

(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2005-109195

(P2005-109195A)

(43) 公開日 平成17年4月21日(2005.4.21)

(51) Int. Cl.⁷

H01F 17/00

H01F 30/00

F I

H01F 17/00

H01F 15/14

テーマコード(参考)

5E070

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願2003-341437 (P2003-341437)

(22) 出願日

平成15年9月30日(2003.9.30)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市東神足1丁目10番1号

(74) 代理人 100091432

弁理士 森下 武一

(72) 発明者 内田 勝之

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

株式会社村田製作所内

Fターム(参考) 5E070 AA01 CB13

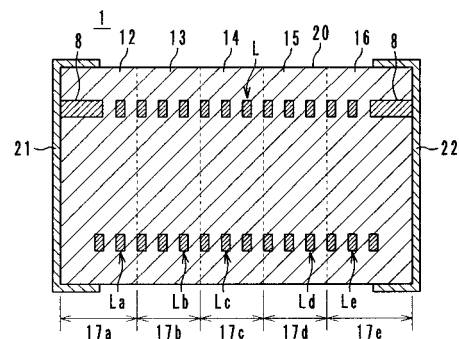
(54) 【発明の名称】 積層コイル部品

(57) 【要約】

【課題】 小型でかつ自動実装機による実装が可能な広帯域の積層コイル部品を提供する。

【解決手段】 セラミックグリーンシート12, 13, 14, 15, 16をそれぞれ積み重ねて構成したコイル部17a, 17b, 17c, 17d, 17eの内部には、コイル用導体パターンを電氣的に直列に接続して構成した第1コイルLa, 第2コイルLb, 第3コイルLc, 第4コイルLd, 第5コイルLeと多数の空孔が形成される。ただし、コイル部17a, 17b, 17c, 17d, 17eの空孔の数は、この順に多くなっている。空孔の少ないフェライトセラミックスからなるコイル部17aは透磁率および誘電率が高く、空孔の多いフェライトセラミックスからなるコイル部17eは透磁率および誘電率が低い。つまり、空孔が多くなるにつれて透磁率および誘電率が低くなる。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のセラミック層と複数の内部電極とを積み重ねて構成したセラミック積層体と、
複数の前記内部電極を電氣的に接続して構成した螺旋状コイルとを備え、
前記セラミック積層体のセラミックスの透磁率および/または誘電率が、前記螺旋状コ
イルの軸方向に段階的もしくは連続的に変化していること、
を特徴とする積層コイル部品。

【請求項 2】

前記セラミック積層体のセラミックスの空孔率が、前記螺旋状コイルの軸方向に段階的
もしくは連続的に高くなることによって、前記セラミック積層体のセラミックスの透磁率
および/または誘電率が、前記螺旋状コイルの軸方向に段階的もしくは連続的に低下して
いることを特徴とする請求項 1 に記載の積層コイル部品。

10

【請求項 3】

前記セラミック積層体のセラミックスに含まれている複数の空孔のうち、少なくとも一
部の空孔に樹脂もしくはガラスが充填されていることを特徴とする請求項 2 に記載の積層
コイル部品。

【請求項 4】

前記螺旋状コイルの軸方向に、前記セラミック積層体のセラミックスの透磁率および/
または誘電率が段階的もしくは連続的に低下するとともに、前記螺旋状コイルのコイル径
が段階的もしくは連続的に小さくなることを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 3 に記載の積層
コイル部品。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は積層コイル部品、特に、積層インダクタや積層インピーダンス素子、積層 LC
複合部品などの積層コイル部品に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、高インピーダンスを広帯域にわたって得られる広帯域インダクタとして、特
許文献 1 に記載のものが知られている。図 9 に示すように、この広帯域インダクタ 50 は
、端部が円錐形状の誘電体 51 と、該誘電体 51 の頂点に一端が固定され、誘電体 51 の
外周面に沿って徐々に直径が増加するように隣接して巻き付けられたコイル巻線 52 とを
備えている。なお、図 9 において、符号 53 はスペーサ、符号 60 は回路基板である。

30

【0003】

コイル巻線 52 の径が徐々に大きくなるにつれて、高インピーダンスを生じる周波数は
減少する。すなわち、誘電体 51 の円錐形状の先端付近はコイル巻線 52 の径が小さく、
インダクタンスおよびこのインダクタンスに並列に接続する浮遊容量がともに小さくなる
ため、共振周波数 ($f_0 = 1 / 2 \sqrt{LC}$) は高くなる。一方、誘電体 51 の円錐形
状の基部付近はコイル巻線 52 の径が大きく、インダクタおよび浮遊容量がともに大き
くなるため、共振周波数は低くなる。

40

【特許文献 1】特開平 4 - 137507 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献 1 の広帯域インダクタは、誘電体 51 にコイル巻線 52 を巻回
するものであるため、大型化するという問題があった。また、回路基板 60 への実装が煩
雑であり、自動実装機による実装ができなかった。

【0005】

そこで、本発明の目的は、小型でかつ自動実装機による実装が可能な広帯域の積層コ
イル部品を提供することにある。

50

【課題を解決するための手段】

【0006】

前記目的を達成するため、本発明に係る積層コイル部品は、

(a) 複数のセラミック層と複数の内部電極とを積み重ねて構成したセラミック積層体と、

(b) 複数の内部電極を電氣的に接続して構成した螺旋状コイルとを備え、

(c) セラミック積層体のセラミックスの透磁率や誘電率が、螺旋状コイルの軸方向に段階的もしくは連続的に変化していること、

を特徴とする。

【0007】

より具体的には、セラミック積層体のセラミックスの空孔率が、螺旋状コイルの軸方向に段階的もしくは連続的に高くなることによって、セラミック積層体のセラミックスの透磁率や誘電率が、螺旋状コイルの軸方向に段階的もしくは連続的に低下している。

【0008】

セラミック積層体のセラミックスは、空孔を高い割合で含んでいると、透磁率や誘電率が低くなる。従って、空孔率を異ならせることにより、異なる透磁率や誘電率をもつセラミックスが得られる。

【0009】

また、セラミック積層体のセラミックスに含まれている複数の空孔のうち、少なくとも一部の空孔に樹脂もしくはガラスを充填することにより、セラミック積層体の強度低下を防止できる。

【0010】

また、本発明に係る積層コイル部品は、螺旋状コイルの軸方向に、セラミック積層体のセラミックスの透磁率や誘電率が段階的もしくは連続的に低下するとともに、螺旋状コイルのコイル径が段階的もしくは連続的に小さくなることを特徴とする。これにより、広帯域化が一層改善される。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、セラミック積層体のセラミックスの透磁率や誘電率が、螺旋状コイルの軸方向に段階的もしくは連続的に変化している。従って、螺旋状コイルに発生するインダクタンスおよび浮遊容量は、螺旋状コイルの軸方向に段階的もしくは連続的に変化することになり、共振周波数が分散され広帯域な積層コイル部品が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、本発明に係る積層コイル部品の実施例について添付の図面を参照して説明する。

【実施例】

【0013】

[第1実施例、図1～図6]

図1に示すように、積層インダクタ1は、コイル用導体パターン5や層間接続用ビアホール6を設けたセラミックグリーンシート12, 13, ... 16と、引出し用ビアホール8を設けたセラミックグリーンシート12, 16などで構成されている。

【0014】

高透磁率セラミックグリーンシート12は、以下のようにして作製される。ニッケル、亜鉛および銅の酸化物原料を混合して800、1時間仮焼した。その後、ボールミルにより粉碎し、乾燥することにより、平均粒径が約2 μ mのNi-Zn-Cu系フェライト原料(酸化物混合粉末)を得た。

【0015】

次にこのフェライト原料に、溶媒、結合剤および分散剤を加えて混練し、スラリー状にする。この後、スラリー状のフェライト原料を用いてドクターブレード法などの方法で厚さ50 μ mの高透磁率セラミックグリーンシート12を作製した。

10

20

30

40

50

【0016】

一方、低透磁率セラミックグリーンシート13~16は、以下のようにして作製される。ニッケル、亜鉛および銅の酸化物原料を混合して800℃、1時間仮焼した。その後、ボールミルにより粉碎し、乾燥することにより、平均粒径が約2μmのNi-Zn-Cu系フェライト原料(酸化物混合粉末)を得た。

【0017】

次に、このフェライト原料に、市販の球状ポリマー、例えば平均粒径が8μmの架橋ポリスチレンからなる球状の焼失材を添加し、溶媒、結合剤および分散剤を加えて混練し、スラリー状にする。本第1実施例では、焼失材として、積水化成工業株式会社(SEKISUI PLASTICS CO., LTD.)製の、商品名がテクポリマー(TEC H POLYMER)と称する焼失材を用い、消失材の割合が10vol%、30vol%、50vol%、70vol%となるようにフェライト原料に添加した。この後、スラリー状のフェライト原料を用いてドクターブレード法などの方法で厚さ50μmの低透磁率セラミックグリーンシート13(消失材が10vol%)、低透磁率セラミックグリーンシート14(消失材が30vol%)、低透磁率セラミックグリーンシート15(消失材が50vol%)、低透磁率セラミックグリーンシート16(消失材が70vol%)をそれぞれ作製した。焼失材は、後工程の焼成の際に焼失して、その後に空孔を形成することになる。

10

【0018】

コイル用導体パターン5は、Ag, Pd, Cu, Auやこれらの合金などからなり、スクリーン印刷などの方法により形成される。また、層間接続用ビアホール6や引出し用ビアホール8は、レーザビームなどを用いてビアホールの孔をあけ、この孔にAg, Pd, Cu, Auやこれらの合金などの導電性ペーストを充填することによって形成される。

20

【0019】

コイル用導体パターン5は層間接続用ビアホール6を介して電氣的に直列に接続され、螺旋状コイルLを形成する。螺旋状コイルLの両端部は引出し用ビアホール8に電氣的に接続される。

【0020】

各シート12~16は順に積み重ねられて圧着され、図2に示すような直方体形状を有するセラミック積層体20とされる。そして、これを400℃で3時間熱処理(脱結合剤処理)を行った後、915℃で2時間焼成することにより、焼結セラミック積層体20を得る。

30

【0021】

これにより、低透磁率セラミックグリーンシート13を積み重ねて構成した低透磁率コイル部17bの内部には、コイル用導体パターン5を電氣的に直列に接続して構成した第2コイルLbと多数の空孔32(図3参照)が形成される。空孔32の平均径は5~20μmである。同様に、低透磁率セラミックグリーンシート14, 15, 16をそれぞれ積み重ねて構成した低透磁率コイル部17c, 17d, 17eの内部には、コイル用導体パターン5を電氣的に直列に接続して構成した第3コイルLc, 第4コイルLd, 第5コイルLeと多数の空孔32が形成される。ただし、低透磁率コイル部17b, 17c, 17d, 17eの空孔の数は、この順に多くなっている。

40

【0022】

一方、高透磁率セラミックグリーンシート12を積み重ねて構成した高透磁率コイル部17aの内部にも、コイル用導体パターン5を電氣的に直列に接続して構成した第1コイルLaと少数の空孔が形成される。第1コイルLa~第5コイルLeは電氣的に直列に接続して螺旋状コイルLを構成する。空孔は、スラリー状のフェライト原料を作成する際に抱き込んだ気泡や結合剤および分散剤の揮発性成分によって生じたものである。ただし、高透磁率コイル部17aに形成される空孔は少なく、その空孔率は数%以下である。各コイル部17a~17eのそれぞれの空孔の体積含有率(空孔率)は以下の式で算出される。ただし、空孔(空気)の比重を0g/cm³とした。

50

【0023】

コイル部の空孔率 = $\{ 1 - (W / V) / G \} \times 100 (\%)$

W : コイル部のセラミックシート (焼成後) のみの総重量

V : コイル部のセラミックシート (焼成後) のみの体積

G : フェライト原料の理論密度

【0024】

なお、コイル部 17a ~ 17e に形成される空孔は、開空孔 (オープンポア) および閉空孔 (クローズドポア) を含む。また、消失材が 75 vol % を越えると、焼成後の焼結セラミック積層体 20 の機械的強度が低下し、その後の樹脂含浸加工などが困難になるため好ましくない。

10

【0025】

次に、焼結セラミック積層体 20 の左右の端面には、外部電極 21 , 22 が形成される。外部電極 21 , 22 は引出し用ビアホールを介して螺旋状コイル L に電氣的に接続される。外部電極 21 , 22 の折り返し部は四つの側面にそれぞれ延在している。外部電極 21 , 22 は、塗布、焼き付けなどの方法により形成される。

【0026】

次に、焼結セラミック積層体 20 を、誘電率 3 . 4 のエポキシ系樹脂 (あるいは、水溶性ガラスでもよい) 中に浸漬し、空孔内にエポキシ系樹脂を充填するとともに、焼結セラミック積層体 20 の表面にエポキシ系樹脂膜を形成する。この後、150 ~ 180 (2 時間) でエポキシ系樹脂を硬化させた。これにより、空孔形成による焼結セラミック積層体 20 の抗折強度の低下を、エポキシ系樹脂にて補強することができる。なお、前述の外部電極 21 , 22 の焼き付け温度は 850 前後と高温であるため、樹脂含浸の前に外部電極 21 , 22 を形成しておくことが好ましい。

20

【0027】

図 3 は、焼結セラミック積層体 20 の低透磁率コイル部 17b ~ 17e の一部拡大断面図である。焼結セラミック積層体 20 の内部には複数の空孔 32 が形成されている。空孔 32 には、エポキシ系樹脂 33 が充填されており、焼結セラミック積層体 20 の表面もエポキシ系樹脂 33 によって覆われている。この空孔 32 のうち、30 ~ 70 体積 % は、樹脂 33 で充填されている。すなわち、空孔 32 には、その内部全体に樹脂 33 が充填されていてもよいが、その内部の一部のみに充填されていてもよく、その場合には、空孔 32 内に充填された樹脂 33 中にさらに空孔 34 が形成される。

30

【0028】

次に、樹脂を含浸させた焼結セラミック積層体 20 をバレル研磨して、外部電極 21 , 22 の金属表面をより確実に露出させた後、ニッケルめっきおよび Sn めっきを行って、外部電極 21 , 22 の表面にめっき層を形成する。こうして、図 4 に示すような積層インダクタ 1 が得られる。図 5 はその電気等価回路図である。図 5 において、Ca , Cb , Cc , Cd , Ce は、それぞれ第 1 コイル La ~ 第 5 コイル Le に並列に形成される浮遊容量である。

【0029】

以上の構成からなる積層インダクタ 1 において、空孔の少ないフェライトセラミックスからなるコイル部 17a は透磁率および誘電率が高く、空孔の多いフェライトセラミックスからなるコイル部 17e は透磁率および誘電率が低い。つまり、空孔が多くなるにつれて透磁率および誘電率が低くなる。本第 1 実施例の場合、各コイル 17a ~ 17e の透磁率と誘電率を表 1 に示す。

40

【0030】

【表 1】

表 1

	消失材量 (vol%)	透磁率	誘電率
高透磁率コイル部 17 a	0	430	14.5
低透磁率コイル部 17 b	10	373	13.0
低透磁率コイル部 17 c	30	260	9.3
低透磁率コイル部 17 d	50	173	6.5
低透磁率コイル部 17 e	70	95	4.8

10

【0031】

従って、インダクタンスは、第1コイルLaのインダクタンスから第5コイルLeのインダクタンスへ順次小さくなる。また、浮遊容量も、第1浮遊容量Caから第5浮遊容量Ceへ順次小さくなる。従って、第1コイルLaと第1浮遊容量Caとで形成されるLC並列共振回路の共振周波数を $f_a = 1/2 \sqrt{L_a C_a}$ とし、第2コイルLbと第2浮遊容量Cbとで形成されるLC並列共振回路の共振周波数を $f_b = 1/2 \sqrt{L_b C_b}$ とし、第3コイルLcと第3浮遊容量Ccとで形成されるLC並列共振回路の共振周波数を $f_c = 1/2 \sqrt{L_c C_c}$ とし、第4コイルLdと第4浮遊容量Cdとで形成されるLC並列共振回路の共振周波数を $f_d = 1/2 \sqrt{L_d C_d}$ とし、第5コイルLeと第5浮遊容量Ceとで形成されるLC並列共振回路の共振周波数を $f_e = 1/2 \sqrt{L_e C_e}$ とすると、以下の関係式を満足している。

20

$$f_a < f_b < f_c < f_d < f_e$$

【0032】

この結果、広帯域で高インピーダンスの積層インダクタ1を得ることができる。図6の実線40は、積層インダクタ1のインピーダンス特性を示すグラフである。図6において、一点鎖線41はコイル部17aのインピーダンス特性を示し、一点鎖線42はコイル部17bのインピーダンス特性を示し、一点鎖線43はコイル部17cのインピーダンス特性を示し、一点鎖線44はコイル部17dのインピーダンス特性を示し、一点鎖線45はコイル部17eのインピーダンス特性を示している。

【0033】

また、フェライトセラミック材料には同一種類のフェライト材料を用いているので、各コイル部17a～17eの接合界面での接合強度が強い。さらに焼成時の各コイル部17a～17eの収縮率が略等しいので、良好な接合が容易に得られる。また、各コイル部17a～17e各々のフェライトセラミック材料の相互拡散によって、各コイル部17a～17eの磁気特性が劣化するという心配もない。

30

【0034】

[第2実施例、図7および図8]

図7に示すように、積層インダクタ1Aは、螺旋状コイルLの軸方向に第1コイルLaの径から第5コイルLeの径へ順次径が小さくなっていること以外は、前記第1実施例の積層インダクタ1と同様の構造を有しているため、その詳細な説明は省略する。

40

【0035】

本第2実施例の場合、第1コイルLaの径を0.5mmとし、第2コイルLbの径を0.44mmとし、第3コイルLcの径を0.38mmとし、第4コイルLdの径を0.32mmとし、第5コイルLeの径を0.26mmと設定した。

【0036】

以上の構成からなる積層インダクタ1Aは、螺旋状コイルLの軸方向に、セラミックスの空孔率が段階的に高くなることによって、セラミックスの透磁率や誘電率が段階的に低下するとともに、コイル径が段階的に小さくなっている。従って、段階的に変化する各コイル部17a～17eのそれぞれのインダクタンスLa～Leや浮遊容量Ca～Ceの値は、前記第1実施例の場合より一層大きく変化する。この結果、さらに広い周波数帯域ま

50

で使用可能な積層インダクタ 1 A を得ることができる。

【0037】

なお、図 8 に示す積層インダクタ 1 B のように、透磁率および誘電率の異なる隣接するコイル部（例えば 17 a と 17 b）に跨って、同一径を有するコイルが形成されているものであってもよい。

【0038】

[他の実施例]

なお、本発明は、前記実施例に限定されるものではなく、その要旨の範囲内で種々に変更することができる。前記実施例では、透磁率および誘電率がともに螺旋状コイルの軸方向に変化するように構成されているが、透磁率のみ、あるいは誘電率のみが変化するように構成されていてもよい。

10

【0039】

また、積層コイル部品としては、積層インダクタの他に、積層インピーダンス素子、積層トランス、積層 LC フィルタなどのようにコイルを一部に含む積層複合電子部品などがある。さらに、セラミック材料には、磁性体セラミックス、誘電体セラミックス、半導体セラミックス、圧電体セラミックスなどの各種の機能性セラミックスを適用することができる。

【0040】

また、前記実施例は個製品の例で説明したが、量産の場合には、複数の積層コイルを含んだマザー積層ブロックの状態でもよいことは言うまでもない。さらに、空孔率やコイル径が、螺旋状コイルの軸方向に連続的に変化するものであってもよい。

20

【0041】

また、積層コイル部品を製造する場合、導体パターンやビアホールを設けたセラミックシートを積み重ねた後、一体的に焼成する工法に必ずしも限定されない。セラミックシートは予め焼成されたものを用いてもよい。また、以下に説明する工法によって積層コイル部品を製造してもよい。すなわち、印刷などの手法によりペースト状のセラミック材料を塗布してセラミック層を形成した後、そのセラミック層の上からペースト状の導電性材料を塗布して導体パターンやビアホールを形成する。さらにペースト状のセラミック材料を上から塗布してセラミック層とする。こうして順に重ね塗りをすることにより、積層構造を有するコイル部品が得られる。

30

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図 1】本発明に係る積層コイル部品の第 1 実施例を示す分解斜視図。

【図 2】図 1 に示した積層コイル部品の外観斜視図。

【図 3】図 2 に示した積層コイル部品のセラミック積層体の一部を模式的に示す拡大断面図。

【図 4】図 2 に示した積層コイル部品を模式的に示す断面図。

【図 5】図 4 に示した積層コイル部品の電気等価回路図。

【図 6】図 4 に示した積層コイル部品の周波数特性を示すグラフ。

【図 7】本発明に係る積層コイル部品の第 2 実施例を示す断面図。

40

【図 8】図 7 に示した積層コイル部品の変形例を示す断面図。

【図 9】従来の広帯域インダクタを示す一部断面図。

【符号の説明】

【0043】

1, 1 A, 1 B ... 積層インダクタ

5 ... コイル用導体パターン

1 2 ... 高透磁率セラミックグリーンシート

1 3 ~ 1 6 ... 低透磁率セラミックグリーンシート

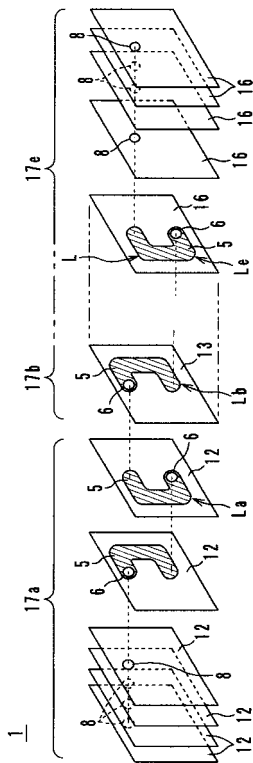
1 7 a ... 高透磁率コイル部

1 7 b ~ 1 7 e ... 低透磁率コイル部

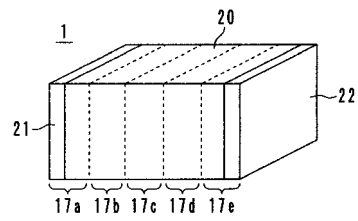
50

- 20 ... 焼結セラミック積層体
- 32 ... 空孔
- L ... 螺旋状コイル

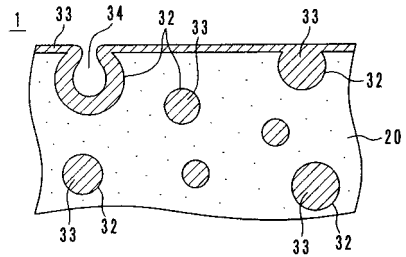
【図1】



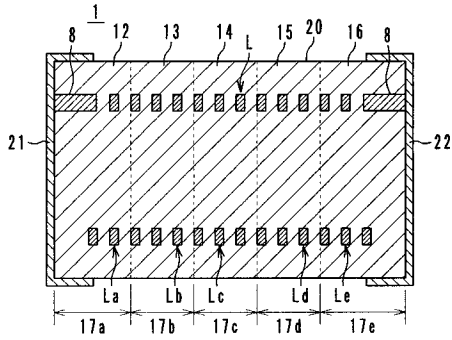
【図2】



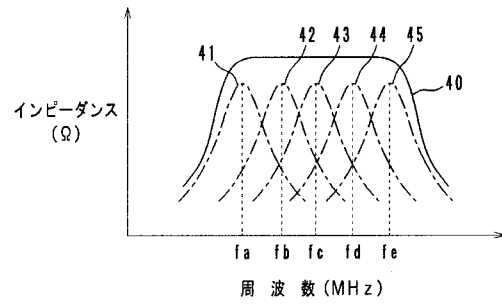
【図3】



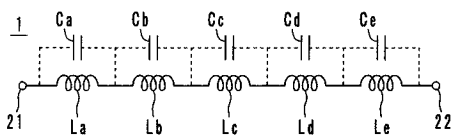
【図4】



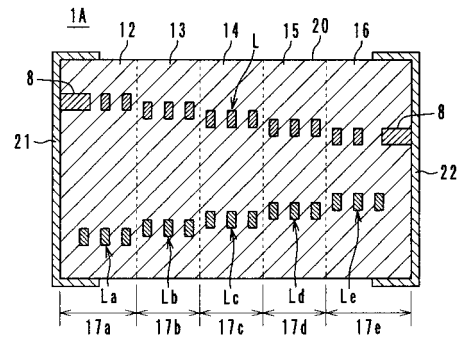
【図6】



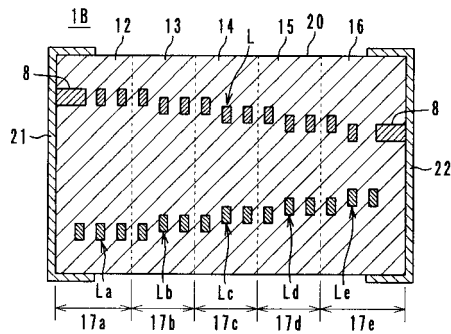
【図5】



【図7】



【図8】



【図9】

