

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7703564号
(P7703564)

(45)発行日 令和7年7月7日(2025.7.7)

(24)登録日 令和7年6月27日(2025.6.27)

(51)国際特許分類	F I		
B 3 2 B 27/32 (2006.01)	B 3 2 B 27/32	E	
B 3 2 B 5/22 (2006.01)	B 3 2 B 5/22		
B 3 2 B 27/16 (2006.01)	B 3 2 B 27/16	1 0 1	
C 0 8 J 9/04 (2006.01)	C 0 8 J 9/04	1 0 1	
C 0 8 J 9/06 (2006.01)	C 0 8 J 9/06		C E S
			請求項の数 12 (全23頁)

(21)出願番号	特願2022-558410(P2022-558410)	(73)特許権者	511040425
(86)(22)出願日	令和3年3月26日(2021.3.26)		トーレ プラスティックス (アメリカ)
(65)公表番号	特表2023-519886(P2023-519886 A)		インコーポレイテッド
(43)公表日	令和5年5月15日(2023.5.15)		アメリカ合衆国 ロードアイランド州 0
(86)国際出願番号	PCT/US2021/024446		2 8 5 2 - 7 5 0 0 ノース キングスタ
(87)国際公開番号	WO2021/195545	(74)代理人	100094569
(87)国際公開日	令和3年9月30日(2021.9.30)		弁理士 田中 伸一郎
審査請求日	令和6年3月26日(2024.3.26)	(74)代理人	100103610
(31)優先権主張番号	16/832,684		弁理士 ▲吉▼田 和彦
(32)優先日	令和2年3月27日(2020.3.27)	(74)代理人	100109070
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		弁理士 須田 洋之
		(74)代理人	100119013
			弁理士 山崎 一夫
		(74)代理人	100123777
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 架橋ポリオレフィンキャップ層を有する共押出し架橋多層ポリオレフィン発泡構造体及びその製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】
多層発泡構造体を形成する方法であって、以下の工程：
ポリプロピレン及びポリエチレンのうちの少なくとも1種；
化学発泡剤；並びに
架橋剤
を含む発泡体層と；
少なくとも90質量%の、ポリプロピレン及びポリエチレンのうちの少なくとも1種
；並びに
0.1～5質量%の架橋剤
を含む、前記発泡体層の側上のフィルム層と
を共押出しする工程
前記共押出しした層に電離放射線を照射する工程；並びに
前記照射した共押出し層を発泡させる工程
を含み、
前記多層発泡構造体のフィルム層の厚さが15～40ミクロンであり、かつ
前記多層発泡構造体の密度が50～250kg/m³である、
方法。
【請求項2】
前記発泡体層は、0.5～5質量%の架橋剤を含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

前記化学発泡剤はアゾジカルボンアミドを含む、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記発泡体層はポリプロピレン及びポリエチレンを含む、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 5】

前記発泡体層は、少なくとも 75 質量%の、ポリプロピレン及びポリエチレンのうちの少なくとも 1 種を含む、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 6】

前記発泡体層は、3 ～ 15 質量%の化学発泡剤を含む、請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の方法。

10

【請求項 7】

前記電離放射線は、アルファ線、ベータ（電子）線、X 線、ガンマ線、又は中性子線から成る群より選択される、請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 8】

前記共押出しした層は最大 4 回まで別々に照射される、請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 9】

前記電離放射線は、200 ～ 1500 kV の加速電圧を有する電子ビームである、請求項 8 に記載の方法。

20

【請求項 10】

前記電離放射線は、前記共押出しした層を 20 ～ 75 % の架橋度まで架橋する、請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 11】

発泡工程は、前記照射した共押出し層を溶融塩で加熱することを含む、請求項 1 ～ 10 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 12】

前記多層発泡構造体の厚さは 0.2 ～ 50 mm である、請求項 1 ～ 11 のいずれか 1 項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本出願は、2020 年 3 月 27 日出願の米国特許出願第 16 / 832,684 号に対する優先権及び利益を主張するものであり、この出願の全内容は参照により本明細書に援用される。

【0002】

本開示は、多層ポリオレフィン発泡構造体、及び前記構造体の製造方法に関する。より詳細には、本開示は、架橋ポリオレフィンキャップ層（単数又は複数）を有する共押出し架橋ポリオレフィン多層発泡構造体に関する。

40

【背景技術】

【0003】

ポリオレフィン発泡体は様々な用途に使用できる。例えば、ポリオレフィン発泡体は、計器パネルなどの車両内装の装飾部品として使用できる。計器パネルは多層発泡体／キャップ構造体を含むことが可能であり、発泡体／キャップ構造体は硬質基材と柔軟なフィルム又は箔との間にある。構造体の発泡体層は基材に接着可能であり、キャップ層はフィルム又は箔に接着可能である。また、計器パネルは、パネルの背面側に嵌め込んだエアバッグを備えることが可能である。

【0004】

エアバッグを収容し、作動時に安全かつ美観上望ましいエアバッグを展開させるように

50

、様々な計器パネルが設計されている。計器パネルは、バッグが膨張する際に特定のパターンで破断するように設計できる。前記パターンは様々であり、限定されるものではない。例えば、パターンは、「U」字型、「H」字型、又は別のパターンにすることが可能である。更に、製造中、計器パネル上で基材のレーザー印刻又は基材と発泡体層両方のレーザー印刻を行い、パネルが特定のパターンで破断することを容易にできる。他の設計では印刻を省略できる（即ち、所望のパネル破断パターンを容易に得るために、基材も発泡体も穿孔又は切断しない）。

どのような設計であっても、エアバッグが展開されたとき、エアバッグが計器パネルをきれいに突破することが好ましい。基材／多層発泡体 - キャップ構造体／フィルム又は箔の内部又は間に過度の開裂があると、以下の理由：（a）バッグの突破時間の増加、及び（b）計器パネルの破片が飛び散る原因となり得る計器パネル破壊の増強により望ましいものとならない可能性がある。計器パネルにおけるキャップ層の1つの目的は、発泡体層と柔軟性フィルム又は箔との間で発生し得る開裂を低減することと言える。キャップ層は発泡体から柔軟性フィルム又は箔を剥離するために必要な力を増加させる。

【発明の概要】

【0005】

本出願者らは、連続工程において少なくとも1つの物理的架橋ポリオレフィンキャップ層を有する物理的架橋独立気泡型ポリオレフィン発泡体を製造できることを見出した。この発見により、より望ましい多層ポリオレフィン発泡構造体を製造する方法を提供できる。例えば、車両計器パネルの場合、架橋キャップ層と未架橋キャップ層との間の剥離強度を向上でき、それにより、展開するエアバッグが計器パネルを突破する際に発泡体とフィルム又は箔との間に生じ得る開裂を更に低減できる。

【0006】

いくつかの実施形態では、多層構造体を形成する方法は：ポリプロピレン及びポリエチレンのうちの少なくとも1種；化学発泡剤；架橋剤を含む発泡体層と；少なくとも90質量%の、ポリプロピレン及びポリエチレンのうちの少なくとも1種；並びに0.1～5質量%の架橋剤を含む、発泡体層の側上のフィルム層とを共押出しする工程を含む。いくつかの実施形態では、発泡体層は、メルトフローインデックスが230℃で10分当たり0.1～25グラムのポリプロピレンを含む。いくつかの実施形態では、発泡体層は、メルトフローインデックスが190℃で10分当たり0.1～25グラムのポリエチレンを含む。いくつかの実施形態では、発泡体層は、0.5～5質量%の架橋剤を含む。いくつかの実施形態では、化学発泡剤は、アゾジカルボンアミドを含む。いくつかの実施形態では、発泡体層は、ポリプロピレン及びポリエチレンを含む。いくつかの実施形態では、発泡体層は、ポリプロピレン及びポリエチレンのうちの少なくとも1つを少なくとも75質量%含む。いくつかの実施形態では、発泡体層は、3～15質量%の化学発泡剤を含む。

【0007】

いくつかの実施形態では、多層発泡構造体を形成する方法は：

ポリプロピレン及びポリエチレンのうちの少なくとも1種、化学発泡剤、並びに架橋剤を含む発泡体層と；少なくとも90質量%の、ポリプロピレン及びポリエチレンのうちの少なくとも1種、並びに0.1～5質量%の架橋剤を含むフィルム層とを共押出しする工程；電離放射線を前記共押出し層に照射する工程；並びに照射した共押出し層を発泡させる工程を含む。いくつかの実施形態では、電離放射線はアルファ線、ベータ（電子）線、X線、ガンマ線、及び中性子線から成る群より選択する。いくつかの実施形態では、共押出し構造体は最大4回まで別々に照射する。いくつかの実施形態では、電離放射線は200～1500 kVの加速電圧を有する電子ビームである。いくつかの実施形態では、吸収された電子ビーム線量は10～500 kGyである。いくつかの実施形態では、電離放射線は、共押出しした構造体を20～75%の架橋度まで架橋する。いくつかの実施形態では、発泡工程は、照射した構造体を熔融塩で加熱することを含む。いくつかの実施形態では、多層発泡構造体の密度は20～250 kg/m³である。いくつかの実施形態では、多層発泡構造体の厚さは0.2～50 mmである。いくつかの実施形態では、発泡体層はポ

10

20

30

40

50

リプロピレン及びポリエチレンを含む。いくつかの実施形態では、発泡体層はポリプロピレン及びポリエチレンのうちの少なくとも1つを少なくとも75質量%含む。いくつかの実施形態では、発泡体層は3～15質量%の化学発泡剤を含む。

【0008】

本明細書で使用する場合、単数形「a」、「an」、及び「the」は、文脈が他の意味を明示していない限り、複数形も含むように意図している。また、本明細書で使用する用語「及び／又は」は、関連する列挙した項目の1つ以上の、可能性ある組み合わせのいずれか及び全てを指し、包含することは理解されているものとする。更に、本明細書で使用する場合、用語「含む(include)」、「含んでいる(including)」、「含む(comprise)」、及び／又は「含んでいる(comprising)」は、記載した特徴、整数、工程、操作、要素、成分、及び／又は単位の存在を特定するが、1つ以上の他の特徴、整数、工程、操作、要素、成分、単位、及び／又はこれらの群の存在又は付加を排除するものではないことを理解されたい。

本明細書に記載の態様及び実施形態は、その態様及び実施形態「から成る」及び／又は「から本質的に成る」ことを含むことは理解されたい。本明細書に記載した方法、系、組成物、及び装置全てについて、方法、系、組成物、及び装置は、記載した成分もしくは工程を含むか、又は記載した成分もしくは工程「から成る」もしくは「から本質的に成る」ことが可能である。系、組成物、又は装置が、記載した成分「から本質的に成る」と記載されている場合、系、組成物、又は装置は、記載した成分を含み、系、組成物、又は装置の性能に実質的に影響しない他の成分を含んでもよいが、しかし、明確に記載した成分以外の系、組成物、又は装置の性能には実質的に影響する他の成分を全く含まないか；或いは、系、組成物、又は装置の性能に実質的に影響する程に十分な濃度又は量の余計な成分を含まないかのどちらかである。方法が、記載した工程「から本質的に成る」と記載されている場合、前記方法は記載した工程を含み、方法の結果に実質的に影響しない他の工程を含んでもよいが、しかし、方法は明確に記載した工程以外の方法の結果に実質的に影響する他の工程は全く含まない。

【0009】

本開示において、様々な実施形態における特定の成分、特定の組成物、特定の化合物、又は特定の原料を「実質的に含まない」とは、特定の成分、特定の組成物、特定の化合物、又は特定の原料が約5質量%未満、約2質量%未満、約1質量%未満、約0.5質量%未満、約0.1質量%未満、約0.05質量%未満、約0.025質量%未満、又は約0.01質量%未満で存在すること意味する。好ましくは、特定の成分、特定の組成物、特定の化合物、又は特定の原料を「実質的に含まない」とは、特定の成分、特定の組成物、特定の化合物、又は特定の原料が約1質量%未満で存在すること意味する。

他の利点は、以下の詳細な説明から当業者には容易に明らかになるであろう。本明細書における実施例及び説明は、本質的には例示的なものとみなし、制限するものではない。

添付図面を参照して、様々な実施形態を説明する。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本明細書に開示した実施例で使用する様々な成分及び成分の説明を示す表である。

【図2A】本明細書に開示した実施例の配合、並びに本明細書に開示した実施例1及び2の多層構造体の共押出し、照射、及び他の特性を示す表である。

【図2B】図2Aから続く表である。

【図2C】図2A及び2Bから続く表である。

【図3】キャップ表面から45°傾け、機械方向(「MD」)から45°傾けた実施例1の30倍率画像である。

【図4】キャップ表面から45°傾け、機械方向(「MD」)から45°傾けた実施例2の30倍率画像である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

ポリプロピレン及びポリエチレンのうちの少なくとも1つを有する発泡体層並びにポリプロピレン及びポリエチレンのうちの少なくとも1つを有する架橋キャップ層を含む架橋独立気泡型共押出し多層発泡構造体を製造する方法を説明する。架橋独立気泡型共押出し多層発泡構造体層を製造する方法は、(a) 共押出し、(b) 照射、及び(c) 発泡の工程を含んでもよい。

共押出しは、材料の複数の層を同時に押出すことである。この種の押出しは、2台以上の押出し機を利用し、材料を所望の形状に押し出すことが可能な押出しヘッド(ダイ)へ、安定した体積処理量の材料を送ることが可能である。

共押出し工程では、発泡体組成物を複数の押出し機に供給し、未発泡の多層構造体を形成することが可能である。例えば、「A」発泡体組成物を1つの押出し機に供給し、「B」未発泡体組成物を第2の押出し機に供給することが可能である。押出し機に原料を供給する方法は、押出し機及び利用可能な材料処理設備の設計を基本とすることが可能である。分散を容易にするために、必要に応じて、発泡体組成物の原料を予備混合してもよい。このような予備混合には、ヘンシェルミキサーを使用できる。全ての原料を予備混合し、押出し機の1つのポートから供給できる。また、各原料を、個別に指定したポートから個々に供給することも可能である。例えば、架橋促進剤又は任意の他の添加剤が液体であれば、促進剤及び／又は添加剤は、固形原料と予備混合する代わりに、押出し機の供給ゲート(又はゲート)又は押出し機の流通口(流通孔を備えている場合)から添加できる。また、「予備混合」と個々の原料のポート供給とを組み合わせることも可能である。

【0012】

各押出し機は、定常量の各組成物を1つ以上のマニホールドに送り、その後シート押出しダイに送り、未発泡の共押出し多層シートを作成できる。材料を共押出しするための一般的な方法として2つの方法：(1) 供給ブロックマニホールド；及び(2) ダイ内のマルチマニホールドが挙げられる。供給ブロックマニホールドには以下の要素：(a) 上層、中間層、及び下層用の複数の流入ポート；(b) 別々の流れを供給ブロック内の1つの積層溶融流に流す流線形の溶融積層領域；(c) 供給ブロックとシート押出しダイとの間にあるアダプタープレート；並びに／又は(d) シート押し出しダイ(単層ダイと同様)が含まれる。シート押し出しダイでは、積層溶融流がダイの中心に入り、マニホールドに沿って広がり、はっきりと多層になった押出し物としてダイ流出口から流れ出る。マルチマニホールドダイには以下の要素が挙げられる：(a) 複数の供給チャンネルがあることを除いて単層ダイに類似している；(b) 各溶融チャンネルは流動制御のための独自のチョーカーカーバーを有する；及び／又は(c) 溶融流が流出口付近でダイ内部に収束し、はっきりと多層になった押出し物として現れる。

層の厚さは、マニホールド(単数又は複数)及びダイの設計により決定できる。例えば、80/20供給ブロックマニホールドは、各押出し機の数及び寸法を適宜合わせると、約4:1の比率で組成物を送達できる。この比率は、例えば：(a) 1つの押出し機と別の押出し機との間の相対的な押出し速度；(b) 各押出し機の相対的な寸法；及び／又は(c) 個々の層の組成(即ち、粘度)を変えることにより変更できる。

多層シート全体の厚さは、全体のダイギャップにより制御できる。しかし、多層シート全体の厚さは、例えば、溶融多層押出し物を伸長(即ち、「延伸」)し、及び／又はニップを通じて溶融多層押出し物を平坦化することにより、更に調整できる。

【0013】

多層構造体は、異なる組成物から形成される少なくとも2つの層を含むことが可能である。いくつかの実施形態では、多層構造体は、発泡組成物から形成される少なくとも1つの層、及び非発泡キャップ組成物から形成される少なくとも1つの層を含む。いくつかの実施形態では、前記構造体は、B/A層状構造体、B/A/B層状構造体、B/A/C層状構造体とすることが可能であり、又は複数の他の層を有することが可能である。いくつかの実施形態では、未発泡キャップ組成物は架橋促進剤を含むことが可能である。更に、多層構造体は、接合層、フィルム層、及び／又は追加の発泡体層等の追加の層を含むことが可能である。

【0014】

押し出し機に供給する発泡体組成物及び未発泡体キャップ組成物は、少なくとも1種のポリプロピレン、少なくとも1種のポリエチレン、又はこれらの組み合わせを含むことが可能である。ポリプロピレンとしては、ポリプロピレン、衝撃変性ポリプロピレン、ポリプロピレン-エチレン共重合体、衝撃変性ポリプロピレン-エチレン共重合体、メタロセンポリプロピレン、メタロセンポリプロピレン-エチレン共重合体、メタロセンポリプロピレンオレフィンブロック共重合体（ブロック配列を制御している）、ポリプロピレン系ポリオレフィンプラストマー、ポリプロピレン系ポリオレフィンエラスト-プラストマー、ポリプロピレン系ポリオレフィンエラストマー、ポリプロピレン系熱可塑性ポリオレフィン、及びポリプロピレン系熱可塑性エラストマー混合物が挙げられるが、これらに限定されるものではない。ポリプロピレンは、高溶融強度タイプとすることも可能である。更に、ポリプロピレンは無水マレイン酸でグラフトしてもよい。

ポリエチレンとしては、限定されるものではないが、低密度ポリエチレン（LDPE）、直鎖低密度ポリエチレン（LLDPE）（単独重合体、ブテン又はヘキセン又はオクテンとの共重合体、ブテン及び／又はヘキセン及び／又はオクテンとの三元重合体）、超低密度ポリエチレン（VLDPE）（単独重合体、ブテン又はヘキセン又はオクテンとの共重合体、ブテン及び／又はヘキセン及び／又はオクテンとの三元重合体）、直鎖超低密度ポリエチレン（VLLDPE）（単独重合体、ブテン又はヘキセン又はオクテンとの共重合体、ブテン及び／又はヘキセン及び／又はオクテンとの三元重合体）、高密度ポリエチレン（HDPE）、ポリエチレン-プロピレン共重合体、メタロセンポリエチレン、メタロセンエチレン-プロピレン共重合体、並びにメタロセンポリエチレンオレフィンブロック共重合体（ブロック配列を制御している）が挙げられ、これらのいずれも、グラフトした相溶化剤、又は酢酸基及び／もしくはエステル基を有する共重合体を含んでもよい。これらのポリエチレンは、無水マレイン酸でグラフトしてもよい。これらのポリエチレンは、酢酸基及び／又はエステル基を有する共重合体及び三元重合体であってもよく、また酢酸基及び／又はエステル基を有する共重合体及び三元重合体のイオノマーであってもよい。

押し出し機に供給する発泡体組成物及び未発泡体キャップ組成物が含むポリプロピレン、ポリエチレン、又はこれらの組み合わせの量は、少なくとも約25質量%；少なくとも約50質量%；少なくとも約75質量%；少なくとも約85質量%；少なくとも約90質量%；少なくとも約95質量%；又は少なくとも約98質量%とすることが可能である。

【0015】

開示した組成物を用いて広範な多層構造体及び発泡体物品を作成できるので、広範なポリプロピレン及びポリエチレンを組成物中に使用し、様々な工程内製造要件及び商業的な最終使用要件を満たすことが可能となる。

「ポリプロピレン」の非限定的な例としては、アイソタクチックなホモポリプロピレンが挙げられる。市販品の例としては、Braskem社製FF018F、Total Petrochemicals社製3271、及びPhillips66社製COPYLENE（商標）CH020が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

「衝撃変性ポリプロピレン」の非限定的な例としては、エチレン-プロピレン（EP）共重合体ゴムを含むホモポリプロピレンが挙げられる。ゴムは非晶質又は半結晶になり得るが、材料に任意のプラストマー特性又はエラストマー特性を付与するに十分な量ではない。市販「衝撃変性ポリプロピレン」のいくつかの非限定的な例としては、Braskem社製TI4003F及びTI4015F、並びにLyondellBasell社製Pro-fax（登録商標）8623及びPro-fax（登録商標）SB786が挙げられる。

「ポリプロピレン-エチレン共重合体」は、ランダムなエチレン単位を有するポリプロピレンである。市販「ポリプロピレン-エチレン共重合体」のいくつかの非限定的な例としては、Total Petrochemicals社製6232、7250FL、及びZ9421、Braskem社製6D20及びDS6D81、並びにLyondellBasell社製PRO-FAX（登録商標）RP311H及びADSYL（登録商標）7

415XCPが挙げられる。

【0016】

「衝撃変性ポリプロピレン-エチレン共重合体」は、ランダムなエチレン単位及びエチレン-プロピレン（EP）共重合体ゴムを有するポリプロピレンである。ゴムは非晶質又は半結晶になり得るが、材料に任意のプラストマー特性又はエラストプラストマー特性を与えるに十分な量ではない。市販の衝撃変性ポリプロピレン-エチレン共重合体の非限定的な例としては、Braskem社製PRISMA（登録商標）6910が挙げられる。

「メタロセンポリプロピレン」としては、メタロセンシンジオタクチックホモポリプロピレン、メタロセンアタクチックホモポリプロピレン、及びメタロセンアイソタクチックホモポリプロピレンが挙げられる。「メタロセンポリプロピレン」の非限定的な例としては、LyondellBasell社製METOCENE（登録商標）及びExxonMobil社製ACHIEVE（商標）という商品名で市販されているものが挙げられる。メタロセンポリプロピレンとしては、Total Petrochemicals社製の市販品、グレードM3551、M3282MZ、M7672、1251、1471、1571、1751が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

「メタロセンポリプロピレン-エチレン共重合体」は、ランダムなエチレン単位を有するメタロセンシンジオタクチック、メタロセンアタクチック、及びメタロセンアイソタクチックなポリプロピレンである。市販品の例としては、Total Petrochemicals社製Lumicene（登録商標）MR10MX0及びLumicene（登録商標）MR60MC2、LyondellBasell社製Purell（登録商標）SM170G、並びに日本ポリプロ社製ウィンテック（登録商標）製品ラインが挙げられるが、これらに限定されるものではない。

「メタロセンポリプロピレンオレフィンブロック共重合体」は、結晶性の硬質「ブロック」及び非晶質の軟質「ブロック」を作為的に交互に配した、つまりブロック配列が制御されたポリプロピレンである。「メタロセンポリプロピレンオレフィンブロック共重合体」の例としては、Dow Chemical社製INTUNE（登録商標）製品ラインが挙げられるが、これに限定されるものではない。

【0017】

「ポリプロピレン系ポリオレフィンプラストマー」（POP）及び「ポリプロピレン系ポリオレフィンエラストプラストマー」はどちらもプラストマー特性及びエラストプラストマー特性を有するメタロセン及び非メタロセンプロピレン系共重合体である。非限定的な例としては、Dow Chemical社製VERSIIFY（登録商標）（メタロセン）、ExxonMobil社製VISTAMAXX（登録商標）（メタロセン）、及びLyondellBasell社製KOATTRO（商標）（非メタロセン）（プラストマー重合体のブテン-1系ライン、特定グレードとしては、ブテン-1単独重合体系材料、及び他のグレードとしては、ポリプロピレン-ブテン-1共重合体系材料）という商品名で市販されているものが挙げられる。

「ポリプロピレン系ポリオレフィンエラストマー」（POE）は、エラストマー特性を有するメタロセンプロピレン系共重合体でも非メタロセンプロピレン系共重合体でもある。プロピレン系ポリオレフィンエラストマーの非限定的な例としては、Dow Chemical社製VERSIIFY（登録商標）（メタロセン）及びExxonMobil社製VISTAMAXX（登録商標）（メタロセン）という商品名で市販されている重合体が挙げられる。

「ポリプロピレン系熱可塑性ポリオレフィン」（TPO）としてはポリプロピレン、ポリプロピレン-エチレン共重合体、メタロセンホモポリプロピレン、及びメタロセンポリプロピレン-エチレン共重合体が挙げられ、これらは熱可塑性ポリオレフィン混合物（TPO）にプラストマー特性、エラストプラストマー特性、又はエラストマー特性を付与するに十分な量のエチレン-プロピレン共重合体ゴムを含む。TPO重合体の非限定的な例としては、三菱ケミカル社製サーモラン（THERMORLJN）（登録商標）及びゼラス（登録商標）、LyondellBasell社製ADFLEX（登録商標）及びSO

10

20

30

40

50

FTELL (登録商標)、Teknor Apex社製TELCAR (登録商標)、並びに日本ポリプロ社製ウェルネクス (登録商標) という商品名で市販されている重合体が挙げられる。TPOは、多段階重合 (例えば、ゼラス (登録商標)、ADFLEX (登録商標)、SOFTELL (登録商標)、ウェルネクス (登録商標)) を介して、又は混合 (例えば、サーモラン (登録商標)、TELCAR (登録商標)) により製造できる。

【0018】

「ポリプロピレン系熱可塑性エラストマー混合物」(TPE) としては、ポリプロピレン、ポリプロピレン-エチレン共重合体、メタロセンホモプロピレン、及びメタロセンポリプロピレン-エチレン共重合体が挙げられ、これらは熱可塑性エラストマー混合物(TPE) にプラスチック特性、エラストプラスチック特性、又はエラストマー特性を付与するに十分な量のジブロック又はマルチブロック熱可塑性ゴム改質剤(SEBS、SEPS、SEEPS、SEP、SERC、CEBC、HSB等) を含む。ポリプロピレン系熱可塑性エラストマー混合重合体の非限定的な例としては、Polyone社製GLS (商標) DYNAFLEX (登録商標) 及びGLS (商標) VERSAFLEX (登録商標)、Teknor Apex社製MONPRENE (登録商標)、並びにLyondellBasell社製DURAGRIP (登録商標) という商品名で市販されている重合体混合物が挙げられる。

また、上記ポリプロピレンのいずれかは、高熔融強度(HMS) タイプであってもよい。ポリプロピレンのメーカーは、熔融相で重合体を強化するための様々な方法を採用している。例えば、長鎖分岐(LCB) を呈するポリプロピレンは、高熔融強度ポリプロピレンとして識別できる。高熔融強度ポリプロピレンの非限定的な例としては、Borealis社製DAPLOY (登録商標)、Braskem社製AMPLEO (登録商標)、及び日本ポリプロ社製ウェイマックス (登録商標) という商品名で市販されている重合体が挙げられる。

任意のポリプロピレン、より一般的にはTPOとTPEとの混合物は、場合により、例えば鉱物油、Chevron社製PARALUX (登録商標) プロセスオイル等で油展し、混合物を更に軟化させ、混合物の触覚特性を高め、又は混合物の加工性を改善してもよい。

「LDPE」及び「LLDPE」は、それぞれ低密度ポリエチレン及び直鎖低密度ポリエチレンを指す。LDPEの非限定的な例としては、少なくともDow社 (例えば、640I) 及びNova社 (例えば、Novapol (登録商標) LF-0219-A) の製品が挙げられる。LLDPEの非限定的な例としては、少なくともExxonMobil (商標) 社 (例えば、LLP8501.67) 及びDow社 (例えば、DFDA-7059NT7) の製品が挙げられる。市販のLLDPE重合体は典型的には、ブテン及び／又はヘキセン及び／又はオクテンの α オレフィンを含む共重合体又は三元重合体である。

【0019】

「VLDPE」及び「VLLDPE」は、超低密度ポリエチレン及び直鎖超低密度ポリエチレン(very linear density low density polyethylene) を指し、典型的には、ブテン及び／又はヘキセン及び／又はオクテンの α -オレフィンを含む共重合体又は三元重合体である。VLDPE及びVLLDPEの非限定的な例としては、Dow Chemical社製FLEXOMER (登録商標)、及びBorealis社製の特定グレードのSTAMYLEX (登録商標) という商品名で市販されているものが挙げられる。

「メタロセンポリエチレン」とは、非弾性～弾性の特性を有するメタロセン系ポリエチレンを指す。メタロセンポリエチレンの非限定的な例としては、Dow Chemical社製ENGAGE (商標)、ExxonMobil社製ENABLE (商標) 及びEXCEED (商標)、並びにBorealis社製QUEO (登録商標) という商品名で市販されているものが挙げられる。

「メタロセンポリエチレンオレフィンブロック共重合体」は、結晶性の硬質「ブロック」と非晶質の軟質「ブロック」を作為的に交互に配した、つまりブロック配列が制御され

10

20

30

40

50

たポリエチレンである。メタロセンポリエチレン-オレフィンブロック共重合体」の例としては、Dow Chemical社製INFUSE（商標）製品ラインが挙げられるが、これに限定されるものではない。

上記のポリエチレンは全て、無水マレイン酸でグラフトしてもよい。市販品の非限定的な例としては、三井化学社製アドマー（登録商標）NF539A、Dow社製DuPont（商標）BYNEL（登録商標）4104、及びArkema社製OREVAC（登録商標）18360が挙げられる。市販の無水物グラフトポリエチレンの多くはゴムも含むことに留意されたい。

【0020】

これらのポリエチレンはまた、酢酸基及び／又はエステル基を有する共重合体及び三元重合体であってもよい。共単量体基としては、酢酸ビニル、アクリル酸メチル、アクリル酸エチル、アクリル酸ブチル、メタクリル酸グリシジル、及びアクリル酸が挙げられるが、これらに限定されるものではない。非限定的な例としては、Dow社製DuPont（商標）BYNEL（登録商標）、DuPont（商標）ELVAX（登録商標）、及びDuPont（商標）ELVALOY（登録商標）；Arkema社製EVATANE（登録商標）、LOTADER（登録商標）、及びLOTRYL（登録商標）；並びにExxonMobil社製ESCORENE（登録商標）、ESCOR（登録商標）、及びOPTEMA（登録商標）という商品名で市販されているものが挙げられる。

上記に記載したポリプロピレン及びポリエチレンは官能化することが可能である。官能化したポリプロピレン及びポリエチレンは、グラフトした単量体を含むことが可能である。典型的には、単量体は、フリーラジカル反応によりポリプロピレン又はポリエチレンにグラフトしたものである。官能化ポリプロピレン及びポリエチレンを調製するために適した単量体としては、例えば、オレフィン性不飽和モノカルボン酸、例えばアクリル酸又はメタクリル酸、及び対応するtert-ブチルエステル、例えばtert-ブチル（メタ）アクリレート、オレフィン性不飽和ジカルボン酸、例えばフマル酸、マレイン酸、及びイタコン酸、並びに対応するモノ-及び／又はジ-tert-ブチルエステル、例えばフマル酸モノ-又はジ-tert-ブチル及びマレイン酸モノ-又はジ-tert-ブチル、オレフィン性不飽和ジカルボン酸無水物、例えば無水マレイン酸、スルホ又はスルホンル含有オレフィン性不飽和単量体、例えばp-スチレンスルホン酸、2-（メタ）アクリルアミド-2-メチルプロペンスルホン酸又は2-スルホンル-（メタ）アクリレート、オキサゾリル含有オレフィン性不飽和単量体、例えばビニルオキサゾリン及びビニルオキサゾリン誘導体、並びにエポキシ含有オレフィン性不飽和単量体、例えばグリシジル（メタ）アクリレート又はアリルグリシジルエーテルが挙げられる。

【0021】

最も一般的に市販されている官能化ポリプロピレンとしては、無水マレイン酸で官能化したものが挙げられる。非限定的な例としては、三井化学社製アドマー（登録商標）QF及びQBシリーズ、LyondellBasell社製PLEXAR（登録商標）6000シリーズ、Dow社製DuPont（商標）BYNEL（登録商標）5000シリーズ、並びにArkema社製OREVAC（登録商標）PPシリーズが挙げられる。

最も一般的に市販されている官能化ポリエチレンは、無水マレイン酸で官能化したものである。非限定的な例としては、三井化学社製アドマー（登録商標）NF及びSEシリーズ、LyondellBasell社製PLEXAR（登録商標）1000、2000及び3000シリーズ、Dow社製DuPont（商標）BYNEL（登録商標）2100、3000、3800、3900、4000シリーズ、並びにArkema社製OREVAC（登録商標）PE、T、及びLOTADER（登録商標）シリーズの数種が挙げられる。

他のグラフト単量体で官能化したポリエチレンも市販品である。非限定的な例としては、Dow社製DuPont（商標）BYNEL（登録商標）1100、2200、及び3100シリーズ、並びにArkema社製LOTADER（登録商標）AXシリーズが挙げられる。

無水マレイン酸で官能化したポリプロピレン及びポリエチレン以外の重合体も市販品であることに留意されたい。例えば、Addivant社製ROYALTUF（登録商標）シリーズは、無水マレイン酸で官能化した一連のエチレン-プロピレン-ジエンゴム（EPDM）である。別の例では、Kraton社製KRATON（登録商標）FGシリーズは、無水マレイン酸で官能化した一連のSEBS重合体である。

【0022】

本明細書で提供する任意の発泡性層及び任意のキャップ層の組成物は、メルトフローインデックスが230℃で10分当たり約0.1～約25グラムの少なくとも1種のポリプロピレン、及び／又はメルトフローインデックスが190℃で10分当たり約0.1～約25グラムの少なくとも1種のポリエチレンを含有できる。いくつかの実施形態では、ポリプロピレン（単数又は複数）及び／又はポリエチレン（単数又は複数）のメルトフローインデックスは好ましくは、それぞれ230℃及び190℃で10分当たり約0.3～約20グラムであり、より好ましくは、それぞれ230℃及び190℃で10分当たり約0.5～約15グラムである。重合体の「メルトフローインデックス」（MFI）値は、ASTM D1238に従って、ポリプロピレン及びポリプロピレン系材料については230℃で、ポリエチレン及びポリエチレン系材料については190℃で、2.16kgのプランジャーを用いて10分間掛けて定義及び測定する。メルトフローが比較的高い樹脂の場合は、試験時間を短縮してもよい。

MFIは重合体の流動性の目安であり、重合体材料の分子量及び加工性の指標である。MFI値が高いということは、粘度が低いということである。MFI値が高すぎると、本開示に従った押出しを満足に行うことができない。高すぎるMFI値に伴う問題には、押出し時の低圧、厚さプロファイルの設定の問題、低熔融粘度による不均一な冷却プロファイル、不十分な熔融強度、及び／又は機械的な問題が挙げられる。逆に、MFI値が低いということは、粘度が高いということである。MFI値が低すぎると、熔融加工時の高圧、シート品質やプロファイルの問題、発泡剤の分解や活性化のリスクが伴う高押出し温度が発生する。

【0023】

また、上記のMFI範囲は、発泡に影響を与える材料の粘度を反映できるため、発泡工程にとって重要である。理論に何らとらわれることなく、特定のMFI値がより効果的である理由はいくつかあると考えられている。MFIが低い材料は、分子鎖長が長く、応力を印加すると鎖の流動に必要なエネルギーが増加するため、一部の物理的特性を向上させる場合もある。また、分子鎖（MW）が長いほど、鎖が結晶化して結晶体が多くなり、分子間の接合により強度が高まる。しかし、MFIが低すぎると、粘度は高くなりすぎる。一方、MFI値が高い重合体の鎖は短くなる。そのため、所与の体積のMFI値が高い材料では、MFI値が低い重合体に比べて微視的レベルで鎖末端が多く、回転することが可能であり、そのような回転（例えば、重合体のTg又はガラス転移温度を超える温度で起こる回転）に必要な空間により自由体積が形成される。これにより、自由体積を増加でき、応力下での流動を容易にする。

また、重合体以外に、押出し機に供給する組成物は、開示した多層構造体の製造に適合する添加剤を含有してもよい。一般的な添加剤としては、有機過酸化物、酸化防止剤、潤滑剤、加工助剤、熱安定剤、着色剤、難燃剤、帯電防止剤、核剤、可塑剤、抗菌剤、防かび剤、光安定剤、紫外線（UV）吸収剤、抗ブロッキング剤、充填剤、脱臭剤、臭気吸着剤、防曇剤、揮発性有機化合物（VOC）吸着剤、半揮発性有機化合物（SVOC）吸着剤、増粘剤、気泡寸法安定剤、金属不活性化剤、及びこれらの組合せが挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0024】

いくつかの実施形態では、発泡体層組成物及び／又は未発泡体層組成物中の化学発泡剤（単数又は複数）及び架橋促進剤（単数又は複数）以外の添加剤（単数又は複数）の量は、組成物の約20PPR%以下、約15PPR%以下、約10PPR%以下、又は約8PPR%以下とすることが可能である。いくつかの実施形態では、発泡体層組成物及び／又は

は未発泡体層組成物中の化学発泡剤（単数又は複数）及び架橋促進剤（単数又は複数）以外の添加剤（単数又は複数）の量は、組成物の約1 P P R %以上、約2 P P R %以上、約4 P P R %以上、又は約6 P P R %以上とすることが可能である。いくつかの実施形態では、発泡体層組成物及び／又は未発泡体層組成物中の化学発泡剤（単数又は複数）及び架橋促進剤（単数又は複数）以外の添加剤（単数又は複数）の量は、組成物の約1～20 P P R %、約2～15 P P R %、約4～10 P P R %、又は約6～8 P P R %とすることが可能である。いくつかの実施形態では、発泡体層組成物及び／又は未発泡体層組成物中の化学発泡剤（単数又は複数）及び架橋促進剤（単数又は複数）以外の添加剤（単数又は複数）の量は、発泡体層組成物の約1～20質量%、約2～15質量%、約3～10質量%、約4～8質量%、又は約5～7質量%とすることが可能である。

10

いくつかの実施形態では、キャップ層組成物中の化学発泡剤（単数又は複数）及び架橋促進剤（単数又は複数）以外の添加剤（単数又は複数）の量は、組成物の約20 P P R %以下、約15 P P R %以下、約10 P P R %以下、約7 P P R %以下、約5 P P R %以下、又は約3 P P R %以下とすることが可能である。いくつかの実施形態では、キャップ層組成物中の化学発泡剤（単数又は複数）及び架橋促進剤（単数又は複数）以外の添加剤（単数又は複数）の量は、組成物の約0.5 P P R %以上、約1 P P R %以上、約2 P P R %以上、約3 P P R %以上、約4 P P R %以上、又は約5 P P R %以上とすることが可能である。いくつかの実施形態では、キャップ層組成物中の化学発泡剤（単数又は複数）及び架橋促進剤（単数又は複数）以外の添加剤（単数又は複数）の量は、組成物の約0.5～20 P P R %、約1～10 P P R %、又は約2～7 P P R %とすることが可能である。いくつかの実施形態では、キャップ層組成物中の化学発泡剤（単数又は複数）及び架橋促進剤（単数又は複数）以外の添加剤（単数又は複数）の量は、キャップ層組成物の約0.5～20質量%、約1～10質量%、又は約2～6質量%とすることが可能である。

20

【0025】

原料を押出し機にどのように供給するとしても、押出し機内の剪断力及び混合は、均質な層を生成するに十分なものとなり得る。共回転及び逆回転二軸押出し機は、押出し機バレルを介して十分な剪断力及び混合を提供し、均一な特性を有する層を押し出すことが可能である。

比エネルギーは、層の原料を押出す際にどれ程の仕事が掛かるか、また押出し工程がどれ程集中的に行われているかを示す指標である。比エネルギーは、押出し機で処理する材料に印加するエネルギーであると定義し、キログラム当たりで正規化する。比エネルギーは、1時間に供給する総材料のキログラム当たりに印加したエネルギーをキロワット（KW）単位で定量化している。比エネルギーは、下記式に従って計算する：

30

比エネルギー＝KW（印加）／供給量（kg／時）

上記式中、

$$KW（印加）=（KW（モーター定格）\times（十進数で表した許容最大値からのトルク\%）\times 毎分回転数（RPM）（実稼働RPM）\times 0.97（ギヤボックス効率）\div 最大RPM（押出し機の可能出力）$$

【0026】

比エネルギーは、押出し機内での原料の剪断及び混合の量を定量するために利用できる。本明細書に開示した多層構造体を形成するために使用する押出し機は、少なくとも約0.050 kW・hr／kg、好ましくは少なくとも約0.100 kW・hr／kg、より好ましくは少なくとも約0.150 kW・hr／kgの比エネルギーを生成できる。

40

どのような発泡性層も化学発泡剤（CFA）を含有できる。どのような発泡性層の押出し温度も、化学発泡剤の熱分解開始温度より少なくとも10℃低い温度とすることが可能である。押出し温度が発泡剤の熱分解温度を超えると、発泡剤が分解し、望ましくない「予備発泡」が起こる。どのようなキャップ層の押出し温度も、キャップ層に隣接する任意の発泡性層中の化学発泡剤の熱分解開始温度より少なくとも10℃低い温度とすることが可能である。キャップ層の押出し温度が隣接層中の発泡剤の熱分解温度を超える場合、隣接層中の発泡剤は分解し、望ましくない「予備発泡」も起こる可能性がある。

50

発泡体層組成物は、様々な異なる化学発泡剤を含むことが可能である。化学発泡剤の例としては、アゾ化合物、ヒドラジン化合物、カルバジド、テトラゾール、ニトロソ化合物、及び炭酸塩が挙げられるが、これらに限定されるものではない。また、化学発泡剤は1種単独でも2種以上を任意に組み合わせても使用してよい。アゾジカルボンアミド（ADCA）はいくつかの実施形態で使用できる1種の化学発泡剤である。ADCA化学発泡剤の例としては、P. T. LAUTAN OTSUKA CHEMICAL社製UNIFORM（登録商標）TC-18Iが挙げられる。ADCAは、通常約190～230℃の温度で熱分解を起こす。ADCAが押出し機内で熱分解することを防止するために、押出し温度を190℃以下に維持することが可能である。

【0027】

発泡体層組成物中の化学発泡剤の量は、組成物の約30PPR%以下、約20PPR%以下、約15PPR%以下、約10PPR%以下、又は約8PPR%以下とすることが可能である。いくつかの実施形態では、発泡体層組成物中の化学発泡剤の量は、組成物の約1PPR%以上、約2PPR%以上、約3PPR%以上、約4PPR%以上、又は約5PPR%以上とすることが可能である。いくつかの実施形態では、発泡体層組成物中の化学発泡剤の量は、組成物の約1～30PPR%、約2～20PPR%、約3～15PPR%、約4～10PPR%、又は約5～8PPR%とすることが可能である。いくつかの実施形態では、発泡体層組成物中の化学発泡剤の量は、発泡体層組成物の約1～30質量%、約2～20質量%、約3～15質量%、約4～10質量%、又は約5～7質量%とすることが可能である。化学発泡剤の量は、未発泡シートの厚さ、所望の発泡体厚さ、所望の発泡体密度、押し出す材料、架橋率、及び／又は化学発泡剤の種類（異なる発泡剤が発生させるガスの量はかなり異なる可能性がある）等に依存し得る。

上記で記載した化学発泡剤の量はADCAにのみ特化し得ることに留意されたい。他の発泡剤は、CFAの質量当たりの様々な体積量のガスを生成し、それに応じて考慮ができる。例えば、ADCAを化学発泡剤p-トルエンスルホニルセミカルバジド（TSS）と比較すると、発泡性層が40PPR%のADCAを含む場合、発泡工程中にほぼ同量のガスを発生させるには約63PPR%のTSSが必要となる。

熱分解性発泡剤の分解温度と、最も融点の高い重合体の融点との差が大きい場合、発泡剤分解用触媒を使用してもよい。触媒の例としては、酸化亜鉛、酸化マグネシウム、ステアリン酸カルシウム、グリセリン、及び尿素が挙げられるが、これらに限定されるものではない。押出しの下限温度は、最も融点の高い重合体の融点と同一にできる。押出し温度が、最も融点の高い重合体の融点より低くなると、望ましくない「未溶融」が現れる。発泡の際、この下限温度より低い温度で押出した押出し層は、不均一な厚さ、不均一な気泡構造、気泡崩壊のポケット、及び他の望ましくない特性を示す可能性がある。

【0028】

発泡剤が、物理的発泡剤、化学的発泡剤、又は両方を組み合わせた発泡剤のどれであっても、典型的な押出し発泡は重合体シートを形成し、このシートの両主表面は、開示した方法で生成した同等の構造体よりも著しく粗くなる可能性がある。多層（単層）発泡体シートの表面プロファイルは多くの用途において重大な意味を持つ可能性があるので、押出し発泡シートはこれらの用途に使用しない場合もある。これらの用途は、フィルム、布、繊維層、及び皮革への積層の容易さ；積層における接触面積の割合；視覚的美観；等の所望の特性を得るために、滑らかな発泡体表面を必要とする可能性がある。参照によりその全体が本明細書に援用されるPCT公報WO2016109544号明細書には、押出し発泡重合体シートと、開示した方法で製造した同等の発泡重合体シートとの間の表面粗さの差を示す例が記載されている。

押出し発泡物品の表面は一般的に、（本開示に従って生成した発泡体と比較して）気泡の寸法が大きいと粗くなる可能性がある。気泡寸法及び気泡寸法分布は、ほとんどの商業的用途においてそれほど重大な意味を持たないかもしれないが、表面粗さは気泡寸法の関数であるため、滑らかな発泡体表面を必要とする用途では、気泡が大きい発泡体は気泡が小さい発泡体より望ましいものとならない可能性がある。

【0029】

未発泡共押出し多層構造体の厚さは約0.1～約30mm、約0.2～約25mm、約0.3～約20mm、又は約0.4～約15mmとすることが可能である。任意の個々のA又はB層の厚さは、少なくとも約0.05mm、少なくとも約0.1mm、少なくとも約0.15mm、又は少なくとも約0.2mmとすることが可能である。任意の個々のA又はB層の厚さは約0.2mm以下、約0.15mm以下、又は約0.10mm以下とすることが可能である。いくつかの実施形態では、未発泡共押出し多層構造体のキャップ層の厚さは約0.1～300ミクロン、約25～200ミクロン、又は約30～175ミクロンとすることが可能である。いくつかの実施形態では、未発泡共押出し多層構造体のキャップ層の厚さは300ミクロン未満、250ミクロン未満、200ミクロン未満、175ミクロン未満、150ミクロン未満、125ミクロン未満、100ミクロン未満、90ミクロン未満、80ミクロン未満、70ミクロン未満、60ミクロン未満、50ミクロン未満、40ミクロン未満、30ミクロン未満、20ミクロン未満、10ミクロン未満、5ミクロン未満、又は1ミクロン未満とすることが可能である。いくつかの実施形態では、未発泡共押出し多層構造体のキャップ層の厚さは1ミクロン超、5ミクロン超、10ミクロン超、20ミクロン超、30ミクロン超、40ミクロン超、50ミクロン超、60ミクロン超、70ミクロン超、80ミクロン超、90ミクロン超、100ミクロン超、125ミクロン超、150ミクロン超、175ミクロン超、200ミクロン超、又は250ミクロン超とすることが可能である。未発泡キャップの厚さは限定せず、未発泡共押出し多層シート全体に対してどの程度薄くてもよく、約0.1μmもの薄さでもよく、又は多層柔軟包装材料及びバリアフィルムに用いられる非常に薄い接合層の典型的な厚さであってよい。いくつかの実施形態では、未発泡共押出し多層構造体の発泡体層の厚さは約0.1～5mm、約0.5～3mm、約1～2mm、又は約1～1.5mmとすることが可能である。いくつかの実施形態では、未発泡共押出し多層構造体の発泡体層の厚さは約5mm以下、約3mm以下、約2mm以下、約1.5mm以下、約1mm以下、又は約0.5mm以下とすることが可能である。いくつかの実施形態では、未発泡共押出し多層構造体の発泡体層の厚さは約0.1mm以上、約0.5mm以上、約1mm以上、約1.5mm以上、約2mm以上、又は約3mm以上とすることが可能である。

未発泡共押出し多層構造体の全体的な厚さは、平坦な基部の上に取り付けたステム型の厚さ計を用いて測定する。ゲージの先端には、半径1.6mmの半球状の接触点を設置する。ステムを持ち上げて、未発泡構造体を基部上に配置する。測定中、接触点で構造体上に100～150gfの力を印加する。

【0030】

未発泡共押出し多層構造体のキャップ層の厚さは、顕微鏡を用いて測定する。キャップ層の厚さを測定するために、構造体の小さい試料を連続シートから切り出し、試料の断面をマイクロトームにより薄い切片へとスライスする。切片は観察用顕微鏡に配置する。測定は、デジタル顕微鏡でも従来の顕微鏡でも行うことが可能である。一般的な市販のデジタル顕微鏡は、厚さ測定を容易にする様々なソフトウェア機能を装備できる。従来の市販の顕微鏡は、厚さ測定を容易にする測定スケール付きレンズを装備できる。

キャップは、発泡工程中に発泡性層（単数又は複数）の膨張を著しく妨げないように、溶融したときには薄く、曲げ易くすることが可能である。他の層（単数又は複数）の発泡膨張を妨げる可能性のある多くの物理特性の中には、キャップの厚さ、柔軟性、溶融強度、及び架橋率が含まれる。同様に、発泡性層（単数又は複数）の厚さ、柔軟性、溶融強度、及び架橋率、並びに発泡層の最終厚さ及び密度も、キャップが発泡性層（単数又は複数）の膨張を阻害するか否かに関係する要素になり得る。キャップの最大厚さの一般的なガイドラインとしては、キャップ最大厚さは共押出し未発泡シート全体の約20%以下、約15%以下、約10%以下、又は約5%以下にすべきと言える。キャップの厚さが共押出し未発泡シート全体の約20%を超えると、多層シートを加熱及び発泡させる際に多層シートが湾曲、座屈、及び屈曲する問題が発生する場合もある。

【0031】

「物理的」架橋及び「化学的」架橋を区別することが重要である。化学的架橋では、架橋促進剤を用いるが電離放射線を使用せずに架橋を形成する。化学的架橋には通常、過酸化化物、シラン、又はビニルシランを使用する。過酸化化物架橋工程では、通常、押出しダイの中で架橋が起こる。シランやビニルシランの架橋工程では、架橋は一般的に押出し後に二次操作で起こり、二次操作では押出し材料の架橋を熱及び水分で促進する。化学的架橋方法に関わらず、化学的に架橋した発泡体シートは通常、開示した方法で生成した同等の構造よりも著しく粗い一次表面を示す。多層（単層）発泡体シートの表面プロファイルは多くの用途において重大な意味を持つ可能性があるので、化学的に架橋した発泡体シートは、これらの用途に使用しない場合もある。これらの用途は、フィルム、布、繊維層、及び皮革への積層の容易さ；積層における接触面積の割合；視覚的美観；等の所望の特性を得るために、滑らかな発泡体表面を必要とする可能性がある。参照により全体が本明細書に援用されるPCT公報WO2016109544号明細書には、化学的に架橋した発泡重合体シートと、開示した方法で製造した同等の発泡重合体シートとの間の表面粗さの差を示す例が記載されている。

10

化学的に架橋した発泡物品の表面は一般的に、（本開示に従って生成した発泡体と比較して）気泡の寸法が大きいと粗くなる可能性がある。気泡寸法及び気泡寸法分布は、ほとんどの商業的用途においてそれほど重大な意味を持たないが、表面粗さは気泡寸法の関数であるため、滑らかな発泡体表面を必要とする用途では、気泡が大きい発泡体は気泡が小さい発泡体より望ましいものとならない可能性がある。

【0032】

20

電離放射線の例としては、アルファ線、ベータ（電子）線、X線、ガンマ線、及び中性子線が挙げられるが、これらに限定されるものではない。中でも、架橋ポリオレフィン発泡体／架橋ポリオレフィンキャップ構造体の調製には、均一なエネルギーを有する電子ビームを用いることが可能である。電子ビーム照射時の曝露時間、照射回数、加速電圧は、目的とする架橋度や多層構造体の厚さに応じて広く多様にできる。しかし、電離放射線は一般的に、約10～約500kGy、約20～約300kGy、又は約20～約200kGyの範囲にできる。曝露量が低すぎると、発泡時に気泡安定性が維持できない場合がある。曝露量が高すぎると、得られる多層発泡構造体の成形性が不十分になる場合がある。成形性は、多層発泡体シートを熱成形用途に使用する場合に望ましい特性になり得る。また、未発泡シートは、電子ビーム照射曝露時に発熱することにより軟化する場合があるため、曝露量が高すぎると構造体に変形する可能性がある。また、高分子成分は過剰な高分子鎖切断により劣化することもある。

30

【0033】

共押出し未発泡多層シートは、最大で4回、好ましくは最大2回、より好ましくは1回のみ照射してもよい。照射回数が約4回を超えると、重合体成分が劣化し、発泡時に、例えば得られた発泡体層（単数又は複数）に均一な気泡が形成されなくなる場合がある。押出し構造体の厚さが約4mmを超える場合、多層プロファイルの各主面に電離放射線を照射して、主面（単数又は複数）及び内層の架橋度をより均一にすることが好ましい可能性がある。

電子ビームの照射には、電子の加速電圧を制御することにより様々な厚さの共押出しシートを効果的に架橋できるという利点がある。加速電圧は一般的に、約200～約1500kV、約400～約1200kV、又は約600～約1000kVの範囲にすることが可能である。加速電圧が約200kV未満であると、放射線が共押出しシートの内側部分に到達しない場合がある。その結果、内側部分の気泡が粗大になり、発泡にムラが生じる可能性がある。また、所与の厚さプロファイルにとって低すぎる加速電圧は、アーク放電を引き起こし、発泡構造体に「ピンホール」又は「トンネル」が形成される可能性がある。一方、加速電圧が約1500kVを超えると、重合体劣化する場合がある。いくつかの実施形態では、放射線源は、照射時に共押出し未発泡多層シートのB層に向けてもよい。いくつかの実施形態では、放射線源は、照射時に共押出し未発泡多層シートのA層に向けてもよい。

40

50

【0034】

選択した電離放射線の種類に関わらず、押出し構造体、発泡体層、及び／又は未発泡体層の組成物が、「T o r a yゲル分率法」による測定に従って約20～約75%又は約30～約60%架橋するように、架橋を実施する。「T o r a yゲル分率法」によれば、組成物中の非架橋成分を溶解させるためにテトラリン溶媒を使用する。原則として、非架橋材料をテトラリンに溶解し、架橋度は組成物全体における架橋物の質量割合として表す。重合体架橋の割合を決定するために使用する装置には：100メッシュ（ワイヤ径：1.143ミリメートル（0.0045インチ））；タイプ304ステンレス鋼バッグ；番号付きワイヤ及びクリップ；M i y a m o t o 恒温油槽装置；化学天秤；ヒュームフード；ガスバーナー；高温オーブン；帯電防止ガン；及び蓋付き3.5リットル広口ステンレス鋼容器3つが供えられる。使用する試薬及び材料には、テトラリン高分子量溶媒、アセトン、シリコンオイルが含まれる。具体的には、空のワイヤメッシュバッグを秤量し、その質量を記録する。各試料について、100ミリグラム±5ミリグラムの試料を量り取り、ワイヤメッシュバッグに移す。ワイヤメッシュバッグ、及び通常は薄くスライスした発泡体断片の形態の試料の質量を記録する。各バッグを、対応する番号のワイヤ及びクリップに取り付ける。溶媒の温度が130℃に達したら、束（バッグ及び試料）を溶媒に浸漬する。試料を上下に5、6回程度振り、気泡を放して、試料を十分に濡らす。試料を攪拌機に取り付け、3時間攪拌すると、溶媒が発泡体を溶解する。その後、ヒュームフード内で試料を冷却する。主にアセトンの入った容器中、試料を上下に7、8回程度振り、洗浄する。2回目のアセトン洗浄で、試料を2回洗浄する。洗浄した試料を、上記と同様に、新鮮なアセトンが入った3つ目の容器でもう1回洗浄する。次に、試料をヒュームフードに吊るし、約1～約5分間掛けてアセトンを蒸発させる。次に、試料を乾燥オーブン内、120℃で約1時間乾燥させる。試料を最低約15分間冷却する。ワイヤメッシュバッグを化学天秤で秤量し、その質量を記録する。次に、架橋度を、式 $100 \times (C - A) / (B - A)$ を用いて計算する。式中、Aは空のワイヤメッシュバッグ質量を表し；Bはワイヤバッグ質量＋テトラリン浸漬前の発泡体試料を表し；Cはワイヤバッグ質量＋テトラリン浸漬後の溶解試料を表す。

【0035】

好適な架橋促進剤としては、市販の二官能性、三官能性、四官能性、五官能性、及びそれ以上の官能性の単量体が挙げられるが、これらに限定されるものではない。このような架橋単量体は、液体、固体、ペレット、及び粉末の形態で入手可能である。例えば、1,6-ヘキサジオールジアクリレート、1,6-ヘキサジオールジメタクリレート、エチレングリコールジアクリレート、エチレングリコールジメタクリレート、トリメチロールプロパントリメタクリレート、テトラメチロールメタントリアクリレート、1,9-ノナンジオールジメタクリレート、及び1,10-デカンジオールジメタクリレートなどのアクリレート又はメタクリレート；カルボン酸のアリルエステル（例えばトリメリット酸トリアリルエステル、ピロメリット酸トリアリルエステル、シュウ酸ジアリルエステル）；シアヌル酸トリアリル、及びイソシアヌル酸トリアリルなどのシアヌル酸又はイソシアヌル酸のアリルエステル；N-フェニルマレイミド及びN,N'-m-フェニレンビスマレイミドなどのマレイミド化合物；フタル酸ジプロパジル及びマレイン酸ジプロパジルなどの少なくとも2つの三重結合を有する化合物；並びにジビニルベンゼンが挙げられるが、これらに限定されるものではない。また、このような架橋促進剤は、1種単独でも2種以上を任意に組み合わせて使用してもよい。いくつかの実施形態では、二官能性液体架橋単量体であるジビニルベンゼン（DVB）を本開示の架橋促進剤として使用できる。好適な市販DVBの例としては、Dow社製DVB HPが挙げられる。

【0036】

発泡体層組成物中の架橋剤／促進剤の量は、組成物の約5PPR%以下、約4PPR%以下、約3PPR%以下、約2.5PPR%以下、約2PPR%以下、約1.5PPR%以下、又は約1PPR%以下とすることが可能である。いくつかの実施形態では、発泡体層組成物中の架橋促進剤の量は、組成物の約0.5PPR%以上、約1PPR%以上、約

10

20

30

40

50

1.5 P P R %以上、約2 P P R %以上、約2.5 P P R %以上、約3 P P R %以上、又は約4 P P R %以上とすることが可能である。いくつかの実施形態では、発泡体層組成物中の架橋促進剤の量は、組成物の約0.1~5 P P R %、約0.5~3 P P R %、約1~3 P P R %、又は約2~3 P P R %とすることが可能である。いくつかの実施形態では、発泡体層組成物中の架橋促進剤の量は、発泡体層組成物の約0.5~5質量%、又は約1~3質量%とすることが可能である。

キャップ層組成物中の架橋剤／促進剤の量は、組成物の約5 P P R %以下、約4 P P R %以下、約3 P P R %以下、約2.5 P P R %以下、約2 P P R %以下、約1.5 P P R %以下、又は約1 P P R %以下とすることが可能である。いくつかの実施形態では、キャップ層組成物中の架橋促進剤の量は、組成物の約0.5 P P R %以上、約1 P P R %以上、約1.5 P P R %以上、約2 P P R %以上、約2.5 P P R %以上、約3 P P R %以上、又は約4 P P R %以上とすることが可能である。いくつかの実施形態では、キャップ層組成物中の架橋促進剤の量は、組成物の約0.1~5 P P R %、約0.5~3 P P R %、又は約1~2 P P R %とすることが可能である。いくつかの実施形態では、キャップ層組成物中の架橋促進剤の量は、キャップ層組成物の約0.1~5質量%、約0.5~3質量%、約1~2質量%、又は約1~1.5質量%とすることが可能である。

架橋促進剤の上記に記載した量はD V Bにのみ特化し得ることに留意されたい。他の架橋促進剤の架橋効率はD V Bより高くすることも低くすることも可能である。従って、別の架橋促進剤の必要量は適宜考慮すべきである。架橋促進剤の架橋効率は、電離放射線量、架橋する重合体、単量体の化学構造、単量体上の官能基の数、及び単量体が液体であるか粉末であるかに応じて、変化し得る。

架橋は、様々な異なる技術を用いて生成可能であり、分子内において異なる重合体分子間で、また分子内において単一重合体分子の部分間で形成可能である。このような技術としては、重合体鎖とは別の架橋促進剤を提供する技術、及び架橋を形成することが可能か、又は架橋を形成するために活性化可能な官能基を含む架橋促進剤を組み込んだ重合体鎖を提供する技術が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0037】

共押出しシートを照射した後、架橋した多層シートを熱分解性膨張剤の分解温度より高い温度まで加熱することにより発泡を行ってもよい。発泡は、約200~260℃、又は約220~240℃で、連続工程で行うことが可能である。連続発泡体シートの製造には、バッチ法より連続発泡法が好ましいと言える。

発泡は通常、溶融塩、放射ヒーター、垂直又は水平熱風オープン、マイクロ波エネルギー、又はこれら方法の組み合わせを用いて架橋多層シートを加熱することにより実施できる。発泡はまた、例えばオートクレーブ内で窒素を用いた含浸法で行い、その後、溶融塩、放射ヒーター、垂直又は水平熱風オープン、マイクロ波エネルギー、又はこれらの方法の組合せにより自由に発泡させてもよい。場合により、発泡前に、架橋多層シートを予備加熱により軟化させることが可能である。この軟化は、特に厚くて硬いシートの場合、発泡時の構造体の膨張を安定化させることに役立ち得る。

【0038】

多層発泡体シート全体の厚さは、J I S K 6 7 6 7に準じて測定する。多層発泡体シートのキャップ層の厚さは顕微鏡を用いて測定する。キャップ層を測定するために、連続発泡シートから発泡構造体の小さな試料を採取する。この試料を超鋭利刃で切断し、試料の断面を顕微鏡で切断面に沿って観察する。測定は、デジタル顕微鏡でも従来の顕微鏡でも行うことが可能である。一般的な市販のデジタル顕微鏡は、厚さ測定を容易にする様々なソフトウェア機能を装備できる。従来の市販の顕微鏡は、厚さ測定を容易にする測定スケール付きレンズを装備できる。

多層発泡体シートの密度は、J I S K 6 7 6 7に準じる測定のように、「コア」密度と言うよりは断面密度又は「全体」密度で定義及び測定できる。上述した方法を用いて製造した多層発泡体シートは、約20~250 kg/m³、約30~200 kg/m³、又は約50~150 kg/m³の断面密度又は「全体」密度を有する発泡体を産生できる。断面

密度は、膨張剤の量及び押出し構造体の厚さにより制御できる。多層発泡体シートの密度が約 20 kg/m^3 未満である場合、その密度を達成するために必要な化学膨張剤の量が多くなるため、シートが効率的に発泡できない場合もある。また、シートの密度が約 20 kg/m^3 未満である場合、発泡工程中のシートの膨張を制御することはますます困難になる場合もある。更に、多層発泡体シートの密度が約 20 kg/m^3 未満であると、発泡体は気泡崩壊をますます起こしやすくなる場合もある。従って、約 20 kg/m^3 未満の密度では、均一な断面密度及び厚さを有する多層発泡体シートを製造することが困難になる場合もある。

【0039】

多層発泡体シートの断面密度は約 250 kg/m^3 に限定されるものではない。約 350 kg/m^3 、約 450 kg/m^3 、又は約 550 kg/m^3 の断面密度を有する発泡体も製造してよい。しかし、密度が大きくなると一般的に、所与の用途で使用できる他の材料と比較してコスト高になる可能性があることから、発泡体シートの密度は約 250 kg/m^3 未満であることが好ましい場合もある。

上記の方法を用いて製造した発泡体層は独立気泡型であってもよい。少なくとも 90% 、好ましくは少なくとも 95% 、より好ましくは 98% 超の気泡の気泡壁が損傷していないことが好ましい。平均気泡寸法は、約 $0.05 \sim 1.0 \text{ mm}$ 、好ましくは約 $0.1 \sim 0.7 \text{ mm}$ とすることが可能である。平均気泡寸法が約 0.05 mm より小さいと、発泡構造体の密度は通常、 250 kg/m^3 より高くできる。平均気泡寸法が 1 mm より大きいと、発泡体の表面に凹凸ができる場合もある。また、発泡体中の気泡集団の平均気泡寸法が望ましいものではないと、発泡構造体が不必要に裂ける可能性もある。これは、発泡構造体を伸長したとき、又はその一部を二次工程に供したときに起こる可能性がある。発泡体層（単数又は複数）における気泡寸法は二峰性分布を示し、これは比較的丸い発泡構造体の芯に気泡集団があること、並びに比較的平坦で薄い、及び／又は長方形である発泡構造体の表面付近の皮膜に気泡集団があることを表す。

【0040】

多層ポリオレフィン発泡体／ポリオレフィンキャップシート全体の厚さは、約 $0.2 \text{ mm} \sim 50 \text{ mm}$ 、約 $0.4 \text{ mm} \sim 40 \text{ mm}$ 、約 $0.6 \text{ mm} \sim 30 \text{ mm}$ 、又は約 $0.8 \text{ mm} \sim 20 \text{ mm}$ とすることが可能である。厚さが約 0.2 mm 未満であると、一次表面（単数又は複数）からのガス損失が大きいため、発泡が非効率になる場合がある。厚さが約 50 mm より大きいと、発泡工程中の膨張を制御することがますます困難になる可能性がある。従って、断面密度及び厚さが均一な多層ポリオレフィン発泡体／ポリオレフィンキャップシートを製造することがますます困難になる可能性がある。いくつかの実施形態では、発泡共押出し多層構造体のキャップ層の厚さは約 $0.1 \sim 100 \text{ ミクロン}$ 、約 $1 \sim 80 \text{ ミクロン}$ 、又は約 $5 \sim 60 \text{ ミクロン}$ とすることが可能である。いくつかの実施形態では、発泡共押出し多層構造体の発泡体層の厚さは、約 $0.5 \sim 5 \text{ mm}$ 、約 $1 \sim 4 \text{ mm}$ 、又は約 $2 \sim 3 \text{ mm}$ とすることが可能である。

いくつかの実施形態では、所望の厚さは、スライス加工、スカイブ加工、又は接着などの二次工程により得られる。スライス加工、スカイブ加工、又は接着により、厚さを約 $0.1 \text{ mm} \sim 100 \text{ mm}$ の範囲にすることが可能になる。

キャップ層の厚さは多層シートの発泡時に減少する場合がある。これは、発泡性層（単数又は複数）が膨張し、その結果、キャップ層（単数又は複数）が伸長することに起因している可能性がある。従って、例えば、多層シートが元の面積の 2 倍に膨張すると、キャップの厚さは約半分になると予想できる。多層シートが元の面積の 4 倍に膨張すると、キャップの厚さは元の厚さの約 $1/4$ に減少すると予想できる。

【0041】

開示した多層発泡構造体は様々な用途で使用できる。そのような用途の 1 例として、熱成形品が挙げられる。多層発泡構造体を熱成形するために、多層発泡構造体中の全ての層で、発泡体をポリオレフィン混合物の融点まで加熱できる。ある層で重合体らが非混和性である場合、多層発泡構造体は複数の融点を示す場合がある。この場合、多層発泡体組成

物の最低融点と最高融点の中間の温度まで発泡体を加熱すると、多層発泡構造体は通常、熱成形できる。また、多層発泡構造体は、硬質ポリプロピレン、アクリロニトリルブタジエンスチレン（ＡＢＳ）、又は木質繊維複合体などの基材上に熱成形できる。基材自体も多層発泡構造体と同時に熱成形できる。基材は多層発泡構造体の発泡体層に適用できることが好ましい。

熱成形品の１例としては、自動車のエアダクトが挙げられる。独立気泡型発泡構造体はこの用途に特に好適なものとなり得る。何故なら、（中実のプラスチックと比較して）質量が軽く、ダクトを流れる空気の温度の維持を促進する絶縁特性があり、（中実のプラスチックと比較して）振動に対して耐性があるからである。多層エアダクトの外側に架橋キャップ層を設けることで、設置の間や車両耐用期間の間、穿刺及び切断からエアダクトを保護できる。従って、堅固な多層発泡構造体は自動車のエアダクトに好適なものとなり得る。

【００４２】

いくつかの実施形態では、多層発泡構造体は、多層発泡体及び積層体層を含む積層体である。好ましくは、積層体層は、多層発泡体のキャップ層側（即ち、表面）に付与できる。これらの積層体において、多層発泡構造体は、例えば、フィルム及び／又は箔と組み合わせることも可能である。このような層に適した材料の例としては、ポリ塩化ビニル（ＰＶＣ）；熱可塑性ポリオレフィン（ＴＰＯ）；熱可塑性ウレタン（ＴＰＵ）；ポリエステル、ポリプロピレン、生地などの布、及び他の布；皮革；及び／又は不織布などの繊維層が挙げられるが、これらに限定されるものではない。このような層は当業者に周知の標準的な技術を使用して製造してもよい。重要なのは、本開示の多層発泡体はこれらの材料の片面又は両面に積層可能であり、また他の層を複数含んでもよいことである。

これらの積層体では、１つの層は、化学結合、機械的手段、又はこれらの組み合わせにより隣接する層に接合してもよい。また、隣接する各積層体層は任意の他の手段により互いに貼り付けてもよい。この任意の他の手段には、互いに反対の電磁電荷を有する材料間の引力の使用、又は、両方が優勢な疎水性特性もしくはは優勢な親水性特性のいずれかを有する材料間に存在する引力の使用が含まれる。

【００４３】

いくつかの実施形態では、発泡体／キャップ／積層構造体は車両計器パネルの構成要素として使用可能であり、車両計器パネルでは、発泡体／キャップ／積層構造体の発泡体側を硬質パネル基材に接着し、パネルの背面側にエアバッグを嵌め込む。

他の実施形態では、多層発泡構造体又は積層体は、ドアパネル、ドアロール、ドアインサート、ドアスタッファー、トランクスタッファー、肘掛け、センターコンソール、シートクッション、背もたれ、ヘッドレスト、背もたれパネル、ニーボルスター、又はヘッドライナーなどの自動車内装部品に使用できる。これらの多層発泡構造体又は積層体は、チェアクッション、背もたれ、ソファクッション、ソファ装飾部分、リクライニングクッション、リクライニング装飾部分、カウチクッション、カウチ装飾部分、寝具クッション、又は寝具装飾部分などの家具（例えば、商業家具、オフィス家具、住宅家具）にも使用可能である。これらの多層発泡積層体又は構造体は、組み立てユニット式壁、可動壁、壁パネル、組み立てユニット式パネル、オフィスシステムパネル、間仕切壁、又は移動式パーティションなどの壁にも使用可能である。また、多層発泡積層体又は構造体は保管ケース（例えば、商業用、オフィス用、及び住宅用）にも使用可能であり、この保管ケースは可動式又は固定式のいずれにもできる。更に、多層発泡積層体及び構造体は、チェアクッションカバー、背もたれカバー、肘掛けカバー、ソファカバー、ソファクッションカバー、リクライニングクッションカバー、リクライニングカバー、カウチクッションカバー、カウチカバー、寝具クッションカバー、寝具カバー、壁カバー、及び建築用カバーなどのカバーにも使用可能である。

上記用途のいずれかの要件を満たすために、本開示で開示した構造体は、限定するものではないが、エンボス加工、コロナ又はプラズマ処理、表面粗面化、表面平滑化、穿孔又は微穿孔、重ね継ぎ、スライス加工、スカイブ加工、層形成、接着、及び穴開けを含む様

10

20

30

40

50

々な二次工程に供してもよい。

【実施例】

【0044】

図1は、以下の実施例で使用する原材料を示す表である。具体的には、図1は、以下の実施例において使用する各種成分及びそれら成分の説明を示す表である。図2は、実施例1及び2の配合、並びに実施例1及び2の多層構造体の共押出し、照射、及び他の特性を示す表である。

【0045】

図3は、キャップ表面から45°傾け、機械方向（「MD」）から45°傾けた実施例1の30倍率画像である。図4は、キャップ表面から45°傾け、機械方向（「MD」）から45°傾けた実施例2の30倍率画像である。

【0046】

本出願は、本文及び図面において、いくつかの数値範囲を開示している。本発明は開示した数値範囲全体に渡って実施できることから、正確な範囲の限定が明細書にそのまま記載されていなくても、開示した数値範囲は本質的に、開示した数値範囲内のいかなる範囲又は値にも対応している。

上記の説明は、当業者が本発明を作成及び使用することを可能にするために提示しており、特定の用途及びその要件の文脈で提供している。好ましい実施形態に対する様々な修正は、当業者には容易に自明となるであろうし、本明細書で定義した一般的な原理は、本発明の精神及び範囲から逸脱することなく他の実施形態及び用途に適用してもよい。従って、本発明は、示した実施形態に限定することを意図するものではなく、本明細書に開示した原理及び特徴と一致する最も広い範囲が与えられるべきである。最後に、本出願で参照した特許及び刊行物の開示全体は、参照により本明細書に援用される。

本発明のまた別の態様は、以下のとおりであってもよい。

〔1〕多層構造体を形成する方法であって、以下の工程：

ポリプロピレン及びポリエチレンのうちの少なくとも1種；

化学発泡剤；並びに

架橋剤

を含む発泡体層と；

少なくとも90質量%の、ポリプロピレン及びポリエチレンのうちの少なくとも1種；

並びに

0.1～5質量%の架橋剤

を含む、前記発泡体層の側上のフィルム層と

を共押出しする工程

を含む方法。

〔2〕前記発泡体層は、メルトフローインデックスが230℃で10分当たり0.1～25グラムのポリプロピレンを含む、前記〔1〕に記載の方法。

〔3〕前記発泡体層は、メルトフローインデックスが190℃で10分当たり0.1～25グラムのポリエチレンを含む、前記〔1〕又は〔2〕に記載の方法。

〔4〕前記発泡体層は、0.5～5質量%の架橋剤を含む、前記〔1〕～〔3〕のいずれか1項に記載の方法。

〔5〕前記化学発泡剤はアゾジカルボンアミドを含む、前記〔1〕～〔4〕のいずれか1項に記載の方法。

〔6〕前記発泡体層はポリプロピレン及びポリエチレンを含む、前記〔1〕～〔5〕のいずれか1項に記載の方法。

〔7〕前記発泡体層は、少なくとも75質量%の、ポリプロピレン及びポリエチレンのうちの少なくとも1種を含む、前記〔1〕～〔6〕のいずれか1項に記載の方法。

〔8〕前記発泡体層は、3～15質量%の化学発泡剤を含む、前記〔1〕～〔7〕のいずれか1項に記載の方法。

〔9〕多層発泡構造体を形成する方法であって：

10

20

30

40

50

ポリプロピレン及びポリエチレンのうちの少なくとも1種；
化学発泡剤；並びに
架橋剤
を含む発泡体層と；
少なくとも90質量%の、ポリプロピレン及びポリエチレンのうちの少なくとも1種；
並びに
0.1～5質量%の架橋剤
を含む、前記発泡体層の側上のフィルム層と
を共押出しする工程；
共押出しした層に電離放射線を照射する工程；並びに
前記照射した共押出し層を発泡させる工程
を含む方法。

〔10〕前記電離放射線は、アルファ線、ベータ（電子）線、X線、ガンマ線、又は中性子線から成る群より選択される、前記〔9〕に記載の方法。

〔11〕共押出しした前記構造体は最大4回まで別々に照射される、前記〔9〕又は〔10〕に記載の方法。

〔12〕前記電離放射線は、200～1500kVの加速電圧を有する電子ビームである、前記〔10〕に記載の方法。

〔13〕吸収された電子線量は10～500kGyである、前記〔12〕に記載の方法。

〔14〕前記電離放射線は、押出した前記構造体を20～75%の架橋度まで架橋する、前記〔9〕～〔13〕のいずれか1項に記載の方法。

〔15〕発泡工程は、照射した前記構造体を溶融塩で加熱することを含む、前記〔9〕～〔14〕のいずれか1項に記載の方法。

〔16〕前記多層発泡構造体の密度は20～250kg/m³である、前記〔9〕～〔15〕のいずれか1項に記載の方法。

〔17〕前記多層発泡構造体の厚さは0.2～50mmである、前記〔9〕～〔16〕のいずれか1項に記載の方法。

〔18〕前記発泡体層はポリプロピレン及びポリエチレンを含む、前記〔9〕～〔17〕のいずれか1項に記載の方法。

〔19〕前記発泡体層は、少なくとも75質量%の、ポリプロピレン及びポリエチレンのうちの少なくとも1種を含む、前記〔9〕～〔18〕のいずれか1項に記載の方法。

〔20〕前記発泡体層は、3～15質量%の化学発泡剤を含む、前記〔9〕～〔19〕のいずれか1項に記載の方法。

10

20

30

40

50

【図面】
【図 1】

架橋ポリオレフィンキャップ層を有する共押出し架橋ポリオレフィン発泡体の製造に使用する材料

成分	タイプ		メーカー	説明、記
	PP/PEランダム共重合体	MFI		
6232		1.3 - 1.6 (2.16 kg, 230°C)		市販品
Infuse (登録商標) OBC9107	PP/PEランダム共重合体 (PE/オクテン共重合体ベース)	0.75 - 1.25 (2.16 kg, 190°C)	Dow	市販オレフィンブロック共重合体
Adflex (登録商標) Q100F	FTPO (PP/PEランダム共重合体ベース)	0.5 - 0.7 (2.16 kg, 230°C)	LyondellBasell	市販リアクター熱可塑性ポリオレフィン
Unifoam (登録商標) TC-181	化学発泡剤	---	P.T. Lauten Otsuka Chemical	市販アジカルボンアミド
DVB HP	架橋促進剤	---	Dow	市販品、内容：80%DVB
「PR023」	酸化防止剤 (バクサーン (LDPE担体))	---	Techmer PM	ポリオレフィン系過酸化物 (New Plastics社 (米国) 登録商標) 加工用ハンプン (登録商標) 0.35%の2,2,7,7-テトラメチル-1,2,3,4-ブタジエン (LDPE) 担体を含むTechmer PMは登録商標
TPM1186	加工助剤 (LLDPE/PP/PE共重合体担体)	---	Techmer PM	市販押出し加工助剤混合物
PE-500	濃縮黒色着色剤 (LLDPE担体)	---	Modern Dispersions	市販濃縮黒色着色剤 (LLDPE担体) を添加、50%カーボンの黒鉛分散カーボン黒度、不特定のLLDPE共重合体

FIG. 1

【図 2 A】

架橋ポリオレフィンキャップ層を有する共押出し架橋ポリオレフィン発泡体 — 実施例

実施例 ID	層 ID	配合			
		樹脂 (PPR% & 全体%)	添加剤 (PPR% & 全体%)	濃縮黒色着色剤 (LLDPE担体、50%カーボンをラック)	
実施例 1	「B」キャップ層 (発泡体)	PP/PEランダム共重合体 (PE/オクテン共重合体ベース)	化学発泡剤 (ADCA)	架橋剤 (LDPE)	濃縮黒色着色剤 (LLDPE担体、50%カーボンをラック)
	「A」層 (発泡体)	PP/PEランダム共重合体 (PE/オクテン共重合体ベース)	化学発泡剤 (ADCA)	架橋剤 (LDPE)	濃縮黒色着色剤 (LLDPE担体、50%カーボンをラック)
実施例 2	「B」キャップ層 (発泡体)	PP/PEランダム共重合体 (PE/オクテン共重合体ベース)	化学発泡剤 (ADCA)	架橋剤 (LDPE)	濃縮黒色着色剤 (LLDPE担体、50%カーボンをラック)
	「A」層 (発泡体)	PP/PEランダム共重合体 (PE/オクテン共重合体ベース)	化学発泡剤 (ADCA)	架橋剤 (LDPE)	濃縮黒色着色剤 (LLDPE担体、50%カーボンをラック)

FIG. 2A

【図 2 B】

架橋ポリオレフィンキャップ層を有する共押出し架橋ポリオレフィン発泡体 — 実施例 (続き)

実施例 ID	共押出し				照射	
	層 ID	タイプ	射出機 (kW・hr /kg)	射出機 (kW・hr /kg)	緑量 (kGy)	重圧 (kV)
実施例 1	「B」キャップ層 (発泡体)	80/20 共回転二軸	0.20	172	100-130	725
	「A」層 (発泡体)	80/20 共回転二軸	0.065	164	50.0	725
実施例 2	「B」キャップ層 (発泡体)	80/20 共回転二軸	0.23	202	100-130	725
	「A」層 (発泡体)	80/20 共回転二軸	0.061	163	50.0	725

FIG. 2B

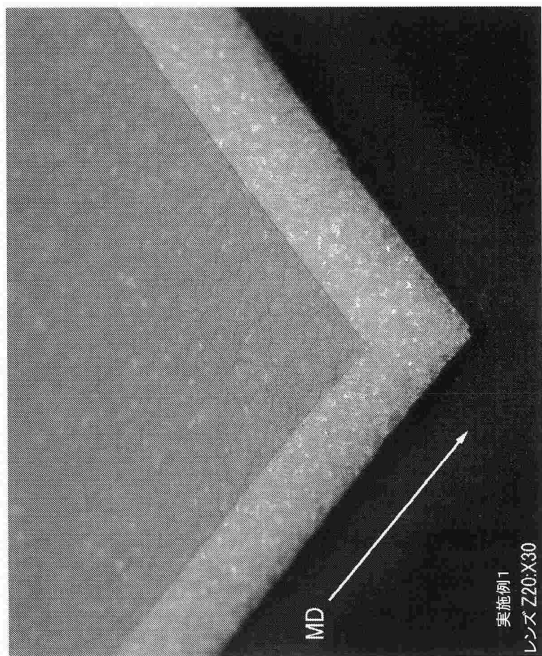
【図 2 C】

架橋ポリオレフィンキャップ層を有する共押出し架橋ポリオレフィン発泡体 — 実施例 (続き)

実施例 ID	発泡				照射	
	層 ID	タイプ	射出機 (kW・hr /kg)	射出機 (kW・hr /kg)	緑量 (kGy)	重圧 (kV)
実施例 1	「B」キャップ層 (発泡体)	80/20 共回転二軸	0.20	172	100-130	725
	「A」層 (発泡体)	80/20 共回転二軸	0.065	164	50.0	725
実施例 2	「B」キャップ層 (発泡体)	80/20 共回転二軸	0.23	202	100-130	725
	「A」層 (発泡体)	80/20 共回転二軸	0.061	163	50.0	725

FIG. 2C

【図 3】



【図 4】

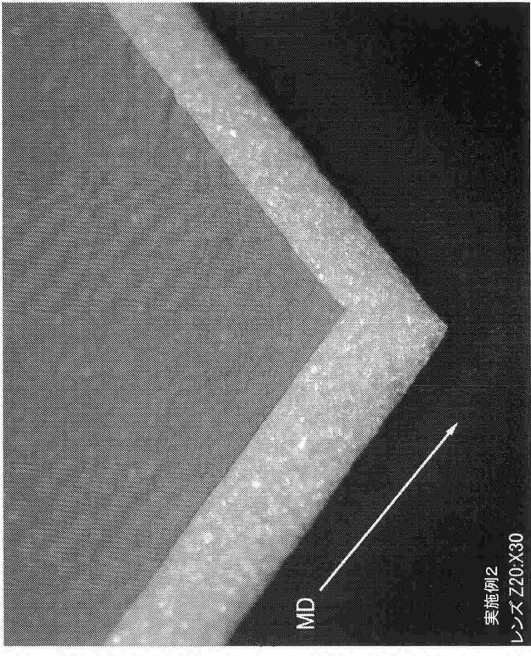


FIG. 4

FIG. 3

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 弁理士 市川 さつき
(74)代理人 100111796
弁理士 服部 博信
(74)代理人 100123766
弁理士 松田 七重
(74)代理人 100162422
弁理士 志村 将
(72)発明者 ボールドウィン ジェシー ジュード
アメリカ合衆国 ロードアイランド州 02852 ノース キングスタウン ベルヴァー アベニュー
50 トーレ プラスティックス (アメリカ) インコーポレイテッド内
(72)発明者 ベンダー ト ダン
アメリカ合衆国 ロードアイランド州 02852 ノース キングスタウン ベルヴァー アベニュー
50 トーレ プラスティックス (アメリカ) インコーポレイテッド内
(72)発明者 ボック ケイトリン ミシェル
アメリカ合衆国 ロードアイランド州 02852 ノース キングスタウン ベルヴァー アベニュー
50 トーレ プラスティックス (アメリカ) インコーポレイテッド内
(72)発明者 シエラドツキ パヴェル
アメリカ合衆国 ロードアイランド州 02852 ノース キングスタウン ベルヴァー アベニュー
50 トーレ プラスティックス (アメリカ) インコーポレイテッド内
審査官 鏡 宣宏
(56)参考文献 特開平09-323388 (JP, A)
特開2018-172673 (JP, A)
特表2017-503889 (JP, A)
特開2018-172674 (JP, A)
特開平01-153737 (JP, A)
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B32B 1/00-43/00
C08J 9/00-9/42