

(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
2015 年 11 月 19 日(19.11.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/174124 A1

- (51) 国際特許分類:
H01F 17/00 (2006.01) H01F 41/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/056743
- (22) 国際出願日: 2015 年 3 月 6 日(06.03.2015)
- (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 2014-101735 2014 年 5 月 15 日(15.05.2014) JP
- (71) 出願人: 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 1 〇 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 江島 一樹(ESHIMA, Kazuki); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 株式会社 村田製作所内 Kyoto (JP). 横山 智哉(YOKOYAMA, Tomoya); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 株式会社 村田製作所内 Kyoto (JP). 岡田 貴行(OKADA, Takayuki); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 株式会社 村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 境 正寿(SAKAI, Masatoshi); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島 6-1-15 アセンズ新大阪 3 F 境特許事務所 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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー

[続葉有]

(54) Title: LAMINATED COIL COMPONENT AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: 積層コイル部品、およびその製造方法

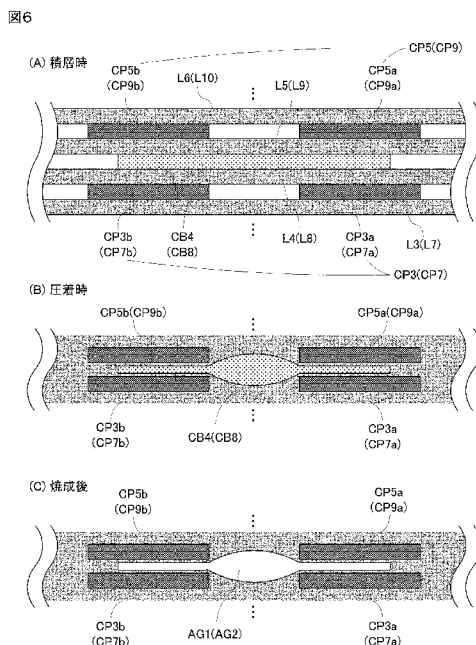


FIG. 6:
(A) At the time of lamination
(B) At the time of pressure bonding
(C) After firing

(57) Abstract: Coil conductors (CP3, CP5) are formed on magnetic layers (L3, L5), respectively, and a carbon paste (CB4) is formed on a magnetic layer (L4). When viewed from a vertical direction, the coil conductors (CP3, CP5) draw a double ring. The coil conductor (CP3) includes partial coil conductors (CP3a, CP3b) respectively corresponding to an outer ring and an inner ring that constitute the double ring, and the coil conductor (CP5) includes partial coil conductors (CP5a, CP5b) respectively corresponding to the outer ring and the inner ring that constitute the double ring. The carbon paste (CB4) has a width overlapping a gap between the outer ring and the inner ring that constitute the double ring, and extends annularly along the double ring. The carbon paste (CB4) is biased to the gap between the outer ring and the inner ring that constitute the double ring when the magnetic layers (L3-L5) are pressure-bonded. The carbon paste (CB4) disappears by burning, thereby forming an air gap (AG1).

(57) 要約: コイル導体 CP3 および CP5 は磁性層 L3 および L5 に形成され、カーボンペースト CB4 は磁性層 L4 に形成される。コイル導体 CP3 および CP5 は、垂直方向から眺めたときに二重環を描く。また、コイル導体 CP3 は二重環をなす外側環および内側環にそれぞれ対応する部分コイル導体 CP3a および CP3b を含み、コイル導体 CP5 は二重環をなす外側環および内側環にそれぞれ対応する部分コイル導体 CP5a および CP5b を含む。カーボンペースト CB4 は、二重環をなす外側環および内側環の間隙と重なる幅を有して、二重環に沿って環状に延びる。カーボンペースト CB4 は、磁性層 L3 ~ L5 の圧着時に、二重環をなす外側環および内側環の間隙に偏る。カーボンペースト CB4 は焼成によって消失し、これによって空隙 AG1 が形成される。



ロツパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, 添付公開書類:

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,

MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,

GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 積層コイル部品、およびその製造方法

技術分野

[0001] この発明は、積層コイル部品、およびその製造方法に関し、特に、コイルをなす複数のコイル導体がそれぞれ形成された複数の磁性層を積層・圧着し、かつ焼成してなる積層コイル部品、およびその製造方法に関する。

背景技術

[0002] この種の積層コイル部品の一例が、特許文献1および2に開示されている。この背景技術によれば、コイル内蔵基板は、磁性層と非磁性層（または低磁性層）とを積層してなる。コイルは、磁性層および非磁性層の各々に電極材料（導電ペースト）をコイル状に印刷することで形成される。空隙形成材は、磁性体と電極材料との間の熱膨張係数の相違に起因する応力歪みを緩和すべく、コイル部に印刷される。基板を平面視したとき、空隙形成材はコイルが描く環の輪郭内に収まる。こうして印刷された空隙形成材は、コイル内蔵基板を焼成した時点で消失する。これによって、基板内に空隙が形成される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第5 1 9 6 0 3 8号公報

特許文献2：特開2 0 1 2 - 1 2 9 3 6 7号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1および2では、コイルは各層において一巻きであり、インダクタンス値の増大を目的としてコイルを各層において多重巻きとする構造とすることについては言及されていない。

[0005] また、インダクタンス値を増大させるべくコイルを上記のような多重巻き構造とすると、電極材料と重なるように空隙形成材を印刷することが困難に

なる。加えて、各層にはコイルの径方向に沿って凹凸が現れるため、各層を積層・圧着する際に垂直方向に十分な圧力がかからず、これによって焼成後に意図しない剥離が生じるおそれがある。

[0006] なお、マイクロDC／DCコンバータを軽負荷領域で使用する場合は、インダクタンス値が変換効率に大きな影響を与える。すると、インダクタンス値を増大させるためのスパイラル構造は、特にマイクロDC／DCコンバータ向けの積層コイル部品で重視される。

[0007] それゆえに、この発明の主たる目的は、熱膨張係数の相違に起因する応力歪みを緩和しつつ、また磁性層の意図しない剥離を抑制することができる、積層コイル部品およ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

[0008] この発明の積層コイル部品は、互いに直交する第1方向および第2方向の各々に多重に巻かれかつ巻回軸が第1方向に延びるコイルをなす複数のコイル導体がそれぞれ形成された複数の磁性層を第1方向に積層・圧着しかつ焼成してなる積層コイル部品であって、複数のコイル導体は第1方向において隣り合いかつ第1方向から眺めたときに多重環を描く2つの特定コイル導体を含み、2つの特定コイル導体の各々は多重環をなす複数の環にそれぞれ対応する複数の部分コイル導体を含み、第2方向から眺めたときに2つの特定コイル導体によって挟まれる位置には、第1方向から眺めたときに多重環をなす複数の環の間隙と重なる幅を有して多重環に沿って延びる環状の空隙が形成される。

[0009] 好ましくは、空隙は焼成によって消失する空隙形成材に基づく。

[0010] 好ましくは、複数の部分コイル導体は第1方向から眺めて共通の幅を有する。

[0011] 好ましくは、複数のコイル導体は第1方向から眺めて互いに重複する。

[0012] 好ましくは、集積回路が積層体の天面に実装されている。

[0013] この発明の積層コイル部品の製造方法は、互いに直交する第1方向および第2方向の各々に多重に巻かれかつ巻回軸が第1方向に延びるコイルをなす

複数のコイル導体がそれぞれ形成された複数の磁性層を第1方向に積層・圧着しかつ焼成してなり、複数のコイル導体は第1方向において隣り合いかつ第1方向から眺めたときに多重環を描く2つの特定コイル導体を含み、2つの特定コイル導体の各々は多重環をなす複数の環にそれぞれ対応する複数の部分コイル導体を含み、第2方向から眺めたときに2つの特定コイル導体によって挟まれる位置には、第1方向から眺めたときに多重環をなす複数の環の間隙と重なる幅を有して多重環に沿って延びる環状の空隙が形成される、積層コイル部品の製造方法であって、2つの特定コイル導体を2つの磁性層にそれぞれ印刷する第1印刷工程、空隙を形成するための材料を第1印刷工程の対象である2つの磁性層とは異なる磁性層に印刷する第2印刷工程、および第1印刷工程を経た2つの磁性層の間に第2印刷工程を経た磁性層を挿入して焼成前の積層体を作製する作製工程を備える。

[0014] この発明の積層コイル部品の製造方法は、互いに直交する第1方向および第2方向の各々に多重に巻かれかつ巻回軸が第1方向に延びるコイルをなす複数のコイル導体がそれぞれ形成された複数の磁性層を第1方向に積層・圧着しかつ焼成してなり、複数のコイル導体は第1方向において隣り合いかつ第1方向から眺めたときに多重環を描く2つの特定コイル導体を含み、2つの特定コイル導体の各々は多重環をなす複数の環にそれぞれ対応する複数の部分コイル導体を含み、第2方向から眺めたときに2つの特定コイル導体によって挟まれる位置には、第1方向から眺めたときに多重環をなす複数の環の間隙と重なる幅を有して多重環に沿って延びる環状の空隙が形成される、積層コイル部品の製造方法であって、2つの特定コイル導体の一方を磁性層に印刷する第1印刷工程、空隙を形成するための材料を第1印刷工程の対象となった磁性層と異なる磁性層に印刷する第2印刷工程、2つの特定コイル導体の他方を第2印刷工程を経た磁性層に印刷する第3印刷工程、および第1印刷工程を経た磁性層に第3印刷工程を経た磁性層を積層して焼成前の積層体を作製する作製工程を備える。

[0015] この発明に係る積層コイル部品は、複数の磁性層を積層してなり、一方主

面および他方主面を有した積層体と、積層体の一方主面に形成された第1外部電極および第2外部電極と、積層体に内蔵され、一端が第1外部電極、他端が第2外部電極に接続されたコイルと、を有した積層コイル部品であって、コイルは、複数の磁性層にそれぞれ形成された複数の環状のコイル導体を有し、複数の環状のコイル導体の各々は、内側コイル導体および外側コイル導体を備え、第1外部電極は、一方主面側で内側コイル導体に接続され、第2外部電極は、一方主面側で外側コイル導体に接続され、内側コイル導体と外側コイル導体とは他方主面側にて接続されている、ことを特徴とする。

[0016] 好ましくは、外側コイル導体を流れる電流の向きは内側コイル導体を流れる電流の向きと一致する。

[0017] 好ましくは、積層方向において隣り合う2つの環状のコイル導体の間には、積層方向から眺めて内側コイル導体および外側コイル導体の間隙と重なる幅を有し、かつ環状のコイル導体に沿って延びる環状の空隙が形成される。

[0018] さらに好ましくは、空隙は焼成によって消失する空隙形成材に基づく。

発明の効果

[0019] 2つの特定コイル導体は、積層方向（Z方向）である第1方向において隣り合いかつ第1方向から眺めたときに多重環を描く。また、各々の特定コイル導体は、多重環をなす複数の環にそれぞれ対応する複数の部分コイル導体を含む。

[0020] これを踏まえて、積層方向とは直交する方向（XまたはY方向）である第2方向から眺めて2つの特定コイル導体の間の位置には、第1方向から眺めたときに環状の空隙が形成される。この空隙は、第1方向から眺めたときに多重環をなす複数の環の間隙と重なる幅を有し、多重環に沿って延びる。

[0021] このような空隙は、空隙形成材が印刷された磁性層を2つの特定コイル導体がそれぞれ印刷された2つの磁性層で挟むか、空隙形成材および一方の特定コイル導体がこの順で印刷された磁性層を他方の特定コイル導体で印刷された磁性層に載置するようにして、複数の磁性層を積層・圧着し、これによって作製された生の積層体を焼成することで形成される。

[0022] ただし、空隙形成材は、積層・圧着時に、多重環をなす複数の環の間隙に偏る。間隙に発生する圧力不足は、こうして偏った空隙形成材によって緩和される。この結果、熱膨張係数の相違に起因する応力歪みを緩和しつつ、磁性層の意図しない剥離を抑制することができる。

[0023] この発明の上述の目的、その他の目的、特徴および利点は、図面を参照して行う以下の実施例の詳細な説明から一層明らかとなろう。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]第1実施例の積層コイル部品を斜め下から眺めた状態を示す斜視図である。

[図2]第1実施例の積層コイル部品の或る断面を示す断面図である。

[図3] (A) は第1実施例の積層コイル部品の素材となる非磁性層L 1に外部電極を形成した状態を示す図解図であり、(B) は第1実施例の積層コイル部品の素材となる磁性層L 2に配線導体および貫通孔を形成した状態を示す図解図であり、(C) は第1実施例の積層コイル部品の素材となる磁性層L 3にコイル導体および貫通孔を形成した状態を示す図解図であり、(D) は第1実施例の積層コイル部品の素材となる磁性層L 4にカーボンペーストおよび貫通孔を形成した状態を示す図解図であり、(E) は第1実施例の積層コイル部品の素材となる磁性層L 5にコイル導体および貫通孔を形成した状態を示す図解図であり、(F) は第1実施例の積層コイル部品の素材となる磁性層L 6にコイル導体および貫通孔を形成した状態を示す図解図であり、(G) は第1実施例の積層コイル部品の素材となる磁性層L 7にコイル導体および貫通孔を形成した状態を示す図解図であり、(H) は第1実施例の積層コイル部品の素材となる磁性層L 8にカーボンペーストおよび貫通孔を形成した状態を示す図解図である。

[図4] (A) は第1実施例の積層コイル部品の素材となる磁性層L 9にコイル導体および貫通孔を形成した状態を示す図解図であり、(B) は第1実施例の積層コイル部品の素材となる磁性層L 10にコイル導体および貫通孔を形成した状態を示す図解図であり、(C) は第1実施例の積層コイル部品の素

材となる磁性層 L 1 1 にコイル導体および貫通孔を形成した状態を示す図解図であり、(D) は第 1 実施例の積層コイル部品の素材となる非磁性層 L 1 2 を示す図解図である。

[図5] (A) は磁性層 L 3 および L 5 を透過的に重ねた状態を拡大して示す拡大図であり、(B) は磁性層 L 4 を拡大して示す拡大図であり、(C) は磁性層 L 3 ~ L 5 を透過的に重ねた状態を拡大して示す拡大図であり、(D) は磁性層 L 7 および L 9 を透過的に重ねた状態を拡大して示す拡大図であり、(E) は磁性層 L 8 を拡大して示す拡大図であり、(F) は磁性層 L 7 ~ L 9 を透過的に重ねた状態を拡大して示す拡大図である。

[図6] (A) は積層された磁性層 L 3 ~ L 6 または L 7 ~ L 1 0 の一部を示す図解図であり、(B) は圧着された磁性層 L 3 ~ L 6 または L 7 ~ L 1 0 の一部を示す図解図であり、(C) は焼成後の磁性層 L 3 ~ L 6 または L 7 ~ L 1 0 の一部を示す図解図である。

[図7] 第 2 実施例の積層コイル部品のなす磁性層 L 3 および L 4 5 の作製工程の一部を示す図解図である。

[図8] 第 2 実施例の積層コイル部品のなす磁性層 L 7 および L 8 9 の作製工程の一部を示す図解図である。

[図9] (A) は積層された磁性層 L 3, L 4 5, L 6 または L 7, L 8 9, L 1 0 の一部を示す図解図であり、(B) は圧着された磁性層 L 3, L 4 5, L 6 または L 7, L 8 9, L 1 0 の一部を示す図解図であり、(C) は焼成後の磁性層 L 3, L 4 5, L 6 または L 7, L 8 9, L 1 0 の一部を示す図解図である。

[図10] (A) は第 3 実施例の積層コイル部品の素材となる非磁性層 L 1 に外部電極を形成した状態を示す図解図であり、(B) は第 3 実施例の積層コイル部品の素材となる磁性層 L 2 に配線導体および貫通孔を形成した状態を示す図解図であり、(C) は第 3 実施例の積層コイル部品の素材となる磁性層 L 3 にコイル導体および貫通孔を形成した状態を示す図解図であり、(D) は第 3 実施例の積層コイル部品の素材となる磁性層 L 5 にコイル導体および

貫通孔を形成した状態を示す図解図であり、（E）は第3実施例の積層コイル部品の素材となる磁性層L 6にコイル導体および貫通孔を形成した状態を示す図解図であり、（F）は第3実施例の積層コイル部品の素材となる磁性層L 7にコイル導体および貫通孔を形成した状態を示す図解図である。

[図11]（A）は第3実施例の積層コイル部品の素材となる磁性層L 9にコイル導体および貫通孔を形成した状態を示す図解図であり、（B）は第3実施例の積層コイル部品の素材となる磁性層L 10にコイル導体および貫通孔を形成した状態を示す図解図であり、（C）は第3実施例の積層コイル部品の素材となる磁性層L 11にコイル導体および貫通孔を形成した状態を示す図解図であり、（D）は第3実施例の積層コイル部品の素材となる非磁性層L 12を示す図解図である。

[図12]第3実施例の積層コイル部品の或る断面を示す断面図である。

[図13]従来の積層コイル部品の内部構造の一例を示す図解図である。

[図14]第3実施例の積層コイル部品によって形成される磁界の一例を示す図解図である。

[図15]（A）は第4実施例の積層コイル部品を上方から眺めた状態の一例を示す上面図であり、（B）は第4実施例の積層コイル部品を下方から眺めた状態の一例を示す下面図である。

[図16]第4実施例の積層コイル部品の或る断面を示す断面図である。

[図17]（A）は第4実施例の積層コイル部品の素材となる非磁性層L 21に外部電極を形成した状態を示す図解図であり、（B）は第4実施例の積層コイル部品の素材となる磁性層L 22に貫通孔を形成した状態を示す図解図であり、（C）は第1実施例の積層コイル部品の素材となる磁性層L 23にコイル導体および貫通孔を形成した状態を示す図解図であり、（D）は第4実施例の積層コイル部品の素材となる磁性層L 24にコイル導体および貫通孔を形成した状態を示す図解図であり、（E）は第4実施例の積層コイル部品の素材となる磁性層L 25にコイル導体および貫通孔を形成した状態を示す図解図であり、（F）は第4実施例の積層コイル部品の素材となる磁性層L

26にカーボンペーストおよび貫通孔を形成した状態を示す図解図であり、
(G)は第4実施例の積層コイル部品の素材となる非磁性層L27にコイル導体および貫通孔を形成した状態を示す図解図であり、(H)は第4実施例の積層コイル部品の素材となる磁性層L28にコイル導体および貫通孔を形成した状態を示す図解図である。

[図18] (A)は第4実施例の積層コイル部品の素材となる磁性層L29にコイル導体および貫通孔を形成した状態を示す図解図であり、(B)は第4実施例の積層コイル部品の素材となる磁性層L30にカーボンペーストおよび貫通孔を形成した状態を示す図解図であり、(C)は第4実施例の積層コイル部品の素材となる磁性層L31にコイル導体および貫通孔を形成した状態を示す図解図であり、(D)は第4実施例の積層コイル部品の素材となる磁性層L32に貫通孔を形成した状態を示す図解図であり、(E)は第4実施例の積層コイル部品の素材となる非磁性層L33に内部配線導体および貫通孔を形成した状態を示す図解図であり、(F)は非磁性層L33に形成された外部配線導体を透過的に眺めた状態を示す図解図である。

[図19]第4実施例の積層コイル部品の等価回路を示す回路図である。

発明を実施するための形態

[0025] [第1実施例]

図1および図2を参照して、第1実施例の積層コイル部品（積層インダクタ素子）10は、直方体状の積層体12を含む。積層体12の内部には、コイルCIL1および配線導体CL2が埋め込まれ、かつ空隙AG1およびAG2が形成される。また、図2における積層体12の下面には、2つの外部電極14aおよび14bが設けられる。

[0026] コイルCIL1は、磁性体層の面方向に二重に巻かれるとともに積層方向に七重に巻かれ、巻回軸が積層方向に延びる姿勢で積層体12に埋め込まれる。コイルCIL1の一方端は、図示しないビアホール導体を介して外部電極14aに接続される。コイルCIL1の他方端は、配線導体CL2および図示しないビアホール導体を介して外部電極14bに接続される。空隙AG

1 および A G 2 については、後述する。

[0027] なお、第 1 実施例では、積層体 1 2 の長さ方向（第 2 の方向）に X 軸を割り当て、積層体 1 2 の幅方向（第 2 の方向）に Y 軸を割り当て、積層体 1 2 の高さ方向（第 1 の方向／積層方向）に Z 軸を割り当てる。すると、積層体 1 2 の側面は X 軸または Y 軸に直交し、積層体 1 2 の図 2 における上面は Z 軸方向の正側を向き、積層体 1 2 の図 2 における下面は Z 軸方向の負側を向く。

[0028] 積層体 1 2 は、図 3（A）～図 3（H）および図 4（A）～図 4（D）に示す非磁性層（または低透磁率層）L 1，磁性層 L 2～L 11 および非磁性層（または低透磁率層）L 12 をこの順で積層・圧着し、その後に積層体 1 2 を焼成し、外部電極 1 4 a および 1 4 b へのメッキ処理を施すことで作製される。以下、積層体 1 2 の具体的な作製工程について説明する。なお、積層体 1 2 は通常、複数の積層コイル部品 1 0 からなる集合基板状態の積層体で構成し、後に分割することにより作製されるが、説明の便宜上単体の積層体 1 2 の作製工程について説明する。

[0029] 非磁性層 L 1 および L 12 は Cu-Zn 系の非磁性フェライトを主材料とする。また、磁性層 L 2～L 11 は、Ni-Cu-Zn 系または Ni-Mn 系の磁性フェライトを主材料とする。

[0030] 積層に先立って、非磁性層 L 1 の図 3 における下面には外部電極 1 4 a および 1 4 b が印刷され、磁性層 L 2 の図 3 における上面には配線導体 C L 2 が印刷される。磁性層 L 3，L 5～L 7，L 9～L 11 の上面には、コイル C I L 1 をなすコイル導体 C P 3，C P 5～C P 7，C P 9～C P 11 がそれぞれ印刷される（第 1 印刷工程）。磁性層 L 4 および L 8 の図 3 における上面には、空隙形成材の一例であるカーボンペースト C B 4 および C B 8 がそれぞれ印刷される（第 2 印刷工程）。非磁性層 L 1，磁性層 L 2～L 11 および非磁性層 L 12 は、この順で積層されかつ Z 軸方向において圧着される（作製工程）。これによって、焼成前の積層体（生ブロック）が作製される。こうして作製された生ブロックを焼成しかつメッキ処理を施すと、積層

体 1 2 が完成する。

- [0031] なお、コイル導体 C P 3, C P 5 ~ C P 7, C P 9 ~ C P 1 1 および配線導体 C L 2 は、A g, A g - P d, A g - P t, C u, A u, P t, A l などを主成分とする電極ペーストのスクリーン印刷によって形成される。また、カーボンペースト C B 4 および C B 8 は、カーบอนを主成分とするスラリーのスクリーン印刷によって形成される。
- [0032] 積層体 1 2 を Z 軸方向から眺めたとき、コイル導体 C P 3, C P 5 ~ C P 7, C P 9 ~ C P 1 0 は、互いに重なり、かつ二重環（多重環）を描く。Z 軸方向において隣り合うコイル導体（特定コイル導体）C P 3 および C P 5 に限定した場合でも、コイル導体 C P 3 および C P 5 は、Z 軸方向から眺めて二重環を描く（図 5（A）参照）。同様に、Z 軸方向において隣り合うコイル導体（特定コイル導体）C P 7 および C P 9 に限定した場合でも、コイル導体 C P 7 および C P 9 は、Z 軸方向から眺めて二重環を描く（図 5（D）参照）。
- [0033] 図 3（C）に示すように、コイル導体 C P 3 は、二重環をなす外側環および内側環にそれぞれ対応しかつ共通の幅を有する 2 つの部分コイル導体 C P 3 a および C P 3 b を含む。図 3（E）に示すように、コイル導体 C P 5 は、二重環をなす外側環および内側環にそれぞれ対応しかつ共通の幅を有する 2 つの部分コイル導体 C P 5 a および C P 5 b を含む。
- [0034] 図 3（F）に示すように、コイル導体 C P 6 は、二重環をなす外側環および内側環にそれぞれ対応しかつ共通の幅を有する 2 つの部分コイル導体 C P 6 a および C P 6 b を含む。図 3（G）に示すように、コイル導体 C P 7 は、二重環をなす外側環および内側環にそれぞれ対応しかつ共通の幅を有する 2 つの部分コイル導体 C P 7 a および C P 7 b を含む。
- [0035] 図 4（A）に示すように、コイル導体 C P 9 は、二重環をなす外側環および内側環にそれぞれ対応しかつ共通の幅を有する 2 つの部分コイル導体 C P 9 a および C P 9 b を含む。図 4（B）に示すように、コイル導体 C P 1 0 は、二重環をなす外側環および内側環にそれぞれ対応しかつ共通の幅を有す

る2つの部分コイル導体CP10aおよびCP10bを含む。

[0036] なお、図4(C)に示すように、コイル導体CP11は、Z軸方向から眺めて二重の螺旋を描く。Z軸方向から眺めたとき、螺旋の一部は二重環をなす外側環と重なり、螺旋の他の一部は二重環をなす内側環と重なる。

[0037] 外部電極14aは、非磁性層L1、磁性層L2およびL3にそれぞれ形成されたビアホール導体HL1a、HL2aおよびHL3aを介して部分コイル導体CP3aの一方端と接続される。部分コイル導体CP3aの他方端は、磁性層L4およびL5にそれぞれ形成されたビアホール導体HL4aおよびHL5aを介して部分コイル導体CP5aの一方端と接続される。

[0038] 部分コイル導体CP5aの他方端は、磁性層L6に形成されたビアホール導体HL6aを介して部分コイル導体CP6aの一方端と接続される。部分コイル導体CP6aの他方端は、磁性層L7に形成されたビアホール導体HL7aを介して部分コイル導体CP7aの一方端と接続される。

[0039] 部分コイル導体CP7aの他方端は、磁性層L8およびL9にそれぞれ形成されたビアホール導体HL8aおよびHL9aを介して部分コイル導体CP9aの一方端と接続される。部分コイル導体CP9aの他方端は、磁性層L10に形成されたビアホール導体HL10aを介して部分コイル導体CP10aの一方端と接続される。部分コイル導体CP10aの他方端は、磁性層L11に形成されたビアホール導体HL11aを介してコイル導体CP11の一方端と接続される。

[0040] コイル導体CP11の他方端は、磁性層L11に形成されたビアホール導体HL11bを介して部分コイル導体CP10bの一方端と接続される。部分コイル導体CP10bの他方端は、磁性層L10に形成されたビアホール導体HL10bを介して部分コイル導体CP9bの一方端と接続される。部分コイル導体CP9bの他方端は、磁性層L9およびL8にそれぞれ形成されたビアホール導体HL9bおよびHL8bを介して部分コイル導体CP7bの一方端と接続される。

[0041] 部分コイル導体CP7bの他方端は、磁性層L7に形成されたビアホール

導体HL 7 bを介して部分コイル導体CP 6 bの一方端と接続される。部分コイル導体CP 6 bの他方端は、磁性層L 6に形成されたビアホール導体HL 6 bを介して部分コイル導体CP 5 bの一方端と接続される。部分コイル導体CP 5 bの他方端は、磁性層L 5およびL 4にそれぞれ形成されたビアホール導体HL 5 bおよびHL 4 bを介して部分コイル導体CP 3 bの一方端と接続される。

[0042] 部分コイル導体CP 3 bの他方端は、磁性層L 3に形成されたビアホール導体HL 3 bを介して配線導体CL 2の一方端と接続される。配線導体CL 2の他方端は、磁性層L 2および非磁性層L 1にそれぞれ形成されたビアホール導体HL 2 bおよびHL 1 bを介して外部電極1 4 bと接続される。

[0043] このようにして、コイルCIL 1は、部分コイル導体CP 3 aからコイル導体CP 1 1方向に巻かれ、その方向とは逆となる方向であるコイル導体CP 1 1から部分コイル導体CP 3 bの方向に巻かれて、1つのコイルCIL 1を構成している。

[0044] なお、ビアホール導体HL 1 a～HL 1 1 aおよびHL 1 b～HL 1 1 bは、Ag, Ag-Pd, Ag-Pt, Cu, Au, Pt, Alなどを主成分とする導体ペーストを充填し、焼成工程において焼結させることによって形成される。

[0045] 図5 (A)～図5 (C)を参照して、磁性層L 4に形成されたカーボンペーストCB 4は、Z軸方向から眺めてコイル導体CP 3およびCP 5が描く二重環に沿って一重環を描く。この一重環は、ビアホール導体HL 4 aおよびHL 4 bの各々の近傍を除いて、二重環をなす外側環および内側環の間隙と重なる幅を有する。より詳しくは、一重環の外周縁は、ビアホール導体HL 4 aの近傍を除いて、外側環の上を環状に延びる。また、一重環の内周縁は、ビアホール導体HL 4 bの近傍を除いて、内側環の上を環状に延びる。

[0046] また、図5 (D)～図5 (F)を参照して、磁性層L 8に形成されたカーボンペーストCB 8は、Z軸方向から眺めてコイル導体CP 7およびCP 9が描く二重環に沿って一重環を描く。この一重環は、ビアホール導体HL 8

aおよびHL 8 bの各々の近傍を除いて、二重環をなす外側環および内側環の間隙と重なる幅を有する。より詳しくは、一重環の外周縁は、ビアホール導体HL 8 aの近傍を除いて、外側環の上を環状に延びる。また、一重環の内周縁は、ビアホール導体HL 8 bの近傍を除いて、内側環の上を環状に延びる。

[0047] 積層された磁性層L 3～L 6または磁性層L 7～L 10の一部をY軸方向の正側から眺めた断面を図6（A）に示す。この断面は、図5（C）または図5（F）において破線で囲む部分に相当する（図6（A）では、磁性層L 6またはL 10も追加）。

[0048] Z軸方向から眺めて、カーボンペーストCB 4は、部分コイル導体CP 3 aおよびCP 3 b或いは部分コイル導体CP 5 aおよびCP 5 bが存在する導体領域に加えて、部分コイル導体CP 3 aおよびCP 3 bの隙間或いは部分コイル導体CP 5 aおよびCP 5 bの隙間に相当する間隙領域にも形成される。

[0049] 同様に、カーボンペーストCB 8は、部分コイル導体CP 7 aおよびCP 7 b或いは部分コイル導体CP 9 aおよびCP 9 bが存在する導体領域に加えて、部分コイル導体CP 7 aおよびCP 7 b或いは部分コイル導体CP 9 aおよびCP 9 bの隙間に相当する間隙領域にも形成される。

[0050] 積層された磁性層L 3～L 6または磁性層L 7～L 10を圧着すると、部分コイル導体CP 3 a～CP 3 b, CP 5 a～CP 5 bまたは部分コイル導体CP 7 a～CP 7 b, CP 9 a～CP 9 bの厚みに起因して、カーボンペーストCB 4またはCB 8が間隙領域に偏る（図6（B）参照）。つまり、カーボンペーストCB 4またはCB 8は、導体領域において垂直方向に縮む一方、間隙領域において垂直方向に膨らむ。

[0051] 圧着された磁性層L 3～L 6または磁性層L 7～L 10を焼成すると、カーボンペーストCB 4またはCB 8が消失し、空隙AG 1またはAG 2が形成される（図6（C）参照）。図2に示すように、空隙AG 1はコイルC 1 L 1の一重目と二重目との間に設けられ、空隙AG 2はコイルC 1 L 1の四

重目と五重目との間に設けられる。

- [0052] 以上の説明から分かるように、コイルC I L 1は、X軸方向またはY軸方向において二重に巻かれ、Z軸方向において七重に巻かれる。コイルC I L 1の巻回軸は、Z軸方向に延びる。コイルC I L 1をなすコイル導体C P 3, C P 5～C P 7, C P 9～C P 11は、磁性層L 3, L 5～L 7, L 9～L 11にそれぞれ形成される。積層体12は、非磁性層L 1, 磁性層L 2～L 11および非磁性層L 12を垂直方向に積層・圧着し、かつ積層体12を焼成し、外部電極14aおよび14bにメッキ処理を施してなる。
- [0053] コイル導体C P 3およびC P 5は、垂直方向において隣り合い、かつ垂直方向から眺めたときに二重環を描く。コイル導体C P 7およびC P 9も、垂直方向において隣り合い、かつ垂直方向から眺めたときに二重環を描く。
- [0054] また、コイル導体C P 3は二重環をなす外側環および内側環にそれぞれ対応する部分コイル導体C P 3aおよびC P 3bを含み、コイル導体C P 5は二重環をなす外側環および内側環にそれぞれ対応する部分コイル導体C P 5aおよびC P 5bを含む。
- [0055] 同様に、コイル導体C P 7は二重環をなす外側環および内側環にそれぞれ対応する部分コイル導体C P 7aおよびC P 7bを含み、コイル導体C P 9は二重環をなす外側環および内側環にそれぞれ対応する部分コイル導体C P 9aおよびC P 9bを含む。
- [0056] X軸方向またはY軸方向から眺めたときにコイル導体C P 3およびC P 5によって挟まれる位置には、空隙A G 1が形成される。また、X軸方向またはY軸方向から眺めたときにコイル導体C P 7およびC P 9によって挟まれる位置には、空隙A G 2が形成される。空隙A G 1およびA G 2の各々は、上述の二重環をなす外側環および内側環の間隙と重なる幅を有して、二重環に沿って環状に延びる。
- [0057] ここで、コイル導体C P 3, C P 5, C P 7およびC P 9はそれぞれ、第1印刷工程で磁性層L 3, L 5, L 7およびL 9に印刷される。また、カーボンペーストC B 4およびC B 8はそれぞれ、第2印刷工程で磁性層L 4お

よびL 8に印刷される。第1印刷工程および第2印刷工程が完了する作製工程に移り、磁性層L 4が磁性層L 3およびL 5の間に挿入されるとともに、磁性層L 8が磁性層L 7およびL 9の間に挿入される。積層体12は、こうして積層された非磁性層L 1，磁性層L 2～L 11および非磁性層L 12を圧着して焼成し、かつ外部電極14aおよび14bにメッキ処理を施すことで作製される。

[0058] カーボンペーストCB4またはCB8は、積層・圧着時に、二重環をなす外側環および内側環の間隙に偏る。間隙に発生する圧力不足は、こうして偏ったカーボンペーストCB4またはCB8によって緩和される。この結果、非磁性層L 1，磁性層L 2～L 11および非磁性層L 12の意図しない剥離を抑制することができる。

[第2実施例]

[0059] なお、第1実施例では、カーボンペーストCB4およびCB8を磁性層L 4およびL 8にそれぞれ印刷し、コイル導体CP5およびCP9を磁性層L 5およびL 9にそれぞれ印刷するようにしている。一方、図7および図8に示すように、カーボンペーストCB4およびコイル導体CP5をこの順で共通の磁性層L 45に印刷し、カーボンペーストCB8およびコイル導体CP9をこの順で共通の磁性層L 89に印刷するようにしてもよい。

[0060] この場合、コイル導体CP3は磁性層L 3に印刷され、コイル導体CP7は磁性層L 7に印刷される（第1印刷工程）。磁性層L 45およびL 89には、まずカーボンペーストCB4およびCB8がそれぞれ印刷され（第2印刷工程）、次にコイル導体CP5およびCP9がそれぞれ印刷される（第3印刷工程）。これらの工程が完了すると、磁性層L 3の上に磁性層L 45が積層され、磁性層L 7の上に磁性層L 89が積層される（作製工程）。これによって、焼成前の積層体（生ブロック）が作製される。こうして作製された生ブロックを焼成しかつ外部電極14aおよび14bにメッキ処理を施すと、積層体12が完成する。

[0061] 積層された磁性層L 3，L 45およびL 6または磁性層L 7，L 89およ

びL 1 0の一部をY軸方向の正側から眺めた断面を図9（A）に示す。Z軸方向から眺めて、カーボンペーストCB 4は、部分コイル導体CP 3 aおよびCP 3 b或いは部分コイル導体CP 5 aおよびCP 5 bが存在する導体領域に加えて、部分コイル導体CP 3 aおよびCP 3 bの隙間或いは部分コイル導体CP 5 aおよびCP 5 bの隙間に相当する間隙領域にも形成される。

[0062] 同様に、カーボンペーストCB 8は、部分コイル導体CP 7 aおよびCP 7 b或いは部分コイル導体CP 9 aおよびCP 9 bが存在する導体領域に加えて、部分コイル導体CP 7 aおよびCP 7 b或いは部分コイル導体CP 9 aおよびCP 9 bの隙間に相当する間隙領域にも形成される。

[0063] 積層された磁性層L 3, L 4 5およびL 6または磁性層L 7, L 8 9およびL 1 0を圧着すると、部分コイル導体CP 3 a～CP 3 b, CP 5 a～CP 5 bまたは部分コイル導体CP 7 a～CP 7 b, CP 9 a～CP 9 bの厚みに起因して、カーボンペーストCB 4またはCB 8が間隙領域に偏る（図9（B）参照）。つまり、カーボンペーストCB 4またはCB 8は、導体領域において垂直方向に縮む一方、間隙領域において垂直方向に膨らむ。圧着された磁性層L 3, L 4 5およびL 6または磁性層L 7, L 8 9およびL 1 0を焼成すると、カーボンペーストCB 4またはCB 8が消失し、空隙AG 1またはAG 2が形成される（図9（C）参照）。

[0064] この第2実施例においても、カーボンペーストCB 4またはCB 8は、積層・圧着時に、二重環をなす外側環および内側環の間隙に偏る。間隙に発生する圧力不足は、こうして偏ったカーボンペーストCB 4またはCB 8によって緩和される。この結果、非磁性層L 1, 磁性層L 2～L 3, L 4 5, L 6～L 7, L 8 9, L 1 0～L 1 1および非磁性層L 1 2の意図しない剥離を抑制することができる。

[0065] なお、第1実施例および第2実施例では、単チャネルの積層コイル部品を想定しているが、この発明は、複数のコイルを積層体に埋め込んだ複数チャネルの積層コイル部品にも適用することができる。さらに、第1実施例では、磁性層L 4およびL 8にカーボンペーストCB 4およびCB 8をそれぞれ

形成するようにしている。しかし、カーボンペーストなどの空隙形成材の位置および数は、積層体をなす磁性層の数を考慮して適宜調整することができる。

[0066] なお、空隙形成材は最も外側となる外側環よりも外側領域には形成されないことが好ましい。この領域に空隙形成材が配置されると、空隙形成材が消失して空隙となった際にこの外側を起点としてクラックが生じやすくなる。一方、第1実施例および第2実施例のように空隙形成材が外側環よりも内側領域に収まるように配置されると、圧着時において積層方向にかかる圧力によって外側環よりも外側に空隙が発生しようするのを抑えることができる。したがって、不所望なクラックが生じることを抑制することができる。

[0067] また、第1実施例および第2実施例においては、コイルC1L1は二重環をなす外側環および内側環によるコイル導体で形成されたが、三重環以上の多重環であっても構わない。その場合も多重環をなす複数の環の間隙と重なる幅を有して多重環に沿って延びる環状の空隙が形成されるようにすれば本発明の効果をを得ることができる。

[0068] また、第1実施例および第2実施例においては、空隙形成材としてカーボンペーストを用いたが、焼成工程によって消失する材料であればこれに限定されない。例えば、樹脂ビーズによるペーストなども用いることが可能である。

[第3実施例]

[0069] 図10(A)～図10(F)、図11(A)～図11(D)および図12を参照して、第3実施例の積層コイル部品10'は、図3(D)に示す磁性層L4および図3(H)に示す磁性層L8が省略された点を除き、第1実施例の積層コイル部品10と同様である。

[0070] 積層コイル部品10および10'のいずれにおいても、磁性層L3、L5～L7、L9～L10を含む複数の磁性層が用意され、これらの磁性層を積層することで積層体12が形成される。

[0071] 積層体12の一方主面には、外部電極（第1外部電極）14aおよび外部

電極（第2外部電極）14bが形成される。積層体12にはまた、コイルC1L1が埋め込まれる。コイルC1L1の一端および他端はそれぞれ、外部電極14aおよび14bと接続される。また、コイルC1L1は、磁性層L3, L5~L7, L9~L10にそれぞれ形成された環状のコイル導体CP3, CP5~CP7, CP9~CP10と、磁性層L11に形成された螺旋状のコイル導体CP11とによって形成される。

[0072] さらに、コイル導体CP3は部分コイル導体CP3aおよびCP3bを備え、コイル導体CP5は部分コイル導体CP5aおよびCP5bを備え、コイル導体CP6は部分コイル導体CP6aおよびCP6bを備える。また、コイル導体CP7は部分コイル導体CP7aおよびCP7bを備え、コイル導体CP9は部分コイル導体CP9aおよびCP9bを備え、コイル導体CP10は部分コイル導体CP10aおよびCP10bを備える。

[0073] 部分コイル導体CP3a, CP5a~CP7a, CP9a~CP10aの各々は外側コイル導体をなし、部分コイル導体CP3b, CP5b~CP7b, CP9b~CP10bの各々は内側コイル導体をなす。

[0074] 外部電極14aは、積層体12の一方主面側で、非磁性層L1, 磁性層L2およびL3にそれぞれ形成されたビアホール導体HL1a, HL2aおよびHL3aを介して、部分コイル導体CP3aつまり外側コイル導体と接続される。これに対して、外部電極14bは、積層体12の一方主面側で、非磁性層L1, 磁性層L2およびL3にそれぞれ形成されたビアホール導体HL1b, HL2bおよびHL3bと、配線導体CL2とを介して、部分コイル導体CP3bつまり内側コイル導体と接続される。また、部分コイル導体CP10aつまり外側コイル導体は、積層体12の他方主面側で、コイル導体CP11を介して、部分コイル導体CP10bつまり内側コイル導体と接続される。

[0075] 従来からある積層コイル部品では、積層体に内蔵されたコイル素子1は、図13に示すようにして外部電極2aおよび2bと接続される。つまり、コイル素子1の一端は外部電極2aの近傍に配されるものの、コイル素子1の

他端は外部電極 2 b から離間して配され、コイル素子 1 の他端はコイル素子 1 の巻回軸に沿って比較的長く延びるビアホール導体（層間接続導体）3 を介して外部電極 2 b と接続される。

[0076] ただし、ビアホール導体 3 はコイル素子 1 による磁界形成の妨げとなるため、理想的な磁界を形成するためには、コイル素子 1 の径を大きくせざるを得ない。

[0077] このような懸念を踏まえて、第 1 実施例または第 3 実施例では、コイル C I L 1 が図 1 4 に示す要領で外部電極 1 4 a および 1 4 b と接続される。図 1 4 によれば、外側コイル導体および内側コイル導体は、積層体 1 2 の一方主面側で外部電極 1 4 a および 1 4 b にそれぞれ接続され、積層体 1 2 の他方主面側で互いに接続される。

[0078] これによって、コイル C I L 1 の巻回軸に沿って比較的長く延びるビアホール導体が不要となる。しかも、積層方向に隣り合う 2 つの部分コイル導体を接続するためのビアホール導体は、平面視で外側コイル導体および内側コイル導体の各々と重なる。この結果、コイル C I L 1 の径を大きくしなくても、理想的な磁界を形成することができる。

[0079] 特に、図 1 4 に示す接続構造によれば、内側コイル導体を流れる電流の向きは、外側コイル導体を流れる電流の向きと一致するため、磁界強度を高めることも可能となる。

[0080] なお、外側コイル導体および内側コイル導体の各々で発生した磁界は、外側コイル導体および内側コイル導体の間の領域で互いに打ち消し合う。このような現象は、コイル C I L 1 のインダクタンス値を不安定にするおそれがある。

[0081] この懸念は、第 1 実施例のように空隙 A G 1 および A G 2 を形成することで軽減することができる。つまり、空隙 A G 1 および A G 2 を形成すれば、外側コイル導体および内側コイル導体の間の領域に磁界が形成され難くなるため、コイル C I L 1 のインダクタンス値を設計値の近傍で安定させることができる。

[0082] なお、この発明は、第1実施例ないし第3実施例のように最下層および最上層以外の全ての層を磁性層で構成した閉磁路型の積層コイル部品他に、最下層および最上層によって挟まれる複数の層の一部を非磁性層で構成した開磁路型の積層コイル部品にも適用でき、さらには配線パターンを積層体の表面に形成したLGA(Land Grid Array)型の積層コイル部品にも適用できる。特に、積層コイル部品の上面にICチップやチップ型コンデンサを実装すれば、例えばマイクロDC/DCコンバータのようなモジュール部品も構成することが可能である。

[第4実施例]

[0083] 図15(A)～図15(B)および図16を参照して、第4実施例の積層コイル部品20はLGA型の積層コイル部品であり、直方体状の積層体22を含む。なお、図15(A)は積層コイル部品20を上方から眺めた状態を示し、図15(B)は積層コイル部品20を下方から眺めた状態を示し、図16は幅方向に対する積層コイル部品の或る断面を示す。

[0084] 積層体22の内部には、コイルCIL11と後述する内部配線導体およびビアホール導体が埋め込まれ、さらに空隙AG11、AG12が形成される。また、積層体22の上面には後述する外部配線導体が形成され、積層体22の下面には4つの外部電極241～244が形成される。コンデンサC1およびDC/DCコンバータIC30は、積層体22の上面に実装されて、外部配線導体と接続される。

[0085] コイルCIL11は、磁性体層の面方向に二重に巻かれるとともに積層方向に七重に巻かれ、巻回軸が積層方向に延びる姿勢で積層体22に埋め込まれる。こうして埋め込まれたコイルCIL11とコンデンサC1、DC/DCコンバータIC30、外部電極241～244との接続関係、ならびに空隙AG11～AG12については、後述する。

[0086] なお、第4実施例では、積層体22の長さ方向(第2の方向)にX軸を割り当て、積層体22の幅方向(第2の方向)にY軸を割り当て、積層体22の高さ方向(第1の方向/積層方向)にZ軸を割り当てる。すると、積層体

22の側面はX軸またはY軸に直交し、積層体22の上面はZ軸方向の正側を向き、積層体22の下面はZ軸方向の負側を向く。

[0087] 積層体22は、図17(A)～図17(H)および図18(A)～図18(F)に示す非磁性層(または低透磁率層)L21, 磁性層L22～L26, 非磁性層(または低透磁率層)L27, 磁性層L28～L32および非磁性層(または低透磁率層)L33をこの順で積層・圧着し、その後に積層体22を焼成し、積層体22の上面に形成された外部配線導体CL3311～CL3316ならびに積層体22の下面に形成された外部電極241～244にメッキ処理を施すことで作製される。

[0088] 以下、積層体22の具体的な作製工程について説明する。なお、積層体22は通常、複数の積層コイル部品10からなる集合基板状態の積層体で構成し、後に分割することにより作製されるが、説明の便宜上単体の積層体22の作製工程について説明する。

[0089] 非磁性層L21, L27およびL33は、Cu-Zn系フェライトを主材料とする。また、磁性層L22～L26, L28～L32は、Ni-Cu-Zn系またはNi-Mn系のフェライトを主材料とする。

[0090] 図17(A)～図17(H), 図18(A)～図18(F)は、各層を下面側(Z軸方向における負側)から眺めた状態を示す。ただし、図18(F)は、非磁性層L33の上面を下面側から透かして眺めた状態である。

[0091] 積層に先立って、非磁性層L21の下面には外部電極241～244が印刷される。また、磁性層L23～L25, 非磁性層L27, 磁性層L28, L29およびL31の下面には、コイルCIL11をなす螺旋状のコイル導体CP23, 環状のコイル導体CP24～CP25, CP27～CP29およびCP31がそれぞれ印刷される。磁性層L26およびL30の下面には、空隙形成材の一例であるカーボンペーストCB26およびCB30がそれぞれ印刷される。非磁性層L33の下面には内部配線導体CL331～CL335が印刷され、非磁性層L33の上面には外部配線導体CL3311～CL3317が印刷される。

- [0092] 非磁性層L 2 1, 磁性層L 2 2～L 2 6, 非磁性層L 2 7, 磁性層L 2 8～L 3 2および非磁性層L 3 3は、この順で積層されかつZ軸方向において圧着される。これによって、焼成前の積層体（生ブロック）が作製される。作製された生ブロックを焼成しかつメッキ処理を施すと、積層体2 2が完成する。
- [0093] なお、コイル導体C P 2 3～C P 2 5, C P 2 7～C P 2 9およびC P 3 1, 内部配線導体C L 3 3 1～C L 3 3 5, 外部配線導体C L 3 3 1 1～C L 3 3 1 7は、A g, A g - P d, A g - P t, C u, A u, P t, A lなどを主成分とする電極ペーストのスクリーン印刷によって形成される。また、カーボンペーストC B 2 6およびC B 3 0は、カーบอนを主成分とするスラリーのスクリーン印刷によって形成される。
- [0094] 積層体2 2をZ軸方向から眺めたとき、コイル導体C P 2 3～C P 2 5, C P 2 7～C P 2 9およびC P 3 1は、互いに重なり、かつ二重環（多重環）を描く。Z軸方向において隣り合うコイル導体（特定コイル導体）C P 2 5およびC P 2 7に限定した場合でも、コイル導体C P 2 5およびC P 2 7は、Z軸方向から眺めて二重環を描く。同様に、Z軸方向において隣り合うコイル導体（特定コイル導体）C P 2 9およびC P 3 1に限定した場合でも、コイル導体C P 2 9およびC P 3 1は、Z軸方向から眺めて二重環を描く。
- [0095] 図1 7（D）に示すように、コイル導体C P 2 4は、二重環をなす外側環に対応する部分コイル導体（外側コイル導体）C P 2 4 aと、二重環をなす内側環に対応しかつ部分コイル導体C P 2 4 aと共通の幅を有する部分コイル導体（内側コイル導体）C P 2 4 bとを含む。
- [0096] 図1 7（E）に示すように、コイル導体C P 2 5は、二重環をなす外側環に対応する部分コイル導体（外側コイル導体）C P 2 5 aと、二重環をなす内側環に対応しかつ部分コイル導体C P 2 5 aと共通の幅を有する部分コイル導体（内側コイル導体）C P 2 5 bとを含む。
- [0097] 図1 7（G）に示すように、コイル導体C P 2 7は、二重環をなす外側環

に対応する部分コイル導体（外側コイル導体）CP27aと、二重環をなす内側環に対応しかつ部分コイル導体CP27aと共通の幅を有する部分コイル導体（内側コイル導体）CP27bとを含む。

[0098] 図17（H）に示すように、コイル導体CP28は、二重環をなす外側環に対応する部分コイル導体（外側コイル導体）CP28aと、二重環をなす内側環に対応しかつ部分コイル導体CP28aと共通の幅を有する部分コイル導体（内側コイル導体）CP28bとを含む。

[0099] 図18（A）に示すように、コイル導体CP29は、二重環をなす外側環に対応する部分コイル導体（外側コイル導体）CP29aと、二重環をなす内側環に対応しかつ部分コイル導体CP29aと共通の幅を有する部分コイル導体（内側コイル導体）CP29bとを含む。

[0100] 図18（C）に示すように、コイル導体CP31は、二重環をなす外側環に対応する部分コイル導体（外側コイル導体）CP31aと、二重環をなす内側環に対応しかつ部分コイル導体CP31aと共通の幅を有する部分コイル導体（内側コイル導体）CP31bとを含む。

[0101] なお、図17（C）に示すように、コイル導体CP23は、Z軸方向から眺めて二重の螺旋を描く。Z軸方向から眺めたとき、螺旋の一部は二重環をなす外側環と重なり、螺旋の他の一部は二重環をなす内側環と重なる。

[0102] 外部電極241は、非磁性層L21、磁性層L22～L26、非磁性層L27、磁性層L28～L32にそれぞれ形成されたビアホール導体HL211、HL221、HL231、HL241、HL251、HL261、HL271、HL281、HL291、HL301、HL311、HL321を介して、非磁性層L33の下面に形成された内部配線導体CL331と接続される。

[0103] 外部電極242は、非磁性層L21、磁性層L22～L26、非磁性層L27、磁性層L28～L32にそれぞれ形成されたビアホール導体HL212、HL222、HL232、HL242、HL252、HL262、HL272、HL282、HL292、HL302、HL312、HL322を

介して、非磁性層 L 3 3 の下面に形成された内部配線導体 C L 3 3 2 と接続される。

[0104] 外部電極 2 4 3 は、非磁性層 L 2 1, 磁性層 L 2 2 ~ L 2 6, 非磁性層 L 2 7, 磁性層 L 2 8 ~ L 3 2 にそれぞれ形成されたビアホール導体 H L 2 1 3, H L 2 2 3, H L 2 3 3, H L 2 4 3, H L 2 5 3, H L 2 6 3, H L 2 7 3, H L 2 8 3, H L 2 9 3, H L 3 0 3, H L 3 1 3, H L 3 2 3 を介して、非磁性層 L 3 3 の下面に形成された内部配線導体 C L 3 3 3 と接続される。

[0105] 外部電極 2 4 4 は、非磁性層 L 2 1, 磁性層 L 2 2 ~ L 2 6, 非磁性層 L 2 7, 磁性層 L 2 8 ~ L 3 2 にそれぞれ形成されたビアホール導体 H L 2 1 4, H L 2 2 4, H L 2 3 4, H L 2 4 4, H L 2 5 4, H L 2 6 4, H L 2 7 4, H L 2 8 4, H L 2 9 4, H L 3 0 4, H L 3 1 4, H L 3 2 4 を介して、非磁性層 L 3 3 の下面に形成された内部配線導体 C L 3 3 4 と接続される。

[0106] コイル導体 C P 2 3 の一方端は、磁性層 L 2 3 に形成されたビアホール導体 H L 2 3 a を介して、部分コイル導体 C P 2 4 a の一方端と接続される。また、コイル導体 C P 2 3 の他方端は、磁性層 L 2 3 に形成されたビアホール導体 H L 2 3 b を介して、部分コイル導体 C P 2 4 b の一方端と接続される。

[0107] 部分コイル導体 C P 2 4 a の他方端は、磁性層 L 2 4 に形成されたビアホール導体 H L 2 4 a を介して、部分コイル導体 C P 2 5 a の一方端と接続される。また、部分コイル導体 C P 2 4 b の他方端は、磁性層 L 2 4 に形成されたビアホール導体 H L 2 4 b を介して、部分コイル導体 C P 2 5 b の一方端と接続される。

[0108] 部分コイル導体 C P 2 5 a の他方端は、磁性層 L 2 5 に形成されたビアホール導体 H L 2 5 a と非磁性層 L 2 6 に形成されたビアホール導体 H L 2 6 a とを介して、部分コイル導体 C P 2 7 a の一方端と接続される。また、部分コイル導体 C P 2 5 b の他方端は、磁性層 L 2 5 に形成されたビアホール

導体HL 25 bと非磁性層L 26に形成されたビアホール導体HL 26 bとを介して、部分コイル導体CP 27 bの一方端と接続される。

[0109] 部分コイル導体CP 27 aの他方端は、磁性層L 27に形成されたビアホール導体HL 27 aを介して、部分コイル導体CP 28 aの一方端と接続される。また、部分コイル導体CP 27 bの他方端は、磁性層L 27に形成されたビアホール導体HL 27 bを介して、部分コイル導体CP 28 bの一方端と接続される。

[0110] 部分コイル導体CP 28 aの他方端は、磁性層L 28に形成されたビアホール導体HL 28 aを介して、部分コイル導体CP 29 aの一方端と接続される。また、部分コイル導体CP 28 bの他方端は、磁性層L 28に形成されたビアホール導体HL 28 bを介して、部分コイル導体CP 29 bの一方端と接続される。

[0111] 部分コイル導体CP 29 aの他方端は、磁性層L 29に形成されたビアホール導体HL 29 aと非磁性層L 30に形成されたビアホール導体HL 30 aとを介して、部分コイル導体CP 31 aの一方端と接続される。また、部分コイル導体CP 29 bの他方端は、磁性層L 29に形成されたビアホール導体HL 29 bと非磁性層L 30に形成されたビアホール導体HL 30 bとを介して、部分コイル導体CP 31 bの一方端と接続される。

[0112] 部分コイル導体31 aの他方端は、磁性層L 31に形成されたビアホール導体HL 31 aと磁性層L 32に形成されたビアホール導体HL 32 aとを介して、内部配線導体CL 333と接続される。また、部分コイル導体31 bの他方端は、磁性層L 31に形成されたビアホール導体HL 31 bと磁性層L 32に形成されたビアホール導体HL 32 bとを介して、内部配線導体CL 333と接続される。なお、ビアホール導体HL 31 aはビアホール導体HL 313と共通し、ビアホール導体HL 32 aはビアホール導体HL 323と共通する。

[0113] 非磁性層L 33には、ビアホール導体HL 331～HL 337が形成される。内部配線導体CL 331は、ビアホール導体HL 331を介して外部配

線導体CL3311と接続される。内部配線導体CL333は、ビアホール導体HL333を介して外部配線導体CL3313と接続される。内部配線導体CL335は、ビアホール導体HL335を介して外部配線導体CL3315と接続される。

[0114] 内部配線導体CL332は、ビアホール導体HL332を介して外部配線導体CL3312と接続され、ビアホール導体HL336を介して外部配線導体CL3316と接続される。内部配線導体CL334は、ビアホール導体HL334を介して外部配線導体CL3314と接続され、ビアホール導体HL337を介して外部配線導体CL3317と接続される。

[0115] この結果、コイルCIL11の一方端は外部配線導体CL3313と接続され、コイルCIL11の他方端は外部配線導体CL3315と接続される。

[0116] なお、ビアホール導体HL1a~HL11aおよびHL1b~HL11bは、Ag, Ag-Pd, Ag-Pt, Cu, Au, Pt, Alなどを主成分とする導体ペーストを充填し、焼成工程において焼結させることによって形成される。

[0117] 第4実施例においても、磁性層L26に形成されたカーボンペーストCB26は、Z軸方向から眺めてコイル導体CP25およびCP27が描く二重環に沿って一重環を描く。この一重環は、ビアホール導体HL26aおよびHL26bの各々の近傍を除いて、二重環をなす外側環および内側環の間隙と重なる幅を有する。より詳しくは、一重環の外周縁は、ビアホール導体HL26aの近傍を除いて、外側環の上を環状に延びる。また、一重環の内周縁は、ビアホール導体HL26bの近傍を除いて、内側環の上を環状に延びる。

[0118] また、磁性層L30に形成されたカーボンペーストCB30は、Z軸方向から眺めてコイル導体CP29およびCP31が描く二重環に沿って一重環を描く。この一重環は、ビアホール導体HL30aおよびHL30bの各々の近傍を除いて、二重環をなす外側環および内側環の間隙と重なる幅を有す

る。より詳しくは、一重環の外周縁は、ビアホール導体H L 3 0 aの近傍を除いて、外側環の上を環状に延びる。また、一重環の内周縁は、ビアホール導体H L 3 0 bの近傍を除いて、内側環の上を環状に延びる。

[0119] 第4実施例においても、カーボンペーストC B 2 6またはC B 3 0は、積層・圧着時に、二重環をなす外側環および内側環の間隙に偏る。間隙に発生する圧力不足は、こうして偏ったカーボンペーストC B 2 6またはC B 3 0によって緩和される。この結果、非磁性層L 2 1，磁性層L 2 2～L 2 6，非磁性層L 2 7，磁性層L 2 8～L 3 2，非磁性層L 3 3の意図しない剥離を抑制することができる。

[0120] また、空隙A G 1 1およびA G 1 2を形成することで、外側環および内側環の間隙に磁界が形成され難くなるため、コイルC I L 1 1のインダクタンス値を設計値の近傍に安定させることができる。

[0121] L G A型の積層コイル部品2 0の等価回路を図1 9に示す。図1 9には、積層コイル部品2 0の外側に設けられるコンデンサC 2，出力端子P 1およびグランドとの接続関係も示す。なお、コンデンサC 1およびC 2はいずれも平滑用のコンデンサである。また、コンデンサC 2は、積層コイル部品2 0の内部に設けるようにしてもよい。

[0122] 図1 9によれば、D C／D CコンバータI C 3 0は、イネーブル端子E N，入力端子V i n，出力端子L o u t，フィードバック端子F Bおよびグランド端子G N Dを有する。イネーブル端子E Nは外部電極2 4 1に対応する外部端子P e nと直接的に接続され、入力端子P i nは外部電極2 4 2に対応する外部端子P i nと直接的に接続される。また、出力端子L o u tはコイルC I L 1 1に対応するインダクタL 1 1を介して外部電極2 4 3に対応する外部端子P o u tと接続され、フィードバック端子F Bは外部端子P o u tと直接的に接続される。

[0123] さらに、グランド端子G N Dは、コンデンサC 1を介して外部端子P i nと接続されるとともに、外部電極2 4 4に対応する外部端子P g n dと直接的に接続される。外部端子P o u tは、直接的に出力端子P 1と接続され、

コンデンサC 2を介してグラウンドと接続される。また、外部端子P g n dは、直接的にグラウンドと接続される。

[0124] 入力電圧は外部端子P i nに印加され、入力端子V i nを介してDC／DCコンバータI C 3 0に供給される。DC／DCコンバータI C 3 0は、内蔵されたMOS型FET等のスイッチング素子を、例えば、所定の周波数でオン／オフし、入力端子V i nから供給された入力電圧をパルス電圧に変換する。変換されたパルス電圧は、インダクタL 1 1およびコンデンサC 2によって平滑された後、出力端子P 1から出力される。スイッチング素子のオン／オフ期間は、フィードバック端子F Bに印加された電圧に基づくPWM(Pulse Width Modulation)制御によって調整される。これによって、出力電圧の安定化が図られる。

[0125] なお、第1実施例ないし第4実施例では、コイル導体や配線導体などの内部電極は、生の積層体の焼成と同時に電極ペーストを焼成することで形成される(c o - f i r e)。一方、外部電極については、内部電極と同様c o - f i r eによって、もしくは焼結後のフェライト基板に塗布・焼き付けによって形成しても構わない(p o s t - f i r e)。また、焼成雰囲気は、c o - f i r e、p o s t - f i r eとも酸化および還元など、特に限定されない。

符号の説明

[0126] 1 0, 2 0 …積層コイル部品
 1 2, 2 2 …積層体
 C I L 1, C I L 1 1 …コイル
 C P 3, C P 5 ~ C P 7, C P 9 ~ C P 1 0, C P 2 4 ~ C P 2 5, C P 2 7 ~ C P 2 9, C P 3 1 …環状のコイル導体
 L 2 ~ L 1 0, L 4 5, L 8 9, L 2 2 ~ L 2 6, L 2 8 ~ L 3 2 …磁性層
 C P 3 a, C P 5 a, C P 6 a, C P 7 a, C P 9 a, C P 1 0 a, C P 2 4 a, C P 2 5 a, C P 2 7 a, C P 2 8 a, C P 2 9 a, C P 3 1 a

…部分コイル導体（外側コイル導体）

CP 3 b, CP 5 b, CP 6 b, CP 7 b, CP 9 b, CP 10 b, CP
24 b, CP 25 b, CP 27 b, CP 28 b, CP 29 b, CP 31 b…

部分コイル導体（内側コイル導体）

AG 1, AG 2, AG 11, AG 12 …空隙

請求の範囲

- [請求項1] 互いに直交する第1方向および第2方向の各々に多重に巻かれかつ巻回軸が前記第1方向に延びるコイルをなす複数のコイル導体がそれぞれ形成された複数の磁性層を前記第1方向に積層・圧着しかつ焼成してなる積層コイル部品であって、
- 前記複数のコイル導体は前記第1方向において隣り合いかつ前記第1方向から眺めたときに多重環を描く2つの特定コイル導体を含み、
- 前記2つの特定コイル導体の各々は前記多重環をなす複数の環にそれぞれ対応する複数の部分コイル導体を含み、
- 前記第2方向から眺めたときに前記2つの特定コイル導体によって挟まれる位置には、前記第1方向から眺めたときに前記多重環をなす複数の環の間隙と重なる幅を有して前記多重環に沿って延びる環状の空隙が形成される、積層コイル部品。
- [請求項2] 前記空隙は焼成によって消失する空隙形成材に基づく、請求項1記載の積層コイル部品。
- [請求項3] 前記複数の部分コイル導体は前記第1方向から眺めて共通の幅を有する、請求項1または2記載の積層コイル部品。
- [請求項4] 前記複数のコイル導体は前記第1方向から眺めて互いに重複する、請求項1ないし3のいずれかに記載の積層コイル部品。
- [請求項5] 集積回路が積層体の天面に実装されている、請求項1ないし4のいずれかに記載の積層コイル部品。
- [請求項6] 互いに直交する第1方向および第2方向の各々に多重に巻かれかつ巻回軸が前記第1方向に延びるコイルをなす複数のコイル導体がそれぞれ形成された複数の磁性層を前記第1方向に積層・圧着しかつ焼成してなり、
- 前記複数のコイル導体は前記第1方向において隣り合いかつ前記第1方向から眺めたときに多重環を描く2つの特定コイル導体を含み、
- 前記2つの特定コイル導体の各々は前記多重環をなす複数の環にそ

れそれぞれ対応する複数の部分コイル導体を含み、

前記第2方向から眺めたときに前記2つの特定コイル導体によって挟まれる位置には、前記第1方向から眺めたときに前記多重環をなす複数の環の間隙と重なる幅を有して前記多重環に沿って延びる環状の空隙が形成される、積層コイル部品の製造方法であって、

前記2つの特定コイル導体を2つの磁性層にそれぞれ印刷する第1印刷工程、

前記空隙を形成するための材料を前記第1印刷工程の対象である2つの磁性層とは異なる磁性層に印刷する第2印刷工程、および

前記第1印刷工程を経た2つの磁性層の間に前記第2印刷工程を経た磁性層を挿入して焼成前の積層体を作製する作製工程を備える、積層コイル部品の製造方法。

[請求項7]

互いに直交する第1方向および第2方向の各々に多重に巻かれかつ巻回軸が前記第1方向に延びるコイルをなす複数のコイル導体がそれぞれ形成された複数の磁性層を前記第1方向に積層・圧着しかつ焼成してなり、

前記複数のコイル導体は前記第1方向において隣り合いかつ前記第1方向から眺めたときに多重環を描く2つの特定コイル導体を含み、

前記2つの特定コイル導体の各々は前記多重環をなす複数の環にそれぞれ対応する複数の部分コイル導体を含み、

前記第2方向から眺めたときに前記2つの特定コイル導体によって挟まれる位置には、前記第1方向から眺めたときに前記多重環をなす複数の環の間隙と重なる幅を有して前記多重環に沿って延びる環状の空隙が形成される、積層コイル部品の製造方法であって、

前記2つの特定コイル導体の一方を磁性層に印刷する第1印刷工程、

前記空隙を形成するための材料を前記第1印刷工程の対象となった磁性層と異なる磁性層に印刷する第2印刷工程、

前記 2 つの特定コイル導体の他方を前記第 2 印刷工程を経た磁性層に印刷する第 3 印刷工程、および

前記第 1 印刷工程を経た磁性層に前記第 3 印刷工程を経た磁性層を積層して焼成前の積層体を作製する作製工程を備える、積層コイル部品の製造方法。

[請求項 8] 複数の磁性層を積層してなり、一方主面および他方主面を有した積層体と、

前記積層体の前記一方主面に形成された第 1 外部電極および第 2 外部電極と、

前記積層体に内蔵され、一端が前記第 1 外部電極、他端が前記第 2 外部電極に接続されたコイルと、

を有した積層コイル部品であって、

前記コイルは、前記複数の磁性層にそれぞれ形成された複数の環状のコイル導体を有し、

前記複数の環状のコイル導体の各々は、内側コイル導体および外側コイル導体を備え、

前記第 1 外部電極は、前記一方主面側で前記内側コイル導体に接続され、前記第 2 外部電極は、前記一方主面側で前記外側コイル導体に接続され、前記内側コイル導体と前記外側コイル導体とは前記他方主面側にて接続されている、

ことを特徴とする積層コイル部品。

[請求項 9] 前記外側コイル導体を流れる電流の向きは前記内側コイル導体を流れる電流の向きと一致する、請求項 8 記載の積層コイル部品。

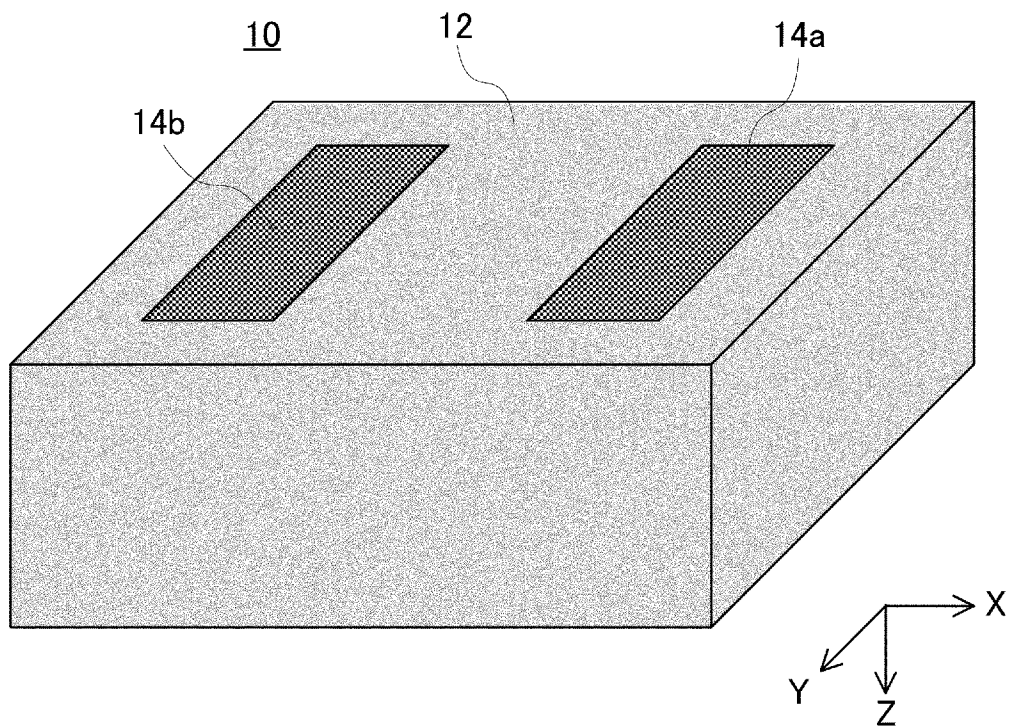
[請求項 10] 積層方向において隣り合う 2 つの環状のコイル導体の間には、前記積層方向から眺めて前記内側コイル導体および前記外側コイル導体の間隙と重なる幅を有し、かつ前記環状のコイル導体に沿って延びる環状の空隙が形成される、請求項 8 または 9 記載の積層コイル部品。

[請求項 11] 前記空隙は焼成によって消失する空隙形成材に基づく、請求項 10

記載の積層コイル部品。

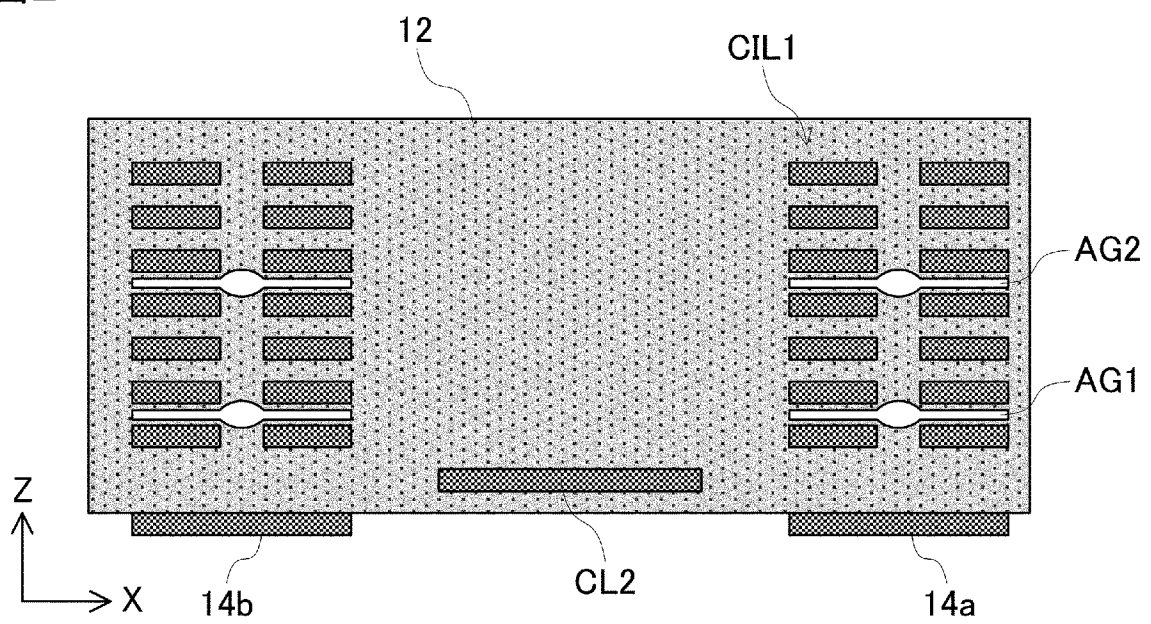
[図1]

図1



[図2]

図2



[図3]

図3

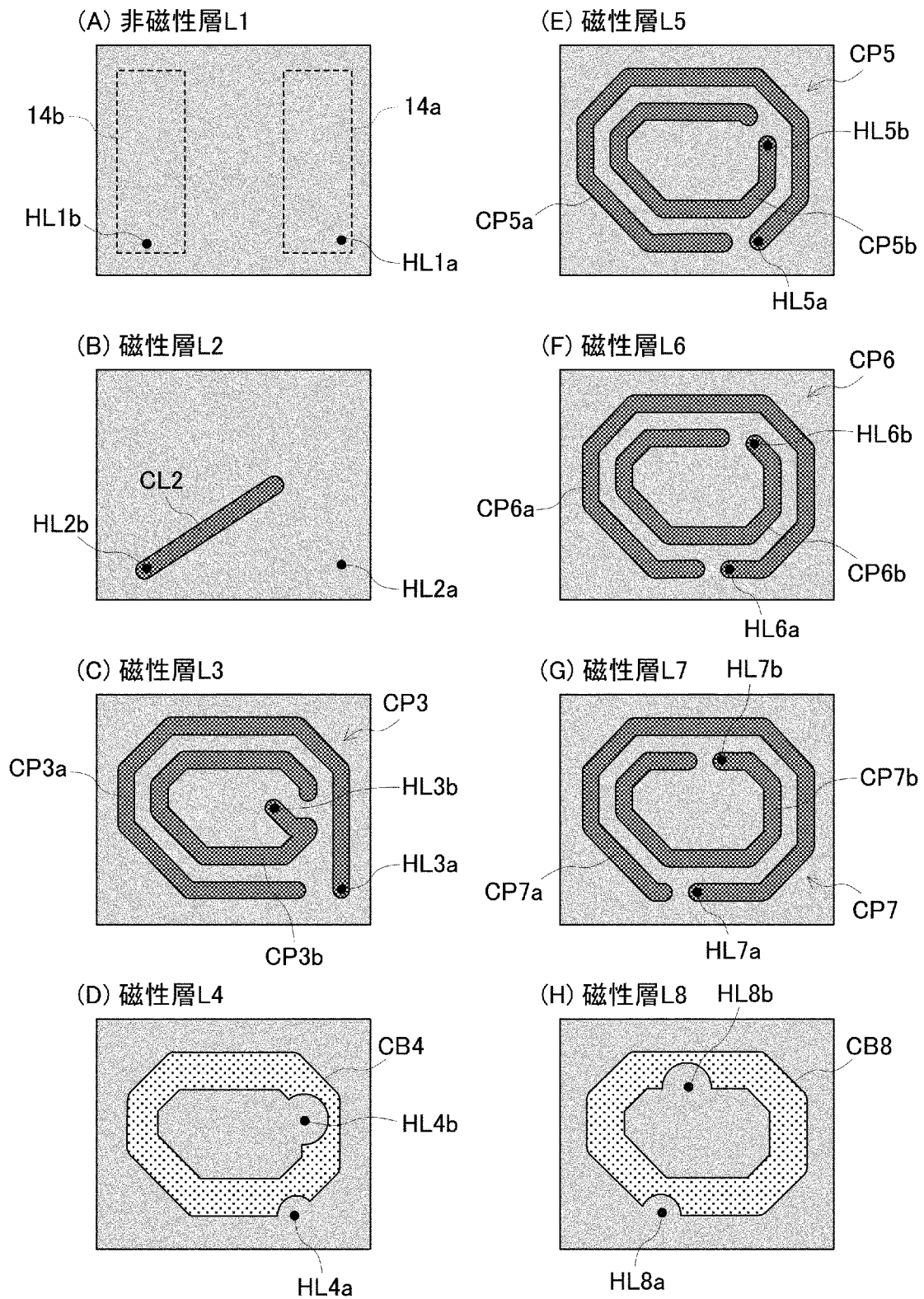
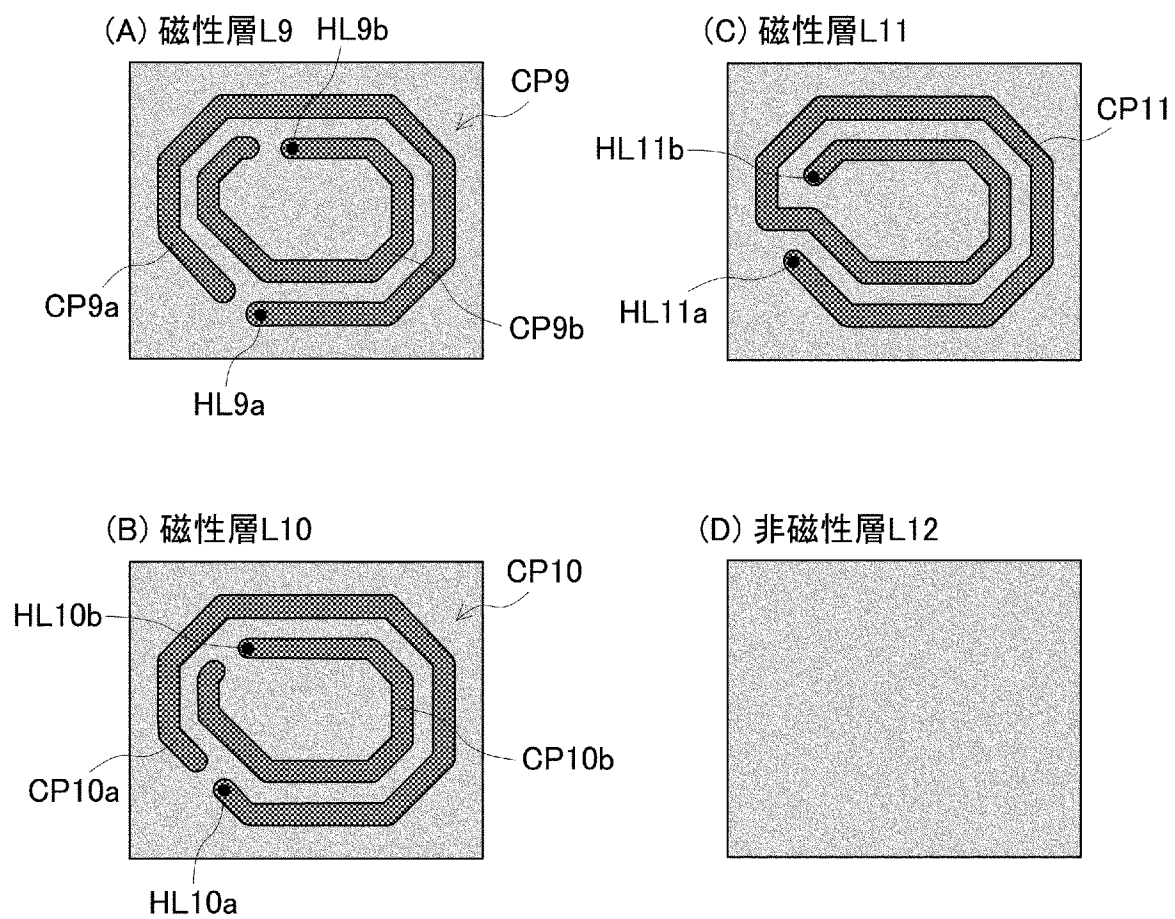


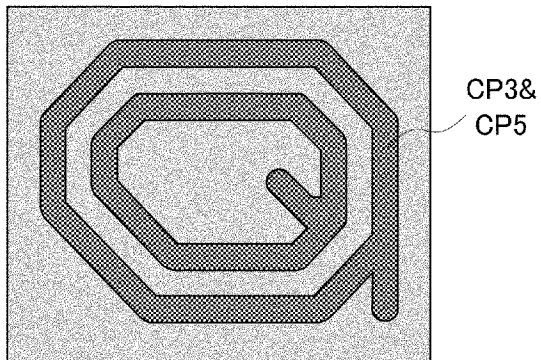
图4



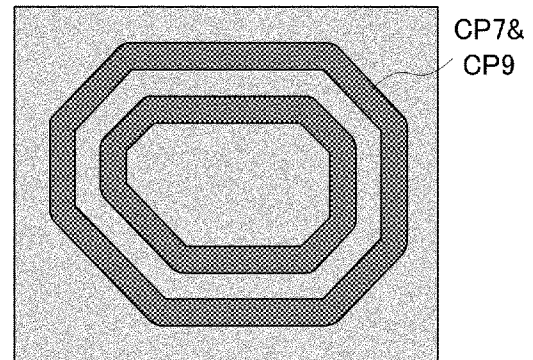
[図5]

図5

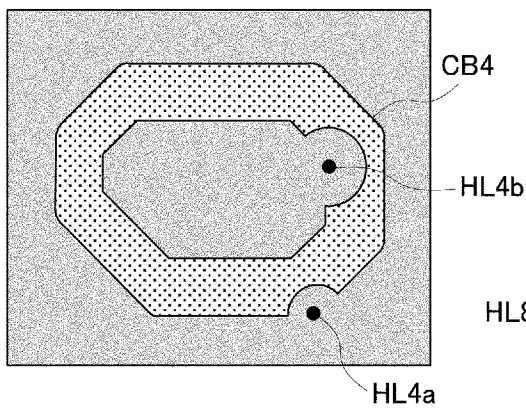
(A) 磁性層L3&L5



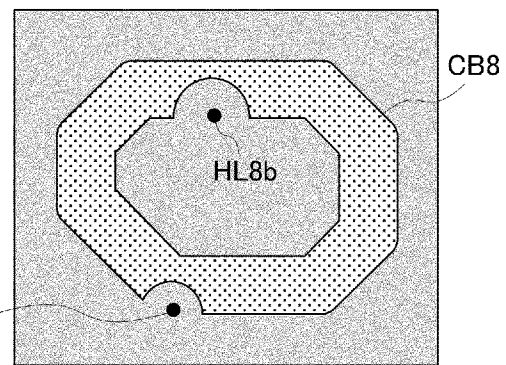
(D) 磁性層L7&L9



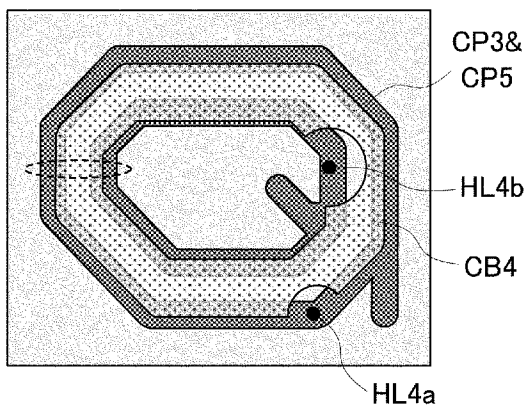
(B) 磁性層L4



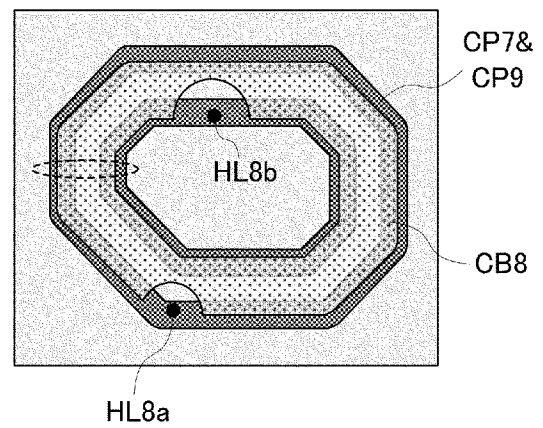
(E) 磁性層L8



(C) 磁性層L3 to L5

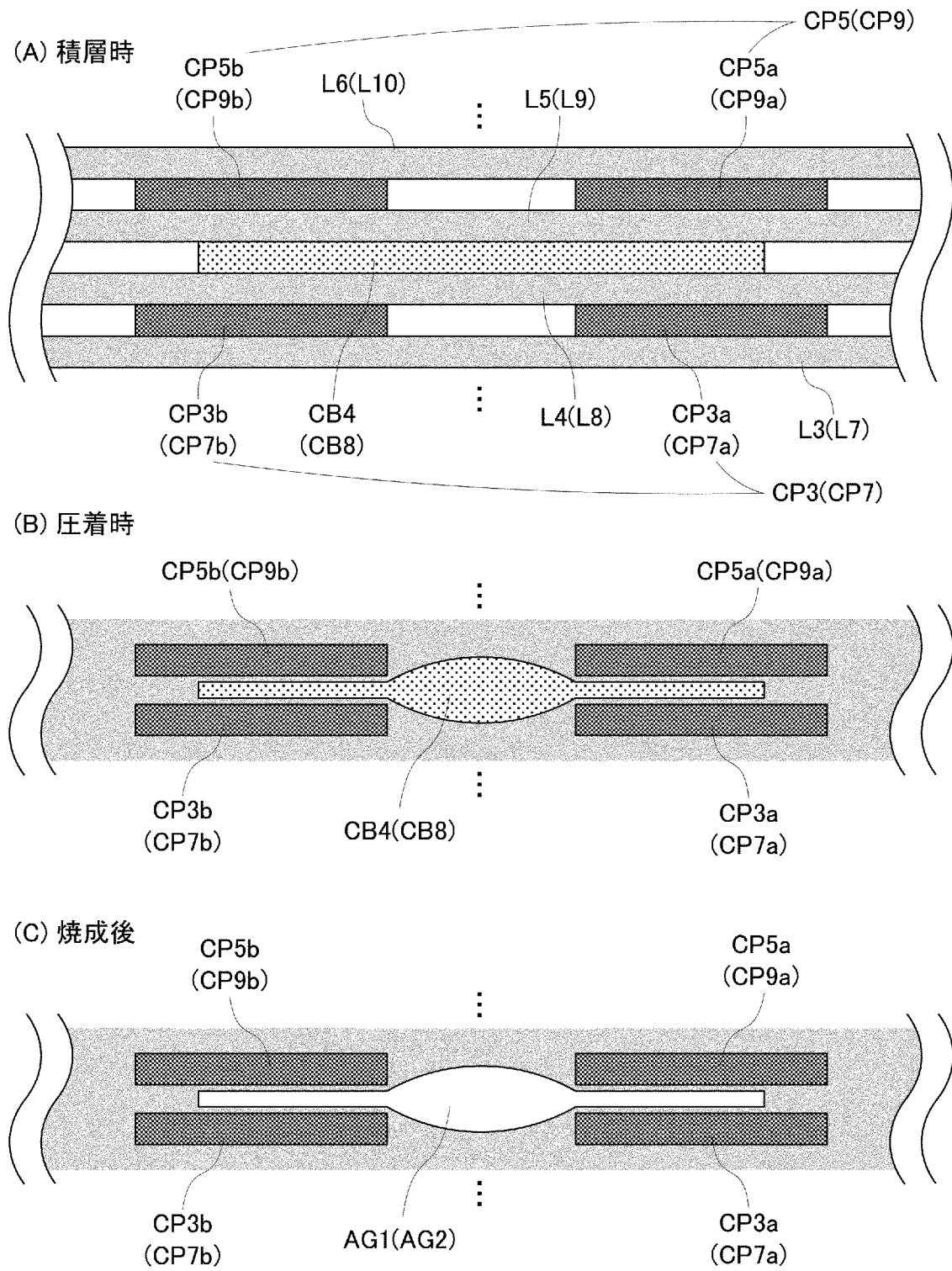


(F) 磁性層L7 to L9



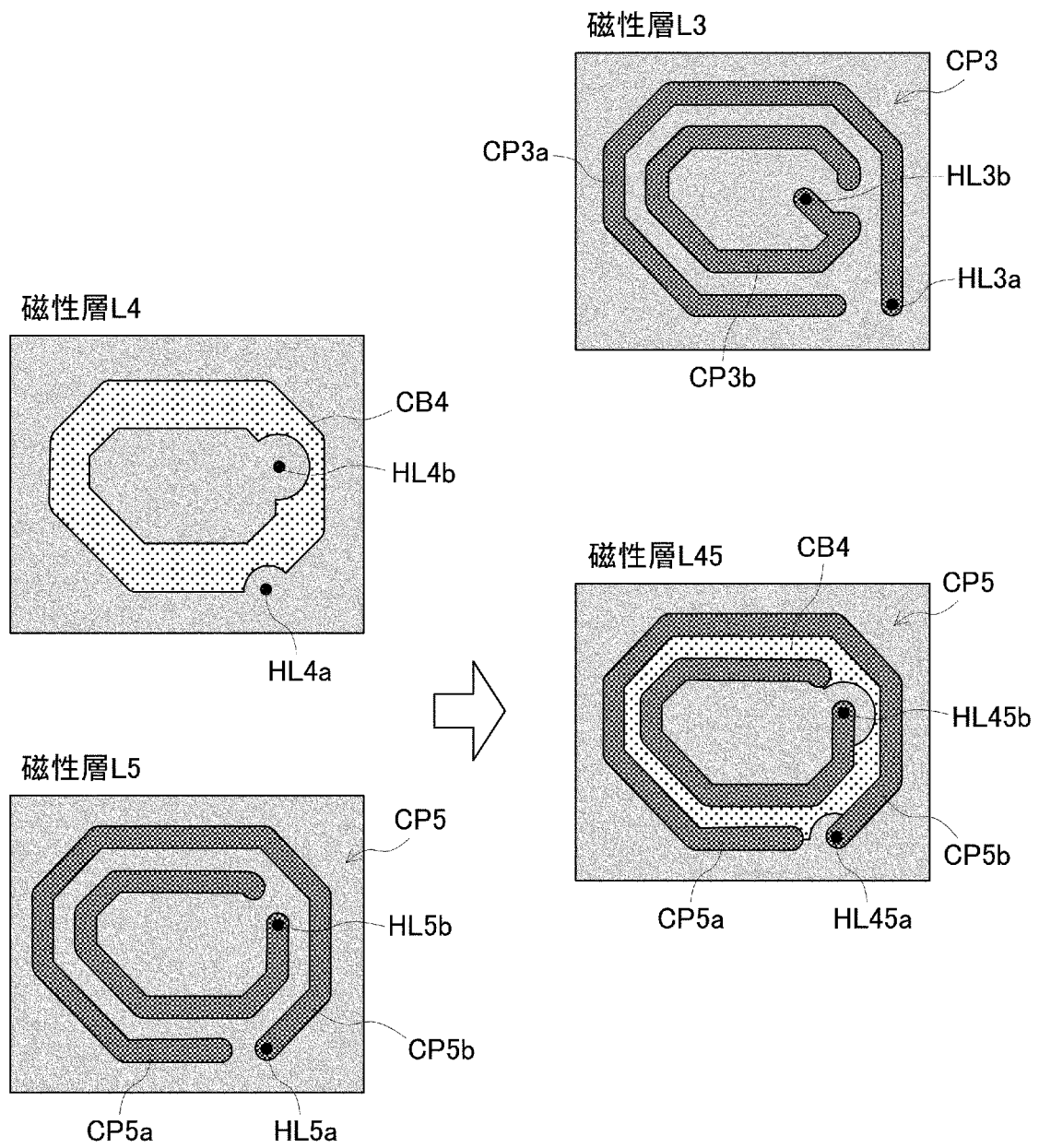
[図6]

図6



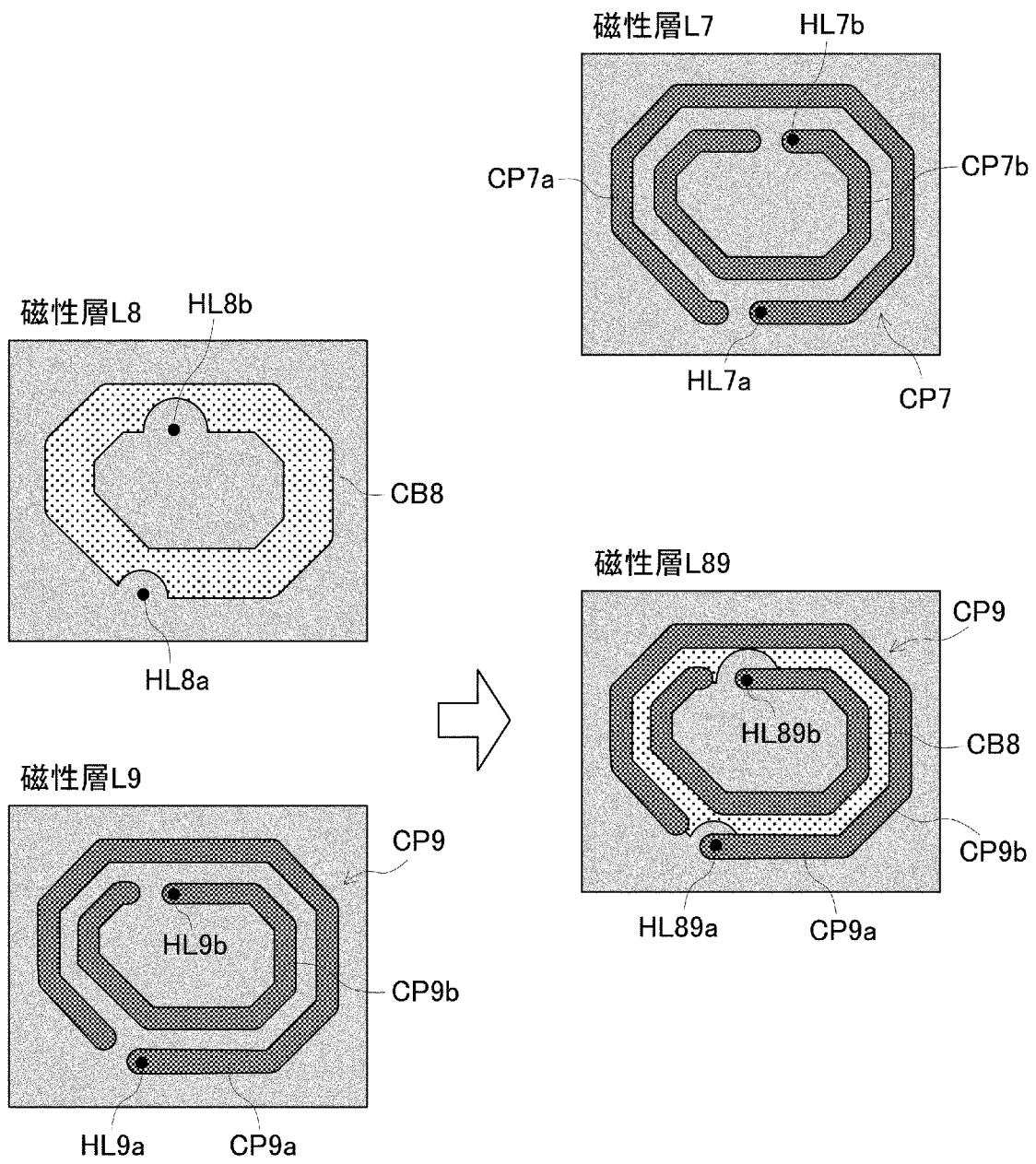
[図7]

図7



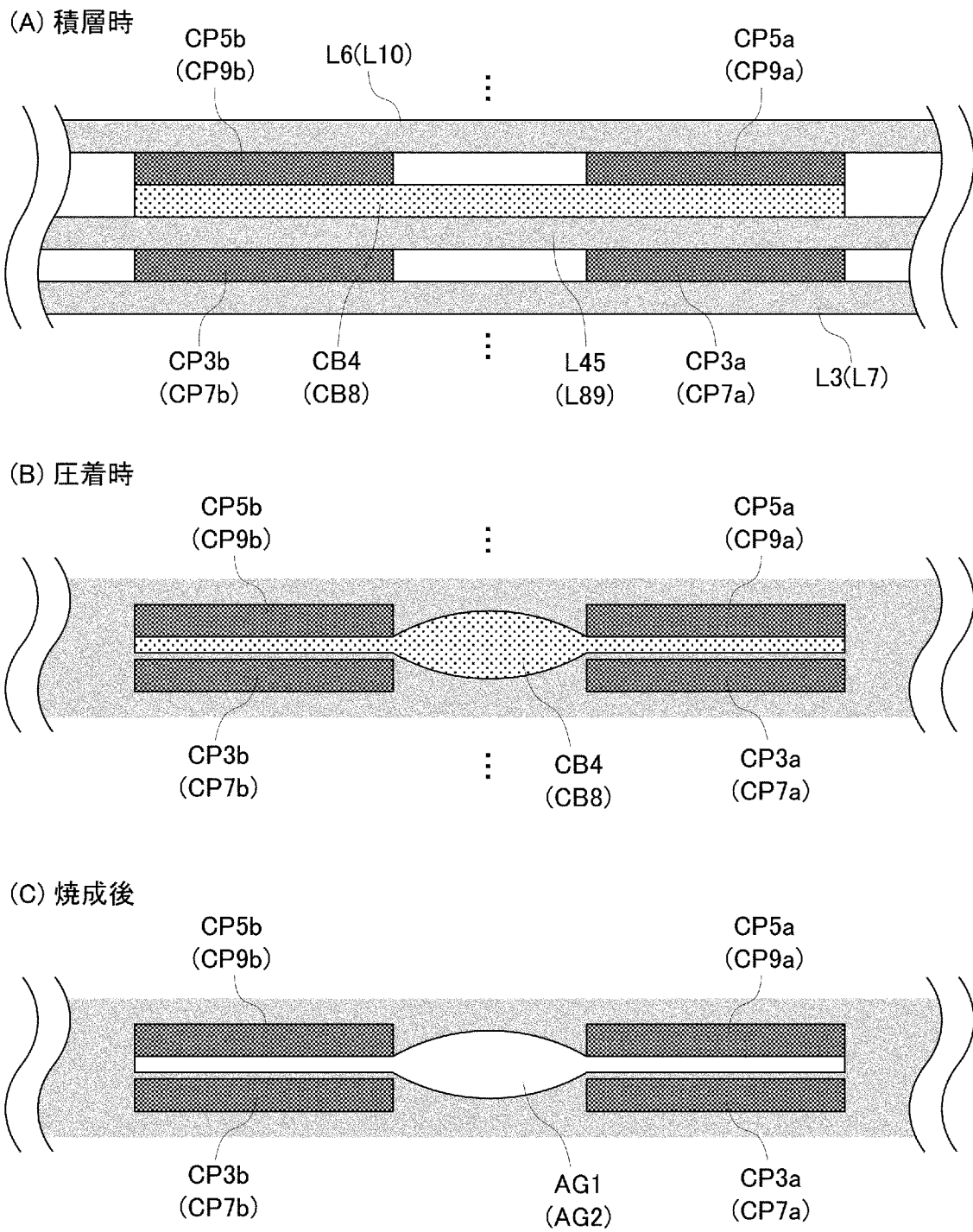
[図8]

図8



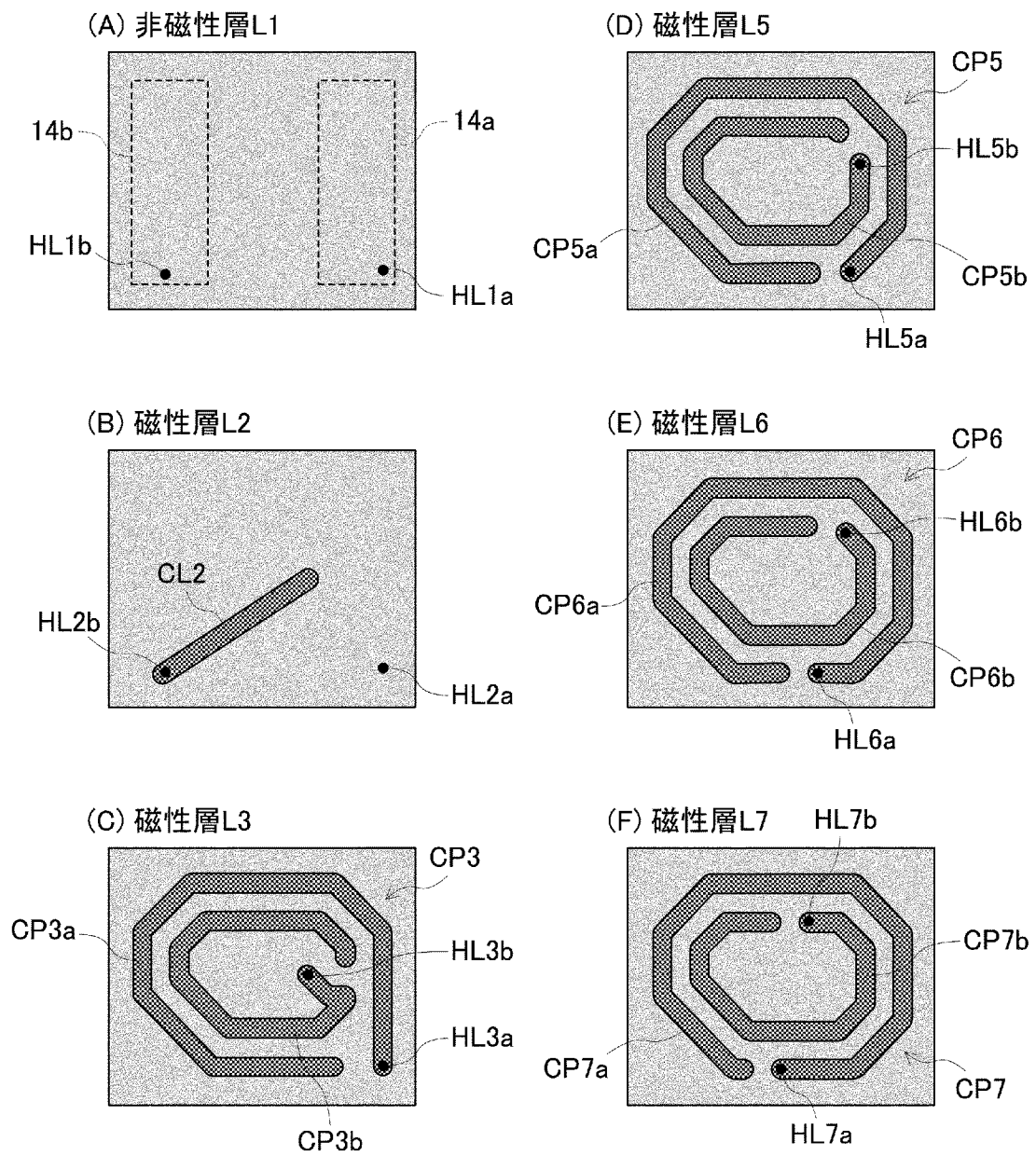
[図9]

図9



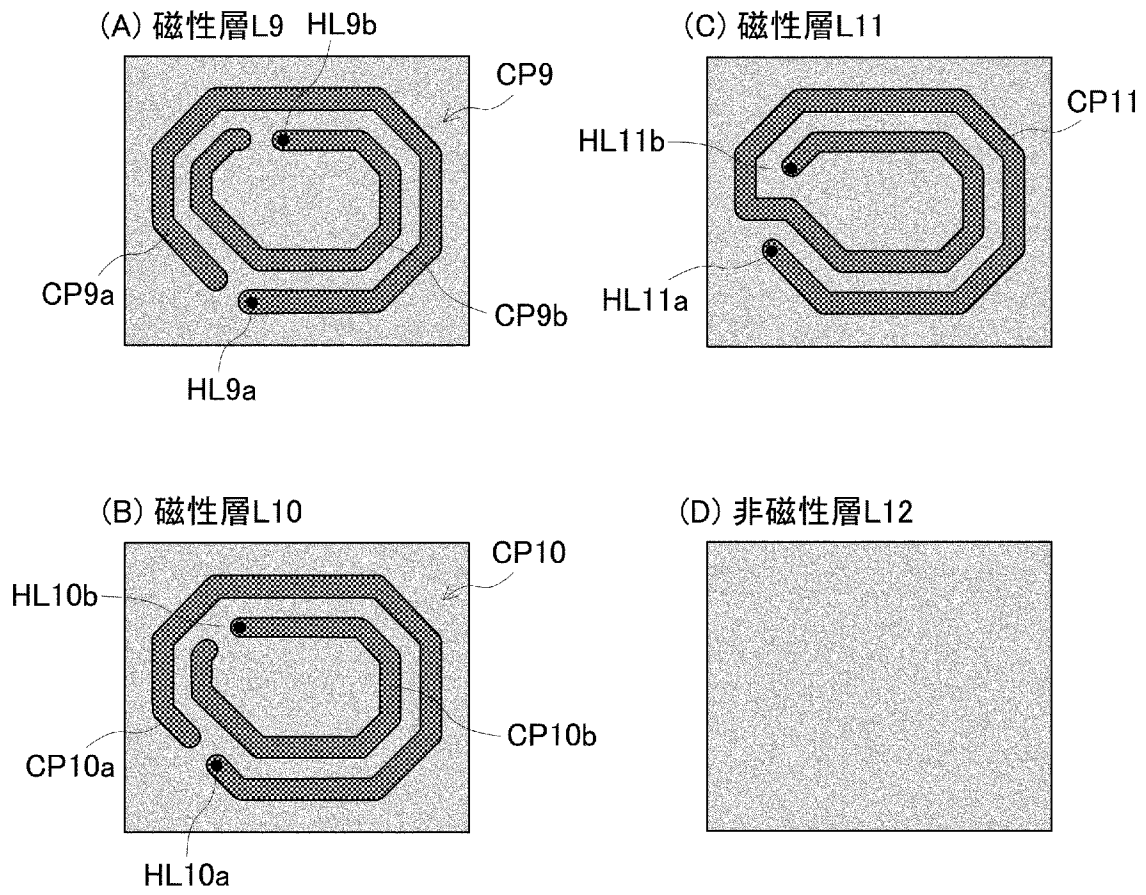
[図10]

図10



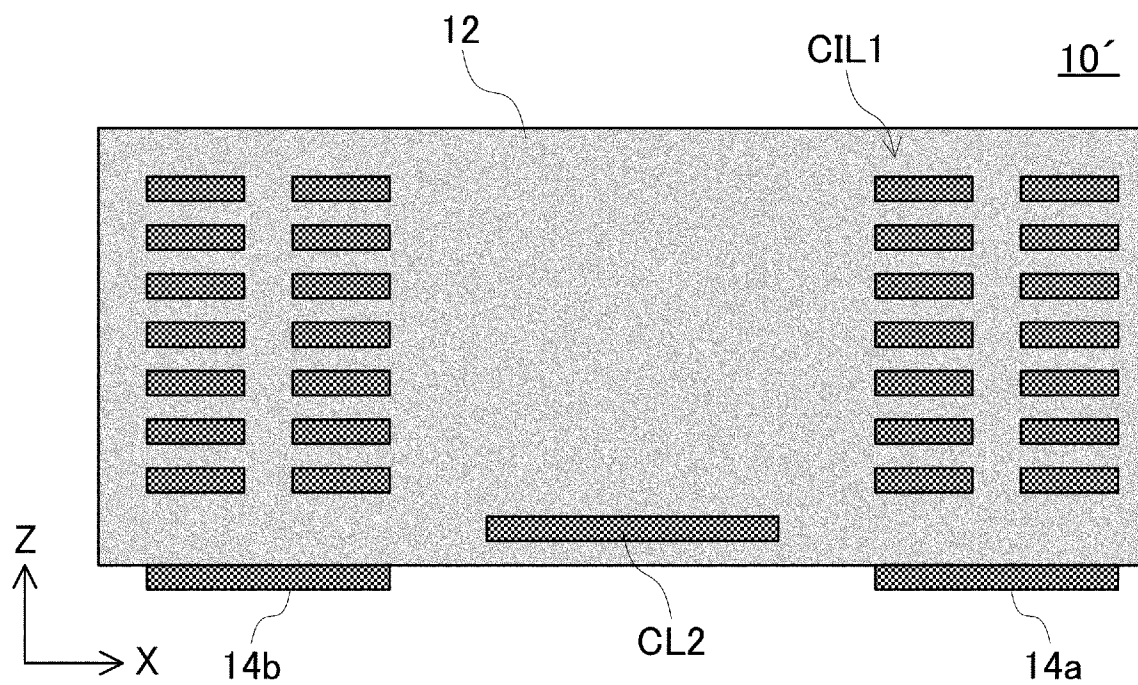
[図11]

図11



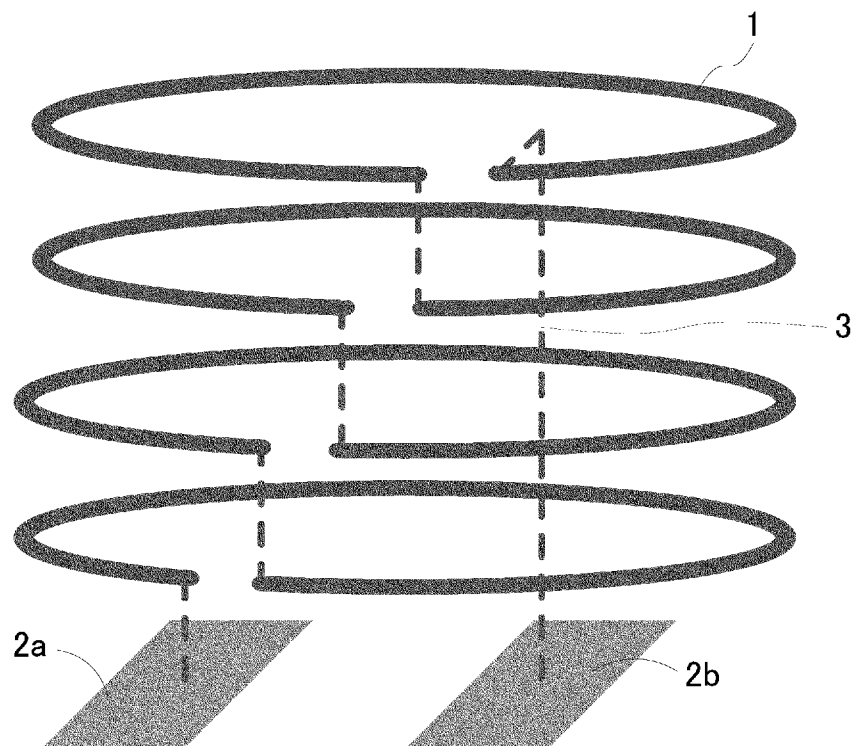
[図12]

図12



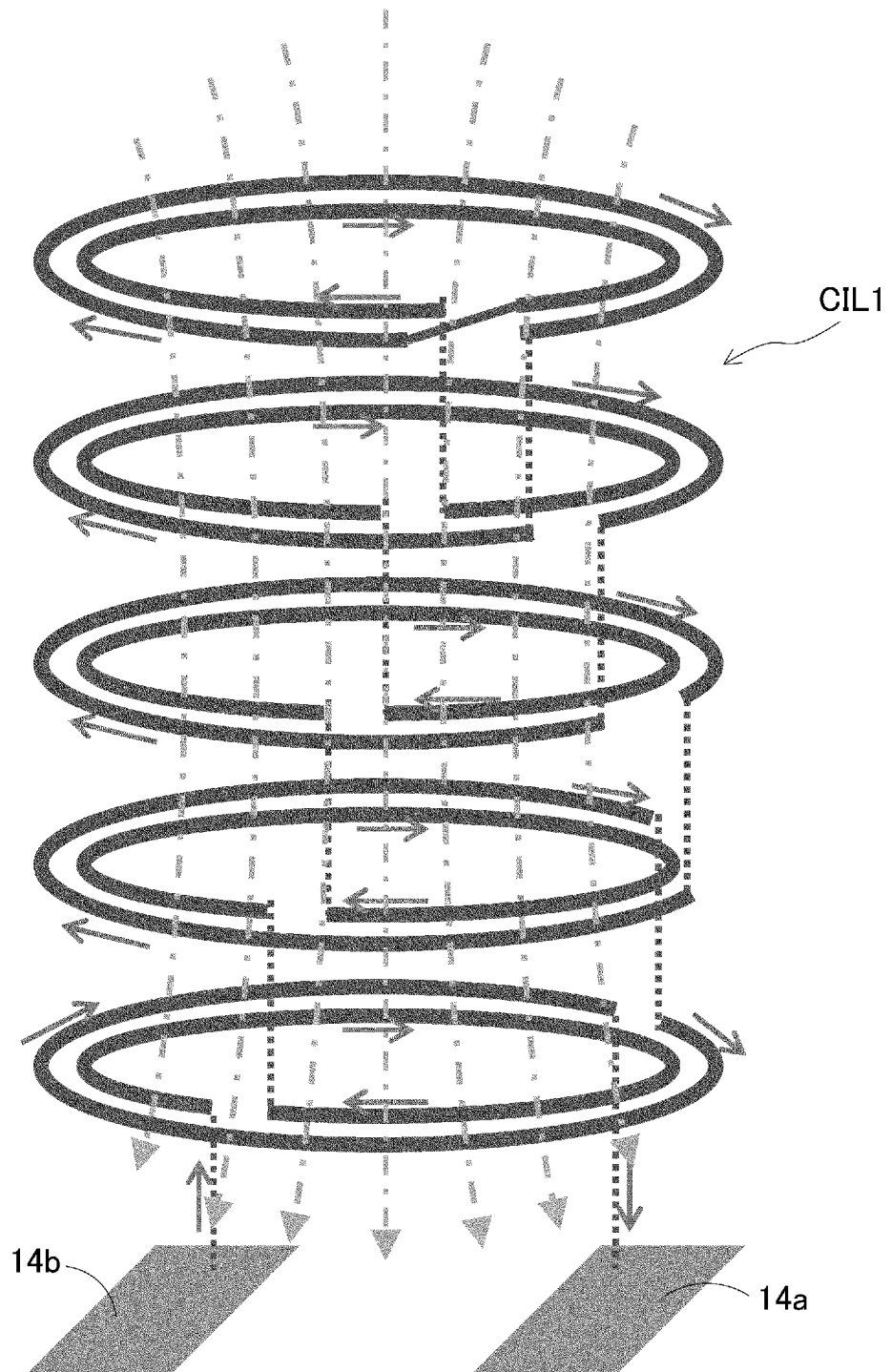
[図13]

図13



[図14]

図 14



[図15]

図15

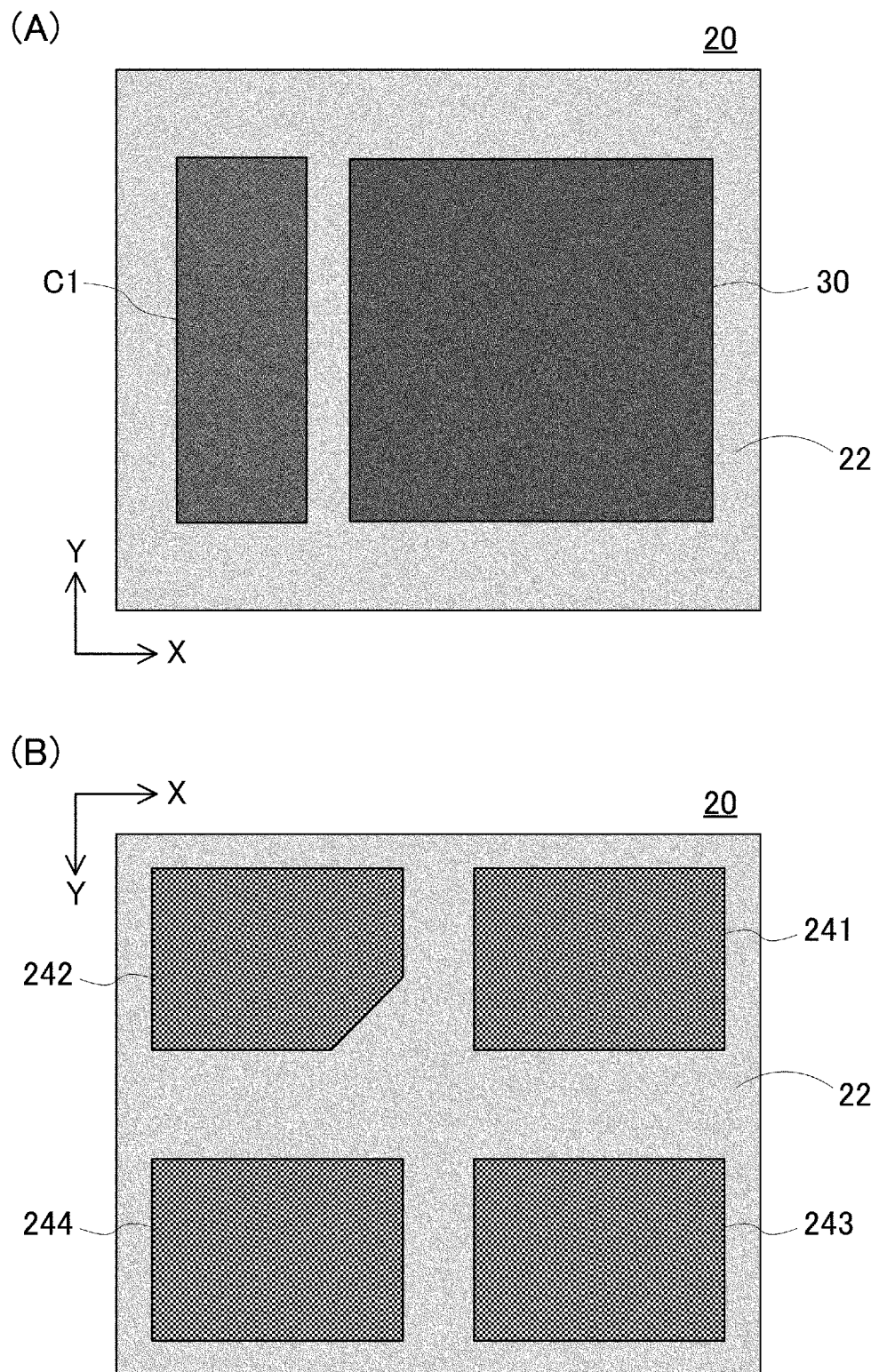
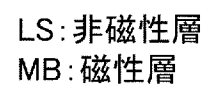
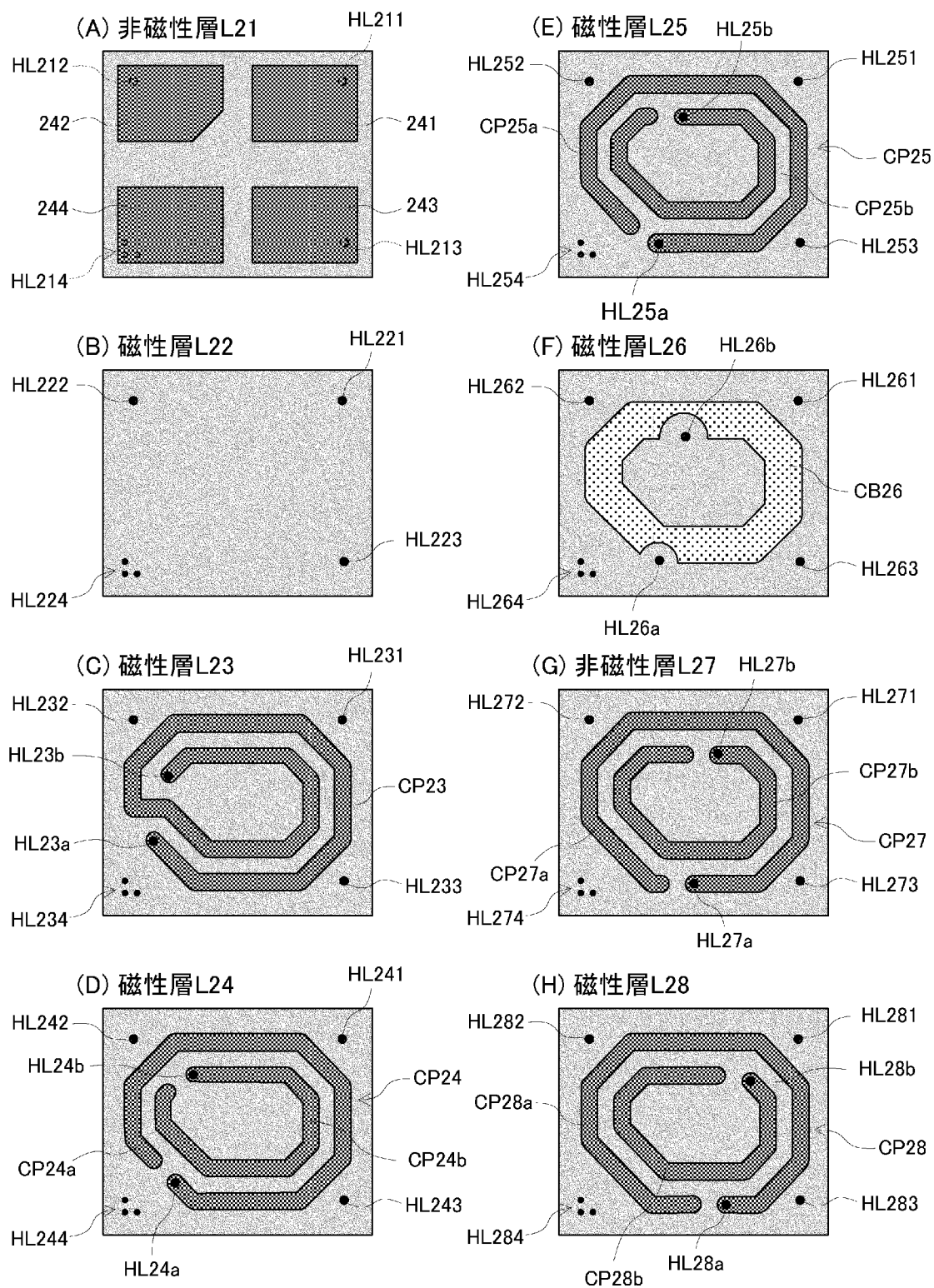


图 16



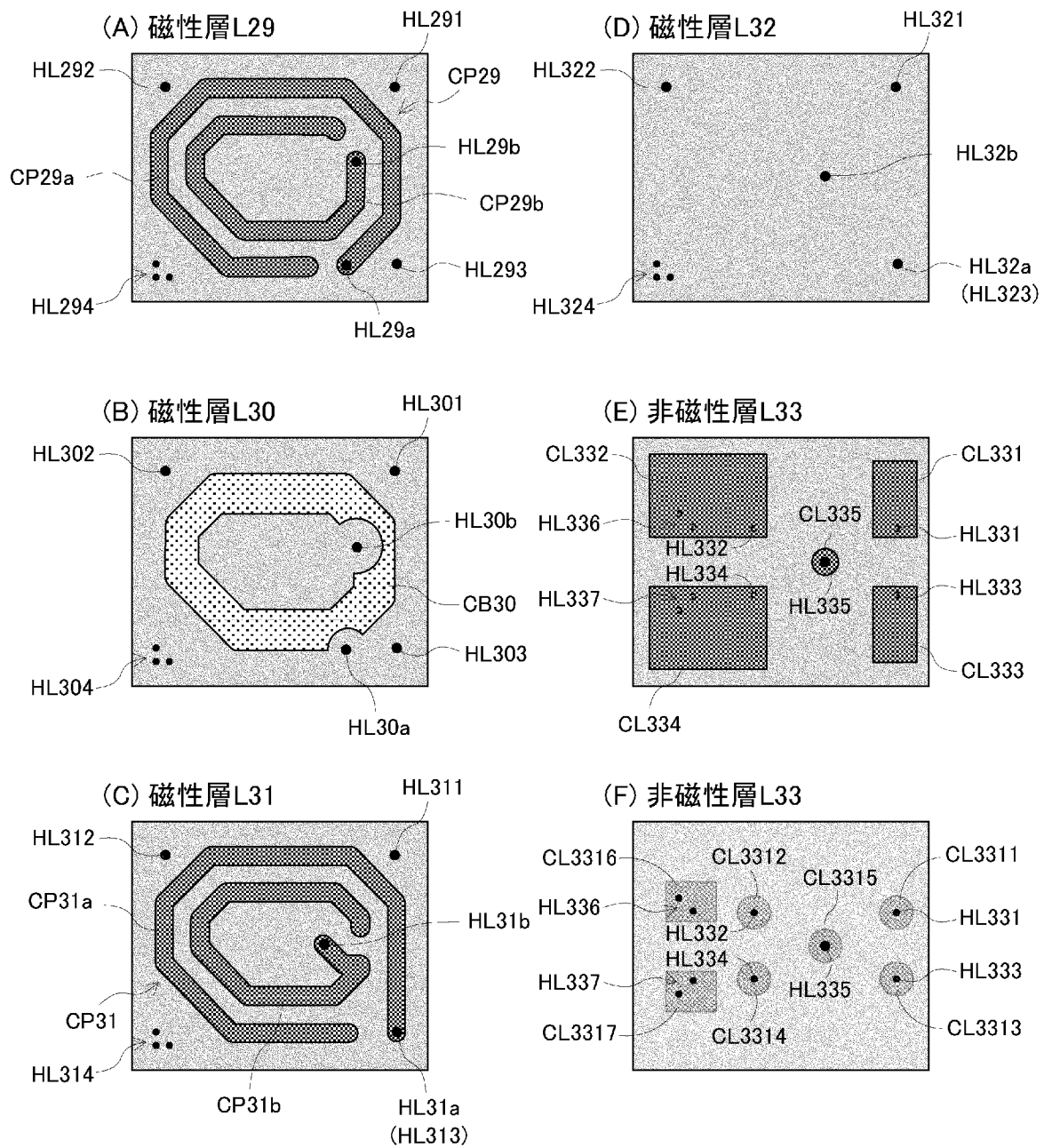
[図17]

図17



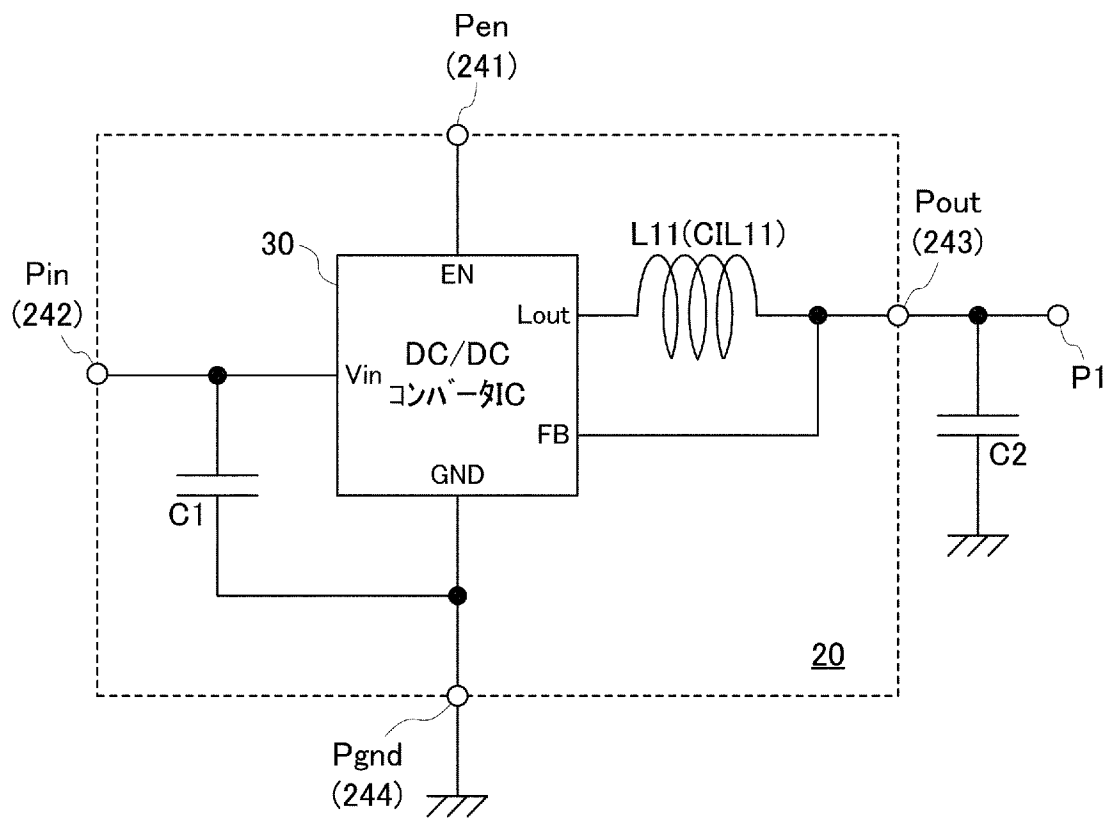
[図18]

図18



[図19]

図19



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/056743

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01F17/00(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, 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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
X	WO 96/28832 A1 (NATIONAL SEMICONDUCTOR CORP.), 19 September 1996 (19.09.1996), description, page 2, line 29 to page 3, line 2; page 6, lines 15 to 21; fig. 2, 4	8, 9
A	description, page 2, line 29 to page 3, line 2; page 6, lines 15 to 21; fig. 2, 4 & US 5610433 A1 & EP 759204 A	1-7, 10, 11
A	JP 2012-164770 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 30 August 2012 (30.08.2012), entire text; fig. 1 to 8 (Family: none)	1-11

☐ 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
01 May 2015 (01.05.15)

Date of mailing of the international search report
19 May 2015 (19.05.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

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, 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（I P C））

Int.Cl. H01F17/00, 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	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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
X	WO 9 6 / 2 8 8 3 2 A 1 (NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION) 1 9 9 6 . 0 9 . 1 9 明細書第 2 頁第 2 9 行 - 第 3 頁第 2 行, 第 6 頁第 1 5 - 2 1 行 第 2, 4 図	8, 9
A	明細書第 2 頁第 2 9 行 - 第 3 頁第 2 行, 第 6 頁第 1 5 - 2 1 行 第 2, 4 図 & US 5 6 1 0 4 3 3 A 1 & EP 7 5 9 2 0 4 A	1 - 7, 1 0, 1 1

☒ 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

0 1 . 0 5 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 9 . 0 5 . 2 0 1 5

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）

五貫 昭一

5 D

9 3 6 8

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

C (続き) . 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
A	J P 2012-164770 A (株式会社村田製作所) 2012.08.30 全文, 第1-8図 (ファミリーなし)	1-11