

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-241988

(P2011-241988A)

(43) 公開日 平成23年12月1日(2011.12.1)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>F 2 5 D 23/06 (2006.01)</b>	F 2 5 D 23/06	3 H 0 3 6
<b>F 1 6 L 59/06 (2006.01)</b>	F 1 6 L 59/06	3 L 1 0 2

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2010-111680 (P2010-111680)	(71) 出願人	399048917
(22) 出願日	平成22年5月14日 (2010.5.14)		日立アプライアンス株式会社
			東京都港区海岸一丁目16番1号
		(74) 代理人	100064414
			弁理士 磯野 道造
		(74) 代理人	100111545
			弁理士 多田 悦夫
		(72) 発明者	井関 崇
			栃木県栃木市大平町富田800番地 日立
			アプライアンス株式会社内
		(72) 発明者	越後屋 恒
			栃木県栃木市大平町富田800番地 日立
			アプライアンス株式会社内

最終頁に続く

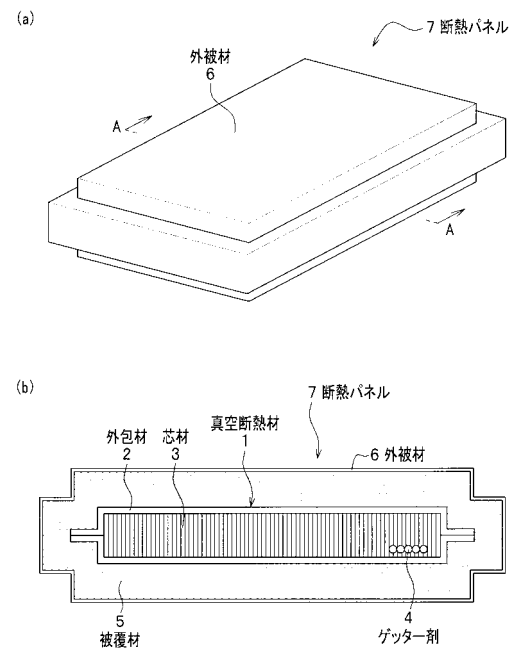
(54) 【発明の名称】 断熱箱体および冷蔵庫

## (57) 【要約】

【課題】長期における断熱性能が優れ、平面度が高くてヒートブリッジ現象が抑えられ、省エネルギーに貢献できる断熱箱体および冷蔵庫を提供する。

【解決手段】本発明に関わる断熱箱体は、真空断熱材 1 および連通孔をもつ被覆材 5 を組み合わせた断熱パネル 7 を断熱に用いる断熱箱体 19 であって、真空断熱材 1 は、グラスウールの芯材 3 と、ゲッター剤 4 と、芯材 3 およびゲッター剤 4 を収納するガスバリア性の外包材 2 とを有するとともに、外包材 2 の内部を真空封止し、断熱パネル 7 は、真空断熱材 1 および被覆材 5 を内部に含む外包材 6 の当該内部を減圧し密封して成る。

【選択図】 図 1



(a) 図の A-A 線断面図

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

真空断熱材および連通孔をもつ被覆材を組み合わせた断熱パネルを断熱に用いる断熱箱体であって、

前記真空断熱材は、グラスウールの芯材と、ゲッター剤と、前記芯材および前記ゲッター剤を収納するガスバリア性の外包材とを有するとともに、前記外包材の内部を真空封止し、

前記断熱パネルは、前記真空断熱材および前記被覆材を内部に含む外被材の当該内部を減圧し密封して成る

ことを特徴とする断熱箱体。

10

## 【請求項 2】

請求項 1 記載の断熱箱体において、

前記断熱パネルに用いる前記連通孔をもつ被覆材の熱伝導率は、減圧下で  $10 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$  以下であることを特徴とする断熱箱体。

## 【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 記載の断熱箱体において、

前記断熱パネルに用いる前記連通孔をもつ被覆材の圧縮強度は、 $0.15 \text{ MPa}$  以上であることを特徴とする断熱箱体。

## 【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のうちの何れか一項記載の断熱箱体において、

前記断熱パネルに用いる前記被覆材を、連通孔をもつ発泡体により形成して成ることを特徴とする断熱箱体。

20

## 【請求項 5】

外装を成す外箱と貯蔵物を収容する内箱との間に形成される空間に、真空断熱材および連通孔をもつ被覆材を組み合わせた断熱パネルと、発泡断熱材とを備える冷蔵庫であって、

前記真空断熱材は、グラスウールの芯材と、ゲッター剤と、前記芯材および前記ゲッター剤を収納するガスバリア性の外包材とを有するとともに、前記外包材の内部を真空封止し、

前記断熱パネルは、前記真空断熱材および前記連通孔をもつ被覆材を内部に含む外被材の当該内部を減圧密封して成ることを特徴とする冷蔵庫。

30

## 【請求項 6】

請求項 5 記載の冷蔵庫において、

前記断熱パネルは、前記外箱と前記内箱との間にスペーサ材により挟持して配設されることを特徴とする冷蔵庫。

## 【請求項 7】

請求項 5 または請求項 6 記載の冷蔵庫において、

冷蔵温度の貯蔵室と冷凍温度の冷凍室との間の仕切断熱壁内に、前記断熱パネルが配設されるとともに前記断熱パネルが水発泡剤を主体とする硬質ウレタン発泡樹脂で埋設されることを特徴とする冷蔵庫。

40

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、真空断熱材と連通孔をもつ被覆材を有する断熱パネルを備えた断熱箱体および冷蔵庫に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、地球温暖化に対する観点から、 $\text{CO}_2$  排出を抑制するために家電品の消費電力量削減の必要性が望まれている。なかでも、冷蔵庫、エアコン等は特に消費電力量の多い製品であり、消費電力量の削減が地球温暖化対策として必要な状況にある。冷蔵庫を例に挙

50

げると、消費電力は、庫内の冷却に費やす電力が殆んどのため、庫内からの熱漏洩量に関係する断熱材の断熱性能によってその大部分が決まることになる。そのため、冷蔵庫の技術開発においては冷却性能に関係する圧縮機の効率とともに断熱性能に関係する断熱材の性能向上が求められる。

#### 【 0 0 0 3 】

断熱材の性能向上に関連して、グラスウールやウレタンフォームに比べ断熱性能が優れる断熱材として、ガスバリア性の外包材中にグラスウールの芯材を入れ、内部を真空状態にすることで作製される真空断熱材が提案されている。しかし、真空断熱材は断熱性能が高いものの強度的に弱いいため、真空断熱材のみでは冷蔵庫用の断熱材に使用できず、ウレタンフォームを併用するハイブリッドの断熱材として、冷蔵庫の作製に使用されている。

10

#### 【 0 0 0 4 】

一方、ウレタンフォームの断熱性能を向上させる方法としては、熱伝導率が優れる発泡剤の探索およびナノフォーム等が検討されている。しかし、未だ実用化に至らず、断熱性能がウレタンフォームに比べ10倍以上優れる真空断熱材を用いて、断熱空間における被覆率を増大させ冷蔵庫の消費電力を削減しようとする種々の検討がなされ、下記の公報等が提案されている。

#### 【 0 0 0 5 】

例えば、特許文献1は、冷却庫（冷蔵庫、冷凍庫、保冷库）の断熱箱体として、外箱と内箱との間の空間に発泡断熱材を充填して形成する冷却庫の断熱箱体である。具体的には、外箱と内箱との間の空間の一部に外箱に貼り付けられた真空断熱材および内箱に貼り付けられた真空断熱材が間隔を隔て対向する箇所を設け、前記間隔に発泡断熱材を充填した冷却庫の断熱箱体である。特に、真空断熱材を外箱側と内箱側の二重に配置したことで高い断熱性能を得ることができ、外箱側と内箱側の二重に配置された真空断熱材の隙間に発泡断熱材を充填させる。真空断熱材は外箱と内箱に押し付けられ、該真空断熱材と外箱との接触面あるいは内箱との接触面に水分が侵入し凍結することがない冷却庫の断熱箱体が記載されている。

20

#### 【 0 0 0 6 】

特許文献2は、繊維の重合体からなる芯材と芯材を収納し気体の透過を防ぐガスバリア性を有する外包材の内部を減圧してなる真空断熱材を、発泡断熱材内に備え、真空断熱材を覆う成形断熱材を発泡断熱材内に埋設した冷蔵庫である。特に、真空断熱材を無機繊維からなる芯材と、この芯材を収納して金属箔あるいは金属蒸着膜の金属層を有するラミネートフィルムから構成され、気体の透過を防止する外包材で芯材を収納し外包材内部を減圧して、開口部を溶着密封した真空断熱材を発泡断熱材中に埋設した冷蔵庫である。そして、平面度が低い真空断熱材を平面度の高い成形断熱材に包み真空断熱材を配設することで、断熱性能と信頼性および外観形状が向上する冷蔵庫が記載されている。

30

#### 【 0 0 0 7 】

特許文献3は、内箱と外箱との間に充填される発泡断熱材と、芯材を外被材で覆って内部が減圧されるとともに内箱と外箱との間に配される真空断熱パネルとを有する断熱箱体を備えた冷蔵庫である。特に、真空断熱パネルを内箱の隣接する二面を覆うように折曲（断面L字型）した真空断熱パネルで、断熱箱体の周囲に配される真空断熱パネルの枚数が削減できコスト低減が図れる。

40

#### 【 0 0 0 8 】

また、真空断熱パネルの周囲に形成される発泡断熱材を浸透させる隙間総数が削減でき、真空断熱パネルの被覆率を増加させることで断熱箱体の断熱性が向上する。真空断熱パネルは内箱の側面と背面とを覆う断面L字型に形成されているため、縦方向に距離の長い断熱箱体の側面と背面の境界に発泡断熱材を浸透させることで隙間を形成する必要がなく、真空断熱パネルの被覆率を増加することができる冷蔵庫が記載されている。

#### 【 0 0 0 9 】

特許文献4は、外箱と内箱の間に硬質ウレタンフォームと真空断熱材とを備え、真空断熱材を冷蔵庫の上部両側面、天面、背面、前面に対し外箱に配設し、底面、下部両側面お

50

よび機械室を構成する面に内箱に接し真空断熱材を配設した冷蔵庫である。特に、外箱の表面温度が高くなる下部両側面、底面および機械室に配設した真空断熱材が高温にさらされることがなく、真空断熱性能の経時的な劣化を最低限に抑えることができ、真空断熱材の長期信頼性が高まる。また、真空断熱材を下部両側面は内箱に接し真空断熱材を配設しているので、外箱同士の複雑な接合部および配管を避けることで真空断熱材の破損を防止する冷蔵庫が記載されている。

【0010】

特許文献5は、外箱と内箱の間に硬質ウレタンフォームと真空断熱材を備え、該真空断熱材を両側面、天面、背面、底面および前面に配置し、外箱の表面積に対して真空断熱材の被覆率が50%を超え80%以下の冷蔵庫である。この冷蔵庫において、外箱表面温度が外気温度よりも高くなる面に真空断熱材を外箱と内箱の中間に配置して硬質ウレタンフォームで埋設する。特に、外気温度よりも外箱の表面温度が高くなる部分は、真空断熱材を外箱と内箱の中間で硬質ウレタンフォームに埋設するため、真空断熱性能の経時的な断熱性能の劣化を最低限に抑え、真空断熱材を硬質ウレタンに埋設する外箱表面の凹凸や波打ちのない冷蔵庫が記載されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】特開2008-298360号公報

【特許文献2】特開2007-64584号公報

20

【特許文献3】特開2008-267664号公報

【特許文献4】特開2004-20148号公報

【特許文献5】特開2003-14368号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

ところで、特許文献1は、外箱と内箱の空間に発泡断熱材を充填して形成される冷却庫の断熱箱体に、真空断熱材を外箱側(鋼板)と内箱側(ABS樹脂)の二重に配置する高い断熱性能を有する冷却庫である。真空断熱材を外箱側と内箱側に貼り付けるには、ホットメルト接着剤や両面接着テープを用いて固定する。両面接着テープでは、しわが生じないように貼り付ける必要があり、作業性が悪いうえコスト的にも割高である。また、ホットメルト接着剤では、内箱に塗ると熱で内箱が変形するため、真空断熱材に接着剤を塗り内箱に貼り付ける。

30

【0013】

しかし、真空断熱材を内箱側に配置するには、貼り付け易いよう内箱に凹凸をなくした平面を設ける必要があり、内箱と真空断熱材の間に隙間があると発泡後に内箱が変形してしまう。内箱は外箱に比べて樹脂製で変形し易く内箱の外周は外箱の内面に比べ凹凸が多いため、真空断熱材を内箱の外周に強固に固定することが容易ではない。真空断熱材を外箱と内箱の両者に貼る場合は、箱体内に凹凸部があると発泡断熱材を充填した際に真空断熱材との間にエアボイドが形成され、内箱が変形し易くなり真空断熱材を固定させるには平坦な外箱で配設されることが多い。

40

【0014】

しかし、断熱箱体の外箱は鋼板であり箱体表面が内部と比較し熱伝導性が高いこと、更に真空断熱材の外包材がアルミ箔やアルミ蒸着膜の金属層を備えたラミネートフィルムであることから、外箱からの熱が真空断熱材の外包材を回り込み真空断熱材の内箱側へと至るヒートブリッジ現象が起こり、断熱材の熱侵入量が増加してしまうことで断熱性能の低下を招く問題がある。

【0015】

特許文献2では、外面の平面度が低い真空断熱材を外箱に接着すると、両者間に隙間が生じ易く発泡断熱材を流動させると各面に歪みが発生することや冷蔵庫を移動する際に衝

50

撃等で真空断熱材の外包材を破損し易いため、外面の平面度が低い真空断熱材を外面の平面度が高い成形断熱材で覆うことで、これらの問題が解決され、施工性が改良される。しかし、成形断熱材としては発泡スチロフォームまたは発泡ウレタンフォーム材が用いられることで、発泡剤の代替フロンや炭化水素等の溶媒が真空断熱材の外包材に影響を及ぼし真空断熱材の経時劣化が大きくなるおそれがある。また、発泡ウレタンや発泡スチロフォームの成形断熱材を単に使用するのでは、熱伝導率が約  $20 \sim 40 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$  と高いため、断熱材全体の性能が劣り冷蔵庫に対する熱漏洩量を低減するには問題がある。

#### 【0016】

特許文献3においては、真空断熱パネルが袋状の外被材内にガラス繊維の芯材を内包し、外被材の内部は真空引きにより減圧され外被材の端部を密着して封止される。真空断熱パネルは平板状の芯材によって平板状に形成した後、プレス加工により断面L字型に折曲して作製する。しかし、真空断熱パネルの外被材は積層されたラミネートフィルムであり、断面L字型に折曲げるとフィルム部が薄くなり外被材のガスバリア性が大きく劣り、真空断熱材の熱伝導率が約  $4.8 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$  程まで高くなってしまいうため、冷蔵庫に対する熱漏洩量の低減には問題がある。

10

#### 【0017】

特許文献4に記載の冷蔵庫は、外箱と内箱の間に硬質ウレタンフォームと真空断熱材を備える。冷蔵庫の上部両側面、天面、背面、前面に対しては、真空断熱材を外箱に配設し、底面、下部両側面および機械室を構成する面に対しては、真空断熱材を内箱へ接して配設した冷蔵庫である。真空断熱材を内箱側に配置するには、内箱と真空断熱材の間に隙間があると発泡後に内箱が変形してしまう。内箱は樹脂製で剛性が低く外箱に比べて変形し易く、また、内箱の外面は外箱の内面に比べ凹凸が多い。そのため、真空断熱材を強固に内箱の外面に固定することが容易ではない。

20

#### 【0018】

真空断熱材を外箱と内箱の両者に貼る場合、外箱、内箱間に位置する断熱箱体(外箱、内箱)に凹凸部を有すると発泡断熱材を充填した際に、真空断熱材との間にエアボイドが形成され易く内箱が変形してしまうため、真空断熱材の固定には平坦な外箱に配設することが多い。しかし、断熱箱体を構成する外箱は鋼板であり、外箱表面が内部と比較して熱伝導性が高いことおよび真空断熱材の外包材がアルミ箔やアルミ蒸着膜の金属層を備えたラミネートフィルムである。

30

そのため、外箱からの熱が外包材を回り込み真空断熱材の内箱側へと至るヒートブリッジ現象が起こり、断熱材を介しての熱侵入量が増加することで断熱性能の低下を招く問題がある。

#### 【0019】

特許文献5では、前記冷蔵庫において、真空断熱材を外箱と内箱の中間に配設するのに外箱と真空断熱材の間にスペーサを設け、外箱を構成する背面板にスペーサをホットメルト接着剤で固定すると共に、断熱箱体の底面では内箱にスペーサを両面テープで接着固定する必要がある。このことから、平面度の低い真空断熱材を外箱と内箱の中間に固定させるには、一枚の真空断熱材でスペーサ材がウレタン樹脂の発泡圧により反りが発生するため、数多くのスペーサ材とホットメルト接着剤と両面テープが必要となり、真空断熱材を固定する施工が煩雑になる。また、スペーサ材には熱伝導性の優れた材料を選択(記載なし)する必要がある、数多くのスペーサ材等を断熱箱体中に挿入しなければならないことにより、スペーサ材等を介して熱侵入量が増加して断熱性能の低下を招く問題がある。

40

#### 【0020】

本発明の目的は、上記従来技術の問題点に鑑みてなされたもので、ガスバリア性を向上させた熱伝導率の経時劣化が少ない断熱パネルを用いて、外箱の歪みや内箱の割れを防止して熱漏洩量の低減が可能な断熱箱体および冷蔵庫の提供を目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0021】

前記の目的を達成するため、第1の本発明の断熱箱体は、真空断熱材および連通孔をも

50

つ被覆材を組み合わせた断熱パネルを断熱に用いる断熱箱体であって、前記真空断熱材は、グラスウールの芯材と、ゲッター剤と、前記芯材および前記ゲッター剤を収納するガスバリア性の外包材とを有するとともに、前記外包材の内部を真空封止し、前記断熱パネルは、前記真空断熱材および前記被覆材を内部に含む外被材の当該内部を減圧し密封して成る。

#### 【 0 0 2 2 】

第 2 の本発明の冷蔵庫は、外装を成す外箱と貯蔵物を収容する内箱との間に形成される空間に、真空断熱材および連通孔をもつ被覆材を組み合わせた断熱パネルと、発泡断熱材とを備える冷蔵庫であって、前記真空断熱材は、グラスウールの芯材と、ゲッター剤と、前記芯材および前記ゲッター剤を収納するガスバリア性の外包材とを有するとともに、前記外包材の内部を真空封止し、前記断熱パネルは、前記真空断熱材および前記連通孔をもつ被覆材を内部に含む外被材の当該内部を減圧密封して成る。

10

#### 【 発明の効果 】

#### 【 0 0 2 3 】

本発明によれば、ガスバリア性を向上させた熱伝導率の経時劣化が少ない断熱パネルを有し、外箱の歪みや内箱の割れを防止して熱漏洩量の低減が可能な断熱箱体および冷蔵庫を実現できる。

#### 【 図面の簡単な説明 】

#### 【 0 0 2 4 】

【 図 1 】 ( a ) は、実施形態の断熱パネルの斜視図であり、 ( b ) は、 ( a ) の断熱パネルの A - A 線断面図である。

20

【 図 2 】 実施形態の真空断熱材の断面模式図である。

【 図 3 】 実施形態の断熱パネルを配設した冷蔵庫の本体部分 ( 冷蔵庫本体 ) を手前側から見た縦断面正面図である。

【 図 4 】 実施形態の冷蔵庫に用いる内箱と外箱を斜め後方から見た斜視図である。

【 図 5 】 実施形態 1 ~ 6 、 比較例 1 ~ 4 の熱伝導率、圧縮強度等の物性・特性の詳細を示す図である。

【 図 6 】 ( a ) は、従来の比較例の真空断熱材を独立気泡の発泡ウレタンで覆った構成の断熱パネルの斜視図であり、 ( b ) は、 ( a ) の断熱パネルの B - B 線断面図である。

【 図 7 】 従来の比較例の真空断熱材を冷蔵庫に配設した本体部分を手前側から見た縦断面正面図である。

30

#### 【 発明を実施するための形態 】

#### 【 0 0 2 5 】

以下、本発明の実施形態について添付図面を参照して説明する。

図 1 ( a ) は、実施形態の断熱パネル 7 の斜視図であり、図 1 ( b ) は、図 1 ( a ) の断熱パネル 7 の A - A 線断面図である。図 2 は、実施形態の真空断熱材 1 の断面模式図である。なお、図 1、図 2 において、ゲッター剤 4 を強調して示している。

本発明に係わる実施形態は、図 2 に示す真空断熱材 1 を、連通孔の気泡をもつ連通体の被覆材 6 で覆った断熱パネル 7 ( 図 1 参照 ) とし、該断熱パネル 7 を備えた断熱箱体 ( 冷蔵庫本体 1 9 ) および冷蔵庫 2 1 ( 図 3 参照 ) である。

40

#### 【 0 0 2 6 】

図 2 に示す真空断熱材 1 は、グラスウールの芯材 3 とグラスウール等の水、ガスを吸着するゲッター剤 4 とを外包材 2 に挿入し真空封止する真空断熱材である。真空断熱材 1 の芯材 3 は、形状を保持する機能を有するものであり、減圧時の圧縮応力でも高空隙を形成するグラスウールが芯材 3 として好ましい。

図 1 に示すように、真空断熱材 1 および真空断熱材 1 を覆う連通孔をもつ被覆材 5 を外被材 6 で包み、外被材 6 の内部を、更に減圧密封することにより断熱パネル 7 としている。

断熱パネル 7 は、断熱する物質の間において、ハイバリア性が達成され、長期でも高断熱性能および高強度が得られる断熱パネルである。

50

## 【0027】

真空断熱材 1 は、熱伝導率が約  $1.5 \text{ m(ミリ)W/m} \cdot \text{K}$  と優れた真空断熱材である。この真空断熱材 1 に比べ、ウレタン発泡体は熱伝導率が約  $20 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$  と高く、約 13 倍以上断熱性能が劣る。従って、真空断熱材 1 を覆って保護、補強する発泡断熱材(図 1(b)の被覆材 5)に熱伝導率が優れるものを使用できれば、真空断熱材 1 を含む断熱パネル 7 全体としての断熱性能を大幅に向上することが期待される。

一般に、真空断熱材は、初期の熱伝導率が非常に優れるが芯材を包む外包材の溶着部やラミネートフィルムからのガス侵入および真空断熱材の内部に付着する水分等により、時間経過に従って真空度が徐々に低下して熱伝導率が高くなる。

## 【0028】

実施形態の断熱箱体(冷蔵庫本体 19)および冷蔵庫 21(図 3 参照)では、熱漏洩量の低減を目的に真空断熱材 1 を断熱箱体中に数多く配置している。冷蔵庫 21 の断熱材としては、経時劣化の抑制が断熱性能を維持するのに重要であるため、真空断熱材 1 を有する断熱パネル 7 において、高温環境下(60 の雰囲気下)における長期の性能を評価した。また、断熱パネル 7 は、断熱パネル 7 の真空断熱材 1 を外部からの運搬、保管、施工までの間に損傷させないように、長期間において高強度かつ平面度の高いパネルであることが好ましい。

## 【0029】

従来、真空断熱材の保護・補強材としては、従来の断熱パネル 109 を表した図 6 に示すように、断熱性能の点から独立気泡のウレタン発泡体(熱伝導率:  $20 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$ ) 108 を使用し、独立気泡の発泡ウレタン 108 で真空断熱材 101 を覆う断熱パネル 109 であった。しかしながら、独立気泡の発泡体(発泡ウレタン 108)において、熱伝導率の低い発泡ガスを気泡内にトラップするとウレタンとの親和性が良くガス透過が大きいいため、発泡ガスが気泡内部と大気中のガス分圧の差で気泡膜を通し外部へ透過排出され、気泡内部が減圧して、フォームが収縮し易い。独立気泡内の発泡ガスは時間経過と共に空気中へ放散すると同時に、空気がフォーム内部に侵入して断熱パネル 109 の熱伝導率が劣化してしまう。

## 【0030】

そこで、本実施形態では、この従来の問題を考慮して、図 1(b)に示すように、真空断熱材 1 を覆う被覆材 5 に、連通孔を有し外部の空気と内部のガスとが置換しても収縮しにくい圧縮強度が高い発泡体を選定した。しかし、連通孔を有する発泡体は、独立気泡の発泡体に比較し熱伝導率が低い発泡ガスをトラップしないことから断熱性能が劣る。そのため、真空断熱材 1 と被覆材 5 を外被材 6 の内部で減圧封止してなる断熱パネル 7 とした。

## 【0031】

この断熱パネル 7 を断熱箱体(冷蔵庫本体 19)および冷蔵庫 21 に用いて、断熱性能向上の目的を達成した。

すなわち、この断熱パネル 7 は、グラスウールの芯材 3 を備えた高性能な真空断熱材 1 を連通からなる被覆材 5 と組み合わせ、更に外被材 6 で減圧密封する構成としたことで、平面度が高く熱伝導率の経時劣化が少ない高性能な断熱パネル 7 を配設した断熱箱体(冷蔵庫本体 19)および冷蔵庫 21 が実現できる。

なお、断熱性能に大きな問題が発生しない限り、真空断熱材 1 を収納する断熱パネル 7 と単体の真空断熱材 1 を併用して、断熱箱体および冷蔵庫に使用することが可能である。

## 【0032】

具体的には、真空断熱材 1 の芯材 3 に平均繊維径が約  $3 \sim 6 \mu\text{m}$  のグラスウールを 250 で 1 時間のエージング処理により吸着水分を除去したものが好ましい。芯材 3 としてのグラスウールの繊維径は、大きいと繊維の接触が線に近くなり接触熱抵抗が低減し熱伝導率が高い一方、繊維径が極細になると取扱いが不便で原料が高価になる。

芯材 3 としてのグラスウールの平均繊維径は走査式電子顕微鏡を用い、約 10 本の繊維を含む視野での繊維直径を測定した。また、芯材 3 には、バインダの結合剤を含まないものが好ましい。何故なら、バインダからのアウトガスの発生により熱伝導率が高くなるの

10

20

30

40

50

を避けるためである。

【0033】

被覆材 5 の連通孔の気泡をもつ連通体としては、ウレタン発泡樹脂やイソシアヌレート発泡樹脂やスチレン発泡樹脂を利用できる。例えば、ウレタンフォームの場合、ウレタン結合やウレア結合とイソシアヌレート結合を有するものである。イソシアヌレート結合は、イソシアネート基を触媒により三量化して生成させ、機械的強度や耐熱性を向上したものである。気泡の連続体としては、例えばグリセリンにプロピレンオキシドを付加させた長鎖ポリエーテルポリオール配合、ステアリン酸カルシウムやミスチリン酸カルシウムのようなモノカルボン酸の金属塩を配合して気泡の連続化を促す方法とする。

【0034】

ウレタンフォームを作製するには、ポリオール液とイソシアネート液を均一に混合可能であれば種々の装置が使用でき、例えば小型ミキサ、注入発泡用の低圧発泡機や高圧発泡機、スラブ発泡用の低圧発泡機や高圧発泡機、連続ライン用の低圧発泡機や高圧発泡機、吹き付け用のスプレ発泡機がある。

すなわち、ポリウレタンの連通フォームは、ポリオール混合物とポリイソシアネートを触媒、発泡剤、整泡剤、連通化剤の存在下において反応させ、被覆材 5 のパネルが得られる。被覆材 5 の密度は、約  $25 \sim 35 \text{ kg/m}^3$  程で、発泡剤は水を主体に用いイソシアネートと水との反応で発生する炭酸ガスの発泡断熱材であり、地球温暖化や  $\text{CO}_2$  発生量の削減といった環境保護を考慮したものである。

【0035】

また、ハイバリア性を有する外被材 6 (図 1 参照) としては、芯材 3 や被覆材 5 を覆うもので減圧封止により芯材 3 の形状を反映する材質が好ましい。真空断熱材 1 の外包材 2 および被覆材 5 を覆う外被材 6 に用いるラミネートフィルムは、それぞれ最内層を熱溶着層として中間層にガスバリア層のアルミニウム箔またはアルミニウム蒸着層を有し、最外層に表面保護層を設けたラミネートフィルムである。

【0036】

アルミニウム箔やアルミニウム蒸着層はそれ自身が熱の良伝導物質であるため、ヒートブリッジによる断熱性能の低下を抑制するのに、熱容量を低下させることを目的に厚さを  $10 \mu\text{m}$  以下とする。例えば、最外層をポリアミドフィルムとして耐突き刺し性を向上させ、中間層にアルミニウム蒸着層を有するエチレンービニルアルコール共重合体フィルムを設け、最内層には高密度ポリエチレンや直鎖状低密度ポリエチレンや高密度ポリプロピレン等のプラスチックラミネートフィルムとする。

また、真空断熱材 1 の外包材 2 および被覆材 5 を覆う外被材 6 のガスバリア性を大きく向上するには、ステンレス箔とポリイミド溶着剤の金属箔を使用するのが好ましい。

【0037】

更に、真空断熱材 1 および被覆材 5 の信頼性を向上させるのにゲッター剤 4 を用いる。ゲッター剤 4 としては、二酸化炭素、酸素、窒素等のガス、水蒸気を吸収するものであればよく、ドーソナイト、ハイドロタルサイト、金属水酸化物のゲッター剤 4 またはモレキュラーシーブス、シリカゲル、酸化カルシウム、ゼオライト、疎水性ゼオライト、活性炭、水酸化リチウム等の吸収剤が利用できる。特に、酸化カルシウムやゼオライトが好ましい。

【0038】

以下、本発明に係わる実施形態 1 ~ 6 について説明する。なお、以下の実施形態 1 ~ 6 によって発明が限定されるものではない。

<< 実施形態 1 >>

図 1 に示す実施形態 1 の断熱パネル 7 は、真空断熱材 1 および連通孔をもつ連通体の被覆材 5 を組み合わせたものである。

真空断熱材 1 は、グラスウールからなる芯材 3 を有するとともに、真空断熱材 1 を覆う被覆材 5 は、連通孔をもつウレタン発泡樹脂若しくはスチレン発泡樹脂等で形成される。真空断熱材 1 が連通孔をもつ被覆材 5 の内部に覆われる断熱パネル 7 を冷蔵庫 2 1 (図 3

10

20

30

40

50



参照)に配設したものである。

【0039】

図3は、断熱パネル7を配設した冷蔵庫21の本体部分(冷蔵庫本体19)を手前側から見た縦断面正面図であり、図4は、冷蔵庫21に用いる内箱10と外箱11を斜め後方から見た斜視図である。

冷蔵庫21は、図3に示すように、箱状に形成された冷蔵庫本体19と、冷蔵庫本体19の前面側の開口を開閉する扉(図示せず)とを備えて構成されている。

【0040】

冷蔵庫本体19は、図4に示すように、ABS(Acrylonitrile butadiene styrene)樹脂等の合成樹脂製の内箱10と内箱10を覆う鋼板製の外箱11とを有し構成されている。

10

内箱10は、冷蔵庫21(図3参照)に貯蔵する貯蔵物を収容する容器を形成する。内箱10は、両側面壁10b、10b、上面壁10c、背面壁10d、底面壁10aを有し、背面壁10dに対向する前面部は貯蔵物を出し入れするための開口部(図示せず)が形成されている。側面壁10bには、複数の凹段部10e2が形成されている。

外箱11は、冷蔵庫本体19の外観を形成する外装を成す部材であり、その内部に位置する内箱10を覆って、両側部の側面壁11b、11b、上面壁11c、背面壁11d、底面壁11aを有している。

【0041】

図3に示す冷蔵庫本体19は、内箱10と内箱10を覆う外箱11との間に構成される空間内に、断熱パネル7を配設すると共にウレタン発泡樹脂(硬質ウレタンフォーム12)を充填することにより形成した断熱壁19dを有する。

20

断熱壁19dは、冷蔵庫本体19の底部に形成される底壁19d1、冷蔵庫本体19の両側部に形成される両側壁19d2、19d2、冷蔵庫本体19の上部に形成される上壁19d3、および冷蔵庫本体19の背部に形成される背壁19d4を有し構成されている。

断熱壁19dを構成する両側壁19d2、19d2は、それぞれ薄い部分で30mm程度の厚さを有し、厚い部分で50mm程度の厚さを有している。

【0042】

冷蔵庫本体19は、冷却温度が異なる複数の貯蔵室が形成され、各貯蔵室間には仕切断熱壁14、14が設けられている。冷凍室16は、温度の低い貯蔵室である約-15~-30程度の急冷凍室や製氷室であり、複数の貯蔵室における中間部に配置されている。野菜室17は、温度が低い冷凍室16より温度が高い貯蔵室(約1程度の貯蔵温度)であり、複数の貯蔵室における最下部に配置されている。冷蔵室15は、温度が低い冷凍室16より温度が高い冷蔵室(凍結する寸前の温度まで冷却する約0程度のチルド室を有する10以下程度の貯蔵温度)であり、複数の貯蔵室における最上部に配置されている。

30

【0043】

これらの複数の貯蔵室は、冷媒を圧縮し高温・高圧のガス冷媒にする圧縮機、高温・高圧のガス冷媒から熱を放出して常温・高圧の液状冷媒にする凝縮器、常温・高圧の液状冷媒を低温・低圧の液状冷媒にする減圧装置や低温・低圧の液状冷媒が熱を吸収することで冷蔵庫21の内部を冷却する冷却器等からなる冷凍サイクルおよび冷却風を送る冷却ファン等を用いて、冷却される。

40

【0044】

図3に示す内箱10は、冷蔵室15、冷凍室16、野菜室17の各貯蔵室を形成する壁面を構成するもので、図4に示すように、底面壁10a、両側面壁10b、10b、上面壁10cおよび背面壁10dを有している。そして、内箱10は、温度が低い冷凍室16の両側の側面壁10b、10bが他の貯蔵室の冷蔵室15、野菜室17の両側の側面壁10b、10bより厚く形成されている。なお、図3においては、内箱10の両側の側面壁10b、10bの厚さを均一なものとして示している。

50

図4に示すように、内箱10の底面の左右両側の内箱コーナ部から上方に延びる範囲(側面壁10b)に平坦部10e1が形成され、それより上方に延びる範囲に凹段部10e2が形成されている。

#### 【0045】

図1に示す断熱パネル7は、以下のように作製した。真空断熱材1としては、繊維径が $4.5\mu\text{m}$ のグラスウールの芯材3を250 1時間のエージング処理後、熱溶着層に高密度ポリエチレンとアルミ箔(約 $6\mu\text{m}$ )とナイロンとポリエチレンテレフタレートからなる外包材2の内部に芯材3とガス吸着のゲッター剤4を入れ、真空包装機のロータリーポンプで10分、拡散ポンプで10分、真空チャンバ内の内部圧力が $1.5\text{Pa}$ になるまで排気後、外包材2の端部をヒートシールによって溶着して真空封止した。真空断熱材1の大きさは、 $450\text{mm} \times 400\text{mm} \times 10\text{mm}$ で英弘精機(株)製のAUTO- により10 で熱伝導率を測定したところ、 $1.5\text{mW/m} \cdot \text{K}$ であった。

10

#### 【0046】

また、真空断熱材1を覆う被覆材5として、ウレタン発泡体はイソシアネートと水との反応で発生する炭酸ガスを発泡剤とした発泡体とし、ポリオール、水、触媒、整泡、連通化剤を混合したプレミックス成分とイソシアネートを高圧発泡機で混合攪拌して、成形金型に充填注入させて発泡した連通孔をもつ連通パネルとし、スキン層部を除去して形成している。

#### 【0047】

発泡ウレタンとしては、例えばポリオールがm-トリレンジアミン系にプロピレンオキサイドを付加したポリエーテルポリオールを30重量部、トリエタノールアミン系にプロピレンオキサイドを付加したポリエーテルポリオールを20重量部、O-トリレンジアミン系にプロピレンオキサイドを付加したポリエーテルポリオールを30重量部、蔗糖系にプロピレンオキサイドを付加したポリエーテルポリオールを20重量部の混合ポリオール成分100重量部に、水18重量部および反応触媒にテトラメチルヘキサメチレンジアミン1.2重量部とトリメチルアミノエチルピペラジン2重量部、整泡剤として有機シリコン化合物X-20-1614を2重量部、連通化剤のステアリン酸カルシウムを10重量部、イソシアネートとしてミリオネートMRのジフェニルメタンイソシアネート多核体を125重量部用いたものである。

20

#### 【0048】

単体の被覆材5のパネルの大きさは、 $500\text{mm} \times 450\text{mm} \times 25\text{mm}$ であり、真空断熱材1と同様に外包材に入れ、真空包装機で内部圧力が $1.5\text{Pa}$ になるまで排気後、外包材の端部をヒートシールで封止した。この被覆材5のパネルの熱伝導率および圧縮強度を調べたところ、それぞれ $5.5\text{mW/m} \cdot \text{K}$ と $0.18\text{MPa}$ (図5参照)と優れるものであった。

30

図5に、実施形態1~6、比較例1~4の熱伝導率、圧縮強度等の物性・特性の詳細を示す。

#### 【0049】

なお、図5の各物性・特性は下記のようにして調べた。真空断熱材1と、被覆材5と、真空断熱材1と被覆材5を組み合わせた断熱パネル7の熱伝導率は、英弘精機社製HC-071型(熱流計法、平均温度10 )を用い評価した。また、低温や高温での寸法変化率および収縮については、 $150\text{mm} \times 300\text{mm} \times$ (厚さ) $25\text{mm}$ に切断したフォームを-20 で48時間放置、70 で48時間放置した時の厚さを寸法変化率、収縮を評価した。更に、圧縮強度は $50\text{mm} \times 50\text{mm} \times$ (厚さ) $25\text{mm}$ に切断した各々のフォームを送り速度 $4\text{mm/分}$ で負荷を加え、10%変形時の荷重を元の受圧面積で除した値を圧縮強度として評価したものである。

40

#### 【0050】

更に、図3に示す冷蔵庫21の断熱箱体の冷蔵庫本体19に断熱パネル7を配設するため、真空断熱材1を中に入れた連通ウレタンの被覆材5のパネルを外被材6の内部に入れ、真空包装機のロータリーポンプで8分、拡散ポンプで8分、真空チャンバ内の内部圧力

50

が  $1.0 \text{ Pa}$  になるまで排気後、外被材 6 の終端縁部をヒートシールで減圧封止した。この断熱パネル 7 (図 1 参照) の初期熱伝導率を測定したところ、図 5 に示すように、 $4.0 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$  であり、断熱パネル 7 を  $60^\circ\text{C}$  の恒温槽中に約 60 日間放置後の熱伝導率を再測定したところ、 $7.2 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$  と劣化が小さいものであった。

#### 【0051】

本実施形態 1 では、前記の如く形成した真空断熱材 1 を被覆材 5 で覆った平面度の高い断熱パネル 7 を、図 3 に示す断熱箱体である冷蔵庫本体 19 の外箱 11 と内箱 10 の中間にフォーム片からなるスペーサ材 13 で挟持し固定させ、水発泡剤を主体とする高流動性の硬質ウレタンフォーム 12 を充填して冷蔵庫 21 用の断熱箱体 (冷蔵庫本体 19 (図 3 参照)) を作製したものである。

10

#### 【0052】

実施形態 1 の冷蔵庫 21 によれば、断熱パネル 7 を、高断熱性能を確保し真空断熱材 1 の外包材 2 を保護しながらもヒートブリッジを抑えた構造とすることで、外部空間から冷蔵庫 21 の内部への吸熱負荷量を効果的に抑え熱漏洩量の低減が可能である。そのため、冷蔵庫 21 の消費電力量を削減することができる。

また、真空断熱材 1 を予め被覆材 5 (図 1 (b) 参照) で覆い冷蔵庫 21 の箱体 (冷蔵庫本体 19 (図 3 参照)) 内に組み込むようにしているので、外観の外箱 11 の表面の凹凸や波打ちを抑え、冷蔵庫 21 の箱体強度の低下が抑制される。また、製造時においても外包材 2 の損傷を防ぎ、真空断熱材 1 の歩留まり向上にも寄与する効果を奏する。

20

#### 【0053】

##### << 実施形態 2 >>

実施形態 2 で用いた断熱パネル 7 としては、以下のように作製した。

まず、実施形態 2 の真空断熱材 1 は、平均繊維径が  $5.6 \mu\text{m}$  のグラスウールからなる芯材 3 を、300 時間のエージング処理後に実施形態 1 と同様にラミネートフィルムを用いて作製した。真空断熱材 1 の  $10^\circ\text{C}$  の熱伝導率を測定したところ、図 5 に示すように、 $1.6 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$  であった。また、真空断熱材 1 を覆う被覆材 5 (図 1 (b) 参照) としては、ウレタン発泡体がイソシアネートと水との反応で発生する炭酸ガスを発泡剤とした発泡体であり、ポリオールと、水と、触媒と、整泡剤と、連通化剤とを混合したプレミックス成分とイソシアネートを高圧発泡機で混合攪拌して、成形金型に充填注入させて発泡した連通孔をもつ連通体の連通パネルであり、スキン層部を除去したものである。

30

#### 【0054】

例えば、発泡ウレタンとしては実施形態 1 の発泡樹脂を充填したものである。この被覆材 5 のパネルを外包材に入れ、前記の真空断熱材 1 と同様に、真空包装機で内部圧力が  $1.5 \text{ Pa}$  になるまで排気後、外包材の端部をヒートシールで封止した。この被覆材 5 のパネルの熱伝導率および圧縮強度を調べたところ、それぞれ  $4.8 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$  と  $0.19 \text{ MPa}$  と優れるものであった。

#### 【0055】

そして、冷蔵庫 21 の断熱箱体の冷蔵庫本体 19 に断熱パネル 7 を配設するため、図 1 に示すように、連通ウレタンの被覆材 5 のパネル中に真空断熱材 1 とゲッター剤の酸化カルシウムを入れたものを外被材 6 の内部に入れ、真空包装機のロータリーポンプで 8 分、拡散ポンプで 8 分、真空チャンバ内の内部圧力が  $1.0 \text{ Pa}$  まで排気後、外被材 6 の最終端部をヒートシールで減圧封止した。断熱パネル 7 の初期熱伝導率を測定したところ、図 5 に示すように、 $4.2 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$  であった。その後、断熱パネル 7 を  $60^\circ\text{C}$  の恒温槽中に約 60 日間放置後の熱伝導率を再測定したところ、 $8.4 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$  と劣化が小さいものであった。

40

#### 【0056】

本実施形態 2 では、前記の如く形成した真空断熱材 1 を被覆材 5 で覆った平面度の高い断熱パネル 7 を、図 3 に示す断熱箱体の冷蔵庫本体 19 の外箱 11 と内箱 10 の中間にフォーム片からなるスペーサ材 13 で挟持し固定させ、水発泡剤を主体とする高流動性の硬質ウレタンフォーム 12 を充填し冷蔵庫 21 用の断熱箱体 (冷蔵庫本体 19) を作製したも

50

のである。

#### 【0057】

実施形態2の冷蔵庫21によれば、断熱パネル7を、高断熱性能を確保し真空断熱材1の外包材2を保護しながらもヒートブリッジを抑えた構造とすることで、外部空間から冷蔵庫21の内部への吸熱負荷量を効果的に抑え熱漏洩量の低減が可能である。そのため、冷蔵庫21の消費電力量を削減することができる。

また、真空断熱材1を予め被覆材5で覆い冷蔵庫21の箱体(冷蔵庫本体19(図3参照))内に組み込むようにしているので、外観の外箱11の表面の凹凸や波打ちを抑え箱体(冷蔵庫本体19)強度の低下が抑制される。また、製造時においても外包材2の損傷を防ぎ、真空断熱材1の歩留まり向上にも寄与する効果を奏する。

10

#### 【0058】

##### <<実施形態3>>

実施形態3で用いた断熱パネル7としては、以下のように作製した。

まず、図2に示す真空断熱材1として、平均繊維径が $3.0\mu\text{m}$ のグラスウールからなる芯材3を250で1時間のエージング処理後に、実施形態1と同様に、ラミネートフィルムを用い真空断熱材1を作製した。この真空断熱材1の10の初期熱伝導率を測定したところ、図5に示すように、 $1.3\text{mW/m}\cdot\text{K}$ であった。

#### 【0059】

また、真空断熱材1を覆う被覆材5(図1(b)参照)としては、イソシアヌレート発泡体がイソシアネートと水との反応で発生する炭酸ガスを発泡剤とした発泡体であり、ポリオールと、水と、触媒と、整泡剤と、連通化剤とを混合したプレミックス成分とイソシアネートを高圧発泡機で混合攪拌して、成形金型に充填注入させて発泡した連通パネルでスキン層部を除去したものである。

20

#### 【0060】

例えば、発泡イソシアヌレートとしては、グリセリン系のポリオールにプロピレンオキサイドを付加したポリエーテルポリオールを30重量部、プロピレングリコール系にプロピレンオキサイドを付加したポリエーテルポリオールを30重量部、ペンタエリスリトール系にプロピレンオキサイドを付加したポリエーテルポリオールを20重量部、ソルビトール系にプロピレンオキサイドを付加したポリエーテルポリオールを20重量部の混合ポリオール成分100重量部に、水18重量部および反応触媒として三量化のテトラメチルヘキサメチレンジアミン1.0重量部とペンタメチルジエチレントリアミン2重量部、整泡剤として有機シリコン化合物X-20-1614を2重量部、連通化剤のミスチリン酸カルシウムを10重量部、イソシアネートとしてポリメチレンポリフェニルイソシアネートを125重量部用い発泡充填したものである。

30

#### 【0061】

この被覆材5のパネルを上記の真空断熱材1と同様に外包材に入れて、真空包装機で内部圧力が $1.5\text{Pa}$ になるまで排気後、外包材の端部をヒートシールで封止して、熱伝導率および圧縮強度を調べたところ、図5に示すように、 $5.1\text{mW/m}\cdot\text{K}$ と $0.23\text{MPa}$ と優れるものであった。

40

そして、冷蔵庫21の断熱箱体の冷蔵庫本体19に断熱パネル7を配設するため、図1に示すように、連通ウレタンの被覆材5のパネル中に真空断熱材1を入れたものを外被材6の内部に入れ、真空包装機のロータリーポンプで8分、拡散ポンプで8分、真空チャンバ内の内部圧力が $1.0\text{Pa}$ になるまで排気後、外被材6の最終端縁部をヒートシールで減圧封止した。

#### 【0062】

この断熱パネル7の初期熱伝導率を測定したところ、図5に示すように、 $4.1\text{mW/m}\cdot\text{K}$ であった。その後、断熱パネル7を60の恒温槽中に約60日間放置後の熱伝導率を再測定したところ、 $7.5\text{mW/m}\cdot\text{K}$ と劣化が小さいものであった。

本実施形態3では、前記の如く形成した真空断熱材1を被覆材5で覆った平面度の高い断熱パネル7(図1参照)を、図3に示す断熱箱体である冷蔵庫本体19の外箱11と内箱

50

10 の中間にフォーム片からなるスペーサ材 13 で挟持して固定させ、水発泡剤を主体とする高流動性の硬質ウレタンフォーム 12 を充填し冷蔵庫 21 用の断熱箱体(冷蔵庫本体 19)を作製したものである。

#### 【0063】

実施形態 3 の冷蔵庫 21 によれば、断熱パネル 7 を、高断熱性能を確保し真空断熱材 1 の外包材 2 を保護しながらもヒートブリッジを抑えた構造とすることで、外部空間から冷蔵庫 21 の内部への吸熱負荷量を効果的に抑え熱漏洩量の低減が可能である。そのため、冷蔵庫 21 の消費電力量を削減することができる。

また、真空断熱材 1 を予め被覆材 5 で覆い冷蔵庫 21 の箱体(冷蔵庫本体 19 (図 3 参照))内に組み込むようにしているので、外観の外箱 11 の外面の凹凸や波打ちを抑え箱体(冷蔵庫本体 19)強度の低下が抑制される。また、製造時においても、外包材 2 の損傷を防ぎ、真空断熱材 1 の歩留まり向上にも寄与する効果を奏する。

#### 【0064】

#### <<実施形態 4>>

実施形態 4 で用いた断熱パネル 7 としては、以下のように作製した。

まず、図 2 に示す真空断熱材 1 の芯材 3 として、平均繊維径が  $6.0 \mu\text{m}$  のグラスウールからなる芯材 3 を、250 で 1 時間のエージング処理後に実施形態 1 と同様にラミネートフィルムを用い真空断熱材 1 を作製した。この真空断熱材 1 の 10 の初期熱伝導率を測定したところ、図 5 に示すように、 $1.6 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$  であった。

#### 【0065】

また、真空断熱材 1 を覆う被覆材 5 (図 1 (b) 参照)としては、イソシアヌレート発泡体がイソシアネートと水との反応で発生する炭酸ガスを発泡剤とした発泡体であり、ポリオールと、水と、触媒と、整泡剤と、連通化剤とを混合したプレミックス成分とイソシアネートを高圧発泡機で混合攪拌して、成形金型に充填注入させて発泡した連通パネルであり、スキン層部を除去したものである。

#### 【0066】

例えば、発泡イソシアヌレートとしては、実施形態 3 の発泡樹脂を充填したものである。この被覆材 5 のパネルを前記の真空断熱材 1 と同様に外包材に入れて、真空包装機で内部圧力が  $1.5 \text{ Pa}$  になるまで排気後、外包材の端部をヒートシールで封止して熱伝導率および圧縮強度を調べたところ、 $4.6 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$  と  $0.25 \text{ MPa}$  (図 5 参照)と優れるものであった。

#### 【0067】

そして、冷蔵庫 21 の断熱箱体の冷蔵庫本体 19 に断熱パネル 7 を配設するため、連通イソシアヌレートの被覆材 5 のパネル中に真空断熱材 1 とゲッター剤の酸化カルシウムを入れたものを外被材 6 の内部に入れ、真空包装機のロータリーポンプで 8 分、拡散ポンプで 8 分、真空チャンバ内の内部圧力が  $1.0 \text{ Pa}$  まで排気後、外被材 6 の最終端縁部をヒートシールで減圧封止した。

断熱パネル 7 の初期熱伝導率を測定したところ、図 5 に示すように、 $3.9 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$  であった。その後、断熱パネル 7 を 60 の恒温槽中に約 60 日間放置後の熱伝導率を再測定したところ、 $7.3 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$  と劣化が小さいものであった。

#### 【0068】

本実施形態 4 では、前記の真空断熱材 1 を被覆材 5 (図 1 (b) 参照)で覆った平面度の高い断熱パネル 7 を、図 3 に示す断熱箱体の冷蔵庫本体 19 の外箱 11 と内箱 10 の中間にフォーム片からなるスペーサ材 13 で挟持して固定させ、水発泡剤を主体とする高流動性の硬質ウレタンフォーム 12 を充填し冷蔵庫 21 用の断熱箱体の冷蔵庫本体 19 を作製したものである。

#### 【0069】

実施形態 4 の冷蔵庫 21 によれば、断熱パネル 7 を、高断熱性能を確保し真空断熱材 1 の外包材 2 (図 2 参照)を保護しながらもヒートブリッジを抑えた構造とすることで、外部空間から冷蔵庫 21 の内部への吸熱負荷量を効果的に抑え熱漏洩量の低減が可能である。

そのため、冷蔵庫 2 1 の消費電力量を削減することができる。

また、真空断熱材 1 を予め被覆材 5 で覆い冷蔵庫 2 1 の箱体内(冷蔵庫本体 1 9)に組み込むようにしているので、外観の外箱 1 1 の表面の凹凸や波打ちを抑え箱体強度の低下を防ぐことができる。また、製造時においても外包材 2 の損傷を防ぎ、真空断熱材 1 の歩留まり向上にも寄与する効果を奏する。

【0070】

<<実施形態 5>>

実施形態 5 で用いた断熱パネル 7 は、以下のように作製した。

まず、図 2 に示す真空断熱材 1 は、平均繊維径が  $5.2 \mu\text{m}$  のグラスウールからなる芯材 3 を、300 1 時間のエージング処理後に実施形態 1 と同様に、ラミネートフィルムを用い作製した。測定温度条件 10 で、この真空断熱材 1 の熱伝導率を測定したところ、図 5 に示すように、 $1.7 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$  であった。

【0071】

また、図 1 (b) に示す被覆材 5 としては、スチレン発泡体が炭酸ガスと水を発泡剤とする連通孔をもつ連通体のパネルである。発泡スチレンフォームは、ポリスチレン樹脂 100 重量部に対し、滑剤としてステアリン酸バリウム 0.5 重量部を約 200 に加熱して溶融混練し、発泡剤として水 2 重量部と炭酸ガス 2 重量部を樹脂中に圧入した。その後、押し出し機、冷却機で混練しながら冷却し、スリットダイにより発泡樹脂温度を約  $110 \sim 140$  にて大気中へ発泡させた後、スリットダイに密着させて設置した成形金型と成型ロールにより、押し出し発泡充填した連通孔をもつパネルでスキン層部を除去した連通パネルとしている。

【0072】

この被覆材 5 のパネルを、前記の真空断熱材 1 と同様に外包材に入れ、真空包装機で内部圧力が  $1.5 \text{ Pa}$  になるまで排気後、外包材の端部をヒートシールで封止して熱伝導率および圧縮強度を調べたところ、それぞれ  $4.3 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$  と  $0.17 \text{ MPa}$  (図 5 参照) と優れるものであった。

【0073】

そして、冷蔵庫 2 1 の断熱箱体の冷蔵庫本体 1 9 に断熱パネル 7 を配設するため、連通孔をもつスチレンの被覆材 5 のパネル中に真空断熱材 1 を入れたものを外被材 6 (図 1 参照)の内部に入れ、真空包装機のロータリーポンプで 8 分、拡散ポンプで 8 分、真空チャンバ内の内部圧力が  $1.0 \text{ Pa}$  になるまで排気後、外被材 6 の最終端縁部をヒートシールで減圧封止した。

【0074】

断熱パネル 7 の初期熱伝導率を測定したところ、図 5 に示すように、 $4.2 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$  であった。その後、断熱パネル 7 を 60 の恒温槽中に約 60 日間放置後、熱伝導率を再測定したところ、 $8.2 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$  と劣化が小さいものであった。

本実施形態 5 では、前記の如く形成した真空断熱材 1 を被覆材 5 で覆った平面度の高い断熱パネル 7 を、図 3 に示す断熱箱体の冷蔵庫本体 1 9 の外箱 1 1 と内箱 1 0 の中間にフォーム片からなるスペーサ材 1 3 で挟持して固定させ、水発泡剤を主体とする高流動性の硬質ウレタンフォーム 1 2 を充填し冷蔵庫 2 1 用の断熱箱体の冷蔵庫本体 1 9 を作製したものである。

【0075】

実施形態 5 の冷蔵庫 2 1 によれば、断熱パネル 7 を、高断熱性能を確保し真空断熱材 1 の外包材 2 を保護しながらもヒートブリッジを抑えた構造とすることで、外部空間から冷蔵庫 2 1 の内部への吸熱負荷量を効果的に抑え、熱漏洩量の低減が可能である。そのため、冷蔵庫 2 1 の消費電力量を削減することができる。

【0076】

また、真空断熱材 1 を予め被覆材 5 (図 1 (b) 参照)で覆い冷蔵庫 2 1 の箱体(冷蔵庫本体 1 9)内に組み込むようにしているので、外観の外箱 1 1 の表面の凹凸や波打ちを抑え箱体強度の低下を防ぐことができる。また、製造時においても外包材 2 の損傷を防ぎ、真

空断熱材 1 の歩留まり向上にも寄与する効果を奏する。

【0077】

< 実施形態 6 >

本実施形態 6 で用いた断熱パネル 7 は、以下のように作製した。

まず、図 2 に示す真空断熱材 1 は、平均繊維径が  $4.8 \mu\text{m}$  のグラスウールからなる芯材 3 を、300 時間のエージング処理後に実施形態 1 と同様にラミネートフィルムを用い、作製した。測定温度条件 10 で、この真空断熱材 1 の熱伝導率を測定したところ、図 5 に示すように、 $1.5 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$  であった。

【0078】

また、真空断熱材 1 を覆う被覆材 5 としては、スチレン発泡体が炭酸ガスと水を発泡剤とする連通路をもつ連通体のパネルである。発泡スチレンフォームは、実施形態 5 と同様な押出し発泡で充填したスキン層部を除去した連通路をもつパネルである。

この被覆材 5 のパネルを上記の真空断熱材 1 と同様に外包材に入れ、真空包装機で内部圧力が  $1.5 \text{ Pa}$  になるまで排気後、外包材の端部をヒートシールにより封止して熱伝導率および圧縮強度を調べたところ、それぞれ  $3.9 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$  と  $0.16 \text{ MPa}$  (図 5 参照) と優れるものであった。

【0079】

そして、冷蔵庫 21 の断熱箱体の冷蔵庫本体 19 に断熱パネル 7 を配設するため、連通スチレンフォームの被覆材 5 のパネル中に真空断熱材 1 とゲッター剤の酸化カルシウムを入れたものを外被材 6 の内部に入れ、真空包装機のロータリーポンプで 8 分、拡散ポンプで 8 分、真空チャンバ内の内部圧力が  $1.0 \text{ Pa}$  になるまで排気後、外包材 6 の最終端縁部をヒートシールで減圧封止した。断熱パネル 7 の初期熱伝導率を測定したところ、図 5 に示すように、 $3.8 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$  であった。その後、断熱パネル 7 を 60 の恒温槽中に約 60 日間放置後の熱伝導率を再測定したところ、 $7.3 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$  と劣化が小さいものであった。

【0080】

本実施形態 6 の冷蔵庫 21 は、図 3 に示すように、冷蔵庫本体 19 の冷蔵室 15 と冷凍室 16 との間が仕切断熱壁 14 によって区画され、冷凍室 16 と野菜室 17 との間は仕切断熱壁 14 によって区画されている。仕切断熱壁 14 は、前記の如く形成した真空断熱材 1 を被覆材 5 で覆った平面度の高い断熱パネル 7 (図 1 参照) を、フォーム片からなるスペーサ材 13 で挟持し仕切断熱壁 14 の内部に固定させ、水発泡剤を主体とする高流動性の硬質ウレタンフォーム 12 を充填している。

【0081】

実施形態 6 の冷蔵庫 21 によれば、断熱パネル 7 を、高断熱性能を確保し真空断熱材 1 の外包材 2 を保護しながらもヒートブリッジを抑えた構造とすることで、冷蔵室 15 から冷凍室 16 への吸熱負荷量および野菜室 17 から冷凍室 16 への吸熱負荷量を効果的に抑え、熱漏洩量の低減が可能である。そのため、冷蔵庫 21 の消費電力量を削減することができる。

また、真空断熱材 1 を予め被覆材 5 で覆い冷蔵庫 21 の箱体 (冷蔵庫本体 19) 内に組み込むようにしているので、製造時においても外包材 2 の損傷を防ぎ、真空断熱材 1 の歩留まり向上にも寄与する効果を奏する。

【0082】

< 実施形態 1 ~ 6 の効果 >

実施形態 1 ~ 6 によれば、平面度が低い真空断熱材 1 を平面度が高い連通路をもつ発泡樹脂で形成する被覆材 5 で覆った断熱パネル 7 とした。しかも、真空断熱材 1 と連通路をもつ被覆材 5 を外被材 6 の内部で減圧封止する構成にすることで、ウレタン発泡樹脂の熱伝導率が  $20 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$  以上と高いのに比べて、被覆材 5 の熱伝導率が  $10 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$  以下と低くなり、断熱パネル 7 のガスバリア性を向上させると共に熱伝導率の経時劣化が少ない断熱パネル 7 となる。

【0083】

10

20

30

40

50

従来、外箱と内箱の両者に真空断熱材を搭載して被覆率を増加する冷蔵庫がある。しかし、真空断熱材のみで強度が弱くなり、特に外箱と内箱の中間に配設するとウレタン樹脂の発泡圧により真空断熱材に反りが発生する。

【0084】

そこで、本実施形態では、真空断熱材1を高強度の被覆材5で覆い外箱11と内箱10の中間にフォームのスペーサ材13で挟持させ固定することで、外箱11の鋼板および外被材6からの熱が回り込むヒートブリッジ現象が抑えられる。また、水発泡剤を主体とした高流動性のウレタン発泡樹脂(硬質ウレタンフォーム12)を用い、外箱11の歪みや内箱10の割れを防止して熱漏洩量の低減が可能な断熱箱体(冷蔵庫本体19)および冷蔵庫21を実現できる。

10

【0085】

本発明の第1の態様で、より好ましい具体的構成例は次の通りである。

断熱パネル7に用いる連通孔をもつ被覆材5の熱伝導率が減圧下で $10\text{ mW/m}\cdot\text{K}$ 以下であること。この断熱パネル7によれば、連通孔をもつ被覆材5の熱伝導率がウレタン発泡樹脂に比べ大きく低減することで、高断熱性能の断熱パネル7を配設した断熱箱体(冷蔵庫本体19)ができるようになる。

【0086】

断熱パネル7に用いる連通孔をもつ被覆材5の圧縮強度が $0.15\text{ MPa}$ 以上であること。この断熱パネル7によれば、平面度の低い真空断熱材1を連通孔をもつ被覆材5で覆うことにより、平面度の高いパネルで真空断熱材1を保護・補強する断熱箱体(冷蔵庫本体19)ができるようになる。

20

【0087】

断熱パネル7に用いる被覆材5が連通孔をもつ発泡体により形成してなること。この断熱パネル7によれば、被覆材5が連通孔をもつ発泡体であり、空気侵入や水分吸着および寸法変化や収縮が発生せず熱伝導率の劣化が防止される断熱箱体(冷蔵庫本体19)ができるようになる。

【0088】

本発明の第2の態様では、外箱11と内箱10とで形成される空間に真空断熱材1および連通孔をもつ被覆材5を組み合わせた断熱パネル7と発泡断熱材(硬質ウレタンフォーム12)を用いた冷蔵庫21において、真空断熱材1がグラスウールの芯材3と、ゲッター剤4と、芯材3およびゲッター剤4を収納するガスバリア性の外包材2を備え、外包材2の内部を真空封止した真空断熱材2および連通孔をもつ被覆材5を含む内部を、更に外被材6の内部で減圧密封してなる断熱パネル7を用いている。この断熱パネル7を用いた冷蔵庫21によれば、断熱性能が優れることから熱漏洩量を低減することができる。

30

【0089】

本発明の第2の態様におけるより好ましい具体的構成例は次の通りである。

断熱パネル7が外箱11と内箱10との中間にフォームからなるスペーサ材13により挟持して配設されること。この断熱パネル7を用いた冷蔵庫21によれば、熱が回り込むヒートブリッジ現象が抑えられ熱漏洩量を低減することができる。

【0090】

40

冷蔵庫21の冷蔵室15、野菜室17等と冷凍室16等との間の仕切断熱壁14内に断熱パネル7が配設され、断熱パネル7が水発泡剤を主体とする硬質ウレタン発泡樹脂で埋設したこと。この断熱パネル7を仕切断熱壁14内に用いた冷蔵庫21によれば、断熱パネル7を高流動性のウレタン発泡樹脂で埋設させることにより熱漏洩量を低減することができる。

【0091】

以下、比較例1~4について説明する。

比較例1~4は、実施形態の真空断熱材1を覆う連通孔をもつ外被材5を従来の独立気泡の外被材(図6の独立気泡の発泡ウレタン108)としたものである。

【0092】

50



図6(a)は、従来の比較例の真空断熱材101を独立気泡の発泡ウレタン108で覆った構成の断熱パネル109の斜視図であり、図6(b)は、従来の図6(a)の断熱パネル109のB-B線断面図である。なお、図6において、ゲッター剤104を強調して示している。図7は、従来の比較例の真空断熱材101を冷蔵庫121に配設した本体部分を手前側から見た縦断面正面図である。

なお、図6、図7において、比較例1～4の構成要素のうち実施形態1～6の構成要素と同様な構成要素は、実施形態1～6の構成要素の符号を100番台の符号として示している。

#### 【0093】

##### << 比較例1 >>

比較例1では、図6(b)に示すように、繊維径が $5.5\mu\text{m}$ のグラスウールからなる芯材103とガス、水分等を吸着するゲッター剤104を、ラミネートフィルムからなる外包材102の内部に挿入し、真空チャンバ内に入れ、真空包装機のロータリーポンプで10分、拡散ポンプで10分、真空チャンバの内部圧力が $1.5\text{Pa}$ になるまで排気後、外包材102の端部をヒートシールし真空封止して真空断熱材101を作製した。真空断熱材101を10で熱伝導率を測定したところ、図5に示すように、 $1.7\text{mW/m}\cdot\text{K}$ であった。

#### 【0094】

また、真空断熱材101を覆う独立気泡の発泡ウレタン108は、ポリオールにシクロペンタン発泡剤と、触媒と、整泡剤とをプレミックス成分とイソシアネートを高圧発泡機で混合攪拌して、成形金型内に充填注入した独立気泡の発泡パネルで熱伝導率と圧縮強度を測定したところ、それぞれ $20.5\text{mW/m}\cdot\text{K}$ 、 $0.12\text{MPa}$ (図5参照)と劣り、寸法変化率や収縮(−20 および70 に48h(時間)放置した時の厚さ変化(率))も発生し不良であった。

#### 【0095】

その後、真空断熱材101を型内にセットして、発泡ウレタン108を充填注入し冷蔵庫121(図7参照)用の断熱パネル109を作製後、10で初期熱伝導率を測定したところ、図5に示すように、 $8.2\text{mW/m}\cdot\text{K}$ と高く、更に60の恒温槽中に60日間放置後の熱伝導率を再測定したところ、 $18.2\text{mW/m}\cdot\text{K}$ まで劣化した。

実施形態1～6の断熱パネル7の初期熱伝導率 $3.8\sim 4.2\text{mW/m}\cdot\text{K}$ および60の恒温槽中に60日間放置後の熱伝導率 $7.2\sim 8.4\text{mW/m}\cdot\text{K}$ に比較し、比較例1の断熱パネル109の初期熱伝導率 $8.2\text{mW/m}\cdot\text{K}$ 、60の恒温槽中に60日間放置後の熱伝導率 $18.2\text{mW/m}\cdot\text{K}$ は大きく劣るものであった。

#### 【0096】

比較例1の断熱パネル109(図6参照)を図7に示す断熱箱体の冷蔵庫本体119の外箱111側と内箱110側にホットメルト接着剤120や両面テープを用い貼りつけ固定後、断熱箱体(冷蔵庫本体119)中にシクロペンタン発泡剤を主体とした発泡ウレタンフォーム112を用い、冷蔵庫121を作製した。

比較例1の断熱パネル109は、実施形態1～6の断熱パネル7に比較し、長期間での断熱性能が大きく劣り、寸法変化率・収縮およびヒートブリッジが大きく、冷蔵庫121の熱漏洩量を低減することは困難であった。

#### 【0097】

##### << 比較例2 >>

比較例2は、図6(b)に示すように、繊維径が $7.2\mu\text{m}$ のグラスウールからなる芯材103とガス、水分等を吸着するゲッター剤104を、ラミネートフィルムからなる外包材102の内部に挿入し、真空チャンバ内に入れ、真空包装機のロータリーポンプで10分、拡散ポンプで10分、真空チャンバの内部圧力が $1.5\text{Pa}$ になるまで排気後、外包材102の端部をヒートシールし真空封止して真空断熱材101を作製した。この真空断熱材101を10で熱伝導率を測定したところ、図5に示すように、 $2.6\text{mW/m}\cdot\text{K}$ であった。

10

20

30

40

50

## 【0098】

また、真空断熱材101を覆う独立気泡の発泡ウレタン108(図6参照)としては、ポリオールにシクロペンタン発泡剤と、触媒と、整泡剤をプレミックス成分とイソシアネートとを高圧発泡機で混合攪拌して、成形金型内に充填注入した独立気泡の発泡パネルで熱伝導率と圧縮強度を測定したところ、図5に示すように、それぞれ $24.2 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$ 、 $0.11 \text{ MPa}$ と劣り、寸法変化率や収縮(−20 および70 に48h(時間)放置した時の厚さ変化(率))も発生して不良であった。

## 【0099】

その後、真空断熱材101を型内にセットして、前記の発泡ウレタン108を充填注入して冷蔵庫用の断熱パネル109(図6参照)を作製し10 で初期熱伝導率を測定したところ、図5に示すように、 $7.6 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$ と高く、更に60 の恒温槽中に60日間放置後の熱伝導率を再測定したところ、 $17.8 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$ まで劣化した。

実施形態1～6の断熱パネル7の初期熱伝導率 $3.8 \sim 4.2 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$ および60 の恒温槽中に60日間放置後の熱伝導率 $7.2 \sim 8.4 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$ に比較し、比較例1の断熱パネル109の初期熱伝導率 $7.6 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$ 、60 の恒温槽中に60日間放置後の熱伝導率 $17.8 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$ は大きく劣るものであった。

## 【0100】

比較例2の断熱パネル109を図7に示す断熱箱体(冷蔵庫本体119)の外箱111側にホットメルト接着剤120や両面テープを用い貼りつけ固定後、断熱箱体(冷蔵庫本体119)中にシクロペンタン発泡剤を主体とした発泡ウレタンフォーム112を、比較例1と同様に流動充填させて冷蔵庫121を作製した。

比較例2の断熱パネル109は、実施形態1～6の断熱パネル7に比較し、長期間での断熱性能が大きく劣り、寸法変化率・収縮およびヒートブリッジの大きい断熱パネルであり、冷蔵庫121の熱漏洩量を低減することが困難であった。

## 【0101】

<<比較例3>>

比較例3は、図6(b)に示すように、繊維径が $6.1 \mu\text{m}$ のグラスウールからなる芯材103とガス、水分等を吸着するゲッター剤104を、ラミネートフィルムからなる外包材102の内部に挿入し、真空チャンバ内に入れ、真空包装機のロータリーポンプで10分、拡散ポンプで10分、真空チャンバの内部圧力が $1.5 \text{ Pa}$ になるまで排気後、外包材102の端部をヒートシールし真空封止して真空断熱材101を作製した。この真空断熱材101を10 で熱伝導率を測定したところ、 $2.3 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$ であった。

## 【0102】

また、真空断熱材101を覆う独立気泡のスチレン発泡体108aとしては、スチレン単量体を分散剤により水中に分散させ重合開始剤を加え、懸濁重合したスチレン樹脂にイソブタン発泡剤を含浸させた粒子(粒径 $0.5 \sim 1.0 \text{ mm}$ 程)を成形金型内に入れ、粒子を蒸気等により予備発泡後に加熱した独立気泡のパネルの熱伝導率と圧縮強度を測定したところ、図5に示すように、それぞれ $26.5 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$ 、 $0.10 \text{ MPa}$ と劣り、寸法変化率や収縮(−20 および70 に48h(時間)放置した時の厚さ変化(率))も発生して不良であった。

## 【0103】

その後、真空断熱材101を型内にセットして、前記のスチレン発泡体108aで充填注入して冷蔵庫用の断熱パネル109を作製し、10 で初期熱伝導率を測定したところ、図5に示すように、 $8.5 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$ と高く、更に60 の恒温槽中に60日間放置後の熱伝導率を再測定したところ、 $18.5 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$ まで劣化した。

実施形態1～6の断熱パネル7の初期熱伝導率 $3.8 \sim 4.2 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$ および60 の恒温槽中に60日間放置後の熱伝導率 $7.2 \sim 8.4 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$ に比較し、比較例1の断熱パネル109の初期熱伝導率 $8.5 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$ 、60 の恒温槽中に60日間放置後の熱伝導率 $18.5 \text{ mW/m} \cdot \text{K}$ は大きく劣るものであった。

## 【0104】

比較例 3 の断熱パネル 109 を図 7 に示す断熱箱体(冷蔵庫本体 119)の内箱 110 側にホットメルト接着剤 120 や両面テープを用いて貼りつけ固定後、断熱箱体(冷蔵庫本体 119)中にシクロペンタン発泡剤を主体とした発泡ウレタンフォーム 112 を、比較例 1 と同様に流動充填させて冷蔵庫 121 を作製した。

比較例 3 の断熱パネル 109 は、実施形態 1 ~ 6 の断熱パネル 7 に比較し、長期間での断熱性能が大きく劣り寸法変化率・収縮およびヒートブリッジの大きい断熱パネルであり、冷蔵庫 121 の熱漏洩量を低減することが困難であった。

#### 【0105】

< 比較例 4 >

比較例 4 は、図 6 (b) に示すように、繊維径が  $2.9 \mu\text{m}$  のグラスウールからなる芯材 103 とガス、水分等を吸着するゲッター剤 104 を、ラミネートフィルムからなる外包材 102 の内部に挿入し、真空チャンバ内に入れ、真空包装機のロータリーポンプで 10 分、拡散ポンプで 10 分、真空チャンバの内部圧力が  $1.5 \text{ Pa}$  になるまで排気後、外包材 102 の端部をヒートシールし真空封止して真空断熱材 101 を作製した。この真空断熱材 101 を  $10^\circ\text{C}$  で熱伝導率を測定したところ、図 5 に示すように、 $1.5 \text{ mW/m}\cdot\text{K}$  であった。

#### 【0106】

また、真空断熱材 101 を覆う独立気泡のスチレン発泡体 108a としては、スチレン単量体を分散剤により水中に分散させ重合開始剤を加え、懸濁重合したスチレン樹脂にイソブタン発泡剤を含浸させた粒子(粒径  $0.5 \sim 1.0 \text{ mm}$  程)を成形金型内に入れ、粒子を蒸気等により予備発泡後に加熱した独立気泡のパネルの熱伝導率と圧縮強度を測定したところ、図 5 に示すように、それぞれ  $29.5 \text{ mW/m}\cdot\text{K}$  と、 $0.08 \text{ MPa}$  と劣り、寸法変化率や収縮 ( $-20 \sim -70$  および  $70$  に  $48 \text{ h}$  (時間) 放置した時の厚さ変化(率)) も発生して不良であった。

#### 【0107】

その後、真空断熱材 101 を型内にセットして、前記のスチレン発泡体 108a で充填注入して冷蔵庫用の断熱パネル 109 (図 6 参照) を作製し、 $10^\circ\text{C}$  で初期熱伝導率を測定したところ、図 5 に示すように、 $9.2 \text{ mW/m}\cdot\text{K}$  と高く、更に  $60^\circ\text{C}$  の恒温槽中に 90 日間放置後の熱伝導率を再測定したところ、 $19.8 \text{ mW/m}\cdot\text{K}$  まで劣化した。

実施形態 1 ~ 6 の断熱パネル 7 の初期熱伝導率  $3.8 \sim 4.2 \text{ mW/m}\cdot\text{K}$  および  $60^\circ\text{C}$  の恒温槽中に 60 日間放置後の熱伝導率  $7.2 \sim 8.4 \text{ mW/m}\cdot\text{K}$  に比較し、比較例 1 の断熱パネル 109 の初期熱伝導率  $9.2 \text{ mW/m}\cdot\text{K}$ 、 $60^\circ\text{C}$  の恒温槽中に 60 日間放置後の熱伝導率  $19.8 \text{ mW/m}\cdot\text{K}$  は大きく劣るものであった。

#### 【0108】

比較例 4 の断熱パネル 109 を図 7 に示す断熱箱体(冷蔵庫本体 119)の外箱 111 側と内箱 110 側の両者にホットメルト接着剤 120 や両面テープを用いて貼りつけ固定後、断熱箱体(冷蔵庫本体 119)中にシクロペンタン発泡剤を主体とした発泡ウレタンフォーム 112 を、比較例 1 と同様に流動充填させて冷蔵庫 121 を作製した。

比較例 4 の断熱パネル 109 は、実施形態 1 ~ 6 の断熱パネル 7 に比較し、長期間での断熱性能が大きく劣り寸法変化率・収縮およびヒートブリッジの大きい断熱パネルであり、冷蔵庫 121 の熱漏洩量を低減することが困難であった。

#### 【符号の説明】

#### 【0109】

- 1 真空断熱材
- 2 外包材
- 3 芯材
- 4 ゲッター剤
- 5 被覆材
- 6 外被材
- 7 断熱パネル

10

20

30

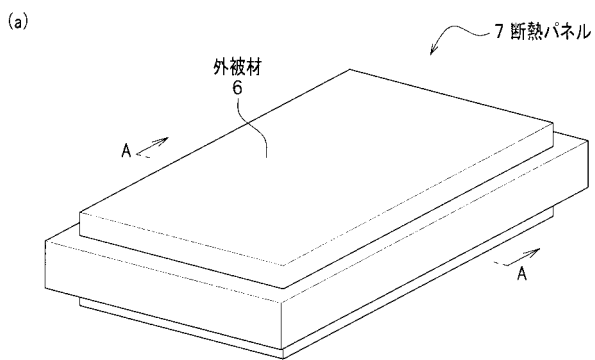
40

50

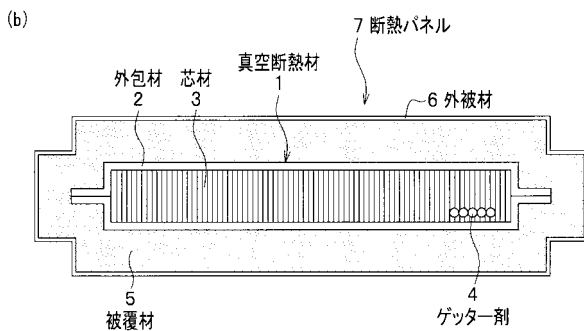
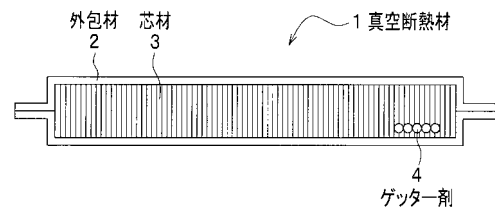
- 1 0 内箱
- 1 1 外箱
- 1 2 硬質ウレタンフォーム(発泡断熱材、硬質ウレタン発泡樹脂)
- 1 3 スペーサ材
- 1 4 仕切断熱壁
- 1 5 冷蔵室(貯蔵室)
- 1 6 冷凍室
- 1 7 野菜室(貯蔵室)
- 1 9 冷蔵庫本体(断熱箱体)
- 2 1 冷蔵庫

10

【図 1】

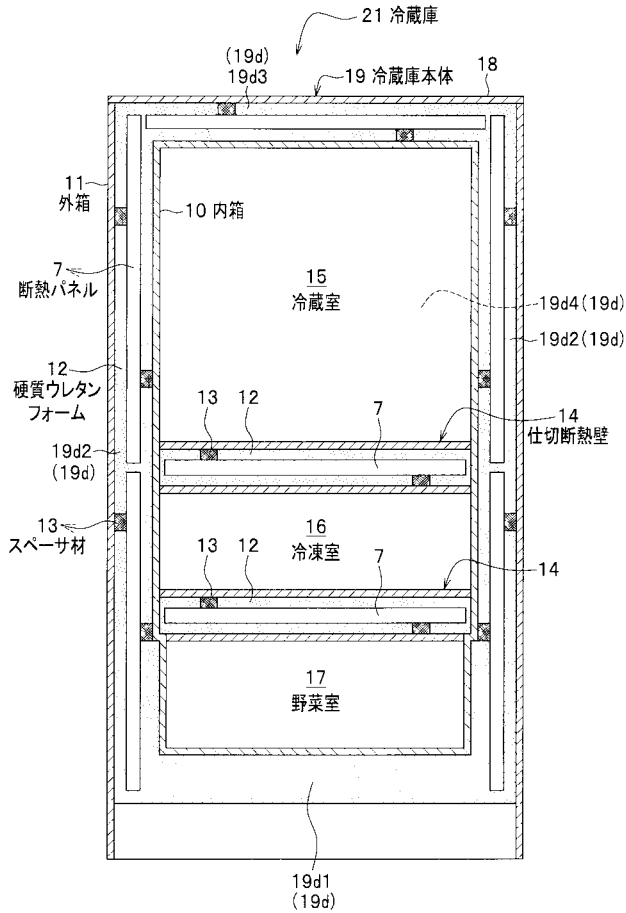


【図 2】

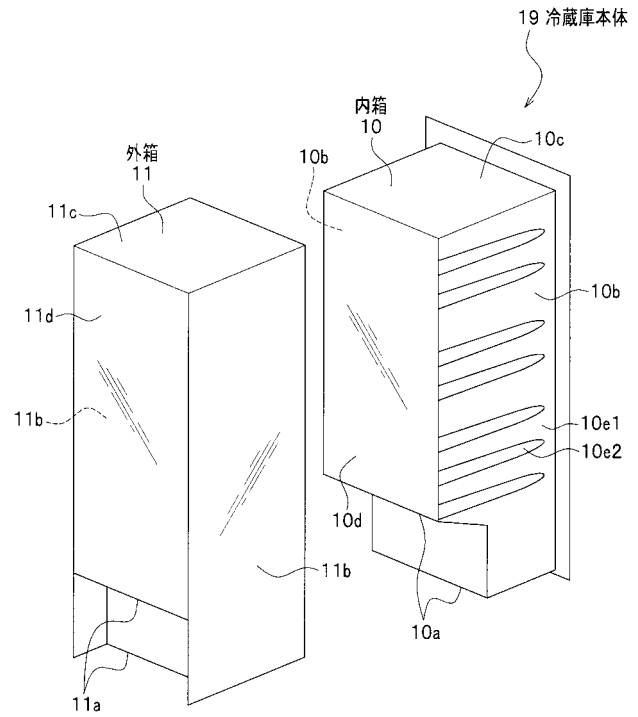


(a)図のA-A線断面図

【図 3】



【図 4】



【図 5】

	真空断熱材		被覆材		断熱パネル	
	繊維径 ( $\mu\text{m}$ ) * 1	熱伝導率 ( $\text{mW/mK}$ )	寸法変化率・収縮 * 2	熱伝導率・圧縮強度 ( $\text{mW/mK}$ ) * 3	箱体 配設部	ヒートブリッジ * 4
実施形態1	4.5	1.5	良好	5.5 0.18	中間部	小
実施形態2	5.6	1.6	良好	4.8 0.19	中間部	小
実施形態3	3.0	1.3	良好	5.1 0.23	中間部	小
実施形態4	6.0	1.6	良好	4.6 0.25	中間部	小
実施形態5	5.2	1.7	良好	4.3 0.17	中間部	小
実施形態6	4.8	1.5	良好	3.9 0.16	仕切部	小
比較例1	5.5	1.7	不良	20.5 0.12	外箱部 内箱部	大
比較例2	7.2	2.6	不良	24.2 0.11	外箱部	大
比較例3	6.1	2.3	不良	26.5 0.10	内箱部	中
比較例4	2.9	1.5	不良	29.5 0.08	外箱部 内箱部	大

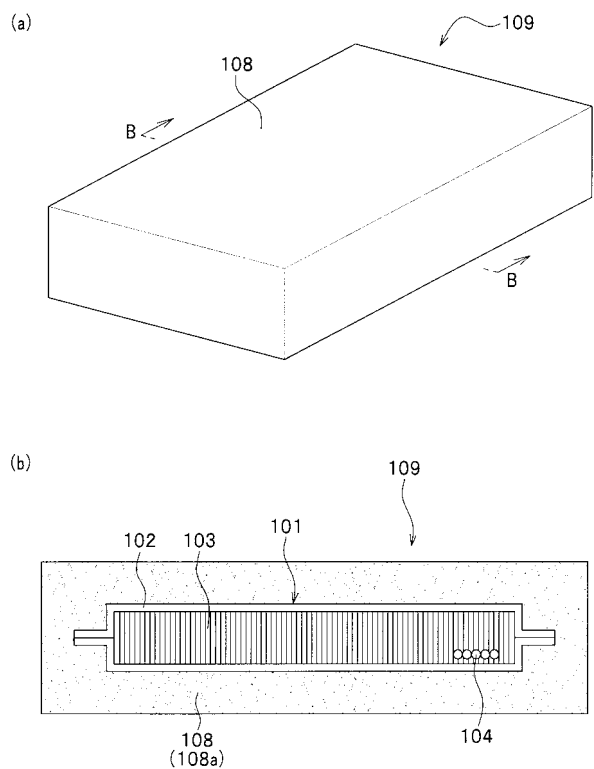
\* 1: グラスウール

\* 2: 空気中 ( $-20^{\circ}\text{C}/70^{\circ}\text{C}$ ) に 48h 放置時の厚さ変化率

\* 3: 送り速度 4mm/分 で負荷時に 10% 変形時の圧縮強度

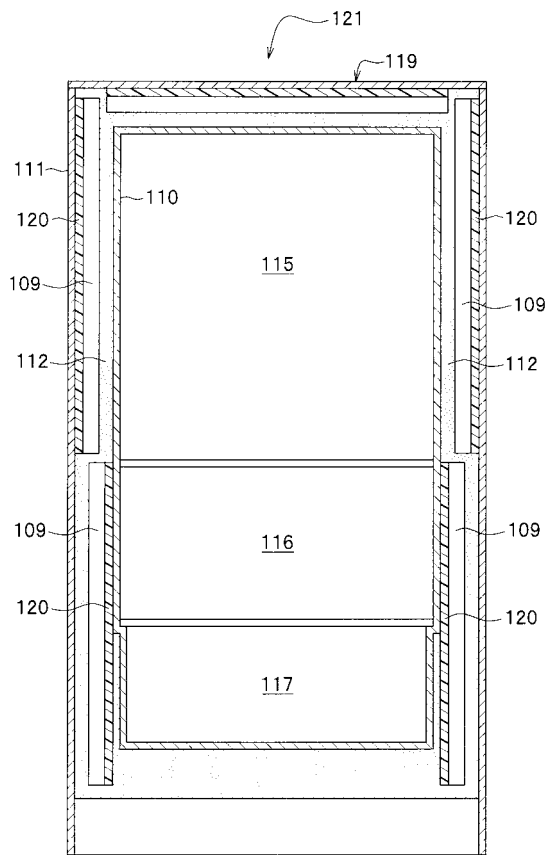
\* 4: 外箱の銅板からの熱が外包装材料を回り込む熱侵入量

【図 6】



(a) 図のB-B線断面図

【図 7】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 荒木 邦成  
栃木県栃木市大平町富田 8 0 0 番地 日立アプライアンス株式会社内
- (72)発明者 新井 祐志  
栃木県栃木市大平町富田 8 0 0 番地 日立アプライアンス株式会社内
- (72)発明者 嘉本 大五郎  
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社日立製作所日立研究所内
- (72)発明者 寺内 康人  
栃木県栃木市大平町富田 8 0 0 番地 日立アプライアンス株式会社内
- (72)発明者 山崎 裕之  
栃木県栃木市大平町富田 8 0 0 番地 日立アプライアンス株式会社内
- F ターム(参考) 3H036 AA08 AB18 AB24 AB25 AB33 AC03  
3L102 JA01