

(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  
2016年1月28日(28.01.2016)

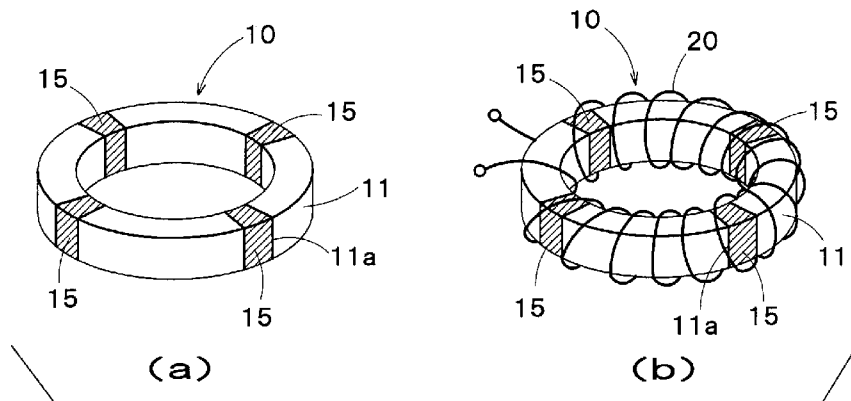


(10) 国際公開番号  
**WO 2016/013059 A1**

- (51) 国際特許分類:  
**H01F 17/04** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/069346
- (22) 国際出願日: 2014年7月22日(22.07.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 新電元工業株式会社 (SHINDENGEN ELECTRIC MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目2番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 大學 元(DAIGAKU Gen); 〒3578585 埼玉県飯能市南町10番13号 新電元工業株式会社工場内 Saitama (JP). 船越 七郎(FUNAKOSHI Sicho); 〒3578585 埼玉県飯能市南町10番13号 新電元工業株式会社工場内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 勝沼 宏仁, 外(KATSUNUMA Hirohito et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内1丁目6番6号 日本生命丸の内ビル 協和特許法律事務所 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, 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, LT, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: INDUCTANCE COMPONENT

(54) 発明の名称: インダクタンス部品



(57) Abstract: This inductance component is provided with: a ferrite core main body (11) wherein three or more gaps (11a) are provided in a magnetic path; and three or more magnetic bias applying members (15), which are disposed in the gaps (11a), and which apply magnetic bias. The magnetic bias applying members (15) are disposed in the gaps (11a), respectively.

(57) 要約: インダクタンス部品は、磁路に3個以上の空隙11aが設けられたフェライトコア本体11と、空隙11a内に配置され、磁気バイアスを与える3個以上の磁気バイアス印加用部材15と、を備えている。各空隙11a内に磁気バイアス印加用部材15が配置される。

WO 2016/013059 A1

## 明 細 書

発明の名称： インダクタンス部品

### 技術分野

[0001] 本発明はインダクタンス部品に関する。

### 背景技術

[0002] 例えばスイッチング電源等に用いられるチョークコイルにおいては、通常、交流が直流に重畳して印加される。このため、これらチョークコイルに用いるフェライトコアは、この直流重畳に対して磁気飽和しない透磁率特性が良好であることが求められている。

[0003] 高周波用の磁気コアとしてはフェライトコアや金属系圧粉コアが使用されている。フェライトコアは初透磁率が高く飽和磁束密度が小さくなっているのに対して、金属系圧粉コアは初透磁率が低く飽和磁束密度が高いという材料物性に由来した特徴がある。このため、金属系圧粉コアはトロイダル形状等で磁気空域を設けないで用いられることが多く、他方、フェライトコアの場合には、例えばE型コアの中足に磁気空隙を形成して直流重畳により磁気飽和することを避けることが多い。

[0004] また、金属系圧粉コアは価格が高く製造コストがかかってしまう。この点、フェライトコアを用いた場合には価格を抑えることができるものの、直流重畳電流の特性が劣化するという問題が発生する。この問題を解決するために、フェライトコアの磁路に設けた空隙に永久磁石等の磁気バイアス印加用部材を配置し、直流重畳による磁界を打ち消すこと、すなわち、フェライトコアに磁気バイアスを与えることが提案されている（特許文献1参照）。この磁気バイアス印加用部材を用いた磁気バイアス方法によれば、磁気バイアス印加用部材を利用して逆方向に磁気バイアスを印加することにより、利用可能な $\Delta B$ （磁束密度）領域を増やすことができる。通常はコア材のBH特性の第1象限しか利用しない回路方式において、磁気バイアス印加により第3象限まで利用することができ、理論的には $\Delta B$ を2倍まで増加させること

ができるためである。しかしながら、このように磁気バイアス印加用部材を配置することでフェライトコアのコアロスが増大してしまうという問題が発生する。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0005] 特許文献1：特開2003-7542号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0006] 本発明は、このような点を鑑みてなされたものであり、高い直流重畳特性を維持しつつフェライトコアのコアロスを抑えることができる、フェライトコアを有するインダクタンス部品を提供する。

### 課題を解決するための手段

- [0007] 本発明によるインダクタンス部品は、  
磁路に3個以上の空隙が設けられたフェライトコア本体と、  
前記空隙内に配置され、磁気バイアスを与える3個以上の磁気バイアス印加用部材と、  
を備え、  
各空隙内に前記磁気バイアス印加用部材が配置される。
- [0008] 本発明によるインダクタンス部品は、  
4個以上の前記磁気バイアス印加用部材を備え、  
前記フェライトコア本体には、前記磁路に4個以上の空隙が設けられ、  
各空隙内に前記磁気バイアス印加用部材が配置されてもよい。
- [0009] 本発明によるインダクタンス部品において、  
前記空隙は均等に配置され、  
前記空隙内に配置された各磁気バイアス印加用部材の間の距離は同一になってもよい。
- [0010] 本発明によるインダクタンス部品において、

前記空隙は線対称又は点対称に設けられ

前記空隙内に配置された前記磁気バイアス印加用部材は線対称又は点対称に配置されていてもよい。

[0011] 本発明によるインダクタンス部品において、

前記空隙及び当該空隙内に配置された前記磁気バイアス印加用部材の個数は10個以下であってもよい。

[0012] 本発明によるインダクタンス部品において、

前記磁気バイアス印加用部材は永久磁石であってもよい。

### 発明の効果

[0013] 本発明のインダクタンス部品は、磁路に3個以上の空隙が設けられたフェライトコア本体と、空隙内に配置され、磁気バイアスを与える3個以上の磁気バイアス印加用部材と、を備えている。そして、各空隙内に磁気バイアス印加用部材が配置されている。このため、高い直流重畳特性を維持しつつ、フェライトコアのコアロスを抑えることができる。

### 図面の簡単な説明

[0014] [図1]図1(a)は本発明の第1の実施の形態で採用されたフェライトコアを示した斜視図であり、図1(b)は本発明の第1の実施の形態によるインダクタンス部品を示した斜視図である。

[図2]図2は本発明の第1の実施の形態の変形例で採用されたフェライトコアを示した斜視図である。

[図3]図3は本発明の第1の実施の形態の別の変形例で採用されたフェライトコアを示した斜視図である。

[図4]図4は、本発明の第1の実施の形態における、磁気バイアス印加用部材の設置数と実効透磁率との関係を示したグラフである。

[図5]図5は、本発明の第1の実施の形態における、磁気バイアス印加用部材の設置数と各磁気バイアス印加用部材の長さとの関係を示したグラフである。

[図6]図6は、本発明の第1の実施の形態における、磁気バイアス印加用部材

の設置数とコアロスとの関係を示したグラフである。

[図7]図7は、本発明の第1の実施の形態における、直流重畳特性を示したグラフである。

[図8]図8は、本発明の第1の実施の形態において、磁気バイアス印加用部材の設置数と直流重畳特性（初期値から20%だけ実効透磁率が下がった際の磁界Hの値）との関係を示したグラフである。

[図9]図9（a）は本発明の第2の実施の形態によるインダクタンス部品を示した斜視図であり、図9（b）は、図9（a）に示した図面を直線B-Bで切断した縦断面図である。

[図10]図10は、本発明の第2の実施の形態によるインダクタンス部品において、導線に電流が流れることによって発生する磁界の向きと、磁気バイアス印加用部材によって発生する磁界の向きとを示した縦断面図である。

## 発明を実施するための形態

### [0015] 第1の実施の形態

#### 《構成》

以下、本発明に係るインダクタンス部品の第1の実施の形態について、図面を参照して説明する。ここで、図1乃至図8は本実施の形態を説明するための図である。

[0016] 図1（b）に示すように、本実施の形態によるインダクタンス部品は、トロイダル形状（リング形状）からなるフェライトコア10と、フェライトコア10に装着された導線20とを備えている。導線20に電流が流れると、フェライトコア10には、フェライトコア10を1周するように磁界が発生する。そして、このフェライトコア10には1個の閉じた磁路が形成される。なお、本実施の形態において、「直流重畳特性」とは、直流重畳電流が大きくなったときにフェライトコア10が磁気飽和し、その結果、インダクタンス値が低下する特性をいう。したがって、「高い直流重畳特性」とは、直流重畳電流が大きくなったときでもフェライトコア10が磁気飽和し難いことを意味している。

- [0017] ちなみに、本実施の形態におけるフェライトコア10は、一例として、内径が20mm～26mm（例えば23mm）となり、外径が33mm～39mm（例えば36mm）となり、高さが12mm～18mm（例えば15mm）となっている。
- [0018] 本実施の形態では、例えば銅からなる導線20が、フェライトコア10を中心にらせん状に巻回されることでフェライトコア10に装着されている。
- [0019] 本実施の形態におけるフェライトコア10は、磁路に3個以上の空隙11a（図1に示す態様では4個の空隙11a）が設けられたフェライトコア本体11と、各空隙11a内に設けられ、磁気バイアスを与える3個以上の磁気バイアス印加用部材15とを有している。空隙11aは磁気飽和を防止するために設けられている。また、磁気バイアス印加用部材15は、フェライトコア本体11とは異なる材料からなっている。
- [0020] フェライトコア本体11としては、例えば、酸化鉄を主成分とした粉末を圧縮して成形した後に、焼成したセラミック状のフェライトから形成されたものを用いることができるが、別の例として、軟磁性材料粉末とバインダーとを圧縮成形することにより形成されたものを用いてもよい。軟磁性材料粉末としては、FeSiCr粉末、FeSi粉末、カルボニル鉄粉末、センダスト粉末、パーマロイ粉末又はアモルファス材粉末等、適宜のものを用いることができる。フェライトコア本体11の大きさは適宜調整することができる。
- [0021] 磁気バイアス印加用部材15は、例えば、硬磁性材料粉末、軟磁性材料粉末及びバインダーを含有する複合磁性材料を平板状に成形することにより形成されている。具体的には、複合磁性材料を圧縮成形（例えば押圧成形）することにより形成されたものである。磁気バイアス印加用部材15は、例えば永久磁石からなるボンド磁石である。なお、複合磁性材料には、放熱のための添加剤としてアルミナ（ $Al_2O_3$ ）粉末や窒化アルミニウム（AlN）粉末等が含まれていてもよい。
- [0022] また、複合磁性材料においては、硬磁性材料粉末及び軟磁性材料粉末を合

計したものである。硬磁性材料粉末の割合が20wt%～90wt%の範囲内にあり、好ましくは、50wt%～90wt%の範囲内にあり、例えば80wt%である。硬磁性材料粉末の平均粒径は、数十 $\mu\text{m}$ ～数百 $\mu\text{m}$ の範囲内にあり、例えば、150 $\mu\text{m}$ 程度である。硬磁性材料粉末として、例えばサマリウムコバルト（SmCo）粉末を用いることができるが、保磁力の大きい性質を有する磁性材料粉末であればよい。このため、例えば、サマリウム鉄窒素（SmFeN）粉末、ネオジム鉄ボロン（NdFeB）粉末又はフェライト粉末等の硬磁性材料粉末を用いることができる。

[0023] なお、複合磁性材料においては、硬磁性材料粉末及び軟磁性材料粉末を合計したものである硬磁性材料粉末の割合が20wt%未満の場合には、硬磁性材料粉末の割合が小さすぎるため、磁気バイアス印加用部材15として十分な磁力を得ることができない。他方、硬磁性材料粉末及び軟磁性材料粉末を合計したものである硬磁性材料粉末の割合が90wt%を超える場合には、硬磁性材料粉末の割合が大きくなるため、他の従来の磁気バイアス印加用部材15の場合と同様、比較的薄い磁気バイアス印加用部材15を製造しようとした場合、厚さばらつきの小さい磁気バイアス印加用部材15を製造することが困難となる。

[0024] また、複合磁性材料においては、硬磁性材料粉末及び軟磁性材料粉末を合計したものである軟磁性材料粉末の割合が10wt%～80wt%の範囲内にあり、好ましくは、10wt%～50wt%の範囲内にあり、例えば、20wt%である。軟磁性材料粉末としては、表面がシリカ膜で覆われた（絶縁処理が施された）軟磁性材料粉末を用いることができる。軟磁性材料粉末の平均粒径は、数十 $\mu\text{m}$ ～数百 $\mu\text{m}$ の範囲内にあり、例えば150 $\mu\text{m}$ 程度である。軟磁性材料粉末としては、例えばFeSiCr粉末を用いることができるが、透磁率が大きい性質を有する磁性材料粉末であればよい。このため、例えば、FeSi粉末、フェライト粉末、カルボニル鉄粉末、セグダスト粉末、パーマロイ粉末又はアモルファス材粉末等を用いることもできる。

[0025] 複合磁性材料において、硬磁性材料粉末及び軟磁性材料粉末を合計したものに対する軟磁性材料粉末の割合が10wt%未満の場合には、硬磁性材料粉末の割合が大きくなるため、他の従来の磁気バイアス印加用部材15の場合と同様、比較的薄い磁気バイアス印加用部材15を製造しようとした場合、厚さばらつきの小さい磁気バイアス印加用部材15を製造することが困難となる。また、硬磁性材料粉末及び軟磁性材料粉末を合計したものに対する軟磁性材料粉末の割合が80wt%を超える場合には、硬磁性材料粉末の割合が小さすぎるため、磁気バイアス印加用部材15として十分な磁力を得ることができない。

[0026] 複合磁性材料におけるバインダーは、ポリマーからなり、硬磁性材料粉末及び軟磁性材料粉末を接合する機能を有する。複合磁性材料におけるバインダーの含有量は、磁気バイアス印加用部材15の製造方法によっても異なる。例えば、複合磁性材料を押圧成形することによって磁気バイアス印加用部材15を製造する場合には、1wt%～5wt%の範囲内にあることが好ましく、例えば3wt%である。バインダーとして、熱硬化性樹脂又は熱可塑性樹脂を用いることができる。より具体的には、バインダーとして、例えば、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、シリコーン樹脂、フェノール樹脂等を用いることができる。

[0027] なお、複合磁性材料を押圧成形することによって磁気バイアス印加用部材15を形成する場合において、複合磁性材料におけるバインダーの含有量が1wt%未満である場合には、バインダーの割合が小さすぎて硬磁性材料粉末及び軟磁性材料粉末の間を接合することが難しい。また、複合磁性材料におけるバインダーの含有量が5wt%を超える場合には、硬磁性材料粉末及び軟磁性材料粉末の含有量が少なくなるため、磁気バイアス印加用部材15の比透磁率が低くなり、飽和磁束密度に達しない磁束密度の範囲 $\Delta B$ が他の従来のフェライトコア本体11よりも小さくなるおそれがある。

[0028] 磁気バイアス印加用部材15は、磁気バイアス印加用部材15内で発生する磁界の向きが、導線20に電流が流れることによって発生する磁界の向き



とは逆向きになるように（すなわち、導線 20 に電流が流れることによって発生する磁界とは逆方向に磁気バイアスを印加するように）配置されている。

[0029] 図 1 (a) (b) に示すように、本実施の形態では、空隙 11a が均等に配置されている。この結果、空隙 11a 内に配置された各磁気バイアス印加用部材 15 は均等に配置され、各磁気バイアス印加用部材 15 の間の距離は同一になっている。

[0030] また、図 1 (a) (b) に示す態様では、空隙 11a は線対称及び点対称に設けられている。この結果、空隙 11a 内に配置された磁気バイアス印加用部材 15 は線対称及び点対称に配置されている。

[0031] [変形例]

図 1 (a) (b) では、磁路に 4 個の空隙 11a が設けられたフェライトコア本体 11 と、各空隙 11a 内に配置され、磁気バイアスを与える 4 個の磁気バイアス印加用部材 15 と、を備えたフェライトコア 10 を示しているが、これに限られることはない。つまり、磁路に 3 個の空隙 11a が設けられたフェライトコア本体 11 と、各空隙 11a 内に配置され、磁気バイアスを与える 3 個の磁気バイアス印加用部材 15 と、を備えたフェライトコア 10 を用いてもよい。また、磁路に 5 つ以上の空隙 11a が設けられたフェライトコア本体 11 と、各空隙 11a 内に配置され、磁気バイアスを与える 5 つ以上の磁気バイアス印加用部材 15 と、を備えたフェライトコア 10 を用いてもよい。

[0032] 図 2 に示す態様では、磁路に 8 個の空隙 11a が設けられたフェライトコア本体 11 と、各空隙 11a 内に配置され、磁気バイアスを与える 8 個の磁気バイアス印加用部材 15 と、を備えたフェライトコア 10 が示されている。

[0033] 図 3 に示す態様では、磁路に 10 個の空隙 11a が設けられたフェライトコア本体 11 と、各空隙 11a 内に配置され、磁気バイアスを与える 10 個の磁気バイアス印加用部材 15 と、を備えたフェライトコア 10 が示されて

いる。

[0034] 図2及び図3に示す態様でも、空隙11aが均等に配置されている。この結果、空隙11a内に配置された各磁気バイアス印加用部材15は均等に配置され、各磁気バイアス印加用部材15の間の距離は同一になっている。なお、これはあくまでも一例であり、各磁気バイアス印加用部材15が均等に配置され、各磁気バイアス印加用部材15の間の距離が同一になっている必要は必ずしもない。つまり、各磁気バイアス印加用部材15が均等に配置されていなくてもよく、各磁気バイアス印加用部材15の間の距離が異なってもよい。

[0035] また、図2及び図3に示す態様でも、空隙11aは線対称及び点対称に設けられている。この結果、空隙11a内に配置された磁気バイアス印加用部材15は線対称及び点対称に配置されている。なお、これもあくまでも一例であり、空隙11aは線対称及び点対称に設けられている必要は必ずしもない。例えば、磁気バイアス印加用部材15は線対称に配置されているが点対称に配置されていなくてもよいし、逆に、磁気バイアス印加用部材15は点対称に配置されているが線対称に配置されていなくてもよい。また、磁気バイアス印加用部材15は線対称に配置されておらず、かつ、点対称にも配置されていなくてもよい。

[0036] 《方法》

次に、本実施の形態によるインダクタンス部品の製造方法の一例について説明する。なお、以下では、磁気バイアス印加用部材15が4個設けられた態様を例にとって説明する。

[0037] まず、磁路に4個の磁気飽和防止用の空隙11aが形成されたフェライトコア本体11が準備される。なお、フェライトコア本体11においては、空隙11aのないリング形状のフェライトコア本体部品を形成した後に4個の空隙11aを形成してもよいし、予め空隙11aを考慮した4個のフェライトコア本体部品を準備し、4個のフェライトコア本体部品を組み合わせることで4個の空隙11aが形成されるようにしてもよい。

[0038] 次に、磁気バイアス印加用部材 15 をフェライトコア本体 11 における空隙 11a に配設することでフェライトコア 10 を作製する。このように作製されたフェライトコア 10 に導線 20 を装着することで本実施の形態によるインダクタンス部品が製造される（図 1（b）参照）。

[0039] 次に、上述した磁気バイアス印加用部材 15 を製造する方法の一例について説明する。

[0040] まず、硬磁性材料粉末、軟磁性材料粉末及びバインダーを所定の割合で均一に混練した後に造粒し複合磁性材料を作製する。次に、複合磁性材料をバインダー中の溶媒成分を揮発させるために乾燥させる。次に、複合磁性材料をふるいにかけ、成形に適した粒度（数十  $\mu\text{m}$  ～数百  $\mu\text{m}$  の範囲内）の複合磁性材料のみを回収する。

[0041] 次に、複合磁性材料を平板状に成形することにより成形体を作製する。具体的には、複合磁性材料を成形空間に堆積させて押圧成形することにより成形体を作製する。押圧成形における押圧圧力は、例えば  $3\text{ ton/cm}^2 \sim 10\text{ ton/cm}^2$  の範囲内とする。押圧成形の際の温度は、常温とする。

[0042] 次に、成形体を加熱してバインダーを硬化させる。成形体を加熱する温度及び時間は、バインダーの種類にもよるが、例えば、 $150^\circ\text{C}$  で 1 時間とする。

[0043] 次に、バインダーを硬化させた成形体を着磁して磁気バイアス印加用部材 15 とする。具体的には、バインダーを硬化させた成形体に対してパルス着磁装置を用いて着磁をする。このようにして磁気バイアス印加用部材 15 を製造することができる。

[0044] 《効果》

次に、上述した構成からなる本実施の形態によって達成される効果であって、まだ述べていない効果又はとりわけ重要な効果について説明する。

[0045] 図 4 は、磁気バイアス印加用部材 15 の設置数と実効透磁率との関係を示したグラフである。図 4 では、磁気バイアス印加用部材 15 として永久磁石を用い、その永久磁石の長さの合計を  $5\text{ mm}$  とした態様を示している。図 4

では、磁気バイアス印加用部材 15 の個数を、1 個、2 個、4 個（図 1 参照）、8 個（図 2 参照）及び 10 個（図 3 参照）とした場合をプロットしている。なお、磁気バイアス印加用部材 15 の個数を、1 個、2 個、4 個（図 1 参照）、8 個（図 2 参照）及び 10 個（図 3 参照）とした場合における各永久磁石の長さは、それぞれ、5 mm、2.5 mm、1.25 mm、0.625 mm 及び 0.5 mm となっている。図 4 に示す結果から理解できるように、磁気バイアス印加用部材 15 の個数を 3 個以上とすることで、磁気バイアス印加用部材 15 の個数を 1 個とした場合と比較して、実効透磁率を大きく低減することができる。さらには、磁気バイアス印加用部材 15 の個数を 4 個以上とすることで、磁気バイアス印加用部材 15 の個数を 1 個とした場合と比較して、実効透磁率を半分以下とすることができ、より大きく実効透磁率を減らすことができる。より具体的には、磁気バイアス印加用部材 15 の個数を 1 個とした場合には  $70 \mu e$  程度あった実効透磁率を、磁気バイアス印加用部材 15 の個数を 4 個以上とすることで  $30 \mu e$  以下とすることができる。他方、磁気バイアス印加用部材 15 の個数を 10 個からさらに増やしても、それほど効率的には実効透磁率を減らすことができず、磁気バイアス印加用部材 15 の個数を 10 個とした場合の実効透磁率と、磁気バイアス印加用部材 15 の個数をそれ以上に増やした場合（例えば磁気バイアス印加用部材 15 の個数を 11 個とした場合）の実効透磁率とはそれ程大きな差はない。

[0046] 図 5 は、磁気バイアス印加用部材 15 の設置数と各磁気バイアス印加用部材 15 の長さとの関係を示したものである。図 5 では、磁気バイアス印加用部材 15 として永久磁石を用い、実効透磁率を  $40 \mu e$  としたときの永久磁石の長さの合計を示している。図 5 では、図 4 と同様、磁気バイアス印加用部材 15 の個数を、1 個、2 個、4 個（図 1 参照）、8 個（図 2 参照）及び 10 個（図 3 参照）とした場合をプロットしている。なお、磁気バイアス印加用部材 15 の個数を、1 個、2 個、4 個（図 1 参照）、8 個（図 2 参照）及び 10 個（図 3 参照）とした場合における永久磁石の合計の長さは、それ

ぞれ、約7 mm、約5 mm、約3.6 mm、約3 mm及び約3 mmとなっている。図5に示す結果と永久磁石の合計の長さの結果から理解できるように、磁気バイアス印加用部材15の個数を3個以上とすることで、永久磁石の合計の長さを大幅に短くすることができる。さらには、磁気バイアス印加用部材15の個数を4個以上とすることで、永久磁石の合計の長さを劇的に短くすることができる。具体的には、磁気バイアス印加用部材15の個数を4個以上とすることで、磁気バイアス印加用部材15の個数を1個とした場合と比較して、永久磁石の合計の長さを約半分以下とすることができる。より具体的には、磁気バイアス印加用部材15の個数を1個とした場合には約7 mmあった永久磁石の合計の長さを、磁気バイアス印加用部材15の個数を4個以上とすることで約3.6 mm以下とすることができる。他方、磁気バイアス印加用部材15の個数を8個からさらに増やしても、それほど効率的には永久磁石の合計の長さを減らすことができず、磁気バイアス印加用部材15の個数を8個とした場合の永久磁石の合計の長さ、磁気バイアス印加用部材15の個数を10個とした場合の永久磁石の合計の長さはともに約3 mmとなっている。

- [0047] 上述したように、本実施の形態におけるフェライトコア10は、一例として、内径が20 mm～26 mm（例えば23 mm）となり、外径が33 mm～39 mm（例えば36 mm）となり、高さが12 mm～18 mm（例えば15 mm）となっている。この点、内径が23 mm、外径が36 mm、高さが15 mmの場合を例にとって計算すると、磁気バイアス印加用部材15の個数を1個とした場合には、形成される空隙11aの大きさは（形状が直方体であるとして大まかに計算してやると）、 $(36\text{ mm} - 23\text{ mm}) \times 15\text{ mm} \times 7\text{ mm} = 1365\text{ mm}^3$ となるのに対して、磁気バイアス印加用部材15の個数を4個とした場合には、形成される空隙11aの大きさは（形状が直方体であるとして大まかに計算してやると）、 $(36\text{ mm} - 23\text{ mm}) \times 15\text{ mm} \times 3.6\text{ mm} = 702\text{ mm}^3$ となり、格段に小さくすることができる。

[0048] 図6は、磁気バイアス印加用部材15の設置数とコアロスとの関係を示したものである。図6では、磁気バイアス印加用部材15として永久磁石を用い、実効透磁率を $40\mu e$ としたときのコアロスを示している。図6でも、図4と同様、磁気バイアス印加用部材15の個数を、1個、2個、4個（図1参照）、8個（図2参照）及び10個（図3参照）とした場合をプロットしている。図6に示す結果から理解できるように、磁気バイアス印加用部材15の個数を3個以上とすることで、コアロスを大きく低減することができる。さらには、磁気バイアス印加用部材15の個数を4個以上とすることで、コアロスを劇的に低減することができる。具体的には、磁気バイアス印加用部材15の個数を4個以上とすることで、磁気バイアス印加用部材15の個数を1個とした場合と比較して、コアロスを約4分の1とすることができる。より具体的には、磁気バイアス印加用部材15の個数を1個とした場合には約 $2500\text{ mW}/\text{cm}^3$ あったコアロスを、磁気バイアス印加用部材15の個数を4個以上とすることで約 $600\text{ mW}/\text{cm}^3$ 以下とすることができる。他方、磁気バイアス印加用部材15の個数を8個からさらに増やしても、それほど効率的にはコアロスを減らすことができず、磁気バイアス印加用部材15の個数を8個とした場合のコアロスと、磁気バイアス印加用部材15の個数を10個とした場合の永久磁石のコアロスはともに約 $500\text{ mW}/\text{cm}^3$ となっている。

[0049] 図7は、直流重畳特性を示したグラフであり、磁気バイアス印加用部材15の個数を、2個、4個（図1参照）及び8個（図2参照）とした場合における磁界Hと実効透磁率との関係を示したグラフである。図8は、磁気バイアス印加用部材15の設置数と直流重畳特性（初期値から20%だけ実効透磁率が下がった際の磁界Hの値）との関係を示したものである。図8では、磁気バイアス印加用部材15として永久磁石を用い、実効透磁率を $40\mu e$ としたときにおける直流重畳特性（初期値から20%だけ実効透磁率が下がった際の磁界Hの値）を示している。図8でも、図4と同様、磁気バイアス印加用部材15の個数を、1個、2個、4個（図1参照）、8個（図2参照）

）及び１０個（図３参照）とした場合をプロットしている。図８に示す結果から理解できるように、磁気バイアス印加用部材１５の個数を増やしても、直流重畳特性（初期値から２０％だけ実効透磁率が下がった際の磁界Ｈの値）は、なだらかに減少するに過ぎず、それほど影響を受けないことを理解することができる。

[0050] 上述したように、本実施の形態のインダクタンス部品は、磁路に３個以上（好ましくは４個以上）の空隙１１ａが設けられたフェライトコア本体１１と、空隙１１ａ内に配置され、磁気バイアスを与える３個以上（好ましくは４個以上）の磁気バイアス印加用部材１５と、を備えている。そして、各空隙１１ａ内に磁気バイアス印加用部材１５が配置されている。図４乃至図８に示した実験結果から理解できるように、本実施の形態のインダクタンス部品によれば、高い直流重畳特性を維持しつつ、フェライトコア１０のコアロスを抑えることができる。

[0051] また、本実施の形態において、フェライトコア本体１１に空隙１１ａが均等に配置され、当該空隙１１ａ内に配置された各磁気バイアス印加用部材１５を均等に配置するとともに、各磁気バイアス印加用部材１５の間の距離を略同一とする態様を採用することによって、バランスよくコアロスを抑えることができる。また、より安定して、高い直流重畳特性を維持することができる。

[0052] また、本実施の形態において、フェライトコア本体１１に空隙１１ａを線対称及び／又は点対称に設け、当該空隙１１ａ内に配置された磁気バイアス印加用部材１５は線対称及び／又は点対称に配置する態様を採用することによって、やはり、バランスよくコアロスを抑えることができる。また、より安定して、高い直流重畳特性を維持することができる。

[0053] ところで、図６に示したグラフから理解できるように、磁気バイアス印加用部材１５の個数を、６個以上とすることで、コアロスを概ねの下限值まで（図６では約５００ｍＷ／ｃｍ<sup>3</sup>程度まで）下げることができる。このため、磁気バイアス印加用部材１５の個数を６個以上とする態様を採用した場合に

は、より一層、フェライトコア 10 のコアロスを抑えることができる。また、磁気バイアス印加用部材 15 の個数を、8 個以上とすることでコアロスを下限値まで（図 6 では約  $500 \text{ mW} / \text{cm}^3$  程度まで）下げることができる。このため、磁気バイアス印加用部材 15 の個数を 8 個以上とする態様を採用した場合には、さらにより一層、フェライトコア 10 のコアロスを抑えることができる。

[0054] 他方、図 6 に示したグラフから理解できるように、磁気バイアス印加用部材 15 の個数を 8 個とした場合と 10 個とした場合とでは、コアロスの大きさは概ね同じ値となっている。このため、フェライトコア本体 11 に設けられる空隙 11a と、当該空隙 11a 内に配置される磁気バイアス印加用部材 15 の個数を 10 個以下としてもよい。このような個数にすることで、製造の煩雑さを抑制し、ひいては製造コストを下げることもできる。

[0055] 第 2 の実施の形態

次に、本発明の第 2 の実施の形態について説明する。

[0056] 第 1 の実施の形態では、トロイダル形状（リング形状）からなるフェライトコア本体 11 を用いた態様であったが、このような形状に限られることはない。第 2 の実施の形態のフェライトコア 10' は、その一例として、図 9（a）（b）及び図 10 に示すように、2 つの E 型コアを重ね合わせて形成されたフェライトコア本体 11' を備えている。本実施の形態のフェライトコア本体 11' においては、図 10 に示すように磁路が形成される。

[0057] 第 2 の実施の形態において、その他の構成は、第 1 の実施の形態と略同一の態様となっている。第 2 の実施の形態において、第 1 の実施の形態と同一部分には同一符号を付して詳細な説明は省略する。なお、図 10 において、符号 D1 で示す「実線」は導線 20' に電流が流れることによって発生する磁界の向きを示し、符号 D2 で示す「破線」は磁気バイアス印加用部材 15 による磁界の向きを示している。

[0058] 本実施の形態でも、第 1 の実施の形態と同様の効果を奏することができる。つまり、本実施の形態でも、インダクタンス部品が、磁路に 3 個以上（好



ましくは4個以上)の空隙11'aが設けられたフェライトコア本体11'と、空隙11'a内に配置され、磁気バイアスを与える3個以上(好ましくは4個以上)の磁気バイアス印加用部材15と、を備えている。そして、各空隙11'a内に磁気バイアス印加用部材15が配置されている。このため、高い直流重畳特性を維持しつつ、フェライトコア10'のコアロスを抑えることができる。

[0059] また、本実施の形態において、フェライトコア本体11'に空隙11'aが均等に配置され、当該空隙11'a内に配置された各磁気バイアス印加用部材15を均等に配置するとともに、各磁気バイアス印加用部材15の間の距離を略同一とする態様を採用することによって、バランスよくコアロスを抑えることができる。また、より安定して、高い直流重畳特性を維持することができる。

[0060] また、本実施の形態において、フェライトコア本体11'に空隙11'aを線対称及び／又は点対称に設け、当該空隙11'a内に配置された磁気バイアス印加用部材15は線対称及び／又は点対称に配置する態様を採用することによって、バランスよくコアロスを抑えることができる。また、より安定して、高い直流重畳特性を維持することができる。

[0061] 最後になったが、上述した各実施の形態の記載及び図面の開示は、特許請求の範囲に記載された発明を説明するための一例に過ぎず、上述した実施の形態の記載又は図面の開示によって特許請求の範囲に記載された発明が限定されることはない。

## 符号の説明

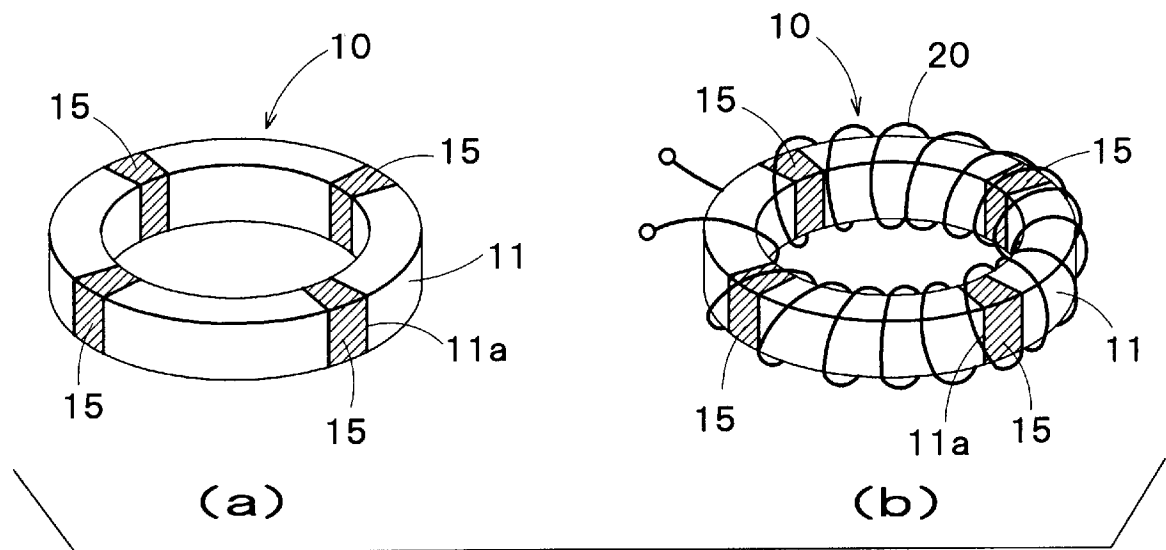
|        |      |           |
|--------|------|-----------|
| [0062] | 10   | フェライトコア   |
|        | 10'  | フェライトコア   |
|        | 11a  | 空隙        |
|        | 11'a | 空隙        |
|        | 11   | フェライトコア本体 |
|        | 11'  | フェライトコア本体 |

- 1 5 磁気バイアス印加用部材
- 2 0 導線
- 2 0' 導線

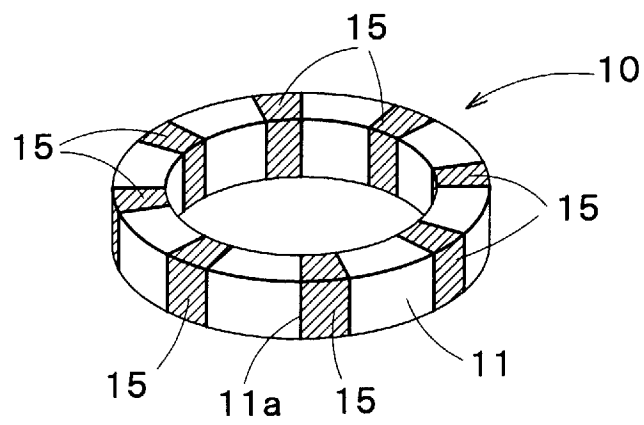
## 請求の範囲

- [請求項1] 磁路に3個以上の空隙が設けられたフェライトコア本体と、  
前記空隙内に配置され、磁気バイアスを与える3個以上の磁気バイアス印加用部材と、  
を備え、  
各空隙内に前記磁気バイアス印加用部材が配置されることを特徴とするインダクタンス部品。
- [請求項2] 4個以上の前記磁気バイアス印加用部材を備え、  
前記フェライトコア本体には、前記磁路に4個以上の空隙が設けられ、  
各空隙内に前記磁気バイアス印加用部材が配置されることを特徴とする請求項1に記載のインダクタンス部品。
- [請求項3] 前記空隙は均等に配置され、  
前記空隙内に配置された各磁気バイアス印加用部材の間の距離は同一になっていることを特徴とする請求項1又は2のいずれかに記載のインダクタンス部品。
- [請求項4] 前記空隙は線対称又は点対称に設けられ  
前記空隙内に配置された前記磁気バイアス印加用部材は線対称又は点対称に配置されることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載のインダクタンス部品。
- [請求項5] 前記空隙及び当該空隙内に配置された前記磁気バイアス印加用部材の個数は10個以下であることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載のインダクタンス部品。
- [請求項6] 前記磁気バイアス印加用部材は永久磁石であることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載のインダクタンス部品。

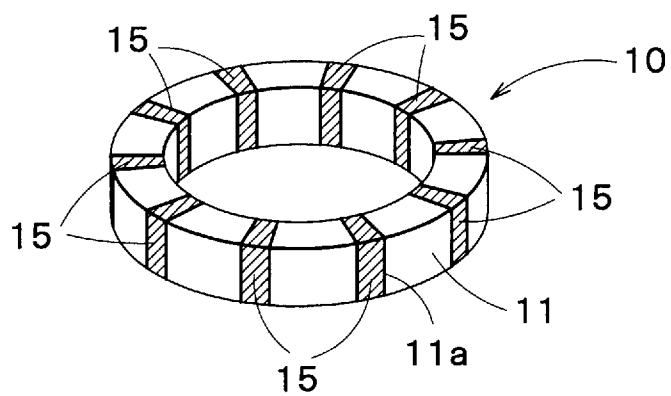
[図1]



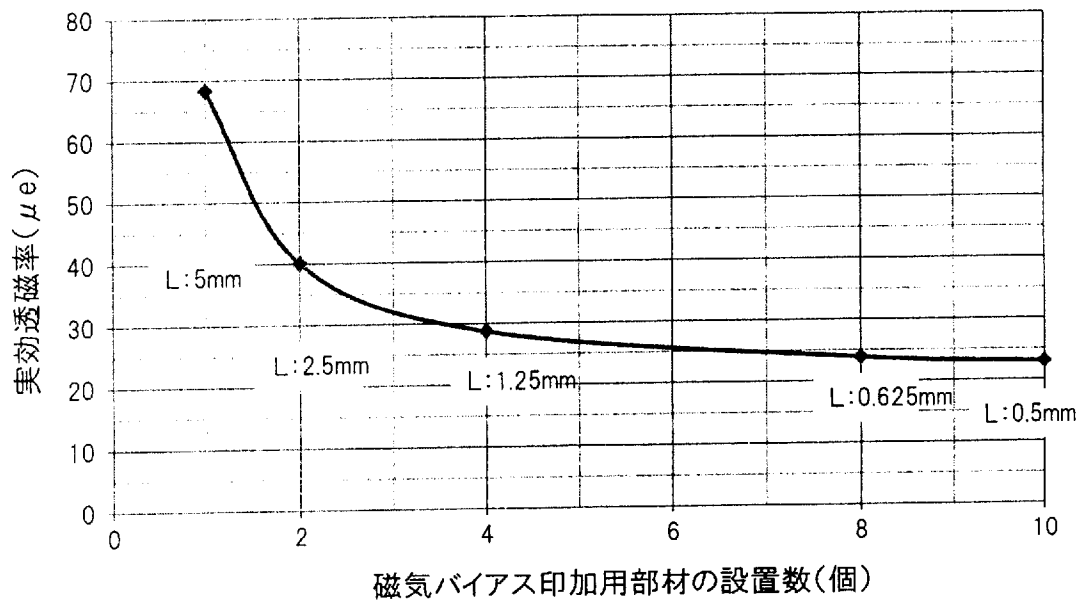
[図2]



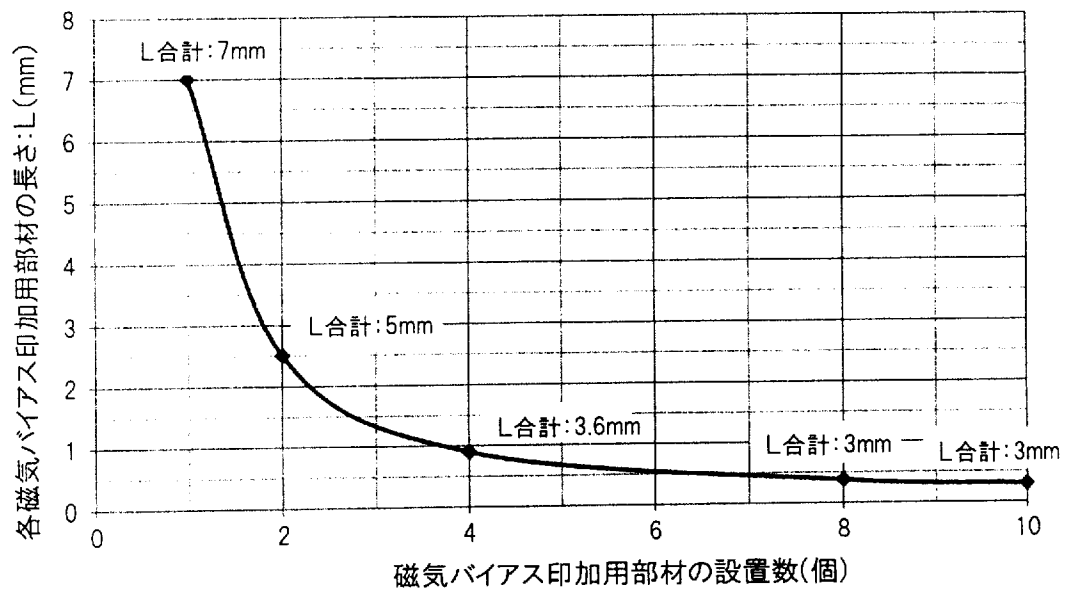
[図3]



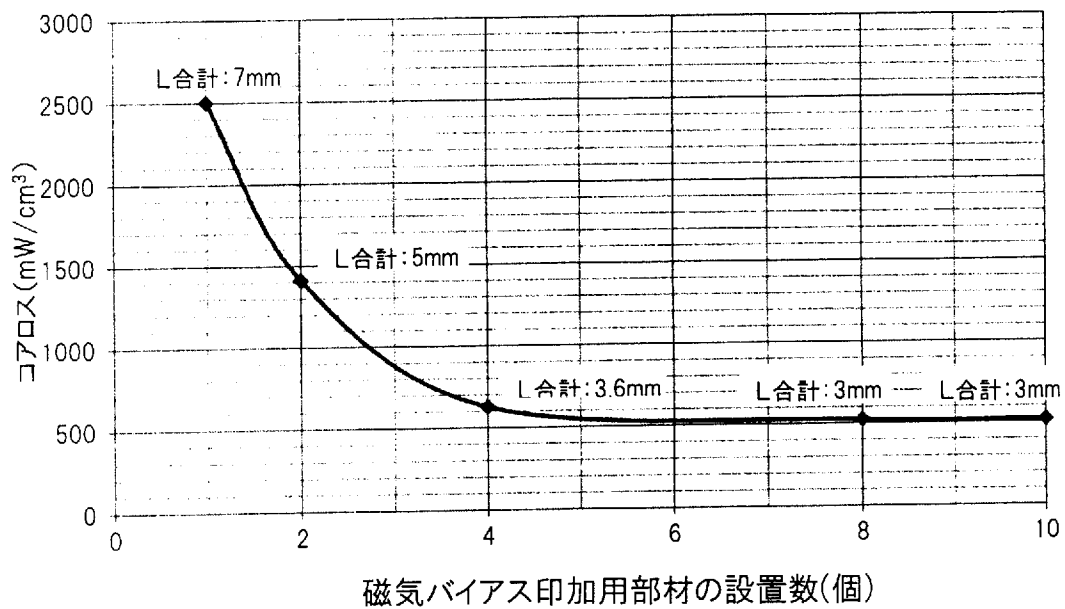
[図4]



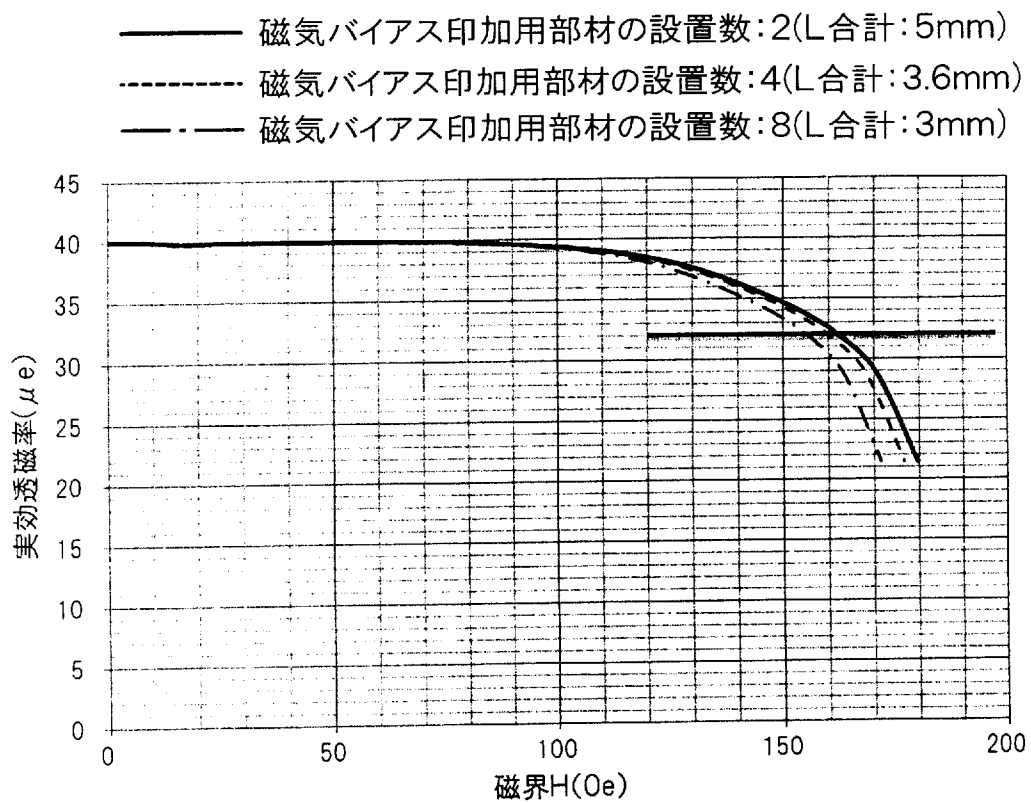
[図5]



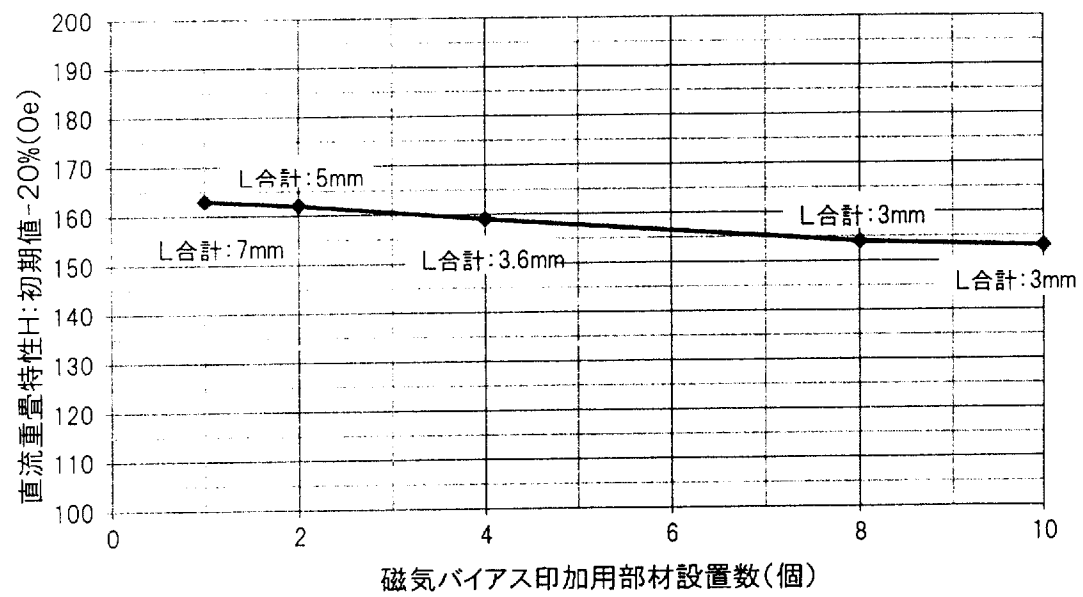
[図6]



[図7]



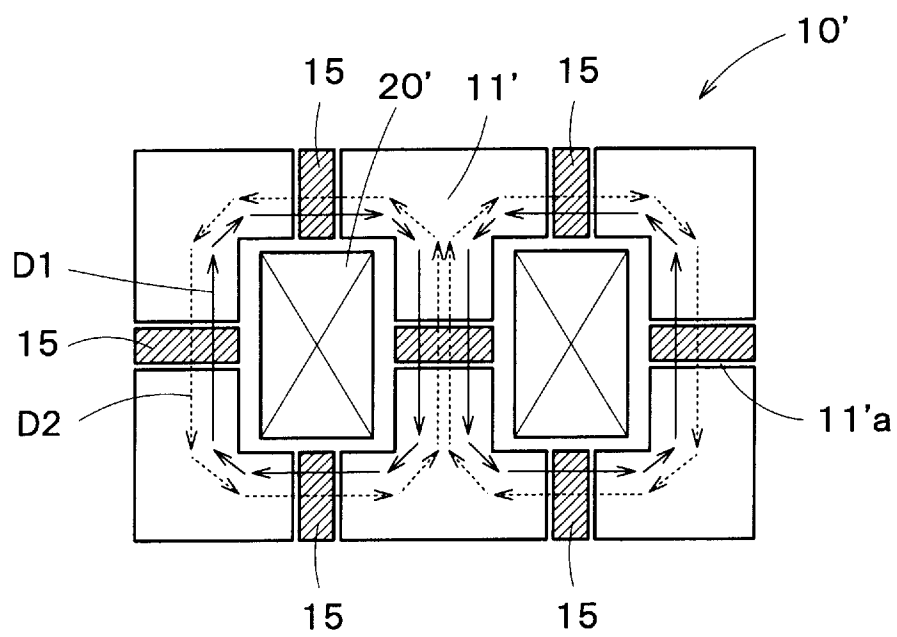
[図8]







[図10]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/069346

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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)

H01F17/04

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 | 1996-2014 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2014 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2014 |

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         | JP 2011-108981 A (Denso Corp.),<br>02 June 2011 (02.06.2011),<br>paragraphs [0045], [0076], [0087] to [0096];<br>fig. 1, 10 to 13<br>(Family: none) | 1-6                   |
| A         | JP 2000-150254 A (Tokin Corp.),<br>30 May 2000 (30.05.2000),<br>entire text; fig. 1 to 5<br>(Family: none)                                          | 1-6                   |

☐ 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  
08 September, 2014 (08.09.14)

Date of mailing of the international search report  
16 September, 2014 (16.09.14)

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. H01F17/04(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. H01F17/04

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 4 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 4 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 4 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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| X               | J P 2 0 1 1 - 1 0 8 9 8 1 A（株式会社デンソー）<br>2 0 1 1 . 0 6 . 0 2<br>段落【0 0 4 5】【0 0 7 6】【0 0 8 7】－【0 0 9 6】<br>第1, 1 0 - 1 3 図（ファミリーなし） | 1 - 6          |
| A               | J P 2 0 0 0 - 1 5 0 2 5 4 A（株式会社トーキン）<br>2 0 0 0 . 0 5 . 3 0<br>全文, 第1 - 5 図（ファミリーなし）                                               | 1 - 6          |

☐ 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

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 8 . 0 9 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 6 . 0 9 . 2 0 1 4

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