

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7620344号
(P7620344)

(45)発行日 令和7年1月23日(2025.1.23)

(24)登録日 令和7年1月15日(2025.1.15)

(51)国際特許分類

FI

G 0 6 F 3/03 (2006.01)

G 0 6 F 3/03 4 0 0 Z

G 0 6 F 3/046(2006.01)

G 0 6 F 3/046 A

請求項の数 20 (全19頁)

(21)出願番号	特願2023-115945(P2023-115945)	(73)特許権者	513009370
(22)出願日	令和5年7月14日(2023.7.14)		株式会社 ハイディーブ
(62)分割の表示	特願2021-547224(P2021-547224) の分割		H i D e e p I n c .
原出願日	令和2年2月14日(2020.2.14)		大韓民国、1 3 4 9 3 ・ギョンギード、
(65)公開番号	特開2023-134676(P2023-134676 A)		ソンナムーシ、ブンダング、ダエワン
(43)公開日	令和5年9月27日(2023.9.27)		パンギョーロ・6 4 4ベオンーギル、4
審査請求日	令和5年8月14日(2023.8.14)	(74)代理人	9、(サムピョンドン) ディーディー
(31)優先権主張番号	10-2019-0017373		シー・タワー・1 0 エフ
(32)優先日	平成31年2月14日(2019.2.14)	(72)発明者	110002734
(33)優先権主張国・地域又は機関	韓国(KR)		弁理士法人藤本パートナーズ
			キム, セヨブ
			大韓民国 1 3 4 9 3 ギョンギード, ソ
			ンナムーシ, ブンダング, ダエワンパ
			ンギョーロ 6 4 4ベオンーギル, 4 9
			, 3 エフ
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 スタイラスペン

(57)【特許請求の範囲】

- 【請求項1】
- ボディ部、
- 前記ボディ部内で外部に露出している伝導性チップ、
- 前記ボディ部内に位置するフェライトコアおよび前記伝導性チップに連結されており、前記フェライトコアの少なくとも一部上に多層に巻線されているコイルを含むインダクタ部、そして
- 前記ボディ部内に位置し、前記インダクタ部に電氣的に接続されて共振回路を形成するキャパシタ部を含み、
- 前記フェライトコアの誘電率が1 0 0 0 F／m以下である、スタイラスペン。
- 【請求項2】
- 前記コイルは下層の巻線が終わる点で、上層の巻線が始まる、請求項1に記載のスタイラスペン。
- 【請求項3】
- 前記コイルは二つ以上の絶縁電線を囲むワイヤーである、請求項1に記載のスタイラスペン。
- 【請求項4】
- ユーザと電氣的な接続が可能な接地部をさらに含む、請求項1に記載のスタイラスペン。
- 【請求項5】
- 前記フェライトコアはニッケルを含む、請求項1に記載のスタイラスペン。

【請求項 6】

前記コイルはリッツ線である、請求項 1 に記載のスタイラスペン。

【請求項 7】

前記フェライトコアの少なくとも一部を囲むボビンをさらに含み、

前記コイルは前記ボビンの少なくとも一部上に巻線されている、請求項 1 に記載のスタイラスペン。

【請求項 8】

前記インダクタ部は二つ以上のインダクタ部が直列に連結されている、請求項 1 に記載のスタイラスペン。

【請求項 9】

前記インダクタ部の少なくとも一部上に位置する伝導性の遮断部材をさらに含む、請求項 8 に記載のスタイラスペン。

【請求項 10】

前記遮断部材は渦電流の発生を遮断する一つのスリットを含み、

前記一つのスリットによって前記遮断部材の両端が第 1 方向に沿って離隔しており、

前記第 1 方向は渦電流が形成される方向である、請求項 9 に記載のスタイラスペン。

【請求項 11】

ボディ部、

前記ボディ部内で外部に露出している伝導性チップ、

前記ボディ部内に位置し、前記伝導性チップに連結されており、前記伝導性チップから伝達される電気信号を共振させる共振回路部；そして

ユーザと電氣的な接続が可能な接地部を含み、

前記共振回路部は、

前記ボディ部内に位置するフェライトコアおよび前記伝導性チップに電氣的に接続されており、前記フェライトコアの少なくとも一部上に多層に巻線されているコイルを含むインダクタ部、そして

前記ボディ部内に位置し、前記接地部と前記伝導性チップに電氣的に接続されるキャパシタ部を含み、

前記フェライトコアの誘電率が 1000 F/m 以下である、スタイラスペン。

【請求項 12】

前記コイルは下層の巻線が終わる点で、上層の巻線が始まる、請求項 11 に記載のスタイラスペン。

【請求項 13】

前記コイルは二つ以上の絶縁電線を囲むワイヤーである、請求項 11 に記載のスタイラスペン。

【請求項 14】

前記フェライトコアはニッケルを含む、請求項 11 に記載のスタイラスペン。

【請求項 15】

前記コイルはリッツ線 (litz wire) である、請求項 11 に記載のスタイラスペン。

【請求項 16】

前記フェライトコアの少なくとも一部を囲むボビンをさらに含み、

前記コイルは前記ボビンの少なくとも一部上に巻線されている、請求項 11 に記載のスタイラスペン。

【請求項 17】

前記共振回路部は直列に連結される二つ以上のインダクタ部と一つのキャパシタ部を含む、請求項 11 に記載のスタイラスペン。

【請求項 18】

前記共振回路部は二つ以上の LC 共振回路が直列に連結されている、請求項 11 に記載のスタイラスペン。

10

20

30

40

50

【請求項 19】

前記共振回路部の少なくとも一部を囲む、伝導性の遮断部材をさらに含む、請求項 17 に記載のスタイラスペン。

【請求項 20】

前記遮断部材は渦電流の発生を遮断する一つのスリットを含み、

前記一つのスリットによって前記遮断部材の両端が第 1 方向に沿って離隔しており、

前記第 1 方向は渦電流が形成される方向である、請求項 19 に記載のスタイラスペン。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示はスタイラスペンに関する。

【背景技術】

【0002】

携帯電話、スマートフォン (smart phone)、タブレット (tablet) PC、ラップトップコンピュータ (laptop computer)、デジタル放送用端末、PDA (Personal Digital Assistants)、PMP (Portable Multimedia Player)、ナビゲーションのような多様な端末にはタッチセンサが備えられる。

【0003】

このような端末内でタッチセンサはイメージを表示する表示パネル上に位置するか、端末ボディの一領域に位置することができる。ユーザがタッチセンサをタッチして端末と相互作用することによって、端末は直観的なユーザインターフェースをユーザに提供することができる。

【0004】

ユーザは精巧なタッチ入力のために、スタイラスペンを使用することができる。スタイラスペンは内部にバッテリーおよび電子部品が備えられているかどうかによってアクティブ (active) スタイラスペンとパッシブ (passive) スタイラスペンに区分される。

【0005】

アクティブスタイラスペンはパッシブスタイラスペンに比べて基本性能が優れ、付加的な機能 (筆圧、ホバリング、ボタン) を提供できる長所があるが、ペン自体が高価で電源を必要としてバッテリーを充電する方式であるため、一部高級ユーザ以外には実際のユーザは多くないという短所がある。

【0006】

パッシブスタイラスペンはアクティブスタイラスペンに比べて価額が安くバッテリーが必要でない長所があるが、アクティブスタイラスペンに比べて精巧なタッチ認識が難しい短所がある。しかし、最近では精巧なタッチ認識が可能なパッシブスタイラスペンを実現するために、インダクティブ (inductive) 共振方式である EMR (Electro Magnetic Resonance) 方式とキャパシティブ (capacitive) 共振方式の技術が提案されている。

【0007】

EMR 方式はスタイラスペンの核心機能である書き／描きの品質は優れるが、キャパシタンスタッチパネル以外に別途の EMR センサパネルと EMR 駆動 IC が追加されなければならないので、厚さが厚く費用がより多くかかる短所がある。

【0008】

キャパシティブ共振方式は一般的なキャパシタンスタッチセンサとタッチコントローラ IC を使用して追加的な費用がかからず、かつ IC の性能を上げてペンタッチまで支援する方式である。

【0009】

キャパシティブ共振方式において、タッチセンサがスタイラスペンによるタッチをより

10

20

30

40

50

正確に識別するためには共振信号の振幅が大きくなければならず、そのためタッチセンサからスタイラスペンに伝達される駆動信号の周波数がスタイラスペンに内蔵された共振回路の共振周波数とほぼ同一であるようにする。しかし、従来のキャパシティブ共振方式によれば、共振周波数と駆動信号の周波数が一致しても、駆動信号を出力するタッチセンサと駆動信号を受信するペンチップの間に形成される非常に小さいキャパシタンスにより信号伝達の減衰が非常に大きいため信号伝達が難しい問題がある。その結果、数多くのタッチコントローラICベンダーの長期間に渡る試みにもかかわらず、十分な出力信号が出ておらずまだ量産に成功した業者がない実情である。

【0010】

したがって、最大の出力信号を作ることができるキャパシティブ共振スタイラスペンを製造するためには内部の共振回路およびペンの構造をどのように設計するのが大変重要な要素となる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本実施形態は、十分な出力信号を作ることができるキャパシティブ共振スタイラスペンを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0012】

前記目的または、他の目的を達成するために、一実施形態によるスタイラスペンは、ボディ部、前記ボディ部内で外部に露出している伝導性チップ、前記ボディ部に位置するフェライトコアおよび前記伝導性チップに連結されており、前記フェライトコアの少なくとも一部上に多層に巻線されているコイルを含むインダクタ部、そして前記ボディ部に位置し、前記インダクタ部に電氣的に接続されて共振回路を形成するキャパシタ部を含む。

【0013】

ここで、前記フェライトコアの誘電率が1000以下であり、前記コイルは隣接する巻線層が交互に巻線され、前記コイルは二つ以上の絶縁電線を囲む形態のワイヤーであり得る。

【0014】

また、前記フェライトコアはニッケルを含み、前記コイルはリッツ線で形成され得る。

【0015】

また、ユーザと電氣的な接続が可能な接地部をさらに含み得、前記フェライトコアの少なくとも一部を囲むボビンを含み、前記コイルは前記ボビンの少なくとも一部上に巻線され得る。

【0016】

前記インダクタ部の少なくとも一部を囲む伝導性の遮断部材をさらに含み得る。前記遮断部材は渦電流の発生を遮断する一つのスリットを含み得、前記一つのスリットによって前記遮断部材の両端が渦電流が形成される方向である第1方向に沿って離隔していてもよい。

【0017】

他の実施形態によるスタイラスペンはボディ部、前記ボディ部内で外部に露出している伝導性チップ、前記ボディ部に位置し、前記伝導性チップに連結されており、前記伝導性チップから伝達される電気信号を共振させる共振回路部、そしてユーザと電氣的な接続が可能な接地部を含み得る。

【0018】

ここで、前記共振回路部は、前記ボディ部に位置するフェライトコアおよび前記伝導性チップに電氣的に接続されており、前記フェライトコアの少なくとも一部上に多層に巻線されているコイルを含むインダクタ部、そして前記ボディ部に位置し、前記接地部と前記伝導性チップに電氣的に接続されるキャパシタ部を含み得る。この時、前記フェライトコアの誘電率が1000以下であり、前記コイルは隣接する巻線層がジグザグに傾斜し

10

20

30

40

50

て巻線され、前記コイルは二つ以上の絶縁電線を囲む形態のワイヤーであり得る。

【0019】

また、前記フェライトコアはニッケルを含み、前記コイルはリッツ線で形成され得る。

【0020】

この時、前記共振回路部は直列に連結される二つ以上のインダクタ部と一つのキャパシタ部で形成され得る。また、前記共振回路部は二つ以上のLC共振回路が直列に連結され得る。

【0021】

前記共振回路部の少なくとも一部を囲む、伝導性の遮断部材をさらに含み得る。前記遮断部材は渦電流の発生を遮断する一つのスリットを含み得、前記一つのスリットによって前記遮断部材の両端が渦電流が形成される方向である第1方向に沿って離隔し得る。

【発明の効果】

【0022】

本開示によるスタイラスペンの効果について説明すると、次のとおりである。

【0023】

本開示の実施形態の少なくとも一つによれば、最適なキャパシティブ共振スタイラスの共振回路の構造を提示することによって、薄い直径でも十分な出力信号を生成できる長所がある。

【0024】

本開示の実施形態の少なくとも一つによれば、外部要因に対して強いスタイラスペンを提供できる長所がある。

【0025】

本開示の適用可能性の追加的な範囲は以下の詳細な説明から明白になる。しかし、本開示の範囲内での多様な変更および修正は当業者に明確に理解され得るので、詳細な説明および本開示の好ましい実施形態のような特定の実施形態は単に例示として理解されなければならない。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】 スタイラスペンとタッチセンサを示す概念図である。

【図2】 スタイラスペンとタッチセンサを具体的に示す図である。

【図3】 スタイラスペンのインダクタ部を具体的に示す図である。

【図4】 周波数変化に応じたインダクタンスとQ値を示す図である。

【図5】 エナメル線を示す図である。

【図6】 リッツ線を示す図である。

【図7】 複数層の巻線方式を示す図である。

【図8】 比較実験結果を示すグラフである。

【図9】 比較実験結果を示すグラフである。

【図10】 比較実験結果を示すグラフである。

【図11】 インダクタ部の他の例を示す図である。

【図12】 インダクタ部の構造による共振信号の大きさを示すグラフである。

【図13】 インダクタ部の構造による共振信号の大きさを示すグラフである。

【図14】 共振回路部の他の例を示す図である。

【図15】 共振回路部の他の例を示す図である。

【図16】 ユーザの手による寄生キャパシタンスの影響を示す等価回路である。

【図17】 L LC構造のスタイラスペンを示す概念図である。

【図18】 遮断部材の多様な例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、添付する図面を参照して本発明の様々な実施形態について本発明が属する技術分野における通常の知識を有する者が容易に実施できるように詳細に説明する。本発明は様

10

20

30

40

50

々な異なる形態で実現することができ、ここで説明する実施形態に限定されない。

【0028】

本発明を明確に説明するために説明と関係ない部分は省略し、明細書全体にわたって同一または類似の構成要素に対しては同じ参照符号を付ける。

【0029】

また、明細書全体で、ある部分がある構成要素を「含む」というとき、これは特に反対の意味を示す記載がない限り、他の構成要素を除くのではなく他の構成要素をさらに含む得ることを意味する。また、ある部分が他の部分の「上に」と言及する場合、これは他の部分のすぐ上にあるか、その間に他の部分が介在し得る。対照的に、ある部分が他の部分の「すぐ上に」と言及する場合、その間に他の部分が介在しない。

10

【0030】

図1はキャパシティブ共振スタイラスペンとタッチセンサを示す概念図である。図1に示すように、スタイラスペン10とタッチセンサ20が互いに近接する。

【0031】

スタイラスペン10は伝導性チップ(tip, 11)、共振(resonance)回路部12、接地部18、およびボディ部19を含み得る。

【0032】

伝導性チップ11は共振回路部12に連結されている。伝導性チップ11の全体または一部は伝導性物質(例えば、金属、黒鉛、伝導性ゴム、伝導性ファブリック、伝導性シリコンなど)で形成されることができる。また、伝導性チップ11は非伝導性ハウジングの内部に存在し、かつ伝導性チップ11の一部がハウジングの外部に露出した形態を有することもでき、これに制限されない。

20

【0033】

共振回路部12はタッチセンサ20から入力される駆動信号に共振する。例えば、共振回路部12はLC共振回路として、伝導性チップ11を介してタッチセンサ20から受信される駆動信号に共振することができる。ここで駆動信号はタッチ電極(チャネル)に伝達されるTx信号であり得る。例えば、駆動信号は、スタイラスペン10で静電容量結合または電自己共振による共振信号を発生させるように、スタイラスペン10の共振周波数に対応する周波数を有する信号(例えば、サイン波、矩形波など)を含み得る。

【0034】

共振回路部12は駆動信号が入力される区間と、その後の一部区間にも、共振による共振信号を伝導性チップ11に出力する。共振回路部12はボディ部19内に位置し、接地部18に連結されている。接地部18はボディ部19の外面に接触するユーザの身体などによって接地され得る。

30

【0035】

ボディ部19はスタイラスペン10の素子を收容する。図1で、ボディ部19は錐台部分と柱の部分が一体に結合された形状を示したが、二つの部分が分離することもできる。円柱、多角柱、少なくとも一部分が曲面である柱形状、エンタシス(entasis)形状、角錐台(frustum of pyramid)形状、円錐台(circular truncated cone)形状などを有することもでき、その形状に制限されない。ボディ部19は内部が空いているので、その内部に伝導性チップ11、共振回路部12、および接地部18を收容することができる。

40

【0036】

タッチセンサ20はチャネル電極21とチャネル電極上部のウィンドウ22を含み得る。チャネル電極21と伝導性チップ11、そしてウィンドウ22はキャパシタンスCxを形成することができる。

【0037】

図2はスタイラスペンとタッチセンサを具体的に示す概念図である。

【0038】

先に、図2に示すように、スタイラスペン10は伝導性チップ11、キャパシタ部13

50

、インダクタ部 14、接地部 18、およびボディ部 19を含む。キャパシタ部 13およびインダクタ部 14は図 1 の共振回路部 12を形成する。

【0039】

伝導性チップ 11は伝導性連結部材を介してキャパシタ部 13および／またはインダクタ部 14に連結され得、伝導性連結部材はワイヤー (wire)、ピン (pin)、ロッド (rod)、バー (bar) などであり得るが、これに制限されない。また、伝導性連結部材はインダクタ部 14のコイルを含み得る。

【0040】

キャパシタ部 13は並列に連結された複数のキャパシタを含み得る。それぞれのキャパシタは互いに相違するキャパシタンスを有することができ、製造工程内でトリミング (trimming) し得る。

10

【0041】

インダクタ部 14は伝導性チップ 11に隣接して位置し得る。インダクタ部 14はフェライトコアと、フェライトコアに巻かれたコイルを含む。

【0042】

キャパシタ部 13とインダクタ部 14は並列に連結され、キャパシタ部 13とインダクタ部 14の LC 共振により駆動信号に応答して共振信号が発生する。図 3 はスタイラスペンのインダクタ部を具体的に示す概念図である。

【0043】

図 3 を参照すると、インダクタ部 14はフェライトコア 15と、フェライトコア 15に巻かれたコイル 16を含む。

20

【0044】

この時、インダクタ部 14のインダクタンス (inductance) は次の数式 1 によって決定される。

【0045】

【数 1】

$$L = \frac{\mu S N^2}{l}$$

30

【0046】

数式 1 からわかるように、インダクタンスはフェライトコア 15の透磁率 (permeability)、コイル 16の断面積、および巻線数の自乗に比例し、コイル 16の巻線の長さに反比例する。

【0047】

キャパシティブ共振スタイラスペンに收容される共振回路部 12においてインダクタ部 14の設計は大変重要である。特に、インダクタ部の設計においては図 4 に示すように、インダクタンス L と Q 値が大変重要なパラメータである。ここで、Q 値は共振回路素子としてのコイル特性を示す量として、 $Q = 2\pi f L / R$ で与えられる。ここで L、R はそれぞれコイルのインダクタンスとレジスタンス、f は周波数である。Q の値が大きいコイルを使用するほど鋭い共振特性を得ることができる。

40

【0048】

キャパシティブ共振スタイラスペンの設計において、L は使用しようとする周波数に対して十分に大きい自己共振 (self-resonance) 周波数を有するべきであり、Q 値は使用しようとする周波数で最大値を有することが好ましい。これを満たすためにはフェライトコアの材質、コイルのワイヤーの種類、巻線方法 (winding scheme) を最適化しなければならない。また、薄いペンの直径を維持し、かつ高い出力信号を得ることができる方法が必要である。

【0049】

以下の実施形態では多数のフェライトコアの材質、コイルのワイヤーの種類、巻線方法

50

(winding scheme) のうち最も最適化されたキャパシティブ共振スタイラスペンの設計方案について説明する。

【0050】

(1) フェライトコアの材質

【0051】

本実施形態で使用したフェライトコアの材質としてはマンガン (Mn)、ニッケル (Ni) を使用した。

【0052】

(2) ワイヤーの種類

【0053】

本実施形態で使用したコイルのワイヤーの種類としてはエナメル線とリッツ線を使用した。

【0054】

図5に示すように、エナメル線100は銅線101の表面に絶縁性エナメル102を被覆して高温で加熱して作った電線として、電気機器、通信機器および電気計器などの巻線、配線に使われる。本実施形態では全体の厚さTが0.2mm、電線直径(Φ)が0.18mm、被覆厚さtが0.01mmのエナメル線を使用した。

【0055】

図6に示すように、リッツ線(LITZ)線200は直径が0.1mm程度の細い絶縁電線(100, 例えば、エナメル線)を複数本より合わせて一つの線にし、その上にナイロンなどで絶縁被覆201をした特殊な絶縁電線である。リッツ線200は表面積を大きくすることによって表皮効果を低減させることができ、高周波回路のコイルなどに使用する。

【0056】

本実施形態では全体の厚さTが0.2mm、電線直径Φが0.06mm、被覆厚さtが0.007mmのリッツ線を使用した。

【0057】

(3) 巻線方式

【0058】

本発明の実施形態ではスタイラスペンという限定された空間で十分なインダクタンス値(すなわち、十分な巻線数)を得るために、多層のワインディング構造を有する巻線方式を用いた。具体的には、図7の(A)および(B)に示すように二つタイプの複数層の巻線方式を用いた。

【0059】

図7の(A)の巻線方式は最も簡単な巻線方式として下層の巻線が終わるとすぐ上の層を巻線する、順次層巻線方式(sequential layer winding scheme)である。この時、図7の(A)方式は、以前の層の巻線が終わる地点ですぐ上の層の巻線が始まる方式として、以下ではこれをUタイプの巻線方式という。

【0060】

図7の(B)の巻線方式は、隣接する巻線層が交互に巻線される方式(alternate layer winding scheme)であって、隣接する層の巻線がジグザグ形状に傾斜して巻かれる方式である。以下ではこれをジグザグタイプの巻線方式という。このようなジグザグタイプの巻線方式は隣接する層の巻線の間の電圧差を最小化することができ、巻線セルフキャパシタンス(winding self-capacitance)を減らすことができる長所がある。この時、寄生キャパシタンスの一種である巻線セルフキャパシタンスは巻線内に貯蔵される電場エネルギー(electric field energy)を示すパラメータである。

【0061】

比較実験1(材質別特性値の比較)

【0062】

10

20

30

40

50

コイルのワイヤーの種類をエナメル線、Uタイプの巻線方式で巻線した状態で、フェライトコアの材質をマンガン、ニッケル、マグネシウムに変更してQ値を測定した。

【0063】

測定結果、各コアの材質別Q値の特性差は殆どなく、測定されたQ値も製品に実現するには非常に不足した水準であった。

【0064】

比較実験2（巻線種類別特性値の比較）

【0065】

フェライトコアの材質をマンガン（Mn）、Uタイプの巻線方式で巻線した状態で、コイルのワイヤーの種類をそれぞれエナメル線とリッツ線にして製作したインダクタ1とインダクタ2に対してQ値を測定した。

【0066】

図8はKEYSIGHT TECHNOLOGIES社のE4980A precision LCR meterにより周波数を変更して測定したインダクタ1およびインダクタ2のQ値を示す図である。

【0067】

図8でaはインダクタ1（マンガンコア／エナメル線／Uタイプ巻線方式）の周波数に対するQ値の変化を示す波形であり、bはインダクタ2（マンガンコア／リッツ線／Uタイプ巻線方式）の周波数に対するQ値の変化を示す波形である。

【0068】

リッツ線で製作したインダクタ2では400kHz付近の周波数（周波数f1）でQ値がほぼ最大値を示し、エナメル線で製作したインダクタ1では150kHz付近の周波数（周波数f2）でQ値がほぼ最大値を示す。

【0069】

図8のaとbを比較した結果、インダクタ2の最大Q値がインダクタ1の最大Q値よりほぼ1.5倍程度高いことがわかる。したがって、スタイラスペンの共振回路を形成するインダクタのコイルとしてはリッツ線がエナメル線より優れることがわかる。

【0070】

しかし、比較実験2で測定されたインダクタ2の最大Q値も商用化に必要な目標値（Qtarget）の1/2程度に過ぎない水準であった。

【0071】

比較実験3（巻線方式別特性値の比較）

【0072】

フェライトコアの材質をマンガン（Mn）にした状態で、ワイヤーの種類をエナメル線とリッツ線で巻線方式をUタイプとジグザグタイプに変更して製作したインダクタ3～インダクタ5に対してQ値を測定した。

【0073】

図9はKEYSIGHT TECHNOLOGIES社のE4980A precision LCR meterにより周波数を変更して測定したインダクタ3～インダクタ5のQ値を示す図である。

【0074】

図9でaはインダクタ3（マンガンコア／エナメル線／Uタイプ巻線方式）の周波数に対するQ値の変化を示す波形であり、bはインダクタ4（マンガンコア／エナメル線／ジグザグタイプ巻線方式）の周波数に対するQ値の変化を示す波形であり、cはインダクタ5（マンガンコア／リッツ線／ジグザグタイプ巻線方式）の周波数に対するQ値の変化を示す波形である。

【0075】

図9のc波形からわかるように、リッツ線／ジグザグ巻線方式で製作したインダクタ5では300kHz付近の周波数（周波数f3）でQ値がほぼ最大値を示す。エナメル線／ジグザグ巻線方式で製作したインダクタ4とエナメル線／Uタイプ巻線方式で製作したイ

10

20

30

40

50

ンダクタ3では150kHz付近の周波数（周波数 f_2 ）でQ値がほぼ最大値を示す。

【0076】

また、図9のa、b、cを比較した結果、インダクタ5の最大Q値がインダクタ4の最大Q値よりほぼ1.5倍程度高く、インダクタ3の最大Q値より二倍以上高いことがわかる。したがって、スタイラスペンの共振回路を形成するインダクタの巻線方式はジグザグタイプの巻線方式がUタイプの巻線方式より優れることがわかる。

【0077】

しかし、比較実験2で測定されたインダクタ5（マンガンコア／リッツ線／ジグザグタイプの巻線方式）の商用化に必要な目標値（ Q_{target} ）の3/4程度に過ぎない水準であった。

【0078】

比較実験4（コア材質別特性値の比較）

【0079】

本実施形態ではフェライトコアの材質としてマンガンとニッケルを使用し、普通ニッケルの透磁率は200－300であり、マンガンの透磁率は3000－5000であると知られている。

【0080】

本実施形態で使用したマンガンがニッケルより概ね1.5倍程度透磁率が高いので、コイルの断面積および長さが同一であると仮定する場合、同じインダクタンス値を得るためにマンガンの巻線数がニッケルの巻線数より概ね4倍だけ減らせる長所がある。したがって、巻線数の観点のみから見れば、ニッケルよりはマンガンを使用することが効果的であることがわかる。

【0081】

一方、インダクタ部14ではコアに巻線されたコイルを含む複雑な構造を有するので、寄生キャパシタンスが追加的に形成される。このような寄生キャパシタンスによってQ値が減少するので、共振信号の振幅を減少させる問題がある。

【0082】

インダクタ部14で形成された寄生キャパシタンスは巻線されたコイルの間と、コアとコイルの間で発生し得るが、前述したようにジグザグタイプの巻線方式を採用することによって巻線されたコイルの間の寄生キャパシタンスを減らすことができる。

【0083】

一方、本実施形態ではコアとコイルの間の寄生キャパシタンスを減らすために、マンガンより低い誘電率を有するコア材質をテストし、テストの結果、ニッケルコアがフェライトコアの材質としては最適であることを確認することができた。

【0084】

フェライトコア素子として主に使用されるマンガンとニッケルで重要な物理的特性は透磁率（*permeability*）であり、これは数式1のように非常にインダクタンス値に重要な影響を及ぼす。しかし、フェライト素子としてのマンガンとニッケルにおいて、誘電率（*permittivity*）はほとんど関心を有さない物理的特性であり、実際にニッケルの場合は製造会社が提供するデータシートにも関連情報がないほどである。

【0085】

本実施形態ではマンガンとニッケルの誘電率を確認するために、KEYSIGHT TECHNOLOGIES社のE4980A precision LCR meterを用いて、マンガンとニッケルの誘電率（*permittivity*）を測定し、その測定結果は次の表1のとおりである。

【0086】

10

20

30

40

50

【表 1】

	マンガン誘電率	ニッケル誘電率
測定 1	2 4 0 0	—
測定 2	8 3 0 0	2

【0087】

測定1と測定2は同じKEYSIGHT TECHNOLOGIES社のE4980A precision LCR meterを用いて測定したものとして、測定1は測定ソフトウェアで自動的に計算された誘電率を示す。測定1によれば、マンガンの誘電率は2400であるが、ニッケルの誘電率は測定されていないことがわかる。測定2はフェライトコアの間のキャパシタンス、面積、距離を測定して誘電率を計算した方式として、測定2によれば、マンガンの誘電率は8300であり、ニッケルの誘電率は2であった。

10

【0088】

測定1と測定2の間には誘電率の結果に大きい差があり、特に測定2の場合はキャパシタンス、面積、距離などによって相当な誤差があることが確認された。しかし、測定1および測定2の結果、マンガンに対してニッケルが少なくとも誘電率が1/1000以上小さいことが分かる。

【0089】

比較実験4ではフェライトコアの材質をニッケルにし、ワイヤーの種類をリッツ線にした状態で、巻線方式をUタイプとジグザグタイプに変更して製作したインダクタ6およびインダクタ7に対してQ値を測定した。

20

【0090】

図10はKEYSIGHT TECHNOLOGIES社のE4980A precision LCR meterにより周波数を変更して測定したインダクタ6およびインダクタ7のQ値を示す図である。

【0091】

図10におけるaはインダクタ6（ニッケルコア／リッツ線／Uタイプ巻線方式）の周波数に対するQ値の変化を示す波形であり、bはインダクタ7（ニッケルコア／リッツ線／ジグザグタイプ巻線方式）の周波数に対するQ値の変化を示す波形である。

【0092】

図10のb波形からわかるように、ニッケルコア／リッツ線／ジグザグ巻線方式で製作したインダクタ7では400kHz付近の周波数（周波数f5）でQ値がほぼ最大値を示す。ニッケルコア／リッツ線／Uタイプ巻線方式で製作したインダクタ6では200kHz付近の周波数（周波数f6）でQ値がほぼ最大値を示す。図11のaとbを比較した結果、インダクタ7の最大Q値がインダクタ6の最大Q値よりほぼ2倍程度高いことがわかる。

30

【0093】

一方、比較実験4で測定されたインダクタ7（ニッケルコア／リッツ線／ジグザグタイプ巻線方式）の最大Q値は商用化に必要な目標値（ Q_{target} ）にほぼ到達したことが分かった。

40

【0094】

以上で説明した比較実験1～4では、フェライトコアの材質、コイルのワイヤーの種類、巻線方法（winding scheme）の組み合わせを変更してインダクタを製作してQ値をテストし、テストの結果、ニッケルコア、リッツ線、ジグザグタイプの巻線方式でキャパシティブ共振スタイラスペンのインダクタ部を設計した場合、最も高いQ値を得ることが分かった。そして、このような組み合わせによって製作したインダクタの最大Q値は商用化のための目標値（ Q_{target} ）に到達したことが分かった。

【0095】

一方、本実施形態ではフェライトコアとしてニッケルコアを使用してコアのワイヤーの種類としてリッツ線を使用して実験を行ったが、ニッケルコア以外にフェライトコアとし

50

て誘電率が1000以下である物質を使用し、リッツ線以外にも一つのコイルが二つ以上の絶縁電線 (strand) を囲む形態のワイヤーを使用する場合はこれと類似の結果が得られる。

【0096】

本実施形態ではコアとコイルの間の寄生キャパシタンスをさらに減らすために、マンガンより低い誘電率を有するニッケルを使用すること以外に、以下で説明するように、コアとコイルの間にボビンを設けることによってコアとコイルの間の距離を増加する方式を用いることができる。

【0097】

図11を参照すると、インダクタ部14はフェライトコア15、フェライトコア15の少なくとも一部を囲むボビン (bobbin, 141)、ボビン141の少なくとも一部に巻かれたコイル16を含む。ボビン141はコイル16の巻線による力によってボビン141がフェライトコア15に密着して固定される。このようなボビン141はボディ部19と同一または相違する材料を含み得、例えば、プラスチックまたは表面が絶縁処理された金属を含み得る。具体的には、ボビン141はポリフェニレンスルフィド (PPS)、液晶ポリエステル (LCP)、ポリブチレンテレフタレート (PBT)、ポリエチレンテレフタレート (PET) およびフェノール樹脂などを使用することができる。

【0098】

このように、ボビン141がフェライトコア15を囲み、ボビン141をコイル16で巻線する場合、フェライトコア15とコイル16の間の距離が増加することによって、図11での寄生キャパシタンスCp2の値を図3での寄生キャパシタンスCp1の値よりさらに小さく設定することができる。

【0099】

図12を参照すると、インダクタ部14がフェライトコア15と、コイル16のみを含む場合、共振信号の最大振幅は約2V (+1V~-1V) であると測定された。図13を参照すると、インダクタ部14がフェライトコア15、ボビン141、およびコイル16を含む場合、共振信号の最大振幅は約4V (+2V~-2V) であると測定された。すなわち、フェライトコア15の少なくとも一部をボビン141で囲み、ボビン141の上にコイル16を巻線すると、共振信号の振幅がより大きいことを確認することができる。

【0100】

一方、本実施形態により最適なインダクタ部を設計するために、フェライトコアとしてニッケルを使用する場合には、前述したように、ニッケルがマンガンより1/15倍程度に透磁率が低いので、同じインダクタンス値を得るためにニッケルの巻線数がマンガンの巻線数より概ね4倍だけ増えなければならない。そのため、同じインダクタンスを得るためにはマンガンより直径が大きくななければならない短所がある。

【0101】

本実施形態ではスタイラスペンの直径を薄くしながらも高い出力信号を得るようにするために、複数のインダクタを使用する方法を提案する。

【0102】

図14は薄い直径の2個のインダクタを直列に連結し、二つのインダクタの両端の間にキャパシタを並列に連結する方式の等価回路を示す。以下ではこのような方式の共振回路を「LLC共振回路」と称する。図14では2個のインダクタを直列に連結したことを図示すが、本実施形態はこれに限定されるものではなく、3個以上のインダクタを直列に連結することができる。LLC共振回路によれば、一つのインダクタとキャパシタを有する共振回路 (以下、「LC共振回路」という) に比べて、インダクタンスLが2倍に大きくなるのでキャパシタンスを1/2に減らして設計しなければならない。すなわち、LLC共振回路はLC共振回路に比べて直径を薄くすることはできるがキャパシタンスに対する影響により敏感である短所がある。

【0103】

一方、図15は2個のLC共振回路を直列に連結した方式 (以下では「LCLC共振回

10

20

30

40

50

路」という)として、2個の共振信号を合わせて出力する方式の等価回路を示す図である。図15では2個のLC共振回路を直列に連結したことを図示するが、本実施形態はこれに限定されるものではなく3個以上のLC共振回路を直列に連結することができる。

【0104】

LC LC共振回路によれば、2個の共振回路の共振周波数が同一でなければならないので、製造工程上でそれぞれの共振回路の共振周波数が同一であるようにチューニングしなければならない短所がある。

【0105】

以上で説明したように、フェライトコアとしてニッケルを使用することにより発生する巻線数の増加にもかかわらず、図14および図15のように二つ以上のインダクタを使用すると、インダクタ部の直径の増加を抑制して薄い直径のスタイラスペンを製作することができる。

【0106】

一方、図14のように、LLC方式の共振回路を使用する場合、 $1/2$ に減ったキャパシタンスに対する影響を最小化するために次に説明する構造のスタイラスペンを採択することができる。

【0107】

図2で、スタイラスペン10はユーザの指などによって把持され、この際、指とスタイラスペン10の内部導電体(コイルまたはキャパシタ)によって寄生キャパシタンスCfが形成される。

【0108】

図16はユーザの手による寄生キャパシタンスCfの影響を示す等価回路である。図16を参照すると、寄生キャパシタンス(Cf, 40)により、スタイラスペン10の共振周波数が変わる。すると、駆動信号30の周波数とスタイラスペン10の共振周波数が一致しなくなり、スタイラスペン10から出力される信号の大きさが減少する問題がある。この時、寄生キャパシタンス(Cf, 40)の影響はLC共振回路やLC LC共振回路に比べて、図14に示すLLC回路がさらに大きい。これは同じ共振周波数に設計する場合、LLC共振回路キャパシタンスがLC共振回路やLC LC共振回路のキャパシタンスより $1/2$ だけ小さいからである。

【0109】

以下ではユーザの把持による共振周波数の変化を防止するスタイラスペンについて図17を参照して説明する。

【0110】

図17はLLC構造のスタイラスペンを示す概念図である。

【0111】

図17に示すように、スタイラスペン10は伝導性チップ11、キャパシタ部13、二つのインダクタ部14、14'、遮断部材17、接地部18、およびボディ部19を含む。

【0112】

インダクタ部14、14'はそれぞれ二つのフェライトコア15、15'と、フェライトコア15、15'に巻かれたコイル16、16'を含む。この時、二つのインダクタ部14、14'は直列に連結される。

【0113】

遮断部材17はキャパシタ部13とインダクタ部14、14'を囲む伝導性部材として、ユーザの手による寄生キャパシタンスの形成を防止することができる。

【0114】

この時、遮断部材17はスタイラスペンで発生する渦電流(eddy current)の影響を最小化するために、遮断部材17の両端は渦電流の方向EDに沿って離隔するように設計することができる。

【0115】

これと関連して図18の(a)~(d)を参照して遮断部材17を詳細に説明する。

10

20

30

40

50

【0116】

図17に示すように、伝導性チップ11から伝達された駆動信号によって、時計まわりの電流がコイル16, 16'に流れ、コイル16, 16'に流れる電流によって磁場が形成される。この時、コイルの電流によって生成された磁場の変化によってコイルの電流方向と逆方向である反時計回りに渦電流が形成され、遮断部材17には反時計回りの渦電流が流れる。

【0117】

図18の(a)を参照すると、遮断部材17は渦電流の発生を遮断する一つのスリットGPを含む。スリットGPは渦電流(図18での反時計回り)に垂直である方向PDに沿って延びている。遮断部材17の両端17a, 17bは一つのスリットGPにより離隔している。実施形態で、スリットGPは渦電流の方向EDに沿って0.03mm以上の幅を有することができる。

10

【0118】

スリットGPが渦電流に垂直である方向PDに沿って延びていることで説明したが、スリットGPは方向PDに所定角度(0度超過90度未満)に傾いた方向に沿って延びてもよい。遮断部材17の両端17a, 17bは渦電流の方向EDに沿って離隔している。したがって、遮断部材17に沿って渦電流が流れることができなくなるので、渦電流の発生が遮断される。

【0119】

図18の(b)を参照すると、遮断部材17は複数の第1遮断部171を含む。複数の第1遮断部171は渦電流に垂直である方向PDに沿って延びており、渦電流の方向EDに沿って互いに離隔している。同様に、遮断部材17が、渦電流の方向EDに沿って互いに離隔した複数の第1遮断部171を含むので、遮断部材17に沿って渦電流が流れることができなくなり、渦電流の発生が遮断される。複数の第1遮断部171が渦電流に垂直である方向PDに沿って延びていることで説明したが、複数の第1遮断部171は方向PDに所定角度(0度超過90度未満)に傾いた方向に沿って延びてもよい。

20

【0120】

図18の(c)を参照すると、遮断部材17は複数の第2遮断部172を含む。複数の第2遮断部172は渦電流に垂直である方向PDに沿って離隔しており、複数の第2遮断部172それぞれの両端は渦電流の方向EDに沿って互いに離隔している。同様に、遮断部材17に含まれた複数の第2遮断部172それぞれの両端が、渦電流の方向EDに沿って離隔しているので、遮断部材17に沿って渦電流が流れることができなくなり、渦電流の発生が遮断される。

30

【0121】

図18の(d)を参照すると、遮断部材17は複数の第3遮断部173を含む。複数の第3遮断部173は渦電流に垂直である方向PDおよび渦電流の方向EDに沿って互いに離隔している。同様に、遮断部材17に含まれた複数の第3遮断部173が渦電流の方向EDに沿って互いに離隔しているので、遮断部材17に沿って渦電流が流れることができなくなり、渦電流の発生が遮断される。

【0122】

以上、本実施形態について説明したが、前記詳細な説明はすべての面で制限的に解釈されるべきではなく例示的であることを考慮しなければならない。本発明の範囲は添付する請求項の合理的な解釈によって決定されるべきであり、本発明の等価的範囲内でのすべての変更は本発明の範囲に含まれる。

40

【符号の説明】

【0123】

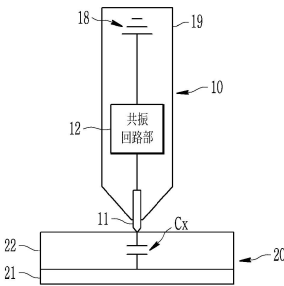
- 10 スタイラスペン
- 11 伝導性チップ
- 12 共振回路部
- 13 キャパシタ部

50

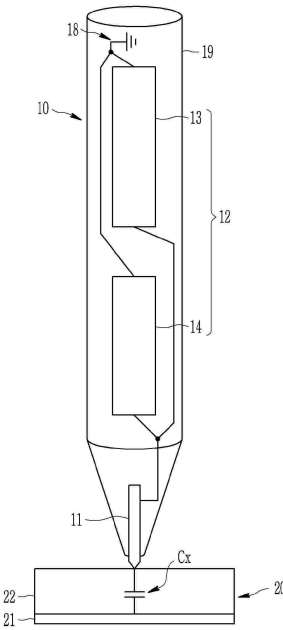
- 1 4 インダクタ部
- 1 5 フェライトコア
- 1 6 コイル
- 1 7 遮断部材
- 1 8 接地部
- 1 9 ボディ部
- 2 0 タッチセンサ
- 3 0 駆動信号
- 4 0 寄生キャパシタンス
- 1 0 0 エナメル線
- 1 0 1 銅線
- 1 0 2 エナメル
- 1 4 1 ボビン
- 2 0 0 リッツ線
- 2 0 1 絶縁被覆

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

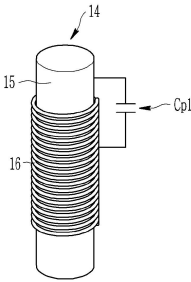
20

30

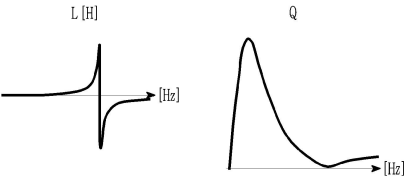
40

50

【図 3】

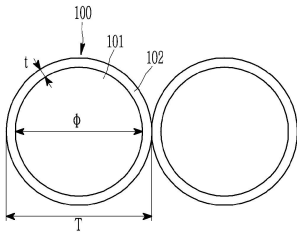


【図 4】

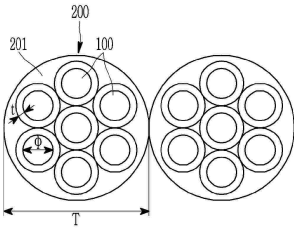


10

【図 5】

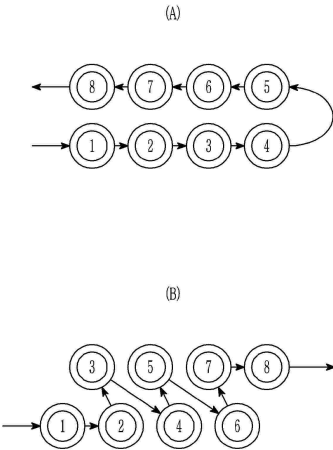


【図 6】

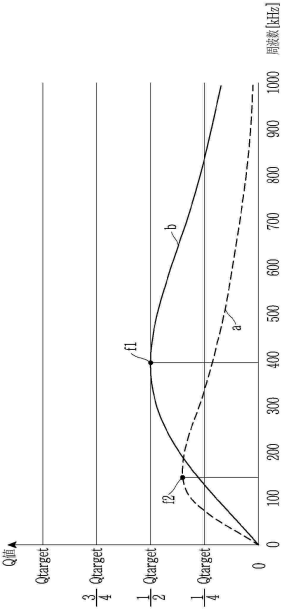


20

【図 7】



【図 8】

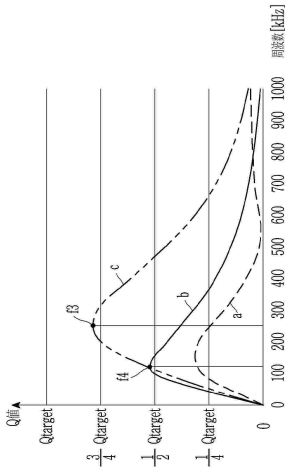


30

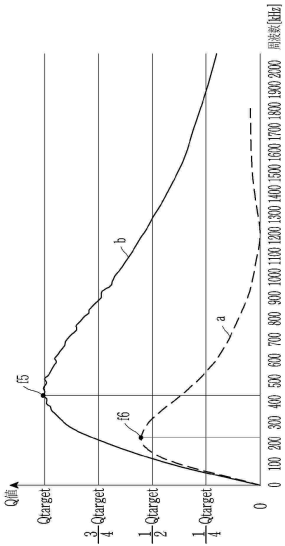
40

50

【図 9】

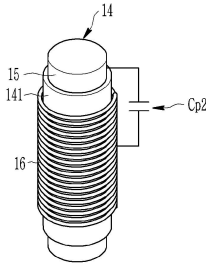


【図 10】

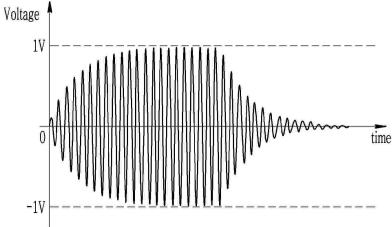


10

【図 11】



【図 12】



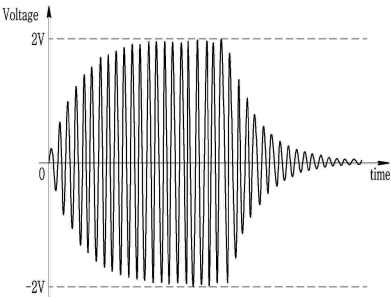
20

30

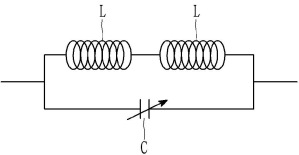
40

50

【図 1 3】

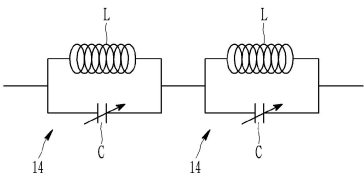


【図 1 4】

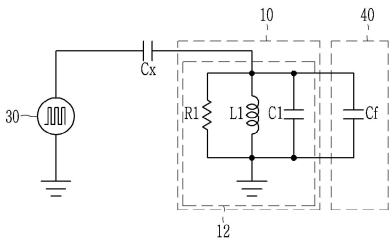


10

【図 1 5】

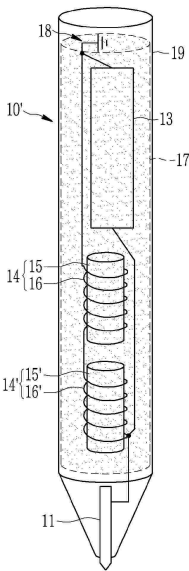


【図 1 6】

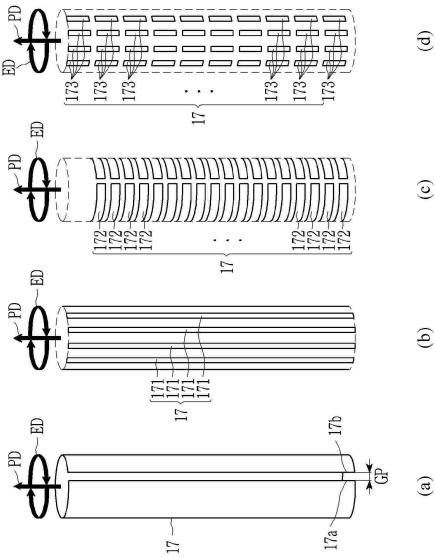


20

【図 1 7】



【図 1 8】



30

40

フロントページの続き

- (72)発明者 ウ, ヒョンウク
大韓民国 13493 ギョンギード, ソンナムーシ, ブンダング, ダエワンパンギョーロ 64
4ベオナーギル, 49, 3エフ
- (72)発明者 ジョン, キリョン
大韓民国 13493 ギョンギード, ソンナムーシ, ブンダング, ダエワンパンギョーロ 64
4ベオナーギル, 49, 3エフ
- (72)発明者 キム, ポンギ
大韓民国 13493 ギョンギード, ソンナムーシ, ブンダング, ダエワンパンギョーロ 64
4ベオナーギル, 49, 3エフ
- 審査官 九鬼 一慶
- (56)参考文献 特開2014-219959 (JP, A)
特開2010-161375 (JP, A)
再公表特許第02/089157 (JP, A1)
中国特許出願公開第102063237 (CN, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G06F 3/03
G06F 3/046