

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2012-500142

(P2012-500142A)

(43) 公表日 平成24年1月5日(2012.1.5)

(51) Int.Cl.

**B32B 15/08** (2006.01)  
**B29C 47/02** (2006.01)  
**B29K 101/12** (2006.01)  
**B29K 105/12** (2006.01)  
**B29L 9/00** (2006.01)

F 1

B 32 B 15/08  
B 29 C 47/02  
B 29 K 101:12  
B 29 K 105:12  
B 29 L 9/00

テーマコード(参考)

4 F 1 O O  
4 F 2 O 7

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 50 頁)

(21) 出願番号 特願2011-523874 (P2011-523874)  
(86) (22) 出願日 平成21年8月13日 (2009.8.13)  
(85) 翻訳文提出日 平成23年4月13日 (2011.4.13)  
(86) 國際出願番号 PCT/US2009/053676  
(87) 國際公開番号 WO2010/021899  
(87) 國際公開日 平成22年2月25日 (2010.2.25)  
(31) 優先権主張番号 61/181,511  
(32) 優先日 平成21年5月27日 (2009.5.27)  
(33) 優先権主張国 米国(US)  
(31) 優先権主張番号 61/089,704  
(32) 優先日 平成20年8月18日 (2008.8.18)  
(33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 511041743  
プロダクティブ リサーチ エルエルシー  
. アメリカ合衆国 48234 ミシガン州  
, ウエスト ブルームフィールド, シュガ  
ー メープル 1599  
(74) 代理人 100082072  
弁理士 清原 義博  
(72) 発明者 ミズラヒ, シモン  
イスラエル 32972 ハイファ, セレ  
ニ・ストリート 6

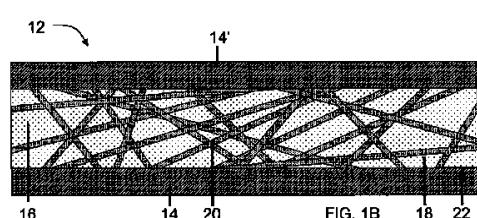
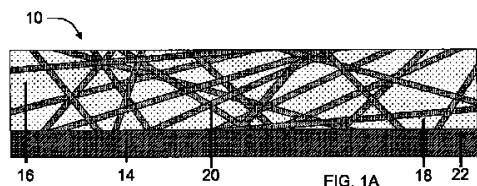
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】形成可能な軽量複合材

## (57) 【要約】

本発明は、金属層14およびポリマー層を含む軽量合成材料10、12、熱可塑性ポリマー18を含む充填熱可塑性ポリマー16を含んでいるポリマー層、および金属纖維20に関する。本発明の合成材料は、周囲温度で従来のスタンプ装置を使用して形成することができる。本発明の合成材料は、また抵抗スポット溶接のような抵抗溶接プロセスを使用して、他の金属素材に溶接され得る。

【選択図】 図1A、1B



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

軽量合成材であって、

(i) 第1金属層；

(ii) 第1層に配置されたポリマー層；

および(iii)ポリマー層内に分配された金属纖維；

ここで、ポリマー層は、ポリマー(ASTM D638-08によって測定される、約 $0.1\text{s}^{-1}$ の伸歪率で少なくとも約20%の欠乏伸長度を有しているポリマー)を含んでいる充填ポリマー材料を含んでおり；

その結果、結果として生じる合成材料は、溶接、約 $0.1\text{s}^{-1}$ より大きな歪率での可塑変形、またはその両方がされ得るものである。 10

**【請求項 2】**

請求項1記載の軽量合成材であって、ポリマーは、ガラス転移温度、 $T_g$ (約80 よりも高い)または融解温度、 $T_m$ (約80 よりも高い)を有している熱可塑性ポリマーを含んでいる、ことを特徴とする合成材料。

**【請求項 3】**

金属纖維へのポリマーの容量比は約2.2:1よりも大きいことを特徴とする請求項1または2の軽量合成材。

**【請求項 4】**

合成材は、第2金属層を含み、その結果、ポリマー層が第1金属層と第2金属層間に置かれたコア層であることを特徴とする請求項1乃至3の何れか1つに記載の軽量合成材。 20

**【請求項 5】**

熱可塑性ポリマーは、ポリプロピレン、アセタールコポリマー、ポリアミド、ポリアミドコポリマー、ポリイミド、ポリエステル、ポリカーボネート、アクリロニトリルブタジエンスチレンコポリマー(即ち、ABS樹脂)、ポリスチレン、少なくとも80重量%エチレンを含むエチレンコポリマー、およびそれらの任意の混合または、組み合わせから成る基から選択されたポリマーを含んでいることを特徴とする請求項1乃至4の何れか1つに記載の軽量合成材。

**【請求項 6】**

熱可塑性ポリマーは、約20%から約80%の結晶度を有しているポリマーを含むことを特徴とする請求項1乃至5の何れか1つに記載の軽量合成材。 30

**【請求項 7】**

充填熱可塑性ポリマーは、 $0.1\text{s}^{-1}$ の歪率で測定された、推定降伏応力、Y、および歪み硬化係数、G、によって特徴付けられ、ここで、比率Y/Gは約9未満である、ことを特徴とする請求項1乃至6の何れか1つに記載の軽量合成材。

**【請求項 8】**

比率Y/Gは約3未満であることを特徴とする請求項1乃至7の何れか1つに記載の軽量合成材。

**【請求項 9】**

充填熱可塑性ポリマーは、約1MPaより大きい、歪み硬化係数Gによって特徴付けされる請求項1乃至8の何れか1つに記載の軽量合成材。 40

**【請求項 10】**

充填熱可塑性ポリマーは、約120MPa未満の推定降伏応力Y；約750MPaより大きな引張係数；少なくとも約25MPaの工学引張強さまたは正確な引張強さ；それらの任意の組合せにより特徴付けされる請求項1乃至9の何れか1つに記載の軽量合成材。

**【請求項 11】**

熱可塑性ポリマーは、エラストマー修正ポリマーを含むことを特徴とする請求項1乃至10の何れか1つに記載の軽量合成材。

**【請求項 12】**

熱可塑性ポリマーは、可塑材が実質ないことを特徴とする請求項1乃至11の何れか1つに

10

20

30

40

50

記載の軽量合成材。

【請求項 1 3】

金属繊維は、ポリマー層内に一様に分配され、または、ポリマー層内に選択的に配置されることを特徴とする請求項 1 乃至 12 の何れか 1 つに記載の軽量合成材。

【請求項 1 4】

金属繊維は、約 1mm より大きな重量平均長さである、ことを特徴とする請求項 1 乃至 13 の何れか 1 つに記載の軽量合成材。

【請求項 1 5】

金属繊維は、約  $1.0 \mu m$  から約  $50 \mu m$  の重量平均直径とする、ことを特徴とする請求項 1 乃至 14 の何れか 1 つに記載の軽量合成材。

【請求項 1 6】

充填材は、約 0.10mm 未満の重量平均粒径を有している金属粒子をさらに含む、ことを特徴とする請求項 1 乃至 15 の何れか 1 つに記載の軽量合成材。

【請求項 1 7】

充填材は、カーボンブラック、黒鉛、鉄のリン化物またはその組み合わせから選択された充填材粒子をさらに含んでおり、かつ、充填材粒子は、コア層の全容積に基づいた約 5 容量% 未満の濃度で存在する、ことを特徴とする請求項 1 ないし 16 の何れか 1 つに記載の軽量合成材。

【請求項 1 8】

金属繊維は、鋼、マグネシウム、チタン、銅、少なくとも 40 重量% の銅を含んでいる合金、少なくとも 40 重量% の鉄を含んでいる合金、少なくとも 40 重量% のアルミニウムを含んでいる合金、少なくとも 40 重量% のチタンを含んでいる合金、またそれらの任意の組み合わせ、から成る基から選択された金属から形成された 1 以上の繊維である、ことを特徴とする請求項 1 乃至 17 の何れか 1 つに記載の軽量合成材。

【請求項 1 9】

金属繊維濃度は、ポリマー層の全容量に基づいた約 20 容量% 未満であることを特徴とする請求項 1 乃至 18 の何れか 1 つに記載の軽量合成材。

【請求項 2 0】

充填材は、スタンピング操作から再生した屑から製造される、再利用された金属粒子または再利用された金属繊維を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 19 の何れか 1 つに記載の軽量合成材。

【請求項 2 1】

第 1 金属層は、鋼、高張力鋼、中張力鋼、超高張力鋼、チタン、アルミニウムおよびアルミニウム合金から成る基から選択された第 1 金属材料を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 10 の何れか 1 つに記載の軽量合成材。

【請求項 2 2】

第 2 金属層は、鋼、高張力鋼、中張力鋼、超高張力鋼、チタン、アルミニウムおよびアルミニナム合金から成る基から選択された第 2 金属材料を含み、ここで、第 1 金属材料および第 2 金属材料は同じ金属材料からなる、ことを特徴とする請求項 3 乃至 21 の何れか 1 つに記載の軽量合成材。

【請求項 2 3】

第 2 金属層は、鋼、高張力鋼、中張力鋼、超高張力鋼、チタン、アルミニウムおよびアルミニウム合金から成る基から選択された第 2 金属材料を含み、ここで第 1 金属材料および第 2 金属材料は異なる金属材料からなる、ことを特徴とする請求項 3 乃至 21 の何れか 1 つに記載の軽量合成材。

【請求項 2 4】

合成材は、複数の金属層、複数のポリマー層、またはその両方を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 23 の何れか 1 つに記載の軽量合成材。

【請求項 2 5】

合成材は、2 つのポリマー層間に置かれた第 3 金属層を含み、ここで、第 3 金属層は、

穿孔されることを特徴とする請求項 1 乃至 2 4 の何れか1つに記載の軽量合成材。

**【請求項 2 6】**

請求項 1 乃至 2 5 の何れか1つに記載の軽量合成材であって、

合成材が、

- i) エポキシが実質無く；
- ii) ポリマー纖維が実質無く；
- iii) ポリマー層と第 1 金属層の間に置かれた粘着層が実質無く；または
- iv)(i) 乃至 (iii) の任意の組合せである、  
ことを特徴とする合成材。

**【請求項 2 7】**

合成材は、ポリマー層と第 1 金属層の間に置かれた粘着層を含み、ここで、粘着層は、金属纖維、金属粒子、金属纖維、カーボンブラック、黒鉛、鉄リン化物またはその任意の組み合わせから成る基から選択された導電性充填材粒子、またはその両方を含んでいる、  
ことを特徴とする請求項 1 乃至 2 6 の何れかに記載の軽量合成材。

10

**【請求項 2 8】**

合成材は、スタンピング操作中に少なくとも 1.5 の延伸倍率を有している、  
ことを特徴とする請求項 1 乃至 2 7 の何れか1つに記載の軽量合成材。

**【請求項 2 9】**

請求項 1 乃至 2 8 の何れか1つに記載の合成材料を製造する方法であって、

- i) 第 1 金属層に接合されるポリマー層を形成するため金属纖維およびポリマーを堆積させる工程を含む、  
ことを特徴とする方法。

20

**【請求項 3 0】**

ポリマー層が第 1 金属層に直接接合される、  
ことを特徴とする請求項 2 9 記載の方法。

**【請求項 3 1】**

請求項 2 9 または 3 0 に記載の方法であって、  
方法が、

第 1 金属層へポリマー層を熱接合させる工程と、

ポリマー層および第 1 金属層に圧力を加える工程と、を含み；

30

ここで、前記熱接合工程は、 $T_{min}$ より高い温度へ第 1 金属層に接するポリマー層の少なくとも一部を熱することを含んでおり、

ここで、 $T_{min}$ は、10 / 分の加熱速度で、示差走査熱量測定法によって測定されるよう、充填熱可塑性材料の 1 以上のポリマーの最大融解温度、および、充満熱可塑性材料の 1 以上のポリマーの最大のガラス転移温度、のより高い値である、  
ことを特徴とする方法。

**【請求項 3 2】**

方法は、ポリマー層へ第 2 金属層を接合し、その結果、ポリマー層が第 1 、第 2 金属層間に置かれたコア層を形成する工程をさらに含む、

ことを特徴とする請求項 2 9 乃至 3 1 に記載の方法。

40

**【請求項 3 3】**

方法は、 $T_{min}$ より高い温度で押出成形機中の金属纖維および 1 以上のポリマーを含む混合物を押し出す工程をさらに含む、

ことを特徴とする請求項 2 9 又は 3 2 に記載の方法。

**【請求項 3 4】**

請求項 2 9 乃至 3 3 の何れか 1 つに記載の方法であって、

金属纖維の少なくともいくつかは、引き抜き形成工程によって形成された金属纖維を含んでいる、予め合成された充填ポリマーの微粒子として押出成形機に与えられ、

ここで、前記引き抜き形成工程は、1 以上のポリマーによって複数の金属纖維の纖維をコーティングする工程と、コーティングされた纖維を細かく刻み、金属纖維をコーティン

50

グする充填ポリマー材料の粒子状材料を形成し、その結果、金属纖維が充填ポリマー材料の軸方向に方向付けられるようにする、工程と、を含み、

ここで、金属纖維の濃度は、充满ポリマー材料の全容量に基づいた約1容量%より大きいことを特徴とする方法。

**【請求項 3 5】**

金属纖維は、切り刻まれた金属纖維である、  
ことを特徴とする請求項 2 9 乃至 3 4 の何れか1つに記載の方法。

**【請求項 3 6】**

方法は、合成材料を再利用または再使用する工程を含む、  
ことを特徴とする請求項 2 9 乃至 3 5 の何れか1つに記載の方法。 10

**【請求項 3 7】**

金属纖維の少なくともいくつかが、切り刻まれた纖維として、押出機の1つ以上の穴に与えられる、  
ことを特徴とする請求項 2 9 乃至 3 6 の何れか1つに記載の方法。

**【請求項 3 8】**

請求項 2 9 乃至 3 7 の何れか 1 つに記載の方法であって、  
第 1 、第 2 金属層は、金属箔のロールとして与えられ、  
方法は、連続して行われるものであり、

$T_{min}$  より高い温度で充填熱可塑性材料を押し出す工程；

$T_{min}$  より低い温度へ充填熱可塑性材料を冷やす前に、充填熱可塑性材料の表面に向かい合うように第 1 、第 2 金属層を接触させる工程；を含んでおり。 20

ここで、加圧工程は、少なくとも1組の反回転ローラを通って合成材料を通し、その結果、合成材料の厚さが少なくとも2%少なくされる工程を含んでいる、  
ことを特徴とする方法。

**【請求項 3 9】**

方法は、第 1 、第 2 金属層間にスペーサーを少なくとも部分的に置く工程を含み、  
ここで、スペーサーは、 $T_{min}$  で固体である、  
ことを特徴とする請求項 2 9 乃至 3 8 の何れか 1 つに記載の方法。

**【請求項 4 0】**

スペーサーの第 1 部品は、第 1 、第 2 金属層間に置かれ、および、スペーサーの第 2 部品は、第 1 、第 2 金属層間に置かれず、および、スペーサーの第 2 部品は、スペーサーの第 1 部品の厚さより厚くなっている、  
ことを特徴とする請求項 3 9 記載の方法。 30

**【請求項 4 1】**

方法は、第 1 金属層を洗浄する工程をさらに含む、  
ことを特徴とする請求項 2 9 乃至 4 0 の何れか1つに記載の合成材料を製造する方法。

**【請求項 4 2】**

コア層は、コア層の全容量に基づいて、約1容量%から約30容量%の金属纖維を含む、  
ことを特徴とする請求項 2 9 乃至 4 1 の何れか1つに記載の合成材料を製造する方法。 40

**【請求項 4 3】**

コア層は、コア層の全容量に基づいて、約5容量%から約25容量%の金属纖維を含む、  
ことを特徴とする請求項 2 9 乃至 4 2 の何れか1つに記載の合成材料を製造する方法。

**【請求項 4 4】**

金属纖維の容量に対する1つ以上のポリマー容量の比率は、約2.2:1よりも大きい、  
ことを特徴とする請求項 2 9 乃至 4 3 の何れか1つに記載の合成材料を製造する方法。

**【請求項 4 5】**

充填熱可塑性材料の容量は、第 1 、第 2 金属層間の空間容量の少なくとも90%である、  
ことを特徴とする請求項 2 9 乃至 4 4 の何れか1つに記載の合成材料を製造する方法。

**【請求項 4 6】**

合成材料は、A C 調節を使用する、2枚のプレート間の電圧降下によって測定されるよ 50

うな約 10,000 · cm未満の導通厚さ方向の抵抗を有している、  
ことを特徴とする請求項 29 乃至 45 の何れか 1 つに記載の合成材料を製造する方法。

**【請求項 47】**

請求項 29 乃至 46 の何れか 1 つに記載の方法であって、  
混合物は、再利用された金属充填材粒子をさらに含み；  
ここで、方法は、スタンピング操作からの屑から再利用された金属充填材粒子をポリマーに接触させて混合物を形成する工程であり；  
ここで、再利用された充填材粒子は、約 0.10 mm 未満の重量平均粒径を有しており、かつ、約 10 未満のアスペクト比を有しております；  
および、屑は、金属材料である少なくとも 1 つの屑層、および熱可塑性材料を含んでいる少なくとも 1 つの屑層を含んでいる、  
ことを特徴とする方法。 10

**【請求項 48】**

方法は、10 未満のアスペクト比を有している金属粒子を含んでいるプライマー、そして、10 未満のアスペクト比を有している金属粒子を含んでいる接着剤材料、または両方で、第 1 金属層の第 1 表面を覆う工程を含んでいる、  
ことを特徴とする請求項 29 乃至 47 の何れか 1 つに記載の合成材料を製造する方法。 20

**【請求項 49】**

第 1 金属層の第 1 表面はプライマーと接着剤材料の両方がない、  
ことを特徴とする請求項 29 乃至 48 の何れか 1 つに記載の合成材料を製造する方法。 20

**【請求項 50】**

金属纖維は、熱可塑性材料内で無作為に配列され、その結果、垂線方向の纖維容量に対する、纖維の中で最も高い濃度を有しているコア層の面方向の纖維の容量の比率が、約 3:1 未満である、  
ことを特徴とする請求項 29 乃至 48 の何れか 1 つに記載の合成材料を製造する方法。 30

**【請求項 51】**

方法は、金属纖維および他の充填材粒子を混合する工程を含む、  
ことを特徴とする請求項 29 乃至 50 の何れか 1 つに記載の合成材料を製造する方法。 30

**【請求項 52】**

方法は、  
金属纖維の纖維を切り刻み、切り刻まれた纖維を形成する工程と、  
押出成形機に切り刻まれた纖維を供給する工程と、を含んでおり、  
ここで、方法は、容器に切り刻まれた纖維を置く工程が無い、ことを特徴とする請求項 29 乃至 51 の何れか 1 つに記載の合成材料を製造する方法。 40

**【請求項 53】**

請求項 29 乃至 52 の何れか 1 つに記載の合成材料を製造する方法であって、  
さらに、

i) 第 2 金属層の第 1 表面を、第 2 充填熱可塑性材料の第 1 表面に付着させる工程；  
ii) 第 1 金属層に接着される充填熱可塑性材料の第 2 表面を、第 2 金属層に接着される充填熱可塑性材料の第 2 表面に接触させ、その結果、2 つの充填熱可塑性材料は第 1、第 2 金属層間に置かれる工程；そして 40

iii) 充填熱可塑性材料の第 2 表面に圧力を加える工程；を含んでおり、  
ここで、充填熱可塑性材料の第 2 表面は、 $T_{min}$  より高温度であり；その結果、2 つの充填熱可塑性材料は、第 1、第 2 金属層間に置かれたコア層を接着し、形成する、  
ことを特徴とする方法。 40

**【請求項 54】**

$T_{min}$  は、約 80 よりも高い、  
ことを特徴とする請求項 53 記載の方法。 50

**【請求項 55】**

合成材部分を形成する方法であって、

i) 請求項 1 乃至 2 8 の何れか 1 つに記載の合成材料をスタンピングして一部分を形成する工程を含んでいる、  
ことを特徴とする方法。

**【請求項 5 6】**

方法は、合成材料の少なくとも1つの外表面をコーティングする工程を、さらに含む、  
ことを特徴とする請求項 5 5 記載の方法。

**【請求項 5 7】**

合成材料は、スタンピングする工程の間に約 4 5 未満の温度である、  
ことを特徴とする請求項 5 5 又は 5 6 記載の方法。

**【請求項 5 8】**

スタンピングする工程は、約1.5より大きな延伸比によって合成材料の少なくとも一部  
分を延伸する工程を含んでいる、  
ことを特徴とする請求項 5 5 乃至 5 7 の何れか 1 つに記載の方法。

**【請求項 5 9】**

合成材部分は、しわ、くぼみおよび割れ目がない、  
ことを特徴とする請求項 5 5 乃至 5 8 の何れか1つに記載の方法。

**【請求項 6 0】**

合成剤部分は、甲種表面を有している、  
ことを特徴とする請求項 5 5 乃至 5 9 の何れか1つに記載の方法。

**【請求項 6 1】**

方法は、合成材料の、少なくとも1つの追加金属含有材料への溶接工程をさらに含み、  
ここで、溶接工程は、抵抗溶接、レーザー溶接および電子ビーム溶接から成る群から選択  
される、  
ことを特徴とする請求項 5 5 乃至 6 0 の何れか 1 つに記載の方法。

**【請求項 6 2】**

溶接工程は、抵抗溶接工程である、  
ことを特徴とする請求項 6 0 記載の方法。

**【請求項 6 3】**

請求項 6 2 記載の方法であって、溶接工程は、次のものを使用し、即ち、  
i) 第 1 金属層と同じ材料で、合成材料と同じ厚みのモノリシック金属シートを、追加金  
屬含有材料に溶接するのに必要な溶接電流よりも低い溶接電流；  
ii) 第 1 金属層と同じ材料で、合成材料と同じ厚みのモノリシック金属シートを、追加金  
屬含有材料に溶接するのに必要な溶接サイクル数より少ない溶接サイクルの数；  
あるいは iii)(i)、(ii)の両方；を使用する、  
ことを特徴とする方法。

**【請求項 6 4】**

請求項 5 5 乃至 6 3 の何れか 1 つに記載の方法であって、

合成材部分は、バンパー、ホイールハウスト外側、フェンダー外側、フード外側、前部ド  
ア外側、後部ドア外側、デッキリッド外側、リフトゲート外側、背面シートパネル、リヤ  
シェルフパネル、ダッシュパネルの共同壁、後部コンパートメント・パン、スペアタイヤ  
の保管用のタブを有している部分、シートへの積荷、乗るためのタブを有している部分、  
屋根外側、フロア・パン、本体側面またはその任意の組み合わせの群から選択された自  
動車の部分に用いられる、  
ことを特徴とする方法。

**【請求項 6 5】**

請求項 1 乃至 2 8 の何れか 1 つに記載の軽量合成材料の使用であって、  
使用は、自動車・パネル、トラック・パネル、バス・パネル、容器、列車のパネル、ジ  
エット機のパネル、自転車チューブ、オートバイ・パネル、トレーラー・パネル、レクレ  
ーションアルビークルのパネル、あるいはスノーモービルのパネルから選択される、  
ことを特徴とする使用。

10

20

30

40

50

**【請求項 6 6】**

請求項 1 乃至 2 8 の何れか 1 つに記載の合成材料を含んでいる溶接構造物であって、鋼、鋼以外の金属、実質同一の合成材料、請求項 1 乃至 2 8 の何れか 1 つに定められる異なる合成材料、またはその任意の組合せ、に溶接される、  
ことを特徴とする溶接構造物。

**【請求項 6 7】**

充填ポリマー料材であって、  
i)ASTM D638-08によって測定された、約 $0.1\text{s}^{-1}$ の伸歪率で少なくとも約20%の欠乏伸長度を有しているポリマー；または、  
ii)ポリマー内に分配された金属纖維；、またはその両方を含んでおり、10

その結果、充填ポリマー材料がポリマー層内に形成されるようになっており、前記ポリマー層は、少なくとも 2 つの金属層に接着されてサンドイッチ合成材を形成し、その結果、結果として生じる合成材料は、約 $0.1\text{s}^{-1}$ より大きな歪率で溶接され、可塑変形する、  
ことを特徴とする充填ポリマー材料。

**【請求項 6 8】**

請求項 1 乃至 2 8 の何れか 1 つに記載の合成材の層としての、請求項 6 7 記載の充填ポリマー材料の使用。

**【請求項 6 9】**

請求項 6 7 記載の充填ポリマー材料を含むシート材料。

**【請求項 7 0】**

前述の発明の詳細な説明に記載の実質的に記載されている充填ポリマー材料。20

**【請求項 7 1】**

溶接継ぎ手であって、以下のものを含んでおり、即ち、  
i)第 1 金属を有している第 1 金属層；  
ii)第 2 金属を有している第 2 金属層；  
ここで、第 1 金属層は、第 2 金属層と溶接されて接触しており、溶接され接触しているエリアは、溶接領域を定めており、ここで、第 1 金属および第 2 金属は同じまたは異なるものであり；  
および iii)溶接領域を少なくとも部分的に取り囲む金属環であって、該金属環は、第 1 、第 2 金属層間に配置され、第 1 、第 2 または両方の金属層に溶接継ぎ手で取り付けられ、ここで、金属環は、第 1 、第 2 金属とは異なる金属である、  
ことを特徴とする溶接継ぎ手。30

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0 0 0 1】**

<出願日の利益の請求>

本出願は、米国仮出願番号 61/089,704(2008年8月18日に出願された)および 61181,511(2009年5月27日に出願された)への米国の出願日の利益を請求する。その全ての内容は、引用することによって本明細書に組込まれる。

**【0 0 0 2】**

本発明は、合成材料に一般に関係し、特に、纖維充填ポリマー層および金属層を含むサンドイッチ合成材料に関する。

**【背景技術】****【0 0 0 3】**

高剛性、高韌性および低重量のよいバランスを有する軽量複合材は、低い柔軟性を必要とし、減少した部品重量によって利益を得ることができる多くのアプリケーションで使用される。輸送は、前記材料(例えば、乗り物の構成要素として、または搬送されている物(容器のような))を必要とする産業の 1 つである。

**【0 0 0 4】**

1970 年代の終わりおよび 1980 年代の初めの石油危機は、金属板とポリマーの軽量ラミネ

50

ートの開発を促した。これらの試みの幾つかは、Kimら(Jang-Kyo KimとTong-Xi Yuによる論文、"Forming and Failure Behavior of Coated, Laminated and Sandwiched Sheet Metal: A Review", J. Mater. Process. Technology 63:33-42, 1997)によって検討された。それらの検討では、Kimらは、車体パネル用の0.2/0.4/0.2 mmの厚さの鋼面、ナイロン6またはポリプロピレン・コアを含んでいる複合材の使用について記述する。この種のサンドイッチは、重量比に対して優れた高い曲げ強さを有しており、それゆえ、また、多くのエンジニアリング応用(MohrおよびStraza, 2005年)において、その成功した実施を導いている。しかしながら、自動車産業用の薄いサンドイッチ・シートが関係している場合、特定の技術的問題が解決されなければならない。これらの問題は、前記サンドイッチを大量生産に適応させるために必要とされるもの(特に既存のスタンピングプロセス(また、特に既存のスタンピング設備を使用する)のような低コスト成形プロセス)と関係がある。標準スタンピングラインを使用する能力は、資本費用を下げる、既存機器の汎用性を増加させて、遷移と実施回数を少なくし、非従来型サンドイッチに特有の生産技術と関係する主な障害を回避するだろう。

10

## 【0005】

非常に薄いサンドイッチシートの開発に関する限り、2つの主な方法が追求された。第1の方法は、薄いメッキ層と金属のセル状コアとをサンドイッチする一群の全ての金属である。一般に、この群は、電流を通す傾向があるので、典型的な溶接可能な金属板と同様に、溶接することができる。第2の方法は、しかしながら、典型的には、薄い金属シートの2つの面を有しており、該2つの面は、中央ポリマーコア層(典型的には比較的柔軟な粘弾性材)によって分離されており、ポリマーコア層の絶縁、非導電性特性に起因して、2つの面がコア層を横切って電気接触しないように構成されている。この構造物の任意のコア中のポリマー材料は、事実絶縁体でもよい。したがって、前記サンドイッチシートは、点溶接によって連結されておらず、同じ厚さを有しているシートメタルに必要なものより実質十分に大きな値の溶接条件(例えば力、電流、サイクル、溶接時間)を必要とするものでもよい。溶接性が関係する場合、全ての金属サンドイッチは、それ故、好ましい。

20

## 【0006】

Gissingerら(1994年、米国特許番号5,347,099)は、溶接を促進するために可能な方法として、ローラーおよび部分的にオーバーラップしているサンドイッチシートの特定の配置を使用する方法を開示する。

30

## 【0007】

Straza(国際特許出願公報No.WO2007/062061)は、次の群から選択された形状を有しているセル状メタルコアのメタルコア・サンドイッチ構造を製造する方法を開示しており:前述の群は、下記のものから成る:八角形、六角形、五角形、正方形、長方形、三角形および円。Clyneら(2004年、米国特許番号6,764,772)は、ほとんどの場合空気に晒される纖維状金属コアに貼付され、該コアによって分離された、2つの金属プレートのサンドイッチ材であって、纖維の実質全ては鋭角にプレートに向けられている、ものを記載している。しかしながら、それらの特定のセル状メタルコアに伴う1つの可能な困難は、構造が連続的ではなく、それ故、フェイスシートがセルの長さにわたって支持されていないことである。柔軟なフェイスシートの場合には、薄型セル壁が局所的に破損され得る。それらのアプリケーションは、従って制限される傾向がある。それは、また腐食に耐えるため高価な材料の使用を一般に必要とするという点で、高価な構造物である。

40

## 【0008】

典型的には、いくつかの金属複合材の成形性は同じ厚さの対応する均質のシートメタルより劣っていることが見出された。複合材は、制限された延伸率、およびしづの寄る高い傾向、同様に、いくつかの潜在的な幾何学的な曲げ変形の欠陥を有している。いくつかの材料について、これらの欠陥は、シートメタルと比較してコア材が弱いので、中間層での大きな剪断変形の結果生じるものかもしれない。多くの複合材(例えばサンドイッチまたはラミネート)の別の可能な脆弱性は、くぼみに対するそれらの感受性かもしれない。しわは、コア材料の低い耐力強度に起因するだろう。

50

## 【0009】

Kim等は、(2003年)自動推進の使用に関して可能な材料として、特定のアルミニウム/ポリプロピレン/アルミニウム・サンドイッチシートの成形性を試験した。それらの分析は、特定のポリプロピレン・コアが改善した成形性を有しているサンドイッチシートを結果として生じ得ることを示唆した。

## 【0010】

繊維相の導入によってサンドイッチ複合材の重合体コアを変える技術分野での試みは、一般に、伸長度を制限し、したがって合成材料の延性を減少させるという効果をもたらす。従って、そのような材料は、スタンプ(プレス加工)可能な複合材用に相当の注意を与えられていらない。

10

## 【0011】

サンドイッチ複合材の溶接を増強させる技術分野での試みは、一般に比較的大量の導電性粒子充填材をそれらに充填ことによりサンドイッチ複合材の重合体コアを変えることに向けられた。

## 【0012】

したがって、現存資料に関する改善された成形性を有している軽量合成材料の必要が、まだある。そういうものとして、廉価な標準板金加工技術を使用できるような、伸度を改善したサンドイッチシートまたはラミネートの必要がある。

## 【0013】

また、溶接性を妨害しないポリマー層を有している、溶接可能な軽量合成材の必要がまだある。合成材部分を他の金属含有部分へと、特に溶接(例えば点溶接のような抵抗溶接技術)によって接続する能力が、非常に望ましい。

20

## 【0014】

さらに、外部の被覆層の形成(例えば、装飾上被覆、または接着剤等によって別の材料への表面の結合性を改善する機能皮膜のような、機能被覆、の一方または両方の形成)を行うために処理することができる軽量合成材の必要がある。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0015】

【特許文献1】米国特許番号5,347,099

30

【特許文献2】WO2007/062061

【特許文献3】米国特許番号6,764,772

## 【発明の概要】

## 【0016】

1以上の前述の必要を満たす、軽量複合材は、次のものを含む。即ち、第1金属層；第1層に配置されたポリマー層；およびポリマー層内に分配された金属繊維；ここで、ポリマー層は、ポリマーを含んでいるポリマー材料を含んでおり、該ポリマーは、ASTM D63-08によって測定される、約 $0.1\text{s}^{-1}$ の伸歪率で少なくとも約20%欠乏した伸長度を有しており；その結果、結果として生じる合成材は、溶接(例えば、技術分野において開示されている、抵抗溶接方法によって)し、約 $0.1\text{s}^{-1}$ より大きな歪率で可塑変形(例えば、その結果、破裂、剥離、及び/又は分裂のない、技術分野において開示されている、金属スタンピング操作によってスタンプ(プレス加工)され得る)し、または、その両方を生じる。より好ましくは、ポリマー層は、第1金属層と第2金属層の間にはさまれる。

40

## 【0017】

発明のこの態様は、以下の特徴の1つまたは任意の組み合わせをさらに特徴としてもよい。即ち、ポリマーは、ガラス転移温度 $T_g$ (約80よりも高い)または融解温度 $T_m$ (約80よりも高い)を有している熱可塑性ポリマーを含んでおり；金属繊維へのポリマー(例えば熱可塑性ポリマー)のボリューム・レシオは、約2.2:1(好ましくは、約2.5:1よりも大きい、そしてより好ましくは、約3:1よりも大きい)よりも大きく；合成材は、第2金属層を含み、その結果、ポリマー層が第1金属層と第2金属層の間に置かれたコア層であり；熱可

50

塑性ポリマーは、ポリプロピレン、アセタールコポリマー、ポリアミド、ポリアミドコポリマー、ポリイミド、ポリエステル、ポリカーボネート、ABS樹脂(アクリロニトリル/ブタジエン/スチレン・コポリマー)、ポリスチレン、少なくとも80重量%エチレンを含むエチレンコポリマー、およびその任意の混合または、組み合わせから成る基から選択されたポリマーを含んでおり；熱可塑性ポリマーは、約20%から約80%の結晶度を有しているポリマーを含んでおり；充填熱可塑性ポリマーは、 $0.1\text{s}^{-1}$ の歪率で測定された推定降伏応力Y、および歪み硬化係数G、によって特徴付けられており、ここで、比率Y/Gは約9未満(例えば約3未満)であり；充填熱可塑性ポリマーは、約1MPaより大きい歪み硬化係数G、によって特徴付けられており；充填熱可塑性ポリマーは、約120MPa未満の推定降伏応力、Y、約750MPaより大きな引張係数、少なくとも約25MPaの引張強さ、またはその任意の組み合わせを特徴としており；熱可塑性ポリマーは、エラストマー修正ポリマーを含み；熱可塑性ポリマーは、任意の可塑剤が実質無く；金属纖維は、ポリマー層内に一様に分配され；金属纖維は、選択的にポリマー層内にあり；金属纖維は、約1mmより大きな重量平均長さを特徴としており；金属纖維は、約 $1.0\mu\text{m}$ から約 $50\mu\text{m}$ の重量平均直径を特徴としており；充填材は、約0.10mm未満の重量平均粒径を有している金属粒子をさらに含み；充填材は、カーボンブラック、黒鉛、鉄のリン化物またはその組み合わせから選択された充填材粒子をさらに含んでおり、また、充填材粒子は、コア層の全容積に基づいた約5容量%未満の濃度で存在し；金属纖維は、鋼、ステンレス鋼、アルミニウム、マグネシウム、チタン、銅、少なくとも40重量%銅を含んでいる合金、少なくとも40重量%鉄を含んでいる合金、少なくとも40重量%アルミニウムを含んでいる合金、少なくとも40重量%チタンを含んでいる合金、またそれらの任意の組み合わせ、から成る基から選択され；金属纖維濃度は、ポリマー層の全容量に基づく約20容量%未満であり；充填材は、再利用された金属粒子、あるいは、スタンピング操作から回復した屑から生産される再利用された金属纖維を含んでおり；第1金属層は、鋼、高張力鋼、中張力鋼、超高張力鋼、チタン、アルミニウムおよびアルミニウム合金から成る基から選択された第1金属材料を含み；第2金属層は、鋼、高張力鋼、中張力鋼、超高張力鋼、チタン、アルミニウムおよびアルミニウム合金から成る基から選択された第2金属材料を含み、ここで、第1金属材料および第2金属材料は同じ金属材料からなり；第2金属層は、鋼、高張力鋼、中張力鋼、超高張力鋼、チタン、アルミニウムおよびアルミニウム合金から成る基から選択された第2金属材料を含み、ここで第1金属材料および第2金属材料は異なる金属材料からなり；合成材は、複数の金属層、複数のポリマー層またはその両方を含み；合成材は、2つのポリマー層間に置かれた第3金属層を含み、ここで、第3金属層が穿孔されており；合成材は、i)エポキシが実質無く、ii)ポリマー纖維が無く、iii)ポリマー層および第1金属層間に置かれた粘着剤層が実質無く、または、iv)(i)から(iii)の任意の組み合わせであり；合成材は、ポリマー層と第1金属層の間に置かれた粘着層を含み、ここで、粘着層は、金属纖維、金属粒子、金属纖維、カーボンブラック、黒鉛、鉄のリン化物またはその任意の組み合わせから成る基から選択された導電性充填材粒子、またはその両方を含んでおり；あるいは、合成材は、スタンピング操作で少なくとも1.5の延伸比とすることができます。

#### 【0018】

発明の別の態様では、上に記述された合成材料のような合成材料を製造する方法であって、i)金属纖維と、第1金属層に接合されるポリマー層を形成するためのポリマーと、を置く工程を含む方法に向けられる。

#### 【0019】

発明のこの態様は、以下の特徴の1つまたは任意の組み合わせをさらに特徴としてもよい。即ち、ポリマー層は、第1金属層に直接接合され；プロセスは、第1金属層へポリマー層を熱接合する工程と、ポリマー層および第1金属層に圧力を加える工程を含んでおり、ここで、熱接合工程は少なくとも $T_{min}$ より大きな温度へ第1金属層に接するポリマー層の一部を熱することを含んでおり、ここで、 $T_{min}$ は、充填熱可塑性材料の1つ以上のポリマーの最大の融解温度(10 /分の加熱率で示差走査熱量測定法によって測定されるとともに)、充填熱可塑性材料の1つ以上のポリマーの最大のガラス転移温度の中より高い温度

10

20

30

40

50

であり；そのプロセスは、ポリマー層へ第2金属層を接合し、その結果、ポリマー層が第1、第2金属層間に置かれたコア層を形成する、工程をさらに含み；プロセスは、 $T_{min}$ より高い温度で、押出成形機中の金属纖維および1つ以上のポリマーを含む混合物を押し出す工程をさらに含み；プロセスは、引抜成形工程によって形成された金属纖維を含む、予め合成された充填ポリマーの微粒子として押出成形機に少なくとも金属纖維のうちのいくつかを与える工程を含み、ここで、引抜成形工程は1つ以上のポリマーで金属纖維の複数個のストランドを覆う工程と、金属纖維を含んでいる充填ポリマー材料の粒子状材料を形成するためにコーティングされたストランドを切り刻み、その結果、金属纖維が充填ポリマー材料の軸方向に方向付けられる、ことを含み、ここで、金属纖維の濃度は充填ポリマー材料の全容量に基づいた約1容量%より大きく；金属纖維は、切り刻まれた金属纖維であり；金属纖維は、短纖維として押出成形機の1つ以上の穴に与えられ；プロセスは、合成材料を再利用するまたは再使用する工程を含んでおり；第1、第2金属層は金属箔ロールとして与えられ、および、プロセスは、 $T_{min}$ より大きな熱で、充填熱可塑性材料を押し出す工程と、 $T_{min}$ より低い温度への充填熱可塑性材料の冷却工程を始める前に、充填熱可塑性材料の対向面へ第1、第2金属層を接触させる工程と、を連続して行うプロセスであり；圧力を加える工程は少なくとも1セットの反回転ローラを通って合成材料を通し、その結果、合成材料の厚さが少なくとも2%少なくされる工程を含んでおり；そのプロセスは、第1、第2金属層間にスペーサーを少なくとも部分的に置く工程を含み、ここで、スペーサーは、 $T_{min}$ で固体であり；スペーサーの第1部品は第1、第2金属層間に置かれ、および、スペーサーの第2部品は第1、第2金属層間に置かれず、および、スペーサーの第2部品はスペーサーの第1部品の厚さより厚くなっている；プロセスは、第1金属層を洗浄する工程をさらに含んでおり；コア層は、コア層の全容量に基づいた、約3容量%から約30容量%の金属纖維を含んでおり；コア層は、コア層の全容量に基づいた、約5容量%から約25容量%の金属纖維を含んでおり；金属纖維の容量に対する1つ以上のポリマーの容量の比率は約2.2:1よりも大きく；充填熱可塑性材料の容量は、第1、第2金属層間の空間の少なくとも90容量%であり；合成材料は、AC調節を使用して、2枚のプレート間の電圧降下によって測定されるような約10,000 cm未満の貫通厚さ方向抵抗を有しており；混合物は再利用された金属の充填材粒子をさらに含み；ここで、そのプロセスは、再利用された金属の充填材粒子を形成するためにポリマー材料によるスタンピング操作から屑(offal)を接触させる工程を含み；再利用された充填材粒子は、約0.10mm未満の重量平均粒径を有しており、約10未満のアスペクト比を有しており；屑は、金属材料である少なくとも1つの屑層、および熱可塑性材料を含んでいる少なくとも1つの屑層を含んでおり；プロセスは、10未満のアスペクト比を有している金属粒子を含んでいるプライマーで、そして、10未満のアスペクト比を有している金属粒子を含んでいる接着剤材料、またはその両方で、第1金属層の第1表面を覆う工程を含んでおり；第1金属層の第1表面は、両方のプライマー、接着剤材料、またはその両方が無いものであり；金属纖維は、熱可塑性材料(例えば、垂線方向の纖維の容量に対して纖維の中で最も高い濃度を有しているコア層のプレーン内の方角の纖維の容量比率は、約3:1未満好ましくは約2:1未満)内で任意に配列されており；プロセスは、金属纖維および他の充填材粒子を混合する工程を含んでおり；プロセスは、短纖維を形成する金属纖維の纖維を切り刻む工程と、押出成形機に短纖維を供給する工程と、を含んでおり、ここで、プロセスには、容器に短纖維を置く工程が無く；プロセスは、次の工程をさらに含み：第2充填熱可塑性材料の第1表面へ第2金属層の第1表面を付着させる工程と、第1金属層に接着された充填熱可塑性材料の第2表面を第2金属層に接着された充填熱可塑性材料の第2表面へと接触させ、この結果、2つの充填熱可塑性材料は第1、第2金属層の間に置かれる工程と、充填熱可塑性材料の第2表面に圧力を加える工程と、を含み；ここで、充填熱可塑性材料の第2表面は $T_{min}$ より高い温度を有しており、この結果、2つの充填熱可塑性材料は、接合し、第1、第2金属層の間に置かれるコア層を形成し；あるいは、プロセスは、約120 よりも高い $T_{min}$ によって特徴付けられる。

また発明の別の態様では、合成材部分を形成する方法は、一部分を形成するために上述された1つのような、合成材料をスタンピングする工程を含むように向けられている。

#### 【0021】

本発明のこの態様は、さらに以下の特徴の1つまたは任意の組み合わせによって特徴付けられてもよい。即ち：プロセスは、合成材料の少なくとも1つの外表面を覆う工程をさらに含み；合成材料は、スタンピングする工程中、約45℃未満の温度であり；スタンピングする工程は、約1.5より大きな延伸比によって合成材料の少なくとも1つの部分を引張る工程を含んでいる；複合材部分は、しわ、くぼみおよび割れ目が無く；複合材部分には、甲種(class A)表面を有しており；プロセスは、少なくとも1つの追加の金属含有材料に合成材料を溶接する工程をさらに含み、ここで、溶接工程は、抵抗溶接、レーザー溶接および電子ビーム溶接から成る群から選択され；溶接工程は、抵抗溶接工程であり；溶接工程は、i)第1金属層と同じ材料のモノリシック金属シートであって、合成材料と同じ厚さを有している金属シートを、追加の金属含有材料へと溶接するのに要求される溶接電流よりも低い、溶接電流と、ii)第1金属層と同じ材料のモノリシック金属シートであって、合成材料と同じ厚さを有している金属シートを、追加の金属含有材料へと溶接するのに要求される溶接サイクル数よりも少ない、溶接サイクル数と；あるいはiii)(i)、(ii)の両方；あるいは、合成材部分は、バンパー、ホイールハウス外側、フェンダー外側、フード外側、前部ドア外側、後部ドア外側、デッキリッド外側、リフトゲート外側、背面シートパネル、リヤシェルフカバー、ダッシュパネルの共同壁、後部コンパートメント・パン、スペアタイヤの保管用のタブを有している部分、シートへの積荷、乗るためのタブを有している部分、屋根外側、フロアーパン、本体側面またはその任意の組み合わせの群から選択された自動車の部分に用いられる。

10

20

20

#### 【0022】

別の態様では、発明は、次のような軽量合成材料を使用することに向いている。即ち、前記したもの、自動車・パネル、トラック・パネル、バス・パネル、容器、列車のパネル、ジェット機のパネル、自転車チューブ、オートバイ・パネル、トレーラー・パネル、レクレーションアルビークルのパネル、あるいはスノーモービルのパネル。

30

#### 【0023】

また別の態様では、発明は次のものを含む溶接継ぎ手に向けられる。即ち：第1の金属を有している第1金属層；ii) 第2金属を有している第2金属層、ここで、第1金属層は第2金属層と溶接されており、溶接エリアは、溶接領域を定めており、ここで、第1金属および第2金属は同じかまたは異なるものであり；および溶接領域を少なくとも部分的に取り囲む金属環、該金属環は、第1、第2金属層間に配置され、第1、第2または両方に溶接され、ここで、金属環は、第1金属および第2金属とは異なる金属である。

40

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0024】

【図1A】ポリマー層と金属層を有している合成材料を示す。

【図1B】2つの金属層間に置かれたポリマーのコア層を有している合成材料を示す。

【図2】本発明の教示する実施可能な微細構造の例であり、金属纖維が、ポリマーマトリクスの連続相内で分配されている。

40

【図3A】合成材料と金属シートの間の接合点近くの断面を示す顕微鏡写真である。

【図3B】合成材料と金属シートの間の接合点近くの断面を示す顕微鏡写真である。

【図3C】金属纖維を含むポリマー材料を示す顕微鏡写真である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0025】

一般的に、本明細書に記載の材料は、記述されるように、充填ポリマー材料を使用し、そして特に1つは、ポリマーマトリクス内で分配された金属纖維相を含む。一般的に、本明細書に記載の合成材料は、少なくとも二層を使用する。そのうちの1つは上記の充填(例えば纖維充填)ポリマー材料(例えば纖維充填ポリマー層中のもの)である。より特別には、本明細書に記載の材料は、サンドイッチ構造を含む合成材である。該合成材に準じ、纖

50

維充填ポリマー層は2つ以上の他の層の間にサンドイッチされる。本明細書に記載の材料は、またサンドイッチ構造前駆体(例えば充填ポリマー層が露出した外側表面を有するように、充填ポリマー層が付けられる第1層)を熟慮する。第2層は、充填ポリマー層に後に付けられてもよい。発明は、また、本発明の教示による纖維充填ポリマー材料を含む、供給材料組成材(例えば、ペレット、シート形状、さもなくば他の形状)を熟慮する。示されるように、本明細書に記載の材料は、特性のユニークで、驚くべき・魅力的な組み合わせを示す。特性は、材料を変形操作(例えば絞り加工のような操作を形成する比較的高い歪率)、溶接動作または両方に適しているようにする。例えば、教示されるように、充填ポリマー層は、多相的な方法で設計されている。少なくとも1つの相(例えば充填材)は、伝導性の流路を与え、塑性変形可能で、および塑性変形を含む、引き起こす応力にさらされた時等しい歪硬化を起こすものでもよい。さらに、ポリマー相は、他の材料(例えば鋼シートのような金属層)に十分に接合するものである。前記他の材料は、合成材の剥離を無くす溶接および/または変形のために合成材料を処理するものである。ポリマー相は、また被覆操作にさらされる時(例えば、シート状金属被覆操作に共通する、静電塗装浴槽、または耐腐食性を与える他の浴槽のような薬浴にさらされた時)に変質しないようなものである。

10

#### 【0026】

その種々の態様において本発明は、魅力ある合成材、特に、ラミネート合成材を導出するユニークな組み合わせの使用を生じる。ラミネートは、従来技術の開示されているシート状材(シート状の金属等(例えば、ステンレスおよび/または低炭素鋼))に対するのと同様の手法で、引っ張り(例えば深引っ張り)、溶接、あるいはその両方が、行われるものでもよい。一般的に、発明は、材料が選択され、利用され、その結果、全体として、それらが引抜加工性、溶接性、またはその両方を与えるような、多相合成材料の使用を生成する。さらに、装飾処理または機能面処理(例えばコーティング、めっき、あるいは他のもの)を与えるプロセスに関係があるので、材料は、結果として生じるラミネートが特にそれとして従来の技術の開示されている薄い壁で囲まれた構造物に似ているやり方で処理することができる状態にある。

20

#### 【0027】

例えば、本明細書に記載の材料の特定の好ましい組み合わせは、コア材料の側部に置く2つの層と、好ましくは充填ポリマー材料であるコア材料と、を含むことができる。充填ポリマー材料は、好ましくは少なくとも1つのポリマーを含む。該ポリマーは、本質的に、あるいは完全に熱可塑性ポリマーから成り、さもなくば熱可塑性ポリマーのように一般に処理可能な特徴を有するものでもよい。充填ポリマー材料は、好ましくは、また、充填材相、および好ましくは、本質的に、あるいは完全に纖維相から成るもの、および特に伸長金属纖維相等の伸長纖維相、を含む充填材を有している相を含む。そのような相は、十分に位置を決め、及び/又は、分配され(例えば、包まれ、編まれて、位置を調整され、絡み合わされ、あるいはその任意の組み合わせ)、および、十分な容量で使用される。該量は、ポリマーがそれ自身一般に伝導性でなくても、充填ポリマー材料の少なくとも部分を横切る電気導電性ネットワークが実現される量である。特に好ましい伸長纖維の相は、それ自体伸び(個々の纖維の各々または両方、あるいは全量)および可能性のある歪み硬化を示してもよい。

30

#### 【0028】

本明細書に記載の「層」への言及は、材料の離散的・別々の片を必ずしも必要としないことが認識されるべきである。例えば、間に充填ポリマー材料が位置している、共通のエンジを共有するとはいえ、それが材料の二層を定義するためにそれ自体で折り重なられた材料の単一シートを含んでいる場合、階層状の合成材は、本明細書に記載の教示の範囲内にあり得る。

40

#### 【0029】

より特別に、本明細書において教示するものに今着目すると、第1の態様では、異種材料に隣接する層から作られる合成材料が熟慮されることが理解される。異種材料は、少な

50

くとも1つの層(例えば金属面層のような金属層)、および少なくとも1つのポリマー層を含んでおり、合成材は形成パネルへと形成可能な(例えば、圧力適用によって、材料の塑性歪(例えば比較的急な率)を起こすことによってスタンプ(プレス加工)可能な、または、さもなくばプレス装置で冷間成形され得る)ものである。合成材料は、1つの金属層および1つのポリマー層を含んでいる複合積層板(ラミネート)でもよく、あるいは、それは1つ以上の他の層を含んでもよい。例えば、それは、2つのポリマー層の間に置かれた1つの金属層を含むラミネート、または少なくとも2つの向かい合う金属層の間にはさまれたポリマー層を含むラミネートでもよい。示されたように、特に好ましい手法は、この後の構造物を予見するものであり、前の構造物は、後の構造物のための前駆体として働く可能性のあるものである。このような場合では、サンドイッチ構造を形成する方法は、サンドイッチ構造を形成するために前駆体に層を適用する工程、サンドイッチ構造を形成するために第2前駆体に第1の前駆体を適用する工程、または両方、を含むことができる。

10

## 【0030】

1つの金属層14と1つのポリマー層16を有している複合積層板10の一例は、図1Aに示される。サンドイッチ12は、図1Bに示されるように、第1の金属層14、第2金属層14'、および第1と第2金属層の間に置かれたポリマー層16(例えばポリマーのコア層)を含むことができる。図1Aおよび1Bを参照すると、ポリマー層16は、少なくとも1つのポリマー(例えば熱可塑性ポリマー)18および1つの纖維20を含む。ポリマー層16および第1金属層14には、共通の表面22を有することができる。図1Aと1Bに示されるように、纖維のいくつかまたはすべては長さと指向性を有することができ、この結果、それらは、ポリマー層の1つの表面からポリマー層の対向面まで及んでいる。しかしながら、他の纖維長さおよび指向性が発明の範囲内にあることが認識されるだろう。例えば、ポリマー層の2つの向かい合う面の間に伸びる金属纖維のごく一部分は、20%未満、10%未満、5%未満または1%未満でもよい。

20

## 【0031】

上記の、合成材、多層構造物に加え、本発明の別の態様では、熱可塑性ポリマーおよび纖維(例えば金属纖維)(それは後に2つの金属層の間にサンドイッチされる)を含む前駆体ポリマー層シート材料(すなわち単一層のポリマー層)を熟考する。

## 【0032】

しかし、発明の別の態様は、ポリマーと纖維を含んでいる前駆体ポリマーフィードストック材料を熟慮する。前記ポリマーフィードストック材料は、単一素材として、または1つ以上の追加材料(例えば1つ以上の追加のポリマー)により希釈することによってポリマー層(例えばシートの中)に形成され得る(例えば、鋳造または押し出し形成)。そういうものとして、前駆体ポリマーフィードストック材料は、合成材料のポリマー層中の構成要素のいくつかまたはすべてを含むことができる。好ましくは、前駆体ポリマーフィードストック材料は、ポリマー層用の纖維の実質全部を含む。

30

## 【0033】

使用時、合成材は、変形され(例えば、スタンピングすることによって、形成され)、別の構造物(例えば鋼、または別の合成材料への)に取り付けられ、またはその両方がされ得る。好ましい手法は、他の構造物に本発明の合成材を溶接する工程を、採用することである。接着剤、鑑付プロセスなどの使用によるよう、溶接以外の技術によって必要な場合、形成されたパネルは他の部品につながれてもよい。両方の場合、合成材料(例えばラミネートまたはサンドイッチシート)は、廉価なスタンピング方法によって形成可能で、また、技術分野において事前に直面した制限から驚くほど無縫である。合成材料の独特的特徴は、それにアプリケーションのための非常に魅力的な候補を与える。該アプリケーションは、輸送(例えば、自動車)産業で現在使用されたボディパネル等のように標準モノリック金属シートを伝統的に利用するものである。

40

## 【0034】

本発明の1つの独特的特徴は、廉価なスタンピング操作のための、新しい形成可能な合成材料(例えばサンドイッチまたはラミネート構造)を生産するための、ポリマー(例えば

50

熱可塑性ポリマー)および金属纖維の特定の選択と、他の充填材と同様に金属纖維および随意の粒子状材料のポリマーマトリクスへの組み込みと、を含むことである。別的新規性は、抵抗溶接(例えば点溶接、シーム溶接、フラッシュ溶接、プロジェクト溶接またはapseット溶接)、エネルギー・ビーム溶接(例えばレーザー・ビーム、電子ビームまたはレーザーハイブリッド溶接)、ガス溶接(例えば酸素アセチレンのようなガスを使用する酸素燃焼溶接)、アーク溶接(例えばガスマタルアーク溶接、ミグ溶接または被覆アーク溶接)のような従来の溶接技術によってスタンピングできるサンドイッチを連結することができるということである。好ましい接合技術は、抵抗スポット溶接とレーザ溶接のような高速溶接技術を含む。

## 【0035】

10

形成可能な/スタンプ(プレス加工)可能な材料の様々な特徴、前記試験方式、試験基準、欠陥の記載および成形過程の記載は、以下の出版物に述べられている。すべてのものは、明らかに引用することによって本明細書に組み入れられる。M. Weiss, M. E. Dingle、B. F. Rolfe、P. D. Hodgsonによる論文、"The Influence of Temperature on the Forming Behavior of Metal/Polymer Laminates in Sheet Metal Forming", Journal of Engineering Materials and Technology, (October 2007), Volume 129, Issue 4, pp. 530-537. D. Mohr、G. Strazaによる論文、"Development of Formable All-Metal Sandwich Sheets for Automotive Applications", Advanced Engineering Materials, Volume 7 No. 4, 2005, pp. 243-246. J. K. Kim、T. X. Yuによる論文、"Forming And Failure Behaviour Of Coated, Laminated And Sandwiched Sheet Metals: A Review", Journal of Materials Processing Technology, Volume 63, No1-3, 1997, pp. 33-42. K.J. Kim、D. Kim、S.H. Choi、K. Chung、K.S. Shin、F. Barlat、K.H. Oh、J.R. Younによる論文、"Formability of (AA5182/polypropylene/AA5182) Sandwich Sheet", Journal of Materials Processing Technology, Volume 139, Number 1, (20 August 2003), pp. 1-7. Trevor William Clyne、Athina Markakiによる、米国特許No.6,764,772 (filed (Oct 31, 2001), issued (Jul 20, 2004)). Frank Gissinger、Thierry Gheysensによる、米国特許No.5,347,099, Filed (Mar 4, 1993), (1994年9月13日発行), "Method And Device For The Electric Welding Of Sheets Of Multilayer Structure". Straza George C Pによる、国際特許出願公報 (PCT): WO2007062061, "Formed Metal Core Sandwich Structure And Method And System For Making Same", Publication date: (May 31, 2007). Haward R. N.による論文、Strain Hardening of Thermoplastics, Macromolecules 1993,26, 5860-5869.

20

30

30

## 【0036】

## &lt;材料&gt;

一例として、ポリマー層の纖維充填材の使用は、合成材製作を促進すると考えられる。また、驚くほど低い濃度のものは、本明細書において有益な結果を達成するために使用することができる。驚いたことに、本明細書に教示されている材料の選択および組み合わせは、類似の形態(例えば金属シート)の従来の金属構造物よりも単位容量当たり少ない金属を利用可能にし、一方で、まだ比較可能な特性および特徴を示す。当業者が予想外の材料の組み合わせで直面する問題は、回避される。この点で、予測される材料のいくつかの行動特性は、驚くほど回避され、結果として生じる合成材、または両方で有利に使用される。結果として生じるラミネートは、従って、現存資料の差し替え代替物である魅力的な候補を与え、例えば、それらは、工具を入れ替えるか、又は、かなり加工条件変更する、供給源のかなりの投資の必要なしに、鋼シートの代わりに使用することができる。

40

## 【0037】

## &lt;ポリマー層&gt;

ポリマー層は、充填ポリマー(例えば金属纖維のような補強纖維により充填された熱可塑性ポリマー)を、一般に含み、又は、それらのものから本質的に成るものでもよい。

40

## 【0038】

ポリマー層で使用される充填ポリマー材料は、好ましくは、1つには、比較的固いもの

50

(すなわち、約-40 から約50 の温度範囲にわたって、例えばASTM D1043-02によって測定されたような、少なくとも約200MPaの硬さの見掛け上の剛性係数)であると一般に見なされるものである。材料の剛性は十分に高くすることができ、その結果、それが薄く柔軟な金属シート面(すなわち金属層)等の間に、配置される、任意の層の支持を与えることができ、結果、合成材料は垂れ下がることなく、それ自身の重量を実質支持することができる(例えば、約0.5~2mmの厚さを有している合成材料の10cmx10cmのシート、固定端に向かい合っている自由端を有する片持ち梁を形成する1つのエッジに沿って奥行き1cmが、固定された場合、前記自由端で5mm未満のたわみを示す)。したがって、結果として生じる合成材は十分に固い。それは、比較的低い衝撃力でのくぼみ等の変形に抵抗する支援を行うが、また、激突衝撃負荷にさらされた時、柔軟(シート金属と同様)に一般に変形するだろう。例えば、充填ポリマー材料は、アイソタクチック・ポリプロピレン、ナイロン6、充填材の無いポリマー(すなわち充填ポリマー材料に使用されたものと同じポリマーだが、教示するような金属纖維および他の充填材のないポリマー)、または任意の組み合わせ、よりも大きな剛性係数(ASTM D1043-02によって測定された)を有するものでもよい。好ましくは、剛性係数は、非充填ポリマー(すなわち充填ポリマー材料で使用されるのと同じポリマーだが、教示された金属纖維および他の充填材のないポリマー)の剛性係数の少なくとも110%、より好ましくは少なくとも125%、そして最も好ましくは少なくとも150%、である。充填ポリマー材料は、約200MPaより大きな、好ましくは約400MPaより大きな、より好ましくは約800MPaより大きな、さらに好ましくは、約1500MPaより大きな、そして最も好ましくは、約2500MPaより大きな剛性係数を有することができる。

10

20

30

## 【0039】

好ましくは、充填ポリマー材料の少なくともいくつかのポリマーは、加熱可塑性物であるが、熱硬化性ポリマー(特に熱可塑性のように処理可能であるが硬化される、熱硬化性のポリマー)でもよく又は含んでもよい。好ましくは、充填ポリマー材料の中で使用されるポリマーの少なくとも50重量%(100%ではない場合、好ましくは少なくとも60重量%、70重量%、80重量%、90重量%またはちょうど95重量%)は、熱可塑性ポリマーである。

## 【0040】

充填ポリマー材料は、比較的強固なポリマー材料であることであると特徴付けることができる。例えば、充填ポリマー材料は、比較的高い引張強さ(約 $0.1\text{s}^{-1}$ の公称歪率でASTM D638-08によって測定された)を有することができる。充填ポリマー材料の引張強さは、非充填ポリマー(すなわち充填ポリマーとして使用されるのと同じポリマーだが、教示された金属纖維および他の充填材のない)の引張強さより大きくてよい。好ましくは、引張強さは、非充填ポリマー(すなわち充填ポリマーで使用されるのと同じポリマーだが、教示された金属纖維および他の充填材のないポリマー)の引張強さの少なくとも110%、より好ましくは少なくとも125%、そして最も好ましくは少なくとも150%、である。充填ポリマー材料は、約10MPaより大きな、好ましくは約30MPaより大きな、より好ましくは約60MPaより大きな、さらに好ましくは約90MPaより大きな、そして最も好ましくは約110MPaより大きな引張強さを有することができる。

30

40

## 【0041】

充填ポリマー材料は、また、破断時に比較的高い伸びを有していてよい。例えば、充填ポリマー材料は、約 $0.1\text{s}^{-1}$ の公称歪率でASTM D638-08によって測定されるように、50%を超える、好ましくは80%を超える、最も好ましくは約120%より大きい、破断時の比較的高い伸びを有するように特徴付けられ得る。

40

## 【0042】

充填ポリマー材料は、高い歪み硬化特性(例えば約9未満の、より好ましくは約3未満の、Y/Gの比率であり、ここで、Yは推定降伏応力で、Gは歪み硬化係数)を有するものでもよい。

50

## 【0043】

充填ポリマー材料は電気伝導特性(例えば、充填ポリマー材料が導電体でもよい)を有することもでき、この結果、合成材の金属は、シート金属等の別の構造物に溶接できる。導

電性路は充填ポリマーによって与えられる。ポリマー・コア材料の電気伝導特性は、少なくともパーコレーション濃度(すなわち連続的なネットワークあるいは金属面間の導電性路が形成される所の最低濃度)を有するため、ある量のポリマーに分散される、金属纖維および随意の金属またはカーボンブラック微粒子の使用によって達成することができる。本明細書の教示に対し、好ましいパーコレーション濃度の実施例は、充填ポリマー材料の全容量に基づく、3-33容量%(例えば5-33容量%、10-30容量%、またはちょうど3-12容量%)の間にあってもよい。もちろん、より高い濃度も使用することができる。合成材料は、技術分野で開示された溶接スケジュールを用いる溶接可能なもの、または、5つまでの追加の接合サイクル及び/又は約50%未満の溶接電流の増加及び/又は約50%未満の溶接圧力の増加、を有している前記溶接スケジュールによって溶接可能なものでもよい。予想外に見出されたものは、本発明の合成材料が、よい接合点を得るのに、合成材上の金属面として同じ金属を有するとともに同じ全厚みを有しているモノリシック金属シートからよい接点を得るのに必要な溶接サイクル数と溶接電流に比べて、より少数の接合サイクル(例えば少なくとも25%さらに少ない接合サイクル)、より低い接合電流(例えば少なくとも20%さらに低い接合電流)、またはその両方を必要とすることである。そのような溶着条件は、より早く、かつ、より少ないエネルギーを必要とする、より経済的な接合スケジュールを有利に可能にする。

10

## 【0044】

充填ポリマー材料は、好ましくは、軽量で、室温(ASTM D792-00によって測定された)で、金属層の金属(その密度が完全に高められると仮定する)の密度未満の密度を有している。充填ポリマー材料の密度は、金属層の金属の密度の、好ましくは75%未満、より好ましくは60%未満、なお好ましくは40%未満、および最も好ましくは33%未満である。一例として、本明細書の1つの手法は、充填ポリマー材料(例えば、鋼纖維のような金属纖維を含む)が約4g/cm<sup>3</sup>未満、より好ましくは約3.0g/cm<sup>3</sup>未満の密度を有するだろうということを想定している(例えば、充填ポリマー材料は、1.2~2.8g/cm<sup>3</sup>、なおよくは1.3~2.6g/cm<sup>3</sup>の範囲の密度を有していてもよい)。

20

## 【0045】

充填ポリマー材料(例えば充填ポリマー材料のポリマー)は、酸化防止剤、安定剤、滑沢剤、ブロッキング防止剤、帶電防止剤、カップリング剤(例えば充填材用の)、起泡剤、ピグメント、難燃剤添加剤、およびポリマー合成技術に対する既知の他の加工助剤のような1つ以上の添加剤をさらに含んでもよい。適切な難燃剤は、ハロゲン含有難燃剤およびハロゲン・フリー難燃剤を含んでもよい。難燃剤は、また酸化アンチモンのような化合物を含んでいるアンチモンを含んでもよい。使用され得る典型的な難燃剤は、塩素含有難燃剤、臭素含有難燃剤、窒素含有難燃剤(メラミンシアヌレート等)、リン含有難燃剤(リン酸、有機リン酸化合物、フォスフィン酸の塩類、有機亜リン酸化合物)、リン酸または濃縮リン酸を伴うメラミンの凝縮液(リン酸メラミン、ポリリン酸メラム、ポリリン酸メロンおよびポリリン酸メレン等)、水酸化マグネシウム(Mg(OH)<sub>2</sub>)アルミニウム・トリハイドレード(アルミニウム(Al(OH)<sub>3</sub>)、およびそれらの任意の組み合わせ、を含む。使用され得るハロゲン化難燃剤は、米国特許No.3,784,509(Dotson等による、1974年1月8日、例えば、第1欄第59行目から第4欄第64行目に記載の置換イミドを参照)、No.3,868,388(Dotson等による、1975年2月25日、例えば、第1欄第23行目から第3欄第39行目に記載のハロゲン化ビスイミドを参照)、No.3,903,109(Dotson等による、1975年9月2日、例えば、第1欄第46行目から第4欄第50行目に記載の置換されたイミドを参照)、No.3,915,930(Dotson等による、1975年10月28日、例えば第1欄第27行目から第3欄第40行目に記載のハロゲン化ミスイミドを参照)、そしてNo.3,953,397(Dotson等による、1976年4月27日、第1欄第4行目から第2欄第28行目に記載のプロム化イミドおよび塩化ベンゾイルの反応生成物を参照)、に開示された難燃剤を含む。それらの各々は、そのすべてを引用することによって本明細書に組込まれる。使用されるのであれば、1つ以上の添加剤は、ポリマーと添加剤の総合重量に基づいて、約30重量%未満、好ましくは約20重量%未満、およびより好ましくは約10重量%未満、の濃度で、存在してもよい。

30

40

50

## 【0046】

充填ポリマー材料は、(例えば抵抗溶接プロセス中に)揮発する、可塑剤または他の比較的低分子量材料がないものでもよい。使用されるのであれば、可塑剤または他の比較的低分子量材料の濃度は、充填ポリマー材料(例えば充填ポリマー材料が金属層から薄層に分かれないようなもの)の総重量に基づいた重量で、約3重量%未満、より好ましくは約0.5重量%未満、および最も好ましくは約0.1重量%未満のものである。

## 【0047】

また、本明細書の教示するものは、材料、加工条件、またはその両方を選択する工程について熟慮するものであり、その結果、処理中、金属層から充填ポリマー材料の層はく離(例えば層剥離を起こすのに十分な、充填ポリマー材料と金属層間インターフェースでの蒸気圧増大によって引き起こされる層はく離)が、実質または完全に回避される。

10

## 【0048】

## &lt;ポリマー&gt;

今、本明細書で使用するポリマーの特定の実施例により多くの注意を払うと、充填ポリマー材料に用いられるポリマーは、好ましくは、熱可塑性ポリマー(ピーク融解温度( ASTM D3418-08によって測定された)、50 (好ましくは約80 よりも高い、なお好ましくは約100 よりも高い、なお好ましくは約120 より高い、より好ましくは約160 よりも高い、さらに好ましくは180 よりも高い、そして最も好ましくは約205 よりも高い)グラス遷移温度( ASTM D3418-08によって測定された)の何れかを有している)を含む。熱可塑性ポリマーは、約300 未満、約250 未満、約150 未満、約100 未満の、ピーク融解温度、グラス遷移温度、またはその両方を有していてもよい。それらは、室温で少なくとも、部分的に結晶、または室温で実質完全にガラス質、であってもよい。適切なポリマー(例えば適切な熱可塑性ポリマー)は、以下の張力特性( $0.1\text{s}^{-1}$ の公称歪率でASTM D638-08によって測定された)の1つまたは任意の組み合わせを特徴とすることができる。即ち、約30MPa(例えば、約750MPaより大きい、または約950MPaより大きな)より大きな引張係数(例えばヤング率)；工学引張強さ(すなわち  $\sigma_e$ )、正確な引っ張り強さ(すなわち  $\sigma_t$ 、ここで、 $\sigma_e$ が工学負荷である場合、 $\sigma_t = (1 + \epsilon_e) \sigma_e$ )、またはその両方が、約8MPaより大きな(例えば、約25MPaより大きな、約60MPaより大きな、さらに約80MPaより大きな)ものであり；あるいは、少なくとも約20%(例えば少なくとも約50%、少なくとも約90%、または少なくとも約300%)の破断時の可塑的伸長；の1つまたは任意の組み合わせを特徴とすることができる。別段の定めがない限り、用語「引張強さ」は、工学引張強さを指す。

20

30

## 【0049】

ポリマーは、好ましくは歪み硬化特性を有してもよい。該特性は、正確な引張応力( $S_t$ )の曲線、および次の形態のポリマー伸長の導出式によって特徴付けられる。

$$(L^2 - 1/L)$$

40

ここで、 $L$ は、拡張比率、すなわち最後と最初の引っ張られている状況での長さ間の比率である(Haward R.N.による論文、Strain Hardening of Thermoplastics, Macromolecules 1993, 26, 5860-5869)。

曲線は方程式によって合わされる。即ち、

$$S_t = Y + G(L^2 - 1/L) \quad (\text{式1})$$

ここで、 $Y$ は推定降伏応力であり、 $G$ は歪み硬化係数である。

充填ポリマー材料に適しているポリマー(例えば本明細書に記載のサンドイッチ合成材のコア層等のポリマー層)は、比較的高い歪み硬化係数、比較的低い推定降伏応力、またはその両方を有している。ポリマーの歪み硬化係数は、約1MPaより大きく、好ましくは約2MPaより大きく、より好ましくは約4MPaより大きく、そして最も好ましくは、約10MPaより大きいものでもよい。推定降伏応力は、約120MPa未満、好ましくは約80MPa未満、およびより好ましくは約30MPa未満でもよい。 $Y/G$ 比率は、好ましくは9未満、好ましくは3未満、およびより好ましくは2未満でもよい。

## 【0050】

ポリマー層に適し得る熱可塑性ポリマーの実施例は、ポリオレフィン(例えばポリエチ

50

レンとポリプロピレン)、アセタールコポリマー、ポリアミド、ポリアミドコポリマー、ポリイミド、ポリエステル(例えばポリエチレン・テレフタレートとポリブチレンテレフタレート)、ポリカーボネート、アクリロニトリルブタジエンスチレンコポリマー、ポリスチレン、少なくとも80重量%のエチレンを含むエチレンコポリマー、これらのポリマーを含んでいるコポリマー、任意のこれらのポリマーの混合物、またはその任意の組み合せ、を含む。

### 【0051】

望ましいポリオレフィンは、ポリプロピレン・ホモポリマー(例えばアイソタクチック・ポリプロピレン・ホモポリマー)、ポリプロピレンコポリマー(例えばランダムポリプロピレンコポリマー、耐衝撃性ポリプロピレンコポリマー、またはアイソタクチックのポリプロピレンを含んでいる他のポリプロピレンコポリマー)、ポリエチレン・ホモポリマー(例えば高密度ポリエチレン、または約0.94g/cm<sup>3</sup>より大きな密度を有している他のポリエチレン)、ポリエチレンコポリマー(例えば、少なくとも約80重量%のエチレンを含む)、任意のこれらのポリマーの混合物、またはその任意の組合せ、を含む。ポリプロピレン・ホモポリマーおよびポリプロピレンコポリマーは、アタクチック・ポリプロピレンが実質ないものでもよい。提示するのであれば、ポリプロピレン中のアタクチック・ポリプロピレンの濃度は、約10重量%未満が好ましい。適切なポリプロピレンコポリマーおよびポリエチレンコポリマーは、本質的(例えば少なくとも98重量%)に、あるいは完全に、1以上のオレフィンで成るコポリマーを含む。使用され得る、他のポリプロピレンコポリマーおよびポリエチレンコポリマーは、アクリラート、酢酸ビニル、アクリル酸またはその任意の組み合せから選択された1つ以上のコモノマーを含んでいるコポリマーを含む。コモノマーの濃度は、コポリマーの総重量に基づいた重量で、約25重量%未満、好ましくは約20重量%未満、およびより好ましくは約15重量%未満でもよい。使用され得る、典型的なポリエチレンコポリマーは、エチレン共有ビニル酢酸塩(すなわち、例えば約20重量%未満の実施例を含んでいる「EVA」)、エチレン共有メチル・アクリラート(すなわちEMA)、エチレン共有メタクリル酸またはその任意の組合せ、を含む。

### 【0052】

適切なポリアミドは、ジアミンと二酸の反応生成物、そしてモナドポリアミドを含む。ジアミンと二酸から形成される、典型的なポリアミドは、ジアミンでのアジピン酸またはテレフタル酸のいずれかの反応生成物を含んでいるポリアミド(例えばナイロン)を含んでもよい。典型的な単項のポリアミドは、ナイロン6およびポリ-(p-ベンズアミド)を含む。本発明の中で使用され得る、ナイロンは、ナイロン3、ナイロン4、ナイロン5、ナイロン6、ナイロン6T、ナイロン66、ナイロン6/66、ナイロン6/66/610、ナイロン610、ナイロン612、ナイロン69、ナイロン7、ナイロン77、ナイロン8、ナイロン9、ナイロン10、ナイロン11、ナイロン12およびナイロン91を含む。上記の言及されたポリアミドのうちの何かでも含んでいるコポリマーも使用され得る。ポリアミドコポリマーは、ポリエーテルを含み得る。ポリアミドコポリマーは、ランダムコポリマー、ブロックコポリマー、その組み合せでもよい。ポリアミドコポリマーと共に使用され得るポリエーテルは、グリコールを含み得る。使用され得る、典型的なグリコールは、プロピレングリコール、エチレングリコール、テトラメチレングリコール、ブチレングリコールまたはその任意の組み合せを含む。ポリアミドコポリマーは、複数のポリアミドを含み得る。複数のポリアミドを含む典型的なポリアミドコポリマーは、ポリアミド6およびポリアミド66を含むポリアミド6/6である。適切なポリアミド6/66コポリマーは、ポリマーの総重量に基づいて、約50重量%未満のポリアミド66を含み得る。

### 【0053】

熱可塑性ポリマーは、好ましくは比較的長連鎖ポリマーである。その結果、それらは、約20,000より大きな、好ましくは約60,000より大きな、そして最も好ましくは、約140,000より大きな、数平均分子量を有し得る。それらは、非可塑化された、可塑化された、エラストマー修飾された、あるいはエラストマーのないものでもよい。半結晶性ポリマーは、約10重量%より大きな、好ましくは約20重量%より大きな、より好ましくは約35重量%よ

10

20

30

40

50

り大きな、さらに好ましくは約45重量%より大きな、そして最も好ましくは、約55重量%より大きな結晶化度を有し得る。半結晶性ポリマーは、約90重量%未満、好ましくは約85重量%未満、より好ましくは約80重量%未満、および最も好ましくは約68重量%未満の結晶化度を有し得る。熱可塑性ポリマーの結晶度は、融解熱を測定しそれを特定のポリマーのための技術分野で既知の融解熱と比較することにより、示差走査熱量測定法を使用して測定され得る。

#### 【0054】

充填ポリマー材料のポリマーは、また、無水マレイン酸のような極性分子によりグラフトされる、グラフトポリマー(例えばアイソタクチック・ポリプロピレン・ホモポリマーまたはコポリマーのようなグラフトポリオレフィン)の約10重量%までを含み得る。

10

#### 【0055】

熱可塑性ポリマーは、実質非晶性ポリマー(約10 /分の率で示差走査熱量測定法によって測定された、例えば約10重量%未満、好ましくは約5重量%未満、および最も好ましくは約1重量%未満の結晶度を有しているポリマー)を含み得る。例えば、熱可塑性ポリマーは、実質非晶性ポリマーを含み得る。該ポリマーは、約1Hzの率で動的機械分析によって測定された、50 より高い、好ましくは120 より高い、より好ましくは約160 よりも高い、さらに好ましくは約180 よりも高い、そして最も好ましくは約205 よりも高い、グラス遷移温度を有している。典型的な非結晶ポリマーは、ポリスチレン含有ポリマー、ポリカーボネート含有ポリマー、アクリロニトリル含有ポリマー、およびその組み合わせを含み得る。

20

#### 【0056】

ポリスチレン含有ポリマーの例は、ポリスチレンホモポリマー、耐衝撃性改質のポリスチレン、ポリスチレンブロックコポリマーおよびポリスチレンランダムコポリマーを含み得る。使用されうるポリスチレンブロックコポリマーは、1、2、3、又はそれ以上のポリスチレンブロックを包含しているブロックコポリマー、およびブタジエン、イソプレン、アクリロニトリル、またはそれらの任意の組み合わせから成る基から選択された1つ以上のブロックを含む。ポリスチレンブロックコポリマーは、飽和されず、部分的に飽和され、又は完全に飽和され得る(例えば、二重結合のうちのいくつかまたはすべてを除去するため、さらにポリマー化を反応させた後、ブロックコポリマーが不飽和のコモノマーを含み得る)。例示のスチレンブロックコポリマーは、スチレン-ブタジエン-スチレン(SBS)ブロックコポリマー、アクリロニトリル-ブタジエン-スチレン(ABS)ブロックコポリマー、スチレン-イソプレン-スチレン(SIS)ブロックコポリマー、およびスチレン-アクリロニトリルブロックコポリマー(SAN)を含み得る。ポリマーを包含しているスチレンと、コポリマーを包含している他のスチレン、または他の非結晶ポリマーとの混合物も、使用され得る。例えば、充填ポリマー材料のポリマーは、ABS、SBS、SIS、SANおよびポリスチレンホモポリマーから成る基から選択されたスチレン含有ポリマーと、ポリカーボネートとの混合物を含み得る。好ましい非結晶コポリマーは、ABSとポリカーボネートの混合物である。好ましくは、ABSとポリカーボネートの混成物には、約30%より大きな破壊時の伸率がある。

30

#### 【0057】

任意の熱可塑性ポリマーの代わりに、またはその熱可塑性ポリマーに加えて、ポリマー層は、以下の特性の一つ又はその両方があるエラストマーを利用し得る：100%の伸率(例えば、約3MPa未満、好ましくは約2MPa未満)の比較的低い引張係数、比較的高伸張性の破壊時の伸率(例えば、約110%より大きい、好ましくは約150%より大きい)、両方は約 $0.1\text{s}^{-1}$ の公称歪率で、ASTM D638-08によって測定された。エラストマーは、充填ポリマー材料の延性、または両方を増加させるために、成形性合成材料の改善に機能し得る。エラストマーは、合成エラストマー、天然のエラストマー、またはそれらの組み合わせであり得る。適切なエラストマーは、スチレン含有エラストマー、エチレン含有エラストマー、ブタジエン含有エラストマー、天然ゴム、ポリイソプレン、ブタン含有エラストマー、およびアクリロニトリル含有エラストマーを含み得る。適切なエラストマーは、ブロックコポリマ

40

50

ー、ランダムコポリマーおよびホモポリマーを含む。エラストマーは、無水マレイン酸、カルボン酸、アミン、アルコールまたはエポキシドから選択された、1以上の官能基により官能化されるポリマーを含み得る。ナイロンを強靭にするゴム用の、特に好ましいエラストマーは、無水マレイン酸をグラフトしたEPDMのような、官能化EPDMである。エラストマーは、架橋されるか(例えば、エラストマーのゲル化点を越えて架橋される)、または実質的に架橋のないものでもよい。エラストマーは、変形(例えばスタンピング)操作、及び/又は、溶接(例えば抵抗溶接)操作中に架橋が実質的にならないものでもよい。エラストマーは、変形操作(例えば、パネル上の塗装を乾かすのに利用されるオープンのような、焼付釜で)の後に、エラストマーが架橋することを可能にする硬化剤、硬化促進剤、または他の化学薬品を含み得る。ASTM D2240によって測定されるように、エラストマーは、約87 Shore A未満、好ましくは70 Shore A未満、最も好ましくは約50 Shore A未満の硬度により特徴化される。

10

## 【0058】

いくつかの量のエポキシ樹脂が使用され得るのは可能であるが、充填ポリマー材料のポリマーは好ましくは、エポキシ樹脂、他の脆いポリマー(例えば、約 $0.1\text{s}^{-1}$ の公称歪率でASTM D638-08によって測定されるように、約20%未満の欠乏で伸長度を有しているポリマー)、またはその両方が実質的にならない、または完全にない。存在する場合、エポキシ樹脂、他の脆いポリマー、またはその両方の濃度は、充填ポリマー材料の全容量に基づいて、好ましくは約2容量%未満、より好ましくは約10容量%未満、より好ましくは約5容量%未満、および最も好ましくは約2容量%未満である。

20

## 【0059】

充填ポリマー材料に役立つポリマーには、比較的高い線形熱膨張係数(例えば約 $80 \times 10^{-6}$ )があつてもよい。

## 【0060】

## &lt;充填材&gt;

充填ポリマー材料(例えば充填熱可塑性のポリマー層)は、1つ以上の充填材を包含する。充填材は、纖維、および特に金属性の纖維のような補強性充填材でもよい。纖維は、各々の垂直の寸法に対して最長の寸法(例えば直径に対する長さ)のアスペクト比を有し、アスペクト比は、約10より大きく、好ましくは約20より大きく、そして最も好ましくは、約50より大きい。少なくとも纖維の一部(例えば金属纖維の縦方向)は、優先的に配向されてもよく、又は、充填ポリマー材料内で無作為に分散されてもよい。例えば、纖維のうちの少なくともいくつかの全面的な一般的な縦方向は、充填ポリマー材料の任意の層の横方向に対し、優先的に配向された垂線、又は、任意の前記層の横方向に対し無作為に配向されるものでもよい。金属纖維(例えば金属纖維の縦方向)は、前記層の平面内の1、2、またはそれ以上の方向に優先的に配向されてもよく、又は、層の平面内に無作為に配向されてもよい。金属纖維は、任意の層の充填ポリマー材料内に、一様に配されてもく、又は、任意の層の充填ポリマー材料内に、選択的に位置づけられてもよい。図2は、纖維がどのように配されるかの例を図示する。図2は、いくつかが互いにもつれ合って、ポリマーに付けられている、複数の方角で正しい方角に置かれた、複数の纖維を描写する。

30

## 【0061】

充填ポリマー材料はまた、充填剤粒子(例えば粉末、ビーズ、フレーク、顆粒など)のような1つ以上の他の充填材を含み得る。本明細書で使用されているように、充填剤粒子は、纖維ではない(すなわち、約10より大きい各々の垂線方向への最長方向のアスペクト比を有する充填材ではない)、充填材である。充填剤粒子は好ましくは、約10未満、好ましくは約8未満、および最も好ましくは約5未満である垂線方向に対する、最長方向のアスペクト比を有している。例えば、充填ポリマー材料は、以下のものから選択された充填剤粒子を含み得る。すなわち、金属粒子、炭素、カーボンブラック(例えばSRF、GPF、FEF、MA F、HAF、ISAF、SAF、FTおよびMT)、表面処理されたカーボンブラック、シリカ、活性炭酸カルシウム、軽質炭酸カルシウム、重質炭酸カルシウム、滑石、雲母、炭酸カルシウム、炭酸マグネシウム、粘土、ケイ酸カルシウム、ヒドロタルサイト、ケイソウ土、グラファ

40

50

イト、軽石、エボナイト粉末、綿ロック、コルク粉末、硫酸バリウム、珪灰石、ゼオライト、セリサイト、カオリン、パイロフィライト、ベントナイト、アルミナシリカート、アルミナ、酸化シリコン、酸化マグネシウム、酸化ジルコニウム、酸化チタン、酸化鉄、鉄のリン化物、ドロマイド、硫酸カルシウム、硫酸バリウム、水酸化マグネシウム、水酸化カルシウムおよび水酸化アルミニウム、窒化ホウ素、炭化ケイ素、ガラス、およびそれらの任意の組み合わせから選択される。充填ポリマー材料の中で使用されてもよい、例示の充填剤は、金属粒子、カーボンブラック、グラファイト、ナノ粘土粒子、またはそれらの任意の組み合わせを含む。粒子充填材の濃度は、充填ポリマー材料の全容積に基づいて、好ましくは約10容量%未満、より好ましくは5容量%未満、および最も好ましくは2容量%未満である。1つ以上の充填材は、ナチューブ、構造体、層構造体、挿入された構造体、または幾つかの他の構造体を含み得る。

10

## 【0062】

本発明において使用され得る例示の金属纖維は、鋼鉄(例えば低炭素鋼、ステンレス鋼など)、アルミニウム、マグネシウム、チタン、銅、少なくとも40重量%の銅を含む合金、少なくとも40重量%の鉄を含む他の合金、少なくとも40重量%のアルミニウムを含む他の合金、少なくとも40重量%のチタンを含む他の合金、およびそれらの任意の組み合わせ、などの金属から形成された纖維を含む。金属層に使用され得る金属のうちの何れかは、後に記述されるように、金属纖維にも使用され得る。金属纖維のうちのいくつかまたは全ては、一般に耐腐食性の金属または合金(例えばステンレス鋼)の一種であり、又は、金属纖維のうちのいくつかまたは全ては、金属層に、及び/又は他の金属纖維に陰極防食を提供する金属または合金(例えばアルミニウム、マグネシウム、またはその両方)の一種であり得る。充填ポリマー材料は、複数の異材質からの同じ材料または金属纖維である、金属纖維を含み得る。例えば、金属纖維のうちのいくつかは、陰極防食を提供する金属または合金であってもよい。好ましくは、陰極防食を提供する金属または合金の纖維の濃度は、金属纖維の全重量に基づいた60重量%未満、より好ましくは20重量%未満、および最も好ましくは約10重量%未満である。異なる金属纖維の混合物も使用されてもよい。

20

## 【0063】

充填ポリマー材料は、炭素纖維、導電性ポリマー材料から形成された纖維などのような非金属の導電纖維を含み得る。提示するのであれば、金属纖維に対する非金属纖維の重量配分率は、好ましくは約1:10よりも大きい、より好ましくは約1:5よりも大きい、そして最も好ましくは約1:3よりも大きい。提示するのであれば、金属纖維に対する非金属纖維の重量配分率は、好ましくは約10:1未満、より好ましくは約5:1未満、そして最も好ましくは約3:1未満である。溶接されることができる充填ポリマー材料はまた、金属纖維の代わりに、非金属の導電纖維を使用して調合されていてもよいことが認識される。使用され得る導電性ポリマー材料は、ポリ(アセチレン)、ポリ(ピロール)、ポリ(チオフェン)、ポリアニリン、ポリチオフェン、ポリ(*p*-フェニレンスルフィド)、ポリ(パラ-フェニレンビニレン)(すなわちPPV)、ポリインドール、ポリピレン、ポリカルバゾール、ポリアズレン、ポリアゼピン、ポリ(フルオレン)、およびポリナフタレン、それらの任意の混合物、それらの任意のコポリマー、あるいはそれらの任意の組み合わせを含む、ポリマーを含んでいる。PPVとその可溶性誘導体は、原型の電界発光する半導体ポリマーとして出現した。使用され得る例示のチオフェンは、ポリ(3-アルキルチオフェン)(ポリ(3-オクチルチオフェン)およびポリ(3-(4-オクチルフェニル)チオフェン)など)、ポリ(3-(アルキルスルファン)チオフェン)、ポリチオプロモチオフェン(ポリ(2-プロモ-3-アルキルチオフェン)、ポリ(2,5-ジプロモチオフェン)など)、ポリビチオフェン(ポリ(2,2'-ビチオフェン)のような)、またはそれらの任意の組み合わせを含む。

30

## 【0064】

金属纖維の重量平均の長さ( $L_{avg}$ )は、約0.5 μmより大きく、好ましくは約5 μmより大きく、より好ましくは約100 μmより大きく、さらに好ましくは約1mmより大きく、さらに好ましくは約2mmより大きく、および最も好ましくは約4mmより大きなものであり得る。適切な纖維は、約200mm未満、好ましくは約100mm未満、好ましくは約55mm、および最も好まし

40

50

くは約25mm未満の、重量平均の長さを有していてもよい。金属纖維はまた、長さの分散度によって記述され得る。例えば、金属纖維は、金属纖維の50%より多く(またはさらに70%より大きい)が $0.8*L_{avg}$ と $1.2*L_{avg}$ の間の長さを有するよう、長さの比較的狭い分散度を有し得る。金属纖維は、金属纖維の50%未満(またはさらに30%未満)が $0.8*L_{avg}$ と $1.2*L_{avg}$ の間の長さを有するよう、比較的広い分散度を有し得る。金属纖維はまた、纖維の重量平均の直径により特徴付けられる。纖維の重量平均の直径は、約 $0.01\mu m$ より大きく、好ましくは約 $0.1\mu m$ より大きく、より好ましくは約 $0.5\mu m$ より大きく、さらにより好ましくは約 $1.0\mu m$ より大きく、さらにより好ましくは約 $3\mu m$ より大きく、そして最も好ましくは約 $12\mu m$ よりも大きい。纖維の重量平均の直径は、約 $300\mu m$ 未満、好ましくは約 $100\mu m$ 未満、より好ましくは約 $50\mu m$ 未満、および最も好ましくは約 $30\mu m$ 未満であり得る。

10

#### 【0065】

金属纖維の濃度は、充填ポリマー材料の全容量に基づいて、好ましくは約1容量%より大きく、より好ましくは約3容量%より大きく、さらにより好ましくは約5容量%より大きく、さらにより好ましくは約7容量%より大きく、さらにより好ましくは約10容量%より大きな、そして最も好ましくは約12容量%より大きい。金属纖維は、約60容量%未満、好ましくは約50容量%未満、より好ましくは約35容量%未満、さらにより好ましくは約33容量%未満、および最も好ましくは約30容量%未満(例えば、約25容量%未満、または約20、10または5容量%未満)の濃度の、充填ポリマー材料の中に存在し得る。例えば、纖維の量は、充填ポリマー材料の全容量に基づいて、約1容量%、2容量%、3容量%、4容量%、5容量%、6容量%、7容量%、8容量%、9容量%または10容量%、またはそれらの値(約1%から約6%までのよう)によって境界された範囲内にあり得る。本明細書の合成材は、驚くことに、同様の溶接特性を達成するのに必要な粒子充填材の量より実質的に低い、金属纖維の濃度を使用し得ることが可能である。さらに、纖維と材料が選択され、その結果、金属纖維のより高い濃度を有している同一の合成材料と比較して、よりよい溶接作業が驚くことに、比較的低濃度の金属纖維で実現され得ることも可能である。例えば、約10容量%の金属纖維を有する充填ポリマー材料を使用すると、金属纖維のより高い濃度を有している充填ポリマー材料で作られたものと比較して、優れた溶接特性を有する合成材料がもたらされることが、驚くほどに思われる。

20

#### 【0066】

熱可塑性ポリマー材は、約40容量%より大きな、好ましくは約65容量%より大きな、より好ましくは約67容量%より大きな、さらにより好ましくは約70容量%より大きな、および最も好ましくは約75容量%(例えば、少なくとも約80容量%、少なくとも約90容量%、少なくとも約95容量%)より大きな濃度の、充填ポリマー材料の中に存在し得る。

30

#### 【0067】

纖維(例えば金属纖維)に対するポリマー(例えば熱可塑性ポリマー)の容量比率は、好ましくは約2.2:1よりも大きく、より好ましくは約2.5:1よりも大きく、および最も好ましくは約3:1よりも大きい。纖維(例えば金属纖維)に対するポリマー(例えば熱可塑性ポリマー)の容量比率は、好ましくは約99:1未満、より好ましくは約33:1未満、さらにより好ましくは約19:1未満、および最も好ましくは約9:1未満(例えば、約7:1未満)である。

40

#### 【0068】

本明細書中のサンドイッチ合成材における、任意のコア材料は、細孔又は空洞を含み、又は細孔又は空洞が実質的に無いものであり得る。好ましくは、充填ポリマー材料中の細孔又は空洞の濃度は、充填ポリマー材料の全容量に基づいて、約25容量%未満、より好ましくは約10容量%未満、さらにより好ましくは約5容量%、および最も好ましくは約2容量%未満(例えば、約1容量%未満)である。

#### 【0069】

纖維(例えば金属纖維のような導電纖維)は、好ましくは、充填ポリマー材料中の充填材の全容量に基づいて、約40容量%より大きく、より好ましくは約70容量%より大きく、そして最も好ましくは約80%より大きな(例えば、約90容量%より大きい、又は約95容量%よりさらに大きい)濃度で存在する。

50

## 【0070】

ポリマー(例えば熱可塑性ポリマー)と金属纖維の結合した量は、充填ポリマー材料の全容量に基づいて、好ましくは少なくとも約90容量%、より好ましくは少なくとも約95容量%、そして最も好ましくは約98容量%である。

## 【0071】

金属纖維は、溶接のための電気伝導度、補強のための強化材、または金属がポリマーコアへのよりよい歪硬化特性を延長して、与えることができる纖維を利用することにより、ポリマー構造を歪硬化することのうちの1つまたは任意の組み合わせを提供する。そのようなものとして、金属纖維の伸長可能な伸率(欠乏での)は、ASTM A370-03aによって測定されるように、好ましくは約5%より大きく、より好ましくは約30%より大きく、そして最も好ましくは約60%より大きい。

10

## 【0072】

金属纖維、金属粒、またはその両方は、充填ポリマー材料のメルトフロー率を好ましくは減少させる。充填ポリマー材料のメルトフロー率(ASTM D1238(例えば方法K)によって測定された)は、満たされない(すなわち、充填ポリマー材料の中で使用されるが、金属纖維および教示される他の充填材が無いポリマー)メルトフロー率よりも、好ましくは少なくとも約20%少なく、より好ましくは少なくとも約40%少なく、そして最も好ましくは約60%少ない。

20

## 【0073】

本明細書の材料は、纖維、金属粒子と組み合わせて利用され得ることが可能である。金属粒子は、球状、延長されたもの、又は纖維形状以外の任意の形状であり得る。各々の金属粒子は、粒子と同じ量を有している、球形状粒子の直径と同等のサイズにより特徴付けられ得る。このような定義により、金属粒子は、約2mm未満、好ましくは約1mm未満、より好ましくは約0.1mm未満、および最も好ましくは約0.07mm未満(例えば約0.04mm未満)の平均サイズを有し得る。

20

## 【0074】

纖維(例えば金属纖維)、または纖維と金属粒子の組み合わせは、好ましくは、ポリマー層の合計の容量の約30容量%未満(より好ましくは約25%未満、および最も好ましくは約20%未満)の容量測定の濃度で、ポリマーマトリックスにおいて分散される(例えば、無作為に分散される)。金属粒子が利用される場合、充填ポリマー材料層における金属粒子の容量に対する、纖維(例えば金属纖維)の容量の比率は、約1:30よりも大きく、好ましくは約1:1よりも大きく、および最も好ましくは約2:1よりも大きくてよい。

30

## 【0075】

本発明の1つの態様では、金属粒子、金属纖維、またはその両方は、單一の金属材料、または合成材料(例えば、本発明の教示によって作られたもののような、サンドイッチにされたプレート)のスタンピング操作、機械加工、または粒子状材料を生成する他の操作の、屑及び/又はスクラップを粉碎する工程により得られ得る。この粉碎工程はまた、ポリマーコアを生み出すために熱可塑性ポリマーと共に溶かされる、再利用されたポリマー材料を生産し得る。前記再利用工程では、費用における実質的減少は、達成されてもよい。

40

## 【0076】

金属纖維と金属粒子に加えて、粉末の形状の炭素、グラファイト、書記素、またはそれらの任意の組み合わせはまた、ポリマー層の全容量に基づいて、好ましくは約5容量%未満の濃度で加えられ、例えば、さらに電気伝導度を増加させるために機能し得る。

## 【0077】

ナノ粘土粒子も使用され、例えば、ポリマー延性を改善するために機能し得る。使用された場合、ナノ粘土粒子の濃度は、ポリマー層の全容量に基づいて、約5容量%未満が好ましい。

## 【0078】

<金属層>

50

議論されるように、本明細書の合成材は、ポリマー コアの集まりが間隔を置いた層により向かい合う側面を守られる、サンドイッチ構造を利用し得ることが予見される。例えば、本明細書の構造は、シートに接してシート間に配置された、金属纖維を強化したポリマーのコア材料を有する、2枚のシートを含み得る。サンドイッチ構造の金属層(例えば第1金属層および第2金属層)は、層を横切って、箔またはシートまたは等しい或いは不等な厚さ(例えば平均厚み)を有する層の形をしている、適切な材料(例えば金属)からなってもよい。各々の金属層は、一般に一定の厚さを有し、または異なる厚さを有してもよい。各側面の面金属(face metal)は、同じ又は異なる特性を有する材料で作られ、同じ又は異なる金属で作られてもよい。金属面が不等な厚さの金属板で作られている場合、材料は異なる特性を有し、または異なる金属を有する。合成材料は、印をつけ、または異なる金属面を同定し、識別する他の手段を有し得る。層は、互いの層に比例して、構成、サイズ(例えば厚さ、幅、量、またはそれ以外のもの)、形状、または他の特徴において、同じ又は異なるものでもよい。

#### 【0079】

金属層は、以下の金属のうちの1つの少なくとも約40モル%を含む純金属または合金を含み得る: すなわち、Fe(鉄)、Ni(ニッケル)、Al(アルミニウム)、Cu(銅)、V(バナジウム)、Cr(クロム)、またはTi(チタン)。金属面は、Fe、Ni、Al、Cu、V、Ti、Cr、Mo(モリブデン)、Mn(マンガン)、Mg(マグネシウム)、またはW(タングステン)から成る基から選択された2つ以上の金属を備える合金を含み得る。前記金属または合金は、また、追加の金属または非金属を含み得る。例えば、面金属に適している金属はまた、約10モル%未満の濃度でC(炭素)、またはSi(シリコン)を含み得る。金属面に使用され得る例示の材料は、一般的な鋼、高張力鋼、中張鋼、超高張力鋼、ステンレス鋼、チタン、アルミニウムおよびそれらの合金を含む。金属または合金には、1つ以上の結晶質相があってもよい。例えば、合金(使用される任意の纖維のような)は、六角形の閉じた一群、面心立方、単純立方、および体心立方体から成る群から選択された結晶相を有してもよい。金属層は、フェライト鋼、オーステナイト鋼、セメンタイト、またはそれらの任意の組み合わせを含み得る。金属層は、アニールされ、冷たく堅くされ、熱処理され、析出硬化され、またそれ以外の処理がなされてもよい。金属層は、比較的大きな粒度(例えば、約3mmより大きな)、または比較的小さな粒度(例えば3mmより小さい)を有し得る。金属面は、薄膜でめっきされた、または覆われた、1つ以上の表面を有し得る。例示のコーティングとめっきは、亜鉛めっきされたもの、電気亜鉛めっきされたもの、クロムめっき、ニッケルめっき、耐腐食性処理、e-被膜、亜鉛コート、Granocoat、Bonazincなどの1つ、または任意の組み合わせを含み得る。好ましくは、金属面の1つまたは両方は、約10 $\cdot$ cm未満の電気抵抗率を有する材料によるコーティングがない。異なる金属材料の組み合わせは、ポリマー層の反対側に異なる種類の金属面を有していることにより、及び/又は異なる合金(例えば、異なる勾配の鋼)と金属の厚さを組み合わせて单一のプランクにするテーラードプランクの使用により、使用され得る。ほんの1つの金属面を含むラミネートに関して、上記で言及された金属は、金属面(すなわち最初の金属層のための)に使用され得る。

#### 【0080】

金属面の1つまたは両方は、好ましくは、比較的厚く、その結果、合成材料を調合及び/又は加工する場合、金属面がしわを寄せず、裂かず、又は他の欠陥を形成しない。好ましくは、金属面の1つまたは両方の厚さは、少なくとも約0.05mm、より好ましくは少なくとも約0.10mm、さらにより好ましくは少なくとも約0.15mm、および最も好ましくは少なくとも約0.18mmである。シートは、約3mm未満、好ましくは約1.5mm未満、好ましくは約1mm未満、および最も好ましくは約0.5mm未満の厚さを有し得る。例えば、合成材料は、少なくとも1つの甲種(class A)または乙種(class B)表面、好ましくは少なくとも一つの甲種表面を必要とする、自動推進のパネルにおいて使用されてもよい。前記合成材料は、甲種表面と、甲種表面でない第2表面である、第1表面を有し得る。甲種表面は、比較的厚みのある厚さを有する第1金属面と、第2表面(比較的薄い厚さ(例えば第1金属面の厚さよりも少なくとも約20%または少なくとも約40%薄い)を有する第2金属面を有する)、を有し得

10

20

30

40

50

る。一般的に、第2金属層の厚さに対する第1金属層の厚さ(例えば平均厚み)の比率は、約0.2~約5、好ましくは約0.5~約2.0、より好ましくは約0.75~約1.33、および最も好ましくは約0.91~約1.1であり得る。

#### 【0081】

##### <合成材料>

合成材料は、多層のシート(例えば、充填ポリマー材料のコアをサンドイッチする金属のような材料のシートを含む、サンドイッチ構造)の形状をしている。シートは、約30mm未満、好ましくは約10mm未満、より好ましくは約4mm未満、および最も好ましくは約2mm未満；および好ましくは約0.1mmより大きな、好ましくは約0.3mmより大きな、そして最も好ましくは約0.7mmより大きな合計平均値厚さを有し得る。合成材料は、一般に均一厚さを有し、または合成材料は、異なる(例えば1つ以上の方針における無作為または周期的な変化)厚さを有し得る。例えば、厚さにおける変化は、厚さの標準偏差が平均厚みの約10%未満になり得る。厚さの標準偏差は、好ましくは平均厚みの約5%未満、より好ましくは平均厚みの約2%未満、および最も好ましくは平均厚みの約1%未満である。

#### 【0082】

充填ポリマー層の厚さは、合成材料の総厚みの約10%、20%、30%、40%またはそれ以上に大きい。充填ポリマー層の容量は、合成材料の全容量の約10%、20%、30%、40%またはそれ以上に大きい。好ましくは、合成材料の容量の50%より多くは、充填ポリマー材料である。充填ポリマー材料の濃度は、合成材料の全容量に基づいて、より好ましくは約60容量%より大きく、より好ましくは約70容量%より大きい。充填ポリマー材料の濃度は、合成材料の全容量に基づいて、典型的に92容量%未満である；しかしながら、より高い濃度は、特に比較的厚みのある合成材(例えば、約1.5mmより大きな厚さを有する)において使用されてもよい。

#### 【0083】

本明細書のサンドイッチ合成構造の外側層(例えば金属性の層)の総厚みは、合成材料の総厚みの約70%未満でもよい。金属層の総厚みは、好ましくは合成材料の総厚みの約50%未満、より好ましくは約40%未満、および最も好ましくは約30%未満である。外側層(例えば金属層)の総厚みは、合成材料の厚さの総厚みの約5%より大きく、好ましくは約10%より大きく、およびより好ましくは約20%より大きくてもよい。

#### 【0084】

ポリマーコアは、好ましくは、コア層に面する隣接した層(例えば1つ以上の金属層)の表面の少なくとも一部と接している(直接又は、プライマー及び/又は粘着性の層を介するように間接的に)。好ましくは、接触の領域は、ポリマーのコア層に面する隣接した層の表面の全面積の、少なくとも約30%、より好ましくは少なくとも約50%、最も好ましくは少なくとも70%である。

#### 【0085】

合成材料は、多くのポリマーのコア層を含み得る。例えば、合成材料は、粘着性を含む1つ以上のコア層を含み、その結果、金属層、異なるコア層、またはその両方に付着する。

#### 【0086】

合成材料は、密度比に対して比較的強度の剛性(例えば、ASTM D747により約20で測定された、屈曲の剛性(すなわち明白な曲げ係数))を有し得る。例えば、コア材料の少なくとも30容量%を含み、厚さ( $t$ )を有している合成材料は、面材料(例えば金属)と同じ材料(例えば金属)で作られており、同じ厚さ $t$ を有しているシートの密度比に対する剛性より大きい密度比に対する剛性を有し得る。合成材料の密度比に対する剛性は、約5%より大きな、好ましくは約10%より大きな、より好ましくは約14%より大きな、および最も好ましくは約18%より大きな同じ厚さを有している、1枚の面材料(例えば金属)の密度比に対する剛性を超過し得る。

#### 【0087】

充填ポリマー材料に隣接する層(例えば金属層)は、比較的低い線形熱膨張係数を典型的

10

20

30

40

50

に有する。例えば、熱可塑性ポリマーに対する金属層の線形熱膨張係数の比率は、約1:30から約1:3、より好ましくは約1:15から約1:5であり得る。合成材料は、驚くことに、薄層に分かれず、又はそうでなければ、ポリマー相と隣接した材料(例えば金属面材料)の間の、線形熱膨張係数における大規模な差にもかかわらず、極端な外気温度(例えば-40と+40の間で)の間で循環した後に欠損しない。理論によって結合されず、金属纖維の比較的低い熱膨張係数は、充填ポリマー材料の線形熱膨張係数を減少させ、その結果、剥離は減少されるか、さらに除去されると考えられている。

#### 【0088】

##### <合成材を製造する過程>

合成材料は、少なくとも1つの隣接した層(例えば、金属性のシート)に接合され、好ましくは二層(例えば、2つの金属性の層)の間にはされ、一つ又は両方の層に接合される、充填ポリマー材料(例えばコア層)をもたらす過程を使用して、製造され得る。その過程は、最終の所望の論説に到着するために、加熱、冷却、変形(例えばスタンピングなどによるような成形)、または結合の工程の1つまたは任意の組み合わせを含み得る。隣接した層(例えば金属層)の少なくとも1つ、又はすべては、ロールシート、鍛造、鋳造、形成された構造体、押し出し加工された層、焼結層、またはそれらの任意の組み合わせの形で提供され得ることが予見される。

#### 【0089】

シートは、約90よりも大きな(例えば、約130よりも大きい、又は約180よりも大きな)温度にまで加熱され得る。好ましくは、 $T_{min}$ が、充填ポリマー材料の最も高いガラス転移温度( $T_g$ )と溶解温度( $T_m$ )である場合、シートは約 $T_{min}$ よりも高い温度にまで加熱される。金属シート、充填ポリマー材料、またはその両方は、ポリマー(例えば熱可塑性ポリマー)がかなりの破壊を受ける最高温度にまで加熱され得る。熱可塑性ポリマーは、好ましくは約350未満の温度に、より好ましくは約300未満の温度にまで加熱され得る。熱したポリマーは、金属纖維と、および任意の追加の充填材と混合され得る。熱したポリマー(例えば熱可塑性ポリマー)は、シート層として押し出されてもよい。シート層は、金属面の間で直接押し出し加工されるか、または過程或るいは別々の工程において、後で金属面の間に配されてもよい。

#### 【0090】

ポリマーのコア層は、均質層であり、または複数の下層を含み得る。例えば、充填ポリマー材料は、粘着層(例えば1つ以上の表面上に対する)を含み得る。利用される場合、1または複数の粘着層は、金属纖維、伝導性の充填材粒子(例えば金属粒子、カーボンブラック、グラファイト、鉄のリン化物、およびそれらの組み合わせから成る群から選択された、伝導性の充填材粒子)、またはその両方を好ましくは含む。前記粘着層は、金属面、ポリマーコア、またはその両方に対し、十分によい付着性(例えば、ポリマー層から金属層をはがす場合に、凝集破壊方法が認められる)を提供するために選択され、適用され得る。また、ポリマーから纖維のいくつかは突出するか、または接着剤(例えば、粘性層の中へ)に貫通することも考慮される。粘着層は、導電性纖維(例えば、粘着層は金属纖維を含む、纖維充填ポリマー層でもよい)を含み得る。合成材料には、任意の粘着層及び/又は粘着層が無くてもよい。

#### 【0091】

合成材料を製作する過程はまた、1つ以上の金属層を熱し、層に圧力を加えて、ポリマー(例えば、熱可塑性ポリマー、または金属纖維と任意の充填材で合成された熱可塑性ポリマー)をカレンダリングし、複合体シート(例えば、材料における任意の熱可塑性ポリマーの溶解温度より大きな温度の)をアニーリングする、1つ以上の工程を含み得る。

#### 【0092】

充填ポリマー材料(例えば、本明細書のサンドイッチ合成材用のコア層)を製造する過程は、纖維とポリマー(例えば熱可塑性ポリマー)を接触させる工程を含み得る。纖維とポリマーを接触させる工程は、充填ポリマー材料を形成する工程の前、またはその間に生じ得る。例えば、纖維と少なくともポリマーの一部を含むポリマー材料を満たした前駆体供給

10

20

30

40

50

材料は、単纖維を引き抜き形成する工程、または好ましくは液体状態(例えば、溶解した熱可塑性ポリマー)におけるポリマーを通った纖維を含む、引き抜き成形過程によって調合され、その結果、纖維がポリマーで覆われる。前駆体供給材料のポリマー材料を製造する過程は、好ましくは連続纖維を利用し、フィードストック材料は、ペレット剤、顆粒、線材、またはポリマー押し出し機または他のポリマー加工装置へ供給するのに適している他の形状(典型的には約2グラム未満の質量を有する)へと、好ましくは削られる。そのため、各々のペレット、顆粒、または線材における纖維は、一般的に軸方向の配向に整列される。別の実施例として、前駆体フィードストック充填ポリマー材料は、ポリマーが流動する温度で、押し出し機、密閉式混合機、微粉炭機、または他のポリマー混合装置において、纖維と少なくともポリマーの一部(例えば熱可塑性ポリマー)を混ぜ合わせることにより製造され得る。別の手法では、纖維とポリマーは、ポリマー層を製造する過程の間に接触される。例えば、纖維およびポリマー(例えば熱可塑性ポリマー)の材料は、乾燥混合され、ポリマー加工装置に供給されて、それらは、個々にではあるが、同時にポリマー加工装置への位置に供給され、または、異なる位置に、またはポリマー加工装置の中へ異なる時に供給され得る。前駆体フィードストック充填ポリマー材料を形成する過程、又はポリマー層を形成する過程は、纖維を切り刻み、ポリマー加工装置(前記過程は、切り刻まれた纖維を格納する工程が無い、または纖維と分配剤(partitioning agent)(例えば、粉末充填材または粉末ポリマーのような粉末)とを接触させる工程を含み得る)に、それらを直接供給する工程を含んでもよい。ポリマー層を形成するプロセスは、連続過程またはバッチ操作でもよい。好ましくは、そのプロセスは連続法である。

10

20

30

40

50

#### 【0093】

そのプロセスは、第3金属層(第1と第2金属層に加えて)を提供する工程を含み得る。前記プロセスは、第2金属層と第3金属層の間に第2ポリマーのコア層をはさむ工程を含み、その結果、第2金属層が2つのポリマー層の間にはさまれる。利用された場合、第3金属層は、好ましくは、穿孔されてもよい(例えば、第3金属層の表面の少なくとも約20%、より好ましくは少なくとも約40%、そして最も好ましくは約60%を覆う、多くの開口部を有している)。

#### 【0094】

$T_{min}$ が、充填ポリマー材料における、最も高い溶解温度または最も高いポリマーのガラス転移温度より大きい場合、そのプロセスは、 $T_{min}$ より大きな温度で第2金属層または第2ラミネートの充填ポリマー材料のいずれかの表面と、ラミネートの充填ポリマー材料表面と接触させる工程を含み、その結果、少なくとも部分的に結合する接触面は、2つの金属層の間にはさまれた、充填ポリマー材料層を有する合成材を形成する。そのプロセスはまた、第1と第2金属層に圧力を加える(例えば予め定めた間隔がある1組以上のローラーによって合成材料を供給することによって)工程を含み得る。少なくとも充填ポリマー材料(例えば、金属層に接する熱可塑性材料)のポリマーのうちのいくつかが、 $T_{min}$ の上にある場合、圧力を加える工程が好ましくは生じる。例えば、少なくとも充填ポリマー材料のポリマーのうちのいくつかが、約80 よりも大きな、好ましくは約120 よりも大きな、より好ましくは180 よりも大きな、さらに好ましくは約210 よりも大きな、および最も好ましくは約230 よりも大きな温度である場合、圧力を加える工程が生じ得る。そのプロセスはまた、合成材料を(例えば、 $T_{min}$ 以下の、好ましくは充填ポリマー材料のポリマーの溶解温度以下の、より好ましくは約50 以下の温度にまで)冷やす工程を含み得る。

#### 【0095】

そのプロセスはまた、向かい合う層の分離のために、および充填ポリマー材料が導入される(例えば第1と第2金属層の間に)空間の中で、1つ以上のスペーサーを適用する工程を含み得る。また、本明細書の構造体はしたがって、層の間の1つ以上のスペーサーの介在物を考慮する。例えば、スペーサーは、2つの向かい合う層の間で完全にはされ、またはスペーサーは、2つの向かい合う層の間にはさまれる第1部分と、層の間ではされない第2部分(第1部分より大きな厚さを有している)を有していてもよい。スペーサーは、ロッド、粒状体、特性(例えば、一般に一定の横断面がある特性)がある部材、金属層へ

と慎重に形成された変形、またはそれらの任意の組み合わせであってもよい。

【0096】

合成材料は、好ましくは均一厚さがあるラミネートでもよい。ラミネートの厚さにおける変化は、上述されるようなシートと同じ物でもよい。ラミネートを製造する過程は、1つの金属板だけが利用される以外は、シートを製造する過程に類似し得る。

【0097】

金属繊維が相転移を受ける温度に、またはさもないとヒューズの金属繊維が焼結する、又はそうでなければ直接、一緒に(例えば、金属結合の中で)溶解する温度にまで、金属繊維における内部応力が軽減される(例えば、合成材をスタンピング操作に伴う)任意の温度にまで、又はそれらの組み合わせにまで、合成材料を熱する工程がないことは、合成材料を製造するプロセスに好ましい。

【0098】

繊維の代わりに、または繊維に加えて、ポリマー材料層を満たしたコアを製造する過程は、3次元の電気的に伝導性の金属性のネットワークを構築するため金属を含む、多くの層を置くために転写(例えばインクジェットの転写)またはリソグラフィー(例えばフォトリソグラフィー)過程を利用してよい。前記金属性のネットワークは、繊維のため本明細書に記載の濃度域の何れかに存在し得る。

【0099】

また別の手法では、充填ポリマー層は、繊維を1つ以上のモノマーまたはプレポリマーと接触させ、その後1つ以上のモノマーまたはプレポリマーを重合する工程より、形成され得る。ポリマー化が、処理装置において(例えば押し出し機において)、フォーム上で、または型において；金属層の上、2つの金属層の間などで、生じ得る。

【0100】

本明細書の教示は、それらの端で開放されたサンドイッチ構造を、一般的に熟考する。しかしながら、そのプロセスは、端を密閉するために合成材料の端を処理する工程を含み得る。合成材料の1つ以上の端が、機械的動作(例えば、合成材料の圧着又は屈服)によって、カバー(例えばコーティング、積層、または付属のカバー)によって、または溶接、ハンダ付け、またはろう付けする操作によって密閉され得る。

【0101】

<成形プロセス>

本発明の合成材料は、造形術で材料を変形する過程などの、適切な成形過程にさらされ、プレス打抜き加工、ロール成形、曲げる、鍛造する、パンチング、伸ばす、巻きつける、幾つかの他の金属細工、またはそれらの任意の組み合わせの工程を含みうる。好ましい成形プロセスは、合成材料をスタンピングする工程を含むプロセスである。スタンピングプロセスは、外気温度で、またはその付近で生じ得る。例えば、スタンピング中の合成材料の温度は、約65 未満、好ましくは約45 未満、およびより好ましくは約38 未満である。成形プロセスは、様々な延伸比に合成材料の領域を延伸させることを含み得る。本発明の1つの態様では、合成材料は、割れ、皺、またはねじれのない、比較的高い延伸比に延伸する工程にさらされる。例えば、合成材料が延伸する工程にさらされ、その結果、少なくとも一部の合成材は、1.2より高い延伸比にまで延伸される。望ましくは、合成材料は、延伸されることができ、また約1.5より高い、好ましくは約1.7より高い、より好ましくは約2.1より高い、そして最も好ましくは約2.5より高い最大延伸倍率に延伸されこれができるものでもよい。延伸比のクラッキングが生じる限界点は、Weiss et al.(M. Weiss, M. E. Dingle, B. F. Rolfe, and P. D. Hodgson, "The Influence of Temperature on the Forming Behavior of Metal/Polymer Laminates in Sheet Metal Forming", Journal of Engineering Materials and Technology, 『t(October 2007)t』, Volume 129, Issue 4, pp. 534-535)により記載されているような、環状のカップ試験(the circular cup drawing test)を用いて測定されるものであり、これら文献は引用によって本明細書に組み入れられる。成形プロセスは、合成材料に接して、ダイス型(例えば、モールの硬度計によって測定される、硬度(金属繊維の硬度より大きな)を有するダイス型)に圧力を

10

20

30

40

50

加える工程を含み得る。

**【 0 1 0 2 】**

スタンピングプロセスまたは引き延ばしプロセスの間に、多孔性の金属繊維のコア(すなわち、実質的に熱可塑性がなく、随意に粘着層を含むコア)を含む合成材は、2つの金属層の間にはされ；繊維の濃度が高くない、又はモール(Dirk Mohr, "On the Role of Shear Strength in Sandwich Sheet Deforming," International Journal of Solids and Structures, 42 (2005) 1491-1512)によって実証されるように、繊維が、少なくとも約28容量%の金属を含むパンチ・メタルと取り替えられなければ、繊維は破れ、及び/又は2つの金属層が薄層に分かれる。本発明では、モールによって観測された故障メカニズムは、比較的低濃度の金属繊維を有しているポリマーのコア層(例えば、コアの全容量に基づいて約28%未満の金属繊維を含む)の利用により、驚くほど克服される。理論によって結合されずに、低い金属繊維濃度の改善された変形特性は、細孔及び/又は空洞が実質的に、または完全にないコア層に関連すると考えられている。本明細書に例証された複合構造物は、繊維切断及び/又は金属層の剥離の前に、想定外に高い量の変形(例えば、比較的高い延伸比)を有している。

10

**【 0 1 0 3 】**

特に好ましいスタンピングまたは引き伸ばしプロセスは、より好ましくは毎分約1ストローク(例えば1部)より大きく、より好ましくは毎分約5ストロークより大きく、さらにより好ましくは毎分約25ストロークより大きく、および最も好ましくは毎分約60ストロークより大きく開始するプロセスである。スタンピングプロセスは、プランクの周囲(すなわち、スタンピングされている合成材料の周囲)を保持する、板押え力を含み得る。好ましくは、板押え力は、約 $0.03\text{kg/mm}^2$ より大きく、より好ましくは約 $0.10\text{kg/mm}^2$ より大きく、および最も好ましくは約 $0.18\text{kg/mm}^2$ よりも大きい。スタンピングプロセスは、1、2、またはそれ以上の引き延ばしプロセスを含み得る。好ましくは、スタンピングプロセスの最初の引き延ばしのための最大の延伸(厚さにおける最大の%減少によって測定された)は、約60%未満、より好ましくは約50%未満、および最も好ましくは約45%未満である。材料の延伸に加えて、スタンピングプロセスは、その部分を貫通する、その部分を整える、その部分にフランジを付ける、またはそれらの任意の組み合わせの、1つ以上のプロセスを含み、これらプロセスは、別々のプロセス、又は組み合わせでもよい(例えば延伸プロセスと共に)。

20

**【 0 1 0 4 】**

<合成材の特徴>

合成材料は、ワイスら(M. Weiss, M. E. Dingle, B. F. Rolfe, and P. D. Hodgson, "The Influence of Temperature on the Forming Behavior of Metal/Polymer Laminates in Sheet Metal Forming," Journal of Engineering Materials and Technology, "t(October 2007)t』, Volume 129, Issue 4, pp. 530-537)によって記述された、チャネル曲げ加工法(例えば、23°で)によって試験された場合、約10%未満、好ましくは約8%未満、より好ましくは約5%未満、そして最も好ましくは約2%未満の壁跳返角(wall springback angle)を有し得る。同じ方法によって試験された場合、合成材料は、約2%未満、好ましくは約1.5%未満、およびより好ましくは約1.0%未満のフランジ跳返角(flange springback angle)に特徴化され得る。

30

**【 0 1 0 5 】**

好ましくは、合成材料は溶接可能であり(例えば、点溶接、縫合せ溶接、火花突合せ溶接、プロジェクション溶接、またはアプセット溶接のような抵抗溶接技術を使用して溶接可能)、比較的低い電気抵抗を有している。したがって、本明細書の教示はまた、本明細書で教えられた合成材料を溶接する1つ以上のプロセスを熟慮する。導通方向における合成材料の電気抵抗は、金属層とコア層の電気抵抗の和によって記述され得る。典型的に、金属層の電気抵抗は、コア層の電気抵抗よりはるかに少なく、その結果、合成材料の電気抵抗がコア層の電気抵抗によって評価され得る。固有抵抗(例えば、導通の層厚方向(シートの平面に垂直)において測定された固有抵抗)は、AC変調を使用して測定され、電圧降下

40

50

、Vおよび電流、Iから測定される：固有抵抗=(V/I)(A/t)ここで、Aはシートの領域であり、tはシートの厚さである。合成材料、コア層、またはその両方の固有抵抗(導通の厚さ方向における)は、比較的低い(例えば、合成材料、コア層、またはその両方は、約100,000 · cm未満、好ましくは約10,000 · cm未満、より好ましくは約3,000 · cm未満、および最も好ましくは約1,000 · cm未満の固有抵抗により特徴化され得る)。

#### 【0106】

本発明の合成材料は、同じ寸法を有している單一体の金属材料と比較して、改善された熱特性に提供し得る。好ましくは、合成材料は、比較的低い熱伝導度を有する(例えば、合成材料は、導通の厚さ方向(シートの平面に垂直)において測定された比較的低い熱伝導度を有するシートでもよい)。例えば、本明細書の教示による合成材料は、熱伝導度(例えば、導通の厚さ方向における)を有し、熱伝導度は、單一体の材料(合成材料と同じ寸法を有し、且つ合成材の金属層において使用されるものと同じ金属から成る)の熱伝導度よりも、少なくとも約10%低く、より好ましくは少なくとも約50%低く、および最も好ましくは約90%低い。合成材料の導通の厚さ方向での熱伝導度(約25 °K未満、より好ましくは約14W/m · °K未満、さらにより好ましくは約10W/m · °K未満、さらにより好ましくは約5W/m · °K未満、および最も好ましくは約1W/m · °K未満である。

10

#### 【0107】

本明細書の教示による合成材料は、聴覚の伝達を少なくし、音波発生を少なくし、振動を少なくし、またはそれらの任意の組み合わせを行うコア層を含んでもよい。ピーク聴覚伝達(例えば、SAE J1400によって測定された)、ピーク振動伝達、またはその両方は、合成材料を通して、同じ寸法を有しているモノリシックマテリアルの数値未満、少なくとも10%未満、さらにより好ましくは少なくとも50%未満、および最も好ましくは少なくとも90%未満である。

20

#### 【0108】

##### <溶接の微構造>

本明細書に教示された様々な合成材を使用して作られた溶接継ぎ手は、合成材にわたって微構造の変化を示してもよい。例えば、継手は、各々のシートがフェライトと随意にセメンタイトを含んでいる(例えばパーライト構造体において)場合、別々に間隔が置かれた金属を有する(溶接の側面を守る側で)ように特徴づけられ得る。溶接点はそれ自身、フェライト、カーバイドおよび随意にオーステナイト(例えばbanite構造で)を含むように特徴づけられ得る。材料の長さに沿って進むことで、溶接継ぎ手の側面の位置からの炭素含量が増加してもよい。

30

#### 【0109】

図3Aについて、溶接継ぎ手30は、合成材料12(第1金属層14、第2金属層14'およびポリマー・コア層16を含む)と、第2金属材料36(例えば、第2合成材料、または薄板のような單一体の金属素材)の間で形成され得る。溶接継ぎ手は、第1金属層14と第2金属層14'の溶接から結果として生じる第1溶接部32と、第2金属層14'と第2金属材料36の溶接から結果として生じる第2溶接部34を含む、少なくとも2つの溶接部を有する。溶接継ぎ手はまた、合成材料の2つの金属層間の金属リッチ域38を含み、溶接継ぎ手に隣接している金属リッチ域は、溶接作業の間に接合点チップによって絞り出される金属を含み得る。例えば、金属リッチ域は、合成材中の金属纖維からの金属を含む、または本質的にそれから成り得る。理論によって結合されずに、溶接作業は、接合点チップの下のポリマーを最初に溶かし、接合点圧力は、ポリマーのうちのいくつかまたはすべてを接合点から遠ざける(例えば、金属の融解の前に)こと、溶接作業は、金属層を溶かす前に接合点チップの下の金属纖維のうちのいくつかまたはすべてを溶かしてもよいこと、又はその両方を行ってよいことが考えられている。図3A(32、40、41、42)において示されるような第1金属層の様々な領域の金属中の炭素の濃度(およびしたがって硬さ)は、同じ又は異なり、好ましくは同じである。溶接部32の近くの第1金属層の微構造は、溶接部40から離れた第1金属層の微構造と同じ又は異なる。微構造の差は、鉄、炭素、他の金属、またはそれらの組み合わ

40

50

せの異なる濃度から(第2金属層、金属繊維、ポリマー、またはそれらの任意の組み合わせからの原子を備えた第1金属層の混合から発生し得る)、又は熱処理における差から(接合点の加熱および冷却サイクルから)、結果として生じる。

#### 【0110】

本明細書の教示に従って、溶接部32の金属の微構造は、ポリマー層のない第1金属層および第2金属層を溶接する時に得られるのと同じ微構造(例えば、同じ炭素濃度、中間段階組織、パーライト構造、純粋なフェライト組織、マルテンサイト構造、オーステナイト組織などの同じ結晶構造、またはそれらの任意の組み合わせ)を有し得る。そのようなものとして、熱可塑性および金属繊維の両方を含むポリマー層が、溶接継ぎ手の微構造に影響しないということが、驚くほど見出される。

10

#### 【0111】

プロセスは、加工物(すなわち、溶接構造物)を処理する溶接工程の後で1つ以上の工程を含み、その結果、微構造が変更される。例えば、加工物は、表面硬度調節工程(例えば表面の炭化(carborization))によってアニールされ、機械的に働かされ、または処理され得る。微構造が変更される場合の工程はまた、相転移が生じる工程であると特徴づけられ得る。

#### 【0112】

図3Bは、溶接継ぎ手30'の近くの領域における微構造を図示する。図3Bにおいて図示されるように、溶接部32の近くのポリマー層16は、溶接部から横に移動する金属繊維20およびポリマー18の変化する濃度を有する。例えば、溶接部は、金属リング38で部分的にまたは完全に取り囲まれ、1つ以上の金属繊維リッチ域39(例えば、ポリマーが溶接部、および溶接部の近くの領域から溶かされ圧搾される場合に形成され得る)を有する。金属層14および14'の厚さは、比較的大きな変化を有するポリマー層の厚さと比較して、溶接部から横に移動する比較的小さな変化を有し得る。図3Bにおいて図示されるように、溶接前のポリマー層の厚さと比較して、ポリマー層の厚さは、溶接継ぎ手に隣接している領域39において実質的に減少され得る。例えば、溶接継ぎ手に隣接している領域におけるポリマー層の厚さは、任意の溶接作業前のポリマー層の厚さと比較して、少なくとも20%まで、好ましくは少なくとも約50%まで、より好ましくは少なくとも約60%まで減少され得る。

20

#### 【0113】

上述され、図3Bにおいて図示されたように、溶接継ぎ手は、溶接継ぎ手を部分的に包囲、又は完全に包囲し、好ましくは溶接継ぎ手の溶接部32に付けられる、金属の環38を含み得る。環は、三角形、長方形、台形、円扇形などの任意の横断面を有し得る。図3Bにおいて図示されるように、環は、一般的に円扇形形状を有する横断面を有し得る。理論によって結合されずに、環は、金属繊維材料(例えば、溶接作業の間に溶かされ絞り出される金属繊維)から少なくとも部分的に、または実質的に完全に形成され、溶接部32のどちらかの側面の金属とは異なった金属(すなわち、第1金属層および第2金属層とは異なった金属)であると考えられている。そのようなものとして、溶接継ぎ手は、第2金属層の第2金属との溶接された接点において第1金属を有している、第1金属層を含み、ここで、第1金属と第2金属は、同じ又は異なり；および金属環は、溶接部(例えば第1と第2金属層の接触の部分によって定義された溶接部)を少なくとも部分的に包囲し、第1と第2金属層との間に配置され、第1、第2、又はその両方の金属層に付けられ、ここで、金属環は、第1金属および第2金属とは異なる金属である。

30

#### 【0114】

本発明の合成材料は、本明細書に記載の特性の1つまたは任意の組み合わせを必要とする、任意の数の適用において使用されてもよい。この特性は、比較的低密度、比較的低い熱伝導度、密度比に対して比較的高い剛性、または比較的低い聴覚の伝達を含むが、これらに限定されない。本発明の合成材料を利用する、例示の適用は、自動推進および他の輸送関連の適用、建築構造関連の適用、および装具関連の適用を含み得る。合成材料は、自動車のパネル、トラックパネル、バスパネル、容器(例えば、出荷に使用された容器)、列車上のパネル、ジェット上のパネル、チューブ(例えば、自転車のチューブ)、オートバイ

40

50

パネル、トレーラーパネル、レクレーショナルビークル上のパネル、スノーモービル上のパネル、自動車のバンパーダッシュボード、スピライラー、脚室ライナー、航空力学の地表効果、通気しゃ断壁、容器、ベッドライナー、隔壁、装具枠組、または座席底面などの適用において使用され得る。合成材料は、外部の整備された単体、むらつや、樋、こけら板、壁、床張り材料、カウンタートップ、キャビネット面材、窓枠、扉枠、パネルをはめること、ベント、ダクト、板張り、枠組み研究、棚付け、衛生器具、シンク、シャワーパン、タブ、および囲いのような、建築構造材料として使用され得る。例示の適用は、車体パネル(例えば、自動車のような車両のボディ外板)である。本明細書に記載の合成材料を使用し得る自動車パネルは、前四分体パネル、後四分体パネル、戸板、フードパネル、屋根パネル、又はそれ以外のものを含む。自動車のパネルは、甲種、乙種、又は丙種(class C)表面、好ましくは甲種または乙種表面、およびより好ましくは甲種表面を有し得る。本明細書の合成材料はまた、1つ以上の装飾の外表面、または金属ベニヤ、木製ベニヤ、ポリマーのベニヤ、又はそれ以外のものなどの、ベニヤ板を含み得る。外側表面は、向かい合う層として、異なる構成、色または他の外観を有し得る。例えば、鉄の外側層は着色され、その結果、それが銅色、ブロンズ色、黄銅色、金色、または他の幾つかの色を模倣する。

10

## 【0115】

本発明の合成材料は、電着塗装プロセス、塗装プロセス、粉末被膜プロセス、それらの任意の組み合わせなどのような、合成材料を被覆する工程を含んでいるプロセスの中で使用されてもよい。利用される場合、コーティングプロセスは、掃除またはそれ以外に表面の調合の1つ以上の工程、被膜を熱する又は焼く(例えば、約100、好ましくは約120より大きな温度で)1つ以上の工程、またはそれらの任意の組み合わせを含み得る。コーティングは、浸漬法によって、散布法によって、またはローラーまたはブラシのような塗布用具を利用するプロセスで、などといった任意の従来の手段によって施され得る。そのようなものとして、合成材料は、好ましくは、外に浸出し、電機被膜(electrocoat)プロセスのバスのようなコーティング工程のバスを混入する成分(例えば、低分子量成分)がない。同様に、本明細書の方法は、合成材の成分により、バス混入がない1つ以上のコーティング工程を含む。

20

## 【0116】

合成材料(例えば、合成材料から作られた、スタンプ(プレス加工)された部分)は、1つ以上の他の材料または部品に、合成材料を接合することを必要とするアセンブリにおいて使用されてもよい。例えば、合成材料は、固定具を使用して別の部品に機械的に接合され、又は接着剤、接着促進剤(例えばプライマー)、またはその両方を使用して化学的に別の部品に接合され得る。接合の他の手段は、ろう付けし、はんだづけする溶接を含む。これらの接合方法の1つまたは任意の組み合わせが利用されてもよい。

30

## 【0117】

好ましくは、合成材料は、部品またはアセンブリを形成するための合成材料の加工中に、薄層に分かれない(例えば、金属層はコア層から薄層に分かれない)。そのため、合成材料は、好ましくは、スタンピング操作中に、接合する操作中に(例えば溶接作業中に)、またはその両方の間に、薄層に分かれない。合成材料は、高圧のガスが層の間に蓄積したガスボケットが実質的になくてもよい。1つ以上の層は、任意の蓄積されたガスを放出するために1つ以上の開口部を含み得る。例えば、金属層における複数の穿孔が接合点部位を囲み、溶接により発生し得る任意のガスの回避を可能にする。また、ポリマー層が、圧力の増大を避けるためにガスが遊走する1個以上のセルを含むことは可能である。同様の結果は、普通炭素鋼または他の鋼纖維の使用によって予期される。

40

## 【0118】

本明細書で議論された特性は、本明細書の合成材料を使用して作られた全体部分、またはその一部のみの上に示され得る。部品は、それらの間の纖維を備えた層の圧縮をもたらす任意の纖維(すなわち、外部の表示表面は、明白に検知可能なものの(例えば肉眼によって)がない)表面変形の、可視の検知可能な読み取りを実質的に示さないものと特徴づけられ

50

る。任意の溶接前に、金属の微構造は、部品の全体ではない場合、少なくとも1つの部分にわたって実質的に連続的であることは可能である。

【0119】

一部分にわたって予め定められた位置で選択的に特性の差を引き起こすことは可能である。

【0120】

本発明の別の態様は、使用済みの再利用、再循環、または本発明を使用して作られた部品の両方のための方法を熟慮する。1つの手法は、本明細書で教示した合成構造を有しており、それを金属材料から炭化水素化合物を分離する工程(例えば高温加熱工程によって)にさらす一部分を提供することを予見する。炭化水素化合物または金属材料のいずれか、またはその両方は、回復し再度使用することができる。10

【0121】

以下の実施例の構成は、約±20%まで変わり、同様の結果を提供する(例えば、約±20%内で)ことが認識されるべきである。さらに、本明細書で教示した他の材料は、記述されたものために置換され、同様の結果が、熟慮される。

【0122】

(実施例)

<実施例1>

軽量合成材用のコア材料を、平均直径が約3-10 μmであり平均長さが約2-4mmの、約45gのナイロン6と約72gのステンレス繊維を、260 のプラベンダー・プラスチグラフ・ミキサー内で、約20rpmの速度で溶解して混合することによって製造する。ナイロン6は、約1.14 2g/cm<sup>3</sup>の密度を有しており、鋼は、約7.9g/cm<sup>3</sup>の密度を有している。約60分間混合した後に、混和物をプラベンダー・ミキサーから取り除く。このように製造されて、実施例1は、約18.8容量%の鋼繊維および約81.2容量%のナイロン6を含み、約2.411g/cm<sup>3</sup>の密度を有している。20

【0123】

<実施例2>

コア材料を、ステンレス繊維の重量が約102gであり、ナイロン6の重量は約40gであること以外、実施例1と同じ方法を使用して、製造する。このように製造されて、混和物は、約26.9容量%の鋼繊維および約73.1容量%のナイロン6を含み、約2.962g/cm<sup>3</sup>の密度を有している。30

【0124】

<実施例3>

コア材料を、ステンレス繊維の重量が約48gであり、ナイロン6の重量は約53.5gであること以外、実施例1と同じ方法を使用して、製造する。このように製造されて、混和物は、約15容量%の鋼繊維および約85容量%のナイロン6を含み、約2.157g/cm<sup>3</sup>の密度を有している。

【0125】

<実施例4>

コア材料を、ステンレス繊維の重量が約35.4gであり、ナイロン6の重量は約50.6gであること以外、実施例1と同じ方法を使用して、製造する。このように製造されて、混和物は、約10容量%の鋼繊維および約90容量%のナイロン6を含み、約1.816g/cm<sup>3</sup>の密度を有している。40

【0126】

<比較実施例5>

コア材料を、ステンレス繊維が使用されず、約53gのナイロン6がプラベンダー・プラスチグラフ・ミキサーにおいて混合されないこと以外、実施例1と同じ方法を使用して、製造する。比較実施例5は、約1.142g/cm<sup>3</sup>の密度を有している。

【0127】

<比較実施例6-7>

10

20

30

40

50

2つの鋼板(各々が約0.20mmの厚さ、約74.2mmの長さ、約124.2mmの幅を有する)とナイロン12を含むサンドイッチパネルを圧縮成形することによって合成材料を製造し、ナイロン12は、金属繊維なしで、金属製平板の間に置かれる。鋼板を、AISA 1008およびASTM A109基準を満たす、第5硬度アルミニウムキルド低炭素鋼(No. 5 temper Aluminum killed) low carbon steel)で作る。表1に示されるように、比較実施例6および7用のコア材料の厚さは、各々約0.30mm、および約0.44mmである。比較実施例6および7は、約250 °Cの温度および約12000kgの負荷で押込金型を使用して成型された、圧縮である。合成材板の総合密度は、鋼板において使用される鋼の密度より約32-46重量%低い。比較実施例6-7の導通の厚さの電気抵抗率は、 $1 \times 10^{10} \Omega \cdot cm$ より大きく、これらパネルが遮音特性を有していることを示している。スタンプ(プレス加工)可能だが、モノリシック鋼鉄パネルに対する比較実施例6-7を溶接する試みは、共に溶接しない構造体をもたらす。これらのサンプルは、溶接点が堅く結びつけられているパネルより弱いという点において、溶接試験に失格になる。

10

#### 【0128】

##### <実施例 8-9>

実施例8および9は、26.9容量%の鋼繊維および約73.1容量%のナイロン12を含むコア材料が使用されること以外、比較実施例6-7に記載された方法を使用して、サンドイッチパネルを圧縮成形することによって製造された、合成材料である。コア材料における鋼繊維は、約3-10 μmの平均直径および約2-4mmの平均長さを有し、約260 °Cでプラベンダー・プラストグラフ・ミキサーにおいてナイロン12と混合される。コア材料の厚さは、実施例8および9に関しては、それぞれ約0.40mmおよび約0.57mmである。これらのサンプルは表2に示される。合成材板の総合密度は、鋼の密度より約29-36重量%低い。これらの合成材板を、AC抵抗溶接(点溶接)を使用して、厚さが約0.8mmである鋼板に溶接する。良好な溶接(すなわち、溶接されているパネルより強度であり、その結果、溶接されたパネルが力によって分離される場合、溶接ボタン(weld button)を得る溶接)を、約600psiの圧力で、約9.7kAの溶接電流と8つの溶接サイクル(8 weld cycles)を使用して、得る。これらの状態は、0.8mmの厚さである鋼の2枚の單一体のシートの溶接に必要なものより低い(12.9kA、15の溶接サイクル、600psiの圧力)。各々の溶接サイクルは、約1/60秒であり、溶接するパラメータは、約1つのサイクル(すなわち約1/60秒)の勾配、約10のサイクル(すなわち約1/6秒)の保持時間、および約1秒のスクイズ時間を含む。

20

30

	比較実施例 6	比較実施例 7
金属板 1		
材料	鋼	鋼
厚さ、 mm	0.20	0.20
金属板 2		
材料	鋼	鋼
厚さ、 mm	0.20	0.20
コア材料		
厚さ、 mm	0.30	0.44
厚さ、 合計の容量%	43%	57%
金属繊維、 コアの容量%	0%	0%
ナイロン 12、 コアの容量%	100%	100%
合計密度、 g/cm <sup>3</sup>	5.37	4.27
軽量化、 %	32%	46%
コア層抵抗率、 Ω・cm	>10 <sup>12</sup>	>10 <sup>12</sup>
溶接特性	失格	失格

10

20

30

## 【 0 1 2 9 】

## &lt;実施例10-11&gt;

実施例10と11は、金属製平板の厚さが各々約0.30mmであり、サンプルがそれぞれ約0.39mmと約0.54mmのコア材料の厚さで製造されていること以外、実施例8と9に記述された方法を使用して、サンドイッチパネルを圧縮成型することによって製造された合成材料である。これらサンプルは表2に示される。合成材板の総合密度は、鋼の密度より約25-30重量%低い。これらの合成材板を、AC抵抗溶接(点溶接)を使用して、厚さが約0.8mmである鋼板に溶接する。良好な溶接を、約600psiの圧力で、約9.7kAの溶接電流と8つの溶接サイクルを使用して得る。

	実施例 8	実施例 9	実施例 10	実施例 11
金属板 1				
材料	鋼	鋼	鋼	鋼
厚さ、mm	0.20	0.20	0.30	0.30
金属板 2				
材料	鋼	鋼	鋼	鋼
厚さ、mm	0.20	0.20	0.30	0.30
コア材料				
厚さ、mm	0.40	0.57	0.39	0.54
厚さ、 合計の容量%	50%	59%	39%	47%
金属繊維、 コアの容量%	26.9%	26.9%	26.9%	26.9%
ナイロン 12、 コアの容量%	73.1%	73.1%	73.1%	73.1%
合計密度、g/cm <sup>3</sup>	5.61	5.04	5.91	5.55
軽量化、%	29%	36%	25%	30%
コア層抵抗率、 Ω・cm	910	480	<150	170
接合点特性	良好	良好	良好	良好

10

20

30

40

50

## 【0130】

## &lt;実施例12-13&gt;

実施例12および13は、20.2容量%の鋼繊維および約79.8容量%のナイロン12を含むコア材料が使用されること以外、比較実施例6-7に記載された方法を使用して、サンドイッチパネルを圧縮成形することによって製造された、合成材料である。コア材料における鋼繊維は、約3-10 μmの平均直径および約2-4mmの平均長さを有し、約260 °でプラベンダー・プラスチグラフ・ミキサーにおいてナイロン12と混合される。コア材料の厚さは、実施例12および13に関しては、それぞれ約0.37および約0.55mmである。これらのサンプルは表3に示される。合成材板の総合密度は、鋼の密度より約31-41重量%低い。これらの合成材板を、AC抵抗溶接(点溶接)を使用して、厚さが約0.8mmである鋼板に溶接する。良好な溶接を、約600psiの圧力で、約9.7kAの溶接電流と8つの溶接サイクルを使用して得る。

## 【0131】

実施例12の剛性と密度、および実施例12の金属層において使用される同じ鉄鋼材のモノリシックシートは、厚さが両方とも約0.87mmであり、導通の層厚方向において測定される。実施例12は、鋼鉄のモノリシックシートより密度比に対する高い剛性を有すると予想される。

## 【0132】

## &lt;実施例14&gt;

実施例14の合成材料のサンプルを、実施例3がコア材料に使用されること以外、比較実施例6に記述した方法を使用してサンドイッチパネルを圧縮成型することによって製造する。この合成材料のサンプルを、AC抵抗溶接(点溶接)を使用して、厚さが約0.8mmである鋼板に溶接する。良好な溶接を、約600psiの圧力で、約9.7kAの溶接電流と8つの溶接サイクルを使用して得る。

## 【0133】

## &lt;実施例15&gt;

実施例15の合成材料のサンプルを、実施例4がコア材料に使用されること以外、比較実施例6に記述した方法を使用してサンドイッチパネルを圧縮成型することによって製造する。この合成材料のサンプルを、AC抵抗溶接(点溶接)を使用して、厚さが約0.8mmである

鋼板に溶接する。良好な溶接を、約600psiの圧力で、約9.7kAの溶接電流と8つの溶接サイクルを使用して得る。

	実施例 12	実施例 13
金属板 1		
材料	鋼	鋼
厚さ、mm	0.20	0.20
金属板 2		
材料	鋼	鋼
厚さ、mm	0.20	0.20
コア材料(例 1)		
厚さ、mm	0.37	0.55
厚さ、合計の容量%	48%	58%
金属繊維、コアの容量%	20.2%	20.2%
ナイロン 12、コアの容量%	79.8%	79.8%
合計密度、g/cm <sup>3</sup>	5.43	4.70
軽量化、%	31%	41%
コア層抵抗率、Ω・cm	740	500
接合点特性	良好	良好

10

20

30

40

50

## 【0134】

## &lt;実施例16&gt;

約340mmx540mmの寸法を有しており、実施例12の構成を有している合成材板を、圧縮成型過程を使用して製造する。合成材板をスタンプ（プレス加工）して、その結果、パネルの部分は約3の延伸比を有する。スタンピングの後、パネルに割れ目としわがなく、甲種表面があることが予期される。金属繊維が裂けず、コア層は金属層から薄層に分かれないことがさらに予期される。

## 【0135】

## &lt;実施例17-25&gt;

実施例17-19は、純粋なポリマー、および実施例1の方法を使用して製造された、ステンレス繊維とポリマーの混合物である。実施例17-19を、実施例17、18および19に関してそれぞれ約0重量%、約3重量%、および約10重量%のステンレス繊維を備えたナイロン6を使用して製造する。実施例17のコア材料の引張係数は、約3.3GPaである。鋼繊維が約3重量%の濃度で加えられる場合（実施例18）、引張係数は約3.9GPaに対し17%より多く増加する。鋼繊維が約10重量%の濃度で加えられる場合（実施例19）、引張係数は約7.3GPaに対し100%より多く増加する。ナイロンを共同ポリアミドと取り替え、ステンレス繊維の濃度は、実施例20、21および22に関してはそれぞれ、約0重量%、約3重量%、および約10重量%である。

実施例20のコア材料の引張係数は、約700MPaである。鋼繊維が約3重量%の濃度で加えられる場合（実施例21）、引張係数は約1160MPaに対し50%より多く増加する。鋼繊維が約10重量%の濃度で加えられる場合（実施例22）、引張係数は約2280MPaに対し200%より多く増加する。ナイロンを、約19重量%の酢酸ビニルと約81重量%のエチレンを含むエチレン酢酸ビニルコポリマーと取り替え、ステンレス繊維の濃度は、実施例23、24および25に関してはそれぞれ、約0重量%、約3重量%、および約10重量%である。純粋なエチレン酢酸ビニルコポリマー（実施例23）には、約40MPaの引張係数、約680%の欠損の伸率、および約36MPaの強靭性がある。鋼繊維が約3重量%の濃度で加えられる場合（実施例24）、引張係数は約110MPaに対し100%より多くまで増加し、欠損の伸率は約680%と略同じままであり、強靭性は約47MPaにまで増加する。鋼繊維が約10重量%の濃度で加えられる場合（実施例25）、引張係数は約210MPaに対し400%より多くまで増加し、欠損の伸率は約70%であり、強靭性は約3MPaであ

る。そのようなものとして、一般的にこれと本明細書の他の実施形態は、金属繊維を含む充填ポリマー材料(例えばコア層の材料)の引張係数によって特徴化され、該充填ポリマー材料(例えばコア層の材料)の引張係数は、同じ構成であるが、好ましくは少なくとも15%、より好ましくは少なくとも50%、さらにより好ましくは少なくとも約100%、および最も好ましくは少なくとも約200%までの金属繊維を含まない充填ポリマー材料の引張係数よりも大きい。

#### 【0136】

##### <実施例26>

合成サンドイッチシートを、低炭素鋼表面板と、約20容量%のステンレス繊維と約80容量%のナイロンを含む合成材層を含んで、製造される。合成材料は、低炭素鋼で作られた金属板に点溶接されたものある。溶接状態は、約60のサイクル(約1/60秒である各々のサイクル)のスクイズ時間、約1つのサイクルの勾配、約13の溶接サイクルの溶接時間、約5kAの電流、および約10のサイクルの保持時間を含む。10

#### 【0137】

溶接継ぎ手を、顕微鏡法、微小硬度、およびエネルギー分散方式X線分光法(EDS)によって区分化し、研磨し、研究する。図3A、3Bおよび3Cは、区分化された溶接継ぎ手の異なる領域及び/又は異なる倍率を図示する顕微鏡写真である。

#### 【0138】

EDSと微小硬度(ASTM E 384-08によって測定されるようなビックカース硬度)は、溶接部32の近くのステンレス鋼の小量を除いて、第1金属層の炭素濃度が本質的に変化(例えば領域32、40、41および42との間に)を有していないことを示す。EDSと微小硬度の研究は、溶接部の近くの金属領域38が、ステンレス鋼(すなわち金属繊維において使用される鋼鉄)から本質的に成ることを示す。溶接部の近くの領域では、第1金属層の微構造はペイナイトの典型であり、フェライトを含む。他の領域では、接合点(例えば、40によりマークされた位置に)から離れて、第1金属層は純粋なフェライト粒を有している。20

#### 【0139】

##### <実施例27-34(電気抵抗率)>

実施例27~34を、プラベンダー・ミキサー中の表4に示される鋼繊維濃度を使用して、熱可塑性材料と鋼繊維を混合することにより製造する。その後、合成材料を、2つの0.2mmの厚さの鋼板の間に熱可塑性樹脂層を満たした0.4mmの繊維があるサンドイッチの成型により製造する。合成材料の導通の厚さの電気抵抗率は、AC調節(AC Modulation)を使用して測定されるように、表4において示される。熱可塑性材料を充填した合成材料のすべては、比較的低い電気抵抗率を有し、充填していない熱可塑性材料はすべて、比較的高い電気抵抗率を有している。30

	加熱可塑性材料	鋼繊維(容量%)	電気抵抗率Ω・cm
実施例 27	ナイロン	0	$>10^{11}$
実施例 28	ナイロン	26.9	250
実施例 29	ナイロン	20	250
実施例 30	ナイロン	15	270
実施例 31	ナイロン	10	300
実施例 32	EVA	0	$>10^{11}$
実施例 33	EVA	3	400
実施例 34	コポリアミド	3	600

#### 【0140】

10

20

30

40

50

本明細書で使用されているように、特に断らない限り、本教示は、属(リスト)の任意の部材が属から除外され得ること；及び/又は、マーカッシュグループ分けの任意の部材がグループ分けから除外され得ることを予見する。

#### 【0141】

特に断らない限り、任意のより低い値と任意のより高い値との間に少なくとも2ユニットの分離があれば、本明細書に列挙された任意の絶対値は、1ユニットの増加量においてより低い値から高い値までの値をすべて含む。実施例として、成分、特性、またはプロセス変数の値(例えば、温度、圧力、時間など)の量が、例えば1~90、好ましくは20~80、より好ましくは30~70であると述べられる場合、中間領域値(例えば、15~85、22~68、43~51、30~32など)が、この明細書の教示内にあることが意図される。同様に、個々の中間値はまた、本教示内にある。1未満である値に関しては、1ユニットは、必要に応じて、0.0001、0.001、0.01または0.1であると考えられる。これらは、明確に意図されるものの例であり、列挙された最低値と最高値との間の絶対値の全ての可能な組み合わせは、同様の方式におけるこの適用において明らかに述べられると考えられるべきである。参照されるように、「重量部」として本明細書に表現された量の教示はまた、重量百分率の用語において表現された同じ範囲を熟考する。したがって、「結果として生じるポリマーの混紡組成の'x'重量部」での用語における範囲の、本発明の詳細な記載における発現はまた、結果として生じるポリマーの混紡組成の重量百分率において同じ列挙された量の「x」の範囲の教示を熟慮する。

10

#### 【0142】

特に断らない限り、全ての範囲は、終了点とその間のすべての数の両方を含む。範囲に関して「約」または「およそ」の使用は、範囲の両端に適用する。したがって、「約20~30」は、「約20~約30」をカバーするように意図され、少なくとも特定された終了点に包括的である。

20

#### 【0143】

特許出願と出版物を含む、すべての論説と引用文の開示は、すべての目的のための引用によって組込まれる。組み合わせを記述する用語「～から本質的に成ること」は、要素、成分、同定された構成要素または工程、および、組み合わせの基礎的で新しい特徴に実質的に影響しない、前記他の要素、成分、構成要素または工程を含む。本明細書の要素、成分、構成要素または工程の組み合わせについて記述するために、用語「備えている」または「含んでいる」の使用はまた、要素、成分、構成要素または工程から本質的に成る実施形態を熟慮する。

30

#### 【0144】

複数の要素、成分、構成要素または工程は、単一の総合的要素、成分、構成要素または工程によって与えられ得る。あるいは、単一の総合的要素、成分、構成要素または工程は、別々の複数の要素、成分、構成要素または工程に分けられ得る。要素、成分、構成要素または工程について記述する「a」又は「one」の開示は、追加の要素、成分、構成要素または工程を排除するようには意図されない。一定の群に属する要素又は金属に対する、本明細書のすべての引用は、CRC Press社(1989年)によって出版され、版権を取られた元素周期表を指す。群又は複数の群への任意の引用は、群に番号を付けるためのIUPACシステムを使用する、この元素周期表において反映されるような群または複数の群にあるものとする。

40

#### 【0145】

本明細書に使用されるように、用語「ポリマー」および「重合」は総括的であり、それぞれ「ホモ-」と「コポリマー」、および「均質化」と「共重合」のより特異的な場合どちらかまたは両方を含むことができる。

#### 【0146】

上記の記載が実例となり、かつ限定的でないよう意図されることが理解される。提供される実施例に加えて、多くの適用と同様に多くの実施形態も、上記の特徴を解釈することで、当業者にとって明白になる。それ故、本発明の範囲は、上記の記載に関しては決定

50

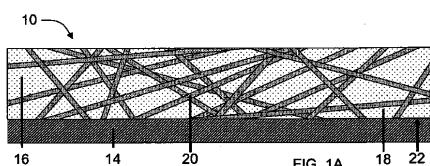
されるべきではないが、その代わりに、特許請求の範囲が与えられる同等物の十分な範囲と共に、添付された特許請求の範囲に関する測定されるべきである。特許出願と出版物を含む、すべての論説と引用文の開示は、すべての目的のため引用することによって組込まれる。本明細書に開示される主題の任意の態様の以下の特許請求の範囲における省略は、前記主題の否定するものではなく、発明者は前記主題を開示された発明にかかる主題の一部であると考えない、ということを見なされるべきでない。

## 【符号の説明】

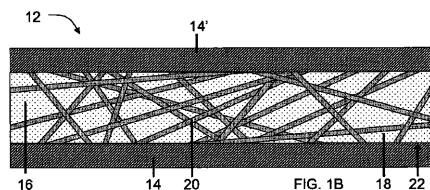
## 【0 1 4 7】

- |           |            |    |
|-----------|------------|----|
| 1 0 、 1 2 | 軽量合成材料     | 10 |
| 1 4       | 金属層        |    |
| 1 6       | 充填熱可塑性ポリマー |    |
| 1 8       | 熱可塑性ポリマー   |    |
| 2 0       | 金属纖維       |    |

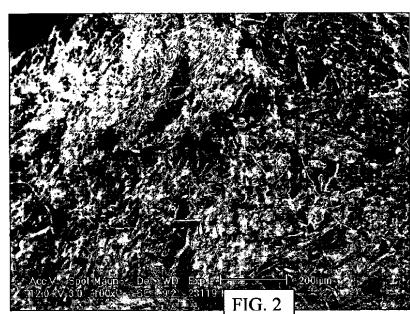
【図 1 A】



【図 1 B】



【図 2】



【図 3 A】

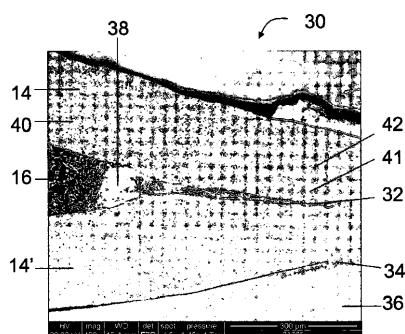


FIG. 3A

【図 3 B】

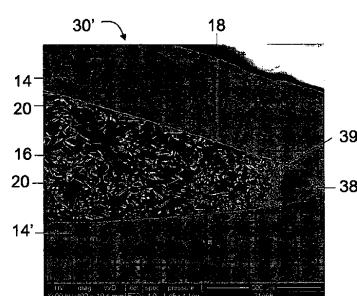


FIG. 3B

## 【図 3 C】

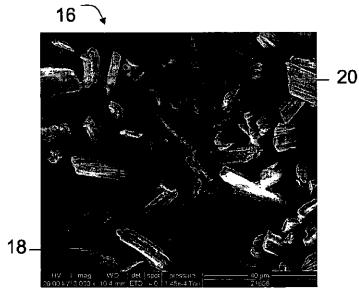


FIG. 3C

## 【手続補正書】

【提出日】平成23年6月9日(2011.6.9)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

## 【補正の内容】

【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

軽量合成材料であって、

(i) 第1金属層、

(ii) 第2金属層、

(iii) 第1金属層と第2金属層間に配置されたポリマー層、および

(iv) ポリマー層内に分配された1つ以上の金属繊維、を含んでおり、

ここで、ポリマー層は、ポリマーを含んでいる充填ポリマー材料を含んでおり、前記ポリマーは、

約80%未満の結晶化度と、ASTM D638-08によって測定される約0.1s<sup>-1</sup>の伸歪率で少なくとも約20%の欠乏伸長度と、約0.1s<sup>-1</sup>の歪率で測定される約1MPaよりも大きな歪硬化係数Gと、を有しており、金属繊維は、包まれ、編まれて、絡み合わされた繊維を含んでおり、金属繊維は、約1mmより大きな重量平均長さを有しており、および、繊維は、鋼、マグネシウム、チタン、銅、少なくとも40重量%銅を含んでいる合金、少なくとも40重量%鉄を含んでいる他の合金、少なくとも40重量%アルミニウムを含んでいる他の合金、少なくとも40重量%チタンを含んでいる合金、またそれらの任意の組み合わせ、から成る基から選択された金属で形成されており、

その結果、結果として生じる合成材料は、溶接、約 $0.1\text{s}^{-1}$ より大きな歪率での可塑変形、またはその両方がされ得るものである、軽量合成材料。

**【請求項 2】**

金属纖維は鋼纖維であり、ポリマーは伝導性ではなく、および、電気的な導電性ネットワークが充填ポリマー材料の少なくとも一部分を横切って実現されるように、纖維の容量は十分である、

ことを特徴とする請求項 1 記載の軽量合成材料。

**【請求項 3】**

纖維は、約 10 よりも大きな、各々の垂直の寸法に対して最長の寸法のアスペクト比を有している、

ことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の軽量合成材料。

**【請求項 4】**

ポリマーは、約 80 よりも高いガラス転移温度、または約 80 よりも高い融解温度を有している熱可塑性ポリマーを含んでおり、該熱可塑性ポリマーは、ポリプロピレン、アセタールコポリマー、ポリアミド、ポリアミドコポリマー、ポリイミド、ポリエステル、ポリカーボネート、アクリロニトリルブタジエンスチレンコポリマー(即ち、ABS樹脂)、ポリスチレン、少なくとも 80 重量%エチレンを含むエチレンコポリマー、およびそれらの任意の混合または、その組み合わせから成る基から選択されたものである、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れかに記載の軽量合成材料。

**【請求項 5】**

金属纖維は、金属層に陰極防食を提示する金属纖維を含む、

ことを特徴とする請求項 4 記載の軽量合成材料。

**【請求項 6】**

金属纖維の濃度は、ポリマー層の全容量に基づいた約 20 容量 % 未満であり、合成材料は、AC 变調を使用して、2 つの金属層間の電圧降下によって測定される約 10,000  $\cdot \text{cm}$  未満の導通の厚さ方向の抵抗率を有している、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れかに記載の軽量合成材料。

**【請求項 7】**

請求項 1 乃至 6 の何れかに記載の軽量合成材料にスタンピングする工程と、軽量合成材料を抵抗溶接する工程と、を含む、

ことを特徴とする物を形成する方法。

**【請求項 8】**

押し出し機において金属纖維とポリマーとを含む混合物を押し出す工程を含んでいる、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れかに記載の軽量合成材料を製造する方法。

**【請求項 9】**

請求項 1 乃至 6 の何れかに記載の軽量合成材料の使用であって、該使用は、自動車・パネル、トラック・パネル、バス・パネル、容器、列車のパネル、ジェット機のパネル、自転車チューブ、オートバイ・パネル、トレーラー・パネル、レクレーショナルビークルのパネル、あるいはスノーモービルのパネルから選択される、

ことを特徴とする使用。

**【請求項 10】**

請求項 1 乃至 6 の何れかに記載の軽量合成材料を含んでいる溶接構造物であって、鋼、

鋼以外の金属、同一の軽量合成材料、請求項 1 乃至 6 の何れかに定められる異なる軽量合

成材料、またはその任意の組合せに、溶接される、

ことを特徴とする溶接構造物。

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/US2009/053676

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. B32B15/08 B23K11/16		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B32B B29C B23K		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, CHEM ABS Data, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DATABASE WPI Week 19914 Thomson Scientific, London, GB; AN 1991-026476 XP002557605 & JP 02 297432 A (KAWASAKI STEEL CORP) 7 December 1990 (1990-12-07) abstract	1, 29, 66-70
Y	-----	1-71
X	DATABASE WPI Week 198846 Thomson Scientific, London, GB; AN 1988-327616 XP002557606 -& JP 63 242536 A (CHISSO CORP) 7 October 1988 (1988-10-07) abstract	1-13, 19, 24, 28-32, 42-45, 55, 64, 65, 67-70
Y	the whole document -----	1-71 -/-
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
<p>* Special categories of cited documents :</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the International search	Date of mailing of the International search report	
30 November 2009	23/12/2009	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040. Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Hutton, David	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/US2009/053676

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DATABASE WPI Week 19869 Thomson Scientific, London, GB; AN 1986-058920 XP002557607 & JP 61 010445 A (TOYOTA JIDOSHA KK) 17 January 1986 (1986-01-17) abstract	1-2, 4
X	JP 05 050553 A (KAWASAKI STEEL CO) 2 March 1993 (1993-03-02) abstract	1
X	JP 02 050827 A (NITTO DENKO CORP) 20 February 1990 (1990-02-20) abstract	1
Y	KIM J K ET AL: "Forming and failure behaviour of coated, laminated and sandwiched sheet metals: a review" JOURNAL OF MATERIALS PROCESSING TECHNOLOGY, ELSEVIER, NL, vol. 63, no. 1-3, 1 January 1997 (1997-01-01), pages 33-42, XP026545283 ISSN: 0924-0136 [retrieved on 1997-01-01] cited in the application page 36; right-hand column, line 1 - page 39, left-hand column, line 2	1-71
A	US 6 387 535 B1 (MANTEL MARC [FR]) 14 May 2002 (2002-05-14) the whole document	1-71
A	US 2007/186614 A1 (PINARD FABRICE [FR]) 16 August 2007 (2007-08-16) the whole document	1-71
A	EP 1 491 328 A1 (USINOR [FR]; THYSSENKRUPP STAHL AG [DE]) 29 December 2004 (2004-12-29) paragraphs [0001] - [0084]; examples	1-71
A	EP 1 504 892 A1 (USINOR [FR]; THYSSENKRUPP STAHL AG [DE]) 9 February 2005 (2005-02-09) the whole document claims; examples	1-71
A	EP 1 197 323 A1 (MATERIAL SCIENCES CORP [US]) 17 April 2002 (2002-04-17) paragraphs [0013] - [0032]; claims; examples	1-71
	-/-	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/US2009/053676
---

## C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 019 835 A1 (DOW CHEMICAL CO [US]) 10 December 1980 (1980-12-10) abstract page 1, line 1 – page 14, line 25; examples; table 1 page 10, lines 11-15	1-71
A	US 4 601 941 A (LUTZ ROBERT G [US] ET AL) 22 July 1986 (1986-07-22) the whole document	1-71
A	WO 00/13892 A1 (LINLAN INDUCTION AB [SE]; LANGSTEDT GOERAN [SE]) 16 March 2000 (2000-03-16) page 2, line 1 – page 14, line 11; claim 8 page 9, line 37 – page 10, line 19; claims	1-71
A	US 6 592 968 B1 (SCHMIT FRANCIS [FR] ET AL) 15 July 2003 (2003-07-15) column 3, line 45 – column 19, line 63; figures; table VI	1-71
Y	DATABASE WPI Week 198631 Thomson Scientific, London, GB; AN 1986-202694 XP002558080 & JP 61 029262 B (SUMITOMO CHEM IND KK) 5 July 1986 (1986-07-05) abstract	1-71
A	US 5 347 099 A (GISSINGER FRANK [FR] ET AL) 13 September 1994 (1994-09-13) cited in the application the whole document	1-71

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No
PCT/US2009/053676

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
JP 2297432	A	07-12-1990	NONE		
JP 63242536	A	07-10-1988	NONE		
JP 61010445	A	17-01-1986	NONE		
JP 5050553	A	02-03-1993	NONE		
JP 2050827	A	20-02-1990	NONE		
US 6387535	B1	14-05-2002	AT AU AU BR CA CN DE DE EP ES FR ID JP TW ZA	224299 T 742249 B2 7733198 A 9802853 A 2244510 A1 1212925 A 69808003 D1 69808003 T2 0895852 A1 2183301 T3 2767088 A1 20803 A 11123790 A 407110 B 9807004 A	15-10-2002 20-12-2001 18-02-1999 13-10-1999 06-02-1999 07-04-1999 24-10-2002 30-04-2003 10-02-1999 16-03-2003 12-02-1999 04-03-1999 11-05-1999 01-10-2000 08-02-1999
US 2007186614	A1	16-08-2007	BR CA CN EP FR WO JP KR ZA	PI0507880 A 2555223 A1 1921966 A 1722908 A1 2866592 A1 2005089974 A1 2007523750 T 20060123555 A 200605955 A	07-08-2007 29-09-2005 28-02-2007 22-11-2006 26-08-2005 29-09-2005 23-08-2007 01-12-2006 26-03-2008
EP 1491328	A1	29-12-2004	BR CA CN WO US	PI0411686 A 2529944 A1 1822949 A 2004113066 A1 2007104966 A1	29-08-2006 29-12-2004 23-08-2006 29-12-2004 10-05-2007
EP 1504892	A1	09-02-2005	BR CA CN WO US	PI0411262 A 2532198 A1 1812881 A 2005014278 A1 2006269701 A1	01-08-2006 17-02-2005 02-08-2006 17-02-2005 30-11-2006
EP 1197323	A1	17-04-2002	CA US	2358433 A1 6465110 B1	10-04-2002 15-10-2002
EP 0019835	A1	10-12-1980	AU BR DE EP	528449 B2 8003175 A 3072196 D1 0134958 A2	28-04-1983 30-12-1980 05-03-1992 27-03-1985
US 4601941	A	22-07-1986	CA DE	1249962 A1 3573752 D1	14-02-1989 23-11-1989

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (April 2005)

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No
PCT/US2009/053676

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 4601941	A		EP	0174044 A2	12-03-1986
			JP	1847292 C	07-06-1994
			JP	5056266 B	19-08-1993
			JP	61068242 A	08-04-1986
WO 0013892	A1	16-03-2000	AU	6015099 A	27-03-2000
US 6592968	B1	15-07-2003	AT	255969 T	15-12-2003
			BR	0005060 A	12-06-2001
			DE	60007054 D1	22-01-2004
			DE	60007054 T2	14-10-2004
			DK	1095718 T3	29-03-2004
			EP	1095718 A1	02-05-2001
			ES	2212975 T3	16-08-2004
			FR	2799997 A1	27-04-2001
			PT	1095718 E	30-04-2004
JP 61029262	B	05-07-1986	JP	1362416 C	09-02-1987
			JP	58142845 A	25-08-1983
US 5347099	A	13-09-1994	AT	121656 T	15-05-1995
			DE	69300125 D1	01-06-1995
			DE	69300125 T2	07-12-1995
			EP	0559527 A1	08-09-1993
			ES	2071529 T3	16-06-1995
			FR	2688155 A1	10-09-1993
			JP	5337654 A	21-12-1993

---

フロントページの続き

(81) 指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,SE,SI,S,K,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PE,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

F ターム(参考) 4F100 AA02B AA02D AA37B AA37D AB01A AB01B AB01C AB01D AB01E AB03A  
AB03B AB03C AB03D AB03E AB04 AB09B AB09D AB10A AB10B AB10C  
AB10D AB10E AB12A AB12B AB12C AB12D AB12E AB17B AB17D AB31A  
AB31C AB31E AB33A AB33C AB33E AD11B AD11D AK01B AK01D AK04B  
AK04D AK07B AK07D AK12B AK12D AK23B AK23D AK41B AK41D AK45B  
AK45D AK46B AK46D AK48 AK49B AK49D AK74B AK74D AL01B AL01D  
AL05B AL05D AL06B AL06D AL09B AL09D BA02 BA03 BA04 BA05  
BA06 BA08 BA10A BA10C BA10E DE01B DE01D DG01B DG01D EH17B  
EH17D EJ17 GB07 GB08 GB16 GB31 GB32 GB33 GB90 JA05B  
JA05D JA11B JA11D JB16B JB16D JK02A JK02C JK02E JK08B JK08D  
JL03 YY00B YY00D  
4F207 AA11 AA13 AA23 AA24 AA28 AA29 AA40 AA45 AB11 AB16  
AB25 AG01 AG03 AH17 AH28 AH30 AH31 AH55 AH56 AR01  
AR06 AR12 KA01 KA17 KB13 KB20 KJ05 KK88