

(19)日本国特許庁(JP)

**(12)特許公報(B2)**

(11)特許番号  
**特許第7254031号**  
**(P7254031)**

(45)発行日 令和5年4月7日(2023.4.7)

(24)登録日 令和5年3月30日(2023.3.30)

(51)国際特許分類

B 01 J 19/32 (2006.01)  
B 01 D 3/16 (2006.01)

F I

B 01 J 19/32  
B 01 D 3/16

A

請求項の数 34 (全19頁)

(21)出願番号 特願2019-563808(P2019-563808)  
(86)(22)出願日 平成30年6月4日(2018.6.4)  
(65)公表番号 特表2020-523183(P2020-523183)  
A)  
(43)公表日 令和2年8月6日(2020.8.6)  
(86)国際出願番号 PCT/IB2018/053995  
(87)国際公開番号 WO2018/224949  
(87)国際公開日 平成30年12月13日(2018.12.13)  
審査請求日 令和3年4月16日(2021.4.16)  
(31)優先権主張番号 62/517,368  
(32)優先日 平成29年6月9日(2017.6.9)  
(33)優先権主張国・地域又は機関  
米国(US)

(73)特許権者 503195045  
コーケ - グリッシュ , リミティド パー  
トナーシップ  
アメリカ合衆国 , カンザス 67220  
, ウィ チタ , イースト サーティーセブ  
ンス ストリート ノース 4111  
110000154  
弁理士法人はるか国際特許事務所  
ニーウアウト アイザック  
アメリカ合衆国 カンザス州 ウィチタ  
イースト サーティーセブンス ストリ  
ト ノース 4111  
クリフォード スコット  
アメリカ合衆国 カンザス州 ウィチタ  
イースト サーティーセブンス ストリ  
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 物質移動カラムの構造化された充填材モジュール

**(57)【特許請求の範囲】****【請求項1】**

構造化された充填材モジュールであって、  
互いに直立した平行関係に位置決めされた複数の構造化された充填材シートであって、各構造化された充填材シートが、対向する面、上縁部、下縁部、前記上縁部と前記下縁部との間のバルク領域、及び波形側壁によって相互接続され、前記構造化された充填材シートの前記上縁部及び / 又は前記下縁部に対して斜めの傾斜角を形成する傾斜方向に延在する、交互の山部及び谷部で形成された波形を有し、前記構造化された充填材シートは、前記構造化された充填材シートのうちの隣接するシートの前記波形が互いに斜めに延在するように構築され、かつ配列されている、複数の構造化された充填材シートと、

前記構造化された充填材シート上の表面テクスチャ加工と、を備え、前記表面テクスチャ加工が、

前記バルク領域内の陥凹構造及び隆起構造のグリッドであって、各陥凹構造が、前記隆起構造によって前記陥凹構造のうちの隣接する構造の一部又は全てから分離されており、前記隆起構造が山部及び相互接続サドルの列を形成している、グリッドと、

前記陥凹構造のうちの隣接する構造及び前記陥凹構造のうちの前記隣接する構造の各々間に位置決めされている前記相互接続サドルに沿って延在するマイクロチャネルであつて、20 ~ 75度の範囲の角度で波形谷部と交差する、マイクロチャネルと、を含み、

前記マイクロチャネルがジクザグ状に延在する、  
構造化された充填材モジュール。

**【請求項 2】**

前記表面テクスチャ加工が、前記上縁部に隣接する上縁部領域及び前記下縁部に隣接する下縁部領域の一方又は両方に平行な溝を含む、請求項 1 に記載の構造化された充填材モジュール。

**【請求項 3】**

前記平行な溝が波状であり、前記上縁部領域及び前記下縁部領域の両方に存在する、請求項 2 に記載の構造化された充填材モジュール。

**【請求項 4】**

前記陥凹構造が平行な列に配列され、前記隆起構造の前記相互接続サドルが各列内の隣接する陥凹構造を接続している、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の構造化された充填材モジュール。

10

**【請求項 5】**

前記隆起構造の前記山部の各々が円錐形状であり、前記構造化された充填材シートの前記対向する面上の前記陥凹構造のうちの 1 つの円錐形状の終端によって形成される、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の構造化された充填材モジュール。

**【請求項 6】**

前記隆起構造の前記山部の各々が隆線形状であり、前記構造化された充填材シートの前記対向する面上の前記陥凹構造のうちの 1 つの隆線形状の終端によって形成される、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の構造化された充填材モジュール。

20

**【請求項 7】**

前記マイクロチャネルが、25 ~ 70 度の範囲の角度で前記波形谷部と交差する、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の構造化された充填材モジュール。

**【請求項 8】**

前記マイクロチャネルのうちの 2 つが、50 ~ 140 度の範囲の交差角で、各陥凹構造において互いに斜めに延在する、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の構造化された充填材モジュール。

**【請求項 9】**

前記交差角が 70 ~ 130 度の範囲である、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の構造化された充填材モジュール。

**【請求項 10】**

30

前記表面テクスチャ加工が、前記上縁部及び下縁部に対して斜めに配向された前記バルク領域内の平行な溝区間を含む、請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の構造化された充填材モジュール。

**【請求項 11】**

前記下縁部がスカラップ状である、請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の構造化された充填材モジュール。

**【請求項 12】**

前記構造化された充填材シート内に開口部を含む、請求項 1 ~ 11 のいずれか一項に記載の構造化された充填材モジュール。

**【請求項 13】**

40

各陥凹構造が、前記隆起構造によって前記陥凹構造のうちの前記隣接する構造の全てから分離されている、請求項 1 ~ 12 のいずれか一項に記載の構造化された充填材モジュール。

**【請求項 14】**

前記陥凹構造及び隆起構造のグリッドが、各構造化された充填材シートの全表面積の 70 ~ 95 % にわたる、請求項 1 ~ 13 のいずれか一項に記載の構造化された充填材モジュール。

**【請求項 15】**

構造化された充填材シートであって、

対向する面と、上縁部と、下縁部と、前記上縁部と前記下縁部との間のバルク領域と、

50

波形側壁によって相互接続され、前記上縁部及び／又は前記下縁部に対して斜めの傾斜角を形成する傾斜方向に延在する、交互の山部及び谷部で形成された波形と、

前記構造化された充填材シート上の表面テクスチャ加工と、を備え、前記表面テクスチャ加工が、

前記バルク領域内の陥凹構造及び隆起構造のグリッドであって、各陥凹構造が、前記隆起構造によって前記陥凹構造のうちの隣接する構造の一部又は全てから分離されており、前記隆起構造が山部及び相互接続サドルの列を形成している、グリッドと、

前記陥凹構造のうちの隣接する構造及び前記陥凹構造のうちの前記隣接する構造の各々間に位置決めされている前記相互接続サドルに沿って延在するマイクロチャネルであって、20～75度の範囲の角度で波形谷部と交差する、マイクロチャネルと、を含み、

前記マイクロチャネルがジグザク状に延在する、  
構造化された充填材シート。

【請求項 16】

前記表面テクスチャ加工が、前記上縁部に隣接する上縁部領域及び前記下縁部に隣接する下縁部領域の一方又は両方に平行な溝を含む、請求項15に記載の構造化された充填材シート。

【請求項 17】

前記平行な溝が波状であり、前記上縁部領域及び前記下縁部領域の両方に存在する、請求項16に記載の構造化された充填材シート。

【請求項 18】

前記陥凹構造が平行な列に配列され、前記隆起構造の前記相互接続サドルが各列内の隣接する陥凹構造を接続している、請求項15～17のいずれか一項に記載の構造化された充填材シート。

【請求項 19】

前記隆起構造の前記山部の各々が円錐形状であり、前記構造化された充填材シートの前記対向する面上の前記陥凹構造のうちの1つの円錐形状の終端によって形成される、請求項15～18のいずれか一項に記載の構造化された充填材シート。

【請求項 20】

前記隆起構造の前記山部の各々が隆線形状であり、前記構造化された充填材シートの前記対向する面上の前記陥凹構造のうちの1つの隆線形状の終端によって形成される、請求項15～18のいずれか一項に記載の構造化された充填材シート。

【請求項 21】

前記マイクロチャネルが、25～70度の範囲の角度で前記波形谷部と交差する、請求項15～20のいずれか一項に記載の構造化された充填材シート。

【請求項 22】

前記マイクロチャネルのうちの2つが、50～140度の範囲の交差角で、各陥凹構造において互いに斜めに延在する、請求項15～21のいずれか一項に記載の構造化された充填材シート。

【請求項 23】

前記表面テクスチャ加工が、前記上縁部及び下縁部に対して斜めに配向された前記バルク領域内の平行な溝区間を含む、請求項15～22のいずれか一項に記載の構造化された充填材シート。

【請求項 24】

前記下縁部がスカラップ状である、請求項15～23のいずれか一項に記載の構造化された充填材シート。

【請求項 25】

前記構造化された充填材シート内に開口部を含む、請求項15～24のいずれか一項に記載の構造化された充填材シート。

【請求項 26】

各陥凹構造が、前記隆起構造によって前記陥凹構造のうちの前記隣接する構造の全てか

10

20

30

40

50

ら分離されている、請求項 15～25 のいずれか一項に記載の構造化された充填材シート。

**【請求項 27】**

前記陥凹構造及び隆起構造のグリッドが、前記構造化された充填材シートの全表面積の 70～95% にわたる、請求項 15～26 のいずれか一項に記載の構造化された充填材モジュール。

**【請求項 28】**

構造化された充填材シートであって、

対向する面と、上縁部と、下縁部と、前記上縁部と前記下縁部との間のバルク領域と、波形側壁によって相互接続され、前記上縁部及び / 又は前記下縁部に対して斜めの傾斜角を形成する傾斜方向に延在する、交互の山部及び谷部で形成された波形と、開口部と、

前記構造化された充填材シート上の表面テクスチャ加工と、を備え、前記表面テクスチャ加工が、

前記上縁部に隣接する上縁部領域及び前記下縁部に隣接する下縁部領域内の平行な溝と、

前記上縁部及び下縁部に対して斜めに配向された前記バルク領域内の平行な溝区間と、

前記バルク領域内、かつ前記構造化された充填材シートの全表面積の 70～95 パーセントにわたる、陥凹構造及び隆起構造のグリッドであって、各陥凹構造が、前記隆起構造によって前記陥凹構造のうちの隣接する構造の一部又は全てから分離されており、前記隆起構造が山部及び相互接続サドルの列を形成し、前記陥凹構造が平行な列に配列され、前記隆起構造の前記相互接続サドルが各列内の隣接する陥凹構造を接続している、グリッドと、

前記陥凹構造のうちの隣接する構造、及び前記陥凹構造のうちの前記隣接する構造の各々間に位置決めされている前記相互接続サドルに沿って延在するマイクロチャネルと、を含み、

前記マイクロチャネルがジグザグ状に延在する、  
構造化された充填材シート。

**【請求項 29】**

前記平行な溝が波状であり、前記上縁部及び前記下縁部と整列されている、請求項 28 に記載の構造化された充填材シート。

**【請求項 30】**

前記隆起構造の前記山部の各々が円錐形状であり、前記構造化された充填材シートの前記対向する面上の前記陥凹構造のうちの 1 つの円錐形状の終端によって形成される、請求項 28 又は 29 に記載の構造化された充填材シート。

**【請求項 31】**

前記隆起構造の前記山部の各々が隆線形状であり、前記構造化された充填材シートの前記対向する面上の前記陥凹構造のうちの 1 つの隆線形状の終端によって形成される、請求項 28 又は 29 に記載の構造化された充填材シート。

**【請求項 32】**

前記マイクロチャネルのうちの 2 つが、15～140 度の範囲の交差角で、各陥凹構造において互いに斜めに延在する、請求項 28～31 のいずれか一項に記載の構造化された充填材シート。

**【請求項 33】**

前記下縁部がスカラップ状である、請求項 28～32 のいずれか一項に記載の構造化された充填材シート。

**【請求項 34】**

前記マイクロチャネルが、20～75 度の範囲の角度で前記波形谷部と交差する、請求項 28～33 のいずれか一項に記載の構造化された充填材シート。

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】**

**【0001】**

10

20

30

40

50

本発明は、全般的に物質移動カラムに関し、特にこのようなカラム内の流体間の物質及び熱の移動を促進するために使用される構造化された充填材に関する。

【背景技術】

【0002】

物質移動カラムは、特定の組成物及び／又は温度の製品流を提供するために、少なくとも2つの流体流に接触するように構成される。本明細書で使用するとき、用語「物質移動カラム」は、物質及び／又は熱の移動が主目的であるカラムを包含することを意図する。多成分蒸留及び吸収用途で利用されるものなど、気相流を液相流に接触させる物質移動カラムがあるが、抽出カラムなど、異なる密度の2つの液相間の接触を促進するように設計される他の物質移動カラムもあり得る。多くの場合、物質移動カラムは、通常、カラム内に配置された複数の物質移動表面に沿って、上昇蒸気流又は上昇液体流を下降液体流に接触させるように構成される。一般に、これらの移動表面は、2つの流体相間の密接な接触を促進するように構成されたカラムの内部容積内に配設された構造によって画定される。これらの移動表面の結果として、2つの相間で移動する物質及び熱の速度及び／又は程度が向上する。

10

【0003】

構造化された充填材は、熱及び／又は物質移動表面を提供するためにカラムで使用される。構造化された充填材の1つのタイプは、交互の山部及び谷部からなる波形を形成する複数のクリンプシートを使用する。波形の構造化された充填材シートは、互いに直立した平行関係に位置決めされ、各シートの波形は、カラムの長手方向軸に対してある角度で、かつ交差関係で各隣接シートの波形に対してある角度で延在するように配列されている。構造化された充填材シートは、共に接合されて構造化された充填材モジュールを形成し、流体通路は交差波形の谷部に形成される。構造化された充填材モジュールは、カラムの水平内部断面を充填する構造化された充填材層を形成してもよく、又は構造化された充填材モジュールは、構造化された充填材層を形成するために、端から端まで並列に位置決めされた個々のブリックの形態であってもよい。複数の構造化された充填材層は、通常、隣接する構造化された充填材層内のシートに対して、1つの層のシートの向きを回転させて互いの上に積み重ねられる。

20

【0004】

構造化された充填材シートの表面全体に液相が拡散するのを促進し、それによって、蒸気相及び液相が構造化された充填材層を通過する際に蒸気相と液相間の物質及びエネルギー移動を最大限にするために、構造化された充填材シートには様々なタイプの表面テクスチャ加工が適用されている。単一のタイプの表面テクスチャ加工は、通常、構造化された充填材シートの表面積全体に適用される。表面テクスチャ加工の1つのタイプは、構造化された充填材シートの上縁部及び底縁部に平行な横方向に延在する溝を使用する。構造化された充填材シートが水平でない場合、溝は水平位置から傾斜し、溝に沿って移動する液体は、優先的に一方向に流れ、液体の不均等分配及び物質移動効率の低下をもたらす。

30

【0005】

通常、溝よりも物質移動効率が高い別のタイプの表面テクスチャ加工は、陥凹構造及び隆起構造の均一なグリッドを含み、各陥凹構造は、隆起構造によって隣接する陥凹構造から分離されている。構造化された充填材シートの1つの面上の陥凹構造が、構造化された充填材シートの対向する面上の隆起構造を形成し、逆もまた同様である。

40

【0006】

陥凹構造を囲む隆起構造は、山部及び相互接続サドルを含む列を形成し、サドル及び陥凹構造は、マイクロチャネルの列を形成し、それに沿って液体が優先的に流れる。列及びマイクロチャネルは傾斜しており、45度の角度などの角度で構造化された充填材シートの上縁部及び底縁部と交差する。液体の拡散パターンは、これらのマイクロチャネルによって影響されることが見出されている。それらが波形谷部とほぼ整列しているとき、液体が波形谷部に入ると、マイクロチャネルをたどり、波形谷部内に留まる傾向がある。理想的には、液体は、波形山部を越えて流れ、他の波形谷部に入ることによって波形谷部を出

50

ることができ、液体の横方向の拡散を促進することができる。

**【0007】**

したがって、液体が、構造化された充填材の表面全体により均一に広がり、液体と蒸気の相互作用が発生している有効かつ効果的な表面積を増加させ、それにより物質移動効率を向上させることができる構造化された充填材が必要である。

**【発明の概要】**

**【0008】**

一態様では、本発明は、互いに直立した平行関係に位置決めされた複数の構造化された充填材シートを備え、各構造化された充填材シートが、対向する面、上縁部、下縁部、上縁部と下縁部との間のバルク領域、及び波形側壁によって相互接続され、構造化された充填材シートの上縁部及び／又は下縁部に対して斜めの傾斜角を形成する傾斜方向に延在する、交互の山部及び谷部で形成された波形を有し、構造化された充填材シートは、構造化された充填材シートのうちの隣接するシートの波形が互いに斜めに延在するように構築され、かつ配列されている、構造化された充填材モジュールを対象とする。構造化された充填材モジュールは、バルク領域内の陥凹構造及び隆起構造のグリッドであって、各陥凹構造は、隆起構造によって陥凹構造のうちの隣接する構造の一部又は全てから分離されており、隆起構造が山部及び相互接続サドルの列を形成している、グリッドと、陥凹構造のうちの隣接する構造、及び陥凹構造のうちの隣接する構造の各々間に位置決めされている相互接続サドルに沿って延在するマイクロチャネルと、を含む、構造化された充填材シート上の表面テクスチャ加工を更に備える。マイクロチャネルは、20～75度の範囲の角度で波形谷部と交差する。

10

20

**【0009】**

別の態様では、本発明は、上の構造化された充填材モジュールに記載される構造化された充填材シートを対象とする。

**【0010】**

更なる態様では、本発明は、対向する面と、上縁部と、下縁部と、上縁部と下縁部との間のバルク領域と、波形側壁によって相互接続され、上縁部及び／又は下縁部に対して斜めの傾斜角を形成する傾斜方向に延在する、交互の山部及び谷部で形成された波形と、開口部と、を備える、構造化された充填材シートを対象とする。構造化された充填材シートは、上縁部に隣接する上縁部領域及び下縁部に隣接する下縁部領域内の平行な溝と、上縁部及び下縁部に対して斜めに配向されたバルク領域内の平行な溝区間と、バルク領域内、かつ構造化された充填材シートの全表面積の70～95パーセントにわたる、陥凹構造及び隆起構造のグリッドであって、各陥凹構造が、隆起構造によって陥凹構造のうちの隣接する構造の一部又は全てから分離されており、隆起構造が山部及び相互接続サドルの列を形成し、陥凹構造が平行な列に配列され、隆起構造の相互接続サドルが各列内の隣接する陥凹構造を接続している、グリッドと、陥凹構造のうちの隣接する構造、及び陥凹構造のうちの隣接する構造の各々間に位置決めされている相互接続サドルに沿って延在するマイクロチャネルと、を含む、構造化された充填材シート上の表面テクスチャ加工を更に備える。

30

**【図面の簡単な説明】**

**【0011】**

添付の図面は、明細書の一部を形成し、種々の図において同一の構成要素を示すために同一の番号が使用される。

40

**【図1】**本発明の構造化された充填材層がカラム内に積み重ねられた配列で位置決めされていることを示すために、カラムのシェルを垂直断面でとった物質移動カラムの断片的な側面立面図である。

**【図2】**構造化された充填材モジュールの一部分を形成し、開口部を有し、陥凹構造及び隆起構造のグリッドを含む表面テクスチャ加工の一実施形態を有する、4つの波形の構造化された充填材シートの側面斜視図であり、表面テクスチャ加工は、見やすくて、かつ理解しやすいようにシートの特定の部分のみにわたるように代表的に示されているが、実際

50

にはシート全体にわたることができる。

【図3】波形を形成するためにクリンプ操作を受ける前の材料の平坦なシートの正面斜視図であり、材料のシートは、開口部、並びに陥凹構造及び隆起構造のグリッドを含む表面テクスチャ加工の一実施形態を有する。

【図4】構造化された充填材モジュールの一部分を形成し、開口部を有し、溝及び溝区間を含む表面テクスチャ加工の一実施形態を有する、4つの波形の構造化された充填材シートの側面斜視図である。

【図5】波形を形成するためにクリンプ操作を受ける前の平坦な材料シートの正面斜視図であり、材料のシートは、開口部、並びに溝と、溝区間と、陥凹構造及び隆起構造のグリッドとを含む表面テクスチャ加工の一実施形態を有する。

【図6】円錐形状の山部及び谷部を含む陥凹構造及び隆起構造のグリッドの一実施形態の拡大断片図である。

【図6 a】図6の線6 a - 6 aに沿った断面図である。

【図6 b】図6の線6 b - 6 bに沿った断面図である。

【図7】細長い隆線形状の山部及び谷部を含む陥凹構造及び隆起構造のグリッドの一実施形態の拡大断片図である。

【図7 a】図7の線7 a - 7 aに沿った断面図である。

【図7 b】図7の線7 b - 7 bに沿った断面図である。

【図8】円錐形状の山部及び谷部を含み、山部の横列間のサドルがより高く、山部の縦列間のサドルがより低い、陥凹構造及び隆起構造のグリッドの一実施形態の拡大断片図である。

【図8 a】図8の線8 a - 8 aに沿った断面図である。

【図8 b】図8の線8 b - 8 bに沿った断面図である。

#### 【発明を実施するための形態】

##### 【0012】

ここで図面をより詳しく参照するが、最初に図1を参照すると、物質移動及び熱交換プロセスに使用するために好適な物質移動カラムは、全体にわたって番号10で示す。物質移動カラム10は、多角形を含む他の形状が可能であり、本発明の範囲内であるが、概ね円筒形の形状である直立の外部シェル12を含む。シェル12は、任意の好適な直径及び高さを有し、物質移動カラム10の動作中に存在する流体及び条件と不活性であることが望ましいが、又はそうでなければそれらと適合性がある1つ以上の硬質材料で構築される。

##### 【0013】

物質移動カラム10のシェル12は、流体流間で望ましい物質移動及び/又は熱交換が発生する開放内部領域14を画定する。通常は、流体流は1つ以上の上昇蒸気流及び1つ以上の下降液体流を含む。あるいは、流体流は、上昇及び下降の両方の液体流を含んでもよい。流体流は、物質移動カラム10の高さに沿って適切な場所に位置決めされた任意の数のフィードライン(図示せず)を通って物質移動カラム10へ移動する。1つ以上の蒸気流はまた、フィードラインを通ってカラム10に取り入れられるのではなく物質移動カラム10内で生成され得る。物質移動カラム10はまた、典型的に、蒸気産物又は副産物を除去するための架空ライン(図示せず)、及び液体産物又は副産物を物質移動カラム10から除去するための底流分岐ライン(図示せず)を含む。例えば、フィードポイント、サイドドロー、還流ライン、リボイラ、コンデンサ、蒸気ホーン、及び液体分配器などの典型的に存在する他のカラム構成要素は、これらの構成要素の図が本発明の理解のために必要であるとは考えられないため、図面に例示されていない。

##### 【0014】

本発明によれば、個々の構造化された充填材シート18を含む1つ以上の構造化された充填材層16は、開放内部領域14内に位置決めされ、物質移動カラム10の水平内部断面にわたって延在する。例示された実施形態では、4つの構造化された充填材層16が、互いに垂直に積み重ねられた関係で配設されているが、より多くの又はより少ない構造化された充填材層16が提供されてもよいことを理解されたい。一実施形態では、構造化さ

10

20

30

40

50

れた充填材層 16 の各層は、カラム 10 の水平内部断面にわたって完全に延在する单一の構造化された充填材モジュールとして形成される。別の実施形態では、各構造化された充填材層 16 は、ブリックと呼ばれる複数の個々に構造化された充填材モジュール（図示せず）として形成され、端から端まで並列の関係に位置決めされて、物質移動カラム 10 の水平内部断面を充填する。

#### 【 0 0 1 5 】

構造化された充填材層 16 は、シェル 12 に固定された支持リング（図示せず）上、構造化された充填材層 16 の下層上、あるいはグリッド又は他の好適な支持構造体によってなど、物質移動カラム 10 内で各々好適に支持されている。一実施形態では、最下部の構造化された充填材層 16 は、支持構造体上に支持され、上部の構造化された充填材層 16 は、他方の上に積み重ねられ、最下部の構造化された充填材層 16 によって支持される。連続する構造化された充填材層 16 は、典型的には、互いに対しても回転しているため、充填材層 16 のうちの 1 層内の個々の構造化された充填材シート 18 が、充填材層 16 のうちの隣接する層（複数可）内の個々の構造化された充填材シート 18 によって画定された垂直平面に対してある角度で延在する垂直平面内に位置決めされる。この回転角度は、典型的には 45 度又は 90 度であるが、所望であれば他の角度であってもよい。各構造化された充填材要素 16 の高さは、特定の用途に応じて変化してもよい。一実施形態では、高さは、約 50 ~ 約 400 mm の範囲内である。

#### 【 0 0 1 6 】

各構造化された充填材層 16 の構造化された充填材シート 18 は、互いに直立した平行関係で位置決めされる。構造化された充填材シート 18 の各々は、物質移動カラム 10 内で経験された処理条件に耐えるのに十分な強度及び厚さを有する、様々な金属、プラスチック、又はセラミックのいずれかのような好適な硬質材料で構築される。

#### 【 0 0 1 7 】

更に図 2 を参照すると、構造化された充填材シート 18 の各々は、対向する前面 20 及び背面 22、対向する上縁部 24 及び下縁部 26、並びに対向する側縁部 28 及び 30 を呈する。構造化された充填材シート 18 の各々は、関連する構造化された充填材シート 18 の一部又は全てに沿って延在する複数の平行な波形 32 を有する。波形 32 は、交互の山部 34 及び谷部 36 と、山部 34 及び谷部 36 のうちの隣接するものとの間に延在する波形側壁 38 とで形成される。各構造化された充填材シート 18 の前面 20 上の山部 34 は、構造化された充填材シート 18 の反対側又は背面 22 上に谷部 36 を形成する。同様に、各構造化された充填材シート 18 の前面 20 上の谷部 36 は、構造化された充填材シート 18 の背面 22 上に山部 34 を形成する。

#### 【 0 0 1 8 】

例示の実施形態では、構造化された充填材シート 18 の各シートの波形 32 は、構造化された充填材シート 18 の高さ及び幅全体に沿って延在し、ほぼ三角形又は正弦波断面である。各構造化された充填材層 16 内の構造化された充填材シート 18 のうちの隣接するシートは、構造化された充填材シート 18 のうちの 1 つの前面 20 が、隣接する構造化された充填材シート 18 の背面 22 に面するように、対面関係に位置決めされる。隣接する構造化された充填材シート 18 は、構造化された充填材シート 18 の各シートの波形 32 が、構造化された充填材シート 18 のうちの隣接するシート（複数可）内のそれらの波形 32 に交差して、又は交差波形の様式で延在するように、更に配列されている。この配列の結果として、構造化された充填材シート 18 の各シート内の波形 32 は、構造化された充填材シート 18 のうちの各隣接するシートの波形に対して斜めの角度で延在する。構造化された充填材シート 18 の各シートの前面 20 の波形 32 の山部 34 の一部又は全ては、構造化された充填材シート 18 のうちの隣接するシートの背面 22 上の山部 34 と接触するか、あるいは 1 つも接触しなくてもよい。

#### 【 0 0 1 9 】

波形 32 は、構造化された充填材シート 18 の上縁部 24 及び / 又は下縁部 26 に対して傾斜角度を形成する方向に傾斜している。構造化された充填材シート 18 が使用される

10

20

30

40

50

特定の用途の要件に対して選択され得る傾斜角度である。一実施形態では、傾斜角は、25～75度の範囲であってもよい。傾斜角の具体例は、約30°、約45°、及び約60°である。構造化された充填材シート18の上縁部24及び下縁部26は、物質移動カラム10の垂直軸に対して垂直に位置決めされるため、波形32も物質移動カラム10の垂直軸に対して傾斜している。

#### 【0020】

波形32の山部34、谷部36、及び波形側壁38は、通常、図3に示すように、平坦なシート39をクリンププレスに供給することにより自動クリンップロセスで形成される。山部34及び谷部36は、概して、頂点半径によって画定され得る湾曲した弧として形成される。一般に、頂点半径が増加するにつれて、山部34及び谷部36の曲率の弧が増加し、所定の比表面積の場合、山部34と谷部36との間の波形側壁38の長さが逆に減少する。各波形32の2つの波形側壁38は、頂角を形成する。頂点半径、頂角、充填材のクリンプ高さ、及び山部34から山部34の長さは相互に関連しており、所望の形状及び比表面積を達成するように変えることができる。一般に、クリンプ高さが低くなると、各構造化された充填材層16(又はモジュール)内に収容されている構造化された充填材シート18の数、及び関連する比表面積は増加する。

10

#### 【0021】

構造化された充填材シート18の一部又は全てには、構造化された充填材層16内の蒸気及び液体分配を容易にするために、構造化された充填材シート18を通って延在する複数の開口部40が設けられてもよい。各開口部40は、関連する充填材シート18を通る流体の通過を可能にするための開放領域を提供する。開口部40は、通常、構造化された充填材シート18上に均一に分布している。

20

#### 【0022】

構造化された充填材シート18の前面20及び/又は背面22は、1つ以上の異なるタイプの表面テクスチャ加工を含み、拡散を促進し、それによって、上昇流体流と下降流体流との間の接触を最大化する。図2に示す一実施形態では、表面テクスチャ加工は、構造化された充填材シート18の前面20及び背面22のバルク領域内の陥凹構造44及び隆起構造46のグリッドを含む。波形32が見やすいように、陥凹構造44及び隆起構造46のグリッドのいくつかの代表的な領域のみが図2に示されているが、グリッドは、所望の物質移動効率を達成するために構造化された充填材シート18の表面積全体又はその十分な部分にわたることができますことを理解されたい。一実施形態におけるバルク領域は、構造化された充填材シート18の上縁部24と下縁部26との間に位置付けられている。

30

#### 【0023】

各陥凹構造44は、隆起構造46によって陥凹構造44のうちの隣接する構造の一部又は全てから分離されている。陥凹構造44は、平行な列に配列されており、正方形、菱形、三角形又は他のパターンで位置付けられてもよい。隆起構造46は、山部48及び相互接続サドル50を含む。山部48は、図6、図6a、及び図6b並びに図8、図8a、及び図8bに示すようにほぼ円錐形状であってもよく、又は山部は図7、図7a、図7bに示すように隆線形状を形成するために細長くてもよい。他の形状及び/又は構成が可能であり、本発明の範囲内である。通常、前面20上の隆起構造46の少なくとも一部分は、背面22上の陥凹構造44の少なくとも一部分によって形成され、逆もまた同様である。したがって、円錐形状の山部48の各々は、構造化された充填材シート18の対向する面20又は22上の陥凹構造44のうちの1つの円錐形状の終端によって形成されてもよい。同様に、隆線形状の山部48の各々は、構造化された充填材シート18の対向する面20又は22上の陥凹構造44のうちの1つの隆線形状の終端によって形成されてもよい。

40

#### 【0024】

表面テクスチャ加工は、陥凹構造44のうちの隣接する構造、及び陥凹構造44のうちの隣接する構造間に位置決めされている隆起構造46の相互接続サドル50に沿って延在する、矢印52によって指定されたマイクロチャネルを含む。これらのマイクロチャネル52は、波形谷部36に平行又はほぼ平行に延在するのではなく交差して、構造化された

50

充填材シート18の前面20及び背面22にわたる液体の拡散を促進する。構造化された充填材シート18の上縁部24及び/又は下縁部26に対するマイクロチャネル52の交差角、したがって波形谷部36に対するマイクロチャネル52の配向は、前面20及び背面22での液体の拡散を最適化するように選択される。

#### 【0025】

一実施形態では、マイクロチャネル52は、20～75度の範囲の角度で波形谷部36と交差し、交差角は、波形谷部36とマイクロチャネル52との間に形成された可能性のある交差角の最小であると理解される。他の実施形態では、角度は、25～70度又は30～65度の範囲であってもよい。図3に示す実施形態に見られるように、交差マイクロチャネル52は、波形の構造化された充填材シート18のうちの1シートを形成するために、クリンプ操作を受ける前の材料の平坦なシート54において、上縁部24及び下縁部26並びに側縁部28及び30にほぼ平行にそれぞれ配向され得る。

10

#### 【0026】

マイクロチャネル52のうちの2つは、ある交差角で各陥凹構造44において互いに斜めに延在している。一実施形態における交差角は、50～140度の範囲であり得る。他の実施形態では、交差角は、70～130度又は85～95度の範囲であってもよい。マイクロチャネル52は、図6に示すように直線的に延在してもよく、図7に示すようにジグザグ状に延在してもよく、又は図8に示すように他の様式で延在してもよい。例えば、図8の実施形態では、隆起構造46の相互接続サドル50は、流体流動に対する障壁をより多く形成する山部48の横列間でより高く、流体流動に対する障壁をより少なく形成する山部48の縦列間でより低くなり、その結果、より多くの流体が山部48の横列間のマイクロチャネル52内を流れる。

20

#### 【0027】

別の実施形態では、表面テクスチャ加工は、構造化された充填材シート26の上縁部24に隣接する上縁部領域及び下縁部26に隣接する下縁部領域の一方又は両方において、図4に示すように、1つ以上の平行な溝56の列を含む。溝56は、液体が上の構造化された充填材層16から受け入れられ、液体が下の構造化された充填材層16に送達されるときに、液体を横方向に分配する役割を果たす。溝56の列は、上縁部24及び下縁部26と整列され、側縁部28と30との間で連続的に延在してもよい。溝56は、構造化された充填材層16の製造誤差又は不完全な設置のために、上縁部24及び下縁部26が正確に水平に延在していない状況でも液体の横方向の分配を促進するために波状、又はそうでなければ非線形であってもよい。溝56を上縁部領域に位置決めすることにより、1つの構造化された充填材層16から別の構造化された充填材層に移送される液体の任意の不均等分配を部分的又は完全に整流することができる。同様に、溝56を下縁部領域に位置決めすることにより、液体が1つの構造化された充填材層16から別の構造化された充填材層に下降する前に、液体の任意の不均等分配を整流する役割を果たす。

30

#### 【0028】

溝56の一実施形態では、それらは、低振幅正弦波に近似する。上縁部領域の溝56の数は、下縁部領域の数と同じであっても異なっていてもよい。一実施形態では、溝56の列の数は、上縁部領域及び下縁部領域の各々において、1～10の範囲である。

40

#### 【0029】

表面テクスチャ加工の別の実施形態では、溝56は、陥凹構造44及び隆起構造46のグリッドと組み合わせて、又は任意の他のタイプの従来の若しくは非従来の構造若しくは他の表面テクスチャ加工と組み合わせて使用されてもよい。陥凹構造44及び隆起構造46のグリッドは、一般に、溝56よりも高い物質移動効率を有し、構造化された充填材シート18の表面積の大部分は、陥凹構造44及び隆起構造46を含んでもよい。一実施形態では、陥凹構造44及び隆起構造46は、構造化された充填材シート18の全表面積の70～95%にわたりし、溝は全表面積の5～30%にわたる。

#### 【0030】

表面テクスチャ加工の更なる実施形態では、平行な溝区間58の列の1つ以上の領域は

50

、バルク領域を通って流れるときの液体の任意の不均等分配の補正を促進するために、バルク領域内に位置決めされてもよい。一実施形態では、これらの溝区間58は、構造化された充填材シート18の上縁部24及び／又は下縁部26を基準にして斜めに延在するよう配向される。溝区間58は、上縁部24及び／又は下縁部26を基準にして配向される。一実施形態では、溝区間58は、上縁部24及び／又は下縁部26に対して0～25度、5～15度、又は7～10度の角度で配向される。平行な溝区間の列の数は1～10の範囲であり、平行な溝区間58の列を含む領域の数は1～5の範囲である。溝区間58は、陥凹構造44及び隆起構造46のグリッド、並びに溝56の両方と組み合わせて、一部の用途で使用されてもよい。他の用途では、溝区間58は、陥凹構造44及び隆起構造46のグリッドのみに使用されてもよい。これらの用途では、溝区間58の領域は、別の方法で陥凹構造44及び隆起構造46によって占有されているバルク領域の表面積の5～30パーセントを占有してもよい。

#### 【0031】

一実施形態では、構造化された充填材シート18の下縁部26はまた、液体分配を促進するためのスカラップ形状を含んでもよい。

#### 【0032】

以上により、本発明は、その構造に固有である他の利点と共に上記の本明細書の目的及び目標を全て実現するようによく適合された発明であることがわかるであろう。

#### 【0033】

特定の機能及び部分的組み合わせは有用なものであり、他の機能及び部分的組み合わせと関係なく使用され得ることが理解されるだろう。これは本発明の範囲によって想到されるものであり、本発明の範囲内である。

#### 【0034】

本発明の範囲から逸脱することなく多くの考えられる実施形態が本発明から作られてよいため、本明細書に記載された又は添付図面に示された全ての事項は例示として解釈されるべきで、限定する趣旨ではないことが理解されるべきである。

#### 【0035】

以下、本発明より導かれる実施形態の例を列挙する。

#### 【0036】

1. 構造化された充填材モジュールであって、互いに直立した平行関係に位置決めされた複数の構造化された充填材シートであって、各構造化された充填材シートが、対向する面、上縁部、下縁部、上縁部と下縁部との間のバルク領域、及び波形側壁によって相互接続され、構造化された充填材シートの上縁部及び／又は下縁部に対して斜めの傾斜角を形成する傾斜方向に延在する、交互の山部及び谷部で形成された波形を有し、構造化された充填材シートは、構造化された充填材シートのうちの隣接するシートの波形が互いに斜めに延在するように構築され、かつ配列されている、複数の構造化された充填材シートと、構造化された充填材シート上の表面テクスチャ加工と、を備え、表面テクスチャ加工が、バルク領域内の陥凹構造及び隆起構造のグリッドであって、各陥凹構造が、隆起構造によって陥凹構造のうちの隣接する構造の一部又は全てから分離されており、隆起構造が山部及び相互接続サドルの列を形成している、グリッドと、陥凹構造のうちの隣接する構造、及び陥凹構造のうちの隣接する構造の各々間に位置決めされている相互接続サドルに沿って延在するマイクロチャネルであって、マイクロチャネルが、20～75度の範囲の角度で波形谷部と交差する、マイクロチャネルと、を含む、構造化された充填材モジュール。

#### 【0037】

2. 表面テクスチャ加工が、上縁部に隣接する上縁部領域及び下縁部に隣接する下縁部領域の一方又は両方に平行な溝を含む、1に記載の構造化された充填材モジュール。

#### 【0038】

3. 平行な溝が波状であり、上縁部領域及び下縁部領域の両方に存在する、2に記載の構造化された充填材モジュール。

#### 【0039】

10

20

30

40

50

4 . 陥凹構造が平行な列に配列され、隆起構造の相互接続サドルが各列内の隣接する陥凹構造を接続している、3に記載の構造化された充填材モジュール。

**【 0 0 4 0 】**

5 . 隆起構造の山部の各々が円錐形状であり、構造化された充填材シートの対向する面上の陥凹構造のうちの1つの円錐形状の終端によって形成される、4に記載の構造化された充填材モジュール。

**【 0 0 4 1 】**

6 . 隆起構造の山部の各々が隆線形状であり、構造化された充填材シートの対向する面上の陥凹構造のうちの1つの隆線形状の終端によって形成される、4に記載の構造化された充填材モジュール。

10

**【 0 0 4 2 】**

7 . マイクロチャネルが、25 ~ 70度の範囲の角度で波形谷部と交差する、4に記載の構造化された充填材モジュール。

**【 0 0 4 3 】**

8 . マイクロチャネルのうちの2つが、50 ~ 140度の範囲の交差角で、各陥凹構造において互いに斜めに延在する、4に記載の構造化された充填材モジュール。

**【 0 0 4 4 】**

9 . 交差角が70 ~ 130度の範囲である、8に記載の構造化された充填材モジュール。

**【 0 0 4 5 】**

10 . マイクロチャネルが直線的に延在する、4に記載の構造化された充填材モジュール。

20

**【 0 0 4 6 】**

11 . マイクロチャネルがジグザグ状に延在する、4に記載の構造化された充填材モジュール。

**【 0 0 4 7 】**

12 . 表面テクスチャ加工が、上縁部及び下縁部に対して斜めに配向されたバルク領域内の平行な溝区間を含む、1に記載の構造化された充填材モジュール。

**【 0 0 4 8 】**

13 . 下縁部がスカラップ状である、1に記載の構造化された充填材モジュール。

**【 0 0 4 9 】**

14 . 構造化された充填材シート内に開口部を含む、1に記載の構造化された充填材モジュール。

30

**【 0 0 5 0 】**

15 . 各陥凹構造が、隆起構造によって陥凹構造のうちの隣接する構造の全てから分離されている、1に記載の構造化された充填材モジュール。

**【 0 0 5 1 】**

16 . 陥凹構造及び隆起構造のグリッドが、各構造化された充填材シートの全表面積の70 ~ 95%にわたる、1に記載の構造化された充填材モジュール。

**【 0 0 5 2 】**

17 . 構造化された充填材シートであって、対向する面と、上縁部と、下縁部と、上縁部と下縁部との間のバルク領域と、波形側壁によって相互接続され、上縁部及び / 又は下縁部に対して斜めの傾斜角を形成する傾斜方向に延在する、交互の山部及び谷部で形成された波形と、構造化された充填材シート上の表面テクスチャ加工と、を備え、表面テクスチャ加工が、バルク領域内の陥凹構造及び隆起構造のグリッドであって、各陥凹構造が、隆起構造によって陥凹構造のうちの隣接する構造の一部又は全てから分離されており、隆起構造が山部及び相互接続サドルの列を形成している、グリッドと、陥凹構造のうちの隣接する構造、及び陥凹構造のうちの隣接する構造の各々間に位置決めされている相互接続サドルに沿って延在するマイクロチャネルであって、20 ~ 75度の範囲の角度で波形谷部と交差する、マイクロチャネルと、を含む、構造化された充填材シート。

40

**【 0 0 5 3 】**

50

18. 表面テクスチャ加工が、上縁部に隣接する上縁部領域及び下縁部に隣接する下縁部領域の一方又は両方に平行な溝を含む、17に記載の構造化された充填材シート。

**【0054】**

19. 平行な溝が波状であり、上縁部領域及び下縁部領域の両方に存在する、18に記載の構造化された充填材シート。

**【0055】**

20. 陥凹構造が平行な列に配列され、隆起構造の相互接続サドルが各列内の隣接する陥凹構造を接続している、17に記載の構造化された充填材シート。

**【0056】**

21. 隆起構造の山部の各々が円錐形状であり、構造化された充填材シートの対向する面上の陥凹構造のうちの1つの円錐形状の終端によって形成される、20に記載の構造化された充填材シート。 10

**【0057】**

22. 隆起構造の山部の各々が隆線形状であり、構造化された充填材シートの対向する面上の陥凹構造のうちの1つの隆線形状の終端によって形成される、20に記載の構造化された充填材シート。

**【0058】**

23. マイクロチャネルが、25～70度の範囲の角度で波形谷部と交差する、20に記載の構造化された充填材シート。

**【0059】**

24. マイクロチャネルのうちの2つが、50～140度の範囲の交差角で、各陥凹構造において互いに斜めに延在する、20に記載の構造化された充填材シート。 20

**【0060】**

25. マイクロチャネルが直線的に延在する、20に記載の構造化された充填材シート。

**【0061】**

26. マイクロチャネルがジグザグ状に延在する、20に記載の構造化された充填材シート。

**【0062】**

27. 表面テクスチャ加工が、上縁部及び下縁部に対して斜めに配向されたバルク領域内の平行な溝区間を含む、17に記載の構造化された充填材シート。 30

**【0063】**

28. 下縁部がスカラップ状である、17に記載の構造化された充填材シート。

**【0064】**

29. 構造化された充填材シート内に開口部を含む、17に記載の構造化された充填材シート。

**【0065】**

30. 各陥凹構造が、隆起構造によって陥凹構造のうちの隣接する構造の全てから分離されている、17に記載の構造化された充填材シート。

**【0066】**

31. 陥凹構造及び隆起構造のグリッドが、構造化された充填材シートの全表面積の70～95%にわたる、17に記載の構造化された充填材モジュール。 40

**【0067】**

32. 構造化された充填材シートであって、対向する面と、上縁部と、下縁部と、上縁部と下縁部との間のバルク領域と、波形側壁によって相互接続され、上縁部及び/又は下縁部に対して斜めの傾斜角を形成する傾斜方向に延在する、交互の山部及び谷部で形成された波形と、開口部と、構造化された充填材シート上の表面テクスチャ加工と、を備え、表面テクスチャ加工が、上縁部に隣接する上縁部領域及び下縁部に隣接する下縁部領域内の平行な溝と、上縁部及び下縁部に対して斜めに配向されたバルク領域内の平行な溝区間と、バルク領域内、かつ構造化された充填材シートの全表面積の70～95パーセントにわたる陥凹構造及び隆起構造のグリッドであって、各陥凹構造が、隆起構造によって陥凹

10

20

30

40

50

構造のうちの隣接する構造の一部又は全てから分離されており、隆起構造が山部及び相互接続サドルの列を形成し、陥凹構造が平行な列に配列され、隆起構造の相互接続サドルが各列内の隣接する陥凹構造を接続している、グリッドと、陥凹構造のうちの隣接する構造、及び陥凹構造のうちの隣接する構造の各々間に位置決めされている相互接続サドルに沿って延在するマイクロチャネルと、を含む、構造化された充填材シート。

【0068】

33. 平行な溝が波状であり、上縁部及び下縁部と整列されている、32に記載の構造化された充填材シート。

【0069】

34. 隆起構造の山部の各々が円錐形状であり、構造化された充填材シートの対向する面上の陥凹構造のうちの1つの円錐形状の終端によって形成される、32に記載の構造化された充填材シート。 10

【0070】

35. 隆起構造の山部の各々が隆線形状であり、構造化された充填材シートの対向する面上の陥凹構造のうちの1つの隆線形状の終端によって形成される、32に記載の構造化された充填材シート。

【0071】

36. マイクロチャネルのうちの2つが、15～140度の範囲の交差角で、各陥凹構造において互いに斜めに延在する、32に記載の構造化された充填材シート。

【0072】

37. マイクロチャネルが直線的に延在する、32に記載の構造化された充填材シート。 20

【0073】

38. マイクロチャネルがジグザグ状に延在する、32に記載の構造化された充填材シート。

【0074】

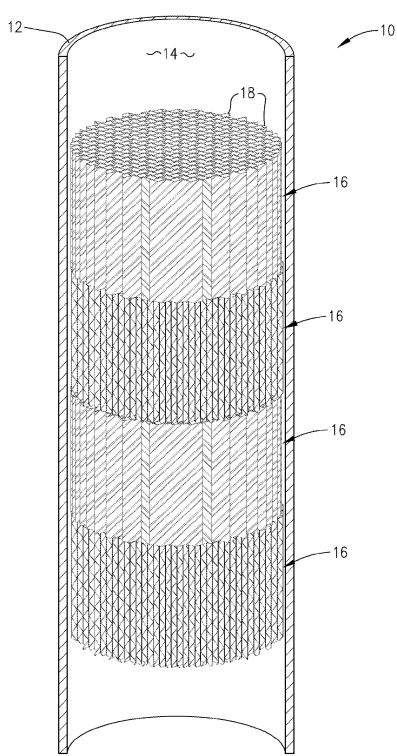
39. 下縁部がスカラップ状である、32に記載の構造化された充填材シート。

【0075】

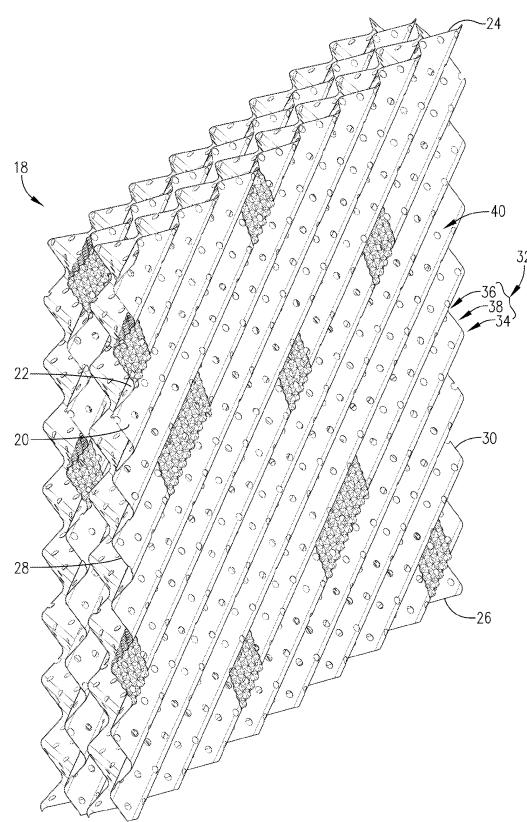
40. マイクロチャネルが、20～75度の範囲の角度で波形谷部と交差する、32に記載の構造化された充填材シート。 30

## 【図面】

## 【図 1】



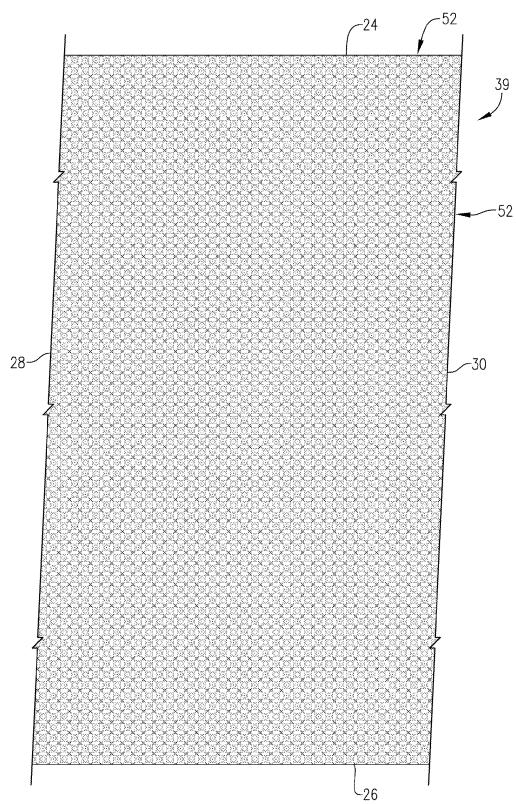
## 【図 2】



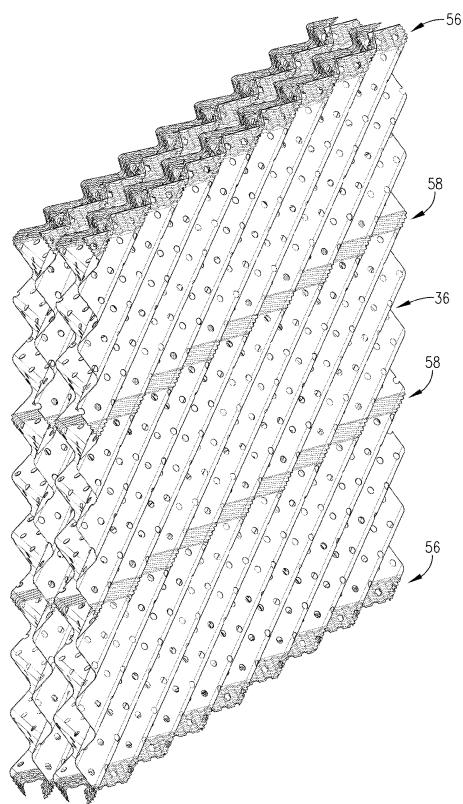
10

20

## 【図 3】



## 【図 4】

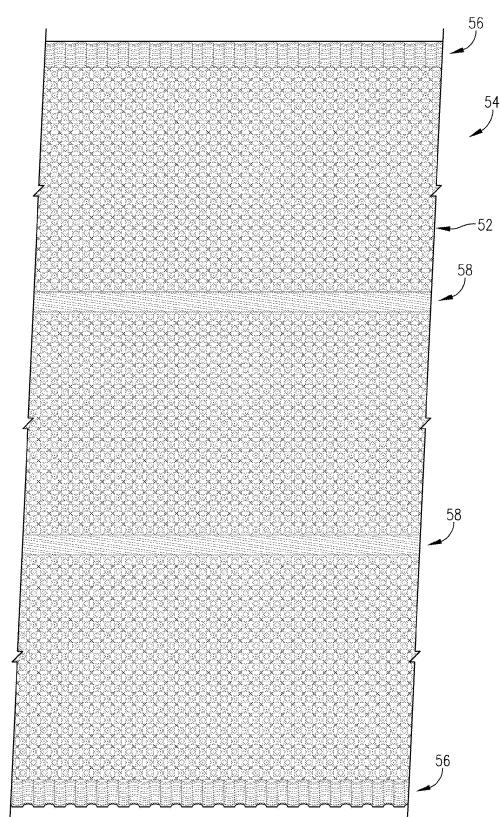


30

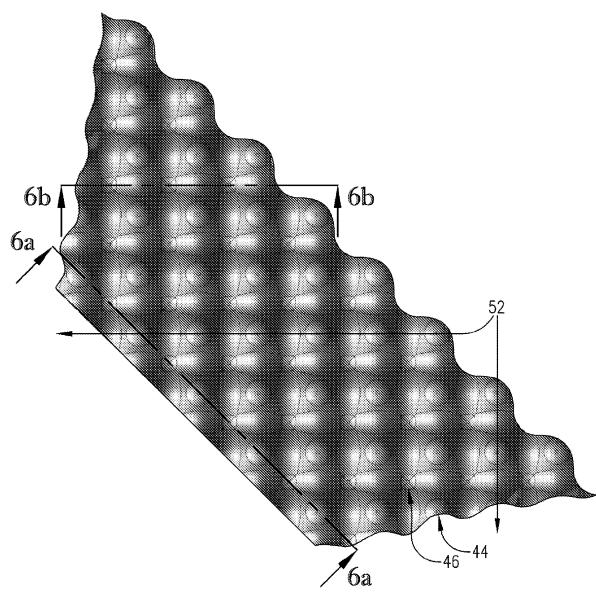
40

50

【図 5】



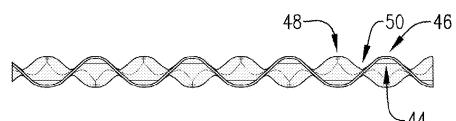
【図 6】



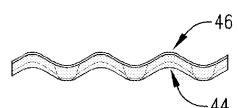
10

20

【図 6 a】



【図 6 b】

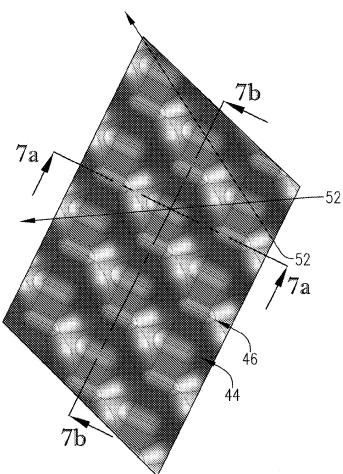


30

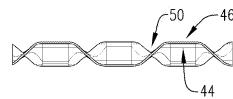
40

50

【図 7】

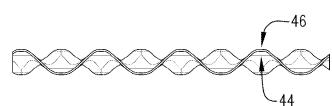


【図 7 a】

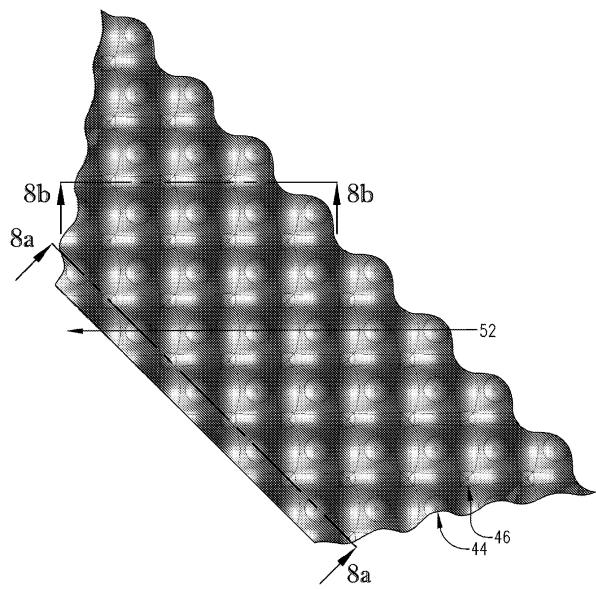


10

【図 7 b】



【図 8】



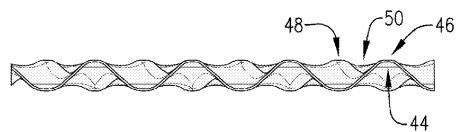
20

30

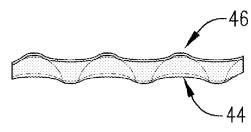
40

50

【図 8 a】



【図 8 b】



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

ト ノース 4111

審査官 塩谷 領大

(56)参考文献 特開昭63-305901(JP,A)

特開平08-042994(JP,A)

特開昭54-015554(JP,A)

特開平10-043582(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B01J 19/00 - 19/32

B01D 1/00 - 8/00

B01D 53/14 - 53/18