

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6457490号  
(P6457490)

(45) 発行日 平成31年1月23日(2019.1.23)

(24) 登録日 平成30年12月28日(2018.12.28)

(51) Int.Cl.

F I

F 1 6 B 37/14 (2006.01)

F 1 6 B 37/14 J

F 1 6 B 41/00 (2006.01)

F 1 6 B 41/00 R

B 6 4 C 1/00 (2006.01)

B 6 4 C 1/00 A

B 6 4 D 45/02 (2006.01)

B 6 4 D 45/02

請求項の数 9 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2016-509023 (P2016-509023)  
 (86) (22) 出願日 平成26年4月15日(2014.4.15)  
 (65) 公表番号 特表2016-521337 (P2016-521337A)  
 (43) 公表日 平成28年7月21日(2016.7.21)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2014/034073  
 (87) 国際公開番号 W02014/172305  
 (87) 国際公開日 平成26年10月23日(2014.10.23)  
 審査請求日 平成29年4月14日(2017.4.14)  
 (31) 優先権主張番号 61/811,988  
 (32) 優先日 平成25年4月15日(2013.4.15)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 505005049  
 スリーエム イノベイティブ プロパティ  
 ズ カンパニー  
 アメリカ合衆国, ミネソタ州 55133  
 -3427, セント ポール, ポスト オ  
 フィス ボックス 33427, スリーエ  
 ム センター  
 (74) 代理人 100099759  
 弁理士 青木 篤  
 (74) 代理人 100077517  
 弁理士 石田 敬  
 (74) 代理人 100087413  
 弁理士 古賀 哲次  
 (74) 代理人 100146466  
 弁理士 高橋 正俊

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 軽量シールキャップ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

締結具を保護する方法であって、

a) 締結具を設ける工程と、

b) 内部を画定するシールキャップを設ける工程であって、前記シールキャップは 3 0 . 0 k V / m m 超の絶縁破壊強度を有する材料で構成され、かつ前記シールキャップは 1 . 5 m m 未満の平均肉厚を有する、工程と、

c) 未硬化シーラントをシールキャップの内部に若しくは締結具に、又はそれらの両方に適用する工程と、

d) 前記締結具の少なくとも一部分が前記シールキャップの前記内部に存在するように、前記シールキャップを前記締結具に被せて配置する工程と、を含む方法。

10

【請求項 2】

締結具を保護する方法であって、

f) 締結具を設ける工程と、

g) 内部を画定するシールキャップを設ける工程であって、前記シールキャップは 3 0 . 0 k V / m m 超の絶縁破壊強度を有する材料で構成され、前記シールキャップは 1 . 5 m m 未満の平均肉厚を有し、かつ前記シールキャップの前記内部は一定量の未硬化シーラントを収容する、工程と、

h) 前記締結具の少なくとも一部分が前記シールキャップの前記内部に存在するように、前記シールキャップを前記締結具に被せて配置する工程と、を含む方法。

20

## 【請求項 3】

q) 締結具と、

r) 内部を画定するシールキャップと、

s) 硬化シーラントと、を備える保護付き締結具構造であって、

前記シールキャップは 30.0 kV/mm 超の絶縁破壊強度を有する材料で構成され、かつ前記シールキャップは 1.5 mm 未満の平均肉厚を有し、

前記シールキャップは、前記締結具の少なくとも一部分が前記シールキャップの前記内部に存在するように、前記締結具に被せて配置され、

並びに前記シールキャップの前記内部は、前記シールキャップを前記締結具に結合する前記硬化シーラントを更に収容する、保護付き締結具構造。

10

## 【請求項 4】

v) 内部を画定するシールキャップと、

w) 一定量の未硬化シーラントと、を備える即時取り付け式シールキャップであって、

前記シールキャップは 30.0 kV/mm 超の絶縁破壊強度を有する材料で構成され、かつ前記シールキャップは 1.5 mm 未満の平均肉厚を有し、

並びに前記シールキャップの前記内部は前記一定量の未硬化シーラントを収容する、即時取り付け式シールキャップ。

## 【請求項 5】

締結具の保護のためのシールキャップであって、30.0 kV/mm 超の絶縁破壊強度を有する材料で構成され、1.5 mm 未満の平均肉厚を有する、シールキャップ。

20

## 【請求項 6】

前記シールキャップが、含フッ素熱可塑性ポリマー、熱可塑性エンジニアリングプラスチック、又は THV ポリマーを含む、請求項 1 又は 2 のいずれかに記載の方法。

## 【請求項 7】

前記シールキャップが、含フッ素熱可塑性ポリマー、熱可塑性エンジニアリングプラスチック、又は THV ポリマーを含む、請求項 3 に記載の保護付き締結具構造。

## 【請求項 8】

前記シールキャップが、含フッ素熱可塑性ポリマー、熱可塑性エンジニアリングプラスチック、又は THV ポリマーを含む、請求項 4 に記載の即時取り付け式シールキャップ。

## 【請求項 9】

含フッ素熱可塑性ポリマー、熱可塑性エンジニアリングプラスチック、又は THV ポリマーを含む、請求項 5 に記載のシールキャップ。

30

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

(関連出願の相互参照)

本願は、そのすべての開示内容が参照によって本願に組み込まれる、2013 年 4 月 15 日に出願された米国仮出願第 61/811988 号の優先権を主張するものである。

## 【0002】

(発明の分野)

40

本開示は、シールキャップ及びその使用方法を含めて、締結具をシールするのに有用な方法及び物品に関するものであり、特に、絶縁破壊強度がより強く、より軽量であり、かつ/又はより薄い肉厚を有する軽量シールキャップに関するものである。

## 【発明の概要】

## 【課題を解決するための手段】

## 【0003】

簡潔に言えば、本開示は、締結具を保護する方法であって、a) 締結具を設ける工程と、b) 内部を画定するシールキャップを設ける工程であって、シールキャップは 1.0 kV/mm 超の絶縁破壊強度を有する材料で構成され、かつシールキャップは 1.5 mm 未満の平均肉厚を有する、工程と、c) 未硬化シーラントをシールキャップの内部に若しく

50

は締結具に、又はそれらの両方に塗布する工程と、d) 締結具の少なくとも一部分がシールキャップの内部に存在するように、シールキャップを締結具に被せて配置する工程と、を含む、方法を提供する。この方法は、シーラントを硬化させる工程を更に含んでもよい。いくつかの実施形態において、シールキャップは光学的に半透明であり、シーラントを硬化させる工程は、シールキャップを通して化学線をシーラントに作用させることを含む。

#### 【0004】

簡潔に言えば、本開示は、締結具を保護する方法であって、f) 締結具を設ける工程と、g) 内部を画定するシールキャップを設ける工程であって、シールキャップは1.0 kV/mm超の絶縁破壊強度を有する材料で構成され、シールキャップは1.5 mm未満の平均肉厚を有し、かつシールキャップの内部は一定量の未硬化シーラントを収容する、工程と、h) 締結具の少なくとも一部分がシールキャップの内部に存在するように、シールキャップを締結具に被せて配置する工程と、を含む、方法を提供する。この方法は、シーラントを硬化させる工程を更に含んでもよい。いくつかの実施形態において、シールキャップは光学的に半透明であり、シーラントを硬化させる工程は、シールキャップを通して化学線をシーラントに作用させることを含む。

10

#### 【0005】

別の態様において、本開示は、q) 締結具と、r) 内部を画定するシールキャップと、s) 硬化シーラントと、を備える保護付き締結具構造であって、シールキャップは1.0 kV/mm超の絶縁破壊強度を有する材料で構成され、かつシールキャップは1.5 mm未満の平均肉厚を有し、シールキャップは、締結具の少なくとも一部分がシールキャップの内部に存在するように、締結具に被せて配置され、並びにシールキャップの内部は、シールキャップを締結具に結合する硬化シーラントを更に収容する、保護付き締結具構造を提供する。

20

#### 【0006】

別の態様において、本開示は、v) 内部を画定するシールキャップと、w) 一定量の未硬化シーラントと、を備える、即時取付け式シールキャップであって、シールキャップは1.0 kV/mm超の絶縁破壊強度を有する材料で構成され、シールキャップは1.5 mm未満の平均肉厚を有し、かつシールキャップの内部はその一定量の未硬化シーラントを収容する、即時取付け式シールキャップを提供する。

30

#### 【0007】

別の態様において、本開示は、締結具の保護のためのシールキャップであって、1.0 kV/mm超の絶縁破壊強度を有する材料で構成され、1.5 mm未満の平均肉厚を有する、シールキャップを提供する。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0008】

【図1】本発明によるシールキャップの実施形態である。

【図2a】本発明によるシールキャップの特定の実施形態の概略図である。

【図2b】本発明によるシールキャップの特定の実施形態の概略図である。

【図2c】本発明によるシールキャップの特定の実施形態の概略図である。

40

【図3a】本発明によるシール付き締結具を作製するプロセスにおける工程の実施形態の概略図である。

【図3b】本発明によるシール付き締結具の一実施形態の概略図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0009】

本開示は、シールキャップ、それらの使用法、及びシールキャップを備えた構造を提供する。リベット、ボルト、及び他の種類の締結具を使用する機械構造においては、締結具の露出部分にシーラントを塗布して、締結具を腐食から保護するように、また電気絶縁をもたらすようにすることが有益となり得る。シーラントはまた、特に締結具が流体格納タンクの中へと突出する場合に、具体的にはその流体が燃料である場合に、最も具体的には

50

そのタンクが航空機に搭載されている場合に、流体の通過に対するバリアとして機能し得る。そのような場合、締結具はまた、落雷などによる、燃料タンクの内部への放電の通過を防止又は低減するように機能し得る。本開示によるシールキャップは、そのような多数の用途で締結具をシールするのに有用となり得る。図 1 及び 2 a はそれぞれ、本発明によるシールキャップ 10 の実施形態を表している。

#### 【0010】

いくつかの実施形態において、本発明によるシールキャップは半透明である。本明細書で用いられるとき、「半透明」という用語は、可視光のうちのいくつかの部分、典型的には 360 nm ~ 750 nm の波長範囲にある光の 20 % 超、いくつかの実施形態においては 30 % 超、いくつかの実施形態においては 40 % 超、またいくつかの実施形態においては 50 % 超を透過させることが可能であることを意味する。いくつかの実施形態において、本発明によるシールキャップは光学的に透明であり、つまり、視聴者が画像を解像すること、例えば文章を読みこすを物品が妨げない程度に透明である。いくつかの実施形態において、本発明によるシールキャップは、構造若しくは据付又はそれら両方における欠陥の目視検査を可能にする。

10

#### 【0011】

いくつかの実施形態において、本発明によるシールキャップは、1.0 kV/mm 超、いくつかの実施形態においては 5.0 kV/mm 超、いくつかの実施形態においては 10.0 kV/mm 超、いくつかの実施形態においては 15.0 kV/mm 超、いくつかの実施形態においては 30.0 kV/mm 超、いくつかの実施形態においては 40.0 kV/mm 超、またいくつかの実施形態においては 50.0 kV/mm 超の絶縁破壊強度を有する材料から作製される。いくつかの実施形態において、絶縁破壊強度のより高い材料を使用することにより、より軽量のシールキャップの製造が可能となる。

20

#### 【0012】

いくつかの実施形態において、本発明によるシールキャップは薄肉である。いくつかの実施形態において、これらのシールキャップは、1.5 mm 未満、いくつかの実施形態においては 1.2 mm 未満、いくつかの実施形態においては 1.0 mm 未満、いくつかの実施形態においては 0.5 mm 未満、いくつかの実施形態において h 0.2 mm 未満、いくつかの実施形態においては 0.1 mm 未満、またいくつかの実施形態においては 0.08 mm 未満の平均肉厚を有する。

30

#### 【0013】

シールキャップは、任意の好適な材料から作製され得る。いくつかの実施形態において、その材料はジェット燃料に耐性がある。いくつかの実施形態において、その材料は -20 °C 未満の T<sub>B</sub> (脆化温度) を有する。いくつかの実施形態において、このシールキャップはポリウレタンポリマーを含む。いくつかの実施形態において、このシールキャップはポリチオエーテルポリマーを含む。いくつかの実施形態において、このシールキャップはポリスルフィドポリマーを含む。いくつかの実施形態において、このシールキャップは含フッ素熱可塑性ポリマーを含む。いくつかの実施形態において、このシールキャップは T<sub>HV</sub> ポリマーを含む。いくつかの実施形態において、このシールキャップは含フッ素熱硬化性ポリマーを含む。いくつかの実施形態において、このシールキャップは熱可塑性エンジニアリングプラスチックを含む。いくつかの実施形態において、このシールキャップは PEEK ポリマーを含む。いくつかの実施形態において、このシールキャップは、ポリマーとナノ微粒子充填剤との混合物を含む。いくつかの実施形態において、このシールキャップは、ポリマーとナノ微粒子硬化剤との混合物を含む。いくつかの実施形態において、このシールキャップは、10 nm 超、いくつかの実施形態においては 5 nm 以下、またいくつかの実施形態においては 1 nm 以下の平均粒度を有する充填剤又は他の粒子を含まない。

40

#### 【0014】

いくつかの実施形態において、シールキャップとシーラントは異なる材料を含む。いくつかの実施形態において、シールキャップとシーラントは異なる材料を含まない。

50

## 【 0 0 1 5 】

いくつかの実施形態において、シールキャップは、シーラントで少なくとも部分的に充填されている。図 2 b を参照して、シールキャップ 1 0 にシーラント 2 0 を充填することができる。いくつかの実施形態において、このシールキャップは、使用の直前にシーラントで少なくとも部分的に充填される。いくつかの実施形態において、このシールキャップは、シーラントで少なくとも部分的に充填され、すぐ使用できる形態で保管される。いくつかのそのような実施形態において、充填された又は部分的に充填されたキャップが低温で保管される。いくつかのそのような実施形態において、充填された又は部分的に充填されたキャップは使用前に解凍されなければならない。いくつかの実施形態において、このシールキャップは、締結具への適用の前にシーラントで少なくとも部分的に充填される。いくつかの実施形態において、このシールキャップは、締結具への適用の後に、例えば注射器、シーラントポートなどによってシーラントで少なくとも部分的に充填される。いくつかの実施形態において、シールキャップは、締結具へのシーラントの適用の後に締結具に取り付けられる。いくつかの実施形態において、締結具は基材物品に貫入する。いくつかの実施形態において、締結具は基材物品の表面から突出する。いくつかの実施形態において、基材物品は複合材料である。いくつかの実施形態において、基材物品は、エポキシマトリックスとガラス繊維又は炭素繊維の複合材料である。いくつかの実施形態において、締結具のうちの基材物品から突出するすべての部分が、硬化シーラント若しくはシールキャップ又はそれら両方で被覆される。いくつかの実施形態において、締結具のうちの基材物品から突出するすべての部分が、硬化シーラントで被覆される。

10

20

## 【 0 0 1 6 】

図 2 c を参照すると、一実施形態において、シーラント 2 0 で充填されたシールキャップ 1 0 が、基材物品 4 0 から突出する締結具 3 0 を被覆している。いくぶんかの過剰量のシーラント 2 2 が、適用の間にシールキャップ 1 0 から押し出されてもよい。

## 【 0 0 1 7 】

シーラントは任意の好適な材料であってよい。いくつかの実施形態において、その材料はジェット燃料に耐性がある。いくつかの実施形態において、その材料は - 2 0 未満の T B ( 脆化温度 ) を有する。いくつかの実施形態において、このシーラントはポリウレタンポリマーを含む。いくつかの実施形態において、このシーラントはポリチオエーテルポリマーを含む。いくつかの実施形態において、このシーラントはポリスルフィドポリマーを含む。いくつかの実施形態において、このシーラントは、ポリマーとナノ微粒子充填剤との混合物を含む。いくつかの実施形態において、このシーラントは、ポリマーとナノ微粒子硬化剤との混合物を含む。いくつかの実施形態において、このシールキャップは、 1 0 n m 超、いくつかの実施形態においては 5 n m 以下、またいくつかの実施形態においては 1 n m 以下の平均粒径を有する充填剤又は他の粒子を含まない。

30

## 【 0 0 1 8 】

シールキャップ材料とシーラント材料は、強力な結合がシーラントとシールキャップとの間に形成されるように選定され得る。シーラント材料は、強力な結合がシーラントと基材との間に形成されるように選定され得る。任意選択により、シーラント材料は、強力な結合がシーラントと締結具との間に形成されるように選定され得る。

40

## 【 0 0 1 9 】

シールキャップとシーラントが締結具に適用された後、シーラントは通常、硬化される。いくつかの実施形態において、シーラントは放射線硬化シーラントである。いくつかの実施形態において、シーラントは、化学線をシーラントに作用させることによって硬化される。いくつかの実施形態において、シーラントは、緑色光をシーラントに作用させることによって硬化される。いくつかの実施形態において、シーラントは、青色光をシーラントに作用させることによって硬化される。いくつかの実施形態において、シーラントは、紫色光をシーラントに作用させることによって硬化される。いくつかの実施形態において、シーラントは、紫外光をシーラントに作用させることによって硬化される。いくつかの実施形態において、シーラントは、半透明のシールキャップを通して放射線をシーラント

50

に作用させることによって硬化される。いくつかの実施形態において、シーラントは 60 秒未満で、いくつかの実施形態においては 30 秒未満で、またいくつかの実施形態においては 10 秒未満で、実質的に完全に硬化される。いくつかの実施形態において、硬化は、硬化剤を使用の直前に添加することによって達成される。いくつかの実施形態において、硬化は、周囲条件における熱硬化によって達成される。いくつかの実施形態において、硬化は、熱源から熱を加えることによる熱硬化によって達成される。

【0020】

いくつかの実施形態において、組合わせのシールとシールキャップが、シールキャップの鋳型を使用して、締結具に被せて所定位置に成型される。いくつかの実施形態において、シールキャップの鋳型は、現場成形のシールとシールキャップの検査及び放射線硬化が可能となるように、半透明又は透明である。

10

【0021】

図 5 a は、そのようなプロセスの一実施形態を示しており、シーラント 60 を含んだシールキャップの鋳型 50 が、基材物品 40 から突出する締結具 30 に被せて配置されている。この実施形態において、シーラント 60 は、放射線 70 を作用させることによって硬化される。図 5 b は、シールキャップの鋳型 50 を取り除いた後の、完成したシール 62 を示している。

【0022】

本開示の目的及び利点について以下の実施例によって更に説明するが、これらの実施例において記載した特定の材料及びその量、並びに他の条件及び詳細は、本開示を不当に限定するように解釈されるべきではない。

20

【実施例】

【0023】

特に明記しない限り、すべての試薬はミズーリ州セントルイス (St. Louis) のシグマ・アルドリッチ社 (Sigma-Aldrich Company) から取得した又は入手可能なものであるか、あるいは既知の方法で合成され得るものである。特に報告のない限り、全ての比は、重量パーセント基準である。

【0024】

実施例で使用される材料の略称は以下の通りである。

【0025】

30

【表 1】

AC-240:	灰色の2液型ポリスルフィド系シーラントであって、硬化後の比重が1.61であり、ミネソタ州セントポール (St. Paul) のスリーエム社 (3M Company) から「AEROSPACE SEALANT AC-240 CLASS B」の商品名で入手したものである。	
AC-360:	茶色の2液型ポリスルフィド系シーラントであって、硬化後の比重が1.40であり、スリーエム社から「AEROSPACE SEALANT AC-360 CLASS B」の商品名で入手したものである。	
AC-380:	灰色の2液型ポリスルフィド系シーラントであって、硬化後の比重が1.10であり、スリーエム社から「AEROSPACE SEALANT AC-380 CLASS B」の商品名で入手したものである。	
APTIV:	2ミル (50.8 $\mu$ m) の無充填半結晶質ポリエーテルエーテルケトンフィルムであって、ペンシルバニア州ウエストコンショホッケン (West Conshohocken) のビクトレックスUSA社 (Vitrex USA, Inc.) から「APTIV 1000-050G」の商品名で入手したものである。	10
DABCO-33LV:	33%のトリエチレンジアミンと67%のジプロピレングリコールの溶液であって、ペンシルバニア州アレントアウン (Allentown) のエア・プロダクツ・アンド・ケミカルズ社 (Air Products & Chemicals, Inc.) から「DABCO-33LV」の商品名で入手したものである。	
DMDO:	1,8-ジメチルカプト-3,6-ジオキサオクタンであって、ペンシルバニア州キングオブブラシャ (King of Prussia) のアルケナ社 (Arkema, Inc.) から入手したものである。	
DVE-2:	ジエチレングリコールジビニルエーテルであって、ニュージャージー州フローハムパーク (Florham Park) のBASF社 (BASF Corp.) から入手したものである。	
DVE-3:	トリエチレングリコールジビニルエーテルであって、デラウェア州ウィルミントン (Wilmington) のアシュランドケミカル社 (Ashland Chemical Co.) から「RAPID-CURE DVE-3」の商品名で入手したものである。	
E-8220:	ビスフェノールFのジグリシジルエーテルであって、オハイオ州カイヤホガフォールズ (Cuyahoga Falls) のエメラルド・パフォーマンス・マテリアルズ社 (Emerald Performance Materials, LLC) から「EPALLOY 8220」の商品名で入手したものである。	20
GE-30:	トリメチロールプロパントリグリシジルエーテルであって、エメラルド・パフォーマンス・マテリアルズ社から「ERISYS GE-30」の商品名で入手したものである。	
I-819:	フェニルビス (2,4,6-トリメチルベンゾイル) ホスフィンオキシドであって、BASF社から「IRGACURE 819」の商品名で入手したものである。	
IPA:	イソプロピルアルコール。	
MEK:	メチルエチルケトン。	
PR-1776:	茶色の2液型ポリスルフィド系シーラントであって、硬化後の比重が1.29であり、カリフォルニア州シルマー (Sylmar) のPPGエアロスペース/PRCデソトインターナショナル社 (PPG Aerospace/PRC-Desoto International, Inc.) から「PR-1776M CLASS B LOW WEIGHT FUEL TANK SEALANT」の商品名で入手したものである。	
PTE-1:	次のようにして調製した液状ポリチオエーテルポリマーである。空気駆動式攪拌機、温度計、及び凝縮器を備えた5リットルの丸底フラスコの中に、167.1グラム (0.51モル) のE-8220及び164.1グラム (9.0モル) のDMDOを添加した。数分間の攪拌の後、混合物は45℃に発熱した。更に30分後、フラスコの温度が75℃上昇し、1428.1グラム (7.1モル) のDVE-3と、50.7グラム (0.2モル) のTACと、13.1グラム (0.07モル) のVAZO-67の混合物を滴下した。実質的に完了するまで反応を進め、3.300グラムのポリチオエーテルポリマーを得た。	30
PTE-2:	空気駆動式の攪拌器と、温度計と、滴下漏斗とを備えた1000mlの丸底フラスコの中に、392.14グラム (2.15モル) のDMDOと82.23グラム (0.25モル) のEpalloy 8220を加え、0.15gのDABCO (0.03重量パーセント) を触媒として混合した。この系を窒素でフラッシングし、次いで4時間にわたって60℃~70℃で混合及び加熱した。12.5g (0.05モル) のトリアリルシアヌレートと約0.15gのVAZO-67と共に加えた。この材料を約60℃で30分~45分にわたって混合及び加熱した。次いで、温度を68℃~80℃に保持しながら、313.13g (1.55モル) のDVE-3を45分間にわたってフラスコに滴下した。VAZO-67を約0.15g単位で約6時間にわたって合計で0.4g~0.6g加える。温度を100℃に上昇させ、材料を約10分間にわたってガス抜きする。結果として得られるポリチオエーテルは約3200MWであり、2.2の官能性を有する。	
TAC:	トリアリルシアヌレートであって、ペンシルバニア州エクストン (Exton) のサートマー社 (Sartomer Company) から入手したものである。	
THV-200:	無色の透明なフルオロエラストマであって、スリーエム社 (3M Company) から「THV 200」の商品名で入手したものである。	
THV-200W:	白色の着色THV 200であって、連邦規格595B、Color #17529の仕様を満たし、スリーエム社から入手したものである。	40
THV-500:	無色の透明なフルオロエラストマであって、スリーエム社 (3M Company) から「THV 500」の商品名で入手したものである。	
VAZO-67:	2,2'-アゾビス (2-メチルブチロニトリル) であり、デラウェア州ウィルミントンのイー・アイ・デュボン・ドゥ・ヌムール・アンド・カンパニー社 (E.I. du Pont de Nemours and Company) から「VAZO-67」の商品名で入手したものである。	

## 【0026】

## 試験方法

## 複合試験パネル

落雷試験及びシールキャップの取付けのための複合パネルを、以下の材料及び方法を用いて作製した。ワシントン州タコマ (Tacoma) の東レコンポジット (アメリカ) 社 (Toray Composites (America), Inc.) から入手した一方向プレベグ、タイプ「P2353W

- 19 - 30 S」の層を、バランスの良い構造が得られるように、45, 135, 0, 90, 0, 0, 90, 0, 135, 45に配向した。ニュージャージー州ウッドランドパーク (Woodland Park) のサイテックインダストリーズ社 (Cytec Industries) によるグラファイト織物、タイプ「CYCOM 970/PWC T300 3K NT」の層を、10枚合わせのプレベグの各側に置いた。パネルの大きさは公称で12インチ×12インチ(30.48cm×30.48cm)であった。この積層材を次いで、標準的なオートクレーブバギング法を用いてバギングし、完全真空下の90psi(620.5kPa)で350°F(176.7)にて2時間にわたり、オートクレーブ内で硬化させた。パネルを次いで半分に切断し、ニューヨーク州ファーマントン (Farmington) のピアレスエアロスペースファスナ社 (Peerless Aerospace Fastener Co.) から入手したHi-Shear 締結具のシャンク、部品番号「HL10VAZ6-3」を入れる10個の穴をマッチドリル加工した。オーバーラップ継手の中心にそって均等に離間した締結具と1インチ(2.54cm)の重なりが存在するように、パネルをドリル加工した。2枚のパネル半分を、同様にピアレスエアロスペースファスナ社による上記のシャンクカラー組立体、品番「HL94W6」を使用して互いに継ぎ合わせた。締結具を締め付ける前に、2枚のパネルの間と穴の中に配したAC-240で継手を湿潤させた。最後の試験パネルは、10インチ(25.4cm)の幅全体にわたって均等に離間されたオーバーラップ継手に10個の締結具が中央に配置されたものであった。

【0027】

#### 落雷試験

本発明のシールキャップで被覆された試験用締結具を有する複合パネルを、オーバーラップ継手の両端部で電氣的に接地させた。パネルのキャップ側を暗箱の内側に置き、現象を記録するために高速カメラを配置し、電極をパネルから1.0インチ(2.54cm)離して、標的の締結具の直接、反対側に配置した。点火ワイヤを使用して、標的の締結具に付着するようにアークを導いた。SAE ARP1512に記載されているように、21kA~103kAのピーク振幅を「D」バンク構成要素として掛けた。「B」及び「C」構成要素はこの試験には使用しなかった。様々な電圧を各試験ごとに印加し、記録した。試験の可否は、暗箱内で締結具の周りに観測された光に基づいたものである。

【0028】

#### シールキャップ

##### 比較例A

AC-360シーラント混合物を、10:1の基剤:促進剤の比で、70°F(21.1)にて調製し、8インチ×8インチ(20.32cm×20.32cm)の9空洞型アルミニウムシールキャップ鋳型の雌成型型の中に射出した。これらの空洞は、15mmのベース直径、15ミリの高さ、及び2.5mmの肉厚を切頭円錐形状のキャップに与えるように設計されたものである。雄成型型で鋳型を閉鎖し、シーラントを約12時間にわたって75°F(23.9)で、続いて1時間にわたって130°F(54.4)で硬化させた。結果として得られたシールキャップを次いで、成型型から取り出した。

【0029】

##### 比較例B

比較例Aに記載した全体的な手順を繰り返したが、AC-360をPR-1776に代えた。

【0030】

##### 比較例C

次のように、硬化性ポリチオエーテル組成物を調製した。40mlの琥珀色のガラスバイアルに、10グラムのPTE-1及び0.604グラムのTACを21で充填した。これに0.106グラムのI-819を加えた。次いでバイアルをシールし、I-819が分解するまで実験室用ローラーミルに50で30分間にわたって置いた。次いでこの混合物の一部を、8インチ×8インチ(20.32cm×20.32cm)の9-空洞型アルミニウムシールキャップ鋳型の雌成型型の中に射出した。次いで明澄なエポキシ雄成



形型を使用して鋳型を閉鎖し、ミネソタ州ミネアポリス (Minneapolis) のクリアストーン・テクノロジーズ社 (Clearstone Technologies, Inc.) による 455 nm の LED、モデル「CF 2000」に、雄成形型を通じて 0.2 インチ (0.51 cm) の距離で 1 分間にわたって暴露することによって組成物を硬化させた。結果として得られたシールキャップを次いで、成形型から取り出した。

#### 【0031】

##### (実施例 1)

重量比 50 : 50 の THV - 200 と MEK との混合物を、切頭円錐形状のキャップに 10 mm のベース直径と 10 mm の高さを与えるように寸法を定められた一個取り雄成形型にブラシ塗りし、約 60 分間にわたって 70 °F (21.1 °C) で乾燥させた。フルオロエラストマ溶液の第 2 の塗布を雄成形型に施し、再び乾燥させて、約 0.25 mm の肉厚を得た。完成したキャップを成形型から取り出し、バリ取りし、結果として軽量の透明シールキャップを得た。

10

#### 【0032】

##### (実施例 2)

97 重量パーセントの THV 500 と 3 重量パーセントの THV 200W とを有するペレットの様な混合物を押出し機の中に送り込むことによって、白色のフッ素化ポリマーのバックングを調製した。この様な混合物は、Haake 押出し機を使用して平滑な 127 μm 厚のポリエチレンキャリアウェブの上に、43 mm の様な厚さへと押し出された。次いで、裏なしフィルムを一個取り雄成形型の上に配置し、締め付け、バキュームテーブルの上に設置した。次いで、放射熱を用いてフィルムを 400 °F (204.4 °C) に加熱した。フィルムが垂れ下がり始めた後、成形型をフィルムの中へと送り込み、減圧を施して、フィルムを成形型の上へと引き寄せた。次いでフィルムを約 21 °C に冷まし、雄成形型から取り出し、バリ取りし、結果として軽量のシールキャップを得た。

20

#### 【0033】

##### (実施例 3)

APTIV ブランドの PEEK フィルムのシートを、200 °C に予熱された一個取り雄成形型に被せて配置した。次いでこのフィルムを、ホットエアガンによって雄成形型の上で軟化させ変形させた。次いで、予備成形されたキャップを軟化したフィルム及び雄成形型の上に押し付け、その後に組立体を約 21 °C に冷ました。次いで、予備成形されたキャップを取り外し、軽量の半透明 PEEK フィルムキャップを露わにし、次いでこの PEEK フィルムキャップを雄成形型から取り出し、バリ取りした。

30

#### 【0034】

##### (実施例 4)

架橋性のフルオロエラストマ溶液を次のように調製した。THV - 200 と MEK の重量比 20 : 80 の混合物 3.75 グラムを、20 °C の IPA 中で、γ-アミノプロピルトリメトキシシランの 5 重量%の溶液 1.5 グラムと混合した。この溶液を、10 mm のベース直径と 10 mm の高さを有する円錐形状のキャップを有する、円錐形状の一個取り雄成形型の上にブラシ塗りし、21 °C で約 60 分間にわたって乾燥させた。架橋性フルオロエラストマ溶液の第 2 の塗布を第 1 のコーティングの上に施し、21 °C で約 60 分間にわたって乾燥させ、結果として約 0.25 mm の全肉厚を得た。次いで、ポリマーを架橋させるために、コーティングした成形型を 60 °C に設定されたオープン中に 30 分間にわたって置き、その後、成形型をオープンから取り出し、20 °C に冷まし、結果として得られた軽量の半透明シールキャップを成形型から取り出し、バリ取りした。

40

#### 【0035】

シーラントコアを備えたシールキャップ

##### (実施例 5)

透明なポリチオエーテル樹脂組成物を次のように調製した。100 グラムの PTE - 2 を、6.78 グラムの GE - 30、4.52 グラムの E - 8220、及び 1.00 グラムの DABCO - 33LV と 21 °C で均質に混合した。次いでこの混合物の一部を、実施例

50

1 に従って作製したシールキャップに注いだ。

【 0 0 3 6 】

これによって、軽量の充填キャップ組立体を作った。次いで充填シールキャップ組立体を複合パネルの締結具の上に置き、20 で24時間にわたって硬化させた。この結果、軽量の透明な硬化シールキャップで保護された締結具が得られた。

【 0 0 3 7 】

( 実施例 6 )

実施例 2 に従って作製したシールキャップに、基剤：促進剤を重量比で10：1として21 で混合することによって調製したAC - 240を充填した。これによって、軽量の充填キャップ組立体を作った。次いでこのキャップ組立体を複合パネルの締結具の上に置き、21 で24時間にわたって硬化させた。この結果、軽量の硬化シールキャップで保護された締結具が得られた。

【 0 0 3 8 】

( 実施例 7 )

透明なポリチオエーテル樹脂組成物を次のように調製した。40mlの琥珀色のガラスバイアルに、7.000グラムのDMDO、4.439グラムのDVE - 2、及び1.812グラムのTACを21 で充填した。これに0.132グラムのI - 819を添加した。次いで、バイアルを密封し、I - 819が溶解するまで10分間、実験室用ローラーミル上に置いた。次いでこの混合物の一部を、実施例 1 に従って作製したシールキャップに注いだ。これによって、軽量の充填キャップ組立体を作った。次いで、充填シールキャップ組立体を複合パネルの締結具の上に置き、複合パネルまで2.54センチメートル(1インチ)の距離で30秒間にわたって、455nmのモデル「CF 2000」LEDに暴露することによって硬化させた。この結果、軽量の透明な硬化シールキャップで保護された締結具が得られた。

【 0 0 3 9 】

( 実施例 8 )

概ね実施例 5 で記載した通りに、充填半透明シールキャップを調製した。ここで、ポリチオエーテルシールキャップを、実施例 3 に従って作製したPEEKシールキャップに代えた。

【 0 0 4 0 】

( 実施例 9 )

概ね実施例 8 で記載した通りに、充填半透明シールキャップを調製した。ここで、PEEKシールキャップを、実施例 4 に従って作製した架橋性フルオロエラストマシールキャップに代えた。

【 0 0 4 1 】

比較例 D

比較例 B に従って作製したシールキャップに、基剤：促進剤を重量比で10：1として21 で混合することによって調製したPRC - 1776を充填した。次いでこのキャップ組立体を複合パネルの締結具の上に置き、21 で24時間にわたって硬化させた。この結果、標準的な重量の硬化シールキャップで保護された締結具が得られた。

【 0 0 4 2 】

比較例 E

比較例 A に従って作製したシールキャップに、基剤：促進剤を重量比で10：1として21 で混合することによって調製したAC - 360を充填した。次いでこのキャップ組立体を複合パネルの締結具の上に置き、21 で24時間にわたって硬化させた。この結果、標準的な重量の硬化シールキャップで保護された締結具が得られた。

【 0 0 4 3 】

比較例 F

軽量の硬化シラントコアを有する、標準的な重量の硬化シールキャップで保護された締結具を、比較例 E に記載した全体的な手順に従って作製した。ここでAC - 360シ

10

20

30

40

50

ラントコアを A C - 3 8 0 に代えた。

【 0 0 4 4 】

選択した実施例及び比較例 D ~ F の落雷試験について、表 1 に記録する。選択した実施例及び比較例 A ~ C のキャップ重量及びキャップ密度を表 2 及び 3 に記す。キャップ材料の絶縁破壊強度を表 4 に記録する。

【 0 0 4 5 】

【表 2】

表 1

実施例	試験番号	ピーク電流 k A	合格／不合格
実施例 6	1	2 1	合格
	2	2 4	合格
	3	2 7	合格
	4	2 8	合格
比較例 D	1	2 1	合格
	2	2 1	合格
	3	2 7	合格
比較例 E	1	2 1	合格
	2	2 7	合格
	3	2 8	合格
比較例 F	1	2 8	合格
	2	2 8	合格
	3	3 3	合格

【 0 0 4 6 】

【表 3】

表 2

キャップの実施例	組成物	キャップ重量 (グラム)
実施例 1	T H V	0. 0 5
実施例 2	T H V	0. 0 5
比較例 A	ポリスルフィド	1. 8 1
比較例 B	ポリスルフィド	2. 0 1

【 0 0 4 7 】

【表 4】

表 3

キャップの実施例	組成物	キャップ重量 (グラム)
比較例 C	ポリチオエーテル	1. 7 5

【 0 0 4 8 】

【表 5】

表 4

実施例のキャップ	キャップ材料	絶縁破壊強度 kV/mm
比較例 A、B、D、E、F	ポリスルフィド	0.35
実施例 1、2、5、6、7	THV	62
実施例 3、9	PEEK	20

10

## 【0049】

本開示は、例示的な実施形態の以下の番号付きリストを含む。

## 【0050】

1. 締結具を保護する方法であって、
  - a) 締結具を設ける工程と、
  - b) 内部を画定するシールキャップを設ける工程であって、シールキャップは 1.0 kV/mm 超の絶縁破壊強度を有する材料で構成され、かつシールキャップは 1.5 mm 未満の平均肉厚を有する、工程と、
  - c) 未硬化シーラントをシールキャップの内部に若しくは締結具に、又はそれらの両方に塗布する工程と、
  - d) 締結具の少なくとも一部分がシールキャップの内部に存在するように、シールキャップを締結具の上に配置する工程と、を含む方法。

20

## 【0051】

2. 工程 c) は工程 d) の前に実施される、実施形態 1 に記載の方法。

## 【0052】

3. 工程 d) は工程 c) の前に実施される、実施形態 1 に記載の方法。

## 【0053】

4. 前記シールキャップは光学的に半透明である、実施形態 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の方法。

30

## 【0054】

5. 前記シールキャップは視覚的に透明である、実施形態 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の方法。

## 【0055】

6. e) シーラントを硬化させる工程を更に含む、実施形態 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の方法。

## 【0056】

7. 前記シールキャップは光学的に半透明であり、前記シーラントを硬化させる工程は、シールキャップを通して化学線をシーラントに作用させることを含む、実施形態 6 に記載の方法。

40

## 【0057】

8. 前記締結具は基材物品の第 1 の表面から突出し、工程 c)、d) 及び e) に続いて、前記基材物品の前記第 1 の表面から突出する前記締結具のすべての部分が、硬化シーラント若しくはシールキャップ又はそれらの両方で被覆される、実施形態 6 又は 7 のいずれかに記載の方法。

## 【0058】

9. 締結具を保護する方法であって、

- f) 締結具を設ける工程と、

- g) 内部を画定するシールキャップを設ける工程であって、シールキャップは 1.0

50

k V / mm 超の絶縁破壊強度を有する材料で構成され、前記シールキャップは 1 . 5 mm 未満の平均肉厚を有し、かつ前記シールキャップの内部は一定量の未硬化シーラントを収容する、工程と、

h ) 前記締結具の少なくとも一部分が前記シールキャップの前記内部に存在するように、前記シールキャップを前記締結具に被せて配置する工程と、を含む方法。

【 0 0 5 9 】

1 0 . 工程 g ) に記載した前記シールキャップ及び未硬化シーラントは 5 未満の温度にあり、かつこの方法は、

i ) 前記シールキャップ及び未硬化シーラントを少なくとも 2 0 の温度に暖める工程を更に含む、実施形態 9 に記載の方法。

【 0 0 6 0 】

1 1 . 前記シールキャップは光学的に半透明である、実施形態 9 又は 1 0 に記載の方法。

【 0 0 6 1 】

1 2 . 前記シールキャップは視覚的に透明である、実施形態 9 ~ 1 1 のいずれか一項に記載の保護付き締結具構造。

【 0 0 6 2 】

1 3 . j ) 前記シーラントを硬化させる工程を更に含む、実施形態 9 ~ 1 2 のいずれか一項に記載の方法。

【 0 0 6 3 】

1 4 . 前記シールキャップは光学的に半透明であり、かつ前記シーラントを硬化させる工程は、シールキャップを通して化学線をシーラントに作用させることを含む、実施形態 1 3 に記載の方法。

【 0 0 6 4 】

1 5 . 前記締結具は基材物品の第 1 の表面から突出し、工程 j ) に続いて、前記基材物品の前記第 1 の表面から突出する締結具のすべての部分が、硬化シーラント若しくはシールキャップ又はそれらの両方で被覆される、実施形態 1 3 又は 1 4 に記載の方法。

【 0 0 6 5 】

1 6 . 前記第 1 の表面は燃料容器の内部表面である、実施形態 8 又は 1 5 に記載の方法。

【 0 0 6 6 】

1 7 . 前記第 1 の表面は航空機の燃料容器の内部表面である、実施形態 1 6 に記載の方法。

【 0 0 6 7 】

1 8 . 前記シールキャップ及び硬化シーラントは、前記締結具の周りの電気アークを実質的に防止する、実施形態 6 ~ 8 及び 1 3 ~ 1 7 のいずれか一項に記載の方法。

【 0 0 6 8 】

1 9 . 前記シールキャップは、 5 . 0 k V / mm 超の絶縁破壊強度を有する材料で構成される、実施形態 1 ~ 1 8 のいずれか一項に記載の方法。

【 0 0 6 9 】

2 0 . 前記シールキャップは、 1 0 . 0 k V / mm 超の絶縁破壊強度を有する材料で構成される、実施形態 1 ~ 1 9 のいずれか一項に記載の方法。

【 0 0 7 0 】

2 1 . 前記シールキャップは、 1 5 . 0 k V / mm 超の絶縁破壊強度を有する材料で構成される、実施形態 1 ~ 2 0 のいずれか一項に記載の方法。

【 0 0 7 1 】

2 2 . 前記シールキャップは、 3 0 . 0 k V / mm 超の絶縁破壊強度を有する材料で構成される、実施形態 1 ~ 2 1 のいずれか一項に記載の方法。

【 0 0 7 2 】

2 3 . 前記シールキャップは、 5 0 . 0 k V / mm 超の絶縁破壊強度を有する材料で

10

20

30

40

50

構成される、実施形態 1 ~ 22 のいずれか一項に記載の方法。

【0073】

24. 前記シールキャップは 1.0 mm 未満の平均肉厚を有する、実施形態 1 ~ 23 のいずれか一項に記載の方法。

【0074】

25. 前記シールキャップは 0.5 mm 未満の平均肉厚を有する、実施形態 1 ~ 24 のいずれか一項に記載の方法。

【0075】

26. 前記シールキャップは 0.1 mm 未満の平均肉厚を有する、実施形態 1 ~ 25 のいずれか一項に記載の方法。

10

【0076】

27. 前記シールキャップは含フッ素熱可塑性ポリマーを含む、実施形態 1 ~ 26 のいずれか一項に記載の方法。

【0077】

28. 前記シールキャップは T H V ポリマーを含む、実施形態 1 ~ 26 のいずれか一項に記載の方法。

【0078】

29. 前記シールキャップは含フッ素熱硬化性ポリマーを含む、実施形態 1 ~ 26 のいずれか一項に記載の方法。

【0079】

20

30. 前記シールキャップは熱可塑性エンジニアリングプラスチックを含む、実施形態 1 ~ 26 のいずれか一項に記載の方法。

【0080】

31. 前記シールキャップは P E E K ポリマーを含む、実施形態 1 ~ 26 のいずれか一項に記載の方法。

【0081】

32. 前記未硬化シーラントは半透明である、実施形態 1 ~ 31 のいずれか一項に記載の方法。

【0082】

33. 前記未硬化シーラントは視覚的に透明である、実施形態 1 ~ 32 のいずれか一項に記載の方法。

30

【0083】

34. 前記未硬化シーラントは硬化して、半透明である材料を形成する、実施形態 1 ~ 33 のいずれか一項に記載の方法。

【0084】

35. 前記未硬化シーラントは硬化して、視覚的に透明である材料を形成する、実施形態 1 ~ 34 のいずれか一項に記載の方法。

【0085】

36. 前記シーラントはポリウレタンポリマーを含む、実施形態 1 ~ 35 のいずれか一項に記載の方法。

40

【0086】

37. 前記シーラントはポリチオエーテルポリマーを含む、実施形態 1 ~ 35 のいずれか一項に記載の方法。

【0087】

38. 前記シーラントはポリスルフィドポリマーを含む、実施形態 1 ~ 35 のいずれか一項に記載の方法。

【0088】

39. 前記シーラントは、ポリマーとナノ微粒子充填剤との混合物を含む、実施形態 1 ~ 38 のいずれか一項に記載の方法。

【0089】

50

40. 前記シーラントは、ポリマーとナノ微粒子硬化剤との混合物を含む、実施形態1～39のいずれか一項に記載の方法。

【0090】

41.

q) 締結具と、

r) 内部を画定するシールキャップと、

s) 硬化シーラントと、を備える保護付き締結具構造であって、

前記シールキャップは1.0kV/mm超の絶縁破壊強度を有する材料で構成され、かつ前記シールキャップは1.5mm未満の平均肉厚を有し、

前記シールキャップは、前記締結具の少なくとも一部分が前記シールキャップの前記内部に存在するように、前記締結具に被せて配置され、

並びに前記シールキャップの前記内部は、前記シールキャップを前記締結具に結合する前記硬化シーラントを更に収容する、保護付き締結具構造。

【0091】

42. 前記締結具は基材物品の第1の表面から突出し、かつ前記基材物品の前記第1の表面から突出する前記締結具のすべての部分が、硬化シーラント若しくはシールキャップ又はそれらの両方で被覆される、実施形態41に記載の保護付き締結具構造。

【0092】

43. 前記第1の表面は燃料容器の内部表面である、実施形態42に記載の保護付き締結具構造。

【0093】

44. 前記第1の表面は航空機の燃料容器の内部表面である、実施形態42に記載の保護付き締結具構造。

【0094】

45. 前記シールキャップ及び硬化シーラントは、前記締結具の周りの電気アークを実質的に防止する、実施形態41～44のいずれか一項に記載の保護付き締結具構造。

【0095】

46. 前記シールキャップは半透明である、実施形態41～45のいずれか一項に記載の保護付き締結具構造。

【0096】

47. 前記シールキャップは視覚的に透明である、実施形態41～46のいずれか一項に記載の保護付き締結具構造。

【0097】

48. 前記シールキャップは、5.0kV/mm超の絶縁破壊強度を有する材料で構成される、実施形態41～47のいずれか一項に記載の保護付き締結具構造。

【0098】

49. 前記シールキャップは、10.0kV/mm超の絶縁破壊強度を有する材料で構成される、実施形態41～47のいずれか一項に記載の保護付き締結具構造。

【0099】

50. 前記シールキャップは、15.0kV/mm超の絶縁破壊強度を有する材料で構成される、実施形態41～47のいずれか一項に記載の保護付き締結具構造。

【0100】

51. 前記シールキャップは、30.0kV/mm超の絶縁破壊強度を有する材料で構成される、実施形態41～47のいずれか一項に記載の保護付き締結具構造。

【0101】

52. 前記シールキャップは、50.0kV/mm超の絶縁破壊強度を有する材料で構成される、実施形態41～47のいずれか一項に記載の保護付き締結具構造。

【0102】

53. 前記シールキャップは1.0mm未満の平均肉厚を有する、実施形態41～52のいずれか一項に記載の保護付き締結具構造。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 0 3 】

5 4 . 前記シールキャップは 0 . 5 mm 未満の平均肉厚を有する、実施形態 4 1 ~ 5 2 のいずれか一項に記載の保護付き締結具構造。

## 【 0 1 0 4 】

5 5 . 前記シールキャップは 0 . 1 mm 未満の平均肉厚を有する、実施形態 4 1 ~ 5 2 のいずれか一項に記載の保護付き締結具構造。

## 【 0 1 0 5 】

5 6 . 前記シールキャップは含フッ素熱可塑性ポリマーを含む、実施形態 4 1 ~ 5 5 のいずれか一項に記載の保護付き締結具構造。

## 【 0 1 0 6 】

5 7 . 前記シールキャップは T H V ポリマーを含む、実施形態 4 1 ~ 5 5 のいずれか一項に記載の保護付き締結具構造。

## 【 0 1 0 7 】

5 8 . 前記シールキャップは含フッ素系熱硬化性ポリマーを含む、実施形態 4 1 ~ 5 5 のいずれか一項に記載の保護付き締結具構造。

## 【 0 1 0 8 】

5 9 . 前記シールキャップは熱可塑性エンジニアリングプラスチックを含む、実施形態 4 1 ~ 5 5 のいずれか一項に記載の保護付き締結具構造。

## 【 0 1 0 9 】

6 0 . 前記シールキャップは P E E K ポリマーを含む、実施形態 4 1 ~ 5 5 のいずれか一項に記載の保護付き締結具構造。

## 【 0 1 1 0 】

6 1 . 前記硬化シーラントは半透明である、実施形態 4 1 ~ 6 0 のいずれか一項に記載の保護付き締結具構造。

## 【 0 1 1 1 】

6 2 . 前記硬化シーラントは視覚的に透明である、実施形態 4 1 ~ 4 6 のいずれか一項に記載の保護付き締結具構造。

## 【 0 1 1 2 】

6 3 . 前記硬化シーラントはポリウレタンポリマーを含む、実施形態 4 1 ~ 6 2 のいずれか一項に記載の保護付き締結具構造。

## 【 0 1 1 3 】

6 4 . 前記硬化シーラントはポリチオエーテルポリマーを含む、実施形態 4 1 ~ 6 2 のいずれか一項に記載の保護付き締結具構造。

## 【 0 1 1 4 】

6 5 . 前記硬化シーラントはポリスルフィドポリマーを含む、実施形態 4 1 ~ 6 2 のいずれか一項に記載の保護付き締結具構造。

## 【 0 1 1 5 】

6 6 . 前記硬化シーラントは、ポリマーとナノ微粒子充填剤との混合物を含む、実施形態 4 1 ~ 6 2 のいずれか一項に記載の保護付き締結具構造。

## 【 0 1 1 6 】

6 7 . 前記硬化シーラントは、ポリマーとナノ微粒子硬化剤との混合物を含む、実施形態 4 1 ~ 6 2 のいずれか一項に記載の保護付き締結具構造。

## 【 0 1 1 7 】

6 8 .

v ) 内部を画定するシールキャップと、

w ) 一定量の未硬化シーラントと、を備える即時取付け式シールキャップであって、前記シールキャップは 1 . 0 k V / mm 超の絶縁破壊強度を有する材料で構成され、かつ前記シールキャップは 1 . 5 mm 未満の平均肉厚を有し、

並びに前記シールキャップの内部はその一定量の未硬化シーラントを収容する、即時取付け式シールキャップ。

10

20

30

40

50



## 【 0 1 1 8 】

69. 前記シールキャップは半透明である、実施形態68に記載の即時取付け式シールキャップ。

## 【 0 1 1 9 】

70. 前記シールキャップは光学的に透明である、実施形態68に記載の即時取付け式シールキャップ。

## 【 0 1 2 0 】

71. 前記シールキャップは、5.0 kV/mm超の絶縁破壊強度を有する材料で構成される、実施形態68～70のいずれか一項に記載の即時取付け式シールキャップ。

## 【 0 1 2 1 】

72. 前記シールキャップは、10.0 kV/mm超の絶縁破壊強度を有する材料で構成される、実施形態68～70のいずれか一項に記載の即時取付け式シールキャップ。

## 【 0 1 2 2 】

73. 前記シールキャップは、15.0 kV/mm超の絶縁破壊強度を有する材料で構成される、実施形態68～70のいずれか一項に記載の即時取付け式シールキャップ。

## 【 0 1 2 3 】

74. 前記シールキャップは、30.0 kV/mm超の絶縁破壊強度を有する材料で構成される、実施形態68～70のいずれか一項に記載の即時取付け式シールキャップ。

## 【 0 1 2 4 】

75. 前記シールキャップは、50.0 kV/mm超の絶縁破壊強度を有する材料で構成される、実施形態68～70のいずれか一項に記載の即時取付け式シールキャップ。

## 【 0 1 2 5 】

76. 前記シールキャップは1.0 mm未満の平均肉厚を有する、実施形態68～75のいずれか一項に記載の即時取付け式シールキャップ。

## 【 0 1 2 6 】

77. 前記シールキャップは0.5 mm未満の平均肉厚を有する、実施形態68～75のいずれか一項に記載の即時取付け式シールキャップ。

## 【 0 1 2 7 】

78. 前記シールキャップは0.1 mm未満の平均肉厚を有する、実施形態68～75のいずれか一項に記載の即時取付け式シールキャップ。

## 【 0 1 2 8 】

79. 前記シールキャップは含フッ素熱可塑性ポリマーを含む、実施形態68～78のいずれか一項に記載の即時取付け式シールキャップ。

## 【 0 1 2 9 】

80. 前記シールキャップはT H Vポリマーを含む、実施形態68～78のいずれか一項に記載の即時取付け式シールキャップ。

## 【 0 1 3 0 】

81. 前記シールキャップは含フッ素熱硬化性ポリマーを含む、実施形態68～78のいずれか一項に記載の即時取付け式シールキャップ。

## 【 0 1 3 1 】

82. 前記シールキャップは熱可塑性エンジニアリングプラスチックを含む、実施形態68～78のいずれか一項に記載の即時取付け式シールキャップ。

## 【 0 1 3 2 】

83. 前記シールキャップはP E E Kポリマーを含む、実施形態68～78のいずれか一項に記載の即時取付け式シールキャップ。

## 【 0 1 3 3 】

84. 前記未硬化シーラントは半透明である、実施形態68～83のいずれか一項に記載の即時取付け式シールキャップ。

## 【 0 1 3 4 】

85. 前記未硬化シーラントは視覚的に透明である、実施形態68～84のいずれか

10

20

30

40

50

一項に記載の即時取付け式シールキャップ。

【0135】

86. 前記未硬化シーラントは硬化して、半透明である材料を形成する、実施形態68～85のいずれか一項に記載の即時取付け式シールキャップ。

【0136】

87. 前記未硬化シーラントは硬化して、視覚的に透明である材料を形成する、実施形態68～86のいずれか一項に記載の即時取付け式シールキャップ。

【0137】

88. 前記シーラントはポリウレタンポリマーを含む、実施形態68～87のいずれか一項に記載の即時取付け式シールキャップ。

10

【0138】

89. 前記シーラントはポリチオエーテルポリマーを含む、実施形態68～87のいずれか一項に記載の即時取付け式シールキャップ。

【0139】

90. 前記シーラントはポリスルフィドポリマーを含む、実施形態68～87のいずれか一項に記載の即時取付け式シールキャップ。

【0140】

91. 前記シーラントは、ポリマーとナノ微粒子充填剤との混合物を含む、実施形態68～90のいずれか一項に記載の即時取付け式シールキャップ。

【0141】

20

92. 前記シーラントは、ポリマーとナノ微粒子硬化剤との混合物を含む、実施形態68～91のいずれか一項に記載の即時取付け式シールキャップ。

【0142】

93. 5 未満の温度に維持される、実施形態68～92のいずれか一項に記載の即時取付け式シールキャップ。

【0143】

94. 締結具の保護のためのシールキャップであって、1.0 kV/mm超の絶縁破壊強度を有する材料で構成され、1.5 mm未満の平均肉厚を有するシールキャップ。

【0144】

95. 半透明である、実施形態94に記載のシールキャップ。

30

【0145】

96. 光学的に透明である、実施形態94に記載のシールキャップ。

【0146】

97. 5.0 kV/mm超の絶縁破壊強度を有する材料で構成される、実施形態94～96のいずれか一項に記載のシールキャップ。

【0147】

98. 10.0 kV/mm超の絶縁破壊強度を有する材料で構成される、実施形態94～96のいずれか一項に記載のシールキャップ。

【0148】

99. 15.0 kV/mm超の絶縁破壊強度を有する材料で構成される、実施形態94～96のいずれか一項に記載のシールキャップ。

40

【0149】

100. 30.0 kV/mm超の絶縁破壊強度を有する材料で構成される、実施形態94～96のいずれか一項に記載のシールキャップ。

【0150】

101. 50.0 kV/mm超の絶縁破壊強度を有する材料で構成される、実施形態94～96のいずれか一項に記載のシールキャップ。

【0151】

102. 1.0 mm未満の平均肉厚を有する、実施形態94～101のいずれか一項に記載のシールキャップ。

50

## 【 0 1 5 2 】

1 0 3 . 0 . 5 mm未満の平均肉厚を有する、実施形態 9 4 ~ 1 0 1 のいずれか一項に記載のシールキャップ。

## 【 0 1 5 3 】

1 0 4 . 0 . 1 mm未満の平均肉厚を有する、実施形態 9 4 ~ 1 0 1 のいずれか一項に記載のシールキャップ。

## 【 0 1 5 4 】

1 0 5 . 含フッ素熱可塑性ポリマーを含む、実施形態 9 4 ~ 1 0 4 のいずれか一項に記載のシールキャップ。

## 【 0 1 5 5 】

1 0 6 . T H V ポリマーを含む、実施形態 9 4 ~ 1 0 4 のいずれか一項に記載のシールキャップ。

## 【 0 1 5 6 】

1 0 7 . 含フッ素熱硬化性ポリマーを含む、実施形態 9 4 ~ 1 0 4 のいずれか一項に記載のシールキャップ。

## 【 0 1 5 7 】

1 0 8 . 熱可塑性エンジニアリングプラスチックを含む、実施形態 9 4 ~ 1 0 4 のいずれか一項に記載のシールキャップ。

## 【 0 1 5 8 】

1 0 9 . P E E K ポリマーを含む、実施形態 9 4 ~ 1 0 4 のいずれか一項に記載のシールキャップ。

## 【 0 1 5 9 】

本開示の様々な修正形態及び変更形態が、当業者には、本開示の範囲及び趣旨から逸脱することなく明らかとなろう。また、理解されたいこととして、本開示は、本明細書に記載した例示的な実施形態に不当に限定されるものではない。本発明の実施態様の一部を以下の項目 [ 1 ] - [ 4 4 ] に記載する。

[ 項目 1 ]

締結具を保護する方法であって、

a ) 締結具を設ける工程と、

b ) 内部を画定するシールキャップを設ける工程であって、前記シールキャップは 1 . 0 k V / mm 超の絶縁破壊強度を有する材料で構成され、かつ前記シールキャップは 1 . 5 mm 未満の平均肉厚を有する、工程と、

c ) 未硬化シーラントをシールキャップの内部に若しくは締結具に、又はそれらの両方に塗布する工程と、

d ) 前記締結具の少なくとも一部分が前記シールキャップの前記内部に存在するように、前記シールキャップを前記締結具に被せて配置する工程と、を含む方法。

[ 項目 2 ]

締結具を保護する方法であって、

f ) 締結具を設ける工程と、

g ) 内部を画定するシールキャップを設ける工程であって、前記シールキャップは 1 . 0 k V / mm 超の絶縁破壊強度を有する材料で構成され、前記シールキャップは 1 . 5 mm 未満の平均肉厚を有し、かつ前記シールキャップの前記内部は一定量の未硬化シーラントを収容する、工程と、

h ) 前記締結具の少なくとも一部分が前記シールキャップの前記内部に存在するように、前記シールキャップを前記締結具に被せて配置する工程と、を含む方法。

[ 項目 3 ]

j ) 前記シーラントを硬化させる工程を更に含む、項目 1 又は 2 に記載の方法。

[ 項目 4 ]

前記シールキャップは光学的に半透明であり、かつ前記シーラントを硬化させる前記工程は、前記シールキャップを通して化学線を前記シーラントに作用させることを含む、項

10

20

30

40

50

目 3 に記載の方法。

[ 項目 5 ]

前記シールキャップは、 $15.0 \text{ kV/mm}$  超の絶縁破壊強度を有する材料で構成される、項目 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の方法。

[ 項目 6 ]

前記シールキャップは、 $50.0 \text{ kV/mm}$  超の絶縁破壊強度を有する材料で構成される、項目 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の方法。

[ 項目 7 ]

前記シールキャップは  $0.5 \text{ mm}$  未満の平均肉厚を有する、項目 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の方法。

[ 項目 8 ]

前記シールキャップは含フッ素熱可塑性ポリマーを含む、項目 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の方法。

[ 項目 9 ]

前記シールキャップは THV ポリマーを含む、項目 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の方法。

[ 項目 10 ]

前記シールキャップは含フッ素熱硬化性ポリマーを含む、項目 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の方法。

[ 項目 11 ]

前記シールキャップは熱可塑性エンジニアリングプラスチックを含む、項目 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の方法。

[ 項目 12 ]

前記シールキャップは PEEK ポリマーを含む、項目 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の方法。

[ 項目 13 ]

前記シラントはポリチオエーテルポリマーを含む、項目 1 ~ 12 のいずれか一項に記載の方法。

[ 項目 14 ]

q) 締結具と、  
r) 内部を画定するシールキャップと、  
s) 硬化シラントと、を備える保護付き締結具構造であって、  
前記シールキャップは  $1.0 \text{ kV/mm}$  超の絶縁破壊強度を有する材料で構成され、かつ前記シールキャップは  $1.5 \text{ mm}$  未満の平均肉厚を有し、  
前記シールキャップは、前記締結具の少なくとも一部分が前記シールキャップの前記内部に存在するように、前記締結具に被せて配置され、  
並びに前記シールキャップの前記内部は、前記シールキャップを前記締結具に結合する前記硬化シラントを更に収容する、保護付き締結具構造。

[ 項目 15 ]

前記シールキャップは半透明である、項目 14 に記載の保護付き締結具構造。

[ 項目 16 ]

前記シールキャップは視覚的に透明である、項目 14 に記載の保護付き締結具構造。

[ 項目 17 ]

前記シールキャップは、 $15.0 \text{ kV/mm}$  超の絶縁破壊強度を有する材料で構成される、項目 14 ~ 16 のいずれか一項に記載の保護付き締結具構造。

[ 項目 18 ]

前記シールキャップは、 $50.0 \text{ kV/mm}$  超の絶縁破壊強度を有する材料で構成される、項目 14 ~ 16 のいずれか一項に記載の保護付き締結具構造。

[ 項目 19 ]

前記シールキャップは  $0.5 \text{ mm}$  未満の平均肉厚を有する、項目 14 ~ 18 のいずれか

10

20

30

40

50

一項に記載の保護付き締結具構造。

[ 項目 2 0 ]

前記シールキャップは含フッ素熱可塑性ポリマーを含む、項目 1 4 ~ 1 9 のいずれか一項に記載の保護付き締結具構造。

[ 項目 2 1 ]

前記シールキャップは T H V ポリマーを含む、項目 1 4 ~ 1 9 のいずれか一項に記載の保護付き締結具構造。

[ 項目 2 2 ]

前記シールキャップは含フッ素熱硬化性ポリマーを含む、項目 1 4 ~ 1 9 のいずれか一項に記載の保護付き締結具構造。

[ 項目 2 3 ]

前記シールキャップは熱可塑性エンジニアリングプラスチックを含む、項目 1 4 ~ 1 9 のいずれか一項に記載の保護付き締結具構造。

[ 項目 2 4 ]

v ) 内部を画定するシールキャップと、  
w ) 一定量の未硬化シーラントと、を備える即時取り付け式シールキャップであって、  
前記シールキャップは 1 . 0 k V / m m 超の絶縁破壊強度を有する材料で構成され、かつ前記シールキャップは 1 . 5 m m 未満の平均肉厚を有し、  
並びに前記シールキャップの前記内部は前記一定量の未硬化シーラントを収容する、即時取り付け式シールキャップ。

[ 項目 2 5 ]

前記シールキャップは半透明である、項目 2 4 に記載の即時取り付け式シールキャップ。

[ 項目 2 6 ]

前記シールキャップは光学的に透明である、項目 2 4 に記載の即時取り付け式シールキャップ。

[ 項目 2 7 ]

前記シールキャップは、1 5 . 0 k V / m m 超の絶縁破壊強度を有する材料で構成される、項目 2 4 ~ 2 6 のいずれか一項に記載の即時取り付け式シールキャップ。

[ 項目 2 8 ]

前記シールキャップは、5 0 . 0 k V / m m 超の絶縁破壊強度を有する材料で構成される、項目 2 4 ~ 2 6 のいずれか一項に記載の即時取り付け式シールキャップ。

[ 項目 2 9 ]

前記シールキャップは 0 . 5 m m 未満の平均肉厚を有する、項目 2 4 ~ 2 8 のいずれか一項に記載の即時取り付け式シールキャップ。

[ 項目 3 0 ]

前記シールキャップは含フッ素熱可塑性ポリマーを含む、項目 2 4 ~ 2 9 のいずれか一項に記載の即時取り付け式シールキャップ。

[ 項目 3 1 ]

前記シールキャップは T H V ポリマーを含む、項目 2 4 ~ 2 9 のいずれか一項に記載の即時取り付け式シールキャップ。

[ 項目 3 2 ]

前記シールキャップは含フッ素熱硬化性ポリマーを含む、項目 2 4 ~ 2 9 のいずれか一項に記載の即時取り付け式シールキャップ。

[ 項目 3 3 ]

前記シールキャップは熱可塑性エンジニアリングプラスチックを含む、項目 2 4 ~ 2 9 のいずれか一項に記載の即時取り付け式シールキャップ。

[ 項目 3 4 ]

締結具の保護のためのシールキャップであって、1 . 0 k V / m m 超の絶縁破壊強度を有する材料で構成され、1 . 5 m m 未満の平均肉厚を有する、シールキャップ。

[ 項目 3 5 ]

10

20

30

40

50

半透明である、項目 3 4 に記載のシールキャップ。

[ 項目 3 6 ]

光学的に透明である、項目 3 4 に記載のシールキャップ。

[ 項目 3 7 ]

15 . 0 k V / m m 超の絶縁破壊強度さを有する材料で構成される、項目 3 4 ~ 3 6 のいずれか一項に記載のシールキャップ。

[ 項目 3 8 ]

50 . 0 k V / m m 超の絶縁破壊強度を有する材料で構成される、項目 3 4 ~ 3 6 のいずれか一項に記載のシールキャップ。

[ 項目 3 9 ]

0 . 5 m m 未満の平均肉厚を有する、項目 3 4 ~ 3 8 のいずれか一項に記載のシールキャップ。

[ 項目 4 0 ]

含フッ素熱可塑性ポリマーを含む、項目 3 4 ~ 3 9 のいずれか一項に記載のシールキャップ。

[ 項目 4 1 ]

T H V ポリマーを含む、項目 3 4 ~ 3 9 のいずれか一項に記載のシールキャップ。

[ 項目 4 2 ]

含フッ素熱硬化性ポリマーを含む、項目 3 4 ~ 3 9 のいずれか一項に記載のシールキャップ。

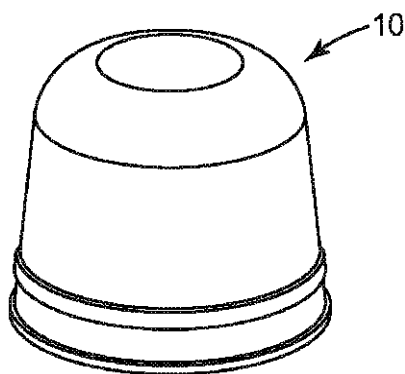
[ 項目 4 3 ]

熱可塑性エンジニアリングプラスチックを含む、項目 3 4 ~ 3 9 のいずれか一項に記載のシールキャップ。

[ 項目 4 4 ]

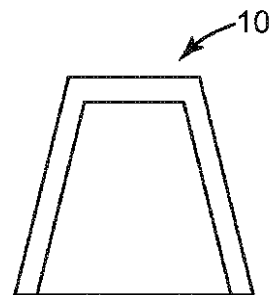
P E E K ポリマーを含む、項目 3 4 ~ 3 9 のいずれか一項に記載のシールキャップ。

【 図 1 】



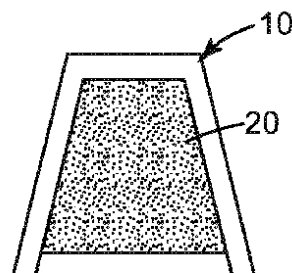
**Fig. 1**

【 図 2 a 】



**Fig. 2a**

【 図 2 b 】

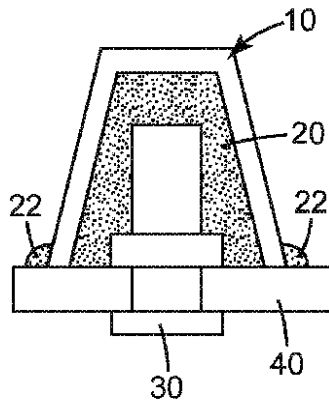


**Fig. 2b**

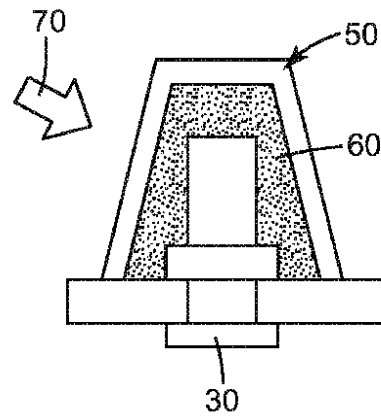
10

20

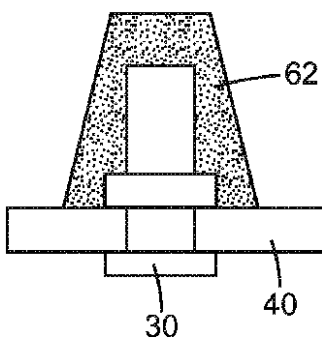
【図 2 c】

*Fig. 2c*

【図 3 a】

*Fig. 3a*

【図 3 b】

*Fig. 3b*

## フロントページの続き

- (74)代理人 100202418  
弁理士 河原 肇
- (74)代理人 100173107  
弁理士 胡田 尚則
- (74)代理人 100128495  
弁理士 出野 知
- (72)発明者 ジョナサン ディー・ズック  
アメリカ合衆国, ミネソタ 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 ラリー エス・ヘバート  
アメリカ合衆国, ミネソタ 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 マイケル ディー・スワン  
アメリカ合衆国, ミネソタ 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 シュヨン イエ  
アメリカ合衆国, ミネソタ 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 スーザン イー・デモス  
アメリカ合衆国, ミネソタ 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 ロビン イー・ライト  
アメリカ合衆国, ミネソタ 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター

審査官 大谷 謙仁

- (56)参考文献 実開平02-074612(JP, U)  
特開2000-228140(JP, A)  
特開昭51-013054(JP, A)  
特開2012-126345(JP, A)  
欧州特許出願公開第00283598(EP, A1)  
特開平07-127147(JP, A)  
米国特許第3470787(US, A)  
登録実用新案第3154154(JP, U)  
特表2009-540785(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |      |       |
|------|-------|
| F16B | 37/14 |
| B64C | 1/00  |
| B64D | 45/02 |
| F16B | 41/00 |