

(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  
2016年1月21日(21.01.2016)



(10) 国際公開番号

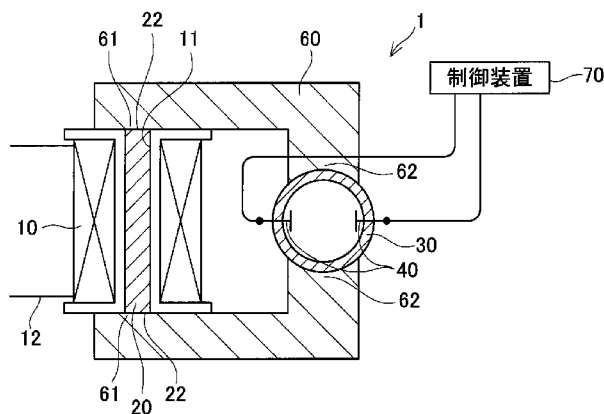
WO 2016/009696 A1

- (51) 国際特許分類:  
H01F 1/153 (2006.01) G01F 1/58 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/062297
- (22) 国際出願日: 2015年4月22日(22.04.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2014-144311 2014年7月14日(14.07.2014) JP
- (71) 出願人: 愛知時計電機株式会社 (AICHI TOKEI DENKI CO., LTD.) [JP/JP]; 〒4568691 愛知県名古屋市熱田区千年一丁目2番70号 Aichi (JP). 国立大学法人東北大学 (TOHOKU UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 Miyagi (JP).
- (72) 発明者: 木村 公一 (KIMURA Koichi); 〒4568691 愛知県名古屋市熱田区千年一丁目2番70号愛知時計電機株式会社内 Aichi (JP). 牧野 彰宏 (MAKINO Akihiro); 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 快友国際特許事務所 (KAI-U PATENT LAW FIRM); 〒4516009 愛知県名古屋市西区牛島町6番1号 名古屋ルーセントタワー9階 Aichi (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, 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: ELECTROMAGNETIC FLOW METER AND CORE

(54) 発明の名称: 電磁流量計およびコア



70 Control device

(57) Abstract: An electromagnetic flow meter (1) equipped with an excitation coil (10) that generates a magnetic field when energized, and a core (20) comprising a magnetic material arranged in the central part of the excitation coil (10). The electromagnetic flow meter (1) also is equipped with a measurement pipe (30) arranged within the magnetic field generated by the excitation coil (10), and in the interior of which a fluid flows, and a pair of electrodes (40) affixed to the measurement pipe (30) so as to oppose one another in a direction orthogonal to the direction of the magnetic field generated by the excitation coil (10) and the direction of the fluid flowing in the measurement pipe (30). The flow volume of the fluid is measured on the basis of the electromotive force generated between the pair of electrodes (40) when fluid flows between the pair of electrodes (40). The core (20) contains an alloy represented by the composition formula  $\text{Fe}_a - \text{Si}_b - \text{B}_c - \text{P}_d - \text{Cu}_e$  (where  $70 \leq a \leq 90$  at%,  $8.0 \leq b + c \leq 26$  at%,  $8.0 \leq c \leq 25$  at%,  $0.20 \leq d \leq 5.0$  at%, and  $0 < e \leq 2.0$  at%), and this alloy includes an amorphous phase and a nano-crystalline phase.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2016/009696 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

電磁流量計 1 は、通電により磁界が生じる励磁コイル 10 と、励磁コイル 10 の中心部に配置された磁性材料からなるコア 20 とを備える。電磁流量計 1 は、励磁コイル 10 で生じる磁界内に配置され、内部を流体が流れる計測管 30 と、励磁コイル 20 で生じる磁界の方向および計測管 30 を流れる流体の方向と直交する方向において対向するように計測管 30 に固定された一対の電極 40 とを備え、一対の電極 40 の間を流体が流れるときに電極 40 間で生じる起電力に基づいて流体の流量を計測する。コア 20 は、組成式:  $\text{Fe}_a - \text{Si}_b - \text{B}_c - \text{Pd} - \text{Cu}$ 。 ( $70 \leq a \leq 90 \text{ at } \%$ ,  $8.0 \leq b + c \leq 26 \text{ at } \%$ ,  $8.0 \leq c \leq 25 \text{ at } \%$ ,  $0.20 \leq d \leq 5.0 \text{ at } \%$ ,  $0 < e \leq 2.0 \text{ at } \%$ ) で表される合金を含み、前記合金がアモルファス相およびナノ結晶相を含む。

## 明 細 書

**発明の名称：電磁流量計およびコア**

### 技術分野

[0001] 本明細書に開示の技術は、電磁流量計およびコアに関する。

### 背景技術

[0002] 一般的に電磁流量計は、通電により磁界が生じる励磁コイルと、励磁コイルの中心部に配置された磁性材料からなるコアとを備えている。また、電磁流量計は、励磁コイルで生じる磁界内に配置され、内部を流体が流れる計測管と、励磁コイルで生じる磁界の方向および計測管を流れる流体の方向と直交する方向において対向するように配置された一对の電極とを備えている（例えば、日本国特開2007-333392号公報など参照）。

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0003] 一般的に、残留励磁方式の電磁流量計の励磁コイルの中心部のコアに用いる磁性材料としては、角形比（残留磁束密度／飽和磁束密度）が1に近いことが好ましい。磁性材料の角形比を高めるためには、例えば、磁性材料における結晶の磁化容易軸の方向を制御する方法が用いられる。磁化容易軸の方向を制御するために磁場中や圧延などの工程を経る必要があった。また、磁性材料からなるコアを生産するときに、溶解処理、鍛造処理、圧延処理、および切削処理などの工程を行う必要があり、多くの工程や複雑な制御を必要としていた。そのため、従来の電磁流量計のコアでは多くの工程や複雑な制御を必要とするので小さなロットで生産することには適しておらず、大きなロットでコアを生産しなければならなかった。また、小ロットでコアを生産しようとするコストが高くなっていた。

[0004] そこで本明細書は、コアを生産するときに高品質のものを小ロットで生産できる技術を提供することを目的とする。

#### 課題を解決するための手段

[0005] 本明細書に開示する電磁流量計では、励磁コイルのコアが、下記の組成式  
(1) ~ (5) のいずれかで表される組成を持ち、アモルファス相にナノ結  
晶粒が分散して存在する合金で形成されている。

(1)  $\text{Fe}_a - \text{Si}_b - \text{B}_c - \text{P}_d - \text{Cu}_e$  ( $70 \leq a \leq 90 \text{ at } \%$ ,  $8.0 \leq b + c \leq 26 \text{ at } \%$ ,  $8.0 \leq c \leq 25 \text{ at } \%$ ,  $0.20 \leq d \leq 5.0 \text{ at } \%$ ,  $0 < e \leq 2.0 \text{ at } \%$ )

(2)  $\text{Fe}_a - \text{Si}_b - \text{B}_c - \text{P}_d$  ( $70 \leq a \leq 90 \text{ at } \%$ ,  $1.0 \leq b \leq 20 \text{ at } \%$ ,  $1.0 \leq c \leq 25 \text{ at } \%$ ,  $0 < d \leq 10 \text{ at } \%$ )

(3)  $\text{Fe}_a - \text{Si}_b - \text{B}_c - \text{Cu}_e$  ( $70 \leq a \leq 90 \text{ at } \%$ ,  $1.0 \leq b \leq 20 \text{ at } \%$ ,  $1.0 \leq c \leq 25 \text{ at } \%$ ,  $0 < e \leq 10 \text{ at } \%$ )

(4)  $\text{Fe}_a - \text{Si}_b - \text{B}_c - \text{Cu}_e - \text{Nb}_f$  ( $70 \leq a \leq 90 \text{ at } \%$ ,  $1.0 \leq b \leq 20 \text{ at } \%$ ,  $1.0 \leq c \leq 25 \text{ at } \%$ ,  $0 < e \leq 10 \text{ at } \%$ ,  $0 < f \leq 10 \text{ at } \%$ )

(5)  $\text{Fe}_a - \text{Si}_b - \text{B}_c$  ( $70 \leq a \leq 90 \text{ at } \%$ ,  $1.0 \leq b \leq 20 \text{ at } \%$ ,  $1.0 \leq c \leq 25 \text{ at } \%$ )

[0006] このような構成によれば、従来技術のように多くの工程や複雑な制御を必要とせずにコアを生産することができる。そのため、コストを抑えるために大きなロットで生産する必要がなく、小さなロットで生産することができる。また、多くの工程や複雑な制御を行わなくても、磁性材料の角形比を高くすることができる。よって、高品質のコアを小ロットで生産することができる。

[0007] 上記の電磁流量計において、コアは、アモルファス合金を加熱することにより形成されていてもよい。

[0008] また、コアの残留磁束密度が、1.2 T以上であってもよい。

### 図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施形態に係る電磁流量計の概略構成図である。

[図2]コアの斜視図である。

[図3]コアに用いる磁性材料のB－H曲線（磁気履歴曲線）を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0010] 以下に説明する実施形態の主要な特徴を列記する。なお、以下に記載する技術要素は、それぞれ独立した技術要素であって、単独であるいは各種の組合せによって技術的有用性を発揮するものである。

[0011] （特徴１）コアは、複数のシート材の積層体であってもよい。

[0012] （特徴２）各シート材は、熔融金属を冷却することによりアモルファス状態で固化したものであってもよい。

[0013] （特徴３）各シート材は、熔融金属を金属ロールの上に吐出して冷却することによりアモルファス状態で固化したものであってもよい。

[0014] （特徴４）交番磁界を用いる電磁流量計のコアであってもよい。

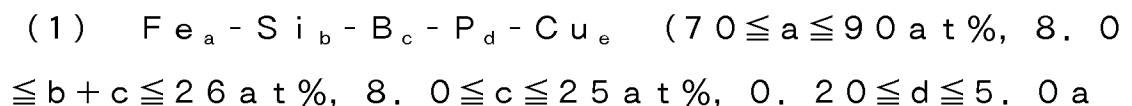
[0015] 以下、実施形態について添付図面を参照して説明する。図１に示すように、電磁流量計１は、励磁コイル１０と、励磁コイル１０の中心部に配置されたコア２０とを備えている。また、電磁流量計１は、計測管３０と、計測管３０に固定された一対の電極４０、４０とを備えている。励磁コイル１０と計測管３０の間には、ヨーク６０が配置されている。

[0016] 励磁コイル１０は、コア２０の周囲に巻かれている。励磁コイル１０の中心部には孔１１が形成されている。励磁コイル１０の孔１１にコア２０が挿入されている。励磁コイル１０は、コア２０を囲んでいる。励磁コイル１０は、金属の導線１２が巻き回されることにより形成されている。導線１２は、電源（図示省略）に接続されている。すなわち、励磁コイル１０は、電源（図示省略）に接続されている。励磁コイル１０では、通電により磁界が生じる。電源（図示省略）から励磁コイル１０に電流が流れると磁界が生じる。励磁コイル１０により磁界が生じると、励磁コイル１０の孔１１に配置されたコア２０が磁化する。励磁コイル１０に電流を流したときのコア２０の磁化方向は、励磁コイル１０に流れる電流の方向に依存する。実施形態の電磁流量計１では、経時的に磁界の大きさと方向が変化する交番磁界を用いる

。また、励磁コイル 10 の通電で生じる磁束がコア 20 を通る。コア 20 の両端部 22 には、磁束を案内するヨーク 60 が固定されている。

[0017] ヨーク 60 は、コア 20 と計測管 30 の間に配置されている。ヨーク 60 の一端部 61 は、コア 20 に接している。ヨーク 60 の他端部 62 は、計測管 30 に向かって延びており、計測管 30 に接している。ヨーク 60 は、コア 20 から計測管 30 へ磁束を案内する。上側のヨーク 60 の他端部 62 と下側のヨーク 60 の他端部 62 が、計測管 30 を挟んで向かい合っている。上側のヨーク 60 の他端部 62 と下側のヨーク 60 の他端部 62 との間に磁界が形成される。上側のヨーク 60 の他端部 62 と下側のヨーク 60 の他端部 62 は、流体の流れ方向（計測管 30 が延びる方向）と直交する方向において向かい合っている。これにより、流体の流れ方向（計測管 30 が延びる方向）と直交する方向に磁界が生じる。ヨーク 60 は、軟質の磁性材料から形成されている。軟質の磁性材料としては、例えば、鉄やフェライトを挙げることができる。

[0018] 図 2 に示すように、コア 20 は、複数のシート材 21 を備えている。積層された複数のシート材 21 によりコア 20 が形成されている。すなわち、コア 20 は、複数のシート材 21 の積層体である。各シート材 21 は、板状あるいはリボン状に形成されている。シート材 21 は、半硬質の磁性材料から形成されている。したがって、複数のシート材 21 で形成されたコア 20 は、半硬質の磁性材料から形成されている。半硬質の磁性材料では、磁界の向きに応じて磁化方向が変わる。この磁性材料としては、例えば、Fe-Si-B-P-Cu 系、Fe-Si-B-P 系、Fe-Si-B-Cu 系、Fe-Si-B-Nb-Cu 系、Fe-Si-B 系の合金を挙げることができる。より詳細には、コア 20 は、下記の組成式 (1) ~ (5) のいずれかで表される組成を持つ合金で形成されている。



t %,  $0 < e \leq 2.0 \text{ at } \%$ ) より好ましくは ( $73 \leq a \leq 85 \text{ at } \%$ ,  $9.65 \leq b + c \leq 24.75 \text{ at } \%$ ,  $9.65 \leq c \leq 22 \text{ at } \%$ ,  $0.25 \leq d \leq 5 \text{ at } \%$ ,  $0 < e \leq 0.35 \text{ at } \%$ ,  $0 < y/x \leq 0.5$ )

(2)  $\text{Fe}_a - \text{Si}_b - \text{B}_c - \text{P}_d$  ( $70 \leq a \leq 90 \text{ at } \%$ ,  $1.0 \leq b \leq 20 \text{ at } \%$ ,  $1.0 \leq c \leq 25 \text{ at } \%$ ,  $0 < d \leq 10 \text{ at } \%$ )

(3)  $\text{Fe}_a - \text{Si}_b - \text{B}_c - \text{Cu}_e$  ( $70 \leq a \leq 90 \text{ at } \%$ ,  $1.0 \leq b \leq 20 \text{ at } \%$ ,  $1.0 \leq c \leq 25 \text{ at } \%$ ,  $0 < e \leq 10 \text{ at } \%$ )

(4)  $\text{Fe}_a - \text{Si}_b - \text{B}_c - \text{Cu}_e - \text{Nb}_f$  ( $70 \leq a \leq 90 \text{ at } \%$ ,  $1.0 \leq b \leq 20 \text{ at } \%$ ,  $1.0 \leq c \leq 25 \text{ at } \%$ ,  $0 < e \leq 10 \text{ at } \%$ ,  $0 < f \leq 10 \text{ at } \%$ )

(5)  $\text{Fe}_a - \text{Si}_b - \text{B}_c$  ( $70 \leq a \leq 90 \text{ at } \%$ ,  $1.0 \leq b \leq 20 \text{ at } \%$ ,  $1.0 \leq c \leq 25 \text{ at } \%$ )

[0019] また、コア20に用いる半硬質の磁性材料の合金は、アモルファス相およびナノ結晶粒を含んでいる。すなわち、コア20に用いる半硬質の磁性材料の合金の断面を観察すると、アモルファス相にナノ結晶粒が分散して存在している。アモルファス相では、原子が不規則に並んでいる。ナノ結晶粒では、数～数十nm程度の結晶構造が存在し、結晶部分では原子が規則的に並んでいる。

[0020] 図3のB-H曲線に示すように、コア20に用いる磁性材料の飽和磁束密度は、1.5T（テスラ）以上が好ましく、1.6T（テスラ）以上がより好ましい。また、コア20に用いる磁性材料の残留磁束密度は、1.2T（テスラ）以上が好ましく、1.3T（テスラ）以上が好ましい。また、コア20に用いる磁性材料の保持力は、40～8000A/mであることが好ましい。

[0021] コア20に用いる半硬質の磁性材料の合金は、上記の組成式を有するアモルファス合金を加熱処理することにより得ることができる。加熱前のアモルファス合金では、ナノ結晶粒が存在せず、アモルファス相のみが存在し、原

子が不規則に並んでいる。アモルファス合金を加熱処理することにより、アモルファス相およびナノ結晶粒を含む半硬質の磁性材料の合金を得ることができる。より具体的には、上記の組成式を有する溶融金属を金属ロールの上に吐出し、この溶融金属を冷却する。冷却された溶融金属は、アモルファス状態で固化する。ま、溶融金属を冷却して固化したものを分割することにより複数のシート材 21 を形成する。また、複数のシート材 21 を積層することによりコア 20 を形成する。

[0022] 図 1 に示すように、計測管 30 は、円形断面を有している。計測管 30 の内面には、絶縁性のライニングが形成されている。計測管 30 の内部は流体で満たされている。流体が計測管 30 の内部を流れている。流体としては、例えば、水を挙げることができる。計測管 30 は、上側のヨーク 60 の他端部 62 と下側のヨーク 60 の他端部 62 との間において延びている。計測管 30 は、励磁コイル 10 で生じる磁界内に配置されている。流体は、励磁コイル 10 で生じる磁界内を流れる。計測管 30 は、磁界方向に直交する方向に延びるように配置されている。

[0023] 計測管 30 に固定された一对の電極 40、40 は、互いに向かい合っている。一对の電極 40、40 は、計測管 30 を流れる流体の方向（計測管 30 が延びる方向）と直交する方向において対向している。また、一对の電極 40、40 は、上側のヨーク 60 の他端部 62 と下側のヨーク 60 の他端部 62 が向かい合う方向に直交する方向において、互いに向かい合っている。すなわち、一对の電極 40、40 は、磁界の方向と直交する方向において、互いに向かい合っている。電極 40 は、計測管 30 の内部に露出している。電極 40 は、計測管 30 内の流体に接触する。一对の電極 40、40 は、計測管 30 内の流体を挟んで対向している。一对の電極 40、40 の間を流体が流れる。

[0024] 一对の電極 40、40 は、制御装置 70 に接続されている。一对の電極 40、40 は、計測管 30 を流れる流体を介して通電する。流体が磁界内を流れると、流体の運動により一对の電極 40、40 間に起電力が生じる。制御

装置 70 は、一対の電極 40、40 の間に生じる起電力を計測し、計測した起電力に基づいて流体の流量を算出する。流体の流量の算出は、ファラデーの電磁誘導の法則、すなわち、「導体（本実施形態では流体）が磁界内で運動するとき、その導体を通じて磁界方向および運動方向の両者に直角の方向に起電力が発生し、その大きさは磁束密度と速度に比例する」という法則に基づいて実行することができる。起電力に基づいて流体の流量を算出するための計算方法については公知であるので詳細な説明を省略する。

[0025] 上記の構成を備える電磁流量計 1 によれば、励磁コイル 10 が接続された電源をオンにすると励磁コイル 10 に電流が流れて磁界が生じる。磁界が生じると、この磁界における磁束が励磁コイル 10 の中心部に配置されたコア 20 およびコア 20 に接続されたヨーク 60 を通る。これにより、上側のヨーク 60 の他端部 62 と下側のヨーク 60 の他端部 62 の間に磁界が形成される。また、上側のヨーク 60 と下側のヨーク 60 の間に形成された磁界内に計測管 30 が配置されており、計測管 30 内を流体が流れている。これにより、励磁コイル 10 で生じた磁界内を流体が流れる。計測管 30 が磁界方向と直交する方向に延びているので、流体は磁界方向と直交する方向に流れる。流体が計測管 30 を流れるとき、この流体の運動により一対の電極 40、40 間に起電力が生じる。起電力は、磁界の方向および流体の流れの方向に直交する方向に生じる。一対の電極 40、40 間に起電力が生じると、電極 40 に接続された制御装置 70 が起電力を計測し、この起電力に基づいて計測管 30 を流れる流体の流量を算出する。このようにして、流体の流量を計測することができる。

[0026] 上記の説明から明らかなように、実施形態に係る電磁流量計 1 によれば、コア 20 が、の組成式 (1) ~ (5) のいずれかで表される合金を含み、前記合金ではアモルファス相にナノ結晶粒が分散して存在している。これにより、コア 20 を生産するときに高品質のものを小ロットで生産することができる。すなわち、従来の技術では、磁性材料の角形比を高めるために、磁界中で磁性材料を熱処理する工程や、溶解処理、鍛造処理、圧延処理、および

切削処理などの工程を行う必要があり、コアを生産するために多くの工程や複雑な制御を必要としていた。しかしながら、実施形態に係るコア 20 では、このような多くの工程や複雑な制御を必要とせずにコア 20 を生産することができる。そのため、コストを抑えるために大きなロットで生産する必要がなく、小さなロットで生産することができる。また、多くの工程や複雑な制御を行わなくても、磁性材料の角形比を高くすることができる。よって、高品質のコア 20 を小ロットで生産することができる。

[0027] また、上記の構成によれば、アモルファス合金を加熱処理するだけでコア 20 を製造することができるので、多くの工程や複雑な制御の必要が無く、コストを削減することができる。また、上記の構成によれば、コア 20 の残留磁束密度が 1.2 T（テスラ）以上であるので、励磁コイル 10 の通電によって生じる磁界が強くなる。これにより、計測管 30 を流れる流体に強い磁界が作用するので、電磁流量計 1 の計測精度が高くなる。また、従来の技術では、上記のコア 20 と同等の計測精度にするためには、励磁コイルに流す電流を大きくして磁界を強くする必要があり、消費電力が大きくなっていた。しかしながら、上記のコア 20 では、少ない消費電力で計測精度を高めることができる。

[0028] 以上、一実施形態について説明したが、具体的な態様は上記実施形態に限定されるものではない。例えば、上記実施形態では、計測管 30 の上方と下方にそれぞれヨーク 60 が配置されており、1つの励磁コイル 10 で生じた磁界がヨーク 60 を介して計測管 30 内の流体に作用する構成であったが、この構成に限定されるものではない。他の実施形態では、計測管 30 の上方と下方にそれぞれ励磁コイル 10 が配置されており、2つの励磁コイル 10 で生じた磁界が計測管 30 内の流体に作用する構成であってもよい。また、上記実施形態では、計測管 30 が円形断面を有していたが、この構成に限定されるものではなく、計測管 30 が矩形状の断面を有していてもよい。

[0029] 以上、本発明の具体例を詳細に説明したが、これらは例示に過ぎず、特許請求の範囲を限定するものではない。特許請求の範囲に記載の技術には、以

上に例示した具体例を様々に変形、変更したものが含まれる。本明細書または図面に説明した技術要素は、単独であるいは各種の組合せによって技術的有用性を発揮するものであり、出願時請求項記載の組合せに限定されるものではない。また、本明細書または図面に例示した技術は複数目的を同時に達成し得るものであり、そのうちの一つの目的を達成すること自体で技術的有用性を持つものである。

### 符号の説明

- [0030] 1 ; 電磁流量計  
1 0 ; 励磁コイル  
1 2 ; 導線  
2 0 ; コア  
2 1 ; シート材  
3 0 ; 計測管  
4 0 ; 電極  
6 0 ; ヨーク  
6 1 ; 一端部  
6 2 ; 他端部  
7 0 ; 制御装置

## 請求の範囲

[請求項1] 励磁コイルのコアが、下記の組成式(1)～(5)のいずれかで表される組成を持ち、アモルファス相にナノ結晶粒が分散して存在する合金で形成されている電磁流量計。

(1)  $\text{Fe}_a - \text{Si}_b - \text{B}_c - \text{P}_d - \text{Cu}_e$  ( $70 \leq a \leq 90 \text{ at } \%$ ,  $8.0 \leq b + c \leq 26 \text{ at } \%$ ,  $8.0 \leq c \leq 25 \text{ at } \%$ ,  $0.20 \leq d \leq 5.0 \text{ at } \%$ ,  $0 < e \leq 2.0 \text{ at } \%$ )

(2)  $\text{Fe}_a - \text{Si}_b - \text{B}_c - \text{P}_d$  ( $70 \leq a \leq 90 \text{ at } \%$ ,  $1.0 \leq b \leq 20 \text{ at } \%$ ,  $1.0 \leq c \leq 25 \text{ at } \%$ ,  $0 < d \leq 10 \text{ at } \%$ )

(3)  $\text{Fe}_a - \text{Si}_b - \text{B}_c - \text{Cu}_e$  ( $70 \leq a \leq 90 \text{ at } \%$ ,  $1.0 \leq b \leq 20 \text{ at } \%$ ,  $1.0 \leq c \leq 25 \text{ at } \%$ ,  $0 < e \leq 10 \text{ at } \%$ )

(4)  $\text{Fe}_a - \text{Si}_b - \text{B}_c - \text{Cu}_e - \text{Nb}_f$  ( $70 \leq a \leq 90 \text{ at } \%$ ,  $1.0 \leq b \leq 20 \text{ at } \%$ ,  $1.0 \leq c \leq 25 \text{ at } \%$ ,  $0 < e \leq 10 \text{ at } \%$ ,  $0 < f \leq 10 \text{ at } \%$ , )

(5)  $\text{Fe}_a - \text{Si}_b - \text{B}_c$  ( $70 \leq a \leq 90 \text{ at } \%$ ,  $1.0 \leq b \leq 20 \text{ at } \%$ ,  $1.0 \leq c \leq 25 \text{ at } \%$ )

[請求項2] 前記コアは、アモルファス合金を加熱することにより形成されている請求項1に記載の電磁流量計。

[請求項3] 前記コアの残留磁束密度が、1.2 T以上である請求項1または2に記載の電磁流量計。

[請求項4] 電磁流量計の励磁コイルに用いるコアであって、下記の組成式(1)～(5)のいずれかで表される組成を持ち、アモルファス相にナノ結晶粒が分散して存在する合金で形成されているコア。

(1)  $\text{Fe}_a - \text{Si}_b - \text{B}_c - \text{P}_d - \text{Cu}_e$  ( $70 \leq a \leq 90 \text{ at } \%$ ,  $8.0 \leq b + c \leq 26 \text{ at } \%$ ,  $8.0 \leq c \leq 25 \text{ at } \%$ ,  $0.20 \leq d \leq 5.0 \text{ at } \%$ ,  $0 < e \leq 2.0 \text{ at } \%$ )

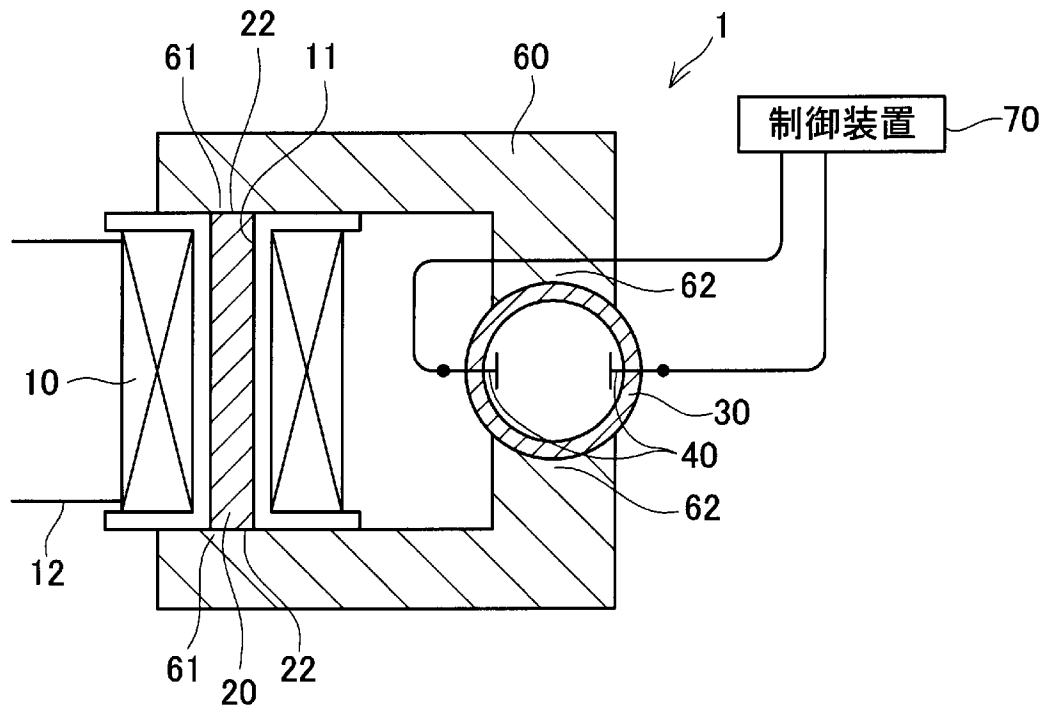
(2)  $\text{Fe}_a - \text{Si}_b - \text{B}_c - \text{P}_d$  ( $70 \leq a \leq 90 \text{ at } \%$ ,  $1.0 \leq b \leq 20 \text{ at } \%$ ,  $1.0 \leq c \leq 25 \text{ at } \%$ ,  $0 < d \leq 10 \text{ at } \%$ )

(3)  $\text{Fe}_a - \text{Si}_b - \text{B}_c - \text{Cu}_e$  ( $70 \leq a \leq 90 \text{ at } \%$ ,  $1.0 \leq b \leq 20 \text{ at } \%$ ,  $1.0 \leq c \leq 25 \text{ at } \%$ ,  $0 < e \leq 10 \text{ at } \%$ )

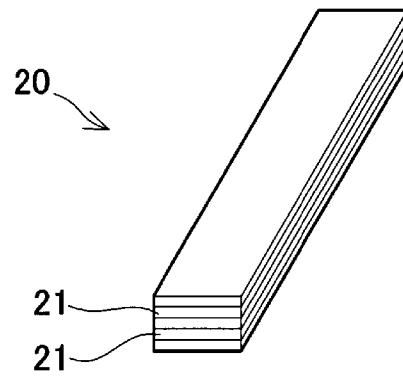
(4)  $\text{Fe}_a - \text{Si}_b - \text{B}_c - \text{Cu}_e - \text{Nb}_f$  ( $70 \leq a \leq 90 \text{ at } \%$ ,  $1.0 \leq b \leq 20 \text{ at } \%$ ,  $1.0 \leq c \leq 25 \text{ at } \%$ ,  $0 < e \leq 10 \text{ at } \%$ ,  $0 < f \leq 10 \text{ at } \%$ )

(5)  $\text{Fe}_a - \text{Si}_b - \text{B}_c$  ( $70 \leq a \leq 90 \text{ at } \%$ ,  $1.0 \leq b \leq 20 \text{ at } \%$ ,  $1.0 \leq c \leq 25 \text{ at } \%$ )

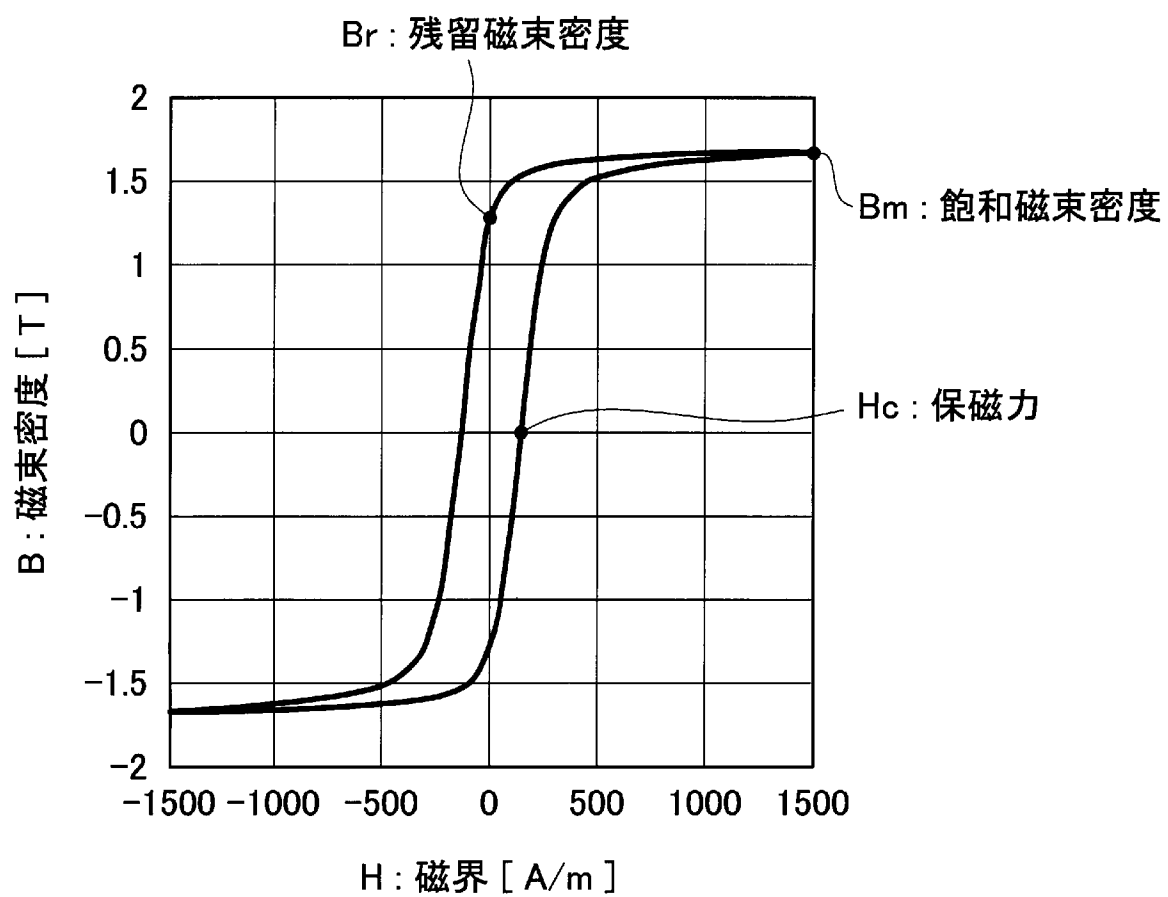
[図1]



[図2]



[図3]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/062297

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01F1/153(2006.01)i, G01F1/58(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)

H01F1/153, G01F1/58

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 | 1996-2015 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2015 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2015 |

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. |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | JP 2007-333392 A (Yokogawa Electric Corp.),<br>27 December 2007 (27.12.2007),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)                                                                                                                                                                                                                          | 1-4                   |
| Y         | WO 2007/032531 A1 (Hitachi Metals, Ltd.),<br>22 March 2007 (22.03.2007),<br>entire text; all drawings<br>& JP 2007-107094 A & JP 2007-107095 A<br>& JP 2007-107096 A & JP 2013-60665 A<br>& JP 2013-67863 A & US 2009/0266448 A1<br>& US 2011/0085931 A1 & US 2011/0108167 A1<br>& EP 1925686 A1 & EP 2339043 A1<br>& CN 101263240 A & CN 101906582 A | 1-4                   |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ 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

"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  
 "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  
07 July 2015 (07.07.15)

Date of mailing of the international search report  
21 July 2015 (21.07.15)

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/JP2015/062297

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 2007-270271 A (Hitachi Metals, Ltd.),<br>18 October 2007 (18.10.2007),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)                                                                                                                         | 1-4                   |
| A         | WO 2008/129803 A1 (NEC Tokin Corp.),<br>30 October 2008 (30.10.2008),<br>entire text; all drawings<br>& JP 5632608 B & US 2010/0097171 A1<br>& DE 112008000720 T & CN 101636515 A<br>& KR 10-2009-0130054 A & TW 200903534 A<br>& CN 103540872 A | 1-4                   |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01F1/153(2006.01)i, G01F1/58(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（I P C））

Int.Cl. H01F1/153, G01F1/58

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   | 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1 9 7 1 - 2 0 1 5 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 5 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 5 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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Y               | JP 2007-333392 A（横河電機株式会社）2007. 12. 27, 全文、全図<br>（ファミリーなし）                                                                                                                                                                                                                               | 1 - 4          |
| Y               | WO 2007/032531 A1（日立金属株式会社）2007. 03. 22, 全文、全図<br>& JP 2007-107094 A & JP 2007-107095 A & JP 2007-107096 A<br>& JP 2013-60665 A & JP 2013-67863 A & US 2009/0266448 A1<br>& US 2011/0085931 A1 & US 2011/0108167 A1 & EP 1925686 A1<br>& EP 2339043 A1 & CN 101263240 A & CN 101906582 A | 1 - 4          |

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ 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

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 7 . 0 7 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 1 . 0 7 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

井上 健一

5 D

9 3 7 3

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 1

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                                                                                                     |                |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| A                     | JP 2007-270271 A (日立金属株式会社) 2007. 10. 18, 全文、全図<br>(ファミリーなし)                                                                                                                                        | 1 - 4          |
| A                     | WO 2008/129803 A1 (NEC トーキン株式会社) 2008. 10. 30, 全文、<br>全図<br>& JP 5632608 B & US 2010/0097171 A1 & DE 112008000720 T<br>& CN 101636515 A & KR 10-2009-0130054 A & TW 200903534 A<br>& CN 103540872 A | 1 - 4          |