

明 細 書

発明の名称：

シーラント、シリコン材料の輸送用袋及びシリコン材料の梱包体

技術分野

[0001] 本開示は、シーラント、シリコン材料の輸送用袋及びシリコン材料の梱包体に関する。

背景技術

[0002] 半導体製品等の製造に用いられるシリコンウェハや、シリコンウェハの原材料であるポリシリコン等のシリコン材料等に対しては、極めた高いクリーン度（清浄度）が要求されるため、輸送等に際してはクリーンに洗浄された樹脂ケース等に複数のシリコンウェハを格納した上で、当該樹脂ケースごと包装体に包装され、密封されることがある。このような包装体を構成する包装材料として、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）を用いたものが知られている。

[0003] また、上記シリコン材料等を梱包するために用いられる袋は、内容物であるシリコン材料を変質させ得る酸素や水蒸気等の透過を遮断可能なバリア機能を有する包装材料により構成されることがある。このような包装材料として、酸化アルミニウムの蒸着層（バリア層）の一方側にポリエチレンテレフタレート（PET）を配置し、他方側に低密度ポリエチレン（LDPE）やリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）を配置したものが知られている（特許文献2参照）。

[0004] さらに、上記シリコン材料は、一般に、二重の袋に梱包された状態で輸送されることがある。このような二重梱包の袋としては、ポリエステル、ポリアミド、ポリオレフィン等のプラスチック袋の積層体により構成される内袋と、アルミニウム箔やシリカ蒸着ポリエステル等のバリア層を有する積層体により構成される外袋とを備えるものが知られている（特許文献3参照）。外袋にバリア層が設けられていることで、遮光性や酸素ガスバリア性等を奏

することができる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2013-136405号公報

特許文献2：特開2004-148633号公報

特許文献3：特開2012-223942号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本開示は、シリコン材料の輸送用包装体に用いられる、揮発成分を低減させ、シール強度を向上させたシーラント、包装材料、シリコン材料の輸送用包装体及びシリコン材料の梱包体；バリア層にクラックが生じるのを抑制することのできる包装材料、シリコン材料の輸送用袋及びシリコン材料の梱包体；並びに輸送時に外袋が損傷してしまったとしても、内容物であるシリコン材料の汚染を抑制することのできるシリコン材料の輸送用袋及びシリコン材料の梱包体を提供することを一目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために、本開示の一実施形態として、シリコン材料の輸送用袋に用いられる包装材料であって、前記包装材料は、第1の樹脂基材層と、バリア層と、第2の樹脂基材層と、樹脂層と、シーラント層とをこの順で積層する積層体であり、前記樹脂層の押込弾性率（MPa）は、前記第1の樹脂基材層及び前記第2の樹脂基材層のそれぞれの押込弾性率（MPa）よりも1桁以上小さく、前記シーラント層の押込弾性率（MPa）は、前記第1の樹脂基材層の押込弾性率（MPa）及び前記第2の樹脂基材層の押込弾性率（MPa）のそれぞれよりも1桁以上小さく、前記第1の樹脂基材層の押込弾性率（MPa）と前記第2の樹脂基材層の押込弾性率（MPa）との差は、前記第2の樹脂基材層の押込弾性率（MPa）と前記樹脂層の押込弾性率（MPa）との差よりも小さい包装材料が提供される。

- [0008] 前記第1の樹脂基材層の押込弾性率(MPa)と前記第2の樹脂基材層の押込弾性率(MPa)との差は、前記第2の樹脂基材層の押込弾性率(MPa)と前記樹脂層の押込弾性率(MPa)との差よりも1桁以上小さければよく、前記第1の樹脂基材層の押込弾性率(MPa)と前記第2の樹脂基材層の押込弾性率(MPa)との差が、800MPa以下であればよい。
- [0009] 前記第1の樹脂基材層と前記第2の樹脂基材層を構成する前記樹脂材料の押込弾性率が、1500MPa～3500MPaの範囲内であればよく、前記シーラント層を構成する材料の押込弾性率が、300MPa～500MPaの範囲内であればよく、前記樹脂層は、ポリエチレンにより構成されていてもよい。
- [0010] 前記樹脂層の押込弾性率(MPa)は、前記第1の樹脂基材層及び前記第2の樹脂基材層のそれぞれの押込弾性率(MPa)よりも2桁以上小さくてもよく、前記樹脂層は、2液型ウレタン樹脂接着剤により構成されていてもよい。
- [0011] 前記第1の樹脂基材層と前記第2の樹脂基材層とは、同一の樹脂材料により構成されていてもよく、前記樹脂層の厚みは、1 μ m～5 μ mであればよい。前記第1の樹脂基材層を構成する樹脂材料及び前記第2の樹脂基材層を構成する樹脂材料が、ポリエステル樹脂又はポリアミド樹脂であってもよいし、前記第1の樹脂基材層を構成する樹脂材料及び前記第2の樹脂基材層を構成する樹脂材料が、前記ポリエステル樹脂であってもよい。前記バリア層が透明性を有していてもよく、前記バリア層は、シリカ又はアルミナを含んでいてもよい。
- [0012] 本開示の一実施形態として、シリコン材料の輸送用袋であって、前記シリコン材料の輸送用袋は、上記包装材料により構成され、前記シーラント層が、前記シリコン材料の輸送用袋の内側に位置するシリコン材料の輸送用袋が提供される。
- [0013] 本開示の一実施形態として、上記シリコン材料の輸送用袋と、前記シリコン材料の輸送用袋内に収容されているシリコン材料とを備えるシリコン材料

の梱包体が提供される。

[0014] 本開示の一実施形態として、シリコン材料の輸送用袋であって、第1の袋と、前記第1の袋内に配置される第2の袋とを備え、前記第2の袋を構成する包装材料が、バリア層を含むシリコン材料の輸送用袋が提供される。

[0015] 前記バリア層は、シリカ又はアルミナを含んでいてもよく、前記第2の袋を構成する包装材料は、樹脂基材層と、前記バリア層と、シーラント層とをこの順で有する積層材料であり、前記シーラント層が、前記第2の袋の内側に位置していてもよく、前記樹脂基材層が、ポリエステル樹脂又はポリアミド樹脂により構成されていてもよい。

[0016] 前記第2の袋を構成する包装材料は、前記樹脂基材層と前記バリア層との間に位置する接着剤層をさらに有する積層材料であってもよく、前記バリア層と前記シーラント層との間に位置するポリエステル系樹脂を含む樹脂層をさらに有する積層材料であってもよく、樹脂基材層と、前記バリア層と、樹脂層と、シーラント層とをこの順で有する積層材料であり、前記樹脂基材層と前記樹脂層とが、同一の樹脂を含み、前記シーラント層が、前記第2の袋の内側に位置していてもよく、透明であってもよい。

[0017] 前記第1の袋を構成する包装材料は、ポリエステル系樹脂を含む樹脂基材層とシーラント層とをこの順で有する積層材料であり、前記シーラント層が、前記第1の袋の内側に位置していてもよく、バリア層を含まない積層材料により構成されていてもよく、ポリアミド樹脂を含まない積層材料により構成されていてもよい。前記第1の袋を構成する包装材料が有する前記樹脂基材層の厚さが、 $8\mu\text{m}$ ～ $30\mu\text{m}$ であってもよい。

[0018] 本開示の一実施形態として、上記シリコン材料の輸送用袋と、前記シリコン材料の輸送用袋の前記第2の袋内に収容されているシリコン材料とを備えるシリコン材料の梱包体が提供される。

[0019] 本開示の一実施形態として、シリコン材料の輸送用袋であって、第1の袋と、前記第1の袋内に配置される第2の袋とを備え、前記第2の袋は、前記第1の袋に固定されることなく前記第1の袋内に配置されており、前記第2

の袋を構成する包装材料が、バリア層を含むシリコン材料の輸送用袋が提供される。

本開示の一実施形態として、外袋と、前記外袋に固定されることなく前記外袋内に配置される内袋とを有するシリコン材料の輸送用袋における、前記内袋であって、前記内袋を構成する包装材料が、バリア層を含む内袋が提供される。

[0020] 本開示の一実施形態として、シリコン材料の輸送用包装体に用いられるシーラントであって、第1面及び前記第1面に対向する第2面を有するシーラント基材を備え、前記シーラント基材は、前記第1面を含む第1部分と、前記第1部分よりも前記第2面側に位置する第2部分とを含み、前記第1部分は、低密度ポリエチレン（LDPE）を含み、前記第2部分は、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）を含むシーラントが提供される。

[0021] 前記第2部分は、低密度ポリエチレン（LDPE）をさらに含んでもよく、前記シーラント基材は、前記第2部分よりも前記第2面側に位置する第3部分をさらに含み、前記第3部分は、低密度ポリエチレン（LDPE）を含んでもよい。

[0022] 前記シーラント基材は、前記第1部分を含む第1層と、前記第2部分を含む第2層とを少なくとも有する積層構造であってもよく、前記第1部分及び前記第2部分を少なくとも含む単層構造であってもよい。

[0023] 前記第1部分は、前記低密度ポリエチレン（LDPE）をリッチに含んでもよく、前記第2部分の厚みが、前記第1部分の厚みよりも厚くてもよく、前記第1部分に含まれる前記低密度ポリエチレン（LDPE）は、スリップ剤が実質的に添加されていない低密度ポリエチレンであってもよく、前記第2部分に含まれる前記リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）は、スリップ剤が実質的に添加されていないリニア低密度ポリエチレンであってもよい。

[0024] 本開示の一実施形態として、樹脂材料により構成される基部と、前記基部の一方面側に設けられてなる上記シーラントとを有し、前記シーラントは、

前記第2面を前記基部の一方面側に当接させるようにして設けられてなる包装材料が提供される。

前記基部の他方面側に設けられてなるガスバリア層をさらに有していてもよい。

[0025] 本開示の一実施形態として、上記包装材料により構成されるシリコン材料の輸送用包装体を提供される。

本開示の一実施形態として、上記シリコン材料の輸送用包装体と、前記シリコン材料の輸送用包装体内に收容されているシリコン材料とを備えるシリコン材料の梱包体を提供される。

[0026] 本開示の一実施形態として、シリコン材料の輸送用包装体に用いられるシーラントであって、第1面及び前記第1面に対向する第2面を有するシーラント基材を備え、前記シーラント基材は、前記第1面を含む第1表面層と、前記第2面を含む第2表面層と、前記第1表面層及び前記第2表面層の間に位置する中間層とを有し、前記第1表面層及び前記第2表面層は、低密度ポリエチレン（LDPE）を含み、前記中間層は、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）を含み、前記シーラントの押込弾性率は、300MPa～500MPaの範囲内であるシーラントが提供される。

前記中間層の厚さは、前記第1表面層の厚さ及び前記第2表面層の厚さのそれぞれよりも厚くてもよい。

[0027] 本開示の一実施形態として、シリコン材料の輸送用包装体に用いられるシーラントであって、第1面及び前記第1面に対向する第2面を有するシーラント基材を備え、前記シーラント基材は、低密度ポリエチレン（LDPE）とリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）とを含む単層構造であり、前記シーラントの押込弾性率は、300MPa～500MPaの範囲内であるシーラントが提供される。

発明の効果

[0028] 本開示によれば、シリコン材料の輸送用包装体に用いられる、揮発成分を低減させ、シール強度を向上させたシーラント、包装材料、シリコン材料の

輸送用包装体及びシリコン材料の梱包体；バリア層にクラックが生じるのを抑制することのできる包装材料、シリコン材料の輸送用袋及びシリコン材料の梱包体；並びに輸送時に外袋が損傷してしまったとしても、内容物であるシリコン材料の汚染を抑制することのできるシリコン材料の輸送用袋及びシリコン材料の梱包体を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]図1は、本開示の一実施形態に係るシーラントの一態様の概略構成を示す部分拡大切断端面図である。

[図2]図2は、本開示の一実施形態に係るシーラントの他の態様の概略構成を示す部分拡大切断端面図である。

[図3]図3は、本開示の一実施形態における包装材料の一態様の概略構成を示す部分拡大切断端面図である。

[図4]図4は、本開示の一実施形態における包装材料の他の態様の概略構成を示す部分拡大切断端面図である。

[図5]図5は、本開示の一実施形態における包装材料を製造可能な製造装置の一例の構成を概略的に示す模式図である。

[図6]図6は、本開示の一実施形態におけるシリコン材料の輸送用包装体の概略構成を示す斜視図である。

[図7]図7は、本開示の一実施形態におけるシリコン材料の梱包体の概略構成を示す斜視図である。

[図8]図8は、本開示の一実施形態におけるシリコン材料の梱包体の概略構成を示す斜視図である。

[図9A]図9Aは、試料1のGC／MS分析結果を示すマススペクトルである。

[図9B]図9Bは、試料2のGC／MS分析結果を示すマススペクトルである。

[図9C]図9Cは、試料3のGC／MS分析結果を示すマススペクトルである。

[図10]図10は、本開示の一実施形態に係るシリコン材料の輸送用袋の一態様の概略構成を示す斜視図である。

[図11]図11は、本開示の一実施形態における第1の袋の一態様の概略構成を示す斜視図である。

[図12]図12は、本開示の一実施形態における第2の袋の一態様の概略構成を示す斜視図である。

[図13]図13は、本開示の一実施形態における第1の包装材料の一態様の概略構成を示す部分拡大切斷端面図である。

[図14]図14は、本開示の一実施形態における第2の包装材料の一態様の概略構成を示す部分拡大切斷端面図である。

[図15]図15は、本開示の一実施形態における第2の包装材料の他の態様の概略構成を示す部分拡大切斷端面図である。

[図16]図16は、本開示の一実施形態における第2の包装材料の他の態様の概略構成を示す部分拡大切斷端面図である。

[図17]図17は、本開示の一実施形態における第2の包装材料の他の態様の概略構成を示す部分拡大切斷端面図である。

[図18]図18は、本開示の一実施形態における第1の包装材料のシーラント層の一態様の概略構成を示す部分拡大切斷端面図である。

[図19]図19は、本開示の一実施形態における第1の包装材料のシーラント層の他の態様の概略構成を示す部分拡大切斷端面図である。

[図20]図20は、本開示の一実施形態における第2の包装材料のシーラント層の一態様の概略構成を示す部分拡大切斷端面図である。

[図21]図21は、本開示の一実施形態における第2の包装材料のシーラント層の他の態様の概略構成を示す部分拡大切斷端面図である。

[図22]図22は、本開示の一実施形態におけるシリコン材料の梱包体の一態様の概略構成を示す斜視図である。

[図23]図23は、本開示の一実施形態におけるシリコン材料の梱包体の一態様の概略構成を示す斜視図である。

[図24A]図24Aは、本開示の一実施形態における包装材料の一態様の概略構成を示す部分拡大切断端面図である。

[図24B]図24Bは、本開示の一実施形態における包装材料の他の態様の概略構成を示す部分拡大切断端面図である。

[図24C]図24Cは、本開示の一実施形態における包装材料の他の態様の概略構成を示す部分拡大切断端面図である。

[図25]図25は、本開示の一実施形態における包装材料の他の態様の概略構成を示す部分拡大切断端面図である。

[図26]図26は、本開示の一実施形態におけるシーラントの一態様の概略構成を示す部分拡大切断端面図である。

[図27]図27は、本開示の一実施形態におけるシーラントの他の態様の概略構成を示す部分拡大切断端面図である。

[図28]図28は、本開示の一実施形態におけるシリコン材料の輸送用袋を広げた状態の概略構成を示す斜視図である。

[図29]図29は、本開示の一実施形態におけるシリコン材料の輸送用袋を閉じた状態の概略構成を示す斜視図である。

[図30]図30は、本開示の一実施形態におけるシリコン材料の梱包体の概略構成を示す斜視図である。

[図31]図31は、本開示の一実施形態におけるシリコン材料の梱包体の概略構成を示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0030] 本開示の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

本明細書に添付した図面においては、理解を容易にするために、各部の形状、縮尺、縦横の寸法比等を、実物から変更したり、誇張したりしている場合がある。本明細書等において「～」を用いて表される数値範囲は、「～」の前後に記載される数値のそれぞれを下限値及び上限値として含む範囲であることを意味する。本明細書等において、「フィルム」、「シート」、「板」等の用語は、呼称の相違に基づいて相互に区別されない。例えば、「板」

は、「シート」、「フィルム」と一般に呼ばれ得るような部材をも含む概念である。

[0031] 図1及び図2に示すように、本実施形態に係るシーラント1は、シリコン材料を輸送する際に用いられる包装体（シリコン材料の輸送用包装体）用のものであって、第1面2A及びそれに対向する第2面2Bを有するシーラント基材2を備える。シーラント基材2は、第1面2A側に位置する第1表面層21と、第2面2B側に位置する第2表面層22と、第1表面層21及び第2表面層22の間に挟まれている中間層23とを有する積層構造体であってもよいし（図1参照）、第1面2A及び第2面2Bを有する単層構造体であってもよい（図2参照）。

[0032] 図1に示す態様において、第1面2A側に位置する第1表面層21は、スリップ剤が実質的に添加されていない低密度ポリエチレン（LDPE）を含む層である。第2面2B側に位置する第2表面層22は、第1表面層21と同様に、例えば、スリップ剤が実質的に添加されていない低密度ポリエチレン（LDPE）を含む層であり、第1表面層21と第2表面層22との間に挟まれている中間層23は、例えば、スリップ剤が実質的に添加されていないリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）を含む層である。なお、本実施形態において「スリップ剤が実質的に添加されていない」とは、スリップ剤としてシーラントの表面の滑り性を実際に向上させる成分がシーラントの表面の滑り性に実際に影響を与える目的でシーラントの表面の滑り性に実際に影響を与える量を超えて添加されていないことを意味する。スリップ剤としては、例えば、炭酸カルシウムまたはタルクなどの粒子や、シリコーン樹脂または四級アンモニウム塩化合物などの界面活性剤が挙げられる。

[0033] シリコン材料の輸送用包装体の最内層に位置するシーラント1に由来する揮発成分（シーラント1由来のアウトガス成分等）が内容物であるポリシリコンやシリコンウェハに付着してしまうと、当該シリコンウェハを用いて製造される半導体装置において欠陥を生じさせてしまうおそれがある。そのため、シーラント1に由来する揮発成分は、可能な限り少ないのが望ましい。

シーラント 1 に由来する揮発成分を低減させるためには、シーラント 1 の厚み T 2 を可能な限り薄くするのが望ましい。シーラント 1 の厚み T 2 が相対的に薄いことで、シーラント 1 に由来する揮発成分がフィルム外部へ放出されるため、シーラント 1 に由来する揮発成分を低減させることができる。一方で、シーラント 1 の厚み T 2 を薄くし過ぎると、引張強度等の機械的特性に対する耐性が低くなってしまい、内容物を梱包する袋として機能が低下するおそれがある。この点、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）は、低密度ポリエチレン（LDPE）に比べ、伸縮性が高く、折り曲げに対する耐性が高いため、シーラント 1 としてリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）を用いることで、シーラント 1 の厚み T 2 を相対的に薄くすることができる。

[0034] また、シリコン材料の輸送用包装体 10（図 6 参照）に樹脂ケース 51（図 7 参照）を収容した後、当該包装体 10 から脱気して梱包されるため、当該包装体 10 を構成する包装材料 3（図 3 及び図 4 参照）に含まれるシーラント 1 には、良好な追従性が求められる。この点においても、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）は相対的に高い伸縮性を有するため、当該リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）が用いられることで、シーラント 1 の追従性を良好にすることができる。

[0035] シーラントがリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）の単層で構成されれば、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）の単層で構成されるシーラントの押込弾性率を 150MPa～600MPa 程度に調整することができるため、シーラントの厚みを薄くすることができると考えられる。また、シーラントの追従性を良好にすることを考慮しても、シーラントがリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）の単層で構成されるのは好ましいといえることができる。しかし、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）の重合時の圧力は、低密度ポリエチレン（LDPE）の重合時の圧力よりも低いために、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）においては、低密度ポリエチレン（LDPE）に比べて低分子成分が揮発しやすい。そのため、シーラントが

リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）の単層で構成されていると、シーラントの厚みを薄くすることができたとしても、シーラントに由来する揮発成分によってシリコン材料が汚染されてしまうおそれがあると考えられる。また、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）は、低密度ポリエチレン（LDPE）よりも滑り性が低くなる傾向があるため、シーラントがリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）の単層で構成されていると、シーラントの表面の滑り性が低くなるおそれがあると考えられる。シリコン材料の輸送用包装体に用いられるシーラントは、異物になるおそれがあるスリップ剤は実質的に添加されないことが好ましいため、スリップ剤の使用以外の手段で滑り性を向上させることが好ましい。本実施形態においては、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）を含む中間層23が、低密度ポリエチレン（LDPE）を含む第1表面層21及び第2表面層22により挟まれている。そのため、本実施形態に係るシーラント1によれば、厚みT2を相対的に薄くすることができ、追従性や滑り性も良好であり、また中間層23に含まれるリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）から低分子成分が揮発するのを防止することができる。

[0036] 図2に示すシーラント1において、単層構造体のシーラント基材2は、低密度ポリエチレン（LDPE）とリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）とを含む。このシーラント基材2において、低密度ポリエチレン（LDPE）とリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）との配合比が、50：50～70：30程度であればよい。このように、低密度ポリエチレン（LDPE）の配合量がリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）の配合量以上、好ましくはLDPEの配合量がLLDPEの配合量よりも多いことで、シーラント基材2の第1面2A側において低密度ポリエチレン（LDPE）の存在量を多くすることができるとともに、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）によりシーラント1の厚みT2を薄くするという効果、すなわち低分子成分が揮発するのを防止するという効果が奏される。なお、シーラント基材2の厚み方向で見たときに、低密度ポリエチレン（LDPE）とリニア低密度

ポリエチレン（LLDPE）とが実質的に均一に存在していてもよいし、第1面2A側及び第2面2B側に低密度ポリエチレン（LDPE）が偏在していてもよい。

[0037] 本実施形態に係るシーラント1の厚み T_2 は、当該シーラント1を含む包装材料3（図3及び図4参照）により構成されるシリコン材料の輸送用包装体10（図6参照）の厚さ等に応じて適宜設定され得るものであるが、例えば、 $35\mu\text{m}$ ～ $60\mu\text{m}$ 程度であればよい。

[0038] 図1に示す態様において、低密度ポリエチレン（LDPE）を含む第1表面層21及び低密度ポリエチレン（LDPE）を含む第2表面層22が中間層23を挟んで配置されていることで、シーラント1の一方面側の内部応力と他方面側の内部応力とがある程度相殺され、シーラント1がカールすることを抑制できる。また、図1に示す態様において第1表面層21及び第2表面層22のそれぞれの厚み T_{21} 、 T_{22} は、いずれも中間層23の厚み T_{23} よりも薄い。第1表面層21及び第2表面層22のそれぞれの厚み T_{21} 、 T_{22} が中間層23の厚み T_{23} よりも薄く構成されていることで、シーラント1に所定の追従性が付与され得る。第1表面層21の厚み T_{21} と中間層23の厚み T_{23} との比は、 $1:1$ ～ 10 程度であればよく、 $1:2$ ～ 3 程度であるのが好ましい。当該厚みの比が上記範囲であることで、中間層23に含まれる低密度リニアポリエチレン（LLDPE）による十分な追従性がシーラント1に付与され、シーラント1の押込弾性率を 300MPa ～ 500MPa の範囲とすることができる。なお、押込弾性率は、微小硬さ試験機（製品名「ピコデントー（PICODENTOR） HM500」、フィッシャー・インスツルメント社製）により測定され得る。図2に示す態様において、低密度ポリエチレン（LDPE）とリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）との配合比が $50:50$ ～ $70:30$ であることで、シーラント1の押込弾性率を 300MPa ～ 500MPa の範囲とすることができる。

[0039] シーラントのシール強度は、ヒートシール時のシール温度、シール圧力、

シール時間等によりコントロール可能であることが知られている。一般に、シール温度が高くなるほどに、シール強度が向上する傾向を有するが、シール温度が高すぎると、必要以上にシーラントが溶融してしまい、却ってシール強度を低下させてしまうおそれがある。本実施形態においては、シール温度150℃、シール圧力0.1MPa、シール時間1秒のヒートシール条件下で、シーラント1の第1面2A同士をシールしたときのシール強度が、30N/15mm以上であればよく、50N/15mm以上60N/15mm未満であるのが好ましい。当該シール強度が30N/15mm未満であると、シーラント1を有する包装材料3（図3及び図4参照）により構成されるシリコン材料の輸送用包装体10（図6参照）に包装されたシリコン材料の輸送途中に、当該シリコン材料の輸送用包装体10のヒートシール部（例えば上面ヒートシール部HST等（図7参照））が剥離してしまうおそれがある。

[0040] 上述したように、シーラント1の厚みT2を相対的に薄くする観点から、シーラント1の構成材料としてリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）を使用するのが好適であると考えられる。しかしながら、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）により構成されるシーラントにおいては、所定のシール強度を得るために必要なシール温度が相対的に高くなってしまう。この点、本実施形態においては、シーラント1の第1表面層21が低密度ポリエチレン（LDPE）を含むことで、所定のシール強度を得るために必要なシール温度を相対的に低下させることができる。

[0041] 本実施形態に係るシーラント1のヘイズは、25%以下であればよく、20%以下であるのが好ましい。シーラント1のヘイズが20%以下であることで、シーラント1を有する包装材料3から製造されるシリコン材料の輸送用包装体10（図6参照）においてその内部の視認性を良好にすることができる。また、シリコン材料をシリコン材料の輸送用包装体に包装する前に、シーラント1の第1面2Aに異物が付着しているか否かを確認することができ、シリコン材料の汚染を未然に防止することもできる。なお、シーラン

ト 1 のヘイズは、例えば、ヘイズメーター（製品名：HM-150，村上色彩研究所社製）を用いて、JIS-K7136に準拠して測定され得る。

[0042] 上述した構成を有するシーラント 1 は、従来公知のフィルム成膜法を用いて製造され得る。例えば、図 1 に示す構成を有するシーラント 1 は、ダイコート法、インフレーション法等の塗工法等を用いて、第 2 表面層 22、中間層 23 及び第 1 表面層 21 を積層形成することで製造され得る。図 2 に示す構成を有するシーラント 1 も同様に、上記塗工法、押出インフレーション法等を用いて製造され得る。

[0043] ここで、第 1 表面層 21 の構成材料として低密度ポリエチレン（スリップ剤が実質的に添加されていない LDPE，宇部丸善ポリエチレン社製，製品名：UBE ポリエチレン B128）を用い、中間層 23 の構成材料として低密度ポリエチレン（スリップ剤が実質的に添加されていない LDPE，宇部丸善ポリエチレン社製，製品名：UBE ポリエチレン B128）及びリニア低密度ポリエチレン（スリップ剤が実質的に添加されていない LLDPE，プライムポリマー社製，製品名：ウルトゼックス 3500ZA）の熔融混合物（配合比＝1：1（質量基準））を用い、第 2 表面層 22 の構成材料として低密度ポリエチレン（スリップ剤が実質的に添加されていない LDPE，宇部丸善ポリエチレン社製，製品名：UBE ポリエチレン B128）を用い、多層共押出インフレーション成膜法により、図 1 に示す構成を有するシーラント 1（第 1 表面層 21（膜厚：8 μm ）、中間層 23（膜厚：24 μm ）、第 2 表面層 22（膜厚：8 μm ））を作製した（試料 1）。

[0044] また、低密度ポリエチレン（スリップ剤が実質的に添加されていない LDPE，宇部丸善ポリエチレン社製，製品名：UBE ポリエチレン B128）のペレット及びリニア低密度ポリエチレン（スリップ剤が実質的に添加されていない LLDPE，プライムポリマー社製，製品名：ウルトゼックス 3500ZA）のペレットを配合比 7：3（質量基準）で熔融混合し、インフレーション成膜法により、図 2 に示す構成を有するシーラント 1（厚み：40 μm ）を作製した（試料 2）。

[0045] さらに、無添加リニア低密度ポリエチレン（無添加LLDPE，タマポリ社製，製品名：NB-1）からなるシーラント（厚み：50 μ m）を準備した（試料3）。

[0046] 上記試料1～3のシーラントを100mm×25mmに切り出した切片をエタノールに60℃で1週間浸漬させた後、当該切片からの揮発成分を、下記条件のGC/MSにて分析し、マススペクトルを得た。得られたマススペクトルを図9A～図9Cに示す。

[0047] <GC/MS条件>

- ・ガスクロマトグラフ：GCMS-QP2010（島津製作所社製）
- ・カラム：670-15003-03（長さ：30mm，内径：0.25mm，島津製作所社製）
- ・カラムオープン温度：50℃
- ・注入量：1 μ L
- ・キャリアガス：He（57.1mL/分）
- ・気化室温度設定：300℃
- ・測定モード：スプリット

[0048] 図9A～図9Cに示すマススペクトルのように、試料1及び試料2のシーラント1からは、揮発成分が検出されなかったが、試料3のシーラントからは、揮発成分が検出された。試料1及び試料2のように、第1面2A側に位置する第1表面層21が低密度ポリエチレン（LDPE）を含み、それよりも第2面2B側に位置する中間層23がリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）を含むことで、シーラント1から低分子成分の揮発を防止可能であると推察され得る。

[0049] また、上記試料1～3のシーラントから所望サイズで切り出した切片について、ISO14577：2015に準拠して、温度23℃ $\pm$ 2℃、湿度60%RH $\pm$ 5%RHの雰囲気中で押込弾性率を測定した。まず、20mm×20mmの大きさに切り出した上記切片の第1面2Aが上面となるように市販のスライドガラス（以下「第1スライドガラス」という。）に、接着樹脂（

製品名「アロンアルファ（登録商標）一般用」、東亜合成社製）を介して固定した。具体的には、第1スライドガラス（製品名「スライドガラス（切放タイプ）1-9645-11」、アズワン社製）の中央部に上記接着樹脂を滴下した。この際、接着樹脂を塗り広げず、また後述するように押し広げたときに接着樹脂が上記切片からはみ出さないように1滴の接着樹脂を滴下した。その後、上記切片を第1面2A側が上面になり、かつ切片の中央部に接着樹脂が位置するように第1スライドガラスに接触させ、第1スライドガラスと切片との間で接着樹脂を押し広げ、仮接着した。そして、別の新しいスライドガラス（以下「第2スライドガラス」という。）を切片の上に載せ、第1スライドガラス／接着樹脂／切片／第2スライドガラスの積層体を得た。次いで、第2スライドガラスの上に30g以上50gの重りを置き、12時間室温で放置した。その後、重りと第2スライドガラスを取り外し、これを測定用サンプルとした。そして、この測定用サンプルを除振台に平行に設置した微小硬さ試験機（製品名：ピコデント（PICO DENTOR）HM500、フィッシャー・インスツルメント社製）の測定ステージに固定した。この固定は、測定サンプルが動かないように、第1スライドガラスの4辺をテープ（製品名：セロテープ（登録商標）、ニチバン社製）で固定した。次に、切片の第1面2Aにおいて、ビッカース圧子（対面角136°の正四角錐のダイヤモンド圧子）を装着させた超微小負荷硬さ試験機（ピコデントHM500、フィッシャー・インスツルメント社製）を用いて、押込速度0.15 $\mu\text{m}/\text{秒}$ 、押込深さ3 μm 、保持時間5秒間、引き抜き速度0.15 $\mu\text{m}/\text{秒}$ の条件で押込弾性率（MPa）を測定した。1つの切片において、少なくとも異なる5箇所測定し、それらの測定値の平均を、シーラントについてその条件での押込弾性率の値とした。結果を表1に示す。

[0050] [表1]

	押込弾性率(Mpa)
試料1	457.3
試料2	371.6
試料3	159.0

[0051] 表 1 に示す結果から明らかなように、試料 1 及び試料 2 の押込弾性率は、試料 3 の押込弾性率よりも大きいものの、実用上、十分な追従性を発揮可能な程度に伸縮性を有し、耐屈曲性を有するものと推察される。また、試料 1 及び試料 2 のシーラントは、十分な透明性を確保可能であると推察される。

[0052] さらに、試料 1 ～ 3 のシーラントの第 1 面同士を、シール温度 110℃、120℃、130℃、140℃及び150℃でヒートシールし、ヒートシール部を含む15mm幅のヒートシール試験片を採取し、当該ヒートシール試験片の各シール温度におけるシール強度（N／15mm）を J I S - Z 1 7 1 1 に準拠して求めた。

[0053] [表2]

シール温度(℃)	シール強度(N/15mm)		
	試料1	試料2	試料3
110	0	0	0
120	1	0.8	0
130	13.7	9.4	2.3
140	26.1	55.7	9.2
150	34.1	58.8	54.4

[0054] 表 2 に示す結果から明らかなように、試料 1 及び試料 2 のシーラント 1 においては、試料 3 のシーラントに比して、より低いシール温度で高いシール強度を得ることができると推察される。なお、シール温度 110℃及び120℃の条件においては、試料 1 ～ 3 のいずれも満足するシール強度が得られなかった。

[0055] 図 3 に示すように、本実施形態における包装材料 3 は、基部 4 の一方向側に第 2 面 2 B を当接させるようにして上記シーラント 1 を積層してなる多層構造を有する。

[0056] 基部 4 は、例えば、ポリエチレン（P E）、ポリエチレンテレフタレート（P E T）、ナイロン（登録商標，N y）、ポリブチレンテレフタレート（P B T）等から選択される 1 種の樹脂材料又は 2 種以上の樹脂材料の積層体により構成される。なお、図 3 に示す例においては、基部 4 が 2 種の樹脂材

料の積層体（第1樹脂層41及び第2樹脂層42）により構成されており、第1樹脂層41がシーラント1の第2面2Bに対する接着層として機能している。この場合において、例えば、第1樹脂層41はポリエチレン（PE）により構成され、第2樹脂層42はポリエチレンテレフタレート（PET）により構成されていればよい。

[0057] 上記包装材料3におけるシーラント1は、当該包装材料3から製造されるシリコン材料の輸送用包装体10（図6参照）にシリコン材料が包装されたときに、当該包装体10内部を視認可能な程度の透明性を有する。そのため、当該シーラント1を有する包装材料3においても、同様に、包装体10内部を視認可能な程度の透明性を有しているのが望ましい。そのような観点から、本実施形態における包装材料3のヘイズは、例えば、30%以下であればよく、25%以下であるのが好ましい。包装材料3のヘイズが30%を超えると、包装材料3から製造されるシリコン材料の輸送用包装体10の内部の視認性が悪化してしまったり、シリコン材料の輸送用包装体10におけるシーラント1の第1面2Aに異物が付着しているか否かの確認が困難になったりするおそれがある。なお、包装材料3のヘイズは、例えば、ヘイズメーター（製品名：HM-150，村上色彩研究所社製）を用いて、JIS-K7136に準拠して測定され得る。

[0058] 本実施形態において、基部4の他方面側にガスバリア層5を有していてもよい（図4参照）。ガスバリア層5を有することで、包装材料3から製造されるシリコン材料の輸送用包装体10（図6参照）の外部から、シリコン材料表面を汚染するガス等が侵入するのを防止することができる。ガスバリア層5は、例えば、シリカもしくはアルミナ等の無機酸化物等を樹脂層（例えばPET層等）に蒸着させてなる蒸着膜等であればよい。また、包装材料3は、基部4の他方面側に、アルミニウム等の金属を蒸着させてなる金属蒸着膜や、アルミニウム等の金属箔を有していてもよい。これらの金属蒸着膜や金属箔を基部4の他方面側に有する場合、包装材料3において透明性が確保されないが、包装材料3から製造されるシリコン材料の輸送用包装体10に

ガスバリア性の他、光遮蔽性をも付与することができる。また、この態様において、基部4の一方面側に設けられているシーラント1が所定の透明性を有することで、包装材料3から作製されるシリコン材料の輸送用包装体10におけるシーラント1の第1面2Aに異物が付着しているか否かを、より容易に確認することができる。

[0059] 上述した構成を有する包装材料3は、従来公知のフィルム等の作製方法により作製すればよいが、例えば、図5に示すように、第1ロール61、第2ロール62、第3ロール63及びTダイ64を有する製造装置60を用いて作製され得る。かかる製造装置60において、シーラント1の第2面2Bと、第2樹脂層42との間に、第1樹脂層41を構成する樹脂材料がフィルム状にTダイ64から押し出され、第1ロール61、第2ロール62及び第3ロール63により面状圧接されて冷却されることで、包装材料3が作製される。

[0060] 図6に示すように、本実施形態におけるシリコン材料の輸送用包装体10は、広げることで略方体状（略直方体状）となる包装袋であって、第1側面フィルム11、第2側面フィルム12、第1ガゼットフィルム13及び第2ガゼットフィルム14によって構成されている。第1側面フィルム11、第2側面フィルム12、第1ガゼットフィルム13及び第2ガゼットフィルム14は、いずれも上記包装材料3により構成されている。シリコン材料の輸送用包装体10は、第1側面フィルム11、第2側面フィルム12、第1ガゼットフィルム13及び第2ガゼットフィルム14のいずれものシーラント1の第1面2Aが最内面に位置し、基部4の他方面側が最外面に位置するように構成されている。

[0061] 上記シリコン材料の輸送用包装体10において、第1側面フィルム11の2つの対向する側縁部の一方と折り込まれた第1ガゼットフィルム13の2つの対向する側縁部の一方とを重ね合わせてヒートシールにより溶着させる第1ヒートシール部HS1が形成され、第1側面フィルム11の上記側縁部の他方と折り込まれた第2ガゼットフィルム14の2つの対向する側縁

部の一方とを重ね合わせてヒートシールにより溶着させてなる第2ヒートシール部HS2が形成されている。また、第2側面フィルム12の2つの対向する側縁部の一方と折り込まれた第1ガゼットフィルム13の上記側縁部の他方とを重ね合わせてヒートシールにより溶着させてなる第3ヒートシール部HS3が形成され、第2側面フィルム12の上記側縁部の他方と折り込まれた第2ガゼットフィルム14の上記側縁部の他方とを重ね合わせてヒートシールにより溶着させてなる第4ヒートシール部HS4が形成されている。第1側面フィルム11及び第2側面フィルム12のそれぞれの側縁部を重ね合わせてヒートシールにより溶着させてなる底面ヒートシール部HSBが形成され、底面ヒートシール部HSBに対向して位置する第1側面フィルム11及び第2側面フィルム12のそれぞれの側縁部は、ヒートシールされずにシリコン材料の輸送用包装体10の開口部15を形成している。

[0062] 第1ガゼットフィルム13及び第2ガゼットフィルム14を折り込んだシリコン材料の輸送用包装体10が多数積み重ねられている状態で、第1側面フィルム11又は第2側面フィルム12を吸着保持して上方に持ち上げることで、開口部15を開くことができる。その開いた開口部15から、シリコン材料の輸送用包装体10内にシリコン材料（シリコンウェハ）52を格納する樹脂ケース51（図7参照）又はシリコン材料（ポリシリコン）53（図8参照）を収容し、当該開口部15における第1側面フィルム11及び第2側面フィルム12のそれぞれの側縁部を重ね合わせてヒートシールすることで、上面ヒートシール部HSTを形成してシリコン材料の梱包体50（図7及び図8参照）を作製することができる。

[0063] 一般に、シリコン材料を包装するための包装体の最内層にはシーラントが位置するが、シーラントに由来する揮発成分（シーラント由来のアウトガス成分）がポリシリコンやシリコンウェハ等のシリコン材料に付着してしまうと、当該シリコン材料を用いて製造される半導体装置において欠陥を生じさせるおそれがある。したがって、シーラントからの揮発成分が少ないことが望まれる。シーラントからの揮発成分を減らす方法の一つとして、シーラン

トを薄くすることが挙げられる。シーラントを薄くした際に、折り曲げ等による耐性を考えると、シーラントの構成材料としてリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）を用いることが好ましい。しかしながら、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）は、重合時の圧力が低いことで、低分子成分が発生しやすく、シーラントから揮発成分が発生しやすくなるおそれがある。また、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）のシール温度が比較的高いため、シール強度を出しにくくなるおそれもある。

[0064] 本実施形態におけるシリコン材料の輸送用包装体10においては、その最内層に位置するシーラント1の第1面2A側に低密度ポリエチレン（LDPE）が含まれ、それよりも第2面2B側にリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）が含まれている。シーラント1を構成するリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）により、シーラント1の厚みT2を相対的に薄くすることができ、追従性を良好することができるとともに、シーラント1の第1面2A側に含まれる低密度ポリエチレン（LDPE）によって、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）からの低分子成分の揮発を防止することができる。なお、シリコン材料の輸送用包装体10を構成する包装材料3の基部4の他方面側に金属蒸着膜や金属箔が設けられている場合、所定の透明性が確保されないが、包装材料3の基部4の他方面側に金属蒸着膜や金属箔が設けられていることで、シリコン材料の輸送用包装体10にガスバリア性や光遮蔽性を付与することができる。また、基部4の一方面側に設けられているシーラント1において所定の透明性が確保されていることで、シリコン材料の輸送用包装体10におけるシーラント1の第1面2Aに異物が付着しているかを容易に確認することができる。

[0065] 図10～図12に示すように、本実施形態に係るシリコン材料の輸送用袋100は、第1の袋110と、第1の袋110内に配置される第2の袋120とを備える二重包装袋である。第1の袋110がいわゆる外袋であり、第2の袋120がいわゆる内袋である。内袋である第2の袋120は、外袋である第1の袋110から独立したものであって、第1の袋110に固定され

ることなく第1の袋110内に配置されている。

[0066] 第1の袋110及び第2の袋120は、いずれも広げることで略方体状（略直方体状）となる包装袋であって、第1側面フィルム111、121、第2側面フィルム112、122、第1ガゼットフィルム113、123及び第2ガゼットフィルム114、124によって構成されている。第1側面フィルム111、第2側面フィルム112、第1ガゼットフィルム113及び第2ガゼットフィルム114は、いずれも第1の包装材料130（図13参照）により構成されている。第1側面フィルム121、第2側面フィルム122、第1ガゼットフィルム123及び第2ガゼットフィルム124は、いずれも第2の包装材料140（図14～17参照）により構成されている。第2の袋120の外径寸法は、第1の袋110内に配置可能な寸法であればよい。すなわち、第1の袋110は、第2の袋120よりもわずかに大きい。なお、第1の袋110及び第2の袋120は、いずれも第1ガゼットフィルム113、123及び第2ガゼットフィルム114、124を有しないものであってもよい。この場合において、第1側面フィルム111、121及び第2側面フィルム112、122を、互いのシーラント層132、142の第1面132A、142Aを対向させるようにして3つの側縁部をヒートシールすればよい。

[0067] 第1の袋110の各フィルム（第1側面フィルム111、第2側面フィルム112、第1ガゼットフィルム113、第2ガゼットフィルム114）を構成する第1の包装材料130は、一方面131A及びそれに対向する他方面131Bを有する樹脂基材層131と、樹脂基材層131の一方面131A側に積層されているシーラント層132とを有する（図13参照）。なお、第1の包装材料130は、樹脂基材層131とシーラント層132との二層構造に限定されない。例えば、樹脂基材層131とシーラント層132との間に、樹脂層や接着剤層等の他の層が設けられていてもよい。同様に、樹脂基材層131のシーラント層132側とは反対側に上記他の層が設けられていてもよいし、シーラント層132の樹脂基材層131側とは反対側に上

記他の層が設けられていてもよい。

[0068] 第2の袋120の各フィルム（第1側面フィルム121、第2側面フィルム122、第1ガゼットフィルム123、第2ガゼットフィルム124）を構成する第2の包装材料140は、一方面141A及びそれに対向する他方面141Bを有する樹脂基材層141と、樹脂基材層141の一方面141A側に積層されているバリア層143と、バリア層143上に積層されているシーラント層142とを有する（図14参照）。第2の包装材料140は、図14に示す態様の他、バリア層143、ポリエチレンテレフタレート（PET）等を含む樹脂層144、シーラント層142をこの順で積層するものであってもよいし（図15参照）、樹脂基材層141、バリア層143、樹脂層144、シーラント層142をこの順で積層するものであってもよいし（図16参照）、樹脂基材層141、接着剤層145、バリア層143、シーラント層142をこの順で積層するものであってもよい（図17参照）。なお、上記第1の包装材料130と同様に、第2の包装材料140においても、上記の層構成に限定されず、上記他の層が設けられていてもよい。

[0069] 樹脂層144に含まれる樹脂材料としては、例えば、ポリエチレン（PE）、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリブチレンテレフタレート（PBT）等のポリエステル系樹脂材料等が挙げられる。図16に示す態様において、樹脂基材層141と樹脂層144とは同一材料を含んでいてもよいし、異なる材料を含んでいてもよいが、同一材料を含んでいることが好ましい。これにより、バリア層143の両面で応力差が生じ難くなり、バリア層143にクラックが生じることを抑制することができる。

[0070] 図16では、シーラント層142とバリア層143との間に1層の樹脂層144が設けられているが、複数層の樹脂層144が設けられていてもよい。また、複数層の樹脂層144が設けられる場合、当該複数層の樹脂層144は、互いに同一材料を含んでいてもよいし、異なる材料を含んでいてもよい。例えば、図示はしないが、樹脂基材層、バリア層、第1樹脂層、第2樹脂層、シーラント層をこの順で積層する場合、第1樹脂層がポリエチレンテ

レフタレート（P E T）を含み、第2樹脂層がポリエチレン（P E）を含んでいてもよい。

[0071] 接着剤層145は、接着剤を用いて形成され得る。接着剤としては、例えば、2液型ウレタン樹脂接着剤等が挙げられる。より具体的には、主剤（ロックペイント社製、R u 7 7 t）と硬化剤（ロックペイント社製、H - 7）とを混合した2液型ウレタン樹脂接着剤が挙げられる。接着剤層145は、バリア層143よりも内側又は外側に配置され得るが、バリア層143よりも外側に配置されることがより好ましい。第2の包装材料140を用いて袋を作製した際に、バリア層143よりも袋の外側に接着剤層45が配置されるため、接着剤層145からの有機成分が袋の内部に移動することを抑えることができる。これにより、当該袋にシリコン材料を収容したときには、袋内のシリコン材料の劣化が生じるのを抑制することができる。接着剤層145の厚みは、例えば、 $1\mu\text{m}\sim 5\mu\text{m}$ 程度であればよく、 $2\mu\text{m}\sim 4\mu\text{m}$ 程度であるのが好ましい。接着剤層145の厚みが $1\mu\text{m}$ よりも薄いと、十分な接着強度を得ることができないおそれがある。一方、接着剤層145の厚みが $5\mu\text{m}$ よりも厚いと、硬化反応に時間を要することで、未反応物や残留溶剤等が接着剤層145により多く含まれてしまうおそれがある。

[0072] なお、「バリア層よりも内側」とは、第2の包装材料140を用いて第2の袋120を作製したとき、第2の包装材料140のバリア層143よりも第2の袋120の内側に位置することを意味する。一方、「バリア層よりも外側」とは、第2の包装材料140を用いて第2の袋120を作製したとき、第2の包装材料140のバリア層143よりも第2の袋120の外側に位置することを意味する。

[0073] 第1の包装材料130の樹脂基材層131は、例えば、ポリエチレンテレフタレート（P E T）、ポリブチレンテレフタレート（P B T）等のポリエステル系樹脂材料等により構成され、1種の樹脂材料の単層体であってもよいし、2種以上の樹脂材料の積層体であってもよい。樹脂基材層131は、ナイロン（N y，登録商標）等のポリアミド系樹脂材料を含んでいても構わ

ないが、当該ポリアミド系樹脂材料を含んでいない方が好ましい。樹脂基材層 131 がポリアミド系樹脂材料を含んでいないことで、第 1 の袋 110 の開封時等に内容物であるシリコン材料を汚染させてしまう可能性を低減することができる。なお、樹脂基材層 131 とシーラント層 132 との間には、例えば、ポリエチレン（PE）等の層を含んでいてもよい。

[0074] 第 2 の包装材料 140 の樹脂基材層 141 は、例えば、ポリエチレン（PE）、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリブチレンテレフタレート（PBT）等のポリエステル系樹脂材料、ナイロン（登録商標，Ny）等のポリアミド系樹脂材料等から選択される 1 種の樹脂材料又は 2 種以上の樹脂材料の積層体により構成される。樹脂基材層 141 は、ナイロン（Ny，登録商標）等のポリアミド系樹脂材料を含んでいない方が好ましい。ポリアミド系樹脂材料の残存モノマーであるカプロラクタムは内容物であるシリコン材料を汚染させてしまうおそれがあるが、第 2 の袋 120 が樹脂基材層 141 の内側に位置するバリア層 143 を有することで、当該カプロラクタムによる汚染を抑制することができる。この点、樹脂基材層 141 がポリアミド系樹脂材料を含んでいると、第 2 の袋 120 の開封時に、樹脂基材層 141 に含まれ得るカプロラクタムによるシリコン材料の汚染が生じるおそれを否定することはできないが、樹脂基材層 141 がポリアミド系樹脂材料を含んでいないことで、内容物であるシリコン材料を汚染させてしまう可能性をさらに低減することができる。

[0075] また、一般に、外袋及び内袋の二重梱包の袋にシリコン材料が梱包された梱包体が輸送中に衝撃を受け、外袋が損傷してしまった場合に、内袋がバリア層を有していないため、内容物であるシリコン材料が汚染されるおそれがある。本実施形態によれば、内袋である第 2 の袋 120 が樹脂基材層 141 の内側に位置するバリア層 143 を有することで、外袋である第 1 の袋が損傷してしまった場合であっても、シリコン材料の汚染を抑制することができる。

[0076] 第 1 の包装材料 130 の樹脂基材層 131 及び第 2 の包装材料 140 の樹

脂基材層 141 の厚さは、例えば、 $8\mu\text{m}$ ～ $30\mu\text{m}$ であればよく、 $10\mu\text{m}$ ～ $27\mu\text{m}$ であるのが好ましい。当該厚さが $8\mu\text{m}$ 未満であると、第1の袋 110 及び第2の袋 120 の袋形状を維持することができ難く、シリコン材料の輸送用袋 100 にシリコン材料を収容する際の作業性が悪化するおそれがあり、 $30\mu\text{m}$ を超えると、第1の袋 110 及び第2の袋 120 が変形し難くなり、シリコン材料の輸送用袋 100 にシリコン材料を収容し、脱気して梱包する際に、第1の袋 110 及び第2の袋 120 の追従性が低下するおそれがある。

[0077] 第2の包装材料 140 の層構成としては、以下の具体例を挙げることができる。

〔樹脂基材層 141 / 接着剤層 / バリア層 143 / 樹脂層 144 / 樹脂層 / シーラント層 142 の層構成の具体例〕

- ・PET / 接着剤層 / AlO_x / PET / PE / シーラント層
- ・PET / 接着剤層 / SiO_x / PET / PE / シーラント層
- ・ナイロン / 接着剤層 / AlO_x / PET / PE / シーラント層
- ・ナイロン / 接着剤層 / SiO_x / PET / PE / シーラント層
- ・ナイロン / 接着剤層 / AlO_x / ナイロン / PE / シーラント層
- ・ナイロン / 接着剤層 / SiO_x / ナイロン / PE / シーラント層

〔樹脂基材層 141 / バリア層 143 / 接着剤層 / 樹脂層 144 / 樹脂層 / シーラント層 142 の層構成の具体例〕

- ・PET / AlO_x / 接着剤層 / PET / PE / シーラント層
- ・PET / SiO_x / 接着剤層 / PET / PE / シーラント層
- ・ナイロン / AlO_x / 接着剤層 / PET / PE / シーラント層
- ・ナイロン / SiO_x / 接着剤層 / PET / PE / シーラント層

なお、上記層構成の具体例において、「シーラント層」としては、前述の試料 1、試料 2 及び試料 3 等が挙げられる。上記層構成の具体例において、「 AlO_x 」はアルミナの蒸着膜であり、「 SiO_x 」はシリカの蒸着膜である。上記層構成の具体例において、「PET」はポリエチレンテレフタレート

層であり、「ナイロン」はナイロン層であり、「PE」はポリエチレン層である。

[0078] 第1の包装材料130のシーラント層132は、第1面132A及びそれに対向する第2面132Bを有する。第1の包装材料130において、シーラント層132の第2面132Bが樹脂基材層131側に位置する。シーラント層132は、第1面132A側に位置する第1表面層321と、第2面132B側に位置する第2表面層322と、第1表面層321及び第2表面層322の間に挟まれている中間層323とを有する積層構造体であってもよいし（図18参照）、第1面132A及び第2面132Bを有する単層構造体であってもよい（図19参照）。

[0079] シーラント層132は、熱融着可能な樹脂成分を含んでいればよく、例えば、ポリオレフィン、環状ポリオレフィン、カルボン酸変性ポリオレフィン、カルボン酸変性環状ポリオレフィン等を含んでいればよい。

[0080] ポリオレフィンとしては、例えば、低密度ポリエチレン（LDPE）、中密度ポリエチレン、高密度ポリエチレン、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）等のポリエチレン；ホモポリプロピレン、ポリプロピレンのブロックコポリマー（例えば、プロピレンとエチレンとのブロックコポリマー等）、ポリプロピレンのランダムコポリマー（例えば、プロピレンとエチレンとのランダムコポリマー等）等のポリプロピレン；エチレン？ブテン？プロピレンのターポリマー；等が挙げられる。

[0081] 環状ポリオレフィンは、オレフィンと環状モノマーとの共重合体であり、環状ポリオレフィンの構成モノマーであるオレフィンとしては、例えば、エチレン、プロピレン、4？メチル？1？ペンテン、スチレン、ブタジエン、イソプレン等が挙げられる。また、環状ポリオレフィンの構成モノマーである環状モノマーとしては、例えば、ノルボルネン等の環状アルケン；具体的には、シクロペンタジエン、ジシクロペンタジエン、シクロヘキサジエン、ノルボルナジエン等の環状ジエン等が挙げられる。

[0082] カルボン酸変性ポリオレフィンとは、ポリオレフィンをカルボン酸でプロ

ック重合又はグラフト重合することにより変性したポリマーである。変性を使用されるカルボン酸としては、例えば、マレイン酸、アクリル酸、イタコン酸、クロトン酸、無水マレイン酸、無水イタコン酸等が挙げられる。

[0083] カルボン酸変性環状ポリオレフィンとは、環状ポリオレフィンを構成するモノマーの一部を、 α 、 β -不飽和カルボン酸又はその無水物に代えて共重合することにより、あるいは環状ポリオレフィンに対して α 、 β -不飽和カルボン酸又はその無水物をブロック重合又はグラフト重合することにより得られるポリマーである。

[0084] 後述するように、第2の袋120を構成する第2の包装材料140のシーラント層142は、低密度ポリエチレン(LDPE)、リニア低密度ポリエチレン(LLDPE)等のポリエチレン等を含むものであればよいため、第1の袋110を構成する第1の包装材料130が備えるシーラント層132もまた、低密度ポリエチレン(LDPE)、リニア低密度ポリエチレン(LLDPE)等のポリエチレン等を含むものであるのが好ましい。なお、第1の包装材料130のシーラント層132は、第2の包装材料140のシーラント層142を構成する低密度ポリエチレン(LDPE)、リニア低密度ポリエチレン(LLDPE)等のポリエチレン等と略同一のシール温度であったり、所望のシール強度が得られたりする等、同等のシール特性を有するものであれば、低密度ポリエチレン(LDPE)、リニア低密度ポリエチレン(LLDPE)等のポリエチレン等を含むものの以外のものであってもよい。第1の包装材料130のシーラント層132と第2の包装材料140のシーラント層142とのシール特性(例えばシール温度条件)が異なると、シリコン材料の輸送用袋100にシリコン材料を収容してシリコン材料の梱包体160(図22参照)を作製する際に、工程上の不具合等が生じるおそれがある。

[0085] シーラント層132の第1面132A側に位置する第1表面層321は、スリップ剤が実質的に添加されていない低密度ポリエチレン(LDPE)を含む層であってもよく、第2面132B側に位置する第2表面層322は、

第1表面層321と同様に、例えば、スリップ剤が実質的に添加されていない低密度ポリエチレン（LDPE）を含む層であってもよく、第1表面層321と第2表面層322との間に挟まれている中間層323は、例えば、スリップ剤が実質的に添加されていないリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）を含む層であってもよい。なお、本実施形態において「スリップ剤が実質的に添加されていない」とは、スリップ剤としてシーラントの表面の滑り性を実際に向上させる成分がシーラントの表面の滑り性に実際に影響を与える目的でシーラントの表面の滑り性に実際に影響を与える量を超えて添加されていないことを意味する。スリップ剤としては、例えば、炭酸カルシウムまたはタルクなどの粒子や、シリコーン樹脂または四級アンモニウム塩化合物などの界面活性剤が挙げられる。

[0086] 第2の包装材料140のシーラント層142は、第1の包装材料130のシーラント層132と同様に、第1面142A及びそれに対向する第2面142Bを有する。第2の包装材料140において、シーラント層142の第2面142Bが樹脂基材層141側に位置する。シーラント層142は、第1面142A側に位置する第1表面層421と、第2面142B側に位置する第2表面層422と、第1表面層421及び第2表面層422の間に挟まれている中間層423とを有する積層構造体であってもよいし（図20参照）、第1面142A及び第2面142Bを有する単層構造体であってもよい（図21参照）。

[0087] シーラント層142は、低密度ポリエチレン（LDPE）、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）等のポリエチレン等を含んでいればよく、スリップ剤が実質的に添加されていない低密度ポリエチレン（LDPE）、スリップ剤が実質的に添加されていないリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）等を含んでいるのが好ましい。

[0088] シーラント層142は、第2の袋120の最内層に位置するため、シーラント層142に由来する揮発成分（シーラント層142由来のアウトガス成分等）が内容物であるポリシリコンやシリコンウェハに付着してしまうと、

当該シリコンウェハを用いて製造される半導体装置において欠陥を生じさせてしまうおそれがある。そのため、シーラント層 142 に由来する揮発成分は、可能な限り少ないのが望ましい。シーラント層 142 に由来する揮発成分を低減させるためには、シーラント層 142 の厚み T_{142} を可能な限り薄くするのが望ましい。シーラント層 142 の厚み T_{142} が相対的に薄いことで、シーラント層 142 に由来する揮発成分がフィルム外部へ放出されるため、シーラント層 142 に由来する揮発成分を低減させることができる。一方で、シーラント層 142 の厚み T_{142} を薄くし過ぎると、引張強度等の機械的特性に対する耐性が低くなってしまい、内容物を梱包する袋として機能が低下するおそれがある。この点、リニア低密度ポリエチレン (LLDPE) は、低密度ポリエチレン (LDPE) に比べ、伸縮性が高く、折り曲げに対する耐性が高いため、シーラント層 142 としてリニア低密度ポリエチレン (LLDPE) を用いることで、シーラント層 142 の厚み T_{142} を相対的に薄くすることができる。

[0089] また、第 2 の袋 120 に樹脂ケース 151 (図 22 参照) 又はポリシリコン 153 (図 23 参照) を収容した後、当該第 2 の袋 120 から脱気して梱包されるため、当該第 2 の袋 120 を構成する第 2 の包装材料 140 に含まれるシーラント層 142 には、良好な追従性が求められる。この点においても、リニア低密度ポリエチレン (LLDPE) は相対的に高い伸縮性を有するため、当該リニア低密度ポリエチレン (LLDPE) が用いられることで、シーラント層 142 の追従性を良好にすることができる。

[0090] シーラント層がリニア低密度ポリエチレン (LLDPE) の単層で構成されれば、リニア低密度ポリエチレン (LLDPE) の単層で構成されるシーラント層の押込弾性率を $150\text{MPa} \sim 600\text{MPa}$ 程度に調整することができるため、シーラント層の厚みを薄くすることができると考えられる。また、シーラント層の追従性を良好にすることを考慮しても、シーラント層がリニア低密度ポリエチレン (LLDPE) の単層で構成されるのは好ましいといえることができる。しかし、リニア低密度ポリエチレン (LLDPE) の

重合時の圧力は、低密度ポリエチレン（LDPE）の重合時の圧力よりも低いために、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）においては、低密度ポリエチレン（LDPE）に比べて低分子成分が揮発しやすい。そのため、シーラント層がリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）の単層で構成されていると、シーラント層の厚みを薄くすることができたとしても、シーラント層に由来する揮発成分によってシリコン材料が汚染されてしまうおそれがあると考えられる。また、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）は、低密度ポリエチレン（LDPE）よりも滑り性が低くなる傾向があるため、シーラント層がリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）の単層で構成されていると、シーラント層の表面の滑り性が低くなるおそれがあると考えられる。第2の袋120に用いられるシーラント層142は、異物になるおそれがあるスリップ剤は実質的に添加されないことが好ましいため、スリップ剤の使用以外の手段で滑り性を向上させることが好ましい。本実施形態においては、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）を含む中間層423が、低密度ポリエチレン（LDPE）を含む第1表面層421及び第2表面層422により挟まれていてもよい。そのため、第2の袋120のシーラント層142においては、その厚みT142を相対的に薄くすることができ、追従性や滑り性も良好であり、また中間層423に含まれるリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）から低分子成分が揮発するのを防止することができる。

[0091] 図19及び図21に示す単層構造体のシーラント層132, 142は、低密度ポリエチレン（LDPE）とリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）とを含んでいてもよい。このシーラント層132, 142において、低密度ポリエチレン（LDPE）とリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）との配合比が、50:50~70:30程度であればよい。このように、低密度ポリエチレン（LDPE）の配合量がリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）の配合量よりも多いことで、シーラント層132, 142の第1面132A, 142A側において低密度ポリエチレン（LDPE）の存在量を多くすることができるとともに、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）によ

リシーラント層132, 142の厚み T_{132} , T_{142} を薄くするという効果、すなわち低分子成分が揮発するのを防止するという効果が奏される。なお、シーラント層132, 142の厚み方向で見たときに、低密度ポリエチレン(LDPE)とリニア低密度ポリエチレン(LLDPE)とが実質的に均一に存在していてもよいし、第1面132A, 142A側及び第2面132B, 142B側に低密度ポリエチレン(LDPE)が偏在していてもよい。

[0092] シーラント層132, 142の厚み T_{132} , T_{142} は、第1の包装材料130により構成される第1の袋110の厚さ、第2の包装材料140により構成される第2の袋120の厚さ等に応じて適宜設定され得るものであるが、例えば、 $35\mu\text{m}$ ~ $100\mu\text{m}$ 程度であればよい。

[0093] 図18及び図20に示す態様において、低密度ポリエチレン(LDPE)を含む第1表面層321, 421及び低密度ポリエチレン(LDPE)を含む第2表面層322, 422が中間層323, 423を挟んで配置されていることで、シーラント層132, 142の一方面側の内部応力と他方面側の内部応力とがある程度相殺され、シーラント層132, 142がカールすることを抑制できる。また、図18及び図20に示す態様において第1表面層321, 421及び第2表面層322, 422のそれぞれの厚み T_{321} , T_{322} , T_{421} , T_{422} は、いずれも中間層323, 423の厚み T_{323} , T_{423} よりも薄い。第1表面層321, 421及び第2表面層322, 422のそれぞれの厚み T_{321} , T_{322} , T_{421} , T_{422} が中間層323, 423の厚み T_{323} , T_{423} よりも薄く構成されていることで、シーラント層132, 142に所定の追従性が付与され得る。第1表面層321, 421の厚み T_{321} , T_{421} と中間層323, 423の厚み T_{323} , T_{423} との比は、1:1~10程度であればよく、1:2~3程度であるのが好ましい。当該厚みの比が上記範囲であることで、中間層323, 423に含まれる低密度リニアポリエチレン(LLDPE)による十分な追従性がシーラント層132, 142に付与され、シーラント層1

32, 142の押込弾性率を300MPa~500MPaの範囲とすることができる。なお、押込弾性率は、微小硬さ試験機（製品名「ピコデント（PICODENTOR）HM500」、フィッシャー・インスツルメント社製）により測定され得る。

[0094] シーラントのシール強度は、ヒートシール時のシール温度、シール圧力、シール時間等によりコントロール可能であることが知られている。一般に、シール温度が高くなるほどに、シール強度が向上する傾向を有するが、シール温度が高すぎると、必要以上にシーラントが溶融してしまい、却ってシール強度を低下させてしまうおそれがある。本実施形態においては、シール温度150℃、シール圧力0.1MPa、シール時間1秒のヒートシール条件下で、シーラント層132, 142の第1面132A, 142A同士をシールしたときのシール強度が、30N/15mm以上であればよく、50N/15mm以上60N/15mm未満であるのが好ましい。当該シール強度が30N/15mm未満であると、シーラント層132, 142を有する第1及び第2の包装材料130, 140により構成される第1及び第2の袋110, 120を有するシリコン材料の輸送用袋100に包装されたシリコン材料の梱包体160の輸送途中に、当該シリコン材料の輸送用袋100のヒートシール部（例えば上面ヒートシール部HST1, HST2等（図22及び図23参照））が剥離してしまうおそれがある。

[0095] 上述したように、シーラント層142の厚みT142を相対的に薄くする観点から、シーラント層142の構成材料としてリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）を使用するのが好適であると考えられる。しかしながら、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）により構成されるシーラント層においては、所定のシール強度を得るために必要なシール温度が相対的に高くなってしまふ。この点、本実施形態においては、シーラント層142の第1表面層421が低密度ポリエチレン（LDPE）を含むことで、所定のシール強度を得るために必要なシール温度を相対的に低下させることができる。

[0096] 本実施形態におけるシーラント層142のヘイズは、25%以下であれば

よく、20%以下であるのが好ましい。シーラント層142のヘイズが20%以下であることで、第2の袋120の内部の視認性を良好にすることができる。また、シリコン材料をシリコン材料の輸送用包装体に包装する前に、シーラント層142の第1面41Aに異物が付着しているか否かを確認することができ、シリコン材料の汚染を未然に防止することもできる。なお、シーラント層142のヘイズは、例えば、ヘイズメーター（製品名：HM-150，村上色彩研究所社製）を用いて、JIS-K7136に準拠して測定され得る。

[0097] 上述した構成を有するシーラント層132，142は、従来公知のフィルム成膜法を用いて製造され得る。例えば、図18及び図20に示す構成を有するシーラント層132，142は、ダイコート法、インフレーション法等の塗工法等を用いて、第2表面層322，422、中間層323，423及び第1表面層321，421を積層形成することで製造され得る。図19及び図21に示す構成を有するシーラント層132，142も同様に、上記塗工法、押出インフレーション法等を用いて製造され得る。

[0098] 本実施形態における第2の包装材料140が有するバリア層143は、例えば、シリカ又はアルミナ等の無機酸化物等を、例えばPET層等に蒸着させた蒸着膜等であればよい。第2の包装材料140がバリア層143を有することで、第2の袋120の外部から、内容物であるシリコン材料表面を汚染するガス等が侵入するのを抑制することができる。バリア層143は、樹脂基材層141や樹脂層144にアルミニウム等の金属を蒸着させてなる金属蒸着膜や、アルミニウム等の金属箔等であってもよい。バリア層143がこれらの金属蒸着膜や金属箔である場合、第2の袋120において透明性が確保されないが、第2の袋120にバリア性その他、光遮蔽性をも付与することができる。また、この態様において、シーラント層142が所定の透明性を有することで、第2の袋120におけるシーラント層142の第1面142Aに異物が付着しているか否かを、より容易に確認することができる。

[0099] 上述したように、シーラント層132，142は、シリコン材料の輸送用

袋１００（図１０参照）にシリコン材料が包装されたときに、当該輸送用袋１００内部を視認可能な程度の透明性を有する。そのため、当該シーラント層１３２，１４２を有する第１の包装材料１３０及び第２の包装材料１４０においても、同様に、輸送用袋１００の内部を視認可能な程度の透明性を有しているのが望ましい。そのような観点から、本実施形態における第１の包装材料１３０及び第２の包装材料１４０のヘイズは、例えば、３０％以下であればよく、２５％以下であるのが好ましい。第１の包装材料１３０及び第２の包装材料１４０のヘイズが３０％を超えると、第１の包装材料１３０及び第２の包装材料１４０のそれぞれから製造される第１の袋１１０及び第２の袋１２０を有するシリコン材料の輸送用袋１００の内部の視認性が悪化してしまったり、シリコン材料の輸送用袋１００におけるシーラント層１３２，１４２の第１面１３２Ａ，１４２Ａに異物が付着しているか否かの確認が困難になったりするおそれがある。なお、第１の包装材料１３０及び第２の包装材料１４０のヘイズは、例えば、ヘイズメーター（製品名：HM-150，村上色彩研究所社製）を用いて、JIS-K7136に準拠して測定され得る。

[0100] 第１の袋１１０は、第１側面フィルム１１１、第２側面フィルム１１２、第１ガゼットフィルム１１３及び第２ガゼットフィルム１１４の各シーラント層１３２の第１面１３２Ａが最内面に位置し、樹脂基材層１３１の他方面１３１Ｂ側が最外面に位置するように構成されている。第２の袋１２０は、第１側面フィルム１２１、第２側面フィルム１２２、第１ガゼットフィルム１２３及び第２ガゼットフィルム１２４の各シーラント層１４２の第１面１４２Ａが最内面に位置し、樹脂基材層１４１の他方面１４１Ｂ（図１４及び図１６参照）又はバリア層１４３（図１５参照）側が最外面に位置するように構成されている。

[0101] 上記第１の袋１１０及び第２の袋１２０のそれぞれにおいて、第１側面フィルム１１１，１２１の２つの対向する側縁部の一方と折り込まれた第１ガゼットフィルム１１３，１２３の２つの対向する側縁部の一方とを重ね合わ

せてヒートシールにより溶着させてなる第1ヒートシール部HS11, HS21が形成され、第1側面フィルム111, 121の上記側縁部の他方と折り込まれた第2ガゼットフィルム114, 124の2つの対向する側縁部の一方とを重ね合わせてヒートシールにより溶着させてなる第2ヒートシール部HS12, HS22が形成されている。また、第2側面フィルム112, 122の2つの対向する側縁部の一方と折り込まれた第1ガゼットフィルム113, 123の上記側縁部の他方とを重ね合わせてヒートシールにより溶着させてなる第3ヒートシール部HS13, HS23が形成され、第2側面フィルム112, 122の上記側縁部の他方と折り込まれた第2ガゼットフィルム114, 124の上記側縁部の他方とを重ね合わせてヒートシールにより溶着させてなる第4ヒートシール部HS14, HS24が形成されている。第1側面フィルム111, 121及び第2側面フィルム112, 122のそれぞれの側縁部を重ね合わせてヒートシールにより溶着させてなる底面ヒートシール部HSB1, HSB2が形成され、底面ヒートシール部HSB1, HSB2に対向して位置する第1側面フィルム111, 121及び第2側面フィルム112, 122のそれぞれの側縁部は、ヒートシールされずに第1の袋110及び第2の袋120の開口部115, 125を形成している。

[0102] 第1ガゼットフィルム123及び第2ガゼットフィルム124を折り込んだ第2の袋120が多数積み重ねられている状態で、第1側面フィルム121又は第2側面フィルム122を吸着保持して上方に持ち上げることで、開口部125を開くことができる。その開いた開口部125から、第2の袋120内にシリコン材料152を格納する樹脂ケース151（図22参照）又はポリシリコン153（図23参照）を収容し、当該開口部125における第1側面フィルム121及び第2側面フィルム122のそれぞれの側縁部を重ね合わせてヒートシールすることで、上面ヒートシール部HST2を形成する。続いて、第1ガゼットフィルム113及び第2ガゼットフィルム114を折り込んだ第1の袋110が多数積み重ねられている状態で、第1側面

フィルム 1 1 1 又は第 2 側面フィルム 1 1 2 を吸着保持して上方に持ち上げることで、開口部 1 1 5 を開くことができる。その開いた開口部 1 1 5 から、樹脂ケース 1 5 1 又はポリシリコン 1 5 3 が収容され、上面ヒートシール部 H S T 2 が形成された第 2 の袋 1 2 0 を収容する。そして、当該開口部 1 1 5 における第 1 側面フィルム 1 1 1 及び第 2 側面フィルム 1 1 2 のそれぞれの側縁部を重ね合わせてヒートシールすることで、上面ヒートシール部 H S T 1 を形成する。このようにして、シリコン材料の梱包体 1 6 0 が作製され得る。

[0103] 本実施形態における第 2 の袋 1 2 0 においては、その最内層に位置するシーラント層 1 4 2 の第 1 面 1 4 2 A 側に低密度ポリエチレン (L D P E) が含まれ、それよりも第 2 面 1 4 2 B 側にリニア低密度ポリエチレン (L L D P E) が含まれている。シーラント層 1 4 2 を構成するリニア低密度ポリエチレン (L L D P E) により、シーラント層 1 4 2 の厚み T 1 4 2 を相対的に薄くすることができ、追従性を良好にすることができるとともに、シーラント層 1 4 2 の第 1 面 1 4 2 A 側に含まれる低密度ポリエチレン (L D P E) によって、リニア低密度ポリエチレン (L L D P E) からの低分子成分の揮発を防止することができる。なお、第 2 の袋 1 2 0 を構成する第 2 の包装材料 1 4 0 のバリア層 1 4 3 が金属蒸着膜や金属箔等である場合、所定の透明性が確保されないが、バリア層 1 4 3 が金属蒸着膜や金属箔であることで、第 2 の袋 1 2 0 にバリア性や光遮蔽性を付与することができる。また、シーラント層 1 4 2 において所定の透明性が確保されていることで、第 2 の袋 1 2 0 におけるシーラント層 1 4 2 の第 1 面 1 4 2 A に異物が付着しているか否かを容易に確認することができる。

[0104] 図 2 4 A に示すように、本実施形態に係る包装材料 2 0 0 は、シリコン材料の輸送用袋 1 0 0 0 (図 2 8 及び図 2 9 参照) に用いられるものであって、第 1 の樹脂基材層 2 0 1 1 及び第 2 の樹脂基材層 2 0 1 2 を有する樹脂基材層 2 0 1 と、第 1 の樹脂基材層 2 0 1 1 及び第 2 の樹脂基材層 2 0 1 2 の間に位置するバリア層 2 0 3 と、第 2 の樹脂基材層 2 0 1 2 におけるバリア

層 203 の反対側に樹脂層 204 を介して位置するシーラント層 205 とを有する積層体である。包装材料 200 により構成されるシリコン材料の輸送用袋 1000 において、シーラント層 205 が内側に位置し、第 1 の樹脂基材層 2011 が外側に位置している。

[0105] 第 1 の樹脂基材層 2011 及び第 2 の樹脂基材層 2012 は、いずれも、例えば、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリブチレンテレフタレート（PBT）等のポリエステル系樹脂材料等により構成され、1 種の樹脂材料の単層体であってもよいし、2 種以上の樹脂材料の積層体であってもよい。

[0106] 第 1 の樹脂基材層 2011 及び第 2 の樹脂基材層 2012 は、いずれも、ナイロン（Ny，登録商標）等のポリアミド系樹脂材料等を含んでいてもよいが、少なくとも第 2 の樹脂基材層 2012 は当該ポリアミド系樹脂材料を含んでいない方が好ましく、第 1 の樹脂基材層 2011 及び第 2 の樹脂基材層 2012 の両者が当該ポリアミド系樹脂材料を含んでいないのが特に好ましい。ポリアミド系樹脂材料の残存モノマーであるカプロラクタムは、梱包体 250（図 30 及び図 31 参照）の内容物であるシリコン材料（シリコンウェハ 252，ポリシリコン 253）を汚染させる原因物質となり得るが、輸送用袋 1000 が第 1 の樹脂基材層 2011 の内側に位置するバリア層 203 を有することで、当該カプロラクタムによりシリコン材料 252，253 を汚染させてしまう可能性を低減することができる。この点、第 2 の樹脂基材層 2012 がポリアミド系樹脂材料を含んでいなくても、第 1 の樹脂基材層 2011 がポリアミド系樹脂材料を含んでいると、輸送用袋 1000 の開封時に、第 1 の樹脂基材層 2011 に含まれ得るカプロラクタムによるシリコン材料 252，253 の汚染が生じるおそれを否定することはできないが、第 1 の樹脂基材層 2011 がポリアミド系樹脂材料を含んでいないことで、内容物であるシリコン材料 252，253 を汚染させてしまう可能性をさらに低減することができる。

[0107] 第 1 の樹脂基材層 2011 を構成する樹脂材料と第 2 の樹脂基材層 201

2を構成する樹脂材料とは、互いに同一の樹脂材料であってもよいし、互いに異なる樹脂材料であってもよいが、互いに同一の樹脂材料であるのが好ましい。本実施形態に係る包装材料200により構成されるシリコン材料の輸送用袋1000にシリコン材料252, 253を梱包する際、当該輸送用袋1000にシリコン材料252, 253を収容した後、輸送用袋1000内を脱気して真空包装する。真空包装された梱包体250において、輸送用袋1000を構成する包装材料200には所定の応力がかかる。包装材料200に応力がかかったときにおけるバリア層203の一方側に位置する第1の樹脂基材層2011の歪みと他方側に位置する第2の樹脂基材層2012の歪みとの間に大きな差が生じてしまうと、この歪みの差にバリア層203が追従することができずに当該バリア層203にクラックが生じてしまうおそれがある。バリア層203にクラックが生じてしまうと、酸素や水蒸気等の透過を遮断するバリア機能が低下してしまい、内容物であるシリコン材料252, 253を汚染させてしまうおそれがある。本実施形態においては、バリア層203の両面側に第1の樹脂基材層2011と第2の樹脂基材層2012とが位置していることで、包装材料200に所定の応力がかかったときであっても、第1の樹脂基材層2011と第2の樹脂基材層2012との間に大きな歪みの差が生じ難く、バリア層203にクラックが生じてしまうのを抑制することができる。バリア層203にクラックが生じてしまうのをより効果的に抑制するために、第1の樹脂基材層2011を構成する樹脂材料と第2の樹脂基材層2012を構成する樹脂材料とが互いに異なるものであったとしても、両者の樹脂材料の押込弾性率の差が小さいのが好ましく、両者の樹脂材料が互いに同一であるのが特に好ましい。なお、両者の樹脂材料が互いに異なる場合、両者の樹脂材料の押込弾性率の差は、1000MPa以内であるのが好ましく、800MPa以内であるのが特に好ましい。第1の樹脂基材層2011に含まれる樹脂材料の主成分（質量基準で最も多く含まれる樹脂材料）と第2の樹脂基材層2012に含まれる樹脂材料の主成分とが同一である場合、第1の樹脂基材層2011と第2の樹脂基材層201

2とを構成する樹脂材料が同一であるということができる。

[0108] また、本実施形態のように、バリア層203の両面に樹脂基材層201（第1の樹脂基材層2011及び第2の樹脂基材層2012）が設けられていることで、包装材料200の強度を相対的に向上させることができる。包装材料200の強度が向上することで、シリコン材料の輸送用袋1000が破れ難くなったり、シリコン材料の輸送用袋1000にシリコン材料252, 253を梱包するときの作業性が良好になったりするという効果が奏され得る。

[0109] 第1の樹脂基材層2011及び第2の樹脂基材層2012の押込弾性率は、それぞれ1500MPa～3500MPaであればよく、1800MPa～3300MPaであるのが好ましい。包装材料200の厚さにもよるが、当該押込弾性率が1500MPa未満であると、シリコン材料の輸送用袋1000の強度が相対的に低下しやすくなって当該輸送用袋1000が破損する可能性が高くなり、3500MPaを超えると、シリコン材料の輸送用袋1000の剛性が相対的に大きくなりやすくなって、当該輸送用袋1000にシリコン材料を梱包する際の作業性が低下する可能性が高くなる。

[0110] 第1の樹脂基材層2011及び第2の樹脂基材層2012の厚さは、それぞれ、例えば、6 μ m～40 μ mであればよく、10 μ m～30 μ mであるのが好ましい。第1の樹脂基材層2011及び第2の樹脂基材層2012の押込弾性率にもよるが、当該厚さが6 μ m未満であると、シリコン材料の輸送用袋1000の強度が相対的に低下しやすくなって当該輸送用袋1000が破損する可能性が高くなり、40 μ mを超えると、シリコン材料の輸送用袋1000の剛性が相対的に大きくなりやすくなって、当該輸送用袋1000にシリコン材料を梱包する際の作業性が低下する可能性が高くなる。このように、シリコン材料の輸送用袋1000の強度や当該輸送用袋1000へのシリコン材料の梱包作業性の観点から、包装材料200を構成する第1の樹脂基材層2011及び第2の樹脂基材層2012の押込弾性率と厚さとを適切な範囲に設定することが重要となる。例えば、押込み弾性率が相対的に

小さい場合には、厚さを相対的に厚くし、押込弾性率が相対的に大きい場合には、厚さを相対的に薄くすることで、シリコン材料の輸送用袋１０００の強度や当該輸送用袋１０００へのシリコン材料の梱包作業性を良好にすることができる。一方で、所定の剛性を有する、例えばシーラント層２０５よりも押込弾性率の大きい第１の樹脂基材層２０１１及び第２の樹脂基材層２０１２によってバリア層２０３が挟まれていることで、バリア層２０３がダメージを受けることを抑制することができる。したがって、シリコン材料の輸送用袋１０００の強度や当該輸送用袋１０００へのシリコン材料の梱包作業性ととともに、バリア層２０３の保護性等の観点から、第１の樹脂基材層２０１１及び第２の樹脂基材層２０１２の押込弾性率及び厚さを適切な範囲に設定するのが好ましい。

- [0111] 第１の樹脂基材層２０１１とシーラント層２０５との間に、樹脂層２０４が設けられていてもよい。樹脂層２０４は、第１の樹脂基材層２０１１とバリア層２０３との間に設けられることができる。また、樹脂層２０４は、バリア層２０３と第２の樹脂基材層２０１２との間に設けられることができる。また、樹脂層２０４は、第２の樹脂基材層２０１２とシーラント層２０５との間に設けられることができる。なお、複数の樹脂層２０４が、第１の樹脂基材層２０１１とシーラント層２０５との間に設けられることができる。複数の樹脂層２０４は、バリア層２０３よりも外側に設けられていてもよいし、バリア層２０３よりも内側に設けられていてもよい。また、バリア層２０３よりも外側及び内側に、樹脂層２０４が少なくとも１層ずつ設けられていてもよい。樹脂層２０４は、ポリエチレン（ＰＥ）等のポリオレフィンの押出ラミネートにより形成されていてもよいし、第２の樹脂基材層２０１２とシーラント層２０５とを接着する接着剤により形成されていてもよい。接着剤としては、例えば、２液型ウレタン樹脂接着剤等が挙げられる。２液型ウレタン樹脂接着剤としては、例えば、主剤（ロックペイント社製、Ｒｕ 7 7 t）と硬化剤（ロックペイント社製、Ｈ－７）とを混合した２液型ウレタン樹脂接着剤を用いることができる。

[0112] 樹脂層204が接着剤により形成されている場合、接着剤により形成された樹脂層204（以下、「接着剤層」ともいう場合がある。）は、第1の樹脂基材層2011とバリア層203との間に設けられていることが好ましい。図24B及び図25Cに示すように、例えば、包装材料200としては、第1の樹脂基材層2011、樹脂層204（接着剤層）、バリア層203、第2の樹脂基材層2012、シーラント層205をこの順に積層した積層体や、第1の樹脂基材層2011、第1の樹脂層2041（接着剤層）、バリア層203、第2の樹脂基材層2012、第2の樹脂層2042、シーラント層205をこの順に積層した積層体等が挙げられる。このような構成の包装材料200を用いてシリコン材料の輸送用袋1000を作製した際に、バリア層203よりも輸送用袋1000の外側に樹脂層204（接着剤層）が配置されるため、樹脂層204（接着剤層）に含まれる有機成分が輸送用袋1000の内部に移動することを抑えることができる。これにより、当該輸送用袋1000にシリコン材料を収容したときには、輸送用袋1000内のシリコン材料の劣化が生じるのを抑制することができる。なお、樹脂層204（接着剤層）から移動可能な有機成分としては、例えば、アクリル酸、メタクリル酸等の未反応のモノマー等が挙げられる。接着剤により形成された樹脂層204（接着剤層）の厚みは、例えば、 $1\mu\text{m}$ ～ $5\mu\text{m}$ 程度であればよく、 $2\mu\text{m}$ ～ $4\mu\text{m}$ 程度であるのが好ましい。接着剤により形成された樹脂層204（接着剤層）の厚みが $1\mu\text{m}$ よりも薄いと、十分な接着強度を得ることができないおそれがある。一方、接着剤により形成された樹脂層204（接着剤層）の厚みが $5\mu\text{m}$ よりも厚いと、硬化反応に時間を要することで、未反応物や残留溶剤等が樹脂層204により多く含まれてしまうおそれがある。なお、押出ラミネートにより形成された樹脂層204の厚みは、例えば、 $10\mu\text{m}$ 以上程度であればよい。樹脂層204の押込弾性率は、第1の樹脂基材層2011及び第2の樹脂基材層2012の押込弾性率よりも1桁以上小さければよく、2桁以上小さくてもよい。より具体的には、樹脂層204の押込弾性率は 250MPa 以下程度であればよく、 150MPa 以

下程度であればよく、100MPa以下程度であればよい。バリア層203を間に挟む両側の層間に相対的に大きな歪みの差が生じることによりバリア層203にクラックが生じるおそれがあるが、樹脂層204の押込弾性率が第1の樹脂基材層2011及び第2の樹脂基材層2012の押込弾性率よりも1桁以上小さいことで、当該歪みの差によってバリア層203に生じるクラックに対する樹脂層204の影響を相対的に小さくすることができる。

[0113] 包装材料200の層構成としては、以下の具体例を挙げることができる。

〔第1の樹脂基材層2011／樹脂層204／バリア層203／第2の樹脂基材層2012／樹脂層204／シーラント層205の層構成の具体例〕

- ・PET／接着剤層／AlO_x／PET／PE／シーラント層
- ・PET／接着剤層／SiO_x／PET／PE／シーラント層
- ・ナイロン／接着剤層／AlO_x／PET／PE／シーラント層
- ・ナイロン／接着剤層／SiO_x／PET／PE／シーラント層
- ・ナイロン／接着剤層／AlO_x／ナイロン／PE／シーラント層
- ・ナイロン／接着剤層／SiO_x／ナイロン／PE／シーラント層

〔第1の樹脂基材層2011／バリア層203／樹脂層204／第2の樹脂基材層2012／樹脂層204／シーラント層205の層構成の具体例〕

- ・PET／AlO_x／接着剤層／PET／PE／シーラント層
- ・PET／SiO_x／接着剤層／PET／PE／シーラント層
- ・ナイロン／AlO_x／接着剤層／PET／PE／シーラント層
- ・ナイロン／SiO_x／接着剤層／PET／PE／シーラント層
- ・ナイロン／AlO_x／接着剤層／ナイロン／PE／シーラント層
- ・ナイロン／SiO_x／接着剤層／ナイロン／PE／シーラント層

なお、上記層構成の具体例において、「シーラント層」としては、前述の試料1、試料2及び試料3等が挙げられる。上記層構成の具体例において、「AlO_x」はアルミナの蒸着膜であり、「SiO_x」はシリカの蒸着膜である。上記層構成の具体例において、「PET」はポリエチレンテレフタレート層であり、「ナイロン」はナイロン層であり、「PE」はポリエチレン層で

ある。

- [0114] なお、「バリア層よりも内側」とは、包装材料200を用いてシリコン材料の輸送用袋1000を作製したとき、包装材料200のバリア層203よりも輸送用袋1000の内側に位置することを意味する。一方、「バリア層よりも外側」とは、包装材料200を用いてシリコン材料の輸送用袋1000を作製したとき、包装材料200のバリア層203よりも輸送用袋1000の外側に位置することを意味する。
- [0115] シーラント層205は、第1面205A及びそれに対向する第2面205Bを有する。包装材料200において、シーラント層205の第2面205Bが第2の樹脂基材層2012側に位置する。シーラント層205は、第1面205A側に位置する第1表面層2051と、第2面205B側に位置する第2表面層2052と、第1表面層2051及び第2表面層2052の間に挟まれている中間層2053とを有する積層構造体であってもよいし（図26参照）、第1面205A及び第2面205Bを有する単層構造体であってもよい（図27参照）。
- [0116] シーラント層205は、熱融着可能な樹脂成分を含んでいればよく、例えば、ポリオレフィン、環状ポリオレフィン、カルボン酸変性ポリオレフィン、カルボン酸変性環状ポリオレフィン等を含んでいればよい。
- [0117] ポリオレフィンとしては、例えば、低密度ポリエチレン（LDPE）、中密度ポリエチレン、高密度ポリエチレン、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）等のポリエチレン；ホモポリプロピレン、ポリプロピレンのブロックコポリマー（例えば、プロピレンとエチレンとのブロックコポリマー等）、ポリプロピレンのランダムコポリマー（例えば、プロピレンとエチレンとのランダムコポリマー等）等のポリプロピレン；エチレン－ブテン－プロピレンのターポリマー；等が挙げられる。
- [0118] 環状ポリオレフィンとは、オレフィンと環状モノマーとの共重合体であり、環状ポリオレフィンの構成モノマーであるオレフィンとしては、例えば、エチレン、プロピレン、4－メチル－1－ペンテン、スチレン、ブタジエン、

イソプレン等が挙げられる。また、環状ポリオレフィンの構成モノマーである環状モノマーとしては、例えば、ノルボルネン等の環状アルケン；具体的には、シクロペンタジエン、ジシクロペンタジエン、シクロヘキサジエン、ノルボルナジエン等の環状ジエン等が挙げられる。

[0119] カルボン酸変性ポリオレフィンとは、ポリオレフィンをカルボン酸でブロック重合又はグラフト重合することにより変性したポリマーである。変性には、使用されるカルボン酸としては、例えば、マレイン酸、アクリル酸、イタコン酸、クロトン酸、無水マレイン酸、無水イタコン酸等が挙げられる。

[0120] カルボン酸変性環状ポリオレフィンとは、環状ポリオレフィンを構成するモノマーの一部を、 α 、 β -不飽和カルボン酸又はその無水物に代えて共重合することにより、あるいは環状ポリオレフィンに対して α 、 β -不飽和カルボン酸又はその無水物をブロック重合又はグラフト重合することにより得られるポリマーである。

[0121] シーラント層205の第1面205A側に位置する第1表面層2051は、スリップ剤が実質的に添加されていない低密度ポリエチレン（LDPE）を含む層であってもよく、第2面205B側に位置する第2表面層2052は、第1表面層2051と同様に、例えば、スリップ剤が実質的に添加されていない低密度ポリエチレン（LDPE）を含む層であってもよく、第1表面層2051と第2表面層2052との間に挟まれている中間層2053は、例えば、スリップ剤が実質的に添加されていないリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）を含む層であってもよい。なお、本実施形態において「スリップ剤が実質的に添加されていない」とは、スリップ剤としてシーラントの表面の滑り性を実際に向上させる成分がシーラントの表面の滑り性に実際に影響を与える目的でシーラントの表面の滑り性に実際に影響を与える量を超えて添加されていないことを意味する。スリップ剤としては、例えば、炭酸カルシウムまたはタルクなどの粒子や、シリコーン樹脂または四級アンモニウム塩化合物などの界面活性剤が挙げられる。

[0122] シーラント層205は、輸送用袋1000の最内層に位置するため、シー

ラント層 205 に由来する揮発成分（シーラント層 205 由来のアウトガス成分等）が内容物であるポリシリコンやシリコンウェハ等のシリコン材料に付着してしまうと、当該シリコン材料を用いて製造される半導体装置等において欠陥を生じさせてしまうおそれがある。そのため、シーラント層 205 に由来する揮発成分は、可能な限り少ないのが望ましい。シーラント層 205 に由来する揮発成分を低減させるためには、シーラント層 205 の厚み T_{205} を可能な限り薄くするのが望ましい。シーラント層 205 の厚み T_{205} が相対的に薄いことで、シーラント層 205 に由来する揮発成分がフィルム外部へ放出されるため、シーラント層 205 に由来する揮発成分を低減させることができる。一方で、シーラント層 205 の厚み T_{205} を薄くし過ぎると、引張強度等の機械的特性に対する耐性が低くなってしまい、内容物を梱包する袋として機能が低下するおそれがある。この点、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）は、低密度ポリエチレン（LDPE）に比べ、伸縮性が高く、折り曲げに対する耐性が高いため、シーラント層 205 としてリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）を用いることで、シーラント層 205 の厚み T_{205} を相対的に薄くすることができる。

[0123] また、輸送用袋 1000 に樹脂ケース 251 を収容した後、当該輸送用袋 1000 から脱気して梱包されるため、当該輸送用袋 1000 を構成する包装材料 200 に含まれるシーラント層 205 には、良好な追従性が求められる。この点においても、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）は相対的に高い伸縮性を有するため、当該リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）が用いられることで、シーラント層 205 の追従性を良好にすることができる。

[0124] シーラント層がリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）の単層で構成されれば、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）の単層で構成されるシーラント層の押込弾性率を $150\text{MPa} \sim 600\text{MPa}$ 程度に調整することができるため、シーラント層の厚みを薄くすることができると考えられる。また、シーラント層の追従性を良好にすることを考慮しても、シーラント層が

リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）の単層で構成されるのは好ましいといえることができる。しかし、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）の重合時の圧力は、低密度ポリエチレン（LDPE）の重合時の圧力よりも低いために、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）においては、低密度ポリエチレン（LDPE）に比べて低分子成分が揮発しやすい。そのため、シーラント層がリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）の単層で構成されていると、シーラント層の厚みを薄くすることができたとしても、シーラント層に由来する揮発成分によってシリコン材料が汚染されてしまうおそれがあると考えられる。また、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）は、低密度ポリエチレン（LDPE）よりも滑り性が低くなる傾向があるため、シーラント層がリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）の単層で構成されていると、シーラント層の表面の滑り性が低くなるおそれがあると考えられる。輸送用袋1000に用いられるシーラント層205は、異物になるおそれがあるスリップ剤は実質的に添加されないことが好ましいため、スリップ剤の使用以外の手段で滑り性を向上させることが好ましい。本実施形態においては、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）を含む中間層2053が、低密度ポリエチレン（LDPE）を含む第1表面層2051及び第2表面層2052により挟まれていてもよい。そのため、輸送用袋1000のシーラント層205においては、その厚みT205を相対的に薄くすることができ、追従性や滑り性も良好であり、また中間層2053に含まれるリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）から低分子成分が揮発するのを防止することができる。

- [0125] 単層構造体のシーラント層205（図27参照）は、低密度ポリエチレン（LDPE）とリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）とを含んでもよい。このシーラント層205において、低密度ポリエチレン（LDPE）とリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）との配合比が、50：50～70：30程度であればよい。このように、低密度ポリエチレン（LDPE）の配合量がリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）の配合量よりも多いこ

とで、シーラント層205の第1面205A側において低密度ポリエチレン(LDPE)の存在量を多くすることができるとともに、リニア低密度ポリエチレン(LLDPE)によりシーラント層205の厚みT205を薄くするという効果、すなわち低分子成分が揮発するのを防止するという効果が奏される。なお、シーラント層205の厚み方向で見たときに、低密度ポリエチレン(LDPE)とリニア低密度ポリエチレン(LLDPE)とが実質的に均一に存在していてもよいし、第1面205A側及び第2面205B側に低密度ポリエチレン(LDPE)が偏在していてもよい。

[0126] シーラント層205の厚みT205は、包装材料200により構成される輸送用袋1000の厚さ等に応じて適宜設定され得るものであるが、例えば、 $35\mu\text{m}$ ～ $60\mu\text{m}$ 程度であればよい。

[0127] 図26に示す態様において、低密度ポリエチレン(LDPE)を含む第1表面層2051及び低密度ポリエチレン(LDPE)を含む第2表面層2052が中間層2053を挟んで配置されていることで、シーラント層205の一方面側の内部応力と他方面側の内部応力とがある程度相殺され、シーラント層205がカールすることを抑制できる。また、図26に示す態様において第1表面層2051及び第2表面層2052のそれぞれの厚みT2051、T2052は、いずれも中間層2053の厚みT2053よりも薄い。第1表面層2051及び第2表面層2052のそれぞれの厚みT2051、T2052が中間層2053の厚みT2053よりも薄く構成されていることで、シーラント層205に所定の追従性が付与され得る。第1表面層2051の厚みT2051と中間層2053の厚みT2053との比は、1:1～10程度であればよく、1:2～3程度であるのが好ましい。当該厚みの比が上記範囲であることで、中間層2053に含まれる低密度リニアポリエチレン(LLDPE)による十分な追従性がシーラント層205に付与され、シーラント層205の押込弾性率を 300MPa ～ 500MPa の範囲とすることができる。なお、押込弾性率は、微小硬さ試験機(製品名「ピコデントナー(PICODENTOR) HM500」、フィッシャー・インスツ

ルメント社製）により測定され得る。

- [0128] シーラントのシール強度は、ヒートシール時のシール温度、シール圧力、シール時間等によりコントロール可能であることが知られている。一般に、シール温度が高くなるほどに、シール強度が向上する傾向を有するが、シール温度が高すぎると、必要以上にシーラントが熔融してしまい、却ってシール強度を低下させてしまうおそれがある。本実施形態においては、シール温度 150℃、シール圧力 0.1 MPa、シール時間 1 秒のヒートシール条件下で、シーラント層 205 の第 1 面 205A 同士をシールしたときのシール強度が、30N/15mm 以上であればよく、50N/15mm 以上 60N/15mm 未満であるのが好ましい。当該シール強度が 30N/15mm 未満であると、シーラント層 205 を有する包装材料 200 により構成される輸送用袋 1000 に包装されたシリコン材料の梱包体 50 の輸送途中に、当該シリコン材料の輸送用袋 1000 のヒートシール部（例えば上面ヒートシール部 HST21 等（図 30 及び図 31 参照））が剥離してしまうおそれがある。
- [0129] 上述したように、シーラント層 205 の厚み T205 を相対的に薄くする観点から、シーラント層 205 の構成材料としてリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）を使用するのが好適であると考えられる。しかしながら、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）により構成されるシーラント層においては、所定のシール強度を得るために必要なシール温度が相対的に高くなってしまふ。この点、本実施形態においては、シーラント層 205 の第 1 表面層 2051 が低密度ポリエチレン（LDPE）を含むことで、所定のシール強度を得るために必要なシール温度を相対的に低下させることができる。
- [0130] 本実施形態におけるシーラント層 205 のヘイズは、25% 以下であればよく、20% 以下であるのが好ましい。シーラント層 205 のヘイズが 20% 以下であることで、輸送用袋 1000 の内部の視認性を良好にすることができる。また、シリコン材料をシリコン材料の輸送用袋 1000 に包装する前に、シーラント層 205 の第 1 面 205A に異物が付着しているか否かを

確認することができ、シリコン材料の汚染を未然に防止することもできる。

なお、シーラント層 205 のヘイズは、例えば、ヘイズメーター（製品名：HM-150，村上色彩研究所社製）を用いて、JIS-K7136 に準拠して測定され得る。

[0131] 上述した構成を有するシーラント層 205 は、従来公知のフィルム成膜法を用いて製造され得る。例えば、図 26 に示す構成を有するシーラント層 205 は、ダイコート法、インフレーション法等の塗工法等を用いて、第 2 表面層 2052、中間層 2053 及び第 1 表面層 2051 を積層形成することで製造され得る。図 27 に示す構成を有するシーラント層 205 も同様に、上記塗工法、押出インフレーション法等を用いて製造され得る。

[0132] 本実施形態におけるバリア層 203 は、例えば、シリカ又はアルミナ等の無機酸化物等を、例えば PET 層等に蒸着させた蒸着膜等であればよい。包装材料 200 がバリア層 203 を有することで、内容物であるシリコン材料 252、253 の表面を汚染するガス等が、輸送用袋 1000 の外部から内部に侵入するのを抑制することができる。バリア層 203 は、第 1 の樹脂基材層 2011 や第 2 の樹脂基材層 2012 にアルミニウム等の金属を蒸着させてなる金属蒸着膜や、アルミニウム等の金属箔等であってもよい。バリア層 203 がこれらの金属蒸着膜や金属箔である場合、輸送用袋 1000 において透明性が確保されないが、輸送用袋 1000 にバリア性の他、光遮蔽性をも付与することができる。また、この態様において、シーラント層 205 が所定の透明性を有することで、輸送用袋 1000 におけるシーラント層 205 の第 1 面 205A に異物が付着しているか否かを、より容易に確認することができる。

[0133] 上述したように、シーラント層 205 は、シリコン材料の輸送用袋 1000（図 28 及び図 29 参照）にシリコン材料が包装されたときに、当該輸送用袋 1000 内部を視認可能な程度の透明性を有する。そのため、当該シーラント層 205 を有する包装材料 200 においても、同様に、輸送用袋 1000 の内部を視認可能な程度の透明性を有しているのが望ましい。そのよう

な観点から、本実施形態に係る包装材料200のヘイズは、例えば、30%以下であればよく、25%以下であるのが好ましい。包装材料200のヘイズが30%を超えると、包装材料200から製造される輸送用袋1000の内部の視認性が悪化してしまったり、輸送用袋1000におけるシーラント層205の第1面205Aに異物が付着しているか否かの確認が困難になったりするおそれがある。なお、包装材料200のヘイズは、例えば、ヘイズメーター（製品名：HM-150、村上色彩研究所社製）を用いて、JIS-K7136に準拠して測定され得る。

[0134] なお、本実施形態に係る包装材料200は、複数のバリア層を有していてもよい。例えば、図25に示すように、包装材料200は、第1の樹脂基材層2011（樹脂基材層201）、第1のバリア層2031（バリア層203）、第2の樹脂基材層2012（樹脂基材層201）、第2のバリア層2032（バリア層203）、第3の樹脂基材層2013（樹脂基材層201）、樹脂層204及びシーラント層205をこの順で有する積層体であってもよい。この態様において、第1の樹脂基材層2011及び第2の樹脂基材層2012は、ポリエステル系樹脂材料又はポリアミド系樹脂材料により構成されていればよいが、第3の樹脂基材層2013はポリエステル系樹脂材料により構成されているのが好ましい。上記態様以外にも、包装材料200は、例えば、第1の樹脂基材層2011（樹脂基材層201）、第1のバリア層2031（バリア層203）、第2の樹脂基材層2012（樹脂基材層201）、樹脂層204、第2のバリア層2032（バリア層203）、第3の樹脂基材層2013（樹脂基材層201）及びシーラント層205をこの順で有する積層体であってもよいし、第1の樹脂基材層2011（樹脂基材層201）、樹脂層204、第1のバリア層2031（バリア層203）、第2の樹脂基材層2012（樹脂基材層201）、第2のバリア層2032（バリア層203）、第3の樹脂基材層2013（樹脂基材層201）及びシーラント層205をこの順で有する積層体であってもよい。なお、これらの包装材料200の態様においても、前述のように、複数の樹脂層204

が設けられていてもよい。

- [0135] 本実施形態におけるシリコン材料の輸送用袋1000は、広げることで略方体状（略直方体状）となる包装袋であり、第1側面フィルム211、第2側面フィルム212、第1ガゼットフィルム213及び第2ガゼットフィルム214によって構成されている。第1側面フィルム211、第2側面フィルム212、第1ガゼットフィルム213及び第2ガゼットフィルム214は、いずれも本実施形態に係る包装材料200により構成されている。なお、輸送用袋1000は、第1ガゼットフィルム213及び第2ガゼットフィルム214を有しないものであってもよい。この場合において、第1側面フィルム211及び第2側面フィルム212を、互いのシーラント層205の第1面205Aを対向させるようにして3つの側縁部をヒートシールすればよい。
- [0136] 輸送用袋1000は、第1側面フィルム211、第2側面フィルム212、第1ガゼットフィルム213及び第2ガゼットフィルム214の各シーラント層205の第1面205Aが最内面に位置し、第1の樹脂基材層201が最外面に位置するように構成されている。
- [0137] 上記輸送用袋1000において、第1側面フィルム211の2つの対向する側縁部の一方と折り込まれた第1ガゼットフィルム213の2つの対向する側縁部の一方とを重ね合わせてヒートシールにより溶着させてなる第1ヒートシール部HS211が形成され、第1側面フィルム211の上記側縁部の他方と折り込まれた第2ガゼットフィルム214の2つの対向する側縁部の一方とを重ね合わせてヒートシールにより溶着させてなる第2ヒートシール部HS212が形成されている。また、第2側面フィルム212の2つの対向する側縁部の一方と折り込まれた第1ガゼットフィルム213の上記側縁部の他方とを重ね合わせてヒートシールにより溶着させてなる第3ヒートシール部HS213が形成され、第2側面フィルム212の上記側縁部の他方と折り込まれた第2ガゼットフィルム214の上記側縁部の他方とを重ね合わせてヒートシールにより溶着させてなる第4ヒートシール部HS214

が形成されている。第1側面フィルム211及び第2側面フィルム212のそれぞれの側縁部を重ね合わせてヒートシールにより溶着させてなる底面ヒートシール部HSB21が形成され、底面ヒートシール部HSB21に対向して位置する第1側面フィルム211及び第2側面フィルム212のそれぞれの側縁部は、ヒートシールされずに輸送用袋1000の開口部215を形成している。

[0138] 第1ガゼットフィルム213及び第2ガゼットフィルム214を折り込んだ輸送用袋1000が多数積み重ねられている状態で、第1側面フィルム211又は第2側面フィルム212を吸着保持して上方に持ち上げることで、開口部215を開くことができる。その開いた開口部215から、輸送用袋1000内にシリコン材料252、253を格納する樹脂ケース251（図30及び図31参照）を収容し、当該開口部215における第1側面フィルム211及び第2側面フィルム212のそれぞれの側縁部を重ね合わせてヒートシールすることで、上面ヒートシール部HST21を形成する。このようにして、シリコン材料の梱包体250が作製され得る。

[0139] 一般に、袋にシリコン材料を梱包する際、袋にシリコン材料を収容した後、袋内を脱気して真空包装する。真空包装された梱包体において、袋を構成する包装材料には所定の応力がかかっている。当該包装材料が、酸化アルミニウムの蒸着層（バリア層）の一方側にポリエチレンテレフタレート（PET）を配置し、他方側に低密度ポリエチレン（LDPE）やリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）を配置したものである場合（上記特許文献2を参照）、包装材料に応力がかかったときにおけるバリア層の一方側に位置するPETの歪みと他方側に位置するポリエチレン（LDPE、LLDPE）の歪みとの間に差が生じ、この歪みの差にバリア層が追従することができずに当該バリア層にクラックが生じてしまうおそれがある。バリア層にクラックが生じてしまうと、酸素や水蒸気等の透過を遮断するバリア機能が低下してしまう。

[0140] また、シリコン材料が袋に梱包された梱包体が相対的に高温・高湿度の環

境に曝された場合にも、バリア層の一方側に位置するPETとポリエチレン（LDPE、LLDPE）との伸長率の違い等によってバリア層にクラックが生じてしまうおそれがある。

[0141] 本実施形態における輸送用袋1000においては、バリア層203の両面側に第1の樹脂基材層2011と第2の樹脂基材層2012とが位置していることで、輸送用袋1000（包装材料200）に所定の応力がかかったときであっても、第1の樹脂基材層2011と第2の樹脂基材層2012との間に大きな歪みの差が生じ難く、バリア層203にクラックが生じてしまうのを抑制することができる。

[0142] また、輸送用袋1000の最内層に位置するシーラント層205の第1面205A側に低密度ポリエチレン（LDPE）が含まれ、それよりも第2面205B側にリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）が含まれている。シーラント層205を構成するリニア低密度ポリエチレン（LLDPE）により、シーラント層205の厚みT205を相対的に薄くすることができ、追従性を良好することができるとともに、シーラント層205の第1面205A側に含まれる低密度ポリエチレン（LDPE）によって、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE）からの低分子成分の揮発を防止することができる。さらに、シーラント層205において所定の透明性が確保されていることで、輸送用袋1000におけるシーラント層205の第1面205Aに異物が付着しているか否かを容易に確認することができる。

[0143] 以上説明した実施形態は、本開示の理解を容易にするために記載されたものであって、本開示を限定するために記載されたものではない。したがって、上記実施形態に開示された各要素は、本開示の技術的範囲に属する全ての設計変更や均等物をも含む趣旨である。

[0144] 上記実施形態におけるシリコン材料の梱包体50（図7及び図8参照）は、上記シリコン材料の輸送用包装体10を内袋とし、それと同様の構成を有する外袋をさらに有するものであってもよく、この場合において、内袋としてのシリコン材料の輸送用包装体10にシリコン材料52、53を収容し、

さらに外袋に収容すればよい。この外袋の第1側面フィルム11、第2側面フィルム12、第1ガゼットフィルム13及び第2ガゼットフィルム14のそれぞれを構成する包装材料は、図3及び図4に示す構成を有する包装材料3であってもよいし、帯電防止機能を有する樹脂フィルム（例えば、帯電防止層付きナイロンフィルム（製品名：ボニールAS，興人フィルム&ケミカルズ株式会社製）等））、ガスバリア層5、第1樹脂層41及びシーラント1をこの順で積層してなる積層体等であってもよい。

[0145] 上記実施形態におけるシリコン材料の輸送用包装体10（図6参照）は、第1ガゼットフィルム13及び第2ガゼットフィルム14を有しないものであってもよい。この場合において、第1側面フィルム11及び第2側面フィルム12を、互いのシーラント1の第1面2Aを対向させるようにして3つの側縁部をヒートシールすればよい。

[0146] 上記実施形態において、シリコン材料の輸送用袋1000（図29参照）は、いわゆる外袋としての第1の袋と、第1の袋内に配置される、いわゆる内袋としての第2の袋とを備える二重包装袋であってもよい。この場合において、少なくとも第2の袋は、上記実施形態に係る包装材料200により構成されていればよく、第1の袋も上記包装材料200により構成されているのが好ましい。