

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4940708号
(P4940708)

(45) 発行日 平成24年5月30日 (2012.5.30)

(24) 登録日 平成24年3月9日 (2012.3.9)

(51) Int.Cl.

F 1

G O 1 L 5/00 (2006.01)

G O 1 L 5/00 1 O 3 B

F 1 6 B 31/02 (2006.01)

F 1 6 B 31/02 E

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2006-59919 (P2006-59919)
 (22) 出願日 平成18年3月6日 (2006.3.6)
 (65) 公開番号 特開2007-240205 (P2007-240205A)
 (43) 公開日 平成19年9月20日 (2007.9.20)
 審査請求日 平成21年1月9日 (2009.1.9)

(73) 特許権者 000003609
 株式会社豊田中央研究所
 愛知県長久手市横道4 1 番地の1
 (74) 代理人 100079142
 弁理士 高橋 祥泰
 (74) 代理人 100110700
 弁理士 岩倉 民芳
 (74) 代理人 100130155
 弁理士 高橋 祥起
 (72) 発明者 牧野 浩明
 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1
 番地の1 株式会社豊田中央研究所内
 (72) 発明者 本間 隆彦
 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1
 番地の1 株式会社豊田中央研究所内
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 荷重センサ付きクランプボルト

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外周部にねじ山を有する円柱状のロッド部と、該ロッド部の後端に配設された頭部とを有し、上記ロッド部の先端を、固定しようとする部材に当接させて用いるクランプボルトにおいて、

上記ロッド部の先端には、該ロッド部の軸方向に作用する荷重を測定するための荷重センサが一体的に配設されており、

該荷重センサは、応力の印加によって電気的特性が変化する感圧体と、該感圧体を挟持するように、該感圧体の対向する2つの表面にそれぞれ一体的に形成された電気絶縁性の絶縁体とを有する力学量センサ素子よりなり、該絶縁体を上記ロッド部の先端に接合してなり、

10

上記感圧体は、ガラスよりなるマトリックスに導電性を有する導電性粒子を分散してなり、該導電性粒子は、酸化ルテニウム又はルテニウム酸鉛よりなり、

かつ、上記荷重センサは上記ロッド部の外径よりも小さい外径を有することを特徴とする荷重センサ付きクランプボルト。

【請求項 2】

請求項 1 において、上記荷重センサの先端には、球形状の当接面を有する球座が一体的に配設されていることを特徴とする荷重センサ付きクランプボルト。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 において、上記ロッド部の先端には、球形状の窪みに収容された球座が

20

設けられており、該球座の先端平面に上記荷重センサが一体的に接合されていることを特徴とする荷重センサ付きクランプボルト。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、部材を固定する際に、クランプ力を正確に測定可能なクランプボルトに関する。

【背景技術】

【0002】

クランプボルトは、例えば、基礎となる部材をロッド部が貫通するようにねじ込み配設された状態で、固定しようとする部材にロッド部の先端を当接させ、締め付けることによってクランプ力を調整して用いる。従来、このクランプ力を正確に測定する手段はほとんど存在しなかったため、作業者の感覚に頼るか、締め付け力をトルクレンチ等によって調整する程度でしかなかった。そのため、クランプ力が過大に生じたり、弱すぎたりする不具合が出る場合があった。

【0003】

一方、特許文献1は、転位電線の製造装置に関するものであるが、その中に、ボルトの締め付け力を測定するためのロードセルを、ボルトとは別に配設した構成が示されている。

しかしながら、このような構成では、ロードセルを実装するために特別な構造を考案する必要があり、複雑な構成になることが避けられない。また、ロードセルとボルトとが一体でないため、両者の間の当接状態が安定せず、また、両者の間で摩擦が生じる場合があり、測定値にヒステリシスが発生して精度よい測定ができないという問題も生じる。

【0004】

【特許文献1】特願平9-274820号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、かかる従来の問題点に鑑みてなされたもので、複雑な構成を採用することなく使用することができ、かつ、クランプ力を精度よく測定することができるクランプボルトを提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、外周部にねじ山を有する円柱状のロッド部と、該ロッド部の後端に配設された頭部とを有し、上記ロッド部の先端を、固定しようとする部材に当接させて用いるクランプボルトにおいて、

上記ロッド部の先端には、該ロッド部の軸方向に作用する荷重を測定するための荷重センサが一体的に配設されており、

該荷重センサは、応力の印加によって電気的特性が変化する感圧体と、該感圧体を挟持するように、該感圧体の対向する2つの表面にそれぞれ一体的に形成された電気絶縁性の絶縁体とを有する力学量センサ素子よりなり、該絶縁体を上記ロッド部の先端に接合してなり、

上記感圧体は、ガラスよりなるマトリックスに導電性を有する導電性粒子を分散してなり、該導電性粒子は、酸化ルテニウム又はルテニウム酸鉛よりなり、

かつ、上記荷重センサは上記ロッド部の外径よりも小さい外径を有することを特徴とする荷重センサ付きクランプボルトにある（請求項1）。

【0007】

本発明の荷重センサ付きクランプボルトは、上記のごとく、ロッド部の先端に上記荷重センサを一体的に設けてある。そして、この荷重センサの外径は、ロッド部の外径よりも小さい。そのため、上記荷重センサ付きクランプボルトは、これまで用いていた通常のク

10

20

30

40

50

ランプボルトを取り外して、空いたねじ穴に、上記荷重センサ側から差し込んでねじ込むだけですぐに使用することができる。また、新しく設計する場合も、通常のクランクボルトを配設する場合と同様に、これをねじ込むねじ穴さえ設ければよい。

【 0 0 0 8 】

また、上記荷重センサは、上記ロッド部の先端に一体的に配設されているので、両者の間におけるずれや摩擦等の影響がほとんど生じない。そのため、上記荷重センサによる測定値は非常に精度のよいものとなる。

【 0 0 0 9 】

以上のように、本発明の荷重センサ付きクランプボルトは、複雑な構成を採用することなく使用することができ、かつ、クランプ力を精度よく測定することができるものである。

10

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 0 】

本発明の荷重センサ付きクランプボルトは、上述したごとく、上記ロッド部と頭部からなる通常のクランプボルトの部分と、上記ロッド部の先端に一体的に配設された上記荷重センサとからなる。上記ロッド部と頭部の構成としては、従来の様々な構成を採用することができる。例えば、ロッド部に設けるねじ山は必要な一部分だけでもよいし、全長に設けてもよい。また、上記頭部の形状は、通常の外径が六角形状ものでもよいし、その他の公知の様々な工具と係合可能な形状を採用できる。また、この頭部とロッド部とを別部材で作製しておいて組み合わせる構造でもよい。

20

【 0 0 1 1 】

また、上記ロッド部の先端部と上記荷重センサとの一体化は、例えば接着剤を使った接着により行うことができる。接着剤としては、様々な公知のものを用いることができ、一般的には、例えば、熱硬化型エポキシ系接着剤、時間硬化型エポキシ系接着剤がある。接着以外の接合方法として、ガラス接合、拡散接合、ろう接等を用いることもできる。

また、上記荷重センサとしても、公知の様々なものを適用可能であるが、後述する構成の力学量センサ素子を用いることが最も好ましい。

【 0 0 1 2 】

即ち、上記荷重センサは、応力の印加によって電気的特性が変化する感圧体と、該感圧体を挟持するように、該感圧体の対向する2つの表面にそれぞれ一体的に形成された電気絶縁性の絶縁体とを有する力学量センサ素子よりなり、上記絶縁体を上記ロッド部の先端に接合してなる。

30

上記力学量センサ素子において、上記絶縁体は、上記感圧体の対向する2つの表面に、上記感圧体を挟み込むように形成されている。そのため、上記感圧体は、外部から上記絶縁体に加えられた応力を直接受けることができる。それ故、上記感圧体に対する力学量のかかり具合を平均化することができ、正確なクランプ力の測定ができる。また、クランプ力として比較的大きな応力を測定する場合でも精密に測定できる。そのため、上記絶縁体を上記ロッド部の先端に配設した場合には、ロッド部の軸方向にかかる荷重であるクランプ力を精度よく測定することができる。

【 0 0 1 3 】

40

また、上記感圧体は、ガラスよりなるマトリックスに導電性を有する導電性粒子を分散してなる。このような感圧体は、力学量が増えられると、その電気抵抗が感度良く変化する。そのため、上記力学量センサ素子においては、この電気抵抗の変化を検出することにより、上記絶縁体から上記感圧体に伝えられた力学量であるクランプ力を感度良く測定することができる。

【 0 0 1 4 】

また、上記力学量センサ素子は、上記のごとく、ガラスのマトリックスに導電性を有する導電性粒子を分散させてなる上記感圧体を有しているため、温度による影響を受けにくい。したがって、上記力学量センサ素子を用いることによって、高温及び低温環境下でも常温環境下と変わらず、クランプ力を精密に測定することができる。この温度による影響

50

を受けにくいことによって、温度変化が大きい場所に本発明の荷重センサ付きクランプボルトを適用した場合においても非常に有効である。

【 0 0 1 5 】

また、上記導電性粒子は、酸化ルテニウム (RuO_2) 又はルテニウム酸鉛よりなる。これらは 1 種類を用いることもできるし、2 種以上を組み合わせることもできる。

【 0 0 1 6 】

また、上記感圧体において、上記導電性粒子は、上記マトリックス 100 重量部に対して、10 ~ 50 重量部の割合で分散されていることが好ましい。

上記導電性粒子が 10 重量部未満の場合には、粒子同士の接触が少なくなり、上記感圧体の抵抗値が非常に大きくなり、上記力学量センサ素子の感度が低下するおそれがある。一方、50 重量部を越える場合には、上記マトリックス中に分散された上記導電性粒子の多くが互いに接触し、その結果、上記感圧体の抵抗値が非常に小さくなり、印加された荷重に対する抵抗変化率が小さくなるおそれがある。そのため、上記力学量センサ素子における精密な力学量の測定が困難になるおそれがある。

【 0 0 1 7 】

また、上記絶縁体としては、例えば ZrO_2 (ジルコニア)、 Al_2O_3 (アルミナ)、 MgAl_2O_4 、 SiO_2 、 $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ 、 Y_2O_3 、 CeO_2 、 La_2O_3 、 Si_3N_4 等よりなるものを用いることができ、また、これらによって表面が被覆され、電氣的に絶縁状態となった金属等を用いることもできる。

【 0 0 1 8 】

また、上記感圧体と上記絶縁体は一体的に形成されており、これらは熱処理により一体化されていることが好ましい。

感圧体と絶縁体とを一体で形成した素子は、絶縁体を別途加工する工程、及び感圧体と絶縁体とを接着する工程を省くことができるため、素子の製造コストを安価にすることができる。また、上記力学量センサ素子の強度を向上させることができる。

【 0 0 1 9 】

また、上記感圧体と上記絶縁体とは、接着剤により接着することもできる。

これにより、上記感圧体と上記絶縁体とが焼結によりうまく一体化できない場合等にも、容易に両者の一体化を実現することができる。

上記接着剤としては、例えば有機系及び無機系の接着剤、又は低融点ガラスよりなるもの等を用いることができる。

【 0 0 2 0 】

また、上記感圧体の厚みは、 $1\mu\text{m} \sim 200\mu\text{m}$ であることが好ましい。感圧体の厚みが $1\mu\text{m}$ 未満の場合には、上記感圧体の抵抗値が非常に大きくなり、その応力に対する抵抗変化が小さくなるおそれがある。一方、 $200\mu\text{m}$ を越える場合には、上記感圧体の抵抗が非常に小さくなり、この場合にも感圧体の応力に対する抵抗変化が小さくなるおそれがある。

【 0 0 2 1 】

また、上記感圧体には、一对の電極が配設されていることが好ましい。この場合には、上記感圧体に外部から電極を接続する必要がなくなり、上記力学量センサ素子をそのまま計測システム等に組み込むことができる。また、電極と計測システム等との間の電氣的接続は、例えば、電線やコネクタ等を適宜組み合わせればよい。

【 0 0 2 2 】

次に、上記ロッド部の先端の構成としても、様々な構成を取ることができる。

例えば、ロッド部の先端に配設された上記荷重センサの先端には、球形状の当接面を有する球座が一体的に配設されている構成を取ることができる (請求項 2)。この場合には、クランプすべき部材に上記球座を受ける球状の受け面を設けることによって、当接角度にかかわらず安定した固定状態を得ることができる。

【 0 0 2 3 】

また、上記ロッド部の先端には、球形状の窪みに収容された球座が設けられており、該

10

20

30

40

50

球座の先端平面に上記荷重センサが一体的に接合されている構成を取ることにもできる（請求項3）。この場合には、荷重センサとクランプすべき部材との当接角度を上記ロッド部の先端と荷重センサとの間で調整することができ、安定した固定状態を得ることができる。

【実施例】

【0024】

（実施例1）

本発明の実施例に係る荷重センサ付きクランプボルトにつき、図1～図4を用いて説明する。

本例の荷重センサ付きクランプボルト1は、図1に示すごとく、外周部にねじ山110を有する円柱状のロッド部11と、該ロッド部11の後端に配設された頭部12とを有し、上記ロッド部11の先端を、固定しようとする部材に当接させて用いるクランプボルトである。

上記ロッド部11の先端には、ロッド部11の軸方向に作用する荷重を測定するための荷重センサ2が一体的に配設されている。そして、荷重センサ2はロッド部11の外径D1よりも小さい外径D2を有する。

【0025】

以下、これを詳説する。

図1に示すごとく、上記ロッド部11は、その全長において外周面にねじ山110を有しており、所定の配設位置に設けられたねじ穴に螺着可能に構成されている。また、図1、図3に示すごとく、ロッド部11の後端には六角形の頭部12が設けられており、ごく一般的に用いられているスパナ等の工具によって回転操作できるように構成されている。なお、この頭部12の形状および構成は必要に応じて変更できることは言うまでもない。

【0026】

また、図1、図2に示すごとく、に示すごとく、ロッド部11の先端には、力学量センサ素子よりなる荷重センサ2が熱硬化型エポキシ系接着剤を用いて接着されている。

荷重センサ2は、図4に示すごとく、外形状が略直方体形状を呈しており、応力の印加によって電気的特性が変化する感圧体20と、該感圧体20を挟持するように、感圧体20の対向する2つの表面にそれぞれ一体的に形成された電気絶縁性の絶縁体21、22とを有する力学量センサ素子よりなる。図2に示すごとく、荷重センサ2の外径D2は、正面から見て正方形の対角線の長さとすることができるが、この長さが、ロッド部11の外径D1よりも小さくなっている。

【0027】

また、荷重センサ2の感圧体20は、ガラスよりなるマトリックスにRuO₂よりなる導電性粒子を分散してなる。また、荷重センサ2の絶縁体21、22はジルコニアよりなり、感圧体20を挟み込むように形成されている。また、感圧体20と絶縁体21、22とは、熱処理により一体的に形成されている。また、感圧体20には一対の電極25が配設されている。

【0028】

次に、本例の荷重センサ2としての力学量センサ素子の作製方法につき、説明する。

まず、絶縁体21、22として、ジルコニア板（東ソー株式会社製）を2枚準備し、また、感圧体2の材料として、粒径0.2～5μmのRuO₂の粒子とガラスとを含有する抵抗ペースト（ESL社製の3414A）を準備した。

【0029】

この抵抗ペーストをジルコニア板の片面にスクリーン印刷し、温度850にて20分間保持して焼き付けた。同様に、もう一枚のジルコニア板の片面にも、抵抗ペーストを焼き付けた。この焼き付けにより、抵抗ペーストからバインダーや有機溶剤を蒸発させ、ジルコニア板の表面に、電気絶縁性材料（ガラス）のマトリックスに導電性材料（RuO₂）よりなる導電性粒子が分散された感圧体を形成させた。なお、感圧体の厚みは20μmであった。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 0 】

次いで、上記のように表面に感圧体を形成した 2 枚のジルコニア板を、その感圧体を形成した面同士で重ね合わせ、温度 8 5 0 にて 4 0 分間焼成した。これにより、2 枚のジルコニア板は一体化した。焼成後、所定の大きさに加工し、図 4 に示すごとく、感圧体 2 0 が絶縁体 2 1、2 2 (ジルコニア板) に挟まれたサンドイッチ構造の力学量センサ素子を得た。

【 0 0 3 1 】

次いで、銀ペースト (昭栄化学工業株式会社製) を準備し、この銀ペーストを、力学量センサ素子における感圧体 2 0 が露出した一対の側面に塗布し、温度 8 5 0 にて 1 0 分間加熱した。これにより、感圧体 2 0 に銀ペーストが焼き付けられ、感圧体 2 0 を挟む一対の電極 2 5 を形成した。

10

次に、得られた力学量センサ素子よりなる荷重センサ 2 を、別途準備したボルトにおける上記ロッド部 1 1 の先端に熱硬化型エポキシ系接着剤を用いて上記のごとく接着した。

【 0 0 3 2 】

このようにして得られた本例の荷重センサ付きクランプボルト 1 は、上記のごとく、ロッド部 1 1 の先端に上記荷重センサ 2 を一体的に設けたものとなる。そして、この荷重センサ 2 の外径 D 2 (図 2) は、ロッド部 1 1 の外径 D 1 よりも小さい。そのため、荷重センサ付きクランプボルト 1 は、これまで用いていた通常のクランプボルトを取り外して空いたねじ穴に、上記荷重センサ 2 側から差し込んでねじ込むだけですぐに使用することができる。また、新しく設計する場合も、通常のクランクボルトを配設する場合と同様に、これをねじ込むねじ穴さえ設ければよい。なお、荷重センサ 2 からの配線等は、様々な方法が採用できる。

20

【 0 0 3 3 】

そして、上記荷重センサ 2 は、ロッド部 1 1 の先端に一体的に配設されているので、両者の間におけるずれや摩擦等の影響がほとんど生じない。そのため、荷重センサ 2 による測定値は非常に精度のよいものとなる。

【 0 0 3 4 】

(実施例 2)

本例の荷重センサ付きクランプボルト 1 0 2 においては、図 5 に示すごとく、ロッド部 1 1 の先端に配設された上記荷重センサ 2 の先端には、球形状の当接面 3 1 を有する球座 3 が一体的に配設されている。即ち、球座 3 は、球体の一部を平坦に切除した形態の後端平面 3 2 を有しており、この後端平面 3 2 を熱硬化型エポキシ系接着剤を用いて上記荷重センサ 2 の絶縁体 2 2 に接着してある。その他は実施例 1 と同様の構成である。

30

この場合には、クランプすべき部材に球座 3 を受ける球状の受け面を設けることによって、当接角度にかかわらず安定した固定状態を得ることができる。その他、実施例 1 と同様の作用効果が得られる。

【 0 0 3 5 】

(実施例 3)

本例の荷重センサ付きクランプボルト 1 0 3 においては、図 6 に示すごとく、ロッド部 1 1 の先端には、球形状の窪み 1 1 4 に収容された球座 4 が設けられており、該球座 4 の先端平面 4 2 に上記荷重センサ 2 が一体的に接合されている。即ち、球座 4 は、球形状の当接面 4 1 をロッド部 1 1 の先端に設けた球状の窪み 1 1 4 に収容して、球座 4 をロッド部 1 1 に一体化させ、さらに、球座 4 の先端平面 4 2 に熱硬化型エポキシ系接着剤を用いて荷重センサ 2 の絶縁体 2 1 を接着してある。その他は実施例 1 と同様の構成である。

40

この場合には、荷重センサ 2 とクランプすべき部材との当接角度を上記ロッド部 1 1 の先端と荷重センサ 2 の間で調整することができ、安定した固定状態を得ることができる。その他、実施例 1 と同様の作用効果が得られる。

【 0 0 3 6 】

(実施例 4)

本例では、実施例 3 の荷重センサ付きクランプボルト 1 0 3 によるクランプ力測定精度

50

を定量的に評価するため、感度およびヒステリシスを測定する試験を行った。比較のために、実施例 3 の荷重センサ付きクランプボルト 103 のロッド部 11 における球座 4 と荷重センサ 2 との一体化のための接着をやめ、両者を単に接触させただけの比較品を用いた比較例を行った。

【0037】

試験の方法は、材料試験機（島津製作所製 AGS - 5 kN）を用い、これに、先端の荷重センサ 2 部分を上方に向けて荷重センサ付きクランプボルト 103 を S 固定した。その荷重センサ 2 に対して、上記材料試験機のクロスヘッド先端によって負荷を与え、約 200 MPa の応力を印加し、引き続き除荷した。このときの上記荷重センサ 2 の抵抗の変化率を求め、100 MPa 当たりの荷重センサ 2 の抵抗変化率を感度と定義した。ヒステリシスは、印加した最大荷重の 1 / 2 の荷重における、行きと帰りの感度のミスマッチの大きさを、最大の感度（フルスケール：FS）で除した相対的な大きさ（%FS）で評価した。

10

感度およびヒステリシスの測定結果を表 1 に示す。

【0038】

【表 1】

（表1）

	感度 (100MPa当りの抵抗変化率)	ヒステリシス
実施例3	-3.8%	0.3%FS
比較例	-3.9%	0.9%FS

20

【0039】

表 1 より知られるごとく、上記荷重センサ 2 をロッド部 11 の先端に一体化させることによって、感度、ヒステリシス共に向上することがわかる。特に、ヒステリシスの向上度合いが著しいこともわかる。

【図面の簡単な説明】

【0040】

30

【図 1】実施例 1 における、荷重センサ付きクランプボルトの構成を示す側面図。

【図 2】実施例 1 における、荷重センサ付きクランプボルトの構成を示す正面。

【図 3】実施例 1 における、荷重センサ付きクランプボルトの構成を示す背面図。

【図 4】実施例 1 における、荷重センサの構成を示す斜視図。

【図 5】実施例 2 における、荷重センサ付きクランプボルトの構成を示す側面図。

【図 6】実施例 3 における、荷重センサ付きクランプボルトの構成を示す側面図。

【符号の説明】

【0041】

1 荷重センサ付きクランプボルト

11 ロッド部

40

12 頭部

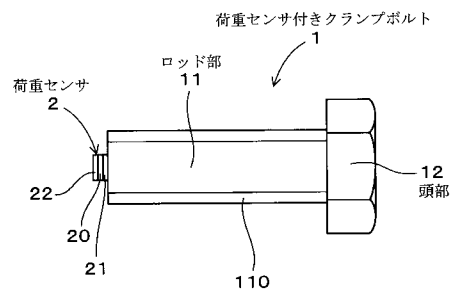
2 荷重センサ

20 感圧体

21、22 絶縁体

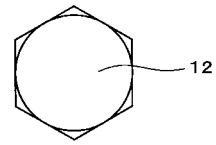
【図 1】

(図 1)



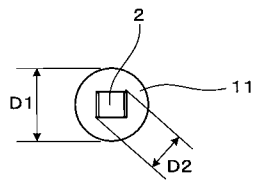
【図 3】

(図 3)



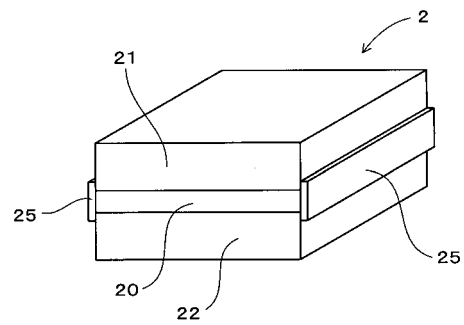
【図 2】

(図 2)



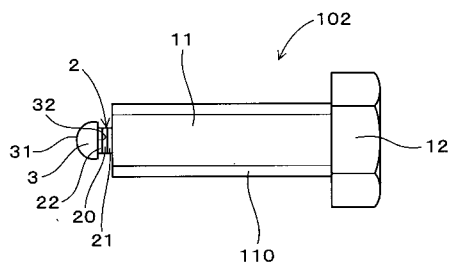
【図 4】

(図 4)



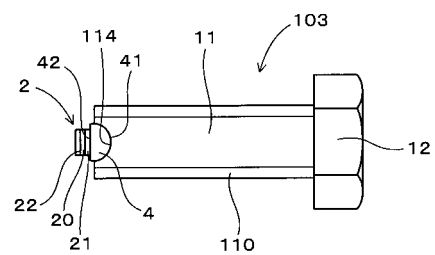
【図 5】

(図 5)



【図 6】

(図 6)



フロントページの続き

(72)発明者 浅井 満

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4-1番地の1 株式会社豊田中央研究所内

審査官 公文代 康祐

(56)参考文献 特開2004-360782(JP,A)

特開平09-053621(JP,A)

特開2003-014565(JP,A)

特開2005-172793(JP,A)

特開2004-012397(JP,A)

特開2004-270844(JP,A)

特開平02-162221(JP,A)

特開2005-114441(JP,A)

特開2000-200393(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01L 1/20

G01L 5/00

F16B 31/02