

(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2020-3354
(P2020-3354A)

(43) 公開日 令和2年1月9日(2020.1.9)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
GO 1 K	7/16	(2006.01)	GO 1 K	7/16	S	2 F 0 3 4		
GO 1 P	5/12	(2006.01)	GO 1 P	5/12	C	2 F 0 5 6		
GO 1 P	13/00	(2006.01)	GO 1 P	13/00	E			

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2018-123325 (P2018-123325)	(71) 出願人	000004695 株式会社 S O K E N 愛知県日進市米野木町南山500番地20
(22) 出願日	平成30年6月28日 (2018.6.28)	(71) 出願人	000004260 株式会社デンソー 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
		(74) 代理人	110001128 特許業務法人ゆうあい特許事務所
		(72) 発明者	松本 貴郁 愛知県日進市米野木町南山500番地20 株式会社 S O K E N 内
		(72) 発明者	松井 啓仁 愛知県日進市米野木町南山500番地20 株式会社 S O K E N 内

最終頁に続く

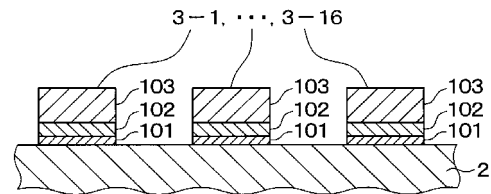
(54) 【発明の名称】 感温構造体および風状態計測装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 合成樹脂上に感温素子を確実に固着させた感温構造体を提供する。

【解決手段】 感温素子 3 - 1、...、3 - 16 の各々は、分子接合層 1 0 1、導電材層 1 0 2、金属層 1 0 3 からなる層構造を有している。熱伝導体 2 の表面を構成する合成樹脂と分子接合層 1 0 1 の有機化合物とが化学的に結合しているため、この両者間の接合は強固である。分子接合層 1 0 1 と導電材層 1 0 2 とは、有機化合物のアンカー効果によって強固に接合している。導電材層 1 0 2 と金属層 1 0 3 との接合は電気めっきで強固なものになっている。

【選択図】 図 6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

合成樹脂からなる表面を有する樹脂筐体（2）と、
 前記表面上に配されて温度が変化すると電気抵抗値が変化する感温素子（3 - 1、...、3 - 16）とを備え、
 前記合成樹脂と化学的に結合した有機化合物（Y1）にて前記表面上に形成された分子接合層（103）と、
 前記分子接合層上に形成された導電材層（102）と、
 前記導電材層の上に形成された金属層（103）と、
 を含んで構成され、
 前記金属層の電気抵抗率の温度係数は、前記導電材層の電気抵抗率の温度係数よりも大きいことを特徴とする感温構造体。

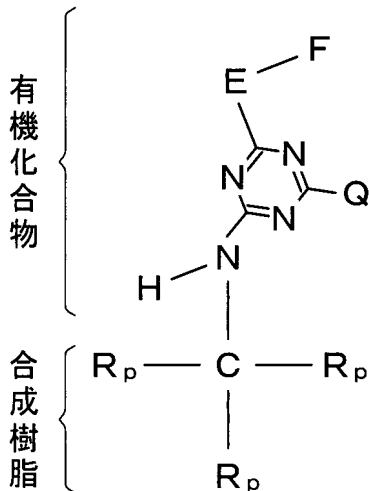
10

【請求項 2】

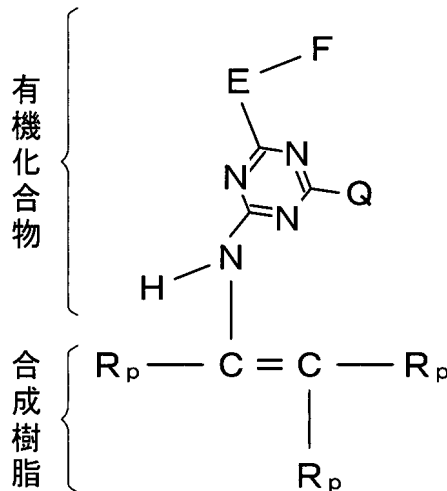
前記合成樹脂と前記分子接合層を構成する有機化合物との化学的な結合の構造は、以下の一般式（a）または一般式（b）で表される構造であることを特徴とする請求項 1 に記載の感温構造体。

【化 2】

一般式(a)



一般式(b)



20

30

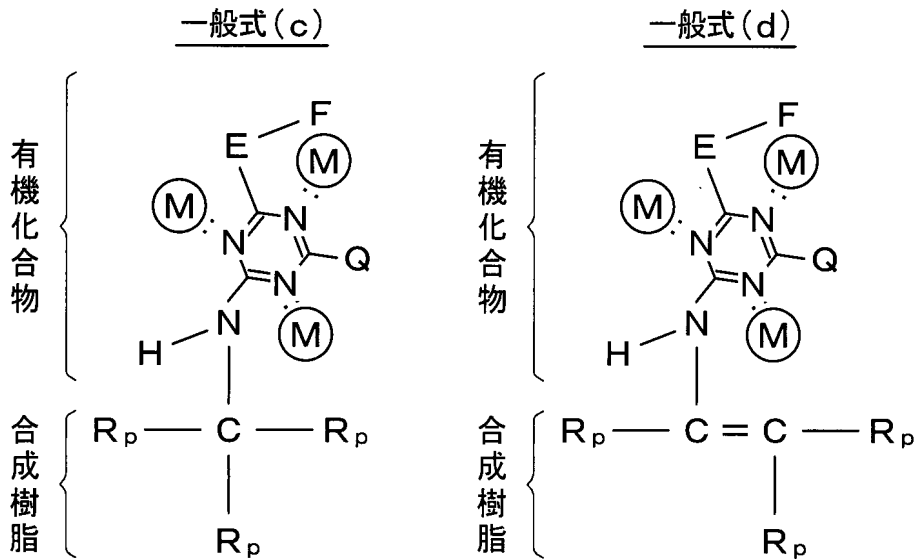
（式中、E は任意の基であり、F はヒドロキシ基またはヒドロキシ基を併せ持った基である。Q は、 N_3 または $NR_1(R_2)$ である。R₁、R₂ は、H、炭素数が 1 以上 2 以下 4 以下の炭化水素基、または $-RSi(R')_n(OA)_{3-n}$ であり、R は炭素数が 1 以上 12 以下の鎖状の炭化水素基で、R' は炭素数が 1 以上 4 以下の鎖状の炭化水素基である。A は、H または炭素数が 1 以上 4 以下の鎖状の炭化水素基である。n は 0 以上 2 以下の整数である。R_p は前記合成樹脂を構成する高分子化合物中で、前記分子接合層の有機化合物と結合した炭素につながる高分子化合物である。）

【請求項 3】

40

以下の一般式（c）または一般式（d）で表される通り、前記分子接合層を構成する有機化合物に含まれるトリアジン環の窒素原子と、前記導電材層を構成する金属原子の一部とが配位結合していることを特徴とする請求項 2 に記載の感温構造体。

【化3】



10

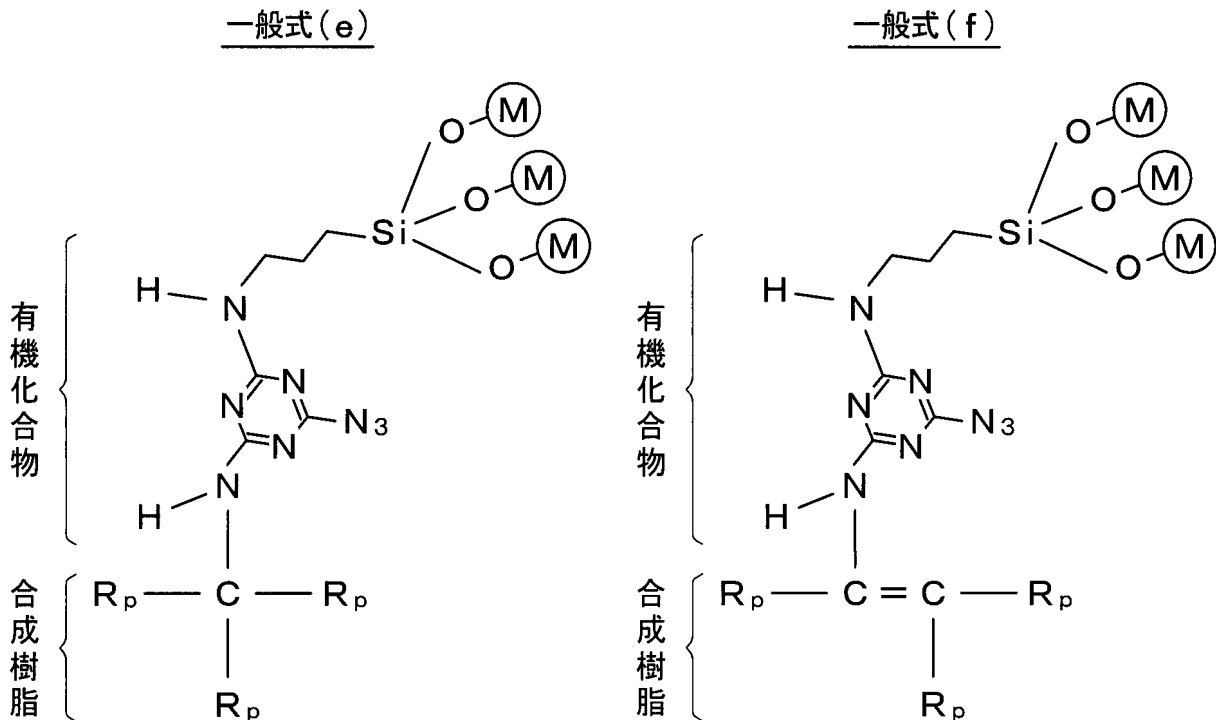
20

(式中、Eは任意の基であり、Fはヒドロキシ基またはヒドロキシ基を併せ持った基である。Qは、 N_3 または $NR_1(R_2)$ である。 R_1 、 R_2 は、H、炭素数が1~24の炭化水素基、または $-RSi(R')_n(OA)_{3-n}$ であり、Rは炭素数が1以上12以下の鎖状の炭化水素基で、 R' は炭素数が1以上4以下の鎖状の炭化水素基である。Aは、Hまたは炭素数が1以上4以下の鎖状の炭化水素基である。 n は0以上2以下の整数である。Mは金属原子である。 R_p は前記合成樹脂を構成する高分子化合物中で、前記分子接合層の有機化合物と結合した炭素につながる高分子化合物である。)

【請求項4】

以下の一般式(e)または一般式(f)で表される通り、前記分子接合層を構成する有機化合物に含まれるヒドロキシ基と、前記導電材層を構成する金属原子の一部とが結合していることを特徴とする請求項2または3に記載の感温構造体。

【化4】



30

40

(式中、Mは金属原子である。 R_p は前記合成樹脂を構成する高分子化合物中で、前記分子接合層の有機化合物と結合した炭素につながる高分子化合物である。)

【請求項5】

50

前記感温素子と接続して前記表面上に設けられている配線(6)を備え、
前記配線は、
前記合成樹脂と化学的に結合した有機化合物にて前記表面上に形成された分子接合層と

、
前記分子接合層上に形成された導電材層と、
前記導電材層の上に形成された金属層と、を含んで構成されることを特徴とする請求項
1ないし4のいずれか1つに記載の感温構造体。

【請求項6】

前記合成樹脂がポリエーテルエーテルケトンを含むことを特徴とする請求項1ないし5
のいずれか1つに記載の感温構造体。

10

【請求項7】

請求項1ないし6のいずれか1つに記載の感温構造体と、
前記感温素子の前記電気抵抗値に応じて前記樹脂筐体の周囲を流れる風の風速または風
向を算出する算出回路(8)と、を備えた風状態計測装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、感温構造体および風状態計測装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、合成樹脂等の基材上に感温素子を設けるにあたって、スパッターなどにて基材上
に薄膜型の素子を形成することで分子間力にて基材と素子とを接合する技術がある(例え
ば、特許文献1参照)。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第3456647号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、特許文献1に記載の技術では、球等の曲面上に薄膜を形成すると、基材と薄膜
との密着性が低く皺や割れが発生することがあり、安定して感温素子を形成することは困
難であった。

30

【0005】

本発明は上記点に鑑み、球等の曲面であっても、合成樹脂上に感温素子を確実に固着さ
せた感温構造体を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するための請求項1に記載の発明は、合成樹脂からなる表面を有する樹
脂筐体と、前記表面上に配されて温度が変化すると電気抵抗値が変化する感温素子とを備
える感温構造体であり、前記感温素子は、前記合成樹脂と化学的に結合した有機化合物に
て前記表面上に形成された分子接合層と、前記分子接合層上に形成された導電材層と、前
記導電材層の上に形成された金属層とを含んで構成され、前記金属層の電気抵抗率の温度
係数は、前記導電材層の電気抵抗率の温度係数よりも大きいことを特徴とする感温構造
体である。

40

【0007】

樹脂筐体の合成樹脂と分子接合層の有機化合物とが化学的に結合しているため、この両
者間の接合は強固である。その分子接合層の上に導電材層が形成され、導電材層の上に金
属層が形成されているので、樹脂筐体と感温素子との密着性は良好、確実である。本発明
は感温素子を確実に固着させた感温構造体を実現している。

50

【 0 0 0 8 】

また金属層の電気抵抗率の温度係数は、導電材層の電気抵抗率の温度係数よりも大きいので、感温素子の感度が向上する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 9 】

【 図 1 】 第 1 実施形態における車両のエンジンルームにおける風向風速計の配置を示す図である。

【 図 2 】 風向風速計の取り付け形態を示す図である。

【 図 3 】 風向風速計の本体部の平面図である。

【 図 4 】 図 3 の I V - I V 断面図である。

【 図 5 】 感温素子の拡大図である。

【 図 6 】 感温素子の層構造を説明するための断面模式図である。

【 図 7 】 算出回路の構成を示す図である。

【 図 8 】 第 1 実施形態における感温素子の製造工程のフローチャートである。

【 図 9 】 分子接合層の形成工程で有機化合物 Y 1 を熱伝導体 2 の表面に吸着させた状態の説明図である。

【 図 1 0 】 ナイトレンの形成反応を示す図である。

【 図 1 1 】 C H 挿入反応を示す図である。

【 図 1 2 】 分子接合層の形成工程で P E E K のベンゼン環の一部と有機化合物 Y 1 とが結合した状態の説明図である。

【 図 1 3 】 触媒の付与工程によって、パラジウムを分子接合層 1 0 1 の有機化合物 Y 1 に結合させた状態の説明図である。

【 図 1 4 】 導電材層の形成工程の無電解ニッケルハウ素めっきにより、ニッケルが、パラジウムに置き換わって有機化合物 Y 1 に結合した状態の説明図である。

【 図 1 5 】 導電材層の形成工程の後半において、ニッケルとハウ素化ニッケルが析出し、導電材層 1 0 2 となる皮膜を形成した状態の説明図である。

【 図 1 6 】 金属層 1 0 3 を形成するための電気ニッケルめっきの工程を示す図である。

【 図 1 7 】 金属層の形成工程により、導電材層 1 0 2 上に金属層 1 0 3 を形成した状態の説明図である。

【 図 1 8 】 金属層 1 0 3 の有無による感温素子の温度係数の差異を示すグラフである。

【 図 1 9 】 感温素子の温度変化と抵抗値に関して金属層 1 0 3 の有無による差異を示すグラフである。

【 図 2 0 】 感温素子のパターンの変形例 (その 1) の説明図である。

【 図 2 1 】 感温素子のパターンの変形例 (その 2) の説明図である。

【 図 2 2 】 感温素子のパターンの変形例 (その 3) の説明図である。

【 図 2 3 】 感温素子のパターンの変形例 (その 4) の説明図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 0 】

(第 1 実施形態)

以下、第 1 実施形態について説明する。図 1 に示すように、風向風速計 1 は、車両 1 0 のエンジンルーム 1 1 2 内において、エンジン 1 1 4 の周囲に複数個配置される。これら風向風速計 1 は、すべて同等の構成を有している。以下、これらのうち 1 つの風向風速計 1 の構成について説明する。風向風速計 1 は、風状態計測装置に対応する。

【 0 0 1 1 】

図 2、図 3、図 4 に示すように、1 つの風向風速計 1 は、本体部 2 0、1 6 個の感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6、複数本の配線 6、電源回路 7、算出回路 8、外気温センサ 9、および収容ケース 1 1 を有している。風向風速計 1 は、風向風速計 1 の周囲を流れる風の向きおよび速さを計測し、計測結果を電気信号として出力する。本体部 2 0 は、熱伝導体 2 と、支柱 4 と、ヒータカバー 3 1 と、ヒータ 3 2 と、ヒータ温度センサ 3 3 とを有する。本体部 2 0、感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6、配線 6 が、全体として、感温構造体に対

10

20

30

40

50

応する。

【 0 0 1 2 】

熱伝導体 2 は、計測すべき方位に対して断面形状が円形となる電氣的絶縁体である。具体的には、熱伝導体 2 は、合成樹脂製の略球形状の、熱を伝導可能な筐体である。ただし、熱伝導体 2 の内部には、熱伝導体 2 の中心から熱伝導体 2 の表面まで柱状に伸びる孔 3 7 が形成されている。熱伝導体 2 に用いられる材料は、例えば、ポリアミドまたは PEEK である。PEEK は、ポリエーテルエーテルケトンの略である。

【 0 0 1 3 】

支柱 4 は、熱伝導体 2 の下端部に固定された中空の円筒形状の部材である。具体的には、支柱 4 は、図 4 に示すように、支柱 4 の内部空間である貫通孔 4 1 と熱伝導体 2 の孔 3 7 とが連通した状態で、熱伝導体 2 に固定されている。この固定により、支柱 4 は、熱伝導体 2 を支える機能を有する。支柱 4 の他端は収容ケース 1 1 に固定されている。支柱 4 の貫通孔 4 1 は収容ケース 1 1 の内部と連通している。

10

【 0 0 1 4 】

ヒータカバー 3 1 は、ヒータ 3 2 と、ヒータ温度センサ 3 3 を覆う樹脂製またはセラミック製の部材であり、孔 3 7 の内部に稠密に充填されている。したがって、ヒータ 3 2、ヒータ温度センサ 3 3 およびヒータカバー 3 1 は、熱伝導体 2 の内部、具体的には孔 3 7 内に配置されている。また、ヒータ 3 2 は略球形状である熱伝導体 2 の中心部に位置し、ヒータ温度センサ 3 3 はヒータ 3 2 の近傍に配置されている。このように、孔 3 7 は、ヒータ 3 2、ヒータ温度センサ 3 3 およびヒータカバー 3 1 を受け入れるために形成された孔である。

20

【 0 0 1 5 】

ヒータ 3 2 は、電源回路 7 から給電されることで発熱する。例えば、ヒータ 3 2 は、電熱線で構成されていてもよい。ヒータ 3 2 の発熱によって発生した熱は、熱伝導によりヒータカバー 3 1、熱伝導体 2 をこの順に伝わり、熱伝導体 2 から感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 に熱伝導により伝わる。

【 0 0 1 6 】

1 6 個の感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 は、図 2、図 3、図 4 に示すように、熱伝導体 2 の表面に分散して貼り付けられている。これにより、感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 は、裏面で熱伝導体 2 と接触すると共に、表面で熱伝導体 2 の周囲を流れる空気（すなわち外気）に接触する。したがって、感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 は、外気と熱伝導により熱交換することで、外気から熱的に影響を受ける。

30

【 0 0 1 7 】

図 2、図 3 に示すように、感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 の中心位置は、方位角が 2 2 . 5 度ずつずれて 0 ° から 3 3 7 . 5 ° まで等間隔で配置されている。また、図 2、図 3 に示すように、感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 の中心位置の各々は、極角が - 4 5 °、0 °、4 5 ° のいずれかに配置されており、かつ、方位角が隣り合う感温素子に対して極角が 4 5 度ずつ配置されている。また、中心位置の極角が - 4 5 ° に配置されている感温素子と方位角が隣り合う 2 つの感温素子は、中心位置の極角が 0 ° である。また、中心位置の極角が 4 5 ° に配置されている感温素子と方位角が隣り合う 2 つの感温素子も、中心位置の極角が 0 ° である。また、中心位置の極角が 0 ° に配置されている感温素子と方位角が隣り合う 2 つの感温素子のうち、一方の感温素子の中心位置の極角が - 4 5 ° であり、他方の感温素子の中心位置の極角が 4 5 ° である。

40

【 0 0 1 8 】

より具体的には、感温素子 3 - 1、3 - 5、3 - 9、3 - 1 3 の各々は、中心位置の極角が - 4 5 ° となる。また、感温素子 3 - 2、3 - 4、3 - 6、3 - 8、3 - 1 0、3 - 1 2、3 - 1 4、3 - 1 6 の各々は、中心位置の極角が 0 ° となる。また、感温素子 3 - 3、3 - 7、3 - 1 1、3 - 1 5 の各々は、中心位置の極角が 4 5 ° となる。

【 0 0 1 9 】

ここで、極角および方位角は、熱伝導体 2 の中心を中心とする球面座標表示における極

50

角 および方位角 である。より具体的には、ある方向の極角は、その方向と z 軸方向が成す角度であり、その方向の方位角は、その方向を x - y 平面に射影した方向と x 軸方向とが成す角度である。本実施形態では、z 軸は、熱伝導体 2 の中心を通り、図 2 中上下方向に伸びる軸であり、x 軸は当該中心を通り z 軸に直交する軸であり、y 軸は当該中心を通り z 軸および x 軸に直交する軸である。また、x - y 平面は、x 軸と y 軸とを含む平面である。

【 0 0 2 0 】

感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 の各々は、図 5 に示すように蛇行しながら一端から他端まで伸びている。感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 の各々は、図 6 に示すように熱伝導体 2 の表面上に形成された分子接合層 1 0 1 と、分子接合層 1 0 1 上に形成された導電材層 1 0 2 と、導電材層 1 0 2 の上に形成された金属層 1 0 3 とからなる層構造を有している。なお、分子接合層 1 0 1、導電材層 1 0 2 および金属層 1 0 3 の詳細については後述する。

10

【 0 0 2 1 】

感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 の各々は、通電されると発熱する電気抵抗であるが、その発熱量は、ヒータ 3 2 の発熱量に比べると無視できるほど小さい。したがって、感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 は、熱伝導体 2 の周囲を流れる空気以外に由来して当該空気から伝わる熱以外の熱によって、具体的には、ヒータ 3 2 によって生成されてヒータカバー 3 1、熱伝導体 2 を伝導した熱によって、温度上昇する。感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 に用いられる金属は、温度が上昇するにつれて電気抵抗値（以下、単に抵抗値ともいう）が増大する。つまり、感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 は、自己の温度に応じて電気的特性すなわち抵抗値が変化する。例えば、感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 は、温度が上昇すると抵抗値が高くなる。

20

【 0 0 2 2 】

図 2、図 3、図 7 に示すように、配線 6 は感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 を直列に接続すると共に、感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 の各々を算出回路 8 に接続する導線である。配線 6 の一部は、感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 の両端から伸びて熱伝導体 2 の表面に配置され、熱伝導体 2 の表面に沿って伸びる。配線 6 の残りの一部は、図 4 に示すように、熱伝導体 2 と支柱 4 の隙間から熱伝導体 2 の内部に入り、支柱 4 の貫通孔 4 1 を経て収容ケース 1 1 の内部に引き込まれている。収容ケース 1 1 の内部には算出回路 8 が収容されており、配線 6 は算出回路 8 に接続されている。

30

【 0 0 2 3 】

外気温センサ 9 は、本体部 2 0 の近傍に配置され、収容ケース 1 1 の外面に取り付けられている。外気温センサ 9 は、エンジンルーム 1 1 2 内かつ本体部 2 0 の周囲の空気の温度（すなわち外気温）に応じた電気信号を算出回路 8 に出力するセンサである。

【 0 0 2 4 】

ヒータ温度センサ 3 3 は、ヒータ 3 2 の近傍に配置されているため、ヒータ 3 2 の温度に応じた電気信号を出力できる。このヒータ温度センサ 3 3 の電気信号も算出回路 8 に入力される。

【 0 0 2 5 】

電源回路 7 はヒータ 3 2 に給電するための回路基板であり、収容ケース 1 1 に収容されている。電源回路 7 とヒータ 3 2 とは給電ケーブル 3 4 を用いて接続されている。電源回路 7 はヒータ 3 2 に給電する電力を変化させることにより、ヒータ 3 2 の発熱量を変化させることができる。言うまでもないが、給電しないことすなわちヒータ 3 2 の発熱量を 0 とすることも可能である。電源回路 7 は算出回路 8 に接続されており、算出回路 8 による制御を受ける。

40

【 0 0 2 6 】

算出回路 8 は、図 7 に示すように、1 6 個の電圧計 V 1、...、V 1 6、処理部 8 1、電流源 8 2 を有している。電圧計 V 1、...、V 1 6 は、感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 に、この順に一対一に対応している。電圧計 V 1、...、V 1 6 の各々から、対応する感温素子

50

の両端間の電圧に応じた信号が、処理部 8 1 に入力される。

【 0 0 2 7 】

このように、電圧計 V 1、...、V 1 6 の各々は、対応する感温素子に及ぼされる電流および電圧のうち一方の電氣的物理量（すなわち電圧）を検出する電氣的物理量計である。そして、電流源 8 2 は、感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 に及ぼされる電流および電圧のうち上記一方の電氣的物理量（すなわち電圧）とは異なる他方の電氣的物理量（すなわち電流）を制御する電源である。

【 0 0 2 8 】

処理部 8 1 は、CPU、RAM、ROM 等を備えた周知のマイクロコンピュータである。CPU は、ROM に記録されたプログラムを実行し、その際に RAM を作業領域として使用する。CPU がプログラムを実行することにより、処理部 8 1 が後述する種々の処理を実行する。

10

【 0 0 2 9 】

電流源 8 2 は、感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 に所定の電流を供給する回路である。電流源 8 2 から供給される電流の電流値は、処理部 8 1 によって制御可能となっている。

【 0 0 3 0 】

収容ケース 1 1 は、上述のように電源回路 7 および算出回路 8 を収容するとともに本体部 2 0 および外気温センサ 9 を保持している。そして、収容ケース 1 1 は、風向風速計 1 をエンジンルーム 1 1 2 に取り付けるためにも使用されている。

【 0 0 3 1 】

以上のような構成の風向風速計 1 の作動について、以下説明する。算出回路 8 の処理部 8 1 は、感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 に所定の一定電流値の電流が供給されるよう、電流源 8 2 を制御する。これにより、電流源 8 2 は、一定の電流値の電流を感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 に供給する。

20

【 0 0 3 2 】

また、処理部 8 1 は、上述のように電流源 8 2 を制御している期間中に、電圧計 V 1、...、V 1 6 から入力された信号に基づいて、感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 の両端に印加された 1 6 個の電圧値を繰り返し定期的に（例えば 1 秒に 1 回）特定する。

【 0 0 3 3 】

そして処理部 8 1 は、1 6 個の電圧値を特定する度に、これら電圧値に基づいて、感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 の各々の温度を特定する。具体的には、処理部 8 1 は、感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 の各々について、当該感温素子の両端に印加された電圧値と、上述の一定電流値に基づいて、当該感温素子の抵抗値を算出する。そして処理部 8 1 は、算出した抵抗値を、ROM にあらかじめ記録されている抵抗値 - 温度テーブルに適用することで、当該感温素子が当該抵抗値を示すときの当該感温素子の温度を特定する。抵抗値 - 温度テーブルは、抵抗値と、感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 が当該抵抗値を示すときの当該感温素子の温度との対応関係を表すデータである。

30

【 0 0 3 4 】

また処理部 8 1 は、感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 の各々の温度を特定する度に、外気温センサ 9 からの信号に基づいて外気温を特定し、特定した外気温と感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 の温度に基づいて、風向および風速を算出する。

40

【 0 0 3 5 】

具体的には、処理部 8 1 は、感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 の温度の平均値を算出し、算出した平均値と外気温との差の絶対値が大きいほど風速が大きくなるよう、風速を決定する。

【 0 0 3 6 】

また、処理部 8 1 は、感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 の周囲の風向を、以下のような方法で導出する。処理部 8 1 は、まず、1 6 個の感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 の温度のうち、低いものから順に 5 個の温度 $T \times 1$ 、 $T \times 2$ 、 $T \times 3$ 、 $T \times 4$ 、 $T \times 5$ を抽出する。ここでは、温度 $T \times 1$ 、 $T \times 2$ 、 $T \times 3$ 、 $T \times 4$ 、 $T \times 5$ は少なくとも 1 つの値（例えばす

50

べての値)が異なる値であるとする。

【0037】

続いて処理部81は、抽出した5つの温度に基づいて、風向を算出する。算出方法は、感温素子3-1、...、3-16の各々の温度 T_s が以下の式(1)のように極角、方位角の関数で近似されることを利用する。

$$T_s = a x^2 + b x^2 + c x + d x + e \quad (1)$$

ここで、 T_s は、対象となる感温素子の温度、およびは当該感温素子の中心位置の極角および方位角である。また a 、 b 、 c 、 d 、 e は定数である。

【0038】

具体的には、処理部81は、温度 T_{x1} 、 T_{x2} 、 T_{x3} 、 T_{x4} 、 T_{x5} を示した感温素子について、温度、中心位置の極角、中心位置の方位角の3つの値を上記式(1)に代入する。それにより、 a 、 b 、 c 、 d 、 e に関する5つの連立方程式(2)、(3)、(4)、(5)、(6)を得る。

$$T_{x1} = a x_1^2 + b x_1^2 + c x_1 + d x_1 + e \quad (2)$$

$$T_{x2} = a x_2^2 + b x_2^2 + c x_2 + d x_2 + e \quad (3)$$

$$T_{x3} = a x_3^2 + b x_3^2 + c x_3 + d x_3 + e \quad (4)$$

$$T_{x4} = a x_4^2 + b x_4^2 + c x_4 + d x_4 + e \quad (5)$$

$$T_{x5} = a x_5^2 + b x_5^2 + c x_5 + d x_5 + e \quad (6)$$

処理部81は、この連立方程式を解いて a 、 b 、 c 、 d 、 e を算出する。そして、算出した a 、 b 、 c 、 d 、 e を式(1)に代入し、更に式(1)の1階全微分がゼロになる、を算出する。処理部81は、算出した、の位置から熱伝導体2の中心に向かう方向を、風向として決定する。

【0039】

(感温素子の詳細)

感温素子3-1、...、3-16の各々は、上述したように分子接合層101、導電材層102および金属層103の層構造を有している。その層構造の詳細について、製造工程に従って説明する。

【0040】

図8に示すように、感温素子3-1、...、3-16の製造工程は、合成樹脂の洗浄、分子接合層の形成、触媒の付与、導電材層の形成、金属層の形成という各工程からなる。

【0041】

合成樹脂の洗浄工程は、ステップS1、S2、S3を有する。まずステップS1で、熱伝導体2を構成している合成樹脂(PEEK)の加工応力除去として、熱伝導体2を150にて5分間保持する。次にステップS2で、アセトンを用いた超音波洗浄を10分間行うことで、熱伝導体2の表面の脱脂を行う。そしてステップS3で、コロナ放電処理により熱伝導体2の表面を改質する。

【0042】

続く分子接合層の形成工程では、ステップS4で、熱伝導体2の表面に、分子接合層を構成するための有機化合物を化学的に結合させる処理が行われる。本実施形態においては、図9に示す構造の有機化合物Y1を溶質としている有機溶剤中に熱伝導体2を浸漬し、上記改質された熱伝導体2の表面に有機化合物Y1を吸着させた後、熱伝導体2を引き揚げて乾燥させる。

【0043】

ステップS4では次に、その熱伝導体2の表面に紫外線を照射する。すると、図10に示すように、アジド基に紫外線Hが当たることで、有機化合物Y1のアジド基の一部から N_2 が遊離しナイトレンが形成される。そして、図11に示すように、そのナイトレンが、PEEK中のC-H結合の水素を引き剥がして当該水素に結合し、さらに、そのナイトレンの余った電子と炭素の電子が対となって共有結合する。すなわちCH挿入反応が起こる。ナイトレンの反応性が強いので、樹脂内にあるすべてのCH結合が選択対象になる。この反応によって、図12に示すように、PEEKのベンゼン環の一部と有機化合物Y

10

20

30

40

50

1 とが結合する。その結果、熱伝導体 2 の表面に有機化合物 Y 1 による分子接合層 1 0 1 が形成される。

【 0 0 4 4 】

次の触媒の付与工程はステップ S 5、S 6 を有する。ステップ S 5 では、触媒としてのパラジウム (Pd) を分子接合層 1 0 1 の有機化合物 Y 1 に結合させるために、熱伝導体 2 を塩化パラジウム (PdCl₂) の水溶液に 1 分間浸漬する。続くステップ S 6 では、有機化合物 Y 1 とパラジウムとの結合促進を目的として、パラジウムの水溶液から取り出した熱伝導体 2 を 1 5 0 °C にて 5 分間保持する。この工程を経ることにより、図 1 3 に示すように有機化合物 Y 1 のトリアジン環の窒素原子が電子対を供与してパラジウムと配位結合し、ヒドロキシ基の水素との置換にてパラジウムがイオン結合する。このパラジウムの付与は次の導電材層の形成工程での反応性を上げるために行われる。

10

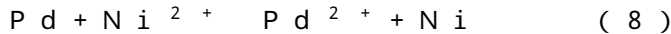
【 0 0 4 5 】

その導電材層の形成工程はステップ S 7、S 8 を有する。ステップ S 7 では、分子接合層 1 0 1 上に導電材層 1 0 2 を形成するために熱伝導体 2 をめっき液に浸漬して無電解ニッケルホウ素めっきを行う。

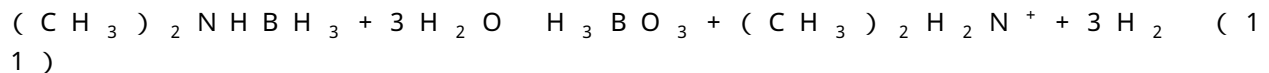
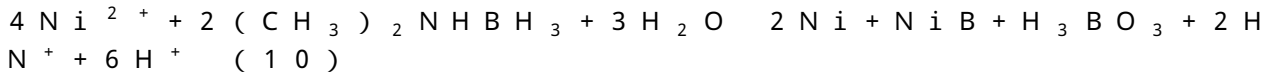
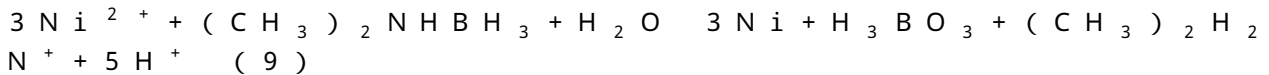
【 0 0 4 6 】

この無電解ニッケルホウ素めっきでは、先ず下記の化学式 (8) に示す反応により、めっき液のニッケル (Ni) が、触媒の付与工程で有機化合物 Y 1 に付与されたパラジウムに替わって、図 1 4 に示すように有機化合物 Y 1 に結合する。すなわち、トリアジン環の窒素原子が電子対を供与してニッケルと配位結合し、ヒドロキシ基の水素と置換した形態でニッケルがイオン結合する。

20



ステップ S 7 では続いて、有機化合物 Y 1 に結合したニッケルを起点として、ニッケルとホウ素化ニッケルが析出し、導電材層 1 0 2 となる皮膜を形成する。その析出反応は下記の化学式 (9)、(1 0)、(1 1) に示す反応によってなされる。



30

すると、図 1 5 に示すように、ニッケルとホウ素化ニッケルにて形成された導電材層 1 0 2 の内部に有機化合物 Y 1 が入り込んだ構造が生じる。この有機化合物 Y 1 の入り込み、化学的に結合することで分子接合層 1 0 1 と導電材層 1 0 2 とが強固に接合する。(1 0) の反応によって生成されるホウ素化ニッケルは不純物である。このような不純物がニッケル等の金属に含まれていると、当該金属の電気抵抗率の温度係数が低下する。すなわち、単位温度変化量あたりの電気抵抗値の変化量の絶対値が低下する。無電解ニッケルホウ素めっきが済んだ後は、ステップ S 8 で、熱伝導体 2 をめっき液から揚げて、めっきに伴う残留応力を除去するために 1 5 0 °C にて 5 分間保持する。

【 0 0 4 7 】

40

次の金属層の形成工程は、ステップ S 9 を含む。ステップ S 9 では、電気ニッケルめっきによって導電材層 1 0 2 上にニッケルの皮膜である金属層 1 0 3 を形成する。この電気ニッケルめっきは、図 1 6 に示すように、電解液には硫酸ニッケル (NiSO₄) 水溶液を使用し、熱伝導体 2 に形成された導電材層 1 0 2 を陰極、ニッケル板を陽極として行われる。これにより、図 1 7 に示すように、導電材層 1 0 2 上にニッケルが析出し金属層 1 0 3 を形成する。陰極となる導電材層 1 0 2 上にはニッケルのみが析出するので、金属層 1 0 3 となる被膜には不純物が含まれない。すなわち、金属層 1 0 3 は導電材層 1 0 2 よりもニッケルの純度が高い。電気ニッケルめっきにて導電材層 1 0 2 上に金属層 1 0 3 を形成するので、両者の接合は強固なものになる。

【 0 0 4 8 】

50

こうした工程を経ることにより、熱伝導体 2 の表面に分子接合層 101、導電材層 102 および金属層 103 の層構造が形成される。そして、感温素子 3-1、...、3-16 となるパターン（図 5 参照）および配線 6 となるパターンが残るように、熱伝導体 2 の表面部分をエッチング処理することで、図 2、図 3 に示す通りの感温素子 3-1、...、3-16 および配線 6 が熱伝導体 2 の表面に設けられる。

【0049】

上記の通り、熱伝導体 2 の表面を構成する合成樹脂（PEEK）と分子接合層 101 の有機化合物 Y1 とが化学的に結合しているため、この両者間の接合は強固である。その分子接合層 101 の上に無電解めっきにより導電材層 102 が形成されているが、導電材層 102 の内部に有機化合物 Y1 が入り込み、配位結合、イオン結合によって分子接合層 101 と導電材層 102 とが強固に接合している。さらに、導電材層 102 の上に電気めっきにて金属層 103 を形成しているため、導電材層 102 と金属層 103 との接合は強固なものになっている。

10

【0050】

また、熱伝導体 2 の表面に配された配線 6 も、感温素子 3-1、...、3-16 と同工程で設けられ、感温素子 3-1、...、3-16 と同じ層構造を有するので、熱伝導体 2 と配線 6 との密着性も良好、確実である。

【0051】

さて、感温素子 3-1、...、3-16 において単に導電性のみを要するのであれば、導電材層 102 のみにて十分といえる。しかしながら、本実施形態にあっては導電材層 102 の上に金属層 103 を設けている。その理由は以下の通りである。

20

【0052】

導電材層 102 を形成するための無電解ニッケルホウ素めっきの説明で述べ、図 15 にも示したように、無電解ニッケルホウ素めっきでは、ニッケルだけでなくホウ素化ニッケルも析出し、導電材層 102 となる皮膜中に残留する。導電材層 102 中に不純物としてホウ素が存在すると、導電材層 102 の電気抵抗率の温度係数が小さい。そのため、温度が上昇するにつれて電気抵抗値が増大するという、感温素子 3-1、...、3-16 に要求される特性を満たすことができない場合がある。つまり、導電材層 102 のみで金属層 103 を有さない構成であっては、感温素子 3-1、...、3-16 としての機能が金属層 103 を有する構成に比べて低い。

30

【0053】

そこで、本実施形態にあっては導電材層 102 の上に、ニッケルの純度が導電材層 102 よりも高い金属層 103 を設けている。これにより、導電材層 102 の上に、電気抵抗率の温度係数が導電材層 102 の電気抵抗率の温度係数よりも大きい、金属層 103 が設けられる。その効果は図 18、図 19 に示す通りであり、金属層 103 を設けた方が温度係数が大きく、感温素子の温度上昇に伴って抵抗値が増加する変化率も十分に大きい。このように、金属層 103 を設けたことで、感温素子 3-1、...、3-16 に要求される電気的特性を満たしている。

【0054】

（他の実施形態）

40

なお、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した範囲内において適宜変更が可能である。また、また、上記実施形態において、実施形態を構成する要素は、特に必須であると明示した場合および原理的に明らかに必須であると考えられる場合等を除き、必ずしも必須のものではない。また、上記実施形態において、実施形態の構成要素の個数、数値、量、範囲等の数値が言及されている場合、特に必須であると明示した場合および原理的に明らかに特定の数に限定される場合等を除き、その特定の数に限定されるものではない。特に、ある量について複数個の値が例示されている場合、特に別記した場合および原理的に明らかに不可能な場合を除き、それら複数個の値の間の値を採用することも可能である。また、上記実施形態において、構成要素等の形状、位置関係等に言及するときは、特に明示した場合および原理的に特定の形状、位置関係等

50

に限定される場合等を除き、その形状、位置関係等に限定されるものではない。また、本発明は、上記実施形態に対する以下のような変形例も許容される。なお、以下の変形例は、それぞれ独立に、上記実施形態に適用および不適用を選択できる。すなわち、以下の変形例のうち明らかに矛盾する組み合わせを除く任意の組み合わせを、上記実施形態に適用することができる。

【0055】

(感温素子のパターンの変形例)

感温素子3-1、...、3-16のパターンとして、上記実施形態では規矩状に蛇行する形態を示しているが、以下の各例のような変形例も可能である。

【0056】

まず、図20に示すようにコの字状のパターンにすることもできる。このようなパターンであると形成が容易であり、また直線部の長手方向の応力に対して耐性が高い。

【0057】

また、実施形態と同様に蛇行する形態であっても、図21に示すように折り返し部分を円弧状にすることもできる。実施形態も本変形例も感温素子としての回路長を長くして抵抗値を大きくできる点は同じであるが、本変形例は折り返し部分を円弧状にしたので応力が集中し難いという利点がある。

【0058】

或いは、図22、図23に示すように渦巻き状にすることも可能である。渦巻き状にすると、回路長を長くして抵抗値を大きくでき、全体的に応力が集中し難くなる。特に、図23の例のように、渦巻きの中心部の円弧の内径Rが線幅Wよりも大きい構成にすると、中心部での2つの渦線の接続が滑らかになり、この部分での応力の集中を避けることができる。

(表面保護の変形例)

上記実施形態では感温素子3-1、...、3-16の表面は金属層103、つまりニッケルである。ニッケル自体も錆に対する耐性はあるものの、例えば、金や白金などの貴金属層を金属層103に積層して防錆効果を高めることができる。この構成は、金属層103が耐錆性に優れた金属の場合には特に有効である。

【0059】

また、感温素子の表面を、或いは熱伝導体2の表面全域を、非金属の絶縁体膜によって被覆することも可能である。こうした被覆により異物との接触などによる損傷を防止できる。

(分子接合層を構成する有機化合物)

実施形態では図9に構造式を示す有機化合物Y1を用いているが、実施形態における説明からも明らかとなり、

- (1) ナイトレンを生じて合成樹脂中の炭素と結合するためのアジド基、
- (2) 金属原子と配位結合するためのトリアジン環、
- (3) 金属原子とイオン結合するためのヒドロキシ基またはヒドロキシ基を保持する基を有する有機化合物であればよく、具体的には、以下の一般式(g)で表される構造の有機化合物であれば採用できる。

【0060】

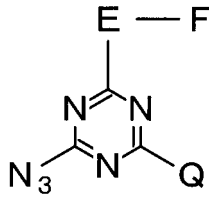
10

20

30

40

【化1】

一般式(g)

10

【0061】

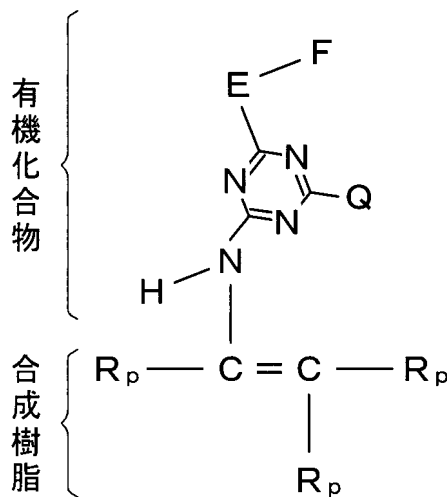
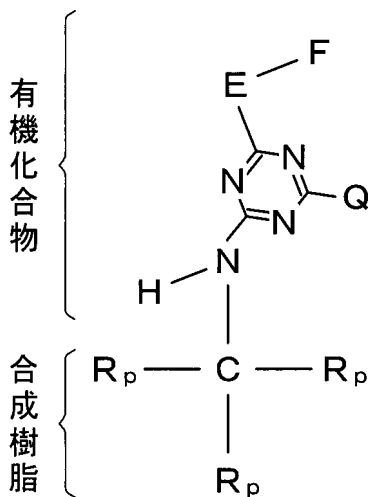
ただし、この化学式中、Eは任意の基であり、Fはヒドロキシ基またはヒドロキシ基を併せ持った基である。Qは、 N_3 または $NR_1(R_2)$ である。 R_1 、 R_2 は、H、炭素数が1以上24以下の炭化水素基、または $-RSi(R')_n(OA)_{3-n}$ である。Rは炭素数が1以上12以下の鎖状の炭化水素基で、 R' は炭素数が1以上4以下の鎖状の炭化水素基である。Aは、Hまたは炭素数が1以上4以下の鎖状の炭化水素基である。nは0以上2以下の整数である。 R_1 と R_2 とは同一でも異なるものでもよい。

この一般式(g)で表す有機化合物を用いた場合、合成樹脂と分子接合層を構成する有機化合物との化学的な結合の構造は、以下の一般式(a)または一般式(b)で表される構造となる。その場合も、合成樹脂と分子接合層の有機化合物とが化学的に結合するため、この両者間の接合は強固である。

20

【0062】

【化2】

一般式(a)一般式(b)

30

【0063】

ただし、この化学式中、Eは任意の基であり、Fはヒドロキシ基またはヒドロキシ基を併せ持った基である。Qは、 N_3 または $NR_1(R_2)$ である。 R_1 、 R_2 は、H、炭素数が1以上24以下の炭化水素基、または $-RSi(R')_n(OA)_{3-n}$ である。Rは炭素数が1以上12以下の鎖状の炭化水素基である。 R' は炭素数が1以上4以下の鎖状の炭化水素基である。Aは、Hまたは炭素数が1以上4以下の鎖状の炭化水素基である。nは0以上2以下の整数である。 R_1 と R_2 とは同一でも異なるものでもよい。 R_p は前記合成樹脂を構成する高分子化合物中で、前記分子接合層の有機化合物と結合した炭素につながる高分子化合物である。

40

【0064】

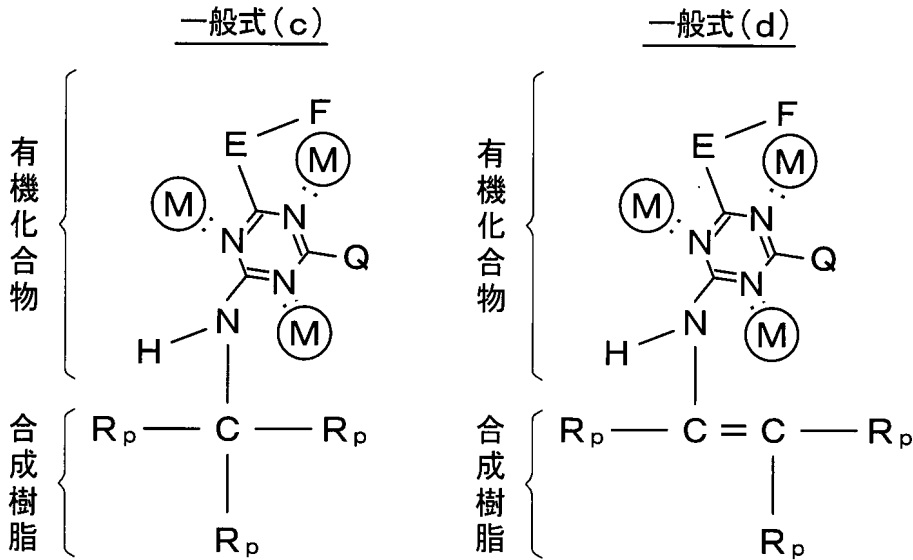
また、導電材層の金属原子と分子接合層を構成する有機化合物とは、以下の一般式(c)または一般式(d)に表す通り、トリアジン環の窒素原子と導電材層の金属原子とが配

50

位結合しているだけでも、導電材層と分子接合層との接合強さは十分で、実施形態と同等の効果が得られる。

【0065】

【化3】



10

【0066】

20

ただし、この化学式中、Eは任意の基であり、Fはヒドロキシ基またはヒドロキシ基を併せ持った基である。Qは、 N_3 または $NR_1(R_2)$ である。 R_1 、 R_2 は、H、炭素数が1以上24以下の炭化水素基、または $-RSi(R')_n(OA)_{3-n}$ である。Rは炭素数が1以上12以下の鎖状の炭化水素基である。R'は炭素数が1以上4以下の鎖状の炭化水素基である。Aは、Hまたは炭素数が1以上4以下の鎖状の炭化水素基である。nは0以上2以下の整数である。 R_1 と R_2 とは同一でも異なるものでもよい。Mは金属原子である。 R_p は前記合成樹脂を構成する高分子化合物中で、前記分子接合層の有機化合物と結合した炭素につながる高分子化合物である。

【0067】

30

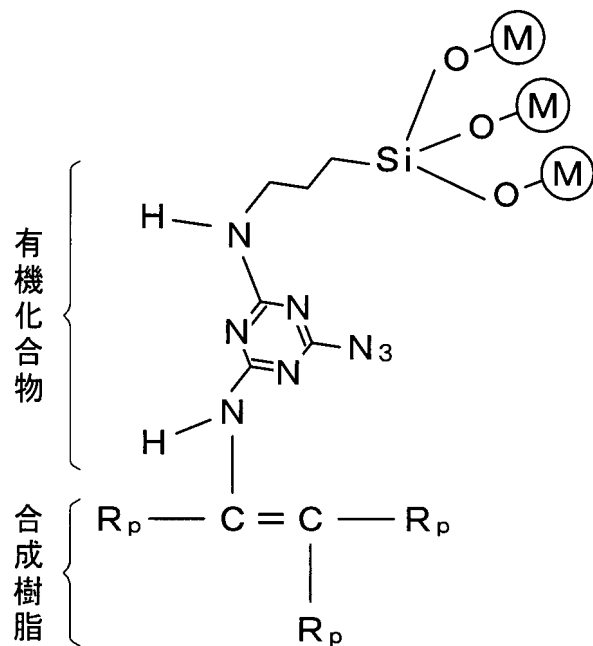
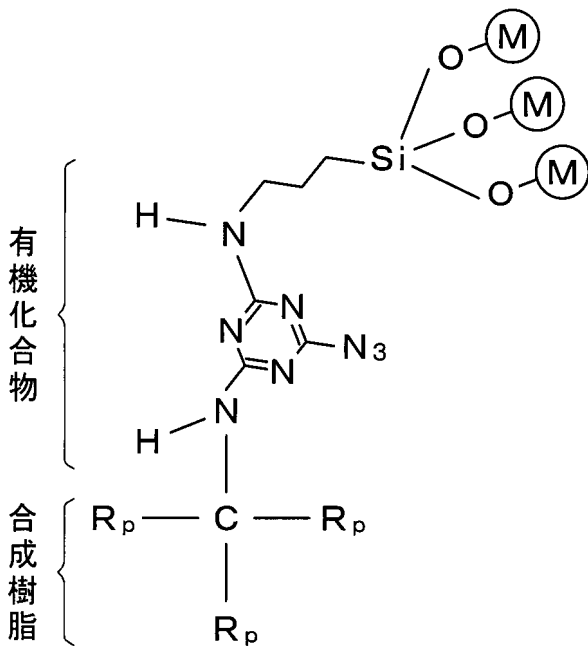
或いは、以下の一般式(d)または一般式(e)に表すように、ヒドロキシシリル基の水素との置換にて金属原子(実施形態ではニッケル)がイオン結合するだけでも、導電材層と分子接合層との接合強さは十分で、実施形態と同等の効果が得られる。

【0068】

【化4】

一般式(e)

一般式(f)



10

20

【0069】

この化学式中、Eは任意の基であり、Fはヒドロキシ基またはヒドロキシ基を併せ持った基である。Qは、 N_3 または $NR_1(R_2)$ である。 R_1 、 R_2 は、H、炭素数が1以上24以下の炭化水素基、または $-RSi(R')_n(OA)_{3-n}$ である。Rは炭素数が1以上12以下の鎖状の炭化水素基である。 R' は炭素数が1以上4以下の鎖状の炭化水素基である。Aは、Hまたは炭素数が1以上4以下の鎖状の炭化水素基である。nは0以上2以下の整数である。 R_1 と R_2 とは同一でも異なるものでもよい。Mは金属原子である。 R_p は前記合成樹脂を構成する高分子化合物中で、前記分子接合層の有機化合物と結合した炭素につながる高分子化合物である。

【0070】

30

言うまでもないが、実施形態のようにトリアジン環の窒素原子と導電材層の金属原子とが配位結合しており、かつヒドロキシ基またはヒドロキシ基を併せ持った基の水素との置換にて金属原子(実施形態ではニッケル)がイオン結合している構造であると、導電材層と分子接合層との接合強さは極めて良好である。

【0071】

なお、有機化合物と結合する導電材層の金属原子は、実施形態で示したニッケルに限るものではない。分子接合層上に導電材層を形成する手法も、無電解めっきに限るものではない。

【0072】

また、分子接合層を構成する有機化合物と結合する合成樹脂としてPEEKを示したが、これに限るものではない。実施形態では有機化合物Y1とベンゼン環の炭素とが結合する例を示したが、有機化合物が結合する相手方の炭素はベンゼン環の炭素に限るものではなく、6員環以外の環に含まれる炭素であってもよいし、鎖状構造の中の炭素であってもよい。

40

【0073】

また、上記実施形態において、導電材層102を分子接合層101に接合させる場合に、不純物としてホウ素化ニッケルが例示されている。しかし、導電材層102を分子接合層101に接合させる場合に不純物として残留し、導電材層102の電気抵抗率の温度係数を低下させるものは、ホウ素化ニッケルに限らない。例えば、導電材層102を分子接合層101の組成によっては、リンも同様の不純物として残留する場合がある。

50

【 0 0 7 4 】

また、上記実施形態における感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 は、自己の温度が上昇すると電気抵抗値が上昇するが、自己の温度が上昇すると電気抵抗値が下降するようになっている。

【 0 0 7 5 】

感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 の各々は、通電されると発熱する電気抵抗であるが、その発熱量は、ヒータ 3 2 の発熱量に比べると無視できるほど小さい。したがって、感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 は、熱伝導体 2 の周囲を流れる空気以外に由来して当該空気から伝わる熱以外の熱によって、具体的には、ヒータ 3 2 によって生成されてヒータカバー 3 1、熱伝導体 2 を伝導した熱によって、温度上昇する。感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 に用いられる金属は、温度が上昇するにつれて電気抵抗値（以下、単に抵抗値ともいう）が増大する。つまり、感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 は、自己の温度に応じて電気的特性すなわち抵抗値が変化する。例えば、感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 は、温度が上昇すると抵抗値が高くなる。

10

【 0 0 7 6 】

また、上記実施形態における算出回路 8 の処理部 8 1 は、風向と風速の両方を算出するようになっているが、風向のみを算出してもよいし、風速のみを算出してもよい。

【 0 0 7 7 】

また、処理部 8 1 は、感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 の抵抗値から温度を算出し、算出した温度の平均値と外気温の差から風速を算出している。しかし、必ずしもこのようになっていなくてもよい。例えば、処理部 8 1 は、抵抗値感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 の温度の平均値と外気温の差が一定になるようにヒータ 3 2 の温度をフィードバック制御し、そのヒータ 3 2 の発熱量に応じて風速を算出してもよい。その場合でも、処理部 8 1 は、感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 の電気抵抗値に応じてヒータ 3 2 への通電量を制御しているので、感温素子 3 - 1、...、3 - 1 6 の電気抵抗値に応じて風速算出することには変わりはない。

20

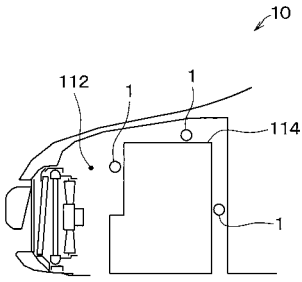
【 符号の説明 】

【 0 0 7 8 】

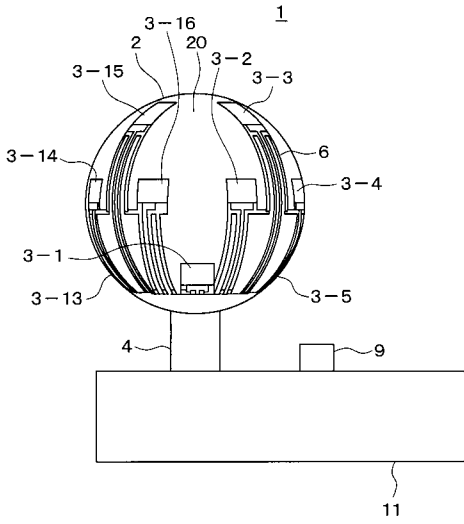
- 1 風向風速計
- 2 熱伝導体
- 3 - 1、...、3 - 1 6 感温素子
- 6 配線
- 2 0 本体部
- 1 0 1 分子接合層
- 1 0 2 導電材層
- 1 0 3 金属層

30

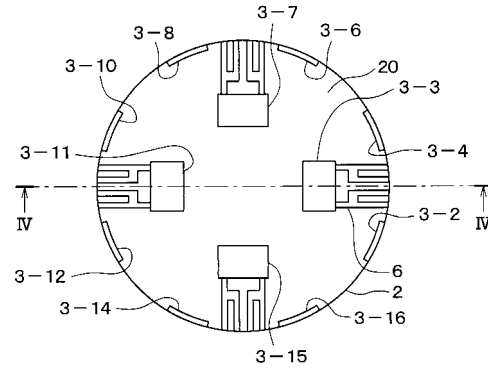
【 図 1 】



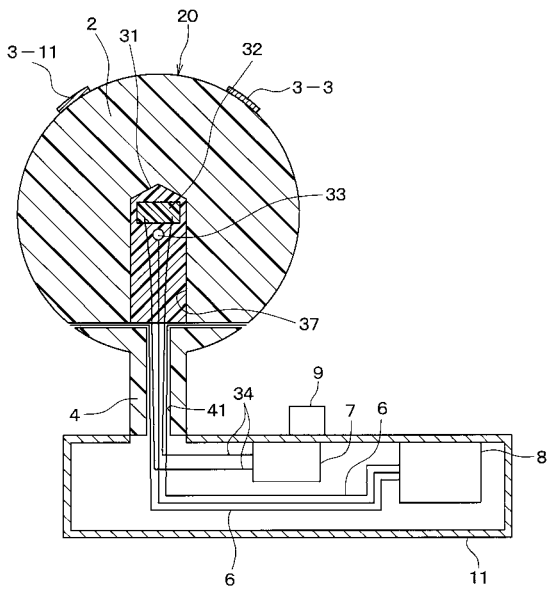
【 図 2 】



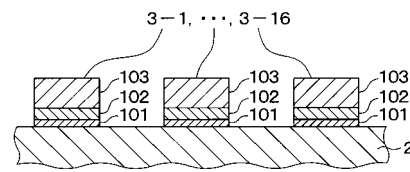
【 図 3 】



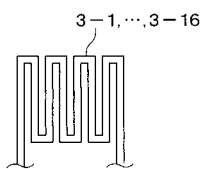
【 図 4 】



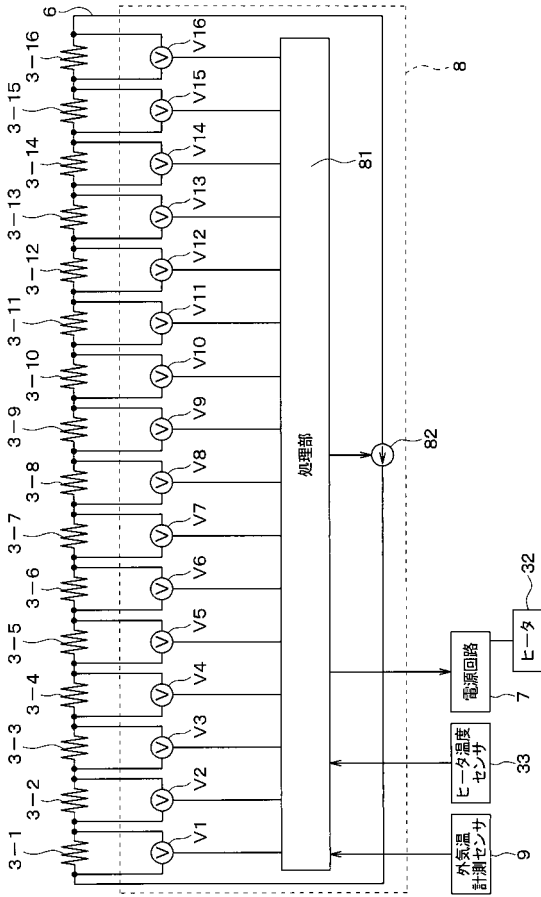
【 図 6 】



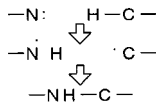
【 図 5 】



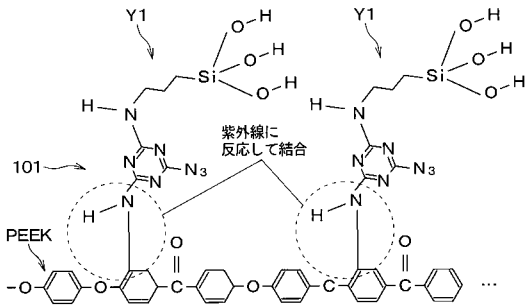
【 図 7 】



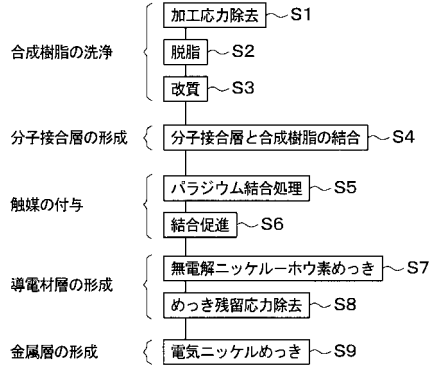
【 図 1 1 】



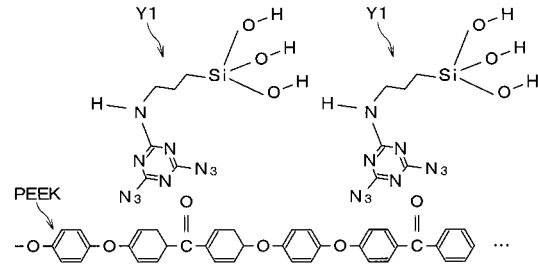
【 図 1 2 】



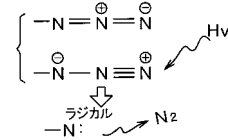
【 図 8 】



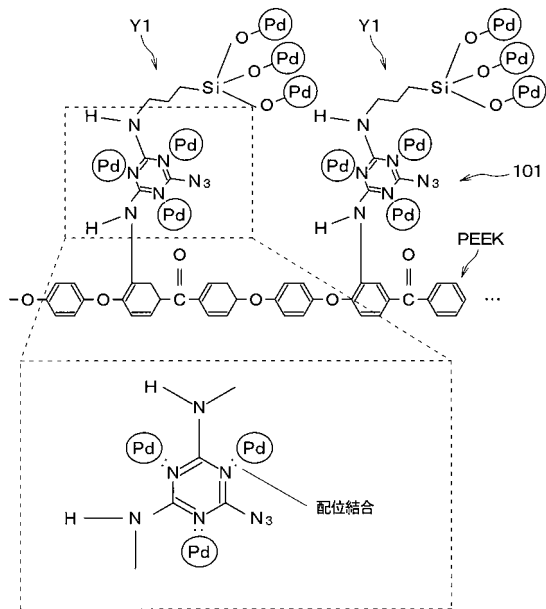
【 図 9 】



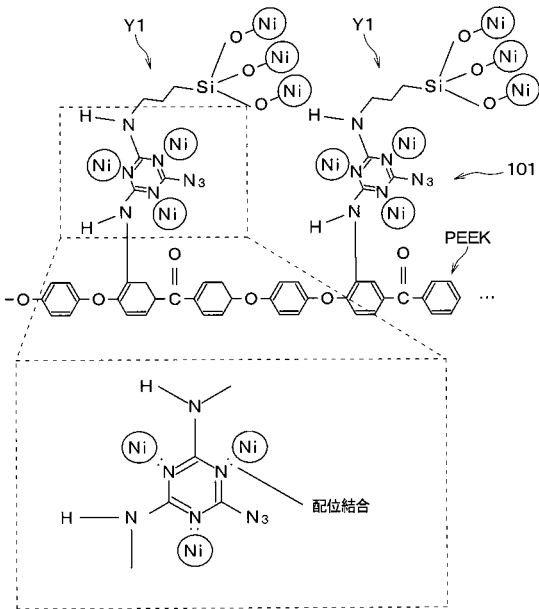
【 図 1 0 】



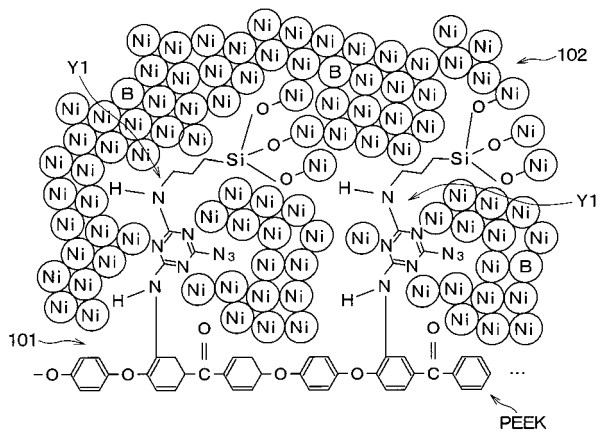
【 図 1 3 】



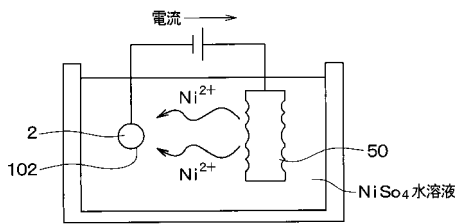
【図14】



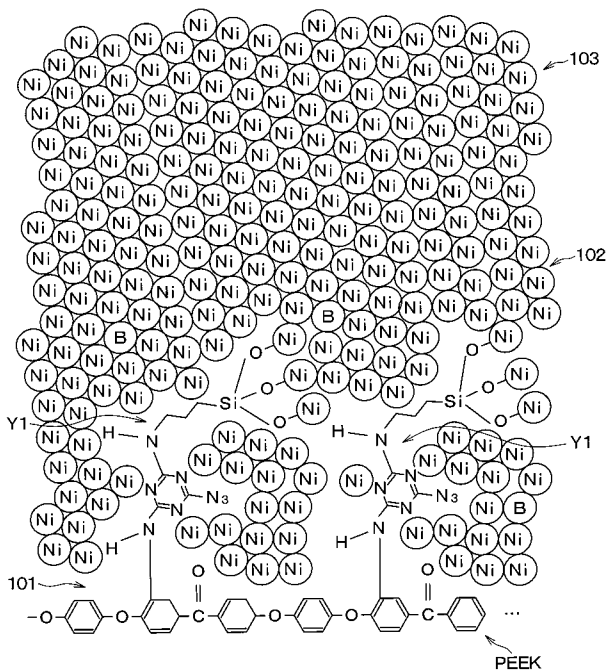
【図15】



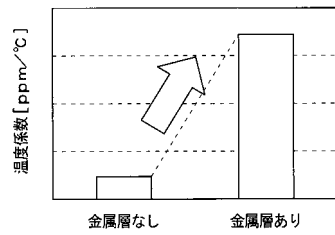
【図16】



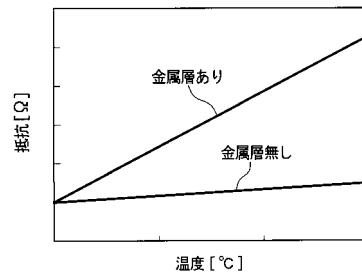
【図17】



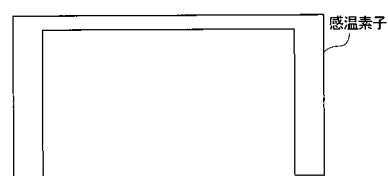
【図18】



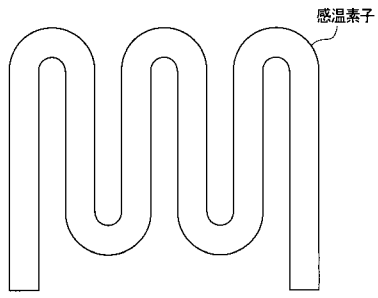
【図19】



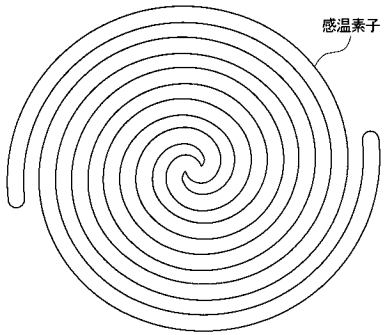
【図20】



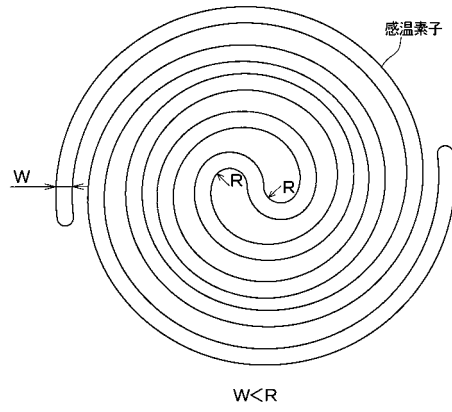
【 図 2 1 】



【 図 2 2 】



【 図 2 3 】



フロントページの続き

- (72)発明者 尾崎 幸克
愛知県日進市米野木町南山500番地20 株式会社SOKEN内
- (72)発明者 片桐 誠
愛知県日進市米野木町南山500番地20 株式会社SOKEN内
- (72)発明者 神谷 康孝
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 山田 勇次
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 近藤 宏司
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 宮野 博宇
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
- Fターム(参考) 2F034 AA02 DA09 DB09
2F056 MS06