

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2018-513038

(P2018-513038A)

(43) 公表日 平成30年5月24日 (2018.5.24)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 3 2 B 3/10 (2006.01)	B 3 2 B 3/10	4 F 1 0 0
B 3 2 B 7/06 (2006.01)	B 3 2 B 7/06	
B 3 2 B 7/02 (2006.01)	B 3 2 B 7/02 1 0 4	
G 0 6 F 3/041 (2006.01)	B 3 2 B 7/02 1 0 1	
	G 0 6 F 3/041 4 0 0	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 53 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2017-554359 (P2017-554359)
 (86) (22) 出願日 平成28年4月1日 (2016.4.1)
 (85) 翻訳文提出日 平成29年10月16日 (2017.10.16)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2016/025484
 (87) 国際公開番号 W02016/167986
 (87) 国際公開日 平成28年10月20日 (2016.10.20)
 (31) 優先権主張番号 62/148, 977
 (32) 優先日 平成27年4月17日 (2015.4.17)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 505005049
 スリーエム イノベイティブ プロパティ
 ズ カンパニー
 アメリカ合衆国, ミネソタ州 55133
 -3427, セント ポール, ポスト オ
 フィス ボックス 33427, スリーエ
 ム センター
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100123582
 弁理士 三橋 真二
 (74) 代理人 100146466
 弁理士 高橋 正俊
 (74) 代理人 100173107
 弁理士 胡田 尚則

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 個別の弾性フィーチャを組み込んだ物品

(57) 【要約】

積層転写フィルムは、隣接する列を分離するスペースを有する複数の個別のエラストマー材料の列を含む。可剥性ライナーは、列全体にわたって、隣接する列の間のスペース中に配置されており、この可剥性ライナーは、エラストマー材料に実質的に接着しない。

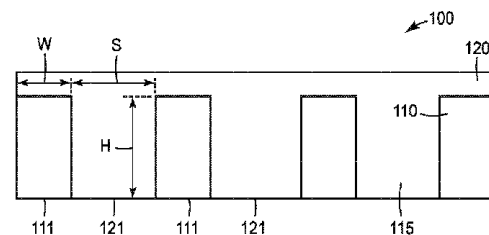


FIG. 1A

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

隣接する列を分離するスペースを有する、複数の個別のエラストマー材料の列と、
前記列全体にわたって、前記隣接する列の間の前記スペース中に配置された、前記エラストマー材料に実質的に接着しない可剥性ライナーとを含む、積層転写フィルム。

【請求項 2】

前記エラストマー材料の列が、半円断面形状、矩形断面形状、三角形断面形状、三角錐台断面形状、及び砂時計断面形状のうちの 1 つを有する、請求項 1 に記載の積層転写フィルム。

【請求項 3】

前記エラストマー材料が、シリコン熱可塑性材料又は熱硬化性材料を含む、請求項 1 に記載の積層転写フィルム。

【請求項 4】

前記エラストマー材料が、シリコンポリオキサミドである、請求項 1 に記載の積層転写フィルム。

【請求項 5】

前記エラストマー材料が、オレフィンコポリマー及びスチレンブロックコポリマーのうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 1 に記載の積層転写フィルム。

【請求項 6】

前記エラストマー材料の剪断弾性率が、約 500 MPa 未満である、請求項 1 に記載の積層転写フィルム。

【請求項 7】

エラストマー列の剪断弾性率と未変形の高さの積が 13 MPa * mm 未満である、請求項 6 に記載の積層転写フィルム。

【請求項 8】

前記剪断弾性率の変化が、-20 ~ 60 の温度範囲にわたって約 50 % 未満である、請求項 6 に記載の積層転写フィルム。

【請求項 9】

前記エラストマー材料が、約 -30 未満のガラス転移温度を有する、請求項 1 に記載の積層転写フィルム。

【請求項 10】

前記エラストマー材料が、約 0.5 以下のタンデルタを有する、請求項 1 に記載の積層転写フィルム。

【請求項 11】

前記可剥性ライナーが、熱可塑性材料である、請求項 1 に記載の積層転写フィルム。

【請求項 12】

前記可剥性ライナーがオレフィンである、請求項 1 に記載の積層転写フィルム。

【請求項 13】

前記可剥性ライナーが、ポリプロピレン又はポリエチレンを含む、請求項 1 に記載の積層転写フィルム。

【請求項 14】

フィーチャへの前記可剥性ライナーの取り付けが剥離力によって特徴付けられ、前記剥離力が約 100 グラム / インチ未満である、請求項 1 に記載の積層転写フィルム。

【請求項 15】

前記可剥性ライナーが、離型添加剤を含む、請求項 1 に記載の積層転写フィルム。

【請求項 16】

エラストマー材料の各列が、高さ及び幅を有し、前記高さに対する前記幅の比が約 0.3 超、約 10 未満である、請求項 1 に記載の積層転写フィルム。

【請求項 17】

前記列の高さが、約 0.1 mm ~ 約 10 mm の範囲である、請求項 1 に記載の積層転写

10

20

30

40

50

フィルム。

【請求項 18】

前記列の幅が、約 50 μm ~ 約 400 μm である、請求項 1 に記載の積層転写フィルム。

【請求項 19】

隣接する列の間の前記スペースの幅が、約 50 μm ~ 約 400 μm である、請求項 1 に記載の積層転写フィルム。

【請求項 20】

前記積層転写フィルムのエラストマー含有率が、5% ~ 99% の範囲を有する、請求項 1 に記載の積層転写フィルム。

10

【請求項 21】

前記積層転写フィルムのエラストマー含有率が、25% ~ 75% の範囲を有する、請求項 1 に記載の積層転写フィルム。

【請求項 22】

前記エラストマー含有率が約 50% である、請求項 21 に記載の積層転写フィルム。

【請求項 23】

前記エラストマー含有率が、距離に伴って変化する、請求項 21 に記載の積層転写フィルム。

【請求項 24】

エラストマー列の自由表面が、前記可剥性ライナーの自由表面を超えて突出している、請求項 1 に記載の積層転写フィルム。

20

【請求項 25】

エラストマー材料及びライナー材料を共押出して、隣接する列を分離するスペースを有する複数の個別のエラストマー材料の列と、前記エラストマー材料の列全体にわたって、隣接する列の間の前記スペース中に配置された、前記ライナー材料から構成され、前記エラストマー材料に実質的に接着しない可剥性ライナーとを有する積層転写フィルムを形成することを含む、方法。

【請求項 26】

前記エラストマー材料の列の自由表面がプライマー層と接触するように、前記プライマー層上に前記積層転写フィルムを配置することと、

30

前記可剥性ライナーを除去して、前記エラストマー材料の列を前記プライマー層に貼着されたままにすることを更に含む、請求項 25 に記載の方法。

【請求項 27】

前記プライマー層上に前記積層転写フィルムを配置する前に、前記プライマー層を第 1 の構成要素の表面に適用することを更に含む、請求項 26 に記載の方法。

【請求項 28】

前記エラストマー材料の列から前記可剥性ライナーを除去した後、前記可剥性ライナーで前に被覆されていた前記エラストマー材料の列の表面を、第 2 の構成要素上のプライマー層上に配置することを更に含む、請求項 27 に記載の方法。

【請求項 29】

40

前記第 1 及び第 2 の構成要素が、第 1 及び第 2 のバリアフィルム、第 1 及び第 2 の接着剤層又は第 1 及び第 2 の電極を含む、請求項 28 に記載の方法。

【請求項 30】

前記積層転写フィルムを前記プライマー層上に配置することが、前記積層転写フィルムの複数の部分を、タイル状に、前記第 1 の構成要素の前記プライマー層上に配置することを含む、請求項 26 に記載の方法。

【請求項 31】

前記複数の部分の前記エラストマー材料の列が、互いに対して異なる角度に回転する、請求項 30 に記載の方法。

【請求項 32】

50

前記エラストマー材料及び前記ライナー材料の共押出が、前記エラストマー材料の列の自由表面が前記可剥性ライナーを超えて延在するように、共押出中の前記エラストマー材料及び前記ライナー材料の流量を選択することを含む、請求項 25 に記載の方法。

【請求項 33】

チャンネルを含む構造化ライナーを形成することと、
エラストマー材料を構造化ライナーのチャンネル中に配置することと、
圧力及び熱のうちの少なくとも一方を前記エラストマー材料にかけて、隣接する列を分離するスペースを有する複数の個別のエラストマー材料の列、及び、前記列全体にわたって前記隣接する列の間の前記スペース中に配置された、前記エラストマー材料に実質的に接着しない可剥性ライナーを含む積層転写フィルムを形成することを含む、方法。

10

【請求項 34】

第 1 の構成要素と、
前記第 1 の構成要素上に配置された第 1 のプライマー層と、
第 2 の構成要素と、
前記第 2 の構成要素上に配置された第 2 のプライマー層と、
隣接する列を分離するスペースを有する複数の個別のエラストマー材料の列とを含み、
前記エラストマー材料の列の第 1 の表面が、前記第 1 のプライマー層に接着し、反対側の前記エラストマー材料の列の第 2 の表面が、前記第 2 のプライマー層に接着している、デバイス。

20

【請求項 35】

前記デバイスの機械的コンプライアンスが、約 $0.02 \sim 0.5 \text{ mm/MPa}$ である、請求項 34 に記載のデバイス。

【請求項 36】

前記第 1 及び第 2 の構成要素が、第 1 及び第 2 の電極を含み、前記第 1 及び第 2 の電極間の容量が、前記電極に垂直にかけられる力の関数である、請求項 34 に記載のデバイス。

【請求項 37】

前記デバイスの容量コンプライアンスが、約 $0.5 \sim 100 \text{ fF/g}$ である、請求項 36 に記載のデバイス。

【請求項 38】

前記デバイスの容量コンプライアンスが、約 2 fF/g 超である、請求項 36 に記載のデバイス。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、一般に、弾性フィーチャのための積層転写フィルム並びに関連システム及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

面にかけられたタッチの力及び/又は位置を感知及び測定する能力は、様々な状況において有用である。結果として、力センサーを使用して、面（「タッチ面」と呼ぶ）にかけられた力（本明細書では「タッチ力」又は「加力」と呼ぶ）の性質を測定する様々なシステムが開発されてきた。力センサーは、典型的には、加力に応じて信号を発生し、この信号は、例えば、タッチ面上にかけられた力の位置並びにかけられた力の量を探知するために用いることができる。

40

【0003】

タッチ面にかけられた力の位置の決定は、タッチ面がコンピューターディスプレイ又はコンピューターディスプレイの前面の透明なオーバーレイであるとき、特に対象となる。更に、携帯情報端末（PDA）などのモバイル手持ち式デバイスの普及により、タッチ位置を決定できる小型軽量の安価なデバイスの必要性が高まっている。

50

【発明の概要】

【0004】

いくつかの実施形態は、隣接する列を分離するスペースを有する複数の個別のエラストマー材料の列を含む積層転写フィルムを対象とする。可剥性ライナーは、列全体にわたって、隣接する列の間のスペース中に配置されており、エラストマー材料に実質的に接着しない。

【0005】

いくつかの実施形態によれば、方法は、エラストマー材料及びライナー材料を共押出して、積層転写フィルムを形成することを含む。積層転写フィルムは、隣接する列を分離するスペースを有する複数の個別のエラストマー材料の列と、エラストマー材料の列全体にわたって、隣接する列の間のスペース中に配置されたライナー材料からなる可剥性ライナーとを有する。可剥性ライナーは、エラストマー材料に実質的に接着しない。

10

【0006】

いくつかの実施形態は、チャンネルを含む構造化ライナーを形成することを含む方法を必要とする。エラストマー材料は、構造化ライナーのチャンネル中に配置される。圧力及び熱のうちの少なくとも一方をエラストマー材料にかけて、隣接する列を分離するスペースを有する複数の個別のエラストマー材料の列、及び、列全体にわたって、隣接する列の間のスペース中に配置された、エラストマー材料に実質的に接着しない可剥性ライナーを含む積層転写フィルムを形成する。

【0007】

20

いくつかの実施形態は、第1の構成要素及び第2の構成要素を含むデバイスであって、第1及び第2のプライマー層がそれぞれ第1及び第2の構成要素上に配置されたデバイスを対象とする。デバイスは、隣接する列を分離するスペースを有する複数の個別のエラストマー材料の列を含み、エラストマー材料の列の第1の表面は、第1のプライマー層に接着し、反対側のエラストマー材料の列の第2の表面は、第2のプライマー層に接着している。

【0008】

本出願のこれら及びその他の態様は、下記の詳細な記述により明らかとなる。しかしながら上記の概要は、特許請求される発明の主題を限定するものとして決して解釈すべきではなく、発明の主題は付属の特許請求の範囲によってのみ定義されるものである。なお、特許請求の範囲は手続きにおいて補正される場合もある。

30

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1A】いくつかの実施形態による積層転写フィルム100の断面図である。

【図1B】図1Aに示す可剥性ライナーを取り外した後の複数の個別のエラストマー材料の列110の斜視図である。

【図2A】様々な実施形態によるエラストマー材料のいくつかの可能な断面形状を示す。

【図2B】様々な実施形態によるエラストマー材料のいくつかの可能な断面形状を示す。

【図2C】様々な実施形態によるエラストマー材料のいくつかの可能な断面形状を示す。

【図2D】いくつかの実施形態にしたがって各列の間の間隔が列ごとに変化する、エラストマーの列の断面図を示す。

40

【図2E】いくつかの実施形態によって様々な高さを有するエラストマーの列の断面図を示す。

【図3】いくつかの実施形態にしたがってエラストマーの列を含むデバイスの製造方法を示す。

【図4A】いくつかの実施形態による第1のプライマー層上に配置された積層転写フィルムの断面図である。

【図4B】図4Aに示す可剥性ライナーが取り外された後のサブアセンブリの断面図である。

【図4C】いくつかの実施形態による、第2のプライマー層及び第2の構成要素に積層さ

50

れた図 4 B のサブアセンブリを示す断面図である。

【図 5 A】いくつかの実施形態による、エラストマーの列の複数の積層を含むデバイスの断面図である。

【図 5 B】いくつかの実施形態による、エラストマーの列の複数の積層を含むデバイスの断面図である。

【図 6】いくつかの実施形態によるエラストマーの列のパターン例の上面図である。

【図 7 A】いくつかの実施形態によるデバイスの端部により高い圧縮剛性及び容量剛性を与えるエラストマーの列の設計の上面図を示す。

【図 7 B】いくつかの実施形態によるデバイスの中心近くにより高い圧縮剛性及び容量剛性を与える設計の上面図を示す。

【図 8 A】空気で充填されたスペースが組み入れられているエラストマー材料の列を有する本明細書に記載の基本デバイスの構成の横断面図及びトップダウン図を示す。

【図 8 B】空気で充填されたスペースが組み入れられているエラストマー材料の列を有する本明細書に記載の基本デバイスの構成の横断面図及びトップダウン図を示す。

【図 9 A】本明細書で考察する実施形態による、異なる値の空気量で 2 . 7 の誘電率を有するエラストマーの列で構成される厚さ 0 . 2 mm のデバイスの 10 mm × 10 mm 面積の圧縮比に対する全容量のグラフである。

【図 9 B】本明細書で考察する実施形態による、異なる値の空気量で 2 . 7 の誘電率を有するエラストマーの列で構成される厚さ 0 . 2 mm のデバイスの 10 mm × 10 mm 面積の圧縮比に対する容量変化のグラフである。

【図 10 A】本明細書で考察する実施形態による、剪断弾性率 0 . 1 MPa のエラストマー製のアスペクト比 1 : 1 の列の 10 mm × 10 mm 平方パッチに対し、様々な範囲の空気量の値での、圧縮比及び加力の関数としての全復元力のグラフである。

【図 10 B】本明細書で考察する実施形態による、剪断弾性率 0 . 1 MPa のエラストマー製のアスペクト比 1 : 1 の列の 10 mm × 10 mm 平方パッチに対し、様々な範囲の空気量の値での、加力の関数としての機械的コンプライアンスのグラフである。

【図 11】いくつかの実施形態による、剪断弾性率 0 . 1 MPa 及び誘電率 2 . 7 の 0 . 2 mm 構造のエラストマー列のうちの 10 mm × 10 mm 面積に対する容量コンプライアンス対加荷重のグラフである。

【図 12】構造体の一側面にエラストマーランド部が加えられた、図 11 のグラフを作製するために用いられた例の容量コンプライアンスの比較グラフである。

【図 13】構造体の容量コンプライアンスに与えるポリイミドキャリア層及び接合フィルムの衝撃を実証する。

【図 14】様々なアスペクト比の列の構造化層における、構造化層の空気量に対する、エラストマー材料の剪断弾性率で割ったハイドロロック (hydrolock) までの圧力のグラフである。

【図 15】様々な空気量の値での、加荷重に対する構造化層の容量コンプライアンスのグラフを示す。

【図 16】エラストマーの列のアスペクト比に対する構造化層の容量コンプライアンスのグラフである。

【図 17】様々な高さの構造化層における、容量コンプライアンス対加荷重のプロット群である。

【図 18】様々な剪断弾性率の値での、加荷重に対する構造化層の容量コンプライアンスのプロット群を含む。

【図 19】エラストマー材料の誘電率の値が様々な場合の、加荷重に対する構造化層の容量コンプライアンスのプロット群を含む。

【図 20】剪断弾性率と初期未変形厚さの積の値が様々な場合の、加荷重に対する構造化層の容量コンプライアンスのプロット群を含む。

【図 21】ランド部を含む比較構造化層における初期未変形厚さ (H_{AB}) に対するランド部厚さの比が様々な場合の、容量コンプライアンス対加荷重のプロット群である。

10

20

30

40

50

【図 2 2】構造化層が所与のボイド効率で最大正規化圧力 P^* を支持できるように必要な最低空気量を示す。

【図 2 3】様々なボイド効率及びエラストマー誘電率 2.7 での、構造体の達成可能な最大 C^* 対空気量のグラフを含む。

【図 2 4】様々なエラストマー誘電率及びボイド効率 80% での、構造体の達成可能な最大 C^* 対空気量のグラフを含む。

【図 2 5 A】表 1 の変数を見直したランダムケースのモンテカルロ結果を示す。

【図 2 5 B】表 1 の変数を見直したランダムケースのモンテカルロ結果を示す。

【図 2 5 C】表 1 の変数を見直したランダムケースのモンテカルロ結果を示す。

【図 2 5 D】表 1 の変数を見直したランダムケースのモンテカルロ結果を示す。

【図 2 5 E】表 1 の変数を見直したランダムケースのモンテカルロ結果を示す。

【図 2 6 A】可変クラスターに対してグラフ化したモンテカルロ結果を示す。

【図 2 6 B】可変クラスターに対してグラフ化したモンテカルロ結果を示す。

【図 2 6 C】可変クラスターに対してグラフ化したモンテカルロ結果を示す。

【図 2 6 D】可変クラスターに対してグラフ化したモンテカルロ結果を示す。

【図 2 7】本明細書で開示する実施形態にしたがって中に 4 つの別個の材料ストリーム投入を押出した一連のスロットの繰り返しパターンを示す。

【0010】

図は、必ずしも一定の比率の縮尺ではない。図中に用いられる同じ数字は、同じ構成要素を示す。

【発明を実施するための形態】

【0011】

本明細書に記載のいくつかの実施形態は、複数の個別のエラストマー材料の列を表面に転写するように構成された積層転写フィルムに関する。いくつかの実施形態は、積層転写フィルムの製造方法及び転写された個別のエラストマー材料の列を組み込むデバイスに関与する。本明細書で開示する手法により、個別のエラストマー材料の列を、表面上で特定の高さ、幅、及び各列間の間隔に正確に配置することができる。開示した手法は、複数の個別のエラストマー材料の列を含む、高度に弾性があり、高度な圧縮性の構造の形成を結果としてもたらす。これらの構造の弾性特性は、材料を接続することによって接続されたエラストマーフィーチャを含む構造体の弾性特性と都合良く比較する。

【0012】

例えば、タッチセンシングの応用例に利用される通常の実施形態は、フィーチャ間の、接続材料、例えばキャリア層、接着部又はランド部を有する材料に関与する。ランド部は、変形に対する弾性応答を減衰し、ランド部の厚さ及び周囲領域の一部の圧縮を限定又は防止する傾向がある。これは、性能の低下及び/又は厚みのある構造体をもたらす。感度が高く、薄い構造体の必要性が増大し続けている。本出願は、可剥性ライナー中の個別の（ランド部を有さない）列のエラストマー材料を必要とする物品、方法、及びデバイスを記載し、ここでエラストマー列は個別であり、接続材料によって接続されない。これらのエラストマー列は、様々な表面に転写することが可能であり、タッチセンシング及び力センシングなど、多くの用途において有用である。

【0013】

図 1 A は、いくつかの実施形態による積層転写フィルム（100）の横断面図である。フィルム（100）は、複数の個別のエラストマー材料の列（110）を含む。可剥性ライナー（120）は、エラストマー材料の列（110）全体にわたって、隣接する列の間のスペース（115）中に配置される。エラストマー材料の列（110）は、幅 W 、高さ H 、及び間隔 S を有する。各エラストマー列（110）は、自由表面（111）を有し、この自由表面（111）は、実質的に平らであってよいが、一方で、隣接する可剥性ライナー（121）の表面に対して突出していても引っ込んでいてもよい。可剥性ライナー（120）は、エラストマー材料（110）に実質的に接着しない。図 1 B は、可剥性ライナーを取り外した後の複数の個別のエラストマー材料の列（110）の斜視図である。

【 0 0 1 4 】

図 1 A 及び図 1 B は、矩形断面形状を有するエラストマー材料を示し、エラストマー材料は、他の断面形状を有するように形成されることもあることが理解されよう。断面において、エラストマー材料の側面は、実質的に平ら（実質的に線形側面）であっても曲線の（非線形側面）であってもよい。図 2 A ~ 図 2 C は、三角形（図 2 A）、三角錐台（図 2 B）、半円形（図 2 C）を含めた、エラストマー材料のいくつかの可能な断面形状を示す。他にも多くの断面形状、例えば砂時計形状が可能であることが理解されよう。下を少しばかり切り取った断面形状を使用してもよいが、実質的なアンダーカット形状は、可剥性ライナーの除去を困難にすることがある。

【 0 0 1 5 】

いくつかの実施形態において、各列間の間隔は、図 2 D に示すように距離によって変化し得る。例として、図 2 D は、第 1 の列（2 4 1）及び第 2 の列（2 4 2）は幅 S_1 のスペースで分離され、第 2 の列（2 4 2）及び第 3 の列（2 4 3）は幅 S_2 のスペースで分離され、第 3 の列（2 4 3）及び第 4 の列（2 4 4）は幅 S_3 のスペースで分離されることを示す。いくつかの実施形態において、各列の断面形状は、図 2 E にあるように、列ごとに変化し得、高さが C_1 の三角形断面を有する第 1 の列（2 5 1）及び第 3 の列（2 5 3）、並びに高さが C_2 の三角錐台断面を有する第 2 の列（2 5 2）及び第 4 の列（2 5 4）を示す。あるいは、隣接する列の一群は、第 1 の断面形状を有してよく、隣接する列の別の群は、別の断面形状を有してよい。

【 0 0 1 6 】

様々な実施形態において、各エラストマー列の高さ H 、自由表面（1 1 1）にある各エラストマー列の幅 W 、及び各エラストマー列の間の間隔 S は、約 $50 \mu m$ ~ 約 $400 \mu m$ であってよい。

【 0 0 1 7 】

各列のアスペクト比は、 W/H に等しい。様々な実施形態において、アスペクト比は、約 0.3 超、約 1.0 未満でよい。例えば、各列のアスペクト比は、いくつかの実施形態では約 2 である。いくつかの実施形態では、各列のアスペクト比は約 1 である。

【 0 0 1 8 】

各列のデューティーサイクルは、エラストマー列と可剥性ライナーで占められた隣接するスペースとを含む一ピリオド中のエラストマー材料の（体積による）パーセンテージに等しい。

$$\text{デューティーサイクル} \% = W / (W + S) \times 100$$

【 0 0 1 9 】

様々な実施形態において、デューティーサイクルは、5% ~ 99%、10% ~ 90%、又は 25% ~ 75% でよい。例えば、各列のデューティーサイクルは、いくつかの実施形態では 50% である。

【 0 0 2 0 】

可剥性ライナーを除去する前は、可剥性ライナー材料が、エラストマーの各列の間のスペースを満たしている。例えば図 1 A に示す積層転写フィルムは、エラストマー含有率によって特徴付けられ得る。様々な実施形態において、（可剥性ライナーが除去される前の）積層転写フィルムのエラストマー含有率は、5% ~ 99%、10% ~ 90%、又は 25% ~ 75% でよい。

【 0 0 2 1 】

矩形断面のエラストマー材料の場合、

デューティーサイクル = エラストマー含有率 = $100\% - \text{可剥性ライナー含有率}$ （各列間の可剥性ライナーの量）。

【 0 0 2 2 】

他の全てのケースにおいて、形状が原因で、関係式はより複雑である。他のほとんどの場合、

デューティーサイクルは、エラストマー含有率 = $100\% - \text{可剥性ライナー含有率}$ にほ

10

20

30

40

50

ば等しい。

【0023】

可剥性ライナーを除去した後は、空気がエラストマーの各列の間のスペースを満たす。例えば図1B、2A～2Eに示すエラストマー列の配置は、エラストマー含有率及び／又は空気量によって特徴付けられ得る。

【0024】

矩形断面の場合、

デューティーサイクル＝エラストマー含有率＝100％－空気量

【0025】

他の全てのケースにおいて、形状が原因で、関係式はより複雑である。他のほとんどの場合、

デューティーサイクルは、エラストマー含有率＝100％－空気量にほぼ等しい。

【0026】

(可剥性ライナーを取り外した後の)エラストマー含有率は、例えば、10％～90％、又は25％～75％の範囲でよい。いくつかの実施形態では、デューティーサイクル及び／又はエラストマー含有率は、各列に沿って縦方向の距離によって及び／もしくは列ごとに変動し得る、又は本明細書でより詳細に考察した通りである。

【0027】

いくつかの実施形態では、エラストマー材料の剪断弾性率は、例えば、約500MPa未満であってもよく、又は、例えば、約0.01MPa～約10MPaの範囲もしくは約0.1MPa～約1MPaの範囲であってもよい。温度範囲－20～60による剪断弾性率の変化は、約50％未満である。エラストマー材料は、約－30未満のガラス転移温度及び剪断掃引モード1Hz、プレートオンプレート、20で測定した場合に約0.5以下のタンデルタを有し得る。エラストマー列の剪断弾性率及び高さは、関連パラメータであることが理解されよう。

【0028】

(可剥性ライナーを取り外した後に)エラストマー列を組み込む構造体は、圧縮比に対する力の導関数である機械的コンプライアンスによって特徴付けられ得、ここでの圧縮比は、層の変形高さ(厚さ)を初期の層の厚さで割ったものである。いくつかの実施形態では、構造体の未変形高さ(MPa/mmで表すG/H)で割った剪断弾性率は、1000未満、200未満、100未満、30未満、又は7未満であってもよい。これらの値は、例えば約0.02～約0.5のmm/MPaで表す構造体の機械的コンプライアンスをもたらす。

【0029】

(可剥性ライナーを取り外した後の)エラストマー列によって分離された電極を組み込む構造体は、容量コンプライアンス(加力に対する容量の変化)によって特徴付けられ得、これはタッチセンシング又は力センシングの応用例に検討される。容量コンプライアンスな、エラストマー材料の誘電率に部分的に依存する。エラストマー材料の誘電率は、1～100の範囲であってもよい。本明細書に記載の構造体に適した多くの未充填のエラストマー材料は、1.5～約3の誘電率を有することができる。例えば、有用なエラストマーであるシリコンポリオキシミドは、約2.7の誘電率を有する。

【0030】

様々な実施形態において、エラストマー列の厚さ(未変形高さH)は、約0.01～10mmであってもよい。いくつかの実施形態では、構造体のエラストマーの誘電率で割った剪断弾性率と未変形高さの積(MPa*mm単位のGH/k)は、13未満、1未満、0.1未満、又は0.01未満でよい。これらのGH/k値は、重量グラム当たりのフェムトファラド(fF/gf)単位で、例えば約0.5～約100の容量電極を含むデバイスの容量コンプライアンスを与える。幾つかの実施形態では、容量コンプライアンスは、2fF/g超である。

【0031】

10

20

30

40

50

エラストマー材料に有用な材料として、熱可塑性エラストマー、例えばスチレンブロック共重合体、ポリオレフィンプレンド、エラストマーアロイ、熱可塑性ポリウレタン樹脂、熱可塑性コポリエステル、及び熱可塑性ポリアミドが挙げられる。有用な熱可塑性エラストマーとして、例えば、参照により本明細書に組み込まれる共同所有される米国特許第7,501,184号に記載のシリコンポリオキシミドなどのシリコン熱可塑性プラスチックが挙げられる。エラストマー材料は、The Dow Chemical Company (Midland, Michigan) から入手可能なINFUSE (商標) 9500などのオレフィンプロック共重合体、又はスチレンブロック共重合体、例えばKraton Polymers LLC (Houston, Texas) から入手可能なKRATON (登録商標) G1645などのSEBSブロック共重合体及びKraton Polymers LLCから入手可能なKRATON (登録商標) D1161などのSISブロック共重合体でもよい。エラストマー材料は、Exxon Mobile Chemical (Houston, Texas) から入手可能なEXACT (商標) 8201などのエチレン/オクテンコポリマーでよい。

10

20

30

40

50

【0032】

追加のエラストマー材料に有用な材料として、ポリジメチルシロキサン (PDMS) などの熱硬化性樹脂、又はその他のシリコンベースの有機ポリマーが挙げられる。

【0033】

可剥性ライナーは、可撓性材料であってもよく、 $0.002 \sim 2 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3$ の曲げ剛性を有し得る。例えば、可剥性ライナーは、熱可塑性材料及び/又はオレフィン、例えばポリプロピレン又はポリエチレンを含んでよい。可剥性ライナーは、エラストマー列に実質的に取り付けられていない。例えば、可剥性ライナーがエラストマー列に実質的に取り付けられていないことは、約100グラム/インチ未満の剥離力 (180度の剥離) によって特徴付けられる。いくつかの実施形態では、可剥性ライナーは、Momentive SF1642などの離型添加剤を含む。加えて、離型ライナーは、ある程度の可撓性を示す。

【0034】

いくつかの実施形態によれば、図1Aに示す積層転写フィルムの製造方法は、エラストマー材料及びライナー材料を共押出して、隣接する列を分離するスペースを有する複数の個別のエラストマー材料の列及びライナー材料の可剥性ライナーを形成することを必要とし、可剥性ライナーは、エラストマー材料に実質的には接着しない。

【0035】

共押出中、各列の自由表面が、所定の形状、例えば実質的に平ら、突出している、又はくぼんでいる形状を有するように、エラストマー材料及び/又はライナー材料の流量を制御して、選択した所定の値を維持することができる。

【0036】

本開示に記載の積層転写フィルムの共押出しに使用可能なシステム及び方法は、本明細書中にその全内容が組み込まれる、共同所有される米国特許公開第2013/0009336号に詳述されている。

【0037】

いくつかの実施形態によれば、図1Aに示す積層転写フィルムの製造方法は、チャネルを有する構造化ライナーを形成し、エラストマー材料を構造化ライナーのチャネル中に配置することを含む。例えば、エラストマー材料を構造化ライナーのチャネル中に配置することは、エラストマー材料を適当な厚さ (構造化ライナーの隙間を基準として計算する) で押出し、次いでライナーを通し、加熱されたニップ中に押出すことによって実現することができる。エラストマー+構造化ライナーにかけられる高温 (例えば約120) 及び十分な圧力 (例えば約200 PSI超) は、高忠実度での構造化ライナーの充填をもたらす。この特定の例において、ライナーは、120を十分に超える融点を有する必要があると考えられる (例えばHDPE, PC)。

【0038】

いくつかの実施形態によれば、図 1 A に示す積層転写フィルムの製造方法は、チャンネルを有する構造化ライナーを形成し、エラストマーをコーティングする溶液を介してエラストマー材料を構造化ライナー上に配置することを含む。プロセスは、非構造領域から過剰の材料を削り取ることを含む。溶媒は、充填ライナーを加熱し、オープンに通して運ぶことによって飛ばしてよい。このように構造を作製するプロセスを実践的かつ / 又は効率的にするために、繰り返される通過及びハイソリッド溶液を用いてもよい。ヘキサンに溶解させ、構造 H D P E ライナー中にコーティングしたシリコンポリオキサミドは、こうした物品の製造方法の一例と考えられる。

【 0 0 3 9 】

図 3 のフロー図及び図 4 A ~ 図 4 C の断面図は、エラストマー列を組み込んだデバイス及びデバイスの製造方法を示す。図 1 A に示す、また関連文献に記載のエラストマー材料の列 (1 1 0) 及び可剥性ライナー (1 2 0) を含む積層転写フィルム (1 0 0) を、例えば、上記のような共押出しによって形成する (3 1 0) 。第 1 のプライマー層 (4 1 1) を、第 1 の構成要素 (4 2 1) の表面上にコーティングし (3 2 0) 、その上にエラストマーの列 (1 1 0) が貼着される。例えば、第 1 の構成要素 (4 2 1) は、電極層、バリアフィルム、又は接着剤層でよい。図 4 A に示すように、エラストマー材料 (1 1 0) の自由表面 (1 1 1) (図 1 A 参照) が第 1 のプライマー層 (4 1 1) に隣接するように、1 つ以上の積層転写フィルム (1 0 0) を第 1 のプライマー層 (4 1 1) 上に配置する (3 3 0) 。複数の積層転写フィルム (1 0 0) を、パターン、例えばタイルのパターンで、第 1 のプライマー層 (4 1 1) 上に配置してよい。いくつかの実施態様では、積層転写パターンを切断し、各列の長手軸が互いにある角度、例えば 9 0 度になるように、プライマー層 (4 1 1) 上に配置してよい。例示的なパターンの 1 つを図 6 に示す。熱及び圧力のいずれか又は両方を用いて、積層転写フィルム (1 0 0) 、プライマー層 (4 1 1) 、及び第 1 の構成要素 (4 2 1) を一緒に積層し (3 3 5) 、サブアセンブリ (4 1 0) を形成する。可剥性ライナー (1 2 0) を除去する (3 4 0) 。図 4 B は、可剥性ライナーを除去した後のサブアセンブリ (4 2 0) を示す。

【 0 0 4 0 】

第 2 のプライマー層 (4 1 2) を、第 2 の構成要素 (4 2 2) の表面上にコーティングし (3 5 0) 、その上にエラストマー列 (1 1 0) が貼着される。例えば、第 2 の構成要素 (4 2 2) は、電極層、バリアフィルム、又は接着剤層でよい。前に可剥性ライナーで被覆されていたエラストマー材料 (1 1 0) の表面 (1 1 2) が、第 2 のプライマー層 (4 1 2) に隣接するように、サブアセンブリ (4 2 0) を、例えばピックアップブレース法によって、第 2 のプライマー層 (4 1 2) 上に配置する (3 6 0) 。熱及び圧力のいずれか又は両方を用いて、サブアセンブリ (4 2 0) 、第 2 のプライマー層 (4 1 2) 、及び第 2 の外層 (4 2 1) を一緒に積層し (3 7 0) 、図 4 C に示すデバイス (4 3 0) を形成する。

【 0 0 4 1 】

いくつかの形態において、デバイスは、図 5 A 及び図 5 B に示す、縦方向に重ねられた多層のエラストマー列を含んでよい。図 5 A 及び図 5 B は、第 1 及び第 2 のエラストマー列の層 (5 1 1 、 5 1 2) を含むデバイス (5 0 1 、 5 0 2) を示し、ここで、第 1 の層 (5 1 1) のエラストマー列の長手軸は、第 2 の層 (5 1 2) のエラストマー列の長手軸に対してある角度で配置される。図 5 A 及び図 5 B の例において、第 1 の層 (5 1 1) のエラストマー列の長手軸は、略 x 方向に沿って配置され、第 2 の層 (5 1 2) のエラストマー列の長手軸は、略 y 方向に沿って配置される。

【 0 0 4 2 】

図 5 A に示すデバイス (5 0 1) は、第 1 の外層 (5 3 1) 上に配置された第 1 のプライマー層 (5 2 1) 及び第 1 のプライマー層 (5 2 1) に貼着された第 1 のエラストマー列の層 (5 1 1) を含む。第 2 のプライマー層 (5 2 2) は、第 2 の外層 (5 3 2) 上に配置され、第 2 のエラストマー列の層 (5 1 2) は、第 2 のプライマー層に貼着される。

【 0 0 4 3 】

10

20

30

40

50

図 5 B に示すデバイス 5 0 2 は、任意選択の第 3 及び第 4 のプライマー層 (5 2 3 、 5 2 4) を含む任意選択の内層 (5 3 3) を含む。

【 0 0 4 4 】

本開示の第 1 及び第 2 のプライマー層は、これらに限定されないが、少なくとも 1 種のシリコーン熱可塑性エラストマー、例えばシリコーンポリオキサミド、オレフィン及びスチレン系ブロック共重合体、例えばスチレン - エチレン - ブタジエン - スチレン及びスチレン - イソプレン - スチレン、ポリアクリレート、例えばポリエステルアクリレート及びポリウレタンアクリレート、ヒュームドシリカ、機能性ヒュームドシリカ、シラン、チタネート、ジルコネート並びにシロキサンを含んでもよい。これらの材料の組み合わせを使用してもよい。

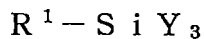
10

【 0 0 4 5 】

いくつかの実施形態では、プライマー層は、シリコーン熱可塑性エラストマー、例えばポリジオルガノシロキサンポリオキサミド、直鎖状ブロック共重合体、すなわち、参照により本明細書にそれらの全内容が組み込まれる、米国特許第 7 , 3 7 1 , 4 6 4 号 (S h e r m a n ら) 及び同第 7 , 5 0 1 , 1 8 4 号 (L e i r ら) に開示されるものなどのシリコーンポリオキサミドを含む。シリコーン熱可塑性エラストマーを含むプライマー層は、カップリング剤も含んでよい。有用なカップリング剤として、これらに限定されないが、シランカップリング剤 (例えば、オルガノトリアルコキシシラン) 、チタネート、ジルコネート、及び有機酸 - クロム塩化物配位化合物が挙げられる。オルガノシランが、特に有用なカップリング剤である。いくつかの実施形態では、カップリング剤は、次式：

20

【 数 1 】



で表されるオルガノシランカップリング剤を含み、式中、 R^1 は、一価有機基であり、各 Y は、独立して、加水分解性基である。いくつかの実施形態では、 R^1 は、2 ~ 18 個の炭素原子を有する。いくつかの実施形態では、 R^1 は、3 ~ 12 個の炭素原子を有し、エポキシアルキル基、ヒドロキシアルキル基、カルボキシアルキル基、アミノアルキル基、アクリロキシアルキル基、及びメタクリロキシアルキル基からなる群から選択される。いくつかの実施形態では、各 Y は、独立して、 $-Cl$ 、 $-Br$ 、 $-OC(=O)R^2$ 、及び OR^2 からなる群から選択され、式中、 R^2 は、1 ~ 4 個の炭素原子を有するアルキル基を表す。

30

【 0 0 4 6 】

好適なシランカップリング剤には、例えば、米国特許第 3 , 0 7 9 , 3 6 1 号 (P l u e d d e m a n n) において特定されるものが挙げられる。具体例として、(3 - アクリロキシプロピル) トリメトキシシラン、N - (2 - アミノエチル) - 3 - アミノプロピルトリメトキシシラン、3 - アミノプロピルトリエトキシシラン、3 - アミノプロピルトリメトキシシラン、(3 - グリシドキシプロピル) トリメトキシシラン、3 - メルカプトプロピルトリメトキシシラン、3 - メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、ビニルトリメトキシシラン (全て、G e l e s t , I n c . (M o r r i s v i l l e , P e n n s y l v a n i a) から入手可能である) 、並びにビニルベンジルアミノエチルアミノプロピルトリメトキシシラン (メタノール中 4 0 % で供給される、X I A M E T E R O F S - 6 0 3 2 S I L A N E) 、クロロプロピルトリメトキシシラン (X I A M E T E R O F S - 6 0 7 6 S I L A N E) 、及びアミノエチルアミノプロピルトリメトキシシラン (X I A M E T E R O F S - 6 0 9 4 S I L A N E) 等の D o w C o r n i n g C o r p . (M i d l a n d , M i c h i g a n) から「X I A M E T E R」の商標名で入手可能なものが挙げられる。

40

【 0 0 4 7 】

50

好適なチタネートカップリング剤には、例えば、米国特許第 4, 473, 671 号 (Green) において特定されるものが挙げられる。具体例として、イソプロピルトリイソステアロイルチタネート、イソプロピルトリ (ラウリル - ミリスチル) チタネート、イソプロピルイソステアロイルジメタクリルチタネート；イソプロピルトリ (ドデシル - ベンゼンスルホニル) チタネート、イソプロピルイソステアロイルジアクリルチタネート、イソプロピルトリ (ジイソオクチルホスファート) トリ (ジオクチルピロホスファート) チタネート、イソプロピルトリアクリロイルチタネート、及びジイソプロボキシ (エトキシアセトアセチル) チタネート、テトラ (2, 2 - ジアリルオキシメチル) ブチルジ (ジトリデシル) ホスフィットチタネート (Kenrich Petrochemicals, Inc. (以下、Kenrich) (Bayonne, New Jersey) から KR 55 として入手可能)、ネオペンチル (ジアリル) オキシトリネオデカノニルチタネート (Kenrich から LICA01 として入手可能)、ネオペンチル (ジアリル) オキシトリ (ドデシル) ベンゼン - スルホニルチタネート (Kenrich から LICA09 として入手可能)、ネオペンチル (ジアリル) オキシトリ (ジオクチル) ホスファートチタネート (Kenrich から LICA12 として入手可能)、ネオペンチル (ジアリル) オキシトリ (ジオクチル) ピロ - ホスファートチタネート (Kenrich から LICA38 として入手可能)、ネオペンチル (ジアリル) オキシトリ (N - エチレンジアミノ) エチルチタネート (Kenrich から LICA44 として入手可能)、ネオペンチル (ジアリル) オキシトリ (m - アミノ) フェニルチタネート (Kenrich から LICA97 として入手可能)、並びにネオペンチル (ジアリル) オキシトリヒドロキシカプロイルチタネート (Kenrich から LICA99 として以前は入手可能) が挙げられる。

【0048】

好適なジルコネートカップリング剤には、例えば、米国特許第 4, 539, 048 号 (Cohen) において特定されるものが挙げられる。具体例としては、プロピオン酸ジルコニウム、テトラ (2, 2 - ジアリルオキシメチル) ブチルジ (ジトリデシル) ホスフィートジルコネート (Kenrich から KZ55 として入手可能)、ネオペンチル (ジアリル) オキシトリネオデカノニルジルコネート (Kenrich から NZ01 として入手可能)、ネオペンチル (ジアリル) オキシトリ (ドデシル) ベンゼンスルホニルジルコネート (Kenrich から NZ09 として入手可能)、ネオペンチル (ジアリル) オキシトリ (ジオクチル) ホスファートジルコネート (Kenrich から NZ12 として入手可能)、ネオペンチル (ジアリル) オキシトリ (ジオクチル) ピロホスファートジルコネート (Kenrich から NZ38 として入手可能)、ネオペンチル (ジアリル) オキシトリ (N - エチレンジアミノ) エチルジルコネート (Kenrich から NZ44 として入手可能)、ネオペンチル (ジアリル) オキシトリ (m - アミノ) フェニルジルコネート (Kenrich から NZ97 として入手可能)、ネオペンチル (ジアリル) オキシトリメタクリルジルコネート (Kenrich から NZ33 として入手可能)、ネオペンチル (ジアリル) オキシトリアクリルジルコネート (Kenrich から NZ39 として以前は入手可能)、ジネオペンチル (ジアリル) オキシジ (パラ - アミノベンゾイル) ジルコネート (Kenrich から NZ37 として入手可能)、及びジネオペンチル (ジアリル) オキシジ (3 - メルカプト) プロピオン酸ジルコネート (Kenrich から NZ66A) として入手可能) が挙げられる。

【0049】

1 つ以上のカップリング剤の混合物が使用されてもよいが、典型的には、単一のカップリング剤で十分である。使用するカップリング剤の量は、シリコーン熱可塑性エラストマーの重量に対して約 0.1 wt % ~ 約 30 wt %、約 0.1 wt % ~ 約 25 wt %、約 0.1 wt % ~ 約 20 wt %、約 0.1 wt % ~ 約 15 wt %、約 0.1 wt % ~ 約 10 wt %、又は約 0.1 wt % ~ 約 5 wt % でよい。

【0050】

いくつかの実施形態では、シリコーン熱可塑性エラストマーを含むプライマー層は、粘着付与剤樹脂も含んでよい。好ましい粘着付与剤樹脂には、Siltech Corpo

ration (Toronto, Canada) から SILICONE MQ RESINS の商標名で入手可能なシリコン樹脂、及び Wachter Chemie (Munich, Germany) から MQ-RESIN POWDER 803 TF の商標名で入手可能なシリコン樹脂を含むが、これらに限定されない、MQ樹脂と呼ばれるシリコン粘着付与剤樹脂が挙げられる。使用する粘着付与剤樹脂の量は、シリコン熱可塑性エラストマーの重量に対して約 5 wt % ~ 約 75 wt % 又は 5 % ~ 約 50 % でよい。いくつかの実施形態では、第 1 及び第 2 のプライマー層のうち一方は又は両方とも粘着付与剤を含まない。

【0051】

3M Company (St. Paul, Minnesota) から入手可能な 3M ADHESION PROMOTER 111 を含むが、これに限定されない市販のプライマー層も使用可能である。

10

【0052】

いくつかの実施形態では、第 1 及び第 2 のプライマー層の厚さは、約 50 ナノメートル ~ 約 5 マイクロメートル、約 200 ナノメートル ~ 約 5 マイクロメートル、約 400 ナノメートル ~ 約 5 マイクロメートル、約 50 ナノメートル ~ 約 3 マイクロメートル、約 200 ナノメートル ~ 約 3 マイクロメートル、約 400 ナノメートル ~ 約 3 マイクロメートル、約 100 ナノメートル ~ 約 1 マイクロメートル、約 200 ナノメートル ~ 約 1 マイクロメートル、又は約 400 ナノメートル ~ 約 1 マイクロメートルでよい。

20

【0053】

いくつかの形態では、図 4C に示すデバイス (430) の第 1 及び第 2 の構成要素 (421、422) は、導電性電極層であってよく、容量性タッチセンシング又は力センシングに有用なデバイスを構成する。容量性力センシングの応用例では、フィルム表面にかけられる所与の圧縮圧力に対して容量に大きな変化を与えることができる積層転写フィルムを有することが望ましい。典型的には、こうした応用例は、トップ面にかけた圧力に応答した扁平物品の厚さの変化と定義される圧縮コンプライアンスが低いことが要求される。エラストマー材料が概ね高いバルク係数を有する (静水圧に応じた体積変化が小さい) ならば、これらのデバイスは、圧縮性層に組み込まれる空気をかなりの割合で必要とする。

【0054】

効率的な力センシングデバイスの製造の一態様は、容量の応答を劣化させる空気量を減少しながら、例えば最小限に抑えながら、一定の荷重で、特定量の圧縮、例えば最大量の圧縮を可能にするエラストマー及び空気の領域を作製するものである。本明細書に記載するもののような連続気泡構造体の製造は、構造体中の空気を荷重に対して押し返すのではなく逃がすため、効率性の面で改善させる一手法である。

30

【0055】

第 1 及び第 2 の構造が導電性電極である、図 4C に概略的に示す構造を有する力センシングデバイスは、力のグラム当たりの 2 フェムトファラド (fF/gf) 未満の容量コンプライアンス (電極の表面に垂直にかけられる力に対する容量の変化) を有することができる。力センシング応用例において、容量の応答は、加圧、短時間応答、温度変化、気圧変化、及び長期使用に対して比較的一定であることが望ましいことがある。

40

【0056】

ある場合では、力センサー又は本明細書に記載のエラストマー列を組み込んだ他のデバイスを水などの迷走液体 (stray liquids) に曝露してもよく、デバイスの性能を損なう恐れがある弾性層への液体の浸透を低減又は防止することが望ましい。直線状に配置された本明細書に記載のエラストマー列は、一方向の液体浸透を低減又は防止することができる。積層転写フィルム (上面図を図示) を切断し、プライマー層上に配置し、同心正方形パターン (620) を形成する、図 6 に示すものなど、その他のレイアウトは、外部の液体浸透に対して障壁を設けながら、連続気泡構造体の効率的な弾性特性を得ることができる。

【0057】

50

本明細書に記載の積層転写フィルムは、圧縮剛性及び容量剛性をデバイス中の異なる領域に分布させ、可能な設計オプションを広げる可能性も提供する。図 7 A 及び図 7 B は、各エラストマー列間の間隔が距離によって変動する、2 つの例を示す。図 7 A は、デバイスの端部により高い圧縮剛性及び容量剛性を与える設計の上面図を示す。図 7 B は、デバイスの中心近くにより高い圧縮剛性及び容量剛性を与える設計の上面図を示す。図 7 A 及び図 7 B に示す分散型設計間隔を、エラストマー列の層、例えば $0^{\circ} / 90^{\circ}$ 配向層の切断及び組み立て（図 6 に示す）又は単純な積層（図 5 A 及び図 5 B）と組み合わせて用い、特定の剛性を作ってよい。

【実施例】

【0058】

実施例のモデル化

1) 形状及び仮説

前述したように、本明細書に記載の基本デバイスは、図 8 A の断面図及び図 8 B のトップダウン図中の領域 A 及び B で描写されている、空気で充填されたスペースが組み入れられているエラストマー材料の列から構成される。発明者らは、この領域を、デバイスの「構造化層」と呼ぶ。ある場合（モデル 1）では、構造化層は、電極（材料 C）に直接接合するが、他の場合（モデル 2）では、構造化層は、絶縁キャリア層（材料 C）に結合し、次いでポリマー接着剤（材料 D）によって電極に接合される。更なる別の場合（モデル 3）では、「ランド部」が含まれるが、このランド部とは、構造化層の真上又は真下のエラストマー材料の連続層であり、これも、容量の目的で、キャリア層として扱ってよい。全ての場合において、構造化層のみが変形し、他の層は全て、比較すると、はるかに高い剛性を有すると考えられる。

【0059】

この分析を目的として、以下の仮説を立てた。

1. これは、平面歪み配置であり、チャンネルに平行する軸（ x_2 ）に沿って変形は生じない。

2. 変形は、構造化層を構成する材料 A 及び B のみに生じる。

3. 材料 B は非圧縮性であり（圧力によって体積が変化しない、すなわち非常に高いバルク係数を有する）、材料 A は圧縮性空気である（圧力によって体積が変化し、すなわち非常に低いバルク係数を有する）。

4. これは、「連続気泡」構造体であるため、材料 A は、圧縮及び解放の間、構造体から流れ出させ、構造体中に流れ込ませ、変形時に何らの圧力もかからないようにする。ある場合には、チャンネルの端部を厳密に密封して「独立気泡」構造を作ってもよい。しかし、こうした場合、発明者らは、チャンネルの長さは圧力の領域に対して十分長く、局部的変形の間に増大した空気圧から生じた任意の復元力は、変形エラストマーからの復元力より低いと仮定する。

5. 材料 B は、層 C との境界面において摩擦なしで滑ることができる。これは、厳密に言えばこれらの構造には該当しない。材料 B は層 C と結合し、境界面において横に移動できない。しかし、アスペクト比（幅 / 高さ）が 1 : 1 未満のエラストマー列の場合、この仮説のエラーは、この分析における復元力の計算の 30 % 以下の表示不足を出し、容量の計算への影響は非常に少ないことを実証することができる。必要に応じて、ピーズアスペクト比を基準とする補正率を、単純に力の計算に適用し、不一致を説明する。補正率を以下で考察する。

【0060】

構造化層が圧縮されると、非圧縮性エラストマー材料は、空気領域中に横方向からしみ出し、同時に空気は構造体から流れ出る。その結果、構造体のトップダウン図（図 8 B）を見ると、エラストマー領域及び空気領域の面積は、以下のように変化する。

【0061】

10

20

30

40

【数 2】

$$s_{\text{エラストマー}} = 2 L A \frac{1}{\eta} \quad s_{\text{空気}} = 2 L \left(B - A \frac{1}{\eta} \right) \quad (1 a, b)$$

(式中、

 $s_{\text{エラストマー}}$ ＝単一のエラストマービーズの変形した面内面積 $s_{\text{空気}}$ ＝単一の空気チャネルの変形した面内面積 L ＝構造体の単位長さ A ＝エラストマービーズの半値幅 B ＝2つのエラストマービーズ間の中心間距離の半分

η ＝「圧縮比」は、構造化層の変形した厚さ h_{AB} を構造化層の初期厚さで割ったものとして定義される： $\eta = h_{AB} / H_{AB}$ ）

10

【0062】

構造体を説明するために有用な測定基準は、構造体中の空気の初期体積分率である。

【数 3】

20

$$\Phi_{\text{空気}} = 1 - \alpha \quad (2)$$

式中、 $\Phi_{\text{空気}}$ は、構造体中の空気量の初期体積分率であり、 α は、 A / B として規定される、構造体の幾何学的因子である。

【数 4】

$$\alpha = A / B \quad (3)$$

30

これは、圧縮構造体中の空気量を説明するためにも有用である。これを行うために、発明者らは、以下のように、圧縮比を、構造化層の初期及び最終体積に換算して考えることができる。

【0063】

【数 5】

$$\eta = \frac{h_{AB}}{H_{AB}} = \frac{\text{変形体積}}{\text{初期体積}} = \frac{V_{\text{エラストマー}} + V_{\text{空気}}}{V_{\text{エラストマー}} + V_{\text{空気}}} \quad (4)$$

40

式中、 $V_{\text{エラストマー}}$ 及び $V_{\text{空気}}$ は、圧縮構造体中のエラストマー量及び空気量の体積であり、 $V_{\text{エラストマー}}$ 及び $V_{\text{空気}}$ は、初期の未変形状態のエラストマー及び空気の体積である。しかし、エラストマーは非圧縮性なため、圧縮状態及び初期状態のエラストマーの体積は同じであることに留意されたい。

【数 6】

$$V_{\text{エラストマー}} = V_{\text{エラストマー}} \quad (5)$$

【0064】

式(4)の分子及び分母を両方とも構造化層の全体積で割り、(5)の非圧縮性条件を用いて、以下が得られる。

【数 7】

10

$$\eta = 1 - \Phi_{\text{空気}} + \phi \quad (6)$$

式中、 $\Phi_{\text{空気}}$ は式(2)で規定され、 ϕ は、圧縮中の構造化層中の空気の体積分率である。未変形状態では、 ϕ は $\Phi_{\text{空気}}$ に等しい。圧縮中、 ϕ は、 $\phi = 0$ の値に達するまで減少し、これは、全ての空気が層の外に押出されたときの構造体の「ハイドロロック(hydrolocked)」条件を説明する。

【0065】

20

2) ハイドロロッキング

これらの構造体それぞれにおいて、空気領域が完全に圧縮され、システムが「ハイドロロック」になる前、構造化層が耐えることができる最大許容変形がある。更なる任意の圧縮は、エラストマーのごく僅かな圧縮率又はデバイス自体からしみ出すエラストマーに依存すると考えられる。

【0066】

このような変形は、非常に高い追加の荷重を要し、カセンシング応用例には向かないと思われる。

【0067】

圧縮比に対するハイドロロッキング制限は、単純に、構造体中のエラストマー体積量に等しく、この制限自体が関連設計基準である。

30

【0068】

【数 8】

$$\text{ハイドロロッキング制限} = \eta_{\min} = 1 - \Phi_{\text{空気}} \quad (7)$$

材料の剛性及び構造体と組み合わせたハイドロロッキング制限は、構造化フィルムが耐えることができ、カセンシングに有用な最大圧力を決定した。

40

【0069】

3) 容量

平行板コンデンサーの容量を、以下のコンデンサーの幾何学的特性及び誘電特性から計算する。

【0070】

【数 9】

$$C_i = \frac{1}{h_i} \varepsilon_0 \kappa_i s_i \quad (8)$$

式中、 C_i = 容量 [F]

s_i = コンデンサーの側面積 [mm²]

h_i = コンデンサーの厚さ [mm]

ε_0 = 自由空間の透過性 = 8.85×10^{-12} [F / mm]

κ_i = コンデンサー中の誘電体の誘電率

コンデンサーが、図 (A 1) の構造化層を構成する 2 つの領域、例えば空気及びエラストマーの領域からなるとき、全容量は、単純に、以下の個々の領域の容量の合計である。

【 0 0 7 1 】

【数 1 0】

$$C_{AB} = C_{\text{エラストマー}} + C_{\text{空気}} = \frac{1}{h_{AB}} \varepsilon_0 [\kappa_{\text{エラストマー}} s_{\text{エラストマー}} + \kappa_{\text{空気}} s_{\text{空気}}] \quad (9)$$

10

20

式中、 C_{AB} は全体的構成中の構造化層の全容量であり、 h_{AB} は構造化層の変形厚さである。式 (1)、(2)、(3)、(8) 及び (9) を組み合わせて、以下のように C_{AB} を圧縮比の関数として計算することができる。

【 0 0 7 2 】

【数 1 1】

$$C_{AB} = \varepsilon_0 \kappa_{\text{空気}} \frac{S_{app}}{H_{AB}} \left[\frac{1}{\eta} + (1 - \Phi_{\text{空気}}) \left(\frac{\kappa_{\text{エラストマー}}}{\kappa_{\text{空気}}} - 1 \right) \frac{1}{\eta^2} \right] \quad (10)$$

30

式中、 S_{app} は、構造化フィルムの全面積であり、

H_{AB} は、構造化フィルムの初期 (未変形) 厚さである。

【 0 0 7 3 】

圧縮比 () についての (1 0) の導関数から、圧縮による容量の変化が一定ではないことを確認できるが、圧縮による変化は以下の通りである。

【 0 0 7 4 】

【数 1 2】

40

$$\frac{\partial C_{AB}}{\partial \eta} = -\varepsilon_0 \kappa_{\text{空気}} \frac{S_{app}}{H_{AB}} \left[\frac{1}{\eta^2} + 2 (1 - \Phi_{\text{空気}}) \left(\frac{\kappa_{\text{エラストマー}}}{\kappa_{\text{空気}}} - 1 \right) \frac{1}{\eta^3} \right] \quad (11)$$

【 0 0 7 5 】

全容量 [式 (1 0)] 及び変形による容量の変化 [式 (1 1)] を、誘電率 2 . 7 のエラストマー列で構成される 0 . 2 mm 厚の構造化体の 1 0 mm × 1 0 mm 面積について、図 9 A 及び図 9 B にグラフ化する。グラフは、空気量の増加が、構造化層の容量を低下させ

50

るが、層の変形範囲も増加し、変形下で容量を更に高いレベルに増大させることを示す。空気量は、変形についての容量の導関数に同様の影響を与える。

【 0 0 7 6 】

層 C 及び D を含む構造体 (図 8 A 参照) の全容量は、以下のように個々の層の容量の逆数を加算することによって決定される。

【 0 0 7 7 】

【 数 1 3 】

$$\frac{1}{C_{\text{合計}}} = \frac{1}{C_{AB}} + \frac{2}{C_C} + \frac{2}{C_D} \quad (12) \quad 10$$

式中、 C_C 及び C_D は、個々の層 C 及び D の容量である。式 (1 2) は、以下のように書き換えることができる。

【 0 0 7 8 】

【 数 1 4 】

$$C_{\text{合計}} = \frac{C_{AB}}{1 + NC_{AB}} \quad 20$$

式中、

【 0 0 7 9 】

【 数 1 5 】

$$N = \frac{2}{C_C} + \frac{2}{C_D} = \frac{1}{\epsilon_0 LB} \left[\frac{H_C}{\kappa_C} + \frac{H_D}{\kappa_D} \right] \quad (13, 14) \quad 30$$

4) 荷重応答

エラストマーが、非圧縮性材料の Mooney - Rivlin 式などの超弾性材料の一般的な構成方程式で効果的に表すことができると仮定して、面積 S_{app} の構造化層のパッチの力対変形挙動を以下のように説明することができることを示すことができる。

【 0 0 8 0 】

【 数 1 6 】

$$F_{\text{合計}} = S_{app} G \left(1 - \Phi_{\text{空気}} \right) \left(\eta - \frac{1}{\eta^3} \right) \quad (15) \quad 40$$

式中、 F_{total} は、ある領域の全復元力であり、 G はエラストマーの剪断弾性率である。機械的コンプライアンスは、以下のように計算される圧縮比についての力の導関数である。

【 0 0 8 1 】

【数 1 7】

$$\frac{\partial F_{\text{合計}}}{\partial \eta} = S_{\text{app}} (1 - \Phi_{\text{空気}}) G \left(1 + 3 \frac{1}{\eta^4}\right) \quad (16)$$

【0082】

上記の応力解析（式 15 及び 16）は、キャリア境界面でのエラストマーの無摩擦滑りの仮定を基準とする。エラストマーは、この境界面で結合する。矛盾を説明するために、荷重に対する補正率を用いる必要がある。発明者らは、固定境界条件でのエラストマービーズの 2D 平面歪み断面の有限要素モデルの結果を、式（15）の作製に使用した、自由に滑る境界条件での同じモデルの結果と比較することによって、この補正率を求めることができる。

10

【0083】

層 C への接着剤の接着性を説明するために、以下の補正率を荷重計算に適用してよい。

【数 1 8】

$$f = 1 + (0.1348) (2A/H_{AB}) + (0.1849) (2A/H_{AB})^2 \quad (17) \quad 20$$

式中、f は補正率であり、量（2A / H_{AB}）はエラストマービーズの完全アスペクト比である。この補正率を荷重計算に組み込み、式（15）及び（16）を以下のように書き換える。

【0084】

【数 1 9】

$$F_{\text{合計}} = f S_{\text{app}} G (1 - \Phi_{\text{空気}}) \left(\eta - \frac{1}{3}\right) \quad \frac{\partial F_{\text{合計}}}{\partial \eta} = f S_{\text{app}} G (1 - \Phi_{\text{空気}}) \left(1 + 3 \frac{1}{\eta^4}\right) \quad (18, 19) \quad 30$$

【0085】

図 10A 及び図 10B のグラフは、構造体全体中で様々な範囲の空気量での、剪断弾性率 0.1 MPa のエラストマー製のアスペクト比 1 : 1 の列の 10 mm × 10 mm 平方パッチについての圧縮比及び加力の関数としての全復元力及び機械的コンプライアンスを示す。空気量の追加は、微小変形した構造体のコンプライアンスを高めるが、荷重によってコンプライアンスが迅速に低下することが図 10A 及び図 10B のグラフから見てとれる。空気量が少ない構造体は、荷重をかけてもより一定の機械的コンプライアンスを有するが、より低い荷重でハイドロロッキング制限にも達する。

40

【0086】

5) 容量コンプライアンス応答

容量コンプライアンスは、適用荷重による容量の変化である。これは、単純に以下の式（11）及び（19）の比をとることによって、各構造体について求めることができる。

【0087】

【数 2 0】

$$\text{容量コンプライアンス} = \frac{\partial C_{AB}}{\partial F_{\text{合計}}} = \frac{\partial C_{AB}}{\partial \eta} \frac{\partial \eta}{\partial F_{\text{合計}}} = \frac{\partial C_{AB}}{\partial \eta} \left(\frac{\partial F_{\text{合計}}}{\partial \eta} \right)^{-1} \quad (20)$$

【数 2 1】

$$\frac{\partial C_{AB}}{\partial F_{\text{合計}}} = -2 \frac{\varepsilon_0 K_{\text{空気}}}{fGH_{AB}} \frac{\eta}{(\eta^4 + 3)} \left[\frac{\eta}{2(1 - \Phi_{\text{空気}})} + \left(\frac{K_{\text{エラストマー}}}{K_{\text{空気}}} - 1 \right) \right] \quad (21)$$

【0088】

上式から、容量コンプライアンスが、構造体厚さ H_{AB} 及びエラストマーの剪断弾性率と反比例の関係にあることが見てとれる。これは、構造体の厚さが薄くなると、容量コンプライアンスが増大することを意味する。容量コンプライアンスはまた、エラストマーの剛性が増強すると低下する。

【0089】

容量コンプライアンスを、図 11 で、様々な空気量でのチャネル構造体について、荷重の関数としてグラフ化する。図 11 は、剪断弾性率 0.1 MPa 及び誘電率 2.7 のエラストマー列の 0.2 mm 構造体の 10 mm × 10 mm 面積についての容量コンプライアンス対加荷重のグラフである（モデル 1）。図 11 のグラフは、空気量の増加が、容量コンプライアンスを高めるが、荷重が低い場合のみであることを示す。荷重が十分に高いとき、容量コンプライアンスは、空気量に関係なく、全ての構造体でほとんど同じである。その時点の空気量のメリットは、ハイドロロッキングが生じる前、構造体にかかる許容荷重を単純に増大する。実際問題として、これは、空気を構造体に加えたとき、容量コンプライアンスにおいて収穫逡減点があり、構造体中の空気の量は、構造化層が機能するために必要な荷重範囲によって実質的に決定される。構造体がより高い荷重に対応する必要がある場合、高剪断弾性率のエラストマーが役立つと考えられる。

【0090】

6) ランド部及びキャリア層の衝撃

接続材料、例えばキャリア層、接着剤又はランド部（モデル 2 又は 3）が構造化層上に存在する場合、全容量コンプライアンスは、以下を算出する力についての式（13）の導関数によって決定される。

【0091】

【数 2 2】

$$\frac{\partial C_{\text{合計}}}{\partial F_{\text{合計}}} = \frac{1}{(1 + NC_{AB})^2} \frac{\partial C_{AB}}{\partial F_{\text{合計}}} \quad (22)$$

【0092】

式中、

10

20

30

40

【数 2 3】

$$\frac{\partial C_{\text{合計}}}{\partial F_{\text{合計}}}$$

は、構造体全体の容量コンプライアンスであり、量 N は式 (1 4) で規定した。

【 0 0 9 3 】

発明者らが、図 1 1 のグラフを作製するために使用した例を考慮し、エラストマーランド部を構造体 (モデル 3) の片面に加えた場合、式 (2 2) は、全容量コンプライアンスに与えた衝撃が有意かつ負であり得ることを示す。これらの効果を図 1 2 にグラフ化する。

10

【 0 0 9 4 】

それぞれ $25 \mu\text{m}$ 厚の熱接合フィルムの層 ($d = 4.4$) を有する 2 つの $12.5 \mu\text{m}$ 厚のポリイミドフィルム ($c = 3.4$) の層の間に挟まれた 0.2 mm の構造化層で構成される構造体 (モデル 2) を考慮した場合、単純構造化層 (モデル 1 のような接続材料を含まない) に対する衝撃を図 1 3 に示す。図 1 3 は、構造体の容量コンプライアンスに与えるポリイミドキャリア層及び接合フィルムの衝撃を実証する。

20

【 0 0 9 5 】

7) 変数依存性

図 1 4 ~ 図 2 1 のグラフは、以下に列挙したパラメータを有する構造化層の基本ケース (モデル 1) からのパラメータの変動を示す。変数がグラフに列挙されていない場合、その値は以下に列挙する。

【 0 0 9 6 】

【表 1】

全適用面積：	100 mm^2 ($10 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$)
空気量：	50%
ビーズの幅／高さ：	1.0
厚さ (高さ)：	0.2 mm
ランド部の厚さ：	0 mm
エラストマー剪断弾性率：	0.1 MPa
エラストマー誘電率：	2.7
キャリア層：	なし

30

【 0 0 9 7 】

図 1 4 は、様々なアスペクト比の列の構造化層 (モデル 1) における、構造化層の空気量に対する、エラストマー材料の剪断弾性率で割ったハイドロロックまでの圧力のグラフである。

40

【 0 0 9 8 】

図 1 5 のグラフは、様々な空気量の値での、加荷重に対する構造化層 (モデル 1) の容量コンプライアンスを提供する。

【 0 0 9 9 】

図 1 6 のプロット群は、エラストマー列のアスペクト比に対する構造化層 (モデル 1) の容量コンプライアンスを提供する。

【 0 1 0 0 】

図 1 7 は、様々な高さの構造化層 (モデル 1) における、容量コンプライアンス対加荷

50

重のプロット群である。

【 0 1 0 1 】

図 1 8 は、様々な剪断弾性率の値での、加荷重に対する構造化層（モデル 1）の容量コンプライアンスのプロット群を含む。

【 0 1 0 2 】

図 1 9 は、エラストマー材料の誘電率の値が様々な場合の、加荷重に対する構造化層（モデル 1）の容量コンプライアンスのプロット群を含む。

【 0 1 0 3 】

図 2 0 は、剪断弾性率と初期未変形厚さの積の値が様々な場合の、加荷重に対する構造化層（モデル 1）の容量コンプライアンスのプロット群を含む。

【 0 1 0 4 】

図 2 1 は、ランド部を有する構造化層（モデル 3）におけるランド部厚さの初期未変形厚さ（ H_{AB} ）に対する比が様々な場合の、容量コンプライアンス対加荷重のプロット群である。

【 0 1 0 5 】

6) 構造化層の設計

設計目標は、必要な荷重範囲に対して必要な容量コンプライアンスを作り、同時に、剥離強度などの他の性能特性を劣化させることが多い構造体中の空気量も最小限に抑える構造体の作動範囲を見つけることである。

【 0 1 0 6 】

この設計に役立つように、「ボイド効率」の概念を採用する。理想的な条件は、構造体に必要な最大作動圧縮圧力でハイドロロッキング条件が生じるときである。ハイドロロッキング条件が最大作動範囲より高い圧力で生じる場合、その追加の隙間は有効に利用されず、設計は最適には満たない。この説明を基準として、ボイド効率を以下のように規定する。

【 0 1 0 7 】

【 数 2 4 】

$$\text{ボイド効率} = E_v = \left[1 - \frac{\phi_{\text{最大荷重}}}{\Phi_{\text{空気}}} \right] \times 100\% \quad (23)$$

式中、 $\phi_{\text{最大荷重}}$ は、必要とされる最大圧縮圧力を受けたときの構造体中の残存空気量であり、 $\Phi_{\text{空気}}$ は、前で定義した初期空気量である。 $\phi_{\text{最大荷重}} = \Phi_{\text{空気}}$ の場合、構造体のボイド効率は 100% である。 $\phi_{\text{最大荷重}} = 1/2 \Phi_{\text{空気}}$ の場合、構造体のボイド効率は 50% などである。

【 0 1 0 8 】

次に、発明者らは、式 (23) を式 (6)、(7) 及び (19) と組み合わせて、以下を得ることができる。

【 数 2 5 】

$$\eta_{\text{最大荷重}} = 1 - \Phi_{\text{空気}} + \phi_{\text{最大荷重}} = 1 - E_v \Phi_{\text{空気}} \quad (24)$$

【 0 1 0 9 】

【数 2 6】

$$P^* = -\frac{F_{\text{最大}}}{f s_{\text{app}} G} \quad P^* = (1 - \Phi_{\text{空気}}) \left[(1 - E_v \Phi_{\text{空気}}) - \frac{1}{(1 - E_v \Phi_{\text{空気}})^3} \right] \quad (25, 26)$$

ここで、「正規化最大圧力」と呼ぶ量 P^* を採用する。発明者らは、 f が、式 (17) の列のアスペクト比の関数として定義される境界条件の荷重補正率であることも想起する。

10

【数 2 7】

$$f = 1 + (0.1348) (2A/H_{AB}) + (0.1849) (2A/H_{AB})^2 \quad (17)$$

【0110】

有効な構造体を設計するために、構造体が支持しなければならない最大圧力（指定領域への最大荷重）及び標的ビーズアスペクト比を指定することから開始して、式 (25) を用いて P^* を計算する。次いで、構造体中の必要な空気量を、式 (26) を用いて決定することができる。残念なことに、式 (26) は、 P^* の関数としての $F_{\text{空気}}$ について直接容易に解くことはできない。しかし、以下の図 22 に示すように、同じ目的で利用できる式 (26) のグラフを作製することができる。図 22 は、構造化層が所与のボイド効率で最大正規化圧力 P^* を支持するために必要な最低空気量を示す。図 22 は、ボイド効率が 100% 未満の場合、空気量に関係なく所与の構造体に対応できる最大 P^* 値があることを示す。より高い荷重範囲を実現するために、剪断弾性率がより高いエラストマーを使用してもよい。

20

【0111】

最適空気量が決定されたら、式 (21) を用いて、特定の容量コンプライアンスを実現するために必要な構造体設計パラメータに集中した設計グラフを作ってもよい。式 (21) は以下のように書き直すことができる：

30

【0112】

【数 2 8】

$$C^* = -\frac{fGH_{AB}}{\epsilon_0 K_{\text{空気}}} \left(\frac{\partial C_{AB}}{\partial F_{\text{合計}}} \right) \quad C^* = \frac{2\eta}{(\eta^4 + 3)} \left[\frac{\eta}{2(1 - \Phi_{\text{合計}})} + \left(\frac{K_{\text{エラストマー}}}{K_{\text{空気}}} - 1 \right) \right] \quad (27, 28)$$

40

ここで、「正規化容量コンプライアンス」と呼ぶ量 C^* を採用する。容量コンプライアンスは、圧縮によって変化するが、圧縮変形の増加に伴い、単調に減少する。結果として、最高圧縮下で評価し (28)、容量コンプライアンスが常に標的より上にあることを確認することが最も有用である。これは、以下のように式 (24) を式 (28) 中に置き換えることによって可能である。

【0113】

【数 29】

$$C^* \leq \frac{2(1-E_v \Phi_{\text{空気}})}{[(1-E_v \Phi_{\text{空気}})^4 + 3]} \left[\frac{(1-E_v \Phi_{\text{空気}})}{2(1-\Phi_{\text{空気}})} + \left(\frac{\kappa_{\text{エラストマー}}}{\kappa_{\text{空気}}} - 1 \right) \right] \quad (29)$$

【0114】

図23及び図24において、式(29)を、様々なボイド効率及びエラストマー誘電率で、空気量に対してグラフ化する。図23は、様々なボイド効率及びエラストマー誘電率2.7での、構造体の実現可能な最大 C^* 対空気量のグラフを含む。図24は、様々なエラストマー誘電率及びボイド効率80%での、構造体の実現可能な最大 C^* 対空気量のグラフを含む。指定されている空気量、ボイド効率、及びエラストマー誘電率では、グラフは、構造体の実現可能な「正規化容量コンプライアンス」を示す。次いで、構造体の許容される弾性率及び厚さを、式(27)から決定することができる。

10

【0115】

設計例1:

構造化フィルムは、10mm×10mmのパッチにおいて0～1kg_fの荷重範囲に対して少なくとも-4fF/g_fの容量コンプライアンスを与えるように設計することができる。構造化フィルムは、剪断弾性率0.1MPa及び誘電係数2.7のエラストマーを使用する。構造体中にランド部及びキャリア層はない。ボイド効率を80%と仮定する。

20

【0116】

3つの異なるビーズアスペクト比(幅/高さ): 1/2、1及び2を考慮することから開始する。式(17)を用いて、以下のように荷重補正率を計算する。

【0117】

【数30】

$$f = 1 + (0.1348) (2A/H_{AB}) + (0.1849) (2A/H_{AB})^2 \quad (17)$$

30

$$f_{1/2} = 1 + (0.1348) (0.5) + (0.1849) (0.5)^2 = 1.1$$

$$f_1 = 1 + (0.1348) (1) + (0.1849) (1)^2 = 1.3$$

$$f_2 = 1 + (0.1348) (2) + (0.1849) (2)^2 = 2.0$$

【0118】

式(25)を用いて、以下のように P^* 値を計算する(圧縮力が負であることに留意されたい)。

【0119】

40

【数 3 1】

$$P^* = - \frac{F_{\text{最大}}}{fS_{\text{app}}G} \quad (25)$$

$$P^*_{1/2} = - (-1 \text{ kg f}) (9.806 \text{ N/kg f}) / (100 \text{ mm}^2) / (0.1 \text{ MPa}) / (1.1) = 0.89$$

$$P^*_1 = - (-1 \text{ kg f}) (9.806 \text{ N/kg f}) / (100 \text{ mm}^2) / (0.1 \text{ MPa}) / (1.3) = 0.74$$

$$P^*_2 = - (-1 \text{ kg f}) (9.806 \text{ N/kg f}) / (100 \text{ mm}^2) / (0.1 \text{ MPa}) / (2) = 0.49$$

10

【0 1 2 0】

図 2 2 を用いて、ボイド効率を 8 0 % と仮定して最適な空気量を計算する：

【数 3 2】

$$\Phi_{\text{空気}(1/2)} = 0.26、\Phi_{\text{空気}(1)} = 0.22、\Phi_{\text{空気}(2)} = 0.15。$$

20

【0 1 2 1】

図 2 3 又は図 2 4 のいずれかから、所与の空気量、誘電率及びボイド効率での C^* を決定する：

【数 3 3】

$$C^*_{(1/2)} = 0.72、C^*_{(1)} = 0.73、C^*_{(2)} = 0.74。$$

30

【0 1 2 2】

式 (2 7) を再編成し、 $\epsilon_{\text{空気}} = 1.0$ 及び $\epsilon_0 = 8.85 [\text{fF/mm}]$ を想起して、構造体の許容される最大厚さを計算することができる。

【0 1 2 3】

【数 3 4】

$$H_{AB} = - \frac{C^* \epsilon_0 K_{\text{空気}}}{fG \left(\frac{\partial C_{AB}}{\partial F_{\text{合計}}} \right)} \quad (30)$$

$$H_{AB(1/2)} = - (0.66) (8.85 [fF/mm]) (1.0) / (1.1) / (0.1 MPa) / (-4 fF/g_f) (0.009806 N/g_f) = 0.14 mm$$

$$H_{AB(1)} = - (0.67) (8.85 [fF/mm]) (1.0) / (1.3) / (0.1 MPa) / (-4 fF/g_f) (0.009806 N/g_f) = 0.12 mm$$

$$H_{AB(2)} = - (0.68) (8.85 [fF/mm]) (1.0) / (2.0) / (0.1 MPa) / (-4 fF/g_f) (0.009806 N/g_f) = 0.08 mm$$

10

【0 1 2 4】

これは、本明細書が、3つ全てのアスペクト比を使用して満たすことができることを意味する。しかし、構造体の厚さは、所与のアスペクト比において、上で列挙した値を上回る可能性はない。最終的なアスペクト比の選択は、構造体厚さ及び空気量に応じて、剥離強度及び処理可能性など、他の特性のバランスを基準とする可能性があると考えられる。

20

【0 1 2 5】

別の例では、構造体の設計は、複数の変数が考慮されることに留意し、複数の変数がある有用な構造体を作製するための可能範囲を問うことによって取り組んだ。実用モデルを作製する一手法は、モンテカルロ解析を用いるものである。この手法では、先ず1つ以上の測定基準及びこうした測定基準を計算するために必要とされる全ての変数を特定した。そして、測定基準に有用な範囲を、変数の可能な(最大)範囲と同様に定義する。次いで、可能範囲からランダムに選択した変数を用いて単純に多くのケースを実行する。異なるレベルの性能を選別し、これらを変数又は変数群に対してグラフ化することによって、モデルを基準として可能な設計空間を迅速に特定することができる。

30

【0 1 2 6】

モンテカルロを基礎とした手法を用いる：

性能測定基準は、以下の通りに定義する。

1) 容量コンプライアンス

2) 最大許容圧力

【0 1 2 7】

モデル変数及び最大範囲は、表1に示す通りに定義する。

【表 2】

表 1

変数名	変数記号	最小値	最大値	単位
ボイド効率:	VE	0.1	1	
アスペクト比 (w/H):	AR	0.001	2	
剪断弾性率	G	0.01	1000	[MPa]
エラストマー誘電率:	kb	1	100	
構造体厚さ:	HAB	0.01	10	[mm]
空気量:	phiA	0.01	0.95	

10

【0128】

10,000 件のランダムなケースを表 1 の変数に対して行い、変数に対してグラフ化した。個々の変数に対してグラフ化したモンテカルロ結果を図 25A ~ 図 25E に示す。容量コンプライアンス及び最大圧力の実現可能範囲を表 2 に列挙する。

【0129】

20

【表 3 - 1】

表 2

変数名	記号	単位	数値:	最小値	範囲1	範囲2	範囲3	範囲4	範囲4	最大値
アスペクト比 (w/h)	AR		数値:	0.001	0.01	0.1	0.2	0.5	1	2
			容量	Min [fF/g]:	5.05E-07	7.47E-07	6.54E-07	7.35E-07	8.19E-07	3.50E-07
			コンプライアンス:	Max [fF/g]:	43295	52736	35346	25478	21558	20590
			Pmax:	Min [MPa]:	7.12E-05	6.21E-05	1.46E-04	1.96E-04	6.92E-05	2.41E-04
				Max [MPa]:	133237	218153	80956	155026	110734	149694
剪断弾性率:	G	[MPa]	数値:	0.01	0.1	1	10	100	1000	10000
			容量	Min [fF/g]:	3.79E-02	1.98E-03	3.87E-04	2.34E-05	1.37E-06	3.50E-07
			コンプライアンス:	Max [fF/g]:	52736	3667	575	37	4	0.35
			Pmax:	Min [MPa]:	6.21E-05	2.32E-04	1.12E-03	6.24E-02	1.62E-01	3.79E+00
				Max [MPa]:	5	134	711	7041	60468	218153
エラストマー 誘電率:	kb		数値:	1	2	5	10	20	100	200
			容量	Min [fF/g]:	3.50E-07	6.54E-07	2.25E-06	4.84E-06	1.05E-05	7.09E-05
			コンプライアンス:	Max [fF/g]:	570	919	1524	3861	12894	52736
			Pmax:	Min [MPa]:	3.15E-04	1.78E-04	1.07E-04	6.92E-05	6.21E-05	1.99E-04
				Max [MPa]:	149694	103302	65867	155026	218153	127317
構造体厚さ:	HAB	[mm]	数値:	0.01	0.03	0.1	0.3	1	3	10
			容量	Min [fF/g]:	1.19E-04	4.56E-05	1.80E-05	2.42E-06	9.11E-07	3.50E-07
			コンプライアンス:	Max [fF/g]:	52736	15949	3606	1613	363	148
			Pmax:	Min [MPa]:	6.21E-05	6.92E-05	1.16E-04	1.96E-04	9.12E-05	7.12E-05
				Max [MPa]:	133237	125435	218153	115374	110734	149694
空気量:	phiA	[mm]	数値:	0.01	0.2	0.4	0.6	0.8	0.9	0.95
			容量	Min [fF/g]:	7.35E-07	5.05E-07	7.47E-07	3.50E-07	1.69E-06	2.76E-06
			コンプライアンス:	Max [fF/g]:	52736	20590	43295	33097	25478	33587
			Pmax:	Min [MPa]:	6.21E-05	1.75E-04	1.96E-04	2.31E-04	1.07E-04	9.12E-05
				Max [MPa]:	5180	17037	38554	149694	133237	218153

【 0 1 3 0 】

10

20

30

40

【表 3 - 2】

(表 2 の続き)

変数名	記号	単位		最小値	範囲1	範囲2	範囲3	範囲4	範囲4	最大値
(剪断弾性率)* (構造体厚さ)	G*H [MPa*mm]		数値:	0	0.01	0.1	1	10	100	100000
			容量	Min [fF/g]:	0.75	0.082	0.0136	1.98E-03	4.23E-05	3.50E-07
			コンプライアンス:	Max [fF/g]:	52736	678	86	8	1	0
			Pmax:	Min [MPa]:	6.21E-05	9.12E-05	7.12E-05	4.33E-04	3.12E-02	2.61E-01
				Max [MPa]:	9	711	800	19787	90132	218153
(剪断弾性率)* (構造体厚さ)/ (誘電率)	G*H/kb [MPa*mm]		数値:	0	0.01	0.1	1	10	100	100000
			容量	Min [fF/g]:	0.546	0.044	0.0066	8.39E-04	4.23E-05	3.50E-07
			コンプライアンス:	Max [fF/g]:	52736	7	0.81	0.10	0.0139	0.0023
			Pmax:	Min [MPa]:	6.21E-05	3.67E-04	1.50E-03	6.65E-03	6.02E-02	8.60E-01
				Max [MPa]:	261	19787	90132	127317	218153	149694
(AR補正率)* (剪断弾性率)* (構造体厚さ)/ (誘電率)	f*G*H/kb [MPa*mm]		数値:	0	0.01	0.1	1	10	100	100000
			容量	Min [fF/g]:	0.693	0.0816	0.0066	8.39E-04	4.23E-05	3.50E-07
			コンプライアンス:	Max [fF/g]:	52736	7	0.8	0.103	0.0139	0.00228
			Pmax:	Min [MPa]:	6.21E-05	3.67E-04	1.50E-03	6.65E-03	6.02E-02	8.60E-01
				Max [MPa]:	248	19787	90132	127317	218153	149694
(AR補正率)* (剪断弾性率)* (1-空気量)	f*G* (1-phiA) [MPa]		数値:	0	1	10	100	1000	10000	18738.7024
			容量	Min [fF/g]:	8.39E-04	4.23E-05	6.52E-06	1.37E-06	3.50E-07	1.29E-04
			コンプライアンス:	Max [fF/g]:	52736	456	30	4.19	0.239	0.007
			Pmax:	Min [MPa]:	6.21E-05	0.00112	0.062	0.16	3.8	100.8
				Max [MPa]:	711	7041	65441	218153	149694	6347

【0131】

図 2 5 に示すこれらのグラフのうちいくつかは、特定の変数が重要であり、いくつかの測定基準値が特定の変数範囲には関係し得ることを示唆する。しかし、特定の変数が集まると、図 2 6 A ~ 図 2 6 D 及び表 2 に示すように、これらの範囲はより明確に見ること

10

20

30

40

50

ができる。図 2 6 A ~ 図 2 6 D から、一変数群が特に有用であることが明らかである。 $G^* H A B / k b$ 群は、容量コンプライアンスを実現するための必要条件を特定するのに有用である。 $G^* H A B / k b$ 値が $0.01 \sim 0.1 MPa \cdot mm$ の多くの構造体は、 $0.04 \sim 7.29 f F / g f$ の範囲の容量コンプライアンスを有する構造体を作製することができる。容量コンプライアンスが $7 f F / g f$ 超の構造体の場合、 $G^* H A B / k b$ は $0.1 MPa \cdot mm$ 未満でなければならない。

【 0 1 3 2 】

製造例：

器具のセットアップ：4つの押出機セットを、絶縁ネックチューブを介して、米国特許公開第 2 0 1 3 0 0 0 9 3 3 6 号に記載の製造セットアップと同等の供給ブロック及びダイ中に接続した。このケースでは、図 2 7 に示す繰り返しパターンで、4つの別々の材料流インプットを一連のスロットに押出した。この技法に利用する供給スロットの寸法は、かなり様々でよいが、個々の流路の幅及び高さが $4 \sim 30$ ミルになるようにしばしば組織化される。流路形状及び流量並びに個々のポリマーチャネルに用いられる熔融加工温度での粘弾性的挙動は、共押出構造体の最終的な相対形状（相対的高さ及び幅）に強い影響がある。本明細書で用いられる材料の典型的なメルトトレイン温度（melt train temperatures）は、 $350 F \sim 500 F$ を範囲としていた。供給流間の流量比は、所望の形状に応じて $1 : 6 \sim 6 : 1$ を範囲としていた。

10

【 0 1 3 3 】

ダイは、典型的には、（ $60^\circ F$ 6' ' 直径のステンレス鋼冷却ロール付き）キャストイングステーション上 1 インチ以下の高さで配置され、そこで、ウェブが停止されて固体形態になり、次いでワインドアップステーションに移される。キャストイングステーション及びワインダーの取り去る速度は、ウェブの最終キャリパを決定する傾向がある。

20

【 0 1 3 4 】

以下の例では、図 2 7 に示すように、複数の流路が、繰り返しパターン中に配置される。第 1 の複数の流路（供給流 A）は、第 2 の流路（供給流 B）に横方向に隣接して配置される。第 3 の複数の流路（供給流 C）は、第 2 の複数の流路の縦（下）に隣接して配置されるが、第 4 の複数の流路（供給流 D）は、第 3 の複数の流路に横に隣接し、また第 1 の複数の流路の縦（下）に隣接して配置される。供給流 A 及び D の流路は、幅が 4 ミルであるが、供給流 B 及び C の流路は、幅 12 ミルで、流路の高さが $15 \sim 30$ ミルで変動していた。

30

【 0 1 3 5 】

実施例 1 ~ 7：米国特許第 7, 501, 184 号の 4 頁に記載の化学式 I（式中、 R_1 は $-CH_3$ であり、 R_3 は $-H$ であり、 G は $-CH_2CH_2-$ であり、 n は約 335 であり、 $p = 1$ であり、 Y は $-CH_2CH_2CH_2-$ である）を有するシリコンポリオキサミド（3M社（St. Paul, Minnesota）から入手可能）を供給流 A に供給したが、VISTAMAXX（商標）3980（エチレン/PPコポリマー）（ExxonMobil Chemical（Houston, Texas）から入手可能）及び場合により VISTAMAXX（商標）6202 を供給流 B、C 及び D に供給した。表 3 は、作製したサンプルの材料、温度及び流量を記載する。

40

【 0 1 3 6 】

【表 4】

表 3

実施例 #	ダイの 温度 (° F)	供給流A			供給流B			供給流C			供給流D		
		供給流 A材料	供給 速度 (#/hr)	メルト トレイン 温度(° F)	供給流 B材料	供給 速度 (#/hr)	メルト トレイン 温度(° F)	供給流 C材料	供給 速度 (#/hr)	メルト トレイン 温度(° F)	供給流 D材料	供給 速度 (#/hr)	メルト トレイン 温度(° F)
1	450	シリコーン ポリオキサミド	1.5	425	Vistamaxx 3980	1.6	450	Vistamaxx 3980	2.8	450	Vistamaxx 3980	1.7	425
2	450	シリコーン ポリオキサミド	1.5	425	Vistamaxx 3980	1.6	450	Vistamaxx 3980	2.8	450	Vistamaxx 3980	1.7	425
3	450	シリコーン ポリオキサミド	0.5	425	Vistamaxx 3980	0.8	450	Vistamaxx 3980	1.4	450	Vistamaxx 3980	0.5	425
4	500	シリコーン ポリオキサミド	0.5	425	Vistamaxx 3980	1.6	450	Vistamaxx 3980	0.7	450	Vistamaxx 3980	0.75	425
5	450	シリコーン ポリオキサミド	0.5	425	Vistamaxx 3980	0.8	450	Vistamaxx 3980	0.7	450	Vistamaxx 3980	0.75	425
6	450	シリコーン ポリオキサミド	0.75	425	Vistamaxx 3980	1.2	450	Vistamaxx 6202	1	450	Vistamaxx 3980	0.4	425
7	450	シリコーン ポリオキサミド	0.75	425	Vistamaxx 3980	1.2	450	Vistamaxx 6202	1	450	Vistamaxx 6202	0.75	425

【0137】

表 4 は、構造化ライナーからの A チャンネル脱着性に関する寸法及び追加の詳細を提供する。

【0138】

10

20

30

40

50

【表 5】

表 4

実施例 #	全体的 キャリアパ (μm)	Aチャネル 高さ(μm)	Aチャネル幅 (μm)	Aチャネル ギャップ (μm)	Aチャネル% Proud	Aチャネル幅/ 高さの比	Aチャネル デューティー サイクル	Aチャネル 形状	Aチャネルは 高忠実度で 移動可能か?
1	560	305	147	127	80%	0.48	0.54	矩形	容易
2	512.5	254	122	238	80%	0.48	0.34	矩形	容易
3	290	124	89	193	50%	0.72	0.32	曲線的矩形	容易
4	395	92	92	282	5%	1.00	0.25	曲線的矩形	容易
5	385	128	180	231	20%	1.40	0.44	半円形	容易
6	380	211	156	338	-5%	0.74	0.32	フラットトップ 三角形	不完全
7	457.5	267	158	348	5%	0.59	0.31	曲線的矩形	容易

10

20

30

40

【0139】

全体的キャリアパは、フィルムの全体の高さを表す。チャネルの高さ及び幅は、これらのフィルム中のシリコンポリオキサミドの平均高さ及び幅を説明する。チャネルギャップは、Aチャネル構造体中間の平均距離を表す。チャネル% Proudとは、パターン化ラ

50

イナードフィルムの上に突出している A チャンネルの推定 % (面積による) を指す。チャンネルの幅 / 高さの比は一目瞭然であるが、A チャンネルデューティーサイクルは、A チャンネル幅を (A チャンネルの幅 + A チャンネル間のギャップの幅) で割ったものを単純に計算する。A チャンネルの形状は、押出中に形成された A チャンネル構造体の形状の大雑把な説明である。高忠実度で移動可能な A チャンネルの欄は、シリコーンポリオキサミドのラインが、構造化ライナー物品から下塗りされたフィルムに移動される容易さを意味する。高忠実度は、手による積層後から除去前、これらの実施例が 85 の熱に 5 分間晒されたときの、シリコーンポリオキサミドチャンネルの完全な又は完全に近い移動を意味する。

【0140】

実施例 8 ~ 11 : これらの実施例において、供給流 A は、前述した、また表 3 に示す弾性熱可塑性プラスチックのうちの 1 つによって供給される。供給流 B、C 及び D は、PETgGN071、Eastman Chemical Company (Kingsport, TN) から入手可能なコポリエステルによって供給される。

10

【0141】

表 5 は、実施例 8 ~ 11 で生成されるサンプルの材料、温度、及び流量を記載する。

【0142】

【表 6】

表 5

実施例 #	ダイの 温度 (° F)	供給流A			供給流B			供給流C			供給流D		
		供給流 A材料	供給 速度 (#/hr)	メルト トレイン 温度(° F)	供給流 B材料	供給 速度 (#/hr)	メルト トレイン 温度(° F)	供給流 C材料	供給 速度 (#/hr)	メルト トレイン 温度(° F)	供給流 D材料	供給 速度 (#/hr)	メルト トレイン 温度(° F)
8	500	Infuse 9500	1.5	450	PETg GN071	1.4	475	PETg GN071	1.4	475	PETg GN071	1.4	475
9	475	Kraton G1645	1.5	450	PETg GN071	1.4	475	PETg GN071	1.4	475	PETg GN071	1.4	475
10	500	Exact 8201	1.5	500	PETg GN071	1.4	475	PETg GN071	1.4	475	PETg GN071	1.4	475
11	450	Kraton D1161	1.5	400	PETg GN071	1.4	475	PETg GN071	1.4	475	PETg GN071	1.4	475

【 0 1 4 3 】

これらの共押出物品は、構造化コポリエステルライナーから容易に除去可能なエラストマーを産出することが予想される。

【 0 1 4 4 】

10

20

30

40

50

実施例 12 ~ 14 のアセンブリ：構造化剥離可能ライナーフィルム（実施例 1 ~ 7 に記載のもの）を、上記のプライマー材料で下塗りされた第 1 の表面を有する P E T フィルムと接触させた。手による積層及び常圧を用いて、妥当な表面と表面の接触を実現した後、5 分間、85 のオープン中で加熱し、シリコンポリオキサミドのエラストマー列を構造化剥離可能ライナーフィルムから本質的に完全に除去させた。同様のやり方で、プライマーで下塗りされた第 1 の表面を有する第 2 の P E T フィルムを、手による積層及び追加の 85 の加熱処理によってシリコンポリオキサミドのエラストマー列に取り付けた。サンプル 12 及び 13 を、2 - 2 ミル P E T フィルムに積層し、一方、サンプル 14 を 2 - 1 ミル P E T フィルムに積層した。全てのサンプルを、追加の時間、追加の高温に晒した。表 6 は、積層サンプルの形状及びこれらのサンプルで実施した試験の性能結果のいくつかを強調する。

【 0 1 4 5 】

【表 7】

表 6

実施例 #	物品 高さ (μm)	PET フィルム 高さ (μm)	加熱 温度 ($^{\circ}\text{C}$)	加熱 時間 (min)	エラストマー 構造体の高さ (μm)	エラストマー 構造体の 幅(μm)	構造体間の ギャップ (幅)(μm)	エラストマーの 幅/高さの比	エラストマー デューティ サイクル	容量 コンプライ アンス (fF/gf)	5N機械的 コンプライ アンス (nm/gf)	180° 剥離 強度 (g/in)
12	240	50 (X2)	95	15	140	233	280	1.67	0.45	3.84	70	436
13	318	50 (X2)	85	15	218	164	185	0.75	0.47	2	72	530
14	230	25 (X2)	85	15	180	135	273	0.75	0.33	3.1	77	373

10

20

30

40

【 0 1 4 6 】

物品高さとは、全体的物品高さ（PETフィルムを含む）を指し、各PETフィルムの高さは、PETフィルム高さの欄に付記する。加熱温度及び時間は、サンプルが高温のオ

50

ープン中で費やした追加の時間の量を表す。エラストマー構造体の高さ及び幅は、各シリコンポリオキサミド列（積層後、大部分が矩形である）の平均高さ及び幅を説明している。構造体間のギャップは、構造体の端部間の平均ギャップ幅を表す。エラストマーの幅／高さの比及びエラストマー含有率は、本文献中で前述した計算値である。

【0147】

容量コンプライアンスは、サンプルにかけた力当たりの容量における変化の指標である。これを効率的に測定するために、積層構造体の上面及び底面に導電性コーティングを適用し、次いで圧縮力に対する容量の変化を測定する必要がある。

【0148】

5 N機械的コンプライアンスは、5 Nの圧縮力をかけた後に25 mmディスクの積層サンプルが有していた計算値である。これは、20で $Ares/G2$ に1 Hzで実施する。

10

【0149】

180°剥離強度を、幅1インチ×長さ6インチのストリップ、5 kgロードセル、剥離速度12 in/minで、Imass SP-2100試験装置を用いて実施する。

【0150】

積層転写フィルム1から作られた試験構造体の性能情報：

剥離力（標準180度剥離）> 300グラム/インチ

5 N機械的コンプライアンス（必要な力対たわみによって規定される）50 g/nm

容量コンプライアンス> 1 fF/gf

20

【0151】

本明細書で考察される項目は、下記のものを含む。

項目1．

隣接する列を分離するスペースを有する、複数の個別のエラストマー材料の列と、列全体にわたって、隣接する列の間のスペース中に配置された、エラストマー材料に実質的に接着しない可剥性ライナーとを含む、積層転写フィルム。

【0152】

項目2．エラストマー材料の列が、半円断面形状、矩形断面形状、三角形断面形状、三角錐台断面形状、及び砂時計断面形状のうちの1つを有する、項目1に記載の積層転写フィルム。

30

【0153】

項目3．エラストマー材料が、シリコン熱可塑性材料又は熱硬化性材料を含む、項目1に記載の積層転写フィルム。

【0154】

項目4．エラストマー材料が、シリコンポリオキサミドである、項目1に記載の積層転写フィルム。

【0155】

項目5．エラストマー材料が、オレフィンコポリマー及びスチレンブロックコポリマーのうちの少なくとも1つを含む、項目1に記載の積層転写フィルム。

40

【0156】

項目6．エラストマー材料の剪断弾性率が、約500 MPa未満である、項目1に記載の積層転写フィルム。

【0157】

項目7．エラストマー列の剪断弾性率と未変形の高さの積が13 MPa * mm未満である、項目6に記載の積層転写フィルム。

【0158】

項目8．剪断弾性率の変化が、-20 ~ 60の温度範囲にわたって約50%未満である、項目6に記載の積層転写フィルム。

【0159】

項目9．エラストマー材料が、約-30 未満のガラス転移温度を有する、項目1に記

50

載の積層転写フィルム。

【 0 1 6 0 】

項目 1 0 . エラストマー材料が、約 0 . 5 以下のタンデルタを有する、項目 1 に記載の積層転写フィルム。

【 0 1 6 1 】

項目 1 1 . 可剥性ライナーが、熱可塑性材料である、項目 1 に記載の積層転写フィルム。

【 0 1 6 2 】

項目 1 2 . 可剥性ライナーがオレフィンである、項目 1 に記載の積層転写フィルム。

【 0 1 6 3 】

項目 1 3 . 可剥性ライナーが、ポリプロピレン又はポリエチレンを含む、項目 1 に記載の積層転写フィルム。

【 0 1 6 4 】

項目 1 4 . フィーチャへの可剥性ライナーの取り付けが剥離力によって特徴付けられ、剥離力が約 1 0 0 グラム / インチ未満である、項目 1 に記載の積層転写フィルム。

【 0 1 6 5 】

項目 1 5 . 可剥性ライナーが、離型添加剤を含む、項目 1 に記載の積層転写フィルム。

【 0 1 6 6 】

項目 1 6 . エラストマー材料の各列が、高さ及び幅を有し、高さに対する幅の比が約 0 . 3 超、約 1 0 未満である、項目 1 に記載の積層転写フィルム。

【 0 1 6 7 】

項目 1 7 . 列の高さが、約 0 . 1 mm ~ 約 1 0 mm の範囲である、項目 1 に記載の積層転写フィルム。

【 0 1 6 8 】

項目 1 8 . 列の幅が、約 5 0 μ m ~ 約 4 0 0 μ m である、項目 1 に記載の積層転写フィルム。

【 0 1 6 9 】

項目 1 9 . 隣接する列の間のスペースの幅が、約 5 0 μ m ~ 約 4 0 0 μ m である、項目 1 に記載の積層転写フィルム。

【 0 1 7 0 】

項目 2 0 . 積層転写フィルムのエラストマー含有率が、5 % ~ 9 9 % の範囲を有する、項目 1 に記載の積層転写フィルム。

【 0 1 7 1 】

項目 2 1 . 積層転写フィルムのエラストマー含有率が、2 5 % ~ 7 5 % の範囲を有する、項目 1 に記載の積層転写フィルム。

【 0 1 7 2 】

項目 2 2 . エラストマー含有率が約 5 0 % である、項目 2 1 に記載の積層転写フィルム。

【 0 1 7 3 】

項目 2 3 . エラストマー含有率が、距離に伴って変化する、項目 2 1 に記載の積層転写フィルム。

【 0 1 7 4 】

項目 2 4 . エラストマー列の自由表面が、可剥性ライナーの自由表面を超えて突出している、項目 1 に記載の積層転写フィルム。

【 0 1 7 5 】

項目 2 5 . エラストマー材料及びライナー材料を共押出して、隣接する列を分離するスペースを有する複数の個別のエラストマー材料の列と、エラストマー材料の列全体にわたって、隣接する列の間のスペース中に配置された、ライナー材料から構成され、エラストマー材料に実質的に接着しない可剥性ライナーとを有する積層転写フィルムを形成することを含む、方法。

10

20

30

40

50

【 0 1 7 6 】

項目 2 6 .

エラストマー材料の列の自由表面がプライマー層と接触するように、プライマー層上に積層転写フィルムを配置することと、

可剥性ライナーを除去して、エラストマー材料の列をプライマー層に貼着されたままにすることとを更に含む、項目 2 5 に記載の方法。

【 0 1 7 7 】

項目 2 7 . プライマー層上に積層転写フィルムを配置する前に、プライマー層を第 1 の構成要素の表面に適用することを更に含む、項目 2 5 に記載の方法。

【 0 1 7 8 】

項目 2 8 . エラストマー材料の列から可剥性ライナーを除去した後、可剥性ライナーで前に被覆されていたエラストマー材料の列の表面を、第 2 の構成要素上のプライマー層上に配置することを更に含む、項目 2 7 に記載の方法。

【 0 1 7 9 】

項目 2 9 . 第 1 及び第 2 の構成要素が、第 1 及び第 2 のバリアフィルム、第 1 及び第 2 の接着剤層又は第 1 及び第 2 の電極を含む、項目 2 8 に記載の方法。

【 0 1 8 0 】

項目 3 0 . 積層転写フィルムをプライマー層上に配置することが、積層転写フィルムの複数の部分を、タイル状に、第 1 の構成要素のプライマー層上に配置することを含む、項目 2 6 に記載の方法。

【 0 1 8 1 】

項目 3 1 . 複数の部分のエラストマー材料の列が、互いに対して異なる角度に回転する、項目 3 0 に記載の方法。

【 0 1 8 2 】

項目 3 2 . エラストマー材料及びライナー材料の共押出が、エラストマー材料の列の自由表面が可剥性ライナーを超えて延在するように、共押出中のエラストマー材料及びライナー材料の流量を選択することを含む、項目 2 5 に記載の方法。

【 0 1 8 3 】

項目 3 3 .

チャンネルを含む構造化ライナーを形成することと、

エラストマー材料を構造化ライナーのチャンネル中に配置することと、

圧力及び熱のうちの少なくとも一方をエラストマー材料にかけて、隣接する列を分離するスペースを有する複数の個別のエラストマー材料の列、及び、列全体にわたって、隣接する列の間のスペース中に配置された、エラストマー材料に実質的に接着しない可剥性ライナーを含む積層転写フィルムを形成することとを含む、方法。

【 0 1 8 4 】

項目 3 4 .

第 1 の構成要素と、

第 1 の構成要素上に配置された第 1 のプライマー層と、

第 2 の構成要素と、

第 2 の構成要素上に配置された第 2 のプライマー層と、

隣接する列を分離するスペースを有する複数の個別のエラストマー材料の列とを含み、エラストマー材料の列の第 1 の表面が、第 1 のプライマー層に接着し、反対側のエラストマー材料の列の第 2 の表面が、第 2 のプライマー層に接着している、デバイス。

【 0 1 8 5 】

項目 3 5 . デバイスの機械的コンプライアンスが、約 0 . 0 2 ~ 約 0 . 5 mm / MPa である、項目 3 4 に記載のデバイス。

【 0 1 8 6 】

項目 3 6 . 第 1 及び第 2 の構成要素が、第 1 及び第 2 の電極を含み、第 1 及び第 2 の電極間の容量が、電極に垂直にかけられる力の関数である、項目 3 4 に記載のデバイス。

10

20

30

40

50

【 0 1 8 7 】

項目 3 7 . デバイスの容量コンプライアンスが、約 0 . 5 ~ 約 1 0 0 f F / g である、
項目 3 6 に記載のデバイス。

【 0 1 8 8 】

項目 3 8 . デバイスの容量コンプライアンスが、約 2 f F / g 超である、項目 3 6 に記
載のデバイス。

【 0 1 8 9 】

特に指示がない限り、本明細書及び特許請求の範囲において使用する、数量、特性の測
定値などを表す全ての数値は、「約」という語で修飾されるものとして理解されるべきで
ある。したがって、そうでないことが示されない限り、本明細書及び特許請求の範囲に記
載の数値パラメータは、本願の教示を利用して当業者により得ることが求められる所望の
性質に応じて変化し得る近似値である。

【 0 1 9 0 】

上で考察した実施形態の様々な修正形態及び変更形態は、当業者に明らかであり、本開
示は、本明細書に記載された例示的な実施形態に限定されないことが理解されるべきで
ある。読者は、開示する一つの実施形態の特徴を、特に断りのない限りはその他の全ての開
示する実施形態にもまた適用し得ると考えるべきである。また、本明細書において参照さ
れた全ての米国特許、特許出願、公開特許出願、並びに他の特許及び非特許文書は、それ
らが上述の開示に矛盾しない範囲において、参照によって組み込まれることが理解される
べきである。

10

20

【 図 1 A 】

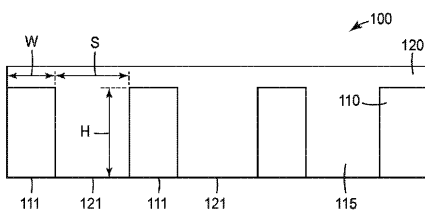


FIG. 1A

【 図 1 B 】

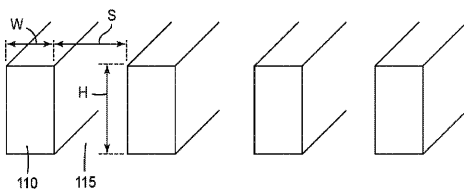


FIG. 1B

【 図 2 A 】

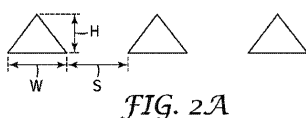


FIG. 2A

【 図 2 B 】

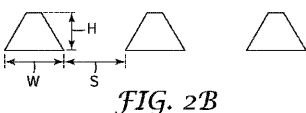


FIG. 2B

【 図 2 c 】

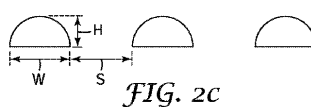


FIG. 2c

【 図 2 D 】

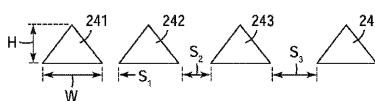


FIG. 2D

【 図 2 E 】

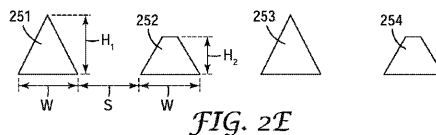


FIG. 2E

【図 3】

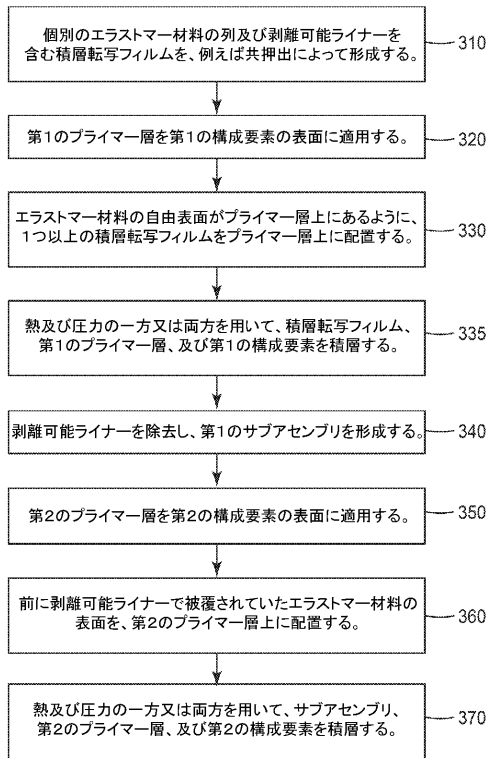


FIG. 3

【図 4 A】

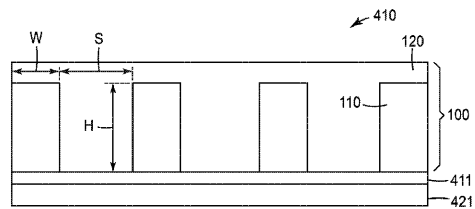


FIG. 4A

【図 4 B】

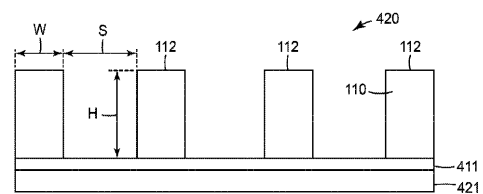


FIG. 4B

【図 4 C】

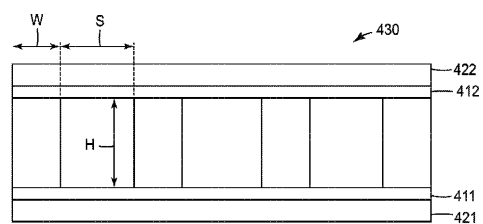


FIG. 4C

【図 5 A】

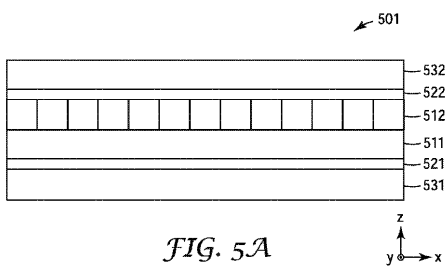


FIG. 5A

【図 5 B】

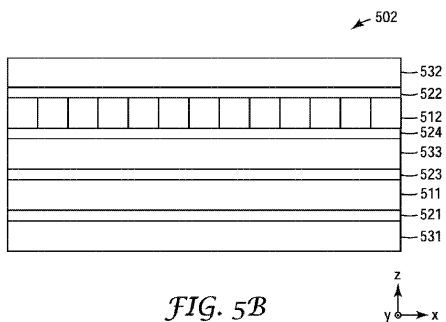


FIG. 5B

【図 6】

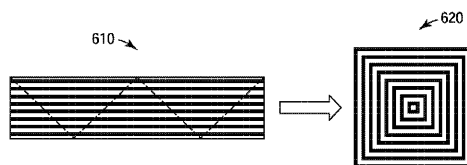


FIG. 6

【図 7 A】

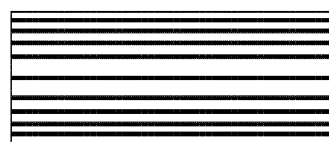


FIG. 7A

【図 7 B】

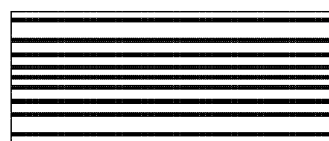
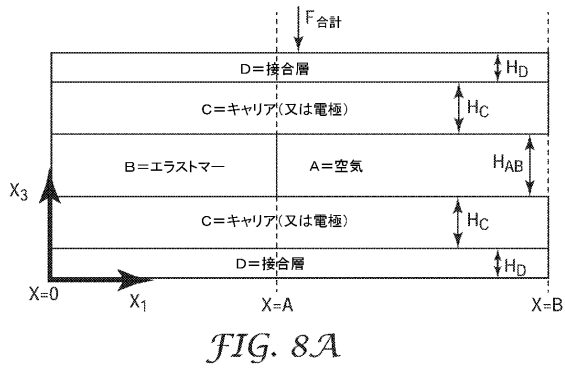
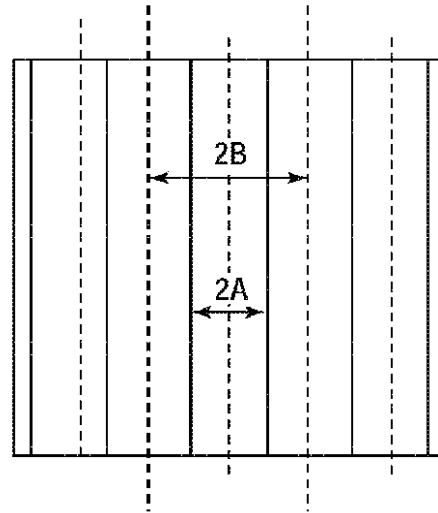


FIG. 7B

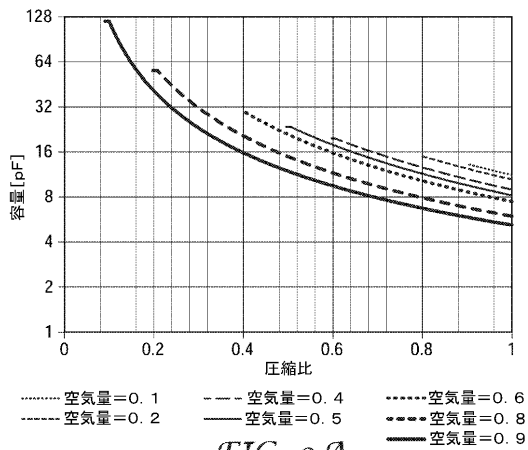
【図 8 A】



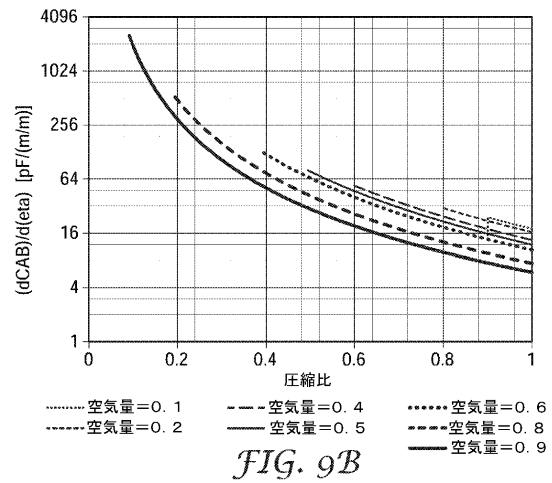
【図 8 B】



【図 9 A】



【図 9 B】



【図 10 A】

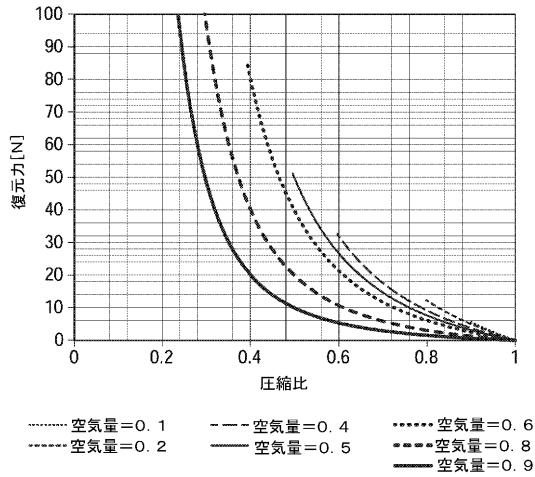


FIG. 10A

【図 10 B】

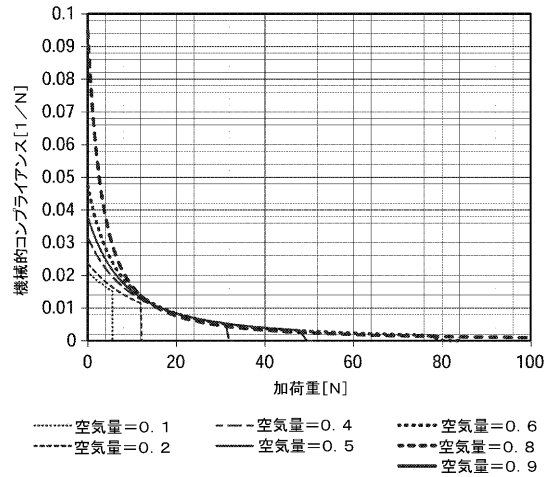


FIG. 10B

【図 11】

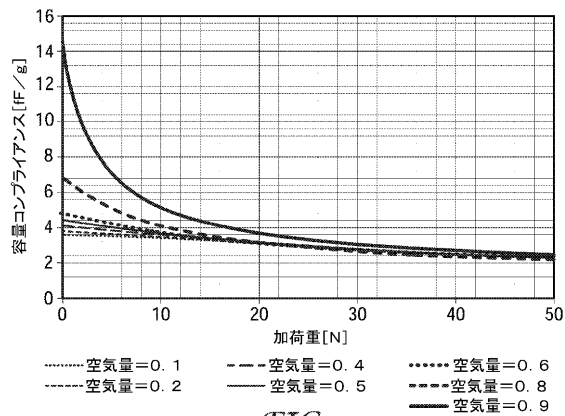


FIG. 11

【図 12】

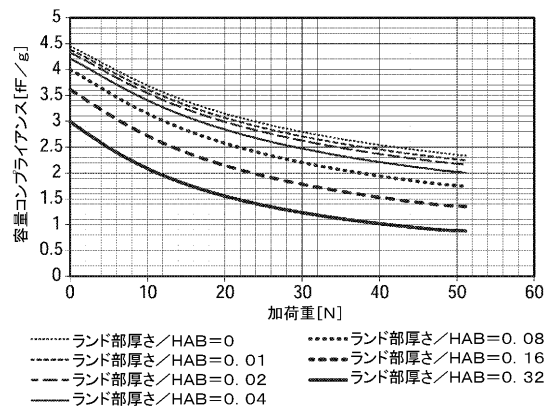


FIG. 12

【図 13】

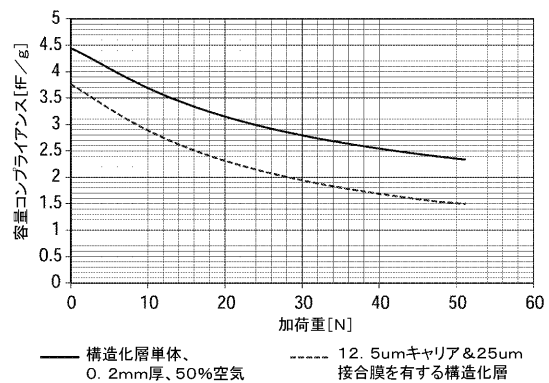


FIG. 13

【図 14】

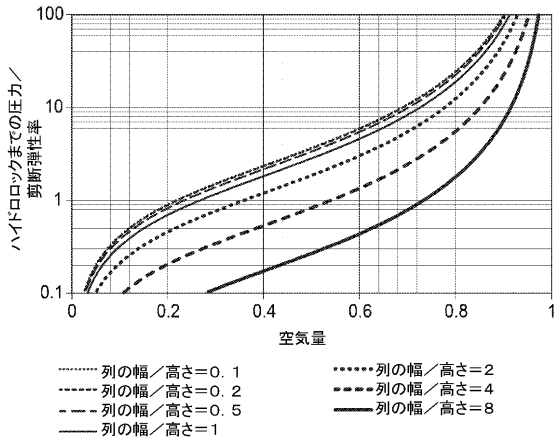


FIG. 14

【図 15】

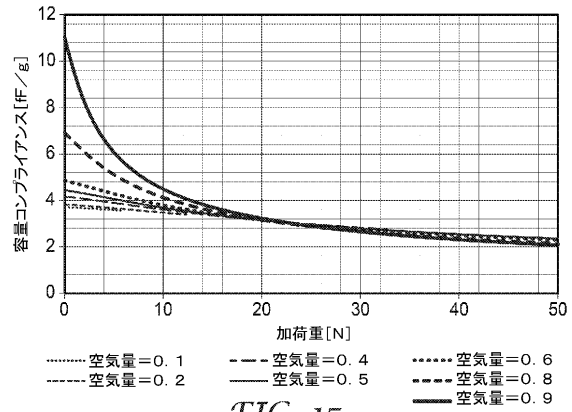


FIG. 15

【図 16】

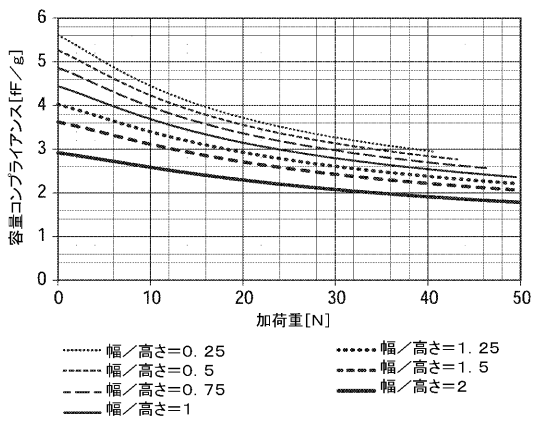


FIG. 16

【図 17】

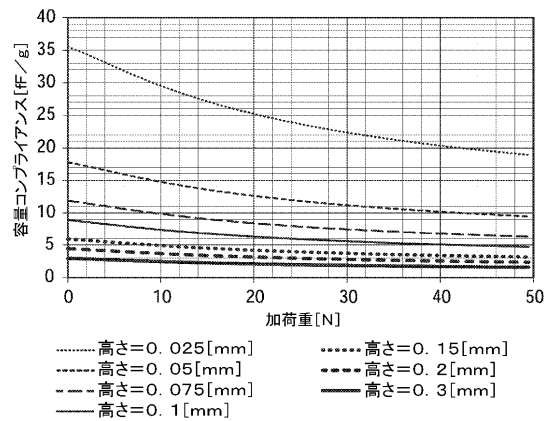


FIG. 17

【図 18】

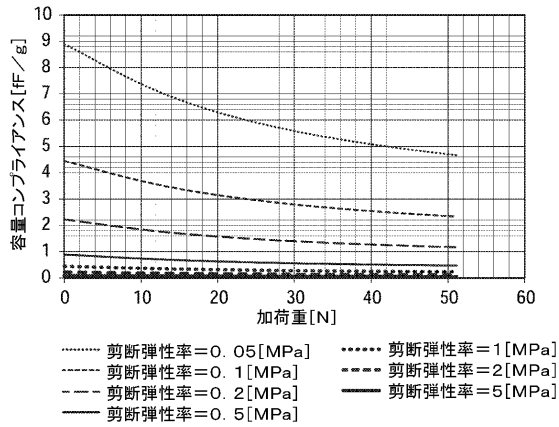


FIG. 18

【図 19】

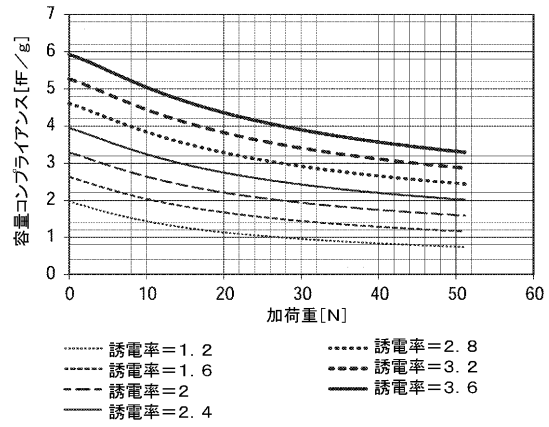


FIG. 19

【図 20】

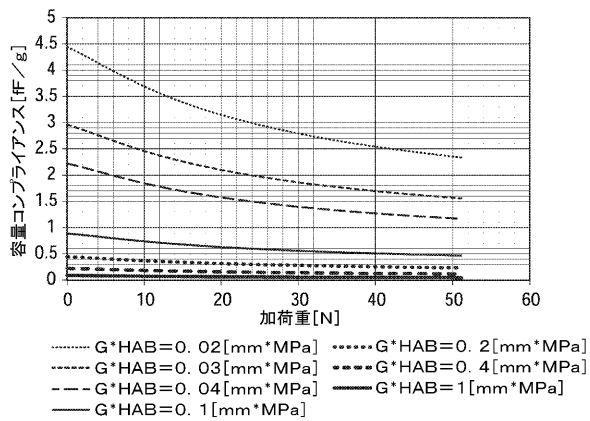


FIG. 20

【図 21】

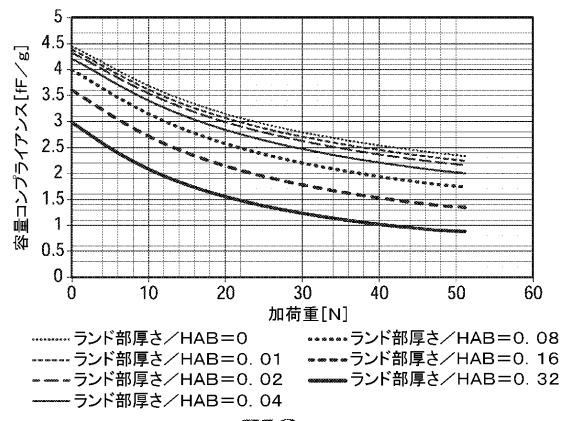


FIG. 21

【図 22】

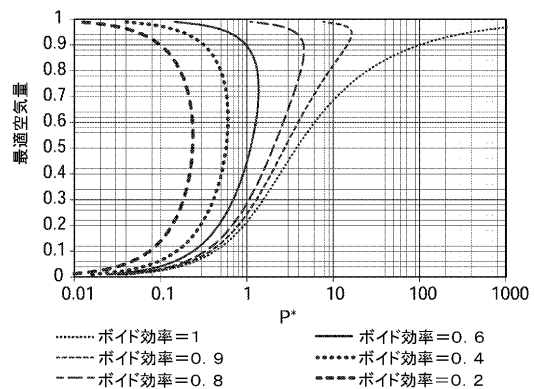


FIG. 22

【図 23】

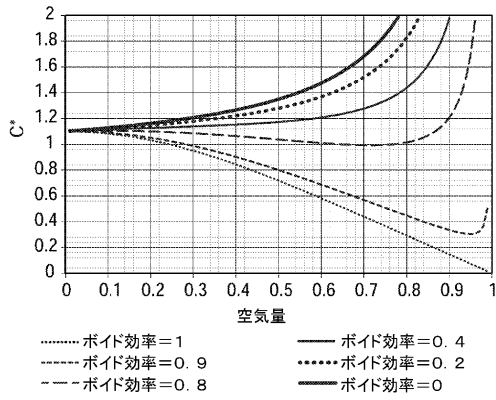


FIG. 23

【図 24】

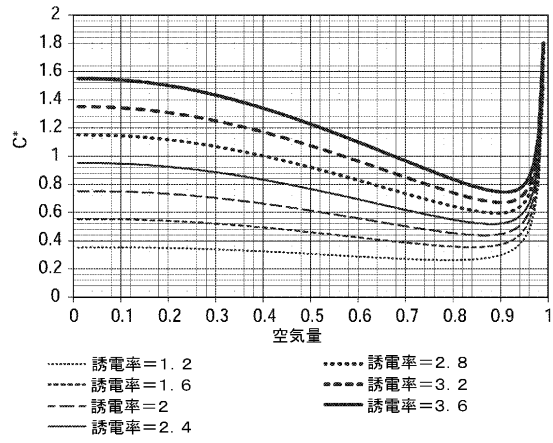


FIG. 24

【図 25 A】

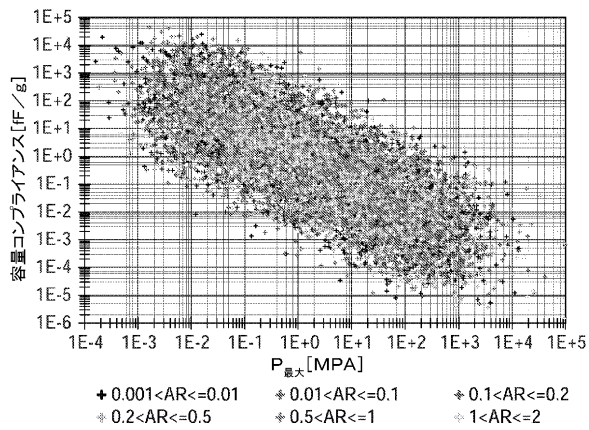


FIG. 25A

【図 25 B】

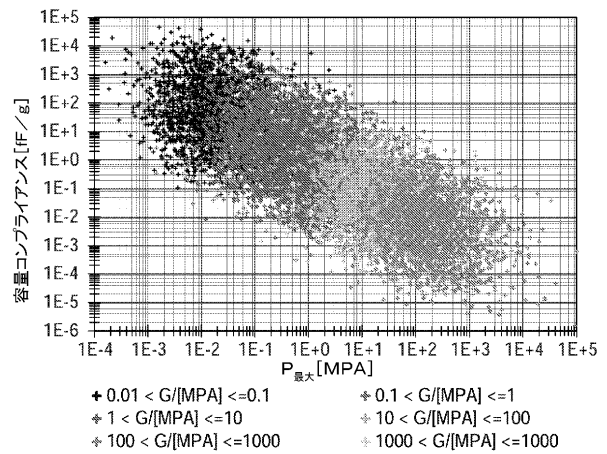


FIG. 25B

【図 25C】

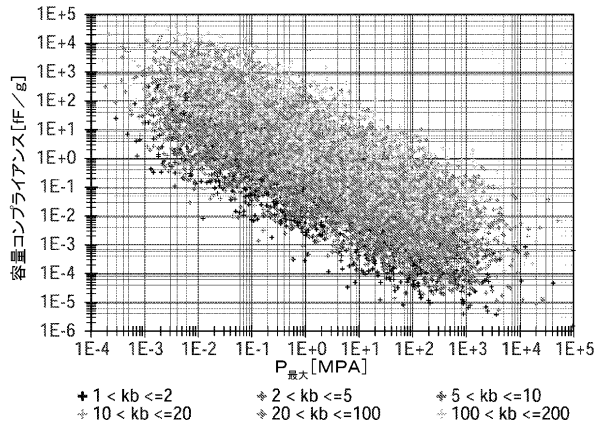


FIG. 25C

【図 25D】

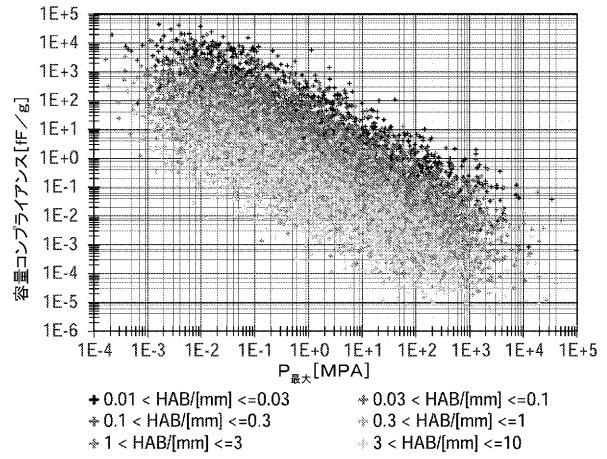


FIG. 25D

【図 25E】

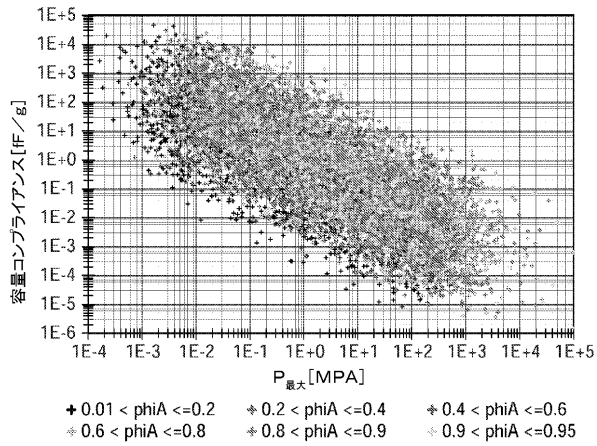


FIG. 25E

【図 26A】

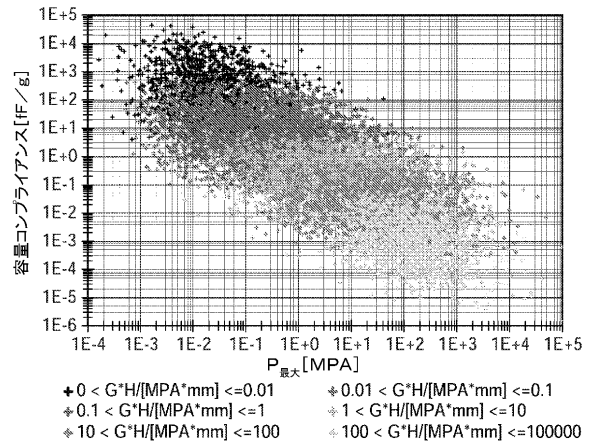


FIG. 26A

【図 26B】

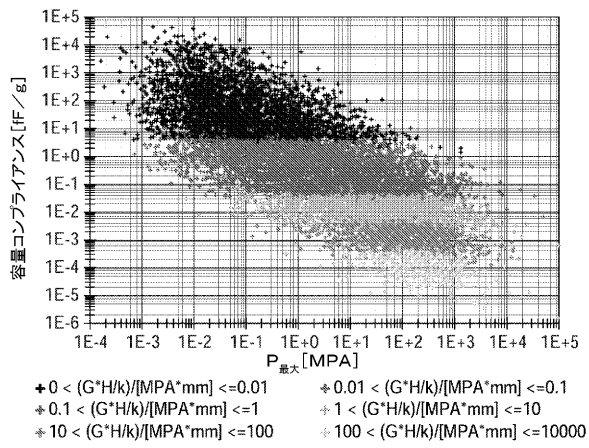


FIG. 26B

【図 26C】

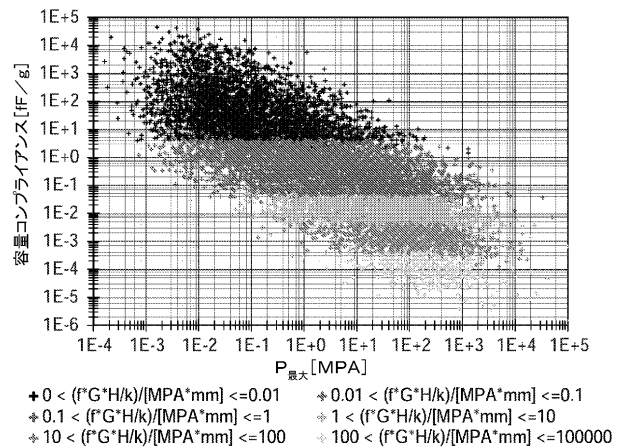


FIG. 26C

【図 26D】

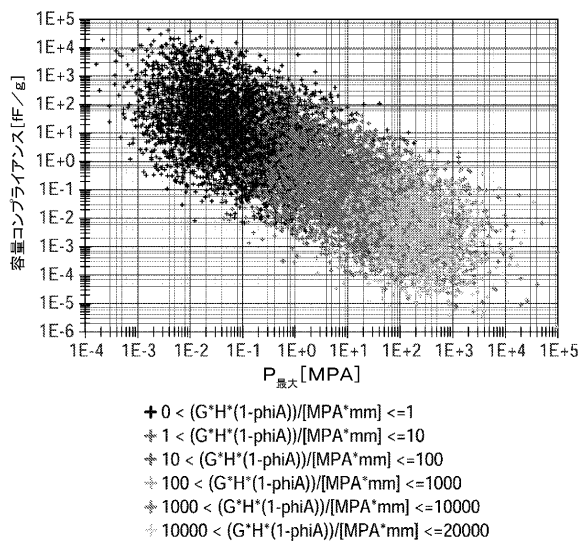




FIG. 26D

【図 27】



FIG. 27

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2016/025484
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER B32B 7/06(2006.01)i, B32B 7/14(2006.01)i, B32B 3/10(2006.01)i, B32B 27/34(2006.01)i, B32B 27/32(2006.01)i, B32B 27/08(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B32B 7/06; G01L 1/22; B32B 3/26; G08C 21/00; H01L 51/56; G09G 5/00; H01L 21/00; B42D 15/00; B32B 7/14; B32B 3/10; B32B 27/34; B32B 27/32; B32B 27/08 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & keywords: a lamination transfer film, elastomeric material, a peelable liner, silicone thermoset material, silicone polyoxamide, shear modulus, electrode		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2014-0021492 A1 (WOLK, M. B. et al.) 23 January 2014 See abstract; paragraphs [0001], [0034], [0067]-[0068], [0073], [0079], [0148]; claims 1-35; and figures 7-18.	1-38
A	US 2011-0155478 A1 (CHOI, D. H. et al.) 30 June 2011 See abstract; claims 1-17; and figures 1-2.	1-38
A	US 2004-0012570 A1 (CROSS, E. M. et al.) 22 January 2004 See abstract; and claims 1-47.	1-38
A	US 2011-0226069 A1 (KIM, M. S. et al.) 22 September 2011 See abstract; and claims 1-16.	1-38
A	US 2006-0251863 A1 (KATSCHOREK, H. et al.) 09 November 2006 See abstract; and claims 1-27.	1-38
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 21 October 2016 (21.10.2016)		Date of mailing of the international search report 21 October 2016 (21.10.2016)
Name and mailing address of the ISA/KR  International Application Division Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon, 35208, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer CHO, KI YUN Telephone No. +82-42-481-5655 

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2016/025484

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2014-0021492 A1	23/01/2014	CN 104471739 A JP 2015-530284 A KR 10-2015-0034267 A TW 201411908 A	25/03/2015 15/10/2015 02/04/2015 16/03/2014
US 2011-0155478 A1	30/06/2011	KR 10-2011-0078179 A US 8704112 B2	07/07/2011 22/04/2014
US 2004-0012570 A1	22/01/2004	AU 2004-237384 A1 CN 100668993 A DE 60304711 T2 EP 1525527 A1 EP 1525527 B1 JP 2005-533323 A TW 200409034 A US 7019734 B2 WO 2004-010277 A1	09/02/2004 14/09/2005 10/05/2007 27/04/2005 19/04/2006 04/11/2005 01/06/2004 28/03/2006 29/01/2004
US 2011-0226069 A1	22/09/2011	JP 2011-197001 A JP 5198608 B2 KR 10-1169943 B1 KR 10-1259782 B1 US 8695441 B2	06/10/2011 15/05/2013 06/08/2012 03/05/2013 15/04/2014
US 2006-0251863 A1	09/11/2006	AT 338956 T AT 445856 T AT 447194 T CN 100374885 C CN 100791814 A DE 10318157 A1 DK 1613988 T3 EP 1613988 A1 EP 1613988 B1 EP 1613988 B2 EP 1722255 A1 EP 1722255 B1 EP 1724619 A1 EP 1724619 B1 ES 2273245 T3 JP 2006-525139 A JP 4768600 B2 KR 10-2006-0014376 A MY 135247 A PT 1613988 E RU 2005135653 A RU 2328760 C2 SI 1613988 T1 TW I306516 B US 7511796 B2	15/09/2006 15/10/2009 15/11/2009 12/03/2008 21/06/2006 11/11/2004 15/01/2007 11/01/2006 06/09/2006 22/01/2014 15/11/2006 28/10/2009 22/11/2006 14/10/2009 01/05/2007 09/11/2006 07/09/2011 15/02/2006 31/03/2008 31/01/2007 20/03/2006 10/07/2008 28/02/2007 21/02/2009 31/03/2009

Information on patent family members

PCT/US2016/025484

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		WO 2004-095090 A1	04/11/2004

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
	G 0 6 F 3/041 4 9 5	
	G 0 6 F 3/041 6 0 2	

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(74)代理人 100202418

弁理士 河原 肇

(72)発明者 スティーブン エー・ジョンソン

アメリカ合衆国, ミネソタ 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター

(72)発明者 マイケル ベントン フリー

アメリカ合衆国, ミネソタ 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター

(72)発明者 マーゴット エー・ブラニガン

アメリカ合衆国, ミネソタ 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター

(72)発明者 ロバート エム・ジェニングス

アメリカ合衆国, ミネソタ 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター

(72)発明者 ロナルド ダブリュ・オーセン

アメリカ合衆国, ミネソタ 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター

(72)発明者 ウィリアム ジェイ・コペッキー

アメリカ合衆国, ミネソタ 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター

F ターム(参考) 4F100 AK03A AK03B AK03J AK04B AK07B AK12A AK12J AK52A AL01A AL02A

AL09A AR00B AR00C AR00D AR00E AT00D AT00E BA02 BA05 BA10D

BA10E CA17B CB00D CB00E DC21A DD05B EC042 EH202 EJ173 EJ423

EJ65B EJ65C GB48 GB61 JA05A JB13A JB16A JB16B JD01D JD01E

JG01D JG01E JG10 JK06 JK07A JK20 JL14B YY00 YY00A