



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102015203 A

(43) 申请公布日 2011.04.13

(21) 申请号 200980116075.3

(22) 申请日 2009.03.17

(30) 优先权数据

61/037,033 2008.03.17 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010.11.04

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2009/037371 2009.03.17

(87) PCT申请的公布数据

W02009/117396 EN 2009.09.24

(71) 申请人 克里斯托弗·A·苏普罗克

地址 美国新罕布什尔

申请人 杰弗·尼科尔斯

罗伯特·杰拉德

巴里·富塞尔

(72) 发明人 克里斯托弗·A·苏普罗克

杰弗·尼科尔斯 罗伯特·杰拉德

巴里·富塞尔

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 党建华

(51) Int. Cl.

B23Q 3/12 (2006.01)

B23Q 17/00 (2006.01)

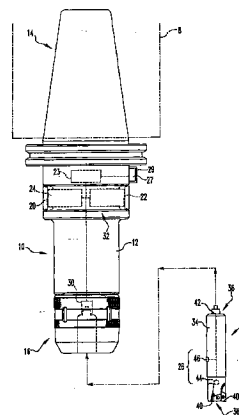
权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图 8 页

### (54) 发明名称

智能机加工系统及其智能刀具夹具

### (57) 摘要

一种智能刀具夹具 (10), 为机床平台 (8) 所使用。所述智能刀具夹具 (10) 包括具有第一端 (14) 和相对第二端 (16) 的主体 (12)、所述主体 (12) 中配置的处理器 (20) 以及所述主体 (12) 中配置的与所述处理器 (20) 通信的收发器 (22)。所述收发器 (22) 被构造为与外部接收设备 (28) 通信。所述主体 (12) 的第一端 (14) 被构造为耦接到所述机床平台 (8), 而所述相对第二端 (16) 被构造为选择性地耦接到具有许多传感器 (26) 的切削组件 (18)。所述处理器 (20) 被构造为在所述切削组件 (18) 耦接到所述主体 (12) 时与所述许多传感器 (26) 通信。所述处理器 (20) 可以使用基于模型的数据分析、数字滤波和其他技术执行数据分析任务。所述智能刀具夹具 (10) 可以基于与机床控制器经由接收器或接口设备的双向通信对机加工工艺建议改变。



1. 一种智能刀具夹具 (10)，为机床平台 (8) 所使用，所述智能刀具夹具 (10) 包括：  
具有第一端 (14) 和相对第二端 (16) 的主体 (12)；

所述主体 (12) 中配置的处理器 (20)；以及

所述主体 (12) 中配置的并与所述处理器 (20) 通信的收发器 (22)，所述收发器 (22) 被构造为与外部接收设备 (28) 通信，

其中，所述主体 (12) 的所述第一端 (14) 被构造为选择性地耦接到所述机床平台 (8)，而所述主体 (12) 的所述相对第二端 (16) 被构造为选择性地耦接到具有许多传感器 (26) 的切削组件 (18)，并且其中所述处理器 (20) 被构造为在所述切削组件 (18) 耦接到所述主体 (12) 时与所述许多传感器 (26) 通信。

2. 根据权利要求 1 的智能刀具夹具 (10)，其中，所述主体 (12) 包括所述相对第二端 (16) 处或附近配置的第一电连接器 (30)，所述第一电连接器 (30) 与所述处理器 (20) 电连接；

其中，所述切削组件 (18) 包括具有选择性地耦接到所述主体 (12) 的所述相对第二端 (16) 的第一端 (54) 和构造为接合工件 (50) 的相对第二端 (56) 的旋转切削刀具 (52)，所述第一端 (54) 包括与所述切削组件 (18) 的所述许多传感器 (26) 电连接的第二电连接器 (42)；以及

其中，所述第一电连接器 (30) 被构造为在所述切削组件 (18) 耦接到所述主体 (12) 时，与所述第二电连接器 (42) 电连接。

3. 根据权利要求 1 的智能刀具夹具 (10)，其中，所述收发器 (22) 是无线收发器。

4. 根据权利要求 1 的智能刀具夹具 (10)，其中，所述处理器 (20) 包括微处理器、微控制器或数字信号处理器单元。

5. 根据权利要求 1 的智能刀具夹具 (10)，其中，所述处理器 (20) 包括其中配置的许多数据处理算法 (24) 和模型。

6. 根据权利要求 1 的智能刀具夹具 (10)，其中，所述主体 (12) 进一步包括其中配置的电源 (23)。

7. 根据权利要求 6 的智能刀具夹具 (10)，其中，所述电源 (23) 是可充电的并包括具有可拆卸盖子 (29) 的充电孔 (27)，所述充电孔 (27) 被构造为连接到外部充电设备。

8. 根据权利要求 6 的智能刀具夹具 (10)，其中，所述电源 (23) 可通过感应充电进行充电。

9. 一种智能刀具组件 (6)，为机床平台 (8) 所使用，所述智能刀具组件 (6) 包括：  
智能刀具夹具 (10)，包括：

具有第一端 (14) 和相对第二端 (16) 的主体 (12)，所述第一端 (14) 被构造为耦接到所述机床平台 (8)；

所述主体 (12) 中配置的处理器 (20)；以及

所述主体 (12) 中配置的并与所述处理器 (20) 通信的收发器 (22)，所述收发器 (22) 被构造为与外部接收设备 (28) 通信；以及

具有第一端 (36) 和第二端 (38) 的切削组件 (18)，所述第一端 (36) 被选择性地耦接到所述智能刀具夹具 (10) 的所述主体 (12) 的所述相对第二端 (16)，并且所述切削组件的所述第二端 (38) 被构造为接合工件 (50)，所述切削组件 (18) 具有在所述切削组件 (18)

耦接到所述智能刀具夹具 (10) 时与所述处理器 (20) 通信的许多传感器 (26)。

10. 根据权利要求 9 的智能刀具组件 (6)，其中，所述刀具夹具 (10) 的所述主体 (12) 的所述相对第二端 (16) 包括第一电连接器 (30)，其中所述切削组件 (18) 的所述第一端 (36) 包括第二电连接器 (42)，并且其中所述第一电连接器 (30) 和所述第二电连接器 (42) 被放置为当所述切削组件 (18) 耦接到所述刀具夹具 (10) 时协作地电地接合，从而允许所述许多传感器 (26) 与所述处理器 (20) 之间进行通信。

11. 根据权利要求 10 的智能刀具组件 (6)，其中，所述切削组件 (18) 包括旋转切削刀具 (52)，所述旋转切削刀具 (52) 具有耦接到所述刀具夹具 (10) 的所述主体 (12) 的所述相对第二端 (16) 的第一端 (54) 以及构造为接合工件 (50) 的相对第二端 (56)。

12. 根据权利要求 11 的智能刀具组件 (6)，其中，所述旋转切削刀具 (52) 包括端铣刀、套式铣刀、面铣刀、钻孔刀具、镗刀和其他金属切削刀具之一。

13. 根据权利要求 10 的智能刀具组件 (6)，其中，所述切削组件 (18) 包括具有选择性地耦接到其上的许多切削插件 (40) 的插件夹具 (34)。

14. 根据权利要求 9 的智能刀具组件 (6)，其中，所述许多传感器 (26) 被构造为传感温度、加速度、力和扭矩至少其一。

15. 根据权利要求 9 的智能刀具组件 (6)，其中，所述收发器 (22) 包括无线收发器。

16. 根据权利要求 9 的智能刀具组件 (6)，其中，所述处理器 (20) 是微处理器、微控制器或数字信号处理器单元。

17. 根据权利要求 9 的智能刀具组件 (6)，其中，所述智能刀具夹具 (10) 进一步包括其中配置的电源 (23)。

18. 根据权利要求 17 的智能刀具组件 (6)，其中，所述电源 (23) 是可充电的并包括具有可拆卸盖子 (29) 的充电孔 (27)，所述充电孔 (27) 被构造为连接到外部充电设备。

19. 根据权利要求 17 的智能刀具组件 (6)，其中，所述电源 (23) 可通过感应充电进行充电。

20. 一种智能刀具夹具 (10'')，为机床平台 (8) 所使用，所述智能刀具夹具 (10'') 包括：

具有第一端 (14) 和相对第二端 (16) 的主体 (12)；

所述主体 (12) 中配置的处理器 (20)；

所述主体 (12) 中配置的并与所述处理器 (20) 通信的许多传感器 (26)；以及

所述主体 (12) 中配置的并与所述处理器 (20) 通信的收发器 (22)，所述收发器 (22) 被构造为与外部接收设备 (28) 通信，

其中，所述主体 (12) 的所述第一端 (14) 被构造为选择性地耦接到所述机床平台 (8)，其中所述主体 (12) 的所述相对第二端 (16) 被构造为选择性地耦接到所述切削组件 (18)。

21. 根据权利要求 20 的智能刀具夹具 (10'')，其中，所述收发器 (22) 是无线收发器。

22. 根据权利要求 20 的智能刀具夹具 (10'')，其中，所述处理器 (20) 包括微处理器、微控制器或数字信号处理单元。

23. 根据权利要求 20 的智能刀具夹具 (10'')，其中，所述处理器 (20) 包括其中配置

的许多数据处理算法 (24) 和模型。

24. 根据权利要求 20 的智能刀具夹具 (10"), 其中, 所述主体 (12) 进一步包括其中配置的电源 (23)。

25. 根据权利要求 24 的智能刀具夹具 (10"), 其中, 所述电源 (23) 是可充电的并包括具有可拆卸盖子 (29) 的充电孔 (27), 所述充电孔 (27) 被构造为连接到外部充电设备。

26. 根据权利要求 24 的智能刀具夹具 (10"), 其中, 所述电源 (23) 可通过感应充电进行充电。

27. 根据权利要求 20 的智能刀具夹具 (10"), 其中, 所述许多传感器 (26) 被构造为传感温度、加速度、力和扭矩至少其一。

28. 一种用于机加工工件 (50) 的智能机加工系统, 所述智能机加工系统包括:

机床平台 (8);

智能刀具夹具 (10), 包括:

具有第一端 (14) 和相对第二端 (16) 的主体 (12), 所述第一端 (14) 选择性地耦接到所述机床平台 (8);

所述主体 (12) 中配置的处理器 (20); 以及

所述主体 (12) 中配置的并与所述处理器 (20) 通信的收发器 (22);

具有第一端 (36) 和第二端 (38) 的切削组件 (18), 所述第一端 (36) 被选择性地耦接到所述智能刀具夹具 (10) 的所述主体 (12) 的所述相对第二端 (16), 并且所述切削组件 (18) 的所述第二端 (38) 被构造为接合工件 (50), 所述切削组件 (18) 具有在所述切削组件 (18) 耦接到所述智能刀具夹具 (10) 时与所述处理器 (20) 通信的许多传感器; 以及  
与所述收发器 (22) 通信的外部接收器设备 (28)。

29. 根据权利要求 28 的智能机加工系统, 其中, 所述机床平台 (8) 包括机床控制器, 并且其中所述外部接收器设备 (28) 向所述机床控制器提供信号。

30. 根据权利要求 28 的智能机加工系统, 其中, 所述收发器 (22) 与所述外部接收器设备 (28) 进行无线通信。

31. 根据权利要求 28 的智能机加工系统, 其中, 所述智能刀具夹具 (10) 能够终止通过所述收发器 (22) 的通信, 并转而记录信息以用于后面的检索和分析。

## 智能机加工系统及其智能刀具夹具

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求 2008 年 3 月 17 日提交的美国临时专利申请序列号 61/037,033 的优先权，其公开内容在此引用作为参考。

### 技术领域

[0003] 一般地，本发明涉及刀具夹具组件，更具体地，涉及机床平台所使用的智能刀具夹具。本发明还涉及机床平台所使用的智能刀具组件。本发明进一步涉及采用智能刀具夹具的智能机加工系统。

### 背景技术

[0004] 美国在机加工操作上每年的支出估计超过 2 千亿美元。所以，为了使这样的支出最小，对改进的切削刀具和机加工方法存在着巨大的需求。在 2007 年 12 月，国家标准与技术研究所 (NIST) 主办了由集成制造技术倡议 (IMTI) 协会组织的“智能机床”研讨会，以“评估对于提高用于材料去除的机床的智能的需要、机会和要求”。正如与会者的表决，两个当务之急是对智能机床测试台建立基于物理的工艺模型以及捕获并了解确定机床状态所需的信息。

[0005] 为了使比如端铣刀状态监视系统的机加工监视系统被业界广泛接受，车间机器上的部署必须成本低、非侵害并且不导致破坏机加工外壳。不过典型情况下，监视系统需要位于机床上或机床中的数据收集传感器。遗憾的是，许多传感器类型成本高、对机加工外壳有侵害和 / 或难以部署。

[0006] 从历史上看，记录有关刀具尖端响应的进程中数据的能力一直限于从位于物理地远离切削工艺的位置处的传感器收集的数据。这些传感器往往安装在材料工件或机床主轴上。不过，端铣削系统的复杂性导致刀具尖端与传统安装的固定传感器之间振动的传输有噪音。这个事实增加了分析刀具尖端动态运动的难度，并且降低了所关注的精细现象的分辨率。为了全面理解动态端铣削问题比如刀具颤动、磨损或报废，有必要在切削工艺期间在它们的源头观察刀具尖端响应特性。

[0007] 非侵害传感器的公知实例是位于机床平台的主轴驱动电机上的功率监视器。尽管非侵害而性价比高，诸如功率监视之类的传感器提供的带宽不足以捕获机加工工艺的许多重要细节。此外，许多公知的状态监视技术要求诸如台式测功仪之类的传感器，这很不实际。从研究的观点，这样的传感器类型是稳健系统模型的开发和确认所需的。不过，在真实世界的应用中，传感方式应当考虑成本、设置便利和性能。

[0008] 所以，在机加工系统的监视中存在着改进的空间，尤其是在切削刀具及其所用设备的监视中。

### 发明内容

[0009] 这些需要和其他方面由本发明的若干实施例满足，它们针对机床平台所使用的

智能刀具夹具、机床平台所使用的智能刀具组件以及采用智能刀具夹具的智能机加工系统。

[0010] 作为本发明的一方面，智能刀具夹具是为机床平台所使用。所述智能刀具夹具包括具有第一端和相对第二端的主体，所述主体中配置的处理器以及所述主体中配置的并与所述处理器通信的收发器。所述收发器被构造为与外部接收设备通信。所述主体的所述第一端被构造为耦接到所述机床平台，而所述主体的所述相对第二端被构造为选择性地耦接到具有许多传感器的切削组件。所述处理器被构造为在所述切削组件耦接到所述主体时与所述许多传感器通信。

[0011] 所述主体可以包括在相对第二端处或附近配置的第一电连接器，所述第一电连接器与所述处理器电连接。所述切削组件可以包括旋转切削刀具，所述旋转切削刀具具有选择性地耦接到所述主体的所述相对第二端的第一端和构造为接合工件的相对第二端。所述第一端可以包括与所述切削组件的所述许多传感器电连接的第二电连接器。在所述切削组件耦接到所述主体时，所述第一电连接器可以与所述第二电连接器电连接。

[0012] 所述收发器可以是无线收发器。

[0013] 所述处理器可以包括微处理器、微控制器或数字信号处理器单元。所述处理器可以包括其中配置的许多数据处理算法和模型。

[0014] 所述主体可以进一步包括其中配置的电源。所述电源可以是可充电的，并且可以包括具有可拆卸盖子的充电孔，所述充电孔可以被构造为连接到外部充电设备。所述电源可以通过感应充电进行充电。

[0015] 作为本发明的另一方面，智能刀具组件是为机床平台所使用。所述智能刀具组件包括智能刀具夹具和切削组件。所述智能刀具夹具包括具有构造为耦接到所述机床平台的第一端和相对第二端的主体，所述主体中配置的处理器以及所述主体中配置的并与所述处理器通信的收发器。所述收发器被构造为与外部接收设备通信。所述切削组件具有第一端和第二端，所述第一端选择性地耦接到所述智能刀具夹具的所述主体的所述相对第二端，而所述切削组件的所述第二端被构造为接合工件。所述切削组件具有在所述切削组件耦接到所述智能刀具夹具时与所述处理器通信的许多传感器。

[0016] 所述刀具夹具的所述主体的所述相对第二端可以包括第一电连接器，而所述切削组件的所述第一端可以包括第二电连接器，所述第一电连接器和所述第二电连接器被放置为在所述切削组件耦接到所述刀具夹具时协作地电地、机械地接合，从而允许所述许多传感器与所述处理器之间的通信。

[0017] 所述切削组件可以包括旋转切削刀具，旋转切削刀具具有耦接到所述刀具夹具的所述主体的所述相对第二端的第一端以及构造为接合工件的相对第二端。所述旋转切削刀具可以包括端铣刀、套式铣刀、面铣刀、钻孔刀具、镗刀和其他金属切削刀具之一。

[0018] 所述切削组件可以包括插件夹具，插件夹具具有选择性地耦接到其上的许多切削插件。所述许多传感器可以被构造为传感温度、加速度、力和扭矩至少其一。

[0019] 所述智能刀具夹具可以进一步包括其中配置的电源。

[0020] 作为本发明的又一方面，智能刀具夹具是为机床平台所使用。所述智能刀具夹具包括具有第一端和相对第二端的主体，所述主体中配置的处理器、所述主体中配置

的并与所述处理器通信的许多传感器以及所述主体中配置的并与所述处理器通信的收发器。所述处理器被构造为与外部接收设备通信。所述主体的所述第一端被构造为选择性地耦接到所述机床平台，而所述主体的所述相对第二端被构造为选择性地耦接到切削组件。

[0021] 所述收发器可以是无线收发器。

[0022] 所述处理器可以包括微处理器、微控制器或数字信号处理单元。所述处理器可以包括其中配置的许多数据处理算法和模型。

[0023] 所述主体可以进一步包括其中配置的电源。所述电源可以是可充电的，并且可以包括具有可拆卸盖子的充电孔，所述充电孔可以被构造为连接到外部充电设备。所述电源可以通过感应充电进行充电。

[0024] 所述许多传感器可以被构造为传感温度、加速度、力和扭矩至少其一。

[0025] 作为本发明的再一方面，智能机加工系统是为了机加工工件。所述智能机加工系统包括机床平台、智能刀具夹具、切削组件和外部接收器设备。所述智能刀具夹具包括具有选择性地耦接到所述机床平台的第一端和相对第二端的主体，所述主体中配置的处理器以及所述主体中配置的并与所述处理器通信的收发器。所述收发器被构造为与外部接收设备通信。所述切削组件具有第一端和第二端，所述第一端选择性地耦接到所述智能刀具夹具的所述主体的所述相对第二端，而所述切削组件的所述第二端被构造为接合工件。所述切削组件具有在所述切削组件耦接到所述智能刀具夹具时与所述处理器通信的许多传感器。

[0026] 所述机床平台可以包括机床控制器，其中，所述外部接收器设备向所述机床控制器提供信号。所述收发器和所述外部接收器设备可以无线地通信。

## 附图说明

[0027] 当结合附图阅读优选实施例的以下描述时，能够从其获得对本发明的完全理解，其中：

[0028] 图 1 是根据本发明实施例的智能刀具夹具组件的等距视图；

[0029] 图 2 是图 1 中智能刀具组件的分解等距视图；

[0030] 图 3 是根据本发明另一个实施例的另一个智能刀具组件的等距视图；

[0031] 图 4 是图 2 中智能刀具组件的分解等距视图；

[0032] 图 5 是根据本发明又一个实施例的再一个智能刀具组件的等距视图；

[0033] 图 6 是根据本发明实施例的智能机加工系统的示意框图；

[0034] 图 7 是根据本发明另一个实施例的另一个智能机加工系统的示意框图；

[0035] 图 8 是根据本发明又一个实施例的又一个智能机加工系统的示意框图。

## 具体实施方式

[0036] 正如本文所用，术语“数字”将意味着 1 或大于 1 的整数（即复数）

[0037] 正如本文所用，术语“处理器”意味着能够存储、检索和处理数据的可编程的模拟和 / 或数字设备；计算机；工作站；个人计算机；微处理器；微控制器；微型计算机、中央处理单元；主机计算机；小型计算机；服务器；联网处理器；或者任何适宜的

处理设备或装置。实例实施例包括具有内部 DSP(数字信号处理)命令的 8 位和 32 位微处理器。这些处理单元由高带宽数模转换器补充。所述处理单元也由专用协处理器补充,用于控制数字无线电传输、通信错误检测、与接收设备同步以及通信通道操作。

[0038] 正如本文所用,术语“传感器”意味着响应物理刺激(如不限于温度、振动、加速度、力、扭矩、声音、圆周应力、红外线发射、动态光刺激(干涉仪))并输出最终脉冲或信号(如不限于为了监视、测量和/或控制)的设备或装置。尤为令人关注的是用于测量扭转应变、弯曲应变、轴向应变和温度的基于半导体的传感器。例如,包含 P(正掺杂的)或 N(负掺杂的)型硅材料的传感器。在某实施例中,已经使用切克劳斯基工艺制作包含 P 型硅的传感器。在另一个实施例中,部署 N 型硅传感器以使传感器电阻-温度系数匹配刀具夹具的线性膨胀系数,使扭转应变信号中温度相关的漂移最小。半导体传感器实例包括但不限于 Micron Instruments 的“SSGH”和 Kyowa 的“KSN”产品。

[0039] 正如本文所用,术语“智能”意味着自动操作;或者包括或采用许多处理器、数据处理算法、基于模型的决策和/或传感器。术语“智能”也指刀具夹具与机床控制器或接收设备建立并保持双向通信的能力。

[0040] 正如本文所用,术语“具有”意味着在相关联的目标上、部分地在其上、部分地在其内或在其内。

[0041] 本文所用的方向短语,比如左、右、前、后、顶、底及其派生词,涉及附图中所示要素的朝向,不限制权利要求书,除非其中明确记载。在全部附图中同一部件配备有相同的引用号。

[0042] 本文描述的智能刀具夹具克服了已知解决方案的缺点,方式为提供稳健的实时传感器接口系统,传感器接口系统能够提供刀具尖端传感器数据,用于金属切削期间的工艺状态监视,方式为从端铣刀的刀具尖端或从各切削插件直接发送加速度和/或力数据。这样的能力有优势,以便推进端铣刀系统的物理建模和状态监视技术。此外,所述智能刀具夹具提升了已知的传感器技术,方式为执行机床上数据分析和基于模型的决策,通过与 CNC(计算机数值控制)机床的双向通信建议机加工状态中的变化。

[0043] 状态监视包括刀具磨损、报废和稳定性评估。本文介绍的实例智能刀具夹具能够准确地确定 CNC 金属切削系统的动态,以便能够在进程中估计切削力并最终估计部件质量。动态效应能够导致刀具力和比静态挠度高一个数量级的挠度。所以,所述智能刀具夹具能够提供机床动态的在线特征化所用的数据,以量化它们对部件准确度、用户安全性和工艺评估的影响。

[0044] 图 1 至图 5 中描绘的和以下介绍的实例刀具夹具 10 和 10”的结构来自宾夕法尼亚州拉托贝的 Kennametal 公司制造的高性能切削夹盘。不过应当认识到,本发明不试图以任何方式限于这样的刀具夹具。其他适宜的刀具夹具(如不限于收缩配合刀具夹具、韦尔登(Weldon)柄定位螺丝刀具夹具、套爪刀具夹具、ISO 卡普托(Capto)刀具夹具、减振刀具夹具、面铣削适配器、螺纹铣削刀具夹具、固态碳化物/HSS 铣削刀具、精密孔刀具夹具、刀具长度伸展单元、车削和车床刀具)也可以修改和采用而不脱离本发明的范围。

[0045] 参考图 1,显示了根据本发明的一个非限制性实施例的为机床平台 8(以假想线显示)所使用的实例智能刀具夹具组件 6,机床平台 8 正进行工件(未显示)的机加工操

作。智能刀具夹具组件 6 包括智能刀具夹具 10 和可拆卸的切削组件 18。

[0046] 如图 2 所示, 智能刀具夹具 10 包括主体 12, 主体具有第一端 14 和相对第二端 16。主体 12 的第一端 14 被构造为选择性地耦接到机床平台 8。智能刀具夹具 10 的第一端 14 这样耦接到机床平台 8 可以通过以下方式容易地实现, 例如但不限于标准主轴锥度, 比如所示 CV50 几何结构、CV40、HSK、BT40、BT30、ISO 卡普托, 以及现代机床上可得的其他工业标准主轴几何结构。

[0047] 主体 12 的相对第二端 16 被构造为选择性地耦接多种潜在的切削组件 18 之一。智能刀具夹具 10 的相对第二端 16 这样耦接到切削组件 18 可以通过以下方式容易地实现, 例如但不限于收缩配合、精密夹盘、套爪、韦尔登柄, 以及多种可得的专用刀具夹持接口几何结构。

[0048] 智能刀具夹具 10 的主体 12 可以包括许多电部件, 正如例如图 6 至图 8 中所示。更具体地说, 主体 12 包括处理器 20、收发器 22 以及电源 23, 配置在主体 12 上、部分地在其上、在其内或部分地在其内。在某些实施例中, 主体 12 还可以包括如以下将进一步讨论的许多传感器(未显示在图 1 中)。处理器 20 包括一个或多个内部和外部存储器(未显示)。处理器 20 可以是例如而限于与存储器接口的微处理器( $\mu P$ )或独立的 DSP(数字信号处理)单元。存储器可以是多种类型的内部和/或外部存储器介质中的任何一种或多种, 比如不限于 RAM、ROM、EPROM、EEPROM、FLASH 等, 它们提供了存储寄存器, 也就是机器可读介质, 用于数据存储, 数据存储的方式类似于计算机内部存储器的存储方式, 并且可以是易失性存储器或非易失性存储器。存储器中已经存储了处理器 20 可执行的许多例程 24。一个或多个例程 24 执行基于软件的分析系统, 分析系统可操作用于从一个或多个传感器 26 接收输入(以下讨论的), 并且向收发器 22 提供输出, 以便进一步传输到智能刀具夹具 10 的主体 12 之外。应当认识到, 图 6 至图 8 所示的例程 24 仅仅是为了举例的目的而提供, 并非意味着限制本发明的范围。例如, 例程 24 可以不限于执行若干数据处理/分析技术, 比如: 估计和预测颤动频率、建议稳定的主轴速度、磨损监视以及建议进给速率超越。这样的技术例如可以通常采用以下方法: 卡尔曼滤波器、共振峰频率跟踪/LPC(线性预测编码)、自回归模型、机械切削力模型、FIR(有限脉冲响应)和 IIR(无限脉冲响应)数字滤波器、傅里叶频谱分析以及统计数据分析。

[0049] 优选情况下, 收发器 22 包括数字无线收发器, 例如但不限于 FHSS(跳频扩频)收发器、频率捷变收发器或数字红外收发器, 采用例如但不限于自动再传输、纠错以及 ISM(工业、科学和医学)频带的若干方法。收发器 22 被构造为从位于智能刀具夹具 10 外部的接收器/收发器设备 28(图 6 至图 8)发送和接收信号。接收器/收发器设备 28 可以包括收发器模块, 收发器模块与模拟或数字输出接口并与包括 PC、微处理器或 DSP(数字信号处理)硬件的数据分析处理单元集成。

[0050] 一般来说, 系统收发器 22 将或者以流的方式(高带宽)发送全部数据, 或者以压缩的形式(低带宽)发送分析结果。系统用户可以选择请求其中任何一种。高带宽数据以 16 位的分辨率以大约 10 至 20kHz 量级的速率发送。低带宽分析结果以大约 1kHz 量级的速率发送。第三种选项允许将收发器关闭以便以数据记录模式设置刀具, 其中所述刀具采集并存储信息以便以后检索。在这样的情况下, 这样的存储和以后检索数据也

可以通过使用为附加或替代收发器设备 22 而包括的可拆卸存储器设备（未显示）实现。优选情况下，与智能刀具夹具 10 的通信是双向的，因为工艺参数（如不限于切削进给速率、主轴速度、位置、刀具接合）可以发送到智能刀具夹具 10。

[0051] 电源 23 向处理器 20 提供电力，并按需向智能刀具夹具 10 的其他电部件提供电力。电源 23 可以包括可更换电池或者使用外部充电站（未显示）可以充电的可更换可充电电池。另外，电源 23 还可以包括内部可充电电池或内部特大电容器。这样的内部电源的可预测再充电源的实例包括但不限于感应充电、近场磁谐振耦合（比如无线电力（WiTricity））、物理充电插座、光生伏打电池（太阳能电池板）、振动能量收集（比如压电寄生发电机）、惯性能量收集（通过直流发电机或其他发电机）、设计为从贯穿冷却剂流动收集电能的发电机以及从围绕旋转的刀具夹具的动态空气运动而运行的发电机。还可以采用通过有方向的射频发射或激光的能量传输。在图 1 至图 4 所示的实施例中，可以通过使用可以耦接到智能刀具夹具 10 的主体 12 上提供的充电孔 27 的外部充电插座（未显示）对电源 23 进行再充电。在机加工期间，充电孔 27 可以由保护盖或帽 29 覆盖，当要执行充电操作时可以容易地将其移去，比如当智能刀具夹具组件 6 不参于机加工操作时。

[0052] 主体 12 进一步包括电连接到处理器 20 并通常配置在或靠近相对第二端 16 的电连接器 30。智能刀具夹具 10”（图 5 中所示）的另一个实施例包含主体 12 上配置的若干传感器而不包含到该刀具的电接口。这样的实施例正如图 5 所示不会干扰贯穿冷却剂的使用，并且能够传感来自任何标准（非传感器集成的）切削刀具的数据。在图 1 至图 4 所描绘的实施例中，处理器 20 和收发器 22 被容纳在主体 12 上的密封外壳 32 之内。处理器 20 和收发器 22 电连接，使得处理器 20 可以发送和接收来自收发器 22 的信息。

[0053] 主体 12 可以进一步包括许多灯或其他标记（未计入），用于提供智能刀具夹具 10 的状态的一种或多种可见指示。这样的指示可以用于通知操作员下列状态，如例如但不限于存在传感器输出、刀具状态、电源状态、显示刀具接合的弧长以及通过以刀具夹具旋转的频率照明在刀具夹具上显示“固定”图像或文本。

[0054] 在图 1 和图 2 中所示的智能刀具夹具组件 6 描绘了一个实施例，其中切削组件 18 包括通常呈纵向形状的插件夹具 34，具有第一端 36 和通常相对的第二端 38，第一端 36 被构造为选择性地耦接到智能刀具夹具 10 的主体 12 的相对第二端 16（如图 1 所示）。插件夹具 34 包括通常选择性地耦接在或靠近相对第二端 38 的许多切削插件 40，插件夹具 34 上、部分地在其内或在其内选定位置配置的许多传感器 26，以及优选地安置在或靠近第一端 36 的电连接器 42。电连接器 42 电连接到所述许多传感器 26 的每一个，并且结构为当切削组件 18 耦接到智能刀具夹具 10 时，协作地机械地和电地接合智能刀具夹具 10 的电连接器 30（如图 1 所示）。切削插件 40 的每一个都被构造为在机加工操作期间接合工件 50（图 6 至图 8）。

[0055] 正如图 2 所示，所述许多传感器 26 可以包括插件夹具 34 内嵌入的刀具尖端加速度计 44，以及在或靠近插件夹具 34 表面配置的力或扭矩传感器 46。应当容易地认识到，给出这样的传感器 26 和位置仅仅是为了举例目的而不力图限制本发明的范围。在加速度计的情况下，重要的是尽可能地将传感器定位于靠近刀具尖端，以便观察刀具尖端的运动动态而不要求 RCSA（敏感性（receptance）耦接子结构分析）方法。

[0056] 在图 3 和图 4 中所示的智能刀具夹具组件 6' 描绘了一个实施例, 其中切削组件 18' 包括通常呈纵向形状的旋转式端铣刀切削刀具 52(图 4 所示), 具有第一端 54 和通常相对的第二端 56, 第一端 54 被构造为选择性地耦接到智能刀具夹具 10 的主体 12 的相对第二端 16(如图 3 所示), 而第二端被构造为在机加工操作期间接合工件 50(图 6 至图 8)。切削刀具 52 进一步包括切削刀具 52 上或其内选定位置配置的许多传感器 26, 以及优选地在或靠近第一端 54 配置的电连接器 42。电连接器 42 电连接到所述许多传感器 26 的每一个, 并且构造为当切削组件 18' 耦接到智能刀具夹具 10 时, 协作地机械地和电地接合智能刀具夹具 10 的电连接器 30(如图 3 所示)。

[0057] 正如图 4 所示, 所述许多传感器 26 可以包括切削刀具 52 内嵌入的刀具尖端加速度计 58, 以及在或靠近切削刀具 52 表面配置的力或扭矩传感器 60。应当容易地认识到, 给出这样的传感器 26 和位置仅仅是为了举例目的而不力图限制本发明的范围。

[0058] 图 5 中所示的智能刀具夹具组件 6'' 描绘了进一步实施例, 其中智能刀具夹具 10'' 自身包括其中配置的许多传感器 26。传感器 26 可以包括例如但不限于检测扭矩、弯曲力、轴向力、圆周应力和加速度的传感器。在这个实施例中, 切削组件 18'' 显示为公知的旋转式端铣刀切削刀具。不过应当认识到, 其他切削刀具也可以容易地用作切削组件 18''(如不限于端铣刀、套式铣刀、面铣刀、钻孔刀具、镗刀和其他金属切削刀具)。

[0059] 此外, 应当容易地认识到, 给出这样的传感器 26 和位置仅仅是为了举例目的而不力图限制本发明的范围。

[0060] 因此, 在已经介绍了某些实例刀具夹具组件 6、6' 和 6'' 后, 现在将描述采用刀具夹具组件 6 的实例智能机加工系统。图 6 显示的智能机加工系统采用利用了插件夹具 34 的智能刀具组件 6, 比如图 1 和图 2 中所示的, 插件夹具具有机加工工件 50 的许多切削插件 40。在机加工期间, 传感器 26 向处理器 20 提供数据, 后者然后使用一个或多个例程 24 分析数据。由处理器 20 从这样的分析得出的数据然后由收发器 22 发送到智能刀具夹具 10 外部的接收器/发送器设备 28, 用于观察或潜在的进一步分析。除了从智能刀具夹具 10 发送数据, 收发器 22 还可以进一步用于接收由外部接收器/发送器设备 28 或者由另一台通信设备或装置(未显示)向智能刀具夹具 10 发送的数据。向智能刀具夹具 10 发送的这样的数据可以包括机加工操作之前、期间或之后发送的数据(如不限于切削进给速率、主轴速度、位置、刀具接合)。

[0061] 应当容易地认识到, 图 7 显示的智能机加工系统采用智能刀具组件 6', 比如图 3 和图 4 所示的, 并且它的操作与关于图 6 先前描述的系统基本相同。同样, 图 8 显示的智能机加工系统采用智能刀具组件 6'', 比如图 5 所示的, 并且它的操作也与关于图 6 先前描述的系统基本相同。所以, 本文不提供图 7 和图 8 的详细讨论。

[0062] 虽然已经详细描述了本发明的若干特定实施例, 但是本领域的技术人员应当认识到, 受益于本公开的整体教导, 可以开发出对这些细节的多种修改和替代。所以, 所公开的具体布置意味着仅仅是说明性的而不限本发明的范围, 该范围给定为附带的权利要求书及其任何和全部等效内容的完全范围。

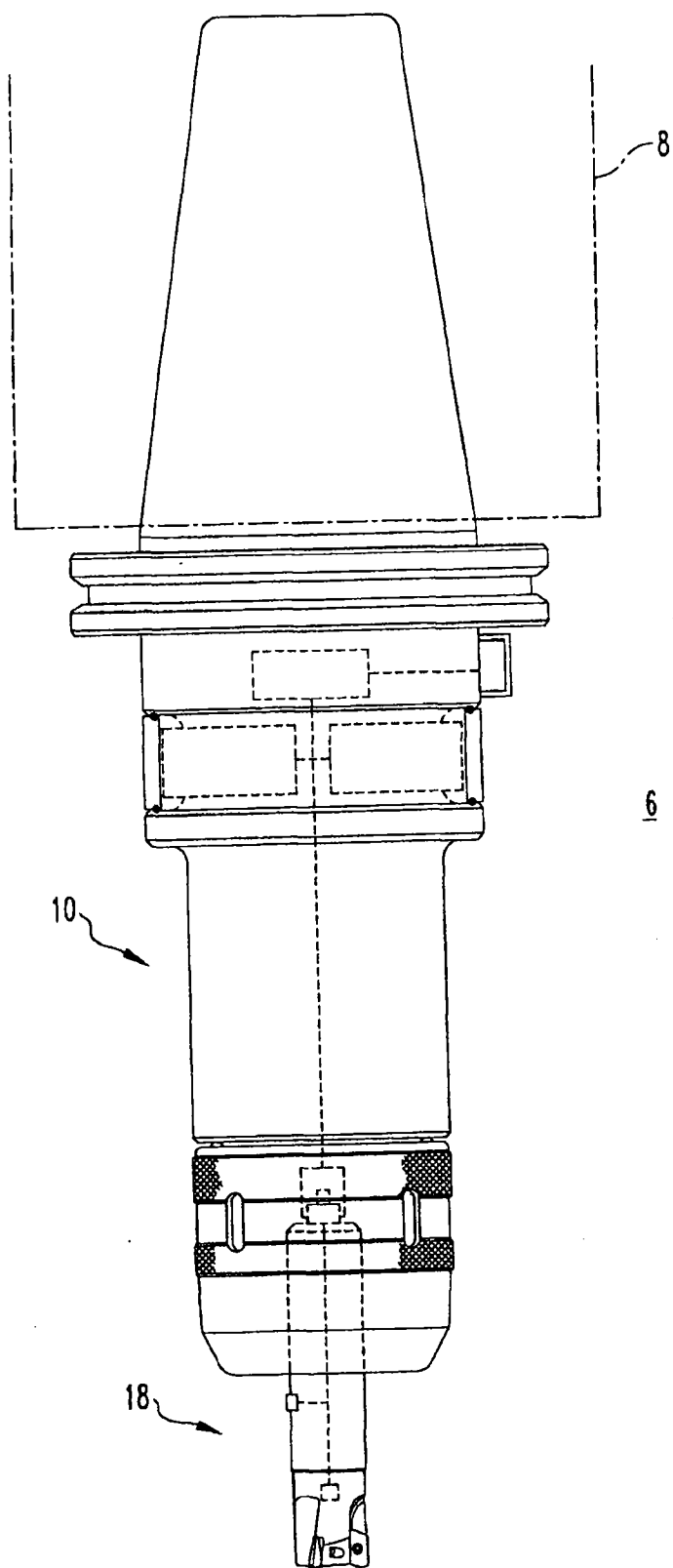


图 1

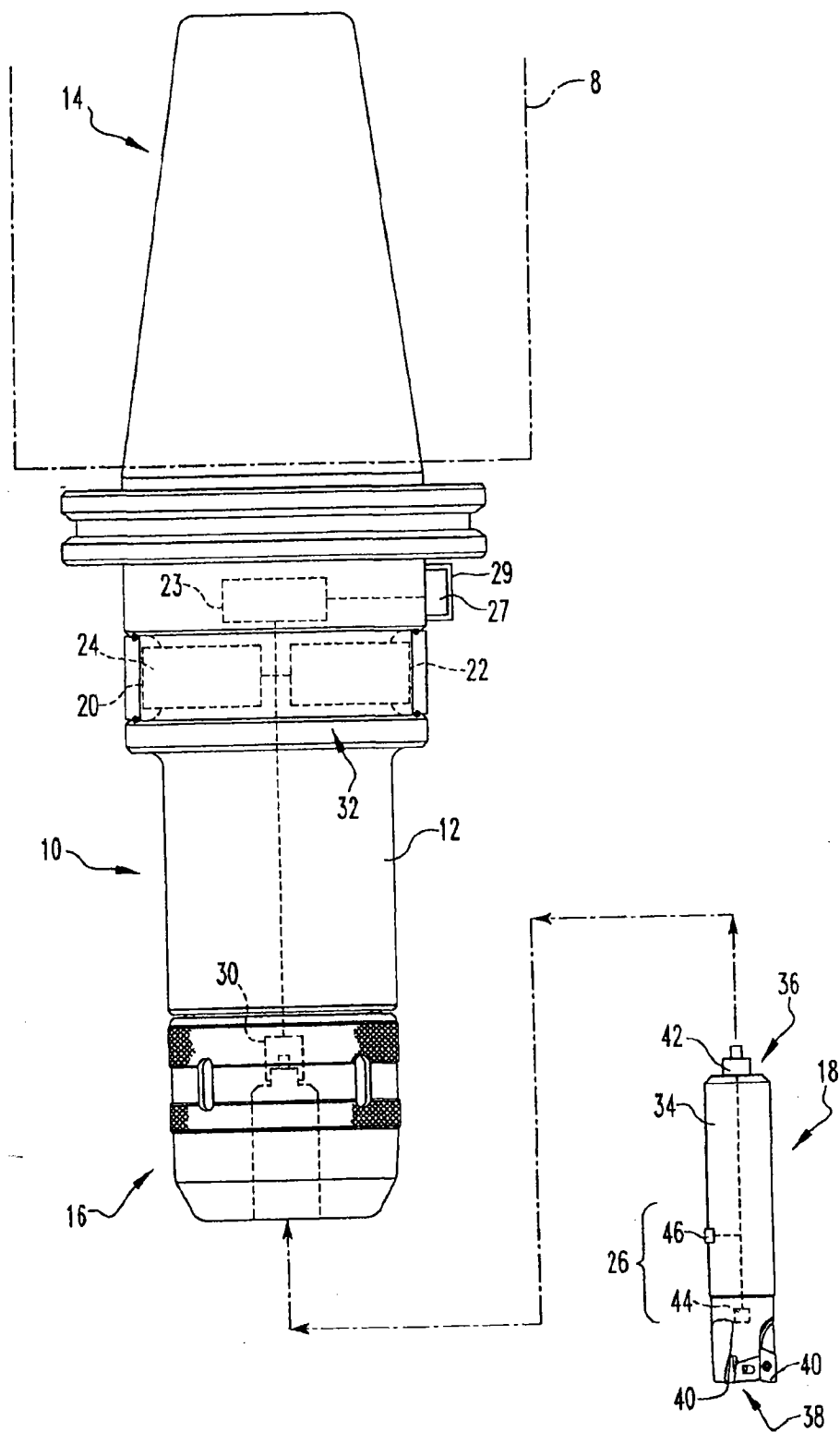


图 2

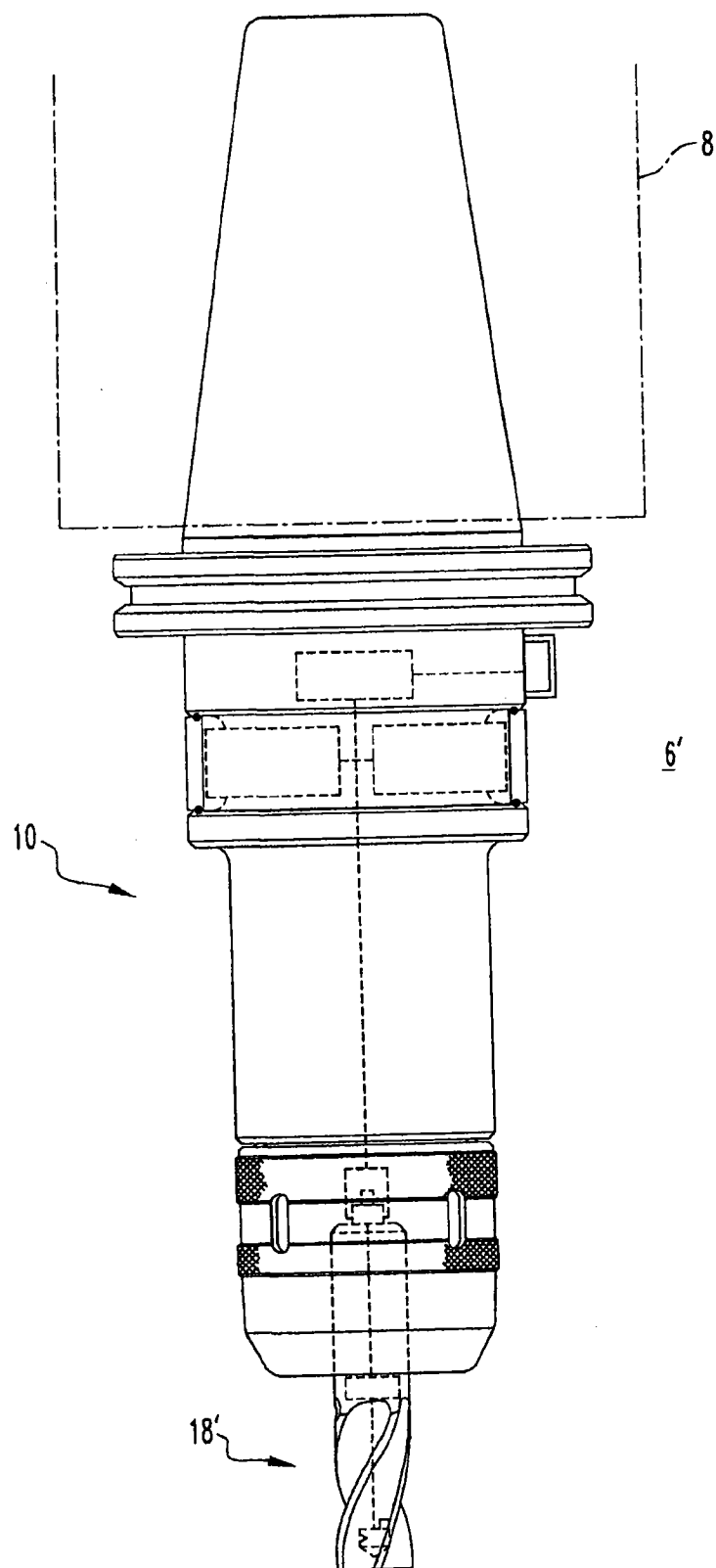


图 3

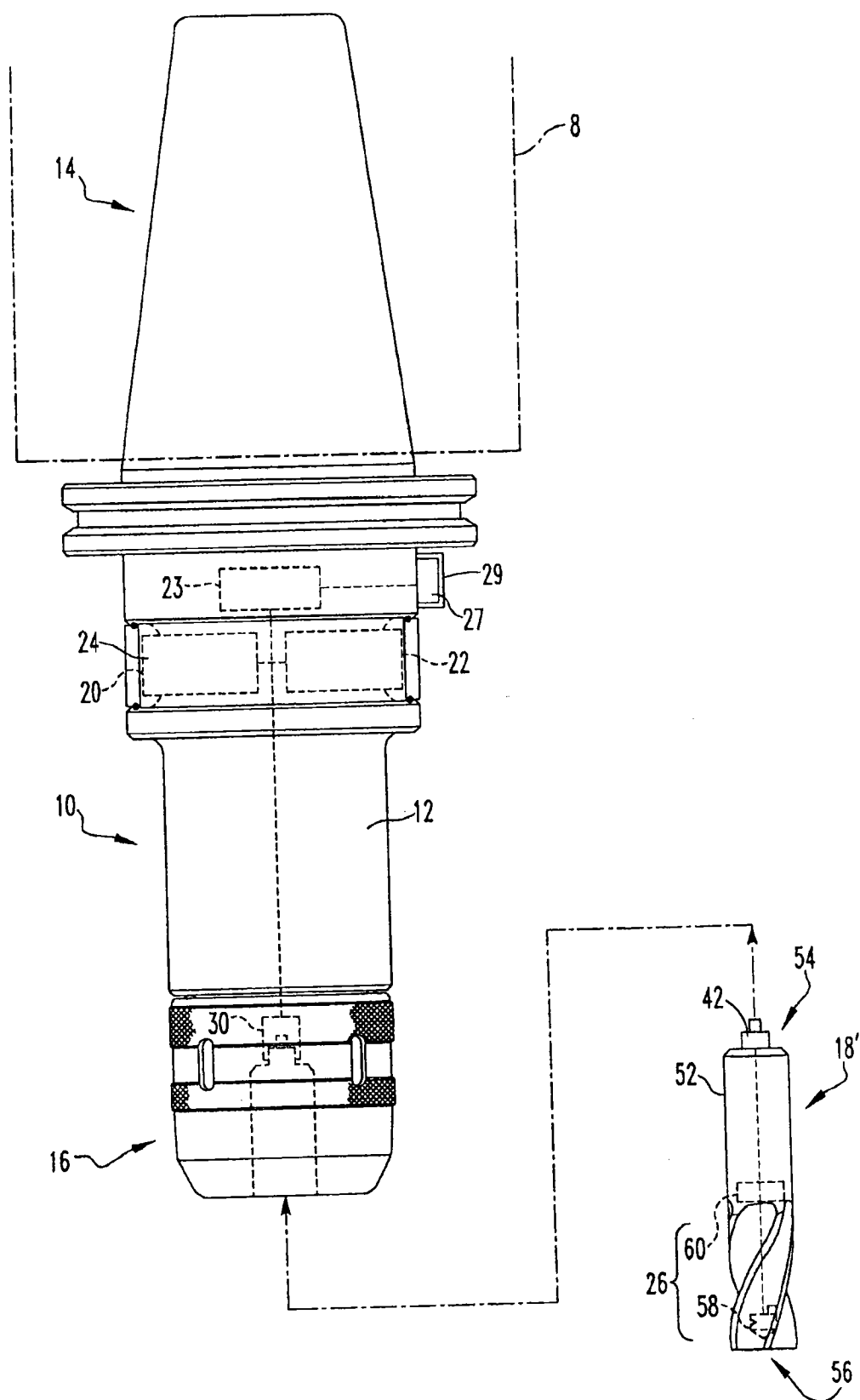


图 4

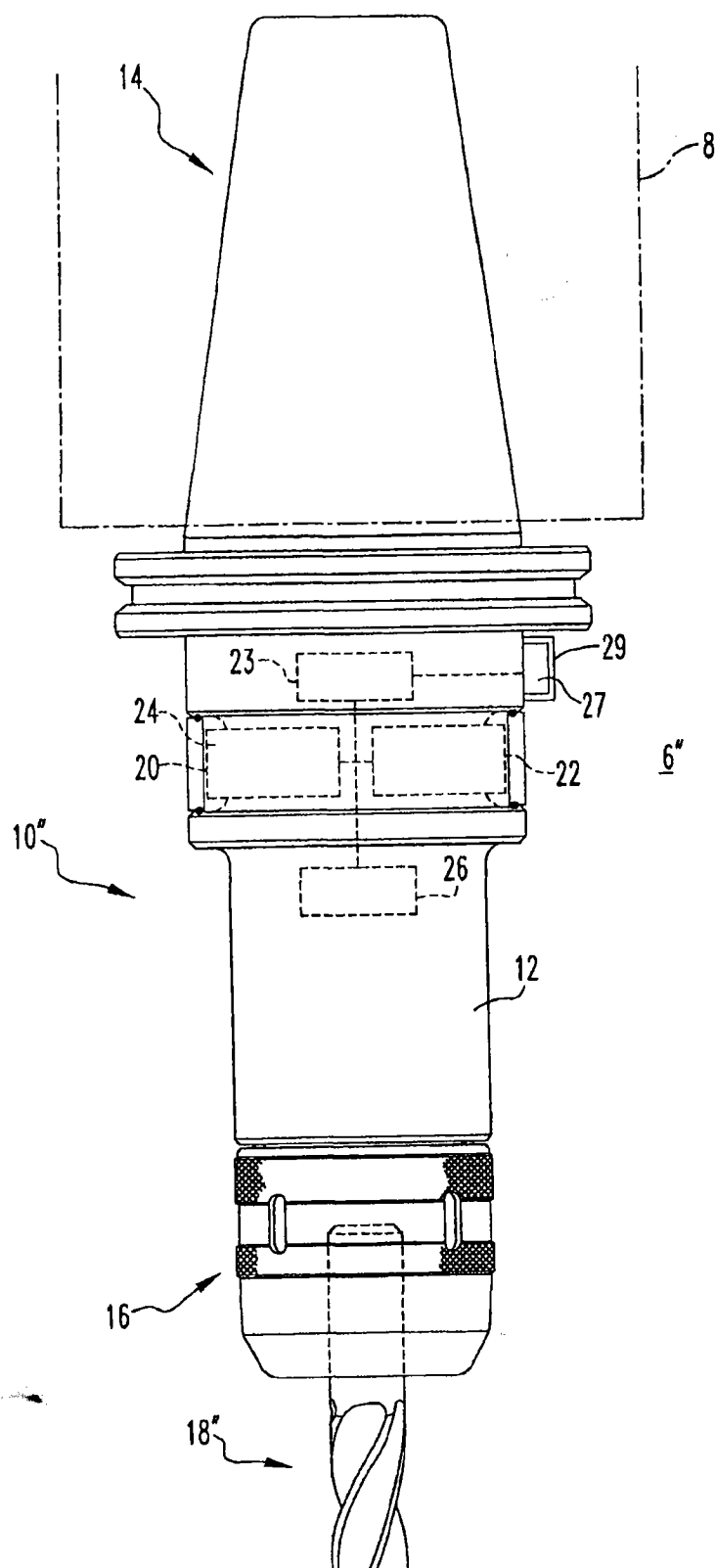


图 5

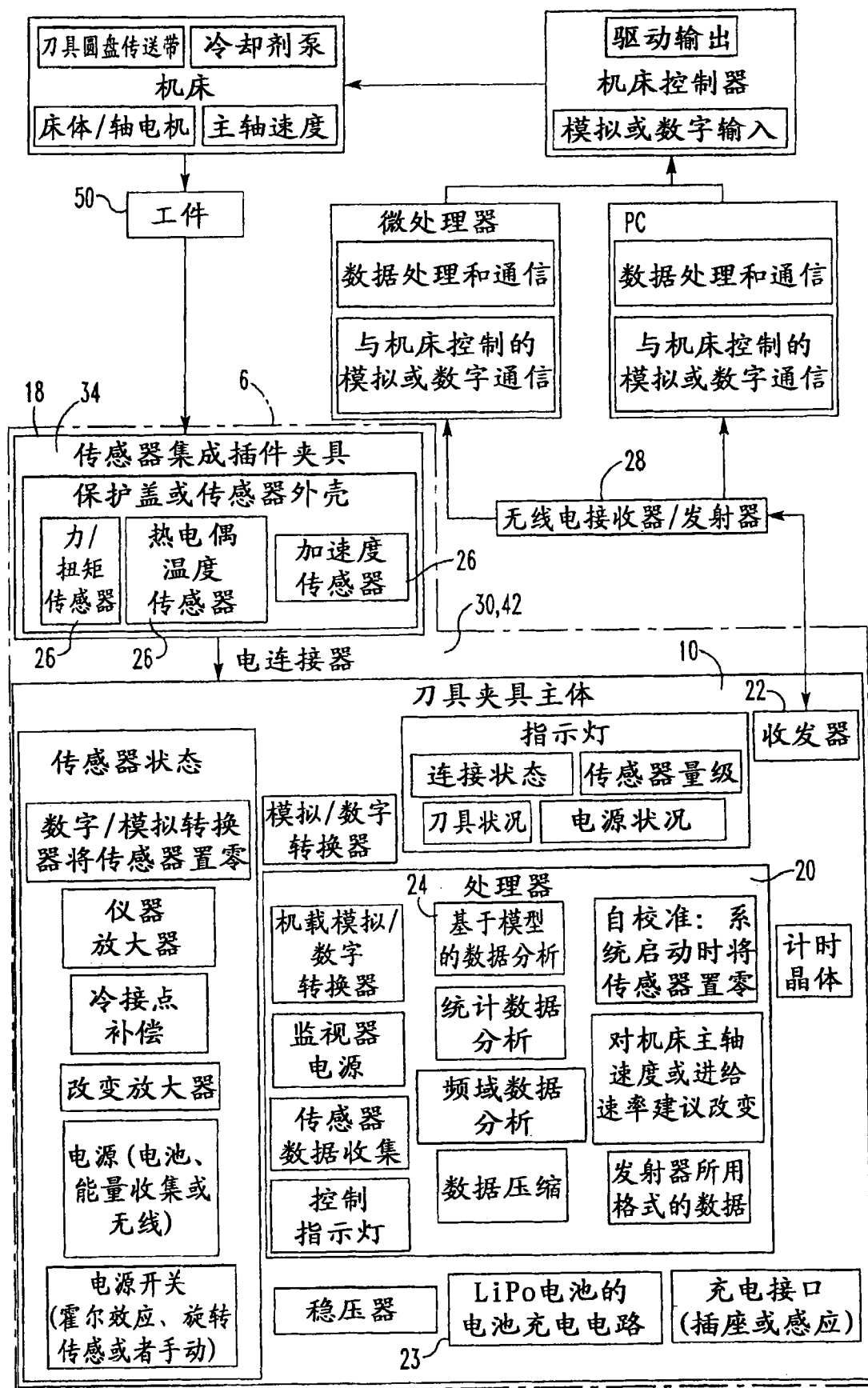


图 6

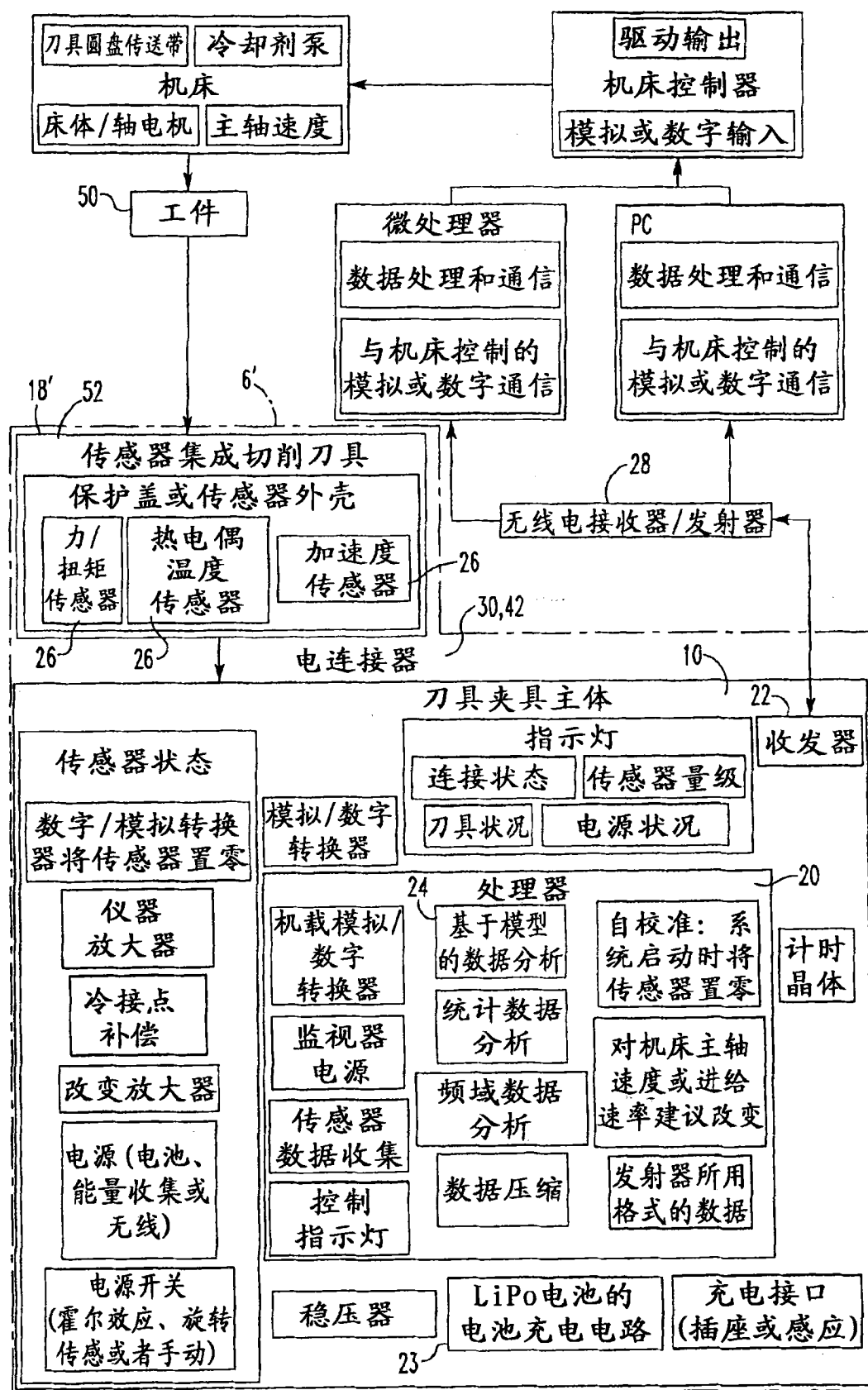


图 7

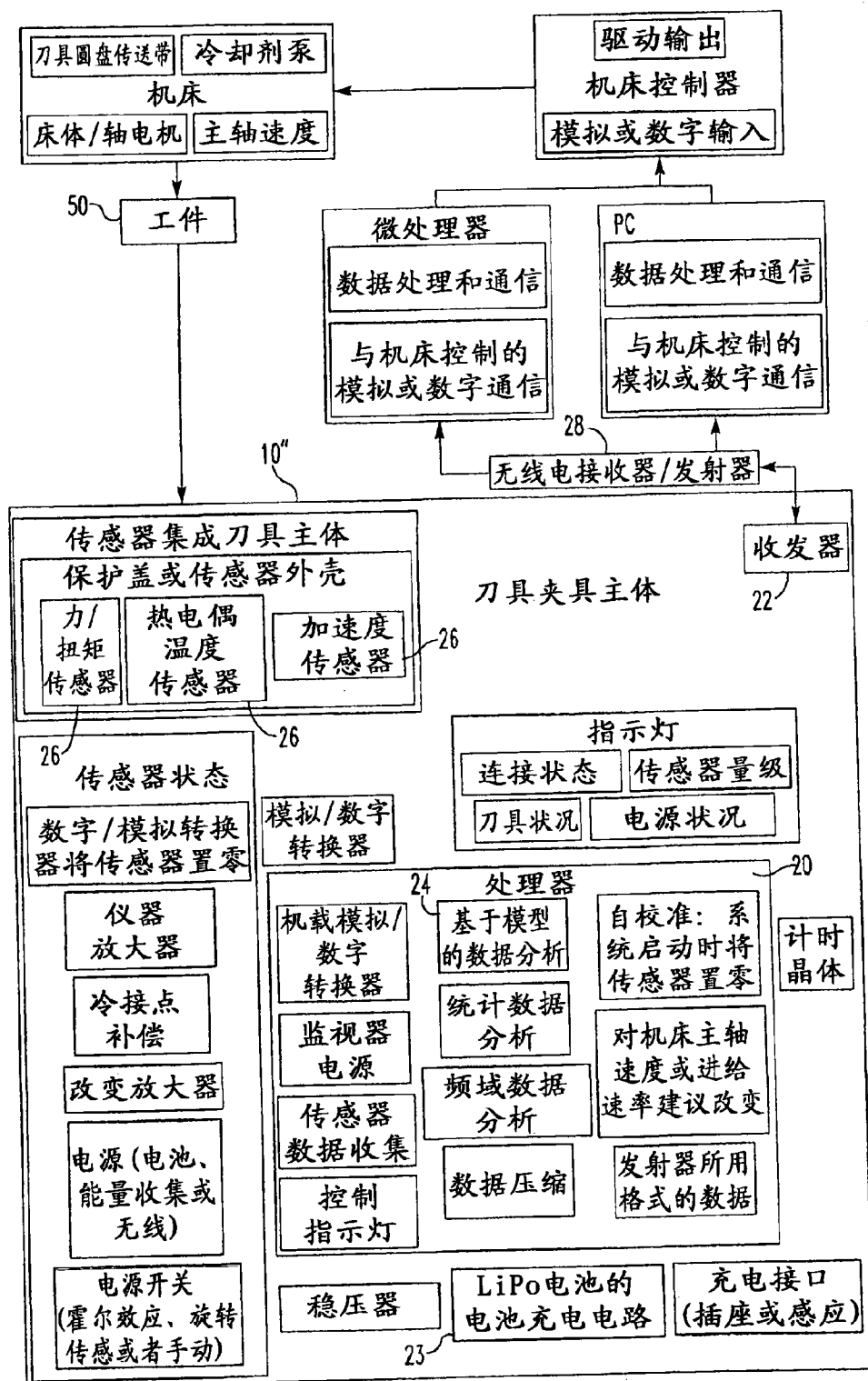


图 8