

(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
2012 年 9 月 27 日(27.09.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/127875 A1

- (51) 国際特許分類:
H01F 21/08 (2006.01) H01G 4/40 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/002032
- (22) 国際出願日: 2012 年 3 月 23 日(23.03.2012)
- (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 2011-066158 2011 年 3 月 24 日(24.03.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 京セラ株式会社(KYOCERA Corporation) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 金丸 卓司(KANAMARU, Takuji) [JP/JP]; 〒2248502 神奈川県横浜市都筑区加賀原 2 丁目 1 番 1 号 京セラ株

式会社 横浜事業所内 Kanagawa (JP). 宮本 力(MIYAMOTO, Tsutomu) [JP/JP]; 〒2248502 神奈川県横浜市都筑区加賀原 2 丁目 1 番 1 号 京セラ株式会社 横浜事業所内 Kanagawa (JP). 佐藤 隆史(SATO, Takafumi) [JP/JP]; 〒2248502 神奈川県横浜市都筑区加賀原 2 丁目 1 番 1 号 京セラ株式会社 横浜事業所内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 杉村 憲司(SUGIMURA, Kenji); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目 2 番 1 号 霞が関コモンゲート西館 3 6 階 Tokyo (JP).

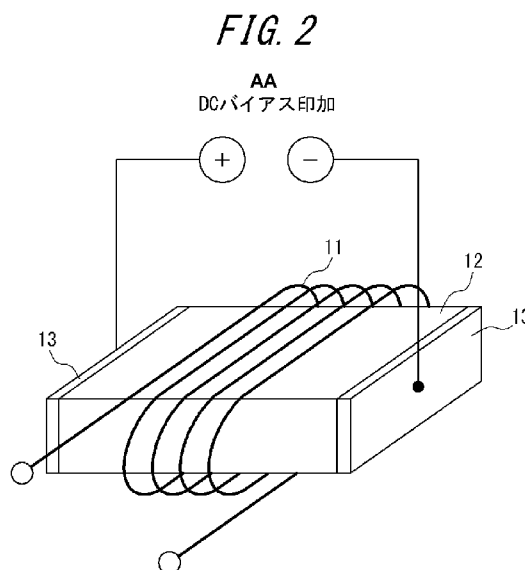
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV,

[続葉有]

(54) Title: VARIABLE INDUCTOR

(54) 発明の名称: 可変インダクタ

[図2]



AA APPLICATION OF DC BIAS

(57) Abstract: A coil (11) is provided with a laminated ceramic capacitor (12) on the inside of the coil. A direct current voltage (DC bias) is applied to an electrode (13) of the laminated ceramic capacitor (12). When the direct current voltage (DC bias) is applied to the laminated ceramic capacitor (12), permittivity ϵ and magnetic permeability μ change, and the electrostatic capacity changes. The inductance value of the coil (11) is changed by changing the magnetic permeability μ .

(57) 要約: コイル 11 は、コイルの内部に、積層セラミックコンデンサ 12 を備えている。積層セラミックコンデンサ 12 の電極 13 には、直流電圧 (DC バイアス) が印加される。積層セラミックコンデンサ 12 は、直流電圧 (DC バイアス) が印加されると、誘電率 ϵ と透磁率 μ が変化し、静電容量が変化する。透磁率 μ が変化することによりコイル 11 のインダクタンス値も変化する。



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, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：可変インダクタ

関連出願へのクロスリファレンス

[0001] 本願は、日本国特許出願第2011-066158号（2011年3月24日出願）の優先権の利益を主張し、これらの全内容を参照により本願明細書に取り込むものとする。

技術分野

[0002] 本発明は、インダクタンス特性を任意に調整できる可変インダクタに関する。

背景技術

[0003] 従来の可変インダクタは、コイルの中に挿入する磁性体コアを出し入れしてインダクタンス特性を任意に可変していた。従来の可変インダクタは、機械的駆動によりコイルの中に磁性体コアを出し入れするために、小型化には不向きである。したがって、現在でも、基本的に可変インダクタは利用されていない。

なお、従来技術として、無線機の送信部とアンテナとの間のインピーダンス整合をとる整合回路素子として用いられる可変インダクタが知られている（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平8-55733号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上述したように、現在でも、基本的には機械的駆動による可変インダクタは利用されていない。そのため、無線機における周波数チューニングでは、固定インダクタと可変コンデンサが用いられているが、固定インダクタと可変コンデンサにより周波数チューニングを行う方法では、小型化には限界が

あるため、機械的駆動のない小型化が可能な可変インダクタが必要とされている。

[0006] 本発明は、このような問題点に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、機械的駆動によることなくインダクタンス値を任意に可変できる可変インダクタを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 上記目的を達成するため、本発明の第1の態様に係る可変インダクタは、コイル内部に、誘電率および透磁率が変化するコンデンサを備えることを特徴とする。

[0008] 第1の態様に係る可変インダクタにおいて、前記コンデンサに電圧を印加することにより前記誘電率および透磁率が変化することが好ましい。

[0009] 第1の態様に係る可変インダクタにおいて、前記コンデンサは、積層セラミックコンデンサであることが好ましい。また、前記積層セラミックコンデンサには、F特性品に相当する誘電体が用いられることが好ましい。

[0010] また、本発明の第2の態様に係る可変インダクタは、誘電率および透磁率が変化するコンデンサの内部にコイルを備えることを特徴とする。

[0011] 第2の態様に係る可変インダクタにおいて、前記コイルを複数有し、前記コイルそれぞれは、直列接続されていることが好ましい。

[0012] 第2の態様に係る可変インダクタにおいて、前記コイルを複数有し、前記コイルそれぞれは、並列接続されていることが好ましい。

発明の効果

[0013] 本発明は、積層セラミックコンデンサに印加する電圧を可変することにより、コイル内部の誘電率、透磁率が変化するもので、機械的駆動によることなくインダクタンス値を任意に変化させることができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]積層セラミックコンデンサの静電容量の変化特性を示す図である。

[図2]本発明の実施の形態に係る可変インダクタの構成を示す図である。

[図3]インダクタンス値が変化することを確認するために用いたコルピッツ型

の発振回路を示す図である。

[図4]発振周波数の変化量を示す図である。

[図5]コイルがコンデンサに内蔵された可変インダクタの構成の一例を示す図である。

[図6]コイルがコンデンサに内蔵された可変インダクタの構成の他の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0015] 本発明の可変インダクタの実施の形態について説明する前に、積層セラミックコンデンサの特性について説明する。図1は、積層セラミックコンデンサの静電容量の変化特性を示す図である。縦軸は静電容量変化率(%)を示しており、横軸は直流電圧(V)を示している。誘電体材料にチタン酸バリウム(BaTiO_3)を使う高誘電率系の積層セラミックコンデンサは、図1に示すように、積層セラミックコンデンサに直流電圧(DCバイアス)を印加すると、高容量コンデンサでは、静電容量がそのバイアスと共に変化する性質を有している。例えば、定格電圧が10Vで静電容量が10 μF の積層セラミックコンデンサに直流4Vを印加すると、B特性品の場合は静電容量が約20%減少し、F特性品の場合は静電容量が約80%減少する。図1からF特性品が特に静電容量の減少が大きいことが分かる。

[0016] 積層セラミックコンデンサの静電容量が印加電圧によって変化するの、バイアス電圧の印加により見かけ上の誘電率 ϵ が変化するからである。

静電容量Cは、

$$C = \epsilon S / D$$

ϵ : 誘電率

S : 電極面積

D : 電極間距離

で表される。積層セラミックコンデンサに、直流電圧(DCバイアス)を印加することにより、静電容量Cが変化するということは、電極面積Sおよび電極間距離Dは一定であるから、積層セラミックコンデンサ12の見かけ上

の誘電率 ε が変化しているということである。

[0017] 図2は、本発明の実施の形態に係る可変インダクタの構成を示す図である。コイル11は、コイルの内部に、積層セラミックコンデンサ12を備えている。積層セラミックコンデンサ12の電極13には、直流電圧（DCバイアス）が印加される。可変幅を大きくする場合には、積層セラミックコンデンサ12には、静電容量の変動の大きいF特性品に相当する誘電体を用いることが好ましい。

[0018] 積層セラミックコンデンサ12の電極13に、直流電圧（DCバイアス）が印加され、積層セラミックコンデンサ12の見かけ上の誘電率 ε が変化すると、誘電率 ε と透磁率 μ との間には、

$$\varepsilon \mu = 1 / v^2$$

v : 媒質中の光速

の関係があるので、それに伴い見かけ上の透磁率 μ も変化することになる。

したがって、コイル11の内部の積層セラミックコンデンサ12の透磁率 μ が変化することになり、インダクタンス L は、

$$L = \mu S N^2 / d$$

S : コイルの断面積

N : コイルの巻数

d : コイルの長さ

で表されるので、透磁率 μ が変化することによりインダクタンス L も変化することになる。

[0019] 上述のように、積層セラミックコンデンサ12に印加する直流電圧（DCバイアス）を可変することにより、コイル内部の誘電率、透磁率が変化するので、図2で示した可変インダクタは、機械的駆動によることなくインダクタンス値を任意に変化させることができる。

[0020] 図3は、積層セラミックコンデンサの電極に印加する直流電圧（DCバイアス）を変化させたときに、積層セラミックコンデンサを内部に備えたコイルのインダクタンス値が、実際に変化することを確認するために用いたコル

ピッツ型の発振回路を示す図である。図 3 の回路にて、積層セラミックコンデンサの電極に印加する DC バイアスを 1 V ずつ増加させたときの、 V_{out} における発振周波数を測定した。表 1 は、発振周波数の測定結果と発振周波数の変化量を示している。

[0021] [表1]

DC バイアス	発振周波数 f [kHz]	Δf [kHz]	変化量 [ppm]
0V	22504.5	0.0	0
1V	22504.0	-0.5	-22
2V	22503.2	-1.3	-58
3V	22501.7	-2.8	-124
4V	22499.9	-4.6	-204
5V	22498.1	-6.4	-284
6V	22496.6	-7.9	-351
7V	22494.6	-9.9	-440
8V	22492.8	-11.7	-520
9V	22489.5	-15.0	-667
10V	22487.6	-16.9	-752

[0022] 図 4 は、表 1 をグラフ化させたもので、DC バイアスが 0 V のときの発信周波数を基準にした発振周波数の変化量を示す図である。横軸が印加電圧 (V) を示し、縦軸が変化量 (ppm) を示す。DC バイアスを大きくしていくと、コイルのインダクタンス値が大きくなる方向に動き、発振周波数が下がっていることが実験的に確かめられた。

[0023] 表 2 は、測定結果の発信周波数から算出したコイルのインダクタンス値 L とインダクタンス値の変化量を示している。

[表2]

DCバイアス	インダクタンスL [nH]	ΔL [nH]	変化量[ppm]
0V	303.122	0.000	0
1V	303.136	-0.013	-44
2V	303.157	-0.035	-116
3V	303.198	-0.075	-249
4V	303.246	-0.124	-409
5V	303.295	-0.172	-569
6V	303.335	-0.213	-702
7V	303.389	-0.267	-880
8V	303.438	-0.315	-1040
9V	303.527	-0.404	-1333
10V	303.578	-0.456	-1501

[0024] 図1に示す積層セラミックコンデンサの静電容量の変化特性と比較すると、静電容量の変化量と桁数が違うが、インダクタンス値が、変化していることが分かる。インダクタンス値の変化量が小さいのは、積層セラミックコンデンサは、印加電圧による電極間誘電率の変化により、容量値が変化しても、コイルは、コンデンサの周囲に巻き回しているため、誘電率変化の影響を間接的にしか受けないためである。

[0025] また、DCバイアスを変化させたときに発振周波数の特性のみが変化し、他の特性に影響を与えていないことも確認できた。これにより、積層セラミックコンデンサへ印加するDCバイアスを可変とすることにより、コイルのインダクタンス値のみを可変できることが確認できた。

[0026] また、本発明は、コンデンサの内部電極でコイルを形成して、コイルをコンデンサに内蔵するようにしてもよい。図5は、コイルがコンデンサに内蔵された可変インダクタの構成の一例を示す図である。積層セラミックコンデンサ22は、コンデンサの内部に、コイル21を備えている。積層セラミッ

クコンデンサ 2 2 の電極 2 3 には、直流電圧（DC バイアス）が印加される。
。

[0027] 図 6 は、コイルがコンデンサに内蔵された可変インダクタの構成の他の例を示す図である。積層セラミックコンデンサ 3 2 の内部に、多層パターンで複数個のコイル 3 1 が形成されている。積層セラミックコンデンサ 3 2 の電極 3 3 には、直流電圧（DC バイアス）が印加される。コイル 3 1 を直列接続することで、大きなインダクタンス値の可変インダクタを形成することができる。また、コイル 3 1 を並列接続することで、電流容量の大きな可変インダクタを形成することができる。

[0028] なお、上述した実施形態では、積層セラミックコンデンサを用いているが、本発明は、積層セラミックコンデンサに限らず、印加電圧によって誘電率、透磁率が変化するものであれば、どのようなコンデンサを用いてもよい。

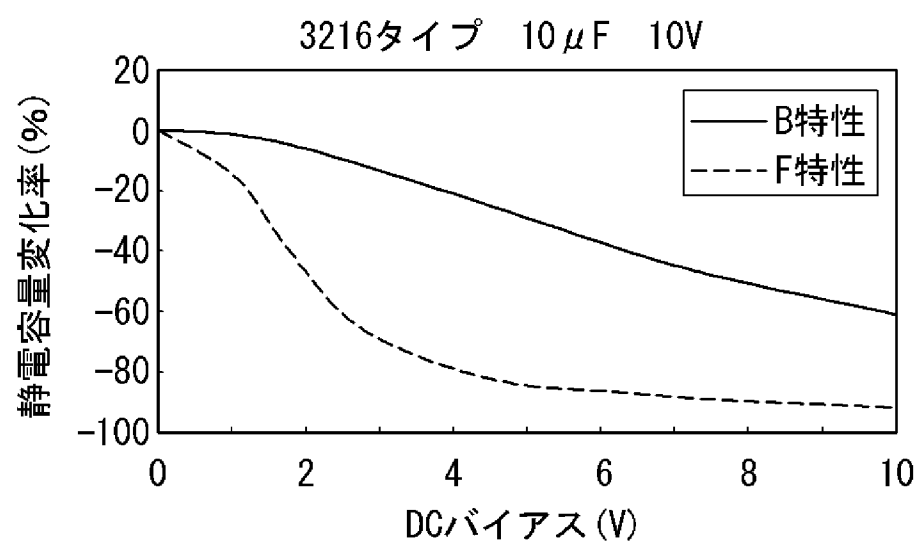
符号の説明

[0029] 1 1、2 1、3 1 コイル
1 2、2 2、3 2 積層セラミックコンデンサ
1 3、3 2、3 3 電極

請求の範囲

- [請求項1] コイル内部に、誘電率および透磁率が変化するコンデンサを備えることを特徴とする可変インダクタ。
- [請求項2] 前記コンデンサに電圧を印加することにより前記誘電率および透磁率が変化することを特徴とする請求項1に記載の可変インダクタ。
- [請求項3] 前記コンデンサは、積層セラミックコンデンサであることを特徴とする請求項1に記載の可変インダクタ。
- [請求項4] 前記積層セラミックコンデンサには、F特性品に相当する誘電体を用いられていることを特徴とする請求項3に記載の可変インダクタ。
- [請求項5] 誘電率および透磁率が変化するコンデンサの内部にコイルを備えることを特徴とする可変インダクタ。
- [請求項6] 前記コイルを複数有し、
 前記コイルそれぞれは、直列接続されていることを特徴とする請求項5に記載の可変インダクタ。
- [請求項7] 前記コイルを複数有し、
 前記コイルそれぞれは、並列接続されていることを特徴とする請求項5に記載の可変インダクタ。

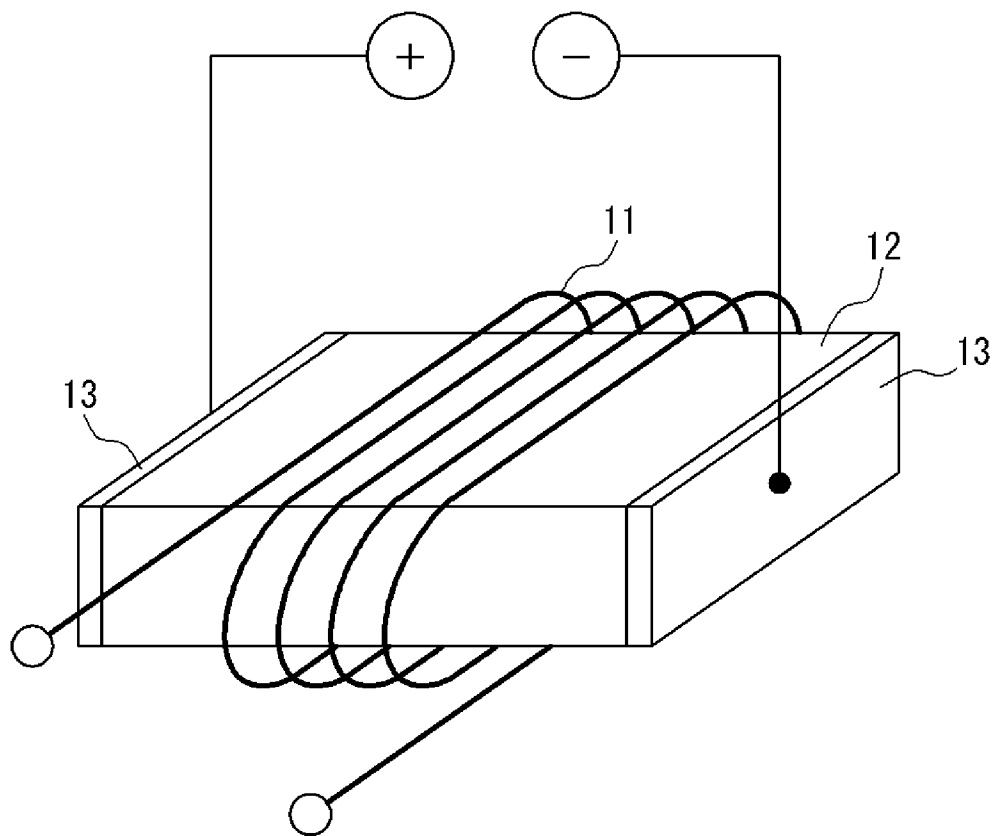
[図1]

FIG. 1

[図2]

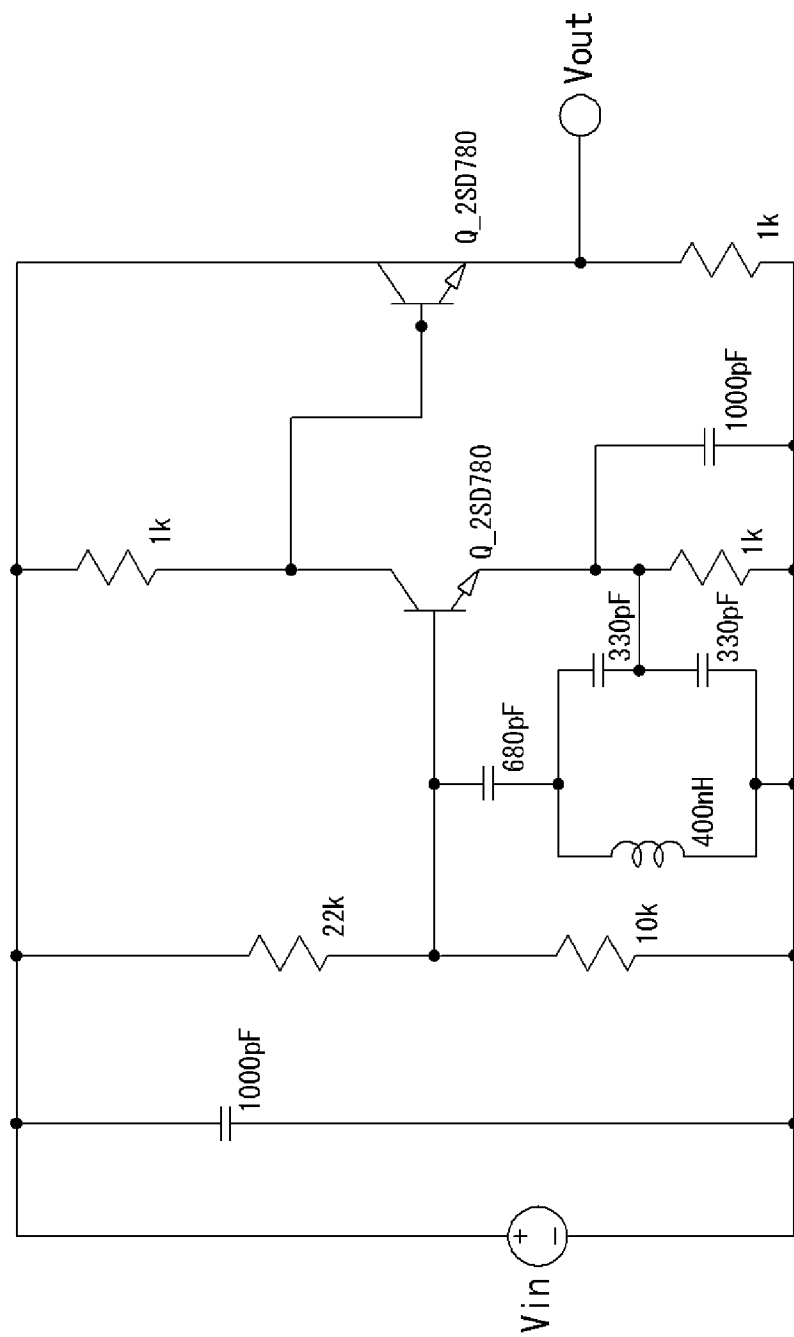
FIG. 2

DCバイアス印加

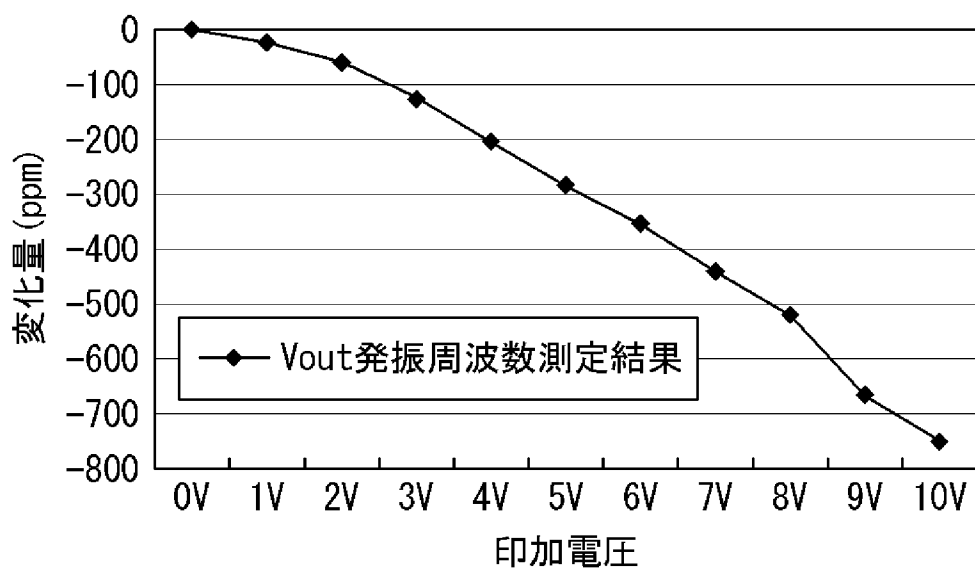


[図3]

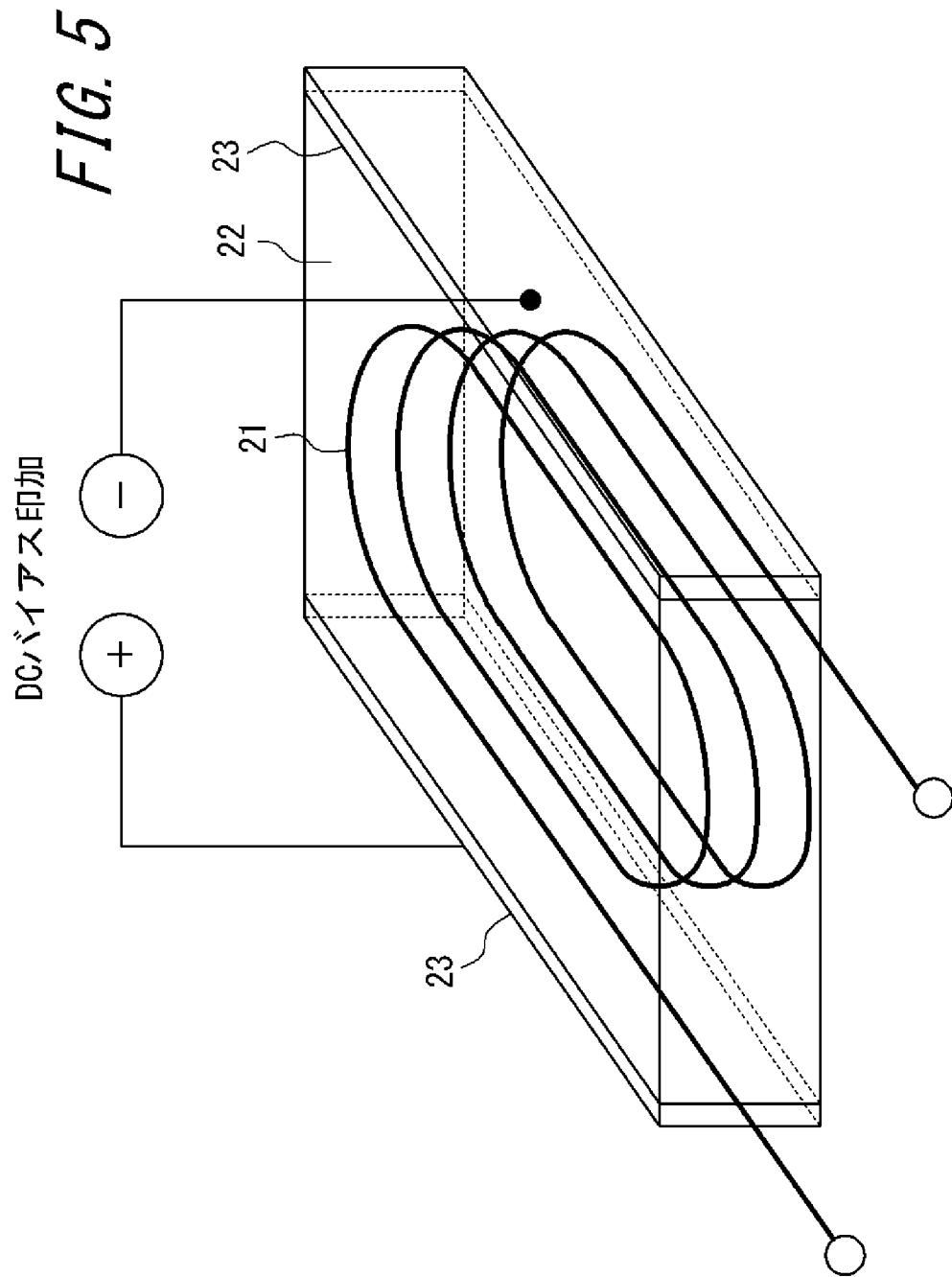
FIG. 3



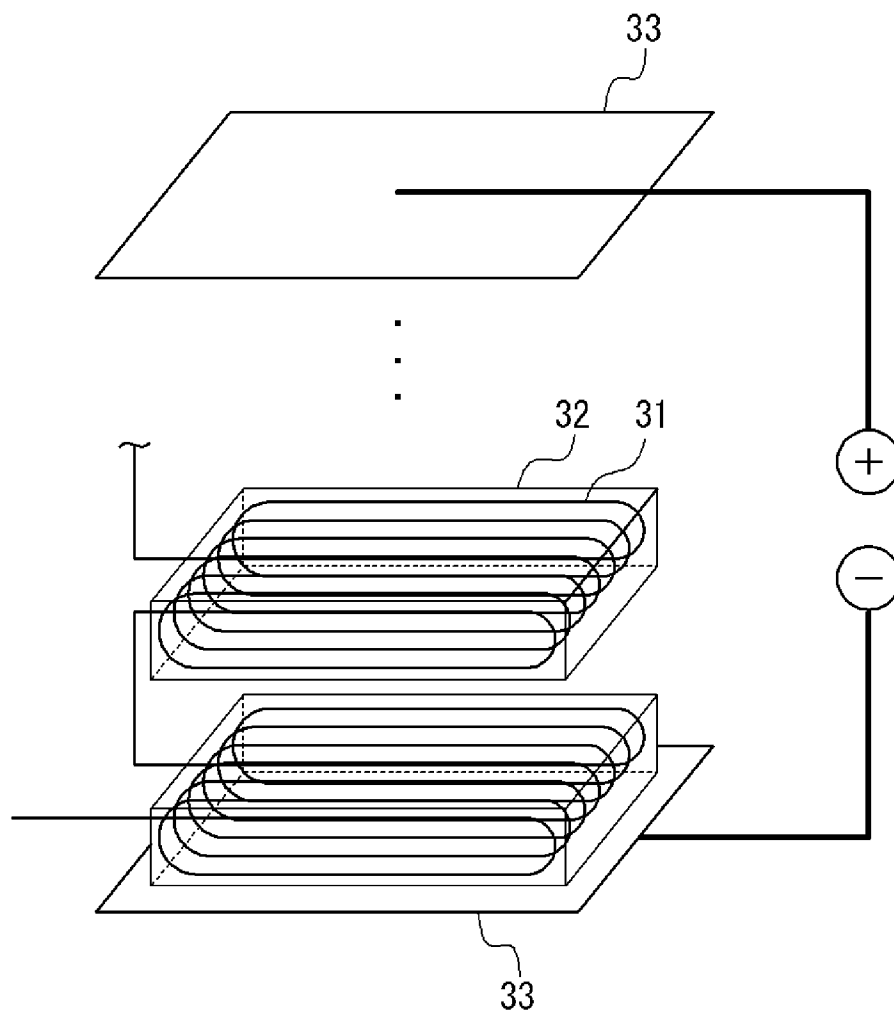
[図4]

FIG. 4

[図5]



[図6]

FIG. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/002032

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01F21/08 (2006.01) i, H01G4/40 (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)

H01F21/08, H01G4/40

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 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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 62-154706 A (Hitachi, Ltd.), 09 July 1987 (09.07.1987), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
X A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 139096/1988 (Laid-open No. 60220/1990) (Taiyo Yuden Co., Ltd.), 02 May 1990 (02.05.1990), claims; specification, page 6, line 16 to page 7, line 19; fig. 3 (Family: none)	1-4 5-7



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
14 June, 2012 (14.06.12)Date of mailing of the international search report
26 June, 2012 (26.06.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/002032

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 61-150204 A (NEC Corp.), 08 July 1986 (08.07.1986), entire text; all drawings (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01F21/08 (2006.01)i, H01G4/40 (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. H01F21/08, H01G4/40

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	1971-2012年
日本国実用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録実用新案公報	1994-2012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 62-154706 A (株式会社日立製作所) 1987.07.09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7
X A	日本国実用新案登録出願63-139096号 (日本国実用新案登録出願公開2-60220号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (太陽誘電株式会社) 1990.05.02, 実用新案登録請求の範囲, 明細書第6頁16行-第7頁第19行, 第3図 (ファミリーなし)	1-4 5-7

☒ 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

14.06.2012

国際調査報告の発送日

26.06.2012

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)

久保田 昌晴

電話番号 03-3581-1101 内線 3551

5D

4230

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	JP 61-150204 A (日本電気株式会社) 1986.07.08, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 7