(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 12 月 1 日(01.12.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/190319 A1

(51) 国際特許分類:
H01F 37/00 (2006.01) *H01F 29/04* (2006.01)
H01F 27/255 (2006.01) *H02H 9/02* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/065343

(22) 国際出願日: 2016 年 5 月 24 日(24.05.2016)

(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 2015-108370 2015 年 5 月 28 日(28.05.2015) JP
特願 2015-108371 2015 年 5 月 28 日(28.05.2015) JP
特願 2015-217456 2015 年 11 月 5 日(05.11.2015) JP
特願 2015-217512 2015 年 11 月 5 日(05.11.2015) JP

(71) 出願人: ＮＴＮ株式会社(NTN CORPORATION) [JP/JP]; 〒5500003 大阪府大阪市西区京町堀１丁目３番１７号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 神戸　祥吾(KANBE, Shougo); 〒5118678 三重県桑名市大字東方字尾弓田３０６６番地 ＮＴＮ株式会社内 Mie (JP). 島津　英一郎(SHIMAZU, Eiichirou); 〒5118678 三重県桑名市大字東方字尾弓田３０６６番地　ＮＴＮ株式会社内 Mie (JP).

(74) 代理人: 杉本　修司, 外(SUGIMOTO, Shuji et al.); 〒5500002 大阪府大阪市西区江戸堀１丁目１０番２号　肥後橋ニッタイビル 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, 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, 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.

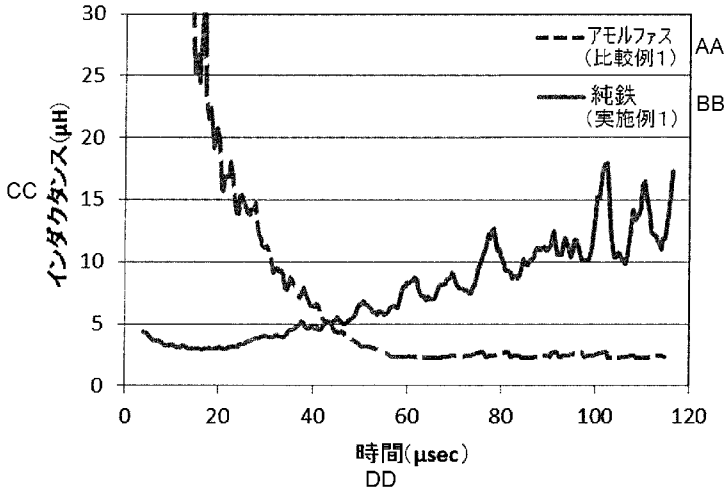
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, 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**: CURRENT LIMITING CIRCUIT INDUCTOR

(54) 発明の名称 : 限流回路用インダクタ



AA Amorphous (Comparative example 1)
BB Pure iron (Example 1)
CC Inductance
DD Time

(57) **Abstract**: Provided is a current limiting circuit inductor which, despite being small in size, can provide a current limiting effect by maintaining a large inductance when an instantaneous large current flows. In particular, the current limiting circuit inductor is suitable for an electric circuit that does not require inductance during normal operation. The current limiting circuit inductor (1) is provided with a magnetic core (2) and a coil (3), and used in a current limiting circuit. The magnetic core (2) includes, at least partially, a portion comprising a soft magnetic material having low volume resistivity and high permeability. The soft magnetic material is sintered pure iron, for example.

(57) 要約: 小さなサイズでありながら、瞬時の大電流通電時に大きなインダクタンスを保持し、電流を制限する効果を発揮できる限流回路用インダクタを提供する。特に、通常運転時はインダクタンスを必要としない電気回路にこの限流回路用インダクタは適する。この限流回路用インダクタ(1)は、磁心(2)と、コイル(3)とを備え、限流回路に用いられる。磁心(2)は、その少なくとも一部に、低体積抵抗率かつ高透磁率の軟磁性材料からなる部分を有する。軟磁性材料は、例えば焼結製純鉄である。

WO 2016/190319 A1

明　細　書

発明の名称 ： 限流回路用インダクタ

関連出願

[0001] 本出願は、２０１５年５月２８日出願の特願２０１５－１０８３７０および特願２０１５－１０８３７１ならびに２０１５年１１月５日出願の特願２０１５－２１７４５６および特願２０１５－２１７５１２の優先権を主張するものであり、その全体を参照により本願の一部をなすものとして引用する。

技術分野

[0002] この発明は、漏電発生時もしくはブレーカ動作時、または落雷等により発生する瞬時の大電流ノイズに対する対策として電流の突入速度を低減するためのインダクタとして用いられる限流回路用のインダクタであって、特に通常運転時にはインダクタとして機能しない事が望ましい限流回路用インダクタに関する。

背景技術

[0003] 種々の電気設備、例えば、太陽光発電や風力発電用のコンバータ、およびデータセンターの電気設備では、大出力化に伴い大電力を扱う用途が拡大してきている。これら電気設備の機器では大電力を扱うことから、高度な安全対策が求められることもある。そのため、これら機器は高価である場合多い。また、近年ではサージ電流と呼ばれる、雷等の瞬時の大電流ノイズに対する安全面の対策として、装置の保護対策が重要になってきている。

[0004] 漏電発生時もしくはブレーカ動作時、または落雷等により発生する瞬間的な電流ノイズは、対象回路の定格電流の数倍以上の大電流になる場合が多い。回路への大電流の突入を防止するために回路上に直列にインダクタを設ける場合がある。

なお、遮断装置において、限流装置を設けることがある（例えば、特許文献１）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２００５－２３７１１２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 従来の瞬間的な電流ノイズの対策として用いられるインダクタは、いずれも、大電流により磁気飽和させないために、大きいサイズを有する。

[0007] サージ電流に代表される様な、電流変化速度が速くかつ極めて大きな電流がインダクタに流れると、磁心の磁気飽和に伴う透磁率の低下によりインダクタンスが減少し電流の抑制効果（インピーダンス）が小さくなる。インダクタを磁気飽和させないためには、用いる磁心のサイズを非常に大きくし、大電流により発生する磁束密度を十分小さく抑える必要がある。なお、この明細書で言う「インダクタンス」とは、磁心形状とコイルの巻き数および磁心の材料特性に準ずる透磁率により決まるインダクタの重要特性である。インダクタンス値が大きいほどインダクタのインピーダンスが大きくなることから、インダクタンス値が大きいほどインダクタに流れる電流変化速度は小さく、電流抑制効果は大きい。

[0008] この発明は、上記課題を解消するものであり、瞬時の大電流通電時に、小さな体格のインダクタでありながら大きなインダクタンスならびにインピーダンスを保持し電流の抑制効果を発揮することができる限流回路用インダクタを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] この発明の一構成に係る限流回路用インダクタは、磁心と、この磁心に巻回された導線からなるコイルとを備え、限流回路に用いられるインダクタであって、前記磁心は、その少なくとも一部に、低体積抵抗率かつ高透磁率の軟磁性材料からなる部分を有する。前記軟磁性材料は、好ましくは、高周波時の鉄損が大きい軟磁性材である。

[0010] 本発明者は、軸心の少なくとも一部を上記材質の軟磁性材料にすることで、電流が増加するにつれてインダクタンスが大きくなる従来のインダクタ特性とは逆の特性となることを見いだした。この特性は、従来のインダクタの特性とは異なり、瞬時の大電流通電時でも、大きなインピーダンスを保持できることから、小さな体格のインダクタで、大きな電流の抑制効果を発揮できる。なお、通常運転時に通電される電流は、本インダクタが機能すべき大電流と比べると十分小さいことから、通常運転時には、本構成のインダクタは低いインダクタンスとなる。また大電流ノイズと比べると通常運転時の電流は、直流や５０Ｈｚ程度の低周波数の交流の場合が多いことから、電流変化速度も小さく、低インピーダンスとなる。したがって、本構成のインダクタは、異常時のみ機能する限流回路用インダクタとして望ましい。

[0011] なお、限流回路用インダクタは、「限流コイル」とも呼ばれる。前記「低体積抵抗率」とは、フェライトに較べて体積抵抗率が低いものを言う。また、前記「高透磁率」とは最大透磁率が１０００以上のものを言う。

[0012] 好ましい実施形態において、前記コイルは、前記磁心に互いに逆向きに導線を巻いた少なくとも２個のコイルからなり、これら２個のコイルはコモンモードコイルとして用いられる。

[0013] 上述したインダクタ特性により、瞬時の大電流に対して磁気飽和することなく大きなインピーダンスを保持できることから、電流の突入速度を低減することができる。

[0014] 好ましい実施形態において、前記磁心の全体が前記軟磁性材料であっても良い。磁心の全体に前記材質の軟磁性材料を用いれば、瞬時の大電流通電時でも、小さな体格のインダクタで、大きなインダクタンスおよびインピーダンスを保持し電流の抑制効果を発揮することができるという利点が得られる。

[0015] 好ましい実施形態において、前記軟磁性材料が焼結製純鉄であっても良い。前記磁心に用いる材料として、低体積抵抗率でかつ高透磁率の軟磁性材料であれば、特に材質の限定はないが、体積抵抗率が低くかつ高透磁率で飽和

磁束密度も大きい材料としては、純鉄が好ましい。特に、低体積抵抗率で高透磁率となり易いことから、高純度純鉄粉を圧縮成形し焼結させた焼結製高純度純鉄がより好ましい。

[0016] さらに好ましい実施形態において、前記焼結製純鉄の密度が７．４×１０^{3}ｋｇ／ｍ^{3}（＝７．４ｇ／ｃｍ^{3}）以上であることが好ましい。前記焼結製純鉄の密度が７．４×１０^{3}ｋｇ／ｍ^{3}以上であると、試験の結果、瞬時の大電流の通電時においてインダクタンスが増大することが確認された。

[0017] 好ましい実施形態において、前記軟磁性材料は、体積抵抗率が７．０×１０$^{-7}$Ω・ｍ以下で、かつ最大透磁率が２８００以上である。このように体積抵抗率が小さく、最大透磁率が大きいと、瞬時の大電流通電時でも、小さな体格のインダクタで、大きなインダクタンスおよびインピーダンスを保持し電流の抑制効果を発揮することができると言う利点が、より一層効果的に得られる。

[0018] 好ましい実施形態において、前記磁心の磁路断面積／磁路長の比が０．９以上であっても良い。試験によると、磁路断面積／磁路長の比によってインピーダンスが変わり、前記の比が０．９以上である場合に、効率良くインピーダンスが得られた。

[0019] 請求の範囲および／または明細書および／または図面に開示された少なくとも２つの構成のどのような組合せも、本発明に含まれる。特に、請求の範囲の各請求項の２つ以上のどのような組合せも、本発明に含まれる。

図面の簡単な説明

[0020] この発明は、添付の図面を参考にした以下の好適な実施形態の説明から、より明瞭に理解されるであろう。しかしながら、実施形態および図面は単なる図示および説明のためのものであり、この発明の範囲を定めるために利用されるべきものではない。この発明の範囲は添付の請求の範囲によって定まる。添付図面において、複数の図面における同一の符号は、同一または相当する部分を示す。

[図1]この発明の第１の実施形態にかかる限流回路用インダクタの一部分を切

り離して表した断面斜視図である。

[図2]図１の限流回路用インダクタの試験回路図である。

[図3]図２の回路に適用した図１の限流回路用インダクタに通電したときの時間と電流との関係を示すグラフである。

[図4]図２の回路に適用した図１の限流回路用インダクタに通電したときの時間とインピーダンスとの関係を示すグラフである。

[図5]図２の回路に適用した図１の限流回路用インダクタに通電したときの時間とインピーダンスとの関係を示すグラフの拡大図である。

[図6]図２の回路に適用した図１の限流回路用インダクタに通電したときの時間とインダクタンスとの関係を示すグラフである。

[図7A]この発明の第２の実施形態における限流回路用インダクタの磁心であって、試験体として用いた磁心の斜視図である。

[図7B]図７Ａの磁心の上面図である。

[図8]図７Ａおよび７Ｂの磁心につき、異なる形状係数αを有する各試験体の、形状係数αに対するインピーダンス（Ｚ／α）を示す試験結果のグラフである。

[図9]図１の限流回路用インダクタの磁心における、磁路断面積および磁路長を示す説明図である。

[図10]この発明の第３の実施形態にかかる限流回路用インダクタの斜視図である。

[図11]図１０の限流回路用インダクタの磁心の斜視図である。

[図12]図２の回路に適用した図１０の限流回路用インダクタに通電したときの時間と電流との関係を示すグラフである。

[図13]図２の回路に適用した図１０の限流回路用インダクタに通電したときの時間とインピーダンスとの関係を示すグラフである。

[図14]図２の回路に適用した図１０の限流回路用インダクタに通電したときの時間とインピーダンスとの関係を示すグラフの拡大図である。

[図15]図２の回路に適用した図１０の限流回路用インダクタに通電したとき

の時間とインダクタンスとの関係を示すグラフである。

[図16]この発明の第４の実施形態に係る限流回路用インダクタの磁心につき、異なる形状計数αを有する各試験体の、形状係数αに対するインピーダンス（Ｚ／α）を示す試験結果のグラフである。

発明を実施するための形態

[0021] この発明の第１の実施形態に係る限流回路用インダクタを図面と共に説明する。なお、この限流回路用インダクタは、チョークコイルまたはリアクトルと呼ばれることがある。

[0022] 図１は、この発明の第１の実施形態にかかる限流回路用インダクタを、一部分を切り離して表わした斜視図である。この限流回路用インダクタ１は、ポットコア型であって、所謂Ｐ形の磁心２と、この磁心２に内蔵された円筒形のコイル３とを備える。コイル３は、導線（図示せず）からなり、この導線は、磁心２の中心軸Ｏと同軸で巻回されている。導線の両端から引き出し線（図示せず）が磁心２の外に取り出されている。

[0023] 磁心２は、中心軸Ｏと直交する分割面４により２つの分割体２Ａ，２Ｂに分割される。各分割体２Ａ，２Ｂにそれぞれ形成された環状溝５Ａ，５Ｂが互いに協働してコイル３の収容空間を構成する。分割状態にある磁心２の収容空間にコイル３を収容した後、分割体２Ａ，２Ｂを分割面４で接着する。接着には、例えば無溶剤型のエポキシ系接着材やシリコーン系接着剤等が要求される耐熱性等に応じて用いられる。

[0024] 前記磁心２には、低体積抵抗率で、かつ高透磁率で、さらに一般的なインダクタとは異なり高周波時の鉄損が大きい軟磁性材料が使用される。このような軟磁性材料であれば、特に材質は限定されないが、体積抵抗率が低く、かつ高透磁率で、飽和磁束密度も大きい材質である、純鉄が好ましい。特に、低体積抵抗率で高透磁率となり易いことから、高純度の純鉄粉を圧縮成形し焼結させた焼結製純鉄が好ましい。その場合、焼結製純鉄の密度が７．４×１０^{3}ｋｇ／ｍ^{3}以上であるのが良い。また、軟磁性材料は、体積抵抗率が７．０×１０$^{-7}$Ω・ｍ以下で、かつ最大透磁率が２８００以上であるのが良

い。

[0025] この第１の実施形態では、磁心２の全体に同じ材質の軟磁性材料を使用したが、磁心２の一部にだけ、例えば磁心２におけるコイル３よりも内周側の部分、または外周側の部分だけに軟磁性材料を使用し、残り部分には他の材質の磁性材料を使用しても良い。

[0026] 前記コイル３の導線としては、例えば銅エナメル線が用いられる。詳しくは、ウレタン線（ＵＥＷ）、ホルマール線（ＰＶＦ）、ポリエステル線（ＰＥＷ）、ポリエステルイミド線（ＥＩＷ）、ポリアミドイミド線（ＡＩＷ）、ポリイミド線（ＰＩＷ）、これらを組み合わせた二重被覆線、または自己融着線、リッツ線等を使用できる。銅エナメル線としては、丸線や角線を使用できる。特に、平角線の断面形状の短径側を圧縮成形磁性体の周囲に接して重ね巻きすることにより、巻線密度を向上させたコイル３が得られる。

[0027] コイル３は、この第１の実施形態では所謂絶縁ケースとなる樹脂成形体６に内包された形態としている。樹脂成形体６の樹脂材としては、コイル３を固定し、絶縁性を付与できるものであればいかなる樹脂材であってもよい。ただし、好ましくは、射出成形が可能な熱可塑性樹脂である。さらに好ましくは、ポリフェニレンサルファイド（ＰＰＳ）である。

[0028] コイル３を内包する樹脂成形体６の樹脂材としては、上記熱可塑性樹脂以外に、磁心２の結着材として使用されるエポキシ樹脂、またはフェノール樹脂等の熱硬化性樹脂も使用でき、所謂樹脂封止の形態とすることもできる。

[0029] この第１の実施形態に係る限流コイル１の特性を確かめるために、以下の試験を行った。

（実施例１および比較例１）

実施例１において、密度が７．４×１０^{3}ｋｇ／ｍ^{3}の焼結製純鉄からなる外径２０．２ｍｍ、内径１２．６ｍｍ、高さ６．４ｍｍのトロイダルコアにコイル３を巻線したインダクタからなる試験体を用いた。また、比較例１として、密度が５．７×１０^{3}ｋｇ／ｍ^{3}のアモルファスダストコアからなり、実施例１のトロイダルコアと同一サイズのトロイダルコアにコイル３を巻線

したインダクタからなる試験体を用いた。この比較例１には、磁気飽和し難い材料として、圧粉成形アモルファスを用いた。その上で、実施例１の試験体が比較例１の試験体よりも優れていることを確認した。

[0030] 図２は試験回路を示す。始めに、スイッチＳＷを接点ａの位置にして、コンデンサＣを充電した。次に、スイッチＳＷを接点ｂの位置に切り換えて、コンデンサＣへの充電を終了すると共に、ＲＬＣ回路を形成して試験体Ｌ１に通電した（図２の状態）。電源Ｖの電圧は５０ボルトとした。前記各試験体Ｌ１に瞬時の大電流を通電し、電流およびインダクタの端子管電圧の時間変化を測定した。なお、試験において各試験体の磁心が異なる以外は同条件とした。

[0031] 図３は、通電時における時間と前記各試験体Ｌ１の電流との関係を示すグラフである。磁心にアモルファスを使用した限流回路用インダクタ（以下、「アモルファス系限流インダクタ」と称する）つまり比較例１の試験体Ｌ１は、電流が小さいときは大きな電流抑制効果が得られるが、電流が増加するのに伴い電流抑制効果が減少する。これに対し、磁心に焼結製純鉄を使用した実施例１の限流回路用インダクタ（以下、純鉄系限流インダクタ）は、低電流時に電流抑制効果が小さく、電流が増加するにつれ電流抑制効果が大きくなる。

[0032] 図４および５は、通電時における時間と前記各試験体Ｌ１のインピーダンスとの関係を示すグラフである。アモルファス系限流インダクタは、純鉄系限流インダクタに較べ通電直後は高いインピーダンスであるが、時間経過（電流の増加）に伴い逆転する。

[0033] 図６は、通電時における時間と前記各試験体Ｌ１のインダクタンスとの関係を示すグラフである。アモルファス系限流インダクタは、通電直後は大きなインダクタンスであるが、時間経過（電流の増加）に伴いインダクタンスが減少する。これに対し、純鉄系限流インダクタは、通電直後はインダクタンスが極めて小さく、時間経過に伴いインダクタンスが大きくなる。

[0034] 磁気飽和し難いアモルファスを磁心に使用した限流回路用インダクタと比

較しても、実施例１の限流回路用インダクタは、瞬時の大電流を通電時におけるインダクタンスの増大特性が優れている。

[0035] このように、この第１の実施形態の限流回路用インダクタ１は、磁心２に低体積抵抗率で、かつ高透磁率の軟磁性材料である焼結製純鉄を使用することで、磁心にフェライトを用いた従来の限流回路用インダクタとは逆の特性となり、電流が増加するにつれてインダクタンスが大きくなる。このため、保護対象とする電気回路と直列にこの実施形態の限流回路用インダクタ１を有する限流回路を設けることにより、瞬間的な電流ノイズが発生した場合に、対象とする電気回路に大電流が流れるのを抑制することができる。

[0036] また、焼結製純鉄は低体積抵抗率で高透磁率となり易いため、この限流回路用インダクタ１は、低電流時はインダクタンスが極めて小さいという特性を持つ。このため、通常の電流値では低インダクタンス部品として利用することができる。したがって、この第１の実施形態に係るインダクタは、異常時のみ機能することが望ましい限流回路用インダクタ１として有利である。また、上記のように、この限流回路用インダクタ１は、低体積抵抗率で高透磁率となり易いため、小さな体格で大きなインダクタンスが得られる。

[0037] なお、上記試験例では、焼結製純鉄の密度が７．４×１０^{3}ｋｇ／ｍ^{3}の焼結純鉄を用いたが、密度が７．４×１０^{3}ｋｇ／ｍ^{3}よりも大きい焼結製純鉄を用いると、より一層、低体積抵抗率で高透磁率となる。

[0038] [表1]

焼結純鉄の密度増加に伴う体積抵抗率の変化

密度 g/cm3	体積抵抗率 Ω·m
6.8	10.3×10^{-8}
7.2	9.7×10^{-8}
7.4	9.5×10^{-8}
7.5	9.3×10^{-8}
7.87（参考：溶製材）	8.9×10^{-8}

[0039] ここで、焼結体の製造方法は、圧粉成形工程と、これに続く焼結工程とを含む。圧粉成形体の密度が６．８程度以上あれば焼結工程の対象になり得るが、これよりも低密度の場合、強度不足で取り扱えなくなる。また圧粉成形で粉を押し固めて製造することから、空孔が内部に残るため、真密度に近いものは製造不可能である。現時点では最大で９７％程度で、実際には密度７．６を超える焼結体を製造することは極めて困難である。

[0040] また、この第１の実施形態では、軟磁性材料は、体積抵抗率が７．０×１０$^{-7}$Ω・ｍ以下で、かつ最大透磁率が２８００以上であるため、小さな体格のインダクタで、大きなインダクタンスを得ることができる。

[0041] [表2]

体積抵抗率 Ω·m	透磁率	限流効果
1.0×10^{5}	10	×
1	700	×
0.2	10000	×
7×10^{-7}	2800	○
9×10^{-7}	3000	○

[0042] なお、上記第１の実施形態では、磁心２を、内部にコイル３を埋め込む円筒形としたが、第２の磁心２は、コイル３の内周または外周のいずれか一方のみに設けても良い。磁心２はまた、ポット型に限らず、他の種々の形状の磁心２であっても良い。第２の実施形態に係る限流回路用インダクタは、図７Ａおよび７Ｂに示す円筒形の磁心２を備える。図７Ａおよび７Ｂの磁心２を有する限流回路用インダクタは、特に説明する事項を除き、図１と共に前述した第１の実施形態と同様である。

[0043] 他の試験例につき説明する。

（実施・比較例２）

図７Ａおよび７Ｂの限流回路用インダクタのトロイダルコアからなる磁心２を用いて、磁路長に対する磁路断面積の比（磁路断面積／磁路長）が、インピーダンスにどのような影響を与えるかにつき試験を行った。図７Ａおよび７Ｂにおいて、符号Ｓで示す断面は、磁路断面積を有する断面であり、符号ｌ（図７Ｂにて点線にて表記）で示す円は、内径と外径の平均径の円周であって、磁路長を成す線からなる。

[0044] 試験体は、密度７．７０ｇ／ｃｍ^{3}の焼結系純鉄の上記トロイダルコアからなる磁心２を備えたインダクタであって、次の表３に示すサイズのものを用意し、試験体Ｌ２（Ｎｏ．１～Ｎｏ．５）とした。

[0045] [表3]

焼結純鉄材トロイダルコア　試験片寸法

サンプル	内径	外径	高さ	磁路長	磁路断面積	体積	磁路断面積／磁路長
No. 1	44	60	8	163	64	10455	0.4
No. 2	42	62	10	163	100	16336	0.6
No. 3	40	64	12	163	144	23524	0.9
No. 4	38	66	14	163	196	32019	1.2
No. 5	60	120	30	283	900	254469	3.2

[0046] （試験方法）

試験体Ｌ２に瞬時の大電流を通電し、電流の時間変化を測定した。

通電時の試験回路は、前述した図２に示す回路である。同図のスイッチＳＷを同図のように接点ｂに接続した状態でコンデンサＣを充電し、スイッチＳＷの切り替えによってコンデンサＣの充電を終了すると共に、ＲＬＣ回路を形成することで試験体に電流を通電した。

[0047] 試験の結果を表４に示す。具体的には、形状係数αと、形状係数αに対するインピーダンスＺの比（以下、Ｚ／αとする）との関係を表４および図８に示す。なお、形状係数αは、磁路長ｌに対する磁路断面積Ｓの比（磁路断面積Ｓ／磁路長ｌ）である。

Ｚ／αは、形状係数αを加味したインピーダンスを示し、大きい値ほど理想状態に近く、効率の良いことを示す。ピーク電流の小さいものほど、電流と電圧より求めたインピーダンスが大きく、形状係数αが０．９以上のときに、効率よくインピーダンスが得られていた。

[0048] [表4]

実施・比較例２の試験結果

サンプル	形状係数α	インピーダンス	Z/α	ピーク電流
No. 1	0.4	0.0007	0.0017	2570
No. 2	0.6	0.0024	0.0040	2250
No. 3	0.9	0.0043	0.0048	2050
No. 4	1.2	0.0065	0.0055	2000
No. 5	3.2	0.0175	0.0055	1150

[0049] 上記試験の結果からわかるように、磁路断面積／磁路長に従ってインピーダンスが変わり、この比が０．９以上である場合に、効率良くインピーダンスが得られる。

なお、前記試験は、図７Ａおよび７Ｂに示すトロイダル型の磁心における試験であるが、図１に示すポットコア型の磁心２であっても、同様の結果であると推測される。

[0050] 図１の実施形態における限流回路用インダクタの場合、その磁心２の磁路断面積および磁路長は、図９に示す面積および長さとなる。具体的には、磁路断面積は、磁心２の外側部分の断面２ａａの第１の断面積Ｓ１と、磁心２の内側部分の断面２ｂｂの第２の断面積Ｓ２と、磁心２の上側部分の断面２ｃｃの第３の断面積Ｓ３と、磁心２の下側部分の断面２ｄｄの第４の断面積Ｓ４との平均である。なお、磁心２の上側部分および下側部分それぞれの断面２ｃｃ，２ｄｄの各第３の断面積Ｓ３および第４の断面積Ｓ４は、各部分の高さｄ１およびｄ２それぞれに、磁心２の内側部分の外径ｒ１と、磁心２の外側部分の内径ｒ２との平均径（（ｒ２－ｒ１）／２）についての周長を乗じて求められる。磁路断面積を求める式は、以下のとおりとなる。

Ｓ＝（Ｓ１＋Ｓ２＋Ｓ３＋Ｓ４）／４

[0051] 磁路長ｌは、各磁路断面の中央に沿った経路に基づいて求められる。

[0052] 磁路断面積／磁路長が０．９以上であるのが好ましい点は、磁心の形状に関わらずに当てはまる。

[0053] 次に、この発明の第３の実施形態に係る限流回路用インダクタを図面と共に説明する。なお、本実施形態において、第１の実施形態に関して説明した構成要素と共通する構成要素については、同一の参照符号を付して説明を省略する。

[0054] 図１０は、この発明の第３の実施形態にかかる限流回路用インダクタの斜視図である。この限流回路用インダクタ１Ａは、トロイダルコア型である中空の円筒形の磁心２と、この磁心２に巻き付けられた２本の巻線３Ａ，３Ｂとを有する。２本巻線３Ａ，３Ｂを有するため、この限流回路用インダクタ１Ａは４端子型である。これら２本巻線３Ａ，３Ｂは、コモンモードコイルとして限流回路に用いられる。各巻線３Ａ，３Ｂは、中空円筒形である磁心２の断面の外周に巻回されており、それぞれの巻き方向は互いに逆向きである。各巻線３Ａ，３Ｂの両端部は、それぞれ引出し線とされ、これら巻線３Ａ，３Ｂの両方の先端がそれぞれ端子３Ａａ，３Ａｂ，３Ｂａ，３Ｂｂを構成する。各巻線３Ａ，３Ｂは、コイルボビン（図示せず）を介して磁心２に巻付けられていても良い。各巻線の巻き方はバイファイラ巻きであっても良い。

[0055] 図１１は、磁心２だけを示す図である。図示の磁心２は、均一厚さの内周部分４と、外周部分５とから構成される２層構造である。

[0056] 内周部分４には、低体積抵抗率および高透磁率で、かつ高周波時の鉄損が大きい軟磁性材料が使用される。このような軟磁性材料であれば、特に材質は限定されないが、体積抵抗率が低く、かつ高透磁率で、飽和磁束密度も大きい材質である、鉄系焼結金属（例えば純鉄や低炭素鋼、ＳＫＤ１１等の鉄分を主成分とする金属）が好ましい。特に、低体積抵抗率で高透磁率となり易いことから、高純度の純鉄粉を圧縮成形し焼結させた焼結製純鉄がより好ましい。その場合、焼結製純鉄の密度が７．４ｇ／ｃｍ^{3}以上であるのが良い

。また、軟磁性材料は、体積抵抗率が７．０×１０$^{-7}$Ω・ｍ以下で、かつ最大透磁率が２８００以上であるのが良い。

[0057] 外周部分５は、アモルファス粉末を用いた所謂ダストコアであり、絶縁被膜処理されたアモルファス合金粉末を圧縮成形したものを焼鈍して作られている。

[0058] なお、磁心２は、この第３の実施形態のように内周部分４に前記材質の軟磁性材料を使用した構成に代えて、内外の材質を互いに逆に、つまり外周部分５に前記材質の軟磁性材料を用い、内周部分４に前記アモルファス合金粉製のダストコアを用いても良い。また、第２の実施形態に関して説明した図７Ａおよび７Ｂの磁心２のように全体を同じ材質とし、前述した低体積抵抗率、高透磁率で、かつ高周波時の鉄損が大きい軟磁性材料を用いても良い。

[0059] 前記コイル３の巻線３Ａ，３Ｂは、第１の実施形態に係るインダクタ１のコイル３と同様の特徴を有する。

[0060] この第３の実施形態に係る限流回路用インダクタの特性を確かめるために、次の試験を行った。

（実施例３および比較例３）

試験体には、第３の実施形態に含まれるインダクタの実施例３の試験体Ｌ３として、図１１に示す内周部分４が鉄系材料（ＳＫＤ１１）で、他の部分５がアモルファス合金粉末に樹脂バインダを用いて射出成形により成形したポット型コア（外径１２０ｍｍ、内径２８ｍｍ、高さ９３ｍｍ）である磁心を含むインダクタを用意した。また、比較例３となる試験体Ｌ３として、実施例３の試験体と同形同寸法で全体がアモルファスのポット型コアである磁心を含むインダクタを用意した。これらのコアに同じ仕様のコモンモードの空心コイルをセットしてそれぞれ試験体とした。前記比較例３には、図１１に示す内周部分４に磁気飽和し難い材料として、アモルファスのポット型コアを用いた。その上で、実施例３の試験体が比較例３の試験体よりも優れていることを確認した。

[0061] 試験回路としては、実施例１、比較例１および実施・比較例２で用いた図

２の試験回路を用いた。

[0062] 図１２は、通電時における時間と前記各試験体Ｌ３の電流との関係を示すグラフである。磁心にアモルファス合金粉末を用いたダストコアのみを使用した限流回路用インダクタ（以下、「アモルファス系限流インダクタ」と称する）つまり比較例３の試験体Ｌ３は、電流が小さいときは大きな電流抑制効果が得られるが、電流が増加するのに伴い電流抑制効果が減少する。これに対し、図１１の内周部分が鉄系材料、他の部分がアモルファス系合金粉末を用いたダストコアを使用した限流回路用インダクタ（以下、一部純鉄系限流インダクタ）つまり実施例３の試験体Ｌ３は、低電流時に電流抑制効果が小さく、電流が増加するにつれ電流抑制効果が大きくなる。

[0063] 図１３および１４は、通電時における時間と前記各試験体Ｌ３のインピーダンスとの関係を示すグラフである。アモルファス系限流インダクタは、一部純鉄系限流インダクタに較べ通電直後は高いインピーダンスであるが、時間経過（電流の増加）に伴い逆転する。

[0064] 図１５は、通電時における時間と前記各試験体Ｌ３のインダクタンスとの関係を示すグラフである。アモルファス系限流インダクタは、通電直後は大きなインダクタンスであるが、時間経過（電流の増加）に伴いインダクタンスが減少する。これに対し、一部純鉄系限流インダクタは、通電直後の低電流時はインダクタンスが極めて小さく、時間経過に伴い電流値が大きくなるとインダクタンスが大きくなる。

[0065] 磁気飽和し難い磁心にアモルファス合金粉末を用いたダストコアのみを使用した限流回路用インダクタと比較しても、実施例３の限流回路用インダクタは、瞬時の大電流を通電時におけるインダクタンスの増大特性が優れている。

[0066] このように、この第３の実施形態の限流回路用インダクタ１Ａは、磁心２の少なくとも一部に低体積抵抗率で、かつ高透磁率の軟磁性材料である焼結製純鉄を使用することで、磁心にフェライトを用いた従来の限流コイルとは逆の特性となり、電流が増加するにつれてインダクタンスが大きくなる。こ

のため、対象とする電気回路と直列にこの第３の実施形態の限流回路用インダクタ１Ａを有する限流回路を設けることにより、瞬間的な電流ノイズが発生した場合に、対象とする電気回路に大電流が流れるのを制限することができる。

[0067] また、焼結製純鉄は低体積抵抗率で高透磁率となり易いが、この限流回路用インダクタ１Ａは、低電流時はインダクタンスが極めて小さいという特性を持つ。したがって、通常の電流値では低インダクタンス部品として利用することができる。そのため、この第３の実施形態に係るインダクタは、異常時のみ機能することが望まれる限流回路用インダクタとして有利である。また、上記のように、この限流回路用インダクタ１は、低体積抵抗率で高透磁率となり易いため、小さな体格で大きなインダクタンスが得られる。

[0068] なお、この第３の実施形態では、軟磁性材料は、体積抵抗率が７．０×１０$^{-7}$Ω・ｍ以下で、かつ最大透磁率が２８００以上であるため、小さな体格のインダクタで、大きなインダクタンスを得ることができる。なお、体積低効率および透磁率に対する限流効果の関係は、第１実施形態に関して示した表２の関係が当てはまる。

[0069] 他の試験例につき説明する。

（実施・比較例４）

磁心２としては、上記実施・比較例２と同一のものを用い、上記実施・比較例２と同様に、磁路断面積／磁路長が、インピーダンスにどのような影響を与えるかにつき試験を行った。試験体の磁心２として、上記実施・比較例２と同一で、表３で示したサイズのものを用意した。これら磁心２に、バイファイラ巻線（２重巻線）を行い、上記実施・比較例２と同一で、表３で示した試験体Ｌ４（Ｎｏ．１～Ｎｏ．５）とした。

[0070] （削除）

[0071] （試験方法）

試験方法も、実施・比較例２と同一の方法であった。

[0072] 試験の結果を表５に示す。具体的には、形状係数αと、形状係数αに対す

るインピーダンスＺの比（以下、形状係数αとする）との関係を表５および図１６に示す。なお、形状係数αは、磁路長ｌに対する磁路断面積Ｓの比（磁路断面積Ｓ／磁路長ｌ）である。

Ｚ／αは、形状係数αを加味したインピーダンスを示し、大きい値ほど理想状態に近く、効率の良いことを示す。ピーク電流の小さいものほど、電流と電圧より求めたインピーダンスが大きく、形状係数αが０．９以上のときに、効率よくインピーダンスが得られていた。

[0073] [表5]

実施・比較例４の試験結果

サンプル	形状係数α	インピーダンス	Z/α	ピーク電流
No. 1	0.4	0.0008	0.0019	1800
No. 2	0.6	0.0027	0.0044	1570
No. 3	0.9	0.0048	0.0053	1430
No. 4	1.2	0.0072	0.0060	1400
No. 5	3.2	0.0193	0.0060	800

[0074] 上記試験の結果からわかるように、磁路断面積／磁路長に従ってインピーダンスが変わり、この比が０．９以上である場合に、効率良くインピーダンスが得られる。

[0075] なお、上記各実施形態では、磁心２を、外周に巻線３Ａ，３Ｂを巻く円筒形としたが、磁心２は、コイル３の内周または外周のいずれか一方のみに設ける形状であっても良い。磁心２には、また、種々の形状を採用することができる。

[0076] 以上、実施例に基づいて本発明を実施するための形態を説明したが、ここで開示した実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではない。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0077] １（１Ａ） 限流回路用インダクタ

２　磁心

３（３Ａ，３Ｂ）　コイル

請求の範囲

[請求項1] 磁心と、コイルとを備え、限流回路に用いられるインダクタであって、

前記磁心は、その少なくとも一部に、低体積抵抗率かつ高透磁率の軟磁性材料からなる部分を有する限流回路用インダクタ。

[請求項2] 請求項１に記載の限流回路用インダクタにおいて、

前記コイルは、前記磁心に導線を互いに逆向きに巻いた少なくとも２個のコイルからなり、これら２個のコイルはコモンモードコイルとして用いられる、限流回路用インダクタ。

[請求項3] 請求項１または２に記載の限流回路用インダクタにおいて、前記磁心の全体が前記軟磁性材料である限流回路用インダクタ。

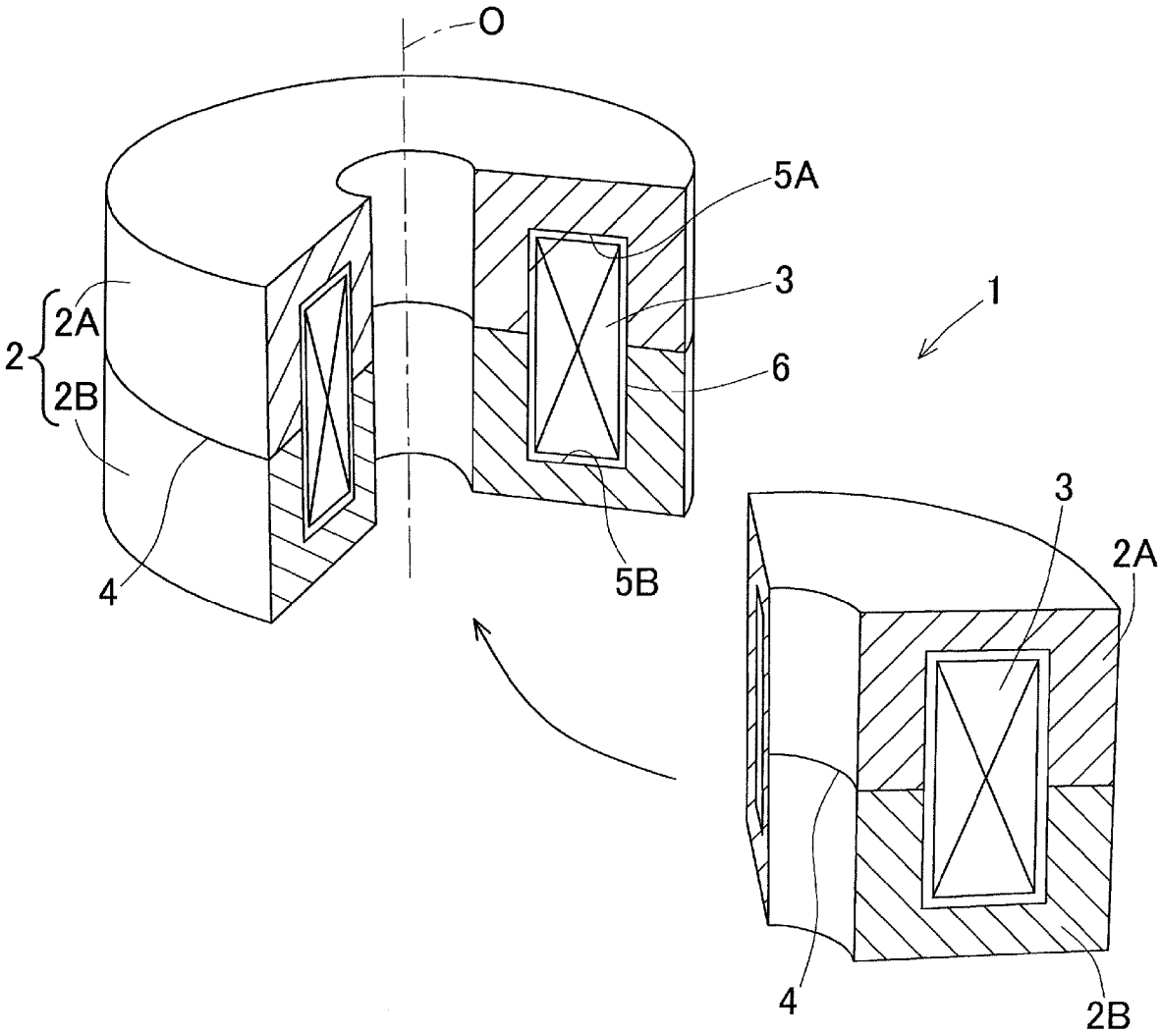
[請求項4] 請求項１ないし請求項３に記載の限流回路用インダクタにおいて、前記軟磁性材料が焼結製純鉄である限流回路用インダクタ。

[請求項5] 請求項４に記載の限流回路用インダクタにおいて、前記焼結製純鉄の密度が７．４×１０^{3}ｋｇ／ｍ^{3}以上である限流回路用インダクタ。

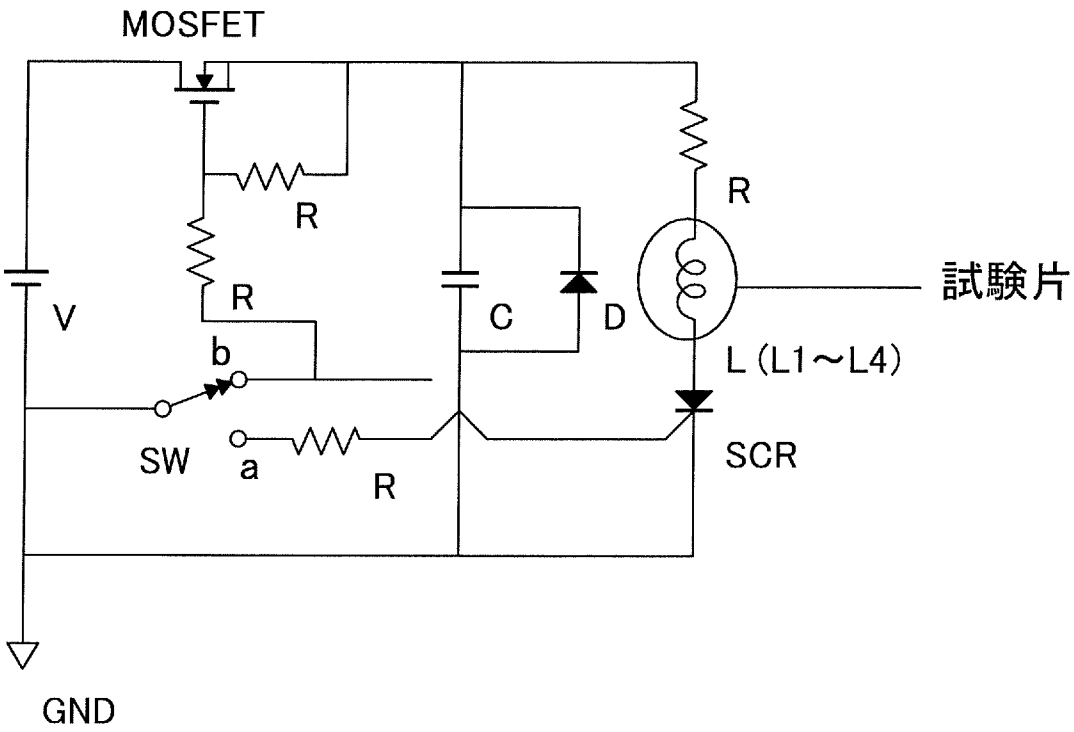
[請求項6] 請求項１ないし請求項５のいずれか１項に記載の限流回路用インダクタにおいて、前記軟磁性材料は、体積抵抗率が７．０×１０$^{-7}$Ω・ｍ以下で、かつ最大透磁率が２８００以上である限流回路用インダクタ。

[請求項7] 請求項１ないし請求項６のいずれか１項に記載の限流回路用インダクタにおいて、前記磁心の磁路断面積／磁路長の比が０．９以上である限流回路用インダクタ。

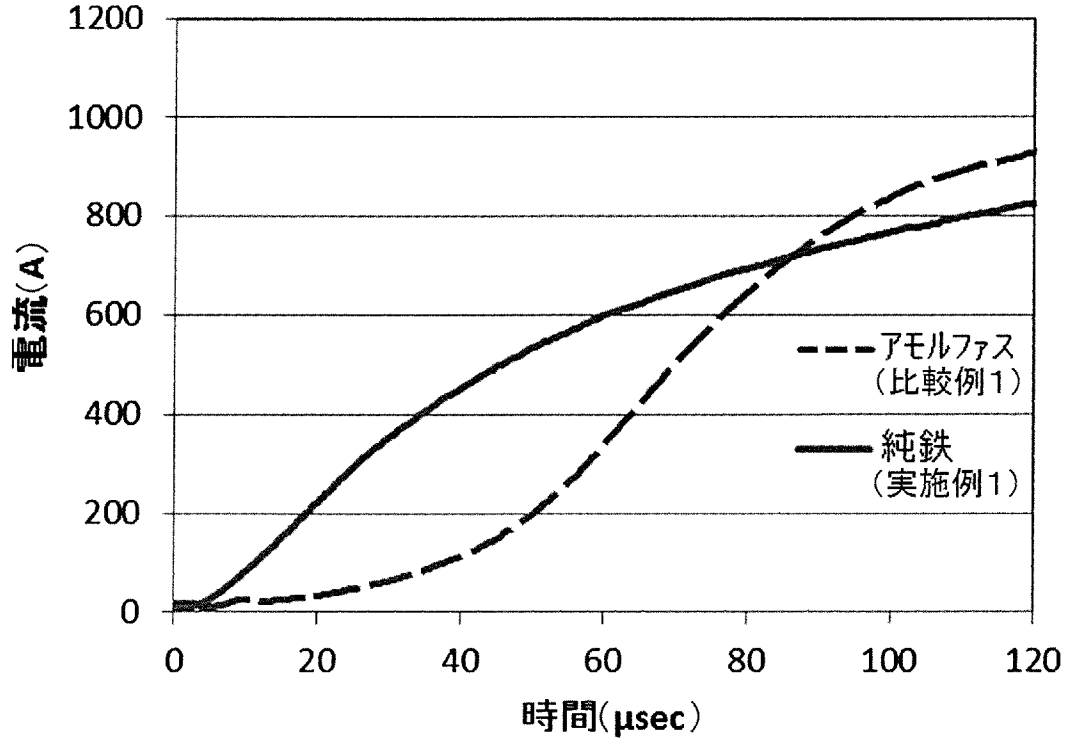
[図1]



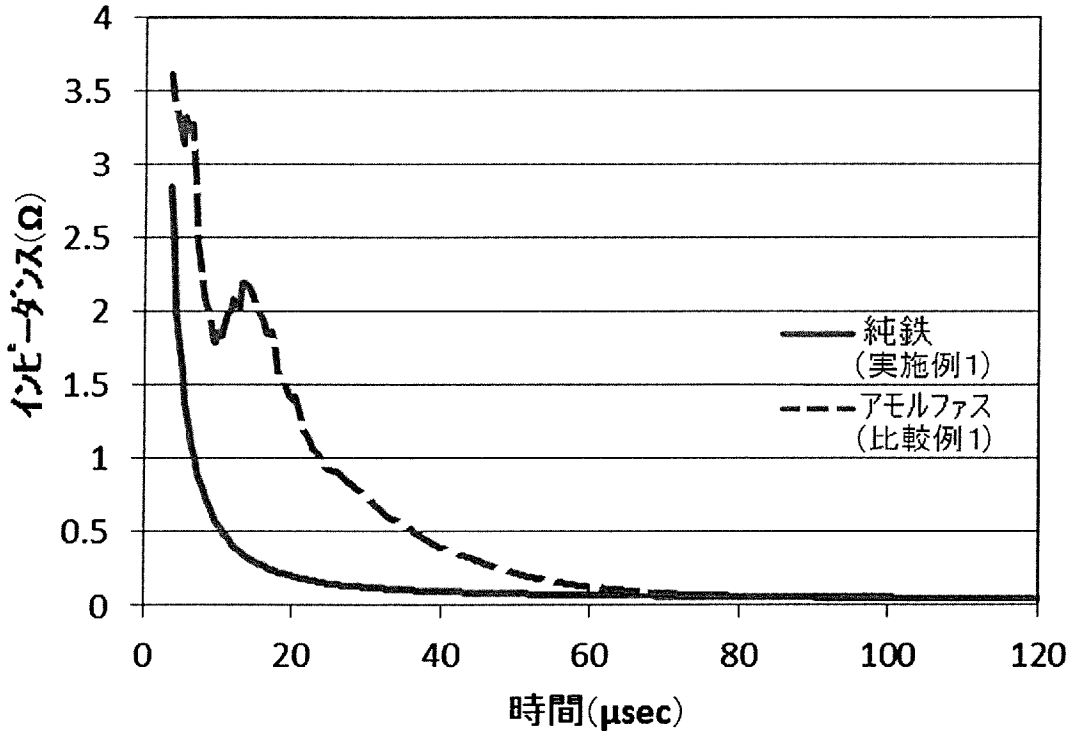
[図2]



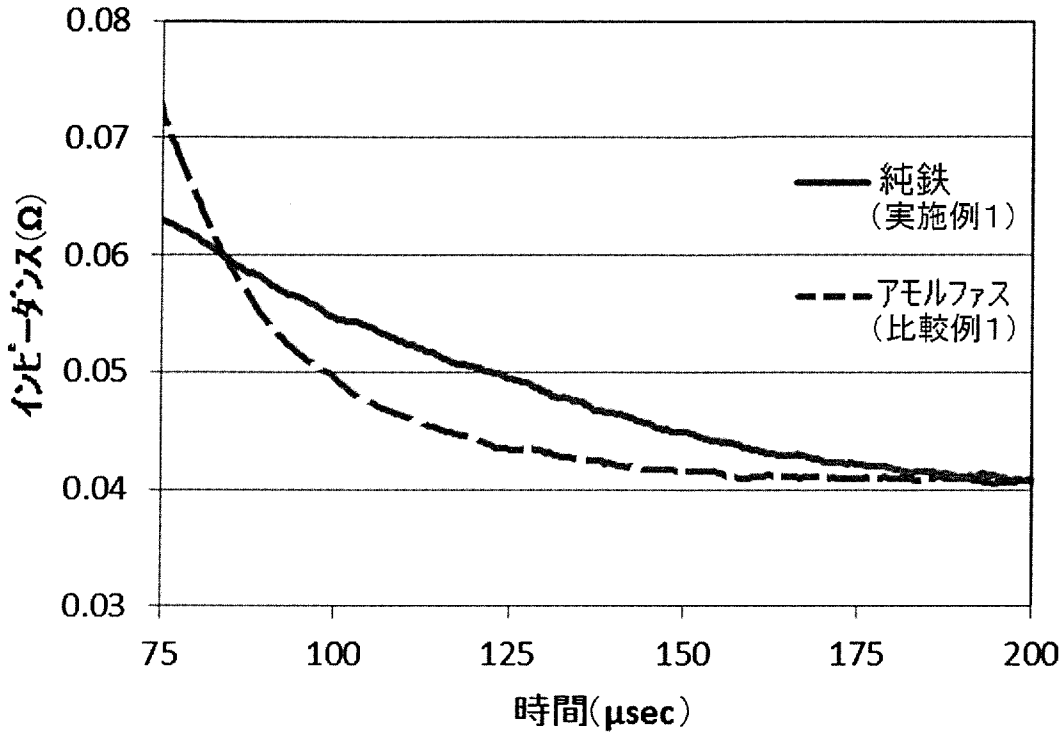
[図3]


1200
1000
800
600
400
200
0
電流(A)
0
20
40
60
80
100
120
時間(μsec)
アモルファス
(比較例1)
純鉄
(実施例1)

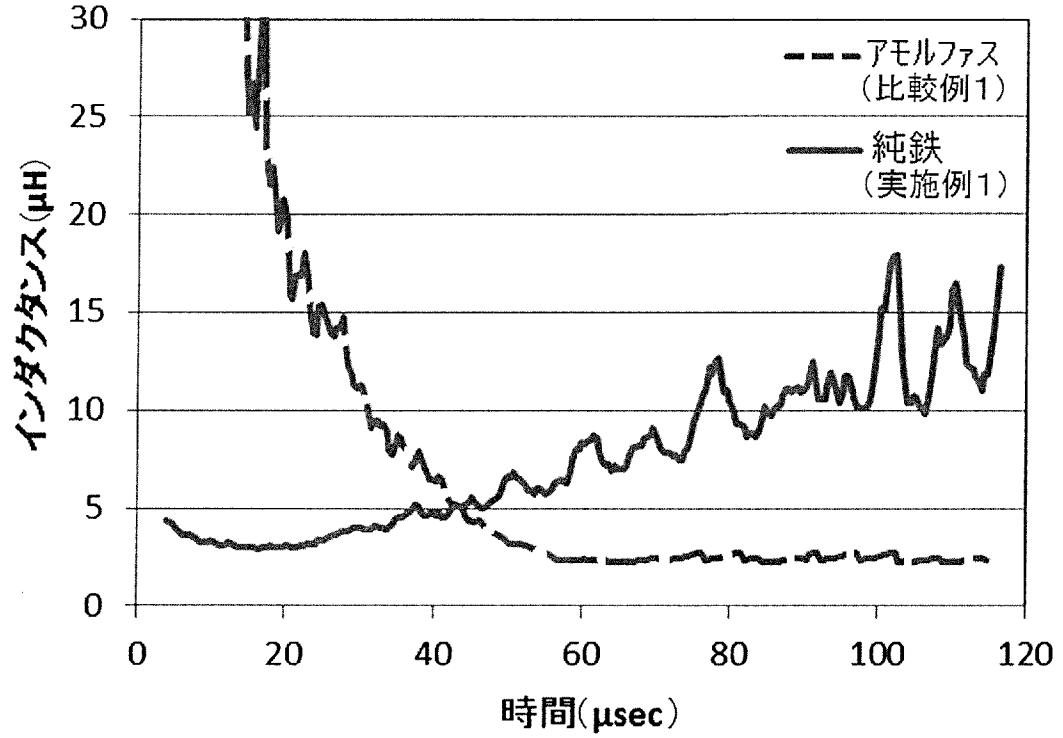
[図4]


4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
インピーダンス(Ω)
0
20
40
60
80
100
120
時間(μsec)
純鉄
(実施例1)
アモルファス
(比較例1)

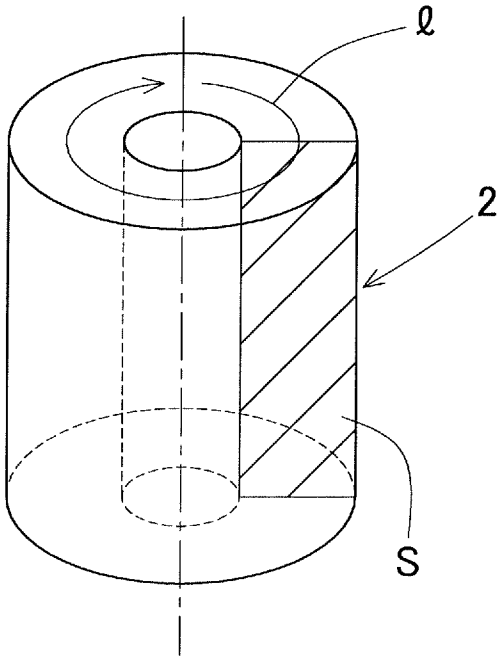
[図5]


0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
インピーダンス(Ω)
75
100
125
150
175
200
時間(μsec)
純鉄
（実施例1）
アモルファス
（比較例1）

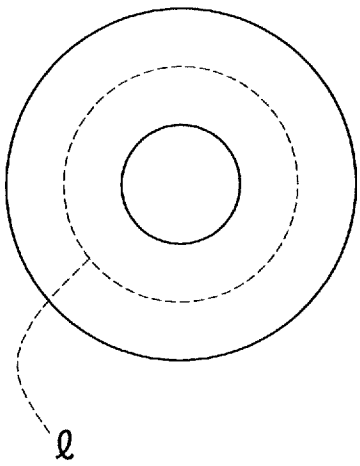
[図6]


30
25
20
15
10
5
0
インダクタンス(μH)
0
20
40
60
80
100
120
時間(μsec)
アモルファス
（比較例1）
純鉄
（実施例1）

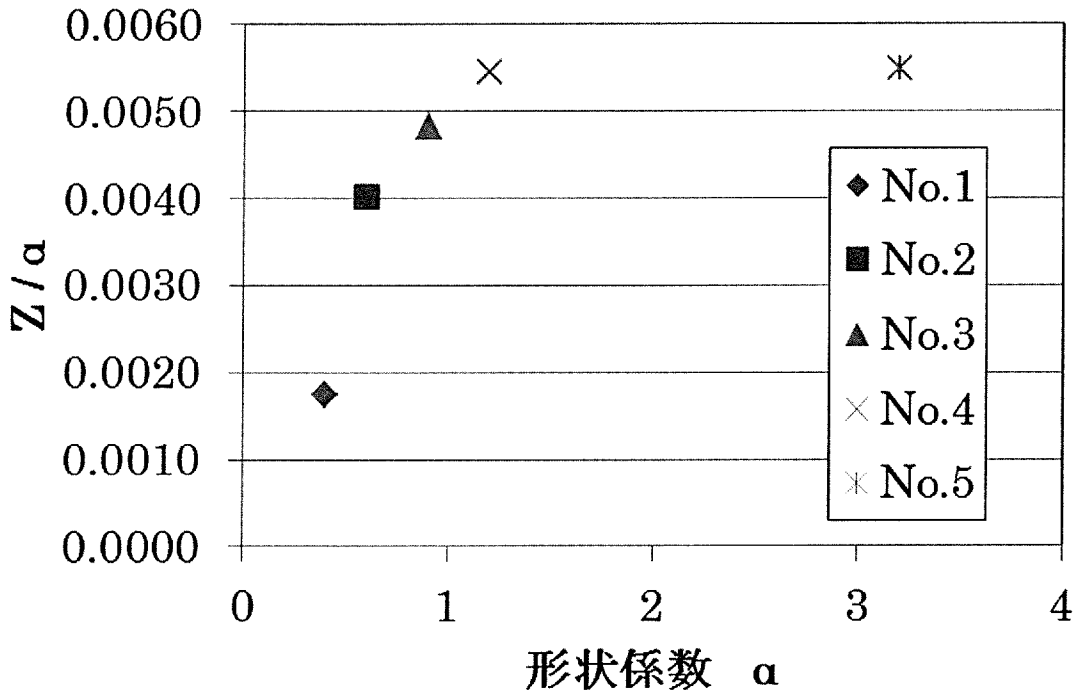
[図7A]



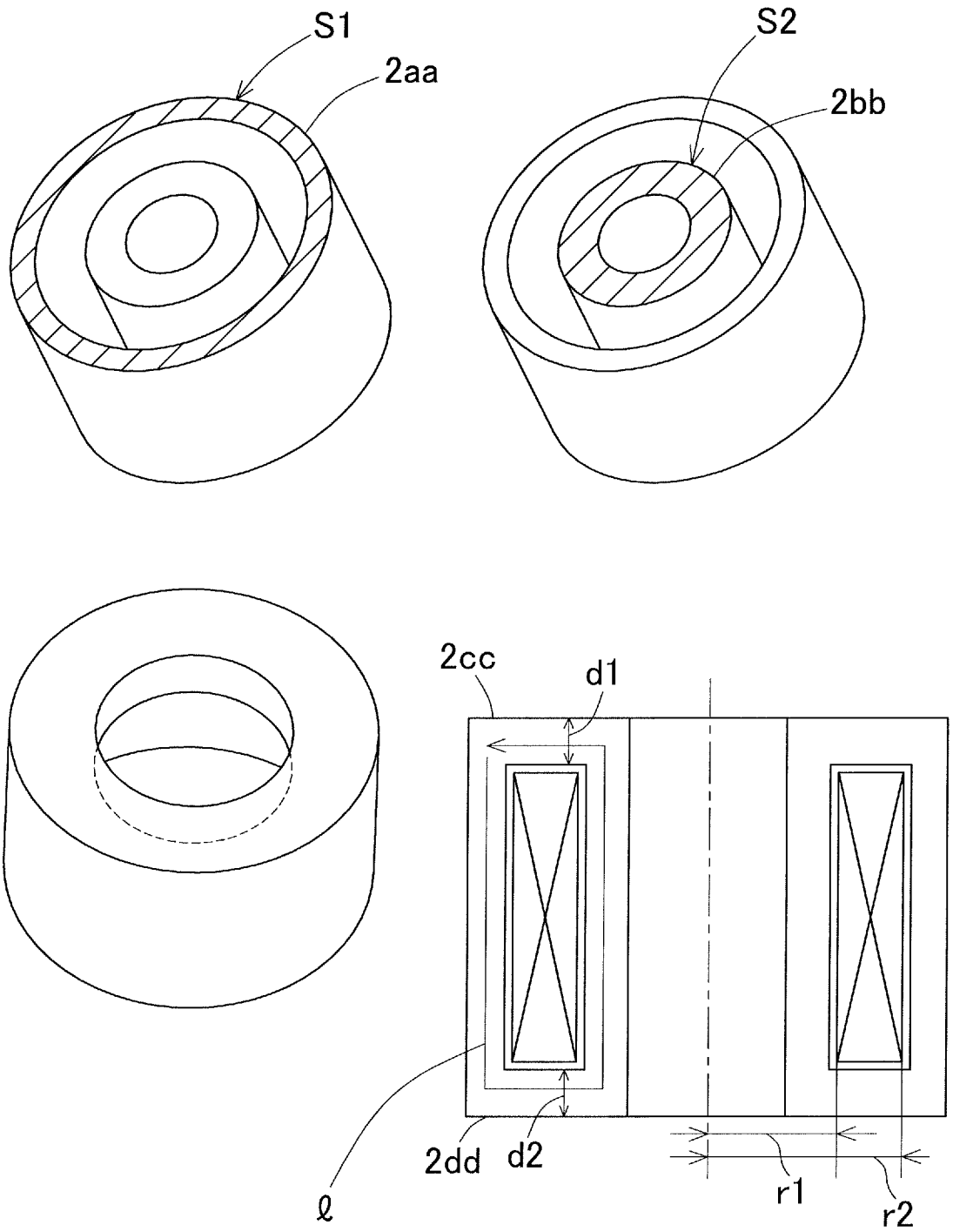
[図7B]



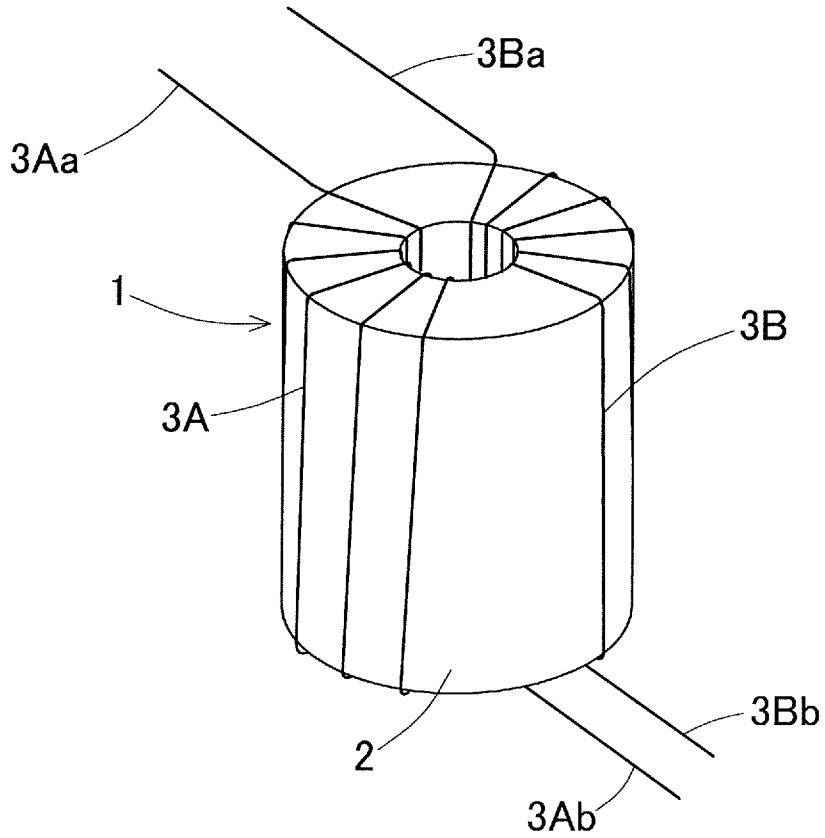
[図8]


0.0060
0.0050
0.0040
0.0030
0.0020
0.0010
0.0000
Z / α
0
1
2
3
4
形状係数 α
No.1
No.2
No.3
No.4
No.5

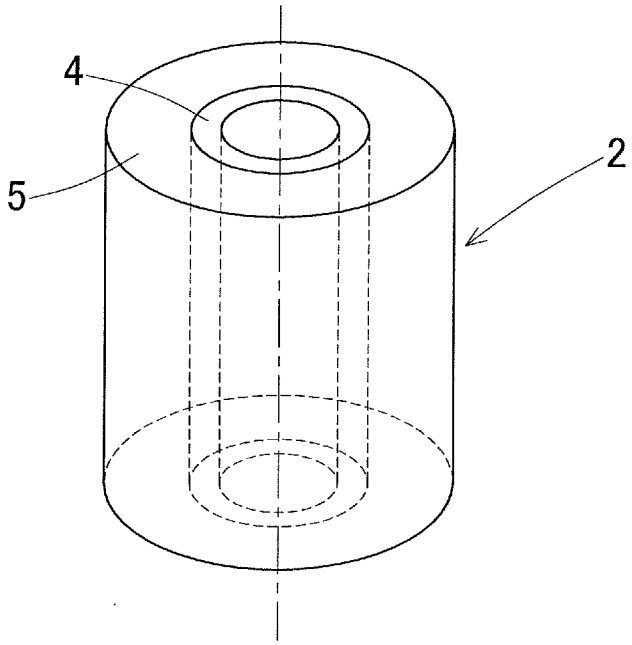
[図9]



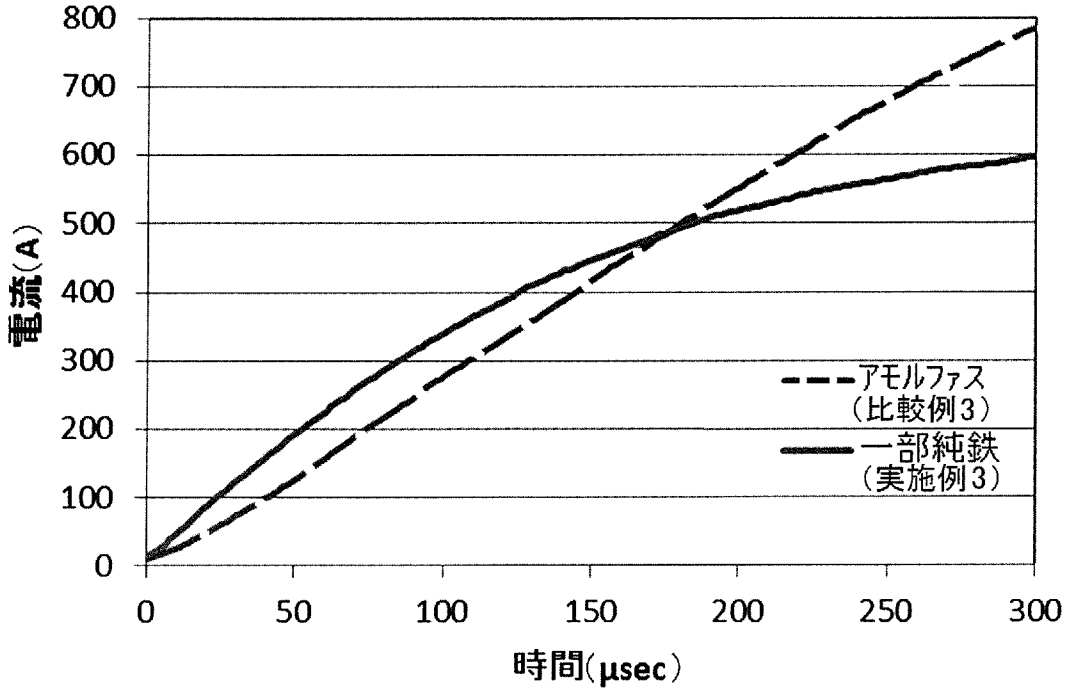
[図10]



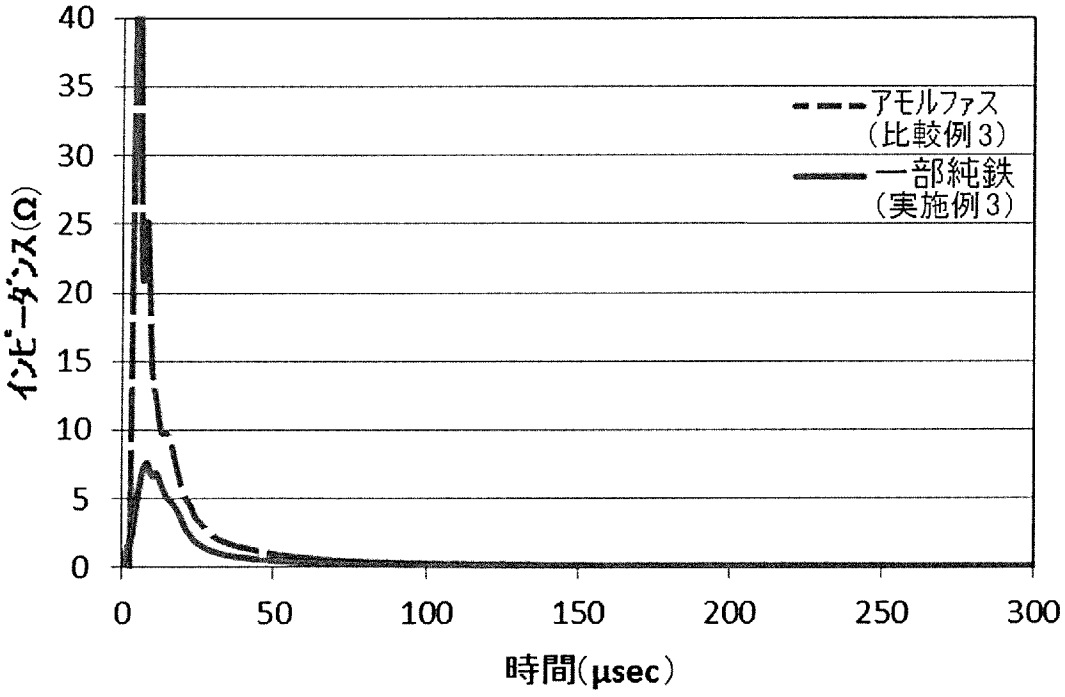
[図11]



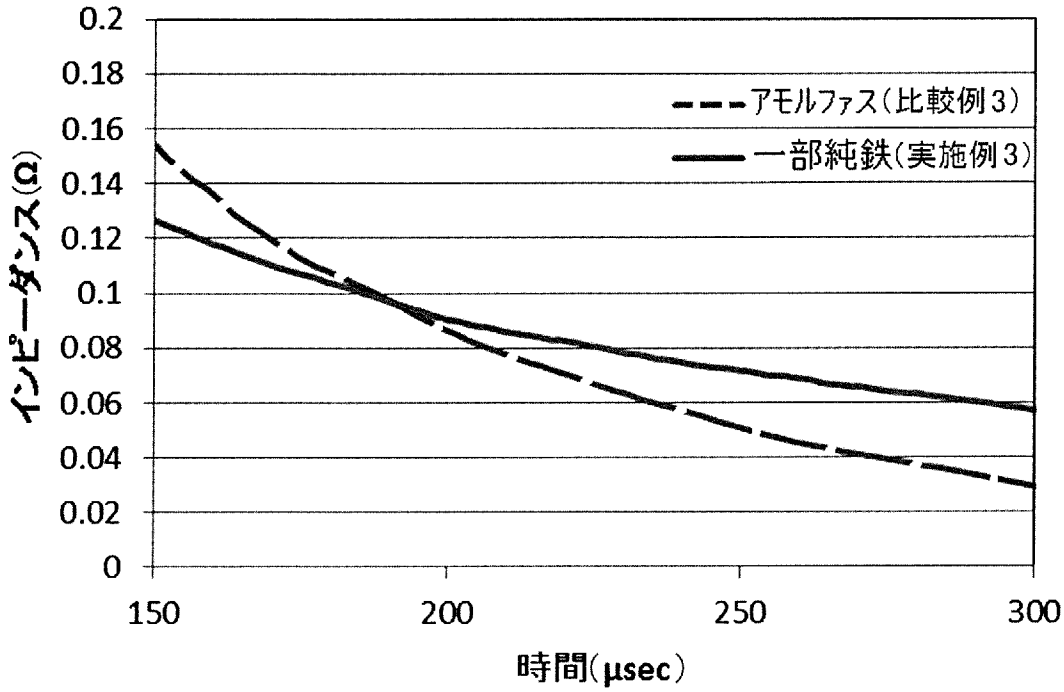
[図12]


800
700
600
500
400
300
200
100
0
電流(A)
0
50
100
150
200
250
300
時間(μsec)
アモルファス
(比較例3)
一部純鉄
(実施例3)

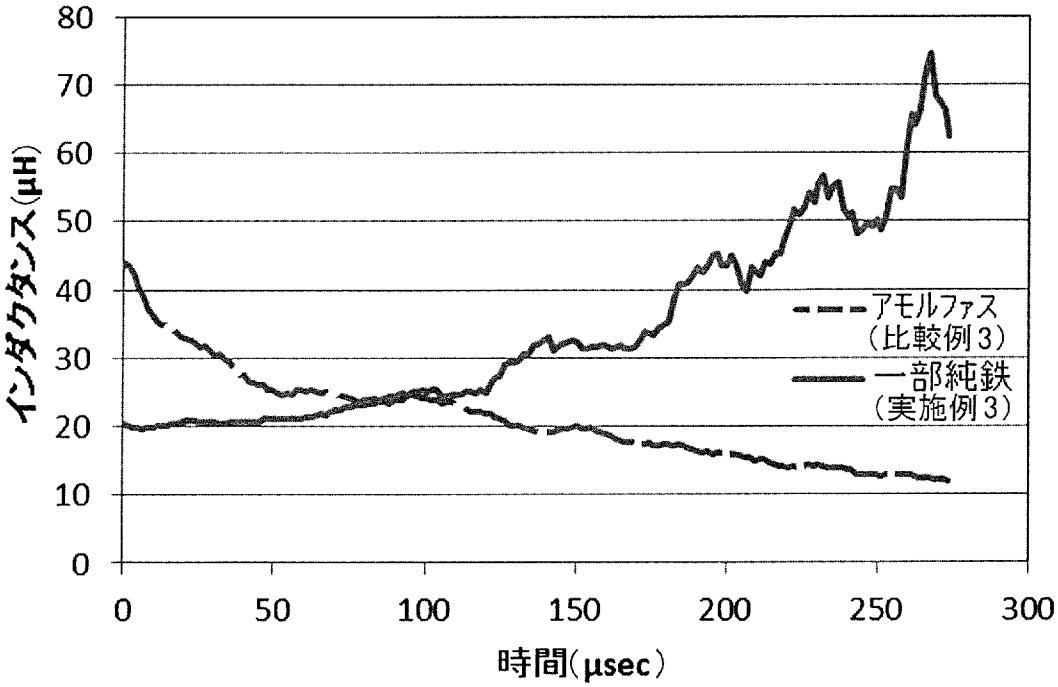
[図13]


40
35
30
25
20
15
10
5
0
インピーダンス(Ω)
0
50
100
150
200
250
300
時間(μsec)
アモルファス
(比較例3)
一部純鉄
(実施例3)

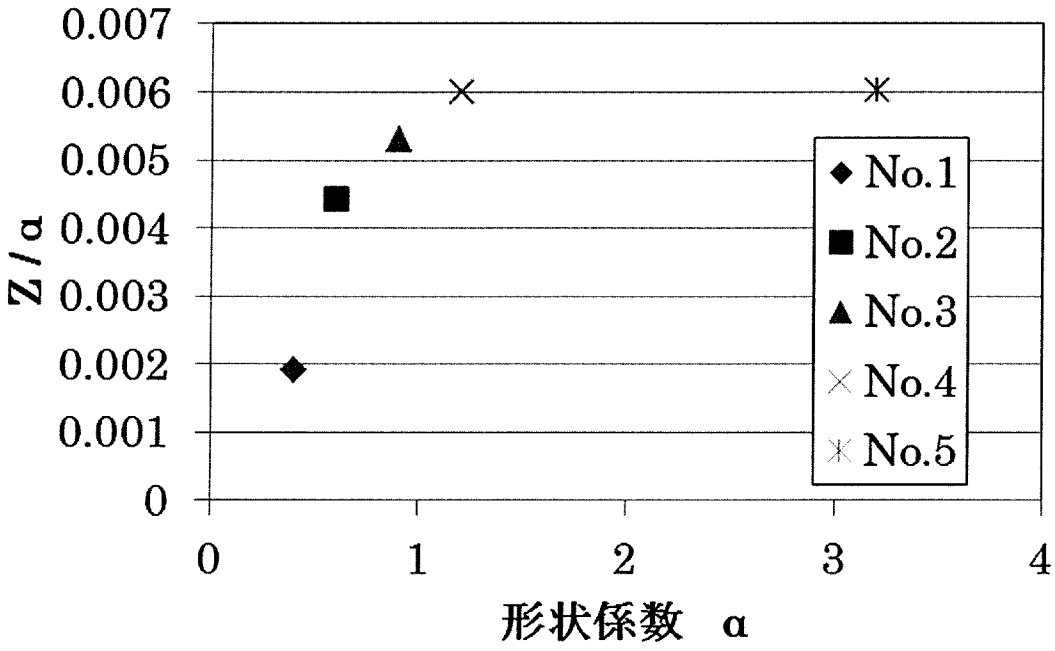
[図14]


0.2
0.18
0.16
0.14
0.12
0.1
0.08
0.06
0.04
0.02
0
インピーダンス(Ω)
150
200
250
300
時間(μsec)
アモルファス(比較例3)
一部純鉄(実施例3)

[図15]


80
70
60
50
40
30
20
10
0
インダクタンス(μH)
0
50
100
150
200
250
300
時間(μsec)
アモルファス
(比較例3)
一部純鉄
(実施例3)

[図16]


0.007
0.006
0.005
0.004
0.003
0.002
0.001
0
Z/α
0
1
2
3
4
形状係数 α
No.1
No.2
No.3
No.4
No.5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/065343

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01F37/00(2006.01)i, *H01F27/255*(2006.01)i, *H01F29/04*(2006.01)i, *H02H9/02*(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)
H01F37/00, H01F27/255, H01F29/04, H02H9/02

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2006-197667 A (Mitsubishi Electric Corp.), 27 July 2006 (27.07.2006), paragraphs [0001], [0007], [0017] to [0031]; fig. 3 to 8 (Family: none)	1-7
X	JP 10-66254 A (The Tokyo Electric Power Co., Inc.), 06 March 1998 (06.03.1998), paragraphs [0001], [0012] to [0017]; fig. 1 (Family: none)	1,3-7
X	JP 2001-238349 A (Mitsubishi Electric Corp.), 31 August 2001 (31.08.2001), paragraphs [0001], [0023], [0030] to [0033], [0047] to [0050]; fig. 1, 5 (Family: none)	1,3-7

☒ 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	Date of mailing of the international search report
26 July 2016 (26.07.16)	02 August 2016 (02.08.16)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/065343

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2013-532909 A (Alstom Technology Ltd.), 19 August 2013 (19.08.2013), paragraph [0001](page 3); paragraphs [0039], [0040](page 6); paragraph [0053](page 8); paragraph [0068](page 9) to paragraph [0074] (page 10); fig. 1 & US 2013/0141202 A1 paragraphs [0001], [0039], [0040], [0053], [0068] to [0074]; fig. 1 & WO 2012/016586 A1 & EP 2601658 A1 & CN 103155056 A & RU 2013108438 A	1,4-7

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０６５３４３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01F37/00(2006.01)i, H01F27/255(2006.01)i, H01F29/04(2006.01)i, H02H9/02(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.　H01F37/00, H01F27/255, H01F29/04, H02H9/02

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	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６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	ＪＰ　２００６－１９７６６７　Ａ（三菱電機株式会社） ２００６．０７．２７， 段落【０００１】【０００７】【００１７】－【００３１】， 第３－８図 （ファミリーなし）	１－７

☑　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	国際調査報告の発送日
２６．０７．２０１６	０２．０８．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　５Ｄ　９３６８
五貫　昭一
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５５１

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
Ｘ	ＪＰ　１０－６６２５４　Ａ（東京電力株式会社） １９９８．０３．０６， 段落【０００１】【００１２】－【００１７】， 第１図 （ファミリーなし）	１，３－７
Ｘ	ＪＰ　２００１－２３８３４９　Ａ（三菱電機株式会社） ２００１．０８．３１， 段落【０００１】【００２３】【００３０】－【００３３】 【００４７】－【００５０】， 第１，５図 （ファミリーなし）	１，３－７
Ｘ	ＪＰ　２０１３－５３２９０９　Ａ （アルストム　テクノロジー　リミテッド） ２０１３．０８．１９， 段落【０００１】（第３頁），【００３９】【００４０】（第６頁）， 【００５３】（第８頁）， 【００６８】（第９頁）－【００７４】（第１０頁）， 第１図 ＆　ＵＳ　２０１３／０１４１２０２　Ａ１， 段落［０００１］［００３９］［００４０］［００５３］ ［００６８］－［００７４］， 第１図 ＆　ＷＯ　２０１２／０１６５８６　Ａ１ ＆　ＥＰ　２６０１６５８　Ａ１ ＆　ＣＮ　１０３１５５０５６　Ａ ＆　ＲＵ　２０１３１０８４３８　Ａ	１，４－７