

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7184778号

(P7184778)

(45)発行日 令和4年12月6日(2022.12.6)

(24)登録日 令和4年11月28日(2022.11.28)

(51)国際特許分類

F I

F 1 7 C 1/12 (2006.01)

F 1 7 C 1/12

F 1 7 C 1/00 (2006.01)

F 1 7 C 1/00

B

F 1 6 J 12/00 (2006.01)

F 1 6 J 12/00

P

請求項の数 11 (全15頁)

(21)出願番号 特願2019-536193(P2019-536193)

(86)(22)出願日 平成30年2月6日(2018.2.6)

(65)公表番号 特表2020-506337(P2020-506337
A)

(43)公表日 令和2年2月27日(2020.2.27)

(86)国際出願番号 PCT/US2018/017130

(87)国際公開番号 WO2018/148225

(87)国際公開日 平成30年8月16日(2018.8.16)

審査請求日 令和3年2月3日(2021.2.3)

(31)優先権主張番号 15/426,507

(32)優先日 平成29年2月7日(2017.2.7)

(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73)特許権者 508318650

ローレンス・リバモア・ナショナル・セ
キュリティ・エルエルシー

Lawrence Livermore

National Security ,

LLC

アメリカ合衆国、94551-9234

カリフォルニア州、リバモア、イースト

・アベニュー 7000、エル-703

、ローレンス・リバモア・ナショナル・

ラボラトリー

Lawrence Livermore

National Laborator

y, 7000 East Avenue ,

L-703, Livermore, C

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 こぶで強化された真空ジャケットを用いた極低温圧縮貯蔵

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

外側真空容器と、

前記外側真空容器上の補強リングであって、前記外側真空容器から外側に突出するこぶ
部と、前記外側真空容器内のくぼみと、を含む補強リングと、

前記外側真空容器の内側の内側圧力容器と、

前記外側真空容器と前記内側圧力容器との間の真空空間と、

前記真空空間内に複合支持リングであって、前記外側真空容器内の前記くぼみの中に配
置され、前記外側真空容器上の前記補強リングから前記内側圧力容器まで延在する複合支
持リングと、

を備え、

前記外側真空容器は円周を有し、前記補強リングは、前記円周の周りに延在する別個の補
強リングである、極低温水素貯蔵容器装置。

【請求項2】

前記別個の補強リングを前記外側真空容器の前記円周に接続する溶接部をさらに備える
、請求項1に記載の極低温水素貯蔵容器装置。

【請求項3】

前記別個の補強リングを前記外側真空容器の前記円周に接続する一対の溶接部をさらに
備える、請求項1に記載の極低温水素貯蔵容器装置。

【請求項4】

前記くぼみが、前記外側真空容器に向かって内側に拡張する、請求項 1 に記載の極低温水素貯蔵容器装置。

【請求項 5】

外側真空容器と、

前記外側真空容器上のこぶ形補強リングであって、前記こぶ形補強リングから突出する外側のこぶ部と、前記こぶ形補強リングの内側のくぼみと、を含むこぶ形補強リングと、

前記外側真空容器の内側の内側圧力容器と、

前記外側真空容器と前記内側圧力容器との間の真空空間と、

前記外側真空容器上の前記こぶ形補強リングから前記内側圧力容器まで延在する前記真空空間における複合支持リングであって、前記こぶ形補強リング内の前記くぼみに入れ子になる複合支持リングとを備え、

10

前記外側真空容器は円周を有し、前記こぶ形補強リングは前記円周の周りに延在する別個のこぶ形補強リングである、極低温水素貯蔵容器装置。

【請求項 6】

前記別個のこぶ形補強リングを前記外側真空容器の前記円周に接続する溶接部をさらに備える、請求項 5 に記載の極低温水素貯蔵容器装置。

【請求項 7】

前記別個のこぶ形補強リングを前記外側真空容器の前記円周に接続する一対の溶接部をさらに備える、請求項 5 に記載の極低温水素貯蔵容器装置。

【請求項 8】

20

複合支持リングは前記こぶ形補強リング内の前記くぼみの中に配置され、前記外側真空容器上の前記こぶ形補強リングから前記内側圧力容器まで延在する、請求項 5 に記載の極低温水素貯蔵容器装置。

【請求項 9】

外側真空容器を設けるステップと、

前記外側真空容器上に別個の補強リングを設けるステップであって、前記外側真空容器から延びる前記別個の補強リング内にくぼみを設けることを含む、ステップと、

前記外側真空容器の内側に内側圧力容器を配置するステップと、

前記外側真空容器と前記内側圧力容器との間に真空空間を設けるステップと、

前記別個の補強リング内の前記くぼみの中に複合支持リングを配置するステップであって、前記複合支持リングが前記外側真空容器上の前記別個の補強リング内の前記くぼみから前記内側圧力容器まで延在する、ステップと、

30

を含む、

前記別個の補強リングを設けるステップは、前記別個の補強リングを前記外側真空容器に溶接することを含む、極低温水素貯蔵容器の製造方法。

【請求項 10】

前記別個の補強リングを設けるステップは、前記外側真空容器から外側に突出する前記別個の補強リング上にこぶ部を設けることを含む、請求項 9 に記載の極低温水素貯蔵容器の製造方法。

【請求項 11】

40

円筒の外面を有する円筒の外側真空容器を設けるステップと、

別個の補強リングを設けるステップと、

前記円筒の外側真空容器の前記円筒の外面に前記別個の補強リングを配置するステップと、

前記円筒の外側真空容器の前記円筒の外面に前記別個の補強リングを溶接するステップと、

前記別個の補強リング上に前記外側真空容器から外側に突出するこぶ部を設け、前記外側真空容器から延びる前記別個の補強リング内にくぼみを設けるステップと、

前記外側真空容器の内側に内側圧力容器を配置するステップと、

前記内側圧力容器と前記外側真空容器との間に真空空間を設けるステップと、

50

前記真空空間内で、前記外側真空容器上の前記別個の補強リングから前記内側圧力容器まで延在する複合支持リングを配置するステップであって、前記複合支持リングが前記外側真空容器上の前記別個の補強リング内の前記くぼみから前記内側圧力容器まで延在する、ステップと、を含む、極低温水素貯蔵容器の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願への相互参照

本出願は、その全体が参照により本明細書に組み入れられる、2017年2月7日出願された米国特許第15/426,507号の優先権を主張し、その利益を主張する。

10

【0002】

(連邦政府による資金提供を受けた研究開発の下でなされた用途に対する権利に関する声明)

合衆国政府は、ローレンスリバモア国立研究所の運営のために、合衆国エネルギー省とローレンスリバモア国家安全保障LLCとの間の契約番号DE-AC52-07NA27344に従って本出願における権利を有する。

【0003】

本出願は極低温圧力容器に関し、より詳細には補強材を備えた極低温圧力容器に関する。

【背景技術】

20

【0004】

この節は、必ずしも先行技術ではない、本開示に関連する背景情報を提供する。

【0005】

水素には、普遍的な輸送用燃料として石油を代替する可能性があり、石油への依存性を軽減する、またはなくし、それに伴うテールパイプ大気汚染物質および温室効果ガスを削減する、または排除する。水素自動車の広範な使用を制限する主な技術的な障害は、容量、重量、コスト、および燃料補給時間の制約の中での高速走行車用の十分な車載燃料貯蔵容量である。

【0006】

過去15年間にわたり、本発明者らは、新しい貯蔵技術、すなわち極低温圧力容器(極低温圧縮容器としても知られている)の研究開発を先導してきた。この技術は、従来の常温圧力容器よりもコンパクトに、水素吸収貯蔵技術よりも軽量で、かつ従来の低圧LH₂貯蔵よりもはるかに高い熱耐久性で水素を貯蔵することができ、場合によっては事実上すべての自動車の利用条件の下で放出口スをなくす。容器サイズが小さくなったおかげでコストがより低くなり、高価な構造材料の必要性の低下につながる。極低温圧力容器は、極低温水素のより低い膨張エネルギー、および内部の高圧容器を環境による衝撃または機械的な衝撃から保護する外側の真空ジャケットの存在により、説得力のある安全上の利点も有する。

30

【発明の概要】

【0007】

40

以前の研究は、外側の真空ジャケットが極低温圧力容器システムの全体的な重量および容積に対する主たる一因であることを突き止めた。真空断熱もまた、最小限の厚さの真空ギャップが必要であるためシステム容積の増加の一因となる。アルミニウムのような軽量材料で製造することによって真空ジャケットの重量を減少させることができる。しかしながら、周囲圧力によって引き起こされる座屈の可能性によって、真空ジャケットの厚さ(および重量)に関する制限はより低く規定される。

【0008】

開示された装置、システム、および方法の特徴および利点は、以下の説明から明らかになるであろう。出願人は、装置、システム、および方法の幅広い描写を提供するために、図面および特定の実施形態の例を含むこの説明を提供している。本出願の精神および範囲

50

内の様々な変更形態および修正形態が、この説明から、また装置、システム、および方法の実施によって当業者には明らかになるであろう。装置、システム、および方法の範囲は、開示された特定の形態に限定されることが意図されるのではなく、本出願は、特許請求の範囲によって定義される装置、システム、および方法の精神および範囲内にあるすべての修正形態、均等物および代替形態を網羅する。

【 0 0 0 9 】

本発明者らは、容積測定 of (g H₂ / L) 水素貯蔵性能および重量測定 of (H₂ 重量分率) 水素貯蔵性能を潜在的に改善し、それによってより実用的な水素燃料自動車に寄与し得る、真空ジャケットの重量と容積を同時に低下させる装置、システムおよび方法を開発した。本発明者らは、こぶ形補強材を組み込んだ水素極低温圧力容器装置、システム、および方法を開発した。この補強材は座屈に対して外側真空ジャケットを強化すると同時に、システムの重量と容積を低下させる。本発明者の水素極低温圧力容器装置、システム、および方法は、極低温容器システムの重量および容積を同時に低下させ、自動車、航空機、潜水艦、および大容量で軽量の水素貯蔵が必要であるその他の必要なシステムにおける実用的な水素燃料式の推進に必要なより軽量でよりコンパクトな水素貯蔵を可能にする。

10

【 0 0 1 0 】

本発明者の水素極低温圧力容器装置、システム、および方法の一実施形態は、座屈に対して外側真空ジャケットを強化すると同時に、こぶ形補強材の中に高压容器リング支持体を配置することを可能にする。

【 0 0 1 1 】

20

本発明者の水素極低温圧力容器装置、システム、および方法は、水素を動力とする車両用の極低温加圧水素貯蔵容器に使用されており、装置、システム、および方法は、水素燃料の車載貯蔵容器のシステム容積および重量を低下させるのに役立つ。本発明者の水素極低温圧力容器装置、システム、および方法は、水素を動力とする飛行機、無人航空機、潜水艦、船舶、および長期休眠を伴うコンパクトな水素貯蔵を必要とする任意の他の車両にも適用可能である。

【 0 0 1 2 】

装置、システム、および方法には、修正形態および代替形態の余地がある。特定の実施形態が一例として示される。装置、システム、および方法は、開示される特定の形態に限定されないことを理解されたい。装置、システム、および方法は、特許請求の範囲によって定義されるような本出願の精神および範囲内に含まれるすべての修正形態、均等物および代替形態を網羅する。

30

【 0 0 1 3 】

本明細書に組み込まれてその一部を構成する添付の図面は、装置、システム、および方法の特定の実施形態を示し、上記に提供される一般的な説明、および特定の実施形態の詳細な説明と共に、装置、システム、および方法の原理を説明するのに役立つ。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 4 】

【 図 1 】 従来技術の極低温圧力容器を示す図である。

【 図 2 A 】 補強材を備えた、本発明者の極低温水素圧力容器の第 1 の実施形態の切り欠き図である。

40

【 図 2 B 】 補強材を備えた、本発明者の極低温水素圧力容器の第 1 の実施形態の切り欠き図である。

【 図 3 A 】 補強材を備えた、本発明者の極低温水素圧力容器の第 2 の実施形態の切り欠き図である。

【 図 3 B 】 補強材を備えた、本発明者の極低温水素圧力容器の第 2 の実施形態の切り欠き図である。

【 図 3 C 】 補強材を備えた、本発明者の極低温水素圧力容器の第 2 の実施形態の切り欠き図である。

【 図 4 】 補強材を備えた、本発明者の極低温水素圧力容器の第 3 の実施形態の切り欠き図

50

である。

【図 5 A】補強材を備えた、本発明者の極低温水素圧力容器の第 4 の実施形態の切り欠き図である。

【図 5 B】補強材を備えた、本発明者の極低温水素圧力容器の第 4 の実施形態の切り欠き図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

図面、以下の詳細な説明、および組み込まれた資料を参照して、特定の実施形態の説明を含めて、装置、システム、および方法に関する詳細な情報を提供する。詳細な説明は、装置、システム、および方法の原理を説明するのに役立つ。装置、システム、および方法には、修正形態および代替形態の余地がある。本出願は開示される特定の形態に限定されない。本出願は、特許請求の範囲によって定義されるような装置、システム、および方法の精神および範囲内に含まれるすべての修正形態、等価形態、および代替形態を網羅する。

10

【0016】

ここで図面、特に図 1 を参照すると、先行技術の極低温圧力容器の例示的な切り欠き図が示されている。従来技術の極低温圧力容器は、全体として参照番号 10 で示されている。以下は、図 1 に示す従来技術の極低温圧力容器 10 の構成要素のリストである。

外側真空容器 12、
内側圧力容器 14、
外側真空容器エンドキャップ 16、
内側圧力容器エンドキャップ 18、
中央部 20、
充填 / 供給継ぎ手 22、
中心線 24、
外側真空容器と内側圧力容器との間の空間 26、および
外側真空容器と内側圧力との間の空間内の真空 28。

20

【0017】

極低温圧力容器（極低温圧縮容器としても知られている）は、高密度の極低温水素を利用して大容量の貯蔵を可能にするのと同時に環境による熱伝達からたびたび生じる燃料の放出を回避する代替の水素貯蔵技術として提案されている。従来技術の極低温圧力容器 10 は、（圧縮ガスを貯蔵するのに通常使用されるものと同様の）炭素繊維被覆アルミニウム製の高圧の内側容器 14、高反射プラスチックの多数のシートによって満たされた真空空間 26、および外側の金属製の真空ジャケット 12 とを含む。以前の研究は、極低温圧力容器の安全性、容量、コスト、重量、および燃費の利点と、代替の水素貯蔵技術（圧縮ガスおよび材料ベースの吸収および吸着システム）との比較を実証してきた。

30

【0018】

極低温加圧貯蔵のシステム水素貯蔵密度（全システム容積当たりの水素のグラム数）は、それが、車両内の任意の所与の利用可能な空間についての極低温容器の容量を決定し、したがって燃料タンクが満タンであるときの走行距離も決定するため、将来の車両における実際の実装にとって重要である。

40

【0019】

容量ほどは自動車にとって重要ではないが、システム重量もまた、車両の燃費、したがって車両の走行距離に寄与する重要なパラメータである。一方、重量は飛行用途の場合に極めて重要であり、航空機（例えば UAV）は最小限のシステム重量を要求する。

【0020】

本発明者らは、容積測定（システムリットル当たりの水素のグラム数）貯蔵性能と、重量測定（水素重量分率）の貯蔵性能を同時に向上させることができ、それによってより長い走行（飛行）距離を有するより実用的な水素駆動式自動車（航空機）に寄与する補強材を有する極低温水素圧力容器を開発した。本発明者らは、補強材を備えた水素極低温圧力容器の多様な実施形態を開発した。

50

【 0 0 2 1 】

最初にシステムの重量を考慮されたい。本発明者らおよびその他の人間によって真空ジャケットがシステム重量の主たる一因であることが突き止められた。製造を容易にするために以前のプロトタイプではステンレス鋼で作られていたので、真空ジャケットは典型的には、それが取り囲んでいる高圧容器と同じぐらいの重さがある。ステンレス鋼をアルミニウムのような軽金属に置き換えることは、真空ジャケットの軽量化にいくらか寄与する。ただし、この削減は当初予想されたほど大きくはない。真空ジャケットの厚さ（したがって重量）は座屈によって制限される。真空ジャケットがあまりに薄く作られている場合、特にアルミニウムのような軽くて比較的弱い金属で作られている場合、外部の周囲圧力が、真空ジャケットをつぶすのに十分な場合がある。

10

【 0 0 2 2 】

例えば、本発明者らによる最近の計算は、80リットルの水素容量、ならびに132.9cmの全体の外側の長さ、37cmの外径とを有する細長い外形を有する極低温圧力容器は、2.25の安全係数（DOT、ISO、または圧力容器認証のための類似の規格で要求される安全係数に等しい）を使用する場合、真空ジャケットの座屈を回避するのに最低3mmのアルミニウムの厚さを必要とすることを突き止めた。厚さ3mmのアルミニウム製の真空ジャケットの重量は13.5kgで、システム全体の重量の約4分の1である。

【 0 0 2 3 】

図2Aおよび図2Bを参照すると、補強材を備えた本発明者の極低温水素圧力容器の第1の実施形態の切り欠き図が示されている。この第1の実施形態は、全体として参照番号200で示されている。図2Aは、第1の実施形態200の例示的な切り欠き図であり、図2bは、図2Aに示されている補強リングの一部の拡大図である。

20

【 0 0 2 4 】

図2Aを参照すると、第1の実施形態200が示されている。実施形態200は、つぶれることを回避しながら真空ジャケットの厚さの削減を実現する。以下は、本発明者の極低温圧力容器200の第1の実施形態の構成要素のリストである。

- 外側真空容器202、
- 内側圧力容器204、
- 充填／供給継ぎ手206、
- 外側真空容器と内側圧力容器との間の空間208、
- 空間208内の真空210、
- 中心線212、および
- こぶ形補強リング214。

30

【 0 0 2 5 】

本発明者の極低温水素圧力容器の第1の実施形態200は、外側真空容器202、高圧の内側容器204、外側真空容器202と内側容器204との間の空間208、および空間208内の真空230を含む。補強リング214が外側真空容器202の円周の周りに延在する。

【 0 0 2 6 】

ここで図2Bを参照すると、こぶ形補強リング214の拡大図が示されている。こぶ形補強リング214は、外側真空容器202の表面より上に延びる丸い突起を提供するこぶ部214aと、外側真空容器202の内径の周りに延びるくぼみ214bとを含む。こぶ形補強リング214は、外側真空容器202の表面から外側に突き出しており、外側真空容器202の円周の周りに延在している。補強リング214は、外側真空容器202の一体式の部分である。補強リング214は、外側真空容器202を圧延する工程によって、または他の標準的な製造工程によって外側真空容器202内に形成される。

40

【 0 0 2 7 】

図3A、図3Bおよび図3Cを参照すると、補強材を備えた、本発明者の極低温水素圧力容器の第2の実施形態の例示的な切り欠き図が示されている。この第2の実施形態は、

50

全体として参照番号 300 で示されている。図 3 A は、第 2 の実施形態 300 の例示的な切り欠き図であり、図 3 B および図 3 C は、図 3 A に示されている第 2 の実施形態 300 の一部の拡大図である。

【0028】

図 3 A を参照すると、第 2 の実施形態 300 が示されている。実施形態 300 は、つぶれることを回避しながら真空ジャケットの厚さの削減を実現する。以下は、本発明者の極低温圧力容器 300 の第 2 の実施形態の構成要素のリストである。

外側真空容器 302、
内側圧力容器 304、
充填 / 供給継ぎ手 306、
外側真空容器と内側圧力容器との間の空間 308、
空間 308 内の真空 310、
中心線 312、および
こぶ形補強リング 314。

10

【0029】

本発明者の極低温圧力容器の第 2 の実施形態 300 は、外側真空容器 302、高圧の内側容器 304、外側真空容器 302 と内側容器 304 との間の空間 308、および空間 308 内の真空 310 を含む。こぶ形補強リング 314 が外側真空容器 302 に溶接されている。

【0030】

20

ここで図 3 B を参照すると、こぶ形補強リング 314 の一部の拡大図が示されている。こぶ形補強リング 314 は、外側真空容器 302 の円周の周りに延在している。こぶ形補強リング 314 は、外側真空容器 302 の外側に配置された脚部 314 a および 314 b を含む。溶接部 316 a は、脚部 314 a を外側真空容器 302 に取り付ける。溶接部 316 b は、脚部 314 b を外側真空容器 302 に取り付ける。

【0031】

こぶ形補強リング 314 は、外側真空容器 302 の表面より上に延びる丸い突起を提供するこぶ部と、外側真空容器 302 の内径の周りに延びるくぼみと、を含む。こぶ形補強リング 314 は、外側真空容器 302 の表面から外側に突き出しており、外側真空容器 302 の円周の周りに延在している。

30

【0032】

ここで図 3 C を参照すると、こぶ形補強リング 314 の他のバージョンが示されている。こぶ形補強リング 314 は、外側真空容器 302 の円周の周りに延在している。外側真空容器 302 はギャップ 302 a を含む。こぶ形補強リング 314 は、外側真空容器 302 の円周の周りに延在し、ギャップ 302 a を覆うように配置される。

【0033】

こぶ形補強リング 314 は、外側真空容器 302 の外側に配置された脚部 314 a および 314 b を含む。溶接部 316 a は、脚部 314 a を外側真空容器 302 に取り付ける。溶接部 316 b は、脚部 314 b を外側真空容器 302 に取り付ける。

【0034】

40

こぶ形補強リング 314 は、外側真空容器 302 の表面の上より延びる丸い突起を提供するこぶ部 314 d と、外側真空容器 302 の内径の周りに延びるくぼみ 314 c とを含む。くぼみ 314 c は、外側真空容器 302 内のギャップ 302 a より上に位置している。こぶ形補強リング 314 は、外側真空容器 302 の表面から外側に突き出しており、外側真空容器 302 の円周の周りに延在している。

【0035】

図 4 を参照すると、補強材を備えた、本発明者の極低温圧力容器の第 3 の実施形態の切り欠き図が示されている。この第 3 の実施形態は、全体として参照番号 400 で示されている。第 3 の実施形態 400 は、図 2 A に示す第 1 の実施形態 200 と同様であるが、第 3 の実施形態 400 は、外側真空容器と内側圧力容器との間に複合支持リングを含む。

50

【 0 0 3 6 】

外側真空容器は、外側真空容器と内側圧力容器との間の空間内の真空が理由で、大気からの圧力を受ける。こぶ形補強リングは、外側真空容器を強化し、外側真空容器を、こぶ形補強リングがない場合よりも軽量の材料で作成すること、および／またはより薄く作することを可能にする。

【 0 0 3 7 】

内側圧力容器は、内側圧力容器内に貯蔵された水素から外向きの圧力を受ける。複合支持リングは、内側への熱伝達を最小限にする長い熱経路を通して、内側容器に対する機械的な支持を提供する。

【 0 0 3 8 】

以下は、図 4 に示す補強材を備えた、本発明者の極低温圧力容器の第 3 の実施形態 4 0 0 の構成要素のリストである。

外側真空容器 4 0 2、

内側圧力容器 4 0 4、

外側真空容器と内側圧力容器との間の空間 4 0 8、

空間 4 0 8 内の真空 4 1 0、

こぶ形補強リング 4 1 4、

こぶ部 4 1 4 a、

くぼみ 4 1 4 b、および

外側真空容器と内側圧力容器との間の真空空間 5 0 8 内の複合支持リング 4 1 5。

【 0 0 3 9 】

図 4 に示すように、こぶ形補強リング 4 1 4 は外側真空容器 4 0 2 の一体式の部分である。こぶ形補強リング 4 1 4 は、外側真空容器 4 0 2 を圧延する工程によって、または他の標準的な製造工程によって外側真空容器 4 0 2 内に形成される。

【 0 0 4 0 】

複合支持リング 4 1 5 は、外側真空容器 4 0 2 と内側圧力容器 4 0 4 との間の真空空間 4 0 8 内にある。複合支持リング 4 1 5 は、こぶ形補強リング 4 1 4 のくぼみ 4 1 4 に嵌合し、こぶ形補強リング 4 1 4 と内側圧力容器 4 0 4 との間に延在する。

【 0 0 4 1 】

内側圧力容器 4 0 4 は、内側圧力容器 4 0 4 に貯蔵されている水素から外向きの圧力を受ける。複合支持リング 4 1 5 は、内側圧力容器 4 0 4 を強化し、内側圧力容器 4 0 4 を複合支持リングがない場合よりも軽量の材料で作成することを可能にする。

【 0 0 4 2 】

外側真空容器 4 0 2 は、外側真空容器と内側圧力容器との間の空間 4 0 8 内の真空 4 1 0 が理由で、大気からの圧力を受ける。こぶ形補強リング 4 1 4 は、外側真空容器 4 0 2 を強化し、こぶ形補強リングがない場合よりも外側真空容器 4 0 2 をより軽量の、および／またはより薄い材料で作成することを可能にする。

【 0 0 4 3 】

図 5 A および図 5 B を参照すると、補強材を備えた、本発明者の極低温水素圧力容器の第 4 の実施形態の切り欠き図が示されている。この第 4 の実施形態は、全体として参照番号 5 0 0 で示されている。図 5 A は、第 4 の実施形態 5 0 0 の例示的な切り欠き図であり、図 5 b は、図 5 A に示されている補強リングのうちの 1 つの一部分の拡大図である。

【 0 0 4 4 】

図 5 A を参照すると、第 4 の実施形態 5 0 0 が示されている。実施形態 5 0 0 は、つぶれることを回避しながら真空ジャケットの厚さの削減を実現する。以下は、本発明者の極低温圧力容器 5 0 0 の第 4 の実施形態の構成要素のリストである。

外側真空容器 5 0 2、

内側圧力容器 5 0 4、

充填／供給継ぎ手 5 0 6、

外側真空容器と内側圧力容器との間の真空空間 5 0 8、

10

20

30

40

50

外側真空容器と内側圧力容器との間の真空空間 5 0 8 における真空 5 1 0、
外側真空容器と内側圧力容器との間の真空空間 5 0 8 内の複合支持リング 5 1 5、および
こぶ形補強リング 5 1 2。

【 0 0 4 5 】

本発明者の極低温圧力容器の第 4 の実施形態 5 0 0 は、外側真空容器 5 0 2、高圧の内側容器 5 0 4、および外側真空容器 5 0 2 と内側容器 5 0 4 との間の真空空間 5 0 8 を含む。複合支持リング 5 1 5 は、外側真空容器 5 0 2 と内側圧力容器 5 0 4 との間の真空空間 5 0 8 内にある。こぶ形補強リング 5 1 4 が、外側真空容器 5 0 2 の円周の周りに延在する。

【 0 0 4 6 】

図 5 B は、図 5 A に示されているこぶ形補強リング 5 1 4 と複合支持リング 5 1 5 のうちの 1 つの拡大図を示す。こぶ形補強リング 5 1 4 は、外側真空容器 5 0 2 の円周の周りに延在する。こぶ形補強リング 5 1 4 は、外側真空容器 5 0 2 の一体式の部分である。こぶ形補強リング 5 1 2 は、外側真空容器 5 0 2 を圧延する工程によって、または他の標準的な製造工程によって外側真空容器 5 0 2 内に形成される。こぶ形補強リング 5 1 4 は、外側真空容器 5 0 2 の表面より上に延びる丸い突起を提供するこぶ部 5 1 4 a と、外側真空容器 5 0 2 の内径の周りに延びるくぼみ 5 1 4 b とを含む。こぶ形補強リング 5 1 4 は、外側真空容器 5 0 2 の表面から外側に突き出し、外側真空容器 5 0 2 の円周の周りに延在する。

【 0 0 4 7 】

複合支持リング 5 1 5 は真空空間 5 0 8 内にあり、こぶ形補強リング 5 1 4 のくぼみ 5 1 4 b に入れ子になっている。複合支持リング 5 1 5 は、こぶ形補強リング 5 1 4 を内側圧力容器 5 0 4 と接続し、熱伝達率が低下した状態で内側圧力容器 5 0 4 に対する極低温支持体を提供する。

【 0 0 4 8 】

発明者らによる最近の計算は、80 リットルの水素容量、ならびに 132 . 9 c m の全体の外側の長さ、37 c m の外径とを有する細長い外形を有する極低温圧力容器は、2 . 25 の安全係数 (D O T、I S O、または圧力容器認証のための類似の規格で要求される安全係数に等しい) を使用する場合、真空ジャケットの座屈を回避するのに最低 3 m m のアルミニウムの厚さを必要とすることを突き止めた。厚さ 3 m m のアルミニウム製の真空ジャケットの重量は 13 . 5 k g で、システム全体の重量の約 4 分の 1 である。

【 0 0 4 9 】

複合支持リング 5 1 0 は、環境による熱伝達を最小限に抑えるために、内側圧力容器を真空ジャケット内で浮かせるようにして維持する。複合支持リング 5 1 0 は、伝導熱伝達を許容レベル (1 ワット以下) に維持するのに 1 . 5 ~ 3 c m の最小限の厚さを必要とする。真空ギャップ容積は以前の極低温容器において水素容積の 30 ~ 60 % であったため、最小限のリングの厚さが必要であることは水素貯蔵の容積測定効率に大きな影響を及ぼす。それ故、外側容積への影響を緩和しつつ、支持リングの厚さを増大させる (そしてそれによって熱伝達を低下させる) ために支持リングをこぶ補強材の中に配置することは相乗作用を引き起こす。

【 0 0 5 0 】

上記の説明は多くの詳細および詳述を包含するが、これらは本出願の範囲を限定するものとして解釈されるべきではなく、単に装置、システム、および方法の現在の好ましい実施形態のいくつかの例示を提供するものとして解釈されるべきである。この特許文書に記載され例示されていることに基づいて、他の実装形態、拡張形態および変形形態を作成することができる。本明細書に記載の実施形態の特徴は、方法、装置、モジュール、システム、およびコンピュータプログラム製品のあらゆる可能な組み合わせで組み合わせることができる。この特許文書に別々の実施形態の文脈で記載されている特定の特徴は、単一の実施形態において組み合わせで実施することもできる。逆に、単一の実施形態の文脈で説明されている様々な特徴もまた、別々にまたは任意の適切な副次的な組み合わせで複数の

10

20

30

40

50

実施形態で実施することもできる。さらに、特徴は特定の組み合わせで作用するものとして上記で記載され、最初はそのように主張される場合すらあるが、主張される組み合わせからの1つまたは複数の特徴をその組み合わせから摘出することができ、主張される組み合わせを副次的な組み合わせまたは変形形態に向けてもよい。同様に、工程は特定の順序で図面に描かれているが、このことは、望ましい結果を達成するために、そのような工程が示される特定の順序で実行される、または連続して実行される、あるいはすべての示される工程が実行されることが必要であるように理解されるべきではない。さらに、上述の実施形態における様々なシステム構成要素の分離は、すべての実施形態においてそのような分離を必要とすると理解されるべきではない。

【0051】

したがって、本出願の範囲は、当業者には明らかとなり得る他の実施形態を完全に網羅することが理解されよう。特許請求の範囲において、単数形の要素への言及は、明示的に述べられていない限り、「唯一の」を意味するのではなく、むしろ「1つ以上の」を意味する。当業者に知られている上記の好ましい実施形態の要素に対するすべての構造的および機能的等価物は、参照により本明細書に明示的に組み込まれ、本特許請求の範囲に包含されることが意図されている。さらに、本特許請求の範囲によってそれが包含されるために、あるデバイスが、本装置、システム、および方法によって解決されることが求められるありとあらゆる問題に対処する必要はない。さらに、本開示における要素または構成要素は、その要素または構成要素が特許請求の範囲において明示的に列挙されているかどうかにかかわらず、公衆に捧げることは意図されていない。本明細書中のいかなる請求項の要素も、その要素が「～のための手段」という句を用いて明示的に列挙されていない限り、米国特許法第112条第6段落の規定の下で解釈されるべきではない。

【0052】

装置、システム、および方法は様々な修正形態および代替形態を受け入れることができるが、特有の実施形態が一例として図面に示されており、本明細書で詳細に説明されている。しかしながら、本出願は開示された特定の形態に限定されることを意図していないことを理解されたい。むしろ、本出願は、添付の特許請求の範囲によって定義されるような本出願の精神および範囲内に含まれるすべての修正形態、等価物、および代替形態を網羅するものである。

【0053】

本明細書に記載されているすべての要素、部品およびステップが含まれることが好ましい。当業者に明らかであるように、これらの要素、部品およびステップのいずれもが他の要素、部品およびステップによって置き換えられる場合がある、または完全に削除される場合もあることが理解されるべきである。

【0054】

概して、この文書は少なくとも以下のことを開示する。極低温水素貯蔵容器は、外側真空容器、外側真空容器上の補強リング、外側真空容器の内側の内側圧力容器、および外側真空容器と内側圧力容器との間の真空空間を含む。極低温水素貯蔵容器の一実施形態は、外側真空容器と、外側真空容器上のこぶ形補強リングであって、こぶ形補強リングから突出する外側のこぶ部と、こぶ形補強リングの内側のくぼみと、を含むこぶ形補強リングと、外側真空容器の内側の内側圧力容器と、外側真空容器と内側圧力容器との間の真空空間と、外側真空容器上のこぶ形補強リングから内側圧力容器まで延在する真空空間における複合支持リングであって、こぶ形補強リング内のくぼみに入れ子になる複合支持リングとを含む。

概念

この文書は少なくとも以下に示す概念も提示する。

概念1 外側真空容器と、

前記外側真空容器上の補強リングと、

前記外側真空容器の内側の内側圧力容器と、

前記外側真空容器と前記内側圧力容器との間の真空空間とを備える極低温水素貯蔵容器

10

20

30

40

50

装置。

概念 2 前記補強リングが、前記外側真空容器から外側に突出するこぶ部を含む、概念 1 に記載の極低温水素貯蔵容器装置。

概念 3 前記補強リングが前記外側真空容器内にくぼみを含む、概念 1 及び 2 に記載の極低温水素貯蔵容器装置。

概念 4 前記外側真空容器は円周を有し、前記外側真空容器上の前記補強リングは、前記外側真空容器の前記円周の周りに延在する圧延された補強リングである、概念 1、2 及び 3 に記載の極低温水素貯蔵容器装置。

概念 5 前記外側真空容器は円周を有し、前記補強リングは、前記円周の周りに延在する別個の補強リングである、概念 1、2、3 及び 4 に記載の極低温水素貯蔵容器装置。

10

概念 6 前記別個の補強リングを前記外側真空容器の前記円周に接続する溶接部をさらに備える、概念 1、2、3、4 及び 5 に記載の極低温水素貯蔵容器装置。

概念 7 前記別個の補強リングを前記外側真空容器の前記円周に接続する一对の溶接部をさらに備える、概念 1、2、3、4、5 及び 6 に記載の極低温水素貯蔵容器装置。

概念 8 前記別個の補強リングが前記外側真空容器から外側に突出するこぶ部を含む、概念 1、2、3、4、5、6 及び 7 に記載の極低温水素貯蔵容器装置。

概念 9 前記別個の補強リングが、前記外側真空容器に向かって内側に延びるくぼみを含む、概念 1、2、3、4、5、6、7 及び 8 に記載の極低温水素貯蔵容器装置。

概念 10 前記補強リングは、前記外側真空容器から外側に突出するこぶ部と、前記外側真空容器内のくぼみと、を含み、前記真空空間内に複合支持リングをさらに備え、前記複合支持リングは、前記外側真空容器内の前記くぼみの中に配置され、前記外側真空容器上の前記補強リングから前記内側圧力容器まで延在する、概念 1、2、3、4、5、6、7 及び 8 に記載の極低温水素貯蔵容器装置。

20

概念 11 外側真空容器と、

前記外側真空容器上のこぶ形補強リングであって、前記こぶ形補強リングから突出する外側のこぶ部と、前記こぶ形補強リングの内側のくぼみと、を含むこぶ形補強リングと、
前記外側真空容器の内側の内側圧力容器と、

前記外側真空容器と前記内側圧力容器との間の真空空間と、

前記外側真空容器上の前記こぶ形補強リングから前記内側圧力容器まで延在する前記真空空間における複合支持リングであって、前記こぶ形補強リング内の前記くぼみに入れ子になる複合支持リングとを備える極低温水素貯蔵容器装置。

30

概念 12 前記外側真空容器は円周を有し、前記外側真空容器上の前記こぶ形補強リングは、前記外側真空容器の前記円周の周りに延在する圧延されたこぶ形補強リングである、概念 11 に記載の極低温水素貯蔵容器装置。

概念 13 前記外側真空容器は円周を有し、前記こぶ形補強リングは前記円周の周りに延在する別個のこぶ形補強リングである、概念 11 及び 12 に記載の極低温水素貯蔵容器装置。

概念 14 前記別個のこぶ形補強リングを前記外側真空容器の前記円周に接続する溶接部をさらに備える、概念 11、12 及び 13 に記載の極低温水素貯蔵容器装置。

概念 15 前記別個のこぶ形補強リングを前記外側真空容器の前記円周に接続する一对の溶接部をさらに備える、概念 11、12、13 及び 14 に記載の極低温水素貯蔵容器装置。

40

概念 16 複合支持リングは前記こぶ形補強リング内の前記くぼみの中に配置され、前記外側真空容器上の前記こぶ形補強リングから前記内側圧力容器まで延在する、概念 11、12、13、14 及び 15 に記載の極低温水素貯蔵容器装置。

概念 17 外側真空容器を設けるステップと、

前記外側真空容器上に補強リングを設けるステップと、

前記外側真空容器の内側に内側圧力容器を配置するステップと、

前記外側真空容器と前記内側圧力容器との間に真空空間を設けるステップとを含む、極低温水素貯蔵容器の製造方法。

概念 18 前記補強リングを設けるステップは、前記補強リング上に、前記外側真空容器

50

から外側に突出するくぼ部を設けることを含む、概念 17 に記載の極低温水素貯蔵容器の製造方法。

概念 19 前記補強リングを設けるステップは、前記補強リング内に、前記外側真空容器から内側に延びるくぼみを設けることを含む、概念 17 及び 18 に記載の極低温水素貯蔵容器の製造方法。

概念 20 前記補強リングを設けるステップは、前記外側真空容器の周りに前記補強リングを圧延することを含む、概念 17、18 及び 19 に記載の極低温水素貯蔵容器の製造方法。

概念 21 前記補強リングを設けるステップは、前記外側真空容器に対して溶接することを含む、概念 17、18、19 及び 20 に記載の極低温水素貯蔵容器の製造方法。

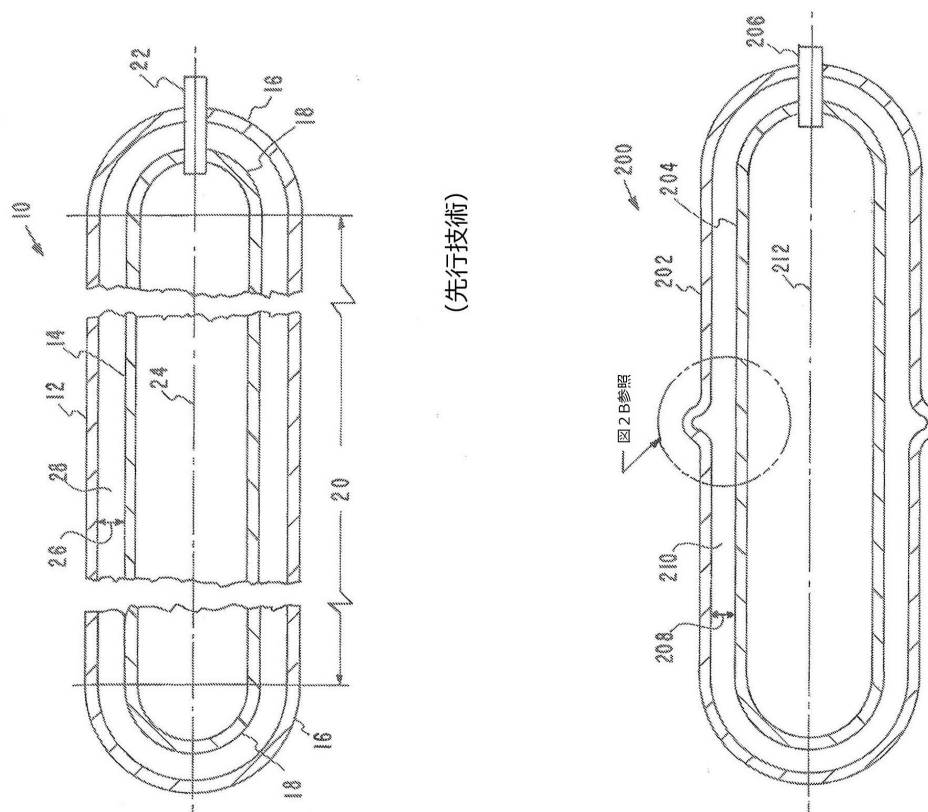
概念 22 前記外側真空容器上の前記補強リングから前記内側圧力容器まで延在する複合支持リングを前記真空空間内に配置するステップをさらに含む、概念 17、18、19、20 及び 21 に記載の極低温水素貯蔵容器の製造方法。

概念 23 前記補強リングを設けるステップが、前記補強リング内に前記外側真空容器から内側に延びるくぼみを設けることを含み、前記補強リング内の前記くぼみの中に複合支持リングを配置するステップをさらに含み、前記複合支持リングは、前記外側真空容器上の前記補強リング内の前記くぼみから前記内側圧力容器まで延在する、概念 17、18、19、20、21 及び 22 に記載の極低温水素貯蔵容器の製造方法。

【図面】

【図 1】

【図 2 A】



(先行技術)

10

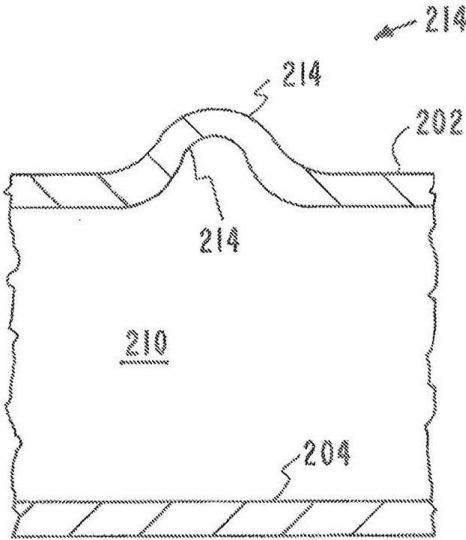
20

30

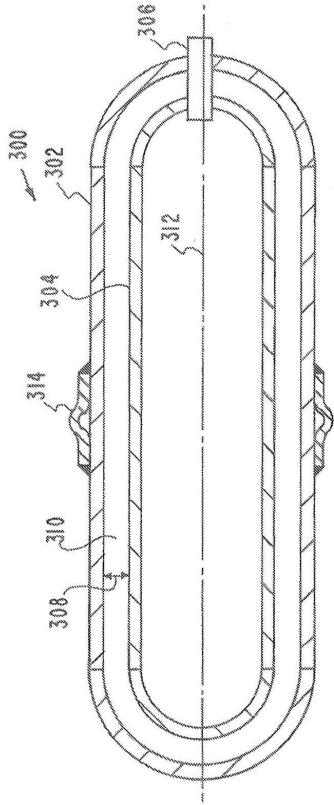
40

50

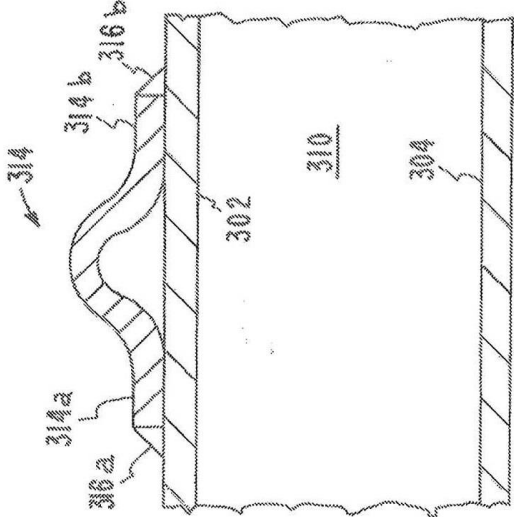
【図 2 B】



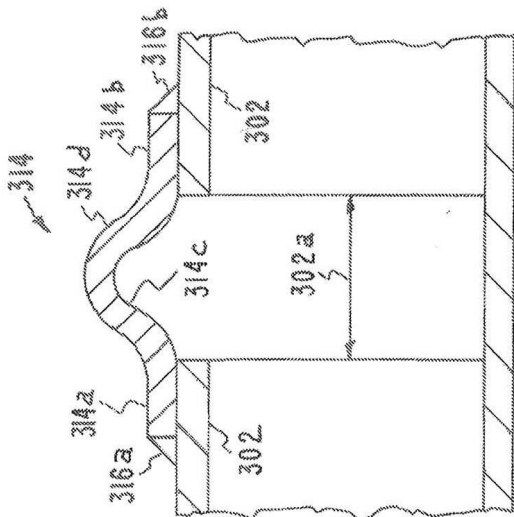
【図 3 A】



【図 3 B】



【図 3 C】



10

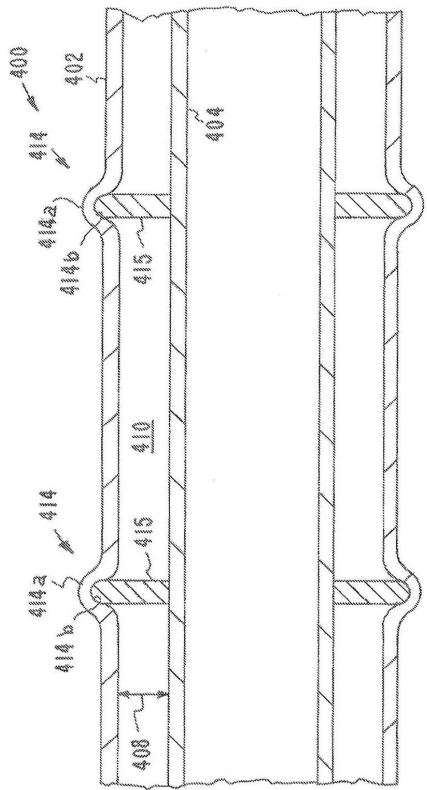
20

30

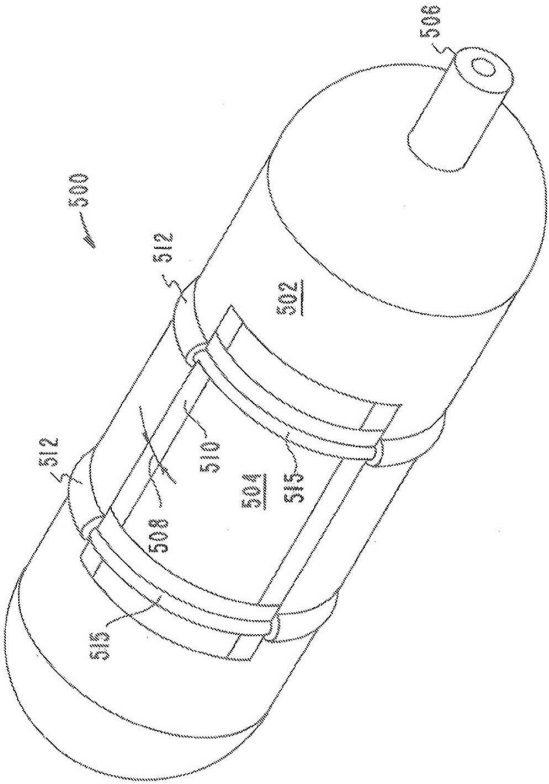
40

50

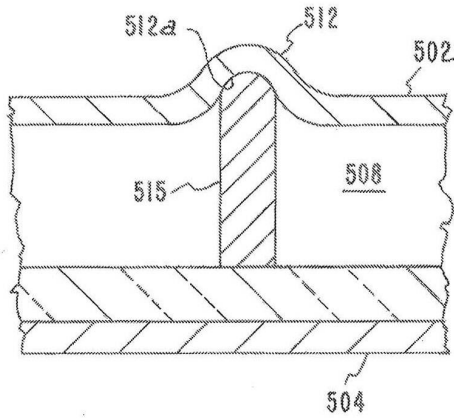
【図 4】



【図 5 A】



【図 5 B】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

A 9 4 5 5 1 - 9 2 3 4 , United States of America

(73)特許権者 519233917

ウニベルシダ デ グアナファト

メキシコ合衆国 3 6 0 0 0 , ジーティーオー , グアナファト , ラスクレイン デ レタナ # 5

(74)代理人 230104019

弁護士 大野 聖二

(74)代理人 230117802

弁護士 大野 浩之

(74)代理人 100167933

弁理士 松野 知紘

(72)発明者 アセヴェス , サルヴァドル エム .

アメリカ合衆国 9 4 5 5 0 カリフォルニア州 , リバモア , イースト アヴェニュー 7 0 0 0 ,
ピー . オー . ボックス 8 0 8 , エル - 7 0 3 , ローレンス リバモア ナショナル ラボラトリー内

(72)発明者 エスピノサ - ロサ , フランシスコ

アメリカ合衆国 9 4 5 5 0 カリフォルニア州 , リバモア , イースト アヴェニュー 7 0 0 0 ,
ピー . オー . ボックス 8 0 8 , エル - 7 0 3 , ローレンス リバモア ナショナル ラボラトリー内

(72)発明者 ペティパス , ギヨーム

アメリカ合衆国 9 4 5 5 0 カリフォルニア州 , リバモア , イースト アヴェニュー 7 0 0 0 ,
ピー . オー . ボックス 8 0 8 , エル - 7 0 3 , ローレンス リバモア ナショナル ラボラトリー内

(72)発明者 スウィッツァー , ヴェルナン エー .

アメリカ合衆国 9 4 5 5 0 カリフォルニア州 , リバモア , イースト アヴェニュー 7 0 0 0 ,
ピー . オー . ボックス 8 0 8 , エル - 7 0 3 , ローレンス リバモア ナショナル ラボラトリー内

(72)発明者 レデスマ - オロスコ , エリアス リゴベルト

メキシコ合衆国 3 6 0 0 0 , ジーティーオー グアナファト , ラスクレイン デ レタナ # 5 , ウ
ニベルシダ デ グアナファト内

(72)発明者 アルカンタール - カマレナ , ヴィクトル アルゴンソ

メキシコ合衆国 3 6 0 0 0 , ジーティーオー グアナファト , ラスクレイン デ レタナ # 5 , ウ
ニベルシダ デ グアナファト内

審査官 杉田 剛謙

(56)参考文献 独国特許出願公開第 1 0 2 0 0 8 0 5 4 0 9 0 (D E , A 1)

韓国公開特許第 1 0 - 2 0 1 5 - 0 0 0 1 5 8 4 (K R , A)

特表 2 0 0 6 - 5 0 0 5 3 6 (J P , A)

米国特許第 0 3 0 4 3 4 6 6 (U S , A)

登録実用新案第 3 1 1 1 6 6 0 (J P , U)

実開昭 5 9 - 1 7 7 8 6 0 (J P , U)

米国特許出願公開第 2 0 1 5 / 6 0 4 6 6 (U S , A 1)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

F 1 7 C 1 / 0 0 - 1 3 / 1 2

F 1 6 J 1 2 / 0 0

B 6 5 D 8 1 / 3 8

B 6 5 D 8 8 / 0 0 - 9 0 / 6 6