

(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2014-80133

(P2014-80133A)

(43) 公開日 平成26年5月8日(2014.5.8)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B 6 1 L 23/00</b> (2006.01)	B 6 1 L 23/00	2 D 0 5 7
<b>E 0 1 B 35/00</b> (2006.01)	E 0 1 B 35/00	5 H 1 6 1

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2012-230009 (P2012-230009)	(71) 出願人	000003388 東京計器株式会社 東京都大田区南蒲田2丁目16番46号
(22) 出願日	平成24年10月17日 (2012.10.17)	(71) 出願人	504412451 東京計器レールテクノ株式会社 東京都大田区南蒲田二丁目十六番四十六号
		(74) 代理人	100103573 弁理士 山口 栄一
		(72) 発明者	園分 精二 東京都大田区南蒲田二丁目十六番四十六号 東京計器レールテクノ株式会社内
		(72) 発明者	若泉 貴之 東京都大田区南蒲田二丁目十六番四十六号 東京計器レールテクノ株式会社内

最終頁に続く

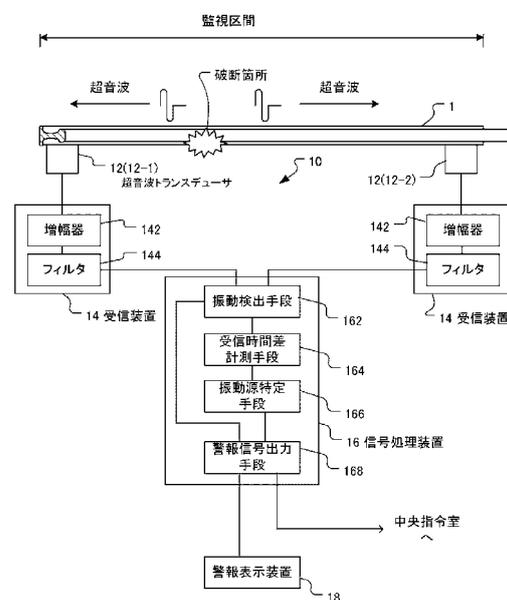
(54) 【発明の名称】 鉄道レール破断検出装置及び方法

(57) 【要約】

【課題】 鉄道レール破断を確実、安定的に且つ低コストで検出することができる鉄道レール破断検出装置を提供する。

【解決手段】 レール1を伝搬する超音波を受信する超音波トランスデューサ12と、レール1の破断により発生した衝撃振動によってレールを伝搬する超音波を超音波トランスデューサ12で受信した場合に警報信号を出力する信号処理装置16と、を備える。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

レール破断を検出する鉄道レール破断検出装置であって、  
レールを伝搬する超音波を受信する超音波トランスデューサと、  
レール破断により発生した衝撃振動によってレールを伝搬する超音波を超音波トランス  
デューサで受信した場合に警報信号を出力する信号処理装置と、  
を備える鉄道レール破断検出装置。

**【請求項 2】**

レール破断を検出する鉄道レール破断検出装置であって、  
レール長手方向において離間して配置された複数の超音波トランスデューサと、  
レール破断により発生した衝撃振動によってレールを伝搬する超音波を複数の超音波ト  
ランスデューサで受信した場合に前記複数の超音波トランスデューサの超音波の受信時間  
差からレール破断箇所のレール長手方向における位置を求める信号処理装置と、  
を備える鉄道レール破断検出装置。

10

**【請求項 3】**

前記信号処理装置は、受信信号の強度が閾値レベル以上である場合に、前記警報信号を  
出力することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の鉄道レール破断検出装置。

**【請求項 4】**

前記超音波トランスデューサで受信された受信信号から前記衝撃振動に対応する所定周  
波数帯域の信号だけを濾波するフィルタ手段をさらに備えることを特徴とする請求項 1 な  
いし 3 のいずれか 1 項に記載の鉄道レール破断検出装置。

20

**【請求項 5】**

レール破断を検出する鉄道レール破断検出方法であって、  
レールを伝搬する超音波を受信し、  
その受信信号の強度が閾値レベル以上である場合に、レール破断が発生したことを検出  
することを特徴とする鉄道レール破断検出方法。

**【請求項 6】**

レール破断を検出する鉄道レール破断検出方法であって、  
レール長手方向において離間した複数の位置で、超音波を受信し、  
それらの各受信信号の強度が閾値レベル以上である場合に、複数の位置における超音波  
の受信時間差からレール破断箇所の位置を求めることを特徴とする鉄道レール破断検出方  
法。

30

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、鉄道レールにおける破断を検出する装置及び方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

鉄道レールにおけるレール破断の検出としては、従来、軌道回路を利用した方式が一般  
的となっている。

40

**【0003】**

軌道回路は、閉塞区間に列車が存在するか否かを検出することで列車の位置検出を行う  
ための回路であり、列車運行管理を目的として設けられている。具体的に軌道回路は、閉  
塞区間毎に電氣的に区切られたレールと、レールに信号電流を流す電源と、軌道リレーと  
から構成され、レールに信号電流を流し、軌道リレーを扛上させている。列車が閉塞区間  
に存在すると、列車を介して一对のレール間が短絡して、軌道リレーが落下するために、  
列車が閉塞区間に存在することを検出することができるようになっている。

**【0004】**

この軌道回路では、レールが破断した場合においても、信号電流が断たれて軌道リレー  
が落下するために、この軌道回路を利用して列車が存在していない状態で軌道リレーが落

50

下することを検出することで、レール破断を検出することができる。

【0005】

ところで、この軌道回路に基づく列車運行管理では、閉塞区間に一編成の車両しか存在することができないという問題がある。このため、より細かい運行を可能にするために、近年、無線式列車制御が提案されてきている。この無線式列車制御では、列車自体がGPS等を利用して現在位置、速度を検出し、これらの情報を地上の中央指令室へと送るもので、軌道回路を必要としない。

【0006】

このような軌道回路利用の廃止の動向に合わせて、鉄道レール破断検出においても、軌道回路を利用しないレール破断を検出する方法が種々提案されてきている。

10

【0007】

例えば、特許文献1、2では、列車からレールを流れる帰線電流を検出して、レール破断があると、レール対を流れる帰線電流が不平衡となることを利用しており、その不平衡率を求め、不平衡率が予め決められた値よりも大きくなったときに、破断が発生したことを検出している。

【0008】

また、特許文献3では、電化区間以外でも検出することができるようにするために、車両側からレールへ電気信号を出力し、レールを流れる電気信号を再び車両側で受信し、この受信信号に変化があったときに、破断が発生したことを検出している。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開平6-321110号公報

【特許文献2】特開2012-91671号公報

【特許文献3】特開2002-294609号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、上記のような従来のレール破断を検出する方法においては、電気信号を利用しているために、検出が不安定であるという問題がある。即ち、レール破断が起きて、その破断箇所ですべて完全に絶縁されているとは限らず、破断前後でのレール部分同士がある程度接触していると電流が流れるから、破断と非破断とを識別することが困難な場合がある。また、電気信号は外部の電界、磁界の影響を受けやすく、その雑音の処理が困難であるという問題もある。さらには、各列車に電気信号を受信する受信装置を搭載する必要があり、コストがかかるという問題がある。

30

【0011】

また、上記従来の方式では、破断箇所を特定することが困難であるという問題がある。列車走行中に電気信号に変化が顕れた地点と、破断箇所までの距離との関係を一義的に求めることが困難であるからである。

【0012】

40

本発明は、かかる課題に鑑みなされたもので、レール破断を確実に、安定的に且つ低コストで検出することができるレール破断検出装置及びその方法を提供することをその目的とする。

【0013】

また、本発明の更なる目的は、上記目的に加えて、そのレール破断箇所を特定することができる鉄道レール破断検出装置及びその方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記目的を達成するために、本発明は、レール破断を検出する鉄道レール破断検出装置であって、レールを伝搬する超音波を受信する超音波トランスデューサと、レール破断に

50

より発生した衝撃振動によってレールを伝搬する超音波を超音波トランスデューサで受信した場合に警報信号を出力する信号処理装置と、を備える。

【0015】

また、本発明は、レール破断を検出する鉄道レール破断検出装置であって、レール長手方向において離間して配置された複数の超音波トランスデューサと、レール破断により発生した衝撃振動によってレールを伝搬する超音波を複数の超音波トランスデューサで受信した場合に前記複数の超音波トランスデューサの超音波の受信時間差からレール破断箇所のレール長手方向における位置を求める信号処理装置と、を備える。

【0016】

さらには、前記信号処理装置は、レール破断に至る前のレールの損傷地点から発生しレールを伝搬する超音波を複数の超音波トランスデューサで受信した場合に前記複数の超音波トランスデューサの超音波の受信時間差により、レール破断箇所のレール長手方向における位置を求め、その位置を監視することによりレールの破断に至る前の損傷を検出することができる。

10

【0017】

前記信号処理装置は、受信信号の強度が閾値レベル以上である場合に、前記警報信号を出力することができる。

【0018】

前記超音波トランスデューサで受信された受信信号から前記衝撃振動に対応する所定周波数帯域の信号だけを濾波するフィルタ手段をさらに備えることができる。

20

【0019】

また、本発明は、レール破断を検出する鉄道レール破断検出方法であって、レールを伝搬する超音波を受信し、その受信信号の強度が閾値レベル以上である場合に、レール破断が発生したことを検出することを特徴とする。

【0020】

また、本発明は、レール破断を検出する鉄道レール破断検出方法であって、レール長手方向において離間した複数の位置で、超音波を受信し、その各受信信号の強度が閾値レベル以上である場合に、複数の位置における超音波の受信時間差からレール破断箇所の位置を求めることを特徴とする。

【発明の効果】

30

【0021】

本発明によれば、レール破断が発生すると衝撃振動が発生し、それが超音波としてレールを伝搬することを利用する。このレールを伝搬する超音波を受信することで、レール破断を検出することができる。レール破断が発生したときの衝撃は非常に大きいため、この衝撃を超音波として確実に捉えることができる。レールを流れる電気信号を用いないため周囲環境の影響を受けにくく安定的であり、また、パッシブな方式であるために低コストで実現することができる。

【0022】

また、レール長手方向において離間した複数の位置で受信された超音波の受信信号差は、レール長手方向における位置に依存しているから、この受信信号差を求めることで、レール破断箇所を特定することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明に係る鉄道レール破断検出装置の実施形態を表す全体ブロック図である。

【図2】本発明に係る鉄道レール破断検出装置の説明図である。

【図3】2つの超音波トランスデューサで受信された受信信号の例を表す図である。

【図4】本発明に係る鉄道レール破断検出装置の第2実施形態を表す全体ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

50

以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態について説明する。

【0025】

図1に示したように、鉄道レール破断検出装置10は、おおまかに、レール1の長手方向に沿って離間して配置された複数の超音波トランスデューサ12(12-1、12-2)と、各超音波トランスデューサ12に接続された受信装置14と、各受信装置14からの信号が入力される信号処理装置16と、警報表示装置18とを備える。

【0026】

超音波トランスデューサ12は、1つの監視区間において、レール長手方向に任意の地点に任意の数、配置することができるが、好ましくは少なくとも監視区間の前後端にそれぞれ配置するとよい。1つの監視区間は、例えば、レールの継ぎ目間の1つのレールとすることができ、好ましくは、継ぎ目、欠線部を跨がないように設定される。これらの継ぎ目、欠線部においては、超音波の減衰が大きいからである。また、監視区間の長さも監視区間内で発生したレール破断に起因する超音波が減衰せずに十分な強度で伝搬することができる程度の長さ設定されるとよい。または、1つの長い監視区間において、レール長手方向に離間して、3つ以上の超音波トランスデューサ12を配置して、そのいずれかの超音波トランスデューサ12において、監視区間内で発生したレール破断に起因する超音波が十分な強度で受信されるようにしてもよい。

【0027】

受信装置14は、超音波トランスデューサ12で受信された超音波が変換された電気信号を増幅する増幅器142と、所定周波数帯域の信号だけを濾波するフィルタ144と、を備える。破断したときに発生する衝撃振動は、通常、非常に広い周波数成分と多様な振動モードを有している。これに対して、レールを列車が通過するとき発生する転動音や振動は、周波数成分が異なり、比較的、一定の振動モードを持つ。そのため、フィルタ144によって、レール破断の際に発生する衝撃振動に含まれると共に列車が通過するとき発生する転動音や振動にほとんど含まれない周波数帯域の信号を濾波することによって、衝撃振動の信号のみを通過させることができる。但し、超音波トランスデューサ12の受信特性によって、列車による転動音及び振動が十分に遮断できる場合には、フィルタ144を省略することも可能である。

【0028】

各受信装置14からの受信信号は、信号処理装置16に入力される。信号処理装置16は、例えば、監視区間毎に設け、監視区間付近に配置することができる。

【0029】

信号処理装置16は、振動検出手段162と、受信時間差計測手段164と、振動源特定手段166と、警報信号出力手段168とを備える。

【0030】

振動検出手段162は、各超音波トランスデューサ12に接続された各受信装置14からの受信信号を所定の閾値レベルと比較し、受信信号が閾値レベルを超えている場合に検出信号を出力する。この閾値レベルは、雑音の影響を受けず、且つレール破断により発生した衝撃振動による超音波を確実に検出し得る最小値とするとよい。

【0031】

受信時間差計測手段164は、異なる2つの超音波トランスデューサ12に対応する2つの振動検出手段162からの検出信号の時間差を受信時間差として求める。この時間差は、好ましくは、監視区間に対応して設けられた複数の超音波トランスデューサの最大距離を超音波が伝搬する時間を最大値とした範囲で求めることができる。

【0032】

振動源特定手段166は、受信時間差計測手段164で得られた受信時間差から監視区間内における破断箇所である振動源の位置を特定する。

【0033】

警報表示装置18も、例えば、監視区間毎に設け、監視区間付近に配置することができ、走行する列車及びその付近から視認可能な、例えばLEDを用いた視覚表示装置とする

10

20

30

40

50

ことができ、または警報音を発生する警報音装置とすることもできる。さらに、警報表示装置 18 は、その他の情報表示、例えば、破断箇所の位置情報の表示を行うことができるものであってもよい。

【0034】

鉄道レール破断検出装置 10 を動作させるために必要な電力は、架線または給電用レールから取得することができる電力を用いることもできる。または、電化されていない区間においては、太陽光電池及びバッテリーを含む太陽光発電システムを装備し、この太陽光発電システムによって発電及び蓄電される電力を利用するようにしてもよい。

【0035】

以上のように構成される鉄道レール破断検出装置 10 において、その動作を説明する。

10

【0036】

超音波トランスデューサ 12 は、常時、レールを伝搬する超音波を受信しており、その信号は受信装置 14 の増幅器 142 で増幅され、フィルタ 144 を通過して、信号処理装置 16 において処理される。平常時には、超音波トランスデューサ 12 で受信される超音波の強度は僅かであるから、受信信号は振動検出手段 162 の閾値レベルよりも小さく、振動検出手段 162 から検出信号は出力されない。

【0037】

また、列車が監視区間を通過すると、転動音または振動が発生するが、それによって発生する超音波は、前述のように、フィルタ 144 による通過周波数帯域と異なるかまたは強度が小さく、従って、受信信号は振動検出手段 162 の閾値よりも小さいため、検出信号は出力されない。

20

【0038】

一方、レール破断が発生すると、その瞬間に大きな衝撃振動が発生する。レール破断する過程は、初期段階の亀裂、傷等から徐々に成長し、最終段階において一気に破断へと進むことが一般的である。この最終段階において、レール内に非常に大きな衝撃振動が発生される。この衝撃振動に含まれる超音波は、監視区域に対応した少なくとも 1 つの超音波トランスデューサ 12 によって、好ましくは少なくとも 2 つの超音波トランスデューサ 12 によって、受信される。

【0039】

そして、この受信信号は、増幅器 142 で増幅されフィルタ 144 で濾波されて、信号処理装置 16 へと入力される。受信信号は閾値レベルよりも大きいために、振動検出手段 162 から検出信号が出力され、この検出信号が出力されたことに基づいて警報信号出力手段 168 から警報表示装置 18 に警報信号が出力される。警報表示装置 18 では、視覚的または音響的な警報を出力し、走行する列車から認識できるようにする。または、警報信号出力手段 168 から無線または有線により中央指令室へと警報信号が送出されて、中央指令室において必要な対応をとられるようにしてもよい。

30

【0040】

1 つの監視区間に配置された複数の超音波トランスデューサ 12 からの受信信号が閾値レベルを超えて、振動検出手段 162 で検出信号が出力されると、受信時間差計測手段 164 によってそれぞれの検出信号の時間差  $t$  を計測する。

40

【0041】

図 2 に示すように、監視区間の両端において、2 つの超音波トランスデューサ 12 - 1、12 - 2 が配置された状態で、監視区間内でレール破断が発生して、図 3 に示すように、超音波トランスデューサ 12 - 1 と超音波トランスデューサ 12 - 2 とで超音波を受信した場合を考える。

【0042】

この場合、受信時間差計測手段 164 は、2 つの検出信号の時間差  $t$  を計測し、さらに、振動源特定手段 166 は、この時間差  $t$  を用いて、以下の式から振動源である破断箇所を求める。

【0043】

50

【数 1】

$$p = (L - v \cdot t) / 2$$

【0044】

ここで、 $p$  は、超音波トランスデューサ 12 - 1 から破断箇所までの距離 ( $> 0$ )、 $v$  はレールを伝搬する超音波の速度、 $L$  は、監視区間のレールの長さである。また、超音波トランスデューサ 12 - 1 の受信時刻を  $T_1$ 、超音波トランスデューサ 12 - 2 の受信時刻を  $T_2$  としたときに、時間差  $t$  は  $t = T_2 - T_1$  とする。

【0045】

この位置情報は監視区間を特定する情報と共に、無線または有線により中央指令室に伝送されて、中央指令室で必要な対応がとられるようにしてもよい。特定された破断箇所の位置情報は、警報表示装置 18 で表示することもでき、現場に到達した作業員が、その位置情報に基づきレールを探索して破断箇所を見つけて処置を施すことができる。

【0046】

以上の実施形態では、レール破断の際に発生する衝撃振動によりレールを伝搬する超音波を高い強度で受信することができるので、確実に破断を検出することができる。しかしながら、本発明は、これに限定されるものではなく、完全に破断する前の亀裂、傷等が進行する状態において発生する超音波を利用して、破断予測を行うこともできる。

【0047】

図 4 は、そのような破断予測を行う場合の実施形態を表しており、図 1 の実施形態と同一、同様の手段は同一の符号を付してその説明を省略する。この実施形態では、信号処理装置 16 が、レール破断に至る前のレールの損傷地点である振動源から発生しレールを伝搬する超音波を複数の超音波トランスデューサで受信した場合に、その受信時間差により、振動源のレール長手方向における位置を求め、求められた振動源を時間的に監視することによりレールの破断に至る前の損傷を検出する。

【0048】

亀裂、傷等の損傷が徐々に進行している状態においては、その受信強度は低いため、振動検出手段 162 において、破断を検出する閾値レベルとは別のそれよりも低い第 2 閾値レベルと比較し、受信信号が閾値レベルよりも低く第 2 閾値レベルよりも高い場合にも、複数の超音波トランスデューサ 12 で得られた受信信号に対して、受信時間差計測手段 164 及び振動源特定手段 166 によって振動源の位置を特定する。

【0049】

さらに、信号処理装置 16 は、求めた振動源の位置情報を格納する記録手段 172 と、記録手段 172 で格納される振動源の位置情報を時系列的に監視する監視手段 174 とを備えており、監視手段 174 において、所定の時間範囲に亘り監視区間の振動源分布を監視し、振動源が特定の位置に集中している場合、即ち、特定の位置が、閾値回数以上の振動源となっている場合に、第 2 警報信号を無線または有線により中央指令室へと伝送する。この第 2 警報信号は、破断時と異なる警報表示となるようにするとよい。

【0050】

この第 2 警報信号によってレールが破断に至る前の事前の対応が可能になる。適切な処理を行うことにより、レールの交換時期を延ばして、レールの寿命を延ばすことができる。

【0051】

以上の各実施形態によれば、レールを流れる電気信号を用いないため周囲環境の影響を受けにくく安定的であり、また、パッシブな方式であるために低コスト、低エネルギーで実現することができる。

【0052】

尚、以上の信号処理装置 16 において、その少なくとも一部または全部の機能を中央指令室に設けることも可能である。

10

20

30

40

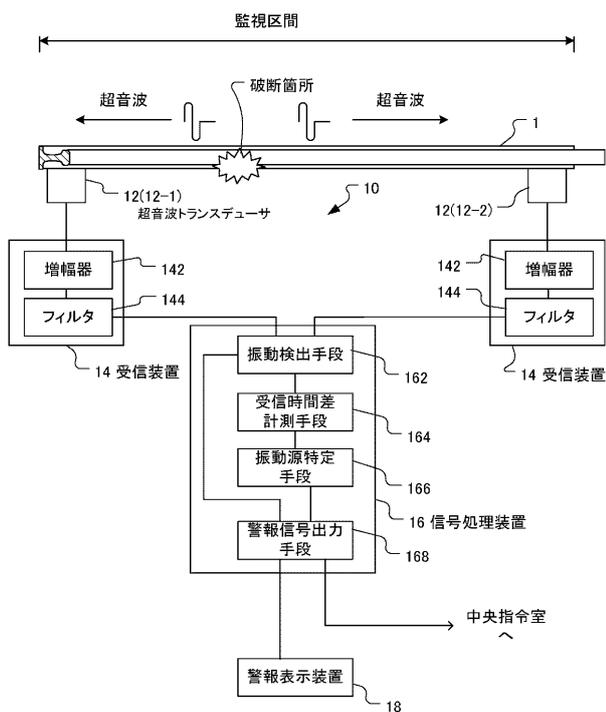
50

【符号の説明】

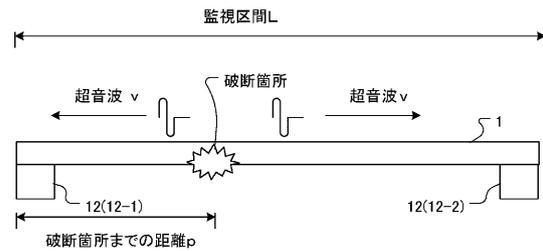
【0053】

- 1 レール
- 10 鉄道レール破断検出装置
- 12 超音波トランスデューサ
- 16 信号処理装置
- 144 フィルタ

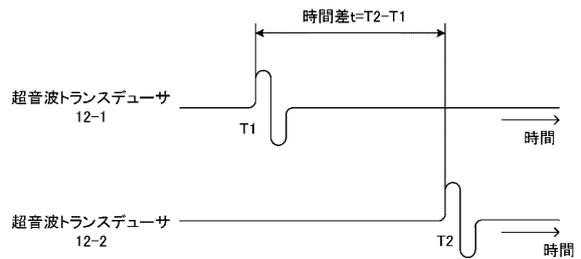
【図1】



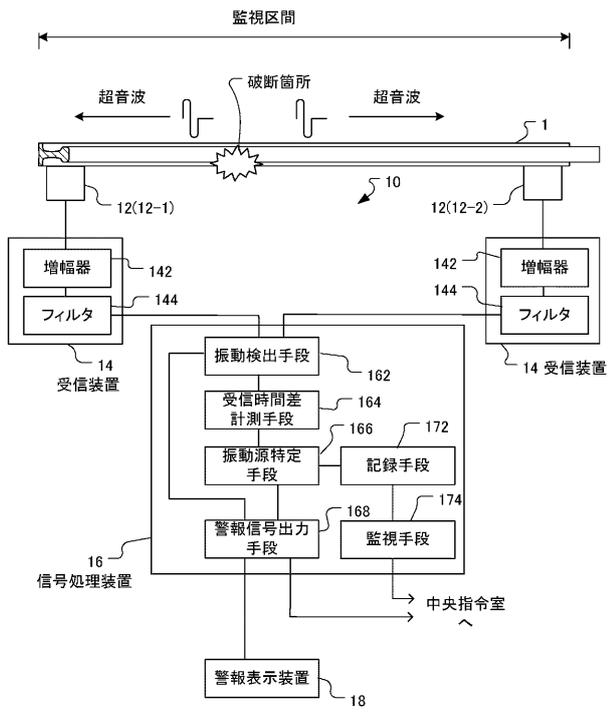
【図2】



【図3】



【 図 4 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 泉

東京都大田区南蒲田二丁目十六番四十六号 東京計器レールテクノ株式会社内

(72)発明者 倉持 正明

東京都大田区南蒲田二丁目十六番四十六号 東京計器レールテクノ株式会社内

Fターム(参考) 2D057 BA24

5H161 AA01 MM01 MM12 NN15 PP06 PP11