

УДК 621.38-022.53:004.94

МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ МІКРОСХЕМ НА ОСНОВІ 3D ТЕХНОЛОГІЙ

Білокін В. К.

e-mail: vladyslav.bilokin@nure.ua

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МЕЕПП
м. Харків, Україна

The study explores the use of 3D printing as one of the promising methods for manufacturing microelectronic components, particularly from powdered metals. The research examines the physicochemical properties of powdered metals, their technological suitability for additive manufacturing, and the main challenges associated with production costs and the need for material standardization. Special attention is given to the application of 3D printing in the production of microchip enclosures using polymer materials. The characteristics of key thermoplastic polymers, such as PLA, PETG, and ABS, are analyzed, along with their advantages and limitations in the context of microelectronics.

У сучасному світі мікроелектроніка є основою розвитку передових технологій, від мобільних пристроїв до високопродуктивних обчислювальних систем. Метою роботи є дослідження застосування 3D-друку в мікроелектроніці, зокрема у виробництві мікросхем і їхніх корпусів. Розглядаються фізико-хімічні властивості порошкових металів і полімерів, їхня придатність для адитивного виробництва та вплив на продуктивність електронних пристроїв.

Застосування 3D друку та інноваційних матеріалів відкриває нові можливості у виробництві мікросхем, зменшуючи технологічні обмеження традиційних методів фотолітографії. У зв'язку з цим актуальним є дослідження матеріалів, придатних для виготовлення мікросхем за допомогою 3D-друку, їхніх фізико-хімічних властивостей та впливу на продуктивність електронних пристроїв. Одна з технологій виготовлення мікросхем це 3D друк порошковим металом [1].

Порошковий метал - це сукупність дискретних часток металу зазвичай, розміром до одного міліметра [2-3]. Він може бути як чистим так і мати домішки інших хімічних елементів. Через це порошок може бути виготовлений з любого металу (золото, срібло, мідь, платина, тощо). Фізичні, хімічні і технологічні властивості порошків можуть істотно змінюватися в залежності від вихідних властивостей металу і способу подрібнення. Виробництво порошків є затратним процесом, тому компанії зацікавлені у випуску великих партій продукції з однаковими характеристиками. Це зумовлено необхідністю зменшення витрат і невизначеністю щодо майбутнього попиту. Незважаючи на розвиток адитивних технологій, різноманітність матеріалів для 3D-друку поки що обмежена. За цим показником 3D-друк все ще поступається традиційній

порошковій металургії. Проте кількість матеріалів для 3D-принтерів поступово зростає.

На сьогодні одним з основних напрямків використання 3D технологій в мікроелектроніці це виготовлення корпусів мікросхем. Корпуси можуть бути вироблені за допомогою комерційних 3D-принтерів. Основні пластики, які використовуються в 3D-друці це PLA, PETG і ABS [4]:

PLA (Polylactic acid) – це біорозкладний термопластичний поліефір, отриманий на основі молочної кислоти. Він є біорозчинним і біоактивним матеріалом, що виготовляється з відновлюваних ресурсів, таких як кукурудзяний крохмаль, корінь маніоки, гранули крохмалю та цукрової тростини.

PETG (polyethylene terephthalate glycol) – модифікована версія інженерного пластика PET, яка не піддається кристалізації при нагріванні завдяки більш аморфній структурі. Він має підвищену міцність, термостійкість і довговічність порівняно з PET.

ABS (Acrylonitrile butadiene styrene) – це термопластичний конструкційний матеріал, який є аморфним, тому не має визначеної температури плавлення (від 200 до 250 °C). Його основними характеристиками є висока ударостійкість і пружність.

Отже, можна дійти висновку, що 3D-друк, хоча й має відносно коротку історію, вже відіграє важливу роль серед перспективних технологій у подальшому розвитку мікро- та наноелектроніки. Очікується, що розвиток цієї технології дозволить створювати ще більш компактні, ефективні та функціональні електронні компоненти. Завдяки адитивним методам виробництво стане гнучкішим, а можливості для проектування – ширшими.

Список використаних джерел:

1. Адитивні технології. Wikipedia. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B4%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%96_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%97.

2. Горбатенко В. Порошкова металургія - основа 3D-друку металевих виробів. Metinvest-smc. 23.04.2024. URL: <https://metinvest-smc.com/ua/articles/poroskova-metalurgii-osnova-3d-druku-metalevix-virobiv/>.

3. Bilotserkivska, A., Bondarenko, I., Gritsunov, A., Babychenko, O., Sviderska, L., & Vasianovych, A. (2022, November). Decomposition of EM potential in partial modes of irregular electrodynamic systems. In 2022 IEEE 2nd Ukrainian Microwave Week (UkrMW) (pp. 263-268).

4. Горошко С. Адитивні технології тривимірної системи координат. Матеріали для 3D-друку. Dou.ua. Форум. 27.12.2023. URL: <https://dou.ua/forums/topic/46616/>.