

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02020/079836

発行日 令和3年2月15日(2021.2.15)

(43) 国際公開日 令和2年4月23日(2020.4.23)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 N 29/24 (2006.01)	GO 1 N 29/24	2 GO 4 7
GO 1 N 29/265 (2006.01)	GO 1 N 29/265	
HO 1 F 38/18 (2006.01)	HO 1 F 38/18 E	
	HO 1 F 38/18 H	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 30 頁)

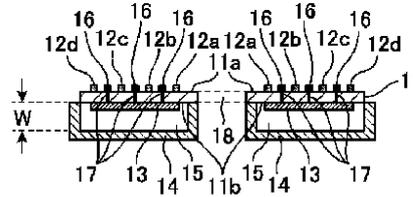
出願番号 特願2019-529659 (P2019-529659)	(71) 出願人 000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(21) 国際出願番号 PCT/JP2018/039039	
(22) 国際出願日 平成30年10月19日(2018.10.19)	
(11) 特許番号 特許第6669313号 (P6669313)	(71) 出願人 392036153 菱電湘南エレクトロニクス株式会社 神奈川県鎌倉市山崎25番地
(45) 特許公報発行日 令和2年3月18日(2020.3.18)	(74) 代理人 100101133 弁理士 濱田 初音
	(74) 代理人 100199749 弁理士 中島 成
	(74) 代理人 100197767 弁理士 辻岡 将昭
	(74) 代理人 100201743 弁理士 井上 和真

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波探傷装置用の回転トランス及び超音波探傷装置

(57) 【要約】

第1の1ターンコイル(12a)~(12d)が第1の平面(11a)に同心円状に形成され、第1の浮遊導体(13)が第2の平面(11b)に形成されている第1の基板(11)と、第1の浮遊導体(13)を取り囲むように第1の基板(11)を保持している第1の保持部材(14)とを有する固定体(5)と、第1の1ターンコイル(12a)~(12d)のそれぞれと対向するように、第2の1ターンコイル(22a)~(22d)が第3の平面(21a)に同心円状に形成され、第2の浮遊導体(23)が第4の平面(21b)に形成されている第2の基板(21)と、第2の浮遊導体(23)を取り囲むように第2の基板(21)を保持している第2の保持部材(24)と、第2の1ターンコイル(22a)~(22d)のそれぞれと接続されている超音波探触子(32a)~(32d)とを有し、第2の基板(21)と第2の保持部材(24)と超音波探触子(32a)~(32d)とが被検査材(7)の周りを回転する回転体(6)とを備えるように、回転トランス(1)を構成した。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数の第 1 の 1 ターンコイルが第 1 の平面に同心円状に形成され、第 1 の浮遊導体が第 2 の平面に形成されている第 1 の基板と、前記第 1 の浮遊導体を取り囲むように前記第 1 の基板を保持している第 1 の保持部材とを有する固定体と、

前記複数の第 1 の 1 ターンコイルのそれぞれと対向するように、複数の第 2 の 1 ターンコイルが第 3 の平面に同心円状に形成され、第 2 の浮遊導体が第 4 の平面に形成されている第 2 の基板と、前記第 2 の浮遊導体を取り囲むように前記第 2 の基板を保持している第 2 の保持部材と、前記複数の第 2 の 1 ターンコイルのそれぞれと接続されている複数の超音波探触子とを有し、前記第 2 の基板と前記第 2 の保持部材と前記複数の超音波探触子と

10

を備えた超音波探傷装置用の回転トランス。

## 【請求項 2】

前記固定体は、前記第 1 の平面において、前記複数の第 1 の 1 ターンコイルのそれぞれ

の間に形成されている第 1 の導体を有し、

前記回転体は、前記第 3 の平面において、前記複数の第 2 の 1 ターンコイルのそれぞれ

の間に形成されている第 2 の導体を有し、

前記第 1 の導体と前記第 1 の浮遊導体とが電氣的に接続され、前記第 2 の導体と前記第 2 の浮遊導体とが電氣的に接続されており、前記第 1 の導体及び前記第 2 の導体のそれぞれが接地されていることを特徴とする請求項 1 記載の超音波探傷装置用の回転トランス。

20

## 【請求項 3】

前記第 1 の導体と前記第 1 の浮遊導体とが柱状導体によって電氣的に接続され、前記第 2 の導体と前記第 2 の浮遊導体とが柱状導体によって電氣的に接続されていることを特徴とする請求項 2 記載の超音波探傷装置用の回転トランス。

## 【請求項 4】

前記第 1 の浮遊導体及び前記第 2 の浮遊導体のそれぞれは、非磁性金属であることを特徴とする請求項 1 記載の超音波探傷装置用の回転トランス。

## 【請求項 5】

前記第 1 の保持部材及び前記第 2 の保持部材のそれぞれは、非金属であることを特徴とする請求項 1 記載の超音波探傷装置用の回転トランス。

30

## 【請求項 6】

前記第 1 の保持部材及び前記第 2 の保持部材のそれぞれは、金属であり、

前記第 1 の保持部材及び前記第 2 の保持部材のそれぞれは、接地されていることを特徴とする請求項 1 記載の超音波探傷装置用の回転トランス。

## 【請求項 7】

前記第 1 の保持部材は、前記第 1 の浮遊導体と非接触の状態、前記第 1 の基板を保持し、

前記第 2 の保持部材は、前記第 2 の浮遊導体と非接触の状態、前記第 2 の基板を保持していることを特徴とする請求項 1 記載の超音波探傷装置用の回転トランス。

## 【請求項 8】

前記第 1 の浮遊導体が前記第 2 の平面の全面に形成され、前記第 2 の浮遊導体が前記第 4 の平面の全面に形成されており、

前記第 1 の保持部材は、前記第 1 の浮遊導体と接触している状態で、前記第 1 の基板を保持し、

前記第 2 の保持部材は、前記第 2 の浮遊導体と接触している状態で、前記第 2 の基板を保持していることを特徴とする請求項 1 記載の超音波探傷装置用の回転トランス。

40

## 【請求項 9】

前記固定体は、

前記第 1 の基板を 2 つ有しており、

前記第 1 の保持部材は、

50

前記 2 つの第 1 の基板におけるそれぞれの第 2 の平面が対向するように、前記 2 つの第 1 の基板を保持し、

前記回転体は、

前記第 2 の基板を 2 つ有しており、

前記第 2 の保持部材は、

前記 2 つの第 2 の基板におけるそれぞれの第 4 の平面が対向するように、前記 2 つの第 2 の基板を保持していることを特徴とする請求項 1 記載の超音波探傷装置用の回転トランス。

#### 【請求項 10】

複数の第 1 の 1 ターンコイルが第 1 の平面に同心円状に形成され、第 1 の浮遊導体が第 2 の平面に形成されている第 1 の基板と、前記第 1 の浮遊導体を取り囲むように前記第 1 の基板を保持している第 1 の保持部材とを有する固定体と、

10

前記複数の第 1 の 1 ターンコイルのそれぞれと対向するように、複数の第 2 の 1 ターンコイルが第 3 の平面に同心円状に形成され、第 2 の浮遊導体が第 4 の平面に形成されている第 2 の基板と、前記第 2 の浮遊導体を取り囲むように前記第 2 の基板を保持している第 2 の保持部材と、前記複数の第 2 の 1 ターンコイルのそれぞれと接続されている複数の超音波探触子とを有し、前記第 2 の基板と前記第 2 の保持部材と前記複数の超音波探触子とが被検査材の周りを回転する回転体と、

前記複数の第 1 の 1 ターンコイルのそれぞれと接続されており、前記第 1 の 1 ターンコイルに対して電気信号を入出力する信号入出力部と、

20

前記信号入出力部により入出力された電気信号に基づいて前記被検査材の傷を検知する探傷部と

を備えた超音波探傷装置。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

この発明は、固定体及び回転体を備える超音波探傷装置用の回転トランスに関するものである。

また、この発明は、回転トランスを備える超音波探傷装置に関するものである。

#### 【背景技術】

30

#### 【0002】

以下の特許文献 1 には、固定体及び回転体を備える超音波探傷装置用の回転トランスが開示されている。

固定体は、複数の 1 ターンコイル（以下、「第 1 の 1 ターンコイル」と称する）が同心円状に形成された基板（以下、「第 1 の基板」と称する）と、第 1 の基板を保持している保持部材（以下、「第 1 の保持部材」と称する）とを備えている。

回転体は、固定体に形成された第 1 の 1 ターンコイルと同数の 1 ターンコイル（以下、「第 2 の 1 ターンコイル」と称する）が同心円状に形成された基板（以下、「第 2 の基板」と称する）と、第 2 の基板を保持している保持部材（以下、「第 2 の保持部材」と称する）とを備えている。

40

固定体が備える第 1 の基板と第 1 の保持部材との間には、空気が介在している。

また、回転体が備える第 2 の基板と第 2 の保持部材との間には、空気が介在している。

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0003】

【特許文献 1】国際公開第 2012/141279 号

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0004】

特許文献 1 に開示されている回転トランスは、第 1 及び第 2 の保持部材が導電体によっ

50

て形成されている。したがって、第 1 及び第 2 の 1 ターンコイルに電気信号が流れると、電磁誘導現象によって、渦電流損又はヒステリシス損などが第 1 及び第 2 の保持部材に生じることがある。渦電流損又はヒステリシス損などが第 1 及び第 2 の保持部材に生じること、電気信号の伝送特性が劣化するため、被検査材の探傷精度が劣化する。

第 1 及び第 2 の基板と、第 1 及び第 2 の保持部材との間の空気は、電磁誘導現象の影響を軽減するように作用する。特許文献 1 に開示されている回転トランスでは、電磁誘導現象の影響を解消するため、第 1 及び第 2 の基板と、第 1 及び第 2 の保持部材との間の距離として、第 1 の 1 ターンコイルと第 2 の 1 ターンコイルとの間のギャップの 5 ~ 10 倍を確保している。

したがって、第 1 及び第 2 の基板と、第 1 及び第 2 の保持部材との間の距離が長くなるため、固定体及び回転体のそれぞれの厚さが厚くなり、回転トランスが大型化してしまうという課題があった。

【0005】

この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、電磁誘導現象の影響を解消するために、第 1 及び第 2 の基板と、第 1 及び第 2 の保持部材との間の距離を長くすることなく、電磁誘導現象の影響を解消することができる超音波探傷装置用の回転トランス及び超音波探傷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】

この発明に係る超音波探傷装置用の回転トランスは、複数の第 1 の 1 ターンコイルが第 1 の平面に同心円状に形成され、第 1 の浮遊導体が第 2 の平面に形成されている第 1 の基板と、第 1 の浮遊導体を取り囲むように第 1 の基板を保持している第 1 の保持部材とを有する固定体と、複数の第 1 の 1 ターンコイルのそれぞれと対向するように、複数の第 2 の 1 ターンコイルが第 3 の平面に同心円状に形成され、第 2 の浮遊導体が第 4 の平面に形成されている第 2 の基板と、第 2 の浮遊導体を取り囲むように第 2 の基板を保持している第 2 の保持部材と、複数の第 2 の 1 ターンコイルのそれぞれと接続されている複数の超音波探触子とを有し、第 2 の基板と第 2 の保持部材と複数の超音波探触子とが被検査材の周りを回転する回転体とを備えるようにしたものである。

【発明の効果】

【0007】

この発明によれば、固定体が、第 1 の浮遊導体を取り囲むように第 1 の基板を保持している第 1 の保持部材を有し、回転体が、第 2 の浮遊導体を取り囲むように第 2 の基板を保持している第 2 の保持部材を有している。したがって、この発明に係る超音波探傷装置用の回転トランスは、電磁誘導現象の影響を解消するために、第 1 及び第 2 の基板と、第 1 及び第 2 の保持部材との間の距離を長くすることなく、電磁誘導現象の影響を解消することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図 1】実施の形態 1 に係る超音波探傷装置を示す構成図である。

【図 2】超音波探傷装置用の回転トランス 1 におけるアウターリング 10 を図 1 の  $x_1$  方向から見た平面図である。

【図 3】図 2 に示すアウターリング 10 の C - C' 断面を示す断面図である。

【図 4】超音波探傷装置用の回転トランス 1 におけるインナーリング 20 を図 1 の  $x_2$  方向から見た平面図である。

【図 5】図 4 に示すインナーリング 20 の D - D' 断面を示す断面図である。

【図 6】第 1 の平面 11 a に形成されている一部の第 1 の導体 16 と柱状導体 17 とを示す説明図である。

【図 7】第 1 の 1 ターンコイル 12 a, 12 b, 12 c, 12 d と、第 2 の 1 ターンコイル 22 a, 22 b, 22 c, 22 d との間の非接触伝送を示す説明図である。

【図 8】クロストークの発生を示す説明図である。

10

20

30

40

50

【図 9】クロストークの抑圧を示す説明図である。

【図 10】図 2 に示すアウターリング 10 の C - C ' 断面を示す断面図である。

【図 11】図 4 に示すインナーリング 20 の D - D ' 断面を示す断面図である。

【図 12】超音波探傷装置用の回転トランス 1 におけるアウターリング 10 の他の例を図 1 の  $x_1$  方向から見た平面図である。

【図 13】超音波探傷装置用の回転トランス 1 におけるインナーリング 20 の他の例を図 1 の  $x_2$  方向から見た平面図である。

【図 14】超音波探傷装置用の回転トランス 1 におけるアウターリング 10 の他の例を図 1 の  $x_1$  方向から見た平面図である。

【図 15】図 14 に示すアウターリング 10 の C - C ' 断面を示す断面図である。

10

【図 16】超音波探傷装置用の回転トランス 1 におけるインナーリング 20 の他の例を図 1 の  $x_2$  方向から見た平面図である。

【図 17】図 16 に示すインナーリング 20 の D - D ' 断面を示す断面図である。

【図 18】4つのアウターリング及び4つのインナーリングを備える回転トランス 1 を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、この発明をより詳細に説明するために、この発明を実施するための形態について、添付の図面に従って説明する。

【0010】

20

実施の形態 1 .

図 1 は、実施の形態 1 に係る超音波探傷装置を示す構成図である。

図 2 は、超音波探傷装置用の回転トランス 1 におけるアウターリング 10 を図 1 の  $x_1$  方向から見た平面図である。図 3 は、図 2 に示すアウターリング 10 の C - C ' 断面を示す断面図である。

図 4 は、超音波探傷装置用の回転トランス 1 におけるインナーリング 20 を図 1 の  $x_2$  方向から見た平面図である。図 5 は、図 4 に示すインナーリング 20 の D - D ' 断面を示す断面図である。

【0011】

図 1 から図 5 において、回転トランス 1 は、固定体 5 及び回転体 6 を備えている。

30

外枠 2 は、回転トランス 1 の筐体であり、固定体 5 を保持している。

内壁 3 は、回転機構 4 を介して、外枠 2 と接している。内壁 3 は、インナーリング 20 がアウターリング 10 と対向するように、インナーリング 20 を保持している。

回転機構 4 は、外枠 2 に対して、内壁 3 を相対的に回転させる機構である。

内壁 3 が回転することで、インナーリング 20 及び超音波探触子 32 a , 32 b , 32 c , 32 d が、被検査材 7 の周りを回転する。被検査材 7 は、超音波探傷装置の検査対象である。

【0012】

固定体 5 は、アウターリング 10 を備えている。

アウターリング 10 は、外枠 2 に取り付けられており、第 1 の基板 11 及び第 1 の保持部材 14 などを有している。

40

第 1 の基板 11 の第 1 の平面 11 a には、第 1 の 1 ターンコイル 12 a , 12 b , 12 c , 12 d が同心円状に形成されている。

第 1 の 1 ターンコイル 12 a , 12 b , 12 c , 12 d のそれぞれは、一端が静止側信号ライン 43 a , 43 b , 43 c , 43 d におけるそれぞれの一端と接続されており、他端がグランドと接続されている。

第 1 の基板 11 の第 2 の平面 11 b には、第 1 の浮遊導体 13 が形成されている。

第 1 の浮遊導体 13 は、銅などの非磁性金属である。

【0013】

第 1 の保持部材 14 は、第 1 の浮遊導体 13 を取り囲むように、第 1 の浮遊導体 13 と

50

非接触の状態、第1の基板11を保持している。

第1の保持部材14は、鉄又はアルミニウムのような金属であり、接地されている。

なお、第1の保持部材14は、非金属であってもよいが、第1の保持部材14が非金属である場合、第1の浮遊導体13が接地されている必要がある。図3に示すアウターリング10では、第1の導体16と第1の浮遊導体13とが電氣的に接続され、第1の導体16が接地されている。

第1の保持部材14の内部は、空気15である。第1の保持部材14の内部は、空気15ではなく、比透磁率がほぼ1に等しい絶縁体であってもよい。

#### 【0014】

第1の導体16は、第1の平面11aにおいて、第1の1ターンコイル12aと第1の1ターンコイル12bとの間、第1の1ターンコイル12bと第1の1ターンコイル12cとの間及び第1の1ターンコイル12cと第1の1ターンコイル12dとの間のそれぞれに形成されている。第1の導体16は、接地されている。

柱状導体17は、例えば、ビアであり、柱状導体17は、第1の導体16と第1の浮遊導体13とを電氣的に接続している。

図6は、第1の平面11aに形成されている一部の第1の導体16と柱状導体17とを示す説明図である。

図6の例では、2つの柱状導体17によって、第1の導体16が第1の浮遊導体13と電氣的に接続されている。

貫通穴18は、検査対象の被検査材7が挿入される穴である。

#### 【0015】

回転体6は、インナーリング20及び超音波探触子32a, 32b, 32c, 32dなどを備えている。インナーリング20及び超音波探触子32a, 32b, 32c, 32dなどは、回転機構4によって被検査材7の周りを回転される。

インナーリング20は、内壁3に取り付けられており、第2の基板21及び第2の保持部材24などを有している。

第2の基板21の第3の平面21aには、第2の1ターンコイル22a, 22b, 22c, 22dが同心円状に形成されている。

第2の1ターンコイル22a, 22b, 22c, 22dのそれぞれは、一端が回転側信号ライン33a, 33b, 33c, 33dにおけるそれぞれの一端と接続されており、他端がグランドと接続されている。

第2の基板21の第4の平面21bには、第2の浮遊導体23が形成されている。

第2の浮遊導体23は、銅などの非磁性金属である。

#### 【0016】

第2の保持部材24は、第2の浮遊導体23を取り囲むように、第2の浮遊導体23と非接触の状態、第2の基板21を保持している。

第2の保持部材24は、鉄又はアルミニウムのような金属であり、接地されている。

なお、第2の保持部材24は、非金属であってもよいが、第2の保持部材24が非金属である場合、第2の浮遊導体23が接地されている必要がある。図5に示すインナーリング20では、第2の導体26と第2の浮遊導体23とが電氣的に接続され、第2の導体26が接地されている。

第2の保持部材24の内部は、空気25である。第2の保持部材24の内部は、空気25ではなく、比透磁率がほぼ1に等しい絶縁体であってもよい。

#### 【0017】

第2の導体26は、第3の平面21aにおいて、第2の1ターンコイル22aと第2の1ターンコイル22bとの間、第2の1ターンコイル22bと第2の1ターンコイル22cとの間及び第2の1ターンコイル22cと第2の1ターンコイル22dとの間のそれぞれに形成されている。第2の導体26は、接地されている。

柱状導体27は、例えば、柱状導体17と同様のビアである。

柱状導体27は、第2の導体26と第2の浮遊導体23とを電氣的に接続している。

10

20

30

40

50

貫通穴 28 は、検査対象の被検査材 7 が挿入される穴である。

【0018】

超音波探触子ホルダ 31 は、超音波探触子 32 a , 32 b , 32 c , 32 d を保持しており、内壁 3 と一緒に回転される。

超音波探触子 32 a は、回転側信号ライン 33 a を介して、第 2 の 1 ターンコイル 22 a と接続されている。

超音波探触子 32 b は、回転側信号ライン 33 b を介して、第 2 の 1 ターンコイル 22 b と接続されている。

超音波探触子 32 c は、回転側信号ライン 33 c を介して、第 2 の 1 ターンコイル 22 c と接続されている。

超音波探触子 32 d は、回転側信号ライン 33 d を介して、第 2 の 1 ターンコイル 22 d と接続されている。

回転側信号ライン 33 a , 33 b , 33 c , 33 d は、電気信号を伝送する信号線である。

回転側信号ライン 33 a , 33 b , 33 c , 33 d のそれぞれの一端は、第 2 の 1 ターンコイル 22 a , 22 b , 22 c , 22 d におけるそれぞれの一端と接続されている。回転側信号ライン 33 a , 33 b , 33 c , 33 d のそれぞれの他端は、超音波探触子 32 a , 32 b , 32 c , 32 d のそれぞれと接続されている。

【0019】

超音波探触子 32 a , 32 b , 32 c , 32 d のそれぞれは、第 2 の 1 ターンコイル 22 a , 22 b , 22 c , 22 d のそれぞれから回転側信号ライン 33 a , 33 b , 33 c , 33 d を介して電気信号を受けると、電気信号に対応する超音波を被検査材 7 に放射する。

超音波探触子 32 a , 32 b , 32 c , 32 d のそれぞれは、被検査材 7 に反射された超音波を受けると、回転側信号ライン 33 a , 33 b , 33 c , 33 d を介して、受けた超音波に対応する電気信号を第 2 の 1 ターンコイル 22 a , 22 b , 22 c , 22 d に出力する。

【0020】

信号入出力部 40 は、送信部 41 a , 41 b , 41 c , 41 d 及び受信部 42 a , 42 b , 42 c , 42 d を備えており、第 1 の 1 ターンコイル 12 a , 12 b , 12 c , 12 d に対して電気信号を入出力する。

送信部 41 a 及び受信部 42 a のそれぞれは、静止側信号ライン 43 a を介して、第 1 の 1 ターンコイル 12 a と接続されている。

送信部 41 b 及び受信部 42 b のそれぞれは、静止側信号ライン 43 b を介して、第 1 の 1 ターンコイル 12 b と接続されている。

送信部 41 c 及び受信部 42 c のそれぞれは、静止側信号ライン 43 c を介して、第 1 の 1 ターンコイル 12 c と接続されている。

送信部 41 d 及び受信部 42 d のそれぞれは、静止側信号ライン 43 d を介して、第 1 の 1 ターンコイル 12 d と接続されている。

静止側信号ライン 43 a , 43 b , 43 c , 43 d は、電気信号を伝送する信号線である。

静止側信号ライン 43 a , 43 b , 43 c , 43 d のそれぞれの一端は、第 1 の 1 ターンコイル 12 a , 12 b , 12 c , 12 d におけるそれぞれの一端と接続されている。静止側信号ライン 43 a , 43 b , 43 c , 43 d のそれぞれの他端は、送信部 41 a , 41 b , 41 c , 41 d のそれぞれと接続され、かつ、受信部 42 a , 42 b , 42 c , 42 d のそれぞれと接続されている。

【0021】

送信部 41 a , 41 b , 41 c , 41 d のそれぞれは、探傷部 44 から電気信号の送信を指示する制御信号を受けると、静止側信号ライン 43 a , 43 b , 43 c , 43 d を介して、電気信号を第 1 の 1 ターンコイル 12 a , 12 b , 12 c , 12 d に送信する。

10

20

30

40

50

また、送信部 4 1 a , 4 1 b , 4 1 c , 4 1 d のそれぞれは、上記の電気信号と同じ電気信号を探傷部 4 4 に出力する。

受信部 4 2 a , 4 2 b , 4 2 c , 4 2 d のそれぞれは、静止側信号ライン 4 3 a , 4 3 b , 4 3 c , 4 3 d を介して、第 1 の 1 ターンコイル 1 2 a , 1 2 b , 1 2 c , 1 2 d から出力された電気信号を受信し、電気信号を探傷部 4 4 に出力する。

#### 【 0 0 2 2 】

探傷部 4 4 は、探傷回路などの専用のハードウェアによって実現される。探傷回路は、例えば、単回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ASIC ( Application Specific Integrated Circuit )、FPGA ( Field - Programmable Gate Array )、又は、これらを組み合わせたものが該当する。

探傷部 4 4 は、電気信号の送信を指示する制御信号を送信部 4 1 a , 4 1 b , 4 1 c , 4 1 d のそれぞれに出力する。

探傷部 4 4 は、送信部 4 1 a , 4 1 b , 4 1 c , 4 1 d から出力された電気信号と、受信部 4 2 a , 4 2 b , 4 2 c , 4 2 d から出力された電気信号とに基づいて、被検査材 7 の傷を検知する。

なお、探傷回路は、専用のハードウェアで実現されるものに限るものではなく、ソフトウェア、ファームウェア、又は、ソフトウェアとファームウェアとの組み合わせで実現されるものであってもよい。

#### 【 0 0 2 3 】

次に、図 1 に示す超音波探傷装置の動作について説明する。

まず、回転機構 4 は、被検査材 7 を探傷する際、外枠 2 に対して、内壁 3 を相対的に回転させる。

内壁 3 が回転することで、インナーリング 2 0 及び超音波探触子 3 2 a , 3 2 b , 3 2 c , 3 2 d が、被検査材 7 の周りを回転する。

#### 【 0 0 2 4 】

探傷部 4 4 は、電気信号の送信を指示する制御信号を送信部 4 1 a , 4 1 b , 4 1 c , 4 1 d のそれぞれに出力する。

送信部 4 1 a , 4 1 b , 4 1 c , 4 1 d のそれぞれは、探傷部 4 4 から制御信号を受けると、静止側信号ライン 4 3 a , 4 3 b , 4 3 c , 4 3 d を介して、電気信号として、例えば、パルス信号を第 1 の 1 ターンコイル 1 2 a , 1 2 b , 1 2 c , 1 2 d に送信する。

また、送信部 4 1 a , 4 1 b , 4 1 c , 4 1 d のそれぞれは、上記の電気信号と同じ電気信号を探傷部 4 4 に出力する。

#### 【 0 0 2 5 】

図 7 に示すように、第 1 の 1 ターンコイル 1 2 a は、第 2 の 1 ターンコイル 2 2 a と対向するように配置されており、第 1 の 1 ターンコイル 1 2 b は、第 2 の 1 ターンコイル 2 2 b と対向するように配置されている。

また、第 1 の 1 ターンコイル 1 2 c は、第 2 の 1 ターンコイル 2 2 c と対向するように配置されており、第 1 の 1 ターンコイル 1 2 d は、第 2 の 1 ターンコイル 2 2 d と対向するように配置されている。

図 7 は、第 1 の 1 ターンコイル 1 2 a , 1 2 b , 1 2 c , 1 2 d と、第 2 の 1 ターンコイル 2 2 a , 2 2 b , 2 2 c , 2 2 d との間の非接触伝送を示す説明図である。

したがって、第 1 の 1 ターンコイル 1 2 a を流れる電気信号は、第 2 の 1 ターンコイル 2 2 a に非接触伝送され、第 1 の 1 ターンコイル 1 2 b を流れる電気信号は、第 2 の 1 ターンコイル 2 2 b に非接触伝送される。

また、第 1 の 1 ターンコイル 1 2 c を流れる電気信号は、第 2 の 1 ターンコイル 2 2 c に非接触伝送され、第 1 の 1 ターンコイル 1 2 d を流れる電気信号は、第 2 の 1 ターンコイル 2 2 d に非接触伝送される。

なお、電気信号の非接触伝送は、例えば、第 1 の 1 ターンコイル 1 2 a , 1 2 b , 1 2 c , 1 2 d と、第 2 の 1 ターンコイル 2 2 a , 2 2 b , 2 2 c , 2 2 d との間の容量結合

10

20

30

40

50

によって伝送されるものである。

【 0 0 2 6 】

第 2 の 1 ターンコイル 2 2 a に非接触伝送された電気信号は、回転側信号ライン 3 3 a を介して、超音波探触子 3 2 a に伝送され、第 2 の 1 ターンコイル 2 2 b に非接触伝送された電気信号は、回転側信号ライン 3 3 b を介して、超音波探触子 3 2 b に伝送される。

第 2 の 1 ターンコイル 2 2 c に非接触伝送された電気信号は、回転側信号ライン 3 3 c を介して、超音波探触子 3 2 c に伝送され、第 2 の 1 ターンコイル 2 2 d に非接触伝送された電気信号は、回転側信号ライン 3 3 d を介して、超音波探触子 3 2 d に伝送される。

【 0 0 2 7 】

超音波探触子 3 2 a , 3 2 b , 3 2 c , 3 2 d のそれぞれは、伝送された電気信号を超音波に変換し、超音波を被検査材 7 に放射する。

超音波探触子 3 2 a , 3 2 b , 3 2 c , 3 2 d のそれぞれは、被検査材 7 の周りを回転しているので、被検査材 7 に対する超音波の放射位置が時間の経過に伴って変化する。

超音波探触子 3 2 a , 3 2 b , 3 2 c , 3 2 d のそれぞれから放射された超音波は、被検査材 7 に反射される。

超音波が放射された位置に傷がある場合と、傷がない場合とでは、被検査材 7 に反射された超音波のエコー高さが変化する。

超音波探触子 3 2 a , 3 2 b , 3 2 c , 3 2 d のそれぞれは、被検査材 7 に反射された超音波を受けると、受けた超音波を電気信号に変換する。

超音波探触子 3 2 a , 3 2 b , 3 2 c , 3 2 d のそれぞれは、回転側信号ライン 3 3 a , 3 3 b , 3 3 c , 3 3 d を介して、当該電気信号を第 2 の 1 ターンコイル 2 2 a , 2 2 b , 2 2 c , 2 2 d に出力する。

【 0 0 2 8 】

図 7 に示すように、第 2 の 1 ターンコイル 2 2 a に伝送された電気信号は、第 1 の 1 ターンコイル 1 2 a に非接触伝送され、第 2 の 1 ターンコイル 2 2 b に伝送された電気信号は、第 1 の 1 ターンコイル 1 2 b に非接触伝送される。

また、第 2 の 1 ターンコイル 2 2 c に伝送された電気信号は、第 1 の 1 ターンコイル 1 2 c に非接触伝送され、第 2 の 1 ターンコイル 2 2 d に伝送された電気信号は、第 1 の 1 ターンコイル 1 2 d に非接触伝送される。

【 0 0 2 9 】

第 1 の 1 ターンコイル 1 2 a , 1 2 b , 1 2 c , 1 2 d に非接触伝送された電気信号のそれぞれは、静止側信号ライン 4 3 a , 4 3 b , 4 3 c , 4 3 d を介して、受信部 4 2 a , 4 2 b , 4 2 c , 4 2 d に伝送される。

受信部 4 2 a , 4 2 b , 4 2 c , 4 2 d のそれぞれは、第 1 の 1 ターンコイル 1 2 a , 1 2 b , 1 2 c , 1 2 d から出力された電気信号を受信し、電気信号を探傷部 4 4 に出力する。

【 0 0 3 0 】

探傷部 4 4 は、送信部 4 1 a , 4 1 b , 4 1 c , 4 1 d から出力された電気信号と、受信部 4 2 a , 4 2 b , 4 2 c , 4 2 d から出力された電気信号とに基づいて、被検査材 7 の傷を探知する。

被検査材 7 の傷の探知方法自体は、公知の技術であるため詳細な説明を省略するが、探傷部 4 4 は、以下に示すような探知方法を用いることができる。

[ 探知方法 ]

送信部 4 1 a , 4 1 b , 4 1 c , 4 1 d から出力された電気信号に対応する超音波のエコー高さ、受信部 4 2 a , 4 2 b , 4 2 c , 4 2 d から出力された電気信号に対応する超音波のエコー高さとの違いから、超音波の放射位置における傷の有無等を検出する。

【 0 0 3 1 】

図 1 に示す超音波探傷装置では、回転機構 4 のよる内壁 3 の回転速度と、送信部 4 1 a , 4 1 b , 4 1 c , 4 1 d から送信される電気信号であるパルス信号の時間間隔とが、探傷部 4 4 において、既知である。

10

20

30

40

50

したがって、探傷部 44 は、超音波探触子 32a, 32b, 32c, 32d から被検査材 7 に超音波が放射される位置は、既知である。

#### 【0032】

ここで、特許文献 1 に開示されている回転トランスは、電磁誘導現象による影響を解消するため、第 1 及び第 2 の基板と、第 1 及び第 2 の保持部材との間の距離として、第 1 の 1 ターンコイルと第 2 の 1 ターンコイルとの間のギャップの 5 ~ 10 倍を確保している。

図 1 に示す回転トランス 1 は、第 1 の浮遊導体 13 が第 1 の基板 11 の第 2 の平面 11b に形成され、第 2 の浮遊導体 23 が第 2 の基板 21 の第 4 の平面 21b に形成されている。

第 1 の浮遊導体 13 は、第 1 の 1 ターンコイル 12a, 12b, 12c, 12d と、第 1 の保持部材 14 との間の磁束をシールドするように作用する。第 2 の浮遊導体 23 は、第 2 の 1 ターンコイル 22a, 22b, 22c, 22d と第 2 の保持部材 24 との間の磁束をシールドするように作用する。

したがって、第 1 の 1 ターンコイル 12a, 12b, 12c, 12d に電気信号が流れて磁束が生じても、第 1 の浮遊導体 13 のシールド効果によって、当該磁束が第 1 の保持部材 14 にほとんど到達しなくなる。磁束が第 1 の保持部材 14 にほとんど到達しなくなることで、第 1 の保持部材 14 で生じる渦電流損又はヒステリシス損などが大幅に抑圧される。

また、第 2 の 1 ターンコイル 22a, 22b, 22c, 22d に電気信号が流れて磁束が生じても、第 2 の浮遊導体 23 のシールド効果によって、当該磁束が第 2 の保持部材 24 にほとんど到達しなくなる。磁束が第 2 の保持部材 24 にほとんど到達しなくなることで、第 2 の保持部材 24 で生じる渦電流損又はヒステリシス損などが大幅に抑圧される。

#### 【0033】

以上より、第 1 の基板 11 の第 2 の平面 11b と第 1 の保持部材 14 との間の距離 W が、第 1 の 1 ターンコイル 12a 等と第 2 の 1 ターンコイル 22a 等との間のギャップの 5 ~ 10 倍よりも短くても、電磁誘導現象による影響を解消することができる。したがって、図 1 に示す回転トランス 1 は、特許文献 1 に開示されている回転トランスよりもアウターリング 10 の薄型化を図ることができる。

また、第 2 の基板 21 の第 4 の平面 21b と第 2 の保持部材 24 との間の距離 W が、第 1 の 1 ターンコイル 12a 等と第 2 の 1 ターンコイル 22a 等との間のギャップの 5 ~ 10 倍よりも短くても、電磁誘導現象による影響を解消することができる。したがって、図 1 に示す回転トランス 1 は、特許文献 1 に開示されている回転トランスよりもインナーリング 20 の薄型化を図ることができる。

アウターリング 10 の薄型化及びインナーリング 20 の薄型化を図ることで、回転トランス 1 の物理的強度が高まる。

#### 【0034】

特許文献 1 に開示されている回転トランスは、図 1 に示す回転トランス 1 と異なり、第 1 の導体 16 及び第 2 の導体 26 を備えていない。

回転トランスが、第 1 の導体 16 及び第 2 の導体 26 を備えていない場合、図 8 に示すように、複数の 1 ターンコイルの間で電氣的な信号干渉（以下、「クロストーク」を称する）を生じることがある。

図 8 は、クロストークの発生を示す説明図である。

図 8 において、51 は、第 2 の 1 ターンコイル 22d から出力された電気信号が、第 2 の 1 ターンコイル 22c に及ぼしているクロストーク、52 は、第 2 の 1 ターンコイル 22d から出力された電気信号が、第 1 の 1 ターンコイル 12c に及ぼしているクロストークである。

図 8 では、第 2 の 1 ターンコイル 22d から出力された電気信号が、クロストークの発生源となっている。しかし、これは一例に過ぎず、第 2 の 1 ターンコイル 22a ~ 22c から出力された電気信号、又は、第 1 の 1 ターンコイル 12a ~ 12d から出力された電気信号が、クロストークの発生源となることがある。

10

20

30

40

50

## 【0035】

クロストーク51を抑圧するには、第2の1ターンコイル22cと第2の1ターンコイル22dとの距離を大きくする必要がある。

クロストーク52を抑圧するには、第1の1ターンコイル12cと第1の1ターンコイル12dとの距離を大きくする、あるいは、アウターリング10とインナーリング20との距離を大きくする必要がある。アウターリング10とインナーリング20との距離を大きくした場合、電気信号の伝送特性が劣化することがある。

回転トランス1が備えている第1の導体16及び第2の導体26は、クロストークを電氣的にシールドするように作用する。

したがって、クロストーク51, 52は、図9に示すように、大幅に抑圧される。

図9は、クロストークの抑圧を示す説明図である。図9において、×は、クロストーク51, 52が抑圧されている旨を示している。

## 【0036】

以上の実施の形態1は、固定体5が、第1の浮遊導体13を取り囲むように第1の基板11を保持している第1の保持部材14を有し、回転体6が、第2の浮遊導体23を取り囲むように第2の基板21を保持している第2の保持部材24を有するように、回転トランス1を構成した。したがって、回転トランス1は、電磁誘導現象の影響を解消するために、第1の基板11と第1の保持部材14との間の距離W及び第2の基板21と第2の保持部材24との間の距離Wのそれぞれを長くすることなく、電磁誘導現象の影響を解消することができる。

よって、回転トランス1は、特許文献1に開示されている回転トランスと比べて、第1の基板11と第1の保持部材14との間の距離W、及び第2の基板21と第2の保持部材24との間の距離Wのそれぞれが短くなり、固定体5及び回転体6のそれぞれの厚さが薄くなる。

## 【0037】

以上の実施の形態1は、第1の導体16と第1の浮遊導体13とが電氣的に接続され、第2の導体26と第2の浮遊導体23とが電氣的に接続されており、第1の導体16及び第2の導体26のそれぞれが接地されているように、回転トランス1を構成した。したがって、第1の浮遊導体13及び第2の浮遊導体23のそれぞれを単体で電氣的に接地することなく、第1の浮遊導体13及び第2の浮遊導体23のそれぞれが、電氣的に接地された状態になる。

## 【0038】

図3に示すアウターリング10では、第1の保持部材14が、第1の浮遊導体13を取り囲むように、第1の浮遊導体13と非接触の状態、第1の基板11を保持している。

また、図5に示すインナーリング20では、第2の保持部材24が、第2の浮遊導体23を取り囲むように、第2の浮遊導体23と非接触の状態、第2の基板21を保持している。

しかし、これは一例に過ぎず、アウターリング10では、図10に示すように、第1の浮遊導体13が第2の平面11bの全面に形成されており、第1の保持部材14が、第1の浮遊導体13と接触している状態で、第1の基板11を保持するようにしてもよい。図10は、図2に示すアウターリング10のC-C'断面を示す断面図である。

また、インナーリング20では、図11に示すように、第2の浮遊導体23が第4の平面21bの全面に形成されており、第2の保持部材24が、第2の浮遊導体23と接触している状態で、第2の基板21を保持するようにしてもよい。図11は、図4に示すインナーリング20のD-D'断面を示す断面図である。

## 【0039】

第1の保持部材14が、第2の平面11bの全面に形成されている第1の浮遊導体13と接触している状態で、第1の基板11を保持していることで、第1の浮遊導体13と非接触の状態、第1の基板11を保持している場合よりも、第1の浮遊導体13のシールド効果を高めることができる。

10

20

30

40

50

第2の保持部材24が、第4の平面21bの全面に形成されている第2の浮遊導体23と接触している状態で、第2の基板21を保持していることで、第2の浮遊導体23と非接触の状態、第2の基板21を保持している場合よりも、第2の浮遊導体23のシールド効果を高めることができる。

【0040】

図2に示すアウターリング10では、第1の導体16が接地されているが、第1の導体16の接地方法を明示していない。

例えば、金属の第1の保持部材14を接地した上で、図12に示すように、一端が第1の保持部材14と接続されている導体61を第1の基板11の第1の平面11aに形成し、複数の第1の導体16を導体61と接続するようにしてもよい。

図12では、第1の1ターンコイル12a, 12b, 12c, 12dの一端も、導体61と接続している。

図12は、超音波探傷装置用の回転トランス1におけるアウターリング10の他の例を図1の $x_1$ 方向から見た平面図である。

【0041】

図4に示すインナーリング20では、第2の導体26が接地されているが、第2の導体26の接地方法を明示していない。

例えば、金属の第2の保持部材24を接地した上で、図13に示すように、一端が第2の保持部材24と接続されている導体62を第2の基板21の第3の平面21aに形成し、複数の第2の導体26を導体62と接続するようにしてもよい。

図13では、第2の1ターンコイル22a, 22b, 22c, 22dの一端も、導体62と接続している。

図13は、超音波探傷装置用の回転トランス1におけるインナーリング20の他の例を図1の $x_2$ 方向から見た平面図である。

【0042】

図2に示すアウターリング10は、図1の $x_1$ 方向からアウターリング10を見たときに、第1の保持部材14の一部が見えている構造である。

また、図4に示すインナーリング20は、図1の $x_2$ 方向からインナーリング20を見たときに、第2の保持部材24の一部が見えている構造である。

しかし、これは一例に過ぎず、アウターリング10は、図14及び図15に示すように、図1の $x_1$ 方向からアウターリング10を見たときに、第1の保持部材14が見えていない構造であってもよい。

図14は、超音波探傷装置用の回転トランス1におけるアウターリング10の他の例を図1の $x_1$ 方向から見た平面図である。図15は、図14に示すアウターリング10のC-C'断面を示す断面図である。

また、インナーリング20は、図16及び図17に示すように、図1の $x_2$ 方向からインナーリング20を見たときに、第2の保持部材24が見えていない構造であってもよい。

図16は、超音波探傷装置用の回転トランス1におけるインナーリング20の他の例を図1の $x_2$ 方向から見た平面図である。図17は、図16に示すインナーリング20のD-D'断面を示す断面図である。

【0043】

実施の形態1の回転トランス1は、第1の1ターンコイル12a, 12b, 12c, 12dの他端のそれぞれがグランドと接続されている。また、第2の1ターンコイル22a, 22b, 22c, 22dの他端のそれぞれがグランドと接続されている。

しかし、これに限るものではなく、第1の1ターンコイル12a, 12b, 12c, 12dの他端のそれぞれが開放され、第2の1ターンコイル22a, 22b, 22c, 22dの他端のそれぞれが開放されていてもよい。

それぞれの他端が開放されている場合、送信部41a, 41b, 41c, 41dのそれぞれが、電気信号を静止側信号ライン43a, 43b, 43c, 43dに送信すると、第

10

20

30

40

50

1の1ターンコイル12a, 12b, 12c, 12dには、電圧が印加される。

第1の1ターンコイル12a, 12b, 12c, 12dに電圧が印加されると、容量結合によって、第2の1ターンコイル22a, 22b, 22c, 22dに電圧が印加され、回転側信号ライン33a, 33b, 33c, 33dを介して、超音波探触子32a, 32b, 32c, 32dに電気信号が伝送される。

一方、超音波探触子32a, 32b, 32c, 32dのそれぞれが、電気信号を回転側信号ライン33a, 33b, 33c, 33dに出力すると、第2の1ターンコイル22a, 22b, 22c, 22dには、電圧が印加される。

第2の1ターンコイル22a, 22b, 22c, 22dに電圧が印加されると、容量結合によって、第1の1ターンコイル12a, 12b, 12c, 12dに電圧が印加され、静止側信号ライン43a, 43b, 43c, 43dを介して、受信部42a, 42b, 42c, 42dに電気信号が伝送される。

【0044】

実施の形態2.

図1に示す超音波探傷装置では、回転トランス1が、1つのアウターリング10と、1つのインナーリング20とを備えている。

実施の形態2では、回転トランス1が、複数のアウターリングと、複数のインナーリングとを備えている超音波探傷装置について説明する。

【0045】

超音波探傷装置は、被検査材7における多くの箇所を同時に探傷できるようにするために多数の超音波探触子32a等を実装することがある。

超音波探傷装置が、1つのインナーリング20に形成されている第2の1ターンコイル22a, 22b, 22c, 22dの数よりも多くの超音波探触子32a等を実装する場合、回転トランス1が、複数のアウターリングと、複数のインナーリングとを備える必要がある。

【0046】

図18は、4つのアウターリング及び4つのインナーリングを備える回転トランス1を示す説明図である。

図18では、回転トランス1が、4つのアウターリング及び4つのインナーリングを備える例を示している。しかし、これは一例に過ぎず、回転トランス1が、2つ又は3つのアウターリングと、2つ又は3つのインナーリングとを備えているものであってもよい。また、回転トランス1が、5つ以上のアウターリングと、5つ以上のインナーリングとを備えているものであってもよい。

図18では、説明の簡単化のため、外枠2、内壁3、回転機構4、超音波探触子ホルダ31、超音波探触子32a, 32b, 32c, 32d及び回転側信号ライン33a, 33b, 33c, 33dなどの記載を省略している。

図18において、図3及び図5と同一符号は同一又は相当部分を示すので説明を省略する。

アウターリング10は、図3に示すアウターリング10と同一構成のアウターリングである。

【0047】

アウターリング10aは、アウターリング10に相当するアウターリングを2つ備えている。

第1の保持部材14aは、2つの第1の基板11におけるそれぞれの第2の平面11bが対向するように、2つの第1の基板11を保持している。

インナーリング20aは、インナーリング20に相当するインナーリングを2つ備えている。

第2の保持部材24aは、2つの第2の基板21におけるそれぞれの第4の平面21bが対向するように、2つの第2の基板21を保持している。

【0048】

10

20

30

40

50

回転トランス 1 が、複数のアウターリングと、複数のインナーリングとを備えるものであっても、実施の形態 1 の回転トランス 1 と同様に、それぞれのアウターリングの薄型化及びそれぞれのインナーリングの薄型化を図ることができる。

【0049】

なお、本願発明はその発明の範囲内において、各実施の形態の自由な組み合わせ、あるいは各実施の形態の任意の構成要素の変形、もしくは各実施の形態において任意の構成要素の省略が可能である。

【産業上の利用可能性】

【0050】

この発明は、固定体及び回転体を備える超音波探傷装置用の回転トランスに適している。

10

また、この発明は、回転トランスを備える超音波探傷装置に適している。

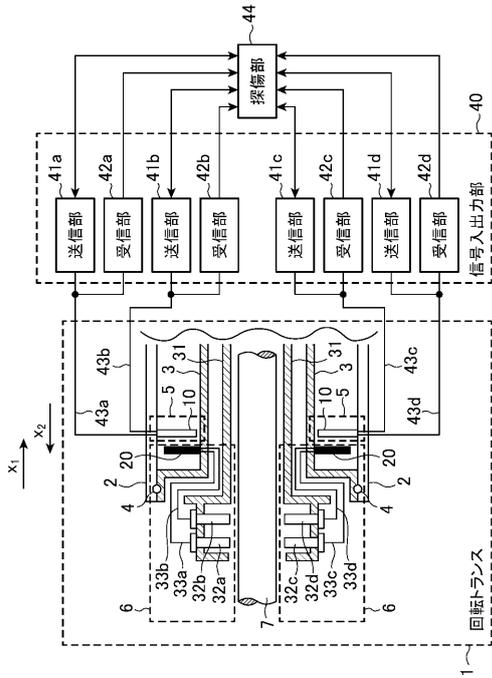
【符号の説明】

【0051】

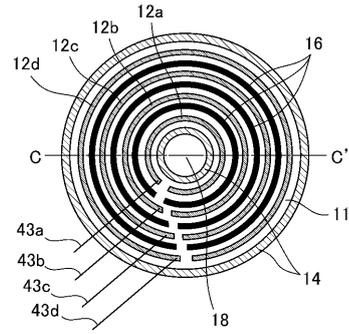
1 回転トランス、2 外枠、3 内壁、4 回転機構、5 固定体、6 回転体、7 被検査材、10, 10a アウターリング、11 第1の基板、11a 第1の平面、11b 第2の平面、12a, 12b, 12c, 12d 第1の1ターンコイル、13 第1の浮遊導体、14, 14a 第1の保持部材、15 空気、16 第1の導体、17 柱状導体、18 貫通穴、20, 20a インナーリング、21 第2の基板、21a 第3の平面、21b 第4の平面、22a, 22b, 22c, 22d 第2の1ターンコイル、23 第2の浮遊導体、24, 24a 第2の保持部材、25 空気、26 第2の導体、27 柱状導体、28 貫通穴、31 超音波探触子ホルダ、32a, 32b, 32c, 32d 超音波探触子、33a, 33b, 33c, 33d 回転側信号ライン、40 信号入出力部、41a, 41b, 41c, 41d 送信部、42a, 42b, 42c, 42d 受信部、43a, 43b, 43c, 43d 静止側信号ライン、44 探傷部、51, 52 クロストーク、61, 62 導体。

20

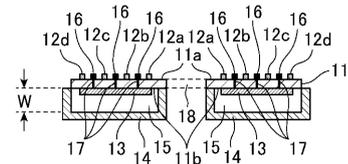
【 図 1 】



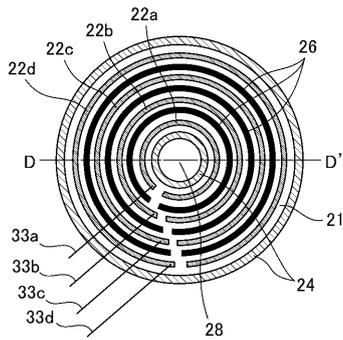
【 図 2 】



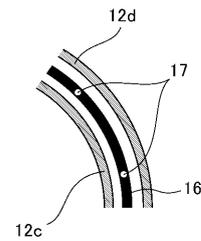
【 図 3 】



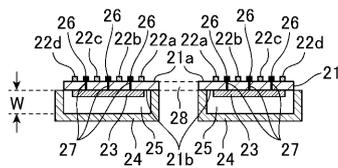
【 図 4 】



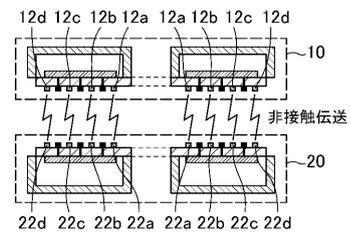
【 図 6 】



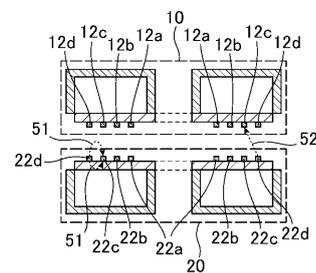
【 図 5 】



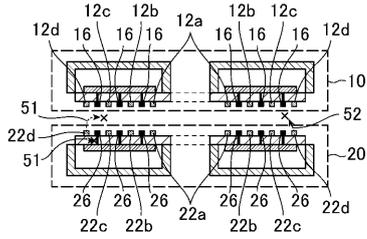
【 図 7 】



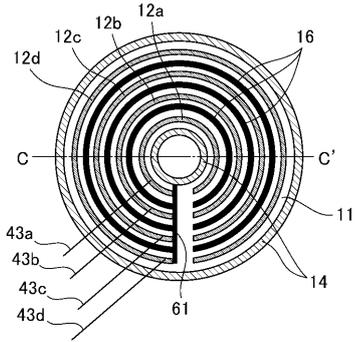
【 図 8 】



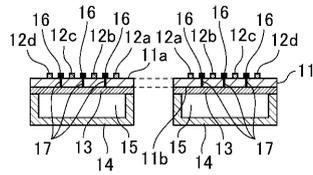
【 図 9 】



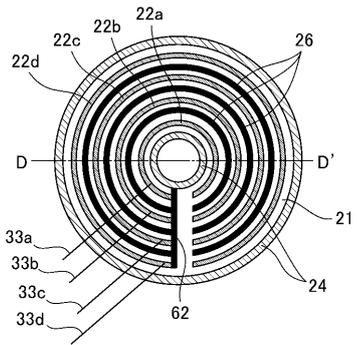
【 図 1 2 】



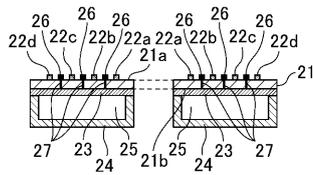
【 図 1 0 】



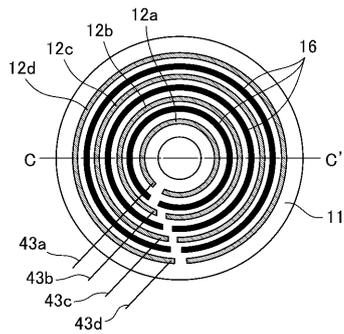
【 図 1 3 】



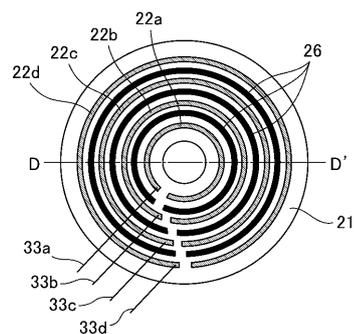
【 図 1 1 】



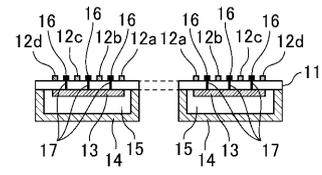
【 図 1 4 】



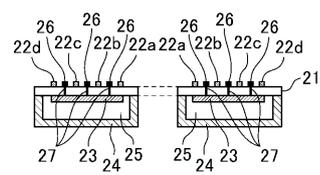
【 図 1 6 】



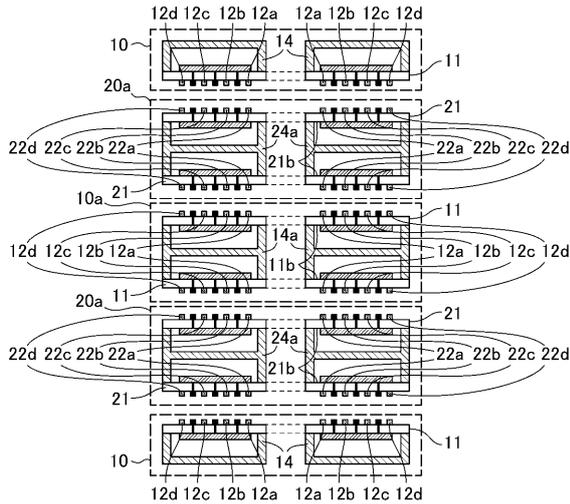
【 図 1 5 】



【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



## 【 手続補正書 】

【 提出日 】 令和1年5月31日 (2019.5.31)

## 【 手続補正 1 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 0 0 6

【 補正方法 】 変更

## 【 補正の内容 】

## 【 0 0 0 6 】

この発明に係る超音波探傷装置用の回転トランスは、複数の第1の1ターンコイルが第1の平面に同心円状に形成され、第1の浮遊導体が第2の平面に形成されている第1の基板と、第1の浮遊導体を取り囲むように第1の基板を保持している第1の保持部材とを有する固定体と、複数の第1の1ターンコイルのそれぞれと対向するように、複数の第2の1ターンコイルが第3の平面に同心円状に形成され、第2の浮遊導体が第4の平面に形成されている第2の基板と、第2の浮遊導体を取り囲むように第2の基板を保持している第2の保持部材と、複数の第2の1ターンコイルのそれぞれと接続されている複数の超音波探触子とを有し、第2の基板と第2の保持部材と複数の超音波探触子とが被検査材の周りを回転する回転体とを備え、固定体は、第1の平面において、複数の第1の1ターンコイルのそれぞれの間に形成されている第1の導体を有し、回転体は、第3の平面において、複数の第2の1ターンコイルのそれぞれの間に形成されている第2の導体を有し、第1の導体と第1の浮遊導体とが柱状導体によって電氣的に接続され、第2の導体と第2の浮遊導体とが柱状導体によって電氣的に接続されており、第1の導体及び第2の導体のそれぞれが接地されているようにしたものである。

## 【 手続補正 2 】

【 補正対象書類名 】 特許請求の範囲

【 補正対象項目名 】 全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の第 1 の 1 ターンコイルが第 1 の平面に同心円状に形成され、第 1 の浮遊導体が第 2 の平面に形成されている第 1 の基板と、前記第 1 の浮遊導体を取り囲むように前記第 1 の基板を保持している第 1 の保持部材とを有する固定体と、

前記複数の第 1 の 1 ターンコイルのそれぞれと対向するように、複数の第 2 の 1 ターンコイルが第 3 の平面に同心円状に形成され、第 2 の浮遊導体が第 4 の平面に形成されている第 2 の基板と、前記第 2 の浮遊導体を取り囲むように前記第 2 の基板を保持している第 2 の保持部材と、前記複数の第 2 の 1 ターンコイルのそれぞれと接続されている複数の超音波探触子とを有し、前記第 2 の基板と前記第 2 の保持部材と前記複数の超音波探触子とが被検査材の周りを回転する回転体とを備え、

前記固定体は、前記第 1 の平面において、前記複数の第 1 の 1 ターンコイルのそれぞれの間に形成されている第 1 の導体を有し、

前記回転体は、前記第 3 の平面において、前記複数の第 2 の 1 ターンコイルのそれぞれの間に形成されている第 2 の導体を有し、

前記第 1 の導体と前記第 1 の浮遊導体とが柱状導体によって電気的に接続され、前記第 2 の導体と前記第 2 の浮遊導体とが柱状導体によって電気的に接続されており、前記第 1 の導体及び前記第 2 の導体のそれぞれが接地されていることを特徴とする超音波探傷装置用の回転トランス。

【請求項 2】

前記第 1 の浮遊導体及び前記第 2 の浮遊導体のそれぞれは、非磁性金属であることを特徴とする請求項 1 記載の超音波探傷装置用の回転トランス。

【請求項 3】

前記第 1 の保持部材及び前記第 2 の保持部材のそれぞれは、非金属であることを特徴とする請求項 1 記載の超音波探傷装置用の回転トランス。

【請求項 4】

前記第 1 の保持部材及び前記第 2 の保持部材のそれぞれは、金属であり、

前記第 1 の保持部材及び前記第 2 の保持部材のそれぞれは、接地されていることを特徴とする請求項 1 記載の超音波探傷装置用の回転トランス。

【請求項 5】

前記第 1 の保持部材は、前記第 1 の浮遊導体と非接触の状態、前記第 1 の基板を保持し、

前記第 2 の保持部材は、前記第 2 の浮遊導体と非接触の状態、前記第 2 の基板を保持していることを特徴とする請求項 1 記載の超音波探傷装置用の回転トランス。

【請求項 6】

前記第 1 の浮遊導体が前記第 2 の平面の全面に形成され、前記第 2 の浮遊導体が前記第 4 の平面の全面に形成されており、

前記第 1 の保持部材は、前記第 1 の浮遊導体と接触している状態で、前記第 1 の基板を保持し、

前記第 2 の保持部材は、前記第 2 の浮遊導体と接触している状態で、前記第 2 の基板を保持していることを特徴とする請求項 1 記載の超音波探傷装置用の回転トランス。

【請求項 7】

前記固定体は、

前記第 1 の基板を 2 つ有しており、

前記第 1 の保持部材は、

前記 2 つの第 1 の基板におけるそれぞれの第 2 の平面が対向するように、前記 2 つの第 1 の基板を保持し、

前記回転体は、

前記第2の基板を2つ有しており、  
前記第2の保持部材は、

前記2つの第2の基板におけるそれぞれの第4の平面が対向するように、前記2つの第2の基板を保持していることを特徴とする請求項1記載の超音波探傷装置用の回転トランス。

【請求項8】

複数の第1の1ターンコイルが第1の平面に同心円状に形成され、第1の浮遊導体が第2の平面に形成されている第1の基板と、前記第1の浮遊導体を取り囲むように前記第1の基板を保持している第1の保持部材とを有する固定体と、

前記複数の第1の1ターンコイルのそれぞれと対向するように、複数の第2の1ターンコイルが第3の平面に同心円状に形成され、第2の浮遊導体が第4の平面に形成されている第2の基板と、前記第2の浮遊導体を取り囲むように前記第2の基板を保持している第2の保持部材と、前記複数の第2の1ターンコイルのそれぞれと接続されている複数の超音波探触子とを有し、前記第2の基板と前記第2の保持部材と前記複数の超音波探触子とが被検査材の周りを回転する回転体と、

前記複数の第1の1ターンコイルのそれぞれと接続されており、前記第1の1ターンコイルに対して電気信号を入出力する信号入出力部と、

前記信号入出力部により入出力された電気信号に基づいて前記被検査材の傷を探知する探傷部とを備え、

前記固定体は、前記第1の平面において、前記複数の第1の1ターンコイルのそれぞれ

の間に形成されている第1の導体を有し、

前記回転体は、前記第3の平面において、前記複数の第2の1ターンコイルのそれぞれ

の間に形成されている第2の導体を有し、

前記第1の導体と前記第1の浮遊導体とが柱状導体によって電氣的に接続され、前記第

2の導体と前記第2の浮遊導体とが柱状導体によって電氣的に接続されており、前記第1

の導体及び前記第2の導体のそれぞれが接地されていることを特徴とする超音波探傷装置

。

【手続補正書】

【提出日】令和1年9月13日(2019.9.13)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0006】

この発明に係る超音波探傷装置用の回転トランスは、中央に検査対象である被検査材  
が挿入される貫通穴を有し、第1の平面と第1の平面と表裏関係にある第2の平面を有す  
る第1の基板と、第1の基板の第1の平面に同心円状に形成され、それぞれが、一端が対  
応する静止側信号ラインに接続され、他端が接地される複数の第1の1ターンコイルと、  
複数の第1の1ターンコイルの直下に位置する第1の基板の第2の平面に形成された第1  
の浮遊導体と、第1の基板の第1の平面に複数の第1の1ターンコイルの隣接する第1の  
1ターンコイルの間に複数の第1の1ターンコイルと同心円状に形成され、接地される第  
1の導体と、第1の導体と第1の浮遊導体とを電氣的に接続し、第1の基板の第1の平面  
と第2の平面との間を貫通して形成された複数の第1の柱状導体と、第1の浮遊導体を取  
り囲み、第1の基板の第2の平面に対向し、当該第2の平面との間に距離をもって配置さ  
れる平面を有し、第1の基板を保持している第1の保持部材とを具備し、第1の浮遊導体  
が複数の第1の1ターンコイルと第1の保持部材との間の磁束をシールドする固定体と、

中央に被検査材が挿入される貫通穴を有し、第1の基板の第1の平面に対向して配置さ  
れる第3の平面と第3の平面と表裏関係にある第4の平面を有する第2の基板と、第2の  
基板の第3の平面に同心円状に形成され、それぞれが、複数の第1の1ターンコイルそれ

それぞれ非接触伝送行い、一端が対応する回転側信号ラインに接続され、他端が接地される複数の第2の1ターンコイルと、複数の第2の1ターンコイルの直下に位置する第2基板の第4の平面に形成された第2の浮遊導体と、第2の基板の第3の平面に複数の第2の1ターンコイルの隣接する第2の1ターンコイルの間に複数の第2の1ターンコイルと同心円状に形成され、接地される第2の導体と、第2の導体と第2の浮遊導体とを電氣的に接続し、第2の基板の第3の平面と第4の平面との間を貫通して形成された複数の第2の柱状導体と、第2の浮遊導体を取り囲み、第2の基板の第4の平面に対向し、当該第4の平面との間に距離をもって配置される平面を有し、第2の基板を保持している第2の保持部材と、複数の第2の1ターンコイルのそれぞれと対応する回転側信号ラインを介して接続される複数の超音波探触子とを具備し、第2の浮遊導体が複数の第2の1ターンコイルと第2の保持部材との間の磁束をシールドし、第2の基板と第2の保持部材と複数の超音波探触子とが被検査材の周りを回転する回転体とを備えたものである。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0007】

この発明によれば、固定体が、第1の基板の第1の平面に対向し、第1の平面との間に距離をもって配置される平面を有し、第1の浮遊導体を取り囲むように第1の基板を保持している第1の保持部材を有し、回転体が、第2の基板の第4の平面に対向し、第4の平面との間に距離をもって配置される平面を有し、第2の浮遊導体を取り囲むように第2の基板を保持している第2の保持部材を有している。したがって、この発明に係る超音波探傷装置用の回転トランスは、第1の浮遊導体が複数の第1の1ターンコイルと第1の保持部材との間の磁束をシールドするように作用し、第2の浮遊導体が複数の第2の1ターンコイルと第2の保持部材との間の磁束をシールドするように作用し、電磁誘導現象の影響を解消するために、第1の基板と第1の保持部材における第1の平面との間に距離をもって配置される平面との間の距離及び第2の基板と第2の保持部材における第4の平面との間に距離をもって配置される平面との間の距離を長くすることなく、電磁誘導現象の影響を解消することができる。

【手続補正3】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

中央に検査対象である被検査材が挿入される貫通穴を有し、第1の平面と前記第1の平面と表裏関係にある第2の平面を有する第1の基板と、前記第1の基板の第1の平面に同心円状に形成され、それぞれが、一端が対応する静止側信号ラインに接続され、他端が接地される複数の第1の1ターンコイルと、前記複数の第1の1ターンコイルの直下に位置する前記第1の基板の第2の平面に形成された第1の浮遊導体と、前記第1の基板の第1の平面に前記複数の第1の1ターンコイルの隣接する第1の1ターンコイルの間に前記複数の第1の1ターンコイルと同心円状に形成され、接地される第1の導体と、前記第1の導体と前記第1の浮遊導体とを電氣的に接続し、前記第1の基板の第1の平面と第2の平面との間を貫通して形成された複数の第1の柱状導体と、前記第1の浮遊導体を取り囲み、前記第1の基板の第2の平面に対向し、当該第2の平面との間に距離をもって配置される平面を有し、前記第1の基板を保持している第1の保持部材とを具備し、前記第1の浮遊導体が前記複数の第1の1ターンコイルと前記第1の保持部材との間の磁束をシールドする固定体と、

中央に前記被検査材が挿入される貫通穴を有し、前記第1の基板の第1の平面に対向して配置される第3の平面と前記第3の平面と表裏関係にある第4の平面を有する第2の基板と、前記第2の基板の第3の平面に同心円状に形成され、それぞれが、前記複数の第1の1ターンコイルそれぞれと非接触伝送行い、一端が対応する回転側信号ラインに接続され、他端が接地される複数の第2の1ターンコイルと、前記複数の第2の1ターンコイルの直下に位置する前記第2基板の第4の平面に形成された第2の浮遊導体と、前記第2の基板の第3の平面に前記複数の第2の1ターンコイルの隣接する第2の1ターンコイルの間に前記複数の第2の1ターンコイルと同心円状に形成され、接地される第2の導体と、前記第2の導体と前記第2の浮遊導体とを電氣的に接続し、前記第2の基板の第3の平面と第4の平面との間を貫通して形成された複数の第2の柱状導体と、前記第2の浮遊導体を取り囲み、前記第2の基板の第4の平面に対向し、当該第4の平面との間に距離をもって配置される平面を有し、前記第2の基板を保持している第2の保持部材と、前記複数の第2の1ターンコイルのそれぞれと対応する前記回転側信号ラインを介して接続される複数の超音波探触子とを具備し、前記第2の浮遊導体が前記複数の第2の1ターンコイルと前記第2の保持部材との間の磁束をシールドし、前記第2の基板と前記第2の保持部材と前記複数の超音波探触子とが前記被検査材の周りを回転する回転体とを備えた超音波探傷装置用の回転トランス。

【請求項2】

前記第1の浮遊導体及び前記第2の浮遊導体のそれぞれは、非磁性金属であることを特徴とする請求項1記載の超音波探傷装置用の回転トランス。

【請求項3】

前記第1の保持部材及び前記第2の保持部材のそれぞれは、非金属であることを特徴とする請求項1記載の超音波探傷装置用の回転トランス。

【請求項4】

前記第1の保持部材及び前記第2の保持部材のそれぞれは、金属であり、

前記第1の保持部材及び前記第2の保持部材のそれぞれは、接地されていることを特徴とする請求項1記載の超音波探傷装置用の回転トランス。

【請求項5】

前記第1の保持部材は、前記第1の浮遊導体と非接触の状態、前記第1の基板を保持し、

前記第2の保持部材は、前記第2の浮遊導体と非接触の状態、前記第2の基板を保持していることを特徴とする請求項1記載の超音波探傷装置用の回転トランス。

【請求項6】

前記第1の浮遊導体が前記第2の平面の全面に形成され、前記第2の浮遊導体が前記第4の平面の全面に形成されており、

前記第1の保持部材は、前記第1の浮遊導体と接触している状態で、前記第1の基板を保持し、

前記第2の保持部材は、前記第2の浮遊導体と接触している状態で、前記第2の基板を保持していることを特徴とする請求項1記載の超音波探傷装置用の回転トランス。

【請求項7】

前記固定体は、

前記第1の基板を2つ有しており、

前記第1の保持部材は、

前記2つの第1の基板におけるそれぞれの第2の平面が対向するように、前記2つの第1の基板を保持し、

前記回転体は、

前記第2の基板を2つ有しており、

前記第2の保持部材は、

前記2つの第2の基板におけるそれぞれの第4の平面が対向するように、前記2つの第2の基板を保持していることを特徴とする請求項1記載の超音波探傷装置用の回転トランス。

ス。

【請求項 8】

前記固定体は、前記第 1 の基板の第 1 の平面に形成され、前記複数の第 1 の 1 ターンコイルの他端同士および前記第 1 の導体を電氣的に接続する導体を有し、

前記回転体は、前記第 2 の基板の第 3 の平面に形成され、前記複数の第 2 の 1 ターンコイルの他端同士および前記第 2 の導体を電氣的に接続する導体を有する請求項 1 記載の超音波探傷装置用の回転トランス。

【請求項 9】

中央に検査対象である被検査材が挿入される貫通穴を有し、第 1 の平面と前記第 1 の平面と表裏関係にある第 2 の平面を有する第 1 の基板と、前記第 1 の基板の第 1 の平面に同心円状に形成され、それぞれが、一端が対応する静止側信号ラインに接続され、他端が接地される複数の第 1 の 1 ターンコイルと、前記複数の第 1 の 1 ターンコイルの直下に位置する前記第 1 の基板の第 2 の平面に形成された第 1 の浮遊導体と、前記第 1 の基板の第 1 の平面に前記複数の第 1 の 1 ターンコイルの隣接する第 1 の 1 ターンコイルの間に前記複数の第 1 の 1 ターンコイルと同心円状に形成され、接地される第 1 の導体と、前記第 1 の導体と前記第 1 の浮遊導体とを電氣的に接続し、前記第 1 の基板の第 1 の平面と第 2 の平面との間を貫通して形成された複数の第 1 の柱状導体と、前記第 1 の浮遊導体を取り囲み、前記第 1 の基板の第 2 の平面に対向し、当該第 2 の平面との間に距離をもって配置される平面を有し、前記第 1 の基板を保持している第 1 の保持部材とを具備し、前記第 1 の浮遊導体が前記複数の第 1 の 1 ターンコイルと前記第 1 の保持部材との間の磁束をシールドする固定体と、

中央に前記被検査材が挿入される貫通穴を有し、前記第 1 の基板の第 1 の平面に対向して配置される第 3 の平面と前記第 3 の平面と表裏関係にある第 4 の平面を有する第 2 の基板と、前記第 2 の基板の第 3 の平面に同心円状に形成され、それぞれが、前記複数の第 1 の 1 ターンコイルそれぞれと非接触伝送行い、一端が対応する回転側信号ラインに接続され、他端が接地される複数の第 2 の 1 ターンコイルと、前記複数の第 2 の 1 ターンコイルの直下に位置する前記第 2 基板の第 4 の平面に形成された第 2 の浮遊導体と、前記第 2 の基板の第 3 の平面に前記複数の第 2 の 1 ターンコイルの隣接する第 2 の 1 ターンコイルの間に前記複数の第 2 の 1 ターンコイルと同心円状に形成され、接地される第 2 の導体と、前記第 2 の導体と前記第 2 の浮遊導体とを電氣的に接続し、前記第 2 の基板の第 3 の平面と第 4 の平面との間を貫通して形成された複数の第 2 の柱状導体と、前記第 2 の浮遊導体を取り囲み、前記第 2 の基板の第 4 の平面に対向し、当該第 4 の平面との間に距離をもって配置される平面を有し、前記第 2 の基板を保持している第 2 の保持部材と、前記複数の第 2 の 1 ターンコイルのそれぞれと対応する前記回転側信号ラインを介して接続される複数の超音波探触子とを具備し、前記第 2 の浮遊導体が前記複数の第 2 の 1 ターンコイルと前記第 2 の保持部材との間の磁束をシールドし、前記第 2 の基板と前記第 2 の保持部材と前記複数の超音波探触子とが前記被検査材の周りを回転する回転体と、

前記複数の第 1 の 1 ターンコイルのそれぞれと接続されており、前記第 1 の 1 ターンコイルに対して電気信号を入出力する信号入出力部と、

前記信号入出力部により入出力された電気信号に基づいて前記被検査材の傷を探知する探傷部とを備えた超音波探傷装置。

【手続補正書】

【提出日】令和 1 年 11 月 8 日 (2019.11.8)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0006】

この発明に係る超音波探傷装置用の回転トランスは、中央に検査対象である被検査材が

挿入される貫通穴を有し、第1の平面と第1の平面と表裏関係にある第2の平面を有する第1の基板と、第1の基板の第1の平面に同心円状に形成され、それぞれが、一端が対応する静止側信号ラインに接続され、他端が接地される複数の第1の1ターンコイルと、複数の第1の1ターンコイルの直下に位置する第1の基板の第2の平面に形成された第1の浮遊導体と、第1の基板の第1の平面に複数の第1の1ターンコイルの隣接する第1の1ターンコイルの間に複数の第1の1ターンコイルと同心円状に形成され、接地される第1の導体と、第1の導体と第1の浮遊導体とを電氣的に接続し、第1の基板の第1の平面と第2の平面との間を貫通して形成された複数の第1の柱状導体と、第1の浮遊導体を取り囲み、第1の基板の第2の平面に対向し、当該第2の平面との間に距離をもって配置される平面を有し、第1の基板を保持している第1の保持部材とを具備し、第1の浮遊導体が複数の第1の1ターンコイルと第1の保持部材との間の磁束をシールドする固定体と、中央に被検査材が挿入される貫通穴を有し、第1の基板の第1の平面に対向して配置される第3の平面と第3の平面と表裏関係にある第4の平面を有する第2の基板と、第2の基板の第3の平面に同心円状に形成され、それぞれが、複数の第1の1ターンコイルそれぞれと非接触伝送行い、一端が対応する回転側信号ラインに接続され、他端が接地される複数の第2の1ターンコイルと、複数の第2の1ターンコイルの直下に位置する第2の基板の第4の平面に形成された第2の浮遊導体と、第2の基板の第3の平面に複数の第2の1ターンコイルの隣接する第2の1ターンコイルの間に複数の第2の1ターンコイルと同心円状に形成され、接地される第2の導体と、第2の導体と第2の浮遊導体とを電氣的に接続し、第2の基板の第3の平面と第4の平面との間を貫通して形成された複数の第2の柱状導体と、第2の浮遊導体を取り囲み、第2の基板の第4の平面に対向し、当該第4の平面との間に距離をもって配置される平面を有し、第2の基板を保持している第2の保持部材と、複数の第2の1ターンコイルのそれぞれと対応する回転側信号ラインを介して接続される複数の超音波探触子とを具備し、第2の浮遊導体が複数の第2の1ターンコイルと第2の保持部材との間の磁束をシールドし、第2の基板と第2の保持部材と複数の超音波探触子とが被検査材の周りを回転する回転体とを備えたものである。

【手続補正2】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

中央に検査対象である被検査材が挿入される貫通穴を有し、第1の平面と前記第1の平面と表裏関係にある第2の平面を有する第1の基板と、前記第1の基板の第1の平面に同心円状に形成され、それぞれが、一端が対応する静止側信号ラインに接続され、他端が接地される複数の第1の1ターンコイルと、前記複数の第1の1ターンコイルの直下に位置する前記第1の基板の第2の平面に形成された第1の浮遊導体と、前記第1の基板の第1の平面に前記複数の第1の1ターンコイルの隣接する第1の1ターンコイルの間に前記複数の第1の1ターンコイルと同心円状に形成され、接地される第1の導体と、前記第1の導体と前記第1の浮遊導体とを電氣的に接続し、前記第1の基板の第1の平面と第2の平面との間を貫通して形成された複数の第1の柱状導体と、前記第1の浮遊導体を取り囲み、前記第1の基板の第2の平面に対向し、当該第2の平面との間に距離をもって配置される平面を有し、前記第1の基板を保持している第1の保持部材とを具備し、前記第1の浮遊導体が前記複数の第1の1ターンコイルと前記第1の保持部材との間の磁束をシールドする固定体と、

中央に前記被検査材が挿入される貫通穴を有し、前記第1の基板の第1の平面に対向して配置される第3の平面と前記第3の平面と表裏関係にある第4の平面を有する第2の基板と、前記第2の基板の第3の平面に同心円状に形成され、それぞれが、前記複数の第1の1ターンコイルそれぞれと非接触伝送行い、一端が対応する回転側信号ラインに接続さ

れ、他端が接地される複数の第2の1ターンコイルと、前記複数の第2の1ターンコイルの直下に位置する前記第2の基板の第4の平面に形成された第2の浮遊導体と、前記第2の基板の第3の平面に前記複数の第2の1ターンコイルの隣接する第2の1ターンコイルの間に前記複数の第2の1ターンコイルと同心円状に形成され、接地される第2の導体と、前記第2の導体と前記第2の浮遊導体とを電氣的に接続し、前記第2の基板の第3の平面と第4の平面との間を貫通して形成された複数の第2の柱状導体と、前記第2の浮遊導体を取り囲み、前記第2の基板の第4の平面に対向し、当該第4の平面との間に距離をもって配置される平面を有し、前記第2の基板を保持している第2の保持部材と、前記複数の第2の1ターンコイルのそれぞれと対応する前記回転側信号ラインを介して接続される複数の超音波探触子とを具備し、前記第2の浮遊導体が前記複数の第2の1ターンコイルと前記第2の保持部材との間の磁束をシールドし、前記第2の基板と前記第2の保持部材と前記複数の超音波探触子とが前記被検査材の周りを回転する回転体とを備えた超音波探傷装置用の回転トランス。

【請求項2】

前記第1の浮遊導体及び前記第2の浮遊導体のそれぞれは、非磁性金属であることを特徴とする請求項1記載の超音波探傷装置用の回転トランス。

【請求項3】

前記第1の保持部材及び前記第2の保持部材のそれぞれは、非金属であることを特徴とする請求項1記載の超音波探傷装置用の回転トランス。

【請求項4】

前記第1の保持部材及び前記第2の保持部材のそれぞれは、金属であり、

前記第1の保持部材及び前記第2の保持部材のそれぞれは、接地されていることを特徴とする請求項1記載の超音波探傷装置用の回転トランス。

【請求項5】

前記第1の保持部材は、前記第1の浮遊導体と非接触の状態、前記第1の基板を保持し、

前記第2の保持部材は、前記第2の浮遊導体と非接触の状態、前記第2の基板を保持していることを特徴とする請求項1記載の超音波探傷装置用の回転トランス。

【請求項6】

前記第1の浮遊導体が前記第2の平面の全面に形成され、前記第2の浮遊導体が前記第4の平面の全面に形成されており、

前記第1の保持部材は、前記第1の浮遊導体と接触している状態で、前記第1の基板を保持し、

前記第2の保持部材は、前記第2の浮遊導体と接触している状態で、前記第2の基板を保持していることを特徴とする請求項1記載の超音波探傷装置用の回転トランス。

【請求項7】

前記固定体は、

前記第1の基板を2つ有しており、

前記第1の保持部材は、

前記2つの第1の基板におけるそれぞれの第2の平面が対向するように、前記2つの第1の基板を保持し、

前記回転体は、

前記第2の基板を2つ有しており、

前記第2の保持部材は、

前記2つの第2の基板におけるそれぞれの第4の平面が対向するように、前記2つの第2の基板を保持していることを特徴とする請求項1記載の超音波探傷装置用の回転トランス。

【請求項8】

前記固定体は、前記第1の基板の第1の平面に形成され、前記複数の第1の1ターンコイルの他端同士および前記第1の導体を電氣的に接続する導体を有し、

前記回転体は、前記第2の基板の第3の平面に形成され、前記複数の第2の1ターンコイルの他端同士および前記第2の導体を電氣的に接続する導体を有する請求項1記載の超音波探傷装置用の回転トランス。

【請求項9】

中央に検査対象である被検査材が挿入される貫通穴を有し、第1の平面と前記第1の平面と表裏関係にある第2の平面を有する第1の基板と、前記第1の基板の第1の平面に同心円状に形成され、それぞれが、一端が対応する静止側信号ラインに接続され、他端が接地される複数の第1の1ターンコイルと、前記複数の第1の1ターンコイルの直下に位置する前記第1の基板の第2の平面に形成された第1の浮遊導体と、前記第1の基板の第1の平面に前記複数の第1の1ターンコイルの隣接する第1の1ターンコイルの間に前記複数の第1の1ターンコイルと同心円状に形成され、接地される第1の導体と、前記第1の導体と前記第1の浮遊導体とを電氣的に接続し、前記第1の基板の第1の平面と第2の平面との間を貫通して形成された複数の第1の柱状導体と、前記第1の浮遊導体を取り囲み、前記第1の基板の第2の平面に対向し、当該第2の平面との間に距離をもって配置される平面を有し、前記第1の基板を保持している第1の保持部材とを具備し、前記第1の浮遊導体が前記複数の第1の1ターンコイルと前記第1の保持部材との間の磁束をシールドする固定体と、

中央に前記被検査材が挿入される貫通穴を有し、前記第1の基板の第1の平面に対向して配置される第3の平面と前記第3の平面と表裏関係にある第4の平面を有する第2の基板と、前記第2の基板の第3の平面に同心円状に形成され、それぞれが、前記複数の第1の1ターンコイルそれぞれと非接触伝送行い、一端が対応する回転側信号ラインに接続され、他端が接地される複数の第2の1ターンコイルと、前記複数の第2の1ターンコイルの直下に位置する前記第2の基板の第4の平面に形成された第2の浮遊導体と、前記第2の基板の第3の平面に前記複数の第2の1ターンコイルの隣接する第2の1ターンコイルの間に前記複数の第2の1ターンコイルと同心円状に形成され、接地される第2の導体と、前記第2の導体と前記第2の浮遊導体とを電氣的に接続し、前記第2の基板の第3の平面と第4の平面との間を貫通して形成された複数の第2の柱状導体と、前記第2の浮遊導体を取り囲み、前記第2の基板の第4の平面に対向し、当該第4の平面との間に距離をもって配置される平面を有し、前記第2の基板を保持している第2の保持部材と、前記複数の第2の1ターンコイルのそれぞれと対応する前記回転側信号ラインを介して接続される複数の超音波探触子とを具備し、前記第2の浮遊導体が前記複数の第2の1ターンコイルと前記第2の保持部材との間の磁束をシールドし、前記第2の基板と前記第2の保持部材と前記複数の超音波探触子とが前記被検査材の周りを回転する回転体と、

前記複数の第1の1ターンコイルのそれぞれと接続されており、前記第1の1ターンコイルに対して電気信号を入出力する信号入出力部と、

前記信号入出力部により入出力された電気信号に基づいて前記被検査材の傷を探知する探傷部とを備えた超音波探傷装置。

## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2018/039039
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> Int.Cl. G01N29/24(2006.01)i, H01F38/18(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl. G01N29/00-29/52, H01F38/18, A61B8/00-8/15		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Published examined utility model applications of Japan		1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan		1971-2018
Registered utility model specifications of Japan		1996-2018
Published registered utility model applications of Japan		1994-2018
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2012/141279 A1 (NIPPON STEEL CORP.) 18 October 2012, paragraphs [0028]-[0031], fig. 6-8 & US 2014/0102202 A1, paragraphs [0057]-[0067], fig. 6-8 & EP 2700938 A1 & CN 103477219 A & KR 10-2013-0143136 A & RU 2544304 C	1-10
Y	JP 59-9906 A (TRIO CO., LTD.) 19 January 1984, page 2, upper left column to page 3, upper left column, fig. 3 (Family: none)	1-10
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 "I" 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 10 December 2018 (10.12.2018)		Date of mailing of the international search report 25 December 2018 (25.12.2018)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer  Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/039039

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 51149/1988 (Laid-open No. 154615/1989) (SHARP CORP.) 24 October 1989, fig. 1 (Family: none)	9
A	JP 1-158707 A (TOSHIBA CORP.) 21 June 1989 (Family: none)	1-10
A	JP 54-072423 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 09 June 1979 (Family: none)	1-10
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 36691/1983 (Laid-open No. 143012/1984) (NIPPON FERRITE LTD.) 25 September 1984 (Family: none)	1-10
A	JP 2002-301081 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 15 October 2002 (Family: none)	1-10
A	US 2015/0145626 A1 (HISPANO-SUIZA) 28 May 2015 & WO 2013/167830 A1 & EP 2847774 A1 & FR 2990559 A & CA 2872723 A & CN 104412342 A & RU 2014149800 A & BR 112014028093 A	1-10

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2018/039039	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01N29/24(2006,01)i, H01F38/18(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. G01N29/00-29/52, H01F38/18, A61B8/00-8/15			
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 1971-2018年 日本国実用新案登録公報 1996-2018年 日本国登録実用新案公報 1994-2018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	WO 2012/141279 A1 (新日本製鐵株式会社) 2012. 10. 18, 段落[0028]-[0031], 図 6-8 & US 2014/0102202 A1, 段落[0057]-[0067], 図 6-8 & EP 2700938 A1 & CN 103477219 A & KR 10-2013-0143136 A & RU 2544304 C	1-10	
Y	JP 59-9906 A (トリオ株式会社) 1984. 01. 19, 第 2 頁左上欄-第 3 頁左上欄, 第 3 図 (ファミリーなし)	1-10	
<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、一般的な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			
国際調査を完了した日 10. 12. 2018		国際調査報告の発送日 25. 12. 2018	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 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) 越柴 洋哉	2W 4462 電話番号 03-3581-1101 内線 3258

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2018/039039
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	日本国実用新案登録出願 63-51149 号(日本国実用新案登録出願公開 1-154615 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ イクロフィルム (シャープ株式会社) 1989. 10. 24, 第 1 図 (ファミリーなし)	9
A	JP 1-158707 A (株式会社東芝) 1989. 06. 21, (ファミリーなし)	1-10
A	JP 54-072423 A (三菱電機株式会社) 1979. 06. 09, (ファミリーなし)	1-10
A	日本国実用新案登録出願 58-36691 号(日本国実用新案登録出願公開 59-143012 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ イクロフィルム (日本フェライト株式会社) 1984. 09. 25, (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2002-301081 A (松下電器産業株式会社) 2002. 10. 15, (ファミリーなし)	1-10
A	US 2015/0145626 A1 (HISPANO-SUITZA) 2015. 05. 28, & WO 2013/167830 A1 & EP 2847774 A1 & FR 2990559 A & CA 2872723 A & CN 104412342 A & RU 2014149800 A & BR 112014028093 A	1-10

## フロントページの続き

(81) 指定国・地域 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(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), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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

(72) 発明者 西村 拓真  
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

(72) 発明者 湯川 秀憲  
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

(72) 発明者 西川 智英  
神奈川県鎌倉市山崎2-5 菱電湘南エレクトロニクス株式会社内

(72) 発明者 鴨居 俊明  
神奈川県鎌倉市山崎2-5 菱電湘南エレクトロニクス株式会社内

Fターム(参考) 2G047 AB01 BA03 BC03 BC07 CA02 DB17 EA15 GG28

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。