

明 細 書

発明の名称：

ガラス繊維強化樹脂組成物及びガラス繊維強化樹脂成形品

技術分野

[0001] 本発明は、ガラス繊維強化樹脂組成物及びガラス繊維強化樹脂成形品に関する。

背景技術

[0002] 近年、金属代替材料としてガラス繊維強化樹脂成形品に注目が集まっており、代替範囲を拡張するために、ガラス繊維強化樹脂成形品には、従来よりも高い水準の機械的強度が求められている。

[0003] 従来、ガラス繊維強化樹脂成形品の機械的強度を高めるために、通常は円形の断面形状をとるガラス繊維の断面形状を扁平なものとする方法、ガラス繊維の繊維径を細くする方法、 SiO_2 及び Al_2O_3 の含有率の高い、高強度組成のガラス繊維を用いる方法、又は、これらの方法を組み合わせる方法が試みられている（例えば、特許文献1、2参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2019/216443号

特許文献2：国際公開第2017/171102号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 前述の試みによれば、ガラス繊維強化樹脂成形品の強度は向上するものの、弾性率の向上については不十分であるという問題がある。前記問題を解決し、前記弾性率を向上するために、前記ガラス繊維強化樹脂成形品におけるガラス繊維含有率を高くすることが考えられる。

[0006] しかしながら、前記ガラス繊維強化樹脂成形品におけるガラス繊維含有率を高くすると、ガラス繊維強化樹脂成形品を製造する際の工程性が悪化し、

ガラス繊維強化樹脂成形品の製造が困難になるという不都合がある。

- [0007] 本発明は、かかる不都合を解消して、ガラス繊維強化樹脂成形品に加工された際の強度及び弾性率に優れ、かつ、ガラス繊維強化樹脂成形品を製造する際の工程性に優れた、ガラス繊維強化樹脂組成物、及び、それを用いるガラス繊維強化樹脂成形品を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0008] かかる目的を達成するために、本発明は、ガラス繊維強化樹脂組成物であって、前記ガラス繊維強化樹脂組成物に含まれるガラス繊維における、ガラス繊維全量に対する SiO_2 の含有率 S が $48 \sim 70$ 質量%の範囲にあり、前記ガラス繊維強化樹脂組成物に含まれるガラス繊維における、ガラス繊維全量に対する Al_2O_3 の含有率 A が $9 \sim 30$ 質量%の範囲にあり、前記ガラス繊維は、短径 DS が $6.0 \sim 15.0 \mu\text{m}$ の範囲にあり、長径 DL が $20.5 \sim 50.0 \mu\text{m}$ の範囲にある、扁平な断面形状を備え、前記ガラス繊維強化樹脂組成物におけるガラス繊維含有率 C が、 $65.0 \sim 85.0$ 質量%の範囲にあり、前記 S 、 A 、 DS 、 DL 及び C が下記式 (1) を満たすことを特徴とする。

$$2.24 \leq (100 \times (A^2/S) \times (C/100)^8) / (DS^{3/4} \times DL^{1/4}) \leq 5.85 \quad \dots (1)$$

- [0009] 本発明のガラス繊維強化樹脂組成物によれば、前記 S 、 A 、 DS 、 DL 及び C が上述した範囲にあり、式 (1) の条件を満たすことで、ガラス繊維強化樹脂成形品に加工された際に優れた強度及び弾性率を得ることができ、かつ、ガラス繊維強化樹脂成形品を製造する際に優れた工程性を得ることができる。ここで、優れた強度を備えるとは、ガラス繊維強化樹脂成形品の曲げ強度が 325 MPa 以上であることを意味する。また、優れた弾性率を備えるとは、ガラス繊維強化樹脂成形品の弾性率が 25 GPa 以上であることを意味する。

- [0010] 本発明のガラス繊維強化樹脂組成物は、ガラス繊維強化樹脂成形品に加工された際に優れた強度及び弾性率を得ることができ、かつ、ガラス繊維強化

樹脂成形品を製造する際に特に優れた工程性を得ることができるために、前記Sが50～60質量%の範囲にあり、前記Aが10～20質量%の範囲にあり、前記DSが7.5～13.0 μ mの範囲にあり、前記DLが30.5～48.0 μ mの範囲にあり、前記Cが70.5～82.5質量%の範囲にあり、前記S、A、DS、DL及びCが下記式(2)を満たすことが好ましい。

$$2.27 \leq (100 \times (A^2/S) \times (C/100)^8) / (DS^{3/4} \times DL^{1/4}) \leq 4.30 \quad \dots (2)$$

[0011] 本発明のガラス繊維強化樹脂組成物は、ガラス繊維強化樹脂成形品に加工された際に特に優れた強度、優れた弾性率を得ることができ、かつ、ガラス繊維強化樹脂成形品を製造する際に特に優れた工程性を得ることができ、さらに、優れた耐衝撃性を得ることができるために、前記Sが50～60質量%の範囲にあり、前記Aが10～20質量%の範囲にあり、前記DSが7.5～13.0 μ mの範囲にあり、前記DLが30.5～48.0 μ mの範囲にあり、前記Cが70.5～82.5質量%の範囲にあり、前記S、A、DS、DL及びCが下記式(3)を満たすことがより好ましい。ここで、特に優れた強度を備えるとは、ガラス繊維強化樹脂成形品の曲げ強度が340MPa以上であることを意味する。

また、優れた耐衝撃性を備えるとは、ガラス繊維強化樹脂成形品のシャルピー衝撃強さが25kJ/m²以上であることを意味する。

$$2.29 \leq (100 \times (A^2/S) \times (C/100)^8) / (DS^{3/4} \times DL^{1/4}) \leq 3.37 \quad \dots (3)$$

[0012] また、本発明のガラス繊維強化樹脂組成物において、前記ガラス繊維強化樹脂組成物に含まれる樹脂は、熱可塑性樹脂、又は、熱硬化性樹脂のいずれであってもよいが、ポリアミド樹脂、ポリブチレンテレフタレート樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリアリーレンサルファイド樹脂、ポリアリールケトン樹脂及び液晶ポリマー(LCP)からなる群から選択される1種の射出成形用熱可塑性樹脂であることが好ましく、ポリアミド樹脂であることがより

好ましい。

[0013] 本発明のガラス繊維強化樹脂組成物は、前記射出成形用熱可塑性樹脂を用いることにより、大型のガラス繊維強化樹脂成形品の製造を効率的に行うことができる。特に、ポリアミド樹脂は、強度、耐熱性のバランスに優れることから、自動車車体の金属代替材料に適しており、本発明のガラス繊維強化樹脂組成物を用いることによる、製造効率の向上効果が大きい。

[0014] また、本発明のガラス繊維強化樹脂成形品は、上述の本発明のガラス繊維強化樹脂組成物からなることを特徴とする。

発明を実施するための形態

[0015] 次に、本発明の実施の形態についてさらに詳しく説明する。

[0016] 本実施形態のガラス繊維強化樹脂組成物は、前記ガラス繊維強化樹脂組成物に含まれるガラス繊維における、ガラス繊維全量に対する SiO_2 の含有率 S が $48 \sim 70$ 質量%の範囲にあり、前記ガラス繊維強化樹脂組成物に含まれるガラス繊維における、ガラス繊維全量に対する Al_2O_3 の含有率 A が $9 \sim 30$ 質量%の範囲にあり、前記ガラス繊維は、短径 DS が $6.0 \sim 15.0 \mu\text{m}$ の範囲にあり、長径 DL が $20.5 \sim 50.0 \mu\text{m}$ の範囲にある、扁平な断面形状を備え、前記ガラス繊維強化樹脂組成物におけるガラス繊維含有率 C が、 $65.0 \sim 85.0$ 質量%の範囲にあり、前記 S 、 A 、 DS 、 DL 及び C が下記式 (1) を満たす。

$$2.24 \leq (100 \times (A^2/S) \times (C/100)^8) / (DS^{3/4} \times DL^{1/4}) \leq 5.85 \quad \dots (1)$$

[0017] 本実施形態のガラス繊維強化樹脂組成物によれば、前記 S 、 A 、 DS 、 DL 及び C が上述した範囲にあり、式 (1) の条件を満たすことで、ガラス繊維強化樹脂成形品に加工された際に優れた強度及び弾性率を得ることができ、かつ、ガラス繊維強化樹脂成形品を製造する際に優れた工程性を得ることができる。ここで、優れた強度を備えるとは、ガラス繊維強化樹脂成形品の曲げ強度が 325 MPa 以上であることを意味する。また、優れた弾性率を備えるとは、ガラス繊維強化樹脂成形品の弾性率が 25 GPa 以上であるこ

とを意味する。

- [0018] ガラス繊維強化樹脂成形品に加工された際に優れた強度及び弾性率をより確実に得ることができ、かつ、ガラス繊維強化樹脂成形品を製造する際に優れた工程性をより確実にえることができるために、前記Sが48～70質量%の範囲にあり、前記Aが9～30質量%の範囲にあり、前記DSが6.0～15.0 μm の範囲にあり、前記長径DLが20.5～50.0 μm の範囲にあり、前記Cが、65.0～85.0質量%の範囲にあり、前記S、A、DS、DL及びCが下記式(4)を満たすことが好ましい。

$$2.25 \leq (100 \times (A^2/S) \times (C/100)^8) / (DS^{3/4} \times DL^{1/4}) \leq 4.90 \quad \dots (4)$$

- [0019] 本実施形態のガラス繊維強化樹脂組成物は、ガラス繊維強化樹脂成形品に加工された際に優れた強度及び弾性率を得ることができ、かつ、ガラス繊維強化樹脂成形品を製造する際に特に優れた工程性を得ることができるために、前記Sが50～60質量%の範囲にあり、前記Aが10～20質量%の範囲にあり、前記DSが7.5～13.0 μm の範囲にあり、前記DLが30.5～48.0 μm の範囲にあり、前記Cが70.5～82.5質量%の範囲にあり、前記S、A、DS、DL及びCが下記式(2)を満たすことがより好ましい。

$$2.27 \leq (100 \times (A^2/S) \times (C/100)^8) / (DS^{3/4} \times DL^{1/4}) \leq 4.30 \quad \dots (2)$$

- [0020] 本実施形態のガラス繊維強化樹脂組成物は、ガラス繊維強化樹脂成形品に加工された際に特に優れた強度、優れた弾性率を得ることができ、かつ、ガラス繊維強化樹脂成形品を製造する際に特に優れた工程性を得ることができ、さらに、優れた耐衝撃性を得ることができるために、前記Sが50～60質量%の範囲にあり、前記Aが10～20質量%の範囲にあり、前記DSが7.5～13.0 μm の範囲にあり、前記DLが30.5～48.0 μm の範囲にあり、前記Cが70.5～82.5質量%の範囲にあり、前記S、A、DS、DL及びCが下記式(3)を満たすことがさらに好ましい。ここで

、特に優れた強度を備えるとは、ガラス繊維強化樹脂成形品の曲げ強度が340MPa以上であることを意味する。また、優れた耐衝撃性を備えるとは、ガラス繊維強化樹脂成形品のシャルピー衝撃強さが25kJ/m²以上であることを意味する。

$$2.29 \leq (100 \times (A^2/S) \times (C/100)^8) / (DS^{3/4} \times DL^{1/4}) \leq 3.37 \quad \dots (3)$$

[0021] 本実施形態のガラス繊維強化樹脂組成物は、ガラス繊維強化樹脂成形品に加工された際に特に優れた強度、優れた弾性率をより確実に得ることができ、かつ、ガラス繊維強化樹脂成形品を製造する際に特に優れた工程性をより確実に得ることができ、さらに、優れた耐衝撃性をより確実に得ることができ、前記S、A、DS、DL及びCが下記式(5)を満たすことが特に好ましい。

$$2.30 \leq (100 \times (A^2/S) \times (C/100)^8) / (DS^{3/4} \times DL^{1/4}) \leq 2.95 \quad \dots (5)$$

[0022] なお、本発明において、曲げ強度、弾性率、及び、シャルピー衝撃強さは、それぞれ次の方法で測定できる。なお、測定に使用する装置に関しては、以下に記載した装置と同等の性能があるものであれば特に限定されない。

[0023] 〔曲げ強度〕

JIS K 7165:2008に準じたA型ダンベル試験片(厚さ4mm)について、試験温度23℃の条件で、精密万能試験機(株式会社島津製作所製、商品名:オートグラフAG-5000B)を用いて、JIS K 7171:2016に準拠した静的引張試験を行い、曲げ強度を測定する。

[0024] 〔曲げ弾性率〕

JIS K 7017:1999(A法・クラスIII試験片)に準拠し、精密万能試験機(株式会社島津製作所製、商品名:オートグラフAG-5000B)によって測定する。

[0025] 〔シャルピー衝撃強さ〕

前記試験片について、試験温度23℃の条件で、デジタル衝撃試験機(株

式会社東洋精機製作所製、型式名：DG-UB型）を用いて、ISO 179-1に準拠したノッチ無シャルピー衝撃試験を行い、ノッチ無シャルピー衝撃強さを測定し、これをシャルピー衝撃強さとする。

[0026] 本実施形態のガラス繊維強化樹脂組成物において、ガラス繊維の短径DSが、 $6.0\mu\text{m}$ 未満であると、ガラス繊維強化樹脂組成物を含有する熱可塑性樹脂ペレットを製造する際に、ガラス繊維を構成するガラスフィラメントが切断し易くなり、効率的な熱可塑性樹脂ペレット製造ができなくなる場合がある。一方、本実施形態のガラス繊維強化樹脂組成物において、ガラス繊維の短径DSが、 $15.0\mu\text{m}$ 超であると、本実施形態のガラス繊維強化樹脂組成物から加工されたガラス繊維強化樹脂成形品において、ガラス繊維の表面積が減少することで、ガラス繊維強化樹脂成形品が十分な機械的強度を有さなくなる場合がある。

[0027] 本実施形態のガラス繊維強化樹脂組成物において、ガラス繊維の長径DLが、 $20.5\mu\text{m}$ 未満であると、ガラス繊維強化樹脂組成物を含有する熱可塑性樹脂ペレットを製造する際に、ガラス繊維を構成するガラスフィラメントが切断し易くなり、効率的な熱可塑性樹脂ペレット製造ができなくなる場合がある。一方、本実施形態のガラス繊維強化樹脂組成物において、ガラス繊維の長径DLが、 $50.0\mu\text{m}$ 超であると、本実施形態のガラス繊維強化樹脂組成物から加工されたガラス繊維強化樹脂成形品において、ガラス繊維の表面積が減少することで、ガラス繊維強化樹脂成形品が十分な機械的強度を有さなくなる場合がある。

[0028] また、本実施形態のガラス繊維強化樹脂組成物においては、射出成形時の流動性を確保するという観点から、ガラス繊維の短径DSは、 $7.5\sim 13.0\mu\text{m}$ の範囲であることが好ましく、 $8.0\sim 12.0\mu\text{m}$ の範囲であることがより好ましく、 $8.5\sim 11.5\mu\text{m}$ の範囲であることがさらに好ましい。また、同様の観点から、ガラス繊維の長径DLは、 $30.5\sim 48.0\mu\text{m}$ の範囲であることが好ましく、 $33.0\sim 46.5\mu\text{m}$ の範囲であることがより好ましく、 $35.0\sim 45.0\mu\text{m}$ の範囲であることがさらに好

ましい。

- [0029] 本実施形態のガラス繊維強化樹脂組成物におけるガラス繊維の短径及び長径は、例えば、まず、前記ガラス繊維強化樹脂組成物からなるガラス繊維強化樹脂成形品の断面を研磨し、次いで、電子顕微鏡を用いて、ガラスフィラメント100本以上につき、ガラスフィラメント断面の略中心を通る最長の辺を長径とし、該長径とガラスフィラメント断面の略中心で直交する辺を短径として、それぞれの長さを測定し、これらの平均値を求めることで算出することができる。
- [0030] なお、ガラス繊維は、通常、複数本のガラスフィラメントが集束されて形成されているが、前記ガラス繊維強化樹脂成形品においては、成形加工を経ることにより前記集束が解かれ、ガラスフィラメントの状態で、ガラス繊維強化樹脂成形品中に分散して存在している。
- [0031] 本実施形態のガラス繊維強化樹脂組成物において、ガラス繊維の短径 DS に対する長径 DL の比(DL/DS)は、例えば、 $1.2 \sim 10.0$ の範囲にあり、 $1.8 \sim 8.0$ の範囲にあることが好ましく、 $2.0 \sim 6.0$ の範囲にあることがより好ましく、 $2.5 \sim 5.5$ の範囲にあることがさらに好ましく、 $3.0 \sim 5.0$ の範囲にあることが特に好ましく、 $3.3 \sim 4.5$ の範囲にあることが最も好ましい。
- [0032] 本実施形態のガラス繊維強化樹脂組成物に含まれるガラス繊維は、扁平な断面形状を備えており、前記扁平な断面形状としては、例えば、長円形（長方形の短辺部分を、当該短辺を直径とする半円にそれぞれ置換した形状）、楕円形、及び、長方形を挙げることができ、ガラス繊維強化樹脂組成物の流動性向上に寄与することから、長円形が好ましい。なお、ここで、ガラス繊維の断面とは、ガラス繊維の繊維長方向に垂直な横断面を意味する。
- [0033] 本実施形態のガラス繊維強化樹脂組成物において、ガラス繊維の数平均繊維長は、 $1 \sim 10000 \mu m$ の範囲をとり得るが、 $250 \sim 500 \mu m$ の範囲であることが好ましく、 $300 \sim 450 \mu m$ の範囲であることがより好ましく、 $325 \sim 425 \mu m$ の範囲であることがさらに好ましい。

- [0034] なお、本実施形態のガラス繊維強化樹脂組成物における、ガラス繊維の数平均繊維長は、以下の方法により算出することができる。まず、前記ガラス繊維強化樹脂組成物からなるガラス繊維強化樹脂成形品を、 650°C のマッフル炉で $0.5 \sim 24$ 時間加熱して有機物を分解する。次いで、残存するガラス繊維をガラスシャーレに移し、アセトンを用いてガラス繊維をシャーレの表面に分散させる。次いで、シャーレ表面に分散したガラス繊維 1000 本以上について、実体顕微鏡を用いて繊維長を測定し、平均をとることで、ガラス繊維の数平均繊維長を算出する。
- [0035] また、本実施形態のガラス繊維強化樹脂組成物において、ガラス繊維含有率 C が 65.0 質量%未満であると、優れた強度を備えるガラス繊維強化樹脂成形品を得ることができない。一方、本発明のガラス繊維強化樹脂成形品において、ガラス繊維含有率 C が 85.0 質量%超であると、ガラス繊維強化樹脂成形品を製造する際の工程性が悪化する。
- [0036] 本実施形態のガラス繊維強化樹脂組成物において、ガラス繊維含有率 C は、優れた強度と工程性を両立するという観点から、 $70.5 \sim 82.5$ 質量%の範囲であることが好ましく、 $72.0 \sim 80.0$ 質量%の範囲であることがより好ましく、 $72.5 \sim 77.5$ 質量%の範囲であることがさらに好ましい。
- [0037] なお、本実施形態のガラス繊維強化樹脂組成物におけるガラス繊維含有率 C は、JIS K 7052:1999に準拠して算出することができる。
- [0038] 本実施形態のガラス繊維強化樹脂組成物において、ガラス繊維を形成するガラスのガラス組成は、ガラス繊維全量に対する SiO_2 の含有率 S が $48 \sim 70$ 質量%の範囲にあり、 Al_2O_3 の含有率 A が $9 \sim 30$ 質量%の範囲であればよく、特に限定されない。前記ガラス組成において、ガラス繊維全量に対する SiO_2 の含有率 S は、例えば、 $50 \sim 60$ 質量%の範囲であることが好ましく、 $53 \sim 60$ 質量%の範囲であることがより好ましい。 Al_2O_3 の含有率 A は、例えば、 $10 \sim 20$ 質量%の範囲であることが好ましく、 $12 \sim 19$ 質量%の範囲であることがさらに好ましい。

- [0039] また、前記ガラス組成において、ガラス繊維全量に対するMgOの含有率は、例えば、0～15質量%の範囲であり、0～12質量%の範囲であることが好ましく、1～10質量%の範囲であることがより好ましく、1～6質量%の範囲であることがさらに好ましく、1～4質量%の範囲であることが特に好ましい。
- [0040] また、前記ガラス組成において、ガラス繊維全量に対するCaOの含有率は、例えば、0～30質量%の範囲であり、2～27質量%の範囲であることが好ましく、4～26質量%の範囲であることがより好ましく、11～25質量%の範囲であることがさらに好ましく、16～24質量%の範囲であることが特に好ましい。
- [0041] また、前記ガラス組成において、ガラス繊維全量に対するB₂O₃の含有率は、例えば、0～30質量%の範囲であり、1～25質量%の範囲であることが好ましく、1～10質量%の範囲であることがより好ましく、2～8質量%の範囲であることがさらに好ましく、3～7質量%の範囲であることが特に好ましい。
- [0042] また、前記ガラス組成において、ガラス繊維全量に対するLi₂O、Na₂O、K₂O及びFe₂O₃の合計含有率は、例えば、0～2質量%である。
- [0043] また、前記ガラス組成において、ガラス繊維全量に対するTiO₂及びF₂の合計含有率は、例えば、0～5質量%の範囲であり、1～2質量%の範囲であることが好ましい。
- [0044] なお、本実施形態のガラス繊維強化樹脂組成物に含まれるガラス繊維において、前述した各成分の含有率の測定は、軽元素であるLiについてはICP発光分光分析装置を用いて、その他の元素は波長分散型蛍光X線分析装置を用いて行うことができる。
- [0045] 測定方法としては、初めにガラスバッチ（ガラス原料を混合して調合したもの）、又は、ガラス繊維（ガラス繊維表面に有機物が付着している場合、又は、ガラス繊維が有機物（樹脂）中に主に強化材として含まれている場合には、例えば、300～650℃のマッフル炉で0.5～24時間程度加熱

する等して、有機物を除去してから用いる)を白金ルツボに入れ、電気炉中で1600℃の温度に6時間保持して攪拌を加えながら溶融させることにより、均質な溶融ガラスを得る。次に、得られた溶融ガラスをカーボン板上に流し出してガラスカレットを作製した後、粉碎し粉末化する。軽元素であるLiについてはガラス粉末を酸で加熱分解した後、ICP発光分光分析装置を用いて定量分析する。その他の元素はガラス粉末をプレス機で円盤状に成形した後、波長分散型蛍光X線分析装置を用いて定量分析する。これらの定量分析結果を酸化物換算して各成分の含有量及び全量を計算し、これらの数値から前述した各成分の含有率(質量%)を求めることができる。

[0046] 前述のガラス組成を備えるガラス繊維は、以下のように製造される。初めに、ガラス原料となる鉱石に含まれる成分と各成分の含有率、及び、溶融過程における各成分の揮発量に基づき、前述の組成となるように調合されたガラス原料(ガラスバッチ)を溶融炉に供給し、例えば、1450～1550℃の範囲の温度で溶融する。次に、溶融されたガラスバッチ(溶融ガラス)を所定の温度に制御された、ブッシングの1～30000個のノズルチップから引き出して、急冷することで、ガラスフィラメントを形成する。次に、形成されたガラスフィラメントに、塗布装置であるアプリケーターを用いて集束剤又はバインダーを塗布し、集束シューを用いて、ガラスフィラメント1～30000本を集束させながら、巻取り機を用いて、チューブに高速で巻取することで、ガラス繊維が得られる。ここで、前記ノズルチップを、非円形状を有し、溶融ガラスを急冷する突起部や切欠部を有するものとし、温度条件を制御することで、扁平な断面形状を有するガラスフィラメントが得られる。また、ノズルチップの径や、巻取り速度、及び、温度条件等を調整することで、ガラス繊維の短径DS(μm)及び長径DL(μm)を調整することができる。例えば、巻取り速度を速くすることで、短径DS及び長径DLを小さくすることができ、巻取り速度を遅くすることで、短径DS及び長径DLを大きくすることができる。

[0047] 本実施形態のガラス繊維強化樹脂組成物において、ガラス繊維は、ガラス

繊維と樹脂との接着性の向上、ガラス繊維と樹脂又は無機材料中との混合物中におけるガラス繊維の均一分散性の向上等を目的として、その表面を有機物で被覆されてもよい。このような有機物としては、ウレタン樹脂、エポキシ樹脂、酢酸ビニル樹脂、アクリル樹脂、変性ポリプロピレン（特にカルボン酸変性ポリプロピレン）、（ポリ）カルボン酸（特にマレイン酸）と不飽和単量体との共重合体等を挙げることができる。

[0048] また、本実施形態のガラス繊維強化樹脂組成物において、ガラス繊維は、これらの樹脂に加えて、シランカップリング剤、潤滑剤、界面活性剤等を含む樹脂組成物で被覆されていてもよい。このような樹脂組成物は、樹脂組成物に被覆されていない状態における、ガラス繊維の質量を基準として、0.1～2.0質量%の割合で、ガラス繊維を被覆する。なお、有機物によるガラス繊維の被覆は、例えば、ガラス繊維の製造工程において、ローラー型アプリケーション等の公知の方法を用いて、前記樹脂の溶液又は前記樹脂組成物の溶液を含む前記集束剤又はバインダーをガラス繊維に塗布し、その後、樹脂の溶液又は樹脂組成物の溶液が塗布されたガラス繊維を乾燥させることで行うことができる。

[0049] ここで、シランカップリング剤としては、アミノシラン（ γ -アミノプロピルトリエトキシシラン、 N - β -(アミノエチル)- γ -アミノプロピルトリメトキシシラン、 N - β -(アミノエチル)- N' - β -(アミノエチル)- γ -アミノプロピルトリメトキシシラン、 γ -アミノプロピルトリメトキシシラン等）、クロルシラン（ γ -クロロプロピルトリメトキシシラン等）、エポキシシラン（ γ -グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、 β -(3,4-エポキシシクロヘキシル)エチルトリメトキシシラン等）、メルカプトシラン（ γ -メルカプトトリメトキシシラン等）、ビニルシラン（ビニルトリメトキシシラン、 N - β -(N -ビニルベンジルアミノエチル)- γ -アミノプロピルトリメトキシシラン等）、（メタ）アクリルシラン（ γ -メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン等）、カチオニックシラン（ N -(ビニルベンジル)-2-アミノエチル-3-アミノプロピルトリメ

トキシシラン塩酸塩、N-フェニル-3-アミノプロピルトリメトキシシラン塩酸塩等)を挙げることができる。前記シランカップリング剤は、これらの化合物を単独で使用することもでき、又は、2種類以上を併用することもできる。

[0050] 潤滑剤としては、変性シリコンオイル、動物油(牛脂等)及びこの水素添加物、植物油(大豆油、ヤシ油、ナタネ油、パーム油、ひまし油等)及びこの水素添加物、動物性ワックス(蜜蝋、ラノリン等)、植物性ワックス(キャンドリラワックス、カルナバワックス等)、鉱物系ワックス(パラフィンワックス、モンタンワックス等)、高級飽和脂肪酸と高級飽和アルコールとの縮合物(ラウリルステアレート等のステアリン酸エステル等)、ポリエチレンイミン、ポリアルキルポリアミンアルキルアמיד誘導体、脂肪酸アミド(例えば、ジエチレントリアミン、トリエチレンテトラミン、テトラエチレンペンタミン等のポリエチレンポリアミンと、ラウリン酸、ミリスチン酸、パルミチン酸、ステアリン酸等の脂肪酸との脱水縮合物等)、第4級アンモニウム塩(ラウリルトリメチルアンモニウムクロライド等のアルキルトリメチルアンモニウム塩等)を挙げることができる。前記潤滑剤は、これらを単独で使用することもでき、又は、2種類以上を併用することもできる。

[0051] 界面活性剤としては、ノニオン系界面活性剤、カチオン系界面活性剤、アニオン系界面活性剤、両性界面活性剤を挙げることができる。前記界面活性剤は、これらを単独で使用することもでき、又は、2種類以上を併用することもできる。

[0052] ノニオン系界面活性剤としては、エチレンオキサイドプロピレンオキサイドアルキルエーテル、ポリオキシエチレンアルキルエーテル、ポリオキシエチレン-ポリオキシプロピレン-ブロックコポリマー、アルキルポリオキシエチレン-ポリオキシプロピレン-ブロックコポリマーエーテル、ポリオキシエチレン脂肪酸エステル、ポリオキシエチレン脂肪酸モノエステル、ポリオキシエチレン脂肪酸ジエステル、ポリオキシエチレンソルビタン脂肪酸エステル、グリセロール脂肪酸エステルエチレンオキサイド付加物、ポリオキ

シエチレンキャスターオイルエーテル、硬化ヒマシ油エチレンオキサイド付加物、アルキルアミンエチレンオキサイド付加物、脂肪酸アミドエチレンオキサイド付加物、グリセロール脂肪酸エステル、ポリグリセリン脂肪酸エステル、ペンタエリスリトール脂肪酸エステル、ソルビトール脂肪酸エステル、ソルビタン脂肪酸エステル、ショ糖脂肪酸エステル、多価アルコールアルキルエーテル、脂肪酸アルカノールアミド、アセチレングリコール、アセチレンアルコール、アセチレングリコールのエチレンオキサイド付加物、アセチレンアルコールのエチレンオキサイド付加物等を挙げることができる。

[0053] カチオン系界面活性剤としては、塩化アルキルジメチルベンジルアンモニウム、塩化アルキルトリメチルアンモニウム、アルキルジメチルエチルアンモニウムエチルサルフェート、高級アルキルアミン塩（酢酸塩や塩酸塩等）、高級アルキルアミンへのエチレンオキサイド付加物、高級脂肪酸とポリアルキレンポリアミンとの縮合物、高級脂肪酸とアルカノールアミンとのエステルの塩、高級脂肪酸アミドの塩、イミダゾリン型カチオン性界面活性剤、アルキルピリジニウム塩等を挙げることができる。

[0054] アニオン系界面活性剤としては、高級アルコール硫酸エステル塩、高級アルキルエーテル硫酸エステル塩、 α -オレフィン硫酸エステル塩、アルキルベンゼンスルホン酸塩、 α -オレフィンスルホン酸塩、脂肪酸ハライドとN-メチルタウリンとの反応生成物、スルホコハク酸ジアルキルエステル塩、高級アルコールリン酸エステル塩、高級アルコールエチレンオキサイド付加物のリン酸エステル塩等を挙げることができる。

[0055] 両性界面活性剤としては、アルキルアミノプロピオン酸アルカリ金属塩等のアミノ酸型両性界面活性剤、アルキルジメチルベタイン等のベタイン型、イミダゾリン型両性界面活性剤等を挙げることができる。

[0056] 本実施形態のガラス繊維強化樹脂組成物は、前述のガラス繊維に加えて、熱可塑性樹脂又は熱硬化性樹脂、及び、ガラス繊維以外の添加剤を含む。本実施形態のガラス繊維強化樹脂組成物において、熱可塑性樹脂又は熱硬化性樹脂の含有率は、例えば、ガラス繊維強化樹脂組成物の全量に対し、20。

0質量%以上50.0質量%未満の範囲である。また、本実施形態のガラス繊維強化樹脂組成物において、ガラス繊維以外の添加剤の含有率は、例えば、ガラス繊維強化樹脂組成物の全量に対し、0～25.0質量%の範囲である。

[0057] ここで、前記熱可塑性樹脂としては、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、スチレン／無水マレイン酸樹脂、スチレン／マレイミド樹脂、ポリアクリロニトリル、アクリロニトリル／スチレン（AS）樹脂、アクリロニトリル／ブタジエン／スチレン（ABS）樹脂、塩素化ポリエチレン／アクリロニトリル／スチレン（ACS）樹脂、アクリロニトリル／エチレン／スチレン（AES）樹脂、アクリロニトリル／スチレン／アクリル酸メチル（ASA）樹脂、スチレン／アクリロニトリル（SAN）樹脂、メタクリル樹脂、ポリ塩化ビニル（PVC）、ポリ塩化ビニリデン（PVDC）、ポリアミド、ポリアセタール、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリブチレンテレフタレート（PBT）、ポリトリメチレンテレフタレート（PTT）、ポリカーボネート、ポリアリーレンサルファイド、ポリエーテルスルホン（PES）、ポリフェニルスルホン（PPSU）、ポリフェニレンエーテル（PPE）、変性ポリフェニレンエーテル（m-PPE）、ポリアリーールエーテルケトン、液晶ポリマー（LCP）、フッ素樹脂、ポリエーテルイミド（PEI）、ポリアリレート（PAR）、ポリサルフォン（PSF）、ポリアミドイミド（PAI）、ポリアミノビスマレイミド（PABM）、熱可塑性ポリイミド（TPI）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、エチレン／酢酸ビニル（EVA）樹脂、アイオノマー（IO）樹脂、ポリブタジエン、スチレン／ブタジエン樹脂、ポリブチレン、ポリメチルペンテン、オレフィン／ビニルアルコール樹脂、環状オレフィン樹脂、セルロース樹脂、ポリ乳酸等を挙げることができる。

[0058] 具体的に、ポリエチレンとしては、高密度ポリエチレン（HDPE）、中密度ポリエチレン、低密度ポリエチレン（LDPE）、直鎖状低密度ポリエチレン（LLDPE）、超高分子量ポリエチレン等を挙げることができる。

- [0059] ポリプロピレンとしては、アイソタクチックポリプロピレン、アタクチックポリプロピレン、シンジオタクチックポリプロピレン及びこれらの混合物等を挙げることができる。
- [0060] ポリスチレンとしては、アタクチック構造を有するアタクチックポリスチレンである汎用ポリスチレン（GPPS）、GPPSにゴム成分を加えた耐衝撃性ポリスチレン（HIPS）、シンジオタクチック構造を有するシンジオタクチックポリスチレン等を挙げることができる。
- [0061] メタクリル樹脂としては、アクリル酸、メタクリル酸、スチレン、アクリル酸メチル、アクリル酸エチル、メタクリル酸エチル、アクリル酸ブチル、メタクリル酸ブチル、脂肪酸ビニルエステルのうち一種を単独重合した重合体、又は二種以上を共重合した重合体等を挙げることができる。
- [0062] ポリ塩化ビニルとしては、従来公知の乳化重合法、懸濁重合法、マイクロ懸濁重合法、塊状重合法等の方法により重合される塩化ビニル単独重合体、または、塩化ビニルモノマーと共重合可能なモノマーとの共重合体、または、重合体に塩化ビニルモノマーをグラフト重合したグラフト共重合体等を挙げることができる。
- [0063] ポリアミドとしては、ポリカプロアミド（ナイロン6）、ポリヘキサメチレンアジパミド（ナイロン66）、ポリテトラメチレンアジパミド（ナイロン46）、ポリテトラメチレンセバカミド（ナイロン410）、ポリペンタメチレンアジパミド（ナイロン56）、ポリペンタメチレンセバカミド（ナイロン510）、ポリヘキサメチレンセバカミド（ナイロン610）、ポリヘキサメチレンドデカミド（ナイロン612）、ポリデカメチレンアジパミド（ナイロン106）、ポリデカメチレンセバカミド（ナイロン1010）、ポリデカメチレンドデカミド（ナイロン1012）、ポリウンデカンアミド（ナイロン11）、ポリウンデカメチレンアジパミド（ナイロン116）、ポリドデカンアミド（ナイロン12）、ポリキシレンアジパミド（ナイロンXD6）、ポリキシレンセバカミド（ナイロンXDS0）、ポリメタキシリレンアジパミド（ナイロンMXD6）、ポリパラキシリレンアジパミド（

ナイロン P X D 6)、ポリテトラメチレンテレフタルアミド(ナイロン 4 T)、ポリペンタメチレンテレフタルアミド(ナイロン 5 T)、ポリヘキサメチレンテレフタルアミド(ナイロン 6 T)、ポリヘキサメチレンイソフタルアミド(ナイロン 6 I)、ポリノナメチレンテレフタルアミド(ナイロン 9 T)、ポリデカメチレンテレフタルアミド(ナイロン 10 T)、ポリウンデカメチレンテレフタルアミド(ナイロン 11 T)、ポリドデカメチレンテレフタルアミド(ナイロン 12 T)、ポリテトラメチレンイソフタルアミド(ナイロン 4 I)、ポリビス(3-メチル-4-アミノヘキシル)メタンテレフタルアミド(ナイロン P A C M T)、ポリビス(3-メチル-4-アミノヘキシル)メタンイソフタルアミド(ナイロン P A C M I)、ポリビス(3-メチル-4-アミノヘキシル)メタンドデカミド(ナイロン P A C M 1 2)、ポリビス(3-メチル-4-アミノヘキシル)メタンテトラデカミド(ナイロン P A C M 1 4)等の成分のうち1種、もしくは2種以上の複数成分を組み合わせた共重合体やこれらの混合物等を挙げることができる。

[0064] ポリアセタールとしては、オキシメチレン単位を主たる繰返し単位とする単独重合体、および、主としてオキシメチレン単位からなり、主鎖中に2〜8個の隣接する炭素原子を有するオキシアルキレン単位を含有する共重合体等を挙げることができる。

[0065] ポリエチレンテレフタレートとしては、テレフタル酸またはその誘導体と、エチレングリコールを重縮合することにより得られる重合体等を挙げることができる。

[0066] ポリブチレンテレフタレートとしては、テレフタル酸またはその誘導体と、1,4-ブタンジオールを重縮合することにより得られる重合体等を挙げることができる。

[0067] ポリトリメチレンテレフタレートとしては、テレフタル酸またはその誘導体と、1,3-プロパンジオールを重縮合することにより得られる重合体等を挙げることができる。

[0068] ポリカーボネートとしては、ジヒドロキシジアルキル化合物とジフェニル

カーボネート等の炭酸エステルとを溶融状態で反応させるエステル交換法により得られる重合体、又は、ジヒドロキシアリール化合物とホスゲンとを反応するホスゲン法により得られる重合体を挙げることができる。

[0069] ポリアリレンサルファイドとしては、直鎖型ポリフェニレンサルファイド、重合の後に硬化反応を行うことで高分子量化した架橋型ポリフェニレンサルファイド、ポリフェニレンサルファイドサルホン、ポリフェニレンサルファイドエーテル、ポリフェニレンサルファイドケトン等を挙げることができる。

[0070] ポリフェニレンエーテルとしては、ポリ（２，３－ジメチル－６－エチル－１，４－フェニレンエーテル）、ポリ（２－メチル－６－クロロメチル－１，４－フェニレンエーテル）、ポリ（２－メチル－６－ヒドロキシエチル－１，４－フェニレンエーテル）、ポリ（２－メチル－６－*n*－ブチル－１，４－フェニレンエーテル）、ポリ（２－エチル－６－イソプロピル－１，４－フェニレンエーテル）、ポリ（２－エチル－６－*n*－プロピル－１，４－フェニレンエーテル）、ポリ（２，３，６－トリメチル－１，４－フェニレンエーテル）、ポリ〔２－（４’－メチルフェニル）－１，４－フェニレンエーテル〕、ポリ（２－ブロモ－６－フェニル－１，４－フェニレンエーテル）、ポリ（２－メチル－６－フェニル－１，４－フェニレンエーテル）、ポリ（２－フェニル－１，４－フェニレンエーテル）、ポリ（２－クロロ－１，４－フェニレンエーテル）、ポリ（２－メチル－１，４－フェニレンエーテル）、ポリ（２－クロロ－６－エチル－１，４－フェニレンエーテル）、ポリ（２－クロロ－６－ブロモ－１，４－フェニレンエーテル）、ポリ（２，６－ジ－*n*－プロピル－１，４－フェニレンエーテル）、ポリ（２－メチル－６－イソプロピル－１，４－フェニレンエーテル）、ポリ（２－クロロ－６－メチル－１，４－フェニレンエーテル）、ポリ（２－メチル－６－エチル－１，４－フェニレンエーテル）、ポリ（２，６－ジブロモ－１，４－フェニレンエーテル）、ポリ（２，６－ジクロロ－１，４－フェニレンエーテル）、ポリ（２，６－ジエチル－１，４－フェニレンエーテル）、ポ

リ（２，６－ジメチル－１，４－フェニレンエーテル）等が挙げられる。

- [0071] 変性ポリフェニレンエーテルとしては、ポリ（２，６－ジメチル－１，４－フェニレン）エーテルとポリスチレンとのポリマーアロイ、ポリ（２，６－ジメチル－１，４－フェニレン）エーテルとスチレン／ブタジエン共重合体とのポリマーアロイ、ポリ（２，６－ジメチル－１，４－フェニレン）エーテルとスチレン／無水マレイン酸共重合体とのポリマーアロイ、ポリ（２，６－ジメチル－１，４－フェニレン）エーテルとポリアミドとのポリマーアロイ、ポリ（２，６－ジメチル－１，４－フェニレン）エーテルとスチレン／ブタジエン／アクリロニトリル共重合体とのポリマーアロイ、前記ポリフェニレンエーテルのポリマー鎖末端にアミノ基、エポキシ基、カルボキシ基、スチリル基等の官能基を導入したもの、前記ポリフェニレンエーテルのポリマー鎖側鎖にアミン基、エポキシ基、カルボキシ基、スチリル基、メタクリル基等の官能基を導入したもの等が挙げられる。
- [0072] ポリアリールエーテルケトンとしては、ポリエーテルケトン（PEK）、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、ポリエーテルケトンケトン（PEKK）、ポリエーテルエーテルケトンケトン（PEKKK）等を挙げることができる。
- [0073] 液晶ポリマー（LCP）としては、サーモトロピック液晶ポリエステルである芳香族ヒドロキシカルボニル単位、芳香族ジヒドロキシ単位、芳香族ジカルボニル単位、脂肪族ジヒドロキシ単位、脂肪族ジカルボニル単位等から選ばれる１種以上の構造単位からなる（共）重合体等を挙げることができる。
- [0074] フッ素樹脂としては、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）、パーフルオロアルコキシ樹脂（PFA）、フッ化エチレンプロピレン樹脂（FEP）、フッ化エチレンテトラフルオロエチレン樹脂（ETFE）、ポリビニルフロライド（PVF）、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）、ポリクロトリフルオロエチレン（PCTFE）、エチレン／クロトリフルオロエチレン樹脂（ECTFE）等を挙げることができる。

- [0075] アイオノマー（ＩＯ）樹脂としては、オレフィンまたはスチレンと不飽和カルボン酸との共重合体であって、カルボキシル基の一部を金属イオンで中和してなる重合体等を挙げることができる。
- [0076] オレフィン／ビニルアルコール樹脂としては、エチレン／ビニルアルコール共重合体、プロピレン／ビニルアルコール共重合体、エチレン／酢酸ビニル共重合体ケン化物、プロピレン／酢酸ビニル共重合体ケン化物等を挙げることができる。
- [0077] 環状オレフィン樹脂としては、シクロヘキセン等の単環体、テトラシクロペンタジエン等の多環体、環状オレフィンモノマーの重合体等を挙げることができる。
- [0078] ポリ乳酸としては、Ｌ体の単独重合体であるポリＬ－乳酸、Ｄ体の単独重合体であるポリＤ－乳酸、またはその混合物であるステレオコンプレックス型ポリ乳酸等を挙げることができる。
- [0079] セルロース樹脂としては、メチルセルロース、エチルセルロース、ヒドロキシセルロース、ヒドロキシメチルセルロース、ヒドロキシエチルセルロース、ヒドロキシエチルメチルセルロース、ヒドロキシプロピルメチルセルロース、セルロースアセテート、セルロースプロピオネート、セルロースブチレート等を挙げることができる。
- [0080] また、前記熱硬化性樹脂としては、不飽和ポリエステル樹脂、ビニルエステル樹脂、エポキシ（ＥＰ）樹脂、メラミン（ＭＦ）樹脂、フェノール樹脂（ＰＦ）、ウレタン樹脂（ＰＵ）、ポリイソシアネート、ポリイソシアヌレート、ポリイミド（ＰＩ）、ユリア（ＵＦ）樹脂、シリコン（ＳＩ）樹脂、フラン（ＦＲ）樹脂、ベンゾグアナミン（ＢＲ）樹脂、アルキド樹脂、キシレン樹脂、ビスマレイミドトリアジン（ＢＴ）樹脂、ジアリルフタレート樹脂（ＰＤＡＰ）等を挙げることができる。
- [0081] 具体的に、不飽和ポリエステルとしては、脂肪族不飽和ジカルボン酸と脂肪族ジオールをエステル化反応させることで得られる樹脂を挙げることができる。

- [0082] ビニルエステル樹脂としては、ビス系ビニルエステル樹脂、ノボラック系ビニルエステル樹脂を挙げることができる。
- [0083] エポキシ樹脂としては、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、ビスフェノールE型エポキシ樹脂、ビスフェノールS型エポキシ樹脂、ビスフェノールM型エポキシ樹脂（4，4′－（1，3－フェニレンジイソプロピリデン）ビスフェノール型エポキシ樹脂）、ビスフェノールP型エポキシ樹脂（4，4′－（1，4－フェニレンジイソプロピリデン）ビスフェノール型エポキシ樹脂）、ビスフェノールZ型エポキシ樹脂（4，4′－シクロヘキシリデンビスフェノール型エポキシ樹脂）、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂、テトラフェノール基エタンノボラック型エポキシ樹脂、縮合環芳香族炭化水素構造を有するノボラック型エポキシ樹脂、ビフェニル型エポキシ樹脂、キシリレン型エポキシ樹脂やフェニルアラルキル型エポキシ樹脂などのアラルキル型エポキシ樹脂、ナフチレンエーテル型エポキシ樹脂、ナフトール型エポキシ樹脂、ナフトレンジオール型エポキシ樹脂、2官能ないし4官能エポキシ型ナフトレン樹脂、ビナフチル型エポキシ樹脂、ナフトレンアラルキル型エポキシ樹脂、アントラセン型エポキシ樹脂、フェノキシ型エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂、ノルボルネン型エポキシ樹脂、アダマンタン型エポキシ樹脂、フルオレン型エポキシ樹脂等を挙げることができる。
- [0084] メラミン樹脂としては、メラミン（2，4，6－トリアミノ－1，3，5－トリアジン）とホルムアルデヒドとの重縮合からなる重合体を挙げることができる。
- [0085] フェノール樹脂としては、フェノールノボラック樹脂、クレゾールノボラック樹脂、ビスフェノールA型ノボラック樹脂等のノボラック型フェノール樹脂、メチロール型レゾール樹脂、ジメチレンエーテル型レゾール樹脂等のレゾール型フェノール樹脂、または、アリアルアルキレン型フェノール樹脂等が挙げられ、この中の一種、もしくは、二種以上を組み合わせたものを挙げることができる。

- [0086] ユリア樹脂としては、尿素とホルムアルデヒドとの縮合によって得られる樹脂を挙げることができる。
- [0087] 前記熱可塑性樹脂又は前記熱硬化性樹脂は、単独で用いてもよく、2種以上組み合わせて用いてもよい。
- [0088] 本実施形態のガラス繊維強化樹脂組成物に用いられる樹脂は、大型のガラス繊維強化樹脂成形品の製造を効率的に行うことが可能となることから、熱可塑性樹脂であることが好ましく、射出成形用熱可塑性樹脂であることがより好ましく、ポリアミド樹脂、ポリブチレンテレフタレート樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリアリールエンスルファイド樹脂、ポリアリールケトン樹脂及び液晶ポリマー（ＬＣＰ）からなる群から選択される樹脂であることがさらに好ましく、ポリアミド樹脂であることが特に好ましい。
- [0089] 前記ガラス繊維以外の添加剤としては、ガラス繊維以外の強化繊維（例えば、炭素繊維、金属繊維等）、ガラス繊維以外の充填剤（例えば、ガラスパウダー、タルク、マイカ等）、難燃剤、紫外線吸収剤、熱安定剤、酸化防止剤、帯電防止剤、流動性改良剤、アンチブロッキング剤、潤滑剤、核剤、抗菌剤、顔料等を挙げることができる。
- [0090] 本実施形態のガラス繊維強化樹脂成形品は、前述のガラス繊維強化樹脂組成物、及び、前述のガラス繊維以外の添加剤からなる混合物を、射出成形法、射出圧縮成形法、二色成形法、中空成形法、発泡成形法（超臨界流体発泡成形法含む）、インサート成形法、インモールドコーティング成形法、押出成形法、シート成形法、熱成形法、回転成形法、積層成形法、プレス成形法、ブロー成形法、スタンピング成形法、インフュージョン法、ハンドレイアップ法、スプレイアップ法、レジントランスファーモールドイング法、シートモールドイングコンパウンド法、バルクモールドイングコンパウンド法、プルトルージョン法、フィラメントワインディング法等の公知の成形法から、樹脂及び添加剤の特性やガラス繊維強化樹脂成形品の用途に合わせて適宜選択される成形法によって成形することで得ることができる。
- [0091] 本実施形態のガラス繊維強化樹脂成形品は、射出成形法により得られた、

ガラス繊維強化樹脂射出成形品であることが好ましい。射出成形法は、他の成形法に比べ成形サイクルに優れているため、大型のガラス繊維強化樹脂成形品の効率的な製造に適している。

[0092] この中でも、本実施形態のガラス繊維強化樹脂組成物を含有する熱可塑性樹脂ペレットを用いた射出成形法が好ましく採用される。この場合、熱可塑性樹脂ペレットに含有させる本実施形態のガラス繊維強化樹脂組成物におけるガラス繊維としては、ガラス繊維を構成するガラスフィラメントの本数（集束本数）が好ましくは1～20000本、より好ましくは50～10000本、さらに好ましくは1000～8000本のガラス繊維（ガラス繊維束又はガラスストランドともいう）を、長さが好ましくは1.0～30.0mm、より好ましくは2.0～15.0mm、さらに好ましくは2.3～7.8mmに切断したチョップドストランド、又は、前記ガラス繊維を、長さが好ましくは0.001～0.900mm、より好ましくは、0.010～0.700mm、さらに好ましくは0.020～0.500mmになるように、ボールミル又はヘンシルミキサー等の公知の方法により粉碎したカットファイバーを用いることができる。なお、ガラス繊維の形態としては、チョップドストランド及びカットファイバー以外に、例えば、ガラス繊維を構成するガラスフィラメントの本数が10～30000本で、切断を行わない、ロービングを挙げることができる。ロービングは、例えば、20～10000tex（g/km）の重量を備える。

[0093] 本実施形態のガラス繊維強化樹脂組成物を含有する熱可塑性樹脂ペレットの製造方法は、特に限定されないが、例えば、上記のようなチョップドストランドと、熱可塑性樹脂とを、使用される熱可塑性樹脂にあわせた公知の混練条件で、二軸混練機等を用いて、熔融混練し、押出成形することによって製造することができる。そして、この熱可塑性樹脂ペレットを用いて、使用される熱可塑性樹脂にあわせた公知の射出成形条件で、射出成形機により射出成形することによって、ガラス繊維強化樹脂成形品を得ることができる。

[0094] ガラス繊維強化樹脂成形品に含まれるガラス繊維の数平均繊維長（ μm ）

は、熱可塑性樹脂ペレットに含有させるチョップドストランドの長さや、ペレット作成から射出成形に至るまでの混練条件や、射出成形条件によって調整することができる。例えば、ガラス繊維強化樹脂成形品に含まれるガラス繊維の数平均繊維長 (μm) は、二軸混練機に投入されるチョップドストランドの長さを、1.0～100.0 mmの範囲で長くすることによって長くすることができ、チョップドストランドの長さを短くすることによって短くすることができる。また、ガラス繊維強化樹脂成形品に含まれるガラス繊維の数平均繊維長 (μm) は、熱可塑性樹脂ペレット製造工程において、10～1000 rpmの範囲で、二軸混練時のスクリー回転数を低くすることによっても長くすることができ、二軸混練時のスクリー回転数を高くすることによっても短くすることができる。

[0095] 本実施形態のガラス繊維強化樹脂成形品の用途としては、自動車の金属代替材料を挙げることができるが、それに限定されない。本実施形態のガラス繊維強化樹脂成形品は、例えば、車両外装部材（バンパー、フェンダー、ボンネット、エアダム、ホイールカバー、ドアミラーステイ等）、車両内装部材（ドアトリム、天井材、コンビネーションスイッチ等）、車両エンジン周り部材（シリンダーヘッドカバー、オイルパン、エンジンカバー、インテークマニホールド、インテークエアダクト、エアパイプ、冷却ファン、チェーンガイド、テンショナー、エンジンマウント用オリフィス、インペラー、エアフローメーター、イグニッションコイルカバー、アクチュエーターケース、クイックコネクター、エキゾーストマニホールド等）、車両電装部品、車両機構部品（ペダルモジュール、シフトレバーベース、プーリー、シールリング、ギア、軸受）、車両マフラー部品（消音部材等）、電子機器筐体、その他の電子部品（コネクタ、ソケット、LED、封止成形品）、及び、高圧タンク等に用いることができる。

[0096] 次に本発明の実施例及び比較例を示す。

実施例

[0097] 〔実施例1～4及び比較例1～5〕

まず、表 1 に示す組成 A（実施例 1～4 及び比較例 1～3）又は組成 B（比較例 4～5）のいずれかのガラス組成を備え、3 mm の長さを備えるガラスチョップドストランドと、ポリアミド樹脂 PA6（宇部興産株式会社製、商品名：UBE ナイロン 1015 B）とを、スクリー回転数を 100 rpm として、二軸混練機（東芝機械株式会社製、商品名：TEM-26SS）にて混練し、実施例 1～4 及び比較例 1～5 のガラス繊維強化樹脂組成物の熱可塑性樹脂ペレットを作製した。

[0098] [表1]

	組成 A (実施例 1～4 及び比較例 1～3)	組成 B (比較例 4～5)
SiO ₂ (wt%)	54	65
Al ₂ O ₃ (wt%)	14	25
MgO (wt%)	1	10
CaO (wt%)	23	0
B ₂ O ₃ (wt%)	6	0
Li ₂ O + Na ₂ O + K ₂ O + Fe ₂ O ₃ (wt%)	1	0
TiO ₂ + F ₂ (wt%)	1	0

[0099] 実施例 1～4 のガラス繊維強化樹脂組成物におけるガラス繊維のガラス繊維全量に対する SiO₂ の含有率 S、ガラス繊維全量に対する Al₂O₃ の含有率 A、ガラス繊維の断面形状、短径 D_S、長径 D_L、ガラス繊維強化樹脂組成物のガラス繊維含有率 C、 $(100 \times (A^2 / S) \times (C / 100)^8) / (D_S^{3/4} \times D_L^{1/4})$ の値を表 2 に示す。また、比較例 1～5 のガラス繊維強化樹脂組成物におけるガラス繊維のガラス繊維全量に対する SiO₂ の含有率 S、ガラス繊維全量に対する Al₂O₃ の含有率 A、ガラス繊維の断面形状、短径 D_S、長径 D_L、ガラス繊維強化樹脂組成物のガラス繊維含有率 C、 $(100 \times (A^2 / S) \times (C / 100)^8) / (D_S^{3/4} \times D_L^{1/4})$ の値を

表 3 に示す。

- [0100] 次に、得られた熱可塑性樹脂ペレットを用い、射出成形機(日精樹脂工業株式会社製、商品名：NEX80)により、金型温度90℃、射出温度270℃にて射出成形を行い、JIS K 7165：2008に準じたA型ダンベル試験片(厚さ4mm)を作成し、曲げ強度及びシャルピー衝撃強さ測定用試験片とした。また、得られた熱可塑性樹脂ペレットを用い、射出成形機(日精樹脂工業株式会社製、商品名：NEX80)により射出成形を行い、JIS K 7017：1999に準じたA法・クラスIII試験片を作成し、曲げ弾性率測定用試験片とした。
- [0101] 次に、前記各試験片を用い、前述の方法により、曲げ強度、曲げ弾性率、及び、シャルピー衝撃強さを測定した。結果を表2、3に示す。
- [0102] また、前記射出成形における工程性を、次のA～Dにより評価した。結果を表2、3に示す。
- [0103] A：問題なく射出成形可能。
- [0104] B：問題なく射出成形可能だが、若干のブリッジがあるか、射出圧力が比較的高い。
- [0105] C：射出成形時にブリッジが発生し、作業性が悪化する。また、射出圧力が高く金型のダメージが大きい。
- [0106] D：射出成形不可。
- [0107]

[表2]

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
SiO ₂ 含有率 S (wt%)	54	54	54	54
Al ₂ O ₃ 含有率 A (wt%)	14	14	14	14
断面形状	長円	長円	長円	長円
短径 DS (μm)	11.0	9.0	11.0	9.0
長径 DL (μm)	44.0	36.0	44.0	36.0
ガラス繊維含有率 C (wt%)	75.0	75.0	80.0	80.0
$(100 \times (A^2/S) \times (C/100)^6) / (DS^4 \times DL^4)^{\frac{1}{4}}$	2.34	2.85	3.91	4.78
ガラス繊維強化樹脂成形品中のガラス繊維の数平均繊維長 (μm)	400	350	380	330
曲げ強度 (MPa)	350	365	330	350
曲げ弾性率 (GPa)	26	26	28	28
シャルピー衝撃強さ (kJ/m ²)	28	27	18	17
工程性	A	A	A	B

[0108]

[表3]

	比較例 1	比較例 2	比較例 3	比較例 4	比較例 5
SiO ₂ 含有率 S (wt%)	54	54	54	65	65
Al ₂ O ₃ 含有率 A (wt%)	14	14	14	25	25
断面形状	長円	長円	円	円	円
短径 DS (μm)	7.0	7.0	11.0	11.0	7.0
長径 DL (μm)	28.0	28.0	11.0	11.0	7.0
ガラス繊維含有率 C (wt%)	80.0	70.0	70.0	72.0	50.0
$(100 \times (A^2/S) \times (C/100)^6) / (DS^4 \times DL^{\frac{1}{4}})$	6.15	2.11	1.90	6.31	0.54
ガラス繊維強化樹脂成形品中のガラス繊維の数平均繊維長 (μm)	-	300	210	230	195
曲げ強度 (MPa)	-	400	370	370	390
曲げ弾性率 (GPa)	-	24	24	26	16.5
シャルピー衝撃強さ (kJ/m ²)	-	35	20	20	22
工程性	D	B	B	C	B

- [0109] 表2から、ガラス繊維強化樹脂組成物に含まれるガラス繊維における、ガラス繊維全量に対する SiO_2 の含有率 S が54質量%、ガラス繊維全量に対する Al_2O_3 の含有率 A が14質量%であり、前記ガラス繊維は短径 DS が $9 \sim 11.0 \mu\text{m}$ の範囲にあり、長径 DL が $36.0 \sim 44.0 \mu\text{m}$ の範囲にある長円であって扁平な断面形状を備え、前記ガラス繊維強化樹脂組成物におけるガラス繊維含有率 C が、75.0～80.0質量%の範囲にあり、 $(100 \times (A^2/S) \times (C/100)^8) / (DS^{3/4} \times DL^{1/4})$ の値が2.34～4.78の範囲にある実施例1～4のガラス繊維強化樹脂組成物によれば、前記射出成形により得られたガラス繊維強化樹脂成形品の曲げ強度が330～365 MPaの範囲であり、曲げ弾性率が26～28 GPaの範囲であって、ガラス繊維強化樹脂成形品に加工された際の強度及び弾性率に優れ、かつ、工程性の評価がA又はBであって、ガラス繊維強化樹脂成形品を製造する際の工程性に優れることが明らかである。
- [0110] 一方、表3から、ガラス繊維強化樹脂組成物に含まれるガラス繊維における、ガラス繊維全量に対する SiO_2 の含有率 S が54質量%、ガラス繊維全量に対する Al_2O_3 の含有率 A が14質量%であり、前記ガラス繊維は短径 DS が $7.0 \mu\text{m}$ 、長径 DL が $28.00 \mu\text{m}$ の長円であって扁平な断面形状を備えるが、前記ガラス繊維強化樹脂組成物におけるガラス繊維含有率 C が、80.0質量%であり、 $(100 \times (A^2/S) \times (C/100)^8) / (DS^{3/4} \times DL^{1/4})$ の値が6.15である比較例1のガラス繊維強化樹脂組成物によれば、工程性の評価がDであって、ガラス繊維強化樹脂成形品を製造することができず、ガラス繊維強化樹脂成形品を製造する際の工程性が悪いことが明らかである。
- [0111] また、表3から、ガラス繊維強化樹脂組成物に含まれるガラス繊維における、ガラス繊維全量に対する SiO_2 の含有率 S が54質量%、ガラス繊維全量に対する Al_2O_3 の含有率 A が14質量%であり、前記ガラス繊維は短径 DS が $7.0 \mu\text{m}$ 、長径 DL が $28.0 \mu\text{m}$ の長円であって扁平な断面形状

を備え、前記ガラス繊維強化樹脂組成物におけるガラス繊維含有率Cが、70.0質量%であるが、 $(100 \times (A^2/S) \times (C/100)^8) / (DS^{3/4} \times DL^{1/4})$ の値が2.11である比較例2のガラス繊維強化樹脂組成物によれば、前記射出成形により得られたガラス繊維強化樹脂成形品の曲げ弾性率が24 GPaであり、前記ガラス繊維強化樹脂成形品において、十分な曲げ弾性率を得ることができないことが明らかである。

[0112] また、表3から、ガラス繊維強化樹脂組成物に含まれるガラス繊維における、ガラス繊維全量に対するSiO₂の含有率Sが54質量%、ガラス繊維全量に対するAl₂O₃の含有率Aが14質量%であり、前記ガラス繊維強化樹脂組成物におけるガラス繊維含有率Cが、70.0質量%であるが、前記ガラス繊維は、短径DS及び長径DLが11.0 μmの円形の断面形状を備える比較例3のガラス繊維強化樹脂組成物によれば、 $(100 \times (A^2/S) \times (C/100)^8) / (DS^{3/4} \times DL^{1/4})$ の値が1.90であり、前記射出成形により得られたガラス繊維強化樹脂成形品の曲げ弾性率が24 GPaであって、前記ガラス繊維強化樹脂成形品において、十分な曲げ弾性率を得ることができないことが明らかである。

[0113] また、表3から、ガラス繊維強化樹脂組成物に含まれるガラス繊維における、ガラス繊維全量に対するSiO₂の含有率Sが65質量%、ガラス繊維全量に対するAl₂O₃の含有率Aが25質量%であり、前記ガラス繊維強化樹脂組成物におけるガラス繊維含有率Cが、72.0質量%であるが、前記ガラス繊維は、短径DS及び長径DLが11.0 μmの円形の断面形状を備える比較例4のガラス繊維強化樹脂組成物によれば、 $(100 \times (A^2/S) \times (C/100)^8) / (DS^{3/4} \times DL^{1/4})$ の値が6.31であり、工程性の評価がCであって、ガラス繊維強化樹脂成形品を製造する際の工程性が悪いことが明らかである。

[0114] また、表3から、ガラス繊維強化樹脂組成物に含まれるガラス繊維における、ガラス繊維全量に対するSiO₂の含有率Sが65質量%、ガラス繊維全量に対するAl₂O₃の含有率Aが25質量%であるが、前記ガラス繊維強化

樹脂組成物におけるガラス繊維含有率Cが、50.0質量%であり、前記ガラス繊維は、短径DS及び長径DLが7.0 μ mの円形の断面形状を備える比較例5のガラス繊維強化樹脂組成物によれば、 $(100 \times (A^2/S) \times (C/100)^8) / (DS^{3/4} \times DL^{1/4})$ の値が0.54であり、前記射出成形により得られたガラス繊維強化樹脂成形品の曲げ弾性率が16.5 GPaであって、前記ガラス繊維強化樹脂成形品において、十分な曲げ弾性率を得ることができないことが明らかである。