

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3566805号  
(P3566805)

(45) 発行日 平成16年9月15日(2004.9.15)

(24) 登録日 平成16年6月18日(2004.6.18)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F 1

CO8J 5/16  
CO8J 7/00  
// CO8L 27:12

CO8J 5/16 CEW  
CO8J 7/00 3O2  
CO8L 27:12

請求項の数 1 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-89767  
(22) 出願日 平成8年4月11日(1996.4.11)  
(65) 公開番号 特開平9-278907  
(43) 公開日 平成9年10月28日(1997.10.28)  
審査請求日 平成13年12月27日(2001.12.27)

(73) 特許権者 000004097  
日本原子力研究所  
千葉県柏市末広町14番1号  
(73) 特許権者 000005120  
日立電線株式会社  
東京都千代田区大手町一丁目6番1号  
(73) 特許権者 592109097  
株式会社レイテック  
東京都新宿区高田馬場4丁目40番13号  
(73) 特許権者 000000044  
旭硝子株式会社  
東京都千代田区有楽町一丁目12番1号  
(74) 代理人 100071526  
弁理士 平田 忠雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 摺動部材

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 線、電子線、X線、中性子線、あるいは高エネルギーイオンの電離性放射線を照射したフッ素樹脂によって構成された摺動部材であって、前記フッ素樹脂が、テトラフルオロエチレン重合体、テトラフルオロエチレン-パーフルオロ(アルキルビニルエーテル)共重合体、またはテトラフルオロエチレン-ヘキサフルオロプロピレン共重合体であり、かつ、前記フッ素樹脂が、酸素不在のもとで、その結晶融点以上で、かつその結晶融点よりも30 高い温度以下に加熱された状態において、照射線量10KGy~1500KGyの範囲内の前記電離性放射線を照射されたものであることを特徴とする摺動部材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

2

【発明の属する技術分野】

本発明は無潤滑軸受やダイナミックシール等に使用されるフッ素樹脂からなる摺動部材に関し、特に、耐摩擦性、耐摩耗性及び耐荷重に優れた摺動部材に関する。

【0002】

【従来の技術】

フッ素樹脂は耐薬品性や耐熱性に優れており、産業用、民生用の各種用途に広く利用されている。

【0003】

10 しかし、フッ素樹脂は摺動環境下では摩耗やクリープ変形等により使用できないケースがある。

【0004】

このため、フッ素樹脂に充填剤を加えたことにより摩耗やクリープ変形を改善することが採用されてきている。

【0005】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかし、充填剤を加える方法では、充填剤がフッ素樹脂固有の優れた性質を低下させるため、その利用範囲が制限されることが多く、必ずしも満足の行くものではなかった。

## 【0006】

従って、本発明の目的は、優れた耐摩擦性、耐摩耗性及び耐荷重性を有し、しかも、フッ素樹脂本来の良好な特性を有するフッ素樹脂系摺動部材を提供することにある。

## 【0007】

## 【課題を解決するための手段】

本発明は上記の目的を達成するため、電離性放射線を照射したフッ素樹脂によって構成した摺動部材を提供するものである。

## 【0008】

特定の条件下で、テトラフルオロエチレン重合体に電離性放射線を照射し、これによって破断伸びや破壊強度の劣化を抑制した改質テトラフルオロエチレン重合体を得るための方法が提案されているが（特開平6-116423号、特開平7-118423号、特開平7-118424号）、本発明はこの放射線によって改質されたフッ素樹脂を摺動部材として使用したところに、発明としての特異点を置くものである。

## 【0009】

## 【発明の実施の形態】

本発明においては、電離性放射線としては、 $\gamma$ 線、電子線、X線、中性子線、あるいは高エネルギーイオン等が使用される。

## 【0010】

また、本発明に使用されるフッ素樹脂としては、テトラフルオロエチレン重合体（以下PTFEという）、テトラフルオロエチレン-パーフルオロ（アルキルビニルエーテル）共重合体（以下PFAという）、あるいはテトラフルオロエチレン-ヘキサフルオロプロピレン共重合体（以下FEPという）が挙げられる。

## 【0012】

また、上記共重合体形式のフッ素樹脂の場合、その分子構造の中に少量の第3成分を含むことは有り得る。

## 【0013】

本発明摺動部材のベースとなるこれらフッ素樹脂の使用形態としては、それぞれ単独で使用する場合と、2種または2種以上の混合物の形で使用する場合の双方がある。

## 【0014】

また、上記単一のフッ素樹脂または相互に混合したフッ素樹脂に対して、他の耐熱性材料を混合してもよい。この場合、電離性放射線照射は最終的な混合物に対して行ってもよく、フッ素樹脂に対して予め電離性放射線を照射してから他の耐熱性材料と混合してもよい。

## 【0015】

他の耐熱性材料としては、酸素不在下において300°C以上に耐えられるものであることが好ましく、具体的にはエチレン-テトラフルオロエチレン系共重合体、エチレン-クロロトリフルオロエチレン系共重合体、プロピレン-テトラフルオロエチレン系共重合体、ビニリデンフロライド-ヘキサフルオロプロピレン-テトラフルオロエチレン系共重合体等の含フッ素共重合体、あるいはポリイミド、芳香族ポリアミド、ポリアリレンスルフィド、芳香族ポリエステル等の高分子材料が使用される。

## 【0016】

他の耐熱性材料として、無機系材料を使用してもよい。

## 【0017】

本発明による摺動部材の用途としては、例えば無潤滑軸受、ダイナミックシール、複写機用ロール、あるいはベアリングパッドなどがあげられ、従来、フッ素樹脂の適用が困難であった用途での使用が期待される。

## 【0018】

本発明の摺動部材を得るための具体的な方法としては、フッ素樹脂から所定形状に予備成型品を製造し、次にこれを焼成した後、電離性放射線を照射する方法が多くの場合に採用されるが、場合によっては予め電離性放射線を照射したフッ素樹脂粉末を他の耐熱性材料と混合し、これを摺動部材の形状に成型したり、あるいはフッ素樹脂シートに電離性放射線を照射した後これをシート状摺動部材の形状に打ち抜くなど色々な手段が採用できる。

## 【0019】

電離性放射線の照射は酸素不在のもとで行うことが望ましく、また、その照射線量は1K Gy ~ 10MGyの範囲内であることが望ましい。

## 【0020】

そしてさらに、フッ素樹脂の低摩擦性、耐摩耗性及び耐荷重特性を改善する観点からすると、この電離性放射線のより好ましい照射線量は、10K Gy ~ 1500K Gyの範囲内が望ましい。

## 【0021】

また、電離性放射線の照射を行うに際しては、フッ素樹脂をその結晶融点以上に加熱しておくことが望ましい。

## 【0022】

すなわち、例えばフッ素樹脂としてPTFEを使用する場合には、この材料の結晶融点である327°Cよりも高い温度にフッ素樹脂を加熱した状態で電離性放射線を照射することが望ましく、あるいはまた、PFAやFEPを適用する場合には、前者が310°C、後者が275°Cに特定される結晶融点よりも高い温度に加熱して、放射線を照射することが望ましい。

## 【0023】

フッ素樹脂をその結晶融点以上に加熱することは、フッ

素樹脂を構成する主鎖の分子運動を活発化させることになり、その結果、分子間の架橋反応を効率良く促進させることが可能となる。

【0024】

但し、過度の加熱は、逆に分子主鎖の切断と分解を招くようになるので、このような解重合現象の発生を抑制する意味合いから、加熱温度はフッ素樹脂の結晶融点よりも10～30℃高い範囲内に抑えるべきである。

【0025】

【実施例】

【0026】

[実施例1～6]

厚さ0.5mmの市販のPTFEシートに対して、0.01トル以下の真空中(すなわち酸素不在下)で340℃の加熱温度のもと、照射線量が50KGy(実施例1)、100KGy(実施例2)、300KGy(実施例3)、500KGy(実施例4)、1000KGy(実施例5)および1500KGy(実施例6)となるように電子線を照射し、各実施例それぞれのシート状摺動部材を得た。

【0027】

表1にこれら実施例1～6によって得られた摺動部材と、実施例1～6で使用された市販のPTFEシート(比較例1。放射線照射なし)とを対象にして行った摩擦係数および摩耗係数測定試験結果を示す。

【0028】

試験はスラスト型摩擦摩耗試験装置を使用し、SUS304製の円筒状リング(外径25.6mm、内径20.6mm)により実施例1～6および比較例1のそれぞれの被試験シートに対して2.5kg/cm<sup>2</sup>の圧力を加え、速度0.5m/secの条件のもとに行った。

【0029】

このときの圧力と速度の乗数値PV値は、1.25kg・m/cm<sup>2</sup>・secであった。

【0030】

そして試験時間2時間後の被試験シートの重量減少を測定した後、この被試験シートの減少重量を減少容量に換算し、これを円筒状リングの接触面積で除して摩耗深さを算出した。

【0031】

摩耗係数K(m・sec/MPa/m/hr×10<sup>-6</sup>)は、W=KPV<sup>2</sup>Tの摩耗の関係式により求めた。

【0032】

なお、式中Wは摩耗深さ(m)、Pは荷重(MPa)、Vは速度(m/sec)、Tは時間(hr)である。

【0033】

【表1】

10

	摩擦係数	摩耗係数
実施例1	0.32	0.9
" 2	0.28	0.03
" 3	0.32	0.1
" 4	0.34	0.1
" 5	0.42	0.2
" 6	0.39	0.2
比較例1	0.28	異常摩耗

20

【0034】

[実施例7～9] SUS304の板に融着固定した厚さ50ミクロンのPFAフィルム(商品名:アフロンP-63P、旭硝子社製)を対象にそれぞれ所定線量の電子線を照射し、各実施例の摺動部材を得た。

【0035】

電子線照射はいずれも0.01トル以下の真空中において行われ、その加熱温度と照射線量は、実施例7が320℃と100KGy、実施例8が320℃と1000KGy、実施例9が330℃と500KGyである。

【0036】

これら実施例7～9における摺動部材の摩擦と摩耗の特性を、比較例2との対比において表2に示す。

【0037】

なお、比較例2としては、実施例7～9において使用されたPFAフィルム(電子線未照射物)を使用した。

【0038】

また、摩擦と摩耗は、実施例7、8の場合が表1におけるのと同じスラスト型摩擦摩耗試験装置を使用して摩擦係数を測定し、実施例9についてはピンオンディスク型摩擦摩耗試験装置を用いて摩耗特性を測定した。

【0039】

40

この場合の摩耗特性は、ボール直径1/4インチ(6.350mm)、荷重0.2kg、周速5m/min、時間10hrの条件のもとで測定し、そのときの摩耗深さをもって特性値とした。

【0040】

なお、比較例2については、実施例7、8と同じくスラスト型摩擦摩耗試験装置を使用しての摩擦係数測定試験と、実施例9における摩耗特性試験の双方について試験をした。

【0041】

50

【表2】

	摩擦係数	磨耗深さ(μm)
実施例7	0.09	—
実施例8	0.09	—
実施例9	—	11
比較例2	0.20	31

【0042】

[実施例11]

テトラフルオロエチレンとパーフルオロ(アルキルピニルエーテル)とから構成される重合単位比が99.9対0.1モル比のPTFEのモールディングパウダー(商品名:テフロン70J、三井・デュボンフロケミカル社製。平均粒子径50ミクロン)を予備成型し、これを焼成することによって径100mm、高さ100mmのブロックを製作した。

【0043】

次にこのブロックから0.5mm厚のシートを切り出し、これに電子線を照射することによってシート状の摺動部材を得た。

【0044】

照射は0.01トール以下の真空下、340°Cの加熱のもとに行われ、線量100K Gyの放射線が照射された。

【0045】

[実施例12]

平均粒子径40ミクロンのPTFEモールディングパウダー(商品名:フルオンG190、旭硝子社製)に対し、0.01トール以下の真空下、350°Cの加熱温度のもとで線量100K Gyの電子線を照射した。

【0046】

次いでこの粉末を約20ミクロンの平均粒子径になるまでジェットミルで粉碎した後、300°Cで12時間熱処理し、高温揮発成分(約0.1%)を除去した。

【0047】

次にこのようにして得られた電子線処理粉末を電子線未照射のPTFEモールディングパウダーに対して10重量%添加して混合粉末を作り、予備成型、焼成の工程を経て、厚さ2mmの摺動部材シートを得た。

【0048】

10 以上の実施例11および12によって得られたシートを対象にして行った摩擦係数と磨耗係数の測定試験結果を表3に示す。

【0049】

なお、表中の比較例3は、実施例11においてブロックから切り出されたシートを、電子線照射することなくそのまま試験試料として供したものである。

【0050】

摩擦と磨耗の特性評価は、表1の場合と同じスラスト型摩擦磨耗試験装置を使用して行った。

【0051】

【表3】

	摩擦係数	磨耗係数
実施例11	—	4.9
” 12	0.24	3.4
比較例 3	—	異常磨耗

【0052】

【発明の効果】

40 以上説明した本発明によれば、表1~3それぞれにおける実施例と比較例の対比からも明らかのように、比較例のいずれもが異常磨耗もしくは大きな磨耗深さを示しているのに対して、本発明による摺動部材の場合にはいずれも良好な潤滑性を裏付ける低い摩擦係数のもと、優れた耐磨耗性を有していることが認められる。このことは本発明がこの種摺動部材の応用範囲を広げるうえにおいて大きく貢献することを意味しているものである。

フロントページの続き

(72)発明者 瀬口 忠男

群馬県高崎市綿貫町1233番地 日本原子力研究所高崎研究所内

(72)発明者 笠井 昇

群馬県高崎市綿貫町1233番地 日本原子力研究所高崎研究所内

(72)発明者 中山 明成

茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立電線株式会社パワーシステム研究所内

- (72)発明者 柳生 秀樹  
茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立電線株式会社パワーシステム研究所内
- (72)発明者 田畑 米穂  
東京都中野区本町4-48-17-701
- (72)発明者 乙幡 和重  
東京都新宿区高田馬場4丁目40番13号 株式会社レイテック内
- (72)発明者 池田 重利  
東京都新宿区高田馬場4丁目40番13号 株式会社レイテック内
- (72)発明者 大島 明博  
栃木県塩谷郡塩谷町道下822
- (72)発明者 両角 三春  
神奈川県川崎市幸区塚越3丁目474番地2 旭硝子株式会社 玉川分室内
- (72)発明者 野村 真澄  
神奈川県川崎市幸区塚越3丁目474番地2 旭硝子株式会社 玉川分室内
- 審査官 天野 宏樹

- (56)参考文献 特開平05-271430(JP,A)  
特公昭47-019609(JP,B1)  
特開昭63-041538(JP,A)  
特開平07-118423(JP,A)  
特開平07-118424(JP,A)  
特開昭50-101450(JP,A)  
特開平08-231165(JP,A)  
草野広男,池田重利,笠井昇,瀬口忠男,大島明,放射線架橋P T F E の構造と諸特性,電気学会誘電・絶縁材料研究会資料,日本,1996年12月10日,VOL.DEI-96,NO.132-145,p.1-8,JN: Z0908B AN: 1997:10707(JSTPLUS)
- (58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>,DB名)  
C08J 5/16  
C08J 7/00