

УДК 621.9.048:681.7.064

СИСТЕМА ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ДЛЯ ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

А.А. АГРАНОВИЧ, С.М. АВАКОВ, В.В. ЖАРСКИЙ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
П. Бровка, 6, Минск, 220013, Беларусь

Поступила в редакцию 20 июня 2007

При производстве элементной базы электронных интегрированных устройств необходимо использовать генераторы формирования планарных структур, таких как установка, производимая концерном ПЛАНАР ЭМ-5109. Для расширения функциональных возможностей генераторов с учетом современных требований по защите информации возникает потребность в использовании новых исполнительных систем пространственного позиционирования объекта обработки, в качестве которых наиболее перспективными являются системы перемещений на трех планарных позиционерах. В работе рассмотрена структура многокоординатной системы перемещений для нужного позиционирования объекта, представлена структура системы управления.

Ключевые слова: пространственная система перемещений, система управления, компьютерное моделирование.

Введение

В современном технологическом оборудовании микроэлектроники для реализации сложных перемещений инструмента или объекта обработки по нескольким координатам одновременно широко используется блочно-модульный принцип построения координатных систем, который основан на возможностях бестрансмиссионного привода прямого действия на базе линейного шагового двигателя (ЛШД) по реализации сложных законов движения за счет электромагнитного редуцирования и масштабирования движения в самом электромагнитном модуле. Благодаря этому для конфигурирования многокоординатных систем перемещений достаточно на модульном уровне осуществить конструктивное объединение подвижных частей из различных электромагнитных модулей для получения нескольких независимых координат в одной исполнительной многокоординатной системе.

Получение более сложных систем в одном многокоординатном модуле с числом степеней свободы более четырех путем интеграции отдельных позиционеров возможно, но дальнейшее укрупнение многокоординатного модуля приводит к появлению зависимых и дублирующих подвижностей, не изменяющих степени свободы механизма, но необходимых для повышения мобильности и обеспечения необходимой кинематической функциональности самой интегрированной системы перемещений в рабочем пространстве. К тому же, при большем чем три количестве подвижных элементов начинает существенно влиять неконсервативность левитационных аэростатических опор каждой из задействованных координат. Это приводит к значительному увеличению динамической ошибки на инструменте или заготовке, возбуждению колебаний в системе в широком частотном диапазоне, что в свою очередь способствует снижению основных параметров назначения таких систем: точности и быстродействия.

Многокоординатная система перемещений на базе трех планарных приводов прямого действия

Для преодоления этих трудностей в первую очередь необходима большая жесткость исполнительного механизма. Это позволит добиться высокой статической точности и большей устойчивости к вибрациям, так как при этом в системе возбуждаются только высокочастотные колебания с пренебрежительно малыми амплитудами. В таком случае необходимо использовать специальные конструкции манипуляционных систем с замкнутыми кинематическими цепями, называемые параллельными манипуляционными системами (ПМС), которые позволяют формировать любое пространственное движение с высокими параметрами точности и быстродействия, в некоторых случаях превышающими эти характеристики исполнительных координатных приводов, используемых в последовательной схеме. Основным недостатком таких систем — это некоторое увеличение массы и габаритов исполнительного механизма. Но возможности достижения более высоких точностных и динамических характеристик назначения делает эти системы в настоящее время наиболее перспективными в автоматизированном оборудовании для производства изделий микроэлектроники, особенно таком как оптико-механическое, сборочное, контрольно-измерительное.

Возможность встраивания многокоординатной системы перемещений в генераторы изображений

Наиболее сложные задачи стоят перед разработчиками оптико-механического оборудования, где необходима реализация движения с числом степеней свободы более четырех. Так, например, в лазерном генераторе изображений ЭМ-5109 предназначенном для формирования топологических структур на металлизированных фотошаблонах, реализация необходимого перемещения пластины достигается за счет использования отдельных координатных систем [1], что усложняет решение таких задач, как синхронизация отдельных подсистем (перемещений x , y , поворота φ , выравнивания и фокусировки), уменьшение габаритов и веса установки, а также требует реализации отдельных высокоточных датчиков для каждой из подсистем. Анализ компоновки систем перемещений в структуре генератора изображений (рис. 1,а) показывает, что возможным наиболее оптимальным решением интегрированной системы перемещений генератора является манипуляционная система на базе ПМС, реализующая перемещение непосредственно предметного стола с шестью степенями свободы.

Одновременно это позволит исключить необходимость решения проблемы синхронизации работы отдельных механизмов. Объединение функциональности всех трех координатных систем в одном интегрированном механизме обеспечит уменьшение габаритов и веса системы перемещений в целом.

Интегрированная система перемещений для оптико-механического оборудования (рис. 1,б) представляет собой ПМС в виде раскрывающегося тетраэдра, верхние ребра которого определяют подвижный треугольник (исполнительный элемент), с которым жестко связывается рабочая платформа с инструментом или заготовкой.

Верхние ребра представляют собой шарнирные соединения, нижние выполнены таким образом, что нижние вершины боковых треугольников могут быть связаны с тремя планарными приводами посредством сферических шарниров. Рабочая платформа механизма обладает шестью степенями свободы за счет независимого плоскопараллельного перемещения трех планарных приводов.

Структура системы управления системой перемещений

Структура системы перемещений с шестью степенями свободы представлена на рис. 2.

В ее состав входят следующие функциональные узлы:

манипуляционный механизм, определяющий кинематические характеристики системы перемещений;

три планарных ЛШД, реализующие перемещение оснований ног в плоскости, параллельной статору;

контроллер в виде трех управляющих плат UC48, соединенных через COM-порты с компьютером;

контроллер системы управления, реализующий согласованное управление координатами отдельных приводов;

персональный компьютер, позволяющий производить программирование контроллера и реализующий интерфейс пользователя через программу верхнего уровня.

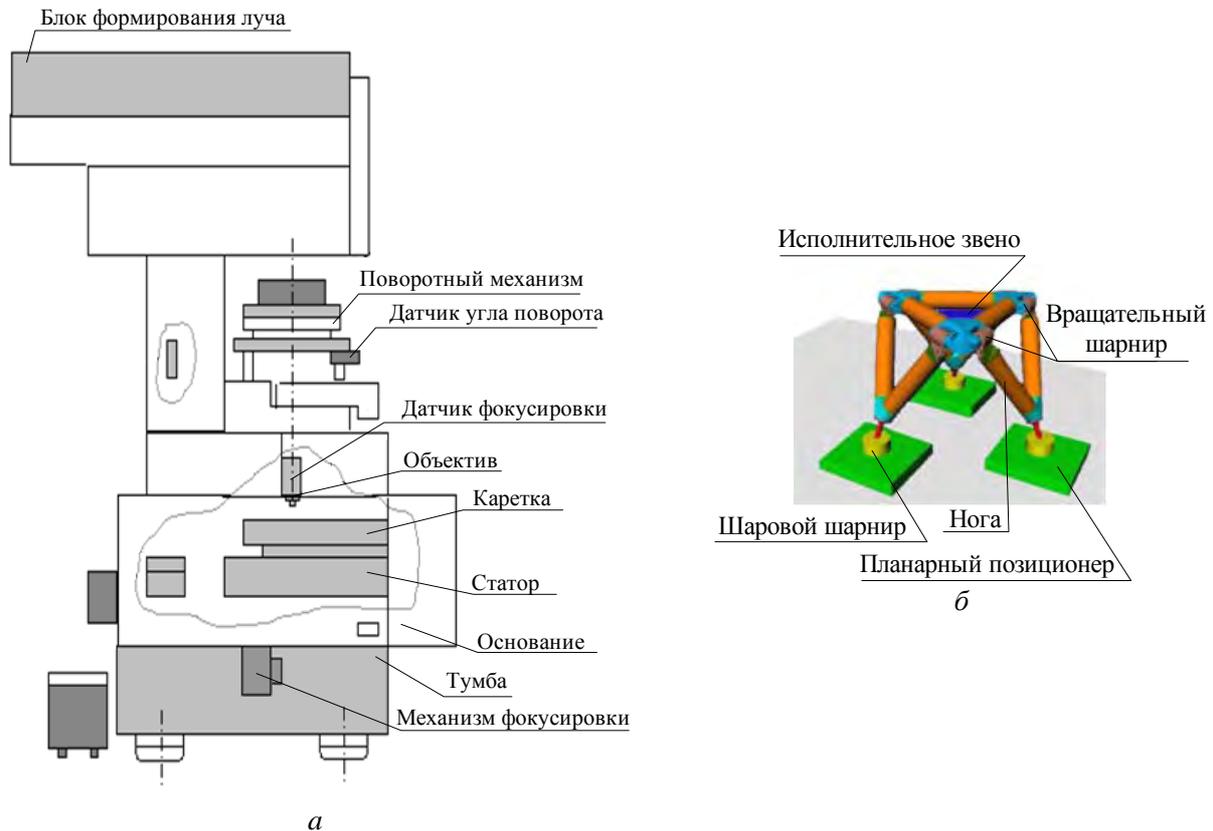


Рис. 1. Структурная схема генератора изображений с интегрированной системой перемещений:
а — исходная структура; б — интегрированная система перемещений

Общая структура системы перемещений с шестью степенями свободы позволяет представить ее систему управления в виде иерархической многоуровневой структуры, в которой каждый из уровней обладает своим входным и выходным интерфейсами.

Общее программное обеспечение, относящееся к верхнему уровню, осуществляет управление системой перемещений. Программное обеспечение верхнего уровня предназначено для ввода пользователем режимов движения и команд на перемещение [2]. Программа верхнего уровня разработана на языке программирования С и позволяет описать технологическую операцию; ее входным интерфейсом является интерфейс пользователя, а выходным — последовательность заданий на перемещение для платформы.

Последовательность команд, поступающих на вход следующего уровня системы управления (построение программы движений), преобразуется в команды контроллера в виде задания на перемещение для отдельных координат каждого из приводов. Вычислительные процедуры, осуществляющие построение программируемых движений, реализованы в виде сервисных функций, выполняющихся на ЭВМ; возможна также их реализация в контроллере системы управления при условии, что плата контроллера построена на базе процессора с достаточной вычислительной мощностью, например процессора семейства TMS 320 [3].

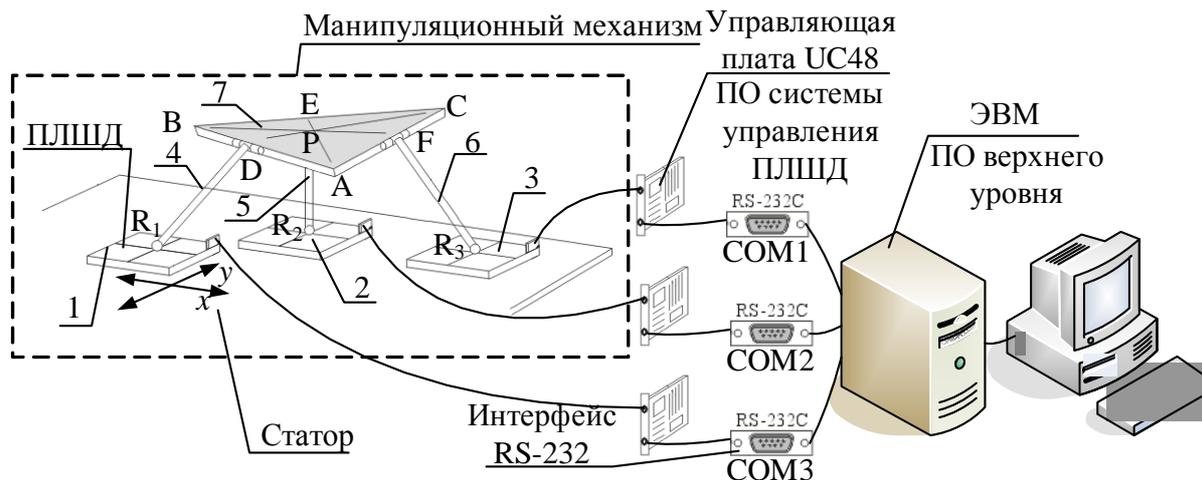


Рис. 2. Структура системы управления системой перемещений

Система перемещений с шестью степенями свободы является мехатронной системой, обладающей механической, аппаратной и программной составными частями. Верхний уровень механо-аппаратно-программного комплекса составляет общее программное обеспечение, взаимодействующее с оператором. Аппаратная часть системы включает контроллер системы управления, который реализован в виде функционально законченного устройства. Исходной информацией для контроллера являются инструкции управления на языках формата HPGL, NCI, ADI и др. Механическая составляющая включает неподвижный статор, три планарных привода LSM-PF211.HS а также конструкцию манипуляционного механизма на прецизионных шарнирах.

Анализ обобщенной структуры системы перемещений позволил разработать структуру вычислительных процессов (рис. 3), из которой видно, что есть три независимых информационных потока, и плата C32 позволяет распараллелить управление и реализовать независимое управление тремя планарными позиционерами с помощью сервоконтроллеров.

Входом с верхнего уровня является программа перемещения в виде одного из форматов; взаимодействующая с сервоконтроллером плата через силовой драйвер непосредственно управляет планарным позиционером. Видно, что в структуре рисунка 4 есть мультиплицирование. По сути, системы перемещений, построенные на ПМС, требуют параллельных одинаковых вычислительных процессов и программных (информационных) потоков, что является их главной особенностью. В данном случае таких процессов три по числу исполнительных приводов, хотя в известных других случаях их может быть больше.



Рис. 3. Структура информационных потоков системы управления

Характеристики точности и быстродействия системы перемещений с шестью степенями свободы определяются, в основном, соответствующими характеристиками планарных приводов, поэтому именно планарный привод является главным объектом системы

перемещений. В состав планарного привода входит планарный позиционер и его система управления, включая аппаратно-программную реализацию системы управления.

THE MOVEMENT SYSTEM FOR OPTICAL MECHANICAL EQUIPMENT OF MICROELECTRONICS

A.A. AHRANOVICH, S.M. AVAKAW, V.V. ZHARSKY

Abstract

The production of microelectronics devices requires usage of planar structures generators, such as apparatus EM-5109 produced by concern PLANAR. For the purposes of functional abilities extension the need of new travel systems of spatial positioning rises, the most perspective are travel systems on three planar positioners. The structure of spatial system for object positioning is described in the work, the structure of control system is described as well.

Литература

1. *Канарский А.Б.* // Прецизионное оборудование и технологии производства изделий микро- и радиоэлектроники. Тез. докл. науч.-практ. конф., 12–13 окт. 2004 г., Минск. Минск, 2004. С. 6–8.
2. *Ломака М.В., Медведев И.В.* Микропроцессорное управление приводами промышленных роботов. М., 1990.
3. Analog Technologies; Semiconductors, Digital Signal Processing Texas Instruments [Electronic resource] — Mode of access: <http://www.ti.com/>. — Date of access: 10.03.2007.
4. *Гониашвили Э.С.* // Тр. Моск. энерг. ин-т. 1979. Вып. 440. С. 53–60.