

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6819657号  
(P6819657)

(45) 発行日 令和3年1月27日(2021.1.27)

(24) 登録日 令和3年1月6日(2021.1.6)

(51) Int. Cl.		F I			
<b>H05K</b>	<b>1/09</b>	<b>(2006.01)</b>	H05K	1/09	A
<b>B32B</b>	<b>5/18</b>	<b>(2006.01)</b>	B32B	5/18	
<b>B32B</b>	<b>7/02</b>	<b>(2019.01)</b>	B32B	7/02	
<b>C08L</b>	<b>101/00</b>	<b>(2006.01)</b>	C08L	101/00	
<b>C08K</b>	<b>9/10</b>	<b>(2006.01)</b>	C08K	9/10	

請求項の数 3 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2018-139792 (P2018-139792)	(73) 特許権者	000001443
(22) 出願日	平成30年7月25日 (2018.7.25)		カシオ計算機株式会社
(65) 公開番号	特開2020-17636 (P2020-17636A)		東京都渋谷区本町1丁目6番2号
(43) 公開日	令和2年1月30日 (2020.1.30)	(74) 代理人	110001807
審査請求日	令和2年1月14日 (2020.1.14)		特許業務法人磯野国際特許商標事務所
		(72) 発明者	岩本 健士
			東京都八王子市石川町2951番地の5
			カシオ計算機株式会社 八王子技術センタ
			ー内
		(72) 発明者	黒澤 諭
			東京都八王子市石川町2951番地の5
			カシオ計算機株式会社 八王子技術センタ
			ー内
		審査官	黒田 久美子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

コンピュータに、

電子回路図データに基づいて、前記電子回路図データに含まれる絶縁領域の一部又は全てを、回路基板を構成するシート材に含まれている熱膨張性層を膨張させる光熱変換用インクで、画像として描かせるためのプログラム。

【請求項2】

コンピュータに、

前記電子回路図データに含まれる絶縁領域の太さに応じて、前記光熱変換用インクで描かれる画像の線の太さを決定させる、  
ことを特徴とする請求項1に記載のプログラム。

【請求項3】

コンピュータに、

前記電子回路図データに基づいて、絶縁性を有する絶縁性インクで形成される保護膜の領域を決定させる、  
ことを特徴とする請求項1または2に記載のプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プログラムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、導電回路の作成現場では、例えば、特許文献1に記載されたフレキシブル配線基板を作成する場合に、作成者は、まず、CAD (Computer-Aided Design) 装置で電子回路図 (例えば、図9A参照) を作成する。次に、作成者は、基材を入手し、専用の機械で基材を加工してフレキシブル配線基板 (例えば、図9B参照) を作成する。図9Aは、CAD装置で作成された電子回路図90の一例を示す図であり、図9Bは、フレキシブル配線基板300の一例を示す図である。

## 【0003】

また、例えば、特許文献2に記載されたユニバーサル基板 (例えば、図9C参照) を用いて回路を作成する場合に、作成者は、手作業で半田を接続する。図9Cは、ユニバーサル基板400の一例を示す図である。

10

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【特許文献1】特開2000-223795号公報

【特許文献2】特開2001-42763号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

20

導電回路の作成現場では、フレキシブル配線基板やユニバーサル基板と同程度の配線機能を有し、安価で作成時間が短く作成の容易な回路基板が提供されることが望まれていた。

## 【0006】

例えば、前記した特許文献1に記載されたフレキシブル配線基板の作成は、CAD (Computer-Aided Design) 装置で電子回路図を作成し、基材を入手し、専用の機械で基材を加工してフレキシブル配線基板を作成することによって行われる。そのため、フレキシブル配線基板の作成は、高度な知識を有する専門者にしかできず、しかも、作成時間を要するものであった。また、フレキシブル配線基板の作成は、材料費や設備費等のコストを要する。そのため、複数種類のフレキシブル配線基板を作成することがし難かった。また、一旦作成したフレキシブル配線基板の動作を検証結果が好ましくない場合に、作成者は、再度同様の作業を行うことによって、多大なコストと作成時間とを要していた。

30

## 【0007】

また、例えば、前記した特許文献2に記載されたユニバーサル基板を用いて回路を作成する場合に、作成者は、手作業で半田を接続することによって行われる。そのため、ユニバーサル基板を用いた回路の作成は、作成者に負担を強いるとともに、作成時間を要するものであった。また、作成した回路の動作の検証結果が好ましくない場合に、作成者は、再度、回路を作成することによって、多大なコストと作成時間とを要していた。

## 【0008】

本発明の課題は、フレキシブル配線基板やユニバーサル基板と同程度の配線機能を有し、安価で作成時間が短く作成の容易な回路基板を提供することである。

40

## 【課題を解決するための手段】

## 【0009】

上述した課題を解決するために、本発明に係るプログラムは、コンピュータに、電子回路図データに基づいて、前記電子回路図データに含まれる絶縁領域の一部又は全てを、回路基板を構成するシート材に含まれている熱膨張性層を膨張させる光熱変換用インクで、画像として描かせることを特徴とする。

## 【発明の効果】

## 【0010】

本発明によれば、フレキシブル配線基板やユニバーサル基板と同程度の配線機能を有し

50

、安価で作成時間が短く作成の容易な回路基板を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1A】実施形態に係るシート材の構造を示す図である。

【図1B】実施形態に係るシート材の熱膨張性層の構造を示す図である。

【図2A】回路基板の形成工程を示す図(1)である。

【図2B】回路基板の形成工程を示す図(2)である。

【図2C】回路基板の形成工程を示す図(3)である。

【図2D】回路基板の形成工程を示す図(4)である。

【図3A】熱膨張性層を膨張させたい領域における膨張前の状態を示す図である。

10

【図3B】熱膨張性層を膨張させたい領域における膨張途中の状態を示す図である。

【図3C】熱膨張性層を膨張させたい領域における膨張後の状態を示す図である。

【図4A】変換図作成装置の一例を示す図である。

【図4B】入力画面の一例を示す図(1)である。

【図4C】入力画面の一例を示す図(2)である。

【図5A】回路基板の作成例を示す説明図(1)である。

【図5B】回路基板の作成例を示す説明図(2)である。

【図5C】回路基板の作成例を示す説明図(3)である。

【図6A】保護領域が設定された電子回路図の一例を示す説明図である。

【図6B】保護領域が設定された電子回路図に対応する変換図の説明図である。

20

【図6C】保護領域が設定された電子回路図に対応する回路基板の説明図である。

【図7A】シート材を用いた電子装置の説明図(1)である。

【図7B】シート材を用いた電子装置の説明図(2)である。

【図7C】シート材を用いた電子装置の説明図(3)である。

【図8A】シート材を用いた発熱箇所解析構造の説明図(1)である。

【図8B】シート材を用いた発熱箇所解析構造の説明図(2)である。

【図8C】シート材を用いた発熱箇所解析構造の説明図(3)である。

【図9A】電子回路図の一例を示す図である。

【図9B】フレキシブル配線基板の一例を示す図である。

【図9C】ユニバーサル基板の一例を示す図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態(以下、「本実施形態」と称する)について詳細に説明する。なお、各図は、本発明を十分に理解できる程度に、概略的に示してあるに過ぎない。よって、本発明は、図示例のみに限定されるものではない。また、各図において、共通する構成要素や同様な構成要素については、同一の符号を付し、それらの重複する説明を省略する。

【0013】

[実施形態]

本実施形態に係る回路基板30(図5C参照)は、後記するシート材40(図1A参照)を用いて作成される。そのシート材40は、加熱されることで、後記する熱膨張性層42(図1A参照)が所望のパターンに部分的に膨張する。その膨張に伴って、回路基板30(図5C参照)が作成される。

40

【0014】

<回路基板の作成に用いるシート材の構成>

以下、図1A及び図1Bを参照して、回路基板30(図5C参照)の作成に用いるシート材40の構成について説明する。図1Aは、シート材40の構造を示す図である。図1Bは、シート材40の熱膨張性層42(図1A参照)に用いる熱膨張性材料の構造を示す図である。図1Bは、図1Aの熱膨張性層42の領域Arを拡大して示している。

【0015】

50

図1Aに示すように、シート材40は、基材層41（基材）の上に、熱膨張性層42と、マイクロフィルム44と、を備えている。

【0016】

基材層41（基材）は、紙や、PET（polyethylene terephthalate）等の樹脂で構成されている。基材層41は、好ましくは、耐熱性を有するとよい。また、基材層41は、好ましくは、適度な可撓性を有するとよい。

熱膨張性層42は、加熱されることで膨張する層である。

マイクロフィルム44は、光熱変換用インク45（図2A参照）が印刷（塗布）される層である。

【0017】

図1Bに示すように、熱膨張性層42には、熱膨張性材料である熱膨張性インク50が用いられている。熱膨張性層42は、例えば、基材層41の上に、熱膨張性材料である液状の熱膨張性インク50を塗布して乾燥させることで形成される。

【0018】

熱膨張性インク50（熱膨張性材料）は、導電性を有するバインダー56に絶縁性を有するマイクロカプセル51が混入された構成になっている。熱膨張性層42は、マイクロフィルム44に光熱変換用インク45（図2A参照）が印刷（塗布）されることで、光がシート材40に照射されたときに、その印刷領域が膨張する。

【0019】

バインダー56は、樹脂材のエマルジョンで構成されている。エマルジョンは、分散媒も分散質もともに液状になっている物質である。バインダー56は、導電性成分としての金属フィラー57を含有する。

【0020】

マイクロカプセル51は、シェル52と、シェル52に内包された熱膨張性成分としてのコア53と、を有している。図1Bでは、手前側のシェル52の約4分の1がカットされ、内包されたコア53が示されている。シェル52は、例えば、熱可塑性樹脂であるアクリルニトリルコポリマーで構成されている。シェル52は、絶縁性を有している。シェル52に内包されたコア53は、炭化水素54によって構成されており、絶縁性を有している。炭化水素54は、加熱されることで膨張する熱膨張性を有している。

【0021】

なお、前記した「熱可塑性」とは、押圧されながら加熱されることで塑性変形する特性を意味している。また、前記した「熱膨張性」とは、加熱されることで膨張する特性を意味している。

【0022】

炭化水素54は、好ましくは、液状で、比較的沸点が低いもの（液状低沸点炭化水素）がよい。炭化水素54の成分としては、例えば、炭素の個数が少ないものから順に、以下のものがある。

【0023】

メタン（ $\text{CH}_4$ ）、エタン（ $\text{C}_2\text{H}_6$ ）、プロパン（ $\text{C}_3\text{H}_8$ ）、ブタン（ $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ）、ペンタン（ $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ）、ヘキサン（ $\text{C}_6\text{H}_{14}$ ）、ヘプタン（ $\text{C}_7\text{H}_{16}$ ）、オクタン（ $\text{C}_8\text{H}_{18}$ ）、ノナン（ $\text{C}_9\text{H}_{20}$ ）、デカン（ $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ ）。

【0024】

炭化水素54の沸点は、炭素の個数が多いものほど高くなる。一例として、前記した各成分の沸点は以下の通りである。

【0025】

メタンは - 162 、エタンは - 89 、プロパンは - 42 、ブタンは - 1 、ペンタンは 36 . 1 、ヘキサンは 68 、ヘプタンは 98 . 42 、オクタンは 125 、ノナンは 151 、デカンは 174 . 1 である。

【0026】

本実施形態では、炭化水素54は、所望の温度（膨張温度）で膨張するように、これら

10

20

30

40

50

の成分を単体で用いたり、又は、2種類以上の成分を用いてそれらを混合させたりして構成されている。

【0027】

マイクロカプセル51のコア53は、加熱されることで膨張する。マイクロカプセル51のシェル52は、コア53(熱膨張性成分)の膨張に伴って伸びるように変形する。シェル52は、絶縁性を有するため、コア53(熱膨張性成分)の膨張に伴って変形することで、他のカプセルと接触して、他のカプセルとの間で絶縁領域を形成する。

【0028】

<回路基板の形成工程>

以下、図2A乃至図2Dを参照して、回路基板30の形成工程について説明する。図2A乃至図2Dは、それぞれ、シート材40の断面形状の変化によって、回路基板30の形成工程を示す図である。

【0029】

図2Aに示すように、シート材40の全領域は、導電領域となっている。作成者は、シート材40をインクジェット方式の図示せぬプリンタにセットする。そして、作成者は、図示せぬプリンタで、マイクロフィルム44の熱膨張性層42を膨張させたい領域に光熱変換用インク45を印刷(塗布)する。本実施形態では、「熱膨張性層42を膨張させたい領域」とは、絶縁領域を形成する領域である。光熱変換用インク45は、カーボンブラックを含む黒色インクである。光熱変換用インク45は、光を吸収して吸収した光を熱に変換する。

【0030】

次に、図2Bに示すように、作成者は、光熱変換用インク45が印刷されたシート材40を加熱装置103(熱源)の近傍に配置して、加熱装置103から光を照射させる。加熱装置103(熱源)は、例えば、ハロゲンヒータによって構成される。シート材40は、加熱装置103から光が照射されると、光熱変換用インク45で光を熱に変換する。すると、光熱変換用インク45が印刷された領域の下方で、熱膨張性層42が熱に反応して部分的に膨張する。これにより、シート材40に膨張領域が形成される。

【0031】

このとき、シート材40の膨張領域は絶縁領域となり、シート材40の非膨張領域が導電領域となる。このように層構造が変化する原理については、図3A乃至図3Cを参照して後記する。

【0032】

次に、図2Cに示すように、作成者は、熱膨張性層42からマイクロフィルム44を引き剥がして除去する。これにより、図2Dに示すように、作成者は、熱膨張性層42を露出させる。

【0033】

作成者は、このようなシート材40を用いることによって、任意のパターンの絶縁領域を有する導電回路が形成された回路基板30を作成することができる。

【0034】

<層構造が変化する原理>

ところで、シート材40の熱膨張性層42は、膨張前と膨張途中と膨張後とで図3A乃至図3Cに示すように層構造が変化する。図3Aは、熱膨張性層42を膨張させたい領域における膨張前の状態を示す図である。図3Bは、熱膨張性層42を膨張させたい領域における膨張途中の状態を示す図である。図3Aは、熱膨張性層42を膨張させたい領域における膨張後の状態を示す図である。

【0035】

図3Aに示すように、熱膨張性層42の膨張前において、熱膨張性層42を膨張させたい領域では、熱膨張性層42に混入されたマイクロカプセル51の全部が膨張しない状態になっている。そのため、大半のマイクロカプセル51のシェル52が他のカプセルと接触しない状態になっている。この状態において、十分な量の導電性のバインダー56が、

10

20

30

40

50

大半のマイクロカプセル 5 1 の周囲に存在している。そのため、熱膨張性層 4 2 を膨張させたい領域は、導電領域となっている。

【 0 0 3 6 】

図 3 B に示すように、熱膨張性層 4 2 の膨張途中において、熱膨張性層 4 2 を膨張させたい領域では、熱膨張性層 4 2 に混入されたマイクロカプセル 5 1 のごく一部が膨張している。そのため、一部のマイクロカプセル 5 1 のシェル 5 2 が他のカプセルと接触しているものの、大半のマイクロカプセル 5 1 のシェル 5 2 が他のカプセルと接触しない状態になっている。この状態において、まだ十分な量の導電性のバインダー 5 6 が、大半のマイクロカプセル 5 1 の周囲には存在している。そのため、熱膨張性層 4 2 を膨張させたい領域は、まだ導電領域となっている。

10

【 0 0 3 7 】

図 3 C に示すように、熱膨張性層 4 2 の膨張後において、熱膨張性層 4 2 の膨張領域では、熱膨張性層 4 2 に混入されたマイクロカプセル 5 1 の一部（又は、全部）が膨張している。そのため、大半のマイクロカプセル 5 1 のシェル 5 2 が他のカプセルと接触した状態になっている。この状態において、少量の導電性のバインダー 5 6 しか、各マイクロカプセル 5 1 の周囲に存在していない。そして、絶縁性のシェル 5 2 が、他のカプセルと接触して、他のカプセルとの間で導通している。そのため、熱膨張性層 4 2 の膨張領域は、絶縁領域となっている。なお、熱膨張性層 4 2 の膨張領域は、好ましくは、弾性を有しているとよい。

【 0 0 3 8 】

< 変換図の作成 >

回路基板 3 0（図 5 C 参照）の作成者は、例えば、予め設計された電子回路図 1 0（図 4 B 参照）の電子回路図データ D 1 0（図 4 B 参照）を用意する。作成者は、運用に応じて、様々なパターンの電子回路図 1 0（図 4 B 参照）を設計することができる。そして、作成者は、回路基板 3 0（図 5 C 参照）の作成に際して、例えば、図 4 A に示すコンピュータ 1 0 1 を変換図作成装置として機能させることで電子回路図 1 0（図 4 B 参照）に対応する変換図 2 0（図 4 C 参照）を示す変換図データ D 2 0 を作成させる。変換図 2 0 は、光熱変換用インク 4 5 で形成される画像を示す図である。図 4 A は、変換図作成装置の一例を示す図である。また、図 4 B 及び図 4 C は、入力画面 I M の一例を示す図である。

20

【 0 0 3 9 】

図 4 B に示す例では、電子回路図データ D 1 0 の電子回路図 1 0 は、導電領域 1 3 の中に絶縁領域 B r が設けられた回路 1 1 を示している。図 4 B に示す例では、入力画面 I M は、絶縁性を有する絶縁性インクで形成される後記する保護膜 2 9（図 6 C 参照）の領域を設定するための「設定」ボタンや、電子回路図 1 0 から変換図 2 0（図 4 C 参照）を作成するための「変換」ボタンを含む構成になっている。

30

【 0 0 4 0 】

図 4 A に示すように、変換図作成装置としてのコンピュータ 1 0 1 は、CPU 1 0 1 a と、記憶部 1 0 1 b と、表示部 1 0 1 c と、入力部 1 0 1 d と、を備えている。記憶部 1 0 1 b には、電子回路図 1 0 から変換図 2 0（図 4 C 参照）を作成するための制御プログラム P r 1 0 1 が予めインストールされている。コンピュータ 1 0 1 は、制御プログラム P r 1 0 1 に従って、電子回路図 1 0（図 4 B 参照）から変換図 2 0（図 4 C 参照）を作成する。作成者は、例えば、図 4 B に示すように、入力画面 I M に電子回路図 1 0 を表示させて「変換」ボタンを押下することで、コンピュータ 1 0 1 に変換図 2 0（図 4 C 参照）を作成させる。

40

【 0 0 4 1 】

図 4 C に示すように、変換図データ D 2 0 の変換図 2 0 は、絶縁領域 1 2（図 5 C 参照）を形成するために光熱変換用インク 4 5 で形成される画像を示している。絶縁領域 1 2（図 5 C 参照）の線幅（太さ）や、厚さ（濃度）は、光熱変換用インク 4 5 で形成される画像の線幅（太さ）や、厚さ（濃度）によって規定される。図 4 C に示す例では、入力画面 I M は、変換図 2 0 における任意の領域 A r 1 , A r 2 , A r 2 を指定してそれらの太

50

さを任意の値に設定することができる構成になっている。

【0042】

<回路基板の作成>

以下、図5A乃至図5Cを参照して、回路基板30の作成について説明する。図5A乃至図5Cは、それぞれ、回路基板30の作成例を示す説明図である。

【0043】

図5Aに示す例では、シート材40の表面の全面に、導電領域13が形成されている。作成者は、シート材40を図示せぬプリンタにセットする。そして、図5Bに示すように、作成者は、図示せぬプリンタで、熱膨張性層42(図2A参照)を膨張させたい領域に光熱変換用インク45を印刷(塗布)する。

10

【0044】

次に、作成者は、シート材40を加熱装置103(図2B参照)にセットし、加熱装置103(図2B参照)から光をシート材40に照射させる。このとき、シート材40の光熱変換用インク45が光を熱に変換する。これにより、光熱変換用インク45の印刷部分(図5B参照)が発熱する。その結果、図5Cに示すように、シート材40の熱膨張性層42(図2B参照)が部分的に膨張して、シート材40に立体的な絶縁領域12が形成される。この後、作成者は、熱膨張性層42からマイクロフィルム44を引き剥がして(図2C参照)、熱膨張性層42を露出させる(図2D参照)。これにより、回路基板30が作成される。

【0045】

このような回路基板30は、所望領域を膨張させて絶縁領域12を形成することで、動作回路を構成することができる。回路基板30は、例えば、フレキシブル配線基板やユニバーサル基板と同程度の配線機能を有している。

20

【0046】

作成者は、回路11が作成されたシート材40を回路基板30として用いることができる。また、作成者は、シート材40から任意の部分を切り離すことで、様々な形状の回路基板30を作成することもできる。

【0047】

ところで、図5Cに示す例では、回路11は、導電領域13(導電領域13a, 13b, 13c)の全面が剥き出しの構成になっている。そのため、回路11は、好ましくは、金属等を導電領域13に載せたときに、導電領域13が短絡(ショート)しないようにするとよい。そこで、例えば、図6Aに示すように、回路11は、好ましくは、導電領域13の中に後記する保護膜29(図6C参照)で保護される保護領域Prを設けるようにするとよい。図6Aは、保護領域Prが設定された電子回路図10の一例を示す説明図である。

30

【0048】

なお、図6Aに示す例では、回路11は、保護領域Prが設けられずに、導電領域13の一部が剥き出しの構成になっている。しかしながら、回路11は、導電領域13の剥き出し部分が無くなるように、絶縁領域Br以外の導電領域13の全面に保護領域Prを設けるようにしてもよい。なお、導電領域13が剥き出しになっている部分は、例えば、接続端子として利用することができる。

40

【0049】

作業者は、例えば、図6Aに示すように、入力画面IMに電子回路図10を表示させて「変換」ボタンを押下することで、コンピュータ101に変換図20(図6B参照)を作成させる。図6Bは、保護領域Prが設定された電子回路図10に対応する変換図20の説明図である。

【0050】

図6Bに示すように、変換図データD20の変換図20は、保護領域Prに対応する保護膜29を形成するために絶縁性インクで形成される画像を示している。保護膜29の線幅(太さ)や、厚さ(濃度)は、絶縁性インクで形成される画像の線幅(太さ)や、厚さ

50

(濃度)によって規定される。図6Bに示す例では、入力画面IMは、変換図20における任意の保護領域Pr1, Pr2, Pr3, Pr4, Pr5を指定してそれらの厚さを任意の値に設定することができる構成になっている。

【0051】

作成者は、図5Cのシート材40を図示せぬプリンタにセットする。そして、作成者は、図示せぬプリンタで、保護領域Pr1, Pr2, Pr3, Pr4, Pr5(図6B参照)に絶縁性インクを印刷(塗布)する。これにより、図6Cに示すように、導電領域13(導電領域13a, 13b, 13c)に保護膜29が形成された回路基板30が作成される。図6Cは、保護領域Prが設定された電子回路図10に対応する回路基板30の説明図である。

10

【0052】

<シート材と回路基板の主な特徴>

本実施形態に係るシート材40は、基材層41と、基材層41の上に形成された熱膨張性層42と、を備えている。熱膨張性層42は、マイクロカプセル51と、導電性を有するバインダー56と、を含んでいる。マイクロカプセル51は、絶縁性を有するシェル52と、シェル52に内包され、かつ、加熱されることで膨張する熱膨張性成分(コア53)と、を有している。シェル52は、熱膨張性成分(コア53)の膨張に伴って変形することで、他のカプセルと接触して、他のカプセルとの間で絶縁領域を形成する。

【0053】

本実施形態に係る回路基板30は、このようなシート材40を部分的に膨張させることで形成される。本実施形態に係る回路基板30において、熱膨張性層42の非膨張領域は、回路11の導電領域を形成している。また、熱膨張性層42の膨張領域は、回路11の絶縁領域を形成している。このような回路基板30は、フレキシブル配線基板やユニバーサル基板と同程度の配線機能を有している。

20

【0054】

また、回路基板30は、変換図20に対応する所望パターンをシート材40の上に光熱変換用インク45で印刷して、シート材40を部分的に膨張させるだけで作成することができる。このような回路基板30は、低額な材料で作成することができるため、安価に作成することができる。また、回路基板30は、短時間で容易に作成することができる。

【0055】

また、回路基板30は、設備として、専用の機械を用いなくても、汎用品(例えば、コンピュータ101(図4A参照)やプリンタ(図示せず)、加熱装置103(図2B参照)等)を用いるだけで、作成することができる。そのため、回路基板30は、作成コストを抑制することができる。

30

【0056】

また、回路基板30は、半田付け等の作業を要することなく作成することができる。そのため、回路基板30は、作成に際して、作成者の負担を軽減することができる。また、回路基板30は、短時間で大量に作成することができる。

【0057】

また、作成者は、回路基板30が安価なものであるため、例えば複数種類の回路基板30を少量ずつ作成することができる。そのため、作成者は、例えば開発中の製品に用いる回路の試作品として、複数種類の回路基板30を作成し、作成された各回路基板30を用いて様々なテストを行うこともできる。

40

【0058】

また、回路基板30の絶縁領域12(図5C参照)の線幅(太さ)や、厚さ(濃度)は、光熱変換用インク45で形成される画像の線幅(太さ)や、厚さ(濃度)によって規定される。このような回路基板30は、光熱変換用インク45で形成される画像の線幅(太さ)や、厚さ(印刷濃度)で、絶縁程度を変えることができる。

【0059】

また、回路基板30は、熱膨張性層42の膨張領域の膨張高さに応じて絶縁程度が変わ

50

る。つまり、回路基板 30 は、絶縁程度が変わっていることが膨張領域の膨張高さで分かる構造になっている。このような回路基板 30 は、例えば、作成者が膨張領域を手で触った触感で絶縁程度の変化を認識することが可能な構造になっている。つまり、回路基板 30 は、視覚以外に、手で触った触感で、絶縁程度の変化を認識することが可能な構造になっている。

【0060】

また、回路基板 30 は、膨張領域の膨張高さ（つまり、光熱変換用インク 45 で形成される画像の印刷濃度）で絶縁程度を変えることができるため、これによって導電領域の表面抵抗値をある程度変えることもできる。

【0061】

また、回路基板 30 は、回路 11 を一旦作成した後に、光熱変換用インク 45 を印刷して再度部分的に膨張させることで、元の回路 11 から別の回路に変更したり、元の回路 11 の構成が分からなくなるように変更したり（つまり、元の回路 11 を新たな膨張領域に埋没させて消去したり）することができる。そのため、回路基板 30 は、例えば、工場出荷前に、作成された回路 11 で様々なテストを行い、工場出荷時に、元の回路 11 から別の回路に変更したり、元の回路 11 の構成が分からなくなるように変更したりすることができる。このような回路基板 30 は、回路 11 の秘匿性を向上させることができる。

【0062】

また、回路基板 30 は、主に、紙や、PET 等の樹脂で構成されているので、安全性が高い。そのため、回路基板 30 は、子供向けの科学教材や、理科の教材、工作用品等に利用することができる。

【0063】

以上の通り、本実施形態に係るシート材 40 によれば、フレキシブル配線基板やユニバーサル基板と同程度の配線機能を有し、安価で作成時間が短く作成の容易な回路基板 30 を提供することができる。

【0064】

なお、本発明は、前記した実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更や変形を行うことができる。

【0065】

例えば、前記した実施形態は、本発明の要旨を分かり易く説明するために詳細に説明したものである。そのため、本発明は、必ずしも説明した全ての構成要素を備えるものに限定されるものではない。また、本発明は、ある構成要素に他の構成要素を追加したり、一部の構成要素を他の構成要素に変更したりすることができる。また、本発明は、一部の構成要素を削除することもできる。

【0066】

例えば、図 1A に示すシート材 40 を用いることで、図 7A 乃至図 7C に示す電子装置 80 を提供作成することができる。図 7A 乃至図 7C は、それぞれ、シート材 40 を用いた電子装置 80 の説明図である。ここでは、電子装置 80 が、例えばスマートフォン等のモバイル装置に接続されて、モバイル装置に電力を供給するバッテリー装置である場合を想定して説明する。

【0067】

図 7A に示す例では、電子装置 80 は、ケース 81 の内部に、電解質の溶液が充填されたタンク 82 を備えている。タンク 82 の周囲は、シート材 40 で覆われている。ここで、仮に、例えば図 7B に示すように、タンク 82 が破損して、タンク 82 から溶液が漏れ出したものとする。そして、タンク 82 は、漏れ出した溶液によりタンク 82 の破損個所付近で電流が流れて、意図せぬ短絡（ショート）が発生し、破損個所付近でシート材 40 の膨張温度以上の熱が発生したものとする。

【0068】

この場合に、図 7C に示すように、破損個所付近でシート材 40 が膨張する。これにより、シート材 40 は、タンク 82 の破損個所付近を閉鎖して、溶液の漏れを抑制する。ま

10

20

30

40

50

た、シート材 40 の膨張領域は、絶縁領域である。そのため、シート材 40 の膨張領域は、漏れ出した溶液による短絡（ショート）の発生を抑制して、破損個所付近の温度を低下させる。このような電子装置 80 は、万が一破損が発生しても、装置の安全性を向上させることができる。

【0069】

なお、電子装置 80 は、バッテリー装置に限らず、発熱が想定される箇所をシート材 40 で覆う構成であれば、他の装置であってもよい。また、電子装置 80 は、発熱が想定される箇所に熱膨張性インク 50（熱膨張性材料）を塗布したのもであってもよい。また、シート材 40 は、例えば、火災報知機の温度センサや電子装置 80 のヒューズを覆うようにしてもよい。

10

【0070】

また、例えば、図 1 A に示すシート材 40 を用いることで、図 8 A 乃至図 8 C に示す発熱箇所解析構造 90 を提供作成することができる。図 8 A 乃至図 8 C は、それぞれ、シート材 40 を用いた発熱箇所解析構造 90 の説明図である。ここでは、発熱箇所解析構造 90 の適用装置がデスクトップ型のコンピュータであり、発熱箇所の解析対象が回路基板 91 である場合を想定して説明する。

【0071】

図 8 A に示す例では、発熱箇所解析構造 90 の適用装置であるコンピュータの内部には、回路基板 91 が配置され、その下部にシート材 40 が配置されている。ここで、仮に、回路基板 91 で、シート材 40 の膨張温度以上の熱が発生したものとすると、この場合に、図 8 B に示すように、発熱箇所付近でシート材 40 が膨張して、膨張箇所 49 が形成される。このような場合に、解析者は、図 8 C に示すように、装置からシート材 40 を取り外して、シート材 40 の膨張箇所 49 を確認することで、解析対象（回路基板 91）のどの部位で熱が発生したのかを解析することができる。

20

【0072】

なお、シート材 40 は、好ましくは、膨張温度の異なる複数種類の熱膨張性層 42（図 1 A）が積層された構造であるとよい。これにより、発熱箇所解析構造 90 は、解析対象（回路基板 91）のどの部位がどの程度の温度に達したのかを解析することができる。また、発熱箇所解析構造 90 は、シート材 40 の膨張箇所 49 が複数階の層状になるため、解析対象（回路基板 91）の中で熱がどのように伝播したのかを解析することができる。

30

【0073】

なお、従来は、仮に解析対象（回路基板 91）で不具合が発生して発熱する場合があったとしても、その現象を再現することができないことがあった。これに対して、本発明に係る発熱箇所解析構造 90 は、解析対象（回路基板 91）の発熱箇所の痕跡を目視可能な状態で残すことができる。そのため、本発明に係る発熱箇所解析構造 90 は、解析対象（回路基板 91）の不具合を解析し易くすることができる。

【0074】

以下に、この出願の願書に最初に添付した特許請求の範囲に記載した発明を付記する。付記に記載した請求項の項番は、この出願の願書に最初に添付した特許請求の範囲の通りである。

40

[付記]

《請求項 1》

基材層と、

前記基材層の上に形成された熱膨張性層と、を備え、

前記熱膨張性層は、マイクロカプセルと、導電性を有するバインダーと、を含み、

前記マイクロカプセルは、絶縁性を有するシェルと、前記シェルに内包され、かつ、加熱されることで膨張する熱膨張性成分と、を有し、

前記シェルは、前記熱膨張性成分の膨張に伴って絶縁領域を形成する、ことを特徴とするシート材。

《請求項 2》

50

請求項 1 に記載のシート材を部分的に膨張させることによって形成され、  
前記熱膨張性層の非膨張領域は、回路の導電領域を形成し、  
前記熱膨張性層の膨張領域は、回路の絶縁領域を形成している、  
ことを特徴とする回路基板。

《請求項 3》

前記熱膨張性層の非膨張領域の一部又は全ての上に、絶縁性を有する絶縁性インクで保護膜が形成されている、  
ことを特徴とする請求項 2 に記載の回路基板。

《請求項 4》

前記熱膨張性層は、膨張温度の異なる複数種類の前記マイクロカプセルで構成された複数の層が積層されている、  
ことを特徴とする請求項 2 に記載の回路基板。

《請求項 5》

コンピュータに、  
予め用意された電子回路図データに基づいて、前記電子回路図データに含まれる絶縁領域の一部又は全てが回路基板を構成するシート材に含まれている熱膨張性層の膨張領域に変換された変換図データを作成させる、  
ことを特徴とするプログラム。

《請求項 6》

コンピュータに、  
前記電子回路図データに含まれる絶縁領域の太さに応じて、前記膨張領域の太さを決定させる、  
ことを特徴とする請求項 5 に記載のプログラム。

《請求項 7》

コンピュータに、  
前記電子回路図データに基づいて、絶縁性を有する絶縁性インクで形成される保護膜の領域を決定させる、  
ことを特徴とする請求項 5 に記載のプログラム。

《請求項 8》

絶縁性を有するシェルと、前記シェルに内包され、かつ、加熱されることで膨張する熱膨張性成分と、を有するマイクロカプセルを、電流が流れる部分の周囲に配置しておき、  
意図せぬ短絡箇所の発生時に、短絡により発生する熱で前記マイクロカプセルを膨張させて、短絡箇所の周囲を絶縁させる、  
ことを特徴とする電子装置。

《請求項 9》

シェルと、前記シェルに内包され、かつ、加熱されることで膨張する熱膨張性成分と、を有するマイクロカプセルを、製品の任意の箇所に配置しておき、  
前記マイクロカプセルの膨張領域が発生している場合に、その膨張領域を解析することで製品の意図せぬ発熱箇所の解析を可能にする、  
ことを特徴とする発熱箇所解析構造。

【符号の説明】

【0075】

- D 1 0 電子回路図データ
- D 2 0 変換図データ
- 1 0 電子回路図
- 1 1 回路
- 1 2 絶縁領域
- 1 3 , 1 3 a , 1 3 b , 1 3 c 導電領域
- 2 9 保護膜
- 3 0 回路基板

10

20

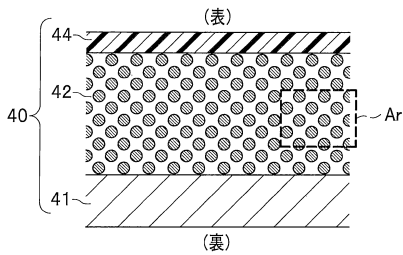
30

40

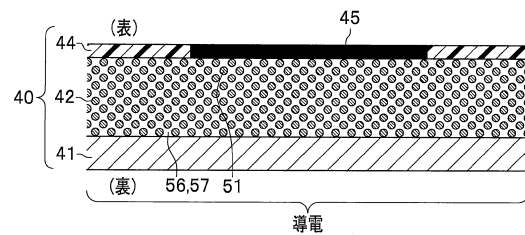
50

- 4 0 シート材
- 4 1 基材層（基材）
- 4 2 熱膨張性層
- 4 4 マイクロフィルム
- 4 5 光熱変換用インク（カーボンブラックを含む黒色インク）
- 5 0 熱膨張性インク（熱膨張性材料）
- 5 1 マイクロカプセル（熱膨張性成分）
- 5 2 シェル
- 5 2 a 外側層
- 5 2 b 内側層
- 5 3 コア（熱膨張性成分）
- 5 4 炭化水素（液状低沸点炭化水素）
- 5 6 バインダー
- 5 7 金属フィラー（導電性成分）

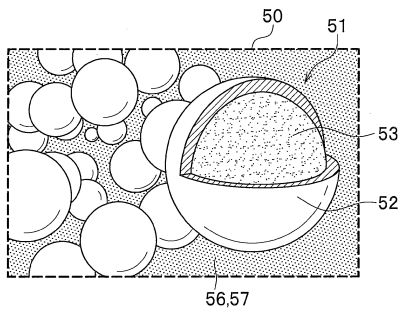
【図 1 A】



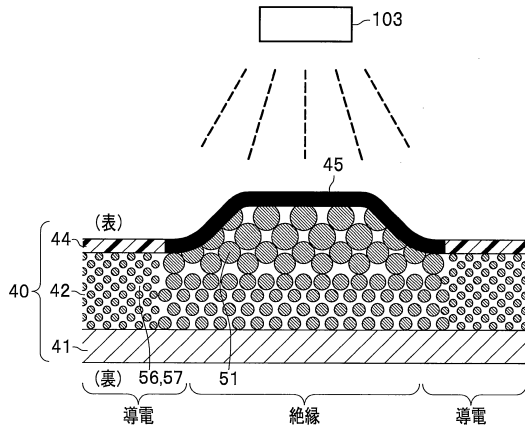
【図 2 A】



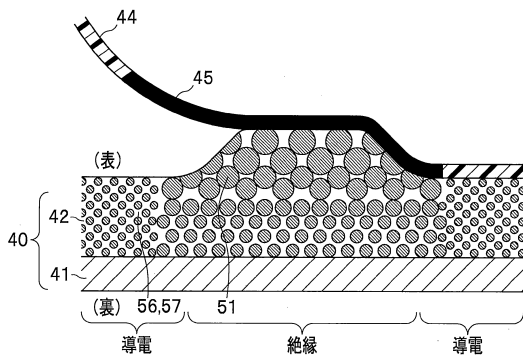
【図 1 B】



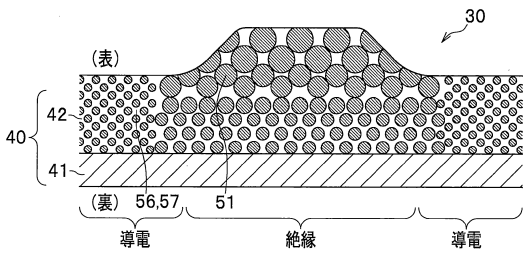
【図 2 B】



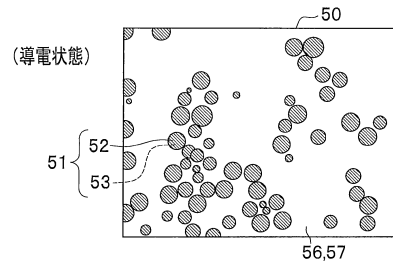
【図 2 C】



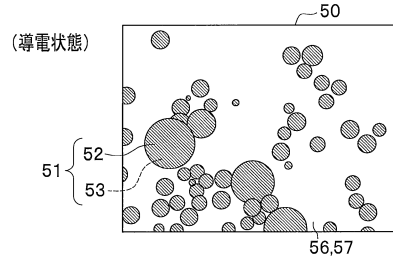
【図 2 D】



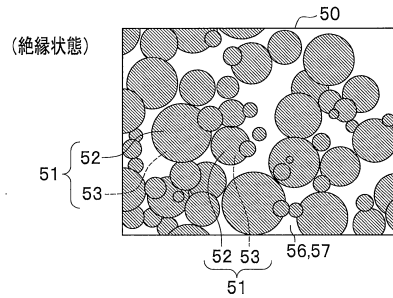
【図 3 A】



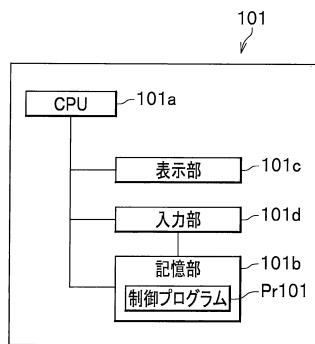
【図 3 B】



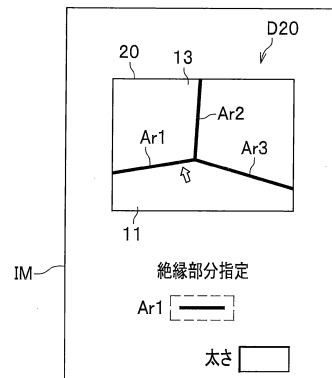
【図 3 C】



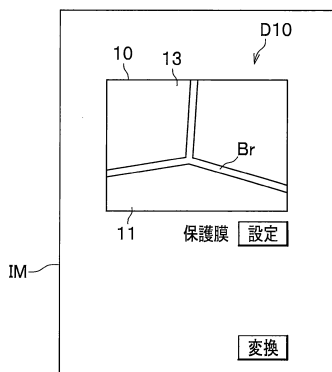
【図 4 A】



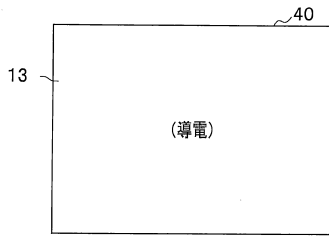
【図 4 C】



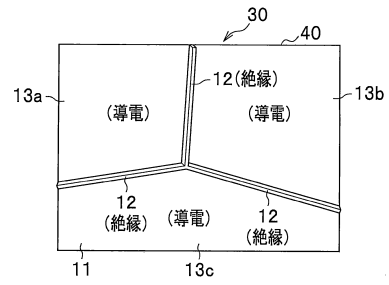
【図 4 B】



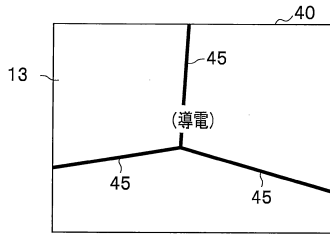
【図5A】



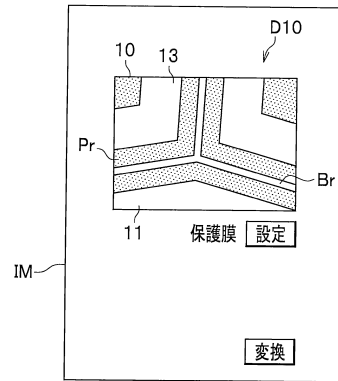
【図5C】



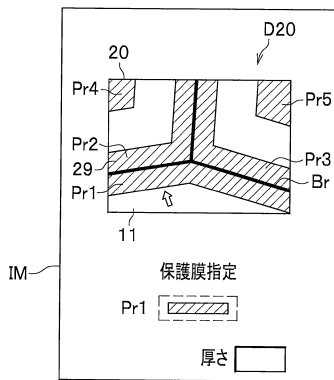
【図5B】



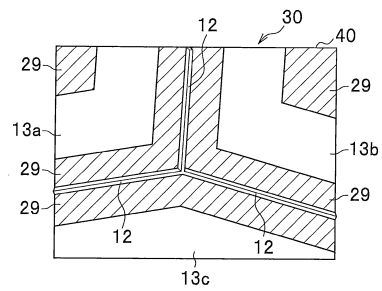
【図6A】



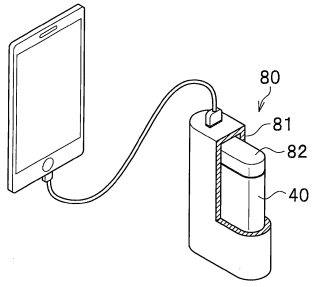
【図6B】



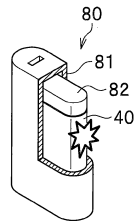
【図6C】



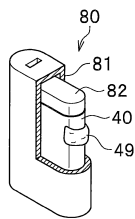
【図7A】



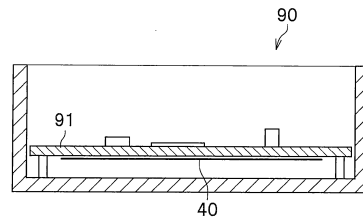
【図7B】



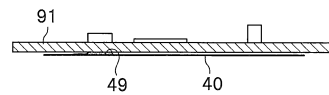
【図7C】



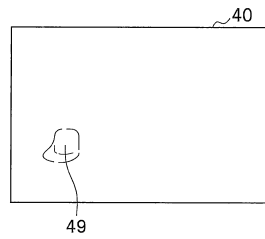
【図8A】



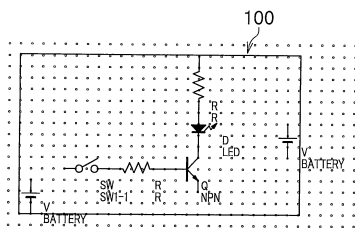
【図8B】



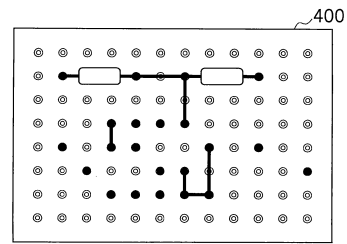
【図8C】



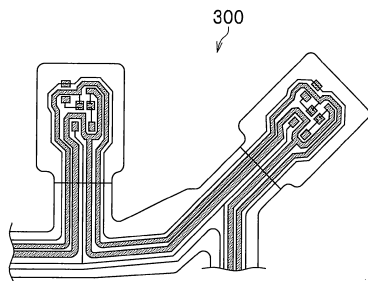
【図9A】



【図9C】



【図9B】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2008-269883(JP,A)  
特開平07-006684(JP,A)  
特開2007-273127(JP,A)  
特開2015-038876(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05K	1/09
B32B	5/18
C08K	9/10
C08L	101/00
B32B	7/02