

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6841616号
(P6841616)

(45) 発行日 令和3年3月10日(2021.3.10)

(24) 登録日 令和3年2月22日(2021.2.22)

(51) Int. Cl.	F I
B 3 2 B 3/12 (2006.01)	B 3 2 B 3/12 Z
G 1 0 K 11/168 (2006.01)	G 1 0 K 11/168
G 1 0 K 11/172 (2006.01)	G 1 0 K 11/172

請求項の数 15 外国語出願 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2016-159220 (P2016-159220)	(73) 特許権者	500520743
(22) 出願日	平成28年8月15日 (2016.8.15)		ザ・ボーイング・カンパニー
(65) 公開番号	特開2017-77725 (P2017-77725A)		The Boeing Company
(43) 公開日	平成29年4月27日 (2017.4.27)		アメリカ合衆国、60606-2016
審査請求日	令和1年8月7日 (2019.8.7)		イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサイド・プラザ、100
(31) 優先権主張番号	14/828, 102	(74) 代理人	110002077
(32) 優先日	平成27年8月17日 (2015.8.17)		園田・小林特許業務法人
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(72) 発明者	レオン, ルイス アール.
			アメリカ合衆国 カリフォルニア 92647, ハンティントンビーチ, ボルサ アヴェニュー 5301, ザ ボーイング カンパニー

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】防音サンドウィッチパネル及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の主要な側部及び反対側の第 2 の主要な側部を有するコアであって、複数の空洞を画定する、コア、

前記第 1 の主要な側部に連結された第 1 のライナーシートであって、複数の開口部を画定し、前記複数の開口部の各開口部が、前記複数の空洞のうちの関連付けられた空洞との流体連通を提供する、第 1 のライナーシート、

前記複数の空洞の少なくとも一部分内に受け入れられたバルク吸収材料、並びに

前記バルク吸収材料を受け入れる前記複数の空洞の前記一部分内に受け入れられた熱伝導材料であって、少なくとも 50 W / (m · K) の熱伝導率を有する、熱伝導材料、
を含む、サンドウィッチパネル。

【請求項 2】

前記コアがハニカム構造を備える、請求項 1 に記載のサンドウィッチパネル。

【請求項 3】

前記コアが第 1 の断面厚さを有し、前記第 1 のライナーシートが第 2 の断面厚さを有し、前記第 1 の断面厚さが前記第 2 の断面厚さの少なくとも 1.5 倍である、請求項 1 に記載のサンドウィッチパネル。

【請求項 4】

前記第 2 の主要な側部に連結された第 2 のライナーシートを更に備える、請求項 1 に記載のサンドウィッチパネル。

【請求項 5】

前記複数の空洞のうちの少なくとも10パーセントが、前記バルク吸収材料を受け入れる、請求項1に記載のサンドウィッチパネル。

【請求項 6】

前記複数の空洞のうちの少なくとも75パーセントが、前記バルク吸収材料を受け入れる、請求項1に記載のサンドウィッチパネル。

【請求項 7】

前記バルク吸収材料が、フォーム材料、フェルト状材料、アルミナ繊維、炭素繊維バッティング、セラミックバッティング、繊維ガラスバッティング、アラミド繊維性材料、ポリイミド繊維性材料、ポリウレタンフォーム、ポリエステルフォーム、ポリイミドフォーム、金属フォーム、セラミックオープンセルフォーム、シリコンラバーフォーム、及びセラミックタイルのうちの少なくとも1つを含む、請求項1に記載のサンドウィッチパネル。

10

【請求項 8】

前記バルク吸収材料を受け入れる前記複数の空洞の前記一部分の各空洞が容積を有し、前記容積の少なくとも10パーセントから50パーセントが前記バルク吸収材料によって占められる、請求項1に記載のサンドウィッチパネル。

【請求項 9】

前記熱伝導材料が、スチール、チタニウム、チタニウム合金、ニッケル、ニッケル合金、アルミニウム及びアルミニウム合金のうちの少なくとも一つを更に含む、請求項1に記載のサンドウィッチパネル。

20

【請求項 10】

前記熱伝導材料が、ワイヤ、管状物、メッシュ(mesh)、粉体、及び固体塊のうちの少なくとも一つの形態にある、請求項1に記載のサンドウィッチパネル。

【請求項 11】

防音サンドウィッチパネルを製造するための方法であって、
第1の主要な側部及び第2の主要な側部を有し、複数の空洞を画定する、コアを組み立てること、
複数の開口部を画定する第1のライナーシートを前記第1の主要な側部に付けること、
第2のライナーシートを前記第2の主要な側部に付けること、並びに
複数のインサートを前記複数の空洞に導入することであって、各インサートがバルク吸収材料と、少なくとも50W/(m・K)の熱伝導率を有する熱伝導材料の両方を含む、導入することを含む、方法。

30

【請求項 12】

前記導入するステップが、前記組み立てるステップの間に実行される、請求項11に記載の方法。

【請求項 13】

前記導入するステップが、前記組み立てるステップの後に実行される、請求項11に記載の方法。

【請求項 14】

前記導入するステップが、前記第1のライナーシートを付けるステップ及び前記第2のライナーシートを付けるステップの両方の完了前に実行される、請求項13に記載の方法。

40

【請求項 15】

前記複数のインサートが、前記複数の開口部を経由して前記複数の空洞に導入される、請求項11に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本出願は、サンドウィッチパネルに関し、特に、防音のための孔開きライナーシート(

50

liner sheet)を有するサンドウィッチパネルに関する。

【背景技術】

【0002】

サンドウィッチパネルは、通常、2つのライナーシートの間サンドウィッチされたコアから形成される。ライナーシートと比べると、コアは比較的厚く未だ軽量であり得る。ライナーシートは、比較的薄く未だ堅いかもれない。したがって、サンドウィッチパネルは、通常、比較的低い重量において比較的高い強度及び剛性を有している。そのようにして、サンドウィッチパネルは、様々な航空宇宙の用途で広く使用されている。

【0003】

従来のサンドウィッチパネルのように、防音サンドウィッチパネルは、2つのライナーシートの間サンドウィッチされたコアを含む。ライナーシートのうちの一方は孔が開けられ、ライナーシートのうちの他方は孔が開けられていない。コアは、容積を提供し、複数の空洞を画定する。孔開きライナーシートによって画定される開口部は、空洞を周囲環境と流体連結させる。したがって、防音サンドウィッチパネルの孔開きライナーシートにわたって空気が流れるときに、コア内の空洞は、ヘルムホルツ共鳴器として働き、関連付けられた気流の音を減衰させる。

10

【0004】

それらの比較的軽い重量及び音減衰能力のために、防音サンドウィッチパネルは、航空宇宙産業を含む様々な産業で使用されてきた。例えば、防音サンドウィッチパネルは、高い体積流量に関連付けられる音を減衰させるために、一般的に、バイパスガスタービン航空機エンジンの中に、例えば、インレットインナーパレル、ファンダクト壁、及びノ又は排気ノズルなどの中に組み込まれている。

20

【0005】

進歩は既実現しているにもかかわらず、当業者は、防音サンドウィッチパネルの分野において、研究開発の努力を継続している。

【発明の概要】

【0006】

一実施形態では、本開示のサンドウィッチパネルが、第1の主要な側部及び反対側の第2の主要な側部を有するコアであって、空洞を画定する、コア、第1の主要な側部に連結された第1のライナーシートであって、開口部を画定し、各開口部が関連付けられた空洞との流体連通を提供する、第1のライナーシート、並びに空洞の少なくとも一部分内に受け入れられたバルク(bulk)吸収材料を含み得る。

30

【0007】

別の一実施形態では、本開示のサンドウィッチパネルが、第1の主要な側部及び反対側の第2の主要な側部を有するコアであって、空洞を画定する、コア、第1の主要な側部に連結された第1のライナーシートであって、開口部を画定し、各開口部が関連付けられた空洞との流体連通を提供する、第1のライナーシート、並びに空洞の少なくとも一部分内に受け入れられた熱伝導材料を含み得る。

【0008】

別の一実施形態では、本開示のサンドウィッチパネルが、第1の主要な側部及び反対側の第2の主要な側部を有するコアであって、空洞を画定する、コア、第1の主要な側部に連結された第1のライナーシートであって、開口部を画定し、各開口部が関連付けられた空洞との流体連通を提供する、第1のライナーシート、並びに空洞の少なくとも一部分内に受け入れられたバルク吸収材料と熱伝導材料の組み合わせを含み得る。

40

【0009】

別の一実施形態では、本開示のサンドウィッチパネルが、第1の主要な側部及び反対側の第2の主要な側部を有するコアであって、複数の空洞を画定する、コア、第1の主要な側部に連結された第1のライナーシートであって、複数の開口部を画定し、各開口部が関連付けられた空洞との流体連通を提供する、第1のライナーシート、並びに空洞内に受け入れられた複数のインサートであって、各インサートがバルク吸収材料と熱伝導材料のう

50

ちの少なくとも一方を含む、複数のインサートを含み得る。

【0010】

一実施形態では、防音サンドウィッチパネルを製造するための本開示の方法が、(1)第1の主要な側部及び第2の主要な側部を有し、複数の空洞を画定する、コアを組み立てるステップ、(2)第1のライナーシートであって、複数の開口部を画定する、第1のライナーシートを第1の主要な側部に付けるステップ、(3)第2のライナーシートを第2の主要な側部に付けるステップ、並びに(4)複数のインサートであって、各インサートがバルク吸収材料及び/又は熱伝導材料を含む、複数のインサートを複数の空洞に導入するステップを含み得る。

【0011】

本開示の防音サンドウィッチシステム及び方法の他の実施形態は、以下の詳細な説明、添付の図面、及び別記の特許請求の範囲により、明確になるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本開示の防音サンドウィッチパネルの一実施形態の斜視図である。

【図2】図1の防音サンドウィッチパネルの一部分の平面図である。

【図3】図1の防音サンドウィッチパネルの一部分の断面図である。

【図4】防音サンドウィッチパネルを製造するための方法を示すフロー図である。

【図5】図4の方法による、コアを組み立てるための例示的な一方法のグラフ表示である。

【図6】図4の方法による、バルク吸収材料及び/又は熱伝導材料を導入するための一方法のグラフ表示である。

【図7】図4の方法による、バルク吸収材料及び/又は熱伝導材料を導入するための別の一方法のグラフ表示である。

【図8】図4の方法による、バルク吸収材料及び/又は熱伝導材料を導入するための更に別の一方法のグラフ表示である。

【図9】航空機の製造及び保守方法のフロー図である。

【図10】航空機のブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

防音サンドウィッチパネルによって画定された空洞の中にバルク吸収材料及び/又は熱伝導材料を組み込んだ、防音サンドウィッチパネルが開示される。適切な材料及び量の選択によって、とりわけ空洞のサイズに関して、バルク吸収材料及び/又は熱伝導材料の追加は、関連付けられた防音サンドウィッチパネルの音減衰及び/又は熱消散特性を強化し得る。

【0014】

図1～図3を参照すると、概して10で指定される、本開示の防音サンドウィッチパネルの一実施形態は、コア12、第1のライナーシート14、第2のライナーシート16、及び複数のインサート50を含み得る。コア12、第1のライナーシート14、及び第2のライナーシート16は、階層構造20(図3参照)を形成し、且つ、インサート50は、階層構造20のコア12の範囲内に配置される。

【0015】

3つの層(コア12、第1のライナーシート14、及び第2のライナーシート14)を有する防音サンドウィッチパネル10の階層構造20が示され説明されている一方で、更なるコア層、更なるライナーシート、及び/又は更なる他の層などの更なる層が、本開示の範囲から逸脱することなしに階層構造20内に含まれ得る。特定の用途では、第2のライナーシート16が、オプションであり(又は用途によってオプションとなり)、したがって、本開示の範囲から逸脱することなしに、防音サンドウィッチパネル10の階層構造20から省略され得る。

【0016】

10

20

30

40

50

防音サンドウィッチパネル10のコア12は、第1の主要な側部22及び反対側の第2の主要な側部24を含み得る。第1のライナーシート14は、コア12の第1の主要な側部22に連結され(例えば、接着され、溶接され、ブレイズされ(braised)、機械的に締結されるなど)、第2のライナーシート16は、コア12の第2の主要な側部24に連結され(例えば、接着され、溶接され、ブレイズされ(braised)、機械的に締結されるなど)、それによって、第1のライナーシート14と第2のライナーシート16との間にコア12をサンドウィッチし、階層構造20を形成し得る。

【0017】

防音サンドウィッチパネル10のコア12の断面厚さ T_1 は、第1のライナーシート14と第2のライナーシート16の断面厚さ T_2 、 T_3 と比べて、比較的厚くなり得る(例えば、 $T_1 > T_2$ 及び $T_1 > T_3$)。1つの表現では、コア12の断面厚さ T_1 が、第1のライナーシート14の断面厚さ T_2 の少なくとも1.5倍より大きくなり得る。別の1つの表現では、コア12の断面厚さ T_1 が、第1のライナーシート14の断面厚さ T_2 の少なくとも2倍より大きくなり得る。別の1つの表現では、コア12の断面厚さ T_1 が、第1のライナーシート14の断面厚さ T_2 の少なくとも5倍より大きくなり得る。別の1つの表現では、コア12の断面厚さ T_1 が、第1のライナーシート14の断面厚さ T_2 の少なくとも10倍より大きくなり得る。別の1つの表現では、コア12の断面厚さ T_1 が、第1のライナーシート14の断面厚さ T_2 の少なくとも20倍より大きくなり得る。更に別の1つの表現では、コア12の断面厚さ T_1 が、第1のライナーシート14の断面厚さ T_2 の少なくとも40倍より大きくなり得る。比較的厚いにもかかわらず、コア12は、第1のライナーシート14及び第2のライナーシート16の密度(基本重量を断面厚さで割ったもの)と比べて、比較的低い密度を有し得る。

【0018】

防音サンドウィッチパネル10のコア12は、複数の空洞30を画定し得る。各空洞30は容積 V_1 を有し、それは、コア12、第1のライナーシート14、及びオプションとして第2のライナーシート16によって、境界を付けられる。当業者は、各空洞30の容積 V_1 が設計事項であり得ることを理解するだろう。

【0019】

特定の具現化では、防音サンドウィッチパネル10のコア12が、緊密に詰め込まれたセル34の配列を含むハニカム構造32を有し、ハニカム構造32の各セル34は、関連付けられた空洞30(及び空洞の容積 V_1)を画定し得る。ハニカム構造32のセル34は、管状であり、図2で最も良く示されているように、六角形状、正形状、矩形、円形状、卵形状などの断面形状を有し得る。ハニカム構造32のセル34は、第1のライナーシート14の外側表面36(図3参照)と一致する平面に対して概して垂直な軸A(図3参照)に沿って延在し得る。したがって、ハニカム構造32のセル34によって画定された空洞30は、第1のライナーシート14から第2のライナーシート16へ、コア12を通過して途切れることなく延在し得る。

【0020】

均一で規則的な形状のセル34を有するハニカム構造32を有するコア12が、示され説明されている一方で、当業者は、規則的であるか不規則的であるかにかかわらず、様々な3次元形状を有する空洞30が、本開示の範囲から逸脱することなしに使用され得ることを、理解するだろう。したがって、ハニカム構造32は、防音サンドウィッチパネル10のコア12に対して適切な構造の、ただ一つの具体的で非限定的な実施例である。

【0021】

組成的に、防音サンドウィッチパネル10のコア12は、様々な材料又は材料の組み合わせから形成され得る。当業者は、材料の選択が、他の潜在的な考慮すべき事項の中でとりわけ、意図される用途に応じることを理解するだろう。一実施例として、コア12は、スチール、チタニウム、チタニウム合金、アルミニウム、又はアルミニウム合金などの、金属又は金属合金から形成され得る。別の一実施例として、コア12は、炭素繊維強化複合材料又は繊維ガラス複合材料などの、複合材料から形成され得る。更に別の一実施例と

10

20

30

40

50

して、コア12は、セラミック材料から形成され得る。

【0022】

防音サンドウィッチパネル10の第1のライナーシート14は、コア12の第1の主要な側部22上に重ねられ、それによって、第1の主要な側部22に沿ってコア12の空洞30を少なくとも部分的に包囲し得る。第1のライナーシート14とコア12との間の連結は、それを選択するためにコア12の組成及び第1のライナーシート14の組成を考慮することが必要とされるところの、任意の適切な技術を使用してもたらされ得る。第1のライナーシート14をコア12に連結させるために使用され得る技術の例は、溶接、ブレイジング(braising)、はんだ付け、接合、接着、及び/又は機械的な締結を含むが、それらに限定されるものではない。

10

【0023】

組成的に、防音サンドウィッチパネル10の第1のライナーシート14は、シングルプライ又はマルチプライであり、様々な材料又は材料の組み合わせから形成され得る。第1のライナーシート14の組成は、コア12の組成と同じであるか、類似するか、又はそれとは異なり得る。一実施例として、第1のライナーシート14は、スチール、チタニウム、チタニウム合金、アルミニウム、又はアルミニウム合金などの、金属又は金属合金から形成され得る。別の実施例として、第1のライナーシート14は、炭素繊維強化複合材料又は繊維ガラス複合材料などの、複合材料から形成され得る。更に別の実施例として、第1のライナーシート14はセラミック材料から形成され得る。

【0024】

防音サンドウィッチパネル10の第1のライナーシート14は、孔が開けられ得る。具体的には、第1のライナーシート14は、そこを通過して延在する複数の開口部40を画定し得る。第1のライナーシート14の各開口部40は、下層のコア12内の関連付けられた空洞30との流体連通を提供し得る。空洞30毎に単一の開口部40が図1～図3で示されている一方で、代替的な構成では、空洞30毎に2以上の開口部40が第1のライナーシート14内に形成され得る。

20

【0025】

したがって、図3で最も良く示されているように、各開口部40は、関連付けられた空洞30を、防音サンドウィッチパネル10の第1の側部15(図3参照)にわたって移動する気流Fに流体連結させ得る。したがって、気流Fと防音サンドウィッチパネル10のコア12内の空洞30との間の流体連通は、第1のライナーシート14の開口部40によって、空洞30がヘルムホルツ共鳴器として機能することを可能にし、それによって、気流Fの音を減衰させ得る。

30

【0026】

防音サンドウィッチパネル10の第2のライナーシート16は、コア12の第2の主要な側部24上に重ねられ、それによって、第2の主要な側部24に沿ってコア12の空洞30を包囲し得る。第2のライナーシート16とコア12との間の連結は、それを選択するためにコア12の組成及び第2のライナーシート16の組成を考慮することが必要とされるところの、任意の適切な技術を使用してもたらされ得る。第2のライナーシート16をコア12に連結させるために使用され得る技術の例は、溶接、ブレイジング(braising)、はんだ付け、接合、接着、及び/又は機械的な締結を含むが、それらに限定されるものではない。

40

【0027】

組成的に、防音サンドウィッチパネル10の第2のライナーシート16は、シングルプライ又はマルチプライであり、様々な材料又は材料の組み合わせから形成され得る。第2のライナーシート16の組成は、コア12の組成と同じであるか、類似するか、又はそれとは異なり得る。また、第2のライナーシート16の組成は、第1のライナーシート14の組成と同じであるか、類似するか、又はそれとは異なり得る。一実施例として、第2のライナーシート16は、スチール、チタニウム、チタニウム合金、アルミニウム、又はアルミニウム合金などの、金属又は金属合金から形成され得る。別の実施例として、第2

50

のライナーシート16は、炭素繊維強化複合材料又は繊維ガラス複合材料などの、複合材料から形成され得る。更に別の一実施例として、第2のライナーシート16はセラミック材料から形成され得る。

【0028】

防音サンドウィッチパネル10の、孔が開けられている第1のライナーシート14とは異なり、第2のライナーシート16は孔が開けられていないだろう。したがって、第2のライナーシート16は、コア12の空洞30と防音サンドウィッチパネル10の外側の環境との間の流体連通を提供し得ない。

【0029】

この点において、当業者は、図1～図3では防音サンドウィッチパネル10の一部のみが示されているが、防音サンドウィッチパネル10の全体のサイズ及び形状は最終的な用途に応じ得ることを、理解するだろう。更に、図1～図3では、防音サンドウィッチパネル10が、ほぼ平坦な構造として示されているが、平坦ではない防音サンドウィッチパネル10（例えば、湾曲した防音サンドウィッチパネル10）も考慮される。例えば、本開示の防音サンドウィッチパネル10は、バイパスガスタービン航空機エンジンの、インレット内側壁、ファンダクト、及びノ又は排気ノズルを形成する壁パネルとして使用され、したがって、それによってサイズ決定され、形作られ、輪郭が画定され得る。

【0030】

図3で最も良く示されているように、複数のインサート50が、防音サンドウィッチパネル10のコア12の空洞30の中へ挿入され得る。コア12の各空洞30は、インサート50を収容し得る。しかし、コア12の空洞30の一部（しかし、全てではない）のみに、インサート50を提供することが有利であり得る。一実施例として、コア12の空洞30の少なくとも10パーセントが、インサート50を収容し得る。別の一実施例として、コア12の空洞30の少なくとも25パーセントが、インサート50を収容し得る。別の一実施例として、コア12の空洞30の少なくとも50パーセントが、インサート50を収容し得る。別の一実施例として、コア12の空洞30の少なくとも75パーセントが、インサート50を収容し得る。別の一実施例として、コア12の空洞30の少なくとも90パーセントが、インサート50を収容し得る。更に別の一実施例として、コア12の空洞30の約100パーセントが、インサート50を収容し得る。

【0031】

第1の実施態様では、防音サンドウィッチパネル10のインサート50が、バルク吸収材料であり得る（又は含み得る）。特定の理論に限定されることなしに、コア12の空洞30内のバルク吸収材料（インサート50）の存在は、とりわけ、防音サンドウィッチパネル10の第1の側部15（図3参照）にわたって移動する気流Fに関して、音の減衰を更に促進し得ることが信じられている。

【0032】

（バルク吸収材料の組み合わせを含む）様々なバルク吸収材料が、防音サンドウィッチパネル10のインサート50として使用され得る。具体的で非限定的な一実施例として、バルク吸収材料は、英国のチェシャーのSaffil Ltd.から購入可能なSAFFIL（登録商標）アルミナ繊維（aluminum oxide fiber）などの、アルミナ繊維であり得る。適切なバルク吸収材料の他の非限定的な例は、炭素繊維バッティング（battling）、セラミックバッティング、繊維ガラスバッティング（例えば、ニューヨーク州オールバニーのAlbany International Corp.から購入可能なPYROLOFT（登録商標）バッティング）、KEVLAR（登録商標）para aramid fibers（デラウェア州ウィルミントンのE. I. du Pont de Nemours and Company）及びNOMEX（登録商標）meta aramid fibers（E. I. du Pont de Nemours and Company）などのアラミド繊維性材料、ポリイミド繊維性材料（例えば、Albany International Corp.から購入可能なPYROPEL（登録商標）フェルト）、ポリウレタンフォーム、ポリエステルフォーム、ポ

10

20

30

40

50

リミドフォーム、金属（例えば、銅又はニッケル）フォーム、アルミニウム及びセラミックオープンセルフォーム、シリコンラバーフォーム、並びにセラミックタイル（例えば、アルミナ及び／又は二酸化ケイ素）を含む。

【 0 0 3 3 】

したがって、適切なバルク吸収材料は、フォーム（foam）、繊維、マッティング（mattling）、バッティング、フェルト状材料、織物、及び不織布などの、様々な物理的形態を有するが、それらに限定されるものではない。したがって、防音サンドウィッチパネル10のインサート50が、バルク吸収材料である（又はそれを含む）ときに、インサート50は、様々な物理的形態で提供され得る。単に例示目的で、図3では、インサート50が、（空洞30毎に一つの）単純なブロックとして示されている。しかし、本明細書で使用されるように、（単数であるか又は複数であるかにかかわらず）「インサート」という用語は、インサートが、材料の一塊（例えば、モノリシックな物体）であるか又は複数の分離したピース（例えば、一群の繊維）から構成されるかにかかわらず、関連付けられた空洞の範囲内のバルク吸収材料及び／又は熱伝導材料の全てを指す。

10

【 0 0 3 4 】

この点において、当業者は、バルク吸収材料（インサート50）の音減衰量が利用され得ることを理解するだろう。ここで、音減衰量は、他のものの中でとりわけ、防音サンドウィッチパネル10のコア12内の空洞30のサイズ及びバルク吸収材料（インサート50）の組成によって決定されることも、当業者は理解するだろう。

【 0 0 3 5 】

バルク吸収材料の音減衰量を取得するために、バルク吸収材料は、防音サンドウィッチパネル10のコア12の各空洞30の容積 V_1 の少なくとも一部分を占め得る。言い換えると、各インサート50は、バルク体積 V_2 を有し、各インサート50の体積 V_2 は、ゼロよりも大きく、且つ、関連付けられた空洞30の容積 V_1 よりも小さい（又は等しい）だろう。1つの表現では、各バルク吸収インサート50の体積 V_2 が、関連付けられた空洞30の容積 V_1 の少なくとも10パーセントであり得る。別の1つの表現では、各バルク吸収インサート50の体積 V_2 が、関連付けられた空洞30の容積 V_1 の少なくとも20パーセントであり得る。別の1つの表現では、各バルク吸収インサート50の体積 V_2 が、関連付けられた空洞30の容積 V_1 の少なくとも30パーセントであり得る。別の1つの表現では、各バルク吸収インサート50の体積 V_2 が、関連付けられた空洞30の容積 V_1 の少なくとも40パーセントであり得る。別の1つの表現では、各バルク吸収インサート50の体積 V_2 が、関連付けられた空洞30の容積 V_1 の少なくとも50パーセントであり得る。別の1つの表現では、各バルク吸収インサート50の体積 V_2 が、関連付けられた空洞30の容積 V_1 の少なくとも60パーセントであり得る。別の1つの表現では、各バルク吸収インサート50の体積 V_2 が、関連付けられた空洞30の容積 V_1 の少なくとも70パーセントであり得る。別の1つの表現では、各バルク吸収インサート50の体積 V_2 が、関連付けられた空洞30の容積 V_1 の少なくとも80パーセントであり得る。

20

30

【 0 0 3 6 】

第2の実施態様では、防音サンドウィッチパネル10のインサート50が、熱伝導材料であり得る（又は含み得る）。特定の理論に限定されることなしに、コア12の空洞30内の熱伝導材料（インサート50）の存在は、とりわけ、防音サンドウィッチパネル10の第1の側部15（図3参照）にわたって気流Fが移動しているときに、防音サンドウィッチパネル10による熱の消散を改良し得る。

40

【 0 0 3 7 】

様々な熱伝導材料が、防音サンドウィッチパネル10のインサート50として使用され得る。本明細書で使用されるように、「熱伝導材料」は、少なくとも $10\text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ の熱伝導率を有する任意の材料を指す。1つの表現では、熱伝導材料（インサート50）が、少なくとも $50\text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ の熱伝導率を有し得る。別の1つの表現では、熱伝導材料（インサート50）が、少なくとも $100\text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ の熱伝導率を有し得る。別

50

の1つの表現では、熱伝導材料（インサート50）が、少なくとも $150\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ の熱伝導率を有し得る。別の1つの表現では、熱伝導材料（インサート50）が、少なくとも $200\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ の熱伝導率を有し得る。別の1つの表現では、熱伝導材料（インサート50）が、少なくとも $250\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ の熱伝導率を有し得る。更に別の1つの表現では、熱伝導材料（インサート50）が、少なくとも $300\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ の熱伝導率を有し得る。

【0038】

組成的に、様々な熱伝導材料の使用が考慮される。一般的で非限定的な一実施例として、熱伝導材料は金属又は金属合金であり得る。具体的で非限定的な一実施例として、熱伝導材料はスチールであり得る。別の具体的で非限定的な一実施例として、熱伝導材料はチタニウム又はチタニウム合金であり得る。別の具体的で非限定的な一実施例として、熱伝導材料はニッケル又はニッケル合金であり得る。更に別の具体的で非限定的な一実施例として、熱伝導材料はアルミニウム又はアルミニウム合金であり得る。非金属熱伝導材料の使用も考慮される。

【0039】

熱伝導材料（インサート50）は、様々な物理的形態で使用され得る。具体的で非限定的な一実施例として、熱伝導材料（インサート50）はワイヤー又は管状物の形態にあり得る。別の具体的で非限定的な一実施例として、熱伝導材料（インサート50）はメッシュ（mesh）の形態にあり得る。粉体、固体塊、モノリスなどの他の形態も考慮される。

【0040】

熱伝導材料（インサート50）の様々な量が使用され得る。使用される具体的な量は、防音サンドウィッチパネル10のコア12内の空洞30のサイズ及び熱伝導材料（インサート50）の組成（熱伝導率）のみならず、必要（例えば、必要とされる熱消散の量）に応じて決定され得る。

【0041】

防音サンドウィッチパネル10のコア12内の空洞30の中へ挿入されたときに、熱伝導材料は、各空洞30の容積 V_1 の少なくとも一部分（体積 V_2 ）を占める。1つの表現では、各熱伝導インサート50の体積 V_2 が、関連付けられた空洞30の容積 V_1 の少なくとも2パーセントであり得る。別の1つの表現では、各熱伝導インサート50の体積 V_2 が、関連付けられた空洞30の容積 V_1 の少なくとも5パーセントであり得る。別の1つの表現では、各熱伝導インサート50の体積 V_2 が、関連付けられた空洞30の容積 V_1 の少なくとも10パーセントであり得る。別の1つの表現では、各熱伝導インサート50の体積 V_2 が、関連付けられた空洞30の容積 V_1 の少なくとも20パーセントであり得る。別の1つの表現では、各熱伝導インサート50の体積 V_2 が、関連付けられた空洞30の容積 V_1 の少なくとも30パーセントであり得る。別の1つの表現では、各熱伝導インサート50の体積 V_2 が、関連付けられた空洞30の容積 V_1 の少なくとも40パーセントであり得る。別の1つの表現では、各熱伝導インサート50の体積 V_2 が、関連付けられた空洞30の容積 V_1 の少なくとも50パーセントであり得る。

【0042】

第3の実施態様では、防音サンドウィッチパネル10のインサート50が、バルク吸収材料と熱伝導材料の組み合わせであり得る（又は含み得る）。任意の特定の理論に限定されることなく、コア12の空洞30内のバルク吸収材料（インサート50）と熱伝導材料（インサート50）の両方の存在は、音の減衰を更に促進し、熱の消散を更に高め、したがって、バイパスガスタービン航空機エンジンのファンダクト壁などの、航空機エンジンの構築において特に有利であり得る。

【0043】

第3の実施態様の一変形例では、インサート50のバルク吸収材料の構成要素が、そのインサート50の熱伝導材料の構成要素とは組成的に異なり得る。例えば、インサート50は、バルク吸収材料と熱伝導材料を別々に導入することによって、空洞30に導入され

10

20

30

40

50

得る。代替的に、空洞30の中への導入に先立って、熱伝導材料をバルク吸収材料（又はその逆）の中へ組み込む（例えば、包み込む、織り込む、含浸させるなど）ことなどによって、混合材料のインサート50が準備され得る。

【0044】

第3の実施態様の別の変形例では、インサート50のバルク吸収材料の構成要素とそのインサート50の熱伝導材料の構成要素が、組成的に一つであり同じであり得る。例えば、バルク吸収/熱伝導インサート50は、銅フォーム及び/又はニッケルフォームなどの金属フォームであり、それらは、バルク吸収材料と熱伝導材料の両方として機能し得る。

【0045】

各インサート50に対して使用されるバルク吸収/熱伝導材料の量は、具体的な用途、関連付けられた空洞30のサイズ、及びインサート50の組成を含む、様々な要因に依存し得る。1つの表現では、各バルク吸収/熱伝導インサート50の体積 V_2 が、関連付けられた空洞30の容積 V_1 の少なくとも10パーセントであり得る。別1つの表現では、各バルク吸収/熱伝導インサート50の体積 V_2 が、関連付けられた空洞30の容積 V_1 の少なくとも20パーセントであり得る。別1つの表現では、各バルク吸収/熱伝導インサート50の体積 V_2 が、関連付けられた空洞30の容積 V_1 の少なくとも30パーセントであり得る。別1つの表現では、各バルク吸収/熱伝導インサート50の体積 V_2 が、関連付けられた空洞30の容積 V_1 の少なくとも40パーセントであり得る。別1つの表現では、各バルク吸収/熱伝導インサート50の体積 V_2 が、関連付けられた空洞30の容積 V_1 の少なくとも50パーセントであり得る。別1つの表現では、各バルク吸収/熱伝導インサート50の体積 V_2 が、関連付けられた空洞30の容積 V_1 の少なくとも60パーセントであり得る。別1つの表現では、各バルク吸収/熱伝導インサート50の体積 V_2 が、関連付けられた空洞30の容積 V_1 の少なくとも70パーセントであり得る。別1つの表現では、各バルク吸収/熱伝導インサート50の体積 V_2 が、関連付けられた空洞30の容積 V_1 の少なくとも80パーセントであり得る。

【0046】

図1～図3で示されている防音サンドウィッチパネル10に関して、今度は図4を特に参照すると、概して100で指定される防音サンドウィッチパネルを製造するための本開示の方法の一実施形態が、コア12を組み立てるステップを有するブロック102において開始し得る。コア12は、コア12が複数の空洞30を画定するように、組み立てられ得る。

【0047】

本開示の範囲から逸脱することなく、コア12を組み立てる（ブロック102）ために様々な方法が使用され得る。図5を参照すると、概して200で指定される一つの具体的な組み立て方法が、コアの材料（例えば、スチール、チタニウム合金、又はアルミニウム合金などの金属）の複数のシートを提供するステップを有するブロック202において開始し得る。ブロック204において、コアの材料のシートが、スタンピング（*stamping*）、ローリングなどによって形成され、設計された（例えば、波形の）断面プロファイルを有する形成されたシートを生産し得る。その後、ブロック206において、形成されたシートは、積み重ねられて望ましいハニカム構造を形成し、溶接などによって共に連結され得る。

【0048】

図1～図3で示されている防音サンドウィッチパネル10に関して、図4に戻って参照すると、ブロック104において、第1のライナーシート14が、コア12の第1の主要な側部22に付けられ得る。第1のライナーシート14は、複数の開口部40を画定し、それらは、コア12内の関連付けられた空洞30と位置合わせされるように配置され得る。第1のライナーシート14は、溶接、ブレイジング、はんだ付け、接着、及び/又は機械的な締結などによって、コア12に固定され得る。

【0049】

ブロック106において、第2のライナーシート16が、コア12の第2の主要な側部

10

20

30

40

50

24に付けられ得る。第2のライナーシート16は、溶接、ブレイジング、はんだ付け、接着、及び/又は機械的な締結などによって、コア12に固定され得る。

【0050】

ブロック108において、インサート50が、防音サンドウィッチパネル10のコア12によって画定された空洞30に導入され得る。インサート50は、バルク吸収材料、熱伝導材料、又はバルク吸収材料と熱伝導材料の両方を含み得る。線120、130、140、150によって示されているように、インサート50は、方法100の様々な段階において導入され得る。方法100は、ブロック110において終了し得る。

【0051】

図6を参照すると、一態様では、コア12の組み立ての間に(図4の線120を参照)インサート50が、コア12の空洞30に導入され得る。例えば、相互に連結されたインサート50のストリップ300が、2つの隣接する形成されたシート302、304の間に配置され得る。(図5のブロック204を参照)。その後、ストリップ300が、形成されたシートの間望まれるように配置された後で、図5のブロック206において示されているように、形成されたシートは(例えば、溶接によって)連結され得る。

10

【0052】

図7を参照すると、別の態様では、コア12の組み立ての後であるが、最後のライナーシート(例えば、第2のライナーシート16)がコア12に付けられる前に(図4の線130、140を参照)、インサート50がコア12の空洞30に導入され得る。したがって、図7で示されているように、インサート50は、コア12内の予め形成された空洞30の中へ直接的に配置され得る。例えば、ロボット402(例えば、ピックアンドプレースロボット)の機械的なアーム400が、コア12の関連付けられた空洞30の中へインサート50を正確に配置し得る。

20

【0053】

図8を参照すると、更に別の態様では、最後のライナーシート(例えば、第2のライナーシート16)がコア12に付けられた後で(図4の線150を参照)、インサート50がコア12の空洞30に導入され得る。具体的には、図8で示されているように、一旦、最後のライナーシートが付けられてしまうと、インサート50は、第1のライナーシート14内の開口部40を經由して空洞30に導入され得る。例えば、ノズル450が、開口部40を經由してインサート50を関連付けられた空洞30の中へ注入し得る。望ましい量(例えば、ワイヤーの予め規定された長さ及び/又は予め規定された体積)のバルク吸収/熱伝導材料が各空洞30の中へ送達されることを保証するために、注入プロセスはモニターされ得る(例えば、時間が測定される)。

30

【0054】

したがって、本開示の方法100(図4参照)は、バルク吸収材料及び/又は熱伝導材料を、防音サンドウィッチパネルのコアによって画定されたヘルムホルツ共鳴器の空洞の中へ組み込む、防音サンドウィッチパネル10を生産し得る。

【0055】

本開示の実施例は、図9に示した航空機の製造及び保守方法500、並びに図10に示した航空機600に照らして説明することができる。製造前の段階では、例示的な方法500は、ブロック502で示す航空機600の仕様及び設計と、ブロック504で示す材料の調達とを含み得る。製造段階では、航空機600の、ブロック506で示す構成要素及びサブアセンブリの製造とブロック508で示すシステムインテグレーションとが行われる。その後、航空機600は、ブロック510で示す認可及び納品を経て、ブロック512で示す運航に供される。運航中、航空機600は、ブロック514で示す定期的な保守及び点検がスケジュールリングされ得る。定期的な保守及び点検は、航空機600の1以上のシステムの修正、再構成、改修などを含み得る。

40

【0056】

例示的な方法500のプロセスの各々は、システムインテグレーター、第三者、及び/又はオペレーター(例えば顧客)によって実行又は実施され得る。本明細書の説明の目的

50

のために、システムインテグレーターは、限定しないが、任意の数の航空機製造者、及び主要システムの下請業者を含み、第三者は、限定しないが、任意の数のベンダー、下請業者、及び供給業者を含み、オペレーターは、航空会社、リース会社、軍事団体、サービス機関などであり得る。

【 0 0 5 7 】

図 1 0 で示されるように、例示的な方法 5 0 0 (図 9 参照) によって製造された航空機 6 0 0 は、複数の高レベルのシステム 6 0 4 及び内装 6 0 6 を有する機体 6 0 2 を含むことができる。高レベルのシステム 6 0 4 の例には、推進システム 6 0 8、電気システム 6 1 0、油圧システム 6 1 2、及び環境システム 6 1 4 のうちの 1 以上が含まれ得る。任意の数の他のシステムが含まれてもよい。航空宇宙産業の例を示しているが、本開示の原理は、自動車産業及び船舶産業のような他の産業にも適用され得る。したがって、本明書で開示されている原理は、航空機 6 0 0 に加えて、(例えば陸上輸送体、海洋輸送体、宇宙輸送体などの) 他の輸送体にも適用され得る。

10

【 0 0 5 8 】

本明細書で開示した防音サンドウィッチパネルは、製造及び保守方法 5 0 0 の 1 以上の段階で使用可能である。例えば、構成要素及びサブアセンブリの製造 (ブロック 5 0 6) に対応する構成要素又はサブアセンブリは、本開示の防音サンドウィッチパネルを使用して製作又は製造され得る。また、本開示の防音サンドウィッチパネルは、例えば、機体 6 0 2 及び / 又は内装 6 0 6 などの航空機 6 0 0 の組み立てを実質的に効率化するか、又は航空機 6 0 0 のコストを削減することにより、製造段階 (ブロック 5 0 6 及び 5 0 8) の間に利用され得る。同様に、本開示の防音サンドウィッチパネルは、例えば、非限定的に、航空機 6 0 0 の運航 (ブロック 5 1 2) 期間中に、及び / 又は整備及び保守 (ブロック 5 1 4) で利用され得る。

20

【 0 0 5 9 】

更に、本開示は下記の条項による実施形態を含む。

条項 1

第 1 の主要な側部及び反対側の第 2 の主要な側部を有するコアであって、複数の空洞を画定する、コア、

前記第 1 の主要な側部に連結された第 1 のライナーシートであって、複数の開口部を画定し、前記複数の開口部の各開口部が、前記複数の空洞のうちの関連付けられた空洞との流体連通を提供する、第 1 のライナーシート、並びに

30

前記複数の空洞の少なくとも一部分内に受け入れられたバルク吸収材料を含む、サンドウィッチパネル。

条項 2

前記コアがハニカム構造を備える、条項 1 に記載のサンドウィッチパネル。

条項 3

前記コアが第 1 の断面厚さを有し、前記第 1 のライナーシートが第 2 の断面厚さを有し、前記第 1 の断面厚さが前記第 2 の断面厚さの少なくとも 1 . 5 倍である、条項 1 に記載のサンドウィッチパネル。

条項 4

前記第 2 の主要な側部に連結された第 2 のライナーシートを更に備える、条項 1 に記載のサンドウィッチパネル。

40

条項 5

前記複数の空洞のうちの少なくとも 1 0 パーセントが、前記バルク吸収材料を受け入れる、条項 1 に記載のサンドウィッチパネル。

条項 6

前記複数の空洞のうちの少なくとも 7 5 パーセントが、前記バルク吸収材料を受け入れる、条項 1 に記載のサンドウィッチパネル。

条項 7

前記バルク吸収材料が、フォーム材料とフェルト状材料のうち的一方である、条項 1 に

50

記載のサンドウィッチパネル。

条項 8

前記バルク吸収材料が、アルミナ繊維を含む、条項 1 に記載のサンドウィッチパネル。

条項 9

前記バルク吸収材料が、炭素繊維バッティング、セラミックバッティング、繊維ガラスバッティング、アラミド繊維性材料、ポリイミド繊維性材料、ポリウレタンフォーム、ポリエステルフォーム、ポリイミドフォーム、金属フォーム、セラミックオープンセルフォーム、シリコンラバーフォーム、及びセラミックタイルのうちの少なくとも 1 つを含む、条項 1 に記載のサンドウィッチパネル。

条項 10

前記バルク吸収材料を受け入れる前記複数の空洞の前記一部分の各空洞が容積を有し、前記容積の少なくとも 10 パーセントが前記バルク吸収材料によって占められる、条項 1 に記載のサンドウィッチパネル。

条項 11

前記容積の少なくとも 30 パーセントが、前記バルク吸収材料によって占められる、条項 10 に記載のサンドウィッチパネル。

条項 12

前記容積の少なくとも 50 パーセントが、前記バルク吸収材料によって占められる、条項 10 に記載のサンドウィッチパネル。

条項 13

前記バルク吸収材料を受け入れる前記複数の空洞の前記一部分内に受け入れられた熱伝導材料を更に含む、条項 1 に記載のサンドウィッチパネル。

条項 14

前記熱伝導材料が、少なくとも $50 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ の熱伝導率を有する、条項 13 に記載のサンドウィッチパネル。

条項 15

第 1 の主要な側部及び反対側の第 2 の主要な側部を有するコアであって、複数の空洞を画定する、コア、

前記第 1 の主要な側部に連結された第 1 のライナーシートであって、複数の開口部を画定し、前記複数の開口部の各開口部が、前記複数の空洞のうちの関連付けられた空洞との流体連通を提供する、第 1 のライナーシート、

前記第 2 の主要な側部に連結された第 2 のライナーシート、並びに

前記複数の空洞内に受け入れられた複数のインサートであって、各インサートがバルク吸収材料と熱伝導材料のうちの少なくとも一方を含む、複数のインサートを備える、サンドウィッチパネル。

条項 16

前記複数のインサートの各インサートが、前記バルク吸収材料と前記熱伝導材料の両方を含む、条項 15 に記載のサンドウィッチパネル。

条項 17

防音サンドウィッチパネルを製造するための方法であって、

第 1 の主要な側部及び第 2 の主要な側部を有し、複数の空洞を画定する、コアを組み立てること、

複数の開口部を画定する第 1 のライナーシートを前記第 1 の主要な側部に付けること、

第 2 のライナーシートを前記第 2 の主要な側部に付けること、並びに

複数のインサートであって、各インサートがバルク吸収材料と熱伝導材料のうちの少なくとも一方を含む、複数のインサートを前記複数の空洞に導入することを含む、方法。

条項 18

前記導入するステップが、前記組み立てるステップの間に実行される、条項 17 に記載の方法。

条項 19

10

20

30

40

50

前記導入するステップが、前記組み立てるステップの後に実行される、条項 17 に記載の方法。

条項 20

前記導入するステップが、前記第 1 のライナーシートを付けるステップと前記第 2 のライナーシートを付けるステップの両方の完了前に実行される、条項 19 に記載の方法。

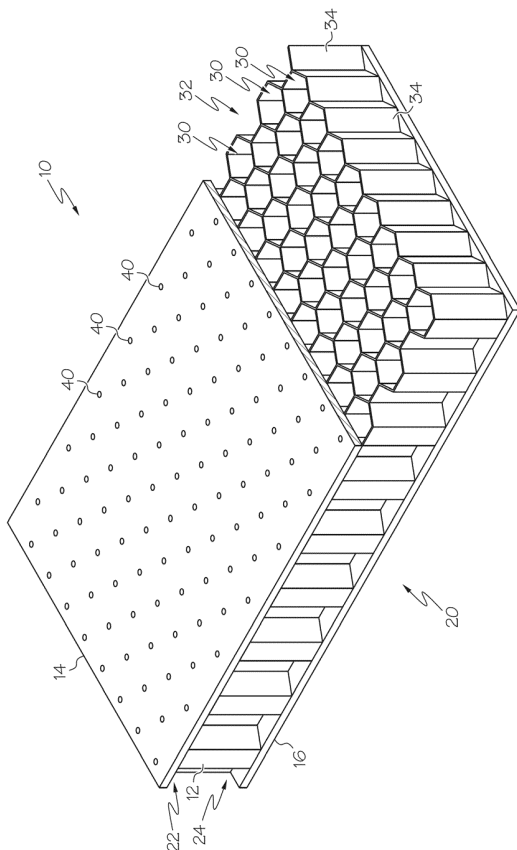
条項 21

前記複数のインサートが、前記複数の開口部を経由して前記複数の空洞に導入される、条項 17 に記載の方法。

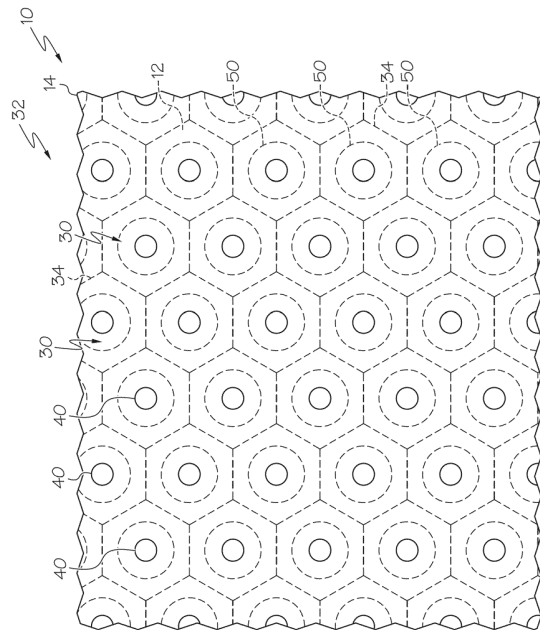
【0060】

本開示の防音サンドウィッチパネル及び方法の様々な実施形態が示され説明されたが、当業者は、本明細書を読むことで変形例を想起し得る。本出願は、そのような変形例を含み、特許請求の範囲によってのみ限定される。

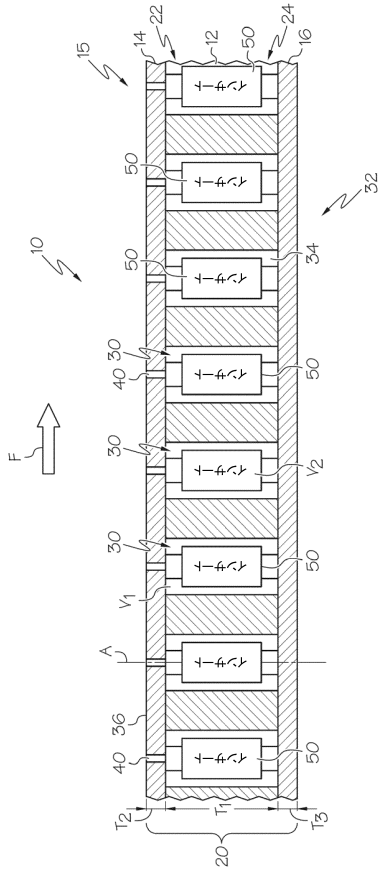
【図 1】



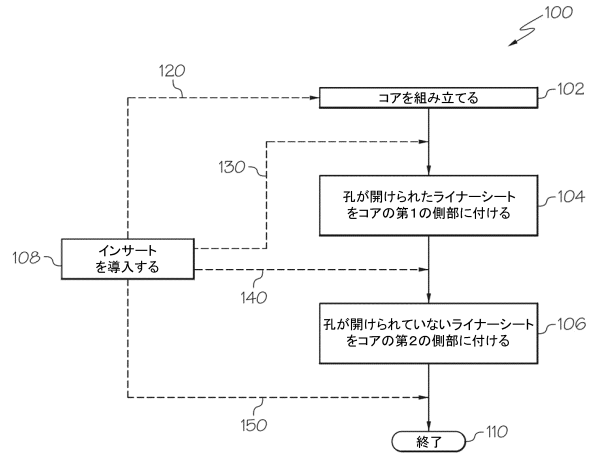
【図 2】



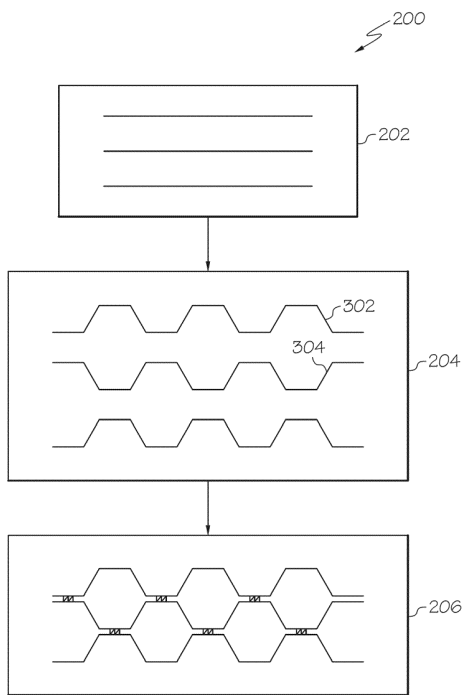
【図3】



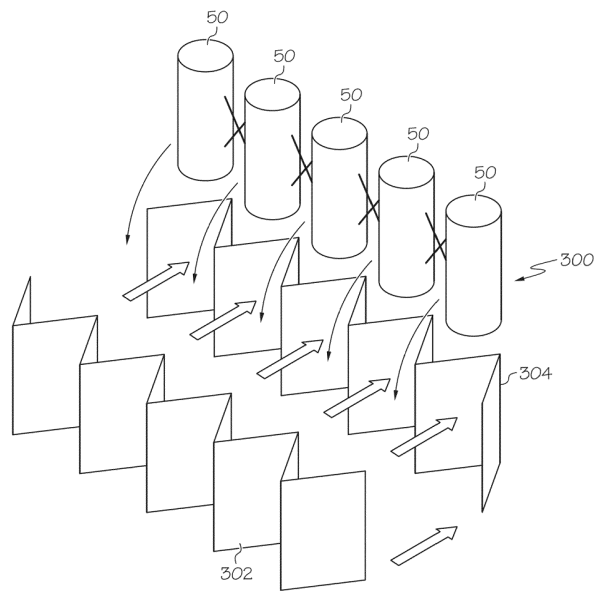
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (72)発明者 ナンセン, デーヴィッド エス.
アメリカ合衆国 カリフォルニア 92647, ハンティントンビーチ, ボルサ アヴェニュー
- 5301, ザ ボーイング カンパニー
- (72)発明者 メスター, リン エム.
アメリカ合衆国 カリフォルニア 92647, ハンティントンビーチ, ボルサ アヴェニュー
- 5301, ザ ボーイング カンパニー

審査官 増田 亮子

- (56)参考文献 特表2015-537243(JP,A)
特開2004-009726(JP,A)
特開平02-162398(JP,A)
特開2011-051166(JP,A)
特開2001-249666(JP,A)
特開平11-277650(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B32B 1/00 - 43/00
G10K 11/168
G10K 11/172