

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5841842号  
(P5841842)

(45) 発行日 平成28年1月13日(2016.1.13)

(24) 登録日 平成27年11月20日(2015.11.20)

(51) Int.Cl.

CO8J 5/24 (2006.01)

F 1

CO8J 5/24 C E R  
CO8J 5/24 C E Z

請求項の数 6 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2011-529339 (P2011-529339)  
 (86) (22) 出願日 平成21年9月29日 (2009.9.29)  
 (65) 公表番号 特表2012-504183 (P2012-504183A)  
 (43) 公表日 平成24年2月16日 (2012.2.16)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2009/058688  
 (87) 國際公開番号 WO2010/039665  
 (87) 國際公開日 平成22年4月8日 (2010.4.8)  
 審査請求日 平成24年9月25日 (2012.9.25)  
 (31) 優先権主張番号 12/242,536  
 (32) 優先日 平成20年9月30日 (2008.9.30)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 500520743  
 ザ・ボーイング・カンパニー  
 The Boeing Company  
 アメリカ合衆国、60606-2016  
 イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサイド・プラザ、100  
 (74) 代理人 100109726  
 弁理士 園田 吉隆  
 (74) 代理人 100101199  
 弁理士 小林 義教  
 (72) 発明者 ガズマン, ジュアン シー  
 アメリカ合衆国 ワシントン 98133  
 , シアトル, ストーン アヴェニュー  
 ノース 14360

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】未硬化の複合積層体の皺の低減

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

航空機用の炭素繊維強化プリプレグ樹脂層(26)の皺(24)を低減する方法であつて、層(26)を積層後、積層体を成形し硬化させる前に：

トランスデューサのヘッド(28)を層と接触させて皺に圧力を加えること、

トランスデューサのヘッド(28)を励起して、15000~70000Hzの周波数と0.0005インチ(0.00127cm)~0.005インチ(0.0127cm)の振幅で振動させることによって皺に振動を与えること

を含み、層中に引き起こされた振動運動は未硬化樹脂の静止摩擦に打ち勝ち、繊維が互いに通り過ぎて皺の高さを低減し、振動運動は樹脂の粘度を一時的に低減するのに十分な量の摩擦熱を発生させることができ、これによりさらに皺の伸びが促進される、方法。

## 【請求項2】

前記トランスデューサのヘッド(28)の振動は積層体に対して横方向の成分を有する、請求項1に記載の方法。

## 【請求項3】

皺に振動を与えることは：

皺の上でトランスデューサのヘッドを動かすことと含む、請求項1に記載の方法。

## 【請求項4】

トランスデューサのヘッドが皺の上を移動している間に、トランスデューサのヘッドを

使用して皺に圧力を加えること  
をさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

保護シートをトランスデューサのヘッドと皺の間に配置することによって層を保護すること

をさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

皺の領域の層を加熱すること  
をさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は概して複合積層体の加工に関し、さらに具体的には未硬化の積層体の皺を低減する方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

複数層の未硬化プリプレグを積層して、複合積層体を形成するプロセスの間に、しばしば一又は複数の層に皺が形成される場合がある。皺は非限定的に、積層プロセス中に変形した層、及び／又は、未硬化樹脂の粘着性によって発生する強化纖維間の比較的強い摩擦によるものであり得る。皺により硬化積層体の空隙又は切れ目が起きる可能性があるため望ましくない。

20

【0003】

過去においては、未硬化の積層体に起る皺は、皺を伸ばしやすい手動ツールを使用して皺を手で「こする」ことによって、皺に熱及び圧力を加えて取り除くことができた。皺を取り除くこの先行技術は時間がかかり、ある場合には効果がないこともある。

【0004】

したがって、迅速で効果的であり、皺の改善プロセス中に強化纖維を実質的に変えることがない、未硬化の纖維強化樹脂の積層体から皺を低減する又は取り除く方法が必要である。

【発明の概要】

30

【0005】

積層プロセス中に未硬化積層体に形成される皺は、高周波数、低振幅振動と圧力を組合せて皺に加えることによって実質的に低減する又は取り除くことができる。皺低減プロセスは効果的であり、強化纖維の望ましくない変化又は乱れが最小限に抑えられる。未硬化積層体の皺の低減は、手動でこする先行技術と比べて短い時間で行うことができ、これによりこの方法を高速製造用途に用いることができ、皺の低減プロセスを行うために必要な特別な機器も最小限に抑えることができる。

【0006】

開示の方法は、層の遷移領域の上に形成されたハットスティフナー、C 及び Z フレーム等のドレープ形成部品の内側脚部、及び航空機用の I 形状の翼ストリンガーの特定領域の場合のように、積層体の層が互いにくつきやすい所の皺を低減する又は除去するのに特に効果的である。

40

【0007】

ある開示の方法の実施形態によれば、纖維強化プリプレグ樹脂層の皺を低減する方法は、皺に振動を与えることを含む。トランスデューサのヘッドを層と接触させて、トランスデューサを励起して振動を起こさせ、トランスデューサのヘッドを皺の上で動かすことによって、皺に振動を与えることができる。振動は高周波数及び低振幅のものであることが好ましい。トランスデューサのヘッドによって強化纖維が変形又は変化しないように、保護シートをトランスデューサのヘッドと層の間に配置することができる。皺の低減を促進するために、トランスデューサのヘッドを介して皺に圧力を加えることができる。

50

## 【0008】

別の方法の実施形態では、未硬化複合積層体の皺を低減する方法は：ヘッドを使用して皺のある領域の積層体に圧力を印加し；積層体に圧力をかけながら、ヘッドを皺の上で動かし；ヘッドで積層体に圧力をかけながら、ヘッドを振動させることによって皺に振動を加えることを含む。積層体の強化繊維を保護するために、ヘッドと皺の領域の積層体の間にシートを配置することができ、シートにヘッドを押し付けることによって、ヘッドによって積層体に圧力をかけることができる。ヘッドは高周波数、低振幅の信号を使用して励起することができる。

## 【0009】

さらなる方法の実施形態によれば、複合航空機サブアセンブリを加工する方法は：複数層の繊維強化複合積層体を形成し、ここで複数層のうちの少なくとも1つの層が皺を含み；トランスデューサのヘッドを使用して皺の領域の少なくとも1つの層に圧力を印加して、トランスデューサのヘッドを層の上で動かすことによって皺を低減し；トランスデューサのヘッドで少なくとも1つの層に圧力をかけながら、トランスデューサのヘッドを励起して振動させ；積層体を成形し；そして積層体を硬化させることを含む。本方法はさらに、積層体の少なくとも一部の上に平坦なシートを配置して平坦なシートで皺をカバーし、シートにトランスデューサのヘッドを押し付けることによって、少なくとも1つの層に圧力を印加し；次に、皺が低減された後に、積層体からシートを取り外すことを含むことができる。

## 【0010】

10. 未硬化の複合積層体の皺を低減する方法であって：

ヘッドを使用して皺の領域の積層体に圧力を印加し；

積層体に圧力を掛けながら、皺の上でヘッドを動かし；

ヘッドで積層体に圧力を掛けながら、ヘッドを振動させることによって皺に振動を印加する

ことを含む方法。

11. 皺の領域の積層体の上にシートを配置することによって積層体を保護することをさらに含み、

シートにヘッドを押し付けることによって、ヘッドによって積層体に圧力が印加される、

請求項10に記載の方法。

## 【0011】

12. ヘッドを振動させることが、高周波信号でヘッドを励起することを含む、請求項10に記載の方法。

13. ヘッドを励起することが、約15000～70000Hzの周波数を有する信号でヘッドを励起することを含む、請求項12に記載の方法。

14. ヘッドを振動させることが、低振幅信号でヘッドを励起することを含む、請求項10に記載の方法。

## 【0012】

15. 低振幅信号でヘッドを励起することが、約0.0005～0.005インチの振幅を有する信号をヘッドへ送ることを含む、請求項14に記載の方法。

16. シートが、ヘッドを押し付ける実質的に平坦な保護面を含む、請求項11に記載の方法。

17. 少なくとも皺の領域の層を加熱することをさらに含む、請求項10に記載の方法。

。

## 【0013】

18. 複合航空機サブアセンブリを加工する方法であって：

複数層の繊維強化複合積層体を形成し、複数層のうちの少なくとも1つの層が皺を含み；

皺を、

10

20

30

40

50

トランスデューサのヘッドを使用して、皺の領域の少なくとも1つの層に圧力を印加し、

トランスデューサのヘッドを層の上で動かし、

トランスデューサのヘッドが少なくとも1つの層に圧力をかけている間に、トランスデューサのヘッドを励起して振動させる  
ことによって低減し；

積層体を成形し；

積層体を硬化させる

ことを含む方法。

【0014】

10

19. さらに：

積層体の少なくとも一部の上に平坦なシートを配置することによって、平坦なシートで皺をカバーし；

皺が低減された後で、積層体からシートを取り外す

ことを含み、

トランスデューサのヘッドを使用して少なくとも1つの層に圧力を印加することが、トランスデューサのヘッドをシートに押し付けることを含む、  
請求項18に記載の方法。

20. トランスデューサのヘッドを励起して振動させることが、トランスデューサのヘッドに高周波励起信号を送ることを含む、請求項18に記載の方法。

20

【0015】

21. 高周波励起信号を送ることが、約15000～70000Hzの周波数を有する信号を送ることを含む、請求項20に記載の方法。

22. 信号が低振幅を有する、請求項21に記載の方法。

23. 信号の振幅が約0.0005～0.005インチである、請求項22に記載の方法。

24. 皺の領域の少なくとも1つの層を加熱する  
ことをさらに含む、請求項18に記載の方法。

【0016】

30

25. 複合航空機サブアセンブリを加工する方法であって：

複数層の纖維強化複合積層体を形成し、積層体が皺を含み；  
皺を、

実質的に平坦なシートを積層体の上に配置して皺をカバーし、

トランスデューサのヘッドをシートに接触させ；

トランスデューサのヘッドを皺の領域のシートに押し付けることによって、皺に圧力を印加し、

トランスデューサのヘッドをシートに押し付けながら、トランスデューサのヘッドを積層体の上で動かし、

少なくとも皺の領域の積層体を加熱し、

トランスデューサのヘッドをシートに押し付けながら、高周波、低振幅信号でトランスデューサのヘッドを励起して振動させる

40

ことによって低減し；

皺が低減された後で、シートをとりはずし；

積層体を成形し；

積層体を硬化させる

ことを含む方法。

【0017】

開示された実施形態の他の機構、利点及び長所は、添付の図面及び添付の請求項に従つて下記の実施形態の説明を読むときに明らかとなる。

【図面の簡単な説明】

50

## 【0018】

【図1】図1は皺が上層に形成された未硬化積層体の斜視図である。

【図2】図2は図1に示す未硬化積層体の斜視図であり、皺に押し付けられた振動しているトランスデューサのヘッドをさらに示す図である。

【図3】図3は図2と同様の斜視図であるが、トランスデューサのヘッドと積層体の間に配置されている保護シートを示す図である。

【図4】図4は皺の一部が低減されている、図2及び3に示す未硬化の積層体の斜視図である。

【図5】図5は図3の線5-5に沿って切り取った断面図である。

【図6】図6は皺が低減された後の、図5に示す積層体の断面図である。

10

【図7】図7は開示の実施形態による、低減可能な皺の例示形態を示す平面図である。

【図8】図8は開示の実施形態による、低減可能な皺の例示形態を示す平面図である。

【図9】図9は開示の実施形態による、低減可能な皺の例示形態を示す平面図である。

【図10】図10は未硬化積層体の皺を低減する方法のステップを示す簡略化したフロー図である。

【図11】図11は航空機の製造及び就航方法のフロー図である。

【図12】図12は航空機のブロック図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0019】

図1を参照すると、例えば非限定的に、エポキシ樹脂マトリックスに保持された強化炭素繊維等の未硬化の複合積層体20は複数層22の繊維強化されたプリプレグ材料を含む。層22の強化繊維は織物又は編物であってよく、多様な繊維配向性のうちのいかなる繊維配向性を有していてもよい。ある場合には、幾つかの層22は樹脂を予め含浸させた単向性繊維を含むことができる。

20

## 【0020】

積層体20は、例えば非限定的に、積層体20を所望の複合構造体に形作るのに使用される工具(図示せず)の上に形成された積層体26を含むことができる。層22を工具(図示せず)の上に連続的に積み重ねる積層プロセスの間に、バックル又はバックリングとも呼ばれる一又は複数の皺24が層22の幾つか又は全てに形成される可能性がある。ある場合には、皺24は積層体20の層の最上部にのみ存在する可能性がある。

30

## 【0021】

皺24は非限定的に、個々の層22が積層される方法の不規則性によって起こる場合があり、又は工具(図示せず)の一部を形成するでこぼこの表面積、角度等に起因する場合がある。どの場合においても、強化繊維を保持するためのマトリックスとして使用される樹脂の粘着性により強化繊維34間の摩擦及び隣接する層22間の摩擦が起こる可能性があり、これにより皺24の伸びが阻止される可能性がある。プリプレグ層22を含む積層体20が図示されているが、開示の方法の実施形態は、後に樹脂が注入され、ここでプリフォームがプリフォーム層の皺を形成しやすくする樹脂バインダを使用する乾燥プリフォームの皺を低減するのにも使用することができますをここで注記すべきである。また、方法の実施形態を複数層の積層体26の皺の低減に関連して示してきたが、この方法はまた、単一層における皺を低減するのにも有利に使用可能であることも注記すべきである。

40

## 【0022】

開示の実施形態によれば、皺24の領域の積層体20の表面34に、高周波数、低振幅の振動を加えることによって、皺24を低減することができる、又はある場合には除去することができる。さらに、皺24へ振動エネルギーの印加と同時に圧力を印加することにより、皺24の低減を促進することができる。ある実施形態では、表面34の皺24に係合し圧力を印加する平坦な下面30を有するトランスデューサのヘッド28を用いて、皺24に振動が印加される。

## 【0023】

トランスデューサのヘッド28は、電力を下面30において増幅されフォーカスされる

50

振動エネルギーに変換する市販の装置を含むことができる。印加される振動の周波数及び振幅は用途、及び、例えば非限定的に、積層体 20 の厚さ、樹脂マトリックスの種類、強化繊維の直径、トランスデューサのヘッド 28 のサイズ、及び印加される電力レベルを含む様々な要因によって変化する。600ワットで稼動する1インチのトランスデューサのヘッドを使用したある主用途では、35000Hzの周波数が良い結果をもたらした。他の用途においては、15000~70000Hzの周波数が良い結果をもたらし得る。好適な振幅の範囲は、トランスデューサのヘッド 28 の種類及びサイズで変化し得るが、通常は、様々な用途に対して約 0.0005~0.005 インチの振幅が好適であり得る。

#### 【0024】

ここで図 3 を参照すると、ある用途においては、トランスデューサの下面 30 と積層体 20 の表面 34 の間に材料の保護シート 36 を配置することが有利であり得る。シート 36 は例えば非限定的に、実質的に平坦な上面 37 を有する Arma 1 on (登録商標) 等のテフロン (登録商標) コーティングされたグラスファイバーファブリックを含むことができる。シート 36 は、トランスデューサのヘッド 28 の移動面 30 との係合によって上層 22 の繊維が変形する又はそうでなければ乱されることを防止する役割を果たし得る。さらに、シート 36 はトランスデューサのヘッド 28 によって印加した圧力を積層体 20 の表面 34 により良く分配する機能を持つことができ、その一方で平坦な上面 37 は皺 24 と、表面 34 よりも摩擦が少ないトランスデューサの下面 30 の間の界面となる。最後に、保護シート 36 により、トランスデューサのヘッド 28 が積層体 20 の表面 34 に直接係合したときに起こりがちなトランスデューサの下面 30 の樹脂の蓄積も除去される。

10

#### 【0025】

トランスデューサのヘッド 28 は、皺 24 の上を、例えば皺 24 の方向又は配向に沿って、あるいは前述の配向に対して横方向等、様々ないかなる方向にも動かすことができる。図 4 は開示の実施形態にしたがって部分的に処理された皺 24 を示す図である。図 4 に示すように、皺 24 のある区域 38 は、上述した方法を用いて振動エネルギーと圧力を同時に印加することによって実質的に低減、及び実質的に除去されている。

20

#### 【0026】

図 5 は積層体 20 、シート 36 、及びトランスデューサのヘッド 28 の積み重ねられた状態を示す図である。シート 36 は、この場合には皺 24 が形成される、番号 45 で指定される 3 つの上層を含む皺 24 の領域の上に置かれる。トランスデューサのヘッド 28 によって、振動エネルギーが印加されるのと同時に、皺 24 に矢印 40 の方向に下向きの圧力が加えられる。積層体の層 22 に引き起こされた高速振動運動は未硬化樹脂の静止摩擦に打ち勝ち、通常束になった繊維が互いに通り過ぎて皺の高さを低減することができる。振動運動はまた、樹脂の粘度を一時的に低減するのに十分な量の摩擦熱も発生させることができ、これによりさらに皺の伸びが促進される。

30

#### 【0027】

ある用途では、ヒートガン (図示せず) 又は他の好適な熱源を使用してトランスデューサのヘッド 28 近辺の皺 24 に追加の熱 32 を加える、又は積層体 20 全体を予め加熱することも有利であり得るが、加えた熱が樹脂を硬化させるほど高いものであってはならない。皺 24 の加熱により、樹脂バインダの粘度を一時的に低下させることができ、これにより強化繊維間の摩擦が低減されて皺 24 がさらに伸びやすくなる。

40

#### 【0028】

図 6 は開示の方法による処理後の図 5 に示す皺 24 を示す図である。高周波数、低振幅の振動エネルギーと圧力の同時印加により、強化繊維が互いに滑り合い、皺 24 が平坦化されることが可能になる。図 6 では高さが実質的に低減された皺 24 を示すが、ある用途では皺の基本的な除去が可能である。

#### 【0029】

皺が積層体 20 の同じ通常領域で起こりやすいある高速生産環境では、上述した皺を低減する方法を自動化することが望ましい場合がある。例えば、トランスデューサのヘッド 28 をコンピュータ (図示せず) 又はプログラマブルロジックコントローラ (図示せず)

50

によって制御される多軸ロボット（図示せず）のアーム、又はx、y、zステージ（図示せず）に装着することができる。

【0030】

ここで、図1～6には実施形態を説明しやすくするために単純で直線形の皺24が示されているが、開示の実施形態を使用して、多様な他の形状を有する皺を低減することも可能であることに注目すべきである。例えばわずかな例を挙げると、図7に示すようなおおむね泡の形状の皺24a、図8に示すようなテーパー形状の皺24b、又は図9に示すような交差した皺24cを低減するのにも有用であり得る。

【0031】

上述した皺を低減する方法は、図10のフロー図にさらに示されている。ステップ42で開始し、複数のプリプレグ層22を好適な工具（図示せず）の上に積層する。次にステップ44において積層体に存在する皺を見つけて、そして任意にステップ46において、シート36を積層体の上面の上に配置する。ある用途では、ステップ48に示すように、皺低減プロセスの前（予熱）又は皺低減プロセス中のいずれかにおいて、皺24に熱を任意に加えることができる。ステップ50においては、トランスデューサのヘッド28をシート36と圧接させて、シート36を介して積層体に圧力を印加する。ステップ52では、高周波、低振幅信号をトランスデューサのヘッド28に送って、ヘッドを振動させる。通常、この振動は積層体24の表面34に対して実質的に垂直（すなわち、上下振動）となるが、振動は横方向又は振動性要素を有していてよい。

【0032】

ステップ54に示すように、圧力と振動エネルギーを皺24に加え続けながら、トランスデューサのヘッド28を皺24全体において移動させる。上述した皺低減処理に続いて、皺24をステップ56で点検することができ、必要に応じてステップ58に示すように皺を再処理することができる。皺24が実質的に低減又は除去されたら、ステップ60においてトランスデューサのヘッド28と保護シート36を取り外すことができ、続いてステップ62に示すように、通常の方法で積層体を成形し硬化させる。

【0033】

本発明の実施形態は、様々な可能性のある用途、特に例えば航空宇宙、海洋、及び自動車用途を含む運送業において使用することができる。したがって、ここで図11及び12を参照すると、本発明の実施形態は図11に示すような航空機の製造及び就航方法64及び図12に示すような航空機66において使用可能である。試作段階においては、例示の方法64は航空機66の仕様及び設計68と、材料調達70を含むことができる。製造段階においては、航空機66の部品及びサブアセンブリの製造72と、システム統合74がおこなわれる。その後に、航空機66は、認可及び納品76を経て就航78される。顧客によって就航されている間、航空機66には所定の整備及び保守80（変更、再構成、改装等も含むことができる）が予定される。

【0034】

本方法64の各プロセスは、システムインテグレータ、第三者、及び／又はオペレータ（例えば顧客等）によって行う又は実施することができる。この説明のために、システムインテグレータは限定しないが、任意の数の航空機メーカー、及び主要システムの下請け業者を含むことができ；第三者は限定しないが、任意の数の供給メーカー、下請け業者、及びサプライヤを含むことができ；オペレータは、航空会社、リース会社、軍部、サービス組織等であってよい。

【0035】

図12に示すように、例示の方法64で製造された航空機66は、複数のシステム84と内装86を有する機体82を備えることができる。高レベルシステム84の例は、一又は複数の推進システム88、電気システム90、油圧システム92、及び環境システム94が挙げられる。任意の数の他のシステムを含むことができる。航空宇宙での実施例を示したが、本発明の原理は例えば海洋及び自動車産業等の他の産業分野に応用することができる。

10

20

30

40

50

## 【0036】

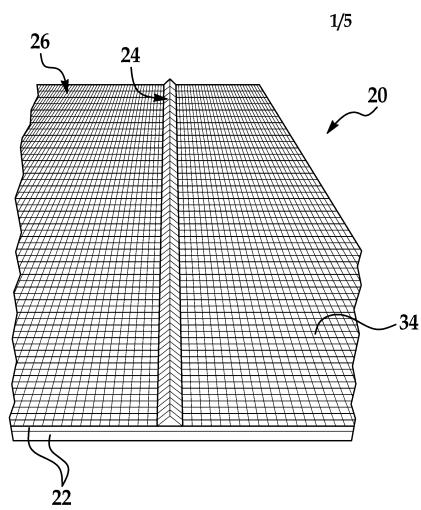
本明細書に具現化されたシステム及び方法は、製造及び就航方法 6 4 の任意の一又は複数の段階において採用することができる。例えば、製造プロセス 8 8 に対応する部品又はサブアセンブリは、航空機 6 6 が就航している間に製造される部品又はサブアセンブリと同じ方法で加工又は製造することができる。また、一又は複数の装置の実施形態、方法の実施形態、又はこれらの組み合わせを、例えば、航空機 6 6 を実質的に組立てしやすくする、又は航空機 6 6 にかかる費用を削減することによって、製造段階 7 2 及び 7 4 において用いることが可能である。同様に、一又は複数の装置の実施形態、方法の実施形態、またはこれらの組み合わせを、航空機 6 6 が就航している間に、例えば限定しないが、整備及び保守 8 0 に用いることができる。

10

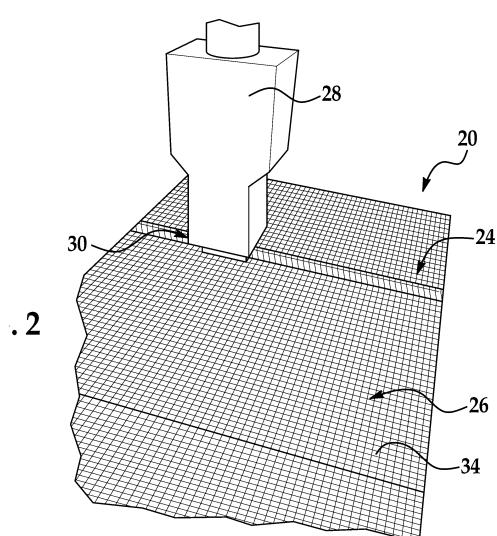
## 【0037】

本発明の実施形態を特定の実例となる実施形態に関連させて説明してきたが、当然ながら特定の実施形態は説明のためであり、限定するものではなく、当業者が他の変形例を発想することが可能である。

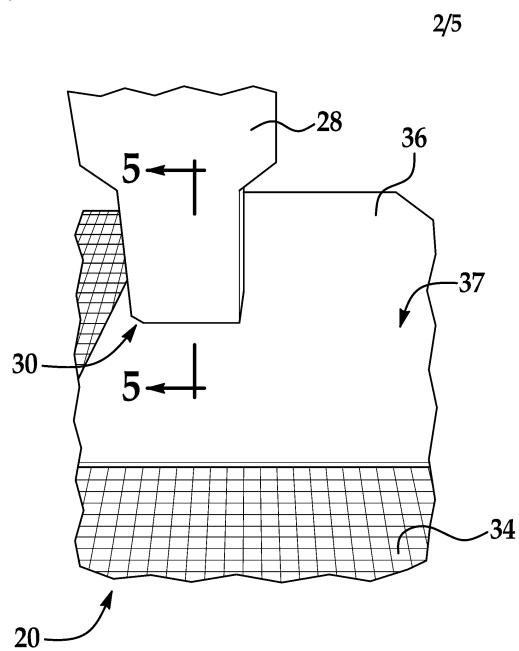
【図1】



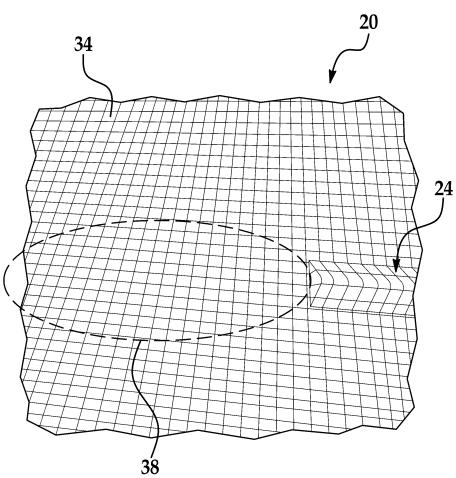
【図2】



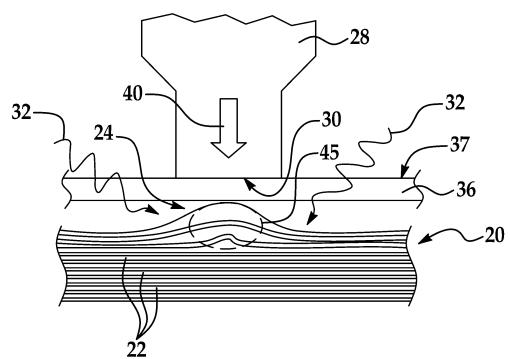
【図3】



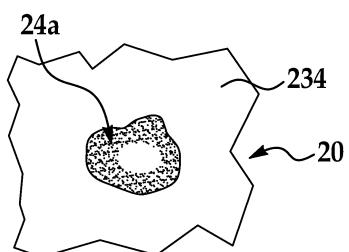
【図4】



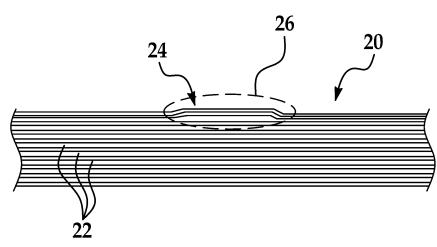
【図5】



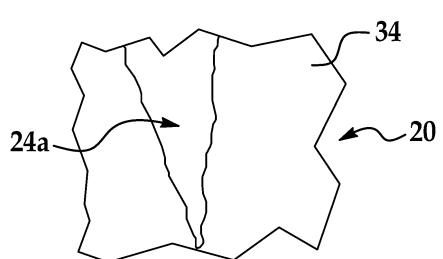
【図7】



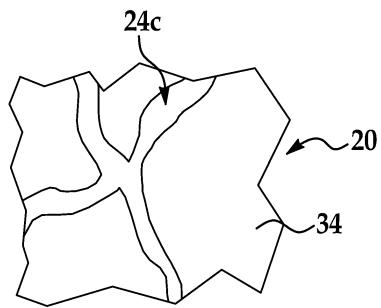
【図6】



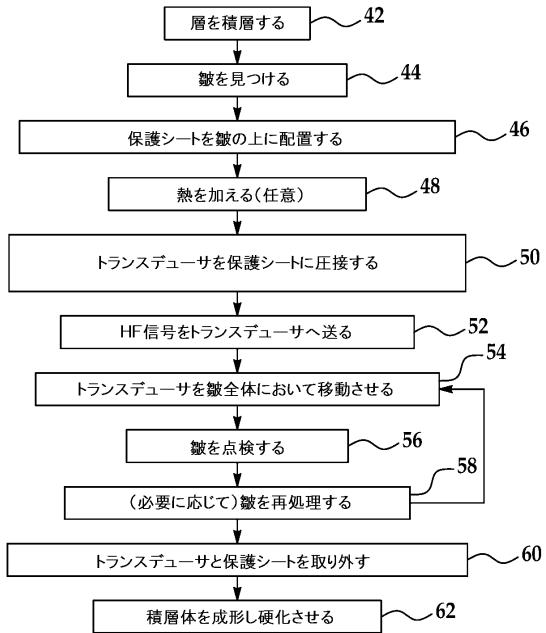
【図8】



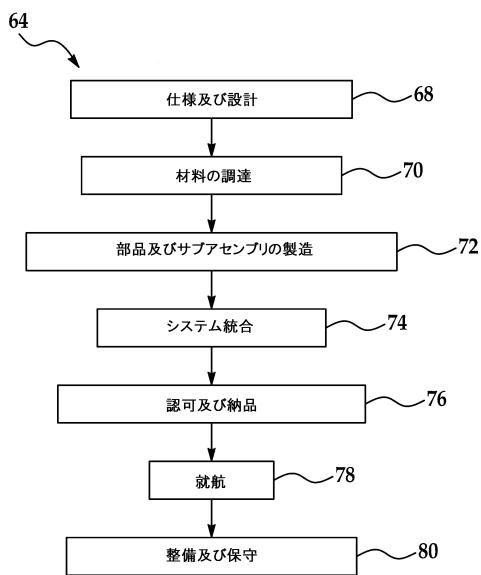
【図9】



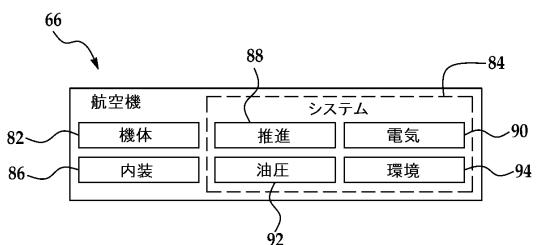
【図10】



【図11】



【図12】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 マッカーウィル, ダグラス エー  
アメリカ合衆国 ワシントン 98360, オーティング, 223番 アヴェニュー イースト  
16918
- (72)発明者 ロッター, ダニエル エム.  
アメリカ合衆国 ワシントン 98155, エルエフピー, 26番 アヴェニュー ノースイー  
スト 17054
- (72)発明者 ワッシュバーン, トッド ジェイ  
アメリカ合衆国 ワシントン 98038-0208, メープル ヴァーレイ, 242番 ウ  
エイ エスイー 24005
- (72)発明者 ウィルデン, カーティス エス  
アメリカ合衆国 ワシントン 98042, ケント, サウスイースト 290番 ブレース  
20233
- (72)発明者 ダロウ, ドナルド シー  
アメリカ合衆国 テキサス 75051, グランド プレイリー, ハーディ ロード 232  
9

審査官 加賀 直人

- (56)参考文献 特開2002-047809 (JP, A)  
特開2004-265890 (JP, A)  
特開2004-330474 (JP, A)  
特開2008-208244 (JP, A)  
米国特許第06592799 (US, B1)  
特開2003-211447 (JP, A)  
米国特許出願公開第2001/0011570 (US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C08J 5/24