

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-291990  
(P2005-291990A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
G01N 27/80

F I  
G O I N 27/80

テーマコード (参考)  
2 G O 5 3

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2004-108954 (P2004-108954) (22) 出願日 平成16年4月1日(2004.4.1)</p>	<p>(71) 出願人 000001292 株式会社京三製作所 神奈川県横浜市鶴見区平安町2丁目29番地の1 (74) 代理人 100090033 弁理士 荒船 博司 (74) 代理人 100093045 弁理士 荒船 良男 (72) 発明者 松川 悟 神奈川県横浜市鶴見区平安町二丁目29番地の1 株式会社京三製作所内 Fターム(参考) 2G053 AA21 AB01 AB21 BA03 BA13 BC02 BC14 CA03 CB25</p>
--	--

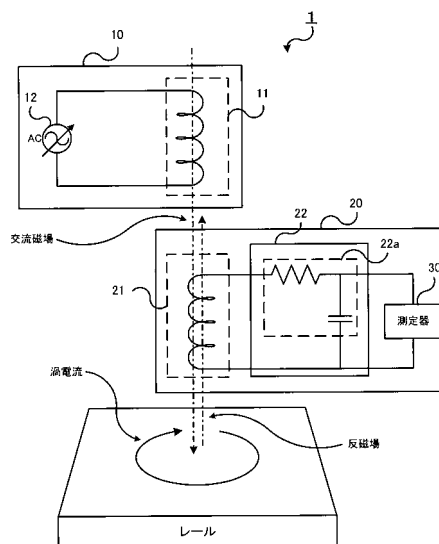
(54) 【発明の名称】 レール種別判別装置及びレール種別判別方法

(57) 【要約】

【課題】レールに流れる信号電流の影響を受けずに、レールの種別を容易に判別することができるレール種別判別装置及びレール種別判別方法を提供することである。

【解決手段】レールに交流磁場を印加してレールに渦電流による反磁場を発生させ、この印加された交流磁場及びレールに生じた反磁場の变化を誘起電圧の変化として検出し、この検出された交流磁場と反磁場とによる誘起電圧の位相差を測定するに際し、前記渦電流と前記レールに流れる信号電流との干渉を回避するために前記渦電流と信号電流との周波数の差を所定の値以上とするようにレールに印加する交流磁場の周波数を調整する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

レールに交流磁場を印加する磁場発生手段と、  
前記交流磁場及び当該交流磁場を受けて前記レールに生じる渦電流による反磁場の変化を誘起電圧の変化として検出する磁場検出手段と、  
前記検出された交流磁場及び反磁場による誘起電圧の位相差を測定する測定手段と、  
前記交流磁場の周波数を調整する調整手段と、  
を備えたことを特徴とするレール種別判別装置。

**【請求項 2】**

レールに交流磁場を印加する工程と、  
当該交流磁場及び当該交流磁場を受けて前記レールに生じる渦電流による反磁場の変化を誘起電圧の変化として検出する工程と、  
前記検出された交流磁場及び反磁場による誘起電圧の位相差を測定する工程と、  
前記測定された値に基づいて前記交流磁場の周波数を調整する工程と、  
を含むことを特徴とするレール種別判別方法。

10

**【請求項 3】**

種別判別対象のレールの少なくとも 3 以上の異なる位置で測定を行い、この測定により得られた値を比較することにより前記レールの種別を判別することを特徴とする請求項 2 に記載のレール種別判別方法。

**【請求項 4】**

前記測定を行う位置は、前記種別判別対象レールのレール端の頭部、レールの低部及びレール中央の頭部を含むことを特徴とする請求項 3 に記載のレール種別判別方法。

20

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、レール種別判別装置及びレール種別判別方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

現在、鉄道用に使用される主なレールは熱処理（焼き入れ）の違いにより、熱処理が施されていない普通レール（JIS E 1101）と、普通レールの頭部全断面にわたり熱処理が施された熱処理レール（Head hardened rails：JIS E 1120）と、普通レールの端頭部のみ

30

に熱処理が施された端部熱処理レール（End Hardened Rails：JIS E 1123）とに大別することができ、これらレールに関する詳細な規定が日本工業規格（JIS）に規定されている。

**【0003】**

上記したレールには敷設の際に、列車の電動機用電流を流すためのボンド線を銅テルミット法等の溶接法により溶接を行うが、銅テルミット法を用いた場合、熱処理レールだけは、溶接後、引張残留応力による亀裂の発生を防ぐため、溶接部の周囲を金属ハンマー等で叩き圧縮応力を加えるピーニング処理が必要となっている。しかしながら、既に敷設されたレールには種別の判別ができないようなものが少なからず存在する。このような場合

40

には、全てのレールに対しピーニング処理を行うことになる。この作業は終電後の深夜に行われることが多いため、近隣住民への騒音が問題となり、無駄な作業工数がかかるという問題がある。したがって、レールの種別を現場において判別可能にすることが急務である。

**【0004】**

ところで、一般に、敷設前のレールには、レール種別識別のための塗料がそれぞれ異なる色で塗布されており、この塗色に基づいてレール種別の判別が行われている。また、電磁コイル等により導電体に発生する渦電流を測定し、その測定値によって銅板等の金属板における熱処理等に伴って発生する電気的特性や磁気的特性における変態率を測定する方法が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

50

【特許文献1】特開平5 - 126798号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、塗色に基づいてレール種別を判別する方法は、既に敷設され使用されている列車のレールでは長期に亘る風雪等の環境条件により塗料が剥がれ落ちてしまうことがほとんどであり、レール種別を判別することが困難である。

【0006】

このような不都合を解消するために、特許文献1の方法をレール種別の判別のために適用することが考えられるが、製造メーカーの違いによりレールが含有する炭素や非金属の量が異なり、また、レールの温度等によってもレールの導電率等の特性が変化することから、レールに発生する渦電流等の特性は常に一定ではなく、様々な条件に対する補正が必要となるので、作業が複雑となる可能性がある。

10

【0007】

一方、既に敷設されているレールの種別判別を現場にて行う場合、レールには電車線から供給された電流を変電所へと送り返す帰線電流や列車検知のための列車検知軌条電流、電動機用電流等の信号電流が流れているため、特許文献1の方法では、信号電流と電磁コイルによる誘導電流との干渉により、測定を妨げるビート(うなり)が発生し、正常な観測を行うことができない。

【0008】

本発明の課題は、レールに流れる信号電流の影響を受けずに、レールの種別を容易に判別することができるレール種別判別装置及びレール種別判別方法を提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するために、請求項1に記載の発明は、  
レールに交流磁場を印加する磁場発生手段と、  
前記交流磁場及び当該交流磁場を受けて前記レールに生じる渦電流による反磁場の変化を誘起電圧の変化として検出する磁場検出手段と、  
前記検出された交流磁場及び反磁場による誘起電圧の位相差を測定する測定手段と、  
前記交流磁場の周波数を調整する調整手段と、  
を備えたことを特徴としている。

30

【0010】

また、上記課題を解決するために、請求項2に記載の発明は、  
レールに交流磁場を印加する工程と、  
当該交流磁場及び当該交流磁場を受けて前記レールに生じる渦電流による反磁場の変化を誘起電圧の変化として検出する工程と、  
前記検出された交流磁場及び反磁場による誘起電圧の位相差を測定する工程と、  
前記測定された値に基づいて前記交流磁場の周波数を調整する工程と、  
を含むことを特徴としている。

【0011】

請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の発明において、  
種別判別対象のレールの少なくとも3以上の異なる位置で測定を行い、この測定により得られた値を比較することにより前記レールの種別を判別することを特徴としている。

40

【0012】

請求項4に記載の発明は、請求項2に記載の発明において、  
前記測定を行う位置は、前記種別判別対象レールのレール端の頭部、レールの低部及びレール中央の頭部を含むことを特徴としている。

【発明の効果】

【0013】

請求項1に記載の発明によれば、レールに交流磁場を印加する磁場発生手段と、磁気発

50

生手段で交流磁場及びこの交流磁場を受けてレールに生じる渦電流による反磁場の変化を誘起電圧の変化として検出する磁場検出手段と、この検出された交流磁場及び反磁場による誘起電圧の位相差を測定する測定手段と、磁場発生手段で生じる交流磁場の周波数を調整する調整手段と、を備えたことにより、レールに流れる信号電流と交流磁場の印加により生じる渦電流とが干渉するような場合であっても、調整手段により交流磁場の周波数を調整することが可能であるため、信号電流と渦電流との周波数の差が所定の範囲以上となるように調整することができる。このことにより、レールに流れる信号電流の影響を受けずに、交流磁場と反磁場とによる誘起電圧の位相差を測定することが可能となる。また、交流磁場の印加によりレールに生じる反磁場は、レールに使用されている金属の組成や熱処理に相関して変化するため、これを利用してレールの種別を容易に判別することができる。 10

#### 【0014】

請求項2に記載の発明によれば、レールに交流磁場を印加してレールに渦電流による反磁場を発生させ、この印加された交流磁場及びレールに生じた反磁場の変化を誘起電圧の変化として検出し、この検出された交流磁場と反磁場とによる誘起電圧の位相差を測定し、この測定値に基づいて交流磁場の周波数の調整を行うようにしたことにより、レールに流れる信号電流と交流磁場の印加により生じる渦電流とが干渉するような場合であっても、測定値に基づいて信号電流と渦電流との周波数の差が所定の範囲以上となるように調整することができる。このことにより、レールに流れる信号電流の影響を受けずに、交流磁場と反磁場とによる誘起電圧の位相差を測定することが可能となる。また、交流磁場の印 20  
加によりレールに生じる反磁場は、レールに使用されている金属の組成や熱処理に相関して変化するため、これを利用してレールの種別を容易に判別することができる

#### 【0015】

請求項3に記載の発明によれば、種別判別対象のレールの少なくとも3以上の異なる位置で測定を行い、この測定により得られた値を比較することによってレールの種別を判別する。レールはその種別により、同一レール内の部位によって施された熱処理等により導電率等の特性が同じであったり、異なったりするため、少なくとも3つ以上の異なる部位での測定結果を相対的に比較することによりレールの種別を容易に判別することができる。

#### 【0016】

請求項4に記載の発明によれば、測定を行う位置は、前記種別判別対象レールのレール端の頭部、レール端の低部及びレール中央の頭部を少なくとも含むようにしたことにより、普通レール、熱処理レール及び端部熱処理レールを容易に判別することができる。 30

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0017】

以下、図に基づいて本発明を実施するための最良の形態について詳細に説明する。なお、発明の範囲は、本実施の形態に限定されないものとする。

#### 【0018】

図1は、本発明に係るレール種別判別装置1の基本動作原理を示す模式図である。

図1に示すように、レール種別判別装置1は、交流磁場を発生する磁場発生手段としての交流磁場発生回路10と、この交流磁場発生回路10から発せられた交流磁場と、この交流磁場がレールに印加されることによりレールに生じる渦電流の反磁場とを検出する磁場検出手段としての磁場検出回路20と、この検出された交流磁場及び反磁場による誘起電圧の位相差を測定する測定手段としての測定器30とを有して構成される。 40

#### 【0019】

交流磁場発生回路10は、コイル11と、このコイル11に流す交流電流の周波数を変化させることが可能な調整手段としての可変交流電源12とを有している。交流磁場発生回路10は、コイル11に可変交流電源12から交流電流を流すことで交流磁場を発生させる機能を有し、この交流磁場を導電性を有するレールに近づけることで、このレールに渦電流を発生させる。 50

## 【0020】

磁場検出回路20は、コイル21と信号処理回路22とを有しており、交流磁場発生回路10で発生する交流磁場及び交流磁場発生回路10による交流磁場の印加によりレールに発生する渦電流の反磁場を検出し、この検出された交流磁場及び反磁場による誘起電圧の位相差を信号処理回路22に含まれる図示しないPLL回路により抽出し、この抽出された位相差を測定値として測定器30に出力を行う。また、信号処理回路22は、積分回路22aを有しており、この積分回路22aにより後述するビートの圧縮を行う。

## 【0021】

測定器30は、磁場検出回路20から出力された交流磁場及び反磁場による誘起電圧の位相差をメータや表示装置等に表示を行う。

10

## 【0022】

ここで、交流磁場の印加によりレールに発生する渦電流の反磁場は、レールに使用されている金属の組成や熱処理の影響を受けるため、反磁束を磁場検出回路20で検出するとその違いを判別することができる。

## 【0023】

現在、主に3種類のレールが使用されており、熱処理が施されていない普通レールと、普通レールの頭部全断面にわたり熱処理が施された熱処理レールと、普通レールの端頭部のみ熱処理が施された端部熱処理レールとに大別することができる。

## 【0024】

図2を参照して、端部熱処理レールに施される熱処理を説明する。図2(a)、(b)は、それぞれ端部熱処理レールの頭部の横断面図及び縦断面図を示しており、斜線部が熱処理が施される部位を示している。なお、ここで示す熱処理が施される部位は、JISにより規格化されたものであり(End Hardened Rails: JIS E 1123)、図中に示した数値の単位はmmである。

20

## 【0025】

図2(a)に示すように、端部熱処理レールのレール頭頂部から15~30mmの深さ及び頭部表面から10mmの深さに熱処理が施されている。また、図2(a)に示した深度の熱処理は、図2(b)に示すように、レール端から170mm(定常効果部100±10、透減部40以下、軟化部20以下)の範囲に施されている。

## 【0026】

そのため、図3に示すように、レール端の頭部(図中a;以下、レール端頭部という)、レールの低部(図中b;以下、レール底部という)及びレール端から170mm以上離れたレール中央の頭部(図中c;以下、レール中央頭部という)の3箇所で、それぞれ交流磁場発生回路10による交流磁場の印加により発生する反磁場を磁場検出回路20及び測定器30で測定し、それぞれ得られた測定値を相対的に比較することにより、レールの種別を判別することが可能となる。

30

## 【0027】

具体的に説明すると、普通レールでは熱処理が施されないため、上記した3箇所での測定値は全て同一の値となる。端部熱処理レールでは、上記したようにレール端から170mmの範囲に渡りレール端頭部に熱処理が施されているため、上記した3箇所のうちレール端頭部のみが、他の2箇所の測定値と異なる値となる。また、熱処理レールでは、レール頭部全体に熱処理が施されているため、上記した3箇所のうちレール低部のみが、他の2箇所の測定値と異なる値となる。

40

## 【0028】

このことから、表1に示すようにレールのレール端頭部、レール底部、レール中央頭部での反磁場を測定しその測定値を相対的に比較することにより、普通レール、端部熱処理レール、熱処理レールの3種類の種別を判別することができる。なお、表1は、レール中央頭部を基準として他の2箇所と比較した場合の測定値の違いの有無を示しており、測定値に違いが無い場合を印で、違いがある場合を×印で示している。

## 【0029】

50

【表 1】

レール種別	端頭部	底部
普通レール	○	○
端部熱処理レール	×	○
熱処理レール	○	×

## 【0030】

なお、レール種別判別装置 1 により測定する位置をレール端頭部、レール底部、レール中央頭部としたが、これに限らず、その他の位置であってもよい。また、レール種別判別装置 1 により測定する箇所を 3 箇所としたが、これに限らず、4 箇所以上であってもよいし、2 箇所以下であってもよい。また、頭頂部は、列車の重量や磨耗等で金属の組成が変化している可能性があるため、レール頭部を測定する際には、頭頂部を測定するのではなく、頭部の側部で測定することが好ましい。

10

## 【0031】

以上のように、種別判別対象のレールの測定を行う位置を、レール端頭部、レール底部及びレール中央頭部としたことにより、普通レール、熱処理レール及び端部熱処理レールを判別することができる。

## 【0032】

また、既に敷設されているレールには、電車線から供給された電流を変電所へと送り返す帰線電流や列車検知のための列車検知軌条電流、電動機用電流等の信号電流が流れており、この信号電流と交流磁場発生回路 10 がレールに交流磁場を印加することで発生する渦電流とが干渉して、測定を妨げるビートが発生してしまう可能性がある。そのため、交流磁場発生回路 10 の可変交流電源 12 の周波数を調整することによって、干渉する二つの周波数を離すことによってビート現象の影響を減少させる。

20

## 【0033】

以下、ビートの減少処理について説明する。

図 4 は、レールに流れる信号電流とレールに発生する渦電流との干渉により発生するビートを説明するための図である。ここで、信号電流の周波数を  $f_1$  とし、電磁誘導によりレールに発生する渦電流の周波数を  $f_2$  とする（ここで、 $f_1 \neq f_2$ ）。なお、説明の簡略化のため二つの電流の振幅は等しいものとする。

30

## 【0034】

図中  $W_1$  は、信号電流の周波数  $f_1$  の波形と渦電流の周波数  $f_2$  の波形との干渉により合成された波形を示しており、図に示すとおり、振幅が定期的に強弱を繰り返す波形となる。この振幅の変化に伴って、ビートが発生しその波形を図中  $W_2$  で示している。なお、ここでビートの周波数は、 $|f_1 - f_2|$  となる。

## 【0035】

ビートの周波数は、レールに流れる信号電流と交流磁場発生回路 10 の可変交流電源 12 が出力する交流電流との周波数の関係から、数 Hz から数百 Hz となるが、レールには様々な周波数の電流が流れているため、レールに渦電流を発生するための交流電流の周波数を固定にしていると、ビートの周波数を 100 Hz 以上にすることは困難である。ビートの周波数が 100 Hz 程度以下になった場合は、測定器 30 で得られる測定値がビートの周波数に伴って変化してしまうため有効な値を読み取ることができない。

40

## 【0036】

一方、レール種別判別装置 1 は、信号処理回路 22 内に図 1 で示したような積分回路 22a を有しており、ある程度はビートを圧縮することが可能であるが、レール敷設された場所によってはビートは 1 Hz 以下になることもあり、それを圧縮するのに十分な時定数を選ぶと、時定数は数百秒にもなってしまうため測定に時間がかかり過ぎ、実用にならない。

## 【0037】

そこで、干渉する二つの周波数差を、可変交流電源 12 の周波数を調整することによ

50

て大きくすることにより、積分回路 2 2 a での圧縮に実用可能な時定数とすることが可能となり、測定器 3 0 にて有効な測定値を得ることができる。ここで、可変交流電源 1 2 の周波数を調整は、測定値の揺らぎ具合を判定する回路をさらに備え、その判定結果にもとづいて自動で調整を行うようにしてもよいし、測定器 3 0 に出力される測定値の揺らぎ具合から手動で調整を行うようにしてもよい。なお、周波数差は 2 0 0 H z 以上であることが好ましい。

#### 【 0 0 3 8 】

なお、ビートの圧縮が可能であり、測定が可能な状態（有効な測定値が読み取りが可能な状態）に可変交流電源 1 2 の周波数を調整したとしても、ビートは発生しているが、同一レールの同一部分であれば、常に同じ測定値となる。したがって、本発明でのレール種別の判別方法は、レールの特定の部分での測定値と他の部分での測定値とを相対的に比較することによって行うため、測定値自体に格別な厳密性は必要なく、有効な測定値の読み取り可能な状態であればレールの種別を判別することが可能である。

10

#### 【 0 0 3 9 】

以上説明したように、レールに交流磁場を印加してレールに渦電流による反磁場を発生させ、この印加された交流磁場及びレールに生じた反磁場の变化を誘起電圧の変化として検出し、この検出された交流磁場と反磁場とによる誘起電圧の位相差を測定するに際し、レールに発生した渦電流とレールに流れる信号電流との干渉を回避するために渦電流と信号電流との周波数の差を所定の値以上となるように可変交流電源 1 2 の周波数を調整するようにしたことにより、レールに流れる信号電流の影響を受けずに、交流磁場と反磁場とによる誘起電圧の位相差を測定することが可能であり、このように得られた複数箇所の測定値を相対的に比較することによって、レールの種別を容易に判別することができる。

20

#### 【 0 0 4 0 】

本実施の形態におけるレール種別判別装置 1 の細部構成及び詳細動作に関しては、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

#### 【 図面の簡単な説明 】

#### 【 0 0 4 1 】

【 図 1 】 レール種別判別装置の基本的な形態の一例を示すブロック図である。

【 図 2 】 端部熱処理レールの熱処理が施された範囲を示す図である。

【 図 3 】 レール種別判別装置によるレールの測定位置を説明する図である。

30

【 図 4 】 レールに流れる信号電流とレールに発生する渦電流との干渉により発生するビートを説明するための図である。

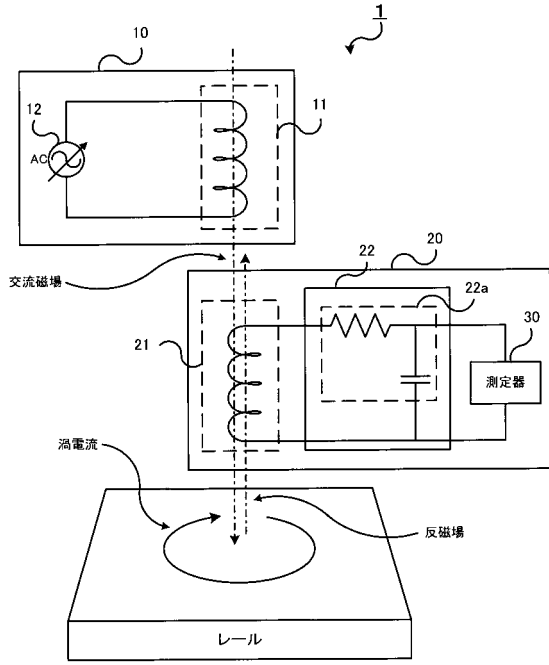
#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 0 4 2 】

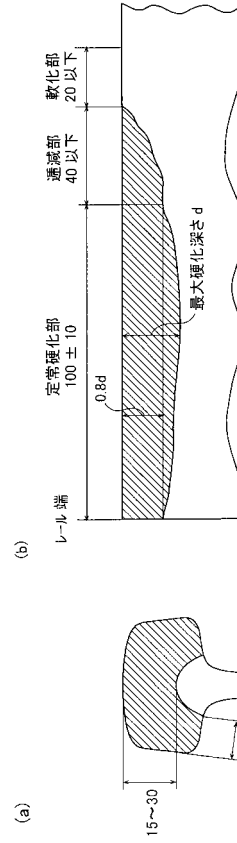
- 1 レール種別判別装置
- 1 0 交流磁場発生回路
- 1 1 コイル
- 1 2 可変交流電源
- 2 0 磁場検出回路
- 2 1 コイル
- 2 2 信号処理回路
- 2 2 a 積分回路
- 3 0 測定器

40

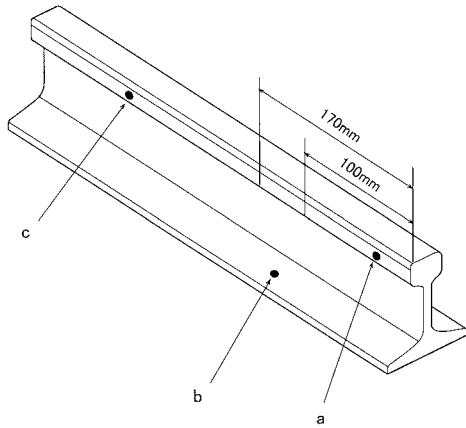
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

