

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-14232
(P2019-14232A)

(43) 公開日 平成31年1月31日(2019.1.31)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)		
B29C	33/00	(2006.01)	B29C 33/00	4F202	
B29C	43/36	(2006.01)	B29C 43/36	4F205	
H01F	1/44	(2006.01)	H01F 1/44	170	5E041
H01F	1/26	(2006.01)	H01F 1/26		
B29C	70/62	(2006.01)	B29C 70/62		

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2018-110233 (P2018-110233)
 (22) 出願日 平成30年6月8日 (2018.6.8)
 (31) 優先権主張番号 特願2017-130558 (P2017-130558)
 (32) 優先日 平成29年7月3日 (2017.7.3)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000237422
 富士高分子工業株式会社
 愛知県名古屋市中区千代田5丁目2番1
 1号
 (74) 代理人 110000040
 特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ
 (72) 発明者 小林 真吾
 愛知県豊田市鍛冶屋敷町175番地 富士
 高分子工業株式会社愛知工場内
 Fターム(参考) 4F202 AA45 AB13 AB16 AB24 AH81
 CA09 CB01 CK90

最終頁に続く

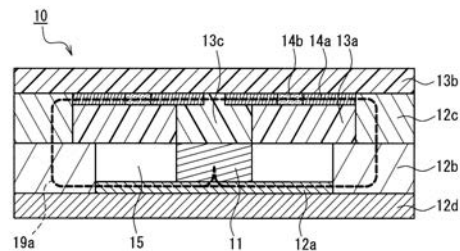
(54) 【発明の名称】 磁気粘弾性エラストマー放射配向成形体の製造方法及び製造装置

(57) 【要約】

【課題】 永久磁石を使用して磁性フィラーを配向させながらエラストマー材料を成形する磁気粘弾性エラストマー放射配向成形体の製造方法及び製造装置を提供する。

【解決手段】 マトリックス樹脂と磁性フィラーを含む磁気粘弾性エラストマー放射配向成形体の製造方法であって、永久磁石11を少なくとも1箇所配置し、キャビティー14bを有する金属製金型14a中央部の上部及び下部から選ばれる少なくとも一方の離れた位置に配置し、永久磁石11から発生する磁束19aを金属製金型14aの側面から通過させる閉磁路を設け、リング状キャビティー14a内に充填したマトリックス樹脂と磁性フィラーを含む組成物の前記磁性フィラーを放射状に配向させて成形する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

マトリックス樹脂と磁性フィラーを含む磁気粘弾性エラストマー放射配向成形体の製造方法であって、

永久磁石を少なくとも1箇所配置し、キャビティーを有する金属製金型中央部の上部及び下部から選ばれる少なくとも一方の離れた位置に配置し、

前記永久磁石から発生する磁束を前記金属製金型の側面から通過させる閉磁路を設け、

前記キャビティー内に充填したマトリックス樹脂と磁性フィラーを含む組成物の前記磁性フィラーを放射状に配向させて成形することを特徴とする磁気粘弾性エラストマー放射配向成形体の製造方法。

10

【請求項 2】

前記金属製金型の少なくとも一部の上下面には非磁性体を配置するとともに、前記金属製金型の側面には磁性体を配置する請求項 1 に記載の磁気粘弾性エラストマー放射配向成形体の製造方法。

【請求項 3】

前記永久磁石の下面に磁性体を配置し、前記金型の側面の磁性体と磁性体で接続する請求項 1 又は 2 に記載の磁気粘弾性エラストマー放射配向成形体の製造方法。

【請求項 4】

前記永久磁石と前記金型の間には磁性体又は非磁性体を配置する請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の磁気粘弾性エラストマー放射配向成形体の製造方法。

20

【請求項 5】

前記磁性フィラーは、磁性ワイヤー、磁性粉体、磁性膜を有する無機粉体、板状粉体及び磁気に反応するフィラーから選ばれる少なくとも一つである請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の磁気粘弾性エラストマー放射配向成形体の製造方法。

【請求項 6】

前記磁性ワイヤーは金属ワイヤーである請求項 5 に記載の磁気粘弾性エラストマー放射配向成形体の製造方法。

【請求項 7】

前記磁性粉体は、カルボニル鉄粉、Fe - Si 合金、Fe - Al 合金、Fe - Si - Al 合金 (センダスト)、Fe - Si - Cr 合金、Fe - Ni 合金 (パーマロイ)、Fe - Ni - Co 合金 (ミューメタル)、Fe - Ni - Mo 合金 (スーパーマロイ)、Fe - Co 合金、Fe - Si - Al - Cr 合金、Fe - Si - B 合金、Fe - Si - Co - B 合金等の鉄系の合金粉から選ばれる少なくとも一つである請求項 5 に記載の磁気粘弾性エラストマー放射配向成形体の製造方法。

30

【請求項 8】

前記磁気粘弾性エラストマー放射配向成形体を 100 体積%としたとき、前記磁性フィラーは 1 ~ 70 体積%である請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の磁気粘弾性エラストマー放射配向成形体の製造方法。

【請求項 9】

前記マトリックス樹脂はオルガノポリシロキサンである請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の磁気粘弾性エラストマー放射配向成形体の製造方法。

40

【請求項 10】

前記永久磁石はネオジウム、フェライト、サマリウムコバルト等の硬磁性材料から作られる永久磁石である請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載の磁気粘弾性エラストマー放射配向成形体の製造方法。

【請求項 11】

前記金属製金型を前記閉磁路に組み込むため、及び前記金属製金型を前記閉磁路から取り外して永久磁石の磁力を受けない位置に移動するための移動手段を設けた請求項 1 ~ 10 のいずれかに記載の磁気粘弾性エラストマー放射配向成形体の製造方法。

【請求項 12】

50

請求項 1 ~ 1 1 のいずれかに記載の磁気粘弾性エラストマー放射配向成形体の製造方法に使用するための製造装置であって、

マトリックス樹脂と磁性フィラーを含む組成物を充填するためのキャビティを有する金属製金型と、

前記金属製金型中央部の上部及び下部から選ばれる少なくとも一方の離れた位置に配置した永久磁石と、

前記永久磁石から発生する磁束を前記金属製金型の側面から通過させるための閉磁路を設けたことを特徴とする磁気粘弾性エラストマー放射配向成形体の製造装置。

【請求項 1 3】

前記金属製金型の少なくとも一部の上下面には非磁性体を配置するとともに、前記金属製金型の側面には磁性体を配置する請求項 1 2 に記載の磁気粘弾性エラストマー放射配向成形体の製造装置。

【請求項 1 4】

前記金属製金型を前記閉磁路に組み込むため、及び前記金属製金型を前記閉磁路から取り外して永久磁石の磁力を受けない位置に移動するための移動手段を設けた請求項 1 2 又は 1 3 に記載の磁気粘弾性エラストマー放射配向成形体の製造装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は磁気粘弾性エラストマー(Magneto Rheological Elastomer)の放射配向成形体の製造方法及び製造装置に関する。さらに詳しくは、永久磁石を使用した磁気粘弾性エラストマー放射配向成形体の製造方法及び製造装置に関する。

【背景技術】

【0002】

磁界を印加することによりレオロジー特性が変化する流体は磁気レオロジー流体(MR流体)と呼ばれ、微細な磁性体粉などの磁気活性粒子を液体中に均一に分散させた非コロイド懸濁液として知られている。MR流体は衝撃吸収、動力伝達、姿勢制御をはじめ、車輛などのクラッチ、ダンパー、ショックアブソーバーや各種建造物用の制振支持装置、組み立てロボットの筋肉部分、液体流量制御用バルブ、各種音響装置、医療・福祉用ロボットハンドや介護ハンドなどに使用することができる。MR流体の一種である磁気粘弾性エラストマー成形体は、放射配向させることが要求されるものがある。特許文献 1 ~ 3 には電磁コイルを巻いた磁場印加手段を複数個使用して放射配向成形体を製造することが提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2016 - 086050 号公報

【特許文献 2】特開 2007 - 035786 号公報

【特許文献 3】特開 2005 - 226108 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし従来の放射配向成形は、電磁コイルに電気を流すための配線が必要で装置が大きくなり、製造コストが高くなり、配線が必要なため真空下でのプレス成形ができないという問題がある。

【0005】

本発明は前記従来の問題を解決するため、永久磁石を使用して磁性フィラーを配向させながらエラストマー材料を成形することにより、製造コストが安く、真空下でのプレス成形が可能な磁気粘弾性エラストマー放射配向成形体の製造方法及び製造装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 6 】

本発明の磁気粘弾性エラストマー放射配向成形体の製造方法は、マトリックス樹脂と磁性フィラーを含む磁気粘弾性エラストマー放射配向成形体の製造方法であって、永久磁石を少なくとも1箇所配置し、キャビティーを有する金属製金型中央部の上部及び下部から選ばれる少なくとも一方の離れた位置に配置し、前記永久磁石から発生する磁束を前記金属製金型の側面から通過させる閉磁路を設け、前記キャビティー内に充填したマトリックス樹脂と磁性フィラーを含む組成物の前記磁性フィラーを放射状に配向させて成形することを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

本発明の製造装置は、前記の磁気粘弾性エラストマー放射配向成形体の製造方法に使用するための製造装置であって、マトリックス樹脂と磁性フィラーを含む組成物を充填するためのキャビティーを有する金属製金型と、前記金属製金型中央部の上部及び下部から選ばれる少なくとも一方の離れた位置に配置した永久磁石と、前記永久磁石から発生する磁束を前記金属製金型の側面から通過させるための閉磁路を設けたことを特徴とする。

10

【 発明の効果 】

【 0 0 0 8 】

本発明は、永久磁石を使用して磁性フィラーを配向させながらエラストマー材料を成形することにより、製造コストが安く、真空下でのプレス成形が可能な磁気粘弾性エラストマー放射配向成形体の製造方法及び製造装置を提供できる。すなわち、磁場形成手段として永久磁石を使用し、電磁コイル及び配線等を使用しないので、製造コストが安く、真空下でのプレス成形もできる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 9 】

【 図 1 】 図 1 は本発明の一実施形態における成形体の模式的平面図である。

【 図 2 】 図 2 は同、成形体（外径 40 mm、内径 30 mm、厚さ 5 mm）の平面写真である。

【 図 3 】 図 3 は本発明の一実施形態における成形装置の模式的断面図である。

【 図 4 】 図 4 は本発明の別の実施形態における成形装置の模式的断面図である。

【 図 5 】 図 5 は本発明のさらに別の実施形態における成形装置の模式的断面図である。

【 図 6 】 図 6 は本発明のさらに別の実施形態における成形装置の模式的断面図である。

30

【 図 7 】 図 7 A は本発明の一実施形態における成形装置の磁石と金型を分離した模式的断面図、図 7 B は同、磁石と金型を接続した模式的断面図である。

【 図 8 】 図 8 は本発明の一実施形態における多数個取り成形装置の模式的断面図である。

【 図 9 】 図 9 A は本発明の一実施形態で使用するネオジム磁石の平面図、図 9 B は同、断面図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 0 】

本発明は、マトリックス樹脂と磁性フィラーを含む磁気粘弾性エラストマーの放射配向成形体の製造方法及び製造装置である。成形時に磁性フィラーは磁場により放射配向され、この状態で成形される。磁場形成手段として永久磁石を使用し、キャビティーを有する金属製金型中央部の上部、下部又は上部と下部の両方の離れた位置に永久磁石を配置する。永久磁石から発生する磁束は、金属製金型の側面から通過させる閉磁路を設け、キャビティー内に充填したマトリックス樹脂と磁性フィラーを含む組成物の前記磁性フィラーを放射状に配向させて成形する。キャビティー形状および成形体形状は、平面がリング状、円状、四角状、多角形状等どのような形状でも良い。

40

【 0 0 1 1 】

本発明においては、金属製金型の少なくとも一部の上下面には非磁性体を配置するとともに、前記金属製金型の側面には磁性体を配置するのが好ましい。これにより、永久磁石から発生する磁束はより好ましいループ状の閉磁路となる。また、永久磁石の下面に磁性体を配置し、前記金型の側面の磁性体と磁性体で接続させてもよい。さらに、永久磁石と

50

前記金型の間には磁性体又は非磁性体を配置してもよい。これにより、より効率よく磁性ファイラーは放射配向される。

【0012】

前記磁性ファイラーは、磁性ワイヤー、磁性粉体、磁性膜を有する無機粉体、板状粉体及び磁気に反応するファイラーから選ばれる少なくとも一つが好ましい。磁性ワイヤーとしては金属ワイヤー（一例として直径1～20μm、長さ0.1～5mm）、磁性粉体としてはカルボニル鉄粉、磁性膜を有する無機粉体としては窒化ホウ素（一例として平均粒子直径1～500μm）の表面に磁性膜を形成したものがあ

【0013】

磁性粉は軟磁性金属粉又は酸化物磁性粉（フェライト粉）があり、軟磁性金属粉としては、Fe-Si合金、Fe-Al合金、Fe-Si-Al合金（センダスト）、Fe-Si-Cr合金、Fe-Ni合金（パーマロイ）、Fe-Ni-Co合金（ミューメタル）、Fe-Ni-Mo合金（スーパーマロイ）、Fe-Co合金、Fe-Si-Al-Cr合金、Fe-Si-B合金、Fe-Si-Co-B合金等の鉄系の合金粉、あるいはカルボニル鉄粉等があり、フェライト粉としては、Mn-Znフェライト、Mn-Mg-Znフェライト、Mg-Cu-Znフェライト、Ni-Znフェライト、Ni-Cu-Znフェライト、Cu-Znフェライト等のスピネル系フェライト、W型、Y型、Z型、M型等の六方晶フェライトがあるが、カルボニル鉄粉を使用するのが好ましい。

【0014】

前記カルボニル鉄粉は、軟磁性鉄粉の一種として、また粉末工業製品としてそれ自体はよく知られている。カルボニル鉄粉は、カルボニル鉄（Fe(CO)₅）して気化させ分解することによりCOを除去して得られる。このカルボニル鉄粉は、平均粒子径2～10μmが好ましく、さらに好ましくは2～8μmである。粒子径の測定はレーザー回折光散乱法により、50質量%粒子径を測定する。この測定器としては、例えば堀場製作所製社製のレーザー回折/散乱式粒子分布測定装置LA-950S2がある。

【0015】

前記磁気粘弾性エラストマー放射配向成形体を100体積%としたとき、前記磁性ファイラーは1～70体積%であるのが好ましい。前記の範囲であれば、磁力を印加したとき磁性ファイラーは放射状に配向する。

【0016】

マトリックス樹脂としては熱硬化性樹脂でもよいし熱可塑性樹脂でもよく、ゴムやエラストマーも含む。ゴムには、天然ゴム（ASTM略語NR）、イソpreneゴム（IR）、ブタジエンゴム（BR）、1,2-ポリブタジエン（1,2-BR）、スチレン-ブタジエン（SBR）、クロロpreneゴム（CR）、ニトリルゴム（NBR）、ブチルゴム（IIR）、エチレン-プロピレンゴム（EPM、EPDM）、クロロスルホン化ポリエチレン（CSM）アクリルゴム（ACM、ANM）、エピクロルヒドリンゴム（CO、ECO）多硫化ゴム（T）、シリコンゴム、フッ素ゴム（FKM）、ウレタンゴム（U）等があるがここに挙げた限りではない。熱可塑性エラストマー（TPE）にも適用できる。TPEとしては、一例としてスチレン系TPE、オレフィン系TPE、塩化ビニル系TPE、ウレタン系TPE、エステル系TPE、アミド系TPE、塩素化ポリエチレン系TPE、Syn-1,2-ポリブタジエン系TPE、Trans-1,4-ポリイソprene系TPE、フッ素系TPE等が挙げられる。シリコンゴムの架橋は付加反応でもよいし、過酸化物反応でもよい。以下においては付加反応による架橋で説明する。

【0017】

前記磁気粘弾性エラストマー放射配向成形体は、日本ゴム協会標準規格（SRIS0101）アスカ-C硬度が5～60である。これにより、磁力を印加したとき貯蔵弾性率の変化が高い磁気粘弾性エラストマー成形体となる。

【0018】

前記マトリックス樹脂はオルガノポリシロキサンであるのが好ましい。オルガノポリシロキサンは耐熱性が高く、加工性も良いからである。オルガノポリシロキサンをマトリックスとする組成物は、ゴム、ゴムシート、パテ、グリースなどいかなるものであっても良

10

20

30

40

50

い。

【0019】

永久磁石としては、ネオジム磁石、フェライト磁石、サマリウムコバルト磁石、アルニコ磁石、KS鋼、MK鋼磁石等がある。この中でもネオジム磁石が好ましい。ネオジム磁石は磁力が高いことから、成形装置を小型化できる。ネオジム磁石表面にはNiめっきをして防錆性を高くしておくのが好ましい。

【0020】

永久磁石と金型を分離及び/又は接近させるための移動手段を設け、成形材料をキャビティー内に注入する際には、金型を永久磁石の磁力を受けない位置に分離し、成形材料を成形する際には金型を永久磁石に近づけることが好ましい。これにより、材料注入時には磁場の影響を受けずに注入できる。前記において成形とは、熱硬化性樹脂の場合はキャビティー内で樹脂を硬化させ、所定形状の成形物を得ることをいい、熱可塑性樹脂の場合は、キャビティー内で溶融した樹脂を冷却し固化させ、所定形状の成形物を得ることをいう。

10

【0021】

本発明の製造装置は、磁場形成手段として永久磁石を、キャビティーを有する金属製金型の中央の少なくとも下部に配置し、キャビティーの上下面には非磁性体を配置し、永久磁石から発生する磁束をループ状にするため、永久磁石の下面に下面磁性体と、金型及び金型の下面の非磁性体の外側側面に側面磁性体を配置する。成形材料をキャビティー内に注入する際には、金型を永久磁石の磁力を受けない位置に分離し、成形材料を成形する際には金型を永久磁石に近づけるための移動手段を設けることが好ましい。

20

【0022】

マトリックス樹脂がオルガノポリシロキサンの場合は、下記組成のコンパウンドを硬化して得るのが好ましい。

(A) ベースポリマー成分：1分子中に平均2個以上かつ分子鎖両末端のケイ素原子に結合したアルケニル基を含有する直鎖状オルガノポリシロキサン

(B) 架橋成分：1分子中に平均2個以上のケイ素原子に結合した水素原子を含有するオルガノハイドロジェンポリシロキサンが、前記A成分中のケイ素原子結合アルケニル基1モルに対して、1モル未満の量

(C) 白金系金属触媒：A成分に対して重量単位で0.01~1000ppm

(D) 磁性フィラー：組成物を100体積%としたとき1~70体積%

(E) 無機粒子顔料：マトリックス樹脂100重量部に対して0.1~10重量部

30

【0023】

(1) ベースポリマー成分(A成分)

ベースポリマー成分(A成分)は、一分子中にケイ素原子に結合したアルケニル基を2個以上含有するオルガノポリシロキサンであり、アルケニル基を2個含有するオルガノポリシロキサンは本発明のシリコンゴム組成物における主剤(ベースポリマー成分)である。このオルガノポリシロキサンは、アルケニル基として、ビニル基、アリル基等の炭素原子数2~8、特に2~6の、ケイ素原子に結合したアルケニル基を一分子中に2個有する。粘度は25で10~1000000mPa・s、特に100~100000mPa・sであることが作業性、硬化性などから望ましい。

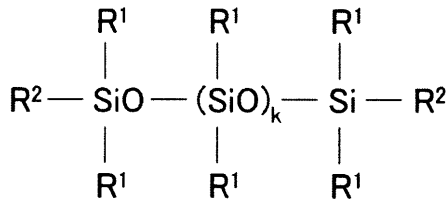
40

【0024】

具体的には、下記一般式(化1)で表される1分子中に平均2個以上かつ分子鎖末端のケイ素原子に結合したアルケニル基を含有するオルガノポリシロキサンを使用する。側鎖はトリオルガノシロキシ基で封鎖された直鎖状オルガノポリシロキサンである。25における粘度は10~1000000mPa・sのものが作業性、硬化性などから望ましい。なお、この直鎖状オルガノポリシロキサンは少量の分岐状構造(三官能性シロキサン単位)を分子鎖中に含有するものであってもよい。

【0025】

【化 1】



【0026】

式中、 R^1 は互いに同一又は異種の脂肪族不飽和結合を有さない非置換又は置換一価炭化水素基であり、 R^2 はアルケニル基又はシクロアルケニル基であり、 k は0又は正の整数である。ここで、 R^1 の脂肪族不飽和結合を有さない非置換又は置換の一価炭化水素基としては、例えば、炭素原子数1～10、特に1～6のものが好ましく、具体的には、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ブチル基、イソブチル基、tert-ブチル基、ペンチル基、ネオペンチル基、ヘキシル基、シクロヘキシル基、オクチル基、ノニル基、デシル基等のアルキル基又はシクロアルケニル基、フェニル基、トリル基、キシリル基、ナフチル基等のアリール基、ベンジル基、フェニルエチル基、フェニルプロピル基等のアラルキル基、並びに、これらの基の水素原子の一部又は全部をフッ素、臭素、塩素等のハロゲン原子、シアノ基等で置換したもの、例えばクロロメチル基、クロロプロピル基、プロモエチル基、トリフロロプロピル基等のハロゲン置換アルキル基、シアノエチル基等が挙げられる。 R^2 のアルケニル基又はシクロアルケニル基としては、例えば炭素原子数2～6、特に2～3のものが好ましく、具体的にはビニル基、アリル基、プロペニル基、イソプロペニル基、ブテニル基、イソブテニル基、ヘキセニル基、シクロヘキセニル基等が挙げられ、好ましくはビニル基である。一般式(1)において、 k は、一般的には0 ≤ k ≤ 10000を満足する0又は正の整数であり、好ましくは5 ≤ k ≤ 2000、より好ましくは10 ≤ k ≤ 1200を満足する整数である。

10

20

【0027】

A成分のオルガノポリシロキサンとしては一分子中に例えばビニル基、アリル基等の炭素原子数2～8、特に2～6のケイ素原子に結合したアルケニル基を3個以上、通常、3～30個、好ましくは、3～20個程度有するオルガノポリシロキサンを併用しても良い。分子構造は直鎖状、環状、分岐状、三次元網状のいずれの分子構造のものであってもよい。好ましくは、主鎖がジオルガノシロキサン単位の繰り返しからなり、分子鎖両末端がトリオルガノシロキシ基で封鎖された、25℃での粘度が10～1000000mPa·s、特に100～100000mPa·sの直鎖状オルガノポリシロキサンである。

30

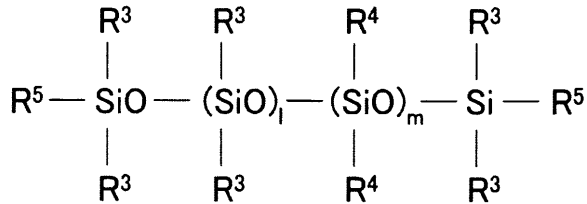
【0028】

アルケニル基は分子のいずれかの部分に結合していればよい。例えば、分子鎖末端、あるいは分子鎖非末端(分子鎖途中)のケイ素原子に結合しているものを含んでも良い。なかでも下記一般式(化2)で表される分子鎖両末端のケイ素原子上にそれぞれ1～3個のアルケニル基を有し(但し、この分子鎖末端のケイ素原子に結合したアルケニル基が、両末端合計で3個未満である場合には、分子鎖非末端(分子鎖途中)のケイ素原子に結合したアルケニル基を、(例えばジオルガノシロキサン単位中の置換基として)、少なくとも1個有する直鎖状オルガノポリシロキサンであって、上記でも述べた通り25℃における粘度が10～1,000,000mPa·sのものが作業性、硬化性などから望ましい。なお、この直鎖状オルガノポリシロキサンは少量の分岐状構造(三官能性シロキサン単位)を分子鎖中に含有するものであってもよい。

40

【0029】

【化2】



【0030】

式中、 R^3 は互いに同一又は異種の非置換又は置換一価炭化水素基であって、少なくとも1個がアルケニル基である。 R^4 は互いに同一又は異種の脂肪族不飽和結合を有さない非置換又は置換一価炭化水素基であり、 R^5 はアルケニル基であり、 l 、 m は0又は正の整数である。ここで、 R^3 の一価炭化水素基としては、炭素原子数1~10、特に1~6のものが好ましく、具体的には、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ブチル基、イソブチル基、tert-ブチル基、ペンチル基、ネオペンチル基、ヘキシル基、シクロヘキシル基、オクチル基、ノニル基、デシル基等のアルキル基、フェニル基、トリル基、キシリル基、ナフチル基等のアリール基、ベンジル基、フェニルエチル基、フェニルプロピル基等のアラルキル基、ビニル基、アリル基、プロペニル基、イソプロペニル基、ブテニル基、ヘキセニル基、シクロヘキセニル基、オクテニル基等のアルケニル基や、これらの基の水素原子の一部又は全部をフッ素、臭素、塩素等のハロゲン原子、シアノ基等で置換したものの、例えばクロロメチル基、クロロプロピル基、プロモエチル基、トリ

10

20

【0031】

また、 R^4 の一価炭化水素基としても、炭素原子数1~10、特に1~6のものが好ましく、上記 R^1 の具体例と同様のものが例示できるが、但しアルケニル基は含まない。 R^5 のアルケニル基としては、例えば炭素数2~6、特に炭素数2~3のものが好ましく、具体的には前記式(化1)の R^2 と同じものが例示され、好ましくはビニル基である。

【0032】

l 、 m は、一般的には $0 < l + m \leq 10000$ を満足する0又は正の整数であり、好ましくは $5 \leq l + m \leq 2000$ 、より好ましくは $10 \leq l + m \leq 1200$ で、かつ $0 < l / (l + m) \leq 0.2$ 、好ましくは、 $0.0011 \leq l / (l + m) \leq 0.1$ を満足する整数である。

30

【0033】

(2) 架橋成分(B成分)

本発明のB成分のオルガノヒドロジェンポリシロキサンは架橋剤として作用するものであり、この成分中のSiH基とA成分中のアルケニル基とが付加反応(ヒドロシリル化)することにより硬化物を形成するものである。かかるオルガノヒドロジェンポリシロキサンは、一分子中にケイ素原子に結合した水素原子(即ち、SiH基)を2個以上有するものであればいずれのものでもよく、このオルガノヒドロジェンポリシロキサンの分子構造は、直鎖状、環状、分岐状、三次元網状構造のいずれであってもよいが、一分子中のケイ素原子の数(即ち、重合度)は2~1000、特に2~300程度のものを使用することができる。

40

【0034】

水素原子が結合するケイ素原子の位置は特に制約はなく、分子鎖の末端でも非末端(途中)でもよい。また、水素原子以外のケイ素原子に結合した有機基としては、前記一般式(化1)の R^1 と同様の脂肪族不飽和結合を有さない非置換又は置換一価炭化水素基が挙げられる。

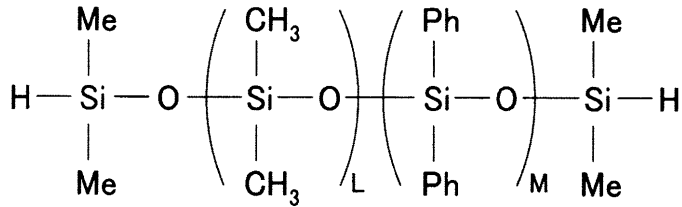
【0035】

B成分のオルガノヒドロジェンポリシロキサンとしては下記構造のものが例示できる。

【0036】

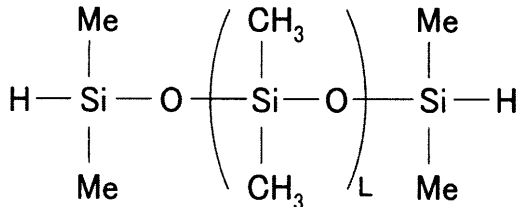
50

【化3】



【0037】

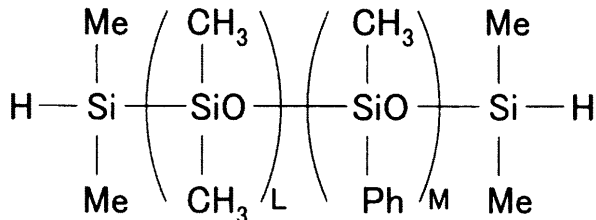
【化4】



10

【0038】

【化5】



20

【0039】

上記の式中、Phはフェニル基、エポキシ基、アクリロイル基、メタアクリロイル基、アルコキシ基の少なくとも1種を含む有機基である。Lは0~1,000の整数、特に0~300の整数であり、Mは1~200の整数である。）

【0040】

30

(3) 触媒成分(C成分)

C成分の触媒成分は、本組成物の硬化を促進させる成分である。C成分としては、ヒドロシリル化反応に用いられる触媒として周知の触媒を用いることができる。例えば白金黒、塩化第2白金、塩化白金酸、塩化白金酸と一価アルコールとの反応物、塩化白金酸とオレフィン類やビニルシロキサンとの錯体、白金ビスアセトアセテート等の白金系触媒、パラジウム系触媒、ロジウム系触媒などの白金族金属触媒が挙げられる。C成分の配合量は、硬化に必要な量であればよく、所望の硬化速度などに応じて適宜調整することができる。A成分に対して金属原子重量として0.01~1000ppm添加する。

【0041】

40

(4) 磁性粉(D成分)

前記磁性粉は、アルコキシシラン又はアルキルチタネートにより表面処理しておくのが好ましい。この表面処理をしておくとしリコーンゴムの場合、硬化障害を防ぐことができる。前記アルコキシシランは、 $\text{R}(\text{CH}_3)_a\text{Si}(\text{OR}')_{3-a}$ (Rは炭素数1~20のアルキル基、R'は炭素数1~4のアルキル基、aは0もしくは1)で示されるシラン化合物、もしくはその部分加水分解物が好ましい。 $\text{R}(\text{CH}_3)_a\text{Si}(\text{OR}')_{3-a}$ (Rは炭素数1~20のアルキル基、R'は炭素数1~4のアルキル基、aは0もしくは1)で示されるアルコキシシラン化合物(以下単に「シラン」という。)は、一例としてメチルトリメトキシラン、エチルトリメトキシラン、プロピルトリメトキシラン、ブチルトリメトキシラン、ペンチルトリメトキシラン、ヘキシルトリメトキシラン、ヘキシルトリエトキシラン、オクチルトリメトキシラン、オクチルトリエトキシラン、デシルトリメト

50

キシシラン，デシルトリエトキシシラン，ドデシルトリメトキシシラン，ドデシルトリエトキシシラン，ヘキサデシルトリメトキシシラン，ヘキサデシルトリエトキシシラン，オクタデシルトリメトキシシラン，オクタデシルトリエトキシシラン等のシラン化合物がある。前記シラン化合物は、一種又は二種以上混合して使用することができる。表面処理剤として、アルコキシシランと片末端シラノールシロキサンを併用してもよい。ここでいう表面処理とは共有結合のほか吸着なども含む。

【 0 0 4 2 】

(5) その他の成分 (E 成分)

本発明の組成物には、必要に応じて前記以外の成分を配合することができる。例えばベンガラなどの無機顔料、フィラーの表面処理等の目的でアルキルトリアルコキシシランなどを添加してもよい。フィラー表面処理などの目的で添加する材料として、アルコキシ基含有シリコンを添加しても良い。

10

【 0 0 4 3 】

以下図面により説明する。以下の図面において、同一符号は同一物を示す。図 1 は本発明の一実施形態における放射配向成形体の模式的平面図である。この放射配向成形体 1 は、マトリックス樹脂 2 と磁性フィラー 3 を含む磁気粘弾性エラストマー放射配向成形体であり、磁性フィラー 3 は放射配向されている。中央部は空間部 4 であり、全体としてリング状の成形体である。

【 0 0 4 4 】

図 2 は同、成形体 (外径 4 0 m m 、内径 3 0 m m 、厚さ 5 m m) の平面写真である。磁性フィラーが放射配向していることを示すため、透明なマトリックス樹脂を使用した。

20

【 0 0 4 5 】

図 3 は本発明の一実施形態における放射配向成形装置 1 0 の模式的断面図であり、磁場形成手段としての永久磁石 1 1 を、リング状キャビティー 1 4 b を有する金属製金型 1 4 a の中央の少なくとも下部に配置し、金型 1 4 a の上下面には非磁性体 1 3 a , 1 3 b を配置し、永久磁石 1 1 から発生する磁束 1 9 a をループ状にするため、永久磁石 1 1 の下面に下面磁性体 1 2 a と、金型 1 4 a 及び金型 1 4 a の下面非磁性体 1 3 a の外側側面に側面磁性体 1 2 b , 1 2 c を配置した例である。永久磁石 1 1 の周囲は空間部 1 5 としている。また、下面磁性体 1 2 a と側面磁性体 1 2 b の下には基体磁性体 1 2 d を配置し、これは磁場 O F F としている。磁束 1 9 a はループ状に流れ、キャビティー 1 4 b 内の磁性フィラーを水平に配向する。この状態でマトリックス樹脂を硬化させ、成形する。各部材は一例として次のとおりとした。

30

永久磁石：ネオジム磁石

下面磁性体、側面磁性体：鉄鋼

非磁性体：アルミニウム合金

金属金型：鉄鋼

磁性フィラー：ステンレススチール製ワイヤー

【 0 0 4 6 】

図 4 は本発明の別の実施形態における成形装置 1 6 の模式的断面図である。図 3 と異なる部分は、金型 1 4 a の上面に金型 1 4 a の外径が同一となるサイズの非磁性体 1 3 b を配置し、その外側に側面磁性体 1 2 e を配置し、それらの上に非磁性体 1 3 d を配置したことである。磁束 1 9 b は同様にループ状に流れる。

40

【 0 0 4 7 】

図 5 は本発明のさらに別の実施形態における成形装置 1 7 の模式的断面図である。図 4 と異なる部分は、永久磁石 1 1 の上部を磁性体 1 2 f としたことである。磁束 1 9 c は同様にループ状に流れる。

【 0 0 4 8 】

図 6 は本発明のさらに別の実施形態における成形装置 1 8 の模式的断面図である。図 4 と異なる部分は、非磁性体 1 3 d の代わりに磁性体 1 2 g を配置したことである。磁束 1 9 d 及び 1 9 e は同様にループ状に流れる。

50

【 0 0 4 9 】

図 7 A は本発明の一実施形態における成形装置 2 1 の磁石 1 1 と金型 1 4 a を分離した模式的断面図、図 7 B は同、磁石 1 1 と金型 1 4 a を接続した模式的断面図である。成形材料を金型 1 4 a のキャビティー内に注入する際には、金型 1 4 a を永久磁石 1 1 の磁力を受けない位置まで分離し、成形材料を成形する際には金型 1 4 a を永久磁石に近づける。金型 1 4 a を移動するための移動手段 2 0 a , 2 0 b としては、スプリング、ジャッキ、ねじ等の公知の手段を利用できる。本実施形態ではスプリングを使用した。

【 0 0 5 0 】

図 8 は本発明の一実施形態における多数個取り成形装置 2 3 の模式的断面図である。一例として図 3 に示す成形装置を 3 個並列に配置し、各成形装置間に非磁性体 2 7 a を配置して、同時に 3 個の成形体を成形する。

10

【 0 0 5 1 】

図 9 A は本発明の一実施形態で使用するネオジム磁石 2 4 の平面図、図 9 B は同、断面図である。2 5 は上部が広い空間の円筒状磁石体、2 6 は空間部である。

【 0 0 5 2 】

本発明の磁気粘弾性エラストマー放射配向成形体は、振動部に組み込み、磁力を印加したときの貯蔵弾性率の変化を利用して、前記振動部の振動を吸収する振動吸収装置に適用できる。前記振動部は、衝撃部、動力伝達部、姿勢制御部、車輛のクラッチ、車輛のダンパー、車輛のショックアブソーバー、建造物用の制振支持装置、組み立てロボットの筋肉部分、液体流量制御用バルブ、音響装置、医療・福祉用ロボットハンド及び介護ハンドから選ばれる少なくとも一つの振動部であることが好ましい。

20

【 実施例 】

【 0 0 5 3 】

以下実施例を用いて説明する。本発明は実施例に限定されるものではない。

< 硬さ >

日本ゴム協会標準規格 (SRIS0101) に規定されているアスカ C 硬度を測定した。

【 0 0 5 4 】

(実施例 1)

1 . 材料成分

(1) シリコン成分

シリコン成分として二液室温硬化シリコンゴムを使用した。なお、二液 R T V にはベースポリマー成分 (A 成分) と架橋成分 (B 成分) と白金系金属触媒 (C 成分) が予め添加されている。

30

(2) 磁性フィラー

磁性フィラーとして、ステンレススチール製ワイヤー (直径 1 2 μ m 、長さ 1 m m) を、シリコン成分 1 0 0 重量部に対して 5 重量部配合した。

(3) 永久磁石

永久磁石は図 9 に示す形状のネオジム磁石 (株式会社マグファイン社製、商品名 " ネオジム ") を使用した。このネオジム磁石の内容は表 1 に示すとおりである。表 1 中、表面処理は N i めっきのことである。

40

【 0 0 5 5 】

【表 1】

製品名	ネオジウム Φ20mmXΦ4.3mmX10mm/M4				
項目	名称	記号	SI		CGS
形状	径	D	20	mm	2 cm
	内径	ID	4.3	mm	0.43 cm
	省略	S	8.6	mm	0.86 cm
	高	H	10	mm	1 cm
	ネジ	M	4	mm	0.4 cm
	寸法公差 +/-	D	0.1	mm	0.01 cm
		ID	0.1	mm	0.01 cm
		H	0.1	mm	0.01 cm
	磁化方向	M	軸方向		
	重量	Net	0.0224	kg	22.4 g
表面处理	Ni	12	μm		
磁気特性	表面磁束密度	B	419.9	mT	4199 G
	吸引力・吸着力	F	8.23	kgf	8231 gf
	動作点磁束密度	Bd	753.8	mT	7538 G
	トータルフラックス	φo	0.00022588	Wb	22588 Mx
	パーミアンス係数	Pc	1.8	Pc	
	使用上限温度	Tw	90	℃	
	使用下限温度	Tw	-	℃	
材料特性	材質記号	ネオジウム	35		
	残留磁束密度	Br	1170-1220	mT	11.7-12.2 kG
	保磁力	Hcb	≥868	kA/m	≥10.9 kOe
	固有保磁力	Hcj	≥955	kA/m	≥12 kOe
	最大エネルギー積	BH	263-287	kJ/m ³	33-36 MGOe
	温度係数	Br	-0.12	%/℃	
		Hcj	-0.55	%/℃	
	耐熱温度	Tw	≤80	℃	
	キュリー温度	Tc	310	℃	
	密度	ρ	7.5	kg/m ³	

(備考) SI とは国際単位系、CGS とは CGS 単位系を示す。

【0056】

(4) 成形方法

図3及び図7A-Bに示す成形装置を使用して、温度：50、時間：10分で成形した。その結果、図2に示す放射配向成形体が得られた。この放射配向成形体の大きさは、外径40mm、内径30mm、厚さ5mmであった。

【0057】

(実施例2)

磁性フィラーとして、平均粒子径3.9-5.0μmのカルボニル鉄粉を50体積%の割合で添加し、均一に混合した以外は実施例1と同様とした。その結果、図2に示す成形体と同様のカルボニル鉄粉が放射配向した成形体を得られた。この放射配向成形体の大きさは、外径40mm、内径30mm、厚さ5mmであった。

【産業上の利用可能性】

【0058】

本発明の磁気粘弾性エラストマー放射配向成形体は、振動部に組み込み、磁力を印加したときの貯蔵弾性率の変化を利用して、前記振動部の振動を吸収する振動吸収装置に適用できる。

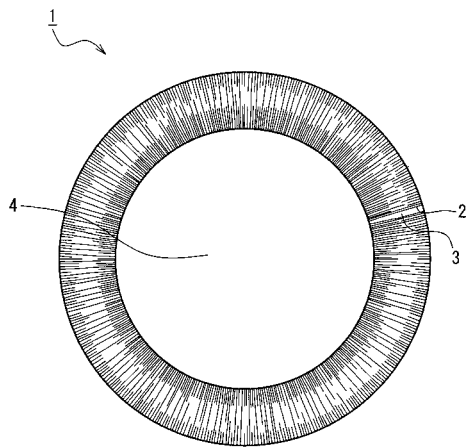
【符号の説明】

【0059】

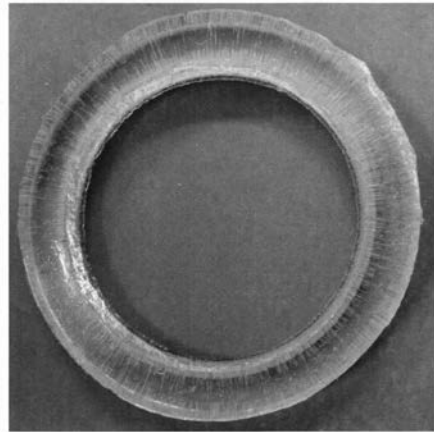
- 1 放射配向成形体
- 2 マトリックス樹脂
- 3 磁性フィラー
- 4, 15, 26 空間部
- 10, 16-18, 21, 23 放射配向成形装置

- 1 1 永久磁石
- 1 2 a - 1 2 g 磁性体
- 1 3 a - 1 3 d , 2 7 a 非磁性体
- 1 4 a 金属製金型
- 1 4 b リング状キャビティー
- 1 9 a - 1 9 e 磁束
- 2 0 a , 2 0 b 移動手段
- 2 4 ネオジム磁石
- 2 5 円筒状磁石体

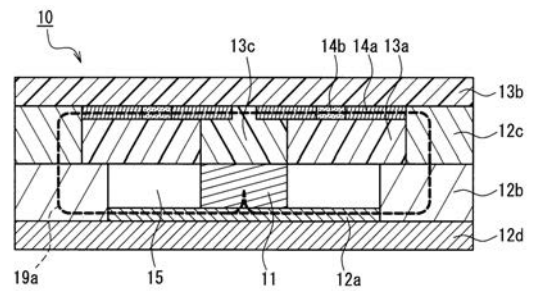
【 図 1 】



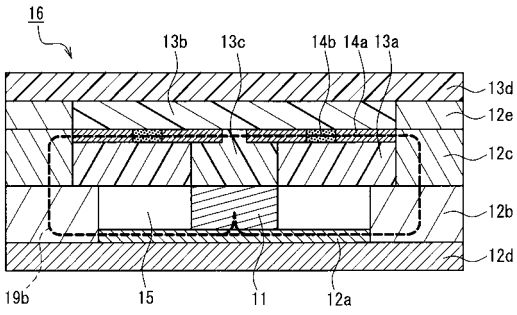
【 図 2 】



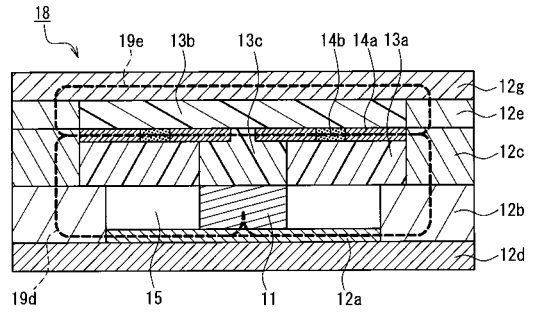
【 図 3 】



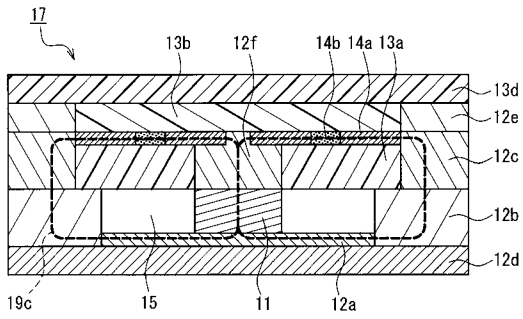
【 図 4 】



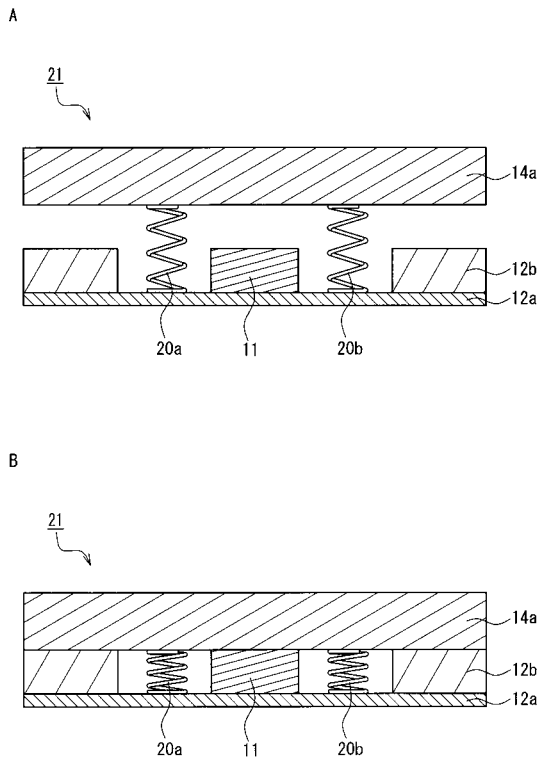
【 図 6 】



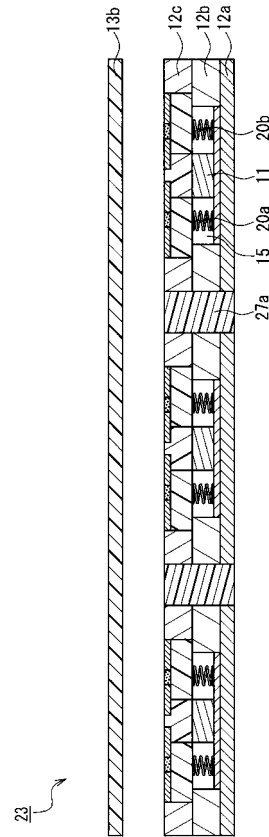
【 図 5 】



【 図 7 】

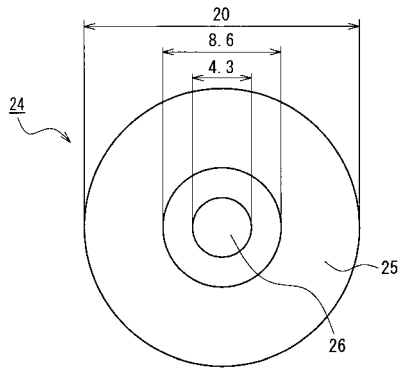


【 図 8 】

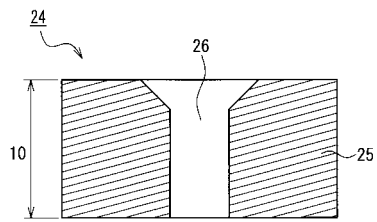


【 図 9 】

A



B



フロントページの続き

Fターム(参考) 4F205 AA33 AB13 AB25 AC05 AD03 AD16 AE04 HA06 HA27 HA36
HB01 HC18 HF05 HK04 HK05 HK31
5E041 AA01 AA02 AA03 AA04 AA05 AA06 AA07 BB04 BB05 BB06
BD07