

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3646532号
(P3646532)

(45) 発行日 平成17年5月11日(2005.5.11)

(24) 登録日 平成17年2月18日(2005.2.18)

(51) Int. Cl.⁷

F I

H O 1 P 1/36

H O 1 P 1/36

A

H O 1 P 1/383

H O 1 P 1/383

A

請求項の数 14 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願平10-261602	(73) 特許権者	000006231
(22) 出願日	平成10年9月16日(1998.9.16)		株式会社村田製作所
(65) 公開番号	特開平11-186814		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(43) 公開日	平成11年7月9日(1999.7.9)	(74) 代理人	100087619
審査請求日	平成15年2月3日(2003.2.3)		弁理士 下市 努
(31) 優先権主張番号	特願平9-278836	(72) 発明者	牧野 敏弘
(32) 優先日	平成9年10月13日(1997.10.13)		京都府長岡京市天神2丁目26番10号
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		株式会社村田製作所内
		(72) 発明者	増田 昭人
			京都府長岡京市天神2丁目26番10号
			株式会社村田製作所内
		(72) 発明者	川浪 崇
			京都府長岡京市天神2丁目26番10号
			株式会社村田製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非可逆回路素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

信号の伝送方向には減衰が小さく、逆方向へは減衰が大きい特性を有し、信号の入出力ポートに整合用コンデンサを配置した非可逆回路素子において、上記整合用コンデンサを、誘電体基板の両主面全面に該基板を挟んで対向するように容量電極を形成してなる単板型コンデンサにより構成し、該単板型コンデンサの容量電極が接続される被接続電極のうちコールド・エンド側の外周縁の少なくとも一部が上記容量電極の外周縁より内側に位置するように形成されていることを特徴とする非可逆回路素子。

【請求項2】

請求項1において、上記単板型コンデンサの容量電極が接続される被接続電極のうちホット・エンド側の外周縁の少なくとも一部が上記容量電極の外周縁より内側に位置するように形成されていることを特徴とする非可逆回路素子。

【請求項3】

請求項1又は2において、上記被接続電極の外周縁がこれの全周にわたって容量電極の外周縁の内側に位置していることを特徴とする非可逆回路素子。

【請求項4】

請求項1又は2において、上記容量電極及び被接続電極が長方形からなり、該被接続電極の長辺縁が上記容量電極の長辺縁より内側に位置していることを特徴とする非可逆回路素子。

【請求項5】

請求項 4 において、上記被接続電極の長辺縁の一部が容量電極の長辺縁まで延長形成されていることを特徴とする非可逆回路素子。

【請求項 6】

請求項 1 又は 2 において、上記被接続電極の外側の非接続部が絶縁材料からなる非接合膜により覆われていることを特徴とする非可逆回路素子。

【請求項 7】

請求項 6 において、上記非接合膜が樹脂により被覆されたものであることを特徴とする非可逆回路素子。

【請求項 8】

請求項 7 において、上記非接合膜が樹脂を印刷することにより形成されたものであることを特徴とする非可逆回路素子。 10

【請求項 9】

請求項 6 において、上記被接続電極が下地として被覆された非接合膜の上面に形成されたものであることを特徴とする非可逆回路素子。

【請求項 10】

請求項 1 又は 2 において、上記被接続電極の外側の非接続部が容量電極の外周縁から遠ざかるように段落ち形成されていることを特徴とする非可逆回路素子。

【請求項 11】

請求項 1 ないし 10 の何れかにおいて、上記単板型コンデンサが、誘電体母基板の両主面に該母基板を挟んで対向するように電極をパターン形成し、該母基板を所定寸法に切断して製造されたものであることを特徴とする非可逆回路素子。 20

【請求項 12】

請求項 1 ないし 11 の何れかにおいて、上記単板型コンデンサと、上記被接続電極が形成されたアース部材とが互いに接合された状態で一体に組み込まれていることを特徴とする非可逆回路素子。

【請求項 13】

請求項 1 ないし 12 の何れかにおいて、上記単板型コンデンサの誘電体基板の厚さが 0 . 5 mm 以下であることを特徴とする非可逆回路素子。

【請求項 14】

請求項 1 ないし 13 の何れかにおいて、上記単板型コンデンサの容量電極の厚さが 0 . 0 5 mm 以下であることを特徴とする非可逆回路素子。 30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、マイクロ波帯で用いられるアイソレータ、サーキュレータ等の非可逆回路素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

一般に、携帯電話等の移動通信機器に採用される集中定数型アイソレータは、送信信号を伝送方向にのみ通過させ、逆方向への伝送を阻止する機能を有している。また、最近の移動通信機器では、その用途からして小型、軽量化とともに、低コスト化に対する要求が強くなっており、これに伴ってアイソレータにおいても同様に小型、軽量化及び低コスト化が要請されている。 40

【0003】

このような集中定数型アイソレータとして、従来、図 20 に示すように、上、下ヨーク 50、51 内にそれぞれ上から順に永久磁石 52、中心電極体 53、及び整合回路基板 54、アース板 55 を配置した構造のものがある。この中心電極体 53 は円板のフェライト 56 に 3 本の中心電極 57・・・を電氣的絶縁状態で互いに交差させて配置して構成されている。

【0004】

また上記整合回路基板 5 4 は、矩形薄板状の誘電体基板 5 4 a の中央部に上記中心電極体 5 3 が挿通配置される丸孔 5 4 b を形成し、該誘電体基板 5 4 a の丸孔 5 4 b の周縁に上記各中心電極 5 6 の入出力ポート P 1 ~ P 3 が接続されるコンデンサ電極 5 8 ・ ・ を形成した構造のものである。なお、このポート P 3 には終端抵抗膜 5 9 が接続されている。

【 0 0 0 5 】

しかしながら、上記従来の整合回路基板 5 4 では、薄板の誘電体基板 5 4 a に丸孔 5 4 b を形成したり、各コンデンサ電極 5 8 をパターン形成したりする必要があることから、製造時の加工や組付け時の扱いに手間がかかり、コストが上昇するという問題がある。

【 0 0 0 6 】

また従来の整合回路基板 5 4 では、コンデンサ電極 5 8 以外の部分が無駄な面積増大、及び重量増大をもたらし、上述の小型化、軽量化に応えられないという問題がある。ちなみに、近年のアイソレータでは、ミリグラム単位での重量軽減が要請されている。

【 0 0 0 7 】

このような整合回路基板に替わる整合用コンデンサとして、誘電体基板の両面全面に該基板を挟んで対向する容量電極を形成した単板型コンデンサを採用する場合がある。

【 0 0 0 8 】

この単板型コンデンサは、大きな平板からなる母基板の両主面に電極を形成し、該母基板を所定寸法にカット加工するだけで製造でき、大量生産が可能である。このため従来の誘電体基板に丸孔や複数のコンデンサ電極を形成する場合に比べて加工及び扱いが容易であり、コストを低減できる。また基板全面に電極を形成するので、無駄な面積増大、重量増大をなくすことができ、それだけ小型化、軽量化を図ることができる。

【 0 0 0 9 】

図 1 6 ~ 図 1 8 は、上記単板型コンデンサを採用したアイソレータの一例を示し、図中、図 2 0 と同一符号は同一又は相当部分を示す。これは樹脂製アース部材 6 0 の底壁 6 0 a に中心電極体 5 3 が挿通配置される丸孔 6 1 を形成し、該丸孔 6 1 の周縁に中心電極体 5 3 を囲むように各単板型コンデンサ C 1 ~ C 3 を配置するとともに、単板型抵抗体 R を配置して構成されている。

【 0 0 1 0 】

また各単板型コンデンサ C 1 ~ C 3 のコールド・エンド側（下面）の容量電極 6 2 にはアース部材 6 0 に形成されたアース電極 6 3 が形成されており、ホット・エンド側（上面）の容量電極 6 2 には各中心電極 5 7 の入出力ポート P 1 ~ P 3 が接続されている。

【 0 0 1 1 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記単板型コンデンサ C 1 ~ C 3 は、図 1 9 (a) , 図 1 9 (b) に示すように、容量電極 6 2 が誘電体基板 6 4 の端縁 6 4 a まで位置することから、この端縁 6 4 a 部分の容量電極 6 2 には応力が集中し易く、母基板の切断時に微小なひびが発生し易く、誘電体基板 6 4 から剥離する場合がある。

【 0 0 1 2 】

また、図 1 9 (c) に示すように、上記容量電極 6 2 全面をアース電極 6 3 に半田付け接続する場合、誘電体基板 6 4 とアース電極 6 3 との線膨張係数の差による熱応力が起因となって、容量電極 6 2 が剥離し易くなる。

【 0 0 1 3 】

特にアイソレータに採用する場合、送信時には I . L . や反射電力の終端抵抗での消費に伴う発熱があり、他方の受信時には再び冷えるなどの熱サイクルにかけられることから、電極剥がれの問題が発生し易くなる。

【 0 0 1 4 】

本発明は、上記実情に鑑みてなされたもので、電極剥離の問題を回避できる非可逆回路素子を提供することを目的としている。

【 0 0 1 5 】

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

請求項 1 の発明は、信号の伝送方向には減衰が小さく、逆方向へは減衰が大きい特性を有し、信号の入出力ポートに整合用コンデンサを配置した非可逆回路素子において、上記整合用コンデンサを、誘電体基板の両主面全面に該基板を挟んで対向するように容量電極を形成してなる単板型コンデンサにより構成し、該単板型コンデンサの容量電極が接続される被接続電極のうちコールド・エンド側の外周縁の少なくとも一部が上記容量電極の外周縁より内側に位置するように形成されていることを特徴としている。

【 0 0 1 6 】

請求項 2 の発明は、請求項 1 において、被接続電極のうちホット・エンド側の外周縁の少なくとも一部が上記容量電極の外周縁より内側に位置するように形成されていることを特徴としている。

10

【 0 0 1 7 】

請求項 3 の発明は、請求項 1 又は 2 において、上記被接続電極の外周縁がこれの全周にわたって容量電極の外周縁の内側に位置していることを特徴としている。

【 0 0 1 8 】

請求項 4 の発明は、請求項 1 又は 2 において、上記容量電極及び被接続電極が長方形からなり、該被接続電極の長辺縁が上記容量電極の長辺縁より内側に位置していることを特徴としている。

【 0 0 1 9 】

請求項 5 の発明は、請求項 4 において、上記被接続電極の長辺縁の一部が容量電極の長辺縁まで延長形成されていることを特徴としている。

20

【 0 0 2 0 】

請求項 6 の発明は、請求項 1 又は 2 において、上記被接続電極の外側の非接続部が絶縁材料からなる非接合膜により覆われていることを特徴としている。

【 0 0 2 1 】

請求項 7 の発明は、請求項 6 において、上記非接合膜が樹脂により被覆されたものであることを特徴としている。

【 0 0 2 2 】

請求項 8 の発明は、請求項 7 において、上記非接合膜が樹脂を印刷することにより形成されたものであることを特徴としている。

【 0 0 2 3 】

30

請求項 9 の発明は、請求項 6 において、上記被接続電極が下地として被覆された非接合膜の上面に形成されたものであることを特徴としている。

【 0 0 2 4 】

請求項 10 の発明は、請求項 1 又は 2 において、上記被接続電極の外側の非接続部が容量電極の外周縁から遠ざかるように段落ち形成されていることを特徴としている。

【 0 0 2 8 】

請求項 1 1 の発明は、請求項 1 ないし 1 0 の何れかにおいて、上記単板型コンデンサが、誘電体母基板の両主面に該母基板を挟んで対向するように電極をパターン形成し、該母基板を所定寸法に切断して製造されたものであることを特徴としている。

【 0 0 2 9 】

40

請求項 1 2 の発明は、請求項 1 ないし 1 1 の何れかにおいて、上記単板型コンデンサと、上記被接続電極が形成されたアース部材とが互いに接合された状態で一体に組み込まれていることを特徴としている。

【 0 0 3 0 】

請求項 1 3 の発明は、請求項 1 ないし 1 2 の何れかにおいて、上記単板型コンデンサの誘電体基板の厚さが 0 . 5 mm 以下であることを特徴としている。

【 0 0 3 1 】

請求項 1 4 の発明は、請求項 1 ないし 1 3 の何れかにおいて、上記単板型コンデンサの容量電極の厚さが 0 . 0 5 mm 以下であることを特徴としている。

【 0 0 3 2 】

50

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を添付図面に基づいて説明する。図1ないし図5は、請求項1、2、3、11、12の発明の一実施形態による集中定数型アイソレータを説明するための図であり、図1は集中定数型アイソレータの分解斜視図、図2(a)～図2(c)はそれぞれアース部材の平面図、底面図、電極パターンの透視図、図3、図4は単板型コンデンサの接続状態を示す断面図、平面図、図5は単板型コンデンサの製造方法を示す図である。

【0033】

本実施形態の集中定数型アイソレータ1は、左、右側壁2a、2aと底壁2bとを有する磁性体金属製下ヨーク2に樹脂製アース部材3を配置するとともに、該アース部材3に中心電極組立体4を配置し、上記下ヨーク2に同じく磁性体金属からなる箱状の上ヨーク5を装着して磁気閉回路を形成して構成されている。また上記上ヨーク5の内面には円板状の永久磁石6が貼着されており、該永久磁石6により上記中心電極組立体4に直流磁界を印加するようになっている。

10

【0034】

上記アイソレータ1の外形は平面寸法が7.5×7.5mm以下で、高さが2.5mm以下の直方体のものであり、不図示の回路基板のライン上に表面実装される。

【0035】

上記中心電極組立体4は、円板状のフェライト12の上面に3本の中心電極13～15を電氣的絶縁状態で120度角度ごとに交互に交差させて配置し、該各中心電極13～15の一端側の入出力ポートP1～P3を外方に突出するとともに、他端側の各中心電極13～15共通のシールド部16を上記フェライト12の下面に当接した構造のものであり、このシールド部16は下ヨーク2の底壁2bに接続されている。

20

【0036】

上記アース部材3は矩形枠状の側壁3aに底壁3bを一体形成した構造のもので、該底壁3bの中央部には上記中心電極組立体4が挿入配置される丸孔7が形成されている。この底壁3bの丸孔7の周縁にはそれぞれコンデンサ位置決め凹部3cが凹設されており、該各凹部3cの底面にはそれぞれアース電極8が形成されている。この各アース電極8は左、右側壁3aの外面に形成されたアース端子9、9に接続されている。

【0037】

また上記底壁3bの左、右上端部にはそれぞれ入出力ポート電極10、10が形成されており、該各ポート電極10は左、右側壁3aの外面に形成された入出力端子11、11に接続されている。この各アース端子9、入出力端子11が不図示の回路基板のライン上に表面実装される。

30

【0038】

上記各位置決め凹部3c内には単板型の整合用コンデンサC1～C3が収納配置されている。また上記下縁部の位置決め凹部3c内には単板型コンデンサC3と並列に終端抵抗Rが配置されており、該終端抵抗Rはアース端子9に接続されている。

【0039】

この各単板型コンデンサC1～C3は、図3に示すように、長方形からなる薄板状誘電体基板17の両主面全面に該基板17を挟んで対向するように容量電極18、18を形成した構造のものである。また上記単板型コンデンサC1～C3は、図5に示すように、大きな平板からなる母基板19の両表面に印刷、メッキ、圧着、蒸着等の方法により銀製厚膜の電極20をパターン形成し、該母基板19を所定寸法に切断することにより製造されたものである。

40

【0040】

そして上記各アース電極8はこれの外周縁8a全周にわたって上記容量電極18の外周縁18の内側に位置するように該容量電極18より小さく形成されており、これによりアース電極8の外周部は容量電極18が接続されない非接続部21となっている。この各アース電極8に各単板型コンデンサC1～C3のコールド・エンド側の容量電極18が半田付

50

け接続されている。

【0041】

上記各中心電極13～15の入出力ポートP1～P3はそれぞれ単板型コンデンサC1～C3の容量電極18の外周縁18aの内側に位置するように形成されており、各入出力ポートP1～P3はホット・エンド側の容量電極18に半田付け接続されている。この各入出力ポートP1～P3のうち2つのポートP1，P2の先端部は上記入出力ポート電極10に接続されており、残りのポートP3の先端部は終端抵抗Rに接続されている。

【0042】

次に本実施形態の作用効果について説明する。

本実施形態の集中定数型アイソレータ1によれば、各単板型コンデンサC1～C3の容量電極18が接続されるアース電極8の外周縁8a，及び入出力ポートP1～P3を容量電極18の外周縁18aより内側に位置するように小さく形成したので、応力集中や製造時にひび割れが生じ易い容量電極18の端縁部における電極剥離を防止でき、品質に対する信頼性を向上できる。

10

【0043】

また各単板型コンデンサC1～C3の誘電体基板17とアース電極8，中心電極13～15との線膨張率の差による熱応力が生じて容量電極18の端縁部は接続されないで、電極剥離が生じることはない。これによりアイソレータ1の送信時，受信時に繰り返しの熱サイクルが生じて電極剥離の問題を解消でき、この点からも品質に対する信頼性を向上できる。

20

【0044】

本実施形態では、単板型コンデンサC1～C3を採用したので、上述のように製造が容易でかつ大量生産が可能となり、部品コストを低減できる。また従来の丸孔やコンデンサ電極を形成する場合に比べて加工，及び扱いが容易であり、かつ無駄な面積増大，重量増大をなくすことができ、小型化，軽量化に貢献できる。

【0045】

図6ないし図13はそれぞれ請求項4～10の発明の一実施形態による集中定数型アイソレータを説明するための図である。図中、図2～図4と同一符号は同一又は相当部分を示す。

【0046】

図6は、請求項4の発明の一実施形態を示し、これは長方形に形成されたアース電極8の両長辺縁8bのみを容量電極18の両長辺縁より内側に位置するように形成して構成されている。

30

【0047】

本実施形態では、アース電極8の長辺縁8bを容量電極18の内側に位置させたので、電極剥離が生じ易い横方向における電極剥がれを防止できるとともに、縦方向における電極面積を大きくできる。またアース電極8の長辺側を長くできるので、長さの異なる単板型コンデンサに対応できる。

【0048】

図7は、請求項5の発明の一実施形態を示し、これはアース電極8の両長辺縁8bを容量電極18の両長辺縁より内側に位置させるとともに、長辺縁8bの長手方向中央部8cを容量電極18の端縁まで延長形成して構成されている。本実施形態においても、電極剥離が生じ易い横方向における電極剥がれを防止しながら、電極面積を大きくできる。

40

【0049】

図8及び図9は、請求項6～8の発明の一実施形態を示す。これは、各アース電極8の非接続部21に絶縁性樹脂を印刷することにより非接合膜25を被覆形成して構成されており、この非接合膜25に各単板型コンデンサC1～C3の容量電極18の外周縁18aが当接している。

【0050】

本実施形態では、非接合部21に樹脂による非接合膜25を被覆したので、容量電極18

50

の外周縁 18 a における接合を確実に防止でき、電極剥離をさらに防止できる。これによりアイソレータ 1 のアース・インピーダンスを下げることができ、I L が減少する分だけ不要輻射を低減できるとともに、高調波除去能力を改善でき、ひいては通信機器に採用した場合の高性能化を図ることができ、かつ安定した動作が得られる。なお、上記非接合膜 25 は樹脂に限られるものではなく、他の絶縁材料を被覆してもよい。

【0051】

図 10 は、請求項 9 の発明の一実施形態による集中定数型アイソレータを示す。これは収納凹部 3 c の底面全面に非接合膜 26 を被覆形成し、該非接合膜 26 の上面にアース電極 8 を形成して構成されている。この非接合膜 26 にはステンレスが採用されており、上記アース電極 8 には金メッキが採用されている。

10

【0052】

本実施形態では、下地として被覆した非接合膜 26 の上面にアース電極 8 を形成したので、アース電極 8 以外は非接合膜 26 となるので、アース電極 8 の形状等が複雑となる場合の非接合膜 26 の形成を容易にでき、上記同様に電極剥離をより確実に防止でき、不要輻射を低減できるとともに、高調波除去能力を改善できる。

【0053】

図 11 ~ 図 13 は、請求項 10 の発明の一実施形態による集中定数型アイソレータを示し、これはアース部材 3 の凹部 3 c の非接合部 21 に対応する部分に容量電極 18 の外周縁 18 a から遠ざかるように段落ち部 3 d を形成して構成されている。

【0054】

20

本実施形態では、非接合部 21 に対応する部分に段落ち部 3 d を形成したので、容量電極 18 の外周縁 18 a は非接触となり、凹部 3 c 内の全面にアース電極 8 を形成した場合の電極剥離を防止できる。

【0055】

図 14 及び図 15 は、参考例として示す集中定数型アイソレータである。これは各単板型コンデンサ C1 ~ C3 の誘電体基板 17 の外周縁に非接合部 30 を形成し、これにより容量電極 18 の外周縁 18 b がアース電極 8 の外周縁 8 c の内側に位置するように形成されている。この非接合部 30 を形成するには、誘電体基板 17 の非接合部 30 を除く部分に容量電極 18 を印刷により形成したり、あるいは誘電体基板 17 全面に形成した電極の外周縁をエッチングより除去したりすることにより実現できる。

30

【0056】

本参考例では、各単板型コンデンサ C1 ~ C3 の誘電体基板 17 の外周縁に非接合部 30 を形成したので、応力集中や製造時にひび割れが生じ易い誘電体基板 17 の端縁部には電極がないので、該端縁部における電極剥離を防止でき、品質に対する信頼性を向上できる。

【0057】

次に、請求項 13 及び 14 の発明の一実施形態によるアイソレータについて説明する。本実施形態のアイソレータは、上述の各単板型コンデンサ C1, C2, C3 の誘電体基板 17 の板厚を 0.5 mm 以下とし、また上記容量電極 18 の膜厚を 0.05 mm 以下としたことを特徴としている（図 3, 図 9, 図 10, 図 13, 図 15 参照）。

40

【0058】

上記単板型コンデンサ C1 ~ C3 の誘電体基板 17 の板厚を 0.5 mm 以下としたので、電極剥がれの問題を生じさせることなく、単板型コンデンサ C1 ~ C3 を小型化、薄型化することができ、ひいてはアイソレータのさらなる小型化に貢献できる。ちなみに、従来の電極全面を半田付けする場合、電極の剥がれを防止しながら必要容量値を得るには、誘電体基板の板厚を例えば 1 mm 以上にする必要があり、コンデンサが大型化するという問題があった。

【0059】

また各単板型コンデンサ C1 ~ C3 の容量電極 18 の膜厚を 0.05 mm 以下とすることにより、誘電体基板 17 の板厚を 0.5 mm 以下とした場合の電極剥がれの問題をより確

50

実に防止できる。

【0060】

以下、上記実施形態の効果を確認するために行ったヒートサイクル試験について図21～図26に基づいて説明する。

試験1

本試験1は、図21に示すように、誘電体基板Dの板厚 t_d が異なる単板型コンデンサを使用し、各単板型コンデンサの片面側の容量電極Eの全面を被接続電極としてのCu板70に半田付け接続し、この状態でヒートサイクル試験を行った。そして非半田側の容量電極EとCu板70との間における静電容量値の変化率を調べた(図21の→印参照)。

【0061】

上記誘電体基板Dの板厚 t_d はそれぞれ0.1, 0.2, 0.5, 1.0mmとした。また上記容量電極EにはAg厚膜電極を使用し、該電極Eの膜厚 t_e は0.02mmとした。また接合用半田厚 t_a は0.01～0.02mmとし、さらにCu板70の板厚 t_b は0.2mmとした。

【0062】

試験2

本試験2は、図22(a), 図22(b)に示すように、容量電極Eの膜厚 t_e が異なる本発明品としての単板型コンデンサを用い、各単板型コンデンサの容量電極Eの両面にこれの外周縁より内側に位置するようにCu板71, 71を半田付け接続し、この状態でヒートサイクル試験を行い、上記試験1と同様に静電容量値の変化率を調べた。なお、各単板型コンデンサの大きさは長さ3mm×幅1mmのものとした(図22(b)の平面図参照)。

【0063】

上記容量電極Eの膜厚 t_e はそれぞれ0.005, 0.01, 0.02, 0.05, 0.1mmとした。また誘電体基板Dの板厚 t_d は0.2mmとし、さらに接合用半田厚 t_a 、及びCu板71の板厚 t_b はそれぞれ上記試験1と同様の厚さとした。

【0064】

図23, 図24及び図25, 図26はそれぞれ試験1, 2の試験結果を示す特性図である。図中、○印は測定値の最大値, 最小値であり、●印はその平均値であり、図24及び図26はそれぞれ試験1, 2の2000回サイクルにおける静電容量値の変化率をまとめた特性図である。

【0065】

図23, 図24に示すように、試験1の結果から、板厚 t_d を0.1, 0.2mmとした場合は、静電容量変化率は平均値で-1.4, -1.2%(図中、●印参照)と大きくなっており、電極剥がれが生じていることが分かる。また板厚 t_d を0.5, 1.0mmとした場合には、2000回ヒートサイクル時の変化率は平均値で-0.3, -0.05%と比較的小さくなっており、板厚 t_d を大きくするほど電極剥がれが起き難くなっている。しかしながら、誘電体基板Dの板厚 t_d を大きくする分だけ、コンデンサが大型化し、上述のアイソレータの小型化には応えられない。

【0066】

これに対して試験2の結果では、図25, 図26からも明らかなように、誘電体基板Dの板厚 t_d を0.2mmと小さくしたにもかかわらず、容量電極Eの膜厚 t_e が0.005～0.05mmの範囲では静電容量の変化はほとんどなく、電極剥がれが生じていないことが分かる。これにより単板型コンデンサの容量電極の外周縁の内側にて非接続電極を半田付け接続することにより、従来に比べて誘電体基板を大幅に薄型化できる。

【0067】

一方、容量電極Eの膜厚 t_e を0.1mmとした場合には、2000回ヒートサイクル時の静電容量が平均値で-1.0%(図中、●印参照)と大きく変化している。これは厚いCu板に容量電極全面が半田付けされたのと略同じとなり、これにより熱膨張係数の差に起因した熱応力によって電極剥がれが生じ易くなるものと考えられる。しかし、容量電極

10

20

30

40

50

Eの膜厚 t_e を0.1mmにするには、誘電体基板Dの板厚 t_d の1/2の厚さとなることから、コストや製造上の手間を考えると実際には困難である。

【0068】

このように上記試験1, 2の結果から、単板型コンデンサの誘電体基板Dの板厚 t_d を0.5mm以下とするとともに、容量電極Eの膜厚 t_e を0.05mm以下とすることにより、電極剥離の問題を生じることなくコンデンサを小型化、薄板化でき、アイソレータのさらなる小型化に貢献できる。ここで、具体的には、誘電体基板Dの板厚 t_d は0.1~0.5mmの範囲内とし、容量電極Eの膜厚 t_e は0.005~0.05mmの範囲内とするのが望ましい。

【0069】

なお、上述の各実施形態では、集中定数型アイソレータを例に説明したが、本発明はサーキュレータ等の非可逆回路素子にも勿論適用できる。

【0070】

【発明の効果】

請求項1の発明に係る非可逆回路素子によれば、単板型コンデンサの容量電極が接続される被接続電極のうちコールド・エンド側の外周縁の少なくとも一部を上記容量電極の外周縁より内側に位置させたので、応力集中や製造時にひび割れが生じ易い容量電極の端縁部における電極剥離を防止でき、品質に対する信頼性を向上できる効果がある。また線膨張率の差による熱応力が生じて容量電極の端縁部は接合されないため、この点からも電極剥離を防止できる効果がある。

【0071】

請求項2の発明では、上記被接続電極のうちホット・エンド側の外周縁の少なくとも一部を容量電極の外周縁より内側に位置させたので、上記請求項1と同様に電極剥離を防止できる効果がある。

【0072】

請求項3の発明では、上記被接続電極の外周縁の全周にわたって容量電極の外周縁の内側に位置させたので、電極剥離を確実に防止できる効果がある。

【0073】

請求項4の発明では、上記容量電極及び被接続電極を長方形とし、該被接続電極の長辺縁を上記容量電極の長辺縁より内側に位置させたので、電極剥離の生じ易い横方向における電極の剥がれを防止できるとともに、縦方向における電極面積を増大できる効果あり、また長さの異なるコンデンサに対応できる効果がある。

【0074】

請求項5の発明では、上記被接続電極の長辺縁の一部を容量電極の長辺縁まで延長形成したので、上記同様に電極剥がれを防止しながら、横方向における電極面積を増大できる効果ある。

【0075】

請求項6の発明では、被接続電極の外側の非接続部に絶縁材料からなる非接合膜を被覆したので、電極剥離をより確実に防止できる効果がある。

【0076】

請求項7, 8の発明では、上記非接合膜を樹脂を印刷することにより形成したので、非接合膜を容易に精度良く形成できる効果がある。

【0077】

請求項9の発明では、被接続電極を下地として被覆した非接合膜の上面に形成したので、被接続電極以外は非接合膜となるので、形状の複雑な被接続電極を形成する場合の非接合膜の形成が容易にできる効果がある。

【0078】

請求項10の発明では、被接続電極の外側の非接続部を容量電極の外周縁から遠ざかるように段落ち形成したので、容量電極の外周縁を非接触状態にでき、電極剥離をより確実に防止できる効果がある。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 2 】

請求項 1 1 の発明では、単板型コンデンサを、誘電体母基板の両主面に該母基板を挟んで対向するように電極をパターン形成し、該母基板を所定寸法に切断して製造したので、製造が容易でかつ大量生産が可能となり、部品コストを低減できるとともに、無駄な面積増大、重量増大を解消でき、小型化、軽量化に貢献できる効果がある。

【 0 0 8 3 】

請求項 1 2 の発明では、単板型コンデンサと、被接続電極が形成されたアース部材とを一体に組込んだので、電極剥離を防止して品質に対する信頼性を向上できる効果があり、また不要輻射の低減、及び高調波除去能力の改善を図ることができる効果がある。

【 0 0 8 4 】

請求項 1 3 の発明では、単板型コンデンサの誘電体基板の厚さを 0 . 5 m m 以下としたので、電極剥がれの問題を生じさせることなく、コンデンサ全体を小型化、薄型化することができ、ひいてはアイソレータのさらなる小型化に貢献できる効果がある。

【 0 0 8 5 】

請求項 1 4 の発明では、単板型コンデンサの容量電極の膜厚を 0 . 0 5 m m としたので、誘電体基板の厚さを 0 . 5 m m 以下とした場合の電極剥がれの問題をより確実に防止できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 請求項 1、2、3、1 1、1 2 の発明の一実施形態による集中定数型アイソレータを説明するための分解斜視図である。

【図 2】 上記アイソレータのアース部材を示す図である。

【図 3】 上記アース部材の単板型コンデンサのコールド・エンド側の接続状態を示す図である。

【図 4】 上記単板型コンデンサのホット・エンド側の接続状態を示す平面図である。

【図 5】 上記単板型コンデンサの製造方法を示す図である。

【図 6】 請求項 4 の発明の一実施形態によるアイソレータを示す分解状態の平面図である。

【図 7】 請求項 5 の発明の一実施形態によるアイソレータを示す分解状態の平面図である。

【図 8】 請求項 6 ~ 8 の発明の一実施形態によるアイソレータを示す分解状態の平面図である。

【図 9】 上記アイソレータの単板型コンデンサの接続状態を示す図である。

【図 1 0】 請求項 9 の発明の一実施形態によるアイソレータを示す図である。

【図 1 1】 請求項 1 0 の発明の一実施形態によるアイソレータを示す斜視図である。

【図 1 2】 上記アイソレータの分解状態の平面図である。

【図 1 3】 上記アイソレータの接続状態を示す図である。

【図 1 4】 参考例として示すアイソレータの分解状態の平面図である。

【図 1 5】 上記アイソレータの接続状態を示す図である。

【図 1 6】 本発明の成立過程を説明するためのアイソレータの分解斜視図である。

【図 1 7】 上記成立過程の単板型コンデンサの分解構造を示す平面図である。

【図 1 8】 上記接続状態を示す図である。

【図 1 9】 上記単板型コンデンサの電極剥離を示す図である。

【図 2 0】 従来の一般的なアイソレータを示す分解斜視図である。

【図 2 1】 請求項 1 3、1 4 の発明の一実施形態による単板型コンデンサの効果を確認するために行った試験 1 を説明するための図である。

【図 2 2】 上記実施形態の効果を確認するために行った試験 2 を説明するための図である。

【図 2 3】 上記試験 1 のヒートサイクル数と静電容量変化率との関係を示す特性図である。

【図 2 4】 上記試験 1 の静電容量変化率と誘電体基板の板厚との関係を示す特性図であ

10

20

30

40

50

る。

【図 2 5】 上記試験 2 のヒートサイクル数と静電容量変化率との関係を示す特性図である。

【図 2 6】 上記試験 2 の静電容量変化率と容量電極の膜厚との関係を示す特性図である。

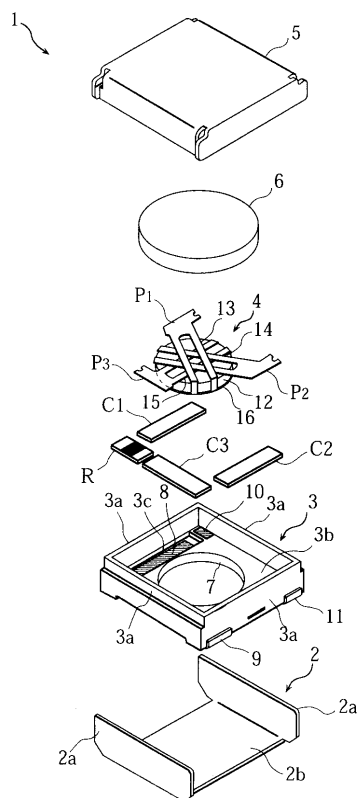
【符号の説明】

- 1 集中定数型アイソレータ（非可逆回路素子）
- 3 アース部材
- 8 アース電極（コールド・エンド側被接続電極）
- 8 a 外周縁
- 1 3 ~ 1 5 中心電極
- 1 7 誘電体基板
- 1 8 容量電極
- 1 8 a 外周縁
- 1 9 母基板
- 2 0 電極
- 2 1 非接合部
- 2 5 , 2 6 非接合膜
- C 1 ~ C 3 単板型コンデンサ
- P 1 ~ P 3 入出力ポート（ホット・エンド側被接続電極）

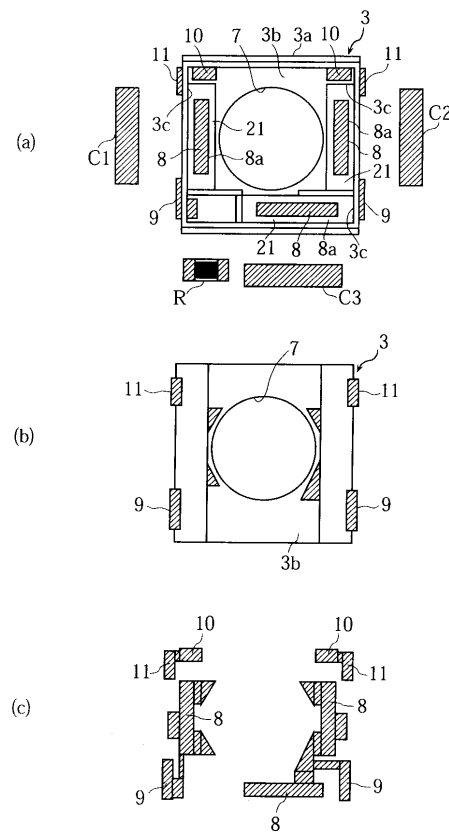
10

20

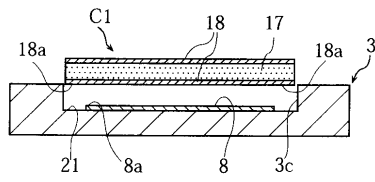
【図 1】



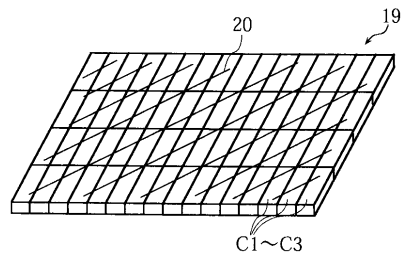
【図 2】



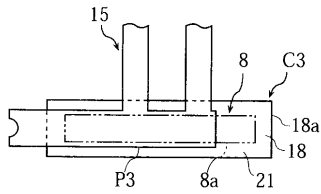
【図 3】



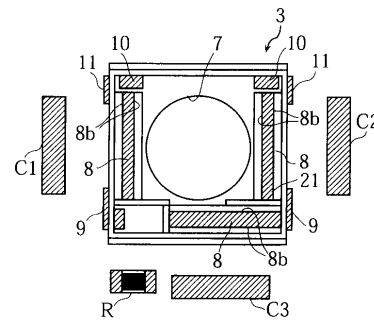
【図 5】



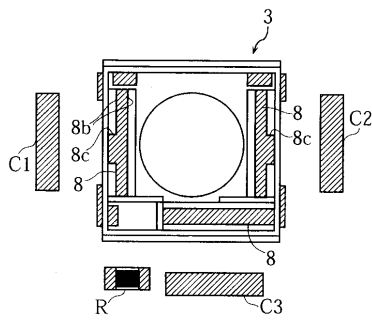
【図 4】



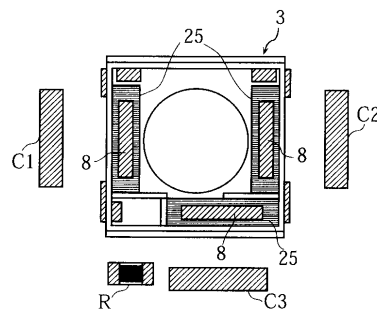
【図 6】



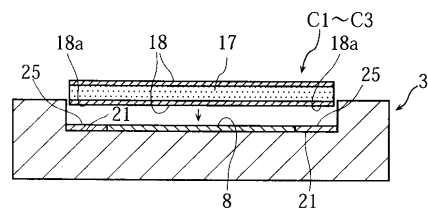
【図 7】



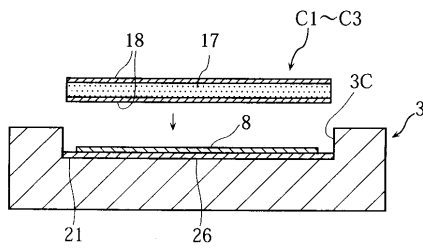
【図 8】



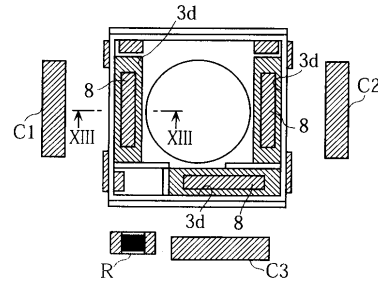
【図 9】



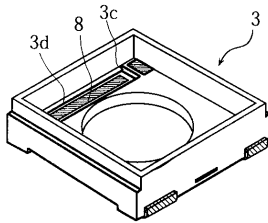
【図 10】



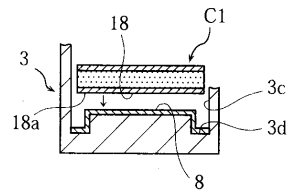
【図 12】



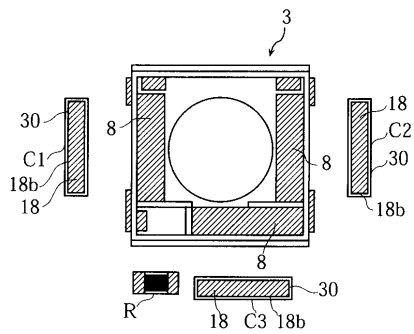
【図 11】



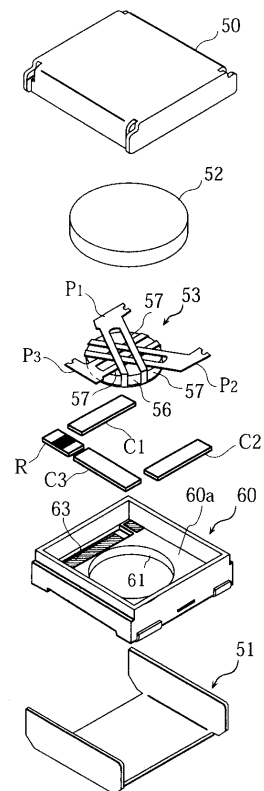
【図 13】



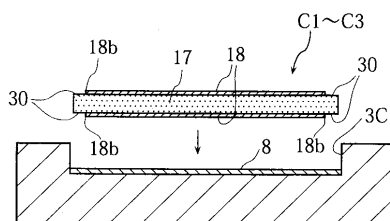
【図 14】



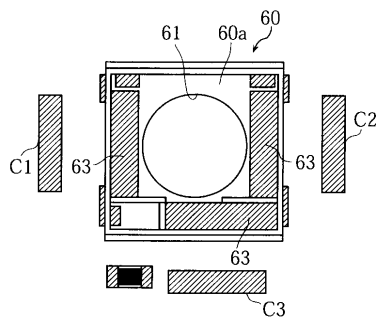
【図 16】



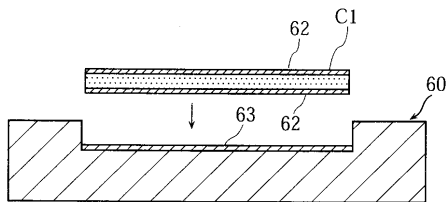
【図 15】



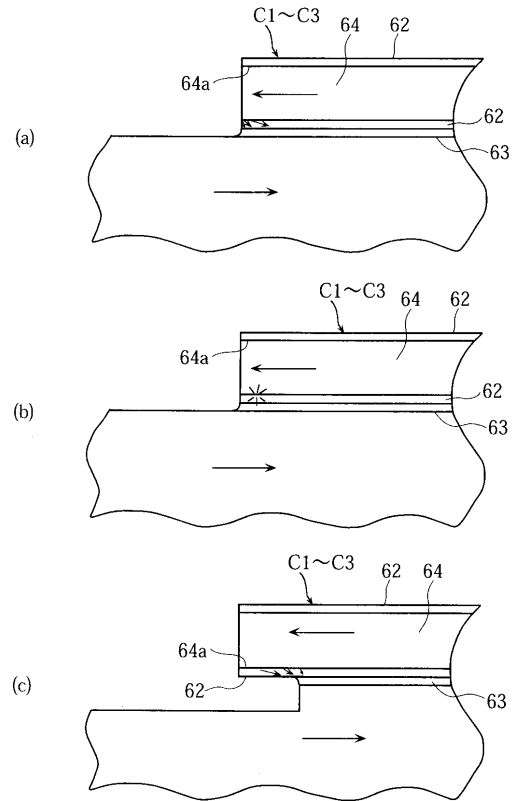
【図 17】



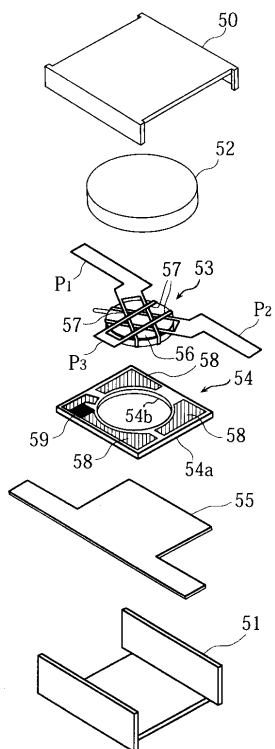
【図 18】



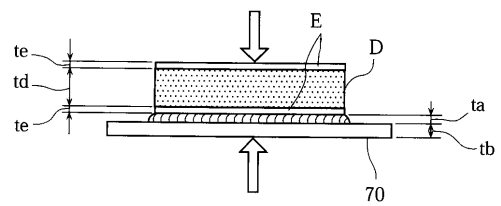
【図 19】



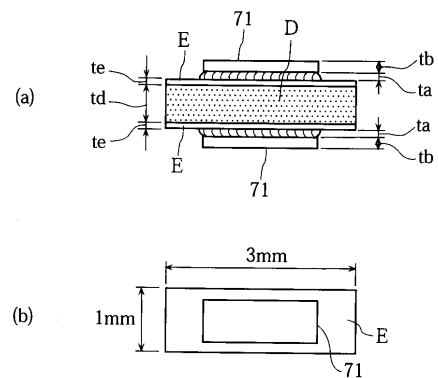
【図 20】



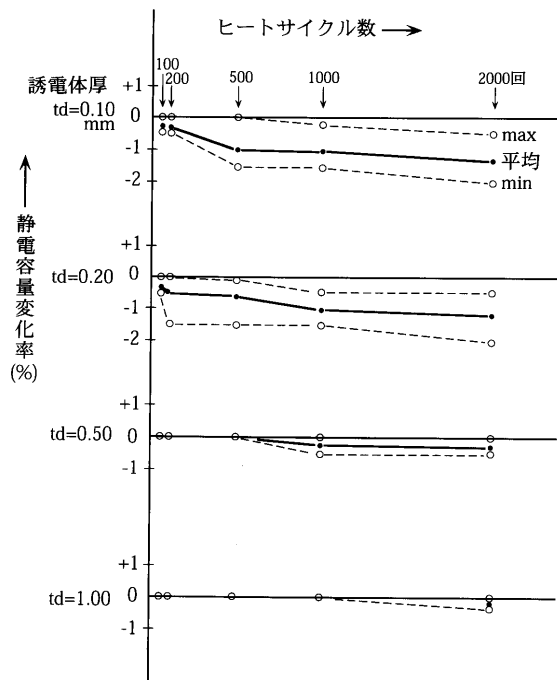
【図 21】



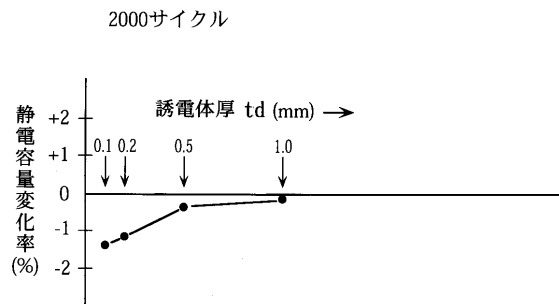
【図 22】



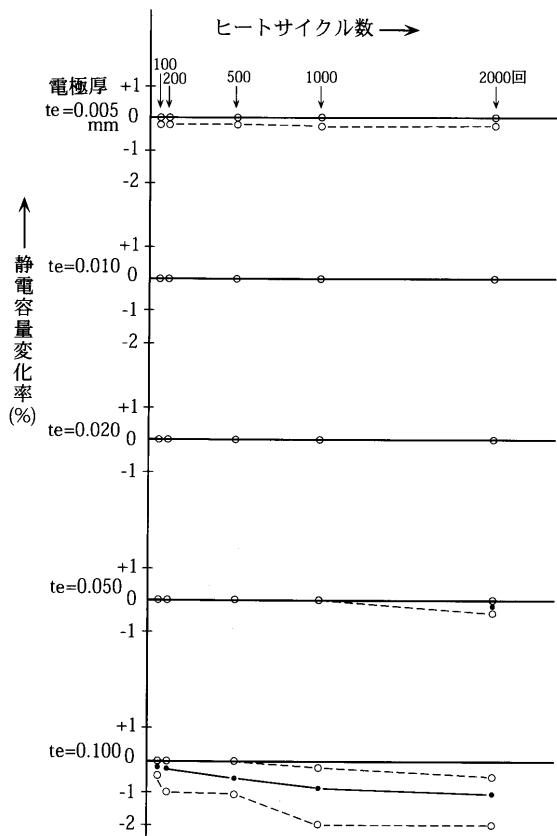
【図 2 3】



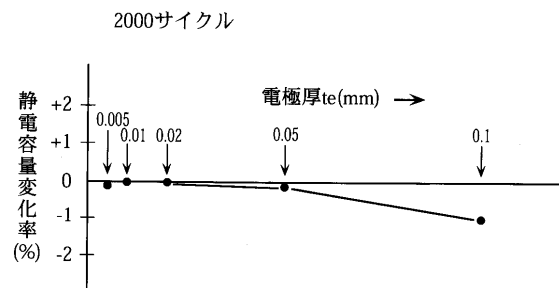
【図 2 4】



【図 2 5】



【図 2 6】



フロントページの続き

審査官 新川 圭二

(56)参考文献 特開平07-263917(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H01P 1/36

H01P 1/383