

(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
2014 年 8 月 28 日(28.08.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/129348 A1

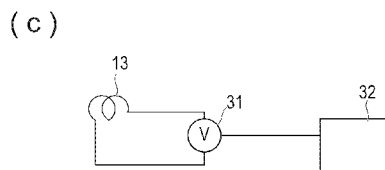
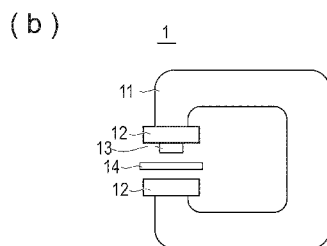
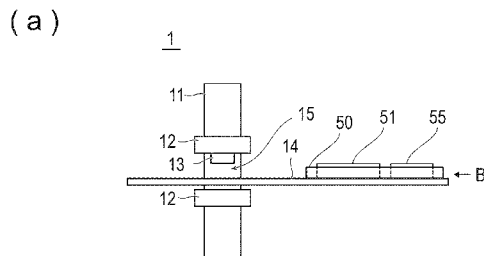
- (51) 国際特許分類:
G01R 33/12 (2006.01) H01F 41/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/053083
- (22) 国際出願日: 2014 年 2 月 10 日(10.02.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-034501 2013 年 2 月 25 日(25.02.2013) JP
- (71) 出願人: 日産自動車株式会社 (NISSAN MOTOR CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2208623 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 檜垣 浩司 (HIGAKI, Koji); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山 1-1 日産自動車株式会社 知的財産部内 Kanagawa (JP). 西村 公男 (NISHIMURA, Kimio); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山 1-1 日産自動車株式会社 知的財産部内 Kanagawa (JP). 小又 正博 (OMATA, Masahiro); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山

1-1 日産自動車株式会社 知的財産部内 Kanagawa (JP). 渡辺 英樹 (WATANABE, Hideki); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山 1-1 日産自動車株式会社 知的財産部内 Kanagawa (JP). 小池 泰久 (KOIKE, Yasuhisa); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山 1-1 日産自動車株式会社 知的財産部内 Kanagawa (JP). 関川 岳 (SEKIKAWA, Takashi); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山 1-1 日産自動車株式会社 知的財産部内 Kanagawa (JP). 松下 靖志 (MAT-SUSHITA, Yasushi); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山 1-1 日産自動車株式会社 知的財産部内 Kanagawa (JP). 堀 晃久 (HORI, Akihisa); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山 1-1 日産自動車株式会社 知的財産部内 Kanagawa (JP). 岸 倫人 (KISHI, Michito); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山 1-1 日産自動車株式会社 知的財産部内 Kanagawa (JP). 長谷川 清 (HASEGAWA, Kiyoshi); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山 1-1

[続葉有]

(54) Title: MAGNET EVALUATING DEVICE AND METHOD

(54) 発明の名称: 磁石評価装置およびその方法



(57) Abstract: [Problem] To provide a magnet evaluating device with a simpler configuration that is capable of evaluating eddy-current loss occurring in a magnet. [Solution] A magnet evaluating device (1) evaluates an evaluation magnet (51) by passing the evaluation magnet (51), formed by connecting a plurality of magnetic sections (101) with insulating material (103) therebetween, and a master magnet (55) of the same form through an alternating magnetic field generated by an excitation coil (12), measuring the eddy current occurring in the magnetic section (101) as voltage or current occurring in a detection coil (13), and comparing the measured value for the evaluation magnet (51) and the measured value for the master magnet (55).

(57) 要約: 【課題】より簡易な構成で磁石に発生する渦電流損を評価することのできる磁石評価装置を提供する。【解決手段】複数の磁石片 101 を絶縁物 103 をはさんで接合してなる被評価磁石 51 と、同形態のマスター磁石 55 を励磁コイル 12 による発生させた交番磁界中を通過させて、磁石片 101 に生じた渦電流を検出コイル 13 に発生した電圧または電流として測定し、被評価磁石 51 の測定値とマスター磁石 55 の測定値を比較することで、被評価磁石 51 を評価する磁石評価装置 1。



日産自動車株式会社 知的財産部内 Kanagawa (JP). 澁川 紘章 (SHIBUKAWA, Hiroaki); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山 1-1 日産自動車株式会社 知的財産部内 Kanagawa (JP). 高市 一宏 (TAKAICHI, Kazuhiro); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山 1-1 日産自動車株式会社 知的財産部内 Kanagawa (JP). 作山 英雄 (SAKUYAMA, Hideo); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山 1-1 日産自動車株式会社 知的財産部内 Kanagawa (JP). 山根 裕平 (YAMANE, Yuhei); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山 1-1 日産自動車株式会社 知的財産部内 Kanagawa (JP). 小澤 嘉人 (OZAWA, Yoshito); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山 1-1 日産自動車株式会社 知的財産部内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 八田国際特許業務法人 (HATTA & ASSOCIATES); 〒1020084 東京都千代田区二番町 1-1 番地 9 ダイアパレス二番町 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (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))

明 細 書

発明の名称：磁石評価装置およびその方法

技術分野

[0001] 本発明は永久磁石を評価するための磁石評価装置およびその方法に関し、詳しくは、磁石に発生する渦電流を検出して永久磁石の良不良を評価する磁石評価装置およびその方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、磁石の渦電流損を評価する装置として、断熱された試料室の中に被評価磁石を入れて、この被評価磁石に磁場をかけて被評価磁石に取り付けた熱電対により温度を測定する装置がある（たとえば、特許文献1）。この従来装置は、渦電流損を、その損出により発生した熱として捕らえることで磁石を評価している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2003-234225号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 従来の技術では、渦電流損を、それにより発生した熱として捕らえるために周囲の温度変化を遮断するために十分に断熱された試料室を設ける必要がある。また、試料室を介して磁場を試料室内に置かれた磁石に届かせるために大型の磁場発生装置が必要となる。

[0005] このため従来の装置は、装置全体の大型化が避けられず、装置コストが高くなる一因となっていた。

[0006] そこで本発明の目的は、より簡易な構成で磁石に発生する渦電流損を評価することのできる磁石評価装置と、この装置を用いた磁石評価方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] 上記目的を達成するための本発明による磁石評価装置は、複数の磁石片を絶縁物をはさんで接合してなる磁石の少なくとも一つの磁石片と当該一つの磁石片に隣接する他の磁石片との間の絶縁物を含む領域に相当する範囲の大きさの磁界を発生させる励磁コイルと、前記磁石に発生する渦電流を検出する検出コイルと、複数の磁石片を絶縁物をはさんで接合してなる被評価磁石と、複数の磁石片を絶縁物をはさんで接合してなるマスター磁石とを、前記磁界中を通過させるように搬送する搬送部と、前記被評価磁石が前記磁界を通過したときに前記検出コイルに発生した電圧または電流を測定した測定値と、前記マスター磁石が前記磁界を通過したときに前記検出コイルに発生した電圧または電流を測定した測定値とを比較する評価部と、を有することを特徴とする。

[0008] また、上記目的を達成するための本発明による磁石評価方法は、複数の磁石片を絶縁物をはさんで接合してなる磁石の少なくとも一つの磁石片と当該一つの磁石片に隣接する他の磁石片との間の絶縁物を含む領域に相当する範囲の大きさの磁界を発生させる励磁コイルと、前記磁石に発生する渦電流を検出する検出コイルと、複数の磁石片を絶縁物をはさんで接合してなる被評価磁石と、複数の磁石片を絶縁物をはさんで接合してなるマスター磁石とを、前記磁界中を通過させるように搬送する搬送部と、を有する磁石評価装置を使用して、前記搬送部によって前記被評価磁石と前記マスター磁石を前記磁界中を通過させて、前記被評価磁石が前記磁界を通過したときに前記検出コイルに発生した電圧または電流と、前記搬送部によって搬送された前記マスター磁石が前記磁界を通過したときに前記検出コイルに発生した電圧または電流とを比較することで、前記被評価磁石を評価することを特徴とする。

発明の効果

[0009] 本発明は、被評価磁石に磁界を与える励磁コイルと、被評価磁石に発生した渦電流を検出する検出コイルを備える。励磁コイルは、複数の磁石片を絶縁物をはさんで接合してなる被評価磁石の少なくとも一つの磁石片と当該一つの磁石片に隣接する他の磁石片との間の絶縁物を含む領域に相当する範囲

の大きさの磁界を発生させる。そして、これら励磁コイルと検出コイルに、あらかじめ渦電流損が所定値以下であることがわかっているマスター磁石とともに、被評価磁石を搬送する。そして被評価磁石およびマスター磁石を搬送した時に検出コイルに発生した電圧または電流を測定して比較することで、被評価磁石を評価することとした。このため直接磁石に発生した渦電流を測定して評価することができるので従来のような大きな試料室が不要になり、装置構成を小型化することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明を適用した磁石評価装置の構成を説明するための図であり、（a）は正面図、（b）は（a）図中の矢印B方向から見た側面図であり、（c）は検出コイル系統のブロック図である。

[図2]被評価磁石を説明するため概略図である。

[図3]励磁コイルと検出コイルの関係について説明するための平面図である。

[図4]励磁コイル、検出コイル、および被評価磁石（マスター磁石）の関係について説明するための評価位置における概略断面図である。

[図5]磁石評価装置を用いた磁石の評価方法を説明するための概略図である。

[図6]評価方法の手順を示すフローチャートである。

[図7]磁石における渦電流量と発熱量との関係を示すグラフである。

[図8]磁石における渦電流量と磁石の体積との関係を示すグラフである。

[図9]分割接合磁石と非分割磁石における渦電流検出結果を示すグラフである。

[図10]マスター磁石の位置ごとに設定したしきい値と、被評価磁石の関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、添付した図面を参照しながら、本発明の実施形態を説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。また、図面における各部材の大きさや比率は説明の都合上誇張されており、実際の大きさや比率とは異なる。

[0012] 図1は、本発明を適用した磁石評価装置の構成を説明するための図であり、(a)は正面図、(b)は(a)図中の矢印B方向から見た側面図(ただし図(a)中のホルダー50は除く)であり、(c)は検出コイル系統のブロック図である。

[0013] この磁石評価装置1は、C字形のヨーク11、励磁コイル12、検出コイル13を有する。また、ヨーク11のC字形の分割部分(評価位置15)に被評価磁石51およびマスター磁石55を連続的に通過させるように搬送するコンベア14を有する。このコンベア14(搬送部)は、被評価磁石とマスター磁石を整列させて連続的に流すためのホルダー50に被評価磁石51とマスター磁石55をセットしたうえで搬送する(詳細後述)。

[0014] また、検出コイル13のコイル線両端には電圧計31(図1(c)参照)が接続されている。電圧計31の計測値は、磁石の良不良を判定するためコンピュータ32(図1(c)参照)に入力されている。コンピュータ32は評価部である。

[0015] ヨーク11は磁路を形成するためのものである。ヨーク11は鉄心であり、フェライト板などを積層したものなど磁路を形成する材料として一般的に用いられているものでよい。

[0016] 励磁コイル12は、ヨーク11に巻かれている。この励磁コイル12に高周波電流(交番電流)を流すことで、ヨーク11を通してC字形の分割部分(評価位置15)にも交番磁界が発生する。励磁コイル12は評価位置15にできるだけ効率よく強力な磁界が発生させるために、ヨーク11のC字形の分割部分の近傍(ヨーク11の分割部分)からはみ出さないように巻かれている。

[0017] このC字形の分割部分に被評価磁石51およびマスター磁石55を通すことで、励磁コイル12によって発生している交番磁界による磁束が被評価磁石51およびマスター磁石55を通過する。このとき被評価磁石51およびマスター磁石55には、交番磁界を打ち消す方向の渦電流が発生する。

[0018] 励磁コイル12に印加する高周波電流は、評価する磁石の用途に応じて適

宜設定すればよい。たとえば、電気自動車やハイブリット自動車などの駆動用モータに用いられる磁石を評価する場合、モータの最大回転数相当の周波数およびその高調波に相当する周波数となる高周波電流を印加することで、モータに実装された状態に近い状態で磁石の渦電流損を評価することができる。

[0019] 一方、励磁コイル 1 2 に印加する高周波電流の電圧、すなわち発生させる交番磁界の強度は、検出コイル 1 3 にて渦電流を検出できる程度であればどのような値でもよい（詳細後述）。

[0020] 高周波電流は、被評価磁石 5 1 およびマスター磁石 5 5 が評価位置 1 5 を通過する間は継続して励磁コイル 1 2 に印加する。

[0021] 検出コイル 1 3 は、被評価磁石 5 1 およびマスター磁石 5 5 に発生した渦電流を検出するための少なくとも一つのコイルを備える。被評価磁石 5 1 およびマスター磁石 5 5 に渦電流が発生すると、その渦電流によって検出コイル 1 3 に誘導電流が発生する。この検出コイル 1 3 のコイル線両端に電圧計 3 1 を取り付けておけば検出コイル 1 3 に発生した電圧を計ることができ、その値が渦電流量となる。渦電流によって生じる損出（渦電流損）は発熱現象となる。

[0022] なお、検出コイル 1 3 に発生した電流は、電圧計以外にも、たとえば電流計を取り付けて検出コイルに流れる電流値として検出してもよい。また、シンクロスコープを検出コイル 1 3 に接続して、電圧変動波形を直接見られるようにしてもよい。

[0023] この検出コイル 1 3 は、被評価磁石 5 1 およびマスター磁石 5 5 の連続的な移動を妨げないクリアランスを保って、励磁コイル 1 2 と同軸となるように配置する。

[0024] コンベア 1 4 は、ベルトコンベアなどであり、被評価磁石 5 1 およびマスター磁石 5 5 をセットしたホルダー 5 0 が評価位置 1 5 を通過するように連続的に一定の速度で搬送する。このコンベア 1 4 は、少なくとも磁場内に入る部分は、磁界中で誘導電流が発生しないように、非磁性体かつ非導電体に

よって形成しておく。これは、磁場内に磁性体や導電体が入ってしまうと、それらにより磁界が乱れたり、それらから発生した渦電流により計測誤差が起こるためである。このため、コンベアの材質としては、たとえばゴムや樹脂素材などが好ましい。

[0025] ホルダー 50 は、被評価磁石 51 およびマスター磁石 55 を整列させて保持する役割を果たす。このホルダー 50 を用いることで、被評価磁石 51 およびマスター磁石 55 の相対位置関係が必ず揃うので、コンベア 14 上に、被評価磁石 51 とマスター磁石 55 を個別に置く場合よりも、評価位置 15 内の同じ位置に被評価磁石 51 およびマスター磁石 55 を持って行きやすくなる。ホルダー 50 は、磁界中で誘導電流が発生しないように非磁性体かつ非導電体の素材、たとえば、ゴム、樹脂、セラミックスなどを用いて製作する。

[0026] なお、ホルダー 50 を省略して、直接、被評価磁石 51 およびマスター磁石 55 をコンベア上に整列させておくようにしてもよい。また、コンベアの代わりに、ホルダーにセットした被評価磁石 51 およびマスター磁石 55 をロボットアームなどによって評価位置 15 内を通過させてもよい。

[0027] コンピュータ 32（評価部）は、検出コイル 13 に発生した電流による電圧を検出し、被評価磁石 51 の良不良を判定する。この判定方法の詳細については後述するが、概略、マスター磁石 55 により検出した電流値をしきい値として、被評価磁石 51 による電流がこのしきい値以下であれば良品と判定している。

[0028] コンピュータ 32 は、一般的なコンピュータ同様に、ディスプレイを備え判定結果を表示させることができるようになっている。また、通信手段を備えて、工程管理用のホストコンピュータや判定結果を蓄積するためのサーバなどと接続されていてもよい。

[0029] ここで、本実施形態において評価対象としている被評価磁石 51 について説明する。

[0030] 図 2 は、被評価磁石を説明するため概略図である。

[0031] 被評価磁石 5 1 は、図 2 (a) に示したように、元は一体的な一つの永久磁石 1 0 0 を、図 2 (b) に示すように、複数の磁石片 1 0 1 に分割した後、図 2 (c) に示すように、再び分割面において再結合した磁石である。このような磁石を分割接合磁石と称する。接合には、分割面に接着剤を塗布して接着して一体化する。そのほか、分割面を酸化して絶縁膜を形成したり、絶縁材をはさんだりした上で、樹脂モールドにより一体化する形態もある。したがって、被評価磁石 5 1 は、接着の場合も樹脂モールドの場合も接合面において磁石片同士が絶縁物 1 0 3 をはさんで接合されたものとなっている。なお、当然のことではあるが接合後の磁石（被評価磁石 5 1）も永久磁石である。図 2 (c) において、x は被評価磁石 5 1 の長さ方向全長を示し、x 1 は一つの磁石辺 1 0 1 の長さを示す（ここでは、複数の磁石片 1 0 1 はそれぞれ同じ x 1 の長さを有することとして説明するが、これは異なってもよい）。また y は被評価磁石 5 1 の幅を示す。

[0032] このような一つの永久磁石 1 0 0 を分割後に再接合した磁石は、たとえば特開 2 0 0 9 - 3 3 9 5 8 号公報や特開 2 0 0 9 - 1 4 2 0 8 1 号公報に開示されているものである。なお、本実施形態においては、これら公報に記載されたような、元々一つの磁石を分割した後、接合した磁石以外にも、個別に形成された磁石片を絶縁物を介して一体化した永久磁石でも評価することができる。

[0033] マスター磁石 5 5 は、図示しないが、被評価磁石 5 1 と同様に、永久磁石である複数の磁石片を絶縁物を挟んで接合して一体化した磁石である。なお、マスター磁石 5 5 として使用するためには、あらかじめ渦電流損が所定値以下であることがわかっている磁石を用いる。

[0034] マスター磁石 5 5 は、被評価磁石 5 1 と同様の形態のものが好ましい。つまり、被評価磁石 5 1 が一つの永久磁石を分割後に再接合した磁石である場合は、マスター磁石 5 5 についても、一つの永久磁石を分割後に再接合した磁石を用いる。被評価磁石 5 1 がそれぞれ個別に制作された複数の永久磁石を接合した磁石である場合は、マスター磁石 5 5 についても、それぞれ個別

に制作された複数の永久磁石を接合した磁石を用いる。また、マスター磁石の大きさ（全長 x と幅 y 、および個々の磁石辺の長さ $x/2$ ）は被評価磁石51と同じであることが好ましい。

[0035] ただし、同様形態とした場合でも、接合する磁石片の数は異なってもよい。たとえば、被評価磁石51が3個以上（たとえば3個、4個、5個、…10個、さらにそれ以上など）の磁石片からなる場合でも、マスター磁石33は少なくとも3個の磁石片であれば十分である。その理由を説明する。被評価磁石51の評価においては、端にある磁石片と両隣に磁石片がある間の磁石片とで検出コイルによって検出される電圧が異なる（詳細後述）。このためマスター磁石55には、端にある磁石片と、両隣に磁石片がある間の磁石片とを有するようにする必要があるので、マスター磁石55は少なくとも3個の磁石片によって構成することになる。一方、両隣に磁石片がある間の磁石片は、複数存在したとしても、一つひとつは正常な磁石片であれば検出コイルに発生する電圧はそれほど大きな違いは現れない。このため、マスター磁石55を少なくとも3個の磁石片で構成すれば、3個以上の磁石片からなる被評価磁石51であっても評価可能なのである。なお、評価方法の詳細は後述する。

[0036] 上述した被評価磁石51およびマスター磁石55の形態を踏まえて、本実施形態の磁石評価装置1における励磁コイル12と検出コイル13の関係について説明する。

[0037] 図3は励磁コイル、検出コイル、および被評価磁石（マスター磁石）の関係について説明するための平面図である。また、図4は励磁コイル、検出コイル、および被評価磁石（マスター磁石）の関係について説明するための評価位置における概略断面図（コンベア14を除く）である。図4中、ECは励磁コイル12の寸法、DCは検出コイル13の寸法、Mは磁石の寸法であり、いずれも図4に示された方向はそれらの幅となる（Mは図2中の y と同じである）。また、図4中、Gは、検出コイル13と磁石片101との距離（ギャップ）である。

[0038] ここでは、図2に示した被評価磁石51を例に説明するが、マスター磁石55も同様である。

[0039] 被評価磁石51は、上述したように複数の磁石片101が接続されて一体化した形態である。そして本実施形態では、被評価磁石51およびマスター磁石55ともに、一体となった複数の磁石片101の一つひとつについての渦電流を検出する。

[0040] ここで、励磁コイル12が印加する交番磁界に関し、コイル端部では広がるように発生する傾向がある為、励磁コイルと磁石の寸法が同程度の場合、磁石端部に作用する磁場にバラツキが生じ、その結果、磁石に発生する渦電流にムラが生じ、評価精度に影響する。そこで励磁コイル12を磁石片101の縦横寸法に対して、十分大きくすることにより、磁石片101に均一な交番磁界を印加することが出来、その結果、より高い精度で磁石の渦電流損を評価することができる。このため、励磁コイル12は、長さ方向には図3に示すように、少なくとも一つの磁石片101とその一つの磁石片101に隣接する磁石片101との間の絶縁物103を含む領域に相当する範囲の大きさの交番磁界を発生させる大きさとする。一方、幅方向には、図4に示すように、磁石片101の幅よりも大きくする。したがって、励磁コイル12の寸法 $E > C$ と磁石の寸法 M とするのである。

[0041] このような励磁コイル12の大きさとすることで、励磁コイル12によって生じる交番磁界は、評価する磁石片101とそれに隣接する磁石片101の一部の領域を覆うようになる。

[0042] このためヨーク11は、その断面（C字形の分割部分の端面）が、隣接する2つの磁石片101を含む範囲より大きくする。

[0043] これにより少なくとも評価する一つの磁石片101とそれに隣接する磁石片101の一部が交番磁界の中に入り、評価対象の磁石片101とともにそれに隣接して、評価対象の磁石片101に影響を及ぼす隣接する磁石片101の一部にも渦電流を発生させることができる。

[0044] なお、交番磁界の大きさの上限は特にないが、あまり大きいと励磁コイル

12が大きくなって装置の小型化の妨げとなる。そこで、たとえば、隣接する2つの磁石片101を含む領域に相当する範囲の大きさの交番磁界を発生させる程度とすれば、確実に一つの磁石片101とそれに隣接する磁石片101の一部に交番磁界をかけることができるので好ましい。隣接する2つの磁石片101を含む領域に相当する範囲の大きさの交番磁界を発生させるために必要な、より具体的な励磁コイルの大きさとしては、磁石片が並ぶ方向における一つの磁石片101の長さの $2/3 \sim 2$ 倍の範囲であることが好ましい。図2(c)を参照して説明する。励磁コイル12の大きさは、磁石片101の長さ $\times 1 \times 2/3 \sim \times 1 \times 2$ の範囲とすることが好ましい。これは、励磁コイル12の大きさが一つの磁石片101の長さの $2/3$ 未満であると、磁界の大きさが十分ではなく、2倍を超えてしまうと装置が大型化して好ましくないためである。

[0045] 検出コイル13は、評価する磁石片101とそれに隣接する磁石片101が正常な状態において発生した渦電流のうち、評価する磁石片101の渦電流のみを検出する大きさにする。具体的には、図3に示すように、検出コイル13のコイル径を、磁石片が並ぶ方向における、評価する一つの磁石片101の長さ以下の大きさとする（検出コイル13のコイル径は図2(c)の磁石片101の長さ $\times 1$ 以下とする）。一方、検出コイル13の幅も、図4に示すように、磁石片101よりも小さくする。

[0046] 各磁石片に発生する渦電流が発する磁場は磁石片から広がるように発生し、また磁石片端部形状や隣り合う磁石片との接着部の影響で、磁石片端部の磁場にはムラが生じる。そこで磁石に生じる渦電流が発する磁場を均一な状態で測定する為に、検出コイル13の寸法を磁石の縦横寸法に対して小さくすることが好ましいのである。すなわち、磁石の寸法 $M >$ 検出コイル13の寸法 DC とするのである。

[0047] さらに、各磁石片101に発生する渦電流が発する磁場は磁石片から広がるように発生するため、磁石片101からの距離や、磁石片101の中心線 c からのズレ量等も検出コイル13での測定値に影響する。そこで、検出コ

イル１３と磁石片１０１との距離（ギャップＧ）を十分近くすることが好ましい。また、測定時には、検出コイル１３の中心線Ｃと磁石片１０１の中心線ｃを合せるなど（図４ではＣとｃが同じ位置である）、検出コイル１３と磁石片１０１を適切な位置関係にすることにより、より高い精度で磁石の渦電流損を評価することができる。このような検出コイル１３の中心線Ｃと磁石片１０１の中心線ｃとの位置関係は、ホルダー５０を用いることで被評価磁石５１とマスター磁石５５の両方に対して容易に位置決めすることができる。

[0048] 検出コイル１３は、ヨーク１１のＣ字形の分割部分の端面に、励磁コイル１２と同一軸上となるように設けられている。同一軸上とは、励磁コイル１２の磁石片１０１が並んでいる方向のコイル径の中心と検出コイル１３の磁石片１０１が並んでいる方向のコイル径の中心とが同じ位置であるということである。検出コイル１３を励磁コイル１２と同一軸上に配置することで、磁石片１０１に発生した渦電流を確実に検出することができる。ただし、同一軸上といっても機械的な配置誤差として、たとえばコイル線の太さ程度であれば許容範囲である。また、実際の装置製作に当たっては、たとえば励磁コイル１２の位置に対して検出コイル１３の位置を移動させて、最も渦電流が検知できる位置に配置するようにしてもよい。

[0049] この検出コイル１３は、一つのヨーク１１端面内にコイル径（磁石片１０１が隣接する方向の大きさ）の異なるものを複数設けるようにしてもよい。これにより被評価磁石５１の磁石片１０１の大きさが変わっても、磁石片１０１の大きさに合わせて、使用する検出コイル１３を切り替えるだけで即座に対応することができる。このようにコイル径の異なる複数の検出コイルを設けた場合、複数の検出コイルと電圧計との間にスイッチを取り付けて、被評価磁石の磁石片の大きさに対応して使用する検出コイルを切り替えるとよい。

[0050] 次に、この磁石評価装置１を用いた磁石の評価方法を説明する。図５は磁石評価装置１を用いた磁石の評価方法を説明するための概略図である。図６

は評価方法の手順を示すフローチャートである。

[0051] まず、図5を参照して、この評価方法の概要を説明する。この評価方法は、ヨーク11、励磁コイル12、および検出コイル13からなる磁石評価装置の評価位置15内に評価したい被評価磁石51と比較対象であるマスター磁石55を通過させる。そしてこれら被評価磁石51およびマスター磁石55に発生した渦電流損を検出コイル13によって検出し、評価する。

[0052] 評価は、まず、図5(a)に示すように、ホルダー50に対して、被評価磁石51およびマスター磁石55をセットする。被評価磁石51およびマスター磁石55は前述したとおり、いずれも分割接合磁石である。そしてこの図5(a)では、被評価磁石51のうち端の磁石片を端部磁石片101aと称する。一方、両隣に磁石片がある磁石片を中間部磁石片101bと称する。マスター磁石55も同様に、端の磁石片を端部磁石片201aとし、両隣に磁石片がある磁石片を中間部磁石片201bとする。なお、図5(a)で絶縁物は図示省略した。

[0053] ホルダー50はこれら被評価磁石51およびマスター磁石55の幅方向の中心が揃うように形成されている。ホルダー50は、図示したものにあっては、被評価磁石51およびマスター磁石55を載せる底部分50aと、この底部分50aの幅方向両端から立ち上がり、被評価磁石51およびマスター磁石55の幅方向の両端面を規制する壁部材50bが設けられている。このホルダー50に被評価磁石51およびマスター磁石55を乗せることで、被評価磁石51およびマスター磁石55の両方の幅方向の中央が揃うようになっている。

[0054] ここで、一つのホルダー50には少なくとも1個のマスター磁石55をセットし、被評価磁石51は1個以上セットしてもよい。しかし、一つのホルダー50内に被評価磁石51を2個以上の複数個をセットした場合、それら複数の被評価磁石51およびマスター磁石55を測定する間の時間が長くなって、環境温度などが変化するおそれがある。そうすると、それら複数の被評価磁石51およびマスター磁石55の測定結果に環境温度の違いが影響す

る恐れがある。したがって、最も好ましくは一つのホルダー 50 に被評価磁石 51 を 1 個、マスター磁石 55 を 1 個セットすることである。このようにすることで、被評価磁石 51 とマスター磁石 55 を測定する時間間隔を短くして常に同じ環境で測定することができる。もちろん測定時間が長くなっても環境温度などが変わらなければ、一つのホルダー 50 に少なくとも 1 個のマスター磁石 55 と、被評価磁石 51 を複数個セットしてもよい

評価は、図 5 (b) に示すように、ホルダー 50 ごと被評価磁石 51 およびマスター磁石 55 をヨーク 11、励磁コイル 12、および検出コイル 13 が配置されている評価位置 15 内に順次通過させる。これにより被評価磁石 51 およびマスター磁石 55 が通過する際、励磁コイル 12 により交番磁界（高周波磁場） h_1 が被評価磁石 51 およびマスター磁石 55 に印加され、被評価磁石 51 およびマスター磁石 55 に渦電流 s が発生する。発生した渦電流により生じた磁場 h_2 により検出コイル 13 に誘導電流が流れる。そして、検出コイル 13 に生じた誘導電流の電圧（または電流）が観測されることで、渦電流損の評価が行われる。

[0055] このようにして評価位置 15 中に被評価磁石 51 およびマスター磁石 55 を順次通過させることにより、周辺温度や外乱要因がほぼ同じ環境、同じ条件となるようにして被評価磁石 51 を評価することが可能となる。

[0056] 次に図 6 を参照して評価方法の手順を説明する。

[0057] 評価に先立ち、被評価磁石 51 およびマスター磁石 55 をホルダー 50 にセットする (S0)。

[0058] その後、ホルダー 50 をコンベア 14 の所定位置に置いて、励磁コイル 12 に高周波を流して交番磁界を発生させる (S1)。コンベア 14 上にホルダー 50 を置くときの所定位置は、被評価磁石 51 およびマスター磁石 55 の中央が励磁コイル 12 および検出コイル 13 の中央から多少ずれていてもかまわない。これは、本評価方法はあくまでも被評価磁石 51 とマスター磁石 55 との比較であるため、被評価磁石 51 およびマスター磁石 55 が同じようにずれていれば、検出される渦電流も同じ傾向で増減するからである。

なお、被評価磁石 5 1 およびマスター磁石 5 5 の一部が、励磁コイル 1 2 および検出コイル 1 3 からはみ出すほど大きくずれると、誤差が生じるため好ましくない。したがって、既に説明した通り、励磁コイル 1 2 の寸法 $E C >$ 磁石の寸法 M 、かつ磁石の寸法 $M >$ 検出コイル 1 3 の寸法 $D C$ 、となるようにする。最も好ましくは、被評価磁石 5 1 およびマスター磁石 5 5 のそれぞれの幅の中央が励磁コイル 1 2 および検出コイル 1 3 の中央にくるように置くことである。

[0059] 続いて、コンベア 1 4 を起動して、交番磁界の中すなわち評価位置 1 5 に被評価磁石 5 1 およびマスター磁石 5 5 を順次通過させながら渦電流を測定する (S 1)。渦電流は、被評価磁石 5 1 およびマスター磁石 5 5 を通過させながら検出コイル 1 3 に発生した誘導電流を磁石片 1 0 1 ごとに電圧計 3 1 により測定することに行われる。そして電圧計 3 1 の値は、コンピュータ 3 2 に入力される。

[0060] 続いて、コンピュータ 3 2 により、入力された電圧計 3 1 の値から、被評価磁石 5 1 の良否を判定する (S 3)。この判定は、マスター磁石 5 5 の各磁石片 1 0 1 ごとの電圧と被評価磁石 5 1 の各磁石片 1 0 1 の電圧を比較することにより行って判定する (判定方法は後述する)。

[0061] このような評価の流れは、たとえばコンピュータ 3 2 によって制御することができる。まず、オペレーターによってホルダー 5 0 にセットされた被評価磁石 5 1 およびマスター磁石 5 5 がコンベア 1 4 上に置かれる。その後、コンピュータ 3 2 が、励磁コイル 1 2 およびコンベア 1 4 を起動させる。そしてコンピュータ 3 2 は、検出コイル 1 3 に発生した誘導電流を電圧計 3 1 により測定した値を、磁石片 1 0 1 ごとに取り込んでメモリに記録する。その後、コンピュータ 3 2 によりメモリに取り込んだ電圧値を被評価磁石 5 1 とマスター磁石 5 5 で磁石片ごとに比較して評価する。なお、メモリに取り込んだ電圧値はファイルとして記録しておいて後から出力できるようにしてもよい。

[0062] なお、励磁コイル 1 2 およびコンベア 1 4 の起動、停止などはコンピュー

タ 3 2 以外のライン制御装置が制御して、コンピュータ 3 2 は電圧計 3 1 の値の取り込みと評価をするようにしてもよい。

[0063] ここで説明した手順では、磁界（評価位置 1 5）中へ搬送する順番を、被評価磁石 5 1 が先でマスター磁石 5 5 を後からとしたが、マスター磁石 5 5 が先で被評価磁石 5 1 を後からとしてもよい。そのようにした場合でも全く同じように評価することができる。

[0064] 次に、評価原理とそれに基づく評価方法について説明する。

[0065] 図 7 は、磁石における渦電流量と発熱量との関係を示すグラフである。図において縦軸は磁石の発熱量（℃）であり上に行くほど温度が高いことを示し、横軸は渦電流量（V）であり、右に行くほど電圧が高いことを示している。

[0066] 磁石の発熱量は、従来技術（特許文献 1）同様に断熱材により囲われた容器内にサンプルとなる磁石を入れて磁界をかけ、磁石に取り付けた熱電対により温度を計測することにより行った。このとき磁石は磁界をかけることで渦電流が発生し、ある程度温度が上昇すると飽和温度に達しそれ以上上昇しなくなる。そこで、発熱量としてはこの飽和温度とした。

[0067] 一方、渦電流量は、発熱量を測定したサンプル磁石と同じ磁石を本実施形態同様の装置により、渦電流量を測定した。サンプル磁石は、大きさの違うものを複数用意することで、それぞれのサンプル磁石において発生する渦電流、発熱量が異なるようにした。なお、サンプル磁石はいずれも目視により不良ではない（クラックや欠損などが無い）ことを確認した。

[0068] 図 7 に示したように、渦電流の検出電圧と発熱量には相関関係があることがわかる。

[0069] 図 8 は、磁石における渦電流量と磁石の体積との関係を示すグラフである。図において縦軸は渦電流量（V）であり、上に行くほど電圧が高いことを示し、横軸は磁石の大きさ（体積）であり、右に行くほど体積が大きいことを示している。

[0070] 図 8 の結果は、図 7 と同様に大きさの異なる複数のサンプル磁石を用いて

、本実施形態同様の装置により渦電流量を測定したものである。

[0071] 図8に示すように、磁石の大きさと渦電流量には相関関係のあることがわかる。

[0072] これら図7および図8の結果から、本実施形態の磁石評価装置により測定した渦電流量は、測定する磁石の大きさおよびその磁石が渦電流によって生じた発熱と、互いに相関関係のあることがわかる。そして、本実施形態の磁石評価装置を用いることで、従来技術のような断熱された試料室と同様に渦電流損を測定できることがわかる。

[0073] 次に、図9は、分割接合磁石と非分割磁石における渦電流検出結果を示すグラフである。図において縦軸は検出コイルの電圧（V）、横軸は時間（磁石片の並び方向に被評価磁石を動かしている）である。

[0074] そして図中のaは分割接合磁石の測定値であり、複数個の磁石片を絶縁物を挟んで接合した分割接合磁石の測定値である。図中のbは非分割磁石の測定値であり、分割接合磁石と同じ磁石片一つひとつを接合する前に、互いに渦電流の影響がない程度に離して測定した測定値である（つまり、磁石片を一つひとつ測定したものである）。なお、図中の測定値bは、実際には各磁石片の間隔を離しているため磁石片ごとに測定時間間隔が離れているが、図においては、測定値bの電圧ピークが分割接合磁石の測定値aと同じほぼ位置にくるように調整して示している。

[0075] 図から、分割接合磁石の測定値aは、非分割磁石の測定値bより低いことがわかる。これは、分割接合磁石の場合、各磁石片の測定値は隣り合う磁石片の影響を受けたために、測定値が小さくなったものである。さらに、この測定値aをよく見ると、端部に位置する磁石片（図5（a）の端部磁石片101a）の方が両隣に磁石片がある中間の磁石片（図5（a）の中間部磁石片101b）よりも高いことがわかる。

[0076] そこで、本実施形態は、評価の際に被評価磁石のなかの端にある磁石片はマスター磁石の端にある磁石片と比較し、両隣に磁石片がある中間の磁石片はマスター磁石においても両隣に磁石片のある磁石片と比較することとした

。図5を参照すれば、被評価磁石51の端にある磁石片101aはマスター磁石55の端にある磁石片201aの測定値と比較する。一方、両隣に磁石片がある中間の磁石片101bはマスター磁石55においても両隣に磁石片のある磁石片201bの測定値と比較するのである。

[0077] このような被評価磁石とマスター磁石との比較に当たっては、マスター磁石55における磁石片の位置ごとにしきい値を設定して、同じ位置関係にある被評価磁石51の磁石片の測定値と比較するようにしてもよい。

[0078] 図10は、マスター磁石の位置ごとに設定したしきい値と、被評価磁石の関係を示すグラフである。

[0079] マスター磁石における進行方向先端側の磁石片の測定値（電圧）を第1しきい値、中間の磁石片の測定値（電圧）を第2しきい値、進行方向後端の磁石片の測定値（電圧）を第3しきい値とする。そして評価の際には、第1～第3しきい値に対応する位置における被評価磁石の磁石片の測定値を、第1～第3しきい値と比較する。

[0080] なお、しきい値の設定は、図10においては、マスター磁石の測定値（電圧）をそれぞれの位置ごとにそのまましきい値としたが、これに代えて、マスター磁石の測定値（電圧）に対して、若干の余裕を持たせたしきい値を設定してもよい。たとえば、マスター磁石として、渦電流損が求められている許容範囲に対して十分小さな磁石を選定した場合、測定値よりも大きな、渦電流損として許容される値をしきい値と設定するのである。具体的には、マスター磁石の渦電流損が許容範囲よりも10%以上小さな磁石を選定した場合は、測定値に対して10%程度大きな電圧値をしきい値と設定するなどである。

[0081] このようにしきい値を設定することで、マスター磁石の測定値そのものではなく、測定値に基づいた許容範囲となるしきい値により評価することができるようになる。たとえば、マスター磁石を選定する際に、被評価磁石よりも、絶縁物の絶縁性が良いものを使用した場合、マスター磁石の渦電流損は所望する値よりも高いことになる。このような場合にマスター磁石の測定値

そのものを使用して良否判定してしまうと、被評価磁石の渦電流損としては、使用に耐えうる値であっても、不良と判定されてしまうことがある。そこで、このような場合には、マスター磁石で測定される値に基づいて渦電流損として許容される範囲内となるようなしきい値を設定すれば、過剰な不良判定を防止することができる。

[0082] もちろん、しきい値自体をマスター磁石で測定された値そのものとしてもよい。このようにした場合でも、比較の際にいちいちメモリからマスター磁石で測定された値を読み出さずことなく、しきい値と比較だけで被評価磁石の良否を評価することができる。

[0083] 以上説明した実施形態によれば以下の効果を奏する。

[0084] (1) 本実施形態は、励磁コイル12により、少なくとも一つの磁石片101とこの一つの磁石片101に隣接する磁石片101との間の絶縁物を含む領域に相当する範囲の大きさの交番磁界を発生させる。一方、交番磁界により磁石片101に発生する渦電流を検出するための検出コイル13として、コイル径が複数の磁石片101が並ぶ方向の一つの磁石片101の長さよりも小さなものとした。これにより、複数の磁石片101を絶縁物103をはさんで接合してなる磁石（被評価磁石51とマスター磁石55）の中の一つの磁石片101で発生する渦電流のみを、直接かつ確実に検出することができる。そのうえで、被評価磁石51とマスター磁石55を連続的に流して、これらの渦電流を測定して、被評価磁石51とマスター磁石55のそれぞれの磁石片ごとに測定した渦電流を比較することで被評価磁石51の評価することとしている。これにより、交番磁界を作用させるのとほぼ同時に、磁石に発生する渦電流が発する磁場を測定することが出来、極めて短い時間で被評価磁石の良否を評価、判定することが可能となる。

[0085] しかも、本実施形態は、被評価磁石51とマスター磁石55によって発生した渦電流に起因する電圧値または電流値を比較するだけであるので、測定した渦電流を渦電流損となる発熱量に換算したりする必要がないので、極めて簡単に磁石の評価を行うことができる。さらに、本実施形態を用いること

で、従来のような断熱材に覆われた試料室が不要となり、装置を小型化することができる。このため装置コストを低減することができるようになる。

[0086] また、検出コイル 13 を一つの磁石片 101 より小さくして、複数の磁石片 101 が絶縁物 103 を介して接合されていても、確実に一つひとつの磁石片 101 に発生する渦電流を検出することができる。このため、磁石片同士の間の絶縁物の欠損による絶縁破壊による不良、一つひとつの磁石片 101 に存在する欠損やクラック（内部損傷）などによる不良を検出することができる。

[0087] （２）本実施形態では、被評価磁石 51 を構成する複数の磁石片 101 のうち端にある端部磁石片 101 a が磁界中を通過した時に検出コイル 13 に発生した電圧または電流の測定値と、マスター磁石 55 を構成する複数の磁石片のうち端にある端部磁石片 201 a が磁界中を通過した時に検出コイル 13 に発生した電圧または電流の測定値とを比較することとした。また、被評価磁石 51 の複数の磁石片 101 のうち両隣に磁石片がある中間部磁石片 101 b が磁界中を通過した時に検出コイル 13 に発生した電圧または電流の測定値と、マスター磁石 55 の複数の磁石片のうち両隣に磁石片がある中間部磁石片 201 b が磁界中を通過した時に検出コイル 13 に発生した電圧または電流の測定値とを比較することとした。

[0088] このように被評価磁石 51 とマスター磁石 55 を比較する際に、それぞれ同じ位置にある磁石辺同士の測定値を比較することで、より正確に磁石片ごとの良否を評価することができる。

[0089] （３）本実施形態では、マスター磁石 55 を構成する磁石片の位置に対応して、第 1 しきい値、第 2 しきい値、第 3 しきい値を設定した。すなわちマスター磁石 55 の複数の磁石片のうち、コンベア 14（搬送部）により搬送させる方向の先端にある端部磁石片 201 a が磁界中を通過した時に検出コイル 13 に発生した電圧または電流の測定値に基づいた第 1 しきい値、マスター磁石 55 の複数の磁石片のうち両隣に磁石片がある中間部磁石片 201 b が磁界中を通過した時に検出コイル 13 に発生した電圧または電流の測定

値に基づいた第2しきい値、マスター磁石55の複数の磁石片のうち、コンベア14（搬送部）により搬送させる方向の後端にある端部磁石片201aが磁界中を通過した時に検出コイル13に発生した電圧または電流の測定値に基づいた第3しきい値である。

[0090] そして、被評価磁石51の各磁石片が磁界中を通過した時に検出コイル13に発生した電圧または電流の測定値をそれぞれ磁石片の位置に対応した第1～第3しきい値と評価する。

[0091] このように、マスター磁石55を構成する磁石片の位置に対応してしきい値を設定することで、マスター磁石55の測定値そのものだけでなく、マスター磁石55の測定値から所定の許容範囲となる値をしきい値として設定することができるようになる。

[0092] （4）本実施形態では、被評価磁石51およびマスター磁石55の位置を揃えるホルダーを用意しておいて、このホルダーに被評価磁石51およびマスター磁石55をセットしたうえで搬送することとした。このため被評価磁石51およびマスター磁石55を搬送する際の位置決めが容易になる。

[0093] 以上、本発明を適用した実施形態を説明したが本発明はこのような実施形態に限定されるものではない。たとえば、上述した実施形態では、被評価磁石、マスター磁石共に磁石片の数を3個以上としているが、2個の磁石片によって構成される被評価磁石を評価することもできる。2個の磁石片によって構成される被評価磁石を評価する場合は、マスター磁石も2個の磁石片によって構成されたものを用いることが好ましい。しかし、3個の磁石片によって構成されたマスター磁石を用いて、このマスター磁石の端部磁石片の測定値と2個の磁石片の被評価磁石のそれぞれの磁石片の測定値を比較することでも評価可能である。すでに説明した通り、各磁石片の測定値は、片側の隣にのみ磁石片がある場合と両隣に磁石片がある場合で測定値が異なる。このため3個の磁石片のマスター磁石を用いても、そのうちの端部磁石片の測定値は、2個の磁石片からなる磁石と形態的には同じものとなるので、その測定値を使用することで、2個の磁石片によって構成される被評価磁石を評

価することができるのである。

[0094] そのほか、本発明は特許請求の範囲に記載された構成に基づきさまざまな改変が可能であり、それらについても本発明の範疇である。

[0095] さらに、本出願は、2013年2月25日に出願された日本特許出願番号2013-034501号に基づいており、それらの開示内容は、参照され、全体として、組み入れられている。

符号の説明

[0096] 1 磁石評価装置、
11 ヨーク、
12 励磁コイル、
13 検出コイル、
14 コンペア、
15 評価位置、
31 電圧計、
32 コンピュータ、
50 ホルダー、
51 被評価磁石、
55 マスター磁石、
100 永久磁石、
101 磁石片、
101a、201a 端部磁石片、
101b、201b 中間部磁石片。

請求の範囲

[請求項1] 複数の磁石片を絶縁物をはさんで接合してなる磁石の少なくとも一つの磁石片と当該一つの磁石片に隣接する他の磁石片との間の絶縁物を含む領域に相当する範囲の大きさの磁界を発生させる励磁コイルと、

前記磁石に発生する渦電流を検出する検出コイルと、

複数の磁石片を絶縁物をはさんで接合してなる被評価磁石と、複数の磁石片を絶縁物をはさんで接合してなるマスター磁石とを、前記磁界中を通過させるように搬送する搬送部と、

前記被評価磁石が前記磁界を通過したときに前記検出コイルに発生した電圧または電流を測定した測定値と、前記マスター磁石が前記磁界を通過したときに前記検出コイルに発生した電圧または電流を測定した測定値とを比較する評価部と、

を有することを特徴とする磁石評価装置。

[請求項2] 前記評価部は、

前記被評価磁石の前記複数の磁石片のうち端にある端部磁石片が前記磁界中を通過した時に前記検出コイルに発生した電圧または電流の測定値と、前記マスター磁石の前記複数の磁石片のうち端にある端部磁石片が前記磁界中を通過した時に前記検出コイルに発生した電圧または電流の測定値とを比較し、

前記被評価磁石の前記複数の磁石片のうち両隣に磁石片がある中間部磁石片が前記磁界中を通過した時に前記検出コイルに発生した電圧または電流の測定値と、前記マスター磁石の前記複数の磁石片のうち両隣に磁石片がある中間部磁石片が前記磁界中を通過した時に前記検出コイルに発生した電圧または電流の測定値とを比較することを特徴とする請求項1に記載の磁石評価装置。

[請求項3] 前記評価部は、

前記マスター磁石の前記複数の磁石片のうち、前記搬送部により搬

送させる方向の先端にある前記端部磁石片が前記磁界中を通過した時に前記検出コイルに発生した電圧または電流の測定値に基づいた第1しきい値、

前記マスター磁石の前記複数の磁石片のうち両隣に磁石片がある前記中間部磁石片が前記磁界中を通過した時に前記検出コイルに発生した電圧または電流の測定値に基づいた第2しきい値、

前記マスター磁石の前記複数の磁石片のうち、前記搬送部により搬送させる方向の後端にある前記端部磁石片が前記磁界中を通過した時に前記検出コイルに発生した電圧または電流の測定値に基づいた第3しきい値、をそれぞれ設定して、

前記被評価磁石の前記複数の磁石片のうち前記搬送部により搬送させる方向の先端にある前記端部磁石片が前記磁界中を通過した時に前記検出コイルに発生した電圧または電流の測定値と前記第1しきい値を比較し、

前記被評価磁石の前記複数の磁石片のうち両隣に磁石片がある前記中間部磁石片が前記磁界中を通過した時に前記検出コイルに発生した電圧または電流の測定値と前記第2しきい値を比較し、

前記被評価磁石の前記複数の磁石片のうち前記搬送部により搬送させる方向の後端にある前記端部磁石片が前記磁界中を通過した時に前記検出コイルに発生した電圧または電流の測定値と前記第3しきい値を比較することを特徴とする請求項2に記載の磁石評価装置。

[請求項4] 前記搬送部は、前記被評価磁石および前記マスター磁石の位置を揃えるホルダーにセットされた状態で前記被評価磁石および前記マスター磁石を搬送することを特徴とする請求項1～3のいずれか一つに記載の磁石評価装置。

[請求項5] 複数の磁石片を絶縁物をはさんで接合してなる磁石の少なくとも一つの磁石片と当該一つの磁石片に隣接する他の磁石片との間の絶縁物を含む領域に相当する範囲の大きさの磁界を発生させる励磁コイルと

、

前記磁石に発生する渦電流を検出する検出コイルと、

複数の磁石片を絶縁物をはさんで接合してなる被評価磁石と、複数の磁石片を絶縁物をはさんで接合してなるマスター磁石とを、前記磁界中を通過させるように搬送する搬送部と、

を有する磁石評価装置を使用して、

前記搬送部によって前記被評価磁石と前記マスター磁石を前記磁界中を通過させて、前記被評価磁石が前記磁界を通過したときに前記検出コイルに発生した電圧または電流と、前記搬送部によって搬送された前記マスター磁石が前記磁界を通過したときに前記検出コイルに発生した電圧または電流とを比較することで、前記被評価磁石を評価することを特徴とする磁石評価方法。

[請求項6]

前記被評価磁石の前記複数の磁石片のうち端にある端部磁石片が前記磁界中を通過した時に前記検出コイルに発生した電圧または電流の測定値と、前記マスター磁石の前記複数の磁石片のうち端にある端部磁石片が前記磁界中を通過した時に前記検出コイルに発生した電圧または電流の測定値とを比較し、

前記被評価磁石の前記複数の磁石片のうち両隣に磁石片がある中間部磁石片が前記磁界中を通過した時に前記検出コイルに発生した電圧または電流の測定値と、前記マスター磁石の前記複数の磁石片のうち両隣に磁石片がある中間部磁石片が前記磁界中を通過した時に前記検出コイルに発生した電圧または電流の測定値とを比較することを特徴とする請求項5に記載の磁石評価方法。

[請求項7]

前記マスター磁石の前記複数の磁石片のうち、前記搬送部により搬送させる方向の先端にある前記端部磁石片が前記磁界中を通過した時に前記検出コイルに発生した電圧または電流の測定値に基づいた第1しきい値、

前記マスター磁石の前記複数の磁石片のうち両隣に磁石片がある前

記中間部磁石片が前記磁界中を通過した時に前記検出コイルに発生した電圧または電流の測定値に基づいた第2しきい値、

前記マスター磁石の前記複数の磁石片のうち、前記搬送部により搬送させる方向の後端にある前記端部磁石片が前記磁界中を通過した時に前記検出コイルに発生した電圧または電流の測定値に基づいた第3しきい値、をそれぞれ設定して、

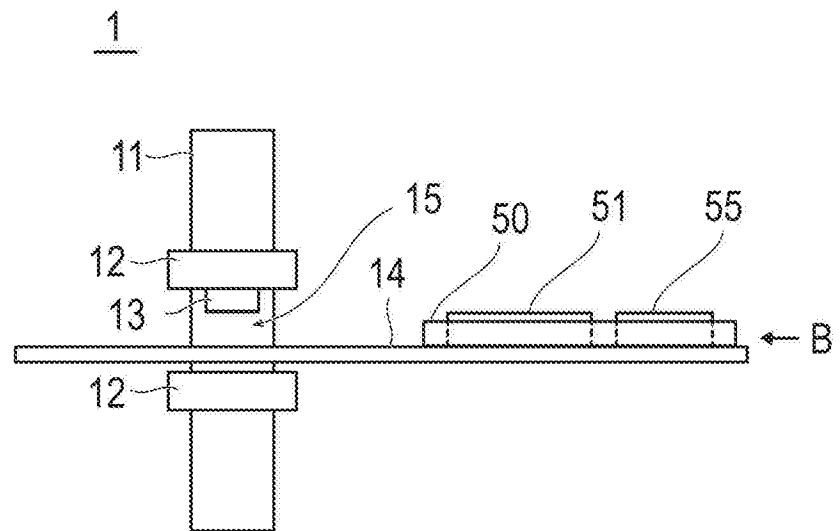
前記被評価磁石の前記複数の磁石片のうち前記搬送部により搬送させる方向の先端にある前記端部磁石片が前記磁界中を通過した時に前記検出コイルに発生した電圧または電流の測定値と前記第1しきい値を比較し、

前記被評価磁石の前記複数の磁石片のうち両隣に磁石片がある前記中間部磁石片が前記磁界中を通過した時に前記検出コイルに発生した電圧または電流の測定値と前記第2しきい値を比較し、

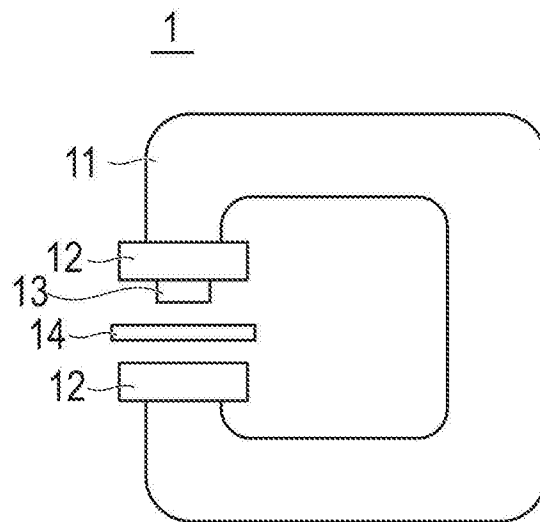
前記被評価磁石の前記複数の磁石片のうち前記搬送部により搬送させる方向の後端にある前記端部磁石片が前記磁界中を通過した時に前記検出コイルに発生した電圧または電流の測定値と前記第3しきい値を比較することを特徴とする請求項6に記載の磁石評価方法。

[図1]

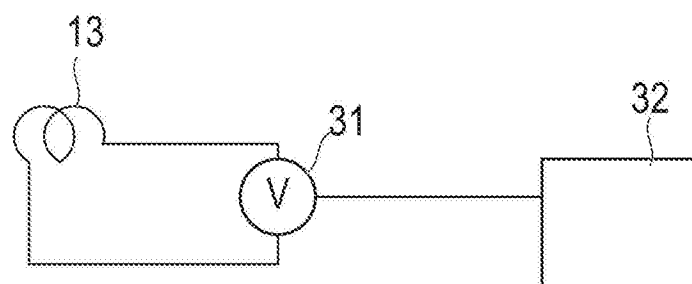
(a)



(b)

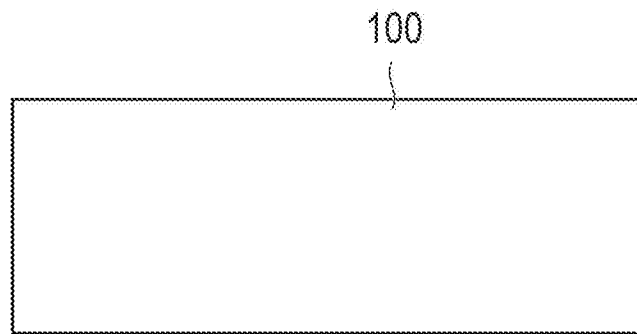


(c)

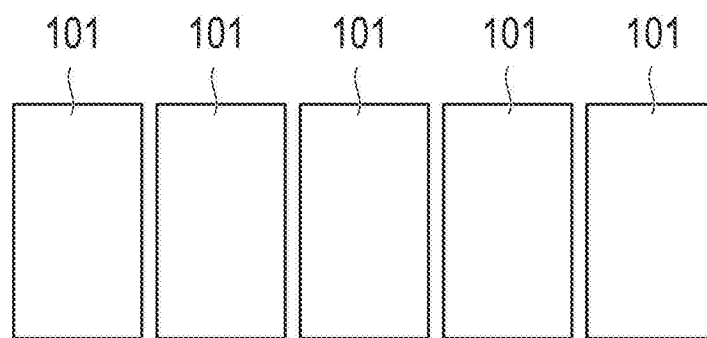


[図2]

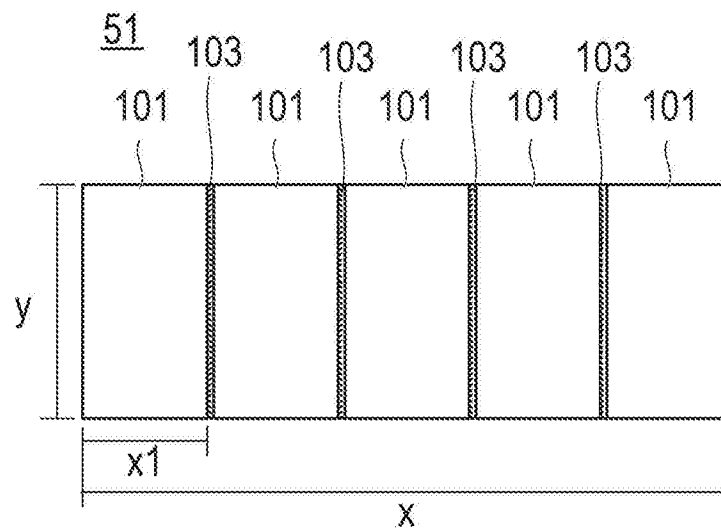
(a)



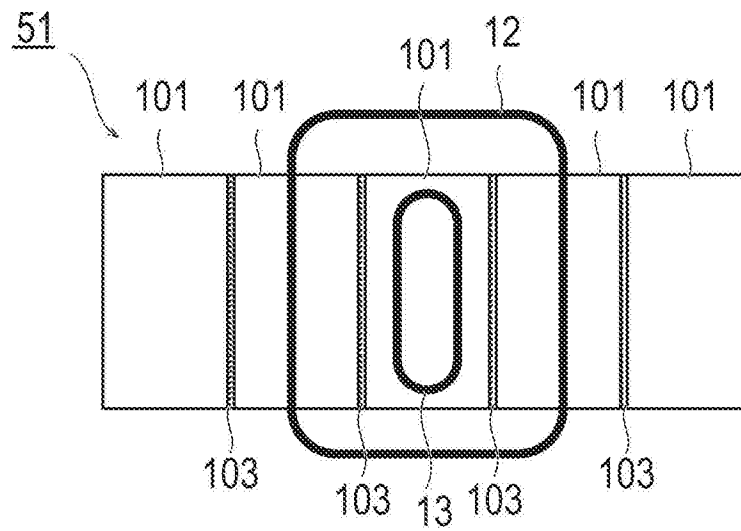
(b)



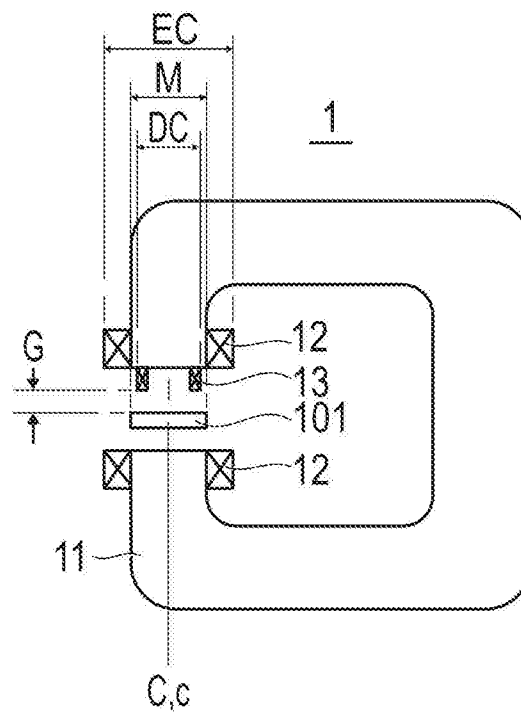
(c)



[図3]

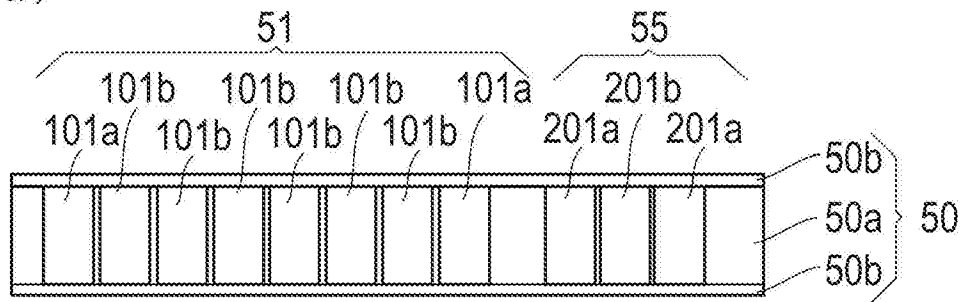


[図4]

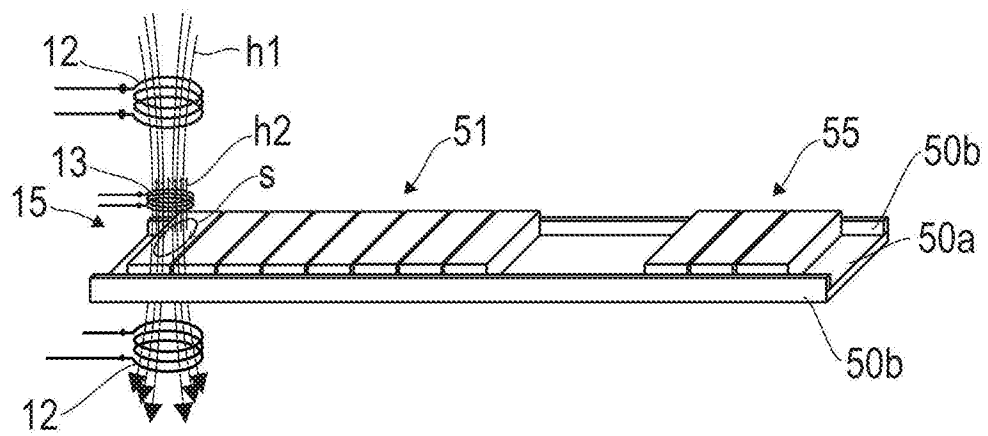


[図5]

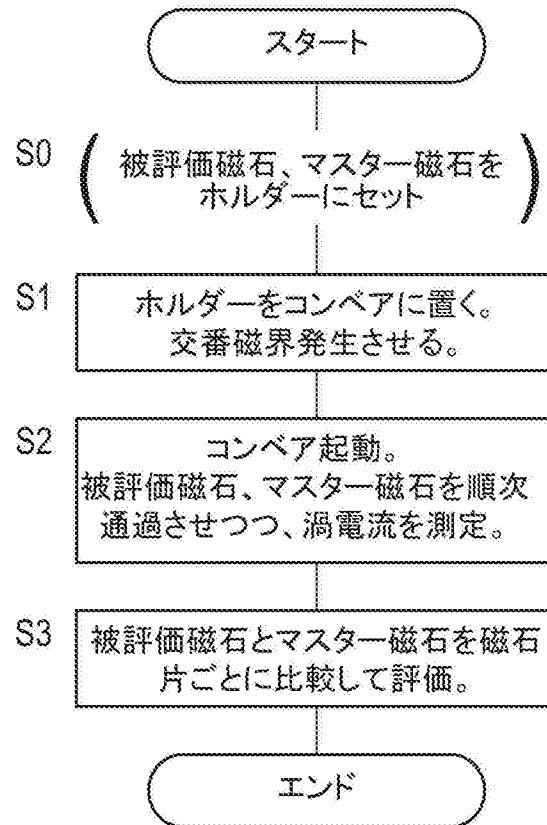
(a)



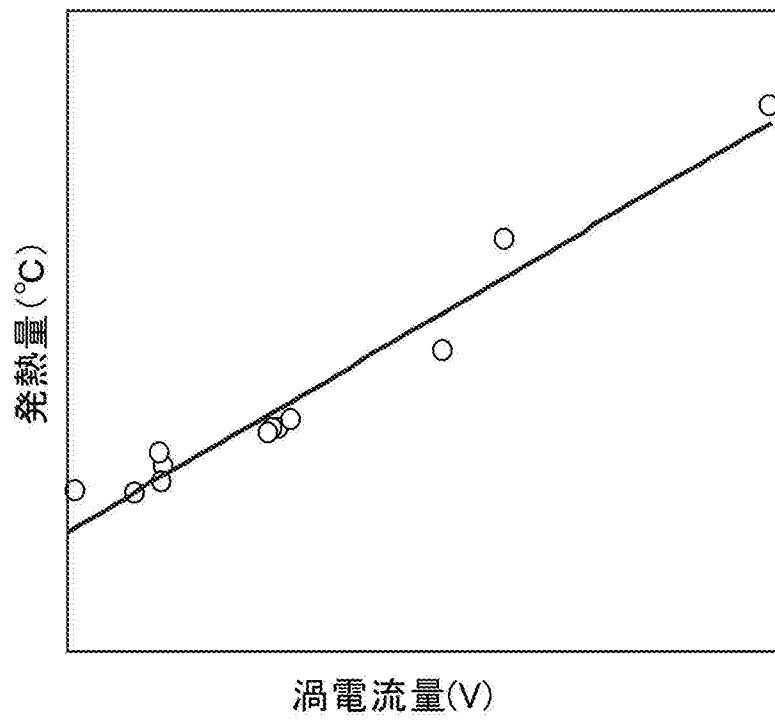
(b)



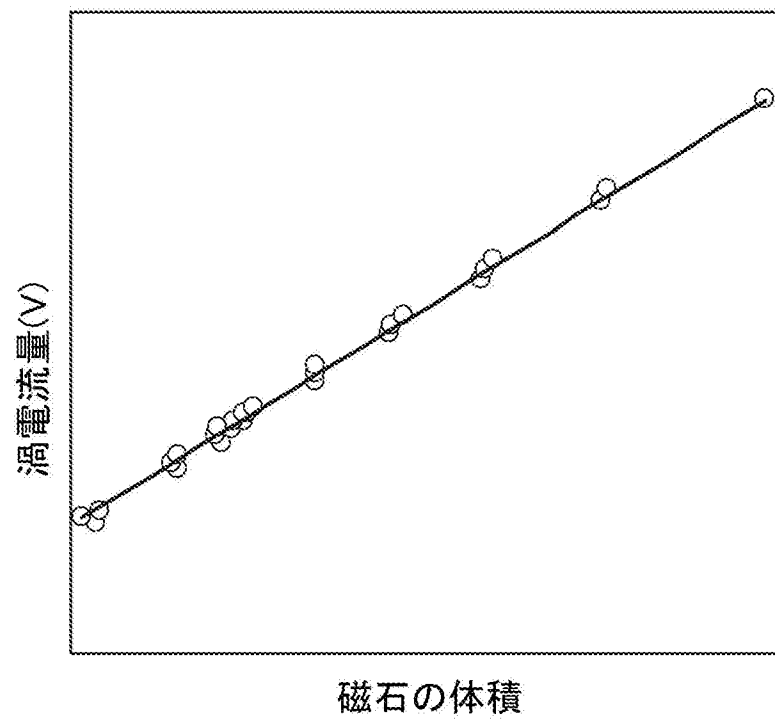
[図6]



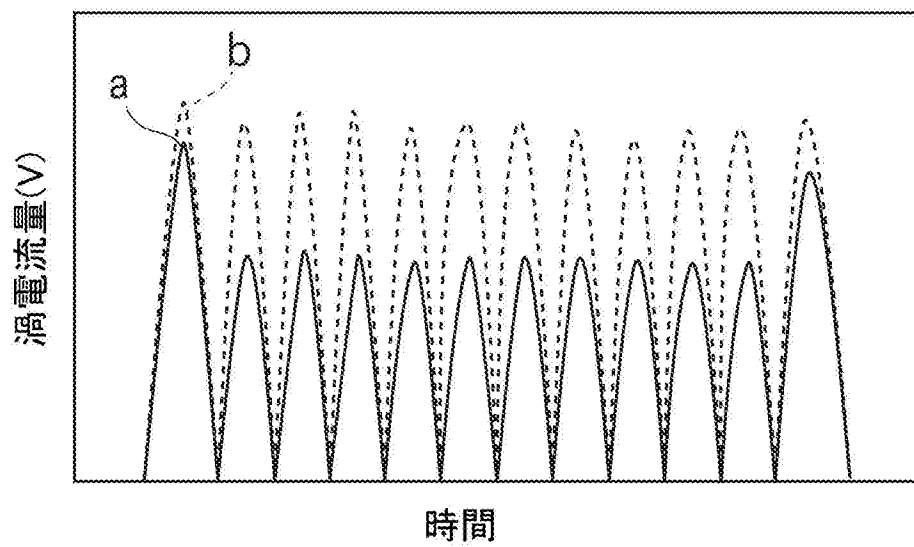
[図7]



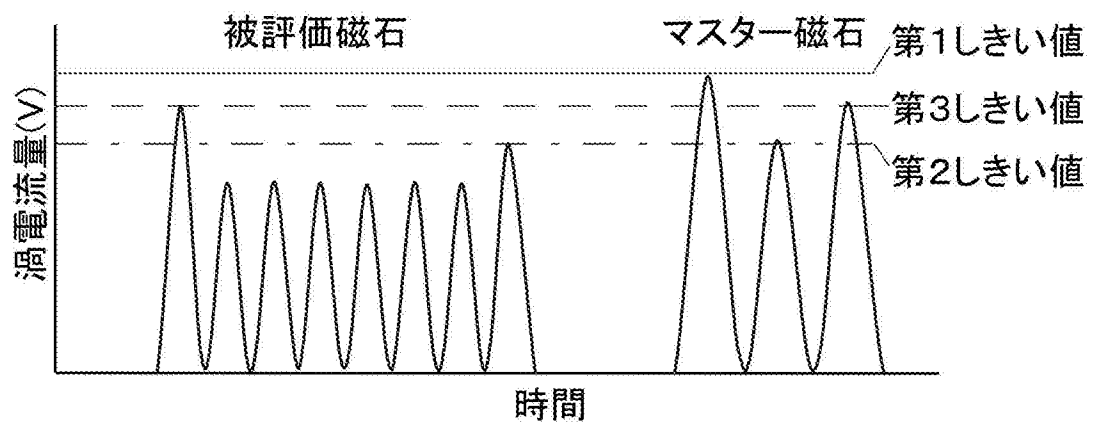
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/053083

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R33/12(2006.01) i, H01F41/00(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)

G01R33/12, H01F41/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 53-20986 A (Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.), 25 February 1978 (25.02.1978), page 1, right column, line 15 to page 4, lower left column, line 15; fig. 1 to 14 (Family: none)	1, 4-5 2-3, 6-7
Y A	JP 2009-33958 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 12 February 2009 (12.02.2009), paragraphs [0029] to [0036], [0045] to [0057]; fig. 7, 9 & JP 2011-259701 A	1, 4-5 2-3, 6-7

☒ 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
28 April, 2014 (28.04.14)

Date of mailing of the international search report
13 May, 2014 (13.05.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/053083

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2001-174438 A (Nippon Conlux Co., Ltd.), 29 June 2001 (29.06.2001), paragraphs [0108] to [0119]; fig. 9 & US 6640955 B1 & GB 2357883 A & GB 24379 D0 & DE 10049390 A & KR 10-2001-0050832 A	1, 4-5 2-3, 6-7
Y A	JP 2008-58054 A (TDK Corp.), 13 March 2008 (13.03.2008), paragraphs [0016] to [0022]; fig. 1 to 2 (Family: none)	4 2-3, 6-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01R33/12(2006.01)i, H01F41/00(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. G01R33/12, H01F41/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の 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
Y A	JP 53-20986 A（東京芝浦電気株式会社） 1978.02.25, 第1頁右欄第15行-第4頁左下欄第15行, 第1-14図 (ファミリーなし)	1, 4-5 2-3, 6-7
Y A	JP 2009-33958 A（日産自動車株式会社） 2009.02.12, 【0029】 - 【0036】, 【0045】 - 【0057】, 【図7】, 【図9】 & JP 2011-259701 A	1, 4-5 2-3, 6-7

☒ 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

2 8 . 0 4 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 3 . 0 5 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号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）

菅藤 政明

2 S

5 2 6 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 8

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
Y A	JP 2001-174438 A (株式会社日本コンラックス) 2001.06.29, 【0108】 - 【0119】, 【図 9】 & US 6640955 B1 & GB 2357883 A & GB 24379 D0 & DE 10049390 A & KR 10-2001-0050832 A	1, 4-5 2-3, 6-7
Y A	JP 2008-58054 A (TDK株式会社) 2008.03.13, 【0016】 - 【0022】, 【図 1】 - 【図 2】 (ファミリーなし)	4 2-3, 6-7