

(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2010-24348

(P2010-24348A)

(43) 公開日 平成22年2月4日(2010.2.4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C O 9 D 133/16 (2006.01)	C O 9 D 133/16	4 J O 3 8
G O 1 L 1/00 (2006.01)	G O 1 L 1/00 E	
G O 1 L 1/24 (2006.01)	G O 1 L 1/24 Z	
C O 9 D 133/10 (2006.01)	C O 9 D 133/10	
C O 9 D 7/12 (2006.01)	C O 9 D 7/12	
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2008-187174 (P2008-187174)	(71) 出願人	503361400
(22) 出願日	平成20年7月18日 (2008.7.18)		独立行政法人 宇宙航空研究開発機構
			東京都調布市深大寺東町七丁目4番地1
		(74) 代理人	100092200
			弁理士 大城 重信
		(74) 代理人	100110515
			弁理士 山田 益男
		(72) 発明者	滴尾 和徳
			東京都調布市深大寺東町7-44-1 独
			立行政法人宇宙航空研究開発機構内
		(72) 発明者	小幡 誠
			奈良県奈良市高畑町184番地
		(72) 発明者	矢野 重信
			奈良県奈良市あやめ池南6丁目7-45-
			108
			最終頁に続く

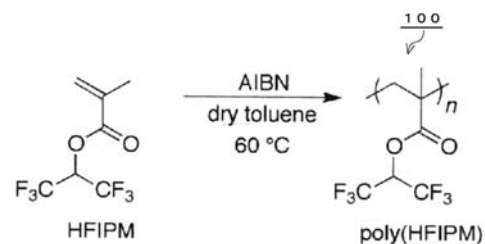
(54) 【発明の名称】 温度感度を低減した感圧塗料および感圧センサ

(57) 【要約】

【課題】 温度補正用の感温塗料を不要にする温度依存性の極めて小さい高性能な感圧塗料および感圧センサを提供する。

【解決手段】 PtTFPP等の感圧色素を薄膜固化するポリマーとして、メタクリル酸1,1,1,3,3,3-ヘキサフルオロイソプロピル (HFIPM) が単独重合して出来た高分子化合物 (Poly(HFIPM))、またはHFIPMとメタクリル酸イソブチル (IBM) との共重合高分子化合物を使用し、溶媒として酢酸エチルを使用する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧力に応じた発光特性を示す感圧色素と、該感圧色素を物体表面に固着させるポリマーがバインダーとして溶媒に溶解されて成る感圧塗料であって、

前記ポリマーはメタクリル酸1,1,1,3,3,3-ヘキサフルオロイソプロピル (HFIPM) が単独重合して出来た高分子化合物 (Poly(HFIPM))、または該HFIPMとメタクリル酸イソブチル (IBM) との共重合高分子化合物であることを特徴とする感圧塗料。

【請求項 2】

前記溶媒は、酢酸エチルである請求項 1 に記載の感圧塗料。

【請求項 3】

前記感圧色素は、PtTFPP、PdTFPP、PtOEP、PdOEP、PtTPP、PdTPP又はポルフォラクトン化合物である請求項 1 又は 2 に記載の感圧塗料。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 の何れかに記載の感圧塗料を被測定物の外表面に塗布し薄膜固化することにより生成され且つ励起光を受けて圧力に応じて発光強度を変えることを特徴とする感圧センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、感圧塗料および感圧センサ、特に、温度補正用の感温塗料を使用することなく、感圧塗料（感圧色素）の発光データに含まれる温度計測誤差を低減し計測精度を高めることが出来る感圧塗料および感圧センサに関するものである。

【背景技術】

【0002】

感圧塗料(Pressure-Sensitive Paint : PSP)を用いた圧力場計測が、航空宇宙分野の風洞実験において注目されている。この計測は、感圧塗料に含まれた色素の発光強度が酸素により消光する現象を利用したものである。被測定物である模型表面に塗られた感圧塗料に励起光を照射すると色素が発光する。その発光強度は圧力(酸素濃度)と相関関係があり、模型上の発光強度分布をCCDカメラで計測し所定の画像処理を行うことにより模型上の圧力場を視覚的に求めることができる。従来技術の殆どは静圧孔を利用した計測であるために離散的なデータしか計測することが出来なかったが、このPSPを利用することにより模型全面の連続した圧力分布データを得ることが出来る。さらに、手軽で安価に計測できる利点がある。

しかしながら、感圧塗料の発光強度は圧力だけではなく温度にも感応する特性を有している。そのため、実用化を想定した場合、圧力データに含まれる温度感度に起因する計測誤差は無視することができない。これまで、感圧塗料と感温塗料の塗り分け方式による温度補正法や、赤外線カメラを使用した温度補正法等種々の補正方法が検討・提案されてきた（例えば、特許文献1および非特許文献1を参照。）。その塗り分け方式では、機体の半分に塗られた感温塗料はもう半分の感圧塗料の温度補正用に利用されるため、結局、機体半分の圧力に関する情報しか得ることが出来ない。また、流れの対称性の仮定が失われる形態、例えば模型が横滑り角をとる形態では、温度補正をすることが出来ないため、精度の良い圧力場の計測は出来なくなる。赤外線カメラを使った場合、特殊な光学窓ガラスを使用しなければならず、また背景温度の写りこみにも十分な配慮が必要となり、実用向きではない。

また、従来の感圧塗料では、感圧色素とそれを物体表面に薄膜固化させるバインダー（ポリマー）を溶解させる溶媒としては、トルエンやベンゼンが使用されている（例えば、特許文献2を参照。）。周知の通り、ベンゼンは毒性が強く、人が長期にわたり繰り返し吸入を続けた場合、脳障害を負うことが確認されている。中でもベンゼンは一般に発がん性物質であると考えられており、「特定化学物質障害予防規則」の特定第2類および特別管理物質に指定され、厳重な管理が要求されている。また環境面での懸念からベンゼンと

10

20

30

40

50

トルエンは「化学物質管理促進法」（いわゆるPRTR法）の第1種指定化学物質に指定されており、その環境への排出量を管理することが義務づけられている物質である。また、ベンゼンは消防法による危険物（第四類引火性液体、第一石油類）に指定されており、一定以上の貯蔵には消防署への届け出が必要である。加えて、ベンゼンは常温で引火性を有するため、その取り扱いには厳重な注意が必要とされる。

【0003】

【特許文献1】特開2006-10517号公報

【特許文献2】特開2005-29767号公報

【非特許文献1】Mebarki Y. and Cooper K.R. "Aerodynamic Testing of a Generic Automotive Model with Pressure Sensitive Paint", The 10th International Symposium on Flow Visualization, F0120, August, 2002.

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上述した従来の感温塗料と感圧塗料による塗り分け方式では、感圧塗料の発光データに含まれる温度依存性による計測誤差を補正するために、試験開始前に感圧塗料の発光強度－温度特性に関する校正データを予め取得しておく必要があり、一方、試験中は感温塗料の発光データから模型上の温度分布データを取得する必要がある。なお、この感温塗料が塗布された領域Aの温度分布データは、感圧塗料の発光データから温度による計測誤差を除去するために使用されるため、感圧塗料が塗布された領域B（≠領域A）の温度分布データと実質的に等価になる必要がある。従って、領域Aと領域Bは、対称の関係になければならない。そのため、風洞試験においては模型の半分に感圧塗料が塗布され、他の半分に感温塗料が塗布されている。従って、模型の姿勢について、領域Aと領域Bにおいて流れの対称性がくずれる姿勢、例えば模型が横滑り角をとる形態での精度良い圧力場の計測ができないという問題がある。

20

また、従来の感圧塗料は、溶媒としてトルエンまたはベンゼンが使用されているため、特に人体への影響や換気・火気等に対し厳重な注意が必要とされ、その取り扱いが容易でない問題がある。

そこで、本発明は、上記実情に鑑み創案されたものであって、その目的は温度補正用の感温塗料を使用することなく、感圧塗料（感圧色素）の発光データに含まれる温度計測誤差を低減し計測精度を高めることが出来る感圧塗料および感圧センサを提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

前記目的を達成するため、請求項1に記載の感圧塗料は、圧力に応じた発光特性を示す感圧色素と、該感圧色素を薄膜固化するポリマーがバインダーとして溶媒に溶解されて成る感圧塗料であって、

前記ポリマーはメタクリル酸1,1,1,3,3,3-ヘキサフルオロイソプロピル（HFIPM）が単独重合して出来た高分子化合物（Poly（HFIPM））、または該HFIPMとメタクリル酸イソブチル（IBM）との共重合高分子化合物であることを特徴とする。

40

感圧塗料の温度依存性は、それをバインドするポリマーによって大きく変わることが知られている。本願発明者は、感圧塗料の感圧特性を低減させずに温度依存性（温度感度特性）のみを低減させるポリマーについて鋭意研究した結果、上記メタクリル酸1,1,1,3,3,3-ヘキサフルオロイソプロピル（HFIPM）が単独重合して出来た高分子化合物（Poly（HFIPM））は、感圧塗料の感圧特性を損なわずに温度感度特性のみを低減させることを見出した。また、本願発明者は、上記HFIPMとメタクリル酸イソブチル（IBM）との共重合高分子化合物についても、感圧塗料の感圧特性を低減させずに温度感度特性のみを低減させることを見出した。つまり、本願発明者は、上記HFIPMをモノマーとして含むポリマーには、感圧塗料の温度感度を低減させる作用・効果が有ることを見出した。

その結果、上記感圧塗料では、ポリマーとして上記高分子化合物（Poly（HFIPM））、ま

50

たはHFIPMとIBMとの共重合高分子化合物が用いられ、感圧塗料の感圧特性は維持されながらその温度依存性のみが低減されている。これにより、感圧塗料そのものの温度依存性が極めて小さくなるため、従来の塗り分け方式による圧力場の計測において見られた温度補正用としての感温塗料は不要となる。従って、塗料の塗布範囲（計測範囲）および模型の姿勢について特別な制約がなくなるため、様々な流れ場の下で精度の高い圧力場の計測が可能となる。

【0006】

請求項2に記載の感圧塗料では、前記溶媒は、酢酸エチルであることとした。

上記感圧塗料では、感圧色素とポリマーを溶解させる溶媒として酢酸エチルを使用する。先述したように、ベンゼンは一般に発がん性物質であると考えられており、トルエンや酢酸エチルと異なり「特定化学物質障害予防規則」の特定第2類および特別管理物質に指定され、厳重な管理が要求されている。また環境面での懸念からベンゼンとトルエンはPRTR法の第1種指定化学物質に指定されており、その環境への排出量を管理することが義務づけられている物質である。酢酸エチルはベンゼンやトルエンのように「特定化学物質障害予防規則」や「化学物質管理促進法」の管理対象物質ではないことから、ベンゼンやトルエンなどに比べ人体や環境への影響が小さい溶媒であるといえる。また、酢酸エチルは、酢酸とエタノールが縮合してできたエステル化合物である。パイナップル・バナナ等の天然の果実油中にも広く含まれる果実臭成分の1つであり、エッセンスなど食品添加物の成分としても利用されている。従って、従来の感圧塗料の溶媒であるトルエンやベンゼンに比べ、人体に対する害は少なく、その取り扱いに厳重な注意が必要とされることはない。

【0007】

請求項3に記載の感圧塗料では、前記感圧色素は、PtTFPP、PdTFPP、PtOEP、PdOEP、PtTPP、PdTPP又はポルフォラクトン化合物であることとした。

上記感圧塗料では、上記感圧色素を使用することにより、被測定物の表面に塗布して感圧センサの形態で使用する場合に、被測定物表面の圧力を精度良く計測することができる。

【0008】

前記目的を達成するため、請求項4に記載の感圧センサは、請求項1から3の何れかに記載の感圧塗料を被測定物の外表面に塗布し薄膜固化することにより生成され且つ励起光を受けて圧力に応じて発光強度を変えることを特徴とする。

上記感圧センサでは、被測定物の表面の圧力データを発光データとして光学的に取り出すことが可能となる。そして取り出された発光データは、CCDカメラ等の光-電気変換デバイスによって電気信号に変換された後、コンピュータに取り込まれる。コンピュータ内では、所定の信号処理（画像処理）が成され、最終的には被測定物の表面の圧力データが連続圧力分布データとして視覚的に表示される。

【発明の効果】

【0009】

本発明の感圧塗料および感圧センサは下記の効果が期待出来る。

（1）本発明の感圧塗料および感圧センサは、温度依存性が従来の感圧塗料に比べ極めて小さいため、従来の感圧塗料において必要とされた温度補正用の感温塗料を使用することなく圧力計測精度を高めることが可能となる。

（2）また、温度補正用の感温塗料が不要となることにより、被測定物に対する計測範囲および姿勢についての特別な制約がなくなり、様々な流れ場の下で精度の高い圧力場の計測が可能となる。

（3）温度による計測誤差を受けにくいため圧力変化の小さい低速試験においても使用することができ、鉄道や自動車への適用が期待できる。

（4）トルエンやベンゼン等のその取り扱いに厳重な注意が必要とされる有機溶媒を使用しなくても塗料を作製することができる（人体に対する害が少ない。）。

（5）本発明に係るポリマーは酸素透過性薄膜として用いることができる。

(6) PtTFPPやPdTFPPのようなポルフィリン系感圧色素と本ポリマーを使用した感圧塗料は、可視波長域で励起することができるため、紫外波長域の光を透過する石英ガラスのような特殊なガラスは必要なく、一般的な光学窓ガラスを用いて計測することができる。また、上記感圧塗料は、励起光による光劣化に関して相対的に強い塗料である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、図に示す実施の形態により本発明をさらに詳細に説明する。なお、これにより本発明が限定されるものではない。

【0011】

図1は、本発明に係るポリメタクリル酸1,1,1,3,3,3-ヘキサフルオロイソプロピル (Poly(HFIPM)) 100の合成法を示す説明図である。 10

このPoly(HFIPM) 100は、本発明の感圧塗料において感圧色素を薄膜固化するバインダーとして機能する。感圧塗料の感温特性は、塗料に含まれるポリマー（バインダー）に強く依存することが知られている。このPoly(HFIPM) 100をバインダーとして使用することにより、感圧塗料の温度依存性(温度感度)を低減させることが出来る。具体的な合成方法としては、モノマーであるHFIPM 2gを乾燥トルエン 2.3mlに溶かし、これにアゾビスイソブチロニトリル (AIBN)53mgを加えて混合液を生成する。そして、その混合液を凍結させ、その凍結した混合液を真空チャンバに入れ、真空排気、窒素封入による窒素置換をし、再び凍結→真空排気→窒素置換の工程を例えば、5回繰り返し、この混合溶液から酸素を除去する。そして、この溶液を60℃の例えば、シリコンのオイルバスで24時間加熱攪拌する。すると、重合の進行と共に白色固体が生じる。溶液部分を除去し、生成した白色固体を酢酸エチルで溶解し、ヘキサン中に注ぐことにより未反応のモノマー (HFIPM)を除去する。そして、白色沈殿を濾過により集め、真空乾燥後、白色固体 (Poly(HFIPM)) 1.7gを得る。 20

【0012】

また、本発明の感圧塗料の感圧／感温特性評価試験において使用する感圧塗料の仕様およびサンプル基板の作製方法は下記の通りとなる。

(1) 本発明の感圧塗料の仕様

感圧塗料は、感圧色素としてPtTFPP(5mg)と、バインダーとして本発明のPoly(HFIPM)(0.5g)と、溶媒として酢酸エチル(20ml)とを混合することにより作製した。なお、本ポリマー (Poly(HFIPM))は単独重合体であるが、例えばIBM (=isobutyl methacrylate) などの他のモノマーと共重合させてポリマー化させることも可能である。ただし、図8に示すように他のモノマーの共重合割合が大きくなると、感圧塗料の感温特性は悪くなる(温度感度が高くなる)。 30

(2) PSPサンプル基板の作製方法

PSPサンプル基板は、スプレーガンを用いて基板上に上記仕様の感圧塗料を塗装することにより作製した。なお、基板は、アルミ板を使用した。また、作製したPSPサンプル基板は45℃の環境下で2時間乾燥させた。感圧塗料が塗られた基板を、45℃を超える高温で乾燥させない理由は、模型（被測定物）に電子機器を挿入してから塗装する場合があるからであり、そのため機器が故障しないように環境温度を45℃以下に設定してある。 40

【0013】

図2は、本発明の感圧塗料の感圧／感温特性を評価する感圧塗料校正試験装置を示す説明図である。

上記サンプル基板の発光特性評価（感圧／感温特性評価）はJAXA(宇宙航空研究開発機構)所有の感圧塗料校正試験装置(図2)を用いて行った。PSPサンプル基板にかかる圧力と温度をコントロールできる真空チャンバー（校正チャンバ）の中に上記PSPサンプル基板を置き、感圧塗料の発光強度の変化を水冷式CCDカメラで撮影して（発光）データを取得した。取得した発光データは、水冷式CCDカメラで電気信号に変換され、デジタルカメラ制御装置でA/D変換された後、画像処理コンピュータに取り込まれる。コンピュータ内部では所定の信号処理が成され、模型上の圧力データを視覚的に表示した連続圧力分布デ 50

ータが生成される。また、較正チャンバー内の圧力とPSPサンプル基板の温度、水冷式CCDカメラ、励起光源は各々独自のコントローラ（コンピュータ）で制御できるようになっている。

【0014】

励起光ヘッドの前面には、本感圧塗料に適合した波長帯の励起光のみを選択的に透過させるバンドパスフィルタ(380-530nm)が取り付けられている。また、水冷式CCDカメラの前面にはPSPサンプル基板からの発光光のみを選択的に透過させるバンドパスフィルタ(590-710nm)が取り付けられている。なお、感圧色素としてPtTFPPを利用したPSPサンプル基板の発光ピークは波長が650nm付近にある。

【0015】

図3は、本発明の感圧塗料の感温特性を示す説明図である。なお、比較例としてPoly(IBM-co-TFEM)をポリマー（バインダー）とした、JAXAがこれまで使用してきた従来の感圧塗料の感温特性を図4において示した。

本発明の感圧塗料は、温度感度が約 $0.37\%/^{\circ}\text{C}$ (@100kPa)であり、対する従来の感圧塗料の温度感度は約 $0.94\%/^{\circ}\text{C}$ (@100kPa)であった。従って、本発明の感圧塗料は、従来の感圧塗料に比べ温度感度特性（温度依存性）が格段に小さくなっていることが分かる。

【0016】

図5は、本発明の感圧塗料の感圧特性を示す説明図である。なお、比較例としてPoly(IBM-co-TFEM)をポリマー（バインダー）として使用した従来の感圧塗料の感圧特性を図6

において示した。

本発明の感圧塗料は、圧力に対して発光強度が大きく変化し圧力感度が高いことが分かる。この圧力感度は従来の感圧塗料と比較しても遜色ない感度である。

【0017】

上記図3～図6から、バインダーとしてのポリメタクリル酸1,1,1,3,3,3-ヘキサフルオロイソプロピルPoly(HFIPM)は、感圧塗料の感圧特性を劣化させずに温度感度特性（温度依存性）のみを好適に低減させる効果を有することが分かる。

【0018】

ところで、感圧塗料（感圧センサ）の温度依存性を小さくするために、塗料の乾燥時にアニーリング処理（高温加熱処理）を行うことが有効であるという報告がある。

しかし、本発明に係る感圧塗料の場合は、図7に示すように、常温（室温）乾燥によって得られたPSPサンプル基板についても、 $0\sim 50^{\circ}\text{C}$ の温度範囲において、 45°C 加熱乾燥によって得られたPSPサンプル基板（図3）と同程度の低温度感度を有する結果となった。従って、本発明の感圧塗料に対しては、その温度依存性を小さくすることを目的とするアニーリング処理は特に必要ないものとする。

【0019】

また、本発明の感圧塗料のその他の特徴として、感圧色素とポリマーを溶解させる溶媒が酢酸エチルであることが挙げられる。酢酸エチルは、ベンゼンなどのその取り扱いが厳しく指導される溶媒ではなく、人体に対する害は少ない。また、酢酸エチルの沸点は、約 77°C なので乾燥が速く、重ね塗りのために時間を取られる事がない。

【実施例1】

【0020】

ところで、上記実施例のポリマー（Poly(HFIPM)）は、HFIPMが単独重合して出来たポリマーであったが、例えばIBM(=isobutyl methacrylate)などの他のモノマーと共重合させてポリマー化することも可能である。図8は、HFIPMとIBMの共重合割合（組成割合）を変えてポリマー化した時の感圧塗料の温度特性を示す説明図である。

このポリマー評価試験では、共重合割合の最適化を図るため、組成割合（IBMとHFIPMの割合）を変えて感圧塗料の温度特性を評価した。図8(a)に組成割合のデータを示す。ここで、 f_{HFIPM} は重合時の仕込みモル分率を表す。従って、 $f_{\text{HFIPM}}=1$ のときはHFIPMが100%で、 $f_{\text{HFIPM}}=0$ のときはIBMが100%である。なお、ポリマーと感圧色素および、溶媒の分量

10

20

30

40

50

は次の通りである。ポリマー：0.3 g、溶媒：12ml、感圧色素（PtTFPP）：3mg。

図 8 (b)の感圧塗料の温度感度特性から、HFIPMの割合が高くなるほど温度感度が低下することがわかる。結果として、HFIPMのみ（#22）の特性が最も良かった。なお、感圧特性に関しては、共重合割合を変えても従来通りの特性を得ている。

【実施例 2】

【0021】

また、ポリマー（バインダー）としてPoly(HFIPM)を使用し、溶媒として酢酸エチルを使用することは上記と同様であるが、上記感圧色素に、励起スペクトル帯域がその感圧色素と重複し、且つ発光スペクトル帯域はその感圧色素と分離可能である感温色素を添加して感圧塗料（複合塗料）を作製することが可能である。この複合塗料は、感圧色素の発光スペクトル帯域と感温色素の発光スペクトル帯域が波長的（光学的）に分離可能であり、更に、感温色素の圧力感度が極めて小さい場合は、感圧色素の発光（ピーク）から圧力に関する情報を、他方、感温色素の発光（ピーク）から温度に関する情報を別個独立に得ることが可能となる。従って、この複合塗料を被測定物の外表面に塗布し、励起光を照射して発光強度分布をCCDカメラで計測し所定の画像処理を行うことにより、圧力場の精度良い計測と、温度場の精度良い計測を同時に行うことが可能となる。

10

【産業上の利用可能性】

【0022】

本発明の感圧塗料および感圧センサは、以下の分野への利用可能性がある。

20

- (1) 熱流体計測分野：物体表面圧力を精度良く計測することができる。
- (2) マイクロ分野：分子センサーであるためマイクロ物体の計測に適用できる。
- (3) バイオ・環境分野：液体や気体中の酸素濃度を計測することができる。
- (4) 輸送系分野：航空機だけでなく、鉄道や自動車分野への適用が可能である。
- (5) スポーツ分野：航空機だけでなく、スキーなどの高速のスピードを伴うスポーツに適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図 1】本発明に係るポリメタクリル酸1,1,1,3,3,3-ヘキサフルオロイソプロピル（Poly(HFIPM)）の合成法を示す説明図である。

【図 2】本発明の感圧塗料の感圧／感温特性を評価する感圧塗料較正試験装置を示す説明図である。

30

【図 3】本発明の感圧塗料の感温特性を示す説明図である。

【図 4】バインダーとしてPoly(IBM-co-TFEM)を使用した従来の感圧塗料の感温特性を示す説明図である。

【図 5】本発明の感圧塗料の感圧特性を示す説明図である。

【図 6】バインダーとしてPoly(IBM-co-TFEM)を使用した従来の感圧塗料の感圧特性を示す説明図である。

【図 7】常温乾燥された本発明の感圧塗料の感温特性を示す説明図である。

【図 8】HFIPMとIBMの共重合割合（組成割合）を変えてポリマー化した時の感圧塗料の温度特性を示す説明図である。

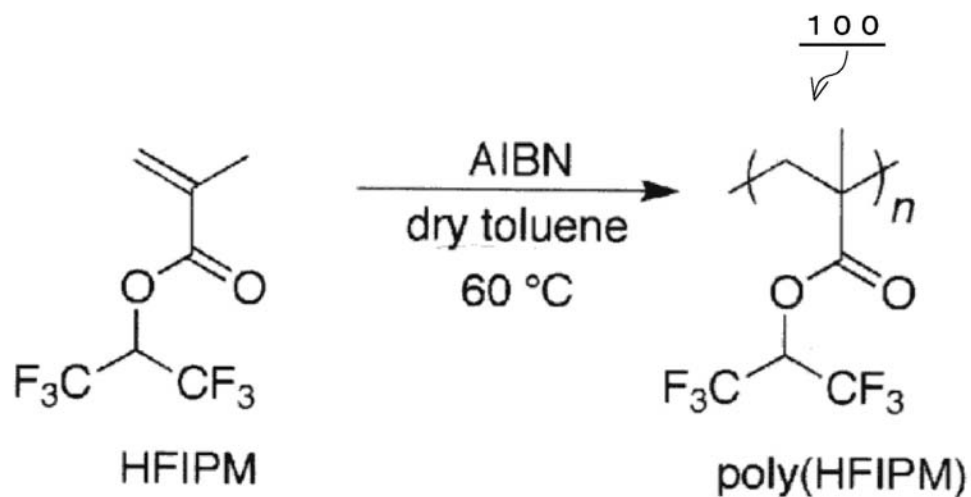
40

【符号の説明】

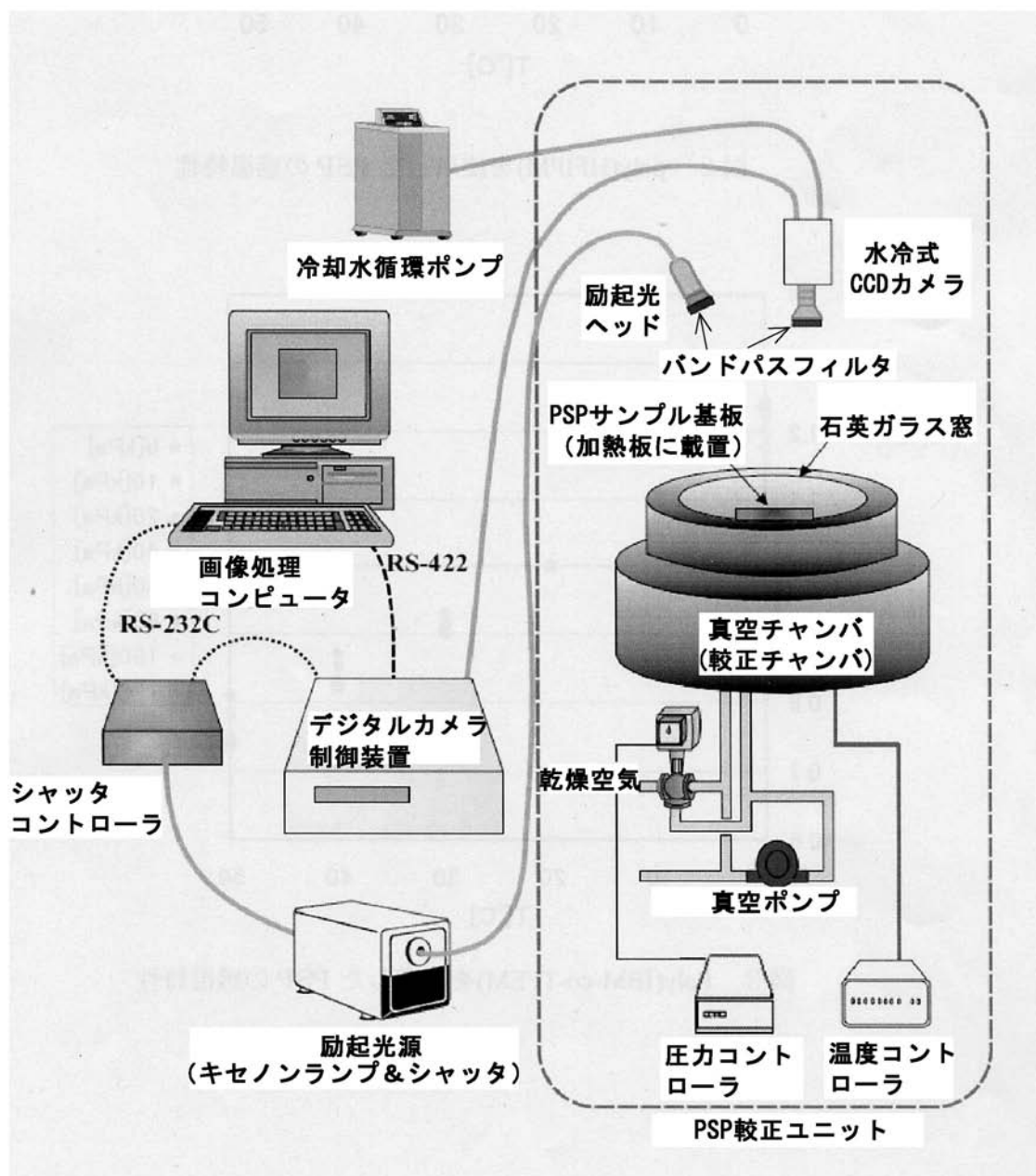
【0024】

100 Poly(HFIPM)

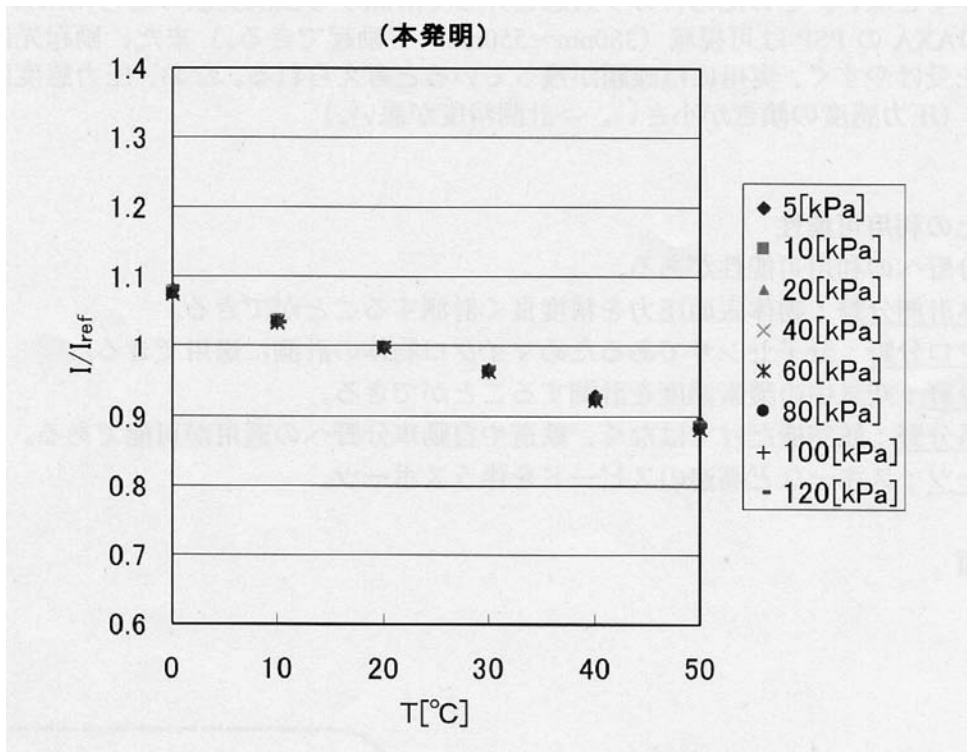
【図 1】



【図 2】

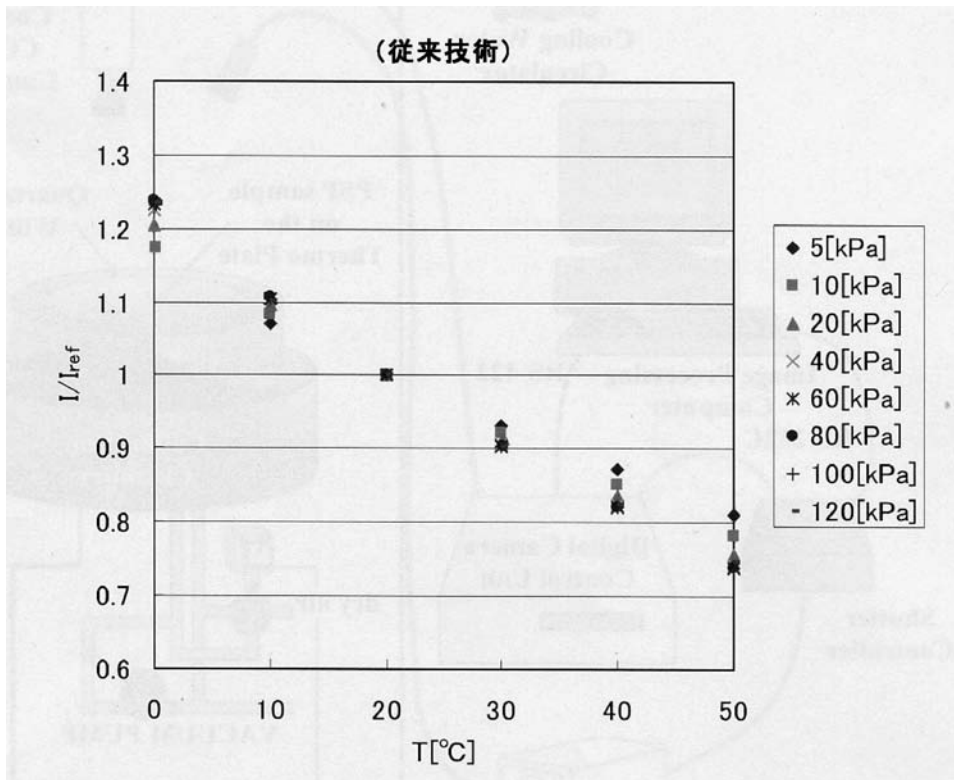


【図 3】



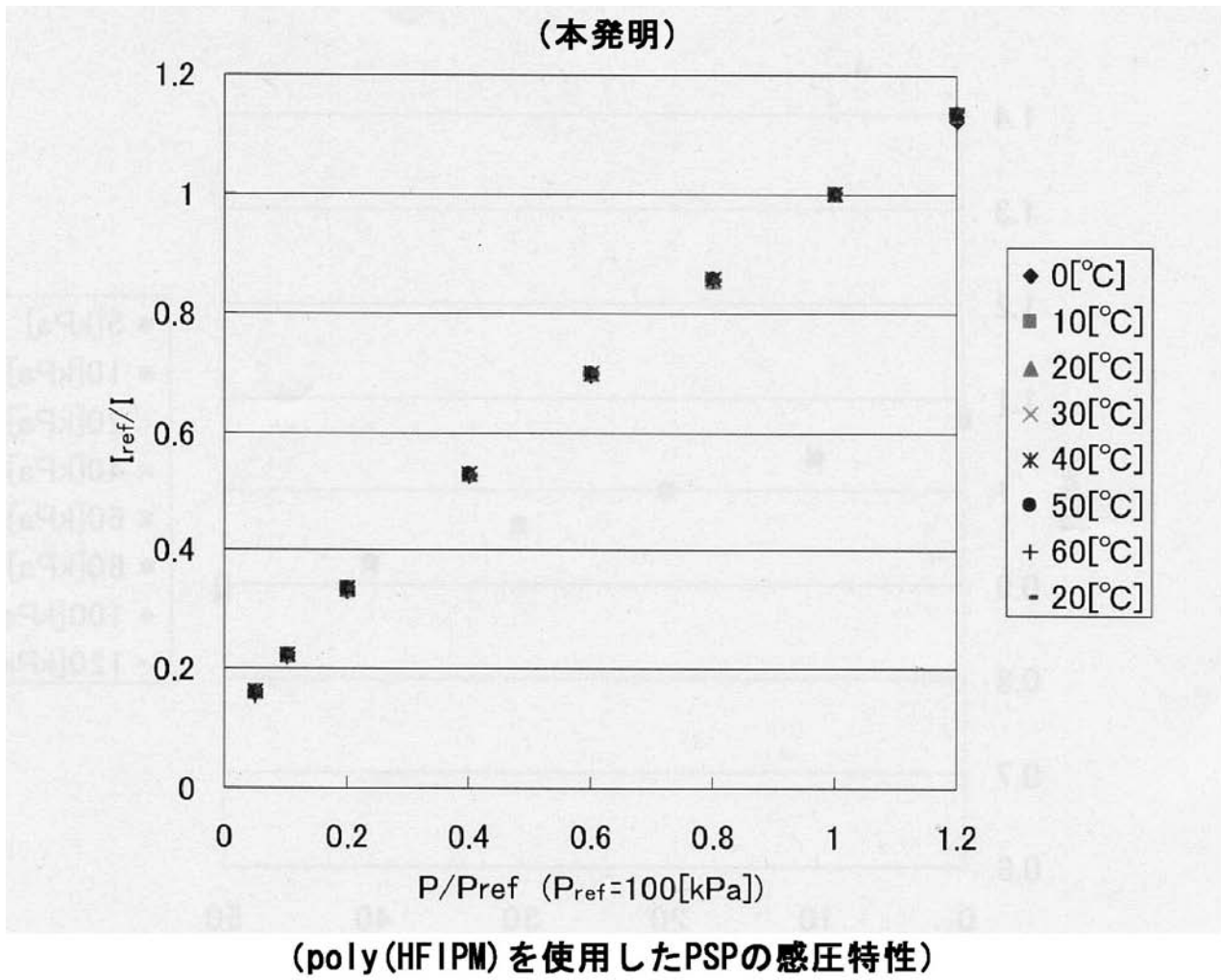
(poly(HFIPM)を使用したPSPの感温特性)

【図 4】

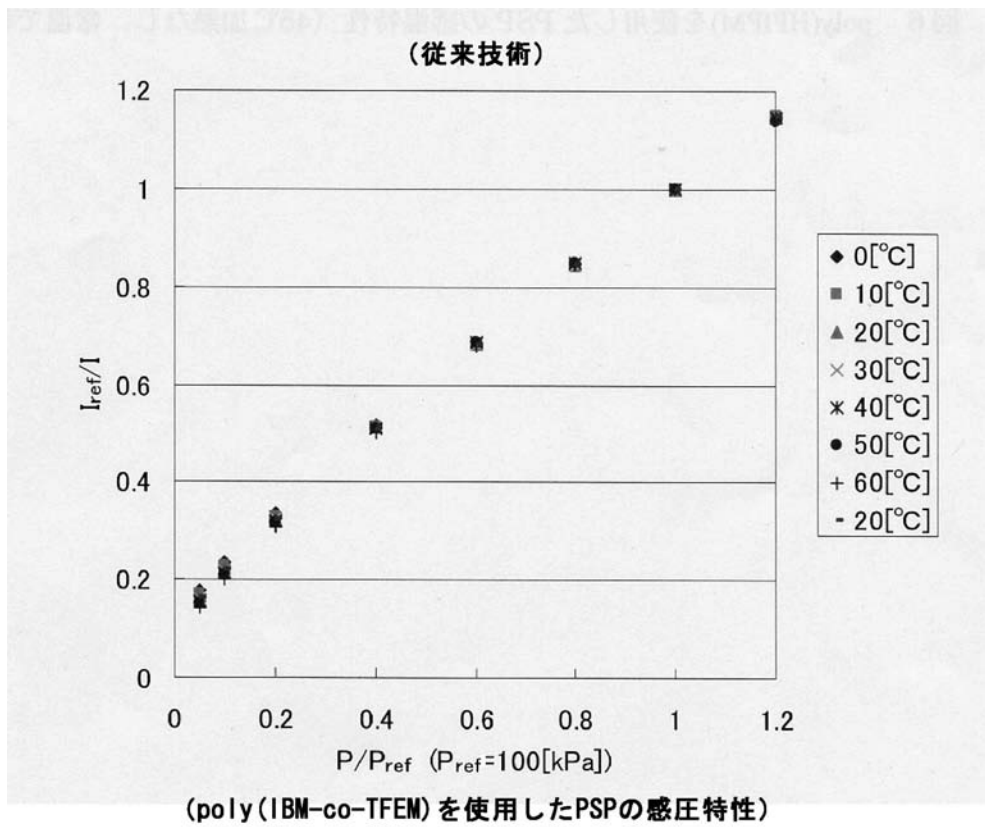


(poly(IBM-co-TFEM)を使用したPSPの感温特性)

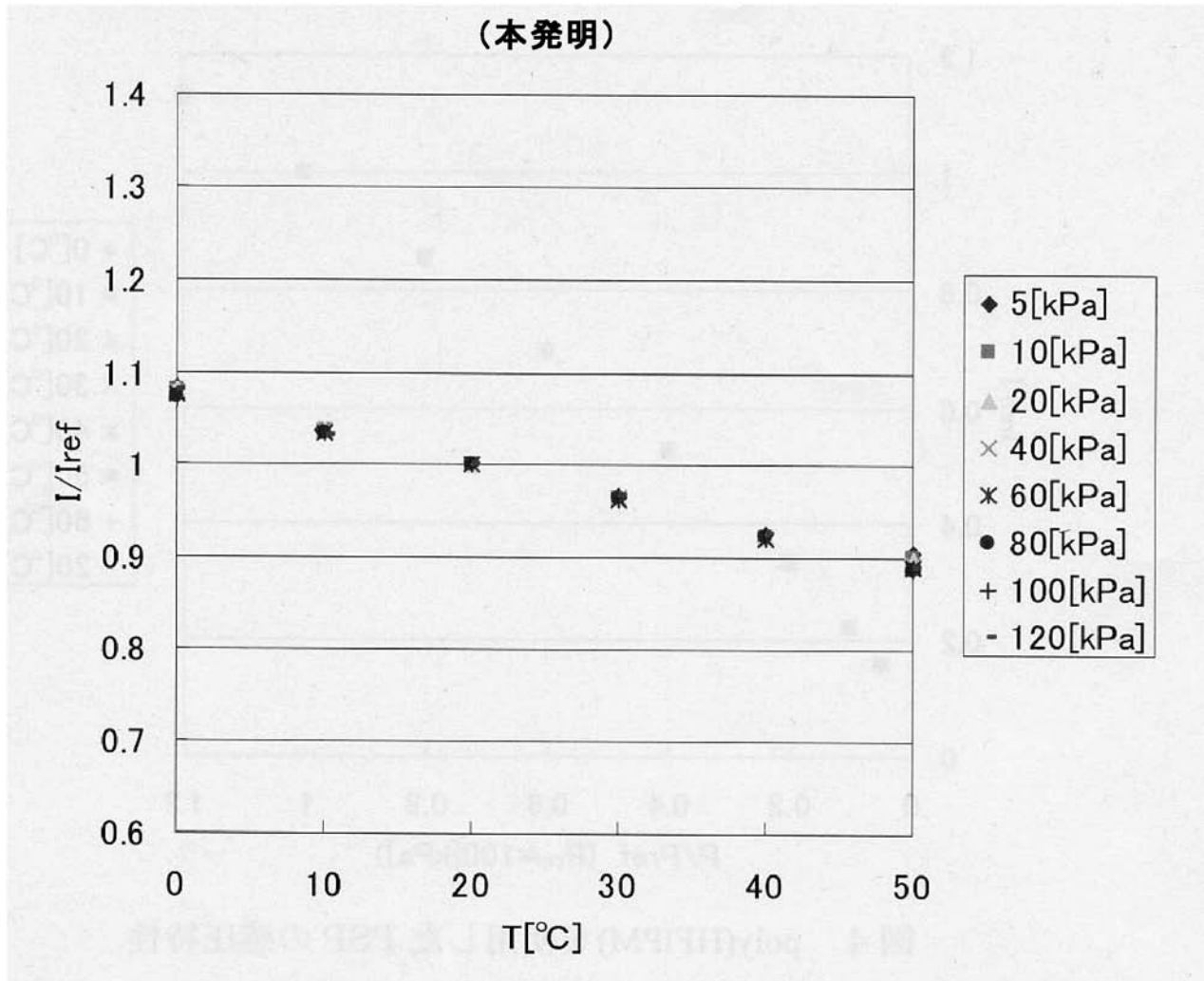
【図 5】



【図 6】



【図 7】



(poly(HFIPM)を使用したPSPの感温特性 (常温で乾燥))

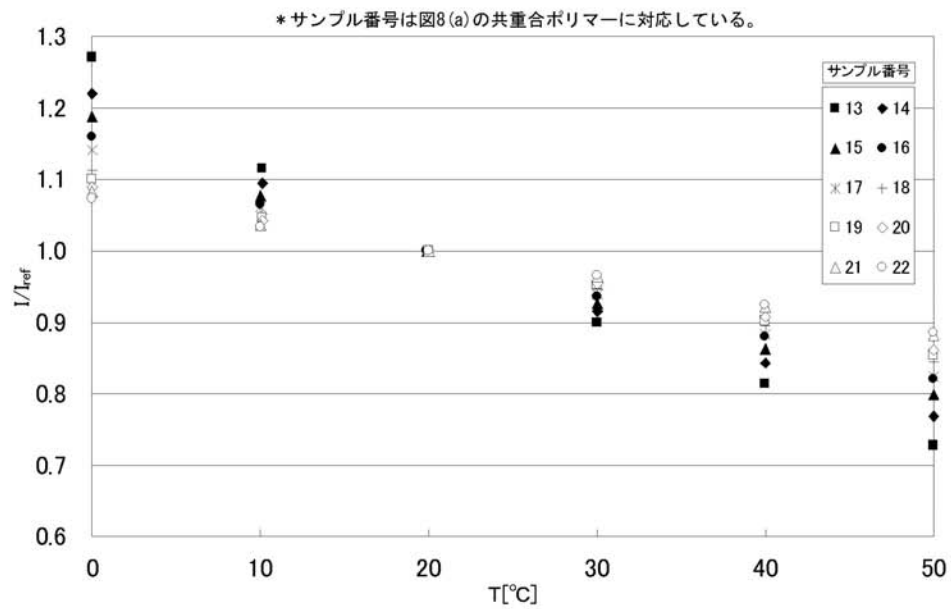
【図 8】

(a)

調合比率（組成割合）

サンプル番号	ポリマー比率 (f_{HFIPM})
#13	0.1
#14	0.2
#15	0.3
#16	0.4
#17	0.6
#18	0.7
#19	0.8
#20	0.9
#21	0.95
#22	1.0

(b)



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)
C 0 9 D	5/00	(2006.01)	C 0 9 D	5/00	Z	

Fターム(参考) 4J038 CG141 CH031 CH251 JA56 KA06 KA08 MA09 NA09