

(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2017-199565

(P2017-199565A)

(43) 公開日 平成29年11月2日(2017.11.2)

(51) Int.Cl.

H05B	3/20	(2006.01)
H05B	3/16	(2006.01)
H05B	3/10	(2006.01)
H05B	3/02	(2006.01)

F 1

H05B	3/20
H05B	3/16
H05B	3/10
H05B	3/02

3 4 0
3/16
3/10
3/02

テーマコード(参考)

3K034

3K092

A
B

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号

特願2016-89613 (P2016-89613)

(22) 出願日

平成28年4月27日 (2016. 4. 27)

(71) 出願人 514015019

A g I C 株式会社

東京都文京区本郷五丁目25番18号 ハイテク本郷ビル

(74) 代理人 100098350

弁理士 山野 瞳彦

(72) 発明者

清水 信哉

東京都文京区本郷五丁目25番18号ハイテク本郷ビル A g I C 株式会社内

F ターム(参考) 3K034 AA12 AA16

3K092 QA05 QB26

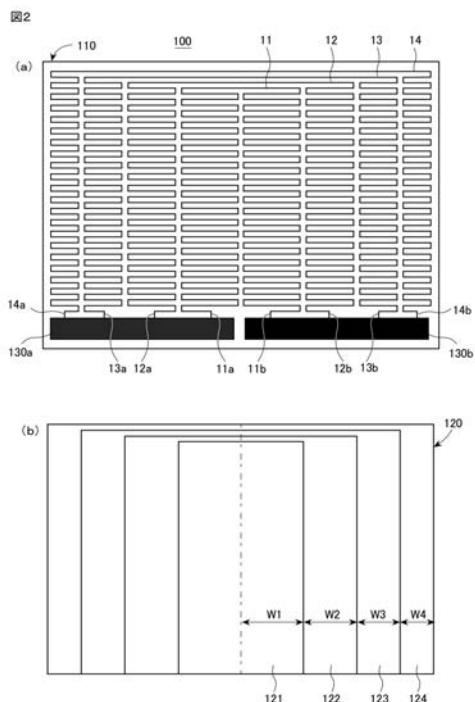
(54) 【発明の名称】面状発熱体

(57) 【要約】

【課題】絶縁性基材上に導電性インクで形成された導電パターンにより電熱線が構成された面状発熱体において、1対の電極を隣接配置する場合にも、比較的簡単な構成で、要発熱領域の全体に亘ってほぼ均一な発熱分布を得ることができるようとする。

【解決手段】絶縁性基材110上のほぼ隣接した位置に配置された1対の電極パッド130a, 130bと、絶縁性基材110上で、1対の電極パッド130a, 130bの間に電気的に並列接続の関係で配置されるK本(Kは2以上の整数)の電熱線11, 12, ...とを備える。絶縁性基材110上の要発熱領域120は、入れ子状に配置されたK個のエリアに分割され、外側の分割エリアが内側の分割エリアを取り囲むように配置され、各分割エリアにおいて配置された各電熱線11, 12, ...の両端がそれぞれ1対の電極パッド130a, 130bに接続される。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

絶縁性基材上に配置された電熱線を有する面状発熱体であって、
 前記絶縁性基材上のほぼ隣接した位置に配置された1対の電極パッドと、
 前記絶縁性基材上で、前記1対の電極パッドの間に電気的に並列接続の関係で配置されるK本（Kは2以上の整数）の電熱線とを備え、
 前記絶縁性基材上の要発熱領域は、入れ子状に配置されたK個のエリアに分割され、外側の分割エリアが内側の分割エリアを取り囲むように配置され、各分割エリアにおいて配置された各電熱線の両端がそれぞれ前記1対の電極パッドに接続されたことを特徴とする面状発熱体。

10

【請求項 2】

前記K本の電熱線と1対の電極パッドとは、前記絶縁性基材上に導電性インクで形成された導電パターンにより構成される請求項1に記載の面状発熱体。

【請求項 3】

前記第1および第2の電熱線は、同一の線幅および同一の長さを有し、互いに接触することなく、前記絶縁性基材の要発熱領域のほぼ全体を網羅するようにそれぞれの分割エリア内に配置された請求項1または2に記載の面状発熱体。

【請求項 4】

各分割エリアにおいて各電熱線が前記1対の電極パッドの間の少なくとも一部の経路において蛇行して配置される請求項3に記載の面状発熱体。

20

【請求項 5】

前記各分割エリア内で蛇行する電熱線の蛇行幅は、外側の分割エリアほど狭くなる請求項4に記載の面状発熱体。

【請求項 6】

前記入れ子状のK個の分割エリア内にそれぞれ配置されたK本の電熱線は外側の分割エリアほど長く、かつ、線幅が太く設定された請求項1または2に記載の面状発熱体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、絶縁性基材上に導電性インクで形成された導電パターンにより電熱線が構成された面状発熱体に関する。

30

【背景技術】

【0002】

従来、ヒーター装置の構成要素である面状発熱体としては、その電熱線をアルミや銅などのエッティングで製造する方法が知られている。

【0003】

また、複数本の電熱線を並列に配置した面状発熱体として、特許文献1に記載のようなものがある。この面状発熱体は、ほぼ矩形状の耐熱絶縁性基板上の対向する2辺に配置された1対の細長いプロック形状の電極（抵抗値が非常に低い金属膜電極）の間に複数の皮膜状抵抗発熱体（比較的抵抗値の高い抵抗体）が互いに平行に（電気的に並列に）配列されたものである（特許文献1の図1参照）。各皮膜状抵抗発熱体は、その抵抗値を温度の変化と同方向に変化させる正の電気抵抗-温度特性を有する。複数の皮膜状抵抗発熱体としては、対向して配置された1対の電極の間に直線的に配置されるものの他、ジグザグ状を成す形態も示されている（特許文献1の図2、図3参照）。複数の皮膜状抵抗発熱体を電気的に並列に接続するのは、発熱体の一部分のみの温度変化に対して自立的に素早く均熱化を図ることを目的としたものである。基板はガラスセラミックスから成る。皮膜状抵抗発熱体は、ニッケル、銀、酸化錫等の導電材と、硼珪酸ガラスフリット等のガラスフリットと、セルロース樹脂、アクリル樹脂、テレピネオール等とを混合してペースト化して得られた導電材ペーストを基材の表面にスクリーン印刷し、所定の温度で乾燥、および焼成することにより得られる。銀（Ag）系の電極は皮膜状抵抗発熱体の端部に重ねるよう

40

50

に形成されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平9-55285号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上述したアルミや銅などのエッティングで製造された電熱線は、膜厚が通常 $10\text{ }\mu\text{m}$ から $50\text{ }\mu\text{m}$ と厚いものが多く、その抵抗値は比較的に低い。このため、面状発熱体の要発熱領域の全体に亘って、電熱線を細い一本線で実現しても抵抗値が高くなりすぎるということはない。むしろ抵抗値が低すぎるため、できるだけ細い線で長く描くことで抵抗値を調整することができた。仮にある膜厚で抵抗値が大きすぎるのであれば、膜厚を2倍、3倍と大きくしてやれば抵抗値が $1/2$ 、 $1/3$ と減っていくので、抵抗値を下げるのが容易であった。

【0006】

ところで、本出願人は、PETフィルムやポリイミド等のような絶縁性のシート上に、銀インクなどの導電性インクを用いて、電熱線および電極パッドを導電パターンとして印刷することにより、製作が容易でかつ安価な面状発熱体を開発している。この面状発熱体は、その特性として、フレキシブル性があり、印刷される導電パターンの幅および長さで抵抗値を変更できる利点を有する。このような面状発熱体は、産業用、業務用、家庭用に種々の用途に利用されることが期待される。

【0007】

しかしながら、フィルム上にインクを吹き付けて製膜する製法上、膜が非常に薄くなることが多く(100-500nm、エッティングのものに比べて100分の1程度、本願出願人の試作品でおおよそ300nm)、また膜を必要に応じて厚くするのも容易ではない。

【0008】

一方、一般に、面状発熱体の要発熱領域の全体に均一な熱分布を得るために、電熱線は当該要発熱領域全体を網羅するように配置する必要がある。そのために、図1(a)に示すように導電性インクパターンによる細い1本の電熱線を用いると、比較的広い要発熱領域の場合、その全体に配線するためには電熱線の長さが長くならざるを得ない。この場合、面状発熱体の発熱は均一になるが、電熱線の抵抗値が高くなりすぎるという問題が生じる。

【0009】

これに対し、図1(b)に示すように、太い1本の電熱線を用いれば電熱線の長さはより短くなり、抵抗値が高すぎるという問題は解消される。しかし、図中の矢印で示すように電流は太い線内の最短距離を流れようとするので、電流の分布が1本の電熱線の内部で偏る。このため、結果として部位毎の温度の差が大きく生じ、要発熱領域内で発熱が均等でなくなるという問題が生じる。

【0010】

また、インクをフィルム上に載せて焼成させるという製造方法においても、インクをフィルムに載せる際の課題として、「フィルム上を勝手にインクが流れてしまう」という問題がある。この問題を防ぐためにフィルム上にインクを留めておくような加工をすることが普通であるが、フィルム上に過剰なインクを載せてしまうと横に流れてしまうため、フィルム上に吐出できる許容インク量には上限が存在する。さらに、重ね塗りも困難である。一度焼成し金属膜ができた上にインクを吐出しても、結局、前述のフィルム上にインクを留めおくような加工がもはや機能しないためインクが流れだしてしまう。以上の理由から、印刷による製膜で膜厚を自由に増加させるのは極めて困難となっている。

【0011】

さらに、このようにインクをフィルム上に吹き付けたり、フィルム上に載せて焼成させ

10

20

30

40

50

るという製法により構成される面状発熱体には特有の問題があることが判明した。

【0012】

上記の特許文献1に記載のように、複数の電熱線を並列に配置して用いる構成では、複数の電熱線の合成抵抗値は1本の電熱線の抵抗値より低下し、かつ、発熱が均等となることが期待できる。この公知技術では、結果的に電熱線の抵抗値が下がることになるが、その課題は抵抗値を下げるにあるのではなく、上記のように発熱体の一部分のみが温度変化しても自立的に素早く均熱化を図ることを意図したものである。

【0013】

また、この公知技術は、矩形状の面状発熱体の対向する（離間した）2辺に配置された1対の電極の間に複数の電熱線が平行に配置されるものであるが、外部からの給電のための配線の便宜を考慮すると、1対の電極は隣接している方が好都合な場合が多い。このような隣接した1対の電極を用いる場合には、複数本の電熱線を入れ子状に配置することが考えられるが、その場合、内側と外側の電熱線の長さが異なり、発熱分布が均一にならないという問題が生じた。

【0014】

本発明はこのような背景においてなされたものであり、その目的は、絶縁性基材上に導電性インクで形成された導電パターンにより電熱線が構成された面状発熱体において、1対の電極を隣接配置する場合にも、比較的簡単な構成で、要発熱領域の全体に亘ってほぼ均一な発熱分布を得ることができるようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明による面状発熱体の第1の態様は、絶縁性基材上に配置された電熱線を有する面状発熱体であって、前記絶縁性基材上のほぼ隣接した位置に配置された1対の電極パッドと、前記絶縁性基材上で、前記1対の電極パッドの間に電気的に並列接続の関係で配置されるK本（Kは2以上の整数）の電熱線とを備え、前記絶縁性基材上の要発熱領域は、入れ子状に配置されたK個のエリアに分割され、外側の分割エリアが内側の分割エリアを取り囲むように配置され、各分割エリアにおいて配置された各電熱線の両端がそれぞれ前記1対の電極パッドに接続されたことを特徴とする。

【0016】

同一の電極パッドに複数の電熱線を電気的に並列接続することにより、電熱線を細くしても合成抵抗値を低くすることができる。また、1対の電極パッドが絶縁性基材上のほぼ隣接した位置に配置された場合にも、要発熱領域を入れ子状に分割した分割エリア内に複数の電熱線を配置することにより、要発熱領域の全体に亘って電熱線をほぼ均等に分布させることができる。

【0017】

面状発熱体の第2の態様として、前記第1の態様において、前記少なくとも第1および第2の電熱線と前記1対の電極パッドとは、前記絶縁性基材上に導電性インクで印刷された導電パターンにより構成することができる。これにより、低コストで面状発熱体を構成することができる。導電性インクで形成された導電パターンのシート抵抗率が比較的高い場合にも、並列接続により抵抗値を下げることができる。

【0018】

面状発熱体の第3の態様として、前記第2の態様において、前記第1および第2の電熱線は、同一の線幅および同一の長さを有し、互いに接触することなく、前記絶縁性基材の要発熱領域のほぼ全体を網羅するようにそれぞれの分割エリア内に配置することができる。これにより、各分割エリア内の電熱線の抵抗値を同一にし、要発熱領域内での発熱分布を均一にすることができる。

【0019】

面状発熱体の第4の態様として、前記第3の態様において、各分割エリアにおいて各電熱線が前記1対の電極パッドの間の少なくとも一部の経路において蛇行して配置されるようにすることができる。これにより、各分割エリアでの電熱線の蛇行数の調整で長さの調

10

20

30

40

50

整が可能となる。

【0020】

面状発熱体の第5の態様として、前記第4の態様において前記各分割エリア内で蛇行する電熱線の蛇行幅は、外側の分割エリアほど狭くする。これにより、内側と外側の各分割エリア内の電熱線の長さを等しくすることができる。その結果、要発熱領域内の発熱分布を均一にすることができる。

【0021】

面状発熱体の第6の態様として、前記第1または第2の態様において、前記入れ子状のK個の分割エリア内にそれぞれ配置されたK本の電熱線は外側の分割エリアほど長く、かつ、線幅が太くなるように設定することができる。これにより、各分割エリアの各電熱線の抵抗値を等しくすることができる。その結果、要発熱領域内の発熱分布を均一にすることができる。

【発明の効果】

【0022】

本発明の面状発熱体によれば、絶縁性基材上に導電性インクで形成された導電パターンにより電熱線が構成された面状発熱体において、1対の電極パッドを隣接配置する場合にも、比較的簡単な構成で、要発熱領域の全体に亘ってほぼ均一な発熱分布を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明の背景および課題を説明するための図である。

【図2】(a)(b)は、それぞれ、本発明の第1の実施形態による面状発熱体の平面図、および、その分割エリアの様子を示す図である。

【図3】第1の実施形態における要発熱領域をK個の分割エリアに分割した場合の各分割エリアの形状、サイズおよび位置関係を示す図である。

【図4】図3の1つの分割エリア(例えばk番目の分割エリア)内に配置される電熱線の構成を定める変数を示した図である。

【図5】本発明の第1の実施形態における(K, baseCycle)の値の種々の組み合わせに対応する合成抵抗値を一覧にしたデータテーブルを示す図である。

【図6】本発明の第1の実施形態における絶縁性基材上の1辺に隣接して配置された1対の電極パッドの間に、入れ子状に並列に接続される10本の電熱線を有する面状発熱体の概略の構成例を示す図である。

【図7】本発明の第1の実施形態による面状発熱体の変形例を示す図である。

【図8】(a)(b)は、それぞれ、本発明の第2の実施形態における面状発熱体のK個の分割エリアの形状、サイズおよび位置関係を示す図、および、そのk番目の電熱線の属する分割エリアおよび導電パターンの構成を示す図である。

【図9】図8で説明した面状発熱体について、その絶縁性基材上のK個の分割エリア内にそれぞれK本の電熱線を配置した様子を示す図である。

【図10】便座の保温の用途に用いる面状発熱体の例として、馬蹄形状の基材を用いる面状発熱体の例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0025】

(第1の実施形態)

図2(a)は、本発明の第1の実施形態による面状発熱体100の平面図を示し、図2(b)はその分割エリアの様子を示している。この面状発熱体100は、ヒーター装置の構成要素であり、絶縁性基材110上に、K本(この例では4本)の電熱線11, 12, 13, 14と、1対の電極パッド130a, 130bとして、導電パターンが形成されたものである。

10

20

30

40

50

【0026】

1対の電極パッド130a, 130bは、絶縁性基材110上の1辺に沿った、ほぼ隣接した位置に配置される。4本の電熱線11, 12, 13, 14は、1対の電極パッド130a, 130bの間に電気的に並列接続の関係で配置されている。電熱線の本数は4本の場合を示したが、少なくとも2本あれば足りる。

【0027】

絶縁性基材110は、典型的には、PETフィルム、ポリイミド、布のような可撓性および耐熱性を有するシート状部材である。但し、後述する導電性インクによる導電パターンの形成が可能であれば、ガラス、陶器等、可撓性のない部材も利用可能である。絶縁性基材110上の要発熱領域120は、この例では絶縁性基材110の全体の領域とほぼ一致した例を示したが、要発熱領域120は絶縁性基材110の一部の領域であってもよい。

10

【0028】

要発熱領域120は入れ子状に配置されたK個の分割エリア（分割領域）に分割される。この例では、分割エリア121, 122, 123, 124がK個の分割エリアに相当する。

【0029】

すべての電熱線11, 12, 13, 14と1対の電極パッド130a, 130bとは、絶縁性基材110上に導電性インクで形成された導電パターンにより構成される。導電性インクは導電性粒子を含有するインクである。導電性粒子としては、例えば0.1μm以下の銀粒子を含むインクであり、絶縁性基材110上に、導電膜よりなる導電パターンを形成する。

20

【0030】

より具体的には、銀インクなどの導電性インクを用いて、PETフィルムやポリイミド等のような絶縁性のシート上に電熱線11, 12, 13, 14および電極パッド130a, 130bを導電パターンとして一体に印刷することにより、製作が容易でかつ安価な面状発熱体を提供することができる。印刷方式としては、インクジェットプリンタを利用するもの、フレキソ印刷、オフセット印刷等の既存の印刷方式を利用することができます。

20

【0031】

図の例では、電熱線11, 12, 13, 14は、それぞれの分割エリア121, 122, 123, 124において1対の電極パッド130a, 130bの間の少なくとも一部の経路において蛇行して配置される。各分割エリア（の蛇行エリア）内で蛇行する電熱線の蛇行幅Wは、外側の分割エリアほど狭くなっている。

30

【0032】

具体的には、1番目の分割エリア121は、1対の電極パッドにまたがって、電極パッド側から反対側の辺に向かって伸びる長方形の領域である。その長方形の領域のほぼ半分の幅W1内で、電熱線11は、電極パッド130aに繋がる端部11aからスタートし、対向辺側へほぼ幅W1内で蛇行しながら伸びた後、隣接する残り半分の分割エリア内へ移動し、電極パッド130bへ向かってほぼ幅W1で蛇行しながら戻り、他方の端部11bが電極パッド130bに繋がるように配線されている。

40

【0033】

2番目の分割エリア122は1番目の分割エリア121を入れ子状に取り囲むように設定される。2番目以降の分割エリアは、その1つ前の分割エリアの両側に位置する蛇行エリアと、両蛇行エリアを連結する細い連結エリアとからなる。電熱線12は、電極パッド130aに繋がる端部12aからスタートし、対向辺側へ幅W2の蛇行エリア内で蛇行しながら伸びた後、連結エリアにより分割エリア121を迂回して他方の蛇行エリア内へ移動し、電極パッド130bへ向かってほぼ幅W2で蛇行しながら戻り、他方の端部12bが電極パッド130bに繋がるように配線される。

【0034】

3番目の分割エリア123は2番目の分割エリア122を入れ子状に取り囲むように設

50

定される。電熱線 1 3 は、電極パッド 1 3 0 a に繋がる端部 1 3 a からスタートし、対向辺側へ幅 w 3 の蛇行エリア内で蛇行しながら伸びた後、連結エリアにより分割エリア 1 2 2 を迂回して他方の蛇行エリア内へ移動し、電極パッド 1 3 0 b へ向かってほぼ幅 w 3 で蛇行しながら戻り、他方の端部 1 3 b が電極パッド 1 3 0 b に繋がるように配線される。

【 0 0 3 5 】

4 番目の分割エリア 1 2 4 は 3 番目の分割エリア 1 2 3 を入れ子状に取り囲むように設定される。電熱線 1 4 は、電極パッド 1 3 0 a に繋がる端部 1 4 a からスタートし、対向辺側へ幅 w 4 の蛇行エリア内で蛇行しながら伸びた後、連結エリアにより分割エリア 1 2 3 を迂回して他方の蛇行エリア内へ移動し、電極パッド 1 3 0 b へ向かってほぼ幅 w 4 で蛇行しながら戻り、他方の端部 1 4 b が電極パッド 1 3 0 b に繋がるように配線される。

10

【 0 0 3 6 】

このように、外側の分割エリアは内側の分割エリアを取り囲むように設定され、各分割エリアにおいて配置された各電熱線の両端がそれぞれ 1 対の電極パッドに接続される。

【 0 0 3 7 】

図示しないが、1 対の電極 1 3 0 a, 1 3 0 b には外部から電源を供給するためのリード線などの電源ラインが接続金具（ハトメ、カシメ、ボルト・ナット等）またはコネクタ等の接続手段により接続される。図示しないが、電源ラインは 1 対の電極 1 3 0 a, 1 3 0 b の近接した箇所に接続することができる。

【 0 0 3 8 】

本実施形態での複数の電熱線 1 1, 1 2, 1 3, 1 4 は、同一の線幅および同一の長さを有し、互いに接触することなく、絶縁性基材 1 1 0 の要発熱領域 1 2 0 のほぼ全体を網羅するようにそれぞれの分割エリア 1 2 1, 1 2 2, 1 2 3, 1 2 4 内に配置される。また、入れ子の内側の電熱線ほどその蛇行幅（図では矩形波の振幅）が大きくなるようにすることで、各電熱線の長さを均一化することができる。

20

【 0 0 3 9 】

なお、各電熱線の蛇行幅は、厳密には蛇行エリアの幅 W 1 ~ W 4 と同一ではないが、一定の関係があるので、便宜上、W 1 ~ W 4 を蛇行幅と呼ぶ。これらの幅の大きさは、W 1 > W 2 > W 3 > W 4 の関係となっている。すなわち、入れ子の内側の分割エリアほど蛇行幅 W が大きくなっている。

30

【 0 0 4 0 】

このように、電熱線を細い並列バスで実現するとともに、各電熱線の長さを均一化することにより、発熱分布を均一に保ちつつ電熱線全体のトータルの抵抗値を下げる事が可能となる。

【 0 0 4 1 】

図 3 は、第 1 の実施形態における要発熱領域 1 2 0 を K (K は 2 以上の整数) 個の分割エリアに分割した場合の各分割エリアの形状、サイズおよび位置関係を示している。

【 0 0 4 2 】

要発熱領域 1 2 0 の全体の幅および高さをそれぞれ変数 totalAreaWidth と totalAreaHeight で表している。図示の都合上、図 2 (b) の要発熱領域 1 2 0 とは向きを 90° 反時計回りに回転させているので留意されたい。

40

【 0 0 4 3 】

各分割エリアの蛇行幅（図 2 (b) の W 1 ~ W 4 に相当）は rectHeight [k] で表される。ここに、k は分割数を K とした場合の 0 ~ K-1 の整数である。0 ~ K-1 の rectHeight [k] には次式の関係がある。

rectHeight [0] > rectHeight [1] > rectHeight [k] > rectHeight [K-1] の関係がある。

【 0 0 4 4 】

図 4 は、図 3 の 1 つの分割エリア（例えば k 番目の分割エリア）内に配置される電熱線の構成を定める変数を示した図である。この例では、蛇行する電熱線のパターンを矩形波として定義した場合を示している。図中の変数 lineHalfInterval は矩形波の電熱線の隣接する線の中心間隔を表している。

50

【0045】

変数lineGapは各線の中心から隣接線またはエリア境界までの間隔である。lineHalfInterval = lineGap * 2 の関係がある。変数nHalfCycleは矩形波の半サイクルの個数であり、分割エリアごとに異なる。この変数nHalfCycleは1つの蛇行エリア内での電熱線の蛇行数に相当し、この例では、内側の分割エリアから外側の分割エリアへ1個ずつ増加する。

【0046】

K個の分割エリアにこのような構成の矩形波の電熱線を配置する場合に、すべての電熱線の長さ（線長）が同じになるように、各分割エリア k 内の電熱線の蛇行幅 W（すなわち矩形波の高さ rectHeight[k]）を決定する。

【0047】

totalAreaWidthとtotalAreaHeightで面積が定まる矩形状の要発熱領域を K 個に分割する方法は、各分割エリアのareaWidthとrectHeightを順番に定めて一意に定まる。実際上、areaWidth[k] = areaWidth[k+1]-lineGap*2なので、結局、areaWidthはlineGapを定めるとそれだけで一意に定まる。

【0048】

各分割エリアの蛇行幅 W に相当する K 個の rectHeight、すなわち、rectHeight[0], rectHeight[1], …, rectHeight[K-1] の値を求めるためには、それらは、電熱線の長さが K 個全て一定でなければならないという制約から、lineGapとKを指定すると一意に定まる。

【0049】

そこで、lineGapの値とKの値の種々の組み合わせに対する合成抵抗値 R (totalResistance) を求め、所望の抵抗値となる組み合わせを見いだす。

【0050】

なお、lineGapは連続的な数値を取れるわけではない。なぜなら、図 4 より

$$\text{areaWidth}[k] = (\text{lineGap}^2) * (\text{nHalfCycle}[k] + 1)$$
 を満たし、nHalfCycle[k]は整数であるからである。

【0051】

逆に考えると、nHalfCycleを定めるとlineGapも一意に定まるので、

$$\text{baseCycle} = \text{nHalfCycle}[0]$$
 と置いて、整数の組(K, baseCycle)を色々な値に変化させてみれば足りる。

【0052】

図 5 に、(K, baseCycle) の値の種々の組み合わせに対応する合成抵抗値 R を一覧にしたデータテーブルの一例を示す。各合成抵抗値 R は、使用する導電パターンの線幅 (lineWidth) について実測した単位長さの抵抗値を基準に求めることができる。異なる線幅 (lineWidth) 毎に図 5 のデータテーブルが得られる。

【0053】

図 5 のデータテーブルから、目的の抵抗値に近い合成抵抗値 R が得られる (K, baseCycle) の値の組み合わせを選んで、解とする。

【0054】

合成抵抗値 R が最大となるのは K=1, baseCycle = max のときであり、また最小となるのは baseCycle=1かつ K = max のときである。ここでいう max とは lineGap の制限の範囲内で最大の値を指す。K の最大値は「これ以上、分割を多くすると線が接触してしまう」値である。baseCycle のとりうる最大値は「これ以上、baseCycle を多くすると線が接触してしまう」値である。

【0055】

電流の分散のため K の値が大きい方が良いことが実践的には多く、その場合は目的の抵抗値に近い合成抵抗値 R の中から K の値が最も大きいものを選択すればよい。

【0056】

また、最終的に選択した抵抗値が例えば目的の値からずれている場合（例えば 105% になってしまった場合）、そのずれ量を相殺するように線幅を補正する（例えば 95% にする）という方法もありうる。

【0057】

図6は、絶縁性基材210上の1辺に隣接して配置された1対の電極パッド230a, 230bの間に、入れ子状に並列に接続された10本の電熱線211~220を有する面状発熱体200の概略の構成例を示している。この例は、分割数を10(K=10)とした場合に相当し、電熱線211~220は各分割エリア内に矩形波状に蛇行した導電パターンを有する。図示しないが、1対の電極パッド230a, 230bには、外部から電源を供給するためのリード線などの電源ラインが接続金具(ハトメ、カシメ、ボルト・ナット等)またはコネクタ等の接続手段により接続される。図示しないが、電源ラインは1対の電極230a, 230bの近接した箇所に接続することができる。

【0058】

10

(第1の実施形態の変形例)

図7(a)(b)は第1の実施形態による面状発熱体の変形例を示す図である。図7(a)はこの変形例の面状発熱体300の概略の構成例を示し、図7(b)はその要発熱領域320のK個の分割エリアの様子を示している。

【0059】

20

第1の実施形態では、1対の電極パッド230a, 230bの位置は矩形領域の1辺(の近傍)に配置されたのに対し、この変形例の電極パッド330a, 330bは、図7(a)から分かるように、隣接する長辺と短辺に分かれて配置されている。このような場合にも本発明は適用可能である。(正方形の領域の場合には長辺と短辺の区別はないが、同様に、隣接する辺に配置される。)図示しないが、電源ラインは1対の電極330a, 330bの近接した箇所に接続することができる。

【0060】

この場合、図7(b)に示すように、要発熱領域320は、K個の分割エリア321, 322, 323, ..., 32Kに分割される。第1の実施形態と異なり、その入れ子状態はいわば不完全なものであるが、「外側の分割エリアは外側の分割エリアが内側の分割エリアを取り囲むように配置され、各分割エリアにおいて配置された各電熱線の両端がそれぞれ前記1対の電極パッドに接続された」という構成は第1の実施形態と同様である。したがって、本明細書では、この変形例の分割エリアの態様も「入れ子状」の概念に含まれるものとする。

【0061】

30

各電熱線311, 312, 313, ..., 31Kは、同一の線幅および同一の長さを有し、互いに接触することなく、絶縁性基材310の要発熱領域320のほぼ全体を網羅するようにそれぞれの分割エリア321, 322, 323, ..., 32K内に配置されるという第1の構成、および、各分割エリアにおいて各電熱線が1対の電極パッドの間の少なくとも一部の経路において蛇行して配置されるという第2の構成、さらに、各分割エリア内で蛇行する電熱線の蛇行幅は外側の分割エリアほど狭くなるという第3の構成は、第1の実施形態と同様である。

【0062】

(第2の実施形態)

40

次に、本発明の第2の実施形態について図8および図9により説明する。

【0063】

図8(a)は第2の実施形態における面状発熱体400のK個の分割エリア421, 422, 423, ..., 42Kの形状、サイズおよび位置関係を示し、図8(b)はそのk番目の電熱線の属する分割エリアおよび電熱線(導電パターン)の構成を示している。第1の実施形態と異なる点は、入れ子状に配置されたK個の分割エリア内に配置されたK本の電熱線は蛇行せずストレート(直線)状であり、電熱線は外側の分割エリアほど長く、かつ、線幅が太く設定されることである。

【0064】

50

より具体的には、第2の実施形態においても要発熱領域420はK個の分割エリア421, 422, 423, ..., 42Kに分割される。その際、第1の実施形態のように変数kの値

に拘らず線幅が一定でかつlineGapも一定の電熱線が各分割エリアに均等に配置される場合と異なり、変数kの値に拘って線幅が異なる。また、第2の実施形態では、電熱線の蛇行は行わずほぼストレートの形状であり、面積あたりの発熱量を至る所均一にするため、制約条件としては次のような2つの条件を満たす必要がある。

【0065】

(条件1)：各分割エリアの面積が同一になること。

(条件2)：コの字状の分割エリアの太さまたは幅(配線に対して直交する方向)が配線方向のどの位置においても同じになること。(これは、図8(b)に示すように、コの字状の分割エリアの水平部分の幅と垂直部分の幅がいずれもrectHeight[k]と同じ値になっていることに相当する。)

10

【0066】

条件1は、分割エリアごとの面積あたりの平均発熱量が等しいことを担保するための条件である。条件2は、コの字状の各分割エリア内で、その横方向部分と縦方向部分について、面積あたりの平均発熱量が等しいことを担保するための条件である。

【0067】

実際の解法は以下の手順で行う。

- まず、要発熱領域420をK個の分割エリアに分割する。
- それぞれの分割エリアで抵抗値が同一になるように電熱線の線幅を調整する。

【0068】

ステップaにおける分割エリアの分割方法は単純である。まず要発熱領域全体の面積をKの値で割って、外側から(すなわちK-1から)順番に、その商に合致した面積を有する、条件1, 2に合致するコの字状の分割エリアを確保するように分割していくべき。

20

【0069】

一例として、rectHeight[K-1]について説明する。まず一般にk番目の分割エリアの面積areaSquare[k]は、次のように表せる。

```
areaSquare[k] = areaWidth[k] * 2 * rectHeight[k] + areaHeight[k] * rectHeight[k] - 2 * rectHeight[k]^2
```

ここに、記号"*"は乗算の演算子を表し、"^"はべき乗の演算子を表す。

【0070】

また、areaWidth[K-1] = totalAreaWidth, areaHeight[K-1] = totalAreaHeightなので、次の関係が得られる。

30

$$\text{totalAreaWidth} * \text{totalAreaHeight}/K = \text{totalAreaWidth} * 2 * \text{rectHeight}[K-1] + \text{totalAreaHeight} * \text{rectHeight}[K-1] - 2 * \text{rectHeight}[K-1]^2$$

【0071】

rectHeight[K-1]について整理すると、次式が得られる。

$$2 * \text{rectHeight}[K-1]^2 - (\text{totalAreaWidth} * 2 + \text{totalAreaHeight}) * \text{rectHeight}[K-1] + \text{totalAreaWidth} * \text{totalAreaHeight}/K = 0$$

40

【0072】

この式はrectHeight[K-1]についての2次方程式なので、解の公式からrectHeight[K-1]が求まる。

【0073】

その後、順に、rectHeight[K-2], rectHeight[K-3], ...と求めていけば良い。

【0074】

次に、ステップbにおいて、それぞれの分割エリアで抵抗値が同一になるようにその電熱線の線幅を求める。

【0075】

その際、k番目の分割エリアの線幅をlineWidth[k]とすると、k番目の分割エリアの線の長さlineLength[k]は、次式で表せる。

$$\text{lineLength}[k] = \text{areaWidth}[k] * 2 + \text{areaHeight}[k] - 2 * \text{rectHeight}[k]$$

【0076】

50

一方、所望の抵抗値をtotalResistance、シート抵抗をsheetResistanceとすると、K本の電熱線を用いる場合、一本あたりの抵抗値はtotalResistance*Kにならなければならぬ。

【0077】

したがつて、

totalResistance * K = lineLength[k] / lineWidth[k] * sheetResistance
となり、

lineWidth[k] = lineLength[k] * sheetResistance / (totalResistance * K)
と求まる。

【0078】

図9は、図8で説明した面状発熱体400について、その絶縁性基材410上のK個の分割エリア421, 422, 423, 42K内にそれぞれK本の電熱線411, 412, 413, …, 41Kを配置した様子を示している。図中、破線441は分割エリアの境界を示した仮想線である。この図から、これらK本の電熱線は外側の分割エリアほど長く、かつ、線幅が太く設定されることが分かる。

10

【0079】

(変形例)

以上説明した実施形態はほぼ矩形状の絶縁性基材を用いた面状発熱体の例を示した。しかし、本発明の面状発熱体の絶縁性基材および要発熱領域の形状は矩形状に限るものではない。一般的な形状においても、「全体の要発熱領域を同面積のK個の分割エリアに分割する」および「線の形状変化および線幅変化で各分割エリア内の電熱線の抵抗値をほぼ等価にする」という手法で解決可能と考えられる。

20

【0080】

実際、本発明による面状発熱体の用途としては、家庭用や業務用の電気式暖房装置のための電気部品、例えば、暖房器具、保温弁当箱、電池の保温、融雪、結露防止、液体の保温のための電気部品、その他、各種電気機器に内蔵される温度調整用の電気部品、等として利用可能である。したがつて、個々の用途に応じて種々の絶縁性基材の形状が存在しうる。

【0081】

図10に便座の保温の用途に用いる面状発熱体の一例として、馬蹄形状の絶縁性基材を用いる面状発熱体の例を示す。図10(a)はこの変形例の面状発熱体500の概略構成を示した図であり、図10(b)はその要発熱領域520の分割の様子を示した図である。図中の破線523は分割エリア521と分割エリア522の境界を示す仮想線である。この境界は両分割エリアの面積はほぼ同一となるように設定される。

30

【0082】

図10(a)に示すように、面状発熱体500は、馬蹄形状の絶縁性基材510の基部(U字の底部)に隣接した1対の電極パッド530a, 530bを配置し、ほぼU字型の要発熱領域520の2つの分割エリア521, 522にそれぞれ、電熱線511および電熱線512を配置している。電熱線511の線長は電熱線512の線長より短い。これに對して、電熱線511の幅は電熱線512の幅より小さく設定されている。これにより、電熱線511の抵抗値が電熱線512の抵抗値と同じとなるようにしている。

40

【0083】

なお、第1の実施形態では分割エリアの形状およびサイズは自動的に定まるので、特に言及しなかつたが、第1の実施形態についてもそのすべての分割エリアの面積はほぼ等価と言える。

【0084】

電熱線として蛇行した電熱線を用いる場合と、ストレートな電熱線を用いる場合を説明したが、線長による調整と電熱線の線幅による調整の両方組み合わせることも可能である。その両極端な例として、線幅は一定で電熱線の形状変更による線長変化のみで調整したものが図2の構成、形状は直線的で線幅のみで調整したものが図9の構成、と考えられ

50

る。実際には図2の手法と図9の手法を組み合わせることも可能である。

【0085】

以上、本発明の好適な実施の形態について説明したが、上記で言及した以外にも種々の変形、変更を行うことが可能である。

【0086】

例えば、電熱線の蛇行の具体的な形状は矩形波を例として挙げたが、矩形波に限るものではない。正弦波などの利用も考えられる。K個の分割エリアの分割の様様も上記のものに限らない。各分割エリアの関係は互いに交差せず、かつ、上記の条件を満足する限り、その境界は任意の形状でありうる。

【0087】

絶縁性基材の形状は矩形状と馬蹄形状を例に挙げたが、さらに他の形状、例えば円形、橢円形、ドーナツ状等、その他、任意の変形形状であってもよい。

【0088】

絶縁性基材の材質としては、導電性インクによるパターン形成が可能な耐熱性のある任意の素材を利用することが可能である。

【符号の説明】

【0089】

11, 12, 13, 14 : 電熱線（導電パターン）

11a, 11b, 12a, 12b, 13a, 13b, 14a, 14b : 端部

100 : 面状発熱体

110 : 絶縁性基材

120 : 要発熱領域

121, 122, 123, 124 : 分割エリア（分割領域）

130a, 130b : 電極パッド（電極）

200 : 面状発熱体

210 : 絶縁性基材

230a, 230b : 電極パッド（電極）

300 : 面状発熱体

310 : 絶縁性基材

311, 312, 313, ..., 31K : 電熱線（導電パターン）

320 : 要発熱領域

321, 322, 323 : 分割エリア（分割領域）

400 : 面状発熱体

410 : 絶縁性基材

411, 412, 413 : 電熱線（導電パターン）

420 : 要発熱領域

421, 422, 423, 42K : 分割エリア（分割領域）

441 : 破線

500 : 面状発熱体

510 : 絶縁性基材

511, 512 : 電熱線（導電パターン）

520 : 要発熱領域

521, 522 : 分割エリア（分割領域）

523 : 破線

530a, 530b : 電極パッド（電極）

10

20

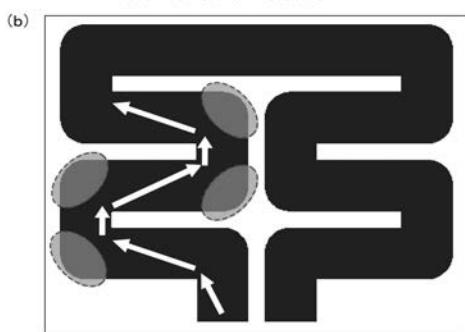
30

40

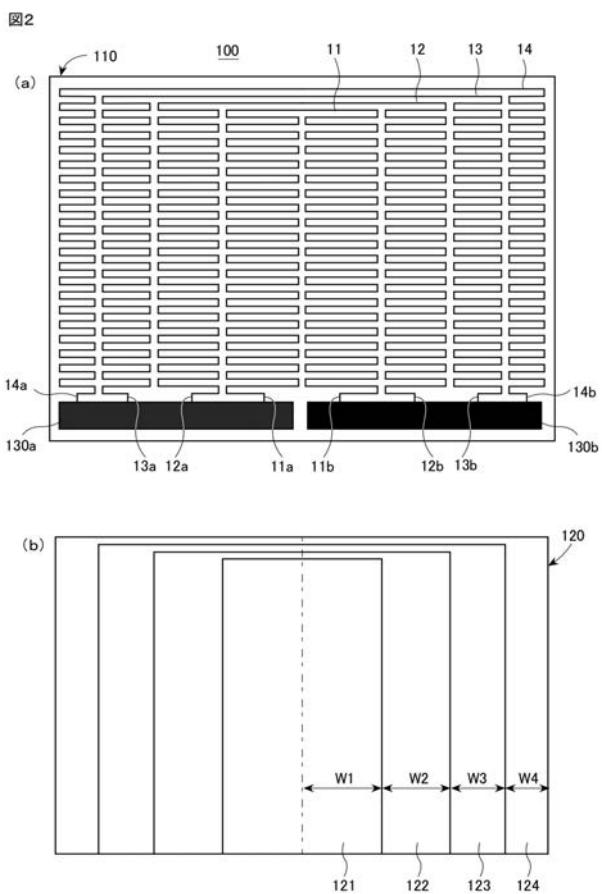
【図1】



→ 電流が最も流れ、熱くなる部分
 ● 電流が流れず、冷たくなる部分



【図2】



【図3】

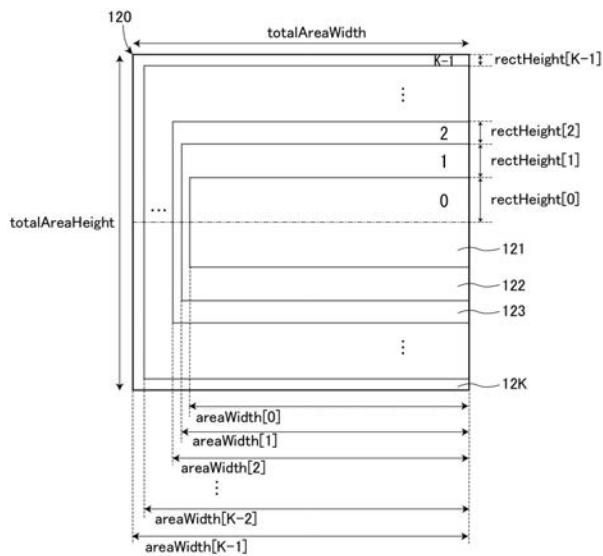


図3

【図4】

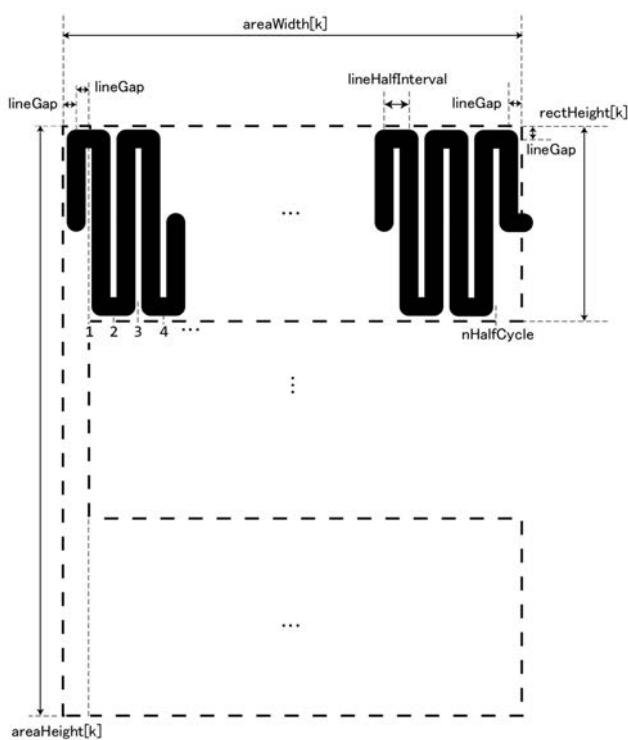
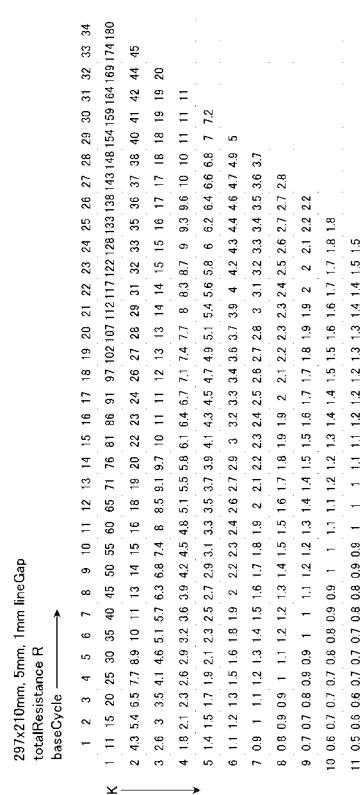


図4

【 四 5 】



【 四 6 】

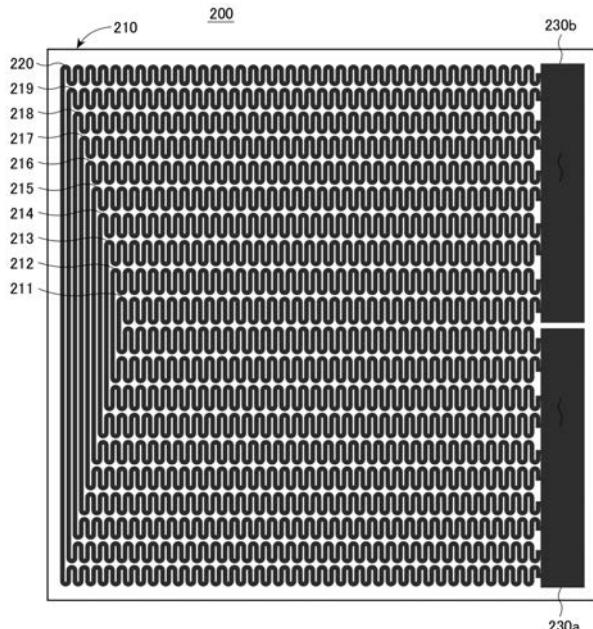
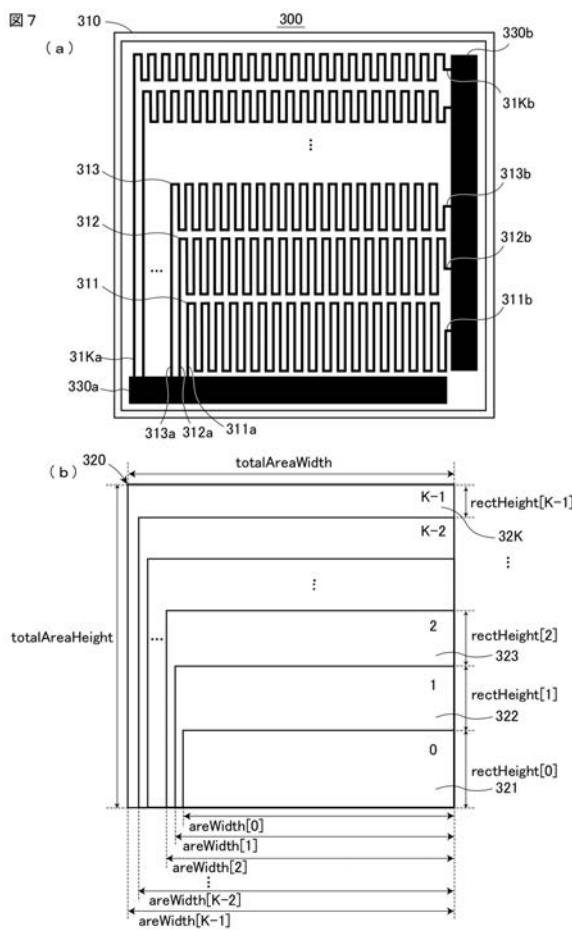
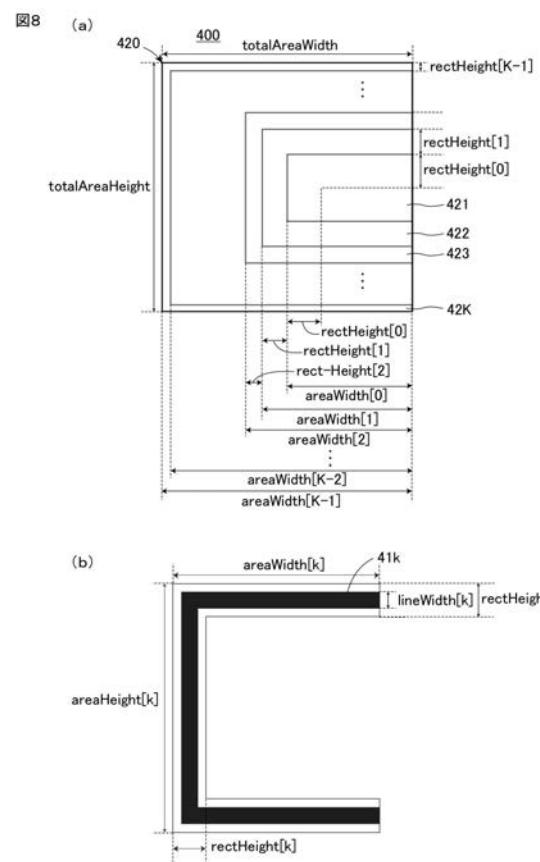


図 6

【 义 7 】



【 四 8 】



【図9】

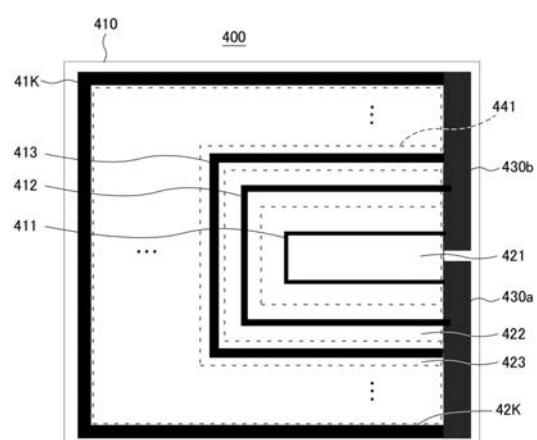


図9

【図10】

図10

