

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480001912.5

G01M 13/04 (2006.01)

G01P 3/44 (2006.01)

G01P 3/487 (2006.01)

F16C 19/18 (2006.01)

F16C 19/52 (2006.01)

[43] 公开日 2006年1月18日

[11] 公开号 CN 1723385A

[22] 申请日 2004.5.6

[21] 申请号 200480001912.5

[30] 优先权

[32] 2003. 5. 22 [33] JP [31] 144942/2003

[32] 2003. 6. 17 [33] JP [31] 172483/2003

[32] 2003. 6. 17 [33] JP [31] 171715/2003

[32] 2004. 1. 15 [33] JP [31] 007655/2004

[86] 国际申请 PCT/JP2004/006410 2004.5.6

[87] 国际公布 WO2004/104545 英 2004.12.2

[85] 进入国家阶段日期 2005.7.6

[71] 申请人 日本精工株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 滝泽岳史 柳泽知之 小野浩一郎

坂谷郁纪

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 王 冉 王景刚

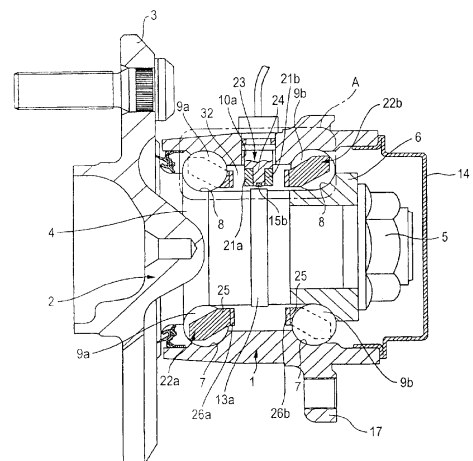
权利要求书 6 页 说明书 47 页 附图 31 页

[54] 发明名称

用于滚动轴承单元的载荷测量装置以及载荷测量滚动轴承单元

[57] 摘要

通过一对转速传感器 21a, 21b, 检测滚动元件 9a, 9b 的转速 n_{ca} , n_{cb} 。同样, 通过一个角速度传感器 15b 检测一个轮毂 2 的角速度 n_i 。基于所述转速传感器 21a, 21b 的检测信号, 计算双列中所述滚动元件 9a, 9b 的转速的和 “ $n_{ca} + n_{cb}$ ” 或者差 “ $n_{ca} - n_{cb}$ ”, 并且然后, 计算所述和或者差与所述角速度 n_i 的比率 “ $n_{ca} + n_{cb}/n_i$ ” 或者 “ $n_{ca} - n_{cb}/n_i$ ”。然后, 基于所述比率 “ $n_{ca} + n_{cb}/n_i$ ” 或者 “ $n_{ca} - n_{cb}/n_i$ ”, 计算所述径向载荷或者所述轴向载荷。



1. 一种用于滚动轴承单元的载荷测量装置，包括：
具有两列滚道的静态圈；
- 5 与所述静态圈同心布置的旋转圈，所述旋转圈具有两列滚道，这两列滚道分别相对于所述静态圈的所述滚道形成；
- 多个旋转设置在所述静态圈和所述旋转圈的所述滚道之间的滚动元件，其中，在形成在彼此相对的所述静态圈和所述旋转圈上的一对滚道和形成在彼此相对的所述静态圈和所述旋转圈上的另一对滚道之间，所述滚动元件的接触角的指向互相相反；
- 10 一对分别用于检测两列中的所述滚动元件的转速的转速传感器；以及
 基于从所述转速传感器提供的检测信号，计算作用到所述静态圈和所述旋转圈之间的载荷的计算器。
2. 如权利要求 1 所述的用于滚动轴承单元的载荷测量装置，还包括：
- 15 用于检测所述旋转圈的角速度的角速度传感器。
3. 如权利要求 2 所述用于滚动轴承单元的载荷测量装置，其中，所述一对转速传感器和角速度传感器中的至少一个传感器是一个被动形式磁性传感器，该磁性传感器通过围绕磁性材料做成的磁轭缠绕线圈而形成。
4. 如权利要求 2 所述的用于滚动轴承单元的载荷测量装置，其中，所述一对转速传感器和角速度传感器中的至少一个传感器是一个解算器。
- 20 5. 如权利要求 2 至 4 中任一项所述的用于滚动轴承单元的载荷测量装置，其中，所述一对转速传感器和角速度传感器沿所述静态圈的轴向以一定间隔设置，从而将所述滚动元件设置在所述一对转速传感器和角速度传感器之间的一列中。
- 25 6. 如权利要求 5 所述的用于滚动轴承单元的载荷测量装置，其中，所述一对转速传感器被安装到所述两列滚动元件之间的轴向上所述静态圈的中间部分，并且，所述角速度传感器被安装到所述静态圈轴向上的一个端部。
- 30 7. 如权利要求 2 至 4 中任一项所述的用于滚动轴承单元的载荷测量装置，其中，所述一对转速传感器和所述角速度传感器都被安装到固定到两列滚动元件之间的所述静态圈上的单一传感器部件的一个顶端部分上，并

且，所述角速度传感器的安装位置在所述静态圈的直径方向上比所述转速传感器更加靠近旋转圈一侧偏移。

8. 如权利要求 1 至 7 中任一项所述的用于滚动轴承单元的载荷测量装置，其中，所述静态圈包括用于连接插头的连接器，所述插头被设置在用于取得各个传感器的检测信号的线束的端部。

9. 如权利要求 8 所述的用于滚动轴承单元的载荷测量装置，其中，所述单一传感器部件具有用于固定所述各个传感器的传感器保持架，并且所述连接器与所述传感器保持架设置为一体。

10. 如权利要求 1 所述的用于滚动轴承单元的载荷测量装置，其中，要基于所述旋转圈的角速度执行的控制是基于根据所述转速传感器中的至少一个转速传感器的检测信号估计的所述旋转圈的角速度执行。

11. 如权利要求 10 所述的用于滚动轴承单元的载荷测量装置，其中，基于所述一对转速传感器的检测信号计算的两列中的所述滚动元件的转速的一个平均值被用作所述旋转圈的角速度的估计值。

12. 如权利要求 1 至 11 中任一项所述的用于滚动轴承单元的载荷测量装置，其中，作用在所述静态圈和所述旋转圈之间的所述载荷是径向载荷。

13. 如权利要求 12 所述的用于滚动轴承单元的载荷测量装置，其中，基于一列中的所述滚动元件的转速与另一列中的所述滚动元件的转速的和，所述计算器计算作用在所述静态圈和所述旋转圈之间的所述径向载荷。

14. 如权利要求 12 所述的用于滚动轴承单元的载荷测量装置，还包括：

用于检测所述旋转圈的角速度的角速度传感器，

25 其中，基于从所述角速度传感器提出的检测信号以及从所述转速传感器提出的多个检测信号，所述计算器计算作用到所述静态圈和所述旋转圈之间的径向载荷。

15. 如权利要求 14 所述的用于滚动轴承单元的载荷测量装置，其中，基于 (a) 一系列中的所述滚动元件的转速和 (b) 另一列中的所述滚动元件的转速的和，与所述旋转圈的角速度的比率，所述计算器计算作用到所述静态圈和所述旋转圈之间的径向载荷。

16. 如权利要求 14 所述的用于滚动轴承单元的载荷测量装置, 其中, 基于 (a) 一列中的所述滚动元件的转速和 (b) 另一列中的所述滚动元件的转速的乘积, 与所述旋转圈的所述角速度的平方的比率, 所述计算器计算作用到所述静态圈和所述旋转圈之间的所述径向载荷。
- 5 17. 如权利要求 1 至 11 中任一项所述的用于滚动轴承单元的载荷测量装置, 其中, 作用在所述静态圈和所述旋转圈之间的所述载荷是轴向载荷。
18. 如权利要求 17 所述的用于滚动轴承单元的载荷测量装置, 其中, 基于一列中的所述滚动元件的转速与另一列中的所述滚动元件的转速的一个比率, 所述计算器计算作用在所述静态圈和所述旋转圈之间的所述轴向载荷。
- 10 19. 如权利要求 17 所述的用于滚动轴承单元的载荷测量装置, 其中, 基于一列中的所述滚动元件的转速与另一列中的所述滚动元件的转速的差值, 所述计算器计算作用在所述静态圈和所述旋转圈之间的径向载荷。
- 15 20. 如权利要求 17 所述的用于滚动轴承单元的载荷测量装置, 还包括:
- 用于检测所述旋转圈的角速度的角速度传感器,
- 其中, 基于从所述角速度传感器提供的检测信号以及从所述转速传感器提供的多个检测信号, 所述计算器计算作用到所述静态圈和所述旋转圈
- 20 之间的轴向载荷。
21. 如权利要求 20 所述的用于滚动轴承单元的载荷测量装置, 其中, 基于 (a) 一列中的所述滚动元件的转速和 (b) 另一列中的所述滚动元件的转速的所述差值与所述旋转圈的所述角速度的比率, 所述计算器计算作用到所述静态圈和所述旋转圈之间的所述轴向载荷。
- 25 22. 如权利要求 17 所述的用于滚动轴承单元的载荷测量装置, 其中, 基于通过合成代表一列中的所述滚动元件的转速的信号以及代表另一列中的所述滚动元件的转速的信号而获得的一个合成信号, 所述计算器计算作用到所述静态圈和所述旋转圈之间的轴向载荷。
- 30 23. 如权利要求 22 所述的用于滚动轴承单元的载荷测量装置, 其中, 基于所述合成信号的放大部分的周期和频率中的任何一个, 所述计算器计算所述轴向载荷。

24. 如权利要求 22 所述的用于滚动轴承单元的载荷测量装置，还包括：

用于检测所述旋转圈的角速度的角速度传感器，

其中，基于所述合成信号的放大部分的周期和频率中的任何一个与所
5 述旋转圈的角速度的比率，所述计算器计算所述轴向载荷。

25. 如权利要求 1 至 24 中任一项所述的用于滚动轴承单元的载荷测量
装置，其中，所述静态圈或者所述旋转圈的一个滚道圈是一个外圈等效元
件，另一个滚道圈是一个内圈等效元件，各个滚动元件是滚珠，背靠背组
10 合的接触角依附于所述滚珠，所述滚珠被设置在形成于所述内圈等效元
件的外圆周表面上的双列角接触内圈滚道和形成于所述外圈等效元件的内圆
周表面上的双列角接触外圈滚道之间。

26. 如权利要求 1 至 25 中任一项所述的用于滚动轴承单元的载荷测量
装置，其中，直接测量两列中的所述滚动元件的转速。

27. 如权利要求 1 至 25 中任一项所述的用于滚动轴承单元的载荷测量
15 装置，其中，两列中的所述滚动元件的转速被测量，作为固定各个滚动元
件的保持架的角速度。

28. 如权利要求 27 所述的用于滚动轴承单元的载荷测量装置，其中，
通过连接和固定保持架和编码器，测量所述保持架的角速度，所述编码器
与所述保持架单独形成，并且相互同心，所述转速传感器的检测表面相对
20 于所述编码器的感应表面。

29. 如权利要求 28 所述的用于滚动轴承单元的载荷测量装置，其中，
所述编码器的内径大于所述保持架中的安装所述编码器的安装表面的内
径，并且，所述编码器的外径小于所述安装表面的外径。

30. 如权利要求 27 所述的用于滚动轴承单元的载荷测量装置，其中，
25 所述保持架与一个弹性元件一体形成，磁性材料做成的粉末混合到所述弹
性元件中，并且在一个感应表面将所述弹性元件磁化为等间距地交替布置
一个 S 极和一个 N 极，在所述保持架的表面中，所述感应表面的中心对应
于所述保持架的自转中心，并且，所述转速传感器的检测部分相对于用于
测量所述保持架的角速度的感应表面。

31. 如权利要求 1 至 30 中任一项所述的用于滚动轴承单元的载荷测量
30 装置，其中，用于测量两列中的所述滚动元件的转速的转速传感器都被布

置为这样一种状态，即，各传感器每列多件地沿着滚动元件的旋转方向偏置。

32. 如权利要求 31 所述的用于滚动轴承单元的载荷测量装置，其中，转速传感器在相对于所述滚动元件的旋转中心以 180° 相对的位置上每列
5 两件地设置。

33. 如权利要求 1 至 32 中任一项所述的用于滚动轴承单元的载荷测量装置，还包括：

用于将每一列中的所述滚动元件的接触角与标准值相比较的比较器，该接触角由所述计算器在计算每一列中的所述滚动元件的转速的一个计算
10 过程中进行计算，

其中，当所述比较器确定所述接触角超出标准值的时候，产生警报。

34. 一种载荷测量滚动轴承单元，包括：

具有两列滚道的静态圈；

与所述静态圈同心布置的旋转圈，所述旋转圈具有两列滚道，这两列
15 滚道分别相对于所述静态圈的所述滚道形成；

多个可旋转地设置在所述静态圈和所述旋转圈的所述滚道之间的滚动元件，其中，在形成于彼此相对的所述静态圈和所述旋转圈上的一对滚道和形成于彼此相对的所述静态圈和所述旋转圈上的另一对滚道之间，所述滚动元件的接触角的指向互相相反；以及

20 一对分别用于检测两列中的所述滚动元件的转速的转速传感器。

35. 如权利要求 34 所述的载荷测量滚动轴承单元，其中，所述静态圈或者所述旋转圈的一个滚道圈是一个外圈等效元件，另一个滚道圈是一个内圈等效元件，各个滚动元件是滚珠，背靠背组合的接触角依附于所述滚珠，所述滚珠被设置在形成于所述内圈等效元件的外圆周表面上的双列角
25 接触内圈滚道和形成于所述外圈等效元件的内圆周表面上的双列角接触外圈滚道之间。

36. 如权利要求 34 或 35 所述的载荷测量滚动轴承单元，还包括：

基于从所述转速传感器提供的检测信号，计算作用到所述静态圈和所述旋转圈之间的载荷的计算器。

37. 如权利要求 34 至 36 中任一项所述的载荷测量滚动轴承单元，还包括：

用于检测所述旋转圈的角速度的角速度传感器。

38. 如权利要求 37 所述的载荷测量滚动轴承单元, 还包括:

5 基于所述转速传感器提供的多个检测信号以及从所述角速度传感器提供的检测信号, 计算作用到所述静态圈和所述旋转圈之间的载荷的计算器。

39. 如权利要求 36 或 38 所述的载荷测量滚动轴承单元, 其中, 所述载荷是一个径向载荷。

40. 如权利要求 36 或 38 所述的载荷测量滚动轴承单元, 其中, 所述载荷是一个轴向载荷。

10 41. 如权利要求 34 至 40 中任一项所述的载荷测量滚动轴承单元, 还包括:

用于将每一列中的所述滚动元件的接触角与一个标准值相比较的比较器, 该接触角由所述计算器在计算每一列中的所述滚动元件的转速的一个计算过程中算出,

15 其中, 当所述比较器确定所述接触角超出标准值的时候, 产生警报。

42. 如权利要求 34 至 41 中任一项所述的载荷测量滚动轴承单元, 其中, 所述滚动元件由陶瓷制成。

用于滚动轴承单元的载荷测量装置
以及载荷测量滚动轴承单元

5

技术领域

本发明涉及一种用于滚动轴承单元的载荷测量装置以及载荷测量滚动轴承单元，例如，一种用于支撑运动物体的车轮的滚动轴承单元，所述运动物体比如，汽车，火车，各种运输车，等等。更加特别的是，本发明涉及一种用于滚动轴承单元的载荷测量装置以及载荷测量滚动轴承单元，可以通过测量作用在所述滚动轴承单元上的径向载荷或者轴向载荷中的至少一个，来保证运动物体的运行稳定性。

背景技术

15 所述滚动轴承装置被用于旋转支撑具有悬挂系统的车辆的车轮。同样，必须检测出所述车轮的角速度 (rotational speed)，从而控制不同的车辆姿态稳定系统，比如，防抱死刹车系统 (ABS)，牵引力控制系统 (TCS)，等等。因此，最近，通过配备所述角速度检测装置的所述滚动轴承单元，其中，所述角速度检测装置被合并到所述滚动轴承单元中，不仅广泛地被用于旋转支撑具有悬挂系统的车轮，而且用于检测所述车轮的角速度。

25 作为配备有用于所述目的的所述角速度检测装置的所述滚动轴承单元，多个这样的结构，比如日本专利 A-2001-21577 中所说明的结构，等等，都是广为人知的。通过向控制器输入一个指示所述车轮角速度的信号，可以准确地控制所述 ABS 或者 TCS，所述信号通过配备有所述角速度检测装置的所述滚动轴承单元检测出来。在这种情况下，通过配备有所述角速度检测装置的所述滚动轴承单元，在刹车或者加速的时候，可以保证所述车辆的运行姿态的稳定性，然而，必须基于详尽的信息控制所述刹车和引擎，这对车辆的运行稳定性有所影响，从而在更加严格的条件下保证这种稳定性。相反，在使用配备有所述角速度检测装置的所述滚动轴承单元的 ABS 或者 TCS 的情况下，通过检测轮胎和路面之间的滑动，也就

是说，执行所谓的反馈控制，控制所述刹车和引擎。因此，因为所述刹车和引擎的控制必然受到延迟，虽然这样的延迟只是瞬间，所以，从严格条件下的性能改良的角度，对所述控制的改进是人们所需要的。也就是，在所述的相关技术的结构的情况下，所谓的前馈控制不仅可以防止在所述车轮和路面之间滑动的产生，而且可以防止所谓的所述刹车的单侧动作（activation），也就是说，在左右车轮之间，刹车力出现巨大差异的情况。此外，所述控制不能防止由于其不正确的运载状态引起的卡车，或者类似车辆的运行稳定性逐渐变差的情况。

考虑到这些情况，在日本专利 A-2001-21577 中公开了在附图 37 中所示的配备有载荷测量装置的滚动轴承单元。相关技术中的所述配备有载荷测量装置的滚动轴承单元中，一个轮毂 2 被安装到一个外圈 1 的内径一侧。所述轮毂 2 连接/固定所述车轮，并且用作一个旋转圈，同样也是一个内圈等效元件。所述外圈 1 通过所述悬挂系统支撑，并且用作一个静止圈，同样也是一个外圈等效元件。所述轮毂 2 包括一个轮毂主体 4，所述轮毂主体在其外端部分（装配在车辆上的状态下位于宽度方向上的外侧的端部）具有一个旋转侧面凸缘 3，用来固定所述车轮，以及一个安装到所述轮毂主体 4 的内端部分（装配到车辆上的状态下位于宽度方向上的中心侧的端部）并且通过一个螺母 5 固定的内圈 6。然后，在双列外圈滚道 7，7 和双列内圈滚道 8，8 之间分别排列多个滚动元件 9a，9b。在所述外圈 1 的内圆周表面上形成所述双列外圈滚道 7，7，从而分别用作静止侧滚道。所述双列内圈滚道 8，8 在所述轮毂 2 的外圆周表面上形成，从而分别用作旋转侧滚道，在这种情况下，所述轮毂 2 可以在所述外圈 1 的内径一侧旋转。

在所述双列外圈滚道 7，7 之间沿着轴向的所述外圈 1 的一个中间部分上，以及沿着几乎垂直的方向的所述外圈 1 的一个上端部分上，形成一个装配孔 10，用于在所述直径方向上穿过所述外圈 1。然后，一个圆形杠杆（棒状）位移传感器 11，用作一个载荷测量传感器，被安装到所述装配孔 10 中。所述位移传感器 11 属于非接触型，设置在其顶端表面（下端表面）上的一个检测面，与一个传感器座圈（sensor ring）12 的一个外圆周表面紧密相对，所述传感器座圈沿着轴向安装在所述轮毂 2 的中间部分。当所述检测面和所述传感器座圈 12 的外圆周表面之间的距离变化的时

候，所述位移传感器 11 响应所述距离的改变量，输出一个信号。

在相关技术中的上述构造的装备有载荷测量装置的所述滚动轴承单元的情况下，基于所述位移传感器 11 的一个检测到的信号，可以测量作用到所述滚动轴承单元上的载荷。换句话说，通过所述车辆的悬挂系统支撑的所述外圈 1 被所述车辆的重量向下推，然而，用于支撑/固定所述车轮的所述轮毂 2 仍然用作保持其所在的位置。因此，当所述重量增加的越来越大的时候，基于所述外圈 1，所述轮毂 2，以及所述滚动元件 9a, 9b 的弹性变形，所述外圈 1 的中心和所述轮毂 2 的中心之间的偏差被增加。那么，当所述重量增加的越来越大的时候，设置在所述外圈 1 的上端部分的所述位移传感器 11 的检测面和所述传感器座圈 12 的外圆周表面之间的距离被减小。相应地，如果所述位移传感器 11 检测到的信号被输入到所述控制器，那么，基于通过实验，或者预先的类似方法，图表，或者类似的资料，导出的关系式，可以计算出作用到配备有所述位移传感器 11 的所述滚动轴承单元上的载荷。基于作用到所述滚动轴承单元上的以这种方式检测的载荷，可以准确地控制所述 ABS，并且同样，驾驶员可以了解到错误的运载状态。

在所述情况下，在附图 37 中所示的所述相关技术的结构，除了可以检测到作用到所述滚动轴承单元上的径向载荷，还可以检测所述轮毂 2 的角速度。为此，将角速度编码器 13 安装/固定到所述内圈 6 的内端部分，并且同样，将角速度传感器 15 固定到一个盖子 14 上，所述盖子被设置在所述外圈 1 的一个内端开口部分。然后，所述角速度传感器 15 的检测部分通过检测间隙与所述角速度编码器 13 的感应部分相对。

在装备有上述角速度检测装置的所述滚动轴承单元的运转中，当所述角速度编码器 13 与所述轮毂 2 共同旋转时，车轮被固定到所述轮毂上，所述角速度传感器 15 的输出将会改变，并且然后，所述角速度编码器 13 的所述感应部分经过所述角速度传感器 15 的感应部分的附近。以这种方式，所述角速度传感器 15 的输出频率与所述车轮的旋转圈数成比例。因此，如果所述角速度传感器 15 的输出信号被输入到设置在所述车身一侧的所述控制器（未示出），那么，可以准确地控制所述 ABS 或者 TCS。

在上述日本专利 A-2001-21577 中所述的相关技术的结构，测量作用到所述滚动轴承单元上的径向载荷，然而，在日本专利 A-3-209016 中，对用

于测量通过车轮作用到所述滚动轴承单元上的轴向载荷大小的装置进行了说明。在日本专利 A-3-209016 中所述的相关技术的结构的情况下，如附图 38 中所示，用来支撑车轮的所述旋转侧面凸缘 3 被固定到轮毂 2a 的外端部分的外圆周表面上，所述轮毂作为所述旋转圈和内圈的等效元件。同样，在所述轮毂 2a 的中间部分或者内端部分的外圆周表面上形成分别对应于旋转侧滚道的双列内圈滚道 8，8。

同时，将所述外圈 1 支撑/固定到包括所述悬挂系统的转向节 (knuckle) 16 上的静止侧凸缘 17，被固定到所述外圈 1 的外圆周表面上，所述外圈围绕所述轮毂 2a，以与所述轮毂 2a 同心的方式设置，并且作为所述静止圈和所述外圈的等效元件。同样，在所述外圈 1 的所述内圆周表面上形成分别对应于静止侧滚道的双列外圈滚道 7，7。然后，分别在所述外圈滚道 7，7 和所述内圈滚道 8，8 之间旋转设置多个滚动元件 (滚珠) 9a，9b。

此外，将载荷传感器 20 固定到螺纹孔 19 周围的部分，分别将螺栓 18 旋入所述螺纹孔，从而使得所述静止侧凸缘 17 与所述转向节 16 在所述静止侧凸缘 17 的所述内侧表面上的多个位置上分别耦合。在所述外圈 1 被支撑/固定到所述转向节 16 上的情况下，所述载荷传感器 20 被固定在所述转向节 16 的外表面和所述静止侧凸缘的内表面之间。

在相关技术中已知的用于所述滚动轴承单元的所述载荷测量装置的情况下，当所述轴向载荷被作用在所述车轮 (未示出) 和所述转向节 16 之间的时候，所述转向节 16 的外表面和所述静止侧凸缘 17 的内表面都被分别从所述轴向上的两个表面压到所述载荷传感器 20 上。因此，可以通过将所述载荷传感器 20 的测量值相加，测量出作用在所述车轮和所述转向节 16 之间的所述轴向载荷。同样，在日本专利 JP-B-62-3365 中，虽然未示出，但是说明了基于所述外圈等效元件的振动频率，计算所述滚动元件的转速 (revolution speed)，以及那样测量作用在所述滚动轴承单元上的所述轴向载荷的方法，所述等效元件的一个部分具有一个低的刚性。

如上文所述，在测量作用到所述滚动轴承上的载荷 (径向载荷或者轴向载荷) 的所述结构中，在上述附图 37 中所示的相关技术的第一实施例的情况下，通过所述位移传感器 11 分别测量所述径向上的所述外圈 1 和所述轮毂 2 的位移，可以测量作用到所述滚动轴承单元上的载荷。在这种

情况下，因为在所述径向上的位移量很小，所以，当使用所述位移传感器 11 高精度地测量所述载荷，必须使用一个高精度的传感器。因为一个高精度的非接触型传感器价格昂贵，所以，当使用装备有载荷测量装置的所述整个滚动轴承单元的时候，不可避免的，成本将增加。

- 5 同样，在用于测量如附图 38 中所示的相关技术的结构的第二实施例的所述轴向载荷的结构的情况下，必须将与用来支撑/固定所述外圈 1 的所述螺栓 18 的数量相同的所述载荷传感器 20 设置在所述转向节 16 上。因此，除了所述载荷传感器 20 本身价格昂贵的事实以外，不可避免的，用于所述滚动轴承单元的所述整个载荷测量装置的成本将大幅度增加。同
- 10 样，在日本专利 JP-B-62-3365 中所述的方法中，必须部分地降低所述外圈等效元件的刚度，并且因此，存在难以保证所述外圈等效元件的强度的可能性。

发明内容

- 15 本发明的一个目标是提供一种用于一个滚动轴承单元的载荷测量装置，以及一个载荷测量滚动轴承单元，能够低成本地制造，而没有强度问题，并且，在保证一个控制要求的精度的同时，同样能够测量一个或者两个作用到所述车轮上的径向载荷和轴向载荷。同样，本发明的另一个目的是设置一种结构，通过仅仅使用设置在一个滚动轴承单元部分上的传感器的
- 20 的输出信号，可以精确测量作用到所述滚动轴承单元上的轴向载荷。

- 根据本发明的第一个方面的用于滚动轴承单元的载荷测量装置，包括：一个具有两列滚道的静态圈；一个与所述静态圈同心布置的旋转圈，所述旋转圈具有两列滚道，该滚道被分别对应于所述静态圈的滚道形成；多个旋转布置在所述静态圈和旋转圈的滚道之间的滚动元件，其中，在彼此相对的所述静态圈和旋转圈上形成的一对滚道和彼此相对的所述静态圈和旋转圈上形成的另一对滚道之间，所述滚动元件的接触角指向相反；一对用于在两列中分别检测所述滚动元件的转速的转速传感器；以及一个基于输入到所述转速传感器中的检测信号计算作用在所述静态圈和旋转圈之间的载荷的计算器。
- 25

- 30 同样，根据本发明的第二个方面的一种载荷测量轴承部件，包括：一个具有两列滚道的静态圈；一个与所述静态圈同心布置的旋转圈，所述旋

转圈具有两列滚道，该滚道分别对应于所述静态圈的滚道形成；多个旋转布置在所述静态圈和旋转圈的滚道之间的滚动元件，其中，在彼此相对

所述静态圈和旋转圈上形成的一对滚道和彼此相对的所述静态圈和旋转圈上形成的另一对滚道之间，所述滚动元件的接触角彼此相反指向；以及一

5 对分别用于检测在两列中的所述滚动元件转速的转速传感器。

通过分别检测在两列中的所述滚动元件的转速，彼此不同的接触角的方向，上述构造的根据本发明的用于所述滚动轴承单元的所述载荷测量装置，以及所述载荷测量滚动轴承，能够测量加载到所述滚动轴承单元上的

10 所述滚动元件上的时候，所述滚动元件的所述接触角发生改变。如同在所述滚动轴承的技术领域中已知的，当所述接触角发生改变的时候，所述滚动元件的转速也发生改变。

同时，当所述轴向载荷被作用到所述滚动轴承单元上的时候，在所述外圈等效元件是所述旋转圈的情况下，位于支撑所述轴向载荷的一侧的所述

15 所述一系列中的所述滚动元件的转速将减小，而设置在相对一侧的所述一系列中的所述滚动元件的转速将增加。相反的，在所述内圈等效元件是所述旋转圈的情况下，设置在支撑所述轴向载荷的一侧的所述一系列中的所述滚动元件的转速将增加，而设置在相对一侧的所述一系列中的所述滚动元件的转速将减小。同时，响应所述径向载荷，在各列中的所述滚动元件的转速都将

20 改变。因此，通过测量在两列中所述滚动元件的转速的改变，可以测量作用到所述滚动轴承单元上的所述径向载荷。

特别的，在本发明的情况下，因为可以检测在两列中所述滚动元件的转速，所述滚动元件的接触角的方向是互不相同的，所以，通过去除所述

25 轴向载荷的影响，可以提高所述径向载荷的一个测量精度。换句话说，当施加所述轴向载荷的时候，在一系列中所述滚动元件的转速和在另一列中所述滚动元件的转速在互不相同的方向上都发生变化（一个增加，一个减小）。因此，通过加上或者乘以在两列中所述滚动元件的所述转速，可以将所述轴向载荷对所述径向载荷的测量值的影响抑制到很小。

上述解释是在检测作用到所述滚动轴承单元上的所述径向载荷，但是

30 基于两列中的所述滚动元件的转速检测所述轴向载荷，所述滚动元件的接触角的方向互不相同的情况下做出的。换句话说，当所述轴向载荷增加的

时候，支撑所述轴向载荷的一侧的所述一系列中的所述接触角变大，而当所述轴向载荷增加的时候，在相对一侧的所述一系列中的所述接触角变小。那么，在所述外圈等效元件是所述旋转圈的情况下，设置在支撑所述轴向载荷的一侧的所述一系列中的所述滚动元件的转速将减小，而设置在相对一侧的所述一系列中的所述滚动元件的转速将增加。相反的，在所述内圈等效元件是所述旋转圈的情况下，设置在支撑所述轴向载荷的一侧的所述一系列中的所述滚动元件的转速将增加，设置在相对一侧的所述一系列中的所述滚动元件的转速将减小。因此，通过测量在两列中所述滚动元件的转速的改变，可以测量作用到所述滚动轴承单元上的所述轴向载荷。

特别的，在本发明的情况下，因为检测在两列中所述滚动元件的转速，所述滚动元件的接触角的方向是互不相同的，所以，通过去除所述预加载荷和所述径向载荷的影响，可以提高所述轴向载荷的测量精度。换句话说，均匀地将所述预加载荷作用到各列中的所述滚动元件上，并且同样，基本上均匀地作用所述径向载荷。因此，所述预加载荷和所述径向载荷对各列中所述滚动元件的转速的影响基本上是相同的。结果，如果基于各列中所述滚动元件的转速的差值或者比率来检测所述轴向载荷，那么，可以将所述预加载荷和所述径向载荷对所述轴向载荷的测得值的影响抑制到很小。

在这种情况下，如果所述滚动轴承单元被用于所述旋转圈的角速度总是恒定的情况下，那么，用来计算所述载荷的旋转传感器仅仅需要在各列中用于检测所述滚动元件的转速的所述转速传感器。与此相反，当所述旋转圈的角速度在运转中发生改变的时候，基于通过所述角速度传感器检测的所述旋转圈的角速度和所述转速，可以测量所述轴向载荷和所述径向载荷。在这种情况下，如果计算一个速率，比如在两列中所述滚动元件的转速之间的差（和）值与所述角速度的比率，并且然后，基于所述速率检测所述轴向载荷（径向载荷），那么，即使所述旋转圈的角速度发生改变，也可以精确地测量所述轴向载荷（径向载荷）。

同样，即使当将要检测的载荷是所述径向载荷，或者所述轴向载荷，或者它们两者的时候，在相关技术中广泛用于获取 ABS 或者 TCS 的控制信号的所述廉价速度传感器，可以被用作用于测量所述转速的转速传感器。为此，可以廉价地制造用于所述滚动轴承单元的所述整个载荷测量装

置。

因此，虽然可以以一种相对低成本制造所述载荷测量装置，但是，所述载荷测量装置可以在保持控制需要的精度的同时，测量所述载荷，比如作用到所述车轮的所述旋转元件等等上面的所述径向载荷，所述轴向载荷，等等。因此，根据本发明的所述载荷测量装置能够有助于提高各种车辆运行稳定装置或者各种机械装备的性能。

同样，在本发明的实施中，优选的是，根据本发明的所述载荷测量装置还包括一个用于检测所述旋转圈的角速度的角速度传感器。

根据这种构造，即使当所述旋转圈的角速度在运行中发生改变的时候，基于通过所述角速度传感器检测的所述旋转圈的角速度以及所述转速，可以精确地测量所述径向载荷和所述轴向载荷中的一个或者两个。

同样，在本发明的实施中，所述一对转速传感器以及所述角速度传感器中的至少一个传感器可以是一种被动形式磁性传感器，所述磁性传感器通过在一个由磁性材料做成的磁轭上缠绕线圈做成。

换句话说，优选的是，所述磁性传感器，响应与所述滚动元件的旋转一起旋转的所述转速编码器，或者与所述旋转圈一起旋转的所述角速度编码器的磁性特征中的变化，其输出也发生变化，应被用作为用来执行本发明的所述转速传感器以及所述角速度传感器。作为这种磁性传感器，可以具有：主动形式，其中结合有所述磁性感应元件，比如：霍尔（Hall）元件，磁阻元件，或者类似元件，其特性响应磁力的变化而变化；以及上述相关技术中的被动形式。可以保证从所述低速旋转中的输出的变化量的主动形式一方面优选地精确测量低速旋转的转速或者角速度，但是，在本发明中比所述被动形式传感器价格昂贵。因此，如果一个相对低成本的被动形式被用作为传感器的一部分，所述部分对于保证在检测所述低速旋转中的速度的可靠性（例如，转速传感器）不是特别重要，则用于所述滚动轴承单元的所述整个载荷测量系统的成本可得以抑制。

在这种情况下，当使用所述主动形式传感器或者使用所述被动形式传感器的时候，装备有所述永久磁性或者未磁化的编码器（转速脉冲轮）的所述传感器可以被结合使用，来降低成本。作为这种编码器，可以使用由磁性材料，比如：铁，或者类似材料做成的所述编码器，并且在其一个感应表面，沿着圆周方向等间距地交替设置通孔或者波纹（unevennesses）。

同样，代替所述编码器，可以使用所述编码器，其中，沿着所述圆周方向在一个铁制的保持架（retainer）的一个感应表面上等间距地交替设置波纹，或者所述编码器，其中，在合成树脂做成的所述保持架的一个感应表面上类似地设置波纹，并且，然后在所述不平的表面镀上磁性材料。

5 另外，至少所述一对转速传感器和所述角速度传感器中的一个传感器可以是一个解算器（resolver）。

如果所述解算器被用作为所述传感器，那么，每一转中所述传感器的输出变化的次数（脉冲数）能够比所述主动形式或者被动形式的磁性传感器增加的更多。因此，可以提高检测所述转速或者所述角速度的响应性
10 （能够将所述转速或者所述角速度的检测时间设置为更加接近实时），并且因此，能够基于以更高的精度测得的载荷，来保证所述运动体的运行稳定性。

同样，在本发明的实施中，优选的是，所述一对转速传感器和角速度传感器在所述静态圈的轴向上以一间距设置，从而将所述滚动元件放置到
15 所述一对转速传感器和所述角速度传感器之间的一列中。

根据这种构造，能够将该对转速传感器和角速度传感器之间的磁性干涉抑制到更小，并且同样，能够提高在检测所述转速和所述角速度中的可靠性。

在这种情况下，例如，在所述滚动元件的两列之间，沿着所述轴向，
20 所述一对转速传感器被安装到所述静态圈的中心部分，并且，沿着所述轴向，所述角速度传感器被安装到所述静态圈的一个端部。

根据这种构造，能够减小在所述静态圈中形成的用于在其中安装一对转速传感器的所述安装孔的一个内径，并且同样，能够有利于保证所述静态圈的刚度和强度。

25 同样，在本发明的实施中，优选的是，一对转速传感器和角速度传感器被安装到单独一个传感器部件的一个顶端部分，所述传感器部件在所述滚动元件的两列之间被固定到所述静态圈上。然后，所述角速度传感器的安装位置偏移到在所述静态圈的一个直径方向上比所述转速传感器更加靠近旋转圈的一侧。

30 根据这种构造，能够减小一对转速传感器和所述角速度传感器之间的磁性干扰，并且同样，能够提高在检测所述转速和所述角速度中的可靠

性。同样，能够减小在所述静态圈中形成的用于在其中安装所述传感器部件的所述安装孔的内径，并且同样，能够容易保证所述静态圈的刚度和强度。

同样，在本发明的实施中，优选的是，所述静态圈包括一个用于连接
5 插头的连接器，所述插销被设置在线束(harness)的一个端部，用于取出各个传感器中的检测信号。

根据本发明，通过将装备有不同传感器的所述滚动轴承单元构成的所述
10 载荷测量装置安装到所述悬挂系统上，并且然后将所述插头连接到所述连接器上，将所述线束安装到所述滚动轴承单元上。结果，所述线束变成用来将所述滚动轴承单元安装到所述悬挂系统上的横杆(bar)，并且因此，能够有助于所述安装操作，并且此外，难以产生比如：所述绝缘层的破坏，在所述线束中的断裂等问题。同样，即使所述线束被损坏，在修复操作中也只需要更换所述线束和所述插头，并且因此，能够降低用于所述修复的成本。

15 在使用所述结构的情况下，优选的是，单独一个传感器部件具有一个用于固定所述各个传感器的传感器保持架，并且将所述连接器与所述传感器保持架设置为一体。

根据这种构造，可以轻松地将所述连接器安装到所述静态圈上。

同样，在本发明的实施中，例如，仅提供一对转速传感器，而不提
20 供用于检测所述旋转圈的所述角速度的所述角速度传感器。在这种情况下，要基于所述旋转圈的所述角速度执行的如 ABS, TCS 等的控制基于由来自所述转速传感器的至少一个转速传感器的检测信号所估计的旋转圈的角速度执行。

根据这种构造，由于省略了所述角速度传感器，所以能够获得低成本
25 以及所述传感器自身的安装空间，并且同样，由于用于传输所述信号的所述线束的数量的减少，所以，能够降低成本并获得安装空间。

在这种情况下，例如，在两列中所述滚动元件的所述转速的一个平均值
30 被用作旋转圈的角速度的估计值，而该平均值是基于所述一对转速传感器的检测信号计算出的。

根据这种构造，即使当施加大的轴向载荷的时候，也能够检测所述旋
转圈的所述角速度，同时，保证一个用于如 ABS, TCS 等控制所需的精

度。

在这种情况下，在以所述方式省略所述角速度传感器的情况下，当基于一列中所述转速和在另外一列中所述转速的一个比率计算所述轴向载荷的时候，例如，不需要基于所述转速传感器的所述检测信号获得所述旋转圈的所述角速度的估计值，这是因为可以不考虑所述旋转圈的角速度中的变化来计算所述轴向载荷。

在这种情况下，在本发明的实施中，例如，作用在所述静态圈和所述旋转圈之间的所述载荷是一个径向载荷。

在这种情况下，例如，基于一列中所述滚动元件的所述转速和在另一列中所述滚动元件的所述转速的一个总和，所述计算器计算作用在所述静态圈和所述旋转圈之间的所述径向载荷。

根据这种构造，能够以令人满意的好的精度计算所述径向载荷。

另外，优选的是，根据本发明的所述载荷测量装置还包括一个用于检测所述旋转圈的角速度的角速度传感器。那样，基于从所述角速度传感器中提供的检测信号以及从所述转速传感器中提供的检测信号，所述计算器计算出作用在所述静态圈和所述旋转圈之间的所述径向载荷。

在这种情况下，例如，基于（a）在一列中所述滚动元件的所述转速和（b）在另一列中所述滚动元件的所述转速的所述总和与所述旋转圈的所述角速度的比率，所述计算器计算作用在所述静态圈和所述旋转圈之间的所述径向载荷。

另外，基于（a）在一列中所述滚动元件的所述转速和（b）在另一列中所述滚动元件的所述转速的乘积与所述旋转圈的所述转速的一个平方的比率，所述计算器计算作用在所述静态圈和所述旋转圈之间的所述径向载荷。

根据这种构造，即使当改变所述旋转圈的所述角速度的时候，也能够以好的精度计算所述径向载荷。

同样，在本发明的执行中，例如，作用在所述静态圈和所述旋转圈之间的所述载荷是一个轴向载荷。

在这种情况下，例如，基于一列中所述滚动元件的所述转速和在另一列中所述滚动元件的所述转速的比率，所述计算器计算作用在所述静态圈和所述旋转圈之间的所述轴向载荷。

根据这种构造，即使当所述旋转圈的所述角速度改变的时候，也能够
在保持必须的精度的同时计算所述轴向载荷。

另外，基于在一列中所述滚动元件的所述转速和在另一列中所述滚动
元件的所述转速的差值，所述计算器计算作用在所述静态圈和所述旋转圈
5 之间的所述径向载荷。

根据这种构造，只要所述旋转圈的所述角速度是恒定的，就能够在保
持必须的精度的同时计算所述轴向载荷。

另外，优选的是，根据本发明的所述载荷测量装置还包括一个用于检
测所述旋转圈的角速度的角速度传感器。那样，基于从所述角速度传感器
10 中取得的检测信号以及从所述转速传感器中取得的检测信号，所述计算器
计算作用在所述静态圈和所述旋转圈之间的所述轴向载荷。

在这种情况下，例如，基于（a）在一列中所述滚动元件的所述转速和
（b）在另一列中所述滚动元件的所述转速的所述差值与所述旋转圈的所
述角速度的比率，所述计算器计算作用在所述静态圈和所述旋转圈之间的
15 所述轴向载荷。

根据这种构造，即使当所述旋转圈的所述角速度改变的时候，也能够
在保持充分的精度的同时，计算所述轴向载荷。

另外，基于通过合成代表在一列中所述滚动元件的所述转速的信号和
代表在另一列中所述滚动元件的所述转速的信号而得到的合成信号，所述
20 计算器计算作用在所述静态圈和所述旋转圈之间的所述轴向载荷。

在这种情况下，例如，基于所述合成信号的放大部分的周期或者频率
中的任何一个，所述计算器计算所述轴向载荷。

根据这种构造，能够减少用于将信号从设置在所述滚动轴承单元一侧
的多个传感器中传输到设置在所述车辆主体的一侧的控制器的所述线束的
25 数量，并且能够获得一个更低的成本。

另外，优选的是，本发明的所述载荷测量装置还包括一个用于检测所
述旋转圈的角速度的角速度传感器。那样，基于所述合成信号的放大的周
期和频率中的任何一个参数与所述旋转圈的角速度的比率，所述计算器计
算所述轴向载荷。

30 根据这种构造，能够减少所述线束的数量，并且，即使当所述旋转圈
的所述角速度发生改变的时候，能够在保持充分的精度的同时，计算所述

轴向载荷。

同样，在本发明的实施中，优选的是，所述静态圈或者所述旋转圈的一个滚道圈是一个外圈等效元件 (equivalent member)，另一个滚道圈是一个内圈等效元件，各种滚动元件都是滚珠。那样，背靠背结合的接触角被
5 依附到设置在形成于所述内圈等效元件的外圆周表面上的双列角接触内圈滚道和形成于所述外圈等效元件的内圆周表面上的双列角接触外圈滚道之间的多个滚珠上。

所述结构具有大的刚度和基于所述载荷在各个滚珠的所述转速上的大的变化，所以，能够高精度的测量作用在所述外圈等效元件和所述内圈等效
10 元件之间的所述载荷，同时保证一个稳定地支撑所述车轮的功能。

同样，在本发明的实施中，例如，可以直接测量在两列中的所述滚动元件的转速。

在这种情况下，因为省略了所述转速编码器，所以，基于零件数量的减少，能够获得重量的减小和成本的降低。

15 否则，在两列中的所述滚动元件的转速作为用来固定各个滚动元件的保持架的角速度被测量。

在这种情况下，通过结合和固定所述保持架和一个与保持架分开形成的编码器，使之相互同心，并且使得所述转速传感器的检测部分与所述保持架的一个感应表面相对，可以测量所述保持架的所述角速度。

20 另外，所述保持架与一个弹性元件一体成形，磁性材料做成的粉末混合在所述弹性元件中，并且，所述保持架被磁化为在保持架的任何表面中的一个感应表面上等间距的交替设置一个 S 极和一个 N 极，所述感应表面的中心对应于所述保持架的旋转中心，并且所述转速传感器的检测部分相对于感应表面，用于测量所述保持架的角速度。

25 以这种方式，如果使用将所述各个滚动元件的所述转速作为所述保持架的所述角速度测量的所述结构，那么，能够提高所述转速的测量精度。

在这种情况下，如果使用采用编码器的结构，那么，优选的是，所述编码器的内径大于所述保持架的安装所述编码器的安装表面的内径，并且，所述编码器的外径小于所述安装表面的外径。

30 根据这种构造，能够实现这样的结构，该结构能够高精度地测量所述滚动元件的转速，同时防止所述编码器和所述静态圈以及所述旋转圈之间

的干涉。

同样，如果使用将所述滚动元件的所述转速作为所述保持架的所述角速度测量的结构，那么，优选的是，分别用于在两列中所述滚动元件的转速的转速传感器被设置为这样一种状态，其中，所述传感器在所述滚动元件的旋转方向上每一列设置多个。

在这种情况下，优选的是，转速传感器在相对于滚动元件转动中心成180度的相对位置上，每列设置两个。

根据这种构造，如果所述保持架的中心偏离所述滚动元件的节距圆（pitch circle）直径的中心，并且因此，所述保持架进行旋转，那么也可以准确地测量所述保持架的所述角速度，即，所述滚动元件的转速。

同样，优选的是，本发明的所述载荷测量装置还包括一个比较器，用于比较在每一列中所述滚动元件的接触角，所述接触角是通过所述计算器在每一列的所述滚动元件的转速的计算过程中计算出来的，该接触角具有一个标准值，并且，当所述比较器判定所述接触角超出一个标准范围的时候，将产生一个警报。

根据这种构造，在所述车辆陷入一种不可运行的状态之前，通过检测导致所述滚动轴承单元寿命的降低的施加过度轴向载荷，产生预加载荷逃脱（escapement）等，可以采取修理。

同样，在本发明的实施中，优选的是，所述滚动元件由陶瓷做成。

如果使用所述滚动元件，将陶瓷用作为所述滚动元件的材料，质量上陶瓷比标准轴承钢更轻，那么，能够提高所述滚动元件的角速度对所述转速的突然变化的改变的随动特性，并且同样，能够精确测量所述转速，从而抑制所述旋转滑动的产生。

25 附图说明

图1是一个显示本发明的第一实施例的剖视图；

图2是图1中的A部分的一个放大的视图；

图3是从一个直径方向上观察的时候，图2中左侧上的保持架的一部分和转速传感器的视图；

30 图4是解释本发明的功能的示意图；

图5是显示径向载荷，每一列中的滚动元件的转速与内圈的角速度的

比率，以及轴向载荷之间的关系的图表；

图 6 是显示径向载荷，每一列中的滚动元件的转速的总和与所述内圈的所述角速度的比率，以及轴向载荷之间的一张图表；

5 图 7 是显示所述径向载荷和每一列中的所述滚动元件的所述转速与所述内圈的所述角速度的比率之间的关系的一个图表；

图 8A 和 8B 都是显示当不考虑所述预加载荷或者所述径向载荷的变化的时候，预加载荷或者所述径向载荷的大小对所述轴向载荷和在任何一列中的所述滚动元件的所述转速的所述比率之间的所述关系产生的影响的图表；

10 图 9A 和 9B 都是显示本发明中的所述预加载荷或者所述径向载荷的大小对所述轴向载荷和每一列中的所述滚动元件的所述转速的所述比率之间的所述关系产生的影响的图表；

图 10A 和 10B 都是显示本发明中的两列中的滚动元件的所述转速的差值或者所述差值与旋转圈的角速度的比率，与所述轴向载荷的大小之间的关系
15 的图表；

图 11 是显示在两列中所述滚动元件的所述转速与所述旋转圈的所述角速度的比率，所述轴向载荷的大小，以及所述预加载荷的大小之间的关系
的图表；

20 图 12 是显示在两列中所述滚动元件的所述转速中的差值与所述滚动圈的所述角速度的比率，所述轴向载荷的大小，以及所述预加载荷的大小之间的关系
的图表；

图 13 是显示当一对转速传感器的输出信号按照一种正弦形式发生变化的时候，通过合成两个转速传感器的输出信号，计算所述轴向载荷的情况下的流程图；

25 图 14 是显示在这种情况下的一对转速传感器的所述输出信号以及合成信号的视图；

图 15 是显示当一对转速传感器的输出信号按照脉冲形式发生变化的时候，通过合成两个转速传感器的输出信号，计算所述轴向载荷的情况下的流程图；

30 图 16 是显示在这种情况下的一对转速传感器的所述输出信号以及合成信号的视图；

图 17 是显示当从轴向观察的时候, 本发明的第二实施例中的转速编码器和转速传感器的示意图;

图 18 是解释为何在第二实施例中能够精确地获得所述转速的原因的图表;

5 图 19 是类似于图 17, 显示仅仅设置一个转速传感器的情况的视图;

图 20 是解释为何在这种情况下获得的所述转速中会产生一个差值的原因的图表;

图 21 是显示其中设置有一对转速传感器的结构的另一个实例剖视图;

10 图 22 是显示当所述转速是错误的时候, 用来监测所述转速从而发出警报的电路的实例的方块图;

图 23 是显示本发明的第五实施例的一个部分剖视图;

图 24 是显示本发明的第六实施例的一个部分剖视图;

图 25 是显示本发明的第七实施例的第一个实例的剖视图;

15 图 26 是显示与所述第七实施例不同的一个结构的剖视图;

图 27 是显示本发明的第七实施例的第二个实例的剖视图;

图 28 是显示本发明的第八实施例的一个部分剖视图;

图 29 是显示本发明的第九实施例的第一个实例的剖视图;

图 30 是显示本发明的第七实施例的第二个实例的剖视图;

20 图 31 是显示本发明的第十实施例的剖视图;

图 32 是显示本发明的第十一实施例的第一个实例的剖视图;

图 33 是显示本发明的第十一实施例的第二个实例的剖视图;

图 34 是显示本发明的第十二实施例的第一个实例的剖视图;

图 35 是显示本发明的第十二实施例的第二个实例的剖视图;

25 图 36 是显示本发明的第十二实施例的第三个实例的剖视图;

图 37 是显示在相关技术中的所述结构的第一个实例的剖视图;

图 38 是显示在相关技术中的所述结构的第二个实例的剖视图。

在所述附图中, 1 表示外圈, 2, 2a 表示轮毂, 3 表示旋转侧凸缘, 4 表示轮毂主体, 5 表示螺母, 6 表示内圈, 7 表示外圈滚道, 8 表示内圈滚道, 9, 9a, 9b 表示滚动元件, 10, 10a 表示安装孔, 11 表示位移传感器, 12 表示传感器座圈, 13, 13a, 13b 表示角速度编码器, 14 表示盖

30

子, 15, 15b 表示角速度传感器, 16 表示转向节, 17 表示静态侧凸缘, 18 表示螺栓, 19 表示螺纹孔, 20 表示载荷传感器, 21a, 21b 表示转速传感器, 22, 22a, 22b 表示保持架, 23, 23', 23a 表示传感器部件, 24 表示顶端部分, 25 表示边缘部分, 26, 26a, 26b 表示转速编码器, 27 表示外圈, 28 表示内圈, 29 表示外圈滚道, 30 表示内圈滚道, 31 表示盖子, 32 表示空间, 33 表示运算电路, 32 表示空间, 33 表示运算电路, 34 表示存储器, 35a, 35b 表示比较器, 36a, 36b 表示警报, 37 表示连接器, 38 表示线束, 39 表示插销, 40 表示吊耳 (slinger), 41 表示磁性传感元件, 42 表示永久磁铁, 43 表示磁轭, 44 表示线圈, 45 表示转子, 并且 46 表示定子。

具体实施方式

[第一实施例]

图 1 至 3 显示本发明的第一实施例。本实施例显示本发明被应用于一个滚动轴承单元, 用来支撑所述汽车的情轮 (FR, RR, MR 形式汽车的前轮, FF 形式汽车的后轮)。因为所述滚动轴承装置自身的结构和运转都类似于上述附图 37 中所示的相关技术的结构, 所以, 通过将相同的附图标记分配给相同的部分, 省略或者简化对它们的多余的说明。下文中将主要说明本实施例中的特征部分。

所述滚动元件 (滚珠) 9a, 9b 分别在位于所述双列角接触内圈滚道 8, 8 和所述双列角接触外圈滚道 7, 7 之间可旋转地设置成双列 (两列), 并且处于分别通过保持架 22a, 22b 将多个滚动元件固定在每一列中的状态下。所述内圈滚道 8, 8 被形成在作为所述旋转圈和所述内圈等效元件的所述轮毂 2 的外圆周表面上, 分别构成旋转侧滚道。所述外圈滚道 7, 7 形成在作为所述静态圈和所述外圈等效元件的所述外圈 1 的所述内圆周表面上, 分别构成静态侧滚道。在这种情况下, 所述轮毂 2 在所述外圈 1 的所述内径一侧被可旋转地支撑。在这种情况下, 接触角 α_a , α_b (图 2), 所述接触角互相指向相反的方向并且具有同样的大小, 都被应用于所述滚动元件 9a, 9b 的各列中, 以构造一个背靠背结合形式的双列角接触球轴承。充分的预加载荷被作用到所述滚动元件 (滚珠) 9a, 9b 的各列中, 达到一种通过在运转中作用的所述轴向载荷, 而所述预加载荷不会失去的程

度。在所述滚动轴承单元的使用中，安装到所述外圈 1 上的所述静态侧凸缘 17 被支撑/固定到构成所述悬架系统的所述转向节上，并且同样，通过多个双头螺栓和多个螺母，刹车盘和车轮都被支撑/固定到所述轮毂 2 的所述旋转侧凸缘 3 上。

- 5 沿轴向在所述双列外圈滚道 7, 7 之间，一个安装孔 10a 形成在构成所述滚动轴承单元的所述外圈 1 的中间部分上，以在所述直径方向上穿过所述外圈 1。然后，一个传感器部件 23 沿着所述外圈 1 的所述直径方向，从外侧向内插入所述安装孔 10a 中，用于使得所述传感器部件 23 的一个顶端部分 24 从所述外圈 1 的所述内圆周表面凸出。一对转速传感器 21a, 21b 和一个角速度传感器 15b 都被设置在所述顶端部分 24 上。

- 所述转速传感器 21a, 21b 用于测量排列在两列中的所述滚动元件 9a, 9b 的转速。在所述轮毂 2 的所述轴向（图 1 和 2 中的横向）上，所述传感器的一个检测表面被分别布置在所述顶端部分 24 的两个侧面上。在本实施例的情况下，所述转速传感器 21a, 21b 检测布置在两列中的所述滚动元件 9a, 9b 的所述转速，用作为所述保持架 22a, 22b 的转速。在这种情况下，在本实施例的情况下，构成这些保持架 22a, 22b 的边缘部分 25, 25 都被布置在互相相反的两侧。这样，形成得像圆环的转速编码器 26a, 26b 围绕其整个圆周，分别固定/支撑到所述边缘部分 25, 25 的互相相反的表面。所述转速编码器 26a, 26b 的感应表面的特征在所述圆周方向上等间距的交替变化，在这种情况下，通过所述转速传感器 21a, 21b, 能够检测所述保持架 22a, 22b 的所述转速。

- 因此，所述转速传感器 21a, 21b 的检测表面紧密地靠近的互相相反的表面，作为所述转速编码器 26a, 26b 的感应表面。在这种情况下，优选的是，转速编码器 26a, 26b 的感应表面和所述转速传感器 21a, 21b 的检测表面之间的距离（检测间隙）必须被设定为大于所述保持架 22a, 22b 中的开口（pockets）内表面和所述滚动元件 9a, 9b 的滚动接触表面之间的间隙所限定的开口间隙，但是不超过 2mm 或者更小。如果所述检测间隙小于所述开口间隙，那么，存在一种可能性，也就是当所述保持架 22a, 22b 移动所述开口间隙那么大时，所述感应表面和所述检测表面相互摩擦，并且因此，所述检测间隙不是优选的。相反，如果所述检测间隙超过 2mm, 那么，将难以通过所述转速传感器 21a, 21b 精确测量所述转速编码器

26a, 26b 的旋转。

同时, 所述角速度传感器 15b 被用来测量作为旋转圈的所述轮毂 2 的角速度。所述传感器的检测表面被布置在所述顶端部分 24 的顶端表面上, 也就是说, 在所述直径方向上的所述外圈 1 的内端表面。同样, 圆柱状角速度编码器 13a 被安装/固定到位于所述双列角接触内圈滚道 8, 8 之间的所述轮毂 2 的中间部分。所述角速度传感器 15b 的检测表面相对于作为所述感应表面的所述角速度编码器 13a 的所述外圆周表面。所述角速度编码器 13a 的所述感应表面的特征在圆周方向上等间距地交替改变, 使得通过所述角速度传感器 15b 可以检测所述轮毂 2 的角速度。位于所述角速度编码器 13a 的所述外圆周表面和所述角速度传感器 15b 的所述检测表面之间的检测间隙抑制到 2mm 或者更小。

在这种情况下, 作为上述的编码器 26a, 26b, 13a, 可以应用在相关技术中用于检测车轮的角速度, 从而获得用于 ABS 或者 TCS 的控制信号的各种不同结构的编码器。例如, 由一个多极磁铁做成的编码器, 其中, 一个 N 极和一个 S 极被交替地布置在所述感应表面 (所述侧面或者所述外圆周表面) 上, 优选的是, 可以被用作上述编码器 26a, 26b, 13a。在这种情况下, 同样可以使用由单一磁性材料做成的编码器, 光学特征在圆周方向上等间距地交替改变 (如果这种编码器是与具有永久磁铁的角速度传感器或者光学角速度传感器相结合的) 的编码器等。

在本实施例的情况中, 一个圆环永久磁铁, 其中, N 极和 S 极被等间距地交替排列在作为所述感应表面的轴向表面上, 被用作为上述的转速编码器 26a, 26b。在其通过连接被固定/安装到所述保持架 22a, 22b 的边缘部分 25, 25 的侧面上之后, 或者当所述保持架 22a, 22b 将通过镶嵌造型的时候, 将其放置在型腔中, 通过注模或者所述两色注模 (同时铸造两种类型的材料), 做成所述转速编码器 26a, 26b。对于所要求的成本, 连接强度等, 可以使用任何方法。

如果应用通过使用粘结剂的固定方法, 那么就不需要一种新的模具来浇铸保持架 22a, 22b, 因为, 相关技术中的传统保持架被用作为所述保持架 22a, 22b, 并且因此, 从这个角度能够降低成本。因此, 在所述产品的数量相对较少, 并且必须整体上降低成本的情况下, 通过使用所述粘结剂的所述固定方法是有效的。如这种情况中的所述粘结剂, 优选的是, 能够

使用所述环氧粘结剂或者所述硅树脂粘结剂。

相反，如果使用通过镶嵌造型，连接/固定所述保持架 22a, 22b 和所述转速编码器 26a, 26b 的方法，那么可以省略粘结所述保持架 22a, 22b 和所述转速编码器 26a, 26b 的步骤，并且这样，从减小装配工时的角度，
5 能够降低成本。同样，必然能够防止由于所述粘结剂的退化等导致的所述保持架 22a, 22b 和所述转速编码器 26a, 26b 的分离，并且这样，能够获得可靠性的提高。结果，在产品的数量相对较大，并且必须整体上降低成本的情况下，通过使用镶嵌造型的所述固定/安装方法是有效的。

即使所述保持架 22a, 22b 和所述转速编码器 26a, 26b 是通过粘结剂
10 和镶嵌造型以外的任何方法进行固定/安装的，也可以将通过注模由合成树脂形成的保持架用作保持架 22a, 22b。作为在这种情况下使用的合成树脂，可以使用任何的合成树脂，只要该树脂可以通过注模成型。但是，优选的是，聚酰胺 46 (PA46)，聚酰胺 66 (PA66)，聚苯硫醚 (PPS) 等是优选的，这些树脂能够易于保证可靠性，这是因为其优越的热阻性能并且
15 具有低的摩擦系数。同样从提高所述保持架 22a, 22b 的强度的角度，优选的是，需要在所述合成树脂中适量的混合一种增强剂，比如：玻璃纤维，碳纤维，或者类似物品。在这种情况下下的所述增强剂的混合量，适当的是大约重量上 5%至 40%。如果混合量低于重量上 5%，那么，几乎不可能希望通过所述混合物得到所述强度提高的效果，而如果混合的所述增强
20 剂超过重量上 40%，那么，合成的保持架 22a, 22b 的刚性将降低，并且容易产生损坏，比如：碎片，裂缝等。为了保证所述保持架 22a, 22b 的强度和刚度，将所述增强剂的混合量限制在大约重量上 10%至 30%范围内。

同样，作为用作所述转速编码器 26a, 26b 的所述圆环永久磁铁，可以使用下列磁铁。也就是说，能够使用烧结磁铁，比如铁素体磁铁，铁-钕磁
25 铁，钕-钴磁铁，等等，所述金属磁铁，比如铝-锰磁铁，铝镍钴合金磁铁，等等，以及所述塑料磁铁或者所述橡胶磁铁，其中，磁性粉末被混合到合成树脂或者橡胶中。因为所述烧结磁铁和所述金属磁铁提供强磁性，但是导致所述损坏，比如碎片，裂缝等等，所以，优选的是，应使用所述塑料磁铁或者所述橡胶磁铁。

30 磁性粉末在塑料磁铁或者橡胶磁铁中的混合比率被设定为重量上 20%至 95%。因为磁铁的磁力随着混合量的增加而增强，所以，根据所述转速

编码器 26a, 26b 所需的磁力, 同时考虑与所述转速传感器 21a, 21b 的性能的关系, 来调整所述混合量。在这种情况下, 如果所述混合量设定为低重量上 20%, 那么, 无论所述使用的转速编码器 26a, 26b 的性能如何, 将难以获得所述转速编码器 26a, 26b 所需的磁力。相反, 如果混合的所述磁性粉末超过重量上 95%, 那么, 将难以保证这样获得的转速编码器 26a, 26b 的强度, 因为过度地减少了用作粘合剂的合成树脂或者橡胶的量。在这种情况下, 考虑到这些情况, 所述磁性粉末的混合量应设定在重量上 20%至 95%, 优选的是, 在重量上 70%至 90%之间。一旦所述塑料磁铁通过镶嵌造型固定/安装到所述保持架上, 那么, 通过相同类型的合成树脂形成所述塑料磁铁和所述保持架, 能够增强所述塑料磁铁和所述保持架之间的结合强度。

虽然没有示出, 但是, 一旦产品的数量进一步增加, 那么, 从成本降低和可靠性提高的角度, 为保持架本身提供编码器的功能将是有效的。在这种情况下, 作为构成所述保持架的所述合成树脂, 可以使用任何树脂, 只要所述树脂可以通过注模成型。如上述保持架与编码器形成为分离的主体的情况, 通过使用具有优异的热阻性能的合成树脂, 比如 PA46, PA66, PPS 等等, 能够有助于保证可靠性。同样, 如同保持架与所述编码器单独形成的情况, 从所述保持架的强度提高的角度, 优选的是, 适当地混合所述增强剂, 比如: 玻璃纤维, 碳纤维等等。如果混合到构成所述保持架的合成树脂中的增强剂的量太大, 那么, 这样做成的保持架的刚度将降低, 并且容易导致所述损坏, 比如: 碎片, 裂缝, 等等。结果, 即使当混合所述增强剂的时候, 混合量也应该被限制在重量上 5%至 40%的范围内, 优选的是, 在重量上 10%至 30%的范围内。

一旦编码器的功能被提供到所述保持架本身上, 那么, 在上述合成树脂中混合重量上 20%至 95%之间的磁性粉末。作为所述磁性粉末, 可以使用铁素体, 铁-钕, 钕-钴, 铝-锰, 铝镍钴合金, 铁, 等等材料的粉末。如果在混合这种磁性粉末的时候形成所述保持架, 那么, 所述磁铁的磁力将随着混合量的增加而增强。因此, 将根据相对于所述转速传感器 21a, 21b 的性能所需要的保持架的磁力来调整所述混合量。在这种情况下, 如果混合量增加的太大, 那么, 将过度地减小所述合成树脂的量, 并且这样, 将变得难以保证这样做成的保持架的强度(其硬度被降低)。考虑到这些情

况，优选的是，所述磁性粉末和所述增强剂的混合总量必须抑制到小于重量上 98%。如果混合的所述磁性粉末和所述增强剂总量超过重量上 98%，那么，将降低保持架的强度，并且同样在镶嵌造型过程中所述合成树脂的流动性将变差，在这种情况下，将难以获得高质量的实例。

5 在这种情况下，运用压模方法通过模压所述热固性树脂，比如所述环氧树脂等等，能够做成所述保持架，而与单独形成的保持架和转速编码器相互连接在一起，或者编码器的功能提供到所述保持架本身上的情况无关。在这种情况下，能够获得具有所述优异的强度的所述保持架，但是增加了成本。因此，优选的是，如果考虑到大批量产品的成本的降低，那么，在任何情况下，应使用所述热固性树脂通过注模方法做成所述保持架。此外，可以在由所述磁性材料做成的所述保持架的一个部分上形成波纹，并且然后，所述部分可以被用作所述转速编码器。在这种情况下，所述传感器被用作为所述转速传感器 21a, 21b，所述永久磁铁结合在所述传感器中，来产生磁通量。此外，可以在由所述永久磁铁做成的所述保持架的一个部分上形成波纹，并且同样，所述波纹部分被磁化为具有 S 极和 N 极。在这种情况下，所述凹陷部分可以被磁化为具有 S 极或 N 极，并且所述凸起部分可以被磁化为具有 N 极或 S 极，否则，只有所述凸起部分被磁化为交替地具有 S 极和 N 极。

20 同样，整个作为检测所述转速的传感器的转速传感器 21a, 21b 以及角速度传感器 15b，优选的是使用所述磁性旋转传感器。而且，作为所述磁性旋转传感器，优选的是使用所述主动形式旋转传感器，其中结合有所述磁性检测元件，比如：霍尔元件，霍尔集成电路 (HALL IC)，磁阻元件 (MR 元件，GMR 元件)，MI 元件等。为了构造其中结合所述磁性检测元件的主动形式旋转传感器，例如，所述磁性检测元件的一个侧面在所述磁化方向上直接或者通过由所述磁性材料做成的一个定子 (当使用由磁性材料做成的一个编码器的时候)，与所述永久磁铁的一个端面相接触，同时，所述磁性检测元件的另一个侧面直接地或者通过由磁性材料做成的所述定子靠近并且相对于所述编码器 26a, 26b, 13a 的所述感应表面。在本实施例的情况中，因为使用了由所述永久磁铁做成的所述编码器，因此不需要在所述传感器的一侧上的永久磁铁。

30 在本实施例的用于所述滚动轴承单元的所述载荷测量装置的情况中，

上述传感器 21a, 21b, 15b 的检测信号被输入到一个计算器 (未示出) 中。通过设置到所述传感器部件 23 上, 等等, 可以将所述计算器与所述滚动轴承单元一体安装, 所述传感器部件中埋入/支撑所述传感器 21a, 21b, 15b, 或者在所述车辆主体的一侧, 独立于所述滚动轴承单元进行安
5 装。那样, 基于从所述传感器 21a, 21b, 15b 提供的检测信号, 所述计算器计算作用在所述外圈 1 和所述轮毂 2 之间的径向载荷和轴向载荷中的一个或者两个。首先, 将在下文中说明所述径向载荷的检测, 并且然后, 将在下文中说明所述轴向载荷的检测。

在本实施例的情况中, 为了检测所述径向载荷, 所述计算器计算各列
10 中的所述滚动元件 9a, 9b 的转速的总和, 所述转速通过所述转速传感器 21a, 21b 进行检测, 并且然后, 基于所述总和与所述车轴 2 的所述角速度的一个比率, 计算所述径向载荷, 所述角速度通过所述角速度传感器 15b 进行检测。当如同这样构造的时候, 能够高精度地检测所述径向载荷, 而将作用到所述滚动轴承单元上的所述轴向载荷的影响减小。这个方面将在
15 下文中参考图 4 至 6 说明。在这种情况下, 将在假设没有轴向载荷 F_a 作用的情况下各列中的所述滚动元件 9a, 9b 的所述接触角 α_a, α_b 被设定为相等的情况下进行说明。

图 4 显示所述载荷作用到用于支撑上述图 1 中所示的所述车轮的所述
20 示意性滚动轴承单元的情况。所述预加载荷 F_o, F_o 被作用到在所述双列内圈滚道 8, 8 和所述双列外圈滚道 7, 7 之间布置成双列的所述滚动元件 9a, 9b 上。同样, 在运转过程中, 通过所述车身等的重量, 所述径向载荷 F_r 被作用到所述滚动轴承单元上。此外, 在所述转弯运转等等中, 所述轴向载荷 F_a 通过作用的所述离心力施加。所有预加载荷 F_o, F_o , 径向载荷 F_r , 以及轴向载荷 F_a 都对所述滚动元件 9a, 9b 的所述接触角 α (α_a, α
25 α_b) 产生影响。然后, 当所述接触角 α_a, α_b 产生变化的时候, 所述滚动元件 9a, 9b 的所述转速 n_c 也产生变化。所述转速 n_c 通过 (1) 式得出

$$n_c = \{1 - (d \cdot \cos \alpha / D) \cdot (n_i / 2)\} + \{1 + (d \cdot \cos \alpha / D) \cdot (n_o / 2)\} \dots (1)$$

其中 D: 所述滚动元件 9a, 9b 的一个节距圆的直径,

d: 所述滚动元件 9a, 9b 的直径,

30 n_i : 轮毂 2 的角速度, 内圈滚道 8, 8 被设置到所述轮毂上, 且

n_o : 外圈 1 的角速度, 外圈滚道 7, 7 被设置到所述外圈上。

如从所述方程(1)中所显而易见的,对应于所述滚动元件9a,9b的接触角 α (α_a, α_b)的改变,所述滚动元件9a,9b的转速 n_c 也产生变化,但是,如上文所述,所述接触角 α_a, α_b 响应于所述径向载荷 F_r 和所述轴向载荷 F_a 变化。因此,所述转速 n_c 响应于所述径向载荷 F_r 和所述轴向载荷 F_a 变化。在本实施例的情况中,因为所述轮毂2是旋转的,但是所述外圈1是不转的,所以,特别的,当所述径向载荷 F_r 增加的时候,所述转速 n_c 变慢。结果,能够基于所述转速 n_c 检测所述径向载荷 F_r 。

在这里,不仅通过所述径向载荷 F_r ,而且通过所述预加载荷 F_o, F_o 和所述轴向载荷 F_a ,都将使得伴随所述转速 n_c 的变化的所述接触角 α 发生改变。同样,所述转速 n_c 的变化对应于所述轮毂2的所述角速度 n_i 。因此,如果不考虑所述预加载荷 F_o, F_o ,所述轴向载荷 F_a ,以及所述角速度 n_i ,那么,将不可能精确地检测所述转速 n_c 。因为对应于所述驾驶状态,所述预加载荷 F_o, F_o 没有发生改变,所以,通过所述初始化等等,易于排除所述影响。相反,因为对应于所述驾驶状态,所述轴向载荷 F_a 和所述角速度 n_i 频繁地发生改变,所以,通过所述初始化不可能排除所述影响。

考虑到所述情况,在本实施例的情况中,通过计算各列中通过所述转速传感器21a,21b检测的所述滚动元件9a,9b的所述转速的总和,可以降低所述轴向载荷 F_a 的所述影响。此外,通过基于所述总和与通过角速度传感器15b检测的所述轮毂2的角速度 n_i 的比率,计算所述径向载荷 F_r ,将排除所述轮毂2的所述角速度 n_i 所述影响。

例如,如图4中所示,在图4中向左作用所述轴向载荷 F_a 的情况下,在图5中给出构成各列的所述滚动元件9a,9b的转速 n_{ca}, n_{cb} 和所述轮毂2的所述角速度 n_i 之间的关系。首先,如果所述轴向载荷 F_a 为0(没有作用所述轴向载荷 F_a),那么,如图5中的实线a所示,构成各列的所述滚动元件9a,9b的转速 n_{ca}, n_{cb} 被设定为互相相等($n_{ca}=n_{cb}$)。相反,如果轻轻地施加所述轴向载荷 F_a (中等水平),那么,如图5中的虚线b所示,支撑所述轴向载荷 F_a 的构成图4的右侧一列的所述滚动元件9b,9b的转速 n_{cb} ,将比轴向载荷 F_a 为0的情况略有增加。相反,如图5中的虚线c所示,不支撑所述轴向载荷 F_a 的构成图4左侧一列的所述滚动元件9a,9a的转速 n_{ca} ,将比轴向载荷 F_a 为0的情况略有降低。然后,如果所述轴向载荷 F_a 进一步增加(大的水平),那么,如图5中的点划线(chain line)

b, c 所示, 所述转速 n_{ca} , n_{cb} 的改变量将比所述轴向载荷 F_a 为 0 的情况增大。在这种情况下, 假设预载荷仍施加到未支撑轴向载荷 F_a 的滚动元件 9a, 9b 上的情形这个条件。

构成支撑所述轴向载荷 F_a 的所述列的所述滚动元件 9b, 9b 的所述转速 n_{cb} 被加速到的范围 Δn_{cb} 和构成不支撑所述轴向载荷 F_a 的所述列的所述滚动元件 9a, 9a 的所述转速 n_{ca} 被减速的范围 Δn_{ca} 几乎是相等的, 并且它们的正负性相反 ($|\Delta n_{cb}| \doteq |\Delta n_{ca}|$, $n_{cb} + n_{ca} \doteq 0$)。因此, 通过在两列中的转速 n_{ca} , n_{cb} 相加, 能够基本排除所述轴向载荷 F_a 的影响。图 6 显示了在两列中所述滚动元件 9a, 9b 的所述转速 n_{ca} , n_{cb} 的一个和与所述轮毂 2 的所述角速度 n_i 的一个比率 $\{(n_{ca} + n_{cb})/n_i\}$, 所述径向载荷 F_r 的大小, 以及所述轴向载荷 F_a 的大小之间的关系。从图 6 中显而易见, 如果基于在两列中的所述转速 n_{ca} , n_{cb} 的和检测所述径向载荷 F_r , 那么, 能够将所述轴向载荷 F_a 的影响降低到很小, 并且同样, 能够准确地检测所述径向载荷 F_r 。

上述说明用于通过加上在两列中转速 n_{ca} , n_{cb} , 减小所述轴向载荷 F_a 的影响。在这种情况下, 通过使两列中的转速 n_{ca} , n_{cb} 相乘 (计算一个乘积), 同样能够减小所述轴向载荷 F_a 的影响。换句话说, 因为在两列中的转速 n_{ca} , n_{cb} 被所述轴向载荷 F_a 中的变化增加或者减小到几乎相同的程度, 所以, 通过相乘在两列中的转速 n_{ca} , n_{cb} , 能够降低在所述轴向载荷 F_a 中的变化所导致的影响。更加特别的是, 基于在两列中的所述转速 n_{ca} , n_{cb} 的一个乘积 ($n_{ca} \times n_{cb}$) 与所述轮毂的所述角速度 n_i 平方的比率 $\{(n_{ca} \times n_{cb})/n_i^2\}$, 计算所述径向载荷 F_r 。

下面, 在下文中, 除上述图 1 至 4 以外, 将参考图 7 至 16, 说明所述轴向载荷的检测。在本实施例的情况下, 为了检测所述轴向载荷, 所述计算器计算由所述转速传感器 21a, 21b 探测的在两列中的所述滚动元件 9a, 9b 的所述转速之间的一个差值, 然后, 基于所述差值与通过所述角速度传感器 15b 检测的所述轮毂 2 的角速度的比率, 计算所述轴向载荷。当以所述方式进行构造的时候, 能够减小作用到两列中的所述滚动元件 9a, 9b 上的所述预加载荷和作用到所述滚动轴承单元上的所述径向载荷的所述影响, 因此, 能够精确地检测所述轴向载荷。

如参考上述附图 4 和方程 (1) 所作的说明, 响应于所述滚动元件 9a, 9b 的所述接触角 α (α_a , α_b) 的变化, 所述滚动元件 9a, 9b 的所述

转速 n_c 产生变化。在这种情况下，如上文所述，所述接触角 α 响应于所述轴向载荷 F_a 发生变化。因此，所述转速 n_c 响应于所述轴向载荷 F_a 发生变化。在本实施例的情况下，因为所述轮毂 2 旋转而所述外圈 1 不旋转，所以，当所述轴向载荷 F_a 增加的时候，构成图 4 中所示的支撑所述轴向载荷 F_a 的所述右侧一系列的所述滚动元件 9b，9b 的所述转速 n_{cb} 将增加，而构成图 4 中所示的不支撑所述轴向载荷 F_a 的所述左侧一系列的所述滚动元件 9a，9a 的所述转速 n_{ca} 将减小。图 7 显示了当所述轴向载荷 F_a 变化的时候，在两列中的所述滚动元件 9a，9b 的转速的变化情况。同样，图 7 中的横坐标的轴线表示所述轴向载荷 F_a 的大小，并且纵坐标轴线表示所述转速 n_c 与所述轮毂 2 的所述角速度 n_i 的一个比率“ n_c/n_i ”。在这种情况下，在图 7 中的所述纵坐标轴上，代表所述比率“ n_c/n_i ”的一个值，在图 7 中向下增加，向上减小。

在图 7 中所描述的两条直线 a，b 中，实线 a 表示构成图 4 中所示的不支撑所述轴向载荷 F_a 的所述左侧一系列的所述滚动元件 9a，9a 的所述转速 n_{ca} 的比率“ n_{ca}/n_i ”，而虚线 b 表示构成图 4 中所示的支撑所述轴向载荷 F_a 的所述右侧一系列的所述滚动元件 9b，9b 的转速 n_{cb} 的比率“ n_{cb}/n_i ”。在这种情况下，在图 7 中所述实线 a 和所述虚线 b 表示：在所述预加载荷 F_0 （中等水平）被作用到两列中的所述滚动元件 9a，9b 上，并且没有作用所述径向载荷 F_r （ $F_r=0$ ）的情况下，所述轴向载荷 F_a 的大小以及所述转速 n_c （ n_{ca} ， n_{cb} ）与所述轮毂 2 的所述角速度 n_i 的比率“ n_c/n_i ”之间的关系。

如图 7 中所述实线 a 和所述虚线 b 所示，当所述轴向载荷被作用到所述双列角接触球轴承上的时候，其中，所述预加载荷 F_0 被作用到所述滚动元件 9a，9b 上，两列中的所述滚动元件 9a，9b 的转速根据（几乎按比例）所述轴向载荷的大小发生改变。相应的，如果不考虑其他因素（否则，预加载荷 F_0 和径向载荷 F_r 为恒定的），即，所述预加载荷 F_0 以及所述径向载荷 F_r 作为所述轴向载荷的干扰分量，那么，通过测量在任何一系列中的所述滚动元件 9a，9a（或者 9b，9b）的所述转速 n_{ca} （ n_{cb} ），能够检测所述轴向载荷。在这种情况下，实际上，由于制造误差，作用到所述双列角接触球轴承上的所述预加载荷 F_0 发生改变，并且同样，由于乘客数量和承载能力的差异，所述径向载荷 F_r 也将不同。

图 8 显示所述预加载荷 F_0 和所述径向载荷 F_r 的大小的变化，对所述轴

向载荷 F_a 的大小和构成图 4 中所示的不支撑所述轴向载荷 F_a 的所述左侧一列的所述滚动元件 9a, 9a 的所述转速 n_{ca} 的比率 “ n_{ca}/n_i ” 之间的关系的影
 响。图 8A 和图 8B 中所分别描述的实线 a, 虚线 b, 以及点划线 c, 分别对应图 5 中的实线 a。同样, 图 8A 显示了所述预加载荷 F_0 的值对所述
 5 轴向载荷 F_a 的大小和所述比率 “ n_{ca}/n_i ” 之间的关系的影。在这种情况下, 图 8A 中代表所述比率 “ n_{ca}/n_i ” 的所述大小的一个纵坐标轴上的值, 在图 8A 中向下增加, 向上减小。同样, 没有施加径向载荷 F_r ($F_r=0$)。在图 8A 中, 所述实线 a 表示所述预加载荷 F_0 很小的情况, 所述虚线 b 表示所述预加载荷 F_0 处于一个中等水平的情况, 并且所述连接线 c 表示所述预
 10 加载荷 F_0 处于一个较大水平的情况。相反, 图 8B 显示所述径向载荷 F_r 的所述值对所述轴向载荷 F_a 的大小和所述比率 “ n_{ca}/n_i ” 之间的关系的影。在这种情况下, 图 8B 中代表所述比率 “ n_{ca}/n_i ” 的所述大小的一个纵坐标轴上的值, 在图 8B 中向下增加, 向上减小。在图 8B 中, 所述实线 a 表示所述径向载荷 F_r 较大 { $F_r=4900N$ (500kgf)} 的情况, 所述虚线 b 表示所述
 15 径向载荷 F_r 处于一个中等水平 { $F_r=3920N$ (400kgf)} 的情况, 并且所述连接线 c 表示所述径向载荷 F_r 处于一个较小水平 { $F_r=2940N$ (300kgf)} 的情况。

如从图 8 中显而易见, 即使所述轴向载荷 F_a 是相同的, 当所述预加载荷 F_0 和所述径向载荷 F_r 变得不同的时候, 所述转速 n_{ca} 与所述轮毂 2 的所述角速度 n_i 的比率 “ n_{ca}/n_i ” 也将变得不同。此外, 当将要精确地控制不同的车辆运行稳定系统的时候, 必然不能忽视所述比率 “ n_{ca}/n_i ”, 因为由于所述预加载荷 F_0 和所述径向载荷 F_r 的变化导致的所述比率的偏移量将变得相当大。在基于图 4 中的支撑所述轴向载荷 F_a 的所述右侧一列的所述滚动元件 9b, 9b 的转速 n_{cb} 测量所述轴向载荷 F_a 的情况下, 这一点是确实的。
 25 的。

在本实施例的情况下, 因为在两列上的所述滚动元件 9a, 9a 的转速 n_{ca} , n_{cb} , 彼此不同 (相对) 的接触角 α_a , α_b 的方向, 都分别通过一对转速传感器 21a, 21b 进行检测, 所以, 将测量出作用到所述滚动轴承单元上的所述轴向载荷 F_a , 同时减小所述预加载荷 F_0 和所述径向载荷 F_r 的变化
 30 的影响。换句话说, 在本实施例的情况下, 在两列上的所述滚动元件 9a, 9a 的所述转速 n_{ca} , n_{cb} , 大小相等方向相反的所述接触角 α_a , α_b (在没有

轴向载荷作用的情况下), 都通过一对转速传感器 21a, 21b 进行检测, 并且然后, 基于两个转速 n_{ca} , n_{cb} , 计算器 (未示出) 计算所述轴向载荷 F_a 。

5 在这种情况下, 基于两个转速 n_{ca} , n_{cb} , 将应用下列 (1) 至 (4) 中的任何一种方法, 检测所述轴向载荷 F_a 。

(1) 基于在另一列中的滚动元件 9b, 9b 的转速 n_{cb} 与在一列中的所述滚动元件 9a, 9a 的转速 n_{ca} 的比率 “ n_{cb}/n_{ca} ”, 计算作用在所述外圈 1 和所述轮毂 2 之间的轴向载荷 F_a 。

10 (2) 基于在一列中的所述滚动元件 9a, 9a 的转速 n_{ca} 和在另一列中的所述滚动元件 9b, 9b 的转速 n_{cb} 之间的差值 “ $n_{cb}-n_{ca}$ ”, 计算作用在所述外圈 1 和所述轮毂 2 之间的所述轴向载荷 F_a 。

15 (3) 基于在一列中的所述滚动元件 9a, 9a 的转速 n_{ca} 和在另一列中的所述滚动元件 9b, 9b 的转速 n_{cb} 之间的差值 “ $n_{cb}-n_{ca}$ ” 与所述轮毂 2 的所述角速度 n_i 的比率 “ $(n_{cb}-n_{ca})/n_i$ ”, 计算作用在所述外圈 1 和所述轮毂 2 之间的所述轴向载荷 F_a 。

(4) 基于通过将代表在一列中的所述滚动元件 9a, 9a 的转速 n_{ca} 的信号与代表在另一列中的所述滚动元件 9b, 9b 的转速 n_{cb} 的信号合成而获得的一个合成信号, 计算作用在所述外圈 1 和所述轮毂 2 之间的所述轴向载荷 F_a 。在下文中将说明 (1) 至 (4) 中的所述方法。

20 首先, 在下文中, 将参考图 9 说明 (1) 中的上述方法。图 9 显示在另一列中的所述滚动元件 9b, 9b 的转速 n_{cb} 与在一列中的所述滚动元件 9a, 9a 的所述转速 n_{ca} 的比率 “ n_{cb}/n_{ca} ” 和所述轴向载荷 F_a 之间的关系。图 9A 和图 9B 中所分别描述的实线 a, 虚线 b, 以及点划线 c, 分别显示所述比率 “ n_{cb}/n_{ca} ” 和所述轴向载荷 F_a 之间的关系。同样, 图 9A 显示了作用到
25 所述滚动元件 9a, 9b 上的所述预加载荷 F_0 的值对所述轴向载荷 F_a 的大小和所述比率 “ n_{cb}/n_{ca} ” 之间的关系的所述影响。在图 9A 中, 所述实线 a 表示所述预加载荷 F_0 很小的情况, 所述虚线 b 表示所述预加载荷 F_0 处于一个中等水平的情况, 并且所述连接线 c 表示所述预加载荷 F_0 处于一个较大水平的情况。同时, 图 9B 显示所述径向载荷 F_r 的值对所述轴向载荷 F_a 的大小和所述比率 “ n_{cb}/n_{ca} ” 之间的关系的所述影响。在图 9B 中, 所述实线
30 a 表示所述径向载荷 F_r 较大的情况, 所述虚线 b 表示所述径向载荷 F_r 处于

一个中等水平的情况，并且所述连接线 c 表示所述径向载荷 F_r 处于一个较小水平的情况。

如图 9A, 9B 中通过直线 a, b, c 所示，对应于所述轴向载荷 F_a 的增加，在另一列中的所述滚动元件 9b, 9b 的转速 n_{cb} 与在一列中的所述滚动元件 9a, 9a 的转速 n_{ca} 的比率“ n_{cb}/n_{ca} ”将增加。相应的，如果预先通过实验或者通过计算，获得所述比率“ n_{cb}/n_{ca} ”和所述轴向载荷 F_a 之间的关系，并且然后将其安装（储存）到一台构成所述计算器的微型计算机中，那么，基于两个所述转速 n_{ca}, n_{cb} ，能够计算所述轴向载荷 F_a 。此外，如通过比较图 9A, 9B 中所示的所述直线 a, b, c ，显而易见，预加载荷 F_0 和径向载荷 F_r 对比率“ n_{cb}/n_{ca} ”和轴向载荷 F_a 之间的关系的的影响都是很小的。

更加具体地说，将所述预加载荷 F_0 均匀地作用到两列中的所述滚动元件 9a, 9b 上，并且同样，大致均匀地作用所述径向载荷 F_r 。因此，即使所述预加载荷 F_0 和所述径向载荷 F_r 都发生改变，所述变化对所述轴向载荷 F_a 的所述计算值的影响也很小。在这种情况下，如图 7 所显而易见，当所述轴向载荷 F_a 增加的时候，在所述载荷一侧（支撑所述轴向载荷 F_a 的所述一侧）上的所述滚动元件 9b, 9b 的所述转速 n_{cb} 将加速到的范围和在其所述反向载荷一侧（不支撑所述轴向载荷 F_a 的所述一侧）上的所述滚动元件 9a, 9a 的所述转速 n_{ca} 将减速到的范围，具有微小的差异（图 7 中所描述的两条直线 a, b 的倾斜角的绝对值是不同的）。因此，当所述轴向载荷 F_a 增加的时候，所述预加载荷 F_0 和所述径向载荷 F_r 对所述比率“ n_{cb}/n_{ca} ”和所述轴向载荷 F_a 之间的关系产生影响。然而，如通过上述图 9 和图 8 之间的比较，显而易见，所述影响较小，并且在实际使用中能够被忽略，除非要求非常精确的控制。在这种情况下，如果通过（1）中的所述方法求得所述轴向载荷 F_a ，那么，将可以省略所述角速度传感器 15b, 15 以及所述角速度编码器 13a，因为没有使用所述轮毂 2 的角速度 n_i 。

下面，在下文中，将参考图 10A 说明（2）中的所述方法。在这种情况下，基于在一列中的所述滚动元件 9a, 9a 的转速 n_{ca} 和在另一列中的所述滚动元件 9b, 9b 的转速 n_{cb} 之间的所述差值“ $n_{cb}-n_{ca}$ ”，计算作用在所述外圈 1 和所述轮毂 2 之间的所述轴向载荷 F_a 。如从图 7 中的直线 a, b 中显而易见，当所述轴向载荷 F_a 增加的时候，所述转速 n_{ca}, n_{cb} 之间的所述

差值“ $n_{cb}-n_{ca}$ ”也将增加。同样，随着所述预加载荷 F_0 和所述径向载荷 F_r 的变化，在所述垂直轴向上两条直线 a, b 也将改变，但是，所述变化在两条直线 a, b 上几乎相同，并且沿着相同的方向。因此，所述预加载荷 F_0 和所述径向载荷 F_r 对所述转速 n_{ca} , n_{cb} 之间的所述差值“ $n_{cb}-n_{ca}$ ”和所述轴向载荷 F_a 之间的关系是很小的。也就是说，即使所述预加载荷 F_0 和所述径向载荷 F_r 都发生变化，所述变化对基于所述转速 n_{ca} , n_{cb} 之间的差值“ $n_{cb}-n_{ca}$ ”求得的轴向载荷 F_a 值的影响也将被减小。

因此，如图 10A 中所示，如果预先通过实验或者通过所述计算，求得所述转速 n_{ca} , n_{cb} 之间的所述差值“ $n_{cb}-n_{ca}$ ”和所述轴向载荷 F_a 之间的关系，并且然后，将其安装到构成所述计算器的所述微型计算机中，那么，基于所述转速 n_{ca} , n_{cb} 之间的所述差值“ $n_{cb}-n_{ca}$ ”，能够计算所述轴向载荷 F_a 。此外，能够精确地检测所述轴向载荷 F_a ，同时减小所述预加载荷 F_0 和所述径向载荷 F_r 的所述变化的影响。在这种情况下，如果通过 (2) 中的所述方法求得所述轴向载荷 F_a ，那么，将可以省略所述角速度传感器 15b 以及所述角速度编码器 13a，因为没有使用所述轮毂 2 的所述角速度 n_i 。

下面，在下文中，将参考图 10B 说明 (3) 中的所述方法。在这种情况下，将检测在一列中的所述滚动元件 9a, 9a 的转速 n_{ca} 和在另一列中的所述滚动元件 9b, 9b 的转速 n_{cb} 之间的所述差值“ $n_{cb}-n_{ca}$ ”，并且然后计算该差值“ $n_{cb}-n_{ca}$ ”与所述轮毂 2 的角速度 n_i 的比率“($n_{cb}-n_{ca}$) / n_i ”。然后，基于所述比率“($n_{cb}-n_{ca}$) / n_i ”，将计算作用在所述外圈 1 和所述轮毂 2 之间的所述轴向载荷 F_a 。在这种情况下，如图 10B 中的实线 e 所示，如果预先通过实验或者计算求得所述比率“($n_{cb}-n_{ca}$) / n_i ”和所述轴向载荷 F_a 之间的关系，并且然后将其安装到构成所述计算器的所述微型计算机中，那么，基于两个转速 n_{ca} , n_{cb} 之间的差值“ $n_{cb}-n_{ca}$ ”，能够计算所述轴向载荷 F_a 。此外，不管所述轮毂 2 的角速度如何变化，都能够准确检测所述轴向载荷 F_a ，并且减小所述预加载荷 F_0 和所述径向载荷 F_r 的影响。

如果所述滚动轴承单元被用于所述旋转圈的加速度始终保持恒定的情况下，比如所述机床的所述旋转支撑部分或者工厂中的所述运载工具，那么，如同 (2) 中的上述方法，仅仅通过两列中的所述滚动元件 9a, 9b 的所述转速 n_{ca} , n_{cb} 之间的差值“ $n_{cb}-n_{ca}$ ”，就能够准确地检测所述轴向载荷

F_a 。相反，如果在运转中所述旋转圈（轮毂 2）的角速度发生变化，比如被用于支撑汽车或者火车的车轮的所述滚动轴承单元，那么，与轴向载荷 F_a 无关，所述转速 n_{ca} ， n_{cb} 之间的所述差值“ $n_{cb}-n_{ca}$ ”响应于所述角速度发生变化。因此，在这种情况下，如（3）中的上述方法，如果基于通过所述角速度传感器 15b 所检测的所述轮毂 2 的角速度 n_i 以及所述转速 n_{ca} ， n_{cb} 之间的所述差值“ $n_{cb}-n_{ca}$ ”，计算所述轴向载荷 F_a ，那么，能够排除所述轮毂 2 的角速度 n_i 的影响。

此外，在下文中，将参考图 11 至 16 说明（4）中的方法。在这种情况下，通过合成（重叠）代表一列中的所述滚动元件 9a，9a 的转速 n_{ca} 的信号（所述所述转速 n_{ca} 从所述转速传感器 21a 中输出）和另一列中的所述滚动元件 9b，9b 的转速 n_{cb} 的信号（所述转速 n_{cb} 从所述转速传感器 21b 中输出），所述计算器获得一个合成信号。然后，基于所述合成信号，计算作用在所述外圈 1 和所述轮毂 2 之间的所述轴向载荷 F_a 。（4）中的所述方法预先合成从所述转速传感器 21a，21b 中输出所述信号，并且这样，有可能缩短线束的全长，并且减小所述计算器中的计算量。

如上述图 7，图 11 是除了所述轴向载荷 F_a 与两列中所述滚动元件 9a，9b 的所述转速与所述轮毂 2 的所述角速度的比率之间的关系外还显示所述轴向载荷 F_a 与所述预加载荷 F_0 的大小之间的关系的图表。在上述图 11 中，与上述图 7 和 8 相反，所述纵坐标轴上的数值向上增加。同样，如上述图 10B，图 12 是显示在两列中所述滚动元件 9a，9b 的所述转速中的差值与所述轮毂 2 的角速度的比率，所述轴向载荷 F_a 的大小，以及所述预加载荷 F_0 的大小之间的关系的一张图表。从 11 和 12 中显而易见，对应于所述轴向载荷 F_a ，两列中的所述滚动元件 9a，9b 的转速 n_{ca} ， n_{cb} 在相反的方向上发生变化，并且，当所述预加载荷 F_0 增加的时候，所述转速 n_{ca} ， n_{cb} 也增加。如（3）中的所述方法，基于两列中的所述滚动元件 9a，9b 的转速 n_{ca} ， n_{cb} 之间的所述差值“ $n_{cb}-n_{ca}$ ”与所述轮毂 2 的角速度 n_i 的比率“ $(n_{cb}-n_{ca})/n_i$ ”，通过使用图 12 中的所述关系，（4）中的所述方法计算作用在所述外圈 1 和所述轮毂 2 之间的所述轴向载荷 F_a 。

特别的，在（4）中的所述方法的情况下，通过所述计算器合成代表两列中的所述滚动元件 9a，9b 的转速 n_{ca} ， n_{cb} 的信号，所述信号从一对所述转速传感器 21a，21b 中输出，将求得所述合成信号。然后，基于所述合

成信号和所述轮毂 2 的角速度 n_i ，计算所述轴向载荷 F_a 。在所述情况下处理所述合成信号的所述方法，与在从所述转速传感器 21a, 21b 中输出的信号类似正弦波那样改变的情况下，以及所述信号类似脉冲波改变的情况下，略有不同。

- 5 首先，在下文中，将参考图 13 和 14 说明所述信号类似一种正弦波改变的情况。在这种情况下，通过合成（重叠）从所述转速传感器 21a, 21b 中输出的并且在图 14A 中分别显示的所述信号，将获得图 14B 中所示的一个合成信号。所述合成信号具有一个具有放大周期 T_1 的放大部分。通过从所述转速传感器 21a, 21b 中输出的所述信号之间的一个差值，产生所述放大部分，并且，所述放大周期 T_1 的倒数 ($1/T_1$ ，频率) 给出从所述转速传感器 21a, 21b 中输出的信号的频率差。因此，通过所述放大周期 T_1 或者所述频率，将计算出两列中的所述滚动元件 9a, 9b 的转速 n_{ca} , n_{cb} 之间的差值 “ $n_{cb}-n_{ca}$ ”，并且然后，基于所述差值 “ $n_{cb}-n_{ca}$ ” 与所述轮毂 2 的角速度 n_i 的比率 “ $(n_{cb}-n_{ca})/n_i$ ”，计算出作用在所述外圈 1 和所述轮毂 2 之间的所述轴向载荷 F_a 。

- 10 通过一个简单的电路，能够执行从所述转速传感器 21a, 21b 中输出的所述信号的所述合成（重叠），并且同样，只需要一个用来提供所述合成信号的线束。同样，在两列中的每个所述滚动元件 9a, 9b 的转速 n_{ca} , n_{cb} 的所述计算不需要接收所述合成信号的所述计算器。也就是说，能够直接检测转速 n_{ca} , n_{cb} 之间的差值。因此，如上文所述，能够实现线束全长减小和所述计算器部分中的计算量的减小。

- 15 下面，在下文中，将参考图 15 和 16 说明所述信号类似脉冲波改变的情况。在这种情况下，通过合成（重叠）从所述转速传感器 21a, 21b 中输出的并且在图 16A 中分别显示的所述信号，将获得图 16B 中所示的一个合成信号。所述合成信号按照一个周期 T_2 发生变化。通过从所述转速传感器 21a, 21b 中输出的所述信号之间的一个差值，产生所述变化（脉冲宽度的改变），并且，所述变化周期 T_2 的倒数 ($1/T_2$ ，频率)，与从所述转速传感器 21a, 21b 中输出的所述信号的频率具有一个差值。因此，通过所述变化周期 T_2 或者所述频率，可以计算出两列中的所述滚动元件 9a, 9b 的所述转速 n_{ca} , n_{cb} 之间的所述差值 “ $n_{cb}-n_{ca}$ ”，并且然后，基于所述差值 “ $n_{cb}-n_{ca}$ ” 与所述轮毂 2 的所述角速度 n_i 的所述比率 “ $(n_{cb}-n_{ca})/n_i$ ”，计算出作

用在所述外圈 1 和所述轮毂 2 之间的所述轴向载荷 F_a 。除了用所述变化周期 T_2 代替所述放大周期 T_1 之外，所述情况类似于所述信号类似正弦波状改变的情况。

[第二实施例]

5 图 17 显示本发明的第二实施例。在本实施例中，即使所述转速编码器 26a（以及图 1 和 2 中所示的转速编码器 26b）是偏心运动的，通过设置多个转速传感器 21a₁, 21a₂（图 17 中的两个），也能够精确地检测所述滚动元件的转速。因此，在本实施例的情况下，所述转速传感器 21a₁, 21a₂ 被布置为偏离所述滚动元件 9a, 9b（见图 1）的旋转方向，其中所述滚动元件的转速将要被检测。更加具体的是，转速传感器 21a₁, 21a₂ 被布置在
10 与所述轮毂 2（见图 1）的自转中心 O_2 构成 180° 的相对的位置。那样，通过叠加所述转速传感器 21a₁, 21a₂ 的检测信号，将本实施例构造成消除转速编码器 26a 的偏心运动产生的误差的影响。这个方面将参考图 18 至 20 以及图 17 予以说明。

15 在所述保持架 22a 的开口的内表面与所述滚动元件 9a, 9b 的所述滚动接触表面之间设置一个可转动地保持所述滚动元件 9a, 9b 的间隙，其中，转速编码器 26a（或者所述保持架自身具有作为编码器的功能）保持在所述保持架的开口中。因此，不管将各个组成元件的一个安装精度提高到多高，如图 17, 19 中夸张地所示，在所述滚动轴承单元的运转过程中，所述保持架 22a 的自转中心 O_{22} 也有可能偏离所述滚动元件 9a, 9b 的节距圆的中心 O_2 （所述轮毂 2 的自转中心） δ 。那样，基于所述偏差，所述转速编码器 26a 围绕所述自转中心 O_{22} 进行一种旋动。作为所述旋动的结果，所述转速编码器 26a 的一个感应表面，具有一个不在所述转动方向上的运动速度。那样，不在所述自转方向上的这个运动速度，例如，图 17 和 19
20 中的横向上的运动速度，被加到转动方向上的运动速度中/从转动方向上的运动速度中减去。相反，因为所述转速传感器基于所述转速编码器 26a 的所述感应表面的所述运动速度检测所述滚动元件 9a, 9b 的所述转速，所以，偏心度 δ 影响所述转速传感器的检测信号，所述转速传感器的检测表面与所述转速编码器 26a 的一个侧面相对。

30 例如，图 19 中所示，在只有一个所述转速传感器 21a 的检测表面相对于所述转速编码器 26a 的所述侧面的情况下，如图 20 中所示，所述转速传

感器 21a 的所述检测信号发生变化。换句话说, 即使当所述滚动元件 9a, 9b 的所述转速如实线 α 所示为恒定的时候, 如虚线 β 所示, 由转速传感器 21a 的输出信号代表的转速类似于正弦波发生变化。更加具体的是, 在图 19 中的所述水平方向上的运动速度被加到旋转方向上的运动速度上的情况下, 所述输出信号提供一个相应于比所述实际转速更快的速度的信号。相反, 在图 19 中的水平方向上的运动速度被从旋转方向上的所述运动速度中减去的时候, 所述输出信号提供一个相应于比所述实际转速更慢的速度的信号。图 19 用一种比实际情况更加夸张的方式显示偏心。这样, 在必须更加精确地检测作用到所述滚动轴承元件上的载荷 (所述径向载荷 F_r 和所述轴向载荷 F_a), 用于更加严格地执行所述车辆的稳定性的控制的情况下, 存在这样一种可能性, 即: 所述偏心导致的成为一个问题。

相反, 在本实施例的情况下, 设置有一对转速传感器 21a₁, 21a₂。因此, 如图 17 中所示, 在所述保持架 22a 的自转中心 O₂₂ 偏离所述滚动元件 9a, 9b 的节距圆中心 (所述轮毂 2 的自转中心) 的情况下, 换句话说, 在所述保持架 22a 由于偏心而作出一种旋动的情况下, 能够精确地检测所述滚动元件 9a, 9b 的转速。也就是说, 被布置在与所述节距圆的中心 O₂ 构成 180° 的相对的位置上的所述转速传感器 21a₁, 21a₂ 受到大小相同方向相反的影响。

更加具体的是, 如图 18 中所示, 在所述滚动元件 9a, 9b 的转速如实线 α 所示为恒定的情况下, 如虚线 β 所示, 由一个转速传感器 21a₁ 的输出信号代表的转速类似正弦波发生变化, 而如点划线 γ 所示, 由另一个转速传感器 21a₂ 的输出信号代表的转速同样类似正弦波发生变化。在这种情况下, 由一个转速传感器 21a₁ 的输出信号代表的所述转速的变化周期, 与由另一个转速传感器 21a₂ 的输出信号代表的所述转速的一个变化周期, 偏移几乎 180°。因此, 如果将从一对转速传感器 21a₁, 21a₂ 的所述输出信号中获得的所述速度相加 (计算一个总和), 并且然后除以 2, 那么, 不论由于所述偏心所产生的所述旋动如何, 也能够精确地测量所述滚动元件 9a, 9b 的转速。同样, 为了更加严格地执行所述车辆稳定性的控制, 能够精确地检测作用到所述滚动轴承单元上的所述载荷。

在这种情况下, 通过在所述滚动元件的所述旋转方向上沿着圆周方向等间距地 (在所示的实例中, 在间隔 180 度的相对位置上) 布置多个转速

传感器，来修正所述保持架的偏心运动所产生的误差的技术，能够被用于任何轴承部件，包括用来支撑所述车轮的所述双列滚动轴承单元，如图 1 中所示。例如，如图 21 中所示，这种技术能够被应用于一种单列深沟或者角接触球轴承。在所述球轴承中，多个滚动元件 9，9 被设置在一个外圈滚道 29 和一个内圈滚道 30 之间，所述滚道分别形成在按照同心方式布置的一个外圈 27 和一个内圈 28 的相互相对的外圆周表面上，并且被用于一种施加了所述接触角和所述充分的预加载荷的情况（所述预加载荷在运转中从不丢失的情况）。在图 21 中所示的实例中，安装到一个盖子 31 上的一对转速传感器 21a₁，21a₂ 的检测表面相对于安装到保持架 22 上的转速编码器 26 的一个侧面，所述盖子 31 被安装/固定到所述外圈 27 的一个外圆周上，而转速编码器 26 在相对于所述内圈 28 的自转中心成 180° 的相反位置上安装到保持架 22 上。

在这种情况下，如果所述滚动轴承单元，其中，所述滚动元件被布置成双列中，并且应用了本发明，被用于一种所述旋转圈的所述自转速度总是恒定的情况，比如所述机床或者工厂中的所述输送车的所述旋转支撑部分，那么，通过只使用两列中的所述滚动元件 9a，9b 的转速 n_{ca} ， n_{cb} 的和“ $n_{cb}+n_{ca}$ ”或者乘积“ $n_{ca} \times n_{cb}$ ”，就能够准确检测所述径向载荷 F_r 。同样，通过只使用所述转速的差值“ $n_{cb}-n_{ca}$ ”，能够准确地检测所述轴向载荷 F_a 。相反，如果在运转中所述旋转圈的角速度发生变化，比如用于支撑汽车或者火车的所述车轮的所述滚动轴承单元，那么，不管所述径向载荷 F_r 和所述轴向载荷 F_a ，对应于所述角速度，所述转速 n_{ca} ， n_{cb} 的所述和“ $n_{cb}+n_{ca}$ ”，或者所述乘积“ $n_{ca} \times n_{cb}$ ”，或者所述差值“ $n_{cb}-n_{ca}$ ”，都发生变化。因此，在这种情况下，如上文所述，因为基于所述角速度传感器 15b 检测的所述轮毂 2 的角速度 n_i 以及转速 n_{ca} ， n_{cb} ，测量出所述径向载荷 F_r 或者所述轴向载荷 F_a ，所以，能够排除所述轮毂 2 的所述角速度 n_i 的所述影响。

在这种情况下，即使在通过任何方法测量所述径向载荷 F_r 或者所述轴向载荷 F_a 的时候，在相关技术中的广泛用来获得所述 ABS 或者所述 TCS 的所述控制信号的所述便宜的速度传感器，也能够被用作为用来测量两列中的所述滚动元件 9a，9b 的转速 n_{ca} ， n_{cb} 的所述转速传感器 21a，21b，以及用来测量所述轮毂 2 的所述角速度的所述角速度传感器 15b。结果，能

够便宜地构造用于所述滚动轴承单元的所述整个载荷测量装置。

[第三实施例]

在所显示的实例中，说明在两列中的所述滚动元件 9a, 9b 的转速被测量作为在两列中保持所述滚动元件 9a, 9b 的所述保持架 22a, 22b 的角速度的情况。但是，能够直接测量两列中的所述滚动元件 9a, 9b 的所述转速。例如，如果所述磁性传感器被用作所述转速传感器 21a, 21b，并且所述磁性材料做成的所述元件被用作两列中的所述滚动元件 9a, 9b，那么，伴随两列中的所述滚动元件 9a, 9b 的转速，构成所述转速传感器 21a, 21b 的所述磁性传感器的多个特征发生变化（在其中结合磁性传感器的主动传感器的情况下）。换句话说，当磁性材料做成的滚动元件 9a, 9b 位于靠近所述转速传感器 21a, 21b 的所述检测表面的一瞬间的时候，流过所述磁性传感器的磁通量增加，而当所述检测表面相对于位于所述圆周方向上的所述滚动元件 9a, 9b 之间的相邻部分的一瞬间的时候，流过所述磁性传感器的磁通量减少。这样，所述磁性传感器的所述特征对应于流过所述磁性传感器的所述磁通量的变化而发生变化的频率与两列中的所述滚动元件 9a, 9b 的所述转速成正比。结果，基于所述转速传感器 21a, 21b 的所述检测信号能够求得所述转速，所述磁性传感器结合在所述转速传感器中。

在这种情况下，为了通过上述方法检测两列中的所述滚动元件 9a, 9b 的转速，两列中的所述滚动元件 9a, 9b 必须由所述磁性材料做成。因此，当由非磁性材料，比如陶瓷，或者类似材料做成的所述元件被用作为两列中的所述滚动元件 9a, 9b 的时候，多个光学传感器必须被用作为所述转速传感器 21a, 21b。然而，在多数情况下，一种用于润滑所述滚动接触部分的油脂，被密封到所述转速传感器 21a, 21b 的所述检测部分所插入的空间 32 中（见图 1 和 2），那么，在所述情况下，不能有效地反射所述光线。考虑到上述情况，优选的是，由磁性材料做成的所述元件应用作两列中的所述滚动元件 9a, 9b，并且同样，将其中结合磁性传感器的所述传感器用作为所述转速传感器 21a, 21b。

同样，如上文所述，优选的是，当通过转速传感器 21a, 21b 直接测量出两列中的所述滚动元件 9a, 9b 的转速的时候，必须用由非磁性材料，比如合成树脂，或者类似材料做成的所述保持架作为所述保持架 22a, 22b，用来固定两列中的所述滚动元件 9a, 9b。如果使用由磁性材料做成的保持

架,那么,在两列中的所述滚动元件 9a, 9b 和所述转速传感器 21a, 21b 的所述检测部分之间流过的所述磁通量将被切断,并且这样,不可能准确测量出所述转速。反过来说,通过使用由非磁性材料做成的所述保持架 22a, 22b, 能够精确地测量出所述滚动元件 9a, 9b 的转速。在这种情况下,可以通过非磁性材料,比如铜合金,或者类似材料做成所述保持架 22a, 22b, 但是,更加优选的是,应使用由合成树脂做成的保持架,因为这种保持架质量轻便,并且难以切断所述磁通量。例如,因为普遍被认为是非磁性金属的所述奥氏体基的不锈钢,同样具有微小的磁力,所以,所述不锈钢不利于准确检测所述转速。

10 如果采用这样一种结构,其中,所述陶瓷元件都被用作两列中的所述滚动元件 9a, 9b, 并且两列中的所述滚动元件 9a, 9b 的所述转速 n_{ca} , n_{cb} 被测量作为所述保持架 22a, 22b 的角速度,那么,将有利于准确测量所述转速 n_{ca} , n_{cb} 。换句话说,所述陶瓷在质量上轻于所述重金属,比如轴承钢,不锈钢,或者类似材料,所述材料通常被用于构造所述滚动元件 9a, 15 9b, 并且具有一个较小的离心力,以及一个较小的惯性质量,所述两者都在运转中表现出作用。因此,因为作用在所述滚动元件 9a, 9b 的滚动接触面和所述外圈滚道 7, 7 之间的接触部分上的一个接触压力被降低,并且所述惯性质量变小,所以,能够提高在速度突变中的连续性能。同样,即使当所述轮毂 2 的所述速度突然改变的时候,在所述滚动元件 9a, 9b 的所述滚动接触面和所述外圈滚道 7, 7 以及所述内圈滚道 8, 8 之间的所述接 20 触部分上,难以发生滑动(旋转滑动)。

换句话说,两列中的所述滚动元件 9a, 9b 的转速 n_{ca} , n_{cb} 响应于所述轮毂 2 的角速度 n_i 变化准确地发生变化。因此,即使当所述轮毂 2 的角速度 n_i 突然改变的时候,基于所述角速度 n_i 和所述转速 n_{ca} , n_{cb} , 能够准确地测量出作用在所述滚动轴承单元上的所述径向载荷 F_r 和所述轴向载荷 F_a 。在这种情况下,通过所述方法由所述陶瓷材料形成所述元件,准确地 25 测量所述滚动元件的转速同时减小的所述旋转滑动的所述方法,能够不仅被用于所述滚动元件由滚珠之外的元件形成的情况,而且能够被用于所述单列滚动轴承单元,代替所述双列形式的情况。

30 同样,作为所述转速传感器 21a, 21b 和所述角速度传感器 15b, 能够使用所述被动磁性旋转传感器,其中,围绕磁性材料做成的一个磁极缠绕

一个线圈。在这种情况下，当角速度变慢的时候，被动磁性旋转传感器的所述检测信号的电压降低。在用于所述滚动轴承单元的所述载荷测量装置的作为本发明的目标的情况下，因为在所述运动体的高速运行的过程中，所述装置将执行所述运行稳定性作为一个主要目标，所以，在所述低速运行的过程中，所述检测信号的电压的降低不会成为一个问题。于是，如果所述便宜的被动传感器被用作各个传感器 21a, 21b 和 15b 中的一个或者多个传感器，那么，能够获得所述整个装置的成本的降低。在这种情况下，优选的是，如果同样在所述低速运行过程中需要一个高精度的控制，那么，必须使用上述的结合有磁性传感器的主动旋转传感器。

10 同样，优选的是，在使用所述主动传感器或者使用所述被动传感器的情况下，除了在所述顶端部分的所述检测表面，所述磁性传感元件，比如霍尔元件等等，以及传感器组成零件，比如永久磁铁，磁轭（磁极），线圈等等，必须在一个由非磁性材料，比如合成树脂，或者类似材料做成的一个保持架上模压做成。这样，通过在所述合成树脂中模压所述传感器组成零件构造的所述旋转传感器的所述检测部分，相对于所述感应部分，
15 即，分别安装到两列中的所述滚动元件 9a, 9b，或者在所述转速传感器 21a, 21b 的情况下的所述保持架 22a, 22b，或者在所述角速度传感器 15b 的情况下的所述角速度编码器 13a 上的所述转速编码器 26a, 26b 的所述感应部分。这样，上述传感器 21a, 21b, 15b 被固定在一个保持架上，能够
20 有助于将所述传感器 21a, 21b, 15b 安装到所述外圈 1 中的所述操作。在这种情况下，可以根据实际应用将这些传感器 21a, 21b, 15b 独立地安装到非转动部分。

同样，通过所述硬件，比如模拟电路等等，以及使用所述微型计算机等等的所述软件，可以处理通过所述转速传感器 21a, 21b 检测的代表两列
25 中的所述滚动元件 9a, 9b 的转速的信号，以及通过所述角速度传感器 15b 检测的代表所述轮毂 2 的角速度的信号。同样，在所说明的实例中，说明了本发明被应用于用来支撑车辆的车轮的双列角接触轴承部件的情况。但是，本发明也可以被应用于普通双列或者多列球轴承，或者锥形滚柱轴承。在这种情况下，当本发明被用于所述多个列（三列或者更多）滚动轴
30 承的时候，通过检测其余列中的所述转速，以及两列中的所述滚动元件的转速，计算作用到所述滚动轴承单元上的所述载荷。同样，当本发明被用

于所述双列锥形滚柱轴承的时候，其中，锥形滚柱被用作为所述滚动元件，所述转速中的改变量比所述双列球轴承中小，然而，基于所述锥形滚柱的所述转速中的变化，能够计算所述载荷。

此外，即使当本发明被用于支撑车辆的车轮的双列角接触滚动轴承的时候，在任何轮毂部件中，以及所谓的第三代轮毂部件中，其中，如图 1 所示，所述外侧内圈滚道 8 被做在所述轮毂主体 4 的中间部分的所述外圆周表面上，都能够执行本发明。换句话说，本发明可以被应用于所谓的第二代轮毂部件，其中，一对内圈被安装/固定到所述轮毂主体的所述中间部分或者所述内端部分，以及所谓的第一代轮毂部件，其中，一对内圈被安装/固定到所述轮毂主体的所述中间部分或者所述内端部分，并且同样，外圆周被成形为一个简单圆柱的外圈被插入/支撑到所述插销的所述支撑孔中。另外，如图 21 中所示的结构，本发明可以被应用于这样的结构，其中，分别作为所述单列滚动轴承的一对滚动轴承被设置在所述轮毂主体的中间部分或者内端部分的一个外圆周表面和转向节的所述支撑孔的一个内圆周表面之间，用来构造所述双列滚动轴承单元。当然，本发明的应用不限于所示的用于所述惰轮的轮毂部件，并且本发明可以被应用于用来驱动车轮（FR，RR，MR 汽车的后轮，FF 汽车的前轮，以及 4MD 汽车的所有车轮）的轮毂部件，如图 38 至 40 中所示。

[第四实施例]

此外，如上文所述，当执行本发明的时候，在测量所述径向载荷 F_r 和所述轴向载荷 F_a 的过程中测量两列中的所述滚动元件 9a, 9b 的所述转速 n_{ca} , n_{cb} 。那样，如果检测到各列中的所述转速 n_{ca} , n_{cb} ，那么，基于上述方程 (1)，能够计算所述接触角 α (α_a , α_b)。因此，如果监测所述接触角 α ，那么，能够构造一个报警装置，该报警装置通过抓住所述滚动轴承单元的所述情况，在异常情况时产生一个警报。作为所述异常情况的时候，例如，可以考虑作用到所述滚动轴承单元上的预加载荷丢失的情况（所述预加载荷逃脱的发生），过度的轴向载荷 F_a 作用到所述滚动轴承单元上的情况等。在这些情况中的所述预加载荷丢失的情况下，接触角 α 变小。那样，将产生由于摆动导致的振动或者噪声，并且此外，除了两列中的所述滚动元件 9a, 9b 的所述滚动接触表面的磨损之外，由于所述旋转滑动还加剧了所述外圈滚道 7 以及所述内圈滚道 8 的磨损。相反，在作用过

度的轴向载荷 F_a 的情况下，将增大在任何一列中的所述接触角 α 。同样，不仅在相关列中的所述滚动元件 9a (9b) 的所述滚动接触表面和所述外圈滚道 7 以及所述内圈滚道 8 之间的接触部分的所述接触压力过度地增加而增加所述滚动轴承单元的所述自转阻力，而且在最极端的条件下，所述滚动接触表面的一部分，有可能脱离所述外圈滚道 7 和所述内圈滚道 8。在任何情况下，由于在各个表面所产生的所述脱落等，将降低各个表面的所述滚动接触疲劳寿命等。

通过监测所述接触角 α ，能够抓住产生所述预加载荷逃脱或者作用所述过度的轴向载荷 F_a 的导致所述问题的所有情况。因此，在监测所述接触角的时候，通过图 22 中所示的所述电路，将各列中的所述滚动元件 9a, 9b 的接触角 α 与所述标准值进行比较，当从所述标准值的偏离变大的时候，能够构造用于产生一个警报的所述报警装置。当构造这种报警装置的时候，能够预测所述滚动轴承单元的一个使用寿命，或者能够预先防止在包含有所述滚动轴承单元的所述机械装置，比如：汽车，机床，工业设备等中产生严重的问题情况。作为这种情况下的警报，可以考虑信号灯的发光，如蜂鸣器的报警装置启动等。

构造图 22 中所示的所述电路，通过监测两列中的所述滚动元件 9a, 9b 的所述接触角 α_a, α_b ，在任何一列中的所述滚动元件 9a, 9b 的接触角 α_a, α_b 偏离所述标准值一个预定值或者更大的时候，产生关于所关注列的警报。为此原因，从所述角速度传感器 15b 中输出的所述轮毂 2 的角速度 n_i ，从所述转速传感器 21a, 21b 中输出的两列中的所述滚动元件 9a, 9b 的所述转速 n_{ca}, n_{cb} ，以及储存在存储器 34 中的所述滚动轴承单元的规格，都被输入到一个运算电路 33 中。计算各列中的所述滚动元件 9a, 9b 的所述接触角 α_a, α_b 的所需的各个数值，比如：两列中的所述滚动元件 9a, 9b 的节距圆直径 D ，所述滚动元件 9a, 9b 的直径 d 等，以及各列中的所述滚动元件 9a, 9b 的初始接触角 α_0 ，通过输入所述滚动轴承单元的型号或者直接输入所需的数值，都被存储到所述存储器 34 中。

基于相应速度 n_i, n_{ca}, n_{cb} 以及相应直径 D, d ，所述运算电路 33 计算各列中的滚动元件 9a, 9b 的接触角 α_a, α_b ，并且然后将其输入到比较器 35a, 35b 中。比较器 35a, 35b 将各列中的所述滚动元件 9a, 9b 的所述接触角 α_a, α_b 与在计算时间点从所述存储器 34 中提供的初始接触角 α_0 进

行比较。然后，确定各列中的所述滚动元件 9a, 9b 的所述接触角 α_a , α_b 是否处于所述标准范围中。如果确定所述接触角 α_a , α_b 超出所述标准范围（异常），那么，将导致报警装置 36a, 36b 发出所述警报。

5 决定所述滚动轴承单元的运转状态是否正确的所述方法，不限于将各列中的所述滚动元件 9a, 9b 的接触角 α_a , α_b 与所述初始接触角 α_0 进行比较的所述步骤。可以实施任何方法。例如，通过检测一个弹性变形量 δ ，所述径向载荷 F_r ，所述轴向载荷 F_a ，以及所述滚动轴承单元的接触刚度 K ，并且然后，将其与所述滚动轴承单元的所述规格进行比较，能够确定所述滚动轴承单元的运转状态是否正确。在这种情况下，根据方程
10 (2) 至 (5)，所述运算电路 33 执行所述计算。

$$(r_i + r_e - d) \cdot \cos \alpha_n = (r_i + r_e + \delta - d) \cdot \cos \alpha_0 \dots (2)$$

其中 r_i : 所述内圈滚道的沟槽半径（截面形状的曲率半径），

r_e : 所述外圈滚道的沟槽半径（截面形状的曲率半径），

δ : 弹性变形量，

15 α_0 : 初始接触角，以及

α_n : 运转中的两列中的接触角 (α_a , α_b),

$$Q = K_N \times \delta^{3/2} \dots (3)$$

其中 Q : 所述滚动元件的载荷，以及

K_N : 所述滚动元件的常数，

20 $F_a = z \times Q \times \sin \alpha_n \dots (4)$

$$F_r = z \times Q \times \cos \alpha_n \dots (5)$$

其中 z : 所述滚动元件的数量。

[第五实施例]

图 23 显示本发明的第五实施例。在本实施例的情况下，在安装到所
25 述传感器部件 23 的顶端部分 24 的三个传感器 21a, 21b, 15b 中，一个角速度传感器 15b 被布置为比一对转速传感器 21a, 21b 更加靠近所述轮毂 2 的外圆周表面。当按照这种方式构造的时候，三个传感器 21a, 21b, 15b 相互隔离，并且降低三个传感器 21a, 21b, 15b 之间的磁性干涉。因为减小了所述磁性干涉，所以，能够获得检测所述转速和所述角速度的可靠
30 性，并又提高所述载荷的计算的可靠性。

[第六实施例]

图 24 显示本发明的第六实施例。在本实施例的情况下，设置在所述传感器部件 23 的顶端部分 24 中的三个传感器 21a, 21b, 15b 的位置偏移得大大超过上述第五实施例中的情况。更加特别的是，在本实施例的情况下，包裹在所述 IC 封装中的传感器 21a, 21b, 15b 被排列为与所述传感器部件 23 的轴向一致，并且相互更加靠近。通过这样做，所述传感器 21a, 21b, 15b 之间的所述磁性干涉被降低到更小，并且同样，将所述传感器部件 23 的直径做得很小。那样，即使一对保持架 22a, 22b 之间的间距被设置为很窄，形成在所述外圈 1 上的所述安装孔 10a（见图 1 和 2）的一个内径可以做得很小，从而能够在其中布置所述传感器部件 23 的所述顶端部分 24，并且能够在其中安装所述传感器部件 23。这样，将实现所述外圈 1 在强度和刚度上的提高。

[第七实施例]

图 25 显示本发明的第七实施例。在本实施例的情况下，一个连接器 37 被设置在所述外圈 1 的外圆周表面上，并且能够将设置在用于输出所述传感器 21a, 21b, 15b 的所述检测信号的线束 38 的一个端部上的一个插头 39 连接到所述连接器 37 上。所述线束 38 的另一个端部被固定到设置在所述车身上的一个控制器上。在本实施例的情况下，当所述滚动轴承单元被安装到所述悬挂系统上的时候，其中，装备有各个传感器 21a, 21b, 15b 的所述传感器部件 23 被预先安装到所述滚动轴承单元上，通过应用所述结构，能够防止所述线束 38 的损坏。

更加详细的，如图 26 中所示，如果装备有各个传感器 21a, 21b, 15b 的一个传感器部件 23 与所述线束 38 不可分离地进行相互组合，那么，有可能在装配操作中损坏所述线束 38。同样，所述载荷测量滚动轴承单元的所述运输操作（包装操作和在所述使用之前的拆卸操作）都变得很麻烦。相反，在本实施例的情况下，因为装配操作是在卸下线束 38 并且然后固定所述线束 38 的情况下执行的，所以，在装配操作中所述线束 38 不会被损坏（绝缘膜损坏，导体断路等）。同样，载荷测量滚动轴承单元的运输操作变得容易。此外，当在车辆运行等过程中，线束 38 受到一个石块撞击的时候，能够减小用于所述修理的费用，因为仅仅需要更换所述线束 38 和所述插头。

在这种情况下，可以将设置在所述外圈 1 的一侧的所述连接器与所述

传感器部件 23 分离设置，如图 25 中所示，并且同样，可以与传感器部件 23a 一体化设置，如图 27 中所示。

[第八实施例]

图 28 显示本发明的第八实施例。在本实施例的情况下，安装到保持架 22a (22b) 边缘部分 25 的侧面上的转速编码器 26a (26b) 的内径 a ，被设定为大于所述边缘部分 25 的所述侧面上的内径 A ，而同一个转速编码器 26a (26b) 的外径 b ，被设定为小于所述边缘部分 25 的所述侧面上的外径 B ($A < a < b < B$)。因为以这种方式限定了各个部分的尺寸，所以，能够防止这样一种情况：所述转速编码器 26a (26b) 与所述外圈 1 的内圆周表面以及所述轮毂 2 的外圆周表面相接触（例如，见图 1 和 2）。

[第九实施例]

图 29 和 30 显示本发明的第九实施例。在本实施例的情况下，用于检测所述轮毂 2 的所述角速度的角速度编码器 13b 和角速度传感器 15b 都被设置到所述滚动轴承单元的所述内端部分。只有转速编码器 26a, 26b 和转速传感器 21a, 21b 设置在排列在两列中的所述滚动元件 9a, 9b 之间。在本实施例的情况下，通过采用这种结构，即使当所述滚动元件 9a, 9b 的所述多个列之间的一个间隔很小的时候，也能够防止通过过分靠近的布置各个传感器 21a, 21b, 15b 所导致的所述磁性干扰，并且同样，也能够防止所述传感器部件 23 的直径被增加到一种程度，使得所述直径不能够被插入所述滚动元件 9a, 9b 的所述多个列之间的一个空间中。此外，因为减小用于插入所述传感器部件 23 的所述安装孔 10a 的内径，所以，将易于提高所述外圈 1 的所述强度和刚度。

在这种情况下，所述角速度编码器 13b 可以被独立地安装/固定到所述轮毂 2 的内端部分，如图 29 中所示；或者被安装到构成组合密封圈的吊耳(slinger)40 的侧面，如图 30 中所示。同样，角速度传感器 15b 可以被安装/固定到所述盖子 14 上，所述盖子被布置在所述外圈 1 的所述内端的开口部分上，如图 29 中所示；或者被直接地安装/固定到所述外圈 1 上，如图 30 中所示。如上述各实施例中的情况，所述齿轮，比如所述永久磁铁，所述磁性材料等等，可以被用作为各个编码器 13b, 26a, 26b, 所述磁性传感器，比如所述主动形式，所述被动形式，等等，可以被用作为各个传感器 21a, 21b, 15b，用于计算所述载荷的所述计算器可以被设置到

所述滚动轴承单元上，或者与所述滚动轴承单元分离设置，等等。

[第十实施例]

图 31 显示本发明的第十实施例。如上文所述，如果通过直接检测所述滚动元件穿过省略所述转速编码器，那么，能够获得一个更低的成本。

5 本实施例将要实施所述结构。

在本实施例的情况下，每个转速传感器 21a, 21b 具有分别相对于所述滚动元件 9a, 9b 设置的磁性检测元件 41，以及一个设置在所述磁性检测元件 41 之间的，并且分别设置在所述滚动元件 9a, 9b 的相对一侧的永久磁铁 42。所述滚动元件 9a, 9b 都由磁性材料，比如轴承钢等做成。

10 在具有所述结构的本实施例的情况下，在所述滚动元件 9a, 9b 通过所述磁性检测元件 41 附近的一瞬间，穿过所述磁性检测元件 41 的磁通量将增加，而当所述滚动元件 9a, 9b 位于远离所述磁性检测元件 41 的远端部分上的时候，穿过所述磁性检测元件 41 的磁通量将减少。同样，因为基于所述磁通量中的这种变化，所述磁性检测元件 41 的特征将发生变化，
15 所以，通过测量所述特征的变化的周期（或者频率），能够测量所述滚动元件 9a, 9b 的转速。

在这种情况下，当所述滚动元件 9a, 9b 由非磁性材料，比如陶瓷等做成的时候，通过将所述磁性材料镀上所述表面，将所述磁性材料埋入所述陶瓷的内部，等等，穿过所述磁性检测元件 41 的所述磁通量的密度能够
20 随着所述滚动元件 9a, 9b 的所述旋转运动发生变化。

同样，在上述的实例中，转速传感器 21a, 21b 被布置在所述滚动元件 9a, 9b 的各列之间。但是，所述转速传感器 21a, 21b 的安装位置不限定于各列之间的所述空间。例如，所述转速传感器 21a, 21b 可以被设置在所述外圈 1 的轴向上的两个端部，从而将所述滚动元件 9a, 9b 布置在所述轴
25 向的两侧。

在这种情况下，没有特别限定用于检测所述轮毂 2 的角速度的角速度编码器 13b 和角速度传感器 15b。如上述实施例，能够应用已知的相关技术中的各种结构。

[第十一实施例]

30 图 32 和 33 显示本发明的第十一实施例。在本实施例的情况下，因为角速度传感器 15b 和转速传感器 21a, 21b 中的至少一个传感器由被动磁性

传感器构造，所以，将得到成本上的降低。换句话说，如果主动形式磁性传感器被用作构成所述载荷测量装置的各个传感器 15b, 21a, 21b, 那么，所述结果具有从低速到高速都能够稳定地测量所述角速度以及所述载荷，但是，存在一个问题，即，将轻微地增加所述磁性传感器的成本。因此，在本实施例的情况下，通过使用所述被动形式磁性传感器，将获得成本的降低，通过围绕一个由磁性材料做成的磁轭 43 缠绕线圈 44 构造所述磁性传感器，如各个传感器 15b, 21a, 21b 中的至少任何一个传感器。

作为各个传感器 15b, 21a, 21b 中的被动形式磁性传感器，可以选择图 32 中所示的所述转速传感器 21a, 21b，或者可以选择图 33 中所示的角速度传感器 15b。所述角速度传感器 15b 被形成为图 32 中所示的所述主动形式磁性传感器的结构，而一对转速传感器 21a, 21b 被做成图 33 中所示的所述主动形式磁性传感器的结构。在这种情况下，在所述被动形式磁性传感器和所述编码器的结合中，当所述编码器由所述永久磁铁做成的时候，所述永久磁铁没有被设置在所述传感器一侧。相反，当所述永久磁铁被设置在所述传感器一侧的时候，所述编码器由纯磁性材料做成（不是所述永久磁铁），并且，沿着所述圆周方向所述磁性特征等间距地发生改变。在这种情况下，不特别限定所述被动形式磁性传感器的结构，并且可以使用已知的现有技术中的多种结构，比如：棒形，环形等。此外，根据所要求的性能，需要选择的是，图 32 中所示的所述转速传感器 21a, 21b 应被选择为所述被动形式磁性传感器，或者图 33 中所示的所述角速度传感器 15b 应被选择为所述被动形式磁性传感器。

例如，优选的是，当主要考虑所述轴向载荷在测量中的减小的时候，图 32 中所示的转速传感器 21a, 21b 应被构造为所述被动形式磁性传感器。换句话说，因为比如在所述高速运动等过程中的车道变化，当所述滚动元件 9a, 9b 的所述转速很高的时候，产生所述轴向载荷，所以，在很多情况下，即使所述被动形式磁性传感器，在所述低速运行过程中其输出电压变小，被用作为所述转速传感器 21a, 21b，在实际使用中也没有产生问题。

相反，在所述转速传感器 21a, 21b 的安装空间受到限定的情况下，例如，所述滚动元件 9a, 9b 的所述多个列之间的间距很小，等等，这些传感器由所述主动形式磁性传感器做成，如图 33 中所示，所述主动形式磁性

传感器能够构成一个小尺寸的转速传感器 21a, 21b, 而通过所述被动环形磁性传感器构成角速度传感器 15b, 其安装空间具有一个余地。其它结构和操作都类似于上述实施例。

[第十二实施例]

5 图 34 至 36 显示本发明的第十二实施例。在本实施例的情况下, 所述转速传感器 21a, 21b 和所述角速度传感器 15b 中的至少一个传感器被构造为一个解算器。所述解算器由固定到如所述保持架 22a, 22b, 所述轮毂 2 等等多个元件上的用于检测角速度的转子 45, 以及直接地或者通过盖子安装/固定到固定的所述外圈 1 上的定子 46 组成, 该定子处于围绕所述转子
10 45 与所述转子 45 同心地布置的状态下。转子 45 可以由偏心转子构成。在这种情况下, 优选的是, 如果所述转子由一个椭圆形转子, 三角形米球形式等构成, 具有一个点对称形状, 那么, 不仅能够减少所述旋转的不平衡, 而且能够增加每转脉冲的数量。

如上文所述, 如果主动形式磁性传感器被用作所述速度传感器, 那么, 直到所述低速范围, 都能够精确测量所述转速, 然而, 将减少所述编码器的每一转中所述磁性传感器输出中的变化次数的数量, 并因此, 将不能一直增强在所述速度检测中的解算能力。相反, 如果所述解算器被用作速度传感器, 那么, 能够比所述主动形式磁性传感器增加所述转子 45 的每一转的所述输出中的变化次数(脉冲数量)的数量, 并且将增强所述速
15 度检测中的解算能力, 并且从而能够增加所述载荷计算的响应能力。同样, 因为仅仅通过线圈和核心(定子)构造所述解算器主体, 所以, 能够将所述结构做的简单, 并且能够易于保证所述可靠性。在这种情况下, 所述解算器的检测信号被输入 R/D 转换器, 并且然后作为脉冲信号被求出, 所述脉冲信号以与所述速度成比例的频率进行变化。

25 根据所要求的性能, 需要恰当选择的是, 所述转速传感器 21a, 21b 和所述角速度传感器 15b 中的哪一个必须被构造为所述解算器。在图 34 中所示的所述结构中, 为了检测各列中的所述滚动元件 9a, 9b 的转速, 通过所述解算器检测一对保持架 22a, 22b 的角速度, 并且同样, 通过所述磁性传感器检测所述轮毂 2 的角速度。同样, 在图 35 中所示的结构中, 通过
30 所述解算器检测所述轮毂 2 的角速度, 并且同样, 通过所述磁性传感器检测一对保持架 22a, 22b 的角速度。此外, 在图 36 中所示的结构中, 通过

所述解算器，检测一对保持架 22a, 22b 的角速度和所述轮毂 2 的角速度。所述解算器和所述磁性传感器的所述结构，以及其安装位置都没有被限定于上述说明的事实，能够应用于所述转子和所述编码器的多种材料的事实等，都类似于前文所述的实施例中的情况。

5 [第十三实施例]

在这种情况下，如上述说明，显而易见的是，与所述轮毂的角速度中的变化无关，基于两列中的所述滚动元件的所述转速的比率，能够计算作用到所述滚动轴承单元上的所述轴向载荷。在这种情况下，因为仅仅计算双列中的转速的除法，所以，在载荷计算中不需要所述轮毂的角速度。相反，因为从双列中的所述滚动元件的转速能够计算所述轮毂的角速度，所以，能够省略用于检测所述轮毂的角速度的传感器，该角速度是控制所述 ABS 或者所述 TCS 所需的。更加特别的是，如果双列中的所述滚动元件的所述转速的平均值被用作为所述轮毂的角速度，那么，能够保证在实际使用中的用于控制所述 ABS 或者所述 TCS 的足够的一个精度。在这种情况下，所述轴向载荷的作用可以被看作用于改变双列中的所述滚动元件的转速的一个因素。在这种情况下，因为双列中的所述滚动元件的转速的所述平均值没有受到所述轴向载荷的太大影响，所以，所述角速度的测量精度不会退化到一种在实际使用中所述精度变成一个问题的程度。其原因在于，如上文所述，即使通过所述轴向载荷，一列中的所述转速增加，另一列中的所述转速也会朝向所述更小的方向变化。双列中的所述转速同样都会由所述径向载荷改变，但是，相比于所述轴向载荷的影响，所述变化很小。因此，在某些情况下，根据控制所述 ABS 或者所述 TCS 所需要的所述精度，能够忽略所述变化。

25 虽然已经参考特殊实施例详细地说明本发明，但是，对于本领域的技术人员来说，不脱离本发明的精神和范围，还能够做出多种变化和修改。

本申请基于 2003 年 3 月 22 日提交的日本专利申请 2003-144942，2003 年 6 月 17 日提交的 2003-171715，2003 年 6 月 17 日提交的 2003-172483，以及 2004 年 1 月 15 日提交的 2004-007655，上述申请的内容合并于此作为参考。

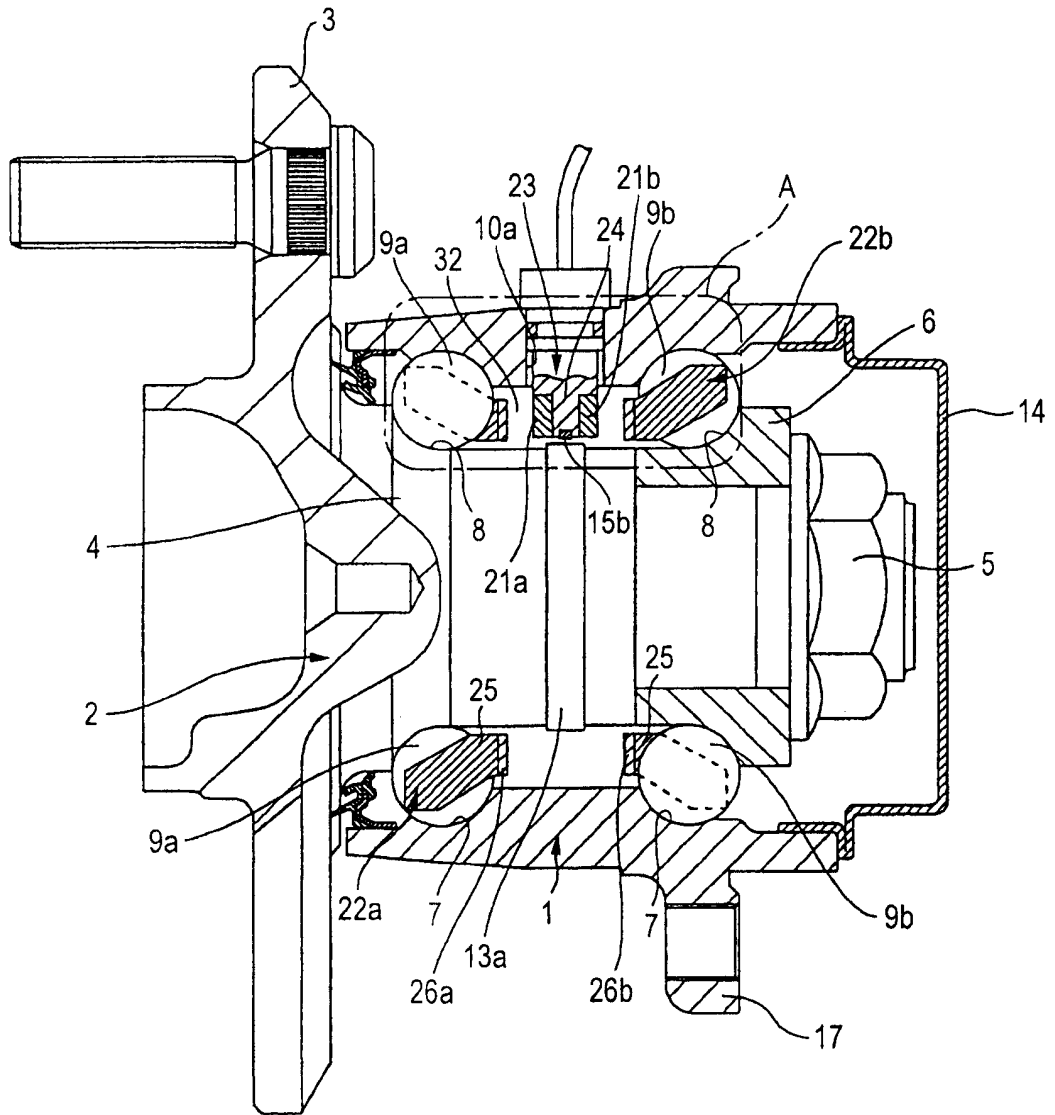


图 1

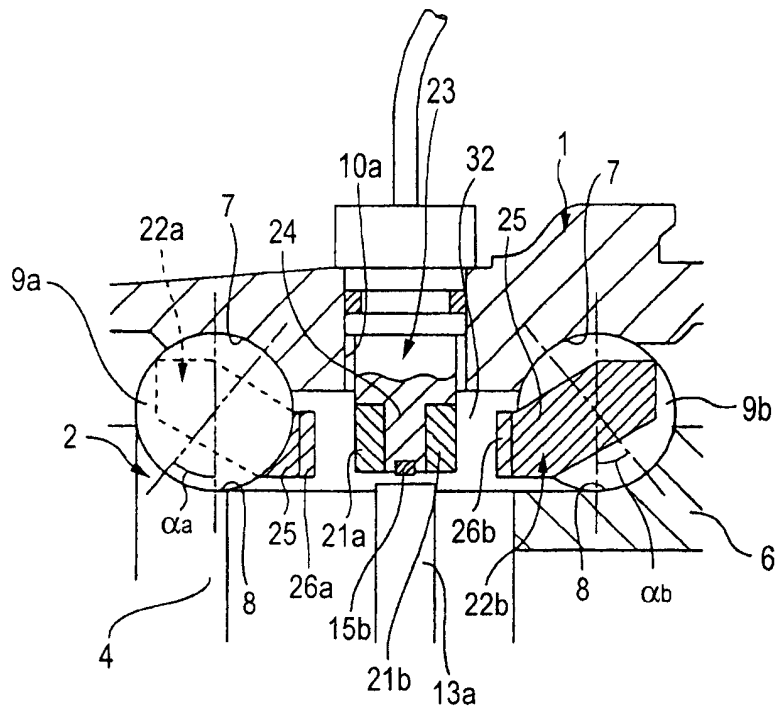


图 2

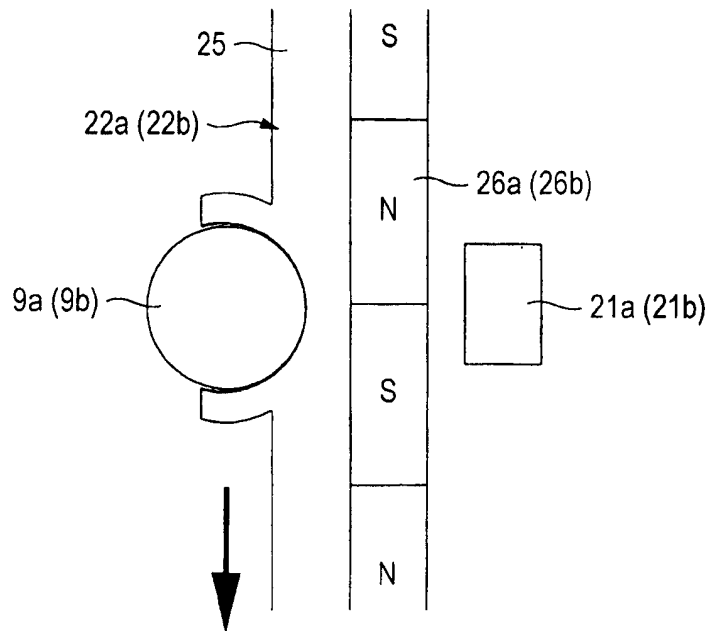


图 3

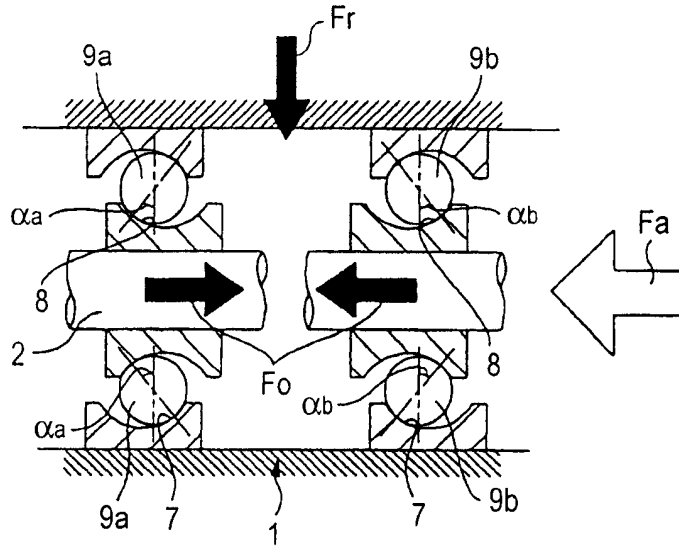


图 4

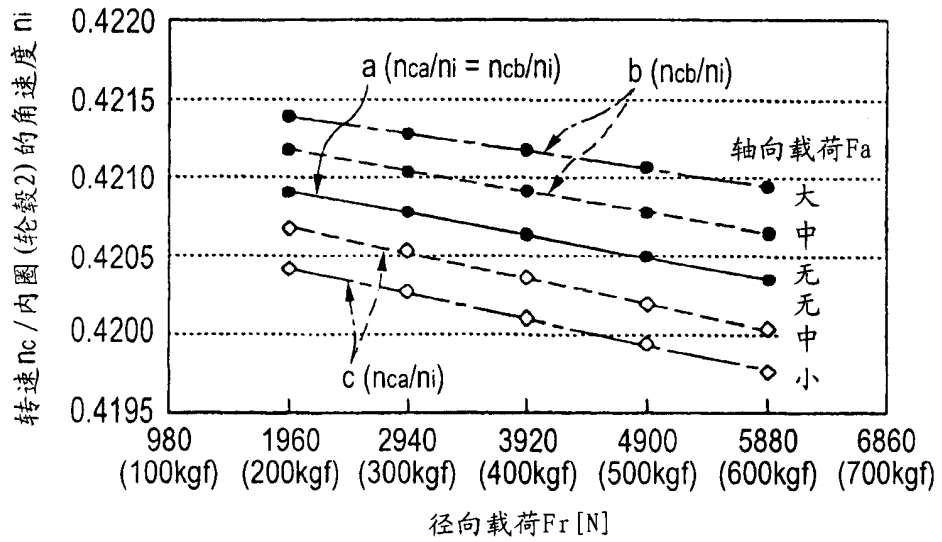


图 5

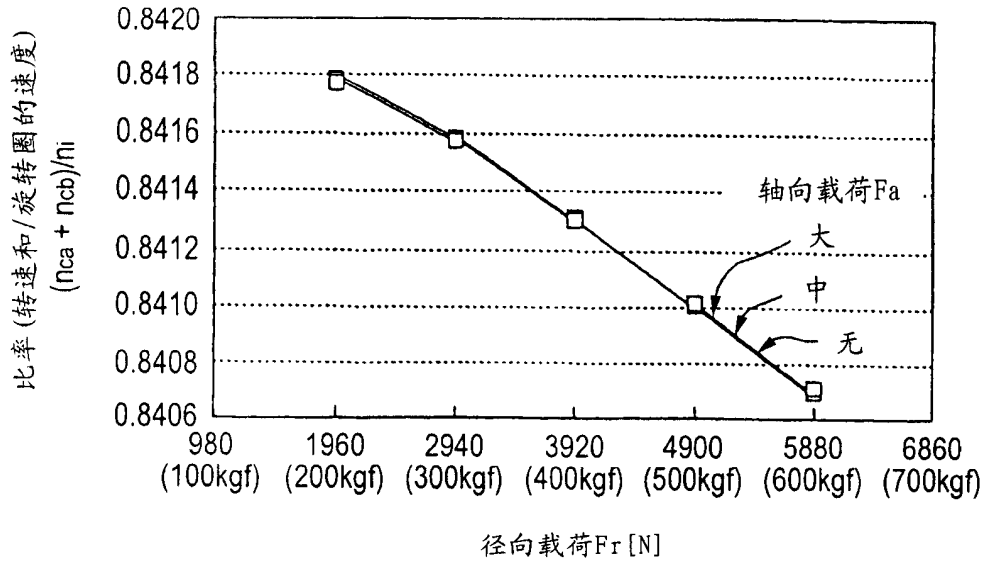


图 6

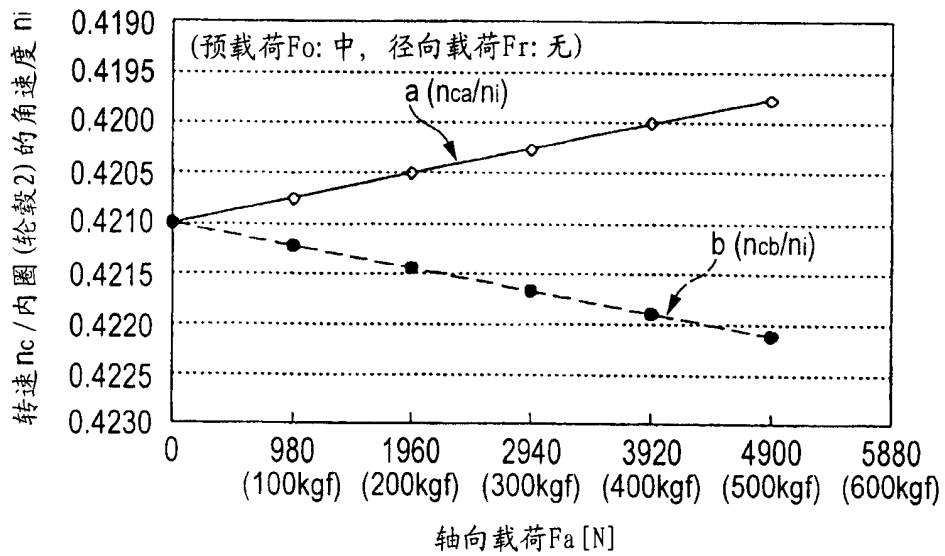


图 7

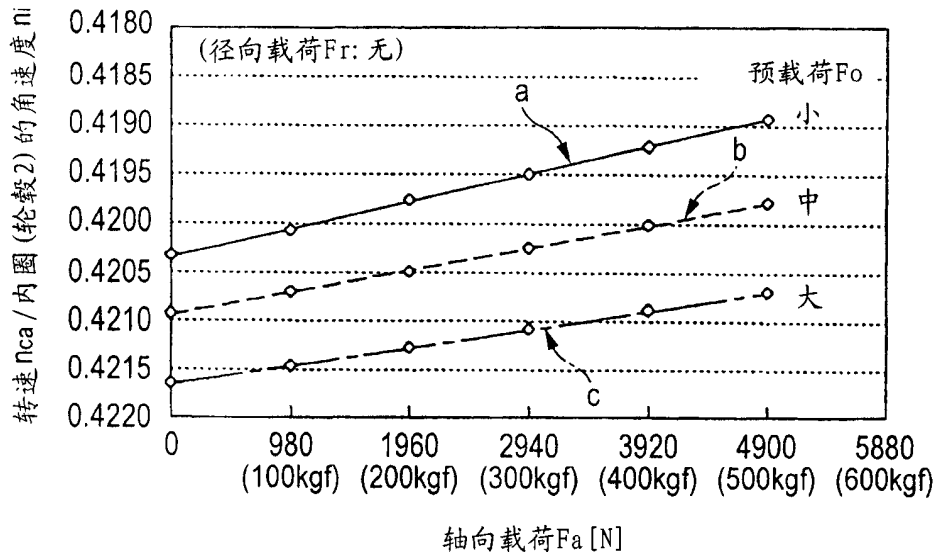


图 8A

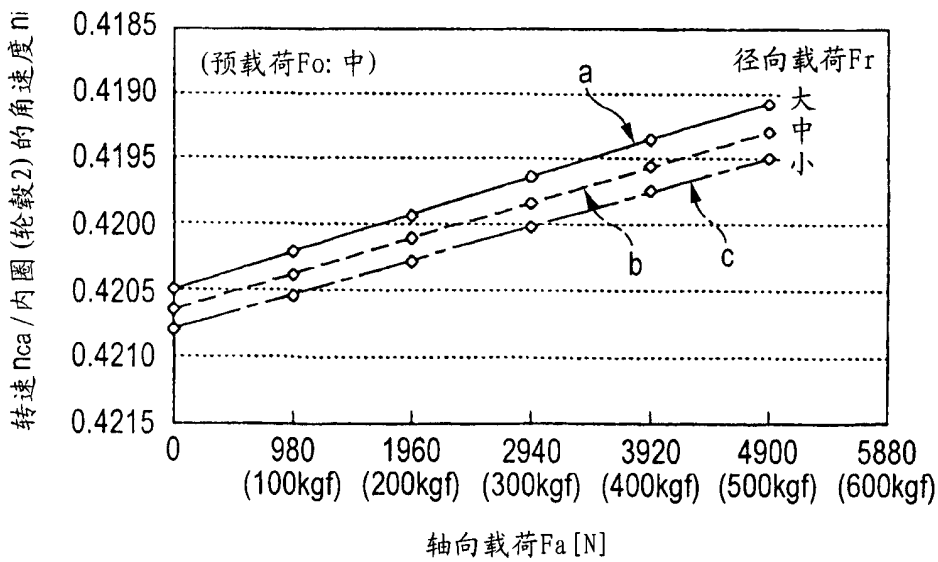


图 8B

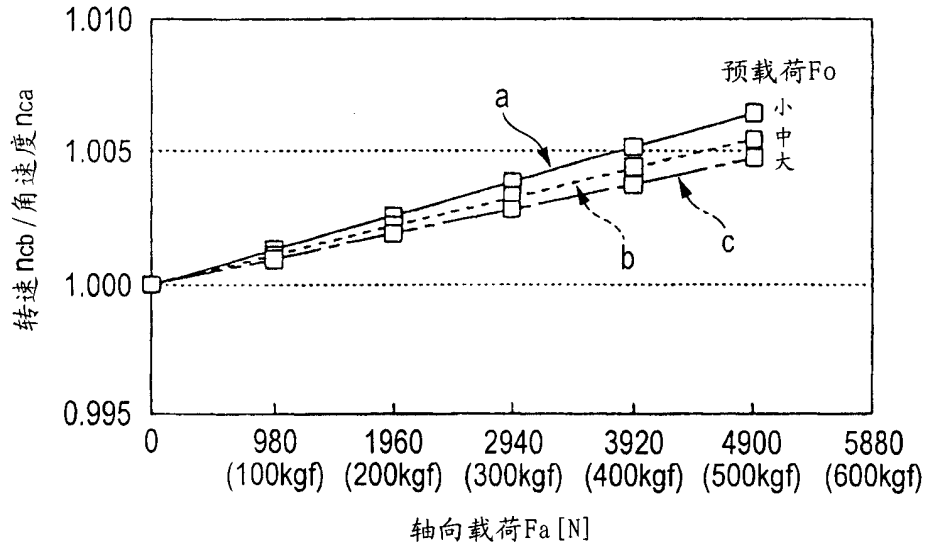


图 9A

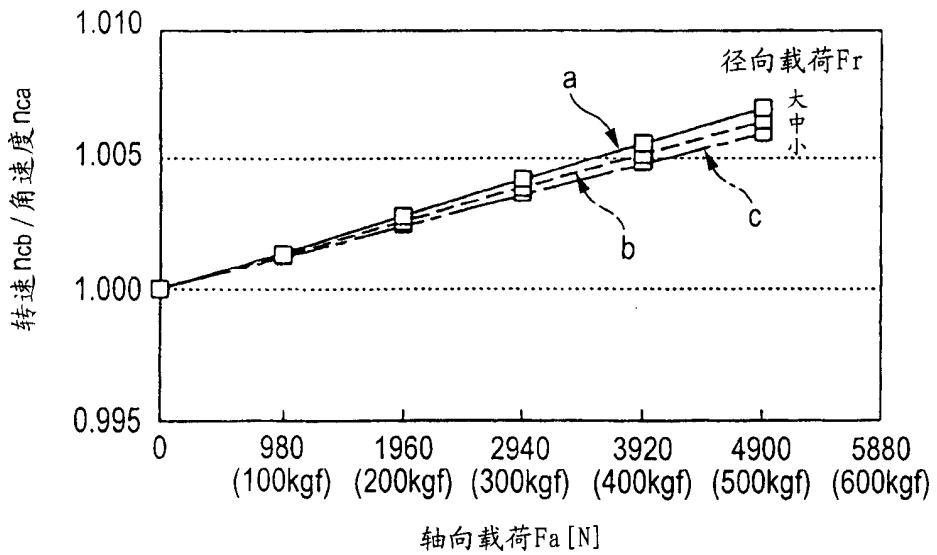


图 9B

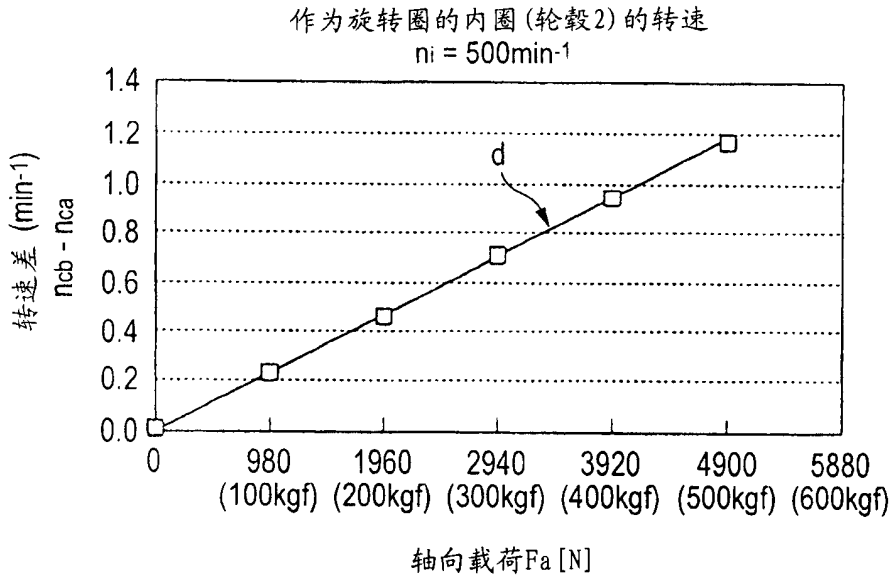


图 10A

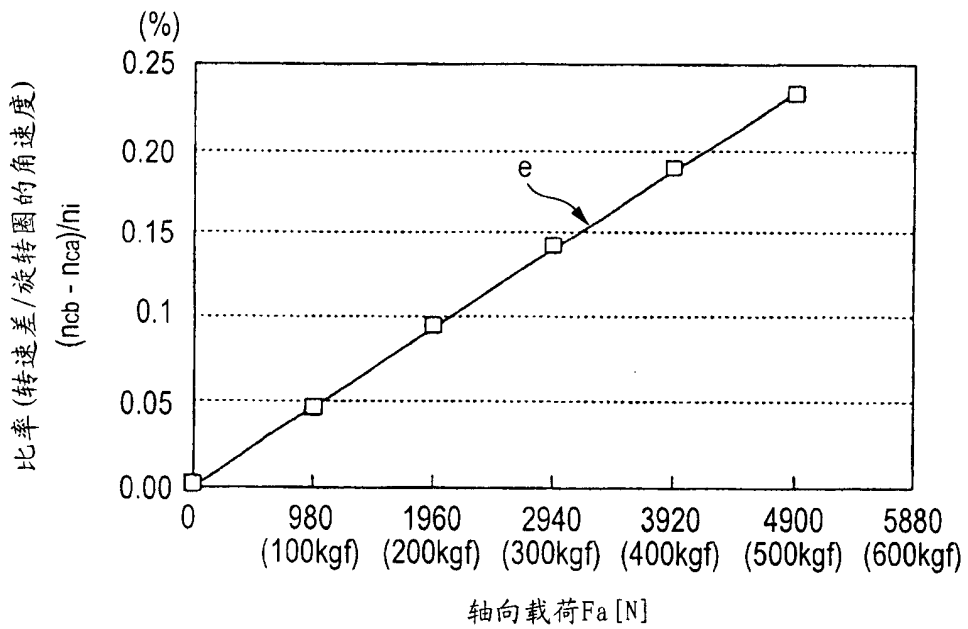


图 10B

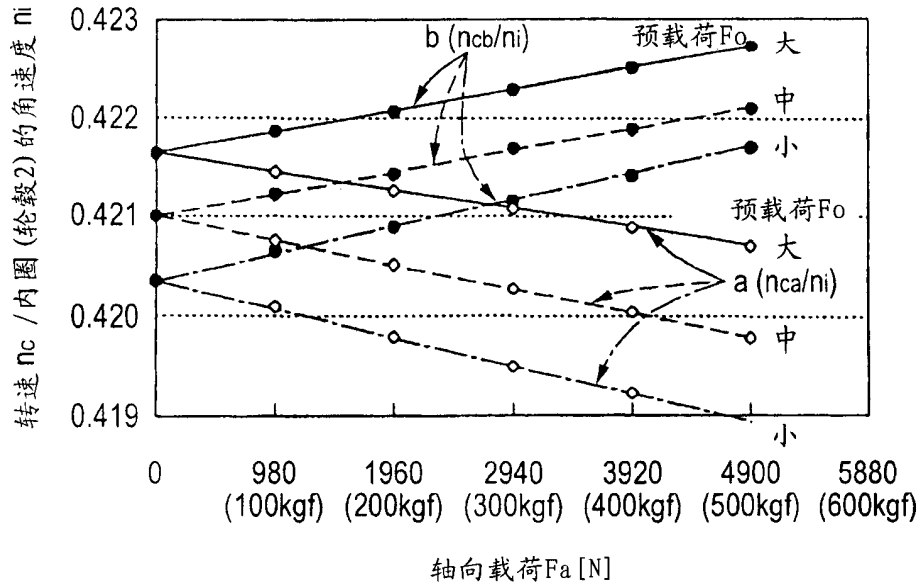


图 11

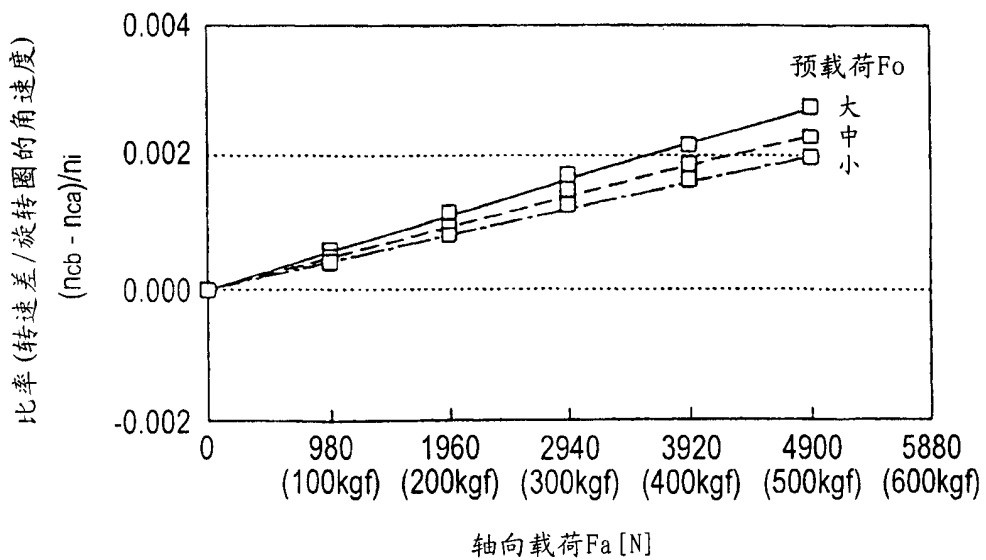


图 12

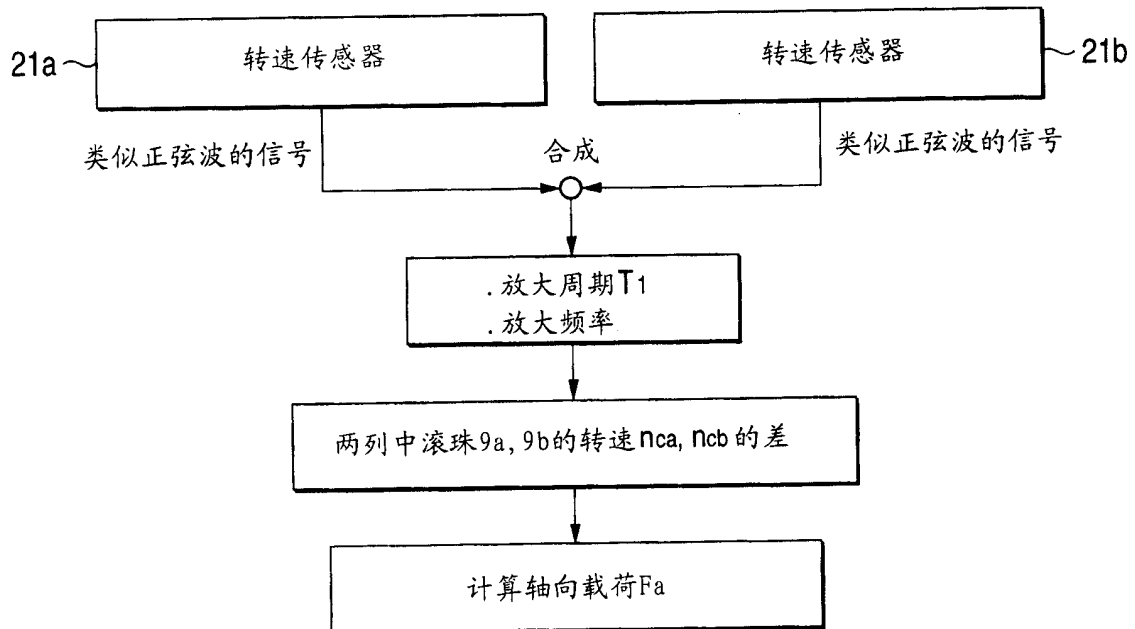


图 13

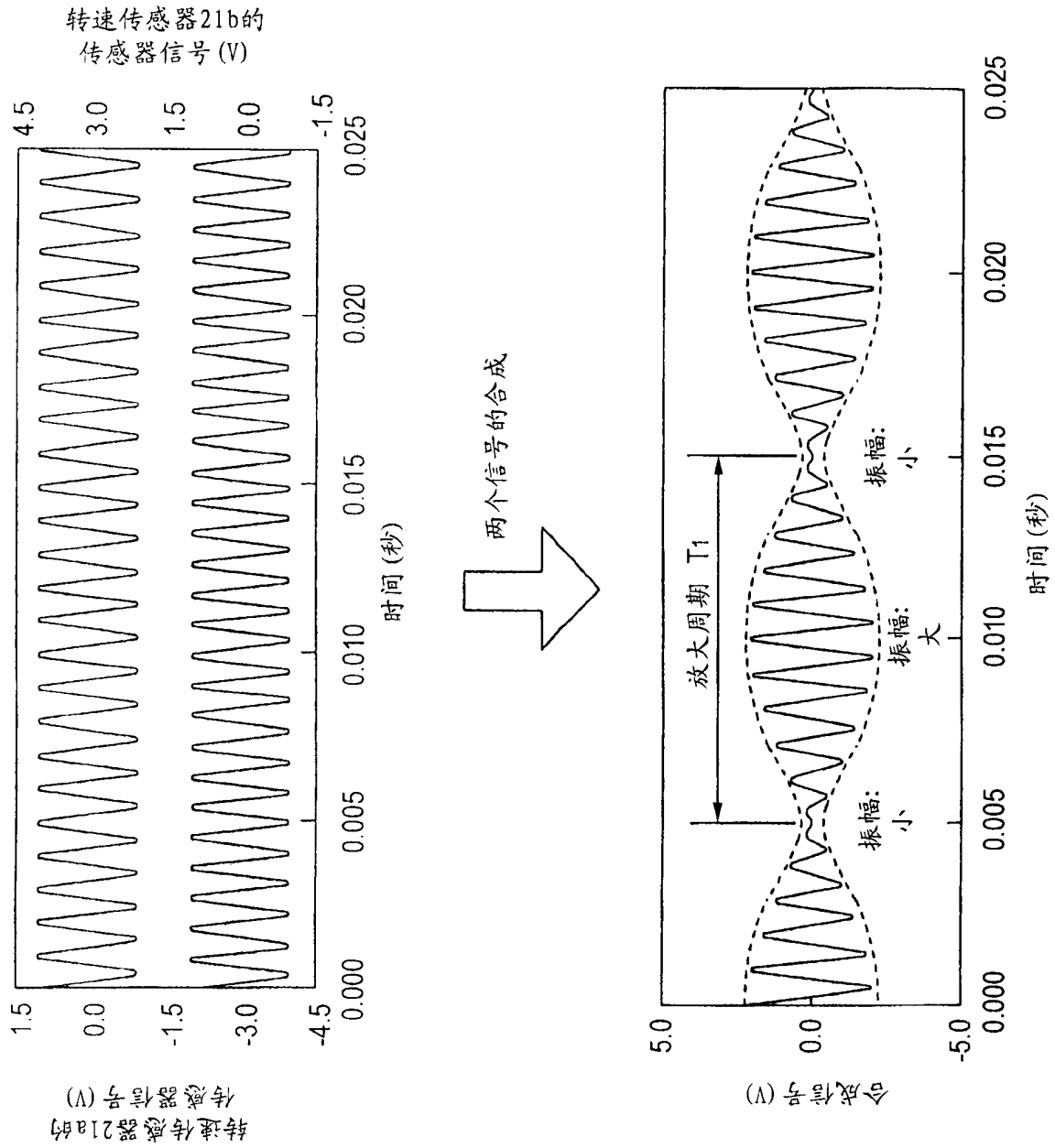


图 14

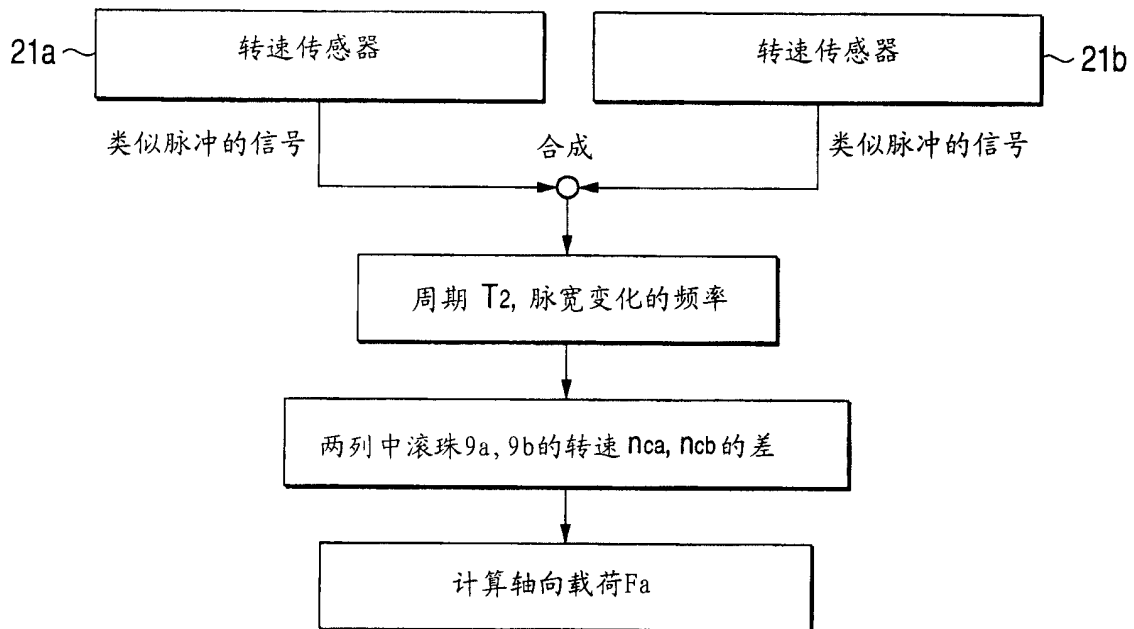


图 15

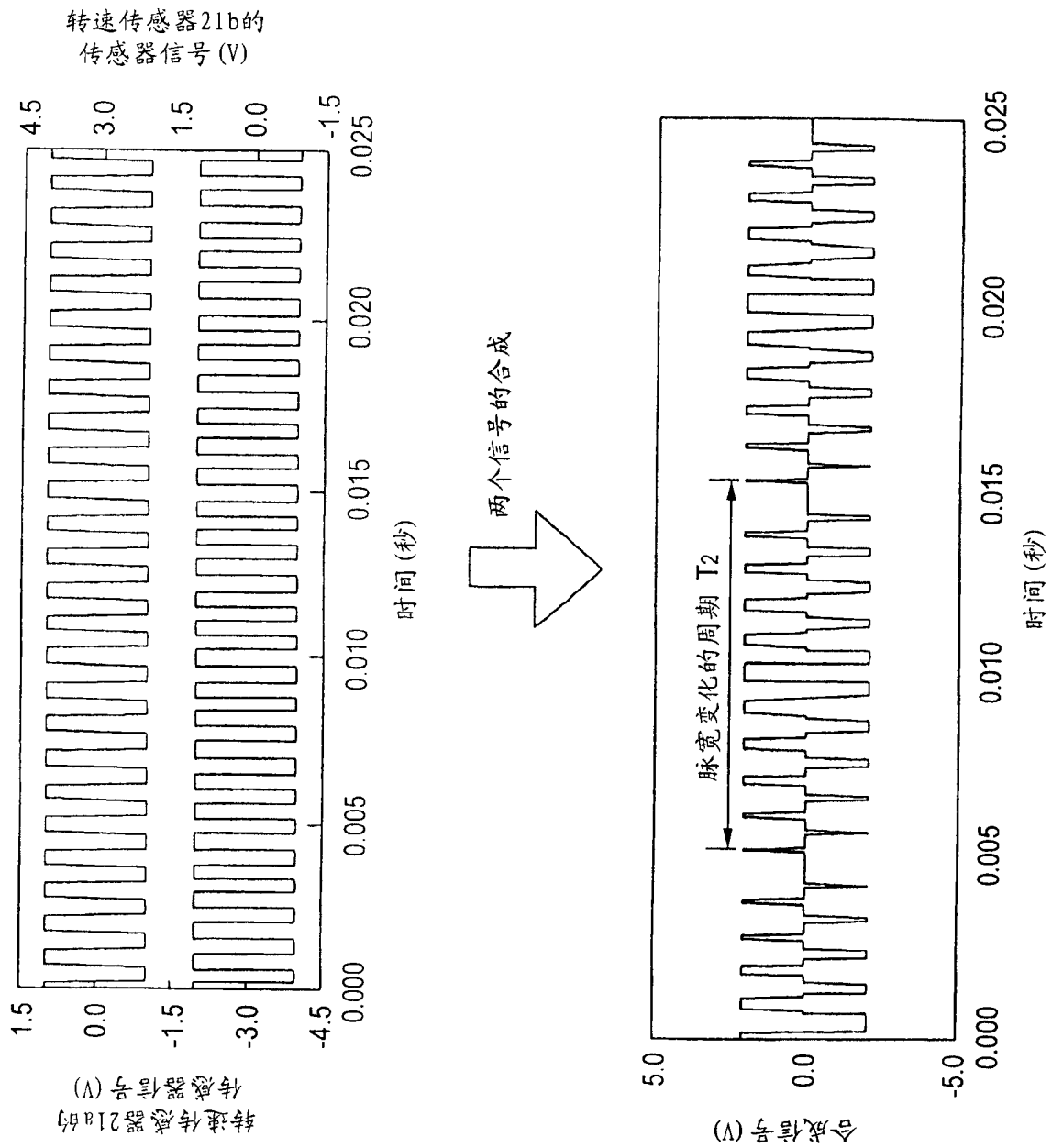


图 16

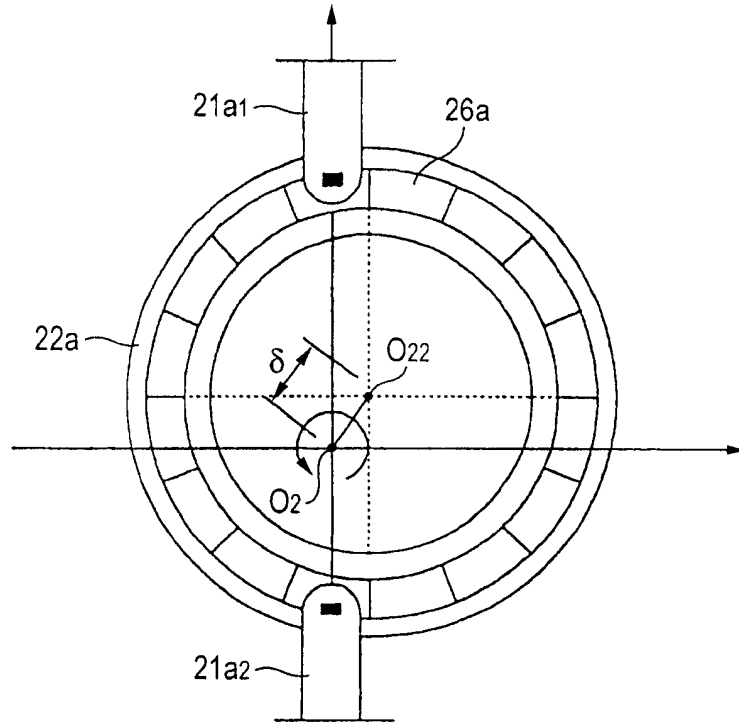


图 17

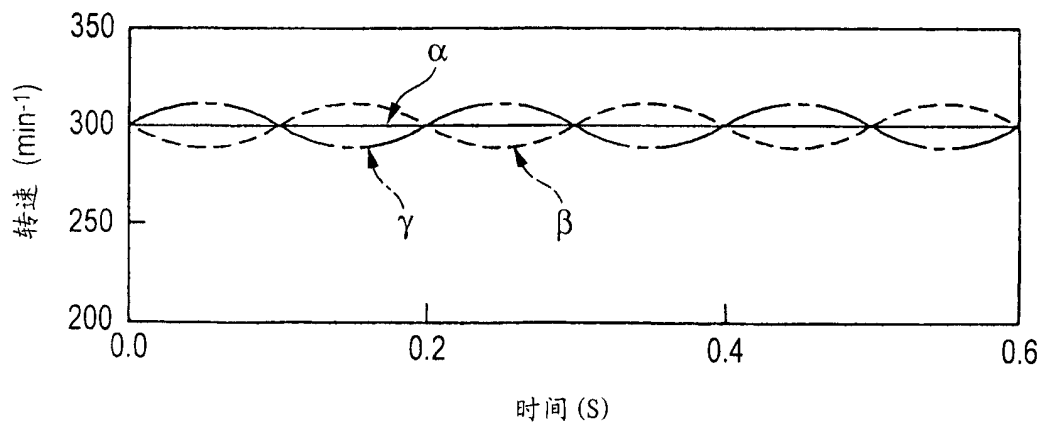


图 18

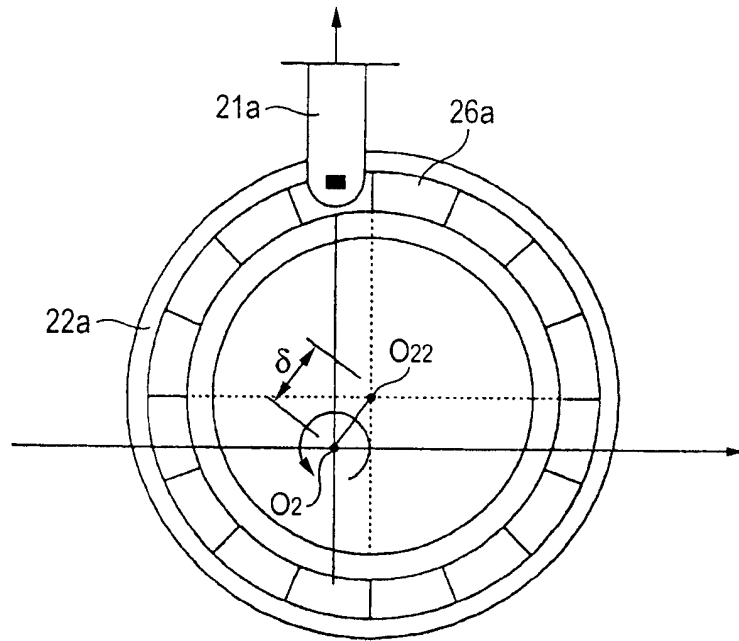


图 19

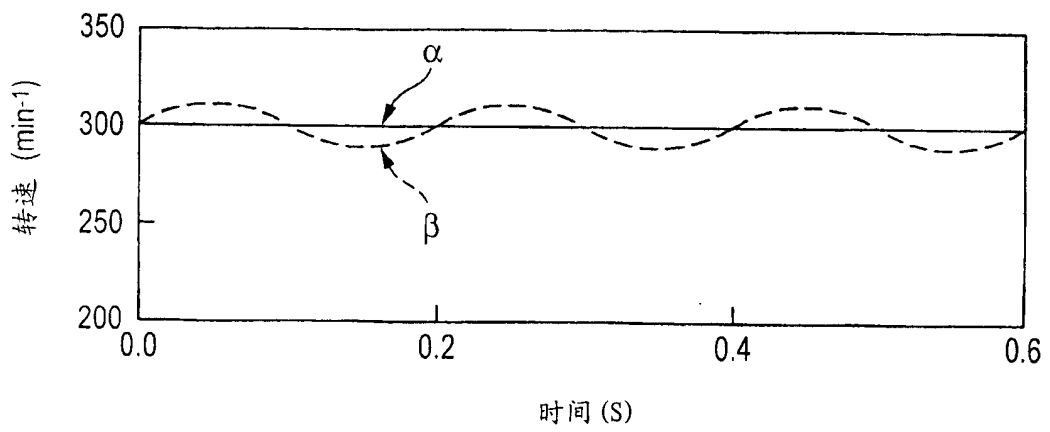


图 20

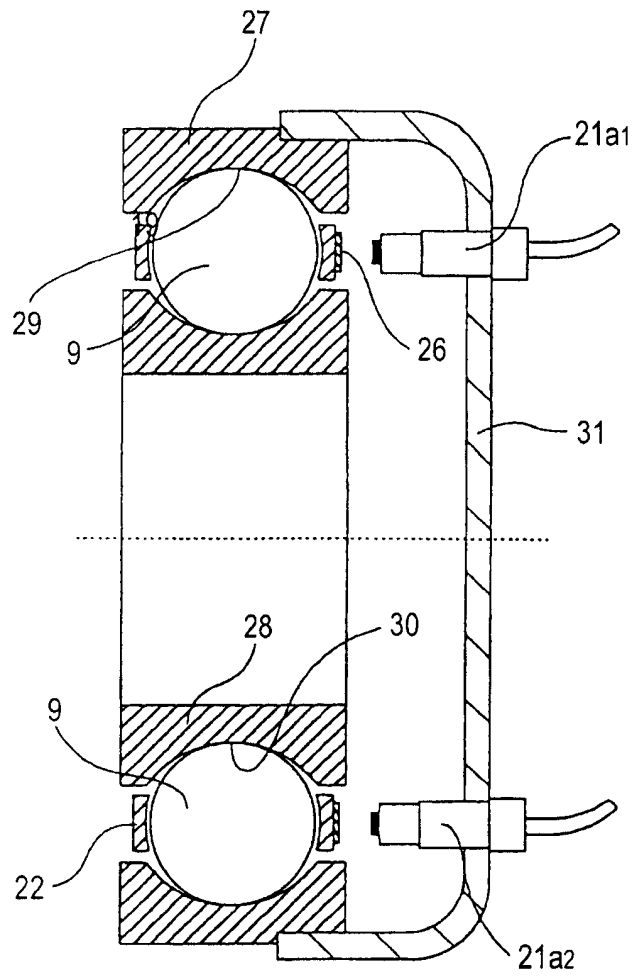


图 21

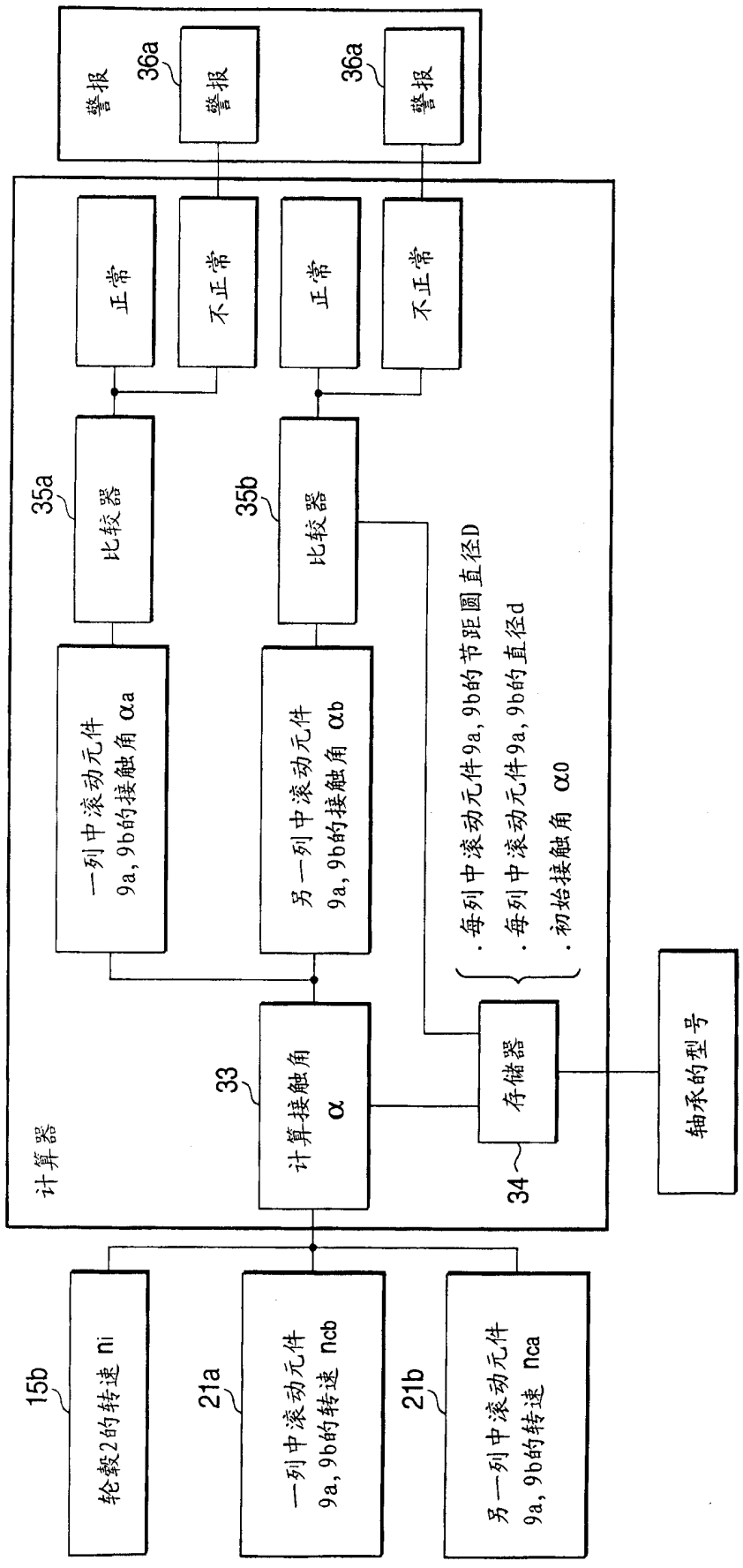


图 22

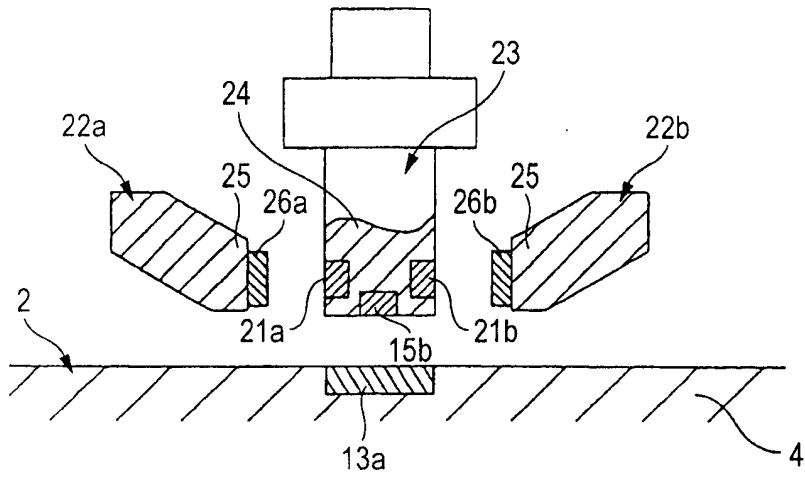


图 23

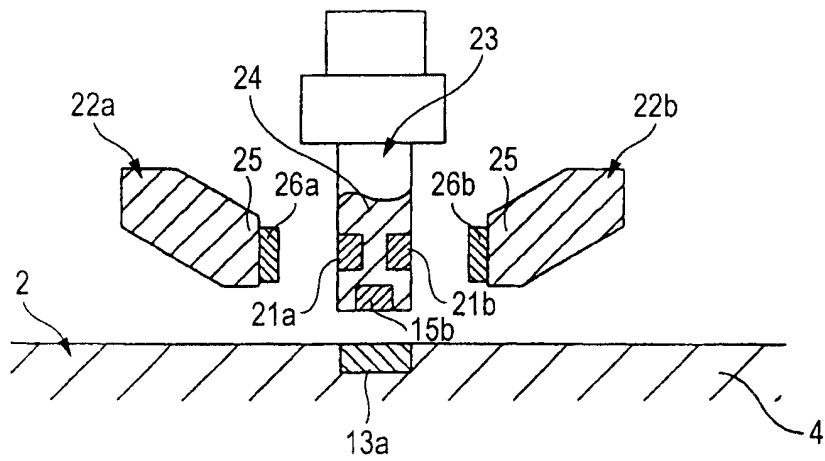


图 24

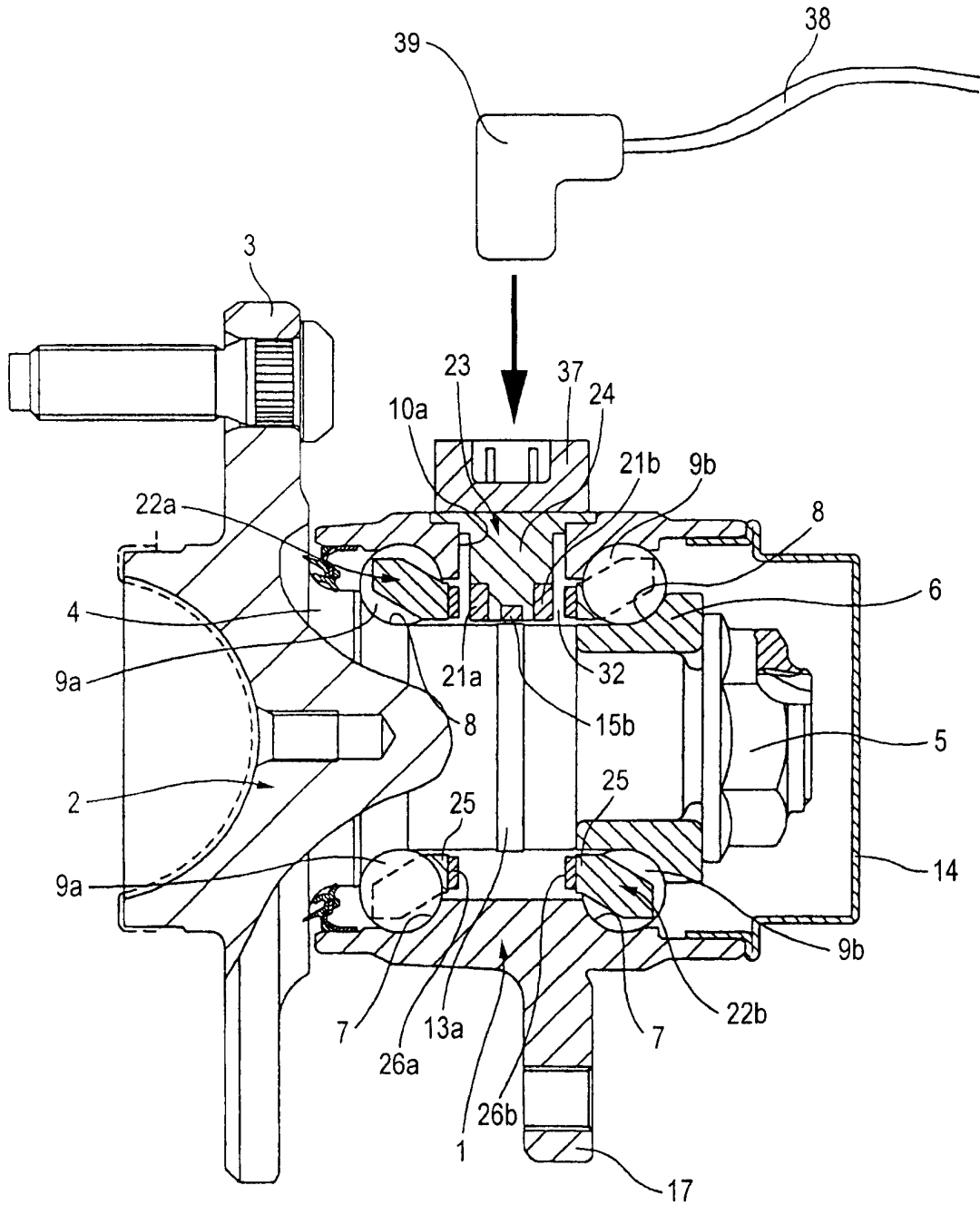


图 25

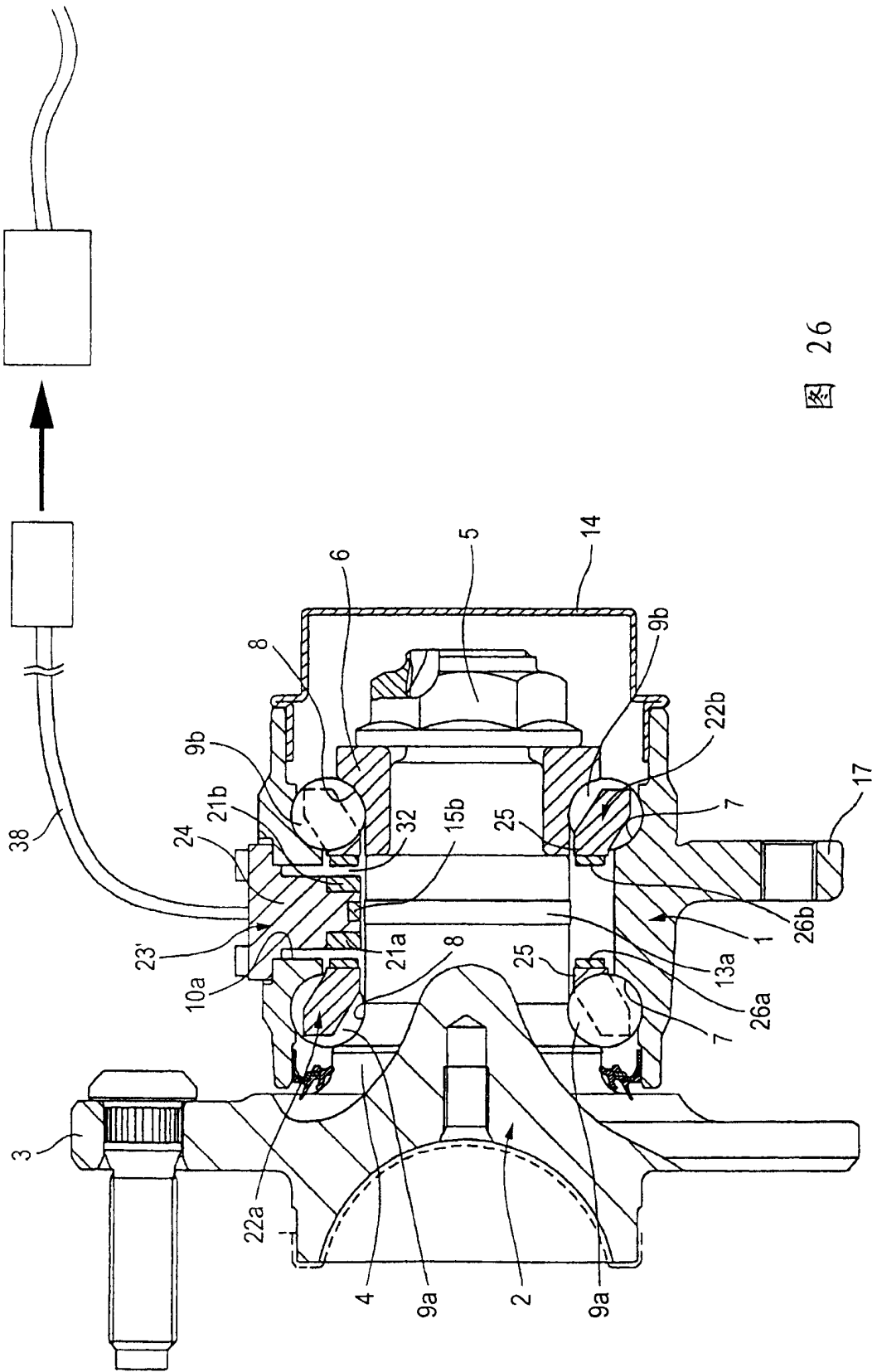


图 26

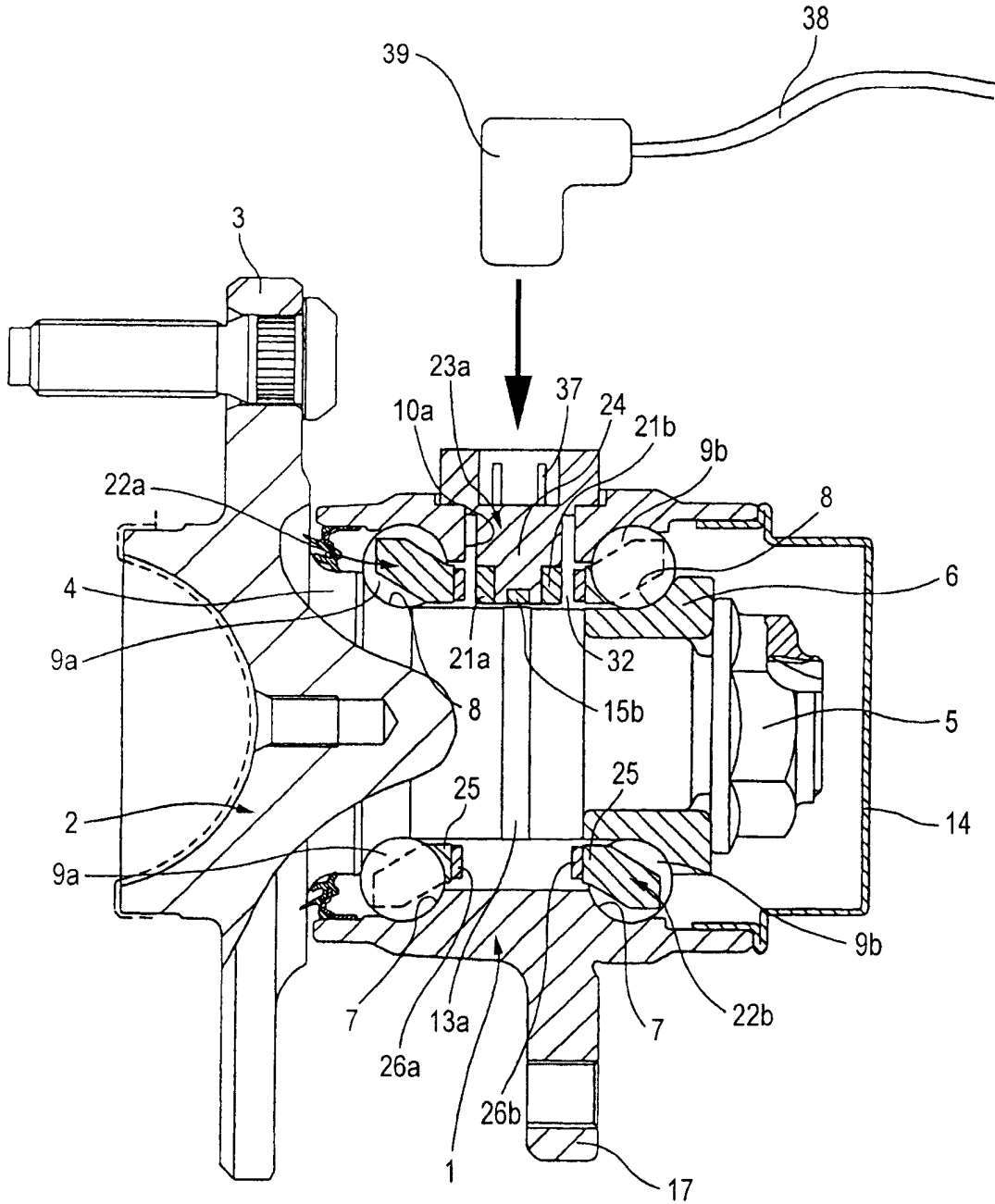


图 27

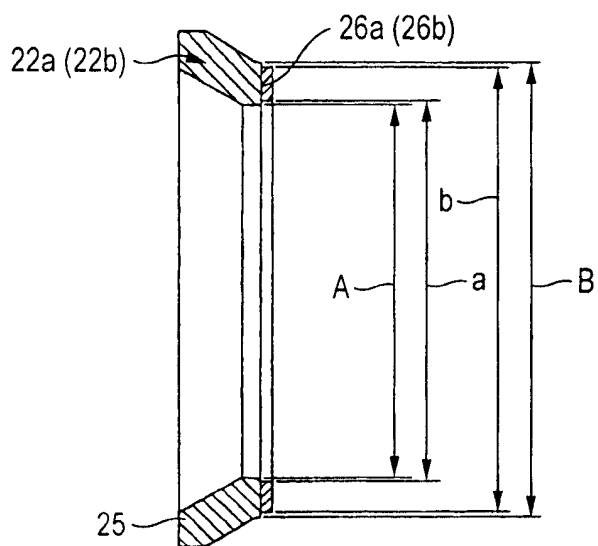


图 28

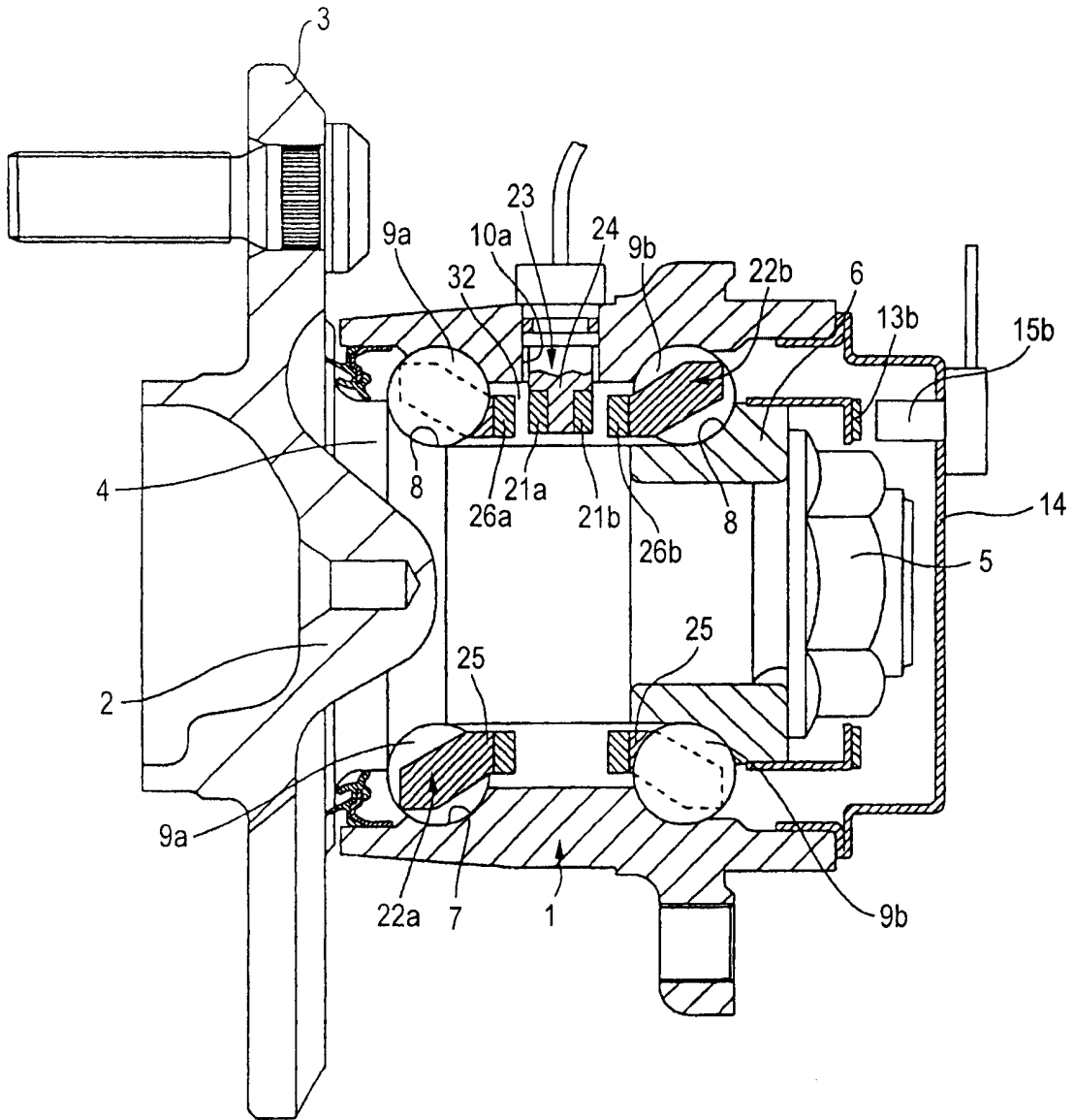


图 29

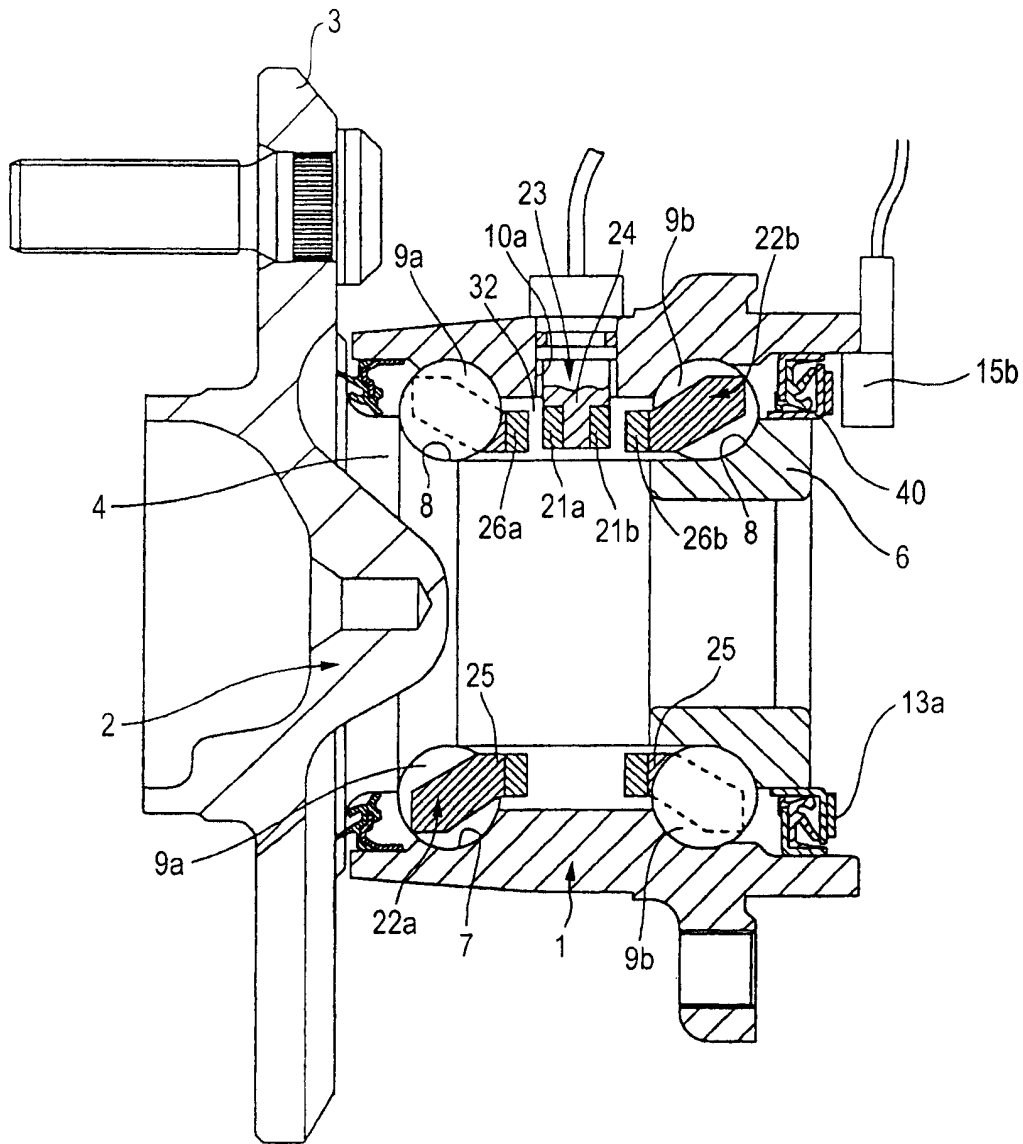


图 30

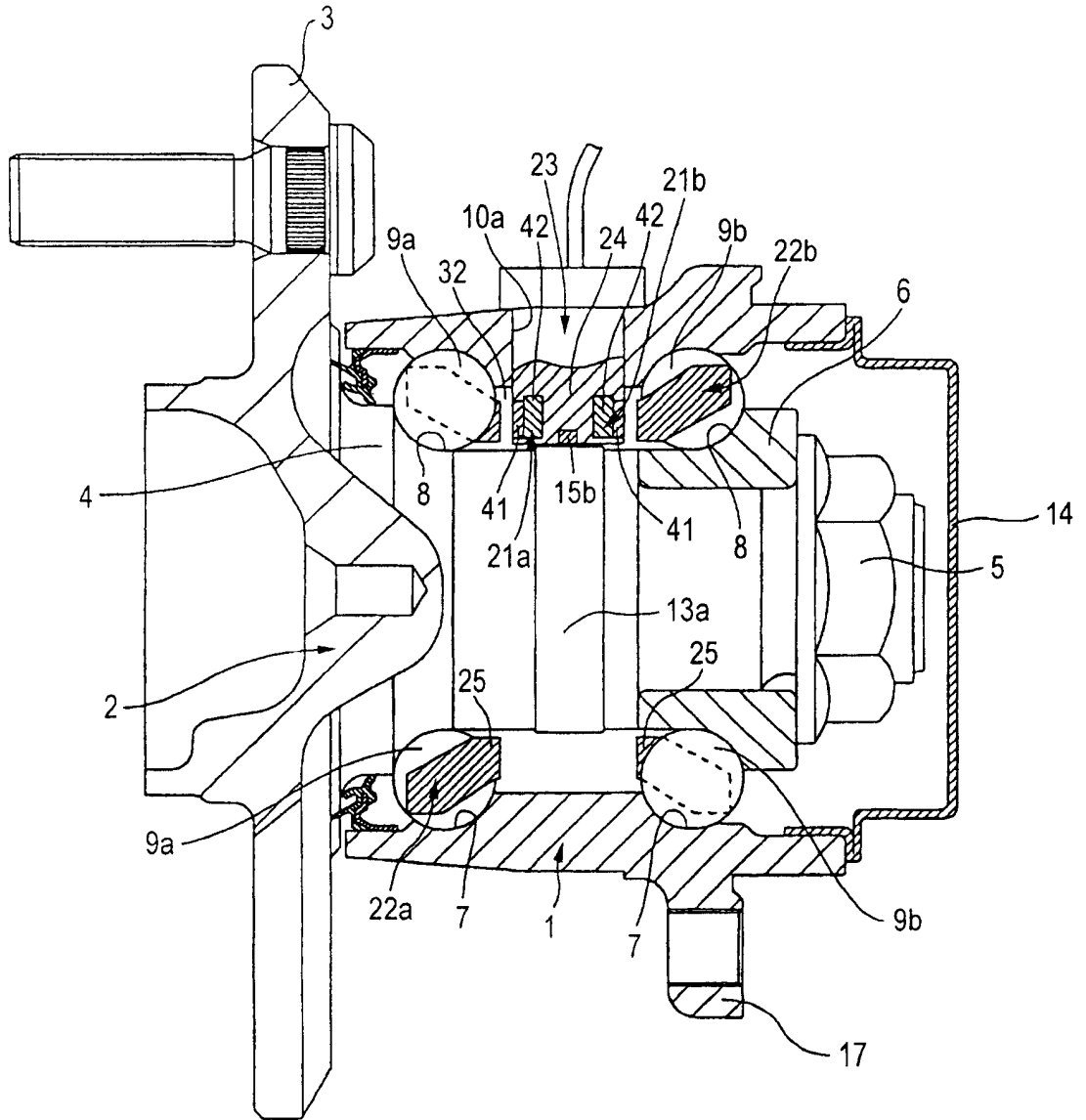


图 31

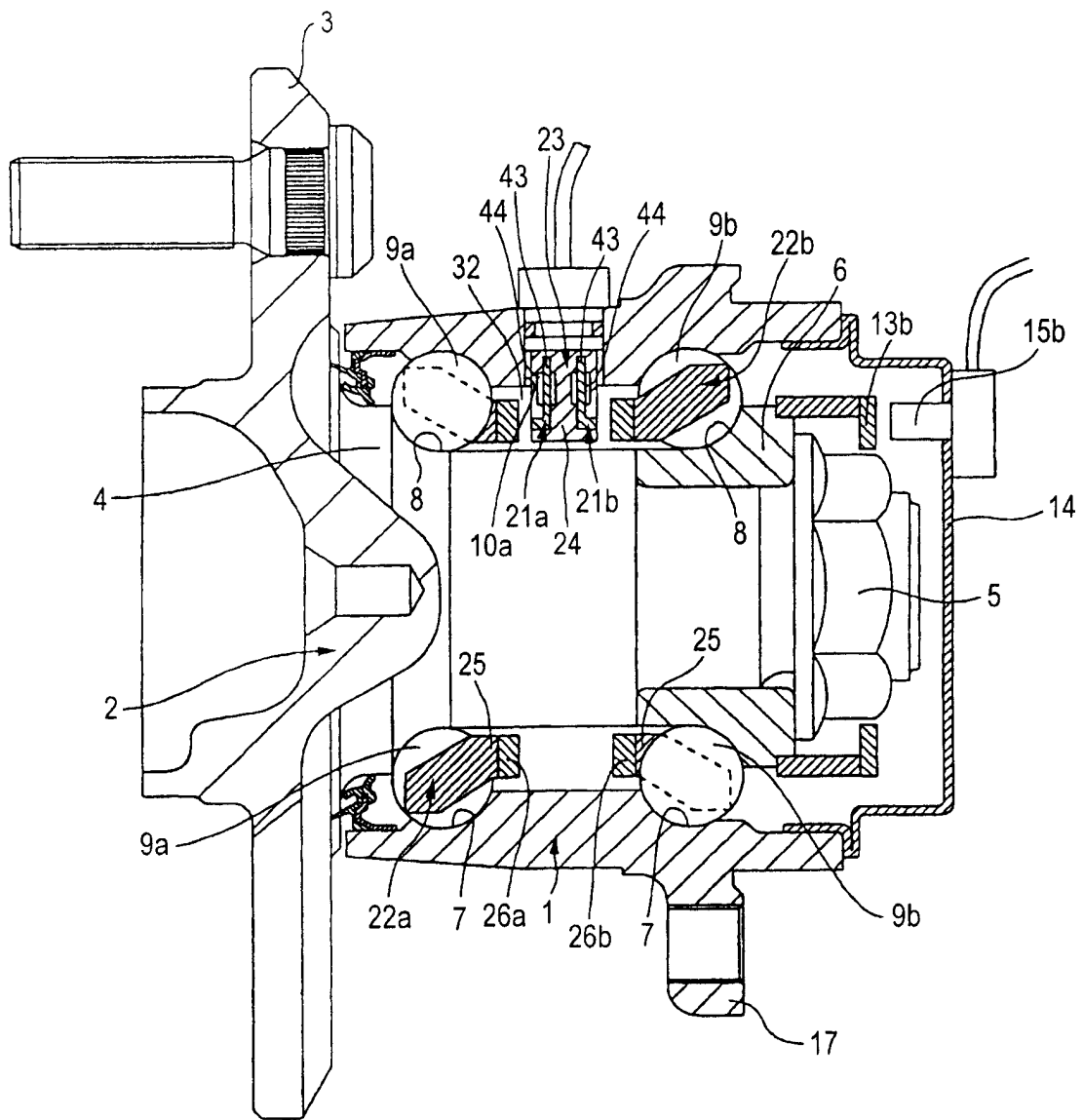


图 32

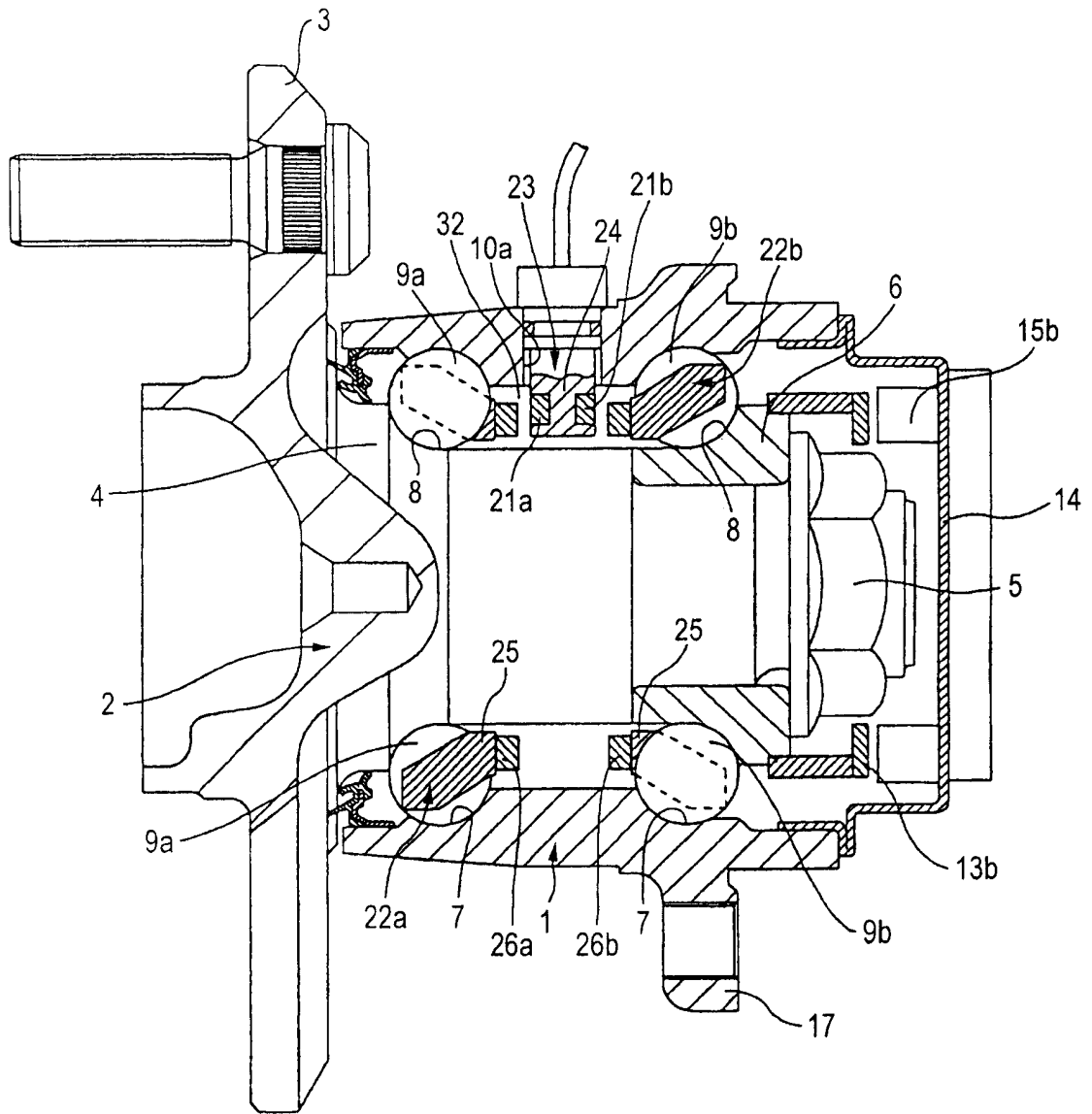


图 33

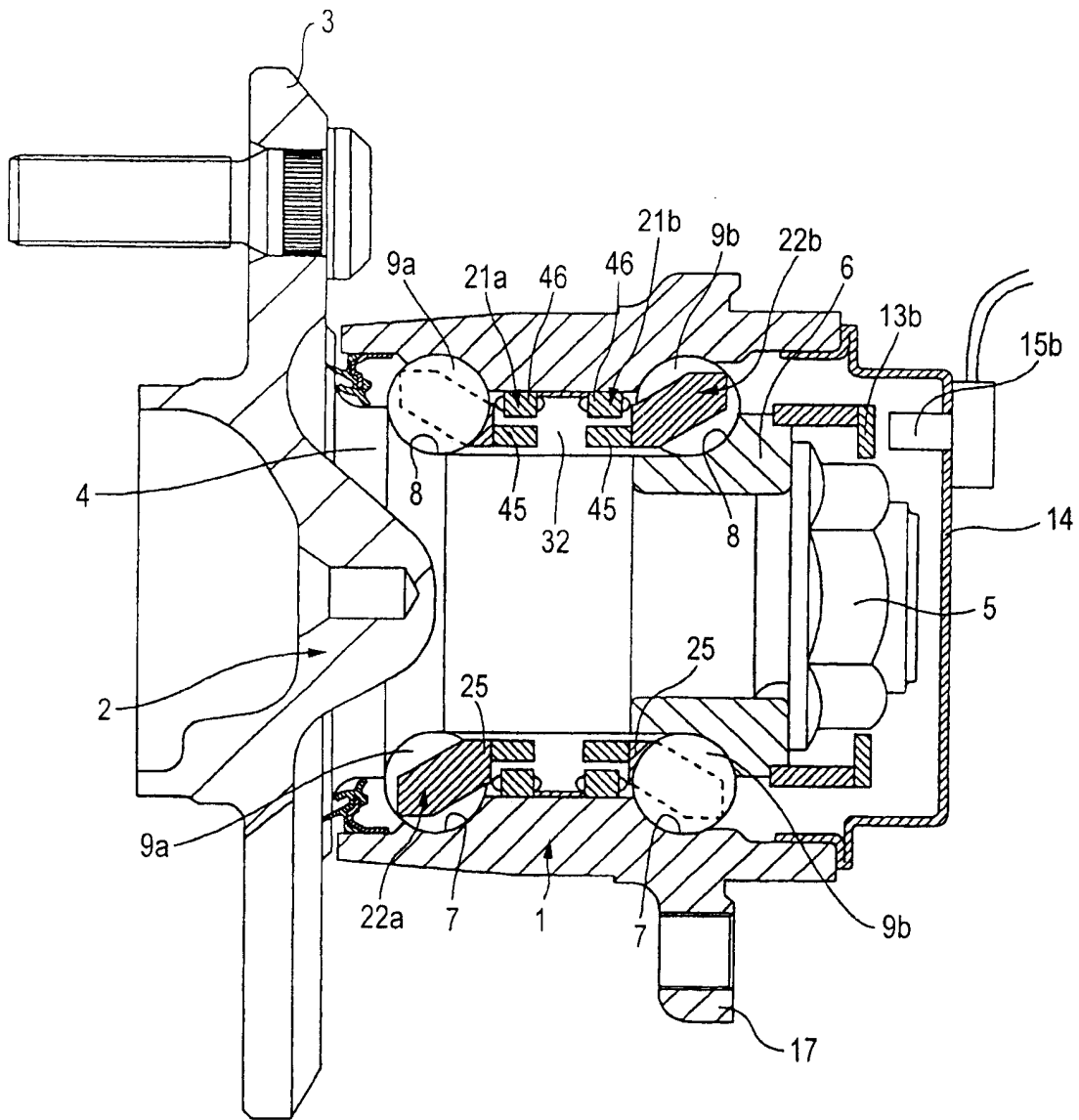


图 34

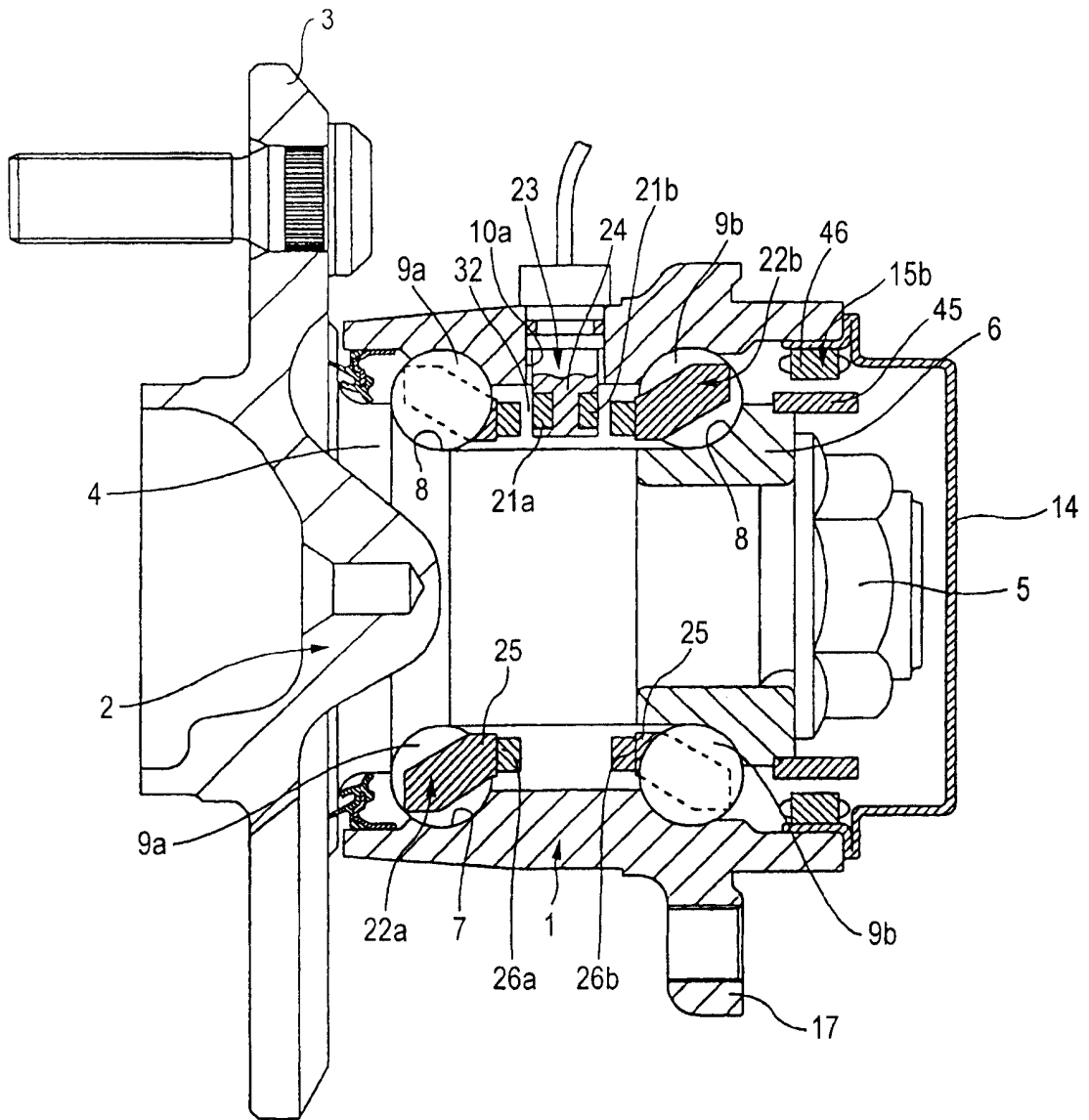


图 35

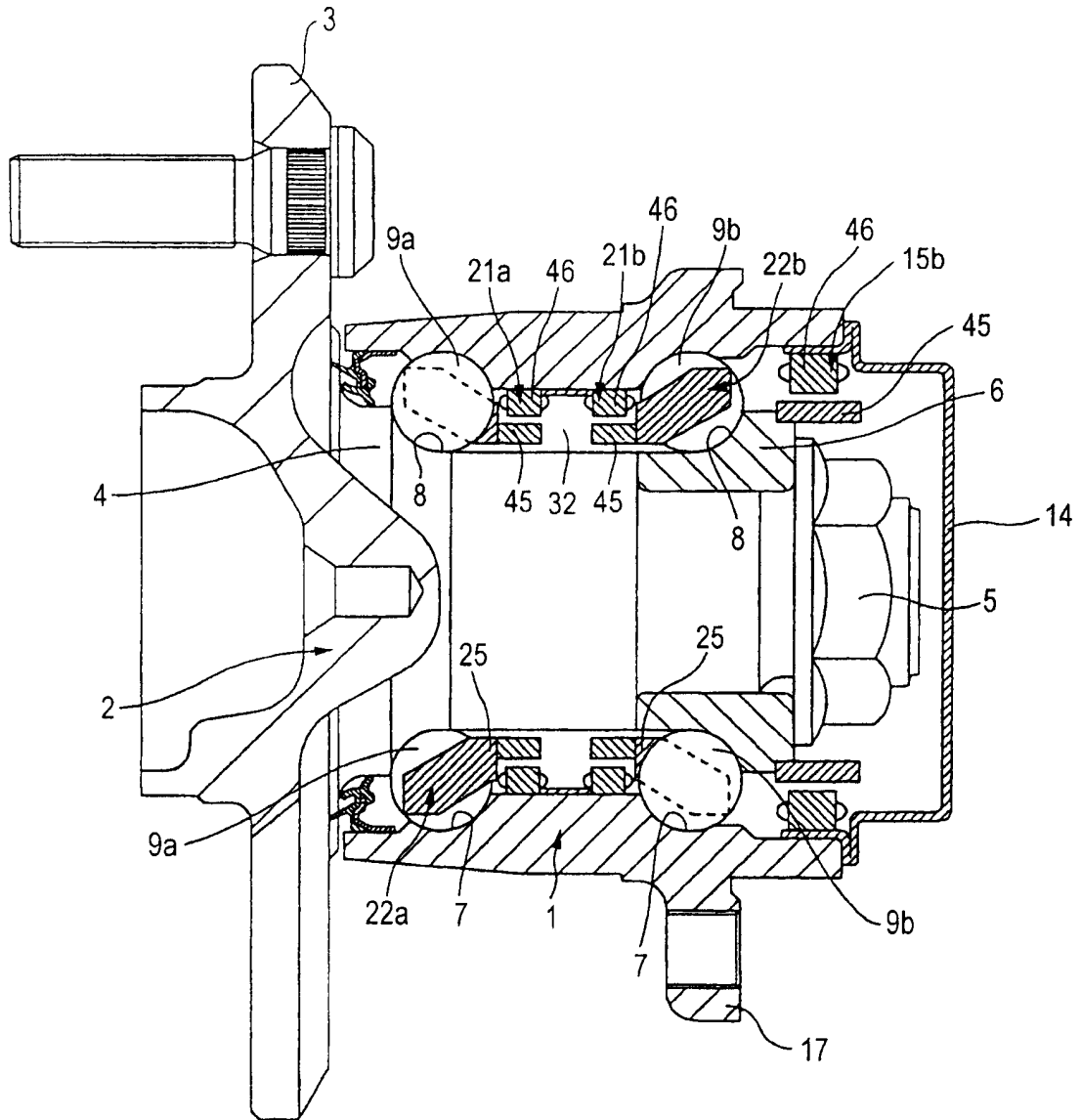


图 36

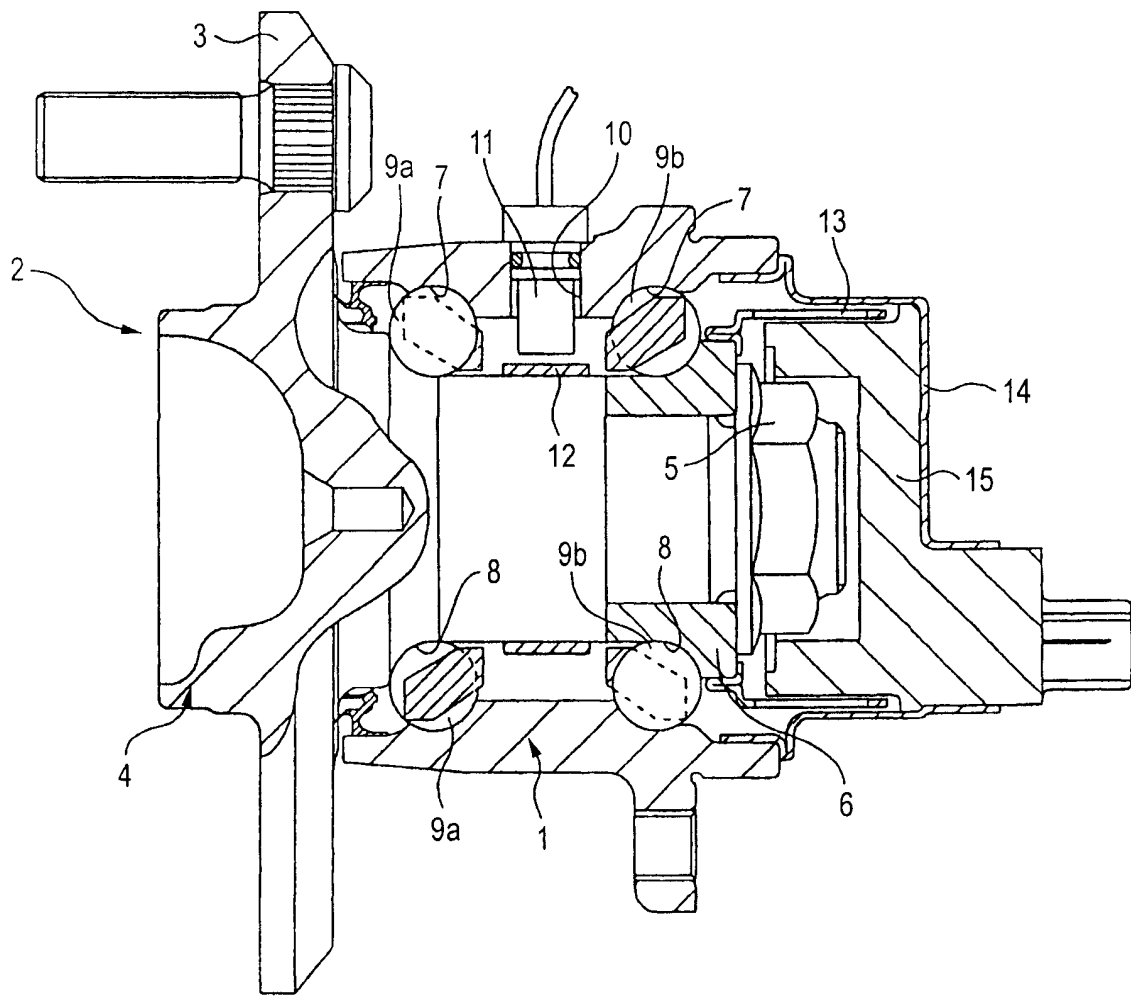


图 37

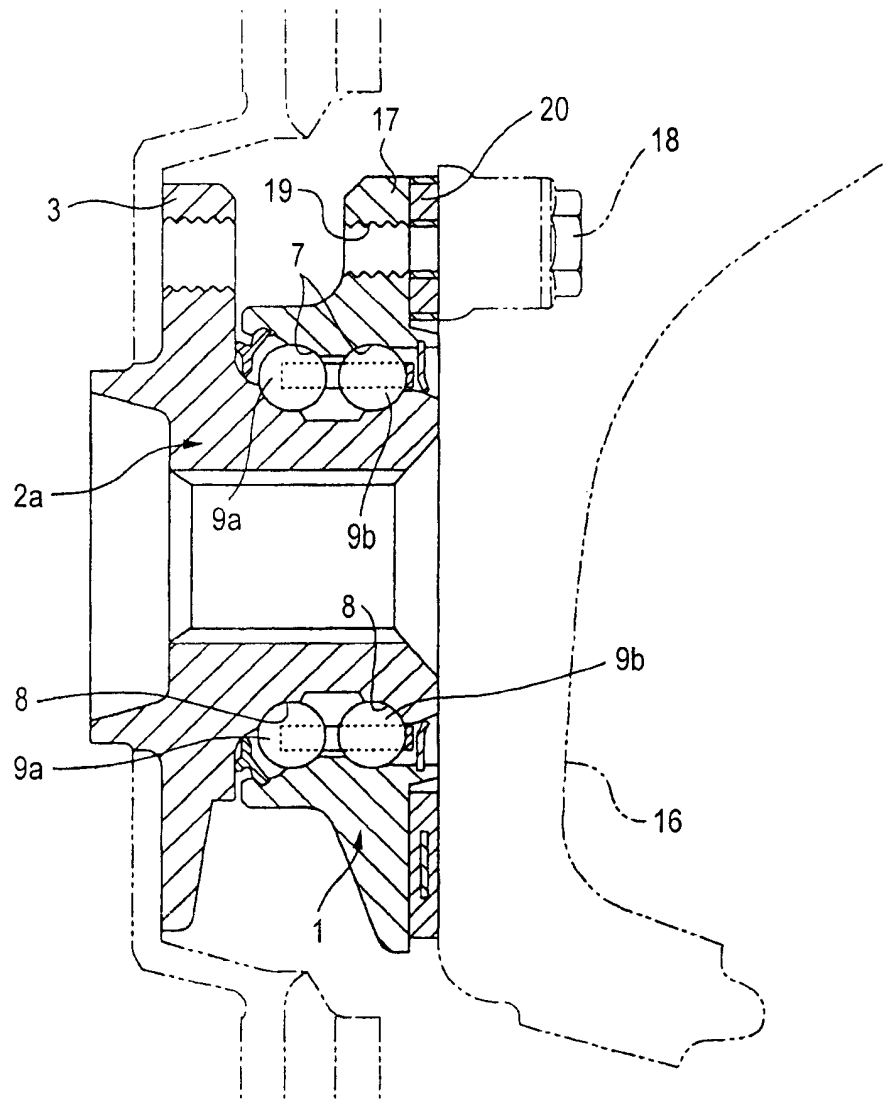


图 38