

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 1 月 22 日 (22.01.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/008167 A1

(51) 国際特許分類: G01R 33/02

(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/008493

(22) 国際出願日: 2003 年 7 月 3 日 (03.07.2003)

(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2002-205885 2002 年 7 月 15 日 (15.07.2002) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士電機株式会社 (FUJI ELECTRIC CO.,LTD.) [JP/JP]; 〒210-9530 神奈川県 川崎市 川崎区 田辺新田 1 番 1 号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 工藤 高裕

(KUDO,Takahiro) [JP/JP]; 〒210-9530 神奈川県 川崎市 川崎区 田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 山口 巖, 外(YAMAGUCHI,Iwao et al.); 〒141-0022 東京都 品川区 東五反田 2 丁目 3 番 2 号 山口国際特許事務所内 Tokyo (JP).

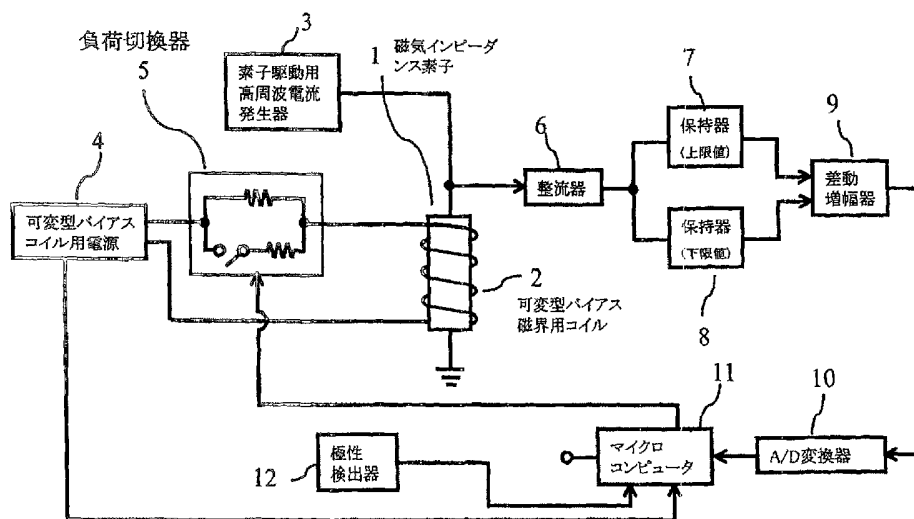
(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM,

[続葉有]

(54) Title: MAGNETIC DETECTION DEVICE

(54) 発明の名称: 磁気検出装置



5...LOAD SELECTOR SWITCH

3...HIGH FREQUENCY CURRENT GENERATOR FOR DRIVING ELEMENT

1...MAGNETIC IMPEDANCE ELEMENT

6...RECTIFIER

7...HOLDING DEVICE (UPPER LIMIT VALUE)

8...HOLDING DEVICE (LOWER LIMIT VALUE)

9...DIFFERENTIAL AMPLIFIER

4...POWER SOURCE FOR VARIABLE TYPE BIAS COIL

2...COIL FOR VARIABLE TYPE BIAS MAGNETIC FIELD

12...POLARITY DETECTOR

11...MICROCOMPUTER

10...A/D CONVERTER

(57) Abstract: In a magnetic detection element using a magnetic impedance element utilizing the magnetic impedance effect, the condition to obtain a linear output and the magnetic field size capable of obtaining a linear output depend on the characteristic of the magnetic impedance element. Accordingly, in order to increase the detection sensitivity within a limited operation range, a method of applying the AC bias magnetic field to the magnetic impedance element is used. However, when considering application to an overload current safety device such as a thermal relay, there is

[続葉有]

WO 2004/008167 A1



AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

規則4.17に規定する申立て:

- USのための発明者である旨の申立て (規則4.17(iv))

a defect that the current detection range is small and cannot be used in practice. To cope with this, as the bias magnetic field applied to the magnetic impedance element, firstly, a positive-negative equivalent bias magnetic field is applied and according to the obtained output polarity, the magnetic polarity of the magnetic field to be measured is judged, so as to generate a variable type bias magnetic field of a different magnetic field intensity with the magnetic field polarity effective for the judged external magnetic field polarity.

(57) 要約: 磁気インピーダンス効果を利用した磁気インピーダンス素子を利用した磁気検出素子は、線形な出力を得るための条件と、線形な出力が得られる磁界の大きさは、磁気インピーダンス素子の特性に起因する。このため、限られた動作範囲内で検出感度を上げるために、交流バイアス磁界を磁気インピーダンス素子に印加する方法がとられているが、サーマルリレー等の過負荷電流保安装置への応用を考えた場合、電流検出範囲は狭く、実用に適していないといった欠点がある。そこで本発明は磁気インピーダンス素子に印加するバイアス磁界としては、先ず正負均等のバイアス磁界を印加することにより、得られた出力の極性から被測定磁界の磁界極性を判断し、その判断された外部磁界極性に有効な磁界極性で、磁界強調程度が異なる可変型バイアス磁界を発生する構成とした。

明細書

磁気検出装置

技術分野

- 5 この発明は、磁気インピーダンス効果を利用した磁気インピーダンス素子、特にこのような磁気検出素子を用いた磁気検出装置および過負荷電流保安装置（過負荷継電器とも言う）に関する。

背景技術

- 10 従来、磁気検出装置としてはホール素子や、磁気抵抗素子が広く用いられているが、検出感度の観点で満足できない。そこで、ホール素子や磁気抵抗素子に代わる高感度な磁気検出素子として、例えば特開平06-281712号公報に開示されているアモルファスワイヤによる磁気インピーダンス素子や、特開平08-075835号公報に開示されて
- 15 いる薄膜形状のものなどが提案されている。

- しかしながら、いずれの形状の磁気インピーダンス素子を用いる場合でも、高感度な磁気検知特性を示すが、素子自身の磁気検知特性は、例えばアモルファスワイヤ素子の磁界に対するインピーダンス変化が、図19に示すように非線形性を有するため、線形出力を得ることができな
- 20 い。このため、特開平9-127218号公報に開示されている、磁気インピーダンス素子に交流バイアス磁界を印加する方法は、交流バイアス磁界による正負発生磁界と被測定外部磁界との和から生ずる磁気インピーダンス素子の変化量の差から、磁界に対する線形出力を得ることができる。

磁界の正負極性に対して、対象なインピーダンス特性を示す磁気インピーダンス素子も開発されており、図 20 に示すような磁界に対するインピーダンス特性を有している。

図 20 は、外部磁界ゼロでのバイアス磁界印加時動作説明図である。

- 5 図 20 (a) は、感知される被測定外部磁界が無く、磁気インピーダンス素子に正負磁界強度が均等なバイアス磁界を印加した場合の特性を模式的に示した図である。

図 20 (a) 中には、外部磁界強度の変化に対するインピーダンスの変化と、磁気インピーダンス素子に印加しているバイアス磁界の磁界強度と印加時間による変化を表している部分を併記している。

外部磁界強度がゼロ付近でのインピーダンス特性は、滑らかな曲線を示す特性になっていないが、磁界の極性が変化するポイントにあっては、不安定な特性領域となることが一般的である。

- 15 また、インピーダンス特性上に示されている白丸は、正磁界と負磁界を矩形波で周期的に振動するバイアス磁界による、正と負の最大バイアス磁界値から得られるインピーダンスの値であり、磁気インピーダンス素子に印加されている駆動用高周波電流との関係から出力としての電圧が得られる。この二点の出力電圧差を検出する。

このため、感知される被測定外部磁界が無い場合には、二点の出力電圧は同一電圧であるため、差はゼロであり、差動増幅後の出力は図 20 (b) に示す通り、ゼロとなる。

これに対し、図 21 は、被測定外部磁界が存在する場合のバイアス印加時動作説明図である。

- 25 図 21 (a) は、被測定外部磁界として、 ΔH_4 の正磁界が感知された場合の特性を示す模式図である。インピーダンス特性上に示されている白丸は、バイアスの正磁界と負磁界の最大値により得られるインピー

ダンスの値であり、外部磁界 ΔH_4 により、黒丸の位置に移動する。この振動するバイアス磁界の正磁界側と負磁界側とで得られる二点の黒丸に対し、負磁界側黒丸に相当する電圧値から正磁界側黒丸に相当する電圧値を減じたことで表される方向により電圧極性を定義する。

- 5 従って、得られる出力電圧差（差動出力）は、正電圧の ΔV_4 となり、被測定外部磁界 ΔH_4 が感知された時、測定された差動増幅後の出力は、図 2 1（b）に示す通り、差動増幅器の増幅率を A とすると、 $A \times \Delta V_4$ が得られる。

- 10 また、これらの技術の応用例として、三相電動機に接触器を介して流れる電流が、安全な閾値を超えた時の状態を検出して電流を遮断する、過負荷電流保安装置への展開が検討されている。

従来は、バイメタルスイッチを用いた方式を使用していたが、スイッチが開放状態になる時点での電流調整が困難であり、長時間の調整に誤りが発生する可能性があった。

- 15 これらの問題を解決する方法として、電子式回路を採用した電流検出変圧器やホール素子あるいは磁気抵抗素子による用法があった。しかし、電流検出感度が低い上にセンサ部の大型化が避けられないといった問題があった。

- 20 ところで、前記した磁気インピーダンス素子を用いた方式において、次に記すような問題点がある。

- まず、線形な出力を得るためには、外部磁界に対する磁気インピーダンス素子の変化量が、正磁界側と負磁界側とで対象の特性である必要があり、線形な出力が得られる磁界の大きさは、磁気インピーダンス素子の特性に起因する。発明者によると、交流バイアス磁界を用いた試作装
25 置での測定可能な磁界の大きさは、検出定格の最小値に対して 50 倍程度までが検出可能な最大定格値である。

しかし、応用例である過負荷電流保安装置に対する電流検出器としては、定格電流の10倍以上の電流計測の必要があることから、磁気検出として数百倍の検出範囲が必要となるとの問題点がある。

すなわち、前述のように磁気インピーダンス素子の電流検出範囲は狭く、実用に適していないといった欠点があった。

そこで、本発明の課題は、上記問題点を解決し、簡単な構成で磁界測定範囲の広い磁気検出素子を提供することにある。

発明の開示

10 本発明は、上記課題を解決するために、以下の構成を採用した。

すなわち、本発明の請求の範囲第1項に記載の磁気検出装置は、磁気インピーダンス効果を有する磁気インピーダンス素子と、この磁気インピーダンス素子の両端に高周波駆動電流を印加する電流印加手段と、磁気インピーダンス素子に巻き回しされたバイアスコイルと、バイアスコイルに低周波バイアス電流を印加するバイアス電流印加手段とを有し、
15 低周波バイアス電流により磁界強度が変化するバイアス磁界と、被測定外部磁界とにより、磁気インピーダンス素子のインピーダンス変化に応じた出力差から外部磁界を検出する装置において、

バイアス電流印加手段は、強度の異なる磁界が時間変化する可変型バイアス磁界を設定でき、被測定外部磁界の極性に応じて、可変型バイアス磁界を選択して磁気インピーダンス素子に印加する。

この際に、本発明の請求の範囲第2項では、磁気インピーダンス素子に印加する磁界強度の種類が異なる可変型バイアス磁界は、正負均等型のバイアス磁界と、正磁界型のバイアス磁界と、負磁界型のバイアス磁界と、正磁界側強調型のバイアス磁界と、負磁界側強調型のバイアス磁界とであって、
25

正負均等型のバイアス磁界は、正磁界側と負磁界側とが同一の強度である磁界を周期的に交互に発生する磁界であり、

正磁界型のバイアス磁界は、正磁界の極性を持ち正磁界範囲内での異なる磁界強度を周期的に交互に発生する磁界であり、

- 5 正磁界側強調型のバイアス磁界は、磁界強度の異なる強い正磁界と弱い負磁界を周期的に交互に発生することで構成された磁界極性の強調程度が異なる磁界であり、

負磁界型のバイアス磁界は、負の極性を持ち負磁界範囲内での異なる磁界強度を周期的に交互に発生する磁界であり、

- 10 負磁界側強調型のバイアス磁界は、強い負磁界と弱い正磁界を周期的に交互に発生することで構成された磁界極性の強調程度が異なる磁界である。

本発明の請求の範囲第3項において、磁気インピーダンス素子に印加する可変型バイアス磁界は、正磁界型のバイアス磁界と正磁界側強調型のバイアス磁界のいずれか一方と、負磁界型のバイアス磁界と負磁界側強調型のバイアス磁界のいずれか一方との、二種類の可変型バイアス磁界が少なくとも設定可能であり、被測定外部磁界の極性に応じて、一方の種類の可変型バイアス磁界を選択して磁気インピーダンス素子に印加する。

- 20 また、本発明の請求の範囲第4項では、可変型バイアス磁界として、正負均等型のバイアス磁界、正磁界型のバイアス磁界と正磁界側強調型のバイアス磁界とのいずれか一方、負磁界型のバイアス磁界と負磁界側強調型のバイアス磁界とのいずれか一方である三種類の可変型バイアス磁界が少なくとも設定可能であり、

- 25 三種類の可変型バイアス磁界を含む少なくとも三つの可変型バイアス磁界が選択的に設定でき、この少なくとも三つの可変型バイアス磁界の

うちの一つの可変型バイアス磁界を、被測定外部磁界の極性検知手段として磁気インピーダンス素子に印加し、検出結果に応じて可変型バイアス磁界の種類を選択して、磁気インピーダンス素子に印加する。

この際、本発明の請求の範囲第5項では、被測定外部磁界の極性検知
5 手段として正負均等型のバイアス磁界を用いることにする。この場合、
可変型バイアス磁界と、被測定外部磁界とにより、磁気インピーダンス
素子のインピーダンス変化に応じた出力差を電圧として出力し、この出力は、
被測定外部磁界が正磁界の場合には正電圧で、逆に被測定磁界が
負の磁界の場合には、負電圧であるため、出力電圧の極性で被測定磁界
10 の極性を判断することができる。

さらに、本発明の請求の範囲第6項では、磁気インピーダンス素子に
印加するバイアス磁界は、正磁界側と負磁界側のそれぞれにおいて、

時間変化に伴い異なる磁界をランダムに発生し、正磁界側と負磁界側
に発生した磁界強度の組み合わせを選択することにより、正負均等型の
15 バイアス磁界、正磁界側強調型のバイアス磁界、あるいは本発明の請求
の範囲第7項では、負磁界側強調型のバイアス磁界となるように設定す
ることが可能である。

さらに本発明の請求の範囲第8項において、可変型バイアス磁界は、
パルス波形を含む矩形波形式または交流波形式であっても良い。

20 また、本発明の請求の範囲第9項に記載の過負荷継電器において、電
源から負荷装置への多相電流の供給を制御する装置であって、磁気イン
ピーダンス効果を有する磁気インピーダンス素子と、この磁気インピー
ダンス素子の両端に高周波駆動電流を印加する電流印加手段と、磁気イン
ピーダンス素子に巻回したバイアスコイルと、バイアスコイルに低周
25 波バイアス電流を印加するバイアス電流印加手段とを有し、低周波バイ
アス電流により磁界強度が変化するバイアス磁界と、被測定外部磁界と

により、磁気インピーダンス素子のインピーダンス変化に応じた出力差から外部磁界を検出する磁気検出器を備え、

被測定磁界を発生する被測定電流値が定格電流測定領域の場合または装置の電源投入直後の場合には、磁気インピーダンス素子に正負均等型のバイアス磁界を印加し、被測定電流値が過負荷領域の場合には、正磁界、または負磁界のいずれか一方の極性を持つ正磁界型もしくは負磁界型、または磁界極性の強調程度が異なる正磁界側強調型もしくは負磁界側強調型のバイアス磁界のいずれかを磁気インピーダンス素子に印加することにする。

10 また、本発明の請求の範囲第10項に記載の過負荷継電器において、磁気インピーダンス素子に印加するバイアス磁界は、正磁界側と負磁界側のそれぞれにおいて、時間変化に伴い異なる磁界をランダムに発生し、正磁界側と負磁界側に発生した磁界強度の組み合わせを選択することにより、正負均等型のバイアス磁界、正磁界側強調型のバイアス磁界、あ
15 るいは負磁界側強調型のバイアス磁界となるように設定することが可能な磁気検出素子を用いることにする。

さらに本発明の請求の範囲第11項に記載の過負荷継電器において、磁気インピーダンス素子に印加する可変型バイアス磁界は、パルス波形を含む矩形波形式または交流波形式であっても良い。

20 以上の構成による可変型バイアス磁界を磁気インピーダンス素子に印加することで、課題を解決するものとしている。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の一実施例に係る磁気検出装置のシステム構成図

25 図2は、本発明の一実施例に係る磁気インピーダンス素子の動作で正外部磁界の説明図

図 3 は、本発明の一実施例に係る磁気インピーダンス素子の動作で負外部磁界の説明図

図 4 は、本発明の一実施例に係る磁気インピーダンス素子の動作説明図で正外部磁界で正電圧出力を得る場合の特性説明図

5 図 5 は、本発明の一実施例に係る磁気インピーダンス素子の動作説明図で正外部磁界で負電圧出力を得る場合の特性説明図

図 6 は、本発明の一実施例に係る外部磁界強度と差動出力との関係を示す説明図

図 7 は、本発明の別の実施例に係るバイアス磁界印加方法説明図

10 図 8 は、本発明の別の実施例に係る磁気インピーダンス素子の動作で矩形型バイアス印加時の説明図

図 9 は、本発明の別の実施例に係る磁気インピーダンス素子の動作で交流型バイアス印加時の説明図

15 図 10 は、本発明の別の実施例に係る磁気検出装置のシステム構成図

図 11 は、本発明に係る別の実施例について説明する磁気インピーダンス素子の動作で正外部磁界の説明図

図 12 は、本発明に係る別の実施例について説明する磁気インピーダンス素子の動作で負外部磁界の説明図

20 図 13 は、本発明の別の実施例に係る磁気検出装置のシステム構成図

図 14 は、本発明の実施例に係る電子式過負荷継電器の構成図

図 15 は、本発明の実施形態に係る電流検出装置を示す概略構成図

25 図 16、本発明の実施形態に係る磁気検出素子部の具体的構成例を示す斜視図

図 17 は、本発明の実施形態に係る磁気検出素子の実装形態説明図

図 1 8 は、本発明の実施形態に係る磁気シールド構成斜視図

図 1 9 は、従来例を示すアモルファスワイヤ素子の磁気インピーダンス特性説明図

図 2 0 は、従来例を示す外部磁界ゼロでのバイアス磁界印加時の動作

5 説明図

図 2 1 は、従来例を示すバイアス磁界印加時の動作説明図

(符号の説明)

- 1 磁気インピーダンス素子、
- 2 可変型バイアス磁界用コイル、
- 10 4 可変型バイアスコイル用電源、
- 5 負荷切換器、
- 5 a 負荷切換器、
- 1 1 マイクロコンピュータ、
- 1 2 極性検出器、
- 15 1 3 電流規格化器、
- 1 4 切換器、
- 4 0 電子式過負荷継電器、
- 1 0 0 磁気検出素子、
- 1 0 1 磁気検出器、
- 20 1 0 3 電流検出装置

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明に係る実施例の形態を図面に基づいて説明する。

図 1 は本発明の一実施例に係る磁気検出装置のシステム構成である。

- 25 図 1 においては、磁気インピーダンス素子 1 の両端には、高周波駆動電流を印加するための素子駆動用高周波電流発生器 3 が接続されている。

また、磁気インピーダンス素子 1 には、可変型バイアス磁界用コイル 2 が巻回され、可変型バイアスコイル用電源 4 により、可変型バイアス磁界用コイル 2 を駆動する。

可変型バイアスコイル用電源 4 は、通常は定電圧電源のため、可変型
5 バイアス磁界用コイル 2 との閉回路内の抵抗値を変化することで、可変型バイアス磁界用コイル 2 に流れる電流値を容易に変化できる。このため、抵抗値を変化させる負荷切換器 5 を、可変型バイアス磁界用コイル 2 と可変型バイアスコイル用電源 4 とで構成される回路内に配置することで、二種類のピーク強度が異なる可変型バイアス磁界を発生する構成
10 としている。

可変型バイアスコイル用電源 4 からの出力が、正負均等の電圧値を周期的に発生される場合、負荷切換器 5 内スイッチが開状態での可変型バイアス磁界用コイル 2 に流れる正負の電流値に対して、負荷切換器 5 内スイッチを閉にすると、抵抗値は小さくなるため、正負の電流値が大き
15 くなる。従って、可変型バイアスコイル用電源 4 からの出力電圧値が一定であっても、正磁界側と負磁界側とが同一の強度である正負均等型バイアス磁界として、二種類の異なる磁界強度の正負均等型バイアス磁界を選択的に発生することができる。

また、可変型バイアスコイル用電源 4 から発生する正負均等値の電圧
20 周期に対し、マイクロコンピュータ 11 を介して、負荷切換器 5 内スイッチの開閉を同期動作させることで、磁界極性の強調程度が異なる正磁界側強調型もしくは負磁界側強調型バイアス磁界を発生できる。

すなわち、正磁界側強調型バイアス磁界を発生する場合においては、可変型バイアスコイル用電源 4 からの出力が正電圧の時に、負荷切換器
25 5 内スイッチを閉にして抵抗値を小さくし、可変型バイアスコイル用電源 4 からの出力が負電圧の時には、負荷切換器 5 内スイッチを開にして

抵抗値を大きくする。この動作により、可変型バイアス磁界用コイル 2 に流れる電流は、大きい正電流と小さい負電流が周期的に流れ、磁界強度の異なる強い正磁界と弱い負磁界とを周期的に交互に発生する正磁界側強調型バイアス磁界を印加できる。

- 5 また、負磁界側強調型バイアス磁界は、上記した正磁界側強調型バイアス磁界の発生手段に対して、可変型バイアスコイル用電源 4 から出力される電圧極性と、負荷切換器 5 内スイッチ切換動作の閉と開の対応を逆にすることで実現できる。

- 10 磁気インピーダンス素子 1 に、測定される外部磁界を感知すると、磁界強度が時間的变化をするバイアス磁界値と外部磁界値の和である磁界値に対する、磁気インピーダンス素子 1 のインピーダンス変化から、バイアス磁界に同期した電圧値変化をする出力電圧が得られる。

- 15 この出力電圧は、ピーク値が重要であるため、整流器 6 により上限と下限のピーク値のみを検出し、その上限と下限の 2 つの検出値を、保持器(上限値) 7 と保持器(下限値) 8 に、バイアス磁界に同時したタイミングで保持する。

- 20 保持器 7, 8 に保持された値は、差動増幅器 9 により、それぞれの値の出力差を取って増幅し、次いで A/D 変換器 10 によりアナログ値をデジタル値に変換した後、マイクロコンピュータ 11 等で演算と制御とを行う。

- 25 詳細は後述するが、本発明においては、測定精度を高くするために、被測定外部磁界が正磁界の場合には負側の可変型バイアス磁界を印加し、逆に被測定外部磁界が負の場合には正側の可変型バイアス磁界を印加する。このため、極性検出器 12 により、被測定外部磁界の極性を判断し、この結果をマイクロコンピュータ 11 で処理して、選択した磁界極性強

調型バイアス磁界を発生させるために、上述した通り負荷切換器 5 内のスイッチ動作を制御する。

図 2 および図 3 は、本発明の一実施例に係る磁気インピーダンス素子の動作説明図である。なお、図 20 および図 21 で説明した同一の構成
5 および同一の作用に関してはその説明は省略する。

図 2 は、感知された被測定外部磁界が ΔH_1 で示される正磁界である場合の説明図である。

図 2 (a) では、感知された被測定外部磁界が正磁界のため、可変型バイアス磁界は、強い負磁界と弱い正磁界とを印加時間に対して周期的
10 に交互に発生する負磁界側強調型バイアス磁界を印加する。負磁界側強調型バイアス磁界の正磁界側と負磁界側のそれぞれの最大値に相当するインピーダンス特性上に示されている白丸位置は、外部磁界 ΔH_1 が加算された位置としての、インピーダンス特性上に示されている黒丸位置に、正磁界方向へ移動する。この 2 点の黒丸間の出力電圧差は、図 21
15 (a) で記述した電圧極性方向の整合を図ると、 ΔV_1 の正電圧として得られる。

従って、被測定外部磁界が正磁界の ΔH_1 として感知された時、例えば図 1 の磁気検出装置として測定された差動増幅後の出力は、図 2

(b) に示す通り、図 1 の差動増幅器 9 での増幅率を A とすると、 $A \times \Delta V_1$ が得られる。
20

図 3 は、感知された被測定外部磁界が $-\Delta H_1$ で示される負磁界である場合の説明図である。

図 3 (a) では、感知された被測定外部磁界が負磁界のため、可変型バイアス磁界は、強い正磁界と弱い負磁界とを印加時間に対して周期的
25 に交互に発生する正磁界側強調型バイアス磁界を印加する。正磁界側強調型バイアス磁界の正磁界側と負磁界側のそれぞれの最大値に相当する

インピーダンス特性上に示されている白丸位置は、負の外部磁界 $-\Delta H_1$ が加算された位置としての、インピーダンス特性上に示されている黒丸位置に、負磁界方向へ移動する。この2点の黒丸間の出力電圧差は、 $-\Delta V_1$ の負電圧として得られる。

- 5 従って、被測定外部磁界が負磁界の $-\Delta H_1$ として感知された時、例えば図1の磁気検出装置として測定された差動増幅後の出力は、図3 (b) に示す通り、図1の差動増幅器9での増幅率をAとすると、 $A \times (-\Delta V_1)$ が得られる。

- 10 可変型バイアス磁界として、正磁界側強調型あるいは負磁界側強調型の磁界を用いた場合の動作の詳細を、感知された被測定外部磁界が正磁界の場合、負磁界側強調型バイアス磁界を例として図4から図6にて説明する。

- 15 図4は、被測定磁界が正磁界で、負磁界側強調型バイアス磁界を印加した結果、出力電圧差として正電圧で得られる場合の磁界強度による特性を示し、図5は、逆に出力電圧差として負電圧で得られる場合の磁界強度による特性を示す。図5および図6の動作説明図は、図2で説明した図と同一形式である。

- 20 また、図6は、被測定の外部磁界強度に対する差動出力の関係を示す特性図であり、図4および図5と被測定外部磁界強度との関係を表している。

すなわち、被測定磁界が正磁界であり、負磁界側強調型バイアス磁界を印加する場合であっても、被測定磁界の磁界強度により出力電圧差の極性が変化する。

- 25 図4に示す被測定外部磁界の ΔH_2 に相当する磁界強度は、本実施例における磁気インピーダンス素子の特性および印加バイアス磁界（負磁界側強調型バイアス磁界）で得られる出力電圧差として、正電圧 $+\Delta V$

2を得るものである。被測定外部磁界強度がゼロの場合には、負磁界側強調型バイアス磁界により、インピーダンス特性上に示されている白丸位置に相当する特性を示すが、外部磁界として ΔH_2 に相当する磁界強度の被測定外部磁界を感知すると、インピーダンス特性上に示されている

5 白丸位置から黒丸位置に特性が移動し、外部磁界が正磁界と負磁界のそれぞれに位置する黒丸の2点間の差に相当する出力が、電圧として得られる。ここで得られる差動出力電圧を ΔV_2 として正の電圧とする。

逆に、図5に示す ΔH_3 に相当する ΔH_2 よりも小さな磁界強度の被測定外部磁界が磁気インピーダンス素子により感知されると、インピー

10 ダンス特性上の白丸位置から黒丸位置への移動量は図4に比べて小さくなり、黒丸間の差に対する極性が反転するため、出力電圧差は $-\Delta V_3$ としての負の電圧となる。

図4または図5のインピーダンス特性図において、被測定外部磁界の磁界強度によっては、インピーダンス特性上の黒丸が、外部磁界強度

15 (横軸)の正磁界側と負磁界側とで、縦軸方向の同位置となり、得られる出力電圧差がゼロになる、被測定外部磁界強度が存在する。

この被測定外部磁界の強度を境界にして、小さい磁界強度の被測定外部磁界の場合には、出力電圧差から得られる差動出力は負の電圧が得られ、逆に大きい磁界強度の被測定外部磁界の場合には、差動出力として

20 正の電圧が得られる。この関係を図6に示した。

したがって、負磁界側強調型バイアス磁界あるいは正磁界側強調型バイアス磁界である磁界極性の強調程度が異なる可変型バイアスを印加した場合に得られる差動出力は、図6に示す通り、負から正の電圧として直線性のある出力が得られる。

25 しかしながら、被測定外部磁界が非常に小さい場合には、磁気インピーダンス素子の正磁界側と負磁界側とで磁界に対する感度が必ずしも同

一ではないため、測定精度が悪くなることがあるので、正磁界と負磁界の強度が同一である正負均等型バイアス磁界を使用する場合もある。

磁界極性の強調程度が異なる負磁界側強調型バイアス磁界あるいは正磁界側強調型バイアス磁界を印加した場合の動作について説明したが、

5 以下に本発明の一実施例で特有に得られる効果を記述する。

バイアス磁界としては、被測定磁界が正磁界の場合、基本的にはバイアス磁界は負磁界であれば良いが、インピーダンス特性で、ゼロ磁界付近の特性に歪が生じずに滑らかな曲線を示す特性の場合である。

しかし、インピーダンス特性は、図20で説明した通り、外部磁界強度がゼロ付近の磁界極性が変化するポイントにあっては、不安定な特性領域となることが一般的であるため、図2においても一般的なインピーダンス特性として記載した。

このため、バイアス磁界としては、インピーダンス特性の不安定領域を避けるため、負磁界バイアスを印加したい場合には、不安定特性領域を回避できるだけの、弱い強度の正磁界も印加できるようなバイアス磁界範囲とした、負磁界側強調型を採用し、逆に正磁界バイアスを印加したい場合には、不安定特性領域を回避できるだけの、弱い強度の負磁界も印加できるようなバイアス磁界範囲とした、正磁界側強調型を採用している。

20 図7には、本発明の別の実施例に係るバイアス磁界印加方法であり、可変型バイアス磁界として正磁界側と負磁界側で強度の異なる各2種類の磁界を交互に発生した場合の説明図である。

可変型バイアス磁界は、正磁界としては、強度の弱いA磁界と強度の強いC磁界を発生し、負磁界としては、強度の弱いB磁界と強度の強いD磁界とを発生して、本実施例においては、A磁界、B磁界、C磁界、
25 D磁界を周期的に順番に発生している。

磁気インピーダンス素子に印加が必要な本発明による可変型バイアス磁界としては、B磁界とC磁界とを選択して組み合わせると、正負均等型バイアス磁界となり、A磁界とB磁界とを選択して組み合わせた場合には、負磁界強調型バイアス磁界であり、C磁界とD磁界とを選択して組み合わせる場合には、正磁界強調型バイアス磁界となる。したがって、例えば、図1におけるマイクロコンピュータ11により保持器7、8の制御を行い、必要な可変型バイアス磁界が得られるような上記組み合わせの磁界が発生した時に、出力値を保持して差動増幅器9に情報を送れば良い。

10 図8および図9は、本発明の別の実施例に係る磁気インピーダンス素子の動作説明図である。本実施例においては、インピーダンス特性に不安定領域の無い滑らかな曲線を示す特性の場合、被測定磁界が ΔH_1 で表される正の磁界であり、負の極性を示すバイアス磁界が印加され、差動出力として ΔV_{11} の正電圧が得られた場合の例である。

15 図8は、バイアス磁界が、印加時間に対して、矩形波を示す負磁界型バイアス磁界を印加した場合の別の実施例に係る磁気インピーダンス素子の動作図であり、同図(a)はパルス状の矩形波、同図(b)は印加時間に対して立上がりと立下り時間を有して所定の磁界強度に到達する矩形波を示す例である。

20 図9は、バイアス磁界が、印加時間に対して交流波形を示す、負磁界型バイアス磁界を印加した場合の別の実施例に係る磁気インピーダンス素子の動作図である。

図10は、本発明の別の実施例に係る磁気検出装置のシステム構成図である。なお、図1で説明した同一の構成および同一の作用に関しては、その説明は省略する。

図 10 においては、負荷切換器 5 a 内に抵抗が 3 列配置されており、そのうち 2 個の抵抗のそれぞれにスイッチが付加されている。このスイッチは、可変型バイアスコイル用電源 4 から発生するバイアス用の矩形波形あるいは交流波形である電圧の周期に同期して、マイクロコンピュータ 11 を介して制御する。

負荷切換器 5 a 内の 2 つのスイッチの開閉の組み合わせは、スイッチが両方とも開の場合、スイッチが両方閉の場合、スイッチの一方は開でもう一方は閉の場合が 2 種類とで、合計 4 種類あり、3 個の並列した抵抗の状態、すなわち抵抗値が 4 種類に変化できる。これにより、可変型
10 バイアス磁界用コイル 2 に流れる電流を一方の極性で 4 種類設定することが可能となる。

このため、可変型バイアスコイル用電源 4 からの出力電圧が、正負均等な電圧値を矩形波あるいは交流で周期的に発生されている場合にあっては、磁気インピーダンス素子 1 に印加されるバイアス磁界としては、
15 正磁界と負磁界とにそれぞれの強度が等しい 4 種類の磁界を発生することができる。

したがって、正磁界と負磁界の強度が同一である 4 種類の正負均等型バイアス磁界が設定できる。さらに、正磁界に対して絶対値が異なる磁界強度の負磁界を 3 種類選択し、正磁界を 4 種類変化させることで、合計 12 種類の磁界極性の強調程度が異なる正磁界側強調型バイアス磁界
20 あるいは負磁界側強調型バイアス磁界を設定することが可能である。これらの種類の可変型バイアス磁界は、マイクロコンピュータ 11 により選択的な制御を行うものである。

また、可変型バイアスコイル用電源 4 からの出力電圧に直流成分を加
25 算あるいは減算して、正負の異なる値の矩形波形あるいは交流波形である電圧を周期的に発生させることで、負荷切換器 5 a 内の抵抗値を切り

替えなくとも、磁界極性の強調程度が異なる正磁界側強調型バイアス磁界あるいは負磁界側強調型バイアス磁界を設定することが可能となり、さらに負荷切換器 5 a 内の抵抗値を切り替えることで、可変型バイアスコイル用電源 4 からの出力電圧として、一定の電圧値である矩形波形あるいは交流波形電圧に直流電圧成分を加算あるいは減算するのみで、正
5 磁界と負磁界の強度比が異なる様々な可変型バイアス磁界を発生できる。

さらに、マイクロコンピュータ 11 の制御により、周期ごとにランダムに様々な強度の磁界を発生することが可能であることは、言うまでも
10 ない。

図 11 および図 12 は、本発明に関する別の実施例について説明する磁気インピーダンス素子の動作説明図であり、図 2 から図 5 で説明した図と同一形式である。

上述の通り、図 2 から図 6 において、磁界極性の強調程度が異なる可
15 変型バイアス磁界の発生方法と、被測定磁界が正磁界の場合には、負磁界側強調型バイアス磁界を印加し、逆に被測定磁界が負磁界の場合には、正磁界側強調型バイアス磁界を印加することについて説明してきた。

これらの磁界極性の強調程度が異なる正磁界側強調型あるいは負磁界側強調型バイアス磁界のどちらを選択するかを決めるためには、被測定
20 外部磁界に対して、バイアス磁界として、先ず正負均等型バイアス磁界を印加することにより、被測定外部磁界の極性を判断することができる。

図 11 は、正負均等型バイアス磁界を印加し、被測定磁界として正磁界である ΔH_1 が存在した場合の説明図である。

インピーダンス特性と正負均等型バイアス磁界とから、図示した正負
25 それぞれの磁界範囲におけるインピーダンス特性上の白丸位置に相当する特性を示す（出力が得られる）が、被測定外部磁界として正磁界であ

る ΔH_1 を感知した場合は、正負均等型バイアス磁界と被測定外部磁界との加算により得られるインピーダンス特性上の黒丸に相当する位置に特性が正磁界側へ移動する。この時、インピーダンス特性の負磁界側の白丸位置から移動した黒丸は、インピーダンス特性の最大値を乗り越えて正磁界側に位置するが、二つの黒丸位置に相当する差による出力が電圧として得られることは、同様である。ここで得られる差動出力電圧は、 ΔV_{12} の正電圧となる。

図 1 1 とは逆に、図 1 2 では、正負均等バイアス磁界を印加し、被測定磁界として負磁界である $-\Delta H_1$ が存在した場合である。

10 図 1 2 に示すインピーダンス特性においても、正負均等型バイアス磁界から得られるインピーダンス特性上の白丸位置から、正負均等型バイアス磁界と被測定外部磁界との加算により得られるインピーダンス特性上の黒丸に相当する位置に特性が負磁界側へ移動する。この時、正磁界側のインピーダンス特性上にあった白丸位置の特性は、負の被測定外部
15 磁界を感知することで、負磁界側のインピーダンス特性上の黒丸位置に移動するが、二つの黒丸位置に相当する差から得る差動出力電圧としては、図 1 1 の正の被測定外部磁界が検知された場合と逆の極性である、 $-\Delta V_{12}$ の負電圧が得られる。

以上より、磁気インピーダンス素子に正負均等型バイアス磁界を印加
20 した場合にあっては、検知された被測定外部磁界が正磁界の場合には、得られる差動出力電圧は、正の電圧が得られる。また、逆に検知された被測定外部磁界が負磁界の場合には、得られる差動出力電圧は、負の電圧が得られる。

従って、磁気インピーダンス素子に正負均等型バイアス磁界を印加し
25 た場合、得られた差動出力電圧の極性により、検知した被測定外部磁界の極性を判断できる。

検知した被測定外部磁界の極性を判断結果により、被測定外部磁界が正磁界の場合は、図 2 の正磁界側強調型バイアス磁界を選択し、被測定外部磁界が負磁界の場合には、図 3 の負磁界側強調型バイアス磁界を選択できる。

- 5 さらに、正負均等型バイアス磁界と磁界極性の強調程度が異なる正磁界側強調型あるいは負磁界側強調型バイアス磁界の出力から、磁気インピーダンス素子の磁界検出感度を求めることが可能である。

例えば、インピーダンス特性の片側の外部磁界極性における出力について、正負均等型バイアス時の出力電圧値と、正磁界側強調型バイアス
10 時の出力電圧値の差を求めることで、既知の磁界に対する出力である磁気インピーダンス素子の磁界検出感度を求める方法とする。

また、例えば電子式過負荷継電器（サーマルリレー）の場合には、測定電流が測定範囲のフルスケールの $1/10$ 以上で過負荷領域となるが、測定精度は、測定電流がフルスケールの $1/10$ 以下の電子式過負荷継
15 電器の定格電流領域では、 $\pm 5\%$ の範囲であり、測定電流がフルスケールの $1/10$ 以上では $\pm 10\%$ の範囲であると、JIS規格により規定されている。

このため、精度の厳しい定格電流領域では、磁界極性の強調程度が異なる可変型バイアス磁界より $1/2$ 程度測定誤差の少ない正負均等型バ
20 イアス磁界を用いる。

図 13 は、本発明の別の実施例に係る磁気検出装置のシステム構成図である。図 13 においては、図 10 と同一の部材には同一の符号を付し、説明は省略する。

図 13 における本実施例の磁気検出装置システムは、磁気検出素子 1
25 00 と磁気検出器 101 と切換器 14 と電流規格化器 13 と A/D 変換器 10 とマイクロコンピュータ 11 により構成されている。本実施例は、

別の部位における被測定外部磁界を検出するため、切換器 14 により、磁気検出素子 100a と磁気検出器 101a による検出結果をマイクロコンピュータ 11 に送り、処理する構成である。また、切換器 14 は、図 13 に示される構成に限定されるものではなく、必要測定部位の数に
5 合わせて複数の切換が行える構成も可能であることは、言うまでもない。

切換器 14 により選択された差動増幅器 9 からの出力は、電流規格化器 13 で電流設定に応じた増幅がなされ、A/D 変換器 10 のアナログ入力に接続され、出力はマイクロコンピュータ 11 に接続され、制御と計測処理が行われる。

10 ここでの電流規格化器 13 は、電流設定に応じて増幅度が調整可能な増幅器であり、通常オペアンプの増幅度設定抵抗を可変抵抗に置き換えた構成が用いられる。

図 14 は、本発明の実施例を示す図 13 の磁気検出装置のシステム構成を例えば電子式過負荷継電器へ適用した場合の具体例である。

15 図 14 では、図示されていない三相交流電源に接続された電源供給線 25 の各相である R、S、T は、電動機 30 に対して三相接触器 20 および電力供給変圧器 51 を介して接続されており、電流検出装置 103 は、電源供給線 25 の R、S、T の各相ごとの電流を検知する。本実施例のように、例えば電子式過負荷継電器においては、一相欠相のみの検
20 出で十分であるため、電力供給変圧器 51 は、二相分の配置構成として
いるが、上記実施例のものに限定されるものでなく、各相に配置する構成とすることも可能である。

三相接触器 20 は、三組の接点 21、22、23 を有し、それぞれ異なる電源供給線 25 の各相である R、S、T に直接接続するか、または
25 電力供給変圧器 51 の一次巻線を通じて電動機 30 に接続する。

三相接触器 20 内の各接点 21、22、23 は、電磁コイル 24 により同時に駆動する構成である。電磁コイル 24 は、制御回路 41 内のマイクロコンピュータ 11 に接続されていて、制御される。

電子式過負荷継電器（電子式サーマルリレー）40 は、電流検出装置 103 と制御回路 41 と電力供給変圧器 51 とにより構成されている。

電源供給線 25 の各相である R、S、T のそれぞれに配置された磁気検出素子 100 は、電源供給線 25 に流れる電流に比例したインピーダンス変化特性を有しており、磁気検出器 101 により電圧出力に変換される。電源供給線 25 の各相である R、S、T のそれぞれから得られた磁気検出器 101 による電圧出力は、切換器 14 により、順次に切換選択され、電流規格化器 13、A/D 変換器 10 を介してマイクロコンピュータ 11 に情報として送られる。

電力供給変圧器 51 は、電源供給線 25 の一部である一次巻線に対向して配置される二次巻線に整流ダイオード 52 を介して第一コンデンサ 54 が接続され、整流ダイオード 52 のアノード側と回路アース間には、保護ダイオード 53 が接続されている。また、第一コンデンサ 54 は、電圧調整器 50 の正の入力と回路アース間に接続され、さらに、電圧調整器 50 の正の入力と回路アース間には第二コンデンサ 55 が接続され、電圧調整器 50 により一定電圧値の VCC を出力する構成である。

図 15 は、本発明の実施形態である図 14 における電流検出装置 103 を示す概略構成図である。

構成は、配線 60 に流れる電流方向に垂直な位置に、固定基板 61 を配置し、固定基板 61 上で、配線 60 に流れる電流により周囲に発生する磁界が検知可能な位置に、磁気検出素子 100 を配置し固定する。磁気検出素子 100 により検知された情報は、磁気検出器 101 に送られて処理し、検出結果を出力する。

図 1 6 は、磁気検出素子部の具体的な構成例を示す斜視図であり、特に磁気検出素子として、薄膜状磁気検出素子を用いた実施例である。

図 1 6 において装置構成は、薄膜状の磁気インピーダンス素子 1 a があって、その外側に樹脂製ボビン 6 3 をインサート成形等で製作する。

- 5 コイルボビンは、図示されている通り両側にボビン鏝 6 3 a が設けられており、ボビン鏝 6 3 a 間の巻枠部 6 3 b にコイル 2 a が巻回されている。このコイル 2 a は、薄膜状の磁気インピーダンス素子 1 a にバイアス磁界を印加するための可変型バイアス磁界用コイル 2 と、負帰還磁界を印加するための負帰還磁界用コイル 1 5 から成っている。さらに薄膜
- 10 状の磁気インピーダンス素子 1 a やコイル 2 a 等を周囲環境から保護するため、インサート成形等で製作する樹脂ケース 6 4 内に構成部品が収められている。樹脂ケース 6 4 からは、端子 6 2 が片側 3 本（両側で計 6 本）出されているが、それぞれ、薄膜状の磁気インピーダンス素子 1 a 両端に高周波電流を印加するための端子 6 2 が 2 本、可変型バイアス
- 15 磁界用コイル 2 に電流を流すための端子 6 2 が 2 本、負帰還磁界用コイル 1 5 に電流を流すための端子 6 2 が 2 本の計 6 本である。以上により構成された全体が、磁気検出素子 1 0 0 である。

- 薄膜状の磁気インピーダンス素子 1 a は、1 mm 角程度に製作が可能であるため、磁気検出素子 1 0 0 の外形を 5 mm 角程度で製作できるため、薄膜状の磁気インピーダンス素子 1 a とコイル 2 a の磁気抵抗を大
- 20 んに低減できる。

- なお、図 1 6 においては、合計 6 端子の磁気検出素子 1 0 0 を実施例として示したが、通常は、磁気インピーダンス素子に高周波電流を印加するための端子 6 2 が 2 本と、可変型バイアス磁界用コイル 2 に電流を
- 25 流すための端子 6 2 が 2 本の計 4 端子構成が基本である。以上より、図

1 6 に示した合計 6 本端子に限定されるものではなく、端子数の合計が 4 本以上の構成であれば良い。

図 1 7 は、図 1 6 に示した磁気検出素子 1 0 0 を図 1 5 の概略構成図に基づいた実装形態説明図であり、同図 (a) は斜視図、同図 (b) は
5 上面図である。

図 1 7 (a) のように、電流を導く配線 6 0 を有する固定基板 6 1 に磁気検出素子 1 0 0 を実装したもので、電流により発生する同図 (b) の破線で示すような磁束に対する磁気検出素子 1 0 0 の配置により、磁気検出素子 1 0 0 の出力感度が決定されるので、磁気検出素子 1 0 0 の
10 配置を考慮することで、電流の大きさに応じた磁気検出素子 1 0 0 の出力感度調整が可能となる。

図 1 8 は、磁気シールド構成例を示す。

図 1 8 は、図 1 7 (a) に示す磁気検出素子の実装形態に磁気シールド 7 0 を付加したもので、その形状は、本実施例において楕円形状で示
15 されているが、電流の大きさに応じて最適化することが望ましく、本形状に限定されるものではなく、円形や矩形もしくはコーナーが円弧になっている矩形、多角形でも良い。

産業上の利用の可能性

20 以上のように、この発明によれば、正磁界または正磁界側強調型（主に正磁界側）バイアス磁界と、負磁界または負磁界側強調型（主に負磁界側）バイアス磁界の二種類を含む、二種類以上の可変型バイアス磁界を設定でき、被測定外部磁界が正磁界の場合には、負磁界または負磁界側強調型バイアス磁界を印加し、逆に被測定外部磁界が負磁界の場合には、正磁界または正磁界側強調型バイアス磁界を印加手段を有する装置
25 構成により、従来からの正負均等のバイアス磁界を印加して、磁界に対

してインピーダンス変化が大きい点で動作させて磁界に対する高感度応答を得る特徴を維持したままで、磁界測定範囲の拡大が可能となる。

また、種類の異なる可変型バイアス磁界の切換は、バイアス磁界印加回路内の抵抗値の切換で可能なため、簡単な装置で実現できる。

- 5 また、上記に記載した二種類を含む可変型バイアス磁界に加えて、正負均等の磁界範囲を持つ正負均等型バイアス磁界を印加できる、少なくとも三種類以上の可変型バイアス磁界印加手段を有する装置構成により、正負均等型バイアス磁界を感知した測定外部磁界の極性検知手段にできることから、別途に用意されていた極性検出器が必要なくなり、測定電
- 10 流に最適なバイアス磁界の設定が可能であり、構成が簡単でかつ安価に磁気検出装置を提供できる。

- 上記に記載した三種類の可変型バイアスの切換が可能なことにより、磁気インピーダンス素子の感度を求めることができるため、周囲環境特性や経時変化による磁気インピーダンス素子検出感度変化を検出して校
- 15 正することで、安定した特性が得られ、さらに寿命の長い優れた磁気検出装置としての提供が可能である。

- さらに、電子式過負荷継電器において、測定電流値が定格電流測定領域の場合または装置の電源投入直後の場合に正負均等型バイアス磁界を印加し、測定電流値が過負荷領域の場合には、一方の磁界極性かあるいは磁界極性の強調程度が異なる可変型バイアス磁界を印加することとしたので、測定電流が小さい場合や装置電源投入直後での小電流領域と測定電流が大きい大電流領域とのいずれも測定精度を低下させることなく、
- 20 簡単な構成で電流測定範囲の拡大が可能となる。

請求の範囲

1. 磁気インピーダンス効果を有する磁気インピーダンス素子と、前記磁気インピーダンス素子の両端に高周波駆動電流を印加する電流印加手段と、前記磁気インピーダンス素子に巻き回しされたバイアスコイルと、
- 5 前記バイアスコイルに低周波バイアス電流を印加するバイアス電流印加手段とを有し、前記低周波バイアス電流により磁界強度が変化するバイアス磁界と、被測定外部磁界とにより、前記磁気インピーダンス素子のインピーダンス変化に応じた出力差から外部磁界を検出する磁気検出装置において、
- 10 前記バイアス電流印加手段は、強度の異なる磁界が時間変化する可変型バイアス磁界を設定でき、被測定外部磁界の極性に応じて、前記可変型バイアス磁界の磁界強度を選択して前記磁気インピーダンス素子に印加することを特徴とする磁気検出装置。
2. 前記磁気インピーダンス素子に印加する前記可変型バイアス磁界は、
- 15 正磁界型のバイアス磁界と、負磁界型のバイアス磁界と、正磁界側強調型のバイアス磁界と、負磁界側強調型のバイアス磁界とであって、
- かつ、前記正磁界型のバイアス磁界は正の極性を持つ磁界であり、
- 前記正磁界側強調型のバイアス磁界は磁界強度の異なる強い正磁界と弱い負磁界により構成され磁界極性の強調程度が異なる磁界であり、
- 20 前記負磁界型のバイアス磁界は負の極性を持つ磁界であり、
- 前記負磁界側強調型のバイアス磁界は強い負磁界と弱い正磁界により構成され磁界極性の強調程度が異なる磁界であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の磁気検出装置。
3. 前記可変型バイアス磁界は、前記正磁界型のバイアス磁界と前記正
- 25 磁界側強調型のバイアス磁界のうちいずれか一方と、前記負磁界型のバイアス磁界と前記負磁界側強調型のバイアス磁界のうちいずれか一方と

である、二種類の可変型バイアス磁界を有し、前記二種類の可変型バイアス磁界を含む少なくとも二つの前記可変型バイアス磁界を設定でき、被測定外部磁界の極性に応じて、前記可変型バイアス磁界の一種類を選択して前記磁気インピーダンス素子に印加することを特徴とする請求の

5 範囲第2項に記載の磁気検出装置。

4. 正負均等型のバイアス磁界、前記正磁界型のバイアス磁界と前記正磁界側強調型のバイアス磁界とのうちいずれか一方、前記負磁界型のバイアス磁界と前記負磁界側強調型のバイアス磁界とのうちいずれか一方である三種類の可変型バイアス磁界を有し、

10 かつ、前記正負均等型のバイアス磁界は、正磁界側と負磁界側とが同一の強度である磁界であって、

前記三種類の可変型バイアス磁界を含む少なくとも三つの前記可変型バイアス磁界を設定でき、この少なくとも三つの前記可変型バイアス磁界のうちの一つの前記可変型バイアス磁界を、被測定外部磁界の極性検知手段として前記磁気インピーダンス素子に印加し、検出結果に応じて前記可変型バイアス磁界の種類を選択して、前記磁気インピーダンス素子に印加することを特徴とする請求の範囲第2項に記載の磁気検出装置。

15 5. 前記正負均等型のバイアス磁界を被測定外部磁界の極性検知手段として用い、前記正磁界側強調型と前記負磁界側強調型のバイアス磁界のうちいずれか一方と、前記正磁界型と前記負磁界型のバイアス磁界のうちいずれか一方とである二種類の可変型バイアス磁界のうち、前記極性検知手段の検知結果により特定した被測定外部磁界の極性により、いずれか一種類の前記可変型バイアス磁界を選択して外部磁界の検出手段として用いることを特徴とする請求の範囲第4項に記載の磁気検出装置。

25 6. 前記磁気インピーダンス素子に印加するバイアス磁界は、正磁界側と負磁界側のそれぞれにおいて、

時間変化に伴い異なる磁界をランダムに発生し、正磁界側と負磁界側に発生した磁界強度の組み合わせを選択することにより、前記正磁界側強調型、または前記負磁界側強調型のバイアス磁界となるように設定することを特徴とする請求の範囲第2項ないし第5項のいずれか1項に記載の磁気検出装置。

7. 前記磁気インピーダンス素子に印加するバイアス磁界は、正磁界側と負磁界側のそれぞれにおいて、時間変化に伴い異なる磁界をランダムに発生し、正磁界側と負磁界側に発生した磁界強度の組み合わせを選択することにより、前記正負均等型のバイアス磁界となるように設定することを特徴とする請求の範囲第4項または第5項に記載の磁気検出装置。

8. 前記バイアスコイルに印加する前記低周波バイアス電流に応じて発生する前記可変型バイアス磁界は、矩形波形式または交流波形式であることを特徴とする請求の範囲第2項ないし第7項のいずれか1項に記載の磁気検出装置。

9. 電源から負荷装置への多相電流の供給を制御する装置であって、磁気インピーダンス効果を有する磁気インピーダンス素子と、前記磁気インピーダンス素子の両端に高周波駆動電流を印加する電流印加手段と、前記磁気インピーダンス素子に巻回したバイアスコイルと、前記バイアスコイルに低周波バイアス電流を印加するバイアス電流印加手段とを有し、前記低周波バイアス電流により磁界強度が変化するバイアス磁界と、被測定外部磁界とにより、前記磁気インピーダンス素子のインピーダンス変化に応じた出力差から外部磁界を検出する磁気検出器を備えた過負荷継電器において、

前記磁気検出器として請求の範囲第2項に記載の磁気検出装置を用い、被測定磁界を発生する被測定電流値が定格電流測定領域の場合もしくは装置の電源投入直後には、前記磁気インピーダンス素子に前記正負均等

型のバイアス磁界を印加し、前記被測定電流値が過負荷領域の場合には、正磁界または負磁界のいずれか一方の極性を持つ前記正磁界型もしくは前記負磁界型、または磁界極性の強調程度が異なる前記正磁界側強調型もしくは前記負磁界側強調型のバイアス磁界のいずれかを前記磁気インピーダンス素子に印加することを特徴とする過負荷継電器。

10 10. 前記磁気インピーダンス素子に印加するバイアス磁界は、正磁界側と負磁界側のそれぞれにおいて、

時間変化に伴い異なる磁界をランダムに発生し、正磁界側と負磁界側に発生した磁界強度の組み合わせを選択することにより、前記正磁界側強調型のバイアス磁界、前記負磁界側強調型のバイアス磁界、または前記正負均等型のバイアス磁界となるように設定する磁気検出装置を用いたことを特徴とする請求の範囲第9項に記載の過負荷継電器。

11. 前記バイアスコイルに印加する前記低周波バイアス電流に応じて発生する前記可変型バイアス磁界は、矩形波形式または交流波形式である磁気検出装置を用いたことを特徴とする請求の範囲第9項または第10項に記載の過負荷継電器。

図 1

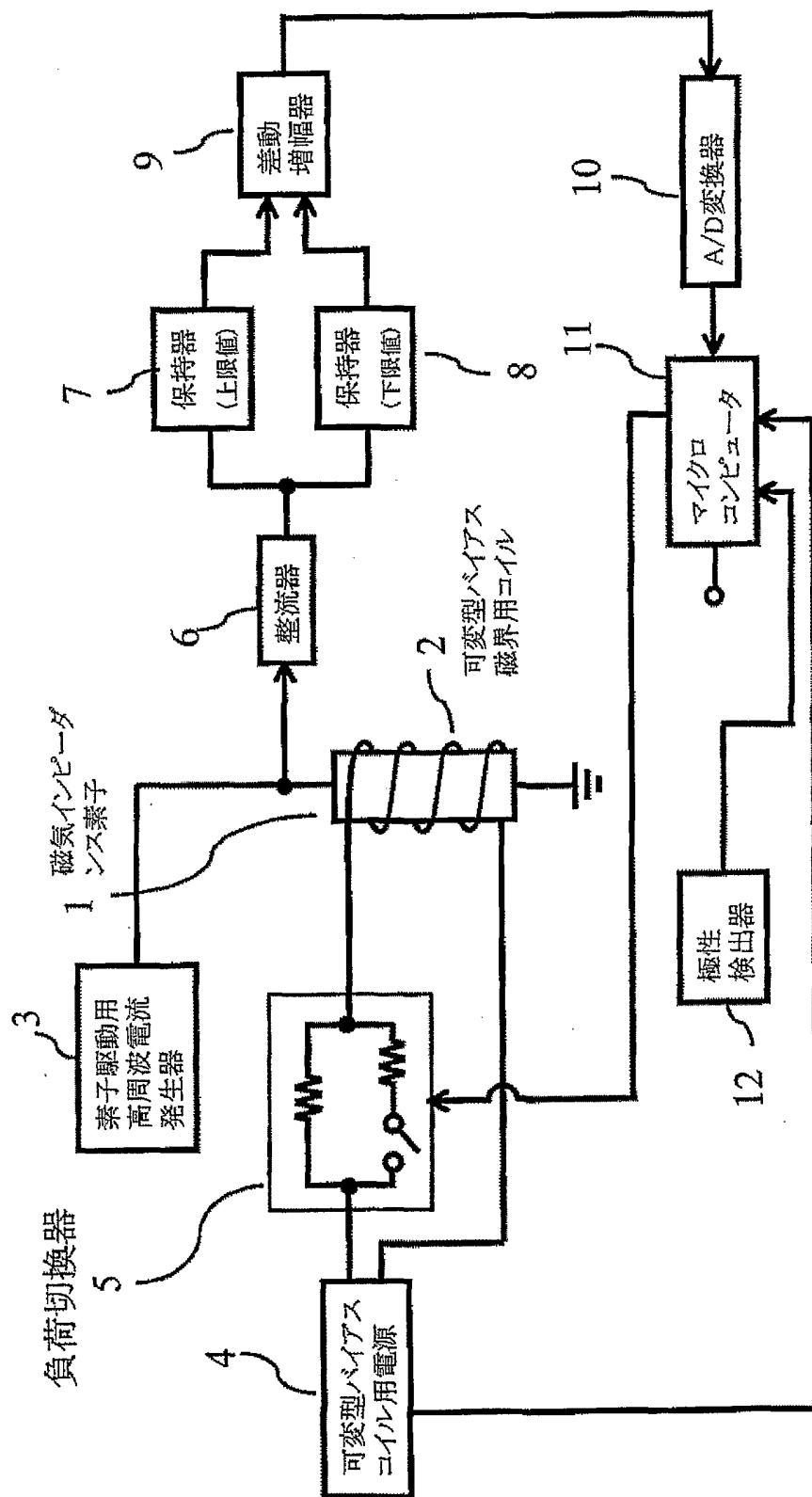


図 2

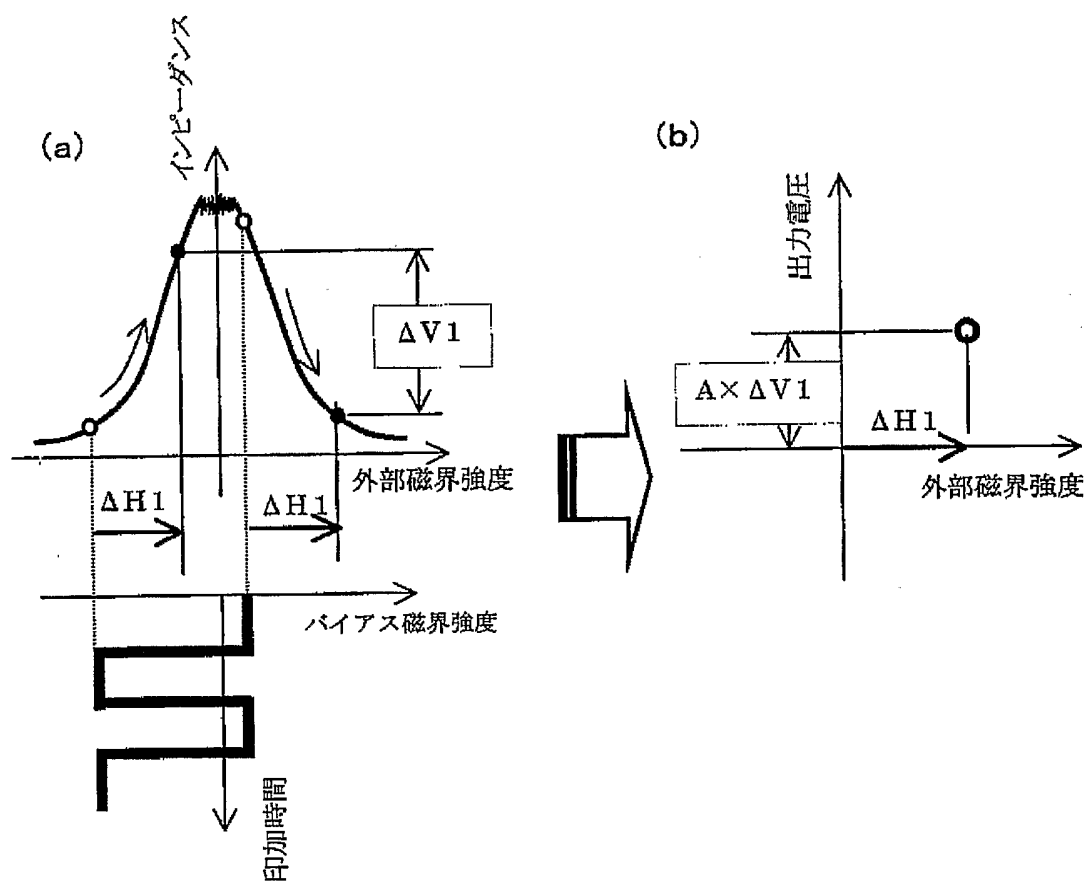


図 3

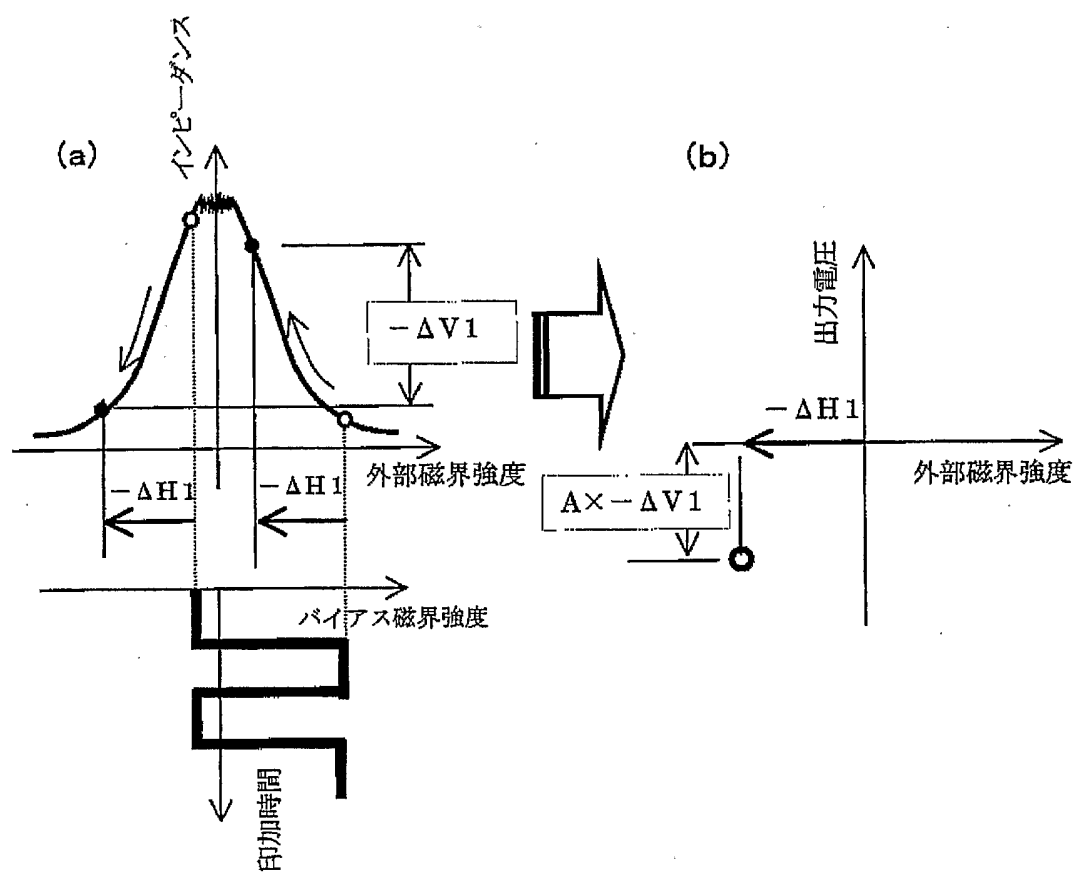


図 4

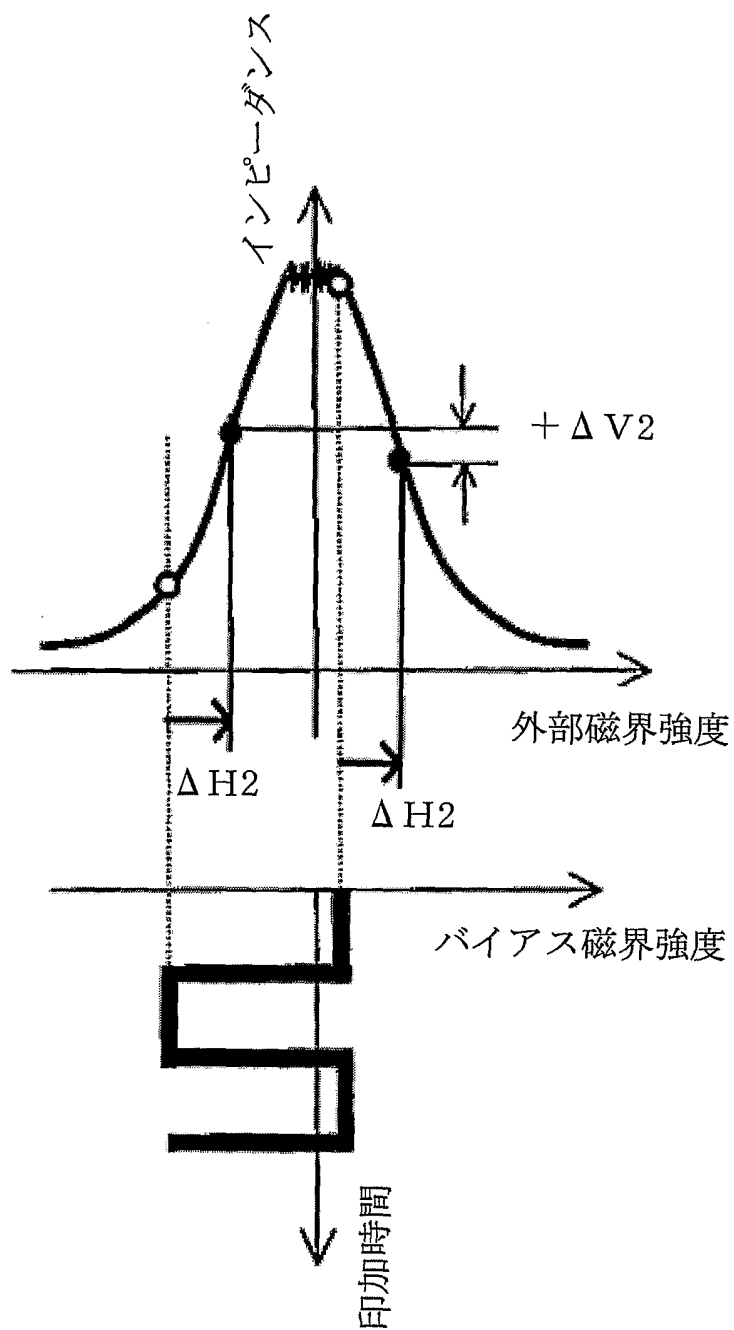


図 5

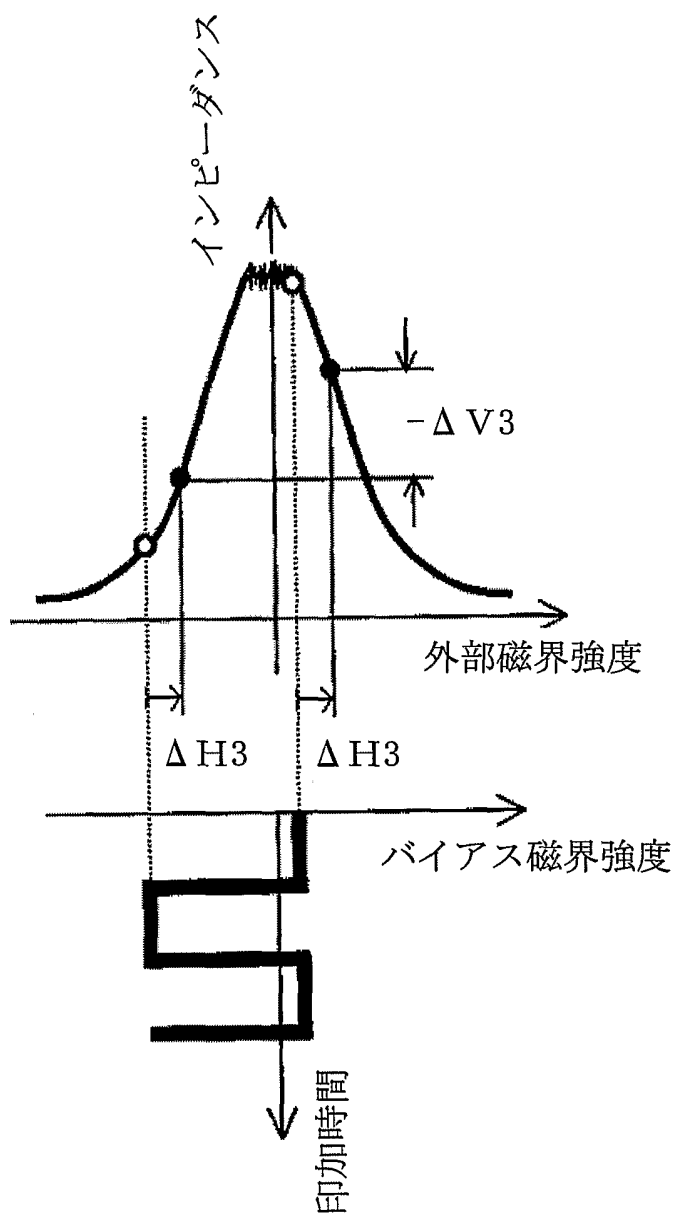


図 6

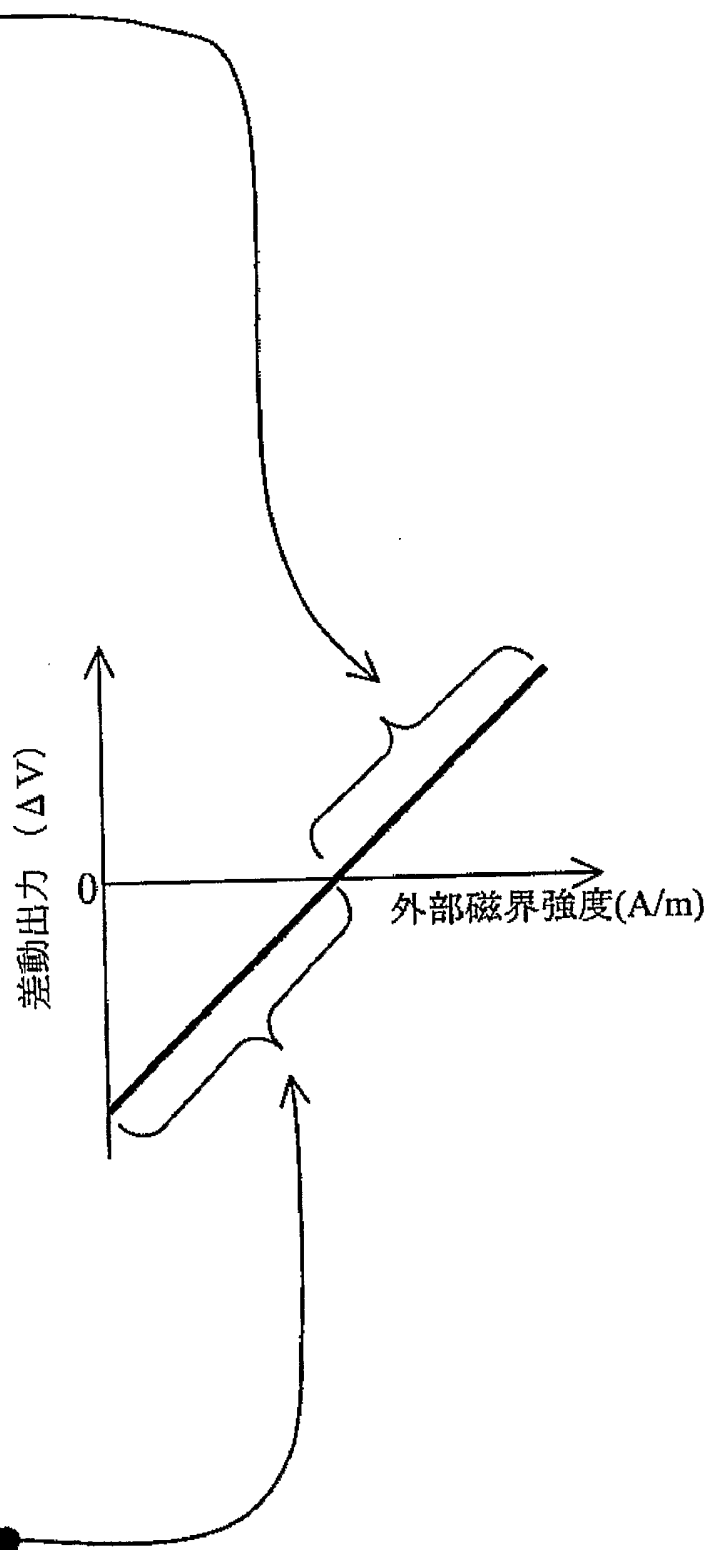


図 7

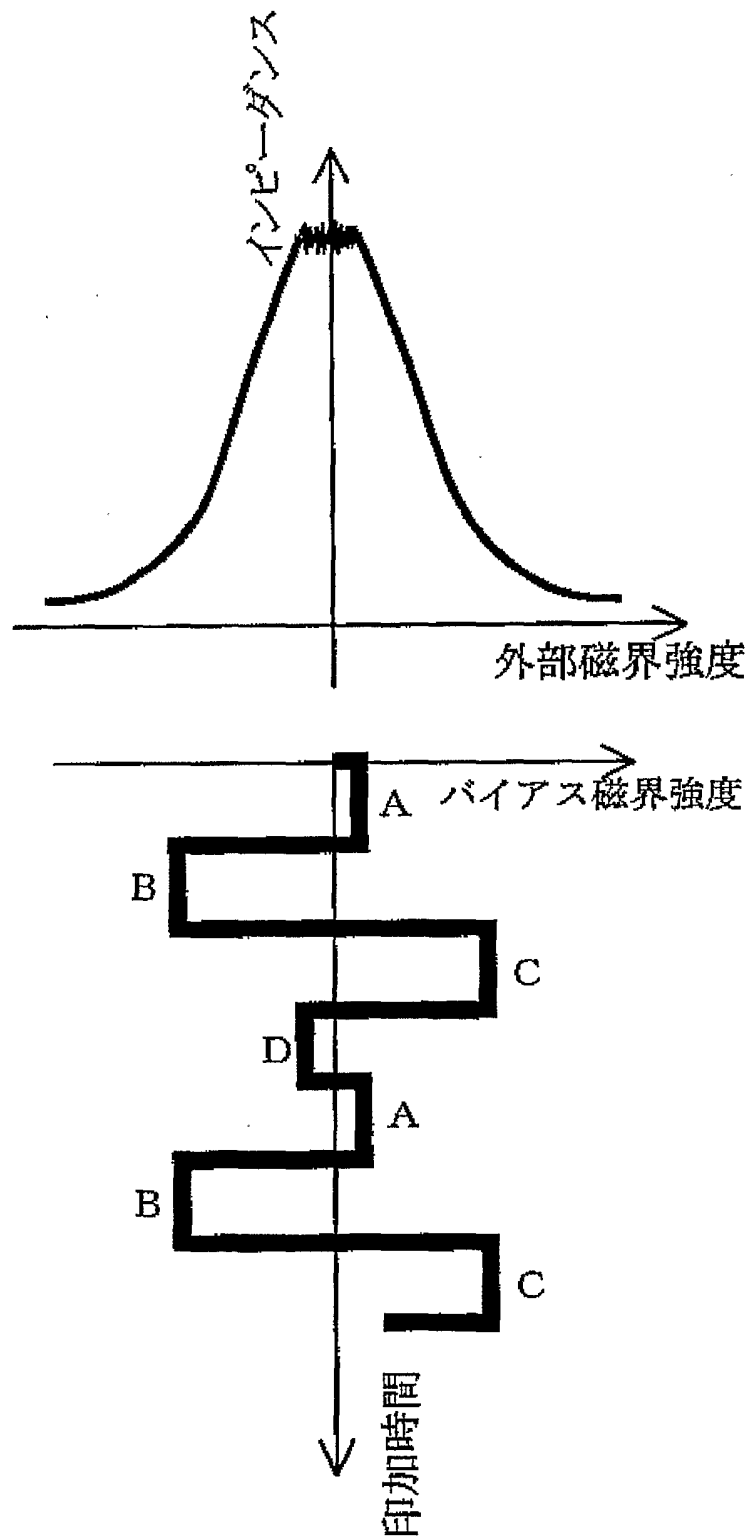


図 8

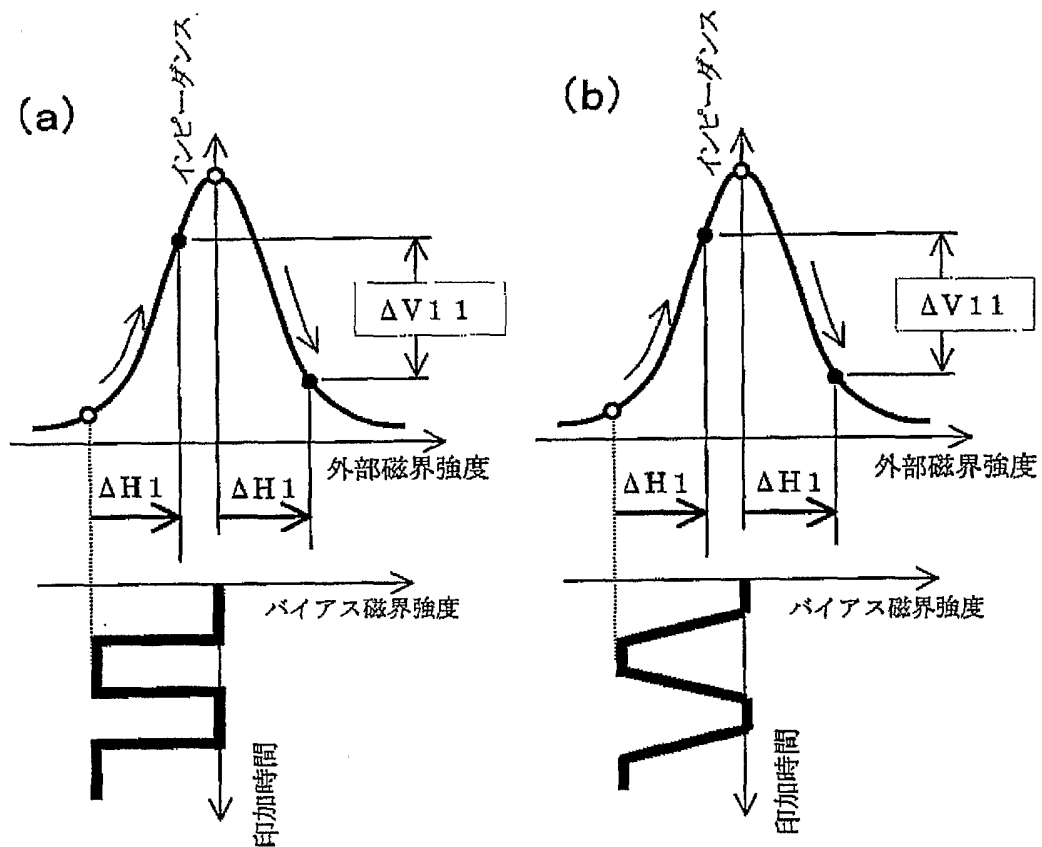


図 9

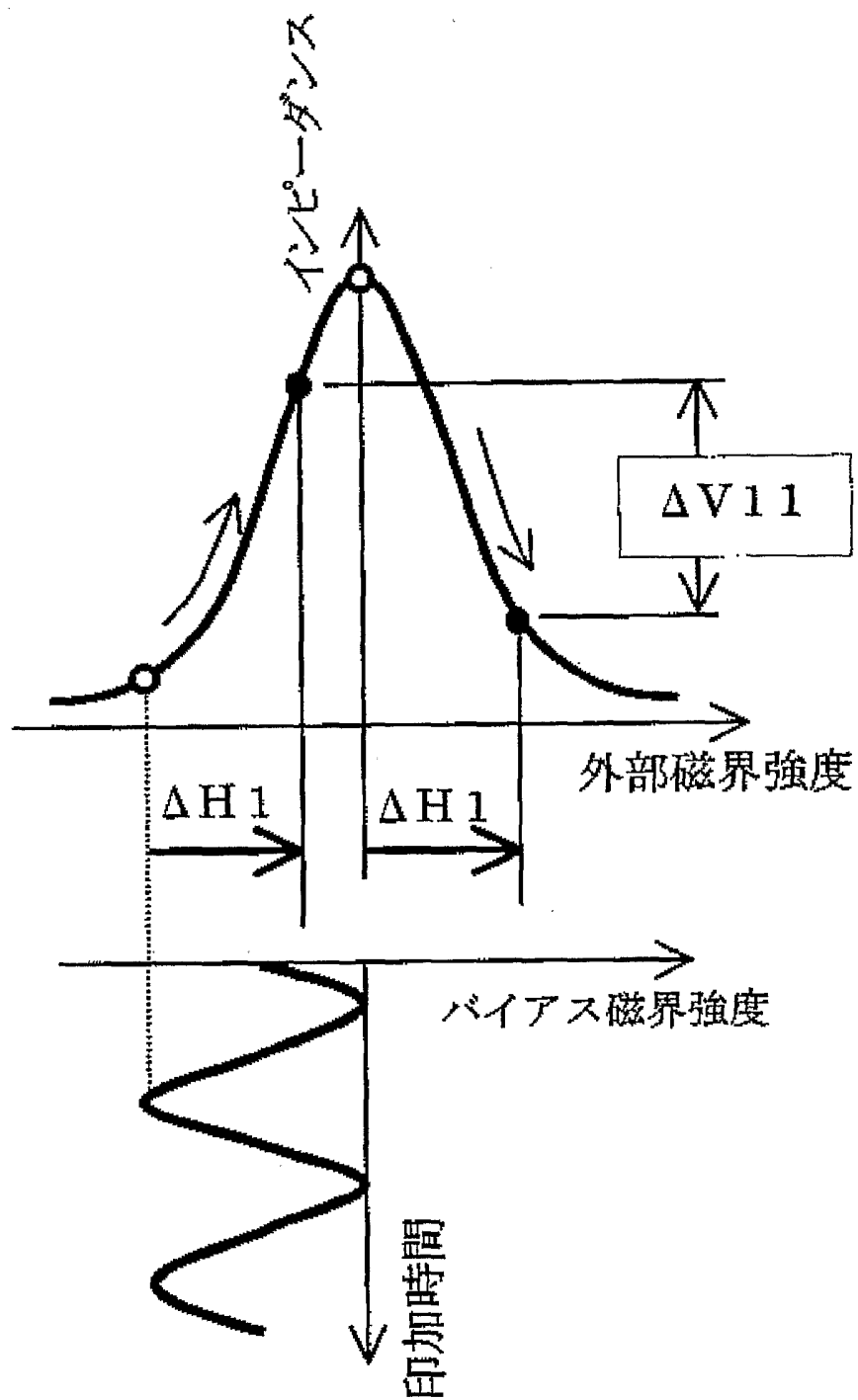


図 10

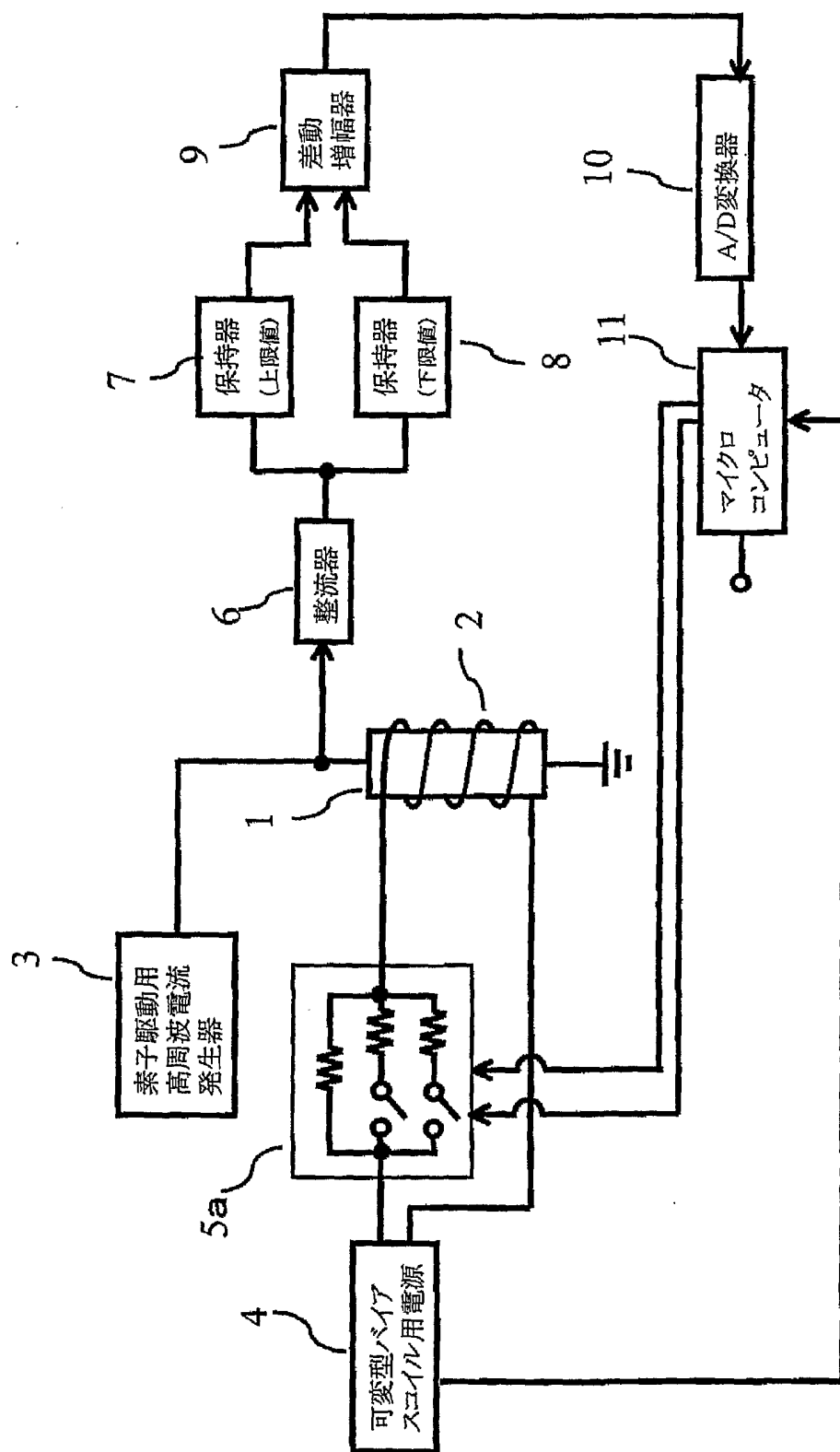


図 1 1

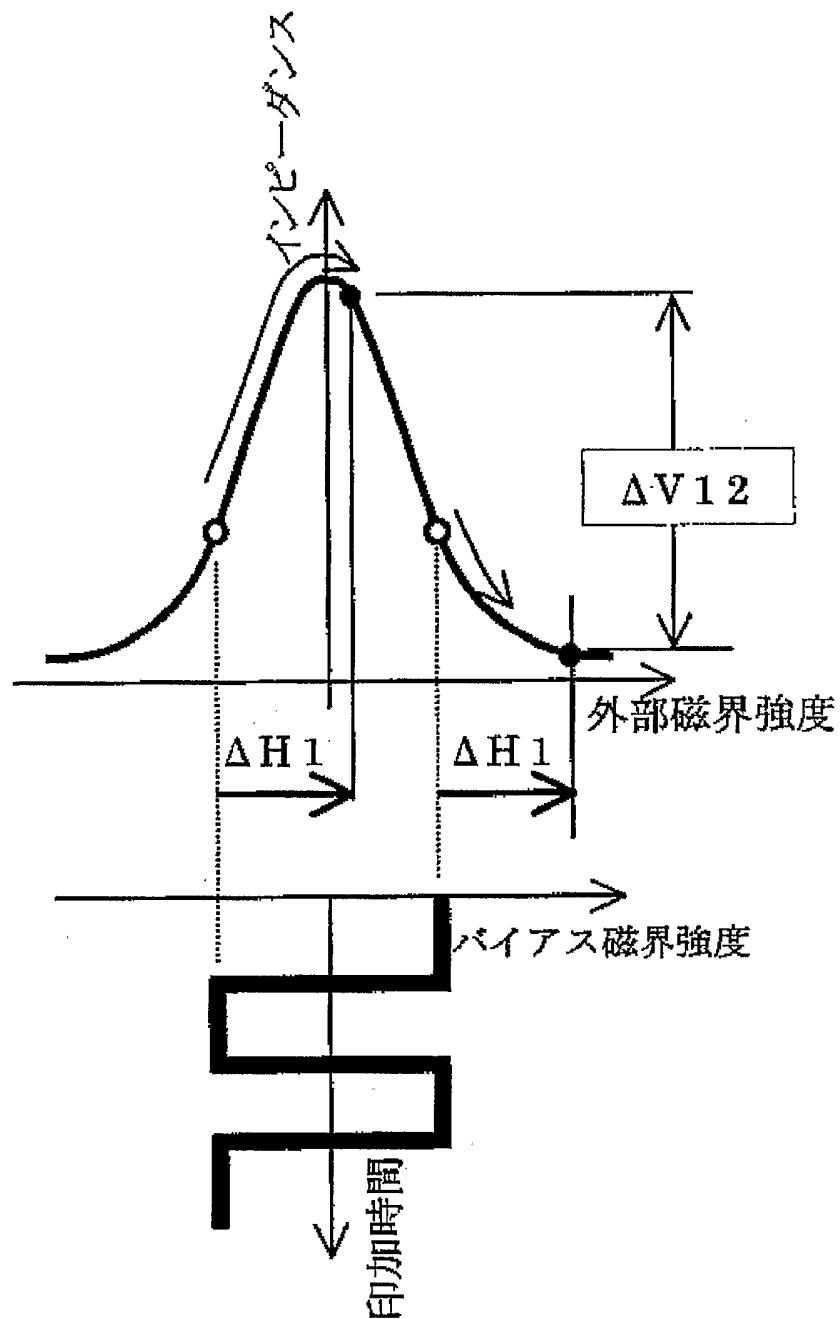


図 1 2

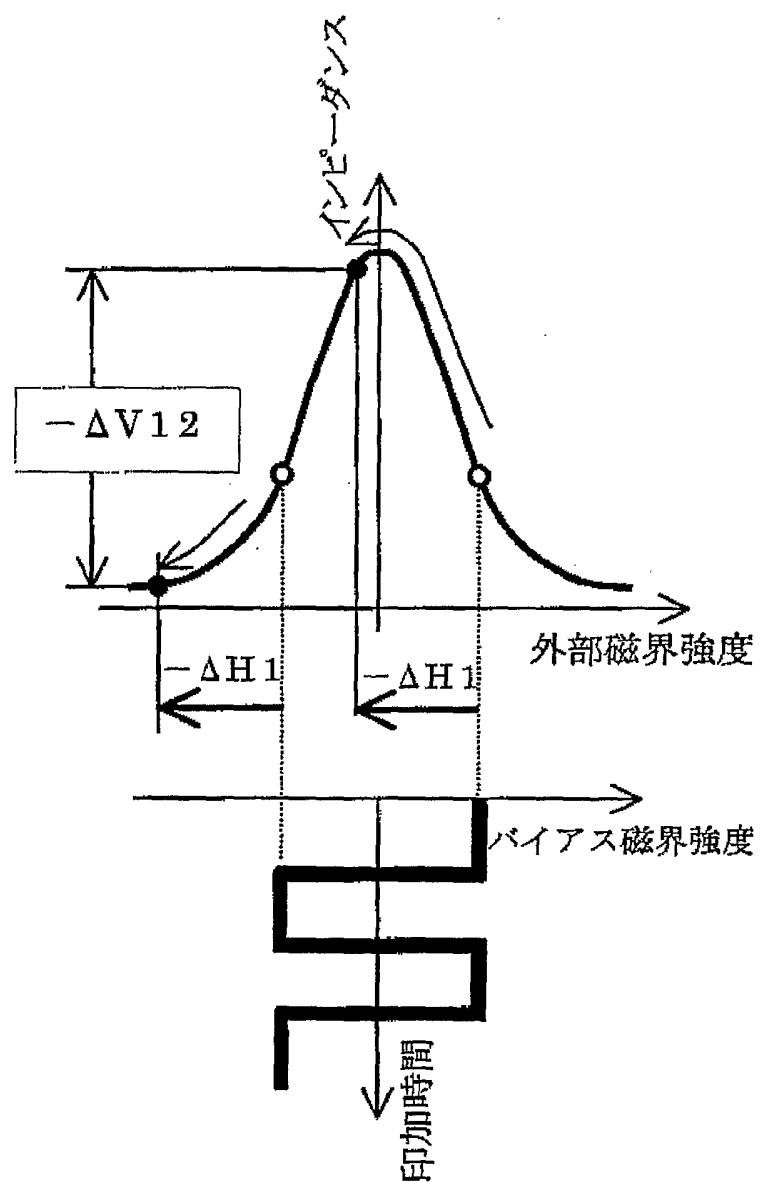


図 13

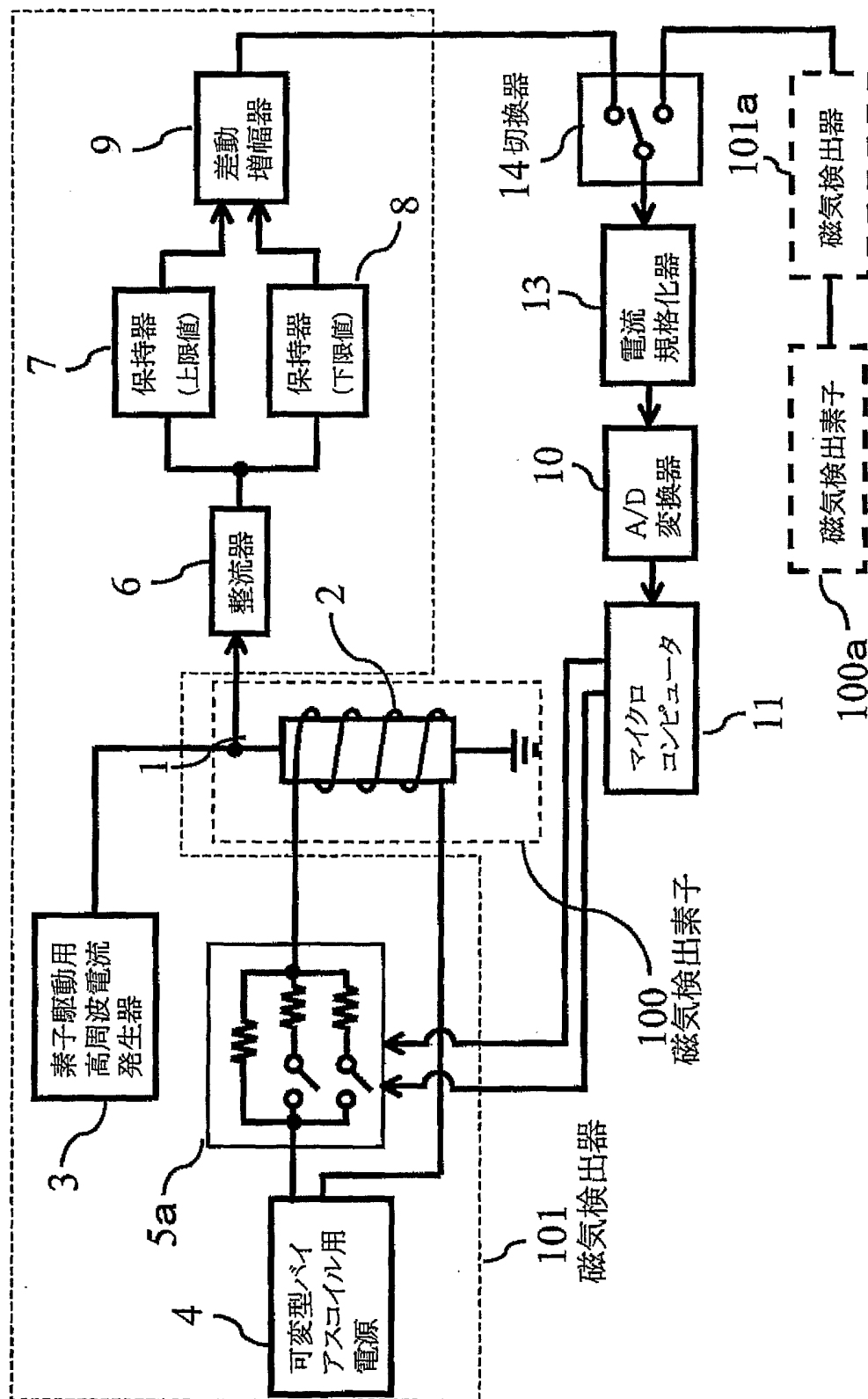


図 1 4

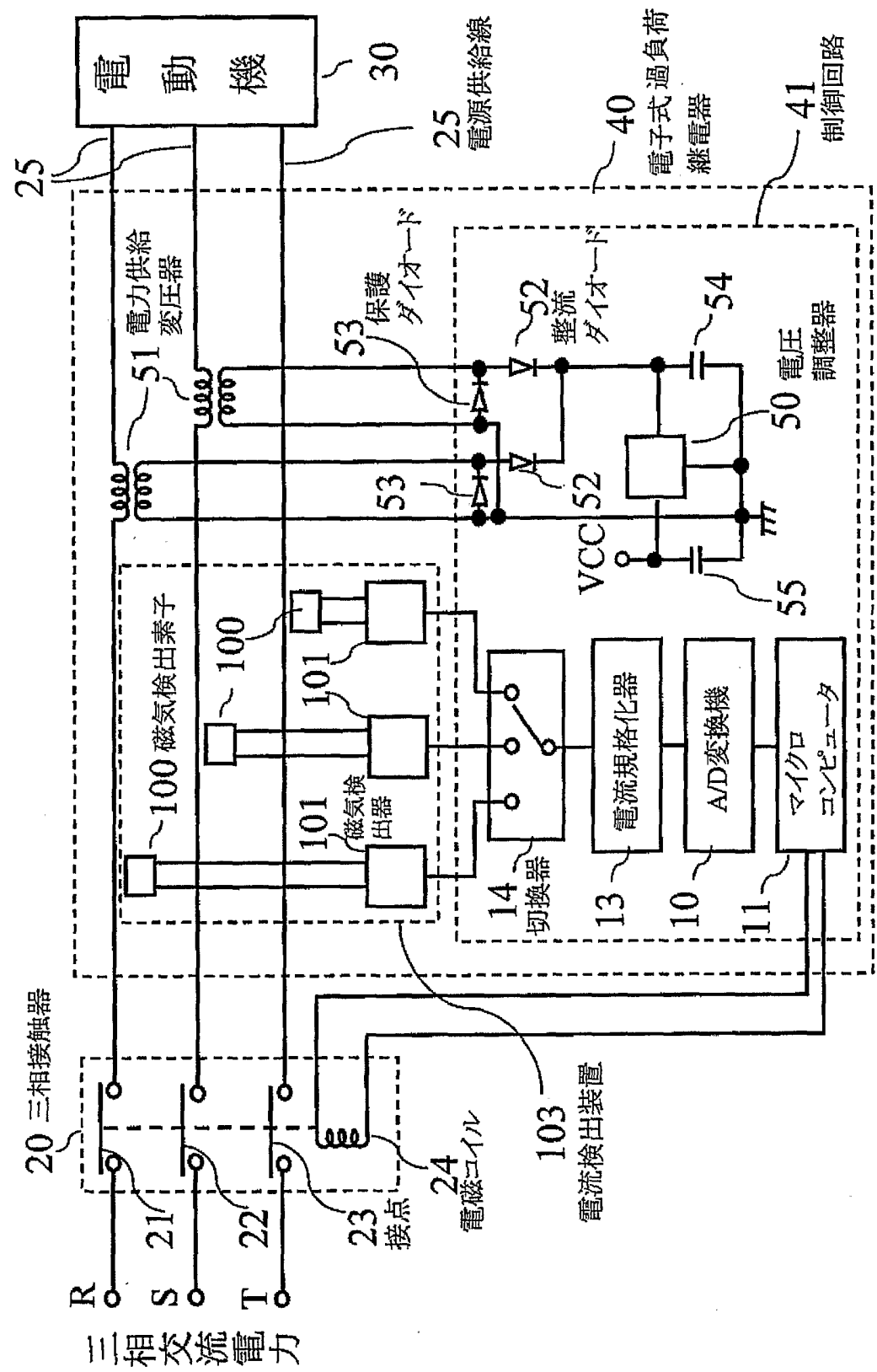


図 1 5

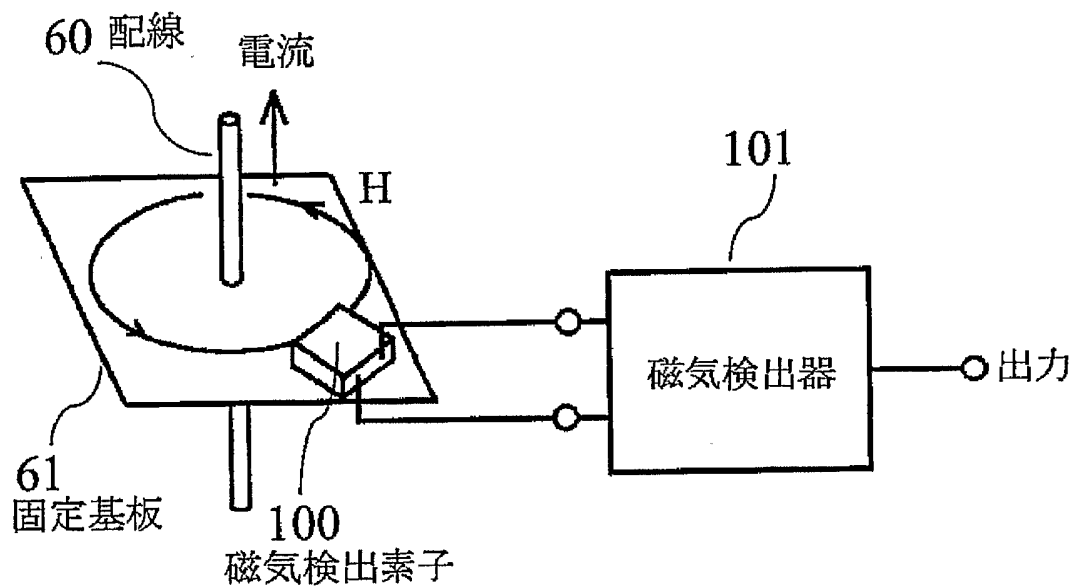


図 1 6

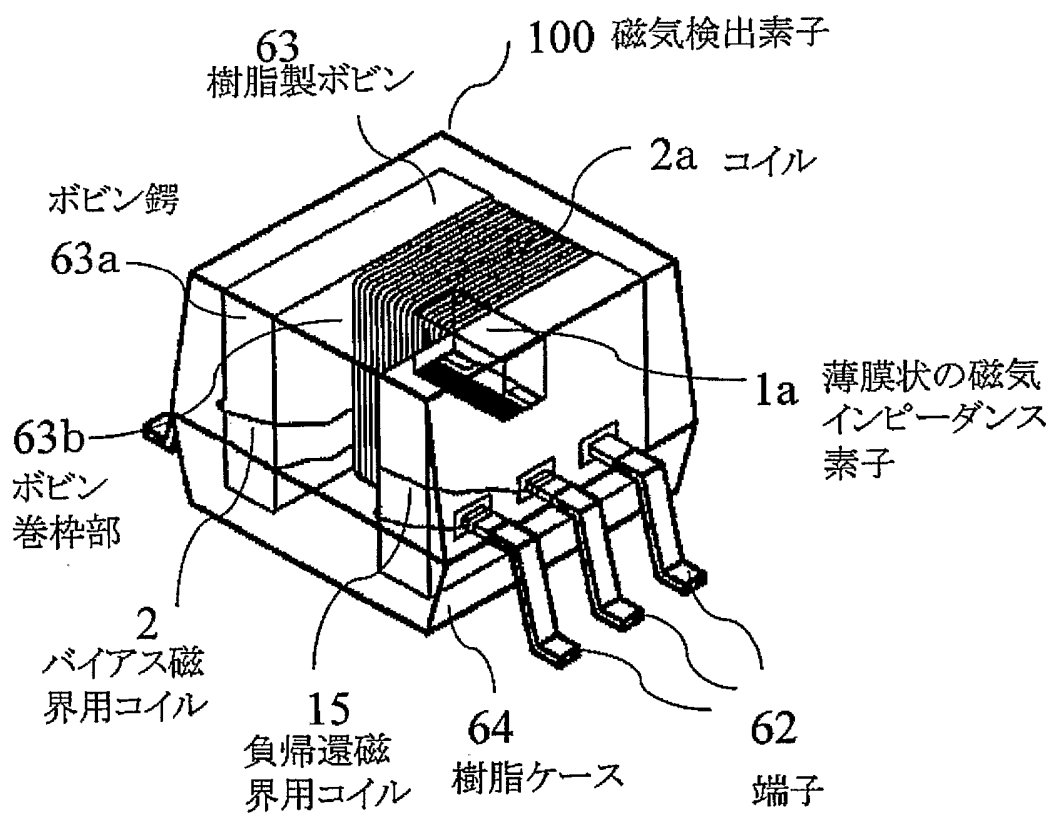


図 1 7

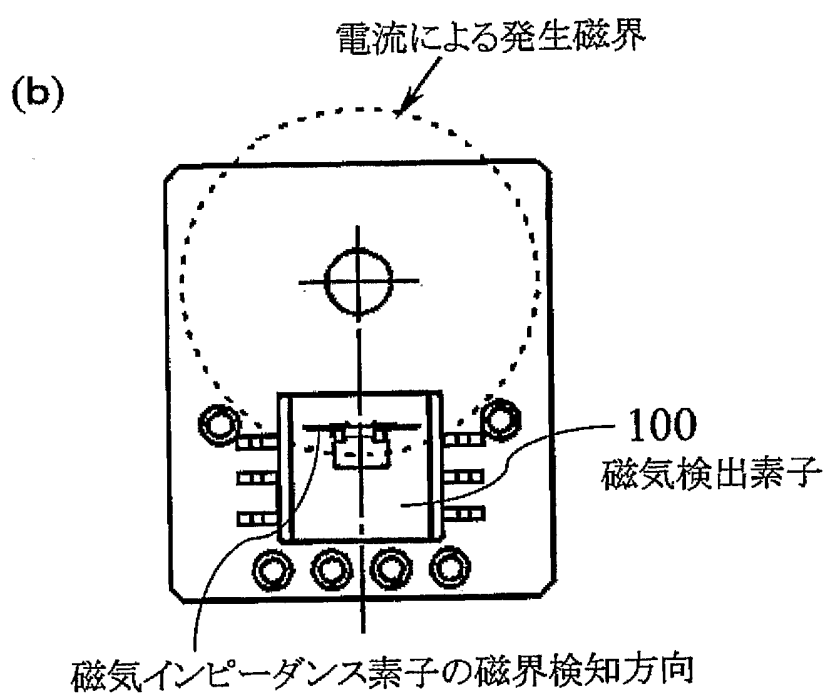
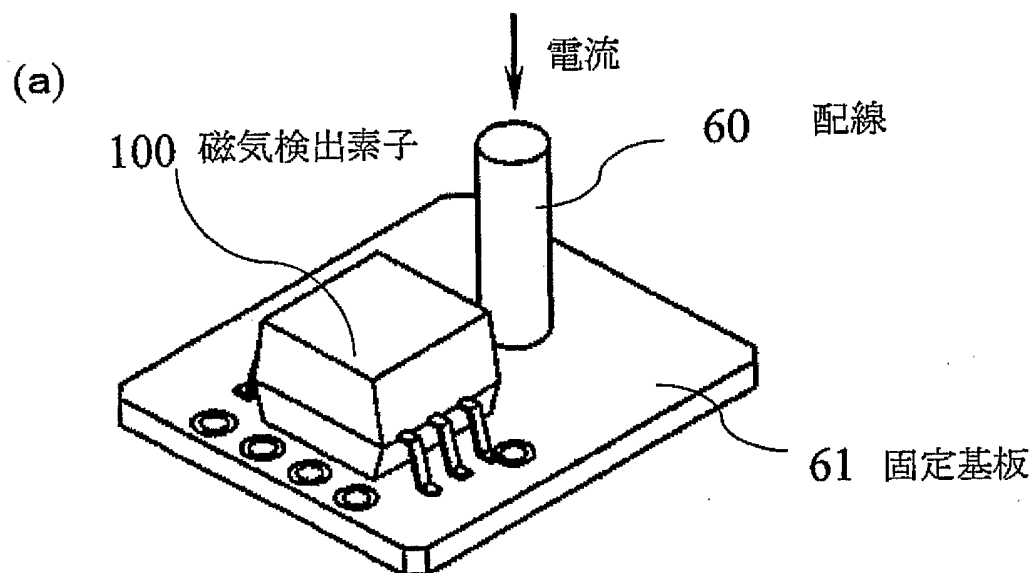


図 1 8

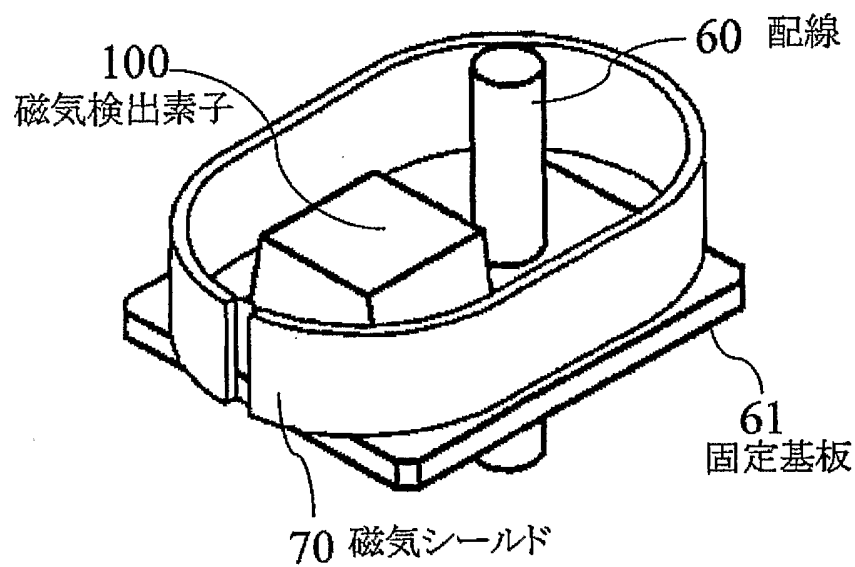


図 1 9

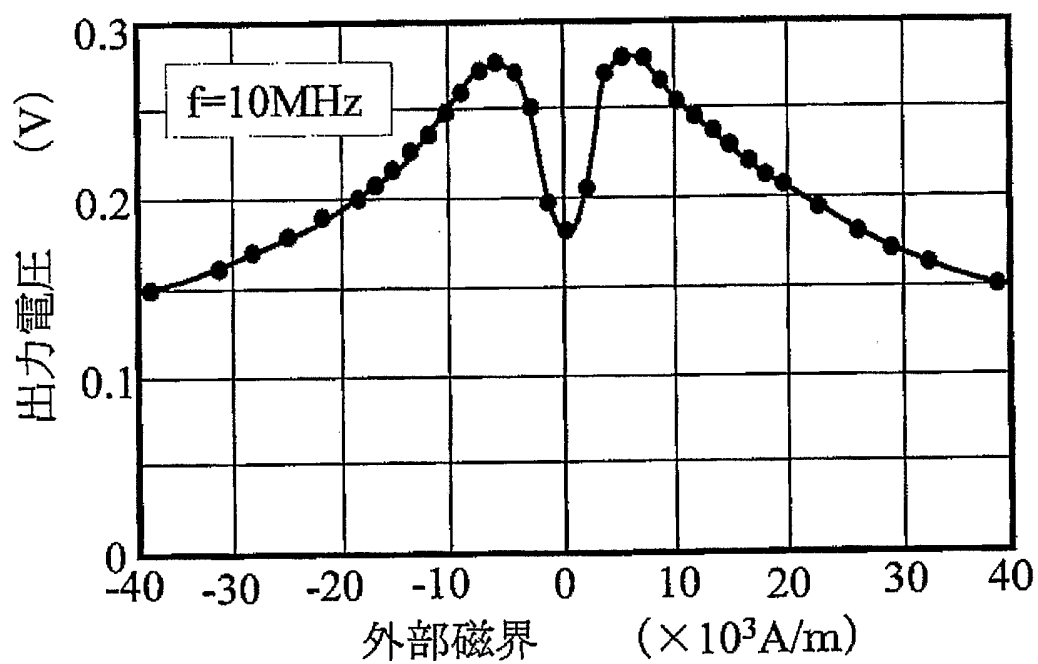


図 20

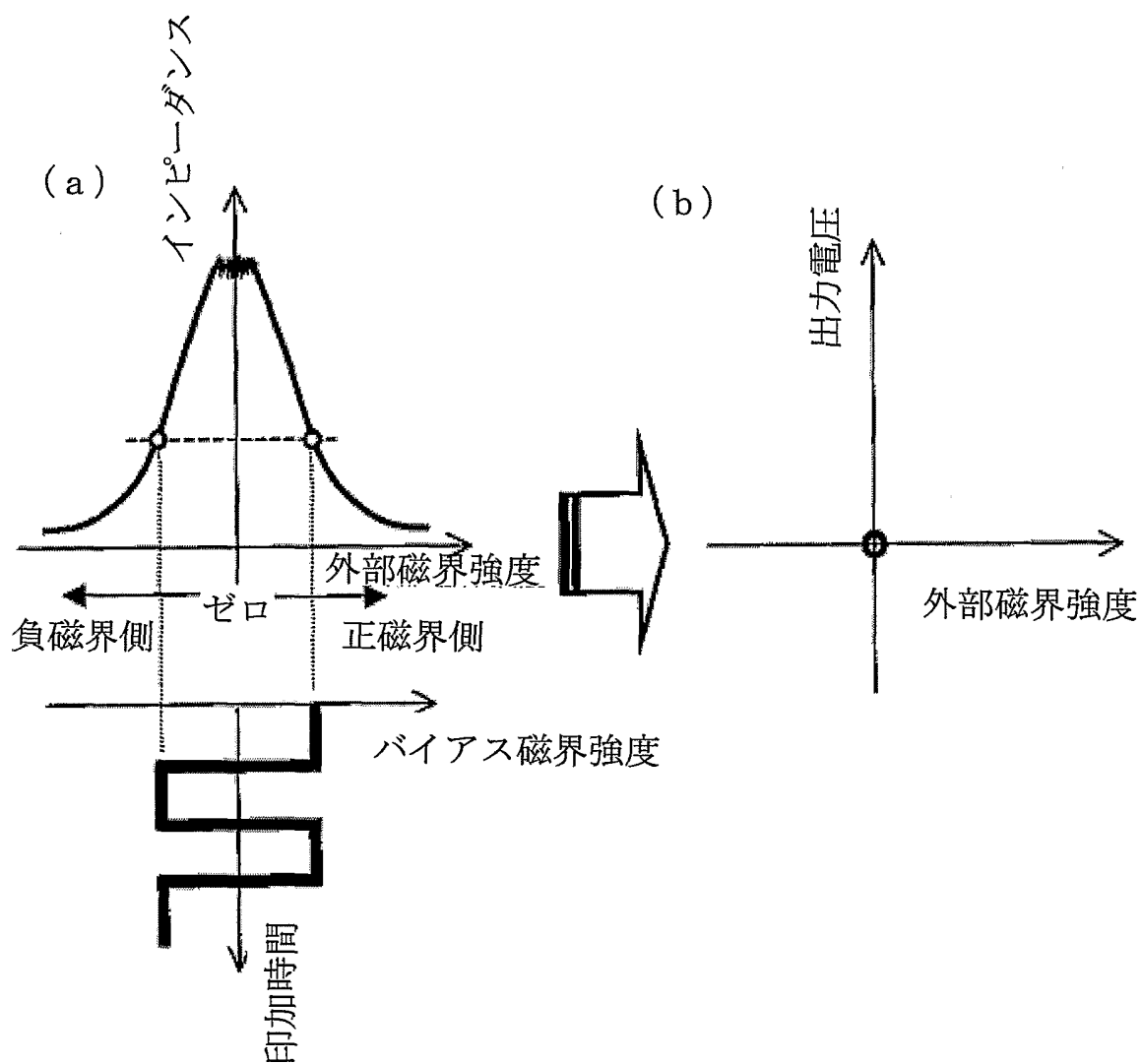
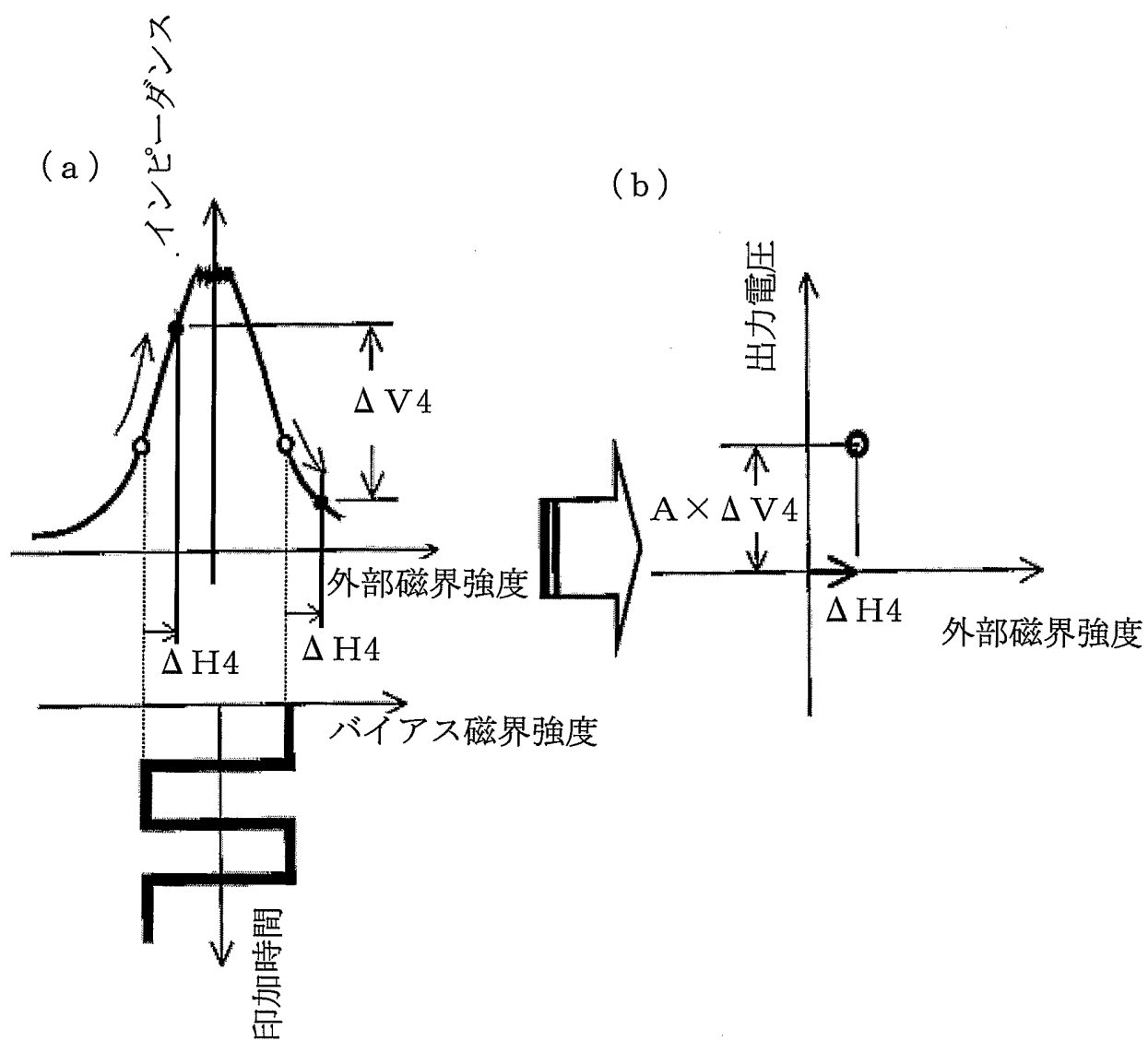


図 2 1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/08493

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G01R33/02

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)

Int.Cl⁷ G01R15/14-26, 33/02-18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

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.
A	JP 2002-006016 A (Tokin Corp.), 09 January, 2002 (09.01.02), Figs. 1 to 2; Par. Nos. [0022] to [0031] (Family: none)	1-11
A	JP 2000-193728 A (Toyota Central Research And Development Laboratories, Inc.), 14 July, 2000 (14.07.00), Fig. 4; Par. No. [0031] (Family: none)	1-11
A	JP 8-065878 A (NGK Insulators, Ltd.), 08 March, 1996 (08.03.96), Fig. 1; Par. No. [0022] (Family: none)	9-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
29 September, 2003 (29.09.03)

Date of mailing of the international search report
14 October, 2003 (14.10.03)

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 (IPC))

Int. Cl⁷ G01R33/02

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. Cl⁷ G01R15/14-26, 33/02-18

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	1971-2003年
日本国登録実用新案公報	1994-2003年
日本国実用新案登録公報	1996-2003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 請求の範囲の番号
A	JP 2002-006016 A (株式会社トーキン) 2002.01.09, 図1-2, 【0022】-【0031】 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2000-193728 A (株式会社豊田中央研究所) 2000.07.14, 図4, 【0031】 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 8-065878 A (日本碍子株式会社) 1996.03.08, 図1, 【0022】 (ファミリーなし)	9-11

☐ 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

29.09.03

国際調査報告の発送日

14.10.03

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)

中村 直行

2S

3005

電話番号 03-3581-1101 内線 3258