

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-170308

(P2006-170308A)

(43) 公開日 平成18年6月29日(2006.6.29)

(51) Int. Cl.

F I

テーマコード (参考)

F 1 6 C 41/00 (2006.01)

F 1 6 C 41/00

2 F O 7 7

G O 1 P 3/487 (2006.01)

G O 1 P 3/487

F

G O 1 D 5/245 (2006.01)

G O 1 P 3/487

Z

G O 1 D 5/245

V

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2004-362873 (P2004-362873)

(22) 出願日 平成16年12月15日 (2004.12.15)

(71) 出願人 000004204

日本精工株式会社

東京都品川区大崎1丁目6番3号

(74) 代理人 100105647

弁理士 小栗 昌平

(74) 代理人 100105474

弁理士 本多 弘徳

(74) 代理人 100108589

弁理士 市川 利光

(74) 代理人 100115107

弁理士 高松 猛

(72) 発明者 矢部 俊一

神奈川県藤沢市鵜沼神明一丁目5番50号

日本精工株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車輪用転がり軸受ユニット

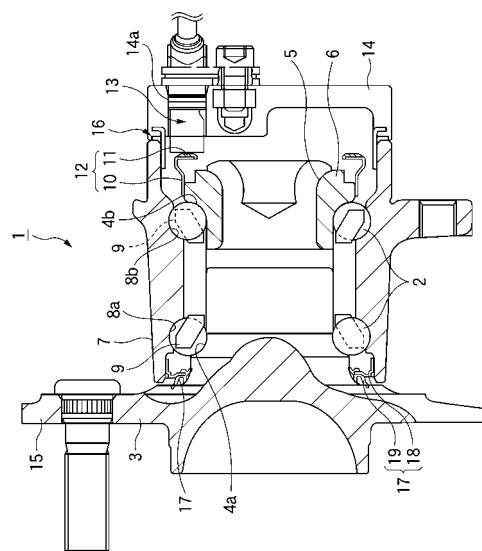
(57) 【要約】

【課題】 急激な温度変化等の過酷な使用条件においても磁石部に亀裂が発生したり、磁石部がスリングから脱落することを防止し、磁気特性が高く、高精度な回転数検出を可能にした信頼性の高い磁気エンコーダを備える車輪用転がり軸受ユニットを提供する。

【解決手段】 外方部材と、内方部材と、前記外方部材と前記内方部材との間で周方向に転動自在に配設された複数の転動体と、プラスチック磁石材料からなり円周方向に多極着磁された磁石部とスリングとを一体化してなり、前記内方部材に固定される磁気エンコーダとを備える車輪用転がり軸受ユニットであって、前記磁石部が、熱可塑性樹脂バインダと全量に対し86～92質量%の磁性体粉とを含有するプラスチック磁石材料を前記スリングにインサート成形してなり、かつ、該インサート成形と同時に硬化反応が進行する接着剤により前記スリングと化学的に接合されている車輪用転がり軸受ユニット。

。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外方部材と、内方部材と、前記外方部材と前記内方部材との間で周方向に転動自在に配設された複数の転動体と、プラスチック磁石材料からなり円周方向に多極着磁された磁石部とスリングとを一体化してなり、前記内方部材に固定される磁気エンコーダとを備える車輪用転がり軸受ユニットであって、

前記磁石部が、熱可塑性樹脂バインダと全量に対し 86 ~ 92 質量%の磁性体粉とを含有するプラスチック磁石材料を前記スリングにインサート成形してなり、かつ、該インサート成形と同時に硬化反応が進行する接着剤により前記スリングと化学的に接合されていることを特徴とする車輪用転がり軸受ユニット。

10

【請求項 2】

前記内方部材に駆動軸が嵌合され、かつ、前記スリングが、Cr を 16 ~ 20 質量%、Mo を 0.4 ~ 2.5 質量%含有する耐食性フェライト系ステンレスからなることを特徴とする請求項 1 記載の車輪用転がり軸受ユニット。

【請求項 3】

前記スリングの少なくとも前記磁石部との接合面が、化成処理または化学エッチング処理されていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の車輪用転がり軸受ユニット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、車輪の回転数を検出するための磁気エンコーダを備える車輪用転がり軸受ユニットに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、自動車のスキッド（車輪が略停止状態で滑る現象）を防止するためのアンチスキッド、または有効に駆動力を路面に伝えるためのトラクションコントロール（発進や加速時に生じやすい駆動輪の不要な空転の制御）等に用いられる回転数検出装置としては、N 極と S 極とを円周方向に交互に着磁された円環状の磁気エンコーダと、磁気エンコーダの近傍における磁場の変化を検出するセンサとを有し、車輪を支持する軸受を密封するための密封装置に磁気エンコーダを併設して配置することにより、車輪の回転とともに磁気エンコーダを回転せしめ、車輪の回転に同期した磁場変化をセンサにより検出するものが知られている（例えば、特許文献 1 及び特許文献 2 参照）。

30

【0003】

図 10 は特許文献 1 に記載のシール付回転数検出装置の要部を示す断面図であるが、内輪 101 に嵌合されたスリング 103 と、スリング 103 の外側面に取り付けられて磁気パルスが発生する磁石部 104 とで構成される磁気エンコーダと、外輪 100 に取り付けられたシール部材 102 と、磁石部 104 に近接して配置されて磁気パルスを検出するセンサ 105 とから構成されている。このシール付回転数検出装置が取り付けられた軸受ユニットでは、シール部材 102 とスリング 103 とにより、埃、水等の異物が軸受内部に侵入することを防止するとともに、軸受内部に充填された潤滑剤が軸受外部に漏洩することを防止している。また、磁気エンコーダは、内輪 101 が一回転する間に、磁石部 104 にて極数に対応した数の磁気パルスが発生させ、この磁気パルスをセンサ 105 により検出することで内輪 101 の回転数を検出している。

40

【0004】

また、磁石部 104 には、ゴムや樹脂等の弾性素材に磁性体粉を混入させた弾性磁性材料が用いられている。特に、磁性ゴムからなる磁石部 104 は、加硫接着によりスリング 103 と接合されるため、過酷な温度環境下（-40 ~ 120）において生じるスリング 103 との熱伸張差を、その弾性変形により吸収することができる。このため、上記のような温度環境下においてもスリング 103 に対する固着性が維持され、剥れの問題が生じ難い。磁性ゴムとしては、磁性体粉としてフェライトを含有したニトリルゴムが一般

50

に用いられており、ロールで練られることで、機械的に磁性体粉が配向された状態になっている。

【0005】

近年、車輪の回転数をより正確に検出するために、磁気エンコーダの磁石部104を円周方向に更に多極化する傾向にある。しかしながら、従来の機械配向法によるフェライト含有ゴム磁石からなる磁石部104では、一極当たりの磁束密度が小さくなりすぎ、回転数を精度よく検出するためには、センサと磁石部104との隙間（即ち、エアギャップ）を小さくする必要があるため組み立てが困難となるおそれがある。このため、組み立て性の面からエアギャップを大きくとるためには、磁石部104の磁気特性を向上させる必要があった。

10

【0006】

磁石部104の磁気特性を向上させるためには、ゴム磁石の磁気特性を向上させる必要があるが、ゴム磁石の磁気特性を向上させるために磁性体粉の混入量を多くした場合、強度の低下とともに弾性が低下するため、ゴム磁石が本来有する優れた耐熱衝撃性が著しく損なわれることになる。このため、ゴム磁石とスリング103との間の熱伸張差の吸収作用が損なわれるので、磁石部104がスリング103から剥離して脱落したり、磁石部104に亀裂やひび割れが発生するおそれがある。

【0007】

また、従動輪用の転がり軸受ユニットでは、端部にセンサ105の固定を兼ねたセンサキャップが配設された構造（図1）のものが多く、開口部がゴムシールと組み合わせられている駆動輪用の転がり軸受ユニットに比べて磁気エンコーダが小径になる傾向が大きい。そのため、同じ極数で多極化すると、1極当たりの磁束密度が小さくなり、回転数の測定精度に影響することも懸念されている。

20

【0008】

一方、樹脂に磁性体粉を混入したプラスチック磁石では、上記のゴム磁石に対して、比較的多量の磁性体粉を混入することが可能であり、この点において、ゴム磁石を凌ぐ磁気特性を有する磁石部素材となり得る可能性を持つ。更に、プラスチック磁石は、磁界をかけた状態での射出成形（磁場成形）が容易であり、これにより、優れた磁気特性発現に不可欠な異方性磁石を得ることができる。

【0009】

しかしながら、プラスチック磁石は、ゴム磁石のように加硫接着法によりスリング103に固着させるという手法を採ることができないため、接着剤により接合するか、インサート成形法により一体的に成形するという手法が一般に採られるが、何れの方法によっても、バインダである樹脂の種類によっては、加硫接着の場合と同等の接着強度を得ることができない場合がある。そして、そのような場合には、過酷な使用条件下では、最悪、スリング103から磁石部104が剥れる可能性がある。

30

【0010】

また、プラスチック磁石は、通常、ゴム磁石のような柔軟性がないため、急激な温度変化時の熱膨張差の吸収作用がほとんどなく、磁性体粉の配合量を高めたゴム磁石の場合と同様、磁石部104の剥れや亀裂の問題が生じる可能性もある。具体的には、高温から低温への急激な温度変化があると、温度の低下に伴ってプラスチック磁石の弾性が更に低下することに加え、本来ならば金属製のスリング103より大きく収縮するはずのプラスチック磁石がスリング103に拘束（固着）されていて収縮しきれないため、磁石部104に円周方向の引張応力が発生して、亀裂の原因となることが考えられる。また、図示されるタイプのスリング103は、通常、圧入により所定の取り付け箇所に固定されているため、磁石部104もスリング103と同様に、拡張される方向に変形して定常的な円周方向の引張応力が発生し、樹脂部104の割れを更に促進する。

40

【0011】

また、スリング103は一般にSUS430を加工したものである。しかし、このSUS430は18質量%程度のCrを含有するフェライト系ステンレスであり、耐食性はそ

50

れほど良くなく、走行に伴い泥水や塩水に曝されると、腐食するおそれがある。最悪の場合、スリング１０３やシールリップの摩耗が進展する前に部分的に腐食の一種である孔食が起こり、シールリップとの間に隙間が生じて外部から水や異物が侵入して軸受自体の不具合の原因にもなる。従動輪用の転がり軸受ユニットでは、センサキャップで封止されるため特に問題とはならないが、駆動輪用の転がり軸受ユニットではセンサキャップを備えないためにエンコーダ部分が露出しており、スリング１０３が腐食しやすい状況にある。

【特許文献１】特開２００１－２５５３３７号公報

【特許文献２】特開２００３－５７０７０号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【００１２】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、急激な温度変化等の過酷な使用条件においても磁石部に亀裂が発生したり、磁石部がスリングから脱落することを防止し、磁気特性が高く、高精度な回転数検出を可能にした信頼性の高い磁気エンコーダを備える車輪用転がり軸受ユニット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】

【００１３】

上記の目的を達成するために、本発明は以下の車輪用転がり軸受ユニットを提供する。
(１) 外方部材と、内方部材と、前記外方部材と前記内方部材との間で周方向に転動自在に配設された複数の転動体と、プラスチック磁石材料からなり円周方向に多極着磁された磁石部とスリングとを一体化してなり、前記内方部材に固定される磁気エンコーダとを備える車輪用転がり軸受ユニットであって、

20

前記磁石部が、熱可塑性樹脂バインダと全量に対し８６～９２質量％の磁性体粉とを含有するプラスチック磁石材料を前記スリングにインサート成形してなり、かつ、該インサート成形と同時に硬化反応が進行する接着剤により前記スリングと化学的に接合されていることを特徴とする車輪用転がり軸受ユニット。

(２) 前記内方部材に駆動軸が嵌合され、かつ、前記スリングが、Ｃｒを１６～２０質量％、Ｍｏを０．４～２．５質量％含有する耐食性フェライト系ステンレスからなることを特徴とする上記(１)記載の車輪用転がり軸受ユニット。

(３) 前記スリングの少なくとも前記磁石部との接合面が、化成処理または化学エッチング処理されていることを特徴とする上記(１)または(２)記載の車輪用転がり軸受ユニット。

30

【発明の効果】

【００１４】

本発明の車輪用転がり軸受ユニットは、磁性体粉を多量に含有し、磁気特性に優れるプラスチック磁石で磁石部を形成したことにより、１極当たりの磁束密度が高まり、回転数の検出精度が高まる。また、磁石部とスリングとを、磁石部をインサート成形と同時に硬化する接着剤により接着するため、生産性、信頼性も向上する。この接着に際し、スリング表面に化成処理または化学エッチング処理あるいは押型により転造する等して粗面化することにより、接着剤のアンカー効果によりスリングと磁石部との接着性が更に向上し、磁石部がスリングから剥れたり、脱落することもない。

40

【００１５】

また、スリングを耐食性のフェライト系ステンレス製とすることで、水等に曝されても腐食が抑えられ、特にエンコーダ部分が露出している駆動輪用の車輪用転がり軸受ユニットにおいて顕著な効果が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１６】

以下、本発明に関して図面を参照して詳細に説明する。

【００１７】

(第１実施形態)

50

図 1 は、本発明の実施形態の一例として、独立懸架式のサスペンションに支持する、従動輪を支持するための車輪支持用転がり軸受ユニット 1 に、本発明を適用した場合について示している。また、図 2 は図 1 の磁気エンコーダとセンサ近傍を示す拡大図である。尚、本発明の特徴以外の構成及び作用については、従来から広く知られている構造と同等であるから、説明は簡略にして本発明の特徴部分を中心に説明する。

【 0 0 1 8 】

転動体 2 は、ハブ 3 に形成した転動溝 4 a 及びハブ 3 の端部のかしめ部 5 にかしめ止めされた内輪 6 の転動溝 4 b と、外輪 7 の前記各転動溝 4 a , 4 b と対向する転動溝 8 a , 8 b とで形成される空間に保持器 9 を介して転動自在に保持されている。内輪 6 の端部には、スリング 1 0 に磁石部 1 1 を固着してなる磁気エンコーダ 1 2 が固定されている。スリングは、略円筒状で、内輪 6 の側端面から突出する位置にて外方に湾曲し、更に軸線側に屈曲する略 L 字状の断面形状を有する。この磁気エンコーダ 1 2 については後に詳述する。

10

【 0 0 1 9 】

磁気エンコーダ 1 2 の磁石部 1 1 と対向する位置に、所定のギャップでセンサ 1 2 が配置される。従動輪用転がり軸受ユニット 1 では、このセンサ 1 2 はセンサキャップ 1 3 に固定される。センサキャップ 1 3 は、外輪 7 で囲まれた開口部を覆うように装着される樹脂製の蓋部材であり、センサ 1 2 は通孔 1 4 a に挿通した状態で固定される。また、外輪 7 との係合端部には、外部から水や異物が侵入しないように O リング 1 6 が介挿される。

【 0 0 2 0 】

また、ハブ 3 の取付フランジ 1 5 側の外輪 7 との隙間は、シールリング 1 7 により密封されている。このシールリング 1 7 は、軟鋼板を断面 L 字形で全体を円環状に加工した芯金 1 8 と、弾性部材 1 9 とを接合したものである。

20

【 0 0 2 1 】

軸受ユニットとしての全体構成は概略上記の通りであるが、本発明においては、磁気エンコーダ 1 2 を以下のように構成する。

【 0 0 2 2 】

従動輪用転がり軸受ユニットでは、図示のようにセンサキャップ 1 4 が装着されて密封性が確保されているために、スリング 1 0 は通常の冷延鋼板 (S P C C) を使用しても特に問題はなく、コスト面では有利となる。耐食性を重視する場合は、亜鉛等のメッキを施した鋼板や、S U S 4 2 0 や S U S 4 3 0 等の磁性ステンレスでスリング 1 0 を形成することが好ましい。

30

【 0 0 2 3 】

スリング 1 0 には磁石部 1 1 が接着剤により固着されるが、粗面化して接着強度を高めるための処理を施すことが好ましい。この表面処理は、スリング 1 0 の形成材料によって異なる。一般的な冷延鋼板 (S P C C) の場合は、リン酸亜鉛、リン酸鉄、リン酸亜鉛カルシウム等を用いて化成処理を行うことで、表面にこれらの結晶の微細な凹凸を形成させ、凹凸に接着剤を入り込ませることで、アンカー効果により接着接合性が向上する。更にアンカー効果を向上させるために、上記のような化成処理による被膜を除去することで凹凸を設ける粗面化処理が更に好ましい。この粗面化処理は以下の工程で行われる。

40

【 0 0 2 4 】

第一の工程では、スリング 1 0 の表面をアルカリ脱脂剤にて清浄した後、常温の希塩酸等中に数分間浸漬して酸洗後、亜鉛イオン、ニッケルイオン、コバルトイオン、カルシウムイオン及びマンガンイオンからなる群から選ばれる少なくとも 1 種の重金属イオンと、リン酸イオンとを含有するもの、具体的にはリン酸亜鉛処理液、リン酸亜鉛カルシウム処理液、リン酸マンガン処理液等に数分間浸漬して、表面にリン酸亜鉛、リン酸亜鉛カルシウム、リン酸マンガン等の皮膜を形成する。第二の工程では、第一の工程で処理されたスリング 1 0 を常温の希塩酸等中に数分間浸漬し、下地の鋼板が侵されないレベルまで各皮膜の大部分を除去し、スリング表面に化学エッチングされた凹凸を形成する。この凹凸は化学的に形成されるので、ショットブラスト法等による機械的凹凸に比べて、形状依存性

50

がなく、全表面に均一に形成され、部分的に凹部の内側空間が広がったようなシャープな（角のある）窪み状の凹凸となる。従って、このスリング１０の凹凸には接着剤が入り込みやすく、接着剤をスリング１０に塗布後、半硬化状態で焼き付けたものをコアにしてインサート成形し、必要に応じて２次加熱することで、凹凸がないスリング１０を用いた場合に比べて強固な接着状態を達成することができる。

【００２５】

更に、防錆性あるいは接着剤の密着性を向上させる第三の工程を行ってもよい。防錆性を向上させる処理の具体例としては、第一工程で使用したリン酸塩系皮膜処理が挙げられるが、第二工程で形成された凹凸表面を覆い尽くさないような微細な結晶で形成される薄膜が好ましい。この微細結晶を得る手段としては、処理前に表面調整液に浸漬処理して結晶核を形成しておく方法が効果的である。一方、接着剤の密着性を向上させる処理としては、シランカップリング剤処理が効果的である。シランカップリング剤皮膜は接着剤のプライマーとして働き、片末端に接着剤の官能基と反応性が高いアミノ基、エポキシ基等を有するものが好ましく、具体的には、

- アミノプロピルトリエトキシシラン、
- グリシドキシプロピルトリエトキシシラン等

であり、アルコール等の希釈液に浸漬後、必要に応じて乾燥することで形成される。これら第三工程で形成される各皮膜の厚みは、 $0.01 \sim 1.0 \mu\text{m}$ 、より好ましくは $0.01 \sim 0.5 \mu\text{m}$ である。皮膜の厚みが $0.1 \mu\text{m}$ 未満であると、防錆性、接着剤密着性の改善効果が乏しくなり、好ましくない。それに対して、皮膜の厚みが $1.0 \mu\text{m}$ を越えると、第二工程で設けた凹凸表面が覆い尽くす割合が増えるので好ましくない。第二工程、あるいは第三工程まで行なって得られるスリング表面の凹凸の状態は、JIS-B-0601(2001)で規定される算術平均高さRaで $0.2 \sim 2.0 \mu\text{m}$ 、最大高さRzで $1.5 \sim 10 \mu\text{m}$ 程度である。凹凸の状態が下限値未満であると、アンカー効果を発現させるのが困難になる。またそれに対して、凹凸の状態が上限値を越えるとそれだけアンカー効果は向上するが、化学エッチング法で達成するのが難しくなり、実用性が低下する。

【００２６】

また、スリング１０が磁性ステンレス鋼製である場合は、接着接合性を向上させるには、化学エッチングを伴う粗面化処理が好ましく、以下の工程で行われる。

【００２７】

第一工程では、スリング１０の表面をアルカリ脱脂剤にて清浄した後、常温の希塩酸等中に数分間浸漬して酸洗後、少なくともシュウ酸イオンとフッ素化合物イオンとを含有するシュウ酸鉄処理液に数分間浸漬して、表面にシュウ酸鉄皮膜を形成する。第二工程では、このシュウ酸鉄皮膜が形成された磁性ステンレス鋼製のスリング１０を、常温で硝酸・フッ化水素酸混酸の水溶液等に数分間浸漬し、下地のステンレス鋼が侵されないレベルまでシュウ酸鉄皮膜の大部分を除去し、スリング表面に化学エッチングされた凹凸を形成する。更に第三工程で、防錆性を向上させるために、処理液をシュウ酸鉄処理液として冷延鋼板と同様のことを行ってもよい。更に、接着性を向上させるシランカップリング剤の処理を、冷延鋼板と同様に行ってもよい。その他、転造等による粗面化も可能である。

【００２８】

また、スリング１０には、磁石部１１の固着面に接着剤が塗工されている。後述されるように、磁気エンコーダ１２は、スリング１０をコアとし、プラスチック磁石材料をインサート成形して作製されるため、接着剤としては、溶融した高圧のプラスチック磁石材料によって、脱着して流失しない程度まで半硬化状態を維持し、溶融しているプラスチック磁石材料からの熱、あるいはそれに加えて成形後の２次加熱によって完全に硬化状態となるものを使用する。このような特性を有する接着剤としては、溶剤での希釈が可能で、２段階に近い硬化反応が進むフェノール樹脂系接着剤、エポキシ樹脂系接着剤等が、耐熱性、耐薬品性、ハンドリング性を考慮すると好ましい。

【００２９】

フェノール樹脂系接着剤は、ゴムの加硫接着剤として用いられているものが好適であり、組成としては特に限定されないが、ノボラック型フェノール樹脂やレゾール型フェノール

10

20

30

40

50

ル樹脂と、ヘキサメチレンテトラミン等の硬化剤を、メタノールやメチルエチルケトン等の溶解させたものが使用できる。また接着性を向上させるために、これらにノボラック型エポキシ樹脂を混合したものであってもよい。

【0030】

エポキシ樹脂系接着剤としては、原液としては一液型エポキシ系接着剤で、溶剤への希釈が可能なものが好適である。この一液型エポキシ系接着剤は、溶剤を蒸発させた後、適当な温度・時間でスリング表面に、インサート成形時の高温高圧の溶融プラスチック磁石材料によって流失されない程度の半硬化状態となり、インサート成形時の溶融プラスチック磁石材料からの熱、及び2次加熱によって完全に硬化状態となるものである。

【0031】

本発明で用いる一液型エポキシ系接着剤は、少なくともエポキシ樹脂と硬化剤とからなり、硬化剤は室温近辺ではほとんど硬化反応が進まず、例えば80～120 程度で半硬化状態となり、120～180 の高温の熱を加えることによって完全に熱硬化反応が進むものである。この接着剤には、反応性希釈剤として使用されるその他のエポキシ化合物、熱硬化速度を向上させる硬化促進剤、耐熱性や耐硬化歪み性を向上させる効果がある無機充填材、応力がかかった時に変形する可撓性を向上させる架橋ゴム微粒子等を更に添加してもよい。

【0032】

前記エポキシ樹脂としては、分子中に含まれるエポキシ基の数が2個以上のものが、十分な耐熱性を発揮し得る架橋構造を形成することができる等の点から好ましい。また、4 個以下、さらに3個以下のものが低粘度の樹脂組成物を得ることができる等の点から好ましい。分子中に含まれるエポキシ基の数が少なすぎると、硬化物の耐熱性が低くなる、強度が弱くなる等の傾向が生じ易くなり、多すぎると、樹脂組成物の粘度が高くなる、硬化収縮が大きくなる等の傾向が生じ易くなる。

【0033】

また、前記エポキシ樹脂の数平均分子量は、200～5500、さらには200～10000 が物性のバランスの面から好ましい。数平均分子量が少なすぎると、硬化物の強度が弱くなる、耐湿性が小さくなる等の傾向が生じ易くなり、大きすぎると、樹脂組成物の粘度が高くなり、作業性調整のために反応性希釈剤の使用が多くなる等の傾向が生じ易くなる。

【0034】

更に、エポキシ当量が100～2800、特に100～500のエポキシ樹脂が、硬化剤の配合量が適正範囲になる等の点から好ましい。エポキシ当量が小さすぎると、硬化剤の配合量が多くなりすぎ、硬化物の物性悪くなる等の傾向が生じ易くなり、大きすぎると、硬化剤の配合量が少なくなると共にエポキシ樹脂自体の分子量が大きくなって樹脂組成物の粘度が高くなる等の傾向が生じ易くなる。

【0035】

このようなエポキシ樹脂の具体例としては、例えばビスフェノール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AD型エポキシ樹脂、ナフタレン型エポキシ樹脂、ピフェニル型エポキシ樹脂、グリシジルアミン型エポキシ樹脂、脂環式エポキシ樹脂、ジクロペンタジエン型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、ポリエステル変性エポキシ樹脂、シリコーン変性エポキシ樹脂のような他のポリマーとの共重合体等が挙げられる。これらのうちでは、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AD型エポキシ樹脂、ナフタレン型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂等が、比較的低粘度で、硬化物の耐熱性と耐湿性に優れるので好ましい。

【0036】

前記硬化剤としては、アミン系硬化剤、ポリアミド系硬化剤、酸無水物系硬化剤、潜在性硬化剤等を用いることができる。

【0037】

アミン系硬化剤は、アミン化合物であり、硬化反応によりエステル結合を生成しないため、酸無水物系硬化剤を用いた場合に比べて、優れた耐湿性を有するようになり好ましい。アミン化合物としては、脂肪族アミン、脂環族アミン、芳香族アミンのどれでもよいが、芳香族アミンが配合物の室温での貯蔵安定性が高いと共に、硬化物の耐熱性が高いので最も好ましい。芳香族アミンの具体例としては、3, 3' - ジエチル - 4, 4' - ジアミノジフェニルメタン、3, 5 - ジエチル - 2, 6 - トルエンジアミン、3, 5 - ジエチル - 2, 4 - トルエンジアミン、3, 5 - ジエチル - 2, 6 - トルエンジアミンと3, 5 - ジエチル - 2, 4 - トルエンジアミンとの混合物等が挙げられる。

【0038】

ポリアミド系硬化剤は、ポリアミドアミンとも呼ばれ、分子中に複数の活性なアミノ基を持ち、同様にアミド基を一個以上持つ化合物である。ポリエチレンポリアミンから合成されるポリアミド系硬化剤は、二次的な加熱によりイミダジリン環を生じ、エポキシ樹脂との相溶性や機械的性質が向上するので好ましい。ポリアミド系硬化剤は、少量のエポキシ樹脂を予め反応させたアダクト型のもでもよく、アダクト型にすることで、エポキシ樹脂との相溶性に優れ、硬化乾燥性や耐水・耐薬品性が向上し好ましい。このポリアミド系硬化剤を用いることで、エポキシ樹脂との架橋により特に可撓性に富んだ強靱な硬化樹脂となるので、磁気エンコーダ12が耐熱衝撃性に優れるようになり、好適である。

10

【0039】

酸無水物系硬化剤で硬化した硬化物は、耐熱性が高く、高温での機械的・電気的性質が優れているが、やや脆い傾向があるが、第三級アミン等の硬化促進剤と組み合わせることで改善が可能である。酸無水物系硬化剤の具体例としては、無水フタル酸、メチルテトラヒドロ無水フタル酸、エンドメチレンテトラヒドロ無水フタル酸、メチレンエンドメチレンテトラヒドロ無水フタル酸、メチルヘキサヒドロ無水フタル酸、無水トリメリット酸等が挙げられる。

20

【0040】

潜在性硬化剤は、エポキシ樹脂との混合系において、常温での貯蔵安定性に優れ、一定温度以上の条件下にて速やかに硬化するものであり、実際の形態としては、エポキシ樹脂の硬化剤になり得る酸性または塩基性化合物の中性塩又は錯体で加熱時に活性化するもの、マイクロカプセル中に硬化剤が封入され圧力により破壊するもの、結晶性で高融点かつ室温でエポキシ樹脂と相溶性がない物質で加熱溶解するもの等がある。潜在性硬化剤の具体例としては、高融点の化合物である1, 3 - ビス(ヒドラジノカルボエチル) - 5 - イソプロピルヒダントイン、エイコサン二酸ジヒドラジド、アジピン酸ジヒドラジド、ジシアンジアミド、7, 11 - オクタデカジエン - 1, 18 - ジカルボヒドラジド等が挙げられる。これらの中でも、7, 11 - オクタデカジエン - 1, 18 - ジカルボヒドラジドは、エポキシ樹脂との架橋により特に可撓性に富んだ強靱な硬化樹脂となるので、磁気エンコーダ12が耐熱衝撃性に優れるようになり、好適である。

30

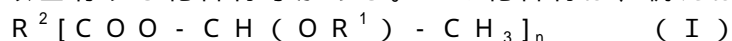
【0041】

前記反応性希釈剤としては、t - ブチルフェニルグリシジルエーテル、2 - エチルヘキシルグリシジルエーテル、アリルグリシジルエーテル、フェニルグリシジルエーテル等を用いることができ、添加することで、硬化物に適度な可撓性も付与され好適である。但し、これらの反応性希釈剤は、多量に使用すると、硬化物の耐湿性や耐熱性を低下させるので、主体となるエポキシ樹脂に対して30質量%以下とすることが好ましく、より好ましくは20質量%以下とする。

40

【0042】

前記硬化促進剤としては、常温では硬化促進剤として作用せず十分な保存安定性を有し、100以上の高温になったときに速やかに硬化反応を進行させるものが好ましく、例えば、分子内の1 - アルコキシエタノールとカルボン酸の反応により生じるエステル結合を一個以上有する化合物等がある。この化合物は、例えば一般式(I)：



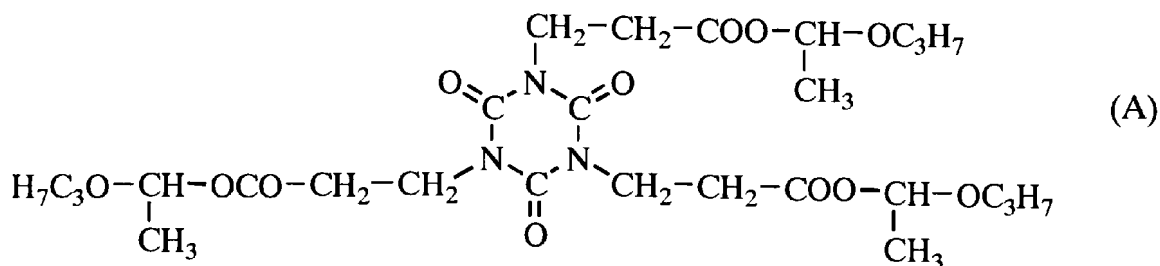
(式中、 R^2 は炭素数2～10個で、窒素原子、酸素原子等の1種以上が含まれていても

50

よい n 価の炭化水素基、 R^1 は炭素数 1 ~ 6 個で、窒素原子、酸素原子等の 1 種以上が含まれていてもよい 1 価の炭化水素基、 n は 1 ~ 6 の整数) で表される化合物である。その具体例としては、式 (A)

【0043】

【化1】



10

【0044】

で表される化合物、 R^2 が 2 価のフェニル基で R^1 がプロピル基の化合物、 R^2 が 3 価のフェニル基で R^1 がプロピル基の化合物、 R^2 が 4 価のフェニル基で R^1 がプロピル基の化合物等が挙げられる。これらは単独で用いてもよく、2 種以上を組み合わせ用いてもよい。これらのうちでは式 (A) で表される化合物が硬化反応性と貯蔵安定性のバランスの点

20

【0045】

上記以外にも、2 - メチルイミダゾール、2 - エチル - 4 - メチルイミダゾール、2 - ウンデシルイミダゾール、2 - フェニルイミダゾール等のイミダゾール化合物を硬化促進剤として用いても良い。

【0046】

また、硬化促進剤として、エポキシ基と反応し、開環反応を引き起こすような活性水素を有する化合物として、アジピン酸等のカルボン酸類を使用してもよい。アジピン酸を使用することで、エポキシ樹脂のエポキシ基及び硬化剤のアミノ基と反応し、得られた硬化物は、アジピン酸の添加量が増えるに従って可撓性を有するようになる。可撓性を発現させるためには、アジピン酸の添加量は、接着剤全量に対して、10 ~ 40 質量%、より好ましくは 20 ~ 30 質量% である。添加量が 10 質量% 未満の場合は、十分な可撓性が発現しない。それに対して、添加量が 40 質量% を越えると、その分エポキシ樹脂の接着剤中での全体量が減り、接着力、機械的強度が低下し、好ましくない。尚、アジピン酸は、ポリアミド樹脂の出発原料でもあるので、プラスチック磁石材料のバインダがポリアミド 12、ポリアミド 6 等のポリアミド系樹脂の場合、バインダ材料自体に極微量残存するモノマーやオリゴマー成分との反応性も有するので、このアジピン酸を含有する接着剤組成とすることで、より強固な接着が可能である。

30

【0047】

更に、硬化促進剤として、エポキシ基の開環反応を促進する触媒として働く、ジメチルベンジルアミン等の 3 級アミン、テトラブチルアンモニウムプロマイド等の 4 級アンモニウム塩、3 - (3', 4' - ジクロロフェニル) - 1, 1 - ジメチル尿素等のアルキル尿素等を添加してもよい。

40

【0048】

上記説明したアミン類等も含めて、この開環反応で生成した OH 基は、スリンガ 10 の表面の水酸基と水素結合を形成したり、バインダ材料であるポリアミドのアミド結合等に作用し、強固な接着状態を保つことができる。

【0049】

前記無機充填材としては、従来から使用されているものであれば特に限定なく使用することができる。具体例としては、例えば溶融シリカ粉末、石英ガラス粉末、結晶ガラス粉

50

末、ガラス繊維、アルミナ粉末、タルク、アルミニウム粉末、酸化チタン等が挙げられる。

【0050】

前記架橋ゴム微粒子としては、エポキシ基と反応しうる官能基を有するものが好ましく、具体的には分子鎖中にカルボキシル基を有する加硫されたアクリロニトリルブタジエンゴムが最も好ましい。粒子径はより細かいものが好ましく、平均粒子径で30～200nm程度の超微粒子のものが、分散性と安定した可撓性を発現させるために最も好ましい。

【0051】

上記の一液型エポキシ接着剤は、常温ではほとんど硬化反応が進まず、例えば80～120 程度で半硬化状態となり、120～180 の高温の熱を加えることによって完全に熱硬化反応が進むものである。より好ましくは、150～180 で比較的短時間で硬化反応が進むものが好ましく、180 程度の高周波加熱での接着が可能なものが最も好ましい。

【0052】

以上説明したフェノール樹脂系接着剤、エポキシ樹脂系接着剤の熱硬化後の硬化物は、物性として、曲げ弾性率あるいはヤング率が0.02～5GPa、より好ましくは0.03～4GPaの範囲、あるいは硬度（デュロメーターDスケール；HDD）が40～90、より好ましくは60～85の範囲内に入るものである。曲げ弾性率あるいはヤング率が0.02GPa未満、あるいは、硬度（HDD）が40未満の場合は、接着剤自体が柔らかすぎて、自動車等の走行時の振動によって変形しやすく、それによって、磁石部11が動き易くなる。その結果、回転数の検出精度が低下するおそれがあり、好ましくない。それに対して、曲げ弾性率あるいはヤング率が5GPaを越える、あるいは硬度（HDD）が90を越える場合は、接着剤が剛体すぎて、磁石部11とスリング10との線膨張係数の差を吸収するように変形するのは難しく、最悪の場合、磁石部11に亀裂等が発生することが予想され好ましくない。また、接着剤は、自動車での使用を前提とすると、耐熱衝撃性が求められ、硬化物の状態で可撓性（応力がかかったときに変形する）を有するものがより好ましい。

【0053】

一方、磁気エンコーダ12の磁石部11は、磁性体粉を含有し、熱可塑性樹脂をバインダとしたプラスチック磁石コンパウンドからなる。磁性体粉としては、耐候性に優れるストロンチウムフェライト、バリウムフェライト等のフェライト系磁性体粉の他、このフェライト系磁性粉の磁気特性を向上させるためにランタンとコバルト等を混入させたものや、磁気特性に優れるネオジウム-鉄-ボロン、サマリウム-コバルト、サマリウム-鉄-窒素等の希土類磁性体粉を用いることができる。これらの磁性体粉は、磁石部11の磁気特性が、異方性フェライト系ゴム磁石より高い最大エネルギー積BHmax（1.8MGOe～15MHOe）を達成し、かつ一定レベル以上の機械的強度を達成するために、耐酸化安定性、コストを考慮して適宜混合して用いられる。

【0054】

バインダとしては、温度変化等様々な環境で発生する亀裂を防止するために、ポリアミド12等のポリアミドからなるハードセグメントとポリエーテル成分のソフトセグメントを持つブロック共重合体であるポリアミド系熱可塑性エラストマーを必須構成成分とし、引張強度・耐熱性等とのバランスを保つために、ポリアミド12、ポリアミド11、ポリアミド612から選ばれる少なくとも1種類の通常のポリアミドを更に混合した組成である。ポリアミド12系熱可塑性エラストマーに代表されるポリアミド系熱可塑性エラストマーは、融点で145～176、曲げ弾性率で60～500MPaの範囲に入るものを好適に用いることができる。耐熱性、亀裂発生防止を考慮すると、より好ましくは、融点で150～162、曲げ弾性率で65～250MPaの範囲である。融点が145未満、あるいは曲げ弾性率が60未満のポリアミド（12）系熱可塑性エラストマーを用いると、磁石材料全体としては、柔軟性は向上するが、耐熱性、引張強度等が低下することが想定され、好ましくない。それに対して、曲げ弾性率が500MPaを越える場合は、

柔軟性の改善効果が低く、亀裂発生防止に効果を発揮するレベルまで、曲げたわみ量を向上させることが難しくなる。本発明で用いられる磁石材料は、ゴム系フェライト磁石より高い最大エネルギー積 BH_{max} を有し、具体的には $14.4 \sim 119.7 (1.8 \sim 15) \text{ kJ/m}^3 (\text{MGOe})$ の範囲の高い磁気特性を保持すると同時に、23 での曲げたわみ量 ($t = 3.0 \text{ mm}$ 、ASTM D790; スパン間距離 50 mm) が $2 \sim 10 \text{ mm}$ の範囲に入る、たわみ性に優れることで、耐亀裂性が高いものとなっている。

【0055】

上記説明した磁気特性、曲げたわみ量等を達成するために、プラスチック磁石材料は、磁性体粉を全量の $86 \sim 92$ 質量% の割合で含有し、残部をバインダ及び添加剤とする。添加剤としては、以下のものを例示できる。

10

【0056】

上記の曲げたわみ量を達成するとともに、耐亀裂性を向上させるために、ベンゼンスルホン酸アルキルアミド類、トルエンスルホン酸アルキルアミド類、及びヒドロキシ安息香酸アルキルエステル類から選ばれる少なくとも1種類の特定の可塑剤を、全重量の $0.1 \sim 4$ 質量% 程度含有されてもよい。ベンゼンスルホン酸アルキルアミド類としては、具体的には、ベンゼンスルホン酸プロピルアミド、ベンゼンスルホン酸ブチルアミド、及びベンゼンスルホン酸2-エチルヘキシルアミド等を挙げることができる。トルエンスルホン酸アルキルアミド類としては、具体的には、N-エチル-o-またはN-エチル-p-トルエンスルホン酸ブチルアミド、N-エチル-o-またはN-エチル-p-トルエンスルホン酸2-エチルヘキシルアミド等を挙げることができる。ヒドロキシ安息香酸アルキル 20
エステル類としては、具体的には、o-またはp-ヒドロキシ安息香酸エチルヘキシル、o-またはp-ヒドロキシ安息香酸ヘキシルデシル、o-またはp-ヒドロキシ安息香酸エチルデシル、o-またはp-ヒドロキシ安息香酸オクチル、o-またはp-ヒドロキシ安息香酸デシルドデシル、o-またはp-ヒドロキシ安息香酸ドデシル等を挙げることができる。これらの中でも、バインダへの相溶性、低ブリードアウト性、耐熱性から、ベンゼンスルホン酸ブチルアミド、p-ヒドロキシ安息香酸エチルヘキシル、p-ヒドロキシ安息香酸ヘキシルデシルが特に好ましい。

20

【0057】

また、磁性体粉の分散性及びバインダとの密着性を改良するためのシランカップリング剤や酸化防止剤等を加えてもよい。

30

【0058】

上記のように、磁石部11は、バインダがソフトセグメントであるポリアミド12系等の熱可塑性エラストマーを含有するため、ハードセグメントであるポリアミド12のみからなるプラスチック磁石に比べて曲げたわみ量が大きく、耐亀裂性が向上している。そのため、スリング10をコアにしたインサート成形で機械的に接合された構造としても、自動車の足回り部が晒される高温、低温、高温 低温の熱衝撃等の応力が加わったときに、磁石部11に亀裂が発生するのを効果的に防止し、信頼性が格段に向上している。また、従来の異方性フェライト系ゴム磁石では達成できなかった高い磁気特性を有するので、一極あたりの磁束密度が高く、信頼性の高い回転数の検出が可能である。

【0059】

40

磁気エンコーダ12を製造するには、先ず、上記のスリング10をコアにしたプラスチック磁石材料のインサート成形を、磁場射出成形機を用いて行う。磁場射出成形機に取り付けられた金型中で溶融した材料の射出時に合せてコイル電流を金型両端のコイルに印加して発生する一方向(極性同一)の磁界で着磁し、磁性体粉を配向させる。その後、金型中での冷却時に着磁方向と逆方向の磁界で脱磁、あるいは着磁時のコイル電流に対して高い初期コイル電流に始まって極性が交互に反転し振幅が徐々に小さくなる複数のパルス電流を金型両端のコイルに印加して脱磁する反転脱磁の少なくともどちらか一方の工程により脱磁を行う。次に、ゲート部を除去してから、接着剤を完全に硬化させた後、オイルコンデンサ式等の脱磁機を用いて、 2 mT 以下、より好ましくは 1 mT 以下の磁束密度まで更に脱磁する。その後工程で、着磁ヨークと重ね合わせて円周方向に多極着磁する。極数 50

は70～130極程度、好ましくは90～120極である。極数が70極未満の場合は、極数が少なすぎて回転数を精度良く検出することが難しくなる。それに対して、極数が130極を越える場合は、各ピッチが小さくなりすぎて、単一ピッチ誤差を小さく抑えることが難しく、実用性が低い。図3に、多極着磁された磁石部11を模式的に示す。

【0060】

上記において、内径厚み部から溶融したプラスチック磁石材料が同時に金型中に高压で流れ込み、金型中で急冷され固形化する、ディスクゲート方式の射出成形（インサート成形）が好ましい。溶融プラスチック磁石材料はディスク状に広がってから、内径厚み部にあたる部分の金型に流入することで、中に含有する薄片状の磁性体粉が面に対して平行に配向する。特に、内径厚み部近傍の、回転センサの検出する内径部と外径部との間の部分
10
はより配向性が高く、厚さ方向に配向されたアキシャル異方性に非常に近くなっている。成形時に金型に、厚さ方向に磁場をかけるようにすると、異方性はより完全に近いものとなる。これに対し、サイドゲートとした場合、徐々に固形化に向かって溶融プラスチック磁石材料の粘度が上がって行く過程で、ウェルド部での配向を完全に異方化するのは困難であり、それによって、磁場特性が低下するとともに、機械的強度が低下するウェルド部に長期間の使用によって、亀裂等が発生する可能性があり好ましくない。

【0061】

（第2実施形態）

上記の磁気エンコーダ12は、駆動輪用転がり軸受ユニットにも適用できる。図4は、駆動輪用転がり軸受ユニット1aの一例を示す断面図であるが、ハブ3の軸線に沿って貫通孔20が形成されており、この貫通孔20に駆動軸（図示せず）が嵌入される。そのため、上記した第1実施形態の従動輪用転がり軸受ユニット1とは異なり、外輪7で形成される開口部はセンサチャップで密封されることはなく、磁気エンコーダ12は露出して水等と接触する。そのため、スリング11には耐食性が要求され、本発明では、スリング11を耐食性フェライト系ステンレスで形成する。
20

【0062】

また、駆動輪用転がり軸受ユニット1aでは、磁気エンコーダ12と外輪7との間に隙間が形成されるため、シールリング21によりこの隙間を密封する。シールリング21は、図5に拡大して示すように、外輪7に固定される断面略L字状の芯金22と弾性部材23とを接合したものであり、弾性部材23を磁気エンコーダ12のスリング10の裏面（
30
磁石部11とは反対側の面）に当接させることでシールする。駆動輪用転がり軸受ユニット1aにおけるその他の構成部材は、従動輪用転がり軸受ユニットと同じで構わず、図4においても図1に示した従動輪用転がり軸受ユニット1と同一部材には同一の符号を付し、説明は省略する。

【0063】

耐食性フェライト系ステンレスは、耐食性を確保する基本的成分であるCrを全量（以下同様）の16～20質量%、Crとの組み合わせで耐全面腐食性と耐局部腐食性に著しい効果を発現するMoを0.4～2.5質量%の割合で含有するフェライト系ステンレスである。その他の成分としては、Cが0.12質量%以下、Siが1.0質量%以下、Mnが1.0質量%以下、Pが0.04質量%以下、Sが0.03質量%以下であることが
40
好ましい。このような耐食性フェライト系ステンレスとして、JISで規格されているSUS434、SUS436L、SUS436J1L、SUS444を挙げることができる。これらの中でも、SUS436L、SUS436J1L、SUS444は、粒界腐食等に影響を及ぼすCが0.025質量%以下に減量されており、この減量分を補うようにNを0.025質量%以下で含有し、更にCとNとの粒界腐食を防止する作用を有するTi、Nb、Zrの少なくとも1種をCとNとの合計量の8倍量から全量の0.8質量%の範囲で含有しており、これら成分の複合効果により耐食性能が更に改善されており、好ましい。

【0064】

上記スリング10においても、磁石部11の固着面に同様の化成処理や化学エッチング
50

処理を施して粗面し、プラスチック磁石材料をインサート成形することで、磁気エンコーダ 12 が得られる。

【0065】

また、磁石部 11 は、図示されるように、そのセンサ側の角部 11a, 11a を面取り形状または円弧形状とすることが好ましく、これにより角部 11a, 11a への応力集中が緩和されて欠け等を防止することができる。また、磁石部 11 の内輪側の面（以下、「内径面」）11b、及び外輪側の面（以下、「外径面」）11c の表面を、算術平均高さ R_a で $8.0\mu\text{m}$ 以下とすることが好ましい。このような平滑面とすることにより、スリングア圧入時、更には温度変化に伴う応力が特定箇所への集中することを防ぐことができる。尚、このような表面粗さとするには、例えば旋盤加工が適当である。更には、内径面 11b をスリング側からセンサ側へと移行するのに伴い内輪 6 との隙間が大きくなるようなテーパ状とすることも好ましく、これによりスリング 11 を圧入する際の磁石部 11 の干渉を防ぎ、スリング圧入に伴う応力集中をより効果的に防ぐことができる。尚、磁石部 11 の干渉を確実に防ぐためには、内径面 11b のテーパ寸法を、内輪 6 と最も近い位置における径 D_1 に対し、内輪 6 と最も離れた位置における径 D_2 が 101% 以上となるように設定することが好ましい。

10

【0066】

また、図 6 に示すように、スリング 11 の L 字状の屈曲部に折返部 10a を形成し、この折返部 10a の周方向に部分的に切欠き 10b を設けることも好ましく、磁石部 11 は切欠き 10b を充填するように形成され、アンカー効果により、スリング 10 とより強固に固着する。

20

【0067】

（第 3 実施形態）

また、図 7 に示す車輪用転がり軸受ユニット 30 は、外輪 31 と、内輪 32 と、外輪 31 及び内輪 32 により画成された環状隙間に転動自在に配置され、保持器 34 により円周方向に等間隔に保持された複数の転動体である玉 33 と、前記環状隙間の開口端部に配設されたシールリング 40 と、磁気エンコーダ 37 と、センサ 38 とを備えている。この転がり軸受ユニット 30 においても、磁気エンコーダ 37 を、上記の同様のスリング 36 及びプラスチック磁石材料からなる磁石部 36 とで構成する。また、シールリング 40 も、第 2 実施形態で示したシールリング 21 と同様に、芯金と弾性部材とで構成する。

30

【実施例】

【0068】

以下に試験例を挙げて本発明を更に明確にする。

（試験 - 1）

S P C C 製で、図 5 に示す断面 L 字状（板厚 0.6mm 、内径側円筒部の内径 6.0mm 、外側円輪部の外径 7.1mm 、内径側円筒部の軸方向長さ 5.5mm ）のスリングの磁石部形成面を、リン酸亜鉛皮膜を形成した後、化学エッチングして算術平均高さ R_a $0.2 \sim 0.3\mu\text{m}$ 、最大高さ R_z $1.7 \sim 2.9\mu\text{m}$ の粗面とした。この粗面の一部を撮影した電子顕微鏡写真を図 8（A：10000 倍、B：5000 倍）に示すが、微細な凹凸が全面にわたり形成されているのがわかる。

40

【0069】

次いで、磁石部形成面に、ノボラック型フェノール樹脂を主成分とする固形分 30% のフェノール樹脂系接着剤（東洋化学研究所製メタロック N - 15）をメチルエチルケトンで 3 倍希釈した接着剤溶液を塗布し、その後、室温で 30 分乾燥してから、120℃ で 30 分乾燥器中に放置することで半硬化状態とした。

【0070】

そして、上記の接着剤を半硬化状態で焼き付けたスリングをコアにして、表 1 に示すプラスチック磁石材料のインサート成形を内周部分からのディスクゲート方式で行った。成形後、直ちにゲートカットを行い、更に、150℃ で 1 時間 2 次加熱して接着剤を完全に硬化させ、磁気エンコーダを作製した。尚、磁石部の形状は、内径 6.6mm 、外径 7.6mm

50

m、厚さ0.9mmである。また、磁石部の曲げたわみ量及び最大エネルギー積を測定した。結果を表1に併記する。

【0071】

得られた磁気エンコーダについて、熱衝撃試験を行った。即ち、エラック製熱衝撃試験機WINTECH NT510を用い、磁気エンコーダを各10個ずつ前記試験機に入れ、120で30分間保持した後に-40で30分間保持する(1サイクル)熱負荷50サイクル毎に、磁石部に発生する亀裂を観察した。結果を表1に併記する。

【0072】

【表1】

表 1

	実施例1	実施例2	比較例1
Nd-Fe-B (質量%)	80.3	62.3	80.3
Srフェライト (質量%)	0.0	16.5	0.0
PA12 (質量%)	12.0	12.5	19.4
PA12系TPE (質量%)	7.1	8.1	0.0
可塑剤 (質量%)	0.3	0.3	0.0
シランカップリング剤 (質量%)	0.3	0.3	0.3
曲げたわみ量 (ASTMD790; t=3.2、室温)	5.9	6.2	1.6
BHmax [kJ/m ³] (MOe)	39.8 (5.0)	25.5 (3.2)	39.8 (5.0)
熱衝撃試験結果	1000サイクルでも亀裂無し	1000サイクルでも亀裂無し	50~100サイクルで亀裂発生

10

20

【0073】

注) Nd-Fe-B: Nd₂Fe₁₄B、MQパウダー(米マグネクエンチ社製)

Srフェライト: 磁場配向用異方性Srフェライト、FERO TOP FM-201(戸田工業製)

PA12: 熱安定剤含有PA12(数平均分子量14000)、UBEナイロンP3014U(宇部興産製)

PA12系TPE: PA12系熱可塑性エラストマー(曲げ弾性率147MPa、融点154)、UBE STA XPA 9055X1(宇部興産製)

30

可塑剤: p-ヒドロキシ安息香酸エチルヘキシル(パラオキシ安息香酸エチルヘキシル)、POBO(エーピーアイコーポレーション製)

シランカップリング剤: -アミノプロピルトリエトキシシラン、A-1100(日本ユニカー製)

【0074】

表1から、PA12系熱可塑性エラストマーをプラスチック磁石材料のバインダとして含有させることで、材料自体の曲げたわみ量が大きくなり、耐亀裂性が向上することがわかる。

40

【0075】

(試験-2)

表2に示すフェライト系ステンレスを用いて図5に示す断面L字状(板厚0.6mm、内径側円筒部の内径60mm、外側円輪部の外径71mm、内径側円筒部の軸方向長さ5.5mm)のスリングを作製し、その磁石部形成面を、シュウ酸鉄皮膜を形成した後、化学エッチングして算術平均高さRa0.2~0.3μm、最大高さRz1.7~3.0μmの粗面とした。次いで、磁石部形成面に試験-1で使用した接着剤(東洋化学研究所製メタロックN-15)を半硬化状態で焼き付けた。

【0076】

また、Srフェライト(磁場配向用異方性Srフェライト、戸田工業製「FERO T

50

OP FM-201」)を89.5質量%、PA12(熱安定剤含有PA12(数平均分子量14000)、宇部興産製「UBEナイロンP3014U」)を7.6質量%、PA12系TPE(PA12系熱可塑性エラストマー(曲げ弾性率147MPa、融点154)、宇部興産製「UBESTA XPA 9055X1」)を2.4質量%、可塑剤(p-ヒドロキシ安息香酸エチルヘキシル(パラオキシ安息香酸エチルヘキシル)、エーピーアイコーポレーション製「POBO」)を0.2質量%及びシランカップリング剤(-アミノプロピルトリエトキシシラン、日本ユニカー製「A-1100」)を0.3質量%の割合で混合してプラスチック磁石材料を調製した。

【0077】

そして、上記スリングをコアとし、上記プラスチック磁石材料のインサート成形を内周部分からのディスクゲート方式で行った。成形後、直ちにゲートカットを行い、更に、150で1時間2次加熱して接着剤を完全に硬化させ、磁気エンコーダを作製した。尚、磁石部の形状は、内径66mm、外径76mm、厚さ0.9mmである。また、曲げたわみ量は6.2(ASTM D790; t=3.2、室温)であり、最大エネルギー積は14.3[kJ/m³](1.8Oe)であった。

【0078】

次いで、図5に示すように、上記磁気エンコーダと、別途作製したシールリングとを組み合わせ、磁気エンコーダ付きシール装置とし、図9に示す構成のシール回転試験機を用いてスリングの耐腐食性能を評価した。このシール回転試験機50は、回転軸51の外周面と、外輪に相当するハウジング53の内周面との間に磁気エンコーダ付きシール装置52を装着し、泥塩水55を回転軸51の中心まで貯水した状態で回転軸51を所定の回転数で回転させるとともに、泥塩水55が磁気エンコーダ付きシール装置52を通過した場合に、漏電センサ54により漏水を検知する構成となっている。また、磁気エンコーダとシールリングとの間は、シールリングの各リップ、リップ間に同一量の鉱油-ウレア系グリースを塗布して密封してある。試験条件は以下の通りであり、漏水が検知されるまでの時間(漏水発生時間)を測定した。測定結果を表2に併記するが、比較例2の漏水発生時間を1とする相対値で示してある。

- ・軸偏心量：0.5mm TIR
- ・回転速度(回転軸)：1000min⁻¹
- ・回転パターン：泥塩水に浸漬した状態で30分間回転後、空気中で30分間回転
- ・泥水組成：JIS 8種ダスト20質量%+塩化ナトリウム10質量%

【0079】

また、試験後のスリングの状態を目視で観察した。結果を表2に併記する。

【0080】

10

20

30

【表 2】

表 2

	実施例3	実施例4	比較例2
J I S鋼種	SUS434	SUS444	SUS430
Cr (質量%)	16.11	18.50	16.17
Mo (質量%)	0.92	2.00	0
C (質量%)	0.07	0.007	0.06
Si (質量%)	0.41	0.40	0.29
Mn (質量%)	0.54	0.40	0.62
P (質量%)	0.031	0.020	0.021
S (質量%)	0.006	0.003	0.004
Ni (質量%)	0	0.008	0
Nb (質量%)	0	0.25	0
漏水発生時間	5.8	8.0	1.0
試験後のスリングの様子	シールリップ部の摺動部分に摩耗痕跡有り。摺動部分以外に僅かに発錆有り。	シールリップ部の摺動部分に摩耗痕跡有り。摺動部分以外に僅かに発錆有り。	シールリップ部の摺動部分に摩耗痕の深さより深い孔食跡が多数有り。

10

【0081】

表2から、スリングをCr及びMoを本発明で規定する量含有するフェライト系ステンレス製とすることにより、SUS430で見られる孔食が防止でき、耐腐食性を大幅に改善できることがわかる。

20

【0082】

(試験-3)

SUS430製で、図5に示す断面L字状(板厚0.6mm、内径側円筒部の内径60mm、外側円輪部の外径71mm、内径側円筒部の軸方向長さ5.5mm)のスリングを作製し、その磁石部形成面を、シュウ酸鉄皮膜を形成した後、化学エッチングして算術平均高さRa0.6μmの粗面とした。次いで、磁石部形成面に試験-1で使用した接着剤(東洋化学研究所製メタロックN-15)を半硬化状態で焼き付けた。

【0083】

そして、上記のスリングをコアとし、Srフェライトを75.0体積%の割合で含有する上記と同様のPA12系熱可塑性エラストマーを含有するプラスチック磁石材料のインサート成形を内周部分からのディスクゲート方式で行った。成形後、直ちにゲートカットを行い、更に、150℃で3時間2次加熱して接着剤を完全に硬化させ、磁気エンコーダを作製した。磁石部の形状は、内径60mm、外径72mm、厚さ0.9mmであり、切削加工して図5に示すように角部の面取りを行ない、更に内径面をD2が61mmとなるテーパ状とした。更に、旋盤加工して、磁石部の内径面及び外径面を表3に示す表面粗さ(Ra)に仕上げた。

30

【0084】

このようにして得られた磁気エンコーダについて、試験-1と同様の熱負荷を1000サイクル与えた後、磁石部に発生する破損(亀裂、割れ)の有無を観察した。結果を表3に併記する。

40

【0085】

【表 3】

表 3

試行番号	1	2	3	4	5	6
内径面Ra	0.4~0.6	0.9~1.4	3.2~4.0	6.2~7.7	9.8~12.0	16.0以上
外径面Ra	0.8~1.1	0.8~1.0	0.8~1.1	0.7~1.2	0.7~1.0	0.8~1.2
試験数	5	5	5	5	5	5
破損の有無	0	0	0	0	3	5

試行番号	7	8	9	10	11	12
内径面Ra	0.8~1.0	0.8~1.1	0.8~1.1	0.7~1.0	0.7~1.1	0.8~1.0
外径面Ra	0.4~0.6	1.0~1.4	3.1~4.2	6.1~4.2	9.4~11.5	15.6以上
試験数	5	5	5	5	5	5
破損の有無	0	0	0	0	2	4

注) Raの単位: μm

【0086】

また、上記と同様に磁石部を面取りし、表4に示す表面粗さに仕上げた磁気エンコーダについて、外径60.2mmの軸に圧入した状態で、同様の熱衝撃試験を行った。結果を表4に示す。

【0087】

【表 4】

表 4

試行番号	13	14	15	16	17	18
内径面Ra	0.4~0.6	0.9~1.5	3.3~4.2	6.0~7.4	9.8~11.8	16.2以上
外径面Ra	0.8~1.0	0.7~1.0	0.8~1.2	0.7~1.1	0.7~1.2	0.8~1.2
試験数	5	5	5	5	5	5
破損の有無	0	0	0	0	5	5

試行番号	19	20	21	22	23	24
内径面Ra	0.8~1.2	0.8~1.1	0.8~1.2	0.8~1.0	0.7~1.1	0.8~1.0
外径面Ra	0.4~0.6	1.0~1.5	3.0~4.0	5.9~7.4	9.6~11.5	15.8以上
試験数	5	5	5	5	5	5
破損の有無	0	0	0	0	4	5

注) Raの単位: μm

【0088】

表3及び表4から、磁石部の内径面及び外径面を算術平均高さRaで8.0 μm 以下とすることにより、苛酷な熱負荷条件でも応力集中が緩和され、磁石部の破損が抑えられることがわかる。

【図面の簡単な説明】

【0089】

【図1】本発明の第1実施形態の車輪用転がり軸受ユニットを示す断面図である。

【図2】図1の磁気エンコーダとセンサの近傍を示す拡大図である。

【図3】磁石部を円周方向に多極磁化した例を示す模式図である。

【図4】本発明の第2実施形態の車輪用転がり軸受ユニットを示す断面図である。

【図5】図4の磁気エンコーダを示す拡大図である。

【図6】第2実施形態の車輪用転がり軸受ユニットにおける磁気エンコーダの他の例を示す断面図である。

【図7】本発明の第3実施形態の車両用転がり軸受ユニットを示す断面図である。

【図8】化学エッチング処理したスリングの表面を撮影した電子顕微鏡写真である。

【図9】試験-2において、密封性試験に用いたシール回転試験機を示す概略図である。

【図10】従来のシール付回転数検出装置の要部を示す断面図である。

10

20

30

40

50

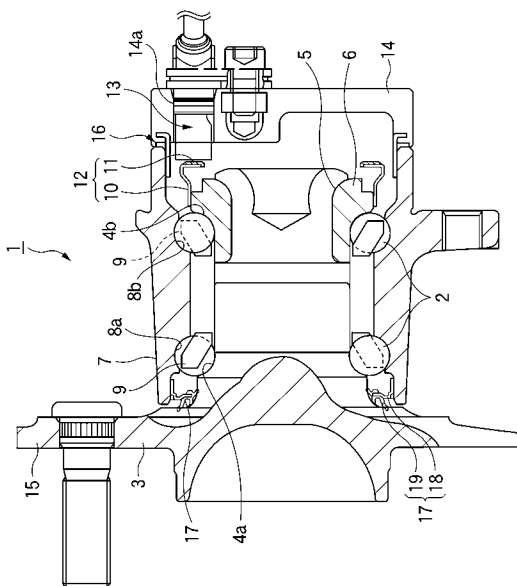
【符号の説明】

【0090】

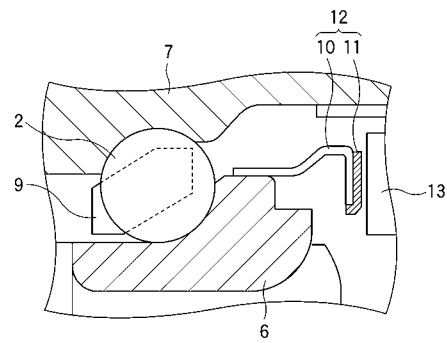
- 1、1 a、3 0 車輪用転がり軸受ユニット
 2、3 3 転動体
 3 ハブ
 6、3 2 内輪
 7、3 1 外輪
 9、3 4 保持器
 10、3 5 スリング
 11、3 6 磁石部
 12、3 7 磁気エンコーダ
 13、3 8 センサ
 17、2 1、4 0 シールリング

10

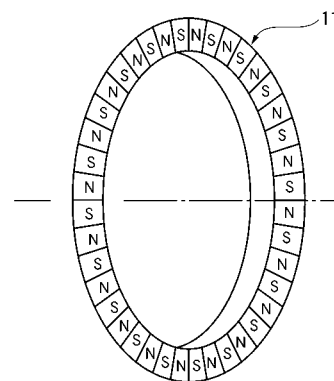
【図 1】



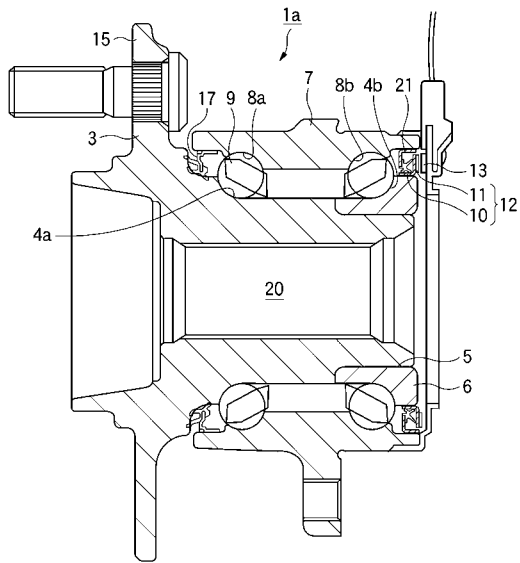
【図 2】



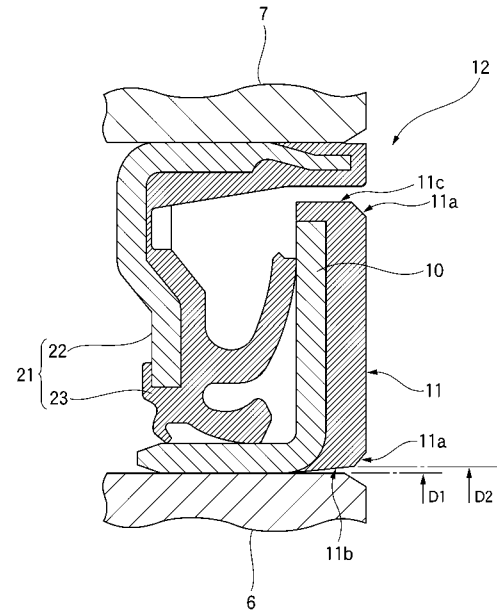
【図 3】



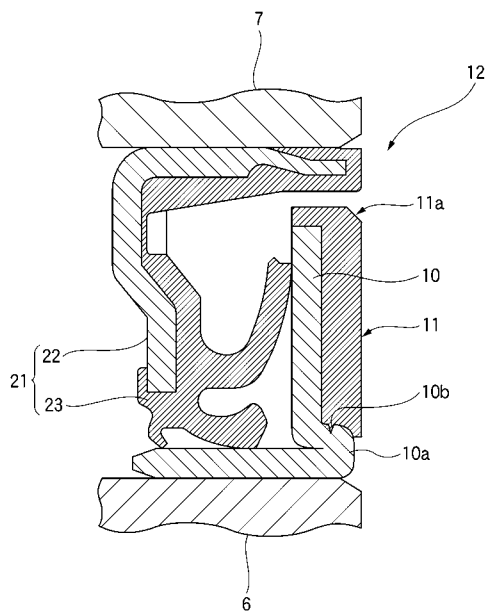
【 図 4 】



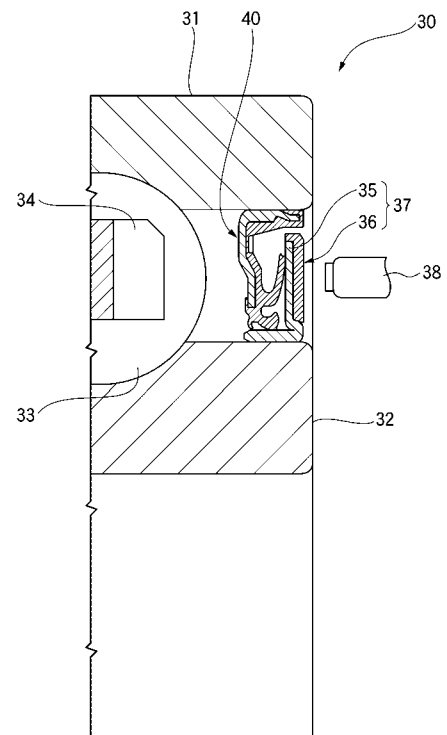
【 図 5 】



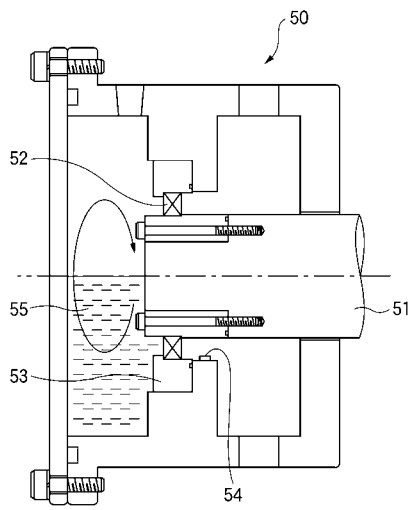
【 図 6 】



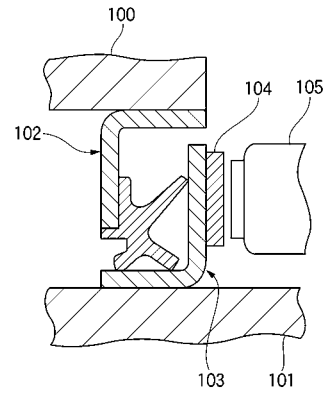
【 図 7 】



【図 9】

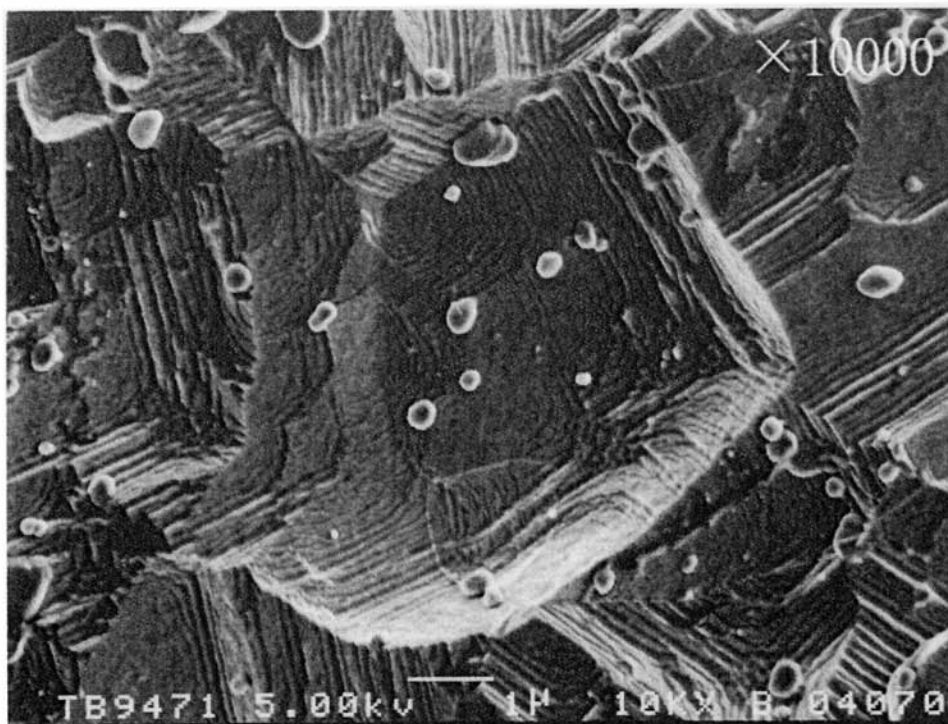


【図 10】



【 図 8 】

(A)



(B)



フロントページの続き

- (72)発明者 村上 豪
神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内
- (72)発明者 相原 成明
神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内
- (72)発明者 高城 敏己
神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内
- Fターム(参考) 2F077 AA41 AA42 CC02 NN17 NN24 VV11 VV13 VV31 VV33