

明 細 書

発明の名称：

固定用樹脂組成物、ロータ、自動車、及びロータの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、ロータに用いる固定用樹脂組成物、ロータ、自動車、及びロータの製造方法に関する。

本願は、2011年11月29日に日本に出願された特願2011-260440号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 近年、ロータの技術分野においては、ローターコアに設けられた穴部に永久磁石を挿入し、穴部と永久磁石との間に液状樹脂を充填することにより、永久磁石をローターコアに固定する技術が用いられている。この技術分野においては、通常、液状樹脂として、ウレタン樹脂やエポキシ樹脂等が用いられている。このような技術としては、例えば、特許文献1に記載されている。

[0003] また、特許文献2には、モータを封止するために用いる、モータ封止用エポキシ樹脂および、これを硬化してなる成形品が記載されている。この成形品においては、作業環境性、生産性、耐熱性、熱伝導性、耐溶剤性、高湿耐水性および低い線膨張係数が得られると記載されている。このため、特許文献2に記載の成形品は、モータのハウジングに用いられると考えられる。

[0004] また、特許文献3に記載のロータは、永久磁石を収容する第1穴部の側面に、第1穴部と連通しかつロータの回転方向に沿う第2穴部が形成された構造を有する。この第2穴部に樹脂が充填されること又はバネが配置されることにより、ロータの回転方向において永久磁石が第1穴部の側壁から受ける応力が緩和される。これにより、永久磁石の割れを防止できると記載されている。

[0005] また、ローターコアの穴部と磁石との間に液状樹脂を充填する手法として

、先入れ手法と塗りつけ手法の2つが存在する。先入れ手法は、次の工程を有する。まず、ローターコアの穴部に液状樹脂をディスペンサにより充填する。この後、液状樹脂が充填された穴部に磁石を挿入する。先入れ手法は特許文献4及び5に記載されている。一方、塗りつけ手法は、次の工程を有する。まず、磁石に液状樹脂をハケで塗布する。液状樹脂が塗布された磁石を、ローターコアの穴部に挿入する。塗りつけ手法は特許文献6に記載されている。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特開2007-236020号公報
特許文献2：特開2009-13213号公報
特許文献3：特開2002-359942号公報
特許文献4：特開2005-304247号公報
特許文献5：特開平11-98735号公報
特許文献6：特開2003-199303号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 上記の液状樹脂を充填する技術を、ローターコアの穴部と当該穴部に予め挿入された磁石との間隙に樹脂を注入する注入方法に適用することは、困難である。

また、特許文献2に記載のエポキシ樹脂は、モータ全体を覆うことを目的としている。このため、特許文献2に記載の樹脂を、永久磁石を固定する目的で用いることは難しい。

課題を解決するための手段

- [0008] そこで、本発明者らが、検討した結果、インサート成形を採用することにより、ローターコアの穴部と当該穴部に予め挿入された磁石との間隙に樹脂を充填できることを見出した。

しかしながら、ローターコアの穴部と磁石との間隙が狭い場合、間隙に溶融した樹脂が充填されない虞がある。そこで、本発明者らは、間隙への充填特性を高めるために、固形樹脂の溶融粘度に改善の余地があると考えた。

[0009] 本発明によれば、複数の板部材が積層した積層体を有しており、回転シャフトに固設され、前記回転シャフトの周縁部に沿って配置されている複数の穴部が前記積層体に設けられている、ローターコアと、前記穴部に挿入された磁石と、前記穴部と前記磁石との離間部に充填されている、固定用樹脂組成物を硬化してなる固定部材と、を備える、ロータを構成する前記固定部材に用いる前記固定用樹脂組成物であって、エポキシ樹脂を含む熱硬化性樹脂（A）と、硬化剤（B）と、無機充填材（C）と、を含み、前記エポキシ樹脂の150℃における1C1粘度が3 p o i s e 以下である、固定用樹脂組成物が提供される。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、充填特性に優れた固形の固定用樹脂組成物及びそれを用いたロータが提供される。

図面の簡単な説明

[0011] 上述した目的、およびその他の目的、特徴および利点は、以下に述べる好適な実施の形態、およびそれに付随する以下の図面によってさらに明らかになる。

[0012] [図1]本発明の実施の形態におけるロータを模式的に示す上面図である。

[図2]本発明の実施の形態におけるインサート成形用金型を模式的に示す上面図である。

[図3]本発明の実施の形態におけるロータの一部を模式的に示す拡大図である。

[図4]本発明の実施の形態におけるロータの一部を模式的に示す断面図である。

[図5]本発明の実施の形態におけるロータを模式的に示す断面図である。

[図6]本発明の実施の形態におけるロータの変形例を示す断面図である。

[図7]変形例におけるロータを模式的に示す上面図である。

[図8]変形例におけるロータを模式的に示す上面図である。

[図9]変形例におけるロータを模式的に示す上面図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。尚、すべての図面において、同様な構成要素には同様の符号を付し、適宜説明を省略する。

[0014] 図1は、本発明の実施の形態におけるロータの上面図である。図3は、本発明の実施の形態におけるロータの一部の拡大図である。図4は、本発明の実施の形態におけるロータの一部の断面図である。図5は、ロータの構成を示す断面図である本実施の形態のロータ100は、ローターコア110、磁石120、及び固定部材130を備える。ローターコア110は、複数の板部材（電磁鋼板）が積層した積層体を有する。ローターコア110は、回転シャフト（シャフト170）に固設されている。また、ローターコア110において、回転シャフトの周縁部に沿って配置されている複数の穴部150が当該積層体に設けられている。磁石120は、穴部150に挿入される。固定部材130は、穴部150と磁石120との離間部に充填された、固定用樹脂組成物を硬化してなる。

[0015] ローターコア110は、薄板状の磁性体である電磁鋼板（鋼板112）を複数積層することにより構成される。ローターコア110は、シャフト170を挿入するための貫通孔が設けられている。このローターコア110は、例えば、筒状とすることができる。ローターコア110の上面視における形状は、特に限定されないが、例えば、円形、多角形などでもよい。また、複数の電磁鋼板は、互いに、カシメ部160で結合している。また、電磁鋼板は、例えば、鉄や鉄合金等で構成される。また、ローターコア110の軸方向の端部にはエンドプレート114が設けられている。なお、エンドプレート114には、カシメ部160及び充填部140の開口部との干渉を避けるための溝部116が設けられてもよい。

[0016] 複数の穴部 150（又は複数の穴部から構成された穴部群）は、回転シャフトの軸心を中心として、点対称となるようにローターコア 110 に配置されている。穴部 150 の個数は、特に限定されないが、例えば、 2^n 又は 3^n 個（ n は、自然数であって、例えば、2～5 とする）。それぞれの穴部 150 中には、磁石 120 が挿入されている。穴部 150 は、磁石 120 の形状に沿うように構成されていけばよく、例えば、磁石 120 の角部周りに、マージン（間隙部）を有してもよい。

[0017] 穴部 150 の配置レイアウトは、図 1 に示す態様に限定されず、たとえば、図 7～9 に示す各種の配置レイアウトを採用してもよい。2 個又は 3 個の穴部 150 で一組の穴部群が、回転シャフトの周縁部に沿って配置されてもよい。図 1 に示すように、各穴部群は、互いに離間しており、かつ V の字状に配置された 2 個の穴部により構成されてもよい。また、図 9 に示すように、穴部群は、穴部 154 a、154 b と、これらの穴部 154 a、154 b の間に形成された穴部 156 により構成されていてもよい。また、図 8 に示すように、V の字状に配置された穴部は連通して 1 つの穴部 152 を構成してもよい。なお、図 7 に示すように、複数の穴部 150 は、穴部 150 がシャフトの面直方向に対して直交する位置に、互いに離間するように配置されてもよい。

[0018] また、磁石 120 は、穴部 150 内部に固定されていけばよい。たとえば、図 3 及び図 4 に示すように、磁石 120 は、穴部 150 の側壁のうち、ローターコア 110 の外周円側に位置する側壁 151 に固定されてもよい。すなわち、磁石 120 の側壁 121 が、穴部 150 の側壁 151 に接してもよい。言い換えると、穴部 150 の側壁 151 以外の側壁と磁石 120 との離間部（充填部 140）に、本発明に係る固定用樹脂組成物が充填されてもよい。この固定用樹脂組成物が硬化して、固定部材 130 が形成されている。固定部材 130 は、穴部 150 の角部と磁石 120 との間に設けられていてもよい。ここで、磁石 120 としては、例えば、ネオジム磁石等の永久磁石を用いることができる。

[0019] 図3および図4において、側壁153とは、穴部150の側壁のうちローターコア110の内周円側に位置するものを指す。また、側壁123とは、磁石120の側壁のうち穴部150の側壁153と対向するものを指す。

本実施の形態では、図3又は図4に示すように、ローターコア110において、穴部150と磁石120との径方向の間隙の間隔幅D1は、穴部150の側壁153から磁石120の側壁123までの距離と定義される。上記間隙が存在する場合、間隔幅D1は、20 μ m以上、500 μ m以下であることが好ましい。さらに好ましくは50 μ m以上、300 μ m以下である。この間隔幅D1を上記範囲内とすることにより、ロータに良好な機械的強度を付与することができる。

[0020] 発明者らが検討した結果、幅狭領域では、樹脂の未充填が発生しやすいことが判明している。

これに対して、充填特性に優れる本発明の固定用樹脂組成物を用いることにより、幅狭領域において、樹脂の未充填が発生することを抑制することができる。これにより、穴部150と磁石120との間隙に固定部材130が良好に充填されるので、ロータ100の剛性を向上させることができる。したがって、回転時のロータから発生する騒音を低減させることが可能となる。

[0021] 図5に示すように、エンドプレート114は、シャフト170に固定され、ローターコア110を軸方向に挟持する。エンドプレート114は、カシメ部160によりシャフト170に固定される。このような態様に限定されず、図6に示すように、エンドプレート118a、118bは、シャフト170に溶接などにより固定されていてもよい。また、穴部150内において、磁石120の外周縁側の側壁上に固定部材130が形成されていなくてもよいが、図6に示すように、磁石120の外周縁側及び内周縁側の両側壁上に固定部材130が形成されていてもよい。

[0022] 以下、本発明のロータ100を構成する固定用樹脂組成物の各成分について説明する。

この固定用樹脂組成物は、ロータの形成及びロータを備える車両の形成に

使用される。すなわち、固定用樹脂組成物は、電磁鋼板で構成されたローターコア内に形成された穴部に配置された磁石を固定するために用いられるものである。

[0023] (固定用樹脂組成物)

本発明に係る固形の固定用樹脂組成物は、エポキシ樹脂を含む熱硬化性樹脂(A)と、硬化剤(B)と、無機充填材(C)と、を含む。この固定用樹脂組成物は、エポキシ樹脂の150℃におけるICI粘度が3 poise以下であることにより特定される。また、この固定用樹脂組成物は、金型温度175℃、成形圧力6.9 MPa、注入時間20秒の条件で、幅3 mm、厚さ80 μmの断面形状を有する流路に固定用樹脂組成物を注入した際のスリット流動長が75 mm以上である。なお、この際におけるスリット流動長は、75 mm以上300 mm以下であることが好ましく、80 mm以上300 mm以下であることがより好ましい。

[0024] [熱硬化性樹脂(A)]

まず、熱硬化性樹脂(A)について説明する。

熱硬化性樹脂(A)としては、特に制限されるものではないが、エポキシ樹脂(A1)、オキセタン樹脂、(メタ)アクリレート樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ジアリルフタレート樹脂、マレイミド樹脂等が用いられる。中でも、硬化性と保存性、硬化物の耐熱性、耐湿性、耐薬品性に優れるエポキシ樹脂(A1)が好適に用いられる。

[0025] 本発明に係る熱硬化性樹脂(A)は、エポキシ樹脂(A1)を含む。このエポキシ樹脂(A1)としては、一分子中にエポキシ基を2個以上有するものが挙げられる。

エポキシ樹脂の分子量や構造は、特に限定されないが、固定用樹脂組成物の粘度を低下させるものであることが好ましい。エポキシ樹脂(A1)は、150℃におけるICI粘度の上限値が、3 poise以下であり、好ましくは1.5 poise以下である。下限値は特に限定されないが好ましくは0 poise以上であり、より好ましくは0.01 poise以上である。こ

れにより、固定用樹脂組成物の充填特性を向上させることが可能となり、穴部と磁石との間隙が狭い場合であっても鋼板と磁石との接着面積を十分に確保することができるので、高い機械的強度を付与することが可能となる。

[0026] また、エポキシ樹脂（A 1）としては、例えば、ビフェニル型エポキシ樹脂、ビフェニレン骨格を有するフェノールアラルキル型エポキシ樹脂、フェニレン骨格を有するフェノールアラルキル型エポキシ樹脂、フェニレン骨格を有するナフトールアラルキル型エポキシ樹脂、メトキシナフタレン骨格を有するフェノールアラルキル型エポキシ樹脂等のフェノールアラルキル型エポキシ樹脂、フェノールノボラックエポキシ樹脂、オルソクレゾールノボラック型エポキシ樹脂、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 S 型エポキシ樹脂、テトラメチルビスフェノール型エポキシ樹脂等のビスフェノール型エポキシ樹脂、ビスナフトール型エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂、ジヒドロアントラセンジオール型エポキシ樹脂、及びトリフェニルメタン型エポキシ樹脂が挙げられる。

この中でも、エポキシ樹脂（A 1）は、ビフェニル型エポキシ樹脂、ビスフェノール型エポキシ樹脂等の結晶性を有するエポキシ樹脂のほか、フェニレン骨格を有するフェノールアラルキル型エポキシ樹脂、ビフェニレン骨格を有するフェノールアラルキル型エポキシ樹脂、トリフェニルメタン型エポキシ樹脂であることが好ましい。これらは単独でも 2 種以上混合して使用しても良い。

[0027] 本発明に係る熱硬化性樹脂（A）の含有量は、固定用樹脂組成物の合計値 100 質量%に対して、特に限定されないが、好ましくは 5 質量%以上 40 質量%以下、より好ましくは 7 質量%以上 20 質量%以下である。

[0028] 本発明に係るエポキシ樹脂（A 1）を含む好ましい態様において該エポキシ樹脂の含有量の下限值は、特に限定されないが、熱硬化性樹脂（A）100 質量%に対して、好ましくは 70 質量%以上 100 質量%以下、より好ましくは 80 質量%以上 100 質量%以下である。

[0029] [硬化剤 (B)]

次に、硬化剤 (B) について説明する。硬化剤 (B) は、熱硬化性樹脂 (A) に含まれるエポキシ樹脂 (A1) を三次元架橋させるために用いられるものである。硬化剤 (B) は、特に限定されないが、固定用樹脂組成物の粘度を低下させるものであることが好ましい。硬化剤 (B) は、例えば、150℃におけるICI粘度の上限値が、好ましくは2 poise以下であり、より好ましくは1.8 poise以下であり、さらに好ましくは1.7 poise以下である。下限値は特に限定されないが好ましくは0 poise以上であり、より好ましくは0.01 poise以上である。

また、硬化剤 (B) は、例えば、ノボラック型フェノール樹脂、フェニレン骨格を有するフェノールアラルキル樹脂、ビフェニレン骨格を有するフェノールアラルキル樹脂、フェニレン骨格を有するナフトールアラルキル樹脂、ヒドロキシベンズアルデヒドとホルムアルデヒドとフェノールの反応生成物を主とするフェノール樹脂、およびトリフェニルメタン型フェノール化合物とノボラック型フェノール化合物との共重合体等のフェノール樹脂とすることができる。これらは、1種類を単独で用いても2種類以上を併用してもよい。このようなフェノール樹脂系硬化剤により、耐燃性、耐湿性、電気特性、硬化性、保存安定性等のバランスが良好となる。特に、硬化性の点から、たとえばフェノール樹脂系硬化剤の水酸基当量は、90 g/eq以上、250 g/eq以下とすることができる。

[0030] さらに、併用できる硬化剤としては、例えば重付加型の硬化剤、触媒型の硬化剤、縮合型の硬化剤等を挙げることができる。

[0031] 重付加型の硬化剤としては、例えば、ジエチレントリアミン (DETA)、トリエチレンテトラミン (TETA)、メタキシレンジアミン (MXDA) などの脂肪族ポリアミン、ジアミノジフェニルメタン (DDM)、m-フェニレンジアミン (MPDA)、ジアミノジフェニルスルホン (DDS) などの芳香族ポリアミンのほか、ジシアンジアミド (DICY)、有機酸ジヒドラジドなどを含むポリアミン化合物；ヘキサヒドロ無水フタル酸 (HH

PA)、メチルテトラヒドロ無水フタル酸(MTHPA)などの脂環族酸無水物、無水トリメリット酸(TMA)、無水ピロメリット酸(PMDA)、ベンゾフェノンテトラカルボン酸(BTDA)などの芳香族酸無水物などを含む酸無水物;ノボラック型フェノール樹脂、フェノールポリマーなどのポリフェノール化合物;ポリサルファイド、チオエステル、チオエーテルなどのポリメルカプタン化合物;イソシアネートプレポリマー、ブロック化イソシアネートなどのイソシアネート化合物;カルボン酸含有ポリエステル樹脂などの有機酸類などが挙げられる。

[0032] 触媒型の硬化剤としては、例えば、ベンジルジメチルアミン(BDMA)、2,4,6-トリスジメチルアミノメチルフェノール(DMP-30)などの3級アミン化合物;2-メチルイミダゾール、2-エチル-4-メチルイミダゾール(EMI24)などのイミダゾール化合物;BF₃錯体などのルイス酸などが挙げられる。

[0033] 縮合型の硬化剤としては、例えば、レゾール樹脂のようなメチロール基を有するフェノール樹脂;メチロール基含有尿素樹脂のような尿素樹脂;メチロール基含有メラミン樹脂のようなメラミン樹脂などが挙げられる。

[0034] このような他の硬化剤を併用する場合において、フェノール樹脂系硬化剤の含有量の下限值としては、全硬化剤(B)に対して、20質量%以上であることが好ましく、30質量%以上であることがより好ましく、50質量%以上であることが特に好ましい。配合割合が上記範囲内であると、耐燃性を保持しつつ、良好な流動性を発現させることができる。また、フェノール樹脂系硬化剤の含有量の上限值としては、特に限定されないが、全硬化剤(B)に対して、100質量%以下であることが好ましい。

[0035] 本発明に係る固定用樹脂組成物に対する硬化剤(B)の含有量の合計値の下限值については、特に限定されるものではないが、固定用樹脂組成物の合計値100質量%に対して、3質量%以上であることが好ましく、3.5質量%以上であることがより好ましい。配合割合の下限值が上記範囲内であると、良好な硬化性を得ることができる。また、本発明に係る固定用樹脂組成

物に対する硬化剤（Ｂ）の含有量の合計値の上限値についても、特に限定されるものではないが、全固定用樹脂組成物の合計値１００質量％に対して、３５質量％以下であることが好ましく、１５質量％以下であることがより好ましい。

[0036] なお、硬化剤（Ｂ）としてのフェノール樹脂と、エポキシ樹脂とは、全熱硬化性樹脂（Ａ）中のエポキシ基数（ＥＰ）と、全フェノール樹脂中のフェノール性水酸基数（ＯＨ）との当量比（ＥＰ）／（ＯＨ）が、０．８以上、１．３以下となるように配合することが好ましい。当量比が上記範囲内であると、得られる固定用樹脂組成物を成形する際、十分な硬化特性を得ることができる。

[0037] [無機充填材（Ｃ）]

本発明に係る固定用樹脂組成物に用いられる無機充填材（Ｃ）としては、固定用樹脂組成物の技術分野で一般的に用いられる無機充填材を使用することができる。例えば、溶融破碎シリカ及び溶融球状シリカ等の溶融シリカ、結晶シリカ、アルミナ、カオリン、タルク、クレイ、マイカ、ロックウール、ウォラストナイト、ガラスパウダー、ガラスフレーク、ガラスビーズ、ガラスファイバー、炭化ケイ素、窒化ケイ素、窒化アルミ、カーボンブラック、グラファイト、二酸化チタン、炭酸カルシウム、硫酸カルシウム、炭酸バリウム、炭酸マグネシウム、硫酸マグネシウム、硫酸バリウム、セルロース、アラミド、木材、フェノール樹脂成形材料やエポキシ樹脂成形材料の硬化物を粉碎した粉碎粉等が挙げられる。この中でも、好ましくは、溶融破碎シリカ、溶融球状シリカ、結晶シリカ等のシリカであり、より好ましくは溶融球状シリカを使用することができる。また、この中でも、炭酸カルシウムがコストの面で好ましい。無機充填材（Ｃ）としては、一種で使用しても良いし、または二種以上を併用してもよい。

[0038] 無機充填材（Ｃ）の平均粒径 D_{50} は、好ましくは $0.01\mu\text{m}$ 以上、 $75\mu\text{m}$ 以下であり、より好ましくは $0.05\mu\text{m}$ 以上、 $50\mu\text{m}$ 以下である。無機充填材（Ｃ）の平均粒径を上記範囲内にすることにより、穴部と磁石と

の離間部（充填部）への充填性が向上する。また、無機充填材（C）の平均粒径の上限値を $75\ \mu\text{m}$ 以下とすることにより、さらに充填性が向上する。

平均粒径 D_{50} は、レーザー回折型測定装置 RODOS SR 型（SYMPA TEC HEROS & RODOS）での体積換算平均粒径とした。

[0039] また、本発明に係る固定用樹脂組成物においては、無機充填材（C）は、平均粒径 D_{50} が異なる 2 以上の球状シリカを含むことができる。これにより、流動性及び充填性の向上とバリ抑制の両立が可能となる。

[0040] 無機充填材（C）の含有量は、固定用樹脂組成物の合計値 100 質量% に対して、好ましくは 50 質量% 以上であり、より好ましくは 60 質量% 以上であり、さらに好ましくは 65 質量% 以上であり、特に好ましくは 75 質量% 以上である。下限値が上記範囲内であると、得られる固定用樹脂組成物の硬化に伴う吸湿量の増加や、強度の低下が低減できる。また、無機充填材（C）の量は、固定用樹脂組成物の合計値 100 質量% に対して、好ましくは 93 質量% 以下であり、より好ましくは 91 質量% 以下であり、さらに好ましくは 90 質量% 以下である。上限値が上記範囲内であると、得られる固定用樹脂組成物は良好な流動性を有するとともに、良好な成形性を備える。したがって、ロータの製造安定性が高まり、歩留まり及び耐久性のバランスに優れたロータが得られる。

[0041] また、本発明者らが検討した結果、無機充填材（C）の含有量を 50 質量% 以上とすることにより、固定部材と電磁鋼板と線膨張率の差を小さくし、温度変化に応じて電磁鋼板が変形し、ロータの回転特性が低下することを抑制することができることが判明した。これにより、耐久性の中でも、とくに回転特性の持続性に優れたロータが実現される。

[0042] また、無機充填材（C）として、溶融破碎シリカ、溶融球状シリカ、結晶シリカ等のシリカを用いる場合、シリカの含有量が、固定用樹脂組成物の合計値 100 質量% に対して、40 質量% 以上であることが好ましく、60 質量% 以上であることがより好ましい。下限値が上記範囲内であると、流動性と熱膨張率のバランスが良好となる。

[0043] また、無機充填材（C）と、後述するような水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウム等の金属水酸化物や、硼酸亜鉛、モリブデン酸亜鉛、三酸化アンチモン等の無機系難燃剤とを併用する場合には、これらの無機系難燃剤と上記無機充填材の合計量は、上記無機充填材（C）の含有量の範囲内とすることが望ましい。

なお、後述する本願実施例では、無機充填材と水酸化アルミニウム等の無機系難燃剤との合算が、固定用樹脂組成物の合計値 100 質量%に対して 80 質量%以上となっている。しかしながら、本発明においては、流動性および線膨張係数をロータに使用される部材に合わせて適宜調整するために、無機充填材の含有量を低減し、また樹脂材料の含有量を増加してもよい。

[0044] [その他の成分]

本発明に係る固定用樹脂組成物は、硬化促進剤（D）を含んでもよい。硬化促進剤（D）は、エポキシ樹脂のエポキシ基とフェノール樹脂系硬化剤（B）の水酸基との反応を促進するものであればよく、一般に使用される硬化促進剤（D）を用いることができる。

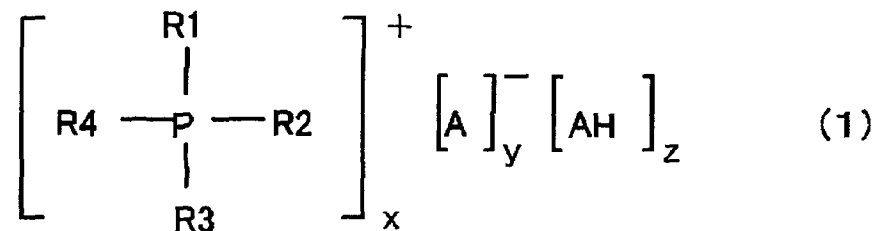
[0045] 硬化促進剤（D）の具体例としては、有機ホスフィン、テトラ置換ホスホニウム化合物、ホスホベタイン化合物、ホスフィン化合物とキノン化合物との付加物、ホスホニウム化合物とシラン化合物との付加物等のリン原子含有化合物；1, 8-ジアザビシクロ（5, 4, 0）ウンデセン-7、イミダゾールなどのアミジン系化合物、ベンジルジメチルアミンなどの3級アミンや前記化合物の4級オニウム塩であるアミジニウム塩、アンモニウム塩などに代表される窒素原子含有化合物が挙げられる。これらのうち、硬化性の観点からはリン原子含有化合物が好ましく、流動性と硬化性のバランスの観点からは、テトラ置換ホスホニウム化合物、ホスホベタイン化合物、ホスフィン化合物とキノン化合物との付加物、ホスホニウム化合物とシラン化合物との付加物等の潜伏性を有する硬化促進剤がより好ましい。流動性という点を考慮するとテトラ置換ホスホニウム化合物が特に好ましく、また耐半田性の観点では、ホスホベタイン化合物、ホスフィン化合物とキノン化合物との付加

物が特に好ましく、また潜在的硬化性という点を考慮すると、ホスホニウム化合物とシラン化合物との付加物が特に好ましい。また、連続成形性の観点では、テトラ置換ホスホニウム化合物が好ましい。また、コスト面を考えると、有機ホスフィン、窒素原子含有化合物も好適に用いられる。

[0046] 本発明に係る固定用樹脂組成物で用いることができる有機ホスフィンとしては、例えばエチルホスフィン、フェニルホスフィン等の第1ホスフィン；ジメチルホスフィン、ジフェニルホスフィン等の第2ホスフィン；トリメチルホスフィン、トリエチルホスフィン、トリブチルホスフィン、トリフェニルホスフィン等の第3ホスフィンが挙げられる。

[0047] 本発明に係る固定用樹脂組成物で用いることができるテトラ置換ホスホニウム化合物としては、例えば下記一般式（1）で表される化合物等が挙げられる。

[0048] [化1]



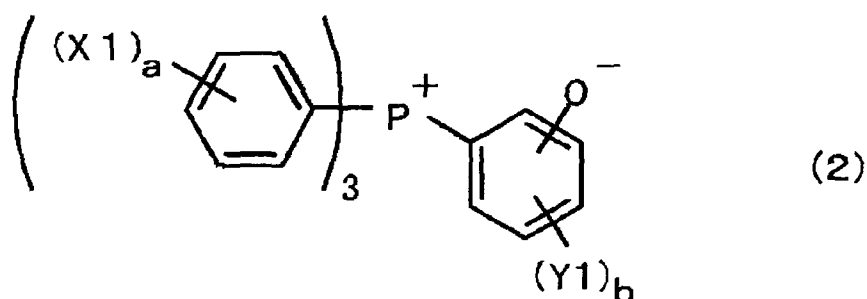
[0049] 一般式（1）において、Pはリン原子を表し、R1、R2、R3及びR4は、それぞれ独立して芳香族基又はアルキル基を表し、Aはヒドロキシル基、カルボキシル基、チオール基から選ばれる官能基のいずれかを芳香環に少なくとも1つ有する芳香族有機酸のアニオンを表し、AHはヒドロキシル基、カルボキシル基、チオール基から選ばれる官能基のいずれかを芳香環に少なくとも1つ有する芳香族有機酸を表し、x及びyは1～3の整数であり、zは0～3の整数であり、かつx=yである。

[0050] 一般式（1）で表される化合物は、例えば以下のようにして得られるが、これに限定されるものではない。まず、テトラ置換ホスホニウムハライドと

芳香族有機酸と塩基を有機溶剤に混ぜ均一に混合し、その溶液系内に芳香族有機酸アニオンを発生させる。次いで、水を加えると、一般式（１）で表される化合物を沈殿させることができる。一般式（１）で表される化合物において、合成時の収得率と硬化促進効果のバランスに優れるという観点では、リン原子に結合する R_1 、 R_2 、 R_3 及び R_4 がフェニル基であり、かつ AH はヒドロキシル基を芳香環に有する化合物、すなわちフェノール化合物であり、かつ A は該フェノール化合物のアニオンであるのが好ましい。なお、フェノール化合物とは、単環のフェノール、クレゾール、カテコール、レゾルシンや縮合多環式のナフトール、ジヒドロキシナフタレン、複数の芳香環を備える（多環式の）ビスフェノール A 、ビスフェノール F 、ビスフェノール S 、ビフェノール、フェニルフェノール、フェノールノボラックなどを概念に含むものであり、中でも水酸基を２個有するフェノール化合物が好ましく用いられる。

[0051] 本発明に係る固定用樹脂組成物で用いることができるホスホベタイン化合物としては、例えば下記一般式（２）で表される化合物等が挙げられる。

[0052] [化2]



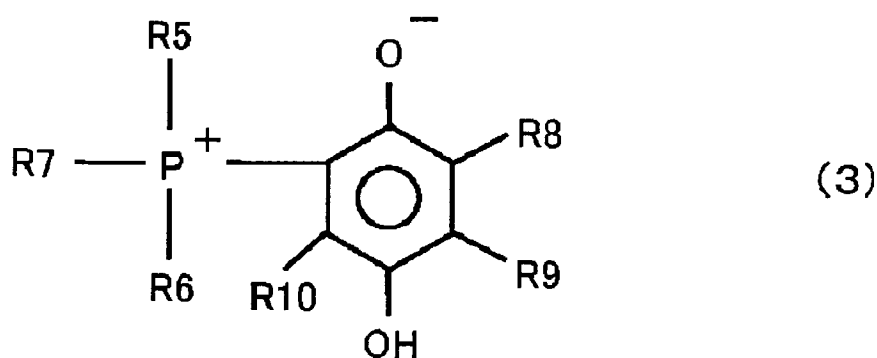
[0053] 一般式（２）において、 X_1 は炭素数１～３のアルキル基を表し、 Y_1 はヒドロキシル基を表し、 a は０～５の整数であり、 b は０～４の整数である。

[0054] 一般式（２）で表される化合物は、例えば以下のようにして得られる。まず、第三ホスフィンであるトリ芳香族置換ホスフィンとジアゾニウム塩とを

接触させ、トリ芳香族置換ホスフィンとジアゾニウム塩が有するジアゾニウム基とを置換させる工程を経て得られる。しかしこれに限定されるものではない。

[0055] 本発明に係る固定用樹脂組成物で用いることができるホスフィン化合物とキノン化合物との付加物としては、例えば下記一般式（３）で表される化合物等が挙げられる。

[0056] [化3]



[0057] 一般式（３）において、Pはリン原子を表し、R 5、R 6及びR 7は、互いに独立して、炭素数１～１２のアルキル基又は炭素数６～１２のアリール基を表し、R 8、R 9及びR 10は、互いに独立して、水素原子又は炭素数１～１２の炭化水素基を表し、R 8とR 9は互いに結合して環を形成していてもよい。

[0058] ホスフィン化合物とキノン化合物との付加物に用いるホスフィン化合物としては、例えばトリフェニルホスフィン、トリス（アルキルフェニル）ホスフィン、トリス（アルコキシフェニル）ホスフィン、トリナフチルホスフィン、トリス（ベンジル）ホスフィン等の芳香環に無置換又はアルキル基、アルコキシ基等の置換基が存在するものが好ましく、アルキル基、アルコキシ基等の置換基としては１～６の炭素数を有するものが挙げられる。入手しやすさの観点からはトリフェニルホスフィンが好ましい。

[0059] またホスフィン化合物とキノン化合物との付加物に用いるキノン化合物と

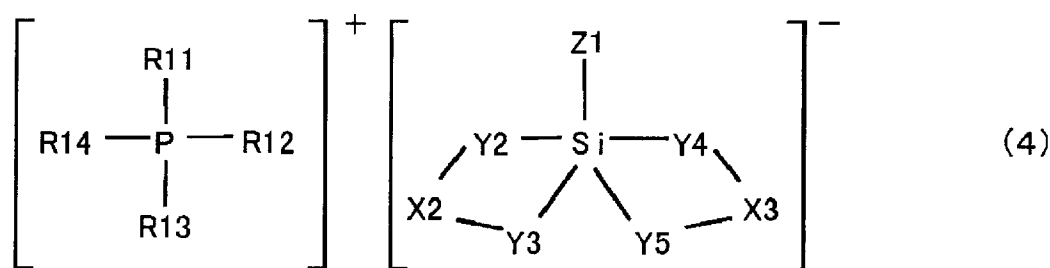
しては、*o*-ベンゾキノン、*p*-ベンゾキノン、アントラキノン類が挙げられ、中でも *p*-ベンゾキノンが保存安定性の点から好ましい。

[0060] ホスフィン化合物とキノン化合物との付加物の製造方法としては、有機第三ホスフィンとベンゾキノン類の両者が溶解することができる溶媒中で接触、混合させることにより付加物を得ることができる。溶媒としてはアセトンやメチルエチルケトン等のケトン類で付加物への溶解性が低いものがよい。しかしこれに限定されるものではない。

[0061] 一般式(3)で表される化合物において、リン原子に結合する R₅、R₆ 及び R₇ がフェニル基であり、かつ R₈、R₉ 及び R₁₀ が水素原子である化合物、すなわち 1,4-ベンゾキノンとトリフェニルホスフィンを付加させた化合物が固定用樹脂組成物の硬化物の熱時弾性率を低下させる点で好ましい。

[0062] 本発明に係る固定用樹脂組成物で用いることができるホスホニウム化合物とシラン化合物との付加物としては、例えば下記式(4)で表される化合物等が挙げられる。

[0063] [化4]



[0064] 一般式(4)において、Pはリン原子を表し、Siは珪素原子を表す。R₁₁、R₁₂、R₁₃ 及び R₁₄ は、互いに独立して、芳香環又は複素環を有する有機基、あるいは脂肪族基を表し、X₂ は、基 Y₂ 及び Y₃ と結合する有機基である。X₃ は、基 Y₄ 及び Y₅ と結合する有機基である。Y₂ 及び Y₃ は、プロトン供与性基がプロトンを放出してなる基を表し、同一分子内の基 Y₂ 及び Y₃ が珪素原子と結合してキレート構造を形成するものであ

る。Y 4 及び Y 5 はプロトン供与性基がプロトンを放出してなる基を表し、同一分子内の基 Y 4 及び Y 5 が珪素原子と結合してキレート構造を形成するものである。X 2、及び X 3 は互いに同一であっても異なってもよく、Y 2、Y 3、Y 4、及び Y 5 は互いに同一であっても異なってもよい。Z 1 は芳香環又は複素環を有する有機基、あるいは脂肪族基である。

[0065] 一般式 (4) において、R 1 1、R 1 2、R 1 3 及び R 1 4 としては、例えば、フェニル基、メチルフェニル基、メトキシフェニル基、ヒドロキシフェニル基、ナフチル基、ヒドロキシナフチル基、ベンジル基、メチル基、エチル基、n-ブチル基、n-オクチル基及びシクロヘキシル基等が挙げられ、これらの中でも、フェニル基、メチルフェニル基、メトキシフェニル基、ヒドロキシフェニル基、ヒドロキシナフチル基等の置換基を有する芳香族基もしくは無置換の芳香族基がより好ましい。

[0066] また、一般式 (4) において、X 2 は、Y 2 及び Y 3 と結合する有機基である。同様に、X 3 は、基 Y 4 及び Y 5 と結合する有機基である。Y 2 及び Y 3 はプロトン供与性基がプロトンを放出してなる基であり、同一分子内の基 Y 2 及び Y 3 が珪素原子と結合してキレート構造を形成するものである。同様に Y 4 及び Y 5 はプロトン供与性基がプロトンを放出してなる基であり、同一分子内の基 Y 4 及び Y 5 が珪素原子と結合してキレート構造を形成するものである。基 X 2 及び X 3 は互いに同一であっても異なってもよく、基 Y 2、Y 3、Y 4、及び Y 5 は互いに同一であっても異なってもよい。このような一般式 (4) 中の $-Y 2-X 2-Y 3-$ 、及び $-Y 4-X 3-Y 5-$ で表される基は、プロトン供与体が、プロトンを 2 個放出してなる基で構成されるものである。プロトン供与体としては、好ましくは分子内にカルボキシル基または水酸基を少なくとも 2 個有する有機酸が好ましく、さらに芳香環を構成する炭素上にカルボキシル基または水酸基を少なくとも 2 個有する芳香族化合物が好ましく、さらには芳香環を構成する隣接する炭素上に水酸基を少なくとも 2 個有する芳香族化合物がより好ましい。例えば、カテコール、ピロガロール、1, 2-ジヒドロキシナフタレン、2, 3-ジ

ヒドロキシナフタレン、2, 2'-ビフェノール、1, 1'-ビ-2-ナフトール、サリチル酸、1-ヒドロキシ-2-ナフトエ酸、3-ヒドロキシ-2-ナフトエ酸、クロラニル酸、タンニン酸、2-ヒドロキシベンジルアルコール、1, 2-シクロヘキサジオール、1, 2-プロパンジオール及びグリセリン等が挙げられる。これらの中でも、原料入手の容易さと硬化促進効果のバランスという観点では、カテコール、1, 2-ジヒドロキシナフタレン、2, 3-ジヒドロキシナフタレンがより好ましい。

[0067] また、一般式(4)中のZ1は、芳香環又は複素環を有する有機基又は脂肪族基を表し、これらの具体的な例としては、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、ヘキシル基及びオクチル基等の脂肪族炭化水素基や、フェニル基、ベンジル基、ナフチル基及びビフェニル基等の芳香族炭化水素基、グリシジルオキシプロピル基、メルカプトプロピル基、アミノプロピル基及びビニル基等の反応性置換基などが挙げられるが、これらの中でも、メチル基、エチル基、フェニル基、ナフチル基及びビフェニル基が熱安定性の面から、より好ましい。

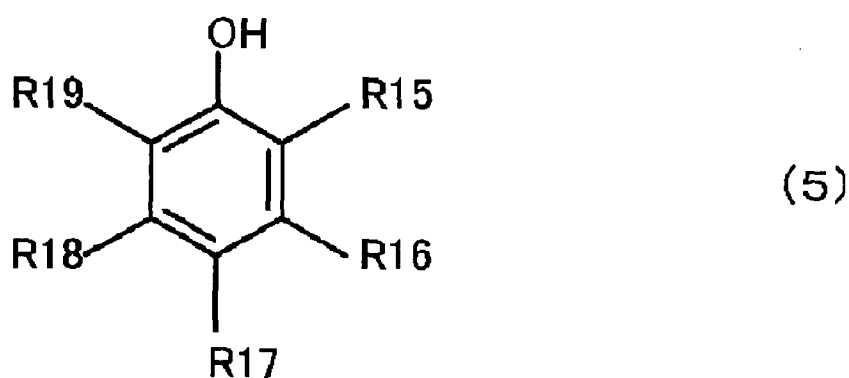
[0068] ホスホニウム化合物とシラン化合物との付加物の製造方法としては、メタノールを入れたフラスコに、フェニルトリメトキシシラン等のシラン化合物、2, 3-ジヒドロキシナフタレン等のプロトン供与体を加えて溶かし、次に室温攪拌下ナトリウムメトキシド-メタノール溶液を滴下する。さらにそこへ予め用意したテトラフェニルホスホニウムブロマイド等のテトラ置換ホスホニウムハライドをメタノールに溶かした溶液を室温攪拌下滴下すると結晶が析出する。析出した結晶を濾過、水洗、真空乾燥すると、ホスホニウム化合物とシラン化合物との付加物が得られる。しかし、これに限定されるものではない。

[0069] 本発明に係る固定用樹脂組成物に用いることができる硬化促進剤(D)の含有量の下限値は、全固定用樹脂組成物の合計値100質量%に対して、0.1質量%以上であることが好ましい。硬化促進剤(D)の含有量の下限値が、上記範囲内であると、十分な硬化性を得ることができる。また、硬化促

進剤（D）の含有量の上限値は、全固定用樹脂組成物の合計値 100 質量％に対して、好ましくは 3 ％以下、より好ましくは 1 質量％以下である。硬化促進剤（D）の含有量の上限値が上記範囲内であると、十分な流動性を得ることができる。

[0070] 本発明の固定用樹脂組成物には、さらに芳香環を構成する 2 個以上の隣接する炭素原子にそれぞれ水酸基が結合した化合物（E）（以下、単に「化合物（E）」と称することもある）が含まれていてもよい。芳香環を構成する 2 個以上の隣接する炭素原子にそれぞれ水酸基が結合した化合物（E）は、これを用いることにより、エポキシ樹脂（A 1）とフェノール樹脂系硬化剤（B）との架橋反応を促進させる硬化促進剤（D）として、潜伏性を有しないリン原子含有硬化促進剤を用いた場合であっても、固定用樹脂組成物の溶融混練中での反応を抑えることができ、安定して固定用樹脂組成物を得ることができる。また、化合物（E）は、固定用樹脂組成物の溶融粘度を下げ、流動性を向上させる効果も有するものである。化合物（E）としては、下記一般式（5）で表される単環式化合物、又は下記一般式（6）で表される多環式化合物等を用いることができ、これらの化合物は水酸基以外の置換基を有していてもよい。

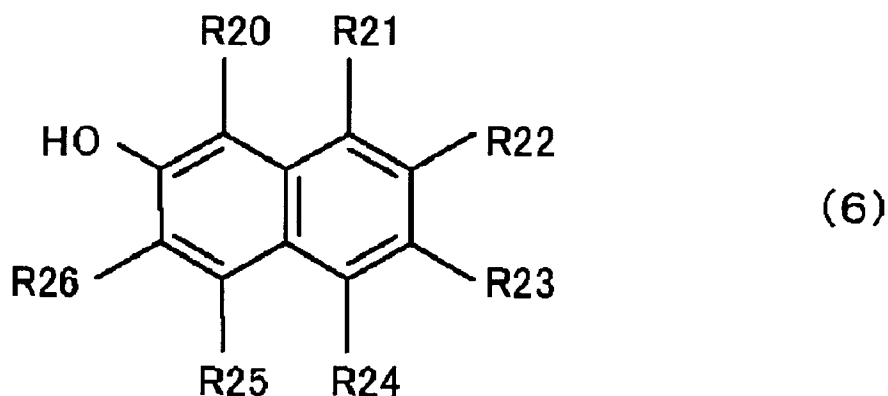
[0071] [化5]



[0072] 一般式（5）において、R 1 5 及び R 1 9 のいずれか一方が水酸基であり、一方が水酸基の場合、他方は水素原子、水酸基又は水酸基以外の置換基で

あり、R 1 6、R 1 7 及び R 1 8 は、水素原子、水酸基又は水酸基以外の置換基である。

[0073] [化6]



[0074] 一般式 (6) において、R 2 0 及び R 2 6 のいずれか一方が水酸基であり、一方が水酸基の場合、他方は水素原子、水酸基又は水酸基以外の置換基であり、R 2 1、R 2 2、R 2 3、R 2 4 及び R 2 5 は、水素原子、水酸基又は水酸基以外の置換基である。

[0075] 一般式 (5) で表される単環式化合物の具体例としては、例えば、カテコール、ピロガロール、没食子酸、没食子酸エステル又はこれらの誘導体が挙げられる。また、一般式 (6) で表される多環式化合物の具体例としては、例えば、1, 2-ジヒドロキシナフタレン、2, 3-ジヒドロキシナフタレン及びこれらの誘導体が挙げられる。これらのうち、流動性と硬化性の制御のしやすさから、芳香環を構成する2個の隣接する炭素原子にそれぞれ水酸基が結合した化合物が好ましい。また、混練工程での揮発を考慮した場合、母核は低揮発性で秤量安定性の高いナフタレン環である化合物とすることがより好ましい。この場合、化合物 (E) を、具体的には、例えば、1, 2-ジヒドロキシナフタレン、2, 3-ジヒドロキシナフタレン及びその誘導体等のナフタレン環を有する化合物とすることができる。これらの化合物 (E) は1種類を単独で用いても2種以上を併用してもよい。

[0076] 化合物 (E) の含有量の下限值は、全固定用樹脂組成物の合計値 1 0 0 質

量％に対して、0.01質量％以上であることが好ましく、より好ましくは0.03質量％以上、特に好ましくは0.05質量％以上である。化合物（E）の含有量の下限值が上記範囲内であると、固定用樹脂組成物の十分な低粘度化と流動性向上効果を得ることができる。また、化合物（E）の含有量の上限値は、全固定用樹脂組成物の合計値100質量％に対して、2質量％以下であることが好ましく、より好ましくは0.8質量％以下、特に好ましくは0.5質量％以下である。化合物（E）の含有量の上限値が上記範囲内であると、固定用樹脂組成物の硬化性の低下や硬化物の物性の低下を引き起こす恐れが少ない。

[0077] 本発明に係る固定用樹脂組成物においては、エポキシ樹脂（A1）と無機充填材（C）との密着性を向上させるため、シランカップリング剤等のカップリング剤（F）を添加することができる。カップリング剤（F）としては、エポキシ樹脂（A1）と無機充填材（C）との間で反応し、エポキシ樹脂（A1）と無機充填材（C）の界面強度を向上させるものであればよく、特に限定されるものではないが、例えばエポキシシラン、アミノシラン、ウレイドシラン、メルカプトシラン等が挙げられる。また、カップリング剤（F）は、前述の化合物（E）と併用することで、固定用樹脂組成物の溶融粘度を下げ、流動性を向上させるという化合物（E）の効果を高めることもできるものである。

[0078] エポキシシランとしては、例えば、 γ -グリシドキシプロピルトリエトキシシラン、 γ -グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、 γ -グリシドキシプロピルメチルジメトキシシラン、 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が挙げられる。また、アミノシランとしては、例えば、 γ -アミノプロピルトリエトキシシラン、 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) 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) γ -アミノプロピルメチルジメトキシシラン、N-フェニル γ -アミノプロピルトリエトキシシラン、N-フェニル 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) γ -アミ

ノプロピルトリエトキシシラン、N-6-(アミノヘキシル)3-アミノプロピルトリメトキシシラン、N-(3-(トリメトキシシリルプロピル)-1,3-ベンゼンジメタナン等が挙げられる。また、ウレイドシランとしては、例えば、 γ -ウレイドプロピルトリエトキシシラン、ヘキサメチルジシラザン等が挙げられる。アミノシランの1級アミノ部位をケトン又はアルデヒドを反応させて保護した潜在性アミノシランカップリング剤として用いてもよい。また、アミノシランとしては、2級アミノ基を有してもよい。また、メルカプトシランとしては、例えば、 γ -メルカプトプロピルトリメトキシシラン、3-メルカプトプロピルメチルジメトキシシランのほか、ビス(3-トリエトキシシリルプロピル)テトラスルフィド、ビス(3-トリエトキシシリルプロピル)ジスルフィドのような熱分解することによってメルカプトシランカップリング剤と同様の機能を発現するシランカップリング剤など、が挙げられる。またこれらのシランカップリング剤は予め加水分解反応させたものを配合してもよい。これらのシランカップリング剤は1種類を単独で用いても2種類以上を併用してもよい。

[0079] 連続成形性という観点では、メルカプトシランが好ましく、流動性の観点では、アミノシランが好ましく、密着性という観点ではエポキシシランが好ましい。

[0080] 本発明に係る固定用樹脂組成物に用いることができるシランカップリング剤等のカップリング剤(F)の含有量の下限值としては、全固定用樹脂組成物の合計値100質量%に対して、0.01質量%以上が好ましく、より好ましくは0.05質量%以上、特に好ましくは0.1質量%以上である。シランカップリング剤等のカップリング剤(F)の含有量の下限值が上記範囲内であれば、エポキシ樹脂(A1)と無機充填材(C)との界面強度が低下することがなく、良好な耐振動性を得ることができる。また、シランカップリング剤等のカップリング剤(F)の含有量の上限值としては、全固定用樹脂組成物の合計値100質量%に対して、1質量%以下が好ましく、より好ましくは0.8質量%以下、特に好ましくは0.6質量%以下である。シラ

ンカップリング剤等のカップリング剤（F）の含有量の上限値が上記範囲内であれば、エポキシ樹脂（A1）と無機充填材（C）との界面強度が低下することがなく、良好な耐振動性を得ることができる。また、シランカップリング剤等のカップリング剤（F）の含有量が上記範囲内であれば、固定用樹脂組成物の硬化物の吸水性が増大することがなく、良好な防錆性を得ることができる。

[0081] 本発明に係る固定用樹脂組成物においては、難燃性を向上させるために無機難燃剤（G）を添加することができる。なかでも燃焼時に脱水、吸熱することによって燃焼反応を阻害する金属水酸化物、又は複合金属水酸化物が、燃焼時間を短縮することができる点で好ましい。金属水酸化物としては、水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウム、水酸化カルシウム、水酸化バリウム、水酸化ジルコニアを挙げることができる。複合金属水酸化物としては、2種以上の金属元素を含むハイドロタルサイト化合物であって、少なくとも一つの金属元素がマグネシウムであり、かつ、その他の金属元素がカルシウム、アルミニウム、スズ、チタン、鉄、コバルト、ニッケル、銅、又は亜鉛から選ばれる金属元素であればよく、そのような複合金属水酸化物としては、水酸化マグネシウム・亜鉛固溶体が市販品で入手が容易である。なかでも、連続成形性の観点からは水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウム・亜鉛固溶体が好ましい。無機難燃剤（G）は、単独で用いても、2種以上用いてもよい。また、連続成形性への影響を低減する目的から、シランカップリング剤などの珪素化合物やワックスなどの脂肪族系化合物などで表面処理を行って用いてもよい。

本発明に係る無機難燃剤（G）の含有量は、本発明に係る固定用樹脂組成物の合計値00質量%に対して、好ましくは1質量%以上、20質量%以下であり、より好ましくは3質量%以上、10質量%以下である。

[0082] 本発明に係る固定用樹脂組成物においては、イオン性不純物の濃度の上限値は、固定用樹脂組成物に対して、好ましくは500ppm以下であり、より好ましくは300ppm以下であり、さらに好ましくは200ppm以下

である。イオン性不純物の濃度の下限値は、特に限定されないが、例えば、本発明に係る固定用樹脂組成物に対して、0 p p b 以上であり、より好ましくは10 p p b 以上であり、より好ましくは100 p p b 以上である。これにより、本発明に係る固定用樹脂組成物の硬化物を固定部材に用いた際、高温、多湿下で処理しても高い防錆性を保持することができる。

本発明に係るイオン性不純物としては、特に限定されるものではないが、アルカリ金属イオン、アルカリ土類金属イオン、ハロゲンイオン等、より具体的にはナトリウムイオン、塩素イオン等が挙げられる。ナトリウムイオンの濃度の上限値は、本発明に係る固定用樹脂組成物に対して、好ましくは100 p p m 以下であり、より好ましくは70 p p m 以下であり、さらに好ましくは50 p p m 以下である。また、塩素イオンの濃度の上限値は、本発明に係る固定用樹脂組成物に対して、好ましくは100 p p m 以下であり、より好ましくは50 p p m 以下であり、さらに好ましくは30 p p m 以下である。上記の範囲とすることにより、電磁鋼板や磁石の腐食を抑制することができる。

本実施の形態においては、例えば、純度の高いエポキシ樹脂を使用することにより、イオン性不純物を低減することができる。以上により、耐久性に優れたロータが得られる。

[0083] イオン性不純物の濃度は、下記のようにして求めることができる。まず、本発明に係る固定用樹脂組成物を175℃180秒で成形硬化後、粉砕機で粉砕し硬化物の粉末を得る。得られた硬化物粉末を純水中で120℃、24時間処理し、純水中にイオンを抽出した後、ICP-MS（誘導結合プラズマイオン源質量分析装置）を用い測定できる。

[0084] 本発明に係る固定用樹脂組成物においては、アルミナの含有量の上限値は、固定用樹脂組成物の合計値100質量%に対して、好ましくは10質量%以下であり、より好ましくは7質量%以下であり、より好ましくは5質量%以下である。アルミナの含有量の下限値は、特に限定されないが、例えば、本発明に係る固定用樹脂組成物の合計値100質量%に対して、好ましくは

0質量%以上であり、より好ましくは0.01質量%以上であり、より好ましくは0.1質量%以上である。アルミナの含有量を上記上限値以下とすることにより、本発明に係る固定用樹脂組成物の流動性を向上させること、および軽量化を図ることができる。なお、本実施の形態において、0質量%は検出限界の値を許容する。

[0085] 本発明に係る固定用樹脂組成物では、前述した成分以外に、ハイドロタルサイト類またはマグネシウム、アルミニウム、ビスマス、チタン、ジルコニウムから選ばれる元素の含水酸化物等のイオン捕捉剤；カーボンブラック、ベンガラ、酸化チタン等の着色剤；カルナバワックス等の天然ワックス；ポリエチレンワックス等の合成ワックス；ステアリン酸やステアリン酸亜鉛等の高級脂肪酸及びその金属塩類若しくはパラフィン等の離型剤；ポリブタジエン化合物、アクリロニトリルブタジエン共重合化合物、シリコンオイル、シリコンゴム等のシリコン化合物等の低応力剤を適宜配合してもよい。

[0086] 本発明に係る着色剤の含有量は、本発明に係る固定用樹脂組成物の合計値100質量%に対して、好ましくは0.01質量%以上、1質量%以下であり、より好ましくは0.05質量%以上、0.8質量%以下である。着色剤の含有量を上記範囲内とすることにより、色が付いた不純物を除去する工程が不要となり、作業性が向上する。したがって、歩留まりに優れたロータが実現される。

[0087] 本発明に係る離型剤の含有量は、本発明に係る固定用樹脂組成物の合計値100質量%に対して、下限値は、特に限定されないが、例えば好ましくは0.01質量%以上でありより好ましくは0.05質量%以上であり、一方、上限値は、例えば好ましくは1質量%以下であり、より好ましくは0.5質量%以下であり、さらに好ましくは0.2質量%以下であり、特に好ましくは0.1質量%以下である。通常、半導体チップをトランスファー形成する際には、固定部材が金型から離間する離型性を確保するために、離型剤を一定量添加することが知られている。しかしながら、離型剤の添加量が高す

ざると、固定部材と電磁鋼板との密着性が低下するおそれがある。このため、本発明においては、離型剤の含有量は少ない方が好ましく、とくに0.2質量%以下が好ましい。これにより、固定部材と電磁鋼板との密着性を高めることができるので、耐久性に優れたロータが実現される。

[0088] 本発明に係る低応力剤の含有量は、本発明に係る固定用樹脂組成物の合計値100質量%に対して、好ましくは0.01質量%以上、3質量%以下であり、より好ましくは0.05質量%以上、2質量%以下である。

[0089] 本発明の固定用樹脂組成物を以上に説明したような構成とすることにより、固定用樹脂組成物の充填特性を向上させることが可能となる。そして、穴部と磁石との間隙が狭い場合であっても鋼板と磁石との接着面積を十分に確保することができる。その結果、ロータに高い機械的強度を付与することが可能となる。また、オートマチックトランスミッションフルード(ATF)に浸漬しても、浸漬前後の重量変化率、体積変化率を小さく抑えることができるので、自動車用途に用いられるロータとして極めて好適な特性を有するものである。

[0090] 本発明に係る固定用樹脂組成物において、金型温度175℃、成形圧力6.9MPa、注入時間20秒、硬化時間90秒の条件で、幅3mm、厚さ80μmの断面形状を有する流路に固定用樹脂組成物を注入した際のスリット流動長は、下限値が好ましくは75mm以上であり、より好ましくは80mm以上であり、さらに好ましくは85mm以上であり、一方、上限値が好ましくは300mm以下である。厚さ80μmのスリット長を下限値以上とすることにより、幅狭領域における間隙への充填特性を高めることができる。また、厚さ80μmのスリット長を上限値以下とすることにより、ロータにバリが大量に付着し、ロータを回転させた際にバリが取れて、バリがロータの回転を阻害することを抑制することが可能となる。

[0091] また、本実施の形態においては、例えば、充填材の粒径を細かくする、エポキシ樹脂及び／又は硬化剤の軟化点を下げる、硬化促進剤の量を減らすなどにより、上記スリット流動長を増加することができる。

[0092] 本発明に係る固定用樹脂組成物の、高化式粘度測定装置を用いて測定温度 175℃、荷重 10kg で測定した際の高化式粘度は、下限値が特に限定されないが好ましくは 3 Pa・s 以上であり、より好ましくは 5 Pa・s 以上であり、さらに好ましくは 6 Pa・s 以上であり、一方、上限値が特に限定されないが 50 Pa・s 以下であり、より好ましくは 30 Pa・s 以下であり、さらに好ましくは 15 Pa・s 以下である。上記下限値以上であれば、成形時の巻き込みなどによるボイドの発生を抑制することができる。上記上限値以下であれば、良好な充填性を得ることができる。これにより、製造安定性に優れたロータが実現される。

また、本実施の形態においては、例えば、エポキシ樹脂、硬化剤の軟化点を下げる、潜伏性の硬化促進剤を用いる、充填材として溶融球状シリカを用いるなどにより、上記高化式粘度を低減することができる。

[0093] 本発明に係る固定用樹脂組成物の 175℃におけるゲルタイムが、10秒以上50秒以下であることが好ましく、15秒以上、45秒以下であることがより好ましい。上記下限値以上であれば、充填性を向上させることができる。上記上限値以下であれば、成形サイクルを早くすることができる。

また、本実施の形態においては、例えば、硬化促進剤の量を増やすことにより、上記ゲルタイムを低減することができる。これにより、製造安定性に優れたロータが実現される。

[0094] 本発明に係る固定用樹脂組成物のスパイラルフローが、50cm以上であることが好ましく、60cm以上であることがより好ましく、80cm以上であることがさらに好ましい。上記下限値以上であれば、充填性、特に垂直方向への充填性を向上させることができる。上記スパイラルフローの上限値としては、とくに限定されないが 250cm 以下が好ましく、220cm 以下がより好ましい。これにより、製造安定性に優れたロータが実現される。

また、本実施の形態においては、例えば、充填材として溶融球状シリカを用いる、エポキシ樹脂、硬化剤の軟化点を下げる、硬化促進剤の量を減らすなどにより、上記スパイラルフローを増加することができる。

[0095] 本発明に係る固定用樹脂組成物の、キュラストメーターを用いて測定温度 175℃で硬化トルクを経時的に測定した際の、測定開始60秒後の硬化トルク値を T_{60} 、測定開始300秒後までの最大硬化トルク値を T_{max} としたとき、測定開始300秒後までの最大硬化トルク値に対する測定開始60秒後の硬化トルク値の比 T_{60}/T_{max} (%) が、40%以上であることが好ましく、45%以上であることがより好ましく、50%以上であることがさらに好ましい。上記硬化トルク値の比の上限値としては、とくに限定されないが100%以下が好ましく、95%以下がより好ましい。上記下限値以上であれば、生産性向上が期待できる。

また、本実施の形態においては、例えば、硬化促進剤の量を増やすことにより、上記硬化トルク値の比を増加することができる。これにより、製造安定性に優れたロータが実現される。

[0096] 本発明に係る固定用樹脂組成物は、まず、金型温度175℃、注入圧力9.8MPa、硬化時間120秒間という硬化条件で、かつ、JIS K7162に準じて得られたダンベル形状の前記固定用樹脂組成物の硬化物を作製する。前記ダンベル形状の前記固定用樹脂組成物の硬化物を、さらに175℃、4時間という条件で硬化させて試験片として作製する。前記試験片に対して、温度25℃、負荷速度1.0mm/minという条件で引張試験を行い、破断エネルギーが得られる。なお、JIS K7162に記載のダンベル形状と同様の形状が、ISO527-2に記載されている。

[0097] 以下、温度25℃、負荷速度1.0mm/minという条件で引張試験を行った際に得られる破断エネルギーを、破断エネルギーa、とする。また、温度150℃、負荷速度1.0mm/minという条件で引張試験を行った際に得られる破断エネルギーを、破断エネルギーbとする。さらに、破断エネルギーaの測定条件における破断強度を、破断強度a、破断エネルギーbの測定条件における破断強度を、破断強度bとする。

[0098] 破断エネルギーとは、引張試験時における垂直応力(stress)と垂直歪み(strein)との関係を、グラフ化した曲線(応力-歪曲線)を

作成し、算出した。

具体的には、歪みを変数とし、引張試験の開始点から破断点までの応力の積分値を算出するものである。この破断エネルギーが大きい程、得られるローターコアは、硬さおよび粘り強さを備え、耐久性に優れたものとなる。なお、単位は、 $\times 10^{-4} \text{ J/mm}^3$ である。

[0099] 本発明に係る固定用樹脂組成物の硬化物（固定部材）における破断エネルギー a は、 $1.5 \times 10^{-4} \text{ J/mm}^3$ 以上であることが好ましい。かかる範囲の破断エネルギー a を有していることによって、硬さおよび粘り強さを備えた耐久性に優れたローターコアが得られる。

[0100] また、破断エネルギー a は、 $1.9 \times 10^{-4} \text{ J/mm}^3$ 以上であることがより好ましい。破断エネルギー a が、この範囲にあることによって、高温下、長時間にわたって高速回転させる環境下において、十分な耐久性を示すローターコアを実現できる。なお、上限値については特に制限されるものではないが、 $15.0 \times 10^{-4} \text{ J/mm}^3$ 程度であれば十分である。

[0101] なお、破断エネルギー b は、 $1.2 \times 10^{-4} \text{ J/mm}^3$ 以上であることが好ましい。破断エネルギー a と比較して高温で測定している破断エネルギー b が、上記範囲内である場合、温度変化にも強く、かつ硬さと粘り強さを備えた耐久性に優れたロータを得ることができる。また、破断エネルギー b は、 $1.5 \times 10^{-4} \text{ J/mm}^3$ 以上であることがより好ましい。破断エネルギー b が、この範囲にあることによって、高速回転時における耐久性が、より一層向上する。破断エネルギー b についても、破断エネルギー a と同様に、上限値については特に制限されるものではないが、 $8.0 \times 10^{-4} \text{ J/mm}^3$ 程度であれば十分である。

[0102] 破断エネルギー a および b を向上させるためには、以下の手法が有効である。

まず、本発明に係るエポキシ樹脂およびその硬化剤の組み合わせを用いることにより、樹脂成分の強度および粘り強さを向上することができる。これに加え、無機充填材の表面をシランカップリング剤により改質し、樹脂と無

機充填材の界面接着強度を向上させることがより好ましい。また、無機充填材の粒径分布を調整することにより、樹脂硬化体内部に発生したマイクロクラックが進展し難い構造とすることがさらに好ましい。

[0103] 本実施形態に係るロータは、本発明に係る固定用樹脂組成物の硬化物（固定部材）の破断強度 a を 50 MPa 以上の範囲に制御することによって、さらに耐久性を向上させることが可能である。具体的には、破断強度 a がこの範囲にあることによって、高速回転時における耐久性が、より一層向上する。なお、破断強度 a は、 60 MPa 以上であると好ましい。上限値については特に制限されるものではないが、 200 MPa 程度であれば十分である。

[0104] 本発明に係る固定用樹脂組成物の硬化物の破断強度 b についても、破断強度 a と同様に、破断強度 b を 15 MPa 以上の範囲に制御することによって、高速回転時における耐久性が、より一層向上する。なお、破断強度 b は、 20 MPa 以上であることが好ましい。上限値については特に制限されるものではないが、 100 MPa 程度であれば十分である。

[0105] 破断強度 a および b について上記特定の範囲に設定することによって、耐久性に優れたロータを提供することが可能である。特に、ロータの高速回転使用時における永久磁石の位置安定性に優れたロータを提供することが可能である。

[0106] 本発明に係る固定用樹脂組成物は、成形機を用いて、金型温度 175°C 、注入圧力 9.8 MPa 、硬化時間 120 秒間の条件で、上記固定用樹脂組成物を注入成形し、長さ 80 mm 、幅 10 mm 、厚さ 4 mm の上記固定用樹脂組成物の成形体を作製する。上記成形体を、さらに 175°C 、 4 時間という条件で硬化させて硬化物として作製する。その後、その硬化物を ATF 中に 150°C で 1000 時間浸漬する。ATF 浸漬前の上記硬化物の重量を $X1$ とし、ATF 浸漬後の上記硬化物の重量を $X2$ としたとき、 $(X2 - X1) / X1 \times 100$ で重量変化率 [%] が算出される。

[0107] ここで、ATF は、一般的に使用されているものであれば特に限定されるものではなく、基油に各種添加剤が配合されている。ここで基油は、鉱油系

基油、合成油系基油、またはこれらの混合物が一般的である。添加剤成分としては、粘度調整剤、摩擦調整剤等が挙げられる。

本実施形態では、重量変化率測定用のATFとして、例えば、マチックフルードD（日産自動車社製）、オートフルードタイプT-IV（トヨタ自動車社製）、ATF DW-1（本田技研工業社製）などを用いることができる。

[0108] 本発明に係る固定用樹脂組成物は、その硬化物（固定部材）をATF中に150℃で1000時間浸漬したときの重量変化率が、0.5%以下であることが好ましい。より好ましくは0.2%以下である。ATF浸漬前後の重量変化率が上記上限値以下であることにより、固定部材が高温で長時間にわたって潤滑油と接触しても、固定部材が潤滑油によって大きく膨潤してしまうのを抑制することができる。

[0109] また、本発明に係る固定用樹脂組成物は、その硬化物をATF中に150℃で1000時間浸漬したときの重量変化率が、-0.05%以上であることが好ましい。より好ましくは-0.03%以上である。ATF浸漬前後の重量変化率が上記下限値以上であることにより、固定部材が高温で長時間にわたって潤滑油と接触しても、潤滑油中に固定部材の一部が流出するのを抑制することができる。さらに、ATF浸漬前後の重量変化率が上記下限値以上であることにより、潤滑油の特性が低下するのを抑制することができる。

したがって、ATF浸漬前後の重量変化率が上記範囲内であることにより、高温で長時間にわたって高速回転させる環境下でも、固定部材の寸法を一定に維持できる。その結果、長期間にわたり磁石の位置を一定に維持することができるため、長期信頼性に優れたロータを得ることができる。

[0110] また、本発明に係る固定用樹脂組成物は、その硬化物をATF中に150℃で2000時間浸漬したとき、ATF浸漬後の上記硬化物の重量をX3としたとき、 $(X3 - X1) / X1 \times 100$ で算出される重量変化率[%]が、好ましくは-0.1%以上、0.6%以下である。より好ましくは-0.07%以上、0.5%以下である。上記条件で測定した重量変化率が上記範

囲内であると、高温で長時間にわたって高速回転させる環境下でも、長期信頼性により一層優れたロータを得ることができる。

[0111] また、本発明に係る固定用樹脂組成物は、その硬化物を A T F 中に 1 5 0 °C で 1 0 0 0 時間浸漬したとき、A T F 浸漬前の上記硬化物の体積を Y 1 とし、A T F 浸漬後の上記硬化物の体積を Y 2 としたとき、 $(Y 2 - Y 1) / Y 1 \times 1 0 0$ で算出される体積変化率 [%] が、好ましくは - 0 . 2 % 以上、1 . 5 % 以下である。より好ましくは - 0 . 1 % 以上、1 % 以下である。上記条件で測定した体積変化率が上記範囲内であると、高温で長時間にわたって高速回転させる環境下でも、長期信頼性により一層優れたロータを得ることができる。

[0112] 本発明に係る固定用樹脂組成物は、例えば、ミキサー等を用いて常温で均一に混合し、その後、必要に応じて、加熱ロール、ニーダー又は押出機等の混練機を用いて溶融混練し、続いて必要に応じて冷却、粉碎することにより、所望の分散度や流動性等に調整することができる。

[0113] 本発明に係る固定用樹脂組成物の製造方法は、特に制限は無いが、次のように行うことができる。

まず、熱硬化性樹脂 (A) 、フェノール樹脂系硬化剤 (B) 及び無機充填材 (C) 、ならびに好ましくはその他の添加剤等を、所定量配合し、固定用樹脂組成物を得る。次いで、配合したものを、たとえばミキサー、ジェットミル、ボールミル等を用いて常温で均一に粉碎、混合した後、加熱ロール、ニーダー又は押出機等の混練機を用いて 9 0 ~ 1 2 0 °C 程度まで加温しながら溶融し混練を行う。次いで、混練後の固定用樹脂組成物を冷却、粉碎し、顆粒又は粉末状の固形の固定用樹脂組成物を得ることができる。本発明に係る固定用樹脂組成物の粉末又は顆粒の粒度は、例えば 5 m m 以下が好ましい。5 m m 以下とすることにより、打錠時に充填不良をおこし、タブレットの質量のバラツキが大きくなることを抑制することができる。

[0114] さらに、得られた固定用樹脂組成物の粉末又は顆粒を打錠成型することによりタブレットを得ることができる。打錠成型に用いる装置としては、単発

式、又は多連ロータリー式の打錠機を用いることができる。タブレットの形状は特に限定はないが、円柱状が好ましい。打錠機のオス型、メス型及び環境の温度に特に制限はないが、 35°C 以下が好ましい。 35°C を超えると固定用樹脂組成物が反応により粘度上昇し、流動性が損なわれる恐れがある。打錠圧力は 400×10^4 以上 3000×10^4 以下Paの範囲が好ましい。打錠圧力を上記上限値以下とすることにより、タブレット打錠直後に破壊が生じることを抑制できる。一方、打錠圧力を上記下限値以上とすることにより、十分な凝集力が得られないために、輸送中にタブレットの破壊が生じることを抑制することができる。打錠機のオス型、メス型の金型の材質、表面処理に特に限定はなく、公知の材質のものを使用することができ、表面処理の例としては、たとえば放電加工、離型剤のコーティング、メッキ処理、研磨などを挙げることができる。

[0115] また、本発明に係る固定部材のガラス転移温度（ T_g ）が、 130°C 以上であることが好ましく、 140°C 以上であることがより好ましい。上記下限値以上であれば、信頼性向上が期待できる。上記ガラス転移温度（ T_g ）の上限値としては、とくに限定されないが 200°C 以下が好ましく、 190°C 以下がより好ましい。これにより、耐久性に優れたロータが実現される。

また、本実施の形態においては、例えば、エポキシ樹脂、硬化剤の軟化点を上げることにより、上記ガラス転移温度（ T_g ）を増加することができる。

[0116] 本発明に係る固定部材の 150°C における曲げ強度が、 70MPa 以上であることが好ましく、 100MPa 以上であることがより好ましい。上記下限値以上であれば、クラックなどが発生しにくく信頼性向上が期待できる。上記曲げ強度の上限値としては、とくに限定されないが 300MPa 以下が好ましく、 250MPa 以下がより好ましい。これにより、耐久性に優れたロータが実現される。

また、本実施の形態においては、例えば、充填材の表面にカップリング剤を処理することにより、上記曲げ強度を増加することができる。

[0117] 本発明に係る固定部材の150℃における曲げ弾性率の上限値が、 $1.6 \times 10^4 \text{ MPa}$ 以下であることが好ましく、 $1.3 \times 10^4 \text{ MPa}$ 以下であることがより好ましい。上記上限値以下であれば、応力緩和による信頼性向上が期待できる。上記曲げ弾性率の下限値としては、とくに限定されないが5000MPa以上が好ましく、7000MPa以上がより好ましい。これにより、耐久性に優れたロータが実現される。

また、本実施の形態においては、例えば、低応力剤の添加量を増やす、充填材の配合量を減らすなどにより、上記曲げ弾性率を低減することができる。

[0118] 本発明に係る固定部材の、25℃以上ガラス転移温度(T_g)以下の領域における線膨張係数(α_1)が、 $10 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以上、 $25 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以下であることが好ましく、 $15 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以上、 $20 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以下であることがより好ましい。上記範囲内であれば、電磁鋼板との熱膨張差が小さくかつマグネットの抜け落ちが防止できる。これにより、耐久性に優れたロータが実現される。

また、本実施の形態においては、例えば、充填材の配合量を増やすことにより、上記線膨張係数(α_1)を低減することができる。

[0119] 本発明に係る固定部材の、25℃以上ガラス転移温度(T_g)以下の領域における線膨張係数(α_2)が、 $10 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以上、 $100 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以下であることが好ましく、 $20 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以上、 $80 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以下であることがより好ましい。上記範囲内であれば、電磁鋼板との熱膨張差が小さくかつマグネットの抜け落ちが防止できる。これにより、耐久性に優れたロータが実現される。

また、本実施の形態においては、例えば、充填材の配合量を増やすことにより、上記線膨張係数(α_2)を低減することができる。

[0120] (ロータの製造方法)

本実施の形態に係るロータ100の製造方法は、回転シャフト(シャフト170)が貫通する貫通孔の周縁部に沿って配置されている複数の穴部15

0 が設けられている、ローターコア 110 を準備する工程と、穴部 150 に磁石 120 を挿入する工程と、穴部 150 と磁石 120 との離間部に固定用樹脂組成物を充填する工程と、樹脂組成物を硬化して、固定部材 130 を得る工程と、ローターコア 110 の前記貫通孔にシャフト 170 を挿入するとともに、ローターコアにシャフト 170 を固設する工程と、を有する。

本実施の形態では、固定用樹脂組成物を充填する手法として、インサート成形を用いることが好ましい。以下、詳述する。

[0121] まず、インサート成型装置について説明する。

図 2 は、インサート成形に用いるインサート成形装置の上型 200 の断面図である。

固定部材 130 の形成方法の一例としては、タブレット状の固定用樹脂組成物を用い、インサート成形を行う方法を用いることができる。このインサート成形には、インサート成形装置を用いる。この成形装置は、タブレット状の固定用樹脂組成物が供給されるポット 210 と溶融状態の固定用樹脂組成物を移動させる流路 220 とを有する上型 200 と、下型と、これらの上型及び下型を加熱する加熱手段と、溶融状態の固定用樹脂組成物を押し出す押出機構と、を備える。インサート成形装置は、例えば、ローターコアなどを搬送する搬送機能を備えてもよい。

[0122] 本実施の形態において、上型 200 及び下型は、ローターコア 110 の上面及び下面（すなわち、ローターコア 110 を構成する電磁鋼板の一面）と密着することが好ましく、例えば、板状であることが好ましい。本実施の形態の上型 200 及び下型は、ローターコア 110 の全体を覆わない、例えば、側面の一部を覆わない点で、半導体装置の製造方法に用いる通常のトランスファー形成の金型とは異なる。トランスファー形成の金型は、上型及び下型で構成されるキャビティ内に半導体チップ全体が配置されるように構成される。

また、ポット 210 は、2 つの別々の流路 220 を有してもよく、Y 字状の流路 220 を有してもよい。これにより、1 つのポット 210 から、2 つ

の穴部に、本発明に係る固定用樹脂組成物を充填できる。なお、１つのポットは、１つの穴部に固定用樹脂組成物を充填する１個の流路を有してもよいが、３以上の穴部に固定用樹脂組成物を充填する３個の流路を有してもよい。ただし、複数の流路は互いに独立してもよいが、連続していてもよい。

[0123] 続いて、本実施の形態に係るインサート成形について説明する。

まず、ローターコアをオープン又は熱盤上などで予熱後、不図示の成形装置の下型に固定する。続いて、ローターコアの穴部中に、磁石を挿入する。続いて、下型を上昇させ、ローターコアの上面に上型２００を押しつける。これにより、上型２００と下型とで、ローターコア１１０の上面及び下面を挟み込む。このとき、上型２００中の流路２２０の先端部が、穴部と磁石との離間部上に配置される。また、ローターコアは、成形装置の下型と上型２００からの熱伝導により加熱されることとなる。成形装置の下型及び上型２００は、ローターコアが固定用樹脂組成物の成形、硬化に適した温度となるよう、例えば、１５０℃～２００℃程度に温調されている。この状態でタブレット状の固定用樹脂組成物を上型２００のポット２１０内に供給する。上型２００のポット２１０内に供給されたタブレット状の固定用樹脂組成物は、ポット２１０内で加熱され溶融状態となる。

[0124] 続いて、プランジャ（押出機構）により、溶融状態の固定用樹脂組成物をポット２１０から押し出す。そして、固定用樹脂組成物は、流路２２０を移動して、穴部と磁石との離間部に充填される。この間、ローターコアは金型（下型と上型２００）からの熱伝導により加熱され、それにより充填された固定用樹脂組成物を硬化させて、固定部材を形成する。このとき、温度条件としては、例えば、１５０℃～２００℃とすることができる。また、硬化時間としては、例えば、３０秒～１８０秒とすることができる。これにより、穴部１５０の内部に挿入された磁石１２０が固定部材１３０により固定される。この後、ローターコアの上面から上型２００を離間する。次いで、ローターコア１１０の貫通孔にシャフト１７０を挿入するとともに、ローターコアにシャフト１７０を固設する。

以上により、本実施の形態のロータが得られる。

[0125] ここで、本実施の形態のインサート成形方法は、脱型する必要がない点で、半導体装置の製造に用いるトランスファー成形方法と異なる。

インサート成形方法では、ローターコア 110 の上面と上型 200 とが密着された状態で、上型 200 の流路を通して、ローターコア 110 の穴部に樹脂が充填される。このため、ローターコア 110 の上面と上型 200 との間に樹脂が多量に充填されず、上型 200 と上面との着脱が容易となる。

一方、トランスファー成形方法では、半導体チップと金型との間のキャビティに樹脂が充填されるので、成形品から金型をうまく脱型する必要がある。このため、半導体チップを封止する樹脂には、金型と成形品との離型性が特に要求されることになる。

[0126] 本実施の形態のロータ 100 は、ハイブリッド車、燃料電池車および電気自動車等の電動車両、列車ならびに船舶、等の、乗り物に搭載することができる。

実施例

[0127] 以下、本発明を、実施例を参照して詳細に説明するが、本発明は、これらの実施例の記載に何ら限定されるものではない。特に記載しない限り、以下に記載の「部」は「質量部」、「%」は「質量%」を示す。

[0128] 各実施例及び各比較例で用いた原料成分を下記に示した。

(熱硬化性樹脂 (A))

エポキシ樹脂 1 : ビフェニル型エポキシ (三菱化学製、YX4000K、150℃のICI粘度 : 0.11 poise)

エポキシ樹脂 2 : テトラメチルビスフェノールF型エポキシ樹脂 (新日鉄化学製、YSLV-80XY、150℃のICI粘度 : 0.03 poise)

エポキシ樹脂 3 : オルソクレゾールノボラック型エポキシ樹脂 (DIC製、EPICLON N-665、150℃のICI粘度 : 3.06 poise)

エポキシ樹脂 4 : フェニレン骨格を有するフェニルアラキル型エポキシ (日本化学製、NC-2000、150℃のICI 粘度 : 1.20 poise)

エポキシ樹脂 5 : フェニレン骨格を有するフェニルアラキル型エポキシ (日本化学製、NC3000、150℃のICI 粘度 : 0.85 poise)

エポキシ樹脂 6 : トリフェニルメタン型エポキシ樹脂 (日本化学製、E-1032H-60、150℃のICI 粘度 : 1.30 poise)

エポキシ樹脂 7 : オルソクレゾールノボラック型エポキシ樹脂 (DIC 製、EPICLON N-670、150℃のICI 粘度 : 4.28 poise)

なお、150℃における溶解粘度 (ICI 粘度) は、コーンプレート型粘度計 CV-1S (東亜工業株式会社製) で測定した。

[0129]

(硬化剤 (B))

フェニル樹脂系硬化剤 1 : ノボラック型フェニル樹脂 (住友ベークライト製、PR-HF-3、150℃のICI 粘度 : 1.08 poise)

フェニル樹脂系硬化剤 2 : フェニレン骨格を有するフェニルアラキル樹脂 (明和化成製、MEH-7800-4S、150℃のICI 粘度 : 0.73 poise)

フェニル樹脂系硬化剤 3 : フェニレン骨格を有するフェニルアラキル樹脂 (明和化成製、MEH-7851SS、150℃のICI 粘度 : 0.68 poise)

フェニル樹脂系硬化剤 4 : 2-ヒドロキシベンズアルデヒドとホルムアルデヒドとフェニルの反応生成物を主とするフェニル樹脂 (エフ・ウオ

ーター製、HE910-20、150℃のICI 粘度 : 1.5 poise)

フェニル樹脂系硬化剤 5 : ノボラック型フェニル樹脂 (住友ベークライト製、PR-51714、150℃のICI 粘度 : 1.64 poise)

[0130] (無機充填材 (C))

球状シリカ 1（電気化学工業製、FB-950、平均粒径 $D_{50} 23 \mu m$ ）

球状シリカ 2（電気化学工業製、FB-35、平均粒径 $D_{50} 10 \mu m$ ）

球状シリカ 3（アドマテックス製、SO-25R、平均粒径 $D_{50} 0.5 \mu m$ ）

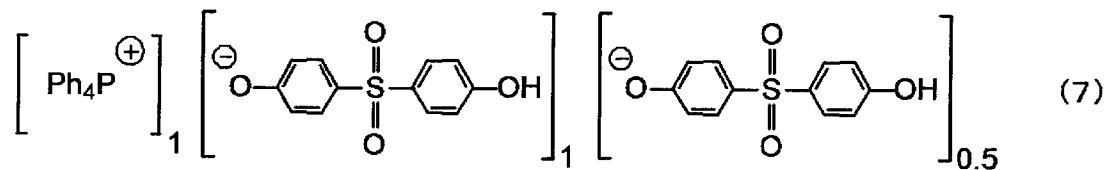
アルミナ（電気化学工業製、DAW-45、平均粒径 $D_{50} 43 \mu m$ ）

[0131] （硬化促進剤（D））

硬化促進剤 1：トリフェニルホスフィン

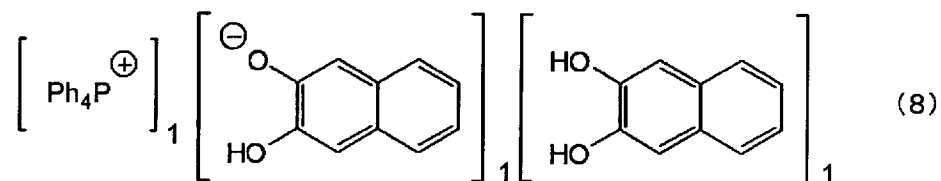
硬化促進剤 2：下記式（7）で表される硬化促進剤

[化7]



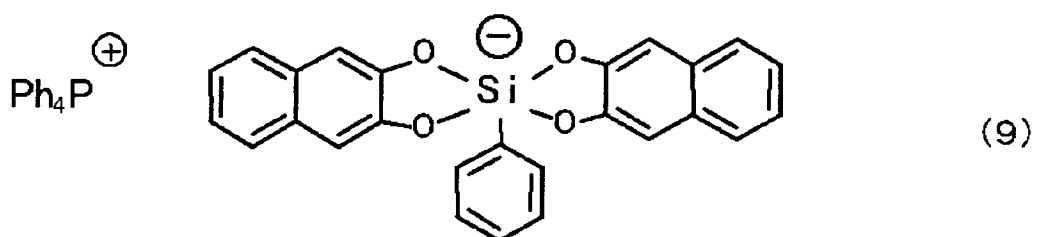
硬化促進剤 3：下記式（8）で表される硬化促進剤

[化8]



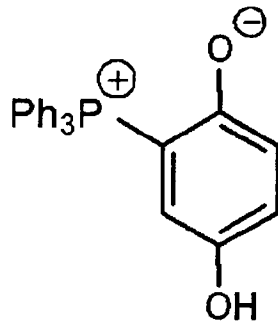
硬化促進剤 4：下記式（9）で表される硬化促進剤

[化9]



硬化促進剤 5 : 下記式 (1 0) で表される硬化促進剤

[化10]



(10)

[0132] (カップリング剤 (F))

カップリング剤 1 : フェニルアミノプロピルトリメトキシシラン (東レ・ダウコーニング (株) 製、C F 4 0 8 3)

カップリング剤 2 : γ-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン (信越化学工業 (株) 製、K B M - 4 0 3)

[0133] (無機難燃剤 (G))

水酸化アルミニウム (住友化学製、C L - 3 0 3)

[0134] (その他の添加剤)

イオン捕捉剤 : ハイドロタルサイト (協和化学工業製、商品名 D H T - 4 H)

着色剤 : カーボンブラック (三菱化学製、M A 6 0 0)

離型剤 : モンタン酸エステルワックス (ヘキスト製、ヘキストワックス E)

低応力剤 1 : シリコーンレジン (信越化学工業 (株) 製、K M P - 5 9 4)

低応力剤 2 : シリコーンオイル (東レダウコーニング (株) 製、T Z - 8 1 2 0)

[0135] (実施例)

実施例および比較例について、表 1 および表 2 に示す配合量に従って各成分を配合したものを、ミキサーを用いて常温で混合し、粉末状中間体を得た。得られた粉末状中間体を自動供給装置（ホッパー）に装填して、80℃～100℃の加熱ロールへ定量供給し、熔融混練を行った。その後冷却し、次いで粉碎して、固定用樹脂組成物を得た。成型装置を用いて、得られた固定用樹脂組成物を打錠成型することによりタブレットを得た。

一方、図 2 に示す上型 200 を備えるインサート成形装置を用いて、下記要領でロータを作製した。まず、ローターコアを成形装置の下型に固定し、続いて、ローターコアの穴部中に、ネオジム磁石を挿入した後、下型を上昇させてローターコアの上面に上型 200 を押しつけた。続いて、タブレット状の固定用樹脂組成物を上型 200 のポット 210 に供給した。次いで、プランジャにより、熔融状態の固定用樹脂組成物をポット 210 から押し出し、固定用樹脂組成物を穴部とネオジム磁石との離間部に充填した。次いで、充填された固定用樹脂組成物を加熱硬化させて固定部材を形成し、ロータを得た。この時の成形条件は、ローターコア温度：160℃、硬化時間：120 秒とした。

得られた固定用樹脂組成物及びロータについて、下記に示す測定及び評価を行った。その結果を表 1 および表 2 に示す。実施例のロータは強度に優れていた。

[0136] （評価項目）

スパイラルフロー：低圧トランスファー成形機（コータキ精機（株）製、KTS-15）をインサート成形に転用して、ANSI/ASTM D 3123-72 に準じたスパイラルフロー測定用金型に、175℃、注入圧力 6.9 MPa、保圧時間 120 秒の条件で固定用樹脂組成物を注入し、流動長を測定した。スパイラルフローは、流動性のパラメータであり、数値が大きい方が、流動性が良好である。表 1、2 中におけるスパイラルフローの単位は cm である。

[0137] ゲルタイム：175℃に制御された熱板上に、固定用樹脂組成物を載せ、

スパチュラで約1回／sec.のストロークで練る。固定用樹脂組成物が熱により溶解してから硬化するまでの時間を測定し、ゲルタイムとした。表1、2中におけるゲルタイムの単位は秒である。

高化式粘度：約2.5gの固定用樹脂組成物を、タブレット状（直径11mm、高さ約15mm）としたのち、高化式粘度測定装置（島津製作所（株）製、CFT-500D）を用いて測定温度175℃、荷重10kgの条件で、直径0.5mm、長さ1.0mmのノズル（ダイス）を使用して測定した。表1、2中における高化式粘度の単位はPa・sである。

[0138] キュラストルク比：キュラストメーター（（株）オリエンテック製、JSRキュラストメーターIVPS型）を用いて、測定温度175℃で固定用樹脂組成物の硬化トルクを経時的に測定した際の、測定開始60秒後の硬化トルク値を T_{60} 、測定開始300秒後までの最大硬化トルク値を T_{max} とする。測定開始300秒後までの最大硬化トルク値に対する測定開始60秒後の硬化トルク値の比 T_{60}/T_{max} （％）を、キュラストルク比として求めた。キュラストメーターにおけるトルクは熱剛性のパラメータである。このため、キュラストルク比が大きい程、硬化性が良好となる。

[0139] スリット流動長：金型温度175℃、成形圧力6.9MPa、注入時間20秒、硬化時間90秒の条件で、先端が開放された特定厚みの溝（スリット）を放射状に設けた金型に、固定用樹脂組成物を注入成形し、幅3mm、厚さ80μmのスリットに流れ出た樹脂の長さをノギスで測定した。単位はmm。

[0140] ロータ成形性：電磁鋼板に見立てた金型（穴部の幅が30mm、厚みが4mm、深さが75mm）にマグネットに見立てた金属片（幅28mm、厚み3.8mm、長さ74mm）を挿入したものを成形機にセットした後、金型が170℃に達したところで固定用樹脂組成物を注入成形し、硬化時間120秒後に金型を成形機から取り出した。成形品の外観を肉眼で観察しボイドなどの異常がないか確認し、ボイドなどの異常がなかったものを○、ボイドなどの異常があったものを×とした。

- [0141] ガラス転移温度：低压トランスファー成形機（コータキ精機株式会社製、K T S - 3 0）をインサート成形に転用して、金型温度 1 7 5 °C、注入圧力 9 . 8 M P a、硬化時間 2 分の条件で、固定用樹脂組成物を注入成形し、4 m m × 4 m m × 1 5 m m の試験片を得た。得られた試験片を、1 7 5 °C、4 時間で後硬化した後、熱機械分析装置（セイコー電子工業（株）製、T M A 1 0 0）を用いて、測定温度範囲 0 °C から 3 2 0 °C までの温度域において昇温速度 5 °C / 分で測定した時のチャートより、ガラス転移温度以下の領域での線膨張係数（ $\alpha 1$ ）とゴム状相当領域の線膨張係数（ $\alpha 2$ ）とを決定する。このとき、 $\alpha 1$ 及び $\alpha 2$ の延長線の交点をガラス転移温度とした。表 1、2 中において、ガラス転移温度の単位は °C、線膨張係数（ $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ ）の単位は p p m / °C である。
- [0142] 耐燃性：低压トランスファー成形機（コータキ精機株式会社製、K T S - 3 0）をインサート成形に転用して、金型温度 1 7 5 °C、注入圧力 9 . 8 M P a、注入時間 1 5 秒、硬化時間 1 2 0 秒の条件で、固定用樹脂組成物を注入成形して 1 2 7 m m × 1 2 . 7 m m × 3 . 2 m m 厚の耐燃試験片を作製した。それら試験片を用いて、U L 9 4 垂直法の規格に則り耐燃試験を行い、耐燃性を判断した。耐燃ランク等を示した。本発明では難燃性が必須条件ではないため、難燃性は適宜調整すればよい。
- [0143] 破断エネルギー a および b : J I S K 7 1 6 2 に準じてダンベル型に成形したロータ固定用樹脂組成物の硬化物（以下、試験片と示す）を、2 5 °C あるいは 1 5 0 °C で、負荷速度 1 . 0 m m / m i n という条件で引張試験を行った。この引張試験において、テンシロンには、オリエンテック社製テンシロン U C T - 3 0 T 型を、歪みゲージには、共和電業社製・タイプ K F G - 2 - 1 2 0 - D 1 6 - 1 1 L 1 M 2 R を用いた。
- [0144] 引張試験時における垂直応力（s t r e s s）と垂直歪み（s t r e i n）との関係を、グラフ化した曲線（応力-歪曲線）を作成した。次に、歪みを変数とし、引張試験の開始点から破断点までの応力の積分値を、算出した。なお、単位は、 $\times 1 0^{-4} \text{ J} / \text{m m}^3$ とした。

[0145] 耐オイル性：成形機（コータキ精機株式会社製、KTS-30）を用いて、金型温度175℃、注入圧力9.8MPa、硬化時間120秒の条件で、固定用樹脂組成物を注入成形し、長さ80mm、幅10mm、厚さ4mmの成形品（硬化物）を得た。得られた成形品を、後硬化として175℃、4時間加熱処理したものを試験片とし、曲げ強度及び曲げ弾性率をJIS K 6911に準じて、25℃雰囲気下で測定した。次に、この試験片を耐圧容器に入れ、耐圧容器にATFオイル（ニッサンマチックフルード D）を充填させた状態で150℃の温度で1000時間浸漬した後、上記と同様の方法にて曲げ強度及び曲げ弾性率を測定した。ATFオイル浸漬前の初期値に対し、変化率が10%以内のものを○、10%を上回るものを×とした。

[0146] ATF浸漬試験（1000時間）：成形機（コータキ精機株式会社製、KTS-30）を用いて、金型温度175℃、注入圧力9.8MPa、硬化時間120秒の条件で、固定用樹脂組成物を注入成形し、長さ80mm、幅10mm、厚さ4mmの成形品（硬化物）を得た。得られた成形品を、後硬化として175℃、4時間加熱処理したものを試験片とし、ATF浸漬前の重量X1、体積Y1を測定した。次に、その試験片を耐圧容器に入れ、ATFを充填させた状態で150℃、1000時間浸漬した。それから、耐圧容器から試験片を取り出し、表面に付着したATFを拭き取った後、ATF浸漬後の重量X2、体積Y2を測定し、次式よりATF浸漬前後の重量変化率および体積変化率をそれぞれ算出した。

$$\text{ATF浸漬前後の重量変化率} [\%] = (X2 - X1) / X1 \times 100$$

$$\text{ATF浸漬前後の体積変化率} [\%] = (Y2 - Y1) / Y1 \times 100$$

なお、ATFとしては、マチックフルードD（日産自動車社製、オートフルードタイプT-IV（トヨタ自動車社製）、ATF DW-1（本田技研工業社製）をそれぞれ用いた。

[0147] ATF浸漬試験（2000時間）：ATFへの浸漬時間を2000時間に変える以外は、上記ATF浸漬試験（1000時間）と同様にして、ATF浸漬前後の重量変化率および体積変化率をそれぞれ算出した。

[0148] 無機充填材の脱離：上記A T F 浸漬試験後に、A T F オイルを濾過し、濾紙上の無機充填材の有無を顕微鏡で確認した。

[0149] [表1]

		150°CのICI粘度	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6
球キシ樹脂1	YK4000K	0.11	7.69		4.57			
球キシ樹脂2	YSLV-80YX	0.03		7.82				
球キシ樹脂3	N-665	3.06			4.58			
球キシ樹脂4	NC-2000	1.2				8.24		
球キシ樹脂5	NC3000	0.85					8.12	
球キシ樹脂6	E-1032H-60	1.3						8.16
フェノール樹脂1	PR-HF-3	1.08	4.16	3.83	4.5			
フェノール樹脂2	MEH-7800-4S	0.73			5.41			
フェノール樹脂3	MEH-7851SS	0.68				5.68		
フェノール樹脂4	HE910-20	1.5						4.59
球状シリカ1	FB-950		60	60	57	57	68	
球状シリカ2	FB-35		20	20	20	20		
球状シリカ3	SO-25R						10	
アルミナ	DAW-45							84
硬化促進剤1			0.2					0.3
硬化促進剤2				0.4				
硬化促進剤3					0.4			
硬化促進剤4						0.4		
硬化促進剤5							0.25	
カップリング剤1	CF-4083		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
無機難燃剤	CL-303		5	5	6	6	5	
イオン捕捉剤	DHT-4H		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
着色剤	MA600		0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
離型剤	ヘキストワックスE		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
低応力剤1	KMP-594		1	1	1	1	1	1
低応力剤2	TZ-8120		1	1	1	1	1	1
スパイラルフロー-(cm)			170	220	180	150	150	140
ゲルタイム(sec)			25	45	40	40	35	35
固化式粘度(Pa・s)			8	6	10	12	12	12
キュラストルク比(%)			60	50	55	55	55	60
ローター成形性			○	○	○	○	○	○
穴部と前記磁石との離間部の間隔(μm)			100	100	100	100	100	100
80μmスリット流動長(mm)			150	180	110	90	90	85
ガラス転移温度(°C)			140	135	150	145	140	190
耐燃性(3.2mm厚)			V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	全焼
耐油性			○	○	○	○	○	○

[0150]

[表2]

		150°CのICI粘度	比較例1	比較例2
エポキシ樹脂1	YK4000K	0.11		
エポキシ樹脂2	YSLV-80YX	0.03		
エポキシ樹脂3	N-665	3.06		
エポキシ樹脂4	NC-2000	1.2		
エポキシ樹脂5	NC3000	0.85		
エポキシ樹脂6	E-1032H-60	1.3		
エポキシ樹脂7	N-670	4.28	15.5	15.5
フェノール樹脂1	PR-HF-3	1.08		
フェノール樹脂2	MEH-7800-4S	0.73		
フェノール樹脂3	MEH-7851SS	0.68		
フェノール樹脂4	HE910-20	1.5		
フェノール樹脂5	PR-51714	1.64	7.75	7.75
球状シリカ1	FB-950		30	30
球状シリカ2	FB-35		30	30
球状シリカ3	SO-25R			
アルミナ	DAW-45			
硬化促進剤1			0.3	
硬化促進剤2				0.4
硬化促進剤3				
硬化促進剤4				
硬化促進剤5				
カップリング剤1	CF-4083		0.2	
カップリング剤2	KBM-403			0.2
無機難燃剤	CL-303		13.65	13.55
イオン捕捉剤	DHT-4H		0.1	0.1
着色剤	MA600		0.25	0.25
離型剤	ヘキストワックスE		0.2	0.2
低応力剤1	KMP-594		1	1
低応力剤2	TZ-8120		1	1
スパイラルフロー(cm)			72	78
ゲルタイム(sec)			26	44
高化式粘度(Pa・s)			14	11
キュラストルク比(%)			67	60
ローター成形性			×	×
穴部と前記磁石との離間部の間隔(μm)			100	100
80 μm スリット流動長(mm)			43	51
ガラス転移温度(°C)			161	163
耐燃性(3.2mm厚)			V-0	V-0
耐オイル性			○	○

[0151]

[表3]

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5	実施例 6
破断エネルギーa(25°C)[$\times 10^{-4}$ J/mm ³]	2.2	2.3	2.0	2.4	2.5	1.9
破断エネルギーb(150°C)[$\times 10^{-4}$ J/mm ³]	1.7	1.7	1.6	1.8	1.8	1.6
破断強度a(25°C)[MPa]	75	75	70	70	69	77
破断強度b(150°C)[MPa]	25	27	30	28	24	32
ATF浸漬試験 オートフルード タイプT-IV	1000時間後の重量変化率(%)					
	0.19	0.17	0.21	0.26	0.31	0.17
	2000時間後の重量変化率(%)					
	0.22	0.21	0.23	0.31	0.33	0.23
無機充填材の脱離	1000時間後の体積変化率(%)					
	0.62	0.55	0.62	0.71	0.81	0.51
	無機充填材の脱離					
	無し	無し	無し	無し	無し	無し
ATF浸漬試験 ATF DW-1	1000時間後の重量変化率(%)					
	0.16	0.16	0.19	0.23	0.30	0.17
	2000時間後の重量変化率(%)					
	0.21	0.22	0.23	0.27	0.33	0.24
ATF浸漬試験 マチックフルードD	1000時間後の体積変化率(%)					
	0.61	0.56	0.65	0.72	0.77	0.50
	無機充填材の脱離					
	無し	無し	無し	無し	無し	無し
ATF浸漬試験 マチックフルードD	1000時間後の重量変化率(%)					
	0.19	0.17	0.21	0.27	0.30	0.20
	2000時間後の重量変化率(%)					
	0.23	0.22	0.24	0.33	0.35	0.23
マチックフルードD	1000時間後の体積変化率(%)					
	0.65	0.62	0.66	0.77	0.86	0.60
無機充填材の脱離						無し
						無し

[0152] 実施例 1 ~ 6 から、充填特性、機械的特性、耐オイル性に優れ、ATF

浸漬試験においても良好な特性を発現できる固定用樹脂組成物が得られることが分かった。

また、エポキシ樹脂の ICI 粘度が3を超える比較例1～2では、 $80\mu\text{m}$ スリット流動長がいずれも75未満であった。このように、比較例1～2では、十分な充填特性を有する固定用樹脂組成物を得ることができなかった。

[0153] なお、当然ながら、上述した実施の形態および複数の変形例は、その内容が相反しない範囲で組み合わせることができる。また、上述した実施の形態および変形例では、各部の構造などを具体的に説明したが、その構造などは本願発明を満足する範囲で各種に変更することができる。

符号の説明

- [0154] 100 ロータ
110 ローターコア
112 鋼板
114 エンドプレート
116 溝部
118a、118b エンドプレート
120 磁石
121 側壁
123 側壁
130 固定部材
140 充填部
150 穴部
151 側壁
152 穴部
153 側壁
154a、154b 穴部
156 穴部

1 6 0 カシメ部

1 7 0 シャフト

2 0 0 上型

2 1 0 ポッド

2 2 0 流路

請求の範囲

- [請求項1] 複数の板部材が積層した積層体を有しており、回転シャフトに固設され、前記回転シャフトの周縁部に沿って配置されている複数の穴部が前記積層体に設けられている、ローターコアと、
前記穴部に挿入された磁石と、
前記穴部と前記磁石との離間部に充填されている、固定用樹脂組成物を硬化してなる固定部材と、
を備える、ロータを構成する前記固定部材に用いる前記固定用樹脂組成物であって、
エポキシ樹脂を含む熱硬化性樹脂（A）と、
硬化剤（B）と、
無機充填材（C）と、を含み、
前記エポキシ樹脂の150℃におけるICI粘度が3 poise以下である、固形の固定用樹脂組成物。
- [請求項2] 請求項1に記載の固定用樹脂組成物において、
金型温度175℃、成形圧力6.9 MPa、注入時間20秒の条件で、幅3 mm、厚さ80 μmの断面形状を有する流路に前記固定用樹脂組成物を注入した際のスリット流動長が75 mm以上である、固定用樹脂組成物。
- [請求項3] 請求項1または2に記載の固定用樹脂組成物において、
前記無機充填材（C）の含有量が、前記固定用樹脂組成物の合計値100質量%に対して、50質量%以上である、固定用樹脂組成物。
- [請求項4] 請求項1から3のいずれか1項に記載の固定用樹脂組成物において、
前記エポキシ樹脂が、ビフェニル型エポキシ樹脂、フェニレン骨格を有するフェノールアラルキル型エポキシ樹脂、ビフェニレン骨格を有するフェノールアラルキル型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、オルソクレゾールノボラック型エポキシ樹脂、ビス

フェノール型エポキシ樹脂、ビスナフトール型エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂、ジヒドロアントラセンジオール型エポキシ樹脂、及びトリフェニルメタン型エポキシ樹脂からなる群から選択される少なくとも一種を含む、固定用樹脂組成物。

[請求項5] 請求項1 から4 のいずれか1 項に記載の固定用樹脂組成物において、

、

前記硬化剤（B）の1 5 0℃における1 C 1 粘度が2 p o i s e 以下である、固定用樹脂組成物。

[請求項6] 請求項1 から5 のいずれか1 項に記載の固定用樹脂組成物において、

、

前記硬化剤（B）が、ノボラック型フェノール樹脂、フェニレン骨格を有するフェノールアラルキル樹脂、ビフェニレン骨格を有するフェノールアラルキル樹脂、ナフトール型フェノール樹脂、及びヒドロキシベンズアルデヒドとホルムアルデヒドとフェノールの反応生成物を主とするフェノール樹脂からなる群から選択される少なくとも一種を含む、固定用樹脂組成物。

[請求項7] 請求項1 から6 のいずれか1 項に記載の固定用樹脂組成物において、

、

前記エポキシ樹脂が、結晶性エポキシ樹脂である、固定用樹脂組成物。

[請求項8] 請求項1 から7 のいずれか1 項に記載の固定用樹脂組成物において、

、

高化式粘度測定装置を用いて、測定温度1 7 5℃、荷重1 0 k g で測定した際の、前記固定用樹脂組成物の高化式粘度が、3 P a ・ s 以上5 0 P a ・ s 以下である、固定用樹脂組成物。

[請求項9] 請求項1 から8 のいずれか1 項に記載の固定用樹脂組成物において、

、

前記固定用樹脂組成物の1 7 5℃におけるゲルタイムが、1 0 秒以

上、50秒以下である、固定用樹脂組成物。

[請求項10] 請求項1から9のいずれか1項に記載の固定用樹脂組成物において、
前記固定用樹脂組成物のスパイラルフローが、50cm以上である、固定用樹脂組成物。

[請求項11] 請求項1から10のいずれか1項に記載の固定用樹脂組成物において、
キュラストメーターを用いて、測定温度175℃で前記固定用樹脂組成物の硬化トルクを経時的に測定した際の、測定開始60秒後の硬化トルク値を T_{60} 、測定開始300秒後までの最大硬化トルク値を T_{max} としたとき、測定開始300秒後までの最大硬化トルク値に対する測定開始60秒後の硬化トルク値の比 T_{60}/T_{max} （%）が、40%以上である、固定用樹脂組成物。

[請求項12] 請求項1から11のいずれか1項に記載の固定用樹脂組成物において、
粉末状、顆粒状、又はタブレット状である、固定用樹脂組成物。

[請求項13] 請求項1から12のいずれか1項に記載の固定用樹脂組成物において、
上面視において、前記ロータの径方向における前記穴部と前記磁石との離間部の間隔が、20 μ m以上、500 μ m以下である前記ロータを構成する前記固定部材に用いる、固定用樹脂組成物。

[請求項14] 複数の板部材が積層した積層体を有しており、回転シャフトに固設され、前記回転シャフトの周縁部に沿って配置されている複数の穴部が前記積層体に設けられている、ローターコアと、
前記穴部に挿入された磁石と、
前記穴部と前記磁石との離間部に充填されている、固定用樹脂組成物を硬化してなる固定部材と、
を備えるロータであって、

前記ロータを構成する前記固定部材に用いる前記固定用樹脂組成物が、請求項 1 から 1 3 のいずれか 1 項に記載の固定用樹脂組成物であることを特徴とするロータ。

[請求項15] 請求項 1 4 に記載のロータにおいて、上面視において、前記ロータの径方向における前記穴部と前記磁石との離間部の間隔が、 $20\mu\text{m}$ 以上、 $500\mu\text{m}$ 以下であるロータ。

[請求項16] 請求項 1 4 又は 1 5 に記載のロータを備える、自動車。

[請求項17] 請求項 1 から 1 3 のいずれか 1 項に記載の固定用樹脂組成物を用いて行われるロータの製造方法であって、

複数の板部材が積層した積層体を有しており、回転シャフトが貫通する貫通孔の周縁部に沿って配置されている複数の穴部が前記積層体に設けられている、ローターコアを準備する工程と、

前記穴部に磁石を挿入する工程と、

前記穴部と前記磁石との離間部に、前記固定用樹脂組成物を充填する工程と、

前記ローターコアの前記貫通孔に前記回転シャフトを挿入するとともに、前記ローターコアに前記回転シャフトを固設する工程と、を備えるロータの製造方法。