

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7645055号
(P7645055)

(45)発行日 令和7年3月13日(2025.3.13)

(24)登録日 令和7年3月5日(2025.3.5)

(51)国際特許分類		F I	
B 2 9 C	70/68 (2006.01)	B 2 9 C	70/68
B 6 4 C	1/00 (2006.01)	B 6 4 C	1/00
B 2 9 C	70/16 (2006.01)	B 2 9 C	70/16
B 2 9 C	70/34 (2006.01)	B 2 9 C	70/34
B 2 9 C	48/30 (2019.01)	B 2 9 C	48/30
請求項の数 11 外国語出願 (全16頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2020-131383(P2020-131383)	(73)特許権者	500520743
(22)出願日	令和2年8月3日(2020.8.3)		ザ・ボーイング・カンパニー
(65)公開番号	特開2021-49775(P2021-49775A)		The Boeing Company
(43)公開日	令和3年4月1日(2021.4.1)		アメリカ合衆国、22202 ヴァージニア州、アーリントン、ロング・ブリッジ・ドライブ、929
審査請求日	令和5年8月2日(2023.8.2)	(74)代理人	110002077
(31)優先権主張番号	16/529,464		園田・小林弁理士法人
(32)優先日	令和1年8月1日(2019.8.1)	(72)発明者	トラン, デイヴィス
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		アメリカ合衆国 イリノイ 60606, シカゴ, ノース リバーサイド ブラザ 100
		(72)発明者	ランガビール, リチャード ジェイムソン, ジュニア.
			アメリカ合衆国 イリノイ 60606, 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 複合材の構造用構成要素を備えた航空機、及び複合材の構造用構成要素を形成するための方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

航空機（100）用の複合材の構造用構成要素（110）を製造する方法（700）であって：

複数の充填材セグメント（600）を形成するために、充填材（307）をダイ（302）の複数の金型チャネル（304）の各金型チャネル（304）に押し出すこと（702）；

前記複数の充填材セグメント（600）を前記ダイ（302）の前記複数の金型チャネル（304）から取り除くこと（710）；

前記充填材セグメント（600）がエンドツーエンドで接触するよう、前記複数の充填材セグメント（600）を前記複合材の構造用構成要素（110）のR部（208）によって画定される前記複合材の構造用構成要素（110）の空間（210）に配置すること（714）；及び

前記複数の充填材セグメント（600）を融合するために、前記複数の充填材セグメント（600）を前記空間（210）で硬化すること（718）を含む、方法（700）。

【請求項2】

各金型チャネル（304）が、前記ダイ（302）の多角形の周辺（404）の周りの隣接する金型チャネル（304）から角度的にオフセットされ、前記充填材（307）を

前記ダイ(302)の前記複数の金型チャンネル(304)の各金型チャンネル(304)に押し出すこと(702)が、各押出の間に前記ダイ(302)を回転させること(704)を含む、請求項1に記載の方法(700)。

【請求項3】

各押出の間に前記ダイ(302)を回転させること(704)が、6回から10回の間のそれぞれの押出の間に前記ダイ(302)を回転させること(704)を含む、請求項2に記載の方法(700)。

【請求項4】

前記充填材(307)を各金型チャンネル(304)に押し出すこと(702)が、前記充填材(307)を、8から12フィートの間の長さを有する前記金型チャンネル(304)に押し出すこと(702)を含む、請求項1から3のいずれか一項に記載の方法(700)。

10

【請求項5】

各金型チャンネル(304)が、前記ダイ(500)の実質的に平らな表面(504)上の一又は複数の隣接する金型チャンネル(304)から側方にオフセットされ、前記充填材(307)を各金型チャンネル(304)に押し出すこと(702)が、各押出の間に前記ダイ(500)と押出オリフィス(308)の相対的な側方位置を変更すること(706)を含む、請求項1に記載の方法(700)。

【請求項6】

前記充填材(307)を前記複数の金型チャンネル(304)のそれぞれに押し出す間に、前記充填材(307)を加圧すること(708)をさらに含む、請求項1から5のいずれか一項に記載の方法(700)。

20

【請求項7】

冷却期間後に前記複数の充填材セグメント(600)を前記複数の金型チャンネル(304)から取り除くこと(710)をさらに含む、請求項1から6のいずれか一項に記載の方法(700)。

【請求項8】

前記複数の充填材セグメント(600)を硬化すること(718)が、前記複数の充填材セグメント(600)を加熱すること(720)を含む、請求項1から7のいずれか一項に記載の方法(700)。

30

【請求項9】

前記複数の充填材セグメント(600)を硬化すること(718)が、単一の構造体(604)を形成するために、前記複数の充填材セグメント(600)を前記複合材の構造用構成要素(110)の他の部分(202)に結合する、請求項1から8のいずれか一項に記載の方法(700)。

【請求項10】

複数のダイ(302)を配置すること(707)であって、前記複数のダイ(302)の各ダイ(302)が複数の金型チャンネル(304)を含む、複数のダイ(302)を配置すること(707)、及び、逐次的に、前記充填材(307)を前記複数のダイ(302)の各ダイ(302)の各金型チャンネル(304)に押し出すこと(702)をさらに含む、請求項1から9のいずれか一項に記載の方法(700)。

40

【請求項11】

前記複数の充填材セグメント(600)を前記空間(210)に配置すること(714)が、前記複数の充填材セグメント(600)を、前記複合材の構造用構成要素(110)のウェブ(206)とフランジ(204)が接触する空間(210)に配置すること(714)を含む、請求項1から10のいずれか一項に記載の方法(700)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、航空機、より具体的には、充填材を含む空間を備えた複合構造の航空機の構

50

成要素に関する。

【背景技術】

【0002】

典型的な航空機には、下にある機体に接着した外板パネルで形成された機械的構造体が含まれる。外板パネルは、フライト中に空力により作用される表面を形成する。外板パネルは比較的軽量で薄く作製されて、航空機の全重量を減らし、且つその潜在的なペイロード及び航続距離を増大させ得るため、機体は、外板パネルを補強し、また外板パネルに作用する空力を耐荷重性の指示構造体を与えるように構成された構造体を含む。よって、機体は、荷重に耐えるように構成された位置に力を分散する間に、望ましくない撓み、振動、及びその他のタイプの外板パネルの動きを防止する。

10

【0003】

いくつかの航空機では、「ストリング」と称される構造体は、外板パネルを強化し、外板パネルに作用する空力を耐荷重性の構造体、例えばスパー及び／又はリブに送るのに使用される。ストリングは、さまざまな形態及び材料組成をとることができる。いくつかの例では、ストリングは、複合材料（例えば炭素繊維 - エポキシ複合材）から形成される。そのようなストリングの断面形状に応じて、ストリングは、融合されるかそうでなければ一緒に接合される二つ以上の異なる部品から形成され得る。そのような複合ストリングの一例は、フランジを有するブレード形状の断面及びウェブを有し、二つの湾曲したストリング部分を一緒に融合することにより形成され、各ストリング部分は、ウェブ部分、フランジ部分、及びウェブ部分とフランジ部分との間のＲ部を含む。そのＲ部により、二つのストリング部分が接触するストリングのフランジ部分に空間が形成される。この空間は、本明細書では充填材又はＲ部充填材と称される充填材で充填されて、複合ストリングがさらに強化され得る。

20

【0004】

ストリングは、翼に沿ってなど、航空機本体の部分に沿って縦方向に配置され得るため、ストリングの長さ、よって空間に追加される充填材の長さは、比較的長くてもよい。例えば、民間航空機の翼に位置する場合、複合翼ストリングの長さは、８０から１００フィートの範囲であり得る。この範囲の長さの充填材を製造するには、さまざまな課題がある。例えば、ダイで形成された金型に充填材を押し出すことによって充填材の部品が形成される場合、必要な長さのダイは、かなり貴重な工場スペースを占有することになる。さらに、充填材の部品の長さが増大すると、充填材の部品を取り扱う（例えば、充填材をダイから取り除きストリング空間に移す）のに必要な人員数も増加する。アシストリフトを使用して製造された充填材の部品を抽出することができるが、そのようなツールは生産フローの問題を引き起こし、クリーンルームのストレージ及び製造フロアの貴重なスペースを消費する場合がある。よって、上記を考慮すると、複合ストリング及び潜在的に他の複合材の構造用構成要素のための充填材セグメントを製造するという課題が存在する。

30

【発明の概要】

【0005】

本明細書では、航空機用の複合材の構造用構成要素を製造する方法が記載される。この態様では、本方法は、複数の充填材セグメントを形成するために、充填材をダイの複数の金型チャンネルの各金型チャンネルに押し出すこと、及びダイの複数の金型チャンネルから複数の充填材セグメントを取り除くことを含む。本方法は複合材の構造用構成要素中の空間に複数の充填材セグメントを配置することであって、空間が、複合材の構造用構成要素のＲ部により、充填材セグメントがエンドツーエンドで接触するように画定される、複合材の構造用構成要素中の空間に複数の充填材セグメントを配置することをさらに含む。本方法は、複数の充填材セグメントを融合するために、空間で複数の充填材セグメントを硬化することをさらに含む。

40

【0006】

本明細書でさらに記載されるように、航空機は、胴体及び胴体から延びる翼を備える。この態様では、翼は、フランジ、ウェブ、及びフランジとウェブが接触するＲ部であって

50

、空間を画定する、R部を含む複合翼ストリングを備える。複合翼ストリングは、空間内に位置付けられたR部充填材をさらに含み、R部充填材は、エンドツーエンドで配置された一又は複数の隣接する充填材セグメントとそれぞれ融合した複数の充填材セグメントを含む。

【0007】

本明細書では航空機用の複合翼ストリングがさらに記載され、複合翼ストリングは、フランジ、フランジから延びるウェブ、及びフランジとウェブが接触するR部であって、空間を画定するR部を含む。複合翼ストリングは、空間内に位置付けられたR部充填材をさらに含み、R部充填材は、エンドツーエンドの一又は複数の隣接する充填材セグメントとそれぞれ融合した複数の充填材セグメントを含む。

10

【0008】

本明細書では、複合材の航空機の翼ストリング用のR部充填材を形成するためのダイがさらに記載される。ダイは、ダイの表面にわたって配置された複数の金型チャンネルを含み；各金型チャンネルは、R部充填材用のR部充填材セグメントを形成するように成形される。

【0009】

検討してきた特徴、機能、及び利点は、様々な実施形態において個別に実現可能であり、又は、以下の説明及び図面を参照してさらなる詳細が理解され得る、さらに別の実施形態において組み合わせられてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0010】

20

【図1】本開示の一実施例による航空機を説明する図を示す。

【図2A】本開示の一実施例による複合翼ストリングの断面を説明する図を示す。

【図2B】本開示の一実施例による複合翼ストリングの断面を説明する図を示す。

【図3】図2A - Bの例示的な複合翼ストリングのR部充填材セグメントを製造するための回転ダイを含む装置を説明する図を示す。

【図4A】例示的なR部充填材セグメントを製造するそれぞれの状態における図3の回転ダイの図を示す。

【図4B】例示的なR部充填材セグメントを製造するそれぞれの状態における図3の回転ダイの図を示す。

【図4C】例示的なR部充填材セグメントを製造するそれぞれの状態における図3の回転ダイの図を示す。

30

【図5】本開示の一実施例による図2A - Bの複合翼ストリングのR部充填材セグメントを製造するための平面ダイを説明する図を示す。

【図6A】硬化前の図2A - Bの複合翼ストリングのR部により画定された空間でエンドツーエンドで接触して配置された二つのR部充填材セグメントを概略的に説明する図を示す。

【図6B】図6AのR部充填材セグメントの硬化後のR部充填材を概略的に説明する図を示す。

【図7】本開示の一実施例によって実施される方法の動作の図を示す。

【発明を実施するための形態】

40

【0011】

上記の検討事項を考慮して、設置後に融合されるセグメントにおけるR部充填材の製造に関する方法及び装置が提供される。簡潔には、充填材は、ダイの多数の金型チャンネル中に押し出され、それにより多数の充填材セグメントが形成される。充填材セグメントは、ダイから取り除かれ、複合翼ストリングのウェブとフランジとが接触する空間中で、又は別の構造用構成要素の空間中で、エンドツーエンドで接触して配置される。その後、充填材セグメントは硬化されてセグメントが融合され、それにより単一の充填材構造体が形成される。多数の充填材セグメントからR部充填材を製造することは、コンパクトダイの使用を可能にし、よって、ダイ及び他の製造ツールにより占領される空間の節約、労働力の削減、及び充填材製造プロセスの複雑さの低減を可能にする。

50

【 0 0 1 2 】

図 1 は、下にある機体 1 0 4 に接着された外板 1 0 2 により部分的に形成された機械的構造を有する例示的な航空機 1 0 0 を説明する。他の構成要素の中でも、機体 1 0 4 は、胴体 1 0 6 及び胴体 1 0 6 から延びる翼 1 0 8 を備える。図 1 は、翼 1 0 8 から取り除かれた外板 1 0 2 の一部を示し、翼付け根から翼端へ延びる翼ストリング 1 1 0 を含む翼 1 0 8 のさまざまな構造用構成要素を示す。翼ストリング 1 1 0 は、複数のリブ（例えばリブ 1 1 2）、及び翼 1 0 8 の外板 1 0 2 に接着される。したがって、翼ストリング 1 1 0 は、翼 1 0 8 の外板 1 0 2 を補強及び強化し、また、翼の外板に作用する空力を機体 1 0 4 の複数のリブ及び他の耐荷重性構成要素に送る。

【 0 0 1 3 】

翼ストリング 1 1 0 は、複合材料（例えば炭素繊維 - エポキシ複合材）から形成され得る。本明細書で使用される複合材の構造用構成要素とは、複合部分で作製されており、組み合わされて例えば、ビーム、スパー、ストリング、又は任意の同様の耐荷重性支持構造体などの構造用構成要素が作製される構造用構成要素を指す。そのような例では、翼ストリング 1 1 0 は、「複合翼ストリング」と称される複合材の構造用構成要素である。複合翼ストリング 1 1 0 は、複数の部品を一緒に接合することにより製造され得る。上記の通り、いくつかの翼ストリング部分は、一緒に接合されたときにストリング材により占領されない空間を形成する R 部を含む。よって、この空間は、製造され、翼ストリングに位置し、本明細書に記載されるように融合される R 部充填材のセグメントで充填され得る。

【 0 0 1 4 】

図 2 A - B は、外板 1 0 2 の一部（図 1）を形成する外板パネル 2 0 0 に接着した翼ストリング 1 1 0 の断面図を示す。説明された例では、翼ストリング 1 1 0 は、第 2 のストリング部分 2 0 2 B と接合した第 1 のストリング部分 2 0 2 A により形成された複合ブレードストリングを含む。複合翼ストリング 1 1 0 は、フランジ 2 0 4、及び第 1 のストリング部分 2 0 2 A と第 2 のストリング部分 2 0 2 B を接合することにより形成されるウェブ 2 0 6 を含む。図 2 A に示されるように、両方のストリング部分 2 0 2 は、フランジとウェブが接触する R 部（第 2 のストリング部分 2 0 2 B については 2 0 8 に示される）を含み、それらは一緒に空間 2 1 0 を画定する。空間 2 1 0 は、ストリング 1 1 0 の長さに沿っていてもよい。以下でさらに詳述されるように、ストリング部分 2 0 2 A 及び 2 0 2 B の接合後、空間 2 1 0 は、ストリングの長さに沿って延びるため、図 2 B に示されるように、単一の R 部充填材 2 1 2 を形成する複数の R 部充填材セグメント 2 1 1 で満たされている。その後、ストリングアセンブリは、さまざまな構成要素を融合するよう硬化されて、ストリング 1 1 0 が形成される。アセンブリの硬化は、R 部充填材セグメントを融合して、空間 2 1 0 のクロスハッチングによって示されるように、空間 2 1 0 に R 部充填材を形成する。このプロセスでは、R 部充填材セグメントは、ストリング部分 2 0 2 A 及び 2 0 2 B にも融合する。それにより、R 部充填材は、複合翼ストリング 1 1 0 の構造完全性、及び外板パネル 2 0 0 を強化し、外板パネルに作用する力を機体 1 0 4 の耐荷重性構造体に送る能力を高めることができる。翼ストリング用の R 部充填材を形成するための、本明細書に記載される手法は、他のタイプのストリング、非ストリング構造用構成要素（例えばロンジロン）、及び図 2 A - B に示されるもの以外の翼ストリング形状部品にも適用可能であり得る。

【 0 0 1 5 】

図 3 は、複合翼ストリング 1 1 0（図 1）用の R 部充填材セグメントを製造するための回転ダイ 3 0 2 を含む装置 3 0 0 を説明する。回転ダイ 3 0 2 は、回転ダイの表面 3 0 6（図 4 A で最もよく示される）の周辺の周りに配置された金型チャンネル 3 0 4 A を含む複数の金型チャンネル 3 0 4 を含む。各金型チャンネルは、エンドツーエンドで他の R 部充填材セグメントと配置され得る R 部充填材セグメントを形成するよう成形され、その後、複合翼ストリング 1 1 0 用の R 部充填材を形成するよう融合される。そのため、金型チャンネル 3 0 4 に形成された R 部充填材セグメント 2 1 1 が、空間 2 1 0 に挿入されたときに、その空間 2 1 0 を充填するように、各金型チャンネルは、空間 2 1 0 の形状と一致する断面（

10

20

30

40

50

図 2 A - B) を有する。

【 0 0 1 6 】

例示的な R 部充填材セグメント製造プロセスには、充填材 3 0 7 を押出オリフィス 3 0 8 から金型チャンネル 3 0 4 B へ押し出すことが含まれる。例えば、矢印 3 0 9 によって示されるように、回転ダイ 3 0 2 とオリフィス 3 0 8 の一方又は両方を動かすことにより、充填材 3 0 7 は、金型チャンネル 3 0 4 B の長さに堆積される。場合によっては、圧縮ホイール 3 1 0 などの圧縮機は、充填材 3 0 7 を加圧して、充填材 3 0 7 が金型チャンネルの形状を取るようにする。圧縮ホイールは図 3 で概略的に示されるが、充填材 3 0 7 を加圧して押出された充填材 3 0 7 を金型チャンネルにしっかりとプレスするのに任意の他の適切な構造体を使用されてもよい。充填材 3 0 7 は、金型チャンネル 3 0 4 に押し出されたとき、複合翼ストリング 1 1 0 (図 2 A - B) の空間 2 1 0 を充填するよう構成された R 部充填材セグメント 2 1 1 を形成し、それにより翼ストリング 1 1 0 を補強する。充填材 3 0 7 は、限定されないが、硬化プロセスで他のストリング構成要素に融合され得る繊維セグメント及びエポキシ (熱硬化性) マトリックスを含む不連続炭素 (例えばグラファイト) 繊維材料を含む任意の適切な材料を含み得る。

【 0 0 1 7 】

各金型チャンネル 3 0 4 は、回転ダイ 3 0 2 の周辺 3 0 5 の周りの隣接する金型チャンネルから角度的にオフセットされるため、充填材 3 0 7 を金型チャンネルに押し出すことには、それぞれの押出の間に回転ダイ 3 0 2 を回転させることが含まれる。図 4 A - C は、押出プロセス中の個々の回転配向における回転ダイ 3 0 2 の部分図を説明する。図 4 A では、第 1 の金型チャンネル 3 0 4 A は充填材 3 0 7 で充填され、それにより、第 1 の R 部充填材セグメント 4 0 2 A が形成される。図 4 B では、回転ダイ 3 0 2 が回転され、第 2 の金型チャンネル 3 0 4 B は充填材 3 0 7 で充填され、それにより、第 2 の R 部充填材セグメント 4 0 2 B が形成される。図 4 C では、回転ダイ 3 0 2 は 8 回の押出を通じて回転されており、8 つの R 部充填材セグメントが金型チャンネルに形成される。以下に記載されるように、R 部充填材セグメント 4 0 2 は、(例えば、いくつかの実施形態では冷却期間の後で) 複合翼ストリング 1 1 0 の R 部によって画定される空間 2 1 0 のエンドツーエンドで接触して配置された金型チャンネルから取り除かれ、一緒に融合されて、複合翼ストリング 1 1 0 の空間 2 1 0 を充填する単一の R 部充填材 2 1 2 が形成され得る。さらに、いくつかの実施例では、ポリテトラフルオロエチレンを含むテープ (例えば、The Chemours Company of Wilmington, DE から入手可能なテフロンテープ) などのインターフェイス材料は、各金型チャンネル 3 0 4 に配置されてもよく、充填材 3 0 7 は、インターフェイス材料にわたる各金型チャンネル 3 0 4 に堆積される。インターフェイス材料は、金型チャンネル 3 0 4 から充填材 3 0 7 によって形成された R 部充填材セグメント 4 0 2 を外すのに役立つ場合がある。代替的に又は追加的に、回転ダイ 3 0 2 は、離型剤 (例えば、ドイツ、デュッセルドルフの Henkel AG & Company から入手可能な F R E K O T E) でコーティングされて、R 部充填材セグメント 4 0 2 の除去が容易にされ得る。さらに、回転ダイ 3 0 2 は、ツーリング発泡剤、及び / 又は任意の他の適切な材料を含み得る。

【 0 0 1 8 】

図 3 - 4 C の例では、各金型チャンネルが 1 0 フィートの長さを有する場合、8 つの 1 0 フィートの R 部充填材セグメントが形成され、後に一緒に形成されて、例えば複合翼ストリングの 8 0 フィートの長さの空間用の、8 0 フィートの R 部充填材が形成され得る。他の実施例では、回転ダイ 3 0 2 は、任意の他の適切な長さ及び / 又は数の金型チャンネルで構成されてもよい。さらなる実施例として、回転ダイ 3 0 2 は、6 回から 1 0 回の押出の間に回転されてもよく、充填材は、それぞれ 8 から 1 2 フィートの間の長さを有する金型チャンネルに押し出される。他の実施例では、回転ダイは、回転ダイを使用して充填される空間の形状に基づいて、任意の他の適切な構成を有してもよい。さらに、図 4 A - C の実施例は、回転ダイ 3 0 2 が多数の平坦表面 4 0 6 を有する多角形の周辺 4 0 4 を含むような実質的に平坦な各金型チャンネルに直接隣接した部分を示すが、各平坦表面は金型チャンネルをホスティングし、別の実施例では、各金型チャンネルに隣接した部分は、周辺方向にお

10

20

30

40

50

いて湾曲した形状を有してもよく、あるいは、周辺方向において任意の他の適切な形状を示してもよい。また、いくつかの実施例では、複数のダイは、同じ押出オリフィスによって充填するために（例えば平行に及び／又は直列に）配置されてもよく、ここで複数のダイの各ダイは、複数の金型チャンネルを含み、各ダイはモータに結合してダイの回転を可能にする。その後、押出システムは、充填材を複数のダイの各ダイの各金型チャンネルに連続して押し出すように使用され得る。これは、R部充填材製造システムのスループットを高めるのに役立つ場合がある。さらに、いくつかの実施例では、回転ダイ302は、装置300から（例えば、装置の回転マンドレルから）除去することができ、異なるダイが装置の内外で切り替えられるのを可能にする。これは、製造スループットを高めるのに役立つ場合がある。異なる金型チャンネル形状のダイが使用される場合、そのようなダイは、異なるプロファイルの可能性のある充填材セグメントを高スループットで製造するよう切り替えられ得る。

10

【0019】

図3で説明される実施例で示されるように、装置300は、各押出の間にモータ312を用いて（例えばスラスト軸受を介して）回転ダイを回転させることができる。さらに、装置300は、金型チャンネルを（例えば一又は複数のレーザ、カメラ、又は他の同様の画像化デバイスを介して）画像化するよう構成されている光検知システム313、及び回転ダイ302の回転を促すモータ312にシグナルを提供するよう構成されているフィードバック機構を使用して、実施例のように、金型チャンネル304への押出を制御することができる。さらに、いくつかの実施例では、平行グリッパ314は、R部充填材307が押し出されて材料の据え付けに役立つように、その充填材を保持及び／又は誘導するために使用され得る。他の実施例では、任意の他の適切な機構が、回転ダイ302への押出を制御するために使用されてもよい。例えば、平行グリッパ314は省略されてもよく、圧縮ホイール310が平行グリッパを用いずに使用されて、金型チャンネル304内にR部充填材を据え付けることができる。

20

【0020】

R部充填材セグメントを製造するための、本明細書に記載される手法は、周囲に配置された金型チャンネルを有する回転ダイ以外のダイに適用することができる。別の実施例として、図5は、複合翼ストリング用のR部充填材セグメントを形成するのに使用することができる平面ダイ500を示す。平面ダイ500には、それぞれ平面ダイの実質的に平らな表面504上の一又は複数の隣接する金型チャンネルから側方にオフセットする複数の金型チャンネル（例えば金型チャンネル502）が含まれる。ここでは、充填材を各金型チャンネルに押し出すことには、各押出の間に平面ダイ500と押出オリフィスの相対的な側方位置を変更することが含まれる。任意の実施例では、各金型チャンネルは同じ長さを有してもよく、他の実施例では、一又は複数の金型チャンネルは異なる長さを有してもよい。

30

【0021】

上記の通り、記載された手法に従って製造されたR部充填材セグメントは、空間210（図2A-B）に配置され、硬化されて、それにより充填材セグメントが互いと及び他のストリング部分と融合され得る。図6A及び6Bはそれぞれ、R部充填材の硬化前後の複合翼ストリング110によって画定された空間21におけるR部充填材の配置を概略的に説明する。図6Aでは、二つのR部充填材セグメント600A及び600Bは、空間210でエンドツーエンドで接触して（例えば、隣接して直接接触して）配置される。図6Bでは、R部充填材セグメントは、硬化されて、単一のR部充填材602が形成された。さらに、硬化プロセスによっても、R部充填材セグメント602は複合翼ストリング110の他の部分（例えば、図2A-Bの部分202A及び202B）と結合されて、複合翼ストリング110及びR部充填材602を備えた単一の構造体604が形成される。この方法では、エンドツーエンドの配置で一又は複数の隣接した充填材セグメントと融合した複数の充填材セグメントを有する対応するR部充填材を含む複数の複合翼ストリングが形成され得る。

40

【0022】

50

いくつかの実施例では、R部充填材セグメント600A及び600Bには、R部充填材セグメント600を加熱してR部充填材602を形成することが含まれる。例えば、R部充填材セグメント600A及び600Bは、およそ350 に加熱されて、硬化プロセスが開始及び実施され、それにより、複合翼ストリング210並びにR部充填材セグメント600A及び600Bを形成するポリマー樹脂材料又は他の適切な材料を化学的に融合し、架橋し得る。他の実施例では、光開始硬化プロセスなどの任意の他の適切な硬化プロセスが使用されてもよい。

【0023】

図7は、航空機用の複合材の構造用構成要素を製造する方法700を説明するフロー図を示す。方法700は、一例として、複合翼ストリング110を製造するために実施されてもよい。

10

【0024】

702では、方法700には、複数の充填材セグメント（例えば充填材セグメント600）を形成するために、充填材（例えば充填材307）をダイ（例えば回転ダイ302）の複数の金型チャンネル（例えば金型チャンネル304）の各金型チャンネルに押し出すことが含まれる。いくつかの実施例では、充填材を押し出すことには、各押出の間に回転ダイを回転させること704が含まれ得る。他の実施例では、充填材を押し出すことには、各押出の間に平面ダイ（例えば平面ダイ500）と押出オリフィス（例えば押出オリフィス308）の相対的な側方位置を変更すること706が含まれ得る。さらに、いくつかの実施例では、方法700には、707に示されるように、複数のダイを配置することであって、複数のダイの各ダイが複数の金型チャンネルを含む、複数のダイを配置し、及び、逐次的に、充填材を複数のダイの各ダイの各金型チャンネルに押し出すことが含まれ得る。

20

【0025】

708では、方法700には、（例えば押出オリフィスに続く圧縮ホイールによって）複数の金型チャンネルのそれぞれに充填材を押し出す間に、充填材を加圧することが含まれ得る。710では、方法700には、ダイの複数の金型チャンネルから複数の充填材セグメントを取り除くことが含まれる。複数の充填材セグメントは、冷却期間712の後に、複数の金型チャンネルから取り除かれ得る。いくつかの実施例では、複数の金型チャンネルは、インターフェイス材料（例えばTeflonテープ）又はコーティング（例えばFREKOTE）で覆われて、複数の充填材セグメントの除去が容易にされ得る。

30

【0026】

714では、方法700は複合ストリング中の空間に複数の充填材セグメントを配置することであって、空間が、複合ストリングのR部により、充填材セグメントがエンドツーエンドで接触するように画定される、複合材の構造用構成要素中の空間に複数の充填材セグメントを配置することをさらに含む。複数の充填材セグメントは、いくつかの実施例では複合ストリングのウェブとフランジが接触する空間716に、又は他の実施例では任意の他の適切な空間に配置され得る。

【0027】

718では、方法700は、複数の充填材セグメントを融合するために、空間で複数の充填材セグメントを硬化することを含む。複数の充填材セグメントを硬化することには、複数の充填材セグメントを加熱すること720が含まれ得る。複数の充填材セグメントを硬化することによって、複合構造を有する単一の構造体722が形成される。

40

【0028】

本明細書に記載される装置及びプロセスは、複合翼ストリング及び他の構造体用のR部充填材の製造において、複雑さ、労働力、及び物理的なスペースの消費を削減する潜在的な利益を有する。例えば、複数の充填材セグメントを形成すること、及び複数の充填材セグメントを硬化してR部充填材を形成することにより、より小さなダイの使用が可能になり、複数の充填材セグメントが形成され得る。別の実施例として、回転ダイの使用は、装置が充填材の押出を少なくとも部分的に自動化し、押出の間の回転ダイを回転させることによって充填材セグメントが形成されることを可能にし得る。別の実施例として、8から

50

12フィートの間の長さを有するダイの金型チャンネルに充填材を押し出すことにより、充填材セグメントを扱うのに費やされる労働力の削減が可能になり得る。別の実施例として、平面ダイの使用は、装置が充填材の押出を少なくとも部分的に自動化し、押出オリフィスと平面ダイの相対位置を変更することによって充填材セグメントが形成されることを可能にし得る。別の実施例として、充填材をダイの金型チャンネルに押し出す間に充填材を加圧することにより、複合材の構造用構成要素のR部により画定される空間を満たす所望の形状を有する充填材セグメントの形成が可能になり得る。別の実施例として、冷却期間の後に充填材セグメントを金型チャンネルから取り除くことによって、所望の材料特性を有する充填材セグメントの所望の形成が容易になり得る。別の実施例として、充填材セグメントを加熱することによって充填材セグメントを硬化させることは、充填材セグメントの互いの及び複合材の構造用構成要素への融合を促進させて、単一の構造体が形成されることを容易にし得る。別の実施例として、複数のダイを配置し、及び、逐次的に、充填材を複数のダイの各ダイの金型チャンネルに押し出すことは、形成される充填材セグメントの数の増加、したがって、充填された複合材の構造用構成要素を製造するための製造時間の削減を可能にし得る。別の実施例として、複合材の構造用構成要素のウェブとフランジが接触する空間に充填材セグメントを配置することは、第1の構成要素を補強し、第1の構成要素に作用する力を第2の構成要素に送る比較的強力な複合材の構造用構成要素の製造を可能にし得る。別の実施例として、充填材セグメントを融合することによって形成されたR部充填材を複合材の構造用構成要素に充填することは、より大きな耐荷重能力を有するより強力な機体の製造を可能にし得る。

10

20

【0029】

さらに、本開示は、以下の条項による実施形態を含む。

【0030】

条項1．航空機(100)用の複合材の構造用構成要素(110)を製造する方法(700)であって：

複数の充填材セグメント(600)を形成するために、充填材(307)をダイ(302)の複数の金型チャンネル(304)の各金型チャンネル(304)に押し出すこと(702)；

前記複数の充填材セグメント(600)を前記ダイ(302)の前記複数の金型チャンネル(304)から取り除くこと(710)；

30

前記充填材セグメント(600)がエンドツーエンドで接触するように、前記複数の充填材セグメント(600)を前記複合材の構造用構成要素(110)のR部(208)によって画定される前記複合材の構造用構成要素(110)の空間(210)に配置すること(714)；及び

前記複数の充填材セグメント(600)を融合するために、前記複数の充填材セグメント(600)を前記空間(210)で硬化すること(718)

を含む、
方法。

【0031】

条項2．各金型チャンネル(304)が、前記ダイ(302)の多角形の周辺(404)の周りの隣接する金型チャンネル(304)から角度的にオフセットされ、前記充填材(307)を前記ダイ(302)の前記複数の金型チャンネル(304)の各金型チャンネル(304)に押し出すこと(702)が、各押出の間に前記ダイ(302)を回転させること(704)を含む、条項1に記載の方法(700)。

40

【0032】

条項3．各押出の間に前記ダイ(302)を回転させること(704)が、6回から10回の間のそれぞれの押出の間に前記ダイ(302)を回転させること(704)を含む、条項2に記載の方法(700)。

【0033】

条項4．前記充填材(307)を各金型チャンネル(304)に押し出すこと(702)

50

が、前記充填材（３０７）を、８から１２フィートの間の長さを有する前記金型チャンネル（３０４）に押し出すこと（７０２）を含む、条項１から３のいずれか一項に記載の方法（７００）。

【００３４】

条項５．各金型チャンネル（３０４）が、前記ダイ（５００）の実質的に平らな表面（５０４）上の一又は複数の隣接する金型チャンネル（３０４）から側方にオフセットされ、前記充填材（３０７）を各金型チャンネル（３０４）に押し出すこと（７０２）が、各押出の間に前記ダイ（５００）と押出オリフィス（３０８）の相対的な側方位置を変更すること（７０６）を含む、条項１から４のいずれか一項に記載の方法（７００）。

【００３５】

条項６．前記充填材（３０７）を前記複数の金型チャンネル（３０４）のそれぞれに押し出す間に、前記充填材（３０７）を加圧すること（７０８）をさらに含む、条項１から５のいずれか一項に記載の方法（７００）。

【００３６】

条項７．冷却期間後に前記複数の充填材セグメント（６００）を前記複数の金型チャンネル（３０４）から取り除くこと（７１０）をさらに含む、条項１から６のいずれか一項に記載の方法（７００）。

【００３７】

条項８．前記複数の充填材セグメント（６００）を硬化すること（７１８）が、前記複数の充填材セグメント（６００）を加熱すること（７２０）を含む、条項１から７のいずれか一項に記載の方法（７００）。

【００３８】

条項９．前記複数の充填材セグメント（６００）を硬化すること（７１８）が、単一の構造体（６０４）を形成するために、前記複数の充填材セグメント（６００）を前記複合材の構造用構成要素（１１０）の他の部分（２０２）に結合する、条項１から８のいずれか一項に記載の方法（７００）。

【００３９】

条項１０．複数のダイ（３０２）を配置すること（７０７）であって、前記複数のダイ（３０２）の各ダイ（３０２）が複数の金型チャンネル（３０４）を含む、複数のダイ（３０２）を配置すること（７０７）、及び、逐次的に、前記充填材（３０７）を前記複数のダイ（３０２）の各ダイ（３０２）の各金型チャンネル（３０４）に押し出すこと（７０２）をさらに含む、条項１から９のいずれか一項に記載の方法（７００）。

【００４０】

条項１１．前記複数の充填材セグメント（６００）を前記空間（２１０）に配置すること（７１４）が、前記複数の充填材セグメント（６００）を、前記複合材の構造用構成要素（１１０）のウェブ（２０６）とフランジ（２０４）が接触する空間（２１０）に配置すること（７１４）を含む、条項１から１０のいずれか一項に記載の方法（７００）。

【００４１】

条項１２．航空機（１００）であって、
胴体（１０６）；と
前記胴体（１０６）から延びる翼（１０８）であって、
フランジ（２０４）、
ウェブ（２０６）、
前記フランジ（２０４）とウェブ（２０６）が接触するＲ部（２０８）であって、それらの間の空間（２１０）を画定するＲ部（２０８）、及び
前記空間（２１０）内に位置付けられたＲ部充填材（６０２）であって、エンドツーエンドで配置された一又は複数の隣接する充填材セグメント（６００）とそれぞれ融合した複数の充填材セグメント（６００）を含む、Ｒ部充填材（６０２）を含む複合翼ストリング（１１０）を含む翼（１０８）；と
を備えた、

10

20

30

40

50

航空機（１００）。

【００４２】

条項１３．前記充填材セグメント（６００）が、前記ウェブ（２０６）及び前記フランジ（２０４）に融合されて、単一の構造体（６０４）が形成されている、条項１２に記載の航空機（１００）。

【００４３】

条項１４．前記複合翼ストリング（１１０）がブレードストリング（１１０）を含む、条項１２又は１３に記載の航空機（１００）。

【００４４】

条項１５．複数の翼ストリング（１１０）がそれぞれ、対応するＲ部充填材（６０２）をさらに含む、条項１２から１４のいずれか一項に記載の航空機（１００）。 10

【００４５】

条項１６．各充填材セグメント（６００）が、８フィートから１２フィートの間の長さを含む、条項１２から１５のいずれか一項に記載の航空機（１００）。

【００４６】

条項１７．航空機（１００）用の複合翼ストリング（１１０）であって、
フランジ（２０４）；
前記フランジ（２０４）から延びるウェブ（２０６）；
前記フランジ（２０４）とウェブ（２０６）が接触するＲ部（２０８）であって、空間（２１０）を画定するＲ部（２０８）；及び
前記空間（２１０）内に位置付けられたＲ部充填材（６０２）であって、エンドツーエンドで一又は複数の隣接する充填材セグメント（６００）とそれぞれ融合した複数の充填材セグメント（６００）を含むＲ部充填材（６０２）
を含む、
複合翼ストリング（１１０）。 20

【００４７】

条項１８．前記複数の充填材セグメント（６００）が単一の構造体（６０４）を形成する、条項１７に記載の複合翼ストリング（１１０）。

【００４８】

条項１９．前記複合翼ストリング（１１０）がブレードストリング（１１０）を含む、条項１７又は１８に記載の複合翼ストリング（１１０）。 30

【００４９】

条項２０．各充填材セグメント（６００）が、８フィートから１２フィートの間の長さを含む、条項１７から１９のいずれか一項に記載の複合翼ストリング（１１０）。

【００５０】

条項２１．複合材の航空機の翼ストリング（１１０）用のＲ部充填材（６０２）を形成するためのダイ（３０２）であって、前記ダイ（３０２）の表面（３０６）にわたって配置された複数の金型チャンネル（３０４）を含み、各金型チャンネル（３０４）が、Ｒ部充填材（６０２）用のＲ部充填材セグメント（６００）を形成するように成形されている、ダイ（３０２）。 40

【００５１】

条項２２．前記金型チャンネル（３０４）が、前記ダイ（３０２）の多角形の周辺（４０４）の周りで角度的にオフセットされている、条項２１に記載のダイ（３０２）。

【００５２】

条項２３．前記金型チャンネル（３０４）が、前記ダイ（５００）の実質的に平らな表面（５０４）にわたって側方にオフセットされている、条項２１又は２２に記載のダイ（３０２）。

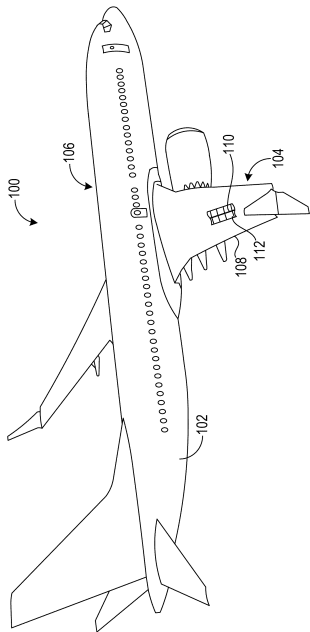
【００５３】

本開示は、本明細書で開示されているさまざまな特徴及び技術の新規かつ進歩性のある全ての組み合わせ及び部分的組み合わせを含む。本明細書で開示されているさまざまな特 50

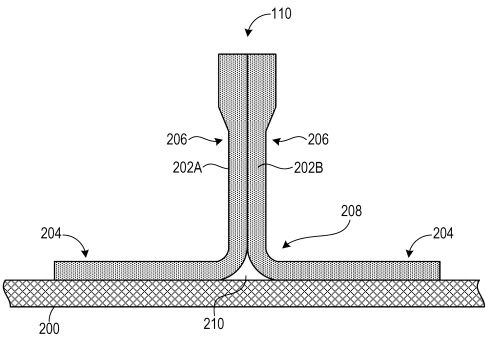
徴及び技術は、本開示の全ての実施例に必ずしも必要とされるわけではない。さらに、本明細書で開示されているさまざまな特徴及び技術は、開示される実施例とは別に特許性のある主題を定義してもよく、本明細書に明示的に開示されていない他の実装態様において有用性を見出すことができる。

【図面】

【図 1】



【図 2 A】



10

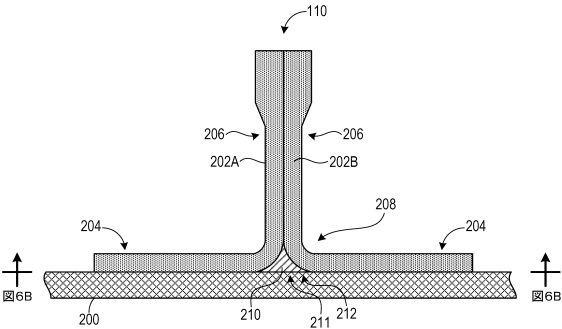
20

30

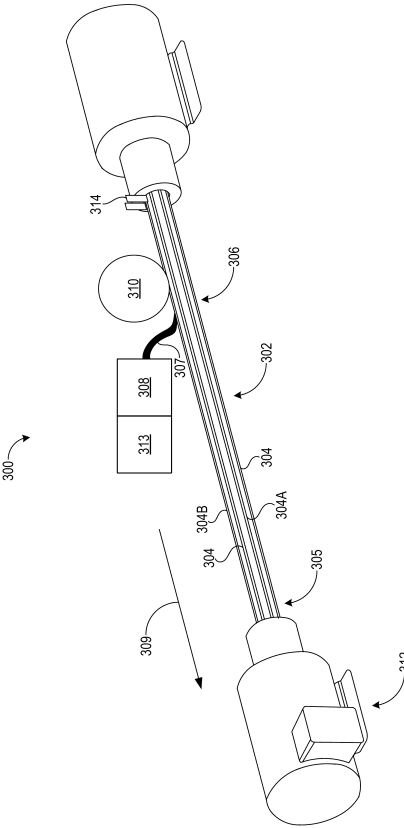
40

50

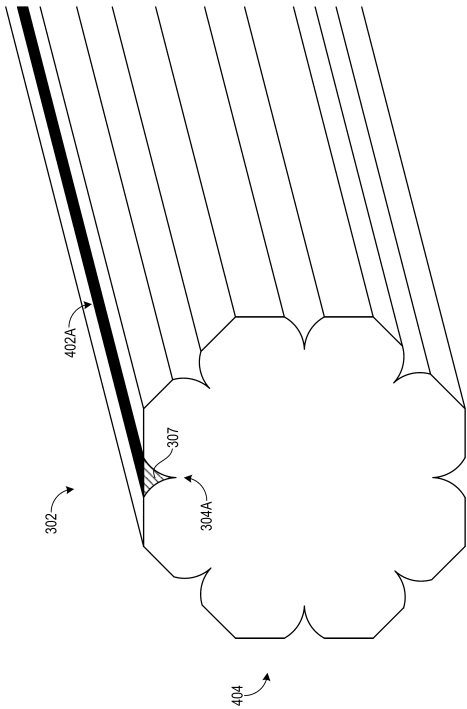
【 図 2 B 】



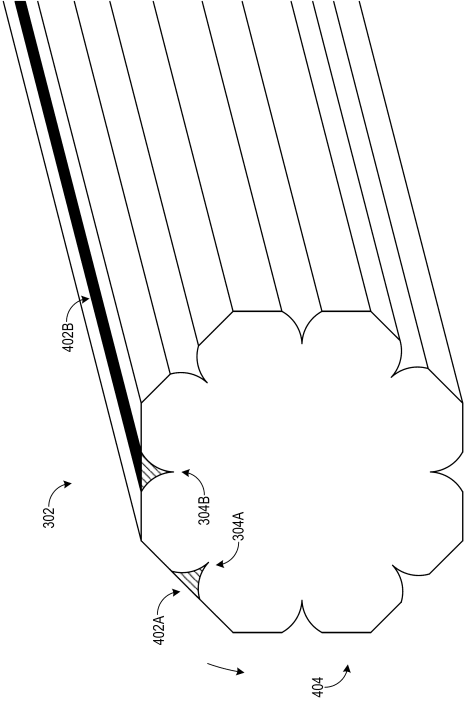
【 図 3 】



【 図 4 A 】



【 図 4 B 】



10

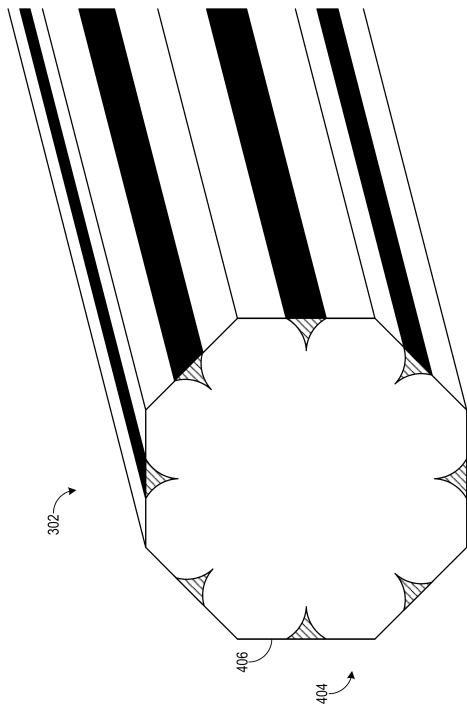
20

30

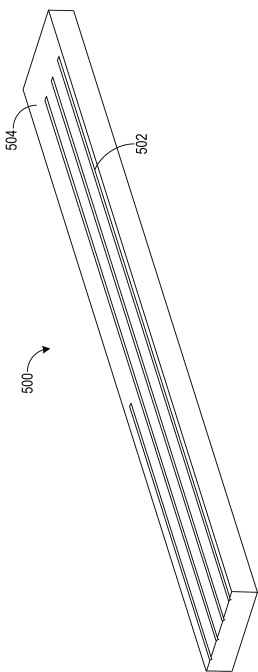
40

50

【 図 4 C 】



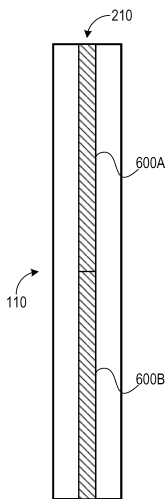
【 図 5 】



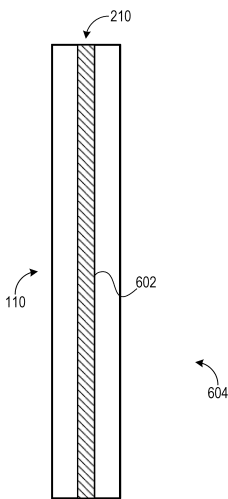
10

20

【 図 6 A 】



【 図 6 B 】

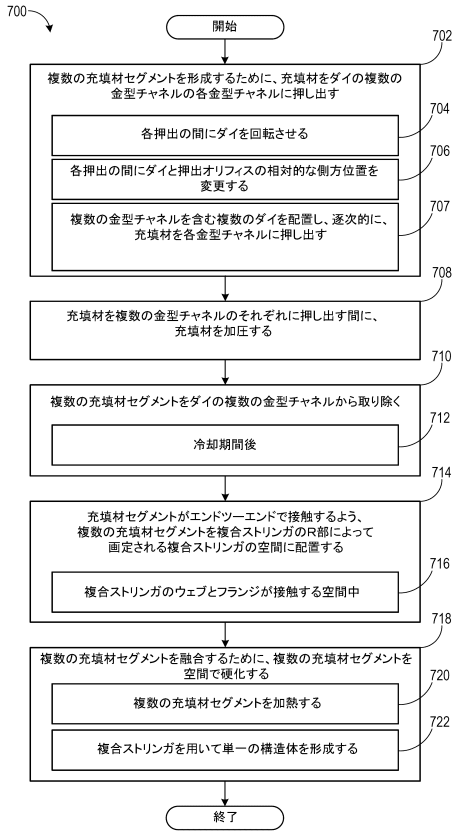


30

40

50

【図 7】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

B 2 9 C	48/36	(2019.01)	B 2 9 C	48/36
B 2 9 C	48/155	(2019.01)	B 2 9 C	48/155
B 2 9 K	105/08	(2006.01)	B 2 9 K	105:08

シカゴ, ノース リバーサイド プラザ 1 0 0

(72)発明者 ソン, ウェイトン

アメリカ合衆国 イリノイ 6 0 6 0 6, シカゴ, ノース リバーサイド プラザ 1 0 0

審査官 松林 芳輝

(56)参考文献

特開 2 0 1 9 - 0 7 3 2 6 3 (J P , A)
特開 2 0 1 9 - 1 1 2 0 4 5 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 1 3 7 5 6 7 (J P , A)
特開 2 0 1 6 - 1 3 5 6 6 9 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 0 1 9 7 3 4 6 (U S , A 1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

B 2 9 C 3 9 / 0 0 - 3 9 / 2 4
B 2 9 C 3 9 / 3 8 - 3 9 / 4 4
B 2 9 C 4 1 / 0 0 - 4 1 / 3 6
B 2 9 C 4 1 / 4 6 - 4 1 / 5 2
B 2 9 C 4 3 / 0 0 - 4 3 / 3 4
B 2 9 C 4 3 / 4 4 - 4 3 / 4 8
B 2 9 C 4 3 / 5 2 - 4 3 / 5 8
B 2 9 C 4 8 / 0 0 - 4 8 / 9 6
B 2 9 C 7 0 / 0 0 - 7 0 / 8 8
B 6 4 B 1 / 0 0 - 1 / 7 0
B 6 4 C 1 / 0 0 - 9 9 / 0 0
B 6 4 D 1 / 0 0 - 4 7 / 0 8
B 6 4 F 1 / 0 0 - 5 / 6 0
B 6 4 G 1 / 0 0 - 9 9 / 0 0
B 6 4 U 1 0 / 0 0 - 8 0 / 8 6