

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5968004号  
(P5968004)

(45) 発行日 平成28年8月10日 (2016. 8. 10)

(24) 登録日 平成28年7月15日 (2016. 7. 15)

(51) Int. Cl.

F I

F 1 6 L 59/065 (2006. 01)

F 1 6 L 59/065

F 2 5 D 23/06 (2006. 01)

F 2 5 D 23/06

V

F 2 5 D 23/06

W

請求項の数 7 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2012-75554 (P2012-75554)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成24年3月29日 (2012. 3. 29)		三菱電機株式会社
(65) 公開番号	特開2013-204734 (P2013-204734A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(43) 公開日	平成25年10月7日 (2013. 10. 7)	(74) 代理人	100085198
審査請求日	平成26年6月6日 (2014. 6. 6)		弁理士 小林 久夫
		(74) 代理人	100098604
			弁理士 安島 清
		(74) 代理人	100087620
			弁理士 高梨 範夫
		(74) 代理人	100125494
			弁理士 山東 元希
		(74) 代理人	100141324
			弁理士 小河 卓
		(74) 代理人	100153936
			弁理士 村田 健誠

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 真空断熱材および真空断熱材を用いた冷蔵庫

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

シート状の繊維集合体が複数積層された芯材と、内部が減圧されて密封されており、該内部に前記芯材が収められた包装材とで構成された真空断熱材において、

前記芯材と共に封入されており、当該芯材の折り曲げの曲率に応じて生じる前記包装材の弛みによるシワを抑制する包装長さ調整体を備えており、

前記包装長さ調整体は、シート状のシート部と、前記シート部と一体的に形成され、前記シート部の幅方向に沿って延びる少なくとも1本の棒状部とからなり、前記芯材と前記包装材との間に設けられていることを特徴とする真空断熱材。

【請求項 2】

シート状の繊維集合体が複数積層された芯材と、内部が減圧されて密封されており、該内部に前記芯材が収められた包装材とで構成された折り曲げ自在な真空断熱材において、

折り曲げ部の内側となる前記包装材と前記芯材との間に、シート状のシート部と、前記シート部と一体的に形成され、前記シート部の幅方向に沿って延びる少なくとも1本の棒状部とからなる包装長さ調整体が設けられていることを特徴とする真空断熱材。

【請求項 3】

前記包装長さ調整体は、前記芯材の幅とほぼ同じ幅を有し、断面形状が半円弧状の棒状部を少なくとも1つ備えていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の真空断熱材。

【請求項 4】

前記棒状部の半円弧状の周方向の長さは、前記芯材の折り曲げの曲率に応じて生じる前

10

20

記包装材の弛みの長さとなるように調整されていることを特徴とする請求項 3 記載の真空断熱材。

【請求項 5】

前記棒状部の両端には、前記包装材の両端より内側に傾斜する傾斜部が形成されていることを特徴とする請求項 3 又は 4 記載の真空断熱材。

【請求項 6】

前記芯材は、減圧包装後の厚さが 3 mm 以下であることを特徴とする請求項 1 ~ 5 の何れか一項に記載の真空断熱材。

【請求項 7】

前面に開口を有する断熱箱体と、  
前記断熱箱体の底壁の後部に設けられた機械室と、  
前記断熱箱体のうち前記機械室と庫内とを仕切る断熱箱体の形状に沿って折り曲げられた請求項 1 ~ 6 の何れか一項に記載の真空断熱材と  
を備えたことを特徴とする冷蔵庫。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、真空断熱材およびその真空断熱材を外箱と内箱とで構成される断熱箱体に設けた冷蔵庫に関するものである。

【背景技術】

20

【0002】

冷蔵庫の断熱箱体には、省エネルギー化や省スペース化を目的として、従来からの硬質ポリウレタンフォームに加え、遙かに断熱性能に優れている真空断熱材が用いられ、冷蔵庫の断熱性能は大きく改善されている。

【0003】

家電製品への省エネルギー化のニーズがますます高まるにつれ、冷蔵庫の断熱箱体の断熱面積・断熱容積に占める真空断熱材の配設割合も増加されているが、平板状の真空断熱材が配設可能な面積・容積は限られ、大幅に真空断熱材を増量することは困難になってきている。

【0004】

30

真空断熱材の面積・容積をさらに拡大していくためには、断熱箱体の端部やコーナー部分まで真空断熱材を配設する必要があり、近年は、真空断熱材を折り曲げるなど、断熱壁の複雑な形状にあわせた三次元加工が検討されている。

【0005】

例えば、冷蔵庫の機械室には圧縮機があつて熱を発しているので、機械室と冷蔵庫内の間の断熱壁は断熱性能が高いことが望ましいが、機械室周りの断熱壁は平面部が少なく複雑な形状であるため、平面状の真空断熱材は配設面積を大きく取ることができない。そこで、真空断熱材を折り曲げて配設する技術が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0006】

40

真空断熱材は、形状保持と優れた断熱性能を発現することを目的とした、粉体、発泡体、繊維体などの芯材と、真空断熱材の断熱性能の低下要因となるガスや水分を吸着して真空度の劣化を抑制するための吸着剤とを、真空度保持を目的としたプラスチックラミネートフィルムからなる包装材で密封して構成されている。

【0007】

包装材には、少なくとも傷付き等を防止するための保護層、ガス透過を抑制するためのガスバリア層、内部を真空にした後、ヒートシールによって封止するためのシール層からなるプラスチックラミネートフィルムが用いられている。前述のガスバリア層は、薄い金属箔、アルミニウムなどの金属やアルミナなどの無機材料を蒸着した P E T、E V O H などのガスバリア性樹脂が用いられている。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開平10-253243号公報（第5頁、図3）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

包装材は、前述したような構造であるため、真空断熱材を折り曲げた場合、外側のプラスチックラミネートフィルムは伸ばされ、内側は弛みの発生による強いシワが生じたりする。ガスバリア層に高いガスバリア性を付与している金属箔や金属、無機材料の蒸着層は、比較的可とう性に乏しく、伸びやシワに亀裂が生じた場合には、ガスバリア層のガス透過が増加し、即ち包装材のガスバリア性が低下してしまい、真空断熱材の断熱性能が低下するという課題があった。

10

【0010】

また、特許文献1に記載のように、真空断熱材を折り曲げるにあたって、芯材に溝加工を行うようにしているが、包装材のシワの発生は低減され、真空度の悪化は抑制されるものの、溝加工部の芯材が薄くなってしまうため、実質的な断熱性能が目減りしてしまうという課題があった。

【0011】

本発明は、前記のような課題を解決するためになされたもので、断熱性能が良く、しかも取り扱い性やリサイクル性に優れた真空断熱材および真空断熱材を用いた冷蔵庫を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明に係る真空断熱材は、シート状の繊維集合体が複数積層された芯材と、内部が減圧されて密封されており、その内部に芯材が収められた包装材とで構成された真空断熱材において、芯材と共に封入されており、その芯材の折り曲げの曲率に応じて生じる包装材の弛みによるシワを抑制する包装長さ調整体を備えており、包装長さ調整体は、シート状のシート部と、シート部と一体的に形成され、シート部の幅方向に沿って延びる少なくとも1本の棒状部とからなり、芯材と包装材との間に設けられている。

30

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、真空断熱材を折り曲げたときに生じる包装材の弛みによるシワを包装長さ調整体で抑制するようにしたので、包装材のガスバリア性の低下を抑制でき、真空断熱材の断熱性能の低下を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】実施の形態に係る冷蔵庫の冷却室の一部および機械室を拡大して示す縦断面図である。

【図2】図1の冷蔵庫に用いられた真空断熱材を拡大して示す斜視図である。

40

【図3】図2の真空断熱材の折り曲げ部を拡大して示す断面図である。

【図4】図2の真空断熱材に用いられる包装長さ調整体を示す斜視図である。

【図5】シート状の繊維集合体を模式的に示す斜視図である。

【図6】減圧包装後の芯材の厚さと折り曲げ力解放後の角度Xの関係を示す曲線図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

図1は実施の形態に係る冷蔵庫の冷却室の一部および機械室を拡大して示す縦断面図、図2は図1の冷蔵庫に用いられた真空断熱材を拡大して示す斜視図、図3は図2の真空断熱材の折り曲げ部を拡大して示す断面図である。

50

## 【 0 0 1 6 】

本実施の形態の冷蔵庫 1 を構成する断熱箱体 2 の底壁は、図 1 に示すように、後部が階段状に立ち上がる形状とし、この立ち上がる部分の外側には、圧縮機 3 等の機器が設置された機械室 4 が設けられている。この機械室 4 の上方には、冷却器 5 や送風機（図示せず）等が配置された冷却室 6 が設けられている。前述の断熱箱体 2 は、前面が開口しており、鋼板製の外箱 2 a と硬質樹脂製の内箱 2 b の間にウレタンフォーム等の断熱材 2 c が充填されて形成されている。

## 【 0 0 1 7 】

階段状に形成された底壁の断熱箱体 2 のうち、最も低い部分から上方に折り曲げられた部分の断熱箱体 2 内には、その形状に沿って形成された L 字状の真空断熱材 1 0 が埋め込まれている。その真空断熱材 1 0 の折り曲げ部の内側には、図 1 乃至図 3 に示すように、包装長さ調整体 2 0 により凹凸が形成されている。この凹凸により、真空断熱材 1 0 を折り曲げた際に、折り曲げ部の内側にできる包装材 1 1 の弛みによるシワが抑えられている。なお、断熱箱体 2 のうち左右の両側および背面の断熱箱体 2 には、真空断熱材 1 0 とは異なる平板状の真空断熱材が埋め込まれている。

## 【 0 0 1 8 】

前述の真空断熱材 1 0 は、後述するが、シート状の繊維集合体を複数積層して形成された芯材 1 2 と包装長さ調整体 2 0 を袋状の包装材 1 1 に収めて減圧し、その包装材 1 1 を密封して平板状に形成されている。

包装材 1 1 には、前述したように、傷付き等を防止するための保護層、ガス（空気）透過を抑制するためのガスバリア層、内部を真空にした後にヒートシールによって封止するためのシール層からなるプラスチックラミネートフィルムが使用されている。包装材 1 1 は、シール層どうしが向かい合うように、2 枚のプラスチックラミネートフィルムを重ね、四辺のうち一辺を開口部として、他の三辺のシール層がヒートシールにより閉じられて袋状になっている。ガスバリア層は、薄い金属箔や、アルミニウムなどの金属やアルミナなどの無機材料を蒸着した P E T、E V O H などのガスバリア性樹脂が用いられている。

## 【 0 0 1 9 】

芯材 1 2 には、例えばポリスチレン繊維を材料とする繊維集合体を使用されている。なお、芯材 1 2 の材料として、ポリスチレン繊維の他に、ガラスやセラミックスなどの無機繊維や、ポリプロピレン繊維、ポリスチレン繊維、ポリ乳酸繊維、アラミド繊維、L C P（液晶ポリマー）繊維、ポリフェニレンスルファイド繊維などがあるが、それぞれの特性に応じて何れかをを用いるようにしても良い。

## 【 0 0 2 0 】

（繊維集合体の製造方法）

次に、芯材 1 2 を形成する繊維集合体の製造方法について、図 5 を用いて説明する。図 5 はシート状の繊維集合体を模式的に示す斜視図である。なお、図中の（a）は繊維集合体の斜視図、（b）は繊維集合体の断面図である。

## 【 0 0 2 1 】

まず、ポリスチレン樹脂のペレットを、押出機で 2 5 0 ～ 3 0 0 に加熱・混練熔融し、異物除去のためのポリマーフィルターを通した後、ギアポンプで直径 0 . 2 ～ 0 . 6 m m の多数の孔の開いたノズルから連続的に押し出す。

押出されたポリスチレン樹脂を、冷風で冷却しながら、圧縮エアで 2 0 0 0 m / m i n ～ 6 0 0 0 m / m i n の糸速度で延伸させて所望の繊維径の連続繊維とし、メッシュコンベアの上に捕集する。

## 【 0 0 2 2 】

以上のように、樹脂ペレットから加熱熔融紡糸し、コンベア上で捕集された繊維は、繊維のかたまりである繊維ウェブとして捕集されている。その繊維ウェブの状態では、繊維がそのままの状態ではばらばらであり、包装材 1 1 に収める作業においては、芯材 1 2 として取り扱いづらい。

## 【 0 0 2 3 】

そこで、ウェブ状の繊維を不織布としてまとめ、その繊維のばらけを防止するために、50～100 に加熱した、複数の円柱状の突起を持つエンボスローラーで、繊維の両面を加圧して熱エンボス加工部12bを施し、繊維同士を熱溶着させてシート状の繊維集合体12aに加工する(図5(a)、(b)参照)。

#### 【0024】

繊維集合体12aの両面に施された熱エンボス加工部12bは、図5(a)に示すように、最小限の面積で、かつほぼ等間隔で熱溶着されて形成された円形状の凹部となっている。その熱エンボス加工部12bにより、繊維のばらけを防止できる。熱エンボス加工部12bが施されたシート状の繊維集合体12aをロール状に巻き取り、原反ロールを得る。この原反ロールから必要な長さに切断し、切断した繊維集合体12aを複数積層して芯材12が形成される。

10

#### 【0025】

(真空断熱材の製造方法)

次に、本実施の形態の真空断熱材10の製造方法について、図1、図2および図4を用いて説明する。図4は図2の真空断熱材に用いられる包装長さ調整体を示す斜視図である。

#### 【0026】

真空断熱材10は、三辺がヒートシールにて閉じられた袋状の包装材11内に、芯材12および包装長さ調整体20と、水分やガスを吸着する吸着剤(図示せず)とを入れ、包装材11の内部を所定の真空度に減圧した後、開口部の一边をヒートシールにより閉じて製造される。真空断熱材10を製造する際、包装長さ調整体20が芯材12の折り曲げ部に位置するように、包装材11の片面と芯材12との間に配置されている。

20

#### 【0027】

芯材12を包装材11に収めて、開口部を確実にヒートシールするための包装材11の余裕代が、真空断熱材10の製造後にミミ部として残るが、これは、断熱箱体2への配設後、隙間に発泡ウレタンフォームを注入する際の障害となるので、真空断熱材10側に折り曲げてテープにより固定する。

#### 【0028】

なお、この後に行う真空断熱材10の折り曲げ加工による折り曲げ部の内側には、包装材2に弛みができ、これがシワとなってしまふ。特にミミ部は、既に真空断熱材10側へ折り曲げられて、少なからずシワが生じており、さらに、真空断熱材10の折り曲げによってシワが生じるので、強いシワが生じやすく、包装材11の蒸着層が受けるダメージも大きくなるため、ガスバリア性が低下してしまう。

30

#### 【0029】

そこで、本実施の形態においては、真空断熱材10を折り曲げた際にできる包装材11の弛みが強いシワにならないように、包装長さ調整体20を包装材11内に収めている。包装長さ調整体20は、図5に示すように、芯材12の幅とほぼ同じ幅を有するシート部1と、シート部21に設置され、シート部21の幅方向に延びる例えば3本の棒状部22とで構成されている。棒状部22は、例えば合成樹脂よりなり、断面形状が半円弧状に形成され、両端には互いに内側に傾斜する半円弧状の傾斜部22aが形成されている。この傾斜部22aは、真空断熱材10を折り曲げた際に、棒状部22の両端が包装材11を突き破らないようにするためである。

40

#### 【0030】

棒状部22の半円弧状の大きさや本数は、断熱箱体2の配設位置によって調整を行うが、棒状部22の突出高さが高すぎると、断熱箱体2内への配設時に隙間に充填するウレタンフォームの流動を阻害するので低い方が望ましい。また、真空断熱材10の折り曲げ部の内側には、理論上、折り曲げ部の角度 $X^{\circ}$ の範囲で、包装材11に、曲率 $r$ と曲率 $r+t/2$ の円弧の差分の弛みができるが、実際には、高い空隙率を持つ芯材12が変形することなどによって、計算よりも多く弛みが生じるので、棒状部22の半円弧の周方向の長さの合計長は、理論計算より大きく取っている。

50

## 【 0 0 3 1 】

シート部 2 1 の材質は、真空断熱材 1 0 内でのガスの放出が少なく吸水性が低く、残存低分子分の少ない材質が望ましい。また、断熱性の観点では、繊維体や多孔質体であればなお望ましいが、本実施の形態ではポリプロピレンを用いている。このポリプロピレンの厚みは、真空断熱材 1 0 を折り曲げるときに抵抗とならないように薄いほうがよく、本実施の形態では例えば 0 . 5 mm としている。

## 【 0 0 3 2 】

( 真空断熱材の折り曲げ加工 )

次に、真空断熱材 1 0 の折り曲げ加工について、図 3 を用いて説明する。

真空断熱材 1 0 の折り曲げ加工は、真空断熱材 1 0 の折り曲げ部、即ち包装材 1 1 から突出する 3 本の棒状部 2 2 をよける溝加工が施してある当て治具を当てて、その両端を保持して所望の半径  $r$  の円弧形状となるように折り曲げる。

## 【 0 0 3 3 】

この時、芯材 1 2 には反発力があるため、図 2 に示す所望の曲げ角度  $Y$  を得るためには、角度  $Y$  よりも小さい角度まで曲げて、一定時間保持した後に折り曲げ力を解放する。バインダやニードルパンチなどで 1 枚のシート状に形成した芯材 1 2 は、折り曲げるにあたって、その反発力によって折り曲げ形状が保持し難い。そこで、本実施の形態では、折り曲げ力を解放した後も折り曲げ形状を保持しやすくするために、繊維集合体 1 2 a 間のズレにより反発力を低減できるように複数積層している。なお、この構造は、断熱したい方向である厚さ方向への繊維の配向を抑制できるので、断熱性能の向上にも適している。

## 【 0 0 3 4 】

真空断熱材 1 0 の折り曲げ後の形状保持性を評価した。評価に用いた真空断熱材 1 0 の芯材 1 2 は、仕上がり寸法で幅 2 9 0 mm、長さ 6 0 0 mm、厚さ 2 0 mm とし、包装材 1 1 には外側からナイロン、アルミ蒸着 P E T、アルミ蒸着 E V O H、ポリエチレンの 4 層構造のプラスチックラミネートフィルムを使用し、吸着剤として酸化カルシウムを用いた。芯材 1 2 は、シート状の繊維集合体 1 2 a を複数枚積層した構造とし、減圧包装後の芯材 1 2 の厚さを変えて評価を行った。また、包装長さ調整体 2 0 には、半円弧の半径を 3 . 3 mm とする棒状部 2 2 をシート部 2 1 に 3 本配置したものをを用いた。また、芯材 1 2 の曲げ半径  $r$  を 2 5 mm、目標の折り曲げ角度  $Y$  を 9 0 ° とし、折り曲げ加工時には 4 5 ° まで折り曲げて例えば 1 0 秒間折り曲げ力を保持した。その結果を表 1 および図 6 に示す。

## 【 0 0 3 5 】

## 【表 1】

	条件1	条件2	条件3	条件4	条件5
目付けg/m2	13	26	52	78	104
減圧包装後の芯材の厚さmm	0.75	1.5	3	4.5	6
積層枚数	27	13	7	4	3
折り曲げ力解放後の角度 $y$	85	87	90	120	160

## 【 0 0 3 6 】

表 1 および図 6 に示すように、減圧包装後の芯材 1 2 の厚さが 3 mm で、折り曲げ力解放後の角度  $Y$  が所望の 9 0 ° となっている。芯材 1 2 の厚さが 3 mm 未満では角度  $Y$  が 9 0 ° より小さくなっているが、これは、折り曲げ加工時の角度  $Y$  を大きくしたり、保持時間を短くすることで所望の角度に調整することができる。一方、芯材 1 2 の厚さが 3 mm を超えると、折り曲げ力解放後の角度  $Y$  は 9 0 ° を大きく上回る。そこで、折り曲げ加工時の角度  $Y$  を小さくしてみたが、1 0 ° 以下では包装材 1 1 が破袋してしまった。次に、折り曲げ加工時の角度  $Y$  を 1 5 ° で保持時間を 3 0 分まで延ばしてみたが、折り曲げ力解放後の角度  $Y$  は 9 0 ° より大きくなった。以上より、生産性も考慮すると、減圧包装後の

芯材 1 2 の厚さは 3 m m 以下が望ましい。

【 0 0 3 7 】

( 断熱性能の評価 )

表 1 の条件 3 で製造した真空断熱材 1 0 の断熱性能を熱伝導率で評価した。熱伝導率は、曲げ加工を行わない平板状の状態で行うため、測定に十分な平板部を確保できるよう折り曲げ位置を調整した。包装長さ調整体 2 0 を用いないものを比較例として、製造した真空断熱材 1 0 の熱伝導率の経時変化で評価した。熱伝導率は、折り曲げ前、折り曲げ後、4 0 で加速劣化させた後に測定した。その結果の熱伝導率を表 2 に示す。結果は測定を 1 0 回行ったときの平均値である。

【 0 0 3 8 】

【表 2】

		実施例	比較例
包装長さ調整体		あり	なし
熱伝導率 W/mK	折り曲げ前	0.0021	0.0021
	折り曲げ後	0.0021	0.0021
	40°C2週間後	0.0024	0.0028

【 0 0 3 9 】

その結果から、折り曲げ前後では本実施の形態における実施例と比較例のいずれも熱伝導率の増加はないが、4 0 を 2 週間継続した後の熱伝導率は比較例の方が大きくなっており、包装長さ調整体 2 0 により、折り曲げ部の包装材 1 1 のシワを抑制でき、包装材 1 1 のガスバリア性の悪化を抑制できたことが分かる。

【 0 0 4 0 】

以上のように本実施の形態においては、真空断熱材 1 0 を折り曲げたときに生じる包装材 1 1 の弛みによるシワを包装長さ調整体 2 0 で抑制するようにしたので、真空断熱材 1 0 を包装材 1 1 のガスバリア性を悪化させることなく折り曲げることができる。そのため、断熱箱体 2 の複雑形状部への配設が容易になり、真空断熱材 1 0 の配設面積・容積を拡大でき、断熱性能の高い断熱箱体 2 を製造でき、高断熱性能を有する、省エネルギーの冷蔵庫 1 を提供できる。

【 0 0 4 1 】

なお、本実施の形態では、真空断熱材 1 0 を断熱箱体 2 の形状に沿って L 字形状としたが、真空断熱材 1 0 を S 字形状にしても良い。その場合、折り曲げ部が 2 カ所となるが、その部分にそれぞれ包装長さ調整体 2 0 を配置して、折り曲げ加工時に生じる包装材 1 1 の弛みによるシワを抑える。

【 0 0 4 2 】

また、本実施の形態では、包装長さ調整体 2 0 を有する真空断熱材 1 0 を冷蔵庫 1 に用いたことを述べたが、これに限定されるものではなく、例えば、自動販売機、保冷库、給湯器、空調装置等にも、包装長さ調整体 2 0 を有する真空断熱材 1 0 を用いるようにしても良い。

【符号の説明】

【 0 0 4 3 】

1 冷蔵庫、2 断熱箱体、2 a 外箱、2 b 内箱、2 c 断熱材、3 圧縮機、4 機械室、5 冷却器、6 冷却室、1 0 真空断熱材、1 1 包装材、1 2 芯材、1 2 a 繊維集合体、1 2 b 熱エンボス加工部、2 0 包装長さ調整体、2 1 シート部、2 2 棒状部、2 2 a 傾斜部。

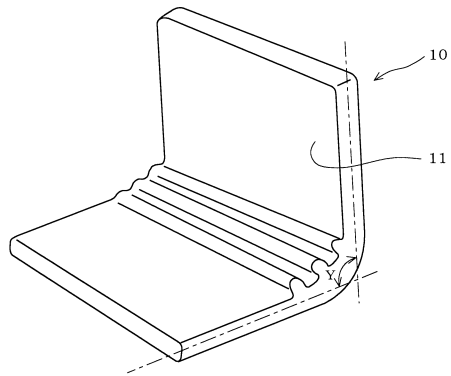
10

20

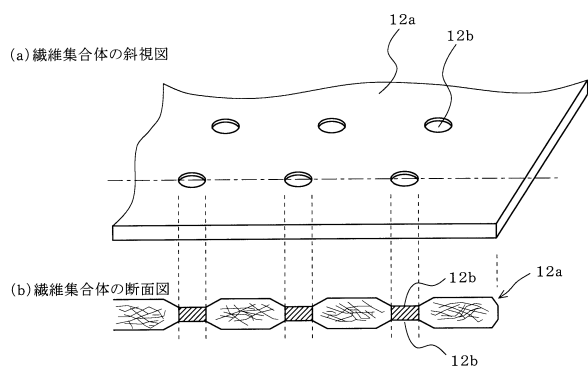
30

40

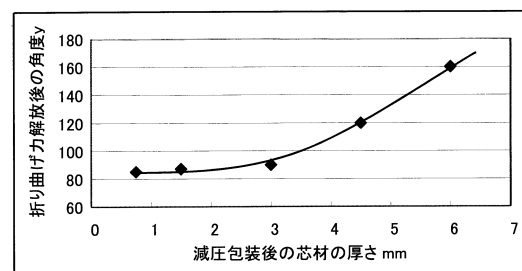
【 図 2 】



【 図 5 】



【 図 6 】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100160831

弁理士 大谷 元

(72)発明者 岩田 修一

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 野村 京子

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 藤森 洋輔

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 黒石 孝志

(56)参考文献 特開2010-190257(JP, A)

特開2001-311496(JP, A)

特開2007-263186(JP, A)

国際公開第2013/065162(WO, A1)

特開2013-72480(JP, A)

特開2000-97390(JP, A)

特開2010-127463(JP, A)

特開2007-205530(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16L 59/06 - 59/075

F25D 23/06