

(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2009-526678

(P2009-526678A)

(43) 公表日 平成21年7月23日(2009.7.23)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)  
**B 2 9 C 70/16 (2006.01)** B 2 9 C 67/14 B 4 F 2 0 5

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2008-555328 (P2008-555328)  
 (86) (22) 出願日 平成19年2月13日 (2007. 2. 13)  
 (85) 翻訳文提出日 平成20年10月8日 (2008. 10. 8)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2007/003939  
 (87) 国際公開番号 W02007/095301  
 (87) 国際公開日 平成19年8月23日 (2007. 8. 23)  
 (31) 優先権主張番号 11/352, 274  
 (32) 優先日 平成18年2月13日 (2006. 2. 13)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(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  
 (74) 代理人 100058479  
 弁理士 鈴江 武彦  
 (74) 代理人 100108855  
 弁理士 蔵田 昌俊  
 (74) 代理人 100091351  
 弁理士 河野 哲  
 (74) 代理人 100088683  
 弁理士 中村 誠

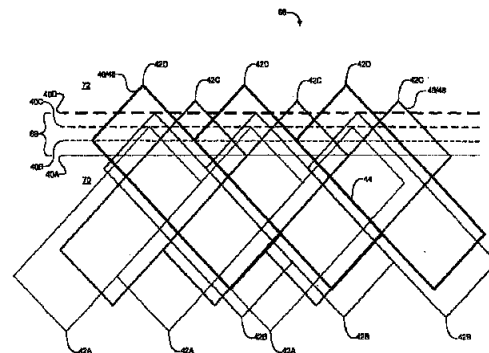
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複合材料の配置方法およびシステム

(57) 【要約】

コースをレイアップモールドへ与えるため、レイアップモールド上のプライ領域を規定するプライ境界が決定され、複合材料のテープはプライ境界に関して傾斜角でプライ領域上に与えられる。さらに、テープの前縁が突合せ切断され、前縁エッジとプライ境界は基本的に収斂する。さらに、後縁が生成される。後縁は突合せ切断され、後縁エッジとプライ境界は基本的に収斂する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

レイアップモールド上のプライ領域を規定するプライ境界を決定し、  
複合材料のテープをプライ境界に関して傾斜角でプライ領域上に供給し、テープの前縁が突合せ切断され、前縁エッジとプライ境界は基本的に収斂し、

後縁を生成するステップを含んでおり、後縁は突合せ切断され、後縁エッジとプライ境界は基本的に収斂しているコースをレイアップモールド上へ供給する方法。

## 【請求項 2】

さらに、オーバーフィルを生成するステップを含み、オーバーフィルの高さは次式、

$$\text{オーバーフィルの高さ} = W (\sin \theta) / n$$

により決定され、ここでWはテープの幅であり、 $\theta$  はプライ境界と前縁との間のラジアンによる入射角であり、n は請求項 1 記載の方法。

10

## 【請求項 3】

さらに、プライ境界に関して  $45^\circ$  でテープを供給するステップを含み、オーバーフィルの高さは、次式、

$$\text{オーバーフィルの高さ} = W / (2 \cdot 2^{1/2})$$

により決定され、ここでWはテープの幅である請求項 2 記載の方法。

## 【請求項 4】

さらに、アンダーフィルを生成するステップを含み、アンダーフィルの高さはオーバーフィルの高さにほぼ等しい請求項 3 記載の方法。

20

## 【請求項 5】

さらに、プライ境界に関して  $90^\circ$  でテープを供給するステップを含み、前縁は基本的にプライ境界と一致する請求項 1 記載の方法。

## 【請求項 6】

転移ゾーンは第 1 のスキングージで開始し第 2 のスキングージが終了する領域を規定し、転移ゾーンは第 2 の傾斜プライ境界からオフセットされた第 1 の傾斜プライ境界を含んでいる複合アイテムに転移ゾーンを製造する方法において、

複合材料のテープの第 1 のセットを第 1 の傾斜プライ境界を横切って供給し、テープの各第 1 のセットは突合せ切断されるそれぞれの端部を含み、テープの各第 1 のセットはそれぞれの中心線を含んでおり、テープの各第 1 のセットに対しては、それぞれの端部とそれぞれの中心線は基本的に第 1 の傾斜プライ境界で収斂し、

30

複合材料のテープの第 2 のセットを第 2 の傾斜プライ境界を横切って供給するステップを含み、テープの各第 2 のセットは突合せ切断されるそれぞれの端部を含み、テープの各第 2 のセットはそれぞれの中心線を含んでおり、テープの各第 2 のセットでは、それぞれの端部とそれぞれの中心線は基本的に第 2 の傾斜プライ境界で収斂し、テープの第 2 のセットのそれぞれの端部は小円鋸歯状のパターンを生成するためにテープの第 1 のセットのそれぞれの端部からオフセットされている方法。

## 【請求項 7】

さらに、複合材料のテープの第 3 のセットをテープの第 1 のセットとテープの第 2 のセットとの間に  $0^\circ$  プライ境界を横切って供給するステップを含み、 $0^\circ$  プライ境界は第 1 の傾斜プライ境界と第 2 の傾斜プライ境界の間に配置されている請求項 6 記載の方法。

40

## 【請求項 8】

さらに、複合材料のテープの第 4 のセットをテープの第 1 のセットとテープの第 2 のセットとの間に  $90^\circ$  プライ境界を横切って供給するステップを含み、 $90^\circ$  プライ境界は第 1 の傾斜プライ境界と第 2 の傾斜プライ境界の間に配置され、 $90^\circ$  プライ境界は  $0^\circ$  プライ境界、第 1 の傾斜プライ境界、第 2 の傾斜プライ境界からオフセットされている請求項 7 記載の方法。

## 【請求項 9】

レイアップモールド上にコースを与える方法を実行するための 1 組の命令を含むコンピュータソフトウェアが埋設されているコンピュータが読取可能な媒体において、

50

レイアップモールド上にプライ領域を規定するプライ境界を決定し、  
 複合材料のテープをプライ境界に関して傾斜角でプライ領域に供給し、テープの前縁は突合せ切断され、前縁とプライ境界は基本的に収斂し、  
 後縁を生成する各ステップを含み、後縁は突合せ切断され、後縁とプライ境界は基本的に収斂するコンピュータが読取可能な媒体。

【請求項 10】

さらに、オーバーフィルを生成するステップを含み、オーバーフィルの高さは次式、  

$$\text{オーバーフィルの高さ} = W (\sin \theta) / n$$
 により決定され、ここでWはテープの幅であり、 $\theta$ はプライ境界と前縁との間のラジアンによる入射角であり、nは1である請求項9記載の媒体。

10

【請求項 11】

さらに、プライ境界に関して  $45^\circ$  でテープを供給するステップを含み、オーバーフィルの高さは次式、  

$$\text{オーバーフィルの高さ} = W / (2 \cdot 2^{1/n})$$
 により決定され、ここでWはテープの幅である請求項10記載の媒体。

【請求項 12】

さらに、アンダーフィルを生成するステップを含み、アンダーフィルの高さはオーバーフィルの高さにほぼ等しい請求項11記載の媒体。

【請求項 13】

さらに、プライ境界に関して  $90^\circ$  でテープを供給するステップを含み、前縁は基本的にプライ境界と一致する請求項9記載の媒体。

20

【請求項 14】

複合アイテムにおいて転移ゾーンを製造する方法を実行するための1組の命令を含んでいるコンピュータソフトウェアが埋設されているコンピュータの読取可能な媒体において、転移ゾーンは第1のスキングージで開始し第2のスキングージで終了する領域を規定し、転移ゾーンは第2の傾斜プライ境界からオフセットされた第1の傾斜プライ境界を含んでおり、この方法は、

複合材料のテープの第1のセットを第1の傾斜プライ境界を横切って供給し、テープの各第1のセットは突合せ切断されるそれぞれの端部を含み、テープの各第1のセットはそれぞれの中心線を含んでおり、テープの各第1のセットに対しては、それぞれの端部とそれぞれの中心線は基本的に第1の傾斜プライ境界で収斂し、

30

複合材料のテープの第2のセットを第2の傾斜プライ境界を横切って供給するステップを含み、テープの各第2のセットは突合せ切断されるそれぞれの端部を含み、テープの各第2のセットはそれぞれの中心線を含んでおり、テープの各第2のセットに対しては、それぞれの端部とそれぞれの中心線は基本的に第2の傾斜プライ境界で収斂し、テープの第2のセットのそれぞれの端部は小円鋸歯状のパターンを生成するためにテープの第1のセットのそれぞれの端部からオフセットされているコンピュータが読取可能な媒体。

【請求項 15】

さらに、複合材料のテープの第3のセットをテープの第1のセットとテープの第2のセットとの間に  $0^\circ$  プライ境界を横切って供給するステップを含み、 $0^\circ$  プライ境界は第1の傾斜プライ境界と第2の傾斜プライ境界の間に配置される請求項14記載の媒体。

40

【請求項 16】

さらに、複合材料のテープの第4のセットをテープの第1のセットとテープの第2のセットとの間に  $90^\circ$  プライ境界を横切って供給するステップを含み、 $90^\circ$  プライ境界は第1の傾斜プライ境界と第2の傾斜プライ境界の間に配置され、 $90^\circ$  プライ境界は  $0^\circ$  プライ境界、第1の傾斜プライ境界、第2の傾斜プライ境界からオフセットされている請求項14記載の媒体。

【請求項 17】

レイアップモールド上にコースを与えるための装置において、  
 レイアップモールド上にプライ領域を規定するプライ境界を決定する手段と、

50

複合材料のテープをプライ境界に関して傾斜角でプライ領域に供給し、テープの前縁は突合せ切断し、前縁とプライ境界は基本的に収斂する手段と、

後縁を生成する手段とを具備し、後縁は突合せ切断され、後縁とプライ境界は基本的に収斂する装置。

【請求項 18】

さらに、オーバーフィルを生成するステップを含み、オーバーフィルの高さは次式、

$$\text{オーバーフィルの高さ} = W (\sin \theta) / n$$

により決定され、ここでWはテープの幅であり、 $\theta$  はプライ境界と前縁との間のラジアンによる入射角であり、nは1である請求項 17 記載の装置。

【請求項 19】

さらに、プライ境界に関して  $45^\circ$  でテープを供給するステップを含み、オーバーフィルの高さは、次式、

$$\text{オーバーフィルの高さ} = W / (2 \cdot 2^{1/n})$$

により決定され、ここでWはテープの幅である請求項 18 記載の方法。

【請求項 20】

さらに、アンダーフィルを生成し、そのアンダーフィルの高さはオーバーフィルの高さにほぼ等しい請求項 19 記載の装置。

【請求項 21】

さらに、プライ境界に関して  $90^\circ$  でテープを供給するステップを含み、前縁は基本的にプライ境界と一致する請求項 17 記載の装置。

【請求項 22】

複合アイテムにおいて転移ゾーンを製造する装置において、転移ゾーンは第 1 のスキングージで開始し第 2 のスキングージで終了する領域を規定し、転移ゾーンは第 2 の傾斜プライ境界からオフセットされた第 1 の傾斜プライ境界を含んでおり、

装置は、複合材料のテープの第 1 のセットを第 1 の傾斜プライ境界を横切って供給する手段を具備し、テープの各第 1 のセットは突合せ切断されるそれぞれの端部を含み、テープの各第 1 のセットはそれぞれの中心線を含んでおり、テープの各第 1 のセットに対しては、それぞれの端部とそれぞれの中心線は基本的に第 1 の傾斜プライ境界で収斂し、

装置はさらに、複合材料のテープの第 2 のセットを第 2 の傾斜プライ境界を横切って供給する手段を具備し、テープの各第 2 のセットは突合せ切断されるそれぞれの端部を含み、テープの各第 2 のセットはそれぞれの中心線を含んでおり、テープの各第 2 のセットに対しては、それぞれの端部とそれぞれの中心線は基本的に第 2 の傾斜プライ境界で収斂し、テープの第 2 のセットのそれぞれの端部は小円鋸歯状のパターンを生成するためにテープの第 1 のセットのそれぞれの端部からオフセットされる装置。

【請求項 23】

さらに、複合材料のテープの第 3 のセットをテープの第 1 のセットとテープの第 2 のセットとの間に  $0^\circ$  プライ境界を横切って供給する手段を具備し、 $0^\circ$  プライ境界は第 1 の傾斜プライ境界と第 2 の傾斜プライ境界の間に配置される請求項 22 記載の装置。

【請求項 24】

さらに、複合材料のテープの第 4 のセットをテープの第 1 のセットとテープの第 2 のセットとの間に  $90^\circ$  プライ境界を横切って供給する手段を具備し、 $90^\circ$  プライ境界は第 1 の傾斜プライ境界と第 2 の傾斜プライ境界の間に配置され、 $90^\circ$  プライ境界は  $0^\circ$  プライ境界、第 1 の傾斜プライ境界、第 2 の傾斜プライ境界からオフセットされている請求項 23 記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は複合材料アイテムの製造方法およびシステムに関し、特に本発明は複合物の自動積層用システムとその使用方法に関する。

【背景技術】

10

20

30

40

50

## 【0002】

複合アイテムは典型的に多数の層又はプライから製造される。これらのプライは通常、カーボンファイバ、種々の他のファイバ、金属薄膜または箔等のような種々の材料を含んでいる。さらに、プライは樹脂により（ファイバならば）予め含浸され、または（ホイルならば）被覆されることができ、しばしばロールまたはスプールから分配される。ロールの形態では、複合プライ材料は「テープ」と呼ばれ、裏打ち層を含んでも含まなくてもよい。この裏打ちは通常、樹脂被覆されたか予め含浸されたプライ材料（プレプレグ）がそれ自体に接着することを防止し、テープがツール又はレイアップに与えられるときにテープの処理を助ける。テープはプライを形成するために並んで置かれた多数のコースでツールに与えられる。このテープが広いほど、与えられる必要のあるコースは少なくなる。このようにして、広いテープの使用は通常、載置速度を増加し、複合アイテムの製造速度を上げる。しかしながらテープ幅の増加はテープ切断装置の寸法と複雑性を増加させる。

10

## 【0003】

通常の積層マシンでは、テープは配置されるプライのプロフィールを整合するために各プライの始めと最後で切断される。通常、コースの開始プロフィールは先に与えられたコースの最後のプロフィールと整合しない。それ故、通常の積層マシンは次のコースの始めに整合する新しいプロフィールを切断するためにツール又はマンドレルから離れるように動くことを必要とされる。この手順は時間と複合材料を浪費する。さらに切断装置は通常の積層マシンの信頼性が少ないコンポーネントである。

20

## 【0004】

したがって、ここで説明した欠点を少なくともある程度まで克服することができる複合アイテムを製造する方法およびシステムを提供することが望ましい。

## 【発明の開示】

## 【発明の要約】

## 【0005】

前述の要求は本発明により大いに満足され、幾つかの実施形態では積層された複合アイテムを製造するシステムと、このようなシステムを使用する方法が提供される。

## 【0006】

本発明の1実施形態はコースをレイアップモールドへ与える方法に関する。この方法では、レイアップモールド上のプライ領域を規定するプライ境界が決定され、複合材料のテープはプライ境界に関して傾斜角でプライ領域上に与えられる。さらに、テープの前縁が突合せ切断され、前縁エッジとプライ境界は基本的に収斂する。さらに、後縁が生成される。後縁は突合せ切断され、後縁エッジとプライ境界は基本的に収斂する。

30

## 【0007】

本発明の別の実施形態は複合アイテムに転移ゾーンを製造する方法に関する。転移ゾーンは第1のスキングージで開始し、第2のスキングージで終了する領域を規定する。転移ゾーンは第2の傾斜プライ境界からオフセットされた第1の傾斜プライ境界を含んでいる。この方法では、複合材料のテープの第1のセットが第1の傾斜プライ境界を横切って与えられる。テープの各第1のセットは突合せ切断されるそれぞれの端部を含み、テープの各第1のセットはそれぞれの中心線を含んでいる。テープの各第1のセットでは、それぞれの端部とそれぞれの中心線は基本的に第1の傾斜プライ境界で収斂する。さらに複合材料のテープの第2のセットは第2の傾斜プライ境界を横切って与えられる。テープの各第2のセットは突合せ切断されるそれぞれの端部を含み、テープの各第2のセットはそれぞれの中心線を含んでいる。テープの各第2のセットでは、それぞれの端部とそれぞれの中心線は基本的に第2の傾斜プライ境界で収斂する。テープの第2のセットのそれぞれの端部は小円鋸歯状のパターンを生成するためにテープの第1のセットのそれぞれの端部からオフセットされる。

40

## 【0008】

本発明のさらに別の実施形態は、レイアップモールド上にコースを与える方法を実行するための1組の命令を含むコンピュータソフトウェアが埋設されているコンピュータの読

50

取可能な媒体に関する。この方法では、レイアップモールド上にプライ領域を規定するプライ境界が決定され、複合材料のテープはプライ境界に関して傾斜角でプライ領域に与えられる。さらに、テープの前縁は突合せ切断され、前縁とプライ境界は基本的に収斂する。さらに後縁が生成される。後縁は突合せ切断され、後縁とプライ境界は基本的に収斂する。

【0009】

本発明のさらに別の実施形態は、複合アイテム中に転移ゾーンを製造する方法を実行するための1組の命令を含むコンピュータソフトウェアが埋設されているコンピュータの読取可能な媒体に関する。転移ゾーンは第1のスキングージで開始し、第2のスキングージで終了する領域を規定する。転移ゾーンは第2の傾斜プライ境界からオフセットされた第1の傾斜プライ境界を含んでいる。この方法では、複合材料のテープの第1のセットが第1の傾斜プライ境界を横切って与えられる。テープの各第1のセットは突合せ切断されるそれぞれの端部を含み、テープの各第1のセットはそれぞれの中心線を含んでいる。テープの各第1のセットでは、それぞれの端部とそれぞれの中心線は基本的に第1の傾斜プライ境界で収斂する。さらに複合材料のテープの第2のセットは第2の傾斜プライ境界を横切って与えられる。テープの各第2のセットは突合せ切断されるそれぞれの端部を含んでおり、テープの各第2のセットはそれぞれの中心線を含んでいる。テープの各第2のセットでは、それぞれの端部とそれぞれの中心線は基本的に第2の傾斜プライ境界で収斂する。テープの第2のセットのそれぞれの端部は小円鋸歯状のパターンを生成するためにテープの第1のセットのそれぞれの端部からオフセットされる。

10

20

【0010】

本発明のさらに別の実施形態はコースをレイアップモールド上に与える装置に関する。その装置はレイアップモールド上にプライ領域を規定するプライ境界を決定するための手段と、プライ境界に関して傾斜角でプライ領域上に複合材料のテープを適用する手段とを含んでいる。テープの前縁は突合せ切断され、前縁とプライ境界は基本的に収斂する。さらに装置は後縁を生成する手段を含んでいる。後縁は突合せ切断され、後縁とプライ境界は基本的に収斂する。

【0011】

本発明のさらに別の実施形態は複合アイテムに転移ゾーンを製造する装置に関する。転移ゾーンは第1のスキングージで開始し、第2のスキングージで終了する領域を規定している。転移ゾーンは第2の傾斜プライ境界からオフセットされた第1の傾斜プライ境界を含んでいる。装置は、複合材料のテープの第1のセットを第1の傾斜プライ境界を横切って与える手段を含んでいる。テープの各第1のセットは突合せ切断されるそれぞれの端部を含み、テープの各第1のセットはそれぞれの中心線を含んでいる。テープの各第1のセットでは、それぞれの端部とそれぞれの中心線は基本的に第1の傾斜プライ境界で収斂する。さらに装置は複合材料のテープの第2のセットを第2の傾斜プライ境界を横切って与える手段を含んでいる。テープの各第2のセットは突合せ切断されるそれぞれの端部を含み、テープの各第2のセットはそれぞれの中心線を含んでいる。テープの各第2のセットでは、それぞれの端部とそれぞれの中心線は基本的に第2の傾斜プライ境界で収斂する。テープの第2のセットのそれぞれの端部は小円鋸歯状のパターンを生成するためにテープの第1のセットのそれぞれの端部からオフセットされる。

30

40

【0012】

したがって、ここでのその詳細な説明が良好に理解され、技術に対する本発明の貢献がより良好に認識されることができるよう、本発明のある実施形態についてここで広く概要を説明する。勿論、以下説明し、特許請求の範囲の主題を形成する本発明の付加的な実施形態を説明する。

【0013】

これに関して、本発明の少なくとも1つの実施形態を詳細に説明する前に、本発明は構造の詳細および以下の説明で説明されるか図面に示されているコンポーネントの構成に対するその応用によって限定されないことが理解されよう。本発明は説明したものに加えて

50

実施形態を可能にし、種々の方法で実施および実行することができる。また、ここで使用されている語句および用語は要約と同様に説明のためのものであり、発明の限定として考えられるべきではないことが理解されよう。

【0014】

このようにして、当業者はこの説明が基礎としている概念が本発明のいくつかの目的を行うための他の構造、方法、システムの設計の基礎として容易に使用されることができることを認識するであろう。それ故、特許請求の範囲は本発明の技術的範囲を逸脱しない限りでこのような等価構造を含むと考えられることが重要である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

本発明は幾つかの実施形態において複合アイテムを製造するためにプライを配置するシステムと、このシステムの使用方法を提供する。種々の実施形態では、システムは例えば自動化されたファイバ配置 (AFP) マシン、平面テープ積層マシン (FTLM)、数値制御 (NC) の外形テープ積層マシン (CTLM)、マルチヘッドテープ積層マシン (MHTLM) 等のような自動化された積層装置を含んでいる。この積層装置は、マンドレル、レイアップモールド又はツール上に複合材料のプライを配置するために1以上の分配ヘッドを含んでいる。さらに積層装置は複合材料を切断するための切断装置を含んでいる。

【0016】

本発明を図面を参照して説明し、類似の参照符合は全体を通して類似の部分を示している。図1は本発明の1実施形態によるマルチヘッドテープ積層マシン (MHTLM) 10のブロック図である。図1に示されているように、MHTLM 10は位置付け装置14A-14Nのそれぞれのセットにより位置付けられる配置ヘッド12A-12Nのセットを含んでいる。配置ヘッド12A-12Nは基板18上に複合材料を配置16A-16Nするように構成されている。基板18はマンドレル20または他のこのような形態および/またはツールの表面を含んでいる。さらに、基板18はマンドレル20上に任意の先に与えられた複合材料、粘着剤等を含んでいる。マンドレル20は回転されるか、その他の方法で駆動装置22により位置付けられる。駆動装置22および/または位置付け装置14A-14Nは制御装置24により制御される。制御装置24は複合アイテムを製造するためのコンピュータが読取可能な命令を含んでいるファイル26にアクセスする。

【0017】

図2は本発明の1実施形態によるマルチヘッドテープ積層マシン (MHTLM) 10の斜視図である。図2に示されているように、MHTLM 10は基板18に関して配置ヘッド12A-12Nを位置付けるためのフレーム30を含んでいる。フレーム30と基板18は相互に関して方向AとBで移動するように構成されている。さらに各配置ヘッド12A-12Dは相互および/またはフレーム30に関して1以上の自由軸を独立して有することができる。例えば各配置ヘッド12A-12Dは約5、6個等の軸について独立して動くことができる。このようにして配置ヘッド12A-12Nの幾つか又は全ては基板18上にそれぞれの条帯又はテープ32を配置するように構成される。テープ32は複合アイテム34を製造するための任意の適切な材料を含んでいる。適切な材料の例は金属ホイル、薄膜、ファイバ等を含んでいる。これらの材料は樹脂で被覆されるか含浸されてもよい。特別な例では、テープ32は熱硬化性樹脂 (プレプレグ) で予め含浸されているカーボンファイバを含んでいる。別の例では、テープ32は樹脂で被覆されているチタニウムホイルを含んでいる。複合アイテム34はテープ32で製造されることができる任意の適切なアイテム又は部品を含んでいる。特別な例は航空機の翼および胴体コンポーネントを含んでいる。

【0018】

図3は図1に示されている本発明の実施形態により使用するのに適したプライ38の概略図である。図3に示されているように、プライ38はプライ38のエッジを規定するプライ境界40を含んでいる。プライ38はプライ境界40の線に関して約45°で配向されている複数のコース42を含んでいることに注意する。プライ38はさらに隣接するコース42間に配置されている複数のコースインターフェース44を含んでいる。コース42は通常、前縁46と後縁

10

20

30

40

50

48を含んでいる。45°が図3に示されているが、コース42はプライ37または基板18に関して任意の適切な角度で配向されることができる。例えばコース42は0°、90°、+/-45°等で配向されることができる。0°と90°で配向されるとき、テープ32の前縁46と後縁48はプライ境界40と基本的に一致するように位置されることができる。このように、0°と90°のコースの配向は比較的簡単であり、したがってここではさらに説明しない。1実施形態では、任意の傾斜角または0°と90°以外の方向で、前縁46と後縁48の一方又は両者の幾つかの位置が図3に示されているようにプライ境界40を越えて延在することができる。

#### 【0019】

図4は図1に示されている本発明の実施形態により使用するのに適したプライ38の詳細図である。図4に示されているように、テープ32は中心線50を含んでいる。1実施形態では、テープ32は中心線50、プライ境界40、前縁46または後縁48が基本的に収斂するか交差するようにプライ38上に位置付けられる。このように、テープ32の一部又はコーナーはプライ境界40の一方の側面に延在し、オーバーフィル52とアンダーフィル54を生じる。テープ32が45°でプライ境界40に与えられる特別な例では、テープ32は幅(W)56を含み、オーバーフィル52は次式により説明されることができる高さ(h)58を含んでいる。

$$h = W / (2 \cdot 2^{1/2}) \quad \text{式 1}$$

前述の式1を使用して、3インチ(7.62cm)の幅56であるならば、高さ58は約1.06インチ(2.69cm)に等しい。同様に、アンダーフィル54の高さ60は基本的に高さ58に等しい。通常、任意の傾斜角で、高さ58と60は次式により説明されることができる。

$$h = W (\sin \theta) / n \quad \text{式 2}$$

ここでθはプライ境界40と前縁または後縁46/48との間の(ラジアンによる)入射角であり、nは1である。これに関して、配置ヘッド12A-12Nのテープ切断機構にしたがって、前縁46および後縁48は中心線50に関して約80°から約100°で切断されることができる。特に、前縁46および後縁48は中心線50に関して約85°から約95°で切断されることができる。この90°からの分散と、切断が行われるときにテープ32が移動する速度は切断アセンブリの設計に関連される。さらに1以上であるnに関して、前縁46および/または後縁48はプライ境界40に沿った任意の適当な位置に配置されることができる。特定の応用にしたがって、nは特別な値に設定されることができる。しかしながら、他の応用ではn(即ち前縁46/後縁48がプライ境界40とオーバーラップする量)はプライからプライで、または与えられたプライ内で変化する可能性がある。特別な例では、n=2が約50%のオーバーラップで生じる。この例では、前縁46/後縁48、プライ境界40、中心線50は全て基本的に収斂する。

#### 【0020】

図5は図1に示されている本発明の実施形態により使用するのに適したプライ配置方式の概要66を示している。プライ配置の概要66は転移ゾーン68に沿って複数のプライ38A-38Nを配置するために使用されることができる。転移ゾーン68は第1の厚さまたは「スキニングゲージ」を有する複合アイテム34の第1の領域70と第2のスキニングゲージを有する複合アイテム34の第2の領域72との間のインターフェースを規定する。第1の領域70と第2の領域72との間のスキニングゲージの差はプライ38A-38Nの数を変更することにより実現される。即ち複合アイテム34上に比較的強力又は厚い領域を生成するために、比較的多数のプライ38A-38Nが基板18に与えられる。プライ38A-38Nは転移ゾーン68を横切って隔てられているそれぞれのプライ境界40A-Nを含んでいる。さらにプライ38A-38Nは図5に示されているようにずらされており、それによって前縁と後縁46/48および/またはインターフェース44は一致しない。この小円鋸歯状部または間隔および、ずれは転移ゾーン68を容易にするか平滑にする。このようにして、構造的に正常で、表面的に魅力があり、および/または航空力学的に好ましい転移は迅速および効率的に生成されることができる。

#### 【0021】

プライ境界40が実質的なトリム外(例えばその後の処理で切断される領域外)である応

10

20

30

40

50



用では、1つのプライ38が複合アイテム34の他のプライ38と相互作用することに問題はない。しかしながら多くのプライ38が短い距離内で終端される転移ゾーン68または他のプライ傾斜領域では、複合アイテム34の厚さを通じての小円鋸歯状部の相互作用は比較的より重要である。プライ傾斜は典型的に20:1の比で胴体構造で生じる。したがってプライの厚さ0.0074インチ(0.188mm)であるならば、プライ境界40A-40Nは $0.0074 * 20 = 0.148$ インチ(3.76mm)離れて位置されることができる。

#### 【0022】

図5に示されている特定の実施形態では、転移ゾーン68は4つの+/-45°プライ38A-38D(2つの+45°と2つの-45°)を含んでいる。明瞭にする目的で転移ゾーン68内に位置されることができる0°および/または90°プライは示されていない。しかしながらプライからプライの典型的なプライ配向シーケンスは45°/90°/-45°/0°である。存在するならば、プライ38A-38D間に位置されているこれら又は他のプライはそれぞれプライ境界40A-40Dの間に入るプライ境界を有する。特定の例では、0°プライがプライ38Aとプライ38Bとの間に配置されるならば、0°プライはプライ境界40Aと40Bとの間の距離の約1/2に配置されるプライ境界を含むことができる。90°プライがプライ38Bと38Cとの間に配置されるならば、その90°プライはプライ境界40Bと40Cとの間の距離の約1/2のプライ境界を含むことができる。プライ境界40A-40Nの間隔はプライ傾斜比により決定される。航空宇宙応用の典型的な傾斜比は約20:1等を含んでいる。しかしながら、本発明の種々の実施形態は任意の適切な傾斜比を含んでいる。

10

#### 【0023】

本発明の実施形態の利点は、比較的簡単にされた切断によって、通常のテープ配置装置と比較するときヘッドの複雑性が減少されることができることである。切断を簡単にすることによって、複合レイアップマシンの生産性を劇的に増加するためにヘッドの信頼性および単一のマシンで多数のヘッドを使用する能力を増加できる。対照的に、通常のテープ配置マシンの転送ヘッドは多数のヘッドを一時に使用には十分な信頼性はない。

20

#### 【0024】

種々の実施形態の付加的な利点は、比較的広いテープが使用されることである。通常ファイバ配置マシンにより使用されるテープと比較するとき、比較的広いテープの使用はより頑丈な機構、改良されたヘッドの信頼性、単一のマシンにより配置されることができる材料の全体の幅の増加を生じ、マシンの生産性と信頼性を劇的に改良する。

30

#### 【0025】

さらに別の種々の実施形態の利点は、前縁および後縁46/48が基本的に同じであることである。通常プライ配置装置では、後縁をプライ境界に正確に一致するように切断した後、配置ヘッドは次のコースの始めに一致する前縁プロフィールを切断するために配置領域外に移動しなければならない。通常プライ配置装置のこのプロセスは時間と材料を浪費する。本発明の実施形態は基本的に同じである前縁および後縁46/48を有するために、この時間消費動作を省略し、これらの高価な材料を浪費しない。

#### 【0026】

本発明の種々の実施形態のさらに別の利点は、既存の複合アイテムが既存の製造命令に対してほとんど又は全く変更がなく本発明の実施形態により製造されることができることである。特に、内部モールド線("IML")ツーリングおよび/または半硬化外部モールド線("OML")ツーリングまたは787胴体コンポーネントで使用されるような当てシートにより製造される部分は本発明の実施形態により製造されることができる。IMLツール表面はOMLが平滑の条帯であることができるようにプライの厚さ変化に整合するように刻まれる。これらおよび他の例では、複合材料の不適切な位置は許容可能な限度を超えたOML表面変化を生じる。したがって本発明の実施形態は通常ファイバ配置マシン用に設計されたプライ境界に対する任意の実質的な変更なく、ファイバ配置プロセスを直接的に置換するとき許容可能なOML表面および積層品質を生成するために材料またはプライの配置の十分な制御を行う。

40

#### 【0027】

50

図6は本発明の1実施形態によるテープコースを配置する方法80のフロー図である。この方法60の開始前に、種々の準備が行われることができる。開始前の準備の例は、複合アイテム34の設計と、複合アイテム34に対応するファイル26の生成と、複合アイテム34に対応するマンドレル20の生成と、テープ32のような製造材料の獲得等のうちの1以上を含む可能性がある。図6に示されているように、方法80はMHTLM10のようなシステムを提供するのに応答して開始される。

【0028】

ステップ84で、テープ32は基板20に供給される。例えばファイル26はプライ境界40A-40Nを決定するためにアクセスされる。これらのプライ境界40A-40Nに基づいて、駆動装置22および/または位置付け装置14A-14Nは配置12A-12Nを位置付けるために制御装置24により制御される。その後、配置ヘッド12A-12Nはテープ32を配置又は供給するように制御される。

10

【0029】

ステップ86で、1以上の配置ヘッド12A-12Nが最終点又はプライ境界40A-40Nに接近しているか否かを決定する。例えばファイル26はアクセスされ、配置ヘッド12A-12Nの現在位置はプライ境界40A-40Nと比較されることができる。1以上の配置ヘッド12A-12Nが最終点又はプライ境界40A-40Nに接近しているという決定に応答して、テープ32はステップ88で切断されることができる。そうでなければ、配置ヘッド12A-12Nはステップ84でテープ32を配置し続けるように制御されることができる。

【0030】

ステップ88で、テープ32が切断される。例えば制御装置24はプライ境界40A-40Nの接近に応答してテープ32を切断するために配置ヘッド12A-12Nを制御できる。本発明の種々の実施形態では、切断は突合せ切断である。即ち切断はテープ32の中心線50に対してほぼ垂直である。1実施形態では、切断はテープ32が基板18上に配置されるとき切断または後縁48がプライ境界40A-40Nと一致するように時間を調節されることができる。

20

【0031】

ステップ90でレイアップが完成されたことが決定される。例えばファイル26はさらに任意の命令が存在するかまたはファイルの端部(“EOF”)識別子が到達されたかを決定するためにアクセスされる。レイアップが完成されたことが決定されたならば、複合アイテム34はステップ170で硬化される。レイアップが完成されていないことが決定されたならば、テープはステップ84で与えられることができる。

30

【0032】

ステップ92で、複合アイテム34が硬化される。例えば複合アイテムが配置されるのはテープ32で樹脂を硬化するための加熱および/または加圧環境である。

【0033】

ステップ90に続いて、MHTLM10は再度方法80を開始するように制御されるまでアイドル又は停止することができる。

【0034】

本発明の多くの特徴および利点は詳細な説明から明白であり、したがって特許請求の範囲により本発明の技術的範囲内に入る本発明の全てのこのような特徴および利点をカバーすることを目的としている。さらに、多数の変形および変化が当業者に容易に行われるので、本発明を説明し記載された正確な構造および動作に限定することは望ましくなく、本発明の技術的範囲に入る全ての適切な変形および等価物が使用される。

40

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】本発明の1実施形態によって使用するのに適したテープ積層マシンのブロック図。

【図2】本発明の1実施形態によって使用するのに適したテープ積層マシンの斜視図。

【図3】図1に示されている本発明の実施形態によって使用するのに適したプライの図。

【図4】図1に示されている本発明の実施形態によって使用するのに適したプライの詳細

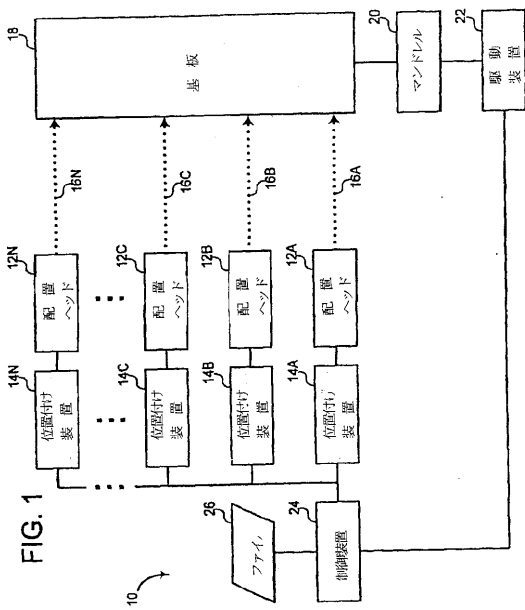
50

図。

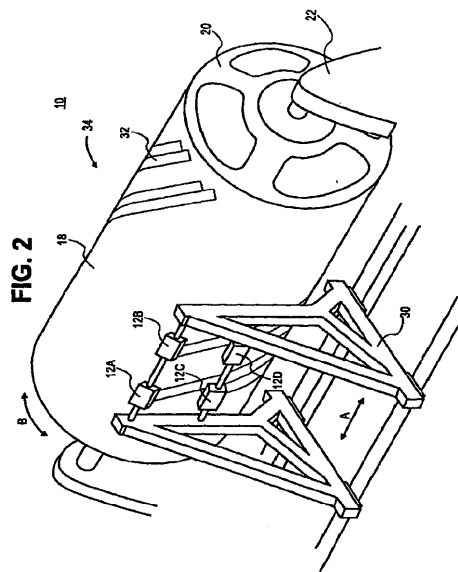
【図5】図1に示されている本発明の実施形態によって使用するのに適したプライ配置の概要図。

【図6】本発明の1実施形態によるテープコースを配置する方法のフロー図。

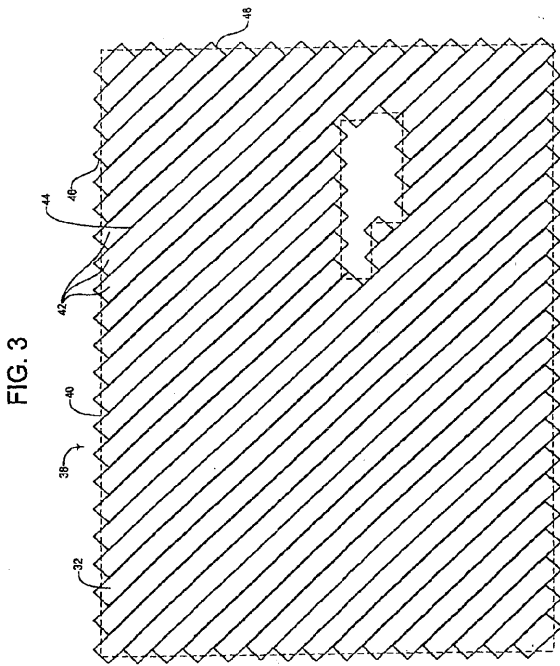
【図1】



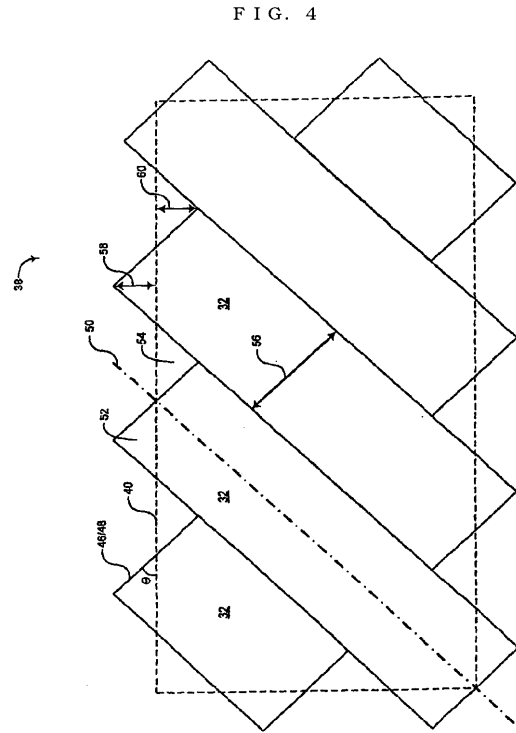
【図2】



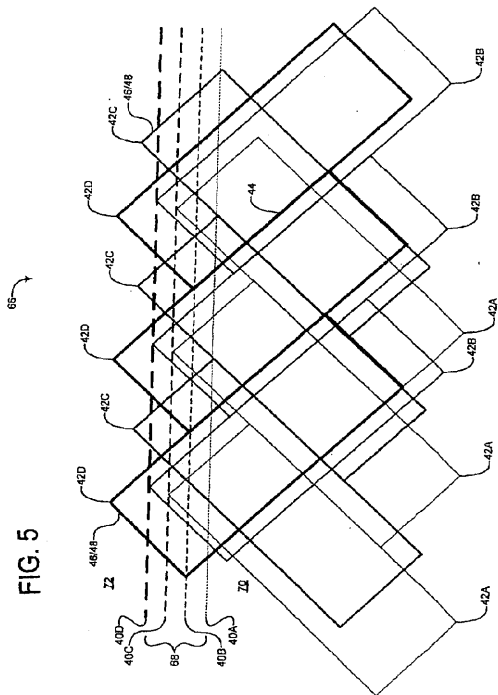
【 図 3 】



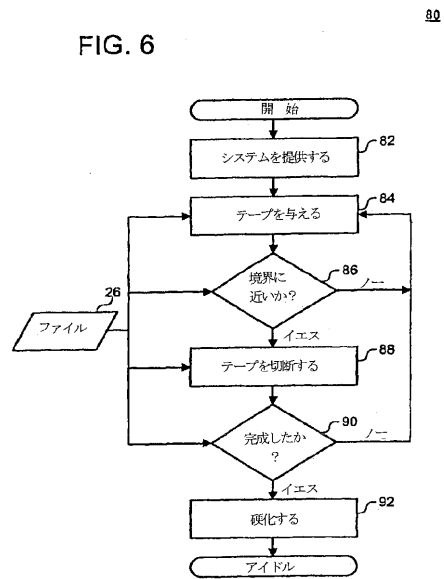
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



## 【手続補正書】

【提出日】平成20年12月15日(2008.12.15)

## 【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】

マンドレル(20)上のプライ(38)を規定するプライ境界(40)を決定し(86)、  
 テープ(32)をプライ境界(40)に関して傾斜角でプライ(38)上に供給し(84)、  
 テープ(32)の前縁(46)が突合せ切断され、前縁(46)とプライ境界(40)は基本的に収  
 斂し、

後縁(48)を生成するステップ(88)を含んでおり、後縁(48)は突合せ切断され(51)  
 )、後縁(48)とプライ境界(40)は基本的に収斂しているコース(42)をマンドレル(20)  
 上へ供給する方法。

【請求項2】

さらに、オーバーフィル(52)を生成するステップを含み、オーバーフィルの高さ(58)  
 )は次式、

$$\text{オーバーフィルの高さ(58)} = W (\sin \theta) / n$$

により決定され、ここでWはテープ(32)の幅であり、 $\theta$ はプライ境界(40)と前縁(46)  
 )との間のラジアンによる入射角であり、nは1である請求項1記載の方法。

【請求項3】

さらに、プライ境界(40)に関して45°でテープ(32)を供給するステップ(84)を  
 含み、オーバーフィルの高さ(58)は、次式、

$$\text{オーバーフィルの高さ(58)} = W / (2 \cdot 2^{1/2})$$

により決定され、ここでWはテープ(32)の幅である請求項2記載の方法。

【請求項4】

さらに、アンダーフィル(54)を生成するステップを含み、アンダーフィルの高さ(60)  
 )はオーバーフィルの高さ(58)にほぼ等しい請求項3記載の方法。

【請求項5】

さらに、プライ境界(40)に関して90°でテープ(32)を供給するステップ(84)を  
 含み、前縁(46)は基本的にプライ境界(40)と一致する請求項1記載の方法。

【請求項6】

転移ゾーン(68)は第1の領域(70)で開始し第2の領域(70)で終了する領域を規定  
 し、転移ゾーン(68)は第2の傾斜プライ境界(40)からオフセットされた第1の傾斜プ  
 ライ境界(40)を含んでいる複合アイテム(34)に転移ゾーン(68)を製造する方法にお  
 いて、

テープ(32)の第1のセットを第1の傾斜プライ境界(40)を横切って供給(84)し、  
 テープ(32)の各第1のセットは突合せ切断される(51)それぞれの端部を含み、テープ  
 (32)の各第1のセットはそれぞれの中心線(50)を含んでおり、テープ(32)の各第1  
 のセットに対しては、それぞれの端部とそれぞれの中心線(50)は基本的に第1の傾斜プ  
 ライ境界(40)で収斂し、

テープ(32)の第2のセットを第2の傾斜プライ境界(40)を横切って供給するステッ  
 プ(84)を含み、テープ(32)の各第2のセットは突合せ切断される(51)それぞれの端  
 部を含み、テープ(32)の各第2のセットはそれぞれの中心線(50)を含んでおり、テ  
 ープ(32)の各第2のセットでは、それぞれの端部とそれぞれの中心線(50)は基本的  
 に第2の傾斜プライ境界(40)で収斂し、テープ(32)の第2のセットのそれぞれの端部  
 は小円鋸歯状のパターンを生成するためにテープ(32)の第1のセットのそれぞれの端部  
 からオフセットされている方法。

## 【請求項 7】

さらに、テープ(32)の第3のセットをテープ(32)の第1のセットとテープ(32)の第2のセットとの間に0° プライ境界(40)を横切って供給するステップ(84)を含み、0° プライ境界(40)は第1の傾斜プライ境界(40)と第2の傾斜プライ境界(40)の間に配置されている請求項6記載の方法。

## 【請求項 8】

さらに、テープ(32)の第4のセットをテープ(32)の第1のセットとテープ(32)の第2のセットとの間に90° プライ境界(40)を横切って供給するステップ(84)を含み、90° プライ境界(40)は第1の傾斜プライ境界(40)と第2の傾斜プライ境界(40)の間に配置され、90° プライ境界(40)は0° プライ境界(40)、第1の傾斜プライ境界(40)、第2の傾斜プライ境界(40)からオフセットされている請求項7記載の方法。

## 【請求項 9】

マンドレル(20)上にコース(42)を与えるための装置(10)において、マンドレル(20)上にプライ(38)を規定するプライ境界(40)を決定する手段(24)と、

テープをプライ境界(40)に関して傾斜角でプライ(38)に供給し、テープ(32)の前縁(46)は突合せ切断し(51)、前縁(46)とプライ境界(40)は基本的に収斂する手段(12A-12N)と、

後縁(48)を生成する手段(12A-12N)とを具備し、後縁(48)は突合せ切断され(51)、後縁(48)とプライ境界(40)は基本的に収斂する装置。

## 【請求項 10】

さらに、オーバーフィル(52)を生成するステップを含み、オーバーフィルの高さ(58)は次式、

$$\text{オーバーフィルの高さ(58)} = W (\sin \theta) / n$$

により決定され、ここでWはテープ(32)の幅であり、 $\theta$ はプライ境界(40)と前縁(46)との間のラジアンによる入射角であり、nは1である請求項9記載の装置。

## 【請求項 11】

さらに、プライ境界(40)に関して45°でテープ(32)を供給する手段(12A-12N)を含み、オーバーフィルの高さ(58)は、次式、

$$\text{オーバーフィルの高さ(58)} = W / (2 \cdot 2^{1/2})$$

により決定され、ここでWはテープ(32)の幅である請求項10記載の装置(10)。

## 【請求項 12】

さらに、アンダーフィル(54)を生成し、そのアンダーフィルの高さ(60)はオーバーフィルの高さ(58)にほぼ等しい請求項9記載の装置(10)。

## 【請求項 13】

さらに、プライ境界(40)に関して90°でテープ(32)を供給する手段(12A-12N)を含み、前縁(46)は基本的にプライ境界(40)と一致する請求項9記載の装置(10)。

## 【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0002

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0002】

複合アイテムは典型的に多数の層又はプライから製造される。これらのプライは通常、カーボンファイバ、種々の他のファイバ、金属薄膜または箔等のような種々の材料を含んでいる。さらに、プライは樹脂により(ファイバならば)予め含浸され、または(ホイルならば)被覆されることができ、しばしばロールまたはスプールから分配される。ロールの形態では、複合プライ材料は「テープ」と呼ばれ、裏打ち層を含んでも含まなくてもよい。この裏打ちは通常、樹脂被覆されたか予め含浸されたプライ材料(プレプレグ)がそれ自体に接着することを防止し、テープがツール又はレイアップに与えられるときにテー

ブの処理を助ける。テープはプライを形成するために並んで置かれた多数のコースでツールに与えられる。このテープが広いほど、与えられる必要のあるコースは少なくなる。このようにして、広いテープの使用は通常、載置速度を増加し、複合アイテムの製造速度を上げる。しかしながらテープ幅の増加はテープ切断装置の寸法と複雑性を増加させる可能性がある。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0003

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0003】

通常の積層マシンでは、テープは配置されるプライのプロフィールを整合するために各プライの始めと最後で切断される。通常、コースの開始プロフィールは先に与えられたコースの最後のプロフィールと整合しない。それ故、通常の積層マシンは次のコースの始めに整合する新しいプロフィールを切断するためにツール又はマンドレルから離れるように動くことを必要とされる。この手順は時間と複合材料を浪費する。さらに切断装置は通常の積層マシンの信頼性が少ないコンポーネントである可能性がある。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0005】

前述の要求は本発明の開示により大いに満足され、幾つかの実施形態では積層された複合アイテムを製造するシステムと、このようなシステムを使用する方法が提供される。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0011】

本発明のさらに別の実施形態は複合アイテムに転移ゾーンを製造する装置に関する。転移ゾーンは第1のスキングージで開始し、第2のスキングージで終了する領域を規定している。転移ゾーンは第2の傾斜プライ境界からオフセットされた第1の傾斜プライ境界を含んでいる。装置は、複合材料のテープの第1のセットを第1の傾斜プライ境界を横切って与える手段を含んでいる。テープの各第1のセットは突合せ切断されるそれぞれの端部を含み、テープの各第1のセットはそれぞれの中心線を含んでいる。テープの各第1のセットでは、それぞれの端部とそれぞれの中心線は基本的に第1の傾斜プライ境界で収斂する。さらに装置は複合材料のテープの第2のセットを第2の傾斜プライ境界を横切って与える手段を含んでいる。テープの各第2のセットは突合せ切断されるそれぞれの端部を含み、テープの各第2のセットはそれぞれの中心線を含んでいる。テープの各第2のセットでは、それぞれの端部とそれぞれの中心線は基本的に第2の傾斜プライ境界で収斂する。テープの第2のセットのそれぞれの端部は小円鋸歯状のパターンを生成するためにテープの第1のセットのそれぞれの端部からオフセットされる。

特許請求の範囲に記載されている本発明の幾つかの実施形態について以下説明する。

マンドレル上にコースを与える方法を実行するための1組の命令を含むコンピュータソフトウェアが埋設されているコンピュータが読取可能な媒体は、

マンドレル上にプライを規定するプライ境界を決定し、

テープをプライ境界に関して傾斜角でプライに供給し、テープの前縁は突合せ切断され、前縁とプライ境界は基本的に収斂し、

後縁を生成する各ステップを含み、後縁は突合せ切断され、後縁とプライ境界は基本的に収斂している。

媒体はさらに、オーバーフィルを生成するステップを含み、オーバーフィルの高さは次式、

$$\text{オーバーフィルの高さ} = W (\sin \theta) / n$$

により決定され、ここでWはテープの幅であり、 $\theta$ はプライ境界と前縁との間のラジアンによる入射角であり、nは1である。

さらに、プライ境界に関して $45^\circ$ でテープを供給するステップを含み、オーバーフィルの高さは次式、

$$\text{オーバーフィルの高さ} = W / (2 \cdot 2^{1/2})$$

により決定され、ここでWはテープの幅である。

さらに、アンダーフィルを生成するステップを含み、アンダーフィルの高さはオーバーフィルの高さにほぼ等しい。

さらに、プライ境界に関して $90^\circ$ でテープを供給するステップを含み、前縁は基本的にプライ境界と一致している。

複合アイテムにおいて転移ゾーンを製造するコンピュータの実行可能な方法において、転移ゾーンは第1の領域で開始し第2の領域で終了する領域を規定し、転移ゾーンは第2の傾斜プライ境界からオフセットされた第1の傾斜プライ境界を含んでおり、この方法は、テープの第1のセットを第1の傾斜プライ境界を横切って供給し、テープの各第1のセットは突合せ切断されるそれぞれの端部を含み、テープの各第1のセットはそれぞれの中心線を含んでおり、テープの各第1のセットに対しては、それぞれの端部とそれぞれの中心線は基本的に第1の傾斜プライ境界で収斂し、

テープの第2のセットを第2の傾斜プライ境界を横切って供給するステップを含み、テープの各第2のセットは突合せ切断されるそれぞれの端部を含み、テープの各第2のセットはそれぞれの中心線を含んでおり、テープの各第2のセットに対しては、それぞれの端部とそれぞれの中心線は基本的に第2の傾斜プライ境界で収斂し、テープの第2のセットのそれぞれの端部は小円鋸歯状のパターンを生成するためにテープの第1のセットのそれぞれの端部からオフセットされている。

さらに、テープの第3のセットをテープの第1のセットとテープの第2のセットとの間に $0^\circ$ プライ境界を横切って供給するステップを含み、 $0^\circ$ プライ境界は第1の傾斜プライ境界と第2の傾斜プライ境界の間に配置されている。

さらに、テープの第4のセットをテープの第1のセットとテープの第2のセットとの間に $90^\circ$ プライ境界を横切って供給するステップを含み、 $90^\circ$ プライ境界は第1の傾斜プライ境界と第2の傾斜プライ境界の間に配置され、 $90^\circ$ プライ境界は $0^\circ$ プライ境界、第1の傾斜プライ境界、第2の傾斜プライ境界からオフセットされている。

複合アイテムにおいて転移ゾーンを製造する装置は、転移ゾーンは第1の領域で開始し第2の領域で終了する領域を規定し、転移ゾーンは第2の傾斜プライ境界からオフセットされた第1の傾斜プライ境界を含んでおり、

装置は、テープの第1のセットを第1の傾斜プライ境界を横切って供給する手段を具備し、テープの各第1のセットは突合せ切断されるそれぞれの端部を含み、テープの各第1のセットはそれぞれの中心線を含んでおり、テープの各第1のセットに対しては、それぞれの端部とそれぞれの中心線は基本的に第1の傾斜プライ境界で収斂し、

装置はさらに、テープの第2のセットを第2の傾斜プライ境界を横切って供給する手段を具備し、テープの各第2のセットは突合せ切断されるそれぞれの端部を含み、テープの各第2のセットはそれぞれの中心線を含んでおり、テープの各第2のセットに対しては、それぞれの端部とそれぞれの中心線は基本的に第2の傾斜プライ境界で収斂し、テープの第2のセットのそれぞれの端部は小円鋸歯状のパターンを生成するためにテープの第1のセットのそれぞれの端部からオフセットされている。

さらに、テープの第3のセットをテープの第1のセットとテープの第2のセットとの間に $0^\circ$ プライ境界を横切って供給する手段を具備し、 $0^\circ$ プライ境界は第1の傾斜プライ



境界と第2の傾斜プライ境界の間に配置されている。

さらに、テープの第4のセットをテープの第1のセットとテープの第2のセットとの間に90°プライ境界を横切って供給する手段を具備し、90°プライ境界は第1の傾斜プライ境界と第2の傾斜プライ境界の間に配置され、90°プライ境界は0°プライ境界、第1の傾斜プライ境界、第2の傾斜プライ境界からオフセットされている。

複数のコースを第1の厚さを有する第1の領域から第2の厚さを有する第2の領域への転移ゾーンに沿って与えるための自動化されたテープ積層装置は、

テープの幅、第1の領域のコース数、第2の領域のコース数、コースの厚さに基づいて転移ゾーンの幅を決定し、さらに複数のコースの各コースのオーバーフィルの高さを決定するプロセッサと、

テープを与え、テープは突合せ切断される配置ヘッドと、

オーバーフィルの高さに応答して配置ヘッドを配置する位置付け装置とを具備し、配置ヘッドはテープをオーバーフィルの高さにしたがって配置し、位置付け装置は転移ゾーンのエッジに関して傾斜角で配置ヘッドを動かすように構成されている。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

したがって、ここでのその詳細な説明が良好に理解され、技術に対する本発明の貢献がより良好に認識されることができるよう、本発明のある実施形態についてここで広く概要を説明する。勿論、以下説明し、特許請求の範囲の主題を形成する付加的な実施形態を説明する。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0013】

これに関して、本発明の少なくとも1つの実施形態を詳細に説明する前に、種々の実施形態は構造の詳細および以下の説明で説明されるか図面に示されているコンポーネントの構成に対するその応用によって限定されないことが理解されよう。種々の実施形態は説明したものに加えて実施形態を可能にし、種々の方法で実施および実行することができる。また、ここで使用されている語句および用語は要約と同様に説明のためのものであり、発明の限定として考えられるべきではないことが理解されよう。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0016】

1実施形態を図面を参照して説明し、類似の参照符合は全体を通して類似の部分を指している。図1は1実施形態によるマルチヘッドテープ積層マシン(MHTLM)10のブロック図である。図1に示されているように、MHTLM10は位置付け装置14A-14Nのそれぞれのセットにより位置付けられる配置ヘッド12A-12Nのセットを含んでいる。配置ヘッド12A-12Nは基板18上に複合材料を配置16A-16Nするように構成されている。基板18はマンドレル20または他のこのような形態および/またはツールの表面を含んでいる。さらに、基板18はマンドレル20上に任意の先に与えられた複合材料、粘着剤等を含むことができる。マンドレル20は回転されるか、その他の方法で駆動装置22により位置付けられる。駆動

装置22および/または位置付け装置14A-14Nは制御装置24により制御される。制御装置24は複合アイテムを製造するためのコンピュータが読取可能な命令を含んでいるファイル26にアクセスする。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0017】

図2は1実施形態によるマルチヘッドテープ積層マシン(MHTLM)10の斜視図である。図2に示されているように、MHTLM10は基板18に関して配置ヘッド12A-12Nを位置付けるためのフレーム30をそれぞれ含んでいる。フレーム30と基板18は相互に関して方向AとBで移動するように構成されている。さらに各配置ヘッド12A-12Dは相互および/またはフレーム30に関して1以上の自由軸を独立して有することができる。例えば各配置ヘッド12A-12Dは約5、6個等の軸について独立して動くことができる。このようにして配置ヘッド12A-12Nの幾つか又は全ては基板18上にそれぞれの条帯又はテープ32を配置するように構成される。テープ32は複合アイテム34を製造するための任意の適切な材料を含んでいる。適切な材料の例は金属ホイル、薄膜、ファイバ等を含んでいる。これらの材料は樹脂で被覆されるか含浸されてもよい。特別な例では、テープ32は熱硬化性樹脂(プレプレグ)で予め含浸されているカーボンファイバを含んでいる。別の例では、テープ32は樹脂で被覆されているチタニウムホイルを含んでいる。複合アイテム34はテープ32で製造されることができる任意の適切なアイテム又は部品を含んでいる。特別な例は航空機の翼および胴体コンポーネントを含んでいる。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0018】

図3は図1に示されている実施形態により使用するのに適したプライ38の概略図である。図3に示されているように、プライ38はプライ38のエッジを規定するプライ境界40を含んでいる。プライ38はプライ境界40の線に関して約45°で配向されている複数のコース42を含んでいることに注意する。プライ38はさらに隣接するコース42間に配置されている複数のコースインターフェース44を含んでいる。コース42は通常、前縁46と後縁48を含んでいる。45°が図3に示されているが、コース42はプライ37または基板18に関して任意の適切な角度で配向されることができる。例えばコース42は0°、90°、+/-45°等で配向されることができる。0°と90°で配向されるとき、テープ32の前縁46と後縁48はプライ境界40と基本的に一致するように位置されることができる。このように、0°と90°のコースの配向は比較的簡単であり、したがってここではさらに説明しない。1実施形態では、任意の傾斜角または0°と90°以外の方向で、前縁46と後縁48の一方又は両者の幾つかの位置が図3に示されているようにプライ境界40を越えて延在することができる。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0019】

図4は図1に示されている本発明の実施形態により使用するのに適したプライ38の詳細図である。図4に示されているように、テープ32は中心線50を含んでいる。種々の実施形

態では、前縁46および/または後縁48は突合せ切断される。即ち突合せ切断51はテープ32の中心線50にほぼ垂直に行われる。1実施形態では、テープ32は中心線50、プライ境界40、前縁46または後縁48が基本的に収斂するか交差するようにプライ38上に位置付けられる。このように、テープ32の一部又はコーナーはプライ境界40の一方の側面に延在し、オーバーフィル52とアンダーフィル54を生じる。テープ32が45°でプライ境界40に与えられる特別な例では、テープ32は幅(W)56を含み、オーバーフィル52は次式により説明されることができる高さ(h)58を含んでいる。

$$h = W / (2 \cdot 2^{1/2}) \quad \text{式 1}$$

前述の式1を使用して、3インチ(7.62cm)の幅56であるならば、高さ58は約1.06インチ(2.69cm)に等しい。同様に、アンダーフィル54の高さ60は基本的に高さ58に等しい。通常、任意の傾斜角で、高さ58と60は次式により説明されることができる。

$$h = W (\sin \theta) / n \quad \text{式 2}$$

ここで $\theta$ はプライ境界40と前縁または後縁46/48との間の(ラジアンによる)入射角であり、 $n \geq 1$ である。これに関して、配置ヘッド12A-12Nのテープ切断機構にしたがって、前縁46および後縁48は中心線50に関して約80°から約100°で切断されることができる。特に、前縁46および後縁48は中心線50に関して約85°から約95°で切断されることができる。この90°からの分散と、切断が行われるときにテープ32が移動する速度は切断アセンブリの設計に関連される。さらに1以上である $n$ に関して、前縁46および/または後縁48はプライ境界40に沿った任意の適当な位置に配置されることができる。特定の応用にしたがって、 $n$ は特別な値に設定されることができる。しかしながら、他の応用では $n$ (即ち前縁46/後縁48がプライ境界40とオーバーラップする量)はプライからプライで、または与えられたプライ内で変化する可能性がある。特別な例では、 $n = 2$ が約50%のオーバーラップで生じる。この例では、前縁46/後縁48、プライ境界40、中心線50は全て基本的に収斂する。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0020】

図5は図1に示されている本発明の実施形態により使用するのに適したプライ配置方式の概要66を示している。プライ配置の概要66は転移ゾーン68に沿って複数のプライ38A-38Nを配置するために使用されることができる。転移ゾーン68は第1の厚さまたは「スキングージ」を有する複合アイテム34(図2に示されている)の第1の領域70と第2のスキングージを有する複合アイテム34の第2の領域72との間のインターフェースを規定する。第1の領域70と第2の領域72との間のスキングージの差はプライ38A-38Nの数を変更することにより実現される。即ち複合アイテム34上に比較的強力又は厚い領域を生成するために、比較的多数のプライ38A-38Nが基板18に与えられる。プライ38A-38Nは転移ゾーン68を横切って隔てられているそれぞれのプライ境界40A-Nを含んでいる。さらにプライ38A-38Nは図5に示されているようにずらされており、それによって前縁と後縁46/48および/またはインターフェース44は一致しない。この小円鋸歯状部または間隔および、ずれは転移ゾーン68を容易にするか平滑にする。このようにして、構造的に正常で、表面的に魅力があり、および/または航空力学的に好ましい転移は迅速および効率的に生成されることができる。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0027

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【 0 0 2 7 】

図6は1実施形態によるテープコースを配置する方法80のフロー図である。この方法60の開始前に、種々の準備が行われることができる。例えばステップ82で、図2に示されているMHTLM10のようなシステムが獲得され、種々の開始前の準備が行われることができる。開始前の準備の例は、複合アイテム34の設計と、複合アイテム34に対応するファイル26の生成と、複合アイテム34で必要とされるマンドレル20の生成と、テープ32のような製造材料の獲得等のうちの1以上を含む可能性がある。図6に示されているように、方法80はMHTLM10のようなシステムを提供するのに応答して開始される。

## 【 手続補正 1 4 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 0 2 8

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

## 【 0 0 2 8 】

ステップ84で、テープ32はマンドレル20に供給される。例えばファイル26はプライ境界40A-40Nを決定するためにアクセスされる。これらのプライ境界40A-40Nに基づいて、駆動装置22および/または位置付け装置14A-14Nは配置12A-12Nを位置付けるために制御装置24により制御される。その後、配置ヘッド12A-12Nはテープ32を配置又は供給するように制御される。

## 【 手続補正 1 5 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 0 3 4

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

## 【 0 0 3 4 】

本発明の多くの特徴および利点は詳細な説明から明白であり、したがって特許請求の範囲により開示の技術的範囲に入る全てのこのような特徴および利点をカバーすることを目的としている。さらに、多数の変形および変化が当業者に容易に行われるので、種々の実施形態を説明し記載された正確な構造および動作に限定することは望ましくなく、種々の実施形態の技術的範囲に入る全ての適切な変形および等価物が使用される。

## 【 手続補正 1 6 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 0 3 5

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

## 【 0 0 3 5 】

【 図 1 】 1実施形態によって使用するのに適したテープ積層マシンのブロック図。【 図 2 】 1実施形態によって使用するのに適したテープ積層マシンの斜視図。【 図 3 】 図1に示されている実施形態によって使用するのに適したプライの図。【 図 4 】 図1に示されている実施形態によって使用するのに適したプライの詳細図。【 図 5 】 図1に示されている実施形態によって使用するのに適したプライ配置の概要図。【 図 6 】 1実施形態によるテープコースを配置する方法のフロー図。

## 【 手続補正 1 7 】

【 補正対象書類名 】 図面

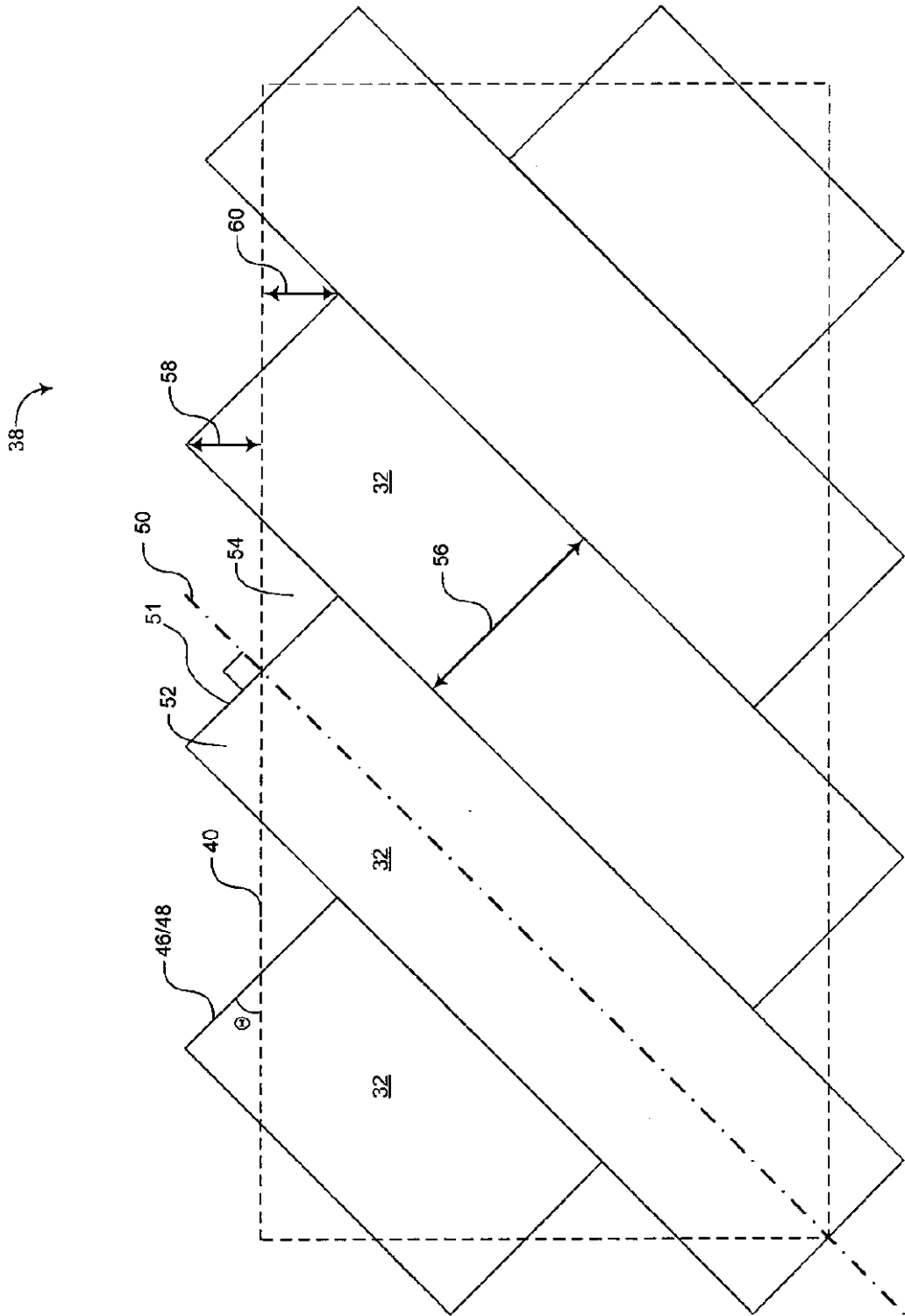
【 補正対象項目名 】 図 4

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 図 4 】

FIG. 4



【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/US2007/003939

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. B29C70/38		
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) B29C		
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		
<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	EP 1 422 048 A (BOEING CO [US]) 26 May 2004 (2004-05-26) paragraphs [0028], [0031], [0036], [0039]; claim 27; figures 3,4,8	1-24
X	GB 1 314 065 A (K BJURO MEKH I AVTOMATIZA TSII) 18 April 1973 (1973-04-18) page 4, line 62 - page 5, line 30; claim 1; figures 3,4 page 5, lines 55-61	1-24
X A	WO 2005/106604 A (INGERSOLL MACHINE TOOLS INC [US]; OLDANI TINO [US]; JARVI DANIEL [US]) 10 November 2005 (2005-11-10) paragraphs [0021], [0024] - [0026]; claim 7; figures 1-3	1-5, 9-13, 17-21 6-8, 14-16, 22-24
----- -/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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		*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
*E* earlier document but published on or after the international filing date		*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
*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)		*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.
*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		*8* document member of the same patent family
*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search  6 July 2007		Date of mailing of the international search report  26/07/2007
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Foulger, Caroline

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/US2007/003939
---

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 33 31 494 A1 (GUETHLER RUDOLF) 21 March 1985 (1985-03-21) page 3, line 48 - page 4, line 78; figure 1	1,9
A	US 2004/026025 A1 (SANA TOSHIKAZU [JP] ET AL) 12 February 2004 (2004-02-12) paragraphs [0183] - [0195]; figures 45,47,49,50	1-24

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/US2007/003939

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
EP 1422048	A	26-05-2004	JP 2004175116 A US 2006042066 A1 US 2004098852 A1	24-06-2004 02-03-2006 27-05-2004
GB 1314065	A	18-04-1973	NONE	
WO 2005106604	A	10-11-2005	EP 1787175 A2	23-05-2007
DE 3331494	A1	21-03-1985	NONE	
US 2004026025	A1	12-02-2004	US 2005230055 A1	20-10-2005



## 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, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, 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, LV, LY, MA, MD, 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, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

- (74) 代理人 100109830  
弁理士 福原 淑弘
- (74) 代理人 100075672  
弁理士 峰 隆司
- (74) 代理人 100095441  
弁理士 白根 俊郎
- (74) 代理人 100084618  
弁理士 村松 貞男
- (74) 代理人 100103034  
弁理士 野河 信久
- (74) 代理人 100119976  
弁理士 幸長 保次郎
- (74) 代理人 100153051  
弁理士 河野 直樹
- (74) 代理人 100140176  
弁理士 砂川 克
- (74) 代理人 100100952  
弁理士 風間 鉄也
- (74) 代理人 100101812  
弁理士 勝村 紘
- (74) 代理人 100070437  
弁理士 河井 将次
- (74) 代理人 100124394  
弁理士 佐藤 立志
- (74) 代理人 100112807  
弁理士 岡田 貴志
- (74) 代理人 100111073  
弁理士 堀内 美保子
- (74) 代理人 100134290  
弁理士 竹内 将訓
- (74) 代理人 100127144  
弁理士 市原 卓三
- (74) 代理人 100141933  
弁理士 山下 元

(72) 発明者 ジョンソン、ブライス・エー .  
アメリカ合衆国、ワシントン州 98023-7734、フェデラル・ウェイ、サウスウエスト・スリーハンドレッドフォーティース・ブレイス 2812

(72) 発明者 カーベリー、デイビッド・ジェイ .  
アメリカ合衆国、ワシントン州 98070、ベイション・アイランド、ナインティーナインス・アベニュー・サウスウエスト 27731

Fターム(参考) 4F205 AC03 AG23 HA02 HA23 HA45 HB01 HG04 HL02 HL26