

(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  
2017年10月12日(12.10.2017)



(10) 国際公開番号  
WO 2017/175276 A1

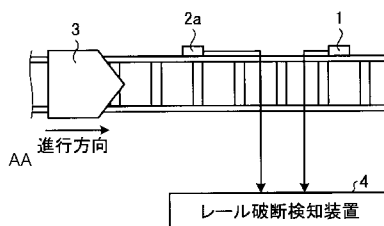
- (51) 国際特許分類:  
B61L 23/04 (2006.01) G01M 7/02 (2006.01)  
G01H 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/061033
- (22) 国際出願日: 2016年4月4日(04.04.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 明日香 昌(ASUKA, Masashi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 辻田 亘(TSUJITA, Wataru); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 武輪 知明(TAKEWA, Tomoaki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 澤 良次(SAWA, Yoshitsugu); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 高村 順(TAKAMURA, Jun); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 特許業務法人酒井国際特許事務所 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, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (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).

[続葉有]

(54) Title: RAIL BREAKAGE DETECTION DEVICE

(54) 発明の名称: レール破断検知装置

[図9]



4 Rail breakage detection device  
AA Direction of travel

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a rail breakage detection device which can be implemented with a simple configuration independent of the environment where the rail is laid. The rail breakage detection device, which detects rail breakage, is provided with a waveform similarity determination unit 43 which receives input of an output waveform from a first vibration sensor 1 and an output waveform from a second vibration sensor 2 and determines the degree of similarity between the output waveforms, wherein the first vibration sensor 1 and the second vibration sensor 2 are mounted on different rail positions. The first vibration sensor 1 and the second vibration sensor 2 may be mounted on the same rail or may be mounted on different rails.

(57) 要約: レールの設置環境によらず、簡易な構成で実現可能なレール破断検知装置を得ることを目的とし、レールの異なる箇所に各々装着された第1の振動センサ1からの出力波形及び第2の振動センサ2からの出力波形が入力されて、これらの出力波形の類似度を判定する波形類似度判定部43を備え、レールの破断を検知する。第1の振動センサ1と第2の振動センサ2とは、同一のレールに装着されていてもよいし、異なるレールに装着されていてもよい。



WO 2017/175276 A1

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**： レール破断検知装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、レール破断検知装置に関するものである。

### 背景技術

[0002] 従来技術である特許文献1には、レールに設置した振動センサの振動情報のしきい値判定によりレールの破断検知を行う技術が開示されている。

### 先行技術文献

### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2015-34452号公報

### 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、上記従来技術によれば、レールの破断検知にレールの共振周波数を用いている。そのため、レールの設置環境毎に判定用のしきい値を逐一設定しなければならない、という問題があった。

[0005] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、レールの設置環境によらず、簡易な構成で実現可能なレール破断検知装置を得ることを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0006] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、レールの異なる箇所に各々装着された複数の振動センサの出力波形が入力されるレール破断検知装置であって、複数の前記出力波形を比較して類似度を判定する波形類似度判定部を備え、前記レールの破断を検知することを特徴とする。

### 発明の効果

[0007] 本発明によれば、レールの設置環境によらず、簡易な構成で実現可能なレール破断検知装置を得ることができる、という効果を奏する。

### 図面の簡単な説明

- [0008] [図1]実施の形態1にかかるレール破断検知装置及び周辺構成の一例を示す図  
[図2]実施の形態1にかかるレール破断検知装置の構成の一例と、振動センサとを示す図  
[図3]実施の形態1においてレール破断検知装置の動作の一例を示すフローチャート  
[図4]実施の形態1において波形類似度判定部が連続波形類似度判定部を備えていない場合のレール破断検知装置の動作の一例を示すフローチャート  
[図5]実施の形態1において波形類似度判定部がインパルス波形類似度判定部を備えていない場合のレール破断検知装置の動作の一例を示すフローチャート  
[図6]2本のレールに破断がないときの振動波形の一例を示す図  
[図7]2本のレールのいずれかに破断があるときの振動波形の一例を示す図  
[図8]実施の形態1にかかるレール破断検知装置を実現するハードウェアの一般的な構成の一例を示す図  
[図9]実施の形態2にかかるレール破断検知装置及び周辺構成の一例を示す図
- 発明を実施するための形態**

[0009] 以下に、本発明の実施の形態にかかるレール破断検知装置を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

[0010] 実施の形態1.

図1は、本発明の実施の形態1にかかるレール破断検知装置4及び周辺構成の一例を示す図である。図1には、2本のレールの一方に装着された第1の振動センサである振動センサ1と、2本のレールの他方に装着された第2の振動センサである振動センサ2と、2本のレール上を走行する列車3と、レール破断検知装置4とが示されている。振動センサ1, 2は、レールの振動を計測する。列車3は、振動センサ1, 2に近づく方向に2本のレール上を走行している。

[0011] 図2は、実施の形態1にかかるレール破断検知装置4の構成の一例と、振

動センサ 1, 2 とを示す図である。図 2 に示すレール破断検知装置 4 は、波形分離部 4 1, 4 2 と、波形類似度判定部 4 3 とを備える。波形類似度判定部 4 3 は、インパルス波形類似度判定部 4 4 と、連続波形類似度判定部 4 5 とを備える。

- [0012] 第 1 の波形分離部である波形分離部 4 1 は、振動センサ 1 の出力波形をインパルス波形と連続波形とに分離して出力する。この強制振動成分であるインパルス波形を便宜上第 1 のインパルス波形と記載し、この自由振動成分である連続波形を便宜上第 1 の連続波形と記載する。第 2 の波形分離部である波形分離部 4 2 は、振動センサ 2 の出力波形をインパルス波形と連続波形とに分離して出力する。このインパルス波形を便宜上第 2 のインパルス波形と記載し、この連続波形を便宜上第 2 の連続波形と記載する。ここで、波形分離を行う方法には、波形解析、時間周波数解析、フーリエ解析、ウェーブレット解析及びスパース解析を例示することができる。
- [0013] 波形類似度判定部 4 3 は、インパルス波形類似度判定部 4 4 及び連続波形類似度判定部 4 5 の少なくとも一方を用いて、波形分離部 4 1 からの出力波形と波形分離部 4 2 からの出力波形とを比較して類似度の判定を行い、この類似度からレール破断を検知する。波形類似度判定部 4 3 は、列車 3 が振動センサ 1, 2 に近づく際にはインパルス波形により比較を行い、列車 3 が振動センサ 1, 2 から遠ざかる際には連続波形により比較を行う。
- [0014] インパルス波形類似度判定部 4 4 は、波形分離部 4 1 からの第 1 のインパルス波形と、波形分離部 4 2 からの第 2 のインパルス波形とを比較してインパルス波形の類似度の判定を行う。
- [0015] 連続波形類似度判定部 4 5 は、波形分離部 4 1 からの第 1 の連続波形と、波形分離部 4 2 からの第 2 の連続波形とを比較して連続波形の類似度の判定を行う。
- [0016] ここで、波形類似度を判定する波形比較には、RMS (Root Mean Square) 値を比較する方法を例示することができる。RMS 値を比較する場合には、振動強度の RMS 値の比が予め決められたしきい値の範

囲内に収まっていればレール破断していないと判定し、振動強度のRMS値の比が予め決められたしきい値の範囲内に収まっていなければレール破断していると判定する。又は、波形類似度を判定する波形比較には、インパルス振動の最も強い値を比較してもよいし、時系列データの相互相関値を比較してもよい。

[0017] 図3は、実施の形態1においてレール破断検知装置4の動作の一例を示すフローチャートである。まず、処理をスタートし、波形分離部41、42が、2つの振動センサからの波形を強制振動成分でありインパルス波形の成分であるインパルス波形と、自由振動成分であり連続波形の成分である連続波形とに各々分離する(S11)。次に、インパルス波形類似度判定部44が、インパルス波形が類似しているか否かを判定する(S12)。インパルス波形が類似している場合には(S12:Yes)、連続波形類似度判定部45が、分離された波形の連続波形成分が類似しているか否かを判定する(S13)。連続波形が類似している場合には(S13:Yes)、波形類似度判定部43は、レール破断なしと判定し(S14)、処理を終了する。インパルス波形が類似していない場合(S12:No)又は連続波形が類似していない場合(S13:No)には、波形類似度判定部43は、レール破断ありと判定し(S15)、処理を終了する。

[0018] なお、図2に示す波形類似度判定部43は、インパルス波形類似度判定部44と、連続波形類似度判定部45とを備え、図3においては、インパルス波形及び連続波形の双方を用いて波形の類似度を判定しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、波形類似度判定部43は、インパルス波形類似度判定部44及び連続波形類似度判定部45の少なくともいずれか一方を備えていればよい。

[0019] 図4は、実施の形態1において波形類似度判定部43が連続波形類似度判定部45を備えていない場合のレール破断検知装置4の動作の一例を示すフローチャートである。まず、処理をスタートし、波形分離部41、42が、2つの振動センサからの波形から強制振動成分でありインパルス波形の成分

であるインパルス波形を各々抽出する（S 1 1 a）。次に、インパルス波形類似度判定部 4 4 が、抽出した各インパルス波形が類似しているか否かを判定する（S 1 2）。インパルス波形が類似している場合には（S 1 2 : Y e s）、波形類似度判定部 4 3 は、レール破断なしと判定し（S 1 4）、処理を終了する。インパルス波形が類似していない場合（S 1 2 : N o）には、波形類似度判定部 4 3 は、レール破断ありと判定し（S 1 5）、処理を終了する。

[0020] 図 5 は、実施の形態 1 において波形類似度判定部 4 3 がインパルス波形類似度判定部 4 4 を備えていない場合のレール破断検知装置 4 の動作の一例を示すフローチャートである。まず、処理をスタートし、波形分離部 4 1、4 2 が、2 つの振動センサからの波形から自由振動成分である連続波形を各々抽出する（S 1 1 b）。次に、連続波形類似度判定部 4 5 が、抽出した各連続波形が類似しているか否かを判定する（S 1 3）。連続波形が類似している場合には（S 1 3 : Y e s）、波形類似度判定部 4 3 は、レール破断なしと判定し（S 1 4）、処理を終了する。連続波形が類似していない場合（S 1 3 : N o）には、波形類似度判定部 4 3 は、レール破断ありと判定し（S 1 5）、処理を終了する。

[0021] 図 6 は、2 本のレールに破断がないときの振動波形の一例を示す図である。そして、図 7 は、2 本のレールのいずれかに破断があるときの振動波形の一例を示す図である。図 6 においては 2 本のレールに破断がないので、振動センサ 1 の出力波形 5 1 と、振動センサ 2 の出力波形 5 2 とは類似した波形形状となる。図 7 においては振動センサ 2 が装着されたレールに破断があるので、振動センサ 1 の出力波形 6 1 と、振動センサ 2 の出力波形 6 2 とは非類似の波形形状となる。

[0022] このように、本実施の形態によれば、レールの異なる箇所に装着された複数の振動センサの出力波形を比較して類似度を判定することで、レールの設置環境毎に判定用のしきい値を逐一設定することなく、すなわち、レールの設置環境によらず、簡易な構成でレールの破断を検知することができる。ま

た、振動センサの出力波形をインパルス波形と連続波形とに分離することで、検知精度を向上させることができる。

[0023] なお、上記説明した本実施の形態において、レール破断検知装置4は、少なくともプロセッサと、メモリと、入力部とを備え、各装置の動作はソフトウェアにより実現する。図8は、本実施の形態にかかるレール破断検知装置4を実現するハードウェアの一般的な構成の一例を示す図である。図8に示す装置は、プロセッサ46、メモリ47及び入力部48を備える。プロセッサ46は受信したデータを用いてソフトウェアによる演算及び制御を行う。メモリ47は受信したデータ又はプロセッサ46が演算及び制御を行うに際して必要なデータ及びソフトウェアの記憶を行う。入力部48は、振動センサ1, 2の出力波形を入力とする。なお、プロセッサ46及びメモリ47は、各々複数設けられていてもよい。

[0024] 実施の形態2.

実施の形態1においては、2つの振動センサを異なるレールに装着した形態について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。本実施の形態にて示すように、2つの振動センサが同一のレールに装着されていてもよい。

[0025] 図9は、本発明の実施の形態2にかかるレール破断検知装置4及び周辺構成の一例を示す図である。図9には、2本のレールの一方に装着された第1の振動センサである振動センサ1と、振動センサ1が装着されたレールと同一のレールに装着された第2の振動センサである振動センサ2aと、2本のレール上を走行する列車3と、レール破断検知装置4とが示されている。列車3は、振動センサ1, 2aに近づくように2本のレール上を走行している。

[0026] 図9に示すように、同一のレールに振動センサ1及び振動センサ2aが装着された場合であっても、2本のレールに破断がない場合には、振動センサ1の出力波形51と、振動センサ2aの出力波形52とは類似した波形形状となり、振動センサ2aが装着されたレールに破断がある場合には、振動セ

ンサ 1 の出力波形と、振動センサ 2 a の出力波形とは非類似の波形形状となる。なお、レールに破断がある場合には、伝搬する波の伝搬時間が変化するため、また、波形の類似度の演算時に予め設定された伝搬時間幅の範囲内で行うことで、振動センサ 1 の出力波形と、振動センサ 2 a の出力波形とは非類似の波形形状となる。

[0027] なお、実施の形態 1, 2 によれば、レールの破断のみならず、レールの劣化を検知することも可能である。

[0028] レールの破断検知にレールの共振周波数を用いる技術では、レールの設置環境毎に判定用のしきい値を逐一設定しなければならない。実施の形態 1, 2 によれば、異なる 2 つ以上の場所のレールの振動の類似度からレール破断を検知するので、レールの材質、レールの施設方法及びレールが設置された地盤の影響を受けないため、レール破断を検知するしきい値の設定が不要である。

[0029] また、電流値を参照することでレールの破断検知を行う技術では、レールが部分的に破断した場合を検知することができない。実施の形態 1, 2 によれば、電流を用いないので、部分的なレール破断を検知することも可能である。

[0030] また、左右のレールの画像データを比較することでレールの破断検知を行う技術では、画像データを取得する画像センサが汚れに弱く、画像センサにはオイルミスト及び鉄粉が付着することが想定されるため、頻繁な保守作業を要する。実施の形態 1, 2 では、このような頻繁な保守作業は不要である。

[0031] また、複数個の振動センサで計測した振動情報を比較するので、車両の踏切横断に起因する衝撃波による誤検知も生じない。なお、実施の形態 1, 2 では 2 つの振動センサを用いる場合を例示したが、本発明はこれに限定されず、振動センサは複数個設けられていればよい。

[0032] なお、実施の形態 1, 2 は、路線上の曲線部を含む区間に適用することが好ましい。路線上の曲線部では、車輪との摩擦によってレール破断が生じや

すいからである。路線上の曲線部の曲率半径が小さい箇所に適用することが特に好ましい。

[0033] なお、本実施の形態は、路線上の溶接部を含む区間に適用することも好ましい。路線上の溶接部では、レール破断が生じやすいからである。

[0034] 以上の実施の形態に示した構成は、本発明の内容の一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

### 符号の説明

[0035] 1, 2, 2 a 振動センサ、3 列車、4 レール破断検知装置、4 1, 4 2 波形分離部、4 3 波形類似度判定部、4 4 インパルス波形類似度判定部、4 5 連続波形類似度判定部、4 6 プロセッサ、4 7 メモリ、4 8 入力部、5 1, 5 2, 6 1, 6 2 出力波形。

## 請求の範囲

- [請求項1] レールの異なる箇所 to 各々装着された複数の振動センサの出力波形が入力されるレール破断検知装置であって、  
複数の前記出力波形を比較して類似度を判定する波形類似度判定部を備え、  
前記類似度により前記レールの破断を検知することを特徴とするレール破断検知装置。
- [請求項2] 前記複数の振動センサは同一のレールに設けられていることを特徴とする請求項1に記載のレール破断検知装置。
- [請求項3] 前記複数の振動センサが、路線上の曲線部を含む区間の振動を検知することを特徴とする請求項1に記載のレール破断検知装置。
- [請求項4] 前記複数の振動センサが、路線上の溶接部を含む区間の振動を検知することを特徴とする請求項1に記載のレール破断検知装置。
- [請求項5] レールに装着された第1の振動センサからの第1の出力波形と、前記第1の振動センサとは異なる位置に装着された第2の振動センサからの第2の出力波形とが入力されるレール破断検知装置であって、  
前記第1の出力波形と前記第2の出力波形とを比較して前記第1の出力波形と前記第2の出力波形との類似度を判定する波形類似度判定部を備え、  
前記類似度により前記レールの破断を検知することを特徴とするレール破断検知装置。
- [請求項6] レールに装着された第1の振動センサからの第1の出力波形と、前記第1の振動センサとは異なる位置に装着された第2の振動センサからの第2の出力波形とが入力されるレール破断検知装置であって、  
前記第1の振動センサの出力波形を分離して第1のインパルス波形及び第1の連続波形を出力する第1の波形分離部と、  
前記第2の振動センサの出力波形を分離して第2のインパルス波形及び第2の連続波形を出力する第2の波形分離部と、

前記第1のインパルス波形と前記第2のインパルス波形との比較及び前記第1の連続波形と前記第2の連続波形との比較の少なくともいずれか一方を行って、前記第1の出力波形と前記第2の出力波形との類似度を判定する波形類似度判定部とを備え、

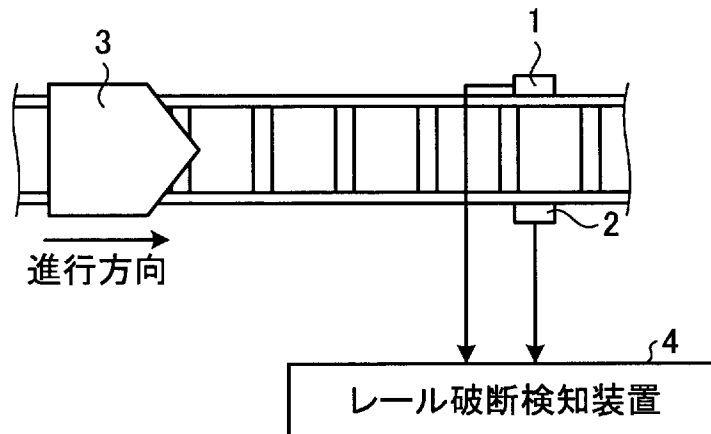
前記類似度によりレールの破断を検知することを特徴とするレール破断検知装置。

[請求項7] 前記第1の振動センサは、前記第2の振動センサと同一のレールに設けられていることを特徴とする請求項5又は請求項6に記載のレール破断検知装置。

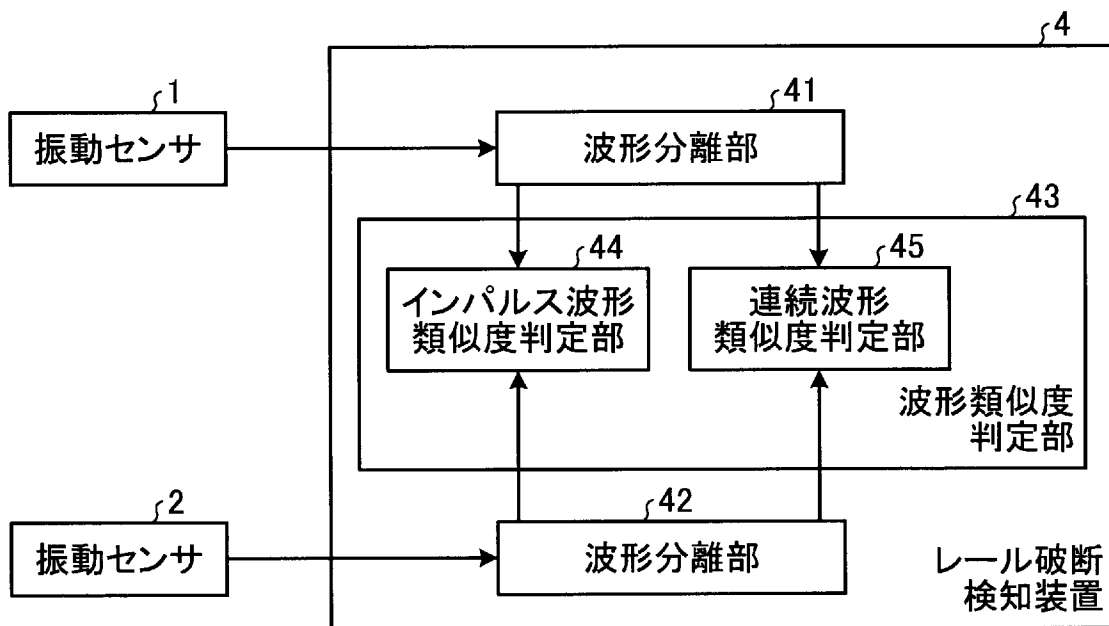
[請求項8] 前記第1及び第2の振動センサが、路線上の曲線部を含む区間の振動を検知することを特徴とする請求項5又は請求項6に記載のレール破断検知装置。

[請求項9] 前記第1及び第2の振動センサが、路線上の溶接部を含む区間の振動を検知することを特徴とする請求項5又は請求項6に記載のレール破断検知装置。

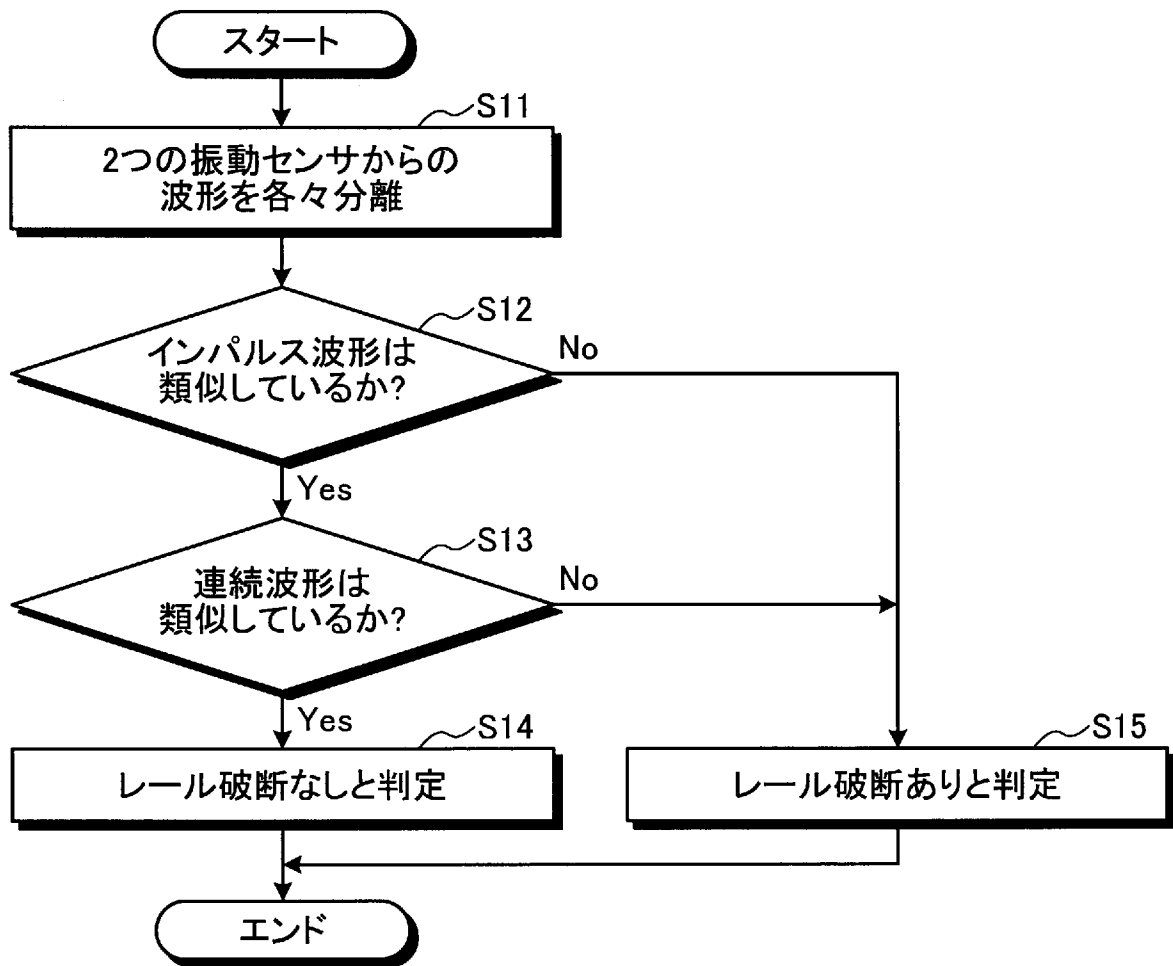
[図1]



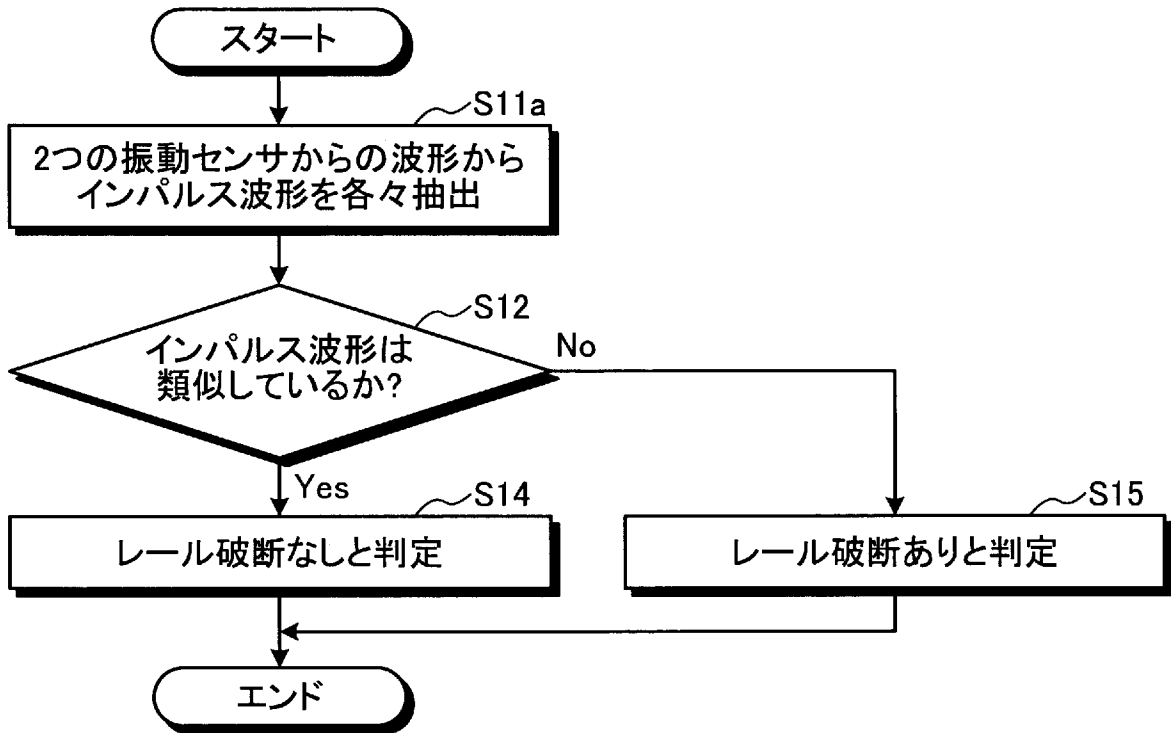
[図2]



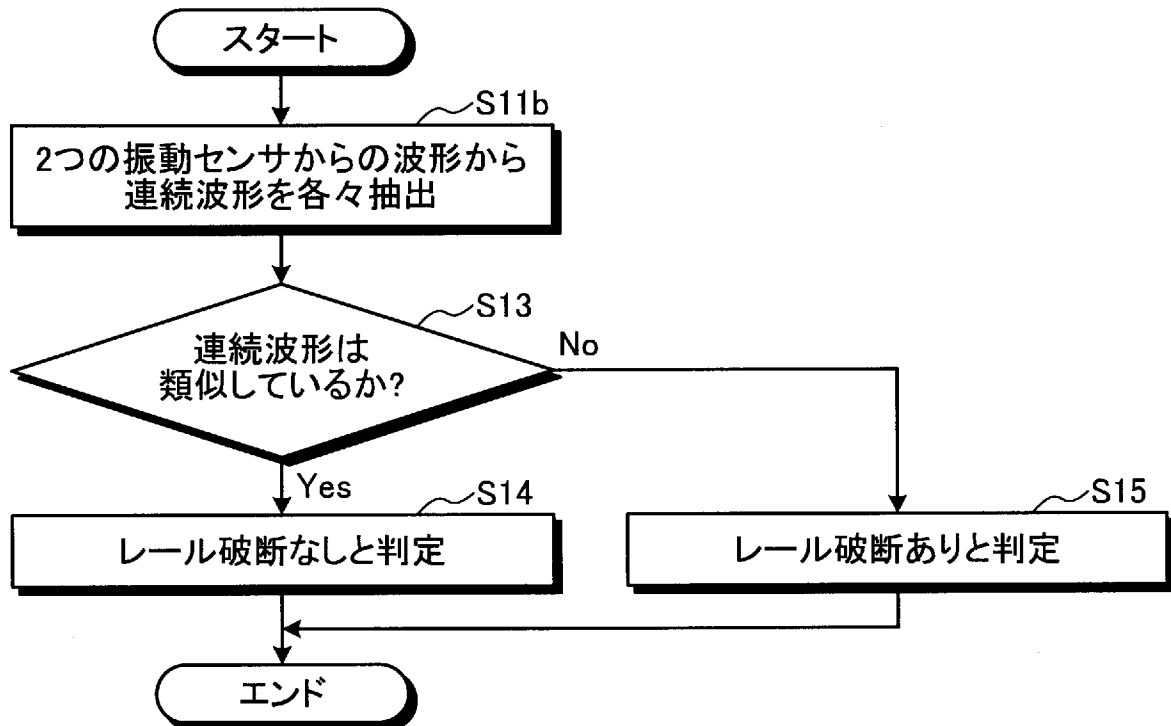
[図3]



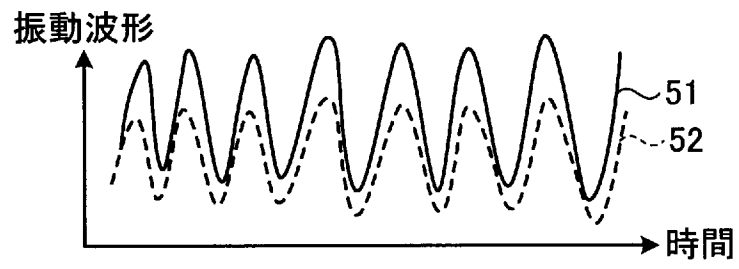
[図4]



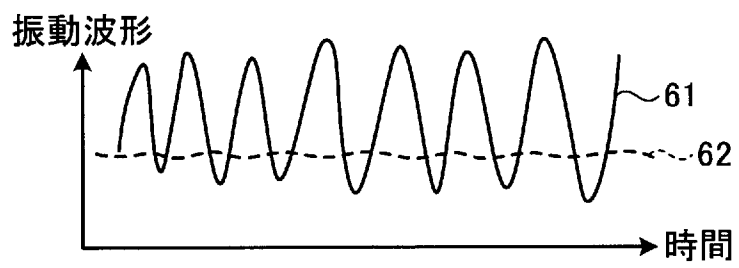
[図5]



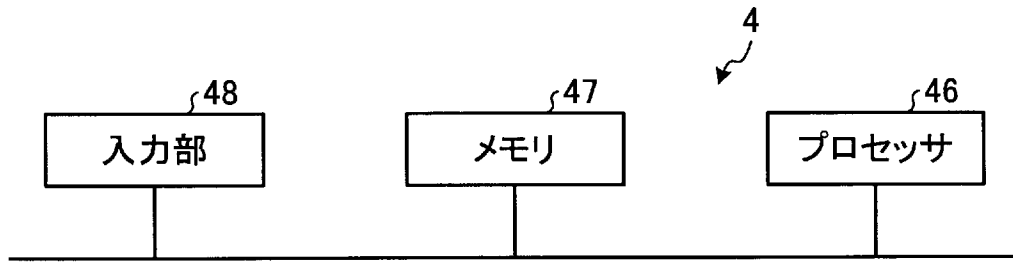
[図6]



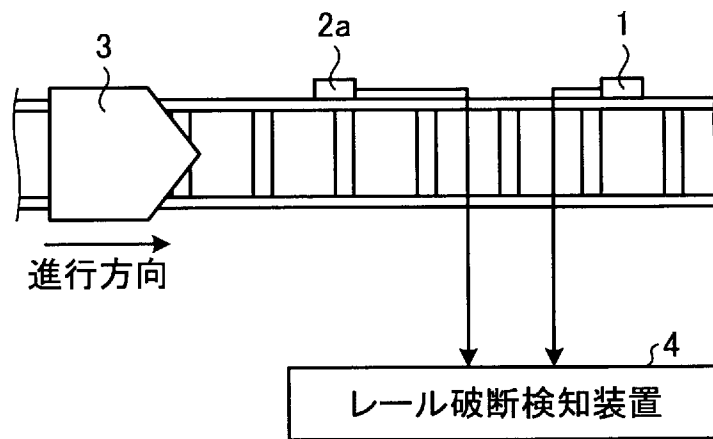
[図7]



[図8]



[図9]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2016/061033

<p><b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>  <i>B61L23/04(2006.01)i, G01H1/00(2006.01)i, G01M7/02(2006.01)i</i></p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>														
<p><b>B. FIELDS SEARCHED</b></p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  <i>B61L23/04, G01H1/00, G01M7/02</i></p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  <i>Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2016</i>  <i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016</i></p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>														
<p><b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y A</td> <td>JP 7-333054 A (West Japan Railway Co.), 22 December 1995 (22.12.1995), paragraphs [0001] to [0018]; fig. 1 to 4 (Family: none)</td> <td>1-5, 7-9 6</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2015/0068296 A1 (THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA), 12 March 2015 (12.03.2015), paragraphs [0027] to [0028]; fig. 2B &amp; WO 2013/152018 A1</td> <td>1-5, 7-9</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 11-118770 A (Tokimec Inc.), 30 April 1999 (30.04.1999), paragraphs [0001], [0011], [0017] (Family: none)</td> <td>4, 9</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y A	JP 7-333054 A (West Japan Railway Co.), 22 December 1995 (22.12.1995), paragraphs [0001] to [0018]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-5, 7-9 6	Y	US 2015/0068296 A1 (THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA), 12 March 2015 (12.03.2015), paragraphs [0027] to [0028]; fig. 2B & WO 2013/152018 A1	1-5, 7-9	Y	JP 11-118770 A (Tokimec Inc.), 30 April 1999 (30.04.1999), paragraphs [0001], [0011], [0017] (Family: none)	4, 9
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
Y A	JP 7-333054 A (West Japan Railway Co.), 22 December 1995 (22.12.1995), paragraphs [0001] to [0018]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-5, 7-9 6												
Y	US 2015/0068296 A1 (THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA), 12 March 2015 (12.03.2015), paragraphs [0027] to [0028]; fig. 2B & WO 2013/152018 A1	1-5, 7-9												
Y	JP 11-118770 A (Tokimec Inc.), 30 April 1999 (30.04.1999), paragraphs [0001], [0011], [0017] (Family: none)	4, 9												
<p><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.      <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>														
<p>* Special categories of cited documents:</p> <table border="0"> <tr> <td>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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)</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td>“&amp;” document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </table>			“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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	“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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	“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)	“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	“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	“&” document member of the same patent family	“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed			
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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													
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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													
“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)	“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													
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	“&” document member of the same patent family													
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed														
<p>Date of the actual completion of the international search 18 April 2016 (18.04.16)</p>		<p>Date of mailing of the international search report 26 April 2016 (26.04.16)</p>												
<p>Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan</p>		<p>Authorized officer</p> <p>Telephone No.</p>												

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2016/061033

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-151560 A (Nagoya University), 03 July 2008 (03.07.2008), paragraph [0037] (Family: none)	6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. B61L23/04(2006.01)i, G01H1/00(2006.01)i, G01M7/02(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. B61L23/04, G01H1/00, G01M7/02			
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 1971-2016年 日本国実用新案登録公報 1996-2016年 日本国登録実用新案公報 1994-2016年			
国際調査で利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 7-333054 A（西日本旅客鉄道株式会社）1995.12.22, 段落0001-0018、図1-4（ファミリーなし）	1-5, 7-9 6	
Y	US 2015/0068296 A1（THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA）2015.03.12, 段落0027-0028、図2B & WO 2013/152018 A1	1-5, 7-9	
Y	JP 11-118770 A（株式会社トキメック）1999.04.30, 段落0001、0011、0017（ファミリーなし）	4, 9	
<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		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 18.04.2016		国際調査報告の発送日 26.04.2016	
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） 高田 基史	3H 5268 電話番号 03-3581-1101 内線 3316

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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
A	JP 2008-151560 A (国立大学法人名古屋大学) 2008.07.03, 段落0 037 (ファミリーなし)	6