

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7543814号
(P7543814)

(45)発行日 令和6年9月3日(2024.9.3)

(24)登録日 令和6年8月26日(2024.8.26)

(51)国際特許分類		F I		
H 0 1 F	17/00 (2006.01)	H 0 1 F	17/00	D
H 0 1 F	17/04 (2006.01)	H 0 1 F	17/04	F
H 0 1 F	41/04 (2006.01)	H 0 1 F	41/04	C

請求項の数 15 (全16頁)

(21)出願番号	特願2020-167098(P2020-167098)	(73)特許権者	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
(22)出願日	令和2年10月1日(2020.10.1)	(74)代理人	100145403 弁理士 山尾 憲人
(65)公開番号	特開2022-59390(P2022-59390A)	(74)代理人	100132252 弁理士 吉田 環
(43)公開日	令和4年4月13日(2022.4.13)	(74)代理人	100189555 弁理士 徳山 英浩
審査請求日	令和5年7月19日(2023.7.19)	(72)発明者	生石 正之 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
		(72)発明者	小田原 充 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

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 コイル部品およびその製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

素体と、
前記素体内に設けられたコイルと
を備え、
前記素体は、第1方向に積層された複数の磁性層を有し、
前記コイルは、前記第1方向に積層された複数のコイル配線を有し、
前記素体は、さらに、前記第1方向からみて、前記コイル配線の少なくとも一部に重なるヒビ発生層を有し、
前記ヒビ発生層の内部にヒビが存在し、
前記ヒビ発生層は、ガラスから構成され、前記磁性層よりも靱性が低い層である、コイル部品。

【請求項2】

前記ヒビ発生層は、前記第1方向において隣り合う前記磁性層と前記コイル配線の間
に存在する、請求項1に記載のコイル部品。

【請求項3】

前記ヒビ発生層は、前記第1方向において隣り合う2つの前記コイル配線の間
に存在する、請求項1に記載のコイル部品。

【請求項4】

前記ヒビ発生層は、前記第1方向において隣り合う2つの前記磁性層の間
に存在する、

請求項 3 に記載のコイル部品。

【請求項 5】

前記ヒビ発生層は、さらに、前記第 1 方向に直交する方向において隣り合う前記磁性層と前記コイル配線の間が存在する、請求項 1 から 4 の何れか一つに記載のコイル部品。

【請求項 6】

前記コイル配線は、前記第 1 方向に直交する平面に沿って延在し、

前記コイル配線は、前記コイル配線の延在方向に直交する断面において、前記第 1 方向に直交する方向の両側の 2 つの側面を有し、

前記ヒビ発生層は、前記磁性層と前記コイル配線の側面の間が存在する、請求項 5 に記載のコイル部品。

10

【請求項 7】

前記ヒビ発生層の平均厚みは、10 μm 以下である、請求項 1 から 6 の何れか一つに記載のコイル部品。

【請求項 8】

前記ヒビ発生層の透磁率は、1 より大きい、請求項 1 から 7 の何れか一つに記載のコイル部品。

【請求項 9】

前記ヒビ発生層の透磁率は、前記磁性層の透磁率と同じまたはそれよりも低い、請求項 8 に記載のコイル部品。

【請求項 10】

未焼成磁性層、未焼成ヒビ発生層および未焼成コイル配線を準備する準備工程と、

前記未焼成磁性層、前記未焼成ヒビ発生層および前記未焼成コイル配線を第 1 方向に積層し、前記未焼成ヒビ発生層を前記第 1 方向からみて前記未焼成コイル配線の少なくとも一部と重なるようにする積層工程と、

前記未焼成磁性層、前記未焼成ヒビ発生層および前記未焼成コイル配線を焼成して、磁性層と、前記第 1 方向からみてコイル配線の少なくとも一部に重なるヒビ発生層とを有する素体を得るとともに、前記素体の内部に設けられ前記コイル配線を有するコイルを得る焼成工程と、

前記ヒビ発生層の内部にヒビを発生させるヒビ発生工程と

を備え、前記ヒビ発生層は、ガラスから構成され、前記磁性層よりも靱性が低い層である、コイル部品の製造方法。

20

30

【請求項 11】

前記ヒビ発生工程は、前記素体に対して、温度差 120 以上となるような熱衝撃処理を一回以上行う工程である、請求項 10 に記載のコイル部品の製造方法。

【請求項 12】

前記熱衝撃処理は、前記素体を液体窒素に一回以上浸漬する処理である、請求項 11 に記載のコイル部品の製造方法。

【請求項 13】

未焼成磁性層、未焼成ヒビ発生層および未焼成コイル配線を準備する準備工程と、

前記未焼成磁性層、前記未焼成ヒビ発生層および前記未焼成コイル配線を第 1 方向に積層し、前記未焼成ヒビ発生層を前記第 1 方向からみて前記未焼成コイル配線の少なくとも一部と重なるようにする積層工程と、

前記未焼成磁性層、前記未焼成ヒビ発生層および前記未焼成コイル配線を焼成して、磁性層と、前記第 1 方向からみてコイル配線の少なくとも一部に重なるヒビ発生層とを有する素体を得るとともに、前記素体の内部に設けられ前記コイル配線を有するコイルを得る焼成工程と

を備え、

前記焼成工程は、さらに、焼成温度が 300 となった際に大気開放する熱衝撃処理を行って、前記ヒビ発生層の内部にヒビを発生させる工程を含む、コイル部品の製造方法。

40

【請求項 14】

50

前記ヒビ発生層の透磁率は、1より大きい、請求項10から13の何れか一つに記載のコイル部品の製造方法。

【請求項15】

前記未焼成ヒビ発生層は、導体ペーストおよびガラスを含み、
前記焼成工程において、前記導体ペーストは、前記未焼成コイル配線と共に焼成されて前記コイル配線を形成し、前記ガラスは焼成されて前記ヒビ発生層を形成する、請求項10から14の何れか一つに記載のコイル部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、コイル部品およびその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来のコイル部品としては、特開平11-219821号公報（特許文献1）に記載されたものがある。このコイル部品は、積層体と、積層体内に設けられたコイルとを備え、積層体は、積層された複数の磁性体層を有し、コイルは、積層された複数の導体層を有する。そして、磁性体層と導体層の間に空隙部を設け、磁性体層と導体層とが接触しないようにすることで、磁性体層と導体層の間に発生する応力を緩和している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開平11-219821号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、前記従来のコイル部品では、空隙部は、導体層の全周に設けられているため、導体層は、磁性体層に直接に接触しておらず、導体層の位置、つまり、コイルの位置が安定しないおそれがあった。

【0005】

そこで、本開示は、コイル配線と磁性層の間に発生する応力を緩和しつつ、かつ、コイルの位置を安定できるコイル部品およびその製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

前記課題を解決するため、本発明のコイル部品は、
素体と、
素体内に設けられたコイルと
を備え、
素体は、第1方向に積層された複数の磁性層を有し、
コイルは、第1方向に積層された複数のコイル配線を有し、
素体は、さらに、第1方向からみて、コイル配線の少なくとも一部に重なるヒビ発生層を有し、
ヒビ発生層の内部にヒビが存在する。

【0007】

本発明のコイル部品によれば、ヒビ発生層の内部にヒビが存在するので、コイル配線と磁性層の間に発生する応力を緩和できる。また、コイル配線は、磁性層またはヒビ発生層に積層しているので、コイル配線の位置、つまり、コイルの位置が安定する。

【0008】

また、コイル部品の一実施形態では、ヒビ発生層は、第1方向において隣り合う磁性層とコイル配線の間が存在する。

【0009】

10

20

30

40

50

前記実施形態によれば、第1方向において隣り合う磁性層とコイル配線の境界部分に強い応力が発生するが、この境界部分にヒビ発生層を設けることで、応力を効果的に緩和できる。

【0010】

また、コイル部品の一実施形態では、ヒビ発生層は、第1方向において隣り合う2つのコイル配線の間が存在する。

【0011】

前記実施形態によれば、第1方向において隣り合う2つのコイル配線の間が発生する応力を効果的に緩和することができる。

【0012】

また、コイル部品の一実施形態では、ヒビ発生層は、第1方向において隣り合う2つの磁性層の間が存在する。

【0013】

前記実施形態によれば、ヒビ発生層をコイル配線に直接に設ける場合に比べて、ヒビ発生層を容易に設けることができる。

【0014】

また、コイル部品の一実施形態では、ヒビ発生層は、さらに、第1方向に直交する方向において隣り合う磁性層とコイル配線の間が存在する。

【0015】

前記実施形態によれば、第1方向に直交する方向における応力を緩和できる。

【0016】

また、コイル部品の一実施形態では、コイル配線は、第1方向に直交する平面に沿って延在し、コイル配線は、コイル配線の延在方向に直交する断面において、第1方向に直交する方向の両側の2つの側面を有し、ヒビ発生層は、磁性層とコイル配線の側面の間が存在する。

【0017】

前記実施形態によれば、磁性層とコイル配線の側面の間が発生する応力を緩和できる。

【0018】

また、コイル部品の一実施形態では、ヒビ発生層の平均厚みは、10 μm以下である。

【0019】

ここで、ヒビ発生層の平均厚みとは、コイル配線の延在方向に直交する断面におけるヒビ発生層の平均厚みをいう。

【0020】

前記実施形態によれば、ヒビ発生層は薄いので、ヒビ発生層が磁性を有さない場合、コイル部品として良好な特性（高インダクタンス値または高インピーダンス値）が得られる。

【0021】

また、コイル部品の一実施形態では、ヒビ発生層は、低靱性なガラスを含む。

【0022】

ここで、低靱性とは、「低靱性とは材料の粘りが低いこと」「外力に抗して破壊されやすい。すなわち、亀裂の進展が早く、極限強さが低く塑性、延性が低い状態」を言う。

【0023】

前記実施形態によれば、ヒビ発生層に確実にヒビを発生させることができる。

【0024】

また、コイル部品の一実施形態では、ヒビ発生層の透磁率は、1より大きい。

【0025】

前記実施形態によれば、コイル部品として良好な特性（高インダクタンス値または高インピーダンス値）が得られる。

また、コイル部品の一実施形態では、ヒビ発生層の透磁率は、磁性層の透磁率と同じまたはそれよりも低い。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 6 】

前記実施形態によれば、コイル部品として所望の特性が得られる。

【 0 0 2 7 】

また、コイル部品の製造方法の一実施形態では、

未焼成磁性層、未焼成ヒビ発生層および未焼成コイル配線を準備する準備工程と、

未焼成磁性層、未焼成ヒビ発生層および未焼成コイル配線を第1方向に積層し、未焼成ヒビ発生層を第1方向からみて未焼成コイル配線の少なくとも一部と重なるようにする積層工程と、

未焼成磁性層、未焼成ヒビ発生層および未焼成コイル配線を焼成して、磁性層と、第1方向からみてコイル配線の少なくとも一部に重なるヒビ発生層とを有する素体を得るとと

10

もに、素体の内部に設けられコイル配線を有するコイルを得る焼成工程と、

ヒビ発生層の内部にヒビを発生させるヒビ発生工程と

を備える。

【 0 0 2 8 】

ここで、未焼成磁性層は、例えば、磁性シートまたは磁性ペーストから構成される。未焼成コイル配線は、例えば、導体ペーストから構成される。未焼成ヒビ発生層は、例えば、ガラスを含有させた導体ペーストから構成される。

【 0 0 2 9 】

前記実施形態によれば、ヒビ発生層の内部にヒビを発生させるので、コイル配線と磁性層の間に発生する応力を緩和できる。また、コイル配線は、磁性層またはヒビ発生層に積層しているので、コイル配線の位置、つまり、コイルの位置が安定する。

20

【 0 0 3 0 】

また、コイル部品の製造方法の一実施形態では、ヒビ発生工程は、素体に対して、温度差120以上となるような熱衝撃処理を一回以上行う工程である。

【 0 0 3 1 】

前記実施形態によれば、ヒビ発生層の内部に確実にヒビを発生できる。

【 0 0 3 2 】

また、コイル部品の製造方法の一実施形態では、熱衝撃処理は、素体を液体窒素に一回以上浸漬する処理である。

【 0 0 3 3 】

前記実施形態によれば、浸漬という簡便な方法で、ヒビ発生層の内部にヒビを発生できる。

30

【 0 0 3 4 】

また、コイル部品の製造方法の一実施形態では、

未焼成磁性層、未焼成ヒビ発生層および未焼成コイル配線を準備する準備工程と、

未焼成磁性層、未焼成ヒビ発生層および未焼成コイル配線を第1方向に積層し、未焼成ヒビ発生層を第1方向からみて未焼成コイル配線の少なくとも一部と重なるようにする積層工程と、

未焼成磁性層、未焼成ヒビ発生層および未焼成コイル配線を焼成して、磁性層と、第1方向からみてコイル配線の少なくとも一部に重なるヒビ発生層とを有する素体を得るとと

40

もに、素体の内部に設けられコイル配線を有するコイルを得る焼成工程と

を備え、
焼成工程は、さらに、焼成温度が300となった際に大気開放する熱衝撃処理を行って、ヒビ発生層の内部にヒビを発生させる工程を含む。

【 0 0 3 5 】

ここで、未焼成磁性層は、例えば、磁性シートまたは磁性ペーストから構成される。未焼成コイル配線は、例えば、導体ペーストから構成される。未焼成ヒビ発生層は、例えば、ガラスを含有させた導体ペーストから構成される。

【 0 0 3 6 】

前記実施形態によれば、ヒビ発生層の内部にヒビを発生させるので、コイル配線と磁性

50

層の間に発生する応力を緩和できる。また、コイル配線は、磁性層またはヒビ発生層に積層しているため、コイル配線の位置、つまり、コイルの位置が安定する。

【発明の効果】

【0037】

本発明のコイル部品およびその製造方法によれば、コイル配線と磁性層との間の応力を緩和しつつ、かつ、コイルの位置を安定できる。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】本発明のコイル部品の第1実施形態を示す斜視図である。

【図2】図1のX-X断面図である。

10

【図3】コイル部品の分解平面図である。

【図4】図2のA部の拡大断面図である。

【図5A】コイル部品の製造方法の一例を説明する断面図である。

【図5B】コイル部品の製造方法の一例を説明する断面図である。

【図5C】コイル部品の製造方法の一例を説明する断面図である。

【図5D】コイル部品の製造方法の一例を説明する断面図である。

【図5E】コイル部品の製造方法の一例を説明する断面図である。

【図5F】コイル部品の製造方法の一例を説明する断面図である。

【図6】本発明のコイル部品の第2実施形態を示す断面図である。

【図7】コイル部品の製造方法の一例を説明する断面図である。

20

【図8】本発明のコイル部品の第3実施形態を示す断面図である。

【図9】コイル部品の製造方法の一例を説明する断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0039】

以下、本開示の一態様であるコイル部品およびその製造方法を図示の実施の形態により詳細に説明する。なお、図面は一部模式的なものを含み、実際の寸法や比率を反映していない場合がある。

【0040】

(第1実施形態)

図1は、コイル部品の第1実施形態を示す斜視図である。図2は、図1のX-X断面図であり、コイル部品のW方向の中心を通るLT断面図である。図3は、コイル部品の分解平面図であり、下図から上図にわたってT方向に沿った図を表している。なお、L方向は、コイル部品1の長さ方向であり、W方向は、コイル部品1の幅方向であり、T方向は、コイル部品1の高さ方向である。T方向は、特許請求の範囲に記載の「第1方向」の一実施形態である。以下、T方向の順方向を上側といい、T方向の逆方向を下側ともいう。

30

【0041】

図1と図2と図3に示すように、コイル部品1は、素体10と、素体10の内部に設けられたコイル20と、素体10の表面に設けられコイル20に電氣的に接続された第1外部電極31および第2外部電極32とを有する。

【0042】

40

コイル部品1は、第1、第2外部電極31、32を介して、図示しない回路基板の配線に電氣的に接続される。コイル部品1は、例えば、ノイズ除去フィルタとして用いられ、パソコン、DVDプレーヤー、デジタルカメラ、TV、携帯電話、カーエレクトロニクスなどの電子機器に用いられる。

【0043】

素体10は、略直方体状に形成されている。素体10の表面は、第1端面15と、第1端面15の反対側に位置する第2端面16と、第1端面15と第2端面16の間に位置する4つの側面17とを有する。第1端面15および第2端面16は、L方向に対向している。

【0044】

50

素体 10 は、複数の磁性層 11 を含む。複数の磁性層 11 は、T 方向に交互に積層される。磁性層 11 は、例えば、Ni - Cu - Zn 系のフェライト材料などの磁性材料からなる。磁性層 11 の厚みは、例えば、5 μm 以上でかつ 30 μm 以下である。なお、素体 10 は、部分的に非磁性層を含んでいてもよい。

【0045】

第 1 外部電極 31 は、素体 10 の第 1 端面 15 の全面と、素体 10 の側面 17 の第 1 端面 15 側の端部とを覆う。第 2 外部電極 32 は、素体 10 の第 2 端面 16 の全面と、素体 10 の側面 17 の第 2 端面 16 側の端部とを覆う。第 1 外部電極 31 は、コイル 20 の第 1 端に電氣的に接続され、第 2 外部電極 32 は、コイル 20 の第 2 端に電氣的に接続される。なお、第 1 外部電極 31 は、第 1 端面 15 と 1 つの側面 17 に渡って形成される L 字形状であってもよく、第 2 外部電極 32 は、第 2 端面 16 と 1 つの側面 17 に渡って形成される L 字形状であってもよい。

10

【0046】

コイル 20 は、T 方向に沿って、螺旋状に巻回されている。コイル 20 は、例えば、Ag または Cu などの導電性材料からなる。コイル 20 は、複数のコイル配線 21 と複数の引出導体層 61, 62 とを有する。

【0047】

2 層の第 1 引出導体層 61 と、複数のコイル配線 21 と、2 層の第 2 引出導体層 62 とは、T 方向に順に積層され、接続部 25 を介して電氣的に順に接続される。接続部 25 は、磁性層 11 を積層方向に貫通して設けられる。

20

【0048】

具体的に述べると、4 層のコイル配線 21 は、T 方向に順に接続されて、T 方向に沿った螺旋を形成する。コイル配線 21 は、T 方向に直交する平面に沿って延在する。コイル配線 21 は、1 ターン未満に巻回された形状に形成されている。第 1 引出導体層 61 は、素体 10 の第 1 端面 15 から露出して第 1 外部電極 31 に接続され、第 2 引出導体層 62 は、素体 10 の第 2 端面 16 から露出して第 2 外部電極 32 に接続される。

【0049】

コイル配線 21 は、1 層のコイル導体層から構成される。コイル導体層の厚みは、例えば、10 μm 以上 40 μm 以下である。コイル導体層は、例えば、導体ペーストを印刷し乾燥して形成される。なお、コイル配線 21 は、複数層のコイル導体層から構成されていてもよい。このとき、複数層のコイル導体層は、T 方向に積層され、T 方向に隣り合うコイル導体層は、互いに面接触する。

30

【0050】

図 4 は、図 2 の A 部の拡大断面図である。つまり、図 4 は、コイル配線 21 の延在方向に直交する断面を示す。図 4 に示すように、素体 10 は、さらに、T 方向からみて、コイル配線 21 の少なくとも一部に重なるヒビ発生層 40 を有する。ヒビ発生層 40 の内部にヒビ 40a が存在する。

【0051】

ヒビ発生層 40 は、磁性層 11 に比べて、ヒビ 40a が発生しやすい層である。具体的に述べると、ヒビ発生層 40 は、靱性が低い層であり、脆性破壊が起こりやすい層である。例えば、ヒビ発生層 40 は、磁性層 11 と比べて強度が低い。ヒビ発生層 40 は、例えば、ガラスから構成される。好ましくは、ヒビ発生層 40 は、磁性を有する。

40

【0052】

ヒビ発生層 40 の内部のヒビ 40a は、ヒビ発生層 40 の内部に収まっており磁性層 11 の内部にまで連続して延在しない。このヒビ 40a は、従来の空隙部よりも小さく、所謂クラックである。

【0053】

これによれば、ヒビ発生層 40 の内部にヒビ 40a が存在するので、このヒビ 40a によりコイル配線 21 と磁性層 11 の間に発生する応力を緩和できる。また、コイル配線 21 は、磁性層 11 またはヒビ発生層 40 に積層しているので、コイル配線 21 の周囲は従

50

来のような空隙部に囲まれておらず、コイル配線 2 1 の位置、つまり、コイル 2 0 の位置が安定する。

【 0 0 5 4 】

また、ヒビ 4 0 a は、従来の空隙部と比べて厚みがほとんどないため、コイル部品 1 としての良好な特性（高インダクタンス値または高インピーダンス値）が得られる。また、ヒビ 4 0 a は、ヒビ発生層 4 0 の内部に収まっているので、ヒビ 4 0 a が素体 1 0 の外面に到達せず、耐候性に優れる。また、ヒビ 4 0 a は、ヒビ発生層 4 0 の内部に設けられるので、ヒビ 4 0 a が発生する位置や、ヒビ 4 0 a の大きさを制御でき、さらに、ヒビ 4 0 a の形状も安定し、この結果、コイル部品 1 の特性のばらつきを低減できる。

【 0 0 5 5 】

なお、ヒビ発生層 4 0 は、T 方向からみて、コイル配線 2 1 の全てに重なっていれば、応力をより緩和できるが、ヒビ発生層 4 0 は、T 方向からみて、コイル配線 2 1 の少なくとも一部に重なっていればよい。

【 0 0 5 6 】

本開示のコイル部品 1 では、磁性層 1 1 において、本願の応力緩和の目的以外で、前記ヒビ 4 0 a とは異なるヒビが設けられていてもよい。言い換えると、応力緩和の目的で設けられたヒビ 4 0 a は、ヒビ発生層 4 0 の内部に存在する。

【 0 0 5 7 】

好ましくは、ヒビ発生層 4 0 は、T 方向において隣り合う磁性層 1 1 とコイル配線 2 1 の間に存在する。これによれば、T 方向において隣り合う磁性層 1 1 とコイル配線 2 1 の境界部分に強い応力が発生するが、この境界部分にヒビ発生層 4 0 を設けることで、応力を効果的に緩和できる。

【 0 0 5 8 】

好ましくは、ヒビ発生層 4 0 は、複数設けられ、複数のヒビ発生層 4 0 は、全てのコイル配線 2 1 のそれぞれに接触して設けられる。好ましくは、全てのヒビ発生層 4 0 の内部にヒビ 4 0 a が存在している。これによれば、応力をより緩和できる。

【 0 0 5 9 】

なお、全てのコイル配線 2 1 の内の少なくとも一つのコイル配線 2 1 に接触するように、少なくとも一つヒビ発生層 4 0 を設けてもよい。また、全てのヒビ発生層 4 0 の内の少なくとも一つヒビ発生層 4 0 の内部に、ヒビ 4 0 a が発生していればよい。つまり、複数のヒビ発生層 4 0 の内、ヒビ 4 0 a のないヒビ発生層 4 0 が存在していてもよい。

【 0 0 6 0 】

好ましくは、ヒビ発生層 4 0 は、さらに、T 方向に直交する方向において隣り合う磁性層 1 1 とコイル配線 2 1 の間に存在する。これによれば、T 方向に直交する方向における応力を緩和できる。

【 0 0 6 1 】

具体的に述べると、コイル配線 2 1 は、コイル配線 2 1 の延在方向に直交する断面において、T 方向の両側の 2 つの面 2 1 a , 2 1 b と、T 方向に直交する方向（幅方向）の両側の 2 つの側面 2 1 c , 2 1 d とを有する。つまり、コイル配線 2 1 は、T 方向の上側の上面 2 1 a と、T 方向の下側の下面 2 1 b と、幅方向のコイル 2 0 の内磁路側（コイル 2 0 の中心軸側）の内側面 2 1 c と、幅方向のコイル 2 0 の外磁路側（素体 1 0 のサイドギャップ側）の外側面 2 1 d とを有する。上面 2 1 a は、下面 2 1 b よりも短く、コイル配線 2 1 の断面形状は、台形である。コイル配線 2 1 の断面において、コイル配線 2 1 の T 方向の厚み t は、コイル配線 2 1 の L 方向の最大幅 w よりも小さい。

【 0 0 6 2 】

そして、ヒビ発生層 4 0 は、磁性層 1 1 とコイル配線 2 1 の上面 2 1 a の間に存在し、さらに、磁性層 1 1 とコイル配線 2 1 の内側面 2 1 c および外側面 2 1 d の間にも存在する。これによれば、磁性層 1 1 とコイル配線 2 1 の上面 2 1 a の間に発生する応力を緩和し、さらに、磁性層 1 1 とコイル配線 2 1 の内側面 2 1 c および外側面 2 1 d の間に発生する応力をも緩和できる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 3 】

なお、コイル配線 2 1 の断面形状は、矩形でなくてもよく、四角形以外の多角形であってもよく、長円形や楕円形であってもよい。この場合であっても、ヒビ発生層 4 0 は、T 方向において隣り合う磁性層 1 1 とコイル配線 2 1 の間に存在し、さらに、T 方向に直交する方向において隣り合う磁性層 1 1 とコイル配線 2 1 の間にも存在する。

【 0 0 6 4 】

また、ヒビ発生層 4 0 は、下面 2 1 b、内側面 2 1 c および外側面 2 1 d に接触するように設けられていてもよく、または、上面 2 1 a または下面 2 1 b のみに接触するように設けられていてもよい。つまり、ヒビ発生層 4 0 は、上面 2 1 a または下面 2 1 b に接触している。したがって、ヒビ発生層 4 0 は、内側面 2 1 c および外側面 2 1 d に比べて面積が大きく応力の発生し易い上面 2 1 a または下面 2 1 b に接触するため、効果的に応力を緩和できる。

10

【 0 0 6 5 】

好ましくは、ヒビ発生層 4 0 の平均厚みは、 $10\ \mu\text{m}$ 以下である。これによれば、ヒビ発生層 4 0 は薄いので、ヒビ発生層 4 0 が磁性を有さない場合、コイル部品 1 として良好な特性（高インダクタンス値または高インピーダンス値）が得られる。

【 0 0 6 6 】

ここで、ヒビ発生層 4 0 の平均厚みとは、コイル配線 2 1 の延在方向に直交する断面におけるヒビ発生層 4 0 の平均厚みをいう。例えば、コイル部品 1 の W 方向の中心を通る LT 断面で、かつ、コイル配線 2 1 の延在方向に直交する断面において、ヒビ発生層 4 0 の複数個所の厚みを測定し、その平均値を求める。

20

【 0 0 6 7 】

好ましくは、ヒビ発生層 4 0 は、低靱性なガラスを含む。これによれば、ヒビ発生層 4 0 に確実にヒビを発生させることができる。ここで、低靱性とは、「低靱性とは材料の粘りが低いこと」「外力に抗して破壊されやすい。すなわち、亀裂の進展が早く、極限強さが低く塑性、延性が低い状態」を言う。

【 0 0 6 8 】

好ましくは、ヒビ発生層 4 0 の透磁率は、1 より大きい。これによれば、コイル部品 1 として良好な特性（高インダクタンス値または高インピーダンス値）が得られる。好ましくは、ヒビ発生層 4 0 の透磁率は、磁性層の透磁率と同じまたはそれよりも低い。これによれば、コイル部品 1 として所望の特性が得られる。

30

【 0 0 6 9 】

次に、図 5 A から図 5 F を用いて、コイル部品 1 の製造方法を説明する。図 5 A から図 5 F は、コイル配線 2 1 の延在方向に直交する LT 断面を示す。

【 0 0 7 0 】

まず、未焼成磁性層、未焼成ヒビ発生層および未焼成コイル配線を準備する。これを、準備工程という。未焼成磁性層は、磁性ペーストから構成される。未焼成コイル配線は、導体ペーストから構成される。未焼成ヒビ発生層は、ガラスを含有させた導体ペーストから構成される。なお、未焼成ヒビ発生層は、導体ペーストを含まないで、ガラスから構成してもよいが、導体ペーストを含むことで、均一に薄く形成できる。

40

【 0 0 7 1 】

続いて、未焼成磁性層、未焼成ヒビ発生層および未焼成コイル配線を T 方向に積層し、未焼成ヒビ発生層を T 方向からみて未焼成コイル配線の少なくとも一部と重なるようにする。これを、積層工程という。

【 0 0 7 2 】

具体的に述べると、図 5 A に示すように、第 1 未焼成磁性層 1 1 1 上に未焼成コイル配線 2 1 1 を積層する。未焼成コイル配線 2 1 1 の下面 2 1 1 b は、第 1 未焼成磁性層 1 1 1 に接触する。

【 0 0 7 3 】

図 5 B に示すように、未焼成コイル配線 2 1 1 の上面 2 1 1 a、内側面 2 1 1 c および

50

外側面 2 1 1 d に、未焼成ヒビ発生層 4 0 0 を設ける。

【 0 0 7 4 】

図 5 C に示すように、未焼成ヒビ発生層 4 0 0 における未焼成コイル配線 2 1 1 の上面 2 1 1 a に対向する部分を露出し、未焼成ヒビ発生層 4 0 0 における未焼成コイル配線 2 1 1 の内側面 2 1 1 c および外側面 2 1 1 d に対向する部分を覆うように、第 1 未焼成磁性層 1 1 1 上に第 2 未焼成磁性層 1 1 2 を積層する。

【 0 0 7 5 】

図 5 D に示すように、未焼成ヒビ発生層 4 0 0 における未焼成コイル配線 2 1 1 の上面 2 1 1 a に対向する部分を覆うように、第 2 未焼成磁性層 1 1 2 上に第 3 未焼成磁性層 1 1 3 を積層する。以上の積層工程を複数回繰り返して積層体を形成する。

10

【 0 0 7 6 】

続いて、未焼成磁性層 1 1 1 ~ 1 1 3、未焼成ヒビ発生層 4 0 0 および未焼成コイル配線 2 1 1、つまり、積層体を焼成して、図 5 E に示すように、磁性層 1 1 とヒビ発生層 4 0 とを有する素体 1 0 を得るとともに、素体 1 0 の内部に設けられコイル配線 2 1 を有するコイル 2 0 を得る。ヒビ発生層 4 0 は、T 方向からみてコイル配線 2 1 の少なくとも一部に重なる。これを、焼成工程という。

【 0 0 7 7 】

焼成工程において、未焼成磁性層 1 1 1 ~ 1 1 3 は、焼成されて、磁性層 1 1 を形成する。また、未焼成ヒビ発生層 4 0 0 の一部である導体ペーストは、未焼成コイル配線 2 1 1 と共に焼成されて、コイル配線 2 1 を形成する。また、未焼成ヒビ発生層 4 0 0 の一部

20

【 0 0 7 8 】

続いて、図 5 F に示すように、ヒビ発生層 4 0 の内部にヒビ 4 0 a を発生させる。これを、ヒビ発生工程という。そして、図 2 に示すコイル部品 1 を製造する。

【 0 0 7 9 】

このように、ヒビ発生層 4 0 の内部にヒビ 4 0 a を発生させるので、コイル配線 2 1 と磁性層 1 1 の間に発生する応力を緩和できる。また、コイル配線 2 1 は、磁性層 1 1 またはヒビ発生層 4 0 に積層しているので、コイル配線 2 1 の位置、つまり、コイル 2 0 の位置が安定する。

【 0 0 8 0 】

好ましくは、ヒビ発生工程は、素体 1 0 に対して、温度差 1 2 0 以上となるような熱衝撃処理を一回以上行う工程である。これによれば、ヒビ発生層 4 0 の内部に確実にヒビ 4 0 a を発生できる。好ましくは、熱衝撃処理は、素体 1 0 を液体窒素に一回以上浸漬する処理である。これによれば、浸漬という簡便な方法で、ヒビ発生層 4 0 の内部にヒビ 4 0 a を発生できる。

30

【 0 0 8 1 】

なお、前記ヒビ発生工程を設けなくて、前記焼成工程において、ヒビ発生層 4 0 の内部にヒビ 4 0 a を発生してもよい。具体的に述べると、前記焼成工程は、さらに、焼成温度が 3 0 0 となった際に大気開放（炉空け）する熱衝撃処理を行って、ヒビ発生層 4 0 の内部にヒビ 4 0 a を発生させる工程を含む。これにより、前記ヒビ発生工程を設ける場合に比べて、ヒビ 4 0 a を形成する際の付加的な設備や工程を省くことができる。

40

【 0 0 8 2 】

（第 2 実施形態）

図 6 は、本発明のコイル部品の第 2 実施形態を示す断面図である。第 2 実施形態は、第 1 実施形態とは、コイル配線の形状が相違する。この相違する構成を以下に説明する。その他の構成は、第 1 実施形態と同じ構成であり、その説明を省略する。

【 0 0 8 3 】

図 6 に示すように、第 2 実施形態のコイル部品 1 A では、コイル 2 0 A のコイル配線 2 1 A の形状は、コイル配線 2 1 A の延在方向に直交する断面において、楕円形となっている。コイル配線 2 1 A は、円弧状の上面 2 1 a と円弧状の下面 2 1 b とを有する。

50

【 0 0 8 4 】

コイル配線 2 1 A は、2 層の磁性層 1 1 の間に挟まれている。具体的に述べると、コイル配線 2 1 A の下面 2 1 b は、下側の磁性層 1 1 と接触する。コイル配線 2 1 A の上面 2 1 a と上側の磁性層 1 1 との間には、ヒビ発生層 4 0 が存在する。つまり、ヒビ発生層 4 0 は、コイル配線 2 1 A の上面 2 1 a に接触する。

【 0 0 8 5 】

そして、ヒビ発生層 4 0 は、T 方向において隣り合う磁性層 1 1 とコイル配線 2 1 A の間に存在する。ヒビ発生層 4 0 は、さらに、T 方向に直交する L 方向において隣り合う磁性層 1 1 とコイル配線 2 1 A の間にも存在する。

【 0 0 8 6 】

次に、コイル部品 1 A の製造方法を説明する。

【 0 0 8 7 】

図 7 に示すように、T 方向に沿って順に、第 1 未焼成磁性層 1 1 1、未焼成コイル配線 2 1 1、未焼成ヒビ発生層 4 0 0 および第 2 未焼成磁性層 1 1 2 を積層する。このとき、未焼成コイル配線 2 1 1 の下面 2 1 1 b は、第 1 未焼成磁性層 1 1 1 に接触し、未焼成コイル配線 2 1 1 の上面 2 1 1 a は、未焼成ヒビ発生層 4 0 0 に接触する。未焼成磁性層は、前記第 1 実施形態と異なり、磁性シートから構成される。

【 0 0 8 8 】

その後、前記第 1 実施形態の焼成工程およびヒビ発生工程を経て、図 6 に示すように、ヒビ発生層 4 0 の内部にヒビ 4 0 a を発生させて、コイル部品 1 A を製造する。

【 0 0 8 9 】

第 2 実施形態のコイル部品 1 A では、前記第 1 実施形態のコイル部品 1 と同様の効果を有する。

【 0 0 9 0 】

(第 3 実施形態)

図 8 は、本発明のコイル部品の第 3 実施形態を示す断面図である。第 3 実施形態は、第 1 実施形態とは、コイル配線の形状およびヒビ発生層の位置が相違する。この相違する構成を以下に説明する。その他の構成は、第 1 実施形態と同じ構成であり、その説明を省略する。

【 0 0 9 1 】

図 8 に示すように、第 3 実施形態のコイル部品 1 B では、コイル 2 0 B のコイル配線 2 1 B の形状は、コイル配線 2 1 B の延在方向に直交する断面において、楕円形となっている。コイル配線 2 1 B は、円弧状の上面 2 1 a と円弧状の下面 2 1 b とを有する。

【 0 0 9 2 】

コイル配線 2 1 B は、2 層の磁性層 1 1 の間に挟まれている。具体的に述べると、コイル配線 2 1 B の下面 2 1 b は、下側の磁性層 1 1 と接触する。コイル配線 2 1 B の上面 2 1 a は、上側の磁性層 1 1 と接触する。

【 0 0 9 3 】

ヒビ発生層 4 0 は、T 方向において隣り合う 2 つのコイル配線 2 1 B の間に存在する。これによれば、T 方向において隣り合う 2 つのコイル配線 2 1 B の間に発生する応力を効果的に緩和することができる。

【 0 0 9 4 】

具体的に述べると、ヒビ発生層 4 0 は、T 方向において隣り合う 2 つの磁性層 1 1 の間に存在する。つまり、ヒビ発生層 4 0 は、コイル配線 2 1 B に接触していない。これによれば、ヒビ発生層 4 0 をコイル配線 2 1 B に直接に設ける場合に比べて、ヒビ発生層 4 0 を容易に設けることができる。

【 0 0 9 5 】

コイル配線 2 1 B の延在方向に直交する断面において、T 方向に直交する L 方向の幅に関して、ヒビ発生層 4 0 の幅は、コイル配線 2 1 B の幅と同じである。なお、ヒビ発生層 4 0 の幅は、コイル配線 2 1 B の幅よりも広くてもよく、この場合、ヒビ発生層 4 0 の内

10

20

30

40

50

部のヒビ40aにより、応力をより緩和できる。一方、ヒビ発生層40の幅は、コイル配線21Bの幅よりも狭くてもよく、この場合、ヒビ発生層40は、素体10の外磁路や内磁路まで延びず、また、ヒビ発生層40は、コイル20Bの磁束を邪魔しない。

【0096】

次に、コイル部品1Bの製造方法を説明する。

【0097】

図9に示すように、T方向に沿って順に、第1未焼成磁性層111、第1の未焼成コイル配線211、第2未焼成磁性層112、未焼成ヒビ発生層400、第3未焼成磁性層113、第2の未焼成コイル配線211、および、第4未焼成磁性層114を積層する。このとき、第1の未焼成コイル配線211の下面211bは、第1未焼成磁性層111に接触し、第1の未焼成コイル配線211の上面211aは、第2未焼成磁性層112に接触する。また、第2の未焼成コイル配線211の下面211bは、第3未焼成磁性層113に接触し、第2の未焼成コイル配線211の上面211aは、第4未焼成磁性層114に接触する。また、第2未焼成磁性層112と第3未焼成磁性層113の間の一部に未焼成ヒビ発生層400が存在する。未焼成磁性層は、前記第1実施形態と異なり、磁性シートから構成される。

10

【0098】

その後、前記第1実施形態の焼成工程およびヒビ発生工程を経て、図8に示すように、ヒビ発生層40の内部にヒビ40aを発生させて、コイル部品1Bを製造する。

【0099】

20

第3実施形態のコイル部品1Bでは、前記第1実施形態のコイル部品1と同様の効果を有する。

【0100】

なお、本発明は上述の実施形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で設計変更可能である。例えば、第1から第3実施形態のそれぞれの特徴点を様々に組み合わせてもよい。コイル配線の数量やヒビ発生層の数量の増減は、設計変更可能である。

【符号の説明】

【0101】

1, 1A, 1B コイル部品

10 素体

11 磁性層

20, 20A, 20B コイル

21, 21A, 21B コイル配線

25 接続部

31 第1外部電極

32 第2外部電極

40 ヒビ発生層

40a ヒビ

111 ~ 114 第1 ~ 第4未焼成磁性層

211 未焼成コイル配線

400 未焼成ヒビ発生層

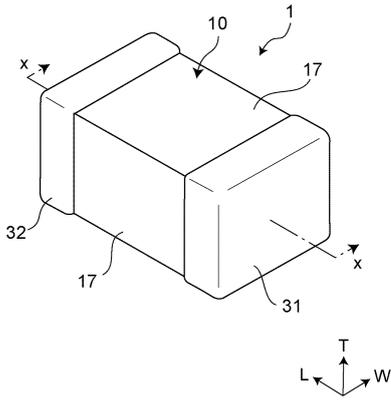
30

40

【図面】

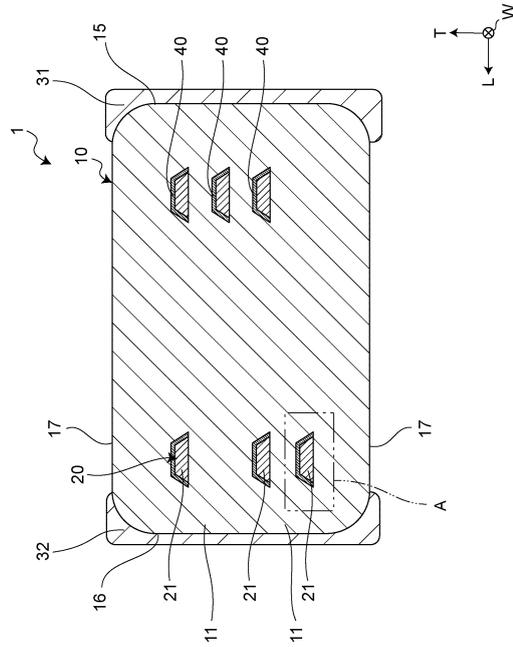
【図 1】

図1



【図 2】

図2

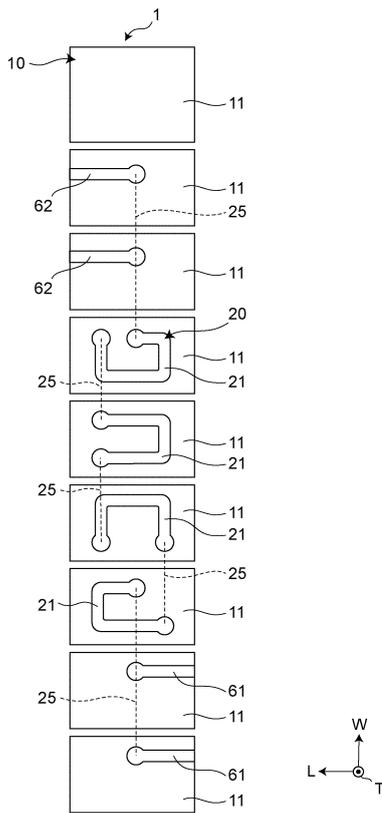


10

20

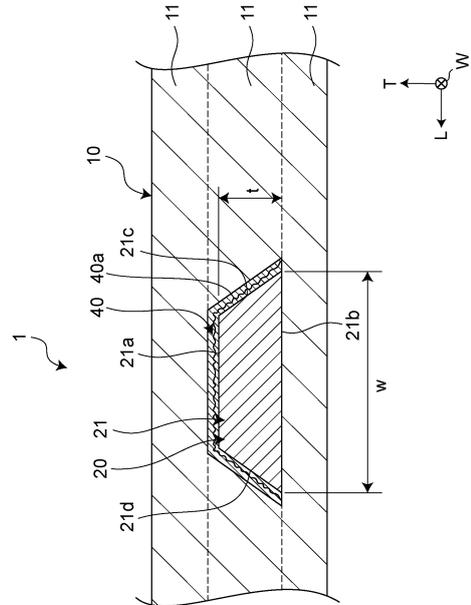
【図 3】

図3



【図 4】

図4



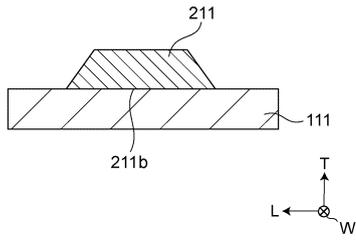
30

40

50

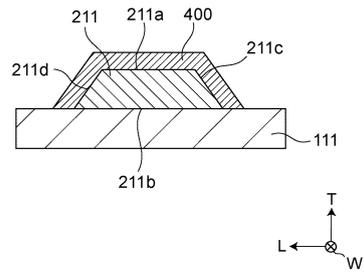
【図 5 A】

図5A



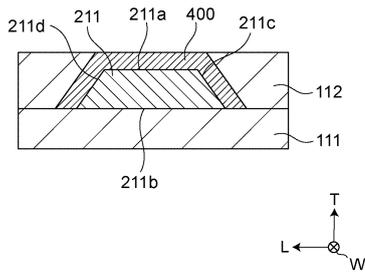
【図 5 B】

図5B



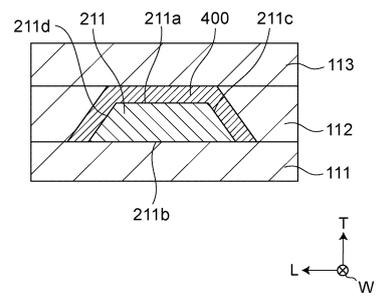
【図 5 C】

図5C



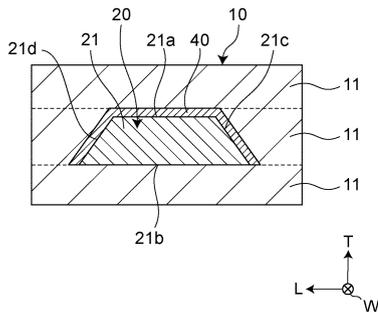
【図 5 D】

図5D



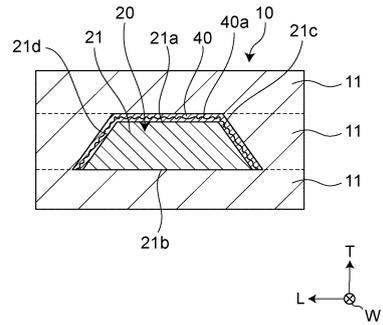
【図 5 E】

図5E



【図 5 F】

図5F



10

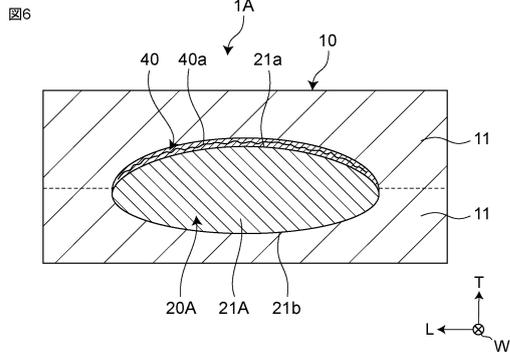
20

30

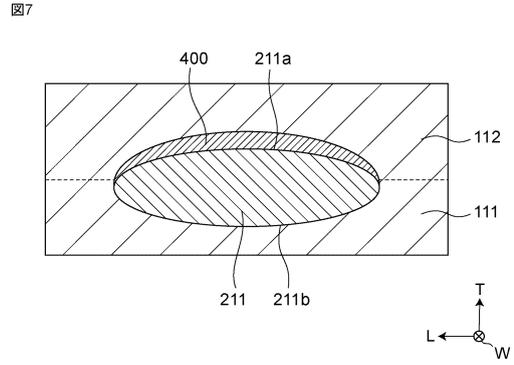
40

50

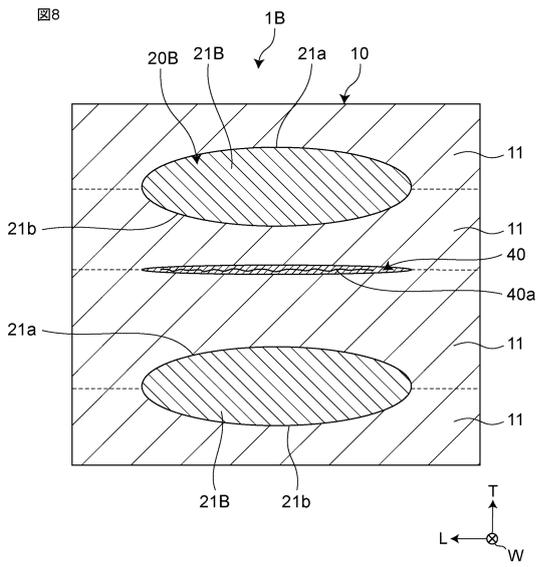
【図6】



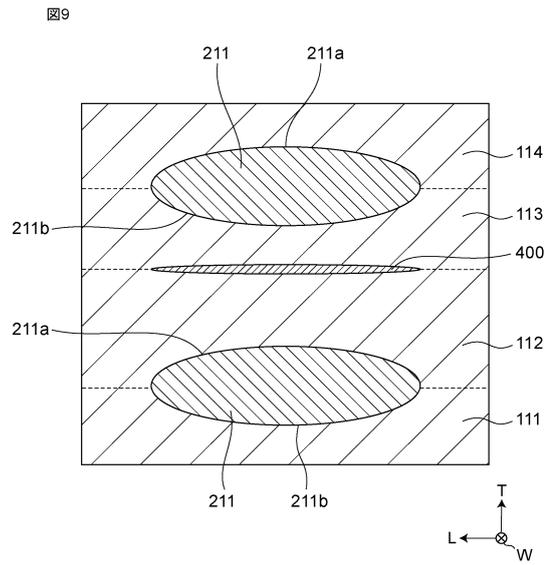
【図7】



【図8】



【図9】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

審査官 井上 健一

(56)参考文献 再公表特許第2008/004633(JP, A1)

特開2013-125819(JP, A)

特開2019-102691(JP, A)

特開平11-154618(JP, A)

特開2019-125605(JP, A)

特開2019-186525(JP, A)

特開2019-186371(JP, A)

特開2019-110170(JP, A)

特開2014-139981(JP, A)

特開2014-116396(JP, A)

特開平04-174505(JP, A)

特開2013-254811(JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H01F 17/00

H01F 17/04

H01F 41/04