

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6085887号
(P6085887)

(45) 発行日 平成29年3月1日(2017.3.1)

(24) 登録日 平成29年2月10日(2017.2.10)

(51) Int. Cl.	F I
CO8F 2/44 (2006.01)	CO8F 2/44 C
CO8F 291/00 (2006.01)	CO8F 291/00
CO8L 33/02 (2006.01)	CO8L 33/02
CO8L 71/02 (2006.01)	CO8L 71/02

請求項の数 24 (全 39 頁)

(21) 出願番号	特願2013-537944 (P2013-537944)	(73) 特許権者	513111776
(86) (22) 出願日	平成23年11月8日 (2011.11.8)		モアシス アイエヌシー.
(65) 公表番号	特表2013-544929 (P2013-544929A)		アメリカ合衆国 シーエー 94587,
(43) 公表日	平成25年12月19日 (2013.12.19)		ユニオン シティ, スイート 350, 3
(86) 国際出願番号	PCT/US2011/059837		2930 アルヴァレード ナイルズ ロ
(87) 国際公開番号	W02012/064787	(74) 代理人	100091683
(87) 国際公開日	平成24年5月18日 (2012.5.18)		弁理士 ▲吉▼川 俊雄
審査請求日	平成26年10月10日 (2014.10.10)	(72) 発明者	リー, ナイホン
(31) 優先権主張番号	61/411, 462		アメリカ合衆国 シーエー 95014,
(32) 優先日	平成22年11月8日 (2010.11.8)		クパチーノ, スイート 9エフ, 2080
(33) 優先権主張国	米国 (US)		O ホームステッド ロード
(31) 優先権主張番号	61/412, 780		
(32) 優先日	平成22年11月11日 (2010.11.11)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
前置審査			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ゲルおよびヒドロゲル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ポリアクリル酸から構成される第一の重合体材料；
 ポリテトラメチレンエーテルグリコールから構成される第二の重合体材料；および
 ビニル官能基を有する 1 種以上の化学種
 から構成される、ヒドロゲルであって、
 前記第一の重合体材料と前記第二の重合体材料は水素結合している、ヒドロゲル。

【請求項 2】

前記第一の重合体材料および前記第二の重合体材料のうち少なくとも 1 つは、ホモ重合体である、請求項 1 に記載のヒドロゲル。

【請求項 3】

ビニル官能基を有する前記 1 種以上の化学種のうち少なくとも 1 種は、アクリル酸、メチルアクリル酸、ビニルアルコール、酢酸ビニル、アクリル酸ブチル、アクリル酸ビニル、ビニル安息香酸、ビニルベンジルアルコール、ビニルボロン酸ジブチルエステル、ビニルホルムアミド、メタクリル酸ビニル、ビニルピリジン、1 - ビニル - 2 - ピロリドン、ビニルスルホン酸、およびビニルトリメトキシシランから選択される、請求項 1 に記載のヒドロゲル。

【請求項 4】

さらに、ジ(エチレングリコール)ジビニルエーテル、ジアクリル酸ジ(エチルグリコール)、および、'-メチレンビス(アクリルアミド)からなる群より選択される架

橋剤を含む、請求項 1 に記載のヒドロゲル。

【請求項 5】

ビニル官能基を有する前記 1 種以上の化学種のうち少なくとも 1 種は、第一の重合体材料と共有結合している、請求項 1 に記載のヒドロゲル。

【請求項 6】

ヒドロゲル自身の重量の少なくとも 10 倍の保水力、ヒドロゲル自身の重量の少なくとも 50 倍の保水力、ヒドロゲル自身の重量の少なくとも 10%、ヒドロゲル自身の重量の少なくとも 20%、ヒドロゲル自身の重量の少なくとも 100%、および、ヒドロゲル自身の重量の少なくとも 1000% の保水力からなる群より選択される保水力を有する、請求項 1 に記載のヒドロゲル。

10

【請求項 7】

第一の重合体材料対第二の重合体材料の重量比は、1 : 3 ~ 1 : 6 の間である、請求項 1 に記載のヒドロゲル。

【請求項 8】

セルロース、ゼラチン、粘土、カルボキシメチルセルロース、肥料、シリカ、ポリエチレン、および、ポリスチレンのうち 1 種以上をさらに含む、請求項 1 に記載のヒドロゲル。

【請求項 9】

1000 g / cm² ~ 4000 g / cm² の引張強度を示すこと、および、1000 g / cm² ~ 4000 g / cm² の衝撃強度を示すことの少なくとも 1 つを特徴とする、請求項 1 に記載のヒドロゲル。

20

【請求項 10】

第一の重合体材料の Mw (g / mol) は、250,000 ~ 1,000,000 であること、および、第二の重合体材料の Mw (g / mol) は、650 ~ 2,000 であることの少なくとも 1 つを特徴とする、請求項 1 に記載のヒドロゲル。

【請求項 11】

反応容器に、ポリアクリル酸から構成される第一の重合体材料、ポリテトラメチレンエーテルグリコールから構成される第二の重合体材料、およびビニル官能基を有する 1 種以上の化学種を投入して、第一の重合体材料、第二の重合体材料、およびビニル官能基を有する 1 種以上の化学種の混合物とすること；および

30

混合物を攪拌することで、前記第一の重合体材料と前記第二の重合体材料が水素結合すること、

を含む、

ポリアクリル酸から構成される第一の重合体材料；

ポリテトラメチレンエーテルグリコールから構成される第二の重合体材料；および

ビニル官能基を有する 1 種以上の化学種

から構成されるヒドロゲルの形成法。

【請求項 12】

前記第一の重合体材料および前記第二の重合体材料のうち少なくとも 1 つは、ホモ重合体である、請求項 11 に記載の方法。

40

【請求項 13】

第一の重合体材料および第二の重合体材料は、1 : 3 ~ 1 : 6 の重量比でそれぞれ投入される、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 14】

前記混合物を加熱すること、および前記混合物を約 15 ~ 30 の温度で混合することの少なくとも 1 つをさらに含む、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 15】

ビニル官能基を有する前記 1 種以上の化学種のうち少なくとも 1 種は、アクリルアミド、アクリル酸、メチルアクリル酸、ビニルアルコール、酢酸ビニル、アクリル酸ブチル、アクリル酸ビニル、ビニル安息香酸、ビニルベンジルアルコール、ビニルボロン酸ジブチ

50

ルエステル、ビニルホルムアミド、メタクリル酸ビニル、ビニルピリジン、1 - ビニル - 2 - ピロリドン、ビニルスルホン酸、およびビニルトリメトキシシランからなる群より選択される、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 6】

ポリアクリル酸から構成される第一の重合体材料；および
ポリテトラメチレンエーテルグリコールから構成される第二の重合体材料

を含むゲルであって、

第一の重合体材料は第二の重合体材料と水素結合している、ゲル。

【請求項 1 7】

前記第一の重合体材料および前記第二の重合体材料のうち少なくとも 1 つは、ホモ重合体である、請求項 1 6 に記載のゲル。 10

【請求項 1 8】

第一の重合体材料対第二の重合体材料の重量比は、1 : 3 と 1 : 6 の間である、請求項 1 6 に記載のゲル。

【請求項 1 9】

1 0 0 0 g / c m ² ~ 4 0 0 0 g / c m ² の引張強度を示すこと、および、1 0 0 0 g / c m ² ~ 4 0 0 0 g / c m ² の衝撃強度を示すことの少なくとも 1 つを特徴とする、請求項 1 6 に記載のゲル。

【請求項 2 0】

第一の重合体材料の M w (g / m o l) は、2 5 0 , 0 0 0 ~ 1 , 0 0 0 , 0 0 0 であること、および、第二の重合体材料の M w (g / m o l) は、6 5 0 ~ 2 , 0 0 0 であることの少なくとも 1 つを特徴とする、請求項 1 6 に記載のゲル。 20

【請求項 2 1】

請求項 1 6 に記載のゲルを含むヒドロゲル。

【請求項 2 2】

ヒドロゲル自身の重量の少なくとも 1 0 倍の保水力、ヒドロゲル自身の重量の少なくとも 5 0 倍の保水力、ヒドロゲル自身の重量の少なくとも 1 0 %、ヒドロゲル自身の重量の少なくとも 2 0 %、ヒドロゲル自身の重量の少なくとも 1 0 0 %、および、ヒドロゲル自身の重量の少なくとも 1 0 0 0 % の保水力からなる群より選択される保水力を有する、請求項 2 1 に記載のヒドロゲル。 30

【請求項 2 3】

セルロース、ゼラチン、粘土、カルボキシメチルセルロース、肥料、シリカ、ポリエチレン、および、ポリスチレンのうち 1 種以上をさらに含む、請求項 2 1 に記載のヒドロゲル。

【請求項 2 4】

ポリアクリル酸から構成される第一の重合体材料；

ポリテトラメチレンエーテルグリコールから構成される第二の重合体材料；および

ビニル官能基を有する 1 種以上の化学種

から構成される、ヒドロゲル。

【発明の詳細な説明】 40

【技術分野】

【0 0 0 1】

相互参照

本出願は、米国仮出願第 6 1 / 4 1 1 , 4 6 2 号 (2 0 1 0 年 1 1 月 8 日出願) および米国仮出願第 6 1 / 4 1 2 , 7 8 0 号 (2 0 1 0 年 1 1 月 1 1 日出願) の優先権を主張する。これらはどちらも参照としてその全体が援用される。

【背景技術】

【0 0 0 2】

三次元構造を有する高分子ゲルおよび親水性ヒドロゲルは、生物医学、薬学、農学、バイオテクノロジー、および工業の複合材料分野で用いられるマトリクスとして、重要性の高 50

い多くの用途が考えられる。こうした高分子ゲルおよびヒドロゲルは、架橋による三次元（「3D」）構造を取ることができるが、架橋した物質は、有機溶媒および水に対して不溶性になることがある。

【0003】

高分子ゲルおよびヒドロゲルは、1種以上の触媒の助けを借りて、時には高温で、架橋剤を用いて単量体または多官能性単量体を重合させることにより製造することができるが、そのせいで、原料コストおよび製造コストが高くなってしまふ。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明の1つの態様は、ポリアクリル酸を含む第一の重合体材料、ポリエチレングリコール以外のポリグリコールを含む第二の重合体材料、およびビニル官能基を有する1種以上の化学種を含むヒドロゲルである。ある実施形態において、第一の重合体材料は、実質的にホモ重合体である。別の実施形態において、第二の重合体材料は、実質的にホモ重合体である。別の実施形態において、第一の重合体材料は、第二の重合体材料と水素結合している。別の実施形態において、ポリグリコールは、ポリテトラメチレンエーテルグリコールである。別の実施形態において、ビニル官能基を有する化学種のうち少なくとも1種は、アクリルアミドである。別の実施形態において、ビニル官能基を有する化学種のうち少なくとも1種は、アクリル酸、メチルアクリル酸、ビニルアルコール、酢酸ビニル、アクリル酸ブチル、アクリル酸ビニル、ビニル安息香酸、ビニルベンジルアルコール、ビニル
20
ポロン酸ジブチルエステル、ビニルホルムアミド、メタクリル酸ビニル、ビニルピリジン、1-ビニル-2-ピロリドン、ビニルスルホン酸、またはビニルトリメトキシシランが可能である。別の実施形態において、ビニル官能基を有する化学種は、実質的に重合体である。別の実施形態において、ヒドロゲルはさらに架橋剤を含む。別の実施形態において、架橋剤は、ジ（エチレングリコール）ジビニルエーテル、ジアクリル酸ジ（エチルグリコール）または、'-メチレンビス（アクリルアミド）が可能である。別の実施形態において、ビニル官能基を有する化学種は、第一の重合体材料と共有結合している。別の実施形態において、ヒドロゲルは、1回、2回、または50回の水和・脱水サイクル後も実質的に変化していない。別の実施形態において、ヒドロゲルは、ヒドロゲル自身の重量の少なくとも約10倍または少なくとも約50倍の保水力を有する。別の実施形態において、ヒドロゲルは、ヒドロゲル自身の重量の少なくとも約10%、または20%、または
30
100%、または1000%の保水力を有する。別の実施形態において、第一の重合体材料対第二の重合体材料の重量比は、約1:3、または約1:6である。別の実施形態において、ポリアクリル酸は、再生ポリアクリル酸から得られる。別の実施形態において、ヒドロゲルは、さらにセルロース、ゼラチン、および/または粘土を含む。別の実施形態において、セルロースとしてカルボキシメチルセルロースが含まれる。別の実施形態において、ヒドロゲルは、約1000g/cm²~約4000g/cm²、または約2000g/cm²~約3000g/cm²の引張強度を示す。別の実施形態において、ヒドロゲルは、約1000g/cm²~約4000g/cm²、または約2000g/cm²~約3
40
000g/cm²の衝撃強度を示す。別の実施形態において、ヒドロゲルは、さらに肥料、シリカ、ポリエチレン、またはポリスチレンを含む。別の実施形態において、第一の重合体材料のM_w（g/mol）は、約250,000~約1,000,000、または約400,000~600,000である。別の実施形態において、第二の重合体材料のM_w（g/mol）は、約650~約2,000、または約500~1000である。

【0005】

本発明の別の態様において、ヒドロゲルの形成法が提供され、この方法は、反応容器に、ポリアクリル酸を含む第一の重合体材料、ポリエチレングリコール以外のポリグリコールを含む第二の重合体材料、およびビニル官能基を有する1種以上の化学種を投入すること、ならびに第一の重合体材料、第二の重合体材料、およびビニル官能基を有する1種以上の化学種を混合することを含む。ある実施形態において、第一の重合体材料は、実質的に
50

ホモ重合体である。別の実施形態において、第二の重合体材料は、実質的にホモ重合体である。別の実施形態において、第一の重合体材料および第二の重合体材料は、約 1 : 3、または約 1 : 6 の重量比でそれぞれ投入される。別の実施形態において、第一の重合体材料、第二の重合体材料、およびビニル官能基を有する 1 種以上の化学種の混合物は加熱される。別の実施形態において、第一の重合体材料、第二の重合体材料、およびビニル官能基を有する 1 種以上の化学種は、約 15 ~ 30 の温度で混合される。別の実施形態において、ビニル官能基を有する化学種のうち少なくとも 1 種は、アクリルアミド、アクリル酸、メチルアクリル酸、ビニルアルコール、酢酸ビニル、アクリル酸ブチル、アクリル酸ビニル、ビニル安息香酸、ビニルベンジルアルコール、ビニルポロン酸ジブチルエステル、ビニルホルムアミド、メタクリル酸ビニル、ビニルピリジン、1 - ビニル - 2 - ピロリドン、ビニルスルホン酸、またはビニルトリメトキシシランである。別の実施形態において、ポリアクリル酸は、再生ポリアクリル酸から得られる。

10

【 0 0 0 6 】

本発明の別の態様において、ポリアクリル酸を含む第一の重合体材料、ポリエチレングリコール以外のポリグリコールを含む第二の重合体材料を含むゲルが提供され、このゲルにおいて、第一の重合体材料は第二の重合体材料と水素結合している。別の実施形態において、ポリグリコールは、ポリテトラメチレンエーテルグリコールである。別の実施形態において、第一の重合体材料は、実質的にホモ重合体である。別の実施形態において、第二の重合体材料は、実質的にホモ重合体である。別の実施形態において、第一の重合体材料対第二の重合体材料の重量比は、約 1 : 3、または約 1 : 6 である。別の実施形態において、第一の重合体材料の M_w (g / m o l) は、約 250,000 ~ 約 1,000,000、または約 400,000 ~ 600,000 である。別の実施形態において、第二の重合体材料の M_w (g / m o l) は、約 650 ~ 約 2,000、または約 500 ~ 1000 である。別の実施形態において、このゲルを含むヒドロゲルが提供される。別の実施形態において、ヒドロゲルは、ヒドロゲル自身の重量の少なくとも約 10 倍または約 50 倍の保水力を有する。別の実施形態において、ヒドロゲルは、ヒドロゲル自身の重量の少なくとも約 10%、または 20%、または 100%、または 1000% の保水力を有する。別の実施形態において、ヒドロゲルは、1 回、2 回、または 50 回の水和・脱水サイクル後も実質的に変化していない。別の実施形態において、ヒドロゲルは、さらに肥料、シリカ、ポリエチレン、またはポリスチレンを含む。別の実施形態において、ヒドロゲルは、さらにセルロース、ゼラチン、および/または粘土の 1 種以上を含む。別の実施形態において、セルロースとしてカルボキシメチルセルロースが含まれる。別の実施形態において、ポリアクリル酸は、再生ポリアクリル酸から得られる。別の実施形態において、ヒドロゲルは、約 1000 g / c m ² ~ 約 4000 g / c m ²、または約 2000 g / c m ² ~ 約 3000 g / c m ² の引張強度を示す。別の実施形態において、ヒドロゲルは、約 1000 g / c m ² ~ 約 4000 g / c m ²、または約 2000 g / c m ² ~ 約 3000 g / c m ² の衝撃強度を示す。

20

30

【 0 0 0 7 】

本発明の別の態様において、第一の重合体材料と第二の重合体材料を混合して、第一の重合体材料と第二の重合体材料の間に水素結合を形成させることを含むゲルの形成法が提供され、この方法において、第一の重合体材料はポリアクリル酸を含み、第二の重合体材料はポリエチレングリコール以外のポリグリコールを含む。別の実施形態において、第一の重合体材料は、実質的にホモ重合体である。別の実施形態において、第二の重合体材料は、実質的にホモ重合体である。別の実施形態において、第一の重合体材料と第二の重合体材料は、約 15 ~ 30 の温度で混合される。別の実施形態において、ゲルは、触媒を用いずに形成される。別の実施形態において、ポリグリコールは、ポリテトラメチレンエーテルグリコールである。別の実施形態において、第一の重合体材料と第二の重合体材料は、約 1 : 3、または約 1 : 6 の重量比で混合される。別の実施形態において、ポリアクリル酸は、再生ポリアクリル酸から得られる。別の実施形態において、ゲルは、約 1000 g / c m ² ~ 約 4000 g / c m ²、または約 2000 g / c m ² ~ 約 3000 g / c

40

50

m^2 の引張強度を示す。別の実施形態において、ゲルは、約 $1000 g/cm^2$ ~ 約 $4000 g/cm^2$ 、または約 $2000 g/cm^2$ ~ 約 $3000 g/cm^2$ の衝撃強度を示す。

【0008】

本発明の別の態様において、土壤に、第一の重合体材料およびこれと水素結合した第二の重合体材料を含むヒドロゲルを施すことを含む農耕法が提供され、この方法において、第一の重合体材料はポリアクリル酸を含み、第二の重合体材料はポリエチレングリコール以外のポリグリコールを含む。ある実施形態において、第二の重合体材料は、ポリテトラメチレンエーテルグリコールである。別の実施形態において、第一の重合体材料は、実質的にホモ重合体である。別の実施形態において、第二の重合体材料は、実質的にホモ重合体である。別の実施形態において、ヒドロゲルは、1回、2回、または50回の水和・脱水サイクル後も実質的に変化していない。別の実施形態において、ヒドロゲルは、ヒドロゲル自身の重量の少なくとも約10倍または約50倍の保水力を有する。別の実施形態において、ヒドロゲルは、ヒドロゲル自身の重量の少なくとも約10%の保水力を有する。別の実施形態において、ヒドロゲルは、ヒドロゲル自身の重量の少なくとも約20%、または100%、または1000%の保水力を有する。別の実施形態において、第一の重合体材料対第二の重合体材料の重量比は、約1:3、または約1:6である。別の実施形態において、ヒドロゲルは、さらに架橋剤を含む。別の実施形態において、ヒドロゲルは、触媒を用いずに形成される。別の実施形態において、第一の重合体材料の $M_w (g/mol)$ は、約250,000 ~ 約1,000,000、または約400,000 ~ 600,000である。別の実施形態において、第二の重合体材料の $M_w (g/mol)$ は、約500 ~ 約2,000、または約650 ~ 1,000である。別の実施形態において、ポリアクリル酸は、再生ポリアクリル酸から得られる。

【0009】

本発明の別の態様は、乾燥環境下で種子を栽培するように構成されたシステムであり、このシステムは、ポリアクリル酸を含む第一の重合体材料、およびこれと水素結合したポリグリコールを含む第二の重合体材料で形成された種子容器、および種子容器に入れられた種子を含む。ある実施形態において、ポリグリコールは、ポリテトラメチレンエーテルグリコールである。別の実施形態において、第一の重合体材料は、実質的にホモ重合体である。別の実施形態において、第二の重合体材料は、実質的にホモ重合体である。別の実施形態において、第一の重合体材料対第二の重合体材料の重量比は、約1:3、または約1:6である。別の実施形態において、第一の重合体材料の $M_w (g/mol)$ は、約250,000 ~ 約1,000,000、または約400,000 ~ 600,000である。別の実施形態において、第二の重合体材料の $M_w (g/mol)$ は、約500 ~ 約2,000、または約650 ~ 1000である。別の実施形態において、土壤に、乾燥環境下で栽培できるように構成された種子を施すことを含む植物の栽培法が提供され、この種子はさらに、ポリアクリル酸を含む第一の重合体材料、およびこれと水素結合したポリグリコールを含む第二の重合体材料で形成された種子容器、および種子容器に入れられた種子を含む。別の実施形態において、この種子から生える植物は、種子容器に入っていない種子から生える植物よりも、葉の質量が少なくとも2倍、または3倍、または5倍、または10倍ある。別の実施形態において、この種子から生える植物は、種子容器に入っていない種子から生える植物よりも、根の質量が少なくとも2倍、または3倍、または5倍、または10倍ある。

【0010】

本発明の別の態様は、土壤であり、この土壤は、土および土に含まれるヒドロゲルを含み、このヒドロゲルは、ポリアクリル酸を含む第一の重合体材料、およびこれと水素結合したポリグリコールを含む第二の重合体材料を含む。ある実施形態において、ポリグリコールは、ポリテトラメチレンエーテルグリコールである。別の実施形態において、第一の重合体材料は、実質的にホモ重合体である。別の実施形態において、第二の重合体材料は、実質的にホモ重合体である。別の実施形態において、第一の重合体材料対第二の重合体材

10

20

30

40

50

料の重量比は、約 1 : 3、または約 1 : 6 である。別の実施形態において、第一の重合体材料の M_w は、約 250,000 ~ 約 1,000,000、または約 400,000 ~ 600,000 である。別の実施形態において、第二の重合体材料の M_w は、約 500 ~ 約 2,000、または約 650 ~ 1000 である。別の実施形態において、ヒドロゲルは、1 回、2 回、または 50 回の水和・脱水サイクル後も実質的に変化していない。別の実施形態において、ヒドロゲルは、ヒドロゲル自身の重量の少なくとも約 10 倍、または 50 倍の保水力を有する。別の実施形態において、ヒドロゲルは、ヒドロゲル自身の重量の少なくとも約 10%、または約 20%、または約 100%、または約 1000% の保水力を有する。別の実施形態において、ヒドロゲルは、さらに、ビニル官能基を有する化学種を含む。別の実施形態において、ビニル官能基を有する化学種は、アクリルアミド、アクリル酸、メチルアクリル酸、ビニルアルコール、酢酸ビニル、アクリル酸ブチル、アクリル酸ビニル、ビニル安息香酸、ビニルベンジルアルコール、ビニルポロン酸ジブチルエステル、ビニルホルムアミド、メタクリル酸ビニル、ビニルピリジン、1 - ビニル - 2 - ピロリドン、ビニルスルホン酸、またはビニルトリメトキシシランが可能である。別の実施形態において、ビニル官能基を有する化学種は、重合体である。別の実施形態において、ビニル官能基を有する化学種は、第一の重合体材料と共有結合している。別の実施形態において、ポリアクリル酸は、再生ポリアクリル酸から得られる。

10

【0011】

本発明の別の態様において、ポリアクリル酸およびポリエチレングリコール以外のポリグリコールを含むゲルが提供され、このゲルにおいてポリアクリル酸はポリグリコールと水素結合している。ある実施形態において、ポリグリコールは、ポリテトラメチレンエーテルグリコールである。別の実施形態において、第一の重合体材料は、実質的にホモ重合体である。別の実施形態において、第二の重合体材料は、実質的にホモ重合体である。別の実施形態において、第一の重合体材料対第二の重合体材料の重量比は、約 1 : 3、または約 1 : 6 である。別の実施形態において、第一の重合体材料の M_w (g/mol) は、約 250,000 ~ 約 1,000,000、または約 400,000 ~ 600,000 である。別の実施形態において、第二の重合体材料の M_w (g/mol) は、約 650 ~ 約 2,000、または約 500 ~ 1000 である。別の実施形態において、ヒドロゲルは、ポリアクリル酸およびポリエチレングリコール以外のポリグリコールを含むゲルを含み、このゲルにおいてポリアクリル酸はポリグリコールと水素結合している。

20

30

【0012】

本発明の別の態様は、ポリアクリル酸ホモ重合体、およびこれと水素結合した、環境に配慮したポリグリコールを含む追加のホモ重合体を含む、環境に配慮したヒドロゲルである。

【0013】

本発明の別の態様は、ポリアクリル酸ホモ重合体を、環境に配慮したポリグリコールを含む追加のホモ重合体と混合することを含む、環境に配慮したヒドロゲルの形成法である。ポリアクリル酸ホモ重合体は、追加のホモ重合体と水素結合を形成して相互作用する。

【0014】

本発明の別の態様は、ポリアクリル酸を含む第一の重合体材料、およびこれと水素結合した、環境に配慮したポリグリコールを含む第二の重合体材料を含む、環境に配慮したヒドロゲルである。

40

【0015】

本発明の別の態様は、ポリアクリル酸を含む第一の重合体材料を、環境に配慮したポリグリコールを含む第二の重合体材料と混合して重合体混合物を形成することを含む、環境に配慮したヒドロゲルの形成法であり、この方法において、混合の際、ポリアクリル酸は環境に配慮したポリグリコールと水素結合を形成して相互作用する。

【0016】

本発明の別の態様において、環境に配慮したヒドロゲルが提供され、このヒドロゲルは、ポリアクリル酸を含む第一の重合体材料、これと水素結合して相互作用する、ポリグリコ

50

ールを含む第二の重合体材料、および1種以上の環境に配慮した重合体を含む。

【0017】

本発明の別の態様において、環境に配慮したヒドロゲルの形成法が提供され、この方法は、反応容器に、ポリアクリル酸を含む第一の重合体材料、ポリグリコールを含む第二の重合体材料、および1種以上の環境に配慮した重合体を投入すること、ならびにポリアクリル酸を含む第一の重合体材料、ポリグリコールを含む第二の重合体材料、および1種以上の環境に配慮した重合体を混合することを含む。

【0018】

本開示のさらなる態様および利点は、以下の詳細な説明により、当業者に容易に明らかとなるだろう。以下の詳細な説明では、本開示の例示にすぎない実施形態が図示および記載される。ご承知のとおり、本開示には、他にも異なる実施形態が可能であり、細かく見れば明白な様々な点において修飾が可能であり、それらは全て本開示から逸脱しない。したがって、図面および説明は、本質的に例示と見なされるべきであって、制限するものではない。

参照としての援用

【0019】

本明細書中に記載される公報、特許、および特許出願は全て、個々の公報、特許、または特許出願が参照として援用されることを具体的におよび個別に示されたかのように、本明細書中に参照として援用される。

【図面の簡単な説明】

【0020】

本発明の新規特徴は、請求の範囲に具体的に記載される。本発明の特徴および利点は、本発明の原理を利用した例示実施形態を記載する以下の詳細な説明、および添付の図面を参照することでより深く理解されるだろう。

【図1】図1は、本発明の実施形態に従って、モデル成形した三次元(「3D」)ゲルを示す；

【図2】図2は、本発明の実施形態に従って、ゲルの単量体サブ単位間に形成される水素結合を示す(ヒドロキシル酸素(O)、水素(H)、および重合体鎖中の酸素(-O-)が表示されている)；

【図3】図3は、実施例1の方法により形成されたゲルを示す；

【図4】図4は、ポリアクリル酸試料(上段)およびPAA-PTMEG三次元高分子ゲル(下段)のフーリエ変換赤外(FTIR)スペクトル図を示す；

【図5】図5は、PTMEG試料(上段)およびPAA-PTMEG三次元高分子ゲル(下段)のフーリエ変換赤外(FTIR)スペクトル図を示す；

【図6】図6は、ヒドロゲルの圧縮強度を示す；

【図7】図7は、ヒドロゲルに含まれている水の蒸発速度を示す；

【図8】PTMEG(8a)およびPAA-PTMEG三次元高分子ゲル(8b)の示差走査熱量測定(DSC)出力を示す；

【図9】ポリエチレン重合体とPAA-PTMEG三次元高分子ゲルの混合物のDSC出力を示す。ポリエチレンとPAA-PTMEG三次元高分子ゲルの混合物のガラス転移温度、または融点(T_m)は、ポリエチレン自身のものと異なっている。

【発明を実施するための形態】

【0021】

本発明の好適な実施形態が図示および説明されているものの、そうした実施形態は例として提供されているにすぎないことが当業者には明らかだろう。本発明から逸脱しない修飾、変更、および置き換えが、当業者には多数思いつくだろう。本明細書に記載される本発明の実施形態に対する様々な代替物が、本発明の実施において採用され得るものとする。

【0022】

本明細書中使用される場合、「重合体材料」という用語には、1種以上の単量体サブ単位(本明細書中「単位」とも称する)を有する材料が含まれる。ある実施形態において、重

10

20

30

40

50

合体材料は、1種以上の繰返しサブ単位を含むことができる。別の実施形態において、重合体材料は、同種の繰返しサブ単位を含むことができる。別の実施形態において、重合体材料は、2種類以上の繰返しサブ単位を含むことができる。別の実施形態において、重合体材料は、互いに結合した単量体サブ単位を含むことができる。別の実施形態において、重合体材料は共有結合で互いに結合した単量体サブ単位を含むことができる。

【0023】

本明細書中使用される場合、「ゲル」という用語には、互いに結合した1種類以上の重合体材料を含む材料を含めることができる。ある実施形態において、ゲル（本明細書中「高分子ゲル」とも称する）は、互いに結合して三次元構造を形成している1種類以上の重合体材料を含むことができる。別の実施形態において、ゲルは、互いに結合して三次元構造（または三次元の網目構造）を形成している2種類の重合体材料を含むことができる。別の実施形態において、ゲルは、水素結合で互いに結合して三次元構造を形成している1種類以上の重合体材料を含むことができる。別の実施形態において、ゲルは、水素結合だけで互いに結合している1種類以上の重合体材料を含むことができる。別の実施形態において、1種類以上の単量体サブ単位を有する第一の重合体材料は、1種類以上の単量体サブ単位を有する第二の重合体材料と水素結合している。別の実施形態において、水素結合は、第一の重合体材料の水素原子と陰性原子（例えば、酸素、窒素、またはフッ素）との間に形成される。

【0024】

「ヒドロゲル（「アクアゲル」とも称する）」という用語は、本明細書中使用される場合、水を保持できるように構成された任意の物質を示す。ヒドロゲルは、親水性部分、すなわち1つ以上の水分子に対して引力相互作用を働かせることができる基またはサブグループを含むことができる。本明細書中に記載の方法に従って形成されたヒドロゲルは、既存のヒドロゲルの保水力と同等以上の保水力を示し得る。

【0025】

「ホモ重合体」という用語は、本明細書中使用される場合、同一種類の単量体で構成された任意の重合物を示す。例えば、アクリル酸のホモ重合体とは、アクリル酸のみで構成されている重合体である。「実質的にホモ重合体である」という語句は、本明細書中使用される場合、重合体材料の約80%、または約81%、または約82%、または約83%、または約84%、または約85%、または約86%、または約87%、または約88%、または約89%、または約90%、または約91%、または約92%、または約93%、または約94%、または約95%、または約96%、または約97%、または約98%、または約99%、または約99.5%、または約99.9%、または約99.95%が同一種類の単量体単位で構成されているものを示す。例えば、ポリアクリル酸を含む材料が実質的にホモ重合体である場合、その材料の少なくとも80%は、アクリル酸単量体単位で構成されている。別の例では、ポリグリコールを含む材料が実質的にホモ重合体である場合、その材料の少なくとも80%は、同一グリコール単量体単位で構成されている。例えば、ポリテトラメチレンエーテルグリコール（「PTMEG」）を含む材料が実質的にホモ重合体である場合、その材料の少なくとも80%は、ポリテトラメチレンエーテルグリコール単量体単位で構成されている。

【0026】

「実質的に変化しない」という語句は、本明細書中使用される場合、ゲルまたはヒドロゲルが、水和・脱水サイクル前後でほぼ同じ質量を有することを示す。

【0027】

上記のゲルまたはヒドロゲル材料は、さらに他の材料（例えば、ポリエチレンまたはポリスチレンなど）と調合することで高い引張強度および衝撃強度を有する重合体複合体を形成することができる。

【0028】

本明細書で提供されるのは、様々な用途（農業目的の保水システムなど）に利用できるゲルおよびヒドロゲルである。そのようなゲルおよびヒドロゲルを本明細書で提供できるの

10

20

30

40

50

は、本明細書で提供されるとおりの特定の要素の組み合わせにより、そのような用途に適した性質（高い保水力など）を有するゲルおよびヒドロゲルの形成が予想外に実現したことに、少なくとも部分的に基づいている。例えば、ポリアクリル酸およびポリテトラメチレンエーテルグリコールを含むゲルは、環境に配慮したもので、長期使用しても環境汚染をもたらさない。状況によっては、そのようなゲルおよびヒドロゲルは、室温または室温付近の温度で熱を加えることなく、場合によっては触媒の助けも借りずに、容易に形成され、これにより、製造コスト、さらには地球温暖化を招く可能性のある二酸化炭素排出を最小限にする。

【0029】

様々な実施形態において、触媒を必要としないゲル製造の組成および方法が開示される。いくつかの実施形態において、ゲルは室温（すなわち、約15 ~ 30 の温度）で製造することができ、製造コスト削減を可能にする。他の実施形態において、ゲルは、有機溶媒または水に対して感知できるほどの溶解性を持たない。

10

【0030】

いくつかの実施形態において、2種の重合体材料から高分子ゲル（本明細書中「ゲル」とも称する）が形成される。このゲルは柔らかいが強靱な材料となり得る。ゲルは、ゴムまたはゴム様材料の粘度と少なくとも同程度の粘度を有し得る。場合によっては、ゲルは、約 $10^3 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ 、または $10^4 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ 、または $10^5 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ 、または $10^6 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ 、または $10^7 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ 、または $10^8 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ 、または $10^9 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ 、または $10^{10} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ 、または $10^4 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ 、または $10^{12} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ よりも高い粘度を有し得る。ある実施形態において、ゲルは、室温で、触媒を使用せず、どのような副生成物も生成することなく、製造することができる。

20

【0031】

いくつかの実施形態において、ヒドロゲル製造の組成および方法が開示される。ヒドロゲルは、本明細書中提供されるゲルから形成させることができ、第一の重合体材料（PAAなど）の一本鎖、およびこれと水素結合した第二の重合体材料（PTMEGなど）の一本鎖を含むことができる。

【0032】

上記の高分子ゲルを骨格に用いて、特定の親水性単量体を、2種類の重合体材料（ポリアクリル酸（本明細書中「PAA」とも称する）およびポリグリコールなど）と混合すること、および*in situ*で他の単量体（ビニル基含有単量体など）と重合させることにより、親水性ヒドロゲルを形成させることができる。

30

【0033】

上記のヒドロゲル材料は、他の材料（肥料または土など）と調合することで、保水力の改善された調合材料とすることができる。

ゲルおよびヒドロゲル

【0034】

本発明の1つの態様において、ゲル（本明細書中「ゲル様物質」とも称する）が提供される。ある実施形態において、三次元の（「3D」）ゲルが提供される。三次元のゲルは、2種以上の重合体材料を含むことができる。場合によっては、ゲルは、互いに水素結合した2種以上の重合体材料を含む。重合体材料は、重合体材料が持つ1つ以上のサブ単位を通じて互いに水素結合できる。

40

【0035】

いくつかの実施形態において、ゲルは、互いに水素結合した1種以上の、2種以上の、3種以上の、4種以上の、5種以上の、6種以上の、7種以上の、8種以上の、9種以上の、または10種以上の重合体材料を含む。

【0036】

いくつかの例において、第一の重合体材料および第二の重合体材料を含むゲルが提供される。ある実施形態において、第一の重合体材料は、第二の重合体材料と架橋している。別の実施形態において、第一の重合体材料は、第二の重合体材料と水素結合している。別の

50

実施形態において、第一の重合体材料は、水素結合による相互作用のみで第二の重合体材料と連結している。別の実施形態において、第一の重合体材料は直鎖ポリアクリル酸（「PAA」）であり、第二の重合体材料はポリグリコールである。別の実施形態において、第一の重合体材料はPAAであり、第二の重合体材料はポリテトラメチレンエーテルグリコール（「PTMEG」）である。いくつかの実施形態において、ゲルは第三の重合体材料を含む。ある実施形態において、第三の重合体材料は、第二の重合体材料と水素結合している。別の実施形態において、第三の重合体材料は、第一の重合体材料と水素結合している。別の実施形態において、第三の重合体材料は、第一の重合体材料および第二の重合体材料と水素結合している。別の実施形態において、第一の重合体材料はPAAであり、第二の重合体材料はポリグリコールであり、第三の重合体材料はポリアクリルアミド（「PAM」）である。別の実施形態において、第一の重合体材料はPAAであり、第二の重合体材料はPTMEGであり、第三の重合体材料はPAMである。別の実施形態において、第一の重合体材料はPAAであり、第二の重合体材料はPTMEGであり、第三の重合体材料はポリビニルアルコールである。別の実施形態において、第三の重合体材料は第一の重合体材料と共有結合している。

10

【0037】

いくつかの実施形態において、PAAは、再生ポリアクリル酸（使用済みおむつから抽出されたポリアクリル酸など）から得ることができる。場合によっては、再生ポリアクリル酸を本明細書で提供されるゲルおよびヒドロゲルに使用できるように準備する追加の処理が必要になるかもしれない。

20

【0038】

ある実施形態において、ゲルは、ポリアクリル酸（またはポリ（アクリル酸）、すなわち「PAA」）およびポリグリコールを含む。いくつかの実施形態において、ゲルは、さらにアクリル酸単量体を含む。いくつかの実施形態において、ゲルは、ビニル含有単量体（本明細書中「ビニル含有材料」とも称する）を含み、ビニル含有単量体として、アクリルアミド、メチルアクリル酸、ビニルアルコール、酢酸ビニル、アクリル酸ブチル、アクリル酸ビニル、ビニル安息香酸、ビニルベンジルアルコール、ビニルボロン酸ジブチルエステル、ビニルホルムアミド、メタクリル酸ビニル、ビニルピリジン、1-ビニル-2-ピロリドン、ビニルスルホン酸、およびビニルトリメトキシシランが挙げられる。いくつかの実施形態において、ゲルは、ビニル含有重合体（本明細書中「ビニル含有材料」とも称する）を含む。ビニル含有材料が酸の場合、ゲルは、その酸の塩誘導体を含む可能性がある。例えば、単量体がアクリル酸の場合、ゲルは、アクリル酸ナトリウム塩またはカリウム塩、あるいはポリアクリル酸ナトリウム塩またはカリウム塩を含む可能性がある。いくつかの実施形態において、ビニル含有材料は、ポリアクリル酸と共有結合している。

30

【0039】

ある実施形態において、ゲルは、ポリ（アクリル酸）（「PAA」）および1種以上のポリグリコールを含み、1種以上のポリグリコールは、ポリエチレングリコール（PEG）、ポリテトラメチレンエーテルグリコール（PTMEG）、およびポリプロピレンエーテルグリコール（PPG）から選択される。PPGは、高い柔軟性を持つ望ましい高分子ゲルを提供するものの、医療用に应用されることは少ない。なぜならPPGは、イソシアン酸塩と反応するのに触媒が必要だからである。別の実施形態において、ゲルは、PAAおよびPEGを含む。別の実施形態において、ゲルは、PAAおよびPTMEGを含む。別の実施形態において、ゲルは、PAAおよびPPGを含む。

40

【0040】

ある実施形態において、ゲルは、ヒドロゲルも含めて、第一の重合体材料および第二の重合体材料を含み、第二の重合体材料は $-O-(CH_2)_n$ サブ単位を有する（式中、「n」は、2、または3、または4、または5、または6、または7、または8、または9、または10、または11、または12、または13、または14、または15、または16、または17、または18、または19、または20以上の数字である。別の実施形態において、「n」は、2以上の数字である。別の実施形態において、「n」は、3以上の

50

数字である。別の実施形態において、「 n 」は、4以上の数字である。そのような場合、第二の重合体材料としてPTMEGが可能である。別の実施形態において、ゲルは、第三の重合体材料を含むことができる。別の実施形態において、ゲルでは、重合体材料間に水素結合相互作用が存在し得る。

【0041】

ある実施形態において、ゲルは、第一の重合体材料および第二の重合体材料を含み、第二の重合体材料は $-O-(CH_2CH_2)_m$ サブ単位を有する(式中、「 m 」は、1、または2、または3、または4、または5、または6、または7、または8、または9、または10、または11、または12、または13、または14、または15、または16、または17、または18、または19、または20以上の数字である。別の実施形態において、「 m 」は、2以上の数字である。そのような場合、第二の重合体材料としてPTMEGが可能である。別の実施形態において、「 m 」は、3以上の数字である。別の実施形態において、「 m 」は、4以上の数字である。ある例において、第一の重合体材料として、第二の重合体材料と水素結合している重合体材料が可能である。いくつかの実施形態において、第一の重合体材料としてPAAが可能である。別の実施形態において、ゲルでは、重合体材料間に水素結合相互作用が存在し得る。

10

【0042】

ある実施形態において、ポリアクリル酸とポリグリコールを混合することにより三次元のゲル構造を形成させ、これにより2つの成分が成分間の水素結合のみを通じて相互作用している材料を提供することができる。場合によっては、ポリアクリル酸およびポリグリコールを含む混合物を加熱することによりゲルを形成させる。混合物の性質は、出発物質とは異なる。直鎖ポリアクリル酸は粉末であり、ポリグリコールは室温で粘稠な液体である。ある実施形態において、混合物は、ゴム様固体(すなわち、ゴムまたはゴム様材料と同様な粘度を有する)である。別の実施形態において、混合物は、有機溶媒であっても水であってもどのような溶媒にも適切に溶解することができない。

20

【0043】

ある実施形態において、ゲルは、ゲルに所望の性質を与えるように選択された平均分子量をそれぞれ有するポリアクリル酸(PAA)およびポリグリコールを含む。別の実施形態において、ゲルは、ゲルに所望の性質を与えるように選択された平均分子量をそれぞれ有するPAAおよびPTMEGを含む。

30

【0044】

いくつかの実施形態において、ゲルは、約1,800~約4,000,000(g/mol)の平均分子量(M_w)を有するPAAを含む。ある実施形態において、ゲルは、少なくとも約250、または少なくとも約650、または少なくとも約1000、または少なくとも約2000、または少なくとも約3000の平均分子量(M_w)を有するポリグリコールを含む。

【0045】

いくつかの実施形態において、第一の重合体材料対第二の重合体材料の重量比は、約1:1、または約1:2、または約1:3、または約1:6、または約1:10、または約1:20、または約2:1、または約3:1、または約4:1、または約5:1、または約6:1、または約10:1、または約20:1、またはそれ以上である。

40

【0046】

いくつかの実施形態において、第一の重合体材料および第二の重合体材料を含むゲルは、ポリエチレンと調合される。いくつかの実施形態において、ポリエチレンと第一の重合体材料および第二の重合体材料を含むゲルとの調合物は、ポリエチレン自身の衝撃強度より高い衝撃強度を示す。いくつかの実施形態において、ポリエチレンと第一の重合体材料および第二の重合体材料を含むゲルとの調合物は、ポリエチレン自身の引張強度より高い引張強度を示す。

環境に配慮したゲルおよびヒドロゲル

【0047】

50

本発明の1つの態様において、環境に配慮したゲルおよびヒドロゲルが提供される。環境に配慮したゲルおよびヒドロゲルは、無毒および/または生体分解性であると言える。無毒で生体分解性のヒドロゲルは、第一の重合体材料（ポリアクリル酸など）および第二の重合体材料（環境に配慮したポリグリコールなど）を用いて調製することができる。このような無毒で生体分解性のヒドロゲルは、有害成分の生成が排除されていなかったとしても、それを最小限に抑えるので、これにより、例えば有害成分が水源に進入（または到達）する危険性を、排除できないとしても最小限に抑えることができるため、環境に配慮したものとなり得る（本明細書中「環境に配慮したヒドロゲル」とも称する）。いくつかの実施形態において、環境に配慮したポリグリコールは、ポリテトラメチレンエーテルグリコール（PTMEG）である。いくつかの実施形態において、第一の重合体材料は、実質的にホモ重合体である。いくつかの実施形態において、環境に配慮したポリグリコールは、ホモ重合体である。いくつかの実施形態において、第一の重合体材料（ポリアクリル酸など）は、環境に配慮したポリグリコールと水素結合している。いくつかの実施形態において、環境に配慮したポリグリコールは、ポリエチレングリコールを除く。

10

【0048】

いくつかの実施形態において、環境に配慮したヒドロゲルは、ポリエチレンと調合される。環境に配慮したヒドロゲルとポリエチレンとの調合物は、ポリエチレン自身の衝撃強度より高い衝撃強度を示す。場合によっては、環境に配慮したヒドロゲルとポリエチレンとの調合物は、ポリエチレン自身の引張強度より高い引張強度を示す。

【0049】

いくつかの実施形態において、環境に配慮したヒドロゲルは、ゲルおよびヒドロゲルについての以下の記載どおりの性質を示す。いくつかの実施形態において、環境に配慮したヒドロゲルは、以下に記載するとおり、ポリグリコール以外の環境に配慮した重合体（セルロースなど）とさらに組み合わせることができる。いくつかの実施形態において、環境に配慮したヒドロゲルは、以下に記載される方法によって形成される。いくつかの実施形態において、環境に配慮したヒドロゲルは、上記のとおり組成を有する。いくつかの実施形態において、環境に配慮したヒドロゲルは、材料（肥料または土など）と調合されて、高い保水力を持つ調合材料を提供する。

20

【0050】

環境に配慮したポリグリコールを含む環境に配慮したヒドロゲルは、毒性材料を含有しないヒドロゲルは広範囲の用途に応用可能であるという点で、毒性のあるポリグリコールを含むヒドロゲルよりも有利なものとなり得る。例えば、環境に配慮したヒドロゲルは、農業用途または医療用途に用いることもできるし、環境に配慮した重合体と組み合わせて医薬および農業に用いるのに適合した調合物とすることもできる。環境に配慮したヒドロゲルのさらなる用途を説明する。

30

ゲルおよびヒドロゲルの形成法

【0051】

本発明の別の態様において、三次元の（「3D」）ゲルを含むゲル（本明細書中「ゲル様物質」とも称する）の形成法が提供される。ある実施形態において、第一のプロセスを用いて第一の重合体材料を形成し、第二のプロセスを用いて第二の重合体材料を形成する。第一の重合体材料と第二の重合体材料を混合して、ゲルを形成する。重合体材料は、反応容器またはチャンパー（例えば、ピーカー、浴槽、槽、またはパットなど）中で混合することができる。場合によっては、連続攪拌条件下で、重合体材料を反応容器に加えることができる。

40

【0052】

ある実施形態において、ゲルまたはゲル様物質の形成法は、第一の重合体材料と第二の重合体材料を組み合わせ、第一および第二それぞれの重合体材料のサブ単位間の水素結合を介して第一の重合体材料と第二の重合体材料が結合しているゲルを形成することを含む。

【0053】

50

ある実施形態において、ゲルは、PAAを含む第一の重合体材料とポリグリコール（例えば、PEG、PTMEG、PPG）を含む第二の重合体材料を、室温で混合することにより形成される。場合によっては、第二の重合体材料はポリエチレングリコールを含まない。別の実施形態において、ゲルは、PAAを含む第一の重合体材料とポリグリコール（例えば、PEG、PTMEG、PPG）を含む第二の重合体材料を、約15～35、または15～30、または20～30、または22～27の温度で混合することにより形成される。別の実施形態において、ゲルは、PAAを含む第一の重合体材料とポリグリコールを含む第二の重合体材料を、約15.0、または15.1、または15.2、または15.3、または15.4、または15.5、または15.6、または15.7、または15.8、または15.9、または16.0、または16.1、または16.2、または16.3、または16.4、または16.5、または16.6、または16.7、または16.8、または16.9、または17.0、または17.1、または17.2、または17.3、または17.4、または17.5、または17.6、または17.7、または17.8、または17.9、または18.0、または18.1、または18.2、または18.3、または18.4、または18.5、または18.6、または18.7、または18.8、または18.9、または19.0、または19.1、または19.2、または19.3、または19.4、または19.5、または19.6、または19.7、または19.8、または19.9、または20.0、または20.1、または20.2、または20.3、または20.4、または20.5、または20.6、または20.7、または20.8、または20.9、または21.0、または21.1、または21.2、または21.3、または21.4、または21.5、または21.6、または21.7、または21.8、または21.9、または22.0、または22.1、または22.2、または22.3、または22.4、または22.5、または22.6、または22.7、または22.8、または22.9、または23.0、または23.1、または23.2、または23.3、または23.4、または23.5、または23.6、または23.7、または23.8、または23.9、または24.0、または24.1、または24.2、または24.3、または24.4、または24.5、または24.6、または24.7、または24.8、または24.9、または25.0、または25.1、または25.2、または25.3、または25.4、または25.5、または25.6、または25.7、または25.8、または25.9、または26.0、または26.1、または26.2、または26.3、または26.4、または26.5、または26.6、または26.7、または26.8、または26.9、または27.0、または27.1、または27.2、または27.3、または27.4、または27.5、または27.6、または27.7、または27.8、または27.9、または28.0、または28.1、または28.2、または28.3、または28.4、または28.5、または28.6、または28.7、または28.8、または28.9、または29.0、または29.1、または29.2、または29.3、または29.4、または29.5、または29.6、または29.7、または29.8、または29.9、または30.0、または31.0、または31.1、または31.2、または31.3、または31.4、または31.5、または31.6、または31.7、または31.8、または31.9、または32.0、または32.1、または32.2、または32.3、または32.4、または32.5、または32.6、または32.7、または32.8、または32.9、または33.0、または33.1、または33.2、または33.3、または33.4、または33.5、または33.6、または33.7、または33.8、または33.9、または34.0、または34.1、または34.2、または34.3、または34.4、または34.5、または34.6、または34.7、ま

たは34.8、または34.9、または35.0の温度で混合することにより形成される。

【0054】

ある実施形態において、ゲルは、PAAを含む第一の重合体材料とPEG、PTMEG、およびPPGのうち1種類以上を含む第二の重合体材料を、室温で混合することにより形成される。場合によっては、第二の重合体材料はポリエチレングリコールを含まない。別の実施形態において、ゲルは、PAAを含む第一の重合体材料とポリグリコール（例えば、PEG、PTMEG、PPG）を含む第二の重合体材料を、約15～35、または15～30、または20～30、または22～27の温度で混合することにより形成される。別の実施形態において、ゲルは、PAAを含む第一の重合体材料とPEG、PTMEG、およびPPGのうち1種類以上を含む第二の重合体材料を、約15.0、または15.1、または15.2、または15.3、または15.4、または15.5、または15.6、または15.7、または15.8、または15.9、または16.0、または16.1、または16.2、または16.3、または16.4、または16.5、または16.6、または16.7、または16.8、または16.9、または17.0、または17.1、または17.2、または17.3、または17.4、または17.5、または17.6、または17.7、または17.8、または17.9、または18.0、または18.1、または18.2、または18.3、または18.4、または18.5、または18.6、または18.7、または18.8、または18.9、または19.0、または19.1、または19.2、または19.3、または19.4、または19.5、または19.6、または19.7、または19.8、または19.9、または20.0、または20.1、または20.2、または20.3、または20.4、または20.5、または20.6、または20.7、または20.8、または20.9、または21.0、または21.1、または21.2、または21.3、または21.4、または21.5、または21.6、または21.7、または21.8、または21.9、または22.0、または22.1、または22.2、または22.3、または22.4、または22.5、または22.6、または22.7、または22.8、または22.9、または23.0、または23.1、または23.2、または23.3、または23.4、または23.5、または23.6、または23.7、または23.8、または23.9、または24.0、または24.1、または24.2、または24.3、または24.4、または24.5、または24.6、または24.7、または24.8、または24.9、または25.0、または25.1、または25.2、または25.3、または25.4、または25.5、または25.6、または25.7、または25.8、または25.9、または26.0、または26.1、または26.2、または26.3、または26.4、または26.5、または26.6、または26.7、または26.8、または26.9、または27.0、または27.1、または27.2、または27.3、または27.4、または27.5、または27.6、または27.7、または27.8、または27.9、または28.0、または28.1、または28.2、または28.3、または28.4、または28.5、または28.6、または28.7、または28.8、または28.9、または29.0、または29.1、または29.2、または29.3、または29.4、または29.5、または29.6、または29.7、または29.8、または29.9、または30.0、または31.0、または31.1、または31.2、または31.3、または31.4、または31.5、または31.6、または31.7、または31.8、または31.9、または32.0、または32.1、または32.2、または32.3、または32.4、または32.5、または32.6、または32.7、または32.8、または32.9、または33.0、または33.1、または33.2、ま

10

20

30

40

50

たは33.3、または33.4、または33.5、または33.6、または33.7、または33.8、または33.9、または34.0、または34.1、または34.2、または34.3、または34.4、または34.5、または34.6、または34.7、または34.8、または34.9、または35.0の温度で混合することにより形成される。別の実施形態において、ゲルは、PAAを含む第一の重合体材料とPEG、PTMEG、およびPPGのうち1種類以上を含む第二の重合体材料を、約25～約30の温度で混合することにより形成される。

【0055】

ある実施形態において、ゲル様物質は、ポリアクリル酸（「PAA」）とポリテトラメチレングリコール（「PTMEG」、ポリ（テトラメチレンエーテルグリコール）としても知られる）を混合することにより形成される。PTMEGは、ポリグリコールの中でも特に、医療用および歯科用に認可されているポリウレタンおよび他の重合体材料（本明細書中「重合体」とも称する）を形成するのに用いることができる。別の実施形態において、ゲル様物質は、ポリアクリル酸（PAA）の粉末とポリグリコールの粘性溶液を組み合わせることで混合物とし、室温で混合物を攪拌し続けることにより形成される。ある実施形態において、PAAとポリグリコールを、触媒（例えば、不均一触媒または均一触媒）を使わずに、約15～35または20～30の温度で組み合わせることでゲルを形成させることができる。ある実施形態において、ゲルは、不均一触媒を使わずに形成させることができる。別の実施形態において、ゲルは、均一触媒を使わずに形成させることができる。

【0056】

ある実施形態において、ゲルは、PAAとポリグリコールを、約0.1:1、または0.2:1、または0.3:1、または0.4:1、または0.5:1、または0.6:1、または0.7:1、または0.8:1、または0.9:1、または1:1、または1.1:1、または1.2:1、または1.3:1、または1.4:1、または1.5:1、または1.6:1、または1.7:1、または1.8:1、または1.9:1、または2:1の比（重量比）で混合することにより形成される。別の実施形態において、ゲルは、PAAとポリグリコールを、約0.1:1、または0.11:1、または0.12:1、または0.13:1、または0.14:1、または0.15:1、または0.16:1、または0.17:1、または0.18:1、または0.19:1、または0.2:1、または0.21:1、または0.22:1、または0.23:1、または0.24:1、または0.25:1、または0.26:1、または0.27:1、または0.28:1、または0.29:1、または0.3:1、または0.31:1、または0.32:1、または0.33:1、または0.34:1、または0.35:1、または0.36:1、または0.37:1、または0.38:1、または0.39:1、または0.4:1、または0.41:1、または0.42:1、または0.43:1、または0.44:1、または0.45:1、または0.46:1、または0.47:1、または0.48:1、または0.49:1、または0.5:1の比で混合することにより形成される。

【0057】

ある実施形態において、ゲルは、PAAとPTMEG（本明細書中「PTMG」とも称する）を、約0.1:1、または0.2:1、または0.3:1、または0.4:1、または0.5:1、または0.6:1、または0.7:1、または0.8:1、または0.9:1、または1:1、または1.1:1、または1.2:1、または1.3:1、または1.4:1、または1.5:1、または1.6:1、または1.7:1、または1.8:1、または1.9:1、または2:1の比（重量比）で混合することにより形成される。別の実施形態において、ゲルは、PAAとPTMEGを、約0.1:1、または0.11:1、または0.12:1、または0.13:1、または0.14:1、または0.15:1、または0.16:1、または0.17:1、または0.18:1、または0.19:1、または0.2:1、または0.21:1、または0.22:1、または0.23:1、または0.24:1、または0.25:1、または0.26:1、または0.27:1、または0.28:1、または0.29:1、または0.3:1、または0.31:1

、または0.32:1、または0.33:1、または0.34:1、または0.35:1、
 または0.36:1、または0.37:1、または0.38:1、または0.39:1
 、または0.4:1、または0.41:1、または0.42:1、または0.43:1、
 または0.44:1、または0.45:1、または0.46:1、または0.47:1、
 または0.48:1、または0.49:1、または0.5:1の比(重量比)で混合する
 ことにより形成される。別の実施形態において、ゲルは、PAAとPTMEG(本明細書
 中「PTMG」とも称する)を、約1:3(PAA:PTMEG)の比(重量比)で混合
 することにより形成される。

【0058】

ある実施形態において、PAAとポリグリコールを混合すると、PAA部分とポリグリ
 コール部分との間に架橋を有するゲル、すなわちPAA重合体とポリグリコール重合体との
 間に架橋を有するゲルが形成される。架橋の形成は、ポリアクリル酸のCOOH基とポリ
 グリコールの-O-R-O-基の間の水素結合形成に依存し得る。ある実施形態において
 、架橋の形成は、PAAのCOOH基とPTMEGの-O-R-O-基の間の水素結合形
 成に依存し得る。

10

【0059】

場合によっては、PTMEGを用いて、高い圧縮強度および引張強度を持つブロック材料
 (例えば、軟または硬ブロック材料)、フィルム、および粒子を形成することができる。
 別の実施形態において、有機溶媒系および水性溶媒系の一方または両方を用いて、ポリア
 クリル酸とポリテトラメチレングリコールから形成された調合材料を調製することもでき
 る。例えば、実施例5および6を参照。

20

【0060】

図1を参照して、本発明の実施形態による三次元(「3D」)高分子ゲル成形体を説明す
 る。別の実施形態において、ゲルは、型(または筐体)中で、PAAとポリグリコール(
 PTMEGなど)を混合することにより、または混合物を固めることにより形成すること
 ができ、型は、任意の形状および大きさ、例えば円形、三角形、正方形、長方形、五角形
 、六角形、七角形、または九角形を有するものである。場合によっては、混合物は、少な
 くとも約1秒、または少なくとも約2秒、または少なくとも約5秒、または少なくとも約
 10秒、または少なくとも約20秒、または少なくとも約30秒、または少なくとも約4
 0秒、または少なくとも約50秒、または少なくとも約1分、または少なくとも約10分
 、または少なくとも約30分、または少なくとも約50分、または少なくとも約1時間、
 または少なくとも約5時間、または少なくとも約24時間、または少なくとも約2日間、
 または少なくとも約10日間、または少なくとも約20日間、または少なくとも約1ヶ月
 、またはそれより長く固まらせることができる。

30

【0061】

ある実施形態において、ゲルは、ゲルの構成要素の混合物にどのような熱も加えることな
 く、室温(例えば、約15~35、または約20~30)で形成される。別の実
 施形態において、ゲルは、混合物にどのような熱も加えることなく、PAAとポリグリ
 コールを室温で混合することで形成される。別の実施形態において、ゲルは、混合物にど
 のような熱も加えることなく、PAAとPTMEGを混合することで形成される。これによ
 り、製造コストを有利に削減することができる。

40

【0062】

ある実施形態において、ゲルは、大気圧または大気圧に近い圧で形成される。別の実施形
 態において、ゲルは、大気圧または大気圧に近い圧でPAAとポリグリコールを混合する
 ことにより形成される。別の実施形態において、ゲルは、大気圧または大気圧に近い圧で
 PAAとPTMEGを混合することにより形成される。これにより、有利なことに高圧装
 置(圧力チャンパー、コンプレッサー、およびポンプなど)を使用せずに済み、したがっ
 て製造コストを削減することができる。代替実施形態において、ゲルは、減圧下でPAA
 とポリグリコールを混合することにより形成される。別の実施形態において、ゲルは、減
 圧下でPAAとPTMEGを混合することにより形成される。

50

【 0 0 6 3 】

ある実施形態において、約 15 ~ 35 または 20 ~ 30 の温度および大気圧または大気圧に近い圧では、PAAは結晶性粉末となることができ、PTMEGは、軟ワックスなどの粘稠材料（穏やかな加熱で自由に流動する液体になることが可能）となることができる。

【 0 0 6 4 】

ある実施形態において、ゲルは、約 1 : 3 (P A A : P T M E G) の重量比で P A A と P T M E G を混合することで形成させることができる。別の実施形態において、得られる混合物を連続攪拌しながら P A A (例えば、 P A A 粉末) を P T M E G に加えることができる。得られる混合物は、手で攪拌しても、電気混合デバイス (例えば、モーター駆動攪拌機) を用いて攪拌してもよい。ある実施形態において、混合は、 P A A が十分に混合物に混ざり込んで攪拌するのが困難になるまで続けることができる。攪拌が困難になるのは、 P A A と P T M E G の混合物の粘度が増加するためである。ある実施形態において、混合物の粘度の増加は、 P A A とポリグリコール (例えば、 P T M E G など) との混合で起こるゲル化プロセスに伴うものである。

10

【 0 0 6 5 】

ある実施形態において、ゲルは、 P A A とポリグリコールを混合し、混合物を約 5 分 ~ 40 分、または約 10 分 ~ 30 分、または約 15 分 ~ 20 分の時間攪拌することで形成される。別の実施形態において、ゲルは、 P A A と P T M E G (本明細書中「 P T M G 」とも称する) を混合し、混合物を約 5 分 ~ 40 分、または約 10 分 ~ 30 分、または約 15 分 ~ 20 分の時間攪拌することで形成される。

20

【 0 0 6 6 】

ヒドロゲルは、第一の重合体材料、第二の重合体材料、および第三の材料を約 15 ~ 30 の温度で混合し、混合物を約 50 ~ 100 、または約 55 ~ 70 、または約 58 ~ 62 の温度まで加熱することで、形成させることができる。場合によっては、ヒドロゲルは、第一の重合体材料、第二の重合体材料、および第三の材料を約 15 ~ 30 の温度で混合し、混合物を約 55 、または 56 、または 57 、または 58 、または 59 、または 60 、または 61 、または 62 、または 63 、または 64 、または 65 の温度まで加熱することで形成される。第一の重合体材料として、 P A A が可能であり、第二の重合体材料として、 P T M E G が可能であり、第三の材料として、アクリルアミド (A A m) が可能である。ある実施形態において、約 15 ~ 30 の温度で混合物を形成すると、第一の重合体材料 (例えば、 P A A) と第二の重合体材料 (例えば、 P T M E G) の間に水素結合の形成が誘導される。

30

【 0 0 6 7 】

別の実施形態において、ヒドロゲルは、第一の重合体材料、第二の重合体材料、およびビニル官能基を有する材料を約 15 ~ 30 の温度で混合し、混合物を約 55 、または 56 、または 57 、または 58 、または 59 、または 60 、または 61 、または 62 、または 63 、または 64 、または 65 の温度まで加熱することで形成される。第一の重合体材料として、 P A A が可能であり、第二の重合体材料として、 P T M E G が可能であり、単量体としてアクリルアミド (A A m) を含む材料が可能である。いくつかの例において、ビニル官能基を有する材料 (本明細書中「ビニル含有材料」とも称する) は、アクリル酸、メチルアクリル酸、ビニルアルコール、酢酸ビニル、アクリル酸ブチル、アクリル酸ビニル、ビニル安息香酸、ビニルベンジルアルコール、ビニルポロン酸ジブチルエステル、ビニルホルムアミド、メタクリル酸ビニル、ビニルピリジン、1 - ビニル - 2 - ピロリドン、ビニルスルホン酸、またはビニルトリメトキシシランである。いくつかの実施形態において、ビニル官能基を有する材料は、ビニル含有重合体 (本明細書中「ビニル含有材料」とも称する) が可能である。ビニル含有単量体または重合体が酸である場合、ゲルは酸由来の塩を含む可能性がある。例えば、単量体がアクリル酸である場合、ゲルはアクリル酸のナトリウム塩またはカリウム塩あるいはポリアクリル酸のナトリウム塩またはカリウム塩を含む可能性がある。いくつかの実施形態において、ビニル

40

50

含有材料は、ポリアクリル酸と共有結合している。

【0068】

いくつかの実施形態において、ヒドロゲルは、第一の重合体材料と第二の重合体材料を組み合わせることで形成され、第一の重合体材料および第二の重合体材料の1種以上は1つ以上の親水性部分（またはサブグループ）を有する。ある実施形態において、第二の重合体材料は、 $-O-(CH_2)_n$ サブ単位を有することができる（式中、「n」は、1、または2、または3、または4、または5、または6、または7、または8、または9、または10、または11、または12、または13、または14、または15、または16、または17、または18、または19、または20以上の数字である）。別の実施形態において、第二の重合体材料は、 $-O-(CH_2CH_2)_m$ サブ単位を有することができる（式中、「m」は、1、または2、または3、または4、または5、または6、または7、または8、または9、または10、または11、または12、または13、または14、または15、または16、または17、または18、または19、または20以上の数字である（上記参照））。第一の重合体材料および第二の重合体材料の1種以上は、第一の重合体材料と第二の重合体材料の間、第一の重合体材料間または第二の重合体材料間、あるいはその両方での水素結合相互作用を通じてひとまとまりになることができる。ある実施形態では、第一の重合体材料と第三の重合体材料が、水素結合相互作用によりひとまとまりになることができる。別の実施形態では、第一の重合体材料が、別の第一の重合体材料と水素結合できる。別の実施形態では、第一の重合体材料および第二の重合体材料の1種以上が、イオン結合または共有結合などの架橋（架橋相互作用）を通じてひとまとまりになることができる。ある実施形態において、第一の重合体材料は、PAAまたはPAAの塩もしくは誘導体であり、第二の重合体材料は、ポリグリコール（例えば、PTMEGまたはPTMEGの塩もしくは誘導体）である。別の実施形態において、第一の重合体材料は、PAAまたはPAAの塩もしくは誘導体であり、第二の重合体材料は、PTMEGまたはPTMEGの塩もしくは誘導体である。別の実施形態において、第一の重合体材料は、PAAまたはPAAの塩もしくは誘導体であり、第二の重合体材料は、PAMまたはPAMの塩もしくは誘導体である。別の実施形態において、第一の重合体材料は、ポリグリコール（例えば、PTMEGまたはPTMEGの塩もしくは誘導体）であり、第二の重合体材料は、PAMまたはPAMの塩もしくは誘導体である。別の実施形態において、第一の重合体材料は、PTMEGまたはPTMEGの塩もしくは誘導体であり、第二の重合体材料は、PAMまたはPAMの塩もしくは誘導体である。

10

20

30

【0069】

いくつかの例において、ヒドロゲルは、第一の重合体材料、第二の重合体材料、および第三の重合体材料を組み合わせることで形成され、第一、第二、および第三の重合体材料のうちの1種以上は1つ以上の親水性部分（またはサブグループ）を有する。ある実施形態において、第一の重合体材料として、PAAが可能である。第二の重合体材料は、 $-O-(CH_2)_n$ サブ単位を有することができる（式中、「n」は、1、または2、または3、または4、または5、または6、または7、または8、または9、または10、または11、または12、または13、または14、または15、または16、または17、または18、または19、または20以上の数字である）。場合によっては、「n」は、3以上、または4以上、または5以上の数字である。第二の重合体材料は、 $-O-(CH_2CH_2)_m$ サブ単位を含んでもよい（式中、「m」は、1、または2、または3、または4、または5、または6、または7、または8、または9、または10、または11、または12、または13、または14、または15、または16、または17、または18、または19、または20以上の数字である（上記参照））。場合によっては、「m」は、2以上、または3以上、または4以上の数字である。第一、第二、および第三の重合体材料のうちの2種以上は、水素結合相互作用を通じてひとまとまりになることができる。ある例では、第一の重合体材料と第三の重合体材料が水素結合相互作用によりひとまとまりになることができる。別の例では、第一の重合体材料と第二の重合体材料が水素結合相互作用によりひとまとまりになることができる。別の例では、第二の重合体材料と第三の

40

50

重合体材料が水素結合相互作用によりひとまとまりになることができる。別の例では、第一の重合体材料、第二の重合体材料、および第三の重合体材料が、水素結合相互作用によりひとまとまりになることができる。別の例では、第一の重合体材料、第二の重合体材料、または第三の重合体材料が、それぞれ別の第一の重合体材料、第二の重合体材料、または第三の重合体材料と水素結合することができる。別の例では、第一、第二、および第三の重合体材料のうちの1種以上が、イオン結合または共有結合などの架橋（架橋相互作用）を通じてひとまとまりになることができる。ある実施形態において、第一の重合体材料は、PAAまたはPAAの塩もしくは誘導体であり、第二の重合体材料は、ポリグリコール（例えば、PTMEGまたはPTMEGの塩もしくは誘導体）であり、第三の重合体材料は、PAMまたはPAMの塩もしくは誘導体である。別の実施形態において、第一の重合体材料は、PAAまたはPAAの塩もしくは誘導体であり、第二の重合体材料は、PTMEGまたはPTMEGの塩もしくは誘導体であり、第三の重合体材料は、PAMまたはPAMの塩もしくは誘導体である。

10

【0070】

いくつかの実施形態において、ヒドロゲルは、PAA、PTMEG（またはPEG）、およびPAMを組み合わせて混合物（または調合物）とすることにより、形成される。ある実施形態において、混合物は、その調製中、調製後、またはその両方において加熱される。場合によっては、混合物は加熱されない。他の場合には、混合物は、約10 ~ 100、または約15 ~ 80、または20 から50 の温度で調製される。

【0071】

代替実施形態において、無毒で生体分解性のヒドロゲルは、アクリル酸に加えて環境に配慮した重合体を用いることで調製することができる。このような無毒で生体分解性のヒドロゲルは、有害成分の生成が排除されていなくても、それを最小限に抑えるので、これにより、例えば有害成分が水源に進入（または到達）する危険性を、排除できないとしても最小限に抑えることができるため、環境に配慮したものとなり得る（本明細書中「環境に配慮したヒドロゲル」とも称する）。

20

【0072】

ある実施形態において、ヒドロゲルは、本明細書に記載される方法で形成したゲルを、環境に配慮した重合体（例えば、天然物質から抽出することができる重合体などの天然の重合体）と組み合わせることで形成させることができる。天然の重合体として、セルロース（例えば、カルボキシメチルセルロース）、ゼラチン、および粘土の1種以上を挙げることができる。別の実施形態において、ヒドロゲルは、PAA、ポリグリコール（例えば、PTMEG）、およびアクリルアミド含有重合体（例えば、PAM）の代わりに1種以上の天然重合体を組み合わせることで形成させることができる。別の実施形態において、ヒドロゲルは、PAA、ポリグリコール（例えば、PTMEG）、アクリルアミド含有重合体（例えば、PAM）、および1種以上の天然重合体（例えば、セルロースまたはセルロース含有重合体（例えば、カルボキシメチルセルロース）、粘土、およびゼラチンの1種以上）を組み合わせることで形成させることができる。ある実施形態において、天然重合体として、セルロースまたはセルロース誘導体（カルボキシメチルセルロースなど）が可能である。別の実施形態において、天然重合体として、粘土が可能である。別の実施形態において、天然重合体として、ゼラチンが可能である。別の実施形態において、天然重合体として、セルロース、粘土、およびゼラチンの1種以上が可能である。いくつかの実施形態において、天然重合体として、通常条件下で分解しないか、分解しても環境に優しいか、いずれにしろ有害なことはない（例えば、動物にとって無毒である）物質になるように構成された任意の物質が可能である。ある実施形態において、ヒドロゲルは、PAA、ポリグリコール（例えば、PTMEG）、および1種以上の環境に配慮した重合体またはそのサブ単位（単量体を含む）を組み合わせることで形成される。

30

40

【0073】

ある実施形態において、ヒドロゲルは、PAA、PTMEG、およびセルロース（例えば、カルボキシメチルセルロースなど）を組み合わせることで形成させることができる。別

50

の実施形態において、ヒドロゲルは、PAA、PTMEG、およびゼラチンを組み合わせることで形成させることができる。別の実施形態において、ヒドロゲルは、PAA、PTMEG、および粘土を組み合わせることで形成させることができる。別の実施形態において、ヒドロゲルは、PAA、PTMEG、ならびにセルロース（例えば、カルボキシメチルセルロース）、ゼラチン、および粘土の1種以上を組み合わせることで形成させることができる。

【0074】

いくつかの実施形態において、ポリグリコールは、環境に配慮したポリグリコール（PTMEGなど）である。環境に配慮したポリグリコールは、例えば、PAAと組み合わせることで、環境に配慮したヒドロゲルを形成することができる。

10

【0075】

いくつかの実施形態において、PAA、ポリグリコール、およびポリビニルアルコール（PVA）を含むヒドロゲルが提供される。PVAは、アクリルアミド含有重合体（例えば、PAM）の代わりに用いることができる。ある実施形態において、PAA、ポリグリコール（例えば、PTMEG）、PVA、粘土、およびセルロース（例えば、カルボキシメチルセルロース）を含むヒドロゲルが提供される。そのような場合、PAAは、上記のとおり、ポリグリコールと水素結合することができる。

【0076】

いくつかの例において、ヒドロゲルは、PAA、ポリグリコール（例えば、PTMEG）、およびアクリルアミド単量体を組み合わせることで混合物を形成し、その混合物を加熱することで形成させることができる。そのような場合、混合物を加熱することにより、アクリルアミド単量体が重合する。他の例では、ヒドロゲルは、PAA、ポリグリコール（例えば、PTMEG）、および環境に配慮した重合体または重合体サブ単位（または単量体）を組み合わせることで混合物を形成し、その混合物を加熱することで形成させることができる。場合によっては、混合物を加熱することにより、天然または環境に配慮した重合体サブ単位（または単量体）が重合する。

20

ゲルおよびヒドロゲルの性質

【0077】

本明細書に記載される方法に従って形成されたゲルおよびヒドロゲルは、様々な用途および応用（例えば、農業用途または目的など）に適した物性（ガラス転移温度、粘度、硬度、伝導率、および引張強度など）を有することができる。

30

【0078】

ある実施形態において、PAAおよびポリグリコールを含むゲルまたはヒドロゲルは、約10 ~ 40、または15 ~ 30の温度でゴム様組織（軟ゴムまたは強靱なゴム）を有する。別の実施形態において、PAAとPTMEGを混合することにより、ゲルまたはヒドロゲルが生成するが、このゲルまたはヒドロゲルの性質は、PAA成分およびPTMEG成分の性質と異なる可能性がある。図8を参照すると、ある例において、PAAおよびPTMEGから形成されたゲルは、示差走査熱量測定（DSC）で測定して74のガラス転移温度、または融点（ T_m ）を示すが、この温度は、PAA自身が持つ123の T_m ともPTMEG自身が持つ13の T_m とも異なる。別の実施形態において、PAAおよびPTMEGから形成されたゲルは、結晶構造を示さない、つまりそれは非晶質となることができる。

40

【0079】

ある実施形態において、PAAおよびポリグリコールで形成されたゲルまたはヒドロゲルは、少なくとも約100 g/cm²、または少なくとも約500 g/cm²、または少なくとも約1,000 g/cm²、または少なくとも約2,000 g/cm²、または少なくとも約3,000 g/cm²、または少なくとも約4,000 g/cm²、または少なくとも約5,000 g/cm²、または少なくとも約6,000 g/cm²、または少なくとも約7,000 g/cm²、または少なくとも約8,000 g/cm²、または少なくとも約9,000 g/cm²、または少なくとも約10,000 g/cm²、または少なくとも

50

約 $15,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $20,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $40,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $100,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $200,000 \text{ g/cm}^2$ の圧縮強度を有することができる。別の実施形態において、PAAおよびPTMEGで形成されたゲルまたはヒドロゲルは、少なくとも約 100 g/cm^2 、または少なくとも約 500 g/cm^2 、または少なくとも約 $1,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $2,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $3,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $4,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $5,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $6,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $7,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $8,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $9,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $10,000 \text{ g/cm}^2$ の圧縮強度を有することができる。別の実施形態において、PAAおよびポリグリコールで形成されたゲルまたはヒドロゲルは、間違いなく、少なくとも約 $1,000 \text{ g/cm}^2$ 、または $2,000 \text{ g/cm}^2$ 、または $3,000 \text{ g/cm}^2$ 、または $4,000 \text{ g/cm}^2$ 、または $5,000 \text{ g/cm}^2$ 、または $6,000 \text{ g/cm}^2$ 、または $7,000 \text{ g/cm}^2$ 、または $8,000 \text{ g/cm}^2$ の圧縮強度を有することができる。圧縮強度は、応力歪み測定に基づいて評価することができる。別の実施形態において、PAAおよびポリグリコールで形成されたゲルまたはヒドロゲルは、約 $100 \text{ g/cm}^2 \sim 9,000 \text{ g/cm}^2$ の圧縮強度を有することができる。別の実施形態において、PAAおよびPTMEGで形成されたゲルまたはヒドロゲルは、約 $100 \text{ g/cm}^2 \sim 9,000 \text{ g/cm}^2$ の圧縮強度を有することができる。

10

20

【0080】

ある実施形態において、PAAおよびポリグリコールで形成されたゲルまたはヒドロゲルは、少なくとも約 100 g/cm^2 、または少なくとも約 500 g/cm^2 、または少なくとも約 $1,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $2,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $3,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $4,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $5,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $6,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $7,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $8,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $9,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $10,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $15,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $20,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $40,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $100,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $200,000 \text{ g/cm}^2$ の引張強度を有することができる。別の実施形態において、PAAおよびPTMEGで形成されたゲルまたはヒドロゲルは、少なくとも約 100 g/cm^2 、または少なくとも約 500 g/cm^2 、または少なくとも約 $1,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $2,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $3,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $4,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $5,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $6,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $7,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $8,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $9,000 \text{ g/cm}^2$ 、または少なくとも約 $10,000 \text{ g/cm}^2$ の引張強度を有することができる。別の実施形態において、PAAおよびポリグリコールで形成されたゲルまたはヒドロゲルは、間違いなく、少なくとも約 $1,000 \text{ g/cm}^2$ 、または $2,000 \text{ g/cm}^2$ 、または $3,000 \text{ g/cm}^2$ 、または $4,000 \text{ g/cm}^2$ 、または $5,000 \text{ g/cm}^2$ 、または $6,000 \text{ g/cm}^2$ 、または $7,000 \text{ g/cm}^2$ 、または $8,000 \text{ g/cm}^2$ の引張強度を有することができる。引張強度は、応力歪み測定に基づいて評価することができる。別の実施形態において、PAAおよびポリグリコールで形成されたゲルまたはヒドロゲルは、約 $100 \text{ g/cm}^2 \sim 9,000 \text{ g/cm}^2$ の引張強度を有することができる。別の実施形態において、PAAおよびPTMEGで形成されたゲルまたはヒドロゲルは、約 $100 \text{ g/cm}^2 \sim 9,000 \text{ g/cm}^2$ の引張強度を有することができる。

30

40

【0081】

十分に長い時間かけると、高分子ゲルの強化を検出することができる。この加齢プロセ

50

スにより、圧縮状態での応力歪み曲線を導くことができる。圧縮状態での応力歪み曲線は本来の応力歪み曲線に平行であるがわずかに高く移動した（そして時間とともに高くなっていく）曲線である。

【 0 0 8 2 】

P A A およびポリグリコールを含むゲルまたはヒドロゲルでは、P A A とポリグリコールの間に水素結合が形成され得る。場合によっては、P A A およびポリグリコールを含むゲルにおいて、P A A とポリグリコールの間に共有結合が形成される。他の場合では、P A A およびポリグリコールを含むゲルまたはヒドロゲルにおいて、P A A とポリグリコールの間にイオン結合が形成される。P A A およびポリグリコールを含むゲルまたはヒドロゲルでは、P A A とポリグリコールの間に、水素結合、共有結合、およびイオン結合の1種以上が形成され得る。

10

【 0 0 8 3 】

ある実施形態において、P A A および P T M E G を含むゲルまたはヒドロゲルでは、P A A と P T M E G の間に水素結合が形成される。場合によっては、P A A および P T M E G を含むゲルまたはヒドロゲルにおいて、P A A と P T M E G の間に共有結合が形成される。他の場合では、P A A および P T M E G を含むゲルまたはヒドロゲルにおいて、P A A と P T M E G の間にイオン結合が形成される。P A A および P T M E G を含むゲルまたはヒドロゲルでは、P A A と P T M E G の間に、水素結合、共有結合、およびイオン結合の1種以上が形成され得る。

【 0 0 8 4 】

ある実施形態において、P A A およびポリグリコールを含むゲルまたはヒドロゲルでは、P A A とポリグリコールの間に形成された水素結合が三次元の網目構造となっている。別の実施形態において、P A A および P T M E G を含むゲルまたはヒドロゲルでは、P A A と P T M E G の間に形成された水素結合が三次元の網目構造となっている。

20

【 0 0 8 5 】

図2を参照して、本発明の実施形態に従って、P A A と P T M E G の間に水素結合があるゲルのモデルを示す。図には酸素原子および水素原子が表示されている。炭素原子は、平行ではない線（結合）の交点に位置する。

【 0 0 8 6 】

ある実施形態において、ヒドロゲルとともに使用するゲルが提供される。ヒドロゲルは、ヒドロゲル自身の重量の少なくとも約10%、または20%、または30%、または40%、または50%、または60%、または70%、または80%、または90%、または100%、または150%、または200%、または250%、または300%、または350%、または400%、または450%、または500%、または550%、または600%、または650%、または700%、または750%、または800%、または850%、または900%、または950%、または1000%、またはそれより高い吸水度（または保水力）を有することができる。場合によっては、ヒドロゲル自身の重量の少なくとも約10%、または20%、または30%、または40%、または50%、または60%、または70%、または80%、または90%、または100%、または150%、または200%、または250%、または300%、または350%、または400%、または450%、または500%、または550%、または600%、または650%、または700%、または750%、または800%、または850%、または900%、または950%、または1000%、またはそれより高い吸水度（または保水力）を有する、P A A および P T M E G を含むヒドロゲルが提供される。別の実施形態において、ヒドロゲル自身の重量の少なくとも約10%、または20%、または30%、または40%、または50%、または60%、または70%、または80%、または90%、または100%、または150%、または200%、または250%、または300%、または350%、または400%、または450%、または500%、または550%、または600%、または650%、または700%、または750%、または800%、または850%、または900%、または950%、または1000%、またはそれより高い

30

40

50

吸水度（または保水力）を有する、PAA、PTMEG、およびポリアクリルアミド（「PAM」）を含むヒドロゲルが提供される。

【0087】

ある実施形態において、ヒドロゲル自身の重量の約10%まで、または20%まで、または30%まで、または40%まで、または50%まで、または60%まで、または70%まで、または80%まで、または90%まで、または100%まで、または150%まで、または200%まで、または250%まで、または300%まで、または350%まで、または400%まで、または450%まで、または500%まで、または550%まで、または600%まで、または650%まで、または700%まで、または750%まで、または800%まで、または850%まで、または900%まで、または950%まで、または1000%まで、またはそれより高い割合まで吸水度（または保水力）を有するヒドロゲルが提供される。別の実施形態において、ヒドロゲル自身の重量の約10%まで、または20%まで、または30%まで、または40%まで、または50%まで、または60%まで、または70%まで、または80%まで、または90%まで、または100%まで、または150%まで、または200%まで、または250%まで、または300%まで、または350%まで、または400%まで、または450%まで、または500%まで、または550%まで、または600%まで、または650%まで、または700%まで、または750%まで、または800%まで、または850%まで、または900%まで、または950%まで、または1000%、またはそれより高い割合まで吸水度（または保水力）を有する、PAAおよびPTMEGを含むヒドロゲルが提供される。別の実施形態において、ヒドロゲル自身の重量の約10%まで、または20%まで、または30%まで、または40%まで、または50%まで、または60%まで、または70%まで、または80%まで、または90%まで、または100%まで、または150%まで、または200%まで、または250%まで、または300%まで、または350%まで、または400%まで、または450%まで、または500%まで、または550%まで、または600%まで、または650%まで、または700%まで、または750%まで、または800%まで、または850%まで、または900%まで、または950%まで、または1000%まで、またはそれより高い割合まで吸水度（または保水力）を有する、PAA、PTMEG、およびポリアクリルアミド（「PAM」）を含むヒドロゲルが提供される。

10

20

30

【0088】

ある例において、ヒドロゲルとともに使用するゲルが提供される。ある実施形態において、ヒドロゲル自身の重量の約10倍まで、または20倍まで、または30倍まで、または40倍まで、または50倍まで、または60倍まで、または70倍まで、または80倍まで、または90倍まで、または100倍まで、または200倍まで、または300倍まで、または400倍まで、または500倍まで、または600倍まで、または700倍まで、または800倍まで、または900倍まで、または1000倍まで、または2000倍まで、または3000倍まで、または4000倍まで、または5000倍まで、または6000倍まで、または7000倍まで、または8000倍まで、または9000倍まで、または10,000倍まで、または20,000倍まで、または40,000倍まで、または80,000倍まで、または100,000倍まで、またはそれより高い割合まで吸水度（または保水力）を有するヒドロゲルが提供される。別の実施形態において、ヒドロゲル自身の重量の約10倍まで、または20倍まで、または30倍まで、または40倍まで、または50倍まで、または60倍まで、または70倍まで、または80倍まで、または90倍まで、または100倍まで、または200倍まで、または300倍まで、または400倍まで、または500倍まで、または600倍まで、または700倍まで、または800倍まで、または900倍まで、または1000倍まで、または2000倍まで、または3000倍まで、または4000倍まで、または5000倍まで、または6000倍まで、または7000倍まで、または8000倍まで、または9000倍まで、または10,000倍まで、または20,000倍まで、または40,000倍まで、または80,000倍まで、または100,000倍まで、またはそれより高い割合まで吸水度（または保水力）を有するヒドロゲルが提供される。

40

50

、000倍まで、または100,000倍まで、またはそれより高い割合まで吸水度（または保水力）を有する、PAAおよびPTMEGを含むヒドロゲルが提供される。別の実施形態において、ヒドロゲル自身の重量の約10倍まで、または20倍まで、または30倍まで、または40倍まで、または50倍まで、または60倍まで、または70倍まで、または80倍まで、または90倍まで、または100倍まで、または200倍まで、または300倍まで、または400倍まで、または500倍まで、または600倍まで、または700倍まで、または800倍まで、または900倍まで、または1000倍まで、または2000倍まで、または3000倍まで、または4000倍まで、または5000倍まで、または6000倍まで、または7000倍まで、または8000倍まで、または9000倍まで、または10,000倍まで、または20,000倍まで、または40,000倍まで、または80,000倍まで、または100,000倍まで、またはそれより高い割合まで吸水度（または保水力）を有する、PAA、PTMEG、およびポリアクリルアミド（「PAM」）を含むヒドロゲルが提供される。

10

【0089】

ある例において、ヒドロゲルとともに使用するゲルが提供される。ヒドロゲルは、少なくとも1回、または2回、または3回、または4回、または5回、または6回、または7回、または8回、または9回、または10回、または11回、または12回、または13回、または14回、または15回、または16回、または17回、または18回、または19回、または20回、または21回、または22回、または23回、または24回、または25回、または26回、または27回、または28回、または29回、または30回、または31回、または32回、または33回、または34回、または35回、または36回、または37回、または38回、または39回、または40回、または41回、または42回、または43回、または44回、または45回、または46回、または47回、または48回、または49回、または50回、または70回、または80回、または90回、または100回、またはそれより多い回数水和・脱水サイクル後も実質的に変化しないように提供される（例えば、実施例21を参照）。

20

【0090】

ある例において、ヒドロゲルとともに使用するゲルが提供される。ある実施形態において、ヒドロゲル自身の重量の少なくとも約10倍、または20倍、または30倍、または40倍、または50倍、または60倍、または70倍、または80倍、または90倍、または100倍、または200倍、または300倍、または400倍、または500倍、または600倍、または700倍、または800倍、または900倍、または1000倍、または2000倍、または3000倍、または4000倍、または5000倍、または6000倍、または7000倍、または8000倍、または9000倍、または10,000倍、または20,000倍、または40,000倍、または80,000倍、または100,000倍、またはそれより高い割合の吸水度（または保水力）を有するヒドロゲルが提供される。別の実施形態において、ヒドロゲル自身の重量の少なくとも約10倍、または20倍、または30倍、または40倍、または50倍、または60倍、または70倍、または80倍、または90倍、または100倍、または200倍、または300倍、または400倍、または500倍、または600倍、または700倍、または800倍、または900倍、または1000倍、または2000倍、または3000倍、または4000倍、または5000倍、または6000倍、または7000倍、または8000倍、または9000倍、または10,000倍、または20,000倍、または40,000倍、または80,000倍、または100,000倍、またはそれより高い割合の吸水度（または保水力）を有する、PAAおよびPTMEGを含むヒドロゲルが提供される。別の実施形態において、ヒドロゲル自身の重量の少なくとも約10倍、または20倍、または30倍、または40倍、または50倍、または60倍、または70倍、または80倍、または90倍、または100倍、または200倍、または300倍、または400倍、または500倍、または600倍、または700倍、または800倍、または900倍、または1000倍、または2000倍、または3000倍、または4000倍、または5000倍、

30

40

50

倍、または6000倍、または7000倍、または8000倍、または9000倍、または10,000倍、または20,000倍、または40,000倍、または80,000倍、または100,000倍、またはそれより高い割合の吸水度(または保水力)を有する、PAA、PTMEG、およびポリアクリルアミド(「PAM」)を含むヒドロゲルが提供される。

【0091】

本明細書中提供されるゲルおよびヒドロゲルは、様々な形(例えば、断面が円形、三角形、正方形、長方形、五角形、六角形、または八角形の形)を有することができる。場合によっては、ゲルおよびヒドロゲルは、所望の形をした型(または鋳型)を用いて成形することができる。ヒドロゲルは、少なくとも約100ナノメートル(nm)、または500nm、または1マイクロメートル(μm)、または100 μm 、または500 μm 、または1mm、または10mm、または50mm、または1cm、または50cm、または1m、または5m、または10m、または100m、またはそれより大きい大きさ(例えば、直径)を有することができる。

10

ゲルおよびヒドロゲルの用途

【0092】

本明細書中提供されるゲルおよびヒドロゲルは、多彩な用途に使用できる。ある実施形態において、本明細書中記載される方法に従って形成されたゲルまたはヒドロゲルは、顔面再形成用インプラントとして使用することができる。この場合、ゲルまたはヒドロゲルは、プレートに成形されるだろう。

20

【0093】

場合によっては、本明細書中記載される方法に従って形成されたゲルまたはヒドロゲルは、人工皮膚として使用することができる。この場合、ゲルまたはヒドロゲルは、薄膜に成形されるだろう。人工皮膚に応用できれば、例えば、傷の処置において有益である。

【0094】

場合によっては、本明細書中記載される方法に従って形成されたゲルまたはヒドロゲルは、細胞培養マトリクスに使用することができる。ゲルまたはヒドロゲルを栄養で満たして細胞増殖を促進することができる。

【0095】

場合によっては、本明細書中記載される方法に従って形成されたゲルまたはヒドロゲルは、薬物送達の支持体として使用することができる。ゲルまたはヒドロゲルを薬液で満たして経時的にその薬液を少しずつ放出させることができる。

30

【0096】

場合によっては、本明細書中記載される方法に従って形成されたゲルまたはヒドロゲルは、ポリエチレンまたはポリスチレンと調合するための相溶剤として使用することができ、これによりポリエチレン自身またはポリスチレン自身が持つ引張強度および衝撃強度よりも高い引張強度および衝撃強度を有する複合体を形成することができる。

【0097】

場合によっては、本明細書中記載される方法に従って形成されたゲルまたはヒドロゲルは、人工土として使用することができる。人工土は、ゲルまたはヒドロゲルと栄養分(肥料など)を組み合わせることで形成することができる。人工土は、さらに、人工土で成長する植物を生やす種子を含むことができる。状況によっては、種子はヒドロゲルで取り囲まれていてもよい。

40

【0098】

場合によっては、本明細書中記載される方法に従って形成されたゲルは、ヒドロゲル、ガス貯蔵もしくは保持用ゲル、または液体(例えば、水および油など)貯蔵もしくは保持用ゲルを形成するのに、あるいはそれらの構成要素として使用することができる。場合によっては、ヒドロゲルは、流出油を回収するのに使用することができる。

【0099】

ある実施形態において、本明細書中提供されるゲルは、水を貯蔵および保持するためのヒ

50

ドロゲルとして使用するよう構成することができる。別の実施形態において、本明細書中提供されるゲルは、気体（例えば、NO_x、SO_x、NH₃）を貯蔵、保持、または吸収するよう構成することができる。別の実施形態において、本明細書中提供されるゲルは、粘性液体（例えば、油など）を貯蔵、保持、または吸収するよう構成することができる。別の実施形態において、本明細書中提供されるゲルは、液体（例えば、溶媒など）を貯蔵、保持、または吸収するよう構成することができる。

【0100】

図3を参照して、本発明の実施形態に従って、PAAおよびPTMEGから形成されたゲルを説明する。ゲルは上記のとおり強度を有することができる。ゲルは、自身を様々な用途に応用できるようにする液体の性質を有することができる。例えば、図3のゲルは、

10

【0101】

場合によっては、ゲルはヒドロゲルとともに使用するよう構成することができる。別の実施形態において、ゲルは医療用デバイスとともに使用するよう構成することができる。別の実施形態において、ゲルは肥料または農薬とともに使用するよう構成することができる。

【0102】

本明細書中提供される、重合体材料、ゲル、およびヒドロゲル（ゲルおよびヒドロゲルの構成要素も含む）、ならびに方法は、他の重合体材料、ゲル、ヒドロゲル、ならびに方法で修飾、またはそれらと組み合わせることができる。他の方法としては、例えば、以下のような使用法および製造法が挙げられる：Hennink et al., Advanced Drug Delivery Review, 54 (2002) 13-36; Hoffman et al., Advanced Drug Delivery Reviews 43 (2002) 3-12; 米国特許第3,137,592号明細書(Protzman et al.), 同第3,332,897号明細書(Kumar), 同第3,496,254号明細書(Wichterle), 同第3,981,100号明細書(Weaver et al.), 同第4,134,871号(Otani et al.), 同第4,552,940号明細書(Van Eanam), 同第4,783,510号明細書(Saotome), 同第5,039,459号明細書(Kindt-Larsen et al.), 同第5,079,354号明細書(Gross et al.), 同第5,385,983号明細書(Graham), 同第5,523,372号明細書(Fisk), 同第5,883,211号明細書(Sassi), 同第6,271,278号明細書(Park), 同第6,286,254号明細書(Obonai et al.), 同第6,339,039号明細書(Porath et al.), 同第6,602,952号明細書(Bentley et al.), 同第6,120,803号明細書(Wong et al.), 同第6,615,539号明細書(Obonai et al.), 同第6,822,135号明細書(Soerens et al.), 同第7,459,501号明細書(Doane et al.), および同第7,591,974号明細書(Savich et al.); ならびにPCT/USOO/40163(Bentley et al.)、これらはその全体を参照として本明細書中に援用される。

20

30

40

【0103】

例えば、本明細書中記載される方法および組成物は、コンタクトレンズ（例えば、米国特許第3,496,254号に記載されるもの）とともに用いるか、またはコンタクトレンズと連動して機能するよう修飾することができる。別の実施形態として、エチレングリコールおよびポリエチレングリコールを出発物質として用いてゲルを形成することができる。別の例として、エチレングリコールモノメタクリレートとこれに対応するジメタクリレートと、実施形態のゲルとともに用いて様々な材料（コンタクトレンズなど）を形成す

50

ることができる。別の例として、キトサンと架橋したポリエチレングリコール重合体を、本明細書中提供されるゲルおよびヒドロゲルとともに用いることができる。別の例として、アクリルアミドおよびポリエチレングリコールの重合体を、本明細書中提供されるゲルおよびヒドロゲルとともに用いることができる。別の例として、本発明の実施形態のゲルをポリアクリルアミド骨格とともに用いて水素結合させることにより、電気泳動用熱可逆性ヒドロゲルを形成することができる。別の例として、様々な用途（コンタクトレンズなど）のために、親水性単量体（ヒドロキシアルキルメタクリレート）および二価アルコール（例えば、1,4-ブタンジオール）を、本発明の実施形態のゲルとともに用いることができる。別の例として、PAAを様々な中和度、分子量、および濃度のポリエチレングリコール（「PEG」）水溶液と組み合わせることにより、様々な材料を形成することができる。PAAとPEGの比率を調節することで、所望の物性（粘度、強度、および伝導率など）を有するゲルを形成することができる。また、PAAとPEGの比率は、ゲル生成の際に副生成物が形成されるのを排除できないにしても最小限にするように選択することができる。

10

土および種子

【0104】

いくつかの実施形態において、土および土に含ませたヒドロゲルを含む、土壌が提供される。提供されるヒドロゲルは、本明細書中記載されるとおりの組成を有し得る。ある例において、ヒドロゲルは、ポリアクリル酸を含む第一の重合体材料およびポリグリコールを含む第二の重合体材料を含む。いくつかの実施形態において、ポリグリコールは、環境に

20

【0105】

いくつかの実施形態において、第一の重合体材料は、実質的にホモ重合体である。いくつかの実施形態において、第二の重合体材料は、実質的にホモ重合体である。第一の重合体材料は、第二の重合体材料と水素結合することができる。

【0106】

いくつかの実施形態において、乾燥した環境で栽培できるように構成された種子が提供される。種子は、本明細書中記載されるゲルまたはヒドロゲルを含む種子容器を含むシステムで提供される。種子は種子容器に入れられる。例えば、種子容器は、ポリアクリル酸を含む第一の重合体材料およびポリグリコールを含む第二の重合体材料で形成することができる。状況によっては、ポリグリコールは環境に配慮したポリグリコールである。場合によっては、環境に配慮したポリグリコールはPTMEGである。いくつかの実施形態において、第一の重合体材料と第二の重合体材料は互いに水素結合している。場合によっては、第一の重合体材料は実質的にホモ重合体であり、および/または第二の重合体材料は実質的にホモ重合体である。場合によっては、第一の重合体材料および第二の重合体材料は、さらにビニル含有材料と組み合わせられている。

30

【0107】

いくつかの実施形態において、ヒドロゲル含有種子容器に入れられた種子からは、そうでない種子から育つよりも葉の質量が重い植物が育つ。いくつかの例において、ヒドロゲル含有種子容器に入れられた種子からは、そうでない種子から育つよりも根の質量が重い植物が育つ。他の例において、植物の栽培法が提供され、この方法は、ヒドロゲル含有種子容器に入れられた種子および土壌を提供することを含む。いくつかの実施形態において、ヒドロゲル含有種子容器で栽培される種子からは、そうでない種子から育つよりも、根の質量が、少なくとも約2倍、または約3倍、または約5倍、または約6倍、または約8倍、または約10倍以上ある植物が育つ。場合によっては、ヒドロゲル含有種子容器で栽培される種子からは、そうでない種子から育つよりも、葉の質量が、少なくとも約2倍、または約3倍、または約5倍、または約6倍、または約8倍、または約10倍以上ある植物が育つ。

40

【0108】

ヒドロゲルは、土壌に撒くことができる。土壌は、様々な形および大きさ（例えば、円形

50

、三角形、正方形、または長方形の区画)を有することができる。土壌は、少なくとも 0.1 ft^2 、または 1 ft^2 、または 2 ft^2 、または 3 ft^2 、または 4 ft^2 、または 5 ft^2 、または 25 ft^2 、または 50 ft^2 、または 100 ft^2 、または 500 ft^2 、または $1,000 \text{ ft}^2$ 、または $10,000 \text{ ft}^2$ 、またはそれより広い面積を有することができる。

【実施例 1】

【0109】

PAA (M_w : 約 $400,000 \text{ g/mol}$) 11.5 g と PTMEG (M_w : 約 650 g/mol) 37.0 g を混合し、室温で溶媒なしで固体のまま 24 時間攪拌してゲルを形成させる。PAA および PTMEG は Aldrich Chemical 社から入手した。ゲルのフーリエ変換赤外 (本明細書中「FTIR」または「IR」とも称する) スペクトルは、ゲル中に水素結合が存在することを示す。また、IR スペクトルは、ゲルの加齢変性により、経時的に変化を示す。ゲルは、有機溶媒 (例えば、アセトン)、強塩基 (例えば、NaOH)、および強酸 (例えば、 H_2SO_4) による攻撃 (すなわち、腐食、分解) に抵抗する; ゲルを有機溶媒、強塩基、および強酸にさらし (酸および塩基それぞれ別に試験を行い、酸および塩基にさらしたゲルで続けて試験を行う) ても、ゲルの性質 (例えば、粘度、強度) は保持される。

10

【0110】

図 4 に、ポリアクリル酸 (PAA、上段) および PAA と PTMEG から形成されたゲル (下段) のフーリエ変換赤外 (FTIR) スペクトル図を示す。図 5 に、PTMEG 試料 (上段) および PAA と PTMEG から形成されたゲル (下段) の FTIR スペクトル図を示す。三次元高分子ゲルの IR の特長は、PAA と PTMEG の間に水素結合があることを示している。FTIR スペクトル図では、OH の特長がゲルの形成により弱くなっており、水素結合形成を示している。図 8 に、PTMEG (図 8a) および PAA-PTMEG 三次元高分子ゲル (図 8b) の示差走査熱量測定 (DSC) 出力を示す。

20

【実施例 2】

【0111】

約 25 で、PAA 粉末 (M_w : 約 $400,000 \text{ g/mol}$) 15.0 g を、PTMEG (M_w : 約 650 g/mol) 15.0 g と混合する。PAA および PTMEG は Aldrich Chemical 社から入手する。均一なゴム様のほぼ透明な固体が形成されるまで、混合は継続して行う。所望の形状の型または鋳型を用いることで、このゲル材料の形状を選択することができる (図 1 を参照)。

30

【実施例 3】

【0112】

通常のプロ水性単量体重合条件 (すなわち、触媒および架橋剤を用いて加熱する) 下で PAA 重合体と PTMEG 重合体を混合することにより、親水性ヒドロゲルを生成させる。

【0113】

本明細書に記載される方法により、ヒドロゲルを調製する。ポリ(アクリル酸) (M_w : 約 $400,000 \text{ g/mol}$) 11.2 g 、PTMEG を 50 g 、およびジャガイモデンプン 200 g を水 2000 ml に分散させる。攪拌しながら、この混合液に、アクリル酸 167 g 、アクリルアミド 100 g 、 α -メチレンビス(アクリルアミド) 3 g 、および過硫酸カリウム 6 g を加える。約 20 分、攪拌を続け、テトラメチルエチレンジアミン 1 ml を加える。ついで、ヒドロゲルが形成されるまで反応器を 60°C に加熱する。形成したヒドロゲルを水で洗い、 $1 \sim 1.5 \text{ cm}^3$ ずつに小分けする。乾燥したヒドロゲルの吸水度は、約 $400 \text{ g H}_2\text{O} / \text{g}$ ヒドロゲルである。

40

【0114】

図 6 に、ヒドロゲルの圧縮試験結果を示す。図中、y 軸 (測定強度) の単位はグラム (g) である。図 7 に、ヒドロゲルに含有される水および独立した水 (または「自由な」水) の、室温での蒸発速度を比較して示す。ヒドロゲル中の水は、「自由な」水より蒸発速度が遅い。このことは、ヒドロゲルに保水力があることを示している。

50

【実施例 4】

【0115】

ポリ(アクリル酸) (M_w : 約 400,000 g/mol) 5 g、PTMEG を 22.3 g、およびジャガイモデンプン 200 g を、水 2000 ml に分散させる。攪拌しながら、この混合液に、アクリル酸 200 g、アクリルアミド 80 g、 α -メチレンビス(アクリルアミド) 1 g、および過硫酸カリウム 6 g を加える。約 20 分、攪拌を続け、テトラメチルエチレンジアミン 1 ml を加える。ついで、ヒドロゲルが形成されるまで反応器を 60 に加熱する。形成したヒドロゲルを水で洗い、 $1 \sim 1.5 \text{ cm}^3$ ずつに小分けする。乾燥したヒドロゲルの吸水度は、約 400 g H_2O / g ヒドロゲルである。

【実施例 5】

【0116】

PAA、PTMEG、アクリルアミド(AAm)、および架橋剤を水中で混合することにより、ヒドロゲルを形成させる。架橋剤として、ジ(エチレングリコール)ジビニルエーテル、ジ(エチルグリコール)ジアクリラート、および α -メチレンビス(アクリルアミド) が可能である。以下を用いてヒドロゲルを調製する: NaOH (水溶液) (7.380 g の NaOH を水 200 ml に溶解させたもの)、およびアクリルアミド(AAm)、および架橋剤。重合は、60 で 3 ~ 4 時間行う。ヒドロゲルの強度を評価し、以下の表に示す:

【0117】

【表 1】

ロット	PA (g)	PTM EG (g)	NaOH	水 (NaOH を更に希釈する用)	AA m (g)	架橋剤 (モル%)	水 (反応液用)	強度試験 (g/cm ²)
0207A	1.15	1.15	10 ml (約 0.5 mol の PAA)	90 ml	6.0	3% (0.18 g)	100 ml	941 g/cm ²
0220	1.15	1.15	10 ml (約 0.5 mol の PAA)	70 ml	6.0	3% (0.18 g)	70 ml	920 g/cm ²
0222	1.15	1.15	10 ml (約 0.5 mol の PAA)	50 ml	6.0	3% (0.18 g)	40 ml	910 g/cm ²
0314A	0.25	0.25	2 ml (約 0.5 mol の PAA)	58 ml	6.0	3% (0.18 g)	40 ml	2460 g/cm ²
0314B	0.25	0.25	2 ml (約 0.5 mol の PAA)	28 ml	6.0	3% (0.18 g)	20 ml	1600 g/cm ²

【実施例 6】

【0118】

PAA、PTMEG (または PEG)、アクリルアミド(AAm)、および架橋剤を水中で混合することにより、ヒドロゲルを形成させる。ヒドロゲルの強度を評価する。以下の表に、PTMEG と PEG のいずれかを用いて形成させたヒドロゲルの強度を示す:

【0119】

10

20

30

40

【表 2】

ロット	PA A (g)	PTM EG (g)	NaOH	水 (NaOHを更に希釈する用)	AA m (g)	架橋剤 (モル%)	水 (反応液用)	強度試験 (g/cm ²)
0207A	1.15	1.15	10 ml (約0.5 molのPAA)	90 ml	6.0	3% 0.18 g	100 ml	941 g/cm ²
0207B	1.15	PEG 0.7 g (1:1)	10 ml (約0.5 molのPAA)	90 ml	6.0	3% 0.18 g	100 ml	910 g/cm ²
0207C	1.15	—	10 ml (約0.5 molのPAA)	90 ml	6.0	3% 0.18 g	100 ml	700 g/cm ²

10

【実施例 7】

【0120】

PAA、PTMEG、アクリルアミド(AAm)、および架橋剤を水中で混合することにより、ヒドロゲルを形成させる。ヒドロゲルの強度をヒドロゲル形成に用いたPAA量と対比させて評価する。以下の表に、ヒドロゲル形成に用いたPAA量の関数としてヒドロゲルの強度を示す：

20

【0121】

【表 3】

ロット	PA A (g)	PTM EG (g)	NaOH	水(NaOHを更に希釈する用)	AA m (g)	架橋剤 (モル%)	水 (反応液用)	強度試験 (g/cm ²)
0207A	1.15	1.15	10 ml (約0.5 molのPAA)	90 ml	6.0	3% 0.18 g	100 ml	941 g/cm ²
0302B	0.5	0.5	3.8 ml (約0.5 molのPAA)	96 ml	6.0	3% 0.18 g	100 ml	1184 g/cm ²
0315A	0.35	0.35	3 ml (約0.5 molのPAA)	97 ml	6.0	3% 0.18 g	100 ml	1852 g/cm ²
0307A	0.25	0.25	2 ml (約0.5 molのPAA)	98 ml	6.0	3% 0.18 g	100 ml	1700 g/cm ²
0315B	0.15	0.15	1.3 ml (約0.5 molのPAA)	98.7 ml	6.0	3% 0.18 g	100 ml	1852 g/cm ²

30

40

【実施例 8】

【0122】

以下の表に示すとおり、セルロースとポリアクリルアミドヒドロゲルを混合することにより、ヒドロゲル・セルロース組成物を形成させる。PAAもPTMEGも使用しなかった。このようにして形成させた様々なヒドロゲル・セルロース混合物を表に示す(「HPMC」はヒドロキシプロピルメチルセルロースであり、「HPC」はヒドロキシプロピルセルロースであり、「MC」はメチルセルロースである)：

【0123】

【表 4】

ロット	PA A	PTM EG	NaO H	AAm (g)	架橋剤 (モ ル%)	水	セルロース の種類	量
0308 A	— —	— —	— —	6.0	3% 0.18 g	100 ml	HPMC	1%水溶液100 ml (0.5重量%)
0308 B	— —	— —	— —	6.0	3% 0.18 g	100 ml	HPC	1%水溶液100 ml (0.5重量%)
0308 C	— —	— —	— —	6.0	3% 0.18 g	100 ml	MC	1%水溶液100 ml (0.5重量%)

10

【実施例 9】

【0124】

以下の表に示すとおり、水中で、アクリルアミドおよび架橋剤の存在下、セルロースと PAA-PTMEG ヒドロゲルを混合することにより、ヒドロゲル・セルロース組成物を形成させる。このようにして形成させた様々なヒドロゲル・セルロース混合物を表に示す：

【0125】

【表 5】

ロット	PA A (g)	PTM EG (g)	NaOH	水(NaOH を更に希 釈する用)	AA m (g)	架橋剤 (モル %)	水 (反 応液 用)	セルロ ースの 種類	量
030 9A	0.2 5	0.25	1 ml(約0 .5 molの PAA)	99 ml	6.0	3% 0.18 g	100 ml	HPMC	1%水溶液1 00 ml (0. 5重量%)
032 1B	0.2 5	0.25	1 ml(約0 .5 molの PAA)	99 ml	6.0	3% 0.18 g	100 ml	HPMC	1%水溶液1 00 ml (0. 5重量%)
030 9B	0.2 5	0.25	1 ml(約0 .5 molの PAA)	99 ml	6.0	3% 0.18 g	100 ml	HPC	1%水溶液1 00 ml (0. 5重量%)
030 9C	0.2 5	0.25	1ml (約0 .5 molの PAA)	99 ml	6.0	3% 0.18 g	100 ml	MC	1%水溶液1 00 ml (0. 5重量%)

20

30

【実施例 10】

【0126】

材料を以下の表に示すとおり量の量で用いてポリアクリルアミドゲルを調製する：

【0127】

【表 6】

ロット	PA A	PTME G	NaO H	AAm (g)	架橋剤 (モ ル%)	水	結果
0302A	— —	— —	— —	3.0	3%	100m l	自己修復可能な無定形 ゲル

40

【実施例 11】

【0128】

カルボキシメチルセルロース 15 g を水 2000 mL に溶解し、この溶液を攪拌しながら 5 L 反応器に入れる。攪拌を続けながら、この溶液に、過硫酸カリウム 5 g、アクリル酸 200 g、エチレンジメチルアクリレート 1 g、およびポリ(アクリル酸) (M_w : 約 4

50

00, 000 g/mol) 11 gを加える。反応器を約60 に加熱し、ここにPTMEG (ポリテトラメチレンエーテルグリコール、 M_w : 約650 g/mol) 22 gを加える。重合が完了するまで混合物をさらに約1時間攪拌する。こうして形成されたヒドロゲルを反応器から出し、約1~1.5 cm³ ずつに小分けする。ヒドロゲルの吸水性を試験する。

【実施例12】

【0129】

ゼラチン20 gを水2000 mLに溶解し、この溶液を攪拌しながら5 L反応器に入れる。攪拌を続けながら、この溶液に、過硫酸カリウム5 g、アクリル酸200 g、エチレンジメチルアクリレート0.5 g、およびポリ(アクリル酸) (M_w : 約400, 000 g/mol) 10 gを加える。反応器を約60 に加熱し、ここにPTMEG (ポリテトラメチレンエーテルグリコール、 M_w : 約650 g/mol) 20 gを加える。重合が完了するまで混合物をさらに約1時間攪拌する。こうして形成されたヒドロゲルを反応器から出し、約1~1.5 cm³ ずつに小分けする。ヒドロゲルの吸水性を試験する。

10

【実施例13】

【0130】

実施例12に記載の方法によりヒドロゲルを調製するが、ゼラチンの代わりにポリビニルアルコール(PVA)を用いる。

【実施例14】

【0131】

実施例12に記載の方法によりヒドロゲルを調製するが、ゼラチンの代わりにPVA、粘土、およびカルボキシメチルセルロースを用いる。

20

【実施例15】

【0132】

アクリル酸100 gを水300 gに溶解させる(溶液A)。次いで、溶液Aを冷やししながら、これに水酸化カリウム54 gを溶解させる。機械攪拌器、温度制御装置、および加熱マントルを備えた2 L丸底フラスコに、混合物を入れる。ついで、 α -メチレンビス(アクリルアミド)0.3 gおよび過硫酸カリウム1.5 gを加える。攪拌しながら、22 L丸底フラスコに、さらに、ポリアクリル酸10 gおよびPTMEGを20 g、加える。重合反応を65 で約2時間行う。

30

【実施例16】

【0133】

アクリル酸3 kgを水4.5 Lに溶解させる(溶液A)。また、水酸化カリウム1620 gを冷水4.5 Lに溶解させる(溶液B)。溶液Aと溶液Bを攪拌しながら混合する。機械攪拌器、温度制御装置、および加熱マントルを備えた22 L丸底フラスコに、混合物を入れる。ついで、 α -メチレンビス(アクリルアミド)9.0 gおよび過硫酸カリウム45 gを加える。攪拌しながら、22 L丸底フラスコに、さらに、ポリアクリル酸30 gおよびPTMEG60 gを加える。重合反応を50~55 で約3時間行う。生成したヒドロゲルのバルクをグラインダーで切断し、70 で乾燥させる。生成物は、自身の乾燥重量の200~250倍の水道水を吸収する。

40

【実施例17】

【0134】

実施例16と同様にして、ただし、水酸化カリウムを1167 gだけ用いて、ヒドロゲルを形成させる。

【実施例18】

【0135】

アクリル酸3 kgを水4.5 Lに溶解させる(溶液A)。また、1.16 kgのMiracle-Plant Food 24-8-16を冷水4.5 Lに溶解させる(溶液B)。溶液Aと溶液Bを攪拌しながら混合する。機械攪拌器、温度制御装置、および加熱マントルを備えた22 L丸底フラスコに、混合物を入れる。ついで、

50

' - メチレンビス(アクリルアミド) 9.0 g および過硫酸カリウム 45 g を加える。攪拌しながら、22 L 丸底フラスコに、さらに、ポリアクリル酸 30 g および P T M E G 60 g を加える。重合反応を 50 ~ 55 で約 3 時間行う。バルク生成物をグラインダーで切断する。

【実施例 19】

【0136】

アクリル酸 3 kg を水 4.5 L に溶解させる(溶液 A)。また、水酸化カリウム 1167 g および 30% 水酸化アンモニウム水溶液 973.7 g を冷水 4.5 L に溶解させる(溶液 B)。溶液 A と溶液 B を攪拌しながら混合する。機械攪拌器、温度制御装置、および加熱マントルを備えた 22 L 丸底フラスコに、混合物を入れる。ついで、' - メチレン

10

【実施例 20】

【0137】

実施例 1 に記載のとおり調製した固形ゲルを、固形ポリエチレンと混合し約 12 時間攪拌する。ついで、得られる物質を示差走査熱量測定(DSC)で測定する。DSC 出力を図 9 に示す。DSC 出力はポリエチレン重合体と調合された P A A - P T M E G 高分子ゲルの T_m を示し、これはポリエチレン自身の T_m と異なっている。

20

【実施例 21】

【0138】

ヒドロゲルの水和および脱水のサイクル試験を行う。水和および脱水のサイクル試験は、ビーカー中で行う。ビーカー重量は 51.00 g である。乾燥 P A A - P T M E G ヒドロゲル 0.29 g をこの試験に用いる。水和試験ごとに、水 80 ml をビーカーに加え、室温で約 5 時間かけて、水をヒドロゲルに十分に吸収させる。それから吸収されなかった水を除去する。ついで、ビーカーと湿潤ヒドロゲルの重量合計を記録する。脱水は、温度を - 晩約 80 に維持して行い、ついで、乾燥ヒドロゲルとビーカーの重量合計を記録する。この水和と脱水を、18 日間連続して繰り返す。この試験の結果を以下の表にまとめる。水和・脱水サイクルの回数に関わらずヒドロゲルの重量に変化が見られないことが指摘される。

30

【0139】

【表 7】

日数	ビーカー+ヒドロゲル+吸収された水の重量	ビーカー+乾燥後のヒドロゲルの重量 (g)
1	98.32g	51.29
2	99.31g	51.30
3	99.00g	51.30
4	99.50g	51.29
5	99.90g	51.31
6	99.78g	51.28
7	100.00g	51.29
8	100.00g	51.30
9	103.62g	51.26
10	101.55g	51.27
11	100.00g	51.27
12	102.40g	51.26
13	100.00g	51.27
14	100.50g	51.26
15	103.30g	51.25
16	103.62g	51.26
17	100.00g	51.25
18	99.80g	51.25

10

20

【実施例 2 2】

【0 1 4 0】

温室テント試験を行う。鉢植え用土 300 g を、異なる量の乾燥 PAA - PTMEG ヒドロゲル（低濃度用に 0.84 g、および高濃度用に 2.4 g）と混合する。土を一晩水に浸けて、土および乾燥ヒドロゲルを水で飽和させる。ついで、ポットを乾燥させてレタスの種子 5 粒を土の表面に蒔く。それから、鉢植え用土を種に薄く掛ける。このように準備したポットを温室テントに入れる。温室テントには、毎日 1 回水 100 ml が給水される。対照ポットには、ヒドロゲルを含まない土 300 g を入れる。試験温度および湿度は、それぞれ、第一の温室テントが 78.9 °F および湿度 46%、第二のテントが 86.7 °F および湿度 36% である。種蒔きから 32 日後、以下の表のとりの植物の平均生物量が記録される。結果から、ポットにヒドロゲルを用いると、植物の生物量（根および葉の質量から測定したもの）は有意に増えることが示される。

30

【0 1 4 1】

第一テント（温度：78.9 °F、湿度：46%）

【0 1 4 2】

【表 8】

ポット	葉の質量 (g)	根の質量 (g)
対照	3.70(100%)	1.32(100%)
ヒドロゲル 0.84 g	7.19(194%)	2.44(185%)
ヒドロゲル 2.40 g	3.92(106%)	1.89(143%)

40

【0 1 4 3】

第二テント（温度：86.7 °F、湿度：36%）

【0 1 4 4】

【表 9】

ポット	葉の質量 (g)	根の質量 (g)
対照	0.94(100%)	0.48(100%)
ヒドロゲル0.84g	2.41(256%)	1.84(383%)
ヒドロゲル2.40g	2.74(291%)	1.85(385%)

【0145】

本発明の好適な実施形態が、本明細書中に図示および記載されてきたものの、そのような実施形態が例示として提供されたにすぎないことが、当業者には明らかであるだろう。本発明から逸脱しない修飾、変更、および置き換えが、当業者には多数思いつくだろう。本明細書中に記載される本発明の実施形態に対する様々な代替物を用いて本発明を行うこともできることが理解されるはずである。以下の請求の範囲により発明の範囲を定義し、これらの請求の範囲内にある方法および構造ならびにその等価物は本発明に包含されるものとする。

10

【図 1】

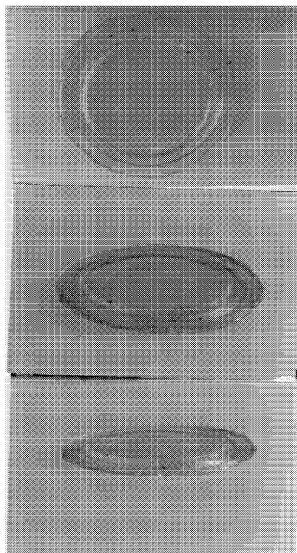


FIG. 1

【図 2】

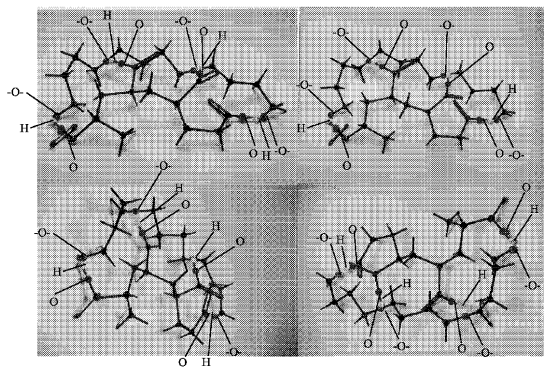


FIG. 2

【 図 3 】

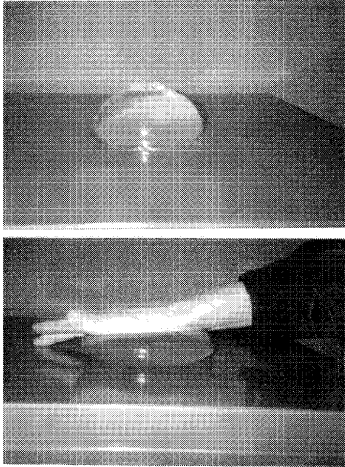
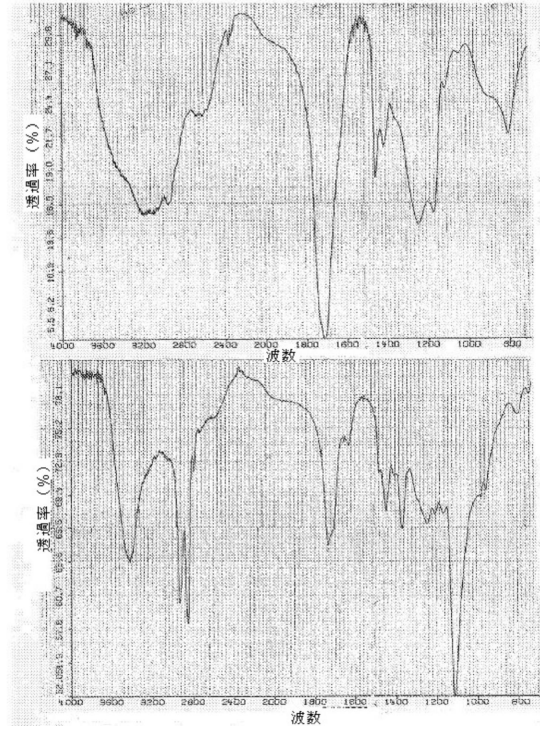
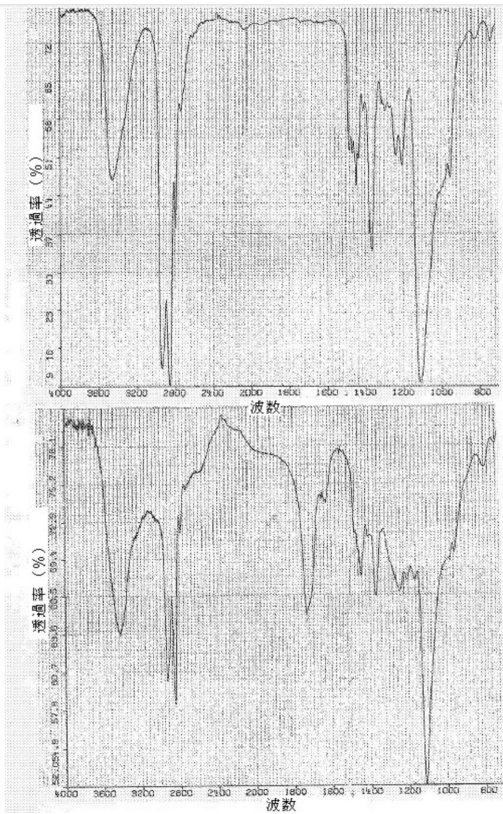


FIG. 3

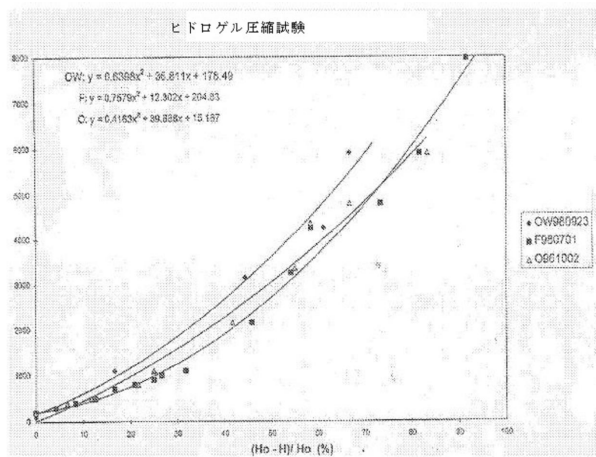
【 図 4 】



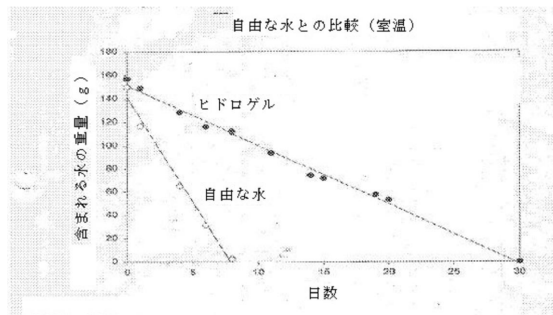
【 図 5 】



【 図 6 】

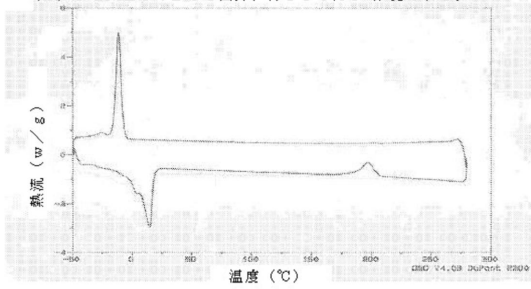


【 図 7 】

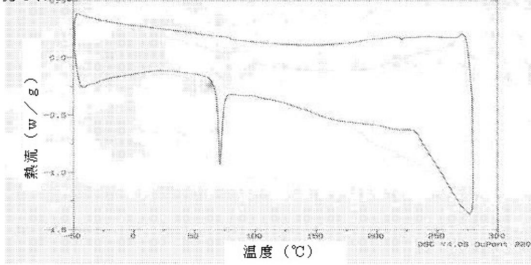


【 図 8 】

(a) PTMEGのDSC出力、約13℃にT_mが見られる。

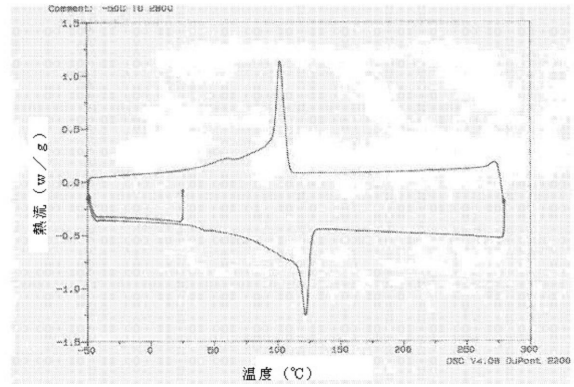


(b) PAA-PTMEG重合体調合物のDSC出力、約74℃にT_mが見られる。



【 図 9 】

ポリエチレンとPAA-PTMEG三次元高分子ゲルの調合物のDSC出力、約124℃にT_mが見られる。ポリエチレン自身のT_mは約105℃である。



フロントページの続き

(72)発明者 ウィリアムズ, マイケル, シー.
カナダ国 ティー6エイチ 5エヌ8, アルバータ, エドモントン, 4736-151 ストリー
ト

審査官 井津 健太郎

(56)参考文献 特表2008-511699(JP, A)
特開2007-112757(JP, A)
国際公開第03/002075(WO, A1)
特開2001-152131(JP, A)
特開昭63-207844(JP, A)
特開2005-264046(JP, A)
特開2007-146000(JP, A)
米国特許第04873086(US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C08F 2/00-246/00
C08L 1/00-101/16
C08G 65/00-65/48
CAplus/REGISTRY(STN)