

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7005744号
(P7005744)

(45)発行日 令和4年1月24日(2022.1.24)

(24)登録日 令和4年1月7日(2022.1.7)

(51)国際特許分類	F I
B 2 2 F 3/15 (2006.01)	B 2 2 F 3/15 G
B 2 2 F 5/10 (2006.01)	B 2 2 F 3/15 L
	B 2 2 F 5/10

請求項の数 13 (全14頁)

(21)出願番号	特願2020-506191(P2020-506191)	(73)特許権者	390038014
(86)(22)出願日	平成30年8月2日(2018.8.2)		ビ・エイ・システムズ パブリック
(65)公表番号	特表2020-529518(P2020-529518 A)		リミテッド カンパニ -
(43)公表日	令和2年10月8日(2020.10.8)		B A E S Y S T E M S p l c
(86)国際出願番号	PCT/GB2018/052215		イギリス国、エスタブリッシュワイ・5エ
(87)国際公開番号	WO2019/025807		ーディー、ロンドン、カールトン・ガー
(87)国際公開日	平成31年2月7日(2019.2.7)	(74)代理人	100108855
審査請求日	令和2年3月19日(2020.3.19)		弁理士 蔵田 昌俊
(31)優先権主張番号	1712524.6	(74)代理人	100103034
(32)優先日	平成29年8月4日(2017.8.4)		弁理士 野河 信久
(33)優先権主張国・地域又は機関	英国(GB)	(74)代理人	100179062
(31)優先権主張番号	17184844.3		弁理士 井上 正
(32)優先日	平成29年8月4日(2017.8.4)	(74)代理人	100199565
	最終頁に続く		弁理士 飯野 茂
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 粉末熱間等方圧加圧

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

部品を製造する方法であって、
装置を提供することと、前記装置は、
第1の側面及び第2の側面を有する金属シートで形成されたスキン構成部品と、
金属で形成され、第1の側面及び第2の側面を有するHIP缶と
を備え、
ここにおいて、前記HIP缶の前記第2の側面は、前記スキン構成部品の前記第1の側面に結合され、前記HIP缶は、密閉容積を画定し、前記HIP缶は、前記密閉容積に金属粉末を充填する充填手段を備え、
前記HIP缶の前記第2の側面の一部分と前記スキン構成部品の前記第1の側面の一部分との間に中空空間があり、前記装置は、HIPプロセス中に加えられた圧力が前記中空空間内に連通されることを可能にするための前記中空空間内へのベントを備え、
前記HIP缶に金属粉末を充填することと、
前記HIP缶を真空にすることと、
前記真空にされたHIP缶を密封することと、
前記部品を形成するようにHIPチャンバ内の前記装置に前記HIPプロセスを適用することと
を行うステップを備え、
前記HIP缶は前記HIPプロセスの後に除去されず、HIP缶は部品の一部を形成する

、方法。

【請求項 2】

前記HIP缶は、前記スキン構成部品に電子ビーム溶接される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記スキン構成部品、前記HIP缶、及び前記金属粉末は、同じ熱膨張係数 $\pm 15\%$ の差を有する金属から形成される、請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記スキン構成部品、前記HIP缶、及び前記金属粉末は、同じ金属から形成される、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 5】

前記スキン構成部品、前記HIP缶、及び前記金属粉末は、同じチタン合金から形成される、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 6】

前記部品は中空の部品である、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 7】

HIPチャンバ内の前記装置に前記HIPプロセスを適用することは、前記装置を前記部品に変化させ、前記装置の中空部分は部品の前記中空部分となる、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 8】

HIPチャンバ内の前記装置に前記HIPプロセスを適用することは、前記HIP缶を前記金属粉末と統合し、前記HIP缶の前記第 2 の側面の前記一部分を、接触点で前記スキン構成部品の前記第 1 の側面と統合する、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 9】

前記部品は航空機部品である、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 10】

前記部品は、航空機スキンと統合された航空機ストリンガーである、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記HIPプロセスを適用するより前に、真空を使用して前記装置をベースプレートに取り付けることをさらに備える、請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 12】

前記装置を提供することは、

金属シートからスキン構成部品を形成することと、前記金属シートは、第 1 の側面、第 2 の側面、及び前記第 1 の側面並びに前記第 2 の側面を通るペント構成部品を有し、金属からHIP缶を形成することと、前記HIP缶は、第 1 の側面、第 2 の側面、密閉容積、及び充填手段を有し、

前記ペントを前記中空空間内に合わせるように、及び前記HIP缶の前記第 2 の側面の一部と前記スキン構成部品の前記第 1 の側面の一部との間に中空空間を形成するように、前記HIP缶の前記第 2 の側面を前記スキン構成部品の前記第 1 の側面に結合することとを備える、請求項 1 ~ 11 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 13】

部品を生産するための装置であって、

第 1 の側面及び第 2 の側面を有する金属シートで形成されたスキン構成部品と、金属で形成され、第 1 の側面及び第 2 の側面を有するHIP缶とを備え、

ここにおいて、前記HIP缶の前記第 2 の側面は、前記スキン構成部品の前記第 1 の側面に結合され、前記HIP缶は、密閉容積を画定し、前記HIP缶は、前記密閉容積に金属粉末を充填するように構成され、前記HIP缶を真空にするように構成され、前記真空にされたHIP缶を密封するように構成された単一の手段を備え、

ここにおいて、前記HIP缶の前記第 2 の側面の一部と前記スキン構成部品の前記第 1

10

20

30

40

50

の側面的一部分との間に中空空間があり、前記装置はさらに、
H I P プロセス中に加えられた圧力が前記中空空間内に連通されることを可能にするよう
に構成された前記中空空間内へのベントと、
前記H I P プロセスを適用するように構成された圧力手段と
を備え、
前記H I P 缶は前記H I P プロセスの後に除去されず、H I P 缶は部品の一部を形成する
、装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、熱間等方圧加圧（Hot Isostatic Pressing）を使用した部品の製造に関し、特に、粉末熱間等方圧加圧（H I P）による中空部品の形成に関する。

【背景技術】

【0002】

粉末H I Pでは、金属粉末が、熱及び圧力を使用して固体金属構成部品に圧縮される。粉末は、所望の構成部品の形状にしたがって成形されている、缶として知られた容器に入れられる。粉末を含む缶は、気体元素を除去するために真空にされ、次いで密封されて高压及び高温で保持される。粉末粒子は、溶融及び拡散接合して固体塊となり、缶の内部形状によって画定された外部形状を有する構成部品を生産する。

【0003】

このプロセスの特定の例では、チタン粉末を使用するとき、スチール缶がしばしば使用され、これらは冷却後に酸エッチングによってチタン部品から除去され、清浄な部品を提供することができる。しかしながら、例えばチタン粉末及びスチール缶を使用して複雑な部品を形成しようとするとき、チタン及び鋼の熱膨張係数の不一致が問題を引き起こす。これらの問題は、熱膨張係数が一致しないすべての金属について発生する可能性がある。

【0004】

中空部品はまた、金型の形成及び内部領域から缶材料を除去することの難しさにより、従来の粉末H I P プロセスを使用して製造するのが極めて難しい。

【0005】

したがって、粉末H I Pを使用して、金属部品、特に中空（したがって軽量）の金属部品を形成する方法の改善が必要である。

【発明の概要】

【0006】

本発明は、部品を製造する方法を提供し、本方法は、装置を提供するステップを備え、本装置は、第1の側面及び第2の側面を有する金属シートで形成されたスキン構成部品と、金属で形成され、第1の側面及び第2の側面を有するH I P 缶とを備え、ここにおいて、H I P 缶の第2の側面は、スキン構成部品の第1の側面に結合され、H I P 缶は、密閉容積を画定し、H I P 缶は、密閉容積に金属粉末を充填する充填手段を備え、H I P 缶の第2の側面的一部分とスキン構成部品の第1の側面的一部分との間に中空空間があり、本装置はさらに、H I P プロセス中に加えられた圧力が中空空間内に連通されることを可能にするための中空空間内へのベントを備える。本方法はさらに、H I P 缶に金属粉末を充填することと、H I P 缶を真空にすることと、真空にされたH I P 缶を密封することと、部品を形成するようにH I P チャンバ内の装置にH I P プロセスを適用することとを備える。

【0007】

H I P 缶は、スキンに溶接され得る。

【0008】

H I P 缶は、電子ビーム溶接を使用してスキンに溶接され得る。

【0009】

スキン構成部品は、H I P 缶の壁の一部を形成して、密閉容積を画定し得る。

【0010】

10

20

30

40

50

充填手段は、HIP処理中の密閉容積とHIP缶の外部との間のガス連通を防止するために密封可能であり得る。

【0011】

HIP缶は、その後HIPプロセス後に除去されなくてよい。

【0012】

スキン構成部品、HIP缶、及び金属粉末は、実質的に同じ熱膨張特性を有する金属から形成され得る。「実質的に同じ熱膨張特性」とは、スキン及びHIP缶及び金属粉末が、同じ熱膨張係数(TEC)を有する、又は互いに類似したTECを有する(例えば、TEC差は、最大約±5、10、15%、好ましくは約±15%以下であり得る)金属でできていることを意味し得る。好ましくは、スキン構成部品、HIP缶、及び金属粉末は、同じ熱膨張係数±15%の差を有する金属から形成される。

10

【0013】

スキン(スキン構成部品)、HIP缶、及び金属粉末は、同じ金属から形成され得る。金属又は同じ金属は、ニッケル、コバルト、チタン、鉄、アルミニウム、及びそれらの合金、及びそれらの組合せからなる群から選択され得る。例えば、鋼、超合金、又はチタン合金である。

【0014】

スキン構成部品、HIP缶、及び金属粉末は、同じチタン合金から形成され得る。スキン構成部品、HIP缶、及び金属粉末は、アルファ・ベータチタン合金から形成され得る。スキン構成部品、HIP缶、及び金属粉末は、Ti-6Al-4V合金又はSP-700(Ti-4.5Al-3V-2Mo-2Fe)などのチタン/アルミニウム/バナジウム合金から形成され得る。

20

【0015】

金属粉末の粒径は、完成品/単一構成部品の所望の特性を提供するように選択され得る。例えば、微粉末(例えば20から500ミクロンの粒径を有する)が、細粒の高強度合金を形成するために使用され得る。

【0016】

HIPチャンバ内の装置にHIPプロセスを適用すると、装置を部品に変化させ得、ここにおいて、装置の中空部は部品の中空部となる。

【0017】

HIPチャンバ内の装置にHIPプロセスを適用することにより、HIP缶を金属粉末と統合し得、HIPの第2の側面の一部分を接触点でスキン構成部品の第1の側面と統合し得る。

30

【0018】

部品は中空部品であり得る。部品は、航空機部品、例えば、航空機のスキンと統合された航空機のストリンガーであり得る。

【0019】

HIPプロセスを適用するより前に、装置は、真空を使用してベースプレートに取り付けられ得る。真空は、真空シールをもたらしように作用するので、装置が適所に確実に保持されることを確実にする。

40

【0020】

HIPプロセスは圧力下で実施される。例えば、(良好な拡散接合応答が利用可能である)チタンの場合、圧力は、約50MPaなど、実質的に低減され得る。しかしながらより一般的には、圧力は約100MPaから200MPaである。例えば、ニッケル超合金の場合、使用される圧力は約100MPaである。しかしながら、アルミニウムの場合、圧力は、約200MPaほどに高くなる必要があり得る。

【0021】

HIPプロセスは、これも処理される材料に依存して、450 から1400 の間の温度で実施され得る。

【0022】

50

装置を提供することは、金属シートからスキン構成部品を形成することと、金属シートは、第1の側面、第2の側面、及び第1の側面並びに第2の側面を通るベント構成部品を有し、金属からHIP缶を形成することと、このHIP缶は、第1の側面、第2の側面、密閉容積、及び充填手段を有し得、ベントを中空空間内に合わせるように、及びHIP缶の第2の側面的一部分とスキン構成部品の第1の側面的一部分との間に中空空間を形成するように、HIP缶の第2の側面をスキン構成部品の第1の側面に結合することとを備え得る。

【0023】

本発明はまた、部品を生産するための装置を提供し、本装置は、第1の側面及び第2の側面を有する金属シートで形成されたスキン構成部品と、金属で形成され、第1の側面及び第2の側面を有するHIP缶とを備え、ここにおいて、HIP缶の第2の側面は、スキン構成部品の第1の側面に結合され、HIP缶は、密閉容積を画定し、HIP缶は、密閉容積に金属粉末を充填するように構成され、HIP缶を真空にするように構成され、真空にされたHIP缶を密封するように構成された単一的手段を備え、HIP缶の第2の側面的一部分とスキン構成部品の第1の側面的一部分との間に中空空間がある。本装置はさらに、HIPプロセス中に加えられた圧力が中空空間内に連通されることを可能にするように構成された中空空間内へのベントと、HIPプロセスを適用するように構成された圧力手段とを備える。

10

【0024】

本発明はまた、部品を生産するためのシステムを提供し、本システムは、第1の側面及び第2の側面を有する金属シートで形成されたスキン構成部品と、金属で形成され、第1の側面及び第2の側面を有するHIP缶とを備える装置を備え、HIP缶の第2の側面は、スキン構成部品の第1の側面に結合され、HIP缶は、密閉容積を画定し、HIP缶は、密閉容積に金属粉末を充填するように構成され、HIP缶を真空にするように構成され、真空にされたHIP缶を密封するように構成された単一的手段を備え、HIP缶の第2の側面的一部分とスキン構成部品の第1の側面的一部分との間に中空空間がある。本装置はさらに、HIPプロセス中に加えられた圧力が中空空間内に連通されることを可能にするように構成された中空空間内へのベントを備え、本システムはさらに、部品を生産するようにHIPプロセスを本装置に適用するように構成された圧力手段を備える。

20

【0025】

本発明はまた、粉末熱間等方圧加圧(HIP)を使用して単一構成部品(部品)を形成するための装置を提供し、本装置は、第1の側面及び第2の側面を有する金属シートで形成されたスキン構成部品と、金属で形成され、第1の側面(例えば外側部分)及び第2の側面(例えば内側部分)を有するHIP缶とを備え、HIP缶の第2の側面は、スキン構成部品の第1の側面に取り付けられ、HIP缶は、密閉容積を画定し、密閉容積に金属粉末を充填するための充填手段を備え、スキン及びHIP缶は、HIPプロセスを適用すると単一構成部品を形成するように配置される。本明細書で使用される「缶」は、所望の構成部品の形状に対応する、好ましく成形された(したがって幾何学的形状を有する)容器を指す。

30

【0026】

HIP缶の第2の側面的一部分とスキン構成部品の第1の側面的一部分との間に中空空間が形成され得、本装置には、HIPプロセス中に加えられた圧力が中空空間内に連通されることを可能にするための中空空間内へのベントが設けられる。

40

【0027】

HIP缶は、スキンに溶接され得る。

【0028】

HIP缶は、電子ビーム溶接を使用してスキンに溶接され得る。

【0029】

スキンは、密閉容積を画定するようにHIP缶の壁の一部を形成し得る。

【0030】

50

充填手段は、HIP処理中の密閉容積とHIP缶の外部との間のガス連通を防止するために密封可能であり得る。

【0031】

スキン及びHIP缶は、実質的に同じ熱膨張特性を有する金属から形成され得る。「実質的に同じ熱膨張特性」とは、スキン及びHIP缶が、同じ熱膨張係数(TEC)を有する、又は互いに類似したTECを有する(例えば、TEC差は、最大約±5、10、15%、好ましくは約±15%以下であり得る)金属でできていることを意味し得る。

【0032】

スキン及びHIP缶は、同じ金属から形成され得る。

【0033】

スキン及びHIP缶は、同じ金属から形成され得、ここにおいて、同じ金属は、ニッケル、コバルト、チタン、鉄、アルミニウム、及びそれらの合金、及びそれらの組合せからなる群から選択される。例えば、鋼、超合金、又はチタン合金である。

【0034】

スキン及びHIP缶は、アルファ・ベータチタン合金から形成され得る。スキン及びHIP缶は、Ti-6Al-4V合金又はSP-700(Ti-4.5Al-3V-2Mo-2Fe)などのチタン/アルミニウム/バナジウム合金から形成され得る。

【0035】

HIP缶には、金属粉末が充填され得る。

【0036】

HIP缶には、HIP缶及び/又はスキンの金属と実質的に同じ組成の金属粉末が充填され得る。HIP缶には、HIP缶及び/又はスキンと実質的に同じ熱膨張係数を有する金属粉末が充填され得る。「実質的に同じ熱膨張特性」とは、同じ熱膨張係数(TEC)又は類似したTECを意味し得る(例えば、TEC差は、最大約±5、10、15%、好ましくは最大約±15%であり得る)。

【0037】

金属粉末は、ニッケル、コバルト、鉄、アルミニウム、及びそれらの合金、又はそれらの組合せからなる群、例えばチタン合金、鋼、又は超合金(ニッケル又はコバルト超合金など)から選択され得る。

【0038】

金属粉末は、チタン合金であり得る。金属粉末は、アルファ・ベータチタン合金であり得る。

【0039】

金属粉末は、Ti-6Al-4V合金又はTi-4.5Al-3V-2Mo-2Feなどのチタン/アルミニウム/バナジウム合金であり得る。

【0040】

金属粉末の粒径は、完成品/単一構成部品の所望の特性を提供するように選択される。例えば、微粉末(例えば20から500ミクロンの粒径を有する)が、細粒の高強度合金を形成するために使用され得る。

【0041】

本発明はまた、熱間等方圧加圧を利用して単一構成部品を製造する方法を提供し、本方法は、本明細書で説明される装置を提供することと、HIP缶に金属粉末を充填することと、HIP缶を真空にすることと、真空にされたHIP缶を密封することと、HIPチャンバ内の装置にHIPプロセスを適用することとを行うステップを備える。

【0042】

金属粉末は、HIP缶及び/又はスキンと実質的に同じ又は全く同じ組成であり得る(したがって、同じ又は類似のTECを有する)。

【0043】

本方法はさらに、装置をベースプレートに取り付けるステップを備え得る。

【0044】

10

20

30

40

50

本装置は、真空を使用してベースプレートに取り付けられ得る。真空は、真空シールをもたらし作用するので、装置が適所に確実に保持されることを確実にする。

【0045】

H I Pプロセスは圧力下で実施される。例えば、(良好な拡散接合応答が利用可能である)チタンの場合、圧力は、約50MPaなど、実質的に低減され得る。しかしながらより一般的には、圧力は約100MPaから200MPaである。例えば、ニッケル超合金の場合、使用される圧力は約100MPaである。しかしながら、アルミニウムの場合には、圧力は、約200MPaほどに高くなる必要があり得る。

【0046】

H I Pプロセスは、これも処理される材料に依存して、450 から1400 の間の温度で実施される。

10

【0047】

本発明はまた、規定された装置又は方法によって生産される航空機部品を提供する。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】本開示による装置の概略断面図を示す。

【図2】生産プロセスのフローチャートを示す。

【詳細な説明】

【0049】

本発明は、金属部品、例えばチタン部品の形成のための改善されたH I Pプロセスに関する。本プロセスは、先行技術の問題を回避しながら、中空部を有する複雑な部品を作製することを可能にする。

20

【0050】

本開示は、H I Pプロセスで使用されるチタン粉末に実質的に類似した熱膨張係数を有するチタン缶を以下に説明し、その結果、形成される部品(例えば、航空機のスキン及びストリンガー)及び缶は、実質的に類似した割合で伸縮する。以下に説明される作製プロセスの特徴により、先行技術にあるような缶の除去は必須でなくてよい。したがって、本発明のプロセスでは、好ましくは、H I P缶はその後H I Pプロセス後に除去されない。

【0051】

特定の例では、超塑性成形された缶は、スキン構成部品と共に使用されて単一/統合された構成部品を形成し、それは、単一/統合された構成部品/部品内に中空領域を有する単一/統合されたスキン及びストリンガー(補強材)構造である。本生産技法により、単一のプロセスシーケンスを使用して、複雑形状及び中空部を有する大型構成部品の作製が可能となる。

30

【0052】

図1は、本明細書で説明されるプロセス及び技法にしたがって構成部品を形成するための生産装置の一例の概略断面図を示す。

【0053】

図1の特定の例は、例えば航空機における使用のためのスキン及びストリンガーアセンブリを生産するためのものである。缶100は、それに充填されてH I P処理後に構成部品を形成することになるチタン粉末に類似した組成のチタン合金からできている。例えば、Ti-6Al-4V合金などのチタン/アルミニウム/バナジウム合金が、粉末及び缶100の両方のために利用され得る。缶100は、後処理を必要としない又は最低限必要とする構成部品を形成することが可能な超塑性成形プロセスを使用して形成され得る。最終生産物の一部を形成することになる適切な寸法の缶100を生産することが可能な他の技法、例えば積層造形も利用され得る。

40

【0054】

缶100は、内側部分101及び外側部分102を備える。内側部分101は、スキン103に取り付けられる。内側部分101は、ライン104に沿って(図面の平面に垂直に)スキン103に結合される。外側部分102は、ライン105においてスキン103及

50

び内側部分 101 に結合される。結合部 104 及び 105 は、気密シールを形成する。電子ビーム（杭）溶接（電子ビームを利用した熔融溶接プロセス）が、通常は真空状態で行われるので、結合部 104、105 を形成するのに特に適切であるが、気密シールを提供する他の任意の好適な結合プロセスが利用されてもよい。真空下（及び内側部分 101 とスキン 103 の隣接面が清浄かつ本質的に酸化物を含まない状態）で電子ビーム溶接を使用する利点は、それら表面が清浄かつ気体元素を含まないので、内側部分 101 及びスキン 103 が HIP プロセス中に共に拡散接合することになるということであり、当該気体元素は、そうでない場合、所定の温度で表面を汚染する可能性又はチタンに不溶でガスの巻き込みフィーチャを形成する可能性がある。電子ビームプロセスはまた、HIP 処理に必要とされる、缶 100 のための清浄かつ酸化物を含まない表面も維持する。

10

【0055】

図 1 の例では、外側部分 102 は、内側部分 101 の縁部及びスキン 103 に、同じ位置（結合部 105）で結合されている。しかしながら、この配置は構成部品の設計に依存する。例えば、外側部分 102 は、内側部分 101 の縁部から離れて内側部分 101 に結合されてもよいが、又は外側部分 102 は、スキン 103 に直接結合されてもよい。さらに、図 1 の 2 つの結合部 104、105 間の内側部分 101 の材料の領域は、スキン 103 が缶 100 の一部分を形成するように省かれてもよい。

【0056】

スキン 103 と内側部分 101 との間の中空領域 107 のような任意の中空領域は各々排気される必要があり、その結果、HIP プロセスにより外部から加えられた圧力が中空領域 107 に連通されて缶 100 の外面に対して作用することになる。よって中空領域 107 は、ベント管 108 によって排気される。図 1 の断面では見えないが、中空領域 107 は、構成部品のさらなるフィーチャによって複数部分に分割され得、したがって、すべての中空領域が排気されることを確実にするために複数のベントが必要とされ得る。ベント管 108 は下部スキン 103 に溶接され得るか、それは「ゆるく」嵌合され得る（すなわち溶接又は取り付け手段がない）か、又は代替的にベント管は、（支持板 110 における開口部と並びさえすれば）開いた穴であり得る。HIP プロセス後、ベント管 108 がどの形態をとるかに依存して、ベント管は、穴が開けられ得る、開いたままにされ得る、又は例えば留め具若しくは溶接で塞がれ得る。

20

【0057】

缶 100 に金属粉末を充填するための充填管 109 が設けられる。充填管 109 は、従来の HIP 缶について当該技術分野で知られているように設けられ得、HIP 処理より前に密封され得るタイプのものである。充填管 109 はまた、密封及び HIP 処理より前に缶 100 を真空にするためにも利用され得る。したがって、充填管 109 は、缶 100 に金属粉末を充填することを可能にし、缶 100 を真空にするのを可能にするように成形及び配置される。好ましくは、充填管 109 は缶 100 に溶接される。換言すれば、充填管 109 は、HIP プロセスより前に粉末で実質的に満たされ、真空及び密封もされることになる。HIP プロセス後、金属粉末及び管は統合されて、最終部品の一体的なフィーチャを形成することになる。管の突出部分（缶 100（ここでは最終部品）の外壁を超えて突出している）は、缶（最終部品）と同一平面でトリミングされ得る。

30

40

【0058】

HIP 処理中、缶 100 内の粉末粒子は共に拡散接合し、缶 100 の壁に拡散接合するので、固体アイテムを形成する。内側部分 101 もまた、接触点でスキンに拡散接合する。スキン 103 及び缶 100（HIP 処理後は固体である）部分を備える単一／統合された構成部品／部品がこうして形成される。上述のように、缶 100 は、缶 100 が構成部品の一部を形成することを可能にするプロセスによって形成され、例えば、粉末のそれに一致する金属又は合金を使用する超塑性プロセスが特に適切である。よって、結果として得られる構成部品は、最低限の後処理が必要であり、特に、中空領域 107 内から缶 100 を除去する必要はない。従来の缶を中空領域から除去することは、エッチングプロセスを制御しにくく、中空領域内での機械加工が困難又はほぼ不可能であることから問題を含む

50

ので、これは特に有利である。さらに、缶 100、スキン 103、及び/又は金属粉末のために一致又は類似する TEC を使用することは、TEC の不一致を受けての欠陥が生じにくい完成品（単一構成部品）をもたらすので、特に有利である。これは、座屈などの損傷を受けやすい可能性がある中空の単一構成部品で特に有利である。

【0059】

HIP プロセスの適用のために、スキン 103 及び缶 100 のアセンブリ（装置）は、支持板 110 上に据えられる。支持板 110 とスキン 103 との間に界面層が設けられ、HIP プロセス中のこれらの表面間の拡散接合の形成を抑制する。例えば、イットリアストップオフ（yttria stop-off）化合物、又は拡散接合を抑制するための他の任意の好適な界面層が利用され得る。支持板 110 もチタンから形成され得るが、任意の好適な材料が利用され得る。支持板 110 が、製造される構成部品のために使用される材料と類似する又は同じ熱膨張係数を有することが好ましい。

10

【0060】

支持板 110 は、スキン 103 の所望の最終輪郭形態を有し得る。スキン 103 はこの例では平坦であるが、平坦でないスキンを用いて上述の同じプロセス及び原理が利用されてもよい。かかる例では、支持板 110 は、均一な支持を提供するためにスキン 103 の形状に適合し得る。

【0061】

任意選択で、シール 111 が設けられ、スキン 103 と支持板 110 との間のそのシール 111 内の領域は、スキン 103 を支持板 110 上に保持するために、真空管 112 を介して真空にされる。シール 111 は、スキン 103 と支持板 110 との間の伸縮差を許すために、スキン 103 と支持板 110 との間の何らかの移動を可能にし得る。かかるシステムは、スキン 103 を所定の位置に保つための均一な力を提供する。スキン 103 を適所に保持する他の方法も利用されてよい。その際に、初期の幾何学的形態に対して全体的な収縮を引き起こすことになる粉末の圧縮は、その場合、かかる寸法的及び幾何学的変化をよりよく扱うために、ベースプレート上への方向にのみ移動を引き起こすように制限され得る。

20

【0062】

支持板 110 上のスキン 103 及び缶 100 のアセンブリは、HIP 容器内に置かれ、HIP プロセスが単一のストリンガー及びスキン構成部品を形成するように部品に適用される。代替のプロセスでは、スキン 103 及び缶 100 のアセンブリは、HIP チャンバ内の支持板上に置かれてもよい。

30

【0063】

図 2 は、図 1 の装置を利用するプロセスのフローチャートを示す。ステップ 200 において、缶 100 の内側部分 101 及び外側部分 102 が、例えば超塑性成形プロセス及び別個の成形ダイを使用して形成される。ステップ 201 において、スキン 103 が、必要とされる形状に形成される。これは、圧延、超塑性成形、又は積層造形などの、当該技術分野で既知の任意のプロセスによって達成される。ステップ 202 において、缶 100 の内側部分 101 はスキン 103 に結合され、外側部分 102 はスキン 103 及び/又は内側部分 101 に結合されて、密封された缶 100 を形成する。

40

【0064】

ステップ 203 において、缶 100 には、完全な充填を確実にする既知の技法を使用して粉末が充填され、次いで、直接真空にされるか、又は代替的には、真空にするより前にアルゴンなどの不活性ガスを予め流し得る。真空にすることは、真空装置を使用するなど、当該技術分野で既知の任意のプロセスによって達成されることが可能である。次いで充填管 109 は、例えば充填管 109 の端部を機械的に圧着することによって密封される。（真空にされ、充填管 109 が密封される前に）アルゴンなどの不活性ガスを予め流すことは、侵入型元素の取り込みのより低いレベルを確実にするのを助ける。破壊靱性が完成品の設計において重要な要素である場合、これは特に有利である。

【0065】

50

ステップ 204 において、アセンブリは、適切な界面層を有する支持板 110 上に据えられる。ステップ 205 において、支持板 110 及びアセンブリは、HIP チャンバに配置され（代替の方法では、支持板 110 は HIP チャンバ内で固定であり得、アセンブリは所定の位置でその上に据えられ）、すべての適切な排気及び圧力接続が行われる。

【0066】

ステップ 206 において、アセンブリは、圧力を加えるとともに、粉末粒子を溶融及び拡散接合させるのに十分な温度に加熱する HIP プロセスを受ける。時間、温度、及び圧力は、粉末の粒径、融点等のような金属/合金の組成及び特性に依存することになる。チタンの場合の一例のプロセスでは、典型的には約 50 MPa を超え、好ましくは約 100 MPa の圧力が、約 900 ~ 930 の温度で加えられ得る。外側部分 102 の外側表面に加えられた圧力は、外側部分 102 を通して伝えられて、外側部分 102 を、統合された粉末に拡散接合する。圧力はまた、統合された粉末を通して伝えられて、内側部分 101 を、統合された粉末に拡散接合し、内側部分 101 をスキン 103 に拡散接合する。圧力及び温度は、粉末自体の、及び缶部分 101、102 の各々への粉末の完全な拡散接合をもたらすのに十分な時間（例えば約 1 ~ 2 時間）にわたって保持される。温度が周囲レベルに低下して戻るより前、その間、又はその後、圧力は維持又は低下のいずれかをされ得る。次いでステップ 207 において、圧力が解放され、温度は、周囲温度に下がって戻ることを可能にされ、構成部品/部品は取り出されることができる。

10

【0067】

中空部を有するスキン及びストリンガー（複数のストリンガー又は他のかかる補強形態を含む）を備える単一構成部品がこのように形成され、これは最低限の後処理しか必要としない。

20

【0068】

上記例では、缶 100 は、超塑性成形プロセスを使用して形成される（金属/合金における超塑性を促進するために缶が加熱され、次いで柔らかいうちに、例えば熱成形、ブロー成形、又は真空成形によって缶が成形される。鋳造などの他の成形技法が利用されてもよい。しかしながら、相当な後処理が必要とされ得、かかる方法は、HIP 処理中に問題を引き起こし得る構成部品を提供することが知られている。例えば、特定の処理を必要とするボイドが、鋳造された缶に存在し得る。したがって、本発明のコンテキスト内では、缶及び/又はスキンが、最低限の後処理（研削、エッチング、又は機械加工などの後処理）を必要とする技法から作られることが好ましい。好適な例は、超塑性成形又は積層造形（additive layer manufacturing）（ALM）を含む。

30

【0069】

本発明の装置及びプロセスによって製造された単一構成部品/部品（完成品）は、（超塑性成形された部品のそれに相当する）良好な表面仕上げを有することになり、これは、最低限の後処理を必要とするか、又は後処理を必要としない。

【0070】

上記説明はチタン部品の形成を特に参照してなされたが、同じ原理及び装置が、ニッケル、コバルト、チタン、鉄、アルミニウム、及びそれらの合金、及びそれらの組合せ（例えば、鋼、ニッケル又はコバルト基超合金などの超合金、又はチタン合金）などの、HIP 処理に好適な他の金属に適用されることができる。

40

【0071】

同様に、本装置は、原理が適用可能な任意の構成部品の形状に適用されてもよい。

【0072】

選択のチタン合金は、使用者にオープンのままであるが、Ti-6Al-4V 合金は、SPF グレードのシート及び粉末形態でも両方で利用可能であるので、特に好適な組合せであるとみなされる。より高強度のコアをより柔らかいグレードの内側及び/又は外側材料と組み合わせることが望まれる場合、商業的に純粋な形態のチタン缶内に含まれる Ti 合金粉末についてのいくつかの用途にもメリットがあり得る。

【0073】

50

「スキン」という用語は、部品 103 を説明するために使用されているが、理解されるように、これは部品が最終生産物でスキンとなるように（そうであり得ても）制限するものではなく、説明目的のためだけに使用されている。一般的な意味では、スキンは平坦であり得る平面、シート、層であるか又は成形される。

【0074】

本発明はいくつかの実施形態に関連して説明されたが、本明細書に記載された特定の形態に限定されることは意図されていない。むしろ、本発明の範囲は、付随する特許請求の範囲のみによって限定される。さらに、ある特徴が特定の実施形態に関連して説明されるようにみえるかもしれないが、当業者であれば、説明される実施形態の様々な特徴が本発明にしたがって組み合わせられ得ることを認識するであろう。特許請求の範囲において、「備える」という用語は、他の要素又はステップの存在を除外するものではない。

10

【0075】

さらに、特許請求の範囲における特徴の順序は、特徴が実行されなければならない特定の順序を暗示するものではなく、特に方法の請求項における個々のステップの順序は、ステップがこの順序で実行されなければならないことを暗示するものではない。むしろ、ステップは任意の好適な順序で実行され得る。さらに、単数形の言及は複数を除外するものではない。よって、「a」、「an」、「第1（first）」、「第2（second）」等の言及は複数を排除しない。特許請求の範囲において、「備える」又は「含む」という用語は、他の要素の存在を除外するものではない。

以下に、本願出願の当初の特許請求の範囲に記載された発明を付記する。

20

【1】 部品を製造する方法であって、

装置を提供することと、前記装置は、

第1の側面及び第2の側面を有する金属シートで形成されたスキン構成部品と、

金属で形成され、第1の側面及び第2の側面を有するHIP缶と

を備え、

ここにおいて、前記HIP缶の前記第2の側面は、前記スキン構成部品の前記第1の側面に結合され、前記HIP缶は、密閉容積を画定し、前記HIP缶は、前記密閉容積に金属粉末を充填する充填手段を備え、

前記HIP缶の前記第2の側面の一部分と前記スキン構成部品の前記第1の側面の一部分との間に中空空間があり、前記装置は、HIPプロセス中に加えられた圧力が前記中空空間内に連通されることを可能にするための前記中空空間内へのベントを備え、

30

前記HIP缶に金属粉末を充填することと、

前記HIP缶を真空にすることと、

前記真空にされたHIP缶を密封することと、

前記部品を形成するようにHIPチャンバ内の前記装置に前記HIPプロセスを適用することと

を行うステップを備える、方法。

【2】 前記HIP缶は、前記スキン構成部品に電子ビーム溶接される、【1】に記載の方法。

【3】 前記HIP缶はその後前記HIPプロセスの後に除去されない、【1】～【2】のいずれか一項に記載の方法。

40

【4】 前記スキン構成部品、前記HIP缶、及び前記金属粉末は、同じ熱膨張係数 $\pm 1.5\%$ の差を有する金属から形成される、【1】～【3】のいずれか一項に記載の方法。

【5】 前記スキン構成部品、前記HIP缶、及び前記金属粉末は、同じ金属から形成される、【1】～【4】のいずれか一項に記載の方法。

【6】 前記スキン構成部品、前記HIP缶、及び前記金属粉末は、同じチタン合金から形成される、【1】～【5】のいずれか一項に記載の方法。

【7】 前記部品は中空の部品である、【1】～【6】のいずれか一項に記載の方法。

【8】 HIPチャンバ内の前記装置に前記HIPプロセスを適用することは、前記装置を前記部品に変化させ、前記装置の中空部分は部品の前記中空部分となる、【1】～【7】

50

]のいずれか一項に記載の方法。

[9] HIPチャンバ内の前記装置に前記HIPプロセスを適用することは、前記HIP缶を前記金属粉末と統合し、前記HIP缶の前記第2の側面の前記一部分を、接触点で前記スキン構成部品の前記第1の側面と統合する、[1] ~ [8]のいずれか一項に記載の方法。

[10] 前記部品は航空機部品である、[1] ~ [9]のいずれか一項に記載の方法。

[11] 前記部品は、航空機スキンと統合された航空機ストリンガーである、[10]に記載の方法。

[12] 前記HIPプロセスを適用するより前に、真空を使用して前記装置をベースプレートに取り付けることをさらに備える、[1] ~ [11]のいずれか一項に記載の方法。

[13] 前記装置を提供することは、

金属シートからスキン構成部品を形成することと、前記金属シートは、第1の側面、第2の側面、及び前記第1の側面並びに前記第2の側面を通るベント構成部品を有し、金属からHIP缶を形成することと、前記HIP缶は、第1の側面、第2の側面、密閉容積、及び充填手段を有し、

前記ベントを前記中空空間内に合わせるように、及び前記HIP缶の前記第2の側面的一部分と前記スキン構成部品の前記第1の側面的一部分との間に中空空間を形成するように、前記HIP缶の前記第2の側面を前記スキン構成部品の前記第1の側面に結合することとを備える、[1] ~ [12]のいずれか一項に記載の方法。

[14] 部品を生産するための装置であって、

第1の側面及び第2の側面を有する金属シートで形成されたスキン構成部品と、金属で形成され、第1の側面及び第2の側面を有するHIP缶とを備え、

ここにおいて、前記HIP缶の前記第2の側面は、前記スキン構成部品の前記第1の側面に結合され、前記HIP缶は、密閉容積を画定し、前記HIP缶は、前記密閉容積に金属粉末を充填するように構成され、前記HIP缶を真空にするように構成され、前記真空にされたHIP缶を密封するように構成された単一の手段を備え、

ここにおいて、前記HIP缶の前記第2の側面的一部分と前記スキン構成部品の前記第1の側面的一部分との間に中空空間があり、前記装置はさらに、

HIPプロセス中に加えられた圧力が前記中空空間内に連通されることを可能にするように構成された前記中空空間内へのベントと、

前記HIPプロセスを適用するように構成された圧力手段とを備える、装置。

[15] [1] ~ [13]のいずれか一項に規定の方法によって生産される航空機部品。

10

20

30

40

50

【図面】

【図 1】

【図 2】

Fig. 1

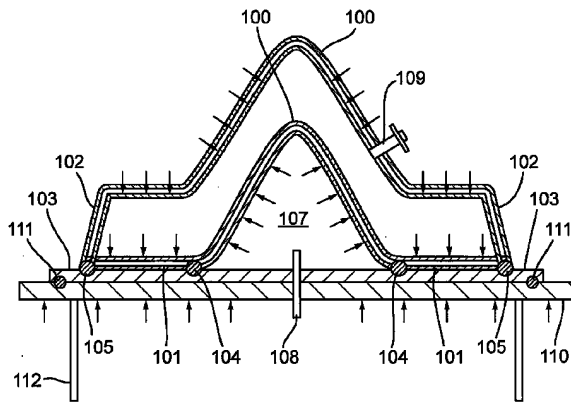
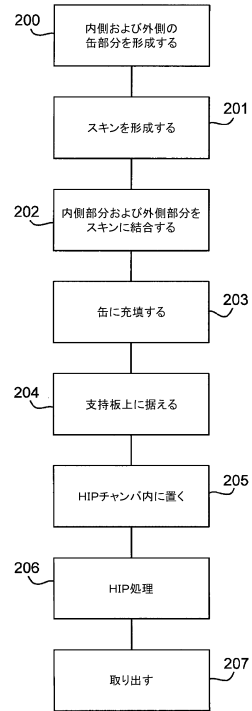


Fig. 2



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(33)優先権主張国・地域又は機関

欧州特許庁(EP)

(74)代理人 100219542

弁理士 大宅 郁治

(74)代理人 100153051

弁理士 河野 直樹

(74)代理人 100162570

弁理士 金子 早苗

(72)発明者 プライス、ハワード・ジェームス

イギリス国、ビービー２・７エルエフ、ランカシャー、ブラックバーン、サムレスベリー、エス４
２０シー、ビーエイイー システムズ

(72)発明者 チッペンデル、ジョン

イギリス国、ビービー２・７エルエフ、ランカシャー、ブラックバーン、サムレスベリー、エス４
２０シー、ビーエイイー システムズ

審査官 藤長 千香子

(56)参考文献 米国特許出願公開第 2007/0286760 (US, A1)

特開昭 59 - 066941 (JP, A)

国際公開第 2010/041957 (WO, A1)

独国特許発明第 04439949 (DE, C1)

米国特許第 05269058 (US, A)

米国特許出願公開第 2002/0122725 (US, A1)

韓国公開特許第 10 - 2007 - 0033425 (KR, A)

特開昭 62 - 274006 (JP, A)

特表 2016 - 532780 (JP, A)

米国特許出願公開第 2007/0020134 (US, A1)

特開平 4 - 301168 (JP, A)

米国特許出願公開第 2016/0279708 (US, A1)

特開 2004 - 344973 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B22F 1/00 - 8/00

C22C 1/04 - 1/05

C22C 33/02

B30B 1/00 - 7/04

B30B 12/00 - 13/00

B30B 15/30 - 15/34

F01D 5/18