

## DOCUMENT MADE AVAILABLE UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

International application number:	<b>PCT/JP2019/043715</b>
International filing date:	<b>07 November 2019 (07.11.2019)</b>
Document type:	<b>Certified copy of priority document</b>
Document details:	Country/Office: <b>JP</b>
	Number: <b>2018-222165</b>
	Filing date: <b>28 November 2018 (28.11.2018)</b>
Date of receipt at the International Bureau:	<b>22 November 2019 (22.11.2019)</b>

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a),(b) or (b-bis)

---

## CERTIFICATE OF AVAILABILITY OF A CERTIFIED PATENT DOCUMENT IN A DIGITAL LIBRARY

The International Bureau certifies that a copy of the patent application indicated below has been available to the WIPO Digital Access Service since the date of availability indicated, and that the patent application has been available to the indicated Office(s) as of the date specified following the relevant Office code:

Document details: Country/Office: JP

Filing date: 28 Nov 2018 (28.11.2018)

Application number: 2018-222165

Date of availability of document: 29 Nov 2018 (29.11.2018)

The following Offices can retrieve this document by using the access code:

JP, GE, NZ, EA, BR, GB, CA, IB, MA, FI, DK, US, AR, SE, KR, IL, IN,  
AU, EP, ES, NL, EE, CN, CL

Date of issue of this certificate: 26 Nov 2019 (26.11.2019)

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2018年11月28日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2018-222165

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号  
The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

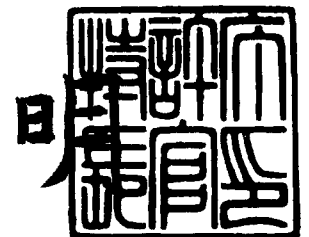
J P 2 0 1 8 - 2 2 2 1 6 5

出 願 人  
Applicant(s): 国立大学法人九州工業大学

2019年11月25日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

松 永



【書類名】 特許願  
【整理番号】 P30KY18021  
【あて先】 特許庁長官 宗像 直子殿  
【国際特許分類】 H01L 27/14  
【発明者】  
    【住所又は居所】 福岡県北九州市若松区ひびきの2-4 国立大学法人九州工業大学内  
    【氏名】 宮本 弘之  
【発明者】  
    【住所又は居所】 福岡県北九州市若松区ひびきの2-4 国立大学法人九州工業大学内  
    【氏名】 松本 祥樹  
【特許出願人】  
    【識別番号】 504174135  
    【氏名又は名称】 国立大学法人 九州工業大学  
【代理人】  
    【識別番号】 100090697  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 中前 富士男  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100176142  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 清井 洋平  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100127155  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 来田 義弘  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 044484  
    【納付金額】 14,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【物件名】 図面 1

【書類名】明細書

【発明の名称】球体駆動式移動装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、球体を回転駆動させて全方向に移動可能な球体駆動式移動装置に関する。

【背景技術】

【0002】

3つの球体及び球体に回転力を与える3つの駆動手段（駆動用モータ）を有する移動装置は、全方向に移動できることから（特許文献1参照）、電動車いすや自走式台車としての利用が有効である。特許文献1の移動装置は、1つの球体に対し、駆動手段の駆動により回転駆動する2つのロータが異なる方向から接している。当該移動装置では、ロータと球体が球体の中心と同じ高さ位置で接触しており、球体をロータに対して押し付けるアイドラ（車輪型キャスター）が設けられている。ロータが空回りすると、移動装置が所望の方向に進まなくなるため、移動装置の安定的な走行にはロータを球体に押し付けた状態を維持することが重要である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2010-30360号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1の移動装置では、稀にロータが球体に非接触な状態になることがあった。移動装置を電動車いすとして利用する等、使用者が移動装置を操縦する場合、使用者自身で移動方向の修正を行うことは容易であるが、移動装置を自走式台車として利用する場合等、移動装置の操縦者がいないシステムでは移動装置の移動方向を修正できず、移動装置が予定通りに走行できないという問題が生じる。

ロータの空回りを抑制する方法として、ロータを弾性力の異なる素材からなる多層構造にすることが考えられるが、その場合、ロータの耐久性が低下してロータの摩耗が顕著になるという別の問題が招来する。

本発明は、かかる事情に鑑みてなされたもので、球体に接触した状態で回転駆動する回転体が空回りするのを抑制可能な球体駆動式移動装置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】

前記目的に沿う本発明に係る球体駆動式移動装置は、それぞれ走行面上を転動する $n$ 個の球体と、前記各球体に2つの異なる方向から接触した状態で回転駆動して該球体を回転させる $n$ 個以上の回転体とを具備して、前記走行面上を全方向に移動する球体駆動式移動装置において、前記走行面が水平面として、前記各球体の中心は、該各球体の中心より高い位置に底面が配され該底面から離れた頂点が該各球体の中心より低い位置に配された仮想逆 $n$ 角錐の各側辺上に位置し、前記各回転体は、接している前記球体の中心より高い位置、かつ、前記仮想逆 $n$ 角錐の側面上で該球体に接触し、しかも、該球体との接点が配されている前記仮想逆 $n$ 角錐の側面に対し垂直な回転軸を中心に回転駆動し、前記球体及び前記回転体の接点と該球体の中心とを通る各仮想直線は、該球体の中心が位置する前記仮想逆 $n$ 角錐の側面に対し直交する。但し、 $n$ は3以上の整数である。

【発明の効果】

【0006】

本発明に係る球体駆動式移動装置は、 $n$ 個の球体が転動する走行面を水平面として、各回転体が、接している球体の中心より高い位置、かつ、仮想逆 $n$ 角錐の側面上で球体に接触しているので、球体駆動式移動装置自体の荷重や球体駆動式移動装置に載せられた物体の荷重が部分的に回転体を介して球体に与えられ、回転体を確実に球体に押し付けることが

でき、球体に接触した状態で回転駆動する回転体が空回りするのを抑制可能である。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明の一実施の形態に係る球体駆動式移動装置の説明図である。

【図2】球体と回転体の配置を示す説明図である。

【図3】球体と回転体の配置を示す説明図である。

【図4】球体駆動式移動装置の座標系を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

続いて、添付した図面を参照しつつ、本発明を具体化した実施の形態につき説明し、本発明の理解に供する。

図1、図2、図3に示すように、本発明の一実施の形態に係る球体駆動式移動装置10は、それぞれ走行面G上を転動する3個の球体11、12、13と、各球体11、12、13に2つの異なる方向から接触した状態で回転駆動して球体11、12、13を回転させる3個の回転体14、15、16とを具備して、走行面G上を全方向に移動可能な装置である。

【0009】

本実施の形態において、球体11、12、13は、図1、図2、図3に示すように、同じ大きさの（径が等しい）真球である。球体11の中心C1、球体12の中心C2、球体13の中心C3は、走行面Gが水平面として、球体11、12、13が走行面G上に置かれた状態で、同一の高さに位置する。以下、走行面Gが水平面であり、球体11、12、13が走行面G上に置かれているものとする。

【0010】

回転体14、15、16は同一の大きさの（径が等しい）ロータであり、同一の高さ位置に配されている。回転体14の中心には、図2に示すように、モータ18の回転軸19が連結され、回転体15の中心にはモータ20の回転軸21が連結され、回転体16の中心にはモータ22の回転軸23が連結されている。回転体14はモータ18の作動によって回転軸19を中心に回転駆動し、回転体15はモータ20の作動によって回転軸21を中心に回転駆動し、回転体16はモータ22の作動によって回転軸23を中心に回転駆動する。

【0011】

回転体14、15は、球体12に異なる方向から接触し、回転体15、16は球体13に異なる方向から接触し、回転体14、16は球体11に異なる方向から接触している。球体11には、図1、図2に示すように、回転体14、16に加えてボールキャスト24が接触し、球体12には回転体14、15に加えてボールキャスト25が接触し、球体13には回転体15、16に加えてボールキャスト26が接触している。本実施の形態では、ボールキャスト24、25、26を支持するベース部材27（図1参照）にモータ18、20、22が固定され、回転体14、15、16はベース部材27に装着されたベアリングに回転自在に取り付けられている。図1、図2には、ボールキャスト24、25、26のボールのみを記載している。なお、球体11、12、13にそれぞれ接触するアイドラを採用して、球体11、12、13が外れないようにしてもよいが、そのようなアイドラの採用は必須ではなく、本実施の形態では、そのようなアイドラは採用していない。

【0012】

球体12と回転体14、15が接触する接点をそれぞれ接点T24、T25とし、球体13と回転体15、16が接触する接点をそれぞれ接点T35、T36とし、球体11と回転体14、16が接触する接点をそれぞれ接点T14、T16として、接点T14、T16、T24、T25、T35、T36は、球体11の中心C1、球体12の中心C2及び球体13の中心C3より高い位置で同じ高さに配されている。

【0013】

即ち、回転体14は、球体11の中心C1より高い位置で球体11に接触し、球体12の中心C2より高い位置で球体12に接触し、回転体15は、球体12の中心C2より高い位置で球体12に接触し、球体13の中心C3より高い位置で球体13に接触し、回転体16は、球体11の中心C1より高い位置で球体11に接触し、球体13の中心C3より高い位置で球体13に接触している。

#### 【0014】

ここで、図1、図2、図3に示すように、球体11の中心C1、球体12の中心C2及び球体13の中心C3より高い位置に三角形の底面 $\delta$ が配され、底面 $\delta$ から離れた頂点Pが球体11の中心C1、球体12の中心C2及び球体13の中心C3より低い位置に配された三角錐（ $n$ 角錐の一例）を仮想逆三角錐（仮想逆 $n$ 角錐の一例）Hとすると、球体11、12、13、回転体14、15、16及び回転軸19、21、23は、仮想逆三角錐Hに対して、後述する条件1、2、3、4を全て満たす位置に配されている。

#### 【0015】

仮想逆三角錐Hにおいて、底面 $\delta$ の3つの頂点をそれぞれ頂点P1、P2、P3とし、頂点P、P1、P2を3つの頂点とする三角形の側面を側面 $\alpha$ とし、頂点P、P2、P3を3つの頂点とする三角形の側面を側面 $\beta$ とし、頂点P、P1、P3を3つの頂点とする三角形の側面を側面 $\gamma$ とし、頂点P、P1を結ぶ直線状の辺を側辺S1とし、頂点P、P2を結ぶ直線状の辺を側辺S2とし、頂点P、P3を結ぶ直線状の辺を側辺S3とする。本実施の形態では、底面 $\delta$ が正三角形（正 $n$ 角形の一例）であり、側辺S1、S2、S3が同じ長さである。なお、図2には、球体11、12、13及び回転体14、15、16等を平面視した様子が描かれている。また、図3では、モータ18、20、22や回転軸19、21、23等の記載を省略している。

#### 【0016】

条件1：球体11の中心C1、球体12の中心C2及び球体13の中心C3はそれぞれ、側辺S1、S2、S3上に位置している。

#### 【0017】

条件2：回転体14は、側面 $\alpha$ 上で球体11、12に接触（接点T14、T24は側面 $\alpha$ 上に位置）し、回転体15は側面 $\beta$ 上で球体12、13に接触（接点T25、T35は側面 $\beta$ 上に位置）し、回転体16は側面 $\gamma$ 上で球体11、13に接触（接点T16、T36は側面 $\gamma$ 上に位置）している。

#### 【0018】

条件3：回転軸19は側面 $\alpha$ に対し垂直であり（回転体14は側面 $\alpha$ に対し垂直な回転軸19を中心に回転駆動し）、回転軸21は側面 $\beta$ に対し垂直であり（回転体15は側面 $\beta$ に対し垂直な回転軸21を中心に回転駆動し）、回転軸23は側面 $\gamma$ に対し垂直である（回転体16は側面 $\gamma$ に対し垂直な回転軸23を中心に回転駆動する）。

#### 【0019】

条件4：球体11及び回転体14の接点T14と球体11の中心C1とを通る仮想直線J14が球体11の中心C1が位置する側辺S1に対し直交し（図1参照）、球体11及び回転体16の接点T16と球体11の中心C1とを通る仮想直線が球体11の中心C1が位置する側辺S1に対し直交し、球体12及び回転体14の接点T24と球体12の中心C2とを通る仮想直線J24が球体12の中心C2が位置する側辺S2に対し直交し（図1参照）、球体12及び回転体15の接点T25と球体12の中心C2とを通る仮想直線が球体12の中心C2が位置する側辺S2に対し直交し、球体13及び回転体15の接点T35と球体13の中心C3とを通る仮想直線が球体13の中心C3が位置する側辺S3に対し直交し、球体13及び回転体16の接点T36と球体13の中心C3とを通る仮想直線が球体13の中心C3が位置する側辺S3に対し直交する。

#### 【0020】

条件3から、球体11に接する回転体14の回転軸19及び回転体16の回転軸23は非平行であり、球体12に接する回転体14の回転軸19及び回転体15の回転軸21は非平行であり、球体13に接する回転体15の回転軸21及び回転体16の回転軸23は非

平行であると言える。

【0021】

本実施の形態では、球体11、12、13、回転体14、15、16及び回転軸19、21、23が、条件1、2、3、4を満たすように配置されているので、回転体14、15、16の角速度を調整することによって、回転体14が球体11、12に対して空回り（空転）せず、回転体15が球体12、13に対して空回りせず、回転体16が球体11、13に対して空回りしない状態で、球体駆動式移動装置10は走行面G上で如何なる方向にも移動可能である。

【0022】

しかも、回転体14は球体11の中心C1及び球体12の中心C2より高い位置でそれぞれ球体11、12に接触し、回転体15は球体12の中心C2及び球体13の中心C3より高い位置でそれぞれ球体12、13に接触し、回転体16は球体11の中心C1及び球体13の中心C3より高い位置でそれぞれ球体11、13に接触しているため、球体11には回転体14、16を通じて鉛直成分の力が作用し、球体12には回転体14、15を通じて鉛直成分の力が作用し、球体13には回転体15、16を通じて鉛直成分の力が作用する。従って、ベース部材27やベース部材27に載せられた重量物等の自重を利用して、回転体14を球体11、12に、回転体15を球体12、13に、回転体16を球体11、13にそれぞれ押し付けることができ、回転体14、15、16の空回りを抑制可能である。

【0023】

この点を、数式を用いて以下検討する。

走行面G（水平面）に対する側辺S1、S2、S3の角度を $\theta$ とし、3つの球体11、12、13がそれぞれ走行面Gから受ける抗力を $N_F$ とし、各回転体14、15、16が球体11、12、13にそれぞれ与える静的な抗力を $N_R$ として、 $N_R$ は以下の式1で表わされる。

【0024】

【数1】

$$N_R = \frac{|N_F| \cos \theta \sqrt{1 + 1/(3 \sin^2 \theta)}}{2} \quad (1)$$

【0025】

回転体14、15、16と球体11の中心C1、球体12の中心C2及び球体13の中心C3の関係から $0^\circ < \theta < 90^\circ$ であり、 $N_R > 0$ となる。よって、球体11、12、13には回転体14、15、16の抗力が作用していることが分かる。

また、本実施の形態では、回転体14が側面 $\alpha$ に沿って配置され、回転体15が側面 $\beta$ に沿って配置され、回転体16が側面 $\gamma$ に沿って配置されている。

【0026】

次に、球体駆動式移動装置10の移動速度と回転体14、15、16の角速度の関係について説明する。図4に示すように、走行面Gに平行な2つの直交する仮想軸をx軸、y軸とし、球体11の中心C1、球体12の中心C2、球体13の中心C3を頂点とする正三角形の中心から球体11、12、13それぞれまでの距離を1、回転体14、15、16それぞれの半径をrとし、回転体14から球体11、12に伝達される角速度を $\lambda_1$ とし、回転体15から球体12、13に伝達される角速度を $\lambda_2$ とし、回転体16から球体11、13に伝達される角速度を $\lambda_3$ とし、球体駆動式移動装置10のx軸方向の速度を $v_x$ とし、球体駆動式移動装置10のy軸方向の速度を $v_y$ とし、球体駆動式移動装置10の旋回速度を $\omega$ として、球体駆動式移動装置10の速度ベクトルV及び回転体14、15、16から球体11、12、13全体に与えられる角速度 $\lambda$ は、それぞれ以下の式2で表わされる。

【0027】



【数2】

$$\begin{aligned} \mathbf{V} &= (v_x, v_y, \omega)^T \\ \boldsymbol{\lambda} &= (\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)^T \end{aligned} \quad (2)$$

【0028】

速度ベクトル $\mathbf{V}$ 及び角速度 $\boldsymbol{\lambda}$ は以下の式3の関係にある。

【0029】

【数3】

$$\begin{aligned} \boldsymbol{\lambda} &= \mathbf{Q}\mathbf{V} \\ \mathbf{V} &= \mathbf{Q}^{-1}\boldsymbol{\lambda} \end{aligned} \quad (3)$$

【0030】

式3の $\mathbf{Q}$ は以下の式4で表わされる。

【0031】

【数4】

$$\mathbf{Q} = \frac{1}{2rk} \begin{pmatrix} 1 & \sqrt{3} & l \\ -2 & 0 & l \\ 1 & -\sqrt{3} & l \end{pmatrix} \quad (4)$$

【0032】

よって、 $\mathbf{Q}^{-1}$ は以下の式5で表わされる。

【0033】

【数5】

$$\mathbf{Q}^{-1} = rk \begin{pmatrix} 1 & -2 & 1 \\ \sqrt{3} & 0 & -\sqrt{3} \\ 2/l & 2/l & 2/l \end{pmatrix} \quad (5)$$

【0034】

なお、式4、式5の $k$ は以下の式6で表わされる。

【0035】

【数6】

$$k = \frac{\sin \theta \sqrt{3 \sin^2 \theta + 1}}{2} \quad (6)$$

【0036】

以上、本発明の実施の形態を説明したが、本発明は、上記した形態に限定されるものでなく、要旨を逸脱しない条件の変更等は全て本発明の適用範囲である。

例えば、球体は4個以上であってもよい。球体が4個である場合、仮想逆四角錐（四角錐を上下逆にしたもの）を基に球体や回転体の配置が決定され、各球体に2つの回転体が接するようになる。

【0037】

また、1つのモータによって、動力伝達ベルト等が掛け渡された2つの回転体を回転駆動するようにし、2つの回転体を隣り合う球体的一方及び他方にそれぞれ接するようにして

もよい。

そして、回転体はロータである必要はなく、例えば球状の回転体を採用することができる。

更に、回転体の回転軸は軸材（即ち、実在する部材）であつてもよいし、仮想軸であつてもよい。

また、各球体は大きさが異なつていてもよいし、各回転体は大きさや形状が異なつていてもよい。そして、各球体を水平面に置いた状態で、各回転体が球体に接する高さが異なるように各回転体を配置してもよい。

【符号の説明】

【0038】

10：球体駆動式移動装置、11、12、13：球体、14、15、16：回転体、18：モータ、19：回転軸、20：モータ、21：回転軸、22：モータ、23：回転軸、24、25、26：ボールキャスト、27：ベース部材、C1、C2、C3：中心、G：走行面、H：仮想逆三角錐、J14、J24：仮想直線、P、P1、P2、P3：頂点、S1、S2、S3：側辺、T14、T16、T24、T25、T35、T36：接点、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ ：側面、 $\delta$ ：底面

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

それぞれ走行面上を転動する  $n$  個の球体と、前記各球体に 2 つの異なる方向から接触した状態で回転駆動して該球体を回転させる  $n$  個以上の回転体とを具備して、前記走行面上を全方向に移動する球体駆動式移動装置において、

前記走行面が水平面として、

前記各球体の中心は、該各球体の中心より高い位置に底面が配され該底面から離れた頂点が該各球体の中心より低い位置に配された仮想逆  $n$  角錐の各側辺上に位置し、

前記各回転体は、接している前記球体の中心より高い位置、かつ、前記仮想逆  $n$  角錐の側面上で該球体に接触し、しかも、該球体との接点が配されている前記仮想逆  $n$  角錐の側面に対し垂直な回転軸を中心に回転駆動し、

前記球体及び前記回転体の接点と該球体の中心とを通る各仮想直線は、該球体の中心が位置する前記仮想逆  $n$  角錐の側辺に対し直交することを特徴とする球体駆動式移動装置。

但し、 $n$  は 3 以上の整数である。

【請求項 2】

請求項 1 記載の球体駆動式移動装置において、前記各球体は同じ大きさであり、前記各回転体は、同一の大きさのロータであり、同一高さで前記球体に接していることを特徴とする球体駆動式移動装置。

【書類名】要約書

【要約】

【課題】回転体が空回りするのを抑制可能な球体駆動式移動装置を提供する。

【解決手段】走行面G上を転動する $n$  ( $n \geq 3$ )個の球体11、12、13と、各球体11、12、13に2つの異なる方向から接触して回転駆動し球体11、12、13を回転させる $n$ 個以上の回転体14、15、16とを具備して、走行面G上を全方向に移動する球体駆動式移動装置10において、走行面Gが水平面として、各球体11、12、13の中心は、球体11、12、13の中心より高い位置に底面 $\delta$ が配され底面 $\delta$ から離れた頂点Pが球体11、12、13の中心より低い位置に配された仮想逆 $n$ 角錐Hの各側辺S1、S2、S3上に位置し、各回転体14、15、16は、接している球体11、12、13の中心より高い位置、かつ、仮想逆 $n$ 角錐Hの側面 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 上で球体11、12、13に接触し、側面 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ に対し垂直な回転軸19、21、23を中心に回転駆動する

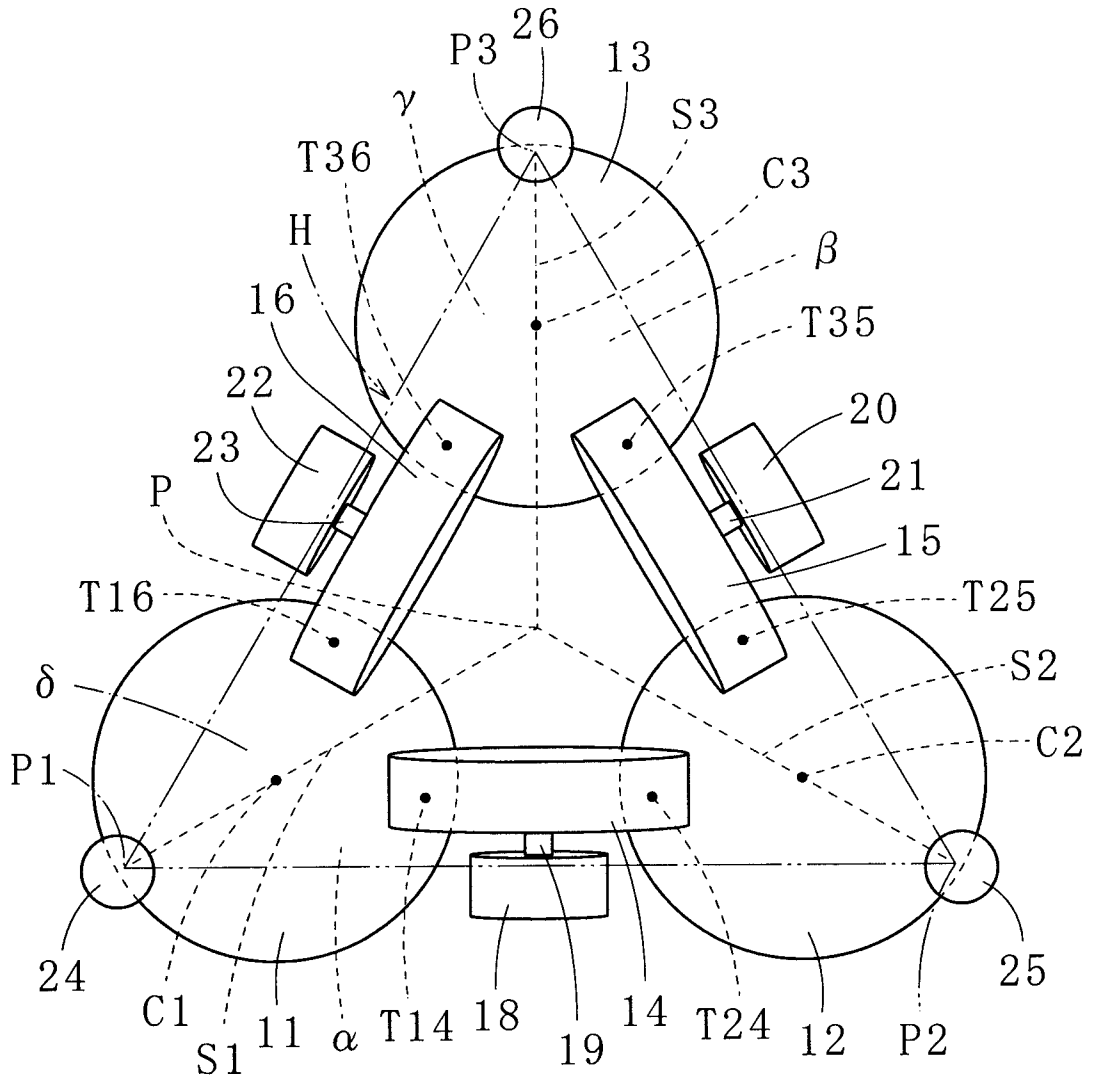
。

【選択図】図1



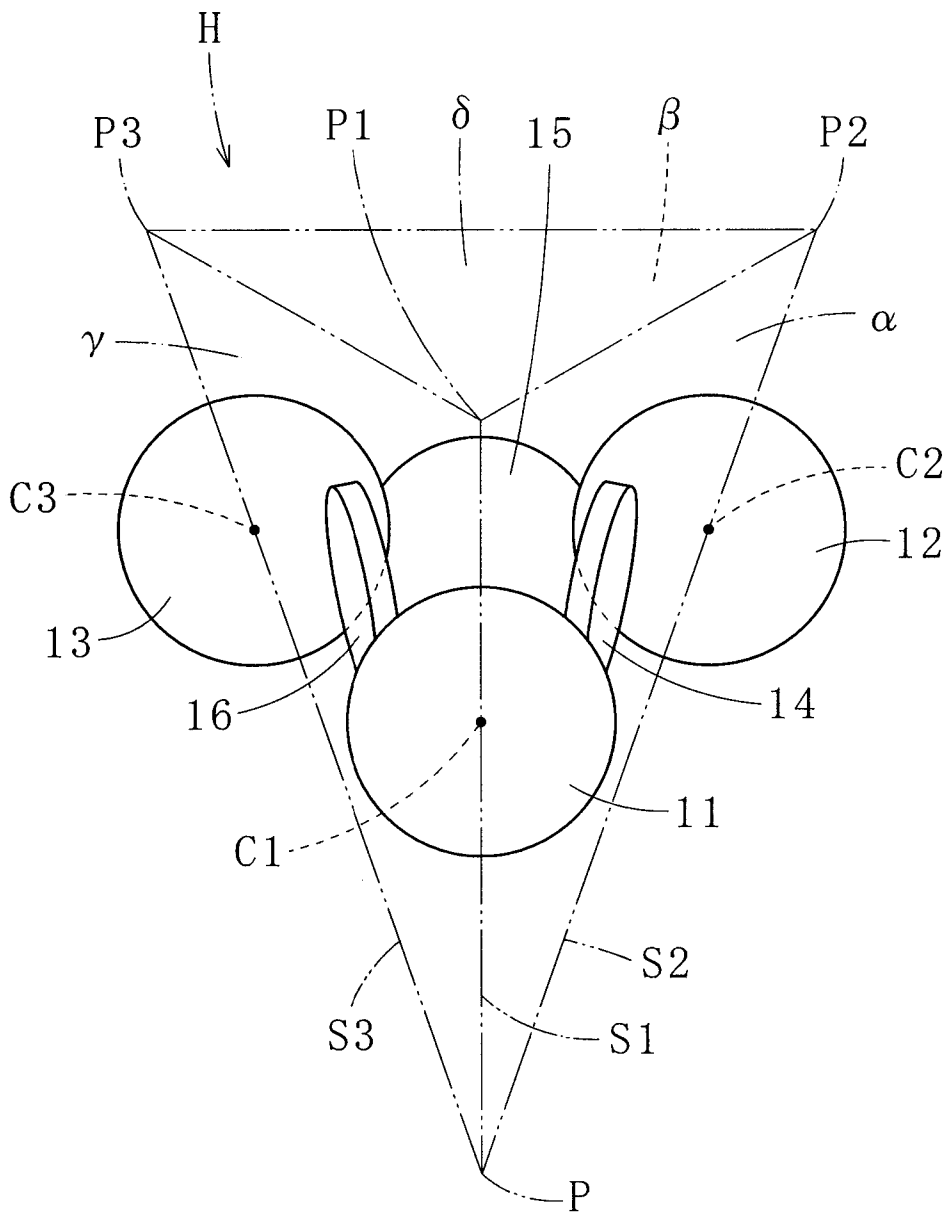
【図2】

<2>



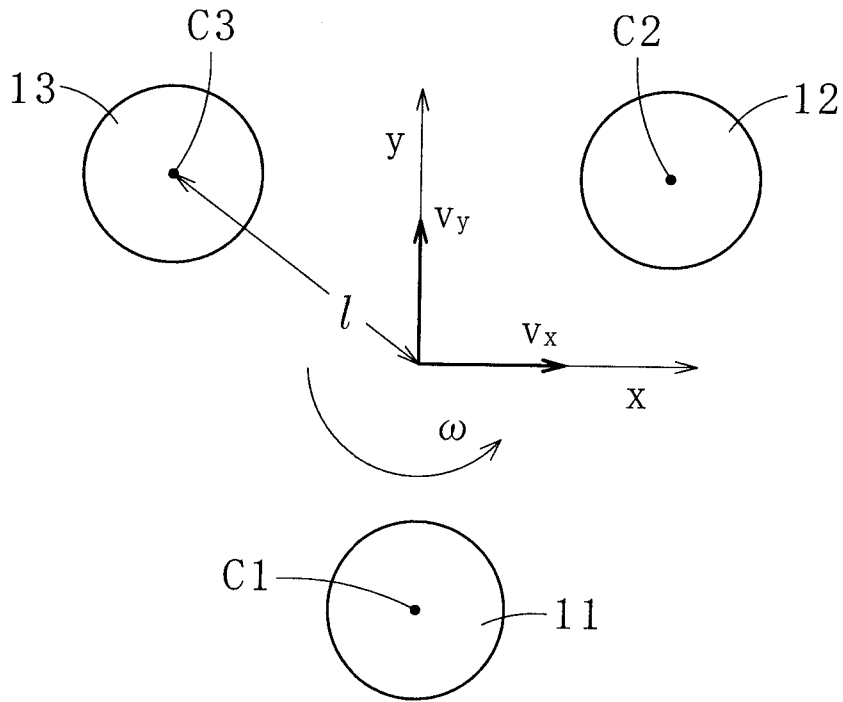
【図3】

<3>



【图4】

<4>





出願人履歴

5 0 4 1 7 4 1 3 5

20040430

新規登録

福岡県北九州市戸畑区仙水町1番1号

国立大学法人九州工業大学