

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2016-530531

(P2016-530531A)

(43) 公表日 平成28年9月29日(2016.9.29)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)	
<b>G O 1 L</b>	<b>1/04</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>G O 1 L</b>	<b>1/04</b>	<b>2 F 0 5 1</b>
<b>G O 1 L</b>	<b>5/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>G O 1 L</b>	<b>5/00</b>	<b>1 O 3 B</b>

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2016-540277 (P2016-540277)  
 (86) (22) 出願日 平成26年8月26日 (2014.8.26)  
 (85) 翻訳文提出日 平成28年4月22日 (2016.4.22)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2014/052781  
 (87) 国際公開番号 W02015/034712  
 (87) 国際公開日 平成27年3月12日 (2015.3.12)  
 (31) 優先権主張番号 14/019, 185  
 (32) 優先日 平成25年9月5日 (2013.9.5)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 516063267  
 ジョフリー ケー ロウ  
 ROWE, Geoffrey K  
 アメリカ合衆国 フロリダ州 32708  
 ウィンター スプリングス アンテロー  
 プ トレイル 1022  
 (74) 代理人 100147485  
 弁理士 杉村 憲司  
 (74) 代理人 100149249  
 弁理士 田中 達也  
 (74) 代理人 100154003  
 弁理士 片岡 憲一郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 可逆式力測定装置

## (57) 【要約】

少なくとも1つのキャビティと、少なくとも1つの荷重受け部と、少なくとも1つの表示材料とを備える可逆式力測定装置は、表示材料が、少なくとも1つのキャビティの容積の変化に際して、その内側または外側に移動して、印加荷重の大きさおよび/または方向を示す。少なくとも1つのキャビティと、少なくとも1つの荷重受け部と、少なくとも1つの表示材料とを備える可逆式力測定装置は、ファスナーにより、表示材料が、少なくとも1つのキャビティの内側または外側に移動して、印加荷重の大きさおよび/または方向を示す。少なくとも2つの独立したキャビティと、少なくとも1つの荷重受け部と、少なくとも1つの表示材料とを備える可逆式力測定装置は、表示材料が、少なくとも2つのキャビティの内側または外側に移動するとき、容積変化の違いにより荷重を示す。

【選択図】 図 1

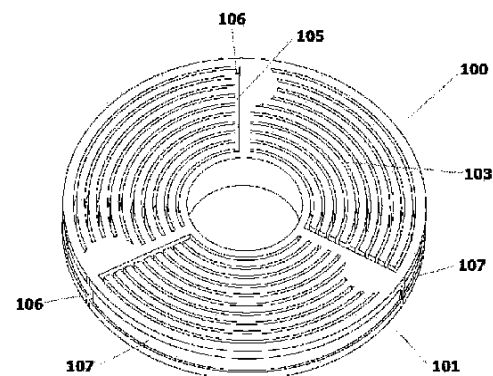


Figure 1

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

少なくとも 1 つのキャビティと、  
少なくとも 1 つのキャビティ壁と、  
ファスナー構成部材およびロードセル構成部材の少なくとも一方と、  
少なくとも 1 つの荷重受け部と、  
少なくとも 1 つの表示材料と、

を備え、

前記少なくとも 1 つのキャビティは、前記少なくとも 1 つのキャビティ壁により画定した空間であり、

前記少なくとも 1 つの荷重受け部に力が加わると、前記ファスナー構成部材およびロードセル構成部材の少なくとも一方における前記少なくとも 1 つのキャビティの容積が可逆変化を生じ、

前記少なくとも 1 つのキャビティの容積が可逆変化すると、前記少なくとも 1 つの表示材料が前記少なくとも 1 つのキャビティの内側または外側に移動して印加荷重の大きさおよび / または方向を示す、可逆式力測定装置。

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の可逆式力測定装置であって、

少なくとも 1 つのインジケータ穴と、

少なくとも 1 つのインジケータチャンネルと、

チャンネルカバーおよびチャンネルチューブの少なくとも一方と、

を更に備え、

前記少なくとも 1 つのインジケータ穴が前記少なくとも 1 つのキャビティに接続されており、

前記チャンネルカバーおよびチャンネルチューブの少なくとも一方が、透明または半透明の材料からなり、かつ、前記少なくとも 1 つのインジケータチャンネルを被覆かつ密封し、

前記少なくとも 1 つの荷重受け部に力が加わると、前記少なくとも 1 つの表示材料が、前記少なくとも 1 つのキャビティから前記少なくとも 1 つのインジケータチャンネル内まで、前記少なくとも 1 つのインジケータ穴を通して移動する、可逆式力測定装置。

**【請求項 3】**

請求項 2 に記載の可逆式力測定装置であって、

少なくとも 1 つの一方弁を更に備えることにより、前記少なくとも 1 つのキャビティ内への前記表示材料の逆戻りを防止する、可逆式力測定装置。

**【請求項 4】**

請求項 2 に記載の可逆式力測定装置であって、

少なくとも 1 つのチューブを更に備え、前記少なくとも 1 つのチューブが少なくとも 1 つの前記キャビティ内に配置されて前記少なくとも 1 つの表示材料を密封する、可逆式力測定装置。

**【請求項 5】**

請求項 2 に記載の可逆式力測定装置であって、

前記少なくとも 1 つの表示材料が、液体、ガスまたは弾性材料である、可逆式力測定装置。

**【請求項 6】**

請求項 2 に記載の可逆式力測定装置であって、

前記少なくとも 1 つのインジケータチャンネルが、前記少なくとも 1 つの表示材料との接触により変色する材料を更に備える、可逆式力測定装置。

**【請求項 7】**

請求項 2 に記載の可逆式力測定装置であって、

前記少なくとも 1 つの表示材料が、温度の増加または減少により膨張または収縮する特

10

20

30

40

50

性を有し、これにより可逆式力測定装置の温度変化に由来する前記少なくとも１つのキャビティの膨張または収縮を補償する、可逆式力測定装置。

【請求項 8】

請求項 2 に記載の可逆式力測定装置であって、  
少なくとも１つの追加キャビティを更に備え、  
前記少なくとも１つの追加キャビティが、可逆式力測定装置の温度変化に応じて容積変化する、可逆式力測定装置。

【請求項 9】

少なくとも１つのキャビティと、  
少なくとも１つの可撓性キャビティ壁と、  
少なくとも１つの固定キャビティ壁と、  
少なくとも１つのファスナーと、  
少なくとも１つの荷重受け部と、  
少なくとも１つの表示材料と、  
を備え、

前記少なくとも１つのキャビティが、前記少なくとも１つの可撓性キャビティ壁と前記少なくとも１つの固定キャビティ壁との間の空間であり、

前記少なくとも１つの固定キャビティ壁が、固定媒体の一部であり、または固定媒体に隣接し、

前記少なくとも１つのファスナーにより前記少なくとも１つの荷重受け部に力を加えると、前記少なくとも１つのキャビティの容積に可逆変化が生じて前記少なくとも１つの可撓性キャビティ壁が移動し、

前記少なくとも１つのキャビティの容積が可逆変化すると、前記少なくとも１つの表示材料が、前記少なくとも１つのキャビティの内側または外側に移動して、ファスナーにより加わる力の大きさおよび方向を示す、可逆式力測定装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の可逆式力測定装置であって、  
少なくとも１つのインジケータ穴と、  
少なくとも１つのインジケータチャンネルと、  
少なくとも１つのチャンネルカバーまたはチャンネルチューブと、  
を更に備え、

前記少なくとも１つのチャンネルカバーまたはチャンネルチューブが、透明または半透明の材料からなり、かつ、前記少なくとも１つのインジケータチャンネルを被覆かつ密封し、

前記少なくとも１つのキャビティの容積が変化すると、前記少なくとも１つの表示材料が、前記少なくとも１つのキャビティから前記少なくとも１つのインジケータチャンネル内まで、前記少なくとも１つのインジケータ穴を通して内側または外側に移動する、可逆式力測定装置。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の可逆式力測定装置であって、  
少なくとも１つの一方向弁を更に備え、これにより前記少なくとも１つのキャビティ内への前記表示材料の逆戻りを防止する、可逆式力測定装置。

【請求項 12】

請求項 10 に記載の可逆式力測定装置であって、  
少なくとも１つのチューブを更に備え、前記少なくとも１つのチューブが、前記少なくとも１つのキャビティ内に配置されて前記少なくとも１つの表示材料を密封する、可逆式力測定装置。

【請求項 13】

請求項 10 に記載の可逆式力測定装置であって、  
前記少なくとも１つの表示材料が、液体、ガスまたは弾性材料である、可逆式力測定装

置。

【請求項 14】

請求項 10 に記載の可逆式力測定装置であって、

前記少なくとも 1 つのインジケータチャンネルが、前記少なくとも 1 つの表示材料との接触により変色する材料を更に備える、可逆式力測定装置。

【請求項 15】

請求項 10 に記載の可逆式力測定装置であって、

前記少なくとも 1 つの表示材料が、温度の増加または減少により膨張または収縮する特性を有することで、可逆式力測定装置の温度変化に由来する前記少なくとも 1 つのキャビティの膨張または収縮を補償する、可逆式力測定装置。

10

【請求項 16】

請求項 10 に記載の可逆式力測定装置であって、

少なくとも 1 つの追加キャビティを更に備え、

前記少なくとも 1 つの追加キャビティが、可逆式力測定装置の温度変化に応じて容積変化する、可逆式力測定装置。

【請求項 17】

少なくとも 2 つの独立したキャビティと、

ファスナー構成部材およびロードセル構成部材の少なくとも一方と、

少なくとも 1 つの荷重受け部と、

少なくとも 1 つの表示材料と、

20

を備え、

前記ファスナー構成部材およびロードセル構成部材の少なくとも一方における前記少なくとも 1 つの荷重受け部に力が加わると、前記少なくとも 2 つの独立したキャビティの各容積に独自の可逆変化を誘起し、

前記少なくとも 2 つの独立したキャビティの容積は、互いに異なる可逆変化をし、

前記少なくとも 2 つの独立したキャビティの容積が可逆変化すると、前記少なくとも 1 つの表示材料が、前記少なくとも 2 つの独立したキャビティの内側または外側に移動して、印加荷重の大きさおよび / または方向を示す、可逆式力測定装置。

【請求項 18】

請求項 17 に記載の可逆式力測定装置であって、

前記少なくとも 2 つの独立した各キャビティは、

少なくとも 1 つのインジケータ穴と、

少なくとも 1 つのインジケータチャンネルと、

チャンネルカバーおよびチャンネルチューブの少なくとも一方と、

を更に備え、

前記チャンネルカバーおよびチャンネルチューブの少なくとも一方が、透明または半透明の材料からなり、かつ、前記少なくとも 1 つのインジケータチャンネルを被覆かつ密封し、

前記少なくとも 1 つの荷重受け部に力が加わると、前記少なくとも 1 つの表示材料が、前記少なくとも 2 つの独立した各キャビティから前記少なくとも 1 つのインジケータチャンネル内まで、前記少なくとも 1 つのインジケータ穴を通して内側または外側に移動する、可逆式力測定装置。

40

【請求項 19】

請求項 18 に記載の可逆式力測定装置であって、

少なくとも 1 つの一方向弁を更に備え、前記少なくとも 1 つのキャビティ内への前記少なくとも 1 つの表示材料の逆戻りを防止する、可逆式力測定装置。

【請求項 20】

請求項 18 に記載の可逆式力測定装置であって、

少なくとも 1 つのチューブを更に備え、前記少なくとも 1 つのチューブが前記少なくとも 1 つのキャビティ内に配置されて、前記少なくとも 1 つの表示材料を密封する、可逆式

50

力測定装置。

【請求項 2 1】

請求項 1 8 に記載の可逆式力測定装置であって、

前記少なくとも 1 つの表示材料が、液体、ガスまたは弾性材料である、可逆式力測定装置。

【請求項 2 2】

請求項 1 8 に記載の可逆式力測定装置であって、

前記少なくとも 1 つのインジケータチャンネルが、前記少なくとも 1 つの表示材料との接触により変色する材料を更に備える、可逆式力測定装置。

【請求項 2 3】

請求項 1 8 に記載の可逆式力測定装置であって、

前記少なくとも 1 つの表示材料が、温度の増加または減少により膨張または収縮する特性を有し、これにより可逆式力測定装置の温度変化に由来する前記少なくとも 2 つのキャビティの膨張または収縮を補償する、可逆式力測定装置。

【請求項 2 4】

請求項 1 8 に記載の可逆式力測定装置であって、

少なくとも 1 つの追加キャビティを更に備え、

前記少なくとも 1 つの追加キャビティは、可逆式力測定装置の温度変化に応じて容積変化する、可逆式力測定装置。

【請求項 2 5】

少なくとも 1 つのキャビティと、

少なくとも 1 つのキャビティ壁と、

ファスナー構成部材およびロードセル構成部材の少なくとも一方と、

少なくとも 1 つの荷重受け部と、

少なくとも 1 つの表示材料と、

を備え、

前記少なくとも 1 つのキャビティが、前記少なくとも 1 つのキャビティ壁により画定した空間であり、

前記少なくとも 1 つの荷重受け部に力が加わると、前記少なくとも 1 つのキャビティ壁にポアソン効果が誘導され、前記ポアソン効果により、前記ファスナー構成部材およびロードセル構成部材の少なくとも一方における前記少なくとも 1 つのキャビティの容積に可逆変化が生じ、

前記少なくとも 1 つのキャビティの容積の可逆変化により、前記少なくとも 1 つの表示材料が、前記少なくとも 1 つのキャビティの内側または外側に移動して印加荷重の大きさおよび / または方向を示す、可逆式力測定装置。

【請求項 2 6】

請求項 2 5 に記載の可逆式力測定装置であって、

少なくとも 1 つのインジケータ穴と、

少なくとも 1 つのインジケータチャンネルと、

チャンネルカバーおよびチャンネルチューブの少なくとも一方と、

を更に備え、

前記少なくとも 1 つのインジケータ穴が前記少なくとも 1 つのキャビティに接続されており、

前記チャンネルカバーおよびチャンネルチューブの少なくとも一方が、透明または半透明の材料からなり、かつ、前記少なくとも 1 つのインジケータチャンネルを被覆かつ密封し、

前記少なくとも 1 つの荷重受け部に力が加わると、前記少なくとも 1 つの表示材料が、前記少なくとも 1 つのキャビティから前記少なくとも 1 つのインジケータチャンネル内で、前記少なくとも 1 つのインジケータ穴を通して移動する、可逆式力測定装置。

【請求項 2 7】

請求項 26 に記載の可逆式力測定装置であって、

少なくとも 1 つの一方向弁を更に備え、これにより前記少なくとも 1 つのキャビティ内への前記表示材料の逆戻りを防止する、可逆式力測定装置。

【請求項 28】

請求項 26 に記載の可逆式力測定装置であって、

少なくとも 1 つのチューブを更に備え、前記少なくとも 1 つのチューブが前記少なくとも 1 つのキャビティ内に配置されて前記少なくとも 1 つの表示材料を密封する、可逆式力測定装置。

【請求項 29】

請求項 26 に記載の可逆式力測定装置であって、

少なくとも 1 つの前記表示材料が、液体、ガスまたは弾性材料である、可逆式力測定装置。

【請求項 30】

請求項 26 に記載の可逆式力測定装置であって、

少なくとも 1 つの追加キャビティを更に備え、

前記少なくとも 1 つの追加キャビティが、可逆式力測定装置の温度変化に応じて容積変化する、可逆式力測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ファスナー構成部材またはロードセル構成部材のための可逆式力測定装置に関し、特に、引張力、圧縮力、トルクおよびせん断力などの静的または動的な力を、測定装置内におけるキャビティ容積の可逆変化を通じて測定する可逆式力測定装置に関する。

【発明の概要】

【0002】

本発明は、少なくとも 1 つのキャビティを備えることができる可逆式力測定装置を提供する。この装置においては、荷重が加わると少なくとも 1 つのキャビティに容積の可逆変化が生じ、これにより表示材料が、少なくとも 1 つのキャビティの内側または外側に移動して印加荷重の大きさおよび / または方向を示す。

【0003】

容積の可逆変化とは、力が逆転するとき、少なくとも 1 つのキャビティの容積変化が逆転する能力を意味する。荷重を除去すると、キャビティは初期形状に復元する。本明細書は、力の変化を連続的に測定できる力測定装置について開示するものであり、この装置は、例えば荷重が 10 % 増減すると、その 10 % の変化を示すことができる。

【0004】

一実施形態において、可逆式力測定装置は、少なくとも 1 つのキャビティと、少なくとも 1 つのキャビティ壁と、少なくとも 1 つの荷重受け部と、ファスナー構成部材およびロードセル構成部材の少なくとも一方と、少なくとも 1 つの表示材料とを備えることができる。少なくとも 1 つのキャビティは、少なくとも 1 つのキャビティ壁により画定した空間であり、ファスナー構成部材およびロードセル構成部材の少なくとも一方にある少なくとも 1 つの荷重受け部に力が加わることにより、少なくとも 1 つのキャビティ壁上にポアソン効果を誘導する。ポアソン効果により、少なくとも 1 つのキャビティの容積に可逆変化が生じる。更に、少なくとも 1 つのキャビティの容積が可逆変化すれば、少なくとも 1 つの表示材料は、少なくとも 1 つのキャビティの内側または外側に移動して、印加荷重の大きさおよび / または方向を示す。

【0005】

この実施形態において、可逆式力測定装置は、少なくとも 1 つのインジケータ管と、少なくとも 1 つのインジケータ穴と、少なくとも 1 つのインジケータチャンネルと、少なくとも 1 つのチャンネルカバーまたはチャンネルチューブとを更に備えることができる。少なくとも 1 つのインジケータ管を少なくとも 1 つのキャビティと接続する。少なくとも 1

10

20

30

40

50

つのチャンネルカバーまたはチャンネルチューブは、透明または半透明の材料からなり、かつ、少なくとも1つのインジケータチャンネルを被覆して密封する。少なくとも1つの表示材料は、少なくとも1つの荷重受け部に力が加わると、少なくとも1つのインジケータ穴を通じて、少なくとも1つのキャビティからインジケータ管に、次いで少なくとも1つのインジケータチャンネルまたはインジケータチューブに移動する。

【0006】

他の実施形態において、可逆式力測定装置は、少なくとも1つのキャビティと、少なくとも1つの可撓性キャビティ壁と、少なくとも1つの固定キャビティ壁と、ファスナー構成部材およびロードセル構成部材の少なくとも一方と、少なくとも1つの表示材料とを備えることができる。少なくとも1つのキャビティは、少なくとも1つの可撓性キャビティ壁および少なくとも1つの固定キャビティ壁との間の空間である。少なくとも1つの固定キャビティ壁は、固定媒体またはその一部に隣接し、少なくとも1つの可撓性キャビティ壁が移動することで、ファスナー構成部材およびロードセル構成部材の少なくとも一方により、少なくとも1つのキャビティに容積変化が生じる。少なくとも1つのキャビティの容積が可逆変化すると、少なくとも1つの表示材料は、少なくとも1つのキャビティの内側または外側に移動し、ファスナーにより加わる力の大きさおよび/または方向を示す。

【0007】

この実施形態において、可逆式力測定装置は、少なくとも1つのインジケータ穴と、少なくとも1つのインジケータチューブとを更に備えることができる。少なくとも1つの表示材料は、少なくとも1つのキャビティの容積が変化すると、少なくとも1つのインジケータ穴を通じて、少なくとも1つのキャビティから少なくとも1つのインジケータチューブの内側または外側に移動する。

【0008】

更に他の実施形態において、可逆式力測定装置は、少なくとも2つの独立したキャビティと、少なくとも1つの荷重受け部と、ファスナー構成部材およびロードセル構成部材の少なくとも一方と、少なくとも1つの表示材料とを備えることができ、ファスナー構成部材およびロードセル構成部材の少なくとも一方に力が加わることにより、少なくとも2つの独立したキャビティの各容積に可逆変化が生じる。

【0009】

この実施形態において、可逆式力測定装置は、少なくとも2つのキャビティは、各々が、少なくとも1つのインジケータ穴と、少なくとも1つのインジケータチャンネルと、少なくとも1つのチャンネルカバーまたはチャンネルチューブとを更に備えることができる。透明または半透明の材料から製造した少なくとも1つのインジケータチャンネルカバーまたはチャンネルチューブは、少なくとも1つのインジケータチャンネルを被覆して密封する。少なくとも1つの表示材料は、少なくとも1つの荷重受け部に力が加わると、少なくとも1つのインジケータ穴を通じて、少なくとも2つの独立したキャビティから少なくとも1つのインジケータチャンネルの内側または外側まで移動する。

【0010】

上述した態様および利点に加えて、更なる態様および利点は、添付図面を参照しての以下の詳細な説明に基づいて明白である。

【0011】

本発明に係る装置の更なる特徴および利点、並びに様々な実施形態の構造および操作をより明確かつ容易に理解可能とすべく、以下においては添付図面に示す好適な実施形態について説明する。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】少なくとも1つのキャビティを備える円形状の力測定装置の実施形態を示す斜視図である。

【図2】円形状の装置の断面図である。

【図3】装置に圧縮荷重が加わる仕組みの説明図である。

10

20

30

40

50

【図 4】圧縮荷重により、キャビティの容積に変化が生じる仕組みの説明図である。

【図 5】複数のキャビティを有する装置の内部斜視図である。

【図 6】カバーを除去した装置のインジェクタチャンネルの斜視図である。

【図 7】弾性材料（例えば流体）を充填したチューブを更に備えるキャビティを有する装置の実施形態を示す説明図である。

【図 8】略長方形の装置の実施形態を示す説明図である。

【図 9】各々が 2 本のボアソン圧縮柱を有する 2 つの部分の備える装置の実施形態を示す部分図である。

【図 10】ボルト頭部を通じてキャビティに荷重を加える装置の一実施形態を示す説明図である。

【図 11】キャビティの頂部におけるキャビティ壁の形状を異ならせることにより、一定の特性を改善する装置の実施形態を示す説明図である。

【図 12】キャビティをボルト頭上に位置付けた装置の実施形態を示す説明図である。

【図 13】キャビティをロードセル内に有し、ロードセルに加わる圧縮または張力によりキャビティ容積を変化させる装置の実施形態を示す説明図である。

【図 14】表示流体がチューブ内に移動することによりキャビティ容積を変化させるインジェクタチューブの実施形態を示す説明図である。

【図 15】少なくとも 2 つの独立したキャビティを備える装置の実施形態を示す断面図である。

【図 16】少なくとも 2 つの独立したキャビティを備える装置の実施形態を示す分解図である。

【図 17】少なくとも 1 つのキャビティがリング状である装置の実施形態を示す分解図である。

【図 18】少なくとも 1 つのキャビティがリング状である装置を示す断面図である。

【図 19】少なくとも 2 つの独立したキャビティを備える円筒形状の装置の実施形態を示す説明図である。

【図 20】少なくとも 1 つのキャビティをナット、スタッドまたはボルト等のねじ部付近に位置付けた装置の実施形態を示す説明図である。

【図 21】少なくとも 1 つのインジェクタチャンネルをフランジ付きナットの頂部に有する力測定装置の実施形態を示す説明図である。

【図 22】フランジ付きナットの底部にある少なくとも 1 つのキャビティをより明瞭に示す代替図である。

【図 23】少なくとも 1 つのキャビティをリングおよびボトムワッシャーにより密封した装置の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下の詳細な説明において、本明細書の一部を構成する添付の図面を参照し、実施可能な具体的実施形態を例示する。これらの実施形態に関する詳細な説明により、図示の実施形態が実施可能であること、他の実施形態と組み合わせ可能であること、並びに実施形態の技術的範囲から逸脱せずに論理的、機械的、電気的、およびその他の変更が可能であることは明白である。即ち、以下の詳細な説明は、限定的な意味で解釈すべきものではない。

【0014】

例示的な実施形態の説明は、明細書の一部とみなすべき添付図面と共に読まれることを意図している。本明細書における相対的用語、例えば「下部」、「上部」、「水平」、「垂直」、「上方」、「下方」、「上」、「下」、「頂部」および「底部」等、並びにそれらの派生語（「水平に」、「下方に」および「上方に」等）は、次に説明する方向性、または討議中である図面に示す方向性を参照して解釈すべきである。これらの相対的用語は、説明の便宜上のものに止まり、装置を特定の方向性で構築または操作する必要はない。更に、特に明記しない限り、例えば、取り付けや連結等に関する「接続する」および「相

10

20

30

40

50



互接続する」等の用語は、構造体を直接的に、または介在構造を通じて間接的に固定し、あるいは互いに取り付けた相対関係、並びに、可動または剛性の取り付けまたは相対関係の両者を意味する。

#### 【0015】

本発明は、少なくとも1つのキャビティを備えることができる可逆式力測定装置を提供する。この装置においては、装置に荷重が加わると少なくとも1つのキャビティの容積に可逆変化が生じる。これにより、表示材料が少なくとも1つのキャビティの内側または外側に移動して、印加荷重の大きさおよび/または方向を示す。容積の可逆変化とは、力が逆転すると、少なくとも1つのキャビティの容積変化が逆転する能力を意味し、荷重を除去すると、キャビティは初期形状に復元する。本発明は、力の変化を連続的に測定でき、例えば、荷重が10%増減すればその10%の変化を表示できる力測定装置について説明する。

10

#### 【0016】

図1は、可逆式力測定装置100の一実施形態を示す。この装置は円形状であって、少なくとも1つのキャビティ103と、少なくとも1つの荷重受け部101（裏面側）と、少なくとも1つの表示材料102（図1には図示せず）とを備えることができる。この装置において、少なくとも1つの荷重受け部に力が加わると、少なくとも1つのキャビティの容積が変化する。そして、表示材料102は、少なくとも1つのキャビティ103の容積が変化する、その内側または外側に移動して印加荷重の大きさおよび/または方向を示す。少なくとも1つの荷重受け部101は、力測定装置100の一方の面または両面上

20

#### 【0017】

図2は、円形状の力測定装置100の断面図である。同図に示すように、キャビティ壁104の間に少なくとも1つのキャビティ103がある。本実施形態において、キャビティ壁104は、同心円柱として配置したポアソン圧縮柱である。キャビティ壁104は、キャビティ103の容積を最小化するように密集しており、従って力測定装置100の強度を最大化する。より多くのキャビティ103およびキャビティ壁を円形状の力測定装置100内に配置するほど、各キャビティ壁の高さ/幅の比がより大きくなり、ひいてはより自由なポアソン運動を許容する（より多くの制限されたポアソン運動の発生を防ぐ）ことにより、装置100の感度が向上し、同一荷重へのキャビティの容積変化が増加する。

30

#### 【0018】

図3は、力測定装置100に圧縮荷重が加わる仕組みの説明図である。圧縮荷重を力測定装置100上の1つ以上の荷重受け部101に加えることができる。図示する実施形態において、圧縮荷重を力測定装置100の上下両方から加えることができる。

#### 【0019】

図4は、圧縮荷重により、少なくとも1つのキャビティ103に容積変化が生じる仕組みの説明図である。少なくとも1つの荷重受け部101により荷重を受けると、次いで、少なくとも1つのキャビティ壁104に力を伝達する。少なくとも1つのキャビティ壁104は、印加荷重により誘導されるポアソン効果に応じて変形する、少なくとも1つのポアソン圧縮柱からなる。本図において、印加荷重の方向を上下の最大の矢印により示す。小さい矢印は、ポアソン圧縮柱の高さおよび幅における変化を示す。図示するように、少なくとも1つのキャビティ壁104は、圧縮荷重により高さが低くなり、ポアソン歪みにより幅広になる。結果として、少なくとも1つのキャビティ壁104が横方向に拡張することにより、少なくとも1つのキャビティ壁104の間に空間がとられることで、少なくとも1つのキャビティ103の容積は減少する。その結果、少なくとも1つの表示材料102を一定量だけ、少なくとも1つのキャビティ103から押し出す。圧縮荷重が異なると、キャビティ壁104に誘導されるポアソン効果が異なるため、キャビティ103に異なる容積変化が生じる。従って、キャビティからの表示材料102の押し出し量は、荷重受け部101に加わる圧縮荷重の量を示す。少なくとも1つのキャビティ103から押し出される少なくとも1つの表示材料102の押し出し量を測定することにより、装置10

40

50

0に加わる力を算出できる。

#### 【0020】

図5および図6は、力測定装置100の一実施形態の内部構造の斜視図である。本実施形態において、力測定装置100は、少なくとも1つのキャビティ103から押し出される表示材料102を簡便に観測することができる機構を有する。本実施形態において、力測定装置100は、少なくとも1つのインジケータ管105と、少なくとも1つのインジケータ穴106と、少なくとも1つのインジケータチャンネル107と、少なくとも1つのチャンネルカバーとを更に備えることができる。少なくとも1つのチャンネルカバー自体ではなく、その位置108を図示する。複数のキャビティ103を有する実施形態において、キャビティ103同士を接続するための少なくとも1つのインジケータ管105を必要とする。インジケータ管105は、表示材料102が装置100の全キャビティ103から装置100の外側に通過するための共通のチャンネルとなる。インジケータ管105は、表示材料102がキャビティ103内に戻るための共通のチャンネルともなる。表示材料102は、力測定装置100の内部から抜けるための少なくとも1つのインジケータ穴106を必要とする。本実施形態において、インジケータ穴106を装置100の外面上に配置する。インジケータ管105の一端をインジケータ穴106に接続する。本実施形態において、インジケータ穴106を外面上のインジケータチャンネル107に接続する。透明または半透明の材料から製造した少なくとも1つのチャンネルカバー108（カバー自体ではなく、その位置を図示する）は、少なくとも1つのインジケータチャンネル107を被覆して密封する。透明または半透明のカバーにより、観察者は、圧縮荷重により装置100から押し出される表示材料102の量を観測できる。

10

20

#### 【0021】

図7は、少なくとも1つのキャビティ103がチューブ109を更に備える装置100の実施形態を示す。本実施形態において、弾性材料により製造したチューブ109を少なくとも1つのキャビティ103内に挿入するための余地を設けるように、少なくとも1つのキャビティ103を設計する。チューブ109は、少なくとも1つの表示材料102を密封する。キャビティ103の容積が増減すると、チューブ109を多少押し出すことにより、チューブ109の内部容積102は、キャビティ103と合わせて収縮または膨張し、チューブ内の表示材料102は、チューブ109の内側または外側に移動する。

#### 【0022】

図8および図9は、装置100の更なる2つの実施形態を示す。この装置は、略長方形状であって、少なくとも1つのキャビティ103は角柱104により構成されている。図8は、柱104が角形であり、これらの角柱の間に少なくとも1つのキャビティ103を有する実施形態を示す。図9は、ボアソン圧縮柱を2つの部品の間交互に配置し、部品を共に組み付けるように全てのボアソン圧縮柱を形成する別の実施形態を示す。図9は、相互に適合する上方部分および下方部分で構成した装置100の実施形態の一部の分解図である。本図は、最終的な装置100の一部のみを示すものである。上方部分および下方部分を共に組み付けたとき、結果として4本のボアソン圧縮柱104となるように、図示の各部分は、キャビティ壁104とも称される2本のボアソン圧縮柱を有する。少なくとも1つのキャビティ103をこれらの圧縮柱の間の空間および周辺の図示しない追加部分に形成する。

30

40

#### 【0023】

図8および図9の実施形態は、ボアソン表面を二次元に低減することにより制限する利点を説明する。図1に示す実施形態において、キャビティ壁104のボアソン変化は、一方向のみに発生する。図8および図9の実施形態においては、キャビティ壁104のボアソン変化がxおよびyの両方向に発生し得る。これにより、同一の印加荷重に対するキャビティ103の容積変化が増加するので、力測定装置100の精度が向上する。

#### 【0024】

図10および図11は、力測定装置100の更に2つの実施形態を示す。この装置100は、少なくとも1つのキャビティ203と、少なくとも1つの荷重受け部201と、少

50

なくとも1つの表示材料202とを備えることができる。少なくとも1つの荷重受け部201は、ファスナー207の移動により、変形することができる。ファスナー207は、ボルト頭、ナット、スタッド、リベット等であることができる。これらの図面に示すファスナー207は、ボルト頭である。少なくとも1つの荷重受け部201の変形により、少なくとも1つのキャビティ203に容積変化が生じる。少なくとも1つのキャビティ203の容積が変化すると、表示材料202は、少なくとも1つのキャビティ203の内側または外側に移動し、印加荷重の大きさおよび/または方向を示す。図11の少なくとも1つの荷重受け部は、図10の少なくとも1つの荷重受け部とは異なる形状を有することにより、感度が向上する。

#### 【0025】

10

図10および図11の実施形態において、装置100は、図1～図9に示す実施形態よりもより高感度であり、より低レベルの荷重を測定するために使用することができる。これらの実施形態において、装置100は、キャビティ203が容積変化するための主たる変形のために圧縮歪みまたはボアソン歪みを用いない。即ち、キャビティ壁204の上面の屈曲を利用して、キャビティ203の容積を下げ、少なくとも1つの表示材料202を少なくとも1つのキャビティ203からインジケータ穴205の外側に押し出すものである。前述した実施形態におけると同様、本実施形態における装置100は、インジケータ穴205と、インジケータチューブ206（図14に示す）とを更に含むことができる。表示材料202は、少なくとも1つのキャビティ203の容積が変化すると、インジケータ穴205を通じて、少なくとも1つのキャビティ203からインジケータチューブ206の内側または外側に移動する。

20

#### 【0026】

図12は、材料208同士をクランプするファスナー207の頂部にキャビティ203を位置付けた装置の実施形態を示す。ファスナー207を締結すると、ボルト頭の頂部の中央部分が下方移動することにより、少なくとも1つのキャビティ203の可撓性キャビティ壁209がボルト頭と共に下方移動する。この下方移動により少なくとも1つのキャビティ203の容積が増加し、表示材料202（図14に示す）を外部のインジケータチューブ206（本図ではなく図14に示す）から引き込む。ファスナー207が緊張するとき、少なくとも1つのキャビティ203の上部は、固定され、移動しない。キャビティ203の可撓性キャビティ壁209は、図12に示すように、別個の層209の代わりにボルト頭の頂部であることもできる。

30

#### 【0027】

図13は、少なくとも1つのキャビティ203をキャビティホルダー210に示すように、ロードセルに位置付けた装置の実施形態を示す。本実施形態において、少なくとも1つのキャビティ203は、ファスナー209（図示せず）の移動により変形し得る。ファスナー209により、ロードセルが圧縮または緊張すると、少なくとも1つのキャビティ203の容積が変化すると、表示材料202は、チューブ206の内側または外側に移動する。少なくとも1つのキャビティ203の容積変化を利用して、印加荷重の方向および大きさを測定できる。

#### 【0028】

40

図14は、インジケータチューブの一実施形態における構成を示す。インジケータチャンネルとして使用した少なくとも1つのインジケータチューブ206は、少なくとも1つのインジケータチューブ206内に少なくとも1つの表示材料202を有し、少なくとも1つのインジケータチャンネル内の表示材料202の長さにより、少なくとも1つのキャビティ203の容積変化を示す。表示材料202を少なくとも1つのインジケータ穴205を通じて、少なくとも1つのキャビティに接続する。

#### 【0029】

図15および図16は、少なくとも2つの独立したキャビティと、少なくとも1つの荷重受け部と、表示材料とを備えることができる力測定装置100の実施形態を示す。本実施形態において、少なくとも2つの独立したキャビティ303および305の容積は、少

50

なくとも1つの荷重受け部301に力が加わると変化する。表示材料202は、少なくとも2つの独立したキャビティ303および305の容積が変化すると、それらの内側または外側に移動して、印加荷重の大きさおよび/または方向を示す。頂部304が左に移動しても、少なくとも1つのシール306により、表示材料303および305を分離状態に保ち、その際にいずれの底部柱304も屈曲することはない。これにより、キャビティ303の容積変化は、キャビティ305の容積変化と異なり得る。

#### 【0030】

本実施形態は、少なくとも2つの独立したキャビティ303および305から押し出される表示材料202の量の違いを観測することにより、装置への印加荷重を測定するように設計する。図15に示す実施形態において、装置100にせん断力を加える。本実施形態において、せん断力を測定するために、少なくとも2つのキャビティのうち左のキャビティ303の少なくとも1つの表示材料を、少なくとも2つのキャビティのうち右のキャビティ305から分離する。左のキャビティ用に1つのインジケータチューブ206が、右のキャビティ用に1つのインジケータチューブ206が存在し得る。少なくとも2つのキャビティにせん断力が加わると、少なくとも2つの独立したキャビティのうち左のキャビティ303および右のキャビティ305は、異なる容積変化をし、従って、各インジケータチューブ206に移動する表示材料202の容積は異なる。従って、インジケータチューブ206の表示材料202の量を観測すれば、せん断力および圧縮力を測定することができる。

10

#### 【0031】

図17および図18は、少なくとも1つのキャビティ303がリング状である装置100の別の実施形態を示す。本実施形態は、対角部の接線歪み、屈曲、および/または圧縮に依拠した設計であり、少なくとも1つの荷重受け部301に力が加わると、表示材料202を、少なくとも1つのインジケータ穴311を通じて、少なくとも1つのキャビティ303の外側に押し出し、少なくとも1つのインジケータチャンネル309内に押し込む。本実施形態の利点として、各リング状キャビティ303を別のリング状キャビティ303から分離することができ、従って、各キャビティ303は、別個に圧縮量を読み取ることができる。

20

#### 【0032】

図19は、少なくとも2つのキャビティ303を備える円筒形状の装置100の別の実施形態を示す。装置100を使用して、せん断力およびその方向を測定できる。本実施形態において、装置100は、ディスク307および外輪308を備えることができ、圧縮力および/または張力に加えて、せん断力の大きさおよび方向を測定する。

30

#### 【0033】

図21、図22および図23は、フランジ付きナットおよびワッシャーを有する装置100の実施形態を示す。この装置において、少なくとも1つのキャビティ303は、リング状である。本実施形態は、対角部の接線歪み、屈曲および/または圧縮に依拠した設計である。少なくとも1つの荷重受け部301に力が加わると、表示材料202を、少なくとも1つのインジケータ穴311を通じて、少なくとも1つのキャビティ303の外側に押し出して、少なくとも1つのインジケータチャンネル309内に押し込む。透明または半透明の材料から製造した少なくとも1つのチャンネルカバー108(カバー自体ではなく、その位置を図示する)は、少なくとも1つのインジケータチャンネル309を被覆して密封する。

40

#### 【0034】

図19に示す実施形態において、ディスク307の内輪および外輪308の間の空間に6つのキャビティを備えることができ、表示材料202は、これらキャビティの内側または外側に移動する。装置100の上部に120°離れた3つのキャビティ303および装置100の下部に3つの対応するキャビティ303を備えることができる。本構成における3つ一組のキャビティ303により、各キャビティ303の内側または外側に移動した表示材料202の量の違いを観測することで、せん断力の大きさおよび方向を測定できる

50

。装置 100 の一番下のイメージ図に見るようにせん断力を加えると、表示材料 202 を底部の右のキャビティ 303 から押し出し、表示材料 202 は、上部の右のキャビティ 303 内に移動する。キャビティの容積変化の違いを利用して、圧縮力および / または張力の大きさおよび方向と共に、せん断力の大きさおよび方向を測定できる。

【 0035 】

図 20 は、少なくとも 1 つのキャビティ 303 を、少なくとも 1 つのナット、スタッド、ボルト等のねじ部付近に位置付けた装置の実施形態を示す。本実施形態において、矢印で示すように力が加わると、少なくとも 1 つの荷重受け部 301 の移動により、少なくとも 1 つのキャビティ 303 が変形する。本実施形態は、少なくとも 2 つの独立したキャビティ 303 を利用して、1 つのねじ部または一群のねじ部と、別のねじ部または別の一群のねじ部との間の荷重の違いを測定することもできる。

10

【 図 1 】

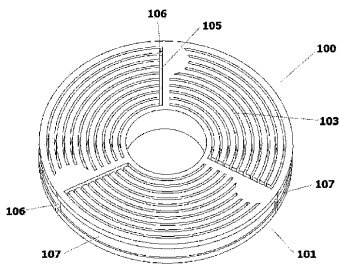


Figure 1

【 図 2 】

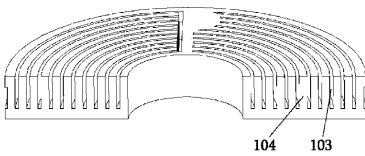
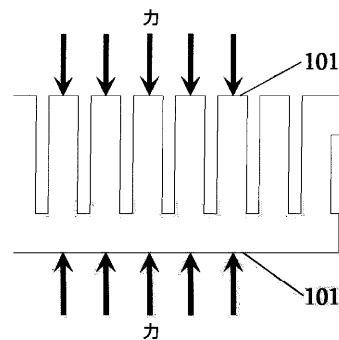
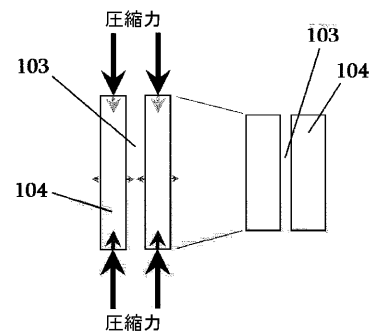


Figure 2

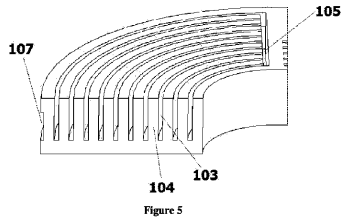
【 図 3 】



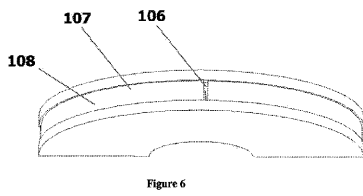
【 図 4 】



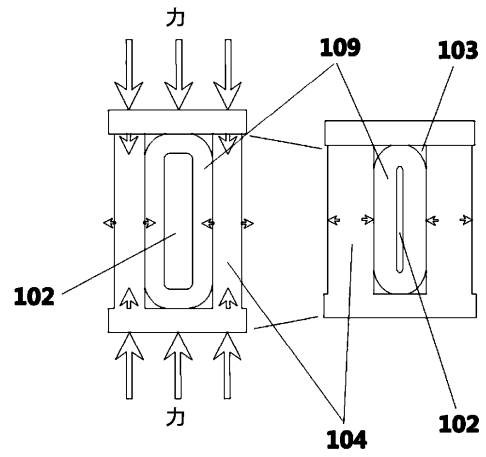
【 図 5 】



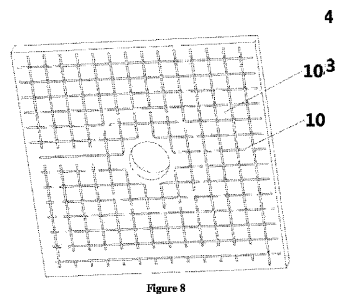
【 図 6 】



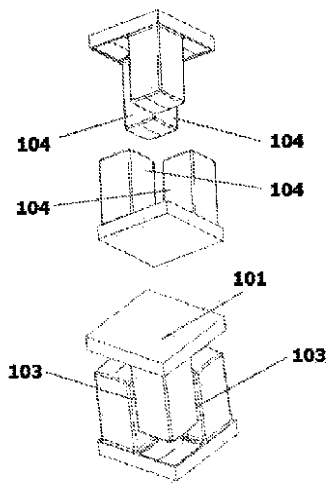
【 図 7 】



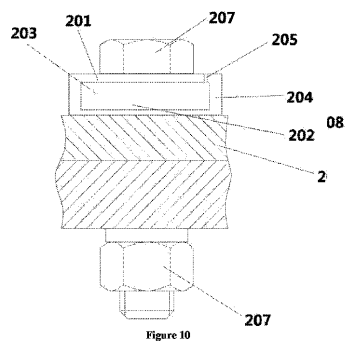
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



【図 1 1】

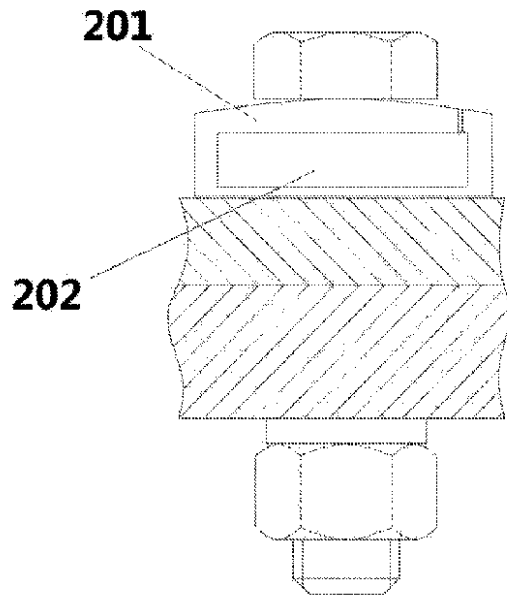


Figure 11

【図 1 2】

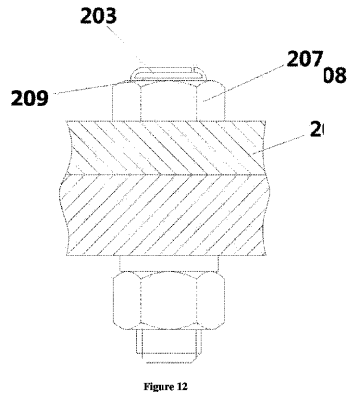
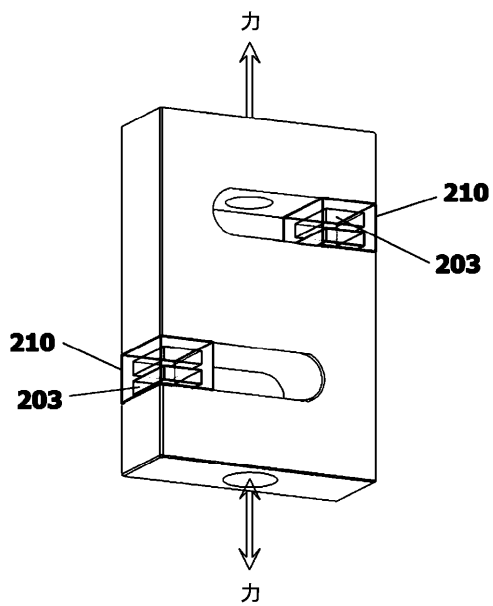


Figure 12

【図 1 3】



【図 1 4】

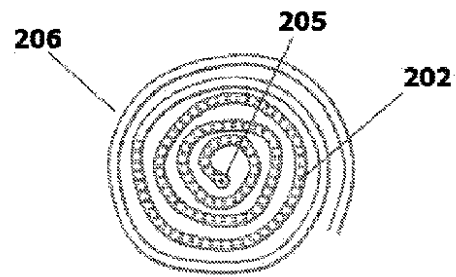
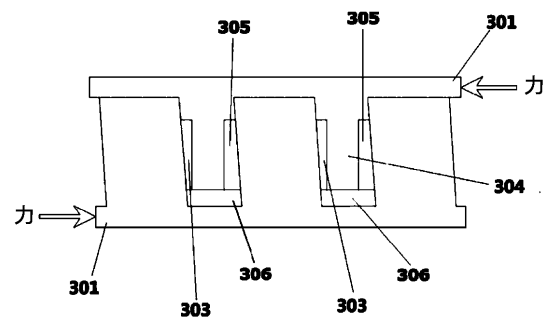


Figure 14

【図 1 5】



【図 16】

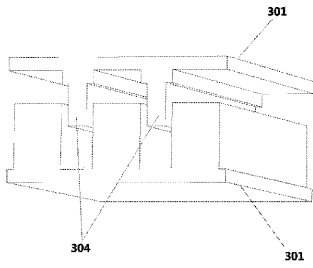


Figure 16

【図 17】

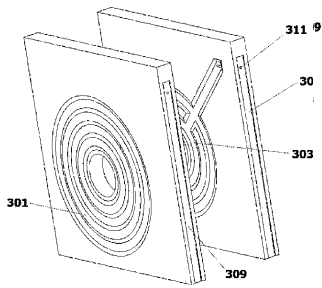
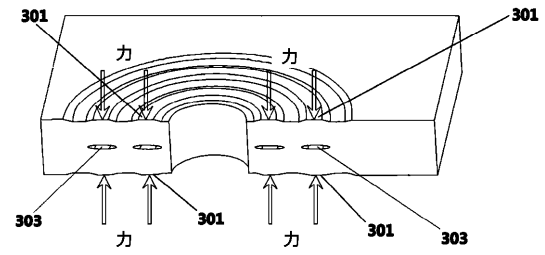
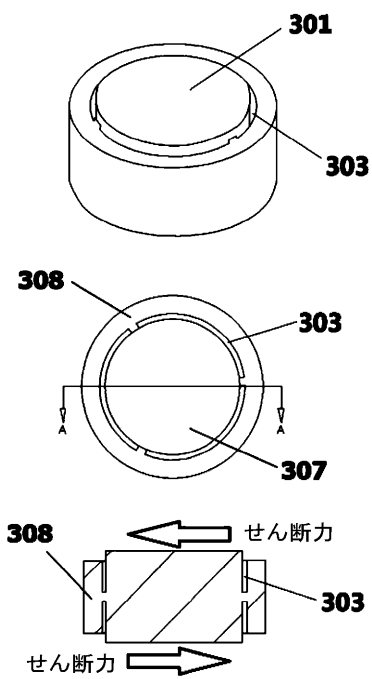


Figure 17

【図 18】



【図 19】



【図 20】

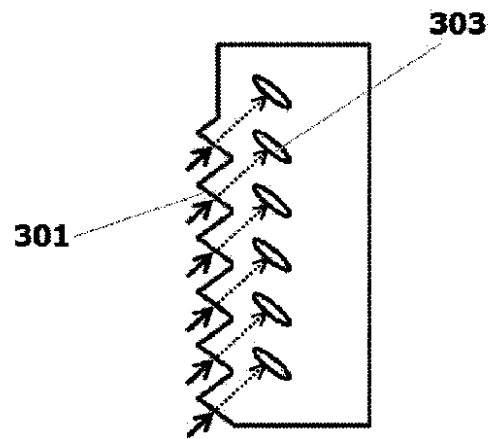


Figure 20



【図 2 1】

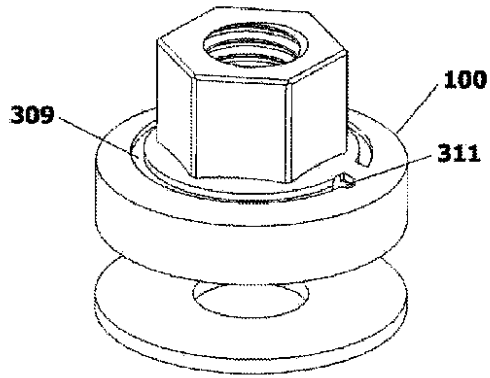


Figure 21

【図 2 3】

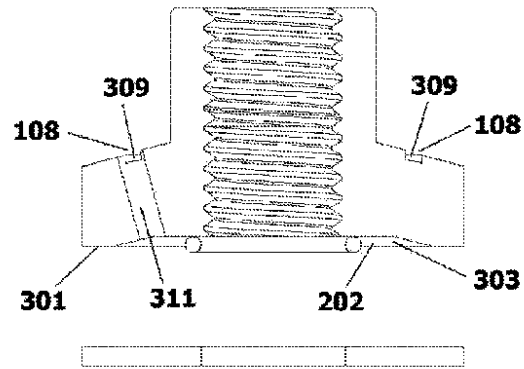


Figure 23

【図 2 2】

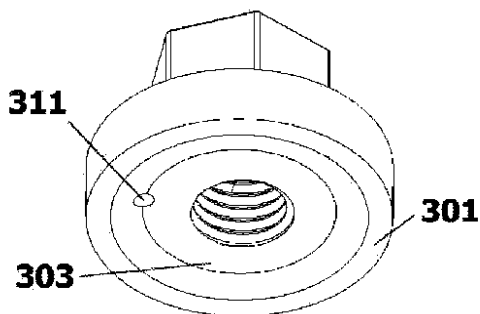


Figure 22

## 【手続補正書】

【提出日】平成27年3月5日(2015.3.5)

## 【手続補正 1】

【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】

少なくとも1つのキャビティと、  
 少なくとも1つのキャビティ壁と、  
 ファスナー構成部材およびロードセル構成部材の少なくとも一方と、  
 少なくとも1つの荷重受け部と、  
 少なくとも1つの表示材料と、

を備え、

前記少なくとも1つのキャビティは、前記少なくとも1つのキャビティ壁により画定した空間であり、

前記少なくとも1つの荷重受け部に力が加わると、前記ファスナー構成部材およびロードセル構成部材の少なくとも一方における前記少なくとも1つのキャビティの容積が可逆変化を生じ、

前記少なくとも1つのキャビティの容積が可逆変化すると、前記少なくとも1つの表示材料が前記少なくとも1つのキャビティの内側または外側に移動して印加荷重の大きさおよび/または方向を示す、可逆式力測定装置。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の可逆式力測定装置であって、

少なくとも１つのインジケータ穴と、  
少なくとも１つのインジケータチャンネルと、  
チャンネルカバーおよびチャンネルチューブの少なくとも一方と、  
を更に備え、

前記少なくとも１つのインジケータ穴が前記少なくとも１つのキャビティに接続されており、

前記チャンネルカバーおよびチャンネルチューブの少なくとも一方が、透明または半透明の材料からなり、かつ、前記少なくとも１つのインジケータチャンネルを被覆かつ密封し、

前記少なくとも１つの荷重受け部に力が加わると、前記少なくとも１つの表示材料が、前記少なくとも１つのキャビティから前記少なくとも１つのインジケータチャンネル内まで、前記少なくとも１つのインジケータ穴を通して移動する、可逆式力測定装置。

【請求項３】

請求項２に記載の可逆式力測定装置であって、

少なくとも１つの一方向弁を更に備えることにより、前記少なくとも１つのキャビティ内への前記表示材料の逆戻りを防止する、可逆式力測定装置。

【請求項４】

請求項２に記載の可逆式力測定装置であって、

少なくとも１つのチューブを更に備え、前記少なくとも１つのチューブが少なくとも１つの前記キャビティ内に配置されて前記少なくとも１つの表示材料を密封する、可逆式力測定装置。

【請求項５】

請求項２に記載の可逆式力測定装置であって、

前記少なくとも１つの表示材料が、液体、ガスまたは弾性材料である、可逆式力測定装置。

【請求項６】

請求項２に記載の可逆式力測定装置であって、

前記少なくとも１つのインジケータチャンネルが、前記少なくとも１つの表示材料との接触により変色する材料を更に備える、可逆式力測定装置。

【請求項７】

請求項２に記載の可逆式力測定装置であって、

前記少なくとも１つの表示材料が、温度の増加または減少により膨張または収縮する特性を有し、これにより可逆式力測定装置の温度変化に由来する前記少なくとも１つのキャビティの膨張または収縮を補償する、可逆式力測定装置。

【請求項８】

請求項２に記載の可逆式力測定装置であって、

少なくとも１つの追加キャビティを更に備え、

前記少なくとも１つの追加キャビティが、可逆式力測定装置の温度変化に応じて容積変化する、可逆式力測定装置。

【請求項９】

少なくとも１つのキャビティと、

少なくとも１つの可撓性キャビティ壁と、

少なくとも１つの固定キャビティ壁と、

少なくとも１つのファスナーと、

少なくとも１つの荷重受け部と、

少なくとも１つの表示材料と、

を備え、

前記少なくとも１つのキャビティが、前記少なくとも１つの可撓性キャビティ壁と前記少なくとも１つの固定キャビティ壁との間の空間であり、

前記少なくとも１つの固定キャビティ壁が、固定媒体の一部であり、または固定媒体に

隣接し、

前記少なくとも１つのファスナーにより前記少なくとも１つの荷重受け部に力を加えると、前記少なくとも１つのキャビティの容積に可逆変化が生じて前記少なくとも１つの可撓性キャビティ壁が移動し、

前記少なくとも１つのキャビティの容積が可逆変化すると、前記少なくとも１つの表示材料が、前記少なくとも１つのキャビティの内側または外側に移動して、ファスナーにより加わる力の大きさおよび方向を示す、可逆式力測定装置。

【請求項１０】

請求項９に記載の可逆式力測定装置であって、

少なくとも１つのインジケータ穴と、

少なくとも１つのインジケータチャンネルと、

少なくとも１つのチャンネルカバーまたはチャンネルチューブと、

を更に備え、

前記少なくとも１つのチャンネルカバーまたはチャンネルチューブが、透明または半透明の材料からなり、かつ、前記少なくとも１つのインジケータチャンネルを被覆かつ密封し、

前記少なくとも１つのキャビティの容積が変化すると、前記少なくとも１つの表示材料が、前記少なくとも１つのキャビティから前記少なくとも１つのインジケータチャンネル内まで、前記少なくとも１つのインジケータ穴を通して内側または外側に移動する、可逆式力測定装置。

【請求項１１】

請求項１０に記載の可逆式力測定装置であって、

少なくとも１つの一方向弁を更に備え、これにより前記少なくとも１つのキャビティ内への前記表示材料の逆戻りを防止する、可逆式力測定装置。

【請求項１２】

請求項１０に記載の可逆式力測定装置であって、

少なくとも１つのチューブを更に備え、前記少なくとも１つのチューブが、前記少なくとも１つのキャビティ内に配置されて前記少なくとも１つの表示材料を密封する、可逆式力測定装置。

【請求項１３】

請求項１０に記載の可逆式力測定装置であって、

前記少なくとも１つの表示材料が、液体、ガスまたは弾性材料である、可逆式力測定装置。

【請求項１４】

請求項１０に記載の可逆式力測定装置であって、

前記インジケータチャンネルが、前記少なくとも１つの表示材料との接触により変色する材料を更に備える、可逆式力測定装置。

【請求項１５】

請求項１０に記載の可逆式力測定装置であって、

前記少なくとも１つの表示材料が、温度の増加または減少により膨張または収縮する特性を有することで、可逆式力測定装置の温度変化に由来する前記少なくとも１つのキャビティの膨張または収縮を補償する、可逆式力測定装置。

【請求項１６】

請求項１０に記載の可逆式力測定装置であって、

少なくとも１つの追加キャビティを更に備え、

前記少なくとも１つの追加キャビティが、可逆式力測定装置の温度変化に応じて容積変化する、可逆式力測定装置。

【請求項１７】

少なくとも２つの独立したキャビティと、

ファスナー構成部材およびロードセル構成部材の少なくとも一方と、

少なくとも１つの荷重受け部と、  
少なくとも１つの表示材料と、  
を備え、

前記ファスナー構成部材およびロードセル構成部材の少なくとも一方における前記少なくとも１つの荷重受け部に力が加わると、前記少なくとも２つの独立したキャビティの各容積に独自の可逆変化を誘起し、

前記少なくとも２つの独立したキャビティの容積は、互いに異なる可逆変化をし、

前記少なくとも２つの独立したキャビティの容積が可逆変化すると、前記少なくとも２つの独立したキャビティにおける前記少なくとも１つの表示材料が、分離状態を保ちつつ前記少なくとも２つの独立したキャビティの内側または外側に移動して、印加荷重の大きさおよび／または方向を示す、可逆式力測定装置。

【請求項１８】

請求項１７に記載の可逆式力測定装置であって、

前記少なくとも２つの独立した各キャビティは、

少なくとも１つのインジケータ穴と、

少なくとも１つのインジケータチャンネルと、

チャンネルカバーおよびチャンネルチューブの少なくとも一方と、

を更に備え、

前記チャンネルカバーおよびチャンネルチューブの少なくとも一方が、透明または半透明の材料からなり、かつ、前記少なくとも１つのインジケータチャンネルを被覆かつ密封し、

前記少なくとも１つの荷重受け部に力が加わると、前記少なくとも１つの表示材料が、前記少なくとも２つの独立した各キャビティから前記少なくとも１つのインジケータチャンネル内まで、前記少なくとも１つのインジケータ穴を通して内側または外側に移動する、可逆式力測定装置。

【請求項１９】

請求項１８に記載の可逆式力測定装置であって、

少なくとも１つの一方向弁を更に備え、前記少なくとも１つのキャビティ内への前記少なくとも１つの表示材料の逆戻りを防止する、可逆式力測定装置。

【請求項２０】

請求項１８に記載の可逆式力測定装置であって、

少なくとも１つのチューブを更に備え、前記少なくとも１つのチューブが前記少なくとも１つのキャビティ内に配置されて、前記少なくとも１つの表示材料を密封する、可逆式力測定装置。

【請求項２１】

請求項１８に記載の可逆式力測定装置であって、

前記少なくとも１つの表示材料が、液体、ガスまたは弾性材料である、可逆式力測定装置。

【請求項２２】

請求項１８に記載の可逆式力測定装置であって、

前記少なくとも１つのインジケータチャンネルが、前記少なくとも１つの表示材料との接触により変色する材料を更に備える、可逆式力測定装置。

【請求項２３】

請求項１８に記載の可逆式力測定装置であって、

前記少なくとも１つの表示材料が、温度の増加または減少により膨張または収縮する特性を有し、これにより可逆式力測定装置の温度変化に由来する前記少なくとも２つのキャビティの膨張または収縮を補償する、可逆式力測定装置。

【請求項２４】

請求項１８に記載の可逆式力測定装置であって、

少なくとも１つの追加キャビティを更に備え、

前記少なくとも１つの追加キャビティは、可逆式力測定装置の温度変化に応じて容積変化する、可逆式力測定装置。

【請求項 25】

少なくとも１つのキャビティと、  
少なくとも１つのキャビティ壁と、  
ファスナー構成部材およびロードセル構成部材の少なくとも一方と、  
少なくとも１つの荷重受け部と、  
少なくとも１つの表示材料と、  
を備え、

前記少なくとも１つのキャビティが、前記少なくとも１つのキャビティ壁により画定した空間であり、

前記少なくとも１つの荷重受け部に力が加わると、前記少なくとも１つのキャビティ壁にポアソン効果が誘導され、前記ポアソン効果により、前記ファスナー構成部材およびロードセル構成部材の少なくとも一方における前記少なくとも１つのキャビティの容積に可逆変化が生じ、

前記少なくとも１つのキャビティの容積の可逆変化により、前記少なくとも１つの表示材料が、前記少なくとも１つのキャビティの内側または外側に移動して印加荷重の大きさおよび／または方向を示す、可逆式力測定装置。

【請求項 26】

請求項 25 に記載の可逆式力測定装置であって、  
少なくとも１つのインジケータ穴と、  
少なくとも１つのインジケータチャンネルと、  
チャンネルカバーおよびチャンネルチューブの少なくとも一方と、  
を更に備え、  
前記少なくとも１つのインジケータ穴が前記少なくとも１つのキャビティに接続されており、

前記チャンネルカバーおよびチャンネルチューブの少なくとも一方が、透明または半透明の材料からなり、かつ、前記少なくとも１つのインジケータチャンネルを被覆かつ密封し、

前記少なくとも１つの荷重受け部に力が加わると、前記少なくとも１つの表示材料が、前記少なくとも１つのキャビティから前記少なくとも１つのインジケータチャンネル内まで、前記少なくとも１つのインジケータ穴を通して移動する、可逆式力測定装置。

【請求項 27】

請求項 26 に記載の可逆式力測定装置であって、  
少なくとも１つの一方向弁を更に備え、これにより前記少なくとも１つのキャビティ内への前記表示材料の逆戻りを防止する、可逆式力測定装置。

【請求項 28】

請求項 26 に記載の可逆式力測定装置であって、  
少なくとも１つのチューブを更に備え、前記少なくとも１つのチューブが前記少なくとも１つのキャビティ内に配置されて前記少なくとも１つの表示材料を密封する、可逆式力測定装置。

【請求項 29】

請求項 26 に記載の可逆式力測定装置であって、  
少なくとも１つの前記表示材料が、液体、ガスまたは弾性材料である、可逆式力測定装置。

【請求項 30】

請求項 26 に記載の可逆式力測定装置であって、  
少なくとも１つの追加キャビティを更に備え、  
前記少なくとも１つの追加キャビティが、可逆式力測定装置の温度変化に応じて容積変化する、可逆式力測定装置。

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US14/52781

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC(8) - G01G 5/04; G01L 1/02 (2014.01)

CPC - G01G 5/04; G01L 1/02

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)

IPC(B): B32B 3/20; E21D 21/02; F16B 31/02, 31/06, 37/14; G01D 5/42; G01G 5/04; G01L 1/02, 1/04, 5/00, 5/16, 5/24 (2014.01)

CPC: B32B 3/20; E21D 21/0026, 21/02; F16B 31/02, 31/028, 31/06; G01D 5/42; G01G 5/04; G01L 1/02, 1/04, 5/00, 5/16, 5/24;

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

USPC: 73/820, 862.381, 862.454, 862.471, 862.581, 864.61; 177/208; 411/9, 13, 14

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

MicroPatent (US-G, US-A, EP-A, EP-B, WO, JP-bib, DE-C,B, DE-A, DE-T, DE-U, GB-A, FR-A); Google; Google Scholar; ProQuest; IP.com; bolt, cavity, channel, check valve, clear, color, compression, displace, fastener, fluid, force, hole, indicating, load cell, liquid, Poisson, reversible, strain, stress, transparent, tube, wall

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 1 374 316 A (BERGWERKSVERBAND) 20 November 1974; figures 2, 3, page 1, line 55—page 2, line 19; page 2, lines 69-74; page 3, lines 4-30	1-2, 5 ----- 3-4, 6-8
X --- Y	US 4,489,798 A (MENON, N) 25 December 1984; figures 1-4; column 2, lines 15-22; column 2, line 59—column 3, line 16; column 3, lines 52-65; column 4, lines 4-26; column 4, lines 39-55; column 5, lines 11-15; column 7, lines 3-15	17-18, 21, 24 ----- 8, 16, 19-20, 22-23, 30
Y	US 2,652,726 A (GOTTHART, F) 22 September 1953; figures 1-4; column 2, lines 8-17; column 3, lines 7-86	3, 11, 19, 27
Y	US 2,577,100 A (ALVAREZ, OJ) 04 December 1951; figures 9-10, 13-16; column 1, lines 10-13; column 4, lines 29-45; column 5, lines 25-43; column 6, lines 31-48; column 6, line 74—column 7, line 13	4, 7, 9-16, 20, 23, 25-30
Y	US 4,777,901 A (MARSDEN, WM et al.) 18 October 1988; figures 2, 4; column 2, lines 3-37; column 2, lines 63-68	6, 14, 22
Y	US 3,948,141 A (SHINJO, K) 06 April 1976; figures 1-5, 9-10; column 1, lines 4-7; column 1, lines 10-13; column 2, line 33—column 3, line 34; column 4, lines 29-45; column 5, lines 25-43	9-13, 15-16
Y	US 2003/0157709 A1 (DIMILLA, PA et al.) 21 August 2003; figures 1A-B, 3A-B, 4A-B; paragraphs [0014], [0060]-[0063], [0073]-[0082]	25-30

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

\* 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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

31 OCTOBER 2014 (31.10.2014)

Date of mailing of the international search report

26 NOV 2014

Name and mailing address of the ISA/US

Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450  
Facsimile No. 571-273-3201

Authorized officer:

Shane Thomas

PCT Helpdesk: 571-272-4300  
PCT OSP: 571-272-7774

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US14/52781

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2010/0159462 A1 (TAKAYAMA, S et al.) 24 June 2010; entire document	1-30
A	US 2009/0053109 A1 (TATE, MK et al.) 26 February 2009; entire document	1-30
A	US 4,007,800 A (JANACH, W et al.) 15 February 1977; entire document	1-30
A	US 3,842,667 A (ALEXANDER, CJ et al.) 22 October 1974; entire document	1-30
A	US 2006/0275907 A1 (GLOCKER, R) 07 December 2006; entire document	1-30
A	US 4,400,123 A (DUNEGAN, RG) 23 August 1983; entire document	1-30

## フロントページの続き

(81)指定国 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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

(72)発明者 ジョフリー ケー ロウ

アメリカ合衆国 フロリダ州 32708 ウィンター スプリングス アンテロープ トレイル  
1022

Fターム(参考) 2F051 AB01 BA00