供給を提供する。また、こうした冷却配列は、例えば、冷却しようとする患者の身体のため、あるいは患者の身体の一部のためにこうした冷却配列が有用である医療用途または獣医学用途において助けとなりうる。他の用途においては、食料および他の温度敏感補給材料の貯蔵を容易にするために冷却シートまたは冷却囲いを利用することができる。

#### 【 0 0 8 6 】

特定の用途に合わせるために種々の可能な設計および特性をもつ物品を本発明により製造することが可能である。例えば、本発明の範囲内で考慮できる特定の設計修正には、長さに沿って種々の透過性を有する導管（例えば、材料中に液体が入ることを可能にしない領域から材料の外側を通る液体の漏れを可能にする領域）を提供すること、円周まわりの所定の場所においてのみ気体の漏れが起きるように円周まわりで種々の透過性を有する導管を備えること、特定の送出特性を提供するために導管に沿って修正された区域（例えば、より広いまたはより狭い区域、あるいは修正された形状を備える区域など）を備えること等が挙げられる。

#### 【 0 0 8 7 】

本明細書において本発明の特定の実施形態を図解し説明してきた一方で、本発明は、こ

うした図解および説明に限定されるべきではない。以下のクレームの範囲内で本発明の一部として変更および修正を組み込み、具現できることは明らかであろう。

【0088】

例えば、本発明の態様として以下が挙げられる。

(1) 気相状態の極低温流体の通過を可能にしつつ液相状態の極低温流体の通過を制限する多孔質構造を有し、極低温流体の収容と送出の少なくとも一方が可能な造形した物品。

(2) 多孔質構造と約0.3psi(0.002MPa)以上の液体窒素漏れ圧力を有し、極低温流体を輸送するための項目1に記載の造形した物品。

(3) 0より下で可撓性である、項目2に記載の物品。

(4) 容器の形をとっている、項目3に記載の物品。

(5) 前記容器はポリマーから成る、項目4に記載の容器。

(6) 前記ポリマーはポリテトラフルオロエチレン(PTFE)である、項目5に記載の容器。

(7) 前記ポリマーは延伸膨張ポリテトラフルオロエチレン(ePTFE)である、項目5に記載の容器。

(8) チューブの形をとっている、項目4に記載の容器。

(9) 前記チューブはポリマーから成る、項目8に記載のチューブ。

(10) 前記ポリマーはPTFEである、項目9に記載のチューブ。

(11) 前記ポリマーはePTFEである、項目9に記載のチューブ。

(12) 前記容器はPTFEおよび少なくとも一種の他のポリマーから成る、項目5に記載の容器。

(13) 前記他のポリマーはヘキサフルオロプロピレンとテトラフルオロエチレンのコポリマーである、項目12に記載の容器。

(14) 前記他のポリマーはテトラフルオロエチレンとパーカルオロプロピルビニルエーテルのコポリマーである、項目12に記載の容器。

(15) 前記チューブはPTFEおよび少なくとも一種の他のポリマーから成る、項目8に記載のチューブ。

(16) 前記他のポリマーはテトラフルオロエチレンとヘキサフルオロプロピレンのコポリマーである、項目15に記載のチューブ。

(17) 前記他のポリマーはテトラフルオロエチレンとパーカルオロプロピルビニルエーテルのコポリマーである、項目15に記載のチューブ。

(18) 前記容器はPTFEフィルムの多層を含む、項目6に記載の容器。

(19) 前記チューブはPTFEフィルムの多層を含む、項目10に記載のチューブ。

(20) 前記チューブは医用デバイスの一部を構成する、項目8に記載のチューブ。

(21) 前記物品はセラミックである、項目2に記載の物品。

(22) 前記物品は金属である、項目2に記載の物品。

(23) 極低温流体の収容と輸送の少なくとも一方のための造形した物品を含み、前記造形した物品が、気相状態の極低温流体の通過を可能にしつつ液相状態の極低温流体の通過を制限する多孔質構造を有することを特徴とする、衣服。

(24) 極低温流体の収容と輸送の少なくとも一方のための造形した物品を含み、前記造形した物品が、多孔質構造と約0.3psi(0.002MPa)以上の液体窒素漏れ圧力を有することを特徴とする、衣服。

(25) 前記物品は0より下で可撓性である、項目24に記載の衣服。

(26) 前記物品はポリマーから成る、項目25に記載の衣服。

(27) 前記ポリマーはポリテトラフルオロエチレンである、項目26に記載の衣服。

(28) 前記物品はチューブの形をとっている、項目24に記載の衣服。

(29) 前記ポリマーは延伸膨張ポリテトラフルオロエチレンである、項目26に記

載の衣服。

- (30) 前記チューブはポリマーから成る、項目28に記載の衣服。
- (31) 前記ポリマーはPTEである、項目30に記載の衣服。
- (32) 前記ポリマーは延伸膨張ポリテトラフルオロエチレンである、項目30に記載の衣服。
- (33) 前記物品はPTEおよび少なくとも一種の他のポリマーから成る、項目26に記載の衣服。
- (34) 前記他のポリマーはヘキサフルオロプロピレンとテトラフルオロエチレンのコポリマーである、項目33に記載の衣服。
- (35) 前記他のポリマーはテトラフルオロエチレンとパフルオロプロピルビニルエーテルのコポリマーである、項目33に記載の衣服。
- (36) 前記チューブはPTEおよび少なくとも一種の他のポリマーから成る、項目28に記載の衣服。
- (37) 前記他のポリマーはテトラフルオロエチレンとヘキサフルオロプロピレンのコポリマーである、項目36に記載の衣服。
- (38) 前記他のポリマーはテトラフルオロエチレンとパフルオロプロピルビニルエーテルのコポリマーである、項目36に記載の衣服。
- (39) 前記物品はPTEフィルムの多層を含む、項目26に記載の衣服。
- (40) 前記チューブはPTEフィルムの多層を含む、項目28に記載の衣服。
- (41) 前記物品は、約0.23ワット/m.K以下の熱伝導率を有する材料を含む、項目1に記載の物品。
- (42) 前記物品は、約0.23ワット/m.K以下の熱伝導率を有する材料を含む、項目2に記載の物品。
- (43) 前記物品は、約0.23ワット/m.K以下の熱伝導率を有する材料を含む、項目23に記載の衣服。
- (44) 前記物品は、約0.23ワット/m.K以下の熱伝導率を有する材料を含む、項目24に記載の衣服。
- (45) 多孔質構造と約0.3psi(0.002MPa)以上の液体窒素漏れ圧力を有する造形した物品を通して極低温流体を輸送することを含む、極低温流体の蒸発を制御する方法。
- (46) 気相状態の極低温流体の通過を可能にしつつ液相状態の極低温流体の通過を制限する多孔質構造を有する造形した物品を通して極低温流体を輸送することを含む、極低温流体の蒸発を制御する方法。
- (47) 多孔質構造と約0.3psi(0.002MPa)以上の液体窒素漏れ圧力を有し、極低温流体を輸送することが可能な造形した物品に近接して物体を置くことを含む、物体を冷却する方法。
- (48) 気相状態の極低温流体の通過を可能にしつつ液相状態の極低温流体の通過を制限する多孔質構造を有し、極低温流体を輸送することが可能な造形した物品に近接して物体を置くことを含む、物体を冷却する方法。
- (49) 厚みと、第1の面と、第2の面と、液体極低温流体が一方の面に入り気体流体が他方の面から出るように厚みを通る極低温流体の流れを可能にする多孔質構造とを有する多孔質材料を提供することと、前記材料の前記第1の面に極低温流体を供給することと、冷却しようとする物体近くに、あるいは冷却しようとする物体と接触して前記材料の前記第2の面を配置することとを含む、物体を冷却する方法。
- (50) 前記冷却しようとする物体は電子デバイスまたは電気デバイスである、項目49に記載の方法。
- (51) 前記冷却しようとする物体は電気アセンブリーまたは電子アセンブリーである、項目49に記載の方法。
- (52) 前記冷却しようとする物体は機械的デバイスである、項目49に記載の方法。

(53) 前記冷却しようとする物体は電気機械的デバイスである、項目49に記載の方法。

(54) 前記冷却しようとする物体は外科的デバイスである、項目49に記載の方法。

(55) 前記冷却しようとする物体はプロセス媒体である、項目49に記載の方法。

(56) 前記冷却しようとする物体は人体のセグメントである、項目49に記載の方法。

(57) 前記冷却しようとする物体は動物の体のセグメントである、項目49に記載の方法。

(58) 前記極低温流体はアルゴンである、項目49に記載の方法。

(59) 前記極低温流体は窒素である、項目49に記載の方法。

(60) 前記極低温流体はヘリウムである、項目49に記載の方法。

(61) 前記極低温流体は極低温流体の混合物である、項目49に記載の方法。

(62) 前記極低温流体は呼吸可能である、項目49に記載の方法。

(63) 前記極低温流体は空気である、項目49に記載の方法。

(64) 前記気体冷却流体は前記材料から出て、凝縮した水蒸気の分散水煙を形成する、項目49に記載の方法。

(65) 極低温流体送出システムと、前記送出システムに接続された導管とを含み、前記導管が、気相状態の極低温流体の通過を可能にしつつ液相状態の極低温流体の通過を制限する多孔質構造を有する多孔質材料を含んでなることを特徴とする、冷却デバイス。

(66) 前記導管はシート材料の一つ以上の層の螺旋を含む、項目65に記載の冷却デバイス。

(67) 前記冷却デバイスは衣服の一部である、項目65に記載の冷却デバイス。

(68) 前記多孔質材料は高分子材料である、項目65に記載のデバイス。

(69) 前記材料は約0.3psi(0.002MPa)以上の液体窒素漏れ圧力を有する、項目65に記載のデバイス。

(70) 前記材料は0より下で可撓性であるように選択される、項目65に記載のデバイス。

(71) 前記高分子材料はPTFEである、項目68に記載のデバイス。

(72) 前記高分子材料は延伸膨張PTFEである、項目68に記載のデバイス。

(73) 前記高分子材料はPTFEおよび少なくとも一種の他のポリマーから成る、項目68に記載のデバイス。

(74) 前記他のポリマーはテトラフルオロエチレンとヘキサフルオロプロピレンのコポリマーである、項目73に記載のデバイス。

(75) 前記他のポリマーはテトラフルオロエチレンとパーカルオロプロピルビニルエーテルのコポリマーである、項目73に記載のデバイス。

(76) 前記導管はPTFEフィルムの多層を含む、項目66に記載のデバイス。

(77) 前記導管はセラミックから成る、項目65に記載のデバイス。

(78) 前記導管は金属から成る、項目65に記載のデバイス。

(79) 前記導管は合金から成る、項目65に記載のデバイス。

(80) 前記導管は金属-セラミックから成る、項目65に記載のデバイス。

(81) 前記導管は膜またはシート中に組み込まれている、項目65に記載のデバイス。

(82) 衣服の内部に液体極低温流体を運び込むための材料の導管と前記導管を極低温流体源に接続するための接続手段とを含む冷凍衣服。

(83) 前記導管は、厚みと、前記液体極低温流体が材料の一方の面に入り気体極低温流体が材料の他方の面から出るように前記厚みを通る極低温流体の流れを可能にする孔構造とを有する材料を含む、項目82に記載の衣服。

(84) 前記導管は、ポリマーである材料を含む、項目83に記載の衣服。

(85) 前記ポリマーはフルオロポリマーである、項目84に記載の衣服。

(86) 前記ポリマーはポリテトラフルオロエチレンである、項目85に記載の衣服。

(87) 前記ポリマーは延伸膨張ポリテトラフルオロエチレンである、項目83に記載の衣服。

(88) 前記導管はPTEおよび少なくとも一種の他のポリマーから成る、項目84に記載の衣服。

(89) 前記他のポリマーはヘキサフルオロプロピレンとテトラフルオロエチレンのコポリマーである、項目88に記載の衣服。

(90) 前記他のポリマーはテトラフルオロエチレンとパーカルオロプロピルビニルエーテルのコポリマーである、項目88に記載の衣服。

(91) 前記導管はPTEフィルムの多層を含む、項目88に記載の衣服。

(92) 前記衣服はベストの形をとっている、項目83に記載の衣服。

(93) 前記衣服は防水衣服である、項目83に記載の衣服。

(94) 前記衣服は全身覆い衣服である、項目83に記載の衣服。

(95) 前記衣服は耐水性水蒸気透過性衣服である、項目83に記載の衣服。

(96) 前記物品は約0.45psi(0.003MPa)以上の液体窒素漏れ圧力(LNLP)を有する、項目1に記載の造形した物品。

(97) 前記物品は0.003~0.075MPaの間のLNLPを有する、項目96に記載の造形した物品。

(98) 前記物品は0.04~0.06MPaの間のLNLPを有する、項目97に記載の造形した物品。

(99) 前記物品は約0.45psi(0.003MPa)以上のLNLPを有する、項目24に記載の衣服。

(100) 前記物品は0.003~0.075MPaの間のLNLPを有する、項目99に記載の衣服。

(101) 前記物品は0.04~0.06MPaの間のLNLPを有する、項目100に記載の衣服。

(102) 前記物品は約0.45psi(0.003MPa)以上の液体窒素漏れ圧力(LNLP)を有する、項目69に記載のデバイス。

(103) 前記物品は0.003~0.075MPaの間のLNLPを有する、項目102に記載のデバイス。

(104) 前記物品は0.04~0.06MPaの間のLNLPを有する、項目103に記載のデバイス。

(105) 外部強化材をさらに含む、項目8に記載のチューブ。

(106) 前記チューブは外部強化材をさらに含む、項目28に記載の衣服。

(107) 前記導管は外部強化材を含む、項目65に記載のデバイス。

(108) 前記導管は外部強化材を含む、項目83に記載の衣服。

### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

本発明の実施形態によるチューブの形をとった物品を製造する第1の方法を図解する概略透視図である。

#### 【図2】

本発明の実施形態によるチューブの形をとった物品を製造する第2の方法を図解する概略透視図である。

#### 【図3】

本発明の一つの実施形態による管状物品の断面図である。

#### 【図4】

本発明のもう一つの実施形態による管状物品の断面図である。

#### 【図5a】

本発明のなおもう一つの実施形態によるパウチの形をとった物品の図示である。

**【図 5 b】**

図 5 a のパウチの半断面図である。

**【図 5 c】**

図 5 b の領域 5 c の拡大図である。

**【図 6】**

本発明のなおもう一つの実施形態による極低温流体を輸送するために流路が組み込まれた膜の形をとった物品の図示である。

**【図 7】**

着用者の冷却が必要とされる環境において着用されるべく意図された本発明の実施形態による管状導管を組み込んでいる衣服の図示である。

**【図 8】**

着用者の冷却が必要とされる環境において着用されるべく意図された本発明の実施形態による管状導管を組み込んでいる衣服の図示である。

**【図 9】**

本発明の実施形態による管状物品の効率を試験するための試験装置の一つの形態の図示である。

**【図 10 a】**

以後に記載する極低温冷却衣服試験において用いられる衣服の図示である。

**【図 10 b】**

以後に記載する極低温冷却衣服試験において用いられる衣服の図示である。

**【図 11】**

以後に記載する実施例 1 において引用された走査型電子顕微鏡写真 ( S E M ) である。

**【図 12】**

本発明の実施形態による物品の効率を試験するための図 9 に示した装置の修正版である試験装置の図示である。

**【図 13 a】**

本発明のもう一つの実施形態による螺旋状に適用された強化材をもつチューブの形をとった物品の断面図である。

**【図 13 b】**

図 13 a の線 13 b - 13 b で取った断面図である。

**【図 14 a】**

本発明のもう一つの実施形態によるフィルム材料の二つ以上のタイプを含む管状物品の断面図である。

**【図 14 b】**

図 14 a の線 14 b - 14 b で取った拡大断面図である。

**【図 15 a】**

本発明のもう一つの実施形態による二つ以上の材料を含むフィルムから組み立てられた管状物品の断面図である。

**【図 15 b】**

図 15 a の線 15 b - 15 b で取った拡大断面図である。

**【図 16 a】**

電子デバイスを冷却するための本発明の物品の使用の図示である。

**【図 16 b】**

電子デバイスを冷却するための本発明の物品の使用の図示である。

**【図 16 c】**

電子デバイスを冷却するための本発明の物品の使用の図示である。

**【図 17】**

本発明の実施形態による(膜)物品の効率を試験するための試験装置のもう一つの形態の図示である。