

Блок керування установкою для експонування фоторезисту

Сорокін^f Д. А.,

e-mail magpie33@ukr.net

Губар^s В. Г.,

Факультет електроніки fel.kpi.ua

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» kpi.ua

Київ, Україна

Реферат — Сучасні технології розробки електронних пристроїв потребують ефективних процесів виготовлення друкованих плат для дрібносерійного виробництва. Основними елементами пропонованого приладу є такі блоки: блок вводу - енкодер, в якості блоку контролю використана мікросхема серії STM32F103C8T6 сімейства мікроконтролерів ARM як найбільш функціональна і економічна. Відображення інформації буде здійснюватися на LCD екран. Блок освітлення складається з УФ світлодіода і перетворювача напруги. Таким чином, перевагою розробленого пристрою є його невисока собівартість. Крім того, компактність і портативність приладу полегшує його зберігання і обслуговування. Налаштування всіх параметрів роботи приладу зосереджено в одному регуляторі, що значно спрощує його експлуатацію. Таким чином, нами розроблений прилад, що забезпечує надійний і одночасно простий процес експонування фоторезиста в лабораторних умовах.

Ключові слова — друкована плата; фоторезист; експонування; блок керування.

Однією з найрозповсюдніших технологій розробки електронних пристроїв є використання друкованих плат (ДП). Промислова масштабність процесу виробництва друкованих плат зменшує собівартість виробів, але значно обмежує варіативність різновидів продукції [4]. Часто виникає необхідність створення друкованих плат невеликими серіями, наприклад, для експериментальних виробництв, навчальних лабораторій та ін. [2]. Тому вважаємо актуальним створення пристрою, який дозволить спростити та зробити більш ефективним процес виготовлення ДП для дрібносерійного/експериментального виробництва.

Основні методи для виготовлення ДП поділяються на субтрактивні, адитивні та їх комбінацію. Найпростішими для реалізації є перші. В основу цих методів покладено видалення шару міді з металізованого діелектрику, коли на ньому створюється друкована «мапа» провідників там, де метал залишився [6]. Перед видаленням необхідно захистити потрібні ділянки. Для цього можуть бути використані наступні методи: фотохімічний (фотолітографія), світлохімічний, офсетнохімічний, метод механічного гравірування. В результаті їх здійснення на металізованому діелектрику утворюються місця захищені/незахищені (в залежності від технологічного процесу), які в подальшому будуть піддаватися хімічному травленню [5].

В приладі, що розробляється, планується використання фотохімічного методу через його простоту в реалізації. У якості захисного шару в таких методах використовується фоторезист – речовина, яка змінює свою внутрішню структуру під дією

ультрафіолетового (УФ) випромінювання. Застосування фотошаблону дозволяє опромінити необхідні ділянки, створюючи захисний шар [3, 8]. У якості джерела УФ випромінювання буде використано світлодіод (LED), оскільки він має низку переваг у порівнянні з ртутними аналогами. LED має більш тривалий строк служби, що зменшує витрати на його виготовлення.

Діод забезпечує стабільне освітлення, яке миттєво досягає необхідної довжини хвилі та не вимагає калібрувань, в той час коли ртутні лампи потребують додаткового часу на прогрівання. Окрім цього, є переваги у габаритних розмірах та системі охолодження, яку для LED-технологій реалізувати значно простіше.

Єдиним важливим фактором, що залишилося розглянути, це час експонування фоторезисту. Оскільки фоторезисти бувають різноманітні, час опромінення необхідно варіювати в залежності від їх технічних характеристик. Некоректна витримка може призвести до погіршення якості друкованої плати. Обмеження експонування здійснюється за допомогою контролера часу. Структурну схему пристрою представлено на рис. 1.



Рис. 1. Схема лабораторного приладу для експонування



ТАБЛ 1.1 – ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СІМЕЙСТВ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ.

Технічні характеристики	Сімейства контролерів			
	8051	PIC	AVR	ARM
Розрядність	8 біт	8/16/32 біт	8/32 біт	32 біти, інколи 64 біти
Інтерфейси	UART, USART, SPI, I2C	PIC, UART, USART, LIN, CAN, Ethernet, SPI, I2S	UART, USART, SPI, I2C, інколи CAN, USB, Ethernet	UART, USART, LIN, I2C, SPI, CAN, USB, Ethernet, I2S, DSP, SAI, IrDA
Кількість тактів на інструкцію	12	4	1	1
Пам'ять	ROM, SRAM, FLASH	SRAM, FLASH	Flash, SRAM, EEPROM	Flash, SDRAM, EEPROM
Архітектури системи команд	CISC	Частково RISC	RISC	RISC
Архітектура пам'яті	Фон-неймановська	Гарвардська	Модифікована	Модифікована гарвардська
Енергоспоживання	Середнє	Низьке	Низьке	Низьке
Вартість	Низька	Середня	Середня	Низька

Основними елементами приладу є наступні блоки:

1. Блок вводу. В приладах, призначених для загального вжитку широко використовуються різноманітні кнопки, клавіатури, сенсорні панелі у якості вводу інформації. В даному випадку функціонал приладу буде невеликим, тож нам немає необхідності використовувати такі громіздкі системи, як клавіатури та сенсорні панелі. Достатнім для виконання поставлених цілей буде енкодер, що містить у своїй конструкції кнопку. Інкрементний енкодер - це пристрій, який визначає кут повороту обертового об'єкта, видаючи імпульсний цифровий код. Використовується для визначення швидкості обертання валу (осі), коли немає потреби зберігати абсолютне кутове положення при виключенні живлення. Тобто, якщо вал нерухомий, передача імпульсів припиняється. Іншими словами, якщо включити енкодер цього типу, то відлік повороту кута почнеться з нуля, а не з кута на який він був виставлений до моменту виключення.

Такі пристрої часто використовуються у системах з невеликою кількістю функцій. Також енкодер є досить простим пристроєм, що дозволить користувачу інтуїтивно зрозуміти, як ним користуватися. Це сприятиме ергономічності та комфорту при роботі.

2. Блок контролю. Для налагодження взаємної роботи радіоелектронних приладів можна використовувати такі системи обробки, як системи на кристали, FPGA, мікроконтролери. Перші дві зазвичай використовуються для вирішення дуже масивних задач. В нашому випадку всі пристрої досить прості, робота

з ними вимагає нескладних інтерфейсів, які стандартизовані. Тому зупинимо свій вибір саме на них.

Сучасний ринок пропонує наступні популярні сімейства мікроконтролерів: ARM, 8051, AVR, PIC [1, 7]. Їх загальна порівняльна характеристика наведена у таблиці 1.1.

Як бачимо, функціонал у них дуже схожий, тому для вибору сімейства буде спиратися на наступні вимоги. При використанні монітору нам може знадобитися інтерфейс I2C, як спосіб спростити взаємодію передачі даних від мікроконтролеру до екрану. З характеристики бачимо, що його підтримують мікроконтролери серії 8051, AVR та ARM. Перші є досить застарілими та більш енерговитратними, тому від них відмовимося. Між AVR та ARM зупинимо свій вибір на другому, оскільки чіпи цієї серії більш дешеві, а інші відмінності у функціоналі ніяк не вплинуть на результат.

Мікросхема серії STM32F103C8T6 є гарним представником сімейства ARM. Вона представляє собою компроміс між вартістю та функціональністю, вона відповідає висунутим вимогам.

3. Блок виводу інформації. Для відображення інформації в основному використовують екрани або світлову індикацію. Оскільки в нашому випадку основна інформація для індикації буде час, то можна використати семисегментні індикатори для відображення чисел. Але їх функціонал обмежений, тому ми пропонуємо використати екран, який не має обмежень на тип інформації для виводу. Основним



недоліком використання екранів є їх погана робота при сонячному освітленні, яке погіршує якість відображення інформації.

Оскільки пристрій буде задіяний у закритих приміщеннях, де кількість сонячних променів мінімальна, немає необхідності у використанні спеціальних екранів з властивостями антибліку. Тому зупинимо свій вибір на LCD екранах, які є досить дешевими та мають відповідні характеристики для відображення потрібної інформації. Таким характеристикам відповідають екрани серії LCD1602.

Вони мають формат виведення інформації по 16 символів у 2 рядках, цього досить для відображення часу та створення інтерфейсу роботи приладу, для збільшення зручності.

4. Блок освітлення складається безпосередньо з УФ світлодіоду та перетворювача напруги для забезпечення технічних умов роботи LED.

Таким чином, безперечною перевагою пристрою є його невисока собівартість через використання недорогих компонентів елементної бази. Крім того, компактність та портативність приладу полегшує його зберігання та обслуговування, не створює складностей при його розміщенні. Варто наголосити, що налаштування всіх параметрів роботи приладу зведено в одному регуляторі, що значно спрощує його експлуатацію. Усе вищезазначене доводить, що нами розроблено прилад, який забезпечить надійний і одночасно простий процес експонування фоторезисту в лабораторних умовах та не вимагає від користувача високої технічної обізнаності. Такий прилад

стане в нагоді у шкільних та університетських аудиторіях, в експериментальних та дослідних лабораторіях.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] V. B. Brodin and I. I. Shagurin, *Mikrokontrolleryi. Arhitektura, programmirovaniye, interfeysy. [Microcontrollers. Architecture, programming, interface]*. Moscow, 1999.
- [2] P. N. Volodin and A. V. Zatyilkin, "Ustanovka dlya eksponirovaniya fotorezista na pechatnykh platah v usloviyah uchebnoy laboratorii. [Installation for exhibiting photoresist on printed circuit boards in an educational laboratory]," *Sovrem. Nauk. Tehnol.*, vol. 1, no. 5, pp. 34–35, 2014.
- [3] I. M. Glazkov and Y. A. Rayhman, *Generatoryi izobrazheniy v proizvodstve integralnykh mikroshem. [Image generators in the production of integrated circuits]*. Minsk: Nauka i tehnika, 1981.
- [4] A. N. Gormakov and N. A. Voronina, *Konstruirovaniye i tehnologiya elektronnykh ustroystv priborov. Pechatnyye platy. [Design and technology of electronic devices devices. Printed circuit boards]*. Moscow, 2006.
- [5] B. A. Lapshinov, *Tehnologiya litograficheskikh protsessov: Uchebnoye posobie [Technology of lithographic processes: Manual]*. Moscow: MIEM, 2011.
- [6] G. V. Myilov, *Pechatnyye platy. Vyibor bazovykh materialov [Printed circuit boards. Selection of base materials.]*. Moscow: Goryachaya liniya – Telekom, 2015.
- [7] A. N. Vladimirova, Ed., *Odnokristalnyye mikrokontrolleryi Microchip: PIC16C5X [Microchip single-chip microcontrollers: PIC16C5X]*. Moscow: ORMIX, 1996.
- [8] A. V. Eltsova, Ed., *Svetochuvstvitelnyye polimernyye materialy [Light sensitive polymeric materials]*. 1985.

378.147

Блок управления установки для экспонирования фоторезиста

Сорокин^f Д. А.

e-mail magpie33@ukr.net

Губар^s В. Г.,

Факультет електроніки fel.kpi.ua

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» kpi.ua

Киев, Украина

Реферат — Современные технологии разработки электронных устройств нуждаются в эффективном процессе изготовления печатных плат для мелкосерийного производства. Основными элементами разрабатываемого прибора являются следующие блоки: блок ввода - энкодер, в качестве блока контроля использована микросхема серии STM32F103C8T6 семейства микроконтроллеров ARM как наиболее функциональная и экономичная. Вывод информации будет осуществляться на LCD экран. Блок освещения состоит из УФ светодиода и преобразователя напряжения. Таким образом, несомненным преимуществом разработанного устройства является его невысокая себестоимость. Кроме того, компактность и портативность прибора облегчает его хранение и обслуживание. Настройки всех параметров работы прибора сосредоточены в одном регуляторе, что значительно упрощает его эксплуатацию. Таким образом, нами разработан прибор, обеспечивающий надежный и одновременно простой процесс экспонирования фоторезиста в лабораторных условиях.

Ключевые слова — печатная плата; фоторезист; экспонирование; блок управления.



Copyright (c) 2019 Сорокін Д. А., Губар В. Г.

378.147

The control unit for exposure photoresist

D. A. Sorokin^f

e-mail magpie33@ukr.net

V. G. Gubar^s,

Department of Industrial Electronics kaf-pe.kpi.ua

Faculty of electronics fel.kpi.ua

National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute” kpi.ua

Kyiv, Ukraine

Abstract— One of the most commonly used technologies for developing electronic devices is the use of printed circuit boards. Often there is the need to create PCBs in small amount, for example, for experimental production, training laboratories, etc. It is important to create a device that will simplify and make the process of production of printed circuit boards for small-scale production more effective.

The basis of the methods of manufacturing printed circuit boards is the removal of a copper layer from a metallized dielectric. Before removing it is necessary to protect the necessary areas. In the device that is being developed, for this purpose it is planned to use the photochemical method. As a protective layer photoresist is used - a substance that changes its internal structure under the action of ultraviolet exposure. The use of a photomask can expose the necessary areas, creating a protective layer. An LED will be used as a source of UV radiation, as it has a number of advantages over mercury lamp: longer life span and stable illumination that instantly reaches the required wavelength and does not require calibration. In addition, there are advantages in overall dimensions and cooling system, which is much easier to implement for LED technology. An important factor is the exposure time of the photoresist. Incorrect exposure can lower printed circuit board quality. Exposure limiting is done using a time controller.

The main elements of the device are the following blocks: the input block - an encoder containing a button in its design; As a control unit, the STM32F103S8T6 chip series of the ARM family of microcontrollers is used as the most functional and economical. Information output will be carried out on an LCD screen that has no limitations on the type of information to be output. The lighting unit consists directly of the UV light-emitting diode and voltage converter to ensure the technical conditions of the LED.

Thus, the undeniable advantage of the device is its low cost through the use of inexpensive components of the element base. In addition, the compactness and portability of the device facilitates its storage and maintenance, does not create complications during its placement. It should be emphasized that the adjustment of all parameters of the device is built in one regulator, which greatly simplifies its operation. All of the foregoing proves that we have developed a device that will provide a reliable and at the same time a simple photoresist exposure process in the laboratory and does not require the user to have high technical awareness. Such a device will be useful in school and university classrooms, in experimental and research laboratories.

Keywords — *printed circuit board; photoresist; exposure; control unit.*

