

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2011 年 4 月 28 日(28.04.2011)



(10) 国際公開番号
WO 2011/048873 A1

- (51) 国際特許分類:
H01F 17/00 (2006.01) H01F 17/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/064771
- (22) 国際出願日: 2010 年 8 月 31 日(31.08.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-244738 2009 年 10 月 23 日(23.10.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 太陽誘電株式会社 (TAIYO YUDEN CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1100005 東京都台東区上野 6 丁目 1 6 番 2 0 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 野木 謙一郎 (NOGI, Kenichiro) [JP/JP]; 〒1100005 東京都台東区上野 6 丁目 1 6 番 2 0 号 太陽誘電株式会社内 Tokyo (JP). 上山 義明 (KAMIYAMA, Yoshiaki) [JP/JP]; 〒1100005 東京都台東区上野 6 丁目

1 6 番 2 0 号 太陽誘電株式会社内 Tokyo (JP). 岡部 健次 (OKABE, Kenji) [JP/JP]; 〒1100005 東京都台東区上野 6 丁目 1 6 番 2 0 号 太陽誘電株式会社内 Tokyo (JP). 小原 将孝 (KOHARA, Masataka) [JP/JP]; 〒1100005 東京都台東区上野 6 丁目 1 6 番 2 0 号 太陽誘電株式会社内 Tokyo (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

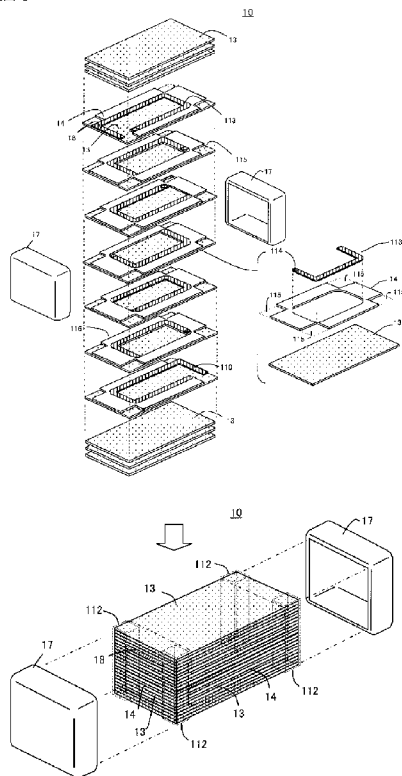
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア

[続葉有]

(54) Title: MULTILAYER INDUCTOR

(54) 発明の名称: 積層インダクタ

[図3]



(57) Abstract: Provided is a multilayer inductor which can increase the inductance value (L) and can prevent the Q-value from decreasing without losing direct current superposition characteristics. The multilayer inductor (10) has a multilayer chip (12) shaped like a rectangular parallelepiped, and a pair of external electrodes (17) formed on the end surfaces of the multilayer chip. The multilayer chip is provided with a plurality of magnetic layers (13), coil conductors (15), and nonmagnetic layers (14). Each nonmagnetic layer is provided between adjacent magnetic layers, rectangular notched portions (115) are formed at four corners of the outer periphery of each nonmagnetic layer in the outside area of a spiral coil (118), and columnar areas (112) consisting of magnetic layers are formed at the notched portions. This structure introduces magnetic flux to the columnar areas, so magnetic saturation tends not to occur, and the direct current superposition characteristics are not lost. Further, the notched portions to be formed on the nonmagnetic material are disposed so as to be brought into contact with the external electrodes, so the Q-value is improved.

(57) 要約: 【課題】 直流重畳特性を損なうことなく、インダクタンス値Lを上げ、さらにQ値の低下を防止することが可能な積層インダクタを提供する。【解決手段】 積層インダクタ(10)は、直方体形状の積層体チップ(12)と積層体チップの端面に形成された一対の外部電極(17)とを有している。積層体チップは複数の磁性体層(13)と、コイル導体(15)と、非磁性体層14とを備える。非磁性体層は、隣接する磁性体層の層間であって、らせん状コイル(118)の外側の領域に、外周の4つの角部に四角形の切欠き部(115)が形成され、切欠き部には磁性体層のみからなる柱状の領域(112)が形成されている。この構成により、柱状の領域に磁束が導かれるため磁気飽和はおこりにくく、直流重畳特性を損なうことはない。さらに非磁性体に形成される切欠き部を外部電極に接するように配設することでQ値の改善がなされる。



(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF,
BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE,
SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 積層インダクタ

技術分野

[0001] 本発明は、例えば電源回路等のチョークコイルとして用いられる積層インダクタに関するものである。

背景技術

[0002] 例えば、図 1 2 ((a) : 斜視図、(b) : (a) の L 5 - L 5 ' の断面図) に示すように、積層インダクタ 2 9 は、積層体チップ 2 2 と、該積層体チップ 2 2 の端面に形成された一対の外部電極 2 7 とを有する。積層体チップ 2 2 は、例えば図 1 3 に要素構成図で示すように、平面形状が四角形で厚み方向に積層された複数の磁性体層 2 3 と、隣接する磁性体層 2 3 と 2 3 の間にそれぞれ配設された複数のコイルパターン 2 1 3 を有する。前記コイルパターン 2 1 3 は相互に接続されて、らせん状のコイル 2 1 8 を形成している。さらに該コイル 2 1 8 の始端及び終端には磁性体層 2 3 の縁部に達する引出し部が接続されてコイル導体を形成している。また、一対の外部電極 2 7 は、図 1 2 に示すように、積層体チップ 2 2 の互いに対向する端面に形成され、コイル 2 1 8 の始端引出し部 2 8 及び終端引出し部 2 1 0 にそれぞれ接続されている。

携帯型電子機器や薄型の電子機器のニーズの拡大に伴い、これらの電子機器の電源回路等のチョークコイルとして積層インダクタが用いられる機会が増加している。しかし従来の積層インダクタは、巻線インダクタに比べ直流重畳特性が悪いという問題がある。この積層インダクタの直流重畳特性の悪化とは、通電する直流電流値の増大に伴い、チョークコイルを構成する磁性体に磁束密度の飽和が生じることによってインダクタンス値が大幅に低下してしまう現象である。

[0003] そこで、こうした積層インダクタにおける課題を解決するために、幾つかの提案がなされている。

例えば、特許文献 1 には、積層インダクタにおいて、コイルパターンを囲む外側領域の全てもしくは一部を非磁性体とすることが記載されている。

また、特許文献 2 では、積層インダクタにおいて、コイルに囲まれた磁路部分の少なくとも一部を非磁性体とすることで磁束を減少させ、インダクタンスの重畳特性を改善し、高電流時に高いインダクタンス値を持つものが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献 1：特開 2007-281379 号公報

特許文献 2：特開平 11-97245 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献 1 に記載のように、コイルパターンの外周のすべてを非磁性体とした場合や、特許文献 2 に記載のように、コイルに囲まれた磁路部分を非磁性体セラミックスにした場合には、初期のインダクタンス値の大幅な低下を招くという問題があることがわかった。また、インダクタンス値を高くするために特許文献 1 に記載のように、一部の非磁性体を除去すれば該除去領域に磁束が集中して磁気飽和しやすくなり、直流重畳特性が低下する場合がある。

[0006] 本発明は、こうした従来の積層インダクタにおける課題を解決する。すなわち、本発明は直流重畳特性を損なうことなく、インダクタンス値を上げ、さらには Q 値の低下を防止することが可能な積層インダクタを提供することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明者らは、上記目的を達成すべく鋭意研究を重ねた結果、特許文献 1 に記載のように、積層インダクタの周回するコイルの外周の全領域に非磁性体を入れた状態において、積層体チップの中では磁束密度が高い領域と低い

領域が生じていることを見出した。特許文献 1 のインダクタンス値 L を高くするために一部の一定面積の非磁性体を除去することを考えてみる。仮に磁束密度が高い領域の非磁性体を除去すれば、該領域ではさらに磁束密度が集中して磁気飽和状態になり易くなり、直流重畳特性は大きく低下する。しかし磁束密度が低い領域の非磁性体を除去すれば、該領域では磁気飽和は起こりにくく、従って直流重畳特性を損なうことはない。さらに、非磁性体を除去した切欠き部の領域を外部電極に接するように形成することで Q 値の改善されることも判明した。

[0008] 本発明はこれらの知見に基づいて完成に至ったものであり、本発明によれば、以下の発明が提供される。

[1] 電源回路などのチョークコイルとして用いられる積層インダクタであって、

平面形状が四角形で厚み方向に積層された複数の磁性体層と、
隣接する該磁性体層間にそれぞれ配設された、複数のコイルパターンが相互に接続されて、らせん状のコイルを形成するとともにコイルの始端及び終端に磁性体層の縁部に達す

る引き出し部を有するコイル導体と、

隣接する前記磁性体層の前記コイルパターンが配設される層間であって、らせん状コイル

の外側の領域に配設され、最外周の 4 つの角部に切欠き部が形成された非磁性体層と、

を有する積層体チップと、

該積層体チップの端面に形成されコイル導体の始端及び終端にそれぞれ接続された一对の外部電極と、

を備え、前記磁性体の積層方向に平行な辺部をそれぞれ含み磁性体層だけで構成された柱状の領域が、コイル導体と接触しないように前記切欠き部にそれぞれ配設されていることを特徴とする積層インダクタ。

[2] 前記の柱状の領域が外部電極と接していることを特徴とする、上記 [

１] の積層インダクタ。

発明の効果

[0009] 本発明の構造によって積層体チップの４つの角部の磁性体層だけで構成された柱状の領域には磁束が発生し易くなる。すなわち積層体チップの中でもっとも磁束が発生し難かった該柱状の領域の磁性体特性を活用することができるようになる。その結果としてコイルの外周のすべてに非磁性体層を配置した従来の積層インダクタに比べてインダクタンス値が向上し、直流重畳特性の低下がほとんどなく、さらにＱ値を改善することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0010] [図１]本発明の第１の実施形態である、最外周の４つの角部に四角形状の切欠き部が形成された非磁性体層を有する積層インダクタの斜視図である。

[図２]図１に示す積層インダクタの断面図であり、（ａ）は、図１のＬ１－Ｌ１'の断面図、（ｂ）は、図１のＬ２－Ｌ２'の断面図である。

[図３]図１に示す、非磁性体層の最外周の４つの角部に正方形の切欠きが形成された非磁性体層を有する積層インダクタの要素構成図である。

[図４]本発明の第２の実施形態である、最外周の４つの角部に二等辺三角形の切欠きが形成された非磁性体層を有する積層インダクタの要素構成図である。

[図５]本発明に対する従来例のひとつである、コイルの全外周に非磁性体層が配設された積層インダクタの斜視図である。

[図６]図５に示す積層インダクタの断面図であり、（ａ）は、図５のＬ３－Ｌ３'の断面図、（ｂ）は、図５のＬ４－Ｌ４'の断面図である。

[図７]図５に示す、コイルの全外周に非磁性体層が配設された積層インダクタの要素構成図である。

[図８]図７に示す積層インダクタの積層面２１６における磁束密度分布をシミュレーションした結果を示す図である。

[図９]本発明の実施例、比較例、及び従来例を、それぞれの形態を代表する積層面で表したものであり、（ａ）は、実施例１（図３の積層面１１６）、（

b) は、実施例 2 (図 4 の積層面 117)、(c) は、比較例 1、(d) は、従来例 1 である。

[図10]各形態例の積層インダクタに電流を加えたときのインダクタンス変化率を表した図である。

[図11]各形態例の積層インダクタに電流を加えたときのインダクタンス値を表した図である。

[図12]本発明に対する従来例のひとつである、非磁性体層が配設されていない積層インダクタを示す図であり、(a) は、斜視図、(b) は、(a) の L5-L5' の断面図である。

[図13]図 12 に示す、非磁性体層が配設されていない積層体チップの要素構成図である。

発明を実施するための形態

[0011] 本発明の実施形態の積層インダクタについて、図 1～図 4 を用いて説明する。

(第 1 の実施形態)

本発明の第 1 の実施形態を、図 1～3 に示す。図 1 は、斜視図であり、図 2 は、断面図であり、(a) は、図 1 の L1-L1' の断面図、(b) は、図 1 の L2-L2' の断面図である。図 3 は、図 1 に示す積層体チップの要素構成図である。

本発明の積層インダクタの第 1 の実施形態は、図 1、図 3 に示されるように、直方体形状の積層体チップ 12 と該積層体チップの端面に形成された一対の外部電極 17 とを有する。

具体的には、積層体チップ 12 は、平面形状が四角形で厚み方向に積層された複数の磁性体層 13 と、隣接する磁性体層間にそれぞれ配設された複数のコイルパターン 113 を有する。該コイルパターン 113 は相互に接続されて、らせん状のコイル 118 を形成する。さらに該コイル 118 の始端及び終端には磁性体層の縁部に達する引き出し部 18、110 が接続されてコイル導体 15 を形成している。そして、積層体チップ 12 内の隣接する磁性

体層 1 3 の前記コイルパターン 1 1 3 が配設される層間であって、らせん状コイル 1 1 8 の外側の領域には、非磁性体層 1 4 が配設されている。該非磁性体層 1 4 は、磁性体層と略同一の外形寸法を有し、外周の 4 つの角部に四角形の切欠き部 1 1 5 が形成された環状の形状をしている。このとき切欠き部 1 1 5 には図 2 b に示されるように磁性体層だけからなる柱状の領域 1 1 2 が形成されている。

[0012] 積層体チップ 1 2 の対向する 2 側面には銀ペーストの塗布によって外部電極 1 7 がそれぞれコイルの始端と終端と導通するように設けられている。外部電極の表面は、2 層めっきが施されている。積層体チップの主要部分は Ni-Zn-Cu 系フェライト等からなる磁性体層であり、磁性体層は四角形状の磁性体層のシートを複数重ねて形成される。積層体チップの内部にはらせん状のコイルが形成され、コイルの外周に材質 Zn-Cu 系フェライト等からなる非磁性体層が配設されている。コイルを形成するには、まず図 3 のように磁性体層のシート上にコイルの周回を分割した形のコイルパターン導体をスクリーン印刷する。つぎに磁性体シート上のコイルパターンを、スルーホールを経由して厚み方向に導通して積層していくことで、コイルが形成される。コイルは略長方形で周回している。非磁性体層は磁性体層のシート上のコイルパターンの外側領域にスクリーン印刷をして形成する。コイルパターンの外周部には非磁性体層が接しており、非磁性体層の外形寸法は磁性体層と略同一である。また非磁性体層には外周の 4 つの角部にそれぞれ正方形の切欠き部 1 1 5 が形成されており、この切欠き部 1 1 5 はコイルパターンと接することはない。図 2 b で示されるように非磁性体 1 4 に形成された切欠き部 1 1 5 には、積層体チップにおける磁性体層の積層方向に平行な辺部を含むように磁性体層だけで構成された断面四角形の柱状の領域 1 1 2 が形成されている。Q 値を改善するためには、外部電極を通る磁束を少なくすることが有効な手段であるので外部電極を通る磁束を該柱状の領域に導くことができるように、該柱状の領域 1 1 2 は少なくともひとつの面で外部電極と接するように形成される。このように Q 値の改善には、該柱状の領域 1 1

2と外部電極がより広い面積で接して形成されるのが好ましいといえる。

[0013] (第2の実施形態)

本発明の第2の実施形態を、図4に示す。

本発明の積層インダクタの第2の実施形態は、図4に示されるように、直方体形状の積層体チップ12と該積層体チップの端面に形成された一対の外部電極17とを有する。

具体的には、積層体チップ12は、平面形状が四角形で厚み方向に積層された複数の磁性体層13と、隣接する磁性体層間にそれぞれ配設された複数のコイルパターン113を有する。該コイルパターン113は相互に接続されて、らせん状のコイルを形成する。さらに該コイルの始端及び終端には磁性体層の縁部に達する引き出し部18, 110が接続されてコイル導体を形成している。そして、積層体チップ12内の隣接する磁性体層13の前記コイルパターン113が配設される層間であって、らせん状コイルの外側の領域には、非磁性体層14が配設されている。非磁性体層14は磁性体層と略同一の外形寸法を有し、外周の4つの角部にそれぞれ三角形の切欠き部115が形成された環状の形状をしている。このとき切欠き部115には磁性体層だけからなる断面三角形の柱状の領域16が形成されている。

[0014] 積層体チップの対向する2側面には銀ペーストの塗布によって外部電極17がそれぞれコイルの始端と終端と導通するように設けられている。外部電極17には2層めっきが施されている。積層体チップ12の主要部分はNi-Zn-Cu系フェライト等からなる磁性体層であり、磁性体層は四角形状の磁性体層のシートを複数重ねて形成される。積層体チップの内部にはらせん状のコイルが形成され、コイルの外周にZn-Cu系フェライト等からなる非磁性体層14が配設されている。まず図4のように磁性体シート上にコイルの周回を分割した形のコイルパターン導体をスクリーン印刷する。つぎに磁性体シート上のコイルパターンを、スルーホールを経由して厚み方向に導通して積層していくことでコイルが形成される。コイルは略長方形で周回している。非磁性体層14は磁性体シート上のコイルパターンの外側領域に

スクリーン印刷をして形成する。コイルパターンの外周部には非磁性体層が接しており、非磁性体層の外形寸法は磁性体層と略同一である。非磁性体層 14 には、外周の 4 つの角部にそれぞれ二等辺三角形の切欠き部 115 が形成されており、その面積は前記実施形態 1 の正方形の切欠き部 115 と同じである。この切欠き部 115 はコイルパターンと接することはない。また、非磁性体層 14 に形成された切欠き部 115 には積層体チップにおける磁性体層の積層方向に平行な辺部を含むように磁性体層だけで構成された断面三角形の柱状の領域 16 が形成されている。Q 値を改善するためには、外部電極を通る磁束を少なくすることが有効な手段であるので、外部電極を通る磁束をより多く該柱状の領域 16 に導くように、該柱状の領域 16 は少なくともひとつの面で外部電極 17 と接するように形成される。Q 値の改善には該柱状の領域 16 と外部電極 17 とがより広い面積で接して形成されるのが好ましいといえる。

[0015] (従来例を用いたシミュレーション)

本発明の効果のメカニズムを確認するために、特許文献 1 に記載のように、コイルの外周のすべてに非磁性体層を挿入した積層インダクタについて、シミュレーションにより積層体チップ内の磁束密度分布を調査した。

シミュレーションに用いた従来例の積層インダクタ 20 を図 5～7 に示す。図 5 は該積層インダクタ 20 の斜視図、図 6 は該積層インダクタ 20 の断面図、図 7 は、該積層インダクタ 20 の要素構成図である。

該積層インダクタ 20 は、図 5、図 7 に示されるように、直方体形状の積層体チップ 22 と該積層体チップの端面に形成された一対の外部電極 27 とを有する。

前述の本発明の第 1 の実施形態及び第 2 の実施形態と同様に、具体的には、積層体チップ 22 は、平面形状が四角形で厚み方向に積層された複数の磁性体層 23 と、隣接する磁性体層間にそれぞれ配設された複数のコイルパターン 213 を有する。該コイルパターン 213 は相互に接続されて、らせん状のコイル 218 を形成する。さらに該コイル 218 の始端及び終端には磁

性体層の縁部に達する引き出し部 28, 210 が接続されてコイル導体 25 を形成している。そして、積層体チップ 22 内の隣接する磁性体層 23 の前記コイルパターン 213 が配設される層間であって、らせん状コイル 218 の外側の領域には、非磁性体層 24 が配設されている。該非磁性体層 24 は、磁性体層と略同一の外形寸法を有し環状の形状をしている。本発明と異なる点は、該環状の非磁性体層 24 には、前述の本発明の第 1 の実施形態及び第 2 の実施形態が有する外周の 4 つの角部に切欠き部 115 が形成されておらず、磁性体層だけからなる柱状の領域 112 或いは 16 が形成されていない点である。

[0016] シミュレーションの結果を図 8 に示す。図 8 は、図 7 において略 C 字形のコイルパターン 213 の外側領域のすべてを非磁性体 24 とした積層体チップ内の、ひとつのコイルパターン 213 を有する積層面（図 7 の積層面 216）における磁束密度の高低を明度で示したものである。磁束密度が低い領域ほど明度が高く表示されている。なお、磁性体層の外形寸法は 2.4×2.4 mm としてシミュレーションをおこなった。

図 8 においてスケールの数値は磁束密度を示し、単位は T である。

図 8 から明らかなように積層体チップの 4 つの角部の領域（図 8 A 部内）の磁束密度が積層体チップ内の他の領域の磁束密度に比較して低くなっていることがわかる。一方、コイル導体 B に接する領域の磁束密度が高くなっていることがわかる。

[0017] このように、図 8 の積層体チップの 4 つの角部の磁束密度は、積層体チップ内の他の領域の磁束密度に比較して低くなっているので、積層体チップの 4 つの角部の領域は磁気飽和しにくいということがわかる。

これに対し、本発明は、積層体チップのコイルの外側の領域に配設された非磁性体層の最外周の 4 つの角部に切欠き部 115 を形成し、ここに磁性体層だけで構成された柱状の領域 112 或いは 16 をコイル導体と接触しないように配置したものである。この構造によって積層体チップの 4 つの角部の領域は磁束が発生し易くなり、今まで積層体チップの中で磁束が発生し難か

った該領域の磁性体特性を活用することができるようになる。

結果として本発明は、コイルの外周のすべてに非磁性体層を挿入した従来の積層インダクタに比べてインダクタンス値が向上し、直流重畳特性の低下がほとんどない。という便益を享受できる。

[0018] ここで仮に非磁性体層の切欠き部を図8のシミュレーション結果で磁束密度の高い領域、例えばコイル導体に接する領域に形成して該切欠き部に磁性体層のみで構成される柱状の領域を設けた構成を考えてみる。このとき該柱状の領域では電流が上がると磁束密度がさらに高くなって磁気飽和しやすくなるため、直流重畳特性は大きく低下することになる。

また、外部電極を磁束が通るときには外部電極にうず電流が生じ、これが損失の大きな要因となってQ値を低下させる。本発明の構成は非磁性体層の切欠き部を外部電極に接する領域に形成して、該切欠き部に磁性体層だけで構成された柱状の領域を配設するものである。図7のような従来の構成ではコイルの全周囲にある非磁性体層のために磁束は積層体チップの外側に漏れて外部電極を通りやすい。一方本発明では磁性体層だけで構成された柱状の領域が外部電極に接しているため、磁束は外部電極より該柱状の領域を通過しやすくなる。このようにして本発明では外部電極を通る磁束が減少するためQ値が改善する。

実施例

[0019] 以下、本発明の実施例、比較例、及び従来例を用いて説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

[0020] (実施例1)

まず FeO_2 、 CuO 、 ZnO 、 NiO を主材料とする仮焼粉碎後の Ni-Zn-Cu 系フェライト微粉末にエチルセルロース、テピネオールを加えて混練し、スラリーを作成した。このスラリーを一定の厚みになるようにドクターブレードで引き、乾燥したものを所定の印刷用サイズに切断して磁性体シートをつくった。この磁性体シートには金型による打ち抜きやレーザー加工による穿孔などの手法によって所定の位置にスルーホールを形成した。次

に磁性体シートにコイルパターンの一部形状を有するスクリーン版を使用して銀ペーストを印刷し乾燥した。非磁性体ペーストは FeO_2 、 CuO 、 ZnO を主材料とする仮焼粉碎後の Zn-Cu 系フェライト微粉末にエチルセルロース、テピネオールを加えて混練して作成した。この非磁性体ペーストを前記コイルパターンの外側の所定の位置に印刷されるように位置決めをしてスクリーン印刷をおこなった。このとき非磁性体の印刷パターン形状は、コイルパターンの外側領域を占有するが、最外周の4つの角部にはそれぞれ正方形の切欠き部が形成されている。この切欠き部によって、積層時に磁性体層だけが連続した柱状の領域が形成される。次に磁性体シートを積層し、隣接する磁性体シートのコイルパターンがスルーホールで導通してつながるように、プレス圧着をおこなった。これを所定のサイズに切断したあと 500°C で1hr加熱して脱バインダー処理し、大気炉中 $800\sim 900^\circ\text{C}$ で2hr加熱し焼成して積層体チップを得た。得られた積層体チップの対向する2つの側面にコイル引出し部と接続するように銀ペーストをディップ法などによって塗布し、大気中約 600°C で1hr加熱し焼付け処理して一対の銀電極層を形成した。この銀電極層上にニッケル電解バレルめっきを施したあと、スズ電解バレルめっきをおこなって銀電極層、ニッケルめっき層、スズめっき層がこの順に積層された外部電極17を形成し、図1に示す積層インダクタ10を得た。

[0021] 上記で得られた実施例1の積層インダクタ試料の主要な各部の構成は以下の通りである。

積層インダクタ外形寸法：長さ3.2mm×幅1.6mm×高さ1.6mm

磁性体層：Ni-Zn-Cu系フェライト

非磁性体層：コイルパターンの外周に配設され、4つの角部には一辺0.2mmの正方形の切欠けが形成されている。

コイル：1周回寸法 長辺2.0mm×短辺1.0mm 導体幅0.3mm

図3に示した積層面116を実施例1の代表面として図9aに示す。

[0022] (実施例 2)

まず FeO_2 、 CuO 、 ZnO 、 NiO を主材料とする仮焼粉碎後の $\text{Ni}-\text{Zn}-\text{Cu}$ 系フェライト微粉末にエチルセルローズ、テピネオールを加えて混練し、スラリーを作成した。このスラリーを一定の厚みになるようにドクターブレードで引き、乾燥したものを所定の印刷用サイズに切断して磁性体シートをつくった。この磁性体シートには金型による打ち抜きやレーザー加工による穿孔などの手法によって所定の位置にスルーホールを形成しておく。次に磁性体シートにコイルパターンの一部形状を有するスクリーン版を使用して銀ペーストを印刷し乾燥した。非磁性体ペーストは FeO_2 、 CuO 、 ZnO を主材料とする仮焼粉碎後の $\text{Zn}-\text{Cu}$ 系フェライト微粉末にエチルセルローズ、テピネオールを加えて混練して作成した。この非磁性体ペーストを前記コイルパターンの外側の所定の位置に印刷されるように位置決めをしてスクリーン印刷をおこなった。このとき非磁性体の印刷パターン形状は、コイルパターンの外側領域を占有するが、最外周の 4 つの角部にはそれぞれ二等辺三角形の切欠き部が形成されている。この切欠き部の面積は前記実施例 1 の面積と同一であり、該切欠き部によって、積層時に磁性体層だけが連続した柱状の領域が形成される。次に磁性体シートを積層し、隣接する磁性体シートのコイルパターンがスルーホールで導通してつながるように、プレス圧着をおこなった。これを所定のサイズに切断したあと 500°C で 1 h r 加熱して脱バインダー処理し、大気炉中 $800\sim 900^\circ\text{C}$ で 2 h r 加熱し焼成して積層体チップを得た。得られた積層体チップの対向する 2 つの側面にコイル引出し部と接続するように銀ペーストをディップ法などによって塗布し、大気中約 600°C で 1 h r 加熱し焼付け処理して一対の銀電極層を形成した。この銀電極層上にニッケル電解バレルめっきを施したあと、スズ電解バレルめっきをおこなって銀電極層、ニッケルめっき層、スズめっき層がこの順に積層された外部電極を形成し、図 4 に示す積層インダクタ 11 を得た。

[0023] 上記で得られた実施例 2 の積層インダクタ試料の主要な各部の構成は以下

の通りである。

積層インダクタ外形寸法：長さ 3.2 mm × 幅 1.6 mm × 高さ 1.6 mm

磁性体層：Ni-Zn-Cu系フェライト

非磁性体層：コイルパターンの外周に配設され、4つの角部には直角を挟む2辺がそれぞれ、約0.28 mmの直角二等辺三角形の切欠き部がそれぞれ形成されている。なお、切欠き部の面積は実施例1と同じである。

コイル：1周回寸法 長辺 2.0 mm × 短辺 1.0 mm 導体幅 0.3 mm

図4に示した積層面117を実施例2の代表面として図9bに示す。

[0024] (比較例1)

まずFeO₂、CuO、ZnO、NiOを主材料とする仮焼粉碎後のNi-Zn-Cu系フェライト微粉末にエチルセルローズ、テピネオールを加えて混練し、スラリーを作成した。このスラリーを一定の厚みになるようにドクターブレードで引き、乾燥したものを所定の印刷用サイズに切断して磁性体シートをつくった。この磁性体シートには金型による打ち抜きやレーザー加工による穿孔などの手法によって所定の位置にスルーホールを形成した。次に磁性体シートにコイルパターンの一部形状を有するスクリーン版を使用して銀ペーストを印刷し乾燥した。非磁性体ペーストはFeO₂、CuO、ZnOを主材料とする仮焼粉碎後のZn-Cu系フェライト微粉末にエチルセルローズ、テピネオールを加えて混練して作成した。この非磁性体ペーストを前記コイルパターンの外側の所定の位置に印刷されるように位置決めをしてスクリーン印刷をおこなった。このとき非磁性体層の印刷パターン形状は、コイルパターンの外側領域を占有するが、コイルの直線部4辺の略中央部にはそれぞれ前記実施例1、前記実施例2と同じく、焼成後に0.04 mm²の面積となるような四角形の切欠き部が存在している。この切欠き部はコイルパターンの外側領域を分断するように内側はコイルパターンと接し、外側は磁性体層の外周と接して配設される。切欠き部には積層時に磁性体層だけが連続した柱状の領域が形成されている。つぎに磁性体シートを積層し、隣

接する磁性体シートのコイルパターンがスルーホールで導通してつながるように、プレス圧着をおこなった。これを所定のサイズに切断したあと500℃で1hr加熱して脱バインダー処理し、大気炉中800～900℃で2hr加熱し焼成して積層体チップを得た。得られた積層体チップの対向する2側面にコイル引出し部と接続するように銀ペーストをディップ法などによって塗布し、大気中約600℃で1hr加熱し焼付け処理して一对の銀電極層を形成した。この銀電極層上にニッケル電解バレルめっきを施したあと、スズ電解バレルめっきをおこなって外部電極を形成し、比較例1の積層インダクタ21を得た。

[0025] 上記で得られた比較例1の積層インダクタ試料の主要な各部の構成は以下の通りである。

積層インダクタ外形寸法：長さ3.2mm×幅1.6mm×高さ1.6mm

磁性体材料：Ni-Zn-Cu系フェライト

非磁性体層：コイルパターン外周に配設 コイルの4辺略中央部にそれぞれ0.04mm²の切欠きを形成する。なお、切欠き部の面積は、前記実施例1、前記実施例2と同一である。

コイル：1周回寸法 長辺2.0mm×短辺1.0mm 導体幅0.3mm
比較例1の代表面を図9cに示す。

[0026] (従来例1)

まずFeO₂、CuO、ZnO、NiOを主材料とする仮焼粉碎後のNi-Zn-Cu系フェライト微粉末にエチルセルローズ、テピネオールを加えて混練し、スラリーを作成した。このスラリーを一定の厚みになるようにドクターブレードで引き、乾燥したものを所定の印刷用サイズに切断して磁性体シートをつくった。この磁性体シートには金型による打ち抜きやレーザー加工による穿孔などの手法によって所定の位置にスルーホールを形成しておく。次に磁性体シートにコイルパターンの一部形状を有するスクリーン版を使用して銀ペーストを印刷し乾燥した。非磁性体ペーストはFeO₂、CuO、

ZnOを主材料とする仮焼粉碎後のZn-Cu系フェライト微粉末にエチルセルロース、テピネオールを加えて混練して作成した。この非磁性体ペーストを前記コイルパターンの外側の所定の位置に印刷されるように位置決めをしてスクリーン印刷をおこなった。このとき非磁性体の印刷パターン形状は図7に示すように切欠き部はなく、コイルパターンの外側領域をすべて占有している。つぎに磁性体シートを積層し、隣接する磁性体シートのコイルパターンがスルーホールで導通してつながるように位置を決めて、プレス圧着をおこなった。これを所定のサイズに切断したあと500℃で1hr加熱して脱バインダー処理し、大気炉中800～900℃で2hr加熱し焼成して積層体チップを得た。得られた積層体チップの対向する2つの側面にコイル引出し部と接続するように銀ペーストをディップ法などによって塗布し、大気中約600℃で1hr加熱し焼付け処理して一対の銀電極層を形成した。この銀電極層上にニッケル電解バレルめっきを施したあと、スズ電解バレルめっきをおこなって銀電極層、ニッケルめっき層、スズめっき層がこの順に積層された外部電極を形成し、図5～7に示す従来例1の積層インダクタ20を得た。

[0027] 上記で得られた従来例1の積層インダクタ試料の主要な各部の構成は以下の通りである。

積層インダクタ外形寸法：長さ3.2mm×幅1.6mm×高さ1.6mm

磁性体層：Ni-Zn-Cu系フェライト

非磁性体層：コイルパターン外周全域に配設

コイル：1周回寸法 長辺2.0mm×短辺1.0mm 導体幅0.3mm

図7に示した積層面217を従来例1の代表表面として図9dに示す。

[0028] 上記で得られた本発明の実施例1、実施例2の積層インダクタ試料、比較例1および従来例1の積層インダクタ試料について、アジレント社製の4285Aを用いて、積層インダクタに流す電流を増加させたときのインダクタンス値を測定し、初期のインダクタンス値に対するインダクタンスの変化率

を算出して得られた結果を図 10 に示した。

図 10 において、横軸は積層インダクタ試料に流す電流値、縦軸は、初期のインダクタンス値に対するインダクタンスの変化率を示す。また、図 10 において、一点鎖線は実施例 1、実線は実施例 2、2 点鎖線は比較例 1、破線は従来例 1 をそれぞれ示す。

[0029] 図に示すとおり、従来例 1 では非磁性体層がコイル外周全域にあるためインダクタンス変化率が最も小さい。電流値に対してインダクタンス変化率はほぼ均一に低下し、1200mA で約 -16% のインダクタンス変化率を示した。これに対して、最外周の 4 つの角部に切欠き部が形成された非磁性体層を有する実施例 1 および実施例 2 の積層インダクタ試料ではインダクタンス変化率が拡大している。電流値に対するインダクタンス変化率は 200mA くらいまでやや低下率が大きい、その後は電流値に対してインダクタンス変化率はほぼ均一に低下している。実施例 1 の場合は、1200mA で約 -27% のインダクタンス変化率、実施例 2 の場合は、1200mA で約 -22% のインダクタンス変化率を示した。一方、コイルの外周 4 辺の略中央部に四角形の切欠き部が形成された非磁性体層を有する比較例 1 の積層インダクタ試料ではインダクタンス変化率がさらに拡大している。比較例 1 の積層インダクタ試料は、電流値が 0 から 400mA の間に約 -55% のインダクタンス変化率を示し、その後電流値に対してほぼ均一に低下して 1200mA で約 -60% のインダクタンス変化率を示した。比較例 1 では非磁性体層の切欠き部を磁束密度の高い領域に形成したため該領域の磁束が電流値 400mA までに飽和して直流重畳特性が低下したものであり、使用には適さないレベルである。これに対して実施例 1、実施例 2 は非磁性体層の切欠き部が磁束密度のもっとも低い領域に形成されているため、磁束は電流値に対して飽和することなく、すなわち直流重畳特性が大きく低下することなく、十分に使用可能なレベルとなっている。

[0030] 図 11 は、上記で得られた本発明の実施例 1、実施例 2 の積層インダクタ試料、ならびに従来例 1 の積層インダクタ試料について、試料に流す電流値

を横軸に、そのときの積層インダクタ試料のインダクタンス値を縦軸に示したものである。また、図 11において、一点鎖線は実施例 1、実線は実施例 2、破線は従来例 1 をそれぞれ示す。

図 11 に示されるように本発明の実施例 1 のインダクタ試料では試料に流す電流値が 300 mA までの範囲で、また、本発明の実施例 2 のインダクタ試料では試料に流す電流値が 150 mA までの範囲で、それぞれインダクタンス値が従来例 1 と比較して高くなっていることがわかる。実施例 1、実施例 2 では 4 つの角部に非磁性体層の切欠き部が形成されたことによって、当該 4 つの角部の領域、すなわち積層体チップの磁束密度の低い領域に磁束を導くものである。これは今まで非磁性体が均一に、あるいは考慮されない位置に配設されていたために、低い磁束密度となっていた領域に磁束を導いて該部の磁性体としての特性を有効に使用するようにしたものである。

[0031] 各試験条件の Q 値の結果を表 1 に示した。Q 値はアジレント社製の 4285 A を用いて周波数 1 MHz で測定した。

表から明らかなように、従来例 1 に比べて比較例 1、実施例 1、実施例 2 の Q 値が高くなっている。これらの Q 値の差異は外部電極を通過する磁束量の大小によるものと推測される。すなわち外部電極を通過する磁束量が多いときはその磁束に伴って、外部電極に発生するうず電流が損失因子となるため Q 値が低下し、反対に外部電極を通過する磁束量が少なくなると Q 値が高くなって、より好ましい特性値となる。従来例 1 ではコイルの外周全域に非磁性体層があるため、さらにその外側にある外部電極を通過する磁束量は比較的多くなる。一方、実施例 1、実施例 2 では非磁性体を設けない領域が積層体チップ内に 4箇所あり、すべて外部電極に接して設けられているため、従来例 1 で外部電極を通過していた磁束の一部は実施例 1、実施例 2 においては非磁性体を設けない領域を通過するようになる。こうして実施例 1、実施例 2 では外部電極を通過する磁束は従来例 1 より少なくなるため実施例 1、実施例 2 の Q 値が従来例 1 より高くなる。

[表1]

	従来例	比較例	実施例1	実施例2
Q値(at 1 MHz)	20	25	27	25

また、非磁性体を設けない領域が2箇所外部電極に接している比較例1のQ値は従来例1と実施例1、実施例2の間の値となっている。

[0032] 以上のように本発明の実施例1、実施例2の結果を従来例1、比較例1と比較すると本発明は、直流重畳特性を損なうことなく、インダクタンス値Lを上げ、さらにQ値を改善することができたといえる。

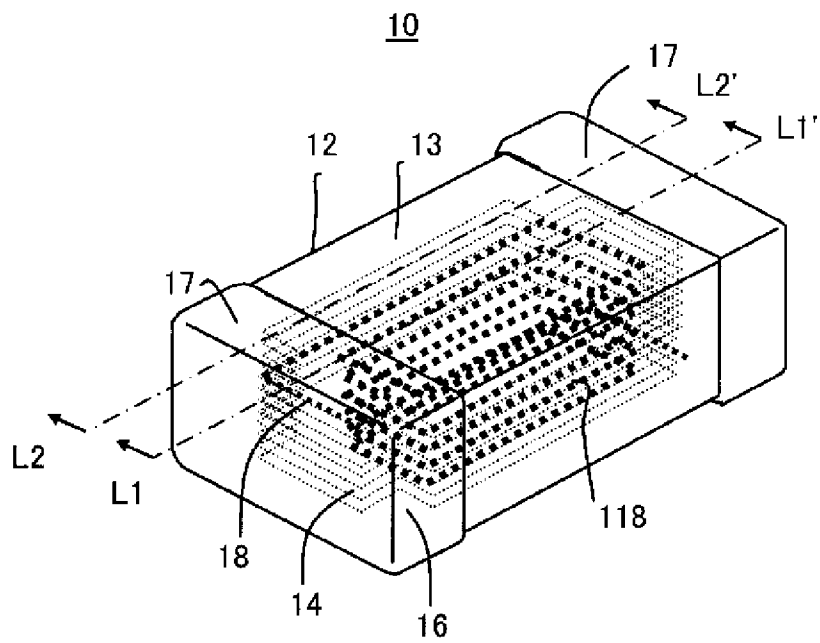
符号の説明

[0033] 10, 11 : 本発明の積層インダクタ
 20, 21, 29 : 従来の積層インダクタ
 12, 22 : 積層体チップ
 17, 27 : 外部電極
 15, 25 : コイル導体
 113, 213 : コイルパターン
 118, 218 : コイル
 18, 110, 28, 210 : コイル導体引き出し部
 114, 214 : スルーホール接続部
 14, 24 : 非磁性体層
 13, 23 : 磁性体層
 16, 112 : 柱状の領域
 115, 215 : 切欠き部
 116, 117, 216, 217 : 積層面

請求の範囲

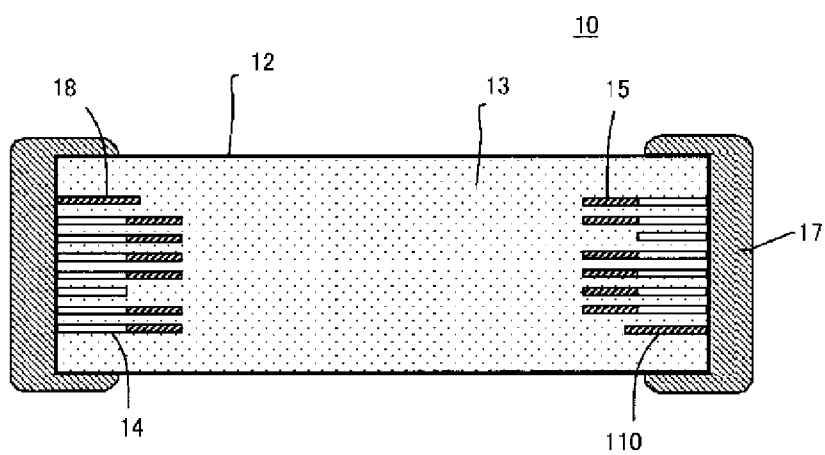
- [請求項1] 電源回路などのチョークコイルとして用いられる積層インダクタであって、
- 平面形状が四角形で厚み方向に積層された複数の磁性体層と、
- 隣接する該磁性体層間にそれぞれ配設された複数のコイルパターンが相互に接続されて、らせん状のコイルを形成するとともにコイルの始端及び終端に磁性体層の縁部に達する引き出し部を有するコイル導体と、
- 隣接する前記磁性体層の前記コイルパターンが配設される層間であって、らせん状コイルの外側の領域に配設され、最外周の4つの角部に切欠き部が形成された非磁性体層と、
- を有する積層体チップと、
- 該積層体チップの端面に形成されコイル導体の始端及び終端にそれぞれ接続された一対の外部電極と、
- を備え、
- 前記磁性体の積層方向に平行な辺部をそれぞれ含み磁性体層だけで構成された柱状の領域が、コイル導体と接触しないように前記切欠き部にそれぞれ配設されていることを特徴とする積層インダクタ。
- [請求項2] 前記柱状の領域が外部電極と接していることを特徴とする、請求項1に記載の積層インダクタ。

[図1]

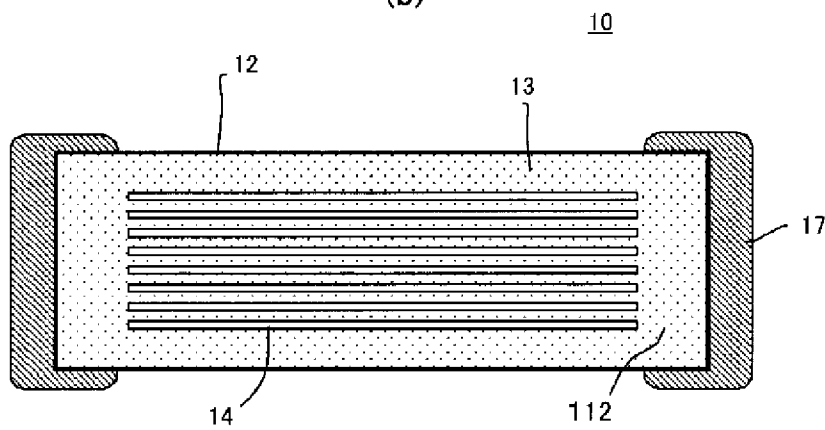


[図2]

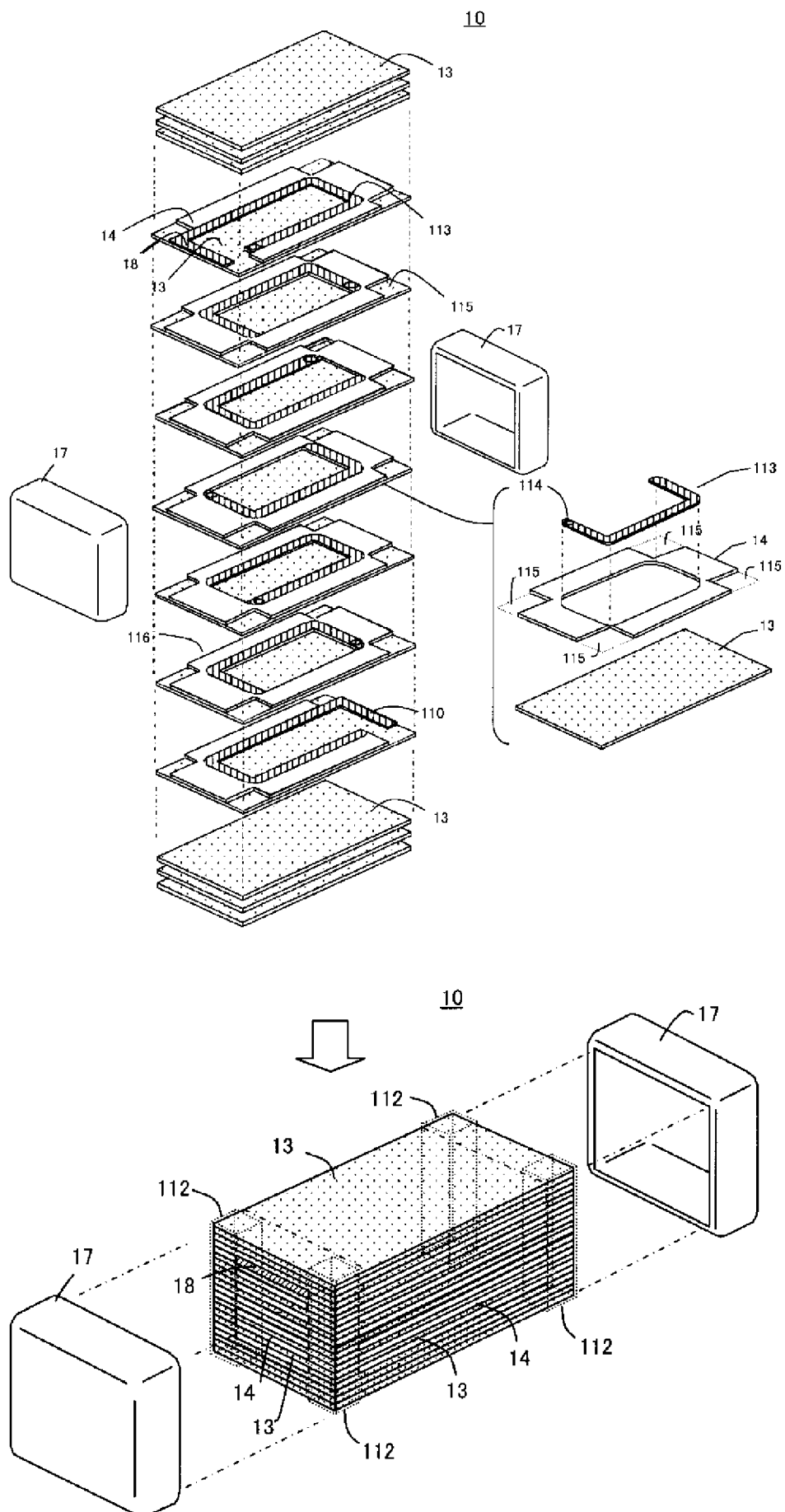
(a)



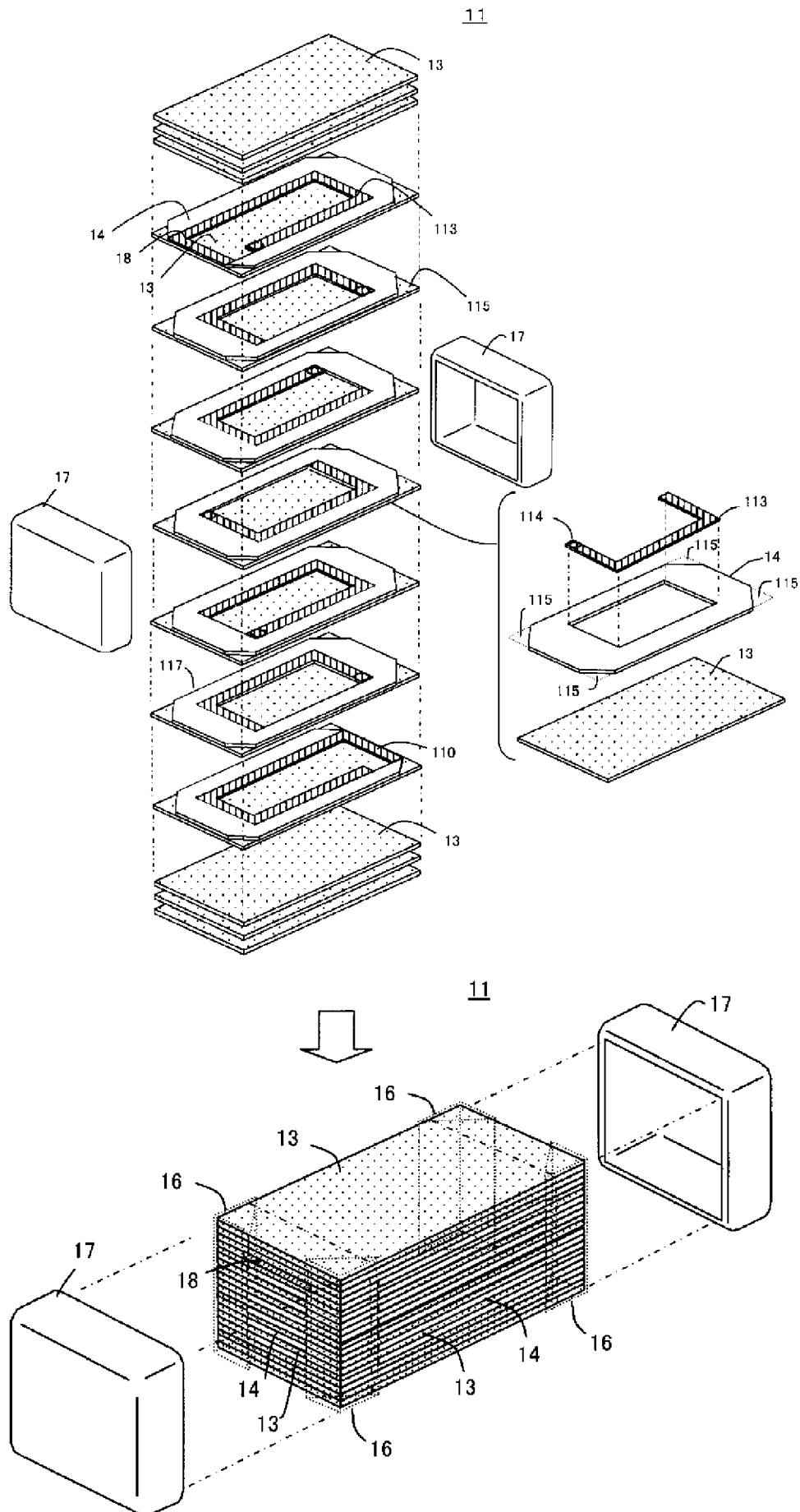
(b)



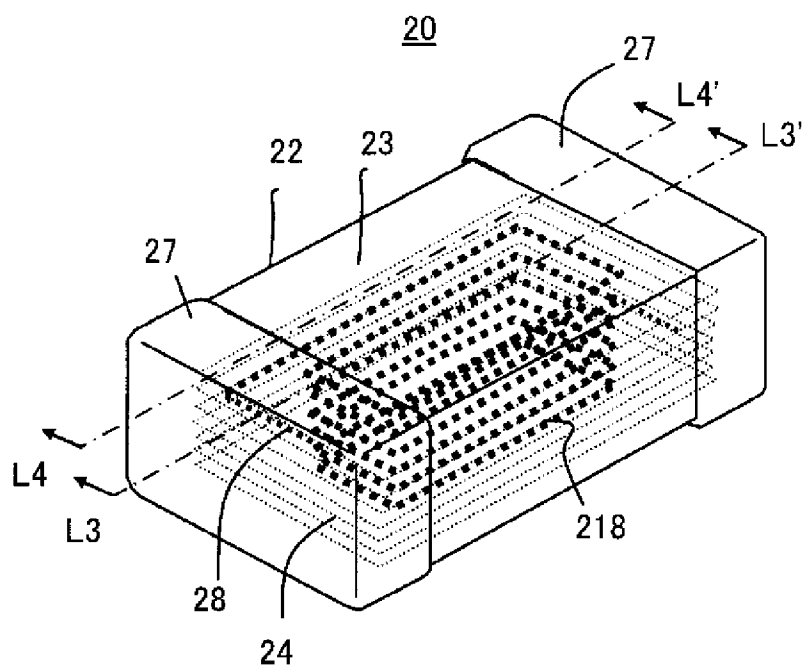
[図3]



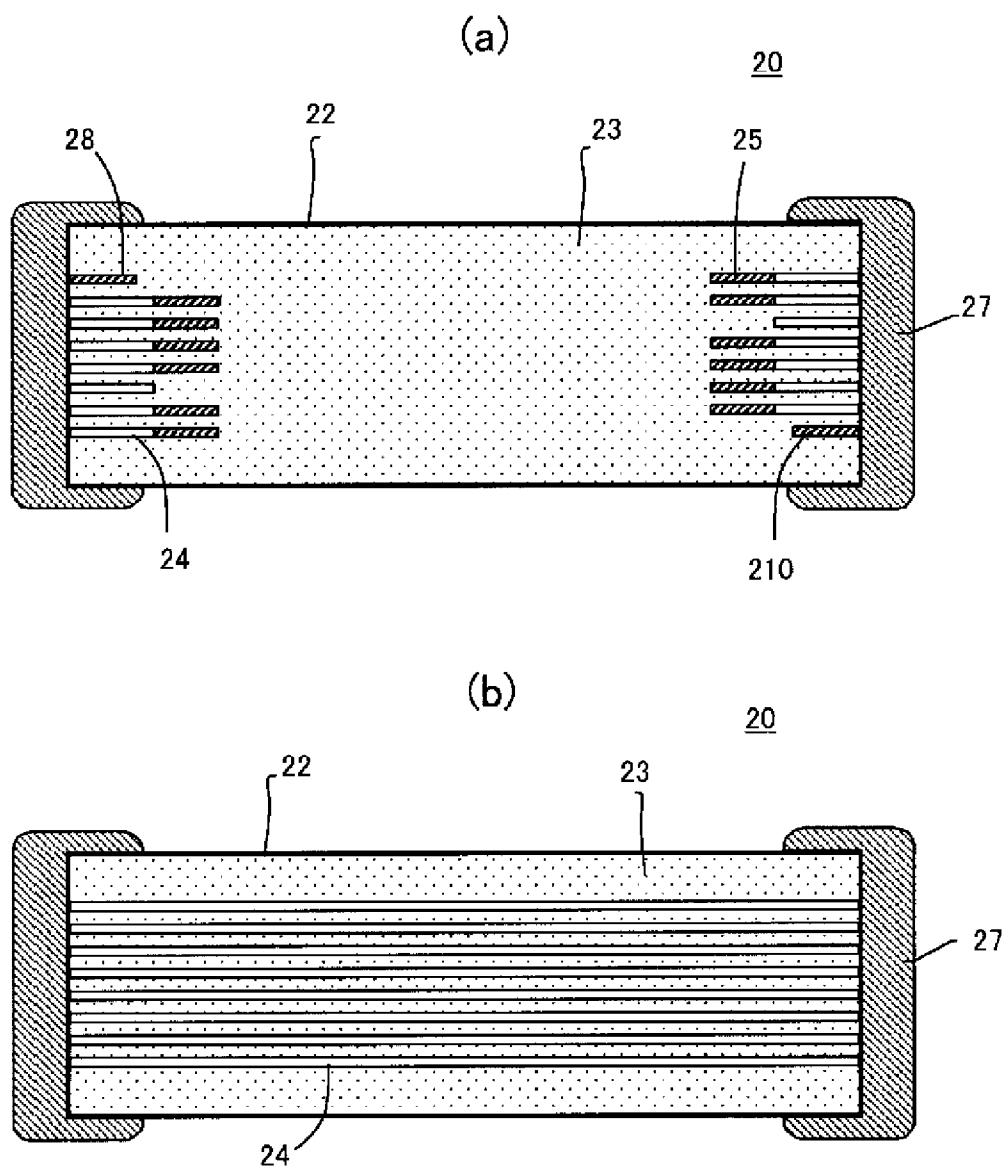
[図4]



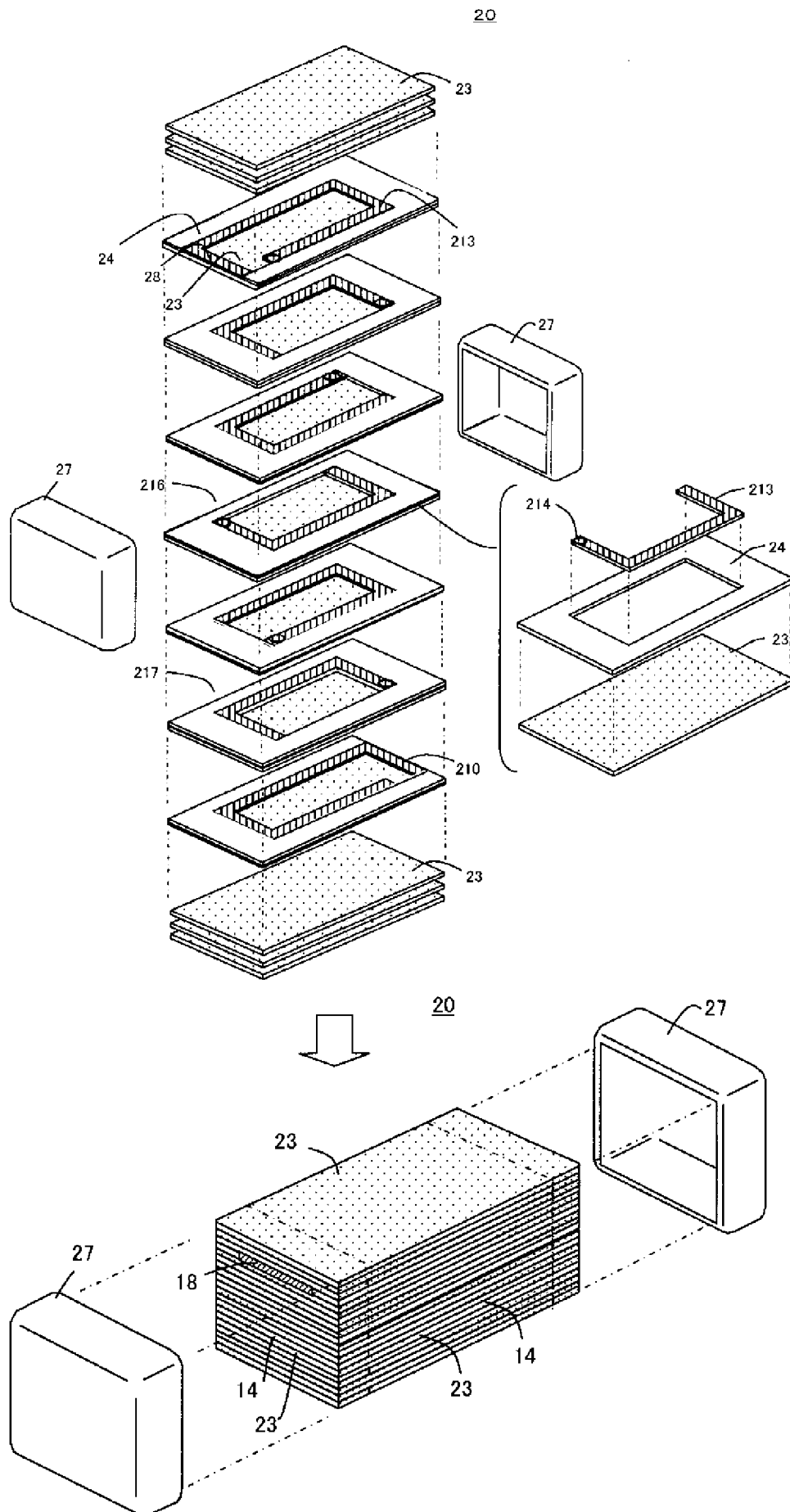
[図5]



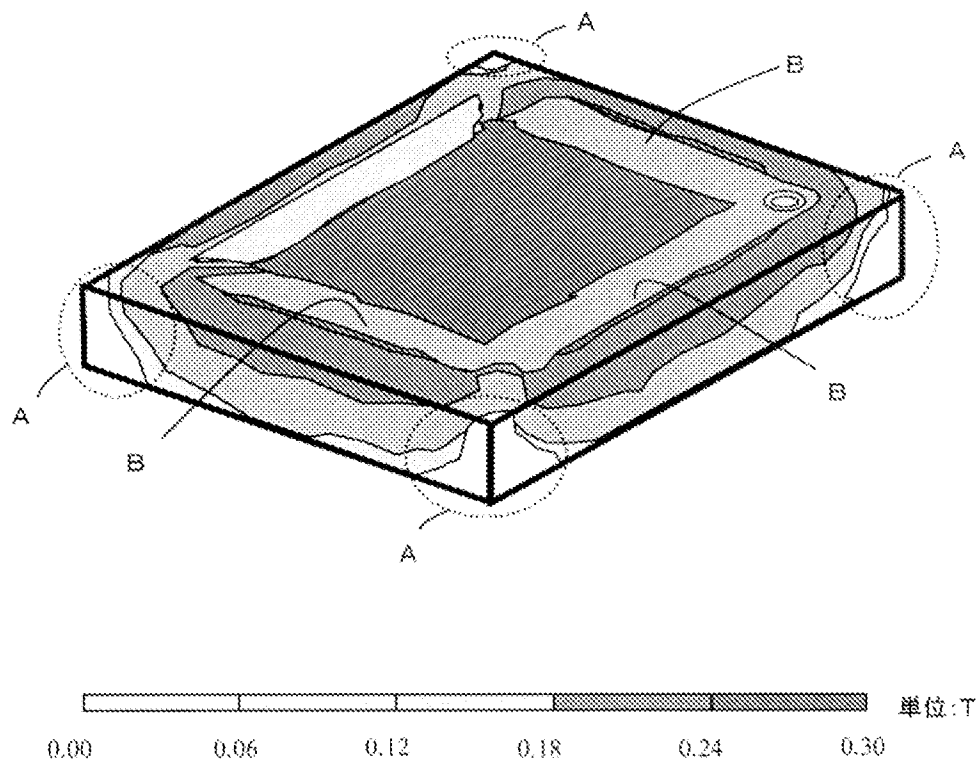
[図6]



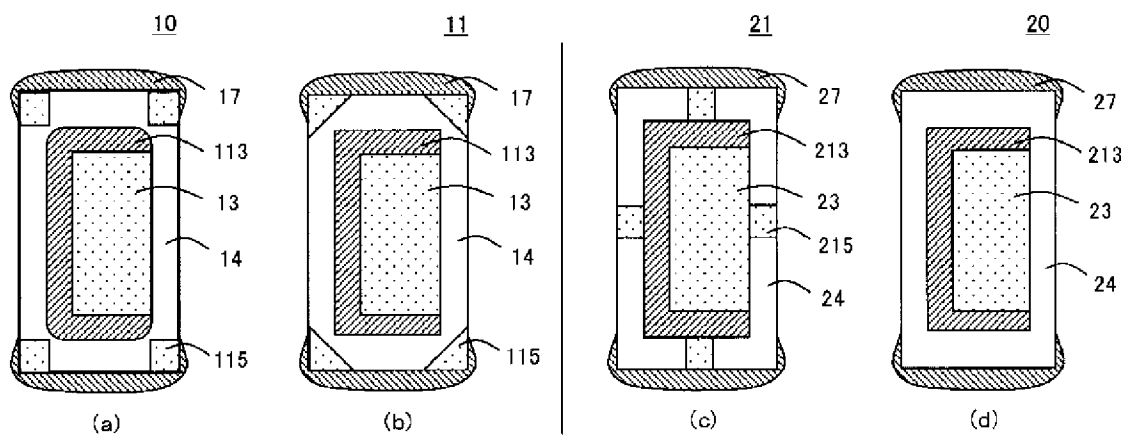
[図7]



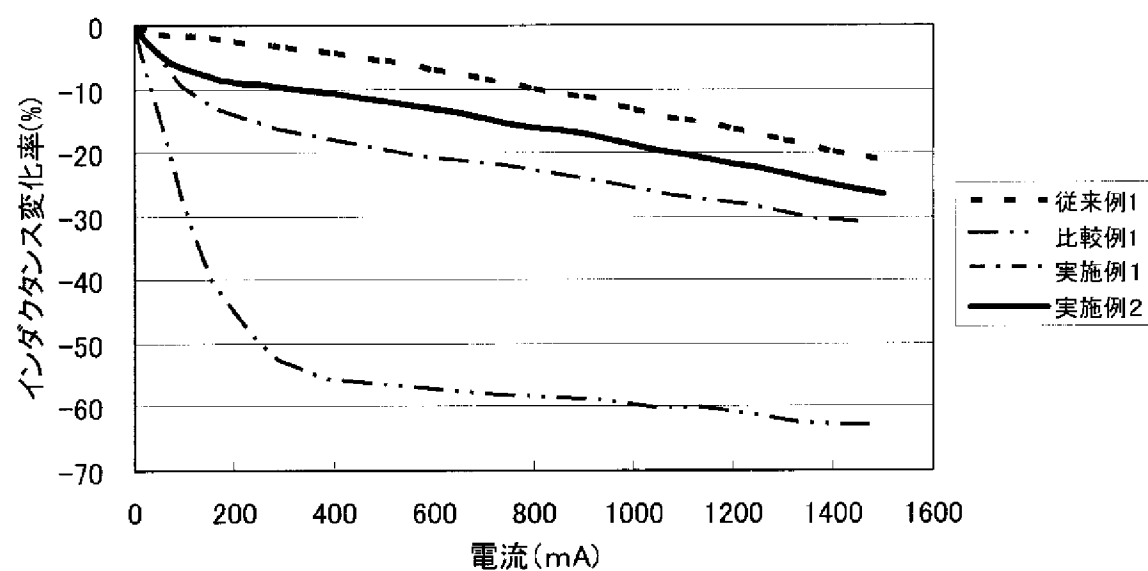
[図8]



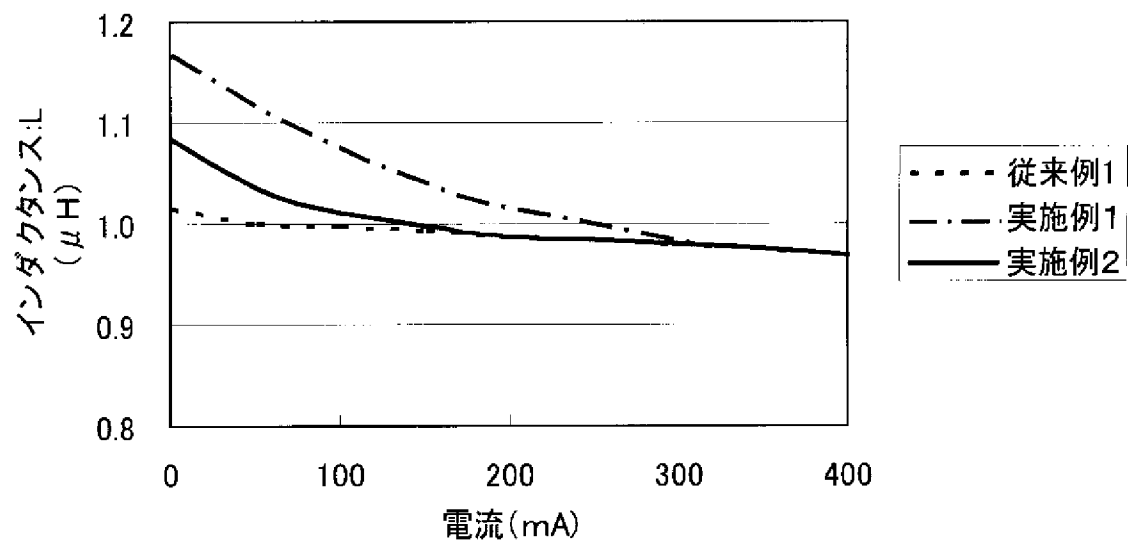
[図9]



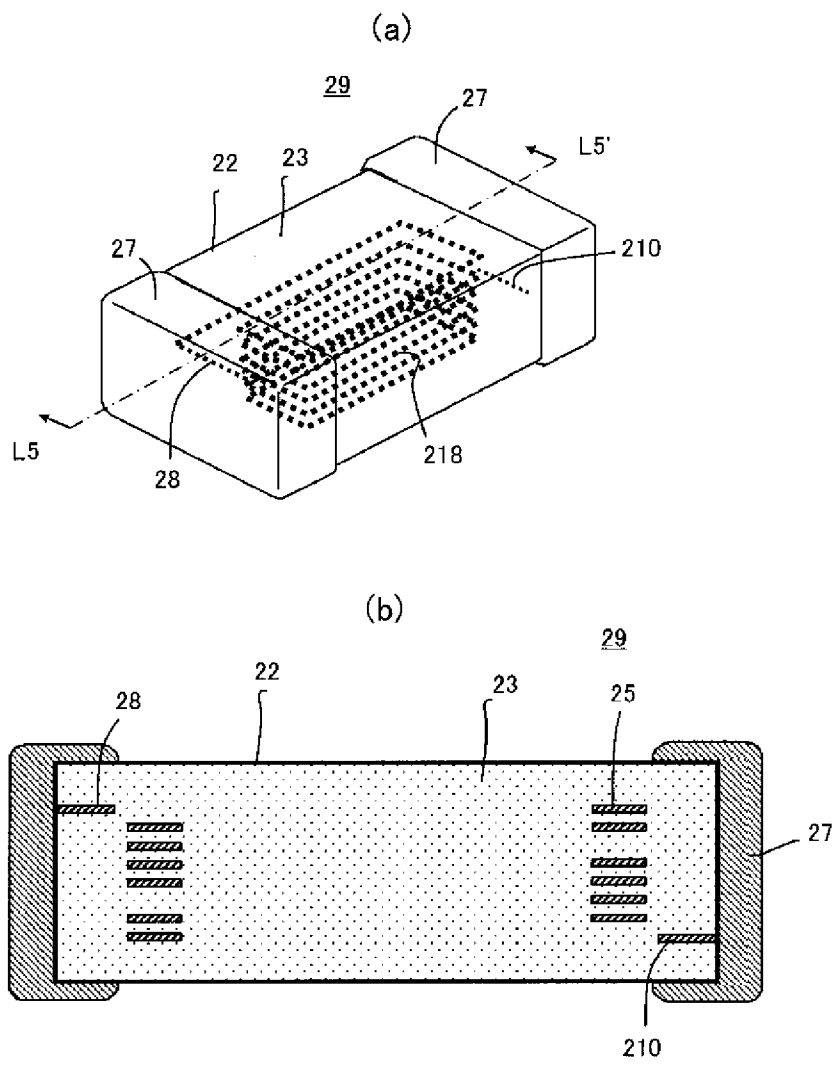
[図10]



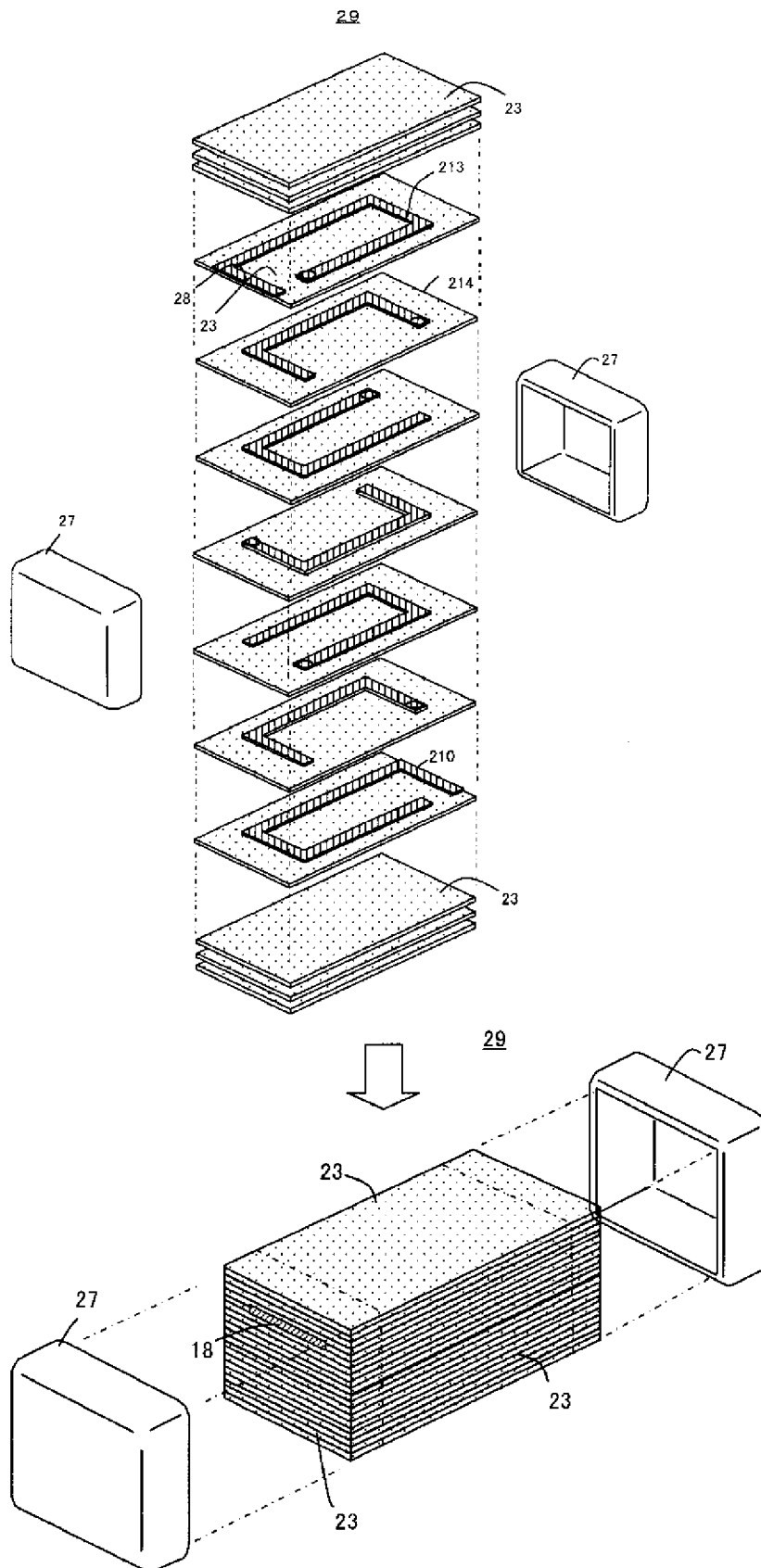
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/064771

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01F17/00 (2006.01) i, H01F17/04 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01F17/00, H01F17/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 8-130109 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 21 May 1996 (21.05.1996), paragraphs [0019] to [0022], [0033]; fig. 4 (Family: none)	1, 2
Y	JP 2006-318946 A (FDK Corp.), 24 November 2006 (24.11.2006), paragraphs [0010], [0015], [0019], [0020]; fig. 1, 2 & WO 2006/121036 A1 & KR 10-2008-0007311 A	1, 2
A	JP 2007-281379 A (FDK Corp.), 25 October 2007 (25.10.2007), paragraph [0027]; fig. 3A (Family: none)	1, 2



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 September, 2010 (22.09.10)

Date of mailing of the international search report
05 October, 2010 (05.10.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01F17/00(2006.01)i, H01F17/04(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01F17/00, H01F17/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 8-130109 A (松下電器産業株式会社) 1996.05.21, 段落【0019】 - 【0022】、【0033】、【図4】 (ファミリーなし)	1, 2
Y	JP 2006-318946 A (F D K株式会社) 2006.11.24, 段落【0010】、【0015】、【0019】、【0020】、【図1】、【図2】 & WO 2006/121036 A1 & KR 10-2008-0007311 A	1, 2
A	JP 2007-281379 A (F D K株式会社) 2007.10.25, 段落【0027】、【図3】 A (ファミリーなし)	1, 2

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 2 . 0 9 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

0 5 . 1 0 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

池田 安希子

5 R

4 1 7 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 6 5