

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2007年3月8日 (08.03.2007)

PCT

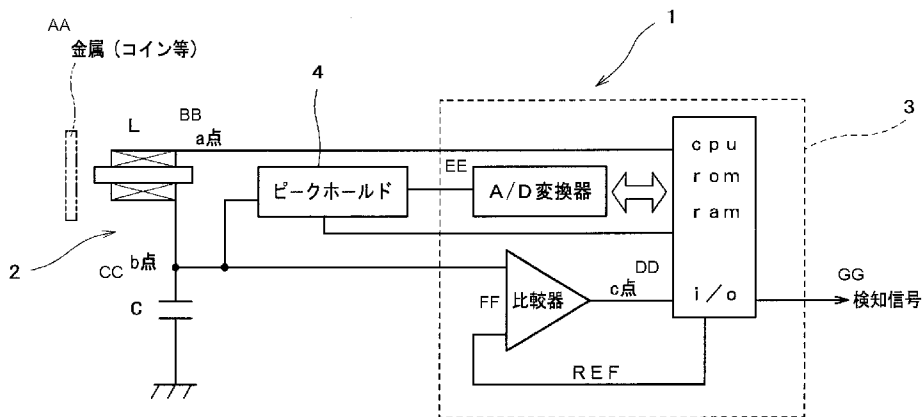
(10) 国際公開番号
WO 2007/026799 A1

- (51) 国際特許分類: *H03K 17/95* (2006.01) *G01B 7/00* (2006.01) [JP/JP]; 〒3600201 埼玉県熊谷市妻沼 1 0 9 3 Saitama (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/317175 (72) 発明者; および
- (22) 国際出願日: 2006年8月31日 (31.08.2006) (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 山川 和廣 (YAMAKAWA, Kazuhiro) [JP/JP]; 〒3650039 埼玉県鴻巣市東 4 丁目 2 番 3 6 号 1 0 7 Saitama (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 廣瀬 哲夫 (HIROSE, Tetsuo); 〒1010065 東京都千代田区西神田 2 - 5 - 6 中西ビル 5 階 Tokyo (JP).
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK,
- 特願2005-254482 2005年9月2日 (02.09.2005) JP
特願2006-232267 2006年8月29日 (29.08.2006) JP
特願2006-232268 2006年8月29日 (29.08.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社アヅマシステムズ (AZUMA SYSTEMS CO., LTD)

[続葉有]

(54) Title: PROXIMITY SENSOR AND PROXIMITY DETECTION METHOD

(54) 発明の名称: 近接センサ及び近接検出方法



AA... METAL (COIN, ETC.)
 BB... POINT a
 CC... POINT b
 DD... POINT c
 EE... A/D CONVERTER
 FF... COMPARATOR
 GG... DETECTION SIGNAL
 4... PEAK HOLD

(57) Abstract: A proximity sensor such as a proximity switch, a displacement sensor, a distance sensor, a material sensor, a coin sensor, a metal sphere sensor for detecting the proximity of metal, with which to measure the phase shift and the amplitude change of a vibration wave caused by metal proximity accurately by a simple circuit structure. A proximity sensor (1) for detecting the proximity of metal, which is provided with a resonating circuit (2) consisting of a capacitor C connected with a detection coil L, which outputs a drive signal to the resonating circuit (2), and which measures a phase shift and an amplitude change caused by metal proximity based on a free vibration wave output in a dampening manner from the resonating circuit (2) after the signal output of the drive signal stops.

(57) 要約: 金属の近接を検出する近接スイッチ、変位センサ、距離センサ、材質センサ、コインセンサ、金属球センサなどの近接センサにおいて、金属の近接に伴う振動波の位相ズレや振幅変化を簡単な回路構成で精度良く測定できるようにする。

[続葉有]



WO 2007/026799 A1



MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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, LS, MW, MZ, NA, 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 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,

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。

金属の近接を検出する近接センサ1であって、検出コイルLにコンデンサCを接続してなる共振回路2を備え、該共振回路2に対して駆動信号を出力すると共に、該駆動信号の信号出力停止後に共振回路2から減衰状に出力される自由振動波にもとづいて、金属の近接に伴う位相ズレや振幅変化を測定する。

明 細 書

近接センサ及び近接検出方法

技術分野

- [0001] 本発明は、金属の近接を検出する近接スイッチ、変位センサ、距離センサ、材質センサ、コインセンサ、金属球センサなどの近接センサ及び近接検出方法に関し、特に、金属の変位を高精度に検出する高精度変位センサに好適に用いることができ、その価格性能比を飛躍的に高めることができる近接センサ及び近接検出方法に関する。

背景技術

- [0002] 金属の近接を検出する近接センサが広く普及している(例えば、特許文献1参照)。この種の近接センサとしては、非接触型マイクロスイッチとして使用される近接スイッチだけでなく、金属の変位を検出する変位センサ、金属との近接距離を検出する距離センサ、金属の材質を判定する材質センサ、コイン(硬貨、遊技メダルなど)の通過を検出するコインセンサ、金属球(パチンコ用遊技球など)の貫通を検出する金属球センサなどが含まれる。
- [0003] 特許文献1に記載される近接センサは、検出コイルを含む高周波発振回路を備えた高周波発振型近接スイッチであり、金属が検出コイルに近接したとき、高周波発振回路の発振振幅や発振周波数が変化することを利用し、金属の近接や材質を判定する。すなわち、高周波発振回路の発振振幅や発振周波数は、金属との近接距離に応じて変化するだけでなく、金属の材質(透磁率、導電率などの違い)に応じて変化するのであり、例えば、振幅測定方式の近接スイッチでは、磁性金属(鉄など)の近接を良好に検出でき、周波数測定方式の近接スイッチでは、非磁性金属(アルミなど)の近接を良好に検出できる。また、両方式を兼ね備えた近接スイッチでは、磁性金属及び非磁性金属の近接を良好に検出でき、かつ、金属の材質判定も良好に行うことができる。

特許文献1:特許第2550621号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0004] しかしながら、従来における周波数測定方式の近接センサは、金属の近接に応じた周波数変化を測定するにあたり、高周波発振を継続しつつ、その僅かな位相ズレを測定しているため、同期検波回路などの複雑な回路が必要になり、振幅測定方式の近接センサに比べて、著しく高価になるという問題がある。また、僅かな位相ズレをデジタル回路で検出することも可能ではあるが、この場合には、極めて高速で動作するカウンタやCPUが必要になるため、却ってコスト高となる可能性がある。
- [0005] また、従来における振幅測定方式の近接センサは、金属の近接に応じた振幅変化を測定するにあたり、高周波発振を継続しつつ、その僅かな振幅の変化を測定しているため、回路構成が複雑になり、コスト高になるという問題がある。また、僅かな振幅変化をデジタル回路で精度良く検出することも可能ではあるが、この場合には、分解能の高いA/D変換器が必要になるため、却ってコスト高となる可能性がある。

課題を解決するための手段

- [0006] 上記の如き実情に鑑み、これらの課題を解決することを目的として創作された本発明の近接センサは、金属の近接を検出する近接センサであって、検出コイルにコンデンサを接続してなる共振回路に対して駆動信号を出力し、該駆動信号の出力停止後に前記共振回路から減衰状に出力される自由振動波の位相ズレ及び／又は振幅変化にもとづいて、金属の近接を検出することを特徴とする。このような近接センサによれば、金属の近接に伴う振動波の位相ズレや振幅変化を簡単な回路構成で精度良く測定することが可能になる。すなわち、共振回路から減衰状に出力される自由振動波にあつては、金属の近接に伴う振動波の位相ズレや振幅変化が明確に現れ、しかも、自由振動波における位相ズレは、振動波の数だけ蓄積され、また、自由振動波における振幅変化は、減衰しても振幅の変化量がある程度維持され、全体的な振幅が小さくなる減衰側でほど大きな変化率として捉えることができ、その結果、安価な回路でも位相ズレや振幅変化を高精度に測定することができる。

また、前記共振回路に対して駆動信号を出力する駆動信号出力手段と、該駆動信号出力手段の信号出力停止後に前記共振回路から減衰状に出力される自由振動波にもとづいて、金属の近接に伴う振動波の位相ズレを測定する位相ズレ測定手段

とを備えることを特徴とする。このような近接センサによれば、本発明を位相ズレ測定方式(周波数測定方式)の近接センサとして実施できる。

また、前記位相ズレ測定手段は、前記駆動信号出力手段の信号出力停止後に前記共振回路から減衰状に出力される自由振動波の数をカウントする自由振動波カウント手段と、該自由振動波カウント手段が所定数の自由振動波をカウントするまでの時間を計測するカウント時間計測手段とを備えることを特徴とする。このような近接センサによれば、蓄積された位相ズレを安価なデジタル回路で高精度に測定することができる。

また、前記位相ズレ測定手段は、前記駆動信号出力手段の信号出力停止後に前記共振回路から出力される自由振動波の数をカウントし、所定数の自由振動波をカウントしたタイミングで、前記駆動信号出力手段に駆動信号を出力させる、という回帰動作を所定回数繰り返すことによって、自由振動波の位相ズレを増幅させることを特徴とする。このような近接センサによれば、回路構成を複雑にすることなく、回帰動作回数を増やすだけで、金属の近接に伴う位相ズレの測定精度を飛躍的に向上させることができる。

また、前記位相ズレ測定手段は、前記駆動信号出力手段の初回の駆動信号出力に応じて計時を開始し、所定回数の前記回帰動作が終了した後、前記共振回路から所定数の自由振動波が出力された時点で計時を終了する時間計測手段を備えることを特徴とする。このような近接センサによれば、増幅された位相ズレを安価なデジタル回路で高精度に測定することができる。

また、前記共振回路に対して駆動信号を出力する駆動信号出力手段と、該駆動信号出力手段の信号出力停止後に前記共振回路から減衰状に出力される自由振動波にもとづいて、金属の近接に伴う振動波の振幅変化を測定する振幅測定手段とを備えることを特徴とする。このような近接センサによれば、本発明を振幅測定方式の近接センサとして実施できる。

また、前記振幅測定手段は、前記駆動信号出力手段の信号出力停止後に前記共振回路から減衰状に出力される自由振動波の数をカウントする自由振動波カウント手段と、該自由振動波カウント手段が所定数の自由振動波をカウントした後、自由振

動波の振幅測定値を取り込む測定値取り込み手段とを備えることを特徴とする。このような近接センサによれば、金属の近接に伴う振動波の振幅変化を簡単な回路構成で精度良く測定することができる。

また、前記共振回路は、検出コイルにコンデンサを直列に接続してなる直列共振回路であることを特徴とする。このような近接センサによれば、直列共振回路の作用によって、最大でソース電圧の Q 倍(Q :共振回路の良好度)の電圧を検出コイルに印加できるので、共振回路から振幅の大きい自由振動波を出力することができる。これにより、自由振動波カウント数を多くし、測定精度を更に高めることができるだけでなく、ノイズにも強いものとする。

また、前記駆動信号出力手段は、複数の駆動パルス信号により前記共振回路を強制振動させた後、駆動信号出力を停止することを特徴とする。このような近接センサによれば、単発の駆動パルス信号で共振回路を強制振動させる場合に比べ、強制振動波の振幅を大きくできる。特に、強制振動波の振幅が最大になるように数発の駆動パルス信号を出力すれば、駆動信号出力停止後に共振回路から出力される自由振動波の振幅をより大きくし、測定精度を更に高めることが可能になる。

また、前記位相ズレ測定手段は、前記共振回路の出力信号を、増幅器を介さずに直接入力することを特徴とする。このような近接センサによれば、回路構成がよりシンプルになり、更なるコストダウンが可能になる。

また、前記駆動信号出力手段及び前記位相ズレ測定手段は、1チップマイコン内に構成されることを特徴とする。このような近接センサによれば、共振回路(検出コイル、コンデンサ)と1チップマイコンだけで高性能な近接センサを構成できるので、より一層のコストダウンが可能になる。

また、本発明の近接検出方法は、金属の近接を検出する近接検出方法であって、検出コイルにコンデンサを接続してなる共振回路に対して駆動信号を出力し、該駆動信号の出力停止後に前記共振回路から減衰状に出力される自由振動波の位相ズレ及び/又は振幅変化にもとづいて、金属の近接を検出することを特徴とする。このような近接検出方法によれば、金属の近接に伴う振動波の位相ズレや振幅変化を簡単な回路構成で精度良く測定することが可能になる。すなわち、共振回路から減衰

状に出力される自由振動波にあつては、金属の近接に伴う振動波の位相ズレや振幅変化が明確に現れ、しかも、自由振動波における位相ズレは、振動波の数だけ蓄積され、また、自由振動波における振幅変化は、減衰しても振幅の変化量がある程度維持され、全体的な振幅が小さくなる減衰側でほど大きな変化率として捉えることができ、その結果、安価な回路でも位相ズレや振幅変化を高精度に測定することができる。

また、前記共振回路に対して駆動信号を出力し、該駆動信号の出力停止後に前記共振回路から減衰状に出力される自由振動波の数をカウントしつつ、所定数の自由振動波がカウントされるまでの時間を計測し、該計測時間にもとづいて、金属の近接に伴う振動波の位相ズレを測定することを特徴とする。このような近接検出方法によれば、蓄積された位相ズレを安価なデジタル回路で高精度に測定することができる。

また、前記共振回路に対して駆動信号を出力し、該駆動信号の出力停止後に前記共振回路から減衰状に出力される自由振動波にもとづいて、金属の近接に伴う振動波の位相ズレを測定するにあたり、駆動信号の出力停止後に前記共振回路から出力される自由振動波の数をカウントし、所定数の自由振動波をカウントしたタイミングで、前記共振回路に対して駆動信号を出力する、という回帰動作を所定回数繰り返すことによって、自由振動波の位相ズレを増幅させることを特徴とする。このような近接検出方法によれば、回路構成を複雑にすることなく、回帰動作回数を増やすだけで、金属の近接に伴う位相ズレの測定精度を飛躍的に向上させることができる。

また、前記共振回路に対する初回の駆動信号出力に応じて計時を開始し、所定回数の前記回帰動作が終了した後、前記共振回路から所定数の自由振動波が出力された時点で計時を終了し、その計時結果にもとづいて、金属の近接に伴う振動波の位相ズレを測定することを特徴とする。このような近接検出方法によれば、増幅された位相ズレを安価なデジタル回路で高精度に測定することができる。

また、前記共振回路に対して駆動信号を出力し、該駆動信号の出力停止後に前記共振回路から減衰状に出力される自由振動波の数をカウントし、所定数の自由振動波をカウントした後、自由振動波の振幅測定値を取り込むことを特徴とする。このような近接検出方法によれば、金属の近接に伴う振動波の振幅変化を簡単な回路構成

で精度良く測定することができる。

また、前記共振回路は、検出コイルにコンデンサを直列に接続してなる直列共振回路であることを特徴とする。このような近接検出方法によれば、直列共振回路の作用によって、最大でソース電圧のQ倍(Q:共振回路の良好度)の電圧を検出コイルに印加できるので、共振回路から振幅の大きい自由振動波を出力することができる。これにより、自由振動波カウント数を多くし、測定精度を更に高めることができるだけでなく、ノイズにも強いものとなる。

また、複数の駆動パルス信号により前記共振回路を強制振動させた後、駆動信号出力を停止することを特徴とする。このような近接検出方法によれば、単発の駆動パルス信号で共振回路を強制振動させる場合に比べ、強制振動波の振幅を大きくできる。特に、強制振動波の振幅が最大になるように数発の駆動パルス信号を出力すれば、駆動信号出力停止後に共振回路から出力される自由振動波の振幅をより大きくし、測定精度を更に高めることが可能になる。

発明の効果

[0007] 以上のように本発明によれば、金属の近接に伴う振動波の位相ズレや振幅変化を簡単な回路構成で精度良く測定することが可能になる。すなわち、共振回路から減衰状に出力される自由振動波にあつては、金属の近接に伴う振動波の位相ズレや振幅変化が明確に現れ、しかも、自由振動波における位相ズレは、振動波の数だけ蓄積され、また、自由振動波における振幅変化は、減衰しても振幅の変化量がある程度維持され、全体的な振幅が小さくなる減衰側でほど大きな変化率として捉えることができ、その結果、安価な回路でも位相ズレや振幅変化を高精度に測定することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の第一実施形態に係る近接センサの構成を示すブロック図である。

[図2]本発明の第一実施形態に係る1チップマイコンの処理手順を示すフローチャートである。

[図3]本発明の第一実施形態に係る駆動パルス信号波形(a点)及び共振回路の振動波形(b点)を示す説明図である。

[図4]本発明の第一実施形態に係る十数個目の自由振動波を拡大した説明図である。

[図5]本発明の第一実施形態に係る検出コイルに金属が近接(7mm)したときとの位相ズレを示す説明図である。

[図6]本発明の第一実施形態に係る検出コイルに金属が近接(3mm)したときとの位相ズレを示す説明図である。

[図7]本発明の第一実施形態に係る自由振動波形(b点)と比較器出力(c点)の関係を示す説明図である。

[図8]本発明の第一実施形態に係る検出コイルに金属が近接していないときの比較器出力を示す拡大図である。

[図9]本発明の第一実施形態に係る検出コイルに金属が近接(7mm)したときとの比較器出力を示す説明図である。

[図10]本発明の第一実施形態に係る検出コイルに金属が近接(3mm)したときとの比較器出力を示す説明図である。

[図11]本発明の第一実施形態に係る金属の近接距離と位相ズレの関係を示すグラフである。

[図12]本発明の第二実施形態に係る回帰動作による位相ズレの増幅作用を示す説明図である。

[図13]本発明の第二実施形態に係る1チップマイコンの処理手順を示すフローチャートである。

[図14]本発明の第三実施形態に係る1チップマイコンの処理手順を示すフローチャートである。

[図15]本発明の第三実施形態に係る金属の近接に伴う自由振動波(作用説明用の簡易波形)の振幅変化を示す説明図である。

符号の説明

- [0009] 1 近接センサ
2 共振回路
3 1チップマイコン

4 ピークホールド

C コンデンサ

L 検出コイル

発明を実施するための最良の形態

[0010] [第一実施形態]

次に、本発明の第一実施形態について、図面に基づいて説明する。図1において、1は金属の近接を検出する近接センサであって、該近接センサ1は、共振回路2、1チップマイコン3及びピークホールド4を備えて構成されている。共振回路2は、検出コイルLにコンデンサCを接続して構成され、1チップマイコン3内に構成される駆動信号出力手段によって駆動される。1チップマイコン3は、CPU、ROM、RAM、I/O、比較器、A/D変換器などが内蔵されており、所定の処理手順(プログラム)をROMに書き込むことにより、駆動信号出力手段、位相ズレ測定手段及び振幅測定手段として動作する。

[0011] 位相ズレ測定手段は、駆動信号出力手段の信号出力停止後に共振回路2から減衰状に出力される自由振動波にもとづいて、金属の近接に伴う振動波の位相ズレを測定するように構成される。このようにすると、金属の近接に伴う振動波の位相ズレを簡単な回路構成で精度良く測定することが可能になる。すなわち、共振回路2から減衰状に出力される自由振動波にあつては、金属の近接に伴う振動波の位相ズレが明確に現れるだけでなく、位相ズレが振動波の数だけ蓄積されるので、高速なカウンタを持たない安価なデジタル回路でも、位相ズレを高精度に測定することができる。しかも、このような検出方式によれば、検出コイルLを励磁コイルに兼用できるので、コイル数を削減して更なるコストダウンが図れる。

[0012] 本実施形態では、駆動信号出力手段の信号出力停止後に共振回路2から減衰状に出力される自由振動波の数をカウントする自由振動波カウント手段と、自由振動波カウント手段が所定数nの自由振動波をカウントするまでの時間を計測するカウント時間計測手段とを用いて位相ズレ測定手段を構成している。このようにすると、累積された位相ズレを安価なデジタル回路で高精度に測定することができる。自由振動波カウント数nは、自由に設定することが可能であるが、2~100に設定することが好ま

しい。このようにすると、要求される測定精度やコイルの性能(価格)に応じて自由振動波カウント数 n を任意に定め、価格性能比に優れた近接センサ1の提供が可能になる。例えば、価格を優先する場合には、自由振動波の減衰が大きい安価なコイルを用い、自由振動波カウント数 n を2~10程度に設定し、また、精度を優先する場合には、自由振動波の減衰が小さい高価なコイルを用い、自由振動波カウント数 n を10~100程度に設定することができる。

[0013] 共振回路2は、検出コイルLにコンデンサCを直列に接続した直列共振回路であることが好ましい。このようにすると、直列共振回路の作用によって、最大でソース電圧(例えば5V)の Q 倍(例えば8倍)の電圧を検出コイルLに印加できるので、共振回路2から振幅の大きい自由振動波を出力することができる。これにより、自由振動波カウント数 n を多くし、測定精度を更に高めることができるだけでなく、ノイズにも強いものとなる。しかも、振幅の大きい自由振動波は、増幅器を介さずに1チップマイコン3(位相ズレ測定手段)に直接入力できるので、回路構成がよりシンプルになり、更なるコストダウンが可能になる。

[0014] なお、検出コイルLに印加される最大電圧 V_{LMAX} は、以下に示す式で求めることができる。ただし、 ω_0 は共振角周波数、 L は検出コイルLのインダクタンス、 R は検出コイルLの抵抗、 C はコンデンサCのキャパシタンス、 V_s はソース電圧、 Q は共振回路の良好度である。

[0015] [数1]

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$Q = \frac{\omega_0 L}{R}$$

$$V_{LMAX} = Q \cdot V_S$$

[0016] 本実施形態の駆動信号出力手段は、駆動パルス信号によって共振回路2を強制振動させるにあたり、複数の駆動パルス信号により共振回路2を強制振動させた後、駆動信号出力を停止する。このようにすると、単発の駆動パルス信号で共振回路2を強制振動させる場合に比べ、強制振動波の振幅を大きくできる。特に、強制振動波の振幅が最大になるように所定の共振周波数で数発(例えば6発)の駆動パルス信号を出力すれば、駆動信号出力停止後に共振回路2から出力される自由振動波の振幅をより大きくし、測定精度を更に高めることが可能になる。

なお、共振回路2を強制振動させる共振周波数 f は、以下に示す式で求めることができる。

[0017] [数2]

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

- [0018] 振幅測定手段は、共振回路2から出力される自由振動波の振幅を測定する。具体的には、ピークホールド4がホールドしたピーク値をA/D変換器を介して1チップマイコン3内に読み込む。このようにすると、自由振動波の振幅及び位相ズレを測定し、金属の材質なども高精度に判定することが可能になる。
- [0019] 次に、1チップマイコン3内の処理手順について、図2を参照して説明する。この図に示すように、1チップマイコン3は、まず、比較器のREF電圧を設定した後(S1)、駆動信号出力処理(S2:駆動信号出力手段)と、位相ズレ測定処理(S3～S5:位相ズレ測定手段)と、振幅測定処理(S6～S8:振幅測定手段)と、近接判定処理(S9～S11)とを繰り返し実行する。
- [0020] 駆動信号出力処理は、強制振動波の振幅が最大になるように、共振回路2に対して所定の共振周波数で数発の駆動パルス信号を出力する。位相ズレ測定処理は、駆動信号出力停止後、自由振動波カウンタ及び時間計測カウンタをクリアし、共振回路2から減衰状に出力される自由振動波の数をカウントしつつ、自由振動波カウンタが所定数nになるまでの時間を計測する。振幅測定処理は、所定数nの自由振動波がカウントされた後、ピークホールド4をリセットすると共に、所定時間(数m秒)のウエイト後にA/D変換器を介してピークホールド値(振幅測定値)を読み込む。近接判定処理は、測定した位相ズレ(時間計測カウンタ値)及び振幅(ピークホールド値)を判定用の規定値と比較し、検知信号(ON/OFF)の出力を行う。
- [0021] 次に、本実施形態に係る近接センサ1の動作について、図3～図11を参照して説明する。

図3は、駆動パルス信号波形(a点)及び共振回路の振動波形(b点)を示す説明図

である。この図に示すように、1チップマイコン3は、所定電圧(例えば5V)の駆動パルス信号を出力し、共振回路2を強制振動させる。このとき、本実施形態では、所定の共振周波数で数発(例えば6発)の駆動パルス信号を出力することにより、検出コイルLに最大電圧(例えば40V)を印加させる。そして、駆動パルス信号の出力を停止した後は、共振回路2から複数の自由振動波が減衰状に出力される。

[0022] 図4は、十数个目の自由振動波を拡大した説明図、図5は、検出コイルに金属が近接(7mm)したときとの位相ズレを示す説明図、図6は、検出コイルに金属が近接(3mm)したときとの位相ズレを示す説明図である。これらの図に示すように、共振回路2から出力される自由振動波は、十数个目であっても検出に十分な振幅を保っている。ここで、検出コイルLに金属(コイン:非磁性金属)が近接すると、検出コイルLから発生する磁束が近接した金属に磁氣的に干渉し、自由振動波の位相が進む。金属の近接に伴う自由振動波の位相ズレは、強制振動波に比べて明確に現れるだけでなく、自由振動波の個数分だけ蓄積されるので、低速なカウンタでも高精度に位相ズレを測定することが可能になる。

[0023] また、図5及び図6に示すように、自由振動波の位相ズレは、検出コイルLに金属が近づくほど大きくなるので、自由振動波の位相ズレにもとづいて、検出コイルLと金属の距離を高精度に測定することが可能になる。図11は、金属の近接距離(mm)と位相ズレ(μ sec)の関係を示しており、検出コイルLに金属が近づくほど自由振動波の位相ズレが大きくなるのが解る。特に、10~20個目の自由振動波を見ている位相ズレデータにあっては、位相ズレが10~20倍に加算されているので、極めて高精度な距離測定(変位測定)が可能になる。

[0024] 図7は、自由振動波形(b点)と比較器出力(c点)の関係を示す説明図、図8は、検出コイルに金属が近接していないときの比較器出力を示す拡大図、図9は、検出コイルに金属が近接(7mm)したときとの比較器出力を示す説明図、図10は、検出コイルに金属が近接(3mm)したときとの比較器出力を示す説明図である。これらの図に示すように、共振回路2から出力される自由振動波は、十数个目であっても検出に十分な振幅を保っているため、比較器によって明確な矩形波に変換することができる。ここで、検出コイルLに金属が近接すると、比較器出力波形の位相が進む。図9及び

図10から明らかなように、金属の近接に伴う位相ズレは、自由振動波の個数が増えるほど蓄積され、測定が容易になる。

- [0025] また、図8及び図10から明らかなように、金属の近接に伴って自由振動波の振幅が変化している。この振幅変化を測定することにより、金属の近接を二重に検出し、より信頼性の高い近接判定が可能になるだけでなく、位相ズレと振幅変化の組み合わせパターンにもとづいて、金属の材質判定を行うことができる。
- [0026] 叙述の如く構成された第一実施形態の近接センサ1は、検出コイルLにコンデンサCを接続してなる共振回路2と、該共振回路2に対して駆動信号を出力する駆動信号出力手段と、該駆動信号出力手段の信号出力停止後に共振回路2から減衰状に出力される自由振動波にもとづいて、金属の近接に伴う振動波の位相ズレを測定する位相ズレ測定手段とを備えるので、金属の近接に伴う振動波の位相ズレを簡単な回路構成で精度良く測定することが可能になる。すなわち、共振回路2から減衰状に出力される自由振動波にあっては、金属の近接に伴う振動波の位相ズレが明確に現れるだけでなく、位相ズレが振動波の数だけ蓄積されるので、高速なカウンタを持たない安価なデジタル回路でも、位相ズレを高精度に測定することができる。しかも、このような検出方式によれば、検出コイルLを励磁コイルに兼用できるので、コイル数を削減して更なるコストダウンが図れる。
- [0027] また、位相ズレ測定手段は、駆動信号出力手段の信号出力停止後に共振回路2から減衰状に出力される自由振動波の数をカウントする自由振動波カウント手段と、該自由振動波カウント手段が所定数 n の自由振動波をカウントするまでの時間を計測するカウント時間計測手段とを備えるので、蓄積された位相ズレを安価なデジタル回路で高精度に測定することができる。
- [0028] また、自由振動波カウント数 n を2～100とした場合には、要求される測定精度やコイルの性能(価格)に応じ自由振動波カウント数を任意に定め、価格性能比に優れた近接センサ1の提供が可能になる。例えば、価格を優先する場合には、自由振動波の減衰が大きい安価なコイルを用い、自由振動波カウント数 n を2～10程度に設定し、また、精度を優先する場合には、自由振動波の減衰が小さい高価なコイルを用い、自由振動波カウント数 n を10～100程度に設定することができる。

- [0029] また、共振回路2は、検出コイルLにコンデンサCを直列に接続してなる直列共振回路であり、直列共振回路の作用によって、最大でソース電圧のQ倍の電圧を検出コイルLに印加できるので、共振回路2から振幅の大きい自由振動波を出力することができる。これにより、自由振動波カウント数nを多くし、測定精度を更に高めることができるだけでなく、ノイズにも強いものとする。
- [0030] また、駆動信号出力手段は、複数の駆動パルス信号により共振回路2を強制振動させた後、駆動信号出力を停止するので、単発の駆動パルス信号で共振回路2を強制振動させる場合に比べ、強制振動波の振幅を大きくできる。特に、強制振動波の振幅が最大になるように数発の駆動パルス信号を出力すれば、駆動信号出力停止後に共振回路2から出力される自由振動波の振幅をより大きくし、測定精度を更に高めることが可能になる。
- [0031] また、位相ズレ測定手段は、共振回路2の出力信号を、増幅器を介さずに直接入力するので、回路構成がよりシンプルになり、更なるコストダウンが可能になる。
- [0032] また、駆動信号出力手段及び位相ズレ測定手段は、1チップマイコン3内に構成されるので、共振回路2(検出コイルL、コンデンサC)と1チップマイコン3だけでも高性能な近接センサ1を構成することが可能になる。
- [0033] また、共振回路2から出力される自由振動波の振幅を測定する振幅測定手段を更に備えるので、自由振動波の振幅及び位相ズレにもとづいて、金属の材質なども高精度に判定することが可能になる。
- [0034] [第二実施形態]
- 次に、本発明の第二実施形態に係る近接センサ1について、図12及び図13を参照して説明する。第二実施形態の近接センサ1は、共振回路2に対する信号出力停止後に共振回路2から減衰状に出力される自由振動波にもとづいて、金属の近接に伴う振動波の位相ズレを測定するにあたり、共振回路2に対する信号出力停止後に共振回路2から出力される自由振動波の数をカウントし、所定数の自由振動波をカウントしたタイミングで、共振回路2に対して駆動信号を出力する、という回帰動作を所定回数繰り返すことによって、自由振動波の位相ズレを増幅させる点が第一実施形態と相違している。このようにすると、回路構成を複雑にすることなく、回帰動作回数

を増やすだけで、金属の近接に伴う位相ズレの測定精度を飛躍的に向上させることが可能になる。例えば、位相ズレ測定手段に、駆動信号出力手段の初回の駆動信号出力に応じて計時を開始し、所定回数の回帰動作が終了した後、共振回路2から所定数の自由振動波が出力された時点で計時を終了する時間計測手段を備えることにより、増幅された位相ズレを安価なデジタル回路で高精度に測定することができる。

[0035] 自由振動波のカウント数や回帰動作の回数は、要求される測定精度やコイルの性能(価格)に応じて任意に設定することができる。例えば、価格性能比を優先する場合には、自由振動波の減衰が大きい比較的安価なコイルや動作速度が遅い比較的安価なマイコンを用い、自由振動波カウント数を2~10程度、回帰動作回数を5~10程度に設定するとよい。また、測定精度を優先する場合には、自由振動波の減衰が小さい比較的高価なコイルや動作速度が速い比較的高価なマイコンを用い、自由振動波カウント数を10以上、回帰動作回数を10以上に設定するとよい。

[0036] 回帰動作による位相ズレの増幅作用について、図12を参照して説明する。図12は、回帰動作による位相ズレの増幅作用を示す説明図である。この図に示す波形は、共振回路2の出力波形であって、2発の駆動パルス信号を出力し、共振回路2を強制振動させた後、共振回路2から減衰状に出力される5個目の自由振動波をカウントしたタイミングで、共振回路2に再び2発の駆動パルスを出力する、という回帰動作を10回繰り返した場合の波形であり、上側の波形は、下側の波形よりも金属を近づけた場合を示している。この図から明らかなように、所定数の自由振動波をカウントしたタイミングで、共振回路2に対して駆動信号を出力する、という回帰動作を所定回数繰り返すと、自由振動波の位相ズレが増幅される。これにより、回路構成を複雑にすることなく、回帰動作回数を増やすだけで、金属の近接に伴う位相ズレの測定精度を飛躍的に向上させることができる。具体的には、駆動信号出力手段の初回の駆動信号出力に応じて計時を開始し、所定回数の回帰動作が終了した後、共振回路2から所定数の自由振動波が出力された時点で計時を終了するタイマにより、金属の近接に伴う位相ズレを高精度に測定することができる。

[0037] 次に、1チップマイコン3内の処理手順について、図13を参照して説明する。この図

に示すように、1チップマイコン3は、まず、比較器のREF電圧を設定した後(S11)、カウンタクリア処理(S12)と、駆動信号出力処理(S13:駆動信号出力手段)と、位相ズレ測定処理(S13~S19:位相ズレ測定手段)とを繰り返し実行する。

[0038] カウンタクリア処理は、回帰動作カウンタ及び時間計測カウンタをクリアする処理であり、駆動信号出力処理は、強制振動波の振幅が最大になるように、共振回路2に対して所定の共振周波数で数発の駆動パルス信号を出力する処理である。位相ズレ測定処理は、駆動信号出力停止後、自由振動波カウンタをクリアし(S14)、共振回路2から減衰状に出力される自由振動波の数をカウントすると共に、カウント数が所定数に達したか否かを判断し(S15)、この判断結果がYESになったら、回帰動作カウンタをインクリメントし(S16)、回帰動作回数が所定数に達したか否かを判断する(S17)。この判断結果がNOの場合は、駆動信号出力処理に戻り、S13~S17を繰り返す。そして、回帰動作回数が所定数になったら、時間計測カウンタ値を読み込むと共に(S18:時間計測手段)、読み込んだ時間計測カウンタ値を所定の検出信号形式(例えば、近接距離信号)に変換して出力する(S19)。

[0039] 叙述の如く構成された第二実施形態の近接センサ1は、検出コイルLにコンデンサCを接続してなる共振回路2と、該共振回路2に対して駆動信号を出力する駆動信号出力手段と、該駆動信号出力手段の信号出力停止後に共振回路2から減衰状に出力される自由振動波にもとづいて、金属の近接に伴う振動波の位相ズレを測定する位相ズレ測定手段とを備え、該位相ズレ測定手段は、駆動信号出力手段の信号出力停止後に共振回路2から出力される自由振動波の数をカウントし、所定数の自由振動波をカウントしたタイミングで、駆動信号出力手段に駆動信号を出力させる、という回帰動作を所定回数繰り返すことによって、自由振動波の位相ズレを増幅させるので、金属の近接に伴う振動波の位相ズレを簡単な回路構成で精度良く測定することが可能になる。すなわち、共振回路2から減衰状に出力される自由振動波にあつては、金属の近接に伴う振動波の位相ズレが明確に現れるだけでなく、位相ズレが振動波の数だけ蓄積されるので、高速なカウンタを持たない安価なデジタル回路でも、位相ズレを高精度に測定することができる。しかも、所定数の自由振動波をカウントしたタイミングで、共振回路2に対して駆動信号を出力する、という回帰動作を所定回数

繰り返すことによって、自由振動波の位相ズレを増幅させるので、回路構成を複雑にすることなく、回帰動作回数を増やすだけで、金属の近接に伴う位相ズレの測定精度を飛躍的に向上させることができる。

[0040] また、位相ズレ測定手段は、駆動信号出力手段の初回の駆動信号出力に応じて計時を開始し、所定回数の前記回帰動作が終了した後、前記共振回路2から所定数の自由振動波が出力された時点で計時を終了する時間計測手段を備えるので、増幅された位相ズレを安価なデジタル回路で高精度に測定することができる。

[0041] [第三実施形態]

次に、本発明の第三実施形態に係る近接センサ1について、図14及び図15を参照して説明する。第三実施形態の近接センサ1は、位相ズレ測定手段を備えず、振幅測定手段のみを備える点が前記実施形態と相違している。第三実施形態の近接センサ1が備える振幅測定手段は、駆動信号出力手段の信号出力停止後に共振回路2から減衰状に出力される自由振動波にもとづいて、金属の近接に伴う振動波の振幅変化を測定するように構成されている。このようにすると、金属の近接に伴う振動波の振幅変化を簡単な回路構成で精度良く測定することが可能になる。すなわち、共振回路2から減衰状に出力される自由振動波にあつては、金属の近接に伴う振動波の振幅変化が明確に現れるだけでなく、減衰しても振幅の変化量が維持されるので、全体的な振幅が小さくなる減衰側でほど大きな変化率として捉えることができ、その結果、安価な回路でも振幅変化を高精度に測定することができる。

[0042] 本実施形態の振幅測定手段は、駆動信号出力手段の信号出力停止後に共振回路2から減衰状に出力される自由振動波の数をカウントする自由振動波カウント手段と、該自由振動波カウント手段が所定数の自由振動波をカウントした後、自由振動波の振幅測定値を取り込む測定値取り込み手段とを備えて構成されている。具体的には、所定数の自由振動波をカウントした後、ピークホールド4をリセットし、その所定時間後に、ピークホールド4がホールドしたピーク値(振幅測定値)をA/D変換器を介して1チップマイコン3内に取り込む。自由振動波カウント数は、要求される測定精度やコイルの性能(価格)に応じて任意に設定することができる。例えば、価格を優先する場合には、自由振動波の減衰が大きい安価なコイルを用い、自由振動波カウント

数を2～5程度に設定し、また、精度を優先する場合には、自由振動波の減衰が小さい高価なコイルを用い、自由振動波カウント数を5以上に設定するとよい。

[0043] 次に、1チップマイコン3内の処理手順について、図14を参照して説明する。この図に示すように、1チップマイコン3は、まず、比較器のREF電圧を設定した後(S21)、駆動信号出力処理(S22:駆動信号出力手段)と、振幅測定処理(S23～S27:振幅測定手段)とを繰り返し実行する。

[0044] 駆動信号出力処理は、強制振動波の振幅が最大になるように、共振回路2に対して所定の共振周波数で数発の駆動パルス信号を出力する(S22)。振幅測定手段は、駆動信号出力停止後、自由振動波カウンタをクリアし(S23)、共振回路2から減衰状に出力される自由振動波の数をカウントし、自由振動波カウンタが所定数になったら(S24:自由振動波カウント手段)、ピークホールド4をリセットすると共に(S25)、所定時間(数m秒)のウェイト後に(S26)、A/D変換器を介してピークホールド値(振幅測定値)を読み込む(S27:測定値取り込み手段)。そして、読み込んだピークホールド値を所定の検出信号形式(例えば、近接距離信号)に変換して出力する(S28)。

[0045] 次に、本実施形態に係る近接センサ1の動作について、図15を参照して説明する。図15は、金属の近接に伴う自由振動波(作用説明用の簡易波形)の振幅変化を示す説明図である。この図に示すように、1チップマイコン3から所定電圧(例えば5V)の駆動パルス信号を出力し、共振回路2を強制振動させると、駆動パルス信号の出力を停止した後は、共振回路2から複数の自由振動波が減衰状に出力される。ここで、検出コイルLに金属が近接すると、検出コイルLから発生する磁束が近接した金属に磁氣的に干渉し、自由振動波の振幅が変化すると共に、位相ズレが生じる。金属の近接に伴う自由振動波の振幅変化は、強制振動波に比べて明確に現れるだけでなく、減衰しても振幅の変化量がある程度維持されるので、全体的な振幅が小さくなる減衰側でほど大きな変化率として捉えることができる。例えば、図5に示す簡易波形にもとづいて作用を説明すると、金属の近接に伴う自由振動波の振幅変化量(A波とB波の振幅の差: $a_1 > b_1 > c_1 > d_1$)は、自由振動波が減衰するほど小さくなるものの、減衰による全体的な振幅($a_2 > b_2 > c_2 > d_2$)の縮小率の方が大きいので、

減衰側でほど大きな変化率($d1/d2 > c1/c2 > b1/b2 > a1/a2$)として捉えることができる。

[0046] 叙述の如く構成された本実施形態の近接センサ1は、検出コイルLにコンデンサCを接続してなる共振回路2と、該共振回路2に対して駆動信号を出力する駆動信号出力手段と、該駆動信号出力手段の信号出力停止後に共振回路2から減衰状に出力される自由振動波にもとづいて、金属の近接に伴う振動波の振幅変化を測定する振幅測定手段とを備えるので、金属の近接に伴う振動波の振幅変化を簡単な回路構成で精度良く測定することが可能になる。すなわち、共振回路2から減衰状に出力される自由振動波にあつては、金属の近接に伴う振動波の振幅変化が明確に現れるだけでなく、減衰しても振幅の変化量がある程度維持されるので、全体的な振幅が小さくなる減衰側でほど大きな変化率として捉えることができ、その結果、安価な回路でも振幅変化を高精度に測定することができる。

[0047] また、振幅測定手段は、駆動信号出力手段の信号出力停止後に共振回路2から減衰状に出力される自由振動波の数をカウントする自由振動波カウント手段と、該自由振動波カウント手段が所定数の自由振動波をカウントした後、自由振動波の振幅測定値を取り込む測定値取り込み手段とを備えるので、金属の近接に伴う振動波の振幅変化を簡単な回路構成で精度良く測定することができる。

産業上の利用可能性

[0048] 本発明は、非接触型マイクロスイッチとして使用される近接スイッチ、金属の変位を検出する変位センサ、金属との近接距離を検出する距離センサ、金属の材質を判定する材質センサ、コイン(硬貨、遊技メダルなど)の通過を検出するコインセンサ、金属球(パチンコ用遊技球など)の貫通を検出する金属球センサなどの近接センサ及び近接検出方法に適用でき、特に、金属の変位を高精度に検出する高精度変位センサに好適に用いることができる。

請求の範囲

- [1] 金属の近接を検出する近接センサであって、検出コイルにコンデンサを接続してなる共振回路に対して駆動信号を出力し、該駆動信号の出力停止後に前記共振回路から減衰状に出力される自由振動波の位相ズレ及び／又は振幅変化にもとづいて、金属の近接を検出することを特徴とする近接センサ。
- [2] 前記共振回路に対して駆動信号を出力する駆動信号出力手段と、
該駆動信号出力手段の信号出力停止後に前記共振回路から減衰状に出力される自由振動波にもとづいて、金属の近接に伴う振動波の位相ズレを測定する位相ズレ測定手段と
を備えることを特徴とする請求項1記載の近接センサ。
- [3] 前記位相ズレ測定手段は、
前記駆動信号出力手段の信号出力停止後に前記共振回路から減衰状に出力される自由振動波の数をカウントする自由振動波カウント手段と、
該自由振動波カウント手段が所定数の自由振動波をカウントするまでの時間を計測するカウント時間計測手段と
を備えることを特徴とする請求項2記載の近接センサ。
- [4] 前記位相ズレ測定手段は、
前記駆動信号出力手段の信号出力停止後に前記共振回路から出力される自由振動波の数をカウントし、所定数の自由振動波をカウントしたタイミングで、前記駆動信号出力手段に駆動信号を出力させる、という回帰動作を所定回数繰り返すことによつて、自由振動波の位相ズレを増幅させる
ことを特徴とする請求項2又は3記載の近接センサ。
- [5] 前記位相ズレ測定手段は、
前記駆動信号出力手段の初回の駆動信号出力に応じて計時を開始し、所定回数の前記回帰動作が終了した後、前記共振回路から所定数の自由振動波が出力された時点で計時を終了する時間計測手段を備える
ことを特徴とする請求項4記載の近接センサ。
- [6] 前記共振回路に対して駆動信号を出力する駆動信号出力手段と、

該駆動信号出力手段の信号出力停止後に前記共振回路から減衰状に出力される自由振動波にもとづいて、金属の近接に伴う振動波の振幅変化を測定する振幅測定手段と

を備えることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の近接センサ。

[7] 前記振幅測定手段は、

前記駆動信号出力手段の信号出力停止後に前記共振回路から減衰状に出力される自由振動波の数をカウントする自由振動波カウント手段と、

該自由振動波カウント手段が所定数の自由振動波をカウントした後、自由振動波の振幅測定値を取り込む測定値取り込み手段と

を備えることを特徴とする請求項6記載の近接センサ。

[8] 前記共振回路は、検出コイルにコンデンサを直列に接続してなる直列共振回路であることを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載の近接センサ。

[9] 前記駆動信号出力手段は、複数の駆動パルス信号により前記共振回路を強制振動させた後、駆動信号出力を停止することを特徴とする請求項2～8のいずれかに記載の近接センサ。

[10] 前記位相ズレ測定手段は、前記共振回路の出力信号を、増幅器を介さずに直接入力することを特徴とする請求項2～9のいずれかに記載の近接センサ。

[11] 前記駆動信号出力手段及び前記位相ズレ測定手段は、1チップマイコン内に構成されることを特徴とする請求項2～10のいずれかに記載の近接センサ。

[12] 金属の近接を検出する近接検出方法であって、検出コイルにコンデンサを接続してなる共振回路に対して駆動信号を出力し、該駆動信号の出力停止後に前記共振回路から減衰状に出力される自由振動波の位相ズレ及び／又は振幅変化にもとづいて、金属の近接を検出することを特徴とする近接検出方法。

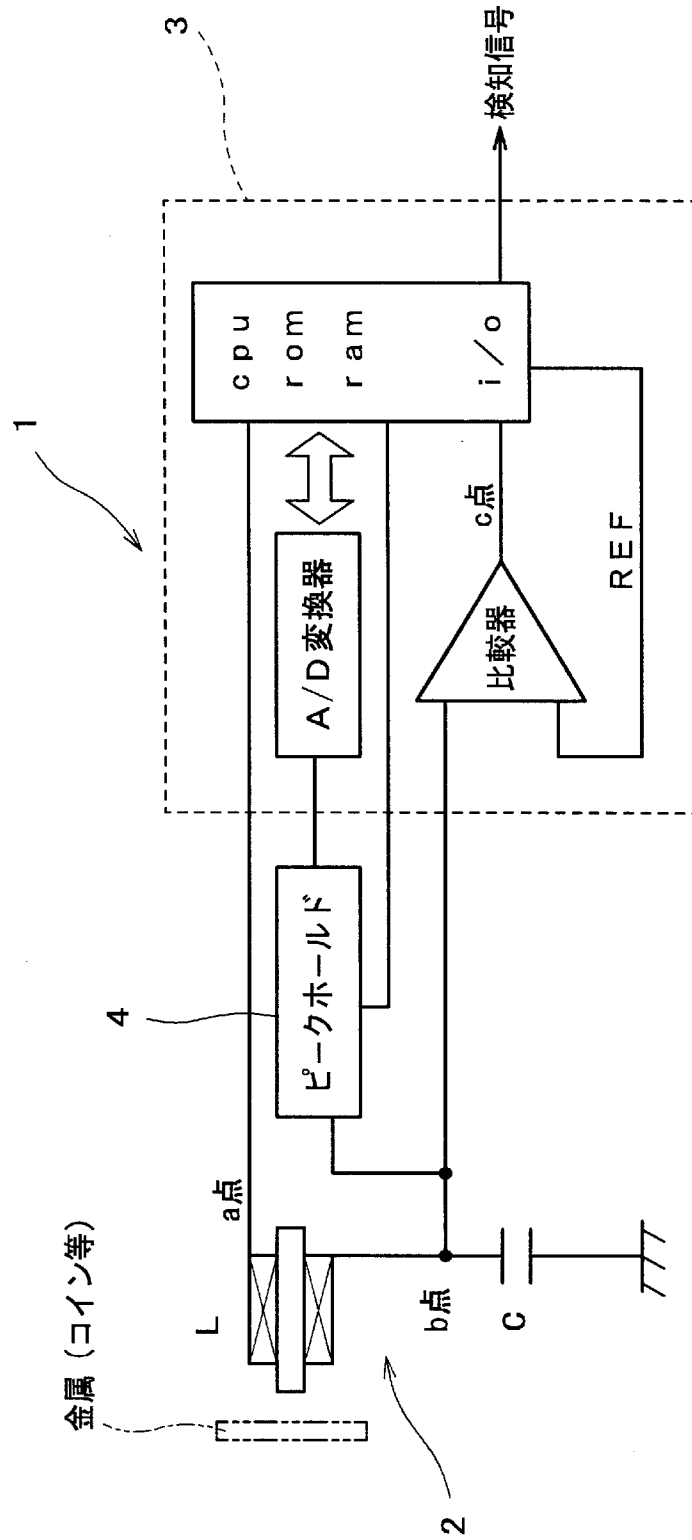
[13] 前記共振回路に対して駆動信号を出力し、該駆動信号の出力停止後に前記共振回路から減衰状に出力される自由振動波の数をカウントしつつ、所定数の自由振動波がカウントされるまでの時間を計測し、該計測時間にもとづいて、金属の近接に伴う振動波の位相ズレを測定することを特徴とする請求項12記載の近接検出方法。

[14] 前記共振回路に対して駆動信号を出力し、該駆動信号の出力停止後に前記共振

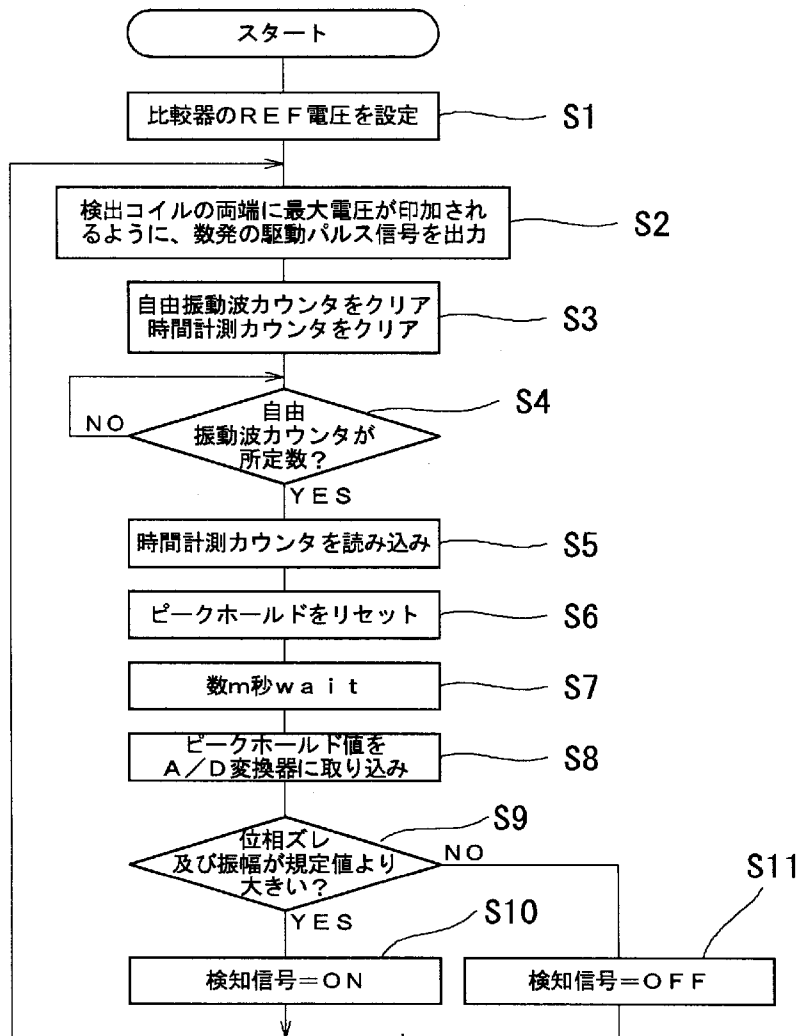
回路から減衰状に出力される自由振動波にもとづいて、金属の近接に伴う振動波の位相ズレを測定するにあたり、駆動信号の出力停止後に前記共振回路から出力される自由振動波の数をカウントし、所定数の自由振動波をカウントしたタイミングで、前記共振回路に対して駆動信号を出力する、という回帰動作を所定回数繰り返すことによつて、自由振動波の位相ズレを増幅させることを特徴とする請求項12又は13記載の近接検出方法。

- [15] 前記共振回路に対する初回の駆動信号出力に応じて計時を開始し、所定回数の前記回帰動作が終了した後、前記共振回路から所定数の自由振動波が出力された時点で計時を終了し、その計時結果にもとづいて、金属の近接に伴う振動波の位相ズレを測定することを特徴とする請求項14記載の近接検出方法。
- [16] 前記共振回路に対して駆動信号を出力し、該駆動信号の出力停止後に前記共振回路から減衰状に出力される自由振動波の数をカウントし、所定数の自由振動波をカウントした後、自由振動波の振幅測定値を取り込むことを特徴とする請求項12～15のいずれかに記載の近接検出方法。
- [17] 前記共振回路は、検出コイルにコンデンサを直列に接続してなる直列共振回路であることを特徴とする請求項12～16のいずれかに記載の近接検出方法。
- [18] 複数の駆動パルス信号により前記共振回路を強制振動させた後、駆動信号出力を停止することを特徴とする請求項12～17のいずれかに記載の近接検出方法。

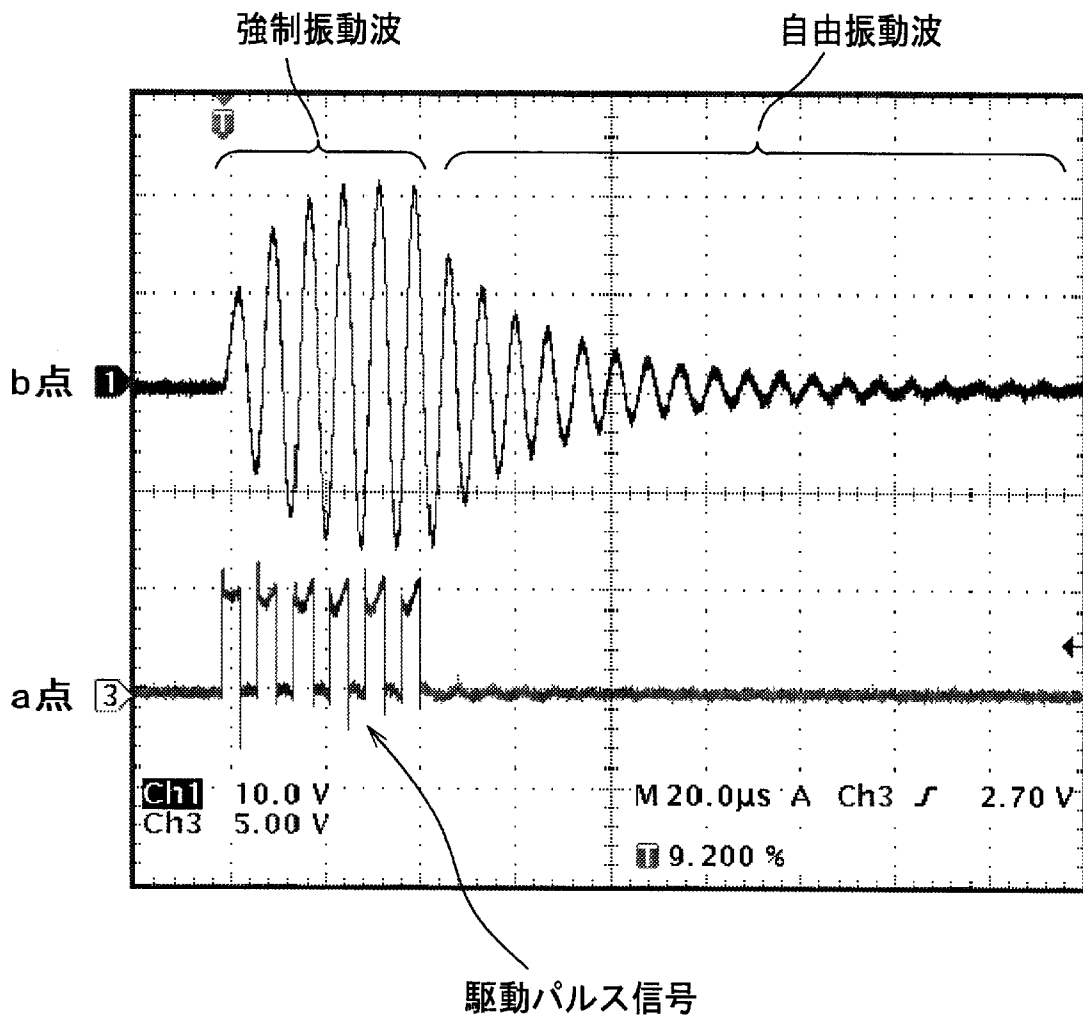
[図1]



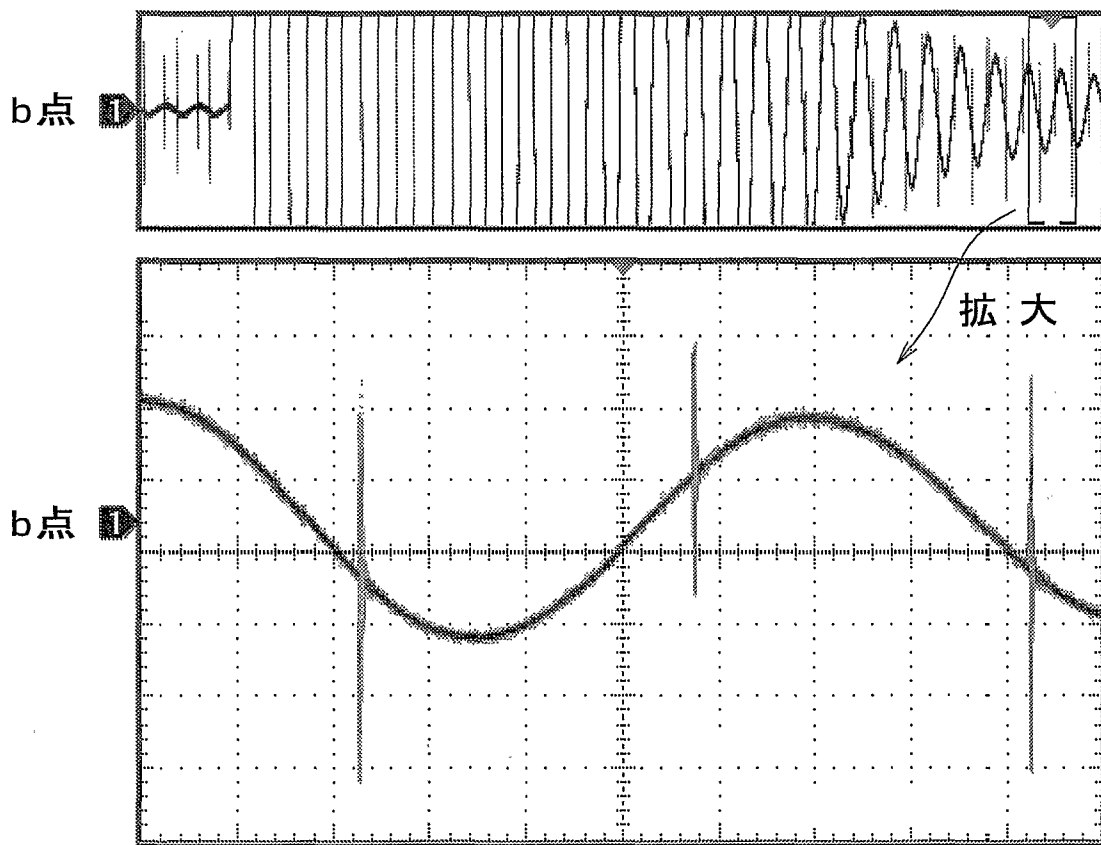
[図2]



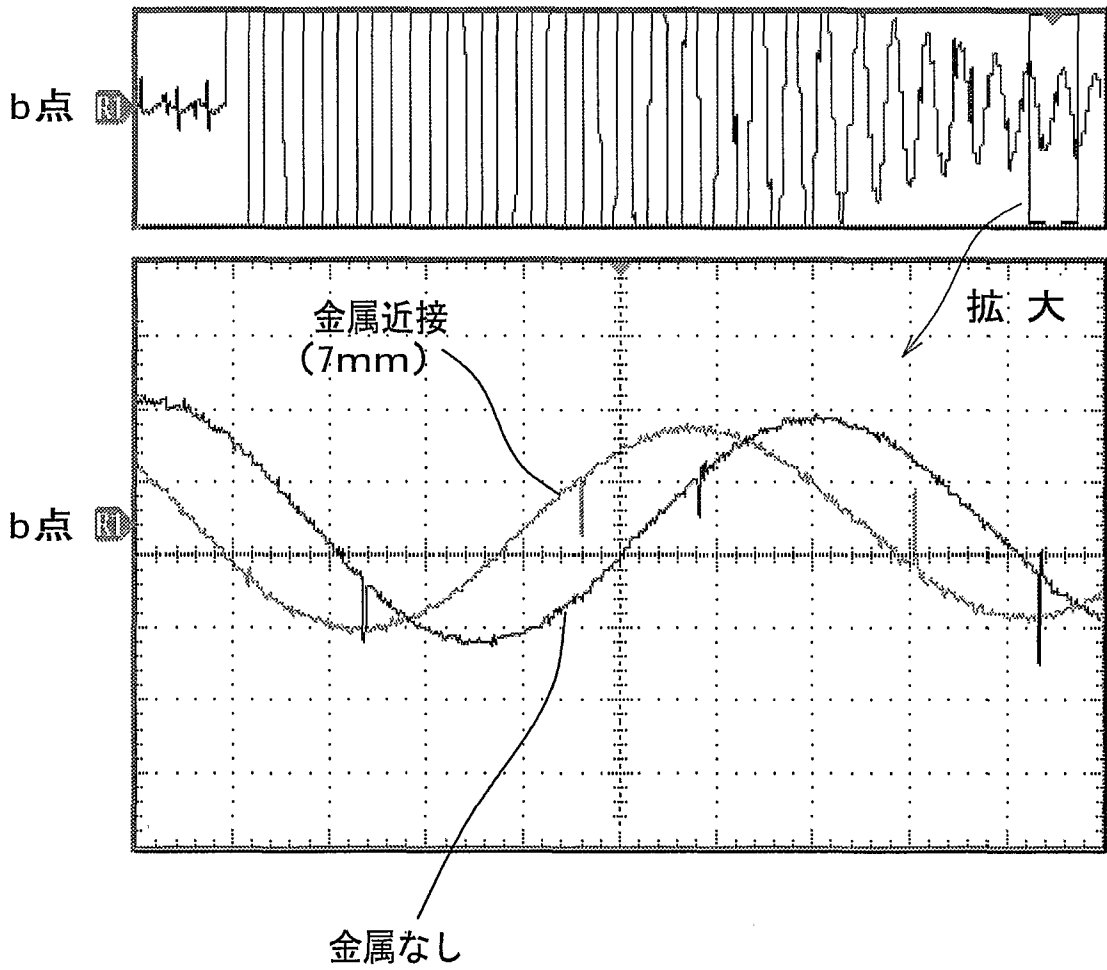
[図3]



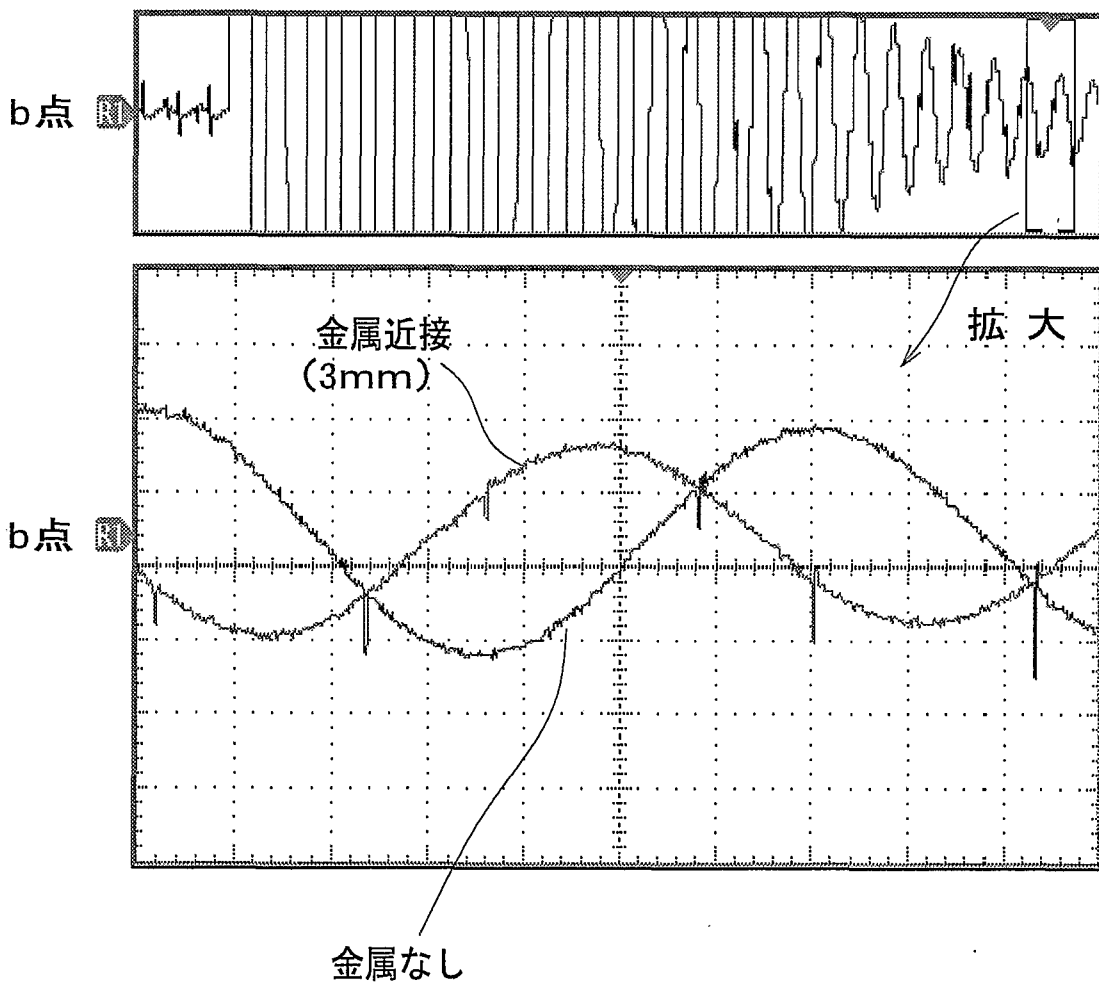
[図4]



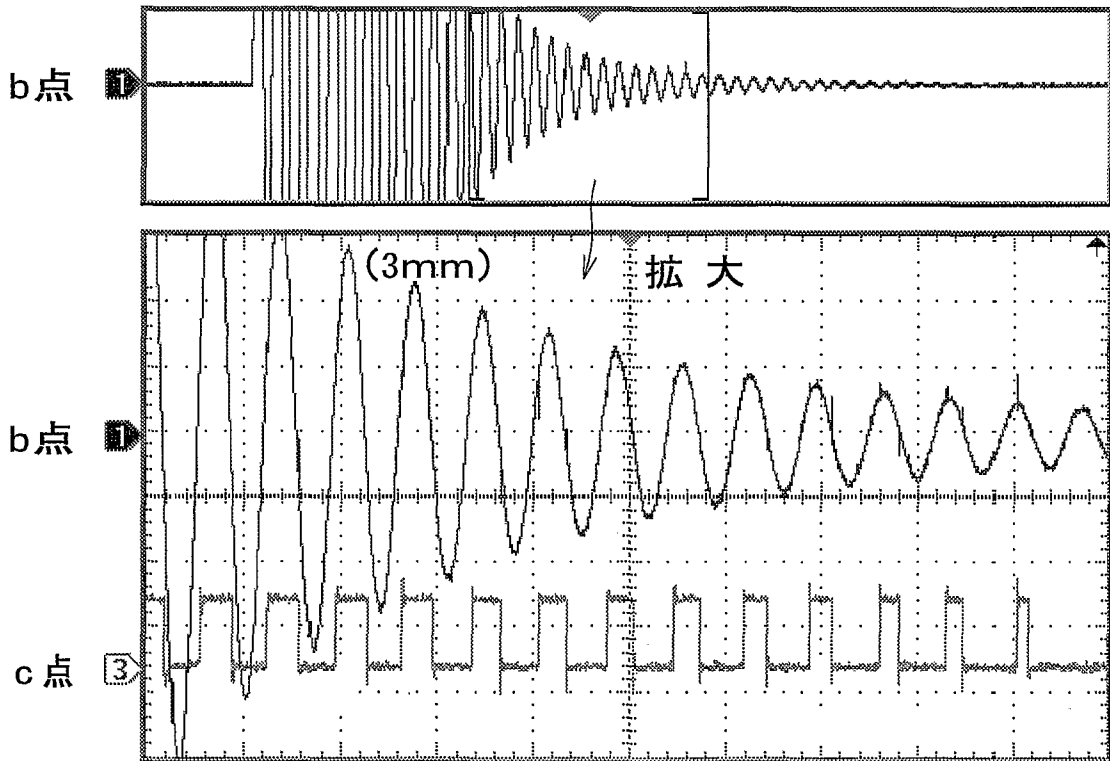
[図5]



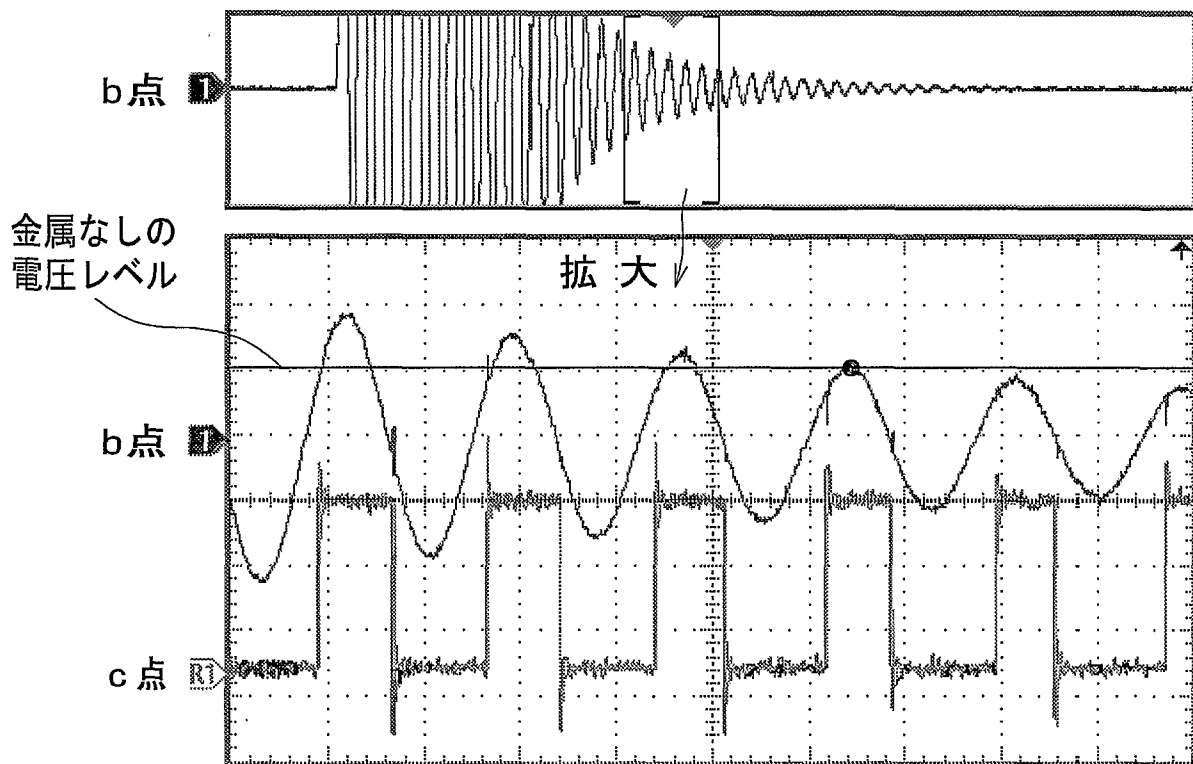
[図6]



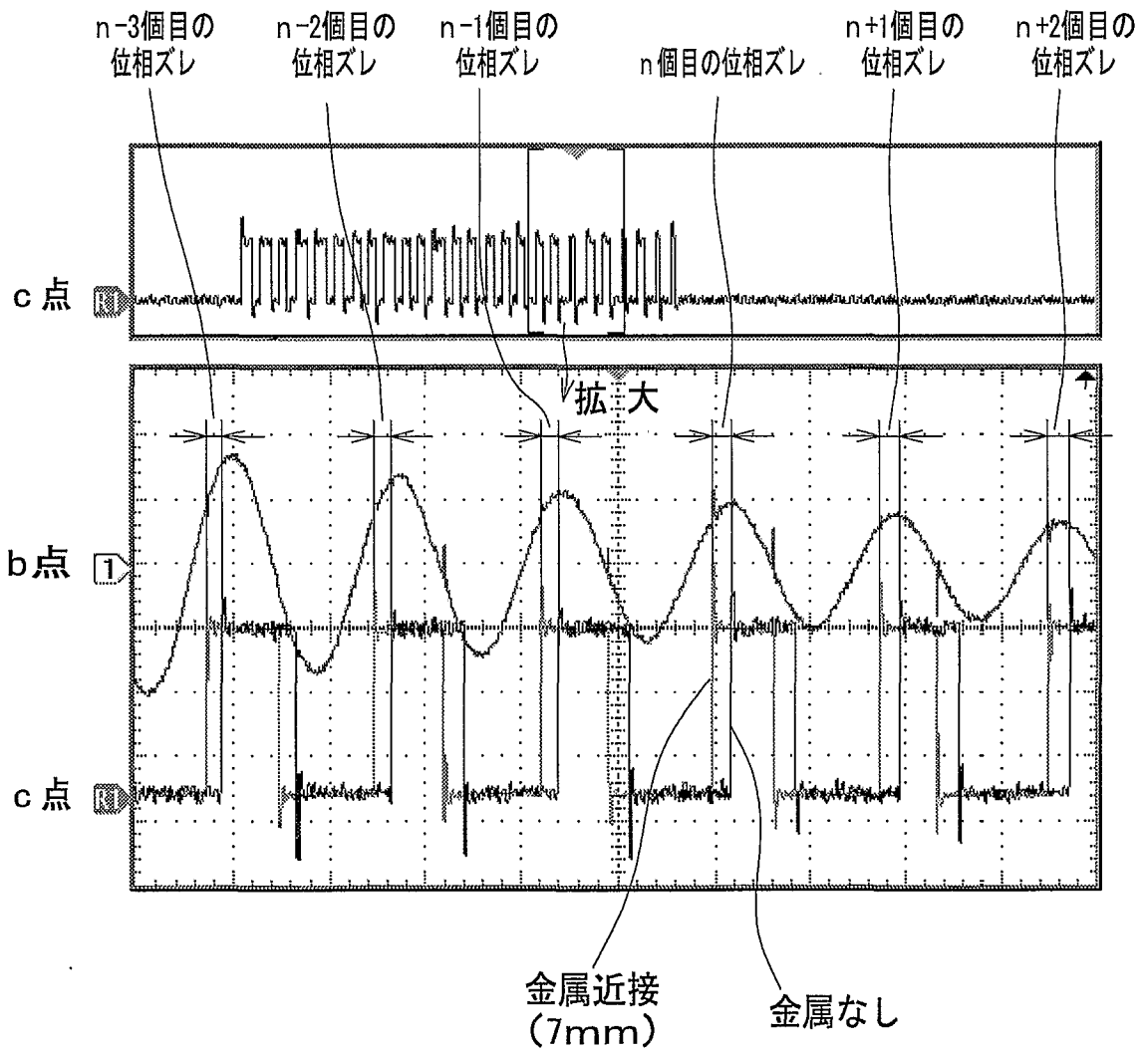
[図7]



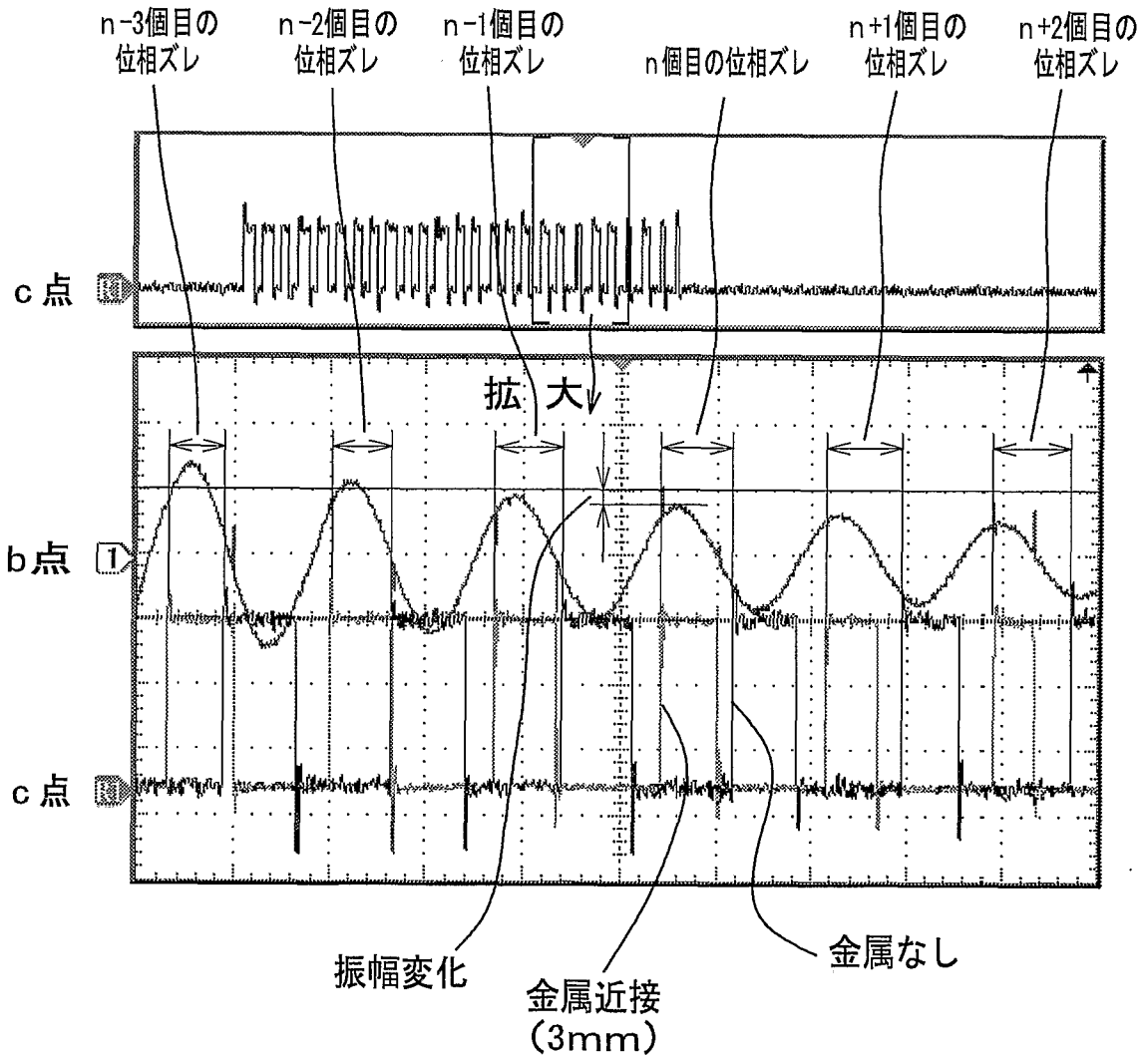
[図8]



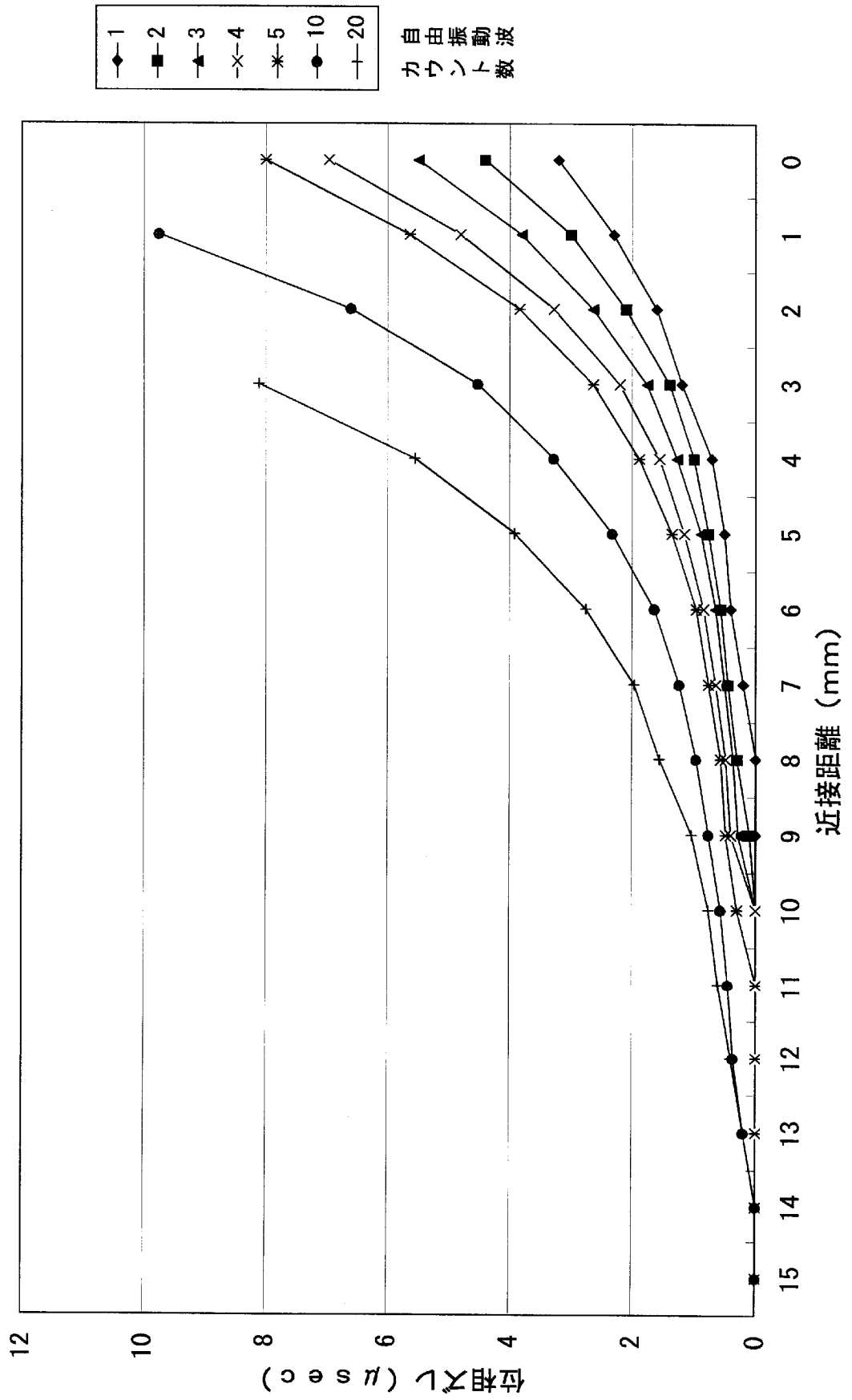
[図9]



[図10]



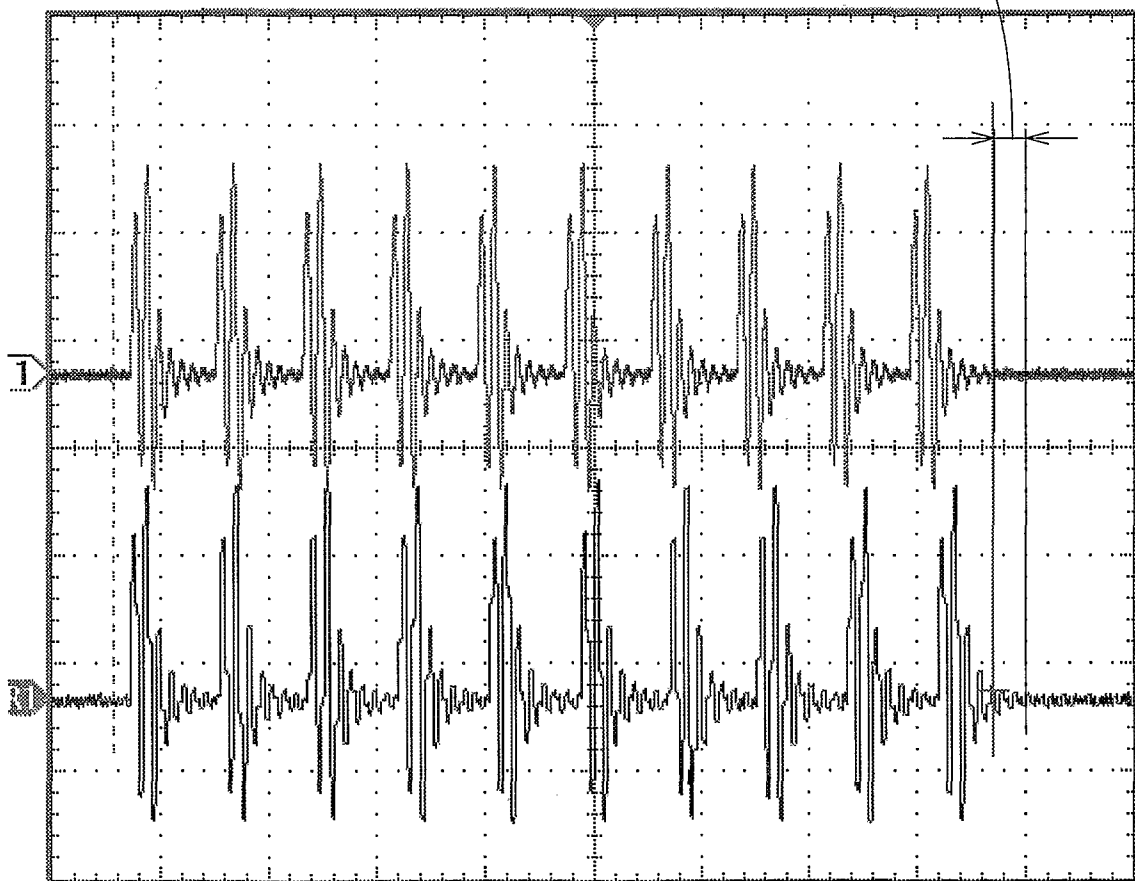
[図11]



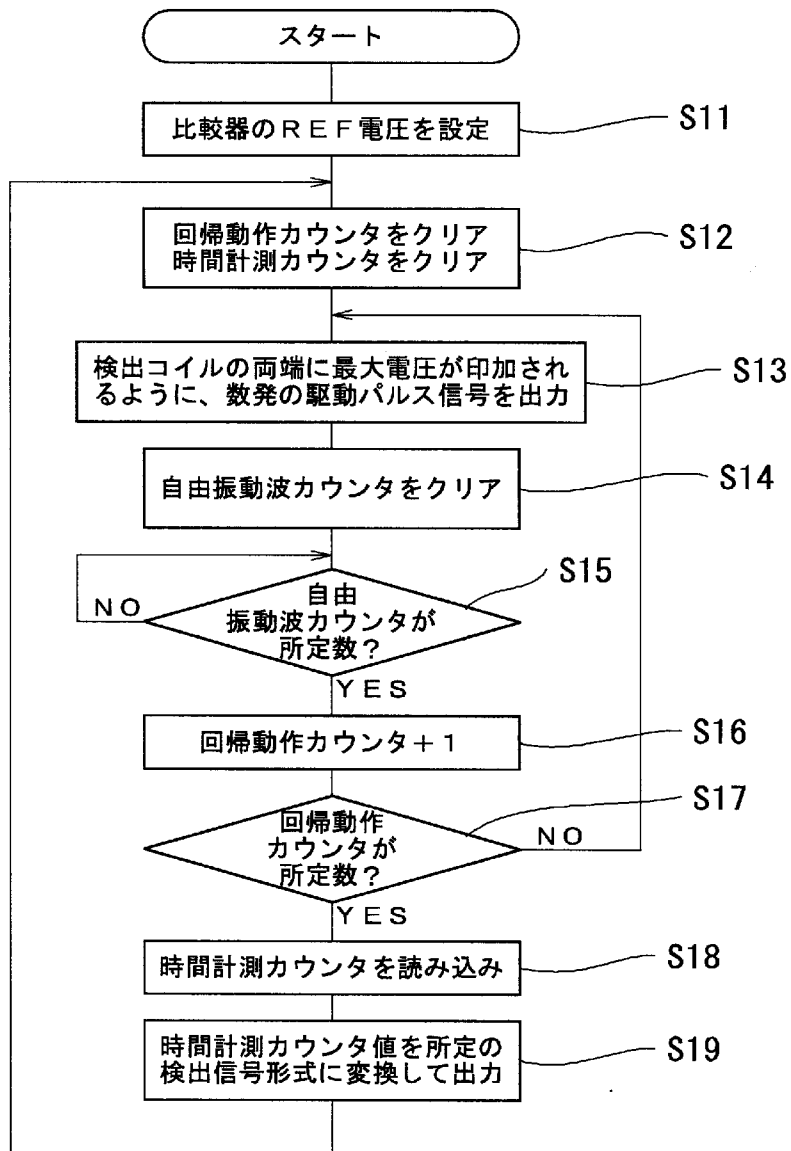
[図12]

自由振動波カウント数 : 5
回帰動作回数 : 10

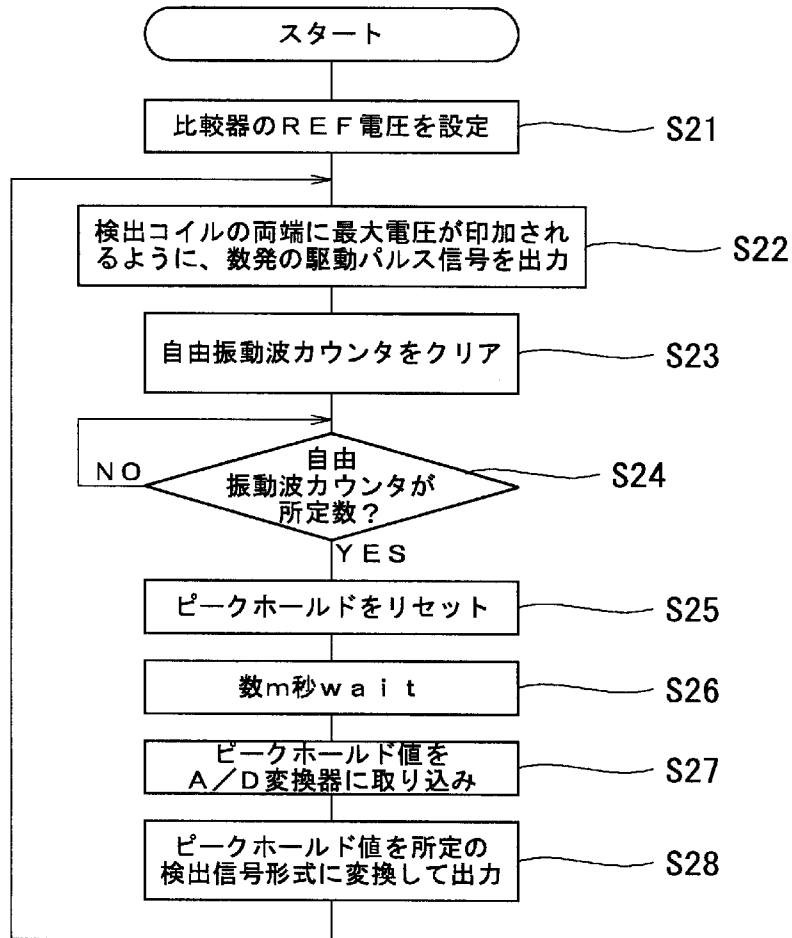
増幅された位相ズレ



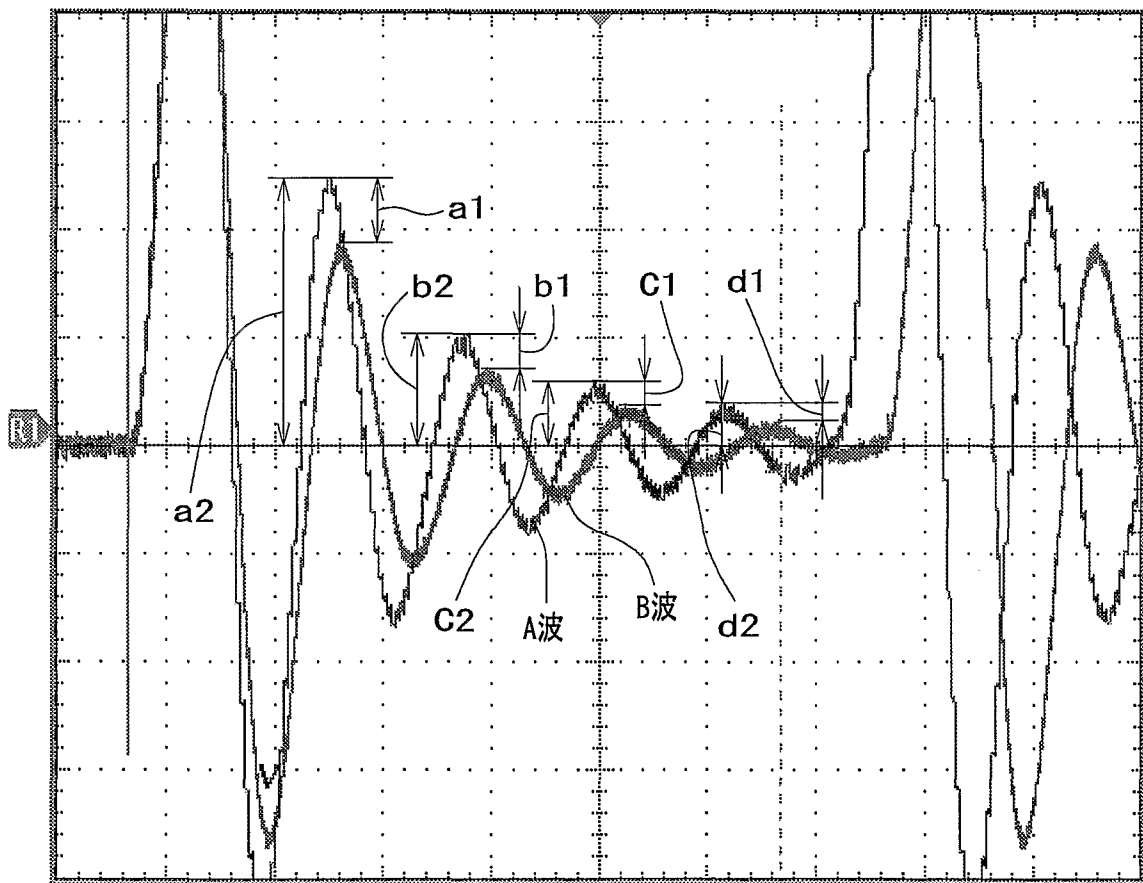
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/317175

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03K17/95(2006.01) i, G01B7/00(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)

H03K17/74-17/98, G01B7/00

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	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

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 A	JP 02-295222 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 06 December, 1990 (06.12.90), Figs. 2 to 3 (Family: none)	1, 8-12, 17, 18 2-5, 13-15
X A	JP 02-501615 A (Andrae Leonberg GmbH), 31 May, 1990 (31.05.90), Figs. 1 to 7 & EP 0311128 A1 & WO 1989/003615 A1 & DE 3733943 A & DE 3871895 A	1, 8-12, 17, 18 2-5, 13-15
X A	JP 02-050521 A (Asutekkusu Kabushiki Kaisha), 20 February, 1990 (20.02.90), Figs. 1 to 3 (Family: none)	1, 8-12, 17, 18 2-5, 13-15

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 application or patent 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
27 November, 2006 (27.11.06)

Date of mailing of the international search report
05 December, 2006 (05.12.06)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/317175

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 64-029015 A (La Telemecanique Electrique), 31 January, 1989 (31.01.89), Figs. 1 to 7 & US 4893076 A1 & GB 2204135 A & GB 8809359 A0 & DE 3813734 A & FR 2614432 A & CH 0675491 A & IT 1216627 A & IT 1216627 B	1, 8-12, 17, 18 2-5, 13-15
X A	JP 02-501793 A (Andrae Leonberg GmbH), 14 June, 1990 (14.06.90), Figs. 1 to 2 & US 4985172 A1 & EP 0321504 A & EP 0311129 A1 & WO 1988/003525 A1 & WO 1989/003616 A1 & DE 3638119 A & DE 3733944 A & DE 3775934 C & DE 3775934 A & DE 3638119 A1 & NO 0883048 A & ES 2008763 A	1, 8-12, 17, 18 2-5, 13-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/317175

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

- 1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

- 2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

- 3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See extra sheet.

- 1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
- 2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
- 3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

- 4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1-5, 8-15, 17, 18

- Remark on Protest**
- the The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, payment of a protest fee..
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/317175

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

A matter common to claims 1-18 is "outputting a drive signal to a resonating circuit consisting of a capacitor connected with a detection coil, and detecting the proximity of metal based on the phase shift and/or the amplitude change of a free vibration wave output in a dampening manner from the resonating circuit after the output of the drive signal stops".

However, since the above matter is not novel as indicated in the prior art: Patent Laid Open Gazette No. H2-295222, Patent Indication Gazette No. H2-501615, it is not a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence.

Therefore, there is no matter common to all the claims. There exists no other common matter to be considered to be a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence, therefore no technical relationship within the meaning of PCT Rule 13 can be found among those different inventions.

Accordingly, the inventions in claims 1-18 do not fulfill the requirement of unity of invention.

In view of claims 1, 12 not making contribution over the prior art, the inventions in the claims are classified as follows and the number of invention in this International Application is two.

(1) C1-5, 8-15, 17, 18 (Represented by claims 2, 13. Inventions relating to a detection based on phase shift. C1, 12 are classified under (1) for convenience.)

(2) C6, 7, 16 (Inventions relating to a detection based on amplitude change.)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H03K17/95(2006.01)i, G01B7/00(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 (IPC)) Int.Cl. H03K17/74-17/98, G01B7/00		
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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2006年 日本国実用新案登録公報 1996-2006年 日本国登録実用新案公報 1994-2006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
X A	JP 02-295222 A (富士電機株式会社) 1990. 12. 06, 第2-3 図 (ファミリーなし)	1, 8-12, 17, 18 2-5, 13-15
X A	JP 02-501615 A (アンドラエ レオンベルク ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフツング) 1990. 05. 31, 第1-7 図 & EP 0311128 A1 & WO 1989/003615 A1 & DE 3733943 A & DE 3871895 A	1, 8-12, 17, 18 2-5, 13-15
<input checked="" type="checkbox"/> C 欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 27. 11. 2006	国際調査報告の発送日 05. 12. 2006	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/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) 柳下 勝幸 電話番号 03-3581-1101 内線 3596	5 X 3 9 8 7

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 請求の範囲の番号
X A	JP 02-050521 A (アステックス株式会社) 1990. 02. 20, 第 1-3 図 (ファミリーなし)	1, 8-12, 17, 18 2-5, 13-15
X A	JP 64-029015 A (ラ テレメカニク エレクトリク) 1989. 01. 31, 第 1-7 図 & US 4893076 A1 & GB 2204135 A & GB 8809359 A0 & DE 3813734 A & FR 2614432 A & CH 0675491 A & IT 1216627 A & IT 1216627 B	1, 8-12, 17, 18 2-5, 13-15
X A	JP 02-501793 A (アンドラエ レオンベルク ゲゼルシャフト ミ ット ベシユレンクテル ハフツング) 1990. 06. 14, 第 1-2 図 & US 4985172 A1 & EP 0321504 A & EP 0311129 A1 & WO 1988/003525 A1 & WO 1989/003616 A1 & DE 3638119 A & DE 3733944 A & DE 3775934 C & DE 3775934 A & DE 3638119 A1 & NO 0883048 A & ES 2008763 A	1, 8-12, 17, 18 2-5, 13-15

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。
特別ページ参照。

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

請求の範囲 1 - 5, 8 - 15, 17, 18

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付を伴う異議申立てがなかった。

請求の範囲 1 - 18 に共通の事項は、「検出コイルにコンデンサを接続してなる共振回路に対して駆動信号を出力し、該駆動信号の出力停止後に前記共振回路から減衰状に出力される自由振動波の位相ズレ及び／又は振幅変化にもとづいて、金属の近接を検出すること」である。

しかしながら、先行技術；特開平 2 - 295222 号公報、特表平 2 - 501615 号公報に示されるように、上記の事項は新規でないから、PCT 規則 13.2 第 2 文の意味において特別な技術的特徴ではない。

それ故、請求の範囲全てに共通の事項はない。PCT 規則 13.2 第 2 文の意味において特別な技術的特徴と考えられる他の共通の事項は存在しないので、それらの相違する発明の間に PCT 規則 13 の意味における技術的な関連を見いだすことができない。

よって、請求の範囲 1 - 18 は発明の単一性の要件を満たしていない。

なお、請求の範囲 1、12 は上記先行技術に対して貢献を明示するものではないことにかんがみ、請求の範囲に記載された発明を以下のように区分し、本国際出願の発明の数は 2 個とする。

(1) C1 - 5, 8 - 15, 17, 18 (請求の範囲 2, 13 が代表。位相ズレに基づく検出に関する発明。便宜上 C1, 12 を (1) へ入れた。)

(2) C6, 7, 16 (振幅変化に基づく検出に関する発明。)