

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7703533号  
(P7703533)

(45)発行日 令和7年7月7日(2025.7.7)

(24)登録日 令和7年6月27日(2025.6.27)

(51)国際特許分類	F I		
D 0 4 H 1/4218(2012.01)	D 0 4 H	1/4218	
D 0 4 H 1/587(2012.01)	D 0 4 H	1/587	
F 1 6 L 59/02 (2006.01)	F 1 6 L	59/02	
E 0 4 B 1/76 (2006.01)	E 0 4 B	1/76	5 0 0 H
E 0 4 B 1/80 (2006.01)	E 0 4 B	1/80	A

請求項の数 19 (全27頁)

(21)出願番号	特願2022-531624(P2022-531624)	(73)特許権者	507220187 オウエンス コーニング インテレクチュ アル キャピタル リミテッド ライアビ リティ カンパニー アメリカ合衆国 オハイオ州 4 3 6 5 9 トレード ワン オウエンス コーニング パ ークウェイ (番地なし)
(86)(22)出願日	令和2年12月8日(2020.12.8)	(74)代理人	100094569 弁理士 田中 伸一郎
(65)公表番号	特表2023-504433(P2023-504433 A)	(74)代理人	100103610 弁理士 吉 田 和彦
(43)公表日	令和5年2月3日(2023.2.3)	(74)代理人	100109070 弁理士 須田 洋之
(86)国際出願番号	PCT/US2020/063699	(74)代理人	倉澤 伊知郎
(87)国際公開番号	WO2021/118952		
(87)国際公開日	令和3年6月17日(2021.6.17)		
審査請求日	令和5年11月14日(2023.11.14)		
(31)優先権主張番号	62/945,313		
(32)優先日	令和1年12月9日(2019.12.9)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ガラス繊維断熱製品

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

繊維断熱バットであって、  
 複数のランダムに配向されたガラス繊維と、  
 前記ガラス繊維をひとまとめに保持する硬化済みのバインダ組成物と、を含み、  
 前記バインダ組成物は、水性バインダ組成物として形成され、この水性バインダ組成物  
 は、高分子ポリカルボキシル酸基を主成分とする架橋剤と、少なくとも4つのヒドロキシル基  
を備えた単量体ポリオールと、を含み、前記単量体ポリオールの前記ヒドロキシル基  
に対する、前記架橋剤のカルボキシル酸基のモル比が0.60/1~1/0.6であり、  
 硬化前の前記バインダ組成物は、酸性pHと、25の温度で300cP~500cPの  
 粘度と、を有し、  
 前記バインダ組成物の量は、前記繊維断熱バットの重量で2%から6%までの範囲にあ  
 り、  
 前記繊維断熱バットのR値は、10から54までの範囲にあり、  
 前記ガラス繊維は、8HT(2.03μm)から12HT(3.04μm)までの範囲  
 にある平均繊維直径を有し、  
 前記繊維断熱バットは、硬化後、非圧縮状態において0.30pcf(0.006g/cm<sup>3</sup>)から2.7pcf(0.054g/cm<sup>3</sup>)までの範囲にある密度を有する、繊維  
 断熱バット。

【請求項 2】

前記繊維断熱バットは、2インチ(5.1cm)から18インチ(45.72cm)までの範囲にある厚さを有し、前記繊維断熱バットは、前記ランダムに配向されたガラス繊維の単一のプライで形成されている、請求項1記載の繊維断熱バット。

【請求項3】

前記繊維断熱バットは、2インチ(5.1cm)から18インチ(45.72cm)までの範囲にある厚さを有し、前記繊維断熱バットは、前記ランダムに配向されたガラス繊維の2枚以下のプライで形成されている、請求項1記載の繊維断熱バット。

【請求項4】

前記水性バインダ組成物は、ポリアクリル酸、ポリビニルアルコール、ソルビトール及び次亜リン酸ナトリウムを含む、請求項1記載の繊維断熱バット。

10

【請求項5】

前記繊維断熱バットのR値は、10から16までの範囲にある、請求項1記載の繊維断熱バット。

【請求項6】

前記繊維断熱バットのR値は、32から54までの範囲にある、請求項1記載の繊維断熱バット。

【請求項7】

前記繊維断熱バットは、非圧縮状態厚さが2インチ(5.1cm)から3.5インチ(8.9cm)までの範囲にあるバットであり、前記バットのR値は、11以上であり、前記バットの密度は、 $0.44 \text{ pcf } (0.0088 \text{ g/cm}^3)$ 以下である、請求項1記載の繊維断熱バット。

20

【請求項8】

前記繊維断熱バットは、非圧縮状態厚さが2インチ(5.1cm)から3.5インチ(8.9cm)までの範囲にあるバットであり、前記バットのR値は、13以上であり、前記バットの密度は、 $0.69 \text{ pcf } (0.0138 \text{ g/cm}^3)$ 以下である、請求項1記載の繊維断熱バット。

【請求項9】

前記繊維断熱バットは、非圧縮状態厚さが2インチ(5.1cm)から3.5インチ(8.9cm)までの範囲にあるバットであり、前記バットのR値は、15以上であり、前記バットの密度は、 $1.41 \text{ pcf } (0.0282 \text{ g/cm}^3)$ 以下である、請求項1記載の繊維断熱バット。

30

【請求項10】

前記繊維断熱バットは、非圧縮状態厚さが2インチ(5.1cm)から6.25インチ(15.88cm)までの範囲にあるバットであり、前記バットのR値は、19以上であり、前記バットの密度は、 $0.41 \text{ pcf } (0.0082 \text{ g/cm}^3)$ 以下である、請求項1記載の繊維断熱バット。

【請求項11】

前記繊維断熱バットは、非圧縮状態厚さが2インチ(5.1cm)から5.5インチ(14.0cm)までの範囲にあるバットであり、前記バットのR値は、20以上であり、前記バットの密度は、 $0.65 \text{ pcf}$ 以下( $0.013 \text{ g/cm}^3$ )である、請求項1記載の繊維断熱バット。

40

【請求項12】

前記繊維断熱バットは、非圧縮状態厚さが2インチ(5.1cm)から5.5インチ(14.0cm)までの範囲にあるバットであり、前記バットのR値は、21以上であり、前記バットの密度は、 $0.75 \text{ pcf } (0.015 \text{ g/cm}^3)$ 以下である、請求項1記載の繊維断熱バット。

【請求項13】

前記繊維断熱バットは、非圧縮状態厚さが2インチ(5.1cm)から9.5インチ(24.1cm)までの範囲にあるバットであり、前記バットのR値は、30以上であり、前記バットの密度は、 $0.45 \text{ pcf } (0.009 \text{ g/cm}^3)$ 以下である、請求項1記載

50

の繊維断熱バット。

【請求項 14】

前記繊維断熱バットは、非圧縮状態厚さが12.0インチ(30.48cm)のバットであり、前記バットのR値は、38以上であり、前記バットの密度は、 $0.45 \text{ pcf}$  ( $0.009 \text{ g/cm}^3$ )以下である、請求項1記載の繊維断熱バット。

【請求項 15】

前記繊維断熱バットは、非圧縮状態厚さが2インチ(5.1cm)から14.0インチ(35.6cm)までの範囲にあるバットであり、前記バットのR値は、49以上であり、前記バットの密度は、 $0.57 \text{ pcf}$  ( $0.0114 \text{ g/cm}^3$ )以下である、請求項1記載の繊維断熱バット。

10

【請求項 16】

前記繊維断熱バットは、非圧縮状態厚さが2インチ(5.1cm)から3.5インチ(8.9cm)までの範囲にあるバットであり、前記バットのR値は、11以上であり、前記バットの密度は、 $0.13 \text{ pcf}$  ( $0.0026 \text{ g/cm}^3$ )以下である、請求項1記載の繊維断熱バット。

【請求項 17】

前記繊維断熱バットは、30°以下のスチフネスを有するバットである、請求項1記載の繊維断熱バット。

【請求項 18】

躯体であって、  
複数の互いに平行であって互いに間隔を置いて配置された骨組部材と、  
前記骨組部材のうちの2つの間に受け入れられるガラス繊維断熱バットと、を有し、前記ガラス繊維断熱バットは、

20

複数のランダムに配向されたガラス繊維と、

前記ガラス繊維をひとまとめに保持する硬化済みのバインダ組成物と、を含み、

前記バインダ組成物は、水性バインダ組成物として形成され、この水性バインダ組成物は、高分子ポリカルボキシル酸基を主成分とする架橋剤と、少なくとも4つのヒドロキシル基を備えた単量体ポリオールと、を含み、前記単量体ポリオールの前記ヒドロキシル基に対する、前記架橋剤のカルボキシル酸基のモル比が0.60/1~1/0.6であり、硬化前の前記バインダ組成物は、酸性pHと、25の温度で300cP~500cPの粘度と、を有し、

30

前記ガラス繊維は、8HT(2.03 $\mu\text{m}$ )から12HT(3.04 $\mu\text{m}$ )までの範囲にある平均繊維直径を有し、

前記繊維断熱バットは、硬化後、非圧縮状態において $0.30 \text{ pcf}$  ( $0.006 \text{ g/cm}^3$ )から $2.7 \text{ pcf}$  ( $0.054 \text{ g/cm}^3$ )までの範囲にある密度、及び、45°以下のスチフネスを有し、

前記バインダ組成物の量は、前記繊維断熱バットの重量で2%から10%までの範囲にあり、

前記繊維断熱バットのR値は、10から54までの範囲にある、躯体。

【請求項 19】

前記ガラス繊維断熱バットは、非圧縮状態厚さが2インチ(5.1cm)から3.5インチ(8.9cm)までの範囲にあり、前記ガラス繊維断熱バットのR値は、11以上であり、前記ガラス繊維断熱バットの密度は、 $0.44 \text{ pcf}$  ( $0.0088 \text{ g/cm}^3$ )以下である、請求項19記載の躯体。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は、一般に、ガラス繊維断熱製品、特に小径の繊維で作られたガラス繊維断熱製品に関する。

【0002】

50

## 〔関連出願の参照〕

本願は、2019年12月9日に本願された米国特許仮出願第62/945,313号の優先権及び権益主張出願であり、この米国特許仮出願を参照により引用し、その記載内容全体を本明細書の一部とする。

## 【背景技術】

## 【0003】

「繊維断熱製品」という用語は、一般に用いられており、かかる繊維断熱製品は、種々の組成物、種々の製造物品、及び種々の製造プロセスを含む。鉱物繊維（例えば、ガラス繊維）は、断熱製品及び不織マットの状態でもって常用されている。繊維断熱は、典型的には、ポリマー、ガラス、又は他の鉱物の溶融組成物を繊維化し、そして繊維化装置、例えば回転スピナから繊維を紡糸することによって製造される。断熱製品を成形するため、回転スピナにより作られた繊維をスピナからブロワによってコンベヤに向かって下方に引く。繊維が下方に動いているときに、バインダ材料を繊維に吹き付け、そして繊維をコンベヤ上に高口フトの連続ブランケットの状態に集める。バインダ材料は、包装後の復元のためのレジリエンスを断熱製品に与えるとともにスチフネス及び取り扱い適性をもたらす、その結果、断熱製品を取り扱ってこれを必要に応じて建物の断熱空洞内に施すことができるようになっている。バインダ組成物はまた、フィラメント間摩滅からの保護を繊維にもたらすと同時に個々の繊維相互間の適合性を促進する。

10

## 【0004】

次に、バインダを塗布した繊維を含むブランケットを硬化オープン中に通し、そしてバインダを硬化させてブランケットを所望の厚さに定める。バインダが硬化した後、繊維断熱材を所定の長さに切断して個々の断熱製品を成形し、そして断熱製品を顧客の所在地に出荷するために包装するのが良い。製造される1つの典型的な断熱製品は、断熱バット又はブランケットであり、これは、住居内の壁断熱材として又は建物内の屋根裏部屋及び床断熱空洞内の断熱材として使用するのに適している。別のありふれた断熱製品は、エアブローン又はパラ詰め断熱材であり、これは、住居及び商業用ビルならびに何らかの到達困難な場所内の側壁及び屋根裏部屋用断熱材として用いるのに適している。パラ詰め断熱材は、小さなキューブで形成されるのが良く、これらキューブは、断熱ブランケットから切断され、圧縮され、そして袋の中に包装される。

20

## 【0005】

繊維断熱製品は、多くの種々の特性、例えば密度によって特徴づけられる場合がある。例えば低密度可撓性断熱バット又はブランケットは、典型的には、0.4ポンド/立方フィート（“pcf”）（なお、1ポンドは約453.6g、1フィートは約30.5cmである）～2.0pcfとの間の密度を有するとともに多くの場合、壁、屋根裏部屋、及び地下室内の住居用断熱材に使用される。繊維断熱製品はまた、7pcf～10pcfの密度を有する高密度製品、例えばボード及びパネル又は成形製品を含む。高密度断熱製品は、多くの場合、工業及び/又は商業用途で用いられ、かかる工業及び/又は商業用途としては、金属製の建物壁及び天井断熱材、パイプ又はタンク断熱材、断熱天井及び壁パネル、ダクトボードなどが挙げられるが、これらには限定されない。

30

## 【発明の概要】

40

## 【0006】

本発明の一観点は、複数のランダムに配向されたガラス繊維と、ガラス繊維をひとまとめに保持するバインダ組成物とを含む繊維断熱製品に関する。繊維断熱製品は、10から54までの範囲にあるR値を有し、硬化後、非圧縮状態において0.30pcfから2.7pcfまでの範囲にある密度を有する。さらに、繊維断熱製品は、バインダ組成物の塗布に先立って、8HT（hundred thousandths of an inch： $1/100,000$ インチ）から12HTまでの範囲にある平均繊維直径及び繊維断熱製品の重量で2%から10%までの範囲にあるバインダ量を有する。

## 【0007】

本発明の別の観点は、複数の互いに平行であって互いに間隔を置いて配置された骨組部

50

材と、骨組部材のうちの２つの間に受け入れられるガラス繊維断熱バットとを有する躯体に関する。ガラス繊維断熱バットは、複数のランダムに配向されたガラス繊維と、ガラス繊維をひとまとめに保持するバインダ組成物とを含む。繊維断熱バットは、１０から５４までの範囲にあるＲ値を有し、硬化後、非圧縮状態において０．３０pcfから２．７pcfまでの範囲にある密度を有する。さらに、繊維断熱バットは、バインダ組成物の塗布に先立って、８HTから１２HTまでの範囲にある平均繊維直径及び繊維断熱バットの重量で２％から１０％までの範囲にあるバインダ量を有する。

#### 【０００８】

本発明の諸特徴及び諸利点は、以下の説明を添付の図面と共に読むと、本発明と関連した当業者には明らかになる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【０００９】

【図１】繊維断熱製品の例示の実施形態の斜視図である。

【図２】図１の繊維断熱製品を製造する製造ラインの例示の実施形態の立面図である。

【図３】繊維断熱試験片についての快適度と平均繊維直径／密度の関係を表すグラフ図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【００１０】

別段の定義がなければ、本明細書で用いられる全ての技術的及び科学的用語は、本発明の属する当業者によって一般的に理解されるのと同様の意味を有する。本明細書において説明する方法及び材料と類似し又は均等な任意の方法及び材料を本発明の実施又は試験において使用することができるが、好ましい方法及び好ましい材料を本明細書において説明する。全ての値域は、当該範囲の外側の境界内の考えられる全ての部分的範囲を含むものと理解される。かくして、例えば、０．３pcfから２．０pcfまでの密度範囲は、例えば、０．５pcf～１．２pcf、０．７pcf～１．０pcfなどを開示している。

#### 【００１１】

図１は、例示の実施形態としての繊維断熱製品１００を示している。繊維断熱製品１００は、種々の仕方で構成できる。繊維断熱製品は、一般に、バインダ組成物によって互いに結合されたマット状無機繊維で形成される。適当な無機繊維の例としては、ガラス繊維、ウール状ガラス繊維、セラミック繊維、石、スラグ、及びバサルトが挙げられる。オプションとして、他の強化繊維、例えば天然繊維及び／又は合成繊維、例えばポリエステル、ポリエチレン、ポリエチレンテレフタレート、ポリプロピレン、ポリアミド、アラミド、及び／又はポリアラミド繊維がガラス繊維に加えて断熱製品に用いられる場合がある。本発明と関連して用いられる「天然繊維」という用語は、植物の任意の部分から抽出された植物繊維を意味し、かかる植物繊維としては、茎、種、葉、根、又は師部が挙げられるが、これらには限定されない。強化繊維材料として用いられるのに適した天然繊維の例としては、綿、ジュート、バンブー、カラムシ、バガス、ヘンプ、コイア、リネン、ケナフ、サイザル、亜麻、ヘネケン、及びこれらの組み合わせが挙げられる。繊維断熱製品は、全体が１種類の繊維で作られても良く、あるいは、種々の繊維の組み合わせで形成されても良い。例えば、繊維断熱製品は、断熱に関する所望の用途に応じて、種々のガラス繊維の組み合わせ又は種々の無機繊維及び／又は天然繊維の種々の組み合わせで形成されても良い。本明細書において説明する実施形態は、全体がガラス繊維で作られた断熱製品に関する。

#### 【００１２】

図示の実施形態では、繊維断熱製品１００は、全体として箱形のガラス繊維断熱バットである。しかしながら、他の実施形態では、断熱製品は、任意適当な形状又はサイズのものであって良く、例えば、圧延品又はブランケットであっても良い。断熱バット又はブランケットとして、繊維断熱製品１００は、建物の断熱空洞内に配置されるのが良い。例えば、繊維断熱製品１００は、建物の壁、屋根、又は床フレーム内の２つの互いに平行で間隔を置いて配置された骨組部材相互間の空間又は空洞内に配置されるのが良い。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 3 】

繊維断熱製品 1 0 0 は、不織ガラス繊維及びガラス繊維を互にくっつけるためのバインダを有する断熱層 1 0 2 を有する。オプションとして、繊維断熱製品 1 0 0 は、断熱層 1 0 2 に取り付けられ又は違ったやり方でくっつけられた面材又は化粧材（表面仕上材）1 0 4 をさらに有するのが良い。繊維断熱製品 1 0 0 は、第 1 の側面 1 0 6、第 1 の側面 1 0 6 と反対側でこれから間隔を置いて配置された第 2 の側面 1 0 8、第 1 の側面 1 0 6 と第 2 の側面 1 0 8 との間に延びる第 3 の側面 1 1 0、及び第 3 の側面 1 1 0 と反対側にこれから間隔を置いて位置するとともに第 1 の側面 1 0 6 と第 2 の側面 1 0 8 との間に延びる第 4 の側面 1 1 2 を有する。繊維断熱製品 1 0 0 は、側面 1 0 6、1 0 8、1 1 0、1 1 2 を互いに連結する第 1 のフェース 1 1 4 及び第 1 のフェース 1 1 4 と反対側にこれと平行に又は全体として平行に位置しかつ側面 1 0 6、1 0 8、1 1 0、1 1 2 を互いに連結する第 2 のフェース 1 1 6 をさらに有する。繊維断熱製品 1 0 0 は、非圧縮状態においては、長さ  $L_1$ 、幅  $W_1$ 、及び厚さ  $T_1$  を有する。幾つかの実施形態では、長さ  $L_1$  は、幅  $W_1$  よりも大きく、幅  $W_1$  は、厚さ  $T_1$  よりも大きい。

10

## 【 0 0 1 4 】

面材 1 0 4 は、繊維断熱製品 1 0 0 の第 1 のフェース 1 1 4、第 2 のフェース 1 1 6、又は両方のフェースの全体又は一部分を形成するよう断熱層 1 0 2 上に配置されるのが良い。面材 1 0 4 は、多種多様な形態を取ることができる。面材 1 0 4 は、材料の単一の片又は多数の互いに異なる小片もしくはシートであって良く、面材 1 0 4 は、材料の第 1 の層又は幾つかの層を含む場合がある。第 1 の例示の実施形態では、面材 1 0 4 は、側面 1 0 6、1 0 8、1 1 0、1 1 2 を互いに連結する材料の単一片である。

20

## 【 0 0 1 5 】

面材 1 0 4 は、多種多様な材料から構成できる。繊維断熱製品に用いられるのに適した材料であればどれでも使用することができる。例えば、面材 1 0 4 は、不織ガラス繊維及びポリマー媒体、高分子媒体から成っていても良く、織りガラス繊維及び高分子媒体から成っていても良く、外装材料、例えば高分子材料で作られた外装フィルムから成っていても良く、スクリムから成っていても良く、布から成っていても良く、織物から成っていても良く、ガラス繊維強化クラフト紙（FRK）から成っていても良く、ホイル スクリム クラフト紙ラミネートから成っていても良く、再生紙から成っていても良く、カレンダーペーパーから成っていても良い。

30

## 【 0 0 1 6 】

建物の断熱空洞内に配置される相当量の断熱材は、断熱製品、例えば本明細書において説明する断熱製品から圧延された断熱ブランケットの形態をしている。表面仕上げされた断熱製品は、面材 1 0 4 が断熱空洞の縁上に、代表的には断熱空洞の内側上に平らに配置された状態で取り付けられる。一般に、面材が防湿層である断熱製品が暖かい内部空間を低温の外部空間から分離する壁空洞、床空洞、又は天井空洞を断熱するために一般的に用いられている。防湿層は、断熱製品を通る水蒸気に動きを遅らせ又は阻止するために断熱製品の一方の側上に配置される。

## 【 0 0 1 7 】

図 2 は、繊維断熱製品 1 0 0 を製造するための装置 1 1 8 の例示の実施形態を示している。繊維断熱製品 1 0 0 の製造は、図 2 に示されているように、熔融ガラスを繊維化し、熔融ガラス繊維をバインダで被覆し、繊維ガラスパックを移動コンベヤ上に形成し、そしてバインダを硬化させて断熱ブランケットを形成することによって、連続法で実施されるのが良い。ガラスをタンク（図示せず）内で熔融させて繊維成形装置、例えば 1 つ以上の繊維化スピナ 1 1 9 に供給するのが良い。スピナ 1 1 9 が例示の実施形態では繊維成形装置として示されているが、理解されるように、他形式の繊維成形ユニットを用いて繊維断熱製品 1 0 0 を形成しても良い。スピナ 1 1 9 を高速で回転させる。遠心力により熔融ガラスが繊維化スピナ 1 1 9 の周方向側壁に設けられている小さなオリフィスを通してガラス繊維を形成する。ランダムな長さのガラス繊維 1 3 0 を繊維化スピナ 1 1 9 から減衰させ、そして成形チャンバ 1 2 5 内に位置決めされているブロワ 1 2 0 によって全体とし

40

50

て下方に（すなわち、全体としてスピナ 1 1 9 の平面に垂直に）吹き飛ばすのが良い。

【 0 0 1 8 】

ブロワ 1 2 0 は、ガラス繊維 1 3 0 の向きを下方に変える。ガラス繊維 1 3 0 を成形チャンバ 1 2 5 内で下方に通過状態にあるとともに引き抜き作業に起因して依然として高温状態のまま、環状スプレーリング 1 3 5 によって水性バインダ組成物とともに吹き飛ばし、その結果、ガラス繊維 1 3 0 全体を通じてバインダ組成物の比較的均一な分布状態が得られるようにする。また、バインダ組成物の塗布に先立って、例えば吹き付けによって成形チャンバ 1 2 5 内のガラス繊維 1 3 0 に塗布してガラス繊維 1 3 0 を少なくとも部分的に冷却するのが良い。

【 0 0 1 9 】

未硬化の樹脂状バインダ組成物がくっつけられた状態のガラス繊維 1 3 0 を集めて成形チャンバ 1 2 5 内に設けられている無端成形コンベヤ 1 4 5 上に繊維パック 1 4 0 の状態に成形するのが良く、この場合、その助けとして、成形コンベヤ 1 4 5 の下から繊維パック 1 4 0 を通って真空（図示せず）を引く。成形作業中、ガラス繊維 1 3 0 及び繊維パック 1 4 0 を通る空気の流れからの残留熱は、一般に、水の大部分をバインダから揮発させるのに十分であり、その後、ガラス繊維 1 3 0 が成形チャンバ 1 2 5 を出、それによりガラス繊維 1 3 0 上のバインダ組成物の残りの成分が粘性又は半粘性ハイソリッド液体として残る。

【 0 0 2 0 】

次に、成形チャンバ内の被覆繊維パック 1 4 0 を通る空気の流れに起因して圧縮状態にある樹脂被覆繊維パック 1 4 0 を成形チャンバ 1 2 5 から出口ローラ 1 5 0 の下を通して移送ゾーン 1 5 5 に移送し、ここで、繊維パック 1 4 0 は、ガラス繊維 1 3 0 のレジリエンスに起因して垂直に膨れる。次に、例えば繊維パック 1 4 0 を硬化オープン 1 6 0 中に運ぶことによって膨れている繊維パック 1 4 0 を加熱し、この硬化オープン内において、加熱された空気を繊維パック 1 4 0 中に吹き込んでバインダ組成物中に残存する水があればこれを蒸発させてバインダ組成物を硬化させ、そしてガラス繊維 1 3 0 をひとまとめにしっかりと結合する。硬化オープン 1 6 0 は、小穴のある上側オープンコンベヤ 1 6 5 及び小穴のある下側オープンコンベヤ 1 7 0 を有し、これらコンベヤ 1 6 5 , 1 7 0 相互間に繊維パック 1 4 0 を引き込む。加熱された空気をファン 1 7 5 によって下側オープンコンベヤ 1 7 0、繊維パック 1 4 0、及び上側オープンコンベヤ 1 6 5 中に押し込む。加熱空気は、排気装置 1 8 0 を通って硬化オープン 1 6 0 を出る。

【 0 0 2 1 】

また、硬化オープン 1 6 0 内において、繊維パック 1 4 0 を上側及び下側の小穴のあるオープンコンベヤ 1 6 5 , 1 7 0 によって圧縮して繊維断熱繊維 1 0 0 の断熱層 1 0 2 を形成するのが良い。上側及び下側オープンコンベヤ 1 6 5 , 1 7 0 を用いると繊維パック 1 4 0 を圧縮して断熱層 1 0 2 にその所定の厚さ  $T_1$  を与えることができる。理解されるべきこととして、図 2 はコンベヤ 1 6 5 , 1 7 0 を実質的に平行な向きの状態で示しているが、これらコンベヤは、別法として、互いに対して角度をなして（図示せず）位置決めしても良い。

【 0 0 2 2 】

硬化済みのバインダ組成物は、強度及びレジリエンスを断熱層 1 0 0 に与える。理解されるべきこととして、バインダ組成物の乾燥及び硬化は、一ステップか 2 つの別々のステップかのいずれかで実施することができる。2 段（2 ステップ）プロセスは、一般的に、B ステージングと呼ばれている。硬化オープン 1 6 0 を 1 0 0 ~ 3 2 5 又は 2 5 0 ~ 3 0 0 の温度で作動させるのが良い。繊維パック 1 4 0 は、バインダ組成物を架橋し（硬化させ）て断熱層 1 0 2 を形成するのに十分な期間にわたって硬化オープン 1 6 0 内に位置したままであるのが良い。

【 0 0 2 3 】

断熱層 1 0 2 がいったん硬化オープン 1 6 0 を出ると、面材 1 9 3 を断熱層 1 0 2 上に配置して面材層 1 0 4 を形成するのが良い。面材 1 9 3 を結合剤（図示せず）又は他の何

10

20

30

40

50

らかの手段（例えば、ステッチング、機械的絡み合い）によって断熱層 102 の第 1 のフェース 114、第 2 のフェース 116、又は両方のフェースにくっつけて繊維断熱製品 100 を形成するのが良い。適当な結合剤としては、面材 193 にコーティングでき又は違ったやり方で被着できる接着剤、ポリマー樹脂、アスファルト及び瀝青質材料が挙げられる。その後、繊維断熱製品 100 を保存及び/又は出荷のために巻くのが良く又は切断装置（図示せず）によって所定長さに切断するのが良い。理解されるべきこととして、幾つかの例示の実施形態では、硬化オープン 160 から出てくる断熱装置 102 を巻き取りロールに巻き付け、あるいは、所望の長さの区分に切断して面材 193 で表面仕上げしないようにする。

#### 【0024】

繊維断熱製品 100 との関連で、「バインダ組成物」は、ガラス繊維 130 を三次元構造の状態に互いにくっつけるために用いられる有機作用剤又は化学薬品、多くの場合、ポリマー樹脂を意味している。バインダ組成物は、任意の形態であって良く、例えば溶液、乳濁液、又は分散液である。かくして、「バインダ分散液」又は「バインダ乳濁液」は、媒体又はビークルに入っているバインダ化学物質の混合物を意味している。本明細書で用いられる「バインダ組成物」、「水性バインダ組成物」、「バインダ調合物」、「バインダ」及び「バインダ系」は、互換的に使用でき、これらは同義語である。加うるに、本明細書で用いられる「ホルムアルデヒドフリー」又は「ホルムアルデヒド無添加」という用語は、互換的に使用でき、これらは同義語である。

#### 【0025】

多種多様なバインダ組成物を本発明のガラス繊維に使用することができる。例えば、バインダ組成物は、2つの広義の相互に排他的なクラス、すなわち、熱可塑性と熱硬化性に分類される。熱可塑性バインダ組成物と熱硬化性バインダ組成物の両方を本発明に使用することができる。熱可塑性材料を繰り返し加熱して軟化又は熔融状態にすることができ、かかる熱可塑性材料は、冷却時にその先の状態に戻る。換言すると、加熱により熱可塑性材料の物理的状態の可逆的变化を生じさせることができる（例えば、固体から液体に）が、熱可塑性材料は、非可逆的な化学反応を何ら生じることはない。繊維断熱製品 100 に用いるのに適した例示の熱可塑性ポリマーとしては、ポリビニル、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリプロピレン又はポリフェニレンスルフィド（PPS）、ナイロン、ポリカーボネート、ポリスチレン、ポリアミド、ポリオレフィン、及びポリアクリレートのある特定の copolymer が挙げられるが、これらには限定されない。

#### 【0026】

これとは対照的に、熱硬化性ポリマーという用語は、当初液体として存在するが、加熱時に、反応を起こして固体の高度に架橋された母材を形成するある範囲の系を意味している。かくして、熱硬化性化合物は、加熱時に非可逆的に架橋する反応体系、多くの場合、反応体のペアを含む。冷却時、熱硬化性化合物は、これらの先の液体状態に戻ることはなく、非可逆的架橋状態のままである。

#### 【0027】

熱硬化性化合物として有用な反応体は、一般に、数個の反応性官能基、例えばアミン基、アミド基、カルボキシル基又はヒドロキシル基のうちの 1 つ以上を含む。本明細書で用いられる「熱硬化化合物」（及び「熱硬化性化合物」、「熱硬化性バインダ」又は「熱硬化バインダ」のようなその派生語）は、かかる反応体のうちの少なくとも 1 つを意味し、2 つ以上が熱硬化性化合物に特徴的な架橋系を形成するのに必要な場合のあることは言うまでもない。熱硬化性化合物の主反応体に加えて、触媒、加工助剤、及び他の添加物が存在する場合がある。

#### 【0028】

フェノール系/ホルムアルデヒドバインダ組成物が既知の熱硬化性バインダ系である。本発明は、伝統的なフェノール系ホルムアルデヒドバインダ組成物と近年のホルムアルデヒドフリーのバインダ組成物の両方を意図している。ホルムアルデヒドフリーの熱硬化性バインダ系は、カルボキシル酸（例えば、ポリアクリル酸）及びポリオールポリマーを

10

20

30

40

50

含むのが良い。一例がチェン等 (Chen et al.) に付与された米国特許第 6, 884, 849 号明細書及び同第 6, 699, 945 号明細書に記載されたポリアクリル酸 / ポリオール / 多酸バインダ系であり、これら米国特許の各々を参照により引用し、その記載内容全体を本明細書の一部とする。ホルムアルデヒドフリーの熱硬化性バインダ組成物の第 2 のカテゴリが「バイオ」又は「天然」バインダと呼ばれている。「バイオバインダ」及び「天然バインダ」は、多くの反応性機能を有する栄養化合物、例えばカルボヒドレート、プロテイン、又は脂肪で作られたバインダ組成物を意味するものとして本明細書においては区別なく用いられる。これらバインダは、栄養化合物で作られているので、環境に優しい。バイオバインダ組成物は、2010年10月8日に出願されたホーキンス等 (Hawkins et al.) 名義の米国特許出願公開第 2011/0086567 号明細書に詳細に記載され

10

#### 【0029】

熱硬化性化合物として有用な別な反応体は、D 形グルコース水和物、無水クエン酸、水及びアンモニア水の混合に由来するトリアンモニウムシトレート D 形グルコース系である。加うるに、カルボヒドレート反応体及びポリアミン反応体は、有用な熱硬化性化合物であり、かかる熱硬化性化合物は、米国特許第 8, 114, 210 号明細書、同第 9, 505, 883 号明細書及び同第 9, 926, 464 号明細書に詳細に記載されており、これら米国特許を参照により引用し、これらの記載内容全体を本明細書の一部とする。

20

#### 【0030】

例示の一実施形態では、繊維断熱製品 100 は、マルトデキストリン、クエン酸、次亜リン酸ナトリウム、及び植物油を含むバインダ組成物を含む。例えば、マルトデキストリン、クエン酸、次亜リン酸ナトリウム、及び植物油を含むバインダ組成物の例示の実施形態が以下の表 1 に記載されている。

表 1：バインダ組成物実施例 1

成分	調合実施形態 A (重量%固形分)
マルトデキストリン	50-80%
クエン酸	20-50%
次亜リン酸ナトリウム	0.5-10%
非イオン性界面活性剤	0-2%
植物油ブレンド	1-20%
アミノシラン	0.05-0.18%
ピンクの染料	0-5%

30

#### 【0031】

別の例示の実施形態では、少なくとも 1 つの長鎖ポリオール、少なくとも 1 つの一次架橋剤、及び少なくとも 1 つの短鎖ポリオールを含む少なくとも 1 つの二次架橋剤を含む繊維断熱製品 100 は、ホルムアルデヒドフリーの水性バインダ組成物を含む。

#### 【0032】

長鎖ポリオールは、少なくとも 2,000 ダルトンの数平均分子量、例えば 3,000 ダルトン ~ 4,000 ダルトンの分子量を持つ少なくとも 2 つのヒドロキシル基を備えたポリオールを含むのが良い。幾つかの例示の実施形態では、長鎖ポリオールは、部分的に又は全体的に加水分解される場合がある良い高分子ポリヒドロキシ化合物、例えばポリビニルアルコール、ポリビニルアセテート、又はこれらの混合物のうちの 1 つ以上を含む。

40

50

一例として、部分加水分解ポリビニルアセテートがポリヒドロキシ化合物として役立つ場合、80%～89%の加水分解ポリビニルアセテート、例えばPoval（登録商標）385（クラレー・アメリカ・インコーポレイテッド（Kuraray America, Inc.））及びSevol（商標）502（セキスイ・スペシャリティ・ケミカルズ・アメリカ・エルエルシー（Sekisui Specialty Chemicals America, LLC））を利用するのが良く、これらは共に、約85%（Poval（登録商標）385）及び88%（Sevol（商標）502）加水分解されている。

#### 【0033】

長鎖ポリオールは、水性バインダ組成物中に全固形分の重量で最高約30%までの量で存在するのが良く、かかる量は、全固形分の重量で最高約28%まで、25%まで、20%まで、18%まで、15%まで、及び13%までが挙げられる。例示の実施形態のいずれに関しても、長鎖ポリオールは、水性バインダ組成物中に全固形分の重量で2.5%～30%の量で存在するのが良く、かかる量は、全固形分の重量で5%～25%、8%～20%、9%～18%、及び10%～16%が挙げられる。

10

#### 【0034】

一次架橋剤は、ポリオールを架橋するのに適した任意の化合物であって良い。例示の実施形態のうちいずれに関しても、一次架橋剤は、90ダルトン超、約90ダルトン～約10,000ダルトン、又は約190ダルトン～5,000ダルトンの数平均分子量を有するのが良い。例示の実施形態のうちいずれに関しても、架橋剤は、約2,000ダルトン～5,000ダルトン又は4,000ダルトンの数平均分子量を有するのが良い。適当な架橋剤の非限定的な例としては、1つ以上のカルボン酸基（COOH）を有する物質、例えば、ポリカルボン酸（及びこれらの塩）、無水物、無水物を含む単量体、重合体ポリカルボキシル酸（すなわち、混合無水物）、及びアクリル酸のホモポリマー又はコポリマー、例えばポリアクリル酸（及びこれらの塩）及びポリアクリル酸を主成分とする樹脂、例えば両方共ザ・ダウ・ケミカル・カンパニー（The Dow Chemical Company）から市販されているQR-1692S及びAcumer 9932が挙げられる。Acumer 9932は、約4000の分子量及び重量で6～7%の次亜リン酸ナトリウム含有量を有するポリアクリル酸/次亜リン酸ナトリウム樹脂である。QR-1692Sは、ポリアクリル酸/グリセリン混合物である。

20

#### 【0035】

一次架橋剤は、幾つかの場合において、中和剤であらかじめ中和されるのが良い。かかる中和剤としては、有機及び/又は無機塩基、例えば水酸化ナトリウム、水酸化アンモニウム、及びジエチルアミン、及び任意種類の第一、第二、又は第三アミン（アルカノールアミン）が挙げられる。種々の例示の実施形態では、中和剤は、水酸化ナトリウム及びトリエタノールアミンのうち少なくとも一方を含むのが良い。

30

#### 【0036】

幾つかの例示の実施形態では、一次架橋剤は、水性バインダ組成物中に水性バインダ組成物の全固形分に基づいて少なくとも50重量%の状態が存在し、かかる量としては、少なくとも55重量%、少なくとも60重量%、少なくとも63重量%、少なくとも65重量%、少なくとも70重量%、少なくとも73重量%、少なくとも75重量%、少なくとも78重量%及び少なくとも80重量%が挙げられるが、これらには限定されない。幾つかの例示の実施形態では、一次架橋剤は、水性バインダ組成物中に水性バインダ組成物の全固形分に基づいて50重量%～85重量%の量で存在し、かかる量としては、60重量%～80重量%、62重量%～78重量%、及び65重量%～75重量%が挙げられるが、これらには限定されない。

40

#### 【0037】

水性バインダ組成物は、短鎖ポリオールをさらに含むのが良い。短鎖ポリオールは、2,000ダルトン以下（750ダルトン未満、500ダルトン未満を含む）の分子量及び複数のヒドロキシル（OH）基を有する水溶性化合物を含むのが良い。適当な短鎖ポリオール成分としては、糖アルコール、ペンタエリスリトール、第一アルコール、2, 2

50

ビス(メチロール)プロピオン酸、トリ(メチロール)プロパン(TMP)、1, 2, 4(ブタンエトリオール)、トリメチロールプロパン、及び少なくとも3つのヒドロキシル基を含む短鎖アルカノールアミン、例えばトリエタノールアミンが挙げられる。本明細書において開示する実施形態のいずれに関しても、ポリオールは、少なくとも4つのヒドロキシル基又は少なくとも5つのヒドロキシル基を含むのが良い。

**【0038】**

幾つかの例示の実施形態では、短鎖ポリオールは、粘度低下剤として働き、粘度低下剤は、長鎖ポリオール分子(例えば、ポリビニルアルコール)相互間の分子水素間結合を壊し、かくして組成物の粘度を低下させる。しかしながら、これら短鎖ポリオール分子は、長鎖ポリオールと類似した構造を有するので、かかる短鎖ポリオールは、架橋剤と同様に反応することができ、かくしてバインダ及び製品性能にマイナスの影響を及ぼすことはない。

10

**【0039】**

糖アルコールは、糖のアルド又はケト基を対応のヒドロキシル基に還元したときに得られる化合物を意味していると理解されたい。開始糖は、単糖類、オリゴ糖類、及び多糖類、ならびにこれら生成物の混合物、例えばシロップ、糖液及びスターチ加水分解物の中から選択されることになる。開始糖はまた、糖の脱水型であっても良い。糖アルコールは、開始糖に酷似しているが、糖ではない。かくして、例えば、糖アルコールは、還元能力を持っておらず、還元剤に特有のメイラード反応に参加することができない。幾つかの例示の実施形態では、糖アルコールとしては、グリセロール、エリトリトール、アラビトール、キシリトール、ソルビトール、マルチトール、マンニトール、イジトール、イソマルチトール、ラクチトール、セロビトール、パラチニトール、マルトトリトール、これらのシロップ及びこれらの混合物が挙げられる。種々の例示の実施形態では、糖アルコールは、グリセロール、ソルビトール、キシリトール、及びこれらの混合物から選択される。幾つかの例示の実施形態では、二次架橋剤は、糖アルコールの二量体又はオリゴマー縮合生成物である。種々の例示の実施形態では、糖アルコールの縮合生成物は、イソソルビドである。幾つかの例示の実施形態では、糖アルコールは、ジオール又はグリコールである。

20

**【0040】**

幾つかの例示の実施形態では、短鎖ポリオールは、水性バインダ組成物中に全固形分の重量で最高約30%までの量で存在するのが良く、かかる量は、全固形分の重量で最高約25%まで、20%まで、18%まで、15%まで、13%、11%、及び10%までが挙げられる。幾つかの例示の実施形態に関し、短鎖ポリオールは、水性バインダ組成物中に全固形分の重量で2%~30%の量で存在するのが良く、かかる量は、全固形分の重量で0%~30%、3%~25%、5%~20%、8%~18%、及び9%~15%が挙げられる。

30

**【0041】**

種々の例示の実施形態では、長鎖ポリオール、架橋剤、及び短鎖ポリオールは、カルボキシル酸基、無水物基、又はこれらの塩のモル当量の数とヒドロキシル基のモル当量の数の比が約1/0.08~約1/5、例えば約1/0.05~約1/2.0、約1/0.1~約1/1.5、及び約1/0.3~約1/0.66であるような量で存在する。しかしながら、驚くべきこととして、この比に収まった状態で、長鎖ポリオールと短鎖ポリオールの比がバインダ組成物の性能、例えば硬化後におけるバインダの引張強度及び水溶性に影響を与えることが発見された。例えば長鎖ポリオールと短鎖ポリオールの比が約0.1/0.9~約0.9/0.1、例えば約0.3/0.7~0.7/0.3、又は約0.4/0.6~0.6/0.4である場合にこの比が所望の機械的特性と物理的色特性のバランスをもたらすことが発見された。種々の例示の実施形態では、長鎖ポリオールと短鎖ポリオールの比は、ほぼ0.5/0.5である。長鎖ポリオールと短鎖ポリオールの比は、最終使用用途の必要性に応じて特定の特性を最適化するよう最適化されるのが良い。

40

**【0042】**

幾つかの例示の実施形態では、ポリアクリル酸、ポリビニルアルコール、ソルビトール

50

、及び次亜リン酸ナトリウムが含まれる。例えば、ポリアクリル酸、ポリビニルアルコール、ソルビトール、及び次亜リン酸ナトリウムを含むバインダ組成物の例示の実施形態が以下の表 2 に記載されている。

表 2：バインダ組成物実施例 2

成分	調合実施形態 B (重量%固形分)
ポリアクリル酸	60-80%
ポリビニルアルコール“PVOH”	2.5-30%
ソルビトール	8-30%
次亜リン酸ナトリウム	2-10%
シラン結合剤	0.1-3%
界面活性剤 (サーフィノール 非イオン 界面活性剤 消泡剤 アセチレンジオール)	0.1-1.0%

10

#### 【0043】

別の例示の実施形態では、繊維断熱製品 100 は、上述したような少なくとも 1 つの一次架橋剤及び少なくとも 1 つの短鎖ポリオールを含むが、長鎖ポリオールをさらに含むことはないホルムアルデヒドフリーの水性バインダ組成物を含む。

20

#### 【0044】

かかる水性バインダ組成物では、架橋剤は、水性バインダ組成物中に水性バインダ組成物の全固形分に基づいて少なくとも 30 重量%の状態 で存在し、かかる量としては、少なくとも 40 重量%、少なくとも 45 重量%、少なくとも 50 重量%、少なくとも 52.0 重量%、少なくとも 54.0 重量%、少なくとも 56.0 重量%、少なくとも 58.0 重量%、及び少なくとも 60.0 重量%が挙げられるが、これらには限定されない。本明細書に開示する実施形態のうちいずれに関しても、架橋剤は、水性バインダ組成物中に水性バインダ組成物の全固形分に基づいて 30 重量% ~ 85 重量%の量で存在し、かかる量としては、50.0 重量% ~ 70.0 重量%、50 重量%超 ~ 65 重量%、52.0 重量% ~ 62.0 重量%、54.0 重量% ~ 60.0 重量%、及び 55.0 重量% ~ 59.0 重量%が挙げられるが、これらには限定されない。

30

#### 【0045】

ポリオールは、水性バインダ組成物中に、水性バインダ組成物中に全固形分の重量で最高約 70% までの量で存在し、かかる量は、全固形分の重量で最高約 60% まで、55% まで、50% まで、40% まで、35% まで、33% まで、30% まで、27% まで、25% まで、及び 20% までが挙げられる。幾つかの例示の実施形態では、ポリオールは、水性バインダ組成物中に全固形分の重量で 2.0% ~ 65.0% の量で存在するのが良く、かかる量は、全固形分の重量で 5.0% ~ 40.0%、8.0% ~ 37.0%、10.0% ~ 34.0%、12.0% ~ 32.0%、15.0% ~ 30.0%、及び 20.0% ~ 28.0% が挙げられる。

40

#### 【0046】

種々の例示の実施形態では、架橋剤及びポリオールは、カルボキシル酸基、無水物基、又はこれらの塩のモル当量の数とヒドロキシル基のモル当量の数の比が約 0.6 / 1 ~ 約 1 / 0.6、例えば約 0.8 / 1 ~ 約 1 / 0.8、又は約 0.9 / 1 ~ 約 1 / 0.9 であるような量で存在する。

#### 【0047】

本明細書において開示する実施形態のうちいずれかに関し、水性バインダ組成物は、3 つ未満のヒドロキシル基を含むポリオールのないもしくは実質的にないもの、あるいは 4 つ未満のヒドロキシル基を含むポリオールのない又は実質的にないものであって良い。

50

本明細書において開示する実施形態のうちのいずれかに関し、水性バインダ組成物は、2,000ダルトン以上の数平均分子量、例えば3,000ダルトン～4,000ダルトンの分子量を有するポリオールを含まず又は実質的に含まない。したがって、本明細書において開示する実施形態のうちのいずれかに関し、水性バインダ組成物は、ジオール、例えばグリコール、トリオール、例えばグリセロール及びトリエタノールアミン、及びノ又は部分的に又は完全に加水分解されるのが良い高分子ポリヒドロキシ化合物、例えばポリビニルアルコール、ポリビニルアセテート又はこれらの混合物を含まず又は実質的に含まない。ポリビニルアルコールが既知のフィルム皮膜形成剤であり、これにより、水分が迅速になくなり、それにより皮膜が形成される。

【0048】

本明細書において開示する実施形態のいずれかに関し、水性バインダ組成物は、高分子ポリカルボキシル酸基を主成分とする架橋剤及びカルボキシル酸基とヒドロキシル基OH基の比が0.60/1～1/0.6である少なくとも4つのヒドロキシル基を備えた単量体ポリオールを含み又はこれらから成るのが良い。

表3：バインダ組成物実施例3

成分	例示の範囲1（全固形分の重量で%）	例示の範囲2（全固形分の重量で%）
ポリカルボキシル酸	30 - 85	55 - 65
ポリオール	15 - 70	20 - 35
触媒	0.5 - 5.0	2.0 - 3.5
結合剤	0 - 2.0	0.12 - 0.5
油乳濁液	2 - 15	8 - 13
界面活性剤	0 - 5.0	0.1 - 1.0
顔料	0 - 2	0.1 - 1.0
シリコーン	0 - 15	0.5 - 10.0

【0049】

本明細書において開示する水性バインダ組成物のうちのいずれかに関し、カルボキシル酸の酸機能性の全て又は一部分は、保護剤の使用により一時的に遮断されるのが良く、保護剤は、酸機能性が鉱物ウール繊維と錯化するのを一時的に阻止し、この保護剤は、その後、硬化プロセス中、バインダ組成物を少なくとも150の温度に加熱し、酸機能性をなくしてポリオール成分と架橋し、そしてエステル化プロセスを完了させることによって除去される。例示の実施形態のうちのいずれかに関し、カルボン酸官能基の10%～100%を保護剤で一時的に遮断することができ、10%～100%とは、約25%～約99%、約30%～約90%、約40%～85%が挙げられ、しかもこれらの数値相互間の全ての部分範囲及び範囲の組み合わせが挙げられる。例示の実施形態のうちのいずれかに関し、酸官能基の最低40%を保護剤で一時的に遮断することができる。

【0050】

保護剤は、架橋剤のカルボキシル酸基に可逆的に結合することができる。例示の実施形態のうちのいずれかに関し、保護剤は、単一の酸官能基と少なくとも1つの可逆的イオン結合を形成することができる分子を含む任意の化合物を含む。本明細書において開示する例示の実施形態のうちのいずれかに関し、保護剤は、窒素を主成分とする保護剤、例えばアンモニアを主成分とする保護剤、アミンを主成分とする保護剤、又はこれらの混合物を含むのが良い。例示のアンモニアを主成分とする保護剤としては、水酸化アンモニウムが挙げられる。例示のアミンを主成分とする保護剤としては、アルキルアミン及びジアミン、例えばエチレンジアミン、エチレンジアミン、ヘキサメチレンジアミン、アルカノールアミン、例えばエタノールアミン、ジエタノールアミン、トリエタノールアミン、エチレン

ジアミン N N ジコハク酸 ( E D D S )、エチレンジアミン酢酸 ( E D T A ) など又はこれらの混合物が挙げられる。加うるに、アルカノールアミンは、保護剤と硬化バイнда中にエステルを形成するための架橋反応中の参加剤との両方として使用できる。かくして、アルカノールアミンは、保護剤とエステル化を介してポリカルボキシル酸と架橋するためのポリオールの一重の機能を有する。

#### 【 0 0 5 1 】

保護剤は、従来型 pH 調整剤とは異なる機能を示す。本明細書で定義される保護剤は、重合体ポリカルボキシル酸成分中の酸官能基を一時的にしかも可逆的に遮断するだけである。これとは対照的に、従来型 pH 調整剤、例えば水酸化ナトリウムは、酸官能基を永続的に終端させ、それにより、遮断された酸官能基に起因する酸とカルボキシル基との架橋が阻止される。かくして、伝統的な pH 調節剤、例えば水酸化ナトリウムを含有することにより、酸官能基を一時的に遮断する所望の作用効果が得られず、他方、エステル化を介して架橋を可能にするため硬化中、これら官能基を後で遊離させる。したがって、本明細書において開示する例示の実施形態のうちのいずれかに関し、バイнда組成物は、従来型 pH 調節剤、例えば水酸化ナトリウム及び水酸化カルシウムを含まず又は実質的に含まないのが良い。高温用途向けのかかる従来型の pH 調整剤は、カルボキシル酸基と永続的に結合し、そして架橋エステル化を可能にするようカルボキシル酸基機能性をなくすことを自由にすることはない。

#### 【 0 0 5 2 】

本明細書において開示する水性バイнда組成物のうちの任意のものは、バイндаの粘着性を減少させることによってバイнда組成物の加工性を向上させる 1 つ以上の加工助剤を含む添加剤ブレンドをさらに含むのが良く、その結果、引張強度及び疎水性の増大により一様な断熱製品が得られる。バイнда組成物の粘着性を減少させることができる添加剤には種々のものがあるが、従来型添加剤は、性状が親水性であり、したがって、かかる添加剤を含有することによりバイнда組成物の全体的吸水率が増大する。添加剤ブレンドは、1 つ以上の加工助剤を含むのが良い。加工助剤の例としては、界面活性剤、グリセロール、1, 2, 4-ブタントリオール、1, 4-ブタンジオール、1, 2-プロパンジオール、1, 3-プロパンジオール、ポリ(エチレングリコール) (例えば、Carbowax (商標))、モノオレートポリエチレングリコール ( M O P E G )、シリコーン、ポリジメチルシロキサン ( P D M S ) の分散液、鉱物、パラフィン、又は植物油の乳濁液及び/又は分散液、ワックス、例えばアミドワックス (例えば、エチレンビス ステアアミド ( E B S ) ) 及びカルバナワックス (例えば、M L 155)、疎水化シリカ、リン酸アンモニウム、又はこれらの組み合わせが挙げられる。界面活性剤としては、非イオン性界面活性剤が挙げられ、かかる非イオン性界面活性剤としては、アルコール官能基を備えた非イオン性界面活性剤が挙げられる。例示の界面活性剤としては、Surfynol (登録商標)、アルキルポリグルコシド (例えば、Glucopon (登録商標))、及びアルコールエトキシレート (例えば、Lutensol (登録商標)) が挙げられる。

#### 【 0 0 5 3 】

添加剤ブレンドは、単一の加工助剤、少なくとも 2 種類の加工助剤の混合物、少なくとも 3 種類の加工助剤の混合物、又は少なくとも 4 種類の加工助剤の混合物を含むのが良い。本明細書において開示する実施形態のうちの任意のものに関し、添加剤ブレンドは、グリセロールとポリジメチルシロキサン酸の混合物を含むのが良い。

#### 【 0 0 5 4 】

添加剤ブレンドは、バイнда組成物中に、バイнда組成物中の全固形分の含有量に基づいて、1.0 重量% ~ 2.0 重量%、1.25 重量% ~ 1.7.0 重量%、1.5 重量% ~ 1.5.0 重量%、約 3.0 重量% ~ 1.2.0 重量%、又は 5.0 重量% ~ 1.0.0 重量%の量で存在するのが良い。例示の実施形態のうちの任意のものうち、バイнда組成物は、バイнда組成物中の全固形分に基づいて、少なくとも 7.0 重量%の添加剤ブレンドを含むのが良く、かかる量としては、少なくとも 8.0 重量%及び少なくとも 9 重量%が挙げられる。したがって、例示の実施形態のうちの任意のものに関し、水性バイнда組成物は

、バインダ組成物中の全固形分に基づいて、7.0重量%～15重量%の添加剤ブレンドを含むのが良く、かかる量としては、8.0重量%～13.5重量%、9.0重量%～12.5重量%が挙げられる。

【0055】

添加剤ブレンドがグリセロールを含む実施形態では、グリセロールは、バインダ組成物中の全固形分に基づいて、少なくとも5.0重量%、少なくとも6.0重量%、少なくとも7.0重量%、又は少なくとも7.5重量%の量で存在するのが良い。例示の実施形態のうちいずれに関しても、バインダ組成物は、バインダ組成物中の全固形分に基づいて、5.0重量%～15重量%のグリセロールを含むのが良く、かかる量としては、6.5重量%～13.0重量%、7.0重量%～12.0重量%、又は7.5重量%～11.0重量%が挙げられる。

10

【0056】

添加剤ブレンドがポリジメチルシロキサンを含む実施形態では、ポリジメチルシロキサンは、バインダ組成物中の全固形分に基づいて、少なくとも0.2重量%、少なくとも0.5重量%、少なくとも0.8重量%、又は少なくとも1.0重量%、少なくとも1.5重量%、又は少なくとも2.0重量%の量で存在するのが良い。例示の実施形態のうちいずれに関しても、バインダ組成物は、バインダ組成物中の全固形分に基づいて、0.5重量%～5.0重量%のポリジメチルシロキサンを含むのが良く、かかる量としては、1.0重量%～4.0重量%、1.2重量%～3.5重量%、1.5重量%～3.0重量%、及び1.6重量%～2.3重量%が挙げられる。

20

【0057】

本明細書において開示する実施形態のうちいずれに関しても、添加剤ブレンドは、グリセロールとポリジメチルシロキサンの混合物を含むのが良く、バインダ組成物の全固形分に基づいて、グリセロールは、バインダ組成物の重量で5.0～15%を占め、ポリジメチルシロキサンは、バインダ組成物の重量で0.5～5.0%を占める。本明細書において開示する実施形態のうちいずれに関しても、添加剤ブレンドは、グリセロールとポリジメチルシロキサンの混合物を含むのが良く、バインダ組成物の全固形分に基づいて、グリセロールは、バインダ組成物の重量で7.0～12%を占め、ポリジメチルシロキサンは、バインダ組成物の重量で1.2～3.5%を占める。

【0058】

30

本明細書において開示する実施形態のうち任意のものに関し、添加剤ブレンドは、濃度を増大させたシラン結合剤を含むのが良い。従来型バインダ組成物は、一般に、バインダの組成物の全固形物の含有量に基づいて、0.5重量%未満のシラン及びより一般的には約0.2重量%以下のシランを含む。したがって、本明細書において開示する実施形態のうち任意のものに関し、シラン結合剤は、バインダ組成物中に、バインダ組成物中の全固形分の重量で0.5%～5.0%の量で存在するのが良く、0.5重量%～5.0重量%は、約0.7重量%～2.5重量%、0.85重量%～2.0重量%、又は0.95重量%～1.5重量%を含む。本明細書において開示する実施形態のうち任意のものに関し、シラン結合剤は、バインダ組成物中に、最高1.0重量%までの量で存在するのが良い。

40

【0059】

シラン濃度は、さらに、繊維断熱製品中の繊維に被着されたシランの量によって特徴づけられる場合がある。代表的には、ガラス繊維断熱製品は、ガラス繊維に被着された0.001重量%～0.03重量%のシラン結合剤を含む。しかしながら、繊維に被着された状態で含まれるシラン結合剤の量を増大させることによって、ガラス繊維に被着されるシランの量は、少なくとも0.10重量%まで増大する。

【0060】

変形例として、バインダ組成物は、もし存在すれば従来量のシラン結合剤を含んでも良い。かかる実施形態では、シラン結合剤は、バインダ組成物中に、バインダ組成物中の全固形分の重量で0重量%～0.5重量%未満の量で存在するのが良く、0重量%～0.

50

5重量%未満は、0.05重量%～0.4重量%、0.1重量%～0.35重量%、又は0.15重量%～0.3重量%を含む。

【0061】

バインダ組成物中に使用できるシラン結合剤の非限定的な例は、官能基、例えばアルキル基、アリル基、アミノ基、エポキシ基、ビニル基、メタアクリルロキシ基、ウレイド基、イソシアナト基、及びメルカプロ基によって特徴づけられる場合がある。例示の実施形態では、シラン結合剤としては、1つ以上の官能基、例えばアミン基（一次、二次、三次、及び四次）、アミノ基、イミノ基、アミド基、イミド基、ウレイド基、又はイソシアナト基を有する1つ以上の窒素元素を含むシランを含む。適当なシラン結合剤の特定の非限定的な例としては、アミノシラン（例えば、トリエトキシアミノプロピルシラン、3 アミノプロピル トリエトキシシラン及び3 アミノプロピル トリヒドロキシシラン）、エポキシトリアルコキシシラン（例えば、3 グリシドオキシプロピルトリメトキシシラン及び3 グリシドオキシプロピルトリエトキシシラン）、メチルアクリルトリアルコキシシラン（例えば、3 メタクリルオキシプロピルトリメトキシシラン及び3 メトアクリルオキシプロピルトリエトキシシラン）、ヒドロカーボントリアルコキシシラン、アミノトリヒドロキシシラン、エポキシトリヒドロキシシラン、メタクリルトリヒドロキシシラン、及び/又はハイドロカーボントリヒドロキシシランが挙げられるが、これらには限定されない。1つ以上の例示の実施形態では、シランは、アミノシラン、例えば アミノプロピルトリエトキシシランである。

【0062】

本明細書において開示する水性バインダ組成物のうちの任意のものは、硬化促進剤とも呼ばれているエステル化触媒をさらに含むのが良い。触媒としては、無機塩、ルイス酸（すなわち、塩化アンモニウム又は三フッ化ホウ素）、ブレンステッド酸（すなわち、硫酸、p トルエンスルホン酸及びホウ酸）有機金属錯体（すなわち、カルボン酸リチウム、カルボン酸ナトリウム）及び/又はルイス塩基（すなわち、ポリエチレンイミン、ジエチルアミン、又はトリエチルアミン）が含まれ得る。さらに、触媒には、リン含有有機酸のアルカリ金属塩、特にリン酸、次亜リン酸、又はポリリン酸のアルカリ金属塩が含まれ得る。そのようなリン触媒の例としては、これらに限定されないが、次亜リン酸ナトリウム、リン酸ナトリウム、リン酸カリウム、ピロリン酸二ナトリウム、ピロリン酸四ナトリウム、トリポリリン酸ナトリウム、ヘキサメタリン酸ナトリウム、リン酸カリウム、トリポリリン酸カリウム、トリメタリン酸ナトリウム、テトラメタリン酸ナトリウム、及びそれらの混合物が挙げられる。さらに、触媒又は硬化促進剤は、フルオロボレート化合物、例えばフルオロホウ酸、テトラフルオロホウ酸ナトリウム、テトラフルオロホウ酸カリウム、テトラフルオロホウ酸カルシウム、テトラフルオロホウ酸マグネシウム、テトラフルオロホウ酸亜鉛、テトラフルオロホウ酸アンモニウム及びそれらの混合物であってもよい。さらに、触媒は、リン化合物とフルオロボレート化合物の混合物であってもよい。他のナトリウム塩、例えば硫酸ナトリウム、硝酸ナトリウム、炭酸ナトリウムもまた、又は代替的に、触媒として使用することができる。

【0063】

触媒は、水性バインダ組成物中に水性バインダ組成物の全固形分の重量で約0%～約10%の量で存在するのが良く、かかる量としては、約1重量%～約5重量%、約2重量%～約4.5重量%、約2.8重量%～約4.0重量%、又は約3.0重量%～約3.8重量%が挙げられるが、これらには限定されない。

【0064】

オプションとして、水性バインダ組成物は、少なくとも1つの結合剤を含むのが良い。少なくとも1つの例示の実施形態では、結合剤は、シラン結合剤である。結合剤は、水性バインダ組成物中に水性バインダ組成物の全固形分の重量で約0.01%～約5%、約0.01重量%～約2.5重量%、約0.05重量%～約1.5重量%、又は約0.1重量%～約1.0の量で存在するのが良い。

【0065】

10

20

30

40

50

バインダ組成物中に使用できるシラン結合剤の非限定的な例は、官能基、例えばアルキル基、アリル基、アミノ基、エポキシ基、ビニル基、メタアクリルロキシ基、ウレイド基、イソシアナト基、及びメルカプト基によって特徴づけられる場合がある。例示の実施形態では、シラン結合剤としては、1つ以上の官能基、例えばアミン基（一次、二次、三次、及び四次）、アミノ基、イミノ基、アミド基、イミド基、ウレイド基、又はイソシアナト基を有する1つ以上の窒素元素を含むシランを含む。適当なシラン結合剤の特定の非限定的な例としては、アミノシラン（例えば、トリエトキシアミノプロピルシラン、3 アミノプロピル トリエトキシシラン及び3 アミノプロピル トリヒドロキシシラン）、エポキシトリアルコキシシラン（例えば、3 グリシドオキシプロピルトリメトキシシラン及び3 グリシドオキシプロピルトリエトキシシラン）、メチルアクリルトリアルコキシシラン（例えば、3 メタクリルオキシプロピルトリメトキシシラン及び3 メタクリルオキシプロピルトリエトキシシラン）、ヒドロカーボントリアルコキシシラン、アミノトリヒドロキシシラン、エポキシトリヒドロキシシラン、メタクリルトリヒドロキシシラン、及び/又はハイドロカーボントリヒドロキシシランが挙げられるが、これらには限定されない。1つ以上の例示の実施形態では、シランは、アミノシラン、例えば アミノプロピルトリエトキシシランである。

#### 【0066】

水性バインダ組成物は、加工助剤をさらに含むのが良い。加工助剤は、加工助剤が繊維成形及び配向の処理を容易にするよう機能する限り、本発明を特に限定するわけではない。加工助剤を用いると、バインダ塗布分布一様性を向上させ、バインダ粘度を減少させ、成形後のランプ高さを増大させ、垂直重量分布一様性を向上させるとともに/あるいは成形及びオープン硬化プロセスの両方においてバインダの脱水を促進することができる。加工助剤は、バインダ組成物中に、バインダ組成物中の全固形分に基づいて、0～約10重量%、約0.1重量%～約5.0重量%、約0.3重量%～約2.0重量%、また約0.5重量%～1.0重量%の量で存在するのが良い。幾つかの例示の実施形態では、水性バインダ組成物には、いかなる加工助剤も実質的に又は完全にない。

#### 【0067】

加工助剤の例としては、脱泡剤、例えば鋹物、パラフィン、又は植物油の乳濁液及び/又は分散液、ポリジメチルシロキサン（PDMS）流体及びポリジメチルシロキサン又は他の物質で疎水化されたシリカの分散液が挙げられる。別の加工助剤は、アミドワックス、例えばエチレンビス ステアラミド（EBS）又は疎水化シリカで作られた粒子を含むのが良い。バインダ組成物中に利用できる別の加工助剤は、界面活性剤である。バインダ原子化、湿潤及び界面接着を助けるために1種類以上の界面活性剤がバインダ組成物中に含まれるのが良い。

#### 【0068】

界面活性剤は、特に限定されず、種々の界面活性剤を含み、これら界面活性剤としては、例えば、イオン性界面活性剤（例えば、スルフェート、スルホネート、ホスフェート及びカルボキシレート）、スルフェート（例えば、アルキルスルフェート、ラウリル硫酸アンモニウム、ラウリル硫酸ナトリウム（SDS）、アルキルエーテルスルフェート、ラウレス硫酸ナトリウム及びミレス硫酸ナトリウム）、両性界面活性剤（例えば、アルキルベタイン、例えばラウリル ベタイン）、スルホネート（例えば、ジオクチルスルホコハク酸ナトリウム、ペルフルオロオクタンスルホネート、ペルフルオロブタンズルホネート及びアルキルベンゼンスルホネート）、ホスフェート（例えば、アルキルアリアルエーテルホスフェート及びアルキルエーテルホスフェート）、カルボキシレート（例えば、アルキルカルボキシレート、脂肪酸塩（石けん）、ステアリン酸ナトリウム、ラウロイルサルコシンナトリウム、カルボキシレートフッ素系界面活性剤、ペルフルオロナノエート及びペルフルオロオクタノエート）、カチオン（例えば、アルキルアミン塩、例えばラウリルアミン酢酸塩）、pH依存性界面活性剤（第一、第二又は第三アミン）、永続的に荷電した第四アンモニウムカチオン（例えば、アルキルトリメチルアンモニウム塩、セチルトリメチルアンモニウムブロミド、セチルトリメチルアンモニウムクロリド、セチルピリジニウ

ムクロリド及びベンゼトニウムクロリド)ならびに双性イオン性界面活性剤、第四アンモニウム塩(例えば、ラウリルトリメチルアンモニウムクロリド及びアルキルベンジルジメチルアンモニウムクロリド)ならびにポリオキシエチレンアルキルアミンが上げられるが、これらには限定されない。

【0069】

バインダ組成物とともに使用することができる好適な非イオン性界面活性剤としては、ポリエーテル(例えば、エチレンオキシド及びプロピレンオキシドの縮合物、これには直鎖及び分岐鎖アルキル及びアルカールポリエチレングリコール及びポリプロピレングリコールエーテル及びチオエーテルが含まれる)、約7~約18個の炭素原子を含むアルキル基を有し、約4~約240個のエチレンオキシド単位を有するアルキルフェノキシポリ(エチレンオキシ)エタノール(例えば、ヘプチルフェノキシポリ(エチレンオキシ)エタノール及びノニルフェノキシポリ(エチレンオキシ)エタノール)、ソルビタン、ソルビド、マンニタン及びマンニドを含むヘキシトールのポリオキシアルキレン誘導体、部分長鎖脂肪酸エステル(例えば、ソルビタンモノラウレート、ソルビタンモノパルミテート、ソルビタンモノステアレート、ソルビタントリステアレート、ソルビタンモノオレエート及びソルビタントリオレエートのポリオキシアルキレン誘導体)、エチレンオキシドと疎水性塩基の縮合物であって、塩基がプロピレンオキシドとプロピレングリコールを縮合することによって形成される、縮合物、硫黄含有縮合物(例えば、エチレンオキシドと高級アルキルメルカプタン、例えばノニル、ドデシル、もしくはテトラデシルメルカプタンを、又はアルキルチオフェノールを縮合することによって調製される縮合物、ここでアルキル基は約6~約15個の炭素原子を含む)、長鎖カルボン酸(例えば、ラウリン酸、ミリスチン酸、パルミチン酸及びオレイン酸、例えばトール油脂肪酸)のエチレンオキシド誘導体、長鎖アルコール(例えば、オクチル、デシル、ラウリル又はセチルアルコール)のエチレンオキシド誘導体、ならびにエチレンオキシド/プロピレンオキシドのコポリマーが挙げられる。

【0070】

少なくとも1つの例示の実施形態では、界面活性剤は、2, 5, 8, 11 テトラメチル 6 ドデシン 5, 8 ジオールであるDynol 607、エトキシ化2, 4, 7, 9 テトラメチル 5 デシン 4, 7 ジオール界面活性剤であるSURFONYL(登録商標)420、SURFONYL(登録商標)440及びSURFONYL(登録商標)465(エボニック・コーポレーション(Evonik Corporation(ペンシルベニア州アレンタウン所在)から市販されている)、Stanfax(ラウリル硫酸ナトリウム)、Surfynol 465(エトキシ化2, 4, 7, 9 テトラメチル5 デシン 4, 7 ジオール)、Triton(商標)GR-PG70(1, 4 ビス(2 エチルヘキシル)スルホコハク酸ナトリウム)、及びTriton(商標)CF-10(ポリ(オキシ 1, 2 エタンジイル)、アルファ (フェニルメチル) オメガ(1, 1, 3, 3 テトラメチルブチル)フェノキシ)のうちの1つ以上を含む。

【0071】

オプションとして、水性バインダ組成物は、絶縁材料のその後の製作及び取付けに悪影響を及ぼす可能性がある無機及び/又は有機粒子の存在を低減し又はなくすための粉塵抑制剤を含むのが良い。粉塵抑制剤は、任意の従来の鉱物油、鉱物油エマルジョン、天然又は合成油、バイオベース油、又は潤滑油、例えば、シリコン及びシリコンエマルジョン、ポリエチレングリコール(これらに限定されない)、ならびにオープン内の油の蒸発を最小限に抑えるように引火点が高い任意の石油系又は非石油系油であって良い。

【0072】

水性バインダ組成物は、最高約15質量%の粉塵抑制剤を含むのが良く、かかる量としては、最高約14重量%、又は最高約13重量%が挙げられる。本明細書に開示する実施形態のうちのいずれに関しても、水性バインダ組成物は、1.0重量%~15重量%の粉塵抑制剤を含むのが良く、かかる量としては、例えば約3.0重量%~約13.0重量%、又は約5.0重量%~約12.8重量%が挙げられる。

【0073】

10

20

30

40

50

バインダ組成物は、オプションとして、pHを所望のレベルに調整するのに十分な量で、pH調整剤として有機及び/又は無機酸ならびに塩基を含んでも良い。pHは、バインダ組成物の材料の適合性を促進するためにあるいは種々のタイプの繊維と一緒に機能するために、意図した用途に応じて調整可能である。幾つかの例示の実施形態では、pH調整剤は、バインダ組成物のpHを酸性pHに合わせるよう調整される。適当な酸性pH調整剤の例としては、無機酸、例えば硫酸、リン酸及びホウ酸（これらには限定されない）、さらに有機酸、例えばp-トルエンスルホン酸、モノ又はポリカルボン酸、例えばクエン酸、酢酸及びこれらの無水物、アジピン酸、シュウ酸、及びこれらの対応する塩（これらには限定されない）が挙げられる。また、酸前駆体であっても良い無機塩が用いられる。酸は、pHを調整し、幾つかの場合、上述したように、架橋剤として働く。有機及び/又は無機塩基が、バインダ組成物のpHを上昇させるために含まれる場合がある。塩基は、揮発性塩基であっても不揮発性塩基であっても良い。例示の揮発性塩基としては、例えば、アンモニア及びアルキル置換アミン、例えばメチルアミン、エチルアミン又は1-アミノプロパン、ジメチルアミン及びエチルメチルアミンが挙げられる。例示の不揮発性塩基としては、例えば、水酸化ナトリウム、水酸化カリウム、炭酸ナトリウム、及びt-ブチルアンモニウムヒドロキシドが挙げられる。

10

#### 【0074】

未硬化状態では、バインダ組成物のpHは、その間のすべての量及び範囲を含めて約2.0から約5.0までの範囲（これらの間にある全ての量及び範囲を含む）にあるのが良い。諸実施形態のうちのいずれに関しても、バインダ組成物のpHは、未硬化状態で約2.2~4.0であり、かかる範囲としては、約2.5~3.8、及び約2.6~3.5が挙げられる。硬化後、バインダ組成物のpHは、少なくとも5.0のpHに上昇する場合があります。かかるレベルとしては、約6.5~8.8、又は約6.8~8.2が挙げられる。

20

#### 【0075】

バインダは、活性固形物を溶解又は分散させて補強繊維へ塗布するために水をさらに含む。水は、水性バインダ組成物を、補強繊維に塗布するために、さらに繊維での所望の固形分を達するのに適する粘度に希釈するのに十分な量で添加されるのが良い。本発明のバインダ組成物は、伝統的なフェノール系-尿素ホルムアルデヒド又は炭水化物系バインダ組成物よりも低い固形分を含むのが良いことが見いだされた。特に、バインダ組成物は、5重量%~35重量%のバインダ固形分を含むのが良く、かかる量としては、バインダ固形分の重量で10重量%~30重量%、12重量%~20重量%、及び15重量%~19重量%が挙げられる。固形分のこのレベルから、本発明のバインダ組成物が従来のバインダ組成物よりも多く水を含むことができるということが分かる。

30

#### 【0076】

幾つかの例示の実施形態では、バインダ組成物を高ランプ水分レベル（約8%~10%）で処理することができ、このバインダ組成物は、伝統的なバインダ組成物よりも必要な水分除去量が少ない。しかしながら、幾つかの例示の実施形態では、バインダ組成物は、低い粘度を有する場合があります。それにより、ランプ水分レベルの減少が可能である。幾つかの例示の実施形態では、水性バインダ組成物は、25℃の温度では、25℃において70cP以下の粘度及び40%以下の固形分を示し、例えば、65cP以下、60cP以下、55cP以下、又は50cP以下の粘度を示す。バインダ粘度が低いと、ランプ水分の減少を8%未満、7%未満、6%未満、5%未満、4%未満、3%未満、2%未満又は1%未満のランプ水分レベルに減少させることができる。幾つかの例示の実施形態では、ランプ水分は、ゼロ又は本質的にゼロであり、このことは、ランプ水分レベルが0.5%以下であることを意味している。高濃度で塗布された可能な限り低い粘度を有するバインダ組成物は、ランプ上の高い水分量の除去を可能にし、それにより脆弱性のない強靱なバインダ調製が可能である。

40

#### 【0077】

他の例示の実施形態では、水性バインダ組成物は、25℃の温度において、25℃における200cP~600cPの粘度及び40%の固形分を示し、かかる粘度及び固形分は

50

、 25 において 300 c P ~ 500 c P 及び 40 % 固形分、 25 において 350 c P ~ 450 c P 及び 40 % 固形分を含む。

【 0078 】

バインダ含有量を強熱減量 ( L O I ) として測定することができる。本明細書に開示する実施形態のうちのいずれに関しても、 L O I は、 1 % ~ 20 % であり、かかる量としては、 5.5 % ~ 17 %、 8 % ~ 15 %、及び 10 % ~ 14.5 % が挙げられる。製品の特定の L O I は、主として、製造対象の製品の種類で決まる。

【 0079 】

バインダ組成物は、繊維断熱製品 100 の重量で 10 % 以下又は繊維断熱製品 100 の重量で 8 % 以下、又は繊維断熱製品 100 の重量で 6 % 以下の量で存在するのが良い。例示の一実施形態では、繊維断熱製品 100 は、ひとまとまりとしての不織ガラス繊維及び 10 重量 % 未満のホルムアルデヒドフリーのバインダを含む。幾つかの例示の実施形態では、硬化済みの繊維断熱製品 100 は、 2 重量 % から 10 重量 % までの範囲にあるバインダ組成物を含む。幾つかの例示の実施形態では、硬化後繊維断熱製品 100 は、 3.5 重量 % から 6 重量 % までの範囲にあるバインダ組成物、又は 3.5 重量 % から 4 重量 % までの範囲にあるバインダ組成物を含む。バインダの量が比較的少ないことは、最終断熱製品の柔軟性に寄与する。

【 0080 】

例示の実施形態では、繊維断熱製品 100 は、例えば回復力、スチフネス、取扱性などを備えた住居用断熱製品、例えば断熱バットとして形成でき、これら特性は、住居用断熱材として使用するのに適している。しかしながら、繊維断熱製品 100 は、従来型の住居用ガラス繊維断熱製品で用いられるガラス繊維よりも直径が小さいガラス製品 130 を利用しており、従来型の住居用ガラス繊維断熱製品は、典型的には 4  $\mu\text{m}$  を超える繊維直径 ( 15.7 HT ) を有する。具体的に言えば、例示の繊維断熱製品 100 は、バインダ組成物の塗布に先立って、 2.03  $\mu\text{m}$  ( 8.0 HT ) から 3.04  $\mu\text{m}$  ( 12.0 HT ) までの範囲、 2.29  $\mu\text{m}$  ( 9.0 HT ) から 3.04  $\mu\text{m}$  ( 12.0 HT ) までの範囲、又は 2.03  $\mu\text{m}$  ( 8.0 HT ) から 2.79  $\mu\text{m}$  ( 11.0 HT ) までの範囲にある平均繊維直径を有するガラス繊維 130 を含むのが良い。

【 0081 】

ガラス繊維 130 の繊維直径を測定するために用いられる手順では、繊維直径を直接測定するための走査型電子顕微鏡 ( S E M ) が利用される。一般に、繊維断熱製品 100 の試験片を加熱していかなる有機材料 ( 例えば、バインダ組成物 ) を除去し、次に、試験片からのガラス繊維の長さを減少させてこれを S E M でこの写真を撮る。次に、繊維の直径を S E M と関連したイメージングソフトウェアによって保存された画像から測定する。

【 0082 】

具体的に言えば、繊維断熱製品 100 の試験片を最短 30 分間 800 ° F ( 426.7 ) まで加熱する。試験片を必要ならばこれよりも長く加熱してどのような有機材料であってもこれらの除去を確実にしても良い。次に、試験片を室温まで冷却し、そしてガラス繊維の長さを減少させ、その目的は、 S E M プランシェット上に装着することにある。ガラス繊維の長さを任意適当な方法で減少させることができ、例えば、鋏によって切断し、レーザブレードによって切断し、又は臼と杵で挽くことができる。次に、ガラス繊維を S E M プランシェットの表面にくっつけて繊維がオーバーラップすることがなく又は遠すぎるほど間隔を置いて配置されないようにする。

【 0083 】

試験片をイメージング用にいったん調製すると、通常の操作手順を用いて S E M 内に取り付け、そして測定対象の繊維の直径サイズに適当な倍率で S E M によって写真にする。十分な数の画像を収集して記憶し、それにより十分な量の繊維が測定のために利用できるようにする。例えば、 10 ~ 13 個の画像を必要とする場合があり、この場合、 250 ~ 300 本の繊維が測定される。次に、 S E M 画像分析ソフトウェアプログラム、例えばスカンジウム S I S イメージングソフトウェアを用いて繊維直径を測定する。次に、試験片

10

20

30

40

50

の平均繊維直径を測定した繊維の本数から算定する。繊維断熱製品の試験片は、ひととめに融着されるガラス繊維を含むのが良い（すなわち、2本以上の繊維がこれらの長さに沿って接合される）。本開示において試験片の平均繊維直径を計算する目的のため、融着繊維を単一の繊維として取り扱う。

#### 【0084】

ガラス繊維130の平均繊維直径を測定するために用いられる別の手順は、試験片中のランダムに分布した繊維の平均又は「有効」繊維直径を間接的に求めるために空気流れ抵抗を測定する装置を利用する。具体的に言えば、別の手順の一実施例では、繊維断熱製品100の試験片を30分間800～1000°F（426.7～537.8）まで加熱する。試験片を必要ならばこれよりも長く加熱し、それによりどのような有機材料であってもこれらを除くようにする。次に、試験片を室温まで冷却し、そして重量が約7.50グラムの試験片を装置のチャンバ内に装入する。一定の空気流をチャンバ中に導入し、そして空気流がいったん安定化すると、差圧又は圧力降下を上記の装置によって測定する。空気流量及び差圧に基づき、この装置は、試験片の平均繊維直径をコンピュータ計算することができる。

10

#### 【0085】

細いガラス繊維130を上述したように利用して、例示の繊維断熱製品100を例えば10～54までの範囲にある適当なR値及び例えば2インチ（5.1cm）から18インチ（45.7cm）までの範囲にある厚さを有するバット又はブランケットとして形成するのが良く、それにより製品のある特定の特性、例えば、繊維直径、密度（pcf）製品面積あたりの重量（1平方フィート当たりのポンド）、及びバインダ含有量を個別調節することによって住居用又は商業用の断熱材として使用できる。例えば、密度（pcf）及び製品面積あたりの重量（1平方フィート当たりのポンド）を特定の繊維直径及びバインダ含有量に適合させることによって4µm以下の平均繊維直径を有するガラス繊維130を利用して厚さ3.5インチ（8.9cm）、R値が11の断熱バットを形成することができる。

20

#### 【0086】

繊維断熱製品100の密度は、互いに異なる実施形態において様々であって良い。本願で用いられる繊維断熱製品の密度は、バインダ組成物を硬化させ、そして硬化済みの製品が自由状態になった（すなわち、圧縮状態又は伸張状態にはない）後の密度である。種々の実施形態では、繊維断熱製品100の密度は、0.3pcfから2.7pcfまでの範囲にある。表4は、2.03µm（8.0HT）から3.04µm（12.0HT）までの範囲にある細い繊維を含む繊維断熱製品100の種々の例示の実施形態について元の密度をpcfの単位で記載している。表4では、繊維直径は、上述の空気流抵抗法によって測定されたバインダ組成物の塗布前における平均繊維直径を意味している。厚さ及び元の密度は、バインダ組成物を硬化させ、そして硬化済みの製品が自由状態になった（すなわち、圧縮状態又は伸張状態にはない）後の製品の厚さ及び密度を意味している。

30

表4：繊維直径当たりの元の密度（pcf）、R値、バインダ含有量、及び厚さ

40

50

厚さ (インチ)	3.50	3.50	3.50	6.25	5.50	5.50	9.50	12.00	14.00
バインダ 含有量 (重量%)	5.50	5.50	4.00	5.50	5.50	4.00	5.50	5.50	4.00
R値	R11	R13	R15	R19	R20	R21	R30	R38	R49
繊維直径 (HT)									
8	0.353	0.549	0.950	0.326	0.513	0.589	0.355	0.357	0.453
9	0.363	0.569	0.987	0.336	0.530	0.611	0.366	0.369	0.468
10	0.377	0.590	1.025	0.348	0.550	0.631	0.379	0.381	0.483
11	0.387	0.607	1.063	0.359	0.567	0.652	0.392	0.394	0.500
12	0.401	0.627	1.097	0.371	0.585	0.674	0.403	0.406	0.515

10

20

## 【0087】

表4のデータは、平均繊維直径が $2.03\mu\text{m}$ ( $8.0\text{HT}$ )から $3.04\mu\text{m}$ ( $12.0\text{HT}$ )までの範囲にあり、元の密度が $0.326\text{pcf}$ から $1.097\text{pcf}$ までの範囲にあり、6重量%以下のバインダ組成物を含む状態で作られたR値が11から49までの繊維断熱製品を示している。例示の実施形態では、繊維断熱製品は、非圧縮状態の厚さが3.5インチ( $8.9\text{cm}$ )以下、R値が11以上、元の密度が $0.41\text{pcf}$ 以下、非圧縮状態の厚さが3.5インチ以下、R値が13以上、元の密度が $0.63\text{pcf}$ 以下、非圧縮状態の厚さが3.5インチ以下、R値が15以上、元の密度が $1.1\text{pcf}$ 以下、非圧縮状態の厚さが6.25インチ( $15.88\text{cm}$ )以下、R値が19以上、元の密度が $0.38\text{pcf}$ 以下、非圧縮状態の厚さが5.5インチ( $13.97\text{cm}$ )以下、R値が20以上、元の密度が $0.59\text{pcf}$ 以下、非圧縮状態の厚さが5.5インチ以下、R値が21以上、元の密度が $0.68\text{pcf}$ 以下、非圧縮非圧縮状態の厚さが9.5インチ( $24.13\text{cm}$ )以下、R値が30以上、元の密度が $0.41\text{pcf}$ 以下、非圧縮状態の厚さが12.0インチ( $30.48\text{cm}$ )以下、R値が38以上、元の密度が $0.41\text{pcf}$ 以下、非圧縮状態の厚さが14.0インチ以下、R値が49以上、元の密度が $0.52\text{pcf}$ 以下を有するパットであるのが良い。別の例示の実施形態では、繊維断熱製品は、非圧縮状態の厚さが3.5インチ以下、R値が16以上、平均繊維直径が $2.03\mu\text{m}$ ( $8.0\text{HT}$ )から $3.04\mu\text{m}$ ( $12.0\text{HT}$ )までの範囲にあり、3.5重量%以下のバインダを含み、元の密度が $1.90\text{pcf}$ 以下又は $2.0\text{pcf}$ 以下のパットであるのが良い。他の例示の実施形態では、繊維断熱製品は、平均繊維直径が $2.03\mu\text{m}$ ( $8.0\text{HT}$ )から $3.04\mu\text{m}$ ( $12.0\text{HT}$ )までの範囲にあり、10重量%以下のバインダを含むパットであるのが良い。

30

40

## 【0088】

表5は、 $2.03\mu\text{m}$ ( $8.0\text{HT}$ )から $3.04\mu\text{m}$ ( $12.0\text{HT}$ )までの範囲にある細い繊維を有する繊維断熱製品100の例示の実施形態の元の単位表面当たりの重量を1平方フィート当たりのポンド( $\text{psf}$ )の単位で示している。表5では、繊維直径は、上述の空気流抵抗法によって測定されたバインダ組成物の塗布前における平均繊維直径

50

を意味している。厚さ及び元の密度は、バインダ組成物を硬化させ、そして硬化済みの製品が自由状態になった（すなわち、圧縮状態又は伸張状態にはない）後の製品の厚さ及び密度を意味している。

表 5：繊維直径当たりの元の密度（p c f）、R 値、バインダ含有量、及び厚さ

厚さ (インチ)	3.50	3.50	3.50	6.25	5.50	5.50	9.50	12.00	14.00
バインダ 含有量 (重量%)	5.50	5.50	4.00	5.50	5.50	4.00	5.50	5.50	4.00
R 値	R11	R13	R15	R19	R20	R21	R30	R38	R49
繊維直径 (HT)									
8	0.103	0.154	0.277	0.170	0.235	0.270	0.281	0.357	0.528
9	0.106	0.166	0.288	0.175	0.243	0.280	0.290	0.369	0.546
10	0.110	0.172	0.299	0.181	0.252	0.289	0.300	0.381	0.564
11	0.113	0.177	0.310	0.187	0.260	0.299	0.310	0.394	0.583
12	0.117	0.183	0.320	0.193	0.268	0.309	0.319	0.406	0.601

#### 【 0 0 8 9 】

表 5 のデータは、平均繊維直径が 1 5 H T 以下であり、原面積当たりの重量が 0 . 1 0 3 p s f から 0 . 6 0 1 p s f までの範囲にあり、6 重量%以下のバインダ組成物を含む状態で作られた R 値が 1 1 ~ 4 9 の繊維断熱製品を示している。

#### 【 0 0 9 0 】

幾つかの実施形態では、平均繊維直径が 2 . 0 3  $\mu$ m ( 8 . 0 H T ) から 3 . 0 4  $\mu$ m ( 1 2 . 0 H T ) までの範囲にあり、密度が 0 . 3 p s f から 2 . 0 p s f までの範囲にあり、1 0 重量%以下のバインダ組成物を含む状態で作られた本発明のガラス繊維断熱製品は、同様なバインダ組成物を含むが、1 5 H T を超える平均繊維直径を有する繊維を含んだ状態で製造された従来型ガラス繊維断熱製品よりもスチフネスが小さいと言える。

#### 【 0 0 9 1 】

幾つかの例示の実施形態では、開示したガラス繊維断熱製品 1 0 0 は、7 5 ° 以下、6 0 ° 以下、4 5 ° 以下、又は 3 0 ° 以下のスチフネスを有する。ガラス繊維断熱製品 1 0 0 のスチフネスは、ガラス繊維断熱製品の試験片を中心支持体上に吊り下げ、そして試験片の端部が下方にそらされている角度を測定することによって測定される。この手順は、面材が施された断熱製品及び面材が施されていない断熱製品ならびに長さが約 4 8 インチ ( 1 2 2 . 0 c m )、幅が最大約 2 4 インチ ( 6 1 . 0 c m ) に寸法決めされた試験片に利用できる。具体的に言えば、この手順は、床に平行に配置された長さ 2 4 インチの 2 × 6 ビーム ( 幅が 5 . 5 インチ ( 1 4 . 0 c m ) ) を利用している。断熱製品 1 0 0 の長さ 4 8 インチの試験片を試験片の中間部の中心が 2 × 6 ビーム上に位置し、試験片の 2 つの端部がビームの各側に沿って自由に垂れ下がることができるように床に平行に 2 × 6 ビームの頂部上に寝かせる。次に、試験片の各端部の角度を例えば 2 × 6 ビームに垂直にかつ

この下に90°角度計を設けることによって試験片が2×6ビーム上で自由にぶら下がっているときに測定して各端部の角度を視覚的に求める。スチフネスの大きな断熱製品は、断熱製品100の2つの自由端部が中心に関して2×6ビームによって自由に支持されたときに床と平行なままであるときに0°に近いスチフネス角度を有する。スチフネスの小さな製品は、2×6ビームの幅全体にわたって垂れ下がり、端部は、90°に近いスチフネス角度で床に垂直になる。

#### 【0092】

例示の実施形態では、繊維断熱製品100は、バインダ組成物によってひとまとめに保持された複数にランダムに配向されているガラス繊維を有するパットとして形成される。ガラス繊維は、2.03μm(8.0HT)から3.04μm(12.0HT)までの範囲にある平均繊維直径を有し、繊維断熱製品は、10重量%未満のホルムアルデヒドフリーのバインダを有する。例示の一実施形態では、繊維断熱製品100は、3.0重量%から4.0重量%の範囲にあるホルムアルデヒドフリーのバインダを有する。

10

#### 【0093】

幾つかの例示の実施形態では、パットは、11.25インチ(28.58cm)から24.25インチ(61.60cm)までの範囲にある幅、47インチ(119.38cm)から106インチ(269.24cm)までの範囲にある長さ、及び3インチ(7.62cm)から4インチ(10.16cm)までの範囲にある厚さを有する。例示の一実施形態では、パットは、非カプセル化状態にある(カバー、すなわち蒸気バリアによって包囲されていない)。パットは、4.6以上の1インチ当たりの最大R値及び30°以下のスチフネスを有する。

20

#### 【0094】

幾つかの例示の実施形態では、繊維断熱製品100は、既知の同等な繊維断熱製品よりも小さいプリックルを生じさせるよう設計されている。本願で用いられる「プリックル」は、人の皮膚の神経末端の機械的刺激を意味している。プリックルと関連した特定の神経末端は、皮膚表面に垂直に加えられる十分な力によってトリガされる。皮膚表面の単位面積あたり比較的僅かな数のかかる刺激が存在することは、プリックルの感覚をトリガするのに十分である。例えば、繊維断熱製品を形成する繊維の端部は、繊維断熱製品の表面から突き出ている場合がある。繊維のこれら端部は、人、例えば設置者の皮膚に接触すると、オイラーロッドとして機械的に働く。繊維端部が座屈前に十分に大きな力に耐えることができる場合、これら端部は、神経末端をトリガすることができ、それによりプリックルが生じる。かくして、繊維の直径、繊維のスチフネス及び突き出た繊維端部の数は、プリックルに影響を及ぼす場合のある変数のうちのものである。

30

#### 【0095】

繊維断熱製品のプリックル生成傾向は、インターナショナル・ウール・テキスタイル・オーガニゼーション(International Wool Textile Organization: IWTO)試験規格IWTO 66 2017に準拠してウール・コンフォート・メータ(Wool Comfort Meter: WCM)によって測定できる。WCMは、試験片を測定し、単一の数値で表わされる快適度(comfort factor: CF)の値を生じさせる。快適度は、試験片上の5つの互いに異なる場所で測定され、平均の読みが試験片についての快適度値として記録される。快適度の値が小さいことは、プリックルを生じさせる傾向が低いことを表す。

40

#### 【0096】

表6は、5つの先行技術の繊維断熱試験片(A1~A5)及び本発明に係る繊維断熱製品の5つの例示の実施形態(B1~B5)に関する快適度値を示している。試験片を幾つかの小規模な改造を施した状態でIWTO 66 2017に従って試験した。小規模な試験片調製改造を行ってWCMで可能な限り最も大きなサイズの断熱試験片を試験した。具体的に言えば、断熱試験片をL15.75インチ(40.01cm)×W8.67インチ(22.02cm)に切断し、次に、厚さ1.5インチ(3.81cm)二等分し、それによりWCM試験ヘッドの下に納めた。これは、300mm×300mm試験片(11.8インチ×11.8インチ)及びファブリックについての通常の厚さをを用いるIWTO

50

66 2017に関して長さ及び幅に対する僅かな改造である。必要とされている機器改造としては、WCMの試験片ステージを比較的厚い1.5インチの試験片を試験ヘッドの下に納めるために除去することだけであった。試験方法又は試験機器に対して他の改造は行われなかった。

【0097】

表6はまた、記載した試験片についての平均繊維直径/密度の値(Fd/D)を示している。繊維直径がHT単位で記載され、密度がpcf単位で記載されている。平均繊維直径を上述のSEM方法により測定した。密度は、バインダ組成物が硬化され、硬化済みの製品が自由状態(すなわち、圧縮状態又は伸張状態にはない)になった後に測定されている。

10

表6：R値、平均繊維直径/密度比、及び快適度

試験片	R値	平均繊維直径/密度 (HT / pcf)	快適度CF
A1	19	50.0	267
A2	30	32.0	243
A3	30	28.8	170
A4	13	30.2	192
A5	17.6	14.6	150
B1	19	35.8	131
B2	28	32.3	74
B3	12	28.8	75
B4	24	14.5	57
B5	20	35.1	140

20

【0098】

図3を参照すると、快適度が表5のデータについて平均Fd/Dとの関係でプロットされている。図3に示されているように、試験片A1~A5についての最小二乗回帰線LA及び試験片B1~B5についての最小二乗回帰線LBは、一般的に言って、快適度がFd/Dの値の増大に連れて増大していることを示している。最小二乗回帰線LBは、方程式CF = 3.417(Fd/D) - 4.8によって定められ、90%の決定係数(R<sup>2</sup>)及び0.004以下のp値を有する。図3は、本発明に係る繊維断熱製品の例示の実施形態についての快適度の値を表す第1のゾーンを示している。第1のゾーンは、破線Z1によって示されているように40HT/PCの最大Fd/DのところまでX軸上で境界づけられるとともに方程式CF = 3.417(Fd/D) + 60によって定められた破線Z2によってY軸上に境界づけられ、この破線Z2は、最小二乗回帰線LBに平行な線である。図3に示されているように、第1のゾーンは、試験片B1~B5の全てを含むが、この第1のゾーンには先行技術の繊維断熱試験片(A1~A5)の全てが入っていない。

30

40

【0099】

本発明のガラス繊維断熱材料は、開示した特性及び本明細書において開示した特性の範囲の任意のコンビネーション又はサブコンビネーションを有することができる。本発明をその実施形態の説明によって例示したが、特許請求の範囲に記載された本発明の範囲をかかる細部に制限し又はいかなる仕方においても制限することは本出願人の意図ではない。追加の利点及び追加の改造が当業者には容易に明らかであろう。繊維断熱製品を可撓性バット又はブランケットとして本明細書において例示したが、他の形態及び他の幾何学的形状を用いることができる。さらに、繊維断熱製品を種々の仕方で使用することができ、かかる繊維断熱製品は、任意の特定の用途には限定されない。したがって、本発明は、その広い観点において、特定の細部、代表的な装置、及び図示するとともに説明した例示の実

50

施例には限定されない。したがって、一般的な本発明の技術的思想の精神及び範囲から逸脱することなく、かかる細部からの変形を行うことができる。

【図面】

【図 1】

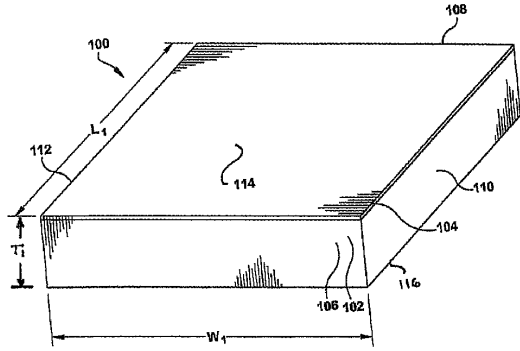


FIG. 1

【図 2】

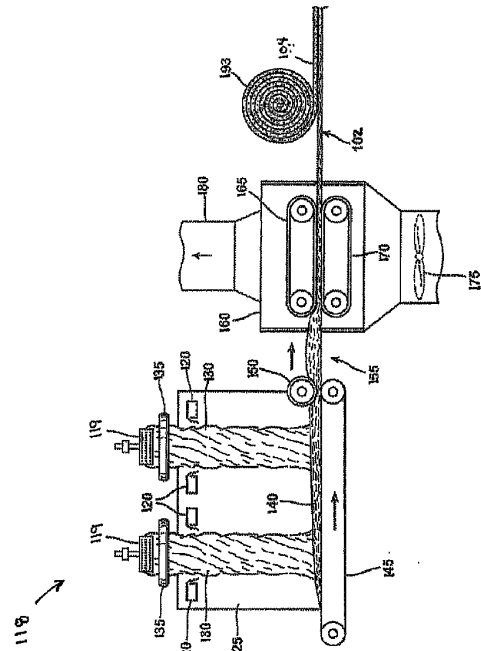


FIG. 2

【図 3】

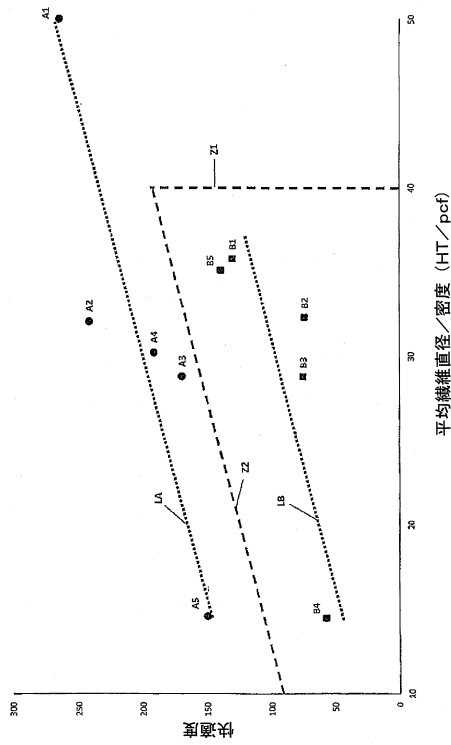


FIG. 3

10

20

30

40

50

## フロントページの続き

- (74)代理人 100130937  
弁理士 山本 泰史
- (74)代理人 100144451  
弁理士 鈴木 博子
- (72)発明者 グラント ラリー ジェイ  
アメリカ合衆国 オハイオ州 43082 ウェスターヴィル エイルズベリー ドライブ ウェスト  
348
- (72)発明者 ハウプト ロナルド エイ  
アメリカ合衆国 オハイオ州 43055 ニューアーク カムデン ドライブ 948
- (72)発明者 ブーン テノ  
アメリカ合衆国 オハイオ州 43206 コロンバス ギルバート ストリート 788
- 審査官 大 わき 弘子
- (56)参考文献 特開2017-053158(JP,A)  
米国特許出願公開第2013/0334726(US,A1)  
国際公開第2019/074865(WO,A1)  
特表2014-515793(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
D04H1/00-18/04、  
F16L59/00-59/22、  
E04B1/62-1/99、  
C03C25/00-25/70