

(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2015-97371  
(P2015-97371A)

(43) 公開日 平成27年5月21日(2015.5.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 P 3/08 (2006.01)	HO 1 P 3/08	5 G 3 1 1
HO 1 B 11/00 (2006.01)	HO 1 B 11/00 A	5 J 0 1 4
HO 1 B 7/08 (2006.01)	HO 1 B 11/00 G	
	HO 1 B 7/08	

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2014-9443 (P2014-9443)	(71) 出願人	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(22) 出願日	平成26年1月22日 (2014. 1. 22)	(74) 代理人	100123434 弁理士 田澤 英昭
(31) 優先権主張番号	特願2013-210301 (P2013-210301)	(74) 代理人	100101133 弁理士 濱田 初音
(32) 優先日	平成25年10月7日 (2013. 10. 7)	(74) 代理人	100173934 弁理士 久米 輝代
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100156351 弁理士 河村 秀央
		(72) 発明者	桑原 崇 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

最終頁に続く

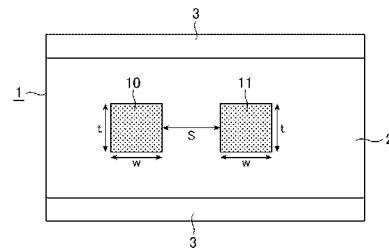
(54) 【発明の名称】 信号伝送路

(57) 【要約】

【課題】 信号線導体の直流抵抗値の増加を招くことなく、複数の信号線導体の間隔を広げずに、クロストークを改善することができる製造が容易な信号伝送路を得ることを目的とする。

【解決手段】 上下をグラウンド層3で挟まれている誘電体層2と、その誘電体層2内に配線されている信号線導体11、12とからなり、その信号線導体11、12の断面形状が正方形（断面中心に対して点对称な正多角形）であるように構成する。これにより、信号線導体11、12の直流抵抗値の増加を招くことなく、信号線導体11と信号線導体12の間隔を広げずに、クロストークを改善することができる。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

上下をグラウンド層で挟まれている誘電体層と、  
前記誘電体層内に配線されている複数の信号線導体とからなる信号伝送路において、  
前記複数の信号線導体の断面形状が、断面中心に対して点対称な正多角形であることを特徴とする信号伝送路。

**【請求項 2】**

前記複数の信号線導体のうち、隣り合っている信号線導体の 1 つの頂点同士が最近端となるように、前記複数の信号線導体が配置されていることを特徴とする請求項 1 記載の信号伝送路。

10

**【請求項 3】**

前記複数の信号線導体のうち、隣り合っている信号線導体の 1 つの辺同士が最近端となるように、前記複数の信号線導体が配置されていることを特徴とする請求項 1 記載の信号伝送路。

**【請求項 4】**

前記複数の信号線導体の断面形状が正方形であることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のうちのいずれか 1 項記載の信号伝送路。

**【請求項 5】**

前記複数の信号線導体の中で、隣り合っている一对の信号線導体のそれぞれが差動信号線を構成していることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のうちのいずれか 1 項記載の信号伝送路。

20

**【請求項 6】**

前記差動信号線を構成している一对の信号線導体の間に、前記誘電体層よりも誘電率が低い誘電体が挿入されていることを特徴とする請求項 5 記載の信号伝送路。

**【請求項 7】**

前記差動信号線を構成している一对の信号線導体の間に、空気層が挿入されていることを特徴とする請求項 5 記載の信号伝送路。

**【請求項 8】**

前記誘電体層よりも誘電率が低い誘電体によって、前記差動信号線を構成している一对の信号線導体が上下から挟み込まれていることを特徴とする請求項 5 から請求項 7 のうちのいずれか 1 項記載の信号伝送路。

30

**【請求項 9】**

前記差動信号線を構成している一对の信号線導体を上下から挟み込むように、前記誘電体層よりも誘電率が低い誘電体層が配置されていることを特徴とする請求項 5 から請求項 7 のうちのいずれか 1 項記載の信号伝送路。

**【請求項 10】**

前記複数の信号線導体のそれぞれがシングルエンドの信号線であることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のうちのいずれか 1 項記載の信号伝送路。

**【請求項 11】**

グラウンド層の上に配置されている誘電体層と、  
前記誘電体層の上に配線されている複数の信号線導体とからなる信号伝送路において、  
前記複数の信号線導体の断面形状が、断面中心に対して点対称な正多角形であることを特徴とする信号伝送路。

40

**【請求項 12】**

前記複数の信号線導体の断面形状が正方形であることを特徴とする請求項 11 記載の信号伝送路。

**【請求項 13】**

前記複数の信号線導体の中で、隣り合っている一对の信号線導体のそれぞれが差動信号線を構成していることを特徴とする請求項 11 または請求項 12 記載の信号伝送路。

**【請求項 14】**

50

前記複数の信号線導体のそれぞれがシングルエンドの信号線であることを特徴とする請求項 1 1 または請求項 1 2 記載の信号伝送路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、複数の信号線導体の間隔を狭くすることで配線の高密度化が図られている信号伝送路に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、高速のシリアル伝送路が複数本束ねられる多レーン化方式が登場しており、多レーン化方式によって信号伝送レートの向上が図られている。

しかし、高速のシリアル伝送路を束ねる場合、信号線間の信号漏洩（クロストーク）が発生してしまう問題がある。

クロストークを改善（低減）する対策として、複数の信号線の間隔を広げる方法は、簡単に効果的な方法であるが、近年の回路基板の小型化の要求に反する。

そこで、最近では、複数の信号線の間隔を広げることなく、クロストークを改善（低減）する方法が提案されている。

【0003】

例えば、以下の特許文献 1 には、基板平面と平行する方向の長さ（導体幅）が、基板厚さ方向の長さ（導体厚さ）よりも短くなるように、信号線導体の形状を設計することで、複数の信号線導体の間隔を広げることなく、クロストークを改善している信号伝送路が開示されている。

しかし、一般的な回路基板では、基板実装におけるエッチング処理などのし易さから、信号線導体の形状は、導体幅が導体厚さよりも長くなるように設計されるのが通例である。

【0004】

また、以下の特許文献 2 には、信号線導体の長さに応じて、信号線導体の断面積の大きさ（縦横の寸法）を変えている信号伝送路が開示されている。

信号線導体の断面積を小さくすれば、信号線導体の高密度化を図ることができるが、その信号線導体の特性インピーダンスが変化するだけでなく、その信号線導体の直流抵抗値が大きくなる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開平 5 - 22004 号公報（段落番号 [0007]、図 2）

【特許文献 2】特開平 5 - 299790 号公報（段落番号 [0013]、図 10）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従来信号伝送路は以上のように構成されているので、導体幅が導体厚さよりも短くなるように、信号線導体の形状を設計すれば、複数の信号線導体の間隔を広げることなく、クロストークを改善することができる。しかし、導体厚さが導体幅よりも長い場合、基板実装におけるエッチング処理などが難しく、高精度に信号伝送路を製造することが困難である課題があった。

また、信号線導体の断面積を小さくすることで、信号線導体の高密度化を図る場合、その信号線導体の直流抵抗値が大きくなるため、信号の減衰率が大きくなってしまいう課題があった。

【0007】

この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、信号線導体の直流抵抗値の増加を招くことなく、複数の信号線導体の間隔を広げずに、クロストークを改善する

10

20

30

40

50

ことができる製造が容易な信号伝送路を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この発明に係る信号伝送路は、上下をグラウンド層で挟まれている誘電体層と、その誘電体層内に配線されている複数の信号線導体とからなり、複数の信号線導体の断面形状が、断面中心に対して点対称な正多角形であるようにしたものである。

【発明の効果】

【0009】

この発明によれば、複数の信号線導体の断面形状が、断面中心に対して点対称な正多角形であるように構成したので、信号線導体の直流抵抗値の増加を招くことなく、複数の信号線導体の間隔を広げずに、クロストークを改善することができる製造が容易な信号伝送路が得られる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】この発明の実施の形態1による信号伝送路を示す基板断面図である。

【図2】基板断面における寸法縦横比と基板断面横方向の長さとの関係を示す電磁界解析例の説明図である。

【図3】断面形状が正六角形（正多角形）である信号線導体の例を示す断面図である。

【図4】隣り合っている正方形の信号線導体の1つの頂点同士が最近端となるように、前記複数の信号線導体が配置されている例を示す基板断面図である。

【図5】隣り合っている正六角形の信号線導体の1つの頂点同士が最近端となるように、前記複数の信号線導体が配置されている例を示す基板断面図である。

【図6】隣り合っている正六角形の信号線導体の1つの辺同士が最近端となるように、前記複数の信号線導体が配置されている例を示す基板断面図である。

【図7】この発明の実施の形態5による信号伝送路を示す基板断面図である。

【図8】この発明の実施の形態6による信号伝送路を示す基板断面図である。

【図9】この発明の実施の形態7による信号伝送路を示す基板断面図である。

【図10】この発明の実施の形態8による信号伝送路を示す基板断面図である。

【図11】この発明の実施の形態9による信号伝送路を示す基板断面図である。

【図12】この発明の実施の形態10による信号伝送路を示す基板断面図である。

【図13】この発明の実施の形態11による信号伝送路を示す基板断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

実施の形態1

図1はこの発明の実施の形態1による信号伝送路を示す基板断面図である。

図1において、基板1は、誘電体層2と、その誘電体層2を上下から挟んでいるグラウンド層3とから構成されている。

誘電体層2を構成している誘電体としては、例えば、ガラスエポキシ樹脂（FR4）などが使用される。

誘電体層2の中には、ストリップラインと呼ばれる複数の信号線導体10、11が配線されており、信号線導体10、11の断面形状は正方形である。

この実施の形態1では、信号線導体10、11の断面形状が正方形である例を説明するが、信号線導体10、11の断面形状は、断面中心に対して点対称な正多角形であればよく、断面形状が正方形であるものに限るものではない。

【0012】

図1では、2本の信号線導体10、11だけが誘電体層2内に配線されているが、実際には、2本以上の信号線導体が誘電体層2内に配線されている。

2本の信号線導体10、11は、一对の差動信号線を構成しており、複数の差動信号線が誘電体層2内に配線されている。

【0013】

10

20

30

40

50

次に動作について説明する。

2本の信号線導体10, 11からなる差動信号線の差動特性インピーダンス(Differential Mode Characteristic Impedance)は、通常 $Z_{diff}$ と表され、多くの測定器が $Z_0 = 50$ で整合されていることから、大抵は、 $Z_{diff} = 2 \times Z_0 = 100$ となるように、2本の信号線導体10, 11の寸法が設計されている。

また、差動特性インピーダンス $Z_{diff}$ の値が差動信号線の途中で変化してしまうと、その変化している部分で、信号の反射が起こって、受信波形が劣化する原因となるため、差動特性インピーダンス $Z_{diff}$ は、ドライバ(信号出力端)からレシーバ(信号受信端)までの間で、基本的に同じ値を目標として設計される。

10

#### 【0014】

この実施の形態1では、差動特性インピーダンス $Z_{diff}$ が100となるように各種の寸法が決められているものとする。

また、2本の信号線導体10, 11の抵抗値を同一に保つために、信号線導体10, 11の断面積を或る一定値に固定する条件の下、信号線導体10, 11の導体幅を $w$ 、導体厚さを $t$ とし、信号線導体10と信号線導体11間の距離(以下、「間隙」と称する)を $S$ とする。

#### 【0015】

ここで、信号線導体10, 11の断面積が一定であり、かつ、差動特性インピーダンス $Z_{diff}$ が100である条件の下で、信号線導体10, 11の形状が正方形形状である場合と横長形状である場合の実装密度を比較すると、正方形形状の場合、横長形状よりも導体幅 $w$ を縮小することができるため、2つの信号線導体10, 11が占める配線領域を縮小することができる。

20

2つの信号線導体10, 11の導体幅 $w$ と、2つの信号線導体10, 11の間隙 $S$ とが占める配線領域は、下記の式(1)のように表される。

$$\text{配線領域} = 2w + S \quad (1)$$

#### 【0016】

信号線導体10, 11の導体幅 $w$ の縮小による配線領域の改善効果が、断面形状を横長形状から正方形形状にすることに伴って増加する導体厚さ $t$ による信号線導体10, 11間の結合の増加効果よりも大きいことが、電磁界解析などで確認することができる。

30

図2は基板断面における寸法縦横比と基板断面横方向の長さとの関係を示す電磁界解析例の説明図である。

図2の例では、信号線導体10, 11の導体面積(導体厚さ $t \times$ 導体幅 $w$ )が一定である条件の下で、 $Z_{diff} = 100$ となるように信号線導体10, 11の間隙 $S$ を変えている。

図2の横軸は、寸法縦横比(導体厚さ $t$ を導体幅 $w$ で割った値)であり、縦軸は基板断面横方向の長さである。

#### 【0017】

図2では、2本のグラフ線を示しているが、図中、下側のグラフ線が2つの信号線導体10, 11の間隙 $S$ である。

40

また、図中、上側のグラフ線が2つの信号線導体10, 11が占める配線領域( $2w + S$ )である。

図2から分かるように、間隙 $S$ のグラフも、配線領域( $2w + S$ )のグラフも、横軸の値が $t/w = 1$ (信号線導体10, 11の導体厚さ $t$ と導体幅 $w$ が同じ寸法)である場合に最小値を取る。

$t/w = 1$ は、信号線導体10, 11の断面形状が正方形であることを表しており、断面形状が正方形であるときに、差動信号線を構成する信号線導体10, 11が占める配線領域( $2w + S$ )が最小値を取るため、最も信号線導体の高密度化に貢献することができる。

#### 【0018】

50

このことは、定性的には、以下のように解釈することができる。

正方形形状 ( $t/w = 1$ ) と横長形状 ( $t/w < 1$ ) の実装密度を比較すると、正方形形状では、導体幅  $w$  を縮小することができるため、間隙  $S$  を確保することができる。配線領域は、2つの信号線導体 10, 11 の導体幅  $w$  と間隙  $S$  の和 ( $2w + S$ ) であるため、この導体幅  $w$  の縮小による配線領域の改善効果は、断面形状を横長形状から正方形形状にすることに伴って増加する導体厚さ  $t$  による信号線導体 10, 11 間の結合の増加効果よりも大きいということになる。

また、正方形形状と縦長形状 ( $t/w > 1$ ) の実装密度を比較すると、縦長形状では、導体幅  $w$  を縮小することができる一方、導体厚さ  $t$  の増加で、信号線導体 10, 11 間の結合が急増してしまうため、やはり、クロストークの低減効果は、正方形形状の方が有利である。

10

#### 【0019】

このことから、差動信号線を構成する信号線導体 10, 11 が占める配線領域 ( $2w + S$ ) は、信号線導体 10, 11 の断面形状が正方形である場合に最小値を取るため、配線領域 ( $2w + S$ ) を一定にする条件下で、信号線導体 10, 11 の間隙  $S$  を変える場合、信号線導体 10, 11 の断面形状が正方形であるとき、横長形状 ( $t/w < 1$ ) や縦長形状 ( $t/w > 1$ ) であるときよりも、クロストーク量が小さくなる。

ただし、実装上の問題から、断面形状を正確な正方形形状にすることが困難な場合もあるが、一般的に、導体厚さ  $t$  と導体幅  $w$  の寸法差が  $\pm 10\%$  程度や、上底と下底の長さが導体厚さ  $t$  とほぼ同じ長さの台形であれば、断面形状が正方形である場合と同様の効果を期待することができる。

20

#### 【0020】

以上で明らかのように、この実施の形態 1 によれば、信号線導体 10, 11 の断面形状が正方形であるように構成したので、信号線導体 10, 11 の直流抵抗値の増加を招くことなく、信号線導体 10, 11 の間隔を広げずに、クロストークを改善することができる製造が容易な信号伝送路が得られる効果がある。

即ち、この実施の形態 1 によれば、信号線導体 10, 11 の導体厚さ  $t$  と導体幅  $w$  が等しく、従来例のように、導体厚さ  $t$  が導体幅  $w$  よりも長くないので、基板実装におけるエッチング処理などが容易であり、高精度に信号伝送路を製造することが可能である。

また、この実施の形態 1 によれば、信号線導体 10, 11 の導体厚さ  $t$  と導体幅  $w$  を等しくするものであって、信号線導体 10, 11 の断面積を小さくするものではないので、信号線導体 10, 11 の直流抵抗値が大きくなることはなく、信号の減衰率が大きくなることもない。

30

#### 【0021】

実施の形態 2 .

上記実施の形態 1 では、信号線導体 10, 11 の断面形状が正方形である例を示したが、この実施の形態 2 では、信号線導体 10, 11 の断面形状が正方形以外の正多角形であるものについて説明する。

図 3 は断面形状が正六角形 (正多角形) である信号線導体 10, 11 の例を示す断面図である。

40

#### 【0022】

上記実施の形態 1 では、信号線導体 10, 11 の断面形状が正方形であることで、信号線導体 10, 11 の直流抵抗値の増加を招くことなく、信号線導体 10, 11 の間隔を広げずに、クロストークを改善できる効果が得られることを説明したが、信号線導体 10, 11 の断面形状が、断面中心に対して点対称な正多角形であれば、図 3 のような正六角形や、正八角形、それ以上の正多角形でも同様の効果が得られる。

ただし、正四角形 (正方形) 以外の正多角形の場合、単純に導体幅  $w \times$  導体高さ  $t = S$  のように表すことができないが、信号線導体 10, 11 の断面積から正多角形の一辺の長さを求めることができるので、同様の傾向を確認することができる。

#### 【0023】

50

例えば、正  $n$  角形が  $n = 6$  である正六角形の場合、図 3 に示すように、正  $n$  角形の中心点を頂点とする二等辺三角形 ( $n$  個に等分して生成される二等辺三角形) 3 1 は、辺 A が底辺となり、二等辺三角形 3 1 の面積が  $w \cdot t / n$ 、二等辺三角形 3 1 の辺 A と対向する位置にある頂点 (正角形の中心点部分) の角度が  $360 / n$  度、二等辺三角形 3 1 の辺 A の両角が  $(180 - (360 / n)) / 2$  度になることが明らかであることから、正  $n$  角形の幅  $w$  と高さ  $t$  を計算で導出することができる。

【 0 0 2 4 】

例えば、正六角形の場合、頂点の角度が  $360 / 6 = 60$  度であり、辺 A の両角が  $(180 - (360 / 6)) / 2 = 60$  度となる。

また、正八角形の場合、頂点の角度が  $360 / 8 = 45$  度であり、辺 A の両角が  $(180 - (360 / 8)) / 2 = 67.5$  度となる。

なお、辺 A の長さ  $a$  を求める方法としては、例えば、下記に示すホームページで一般公開されている。

「<http://keisan.casio.jp/exec/system/1355982077>」

また、同ページには、長さ  $a$  を求める数式も記載されている。

以上より、信号線導体 1 0, 1 1 の断面形状を正多角形にすることにより、従来から一般的に用いられている横長の導体形状よりも、差動信号線間の間隙  $S$  を小さくすることができる。

【 0 0 2 5 】

実施の形態 3 .

上記実施の形態 1, 2 では、複数の信号線導体 1 0, 1 1 が誘電体層 2 の中に配線されているものを示したが、この実施の形態 3 では、差動特性インピーダンス値が一定の条件の下で、信号線導体 1 0 と信号線導体 1 1 の 1 つの頂点同士が最近端箇所になるように、正方形 (正多角形) の中心点を中心にして回転させるようにしている。即ち、隣り合っている正方形 (正多角形) の 1 つの頂点同士が最近端となるように、信号線導体 1 0, 1 1 を配置している。

図 4 は  $n = 4$  の正多角形である正方形を  $45$  度 ( $= (360 \text{ 度} / n) / 2$ ) 回転させて、菱形の信号線導体 1 0, 1 1 を配置している例を示している。

このように、信号線導体 1 0 と信号線導体 1 1 の 1 つの頂点同士が最近端箇所になるように配置することで、断面形状が円の形状よりも、信号線導体 1 0 と信号線導体 1 1 の間隙  $S$  を小さくすることができる。

【 0 0 2 6 】

ここでは、断面形状が正方形の信号線導体 1 0, 1 1 の配置について示したが、差動特性インピーダンス値が一定の条件の下で、正六角形の信号線導体 1 0, 1 1 を配置する場合、図 5 のようになる。

図 5 では、隣り合っている正六角形の 1 つの頂点同士が最近端となるように、信号線導体 1 0, 1 1 を配置している。

この場合も、断面形状が円の形状よりも、信号線導体 1 0 と信号線導体 1 1 の間隙  $S$  を小さくすることができる。

【 0 0 2 7 】

実施の形態 4 .

上記実施の形態 1, 2 では、複数の信号線導体 1 0, 1 1 が誘電体層 2 の中に配線されているものを示したが、この実施の形態 4 では、差動特性インピーダンス値が一定の条件の下で、信号線導体 1 0 と信号線導体 1 1 の 1 つの辺同士が最近端箇所になるように、正六角形 (正多角形) の中心点を中心にして回転させるようにしている。即ち、隣り合っている正六角形 (正多角形) の 1 つの頂点同士が最近端となるように、信号線導体 1 0, 1 1 を配置している。

図 6 は  $n = 6$  の正多角形である正六角形を  $30$  度 ( $= (360 \text{ 度} / n) / 2$ ) 回転させている例を示している。

【 0 0 2 8 】

10

20

30

40

50

このように、信号線導体 10 と信号線導体 11 の 1 つの辺同士が最近端箇所になるように配置することで、断面形状が円の形状の場合よりも、信号線導体 10 と信号線導体 11 の間隙  $S$  が若干増えるが、導体幅  $w$  が円の直径よりも小さくなるため、差動信号線を構成する信号線導体 10, 11 が占める配線領域 ( $2w + S$ ) を小さくすることができる。

本効果については、正方形を除く、正多角形の辺の数  $n$  が 6 以上のときに、断面形状が円の形状の場合よりも、信号線導体 10, 11 が占める配線領域 ( $2w + S$ ) を縮小できることを確認している。

#### 【0029】

実施の形態 5 .

図 7 はこの発明の実施の形態 5 による信号伝送路を示す基板断面図であり、図において、図 1 と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

この実施の形態 5 では、差動信号線を構成している信号線導体 10 と信号線導体 11 の間隙に、誘電体層 2 よりも誘電率が低い誘電体 21 が挿入されている。

#### 【0030】

差動信号線を構成している信号線導体 10 と信号線導体 11 の間隙に、誘電体層 2 よりも誘電率が低い誘電体 21 が挿入された場合、差動信号線の差動特性インピーダンス  $Z_{diff}$  が一定である ( $Z_{diff} = 100$ ) 条件の下では、信号線導体 10 と信号線導体 11 の結合が弱くなるため、2 つの信号線導体 10, 11 の間隙  $S$  を小さくすることができる。

したがって、上記実施の形態 1 よりも、信号線導体の高密度化を図ることができる効果を奏する。

図 7 では、信号線導体 10, 11 の断面形状が正方形である例を示しているが、断面中心に対して点対称な正多角形であれば、断面形状が正方形であるものに限るものではない。

#### 【0031】

実施の形態 6 .

図 8 はこの発明の実施の形態 6 による信号伝送路を示す基板断面図であり、図において、図 1 と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

この実施の形態 6 では、差動信号線を構成している信号線導体 10 と信号線導体 11 の間隙に、空気層 22 が挿入されている。

#### 【0032】

空気層 22 の誘電率は 1.0 であり、誘電体層 2 よりも誘電率が低いため、差動信号線を構成している信号線導体 10 と信号線導体 11 の間隙に誘電体 21 が挿入された場合と同様に、差動信号線の差動特性インピーダンス  $Z_{diff}$  が一定である ( $Z_{diff} = 100$ ) 条件の下では、信号線導体 10 と信号線導体 11 の結合が弱くなるため、2 つの信号線導体 10, 11 の間隙  $S$  を小さくすることができる。

したがって、上記実施の形態 1 よりも、信号線導体の高密度化を図ることができる効果を奏する。

図 8 では、信号線導体 10, 11 の断面形状が正方形である例を示しているが、断面中心に対して点対称な正多角形であれば、断面形状が正方形であるものに限るものではない。

#### 【0033】

実施の形態 7 .

図 9 はこの発明の実施の形態 7 による信号伝送路を示す基板断面図であり、図において、図 1 と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

この実施の形態 7 では、誘電体層 2 よりも誘電率が低い誘電体 23 によって、差動信号線を構成している信号線導体 10, 11 が上下から挟み込まれている。

#### 【0034】

誘電体層 2 よりも誘電率が低い誘電体 23 によって、差動信号線を構成している信号線導体 10, 11 を上下から挟み込んでいる場合、差動信号線の差動特性インピーダンス  $Z$



$d i f f$  が一定である ( $Z d i f f = 1 0 0$ ) 条件の下では、信号線導体 1 0 と信号線導体 1 1 の結合が弱くなるため、2 つの信号線導体 1 0 , 1 1 の間隙  $S$  を小さくすることができる。

したがって、上記実施の形態 1 よりも、信号線導体の高密度化を図ることができる効果を奏する。

図 9 では、信号線導体 1 0 , 1 1 の断面形状が正方形である例を示しているが、断面中心に対して点対称な正多角形であれば、断面形状が正方形であるものに限るものではない。

#### 【 0 0 3 5 】

実施の形態 8 .

図 1 0 はこの発明の実施の形態 8 による信号伝送路を示す基板断面図であり、図において、図 1 と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

この実施の形態 8 では、差動信号線を構成している信号線導体 1 0 , 1 1 を上下から挟み込むように、誘電体層 2 よりも誘電率が低い誘電体層 2 4 が配置されている。

#### 【 0 0 3 6 】

差動信号線を構成している信号線導体 1 0 , 1 1 を上下から挟み込むように、誘電体層 2 よりも誘電率が低い誘電体層 2 4 が配置された場合、差動信号線の差動特性インピーダンス  $Z d i f f$  が一定である ( $Z d i f f = 1 0 0$ ) 条件の下では、信号線導体 1 0 と信号線導体 1 1 の結合が弱くなるため、2 つの信号線導体 1 0 , 1 1 の間隙  $S$  を小さくすることができる。

したがって、上記実施の形態 1 よりも、信号線導体の高密度化を図ることができる効果を奏する。

図 1 0 では、信号線導体 1 0 , 1 1 の断面形状が正方形である例を示しているが、断面中心に対して点対称な正多角形であれば、断面形状が正方形であるものに限るものではない。

#### 【 0 0 3 7 】

実施の形態 9 .

図 1 1 はこの発明の実施の形態 9 による信号伝送路を示す基板断面図であり、図において、図 1 と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

誘電体層 2 の中には、シングルエンドの信号線である信号線導体 1 2 が配線されており、信号線導体 1 2 の断面形状は正方形である。

図 1 1 では、1 本の信号線導体 1 2 だけが誘電体層 2 内に配線されているが、実際には、2 本以上の信号線導体が誘電体層 2 内に配線されている。

#### 【 0 0 3 8 】

信号線導体 1 2 がシングルエンドの信号線である場合も、信号線導体 1 2 の断面形状が正方形であれば、差動信号線を構成している場合と同様に、図示せぬ隣の信号線導体とのクロストークを低減することができる。

このため、上記実施の形態 1 と同様に、信号線導体 1 2 の直流抵抗値の増加を招くことなく、信号線導体 1 2 と図示せぬ隣の信号線導体の間隔を広げずに、クロストークを改善することができる製造が容易な信号伝送路が得られる効果がある。

図 1 1 では、信号線導体 1 2 の断面形状が正方形である例を示しているが、断面中心に対して点対称な正多角形であれば、断面形状が正方形であるものに限るものではない。

#### 【 0 0 3 9 】

実施の形態 1 0 .

図 1 2 はこの発明の実施の形態 1 0 による信号伝送路を示す基板断面図であり、図において、図 1 と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

上記実施の形態 1 では、差動信号線を構成している信号線導体 1 0 , 1 1 が誘電体層 2 内に配線されているものを示したが、信号線導体 1 0 , 1 1 が誘電体層 2 の上に配線されて、信号線導体 1 0 , 1 1 が差動マイクロストリップラインを構成するようにしてもよい。

10

20

30

40

50

この場合も、信号線導体 10, 11 の断面形状を正方形とすることで、上記実施の形態 1 と同様に、信号線導体 10, 11 の直流抵抗値の増加を招くことなく、信号線導体 10, 11 の間隔を広げずに、クロストークを改善することができる製造が容易な信号伝送路が得られる効果を奏する。

図 12 では、信号線導体 10, 11 の断面形状が正方形である例を示しているが、断面中心に対して点対称な正多角形であれば、断面形状が正方形であるものに限るものではない。

【0040】

実施の形態 11 .

図 13 はこの発明の実施の形態 11 による信号伝送路を示す基板断面図であり、図において、図 11 と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

10

上記実施の形態 9 では、シングルエンドの信号線である信号線導体 12 が誘電体層 2 内に配線されているものを示したが、信号線導体 12 が誘電体層 2 の上に配線されて、信号線導体 12 がマイクロストリップラインを構成するようにしてもよい。

この場合も、信号線導体 12 の断面形状を正方形とすることで、上記実施の形態 9 と同様に、信号線導体 12 の直流抵抗値の増加を招くことなく、信号線導体 12 と図示せぬ隣の信号線導体の間隔を広げずに、クロストークを改善することができる製造が容易な信号伝送路が得られる効果を奏する。

図 13 では、信号線導体 12 の断面形状が正方形である例を示しているが、断面中心に対して点対称な正多角形であれば、断面形状が正方形であるものに限るものではない。

20

【0041】

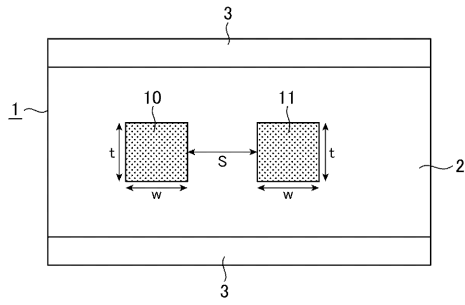
なお、本願発明はその発明の範囲内において、各実施の形態の自由な組み合わせ、あるいは各実施の形態の任意の構成要素の変形、もしくは各実施の形態において任意の構成要素の省略が可能である。

【符号の説明】

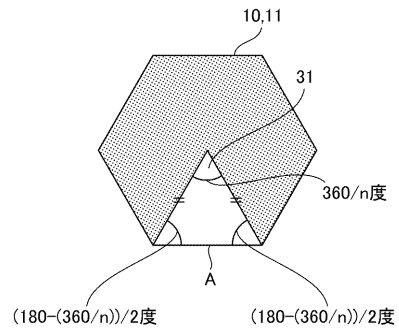
【0042】

1 基板、2 誘電体層、3 グラウンド層、10, 11, 12 信号線導体、21 誘電体、22 空気層、23 誘電体、24 誘電体層、31 二等辺三角形。

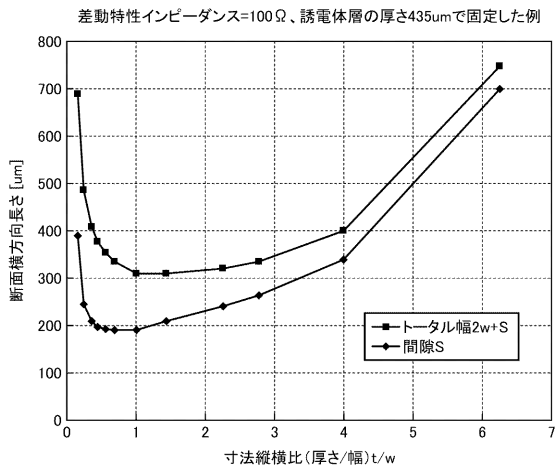
【 図 1 】



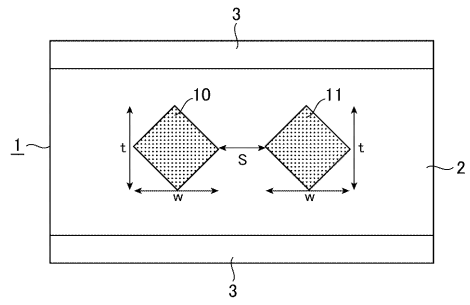
【 図 3 】



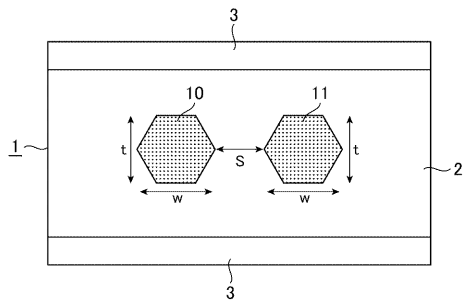
【 図 2 】



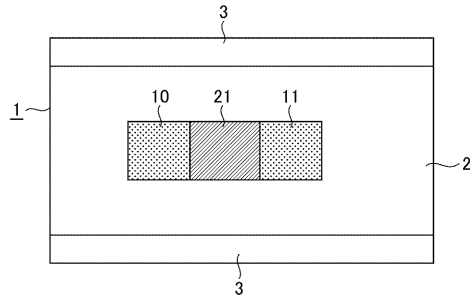
【 図 4 】



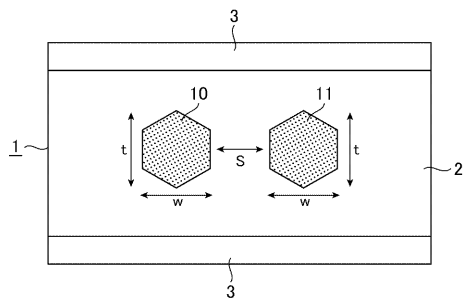
【 図 5 】



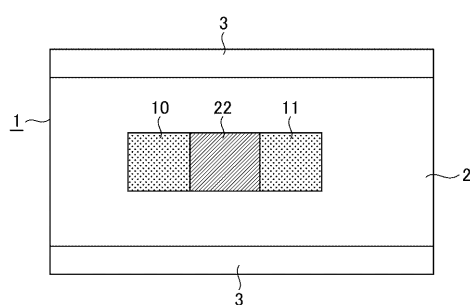
【 図 7 】



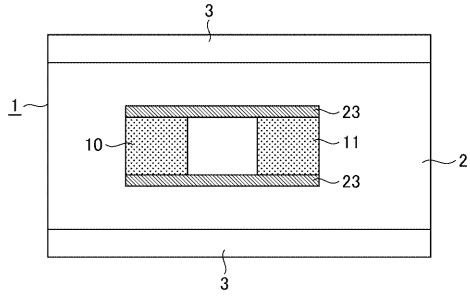
【 図 6 】



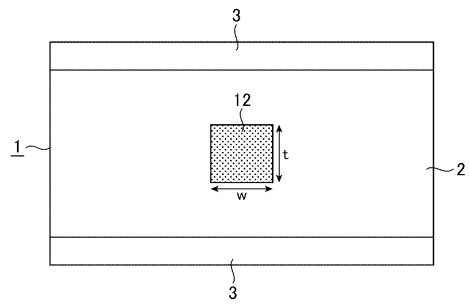
【 図 8 】



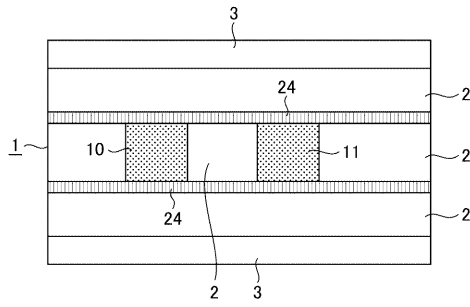
【図 9】



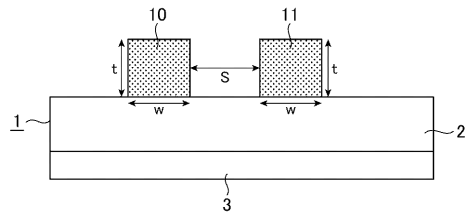
【図 11】



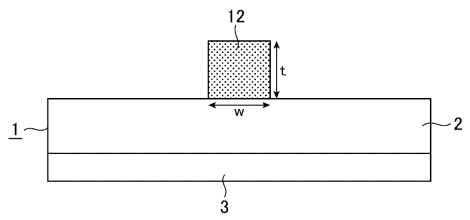
【図 10】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

(72)発明者 明星 慶洋

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

Fターム(参考) 5G311 CA01 CB01 CD03 CE04

5J014 CA54