

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6469830号  
(P6469830)

(45) 発行日 平成31年2月13日(2019.2.13)

(24) 登録日 平成31年1月25日(2019.1.25)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>BO6B</b>	<b>1/04</b>	<b>(2006.01)</b>	BO6B	1/04	S
<b>HO2K</b>	<b>33/16</b>	<b>(2006.01)</b>	HO2K	33/16	A

請求項の数 6 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2017-252012 (P2017-252012)	(73) 特許権者	000114215
(22) 出願日	平成29年12月27日 (2017.12.27)		ミネベアミツミ株式会社
(62) 分割の表示	特願2014-116276 (P2014-116276)		長野県北佐久郡御代田町大字御代田4 1 0 6-73
原出願日	平成26年6月4日 (2014.6.4)	(74) 代理人	100110788
(65) 公開番号	特開2018-43246 (P2018-43246A)		弁理士 橋 豊
(43) 公開日	平成30年3月22日 (2018.3.22)	(74) 代理人	100124589
審査請求日	平成30年1月15日 (2018.1.15)		弁理士 石川 電郎
		(74) 代理人	100166811
			弁理士 白鹿 剛
		(72) 発明者	梅原 幹雄
			長野県北佐久郡御代田町大字御代田4 1 0 6-73 ミネベアミツミ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 振動発生器の制御方法、モバイル機器、および振動発生器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

振動発生器の制御方法であって、  
タッチパネルを有するモバイル機器に取り付けられた前記振動発生器は、  
 コイルと、  
 前記コイルが巻き回される方向において、当該コイルに対向するマグネットと、  
 前記マグネットを有する可動部と、  
 前記コイルに所定の周波数の交流電流を印加する電源部と、を有し、  
前記電源部に、起動時は前記可動部の共振周波数より低い起動周波数の交流電流を前記  
コイルに印加させ、

前記起動周波数の交流電流の印加を行った後、印加する前記交流電流の周波数を前記可動部の共振周波数に変更する、振動発生器の制御方法。

【請求項2】

前記起動周波数における振動量が前記共振周波数における飽和振動量に達する前に、前記交流電流の周波数を前記可動部の共振周波数に変更する、請求項1に記載の振動発生器の制御方法。

【請求項3】

振動発生器の制御方法であって、  
前記振動発生器は、  
コイルと、

前記コイルが巻き回される方向において、当該コイルに対向するマグネットと、  
前記マグネットを有する可動部と、  
前記コイルに所定の周波数の交流電流を印加する電源部と、を有し、  
前記電源部に、起動時は前記可動部の共振周波数より低い起動周波数の交流電流を前記  
コイルに印加させ、  
前記起動周波数の交流電流の印加を行った後、前記起動周波数における振動量が前記共  
振周波数における飽和振動量に達する前に、印加する前記交流電流の周波数を前記可動部  
の共振周波数に変更する、振動発生器の制御方法。

【請求項 4】

タッチパネルと、  
振動発生器と、を備え、  
前記振動発生器は、  
コイルと、  
前記コイルが巻き回される方向において、当該コイルに対向するマグネットと、  
前記マグネットを有する可動部と、  
前記コイルに交流電流を印加する電源部と、を有し、  
前記電源部は、起動時は前記可動部の共振周波数より低い起動周波数の交流電流を前記  
コイルに印加し、前記起動周波数の交流電流の印加を行った後、前記交流電流の周波数を  
前記可動部の共振周波数に変更する、モバイル機器。

10

【請求項 5】

前記電源部は、前記起動周波数における振動量が前記共振周波数における飽和振動量に  
達する前に、前記交流電流の周波数を前記可動部の共振周波数に変更する、請求項 4 に記  
載のモバイル機器。

20

【請求項 6】

コイルと、  
前記コイルが巻き回される方向において、当該コイルに対向するマグネットと、  
前記マグネットを有する可動部と、  
前記コイルに交流電流を印加する電源部と、を有し、  
前記電源部は、起動時は前記可動部の共振周波数より低い起動周波数の交流電流を前記  
コイルに印加し、前記起動周波数の交流電流の印加を行った後、前記起動周波数における  
振動量が前記共振周波数における飽和振動量に達する前に、前記交流電流の周波数を前記  
可動部の共振周波数に変更する、振動発生器。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、リニア型モータにより振動を発生する振動発生器の制御方法および振動発生器に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、リニア型モータを用いた振動発生器が知られている（例えば、特許文献 1、2 参照）。

40

特許文献 1 に記載のリニアモータ（振動発生器）は、渦巻状の電流線を有する固定部と、渦巻状の電流線の表面に沿って移動可能に設けられた可動部を有する。電流線は、一对の渦巻状の平面コイルを有する。可動部は、電流線と対向する磁極面を有する。また、固定部には、可動部が移動する際に衝突する板ばねが設けられている。

これによりリニアモータの薄型化を図り、固定部が所定の振動量に達するまでの応答時間（起動時間）の短縮化を図っている。

【0003】

また、特許文献 2 に記載の揺動体装置（振動発生器）は、共振周波数を持つ少なくとも 1 つの揺動可能に支持された揺動体を含む振動系と、振動系を駆動する駆動手段と、振動

50

系の共振周波数を検出する検出手段を有する。さらに、振動系の共振周波数に応じて、駆動手段に印加される駆動信号の駆動周波数を変更する駆動制御手段と、第1の所定のタイミングで、検出手段により検出される周波数を記憶する記憶手段を有する。駆動制御手段は、記憶手段に記憶された後に、第2の所定のタイミングで、記憶された周波数を参照して駆動周波数を設定し、駆動制御を行う。

これにより、共振周波数に近い周波数で駆動信号を生成する可能性を大きくすることができ、起動時間の短縮化を図っている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2010-51946号公報

【特許文献2】特開2009-101343号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

前述した特許文献1および特許文献2の先行技術では、いずれも共振周波数で起動することが前提となる。このため、起動速度や共振周波数の記憶、環境の変化による共振周波数のずれの検知などを行うことによって、起動時間の短縮化を図っている。

しかしながら、このような方法では、共振周波数における自由振動が大きいため逆起電力が最大となり、起動に時間を要するという問題が解決できないという問題があった。

【0006】

本発明は、従来の問題を解決するためになされたもので、可動部の共振周波数における定常振動量に達するまでの起動時間を短縮化することができる振動発生器の制御方法および振動発生器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】

【0007】

(1)本願発明に係る1つの態様は、振動発生器の制御方法であって、タッチパネルを有するモバイル機器に取り付けられた前記振動発生器は、コイルと、前記コイルが巻き回される方向において、当該コイルに対向するマグネットと、前記マグネットを有する可動部と、前記コイルに所定の周波数の交流電流を印加する電源部と、を有し、前記電源部に、起動時は前記可動部の共振周波数より低い起動周波数の交流電流を前記コイルに印加させ、前記起動周波数の交流電流の印加を行った後、印加する前記交流電流の周波数を前記可動部の共振周波数に変更する、振動発生器の制御方法を提供する。

【0008】

(2)上記(1)に記載の振動発生器の制御方法において、前記起動周波数における振動量が前記共振周波数における飽和振動量に達する前に、前記交流電流の周波数を前記可動部の共振周波数に変更するものであってもよい。

本願発明に係る1つの態様は、振動発生器の制御方法であって、前記振動発生器は、コイルと、前記コイルが巻き回される方向において、当該コイルに対向するマグネットと、前記マグネットを有する可動部と、前記コイルに所定の周波数の交流電流を印加する電源部と、を有し、前記電源部に、起動時は前記可動部の共振周波数より低い起動周波数の交流電流を前記コイルに印加させ、前記起動周波数の交流電流の印加を行った後、前記起動周波数における振動量が前記共振周波数における飽和振動量に達する前に、印加する前記交流電流の周波数を前記可動部の共振周波数に変更する、振動発生器の制御方法を提供する。

【0009】

(3)本願発明に係る1つの態様は、タッチパネルと、振動発生器と、を備え、前記振動発生器は、コイルと、前記コイルが巻き回される方向において、当該コイルに対向するマグネットと、前記マグネットを有する可動部と、前記コイルに交流電流を印加する電源部と、を有し、前記電源部は、起動時は前記可動部の共振周波数より低い起動周波数の交流

10

20

30

40

50

電流を前記コイルに印加し、前記起動周波数の交流電流の印加を行った後、前記交流電流の周波数を前記可動部の共振周波数に変更する、モバイル機器を提供する。

上記(3)に記載のモバイル機器において、前記電源部は、前記起動周波数における振動量が前記共振周波数における飽和振動量に達する前に、前記交流電流の周波数を前記可動部の共振周波数に変更するものであってもよい。

本願発明に係る1つの態様は、コイルと、前記コイルが巻き回される方向において、当該コイルに対向するマグネットと、前記マグネットを有する可動部と、前記コイルに交流電流を印加する電源部と、を有し、前記電源部は、起動時は前記可動部の共振周波数より低い起動周波数の交流電流を前記コイルに印加し、前記起動周波数の交流電流の印加を行った後、前記起動周波数における振動量が前記共振周波数における飽和振動量に達する前に、前記交流電流の周波数を前記可動部の共振周波数に変更する、振動発生器を提供する。

10

#### 【0010】

本発明では、起動周波数を共振周波数よりも小さくすることにより、起動周波数の飽和振動量に対して一定割合の振動量に達するまでの時間が短縮化される。これにより、振動子の共振周波数における定常振動量に達するまでの起動時間を短縮化することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0011】

【図1】本発明に係る実施形態の振動発生器において蓋部材を透視した平面図

【図2】図1中II方向から見た正面図

20

【図3】図1中III方向から見た側面図

【図4】駆動電圧波形を示すグラフ

【図5】周波数に対する起動時間および振動量を示す表

【図6】図5の表の起動時間および振動量を示すグラフ

【図7】周波数と起動速度との関係を示すグラフ

【図8】周波数と推定起動時間との関係を示すグラフ

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0012】

以下、本発明に係る実施形態の振動発生器について、図面を用いて説明する。

図1～図3に示すように、振動発生器10は、例えばモバイル機器等に取り付けて、振動により受信したことを知らせる装置や、液晶のタッチパネルのハプティクス機能に用いることができる。

30

振動発生器10は、矩形で高さが低い薄型の箱状の筐体20を有する。筐体20は、モバイル機器等に取り付けられる底板(固定部)21と、底板21を上方から覆う下方が開口した矩形箱状の蓋部材22を有する。

#### 【0013】

底板21の上面211には、巻回されたコイル24が取り付けられている。コイル24は、底板21の一方方向に長く、多方向に幅が若干狭い1個の平面視で略長円形状に巻回されている。なお、以後の説明においては、コイルの長手方向を「X方向」、X方向に直交する方向を「Y方向(あるいは、左右)」という。また、X方向およびY方向と直交し、図3中上方を「上」といい、反対側を「下」という。

40

コイル24のX方向一端から、筐体20の外部に延びるFPC(Flexible printed circuits;フレキシブルプリント基板)25が設けられている。FPC25は、電源部40に接続されて、コイル24に交流電流を印加して駆動する。

なお、コイル24の個数および形状は、これに限るものではない。例えば、平面視で円形や矩形のコイルを複数個用いることもできる。

#### 【0014】

底板21の上面211の四隅には、柱状部材26が各々取り付けられている。柱状部材26は、ここでは矩形断面を有するが、断面形状は円形、長円形、正多角形等任意である。柱状部材26の間には、架橋部27がX方向に沿って連結されている。架橋部27は、

50

柱状部材 2 6 の上部 ( 図 3 において上部 ) に設けられている。すなわち、一对の架橋部 2 7 は、底板 2 1 の上面 2 1 1 から上方に離れて、互いに対向して平行に設けられている。架橋部 2 7 は、主に Y 方向に弾性変形する。

柱状部材 2 6 および架橋部 2 7 は、例えば耐熱使用のシリコンゴムを用いて形成されており、全体としてラバースプリングとして機能する。

#### 【 0 0 1 5 】

一对の架橋部 2 7 の間には、振動子 ( 可動部 ) 3 0 が取り付けられている。従って、振動子 3 0 は、架橋部 2 7 によって移動可能に支持されている。

振動子 3 0 は、薄い矩形板状の永久磁石であるマグネット 3 1 を有する。マグネット 3 1 には、磁束の漏れを防ぎマグネットの磁力を最大限に引き出すために磁性部品であるバックヨーク 3 2 やウェイト 3 3 が設けられている。バックヨーク 3 2 は、マグネット 3 1 の上面を覆うとともに、コイル 2 4 の X 方向端部から外側に突出する突出部 3 2 1、3 2 1 を有する。

すなわち、振動子 3 0 は、マグネット 3 1 およびバックヨーク 3 2 およびウェイト 3 3 を一体的に接続して形成されている。

#### 【 0 0 1 6 】

振動子 3 0 の Y 方向両端部は、架橋部 2 7 に取り付けられている。このとき、バックヨーク 3 2 の突出部 3 2 1 は、左右の柱状部材 2 6 の間において、柱状部材 2 6 との間にある一定の隙間を形成する大きさに形成されている。

振動子 3 0 と架橋部 2 7 と柱状部材 2 6 は、インサート成形により一体的に形成することができる。従って、柱状部材 2 6 を底板 2 1 の上面 2 1 1 に取り付けることにより、振動子 3 0 はコイル 2 4 の上方においてコイル 2 4 の上面と平行に対向して、主に Y 方向に移動可能に配置される。

#### 【 0 0 1 7 】

電源部 4 0 は、印加する交流電流の周波数を変えることができ、FPC 2 5 を介して所定の周波数の交流電流をコイル 2 4 に印加する。交流電流が印加されたコイル 2 4 は、振動子 3 0 をコイル 2 4 に対して往復運動させるための磁場を発生する。すなわち、コイル 2 4 に電流が流れると、コイル 2 4 が励磁し、上下方向に磁場が生じる。磁場が生じると、マグネット 3 1 がこの磁場の影響を受けて、反発・吸引の力 ( 推力 ) が生じる。これにより、振動子 3 0 には、磁場の方向及びマグネット 3 1 の磁極の配置に応じて、左右方向へ変位させる力が作用するようにすることができる。

#### 【 0 0 1 8 】

振動子 3 0 は、架橋部 2 7 を弾性変形させながら移動するため、移動量が大きくなると反対向きの弾性復帰力が大きくなる。そして、推力が弱くなると、架橋部 2 7 の弾性復帰力により、振動子 3 0 は原点位置 ( 電流が印加されていない位置 ) に戻ろうとする。従って、コイル 2 4 に交流電流を印加することにより、振動子 3 0 は、架橋部 2 7 をたわませながら、左右方向に往復変位 ( すなわち、振動 ) する。

なお、バックヨーク 3 2 の突出部 3 2 1 が左右の柱状部材 2 6 に挟まれているので、バックヨーク 3 2 の移動可能量は制限される。このため、振動子 3 0 の過剰な移動を防止して、所定の振動量に規制することができる。

#### 【 0 0 1 9 】

次に、振動発生器の制御方法について説明する。

電源部 4 0 は、起動時には架橋部 2 7 に支持された振動子 3 0 の固有の共振周波数とは異なる起動周波数の交流電流をコイル 2 4 に印加して起動する。ここで、図 4 に示すように、起動時を、振動量が振動子 3 0 の共振周波数における飽和振動量 ( 以後、「定常振動量」ともいう。 ) の例えば 9 0 % に達するまでの時間と定義することができる。

図 5 および図 6 には、共振周波数付近の周波数で駆動した時の起動時間と振動量が示されている。図 5 および図 6 に示すように、起動周波数を共振周波数 ( 図 5 中 \* 印で表示 ) である 1 4 5 . 9 ( H z ) としたときに、起動時間が 3 4 . 5 ( m s )、振動量が 1 . 9 9 ( G ) となり、ともに最大値となる。そして、共振周波数からはずれたところでは、起

10

20

30

40

50

動時間が早くなるとともに振動量が低下することがわかる。

【 0 0 2 0 】

ここで、図 5 および図 6 で求めた振動量および起動時間を用いて起動速度を確認する。起動速度は、次式から求めることができる。

【 0 0 2 1 】

【 数 1 】

$$\text{起動速度} = \frac{\text{振動量}}{\text{起動時間}}$$

10

図 7 には、各周波数に対する起動速度が示されている。図 7 に示すように、起動速度は、共振周波数から外れた周波数で駆動する方が大きな値となることがわかる。特に、高い周波数で駆動した方が、起動速度は大きな値（立ち上がりが早い）となることがわかる。

【 0 0 2 2 】

次に、初期印加周波数を共振周波数とは異なる周波数で起動し、振動量が飽和した時点で、共振周波数による起動に切り替えたときの推定起動時間は、次式で得られる。

【 0 0 2 3 】

【 数 2 】

$$\text{推定起動時間} = \frac{\text{振動量}}{\text{起動速度}} + \frac{\text{共振周波数での振動量} - \text{振動量}}{\text{共振周波数での起動速度}}$$

20

すなわち、初期印加時の周波数における起動時間と、共振周波数に変更した後の起動時間の和で求められる。

【 0 0 2 4 】

図 8 には、各起動周波数に対する推定起動時間が示されている。図 8 に示すように、起動開始時には、共振周波数より高い周波数（ここでは 160 Hz 付近）で駆動し、振動量が定常振動量に達する付近で駆動を共振周波数に切り替える。

これにより、起動開始時の起動速度が大きくなる（図 7 参照）ので、推定起動時間を短縮することができる。

30

【 0 0 2 5 】

次に、制御方法の具体例について説明する。

< 具体例 1 > 出荷時に個別に周波数を設定する方法

1、工場出荷時に振動発生器 10 の共振周波数を測定し、共振周波数及び共振周波数より一定比率高い起動周波数を制御部である電源部 40 に記憶させる。例えば、起動周波数として、共振周波数より 5 %（数 Hz）高い周波数を記憶させることができる。

2、あらかじめステップ 1 の起動周波数で起動した際に、振動量が飽和するまでの時間を別途計測しておき、振動量が飽和するまでの時間より一定量短い時間を周波数切り替え時間として電源部 40 に記憶させる。例えば、起動周波数の飽和振動量が共振周波数に対する定常振動量よりも大きくなるので、定常振動量を超えないような時間に設定することができる。

40

3、ステップ 2 で記憶させた時間経過後は共振周波数で駆動する。

【 0 0 2 6 】

< 具体例 2 > 共振自動追従方法

1、製品（例えば、モバイル機器）に電源を投入した時点で、一度振動発生器 10 を駆動させ、共振周波数を自動検出させる。

2、共振周波数を電源部 40 に記憶させる。

3、実際の振動発生器 10 の駆動時には、共振周波数より高い起動周波数で駆動させる。例えば、起動周波数として、共振周波数より 5 % 高い周波数を記憶させることができる。

4、一定時間、起動周波数で駆動した後、共振自動追従モードで駆動する。

50

なお、一定時間としては、事前に最適な時間（固定値）を決め電源部 40 に記憶させておくことができる。あるいは、製品電源投入時に、求めた共振周波数で一度駆動させ、起動時間を測定し、その起動時間のある一定の割合（例えば、9割）を共振周波数より高い周波数で駆動させる方法がある。また、共振周波数自動追従モードでは、誘起電圧をモニターして誘起電圧と駆動波形が同期するように制御する。

【0027】

<具体例3>一定値で固定する方法

1、起動周波数、時間、共振周波数をあらかじめ全体として最適となる値を固定値として決定する。

2、決められた固定値で振動発生器 10 を駆動させる。

10

【0028】

本実施形態の振動発生器 10 の制御方法の作用効果について説明する。

振動発生器 10 は、コイル 24 が巻回された底板 21 と、マグネット 31 を有する振動子 30 と、振動子 30 を移動可能に支持する架橋部 27 と、コイル 24 に所定の周波数の交流電流を印加する電源部 40 と、を有する。

電源部 40 は、起動時には振動子 30 の共振周波数とは異なる起動周波数の交流電流をコイル 24 に印加して起動する。そして、振動量が、起動周波数における飽和振動量に対して一定割合に達した時点で、電源部 40 は、印加する交流電流の周波数を振動子 30 の共振周波数に変更する。

【0029】

20

すなわち、振動子 30 の共振周波数の定常振動量に達するまでの起動時間は、起動周波数の飽和振動量に対して一定割合の振動量に達するまでの時間と、その後、共振周波数によって定常振動量に達するまでの時間との和となる。

従って、起動周波数を共振周波数と異なる周波数とすることにより起動速度を向上させ、起動周波数の飽和振動量に対して一定割合の振動量に達するまでの起動時間を短縮化する。これにより、振動子 30 の共振周波数における定常振動量に達するまでの起動時間を短縮化することができる。

【0030】

特に、利用者に力、振動、動きなどを与えることで皮膚感覚フィードバックを得るハプティクス機能については、振動でパネルへのタッチ感を伝えるために起動時間が短いことが要望される。従って、起動時間を短くすることにより、感覚を大きく向上させることができる。

30

また、起動時に高い電圧を印加する方法も考えられるが、この場合には、電圧を昇圧する必要があり、特別な回路を必要とする。一方、本発明では周波数の切り替えを制御すればよいので別の回路を追加する必要がなく、コストアップを招くことなく容易に起動時間を短縮化できる。

【0031】

また、起動周波数を共振周波数よりも大きくすることにより、起動周波数の飽和振動量に対して一定割合の振動量に達するまでの時間が短縮化される。

これにより、振動子 30 の共振周波数における定常振動量に達するまでの起動時間を短縮化することができる。

40

【0032】

また、起動周波数の振動量が飽和振動量に達する前に、電源部 40 は、交流電流の周波数を振動子 30 の共振周波数に変更する。

これにより、振動量が大きくなりすぎるのを防止することができる。また、大きくなりすぎた振動量が、振動子 30 の共振周波数における定常振動量に戻るまでの時間が発生するのを防止することができるので、起動時間を短縮化することができる。

【0033】

本実施形態の振動発生器 10 の作用効果について説明する。

振動発生器 10 は、コイル 24 が巻回された底板 21 と、マグネット 31 を有する振動

50

子 3 0 と、振動子 3 0 を移動可能に支持する架橋部 2 7 と、コイル 2 4 に所定の周波数の交流電流を印加する電源部 4 0 と、を有する。電源部 4 0 は、起動時は振動子 3 0 の共振周波数とは異なる起動周波数の交流電流を印加して起動する。そして、振動量が、起動周波数における飽和振動量に対して一定割合に達した時点で、電源部 4 0 は、印加する交流電流の周波数を振動子 3 0 の共振周波数に変更する。

【 0 0 3 4 】

すなわち、振動子 3 0 の共振周波数の定常振動量に達するまでの起動時間は、起動周波数の飽和振動量に対して一定割合の振動量に達するまでの時間と、その後、共振周波数の定常振動量に達するまでの時間との和となる。

このため、起動周波数を共振周波数と異なる周波数とすることにより、起動周波数の飽和振動量に対して一定割合の振動量に達するまでの起動時間が短縮化され、振動子 3 0 の共振周波数における定常振動量に達するまでの起動時間を短縮化することができる。

10

【 0 0 3 5 】

本発明の振動発生器の制御方法および振動発生器は、前述した実施形態に限定されるものでなく、適宜な変形、改良等が可能である。

例えば、前述した実施形態においては、起動時における起動周波数を共振周波数よりも高く設定する場合について説明したが、起動周波数を共振周波数よりも低く設定することも可能である。

【 0 0 3 6 】

また、前述した実施形態においては、起動時における周波数を変化させて起動時間を短縮する場合について示した。この他、起動時に周波数を変化させるとともに、瞬間的に駆動電圧を上げて駆動することも可能である。これにより、一層効果的に起動時間を短縮することが可能である。

20

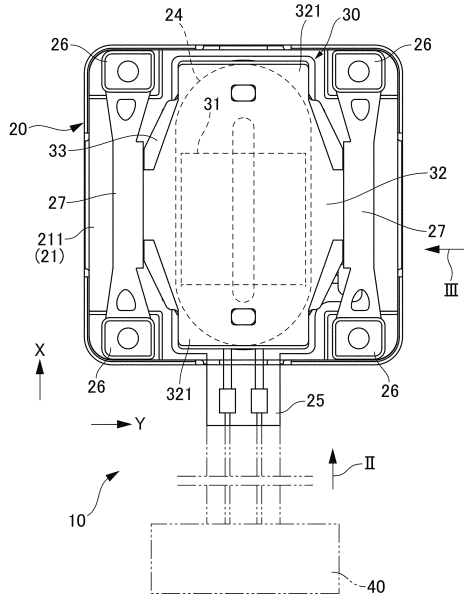
【符号の説明】

【 0 0 3 7 】

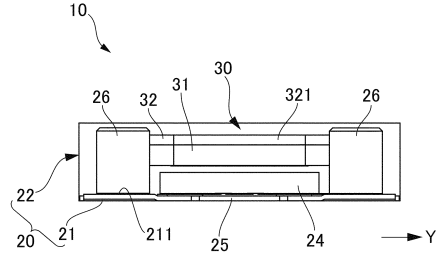
- 1 0 振動発生器
- 2 1 底板（固定部）
- 2 4 コイル
- 2 7 架橋部
- 3 0 振動子（可動部）
- 3 1 マグネット
- 4 0 電源部

30

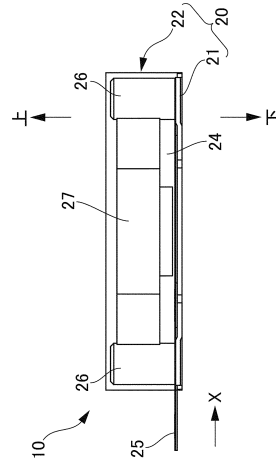
【 図 1 】



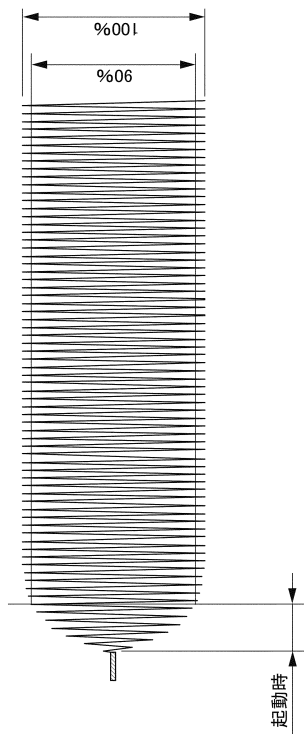
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

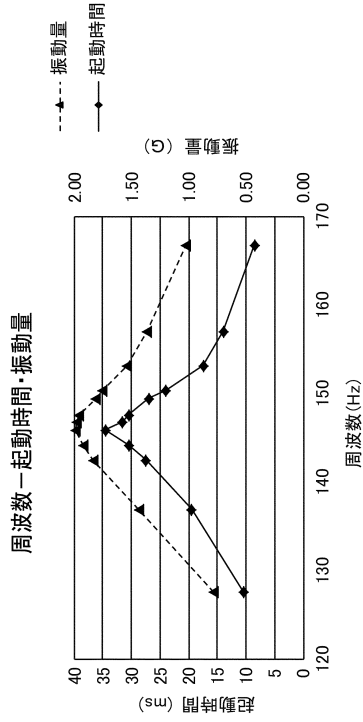


【 図 5 】

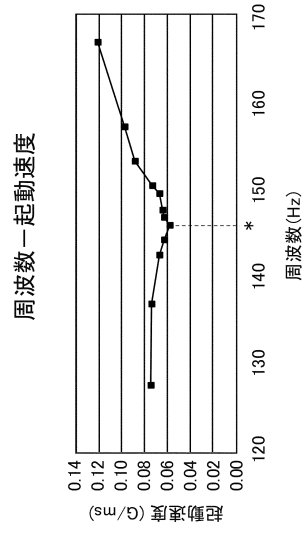
周波数 (Hz)	起動時間 (ms)	振動量 (G)	起動速度 (G/ms)	推定起動時間 (ms)
127.6	10.5	0.78	0.07	25.88
136.9	19.5	1.43	0.07	25.18
142.5	27.5	1.83	0.07	27.27
144.2	30.5	1.92	0.06	28.99
145.9	34.5	1.99	0.06	31.91
146.8	31.5	1.98	0.06	29.05
147.6	30.5	1.96	0.06	28.39
149.5	27	1.82	0.07	27.00
150.4	24	1.75	0.07	24.98
153.2	17.5	1.54	0.09	21.55
157.1	14	1.36	0.10	20.74
166.8	8.5	1.03	0.12	20.21

\*

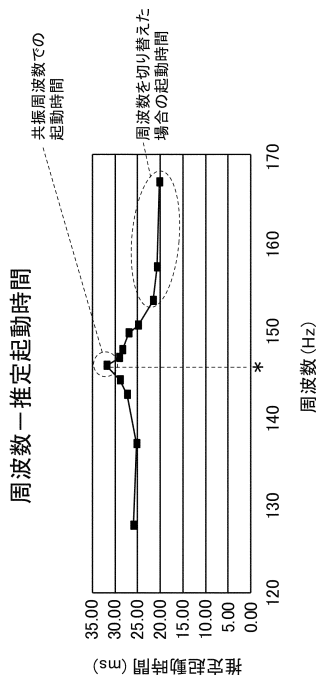
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 鴨木 豊

長野県北佐久郡御代田町大字御代田4106-73 ミネベアミツミ株式会社内

審査官 池田 貴俊

(56)参考文献 特開2004-343931(JP, A)

特開2002-078368(JP, A)

国際公開第2011/065219(WO, A1)

米国特許出願公開第2007/0040457(US, A1)

米国特許出願公開第2013/0241321(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B06B 1/04

H02K 33/16