

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7705751号
(P7705751)

(45)発行日 令和7年7月10日(2025.7.10)

(24)登録日 令和7年7月2日(2025.7.2)

(51)国際特許分類 F I
C 0 3 C 1/02 (2006.01) C 0 3 C 1/02
C 0 3 C 3/078(2006.01) C 0 3 C 3/078

請求項の数 6 (全14頁)

(21)出願番号	特願2021-122529(P2021-122529)	(73)特許権者	000178826 日本山村硝子株式会社 兵庫県尼崎市西向島町15番1
(22)出願日	令和3年7月27日(2021.7.27)	(73)特許権者	311018921 株式会社T B M 東京都千代田区有楽町一丁目2番2号 東宝日比谷ビル15階
(65)公開番号	特開2023-18413(P2023-18413A)	(74)代理人	100180644 弁理士 崎 山 博教
(43)公開日	令和5年2月8日(2023.2.8)	(72)発明者	山本 柱 兵庫県尼崎市西向島15番1 日本山村 硝子株式会社内
審査請求日	令和6年6月11日(2024.6.11)	(72)発明者	辻 良太 兵庫県尼崎市西向島15番1 日本山村 硝子株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ガラス成形用再生材料、ガラス成形用再生材料の製造方法、ガラスの製造方法、及びガラス

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガラス以外の材料から再生される再生材料が配合され、ガラスの成形に用いられるガラス成形用再生材料であって、

前記再生材料として、

カルシウム成分を含む無機物質、及び熱可塑性樹脂を含む材料を所定の配合率で配合して形成した成型物に由来するカルシウム成分である成型物由来カルシウム成分を含む成型物由来再生材料を含み、

前記成型物由来再生材料が、カルシウム成分を炭酸カルシウムとして含有したものであり、

前記成型物由来再生材料は、前記熱可塑性樹脂が熱分解により除去されつつ、前記成型物由来カルシウム成分が炭酸カルシウムの形態を維持したものであること、を特徴とするガラス成形用再生材料。

【請求項2】

ガラス以外の材料から再生される再生材料が配合され、ガラスの成形に用いられるガラス成形用再生材料の製造方法であって、

前記再生材料として、成型物由来再生材料を一部又は全部として準備する工程と、

成型物を加熱処理することにより、前記成型物に含まれているカルシウム成分を成型物由来カルシウム成分として含む成型物由来再生材料を取得する成型物由来再生材料取得工程と、を含むものであり、

前記成型物由来再生材料が、カルシウム成分を含む無機物質、及び熱可塑性樹脂を含む材料を所定の配合率で配合して形成された成型物に由来するカルシウム成分である成型物由来カルシウム成分を含むものであり、

前記成型物に含まれるカルシウム成分が、炭酸カルシウムであり、

前記成型物由来再生材料取得工程において、前記熱可塑性樹脂が熱分解する温度よりも高温であって、炭酸カルシウムの熱分解温度よりも低温の温度域において前記成型物を加熱すること、を特徴とするガラス成形用再生材料の製造方法。

【請求項 3】

成型物由来再生材料取得工程が、前記成型物を直接加熱、あるいは間接加熱することにより、前記成型物に含まれる前記熱可塑性樹脂を熱分解して除去するものであること、

10

【請求項 4】

ケイ素成分を含む穀物又は当該穀物に由来する穀物由来物と、カルシウム成分を含む無機物質及び熱可塑性樹脂を含む材料を所定の配合率で配合して形成された成型物と、を混合した混合物を熱処理対象物として直接加熱あるいは間接加熱して熱分解することにより、穀物に由来するケイ素成分からなる穀物由来ケイ素成分を含む穀物由来再生材料、及び前記成型物に含まれているカルシウム成分を成型物由来カルシウム成分として含む成型物由来再生材料を含む混合再生材料をガラス成形用再生材料として形成する混合再生材料取得工程を有すること、

を特徴とする請求項 2 に記載のガラス成形用再生材料の製造方法。

20

【請求項 5】

前記混合再生材料取得工程において、穀物又は穀物由来物に含まれる有機物を熱分解することにより形成される炭素成分の燃焼温度 T_1 、及び前記成型物に含まれる前記熱可塑性樹脂の熱分解温度 T_2 のうち高い方の温度 T_L よりも高温の温度域において、前記熱処理対象物を直接加熱あるいは間接加熱すること、

を特徴とする請求項 4 に記載のガラス成形用再生材料の製造方法。

【請求項 6】

前記成型物に含まれるカルシウム成分が、炭酸カルシウムであり、

前記混合再生材料取得工程において、炭酸カルシウムの熱分解温度よりも低温の温度域において前記熱処理対象物を熱処理すること、

を特徴とする請求項 4 又は 5 に記載のガラス成形用再生材料の製造方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガラス成形用再生材料、ガラス成形用再生材料の製造方法、ガラスの製造方法、及びガラスに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、下記非特許文献 1 や非特許文献 2 に開示されているように、ガラスびんは、リユースやリサイクルの形態により再活用されてきた。具体的には、ガラスびんは、非特許文献 1 に開示されているように、回収した使用済みのびんに洗浄等を施して繰り返し使用する、リユースと呼ばれる形態で再活用することができる。また、ガラスびんは、非特許文献 2 に開示されているように、使用済みのびんを細かく砕くことによって得られたカレットを、新しいびんなどのガラス製品を作るために活用する、リサイクルと呼ばれる形態でも再活用することができる。

40

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0003】

【文献】ガラスびん 3 R 推進協議会ウェブサイト (<https://www.glass-3r.jp/learn/reuse.html>)

50

【文献】ガラスびん3R推進協議会ウェブサイト (<https://www.glass-3r.jp/learn/re-cycle.html>)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ここで、上述したように、ガラスびんを砕いてカレットの形態にして、ガラス製品を形成するための資源として再活用する等の形態においては、新しいガラス容器のガラス製品を作成するために使用済みのガラスを活用することができる。しかしながら、限りある資源の有効活用を図ることを鑑みれば、使用済みのガラスだけでなく、ガラス以外の材料もガラスを製造するための材料として活用できるようにすることが好ましい。

10

【0005】

そこで本発明は、ガラス以外の材料から再生された再生材料を、ガラスを製造するための材料として活用可能なガラス成形用再生材料、ガラス成形用再生材料の製造方法、ガラスの製造方法、及びガラスの提供を目的とした。

【課題を解決するための手段】

【0006】

(1) 本発明のガラス成形用再生材料は、ガラス以外の材料から再生される再生材料が配合され、ガラスの成形に用いられるものであって、前記再生材料として、カルシウム成分を含む無機物質、熱可塑性樹脂を含む材料を所定の配合率で配合して形成した成型物に由来するカルシウム成分である成型物由来カルシウム成分を含む成型物由来再生材料を含むこと、を特徴とするものである。

20

【0007】

かかる構成によれば、穀物に由来する穀物由来ケイ素成分や、カルシウム成分を含む無機物質を用いて形成された成型物に由来するカルシウム成分を含んだ再生材料を、ガラス成形用再生材料としてガラスを製造するための材料として活用できる。従って、本発明によれば、ガラス以外の材料から再生された再生材料を、ガラスの製造するための材料として活用可能なガラス成形用再生材料を提供できる。

【0008】

ここで、炭酸カルシウムあるいは酸化カルシウムのいずれの形態でカルシウム成分が含まれていても、カルシウムの量を精度良くコントロールできれば、品質的に問題ないガラスを形成できる。しかしながら、炭酸カルシウム及び酸化カルシウムは、重量当たりに占めるカルシウムの含有量が相違している。そのため、ガラス成形用再生材料において、成型物由来カルシウム成分が炭酸カルシウム及び酸化カルシウムの混合物である場合には、成型物由来カルシウム成分の重量に基づいてガラスの原料を調合すると、これを用いて製造したガラスの品質に大幅なバラツキが生じてしまう可能性が高い。また一般的に、石灰石(炭酸カルシウム)がガラスの製造工程に用いられること等の事情を鑑みて、ガラス成形用再生材料は、ガラスの製造現場において支障なく利用可能な状態でカルシウム成分が含まれたものであることが好ましい。

30

【0009】

(2) かかる知見に基づけば、上述した本発明のガラス成形用再生材料は、前記成型物由来再生材料が、カルシウム成分を炭酸カルシウムとして含有すること、を特徴とするものであると良い。

40

【0010】

かかる構成によれば、成型物由来カルシウム成分の重量に基づいてガラスの原料を調合しても重量当たりに占めるカルシウムの含有量を適確に調整可能でありつつ、ガラスの製造工程において石灰石(炭酸カルシウム)等を利用しているガラスの製造現場においても、支障なく石灰石等の一部又は全部に代えて利用可能なガラス成形用再生材料を提供できる。

【0011】

(3) 本発明のガラス成形用再生材料の製造方法は、ガラス以外の材料から再生される再

50

生材料が配合され、ガラスの成形に用いられるガラス成形用再生材料の製造方法であって、前記再生材料として、成型物由来再生材料を一部又は全部として準備する工程を含むものであり、前記成型物由来再生材料が、カルシウム成分を含む無機物質、及び熱可塑性樹脂を含む材料を所定の配合率で配合して形成された成型物に由来するカルシウム成分である成型物由来カルシウム成分を含むものであること、を特徴とするものである。

【0012】

本発明によれば、カルシウム成分を含む無機物質を用いて形成された成型物に由来するカルシウム成分を含んだ再生材料を、ガラスを製造するための材料として活用可能なガラス成形用再生材料を製造できる。従って、本発明によれば、ガラス以外の材料から再生された再生材料を用いて、ガラスの製造するための材料として活用可能なガラス成形用再生材料を製造できる。

10

【0013】

(4) 上述した本発明のガラス成形用再生材料の製造方法は、前記成型物を加熱処理することにより、前記成型物に含まれているカルシウム成分を成型物由来カルシウム成分として含む成型物由来再生材料を取得する成型物由来再生材料取得工程を含むこと、を特徴とするものであると良い。

【0014】

本発明に係る製造方法によれば、成型物由来再生材料取得工程において、成型物に含まれているカルシウム成分を、成型物由来カルシウム成分として含む成型物由来再生材料を取得し、ガラス成形用再生材料を製造することが可能となる。従って、本発明によれば、ガラス以外の材料から再生された再生材料を用いて、ガラス成形用再生材料を製造するための製造方法を提供できる。

20

【0015】

(5) 上述した本発明のガラス成形用再生材料の製造方法は、成型物由来再生材料取得工程が、前記成型物を直接加熱、あるいは間接加熱することにより、前記成型物に含まれる前記熱可塑性樹脂を熱分解して除去するものであること、を特徴とするものであると良い。

【0016】

本発明に係る製造方法によれば、成型物由来再生材料取得工程において、成型物を直接加熱あるいは間接加熱することで、成型物に含まれる熱可塑性樹脂を熱分解して除去し、成型物由来再生材料に含まれるカルシウム成分の純度を高めることができる。

30

【0017】

ここで、上述したように、ガラス成形用再生材料において、炭酸カルシウムあるいは酸化カルシウムのいずれの形態でカルシウム成分が含まれていても、カルシウムの量を精度良くコントロールできれば、品質的に問題ないガラスを形成できる。しかしながら、炭酸カルシウム及び酸化カルシウムが混在している場合、成型物由来カルシウム成分の重量に基づいてガラスの原料を調合すると、これを用いて形成したガラスの性質にバラツキが生じる可能性が高い。また、石灰石(炭酸カルシウム)がガラスの製造工程に用いられること等の事情を鑑みれば、炭酸カルシウムの状態でカルシウム成分が含まれたガラス成形用再生材料を製造できることが好ましい。

【0018】

さらに、本発明に係る製造方法において処理対象物となる成型物が熱可塑性樹脂を含むものである場合、熱可塑性樹脂を十分に除去することが好ましい。

40

【0019】

(6) かかる知見に基づけば、上述した本発明のガラス成形用再生材料の製造方法は、前記成型物に含まれるカルシウム成分が、炭酸カルシウムであり、前記成型物由来再生材料取得工程において、前記熱可塑性樹脂が熱分解する温度よりも高温であって、炭酸カルシウムの熱分解温度よりも低温の温度域において前記成型物を加熱すること、を特徴とするものであると良い。

【0020】

本発明に係る製造方法では、カルシウム成分として炭酸カルシウムが含まれた成型物を

50

用いると共に、炭酸カルシウムの熱分解温度よりも低温の温度域において成型物を加熱する。そのため、本発明に係る製造方法により得られるガラス成形用再生材料は、製造工程において炭酸カルシウムが熱分解して酸化カルシウムになるのを抑制し、炭酸カルシウムの状態でカルシウム成分を取得できる。また、本発明に係る製造方法では、成型物由来再生材料取得工程において、熱可塑性樹脂が熱分解する温度よりも高温条件下において成型物を加熱する。そのため、本発明に係る製造方法によれば、成型物を構成する熱可塑性樹脂を十分に除去した状態のガラス成形用再生材料を取得できる。従って、本発明の製造方法によれば、熱可塑性樹脂の含有率が低く、炭酸カルシウムの状態でカルシウム成分が含まれたガラス成形用再生材料を製造できる。

【0021】

ここで、本発明者らが鋭意検討した結果、カルシウム成分を含む成型物が熱可塑性樹脂を含むものである場合には、熱処理によりカルシウム成分（成型物由来カルシウム成分）を形成する過程において、熱可塑性樹脂が燃焼することにより、加熱処理雰囲気温度が短時間のうちに大幅に上昇し、加熱処理時における温度コントロールが行いにくくなる可能性があるとの知見に至った。さらに、本発明者らによる鋭意検討の結果、ケイ素成分を含む穀物又は穀物由来物、及びカルシウム成分を含む成型物を混合した混合物の状態に加熱により熱分解する処理を行うようにすれば、成型物が熱可塑性樹脂を含むものである場合であっても、熱可塑性樹脂が緩やかに熱分解され、温度コントロールが行いやすくなるとの知見が得られた。また、本発明者らによる検討の結果、穀物由来ケイ素成分については、ガラスの製造に用いられるケイ素成分の一部又は全部として代替して使用できるとの知見が得られた。

【0022】

(7) 上述した知見に基づけば、本発明のガラス成形用再生材料の製造方法は、ケイ素成分を含む穀物又は当該穀物に由来する穀物由来物と、カルシウム成分を含む無機物質及び熱可塑性樹脂を含む材料を所定の配合率で配合して形成された成型物と、を混合した混合物を熱処理対象物として直接加熱あるいは間接加熱して熱分解することにより、穀物に由来するケイ素成分からなる穀物由来ケイ素成分を含む穀物由来再生材料、及び前記成型物に含まれているカルシウム成分を成型物由来カルシウム成分として含む成型物由来再生材料を含む混合再生材料をガラス成形用再生材料として形成する混合再生材料取得工程を有すること、を特徴とするものであると良い。

【0023】

本発明に係る製造方法では、ケイ素成分を含む穀物又は穀物由来物、及びカルシウム成分を含む成型物を混合した混合物の状態に加熱により熱分解するための加熱処理を行う。そのため、本発明に係る製造方法では、成型物に含まれている熱可塑性樹脂が緩やかに熱分解しつつ、穀物又は穀物由来物から得られるケイ素成分（穀物由来ケイ素成分）と、成型物から得られるカルシウム成分（成型物由来カルシウム成分）を含んだ混合再生材料をガラス成形用再生材料として形成できる。また、穀物由来ケイ素成分については、ガラスの製造に用いられるケイ素成分の一部又は全部として代替して使用できる。さらに、本発明に係る製造方法では、ケイ素成分を含む穀物又は穀物由来物、及びカルシウム成分を含む成型物を所定の配合率で配合した状態で熱処理を行うため、混合再生材料中に含まれる穀物由来ケイ素成分及び成型物由来カルシウム成分の配合率についても適切にコントロールできる。従って、本発明に係る製造方法によれば、加熱処理時の温度コントロールを行いやすく、穀物由来ケイ素成分及び成型物由来カルシウム成分が適切な配合率で配合された混合再生材料をガラス成形用再生材料として製造できる。

【0024】

(8) 上述した本発明のガラス成形用再生材料の製造方法は、前記混合再生材料取得工程において、穀物又は穀物由来物に含まれる有機物を熱分解することにより形成される前記炭素成分の燃焼温度 T_1 、及び前記成型物に含まれる前記熱可塑性樹脂の熱分解温度 T_2 のうち高い方の温度 T_L よりも高温の温度域において、前記熱処理対象物を直接加熱あるいは間接加熱すること、を特徴とするものであると良い。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 5 】

本発明の製造方法によれば、熱処理対象物を直接加熱あるいは間接加熱する温度域を設定することにより、穀物又は穀物由来物に含まれる有機物の熱分解により形成される炭素成分の残存率を抑制しつつ、成型物に含まれる熱可塑性樹脂を十分に熱分解することができる。

【 0 0 2 6 】

(9) 上述した本発明のガラス成形用再生材料の製造方法は、前記成型物に含まれるカルシウム成分が、炭酸カルシウムであり、前記混合再生材料取得工程において、炭酸カルシウムの熱分解温度よりも低温の温度域において前記熱処理対象物を熱処理すること、を特徴とするものであると良い。

10

【 0 0 2 7 】

本発明の製造方法によれば、成型物に含まれている炭酸カルシウムが酸化カルシウムに分解されるのを抑制し、炭酸カルシウムを成型物由来カルシウム成分として含むガラス成形用再生材料を製造できる。そのため、本発明の製造方法によれば、ガラスの製造工程において石灰石（炭酸カルシウム）等を利用しているガラスの製造現場においても、支障なく石灰石等の一部又は全部に代えて利用可能なガラス成形用再生材料を製造できる。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 8 】

本発明によれば、ガラス以外の材料から再生された再生材料を、ガラスの製造するための材料として活用可能なガラス成形用再生材料、ガラス成形用再生材料の製造方法、及びガラスの製造方法を提供できる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 9 】

【 図 1 】 L I M E X について T G - D T A 分析結果を示すグラフである。

【 図 2 】 実施例 1 で作成したサンプル B についての T G - D T A 分析結果を示すグラフである。

【 図 3 】 実施例 2 において作成された各サンプルに係る外観写真である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 3 0 】

以下、本発明の一実施形態に係るガラス成形用再生材料、ガラス成形用再生材料の製造方法、及びガラスの製造方法について説明する。

30

【 0 0 3 1 】

ガラス成形用再生材料について

本実施形態のガラス成形用再生材料は、ガラス以外の材料から再生される再生材料が配合され、ガラスの成形に用いられるものである。本実施形態のガラス成形用再生材料は、成型物由来再生材料のみからなるもの、あるいは成型物由来再生材料とは異なるカルシウム成分や、成型物由来再生材料とは異なる再生材料等を含むものとすることができる。

【 0 0 3 2 】

[成型物由来再生材料]

成型物由来再生材料は、カルシウム成分を含む無機物質を用いて作成された成型物に由来するカルシウム成分を成型物由来カルシウム成分として含む再生材料である。成型物由来再生材料は、ガラス成形用再生材料において、カルシウム成分の全部をなすもの、あるいは他のカルシウム成分（例えば、石灰石や炭酸カルシウム試薬、酸化カルシウム試薬など）と共にガラス成形用再生材料におけるカルシウム成分の一部をなすものとすることができる。

40

【 0 0 3 3 】

成型物由来再生材料の原料となる成型物は、カルシウム成分を含む無機物質を含み、当該無機物質に加えて熱可塑性樹脂等を所定の配合率で配合したものである。成型物由来再生材料の原料となる成型物には、カルシウム成分を含む無機物質を含んだ様々な組成や形態のものを選択可能である。成型物由来再生材料の原料となる成型物には、例えば炭酸カ

50

ルシウムに加えて熱可塑性樹脂や成型剤等を含み、シート状に形成された石灰紙等を好適に選択可能である。成型物由来再生材料を構成する無機物質は、例えば炭酸カルシウム、クレー、シリカ、酸化チタン、タルク、カオリン、水酸化アルミニウムからなる群から選択される一種類以上のものからなるものであると良い。また、成型物由来再生材料を構成する熱可塑性樹脂は、例えばポリプロピレン、高密度ポリエチレン、低密度ポリエチレン等のポリオレフィン樹脂、ポリ塩化ビニル、ポリスチレン等のビニル樹脂、ポリエチレンテレフタレート等のポリエステル樹脂、再生樹脂等とすることができる。前述の熱可塑性樹脂は、これらから選ばれた一種類を単独で用いてもよく、二種以上を混合したものであってもよい。また、成型物由来再生材料を構成する補助剤は、例えば、滑剤、カップリング剤、酸化防止剤、紫外線吸収剤、色剤、着色用顔料、流動性改良材、分散剤、安定剤、帯電防止剤、難燃剤等の中から選ばれる一種以上のものとするが良い。

10

【 0 0 3 4 】

〔 ガラス成形用再生材料の組成 〕

ガラス成形用再生材料は、成型物由来カルシウム成分をカルシウム成分の一部又は全部として含む成型物由来再生材料単体からなるものとする事ができる。また、ガラス成形用再生材料は、例えば、穀物に由来するケイ素成分からなる穀物由来ケイ素成分を含む穀物由来再生材料などのように、成型物由来再生材料とは別の再生材料が成型物由来再生材料と混合されたものとする事により、穀物由来ケイ素成分をケイ素成分の一部又は全部として含むと共に、成型物由来カルシウム成分をカルシウム成分の一部又は全部として含んだ混合再生材料とする事も可能である。

20

【 0 0 3 5 】

ここで、ガラス成形用再生材料を上述した混合再生材料とする場合は、ガラスの製造原料に含まれるケイ素成分及びカルシウム成分の調合比、製造するガラスの色等の条件を考慮して、混合再生材料におけるケイ素成分及びカルシウム成分の調合比を調整すると良い。

【 0 0 3 6 】

ガラス成形用再生材料の製造方法

続いて、上述したガラス成形用再生材料を製造するための製造方法について説明する。上述したガラス成形用再生材料は、カルシウム成分を含む成型物を原料（当該原料を以下「成型物系原料」とも称す）として、以下に例示する製造方法により、成型物由来再生材料からなるガラス成形用再生材料を製造できる。また、成型物系原料に加えて、ケイ素成分を含む穀物又は当該穀物に由来する穀物由来物を原料（当該原料を以下「穀物系原料」とも称す）として混合した混合物を原料（当該原料を以下「混合原料」とも称す）として用いる製造方法により、成型物由来再生材料に加えて穀物由来再生材料を含んだガラス成形用再生材料を製造することもできる。以下、（１）成型物系原料からガラス成形用再生材料を製造する製造方法（以下、「成型物由来再生材料製造法」とも称す）、及び（２）混合原料からガラス成形用再生材料を製造する製造方法（以下、「混合再生材料製造法」とも称す）について説明する。

30

【 0 0 3 7 】

〔 （１）成型物由来再生材料製造法 〕

成型物由来再生材料製造法は、カルシウム成分を含む成型物（成型物系原料）を加熱処理することにより、成型物由来カルシウム成分を含む成型物由来再生材料を取得する工程（成型物由来再生材料取得工程）を製造工程の一部又は全部として含む製造方法である。成型物由来再生材料製造法は、成型物を直接加熱、あるいは間接加熱することにより、成型物に含まれる熱可塑性樹脂を熱分解して除去することにより、成型物に含まれているカルシウム成分を成型物由来カルシウム成分として含む成型物由来再生材料を取得することができる。成型物由来原料の直接加熱は、例えば燃焼炉内において成型物由来を直接燃焼する等の方法で行うと良い。また、成型物由来原料の間接加熱は、例えば、ロータリーキルン等の熱処理装置を用い、炉内温度が所定温度になるように条件設定して成型物由来原料の加熱を行うと良い。

40

【 0 0 3 8 】

50

成型物由来再生材料製造法において、成型物系原料に含まれているカルシウム成分が炭酸カルシウムである場合には、熱可塑性樹脂が熱分解する温度よりも高温であって、炭酸カルシウムの熱分解温度よりも低温の温度域において成型物を加熱すると良い。これにより、炭酸カルシウムが熱分解されて酸化カルシウムになるのを抑制できる。その結果、成型物由来再生材料製造法により得られた成型物由来再生材料を、ガラスの製造工程に用いられる石灰石と同様にガラスの原料として使用可能なものとして取り扱い可能となる。

【0039】

〔(2)混合再生材料製造法〕

混合再生材料製造法は、穀物由来原料と成型物由来原料とを混合した混合物（混合原料）を熱処理対象物として直接加熱あるいは間接加熱して熱分解することにより、ケイ素成分を含む穀物由来再生材料、及びカルシウム成分を含む成型物由来再生材料を含む混合再生材料をガラス成形用再生材料として形成する工程（混合再生材料取得工程）を製造工程の一部又は全部として含む製造方法である。混合再生原料の直接加熱は、例えば燃焼炉内において混合再生原料に含まれる穀物由来原料に着火する等の方法により、混合再生原料を燃焼する等の方法で行うと良い。また、混合再生原料の間接加熱は、例えば、ロータリーキルン等の熱処理装置を用い、炉内温度が所定温度になるように条件設定して混合再生原料の加熱を行うと良い。

10

【0040】

混合再生材料製造法において、混合原料を熱処理する際の熱処理温度は、穀物由来原料に含まれる有機物を熱分解することにより形成される炭素成分の燃焼温度 T_1 、及び成型物由来原料に含まれる熱可塑性樹脂の熱分解温度 T_2 のうち高い方の温度 T_L よりも高温の温度域に設定される。これにより、穀物由来原料を熱処理することにより発生する炭素成分の残存を最小限に抑制しつつ、成型物由来原料に含まれる熱可塑性樹脂を十分に熱分解できる。その結果、ケイ素成分及びカルシウム成分を主成分とし、炭素成分などの不純物の含有量を最小限に抑制したガラス成形用再生材料を製造できる。

20

【0041】

また、混合再生材料製造法において、混合原料を熱処理する際の熱処理温度は、炭酸カルシウムの熱分解温度よりも低温の温度域となるように調整される。これにより、成型物由来原料に含まれる炭酸カルシウムが、熱分解されて酸化カルシウムになるのを抑制できる。さらに、炭酸カルシウムの熱分解温度よりも高温の温度域においては、ガラス成形用再生材料においてケイ素成分をなす酸化ケイ素がアモルファス状の形態から結晶化したものに変化してしまう懸念がある。酸化ケイ素がアモルファス状のものであるか結晶化したものであるかの違いは、ガラスの製造品質に大きな影響を与えるものではない。しかしながら、結晶化した酸化ケイ素は、発がん性などの問題が懸念されるため、ガラスの製造工程において取り扱いにくいという問題がある。そのため、混合再生材料製造法において、混合原料を熱処理する際の熱処理温度を炭酸カルシウムの熱分解温度よりも低温の温度域とすることにより、酸化ケイ素の結晶化を抑制し、ガラスの製造工程において取り扱いやすいアモルファス状の酸化ケイ素を含んだガラス成形用再生材料を製造できる。

30

【実施例1】

【0042】

続いて、本発明の一実施形態に係るガラス成形用再生材料、及びガラス成形用再生材料の製造方法に係る実施例1について説明する。本実施例においては、ガラス成形用再生材料を以下に示した方法により製造試験を行うことで、サンプルA及びサンプルBを得た。

40

【0043】

サンプルAの製造試験について

サンプルAは、成型物系原料として石灰紙を選択し、これを熱処理することにより製造した成型物由来再生材料である。成型物系原料である石灰紙として、株式会社TBM社製の商品名LIMEXを選択した。LIMEXは、炭酸カルシウムを約60%、熱可塑性樹脂であるポリオレフィンを含むものである。

【0044】

50

ここで、図1に示すように、L I M E XについてT G - D T A分析を行った結果、L I M E Xは、大気雰囲気下において、392 以上でポリオレフィン系の熱可塑樹脂の分解が始まり、409 以上で着火して燃焼することが判明した。また、704 以上になると、炭酸カルシウムが酸化カルシウムに分解される分解反応が起こることが判明した。L I M E XについてのT G / D T A分析結果を踏まえれば、サンプルAの製造時における熱処理温度の下限値は、ポリオレフィン系の熱可塑樹脂の分解により発生するプロピレンガス発生温度(243)、イソブテンガスの発生温度(245)、あるいはプロパンガスの発生温度(253)のいずれかの温度以上であることが好ましく、ポリオレフィン系の熱可塑樹脂が着火する409 以上であることがより一層好ましいことが判明した。また、サンプルAの製造時における熱処理温度の上限値は、炭酸カルシウムが熱分解により脱二酸化炭素反応を起こす温度(704)未満であることが好ましいことが判明した。ポリオレフィン系の熱可塑樹脂を確実に熱分解させつつ、炭酸カルシウムが熱分解してしまうことに対する安全率を考慮すると、サンプルAの熱処理を409 以上であって、704 よりも十分に低い600度以下の温度域で行うと良いことが判明した。

10

【0045】

サンプルBの製造試験について

サンプルBは、穀物系原料であるもみ殻と、成型物系原料である石灰紙とを混合した混合原料を熱処理することにより製造されたサンプルである。サンプルBの製造試験においては、上記サンプルAの製造試験に用いたもの同一の石灰紙(L I M E X)を成型物系原料として用いた。また、サンプルBの製造試験においては、熱処理後に所定の配合比で二酸化ケイ素と炭酸カルシウムとが配合された状態になるように、もみ殻とL I M E Xとの混合比を調整した。具体的には、サンプルBの製造試験においては、二酸化ケイ素と炭酸カルシウムとの配合比が100 : 27となるように、もみ殻とL I M E Xとを14 . 4 : 1の質量比で混合させて熱処理した。

20

【0046】

サンプルBの製造試験においては、混合原料の加熱条件の設定にあたり、成型物系原料である石灰紙に含まれるポリオレフィン系の熱可塑樹脂の着火温度(409)、炭酸カルシウムが熱分解により脱二酸化炭素反応を起こす温度(704)、穀物系原料の加熱に伴い発生する炭素成分(カーボン)の分解温度(528)を考慮し、528 以上であって、704 未満の温度域となるように温度管理を行って熱処理を行った。その結果、二酸化ケイ素と炭酸カルシウムとが混合されたサンプルBを形成することができた。

30

【0047】

なお、穀物系原料の加熱に伴い発生する炭素成分(カーボン)の分解温度については、株式会社M . I . T社製のエシカルスターを用いてもみ殻を直接燃焼により熱処理したものの(以下、「一次加熱物」とも称す)を準備し、当該一次加熱物についてT G - D T A分析を行うことにより導出した。具体的には、一次加熱物についてT G - D T A分析を行ったところ、図2のような結果が得られた。当該分析結果を解析したところ、概ね102 ~ 141 の温度域において水分等の蒸発による重量減少が確認され、概ね420 ~ 528 の温度域において二酸化炭素の発生による重量減少が確認された。この解析結果に基づき、一次加熱物には、もみ殻の熱処理に伴う炭素成分(カーボン)が含まれていること、及び炭素成分の分解温度が528 付近であるとの知見が得られた。かかる知見、及び上述した図1に示したL I M E Xに係るT G - D T A分析により得られた知見を総合し、上述した加熱条件を設定した。

40

【実施例2】

【0048】

上記実施例1において製造されたガラス成形用再生材料のサンプルについて、ガラスの製造に使用可能なものであるか否かについての検証試験を行った実施例2について説明する。実施例2において作成したガラスについてのガラス組成は表1に示すような結果となり、ガラス特性は、表2に示すような結果であった。また、各サンプルに係るガラスの色調を調べた結果、表3のような結果が得られた。

50

【 0 0 4 9 】

【表 1】

ガラス組成	サンプルY	サンプルX1	サンプルX2
SiO ₂	72.2	71.4	71.8
CaO	11.5	12.6	11.2
Na ₂ O	12.3	11.8	12.7
Fe ₂ O ₃	0.03	0.09	0.03
SO ₃	0.21	0.10	0.24
MnO	0.00	0.11	0.00
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00
その他	3.68	3.89	4.09
Total	100.0	100.0	100.0

※「その他」の組成物は、酸化アルミニウム(Al₂O₃)、酸化カリウム(K₂O)等からなる多数の微小成分である。

【 0 0 5 0 】

【表 2】

ガラス特性値	サンプルY	サンプルX1	サンプルX2
高温粘性(MPI) (°C)	1414	1363	1414
軟化点(SP) (°C)	732	719	728
密度(DENS) (g/cm ³)	2.51	2.53	2.51

【 0 0 5 1 】

【表 3】

ガラス色調	サンプルY	サンプルX1	サンプルX2
色度 Y (%)	90.2	75.2	88.9
主波長 λ _d (nm)	538.0	506.5	565.9
刺激純度 P _e (%)	0.3	2.1	0.6

【 0 0 5 2 】

具体的には、実施例 2 においては、比較例のサンプル Y として、透明（フリント）のガラスを、ガラス成形用再生材料を用いることなく作成した。また、サンプル X 1 として、穀物由来原料であるもみ殻と、成型物由来原料である L I M E X を 1 4 . 4 : 1 の比で混合した混合原料を熱処理して得られたガラス成形用再生材料により、比較例のサンプル Y の作成に要する二酸化ケイ素及び炭酸カルシウムの全量を置換したものを作成した。また

、実施例 2 では、サンプル X 2 として、上記実施例 1 のサンプル A に係るガラス成形用再生材料を用いたガラスを作成した。サンプル X 2 の作成に際し、サンプル A に係るガラス成形用再生材料により、比較例のサンプル Y の作成に要する炭酸カルシウムの全量を置換した。

【 0 0 5 3 】

上述したガラスの製造試験の結果、ガラス成形用再生材料を用いたサンプル X 1 及びサンプル X 2 のいずれについても、比較例のサンプル Y と同様に、ガラスとして製造できることが見いだされた。また、サンプル X 1 , X 2 , 及びサンプル Y について、ガラスの組成やガラス特性を調べたところ、表 1 や表 2 に示すような試験結果が得られた。

【 0 0 5 4 】

ここで、表 1 や表 2 の試験結果について検討すると、まずガラス成形用再生材料の原料として成型物由来原料（本実施形態では L I M E X ）に加え、穀物由来原料（もみ殻）を含んだサンプル X 1 について、ガラス組成を検討した。その結果、サンプル X 1 においては、二酸化ケイ素及び酸化カルシウムの含有量が許容範囲内であったことが見いだされた。具体的には、サンプル X 1 に係るガラスは、二酸化ケイ素が、質量比で 7 1 . 5 % 以上 7 3 . 0 % 以下の範囲で含まれ、酸化カルシウムが、質量比で 1 0 . 5 % 以上 1 3 . 0 % 以下の範囲で含まれたものであることが見いだされた。また、酸化鉄（ F e ₂ O ₃ ）について検討すると、比較例であるサンプル Y に比べて高くなる傾向にあるものの、表 3 に示すように、色調が透明（フリント）のガラスとして許容範囲内（質量比で 0 . 0 9 % 以下）のものであることが確認された。このように、サンプル X 1 において酸化鉄が高くなる傾向が見られたのは、原料として穀物由来物（もみ殻）に由来する酸化鉄がガラスの組成物として含まれたことに起因すると考えられる。

【 0 0 5 5 】

また、サンプル X 1 のガラス組成について検討すると、サンプル X 1 においては三酸化硫黄（ S O ₃ ）の組成が、比較例に係るサンプル Y と比べて十分に低いことが見いだされた。これにより、サンプル X 1 のように穀物由来原料（本実施例ではもみ殻）と、成型物由来原料（本実施例では L I M E X ）を混合した混合原料を熱処理して得られたガラス成形用再生材料においては、炭素成分（カーボン）が十分に減少しており、その結果としてこれを用いたガラスにおいても三酸化硫黄（ S O ₃ ）の組成が低くなるとの知見が得られた。これを反映して、表 3 に示すように、サンプル X 1 に係るガラスは、比較例に係るサンプル Y に比べて色度 Y 及び主波長 d がやや低く、刺激純度 P e がやや高くなる傾向が確認され、色調が緑色を帯びた状態になることが見いだされた。また、サンプル X 1 に係るガラスは、比較例に係るサンプル Y に比べて、粘性が 1 0 ² [P o i s e] となる温度（ M P I / 高温粘性）が低くなるが見いだされた。

【 0 0 5 6 】

ガラス成形用再生材料の原料として成型物由来原料（本実施例では L I M E X ）を含んだサンプル X 2 について、ガラス組成を検討したところ、二酸化ケイ素及び炭酸カルシウムの含有量が許容範囲内であったことが見いだされた。具体的には、二酸化ケイ素の含有量の許容範囲が質量比で 7 1 . 5 % 以上 7 3 . 0 % 以下の範囲であり、酸化カルシウムの含有量の許容範囲が質量比で 1 0 . 5 % 以上 1 3 . 0 % 以下の範囲であるのに対し、サンプル X 2 のガラスは二酸化ケイ素の含有量が質量比で 7 1 . 8 4 % 、酸化カルシウムの含有量が質量比で 1 1 . 1 5 % であった。また、サンプル X 2 に係るガラスは、酸化鉄の含有量が 0 . 0 2 7 % であり、色調が透明（フリント）のガラスとして許容範囲内（質量比で 0 . 0 9 % 以下）のものであることが確認された。

【 0 0 5 7 】

本実施例 2 において作成したサンプル X 1 及びサンプル X 2 は、ガラス成形用再生材料によって置換することによるガラスの組成や特性への影響を顕著なものとするべく、いずれのサンプルにおいても、比較例のサンプル Y の作成に要する二酸化ケイ素及び炭酸カルシウムのいずれか一方又は双方について、全量をガラス成形用再生材料によって置換したものとした。サンプル X 1 及びサンプル X 2 は、いずれもガラスとして成形するのに適した

10

20

30

40

50

ガラス特性を有するため、ガラスを作成するために本発明のガラス成形用再生材料を好適に利用できることが明確になった。また、透明（フリント）のガラスを作成する観点からすれば、サンプルX 1 及びサンプルX 2 の双方とも許容できる範囲のものを製造可能であり、特に成型物由来原料（本実施例ではL I M E X ）を含んだサンプルX 2 をガラス成形用再生材料として使用した場合には、ガラス成形用再生材料を使用しない場合と遜色のないものを製造できることが判明した。従って、本実施例2のように、二酸化ケイ素及び炭酸カルシウムのいずれか一方又は双方について、全量をガラス成形用再生材料によって置換する場合はもちろんのこと、二酸化ケイ素及び炭酸カルシウムのいずれか一方又は双方の一部をガラス成形用再生材料によって置換してガラスを成形することが可能であることが判明した。

10

【産業上の利用可能性】

【0058】

本発明は、ガラス以外の材料から再生された再生材料を、ガラスの製造するために利用する場合において、好適に適用可能である。

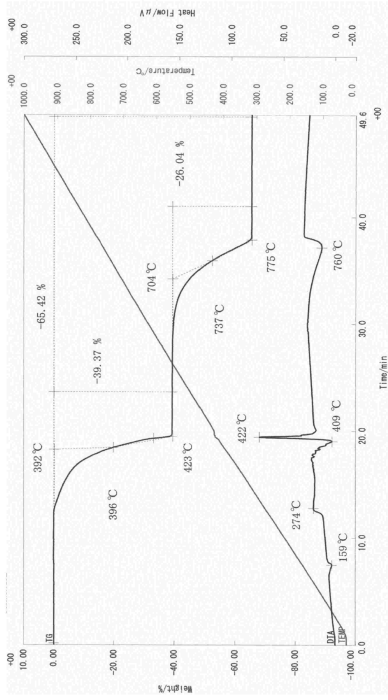
20

30

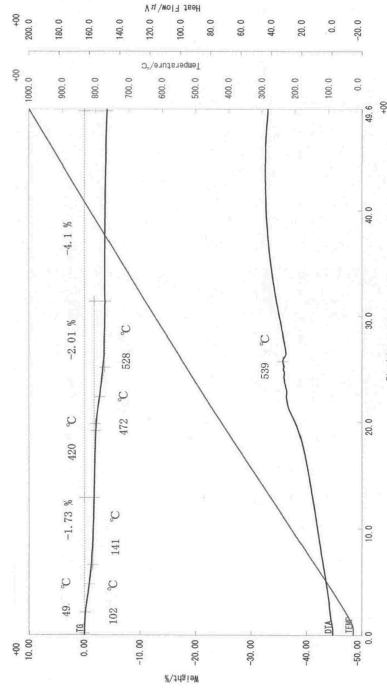
40

50

【図面】
【図 1】



【図 2】



10

20

【図 3】



サンプルY



サンプルX2



サンプルX1

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 杉山 琢哉
東京都中央区銀座二丁目7 - 17 6 F 株式会社TBM内
- (72)発明者 松田 聡
東京都中央区銀座二丁目7 - 17 6 F 株式会社TBM内
- 審査官 和瀬田 芳正
- (56)参考文献 特開平02 - 121806 (JP, A)
米国特許出願公開第2015 / 0065329 (US, A1)
特開2008 - 106183 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- | | | | |
|------|---------|---|--------|
| C03C | 1 / 00 | - | 1 / 10 |
| C03B | 1 / 00 | - | 1 / 02 |
| B29B | 17 / 00 | | |