

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2008年2月14日 (14.02.2008)

PCT

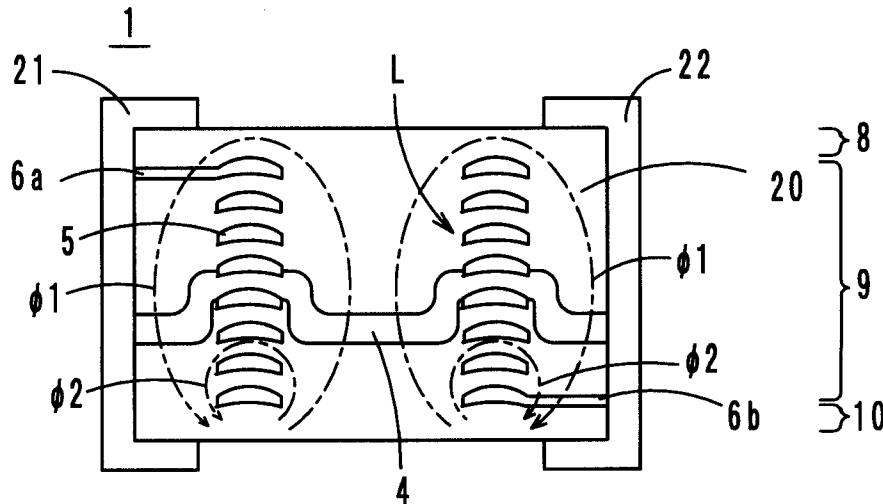
(10) 国際公開番号  
WO 2008/018187 A1

- (51) 国際特許分類:  
H01F 17/00 (2006.01) H01F 41/04 (2006.01)  
H01F 17/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/050198
- (22) 国際出願日: 2007年1月11日 (11.01.2007)
- (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2006-215986 2006年8月8日 (08.08.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社村田製作所 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 伊藤 陽一郎 (ITO, Yoichiro) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 内藤 修 (NAITO, Osamu) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 森下 武一, 外 (MORISHITA, Takekazu et al.); 〒5410054 大阪府大阪市中央区南本町4丁目2番18号 サンモビル Osaka (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,

[続葉有]

(54) Title: LAMINATED COIL COMPONENT AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME

(54) 発明の名称: 積層コイル部品及びその製造方法



(57) Abstract: An open magnetic-circuit laminated coil component (1) with improved DC superimposing characteristic has a coil (L) formed by laminating conductor patterns (5) for coil and ceramic sheets together. The ceramic sheets include a first ceramic sheet and a third ceramic sheet (4) having a lower magnetic permeability than the first ceramic sheet. In a cross-section of the coil (L) including the coil axis, the third ceramic sheet (4) is formed so as to straddle two or more conductor patterns (5) for coil adjacent to each other in the laminating direction.

(57) 要約: 開磁路型の積層コイル部品において、直流重畳特性を向上させる。コイル用導体パターン(5)とセラミックシートとを積層して形成されるコイル(L)を内蔵する積層コイル部品(1)。前記セラミックシートには、第1のセラミックシートと、該第1のセラミックシートよりも低い透磁率を有する第3のセラミックシート(4)とが含まれている。前記コイル(L)のコイル軸を含む断面において、前記第3のセラミックシート(4)は、積層方向に隣接する2つ以上の前記コイル用導体パターン(5)を跨ぐ形状を有する。



WO 2008/018187 A1



IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),  
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,  
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：  
— 國際調查報告書

## 明 細 書

### 積層コイル部品及びその製造方法

#### 技術分野

[0001] 本発明は、積層コイル部品、より特定的には、導電体と絶縁層とを積層して形成されるコイルを内蔵する積層コイル部品及びその製造方法に関する。

#### 背景技術

[0002] 例えば、DC-DCコンバータに用いられるような積層コイル部品では、磁気飽和によるインダクタンスの低下により電流から磁気エネルギーへの変換効率が低下することを防止するために、直流重畳特性の良い積層コイル部品が求められている。

[0003] 積層コイル部品において直流重畳特性を向上させるものとしては、特許文献1に記載の開磁路型の積層コイル部品が知られている。図14に示すように、該積層コイル部品101は、磁性体層102の間に非磁性体層104が設けられた構造を有する。非磁性体層104が磁性体層102の間に設けられることにより、コイルLの周りに形成される磁路 $\phi'1$ の非磁性体層104における磁気抵抗が大きくなり、非磁性体層104から磁束が漏れる。その結果、非磁性体層104において磁束密度が大きくなりすぎることが抑制されて磁気飽和が起こりにくくなり、磁気飽和によるインダクタンスの急激な低下が抑制される。すなわち、積層コイル部品101の直流重畳特性が向上する。

[0004] しかしながら、図14に示す積層コイル部品101では、十分に直流重畳特性を向上させることができなかった。以下に説明する。

[0005] 前述の通り、非磁性体層104では磁路 $\phi'1$ の磁気抵抗が大きくなる。このように磁気抵抗が大きくなると、図14に示すように、非磁性体層104を避けるような短い磁路 $\phi'2$ が発生する。この磁路 $\phi'2$ は閉磁路であるので、磁路 $\phi'2$ 上で磁束の漏れが発生しにくい。そのため、比較的小さな直流重畳電流であっても、磁束密度が大きくなりすぎて磁気飽和が発生するおそれがある。

特許文献1:特公平1-35483号公報

#### 発明の開示

#### 発明が解決しようとする課題

[0006] そこで、本発明の目的は、直流重畳特性を向上させることのできる開磁路型の積層コイル部品及びその製造方法を提供することである。

#### 課題を解決するための手段

[0007] 本発明は、導電体と絶縁層とを積層して形成されるコイルを内蔵する積層コイル部品において、前記絶縁層には、第1の絶縁層と、該第1の絶縁層よりも低い透磁率を有する第2の絶縁層とが含まれており、前記コイルのコイル軸を含む断面において、前記第2の絶縁層は、積層方向に隣接する2つ以上の前記導電体を跨ぐ形状を有することを特徴とする。これにより、第2の絶縁層に跨がれた導電体は、閉磁路の形成に寄与しなくなる。その結果、該閉磁路の磁束が少なくなり、磁気飽和が起りにくくなるので、積層コイル部品の直流重畳特性が向上する。

[0008] 本発明に係る積層コイル部品において、前記第2の絶縁層は、前記コイル軸を含む断面において、積層方向に2列に並んで配置される導電体を、それぞれ別々に跨ぐ形状であることが好ましい。これにより、各列の導電体が別々に第2の絶縁層により囲まれることになる。そのため、2列の導電体をまとめて跨ぐ形状の場合に比べて、導電体の周囲が広く第2の絶縁層により覆われることになる。その結果、囲まれた導電体が閉磁路の形成に寄与しなくなり、直流重畳特性が向上する。

[0009] 本発明に係る積層コイル部品において、前記第2の絶縁層は、非磁性体層であってもよい。

[0010] 本発明に係る積層コイル部品において、前記第2の絶縁層は、前記導電体を跨ぐ部分において湾曲していてもよい。

[0011] 本発明に係る積層コイル部品において、前記導電体は、前記第2の絶縁層と同じ方向に湾曲していることが好ましい。導電体が湾曲していると、該導電体周辺での磁気抵抗が高くなり、導電体のそれぞれを周回する磁束よりも、コイル全体を周回する磁束の方が発生しやすくなる。

[0012] 本発明に係る積層コイル部品において、前記導電体は、前記コイル軸を含む断面において、該コイル軸に直交する方向の両端部の厚みが、中央部の厚みよりも薄い形状であることが好ましい。

[0013] 本発明に係る積層コイル部品において、前記絶縁層の所定の中間層より上層では

、前記導電体は上層側に突出するように湾曲しており、前記絶縁層の所定の間層より下層では、前記導電体は下層側に突出するように湾曲していることが好ましい。このような構成を有する積層コイル部品によれば、積層方向の最も上層側に位置する導電体は上層側に突出するように湾曲した構造をとり、積層方向の最も下層側に位置する導電体は下層側に突出するように湾曲した構造をとる。これにより、最も上に位置する導電体及び最も下に位置する導電体の角が取れたような構造となる。そのため、本発明に係る積層コイル部品では、本来なら導電体の角が存在していた部分を磁路が通過できるので、導電体が湾曲していない積層コイル部品よりも磁路が短くなる。その結果、積層コイル部品の磁束を増加させることができ、該積層コイル部品のインダクタンスを増加させることが可能となる。

[0014] 本発明に係る積層コイル部品において、前記第2の絶縁層は、複数層形成されていてもよい。

[0015] 本発明に係る積層コイル部品は、以下の製造方法により製造することができる。具体的には、導電体と絶縁層とを積層して形成されるコイルを内蔵する積層コイル部品の製造方法において、第1の絶縁層と、該第1の絶縁層より透磁率が低い第2の絶縁層とを積層して積層体を得る第1の工程と、前記積層体を弾性体により圧着することにより、前記コイルのコイル軸を含む断面において、前記第2の絶縁層が、積層方向に隣接する2つ以上の前記導電体を跨ぐ形状となるように加工する第2の工程とを備える。かかる製造方法によれば、好適に積層コイル部品を製造することができる。

### 発明の効果

[0016] 本発明によれば、第2の絶縁層に跨がれた導電体が、閉磁路の形成に寄与しなくなるので、磁気飽和が起こりにくくなり、積層コイル部品の直流重畳特性が向上する。

### 図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の第1の実施形態に係る積層コイル部品の分解斜視図である。

[図2]前記積層コイル部品の製造工程の工程断面図である。

[図3]前記積層コイル部品の製造工程の工程断面図である。

[図4]前記積層コイル部品の製造工程の工程断面図である。

[図5]前記積層コイル部品の外観斜視図である。

[図6]前記積層コイル部品のコイル軸を含む断面における断面構造図である。

[図7]前記積層コイル部品の解析モデルの断面構造図である。

[図8]比較例に係る積層コイル部品の解析モデルの断面構造図である。

[図9]直流重畳電流とインダクタンスの変化率との関係を示すグラフである。

[図10]本発明の第2の実施形態に係る積層コイル部品のコイル軸を含む断面における断面構造図である。

[図11]本発明の第3の実施形態に係る積層コイル部品のコイル軸を含む断面における断面構造図である。

[図12]本発明の第4の実施形態に係る積層コイル部品のコイル軸を含む断面における断面構造図である。

[図13]本発明の第5の実施形態に係る積層コイル部品のコイル軸を含む断面における断面構造図である。

[図14]従来の積層コイル部品の断面構造図である。

### 発明を実施するための最良の形態

[0018] 以下に、本発明に係る開磁路型の積層コイル部品及びその製造方法の実施形態について図面を参照しながら説明する。ただし、図2乃至4、図6乃至8及び図10乃至13については断面図であるが、煩雑さを避けるためにハッチングを省略している。各実施形態は個産品の場合を例にしているが、量産する場合には、多数のコイル用導体パターンをマザーのセラミックシートの表面に印刷し、このマザーのセラミックシートを複数枚積層圧着させて未焼成の積層体ブロックを形成する。そして、積層体ブロックをコイル用導体パターンの配置にあわせてダイサー等によりカットして個々の積層セラミックチップを切り出し、切り出された積層セラミックチップを焼成し、焼成した積層セラミックチップに外部電極を形成することにより生産される。あるいは、マザーのセラミックシートを積層圧着して焼成し、その後、個々の積層セラミックチップに切り出してもよい。

[0019] (第1の実施形態)

図1は、第1の実施形態に係る積層コイル部品1の分解斜視図である。図1に示すように、積層コイル部品1は、第1のセラミックシート2、第2のセラミックシート3と、第3

のセラミックシート4などで構成されている。

- [0020] 第1のセラミックシート2は磁性体材料により作製され、その主面にコイル用導体パターン5及びビアホール導体7が形成される。第2のセラミックシート3は、第1のセラミックシート2と同様に磁性体材料により作製され、その主面にはコイル用導体パターン5が形成されない。第3のセラミックシート4は、第1のセラミックシート2よりも低い透磁率を有する低透磁率材料又は非磁性体材料(透磁率が1のもの)により作製され、その主面にはコイル用導体パターン5及びビアホール導体7が形成される。
- [0021] 第1のセラミックシート2及び第2のセラミックシート3は、以下のようにして作製される。酸化第二鉄( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )を48.0mol%、酸化亜鉛(ZnO)を25.0mol%、酸化ニッケル(NiO)を18.0mol%、酸化銅(CuO)を9.0mol%の比率で秤量したそれぞれの材料を原材料としてボールミルに投入し、湿式調合を行う。得られた混合物を乾燥してから粉砕し、得られた粉末を750℃で1時間仮焼する。得られた仮焼粉末をボールミルにて湿式粉砕した後、乾燥してから解砕し、フェライトセラミック粉末を得る。
- [0022] このフェライトセラミック粉末に対して結合剤(酢酸ビニル、水溶性アクリル等)と可塑剤、湿潤材、分散剤を加えてボールミルで混合を行い、その後、減圧により脱泡を行う。得られたセラミックスラリーをドクターブレード法により、シート状に形成して乾燥させ、所望の膜厚の第1のセラミックシート2及び第2のセラミックシート3を作製する。
- [0023] 第3のセラミックシート4は、以下のようにして作製される。酸化第二鉄( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )を48.0mol%、酸化亜鉛(ZnO)を43.0mol%、酸化銅(CuO)を9.0mol%の比率で秤量したそれぞれの材料を原材料としてボールミルに投入し、湿式調合を行う。得られた混合物を乾燥してから粉砕し、得られた粉末を750℃で1時間仮焼する。得られた仮焼粉末をボールミルにて湿式粉砕した後、乾燥してから解砕し、非磁性セラミック粉末を得る。
- [0024] この非磁性セラミック粉末に対して結合剤(酢酸ビニル、水溶性アクリル等)と可塑剤、湿潤材、分散剤を加えてボールミルで混合を行い、その後、減圧により脱泡を行う。得られたセラミックスラリーをドクターブレード法により、シート状に形成して乾燥させ、所望の膜厚の第3のセラミックシート4を作製する。
- [0025] 第1のセラミックシート2及び第3のセラミックシート4には、隣接する層のコイル用導

体パターン5同士を接続するためのビアホール導体7が形成されている。ビアホール導体7は、第1のセラミックシート2及び第3のセラミックシート4にレーザビームなどを用いて貫通孔を形成し、この貫通孔にAg, Pd, Cu, Auやこれらの合金などの導電ペーストを印刷塗布などの方法により充填することによって形成される。

- [0026] 第1のセラミックシート2及び第3のセラミックシート4上には、コイル用導体パターン5がそれぞれ導電ペーストをスクリーン印刷法やフォトリソグラフィ法などの方法で塗布することにより形成される。これらの導体パターン5は、Ag, Pd, Cu, Auやこれらの合金などからなる。
- [0027] 複数のコイル用導体パターン5は、第1のセラミックシート2及び第3のセラミックシート4に形成されたビアホール導体7を介して電氣的に直列に接続され、螺旋状のコイルLを形成する。コイルLのコイル軸は第1のセラミックシート2、第2のセラミックシート3及び第3のセラミックシート4の積層方向に対して平行である。コイルLの引出し部6a, 6bはそれぞれ、複数枚の第1のセラミックシート2の内、最も上層に配置された第1のセラミックシート2の左辺及び最も下層に配置された第1のセラミックシート2の右辺に露出している。
- [0028] 図1に示すように、下から順に、第2のセラミックシート3、第1のセラミックシート2、第3のセラミックシート4、第1のセラミックシート2及び第2のセラミックシート3が積層される。このとき、第3のセラミックシート4は、コイル軸の長さ方向の略中央に位置するように積層される。第1のセラミックシート2、第2のセラミックシート3及び第3のセラミックシート4は圧着される。以下に、図2乃至図4を用いて圧着工程について説明する。図2乃至図4は、積層コイル部品1の製造工程を示す、コイルのコイル軸を含む断面における断面構造図である。
- [0029] まず、第1のセラミックシート2、第2のセラミックシート3及び第3のセラミックシート4を所定枚重ねる。このとき、第1のセラミックシート2及び第3のセラミックシート4に形成されたコイル用導体パターン5は、図2に示すように、積層方向の上方向から平面視したときに、それぞれが重なって見えるように配置される。
- [0030] 次に、図3(A)に示すように、積層方向の上方向から圧着を行う。圧着は、例えば、圧着面にラバー等の易変形素材11が貼り付けられた圧着金型を、45°C、1.0t/c



m<sup>2</sup>の条件で、積層方向の最も上側に配置された第3のセラミックシート4に押し付けることにより行う。

[0031] なお、図3(A)では、下から6枚の第1のセラミックシート2、第2のセラミックシート3、第3のセラミックシート4を同時に圧着する形態を示しているが、各シートを1枚ずつ順次圧着してもよく、あるいは2枚、3枚ずつ順次圧着してもよい。この点は、図3(B)に示す圧着工程でも同様である。

[0032] 次に、第1のセラミックシート2を、第3のセラミックシート4の上に所定枚重ねる。この後、図3(B)に示すように、積層方向の上方向から圧着を行う。これにより、図3(B)に示すように、コイル用導体パターン5が形成された領域以外の領域は、相対的に大きく積層方向に圧縮される。一方、コイル用導体パターン5が形成された領域は、圧縮されにくいコイル用導体パターン5が存在するので、相対的に小さく積層方向に圧縮される。その結果、図3(B)に示すように、第3のセラミックシート4は、積層方向に隣接する2つ以上のコイル用導体パターン5を跨ぐ形状を有するようになる。より具体的には、第3のセラミックシート4は、コイル軸を含む断面で、コイル用導体パターン5が形成された2箇所の領域において積層方向の上方向に湾曲(突出)し、湾曲(突出)したそれぞれの部分に2層以上のコイル用導体パターン5が収まった形状を有するようになる。

[0033] また、コイル用導体パターン5は、前記の通り、スクリーン印刷により、第1のセラミックシート2及び第3のセラミックシート4上に形成される。このスクリーン印刷では、コイル用導体パターン5は、コイルLのコイル軸に直交する方向の両端部の厚みが、中央部の厚みより薄い形状を取るようになる。そして、このような形状を有するコイル用導体パターン5は、圧着時の圧力により、図3(B)に示すように、前記第3のセラミックシート4と同じ方向(積層方向の上方向)に湾曲した形状となる。これは、圧着時に、コイル用導体パターン5の中央部が厚いため下層に存在するコイル用導体パターン5から押し上げられる反発力を受け、コイル用導体パターン5の両端部が薄いため上方から押さえつけられる力を受けるからである。

[0034] 第1のセラミックシート2、第2のセラミックシート3及び第3のセラミックシート4を所定枚数毎に積層及び圧着する工程が完了した後、第2のセラミックシート3を積層し、前

記易変形素材11を用いて圧着を行う。これにより、図4に示すように、上面に凸部が形成された積層体が形成される。最後に、この積層体の上面の凸部を切削などの方法により取り除いて、該積層体の上面を平滑化する。これにより、未焼成積層体が形成される。

[0035] 次に、この未焼成積層体には脱バインダー処理及び焼成がなされる。例えば、脱バインダー処理は、低酸素雰囲気中において500°Cで120分加熱することにより行われる。また、焼成は、AIR雰囲気中において890°Cで150分加熱することにより行われる。これにより、図5に示すような直方体形状を有する積層体20とされる。図5は、積層コイル部品1の外観斜視図である。積層体20の表面には、例えば、浸漬法により主成分が銀である電極ペーストが塗布され、該電極ペーストを100°Cで10分乾燥させた後、塗膜を780°Cで150分間焼き付けることにより、入出力外部電極21, 22が形成される。入出力外部電極21, 22は、図5に示すように、積層体20の左右の端面に形成される。コイルLの引出し部6a, 6bは、入出力外部電極21, 22に電氣的に接続されている。

[0036] こうして得られた積層コイル部品1は、図4及び図6の断面図に示すように、複数のコイル用導体パターン5を電氣的に接続して構成したコイルLを内蔵したコイル部9と、コイル部9の上下の領域に積層された外層部8, 10とを有している。積層コイル部品1の積層方向において、コイル部9の略中央の位置に第3のセラミックシート4が配置されている。コイル用導体パターン5は1層が3/4巻きで、8.5巻きのコイルLが形成されている。コイル用導体パターン5の厚みは20  $\mu$  mであり、第3のセラミックシート4の厚みは35  $\mu$  mであり、コイル用導体パターン5間の厚みは14  $\mu$  mである。また、チップ寸法は、2.0mm×1.2mm×1.2mmである。

[0037] 以上のような構成を有する積層コイル部品1によれば、磁気飽和の発生が抑制されるので、直流重畳特性が向上する。以下に図6及び図14を参照しながら詳しく説明する。

[0038] 従来の積層コイル部品101では、非磁性体層104の下側の磁性体層102には3層分のコイル用導体パターンが存在している。そのため、閉磁路である磁路 $\phi$ '2を形成するのに寄与するコイル用導体パターンは、3層分である。

- [0039] 一方、積層コイル部品1では、第3のセラミックシート4は、図6に示すように、積層方向に隣接する2つ以上のコイル用導体パターン5を跨ぐ形状を有している。第3のセラミックシート4により跨がれたコイル用導体パターン5は閉磁路である磁路 $\phi$ 2の形成に寄与しないので、該磁路 $\phi$ 2を形成するのに寄与するコイル用導体パターン5は2層分だけである。したがって、積層コイル部品1及び積層コイル部品101に同条件で直流重畳電流を流した場合、積層コイル部品1の方が磁路 $\phi$ 2の磁束が少なくなる。その結果、積層コイル部品101よりも積層コイル部品1の方が、磁気飽和が発生しにくく直流重畳特性が良くなる。
- [0040] 本願発明者は、積層コイル部品1が奏する効果をより明確なものとするべく、コンピュータによる解析を行った。具体的には、積層コイル部品1のモデルとして図7に示すモデルを想定し、比較例(従来)の積層コイル部品101のモデルとして図8に示すモデルを想定し、これらの直流重畳電流の大きさとインダクタンスの変化率との関係をシミュレーションした。図9は、直流重畳電流とインダクタンスの変化率との関係を示すグラフであり、横軸は直流重畳電流の大きさを示し、縦軸はインダクタンスの変化率を示す。
- [0041] まず、解析条件について説明する。積層コイル部品1として、図7に示すモデルにおいて、それぞれが3/4巻きである複数のコイル用導体パターン5を電氣的に接続して構成した8.5巻きのコイルLを用い、コイル用導体パターン5の厚みを $20\mu\text{m}$ とし、第3のセラミックシート4の厚みを $35\mu\text{m}$ とし、コイル用導体パターン5間の厚みを $14\mu\text{m}$ とし、チップ寸法を $2.0\text{mm}\times 1.2\text{mm}\times 1.2\text{mm}$ とした。比較例1として、図8に示すモデルにおいて、3/4巻きである複数のコイル用導体パターン5を電氣的に接続して構成した8.5巻きのコイルLを用い、コイル用導体パターン5の厚みを $20\mu\text{m}$ とし、第3のセラミックシート4の厚みを $35\mu\text{m}$ とし、コイル用導体パターン5間の厚みを $14\mu\text{m}$ とし、チップ寸法を $2.0\text{mm}\times 1.2\text{mm}\times 1.2\text{mm}$ とした。また、比較例2として、図8に示すモデルにおいて、3/4巻きである複数のコイル用導体パターン5を電氣的に接続して構成した8.5巻きのコイルLを用い、コイル用導体パターン5の厚みを $20\mu\text{m}$ とし、第3のセラミックシート4の厚みを $55\mu\text{m}$ とし、コイル用導体パターン5間の厚みを $14\mu\text{m}$ とし、チップ寸法を $2.0\text{mm}\times 1.2\text{mm}\times 1.2\text{mm}$ とした。

[0042] 図9に示すグラフによれば、積層コイル部品1のモデルの方が、比較例1のモデル及び比較例2のモデルよりも、インダクタンスの減少率が小さいことが理解できる。すなわち、積層コイル部品1は、従来の積層コイル部品101よりも直流重畳特性において優れていることが理解できる。

[0043] また、積層コイル部品1では、コイル用導体パターン5が湾曲している。このように、コイル用導体パターン5が湾曲していると、該コイル用導体パターン5周辺での磁気抵抗が高くなり、コイル用導体パターン5のそれぞれを周回する磁束よりも、コイルL全体を周回する磁束の方が発生しやすくなる。すなわち、磁路 $\phi$ 2のような閉磁路よりも磁路 $\phi$ 1のような開磁路が形成されやすくなる。その結果、積層コイル部品1において、磁気飽和の発生が抑制され直流重畳特性が向上する。

[0044] (第2の実施形態)

なお、積層コイル部品1では、図6に示すように、コイル軸を含む断面において、第3のセラミックシート4は、2箇所積層方向の上方向に突出することで、コイル用導体パターン5を跨いでいるが、該第3のセラミックシート4の形状はこれに限らない。第2の実施形態として、図10に示す積層コイル部品31のように、第3のセラミックシート4は、積層方向の上方向に1箇所突出することで、2列に並んだコイル用導体パターン5をまとめて跨いでいてもよい。ただし、積層コイル部品31のように第3のセラミックシート4がコイル用導体パターン5を1箇所でまとめて跨いでいるよりも、積層コイル部品1のように2箇所で別々に跨いでいる方が好ましい。積層コイル部品31よりも積層コイル部品1の方が、跨がれたコイル用導体パターン5の周囲が第3のセラミックシート4によって広く覆われる。その結果、積層コイル部品31よりも積層コイル部品1の方が、磁路 $\phi$ 2の形成に寄与するコイル用導体パターン5を少なくすることができ、直流重畳特性を向上させることができる。

[0045] (第3の実施形態)

図11は、第3の実施形態である積層コイル部品41の断面構造を示す図である。積層コイル部品41は、第3のセラミックシート4を2層備える点、及び、積層方向の中央を横切る線1に対して略上下対称な構造を有する点において、積層コイル部品1と異なる。以下に、相違点を中心に説明する。

- [0046] 図11に示すように、積層コイル部品41では、線1よりも下の領域において、第3のセラミックシート4が、積層方向の下方向に突出してコイル用導体パターン5を跨いでいる。更に、線1よりも下の領域において、コイル用導体パターン5は、第3のセラミックシート4と同様に、下方向に突出するように湾曲している。
- [0047] 一方、線1よりも上の領域において、第3のセラミックシート4が、積層方向の上方向に突出してコイル用導体パターン5を跨いでいる。更に、線1よりも上の領域において、コイル用導体パターン5は、第3のセラミックシート4と同様に、上方向に突出するように湾曲している。
- [0048] 前記のような構成を有する積層コイル部品41によれば、積層方向の最も上に位置するコイル用導体パターン5が上側に突出するように湾曲した構造をとり、積層方向の最も下に位置するコイル用導体パターン5が下側に突出するように湾曲した構造をとることにより、最も上に位置するコイル用導体パターン5及び最も下に位置するコイル用導体パターン5の角が取れたような構造となる。そのため、積層コイル部品41では、本来ならコイル用導体パターン5の角が存在していた部分を磁路 $\phi$ 1が通過できるので、積層コイル部品1に比べて磁路 $\phi$ 1が短くなる。その結果、積層コイル部品41の磁束を増加させることができ、該積層コイル部品41のインダクタンスを増加させることが可能となる。
- [0049] 以下に、図11に示す積層コイル部品41の製造方法について説明する。積層コイル部品41の製造方法と積層コイル部品1の製造方法との間には、積層コイル部品1の第2のセラミックシート3よりも軟らかい第2のセラミックシート3を積層コイル部品41に用いる点において相違点が存在する。
- [0050] 前記のような軟らかい第2のセラミックシート3を用いた場合、最も下に位置するコイル用導体パターン5は、圧着時に下層に存在する該第2のセラミックシート3にめり込む。コイル用導体パターン5は中央部が最も厚く両端部が薄い形状を有しているため、その両端部は中央部に比べて変形しやすい。そのため、最も下に位置するコイル用導体パターン5が第2のセラミックシート3から反発力を受けた場合、コイル用導体パターン5の両端部が上側に反り返るように変形する。すなわち、コイル用導体パターン5は、下側に中央部が突出するように湾曲した形状となる。そして、下半分のコイ

ル用導体パターン5は、下層からの影響を受けて、最も下に位置するコイル用導体パターン5と同様に、積層方向に中央部が突出するように湾曲した形状となる。

[0051] 一方、線より上側では、積層コイル部品1と同様に、圧着時に下層に存在するコイル用導体パターン5からの影響により、コイル用導体パターン5の中央部が積層方向の上方向に押し上げられる力を受ける。その結果、上半分のコイル用導体パターン5は、積層方向の上方向に中央部が突出するように湾曲した形状となる。

[0052] (第4の実施形態)

図12に示すように、第4の実施形態である積層コイル部品51は、前記積層コイル部品41に対して、コイル用導体パターン5を跨ぐ2層の第3のセラミックシート4の間に更にもう1層の第3のセラミックシート4が設けられたものである。

[0053] (第5の実施形態)

図13に示すように、第5の実施形態である積層コイル部品61は、同方向に突出する2層の第3のセラミックシート4を備えたものである。該積層コイル部品61の製造方法については、圧着時にコイル用導体パターン5が沈み込まない程度の硬さを有する第2のセラミックシート3が用いられる。これにより、最も下に存在するコイル用導体パターン5が第2のセラミックシート3に沈み込むことが防止される。その結果、コイル用導体パターン5が積層方向の下方向に中央部が突出するように湾曲することが防止される。

[0054] (その他の実施形態)

なお、本発明に係る積層コイル部品及びその製造方法は前記各実施形態に限定するものではなく、その要旨の範囲内で変更することができる。

[0055] 例えば、前記実施形態では、1つのコイルのみを内蔵した積層コイル部品を示したが、該積層コイル部品は2つ以上のコイルを内蔵していてもよい。更に、コイルに加えてコンデンサなどの素子も内蔵して複合電子部品として構成されたものであってもよい。

#### 産業上の利用可能性

[0056] 以上のように、本発明は、積層コイル部品及びその製造方法に有用であり、特に、直流重畳特性が高い点で優れている。

## 請求の範囲

- [1] 導電体と絶縁層とを積層して形成されるコイルを内蔵する積層コイル部品において、
- 、
- 前記絶縁層には、第1の絶縁層と、該第1の絶縁層よりも低い透磁率を有する第2の絶縁層とが含まれており、
- 前記コイルのコイル軸を含む断面において、前記第2の絶縁層は、積層方向に隣接する2つ以上の前記導電体を跨ぐ形状を有すること、
- を特徴とする積層コイル部品。
- [2] 前記第2の絶縁層は、前記コイル軸を含む断面において、積層方向に2列に並んで配置される導電体を、それぞれ別々に跨ぐ形状であること、
- を特徴とする請求の範囲第1項に記載の積層コイル部品。
- [3] 前記第2の絶縁層は、非磁性体層であること、
- を特徴とする請求の範囲第1項又は請求の範囲第2項のいずれかに記載の積層コイル部品。
- [4] 前記第2の絶縁層は、前記導電体を跨ぐ部分において湾曲していること、
- を特徴とする請求の範囲第1項乃至請求の範囲第3項のいずれかに記載の積層コイル部品。
- [5] 前記導電体は、前記第2の絶縁層と同じ方向に湾曲していること、
- を特徴とする請求の範囲第4項に記載の積層コイル部品。
- [6] 前記導電体は、前記コイル軸を含む断面において、該コイル軸に直交する方向の両端部の厚みが、中央部の厚みよりも薄い形状であること、
- を特徴とする請求の範囲第1項乃至請求の範囲第5項のいずれかに記載の積層コイル部品。
- [7] 前記絶縁層の所定の間層より上層では、前記導電体は上層側に突出するように湾曲しており、
- 前記絶縁層の所定の間層より下層では、前記導電体は下層側に突出するように湾曲していること、
- を特徴とする請求の範囲第1項乃至請求の範囲第6項のいずれかに記載の積層コ

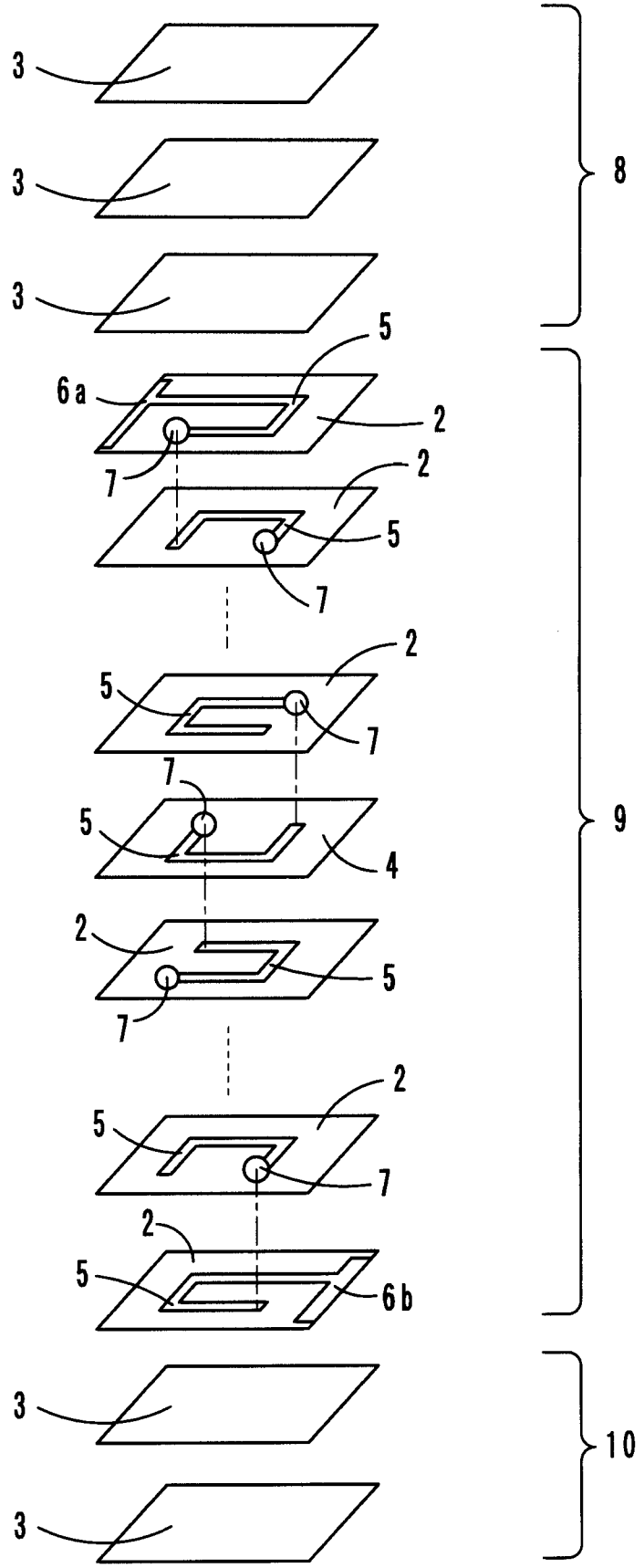
イル部品。

- [8] 前記第2の絶縁層は、複数層形成されていること、  
を特徴とする請求の範囲第1項乃至請求の範囲第7項のいずれかに記載の積層コイル部品。
- [9] 導電体と絶縁層とを積層して形成されるコイルを内蔵する積層コイル部品の製造方法において、  
第1の絶縁層と、該第1の絶縁層より透磁率が低い第2の絶縁層とを積層して積層体を得る第1の工程と、  
前記積層体を弾性体により圧着することにより、前記コイルのコイル軸を含む断面において、前記第2の絶縁層が、積層方向に隣接する2つ以上の前記導電体を跨ぐ形状となるように加工する第2の工程と、  
を備えることを特徴とする積層コイル部品の製造方法。

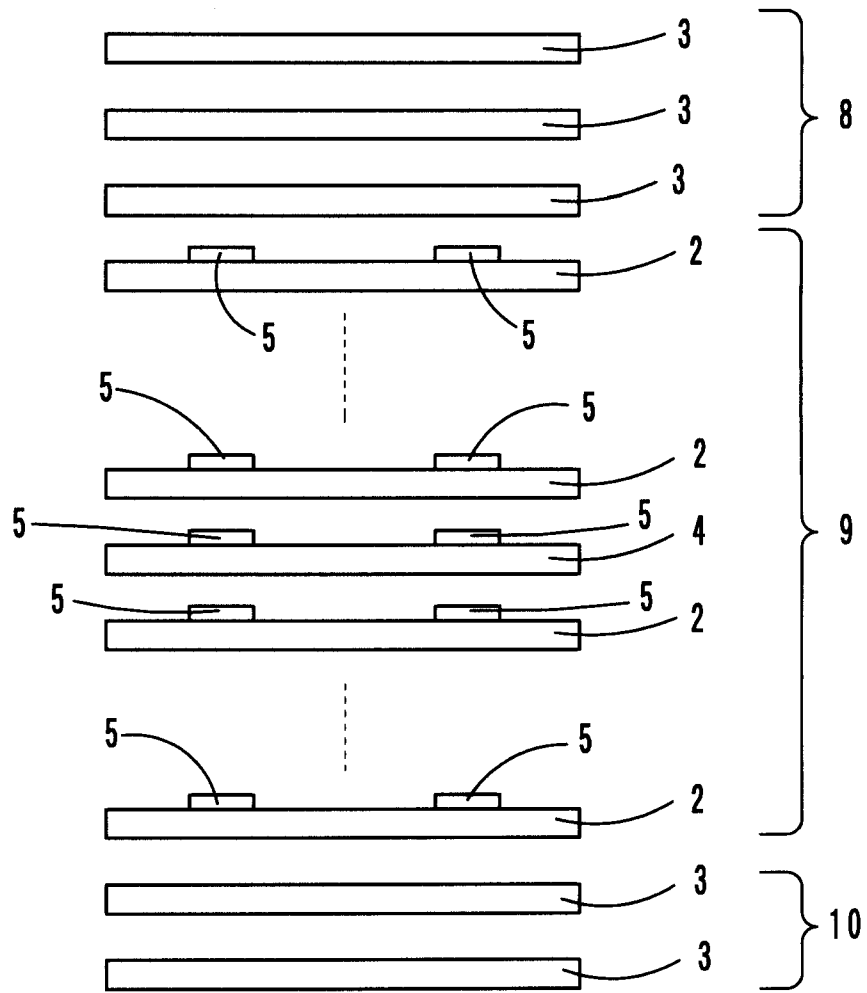


[図1]

1

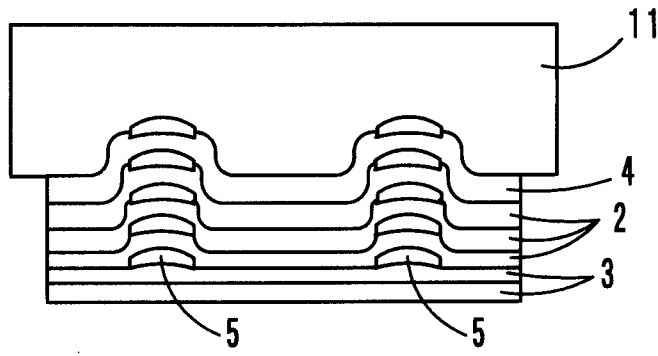


[図2]

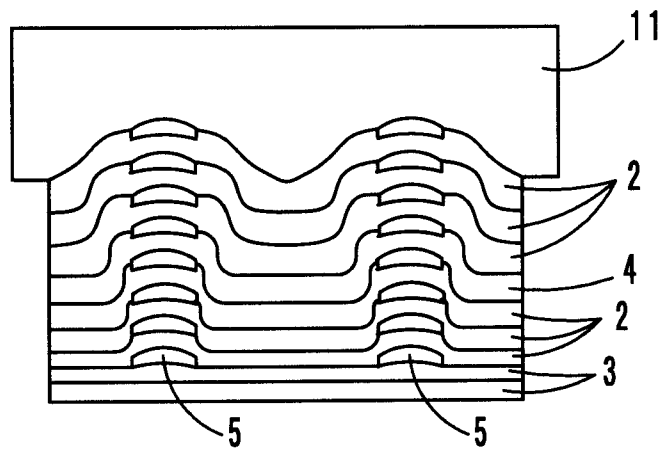


[図3]

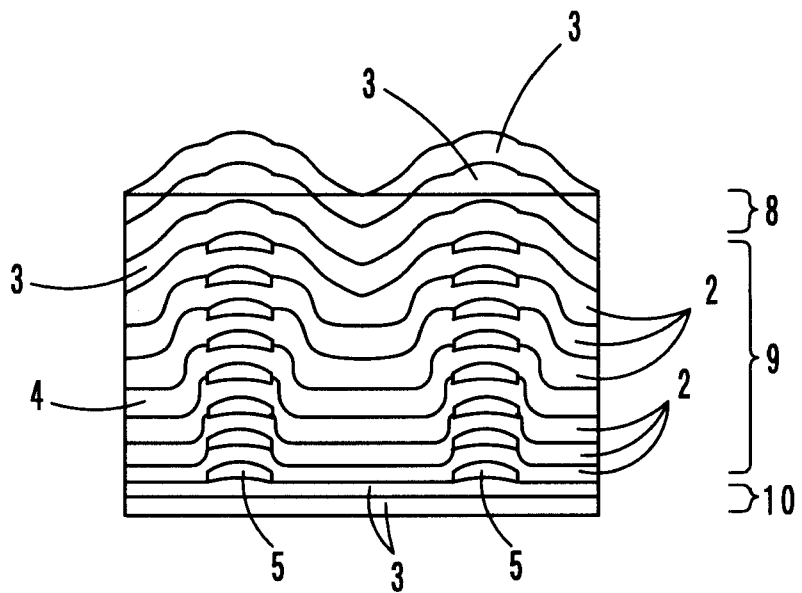
(A)



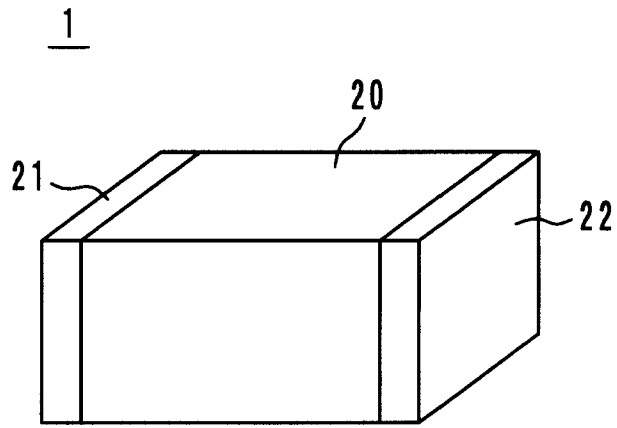
(B)



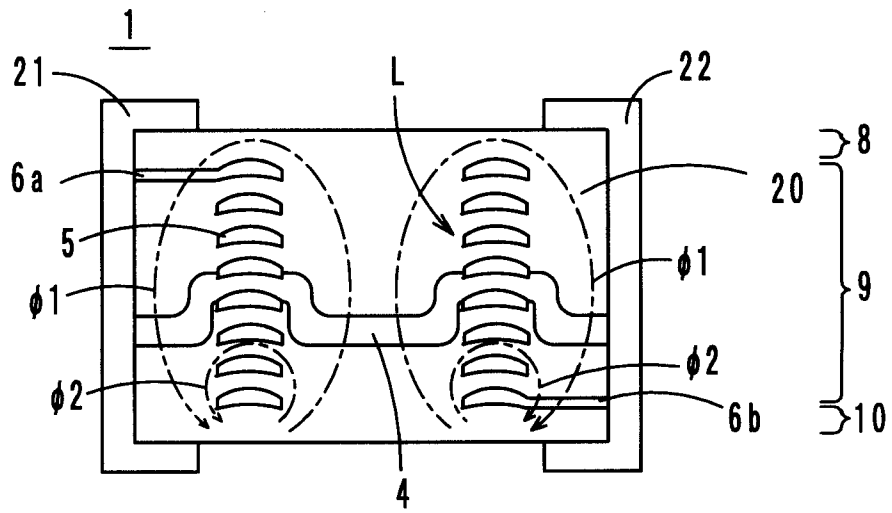
[図4]



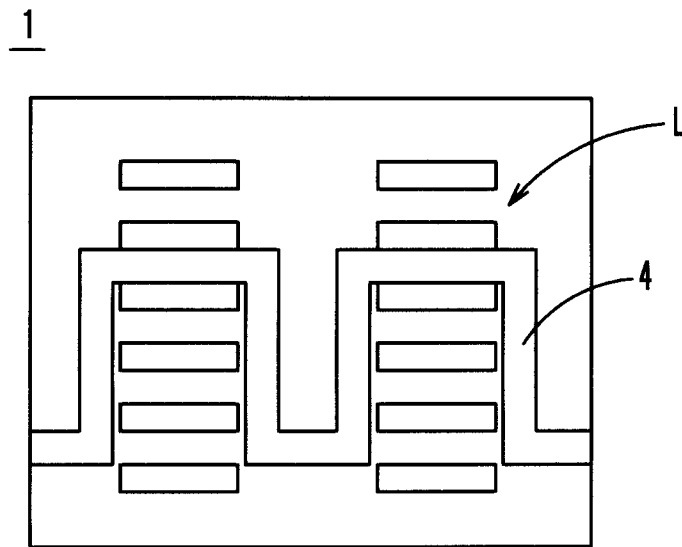
[図5]



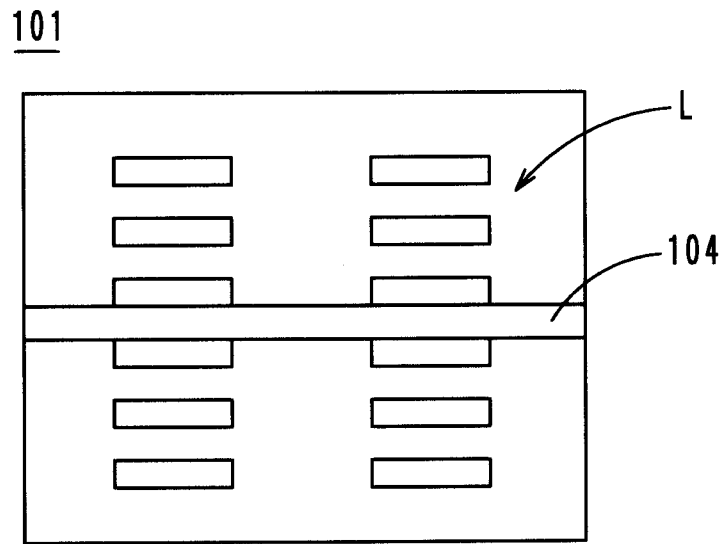
[図6]



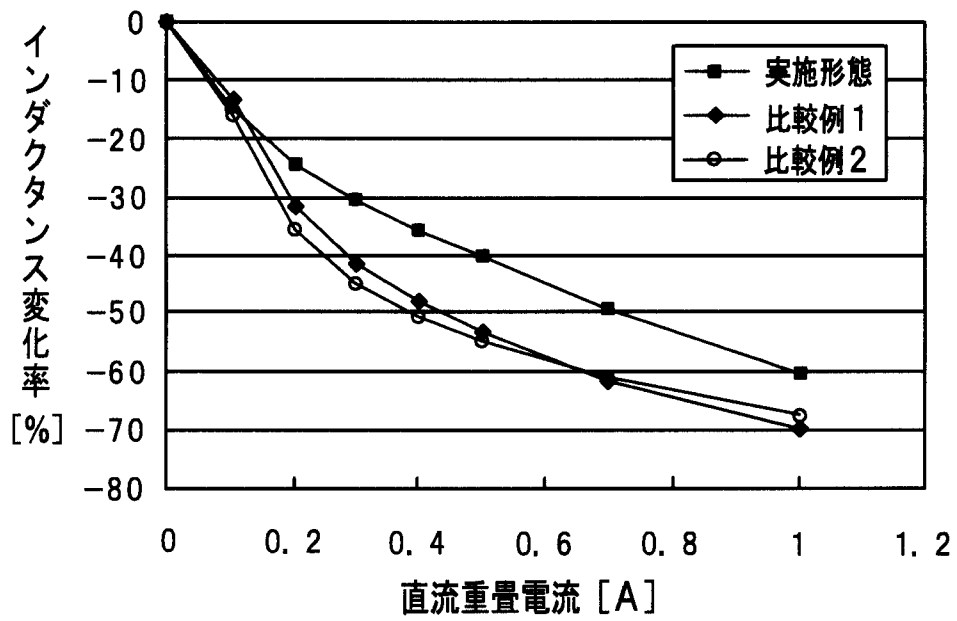
[図7]



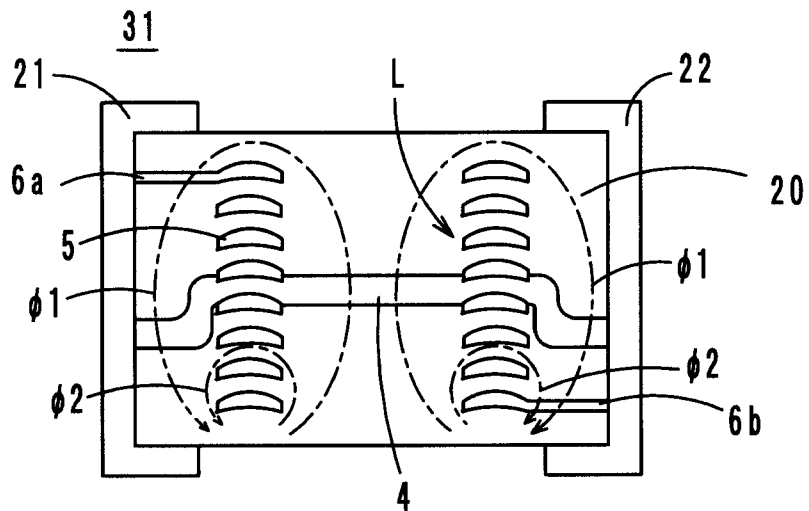
[図8]



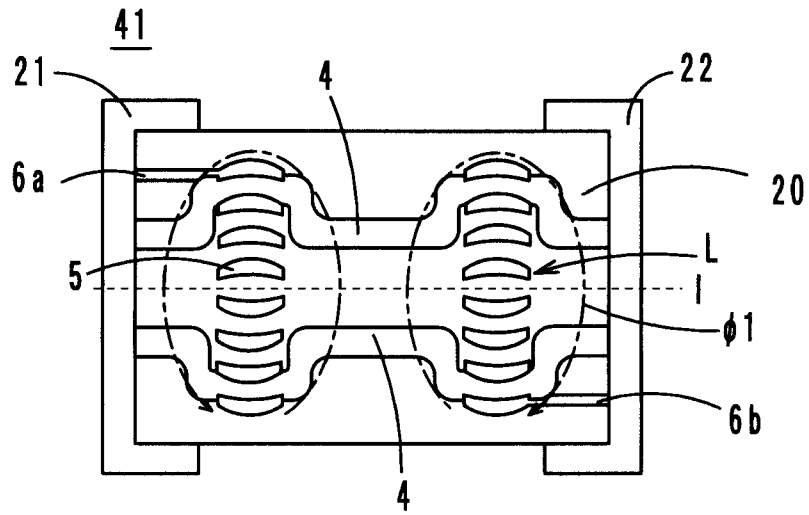
[図9]



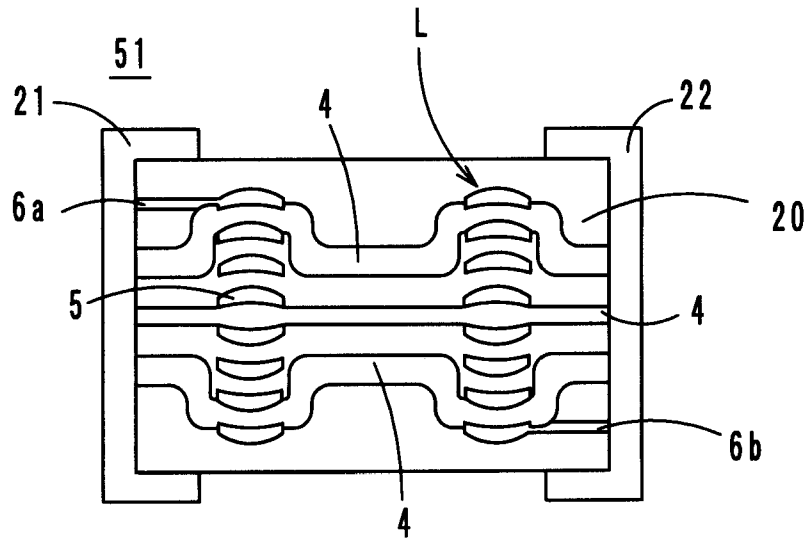
[図10]



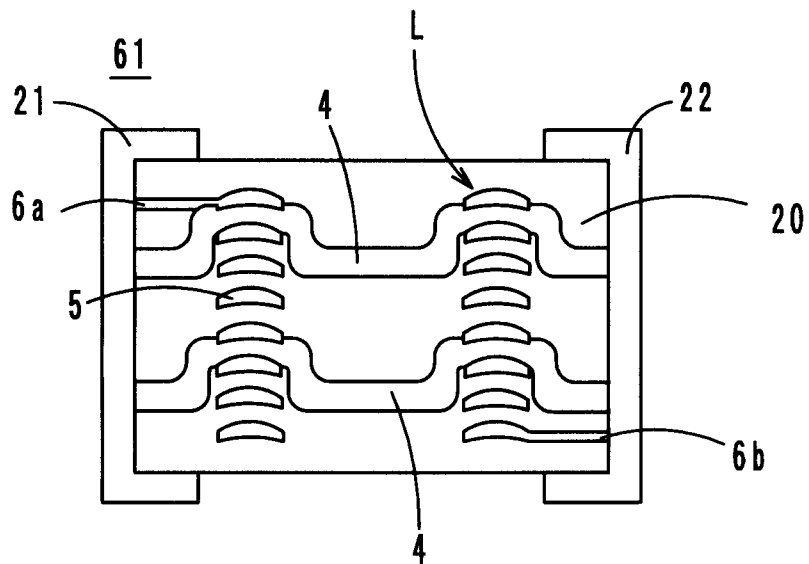
[図11]



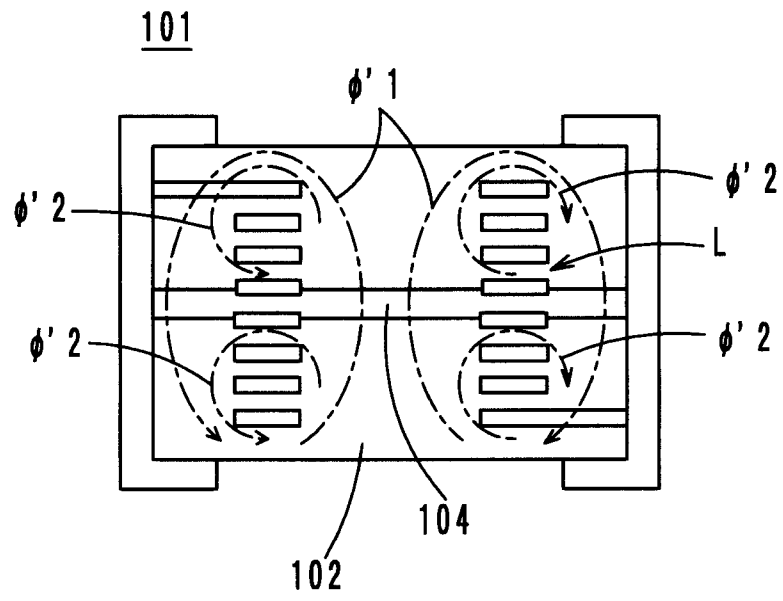
[図12]



[図13]



[図14]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/050198

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01F17/00(2006.01)i, H01F17/02(2006.01)i, H01F41/04(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, H01F17/02, H01F41/04

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 1996-2007

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2007 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2007

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.
A	JP 2005-093971 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 07 April, 2005 (07.04.05), Full text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 56-155516 A (TDK Corp.), 01 December, 1981 (01.12.81), Full text; all drawings (Family: none)	1-9
E,A	JP 2006-261577 A (TDK Corp.), 28 September, 2006 (28.09.06), Full text; all drawings (Family: none)	1-9

 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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 April, 2007 (12.04.07)

Date of mailing of the international search report

24 April, 2007 (24.04.07)

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 (IPC)) Int.Cl. H01F17/00(2006.01)i, H01F17/02(2006.01)i, H01F41/04(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 (IPC)) Int.Cl. H01F17/00, H01F17/02, H01F41/04			
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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2007年 日本国実用新案登録公報 1996-2007年 日本国登録実用新案公報 1994-2007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 請求の範囲の番号	
A	JP 2005-093971 A (株式会社村田製作所) 2005.04.07, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-9	
A	JP 56-155516 A (ティーディーケイ株式会社) 1981.12.01, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-9	
E, A	JP 2006-261577 A (TDK株式会社) 2006.09.28, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-9	
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input type="checkbox"/> 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 12.04.2007		国際調査報告の発送日 24.04.2007	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 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) 右田 勝則	5 R   9 1 7 3 電話番号 03-3581-1101 内線 3565