

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6435183号
(P6435183)

(45) 発行日 平成30年12月5日(2018.12.5)

(24) 登録日 平成30年11月16日(2018.11.16)

(51) Int.Cl.	F 1
F 16 F 1/02	(2006.01) F 16 F 1/02
F 16 F 1/20	(2006.01) F 16 F 1/20
C 09 D 5/03	(2006.01) C 09 D 5/03
C 09 D 163/00	(2006.01) C 09 D 163/00
C 09 D 167/00	(2006.01) C 09 D 167/00

請求項の数 3 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2014-252501 (P2014-252501)
(22) 出願日	平成26年12月12日 (2014.12.12)
(65) 公開番号	特開2016-114137 (P2016-114137A)
(43) 公開日	平成28年6月23日 (2016.6.23)
審査請求日	平成29年9月26日 (2017.9.26)

(73) 特許権者	000210986 中央発條株式会社 愛知県名古屋市緑区鳴海町字上汐田 68 番地
(73) 特許権者	000192844 神東塗料株式会社 兵庫県尼崎市南塚口町6丁目10番73号
(74) 代理人	100075557 弁理士 西教 圭一郎
(72) 発明者	岡本 貴幸 愛知県名古屋市緑区鳴海町字上汐田 68 番地 中央発條株式会社内
(72) 発明者	國田 靖彦 愛知県名古屋市緑区鳴海町字上汐田 68 番地 中央発條株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ばね部材

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ばね本体と、

前記ばね本体の表面に、エポキシ樹脂、酸末端ポリエステル樹脂および亜鉛粉末を含む粉体塗料組成物を、未硬化での厚さが 60 ~ 100 μm となるように塗装して形成される塗膜であって、前記ばね本体の表面側の、前記エポキシ樹脂および前記酸末端ポリエステル樹脂よりも前記亜鉛粉末を多く含む亜鉛含有層、ならびに前記亜鉛含有層上の、前記亜鉛粉末よりも前記エポキシ樹脂および前記酸末端ポリエステル樹脂を多く含む樹脂含有層を有する塗膜と、を含み、

前記粉体塗料組成物は、

前記エポキシ樹脂の含有量と前記酸末端ポリエステル樹脂の含有量との和を 100 質量部としたとき、前記エポキシ樹脂の含有量が 10 ~ 80 質量部であり、前記酸末端ポリエステル樹脂の含有量が 20 ~ 90 質量部であり、

前記亜鉛粉末の含有量が、粉体塗料組成物全体に対して 55 ~ 80 質量 % であることを特徴とするばね部材。

【請求項 2】

請求項 1 記載のばね部材を製造するばね部材の製造方法であって、

1 種の粉体塗料組成物を 1 度塗装することで、前記ばね本体表面に、前記亜鉛含有層および前記樹脂含有層を有するように前記塗膜を形成することを特徴とするばね部材の製造方法。

【請求項 3】

予め加熱された前記ばね本体に、前記粉体塗料組成物を付着させる前加熱によって、前記亜鉛含有層および前記樹脂含有層を有するように前記塗膜を形成するか、または前記粉体塗料組成物を前記ばね本体に付着させた後に、該ばね本体を加熱する後加熱によって、前記亜鉛含有層および前記樹脂含有層を有するように前記塗膜を形成することを特徴とする請求項2に記載のばね部材の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、表面に防食性塗膜が形成されたばね部材に関する。

10

【背景技術】**【0002】**

金属材料からなるばね部材は、使用環境により腐食を受け、特性変化および強度劣化などが生じる。このような腐食を防止するために、金属部材の表面にはめっきによる被膜や塗料による塗膜などの保護膜を設けている。

【0003】

腐食は、金属部材表面の金属原子がイオン化して部材表面から脱離することによって生じる。金属部材の表面に部材を構成する金属よりもイオン化傾向の大きい金属（卑の金属）が存在すると、腐食環境下では金属部材を構成する金属（貴の金属）よりも先にイオン化傾向が大きい卑の金属がイオン化して金属部材の腐食を防止できる。このような防食は犠牲防食と呼ばれ、鉄部材の場合には犠牲材として主に亜鉛を用いる。

20

【0004】

亜鉛による犠牲防食を利用した保護膜としては、亜鉛粉末を比較的高濃度で含む粉体塗料を塗布し、焼き付けによって硬化して得られる塗膜がある。

【0005】

このような亜鉛粉末を高濃度で含む塗料による塗膜は、塗装時に発生する気孔に起因するクラックが生じ、腐食性物質がクラックに侵入して塗膜の保護機能が低下してしまう場合がある。

【0006】

特にばね部材は、弾性変形を繰り返すことになるので、使用時間の経過によって塗膜に生じた亀裂が伸展しやすい。また、車両などの懸架用ばねとして用いられる場合、車輪で跳ね上げられた小石や砂利が懸架用ばね表面に衝突し、塗膜に生じた亀裂が伸展しやすい。

30

【0007】

塗膜に生じた亀裂が伸展すると、腐食性物質が侵入しやすくなり、防食性が大きく低下する。

【0008】

特許文献1には、ばね板の引張力作用側の表面にエポキシ系合成樹脂をバインダとする高濃度亜鉛粉末塗料を塗布して第1塗膜とし、第1塗膜の上に同系統のエポキシ系合成樹脂塗料を塗布して第2塗膜を形成するさび止め方法が記載されている。特許文献2には、エポキシ樹脂、硬化剤、粒度が異なる2種の亜鉛粉末、防錆顔料を含む粉体塗料が記載されている。

40

【先行技術文献】**【特許文献】****【0009】**

【特許文献1】特開平11-188309号公報

【特許文献2】特開2013-119582号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0010】**

50

特許文献1記載のさび止め方法は、高濃度亜鉛粉末塗料を塗布した第1塗膜の上に第2塗膜を形成することで、腐食性物質の侵入を防止して塗膜による保護機能を向上させようとしている。しかしながら、この第2塗膜を設けることで生じる問題がある。

【0011】

ばね部材は、特許文献1に記載されているように、ボルトなどの締結部材によってフレームなどに固定して用いられることが多い。特許文献1記載の第2塗膜として用いているエポキシ系合成樹脂塗料などの樹脂塗膜は、締結部材が接触している部分において、経時に厚みの変動、多くは厚みが薄くなる現象が生じる。これは、いわゆる塗膜のへたりと呼ばれる現象で、ボルトの座面部分の塗膜が薄くなると、ボルトの締結軸力が低下し、ボルトが緩んでしまう。特許文献1には、第2塗膜のへたりにより締め付け具が緩みやすくなるのを防止するために、締め付け具の部分には第2塗膜を形成しないことが記載されている（段落【0006】）。

【0012】

特許文献2記載の粉体塗料による塗膜は、亜鉛粉末を含む1層からなる塗膜であるので、塗膜のへたりはほとんど発生しないが、腐食性物質がクラックに侵入することによる保護機能の低下を十分防止できず、防食性に劣る。

【0013】

本発明の目的は、高い防食性を維持するとともに耐へたり性も向上したばね部材を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明は、ばね本体と、

前記ばね本体の表面に、エポキシ樹脂、酸末端ポリエスチル樹脂および亜鉛粉末を含む粉体塗料組成物を、未硬化での厚さが60～100μmとなるように塗装して形成される塗膜であって、前記ばね本体の表面側の、前記エポキシ樹脂および前記酸末端ポリエスチル樹脂よりも前記亜鉛粉末を多く含む亜鉛含有層、ならびに前記亜鉛含有層上の、前記亜鉛粉末よりも前記エポキシ樹脂および前記酸末端ポリエスチル樹脂を多く含む樹脂含有層を有する塗膜と、を含み、

前記粉体塗料組成物は、

前記エポキシ樹脂の含有量と前記酸末端ポリエスチル樹脂の含有量との和を100質量部としたとき、前記エポキシ樹脂の含有量が10～80質量部であり、前記酸末端ポリエスチル樹脂の含有量が20～90質量部であり、

前記亜鉛粉末の含有量が、粉体塗料組成物全体に対して55～80質量%であることを特徴とするばね部材である。

【0017】

また本発明は、請求項1記載のばね部材を製造するばね部材の製造方法であって、

1種の粉体塗料組成物を1度塗装することで、前記ばね本体表面に、前記亜鉛含有層および前記樹脂含有層を有するように前記塗膜を形成することを特徴とするばね部材の製造方法である。

【0018】

また本発明は、予め加熱された前記ばね本体に、前記粉体塗料組成物を付着させる前加熱によって、前記亜鉛含有層および前記樹脂含有層を有するように前記塗膜を形成するか、または前記粉体塗料組成物を前記ばね本体に付着させた後に、該ばね本体を加熱する後加熱によって、前記亜鉛含有層および前記樹脂含有層を有するように前記塗膜を形成することを特徴とする。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、ばね部材は、ばね本体と、このばね本体の表面に形成される塗膜とを含む。塗膜は、エポキシ樹脂、酸末端ポリエスチル樹脂および亜鉛粉末を含む粉体塗料組成物を、未硬化での厚さが60～100μmとなるように塗装して形成され、亜鉛粉末を

10

20

30

40

50

多く含む亜鉛含有層と樹脂を多く含む樹脂含有層の二層構造を有する。亜鉛含有層が、ばね本体の表面側にあり、樹脂含有層はその上にある。

【0020】

塗膜中で亜鉛がばね本体の表面側に偏在するので、従来と比較して亜鉛の含有量が少なくて、ばね本体と亜鉛とが十分に接触し、より高い防食性を発揮する。塗膜中で樹脂成分が塗膜の表層側に偏在するので、外部からの衝撃を緩和し、塗膜に生じる亀裂を防止する。樹脂含有層は、層厚みが比較的薄く形成されるので、層厚みの変動が小さくへたりが生じることがなく耐へたり性が向上する。そして、層厚みが薄くても亜鉛含有層とは一体的に形成されるため、層間に明確な界面が存在せず、層間剥離なども発生しない。

【0021】

このように本発明の塗膜は、亜鉛含有層と樹脂含有層とによって高い防食性を維持するとともに耐へたり性も向上したばね部材を実現できる。

【0022】

また本発明によれば、粉体塗料組成物は、前記エポキシ樹脂の含有量と前記酸末端ポリエステル樹脂の含有量との和を100質量部としたとき、前記エポキシ樹脂の含有量を10～80質量部とし、前記酸末端ポリエステル樹脂の含有量を20～90質量部とし、前記亜鉛粉末の含有量を、粉体塗料組成物全体に対して55～80質量%とすることで、1コートで亜鉛含有層と樹脂含有層とを含む塗膜を形成することができ、さらに防食性を向上することができる。

【0024】

また本発明によれば、亜鉛含有層と樹脂含有層の2つの層は、1種の粉体塗料組成物を1度塗装するだけでばね本体表面に形成することができるので、各層を個別に塗装する必要がなく、高機能な塗膜でありながら、工程数を短縮することができ、ばね部材を容易に製造することができる。

【0025】

また本発明によれば、粉体塗料組成物を付着させる前に予めばね本体を加熱しておく前加熱でも、粉体塗料組成物を付着させた後にはばね本体を加熱する後加熱でも、亜鉛含有層および樹脂含有層を有する高機能な塗膜を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明の第1実施形態であるばね板1を示す図である。

【図2】本発明の第2実施形態である重ねばね板2を示す図である。

【図3】耐へたり性を測定するための測定方法を説明するための模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

本発明のばね部材の種類は特に限定されない。たとえば、コイルスプリング、リーフスプリング、トーションバー、スタビライザなどが挙げられる。本発明のばね部材は、ばね本体と、ばね本体の表面に、エポキシ樹脂、酸末端ポリエステル樹脂および亜鉛粉末を含む粉体塗料組成物を用いて形成される塗膜と、を有する。

【0028】

<ばね本体>

ばね本体の材質は、亜鉛によって防食効果が発揮される金属であれば特に限定されない。本発明の塗膜による防食効果は、いわゆる犠牲防食によるものであり、素地金属よりもイオン化傾向が大きい卑の金属を用いて素地金属の腐食を防止する。本発明の塗膜は、亜鉛粉末を含むので、ばね本体の材質としては、亜鉛よりもイオン化傾向が小さい貴の金属であればよく、たとえば鉄、ニッケル、銅などを用いることができる。

【0029】

具体的には、一般にばね本体の材料として用いられるJIS規定のばね鋼などが好適である。ばね本体については、たとえば、ばね鋼などを熱間または冷間成形した後、ショットピーニングなどにより表面硬化処理を施したり、表面粗さを調整しておくとよい。また

10

20

30

40

50

、ばね本体の素地表面には、リン酸亜鉛、リン酸鉄などのリン酸塩の皮膜が形成されることが望ましい。リン酸塩皮膜を形成することにより、ばね部材の耐食性および塗膜の密着性が向上する。この場合、リン酸塩皮膜は、ばね本体の塗装面の面積の80%以上を覆っていると効果的である。特に、リン酸塩がリン酸亜鉛の場合には、耐食性がより向上する。リン酸塩皮膜の形成は、公知の形成方法を用いることができる。たとえば、リン酸塩の溶液槽にばね本体を浸漬する浸漬法、リン酸塩の溶液をスプレーガンなどではばね本体に吹き付けるスプレー法などを用いる。

【0030】

<塗膜>

塗膜は、ばね本体の表面に、エポキシ樹脂、酸末端ポリエステル樹脂および亜鉛粉末を含む粉体塗料組成物を塗装し焼き付けによって硬化させることで得られる。この塗膜は、エポキシ樹脂および酸末端ポリエステル樹脂よりも亜鉛粉末を多く含む亜鉛含有層と、亜鉛粉末よりもエポキシ樹脂および酸末端ポリエステル樹脂を多く含む樹脂含有層とを有する。亜鉛含有層はばね本体の表面側に形成され、樹脂含有層は亜鉛含有層上に形成される。塗膜は、ばね本体表面の全体に形成されていてもよく、一部のみに形成されていてもよい。

10

【0031】

以下では、本発明の塗膜を形成するための粉体塗料組成物について説明する。

・粉体塗料組成物

本発明の塗膜を形成するための粉体塗料組成物は、上記のようにエポキシ樹脂、酸末端ポリエステル樹脂および亜鉛粉末を含むものである。

20

【0032】

粉体塗料組成物における各成分の含有量については、エポキシ樹脂の含有量と酸末端ポリエステル樹脂の含有量との和を100質量部としたとき、エポキシ樹脂の含有量を10~80質量部とし、酸末端ポリエステル樹脂の含有量を20~90質量部とし、亜鉛粉末の含有量を、粉体塗料組成物全体に対して30~80質量%とすることが好ましい。

【0033】

粉体塗料組成物は、ばね本体の表面に塗布する以前の塗料組成物の状態では、樹脂成分と亜鉛粉末とは偏ることなく均一に分散しており、粉体塗料組成物としては従来の粉体塗料組成物と同様に取り扱うことができる。また、塗装方法も従来と同様に静電塗装方法を用いることができ、従来と同様の取り扱いが可能である。すなわち、粉体塗料組成物としては、従来のものと何ら変わることなく、これまでと同様に取り扱うことができる。

30

【0034】

その一方で、防食性を付与したいばね本体の表面に粉体塗料組成物を塗装し、ばね本体の表面に塗膜が形成されると、その塗膜では、ばね本体の表面側に亜鉛粉末が偏り、表層側に樹脂成分が偏り、特性の異なる2つの層が形成される。

【0035】

亜鉛粉末を相対的に多く含む亜鉛含有層は、ばね本体の表面を亜鉛粉末で被覆し、鉄材料に対する亜鉛の犠牲防食効果が発揮される。亜鉛粉末が亜鉛含有層に濃縮されるので、粉体塗料組成物全体に対する亜鉛粉末の含有量を比較的少なくしても十分に防食性を発揮する。亜鉛粉末の含有量を少なくできるので、従来の過剰な亜鉛量を含む粉体塗料組成物よりも取り扱いが簡単で、塗装作業性が良好である。塗膜表層側には樹脂成分が偏在し、亜鉛粉末が存在しないので、表面の平滑性が容易に得られる。また粉体塗料組成物に顔料などの着色剤を含む場合には、顔料も樹脂含有層側に多く含まれることになり、樹脂含有層には亜鉛粉末がほとんど存在しないので、塗膜表層での発色性が向上する。亜鉛含有層と樹脂含有層とは、1コートで一体的に形成され、亜鉛含有層と樹脂含有層との間には明確な界面が形成されないので、これらの層間で剥離することもない。

40

【0036】

(エポキシ樹脂)

塗料組成物が含有するエポキシ樹脂としては、主として常温で固形のビスフェノールA

50

型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、ノボラック型エポキシ樹脂、ビフェニル型エポキシ樹脂、高分子型エポキシ樹脂（フェノキシ樹脂）およびこれらの樹脂に水素添加した水添エポキシ樹脂を例示することができる。軟化点が60～120 好ましくは60～100 であることが好適である。軟化点が60 未満であると、粉体塗料組成物のブロッキングが発生するために好ましくなく、120 を超えると溶融混練を行う際に、粘度が高すぎて分散が十分に行われず、塗膜性能が発揮されない。またエポキシ樹脂の当量は400～3000 g / 当量、好ましくは600～2500 g / 当量であることが好適である。ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂を具体的に例示すると三菱化学株式会社製j E R - 1 0 0 1、1 0 0 2、1 0 0 3、1 0 0 4、1 0 5 5、1 0 0 7、1 0 0 3 F、1 0 0 4 F、1 0 0 5 F、1 0 0 9 F、1 0 0 4 F S 10 、1 0 0 6 F S、1 0 0 7 F S、4 0 0 5 P、4 0 0 7 P、新日鐵化学株式会社製エポトートY D - 0 1 1、0 1 2、0 1 3、0 1 4、0 1 7、9 0 2、9 0 3 N、9 0 4、9 0 7、2 0 0 4、2 0 0 5 R L、ダウケミカル社製D E R - 6 6 2 E、6 6 3 U、6 6 4 U 20 、6 6 6 E、6 6 7 E 等が挙げられる。

【0037】

ノボラック型エポキシ樹脂を具体的に例示するとD I C 株式会社製E P I C L O N N - 6 6 0、N - 6 6 5、N - 6 7 0、N - 6 7 3、N - 6 8 0、N - 6 9 5、N - 7 7 0 20 、N - 7 7 5、新日鐵化学株式会社製エポトートY D C N - 7 0 0 - 5、7 0 0 - 7、7 0 0 - 1 0 などが挙げられる。ビフェニル型エポキシ樹脂、高分子型エポキシ樹脂（フェノキシ樹脂）を具体的に例示すると三菱化学株式会社製J E R - Y X 4 0 0 0、Y X 4 0 0 0 H、Y L 6 1 2 H、Y X 7 3 9 9、1 2 5 6、4 2 5 0、4 2 7 5 などが挙げられる。
。

【0038】

粉体塗料組成物におけるエポキシ樹脂の含有量は、エポキシ樹脂の含有量と酸末端ポリエステル樹脂の含有量との和を100質量部としたときに、10～80質量部とすることが好ましい。

【0039】

(酸末端ポリエステル樹脂)

塗料組成物が含有する酸末端ポリエステル樹脂は、通常のエポキシ樹脂含有粉体塗料組成物において使用されるものであれば、特に制限はない。酸末端ポリエステル樹脂は、ポリエステル樹脂の末端に、たとえば、カルボキシル基などの官能基を有するもの、ポリエステル樹脂の末端に、りん酸化合物をエステル結合させたものなどを用いることができる。カルボキシル基末端ポリエステル樹脂を具体的に例示するとダイセル・オルネクス株式会社製C R Y L C O A T (C C) 1 6 8 3 - 0、2 6 2 1 - 1、2 6 7 0 などが挙げられる。

【0040】

粉体塗料組成物における酸末端ポリエステル樹脂の含有量は、エポキシ樹脂の含有量と酸末端ポリエステル樹脂の含有量との和を100質量部としたときに、20～90質量部とすることが好ましい。

【0041】

(亜鉛粉末)

塗料組成物が含有する亜鉛粉末としては、通常の粉体塗料組成物において使用されるものであれば、特に制限はない。たとえば、中位粒度1～30 μm、好ましくは4～15 μmの亜鉛粉末を用いることができる。このような亜鉛粉末としては、本荘ケミカル株式会社製亜鉛末F - 5 0 0 (中位粒度7 . 5 μm)、F - 1 0 0 0 (中位粒度4 . 9 μm)、F - 3 0 0 0 (中位粒度3 . 7 μm)、堺化学工業株式会社製亜鉛末# 1 (中位粒度5 . 0 μm)、# 3 (中位粒度4 . 0 μm)、# 4 0 (中位粒度約5 0 . 0 μm)、エカルト社製Z i n k F l a k e G T T (中位粒度1 3 μm)、A T (中位粒度2 0 μm) 50 などが挙げられる。亜鉛粉末は、中位粒度が異なる複数種類を混合して用いてもよい。なお、亜鉛粉末の中位粒度とは、日機装株式会社製マイクロトラック等のレーザー式粒度分布

測定機などを用いて測定した粒度分布における、積算値 50 %での粒径を意味する。

【0042】

粉体塗料組成物における亜鉛粉末の含有量は、粉体塗料組成物全体に対して 30 ~ 80 質量 % であり、好ましくは 55 ~ 80 質量 % であり、最も好ましくは 60 ~ 70 質量 % である。亜鉛粉末として上記のように粒径が異なる亜鉛粉末を混合して用いる場合は、その合計量が上記の範囲内であればよい。

【0043】

粉体塗料組成物における亜鉛粉末の含有量が、粉体塗料組成物全体に対して 30 ~ 80 質量 % であると、塗膜が亜鉛含有層と樹脂含有層とを有するように層分離する。さらに含有量が、55 ~ 80 質量 % であれば、防錆顔料を含まなくとも粉体塗料組成物が十分な防食性を発揮する。10

【0044】

(防錆顔料)

粉体塗料組成物は、上記各成分を必須構成として含んでいれば所望の塗膜を得ることができるが、さらに防錆顔料を含んでいてもよい。防錆顔料としては、リン酸アルミニウム等のリン酸塩誘導体、モリブデン酸亜鉛、リンモリブデン酸アルミニウムなどのモリブデン酸誘導体、シアナミドカルシウム亜鉛、硼酸バリウムなどの硼酸塩誘導体、バナジン酸ストロンチウムなどのバナジン酸塩誘導体、水酸化ビスマス等が挙げられ、好ましくはリン酸アルミニウム、リン酸亜鉛、モリブデン酸亜鉛、リンモリブデン酸アルミニウム、シアナミドカルシウム亜鉛、硼酸バリウム、バナジン酸ストロンチウムが挙げられる。このような防錆顔料としては、PM - 300 (リンモリブデン酸アルミニウム、キクチカラー株式会社製)、LFボウセイCP-Z (リン酸亜鉛、キクチカラー株式会社製)、K-WHITE (トリポリリン酸アルミニウム、ティカ株式会社製)、ビューサン 11M-1 (硼酸バリウム、堺化学工業株式会社) などが挙げられる。20

【0045】

粉体塗料組成物における防錆顔料の含有量は、粉体塗料組成物全体に対して 0 ~ 70 質量 % であり、好ましくは 10 ~ 50 質量 % である。

【0046】

(その他の添加剤)

粉体塗料組成物は、上記各成分に加えてさらに通常の粉体塗料組成物に用いられる着色顔料、体质顔料、流動性調整剤、ブロッキング防止剤、表面調整剤、ワキ防止剤、帯電抑制剤、硬化促進剤等のその他の添加剤を含有してもよい。30

【0047】

(粉体塗料組成物の製造方法)

粉体塗料組成物の製造方法は、たとえば、粉碎法などの公知の製造方法を用いることができる。粉碎法では、エポキシ樹脂、酸末端ポリエステル樹脂、亜鉛粉末および必要により防錆顔料、その他添加剤などの混合物を、タンブラー・ミキサ、ヘンシェル・ミキサなどの混合機で乾式混合し、混練機によって溶融混練する。混練機としては、たとえば、1軸または2軸のエクストルーダ、三本ロール、ラボプラスミルなどの一般的な混練機を使用できる。40

【0048】

混練物を冷却固化し、固化物を粗粉碎および微粉碎して粉碎物を得る。粉碎機としては、たとえば、超音速ジェット気流を利用して粉碎するジェット式粉碎機、および高速で回転する回転子(ロータ)と固定子(ライナ)との間に形成される空間に固化物を導入して粉碎する衝撃式粉碎機が挙げられる。また必要により粉碎物に後添加剤(外添剤)を添加してもよい。

【0049】

粉碎物を分級して粉体を所望の粒子径および所望の粒径分布に調整して粉体塗料組成物を得る。分級には、遠心力および風力による分級により過粉碎トナー母粒子を除去できる公知の分級機を使用でき、たとえば、旋回式風力分級機(ロータリー式風力分級機)など50

を使用できる。

【0050】

なお、粉体塗料組成物の製造方法は上記の粉碎法に限らず、各成分が均一に分散した粉体塗料組成物を得ることができる製造方法であればよい。

【0051】

<粉体塗料組成物の塗装方法>

上記のようにして得られた粉体塗料組成物を用いてばね本体の表面に塗膜を形成する。粉体塗料組成物を塗装する塗装方法は、少なくとも粉体塗料組成物をばね本体表面の塗膜形成面に塗布する塗布工程と、塗布した粉体塗料組成物を焼き付けて硬化させる焼き付け工程とを含む。

10

【0052】

[前加熱]

第1の塗装方法として、予め加熱されたばね本体に、粉体塗料組成物を付着させる実施形態を説明する。第一の塗装方法は、ばね本体を加熱する加熱工程と、該ばね本体の表面温度 $T()$ が $T_f - 20 < T < T_f + 20$ (T_f :粉体塗料組成物の硬化完了点温度($)$)の状態において、該粉体塗料組成物を該ばね本体の表面に付着させる塗布工程と、付着した粉体塗料組成物を硬化させる硬化工程と、を有する。

【0053】

加熱工程において、ばね本体の加熱方法は、特に限定されない。例えば、ばね本体を熱風炉、遠赤外線炉等に収容して加熱すればよい。また、ばね本体を通電加熱、あるいは誘導加熱してもよい。なかでも、通電加熱は、熱効率が高く、ばね本体の形状を問わず加熱できる等の理由から好適である。なお、加熱工程、塗装工程および硬化工程において、ばね本体の表面温度は、例えば、サーモグラフ等の非接触式温度計を用いて測定すればよい。

20

【0054】

加熱工程において、ばね本体の表面温度 $T()$ が、 $T_f - 20 < T < T_f + 20$ に達したら、加熱を停止する。そして、続く塗装工程において、粉体塗料組成物をばね本体の表面に付着させる。なお、粉体塗料組成物の発熱ピークの始点と終点とから、予め粉体塗料組成物の硬化開始点温度(T_s)と、硬化完了点温度(T_f)とを求めておく。

30

【0055】

塗布工程では、上記の粉体塗料組成物を、加熱工程で予め加熱されたばね本体表面に塗布する。ばね本体に粉体塗料組成物を塗布する方法としては、公知の静電粉体塗装方法を用いることができる。たとえば、コロナ帯電方式、摩擦帯電方式などを用いることができる。

【0056】

コロナ帯電方式、摩擦帯電方式いずれの方式でも先端筒状のガンユニットを用いて塗装を行う。コロナ帯電方式の場合、ガンユニットの先端に配置したコロナ電極に高電圧を印加してコロナ放電を起こし、発生したイオンでコロナ電極近傍の塗料粉体を帯電させる。ばね本体を接地電位としてコロナ電極とばね本体との間に電界を形成し、帯電した塗料粉体を電界によってばね本体に付着させる。

40

【0057】

摩擦帯電方式の場合、ガンユニットの内部を移動する塗料粉体をガンユニットの内面で摩擦させて帯電させる。ばね本体を接地電位とすることで、帯電した塗料粉体をガンユニットから射出してばね本体に付着させる。

【0058】

コロナ帯電方式での放電による荷電量および摩擦帯電方式の射出量は、それぞれ粉体塗料組成物を塗布しようとするばね本体に応じて適宜設定すればよい。

【0059】

硬化工程においては、原則放冷した状態で、つまり、ばね本体の余熱により、粉体塗料組成物を硬化させる。ここで、硬化を充分に行うためには、硬化完了時のばね本体の表面

50

温度 T () は、 $T_s + 30$ T (T_s : 粉体塗料組成物の硬化開始点温度 ()) であることが望ましい。ばね本体の表面温度が、 $T_s + 30$ 未満になると、硬化が進行しにくくなるからである。したがって、硬化が完了する以前に、ばね本体の表面温度が $T_s + 30$ 未満になる場合には、再度加熱を行い、ばね本体の表面温度を上昇させることが望ましい。すなわち、硬化工程において、さらに加熱することにより、粉体塗料組成物を硬化させることが望ましい。

【0060】

以上のように第1の塗装方法では、ばね本体を加熱して、ばね本体の表面温度 T () が $T_f - 20$ $T < T_f + 20$ の範囲にある間に、粉体塗料組成物を付着させる。その後、放冷により、ばね本体の表面温度は時間の経過と共に低下する。硬化は、ばね本体の表面温度が $T_s + 30$ 以上である間に完了することが望ましい。塗布工程開始時のばね本体の表面温度や、塗膜の厚さ等にもよるが、例えば、塗布工程開始から 180 秒後のはね本体の表面温度が $T_s + 0$ 以上であれば、充分に硬化させることができる。

【0061】

硬化工程における硬化の程度は、塗膜のゲル化率を測定することにより確認することができる。ゲル化率は、アセトンやキシレン等の溶剤に対する不溶分の質量分率である。例えば、塗膜の一部（試料）を溶剤に所定時間浸漬した後、乾燥させて質量を測定する。そして、次式（I）によりゲル化率を算出する。

$$\text{ゲル化率} (\%) = (\text{溶剤浸漬後の試料の乾燥質量} / \text{溶剤浸漬前の試料の質量}) \times 100 \cdots \text{(I)}$$

硬化が進行している程、ゲル化率は高くなる。例えば、ゲル化率が 90% 以上であれば、硬化が充分に進行していると判断することができる。

【0062】

粉体塗料組成物の硬化が完了した後は、塗膜表面の品質を保持しつつハンドリングを容易にするために、塗膜の温度を粉体塗料組成物の溶融温度未満に急冷することが望ましい。塗膜の急冷は、衝風、ミスト、シャワー、ディッピング等により行えばよい。

【0063】

[後加熱]

第2の塗装方法として、粉体塗料組成物をばね本体に付着させた後に、ばね本体を加熱する実施形態を説明する。第2の塗装方法は、ばね本体の表面に粉体塗料組成物を塗布して、該ばね本体において、未硬化の塗膜を有する塗装部と、該塗装部を挟んで配置され未硬化の塗膜を有しない2つの非塗装部と、を形成する塗布工程と、2つの非塗装部それぞれに電極を接続する電極接続工程と、該電極間に電圧を印加してばね本体を通電加熱することにより、2つの非塗装部間に配置される塗装部の未硬化の塗膜を硬化する硬化工程と、を有する。

【0064】

なお、上記の各工程に加えて、ばね本体表面に前述のリン酸塩皮膜を形成する前処理工事を行っててもよい。

【0065】

塗布工程および焼き付け工程を経て、ばね本体の表面に塗膜が形成されたばね部材が得られる。ばね本体の表面に形成された塗膜は、亜鉛粉末を相対的に多く含む亜鉛含有層が、ばね本体の表面側に形成されており、エポキシ樹脂および酸末端ポリエステル樹脂の樹脂成分を相対的に多く含む樹脂含有層が、亜鉛含有層上に形成される。

【0066】

塗膜中では、亜鉛粉末がばね本体の表面側に偏在するので、従来の塗膜と比較して亜鉛の含有量が少なくとも、ばね本体と亜鉛とが十分に接触し、より高い防食性を発揮する。また、塗膜中で樹脂成分が塗膜の表層側に偏在するので、外部からの衝撃を緩和し、塗膜に生じた亀裂の伸展を防止する。樹脂含有層は、層厚みが比較的薄く形成されるので、層厚みの変動が小さくへたりが生じることがなく耐へたり性が向上する。そして、樹脂含有層の層厚みが薄くても亜鉛含有層とは一体的に形成されるため、層間に明確な界面が存在

10

20

30

40

50

せず、層間剥離なども発生しない。

【0067】

このように本発明の塗膜は、亜鉛含有層と樹脂含有層とによって高い防食性を維持するとともに耐へたり性も向上したばね部材を実現できる。さらにこれら2つの層は、各層を個別に塗装する必要がなく、1種の粉体塗料組成物を1度塗装するだけでばね本体表面に形成することができる。

【0068】

したがって、高機能な塗膜でありながら、1コートで済むので、ばね部材の製造工程数を短縮することができ、ばね部材を容易に製造することができる。

【0069】

図1は、本発明の第1実施形態であるばね板1を示す図である。本実施形態では、ばね部材の一例として1枚のばね板1からなる板ばねについて示すが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0070】

ばね板1は、ばね本体10と塗膜11とを備えている。ばね本体10は、ばね鋼などの鉄系材料からなり、図1に示すように中央部分が湾曲した形状である。ばね本体10の引張力の作用する上側面10aに塗膜11が形成されている。塗膜11は、エポキシ樹脂、酸末端ポリエステル樹脂および亜鉛粉末を含む粉体塗料組成物から形成されている。前述のように亜鉛粉末を相対的に多く含む亜鉛含有層がばね本体10の表面側に形成され、樹脂成分を相対的に多く含む樹脂含有層が亜鉛含有層上に形成される。

【0071】

図2は、本発明の第2実施形態である重ねばね板2を示す図である。重ねばね板2は、たとえば、車台と車軸とをつなぐリーフ式サスペンションに用いられる。重ねばね板2は、親板3と子板4とインタリーフ6とUボルト7とを含む。親板3の下面に子板4を重ねて2本のUボルト7により相手部材5に締め付けた重ね板ばね2であって、親板3のばね本体13と子板4のばね本体14の引張力の作用面13a、14aには、それぞれ塗膜8および塗膜9が形成される。塗膜8および塗膜9は、いずれも上記のように亜鉛含有層と樹脂含有層とが形成され、ばね本体13、14側に亜鉛含有層が位置し、表層側に樹脂含有層が位置する。親板3と子板4との間にはUボルト7の締め付けによる摩耗を防止するために亜鉛板または合成樹脂製板などからなるインタリーフ6がUボルト7の外側まで延長して挿着されている。

【0072】

次に、本実施形態のばね板1の塗装方法について説明する。本実施形態のばね板1の塗装方法は、塗装工程と、電極接続工程と、硬化工程と、部分塗装工程と、を有している。

【0073】

塗装工程においては、ばね本体10の表面に上記の粉体塗料組成物を塗装して、ばね本体10において、塗装部と両端の2つの非塗装部とを形成する。ばね本体10の表面には、予めショットピーニング処理が施された後、リン酸亜鉛皮膜が形成されている。

【0074】

次に、ばね本体10の表面全体に、コロナ帯電塗装ガンを用いて粉体塗料組成物を付着させ、当該粉体塗料組成物からなる未硬化の塗膜を形成する。未硬化の塗膜の厚さは、60～100μmとする。それから、ばね本体10の左右方向両端部に形成された未硬化の塗膜を、エアガンによりエアを吹き付けて除去する。これにより、ばね本体10の左右方向両端部は、ばね本体10が露出する。このようにして、ばね本体10および未硬化の塗膜からなる塗装部と、露出したばね本体10のみからなる2つの非塗装部と、を形成する。

【0075】

電極接続工程においては、ばね本体10に形成された2つの非塗装部に、各々、電極を接続する。電極は、配線によって電源と接続されている。電源が備える制御部により、電圧のオン／オフや、印加する電圧値等が制御される。

10

20

30

40

50

【0076】

硬化工程においては、電源を動作させて電極間に電圧を印加し、ばね本体10を通電加熱することにより、塗装部の未硬化の塗膜を硬化させる。まず、電源をオンにして、電圧を印加すると、塗装部のばね本体10に、電流が流れ、ジュール熱が発生する。これにより、ばね本体10が加熱され、ばね本体10表面の未硬化の塗膜が加熱される。そして、塗装部の温度が所定の温度に達したら、通電加熱を止めて放冷することにより、未硬化の塗膜を硬化させる。なお、放冷時に塗装部の温度が低下し過ぎて、塗膜の硬化が充分に進行しない場合には、再度通電加熱を行い、塗装部の温度を、所定の温度まで上昇させることができ望ましい。塗装部の温度は、例えば、サーモグラフ等の非接触式温度計を用いて測定すればよい。硬化によって塗膜11を形成した後、2つの非塗装部から電極を取り外す。

10

【0077】

部分塗装工程においては、2つの非塗装部を塗装する。まず、2つの非塗装部に、塗装工程において使用したのと同じ粉体塗料組成物を、コロナ帯電塗装ガンを用いて付着させ、当該粉体塗料組成物からなる未硬化の塗膜を形成する。次に、未硬化の塗膜を、誘導加熱装置を用いて加熱して硬化させることにより、塗膜11を形成する。このようにしてばね本体10の表面全体に塗膜11を形成し、ばね板1を製造する。

【実施例】

【0078】

次に、本発明について実施例および比較例を挙げてさらに詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。なお、表中の粉体塗料組成物についての配合量は特別な記載がない限り、質量部を表す。

20

【0079】

表1に示す配合の粉体塗料組成物を、前記の製造方法で製造し、被塗物としてワッシャ（外径40mm、内径21mm、厚み2.9mm、炭素鋼（S45C）製）を用い、塗装膜厚が50μmになるようにワッシャの片面に静電塗装し、170、20分間の焼き付け（後加熱）によって実施例1、2の試験片を作製した。さらに、加熱条件を前加熱としたこと以外は実施例1と同様にして、実施例3の試験片を作製した。前加熱では、粉体塗料組成物を試験片に塗装する直前の試験片の表面温度が180となるように、予め試験片を加熱した。

【0080】

30

【表1】

配合	実施例1, 3	実施例2
エポキシ樹脂 DER662E	40.0	40.0
酸末端ポリエステル樹脂 CC1683-O	60.0	60.0
亜鉛粉末 F-1000	164.9	60.8
その他の添加剤		
(フロー剤) PF-17	1.0	1.0
(触媒) キュアゾール2MZ	0.4	0.4
(表面調整剤) ベンゾイン	0.5	0.5
(ワックス) セリダスト3620	1.0	1.0
(顔料) MA-100	7.0	7.0
防錆顔料 PM-300	—	32.0
亜鉛粉末含有量[質量%]	60.0	30.0

40

【0081】

比較例1として、特許文献1（特開平11-188309号公報）の記載に準じて、第1塗膜と第2塗膜とからなる塗膜を実施例と同様にワッシャの片面に設け、比較例用の試験片を作製した。第1塗膜は、神東塗料株式会社製の板ばねZEプライマー焼き付け用を用い、第2塗膜は、ロックペイント株式会社製のタフコートシャーシーブラックを用いた。

【0082】

50

比較例 2 として、特許文献 2（特開 2013 - 119582 号公報）の実施例 3 の記載に準じて、粉体塗料組成物を製造し、実施例と同様にワッシャの片面に静電塗装して塗膜を設け、比較例用の試験片を作製した。

【0083】

次に、実施例用の試験片および比較例用の試験片を用いて性能評価した。

<評価方法>

・樹脂含有層の形成

塗膜に層分離が生じているかどうかを評価した。塗膜を切断して切断面を光学顕微鏡および電子顕微鏡（SEM）にて確認、また E P M A (Zn マッピング)にて亜鉛の密度を目視で観察し、樹脂成分を相対的に多く含む樹脂含有層が形成されれば評価を「あり」とし、樹脂含有層が形成されなければ評価を「なし」とした。10

【0084】

・耐へたり性

図 3 は、耐へたり性を測定するための測定方法を説明するための模式図である。耐へたり性については、実施例ごと、比較例ごとに 4 つのワッシャ 100 を準備し、塗膜が形成された面同士を重ね、一対の押さえ治具 102 によって 4 つのワッシャ 100 を上下から挟み、スラスト軸受 103 を介して、一対の押さえ治具 102 と 4 つのワッシャ 100 を締め付けボルト 104 で台座 101 に固定する。締め付けボルト 104 の塔頂部に歪ゲージ（株式会社共和電業製、ボルト軸力測定用ゲージ K F G - 3 - 1 2 0 - C 2 0 - 1 1）を埋め込み、軸力を測定可能としている。20

【0085】

図 3 に示すように、台座 101 にワッシャ 100 を締め付けボルト 104 で固定した状態で恒温槽に投入し、60° で 48 時間静置した。恒温槽への投入前の軸力と、48 時間後の軸力を測定し、へたり率（%）=（試験前後で低下した軸力 / 試験前の軸力）× 100 を算出した。へたり率が小さいほど耐へたり性に優れていると評価することができる。具体的には、単位膜厚あたりのへたり率で評価し、塗膜の膜厚が 10 μm あたりのへたり率が 1 % 未満であれば、評価が良好であり、1 % 以上であれば評価が不良と判断する。本実施例では、塗膜の膜厚が 50 μm であるので、へたり率が 5 % 未満であれば評価を良好「○」とし、へたり率が 5 % 以上であれば評価を不良「×」とした。30

【0086】

・防食性

防食性については、J I S K 5600 - 7 - 1 に準拠する試験方法（液温 35° の 5 % 塩化ナトリウム水溶液を 840 時間噴霧）により耐中性塩水噴霧性を評価した。噴霧後の塗膜に、剥離や膨れなどの異常があるかどうかを目視にて確認した。塗膜に異常が無ければ評価を良好「○」とし、塗膜に異常があれば評価を「×」とした。

【0087】

【表 2】

評価	実施例1	実施例2	実施例3	比較例1	比較例2
樹脂含有層の形成	あり	あり	あり	—	なし
耐へたり性	○	○	○	×	○
防食性	○	○	○	○	×

【0088】

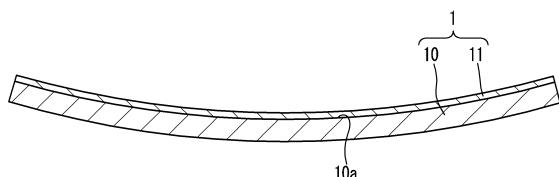
実施例 1 ~ 3 は、塗膜に亜鉛含有層と樹脂含有層とが形成され、評価結果が全て良好であった。比較例 1 は、第 2 塗膜が樹脂塗膜であるために耐へたり性に劣り、ボルトなどの締結部材によってフレームなどに固定して用いられることが多い板ばねなどのばね部材の塗膜としては適用できない。比較例 2 は、亜鉛粉末を含む 1 層からなる塗膜であるので、耐へたり性は良好であるが、防食性に劣り、ばね部材の塗膜としては適用できない。

【符号の説明】

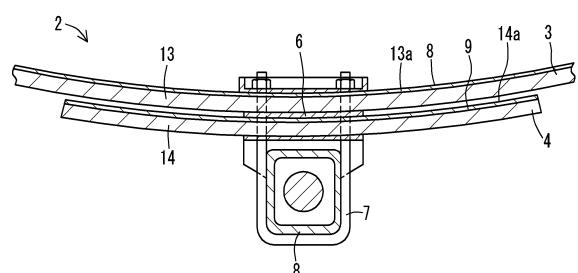
【0089】

2	重ねばね板	
3	親板	
4	子板	
5	相手部材	
6	インタリーフ	
7	Uボルト	
8	塗膜	
9	塗膜	
10	ばね本体	10
10 a	上側面	
11	塗膜	
13	ばね本体	
13 a	作用面	
14	ばね本体	
100	ワッシャ	
101	台座	
102	治具	
103	スラスト軸受	
104	ボルト	

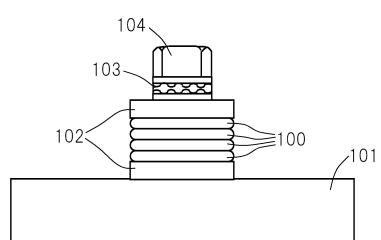
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I
B 3 2 B	27/36	(2006.01)
B 3 2 B	27/18	(2006.01)
C 2 3 C	26/00	(2006.01)
F 1 6 F	1/18	(2006.01)
C 0 9 D	5/10	(2006.01)
B 3 2 B	15/09	(2006.01)
F 1 6 F	1/12	(2006.01)
B 3 2 B	27/36	
B 3 2 B	27/18	E
C 2 3 C	26/00	A
F 1 6 F	1/02	B
F 1 6 F	1/18	Z
C 0 9 D	5/10	
B 3 2 B	15/09	Z
F 1 6 F	1/12	C

(72)発明者 大塚 翔太
兵庫県尼崎市南塚口町 6 丁目 10 番 73 号 神東塗料株式会社内
(72)発明者 開作 昌泰
兵庫県尼崎市南塚口町 6 丁目 10 番 73 号 神東塗料株式会社内

審査官 内山 隆史

(56)参考文献 特開2013-119582 (JP, A)
特開2014-018727 (JP, A)
特開2007-198490 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 1 6 F	1 / 0 0 - 6 / 0 0
B 3 2 B	1 5 / 0 9、2 7 / 1 8、2 7 / 3 6
C 0 9 D	5 / 0 3、5 / 1 0、1 6 3 / 0 0、1 6 7 / 0 0
C 2 3 C	2 6 / 0 0