

明 細 書

発明の名称：粉体塗料組成物

技術分野

[0001] 本開示は、粉体塗料組成物に関する。

背景技術

[0002] チューブ、パイプ、バルブ等の配管材料等は、使用時に化学薬品類等と接触するものである場合、化学薬品類等に対する抵抗性を備えるため、耐食ライニングが施されたものであることが望ましい。耐食ライニング用材料としては、酸、アルカリ、酸化還元剤、各種溶剤等の化学薬品類に対して優れた抵抗性を有することから、フッ素樹脂が好適に用いられている。

フッ素樹脂は、耐食性のほかに非粘着性をも有するので、耐食ライニングの表面に汚染物質が付着することを化学的に防止し得る点で、防汚性付与にも寄与するものである。

[0003] 近年、特に半導体製造設備の配管材料等について、より高度の防汚性を有する耐食ライニング用材料が要望されるようになってきた。フッ素樹脂を用いた耐食ライニングについて防汚力を高める方法として、耐食ライニングの表面平滑性を向上させることにより、汚染物質の付着を物理的に抑止する方法がある。

[0004] フッ素樹脂は、耐食ライニング用材料としては、耐食性を発揮するに足る十分な量を被施工物の様々な形状に合わせて施工することができるとともに、取り扱いが容易である等の点から、粉体塗料として用いることに適している。

[0005] 特許文献1には、特にロトライニング方法による塗装に適する粉体塗料として、ヘキサフルオロプロピレン、パーフルオロ（ビニルエーテル）およびテトラフルオロエチレンからなるテトラフルオロエチレン系共重合体を含有する粉体塗料が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：国際公開第2003/006566号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本開示は、塗装回数に関わらず、良好な表面平滑性を有する皮膜を形成することができる、粉体塗料組成物を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示は、テトラフルオロエチレン系共重合体からなる粉体塗料組成物であって、前記テトラフルオロエチレン系共重合体が、9.0～13.0質量%のヘキサフルオロプロピレン及び0.8～3.0質量%のパーフルオロアルキルビニルエーテルとテトラフルオロエチレンとの共重合体であり、メルトフローレートが13～26g/10分であり、融点が240～270℃であることを特徴とする粉体塗料組成物である。

[0009] 上記テトラフルオロエチレン系共重合体の平均粒子径が5～500μmであり、見掛け密度が0.5～1.1g/mLであることが好ましい。

[0010] 本開示の粉体塗料組成物は、熱安定剤および／または着色顔料を含んでも良い。

上記熱安定剤が、アミン系酸化防止剤、有機硫黄含有化合物及び金属粉末からなる群から選択される少なくとも1種であることが好ましい。

[0011] 本開示は、上記粉体塗料組成物から形成される皮膜でもある。

また、本開示は、上記粉体塗料組成物から静電塗装法により形成される皮膜でもある。

[0012] 本開示は、上記皮膜を含む積層体でもある。

本開示は、上記皮膜を表面層に含む積層体でもある。

[0013] 本開示は、上記皮膜が金属基材上に設けられた塗装物品でもある。

本開示は、金属基材が配管、パイプまたはダクトであり、その内面に上記皮膜が設けられた塗装物品でもある。

- [0014] 本開示は、被塗装物にプライマー層を形成する工程（１）、
プライマー層の表面に、上記粉体塗料組成物を用いて、静電塗装法により皮膜を形成する工程（２）
を有する皮膜成形方法でもある。

発明の効果

- [0015] 本開示により、塗装回数に関わらず、良好な表面平滑性を有する皮膜を形成することができる、粉体塗料組成物を提供することができる。

発明を実施するための形態

- [0016] 以下、本開示を詳細に説明する。

本開示の粉体塗料組成物は、テトラフルオロエチレン系共重合体を含有する粉体塗料組成物であって、前記テトラフルオロエチレン系共重合体が、 $9.0 \sim 13.0$ 質量%のヘキサフルオロプロピレン及び $0.8 \sim 3.0$ 質量%のパーフルオロアルキルビニルエーテルとテトラフルオロエチレンとの共重合体であり、メルトフローレートが $13 \sim 26 \text{ g} / 10 \text{ 分}$ であり、融点が $240 \sim 270^\circ\text{C}$ であることを特徴とする。

- [0017] 本開示の粉体塗料組成物は、被塗装物に塗布した後、加熱焼成して製膜させることにより施工される。このように施工して得られる皮膜は、耐食ライニング等として、様々な用途に用いることができる。

- [0018] 粉体塗料組成物を被塗装物に塗装してできる皮膜において、良好な表面平滑性を得るためには、塗装回数に応じて、TFE系共重合体のメルトフローレート（MFR）を調整することが検討されてきた。

本開示の粉体塗料組成物は、特定のテトラフルオロエチレン系共重合体の組成比、MFR及び融点を有するテトラフルオロエチレン系共重合体を用いることによって、塗装回数に関わらず、良好な表面平滑性を有する皮膜を形成することができるものである。

- [0019] 本開示の粉体塗料組成物は、用途に応じて、例えば、静電塗装、ロトラニング等の塗布方法を用い、焼成後の膜厚が $50 \sim 200 \mu\text{m}$ である薄塗り、又は、焼成後の膜厚が $200 \mu\text{m}$ を超え、 $5000 \mu\text{m}$ 以下の値である厚塗

りにすることができる。

特に、本開示の粉体塗料組成物は、通常、複数回塗装を行う静電塗装による塗布方法に好適である。

[0020] なお、本開示において、本開示の粉体塗料組成物を被塗装物に塗布した後、加熱焼成させて製膜させる工程を1回分の塗装として塗装回数を数える。

[0021] 上記焼成後の膜厚とは、上記塗装回数が1回である場合に得られる膜厚、又は、上記工程を2回以上繰り返すことにより上記塗装回数が2回以上である場合に得られる膜厚である。本明細書において、上記塗装回数が2回以上である場合を、重ね塗りということがある。

[0022] 本開示の粉体塗料組成物は、テトラフルオロエチレン（以下、「TFE」という。）系共重合体を含有するものである。

本明細書において、上記TFE系共重合体とは、共重合組成としてTFEを主成分に有する共重合体を意味する。本明細書において、上記共重合組成とは、上記TFE系共重合体の化学構造の基本単位である単量体単位の種類と、上記各種類の単量体単位の上記TFE系共重合体における量（質量%）を意味する。

[0023] 本開示の粉体塗料組成物に含有される上記TFE系共重合体は、ヘキサフルオロプロピレン（以下、「HFP」という。）9.0～13.0質量%及びパーフルオロアルキルビニルエーテル（以下、「PAVE」という。）0.8～3.0質量%とテトラフルオロエチレンとの共重合体である。

[0024] 本開示の粉体塗料組成物は、上記共重合組成を有するTFE系共重合体を基体樹脂として含有するので、表面平滑性、耐薬品性ともに優れた皮膜を得ることができる。

[0025] 上記PAVEとしては特に限定されないが、パーフルオロメチルビニルエーテル（PMVE）、パーフルオロエチルビニルエーテル（PEVE）、パーフルオロプロピルビニルエーテル（PPVE）などの1種または2種以上が挙げられ、特に、パーフルオロプロピルビニルエーテル（PPVE）が好ましい。

[0026] 上記H F Pの量は、9.0～13.0質量%である。H F Pの量が9.0質量%未満であると、上記T F E系共重合体の融点が高くなり過ぎ、結晶化度が大きくなるので、塗装時に溶融不足となり、表面平滑性が低下する。13.0質量%を超えると、上記T F E系共重合体の融点が低くなり過ぎて、得られる塗膜の耐熱性が低下したりする。また、塗装回数が多くなると、発泡や垂れが生じる場合がある。

好ましいH F Pの量の下限は10質量%であり、好ましい上限は12質量%である。

[0027] 上記P A V Eの量は、0.8～3.0質量%である。P A V Eの量が0.8質量%未満であると、得られる皮膜の耐薬品性が充分に向上しない。3.0質量%を超えると、含有率の増加に見合った効果が得られないので経済性の点から好ましくない。好ましいP A V Eの量の下限は0.9質量%であり、好ましい上限は2.6質量%である。

また、本開示の目的を損なわない範囲で、その他の単量体を含んでも良い。

[0028] 上記T F E系共重合体は、メルトフローレート（M F R）が13～26 g／10分であることが必要である。M F Rが13 g／10分未満であると、塗装時の流れ性が悪くなり、表面平滑性が低くなる。また、目的とする皮膜の平滑性を得るために長時間の加熱が必要になるので、上記T F E系共重合体の劣化が問題になる場合がある。26 g／10分を超えると、塗膜回数が多い場合に、発泡や垂れが生じてしまい、表面平滑性が悪くなる。

本開示において、M F Rを上記範囲とすることで、粉体塗料組成物を複数回塗布する場合、粉体塗料組成物から形成された皮膜上に、更に、粉体塗料組成物を塗装しても、皮膜の表面平滑性が良好となるものである。

好ましいM F Rの下限は15質量%であり、好ましいM F Rの上限は25質量%である。

[0029] 上記M F Rは、上記T F E系共重合体が溶融した場合における流れ性を示すものである。本開示においては、上記M F Rの範囲とすることで、塗装回数に関係なく、良好な表面平滑性が得られる点で優れている。

[0030] 上記 T F E 系共重合体は、分子量を調整することにより、上述の範囲内の M F R を有するものとすることができる。

本明細書において、上記 M F R は、A S T M D 2 1 1 6 に従って、温度 3 7 2 °C、荷重 5 k g として測定される値である。

[0031] 上記 T F E 系共重合体の融点は、2 4 0 ~ 2 7 0 °C である。融点が 2 4 0 °C 未満であると、耐熱性が低下する。2 7 0 °C を超えると、平滑な表面が得にくくなる。

本明細書において、上記融点は、A S T M D 2 1 1 6 に従って測定される値である。

[0032] 上記 T F E 系共重合体を製造する方法としては特に限定されず、例えば、乳化重合、懸濁重合等の従来公知の重合方法等を用いて共重合することにより、上記 T F E 系共重合体を得ることができる。

[0033] 本開示の粉体塗料組成物は、平均粒子径が 5 ~ 5 0 0 μ m であることが好ましい。5 μ m 未満であると、塗布する場合に静電反発を生じやすく、厚膜化が困難となる傾向にあり、5 0 0 μ m を超えると、得られる皮膜の平滑性等が悪化する場合がある。

[0034] 上記粉体塗料組成物の平均粒子径は、塗布方法に応じて、より好ましい範囲が決められ、静電塗装に用いる場合は、1 0 ~ 7 0 μ m がより好ましく、ロトライニングに用いる場合は、1 5 0 ~ 4 0 0 μ m がより好ましい。

上記粉体塗料組成物の平均粒子径は、また、必要に応じて静電塗装により形成したい膜厚に応じて、より好ましい範囲が決められ、上述の薄塗りに用いる場合は、1 0 ~ 4 0 μ m がより好ましく、上述の厚塗りに用いる場合は、4 0 ~ 7 0 μ m がより好ましい。

[0035] 上記粉体塗料組成物の平均粒子径は、後述する本開示の粉体塗料組成物の製造方法において、粉碎や分級の条件を調整することにより、上記範囲内のものとすることができる。

本明細書において、上記平均粒子径は、レーザー回析法により測定する値である。具体的には、マイクロトラック社製 M T - 3 3 0 0 I I により測定さ

れる体積基準のメジアン径である。

- [0036] 本開示の粉体塗料組成物は、見掛け密度が0.5～1.1 g/mlであることが好ましい。0.5 g/ml未満であると、塗装時の発泡を起こしたり、塗装回数の増加を招いたりして、静電塗装が困難となる場合があり、1.1 g/mlを超えると、このような粉体塗料組成物を工業的に製造することが容易ではなくなる。好ましい見掛け密度の下限は0.7 g/mlであり、好ましい上限は1.0 g/mlである。

本明細書において、上記見掛け密度 (g/ml) は、JIS K 6891に準拠した測定により得られる値である。

- [0037] 本開示の粉体塗料組成物は、熱安定剤を含有してもよい。本開示の粉体塗料組成物は、上記熱安定剤を含有するものであると、融点付近の温度以上で加熱する場合に、上記TFE系共重合体が不安定になって生じ得る塗膜の着色や発泡を防止することができる。

上記熱安定剤としては、上記TFE系共重合体の酸化を防止する点から、アミン系酸化防止剤、有機硫黄含有化合物及び金属粉末からなる群から選択される少なくとも1種であることが好ましい。

- [0038] 上記アミン系酸化防止剤としては、例えば、フェニル基、ナフチル基等の芳香族性炭化水素基を分子中に有する芳香族アミンが挙げられ、例えば、N, N'-ジフェニル-p-フェニレンジアミン、N, N'-ジ-2-ナフチル-p-フェニレンジアミン、ジフェニルアミンとジイソブチレンとの反応生成物等のフェニレンジアミン系化合物；ジナフチルアミン、フェニル- α -ナフチルアミン、フェニル- β -ナフチルアミン、4, 4'-ビス(α , α' -ジメチルベンジル)ジフェニルアミン、フェニルシクロヘキシー-p-フェニレンジアミン、スチレン化ジフェニルアミン等のその他の芳香族第2級アミン化合物等が挙げられる。

- [0039] 上記有機硫黄含有化合物としては、例えば、2-メルカプトベンゾイミダゾール、2-メルカプトメチルベンゾイミダゾール等のメルカプトベンゾイミダゾール系化合物；2-メルカプトベンゾチアゾール、2-メルカプトベン

ゾチアゾールのシクロヘキシルアミン塩、ジベンゾチアジルジスルフィド、2-(4'-モルホリノジチオ)ベンゾチアゾール、N-シクロヘキシル-2-ベンゾチアゾリルスルフェンアミド、N-オキシジエチレン-2-ベンゾチアゾリルスルフェンアミド、N-tert-ブチル-2-ベンゾチアゾリルスルフェンアミド等のメルカプトベンゾチアゾール系化合物；2-メルカプトイミダゾリン等のメルカプトイミダゾリン系化合物；ペンタメチレンジチオカルバミン酸、ピペコリルジチオカルバミン酸、ジメチルジチオカルバミン酸、ジエチルジチオカルバミン酸、ジブチルジチオカルバミン酸、N-エチル-N-フェニルジチオカルバミン酸等のジチオカルバミン酸類等が挙げられ、これらは、例えば、Zn、Sn、Cd、Cu、Fe等の金属塩；ピペリジン塩、ピペコリル塩等の有機塩等であってもよい。

[0040] 上記有機硫黄含有化合物としては、例えば、チウラム系化合物が挙げられ、例えば、テトラメチルチウラムモノスルフィド等のチウラムモノスルフィド；テトラメチルチウラムジスルフィド、テトラエチルチウラムジスルフィド、テトラブチルチウラムジスルフィド等のチウラムジスルフィド；ジペンタメチレンチウラムテトラスルフィド等のその他のチウラム系化合物等が挙げられる。

上記有機硫黄含有化合物としては、また、例えば、N，N'-ジエチルチオ尿素、ジブチルチオ尿素、ジラウリルチオ尿素等のチオ尿素誘導体等であってもよい。

[0041] 上記金属粉末としては、コバルト粉末、鉄粉末、亜鉛粉末、スズ粉末または銅粉末の1種または2種以上が挙げられる。金属粉末は単独で使用するよりも、前記有機硫黄含有化合物および／またはアミン系酸化防止剤と併用することが好ましい。

[0042] 上記熱安定剤としては、なかでも、本開示の粉体塗料組成物に含まれるTFE系共重合体の融点付近の温度以上、例えば、約250℃以上の高温における安定性が求められる点から、芳香環含有化合物が好ましく、芳香族アミン、メルカプトベンゾチアゾール系化合物及びメルカプトベンゾイミダゾール

系化合物がより好ましい。

上記熱安定剤としては、本開示の粉体塗料組成物が、化学・医療用器具、半導体製造設備等の用途に用いられる場合、金属残渣の残らない非金属化合物が好ましい。

[0043] 上記熱安定剤は、従来公知の方法により製造することができるが、通常、市販品を用いることができる。

[0044] 上記熱安定剤は、上記 T F E 系共重合体 1 0 0 質量部に対し 0. 0 0 1 ~ 5 質量部であることが好ましい。0. 0 0 1 質量部未満であると、上記 T F E 系共重合体の熱安定性が悪化する場合があります、5 質量部を超えると、得られる皮膜に着色や上記熱安定剤の分解による発泡が起るので、好ましくない。より好ましくは、0. 0 0 3 ~ 2 質量部である。

[0045] 本開示の粉体塗料組成物は、着色顔料を含有してもよい。着色顔料としては、酸化チタン、酸化コバルト、カーボン、酸化クロム、酸化鉄、マイカ等が挙げられる。

上記着色顔料は、上記 T F E 系共重合体 1 0 0 質量部に対し 0. 0 0 1 ~ 5 質量部であることが好ましい。0. 0 0 1 質量部未満であると、目的とする着色が得られない場合があります、5 質量部を超えると、得られる皮膜に発泡が起る場合がある。より好ましくは、0. 0 0 3 ~ 2 質量部である。

[0046] 本開示の粉体塗料組成物は、上記 T F E 系共重合体及び所望により用いられる上記安定剤および／または着色顔料と併用して、必要に応じ、添加剤等を含有するものであってもよい。上記添加剤等としては特に限定されず、例えば、一般的な粉体塗料組成物に用いられるもの等が挙げられる。

上記添加剤等としては、例えば、防錆等を目的として、防錆顔料、焼成顔料等のその他の顔料；塗膜の収縮防止を目的として、カーボン繊維、ガラス繊維、ガラスフレーク、マイカ等の塗膜補強材；導電性付与を目的として、導電性カーボン等の導電性付与材等が挙げられ、レベリング剤、帯電防止剤等であってもよい。

[0047] 上記添加剤の含有量は、上記粉体塗料組成物に対し、0 ~ 1 0. 0 質量%が

好ましく、0～5.0質量％がより好ましい。

- [0048] 上記熱安定剤、着色顔料及び添加剤の平均粒径は、0.1～70 μm であることが好ましく、0.1～50 μm であることがより好ましい。これらの粒子径がこの範囲であれば、組成物中に均一に分散し安定して塗装可能である。

これらの平均粒径は、レーザー回析法により測定する値である。具体的には、マイクロトラック社製MT-3300IIにより測定される体積基準のメジアン径である。

- [0049] 本開示の粉体塗料組成物の製造方法としては、特に限定されず、例えば、粉碎方法、造粒方法、スプレードライ法等の従来公知の方法等が挙げられ、例えば、特開昭63-270740号公報に開示されているような、上述のTFE系共重合体をロールでシート状に圧縮し、粉碎機により粉碎し分級して得られる粉末を、上述の安定剤及び着色顔料、必要に応じて用いられる導電性付与剤等の添加剤等と乾式で混合する方法等が挙げられる。

上記粉体塗料の製造方法としては、また、上記TFE系共重合体、上記安定剤及び必要に応じて上記添加剤等を予め混合機で混合し、次いで、ニーダー、溶融押出し機等で溶融混練した後、粉碎し、必要に応じて分級する方法を用いてもよい。

- [0050] このようにして得られる本開示の粉体塗料組成物は、通常、被塗装物に塗布した後、加熱焼成により製膜させることにより施工される。

- [0051] 上記被塗装物としては特に限定されないが、耐食性付与が望まれるものに好適に用いることができる。このような被塗装物としては、例えば、タンク、ベッセル、塔、バルブ、ポンプ、継手、その他の配管材料、部品、シール材等の耐食ライニングが施されるもの等が挙げられる。

- [0052] 本開示の粉体塗料組成物は、特に、金属基材に好適に使用される。上記金属基材としては、具体的には、配管、パイプ、ダクト等の工業部品関連用途等が挙げられる。これらの内面に、粉体塗料組成物を塗布する。

本開示の粉体塗料組成物を、上記金属基材に使用することは、基材の腐食を

防止できる点で有利である。

[0053] 上記金属としては、鉄、アルミニウム、銅等の金属単体及びこれらの合金類等が挙げられる。上記合金類としては、ステンレス鋼（SUS）等が挙げられる。上記基材は、金属とともに、他の材料を含んでもよい。

上記基材としては、特に、鉄、アルミニウム又はステンレスからなるものがより好ましい。

[0054] 上記被塗装物は、必要に応じ、洗浄、サンドブラスト等の表面処理やプライマー塗装を行ったものであってよい。

プライマーとしては、通常使用されている、フッ素樹脂を含むプライマー等が挙げられる。

[0055] 上記プライマー皮膜の膜厚は、 $20 \sim 150 \mu\text{m}$ であることが好適である。より好ましくは $30 \sim 100 \mu\text{m}$ である。

[0056] 上記プライマー皮膜の上に、本開示の粉体塗料組成物を塗布し、加熱焼成することにより皮膜を形成することができる。

[0057] 本開示の粉体塗料の塗布の方法としては特に限定されず、例えば、静電塗装法、ロトライニング法、流動浸漬塗装法等の従来公知の方法等が挙げられるが、本開示の粉体塗料組成物は、塗装回数に関わらず、表面平滑性に優れた皮膜を得ることができることから、静電塗装法に好適に用いることができる。

[0058] 本開示の粉体塗料組成物は、用途によるが、目的とする膜厚になるように複数回に分けて塗装してもよい。本開示の粉体塗料組成物は、その塗装回数に関係なく、塗装表面の平滑性を良好とすることができる。塗装回数は、特に限定されるものではなく、目的に応じて、1回から10回行えばよい。

[0059] 必要に応じて重ね塗りをした焼成後の膜厚としては、例えば、 $20 \sim 5000 \mu\text{m}$ 等が挙げられ、耐食ライニング等の耐食性付与を目的とする場合は、 $300 \sim 5000 \mu\text{m}$ であることが好ましい。静電塗装方法を用いる場合は、通常、 $50 \sim 1000 \mu\text{m}$ である。

[0060] 上記加熱焼成の温度としては、例えば、 $250 \sim 350^\circ\text{C}$ 等が挙げられる。

[0061] 上記のように、本開示の粉体塗料組成物から形成される皮膜も本開示の１つである。

また、上記のように、本開示の粉体塗料組成物から静電塗装法により形成される皮膜も本開示の１つである。

[0062] 更に、上記皮膜を含む積層体も本開示の１つである。また、上記皮膜を表面層に含む積層体も本開示の１つである。

本開示の積層体としては、上記のように、本開示の粉体塗料組成物を複数回塗装し、皮膜を積層したものや、プライマー皮膜の上に、本開示の粉体塗料物から形成された皮膜を設けたもの等が挙げられる。このような積層体において、本開示の粉体塗料組成物からなる皮膜が最外層であることが好ましい。

[0063] 上記のように、本開示の皮膜が金属基材上に設けられた塗装物品も本開示の１つである。

また、金属基材が配管、パイプまたはダクトであり、その内面に本開示の皮膜が設けられた塗装物品も本開示の１つである。

本開示の皮膜は、金属基材上に直接設けられていても、プライマー皮膜を介して設けられていても良い。

[0064] 上記のように、被塗装物にプライマー皮膜を形成する工程（１）、
プライマー皮膜の表面に、請求項１～４のいずれか１に記載の粉体塗料組成物を用いて、静電塗装法により皮膜を形成する工程（２）
を有する皮膜成形方法も本開示の１つである。

[0065] 本開示の粉体塗料組成物は、上述の特定の共重合組成とＭＦＲと融点とを有することから、塗装回数に関わらず、皮膜の表面平滑性を得ることができる優れた加工性を有する。また、耐薬品性に優れ、薬品や温度衝撃によるクラックを起さない皮膜を得ることができる。このように有利な効果は、被膜を厚塗りにする場合であっても十分に奏され、特に、耐食性付与を目的とする場合であっても優れている。

実施例

[0066] 以下、本開示を実施例に基づいて具体的に説明する。

以下の実施例においては特に言及しない場合は、「部」「%」はそれぞれ「質量部」「質量%」を表す。

[0067] (実施例 1)

T F E 系共重合体粉末 A (H F P 1 1, 1 %, P P V E 1, 0 %, 3 7 2 °C におけるメルトフローレート 1 7, 0 g / 1 0 分、融点 2 5 8 °C) をローラーコンパクターでシート状に圧縮し、数 mm 程度の大きさに解砕した後にハンマーミルで粉砕して、平均粒径 5 0 ~ 6 0 μ m、見掛け密度 0, 8 0 ~ 0, 9 0 g / m l の粉体塗料組成物 A を得た。

脱脂された鉄基材 (1 0 0 m m × 2 0 0 m m × 5 m m) に、8 0 メッシュのアルミナとしてトサエメリー (宇治電化学工業社製) を 0, 5 M P a の圧力でブラストを行い、エアーでブラスト粉を除去した。そして、プライマーとして T C - 1 1 0 0 0 (ダイキン工業社製) を塗装、乾燥させて 3 0 ~ 5 0 μ m の皮膜を得た。

このプライマー皮膜の上に、粉体塗料組成物 A を静電塗装法にて塗布した後に、乾燥炉中で垂直に吊り下げて 2 8 5 °C で 3 0 分間焼成し、膜厚約 1 5 0 μ m の皮膜を得た。

さらに、この皮膜の上に、粉体塗料組成物 A による塗布、焼成の工程を 4 回繰り返し、総膜厚約 5 0 0 μ m の皮膜を得た。

[0068] (実施例 2)

T F E 共重合粉末 A に代えて、T F E 共重合粉末 B (H F P 1 1, 7 (質量 %)、P P V E 1, 0 (質量 %)、3 7 2 °C におけるメルトフローレート 2 5, 0 g / 1 0 分、融点 2 5 5 °C) を用い、粉体塗料組成物 B を得たこと以外は、実施例 1 と同様の手順を実施して、膜厚約 1 5 0 μ m の皮膜と総膜厚約 5 0 0 μ m の皮膜を得た。

[0069] 実施例 3

T F E 共重合粉末 A に代えて、T F E 共重合粉末 C (H F P 1 1, 4 (質量 %)、P P V E 0, 8 (質量 %)、3 7 2 °C におけるメルトフローレート 2

1. 8 g / 10分、融点257℃)を用い、粉体塗料組成物Cを得たこと以外は、実施例1と同様の手順を実施して、膜厚約150 μ mの皮膜と総膜厚約500 μ mの皮膜を得た。

[0070] 実施例4

TFE共重合粉末Aに代えて、TFE共重合粉末D (HFP 9.8 (質量%)、PPVE 2.6 (質量%)、372℃におけるメルトフローレート20.5 g / 10分、融点265℃)を用い、粉体塗料組成物Dを得たこと以外は、実施例1と同様の手順を実施して、膜厚約150 μ mの皮膜と総膜厚約500 μ mの皮膜を得た。

[0071] 実施例5

TFE共重合粉末Aに代えて、TFE共重合粉末E (HFP 12.5 (質量%)、PPVE 1.0 (質量%)、372℃におけるメルトフローレート25.6 g / 10分、融点250℃)を用い、粉体塗料組成物Eを得たこと以外は、実施例1と同様の手順を実施して、膜厚約150 μ mの皮膜と総膜厚約500 μ mの皮膜を得た。

[0072] 比較例1

TFE共重合粉末Aに代えて、TFE共重合粉末F (HFP 11.5 (質量%)、PPVE 0.9 (質量%)、372℃におけるメルトフローレート35.0 g / 10分、融点257℃)を用い、粉体塗料組成物Fを得たこと以外は、実施例1と同様の手順を実施して、膜厚約150 μ mの皮膜と総膜厚約500 μ mの皮膜を得た。

[0073] 比較例2

TFE共重合粉末Aに代えて、TFE共重合粉末G (HFP 11.0 (質量%)、PPVE 1.0 (質量%)、372℃におけるメルトフローレート7.0 g / 10分、融点258℃)を用い、粉体塗料組成物Gを得たこと以外は、実施例1と同様の手順を実施して、膜厚約150 μ mの皮膜と総膜厚約500 μ mの皮膜を得た。

[0074] 比較例3

TFE共重合粉末Aに代えて、TFE共重合粉末H（HFP 6.8（質量％）、PPVE 1.3（質量％）、372℃におけるメルトフローレート18.3g／10分、融点280℃）を用い、粉体塗料組成物Hを得たこと以外は、実施例1と同様の手順を実施して、膜厚約150μmの皮膜と総膜厚約500μmの皮膜を得た。

[0075] 比較例4

TFE共重合粉末Aに代えて、TFE共重合粉末I（HFP 15.0（質量％）、PPVE 0.1（質量％）、372℃におけるメルトフローレート20.0g／10分、融点230℃）を用い、粉体塗料組成物Iを得たこと以外は、実施例1と同様の手順を実施して、膜厚約150μmの皮膜と総膜厚約500μmの皮膜を得た。

[0076] 上記得られた皮膜について、下記方法により表面粗度を算出し、皮膜の様子を評価した。

その結果を表1に併せて示す。

[0077] （表面粗度Ra）

表面粗度Ra（算術平均粗さ）は、表面粗さ形状測定機（株式会社ミットヨ社製 SJ-210）を使用し、JIS B 0601-1994に準拠して、測定点数5点の測定値を平均して算出した。

[0078]

[表1]

	共重合組成 (質量%)		MFR (g/10分)	融点 (°C)	表面粗度Ra (μm)		皮膜の様子
	HFP	PPVE			1層	5層	
実施例1	11.1	1.0	17.0	258	0.55	0.22	平滑性良好
実施例2	11.7	1.0	25.0	255	0.41	0.19	平滑性良好
実施例3	11.4	0.8	21.8	257	0.50	0.24	平滑性良好
実施例4	9.8	2.6	20.5	265	0.57	0.28	平滑性良好
実施例5	12.5	1.0	25.6	250	0.46	0.18	平滑性良好
比較例1	11.5	0.9	35.0	257	0.34	(発泡あり・垂れあり)	発泡あり、垂れあり
比較例2	11.0	1.0	7.0	258	1.06	0.59	平滑性不足
比較例3	6.8	1.3	18.3	280	7.78	6.95	滑融不足
比較例4	15.0	0.1	20.0	230	0.59	(発泡あり・垂れあり)	発泡あり、垂れあり

産業上の利用可能性

[0079] 本開示の粉体塗料組成物は、上述の構成を有するので、被膜の表面平滑性が良好で、特に、金属基材向けの粉体塗料組成物として好適である。

請求の範囲

- [請求項1] テトラフルオロエチレン系共重合体を含有する粉体塗料組成物であって、前記テトラフルオロエチレン系共重合体が、9.0～13.0質量%のヘキサフルオロプロピレン及び0.8～3.0質量%のパーフルオロアルキルビニルエーテルとテトラフルオロエチレンとの共重合体であり、メルトフローレートが13～26 (g/10分)であり、融点が240～270℃であることを特徴とする粉体塗料組成物。
- [請求項2] 上記テトラフルオロエチレン系共重合体の平均粒子径が5～500 μ mであり、見掛け密度が0.5～1.1 (g/ml)である、請求項1に記載の粉体塗料組成物。
- [請求項3] 熱安定剤および／または着色顔料を含む、請求項1または2に記載の粉体塗料組成物。
- [請求項4] 上記熱安定剤が、アミン系酸化防止剤、有機硫黄含有化合物及び金属粉末からなる群から選択される少なくとも1種である、請求項1～3のいずれか1に記載の粉体塗料組成物。
- [請求項5] 請求項1～4のいずれか1に記載の粉体塗料組成物から形成される皮膜。
- [請求項6] 請求項1～4のいずれか1に記載の粉体塗料組成物から静電塗装法により形成される皮膜。
- [請求項7] 請求項5に記載の皮膜を含む積層体。
- [請求項8] 請求項5に記載の皮膜を表面層に含む積層体。
- [請求項9] 請求項5に記載の皮膜が金属基材上に設けられた塗装物品。
- [請求項10] 金属基材が配管、パイプまたはダクトであり、その内面に請求項5に記載の皮膜が設けられた塗装物品。
- [請求項11] 被塗装物にプライマー皮膜を形成する工程(1)、
プライマー皮膜の表面に、請求項1～4のいずれか1に記載の粉体塗料組成物を用いて、静電塗装法により皮膜を形成する工程(2)
を有する皮膜成形方法。