

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G05B 19/39

G03F 7/20



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01803615.5

[43] 公开日 2003 年 5 月 21 日

[11] 公开号 CN 1419663A

[22] 申请日 2001.1.5 [21] 申请号 01803615.5

[30] 优先权

[32] 2000. 1. 11 [33] US [31] 60/175,993

[86] 国际申请 PCT/US01/00484 2001. 1. 5

[87] 国际公布 WO01/52004 英 2001. 7. 19

[85] 进入国家阶段日期 2002. 7. 11

[71] 申请人 电子科学工业公司

地址 美国俄勒冈州

[72] 发明人 D·R·卡特勒

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

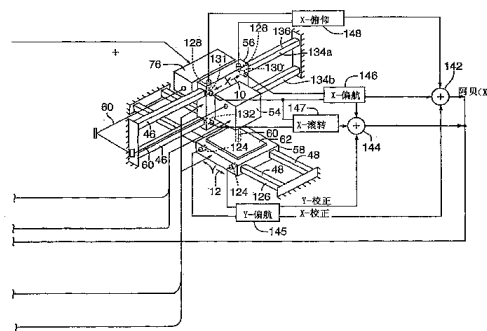
代理人 赵蓉民 王 刚

权利要求书 8 页 说明书 16 页 附图 8 页

[54] 发明名称 阿贝误差校正系统及方法

[57] 摘要

本发明较佳为运用非接触式、小位移、电容性的传感器(124、128、130、131、132)以决定归由于一接近线性机械级(56、58)的俯仰(20)、偏航(22)、或滚转(18)所引起的阿贝(Abbe)误差,其未被诸如线性比例编码器或激光干涉计的一轴上位置指示器所指出。此系统以精密参考标准所校准,以使该校正仅取决于传感器读数的小改变而与传感器读数的绝对准确度无关。虽然本发明较佳为使用于具有惯性分离级(56、58)的分裂轴定位系统(50),本发明亦可使用于典型的分裂轴或叠层级系统以降低其制造成本。



ISSN 1008-4274

1.一种定位系统,用以响应于定位指令而将工具定位相对于工件上的目标位置,包含:

一慢定位器,以使工具与工件之间作大范围的相对移动,该慢定位器包括能够概括沿着一轴移动的平移级;

一快定位器,以使工具与工件之间作小范围的相对移动;

一定位信号处理器,以自定位指令而得出慢及快移动控制信号;

一慢定位器驱动器,以控制平移级的大范围相对移动,以响应于慢移动控制信号;

一快定位器驱动器,以控制快定位器的小范围相对移动,以响应于快移动控制信号;

一对空间相隔的位移传感器,其与快定位器驱动器相连通并耦接以与该平移级沿着轴移动;及

一参考表面,位于该平移级附近并与轴平行,该平移级能够沿着参考表面移动,且该位移传感器能够取得关于其自参考表面的相对距离的信息,并将该信息传输至快定位器驱动器,以校正关连于该平移级的离轴或旋转运动的阿贝误差。

2.如权利要求书1所述的定位系统,其中该旋转运动为偏航。

3.如权利要求书1所述的定位系统,其中该平移级支撑一工件的第一平移级;该慢定位器还包含一第二平移级,其能够沿着与第一轴成实质垂直的第二轴移动;且该快定位器安装在第二平移级上。

4.如权利要求书3所述的定位系统,其中该第一及第二平移级载负各自相互独有的第一及第二惯性质量。

5.如权利要求书3所述的定位系统,其中该第一定位器为第一快定位器,且其中该第二平移级支撑第二快定位器。

6.如权利要求书3所述的定位系统,其中该多个工件安装在第一平移级上。

7.如权利要求书3所述的定位系统,其中该第二平移级包含第二对空间相隔的位移传感器,其与快定位器驱动器相连通并耦接以与第二平移级沿着第二轴移动,其中一第二参考表面位于第二平移级附近并与第二轴平行,第二平移级能够沿着第二参考表面移动,且该第二位移传感器能够取得关于其自第二参考表面的相对距离的第二信息,并将第二信息传输至快定位器驱动器,以校正关连于第二平移级的第二离轴或旋转运动的第二阿贝误转运动俯仰或偏航。

8.如权利要求书7所述的定位系统,其中该第二旋转运动为俯仰或偏航。

9.如权利要求书7所述的定位系统,其中该第二平移级包含第三对空间相隔的位移传感器,其与快定位器驱动器相连通并耦接以与第二平移级沿着第二轴移动,其中一第三参考平面系位于第二平移级附近并与第二轴平行,第二平移级能够沿着第三参考平面移动,且该第三位移传感器能够取得关于其自第三参考平面的相对距离的第三信息,并将第三信息传输至快定位器驱动器,以校正关连于第二平移级的第三离轴或旋转运动的第三阿贝误差

10.如权利要求书9所述的定位系统,其中该第三旋转运动为俯仰或偏航。

11.如权利要求书9所述的定位系统,其中该第二平移级包含一第四个位移传感器,其与快定位器驱动器相连通并耦接以与第二平移级在包括第二轴的平面移动,其中一第四参考表面位于第二平移级附近并与第二轴平行,且于概括包括第二参考表面的一第二平面中,第二平移级能够沿着第四参考表面移动,且该第四位移传感器与该第二位移传感器之一合作以能够取得关于其自各别的第四或第二参考平面的

相对距离的第四信息，并将第四信息传输至快定位器驱动器，以校正关连于第二平移级的第四离轴或旋转运动的第四阿贝误差。

12.如权利要求书9所述的定位系统，其中该第四旋转运动为滚转。

13.如权利要求书1所述的定位系统，其中该位移传感器包含电容性传感器。

14.如权利要求书3所述的定位系统，其中该位移传感器能够辨识小至10nm的相对距离。

15.如权利要求书1所述的定位系统，其中该位移传感器能够测量大至50um的相对距离。

16.如权利要求书3所述的定位系统，其中该工具为激光光束。

17.一种定位系统，用以响应于定位指令而将激光光束定位相对于工件上的目标位置，包含：

第一定位器，使激光光束与工件之间作大范围的相对移动，该第一定位器包括第一平移级，其能够支撑工件于平面并概括沿着第一轴移动；一固定光学头，包括固定光学路径，其导引向工件的平面并与其成横向；

第二定位器，使在激光光束与工件之间作大范围的相对移动，该第二定位器包括第二平移级，其能够支撑该固定光学头并概括沿着与第一轴为横向的第二轴移动；

一定位信号处理器，以自定位指令而得出移动控制信号；

第一及第二定位驱动器，控制各别的第一及第二平移级的大范围相对运动，以响应于移动控制信号；

一对空间相隔的第一位移传感器，其与定位器驱动器相连通并耦接以与第一平移级沿第一轴移动；及

第一参考平面，位于第一平移级附近与第一轴平行，该第一平移级能够沿着第一参考平面移动，且该第一位移传感器能够取得关于其

自第一参考面的相对距离的信息，并将该信息传输至定位器驱动器，以校正关连于第一平移级的离轴或旋转运动的阿贝误差。

18.如权利要求书 17 所述的定位系统，其中该旋转运动为偏航。

19.如权利要求书 17 所述的定位系统，其中该平移级系第一平移级，其支撑工件；慢定位器还包含第二平移级，其能够沿着第二轴移动，该轴实质为与第一轴垂直；快定位器安装在第二平移级上。

20.如权利要求书 19 所述的定位系统，其中第一及第二平移级载负各别相互独有的第一及第二惯性质量。

21.如权利要求书 19 所述的定位系统，其中该快定位器为第一定位器，且其中该第二平移级支撑第二快定位器。

22.如权利要求书 19 所述的定位系统，其中多个工件安装在第一平移级上。

23.如权利要求书 19 所述的定位系统，其中该第二平移级包含第二对空间相隔的位移传感器，其与快定位器驱动器相连通并耦接以与第二平移级沿着第二轴移动，其中一第二参考表面位于第二平移级附近并与第二轴平行，该第二平移级能够沿着第二参考表面移动，该第二位移传感器能够取得关于其自第二参考表面的相对距离的第二信息，并将第二信息传输至快定位器驱动器，以校正关连于第二平移级的第二离轴或旋转运动的第二阿贝误差。

24.如权利要求书 23 所述的定位系统，其中该第二旋转运动为俯仰或偏航。

25.如权利要求书 23 所述的定位系统，其中该第二平移级包含第三对空间相隔的位移传感器，其耦接以与第二平移级沿着第二轴移动并与快定位器驱动器相连通，且其中一第三参考表面位于第二平移级附

近并与第二轴平行且与第二参考表面成横向，该第二平移级能够沿着第三参考表面移动，该第三位移传感器能够取得关于其自第三参考表面的相对距离的第三信息，并传输第三信息至快定位器驱动器，以校正关连于第二平移级的第三离轴运动的第三阿贝误差。

26.如权利要求书 25 所述的定位系统，其中该第三旋转运动为俯仰或偏航。

27.如权利要求书 25 所述的定位系统，其中该第二平移级包含一第四位移传感器，其耦接以与第二平移级于包括第二轴的平面移动并与快定位器相连通，且其中该第四参考表面位于第二平移级附近并与第二轴平行，且于包括第二参考表面的第二平面中，该第二平移级能够沿着第四参考表面移动，该第四位移传感器与该第二位移传感器之一合作，以取得关于其自各别的第四及第二参考表面的相对距离的第四信息，并将第四信息传输至快定位器驱动器，以校正关连于第二平移级的第四离轴运动的第四阿贝误差。

28.如权利要求书 27 所述的定位系统，其中该第四旋转运动为滚转。

29.如权利要求书 17 所述的定位系统，其中该位移传感器包含电容性传感器。

30.如权利要求书 17 所述的定位系统，其中该位移感损器可辨识小至 10nm 的相对距离。

31.如权利要求书 17 所述的定位系统，其中该位移传感器可测量大至 50um 的相对距离。

32.一种用以定位激光输出相对于工件目标位置的方法，包含：
由一定位信号处理器提供慢及快移动控制信号；
以慢定位器驱动器控制一平移级的大范围相对移动，概括沿着一

轴且沿着位于平移级附近并与该轴平行的一参考表面，以响应于慢移动控制信号；

以快定位器驱动器控制快定位器的小范围相对移动，以响应于快移动控制信号；

使在激光输出与平移级上的工件之间作大范围相对移动；

以一对空间相隔的位移传感器取得关于其自参考表面的相对距离的信息，该对位移传感器耦接以与平移级沿着轴移动；

传输来自位移传感器的信息至快定位器驱动器；

以快定位器实施在激光输出与工件之间的小范围相对移动，包括校正关连于该平移级的离轴或旋转运动的阿贝误差；及

产生激光输出以射于工件上的目标位置。

33.如权利要求书 32 所述的方法，其中该旋转运动为偏航。

34.如权利要求书 32 所述的方法，其中平移级为第一平移级，其支撑一工件；慢定位器还包含第二平移级，其能够沿着实质与第一轴垂直的第二轴移动；快定位器安装在第二平移级上。

35.如权利要求书 34 所述的方法，其中第一及第二平移级载负各自相互独有的第一及第二惯性质量。

36.如权利要求书 34 所述的方法，其中该快定位器为第一快定位器，且其中该第二平移级支撑第二快定位器。

37.如权利要求书 34 所述的方法，其中多个工件安装在第一平移级上。

38.如权利要求书 34 所述的方法，其中该第二平移级包含第二对空间相隔的位移传感器，其与快定位器相连通并耦接以与第二平移级沿着第二轴移动，其中一第二参考表面位于第二平移级附近并与第二轴平行，第二平移级能够沿着第二参考表面移动，该第二位移传感器能够取得关于其自第二参考表面的相对距离的第二信息，并将第二信息

传输至快定位器驱动器，以校正关连于第二平移级的第二离轴或旋转运动的第二阿贝误差。

39.如权利要求书 38 所述的方法，其中该第二旋转运动为俯仰或偏航。

40.如权利要求书 32 所述的方法，其中该第二平移级包含第三对空间相隔的位移传感器，其与快定位器驱动器相连通并耦接以与第二平移级沿着第二轴移动，且其中一第三参考表面位于第二平移级附近并与第二轴平行，该第二平移级能够沿着第三参考表面移动，该第三位移传感器能够取得关于其自第三参考表面的相对距离的第三信息，并将第三信息传输至快定位器驱动器，以校正关连于第二平移级的第三离轴或旋转运动的第三阿贝误差。

41.如权利要求书 40 所述的方法，其中该第三旋转运动为俯仰或偏航。

42.如权利要求书 40 所述的方法，其中该第二平移级包含一第四位移传感器，其与快定位器驱动器相连通并耦接以与第二平移级在包括第二轴的一平面移动，且其中一第四参考表面位于第二平移级并与第二轴平行，且于包括第二参考表面的第二平面，第二平移级能够沿着第四参考表面移动，该第四位移传感器与该第二位移传感器之一合作以能够取得关于其自各别的第四及第二参考表面的相对距离的第四信息，并将第四信息传输至快定位器驱动器，以校正关连于第二平移级的第四离轴或旋转运动的第四阿贝误差。

43.如权利要求书 40 所述的方法，其中该第四旋转运动为滚转。

44.如权利要求书 32 所述的方法，其中该位移感测齐包含电容性传感器。

45.如权利要求书 32 所述的方法，其中该位移传感器能够辨识小至

10nm 的相对距离。

46.如权利要求书 32 所述的方法,其中该位移传感器能够测量大至 50um 的相对距离。

阿贝误差校正系统及方法

此件申请案源自于 2000 年 1 月 11 日所提出的美国临时专利申请案号码 60. / 175, 993 的优先权。

技术领域

本发明涉及一种用以定位一或多个”工具(tool)”于一或多个工件上的相对目标位置的系统及方法, ”工具”是诸如激光光束或其他辐射光束, 且本发明尤指一种可准确补偿其关连于一或多级光束定位系统的移动的阿贝误差(Abbe error)的系统。

背景技术

多种技术利用工具以微加工或者置放图案(pattern)或材料于工件上的目标位置。例如, 微尺寸的打孔机可用以在薄金属板上打孔; 激光可用以精密加工或选择性蚀刻金属、结晶、或非结晶形的样本; 且离子束可用以选择性将带电荷的粒子注入集成电路中。所有以上所述的制程有一共同需求, 即迅速及准确地将相关工具定位在工件上的目标位置。

以下的背景仅以激光光束定位系统为例而说明于此, 但本领域技术人员将可了解的是, 此说明可概括应用于工具定位系统。典型而言, 传统的工具定位系统(特别是光束定位系统)可提供在三维坐标系统中的移动, 并可以多种方式而描述。

传统定位系统是以 X-Y 平移表(translation table)而描述, 其中, 工件被固定于由下级所支撑的上级。此系统典型将工件与一固定光束位置作相对移动, 通常称为叠层级(stacked—stage)定位系统, 因为下级系支撑上级及工件的惯性质量。此定位系统具有相当良好的定位准确度, 因其典型上为沿着各轴利用干涉计(interferometer), 以决定各级的绝对位置。

在授予 Overbeck 的美国专利号码 4, 532, 402 案中, 诸如电流计

(galvanometer)的高速短移动定位器(“快定位器”,)是由 X-Y 平移表(“慢定位器”)的上级所支撑,且上级及工件是由下级所支撑。该二定位器的组合移动需:首先移动该慢定位器至接近工件上之一目标位置的已知位置;停止该慢定位器;移动该快定位器至确切的目标位置;停止该快定位器;致使工具在目标位置操作;且接着针对次一目标位置而重复此过程。

然而,Overbeck 的组合系统亦为一叠层级定位系统,其与上述的固定光束系统遭受相同的严重缺点。启动、停止及改变方向的延迟关连于各级及快速定位器的惯性质量,而不当增加该工具处理工件所需的时间。Overbeck 的系统亦加诸一严重缺点于以电脑为基础(computer-based)的工具机的控制档或”数据数据库”,其典型上为命令工具移动至垮于工件的一系列预定目标位置。定位工具跨于工件的该数据库必须”面板化(panelized)”为毗邻片段,以使在大电路图案的尺寸超过此移动范围时使各片段适合于快定位器的有限移动范围内。

授予 Cutler 等人的美国专利号码 5, 847, 960 案揭示一分裂轴(split-axis)定位系统,其中的上级并非由下级所支撑且与下级为各自独立移动,其中的工件载于一轴或级上,而工具载于另一轴或级上。

此定位系统具有一或多个上级,其各者支撑一快定位器,且可同时以高输出率而处理一或多个工件,因为该独立支撑的各级载负较小的惯性质量,并可较叠层级系统号为更迅速加速、减速或改变方向。因为一级的质量并载于其他级上,因此,对于已知负载的谐振频率可提高。此外,慢及快定位器适以移动,而不需停止以响应一系列的定位指令数据,而协调其各自的移动位置,以在由数据库所界定的目标位置上产生暂时静止的工具位置。

此分裂轴的多速率定位系统可减低现有系统的快定位器移动范围限制,而提供大幅增加的工具处理输出,并可自面板化或非面板化的数据库而工作。

此种分裂轴的定位系统随着工件的整体尺寸及重量增加时而变为更优异,利用较长及较重的各级。同时,特性尺寸持续降低而造成尺寸精密度的需求增加,分裂轴的系统较有可能出现旋转误差,其将引起阿贝误差(Abbe error),此误差代表介于一级的有效位置与该级的指

示位置之间的实际分离。阿贝误差典型上为由各级赖以滑动的轴承的瑕疵及热变化所引起，及 / 或由提供各级移动的驱动机构的对准及加速不完善所引起。

图 11 显示三个相互垂直的平移动作轴，诸如 X 轴 10、Y 轴 12、及 Z 轴 14，此三轴限定一个三维座标系统 16，以及限定三个相互垂直旋转动作轴(下文中称为滚转(roll)轴 18、俯仰(pitch)轴 20 及偏航(yaw)轴 22)。本领域技术人员称“滚转”为绕 X 轴 10 的角旋转，“俯仰”为绕 Y 轴 12 的角旋转，“偏航”为绕 Z 轴 14 的角旋转。

虽然可使用激光干涉计系统以指示及补偿阿贝误差，该类系统昂贵且重，因为其典型为需要参考镜，其长度为接近于组合级长度加上行进长度，即为行进距离的二倍。该镜甚难(若非不可能)取得以供容纳较大工件所需的较大级的长行进距离，诸如 76-92cm(30—36 吋)的长度尺寸。此外，分裂轴系统的各级将需要至少二个干涉计及 / 或复杂的光学系统以指示角度及位置，且干涉计的附加重量将增加各级的惯性负载，因而牺牲对于动量改变的频率响应时间。

Trumper 等人的美国专利号码 5, 699, 621 案揭示使用小范围位移换能器以指示滚转、俯仰、及偏航角误差。

Trumper 等人借助以电磁铁控制轴承间隙而校正角误差，电磁铁需要使用高度顺服磁性或空气轴承系统。Trumper 等人的系统的校正速度受限于线性级系统的频宽，且因而具有类似于叠层级定位系统的质量对(vs.)频宽的限制。

因此，非常需要一种较不昂贵及 / 或质量较小且极为准确的阿贝误差校正系统或方法。

发明内容

本发明的一个目的是提供一种方法或装置，该方法或装置利用诸如电容性传感器的非接触式小位移传感器以判定归因于机械级的俯仰、偏航及滚转所引起的阿贝误差，其无法由诸如线性比例编码器或激光干涉计的一轴上(on-axis)位置指示器所指出，该方法或装置并利用一机构以补偿此阿贝误差。

本发明的另一个目的为使用此传感器以决定并校正归因于由线性

轴承变化或者关连于加速或温度梯度的失真所引起的阿贝误差。

本发明提供一种具成本效益的方式以决定及补偿线性级定位系统的阿贝误差，此误差为于该系统的有效位置的误差，其未由诸如金属或玻璃尺度编码器或激光干涉计的位置指示器所指出，其归因于线性级的俯仰、偏航及滚转以及介于一级的有效位置与指出位置之间的造成实际距离所引起。为了降低成本，此系统系必须精密度 X 及 Y 位置参考标准而加以校准，以使该校正仅取决于检出传感器读数的微小改变而与传感器读数的绝对准确度无关。虽然本发明较佳为使用于分裂轴定位系统，其可用于叠层级系统以降低其制造成本。虽然线性比例编码器可用来指出标称的轴上级位置以降低成本，尚可使用一激光干涉计以达成较高阶层的准确度及 / 或解析度需求。

本发明的其他目的与优点可由以下的其较佳实施例详细说明并且参考附图而更为明显。

附图简要说明

图 1 是显示包括三个相互垂直的平移动作轴(X、Y、及 Z)以及三个相互垂直的旋转动作轴(滚转、俯仰、及偏航)的六轴。

图 2A 及 2B 是显示本发明的多级激光光束定位系统的方块图。

图 3 是显示适用于本发明的现有技艺的电流计驱动镜定位器的片断侧视图，

图 4 是显示安装在 Y-轴级(工件级)的 Y-级阿贝误差传感器相对于参考表面的较佳位置的平面图。

图 5 是显示安装于图 4 的 Y-轴级上的传感器的较佳位置的端视图。

图 6 是显示安装在 X-轴级(工具级)的 X-级阿贝误差传感器相对于参考表面的较佳位置的侧面视图。

图 7 是显示安装在图 6 的 X-轴级上的传感器的较佳位置的端视图。

图 8 是显示安装在图 6 的 X-轴级上的传感器的较佳位置的平面图。

图 9 是显示运用本发明的多头激光加工系统的一斜视图。

图 10 是包括使用于图 9 的多头激光机器系统中的多个快速级信号处理器的数字信号处理系统的简化电气方块图。

图 11 是使用于图 10 的数字信号处理系统中的多个快速级信号处

理器之一的简化电气方块图。

较佳实施例的详细描述

图 2A 及 2B(图 2)显示一多级工具定位器系统 50, 其具有本发明的定位指令执行能力。定位器系统 50 以举例说明, 并参考一单头、以激光为基础的孔切割系统, 其利用数字信号处理器(DSP)52 以控制一快电流计定位器级 54(扫描器或“快速级 54”)、一慢 X-轴平移级 56(慢级“56”)、及一慢 Y-轴平移级 58(慢级“58”), 以导引激光光束 60 至诸如一蚀刻电路板的单一工件 62 的目标位置。

参考图 1, 在一较佳的分裂轴实施例中, X-轴平移级 56 是由轴承所支撑在轨道 46 并且概括沿着 X-Z 平面移动, Y-轴平移级 58 是由轴承所支撑在轨道 48 并且概括沿着 X-Y 平面移动。本领域技术人员将了解的是, 级 56 及 58 可交互适于平行平面移动, 且为惯性分开或相依。于较佳实施例中, 定位器系统 50 利用高硬度再循环或跨转子轴承系统, 以支撑及导引级 56 及 58 的移动。

一系统控制电脑 63 处理储存于数据储存子系统 64 的工具路径数据库。此数据库包含理想的处理参数, 以工件 62 中的激光光束 60 切割孔及 / 或轮廓。此数据库利用工具路径产生程序, 如美国俄亥俄州的美甫特城的结构动力学研究公司所提供的 I-DEAS 生产机器。系统控制电脑 63 传送所储存数据库的分析部份至激光控制器 68, 以及传送该数据库的位置控制部份至 Δ (delta) 处理器 70 作为数据流。 Δ 处理器 70 解析数据流为 x 及 y 分量, 针对 Δ 位置(“dp”)、 Δ 速度(“dv”)、及 Δ 时间(“dt”), 以供跨于工件 62 的激光光束 60 的各期望改变。如此, 激光光束 60 的各移动均以 dp、dv、及 dt 分量所限定, 此分量再由位置轮廓器 72 所处理成为移动轮廓, 其包括加速及 / 或恒速段位置信号。

Δ 处理器 70 较佳为产生 dp、dv、及 dt 分量, 根据较佳的 BASIC 语言信号处理程序, 其揭示于授予 Cutler 等人的美国专利号码 5, 751, 585 及 5, 847, 960 案, 其让渡给本申请案的受让人。

参考图 2, 由 Δ 处理器 70 所产生的 dp、dv、及 dt 分量进一步由位置轮廓器 72 所处理以成为移动轮廓定位信号, 以供移动快速级 54、及慢速级 56 及 58, 如由数据库所指令。理想而言, 定位器加速与移动力

成正比，移动力与供应至定位驱动器(诸如线性或旋转伺服马达或电流计线圈)的电流成正比。因此，定位轮廓器 72 所产生的定位信号为一系列“全频谱”半正弦波轮廓的加速感应及恒速感应的定位步骤，其造成系统移动。全频谱频宽仅需约 250Hz，此频宽足够以其最大频率而驱动典型电流计驱动式的镜定位器。

全频谱定位信号的瞬时值是由 DSP52 利用由 Δ 处理器 70 产生的 dp、dV、及 dt 分量为变数用于 DSP52 执行的正弦值产生程序，以每秒 10,000 点的速度产生。或者，可利用 dp、dV、及 dt 分量，以定址及取用储存于纳入于 DSP52 中的正弦值查询表中的相关正弦波形值。

合成的全频谱定位信号具有加速及位置分量，其由具有恒值信号传播延迟的轮廓滤波器 78 所接收，且由一延迟元件 79 所接收，延迟元件 79 是在 DSP52 中补偿轮廓滤波器 78 的恒值信号传播延迟。例如，延迟元件 79 将位置轮廓器 72 所产生的激光触发脉波延迟，以与快级 54 与慢级 56 及 58 的延迟移动同步。如下所述，轮廓滤波器 78 及延迟元件 79 亦合作以平均位置轮廓而平滑移动慢级 56 及 58 并限制其加速至 $\pm 1g$ ，及合作以限制快级 54 定位移动至 $\pm 10\text{mm}$ 。

位置分量是由轮廓滤波器 78 所接收，以产生滤波后的位置指令数据以供驱动慢级 56 及 58。轮廓滤波器 78 较佳为第四阶低通滤波器。

因为轮廓滤波器 78 产生滤波后的指令数据，其具有关于半正弦定位信号位置分量的恒定时间延迟，此延迟是由延迟元件 79 所补偿。延迟元件 79 较佳为在 DSP52 内实施，作为程序化延迟，以自位置轮廓器 72 传送半正弦定位信号加速及位置分量至快级 54 信号处理元件，其第二者为加法器 80 及 82。因此，被导向快级 54 的半正弦信号与被导向慢级 56 及 58 的滤波后位置指令在时间上同步化。

自位置轮廓器 72 的加速分量亦由轮廓滤波器 78 所滤波，以提供滤波后的加速指令至加法器 80 及一前馈处理器 94。加法器 80 作为一高通滤波器，其自全频谱定位信号的加速分量减除滤波后的加速分量以形成电流计加速前馈信号，此信号传送至前馈处理器 86。同理，自滤波器 78 的滤波后的位置指令以及半正弦定位信号的延迟位置分量被分别传输至加法器 90 及 82，以供分别处理及分布至慢级 56 及 58、及快级 54。电流计滤波器 97 及伺服滤波器 98 为传统回路补偿滤波器，

其功能为保持快级 54 及慢级 56 与 58 稳定。

轮廓滤波器 78 是以串联二或多个具有临界阻尼比值的二阶滤波器而实施。如串级的滤波器数超过二，其截止频率增加为滤波器数的平方根(即二个滤波器的截止频率为单一滤波器的 1.414 倍)。较佳而言，串级的二个滤波器能提供良好的平滑并且保持整体滤波器的实施简单。

以轮廓滤波器 78 而言，较佳每秒 38 弧度的截止频率(约 6Hz)与 10KHz 速率比较为极低的频率，DSP52 以 10KHz 速率更新慢级 56 及 58 的定位数据。若轮廓滤波器 78 以 10KHz 操作慢级更新频率，离散的滤波器系数则容易有舍入误差，因为离散的滤波器之极移动并接近至单元圆。轮廓滤波器 78 亦自位置轮廓器 72 接收加速指令并产生滤波后的加速指令，其被传输至伺服前馈处理器 94 及加法器 80。

理想移动轮廓指令较佳以 10KHz 更新速率计算，慢级加速及实际(未指令)位置于加法器 80 及 82 自其减去，以产生快级加速及位置指令信号。

快级加速指令信号经加法器 80 及前馈处理器 86 所处理，而快级位置指令信号则由加法器 82 及电流计滤波器 97 所处理。处理后的快级信号在加法器 84 中组合，再传输至电流计驱动器 88。

同理，慢级滤波后的加速指令经前馈处理器 94 所处理，慢级滤波后的位置指令是由加法器 90 及伺服滤波器 98 所处理再传输至线性伺服马达驱动器 96。

电流计驱动器 88 提供偏转控制电流至在快级 54 中的一对镜偏转电流计，伺服马达驱动器 96 提供控制电流至线性伺服马达以控制慢级 56 及 58 的定位。

图 3 显示适用于快级 54 的现有技艺电流计驱动镜定位器 100。电流计驱动器 88(图 2)提供在导体 102 上的旋转控制电流至 X 轴及 Y 轴的高速响应 DC 马达 104 及 106，其旋转轴承 108 中的轴 107，以选择性旋转一对镜 110 及 112，其将激光光束 60 经一透镜 114 偏转至工件 62 上的预定目标位置。

或者，诸如压电元件、一音圈致动器、或其他有限角度高速定位器装置的一非轴承移动定位器可用以取代定位器系统 50 中的电流计驱

动镜定位器 100。

参考图 2，一替代的准确旋转或线性定位器机构可用以取代线性伺服马达以驱动慢级 56 及 58。但在定位器系统 50 中，线性马达因其较佳响应于慢级位置指令而为较佳。

二信号与慢及快级位置指令结合，以降低介于指令位置与工件 62 上的激光光束 60 实际位置之间的误差。于加法器 82 的延迟后的快级位置指令以及于加法器 90 的滤波后的慢级位置指令代表所需的使各级 54、56、及 58 适当定位的理想信号值。然而，诸如重力、摩擦、质量、以及由位置轮廓器 72 所产生的全频谱定位信号的不准确度的实际因素未被考虑于未修正位置指令中。该实际因素是由位置传感器 120 及 122 检出各级，54、56、及 58 的实际位置而加以考虑，以提供预测位置反馈数据至 DSP52 中的加法器 82 及 90。注意，快级定位路径中的加法器 82 自二位置传感器 120 及 122 接收位置反馈数据。位置传感器 120 及 122 为现有的形式，其利用旋转电容器板、线性及旋转编码器标准、或干涉计移动检测器、及与模拟至数字及 / 或数字至模拟转换技术。

当激光光束 60 跨于工件 62 移动时，感测的光束位置持续与指令的光束位置比较，位置的差异代表实际因素已造成位置误差。特别是，快级 54 及慢级 56 与 58 的感测位置数据是由位置传感器 120 及 122 产生，并自加法器 84 的指令位置减除以产生位置差异数据，其在加法器 84 中与来自前馈处理器 86 的加速数据结合。同理，慢级 56 及 58 的感测位置数据是由位置传感器 122 产生，并在加法器 90 自指令位置减除以产生位置差异数据，其在加法器 92 与自前馈处理器 94 的加速数据结合。

协调的定位在激光光束孔切割应用上最为有利，其需要在目标位置间沿着工具路径与每一目标位置暂停的结合而发射激光以切割一孔，但并不仅限于此一应用。其他特性及传统激光钻磨系统的较佳处理参数参见揭示于授予 Owen 等人的美国专利号码 5, 841, 099 案。

图 4 及 5 分别为平面及端视图，显示安装在 Y-轴平移级 58 的 Y-级阿贝传感器 124，相对于本发明一特性的俯仰参考表面 126 的较佳位置。图 6-8 为侧视、平面及端视图，显示安装在 X-轴平移级 56 上的 X-级阿贝传感器 128、130、131、及 132，相对于本发明一特性的偏航

参考表面 136 的较佳位置。

参考图 2B 及 4-8, 阿贝传感器 124、128、130、131 及 132 较佳为非接触式、小及质轻的位移传感器。最佳的传感器自己知参考平面的距离为函数而测量电容。在较佳实施例中, 阿贝传感器具有 $-50\ \mu\text{m} + / -25\ \mu\text{m}$ 的间隙范围(传感器与参考表面间的距离)以及小于 50nm (最好小于或等于 10nm)的解析度。本领域技术人员可了解, 包括较宽或较窄间隙及较佳解析度的诸多其他不同范围均可能在技术更符合成本效益时实现。非接触式传感器为较佳, 因为其能消除可导致不准确的磨损。较佳的阿贝传感器包括形号 PX405H 系列的探针, 可购自美国明尼苏达州圣保罗市的 Lion Precision 公司。其他适当的电容探针或传感器可购自德国 Ortenburg 的 ADE Technologies of Westwood, Mass and Micro-Epsilon 公司。

参考表面 126、134、及 136 可在轴承轨道 46 及 48 的适当侧形成, 如图 2B 所示, 或配置在平移级 56 及 58 附近但与其分开, 如图 4—8 所示。(于图 4—8, Y-级轴承 138 及 X-级轴承 140 取代轨道 46 及 48)。参考表面较佳与各级的基座长度相等, 或至少与沿轨道 46 及 48 的移动范围等长度。参考平面较佳为稳定但不必为十分直, 因为传感器对表面的全长而校准, 以使该校正仅取决于传感器读数的感测微小变化而与传感器读数或级位置的绝对准确度无关。

虽然各级 56 及 58 可适于于平行平面中的移动, 且惯性分离或相依, 以下说明为方便计仅以举例提出分裂轴定位系统 70 的 X 及 Y 轴位置误差, 实际上平坦(在 X 及 Y 尺寸上较 Z 尺寸大 100-10, 000 倍)的工件 62 载负于 Y 级 58, 工具(激光 76)则由 X-级 56 所导引。

参考图 2A、2B、4 及 5, Y 级 58 的标称轴上位置由传感器 122a 所示, 其较佳为玻璃或金属尺度编码器或激光干涉计, 视所期望的定位准确度规格而定。在分裂轴构型时, Y-级偏航典型产生最显著的 X 及 Y 阿贝误差。

偏航误差较佳由一对 Y—级阿贝传感器 124a 及 124b 表示(即概括为传感器 124), 其较佳为安装在尽可能远离 Y 轴 12 且尽可能接近 Y 级 58 侧的顶部, 或实际上其可支撑于一夹盘。参考表面 126 较佳为统合至轨道 46 或 Y 级总成的基座, 以可导致尽可能稳定的级偏航的指示

并为包括轴承重复性、温度及级加速的其他效应的函数。

指示自传感器 124 检出的偏航引起的阿贝误差的参考表面的距离的 X 分量的电容较佳由 Y-级偏航探针驱动器 145 所转换为 DC(直流)电压,适于处理成为阿贝误差校正信号。此信号在路由至加法器 82 及并入扫描器位置指令之前,可导向至分别的 X-阿贝及 Y-阿贝误差加法器 142 及 144。

参考图 2A、2B 及图 6-8, X-级 56 的俯仰、偏航及滚转亦可造成明显的 X 及 Y 位置误差。如图所示,较佳的分裂轴构型具有 X-级 56 于边缘,故由级 56 及 58 所限定的平面为横向,级 56 及 58 彼此为惯性分离。在较佳实施例中, X-级 56 的方向为垂直, Y-级 58 的方向为水平。因此,俯仰、偏航及滚转是由与 X-级 56 移动的实际平面有关而限定,而非与典型的水平方向有关。

X 级 56 的标称轴上位置是由传感器 122b 所指出,该传感器较佳为玻璃或金属尺度编码器或为激光干涉计,视所期望的定位准确度规格而定。X-级阿贝传感器 128、130、131 及 132 可均与 Y-级传感器 124 为相同型或不同型号。传感器 128a 及 128b(概括为传感器 128)较佳安装在尽可能远离 X 轴 10。同理,传感器 131 及 132 较佳安装在尽可能远离 X 轴 10 之处。传感器 132 较佳安装在沿着 Z 轴 14 而与传感器 131 同一平面且尽可能远离传感器 131。

因为 X 级 56 较佳为动力装在三轴承 140 上,如图 6—8 所示,由 X-级阿贝传感器 128、130、131、及 132 所测出的自参考表面 134 及 136 的距离改变是由关连于 X 级 56 的平面移动所引起,而非 X 级 56 的失真所引起。X-级阿贝传感器 130 及 131 自 X-级偏航参考平面 134a 检出距离,并指出在 X 级 56 平面的偏航角的改变。X-级传感器 131 及 132 分别检出自 X-级滚转参考平面 134a 及 134b 的距离,并指出 X-级 56 平面的滚转角中的改变。X-级阿贝传感器 128 自俯仰参考表面 136 检出距离,并指出 X 级 56 的俯仰角中的改变。

代表距离自归因于偏航由传感器 130 及 131 检出,阿贝误差的参考表面 134a 的 X 及 Y 分量的电容较佳由 X-级偏航探针驱动器 146 所转换为 DC 电压,以适于处理阿贝误差校正信号。同理,代表距离自归因于滚转由传感器 131 及 132 检出的阿贝误差的参考平面 134a 及

134b 的 X 及 Y 分量的电容较佳由 X-级滚转探针驱动器 147 所转换为 DC 电压, 以处理误差校正信号。同理, 代表距离自由归因于俯仰由传感器 128 检出的阿贝误差的参考表面 136 的 X 及 Y 分量的电容较佳由 X-级俯仰探针驱动器 148 变为 DC 电压, 以处理误差校正信号。本领域技术人员了解, 传感器 131 反馈偏航探针驱动器 145 及滚转探针驱动器 146。适当的探针驱动器为本领域技术人员所熟知, 但较佳为由 Lion Precision 公司所制的 Compact 探针驱动器。

此偏航、滚转及俯仰阿贝误差校正信号可在路由至加法器 82 及并入扫描位置指令之前, 导入分别的 X-阿贝及 Y-阿贝加法器 142 及 144。

与此阿贝误差对应的 X 及 Y 位置分量在定位器系统 50 移动时为即时计算, 并处理工件 62, 并加至或累加在扫描器位置指令中, 以补偿阿贝位置误差。此角变化与光学几何结构(包括相对于级的光束路径位置以及工作自级的距离)结合, 以指示工作上有效光束位置的改变(误差)。将阿贝误差校正加入加法器 82 的扫描器位置, 可获得快速响应, 因快速级 54 的频宽较线性级 56 及 58 的频宽高许多。

然而, 自传感器系统所得的阿贝误差校正可在加法器 90 直接加至线性级位置伺服回路。此一实施在快速级 54 由固定光束定位器取代时最适合。典型而言, 固定光束定位器可提供较快速级 54 更为精密的光束定位, 并可应用于需要较高准确度的应用中, 诸如分离微米及亚微米大小的链路。本领域技术人员可了解, X 轴级 56 可适以使快速级 54 可与固定光束定位器交换使用, 或 X 轴级 56 可同时支援快速级 54 及固定光束定位器。后者情况下, 阿贝误差校正正在每当使用快速级 54 时可镜至加法器 82, 而每当使用固定光束定位器时续至加法器 90。

图 9 显示本发明一实施例的多头(multi-head)定位器 150, 其中多个工件 152A、152B、152C、...、152N 被同时处理(下文中, 多个元件是集合而无字尾被称为工件, 如工件"152")。多头定位器 150 利用一慢级 56 及 58, 其构造可使工件 52 紧固及载负于 Y-轴慢级 58 上, 多个快级 154A、154B、154C、...、154N 则载负于 X-轴慢级 56 上。诚然, 慢级 56 及 58 的角色可能反过, 或者二个或以上的快级 154 可由一或多个 X 轴慢级 56 所载负, 而 Y 轴 58 载负单一工件 62。

随着在慢级 56 上所载负的快级 154 的数目增加时, 其累积的质量

使其无法加速。因此，慢级 56 上所载负的快级 154 的数量 N 较佳限定为 4，但 N 可随定位器形式及应用而改变。

各工件 152 具有关连于其的一或多个处理工具 156A、156B、156C、…、156N，其将处理能量通过相关的镜 158A、158B、158C、…、158N 而导向相关的快级 154A、154B、154C，…、154N。快级 154 偏转处理能量至位于相关工件 152 的诸如 20x20mm 实质方形处理场 162A、162B、162C、…、162N 的目标位置。

视频摄影机 160A、160B、160C、…、160N 配置在慢级 56，以拍摄相关的处理场 162，检出对齐、偏移、旋转、及工件 152 的尺寸变动，并对准及聚焦激光 156。

在一较佳实施例中，相同处理模式是由各激光 156 及慢级 154 加以重复在工件 152 上。但有些应用中，需要变化的处理模式以配合工件形状、比例因数、旋转、偏移及失真的改变。或者，亦可用一或多激光 156 同时处理于同一工件 152 的不同但较佳为标称相同或重复(单 Y 级的从属)图案。亦必须校正因安装在慢级 58 上的工件 152 的安装位置变动引起的快级非线性及安装的不符。与前述的多主轴钻研机器不同，多头定位器 150 可由使用可程序的校正因数在驱动每一快级 154 时而补偿上述图 10 及 11 的变化。同理，阿贝误差，其代表指令的工具位置与检出的目标位置间的不匹配的程度，可由与图 2A、2B 及图 4-8 所述方式而予以补偿。

图 10 显示多速率定位器 DSP52(图 2)如何适应以协调多个快级 154 及慢级 56 及 58 的定位以合成一多头 DSP170。与 DSP52 相同方式，DSP170 自系统控制电脑 63 接收 dV 、 dp 、及 dt 分量，其被位置轮廓器 72 进一步处理成为半正弦轮廓定位信号。DSP170 亦包括相同信号处理元件，如 DSP52，即轮廓滤波器 78、延迟元件 79、前馈处理器 94、伺服驱动器 96、慢级 56 及位置传感器 122。因图 10 已简化，仅 X-轴慢级 56 处理元件显示出。本领域技术人员当了解，Y-轴元件亦在内。

仅需单一系统控制电脑 63，以驱动慢级 56 及 58 及 N 个快级 154。多个快级信号处理器 172A、172B、172C、…、172N 各者均自系统控制电脑 63 接收快级校正数据。因此快级位置指令及目前慢级位置数据，由每一快级信号处理器 172 接收，以使每一快级 154 被导至一共同组

目标位置，其可进一步被独特误差校正数据定位。如仅用一 X-轴慢级 56 以载负多个快级 154，及单一 Y-轴级 58 用以载负一或多工件 152，则图 2A、2B、及图 4-8 所述的阿贝误差检测系统可利用而无需修正，而阿贝误差校正数据 190 可反馈至图 10 的加法器 80 或图 11 的快级校正处理器 180。

图 11 显示快级信号处理器 172 的一代表，其自 DSP170 接收快及慢级定位数据，及自系统控制电脑 63 接收校正数据。校正数据包括慢级及工件相关的校正数据，其被传输至一几何校正处理器 180，校正数据并包括快级线性与比例因数校正数据，其被传输至快级校正处理器 182。本领域技术人员了解，如快级 154 装在分别的 X 轴级 56 上，其较佳有同步的移动，但亦可不同步，各 X 轴级 56 可由其本身的处理器 170 或子处理器所指令。此外，各级 56 将较佳为装备其本身的位置传感器 122 及五个级阿贝传感器，以补偿与各级相关的阿贝误差。

校正数据可为以方程式或查询表为基础。然而，由几何校正处理器 180 及快级校正处理器所使用的校正数据较佳为以方程式为基础，如授予 Pailthorp 等人的美国专利号码 4, 941, 082 案所揭示者(“082 专利”)，其让渡给本发明的受让人，并以参考方式并入此间。

快级线性及比例因数误差为相当恒定，并与快级 154 的各别特性有关。因此快级校正处理器 182 需要相当小及较不常的校正数据改变。产生此校正数据必须导引每一快级 154 至于相关校正目标上的至少 13 个校正点，如‘082 专利’所述。一反射能量检测器用以检出导引的及实际目标点位置间之差，及提供差异数据至系统控制电脑 63 以作处理。最后的校正数据传输至并储存于每一快级校正处理器。182。此外，任何介于由相关视频摄影机 160 检出的导引及实际目标点间的误差均被校正及补偿。慢级线性及比例因数误差亦相当恒定，因而不需时常的校正数据改变换言之，工件相关的误差为可变，视工件的定位、偏移、旋转及工件 152 中的尺寸变化而定。因此，每当工件 152 改变时，几何校正处理器 180 需要相当大的校正数据改变。产生此一校正数据，必须导引慢级 56 及 58 至(至少二)较佳为四个预定校正目标于每一相关工件 152 上。

或者，一实施例中的视觉系统经由一快定位器工作，慢级 56、58

及快级 154 均导向校准目标。举例而言，此校准目标可为 ECB 的角、工具孔或光蚀刻目标。每一视频摄影机 160 检出导引及实际校正目标位置，及提供差异数据至系统控制电脑 63 以供处理。每一工件 152 的合成校正数据传输至并储存于相关的几何处校正处理器 180。

对于各快级信号处理器 172 而言，Y-轴的校正定位资料自校正处理器 180 及 182 而传输至前馈处理器 86、电流计驱动器 88、及快级 154。位置反馈数据是由位置传感器 120(图 2A)产生，并在加法器 184 及 84 组合以供校正。

本领域技术人员了解，相同的处理亦可适于 X 轴快定位。将校正数据加于快级 154，各个快级较佳限定于 20x20mm 的最大线性定位范围内的 18x18mm 定位范围。

定位范围的其余 2mm 用于上述的校正。以上说明各个快及慢定位器级的单轴移动的信号处理。本领域技术人员，了解如何重复信号处理以协调二轴、二级、及单或多个快定位器的动作。

[实例]

利用定位器系统 50 及包括阿贝误差校正者的典型工具应用为激光切割多层 ECB 或其他工件 62 的孔(诸如盲通路孔)。多层 ECB 典型由排版、堆叠一起、层合、及压缩多个 0.05-0.08mm 厚的电路板层而制造。各层含有一不同内联垫及导体图案，其在压缩后即构成一复合电气组件安装及内联总成。ECB 的组件及导体密度趋势随集成电路的趋势而一起增加。因此，于 ECB 的孔的定位准确性及尺寸容许度亦比例增加。

不幸的是，压缩步骤造成膨胀及尺寸改变，因而导致 ECB 的比例因数及正交性变化。此外，当多个 ECB(工件 152)连接至慢级 58，夹紧变化将造成方位上的旋转以及 ECB 中的偏移误差。甚者，ECB 厚度变化亦使具有预定准确深度的机械钻孔更为困难。

定位器系统 50 或 150 可解决上述问题。2.至 4 个校准目标可在预定位置蚀刻，较佳为在每一 ECB 的角上。视频摄影机 160 检出指令及实际校正目标间的差异，并提供此差异数据至系统控制电脑 63 以供处理。合成的校正数据传输至并储存于几何校正处理器 180 中。

二个校准目标提供足够的差异数据至系统控制电脑 63，以校 ECB

中的旋转与偏移变化。三个校正目标提供足够的数至系统控制电脑 63，以校正 ECB 中的旋转、偏移、比例因数、及正交性变化。增加一第四个目标，可进一步使各 ECB 校正其梯形失真。

ECB 厚度变化易于由场的 $+/-0.13\text{mm}$ ($+/-0.005$ 吋) 激光深度所容纳。处理盲通路孔对任何孔处理工具的一困难挑战，由于涉及严格的深度、直径及定位容差。此是因为盲通路孔透过第一导体层(例如铜、铝、金、镍、银、钯、锡、与铅)所处理，透过一或多个介电层(例如聚亚硫氨(polyimide)、FR-4 树脂、苯环丁酮(benzocyclobutene)、失盾苹果酸二硫亚氨 (bismaleimide triazine)、三氮酸氰脂基树脂(cyanate ester-based resin)、陶瓷(ceramic))，及高至但不经第二导体层。最后的孔是以导电材料电镀，以电气连接第一及第二导电层。盲通路处理窗详见授予 Owen 等人的美国专利号码 5,841,099 案。

再参考图 9，多头处理器 150 构造为 ECB 盲通路切割装置，其中，N 等于偶数如 2、4、6，较佳为 4。激光 156A 及 156C 为 UV 激光(波长小于约 400nm，较佳为 355 或 266nm)，激光 156B 与 156N 为 IR 激光(波长于约 1,000nm-10,000nm 的范围，较佳为约 9,000nm)。因 UV 及 IR 激光具有不同波长，镜 158 与光学装置 154 构造为相容于各不相关的激光波长。

UV 激光 156A 及 156C 能够切割第一导体层，及同一方式切割介电层。激光功率位准及脉波重复率须慎重控制，以防止对于第二导体层的不可接受的损坏。因此导致一窄的“处理窗(window)”。因此，UV 激光 156A 及 156C 较佳用以切割穿过第一导体层、及一部份介电层，此程序有一宽处理窗。一旦第一导体层已由 UV 激光 156 所除去，IR 激光 156B 及 156N(其具有下宽处理窗以供切割其余介电层，而不致切穿或损坏第二导体层)使用以切割介电层的最后部份。因此，ECB 盲通路切割装置利用 UV 激光 156A 及 156C 以切割工件 152A 及 152C 的第一导体层，且利用 IR 激光 156B 及 156N 以切割工件 152B 及 152N 上的介电层。

UV 激光 156A 及 156C 切割导体层所需时间较 IR 激光 152B 及 152N 切割介电层的时间为长。因此，处理输出需较长处理时间。因为目标位置对于多工具定位器 150 上的所有工具而言均属实质相同，不

同处理时间通过对于 UV 及 IR 激光提供适当不同激光功率阶层及脉波重复率所考虑。

某些应用需要切割约 200 微米或较少的相当大的孔径。因为 UV 激光 154A 及 154C 具有的光束直径仅为 20 微米，多工具定位器 150 必须使 UV 光束跟随一螺旋或圆形路径，以切割导体层上的孔，因此，切割此相当大的孔需要一比例上较长的时间。然而，IR 激光 154B 及 154N 具有的光束直径为 400 微米，为 UV 激光光束直径的 20 倍。因此，当切割此相当大直径的孔通过介电层时，IR 激光光束的至少某一部份必须涵盖全孔，而 UV 激光光束随着螺旋或圆路径以切割一孔于导体层。此情况下，IR 激光光束将在目标区一较长时间，不同的有效处理时间借助适当提供对于 UV 与 IR 激光的不同激光功率阶层及脉波重复率所说明。

若有适当的激光功率可用，通过使用适当的功率分裂装置，单一激光可在多个工件中所共用。亦思及的是，可交换波长的激光可运用于本发明中。

本发明提供一种改进组合的定位准确性、定位速度、最小化或消除的停工时间、非面板化工具路径数据库、以及最小化的快级移动范围，其可大幅改进处理输出并且降低由尺寸与方向变化所引起的退件。

本领域技术人员可了解，本发明的部份可由不同于上述的激光光束微机器实施方式所实施。例如，如单或多头构造的种种不同的工具均可由快定位器级所移动，诸如微尺寸钻具、打孔机、激光、激光光束、辐射光束、粒子束、光束产生装置、显微镜、透镜、光学仪器、及摄影机等。此外，许多不同定位装置可是以不同的组合使用，如取自电流计、音圈、压电换能器、步进马达、及导杆定位器等。DSP 不需完全为数字，举例而言，可包括模拟与数字次电路的任何适当组合。诚然，本文所说明的定位信号轮廓、频谱频宽及波幅、及滤波器特性均可予以修改，以符合其他定位应用的需求。

对本领域技术人员甚为明显的是，本发明的上述实施例可作出诸多其他修改而不致有背离本发明的原则。是以，本发明的范畴应仅由权利要求书所决定。

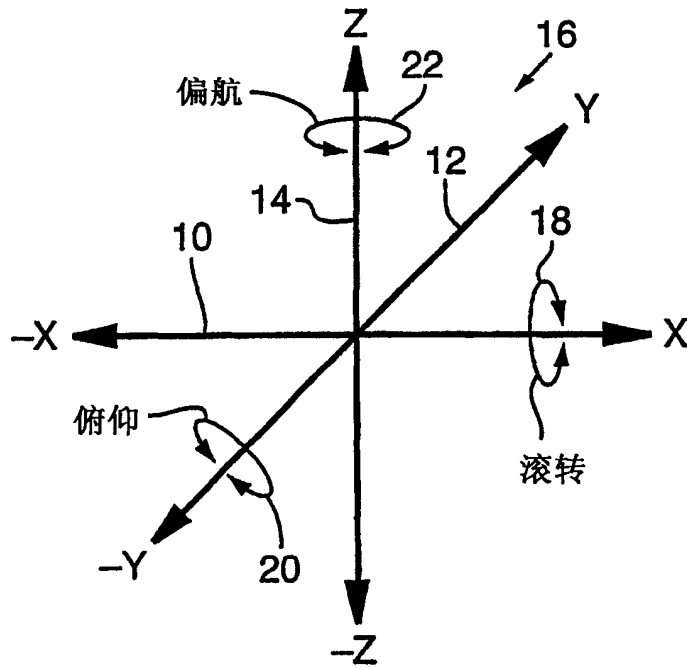


图1

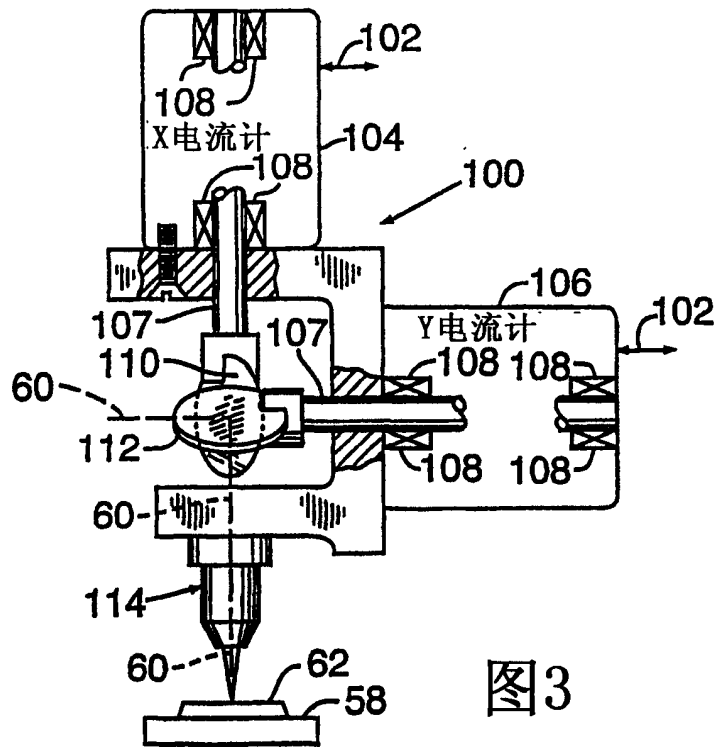
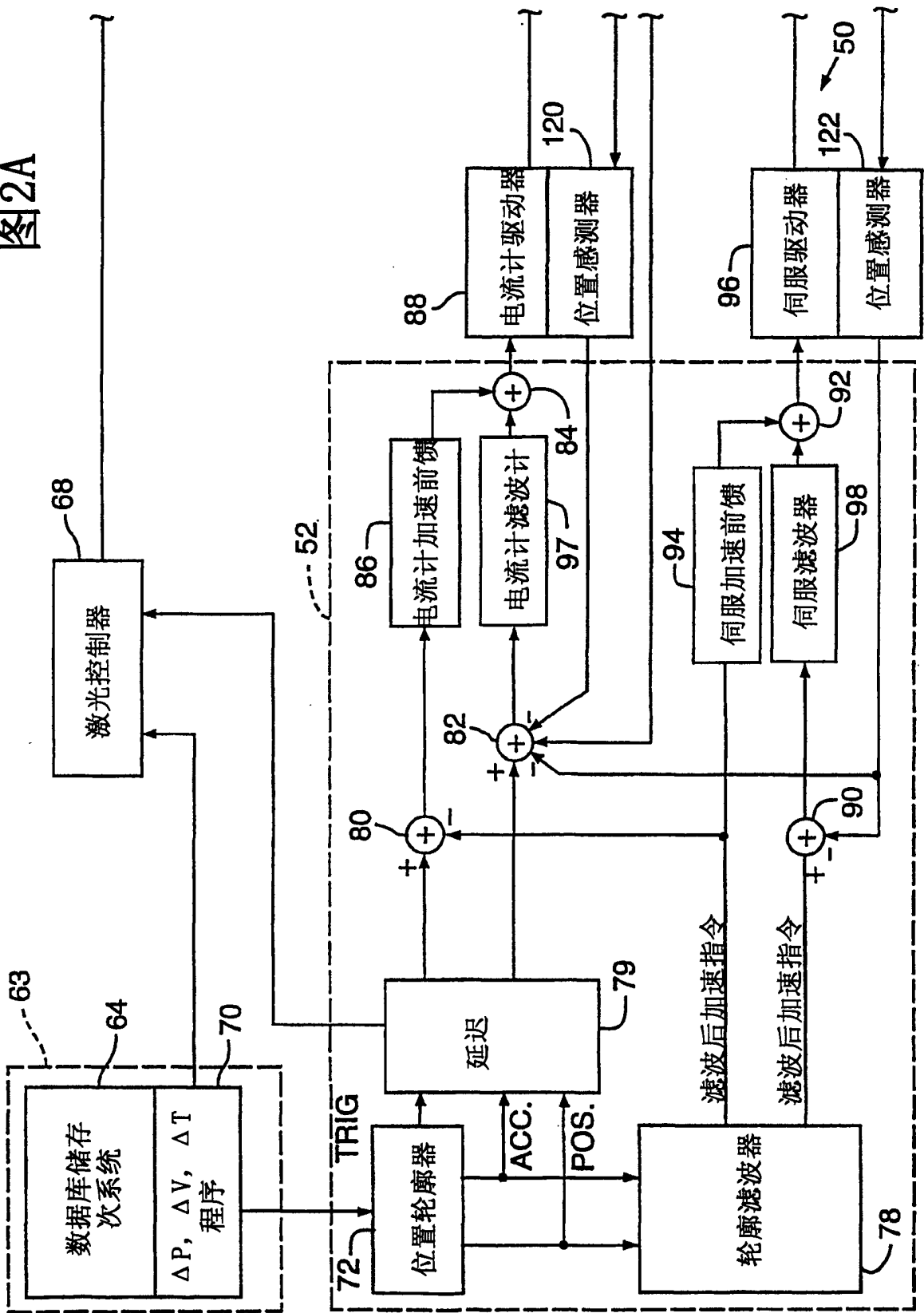
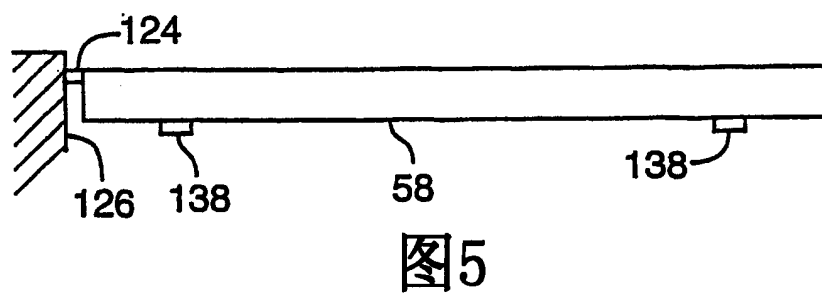
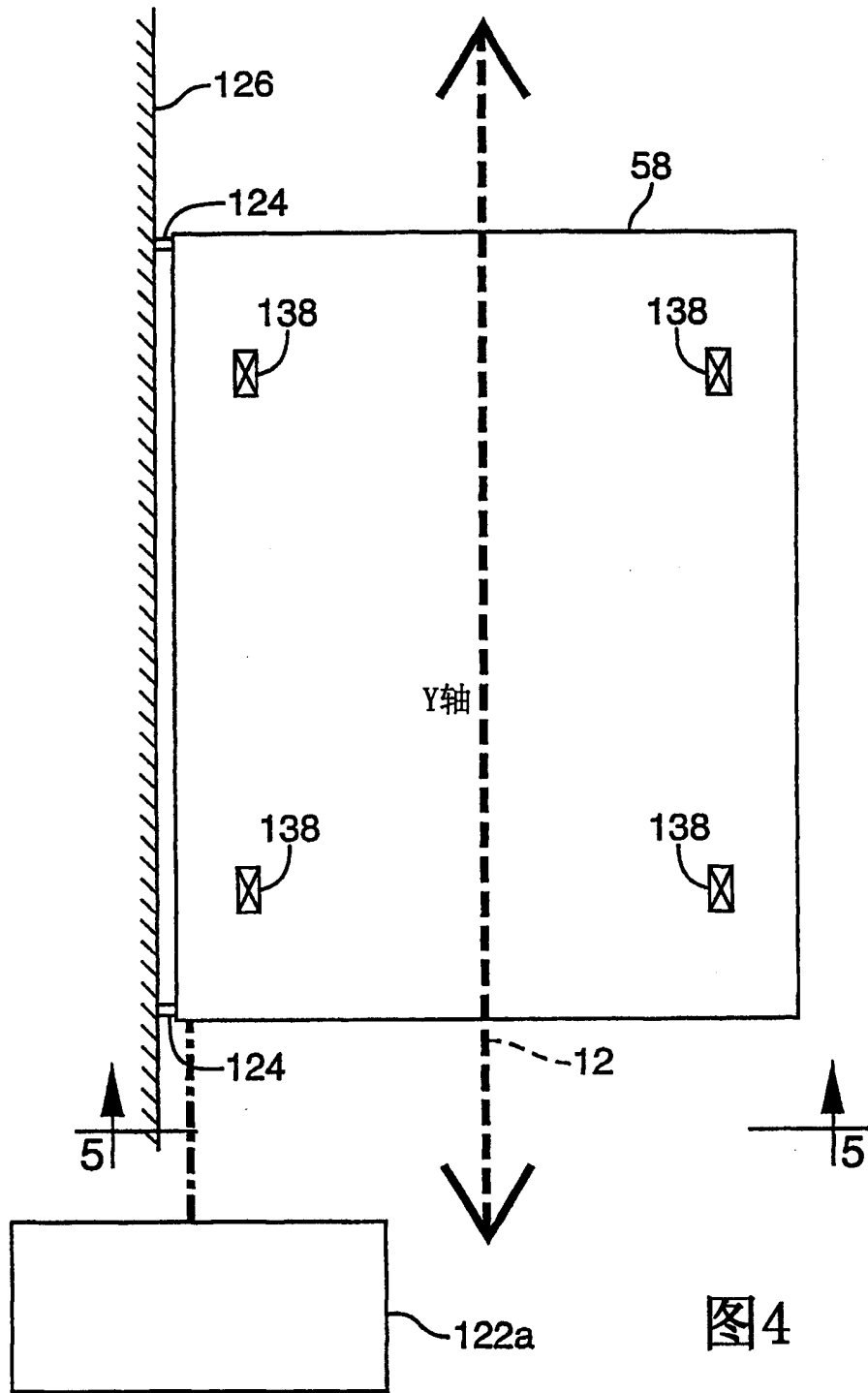


图3

图2A





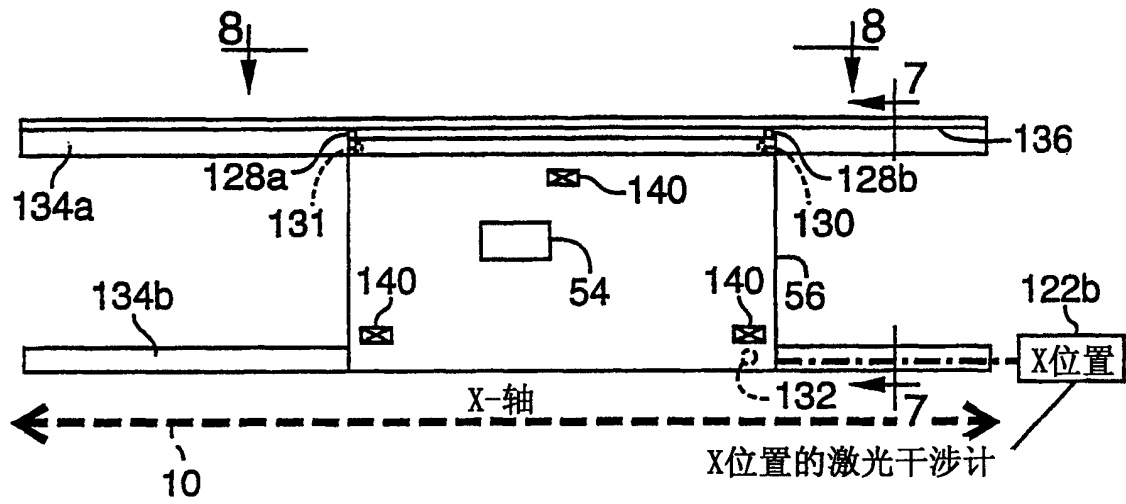


图6

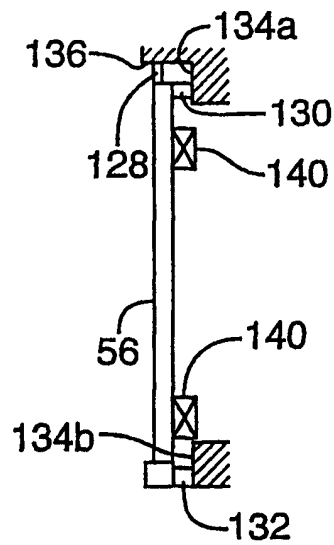


图7

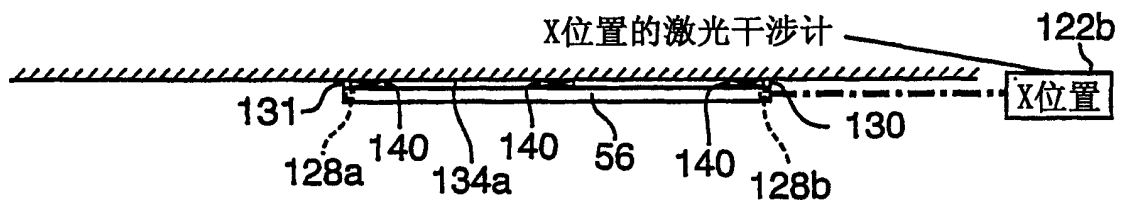


图8

图9

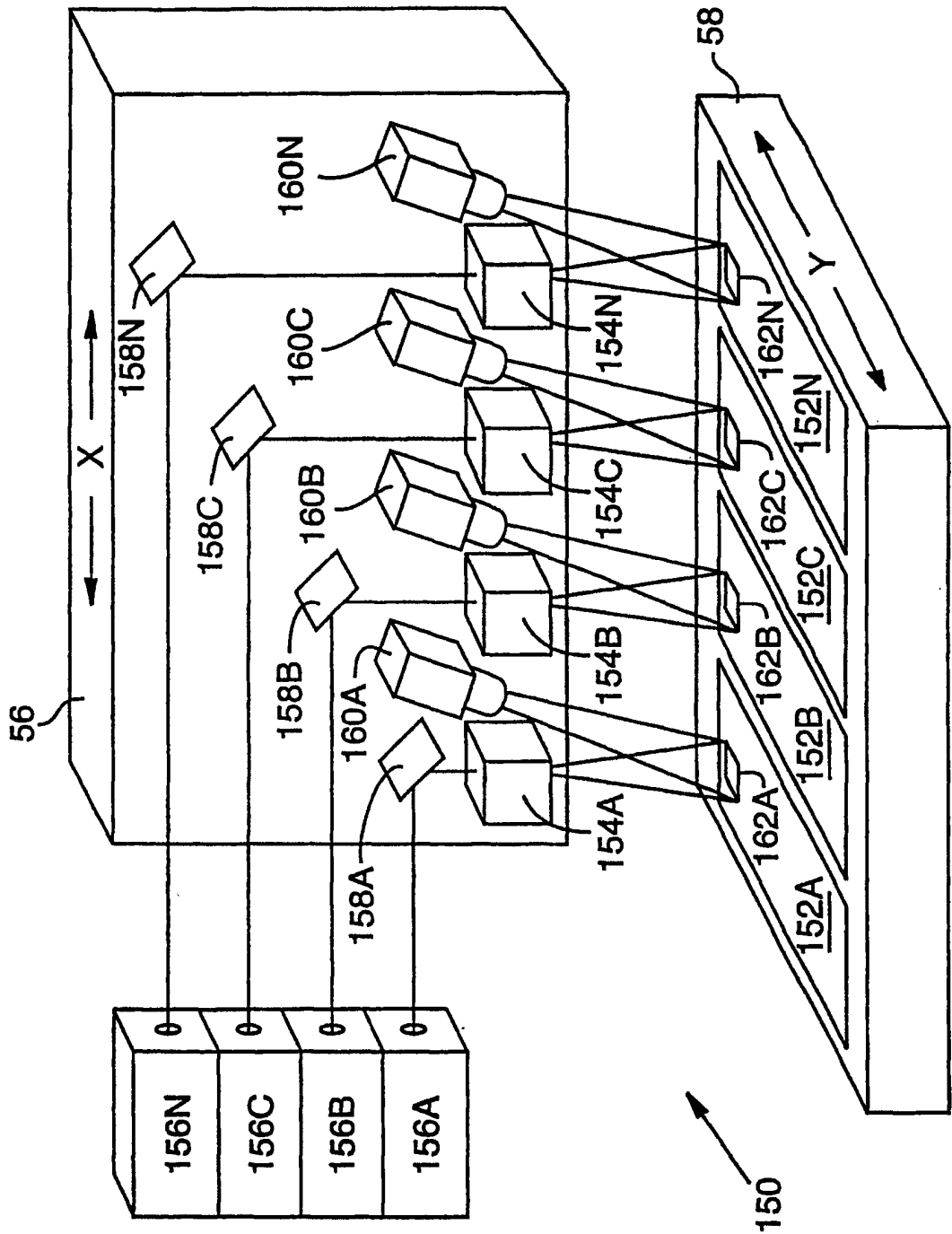
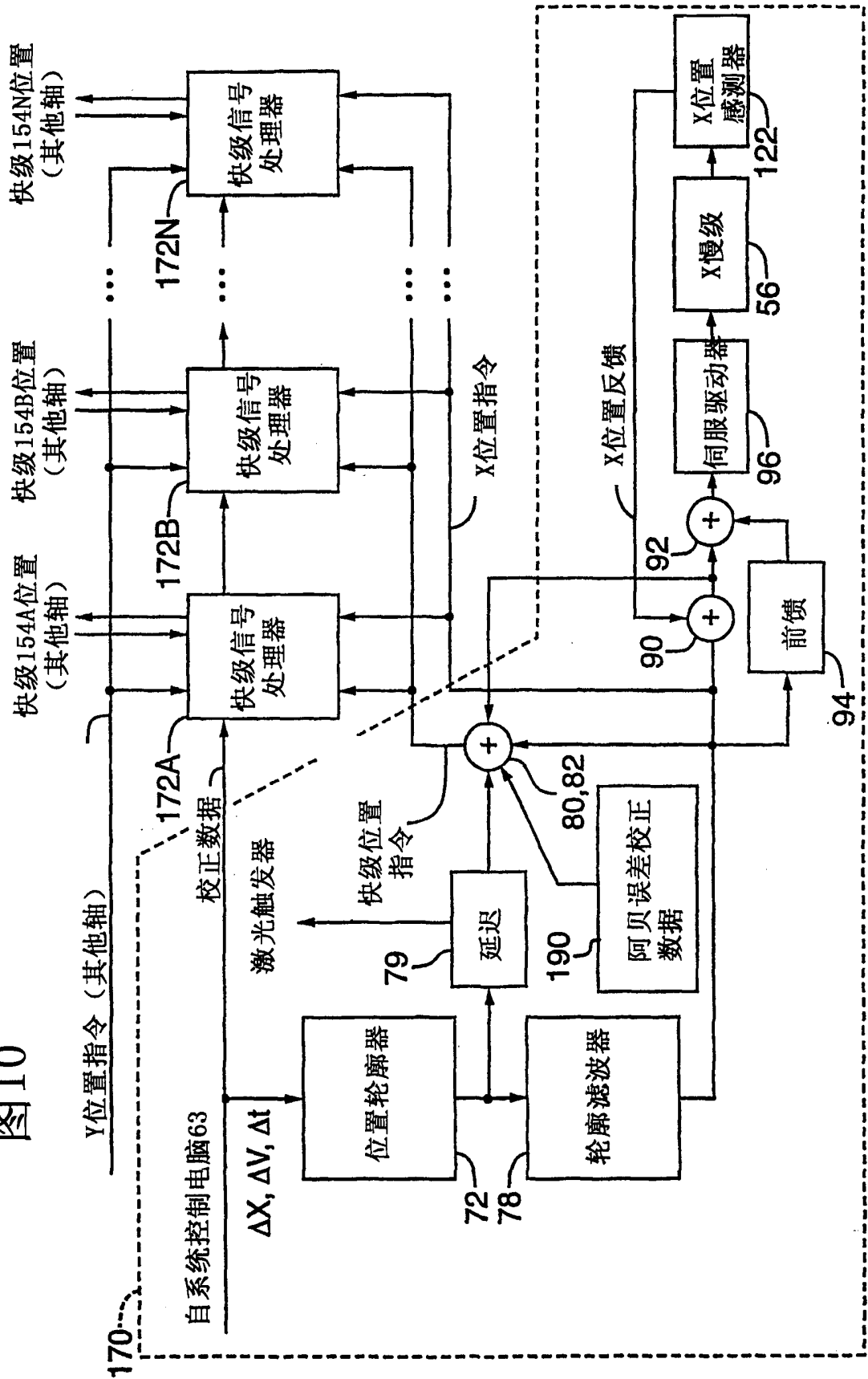


图10



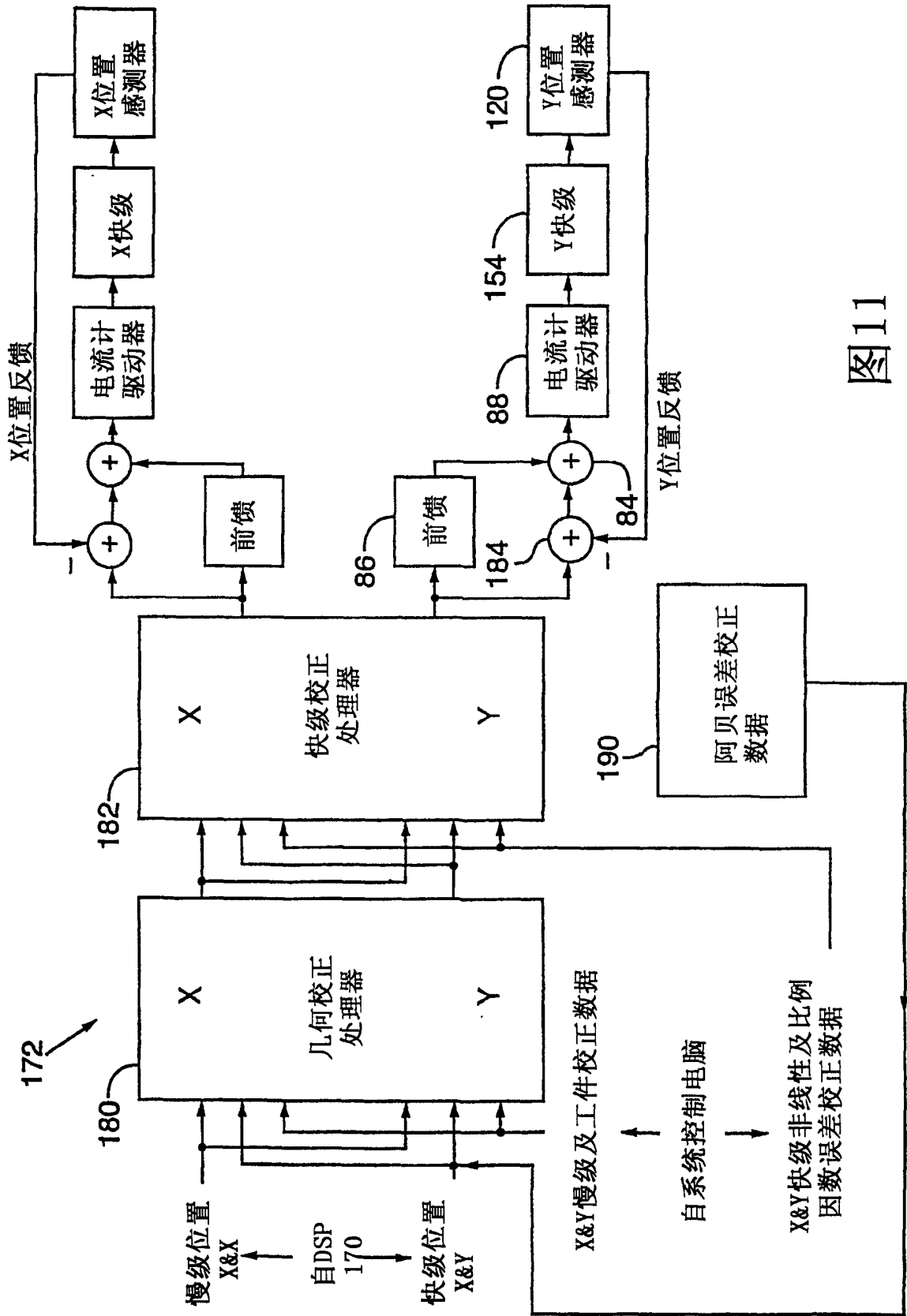


图11