

(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2005-297210

(P2005-297210A)

(43) 公開日 平成17年10月27日(2005. 10. 27)

(51) Int.Cl.⁷

B29C 45/00

B29C 45/77

// B29K 105:12

B29K 307:04

F I

B29C 45/00

B29C 45/77

B29K 105:12

B29K 307:04

テーマコード (参考)

4F206

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願2004-112134 (P2004-112134)

(22) 出願日

平成16年4月6日(2004. 4. 6)

(71) 出願人 000227054

日精樹脂工業株式会社

長野県埴科郡坂城町大字南条2110番地

(74) 代理人 100067356

弁理士 下田 容一郎

(72) 発明者 山極 佳年

長野県埴科郡坂城町大字南条2110番地

日精樹脂工業株式会社内

(72) 発明者 高橋 幸彦

長野県埴科郡坂城町大字南条2110番地

日精樹脂工業株式会社内

Fターム(参考) 4F206 AA11 AB13 AB18 AB25 AE03

AH42 AP072 AR082 JA07 JB30

JD01 JM04 JN11 JP18

(54) 【発明の名称】 樹脂成形品及びその製造方法

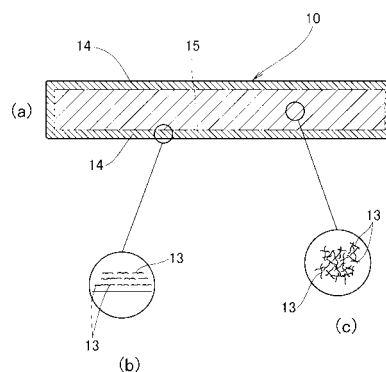
(57) 【要約】

【課題】 樹脂成形品において、カーボン材料を混入することで熱伝導率を高めるとともに、絶縁性を維持することができる技術を提供することを課題とする。

【解決手段】 図(a)に示す樹脂成形品10は、表皮14と内部15に区分したときに、カーボンナノ材料13の向きが、内部15では不揃いであり、表皮14は表面にほぼ平行であることを特徴とする。すなわち、図(c)に示すように内部15には、線状のカーボンナノ材料13が縦横に配列されており、図(b)に示すように表皮14にはカーボンナノ材料13が表面に平行に配列されている。

【効果】 電気抵抗値を下げる役割を果たすカーボンナノ材料が、表面にほぼ平行に揃っていれば、表面に直交する方向、すなわち厚さ方向の電気抵抗値が上がる。したがって、表皮は厚さ方向の電気抵抗値を上げる役割を果たし、結果として絶縁性を確保することができる。

【選択図】 図10



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

樹脂にカーボンナノ材料を添加し、射出成形することで得た樹脂成形品において、この樹脂成形品は、表皮と内部に区分したときに、カーボンナノ材料の向きが、内部では不揃いであり、表皮は表面にほぼ平行であることを特徴とする樹脂成形品。

【請求項 2】

樹脂にカーボンナノ材料を添加し、射出成形する樹脂成形品の製造方法において、電気抵抗値を下げる場合には低い射出速度で射出成形し、高い熱伝導性を維持しつつ表皮の電気抵抗値を上げる場合には高い射出速度で射出成形するごとくに、射出速度を制御要素にしたことを特徴とする樹脂成形品の製造方法。

10

【請求項 3】

前記低い射出速度は 5 ～ 10 mm / 秒であることを特徴とする請求項 2 記載の樹脂成形品の製造方法。

【請求項 4】

前記高い射出速度は少なくとも 300 mm / 秒であることを特徴とする請求項 2 記載の樹脂成形品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、熱伝導率の大きなカーボンナノ材料を樹脂に混合して製造する樹脂成形品及びその製造技術に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

電気部品や電子部品を収納する筐体は、金属や樹脂で製造される。近年は、絶縁性及び成形性に優れ、安価であることから、樹脂が筐体の主流となってきた。しかし、性能向上に伴って内蔵する電気・電子部品からの発熱量が増大する傾向にある。

【0003】

図 11 は筐体の温度分布図であり、筐体 100 にパワートランスなどの発熱部品 101 を内蔵した原理図を示す。今、筐体 100 の壁の厚さを L 、同熱伝導率を λ_1 、発熱部品 101 の放熱量を Q とすれば、 $Q = (\lambda_1 / L) \cdot S \cdot (\Delta T)$ と表すことができる。なお、 S は壁の面積、 ΔT は壁の内面と外面の温度差である。

30

【0004】

熱伝導率が λ_1 のときに、実線で示す温度曲線を描くことができ、壁の内面の温度は T_1 、外面の温度は T_2 であったとする。 $\Delta T = (T_1 - T_2)$ となる。

【0005】

次に、材質などを変更した別の筐体について検討する。ただし、寸法は変更しない。

壁の熱伝導率は λ_2 (ただし、 $\lambda_2 < \lambda_1$) であり、壁の内面の温度は T_3 であったとする。壁の材質の変更前後において、発熱量 Q 、壁の外面の温度 T_2 は同一とする。

【0006】

すると、 $Q = (\lambda_1 / L) \cdot S \cdot (T_1 - T_2) = (\lambda_2 / L) \cdot S \cdot (T_3 - T_2)$ の等式が成立し、第 2 式及び第 3 式を整理すると、 $\lambda_1 \cdot (T_1 - T_2) = \lambda_2 \cdot (T_3 - T_2)$ となる。 $\lambda_2 < \lambda_1$ であるから、 $(T_1 - T_2) < (T_3 - T_2)$ となり、 $T_1 < T_3$ となる。 T_3 に係る温度曲線を、想像線で示した。

40

【0007】

すなわち、熱伝導率 λ が小さいと壁の内面の温度が上昇する。この結果、筐体 100 の内部温度が高まり、発熱部品 101 の温度が高まり、発熱部品 101 の耐久性に問題が生じる。

したがって、筐体の熱対策として、壁の熱伝導率 λ を上げることが有効となる。

【0008】

樹脂製壁の熱伝導率 λ を上げるには、樹脂に熱伝導率の高い物質を混ぜることが考えら

50

れる。熱伝導率の高い物質の一つにカーボン材料が上げられる。

【0009】

樹脂にカーボン材料を混ぜることで成形品の熱伝導性を高める技術が提案されている（例えば、特許文献1参照。）。

【特許文献1】特開平10-193380号公報（請求項1、段落番号[0028]）

【0010】

特許文献1の請求項1第4行～第5行に「・・・造粒した炭素繊維と黒鉛を含有する熱可塑性樹脂を射出成形又は押出成形し、・・・」と記載され、同段落番号[0028]第5行～第7行に「・・・熱伝導度が $0.15 \text{ Kcal/m} \cdot \text{Hr} \cdot ^\circ\text{C}$ 以上、比重2以下の熱可塑性樹脂発熱成形品が得られる効果がある。」と記載されている。

10

【0011】

しかし、熱伝導度を上げるために炭素繊維や黒鉛を増加すると、この増加に伴って導電性が増大し、樹脂の利点の一つである「絶縁性」が損なわれる。この結果、筐体の内面に絶縁シートを貼るなどの対策が必要になる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明は、樹脂成形品において、カーボン材料を混入することで熱伝導率を高めるとともに、絶縁性を維持することができる技術を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

20

【0013】

ところで、電気部品や電子部品を収納する筐体は、表面に静電気が溜まらないようにする必要がある。しかし、樹脂製筐体は静電気が溜まりやすい。この対策として、樹脂製筐体の表皮に弱い導電性を付加する方法がある。弱い導電性を付加するためにメッキや箔を貼り付けると、コストが嵩むなど新たな問題が発生する。

【0014】

本発明者らは、導電性及び熱伝導性を付与するために樹脂に黒鉛粉を混入する従来技術に着目した。しかし、黒鉛粉は樹脂にほぼ均一に分散するため、表皮だけ黒鉛粉の割合を減少させることはできなかった。

【0015】

30

そこで、本発明者らは、黒鉛粉より格段に軽く、小さければ、この微細な物質を樹脂に不均等に分散させ得るのではないかと考え、微細な物質として、近年注目されてきたカーボンナノ材料を検討することにした。

【0016】

図1はカーボンナノファイバのモデル図であり、カーボンナノ材料の一種であるカーボンナノファイバ110は、六角網目状に配列した炭素原子のシートを筒状に巻いた形態のものであり、直径Dが 1.0 nm （ナノメートル）～ 150 nm であり、ナノレベルであるため、カーボンナノファイバ、カーボンナノ材料又はカーボンナノチューブと呼ばれる。なお、長さLは数 μm ～ $100 \mu\text{m}$ である。

【0017】

40

炭素原子が立方格子状に並んだものがダイヤモンドであって、ダイヤモンドは極めて硬い物質である。カーボンナノファイバ110は、ダイヤモンドと同様に規則的な結晶構造を有するために機械的強度は大きい。また、炭素は電気をよく通すため、電極などに用いられる。

【0018】

本発明者らは、カーボンナノ材料を含む樹脂成形品の研究を進める中で、次のような考えに至った。

カーボンナノ材料が通常の炭素材料と比較して極く微細で且つ軽いため、キャビティに溶融樹脂を充填させる過程で、流れの影響を敏感に受けて、カーボンナノ材料が樹脂に不均等に分散する可能性がある。

50

【0019】

そこで、本発明者らは電気抵抗値と熱伝導度とを知るために、以下の実験を行った。

- ・材料：ナイロン80質量%＋ナノカーボンファイバ20質量%
- ・樹脂成形品の大きさ：60mm×60mm
- ・樹脂成形品の厚さ：2mm
- ・射出速度：5mm/秒、100mm/秒、300mm/秒

【0020】

図2は樹脂成形品の斜視図であり、樹脂成形品10は、例えば、Aが60mm、Bが60mm、Cが2mmの正方形板である。

図3は電気抵抗値測定図であり、樹脂成形品10を2枚のカーボン端子11、11で挟み、これらのカーボン端子11、11を介してインピーダンスアナライザで樹脂成形品10の厚さ方向における交流の電気抵抗値を計測する。カーボン端子11は10mm×10mmの大きさである。

【0021】

図4は板厚中心の電気抵抗値測定図であり、樹脂成形品の上下面を等しくフライスで研削し、厚さtの試験片12を造り、この試験片12の電気抵抗値を計測した。tは1.42mm、1.63mm、1.82mm、1.93mmの4種を造り、各々の電気抵抗値を計測した。

【0022】

図5は厚さと電気抵抗値の関係を表したグラフであり、横軸は樹脂成形品又は試験片の厚さ、縦軸は電気抵抗値とした。

射出速度300mm/秒の場合は、厚さが1.6mm以下では、電気抵抗値が微小であり、厚さが1.6mmを超え、2mmに近づく程、電気抵抗値は急増した。

射出速度100mm/秒の場合も、厚さが1.6mm以下では、電気抵抗値が微小であり、厚さが1.6mmを超え、2mmに近づく程、電気抵抗値は急増した。

【0023】

射出速度5mm/秒の場合は、厚さが1.8mm以下では、電気抵抗値が微小であり、厚さが2mmに近づく程、電気抵抗値は微増した。

以上のことから、同一射出材料であっても、射出速度を変えることで、表面における電気抵抗値を変化させることができる。また、中央の1.6mm厚さでは、電気抵抗値は微小であり、この値は射出速度に影響されないことが分かった。

以上の現象を図面で考察する。

【0024】

図6は樹脂成形品におけるカーボンナノ材料の分布模式図であり、樹脂成形品10の厚さ中心は電気抵抗値が小さいため、(c)に示すように線状のカーボンナノ材料13が縦横に配列されていると推定できる。

一方、表皮14が電気抵抗値を稼いでいることから、(b)に示すようにカーボンナノ材料13が横に配列されていると推定できる。横であれば、厚さ方向の電気抵抗値が大きくなるからである。

【0025】

表皮14、14は金型に接触して形成されるが、この際、熔融樹脂が金型に沿って流れ、この流れに沿ってカーボンナノ材料13が揃うと考えられ、且つ厚さ中央とは異なり表皮14の部位では、カーボンナノ材料13は姿勢が変わる前に急冷・凝固するために、(b)のようになると思われる。この傾向は射出速度が大きいほど顕著になると予想される。

【0026】

そこで、本発明者らは、再度、射出速度に注目し、射出速度を変えて射出成形を行った。射出条件は次のとおりである。

- ・材料：ポリプロピレン80質量%＋ナノカーボンファイバ20質量%
- ・樹脂成形品の大きさ：60mm×60mm

10

20

30

40

50

- ・樹脂成形品の厚さ：2 mm
- ・射出速度：10 mm／秒、100 mm／秒又は300 mm／秒

【0027】

そして、インピーダンスアナライザで樹脂成形品の交流の電気抵抗値を測定し、その結果を次図に示す。

図7は樹脂成形品での射出速度と電気抵抗値の相関図であり、横軸は射出速度、縦軸は電気抵抗値を示す。

射出速度を300 mm／秒にすると、電気抵抗値は 4×10^4 k Ω ・cmまで増加した。すなわち、絶縁性が高まった。

【0028】

次に、熱伝導性を調べる。

図8は本発明で採用した熱伝導性実験装置の原理図であり、実験装置20は、80℃に保つことのできるヒータブロック21と、このヒータブロック21に当てた樹脂成形品10の先端に当てる断熱材22と、この断熱材22を介して樹脂成形品10をヒータブロック21へ押圧する押さえ片23と、樹脂成形品10の表面に設けた3個の熱電対24、25、26と、検出した電圧を電流に変換する変換器27と、例えばアナログ温度記録計28とからなる。

【0029】

熱電対24はヒータブロック21から10 mm、熱電対25は同30 mm（樹脂成形品10の中央に相当）、熱電対26はヒータブロック21から50 mmのポジションに設けた。

そして、アナログ温度記録計28で温度曲線を監視し、温度上昇変化が微小となったときに、温度を記録する。

【0030】

熱伝導性を調べるために用意した樹脂成形品の成形条件は次のとおりである。

- ・材料：ポリプロピレン95質量％＋ナノカーボンファイバ5質量％
又は、ポリプロピレン90質量％＋ナノカーボンファイバ10質量％
- ・樹脂成形品の大きさ：60 mm×60 mm
- ・樹脂成形品の厚さ：2 mm
- ・射出速度：5 mm／秒又は300 mm／秒

記録した温度は次に掲げる表に示すとおりである。

【0031】

【表1】

	組成(質量 %)		射出速度 (mm/秒)	気温 (℃)	表面温度(℃)		
	ポリプロピレン	カーボンファイバ			T11	T12	T13
実験 1	95	5	5	22.9	46.7	28.0	25.5
実験 2	95	5	300	22.7	45.3	27.1	24.5
実験 3	90	10	5	22.4	48.4	30.6	26.1
実験 4	90	10	300	23.0	50.9	30.7	26.2

【0032】

射出速度が共に300 mm／秒である実験2と実験4とを比較すると、T11で実験4の方が5.6℃高く、T12で実験4の方が3.6℃高く、T13で実験4の方が1.7℃高かった。実験4の方がカーボンナノファイバの添加量が多いため、熱伝導率 λ が大きくなり、表面での温度が高くなることが確認できた。

射出速度が共に 5 mm/秒である実験 1 と実験 3 についても同様であった。

【0033】

図 9 は本発明に係る実験 1 及び実験 2 の結果を示すグラフであり、(a) は樹脂成形品 10 のレイアウトを示し、ヒータブロック 21 で得た熱は、樹脂成形品 10 内を図左から右へ伝わる間に矢印で示すごとく表面から放散する。そのため、T11 より T12 が低温となり、T12 より T13 が低温になる。

【0034】

(b) は横軸が測温点のポジションを示し、縦軸は温度を示す。黒点 (・) で実験 1 の結果をプロットした。そして、△で実験 2 の結果をプロットした。

熱伝導率 λ が無限大であれば、温度曲線は x 軸に平行になる。また、熱伝導率 λ が無限小であれば、その逆になる。

実験 1、実験 2 は x 軸に略々平行であるから、カーボンナノファイバが 5 質量%で残りがポリプロピレンである樹脂成形品であっても、熱伝導性は良好である。

【0035】

次に、重要な点は、(b) のグラフから実験 1 と実験 2 とに殆ど温度差がないことである。これは、図 6 で説明した表皮 14、14 は極く薄く、熱伝導に係る伝熱面積に殆ど影響しないことを意味する。

以上をまとめると、射出速度は熱伝導性には殆ど影響しない。一方、射出速度を高めると絶縁性の高い表皮 14、14 を樹脂成形品 10 に形成することができる。

この結果、本発明は、樹脂成形品において、カーボン材料を混入することで熱伝導率を高めるとともに、絶縁性を維持することができる技術を提供するものである。

【0036】

具体的には、請求項 1 に係る発明は、樹脂にカーボンナノ材料を添加し、射出成形することで得た樹脂成形品において、この樹脂成形品は、表皮と内部に区分したときに、カーボンナノ材料の向きが、内部では不揃いであり、表皮は表面にほぼ平行であることを特徴とする。

【0037】

請求項 2 に係る発明は、樹脂にカーボンナノ材料を添加し、射出成形する樹脂成形品の製造方法において、電気抵抗値を下げる場合には低い射出速度で射出成形し、高い熱伝導性を維持しつつ表皮の電気抵抗値を上げる場合には高い射出速度で射出成形するごとくに、射出速度を制御要素にしたことを特徴とする。

【0038】

請求項 3 に係る発明では、低い射出速度は 5 ~ 10 mm/秒であることを特徴とする。

【0039】

請求項 4 に係る発明では、高い射出速度は少なくとも 300 mm/秒であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0040】

請求項 1 に係る発明では、樹脂成形品は、カーボンナノ材料の向きが、内部では不揃いであり、表皮は表面にほぼ平行であることを特徴とする。

電気抵抗値を下げる役割を果たすカーボンナノ材料が、表面にほぼ平行に揃っていれば、表面に直交する方向、すなわち厚さ方向の電気抵抗値が上がる。したがって、表皮は厚さ方向の電気抵抗値を上げる役割を果たし、結果として絶縁性を確保することができる。しかし、表皮にカーボンナノ材料が存在するため低い導電性はある。このため、静電気が表皮に溜まることはなく、帯電を防止することができる。

【0041】

また、熱伝導は内部の不揃いなカーボンナノ材料が有効に機能する。したがって、熱伝導性は十分に確保することができる。

したがって、請求項 1 によれば、熱伝導率を高めるとともに、絶縁性を維持することができる樹脂成形品を提供することができる。

10

20

30

40

50

【0042】

請求項2に係る発明では、電気抵抗値を下げる場合には低い射出速度で射出成形し、高い熱伝導性を維持しつつ表皮の電気抵抗値を上げる場合には高い射出速度で射出成形するごとくに、射出速度を制御要素に射出成形品の特性を自在に変えることができる。

高価なカーボンナノ材料の添加量を抑え、低速で射出成形することで、良導電性成形品を得ることができ、コストの低減が可能となる。

また、高速で射出成形することで、熱伝導率を高めるとともに、絶縁性を維持することができる樹脂成形品を製造することができる。

【0043】

請求項3に係る発明では、低い射出速度は5～10mm/秒とした。5mm/秒未満では成形品に品質のむらが発生する可能性が高まると共に生産性が低下する。 10

また、10mm/秒を超えると表皮中のカーボンナノ材料が不揃いになる。そのため、射出速度は5～10mm/秒とすることが望ましい。

【0044】

請求項4に係る発明では、高い射出速度は少なくとも300mm/秒とした。ポリプロピレン80質量%＋ナノカーボンファイバ20質量%の混合材料を、300mm/秒の射出速度で樹脂成形したところ、射出成形品の電気抵抗値は $4 \times 10^4 \text{ k}\Omega \cdot \text{cm}$ であった。

300mm/秒未満の射出速度では、電気抵抗値は $4 \times 10^4 \text{ k}\Omega \cdot \text{cm}$ 未満となる。必要な絶縁性が得られないため、高い射出速度は少なくとも300mm/秒とすることが 20

【発明を実施するための最良の形態】

【0045】

本発明を実施するための最良の形態を添付図に基づいて以下に説明する。

図10は本発明に係る樹脂成形品の断面図であり、(a)に示す樹脂成形品10は、表皮14と内部15に区分したときに、カーボンナノ材料13の向きが、内部15では不揃いであり、表皮14は表面にほぼ平行であることを特徴とする。

すなわち、(c)に示すように内部15には、線状のカーボンナノ材料13が縦横に配列されており、(b)に示すように表皮14にはカーボンナノ材料13が表面に平行に配列されている。 30

【0046】

なお、上述のカーボンナノ材料13は、厳密に縦横や平行に配列したと解釈する必要はなく、カーボンナノ材料を含む樹脂成形品が、厚さ方向に電気抵抗値が高く、全体として熱伝導性が高ければ、厳密な姿勢は問わないものとする。

【0047】

樹脂成形品10の様に、電気抵抗値を下げる役割を果たすカーボンナノ材料が、表面にほぼ平行に揃っていれば、表面に直交する方向、すなわち厚さ方向の電気抵抗値が上がる。したがって、表皮は厚さ方向の電気抵抗値を上げる役割を果たし、結果として絶縁性を確保することができる。しかし、表皮にカーボンナノ材料が存在するため低い導電性はある。このため、静電気が表皮に溜まることはなく、帯電を防止することができる。 40

【0048】

また、熱伝導は内部の不揃いなカーボンナノ材料が有効に機能する。したがって、熱伝導性は十分に確保することができる。

【0049】

なお、カーボンナノ材料は、カーボンナノファイバ、カーボンナノチューブ、カーボンナノフラーレンの何れであってもよく、材質が炭素で、ナノレベルのサイズを含む物であれば形態は任意である。

【産業上の利用可能性】

【0050】

本発明は、カーボン材料を混入することで熱伝導率を高めた樹脂成形品に好適である。 50

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図1】カーボンナノファイバのモデル図である。

【図2】樹脂成形品の斜視図である。

【図3】電気抵抗値測定図である。

【図4】板厚中心の電気抵抗値測定図である。

【図5】樹脂成形品における厚さと電気抵抗値の関係を表したグラフである。

【図6】カーボンナノ材料の分布模式図である。

【図7】樹脂成形品での射出速度と電気抵抗値の相関図である。

【図8】本発明で採用した熱伝導性実験装置の原理図である。

【図9】本発明に係る実験1及び実験2の結果を示すグラフである。

【図10】本発明に係る樹脂成形品の断面図である。

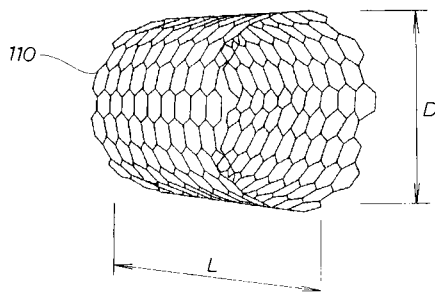
【図11】筐体の温度分布図である。

【符号の説明】

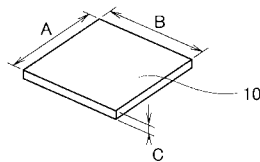
【0052】

10…樹脂成形品、12…試験片、13…カーボンナノ材料、14…表皮、15…内部、110…カーボンナノファイバ。

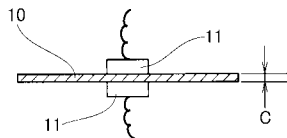
【図1】



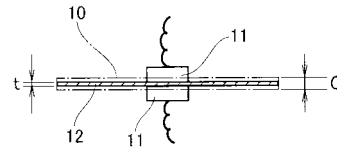
【図2】



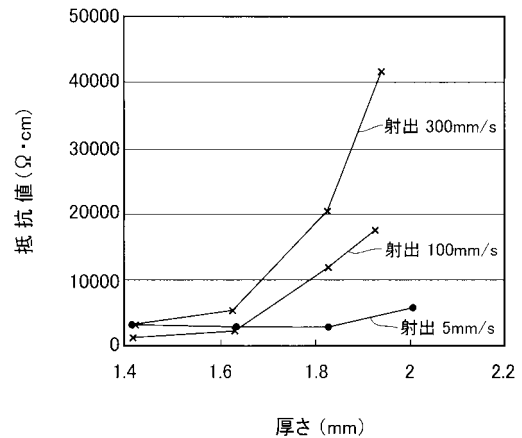
【図3】



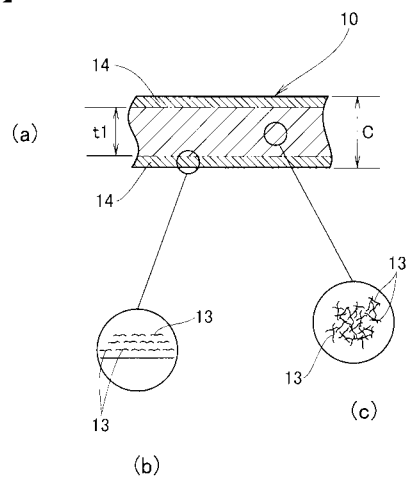
【図4】



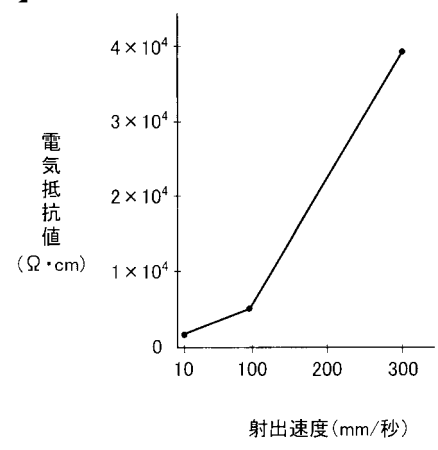
【図5】



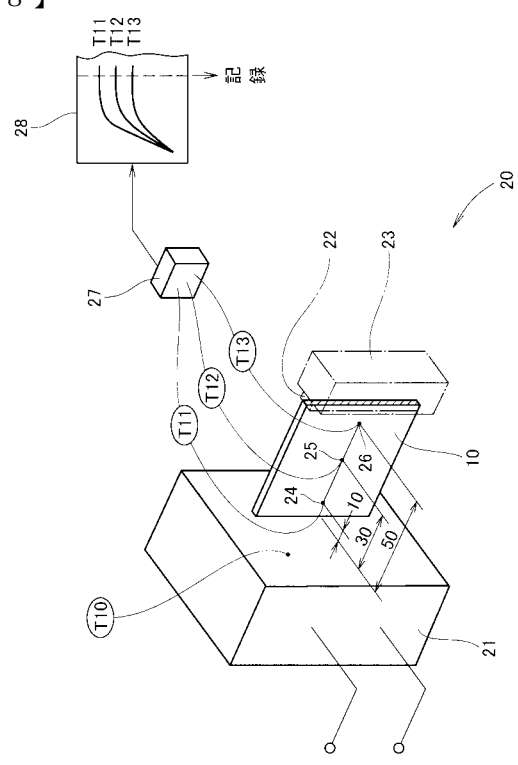
【図 6】



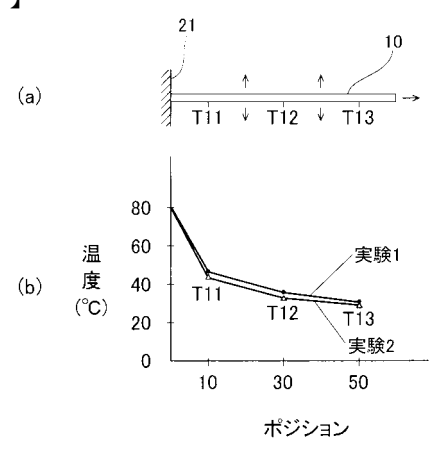
【図 7】



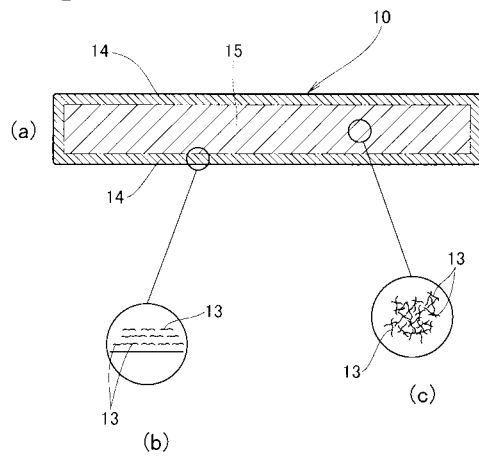
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【図 11】

