

(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2010-536622  
(P2010-536622A)

(43) 公表日 平成22年12月2日(2010.12.2)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B32B 7/02 (2006.01)	B 32B 7/02	104
B32B 37/10 (2006.01)	B 32B 31/20	
B64F 5/00 (2006.01)	B 64F 5/00	B

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2010-522027 (P2010-522027)	(71) 出願人	500520743 ザ・ボーイング・カンパニー The Boeing Company アメリカ合衆国、60606-1596 イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサイド・プラザ、100
(86) (22) 出願日	平成20年8月21日 (2008.8.21)		
(85) 翻訳文提出日	平成22年4月2日 (2010.4.2)		
(86) 國際出願番号	PCT/US2008/073869		
(87) 國際公開番号	W02009/026442		
(87) 國際公開日	平成21年2月26日 (2009.2.26)		
(31) 優先権主張番号	11/844,174	(74) 代理人	100109726
(32) 優先日	平成19年8月23日 (2007.8.23)		弁理士 園田 吉隆
(33) 優先権主張国	米国(US)	(74) 代理人	100101199 弁理士 小林 義教
		(72) 発明者	アッカーマン, パトリス ケー. アメリカ合衆国 ワシントン 98031 , ケント, 129番 プレイス エス イー 22037

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】導電スクリムを組み込んだ構造用接着フィルム

## (57) 【要約】

導電スクリム層を含む構造用接着フィルムを提供するためのシステム及び方法が開示される。一実施形態では、構造用接着フィルム製造方法は、第1樹脂接着層を提供するステップを含む。第1樹脂接着層は、第1炭素繊維ブライに結合する。本方法はまた、第2樹脂接着層を提供するステップを含む。第2接着層は、第2炭素繊維ブライに結合する。本方法はまた、第1樹脂接着層と第2樹脂接着層の間に組み込まれる導電スクリムを提供するステップを含む。一部の実施形態では、導電スクリムには樹脂接着剤が注入される。

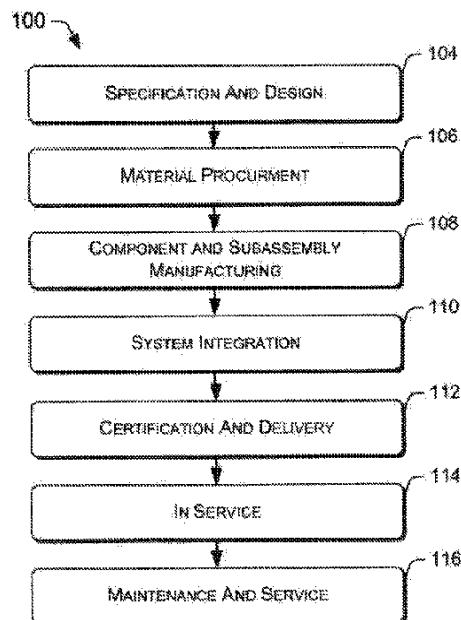


Fig. 1

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

炭素繊維積層プライを結合するための構造用接着フィルムであって、  
第1炭素繊維プライに結合するように構成された第1樹脂接着層と、  
第2炭素繊維プライに結合するように構成された第2樹脂接着層と、  
第1樹脂接着層と第2樹脂接着層との間に配置される導電スクリムと  
を備える構造用接着フィルム。

**【請求項 2】**

導電スクリムが、樹脂接着剤を注入した導電スクリムを含む、請求項1に記載の構造用  
接着フィルム。 10

**【請求項 3】**

導電スクリムが、金属の導電性繊維と非金属の導電性繊維とを含む、請求項1に記載の  
構造用接着フィルム。

**【請求項 4】**

金属の導電性繊維が、銅、アルミニウム、プラチナ、及び銀の繊維のうちの少なくとも  
一つを含む、請求項3に記載の構造用接着フィルム。

**【請求項 5】**

非金属の導電性繊維が黒鉛繊維を含む、請求項3に記載の構造用接着フィルム。

**【請求項 6】**

導電スクリムが、炭素繊維強化部品の導電性メッシュの少なくとも一部との電気接觸を  
確立するように構成されている、請求項1に記載の構造用接着フィルム。 20

**【請求項 7】**

導電スクリムが、乗り物に配置される炭素繊維強化部品の導電性メッシュの少なくとも  
一部と電気接觸を確立するように構成されている、請求項1に記載の構造用接着フィルム  
。

**【請求項 8】**

導電スクリムが、航空機に配置される炭素繊維強化部品の導電性メッシュの少なくとも  
一部と電気接觸を確立するように構成されている、請求項1に記載の構造用接着フィルム  
。

**【請求項 9】**

構造用接着フィルムの製造方法であって、  
第1炭素繊維プライに結合する第1樹脂接着層を供給するステップ、  
第2炭素繊維プライに結合する第2樹脂接着層を供給するステップ、及び  
第1樹脂接着層と第2樹脂接着層との間に配置されてそれら二つの層に結合される、樹  
脂接着剤を注入した導電スクリムを供給するステップ  
を含む方法。

**【請求項 10】**

樹脂接着剤を注入した導電スクリムを供給するステップが、金属の導電性繊維と非金属  
の導電性繊維とを含む導電スクリムを供給することを含む、請求項9に記載の方法。 30

**【請求項 11】**

金属の導電性繊維が、銅、アルミニウム、プラチナ、及び銀の繊維のうちの少なくとも  
一つを含む、請求項10に記載の方法。

**【請求項 12】**

非金属の導電性繊維が黒鉛繊維を含む、請求項10に記載の方法。

**【請求項 13】**

樹脂接着剤を注入した導電スクリムを供給するステップが、炭素繊維強化部品に含まれ  
る導電性メッシュの少なくとも一部と電気接觸を確立するように構成された導電スクリム  
を供給することを含む、請求項9に記載の方法。

**【請求項 14】**

導電スクリムを組み込んだ構造用接着フィルムの使用方法であって、

10

20

30

40

50

第1積層プライを接着する修復領域を準備するステップ、  
修復領域の上に、第1導電スクリムを含む第1導電性構造用接着フィルムを配置するステップ、  
導電性の構造用接着フィルムの上に、一又は複数の第1積層プライを配置するステップ及び  
一又は複数の第1積層プライを硬化させるステップ  
を含む方法。

【請求項15】

第1積層プライを接着する修復領域を準備するステップが、階段状の窪み又はすり鉢状の窪みを設けることにより、元の外形を有する強化部品の一部を除去することを含む、請求項14に記載の方法。 10

【請求項16】

第1積層プライを接着する修復領域を準備するステップが、更に、  
階段状の窪み又はすり鉢状の窪みに、第2導電スクリムを含む第2の導電性構造用接着フィルムを挿入するステップ、  
階段状の窪み又はすり鉢状の窪みに、一又は複数の第2積層プライを挿入するステップ及び  
一又は複数の積層プライを硬化させるステップ  
を含む、請求項15に記載の方法。 20

【請求項17】

強化部品が少なくとも一つの導電性の層を含み、第1の導電性構造用接着フィルムを配置するステップが、第1導電スクリムと少なくとも一つの導電層の一部との間に電気接觸を確立することを含む、請求項14に記載の方法。 30

【請求項18】

一又は複数の第2積層プライが、炭素繊維強化部品を少なくとも元の外形に復元するように構成されている、請求項16に記載の方法。 30

【請求項19】

強化部品が炭素繊維強化部品を含み、第1及び第2積層プライの各々が炭素繊維積層プライを含む、請求項16に記載の方法。 30

【請求項20】

一又は複数の第2積層プライを挿入するステップが、各交換用プライを強化部品の対応するプライに合わせて方向付けることを含む、請求項16に記載の方法。 30

【請求項21】

第1及び第2導電スクリムの各々が、金属の導電性繊維と非金属の導電性繊維とを含む、請求項16に記載の方法。 40

【請求項22】

金属の導電性繊維が、銅、アルミニウム、プラチナ、及び銀の繊維のうちの少なくとも一つを含む、請求項21に記載の方法。 40

【請求項23】

非金属の導電性繊維が黒鉛繊維を含む、請求項21に記載の方法。 40

【請求項24】

積層プライを接着する修復領域を準備するステップが、乗り物の修復領域を準備することを含む、請求項14に記載の方法。 40

【請求項25】

積層プライを接着する修復領域を準備するステップが、航空機の修復領域を準備するステップを含む、請求項14に記載の方法。 40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、構造用接着剤を使用するためのシステム及び方法に関し、具体的には、炭素 50

繊維強化プラスチック（C F R P）部品の修復に構造用接着フィルムを使用するためのシステム及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

民間航空機などの航空機は、一般に、耐用年数の間に何度か落雷を受ける。場合によつては、航空機が落雷を受ける頻度は年二回程度となる。航空機の金属部品は、落雷によつて生成された電気エネルギーを逃がすことにより、電磁放出の力を弱め、それにより生じる望ましくない影響を最小限に止めることができる。しかしながら、炭素繊維強化プラスチック（C F R P）部品のような炭素繊維強化部品は、通常、導電性でないために、望ましくない影響を受け易い。その結果、落雷による電気エネルギーは小さな面積に集中し、炭素繊維強化部品内部にアーク放電及び熱エネルギーを生じ得る。更に、落雷による放電は、通常、抵抗が最も小さい経路を探して地面に達するので、電流が炭素繊維強化部品を通つて「移動する」場合がある。

したがつて、航空機の炭素繊維強化部品に放電機構（例えば、金属製の締め具に取り付けた外部金属箔ストリップ）を設けることにより、もっと大きな面積全体に安全に放電を分散させることができる。別の構成では、航空機の炭素繊維強化部品を導電性のメッシュ（例えば、アルミニウム又は銅のメッシュ）で覆うことにより、航空機の外側に沿つて導電性経路を形成することができる。これらの導電性経路は、炭素繊維強化部品の電磁界（E M F）シールドとして知られるものを形成する。或いは、炭素繊維強化部品を構成する積層プライに導電性のメッシュを組み込むことができる。不連続なE M Fシールドは望ましくない。

【発明の概要】

【0003】

したがつて、構造修復の一部として炭素繊維強化プライの導電性を回復させるか、又は炭素繊維強化部品のE M Fシールドを回復させて、元の導電能力又はそれに近い能力を取り戻すための新規のシステム及び方法は有用性を有する。

【0004】

導電スクリムを含む構造用接着フィルムを提供するためのシステム及び方法を開示する。本発明によるシステム及び方法の実施形態は、炭素繊維強化部品の構造用修復を行う間に、炭素繊維強化プライの導電性と、電磁界（E M F）シールドの導電性経路を有利に回復させることができる。

一実施形態では、炭素繊維積層プライの構造用接着フィルムは、第1樹脂接着層を含む。第1樹脂接着層は第1炭素繊維プライに結合する。構造用接着フィルムは第2樹脂接着層も含む。第2樹脂接着層は第2炭素繊維プライに結合する。構造用接着フィルムの第1樹脂接着層と第2樹脂接着層との間には、樹脂接着剤を注入した導電スクリムが組み込まれる。

【0005】

別の実施形態において、構造用接着フィルムの製造方法は、第1樹脂接着層を供給するステップを含む。第1樹脂接着層は第1炭素繊維プライに結合する。本方法は、第2樹脂接着層を供給するステップを含む。第2接着層は、第2樹脂接着層は第2炭素繊維プライに結合する。本方法はまた、第1樹脂接着層と第2樹脂接着層との間に配置される、樹脂接着剤を注入した導電スクリムを供給するステップを含む。

別の実施形態において、導電スクリムを組み込んだ構造用接着フィルムの使用方法は、第1積層プライを接着する修復領域を準備するステップを含む。本方法は更に、修復領域の上に、第1の導電性構造用接着フィルムを配置するステップを含む。構造用接着フィルムは導電スクリムを含む。本方法は更に、導電性の構造用接着フィルムの上に一又は複数の第1積層プライを配置するステップ、及び当該一又は複数の積層プライを硬化させるステップを含む。別の実施形態では、積層プライ上に接着用の修復領域を準備するステップは、強化部品の損傷部に窪みを設けることを含む。この窪みは、すり鉢状又は階段状である。また、修復領域を準備するステップは、窪みに第2構造用接着フィルムを挿入するこ

と、並びに窪みに一又は複数の第2積層プライを挿入することを更に含みうる。一又は複数の第2積層プライも硬化される。種々の実施形態によれば、積層プライは炭素繊維積層プライを含み、強化部品は炭素繊維強化部品を含む。

#### 【0006】

上述の又は後述の特徴、機能、及び利点は、種々の実施形態において単独で達成することができるか、或いは他の実施形態において組み合わせて達成することができ、それらの詳細は後述の説明及び添付図面により明らかにする。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0007】

後述では、本発明の教示によるシステム及び方法の実施形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。

10

【図1】航空機の製造及び点検方法を示すフローチャートである。

【図2】図1に記載の製造及び点検方法により製造された航空機のブロック図である。

【図3】本発明の一実施形態による導電スクリムを含む例示的な構造用接着フィルムの等角図である。

【図4】a及びbは、図3の例示的な構造用接着フィルムを用いて複合積層部品を修復するための例示的なスカーフ技術の側面図である。

【図5】a及びbは、図3の例示的な構造用接着フィルムを用いてメッシュ被覆された複合積層部品を修理するための例示的なスカーフ技術の側面図である。

20

【図6】a及びbは、図3の例示的な構造用接着フィルムを用いて複合積層部品を修理するための例示的なステップ技術の側面図である。

【図7】a及びbは、図3の例示的な構造用接着フィルムを用いてメッシュ被覆された複合積層部品を修理するための例示的なステップ技術の側面図である。

【図8】a及びbは、図3の例示的な構造用接着フィルムを用いて、それぞれ複合積層部品、及びメッシュ被覆された複合積層部品を修復するための、例示的なプリスタパッチ技術の側面図である。

【図9】本発明の一実施形態による導電スクリムを含む構造用接着フィルムを生成するための、例示的な方法を示すフローチャートである。

【図10】図3の構造用接着フィルムを用いて炭素繊維強化部品の修復を行うための、本発明の一実施形態による例示的な方法を示すフローチャートである。

30

【図11】本発明の別の実施形態による、導電スクリムを組み込んだ構造用接着フィルムにより修復される炭素繊維強化部品を含む航空機の側面図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0008】

本発明によるシステム及び方法の実施形態は、炭素繊維強化部品の構造修復を行う間に導電性を回復することを目的としている。特定の実施形態の多数の具体的な詳細は以下の説明及び図1-11に開示されており、そのような実施形態の完全な理解を促している。本発明は、他の実施形態を有することができるか、或いは後述される詳細の一又は複数を省略して実施することができる。

一般に、本発明によるシステム及び方法の実施形態は、交換用炭素繊維プライの導電性を炭素繊維強化部品の周囲の炭素繊維プライに回復させる。本システム及び方法の実施形態は、炭素繊維強化部品に組み込んだ導電性メッシュの電気的連続性を回復させることもできる。本システム及び方法は、導電スクリムを含む構造用接着フィルムにより達成される。この導電スクリムは、適用及び硬化の間に接着剤の支持を補助するだけでなく、修復領域周囲において導電経路となり、周囲の炭素プライ又は導電性メッシュとの電気的接続を可能にする。したがって、これらの実施形態は、炭素繊維強化部品の修復領域と無傷部分との間のアーク放電を有利に軽減又は排除することができる。

40

#### 【0009】

添付図面により、図1に示す航空機の製造及び点検方法100、並びに図2に示す航空機102の観点から、本発明の実施形態を説明する。例示的な方法100は、製造前に、

50

航空機 102 の仕様及び設計 104 と、材料調達 106 とを含むことができる。製造段階では、航空機 102 の、部品及びサブアセンブリの製造 108 とシステムインテグレーション 118 とが行われる。その後、航空機 102 は、認可及び納品 112 のうえ就航 114 される。顧客により就航される間、航空機 102 は定期的なメンテナンス及び点検 116 を受ける（これには、改修、再構成、改装などが含まれる）。

方法 100 の工程の各々は、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）によって実施又は実行されうる。本明細書の目的のために、システムインテグレータには、限定しないが、任意の数の航空機製造者と主要システムの下請業者とが含まれ、第三者には、限定しないが、任意の数のベンダー、下請業者、及び供給業者が含まれ、オペレータには、航空会社、リース会社、軍事団体、行政法人などが含まれる。

10

#### 【 0010 】

図 2 に示すように、例示的方法 100 によって製造された航空機 102 は、複数のシステム 120 及び内装 122 と共に機体 118 を含むことができる。高水準システム 120 の例には、推進システム 124、電気システム 126、油圧システム 128、及び環境システム 130 のうちの一又は複数が含まれる。任意の数の他のシステムが含まれてもよい。航空業界の一実施例を示したが、本発明の原理は自動車産業などの他の産業にも適用可能である。

本発明により具現化される装置及び方法は、製造及び点検方法 100 の一又は複数の段階において利用することができる。例えば、製造工程 108 に対応する部品又はサブアセンブリは、航空機 102 の就航中に製造される部品又はサブアセンブリと類似の方法で製作又は製造することができる。更に、例えば、実質的に航空機 102 のアセンブリを効率的に行うか又は航空機 102 のコストを低減することにより、一又は複数の装置の実施形態、方法の実施形態、或いはそれらの組み合わせを、例えば製造段階 108 及び 110 で利用することができる。同様に、一又は複数の装置の実施形態、方法の実施形態、或いはそれらの組み合わせを、航空機 102 の就航 112 中に、例えば、限定しないが、メンテナンス及び点検 116 に利用することができる。

20

#### 【 0011 】

図 3 は、本発明の実施形態による、導電スクリムを含む構造用接着フィルムを示す等角図である。具体的には、図 3 は構造用接着フィルム 300 の一実施例を示す。この例示的な構造用接着フィルム 300 は、第 1 樹脂接着層 302 及び第 2 樹脂接着層 304 を含む。第 1 樹脂接着層 302 と第 2 樹脂接着層 304 は、炭素繊維強化プラスチック（CFRP）プライなどの炭素繊維積層プライに結合する。種々の実施形態では、第 1 樹脂接着層 302 及び第 2 接着層 304 の各々は、プリプレグフィルム又はペーストを含むことができる。導電スクリム層 306 は、第 1 樹脂接着層 302 と第 2 樹脂接着層 304との間に配置される。種々の実施例によれば、導電スクリム 306 は、第 1 樹脂接着層 302 と第 2 樹脂接着層 304 の両方に組み込んで接着させることができる。特定の実施形態では、導電スクリム層 306 は、第 1 樹脂層 302 と第 2 樹脂層 304 の両方に押し込むことで、両樹脂層の樹脂を注入することができる。導電スクリム層 306 は、例示的な構造用接着フィルム 300 全体に持続的な導電性を付与するように構成されており、またフィルムに形状を付与する結合マトリクスとして機能することができる。

30

種々の実施形態によれば、導電スクリム層 306 は、限定しないが、メッシュ、編んだマット、又は導電性の纖維を撚り合わせたストランドからなるランダム纖維マットといつた、任意の構成にすることができる。つまり、これらの様々なメッシュ及びマットは支持体としても知られている。導電性の纖維には、金属材料と非金属材料の両方が含まれる。例えば、導電性纖維は、一般的な可塑性の導体（例えば、銅、アルミニウム、プラチナ、銀、又はこのような金属を含む合金）から作製することができる。別の実施例では、導電性纖維は黒鉛などの非金属の導体から製造することもできる。

40

#### 【 0012 】

種々の実子形態によれば、導電スクリム層 306 は、限定しないが、メッシュ、編んだマット、又は導電性の纖維を撚り合わせたストランドからなるランダム纖維マットといつ

50

た、任意の構成にすることができる。導電性の纖維には、金属材料と非金属材料の両方が含まれる。例えば、導電性纖維は、一般的な可塑性の導体（例えば、銅、アルミニウム、プラチナ、銀、又はこのような金属を含む合金）から作製することができる。別の実施例では、導電性纖維は黒鉛などの非金属製の導体から製造することもできる。

図3は、導電スクリムを組み込んだ構造用接着フィルムの一実施形態を示しているが、他に様々な実施形態を構築することが可能である。例えば、別の実施形態は、複数の導電スクリム層を含むことができる。

#### 【0013】

図4a及び4bは、図3の構造用接着フィルムの一実施例を使用する複合積層部品の修復のための例示的な技術400及び414の側面図である。具体的には、図4aは、炭素纖維強化部品の陥没部の修復のための例示的技術400を示している。また、図4bは、炭素纖維強化部品の貫通部の修復のための例示的技術414を示している。例示的修復技術400及び414を、本明細書では「スカーフ」修復技術と呼ぶ。

修復技術400は炭素纖維強化部品402に対して実行することができ、この場合の部品402は炭素纖維強化プラスチック(CFRP)部品とすることができる。炭素纖維強化部品402は、炭素纖維の積層からなる複数のプライ404を含むことができる。

#### 【0014】

図4aに示すように、炭素纖維強化部品402は、陥没型修復領域406（例えば、へこみ、裂け目、ひび等）を含みうる。修復領域406は、修復のために、すり鉢状の窪み408を形成するように、連続するプライ層の一部を除去することにより準備することができる。更に、窪み408の隅を丸めることもできる。連続層の一部を除去することによる窪み408の形成は、高速グラインダのようなあらゆる適切な製造工具又は工程を用いて達成可能である。窪み408のテープ付けは、炭素纖維強化部品402が受ける負荷に応じて調節することができる。例えば、炭素纖維強化部品402が受ける負荷が小さい場合には急勾配のテープを使用することができます。しかしながら、炭素纖維強化部品402が大きな負荷を受ける場合、緩い勾配のテープを利用することができます。

修復技術400は、導電スクリムを組み込んだ構造用接着フィルム410を窪み408内に配置することを含む。構造用接着フィルム410は、上述し、図3に示した構造用接着フィルムとすることができる。次いで、構造用接着フィルム410の上に交換用の積層412の一つ又は複数のプライを配置することにより修復領域408を回復することができる。

#### 【0015】

導電スクリムを組み込んだ構造用接着フィルム410は、すり鉢状の窪み408のプライと、交換用積層412の一つ又は複数のプライとの間に配置され、それにより、それらの二つのプライの集合の間に十分な電気接觸が確立される。このような電気接觸の作用により、交換用の積層412に向かう落雷による放電があつても、それらはすべて、確実に炭素纖維積層の周囲のプライ404に十分に伝わって散逸することができる。したがって、落雷による放電は、陥没型修復領域406からもっと大きな領域に分散することができ、その衝撃は最小化される。一部の用途において、放電は、一つ又は複数の放電機構に伝わるようにすることもできる。

#### 【0016】

図4bは、炭素纖維強化部品の貫通部の修復のための例示的な技術414を示す。修復技術414は炭素纖維強化部品416に対して実行することができ、この場合の部品416は炭素纖維強化プラスチック(CFRP)部品とすることができる。炭素纖維強化プラスチック部品416は、炭素纖維積層からなる複数のプライ418を含むことができる。

図4bに示すように、炭素纖維強化部品416は、貫通型修復領域420（例えば、炭素纖維強化部品416を完全に貫通する穴）を含みうる。修復領域420は、修復のために、すり鉢状の窪み422を形成するように、修復領域406とほぼ同じようにして準備することができる。

#### 【0017】

10

20

30

40

50

更に、修復技術 414 は、貫通型修復領域 420 の内側に、一又は複数のバックアッププライ 424 を配置することを含む。導電スクリムを組み込んだ構造用接着フィルム 426 をすり鉢状の窪み 422 内に配置する。構造用接着フィルム 426 は、上述し、図 3 に示した構造用接着フィルムとすることができる。次いで、構造用接着フィルム 426 の上に交換用の積層 428 の一又は複数のプライを配置することにより、修復領域 420 を回復することができる。

導電スクリムを組み込んだ構造用接着フィルム 426 は、すり鉢状の窪み 422 のプライと、一又は複数のバックアッププライ 424 と、交換用積層 428 の一又は複数のプライとの間に配置され、それにより、それらのプライの集合の間に十分な電気接触が確立される。このような電気接触の作用により、交換用の積層 428 に向かう落雷による放電があっても、それらはすべて、確実に炭素繊維積層の周囲のプライ 418 に十分に伝わって散逸することができる。したがって、落雷による放電は、貫通型修復領域 420 からもっと大きな領域に分散することができ、その衝撃は最小化される。一部の用途において、放電は、一又は複数の放電機構に伝わるようにすることもできる。

#### 【0018】

図 5a 及び 5b は、図 3 の構造用接着フィルムの一実施例を使用してメッシュ被覆複合積層部品を修復するための例示的な技術 500 及び 520 の側面図である。具体的には、図 5a は、メッシュ被覆炭素繊維強化部品の陥没部を修復するための例示的技術 500 を示している。また、図 5b は、炭素繊維強化部品の貫通部を修復するための例示的技術 520 を示している。

修復技術 500 は炭素繊維強化部品 502 に対して実行することができ、この場合の部品 502 は炭素繊維強化プラスチック (CFRP) 部品とすることができます。炭素繊維強化部品 502 は、炭素繊維積層からなる複数のプライ 504 を含むことができる。更に、炭素繊維強化部品 502 は導電性メッシュ 506 も含むことができ、このメッシュ 506 はプライ 504 の表面上に配置することができる。導電性メッシュ 506 は、複合積層アセンブリからの放電を散逸させるために、電気的に適切に接地することができる。

#### 【0019】

図 5a に示すように、炭素繊維強化部品 502 は、陥没型修復領域 508 (例えば、へこみ、裂け目、ひび等) を含みうる。修復領域 508 は、修復のために、すり鉢状の窪み 510 を形成するように、連続するプライ層の一部を除去することにより準備することができる。更に、窪み 510 の隅を丸めることもできる。連続層の一部を除去することによる窪み 510 の形成は、高速グラインダのようなあらゆる適切な製造工具又は工程を用いて達成可能である。窪み 510 のテープ付けは、炭素繊維強化部品 502 が受ける負荷に応じて調節することができる。例えば、炭素繊維強化部品 502 が受ける負荷が小さい場合には急勾配のテープを使用することができる。しかしながら、炭素繊維強化部品 502 が大きな負荷を受ける場合、緩い勾配のテープを利用することができる。

修復技術 500 は、構造用接着フィルム 512 を窪み 510 内に配置することを含む。構造用接着フィルム 512 は、上述し、図 3 に示したような導電性の構造用接着フィルムとすることができます。次いで、接着フィルム 512 の上に交換用の積層 514 の一又は複数のプライを配置することにより、修復領域 508 を少なくとも部分的に回復することができる。

#### 【0020】

続いて、導電スクリムを組み込んだ構造用接着フィルム 516 が、交換用の積層 514 の一又は複数のプライの上に配置される。構造用接着フィルム 516 は、上述し、図 3 に示した構造用接着フィルムとすることができます。構造用接着フィルム 516 は、組み込んだ導電スクリムの少なくとも一部が導電性メッシュ 506 と電気接觸するように配置される。種々の実施形態によれば、導電スクリムと導電性メッシュ 506 との間に十分な電気接觸が形成されることにより、陥没型修復領域 508 から落雷による放電を散逸させることができ可能になる。その後、交換用積層 518 の一又は複数の上部プライを構造用接着フィルム 516 に接着させて、修復を完了することができる。一部の実施形態では、交換用積

層 518 上に更に積層のプライ (図示しない) を追加で配置することにより、修復を補強することができる。構造用接着フィルム 516 は、炭素繊維強化部品 502 の表面に配置される導電性メッシュ 506 への導電が十分であれば、修復領域 508 からの放電を伝えて逃がすように構成される。

#### 【0021】

図 5 b は、炭素繊維強化部品の貫通部の修復のための例示的な技術 520 を示す。修復技術 520 は炭素繊維強化部品 522 に対して実行することができ、この場合の部品 522 は炭素繊維強化プラスチック (C F R P) 部品とすることができます。炭素繊維強化部品 522 は、炭素繊維積層からなる複数のプライ 524 を含むことができる。更に、炭素繊維強化部品 502 は導電性メッシュ 526 も含むことができ、このメッシュ 526 はプライ 524 の表面に配置される。導電性メッシュ 526 は、複合積層アセンブリからの放電を散逸させることができるように、電気的に適切に接地することができる。10

図 5 b に示すように、炭素繊維強化部品 526 は、貫通型修復領域 528 (例えば、炭素繊維強化部品 522 を完全に貫通する穴) を含みうる。修復領域 528 は、修復のために、すり鉢状の窪み 530 を形成するように、修復領域 508 とほぼ同じようにして準備することができる。

#### 【0022】

更に、修復技術 520 は、貫通型修復領域 528 の内側に、一又は複数のパックアッププライ 532 を配置することを含む。構造用接着フィルム 534 をすり鉢状の窪み 530 内に配置する。構造用接着フィルム 534 は、一又は複数のパックアッププライ 532 と結合することができる。構造用接着フィルム 534 は、上述し、図 3 に示した導電性の構造用接着フィルムとすることができます。次いで、構造用接着フィルム 534 の上に交換用の積層 536 の一又は複数のプライを配置することにより、貫通型修復領域 528 を少なくとも部分的に回復することができる。20

続いて、導電スクリムを組み込んだ構造用接着フィルム 538 が、交換用の積層 536 の一又は複数のプライの上に配置される。構造用接着フィルム 538 は、上述し、図 3 に示した構造用接着フィルムとすることができます。構造用接着フィルム 538 は、それに組み込んだ導電スクリムの少なくとも一部が導電性メッシュ 526 と電気的に接触するよう、配置することができる。種々の実施形態によれば、導電スクリムと導電性メッシュ 526 との間に十分な電気接觸が形成されることにより、貫通型修復領域 528 から落雷による放電を散逸させることができる。その後、交換用積層 540 の一又は複数の上部プライを構造用接着フィルム 538 に接着させて、修復を完了することができる。一部の実施形態では、交換用積層 540 上に更に積層のプライ (図示しない) を追加で配置することにより、修復を補強することができる。構造用接着フィルム 538 は、炭素繊維強化部品 522 の表面に配置される導電性メッシュ 526 に十分な導電性が確立されれば、修復領域から放電を伝えて逃がすように構成される。30

#### 【0023】

図 6 a 及び 6 b は、図 3 の構造用接着フィルムの一実施例を使用する複合積層部品の修復のための例示的な技術 600 及び 614 の側面図である。具体的には、図 6 a は、炭素繊維強化部品の陥没部の修復のための例示的技術 600 を示している。また、図 6 b は、炭素繊維強化部品の貫通部の修復のための例示的技術 614 を示している。例示的修復技術 600 及び 614 を、本明細書では「ステップ」修復技術と呼ぶ。40

修復技術 600 は炭素繊維強化部品 602 に対して実行することができ、この場合の部品 602 は炭素繊維強化プラスチック (C F R P) 部品とすることができます。炭素繊維強化部品 602 は、炭素繊維の積層からなる複数のプライ 604 を含むことができる。

#### 【0024】

図 6 a に示すように、炭素繊維強化部品 602 は、ステップ修復のために準備された陥没型修復領域 606 (例えば、へこみ、裂け目、ひび等) を含みうる。具体的には、修復領域 606 は、修復のために、階段状の窪み 608 を形成するように、連続するプライ層の一部を除去することにより準備することができる。更に、バリを除去するために窪み 6

10

20

30

40

50

0 8 の隅を丸めることもできる。しかしながら、「スカーフ」修復の場合とは異なり、階段状の窪み 6 0 8 は、限定しないが、くり抜き又は切削のような適切な製造工具又は工程により、各プライから階段状に材料を除去することにより形成可能である。

修復技術 6 0 0 は、導電スクリムを組み込んだ複数の構造用接着フィルム 6 1 0 を階段状の窪み 6 0 8 内に配置することを含む。構造用接着フィルム 6 1 0 は、図 3 を参照して上述した構造用接着フィルムとすることができます。

#### 【 0 0 2 5 】

窪みの「ステップ」毎に、導電スクリムを組み込んだ構造用接着フィルム 6 1 0 を配置することにより、組み込んだ導電スクリムの少なくとも一部を、隣接する構造用接着フィルム 6 1 0 に組み込んだ導電スクリムと電気的に接触させることができる。例えば、図 6 a に示すように、導電スクリムを組み込んだ構造用接着フィルム 6 1 0 a を、部分 6 1 0 b と電気的に接触するように配置することができる。次いで部分 6 1 0 b を部分 6 1 0 c と電気接觸するように配置するという構成を、6 1 0 d が 6 1 0 e と接觸するまで繰返すことができる。同時に、交換用積層 6 1 2 の一又は複数のプライを構造用接着フィルム 6 1 0 の各層の上に互い違いに分散させることにより、修復領域 6 0 6 を回復することができる。10

接着フィルム 6 1 0 a - 6 1 0 e の間の電気接觸の作用により、交換用の積層 6 1 2 に向かう落雷による放電があつても、それらはすべて、炭素纖維積層の周囲のプライ 6 0 4 に十分に伝わって散逸することができる。したがって、落雷による放電は、陥没型修復領域 6 0 6 からもっと大きな領域に分散することができ、その衝撃は最小化される。一部の用途において、放電は、一又は複数の放電機構に伝わるようにすることもできる。20

#### 【 0 0 2 6 】

図 6 b は、炭素纖維強化部品の貫通部の修復のための例示的な技術 6 1 4 を示す。修復技術 6 1 4 は炭素纖維強化部品 6 1 6 に対して実行することができ、この場合の部品 6 1 6 は炭素纖維強化プラスチック(CFRP)部品とすることができる。炭素纖維強化部品 6 1 6 は、炭素纖維積層からなる複数のプライ 6 1 8 を含むことができる。

図 6 b に示すように、炭素纖維強化部品 6 1 6 は、貫通型修復領域 6 2 0 (例えば、炭素纖維強化部品 6 1 6 を完全に貫通する穴)を含みうる。修復領域 6 2 0 は、修復のために、階段状の窪み 6 2 2 を形成するように、修復領域 6 0 6 とほぼ同じようにして準備することができる。30

#### 【 0 0 2 7 】

更に、修復技術 6 1 4 は、貫通型修復領域 6 2 0 の内側に、一又は複数のバックアッププライ 6 2 4 を配置することを含む。接着フィルム 6 2 6 a のような導電スクリムを組み込んだ構造用接着フィルムを階段状の窪み 6 2 2 内に配置することにより、バックアッププライ 6 2 4 の一つと接觸させることができる。更に、窪みの「ステップ」毎に、導電スクリムを組み込んだ構造用接着フィルム 6 2 6 を配置することにより、組み込んだ導電スクリムと電気的に接觸させることができる。例えば、図 6 b に示すように、導電スクリムを組み込んだ構造用接着フィルム 6 2 6 a を、部分 6 2 6 b と電気的に接觸するように配置することができる。次いで部分 6 2 6 b を部分 6 2 6 c と接觸させるように配置するという構成を、6 2 6 d が 6 2 6 e と接觸するまで繰返すことができる。同時に、交換用積層 6 2 8 の一又は複数のプライを構造用接着フィルム 6 2 6 の各層の上に互い違いに分散させることにより、修復領域 6 2 0 を回復することができる。40

接着フィルム 6 2 6 a - 6 2 6 e の間の電気接觸の作用により、交換用の積層 6 2 8 に向かう落雷による放電があつても、それらはすべて、確実に、炭素纖維積層の周囲のプライ 6 1 8 に十分に伝わって散逸することができる。したがって、落雷による放電は、貫通型修復領域 6 2 0 からもっと大きな領域に分散することができ、その衝撃は最小化される。一部の用途において、放電は、一又は複数の放電機構に伝わるようにすることもできる。50

#### 【 0 0 2 8 】

図 7 a 及び 7 b は、図 3 の構造用接着フィルムの一実施例を使用してメッシュ被覆複合積層部品を修復するための例示的な技術 700 及び 720 の側面図である。具体的には、図 7 a は、メッシュ被覆炭素繊維強化部品の陥没部を修復するための例示的技術 700 を示している。また、図 7 b は、炭素繊維強化部品の貫通部を修復するための例示的技術 720 を示している。

修復技術 700 は炭素繊維強化部品 702 に対して実行することができ、この場合の部品 702 は炭素繊維強化プラスチック (CFRP) 部品とすることができる。炭素繊維強化部品 702 は、炭素繊維の積層からなる複数のプライ 704 を含むことができる。更に、炭素繊維強化部品 702 は導電性メッシュ 706 も含むことができ、このメッシュ 706 はプライ 704 の表面上に配置することができる。導電性メッシュ 706 は、複合積層アセンブリからの放電を散逸させるために、電気的に適切に接地することができる。  
10

#### 【0029】

図 7 a に示すように、炭素繊維強化部品 702 は、陥没型修復領域 708 (例えば、へこみ、裂け目、ひび等) を含みうる。修復領域 708 は、修復のために、階段状の窪み 710 を形成するように、連続するプライ層の一部を除去することにより準備することができる。更に、階段状の窪み 710 の隅を丸めてバリを除去することもできる。連続層の一部を除去することによる階段状の窪み 710 の形成は、限定しないが、高速グラインダのようなあらゆる適切な製造工具又は工程を用いて達成可能である。窪み 710 の各ステップの長さは、炭素繊維強化部品 702 が受ける負荷に応じて調節することができる。例えば、炭素繊維強化部品 702 が受ける負荷が小さい場合には短いステップを使用することができる。しかしながら、炭素繊維強化部品 702 が大きな負荷を受ける場合、長いステップを利用することができる。  
20

修復技術 700 は、構造用接着フィルム 712 を窪み 710 内に配置することを含む。構造用接着フィルム 712 は、上述し、図 3 に示した構造用接着フィルムとすることができます。更に、導電スクリムを組み込んだ構造用接着フィルム 712 を、窪み 710 の各「ステップ」上に配置することができる。

#### 【0030】

構造用接着フィルム 712 が導電性の構造用接着フィルムを含むことができる用途では、構造用接着フィルム 712 の各々を、組み込まれた導電スクリムの少なくとも一部が隣接する構造用接着フィルム 712 に組み込まれた導電スクリムと電気的に接触するように、配置することができる。例えば、図 7 a に示すように、導電スクリムを組み込んだ構造用接着フィルム 712 a を、部分 712 b と電気的に接触するように配置することができる。次いで部分 712 b を部分 712 c と電気的に接触するように配置するという構成を繰返すことができる。同時に、交換用積層 712 の一又は複数のプライを構造用接着フィルム 712 の各層の上に互い違いに分散させることにより、修復領域 706 を回復することができる。  
30

このような用途では、接着フィルム 712 a - 712 d の間の電気接触の作用により、交換用の積層 714 に向かう落雷による放電があっても、それらはすべて、炭素繊維積層の周囲のプライ 704 に十分に伝わって散逸することができる。したがって、落雷による放電は、陥没型修復領域 708 からもっと大きな領域に分散することができ、その衝撃は最小化される。  
40

#### 【0031】

続いて、導電スクリムを組み込んだ構造用接着フィルム 716 が、交換用積層 714 の一又は複数のプライの上に配置される。構造用接着フィルム 716 は、上述し、図 3 に示した構造用接着フィルムとすることができます。構造用接着フィルム 716 は、組み込んだ導電スクリムの少なくとも一部が導電性メッシュ 706 と電気接触するように配置される。種々の実施形態によれば、導電スクリムと導電性メッシュ 706 との間に十分な電気接觸が形成されることにより、陥没型修復領域 708 からの落雷による放電が散逸可能となる。その後、交換用積層 718 の一又は複数の上部プライを構造用接着フィルム 716 に接着させて、修復を完了することができる。一部の実施形態では、交換用積層 718 上に  
50

更に積層のプライ(図示しない)を追加で配置することにより、修復を補強することができる。構造用接着フィルム716は、炭素繊維強化部品702の表面に配置される導電性メッシュ706への導電が十分であれば、修復領域からの放電を伝えて逃がすように構成される。

#### 【0032】

図7bは、炭素繊維強化部品の貫通部の修復のための例示的な技術720を示す。修復技術720は炭素繊維強化部品722に対して実行することができ、この場合の部品722は炭素繊維強化プラスチック(CFRP)部品とすることができる。炭素繊維強化部品722は、炭素繊維積層からなる複数のプライ724を含むことができる。更に、炭素繊維強化部品722は導電性メッシュ726も含むことができ、このメッシュ726はプライ724の表面に配置される。導電性メッシュ726は、複合積層アセンブリからの放電を散逸させることができるように、電気的に適切に接地することができる。10

図7bに示すように、炭素繊維強化部品722は、貫通型修復領域728(例えば、炭素繊維強化部品722を完全に貫通する穴)を含みうる。修復領域728は、修復のために、階段状の窪み730を形成するように、修復領域728とほぼ同じようにして準備することができる。

#### 【0033】

更に、修復技術720は、貫通型修復領域728の内側に、一又は複数のバックアッププライ732を配置することを含む。構造用接着フィルム734aは、バックアッププライ732の一つと接触するように、階段状の窪み730内に配置することができる。更に、窪み730の「ステップ」毎に、734b-734eのような構造用接着フィルム734を追加で配置することができる。構造用接着フィルム734は、上述し、図3に示した導電性の構造用接着フィルムとすることができます。20

構造用接着フィルム734が導電性の構造用接着フィルムを含むことができる用途では、構造用接着フィルム734の各々を、組み込まれた導電スクリムの少なくとも一部が隣接する構造用接着フィルム734に組み込まれた導電スクリムと電気的に接触するように、配置することができる。例えば、図7bに示すように、導電スクリムを組み込んだ構造用接着フィルム734aを、部分734bと電気的に接触するように配置することができる。次いで部分734bを部分734cと接触するように配置するという構成を繰返すことができる。同時に、交換用積層736の一又は複数のプライを構造用接着フィルム734の各層の上に互い違いに分散させることにより、修復領域728を回復することができる。30

#### 【0034】

このような用途では、接着フィルム734a-734dの間の電気接触の作用により、交換用の積層736に向かう落雷による放電があっても、それらはすべて、炭素繊維積層の周囲のプライ724に十分に伝わって散逸することができる。したがって、落雷による放電は、貫通型修復領域728からもっと大きな領域に分散することができ、その衝撃は最小化される。

続いて、導電スクリムを組み込んだ構造用接着フィルム738は、交換用積層736の一又は複数のプライの上に配置される。構造用接着フィルム738は、上述し、図3に示した構造用接着フィルムとすることができます。構造用接着フィルム738は、それに組み込んだ導電スクリムの少なくとも一部が導電性メッシュ726と電気的に接触するように、配置することができる。その後、交換用積層740の一又は複数の上部プライを構造用接着フィルム738に接着させて、修復を完了することができる。一部の実施形態では、交換用積層740上に更に積層のプライ(図示しない)を追加で配置することにより、修復を補強することができる。構造用接着フィルム738は、炭素繊維強化部品722の表面に配置される導電性メッシュ726への十分な導電性が確立されれば、修復領域からの放電を伝えて逃がすように構成される。40

#### 【0035】

図8aは、図3の構造用接着フィルムの一実施例を使用する複合積層部品の修復のため50

の例示的なブリスタパッチ技術の側面図である。一般的に、ブリスタパッチの修復は、損傷領域からの材料の除去を伴わない暫定的な修復である。そうではなく、一又は複数の修復用積層プライを、接着フィルム層により損傷領域の表面に添付するものである。

修復技術 800 は炭素繊維強化部品 802 に対して実行することができ、この場合の部品 802 は炭素繊維強化プラスチック (CFRP) 部品とすることができます。炭素繊維強化部品 802 は、炭素繊維の積層からなる複数のプライ 804 を含むことができる。図 8a に示すように、炭素繊維強化部品 802 は修復領域 806 を含むことができる。例えば、修復領域 806 は何らかの割れ目又はひびを有しうる。

#### 【0036】

導電スクリムを組み込んだ接着フィルム 808 は、修復領域 806 (例えば、割れ目、ひびなど) の上に配置される。構造用接着フィルム 808 は、上述し、図 3 に示した構造用接着フィルムとすることができます。次いで、補足用の積層 810 の一又は複数のプライを構造用接着フィルム 808 の上に配置することにより、修復領域 806 を覆うことができる。

導電スクリムを組み込んだ構造用接着フィルム 808 が、複数のプライ 804 と、補足用積層 810 の一又は複数のプライとの間に配置されることにより、それら二つのプライの集合の間に十分な電気接觸が確立される。このような電気接觸の作用により、補足用の積層 810 に向かう落雷による放電があつても、それらはすべて複数のプライ 804 に十分に伝わって散逸することができる。したがつて、落雷による放電は、補足用プライ 810 からもっと大きな領域に分散することができる。

#### 【0037】

図 8b は、図 3 の構造用接着フィルムの一実施例を使用してメッシュ被覆複合積層部品を修復するための例示的なブリスタパッチ技術の側面図である。

修復技術 812 は炭素繊維強化部品 814 に対して実行することができ、この場合の部品 814 は炭素繊維強化プラスチック (CFRP) 部品とすることができます。炭素繊維強化部品 814 は、炭素繊維の積層からなる複数のプライ 816 を含むことができる。図 8b に示すように、炭素繊維強化部品 814 は修復領域 818 を含みうる。例えば、修復領域 818 は、何らかの表面的な又は浅い凸凹である。更に、炭素繊維強化部品 814 の少なくとも一部は、複合積層アセンブリから放電を散逸させるために電気的に適切に接地される導電性メッシュ 820 で覆うことができる。

#### 【0038】

導電スクリムを組み込んだ構造用接着フィルム 822 は、修復領域 818 (例えば、裂け目、ひび等) の上に配置される。構造用接着フィルム 818 は、上述し、図 3 に示した構造用接着フィルムとすることができます。次いで、補足用の積層 824 の一又は複数のプライを構造用接着フィルム 820 の上に配置することにより、修復領域 818 を覆うことができる。導電スクリムを組み込んだ構造用接着フィルム 820 を、それに組み込んだ導電スクリムの少なくとも一部が導電性メッシュと電気的に接觸するように配置することにより、修復領域 818 から落雷による放電を散逸可能とすることができる。

導電スクリムを組み込んだ構造用接着フィルムを使用する特定の例示的修復技術を上記に説明したが、構造用接着フィルムは、非導電性の構造用接着フィルムを使用する他の修復技術に使用することもできる。例えば、落雷を受けうる外側の炭素繊維強化部品の修復に加えて、導電スクリムを組み込んだ構造用接着フィルムを、様々な内側の炭素繊維強化部品の修復にも使用することができる。

#### 【0039】

特定の実施形態では、スクリムを組み込んだ構造用接着フィルムは、炭素繊維強化部品を含む燃料タンク又は燃料電池などの、放電の影響を受け易い用途において実施される部品の修復に使用することができる。とはいえ、実施される特定の修復技術に関係なく、図 3 のフィルム 300 のような導電スクリムを組み込んだ構造用接着フィルムは、修復領域からの放電の散逸を助長することができる。

#### 【0040】

10

20

30

40

50

図9は、導電スクリムを含む構造用接着フィルムを作成するための例示的な方法600を示すフローチャートである。図示されている工程の順番は限定的なものではなく、任意の数の記載したブロックを任意の順番で及び／又は平行に組み合わせて本方法を実施することができる。

ブロック902では、第1樹脂接着層を供給する。この樹脂接着層は、炭素繊維強化プラスチック(CRFP)プライなどの炭素繊維積層プライに結合可能である。ブロック904では、導電スクリムを供給し、第1樹脂接着層に結合する。上述のように、一部の実施形態では、導電スクリムは、導電性繊維のストランドを交差させた(又は交差させない)メッシュ構造を有することができる。導電性繊維は金属材料及び非金属材料の両方を含むことができる。一部の用途では、導電スクリムは追加的な結合剤、例えば樹脂接着剤との組み合わせに結合させることができる。ブロック906では、第2樹脂接着層を供給することで構造用接着フィルムを完成させる。種々の実施形態では、第2樹脂接着層は第1樹脂層と同じ質を有することができる。種々の実施形態によれば、導電スクリムと、第1及び第2樹脂接着層を結合段階で組み合わせることにより、一又は複数の樹脂層からの樹脂を導電スクリムに注入することができる。

#### 【0041】

図10は、導電スクリムを含む構造用接着フィルムを用いた炭素繊維強化部品の修復を実行するための例示的な方法1000を示すフローチャートである。図示されている工程の順番は限定的なものではなく、任意の数の記載したブロックを任意の順番で及び／又は平行に組み合わせて本方法を実施することができる。

ブロック1002において、修復業者(又は装置)は、炭素繊維強化部品上の修復領域の部品構造を特定する。例えば、修復業者は、複合積層の種類、複合積層に含まれるプライの数、プライの方向、プライに対する導電性メッシュの位置、及びその他の因子を特定することができる。ブロック1004では、修復業者は、何らかの適切な検出方法を用いて、必要な修復の範囲を特定する。修復業者は、例えば、目視検査、マイクロ波、音響波、超音波、又はX線機器を使用して、炭素繊維積層上の必要な修復範囲を特定することができる。場合によっては、層間剥離領域を叩くことにより生じる音により修復領域内の層間剥離を特定することができる。或いは、修復領域における層間剥離は、音波を生成し、且つ生成された音波の減衰を検出する機器を用いて検出することができる。このような評価手段を用いることにより、修復領域の大きさ及び深さ(例えば、傷んでいるプライの数)を特定することができる。

#### 【0042】

ブロック1006では、修復業者は、修復領域から破片及び湿気を取り除く。取り除かれる破片には、修復領域に存在するあらゆる異物と、複合材料の交換を必要とする全てのプライ(例えば、層間剥離したプライ)とが含まれる。ブロック1008では、修復業者は、修復領域の一又は複数の表面を準備及び清浄する。種々の実施形態によれば、このような準備には、炭素繊維複合材料を切削することによりすり鉢状の窪みを形成することが含まれる。加えて、修復領域の隅は全て、円形又は丸みを帯びた形状に変換することができる。更に、修復業者は、すり鉢状の窪みを準備することにより、修復を受ける炭素繊維複合材料に含まれる既存の導電性メッシュの少なくとも一部を露出させることができる。

ブロック1010では、修復業者は、修復領域に用いる一又は複数の交換用プライを準備する。多くの用途では、交換用プライは、元の構造に含まれるプライの方向と一致するように準備される。交換用プライは、修復領域を、少なくともその元の形状及び／又は強度に回復するように構成されている。しかしながら、他の用途では、交換用プライの上に配置される追加のプライを準備することができる。

#### 【0043】

ブロック1012では、構造用接着フィルムをすり鉢状の窪み内に配置する。種々の実施形態によれば、構造用接着フィルムは、図3の導電性構造用接着フィルムとすることができます。導電性の構造用接着フィルムを使用する用途において、導電性の構造用接着フィルムは、元の構造に含まれるプライと、交換用プライとが電気的に接触するように配置す

10

20

30

40

50

ることができる。

ブロック 1014 では、修復業者は、一又は複数の層に亘る積層プライに、導電スクリムを組み込んだ構造用接着フィルムを配置することができる。積層プライは、交換用プライと、適切であれば余分のプライとを含むことができる。多くの用途では、交換用プライの各々は、炭素繊維強化部品に含まれる元のプライの各々と一致するように方向付けることができ、一又は複数の余分のプライは、元の外部プライと一致するように方向付けることができる。更に、元の構造の外側に導電性メッシュが含まれる用途では、追加的な導電性の構造用接着フィルムを、導電性メッシュの隣に配置することができる。具体的には、導電スクリムを組み込んだ構造用接着フィルムは、導電フィルムの少なくとも一部が既存の導電性メッシュの一部と電気接觸するように配置することができる。例えば、電気接觸が十分であることにより、修復領域から落雷による放電を伝えて逃がすことができる。このとき、追加の積層プライを、追加の導電性構造用接着フィルムの上に配置することができる。

#### 【0044】

ブロック 1016 では、修復業者は、修復領域の真空バッグ積層を実行することにより、追加したプライの減量及び硬化を行う。追加プライの硬化は、加熱プランケットを使用するなどした加熱を援用することにより達成できる。しかしながら、幾つかの別の実施形態では、修理される炭素繊維強化部品全体を炉又はオートクレーブ内に配置することにより、追加プライを硬化させることができる。

ブロック 1018 では、修復業者は、修復領域の試験及び検査を行う。例えば、修復業者は、層間剥離、硬化は適切であるか、プライの方向は適切であるか、接着は適切であるかなどについて修復領域を試験及び検査することができる。一部の用途では、修復された領域の導電試験を行うことにより、修復領域から電荷を伝えて逃がすのに十分に導電スクリムが配置されたことを確認することができる。例えば、複合材料に導電試験を実行するための特定の方法は、米国特許出願公開第 2007/0096751 号 (Georgesonら、2007 年 5 月 3 日公開) に開示されており、ここに参考として包含する。

#### 【0045】

判定ブロック 1020 では、修理業者は、修復領域の試験及び検査に基づいて、修復が許容可能なものかどうかを判定する。修復が許容不能という判定が行われた場合(判定ブロック 1120 の「いいえ」)、一又は複数の許容不能なプライと、必要に応じてそれら一又は複数のプライに関連する構造用接着フィルムとを除去する。除去後、本方法 1000 はブロック 1008 に戻り、修復業者は修復を繰返す。

逆に、修復業者が修復を許容可能であると判定した場合(ブロック 1020 の「はい」)、本方法 1000 は判定ブロック 1024 に進む。判定ブロック 1024 では、修復が追加プライの交換を含むかどうかを判定する。更なる修復用のプライを交換する場合(判定ブロック 1024 の「はい」)、本方法はブロック 1008 に戻り、修復業者は追加で積層プライを交換する。逆に、更に交換される修復用プライがない場合(判定ブロック 1024 の「いいえ」)、修復領域を含む炭素繊維強化部品は、ブロック 1026 において業務に戻される。

#### 【0046】

図 11 は、導電スクリムを組み込んだ構造用接着フィルムにより修復される一又は複数の炭素繊維強化部品を含む航空機 1100 の側面図である。このような航空機は、例えば、イリノイ州シカゴのザ・ボーイング・カンパニーが市販する 787 型航空機を含むが、これに限定されない。図 11 に示すように、航空機 1100 は、機体 1102 に連結された一又は複数の推進ユニット 1104、翼アセンブリ 1106(又はその他の揚力面)、尾翼アセンブリ 1108、着陸アセンブリ 1110、制御システム(図示しない)、並びに航空機 1100 の適切な操作を可能にするその他多くのシステム及びサブシステムを含む。様々な局面において、翼アセンブリ 1106 の少なくとも一部は、一又は複数の炭素繊維強化部品を含むことができる。場合によっては、これらの部品は、図 3 のような導電スクリムを含む構造用接着フィルムを用いて修復される。

更に、導電スクリムを組み込んだ構造用接着フィルムの種々の実施形態を使用して、外側の部品に導電性の炭素繊維を含む他の乗り物を修理することができる。これらの乗り物には、船、列車、及びその他のあらゆる乗り物が含まれる。導電スクリムは、これらの乗り物に含まれる修復済みの炭素繊維強化部品を、落雷及び燃料電池の燃料が帶電することによる静電放電などのその他の放電から有利に保護することができる。

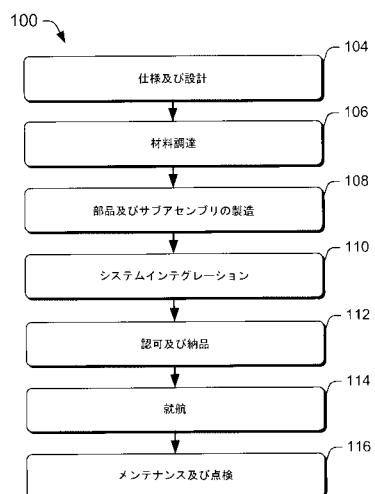
#### 【0047】

本発明によるシステム及び方法の実施形態は、先行技術を凌駕する有意な利点を提供する。例えば、導電スクリムを含む構造用接着フィルムは、落雷による放電を、炭素繊維強化部品の修復領域から逃がすことができる。したがって、導電スクリムは、落雷の影響を有利に最小化することができる。同様に、導電スクリムを使用して、電磁界(EMF)シールドを回復し、落雷による熱エネルギーの蓄積及びアーク放電を低減又は排除することもできる。

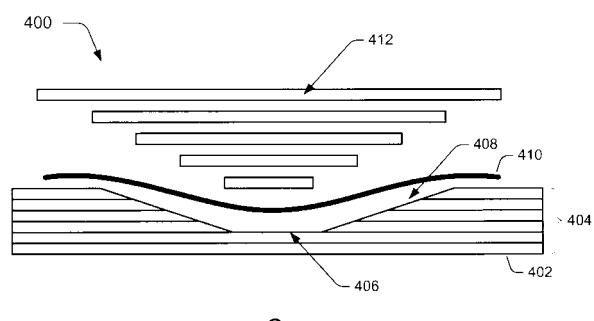
本発明の実施形態を上記に例示して説明したが、本発明の精神及び範囲から逸脱することなく多くの変更を加えることができる。したがって、実施形態の範囲は、本明細書によって限定されない。本明細書の実施形態全体は、請求の範囲を参照することにより規定される。

10

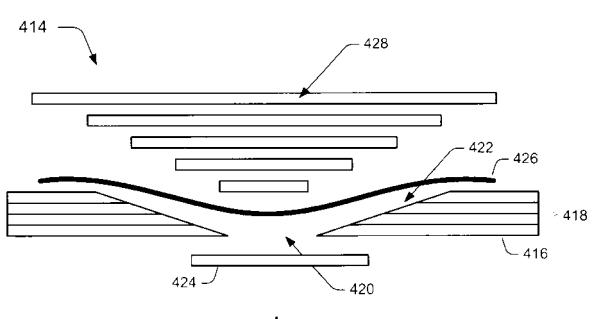
【図1】



【図4】

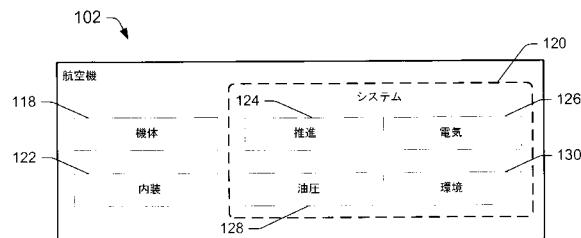


a

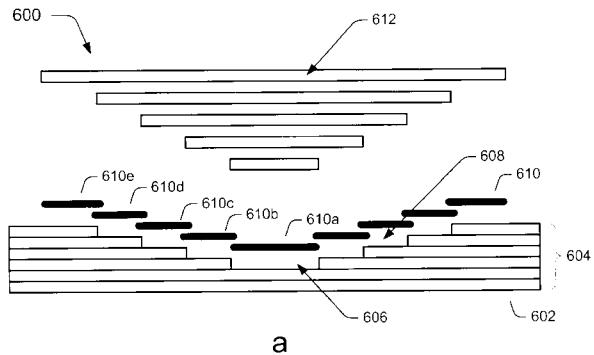


b

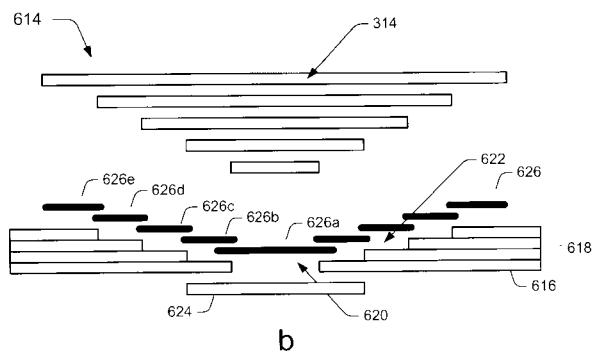
【図2】



【図6】

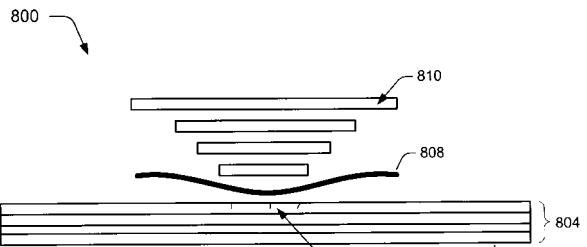


a

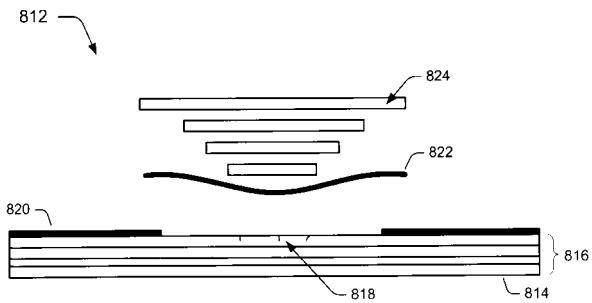


b

【図8】

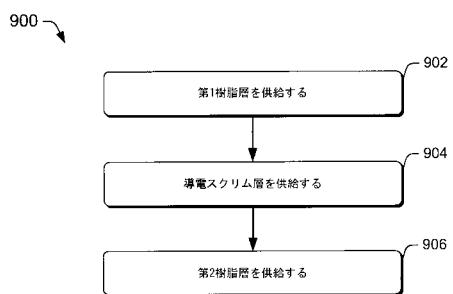


a

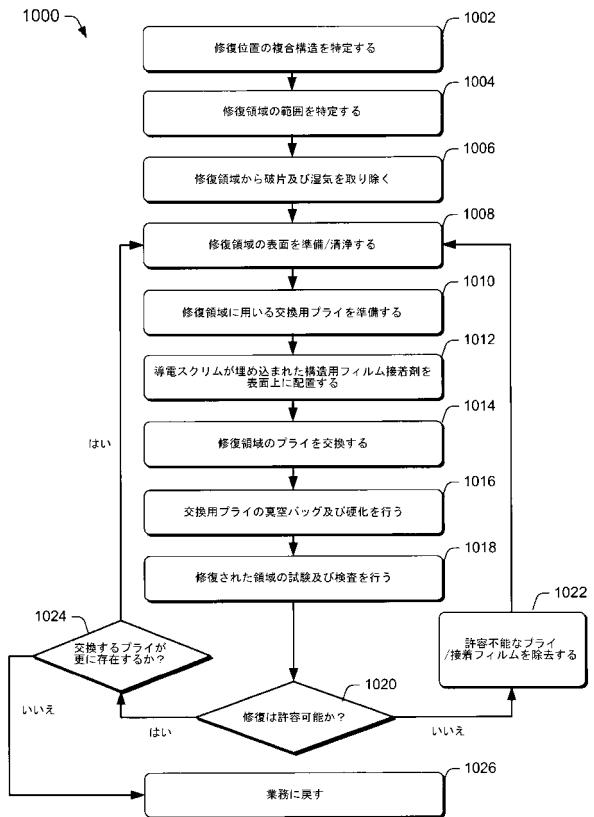


b

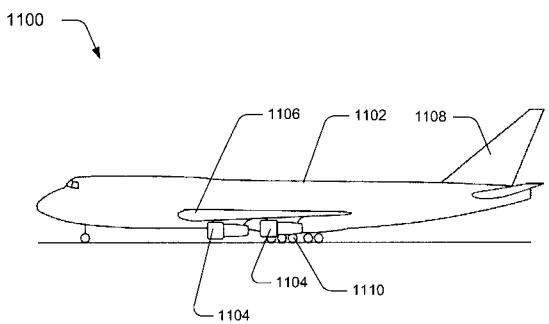
【図9】



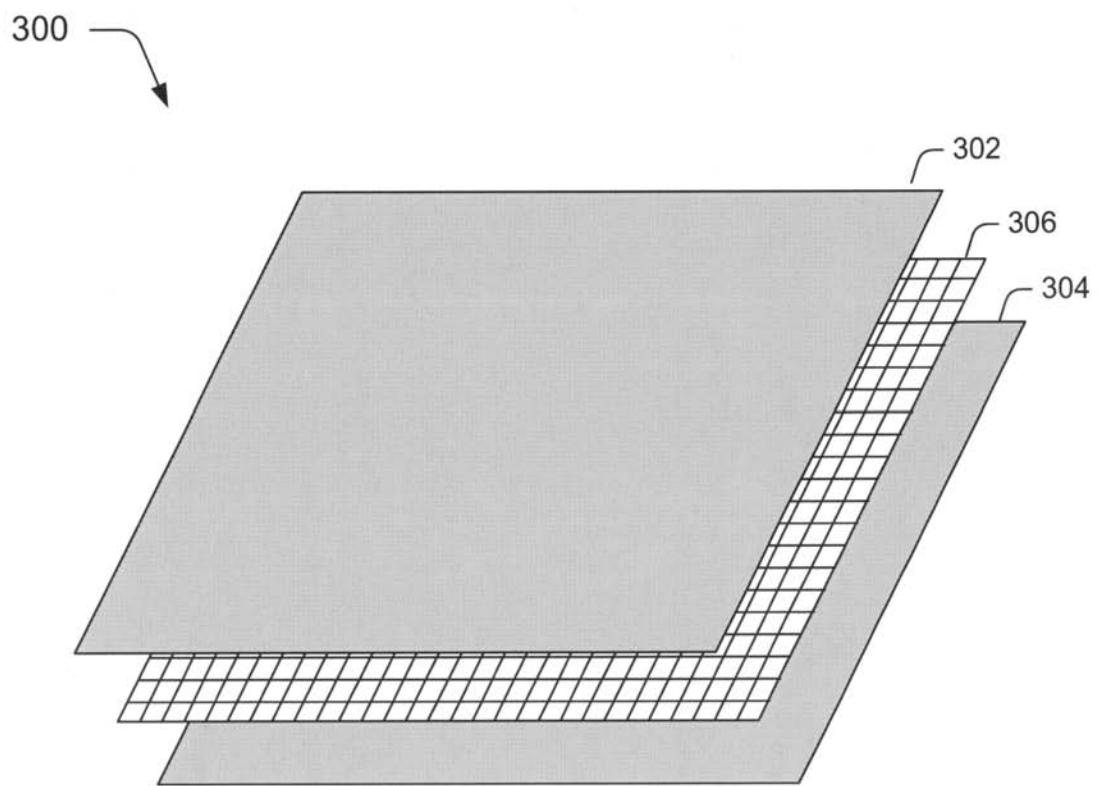
【図10】



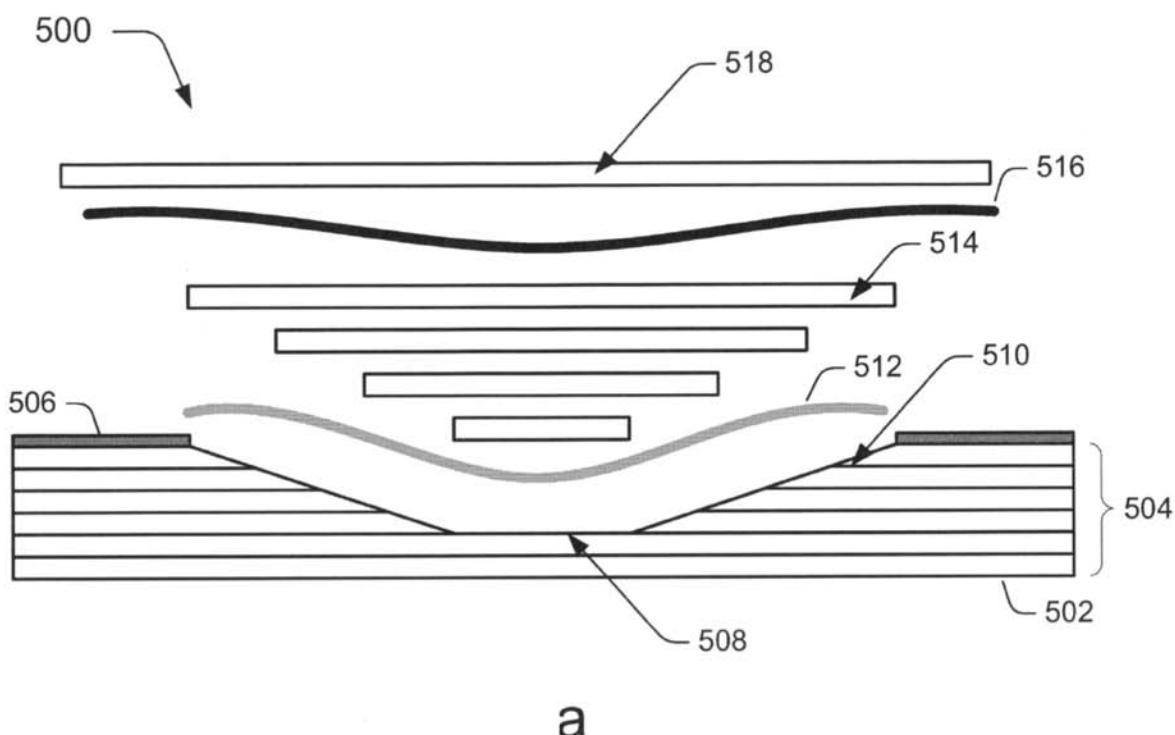
【図 1 1】



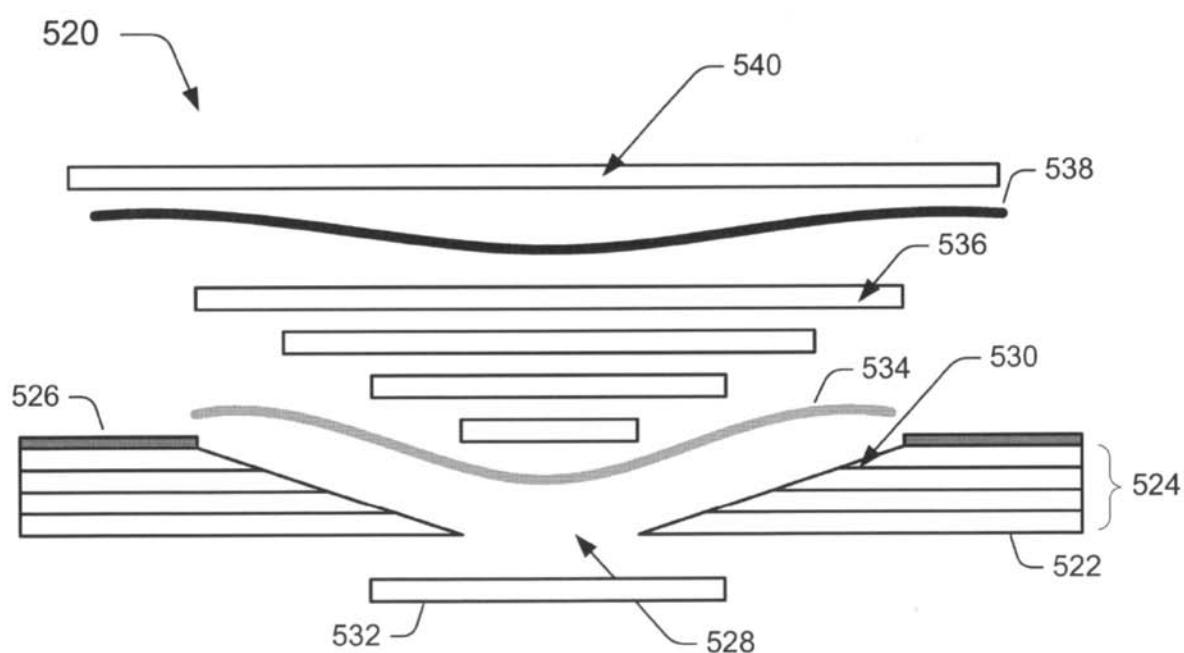
【図 3】



【図5】

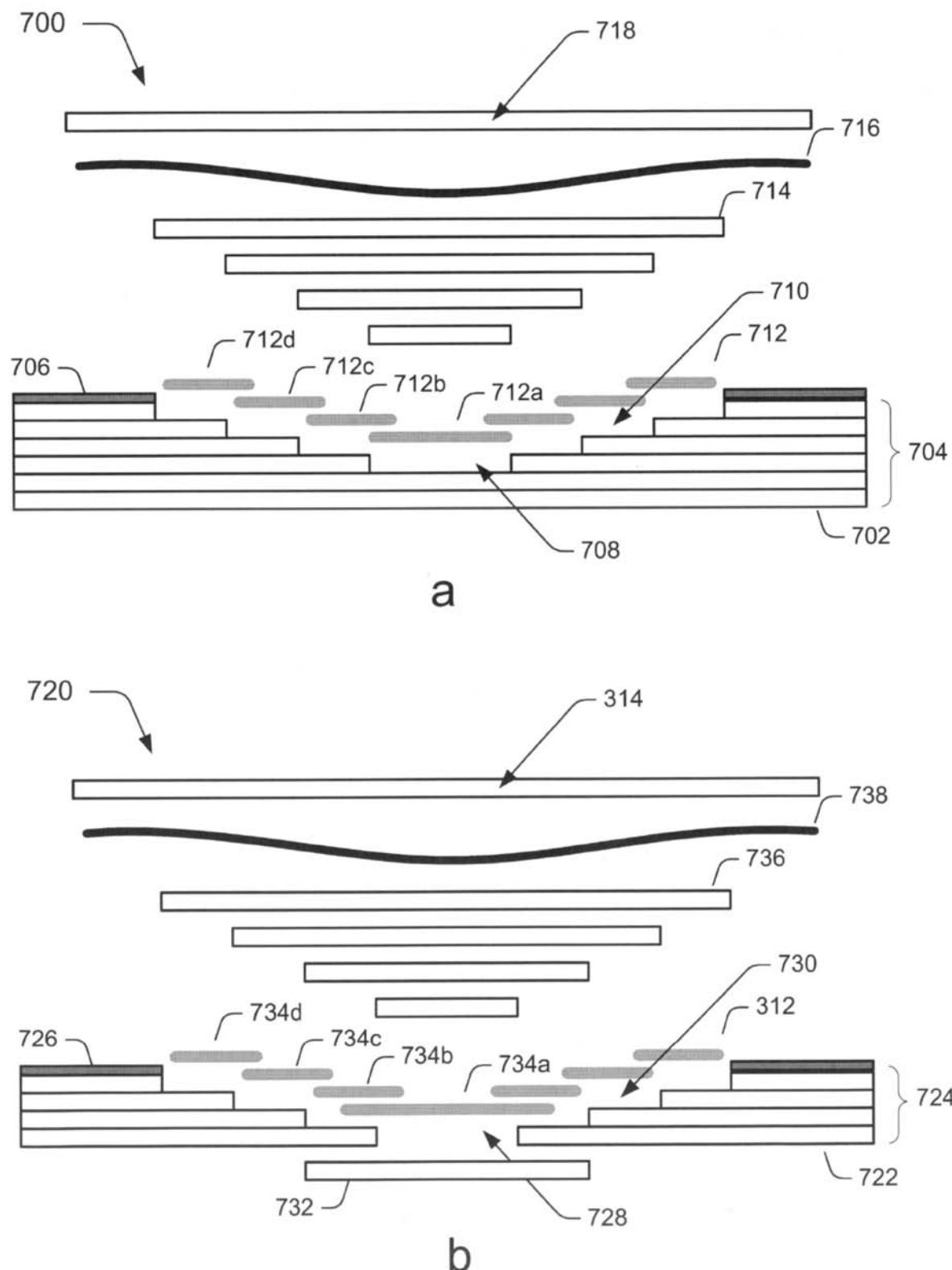


a



b

【図7】



## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/US2008/073869

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. C09J7/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
C09J

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, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	WO 2008/005782 A (3M INNOVATIVE PROPERTIES CO [US]; CHOI JEONGWAN [KR]; SA UN NYOUNG [KR] 10 January 2008 (2008-01-10) claims 1-28; examples 1-3	1-25
X	WO 2006/023860 A (GEN ELECTRIC [US]; ZHONG HONG [US]; PAISNER SARA NAOMI [US]; GOWDA ARU) 2 March 2006 (2006-03-02) claims 1-25; example 1	1-25
X	US 2005/242471 A1 (BHATT SANJIV M [US] ET AL) 3 November 2005 (2005-11-03) claims 1-58; example 1	1-25
X	US 2004/118579 A1 (MCCUTCHEON JEFFREY W [US] ET AL) 24 June 2004 (2004-06-24) claims 1-57; examples 1-14	1-25
		-/-

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*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)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

\*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

\*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

\*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.

\*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20/10/2008

Date of mailing of the international search report

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

Glomm, Bernhard

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

international application No.  
PCT/US2008/073869

## 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 200422 Thomson Scientific, London, GB; AN 2004-235251 XP002498845 & JP 2004 087824 A (HONDA MOTOR CO LTD) 18 March 2004 (2004-03-18) abstract	1-25
X	EP 0 583 062 A (NIKKISO CO LTD [JP]) 16 February 1994 (1994-02-16) claims 1-20; examples 1-3	1-25

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No PCT/US2008/073869
---

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
WO 2008005782	A	10-01-2008	KR	20080004021 A		09-01-2008
WO 2006023860	A	02-03-2006	EP	1797155 A2		20-06-2007
			JP	2008510878 T		10-04-2008
			KR	20070051919 A		18-05-2007
US 2005242471	A1	03-11-2005	WO	2005110664 A2		24-11-2005
US 2004118579	A1	24-06-2004	AU	2003290919 A1		29-07-2004
			CN	1748011 A		15-03-2006
			EP	1572824 A1		14-09-2005
			JP	2006513390 T		20-04-2006
			KR	20050084401 A		26-08-2005
			WO	2004061035 A1		22-07-2004
			US	2005077618 A1		14-04-2005
JP 2004087824	A	18-03-2004		NONE		
EP 0583062	A	16-02-1994	CA	2099808 A1		07-01-1994
			DE	69326587 D1		04-11-1999
			DE	69326587 T2		11-05-2000
			US	5409775 A		25-04-1995

---

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,MT,NL,NO,PL,PT,RO,SE,SI,SK,T  
R),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,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,K  
G,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,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 AB01C AB10C AB17C AB24C AD00C AD11A AD11B AD11C AK01A AK01B  
AK01C BA03 BA06 BA10A BA10B BA13 CB00C DG01C GB31 GB32  
JG01C