(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6542879号
(P6542879)

(45)発行日　令和1年7月10日(2019.7.10)　(24)登録日　令和1年6月21日(2019.6.21)

(51)Int.Cl.　F I

E04C 2/36	***(2006.01)***	E04C	2/36	A
B32B 3/12	***(2006.01)***	B32B	3/12	B
		E04C	2/36	G

請求項の数 22　(全 21 頁)

(21)出願番号　特願2017-515171 (P2017-515171)
(86)(22)出願日　平成27年9月17日 (2015.9.17)
(65)公表番号　特表2017-529471 (P2017-529471A)
(43)公表日　平成29年10月5日 (2017.10.5)
(86)国際出願番号　PCT/EP2015/071381
(87)国際公開番号　WO2016/042107
(87)国際公開日　平成28年3月24日 (2016.3.24)
審査請求日　平成30年8月24日 (2018.8.24)
(31)優先権主張番号　LU92548
(32)優先日　平成26年9月17日 (2014.9.17)
(33)優先権主張国　ルクセンブルク(LU)

早期審査対象出願

(73)特許権者　509066385
ユーロ－コンポジテス　エス．ア．
ルクセンブルグ国　エル－６４０１　エクテナッハ　ゾーネ　インダストリエール
(74)代理人　100112737
弁理士　藤田　考晴
(74)代理人　100136168
弁理士　川上　美紀
(74)代理人　100196117
弁理士　河合　利恵
(74)代理人　100084984
弁理士　澤野　勝文
(72)発明者　ロルフ　マティアス　アルター
ルクセンブルク　リュ　ドゥ　ラ　シャペル　３６　６４１９　エヒタナハ

最終頁に続く

(54)【発明の名称】軽量構成要素用のハニカム、特に変形可能なハニカム、対応する生産方法、及びサンドイッチ構成要素

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

軽量構成要素用の変形可能なハニカム（１２０、．．．、４２０）であって、

シート様又はフィルム様の材料から作られ、長手方向（Ｌ）を有し、前記長手方向（Ｌ）に対して横切る横断方向（Ｗ）に互いに対向した関係で配置される複数の細長いリボン（１２２、．．．、４２２）と、

２つの隣接する相互に対向した一対の前記リボン間にそれぞれ設けられ、前記隣接する一対の前記リボンの重なり部分を前記横断方向（Ｗ）に堅固に結合して前記リボンを互いに連結し、前記リボンの前記長手方向（Ｌ）に沿って全連結領域間で同一である周期的な間隔（Ｉ）で配置され、複数の前記一対の前記リボンに囲まれた中空空間として画定されるハニカム様・セル（１２４、．．．、４２４）を備えて配置される複数の連結領域（１２３；４２３）と、

を含むハニカムにおいて、

３つの連続する前記リボン（１２２、．．．、４２２）に関連して、第２のリボン及び第３のリボン（１２２－２、１２２－３、．．．、４２２－２、４２２－３）間の前記連結領域に対する、第１のリボン及び第２のリボン（１２２－１、１２２－２、．．．、４２２－１、４２２－２）間の前記連結領域の、前記長手方向（Ｌ）に沿ったオフセット距離（Ｓ１’）は、前記長手方向（Ｌ）における第１の方向（Ｄ１）に向かう方が、前記長手方向（Ｌ）における逆方向である第２の方向（Ｄ２）に向かう方よりも際立って小さいことで、前記長手方向（Ｌ）における前記第２の方向（Ｄ２）に向かって、より大きなオ

フセット距離（Ｓ２’）が形成され、
前記長手方向（Ｌ）および前記横断方向（Ｗ）で規定される主平面（Ｌ／Ｗ）内の断面における前記ハニカム様・セル（１２４、．．．、４２４）の少なくとも一部分は、前記より大きなオフセット距離に対応する少なくとも１つのより長いリム（Ｓ２）を有する形状に形成されていることを特徴とするハニカム。
【請求項２】
前記主平面（Ｌ／Ｗ）内の断面における前記ハニカム様・セル（１２４、．．．、４２４）の少なくとも一部分が、前記小さい方の前記オフセット距離に対応する少なくとも１つのより短いリム（Ｓ１）をさらに有する形状に形成されていることを特徴とする請求項１に記載のハニカム。
【請求項３】
前記ハニカムが、シンクラスティック特性を有し、三次元的に変形可能であることを特徴とする請求項１に記載のハニカム。
【請求項４】
前記リボンが、アルミニウム・フィルムから作られるか、または、繊維複合プラスチックで作られることを特徴とする請求項１に記載のハニカム。
【請求項５】
各非対称な小さい方の前記オフセット距離（Ｓ１’）は、前記第１の方向（Ｄ１）にそれぞれ常に設けられるか、または、
非対称な小さい方の前記オフセット距離（Ｓ１’）は、前記第１の方向（Ｄ１）及び前記第２の方向（Ｄ２）に向かってそれぞれ交互に設けられるか、または、
前記非対称なオフセット距離は、交互に断続的に繰り返され、前記連結領域は、前記横断方向（Ｗ）に相互に続いている４つのリボンに関連して、第１のリボン及び第２のリボン（２２２－１、２２２－２）の間及び第３のリボン及び第４のリボン（２２２－３、２２２－４）の間に、ずれなしでそれぞれ配設され、
前記４つのリボンの各連続において、第１のリボン及び第２のリボン（１２２－１、１２２－２、．．．、４２２－１、４２２－２）間の前記連結領域（１２３、．．．、４２３）だけが、第２のリボン及び第３のリボン（１２２－２、１２２－３、．．．、４２２－２、４２２－３）間の前記連結領域に対して非対称にずれていることを特徴とする請求項１から４のうちの一項に記載のハニカム。
【請求項６】
前記横断方向（Ｗ）に相互に続く連結領域（１２３、．．．、４２３）は、相互に対して常に非対称にずらされている、請求項１から４のうちの一項に記載のハニカム。
【請求項７】
前記オフセット距離は、前記主平面（Ｌ／Ｗ）内の断面における前記ハニカム様・セル（１２４、．．．、３２４）の半分以上が、前記少なくとも１つのより長いリム（Ｓ２）を備える前記形状を有するように、頻繁に規則的に設けられること、または、
前記非対称なオフセット距離は、前記ハニカム様のセル（１２４；３２４）の半分以上が、前記主平面（Ｌ／Ｗ）内の断面において不規則な多角形様の形状に形成されるように、規則的に設けられることを特徴とする請求項１から６のうちの一項に記載のハニカム。
【請求項８】
前記大きい方の前記オフセット距離（Ｓ２’）に対する前記小さい方の前記オフセット距離（Ｓ１’）の比率は、Ｓ１’／Ｓ２’≦０．４５であること、及び／又は、
前記間隔（Ｉ）に対する前記小さい方の前記オフセット距離（Ｓ１’）の比率は、Ｓ１’／Ｉ≦２／５であること、
を特徴とする請求項１から７のうちの一項に記載のハニカム。
【請求項９】
前記連結領域は、前記ハニカムの厚さ（Ｔ）の方向に、前記長手方向（Ｌ）に対して垂直に延び、前記長手方向（Ｌ）の全体にわたって同一である幅（Ｂ）を有し、
前記連結領域が、前記隣接するリボンの前記重なり部分を接着的に結合している請求項

１から８のうちの一項に記載のハニカム。
【請求項１０】
前記小さい方の前記オフセット距離（Ｓ１’）は、前記連結領域の前記幅（Ｂ）よりも少なくとも１．５倍大きく、前記間隔（Ｉ）に対する前記連結領域の前記幅（Ｂ）は、１／８≦Ｂ／Ｉ≦１／３の範囲内にあることを特徴とする請求項９に記載のハニカム。
【請求項１１】
前記連結領域の前記幅（Ｂ）に対する前記大きい方の前記オフセット距離（Ｓ２’）の比率は、２≦Ｓ２’／Ｂ≦４の範囲内にあること、及び／又は、
前記連結領域の前記幅（Ｂ）に対する前記小さい方の前記オフセット距離（Ｓ１’）の比率は、１．５≦Ｓ１’／Ｂ≦２．５の範囲内にあること、及び、
前記横断方向（Ｗ）の連続する連結領域の前記間隔は、前記長手方向（Ｌ）の前記小さい方の前記オフセット距離（Ｓ１’）の寸法よりも小さいこと、
を特徴とする請求項９又は請求項１０に記載のハニカム。
【請求項１２】
前記断面は、不規則な六角形の形式の６つのリム（Ｓ１、Ｓ２、Ｓ３）を有し、実質上カップ形状であることを特徴とする請求項１から１１のうちの一項に記載のハニカム。
【請求項１３】
前記リボンは、プラスチック材料から作られ、前記より長いリム（Ｓ２）は、湾曲した構成で延びること、又は、
前記リボンは、金属フィルムから作られ、前記より長いリム（Ｓ２）は、厳密に一直線に延びることを特徴とする前記請求項１から１２のうちの一項に記載のハニカム。
【請求項１４】
前記ハニカムの厚さ（Ｔ）は、前記より長いリム（Ｓ２）の６倍よりも小さい寸法を有すること、及び／又は、
前記小さい方の前記オフセット距離（Ｓ１’）は、前記リボンに使用される最も厚い材料よりも、少なくとも１０倍大きい寸法を有することを特徴とする請求項１から１３のうちの一項に記載のハニカム。
【請求項１５】
ハニカムのコアを含み、そのハニカムが、接着によって前記ハニカムに連結された面シートによって少なくとも一方側を閉じられ、前記面シートが、繊維複合材料、単層又は複層のフィルム材料から作られ、或いは、金属から一体的に作られる、サンドイッチ構成要素において、前記コアは、請求項１から１４のうちの一項に記載のハニカムから作られることを特徴とするサンドイッチ構成要素。
【請求項１６】
軽量構成要素用の変形可能なハニカムの生産用のハニカム・ブロックであって、
長手方向（Ｌ）を有し、前記長手方向（Ｌ）に対して横切る前記横断方向（Ｗ）に領域的に相互に対向した関係で配置されるシート様又はフィルム様の材料のシート（１２５、．．．、４２５）と、
前記横断方向（Ｗ）に堅固に結合した関係で前記シートのそれぞれの重なり部分を互いに連結し、シートの前記長手方向（Ｌ）に沿って全連結領域間で同一である周期的な間隔（Ｉ）を備えて配置される、２つの相互に対向したシート間にそれぞれ設けられた複数の連結領域（１２３、．．．、４２３）と、
を含むハニカム・ブロックにおいて、
３つの連続するシート（１２２、．．．、４２２）に関連して、第２のシート及び第３のシート（１２５－２、１２５－３、．．．、４２５－２、４２５－３）間の前記連結領域に対する第１のシート及び第２のシート（１２５－１、１２５－２、．．．、４２５－１、４２５－２）間の前記連結領域の前記オフセット距離は、前記長手方向（Ｌ）における第１の方向（Ｄ１）に向かう方が、前記長手方向（Ｌ）における第２の方向（Ｄ２）に向かう方よりも際立って小さいことで、前記長手方向（Ｌ）における前記第２の方向（Ｄ２）に向かって、より大きなオフセット距離（Ｓ２’）が形成され、

前記ブロックの拡張後に、前記長手方向（Ｌ）および前記横断方向（Ｗ）で規定される主平面（Ｌ／Ｗ）内の断面における前記ハニカム様・セル（１２４、．．．、４２４）の少なくとも一部分が、前記大きい方のオフセット距離に対応する少なくとも１つのより長いリム（Ｓ２）を有する形状に形成されていること、を特徴とするハニカム・ブロック。

【請求項１７】

前記ブロックの拡張後に、前記主平面（Ｌ／Ｗ）内の断面における前記ハニカム様・セル（１２４、．．．、４２４）の少なくとも一部分が、前記小さい方の前記オフセット距離に対応する少なくとも１つのより短いリム（Ｓ１）をさらに有する形状に形成されていることを特徴とする請求項１６に記載のハニカム・ブロック。

【請求項１８】

変形可能なハニカムの生産用の方法であって、

薄いシート様又はフィルム様の材料のシートを積層様に堆積させることであって、前記シートが、長手方向（Ｌ）に対して横切る横断方向（Ｗ）に互いに対向した関係で相互に積層される、堆積させることと、

複数の連結領域によってブロックを形成するために、前記シートを前記横断方向（Ｗ）に堅固に結合した関係で連結することであって、前記連結領域が、前記横断方向（Ｗ）に堅固に結合した関係で前記シートのそれぞれの重なり部分を互いに連結し、前記シートの前記長手方向（Ｌ）に沿って全連結領域間で同一である周期的な間隔（Ｉ）を備えて配置され、連結することと、

前記シート間にキャビティを備えたハニカム様のセルを形成するために、前記ブロックを前記横断方向に拡張することと、

前記長手方向（Ｌ）および前記横断方向（Ｗ）で規定される主平面（Ｌ／Ｗ）に平行な分離平面に実質上沿って切断することによって、前記ブロックを複数の個別のハニカムに分割することと、

を含む方法において、

３つの連続するシートに関連して、第２及び第３のシート間の前記連結領域に対する第１及び第２のシート間の前記連結領域の前記オフセット距離は、前記長手方向（Ｌ）における第１の方向（Ｄ１）に向かう方が、前記長手方向（Ｌ）における第２の方向（Ｄ２）よりも際立って小さいことで、前記長手方向（Ｌ）における前記第２の方向（Ｄ２）に向かって、より大きなオフセット距離（Ｓ２’）が形成され、

拡張後に、前記主平面（Ｌ／Ｗ）内の断面における前記ハニカム様・セル（１２４、．．．、４２４）の少なくとも一部分が、前記大きい方の前記オフセット距離に対応する少なくとも１つのより長いリム（Ｓ２）を有する形状に形成されていること、を特徴とする方法。

【請求項１９】

拡張後に、前記主平面（Ｌ／Ｗ）内の断面における前記ハニカム様・セル（１２４、．．．、４２４）の少なくとも一部分が、前記小さい方の前記オフセット距離に対応する少なくとも１つのより短いリム（Ｓ１）をさらに有する形状に形成されていることを特徴とする請求項１８に記載の方法。

【請求項２０】

前記積層様に堆積させること又は前記堅固に結合して連結する動作において、前記連結領域の非対称なオフセット距離を備えた手順が周期的に繰り返されることを特徴とする請求項１８に記載の方法。

【請求項２１】

前記積層様に堆積させること又は前記堅固に結合して連結する動作において、手順が周期的に繰り返され、前記連結領域の前記非対称なオフセット距離は、前記第１の側（Ｄ１）に向かう方が常に小さいこと、又は、

前記積層様に堆積させること又は前記堅固に結合して連結する動作において、手順が周期的に繰り返され、前記連結領域の前記非対称なオフセット距離は、交互に断続的に繰り返され、前記横断方向（Ｗ）に相互に続いている４つのシートに関連する前記連結領域は

、第１のシート及び第２のシートの間及び第３のシート及び第４のシートの間で、それぞれずれなしであること、を特徴とする請求項１８に記載の方法。
【請求項２２】
前記積層様に堆積させること又は前記堅固に結合して連結する動作において、手順が周期的に繰り返され、前記連結領域の前記非対称なオフセット距離は、前記第１の側（Ｄ１）に向かう方と前記第２の側（Ｄ２）に向かう方とが交互により小さいことを特徴とする請求項１８に記載の方法。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、一般にハニカム構造に関する。本発明は、特に、軽量構成要素用又は軽量構造の組み立て用のハニカム、特に、湾曲した表面を備えた軽量構成要素用の変形可能なハニカムに関する。本発明は、ハニカム・ブロック、及び、そのようなハニカム用の生産方法、並びに、そのようなハニカムを有するサンドイッチ構成要素にも関する。
【背景技術】
【０００２】
ハニカムの使用は、軽量技術では極めて広範に普及している。ハニカムは、特に、複合構成要素のコア材料として、特に低重量でありながら高負荷を支持する能力が要求される殆ど全ての用途で格別な利益をもたらす。典型的には、ハニカムは、例えば、実用新案ＤＥ８６２４８８０Ｕ１又はＬＵ特許８６５９４Ａ１に、或いは、ＥＰ０５７９０００Ｂ１に示されているように、２つの面シート間のコア材料としてサンドイッチ構成要素に使用される。
【０００３】
図８（Ａ）～（Ｆ）は、コア材料として使用することのできるハニカム構造の最新技術の水準から公知である幾何形状の概要を提供する。それらの図面は、教科書「Ｈｏｎｅｙｃｏｍｂ ｔｅｃｈｎｏｌｏｇｙ：Ｍａｔｅｒｉａｌｓ， Ｄｅｓｉｇｎ， Ｍａｎｕｆａｃｔｕｒｉｎｇ， Ａｐｐｌｉｃａｔｉｏｎｓ ａｎｄ Ｔｅｓｔｉｎｇ」（Ｔｏｍ Ｂｉｔｚｅｒ、Ｓｐｒｉｎｇｅｒ Ｓｃｉｅｎｃｅ ＆ Ｂｕｓｉｎｅｓｓ Ｍｅｄｉａ、１９９７（ＩＳＢＮ ０４１２５４０５０９））から採用している。
【０００４】
ハニカム構造は、特に広範に普及しており、ハニカム・セルは、断面が規則的な六角形である（図８（Ａ））。六角形断面を備えたハニカムを生産するための方法は、例えば、特許出願ＥＰ４６７２８６Ａ１又は米国特許第４，１１８，２６３（Ａ）号に開示され、そのそれぞれが拡張工程（ｅｘｐａｎｓｉｏｎ ｐｒｏｃｅｓｓ）を伴う。
【０００５】
コア材料としてサンドイッチ構成要素の中で使用されるとき、ハニカムは、特に低重量でありながら高いレベルの堅牢性と堅さを達成する。コア材料として六角形のハニカムを備えたサンドイッチ・パネルは、例えば、航空工学において、例えば、航空機の内部設備用に、また他の多くの分野における構造的な構成要素としても、極めて頻繁に使用されている。
【０００６】
多くの使用状況には、従来のハニカム構造の優位性を享受し、同時に、非平坦な凸状に湾曲した空間形状の生産を可能にするサンドイッチ構成要素を提供するための努力も存在する。その目的のためには、ハニカム自体が、十分な可撓性を有する、即ち、空間的に変形可能であるように設計されることが望ましい。ハニカムが、複数の湾曲軸（ｃｕｒｖａｔｕｒｅ ａｘｅｓ）の周りを、即ち、複雑に混じり合った曲線に沿って、変形できることが特に望ましい。その点において、ハニカム又はセル壁は、ハニカムがサンドイッチ構成要素のコアとして使用されるときに、変形にもかかわらず、できる限り垂直である角度で複合物（ｃｏｍｐｏｓｉｔｅ）の面シートと交わるべきである、という別の要件がしば

しば存在する。

【０００７】

本明細書の場合では、変形可能なハニカムという表現は、従来のハニカム幾何形状と比較して、例えば、図８（Ａ）～（Ｂ）及び図８（Ｄ）～（Ｅ）に示された最新技術の水準に従って、少なくとも軸周りの変形に対して目に見えて僅かなアンチクラスチック（ａｎｔｉｃｌａｓｔｉｃ）効果を有するハニカムを表すために使用される。アンチクラスチック効果という用語は、ハニカム技術において、所望の湾曲の軸に対して横切る軸周りの対向湾曲に関して一般に望ましくない傾向（軸周りの湾曲に対して形成を負わせる傾向）を表すために使用される。

【０００８】

過剰に拡張された六角形ハニカムが１軸の周りに制限して湾曲を可能にするということは既に知られている。しかしながら、複数の湾曲を備えたより複雑な幾何形状は、そのような過剰に拡張されたハニカムでは実際には許されず（図１（Ｃ）参照）、したがって、現在の意味では制限的に変形可能であるに過ぎない。

【０００９】

変形可能なハニカムを作り出すためのアプローチは、例えば、米国特許第３，２２７，６００（Ａ）号及び第３，３４２，６６６（Ａ）号から公知である。そのようなハニカムは、例えば、球状又はバスケット形状の表面内の複数の軸周りの湾曲を備えた複雑な構造を形成するように形状付けされることがある。セル断面として規則的な六角形を備えた典型的なハニカムとは対照的に、上記特許に係るハニカムは、アンチクラスチック特性を何ら有しないか、又は、アンチクラスチック特性を僅かに有するだけである、即ち、空間的に容易に変形可能である。上で述べた２つの特許によれば、それは、ハニカムを構成する個別のストリップが、組み立て前に、ローリング・プロファイリング、スタンピング・プロファイリング、又はプレス・プロファイリング工程によって、波様の構成に形状付けされる、即ち、最初にいわゆるエンボス加工工程に晒され、その後に単に接合されて複雑な幾何形状に形成される、という点で達成される。このように、例えば、米国特許第３，２２７，６００（Ａ）号に係るハニカムは、概ねカエデの葉形状の構成を有して、１０個のリム（縁部）を備えた十角形を形成する複雑なセル断面を有する。米国特許第３，３４２，６６６（Ａ）号に係る解決策に関係する幾何形状は、なお一層複雑であり、作り出すのが複雑且つ高価である。

【００１０】

変形可能なハニカムを作り出すための別のアプローチが、ＧＢ７５０６１０Ａから公知である。そのアプローチも、接合されるべき金属ストリップ又はリボンが相互に接着される前にエンボス加工によって波形付けされるエンボス加工工程を伴う。規則的に波形付けされたストリップ、厳密に言えば、接合されるべき直線領域は、この場合、六角形のハニカムでは普通であるように領域全体にわたって又は面一の関係で次々に重ね置きされずに、それぞれ規則的に約半分だけずれる。したがって、利用可能な表面領域の約半分だけが、接着表面として使用される。したがって、ずれ（ｄｉｓｐｌａｃｅｍｅｎｔ）は、規則的な六角形とは大きく異なる、低いアンチクラスチック効果によって良好な変形能力を達成することを意図するセルの幾何形状をもたらす。このアプローチは、上で述べた２つのものよりもより単純であるが、拡張工程を用いる生産を可能にしない。加えて、接着領域の減少は、特に、大型セルの場合に、接合（特に、Ｗ方向の）の弱化を伴う。

【００１１】

それらの解決策を用いた所望の変形能力は、或る長さの変形可能な材料が、ハニカムの事前プロファイルされたリボンの個々の堅固に結合された接合場所間に配設される、という点で達成される。しかしながら、不利益は、一方では、特に、比較的複雑且つ高価な生産方法であり、他方では、リボンの個々の長さに対して比較的低い接合密度であり、これは、圧縮、せん断、及び横強度に悪影響を及ぼすものである。この生産方法による不利益は、特に、ウエブ又はリボンの個々をエンボス加工工程によって変形させねばならないこと、及び純粋な拡張工程が不可能であることである。

【００１２】
別の公知の解決策は、商品名ＦＬＥＸ－ＣＯＲＥ（登録商標）及びＤＯＵＢＬＥ－ＦＬＥＸ（登録商標）でＨＥＸＣＥＬ　Ｃｏｒｐが市販している変形可能なハニカムによって構成される。ＦＬＥＸ－ＣＯＲＥ（登録商標）型のハニカムは、図８（Ｆ）に概略を示している。このハニカムでも、セル断面は概ねカエデの葉の形をしている。この生産方法は、米国特許第３，３４２，６６６（Ａ）号又は米国特許第３，２２７，６００（Ａ）号と同様に、極めて複雑且つ高価である。ＤＯＵＢＬＥ－ＦＬＥＸ（登録商標）型のハニカムは、米国特許第３，３４０，０２３（Ａ）号から既に知られているハニカム構造と同様の構造を有する。
【００１３】
最後に言及したハニカムのタイプは、請求項１の分類部分に記載したような一般的な種類の構造を有し、本発明の基本の出発点を形成している。
【００１４】
別の変形可能なハニカム構造は、国際公開第１９９４／１７９９３号から既に公知である。この場合、特にシンクラスティック（ｓｙｎｃｌａｓｔｉｃ）である、即ち、空間的にかなり変形可能である構造は、ハニカム・セル壁の中の複雑な階段構造によって実現される。しかしながら、それに必要な生産方法は、米国特許第３，３４２，６６６（Ａ）号、米国特許第３，２２７，６００（Ａ）号、又は米国特許第３，３４０，０２３（Ａ）号に従うものよりもなおさら複雑且つ高価である。
【先行技術文献】
【特許文献】
【００１５】
【特許文献１】実用新案ＤＥ８６２４８８０Ｕ１
【特許文献２】ＬＵ特許８６５９４Ａ１
【特許文献３】欧州特許ＥＰ０５７９０００Ｂ１
【特許文献４】欧州特許出願ＥＰ０４６７２８６Ａ１
【特許文献５】米国特許第４，１１８，２６３（Ａ）号
【特許文献６】米国特許第３，２２７，６００（Ａ）号
【特許文献７】米国特許第３，３４２，６６６（Ａ）号
【特許文献８】ＧＢ７５０６１０Ａ
【特許文献９】米国特許第３，３４０，０２３（Ａ）号
【特許文献１０】国際公開第１９９４／１７９９３号
【非特許文献】
【００１６】
【非特許文献１】教科書「Ｈｏｎｅｙｃｏｍｂ　ｔｅｃｈｎｏｌｏｇｙ：Ｍａｔｅｒｉａｌｓ，　Ｄｅｓｉｇｎ，　Ｍａｎｕｆａｃｔｕｒｉｎｇ，　Ａｐｐｌｉｃａｔｉｏｎｓ　ａｎｄ　Ｔｅｓｔｉｎｇ」（Ｔｏｍ　Ｂｉｔｚｅｒ、Ｓｐｒｉｎｇｅｒ　Ｓｃｉｅｎｃｅ　＆　Ｂｕｓｉｎｅｓｓ　Ｍｅｄｉａ、１９９７（ＩＳＢＮ　０４１２５４０５０９））
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００１７】
したがって、本発明の第１の目的は、改善された特性を有し、特に、純粋な拡張工程で比較的容易に作り出すことのできるハニカムを提供することである。別の目的は、良好な空間的な変形能力、特に、良好なシンクラスティック特性にもかかわらず、高強度の要件を充足するハニカムを提案することである。他方では、本発明は、シンクラスティックなハニカム用の特に単純な生産方法を提供することも模索している。
【課題を解決するための手段】
【００１８】
軽量構成要素に関して記載される一般的な種類のハニカム、特に、湾曲した表面を有する軽量構成要素用の変形可能なハニカムは、縦方向（Ｌ）を有するシート様又はフィルム

様の材料の細長いリボンを含む。リボンは、縦方向に対して横切る横方向（Ｗ）に対向した関係で平らに配設される。２つの対向して配設されたリボン間には、複数の連結領域、特に、接着ストリップが設けられ、これは、横方向（Ｗ）に部分的に、好ましくは、堅固に結合した関係で連続的に、また、ハニカムの厚さ（Ｔ）の方向にリボンを互いに連結する。リボンは、周期的な中心間隔を備えて、リボンの縦方向に沿って規則的な間隔で配置される。ハニカムは、リボン間にキャビティを形成するハニカム様のセルを含む。

【００１９】

本発明によれば、ハニカムの所望の変形能力は、連結領域の２つの連続する列の、即ち、セルの２つの連続する列のシート又はリボン間のずれが目に見える、即ち、所定の量だけ偏心しているという点で達成される。この場合、所定のずれは、縦方向に、周期的な中心間隔又は連結領域に垂直な中心に関連して考慮される。対応する幾何形状は、ハニカムの少なくとも部分的な領域に、好ましくは表面積の支配的な割合に、現れるべきである。

【００２０】

本発明によれば、請求項１の区別する部分に記載されるハニカムにおいて、そのことは、３つの連続するリボンに関連して、第２及び第３のリボン間の連結領域に対する連続の第１及び第２のリボン間の連結領域の所定のずれは、縦方向の一方側に向かう方が、縦方向の他方側に向かう方よりも際立って小さい、という点で特に達成される。

【００２１】

これによって、セルの少なくとも一部分は、ハニカムが少なくとも部分的に横方向に拡張して断面（主要な平面又はＬ／Ｗ平面において考えられる）で依然として湾曲していないときの状態において、少なくとも１つのより長いリム（即ち、側部又は縁部）と、好ましくは少なくとも１つのより短いリムと、を有する形式を有することになる。この点において、断面形状のより長いリムは、大きい方のずれに対応し、より短いリムは、小さい方のずれに対応する。リボン方向のより短いリムの寸法は、殆どないくらいに小さいか又はゼロに向かう傾向を有していてもよいが、好適な実施形態では、所定の最小の大きさを有する。

【００２２】

一方側に向かって殆どないくらいに小さい所定のずれの場合、断面形状は、そのようなものとして認識できる４つだけ又は５つだけのどちらかのリムを有するが、６つのリムを備えた実施形態が好適である。派生する断面の形式は、特に不規則な多角形のようにすることができ、及び／又は、Ｔ／Ｗ平面に対して非対称である形式にすることができる。断面の形式は、多角形に概ね対応することができる。

【００２３】

少なくともより長いリムで、即ち、少なくとも各セルのハニカム壁で、所定のずれに対応するやり方においては、利用可能な或る長さの材料が存在し、それは、Ｌ及び／又はＷの方向に比較的ストレスのない状態であり、抑制的に伸展又は圧縮することができる。このように、実質的にはストレスのない変形は、ハニカム・セルのその領域においてそれぞれ可能である。それは、交互に配置した連結領域のずれにおけるシフトだけによって、即ち、個別のセルの周囲全体を公知のハニカムにおけるよりも際立って大きくすることなしに、すぐ達成することができる。より短いリムは、変形能力に貢献することもあるが、その目的のために絶対的に必要という訳ではない。

【００２４】

その結果、本発明に係るハニカム構造は、全体的に良好なシンクラスティック特性と高いレベルの安定性を有する。加えて、多角形の形状の本発明に従って作り出された不規則さを備えたハニカムは、厳しい曲率半径又は厳しい接触円の場合でさえ、驚いたことに破損する傾向が僅かである。加えて、隣接している面シートに対してハニカム壁の実質上直角の位置を確保することが可能である。

【００２５】

実際には、純粋な拡張工程における生産、即ち、従来のエンボス加工工程なしの生産が好適である。拡張工程において、本発明に係るハニカム構造は、比較的低いレベルの複雑

さと出費で、即ち、押圧及び拡張のステップの前におけるシート様又はフィルム様の材料の堆積中に、達成することができる。この場合、連結手段を具備すべきであり、例えば、その上にプリントされた接着ラインを有する層又はシートの積層又は堆積は、連続的に積層されたシート又は層の連結領域のずれが中心に配置されずに、確立した所定の量だけ中心垂線から幾何的に異なっているように実施される。ここでは、中心垂線は、拡張前の同一シートの隣接する連結領域の中心点の垂直な中心線を意味する。接着接合（ａｄｈｅｓｉｖｅ　ｊｏｉｎｓ）の場合、連結領域の所定のずれは、このようにすぐ積層した構成内で実行され、ずれは、シートからシートに又は層から層に非対称に実施される、即ち、一方側に向かう方が他方側に向かう方よりも小さいずれが存在する。

【００２６】

留意すべきことは、（ハニカムの拡張の状態と関係のない）ずれの所定の寸法決めは、隣接するリボン又は連結すべきリボンの構成に沿って、即ち、それが延びている方向に常に、それぞれ測定される、そのリボン上の突出物の間隔がどのように考慮されるべきかとして解釈すべきである、ということである。

【００２７】

リボンは、場合によっては直線でない形式で延びてもよい。したがって、多角形態という用語は、リム又は縁部が一直線に延びていないそれらの角ばった形状を意味するためにも使用される。加えて、本場合におけるリボンという用語は、全く一般的な任意の種類の比較的長くて薄い、かなり狭いストリップを意味する。リボンという用語は、特に、しかしそれに限らないが、ストリップ様の部分を含み、それらは、積層したフィルム様のシートから形成された拡張したブロックを分離又は鋸切断することによって拡張工程中の個別のハニカム・スライスの中に現れる。エンボス加工工程中に事前プロファイルされ、個別に接合されてハニカムを形成するストリップは、本場合においてリボンとしても指定される。

【００２８】

典型的には、いずれにせよ、仕上がったハニカムにおいて、各リボンは、縦方向に寸法を有し、前記寸法は、その幅（ハニカムの厚さの方向）よりも、倍数だけ、一般的には、少なくとも１桁の大きさだけ少なくとも大きく、次には、前記幅は、典型的には、リボンの厚さ又は高さ（ハニカムの横方向）よりも、倍数だけ、一般的には、少なくとも１桁の大きさだけ少なくとも大きい。本場合、シート又は複数のシートという用語は、面積的な寸法に関連して薄い規格寸法を有する材料、例えば、典型的には所定のフォーマット（標準の大きさを伴うか、又は伴わない）に切断される紙様又はフィルム様の材料、を含む一部分又は複数の部分を表す。

【００２９】

実施形態は、各偏心的なずれが、第１の側に向かう方がそれぞれ常に際立ってより小さいことを実現する。実際には、この実施形態は、特に良好な変形能力をもたらす。代替的に、偏心的なずれが、第１の側と第２の側のそれぞれに向かって、交互に又は交互の方向に存在することができる。この実施形態は、良好な強度の値を有する。

【００３０】

好ましくは、上で定義したように偏心であるずれは、交互に断続的に繰り返され、即ち、ハニカムは、相互に対してずれていない、厳密に縦方向に同一レベルで配設される連結領域も有する。好ましくは、この場合、第２の群の連結領域の個々は、ずれておらず、即ち、連結領域は、横方向（Ｗ）に次々に現れる任意の４つのリボンに関連して、第１及び第２のリボン間と第３及び第４のリボン間とでそれぞれずれていない。このように、良好な強度の値を備えた良好な変形能力を達成することが、単純な形式で可能である。

【００３１】

特に、それ故の良好な変形能力に鑑みて、ずれている連結領域とずれていない連結領域とが常に交互であるか、又は周期的に相互に続いている構成が望ましい。この場合、４つのリボンの任意の連続において、第１及び第２のリボン間の連結領域だけが、第２及び第３のリボン間の連結領域に対して、偏心的にずれている。しかし、ハニカムは、ずれてい

ない連結領域なしで、即ち、全く完全に偏心的なずれを有して形成することもでき、その場合、横方向に相互に続いている連結領域が、相互に対して常に偏心的にずれている。この特に単純な構成は、実際には、少なくとも１つの軸の周りの良好な変形能力を提示する。

【００３２】

好適な実施形態では、非対称又は偏心的なずれは、規則的に十分に頻繁に、Ｌ／Ｗ平面内の断面における少なくとも支配的な割合のハニカムが、少なくとも１つの短い及び１つの長いリムを有する形態を伴って、即ち、不規則な多角形のやり方で設けられる。

【００３３】

良好な変形能力は、大きい方のずれに対する小さい方のずれの比率が≦０．４５、特に、≦０．４の場合に、達成することができる。良好な変形能力は、連結領域間の中心間隔に対する小さい方のずれの比率が≦２／５、特に、≦１／３である場合にも達成することができ、連結領域は、典型的にはリボンに関連して周期的に離間される。

【００３４】

望ましいハニカムの幾何形状の場合、連結領域間の規則的な中心間隔に関連して連結領域の幅は、少なくとも１／８で多くても１／３、一般的には、好ましくは、少なくとも１／６で多くても１／４である。特に、そのような寸法と、ハニカムの厚さの方向に延びるストリップ様の連結領域の場合、小さい方のずれが、連結領域の幅よりも大きいか又は少なくともそれと等しいときに有利である。この場合、連結領域は、不規則な多角形の最も短いリムの寸法を画定する。しかしながら、小さい方のずれに対応するリムは、連結領域よりも小さい寸法を有することもできる。

【００３５】

実地試験は、小さい方のずれが、連結領域の幅よりも少なくとも１．５倍だけ大きい場合に、ハニカム・セルの不規則な多角形断面における小さい方のずれに対応するより短いリムの適切な最小長さが達成されることを示した。良好な変形能力は、特に不規則な多角形断面における相対的に長い方のリムによって達成されるので、連結領域の幅に対する大きい方のずれの比率が、前記比率が≧２であり且つ≦４であるように選択される場合に、上で述べた構成において有利である。好ましくは、最後に述べた比率は、≧２．２５と≦３．７５の間にあるべきである。

【００３６】

幾何形状は、不規則な多角形の形状の断面が、全体的に少なくとも５つ、好ましくは正確には６つのリム（又は縁部）、即ち、６つの角部を有し、しかしながら、実質上カップ形状、例えば、概ねシャンパン・グラス形状であることが、特に望ましいことも証明した。したがって、不規則な多角形断面が、大きい方のずれに対応する２つのより長いリムと、小さい方のずれに対応する２つのより短いリムとをそれぞれ有する場合に、有利である。六角形の他の２つのリムは、次いで、隣接する連結領域又は接着ストリップの幅にそれぞれ対応する。連結領域の幅は、より短いリムの寸法に概ね対応することができ、そのことは幾何形状の関係を単純化する。

【００３７】

特に、最後に述べた実施形態では、相互に連続する連結領域の２つの概ね平行な列間の横方向に測定した間隔が、縦方向の小さい方のずれの寸法よりも少なくとも僅かに小さい場合に有利である。それは、過剰な拡張が回避される適切な拡張によって達成することができる。

【００３８】

より長いリムが、目に見えて湾曲した構成、特に、接線様又はＳ湾曲の構成で延びる幾何形状は、特にうまく変形可能であることを証明した。

【００３９】

変形能力には必ずしも必要ではないが、その側面と、また、できるだけ高い等方性のレベルをも促進させる実施形態は、本発明に係る一様でないずれが、ハニカムにおいて、好ましくは縦方向と横方向とに規則的に繰り返されるものである。特に好適な実施形態は、

横方向に相互に続いているリボンに関連して連結領域が、第１及び第２のリボン間と第３及び第４のリボン間とのそれぞれに、縦方向から見て同一レベルにそれぞれ配設されるものである。換言すると、非対称のずれは、横方向又は積層の高さの方向において、連結領域が、各それぞれの第２のシート又は層と重ね合わせた関係で縦方向に同一レベルで配設されるように、好ましくは断続的に交互に配置される。

【００４０】

特に、最後に述べた実施形態の場合、それぞれ縦方向の同じ側に向かって単一のずれが存在するおかげで、単純な生産が可能になる。しかしながら、原理的には、２倍のずれ（即ち、一方側と他方側に向かって互い違いにするずれ）を、設けることができる。ずれは、大きさと連続の点で異なることがあるが、好ましくは周期的に繰り返される。しかしながら、単一のずれの場合には、これによって、主要な平面内の断面における支配的な全ハニカムが、不規則な多角形のような形状、特に、カップ形状の断面を伴うことになる。

【００４１】

提案されるハニカムの構成とその生産のための方法は、それに限らないが、特に、紙様の繊維材料のリボンや金属フィルムのリボンを使用することに適している。使用される繊維材料は特に、ガラス繊維又はアラミド繊維ベース紙、布帛、或いは、可能的に樹脂を事前含浸及び／又はその後の含浸を行って、硬化によって仕上げることができて、繊維複合プラスチック（ＦＣＰ）がもたらされる、フィルム材料にすることができる。ＦＣＰの代わりに、或いはそれと組み合わせて、技術的な熱可塑性材料及び／又は熱硬化性材料を含むフィルム様の材料を使用することも可能である。リボンを提供するための金属フィルムとして、特にアルミニウム・フィルムが、重量と強度の比率が良好であるために検討される。高品質鋼や銅フィルムは、特別な、例えば、耐化学性や導電性に関する需要が伴うときに、本発明に従ってハニカムで使用することもできる。

【００４２】

多層の同種又は異種のフィルム材料、例えば、様々な金属及び／又はプラスチック・フィルムの積層板を使用することも、本発明に基づいている。その場合、連結領域は、接着剤、溶着、はんだ付けなどによって作り出すことができる。

【００４３】

変形能力に悪影響を及ぼさないようにするために、繊維複合ハニカムの場合、ハニカムの厚さが、縦方向のより長いリムの寸法の６倍より、好ましくは４倍より小さい、より小さい大きさを有するように、幾何学的な関係が選択されることが特に望ましい。しかしながら、材料や、例えば、熱変形に適した材料のリボンを用いた生産方法によっては、より大きいハニカム厚さを実施することも可能である。所望の形状付け動作は、熱の作用下で、特に、より大きいハニカムの厚さが伴うときに実施することができる。

【００４４】

幾何的な変形能力に従って、小さい方のずれが、ハニカムのリボン用に使用される極厚の材料厚さよりも、倍数、特に、少なくとも１０倍、大きい大きさを有する場合も有利である。

【００４５】

本発明は、請求項１５に記載したようなサンドイッチ構成要素、即ち、少なくとも１つの面シートと、サンドイッチのコアとして上で説明した実施形態のうちの１つに係るハニカムと、にも関する。ハニカムの変形後に、硬化は、面シートと共に実行することができ、したがって、複雑に湾曲した空間的形状、即ち、湾曲表面を備えた安定したサンドイッチ構成要素を作り出すことができる。本質的に、本発明に係るハニカムは、領域的（ｒｅｇｉｏｎ－ｗｉｓｅ）又は完全に平らか湾曲している構成要素を生産するために使用することもできる。

【００４６】

本発明は更に、拡張工程を用いる本発明に係るハニカムの生産用の中間生成物として請求項２０に記載したようなハニカム・ブロックに関する。本発明によれば、ハニカム・ブロックは、連結領域の所定の偏心的なずれによっても特徴付けられる。

【００４７】
最終的に、本発明は、請求項２１に記載される、ハニカム、特に変形可能なハニカム、のための、特に単純な生産方法にも関する。
【００４８】
方法は、最初にシート様又はフィルム様の材料のシートの積層様の堆積を含む。その場合、シートは、シートの縦方向に対して横切る横方向に次々に平らに積層される。次いで、それ自体は公知のやり方で、シートは、横方向に堅固に結合した関係で連結され、相互連結した構造（「非拡張ブロック」）が得られる。その目的のために、例えば、接着ストリップは、熱及び／又は圧力によって事前硬化又は最終硬化を行うことができる。堅固に結合した連結の性質に関係なく、複数の連結領域が提供され、それは、横方向に堅固に結合した関係で部分的にシートを互いに連結し、周期的な中心間隔を備えてシートの縦方向に沿って規則的な間隔で配置される。典型的には、連結領域は、積層動作前にシートの一方側にプリントすることによって適用される接着ストリップの形式である。
【００４９】
その後、使用される材料に応じて、方法は、ブロック全体の拡張とその後の個別ハニカムへのブロックの分離、又は、個別スライスへの少なくとも分離とその後のハニカム形成のための個別スライスの拡張、のいずれかを伴う。
【００５０】
ブロックの拡張は、シート又はリボン間にキャビティを備えたハニカム様のセルを形成するために横方向に少なくとも主要な構成要素について常に実行される。複数の個別のハニカム又はスライスへのブロックの分離は、典型的には、Ｌ／Ｗ平面に平行な分離平面に実質上沿って切断することによって実行される。
【００５１】
本発明に従った変形可能なハニカムは、手順によって特に単純な形式で作り出され、これにより、積層する動作において、３つの連続するシートに関連して、第２及び第３のシート間の連結領域に対する第１及び第２のシート間の連結領域のずれが、縦方向の一方側の方がその他方側の方よりも際立って小さくなることを確実にするように配慮する。
【００５２】
原理的には、そのようなずれは、組み合わせたエンボス加工及び拡張工程によっても達成することができる。しかしながら、生産は、シート又はリボンが、プロファイルされない形式で、又は、予めエンボス加工することなしに積層される場合、即ち、ハニカムが純粋の拡張工程で作り出される場合に、特に単純である。
【００５３】
結合連結に関して、接着剤の他に、関係した材料の密な接合を伴う他の全ての種類の結合連結を検討することができ、例えば、シートに関して溶着及びはんだ付けすることも本発明に基づいている。結合接着剤又は溶着連結の理想的な性質は、シート材料に応じて選択され、したがって、例えば、金属フィルムを処理するとき、シートの結合連結は、例えば、一体的なハニカム構造を達成するために、拡散溶着を使用することによって検討することができる。ＦＣＰと熱硬化性材料を使用するときは、接着剤が好ましく、一方、熱可塑性材料を使用するときは、接着剤及び／又は溶着連結が好ましい。
【００５４】
本発明に係るハニカムは、軽量構成要素用に、特に、空間的に湾曲している表面を有する軽量構成要素用の変形可能なハニカムとして、特に適している。
【００５５】
使用の別の状況も本発明に同じく従い、例えば、フィルタ・デバイスでは、大きい活性表面積とその表面を有する構造の良好な変形能力とが望ましい。
【００５６】
使用の別の例は、いわゆるクラッシュ・アブソーバ、特に、運動又は機械的なエネルギーを吸収するための３次元的に形状付けされた構成要素（「３Ｄクラッシュ・アブソーバ」と呼ばれる）、降伏する要素、衝撃吸収装置などである。

【００５７】
本発明の更なる詳細、特徴、及び利点については、添付している図面を参照して、一例としての好適な実施形態の以下のより詳細な説明から明らかになろう。図面は、概略であり、縮尺通りではない。
【図面の簡単な説明】
【００５８】
【図１Ａ】第１の特に好適な実施形態の本発明に係るハニカムの概略平面図である。
【図１Ｂ】図１Ａの拡大した部分領域を示す図である。
【図１Ｃ】図１Ａ～１Ｂに示されるハニカムの生産のための生産方法の堆積手順を示す概略図である。
【図２Ａ】第２の実施形態の本発明に係るハニカムの概略平面図である。
【図２Ｂ】図２Ａの拡大した部分領域を示す図である。
【図２Ｃ】図２Ａ～２Ｂに示されるハニカムのための堆積・積層（ｄｅｐｏｓｉｔ　ｓｔａｃｋｉｎｇ）手順を示す概略図である。
【図３Ａ】第２の実施形態の変形の概略平面図である。
【図３Ｂ】図３Ａに示されるハニカムのための堆積・積層手順を概略示す図である。
【図４Ａ】第３の実施形態の本発明に係るハニカムの概略平面図である。
【図４Ｂ】図４Ａに示されるハニカムのための堆積・積層手順を概略示す図である。
【図５（ａ）－５（ｈ）】ハニカムの生産のための好適な生産方法の実施の概略図である。
【図６（ａ）－６（ｄ）】Ｗ方向への（図５（ｄ）参照）拡張中の、アルミニウム箔からの本発明に係るハニカムの生産を図示している写真スナップショットである。
【図７】純粋な例として、３次元に、ここでは概ね球状に変形された、図１に示されているような幾何形状を持つアルミニウム箔を含む本発明に係るハニカムの写真である。
【図８（Ａ）－８（Ｆ）】最新技術の水準から既に知られているハニカム、即ち、六角形ハニカム（Ａ）、強化型六角形ハニカム（Ｂ）、過剰拡張型六角形ハニカム（Ｃ）、スクエア型ハニカム（Ｄ）、不足拡張型六角形ハニカム（Ｅ）、及び、いわゆるＦＬＥＸ－ＣＯＲＥ（登録商標）ハニカム（Ｆ）、の幾何形状を示す図である。
【発明を実施するための形態】
【００５９】
図１Ａ～１Ｂは、Ｌ／Ｗ平面、即ち、図１Ａの平面に対応するＬ方向（縦方向）及びＷ方向（横方向）によって形成された平面上の平面図として、変形可能なハニカム１２０の部分領域を示す。
【００６０】
ハニカムは、Ｌ方向に延び且つＬ方向及びＴ方向（ハニカムの厚さ、即ち、図１Ａ～１Ｂに垂直に）に延在する主要な平面と相互に対向した関係にあるとおおまかに考えられる複数の細長いリボン１２２を含む。
【００６１】
Ｗ方向において、２つの相互に対向したリボン１２２間に設けられたそれぞれ複数の接着ストリップ１２３は、リボン１２２を連結して、ハニカム１２０を形成する相互連結したハニカム様の構造を形成する。後でより詳細に説明するように、Ｔ方向にストリップ形式で連続的に配置される接着ストリップ１２３は、それぞれ隣接するリボン１２２を部分に関して互いに連結する。その目的のために、接着ストリップ１２３は、リボン１２２のＬ方向に規則的な間隔で、即ち、隣接する接着ストリップ１２３間の周期的な中心間隔Ｉを備えて、配置される。
【００６２】
曲がりくねった又は蛇行様式でＬ方向に延びるリボン１２２間において、ハニカム様のセル１２４は、重量を削減する作用を有するハニカム１２０のキャビティを形成する。
【００６３】
図１Ａ～１Ｂから理解できるように、３つの連続するリボン、例えば、図１Ｂの１２２

－１、１２２－２、１２２－３に関連して、第２及び第３のリボン１２２－２及び１２２－３を連結する連結領域１２３Ｂに対して、第１及び第２のリボン１２２－１及び１２２－２を連結する連結領域１２３Ａのずれは、Ｌ方向の一方側Ｄ１に向かう方が他方側Ｄ２に向かう方よりも際立って小さい。その結果、図１Ａ～１Ｂに示したように、Ｌ／Ｗ平面内の断面が不規則な多角形のように形付けられたセル１２４がもたらされる。ここに示した例では、全てのセル１２４は、シャンパン・グラスの立面図に類似する同一の基本的な平面形状を有する。ハニカム１２０は、格子又はグリッドのパターンの点で、鱗パターンと類似する。Ｌ／Ｗ平面に平行な断面では、セル１２４は、大きい方のずれに対応する少なくとも１つのより長いリムＳ２と、小さい方のずれに対応する少なくとも１つのより短いリムＳ１と、を含むハニカム壁を有する。

【００６４】

ここに図示した実施形態では、セル１２４は、断面でそれ自体を考えると、Ｌ方向に対して鏡像対称構成（ｍｉｒｒｏｒ－ｉｍａｇｅ　ｓｙｍｍｅｔｒｉｃａｌ　ｃｏｎｆｉｇｕｒａｔｉｏｎ）を厳密に有し、列と次の列との関連から考えると、Ｗ方向に対して鏡映反転関係（ｍｉｒｒｏｒ－ｒｅｖｅｒｓｅｄ　ｒｅｌａｔｉｏｎｓｈｉｐ）で配置される。これは、ハニカム１２０が、実質上同一のカップ形状断面又は平面構成を有するハニカム１２４を備えた規則的なパターンを全般的に有することを意味する。この例では、各セル１２４は、２つの短いリムＳ１、２つの長いリムＳ２、及び２つの別のリムＳ３を有する。リムＳ３に設けられるのは、接着ストリップ１２３であり、したがって、リムＳ３は、より短いリムＳ２の寸法に概ね対応する接着ストリップ１２３の幅Ｂの長さを有する。

【００６５】

その幾何形状を備えて見つけられるべきである長いハニカム壁又はリムＳ２は、湾曲した形式で接線の関係で延び、それらの余分な長さのおかげで、ハニカム１２０の変形能力に決定的な貢献を行っている。図１Ａ～１Ｂは、Ｗ方向に公称上完全に拡張している状態にあり、それによって最大の重量削減をもたらすハニカム１２０を示す。この場合、Ｗ方向のセル１２３の寸法は、より短いリムＳ１の長さのちょうど２倍である。更に改善されているシンクラスティック特性は、短いリムＳ２がＷ方向に整列していないが、鈍角で僅かに角度付けされている、即ち、平面図で概ね菱形の不規則な多角形を表す場合に、もたらされる。それは、出費と複雑さを増やすことなく、目立たない拡張又は拡大Ａによって達成することができる。

【００６６】

同じく好ましいそのような実施形態では、Ｗ方向のセル１２３の拡大又は寸法は、短いリムＳ２の長さの２倍よりも目に見えて小さく、即ち、Ｗ方向の連続する連結領域１２３Ａ、１２３Ｂの間隔は、Ｌ方向の一方側Ｄ１に向かう方の小さい方のずれの寸法よりも小さい。

【００６７】

図１Ｃは、例えば、図１Ａ～１Ｂに示したような本発明に係るハニカムの生産用の堆積・積層手順の概略を示す。生産は、例えば、六角形のハニカムの場合と同様の拡張工程（図５参照）を用いて、それ自体は公知のやり方で、主要な部分について実施される。その目的のために、図１Ｃは、薄いシート様又はフィルム様の材料の個別のシート１２５の積層における最初のステップだけを図示している。接着ストリップ１２３は、公知のやり方でシート１２５の一方側上にプリントすることによって適用され、周期的な中心間隔ＩでＴ方向に一直線に延びている。シート１２５は、図示の目的のために、Ｔ方向にずれているように、図１Ｃだけに示されている。

【００６８】

しかしながら、最新技術の水準との関係で決定的な差は、実際にＬ方向に設けられるずれであり、即ち、３つの連続するシート１２５－１、１２５－２、１２５－３に関連してシート１２５のための積層手順において、第２及び第３のシート１２５－２及び１２５－３間の連結領域に対して第１及び第２のシート１２５－１及び１２５－２間の連結領域１２３の所定のずれが、Ｌ方向の一方側Ｄ１の方が他方側Ｄ２の方よりも際立って小さい、

ということである。この場合、第３のシート１２５－３は、正確に第１のシート１２５－１と面一の関係で、ずれを伴わずに、再度堆積される。図示の目的のために、３つのシート１２５だけが図１Ｃに示されている。実際には数十枚又は数百枚の多数のシートが積層され、接着されることが理解されるであろう。

【００６９】

このように、任意の他の実質的な変化を伴うことなく、拡張原理（図５参照）を用いている試行及び試験済みの動作手順で、ハニカム１２０は、図１Ａ～１Ｂに類似する形状を有して作り出される。二重のずれ（交互に一方向及び他方向）、ハニカム２０内に領域的に設けられた唯１つのずれ、又は、不規則な偏心的なずれのW方向に様々な大きさは、より詳細に下で説明するように、本発明に同じく従う。

【００７０】

限定を伴うことなく、単に良好な図示を目的として、図１Ａ～１Ｂに示したようなハニカム１２０は、例えば、次のデータを伴うことがある。

【００７１】

例１：

Ａ：約４．６mm

Ｂ：３mm

Ｉ：１６mm

Ｓ１’：５．３３mm

Ｓ２’：１０．６６mm

長さＳ１：約２．３mm（　Ｓ１’－Ｂ）

長さＳ２：約７．６mm（　Ｓ．２’－Ｂ）

Ｔ：５から２５mmの間

シート／リボンの材料：厚さ０．０８mmのアラミド繊維紙（変形後に硬化される）

【００７２】

図２Ａ～２Ｂは、変形可能なハニカム２２０の第２の実施形態を概略の形式で、同じく、図２Ａの平面に対応するＬ／W平面上への平面図の部分領域の中に示す。図１Ａ～１Ｂと比較して対応する又は同一の部分又は特徴は、対応する参照符号によって示される。反復を回避するために、関連する違いと共通する要点だけをより詳細にここで説明する。

【００７３】

図１Ａ～１Ｂのように、ここでも、図２Ａ～２Ｂのように、Ｌ方向に大雑把に延びる曲がりくねったリボン２２２間の各ハニカム・セル２２４は、Ｔ／W平面に対して非対称であるそれぞれの断面形状をＬ／W平面内に個々が有する。しかしながら、図２Ａ～２Ｂでは、ハニカム・セル２２４は、表面全体にわたって規則的に繰り返される２つの異なった基本形状２２４Ａ、２２４Ｂを伴う。一方の形状２２４Ａは、Ｌ／Ｔ平面と鏡映反転関係でW方向にその都度繰り返されるが、他方の形状２２４Ｂは、Ｔ／W平面に対して鏡映反転されている。

【００７４】

ハニカム・セル２２４のそれらの形状２２４Ａ、２２４Ｂは、図２Ｃに示した堆積・積層手順から生じる。この場合、所定の偏心的なずれは、第１の側Ｄ１の方へ、次いで、第２の側Ｄ２の方へ、その逆もまた同様に、交互に又は交代でそれぞれ設けられる。したがって、任意のリボン・シーケンスでは、第１のリボン２２２－１と第２のリボン２２２－２との間の連結領域又は接着ライン２２３は、第２のリボン２２２－２と第３のリボン２２２－３との間の連結領域に対して、それぞれ一方向Ｄ１及びＤ２にずれているが、一方で、第２のリボン２２２－２と第３のリボン２２２－３との間の連結領域２２３は、第３のリボン２２２－３と第４のリボン２２２－４との間の連結領域２２３に対して、それぞれ反対方向Ｄ２及びＤ１にずれている。加えて、上で定義した偏心的なずれが交互に断続的に繰り返され、即ち、横方向（W）に相互に続いている４つのリボン２２２－１、．．．、２２２－４に関連して連結領域２２３は、第１及び第２のリボン２２２－１、２２２－２間と第３及び第４のリボン２２２－３、２２２－４間でそれぞれずれておらず、即ち

、Ｌ方向について実質上同じ高さに位置する。ここでも、連結領域２２３は、第３のリムＳ３を形成し、それは可能性としてはＬ方向に対して傾斜（図２Ａ～２Ｂに示したように）して配設することができる。

【００７５】

小さい方のずれＳ１’と比較して適切な大きい方のずれＳ２’のおかげで、この構成は、ハニカム壁としてより長いリムＳ２を同じく伴い、それは、より明瞭になるように、実際の実施形態と比較してより大きく湾曲している構成を備えて図２Ａ～２Ｂに示されている。この図２Ａ～２Ｂに示したような実施形態のより短いリムＳ１も、リボン２２２がより長いリムＳ２の対応する寸法の４０％未満で、例えば、約２５％で延びるように、その方向に寸法付けすることができる。この場合、小さい方のずれＳ１’は、第１の側Ｄ１の方へ、次いで第２の側Ｄ２の方へ、その逆もまた同様に、交互に設けられる。

【００７６】

図２Ｃは、図２Ａ～２Ｂに示した実施形態のための積層手順を示す。この場合、シート２２５－１、．．．、２２５－４のシーケンスにおいて、シート２２５－１から開始して、次のシート２２５－２は、一方向Ｄ１に僅かなずれＳ１’で堆積され、１つおいて次のシート２２５－３は、第１のシートに対してずれておらず、最後に、次の３番目のシート２２５－４は、反対方向Ｄ２であるが同じずれＳ１’でずれている。この手順は、連結領域の幅Ｂに対する小さい方のずれＳ１’の比率が目に見えて１より大きい限り、部分的又は完全な拡張後に、図２Ａ～２Ｂに示したハニカム２２４の基本形式を生み出す。比率は、１．５≦Ｓ１’／Ｂ≦２．５の範囲にあることが好ましく、約２であることが好ましい。延在する方向の大きい方のずれＳ２’の寸法決めは、中心間隔Ｉの寸法と小さい方のずれＳ１’の寸法との間の差に対応し、よって、値Ｂ、Ｉ、Ｓ１’、及びＳ２’の間の対応する比率がもたらされる。好適な実施形態では、中心間隔Ｉは、幅Ｂの整数倍であり、少なくとも４倍であることが好ましい。

【００７７】

限定を伴うことなく、単に良好な図示を目的として、図２Ａ～２Ｂに示したようなハニカム２２０は、例えば、次のデータを伴うことがある。

【００７８】

例２：

Ａ：３ｍｍ

Ｂ：３ｍｍ

Ｉ：１２ｍｍ

Ｓ１’：５．３３ｍｍ

Ｓ２’：１０．６６ｍｍ

長さＳ１：約２．３ｍｍ（　Ｓ１’－Ｂ）

長さＳ２：約７．６ｍｍ（　Ｓ．２’－Ｂ）

シート／リボンの材料：厚さ０．０８ｍｍのアラミド繊維紙（変形後に硬化される）

【００７９】

図３Ａ～３Ｂは、交互に断続的な及び方向を交互にするずれＳ１’及びＳ２’をそれぞれ備えた図２Ａ～２Ｂの実施形態の変更又は特別な場合を示す。図３Ａ～３Ｂに示したようなそのハニカム３２０の特徴的な形式は、図３Ｂに示したように、殆どないくらいに小さいか又は厳密にゼロに減らしているより短いリムＳ１の長さによって達成される。それは、例えば、積層手順（図３Ｂ）で又は溶着工程で、小さい方のずれＳ１’が、不可避の公差を除いて、連結領域３２３、例えば接着ストリップ又は溶着シーム、の幅Ｂに正確に対応する場合に達成される。その結果、大きい方のずれＳ２’は、連結領域３２３の規則的な中心間隔又はインターバルＩに正確に対応する。完全な拡張時に、特に、リボン３２２用の材料として、例えば、アルミニウム・フィルムのような金属フィルムの場合に、ハニカム３２４は、Ｌ／Ｗ平面上において実質上一貫した同一の四角形の形状を有する。３つの相互に隣接しているハニカム３２４は、この場合に、図３Ａに示したように（Ｔ軸周りに１２０度それぞれ回転させた３つの基本形状を備えた１群の３つにおいて）、規則的

な六角形をそれぞれ形成する。図１Ａ～２Ａの状況と異なり、図３Ａでは、Ｌ／Ｗ平面の断面における支配的な割合の又は全てのハニカム３２４は、多角形、ここでは例えば規則的な四角形、即ち、菱形（Ｓ２’－Ｂ＝Ｂのとき）又は平行四辺形（Ｓ２’－Ｂ≠Ｂのとき）、のような形状になっている。しかしながら、ハニカム３２０内の実質上同一である基本形状は、最新技術の水準（図８）による場合と異なって、支配的に、しかも、図３Ａでは２／３の比率でＴ／Ｗ平面に対して非対称的に配置される。図３Ａ～３Ｂの実施形態は、良好な強度の値を提示する。

【００８０】

最後に、図４Ａ～４Ｂは、本発明の別の変更を示す。ハニカム４２０では、リボン４２２は、図４Ａに示したように、概ね波打った形状でＬ方向に対して僅かに傾いて延びる。それは、Ｗ方向に次々に現れる連結領域４２３が、互いに対して、また、同じ側、例えばＤ２に向かって常にずらされる図４Ｂに示したような積層手順によって達成される。この場合、小さい方のずれＳ１’は、Ｓ１’が中心間隔Ｉの約数となるように選択されることが好ましい。その結果、Ｎ＝Ｂ／Ｓ１’シート４２５－１、．．．、４２５－３の連続後に、次のシート４２５－４は、材料の出費を減らして堆積工程を容易にする目的で最初のシートに平行に再度堆積される。Ｂ／Ｓ１’＝３に対応する堆積工程は、図４Ｂに示されている。

【００８１】

図４Ａのハニカム用の波様の基本形状は、各場合において、小さい方のずれＳ１’に対応する２つの短い概ね真っ直ぐなリムＳ１と、大きい方のずれＳ２’に対応する２つの大きく湾曲したより長いリムＳ２と、連結領域４２３の幅Ｂに対応する概ね直線的な第３のリムＳ３と、を備えて、繰り返して規則的に同様に全体にわたって配置される。

【００８２】

図４Ａ～４Ｂの実施形態のハニカム４２０は、比較的僅かなアンチクラスチック特性によって、多くの使用のために適切に変形可能であり、類似の寸法決めと材料の選択によって、例えば、図１Ａのハニカムよりも優れた圧縮及びせん断強さの値を典型的に呈する。

【００８３】

図５は、ハニカム生産用の拡張の好適な方法における様々なステージを示す。ステップ（ａ）では、シート様又はフィルム様の材料を巻いているロールが準備され、その上には、ステップ（ｂ）で、規則的又は周期的な間隔で平行である接着ストリップ又は接着ラインが、幅全体にわたって垂直な関係でプリントされる。ステップ（ｃ）では、同一フォーマットのシートが、ロールから或る大きさに切断され、所定の形式で次々に堆積され、その後、所望の積層工程に従って堆積されるシートの積層は、例えば、プレスの圧力及び／又は温度の効果の下で、接着ストリップの事前硬化又は最終硬化によって処理され、密着したブロック（ｃｏｈｅｒｅｎｔ　ｂｌｏｃｋ）が得られる。ステップ（ｂ）及び（ｃ）の接着を用いる代わりに、それぞれの材料に応じて、適切な手順に従って、例えば、溶着によって連結領域を作り出すことが可能である。ステップ（ｄ）では、拡張は、ハニカム・セルを備えたハニカム・ブロック５３０をもたらすように、それ自体は公知のやり方で、Ｗ方向に実施される（図５は公知の六角形の形状を示す）。拡張したブロックは、次いで、例えば、炉の中で温度の作用によって安定化される。ブロックは、次いで、（任意選択の）ステップ（ｅ）で合成樹脂を一様に含浸される。（任意選択の）ステップ（ｆ）では、樹脂についての最初の硬化又は最後の硬化が、例えば、それによってＦＣＰがもたらされるように、適切な手段によって実行される。次いで、ステップ（ｇ）では、ハニカム形状に関して形状が安定しているブロックが、Ｌ／Ｗ平面内の分離によって切断又は鋸引き装置で個別のハニカムのスライスに細切れ又は分離される。所望の幾何形状のハニカム５２０は、次いで、ステップ（ｈ）で提供される。

【００８４】

本発明に係るハニカム幾何形状は、ステップ（ｃ）で、適切な手順後、図１Ｃ、図２Ｃ、図３Ｂ、又は図４Ｂに示したように、接着連結、例えば、積層工程に関して、或いは、例えば、溶着シームの適合パターンに従って、連結領域の所定の偏心的なずれが作り出さ

れるという点で、特に単純なやり方で実施することができる。そうでなくても、試行及び試験済みの拡張方法に関して、複雑で高価な適応の必要はない。

【００８５】

図６（ａ）～（ｄ）は、W方向のハニカムの拡張中の異なった拡張ステップを示す。この場合、セルのハニカム幾何形状の異なった長さのリムと、図１（ａ）に示した幾何形状に向かうハニカム幾何形状の展開が、試作品の写真を用いて図示されている。

【００８６】

図７は、単に一例として、本発明について限定を伴うことなく、外側で或いは基本状態で図１（ａ）に示した幾何形状を有する、金属フィルム、例えば、アルミニウム・フィルムのハニカムを備えた可能な構成を示す。

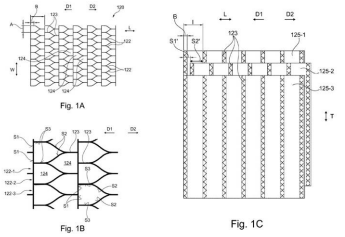
【符号の説明】

【００８７】

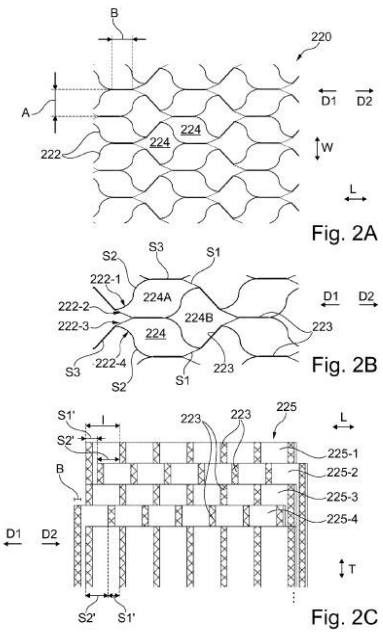
１２０　変形可能なハニカム
１２２　リボン
１２２－１　リボンのシーケンス
１２２－２　リボンのシーケンス
１２２－３　リボンのシーケンス
１２３　接着ストリップ
１２４　ハニカム・セル
１２５　シート
１２５－１　シートのシーケンス
１２５－２　シートのシーケンス
１２５－３　シートのシーケンス
２２０　変形可能なハニカム
２２２　リボン
２２２－１　リボンのシーケンス
２２２－２　リボンのシーケンス
２２２－３　リボンのシーケンス
２２２－４　リボンのシーケンス
２２３　接着ストリップ
２２４　ハニカム・セル
２２４Ａ　基本形状
２２４Ｂ　基本形状
２２５　シート
２２５－１　シートのシーケンス
２２５－２　シートのシーケンス
２２５－３　シートのシーケンス
２２５－４　シートのシーケンス
３２０　ハニカム
３２２　リボン
３２３　溶着シーム／接着ストリップ
３２４　ハニカム・セル
３２５　シート
３２５－１　シートのシーケンス
３２５－２　シートのシーケンス
３２５－３　シートのシーケンス
３２５－４　シートのシーケンス
４２０　ハニカム
４２２　リボン
４２２－１　リボンのシーケンス

４２２－２　リボンのシーケンス
４２２－３　リボンのシーケンス
４２２－４　リボンのシーケンス
４２３　接着ストリップ
４２４　ハニカム・セル
４２５　シート
４２５－１　シートのシーケンス
４２５－２　シートのシーケンス
４２５－３　シートのシーケンス
４２５－４　シートのシーケンス
５２０　ハニカム
５３０　ハニカム・ブロック
Ａ　拡張
Ｂ　接着ストリップの幅
Ｉ　中心間隔
Ｌ　Ｌ方向（縦方向）
Ｓ１　リム又はハニカム壁
Ｓ２　リム又はハニカム壁
Ｓ３　リム又はハニカム壁
Ｓ１’　小さい方のずれ
Ｓ２’　大きい方のずれ
Ｄ１　第１の側の方向
Ｄ２　第２の側の方向
Ｔ　Ｔ方向（ハニカムの厚さ又は基準）
Ｗ　Ｗ方向（横方向）

【図１】



【図２】



【図３】

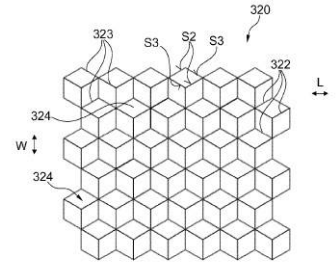


Fig. 3A

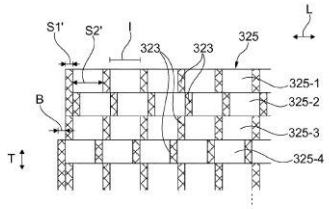


Fig. 3B

【図４】

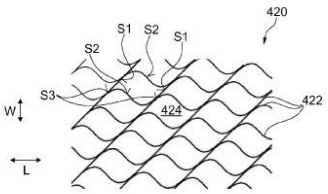


Fig. 4A

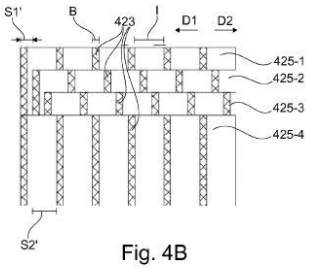


Fig. 4B

【図５】

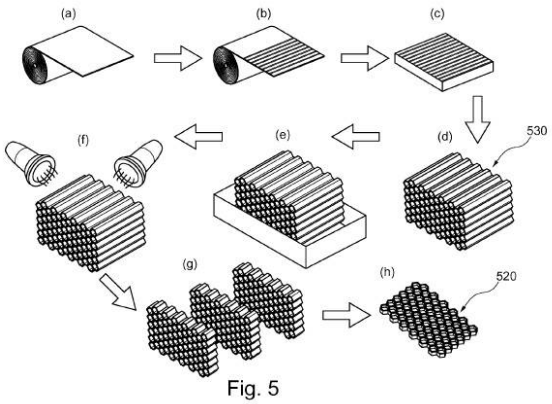


Fig. 5

【図６】

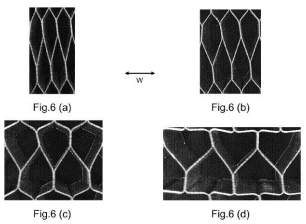


Fig.6 (a)

Fig.6 (b)

Fig.6 (c)

Fig.6 (d)

【図７】

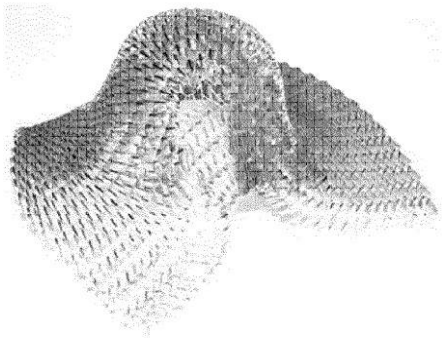


Fig.7

【図８】

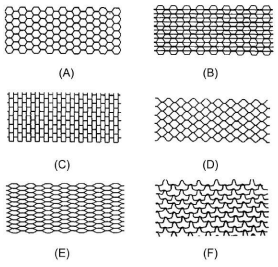


Fig.8

フロントページの続き

(72)発明者　ウィリー　ヴィントゲンス
ルクセンブルク　エーシェルズビーリッヒ　１　９９０７　トロワヴィエルジュ
(72)発明者　ミカエル　ウィレルト
ドイツ連邦共和国　イム　ブリュール　４　５４２９８　ヴェルシュビリヒ　イッテル
(72)発明者　ラルフ　シュミット
ドイツ連邦共和国　ワレンドルファ　シュトラーセ　１６　５４６６９　ボレンドルファ

審査官　土屋　保光

(56)参考文献　英国特許出願公開第００７５０６１０（ＧＢ，Ａ）
米国特許第０４１１８２６３（ＵＳ，Ａ）
欧州特許出願公開第００４６７２８６（ＥＰ，Ａ１）
米国特許第０２６０８５０２（ＵＳ，Ａ）
米国特許出願公開第２００８／０１４５５９７（ＵＳ，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｅ０４Ｃ　　２／３６
Ｂ２１Ｄ　４７／００
Ｂ２９Ｄ　９９／００
Ｂ３１Ｄ　　３／０２
Ｂ３２Ｂ　　３／１２