

(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2007-202103

(P2007-202103A)

(43) 公開日 平成19年8月9日(2007.8.9)

(51) Int. Cl.		F I				テーマコード (参考)
H03H	7/09	(2006.01)	H03H	7/09	A	5E082
H01G	4/40	(2006.01)	H01G	4/40	321A	5J024

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全 49 頁)

(21) 出願番号 特願2006-220850 (P2006-220850) (22) 出願日 平成18年8月14日 (2006.8.14) (31) 優先権主張番号 特願2005-374259 (P2005-374259) (32) 優先日 平成17年12月27日 (2005.12.27) (33) 優先権主張国 日本国 (JP)	(71) 出願人 000001889 三洋電機株式会社 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 (74) 代理人 100112715 弁理士 松山 隆夫 (74) 代理人 100085213 弁理士 鳥居 洋 (72) 発明者 江崎 賢一 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三 洋電機株式会社内 (72) 発明者 亀岡 史男 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三 洋電機株式会社内
---	--

最終頁に続く

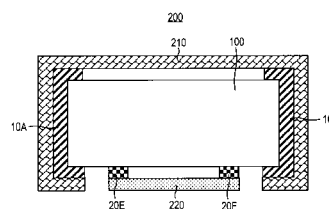
(54) 【発明の名称】 電気回路装置

(57) 【要約】

【課題】 相対的に低いインピーダンスを有し、温度上昇を抑制可能な電気回路装置を提供する。

【解決手段】 電気回路装置200は、電気素子100と、導体板210、220とを備える。電気素子100は、陽極電極10A、10Bと、陰極電極20E、20Fとを有し、 $1 \times 10^{-5} \sim 10 \text{ GHz}$ の周波数領域において相対的に低いインピーダンスを有する。導体板210は、電気素子100を構成する導体板の抵抗よりも低い抵抗を有し、陽極電極10A、10B間に接続される。導体板220は、電気素子100を構成する導体板の抵抗よりも低い抵抗を有し、陰極電極20E、20F間に接続される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電気素子と、
前記電気素子の表面に設けられた第 1 の導体板とを備え、
前記電気素子は、
第 1 の電流を電源側から電気負荷回路側へ流す第 2 の導体板と、
前記第 1 の電流のリターン電流である第 2 の電流を前記電気負荷回路側から前記電源側へ流す第 3 の導体板とを含み、
前記第 2 の導体板は、前記第 1 および第 2 の電流がそれぞれ前記第 2 の導体板および前記第 3 の導体板に流れたとき、自己インダクタンスよりも小さいインダクタンスを有し、
前記第 1 の導体板は、前記第 2 の導体板および前記第 3 の導体板の少なくとも一方の導体板に電氣的に並列に接続され、前記少なくとも一方の導体板の抵抗よりも低い抵抗を有する、電気回路装置。

【請求項 2】

略直方体状の外形を有する電気素子と、
前記電気素子の表面に設けられた第 1 の導体板とを備え、
前記電気素子は、
前記直方体の底面に略平行な面に沿って配置された第 2 の導体板と、
前記直方体の底面に略平行な面に沿って配置された第 3 の導体板と、
前記第 1 の導体板と前記第 2 の導体板との間に配置された誘電体と、
前記第 1 の導体板の一方端に接続された第 1 の電極と、
前記第 1 の導体板の他方端に接続された第 2 の電極と、
前記第 2 の導体板の一方端側に接続された第 3 の電極と、
前記第 2 の導体板の他方端側に接続された第 4 の電極とを含む、電気回路装置。

【請求項 3】

前記第 2 の導体板は、各々が前記第 1 の電流を前記電源側から前記電気負荷回路側へ流す n (n は正の整数) 個の第 1 の平板部材からなり、
前記第 3 の導体板は、前記 n 個の第 1 の平板部材と交互に積層され、各々が前記第 2 の電流を前記電気負荷回路側から前記電源側へ流す m (m は正の整数) 個の第 2 の平板部材からなり、
前記電気素子は、
前記第 1 の電流が流れる方向において前記 n 個の第 1 の平板部材の一方端に接続された、または前記第 2 の電流が流れる方向において前記 m 個の第 2 の平板部材の一方端に接続された第 1 の外部電極と、
前記第 1 の電流が流れる方向において前記 n 個の第 1 の平板部材の他方端に接続された、または前記第 2 の電流が流れる方向において前記 m 個の第 2 の平板部材の他方端に接続された第 2 の外部電極とをさらに含み、
前記第 1 の導体板は、前記 n 個の第 1 の平板部材または前記 m 個の第 2 の平板部材に略平行に配置され、前記第 1 および第 2 の外部電極に接続された平板部を含む、請求項 1 に記載の電気回路装置。

【請求項 4】

前記平板部と前記電気素子との間に前記平板部および前記電気素子に接して配置された放熱部材をさらに備える、請求項 3 に記載の電気回路装置。

【請求項 5】

前記第 1 の導体板は、
前記電気素子の第 1 の一主面側に配置されるとともに、前記第 2 の導体板に電氣的に並列に接続され、前記第 2 の導体板の抵抗よりも低い抵抗を有する第 1 の平板部材と、
前記電気素子の前記第 1 の一主面に対向する第 2 の一主面側に配置されるとともに、前記第 3 の導体板に電氣的に並列に接続され、前記第 3 の導体板の抵抗よりも低い抵抗を有する第 2 の平板部材とを含む、請求項 1 に記載の電気回路装置。

【請求項 6】

前記第 2 の導体板は、各々が前記第 1 の電流を前記電源側から前記電気負荷回路側へ流す n (n は正の整数) 個の第 3 の平板部材からなり、

前記第 3 の導体板は、前記 n 個の第 1 の平板部材と交互に積層され、各々が前記第 2 の電流を前記電気負荷回路側から前記電源側へ流す m (m は正の整数) 個の第 4 の平板部材からなり、

前記電気素子は、

前記第 1 の電流が流れる方向において前記 n 個の第 3 の平板部材の一方端に接続された第 1 の外部電極と、

前記第 1 の電流が流れる方向において前記 n 個の第 3 の平板部材の他方端に接続された第 2 の外部電極と、 10

前記第 2 の電流が流れる方向において前記 m 個の第 4 の平板部材の一方端に接続された第 3 の外部電極と、

前記第 2 の電流が流れる方向において前記 m 個の第 4 の平板部材の他方端に接続された第 4 の外部電極とをさらに含み、

前記第 1 の平板部材は、前記 n 個の第 3 の平板部材に略平行に配置され、前記第 1 および第 2 の外部電極に接続された第 1 の平板部を含み、

前記第 2 の平板部材は、前記 m 個の第 4 の平板部材に略平行に配置され、前記第 3 および第 4 の外部電極に接続された第 2 の平板部を含む、請求項 5 に記載の電気回路装置。

【請求項 7】

20

前記第 1 の平板部と前記電気素子との間に前記第 1 の平板部および前記電気素子に接して配置された第 1 の放熱部材と、

前記第 2 の平板部と前記電気素子との間に前記第 2 の平板部および前記電気素子に接して配置された第 2 の放熱部材とをさらに備える、請求項 6 に記載の電気回路装置。

【請求項 8】

前記 n 個の第 3 の平板部材および前記 m 個の第 4 の平板部材は、相対的に多い枚数に設定される、請求項 6 または請求項 7 に記載の電気回路装置。

【請求項 9】

前記第 2 の導体板と前記第 3 の導体板との重複部において前記第 1 および第 2 の電流が流れる方向に垂直な方向における前記第 2 および第 3 の導体板の長さを W とし、前記第 1 および第 2 の電流が流れる方向における前記第 2 および第 3 の導体板の長さを L とした場合、 $L > W$ が成立する、請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の電気回路装置。 30

【請求項 10】

前記第 2 の導体板は、各々が前記第 1 の電流を前記電源側から前記電気負荷回路側へ流す n (n は正の整数) 個の第 1 の平板部材からなり、

前記第 3 の導体板は、前記 n 個の第 1 の平板部材と交互に積層され、各々が前記第 2 の電流を前記電気負荷回路側から前記電源側へ流す m (m は正の整数) 個の第 2 の平板部材からなり、

前記電気素子は、

前記第 1 の電流が流れる方向において前記 n 個の第 1 の平板部材の一方端に接続された第 1 の外部電極と、 40

前記第 1 の電流が流れる方向において前記 n 個の第 1 の平板部材の他方端に接続された第 2 の外部電極と、

前記第 2 の電流が流れる方向において前記 m 個の第 2 の平板部材の一方端に接続された第 3 の外部電極と、

前記第 2 の電流が流れる方向において前記 m 個の第 2 の平板部材の他方端に接続された第 4 の外部電極とをさらに含み、

前記第 3 の外部電極の一部および前記第 4 の外部電極の一部は、前記 n 個の第 1 の平板部材に略平行な前記電気素子の一主面に配置され、

前記第 1 の導体板は、前記第 3 および第 4 の外部電極の一部が前記一主面に配置される 50

ための切欠部を有する外装平板部材からなり、

前記外装平板部材は、前記一主面に配置され、前記第 1 および第 2 の外部電極に接続される、請求項 1 に記載の電気回路装置。

【請求項 1 1】

前記電気素子は、前記 m 個の第 2 の平板部材のうち前記一主面に最も近い位置に配置された誘電体層をさらに含み、

前記外装平板部材は、前記第 1 の外部電極、前記誘電体層および前記第 2 の外部電極に接して前記第 1 の外部電極、前記誘電体層および前記第 2 の外部電極上に配置される、請求項 1 0 に記載の電気回路装置。

【請求項 1 2】

10

前記外装平板部材は、

前記第 1 の外部電極上に配置された第 1 の部分と、

前記第 2 の外部電極上に配置された第 2 の部分と、

前記第 1 および第 2 の部分と段差を有し、前記誘電体層に接して配置された第 3 の部分とからなる、請求項 1 1 に記載の電気回路装置。

【請求項 1 3】

前記外装平板部材は、前記 n 個の第 1 の平板部材の面内方向に平面状に配置される、請求項 1 1 に記載の電気回路装置。

【請求項 1 4】

前記外装平板部材を前記第 1 の外部電極に接続する第 1 の半田部材と、

20

前記外装平板部材を前記第 2 の外部電極に接続する第 2 の半田部材とをさらに備え、

前記第 1 の電流が流れる方向における前記外装平板部材の長さは、前記第 1 の電流が流れる方向における前記電気素子の長さよりも長く、

前記第 1 の半田部材は、前記第 1 の電流が流れる方向において前記電気素子からはみ出した前記外装平板部材の第 1 のはみ出し部分と、前記第 1 の外部電極のうち前記 n 個の第 1 の平板部材に略垂直な方向に配置された部分とに接して配置され、

前記第 2 の半田部材は、前記第 1 の電流が流れる方向において前記電気素子からはみ出した前記外装平板部材の第 2 のはみ出し部分と、前記第 2 の外部電極のうち前記 n 個の第 1 の平板部材に略垂直な方向に配置された部分とに接して配置される、請求項 1 2 または請求項 1 3 に記載の電気回路装置。

30

【請求項 1 5】

前記電気素子は、前記 m 個の第 2 の平板部材のうち前記一主面に最も近い位置に配置された誘電体層をさらに含み、

前記外装平板部材は、前記誘電体層に接するとともに、前記第 1 の電流が流れる方向において前記第 1 の外部電極と第 2 の外部電極との間に配置される、請求項 1 0 に記載の電気回路装置。

【請求項 1 6】

前記外装平板部材を前記第 1 の外部電極に接続する第 1 の半田部材と、

前記外装平板部材を前記第 2 の外部電極に接続する第 2 の半田部材とをさらに備え、

前記外装平板部材は、前記第 1 および第 2 の外部電極の厚みよりも厚い厚みを有し、

40

前記第 1 の半田部材は、前記第 1 の外部電極と前記外装平板部材の端面とに接して配置され、

前記第 2 の半田部材は、前記第 2 の外部電極と前記外装平板部材の端面とに接して配置される、請求項 1 5 に記載の電気回路装置。

【請求項 1 7】

前記外装平板部材の前記切欠部は、

前記第 3 の外部電極の一部が前記一主面に配置されるための第 1 の切欠部と、

前記第 4 の外部電極の一部が前記一主面に配置されるための第 2 の切欠部とを含む、請求項 1 0 から請求項 1 6 のいずれか 1 項に記載の電気回路装置。

【請求項 1 8】

50

前記外装平板部材を前記電気素子に接着させる接着部材をさらに備える、請求項 10 から請求項 17 のいずれか 1 項に記載の電気回路装置。

【請求項 19】

前記接着部材は、

前記外装平板部材と前記第 3 の外部電極との間に配置された第 1 の接着部材と、

前記外装平板部材と前記第 4 の外部電極との間に配置された第 2 の接着部材とを含む、請求項 18 に記載の電気回路装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、電気回路装置に関し、特に、広帯域で高周波特性に優れたノイズフィルタ機能を有する電気回路装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

最近、LSI (Large Scale Integrated circuit) 等のデジタル回路技術は、コンピュータおよび通信関連機器だけでなく、家庭電化製品および車載用機器にも使用されている。

【0003】

そして、LSI 等で発生した高周波電流は、LSI 近傍にとどまらず、プリント回路基板等の実装回路基板内の広い範囲に広がり、信号配線およびグランド配線に誘導結合し、信号ケーブル等から電磁波として漏洩する。

【0004】

従来のアナログ回路の一部をデジタル回路に置き換えた回路、およびアナログ入出力を持つデジタル回路等のアナログ回路とデジタル回路とが混載される回路では、デジタル回路からアナログ回路への電磁干渉問題が深刻になってきている。

【0005】

この対策には、高周波電流の発生源である LSI を供給電源系から高周波的に分離すること、すなわち、電源デカップリングの手法が有効である。そして、この電源デカップリングの手法を用いたノイズフィルタとして伝送線路型ノイズフィルタが知られている（特許文献 1）。

【0006】

この伝送線路型ノイズフィルタは、第 1 および第 2 の導電体と、誘電体層と、第 1 および第 2 の陽極とを備える。そして、第 1 および第 2 の導電体の各々は、板状形状からなり、誘電体層は、第 1 および第 2 の導電体間に配置される。

【0007】

第 1 の陽極は、第 1 の導電体の長さ方向における一方端に接続され、第 2 の陽極は、第 1 の導電体の長さ方向における他方端に接続される。第 2 の導電体は、基準電位に接続するための陰極として機能する。また、第 1 の導電体、誘電体層および第 2 の導電体は、コンデンサを構成する。さらに、第 1 の導電体の厚さは、第 1 の導電体に流れる電流の直流成分によって生じる温度上昇を実質的に抑制するように設定される。

【0008】

そして、伝送線路型ノイズフィルタは、直流電源と LSI との間に接続され、直流電源からの直流電流を第 1 の陽極、第 1 の導電体および第 2 の陽極からなる経路によって LSI へ流すとともに、LSI で発生した交流電流を減衰する。

【0009】

このように、伝送線路型ノイズフィルタは、コンデンサの構成を有し、コンデンサの 2 つの電極を構成する第 1 および第 2 の導電体を伝送線路として用いたノイズフィルタである。

【特許文献 1】特開 2004 - 80773 号公報

【発明の開示】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかし、従来の伝送線路型ノイズフィルタは、大きな直流電流が第1および第2の導電体に流れると、発熱し、伝送線路型ノイズフィルタおよびその周辺部品が破壊するという問題がある。そして、最近では、大電流の直流電流をノイズフィルタに流すことが要求されており、この問題は、益々、大きな問題になっている。

【0011】

そこで、この発明は、かかる問題を解決するためになされたものであり、その目的は、相対的に低いインピーダンスを有し、温度上昇を抑制可能な電気回路装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

この発明によれば、電気回路装置は、電気素子と、第1の導体板とを備える。第1の導体板は、電気素子の表面に設けられる。電気素子は、第2および第3の導体板を含む。第2の導体板は、第1の電流を電源側から電気負荷回路側へ流す。第3の導体板は、第1の電流のリターン電流である第2の電流を電気負荷回路側から電源側へ流す。そして、第2の導体板は、第1および第2の電流がそれぞれ第2の導体板および第3の導体板に流れたとき、自己インダクタンスよりも小さいインダクタンスを有する。また、第1の導体板は、第2の導体板および第3の導体板の少なくとも一方の導体板に電氣的に並列に接続され、少なくとも一方の導体板の抵抗よりも低い抵抗を有する。

【0013】

また、この発明によれば、電気回路装置は、電気素子と、第1の導体板とを備える。電気素子は、略直方体状の外形を有する。第1の導体板は、電気素子の表面に設けられる。電気素子は、第2の導体板と、第3の導体板と、誘電体と、第1から第4の電極とを含む。第2の導体板は、直方体の底面に略平行な面に沿って配置される。第3の導体板は、直方体の底面に略平行な面に沿って配置される。誘電体は、第1の導体板と第2の導体板との間に配置される。第1の電極は、第1の導体板の一方端に接続され、第2の電極は、第1の導体板の他方端に接続され、第3の電極は、第2の導体板の一方端側に接続され、第4の電極は、第2の導体板の他方端側に接続される。

【0014】

好ましくは、第1の導体板は、第2の導体板に電氣的に並列に接続される。

【0015】

好ましくは、第2の導体板は、各々が第1の電流を電源側から電気負荷回路側へ流す n (n は正の整数)個の第1の平板部材からなる。第3の導体板は、 n 個の第1の平板部材と交互に積層され、各々が第2の電流を電気負荷回路側から電源側へ流す m (m は正の整数)個の第2の平板部材からなる。そして、電気素子は、第1および第2の外部電極をさらに含む。第1の外部電極は、第1の電流が流れる方向において n 個の第1の平板部材の一方端に接続される、または第2の電流が流れる方向において m 個の第2の平板部材の一方端に接続される。第2の外部電極は、第1の電流が流れる方向において n 個の第1の平板部材の他方端に接続される、または第2の電流が流れる方向において m 個の第2の平板部材の他方端に接続される。第1の導体板は、 n 個の第1の平板部材に略平行に配置され、第1および第2の外部電極に接続された平板部を含む。

【0016】

好ましくは、第2の導体板は、各々が第1の電流を電源側から電気負荷回路側へ流す n (n は正の整数)個の第1の平板部材からなる。第3の導体板は、 n 個の第1の平板部材と交互に積層され、各々が第2の電流を電気負荷回路側から電源側へ流す m (m は正の整数)個の第2の平板部材からなる。そして、電気素子は、第1および第2の外部電極をさらに含む。第1の外部電極は、第1の電流が流れる方向において n 個の第1の平板部材の一方端に接続される。第2の外部電極は、第1の電流が流れる方向において n 個の第1の平板部材の他方端に接続される。第1の導体板は、 n 個の第1の平板部材に略平行に配置

10

20

30

40

50

され、第 1 および第 2 の外部電極に接続された平板部を含む。

【0017】

好ましくは、電気回路装置は、放熱部材をさらに備える。放熱部材は、平板部と電気素子との間に平板部および電気素子に接して配置される。

【0018】

好ましくは、第 1 の導体板は、電気素子の一主面側に配置され、第 3 の導体板に電氣的に並列に接続される。

【0019】

好ましくは、第 2 の導体板は、各々が第 1 の電流を電源側から電気負荷回路側へ流す n (n は正の整数) 個の第 1 の平板部材からなる。第 3 の導体板は、 n 個の第 1 の平板部材と交互に積層され、各々が第 2 の電流を電気負荷回路側から電源側へ流す m (m は正の整数) 個の第 2 の平板部材からなる。そして、電気素子は、第 1 および第 2 の外部電極をさらに含む。第 1 の外部電極は、第 2 の電流が流れる方向において m 個の第 2 の平板部材の一方端に接続される。第 2 の外部電極は、第 2 の電流が流れる方向において m 個の第 2 の平板部材の他方端に接続される。第 1 の導体板は、 m 個の第 2 の平板部材に略平行に配置され、第 1 および第 2 の外部電極に接続された平板部を含む。

【0020】

好ましくは、電気回路装置は、放熱部材をさらに備える。放熱部材は、平板部と電気素子との間に平板部および電気素子に接して配置される。

【0021】

好ましくは、 n 個の第 1 の平板部材および m 個の第 2 の平板部材は、相対的に多い枚数に設定される。

【0022】

好ましくは、第 1 の導体板は、第 1 および第 2 の平板部材を含む。第 1 の平板部材は、電気素子の第 1 の一主面側に配置されるときともに、第 2 の導体板に電氣的に並列に接続され、第 2 の導体板の抵抗よりも低い抵抗を有する。第 2 の平板部材は、電気素子の第 1 の一主面に対向する第 2 の一主面側に配置されるときともに、第 3 の導体板に電氣的に並列に接続され、第 3 の導体板の抵抗よりも低い抵抗を有する。

【0023】

好ましくは、第 2 の導体板は、各々が第 1 の電流を電源側から電気負荷回路側へ流す n (n は正の整数) 個の第 3 の平板部材からなる。第 3 の導体板は、 n 個の第 1 の平板部材と交互に積層され、各々が第 2 の電流を電気負荷回路側から電源側へ流す m (m は正の整数) 個の第 4 の平板部材からなる。そして、電気素子は、第 1 から第 4 の外部電極をさらに含む。第 1 の外部電極は、第 1 の電流が流れる方向において n 個の第 3 の平板部材の一方端に接続される。第 2 の外部電極は、第 1 の電流が流れる方向において n 個の第 3 の平板部材の他方端に接続される。第 3 の外部電極は、第 2 の電流が流れる方向において m 個の第 4 の平板部材の一方端に接続される。第 4 の外部電極は、第 2 の電流が流れる方向において m 個の第 4 の平板部材の他方端に接続される。そして、第 1 の平板部材は、 n 個の第 3 の平板部材に略平行に配置され、第 1 および第 2 の外部電極に接続された第 1 の平板部を含む。また、第 2 の平板部材は、 m 個の第 4 の平板部材に略平行に配置され、第 3 および第 4 の外部電極に接続された第 2 の平板部を含む。

【0024】

好ましくは、電気回路装置は、第 1 および第 2 の放熱部材をさらに備える。第 1 の放熱部材は、第 1 の平板部と電気素子との間に第 1 の平板部および電気素子に接して配置される。第 2 の放熱部材は、第 2 の平板部と電気素子との間に第 2 の平板部および電気素子に接して配置される。

【0025】

好ましくは、 n 個の第 3 の平板部材および m 個の第 4 の平板部材は、相対的に多い枚数に設定される。

【0026】

10

20

30

40

50

好ましくは、第2の導体板と第3の導体板との重複部において第1および第2の電流が流れる方向に垂直な方向における第2および第3の導体板の長さを W とし、第1および第2の電流が流れる方向における第2および第3の導体板の長さを L とした場合、 $L = W$ が成立する。

【0027】

好ましくは、第2の導体板は、各々が第1の電流を電源側から電気負荷回路側へ流す n (n は正の整数)個の第1の平板部材からなる。第3の導体板は、 n 個の第1の平板部材と交互に積層され、各々が第2の電流を電気負荷回路側から電源側へ流す m (m は正の整数)個の第2の平板部材からなる。電気素子は、第1から第4の外部電極を含む。第1の外部電極は、第1の電流が流れる方向において n 個の第1の平板部材の一方端に接続される。第2の外部電極は、第1の電流が流れる方向において n 個の第1の平板部材の他方端に接続される。第3の外部電極は、第2の電流が流れる方向において m 個の第2の平板部材の一方端に接続される。第4の外部電極は、第2の電流が流れる方向において m 個の第2の平板部材の他方端に接続される。そして、第3の外部電極の一部および第4の外部電極の一部は、 n 個の第1の平板部材に略平行な電気素子の一主面に配置される。また、第1の導体板は、第3および第4の外部電極の一部が一主面に配置されるための切欠部を有する外装平板部材からなる。外装平板部材は、一主面に配置され、第1および第2の外部電極に接続される。

10

【0028】

好ましくは、電気素子は、 m 個の第2の平板部材のうち一主面に最も近い位置に配置された誘電体層をさらに含む。そして、外装平板部材は、第1の外部電極、誘電体層および第2の外部電極に接して第1の外部電極、誘電体層および第2の外部電極上に配置される。

20

【0029】

好ましくは、外装平板部材は、第1の外部電極上に配置された第1の部分と、第2の外部電極上に配置された第2の部分と、第1および第2の部分と段差を有し、誘電体層に接して配置された第3の部分とからなる。

【0030】

好ましくは、外装平板部材は、 0.2 mm よりも厚い厚みを有する。

【0031】

好ましくは、外装平板部材は、 n 個の第1の平板部材の面内方向に平面状に配置される。

30

【0032】

好ましくは、外装平板部材は、 $0.1\text{ mm} \sim 0.2\text{ mm}$ の厚みを有する。

【0033】

好ましくは、電気回路装置は、第1および第2の半田部材をさらに備える。第1の半田部材は、外装平板部材を第1の外部電極に接続する。第2の半田部材は、外装平板部材を第2の外部電極に接続する。第1の電流が流れる方向における外装平板部材の長さは、第1の電流が流れる方向における電気素子の長さよりも長い。そして、第1の半田部材は、第1の電流が流れる方向において電気素子からはみ出した外装平板部材の第1のはみ出し部分と、第1の外部電極のうち n 個の第1の平板部材に略垂直な方向に配置された部分とに接して配置される。また、第2の半田部材は、第1の電流が流れる方向において電気素子からはみ出した外装平板部材の第2のはみ出し部分と、第2の外部電極のうち n 個の第1の平板部材に略垂直な方向に配置された部分とに接して配置される。

40

【0034】

好ましくは、電気素子は、 m 個の第2の平板部材のうち一主面に最も近い位置に配置された誘電体層をさらに含む。そして、外装平板部材は、誘電体層に接するとともに、第1の電流が流れる方向において第1の外部電極と第2の外部電極との間に配置される。

【0035】

好ましくは、電気回路装置は、第1および第2の半田部材をさらに備える。第1の半田

50

部材は、外装平板部材を第 1 の外部電極に接続する。第 2 の半田部材は、外装平板部材を第 2 の外部電極に接続する。外装平板部材は、第 1 および第 2 の外部電極の厚みよりも厚い厚みを有する。第 1 の半田部材は、第 1 の外部電極と外装平板部材の端面とに接して配置される。第 2 の半田部材は、第 2 の外部電極と外装平板部材の端面とに接して配置される。

【 0 0 3 6 】

好ましくは、外装平板部材が平面状に配置される場合、第 1 の電流が流れる方向における外装平板部材の長さは、外装平板部材の厚みに応じて決定される。

【 0 0 3 7 】

好ましくは、外装平板部材の長さは、外装平板部材の厚みが 0 . 1 m m ~ 0 . 2 m m の範囲であるとき、第 1 の電流が流れる方向における電気素子の長さよりも長い。 10

【 0 0 3 8 】

好ましくは、外装平板部材の長さは、外装平板部材の厚みが 0 . 2 m m よりも厚いとき、第 1 の電流が流れる方向における電気素子の長さよりも短い。

【 0 0 3 9 】

好ましくは、外装平板部材の切欠部は、第 1 および第 2 の切欠部を含む。第 1 の切欠部は、第 3 の外部電極の一部が一主面に配置されるための切欠部である。第 1 の切欠部は、第 4 の外部電極の一部が一主面に配置されるための切欠部である。

【 0 0 4 0 】

好ましくは、電気回路装置は、接着部材をさらに備える。接着部材は、外装平板部材を電気素子に接着させる。 20

【 0 0 4 1 】

好ましくは、電気回路装置は、第 1 および第 2 の接着部材を含む。第 1 の接着部材は、外装平板部材と第 3 の外部電極との間に配置される。第 2 の接着部材は、外装平板部材と第 4 の外部電極との間に配置される。

【 発明の効果 】

【 0 0 4 2 】

この発明による電気回路装置においては、第 1 の導体板が電気素子の表面に設けられ、第 1 の導体板は、電気素子を構成する第 2 および第 3 の導体板の抵抗よりも低い抵抗を有する。その結果、直流電流は、電気素子内の第 2 および第 3 の導体板よりも電気素子の外部に設けられた第 1 の導体板を主に流れる。 30

【 0 0 4 3 】

したがって、直流電流による電気回路装置の温度上昇を抑制できる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 4 4 】

本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

【 0 0 4 5 】

[実施の形態 1]

図 1 は、この発明の実施の形態 1 による電気回路装置の構成を示す概略断面図である。図 1 を参照して、この発明の実施の形態 1 による電気回路装置 2 0 0 は、電気素子 1 0 0 と、導体板 2 1 0 , 2 2 0 とを備える。 40

【 0 0 4 6 】

電気素子 1 0 0 は、略直方体状の外形を有し、陽極電極 1 0 A , 1 0 B と、陰極電極 2 0 E , 2 0 F とを有する。陽極電極 1 0 A は、略コの字形状の断面形状を有し、電気素子 1 0 0 の一方端側に設けられる。陽極電極 1 0 B は、略コの字形状の断面形状を有し、電気素子 1 0 0 の他方端側（陽極電極 1 0 A に対向する側）に設けられる。

【 0 0 4 7 】

導体板 2 1 0 , 2 2 0 の各々は、たとえば、銅（C u）板からなり、0 . 2 m m の厚さを有する。そして、導体板 2 1 0 は、陽極電極 1 0 A , 1 0 B に接続され、電気素子 1 0 50

0をほぼ包むように設けられる。導体板220は、一方端が陰極電極20Eに接続され、他方端が陰極電極20Fに接続される。

【0048】

図2は、図1に示す電気素子100を詳細に説明するための斜視図である。図2を参照して、電気素子100は、誘電体層1～5と、導体板11, 12, 21～23と、陽極電極10A, 10Bと、サイド陰極電極20A, 20B, 20C, 20Dと、陰極電極20E, 20Fとを備える。

【0049】

誘電体層1～5は、順次、積層される。導体板11, 12, 21～23の各々は、平板形状からなる。そして、導体板21は、誘電体層1, 2間に配置され、導体板11は、誘電体層2, 3間に配置される。導体板22は、誘電体層3, 4間に配置され、導体板12は、誘電体層4, 5間に配置され、導体板23は、誘電体層5の一主面5Aに配置される。その結果、誘電体層1～5は、それぞれ、導体板21, 11, 22, 12, 23を支持する。

【0050】

陽極電極10Aは、導体板11, 12の一方端に接続されるとともに、電気素子100の側面100A(誘電体層1～5の側面からなる側面)と、上面100Bの一部および底面100Cの一部とに形成される。

【0051】

陽極電極10Bは、導体板11, 12の他方端に接続されるとともに、電気素子100の側面100Aに対向する側面100D(誘電体層1～5の側面からなる側面)と、上面100Bの一部および底面100Cの一部とに形成される。その結果、陽極電極10Bは、陽極電極10Aに対向して配置される。

【0052】

サイド陰極電極20Aは、導体板21～23の一方端側において導体板21～23に接続され、電気素子100の正面100Eに配置される。サイド陰極電極20Bは、導体板21～23の一方端側において導体板21～23に接続され、電気素子100の正面100Eに対向する裏面100Fに配置される。これにより、サイド陰極電極20Bは、サイド陰極電極20Aに対向して配置される。

【0053】

サイド陰極電極20Cは、導体板21～23の他方端側において導体板21～23に接続され、電気素子100の正面100Eに配置される。サイド陰極電極20Dは、導体板21～23の他方端側において導体板21～23に接続され、電気素子100の正面100Eに対向する裏面100Fに配置される。これにより、サイド陰極電極20Dは、サイド陰極電極20Cに対向して配置される。

【0054】

陰極電極20Eは、サイド陰極電極20A, 20Bに接続され、電気素子100の底面100Cに配置される。陰極電極20Fは、サイド陰極電極20C, 20Dに接続され、電気素子100の底面100Cに配置される。

【0055】

このように、電気素子100は、導体板11, 12, 21～23が誘電体層1～5を挟んで交互に配置された構造からなり、2個の陽極電極10A, 10Bと、2個の陰極電極20E, 20Fとを有する。

【0056】

誘電体層1～5の各々は、たとえば、チタン酸バリウム(BaTiO_3)からなり、陽極電極10A, 10B、導体板11, 12, 21～23、サイド陰極電極20A, 20B, 20C, 20Dおよび陰極電極20E, 20Fの各々は、たとえば、ニッケル(Ni)からなる。

【0057】

図3は、図2に示す誘電体層1, 2および導体板11, 21の寸法を説明するための図

10

20

30

40

50

である。図 3 を参照して、誘電体層 1, 2 の各々は、導体板 1 1, 2 1 を電流が流れる方向 D R 1 に長さ L 1 を有し、方向 D R 1 に直交する方向 D R 2 に幅 W 1 を有し、厚さ D 1 を有する。長さ L 1 は、たとえば、1 5 mm に設定され、幅 W 1 は、たとえば、1 3 mm に設定され、厚さ D 1 は、たとえば、2 5 μ m に設定される。

【0058】

導体板 1 1 は、長さ L 1 および幅 W 2 を有する。そして、幅 W 2 は、たとえば、1 1 mm に設定される。また、導体板 2 1 は、長さ L 2 および幅 W 1 を有する。そして、長さ L 2 は、たとえば、1 3 mm に設定される。さらに、導体板 1 1, 2 1 の各々は、たとえば、1 0 μ m ~ 2 0 μ m の範囲の膜厚を有する。

【0059】

誘電体層 3 ~ 5 の各々は、図 3 に示す誘電体層 1, 2 と同じ長さ L 1、同じ幅 W 1 および同じ厚さ D 1 を有する。また、導体板 1 2 は、図 3 に示す導体板 1 1 と同じ長さ L 1、同じ幅 W 2 および同じ膜厚を有し、導体板 2 2, 2 3 の各々は、図 3 に示す導体板 2 1 と同じ長さ L 2、同じ幅 W 1 および同じ膜厚を有する。

【0060】

このように、導体板 1 1, 1 2 は、導体板 2 1 ~ 2 3 と異なる長さおよび異なる幅を有する。これは、導体板 1 1, 1 2 に接続される陽極電極 1 0 A, 1 0 B が導体板 2 1 ~ 2 3 に接続されるサイド陰極電極 2 0 A, 2 0 B, 2 0 C, 2 0 D と短絡するのを防止するためである。

【0061】

図 4 は、隣接する 2 つの導体板の平面図である。図 4 を参照して、導体板 1 1 および導体板 2 1 を 1 つの平面へ投影すると、導体板 1 1 および 2 1 は、重複部分 2 0 を有する。そして、導体板 1 1 と導体板 2 1 との重複部分 2 0 は、長さ L 2 および幅 W 2 を有する。導体板 1 1 と導体板 2 2 との重複部分、導体板 1 2 と導体板 2 2 との重複部分および導体板 1 2 と導体板 2 3 との重複部分も、重複部分 2 0 と同じ長さ L 2 および同じ幅 W 2 を有する。そして、この発明においては、L 2 W 2 になるように、長さ L 2 および幅 W 2 が設定される。

【0062】

図 5 は、図 2 に示す電気素子 1 0 0 の断面図である。図 5 の (a) は、図 2 に示す線 V A - V A 間における電気素子 1 0 0 の断面図を示し、図 5 の (b) は、図 2 に示す線 V B - V B 間における電気素子 1 0 0 の断面図を示す。

【0063】

図 5 を参照して、導体板 2 1 は、誘電体層 1, 2 の両方に接し、導体板 1 1 は、誘電体層 2, 3 の両方に接する。また、導体板 2 2 は、誘電体層 3, 4 の両方に接し、導体板 1 2 は、誘電体層 4, 5 の両方に接する。さらに、導体板 2 3 は、誘電体層 5 に接する。

【0064】

サイド陰極電極 2 0 C, 2 0 D は、導体板 1 1, 1 2 には接続されず、導体板 2 1 ~ 2 3 に接続される。また、陰極電極 2 0 F は、誘電体層 1 の裏面 1 A に配置され、サイド陰極電極 2 0 C, 2 0 D に接続される (図 5 の (a) 参照)。

【0065】

陽極電極 1 0 A, 1 0 B は、誘電体層 1 ~ 5 の側面、誘電体層 1 の裏面 1 A および誘電体層 5 の一主面 5 A に配置される。その結果、陽極電極 1 0 A, 1 0 B は、導体板 2 1 ~ 2 3 に接続されず、導体板 1 1, 1 2 に接続される (図 5 の (b) 参照)。

【0066】

したがって、導体板 2 1 / 誘電体層 2 / 導体板 1 1、導体板 1 1 / 誘電体層 3 / 導体板 2 2、導体板 2 2 / 誘電体層 4 / 導体板 1 2、および導体板 1 2 / 誘電体層 5 / 導体板 2 3 は、陽極電極 1 0 A, 1 0 B と陰極電極 2 0 E, 2 0 F との間に並列に接続された 4 個のコンデンサを構成する。

【0067】

この場合、各コンデンサの電極面積は、隣接する 2 つの導体板の重複部分 2 0 (図 4 参

10

20

30

40

50

照)の面積に等しい。

【0068】

図6および図7は、それぞれ、図2に示す電気素子100の製造方法を説明するための第1および第2の工程図である。図6を参照して、長さL1、幅W1および厚さD1を有する誘電体層1(BaTiO₃)となるグリーンシートの表面1Bに、長さL2および幅W1を有する領域にNiペーストをスクリーン印刷により塗布し、誘電体層1の表面1BにNiからなる導体板21を形成する。

【0069】

同じようにして、BaTiO₃からなる誘電体層3,5を作製し、その作製した誘電体層3,5上にそれぞれNiからなる導体板22,23を形成する(図6の(a)参照)。

10

【0070】

引き続いて、長さL1、幅W1および厚さD1を有する誘電体層2(BaTiO₃)となるグリーンシートの表面2Aに、長さL1および幅W2を有する領域にNiペーストをスクリーン印刷により塗布し、誘電体層2の表面2AにNiからなる導体板11を形成する。

【0071】

同じようにして、BaTiO₃からなる誘電体層4を作製し、その作製した誘電体層4上にNiからなる導体板12を形成する(図6の(b)参照)。

【0072】

その後、導体板21,11,22,12,23がそれぞれ形成された誘電体層1~5のグリーンシートを順次積層する(図6の(c)参照)。これによって、陽極電極10A,10Bに接続される導体板11,12および陰極電極20E,20Fに接続される導体板21~23は、交互に積層される。

20

【0073】

さらに、Niペーストをスクリーン印刷によって塗布し、陽極電極10A,10B、サイド陰極電極20A,20B,20C,20Dおよび陰極電極20E,20Fを形成する(図7の(d),(e)参照)。その後、図7の(e)まで作製された素子を1350の焼成温度で焼成して電気素子100が完成する。または、ポストファイヤーにより、内部電極(導体板11,12,21~23)よりも融点が低く、導電率が高い材料をサイド電極(外部電極)に使用することも可能である。また、サイド電極(外部電極)に関して

30

は、ハンダ濡れ性を考慮し、必要に応じて焼成後にNi,Au,Su等によってメッキ処理を行うこともある。

【0074】

なお、電気素子100の作製においては、グリーンシートを使用せず、誘電体のペーストを印刷して乾燥させ、その上に導体を印刷し、さらに、誘電体のペーストを印刷して同様な工程を行い、積層していく方法もある。

【0075】

図8は、図2に示す電気素子100の機能を説明するための斜視図である。図8を参照して、電気素子100に直流電流を流す場合、陰極電極20E,20Fを接地電位に接続し、導体板11,12に流れる直流電流が導体板21~23に流れる直流電流と逆向きになるように直流電流を電気素子100に流す。

40

【0076】

たとえば、直流電流が陽極電極10Aから陽極電極10Bの方向へ流れるように直流電流を電気素子100に流す。そうすると、直流電流は、陽極電極10Aから導体板11,12へ流れ、導体板11,12を矢印30の方向へ流れ、さらに、陽極電極10Bへ流れる。

【0077】

また、導体板11,12を流れる電流のリターン電流は、陰極電極20Fからサイド陰極電極20C,20Dを介して導体板21~23に流れ、導体板21~23を矢印30と反対方向である矢印40の方向へ流れ、さらに、サイド陰極電極20A,20Bを介して

50

陰極電極 20E へ流れる。

【0078】

そうすると、導体板 11, 12 を流れる直流電流 I_1 と、導体板 21 ~ 23 を流れる直流電流 I_2 とは、大きさが等しく、かつ、向きが逆方向の電流となる。

【0079】

図 9 は、導線を流れる電流によって生成される磁束密度を説明するための図である。また、図 10 は、2 つの導線間において磁氣的干渉が生じた場合の実効インダクタンスを説明するための図である。

【0080】

図 9 を参照して、無限に長い直線導線に電流 I が流れているとき、導線から距離 a の位置に存在する点 P に生じる磁束密度 B は、

【0081】

【数 1】

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad \dots(1)$$

【0082】

によって表される。ただし、 μ_0 は、真空の透磁率である。

20

【0083】

また、図 9 に示す導線が 2 本になり、お互いに磁氣的な干渉が生じたときには、2 本の導線の自己インダクタンスをそれぞれ L_{11} , L_{22} とし、結合係数を k ($0 < k < 1$) とし、2 本の導線の相互インダクタンスを L_{12} とすると、相互インダクタンス L_{12} は、次式によって表される。

【0084】

【数 2】

$$L_{12} = k \cdot \sqrt{L_{11} \cdot L_{22}} \quad \dots(2)$$

30

【0085】

ここで、 $L_{11} = L_{22}$ の場合、相互インダクタンス L_{12} は、次式になる。

【0086】

【数 3】

$$L_{12} = k \cdot L_{11} \quad \dots(3)$$

40

【0087】

図 10 を参照して、導線 A と導線 B とがリード線 C によって接続され、大きさが等しく、かつ、向きが逆方向の電流が導線 A, B に流れる場合を想定すると、導線 A の実効インダクタンス $L_{11 \text{ effective}}$ は、次式によって表される。

【0088】

【数 4】

$$L_{11\text{effective}} = L_{11} - L_{12} \quad \cdots(4)$$

【0089】

このように、2本の導線A、B間に磁氣的干渉が生じる場合、導線Aの実効インダクタンス $L_{11\text{effective}}$ は、導線Bとの間の相互インダクタンス L_{12} によって導線Aの自己インダクタンス L_{11} よりも小さくなる。これは、導線Aに流れる電流Iが生成する磁束 ϕ_A の方向が導線Bに流れる電流-Iが生成する磁束 ϕ_B の方向と逆向きになり、導線Aに流れる電流Iが生成する実効的な磁束密度が小さくなるからである。

【0090】

図11は、図2に示す電気素子100のインダクタンスが小さくなる機構を説明するための概念図である。電気素子100においては、上述したように、導体板11は、導体板21、22から25 μm の位置に配置され、導体板12は、導体板22、23から25 μm の位置に配置されるため、導体板11と導体板21、22との間および導体板12と導体板22、23との間に磁氣的干渉が生じ、導体板11、12を流れる直流電流I1は、導体板21～23を流れる直流電流I2と大きさが等しく、かつ、向きが逆方向であるため、導体板11、12の実効インダクタンスは、導体板11、12と導体板21～23との間の相互インダクタンスによって導体板11、12の自己インダクタンスよりも小さくなる。

【0091】

この場合、導体板11、12の自己インダクタンスは、導体板11、12と導体板21～23との重複部分20における長さL2が幅W2以上である場合の方が重複部分20における長さL2が幅W2よりも短い場合よりも大きく低下する。その理由を図11を参照して説明する。

【0092】

図11の(a)は、重複部分20における長さL2が幅W2以上である場合を示し、図11の(b)は、重複部分20における長さL2が幅W2よりも短い場合を示す。なお、図11の(a)、(b)において、矢印は、方向DR2へ広がりを持った電流を表す。また、図11の(a)、(b)において、重複部分20の面積は等しい。

【0093】

図11の(a)を参照して、直流電流I1が導体板11を流れ、直流電流I2が導体板21を流れる。そうすると、重複部分20における長さL2が幅W2以上である場合、直流電流I1、I2は、重複部分20の幅W2のほぼ全体に広がって、それぞれ、導体板11、21を流れる。その結果、導体板21を流れる直流電流I2によって生成される磁束 ϕ_B が導体板11を流れる直流電流I1によって生成される磁束 ϕ_A を打ち消す割合が相対的に大きくなり、導体板11の実効インダクタンスが導体板21との間の相互インダクタンスによって導体板11の自己インダクタンスよりも小さくなる割合が相対的に大きくなる。導体板12の実効インダクタンスが導体板12の自己インダクタンスよりも小さくなる割合についても同様である。

【0094】

図11の(b)を参照して、重複部分20における長さL2が幅W2よりも短い場合、直流電流I1は、方向DR2において導体板11のほぼ中央部を流れ、直流電流I2は、方向DR2において導体板21の端に近い部分を流れる。

【0095】

長さL2が幅W2よりも短い場合、陽極電極10Aから導体板11に導入された直流電流I1が導体板11の幅方向DR2へ広がるときの抵抗よりも直流電流I1が長さ方向DR1へ流れるときの抵抗の方が小さくなるからである。

【0096】

また、長さ L_2 が幅 W_2 よりも短い場合、サイド陰極電極20C、20Dから導体板21に導入された直流電流 I_2 が導体板21の幅方向DR2へ広がるときの抵抗よりも直流電流 I_2 が導体板21の長さ方向DR1へ流れるときの抵抗の方が小さくなるからである。

【0097】

そうすると、重複部分20における長さ L_2 が幅 W_2 よりも短い場合、直流電流 I_1 は、幅方向DR2において重複部分20のほぼ中央部を流れ、直流電流 I_2 は、幅方向DR2において重複部分20の端に近い部分を流れる。その結果、導体板21を流れる直流電流 I_2 によって生成される磁束 ϕ_B が導体板11を流れる直流電流 I_1 によって生成される磁束 ϕ_A を打ち消す度合いが相対的に小さくなり、導体板11の実効インダクタンスが導体板21との間の相互インダクタンスによって導体板11の自己インダクタンスよりも小さくなる度合いが相対的に小さくなる。導体板12の実効インダクタンスが導体板12の自己インダクタンスよりも小さくなる度合いについても同様である。

10

【0098】

このように、重複部分20における長さ L_2 が幅 W_2 以上である場合、導体板11、12の実効インダクタンスが導体板11、12の自己インダクタンスよりも小さくなる度合いは、相対的に大きくなる。

【0099】

その結果、電気素子100における全体の実効インダクタンス L は、相対的に大きく低下する。

20

【0100】

電気素子100においては、上述したように、並列に接続された4個のコンデンサが形成されるので、1個のコンデンサが形成される場合に比べ、実効キャパシタンス C は大きくなる。

【0101】

したがって、電気素子100においては、キャパシタンスが支配的な低周波数領域においては、実効キャパシタンス C が大きくなることによってインピーダンス Z_s が低下し、インダクタンスが支配的な高周波数領域においては、上述した実効インダクタンス L の低下によってインピーダンス Z_s が低下する。

30

【0102】

その結果、電気素子100は、広い周波数領域において、相対的に低いインピーダンス Z_s を有する。

【0103】

図12は、図2に示す電気素子100のインピーダンスの周波数依存性を示す図である。図12において、横軸は、周波数を表し、縦軸は、インピーダンスを表す。また、曲線 k_1 は、重複部分20における長さ L_2 が幅 W_2 以上である場合のインピーダンスの周波数依存性を示し、曲線 k_2 は、重複部分20における長さ L_2 が幅 W_2 よりも短い場合のインピーダンスの周波数依存性を示す。

【0104】

図12を参照して、0.006GHz以下の低周波数領域は、キャパシタンスが支配的な周波数領域であり、0.01GHz以上の高周波数領域は、インダクタンスが支配的な周波数領域である。上述したように、重複部分20の長さ L_2 が幅 W_2 以上である場合および重複部分20の長さ L_2 が幅 W_2 よりも短い場合、重複部分20の面積は等しいので、キャパシタンスが支配的である0.006GHz以下の低周波数領域においては、重複部分20の長さ L_2 が幅 W_2 以上である電気素子100のインピーダンス(曲線 k_1)は、重複部分20の長さ L_2 が幅 W_2 よりも短い電気素子のインピーダンス(曲線 k_2)とほぼ同じである。

40

【0105】

一方、重複部分20の長さ L_2 が幅 W_2 以上である場合、電気素子100のインダクタ

50

ンスは、重複部分 20 の長さ L_2 が幅 W_2 よりも短い場合に比べ、相対的に大きく低下するので、インダクタンスが支配的である 0.01 GHz 以上の高周波数領域においては、重複部分 20 の長さ L_2 が幅 W_2 以上である電気素子 100 のインピーダンス（曲線 k_1 ）は、重複部分 20 の長さ L_2 が幅 W_2 よりも短い電気素子のインピーダンス（曲線 k_2 ）よりも小さくなる。

【0106】

したがって、導体板 11, 12 と導体板 21 ~ 23 との重複部分 20 における長さ L_2 を幅 W_2 以上に設定することにより、インダクタンスが支配的な周波数領域において電気素子 100 のインピーダンスを小さくできる。

【0107】

図 13 は、素子温度と時間との関係を示す図である。図 13 は、導体板 210, 220 を電気素子 100 に装着しない場合の電気素子 100 の温度と時間との関係を示す。図 13 において、縦軸は、電気素子 100 の素子温度を表し、横軸は、直流電流が流れている時間を表す。また、曲線 $k_3 \sim k_9$ は、直流電流がそれぞれ 5 A, 10 A, 15 A, 20 A, 30 A, 35 A である場合を示す。

10

【0108】

図 13 を参照して、5 A, 10 A, 15 A の直流電流が流れた場合、電気素子 100 の温度は、約 50 よりも低く（曲線 $k_3 \sim k_5$ 参照）、20 A の直流電流が流れると、電気素子 100 の温度は、約 60 になり（曲線 k_6 参照）、25 A の直流電流が流れると、電気素子 100 の温度は、100 を超え（曲線 k_7 参照）、30 A の直流電流が流れると、電気素子 100 の温度は、150 程度になり（曲線 k_8 参照）、35 A の直流電流が流れると、電気素子 100 の温度は、4 分程度で 250 程度まで上昇する（曲線 k_9 参照）。

20

【0109】

図 14 は、素子温度と時間との関係を示す他の図である。図 14 は、導体板 210, 220 を電気素子 100 に装着した場合の電気素子 100 の温度と時間との関係を示す。図 14 において、縦軸は、電気素子 100 の素子温度を表し、横軸は、直流電流が流れている時間を表す。また、曲線群 k_{10} は、直流電流が 5 A, 10 A, 15 A, 20 A, 25 A, 30 A, 35 A, 40 A, 45 A, 50 A の場合を示し、曲線 $k_{11} \sim k_{20}$ は、直流電流がそれぞれ 55 A, 60 A, 65 A, 70 A, 75 A, 80 A, 85 A, 90 A, 95 A, 100 A である場合を示す。

30

【0110】

図 14 を参照して、導体板 210, 220 を電気素子 100 に装着した場合、5 A, 10 A, 15 A, 20 A, 25 A, 30 A, 35 A, 40 A, 45 A, 50 A の各直流電流が流れても、電気素子 100 の温度は、40 よりも低く（曲線群 k_{10} 参照）、55 A の直流電流が流れても、電気素子 100 の温度は、40 程度までしか上昇せず（曲線 k_{11} 参照）、60 A, 65 A, 70 A, 75 A の各直流電流が流れても、電気素子 100 の温度は、60 以下であり（曲線 $k_{12} \sim k_{15}$ 参照）、80 A の直流電流が流れても、電気素子 100 の温度は、80 程度であり（曲線 k_{16} 参照）、85 A の直流電流が流れても、電気素子 100 の温度は、90 程度であり（曲線 k_{17} 参照）、90 A の直流電流が流れても、電気素子 100 の温度は、100 程度であり（曲線 k_{18} 参照）、95 A の直流電流が流れても、電気素子 100 の温度は、120 程度であり（曲線 k_{19} 参照）、100 A の直流電流が流れても、電気素子 100 の温度は、160 よりも低い（曲線 k_{20} 参照）。

40

【0111】

したがって、電気素子 100 の温度を 160 よりも低い温度に設定する場合、導体板 210, 220 を装着することにより、電気素子 100 に流す直流電流を 30 A から 100 A まで増加させることができる。

【0112】

また、電気素子 100 の温度を 40 程度に設定する場合、導体板 210, 220 を装

50

着することにより、電気素子 100 に流す直流電流を 15 A から 55 A まで増加させることができる。

【0113】

図 15 は、素子温度と直流電流値との関係を示す図である。図 15 において、縦軸は、素子温度を表し、横軸は、直流電流値を表す。また、曲線 k 21 は、導体板 210, 220 を電気素子 100 に装着した場合を示し、曲線 k 22 は、導体板 210, 220 を電気素子 100 に装着しない場合を示す。そして、曲線 k 21 における各電流値に対する温度は、図 14 において各電流値を最長時間流した場合の温度であり、曲線 k 22 における各電流値に対する温度は、図 13 において各電流値を最長時間流した場合の温度である。さらに、電気素子 100 を構成する導体板 11, 12 の枚数は、4 枚であり、導体板 21 ~ 23 の枚数は、5 枚である。

10

【0114】

図 15 を参照して、導体板 210, 220 を電気素子 100 に装着した場合、60 A の直流電流を電気素子 100 に流しても、電気素子 100 の温度は、50 よりも低い（曲線 k 21 参照）。

【0115】

一方、導体板 210, 220 を電気素子 100 に装着しない場合、電気素子 100 の温度を 50 よりも低くするには、直流電流を 15 A 以下にする必要がある（曲線 k 22 参照）。

【0116】

図 13、図 14 および図 15 に示すように、導体板 210, 220 を電気素子 100 に装着することにより、電気素子 100 の温度を低く抑えることができる。これは、次の理由による。

20

【0117】

導体板 210, 220 は、上述したように、0.2 mm の膜厚を有し、導体板 11, 12, 21 ~ 23 は、25 μ m の膜厚を有する。そして、導体板 210, 220 は、導体板 21 ~ 23 と同じ幅 W1 を有し、導体板 210 は、導体板 11, 12 の長さ L1 に略等しい長さを有し、導体板 220 は、導体板 21 ~ 23 と同じ長さ L2 を有する。

【0118】

したがって、導体板 210, 220 の抵抗は、導体板 11, 12, 21 ~ 23 の抵抗よりも小さくなり、直流電流は、導体板 210, 220 に主に流れ、発熱は、導体板 210, 220 で殆ど生じる。その結果、電気素子 100 の温度が直流電流によって上昇するのを抑制できる。

30

【0119】

図 16 は、図 2 に示す電気素子 100 のインピーダンスの周波数依存性を示す他の図である。図 16 において、縦軸は、インピーダンスを表し、横軸は、周波数を表す。また、曲線 k 1 は、導体板 210, 220 を電気素子 100 に装着しない場合を示し、図 12 に示す曲線 k 1 である。さらに、曲線 k 23 は、導体板 210, 220 を電気素子 100 に装着した場合を示す。

【0120】

図 16 を参照して、導体板 210, 220 を装着した場合における電気素子 100 のインピーダンスは、キャパシタンスが支配的な低周波数領域およびインダクタンスが支配的な高周波数領域の全領域において、導体板 210, 220 を装着しない場合における電気素子 100 のインピーダンスとほぼ一致する。すなわち、導体板 210, 220 を装着することによって、電気素子 100 のインピーダンスは変化しない。つまり、導体板 210, 220 を電気素子 100 に装着しても、導体板 11, 12 の実効インダクタンスが導体板 11, 12 の自己インダクタンスよりも小さくなる度合いが相対的に大きくなるという効果が維持される。

40

【0121】

このように、電気回路装置 200 においては、導体板 210, 220 に装着することに

50

よって、電気素子 100 のインピーダンスの周波数依存性を維持したまま、電気素子 100 の温度上昇を抑制でき、電気素子 100 に流す直流電流を相対的に大きくできる。

【0122】

図 17 は、図 1 に示す電気回路装置 200 の使用状態を示す概念図である。図 17 を参照して、電気回路装置 200 は、電源 90 と、CPU (Central Processing Unit) 110 との間に接続される。そして、電気回路装置 200 の陰極電極 20E, 20F は、接地電位に接続される。電源 90 は、正極端子 91 および負極端子 92 を有する。CPU 110 は、正極端子 111 および負極端子 112 を有する。

【0123】

リード線 121 は、一方端が電源 90 の正極端子 91 に接続され、他方端が電気回路装置 200 の陽極電極 10A に接続される。リード線 122 は、一方端が電源 90 の負極端子 92 に接続され、他方端が電気回路装置 200 の陰極電極 20E に接続される。 10

【0124】

リード線 123 は、一方端が電気回路装置 200 の陽極電極 10B に接続され、他方端が CPU 110 の正極端子 111 に接続される。リード線 124 は、一方端が電気回路装置 200 の陰極電極 20F に接続され、他方端が CPU 110 の負極端子 112 に接続される。

【0125】

そうすると、電源 90 の正極端子 91 から出力された直流電流 I は、リード線 121 を介して電気回路装置 200 の陽極電極 10A に流れ、その殆どが電気回路装置 200 内を 20 導体板 210 および陽極電極 10B の順に流れ、一部が導体板 11, 12 および陽極電極 10B の順に流れる。そして、直流電流 I は、陽極電極 10B からリード線 123 および正極端子 111 を介して CPU 110 へ流れ込む。

【0126】

これによって、直流電流 I は、電源電流として CPU 110 へ供給される。そして、CPU 110 は、直流電流 I によって駆動され、直流電流 I と同じ大きさのリターン電流 I_r を負極端子 112 から出力する。

【0127】

そうすると、リターン電流 I_r は、リード線 124 を介して電気回路装置 200 の陰極電極 20F へ流れ、その殆どが電気回路装置 200 内を導体板 220 および陰極電極 20E の順に流れ、一部がサイド陰極電極 20C, 20D、導体板 21~23、サイド陰極電極 20A, 20B および陰極電極 20E の順に流れる。そして、リターン電流 I_r は、陰極電極 20E からリード線 122 および負極端子 92 を介して電源 90 に流れる。 30

【0128】

その結果、電気回路装置 200 において、電気素子 100 のインピーダンス Z_s を上述したように低インピーダンスに保持したまま、電気素子 100 の温度上昇が抑制される。

【0129】

そして、CPU 110 は、電源 90 から電気回路装置 200 を介して供給された直流電流 I によって駆動され、不要な高周波電流を発生する。この不要な高周波電流は、リード線 123, 124 を介して電気回路装置 200 へ漏れるが、電気回路装置 200 は、上述したように、低いインピーダンス Z_s を有するため、不要な高周波電流は、電気回路装置 200 および CPU 110 からなる回路を流れ、電気回路装置 200 から電源 90 側への漏洩が抑制される。 40

【0130】

CPU 110 の動作周波数は、高周波数側へシフトする傾向にあり、1GHz 程度での動作も想定される。このような高い動作周波数の領域においては、電気回路装置 200 のインピーダンス Z_s は、主に実効インダクタンス L によって決定され、実効インダクタンス L は、上述したように相対的に大きく低下するので、電気回路装置 200 は、高い動作周波数で動作する CPU 110 が発生する不要な高周波電流を CPU 110 の近傍に閉じ込めるノイズフィルタとして機能する。

【0131】

上述したように、電気回路装置200は、電源90とCPU110との間に接続され、CPU110が発生する不要な高周波電流をCPU110の近傍に閉じ込めるノイズフィルタとして機能する。そして、電気回路装置200が電源90とCPU110との間に接続される場合、導体板11, 12, 21~23は、伝送線路として接続される。すなわち、陽極電極10A, 10Bに接続された導体板11, 12と、陰極電極20E, 20Fに接続された導体板21~23とを用いて構成されるコンデンサが端子を介して伝送線路に接続されるのではなく、導体板11, 12, 21~23が伝送線路の一部として接続される。したがって、導体板11, 12は、電源90から出力された直流電流Iが電源90側からCPU110側へ流れるための導体であり、導体板21~23は、リターン電流I_rがCPU110側から電源90側へ流れるための導体である。その結果、等価直列インダクタンスを極力排除できる。

10

【0132】

また、電気回路装置200においては、陽極電極10A, 10Bに接続された導体板11, 12に流れる電流を、陰極電極20E, 20Fに接続された導体板21~23に流れる電流と逆向きに設定することによって、導体板11, 12と導体板21~23との間に磁氣的干渉を生じさせ、導体板11, 12の自己インダクタンスを導体板11, 12と導体板21~23との間の相互インダクタンスによって減少させる。そして、これによって、電気素子100の実効インダクタンスを減少させ、電気回路装置200のインピーダンスZ_sを低下させる。

20

【0133】

このように、電気回路装置200においては、コンデンサの電極を構成する導体板11, 12, 21~23を伝送線路の一部として接続することを第1の特徴とし、陽極電極10A, 10Bに接続された導体板11, 12と、陰極電極20E, 20Fに接続された導体板21~23とに逆向きの電流を流して導体板11, 12と導体板21~23との間に磁氣的干渉を生じさせることによって導体板11, 12の実効インダクタンスを導体板11, 12の自己インダクタンスよりも小さくし、それによって電気回路装置200のインピーダンスZ_sを小さくすることを第2の特徴とし、信号を構成する直流電流を流す導体板11, 12の各々が接地電位に接続される2つの導体板(導体板21, 22または導体板22, 23)によって挟まれることを第3の特徴とする。

30

【0134】

この第2の特徴は、CPU110からのリターン電流I_rを電気回路装置200の内部に配置された導体板21~23に流す構成を採用することによって実現される。

【0135】

そして、第1の特徴によって等価直列インダクタンスを極力排除でき、第2の特徴によって不要な高周波電流をCPU110の近傍に閉じ込めることができる。また、第3の特徴によって電気回路装置200のノイズが外部へ出るのを抑制できるとともに、電気回路装置200が外部からのノイズに影響されるのを抑制できる。

【0136】

図18は、この発明の実施の形態1による電気回路装置の構成を示す他の概略断面図である。この発明の実施の形態による電気回路装置は、図18に示す電気回路装置200Aであってもよい。図18を参照して、電気回路装置200Aは、図1に示す電気回路装置200に放熱部材230, 240を追加したものであり、その他は、電気回路装置200と同じである。

40

【0137】

放熱部材230, 240の各々は、たとえば、シリコン(Si)グリースからなる。そして、放熱部材230は、電気素子100および導体板210に接し、電気素子100と導体板210との間に配設される。放熱部材240は、電気素子100および導体板220に接し、電気素子100と導体板220との間に配設される。電気素子100と導体板210との間隔および電気素子100と導体板220との間隔は、10μm~20μmの

50

範囲であるので、放熱部材 230, 240 の各々は、 $10\ \mu\text{m} \sim 20\ \mu\text{m}$ の範囲の厚さを有する。

【0138】

放熱部材 230, 240 を設けることによって、電気素子 100 で発生した熱は、導体板 210, 220 に伝達され、電気素子 100 の温度上昇をさらに抑制できる。

【0139】

電気回路装置 200A は、電気回路装置 200 と同じように、図 17 に示す態様で電源 90 と CPU110 との間に設けられ、CPU110 で発生した不要な高周波電流を CPU110 の近傍に閉じ込めるノイズフィルタとして機能する。その他については、電気回路装置 200 と同じである。

10

【0140】

なお、上記においては、 $L2 \times W2$ になるように重複部分 20 の長さ $L2$ および幅 $W2$ を設定すると説明したが、この発明においては、これに限らず、 $L2 \times W2$ になるように重複部分 20 における長さ $L2$ および幅 $W2$ を決定してもよい。

【0141】

重複部分 20 における長さ $L2$ および幅 $W2$ が $L2 \times W2$ の関係を有していても、電気回路装置 200, 200A において、電気素子 100 の温度上昇を抑制でき、相対的に大きい直流電流を流すことができるからである。

【0142】

また、上記においては、誘電体層 1 ~ 5 は、全て同じ誘電体材料 (BaTiO_3) により構成されると説明したが、この発明においては、これに限らず、誘電体層 1 ~ 5 は、相互に異なる誘電体材料により構成されていてもよく、2 種類の誘電体材料により構成されていてもよく、一般的には、1 種類以上の誘電体材料により構成されていればよい。この場合、誘電体層 1 ~ 5 を構成する各誘電体材料は、好ましくは、3000 以上の比誘電率を有する。

20

【0143】

そして、 BaTiO_3 以外の誘電体材料としては、 $\text{Ba}(\text{Ti}, \text{Sn})\text{O}_3$, $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$, $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca})\text{TiO}_3$, $(\text{Ba}, \text{Ca})(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$, $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca})(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$, SrTiO_3 , CaTiO_3 , PbTiO_3 , $\text{Pb}(\text{Zn}, \text{Nb})\text{O}_3$, $\text{Pb}(\text{Fe}, \text{W})\text{O}_3$, $\text{Pb}(\text{Fe}, \text{Nb})\text{O}_3$, $\text{Pb}(\text{Mg}, \text{Nb})\text{O}_3$, $\text{Pb}(\text{Ni}, \text{W})\text{O}_3$, $\text{Pb}(\text{Mg}, \text{W})\text{O}_3$, $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$, $\text{Pb}(\text{Li}, \text{Fe}, \text{W})\text{O}_3$, $\text{Pb}_5\text{Ge}_3\text{O}_{11}$ および CaZrO_3 等を用いることができる。

30

【0144】

さらに、上記においては、陽極電極 10A, 10B、導体板 11, 12, 21 ~ 23、サイド陰極電極 20A, 20B, 20C, 20D および陰極電極 20E, 20F は、ニッケル (Ni) からなると説明したが、この発明においては、これに限らず、陽極電極 10A, 10B、導体板 11, 12, 21 ~ 23、サイド陰極電極 20A, 20B, 20C, 20D および陰極電極 20E, 20F は、銀 (Ag)、パラジウム (Pd)、銀パラジウム合金 (Ag-Pd)、白金 (Pt)、金 (Au)、銅 (Cu)、ルビジウム (Ru) およびタングステン (W) のいずれかにより構成されてもよい。

40

【0145】

さらに、上記においては、電気回路装置 200 は、誘電体層 1 ~ 5 を備えると説明したが、この発明においては、これに限らず、電気回路装置 200 は、誘電体層 1 ~ 5 を備えていなくてもよい。誘電体層 1 ~ 5 がなくても、導体板 11, 12 と導体板 21 ~ 23 との間で磁氣的干渉が生じ、上述した機構によって電気回路装置 200 のインピーダンスが低下するからである。

【0146】

さらに、上記においては、陽極電極 10A, 10B に接続される導体板の個数は、2 個 (導体板 11, 12) であり、陰極電極 20E, 20F に接続される導体板の個数は、3

50

個（導体板 21 ~ 23）であると説明したが、この発明においては、これに限らず、電気回路装置 200, 200A は、陽極電極 10A, 10B に接続される n (n は正の整数) 個の導体板と、陰極電極 20E, 20F に接続される m (m は正の整数) 個の導体板とを備えていればよい。この場合、電気回路装置 200, 200A は、 j ($j = m + n$) 個の誘電体層を備える。陽極電極 10A, 10B に接続される導体板と、陰極電極 20E, 20F に接続される導体板とを少なくとも 1 個備えていれば、磁氣的干渉を生じさせることができ、実効インダクタンスを小さくできるからである。

【0147】

そして、この発明においては、電気回路装置 200, 200A に流れる電流が増加するに従って、陽極電極 10A, 10B に接続される導体板の個数と、陰極電極 20E, 20F に接続される導体板の個数とを増加させる。陽極電極 10A, 10B に接続される導体板および陰極電極 20E, 20F に接続される導体板が複数の導体板からなるとき、複数の導体板は、2 個の陽極電極 (10A, 10B) 間、または 2 個の陰極電極 (20E, 20F) 間に並列に接続されるので、陽極電極 10A, 10B に接続される導体板の個数と、陰極電極 20E, 20F に接続される導体板の個数とを増加させれば、電気回路装置 200 に流れる電流を増加できるからである。

10

【0148】

また、この発明においては、電気回路装置 200, 200A のインピーダンスを相対的に低下させる場合、電極 10A, 10B に接続される導体板の個数と、陰極電極 20E, 20F に接続される導体板の個数とを増加させる。電極 10A, 10B に接続される導体板の個数と、陰極電極 20E, 20F に接続される導体板の個数とを増加させれば、並列接続されるコンデンサの個数が増加し、電気回路装置 200 の実効キャパシタンスが大きくなってインピーダンスが低下するからである。

20

【0149】

さらに、この発明においては、電気回路装置 200, 200A の温度を相対的に低い温度に設定する場合、電極 10A, 10B に接続される導体板の個数と、陰極電極 20E, 20F に接続される導体板の個数とを増加させる。電極 10A, 10B に接続される導体板の個数と、陰極電極 20E, 20F に接続される導体板の個数とを増加させれば、電極 10A, 10B に接続される導体板と、陰極電極 20E, 20F に接続される導体板との各々に流れる直流電流が相対的に小さくなり、各導体板で発生する熱量を少なくできるからである。

30

【0150】

さらに、上記においては、導体板 11, 12 は、導体板 21 ~ 23 に平行に配置されると説明したが、この発明においては、これに限らず、導体板 11, 12 と導体板 21 ~ 23 との間隔が長さ方向 DR1 に対して変化するように導体板 11, 12, 21 ~ 23 を配置してもよい。

【0151】

さらに、上記においては、導体板 210, 220 は、Cu からなると説明したが、この発明においては、これに限らず、導体板 210, 220 は、銀 (Ag)、金 (Au)、アルミニウム (Al) およびニッケル (Ni) 等の金属のバルク (導体板 11, 12, 21 ~ 23 よりも厚い金属板) からなってもよい。

40

【0152】

さらに、上記においては、導体板 210, 220 は、導体板 11, 12, 21 ~ 23 の膜厚よりも厚い膜厚を有すると説明したが、この発明においては、これに限らず、導体板 210, 220 は、導体板 11, 12, 21 ~ 23 の抵抗よりも低い抵抗を有していればよい。抵抗が導体板 11, 12, 21 ~ 23 の抵抗よりも低ければ、直流電流は、主に導体板 210, 220 に流れ、電気素子 100 の温度上昇を抑制できるからである。

【0153】

さらに、この発明においては、導体板 210, 220 の表面を凹凸形状にしてもよい。この場合、凹凸形状は、波型、三角波形および矩形等の各種の断面形状からなる。導体板

50

210, 220の表面を凹凸形状にすることにより、導体板210, 220の表面積を大きくでき、導体板210, 220から空气中へ放熱される熱量が相対的に増加し、電気回路装置200, 200Aの温度上昇をさらに抑制できるからである。

【0154】

さらに、上記においては、電気回路装置200, 200Aは、2個の導体板210, 220を備えると説明したが、この発明においては、これに限らず、電気回路装置200, 200Aは、2個の導体板210, 220のうち、少なくとも1つの導体板を備えていればよい。この場合、電気回路装置200Aにおいては、電気素子100に設置される導体板に合わせて、放熱部材230, 240のうち、少なくとも1つの放熱部材が使用される。

10

【0155】

さらに、上記においては、電気回路装置200, 200Aは、CPU110に接続されると説明したが、この発明においては、これに限らず、電気回路装置200, 200Aは、所定の周波数で動作する電気負荷回路であれば、どのように電気負荷回路に接続されてもよい。

【0156】

さらに、上記においては、電気回路装置200, 200Aは、CPU110が発生する不要な高周波電流をCPU110の近傍に閉じ込めるノイズフィルタとして用いられると説明したが、この発明においては、これに限らず、電気回路装置200, 200Aは、コンデンサとしても使用される。電気回路装置200, 200Aは、上述したように、並列に接続された4個のコンデンサを含むので、コンデンサとしても使用可能である。

20

【0157】

そして、より具体的には、電気回路装置200, 200Aは、ノートパソコン、CD-RW/DVD装置、ゲーム機、情報家電、デジタルカメラ、自動車電装用、自動車用デジタル機器、MPU周辺回路およびDC/DCコンバータ等に用いられる。

【0158】

したがって、ノートパソコンおよびCD-RW/DVD装置等にコンデンサとして用いられているが、電源90とCPU110との間で使用されてCPU110が発生する不要な高周波電流をCPU110の近傍に閉じ込めるノイズフィルタの機能を有する電気回路装置は、この発明による電気回路装置200, 200Aに含まれる。

30

【0159】

この発明においては、導体板210, 220の少なくとも1つの導体板は、「第1の導体板」を構成し、導体板11, 12は、「第2の導体板」を構成し、導体板21~3は、「第3の導体板」を構成する。

【0160】

また、導体板210のうち、陽極電極10A, 10B間に接続される部分は、「平板部」を構成し、導体板220のうち、陰極電極20E, 20F間に接続される部分は、「平板部」を構成する。

【0161】

さらに、陽極電極10Aは、「第1の外部電極」を構成し、陽極電極10Bは、「第2の外部電極」を構成する。

40

【0162】

さらに、陰極電極20Eは、「第1の外部電極」または「第3の外部電極」を構成し、陰極電極20Fは、「第2の外部電極」または「第4の外部電極」を構成する。

【0163】

さらに、放熱部材230は、「第1の放熱部材」を構成し、放熱部材240は、「第2の放熱部材」を構成する。

【0164】

[実施の形態2]

図19は、実施の形態2による電気回路装置の斜視図である。図19を参照して、実施

50

の形態 2 による電気回路装置 300 は、図 1 に示す電気回路装置 200 の導体板 210 を導体板 310 に代えたものであり、その他は、電気回路装置 200 と同じである。なお、電気回路装置 300 の電気素子 100 においては、導体板 23 は省略されている。また、サイド陰極電極 20A, 20B, 20C, 20D の一部は、電気素子 100 の上面 100B に配置されている。さらに、陽極電極 10A, 10B の各々は、 $30\mu\text{m} \sim 50\mu\text{m}$ の範囲の膜厚を有する。

【0165】

導体板 310 は、銅箔からなり、平板形状を有する。そして、導体板 310 は、電気素子 100 の上面 100B に配置され、一方端が陽極電極 10A に接続され、他方端が陽極電極 10B に接続される。

10

【0166】

このように、導体板 310 は、図 1 に示す導体板 210 のように、陽極電極 10A, 10B を覆うように配置されるのではなく、陽極電極 10A の一部と陽極電極 10B の一部とに接続されるように、電気素子 100 の一主面 (= 上面 100B) に配置される。

【0167】

図 20 は、図 19 に示す導体板 310 の斜視図である。図 20 を参照して、導体板 310 は、切欠部 311, 312 を有する。その結果、導体板 310 は、幅広部 313, 314 と、幅狭部 315 とからなる。幅狭部 315 は、幅広部 313 と幅広部 314 との間に配置される。

【0168】

切欠部 311 は、サイド陰極電極 20A, 20C の一部が電気素子 100 の一主面 (= 上面 100B) に配置されるための切欠部であり、切欠部 312 は、サイド陰極電極 20B, 20D の一部が電気素子 100 の一主面 (= 上面 100B) に配置されるための切欠部である。

20

【0169】

また、導体板 310 は、電気素子 100 の導体板 11, 12 を電流が流れる方向 DR1 において、長さ L3 を有する。この長さ L3 は、方向 DR1 における電気素子 100 の長さよりも長い。

【0170】

さらに、導体板 310 の幅広部 313, 314 は、方向 DR1 に直交する方向 DR2 において、幅 W3 を有し、導体板 310 の幅狭部 315 は、幅 W4 を有する。そして、幅 W3 は、方向 DR2 における電気素子 100 の幅と同じ幅を有し、幅 W4 は、幅 W3 よりも狭い。この場合、幅 W3 は、たとえば、5 mm に設定され、幅 W4 は、たとえば、3 mm に設定される。

30

【0171】

図 21 は、図 19 に示す A 方向から見た電気回路装置 300 の側面図である。図 21 を参照して、電気回路装置 300 は、半田 320, 330 をさらに備える。導体板 310 は、電気素子 100 の陽極電極 10A, 10B および誘電体層 5 に接して陽極電極 10A, 10B および誘電体層 5 上に配置される。そして、導体板 310 は、厚み D2 を有する。この厚み D2 は、たとえば、0.2 mm に設定される。

40

【0172】

半田 320 は、方向 DR1 において電気素子 100 からのはみ出した導体板 310 ののはみ出し部 310A と、陽極電極 10A のうち電気素子 100 の厚み方向 (= 導体板 11, 12 に略垂直な方向) に配置された部分とに接して配置され、導体板 310 を陽極電極 10A に電氣的に接続する。

【0173】

半田 330 は、方向 DR1 において電気素子 100 からのはみ出した導体板 310 ののはみ出し部 310B と、陽極電極 10B のうち電気素子 100 の厚み方向 (= 導体板 11, 12 に略垂直な方向) に配置された部分とに接して配置され、導体板 310 を陽極電極 10B に電氣的に接続する。

50

【0174】

図22および図23は、それぞれ、図19に示す電気回路装置300の製造方法を説明するための第1および第2の工程図である。電気回路装置300の製造が開始されると、図6および図7に示す工程(a)~(e)に従って電気素子100が製造され、半田ペースト340, 350が電気素子100の上面100Bにおいてそれぞれ陽極電極10Aの内側および陽極電極10Bの内側に塗布される(図22の(a)参照)。この場合、半田ペースト340, 350は、たとえば、ローラー印刷によって塗布される。このローラー印刷は、陽極電極10Aと陽極電極10Bとの距離に相当する長さを有するローラーの両端に半田ペーストを付け、半田ペーストが付いたローラーを誘電体層5上で方向DR2へ回転させることにより、半田ペースト340, 350をそれぞれ陽極電極10A, 10Bの内側へ塗布するものである。 10

【0175】

その後、切欠部311, 312を有する導体板310が作製され、その作製された導体板310が電気素子100の上面100B側から陽極電極10A, 10Bおよび半田ペースト340, 350上に載せられる(図22の(b)参照)。

【0176】

この場合、導体板310は、サイド陰極電極20A, 20Cが切欠部311に配置され、サイド陰極電極20B, 20Dが切欠部312に配置され、幅広部313, 314の両端が電気素子100の幅方向(=方向DR2)の両端に一致するように陽極電極10A, 10Bおよび半田ペースト340, 350上に載せられる(図22の(c)参照)。 20

【0177】

導体板310を陽極電極10A, 10Bおよび半田ペースト340, 350上に載せた状態において図22の(c)に示すA方向から見た側面図は、図23の(d)に示すようになる。図23の(d)を参照して、半田ペースト340は、陽極電極10Aの内側(図23の(d)においては、陽極電極10Aよりも右側)に配置され、半田ペースト350は、陽極電極10Bの内側(図23の(d)においては、陽極電極10Bよりも左側)に配置される。そして、導体板310は、陽極電極10A, 10Bおよび半田ペースト340, 350に接して配置される。

【0178】

その後、半田ペースト340, 350をリフローすることによって、半田ペースト340は、陽極電極10Aの外側(図23の(e)においては、陽極電極10Aの左側)へ移動し、半田ペースト350は、陽極電極10Bの外側(図23の(e)においては、陽極電極10Bの右側)へ移動する。そして、導体板310のはみ出し部310Aと陽極電極10Aとの交差部には、半田320が形成され、導体板310のはみ出し部310Bと陽極電極10Bとの交差部には、半田330が形成される。 30

【0179】

そうすると、導体板310は、陽極電極10A, 10Bおよび誘電体層5に接し、半田320は、導体板310のはみ出し部310Aを陽極電極10Aに電氣的に接続し、半田330は、導体板310のはみ出し部310Bを陽極電極10Bに電氣的に接続する(図23の(e)参照)。これによって、電気回路装置300が完成する。 40

【0180】

導体板310を陽極電極10A, 10Bおよび半田ペースト340, 350上に配置した状態では、導体板310と、電気素子100の誘電体層5との間には、 $30\mu\text{m} \sim 50\mu\text{m}$ の隙間が形成されているが(図23の(d)参照)、導体板310は、 0.2mm の厚みD2を有するので、半田ペースト340, 350をリフローすることによって、導体板310は、誘電体層5と接触する。

【0181】

すなわち、導体板310が 0.3mm の厚みを有する場合、半田ペースト340, 350をリフローしても、導体板310は、誘電体層5に接触しないが、導体板310の厚みD2を 0.2mm に設定することによって導体板310が電気素子100の厚み方向に湾 50

曲可能になり、半田ペースト 3 4 0 , 3 5 0 をリフローすることによって、導体板 3 1 0 は、誘電体層 5 と接触する。

【 0 1 8 2 】

そして、導体板 3 1 0 の厚みが 0 . 2 mm よりも厚い場合、半田ペースト 3 4 0 , 3 5 0 をリフローすることによって、導体板 3 1 0 を誘電体層 5 に接触させることができず、導体板 3 1 0 の厚みが 0 . 1 mm ~ 0 . 2 mm である場合、半田ペースト 3 4 0 , 3 5 0 をリフローすることによって、導体板 3 1 0 を誘電体層 5 に接触させることができる。

【 0 1 8 3 】

したがって、実施の形態 2 においては、導体板 3 1 0 は、一般的には、0 . 1 mm ~ 0 . 2 mm の厚み D 2 を有する。

10

【 0 1 8 4 】

電気回路装置 3 0 0 は、上述した電気回路装置 2 0 0 , 2 0 0 A と同じように電源 9 0 と CPU 1 1 0 との間に接続される。そうすると、電源 9 0 の正極端子 9 1 から出力された直流電流 I は、リード線 1 2 1 を介して電気回路装置 3 0 0 の陽極電極 1 0 A に流れ、その殆どが電気回路装置 3 0 0 内を導体板 3 1 0 および陽極電極 1 0 B の順に流れ、一部が導体板 1 1 , 1 2 および陽極電極 1 0 B の順に流れる。そして、直流電流 I は、陽極電極 1 0 B からリード線 1 2 3 および正極端子 1 1 1 を介して CPU 1 1 0 へ流れ込む。

【 0 1 8 5 】

これによって、直流電流 I は、電源電流として CPU 1 1 0 へ供給される。そして、CPU 1 1 0 は、直流電流 I によって駆動され、直流電流 I と同じ大きさのリターン電流 I_rを負極端子 1 1 2 から出力する。

20

【 0 1 8 6 】

出力されたリターン電流 I_rは、リード線 1 2 4 を介して電気回路装置 3 0 0 の陰極電極 2 0 F へ流れ、その殆どが電気回路装置 3 0 0 内を導体板 2 2 0 および陰極電極 2 0 E の順に流れ、一部がサイド陰極電極 2 0 C , 2 0 D、導体板 2 1 , 2 2、サイド陰極電極 2 0 A , 2 0 B および陰極電極 2 0 E の順に流れる。そして、リターン電流 I_rは、陰極電極 2 0 E からリード線 1 2 2 および負極端子 9 2 を介して電源 9 0 に流れる。

【 0 1 8 7 】

その結果、電気回路装置 3 0 0 において、電気素子 1 0 0 のインピーダンス Z_sを上述したように低インピーダンスに保持したまま、電気素子 1 0 0 の温度上昇が抑制される。

30

【 0 1 8 8 】

そして、CPU 1 1 0 は、電源 9 0 から電気回路装置 3 0 0 を介して供給された直流電流 I によって駆動され、不要な高周波電流を発生する。この不要な高周波電流は、リード線 1 2 3 , 1 2 4 を介して電気回路装置 3 0 0 へ漏れるが、電気回路装置 3 0 0 は、上述したように、低いインピーダンス Z_sを有するため、不要な高周波電流は、電気回路装置 3 0 0 および CPU 1 1 0 からなる回路を流れ、電気回路装置 3 0 0 から電源 9 0 側への漏洩が抑制される。

【 0 1 8 9 】

CPU 1 1 0 の動作周波数は、高周波数側へシフトする傾向にあり、1 GHz 程度での動作も想定される。このような高い動作周波数の領域においては、電気回路装置 3 0 0 のインピーダンス Z_sは、主に実効インダクタンス L によって決定され、実効インダクタンス L は、上述したように相対的に大きく低下するので、電気回路装置 3 0 0 は、高い動作周波数で動作する CPU 1 1 0 が発生する不要な高周波電流を CPU 1 1 0 の近傍に閉じ込めるノイズフィルタとして機能する。

40

【 0 1 9 0 】

また、電気回路装置 3 0 0 は、電気素子 1 0 0 のサイド陰極電極 2 0 A , 2 0 B , 2 0 C , 2 0 D の一部が配置されるための切欠部 3 1 1 , 3 1 2 を有する導体板 3 1 0 を備えるので、導体板 3 1 0 とサイド陰極電極 2 0 A , 2 0 B , 2 0 C , 2 0 D とを電氣的に絶縁して電気素子 1 0 0 で発生する熱を導体板 3 1 0 から放熱できる。

【 0 1 9 1 】

50

さらに、導体板 310 は、幅広部 313, 314 を有するので、4 個の角部 (= 幅広部 313, 314 の両端部) によって導体板 310 を電気素子 100 に接続するときの位置合わせを容易に行なうことができる。

【0192】

さらに、半田ペースト 340, 350 をそれぞれ陽極電極 10A, 10B の内側に塗布するので、ローラー印刷によって半田ペースト 340, 350 を容易に塗布できる。その結果、作業性の良い製造工程を構築できる。

【0193】

実施の形態 2 においては、サイド陰極電極 20A, 20B は、「第 3 の外部電極」を構成し、サイド陰極電極 20C, 20D は、「第 4 の外部電極」を構成する。また、導体板 310 は、「外装平板部材」を構成する。さらに、半田 320 は、「第 1 の半田部材」を構成し、半田 330 は、「第 2 の半田部材」を構成する。

10

【0194】

その他は、実施の形態 1 と同じである。

【0195】

[実施の形態 3]

図 24 は、実施の形態 3 による電気回路装置の斜視図である。図 24 を参照して、実施の形態 3 による電気回路装置 400 は、図 19 に示す電気回路装置 300 の導体板 310 を導体板 410 に代えたものであり、その他は、電気回路装置 300 と同じである。

【0196】

20

導体板 410 は、銅箔からなり、平板形状を有する。そして、導体板 410 は、電気素子 100 の上面 100B に配置され、一方端が陽極電極 10A に接続され、他方端が陽極電極 10B に接続される。

【0197】

このように、導体板 410 は、図 1 に示す導体板 210 のように、陽極電極 10A, 10B を覆うように配置されるのではなく、陽極電極 10A の一部と陽極電極 10B の一部とに接続されるように、電気素子 100 の一主面 (= 上面 100B) に配置される。

【0198】

図 25 は、図 24 に示す導体板 410 の斜視図である。図 25 を参照して、導体板 410 は、切欠部 411, 412 を有する。その結果、導体板 410 は、幅広部 413, 414 と、幅狭部 415 とからなる。2 個の幅広部 413, 414 は、同一平面内に配置され、幅狭部 415 は、2 個の幅広部 413, 414 間に幅広部 413, 414 と段差を付けて配置される。この場合、幅広部 413, 414 と幅狭部 415 との段差は、陽極電極 10A, 10B の膜厚に対応して 30 μ m ~ 50 μ m である。

30

【0199】

切欠部 411 は、サイド陰極電極 20A, 20C の一部が電気素子 100 の一主面 (= 上面 100B) に配置されるための切欠部であり、切欠部 412 は、サイド陰極電極 20B, 20D の一部が電気素子 100 の一主面 (= 上面 100B) に配置されるための切欠部である。

【0200】

40

また、導体板 410 は、電気素子 100 の導体板 11, 12 を電流が流れる方向 DR1 において、長さ L3 を有する。この長さ L3 は、方向 DR1 における電気素子 100 の長さよりも長い。

【0201】

さらに、導体板 410 の幅広部 413, 414 は、方向 DR1 に直交する方向 DR2 において、幅 W3 を有し、導体板 410 の幅狭部 415 は、幅 W4 を有する。

【0202】

図 26 は、図 24 に示す A 方向から見た電気回路装置 400 の側面図である。図 26 を参照して、電気回路装置 400 は、半田 420, 430 をさらに備える。導体板 410 は、電気素子 100 の陽極電極 10A, 10B および誘電体層 5 に接して陽極電極 10A,

50

10Bおよび誘電体層5上に配置される。そして、導体板410は、厚みD3を有する。この厚みD3は、たとえば、0.3mm~0.4mmに設定される。

【0203】

半田420は、方向DR1において電気素子100からはみ出した導体板410のはみ出し部410Aと、陽極電極10Aのうち電気素子100の厚み方向(=導体板11,12に略垂直な方向)に配置された部分とに接して配置され、導体板410を陽極電極10Aに電氣的に接続する。

【0204】

半田430は、方向DR1において電気素子100からはみ出した導体板410のはみ出し部410Bと、陽極電極10Bのうち電気素子100の厚み方向(=導体板11,12に略垂直な方向)に配置された部分とに接して配置され、導体板410を陽極電極10Bに電氣的に接続する。

10

【0205】

電気回路装置400は、図6および図7に示す工程(a)~(e)と、図22および図23に示す工程(a)~(e)とに従って作製される。この場合、0.3mm~0.4mmの厚みD3を有する銅箔をプレス加工することによって、段差を有する導体板410を作製し、その作製した導体板410を陽極電極10A,10B、半田ペースト340,350および誘電体層5に接触するように電気素子100上に載せる。

【0206】

導体板410は、0.3mm~0.4mmの厚みを有する銅箔を用いて作製されるため、段差を設けない場合、半田ペースト340,350をリフローすることによって導体板410を誘電体層5に接触させることができない。そこで、実施の形態3においては、図25および図26に示すように、0.3mm~0.4mmの厚みを有する銅箔を段差を有するようにプレス加工して導体板410を作製することにしたものである。その結果、厚みD3が0.3mm~0.4mmであっても、導体板410を陽極電極10A,10Bおよび誘電体層5に接触させることができる。

20

【0207】

また、陽極電極10A,10Bの内側にそれぞれ配置された半田ペースト340,350は、図23の工程(e)においてリフローされ、それぞれ、陽極電極10A,10Bの外側へ移動する。そして、導体板410のはみ出し部410Aと陽極電極10Aとの交差部には、半田420が形成され、導体板410のはみ出し部410Bと陽極電極10Bとの交差部には、半田430が形成される。

30

【0208】

電気回路装置400は、上述した電気回路装置200,200Aと同じように電源90とCPU110との間に接続される。そして、電気回路装置400においては、電気回路装置300と同じ機構によってインピーダンスZsが小さくなり、電気素子100の温度上昇が抑制される。また、CPU110において発生した不要な高周波電流の電気回路装置400から電源90側への漏洩が抑制される。さらに、電気回路装置400は、高い動作周波数で動作するCPU110が発生する不要な高周波電流をCPU110の近傍に閉じ込めるノイズフィルタとして機能する。

40

【0209】

電気回路装置400は、陽極電極10A,10Bの膜厚に対応する段差を有する導体板410を備えるので、導体板410が0.3mm~0.4mmの厚みD3を有する場合でも、導体板410を電気素子100の陽極電極10A,10Bおよび誘電体層5に接して配置でき、電気素子100で発生した熱を導体板410から効果的に放熱できる。電気回路装置400は、その他、電気回路装置300と同じ効果を奏する。

【0210】

実施の形態3においては、導体板410は、「外装平板部材」を構成し、幅広部413は、「第1の部分」を構成し、幅広部414は、「第2の部分」を構成し、幅狭部415は、「第3の部分」を構成する。また、半田420は、「第1の半田部材」を構成し、半

50

田 4 3 0 は、「第 2 の半田部材」を構成する。

【 0 2 1 1 】

その他は、実施の形態 2 と同じである。

【 0 2 1 2 】

[実施の形態 4]

図 2 7 は、実施の形態 4 による電気回路装置の斜視図である。図 2 7 を参照して、実施の形態 4 による電気回路装置 5 0 0 は、図 1 9 に示す電気回路装置 3 0 0 の導体板 3 1 0 を導体板 5 1 0 に代えたものであり、その他は、電気回路装置 3 0 0 と同じである。

【 0 2 1 3 】

導体板 5 1 0 は、銅箔からなり、平板形状を有する。そして、導体板 5 1 0 は、電気素子 1 0 0 の上面 1 0 0 B において陽極電極 1 0 A と陽極電極 1 0 B との間に配置され、一方端が陽極電極 1 0 A に接続され、他方端が陽極電極 1 0 B に接続される。 10

【 0 2 1 4 】

このように、導体板 5 1 0 は、図 1 に示す導体板 2 1 0 のように、陽極電極 1 0 A , 1 0 B を覆うように配置されるのではなく、陽極電極 1 0 A の一部と陽極電極 1 0 B の一部とに接続されるように、電気素子 1 0 0 の一主面 (= 上面 1 0 0 B) に配置される。

【 0 2 1 5 】

図 2 8 は、図 2 7 に示す導体板 5 1 0 の斜視図である。図 2 8 を参照して、導体板 5 1 0 は、切欠部 5 1 1 , 5 1 2 を有する。その結果、導体板 5 1 0 は、幅広部 5 1 3 , 5 1 4 と、幅狭部 5 1 5 とからなる。幅狭部 5 1 5 は、幅広部 5 1 3 と幅広部 5 1 4 との間に 20

【 0 2 1 6 】

切欠部 5 1 1 は、サイド陰極電極 2 0 A , 2 0 C の一部が電気素子 1 0 0 の一主面 (= 上面 1 0 0 B) に配置されるための切欠部であり、切欠部 5 1 2 は、サイド陰極電極 2 0 B , 2 0 D の一部が電気素子 1 0 0 の一主面 (= 上面 1 0 0 B) に配置されるための切欠部である。

【 0 2 1 7 】

また、導体板 5 1 0 は、電気素子 1 0 0 の導体板 1 1 , 1 2 を電流が流れる方向 D R 1 において、長さ L 4 を有する。この長さ L 4 は、方向 D R 1 における陽極電極 1 0 A と陽極電極 1 0 B との距離に等しい。 30

【 0 2 1 8 】

さらに、導体板 5 1 0 の幅広部 5 1 3 , 5 1 4 は、方向 D R 1 に直交する方向 D R 2 において、幅 W 3 を有し、導体板 5 1 0 の幅狭部 5 1 5 は、幅 W 4 を有する。

【 0 2 1 9 】

図 2 9 は、図 2 7 に示す A 方向から見た電気回路装置 5 0 0 の側面図である。図 2 9 を参照して、電気回路装置 5 0 0 は、半田 5 2 0 , 5 3 0 をさらに備える。導体板 5 1 0 は、一方端の断面 5 1 0 A が電気素子 1 0 0 の陽極電極 1 0 A に接し、他方端の断面 5 1 0 B が電気素子 1 0 0 の陽極電極 1 0 B に接し、底面 5 1 0 C が誘電体層 5 に接するように配置される。そして、導体板 5 1 0 は、厚み D 3 を有する。したがって、導体板 5 1 0 は、陽極電極 1 0 A , 1 0 B よりも厚い厚みを有する。 40

【 0 2 2 0 】

半田 5 2 0 は、陽極電極 1 0 A と導体板 5 1 0 の一方端の断面 5 1 0 A とに接して配置され、導体板 5 1 0 を陽極電極 1 0 A に電氣的に接続する。半田 5 3 0 は、陽極電極 1 0 B と導体板 5 1 0 の他方端の断面 5 1 0 B とに接して配置され、導体板 5 1 0 を陽極電極 1 0 B に電氣的に接続する。

【 0 2 2 1 】

電気回路装置 5 0 0 は、図 6 および図 7 に示す工程 (a) ~ (e) と、図 2 2 および図 2 3 に示す工程 (a) ~ (e) とに従って作製される。この場合、陽極電極 1 0 A , 1 0 B の内側にそれぞれ配置された半田ペースト 3 4 0 , 3 5 0 は、図 2 3 の工程 (e) においてリフローされ、それぞれ、陽極電極 1 0 A , 1 0 B の外側へ移動する。そして、陽極 50

電極 10A と導体板 510 とによって形成される凹部には、半田 520 が形成され、陽極電極 10B と導体板 510 とによって形成される凹部には、半田 530 が形成される。

【0222】

電気回路装置 500 は、上述した電気回路装置 200, 200A と同じように電源 90 と CPU 110 との間に接続される。そして、電気回路装置 500 においては、電気回路装置 300 と同じ機構によってインピーダンス Z_s が小さくなり、電気素子 100 の温度上昇が抑制される。また、CPU 110 において発生した不要な高周波電流の電気回路装置 500 から電源 90 側への漏洩が抑制される。さらに、電気回路装置 500 は、高い動作周波数で動作する CPU 110 が発生する不要な高周波電流を CPU 110 の近傍に閉じ込めるノイズフィルタとして機能する。

10

【0223】

0.2mm よりも厚い銅箔からなる導体板 510 を用いる場合にも、導体板 510 を電気素子 100 の誘電体層 5 に接して配置でき、電気素子 100 で発生した熱を効果的に放熱できる。電気回路装置 500 は、その他、電気回路装置 300 と同じ効果を奏する。

【0224】

実施の形態 4 においては、導体板 510 は、「外装平板部材」を構成する。また、半田 520 は、「第 1 の半田部材」を構成し、半田 530 は、「第 2 の半田部材」を構成する。

【0225】

その他は、実施の形態 2, 3 と同じである。

20

【0226】

[実施の形態 5]

図 30 は、実施の形態 5 による電気回路装置の斜視図である。図 30 を参照して、実施の形態 5 による電気回路装置 600 は、図 19 に示す電気回路装置 300 の導体板 310 を導体板 610 に代えたものであり、その他は、電気回路装置 300 と同じである。

【0227】

導体板 610 は、銅箔からなり、平板形状を有する。そして、導体板 610 は、電気素子 100 の上面 100B に配置され、一方端が陽極電極 10A に接続され、他方端が陽極電極 10B に接続される。

【0228】

このように、導体板 610 は、図 1 に示す導体板 210 のように、陽極電極 10A, 10B を覆うように配置されるのではなく、陽極電極 10A の一部と陽極電極 10B の一部とに接続されるように、電気素子 100 の一主面 (= 上面 100B) に配置される。

30

【0229】

図 31 は、図 30 に示す導体板 610 の斜視図である。図 31 を参照して、導体板 610 は、切欠部 611 ~ 614 を有する。その結果、導体板 610 は、幅広部 615 ~ 617 と、幅狭部 618, 619 とからなる。幅狭部 618 は、幅広部 615 と幅広部 616 との間に配置され、幅狭部 619 は、幅広部 616 と幅広部 617 との間に配置される。

【0230】

切欠部 611 は、サイド陰極電極 20A の一部が電気素子 100 の一主面 (= 上面 100B) に配置されるための切欠部であり、切欠部 612 は、サイド陰極電極 20B の一部が電気素子 100 の一主面 (= 上面 100B) に配置されるための切欠部であり、切欠部 613 は、サイド陰極電極 20C の一部が電気素子 100 の一主面 (= 上面 100B) に配置されるための切欠部であり、切欠部 614 は、サイド陰極電極 20D の一部が電気素子 100 の一主面 (= 上面 100B) に配置されるための切欠部である。

40

【0231】

また、導体板 610 は、電気素子 100 の導体板 11, 12 を電流が流れる方向 DR1 において、長さ L3 を有する。

【0232】

さらに、導体板 610 の幅広部 615 ~ 617 は、方向 DR1 に直交する方向 DR2 に

50

において、幅W3を有し、導体板610の幅狭部618, 619は、幅W4を有する。

【0233】

電気回路装置600は、図6および図7に示す工程(a)~(e)と、図22および図23に示す工程(a)~(e)とに従って作製される。

【0234】

電気回路装置600は、上述した電気回路装置200, 200Aと同じように電源90とCPU110との間に接続される。そして、電気回路装置600においては、電気回路装置300と同じ機構によってインピーダンスZsが小さくなり、電気素子100の温度上昇が抑制される。また、CPU110において発生した不要な高周波電流の電気回路装置600から電源90側への漏洩が抑制される。さらに、電気回路装置600は、高い動作周波数で動作するCPU110が発生する不要な高周波電流をCPU110の近傍に閉じ込めるノイズフィルタとして機能する。

10

【0235】

導体板610は、電気素子100の一主面(=上面100B)に一部が配置される4個のサイド陰極電極20A, 20B, 20C, 20Dに対応して4個の切欠部611~614を有するので、電気回路装置600において、導体板610と電気素子100との接触面積を電気回路装置300, 400, 500に比べ大きくできる。その結果、電気回路装置600における電気素子100の温度上昇を電気回路装置300, 400, 500における電気素子100の温度上昇よりも抑制できる。その他、電気回路装置600は、電気回路装置300と同じ効果を奏する。

20

【0236】

なお、実施の形態5においては、電気回路装置400において、導体板410を4個のサイド陰極電極20A, 20B, 20C, 20Dの一部が配置される4個の切欠部を有する導体板に代えてもよく、電気回路装置500において、導体板510を4個のサイド陰極電極20A, 20B, 20C, 20Dの一部が配置される4個の切欠部を有する導体板に代えてもよい。

【0237】

実施の形態5においては、導体板610は、「外装平板部材」を構成する。また、切欠部611, 612は、「第1の切欠部」を構成し、切欠部613, 614は、「第2の切欠部」を構成する。

30

【0238】

その他は、実施の形態2~4と同じである。

【0239】

[実施の形態6]

図32は、実施の形態6による電気回路装置の斜視図である。図32を参照して、実施の形態6による電気回路装置700は、図19に示す電気回路装置300に接着剤710, 720, 730, 740を追加したものであり、その他は、電気回路装置300と同じである。

【0240】

接着剤710, 720, 730, 740の各々は、たとえば、熱硬化型の接着剤からなる。そして、接着剤710は、導体板310の一部およびサイド陰極電極20Aの一部を覆うように導体板310とサイド陰極電極20Aとの間に配置され、接着剤720は、導体板310の一部およびサイド陰極電極20Bの一部を覆うように導体板310とサイド陰極電極20Bとの間に配置される。また、接着剤730は、導体板310の一部およびサイド陰極電極20Cの一部を覆うように導体板310とサイド陰極電極20Cとの間に配置され、接着剤740は、導体板310の一部およびサイド陰極電極20Dの一部を覆うように導体板310とサイド陰極電極20Dとの間に配置される。

40

【0241】

電気回路装置700は、図6および図7に示す工程(a)~(e)と、図22および図23に示す工程(a)~(e)とに従って電気回路装置300を作製した後、接着剤71

50

0, 720, 730, 740をそれぞれ導体板310とサイド陰極電極20Aとの間、導体板310とサイド陰極電極20Bとの間、導体板310とサイド陰極電極20Cとの間、および導体板310とサイド陰極電極20Dとの間に塗布し、その塗布した接着剤710, 720, 730, 740を加熱して硬化させる。これによって、電気回路装置700が完成する。

【0242】

なお、実施の形態6においては、上述した電気回路装置400, 500, 600において、導体板410, 510, 610とサイド陰極電極20A, 20B, 20C, 20Dとの間に接着剤710, 720, 730, 740を追加するようにしてもよい。

【0243】

電気回路装置700においては、導体板310は、半田320, 330によってそれぞれ陽極電極10A, 10Bに接続されるとともに(図21参照)、接着剤710, 720, 730, 740によって導体板310を電気素子100に接着する。したがって、電気回路装置700においては、導体板310を電気回路装置300に比べ強固に固着できる。

10

【0244】

また、導体板310とサイド陰極電極20A, 20B, 20C, 20Dの間には、それぞれ、接着剤710, 720, 730, 740が配置されるので、導体板310とサイド陰極電極20A, 20B, 20C, 20Dとの電気的な絶縁性を向上できる。その他、電気回路装置700は、電気回路装置300と同じ効果を奏する。

20

【0245】

実施の形態6においては、接着剤710, 720は、「第1の接着部材」を構成し、接着剤730, 740は、「第2の接着部材」を構成する。

【0246】

その他は、実施の形態2～5と同じである。

【0247】

[実施の形態7]

図33は、実施の形態7による電気回路装置の斜視図である。図33を参照して、実施の形態7による電気回路装置800は、図19に示す電気回路装置300の導体板310を導体板810に代えたものであり、その他は、電気回路装置300と同じである。

30

【0248】

導体板810は、銅箔からなり、電気素子100の陽極電極10A, 10B(図33では図示せず)および上面100Bを覆うように配置される。

【0249】

図34は、図33に示す導体板810の斜視図である。図34を参照して、導体板810は、切欠部811, 812を有する。その結果、導体板810は、平板部813と、箱部814, 815とからなる。平板部813は、箱部814と箱部815との間に配置される。

【0250】

切欠部811は、サイド陰極電極20A, 20Cの一部が電気素子100の一主面(=上面100B)に配置されるための切欠部であり、切欠部812は、サイド陰極電極20B, 20Dの一部が電気素子100の一主面(=上面100B)に配置されるための切欠部である。

40

【0251】

また、導体板810は、電気素子100の導体板11, 12を電流が流れる方向DR1において、長さL5を有する。この長さL5は、方向DR1における電気素子100の長さに略等しい。

【0252】

さらに、導体板810の平板部813は、方向DR1に直交する方向DR2において幅W4を有し、導体板810の箱部814, 815は、方向DR2において幅W3を有し、

50

方向 D R 1 , D R 2 に直交する方向 D R 3 において高さ H 1 を有する。そして、高さ H 1 は、電気素子 1 0 0 の厚みと略同じである。

【 0 2 5 3 】

平板部 8 1 3 は、電気素子 1 0 0 の上面 1 0 0 B に接して配置される。箱部 8 1 4 は、電気素子 1 0 0 の側面 1 0 0 A、上面 1 0 0 B、正面 1 0 0 E および裏面 1 0 0 F に接して配置され、陽極電極 1 0 A に接続される。箱部 8 1 5 は、電気素子 1 0 0 の上面 1 0 0 B、側面 1 0 0 D、正面 1 0 0 E および裏面 1 0 0 F に接して配置され、陽極電極 1 0 B に接続される。

【 0 2 5 4 】

電気回路装置 8 0 0 は、図 6 および図 7 に示す工程 (a) ~ (e) と、図 2 2 および図 2 3 に示す工程 (a) ~ (e) とに従って作製される。 10

【 0 2 5 5 】

電気回路装置 8 0 0 は、上述した電気回路装置 2 0 0 , 2 0 0 A と同じように電源 9 0 と C P U 1 1 0 との間に接続される。そして、電気回路装置 8 0 0 においては、電気回路装置 3 0 0 と同じ機構によってインピーダンス Z_s が小さくなり、電気素子 1 0 0 の温度上昇が抑制される。また、C P U 1 1 0 において発生した不要な高周波電流の電気回路装置 8 0 0 から電源 9 0 側への漏洩が抑制される。さらに、電気回路装置 8 0 0 は、高い動作周波数で動作する C P U 1 1 0 が発生する不要な高周波電流を C P U 1 1 0 の近傍に閉じ込めるノイズフィルタとして機能する。

【 0 2 5 6 】

電気回路装置 8 0 0 は、電気素子 1 0 0 の側面 1 0 0 A , 1 0 0 D、上面 1 0 0 B、正面 1 0 0 E の一部および裏面 1 0 0 F の一部に接する導体板 8 1 0 を備えるので、電気素子 1 0 0 と導体板 8 1 0 との接触面積を電気素子 1 0 0 と導体板 3 1 0 との接触面積よりも大きくして放熱効果を電気回路装置 3 0 0 よりも高くできる。そして、電気回路装置 8 0 0 は、その外、電気回路装置 3 0 0 と同じ効果を奏する。 20

【 0 2 5 7 】

なお、実施の形態 7 においては、導体板 8 1 0 とサイド陰極電極 2 0 A ~ 2 0 D との間に接着剤 7 1 0 , 7 2 0 , 7 3 0 , 7 4 0 を設けてもよい。

【 0 2 5 8 】

また、実施の形態 7 においては、導体板 8 1 0 は、「外装平板部材」を構成する。また、切欠部 8 1 1 は、「第 1 の切欠部」を構成し、切欠部 8 1 2 は、「第 2 の切欠部」を構成する。 30

【 0 2 5 9 】

[実施の形態 8]

図 3 5 は、実施の形態 8 による電気回路装置の斜視図である。図 3 5 を参照して、実施の形態 8 による電気回路装置 9 0 0 は、図 1 9 に示す電気回路装置 3 0 0 の導体板 3 1 0 を導体板 9 1 0 に代えたものであり、その他は、電気回路装置 3 0 0 と同じである。

【 0 2 6 0 】

導体板 9 1 0 は、銅箔からなり、電気素子 1 0 0 の陽極電極 1 0 A , 1 0 B の一部および上面 1 0 0 B を覆うように配置される。 40

【 0 2 6 1 】

図 3 6 は、図 3 5 に示す導体板 9 1 0 の斜視図である。図 3 6 を参照して、導体板 9 1 0 は、切欠部 9 1 1 , 9 1 2 を有する。その結果、導体板 9 1 0 は、平板部 9 1 3 と、囲み部 9 1 4 , 9 1 5 とからなる。平板部 9 1 3 は、囲み部 9 1 4 と囲み部 9 1 5 との間に配置される。

【 0 2 6 2 】

切欠部 9 1 1 は、サイド陰極電極 2 0 A , 2 0 C の一部が電気素子 1 0 0 の一主面 (= 上面 1 0 0 B) に配置されるための切欠部であり、切欠部 9 1 2 は、サイド陰極電極 2 0 B , 2 0 D の一部が電気素子 1 0 0 の一主面 (= 上面 1 0 0 B) に配置されるための切欠部である。 50

【0263】

また、導体板910は、電気素子100の導体板11, 12を電流が流れる方向DR1において、長さL5を有する。

【0264】

さらに、導体板910の平板部913は、方向DR1に直交する方向DR2において幅W4を有し、導体板910の囲み部914, 915は、方向DR2において幅W3を有し、方向DR1, DR2に直交する方向DR3において高さH1を有する。そして、高さH1は、電気素子100の厚みと略同じである。

【0265】

平板部913は、電気素子100の上面100Bに接して配置される。囲み部914は、電気素子100の上面100B、正面100Eおよび裏面100Fに接して配置され、陽極電極10Aに接続される。囲み部915は、電気素子100の上面100B、正面100Eおよび裏面100Fに接して配置され、陽極電極10Bに接続される。

【0266】

電気回路装置900は、図6および図7に示す工程(a)~(e)と、図22および図23に示す工程(a)~(e)とに従って作製される。

【0267】

電気回路装置900は、上述した電気回路装置200, 200Aと同じように電源90とCPU110との間に接続される。そして、電気回路装置900においては、電気回路装置300と同じ機構によってインピーダンスZsが小さくなり、電気素子100の温度上昇が抑制される。また、CPU110において発生した不要な高周波電流の電気回路装置900から電源90側への漏洩が抑制される。さらに、電気回路装置900は、高い動作周波数で動作するCPU110が発生する不要な高周波電流をCPU110の近傍に閉じ込めるノイズフィルタとして機能する。

【0268】

電気回路装置900は、電気素子100の上面100B、正面100Eの一部および裏面100Fの一部に接する導体板910を備えるので、電気素子100と導体板910との接触面積を電気素子100と導体板310との接触面積よりも大きくして放熱効果を電気回路装置300よりも高くできる。そして、電気回路装置900は、その外、電気回路装置300と同じ効果を奏する。

【0269】

なお、実施の形態8においては、導体板910とサイド陰極電極20A~20Dとの間に接着剤710, 720, 730, 740を設けてもよい。

【0270】

また、実施の形態8においては、導体板9810は、「外装平板部材」を構成する。また、切欠部911は、「第1の切欠部」を構成し、切欠部912は、「第2の切欠部」を構成する。

【0271】

[実施の形態9]

図37は、実施の形態9による電気回路装置の斜視図である。図37を参照して、実施の形態9による電気回路装置1000は、図19に示す電気回路装置300の導体板310を導体板1010に代えたものであり、その他は、電気回路装置300と同じである。

【0272】

導体板1010は、銅箔からなり、電気素子100の陽極電極10A, 10Bの一部および上面100Bを覆うように配置される。

【0273】

図38は、図37に示す導体板1010の斜視図である。図38を参照して、導体板1010は、切欠部1011, 1012を有する。その結果、導体板1010は、平板部1013と、角部1014, 1015とからなる。平板部1013は、角部1014と角部1015との間に配置される。

【 0 2 7 4 】

切欠部 1 0 1 1 は、サイド陰極電極 2 0 A , 2 0 C の一部が電気素子 1 0 0 の一主面 (= 上面 1 0 0 B) に配置されるための切欠部であり、切欠部 1 0 1 2 は、サイド陰極電極 2 0 B , 2 0 D の一部が電気素子 1 0 0 の一主面 (= 上面 1 0 0 B) に配置されるための切欠部である。

【 0 2 7 5 】

また、導体板 1 0 1 0 は、電気素子 1 0 0 の導体板 1 1 , 1 2 を電流が流れる方向 D R 1 において、長さ L 5 を有する。

【 0 2 7 6 】

さらに、導体板 1 0 1 0 の平板部 1 0 1 3 は、方向 D R 1 に直交する方向 D R 2 において幅 W 4 を有し、導体板 1 0 1 0 の角部 1 0 1 4 , 1 0 1 5 は、方向 D R 2 において幅 W 3 を有し、方向 D R 1 , D R 2 に直交する方向 D R 3 において高さ H 1 を有する。そして、高さ H 1 は、電気素子 1 0 0 の厚みと略同じである。

【 0 2 7 7 】

平板部 1 0 1 3 は、電気素子 1 0 0 の上面 1 0 0 B に接して配置される。角部 1 0 1 4 は、電気素子 1 0 0 の上面 1 0 0 B および側面 1 0 0 A に接して配置され、陽極電極 1 0 A に接続される。角部 1 0 1 5 は、電気素子 1 0 0 の上面 1 0 0 B および側面 1 0 0 D に接して配置され、陽極電極 1 0 B に接続される。

【 0 2 7 8 】

電気回路装置 1 0 0 0 は、図 6 および図 7 に示す工程 (a) ~ (e) と、図 2 2 および図 2 3 に示す工程 (a) ~ (e) とに従って作製される。

【 0 2 7 9 】

電気回路装置 1 0 0 0 は、上述した電気回路装置 2 0 0 , 2 0 0 A と同じように電源 9 0 と C P U 1 1 0 との間に接続される。そして、電気回路装置 1 0 0 0 においては、電気回路装置 3 0 0 と同じ機構によってインピーダンス Z_s が小さくなり、電気素子 1 0 0 の温度上昇が抑制される。また、C P U 1 1 0 において発生した不要な高周波電流の電気回路装置 1 0 0 0 から電源 9 0 側への漏洩が抑制される。さらに、電気回路装置 1 0 0 0 は、高い動作周波数で動作する C P U 1 1 0 が発生する不要な高周波電流を C P U 1 1 0 の近傍に閉じ込めるノイズフィルタとして機能する。

【 0 2 8 0 】

電気回路装置 1 0 0 0 は、電気素子 1 0 0 の上面 1 0 0 B および側面 1 0 0 A , 1 0 0 D に接する導体板 1 0 1 0 を備えるので、電気素子 1 0 0 と導体板 1 0 1 0 との接触面積を電気素子 1 0 0 と導体板 3 1 0 との接触面積よりも大きくして放熱効果を電気回路装置 3 0 0 よりも高くできる。そして、電気回路装置 1 0 0 0 は、その外、電気回路装置 3 0 0 と同じ効果を奏する。

【 0 2 8 1 】

なお、実施の形態 9 においては、導体板 1 0 1 0 とサイド陰極電極 2 0 A ~ 2 0 D との間に接着剤 7 1 0 , 7 2 0 , 7 3 0 , 7 4 0 を設けてもよい。

【 0 2 8 2 】

また、実施の形態 9 においては、導体板 1 0 1 0 は、「外装平板部材」を構成する。また、切欠部 1 0 1 1 は、「第 1 の切欠部」を構成し、切欠部 1 0 1 2 は、「第 2 の切欠部」を構成する。

【 0 2 8 3 】

[実施の形態 1 0]

図 3 9 は、実施の形態 1 0 による電気回路装置の斜視図である。図 3 9 を参照して、実施の形態 1 0 による電気回路装置 1 1 0 0 は、図 1 9 に示す電気回路装置 3 0 0 の導体板 3 1 0 を導体板 1 1 1 0 に代えたものであり、その他は、電気回路装置 3 0 0 と同じである。導体板 1 1 1 0 は、銅箔からなり、電気素子 1 0 0 の上面 1 0 0 B に接して配置される。

【 0 2 8 4 】

10

20

30

40

50

図 40 は、図 39 に示す導体板 1110 の斜視図である。図 40 を参照して、導体板 1110 は、切欠部 1111, 1112 を有する。その結果、導体板 1110 は、幅狭部 1113 と、幅広部 1114, 1115 と、溝部 1116 とからなる。幅狭部 1113 は、幅広部 1114 と幅広部 1115 との間に配置される。溝部 1116 は、幅狭部 1113 および幅広部 1114, 1115 に碁盤目状に設けられる。

【0285】

切欠部 1111 は、サイド陰極電極 20A, 20C の一部が電気素子 100 の一主面 (= 上面 100B) に配置されるための切欠部であり、切欠部 1112 は、サイド陰極電極 20B, 20D の一部が電気素子 100 の一主面 (= 上面 100B) に配置されるための切欠部である。

10

【0286】

また、導体板 1110 は、電気素子 100 の導体板 11, 12 を電流が流れる方向 DR1 において、長さ L5 を有する。

【0287】

さらに、導体板 1110 の幅狭部 1113 は、方向 DR1 に直交する方向 DR2 において幅 W4 を有し、導体板 1110 の幅広部 1114, 1115 は、方向 DR2 において幅 W3 を有する。

【0288】

幅狭部 1113 および幅広部 1114, 1115 は、電気素子 100 の上面 100B に接して配置される。そして、幅広部 1114 は、陽極電極 10A に接続され、幅広部 1115 は、陽極電極 10B に接続される。

20

【0289】

溝部 1116 は、複数の溝 1120 と、複数の溝 1121 とからなる。複数の溝 1120 は、方向 DR1 に沿って形成され、複数の溝 1121 は、方向 DR2 に沿って形成される。そして、複数の溝 1120, 1121 の各々は、数十 μm の深さおよび幅を有する。

【0290】

電気回路装置 1100 は、図 6 および図 7 に示す工程 (a) ~ (e) と、図 22 および図 23 に示す工程 (a) ~ (e) とに従って作製される。

【0291】

電気回路装置 1100 は、上述した電気回路装置 200, 200A と同じように電源 90 と CPU 110 との間に接続される。そして、電気回路装置 1100 においては、電気回路装置 300 と同じ機構によってインピーダンス Z_s が小さくなり、電気素子 100 の温度上昇が抑制される。また、CPU 110 において発生した不要な高周波電流の電気回路装置 1100 から電源 90 側への漏洩が抑制される。さらに、電気回路装置 1100 は、高い動作周波数で動作する CPU 110 が発生する不要な高周波電流を CPU 110 の近傍に閉じ込めるノイズフィルタとして機能する。

30

【0292】

電気回路装置 1100 は、電気素子 100 の上面 100B に接し、表面に碁盤目状の溝部 1116 を有する導体板 1110 を備えるので、放熱面積を導体板 310 よりも大きくして放熱効果を電気回路装置 300 よりも高くできる。そして、電気回路装置 1100 は、その外、電気回路装置 300 と同じ効果を奏する。

40

【0293】

なお、実施の形態 10 においては、導体板 1110 とサイド陰極電極 20A ~ 20D との間に接着剤 710, 720, 730, 740 を設けてもよい。

【0294】

また、実施の形態 10 においては、導体板 1110 は、「外装平板部材」を構成する。また、切欠部 1111 は、「第 1 の切欠部」を構成し、切欠部 1112 は、「第 2 の切欠部」を構成する。

【0295】

[実施の形態 11]

50

図 4 1 は、実施の形態 1 1 による電気回路装置の斜視図である。図 4 1 を参照して、実施の形態 1 1 による電気回路装置 1 2 0 0 は、図 1 9 に示す電気回路装置 3 0 0 の導体板 3 1 0 を導体板 1 2 1 0 に代えたものであり、その他は、電気回路装置 3 0 0 と同じである。導体板 1 2 1 0 は、銅箔からなり、電気素子 1 0 0 の上面 1 0 0 B に接して配置される。

【 0 2 9 6 】

図 4 2 は、図 4 1 に示す導体板 1 2 1 0 の斜視図である。図 4 2 を参照して、導体板 1 2 1 0 は、切欠部 1 2 1 1 , 1 2 1 2 を有する。その結果、導体板 1 2 1 0 は、幅狭部 1 2 1 3 と、幅広部 1 2 1 4 , 1 2 1 5 と、溝部 1 2 1 6 とからなる。幅狭部 1 2 1 3 は、幅広部 1 2 1 4 と幅広部 1 2 1 5 との間に配置される。溝部 1 2 1 6 は、幅狭部 1 2 1 3 および幅広部 1 2 1 4 , 1 2 1 5 に方向 D R 1 , S R 2 と所定の角度を成すように設けられる。

【 0 2 9 7 】

切欠部 1 2 1 1 は、サイド陰極電極 2 0 A , 2 0 C の一部が電気素子 1 0 0 の一主面 (= 上面 1 0 0 B) に配置されるための切欠部であり、切欠部 1 2 1 2 は、サイド陰極電極 2 0 B , 2 0 D の一部が電気素子 1 0 0 の一主面 (= 上面 1 0 0 B) に配置されるための切欠部である。

【 0 2 9 8 】

また、導体板 1 2 1 0 は、電気素子 1 0 0 の導体板 1 1 , 1 2 を電流が流れる方向 D R 1 において、長さ L 5 を有する。

【 0 2 9 9 】

さらに、導体板 1 2 1 0 の幅狭部 1 2 1 3 は、方向 D R 1 に直交する方向 D R 2 において幅 W 4 を有し、導体板 1 2 1 0 の幅広部 1 2 1 4 , 1 2 1 5 は、方向 D R 2 において幅 W 3 を有する。

【 0 3 0 0 】

幅狭部 1 2 1 3 および幅広部 1 2 1 4 , 1 2 1 5 は、電気素子 1 0 0 の上面 1 0 0 B に接して配置される。そして、幅広部 1 2 1 4 は、陽極電極 1 0 A に接続され、幅広部 1 2 1 5 は、陽極電極 1 0 B に接続される。

【 0 3 0 1 】

溝部 1 2 1 6 は、図 4 0 に示す複数の溝 1 1 2 0 , 1 1 2 1 と同じ構造を有する複数の溝からなる。

【 0 3 0 2 】

電気回路装置 1 2 0 0 は、図 6 および図 7 に示す工程 (a) ~ (e) と、図 2 2 および図 2 3 に示す工程 (a) ~ (e) とに従って作製される。

【 0 3 0 3 】

電気回路装置 1 2 0 0 は、上述した電気回路装置 2 0 0 , 2 0 0 A と同じように電源 9 0 と C P U 1 1 0 との間に接続される。そして、電気回路装置 1 2 0 0 においては、電気回路装置 3 0 0 と同じ機構によってインピーダンス Z_s が小さくなり、電気素子 1 0 0 の温度上昇が抑制される。また、C P U 1 1 0 において発生した不要な高周波電流の電気回路装置 1 2 0 0 から電源 9 0 側への漏洩が抑制される。さらに、電気回路装置 1 2 0 0 は、高い動作周波数で動作する C P U 1 1 0 が発生する不要な高周波電流を C P U 1 1 0 の近傍に閉じ込めるノイズフィルタとして機能する。

【 0 3 0 4 】

電気回路装置 1 2 0 0 は、電気素子 1 0 0 の上面 1 0 0 B に接し、表面に溝部 1 2 1 6 を有する導体板 1 2 1 0 を備えるので、放熱面積を導体板 3 1 0 よりも大きくして放熱効果を電気回路装置 3 0 0 よりも高くできる。そして、電気回路装置 1 2 0 0 は、その外、電気回路装置 3 0 0 と同じ効果を奏する。

【 0 3 0 5 】

なお、実施の形態 1 1 においては、導体板 1 2 1 0 とサイド陰極電極 2 0 A ~ 2 0 D との間に接着剤 7 1 0 , 7 2 0 , 7 3 0 , 7 4 0 を設けてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 3 0 6 】

また、実施の形態 1 1 においては、導体板 1 2 1 0 は、「外装平板部材」を構成する。また、切欠部 1 2 1 1 は、「第 1 の切欠部」を構成し、切欠部 1 2 1 2 は、「第 2 の切欠部」を構成する。

【 0 3 0 7 】

[実施の形態 1 2]

図 4 3 は、実施の形態 1 2 による電気回路装置の斜視図である。図 4 3 を参照して、実施の形態 1 2 による電気回路装置 1 2 0 0 は、図 1 9 に示す電気回路装置 3 0 0 の導体板 3 1 0 を導体板 1 3 1 0 に代えたものであり、その他は、電気回路装置 3 0 0 と同じである。導体板 1 3 1 0 は、銅箔からなり、電気素子 1 0 0 の上面 1 0 0 B に接して配置される。 10

【 0 3 0 8 】

図 4 4 は、図 4 3 に示す導体板 1 3 1 0 の斜視図である。図 4 4 を参照して、導体板 1 3 1 0 は、切欠部 1 3 1 1 , 1 3 1 2 を有する。その結果、導体板 1 3 1 0 は、凹凸部 1 3 1 3 と、平面部 1 3 1 4 , 1 3 1 5 とからなる。凹凸部 1 3 1 3 は、平板部 1 3 1 4 と平板部 1 3 1 5 との間に配置される。

【 0 3 0 9 】

切欠部 1 3 1 1 は、サイド陰極電極 2 0 A , 2 0 C の一部が電気素子 1 0 0 の一主面 (= 上面 1 0 0 B) に配置されるための切欠部であり、切欠部 1 3 1 2 は、サイド陰極電極 2 0 B , 2 0 D の一部が電気素子 1 0 0 の一主面 (= 上面 1 0 0 B) に配置されるための切欠部である。 20

【 0 3 1 0 】

また、導体板 1 3 1 0 は、電気素子 1 0 0 の導体板 1 1 , 1 2 を電流が流れる方向 D R 1 において、長さ L 5 を有する。

【 0 3 1 1 】

さらに、導体板 1 3 1 0 の凹凸部 1 3 1 3 は、方向 D R 1 に直交する方向 D R 2 において幅 W 4 を有し、導体板 1 3 1 0 の平板部 1 3 1 4 , 1 3 1 5 は、方向 D R 2 において幅 W 3 を有する。

【 0 3 1 2 】

凹凸部 1 3 1 3 および平板部 1 3 1 4 , 1 3 1 5 は、電気素子 1 0 0 の上面 1 0 0 B に接して配置される。そして、平板部 1 3 1 4 は、陽極電極 1 0 A に接続され、平板部 1 3 1 5 は、陽極電極 1 0 B に接続される。 30

【 0 3 1 3 】

電気回路装置 1 3 0 0 は、図 6 および図 7 に示す工程 (a) ~ (e) と、図 2 2 および図 2 3 に示す工程 (a) ~ (e) とに従って作製される。

【 0 3 1 4 】

電気回路装置 1 3 0 0 は、上述した電気回路装置 2 0 0 , 2 0 0 A と同じように電源 9 0 と C P U 1 1 0 との間に接続される。そして、電気回路装置 1 3 0 0 においては、電気回路装置 3 0 0 と同じ機構によってインピーダンス Z_s が小さくなり、電気素子 1 0 0 の温度上昇が抑制される。また、C P U 1 1 0 において発生した不要な高周波電流の電気回路装置 1 3 0 0 から電源 9 0 側への漏洩が抑制される。さらに、電気回路装置 1 3 0 0 は、高い動作周波数で動作する C P U 1 1 0 が発生する不要な高周波電流を C P U 1 1 0 の近傍に閉じ込めるノイズフィルタとして機能する。 40

【 0 3 1 5 】

電気回路装置 1 3 0 0 は、電気素子 1 0 0 の上面 1 0 0 B に接し、表面に凹凸部 1 3 1 3 を有する導体板 1 3 1 0 を備えるので、放熱面積を導体板 3 1 0 よりも大きくして放熱効果を電気回路装置 3 0 0 よりも高くできる。そして、電気回路装置 1 3 0 0 は、その外、電気回路装置 3 0 0 と同じ効果を奏する。

【 0 3 1 6 】

なお、実施の形態 1 2 においては、導体板 1 2 1 0 とサイド陰極電極 2 0 A ~ 2 0 D と 50

の間に接着剤 710, 720, 730, 740 を設けてもよい。

【0317】

また、実施の形態 12 においては、導体板 1310 は、「外装平板部材」を構成する。また、切欠部 1311 は、「第 1 の切欠部」を構成し、切欠部 1312 は、「第 2 の切欠部」を構成する。

【0318】

図 45 は、導体板 310, 410, 510, 610 を 2 つの陽極電極 10A, 10B に接続した場合における電気素子 100 に含まれるコンデンサの層数と許容電流との関係を示す図である。

【0319】

図 45 において、縦軸は、許容電流を表し、横軸は、層数を表す。また、直線 k24 は、導体板 220, 310, 410, 510, 610 を設ける場合を示し、曲線 k25 は、導体板 220, 310, 410, 510, 610 を設けない場合を示す。

【0320】

図 45 を参照して、コンデンサの各層数において、導体板 220, 310, 410, 510, 610 を設けることによって電気回路装置 300, 400, 500, 600, 700 の許容電流を約 2 倍に増加させることができる。

【0321】

導体板 220, 310, 410, 510, 610 を設けることによって、直流電流 I は、その大部分が導体板 310, 410, 510, 610 を流れ、リターン電流 I_r は、その大部分が導体板 220 を流れるからである。

【0322】

このように、2 つの陽極電極 10A, 10B 間に導体板 310, 410, 510, 610 を設けた場合においても、電気回路装置 300, 400, 500, 600, 700 に流す直流電流を大幅に増加できる。

【0323】

上述した電気回路装置 300 (図 19 参照) の導体板 310 は、方向 DR1 において電気素子 100 の長さよりも長い長さ L_3 を有し、0.1 mm ~ 0.2 mm の厚み D_2 を有する。また、電気回路装置 500 (図 27 参照) の導体板 510 は、方向 DR1 において電気素子 100 の長さよりも短い長さ L_4 を有し、0.3 mm ~ 0.4 mm の厚み D_3 を有する。

【0324】

したがって、この発明においては、導体板が電気素子 100 の上面 100B に平面状に配置される場合、その導体板の方向 DR1 における長さは、導体板の厚みに応じて決定されるようにしてもよい。そして、厚みが 0.1 mm ~ 0.2 mm の範囲であるとき、方向 DR1 における導体板の長さは、方向 DR1 における電気素子 100 の長さよりも長く、厚みが 0.2 mm よりも厚いとき (好ましくは、0.3 mm ~ 0.4 mm であるとき)、方向 DR1 における導体板の長さは、方向 DR1 における電気素子 100 の長さよりも短い。

【0325】

このように、厚みに応じて導体板の長さを決定することによって、厚みが増減しても導体板を電気素子 100 の誘電体層 5 に接して配置できる。

【0326】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【産業上の利用可能性】

【0327】

この発明は、相対的に低いインピーダンスを有し、温度上昇を抑制可能な電気回路装置

10

20

30

40

50

に適用される。

【図面の簡単な説明】

【0328】

【図1】この発明の実施の形態1による電気回路装置の構成を示す概略断面図である。

【図2】図1に示す電気素子を詳細に説明するための斜視図である。

【図3】図2に示す誘電体層および導体板の寸法を説明するための図である。

【図4】隣接する2つの導体板の平面図である。

【図5】図2に示す電気素子の断面図である。

【図6】図2に示す電気素子の製造方法を説明するための第1の工程図である。

【図7】図2に示す電気素子の製造方法を説明するための第2の工程図である。

10

【図8】図2に示す電気素子の機能を説明するための斜視図である。

【図9】導線を通る電流によって生成される磁束密度を説明するための図である。

【図10】2つの導線間において磁氣的干渉が生じた場合の実効インダクタンスを説明するための図である。

【図11】図2に示す電気素子のインダクタンスが小さくなる機構を説明するための概念図である。

【図12】図2に示す電気素子のインピーダンスの周波数依存性を示す図である。

【図13】素子温度と時間との関係を示す図である。

【図14】素子温度と時間との関係を示す他の図である。

【図15】素子温度と直流電流値との関係を示す図である。

20

【図16】図2に示す電気素子のインピーダンスの周波数依存性を示す他の図である。

【図17】図1に示す電気回路装置の使用状態を示す概念図である。

【図18】この発明の実施の形態1による電気回路装置の構成を示す他の概略断面図である。

【図19】実施の形態2による電気回路装置の斜視図である。

【図20】図19に示す導体板の斜視図である。

【図21】図19に示すA方向から見た電気回路装置の側面図である。

【図22】図19に示す電気回路装置の製造方法を説明するための第1の工程図である。

【図23】図19に示す電気回路装置の製造方法を説明するための第2の工程図である。

【図24】実施の形態3による電気回路装置の斜視図である。

30

【図25】図24に示す導体板の斜視図である。

【図26】図24に示すA方向から見た電気回路装置の側面図である。

【図27】実施の形態4による電気回路装置の斜視図である。

【図28】図27に示す導体板の斜視図である。

【図29】図27に示すA方向から見た電気回路装置の側面図である。

【図30】実施の形態5による電気回路装置の斜視図である。

【図31】図30に示す導体板の斜視図である。

【図32】実施の形態6による電気回路装置の斜視図である。

【図33】実施の形態7による電気回路装置の斜視図である。

【図34】図33に示す導体板の斜視図である。

40

【図35】実施の形態8による電気回路装置の斜視図である。

【図36】図35に示す導体板の斜視図である。

【図37】実施の形態9による電気回路装置の斜視図である。

【図38】図37に示す導体板の斜視図である。

【図39】実施の形態10による電気回路装置の斜視図である。

【図40】図39に示す導体板の斜視図である。

【図41】実施の形態11による電気回路装置の斜視図である。

【図42】図41に示す導体板の斜視図である。

【図43】実施の形態12による電気回路装置の斜視図である。

【図44】図43に示す導体板の斜視図である。

50

【図 4 5】導体板を 2 つの陽極電極に接続した場合における電気素子に含まれるコンデンサの層数と許容電流との関係を示す図である。

【符号の説明】

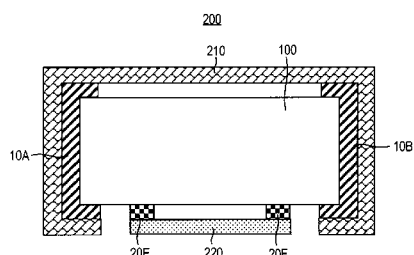
【 0 3 2 9 】

1 ~ 5	誘電体層、5 A, 2 0 1 A, 2 0 1 B, 2 1 1 A, 2 1 1 B	一主面、1 0 A	
, 1 0 B	陽極電極、1 1, 1 1 A, 1 2, 2 1 ~ 2 3, 2 1 A, 2 1 0, 2 2 0, 3 1		
0, 4 1 0, 5 1 0, 6 1 0	導体板、2 0, 2 0 A	重複部分、2 0 A, 2 0 B, 2 0	
C, 2 0 D	サイド陰極電極、2 0 E, 2 0 F	陰極電極、3 0, 4 0	矢印、9 0
源、9 1, 1 1 1	正極端子、9 2, 1 1 2	負極電極、1 0 0	電気素子、1 0 0 A,
1 0 0 D	側面、1 0 0 B	上面、1 0 0 C	底面、1 0 0 E
	正面、1 0 0 F	裏面、	10
1 1 0	C P U、1 2 1 ~ 1 2 4	リード線、2 0 0, 2 0 0 A, 3 0 0, 4 0 0, 5 0	
0, 6 0 0, 7 0 0, 8 0 0, 9 0 0, 1 0 0 0, 1 1 0 0, 1 2 0 0, 1 3 0 0		電気	
回路装置、2 3 0, 2 4 0	放熱部材、3 1 1, 3 1 2, 4 1 1, 4 1 2, 5 1 2, 5 1		
3, 6 1 1 ~ 6 1 4, 8 1 1, 8 1 2, 9 1 1, 9 1 2, 1 0 1 1, 1 0 1 2, 1 1 1 1			
, 1 1 1 2, 1 2 1 1, 1 2 1 2, 1 3 1 1, 1 3 1 2	切欠部、3 1 3, 3 1 4, 4 1		
3, 4 1 4, 5 1 3, 5 1 4, 6 1 5 ~ 6 1 7, 1 1 1 4, 1 1 1 5, 1 2 1 4, 1 2 1			
5	幅広部、3 1 5, 4 1 5, 5 1 5, 6 1 8, 6 1 9	幅狭部、3 1 0 A, 3 1 0 B,	
4 1 0 A, 4 1 0 B, 5 1 0 A, 5 1 0 B	はみ出し部、3 2 0, 3 3 0, 4 2 0, 4 3		
0, 5 2 0, 5 3 0	半田、3 4 0, 3 5 0	半田ペースト、1 1 1 6, 1 2 1 6	溝部
、1 1 2 0, 1 1 2 1	溝、1 3 1 3	凹凸部、1 3 1 4, 1 3 1 5	平板部。
			20

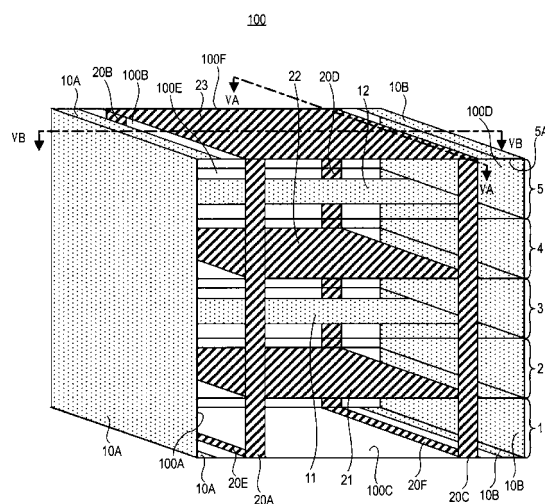
10

20

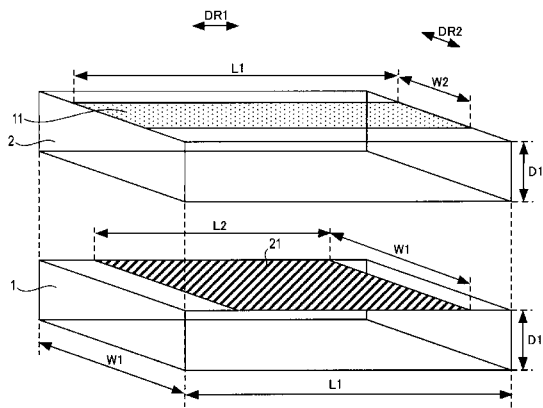
【图 1】



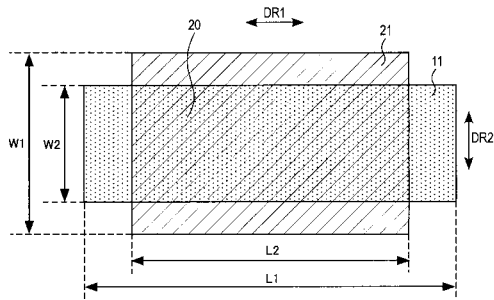
【 圖 2 】



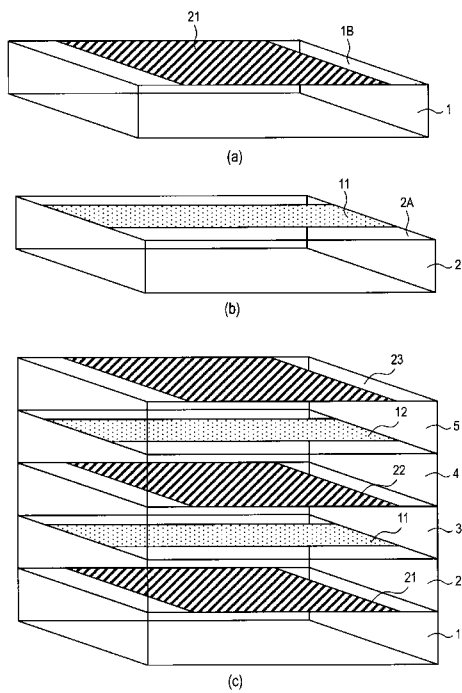
【 図 3 】



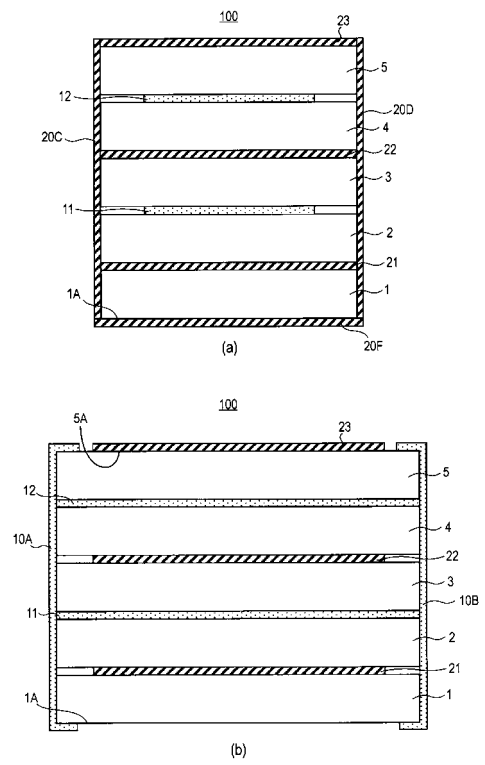
【 図 4 】



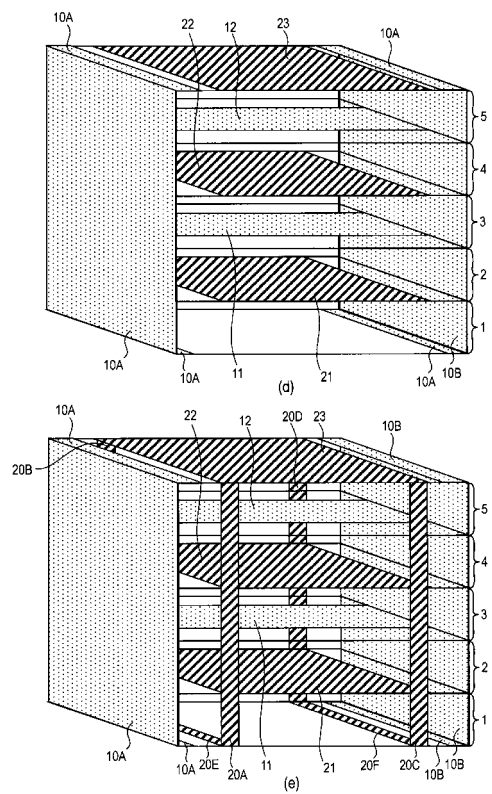
【 図 6 】



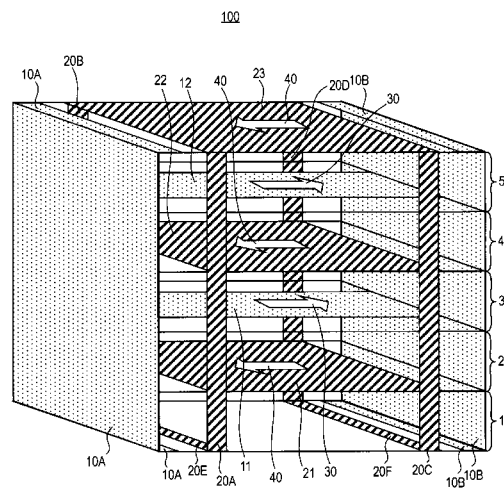
【 図 5 】



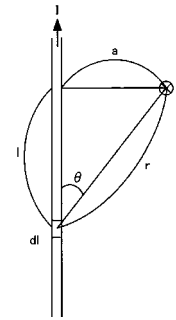
【 図 7 】



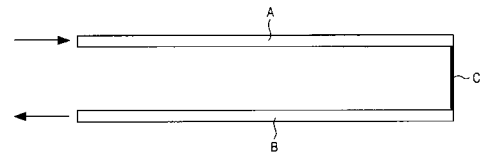
【図 8】



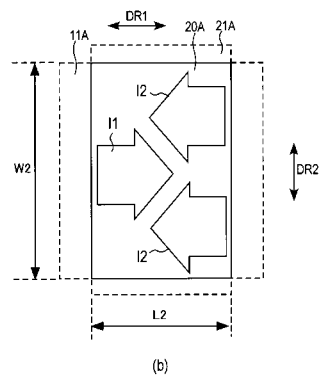
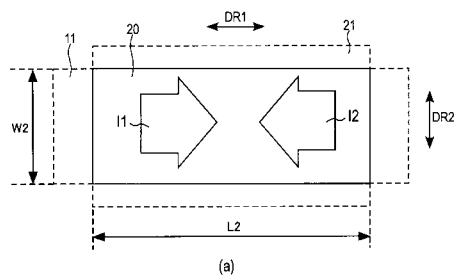
【図 9】



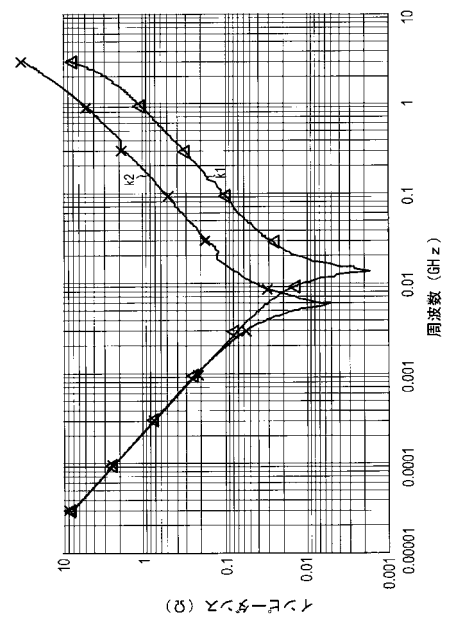
【図 10】



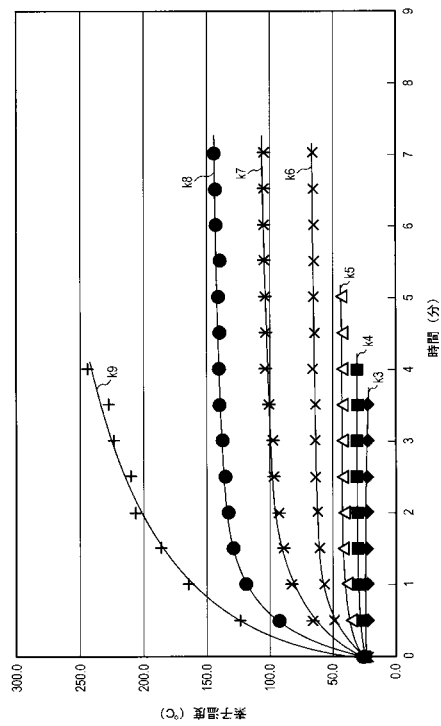
【図 11】



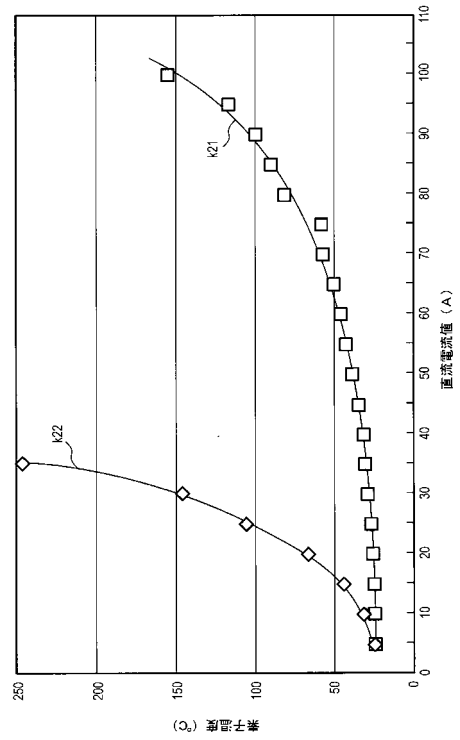
【図 12】



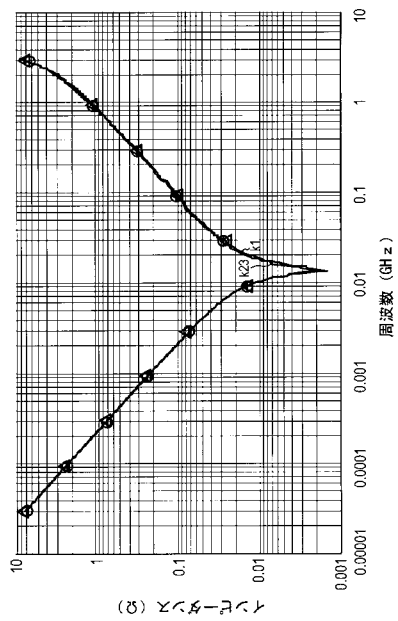
【 図 1 3 】



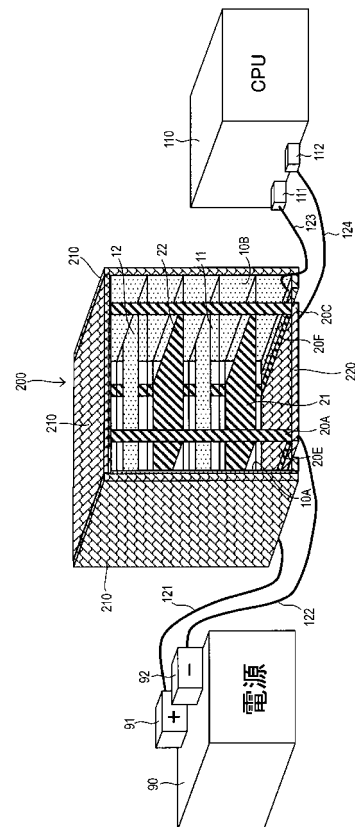
【 図 1 5 】



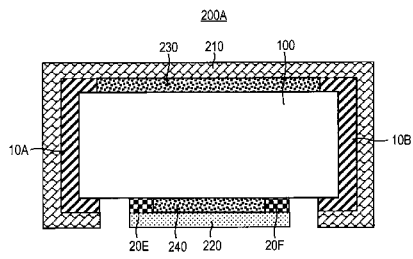
【 図 1 6 】



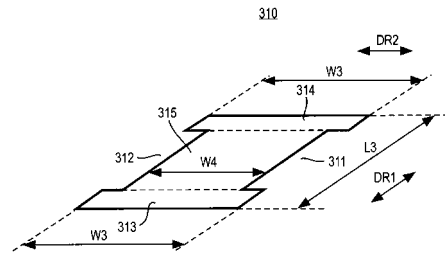
【 図 1 7 】



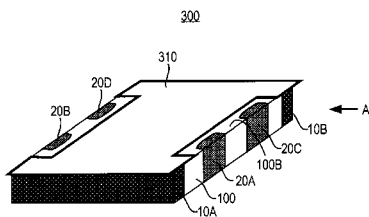
【図 18】



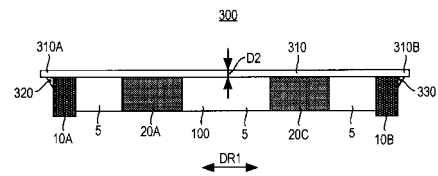
【図 20】



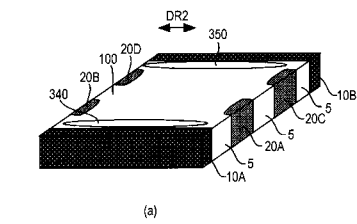
【図 19】



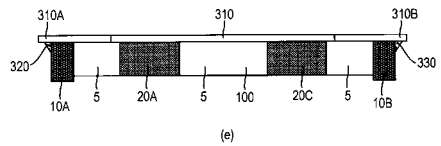
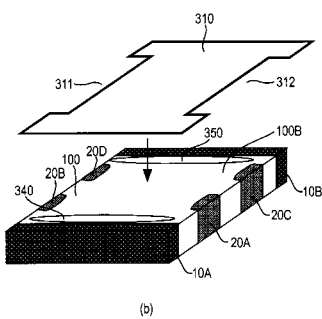
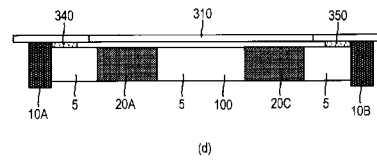
【図 21】



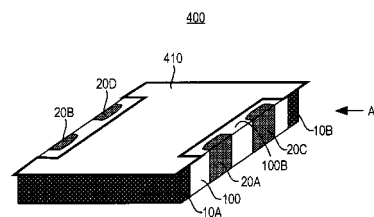
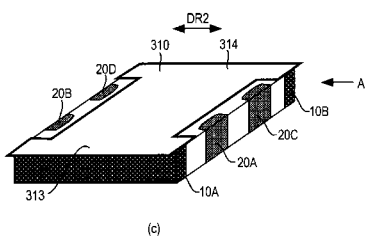
【図 22】



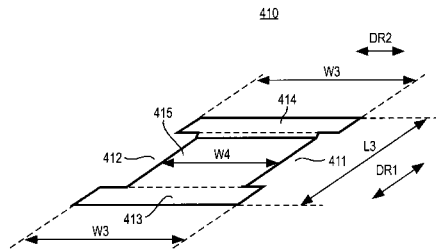
【図 23】



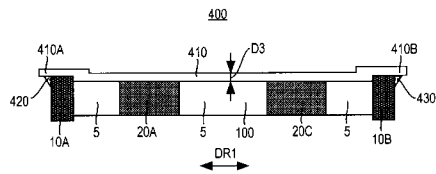
【図 24】



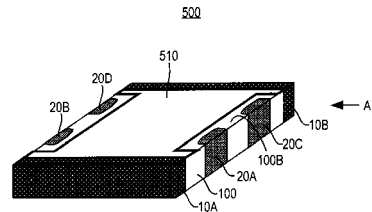
【図 25】



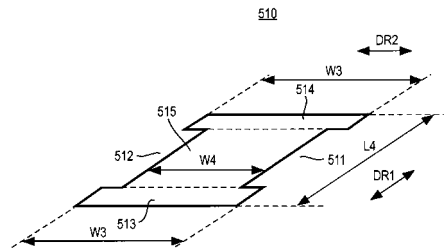
【図 26】



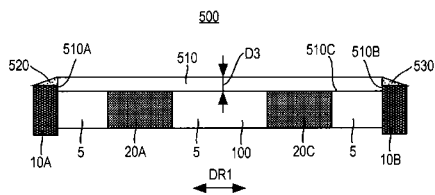
【図 27】



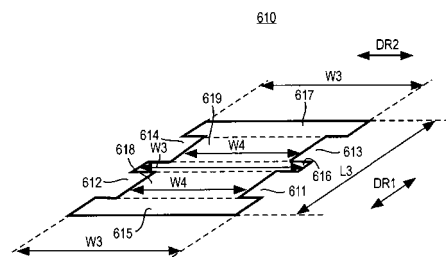
【図 28】



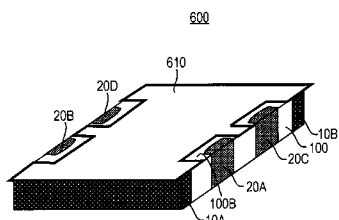
【図 29】



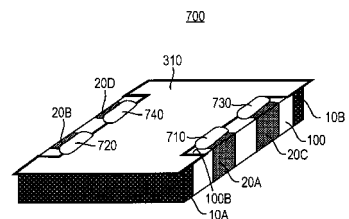
【図 31】



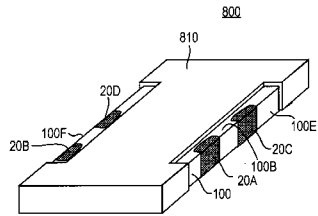
【図 30】



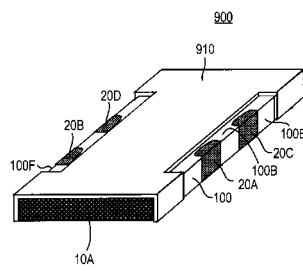
【図 32】



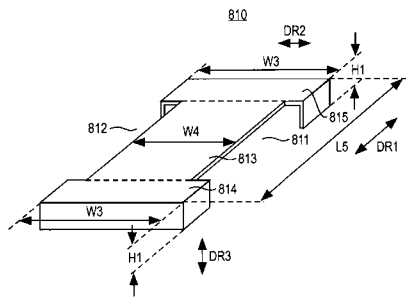
【図 3 3】



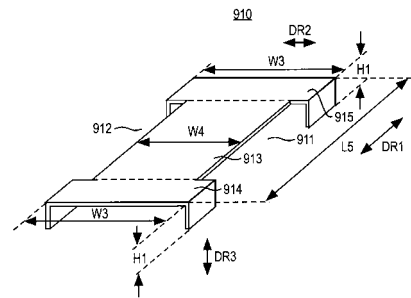
【図 3 5】



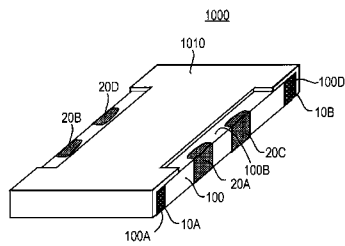
【図 3 4】



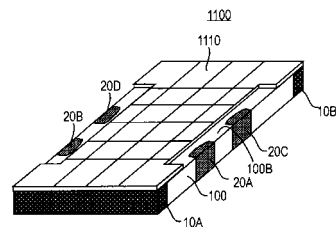
【図 3 6】



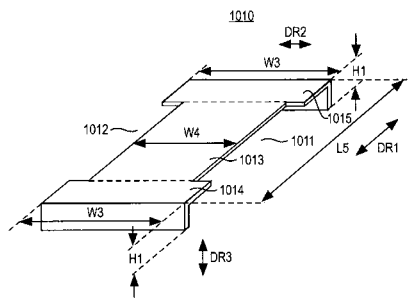
【図 3 7】



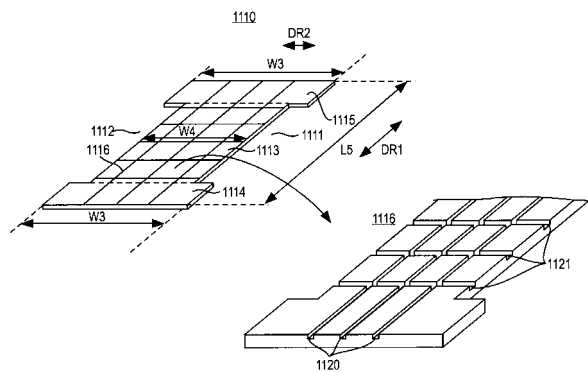
【図 3 9】



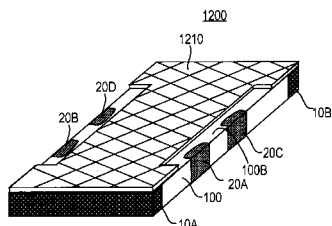
【図 3 8】



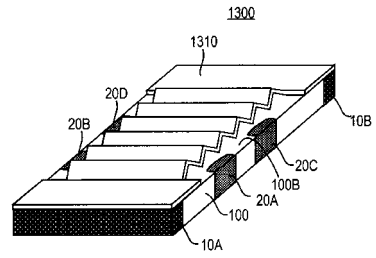
【図 4 0】



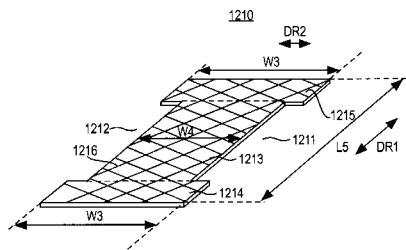
【図 4 1】



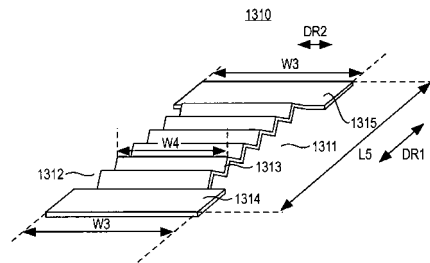
【図 4 3】



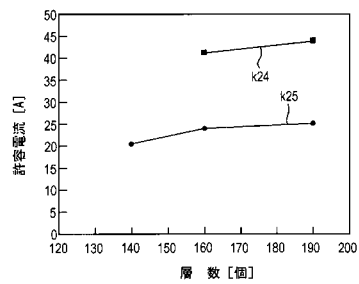
【図 4 2】



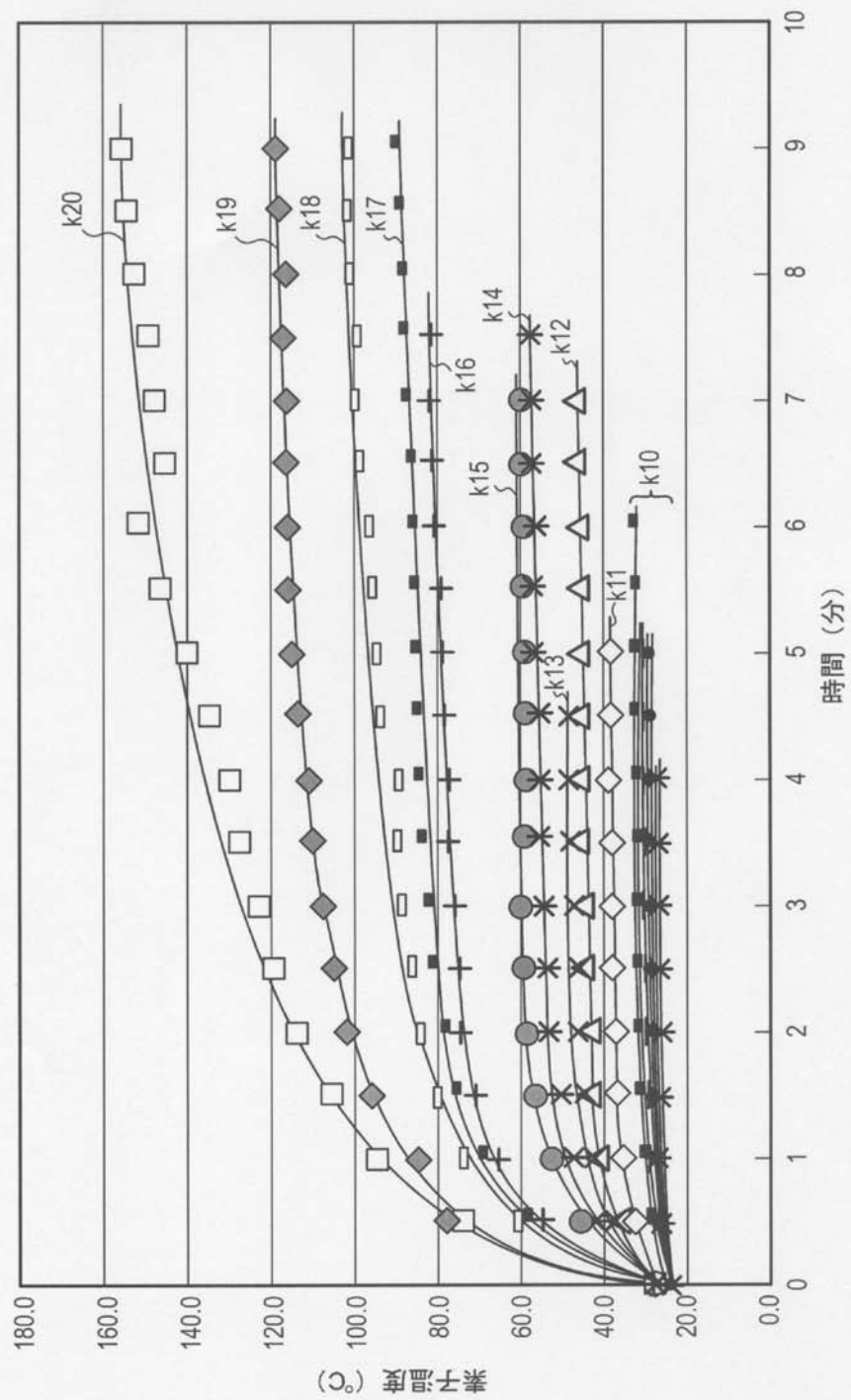
【図 4 4】



【図 4 5】



【 図 1 4 】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5E082 AB01 BB01 CC12 CC13 DD01 DD07 EE04 EE23 FF05 FG26
GG10 LL02
5J024 AA01 CA06 CA09 DA05 DA29 DA31 DA35 EA09 KA02 KA04