

Vyhrievaná podložka pre spájkovanie DPS s kovovým jadrom

Hot Plate for Insulated Metal Substrate PCB Soldering

Marek Pástor¹, Jozef Dulin²

¹marek.pastor@tuke.sk, ²jozef.dulin@student.tuke.sk

^{1,2}Katedra elektrotechniky a mechatroniky, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Technická univerzita v Košiciach, Letná 9, Košice

Abstrakt—Článok sa zaoberá problematikou spájkovania na dosky plošných spojov s izolovaným hliníkovým jadrom. Tieto dosky sú využívané hlavne v aplikáciách, kde je požadovaný výborný odvod tepla vzniknutého v dôsledku výkonových strát. Jedná sa hlavne o oblasť výkonovej elektroniky. Dosky plošných spojov s hliníkovým jadrom majú vysokú tepelnú vodivosť. Tá predstavuje pri spájkovaní problém v podobe nemožnosti dostatočného pretavenia spájky pri spájkovaní mikrospájkovačkou. Pre odstránenie tohto problému je navrhnutá vyhrievaná podložka s mikropočítačovou reguláciou.

KLúčové slová—hliníkové DPS, spájkovanie, vyhrievaná podložka

Abstract—The paper deals with problems of soldering on insulated metal substrate aluminium printed circuit boards. These boards are used mainly in applications which require perfect dissipation of heat produced by power losses. It is the case mainly in the area of power electronics. Insulated metal substrate boards have high thermal conductivity. This causes problems with solder heating when soldering with soldering iron station. The hot plate with microprocessor control is designed to solve the above-mentioned problem.

Keywords—Aluminium PCB, soldering, hot plate

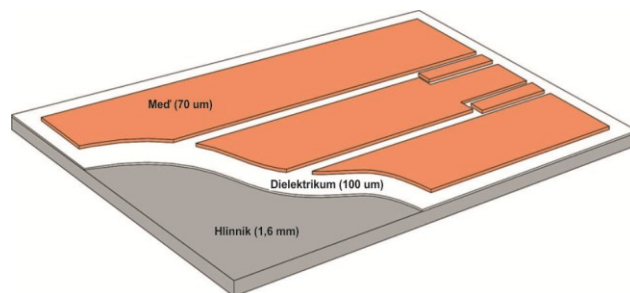
I. ÚVOD

Klasické materiály používané ako jadro pre dosky bežných plošných spojov (napr. FR4) majú tepelnú vodivosť do približne $1 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$. Zlepšenie odvodu tepla je možné použitím rozliatej medi alebo obojstrannej dosky plošných spojov s prekovnými otvormi.

Pre výrazné zlepšenie odvodu stratového tepla so súčiastok osadených na doskách plošných spojov je možné použiť dosky plošných spojov s izolovaným kovovým (najčastejšie hliníkovým) jadrom (v angličtine označované Insulated Metal Substrate IMS) [1]. Tepelná vodivosť hliníka je $230 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ a tepelná vodivosť medi je $380 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$. Takáto doska sa skladá z hliníkového plátu tvoriaceho jadro dosky, dielektrickej vrstvy slúžiacej ako elektrická izolácia s elektrickou pevnosťou niekoľko kV a samotnej medenej vrstvy slúžiacej na vytvorenie obrazcu plošného spoja.

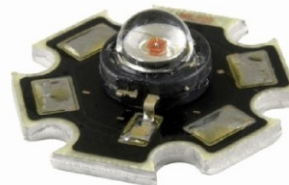
Približne 100-násobne vyššia tepelná vodivosť kovov spôsobuje problémy pri spájkovaní súčiastok na dosky plošných spojov s izolovaným kovovým jadrom. Jedná sa hlavne o spájkovanie pomocou mikrospájkovačiek pri osadzovaní alebo opravách dosiek. Hrot mikrospájkovačky nie je schopný zohriať spájkované miesto na teplotu tavenia spájky a tým nie je

spájkovanie vôbec možné alebo výsledkom spájkovania je studený spoj.



Obr. 1. Vrstvy dosky plošných spojov s izolovaným hliníkovým jadrom [2]

S problémom spájkovania na dosky plošných spojov s izolovaným hliníkovým jadrom sa v praxi bežne stretávame pri moderných výkonových LED. Tieto sú kvôli značnému stratovému výkonu spájkované na dosky s hliníkovým jadrom (Obr. 2).



Obr. 2. Výkonová LED napájkovaná na doske plošných spojov s izolovaným hliníkovým jadrom [3]

Pri hromadnej výrobe je aj v prípade dosiek s izolovaným hliníkovým jadrom možné použiť metódu spájkovania vlnou alebo spájkovanie pretavením s individuálne nastavenými parametrami [4].

Riešením problému spájkovania na dosky s hliníkovým jadrom je predohrev dosiek na teplotu, ktorú dokážu polovodičové súčiastky bez poškodenia trvale znášať. Zvýšením teploty hliníkového jadra sa zníži množstvo tepla, ktoré odvádza jadro dosky plošných spojov z hrotu spájkovačky.

Na predohrev kovového jadra je možné použiť rôzne metódy, ako napr. indukčný ohrev, odporový ohrev, infračervený ohrev. Z pohľadu návrhu, univerzálnosti a komplexnosti je najjednoduchšie použiť odporový ohrev. Konštrukcia vyhrievacej podložky pre ohrev dosiek plošných spojov s hliníkovým jadrom je predmetom toho článku.

II. NÁVRH VYHRIEVANEJ PODLOŽKY

Samotná vyhrievaná podložka sa skladá z dvoch základných častí: samotného výhrevného telesa a výkonového meniča s riadením teploty.

A. Výhrevné teleso

Ako základ pre výhrevnú dosku bola zvolená rebrovaná hliníková tyč s odfrézovanými vnútornými rebrami. Jej hrúbka (10 mm) zabezpečuje rovnomerné rozloženie teploty. Hliníkové tyče (dosky) sú vyhrievané piatimi výkonovými rezistormi s odporom 10 Ω zapojenými paralelne. Jedna hliníková doska spolu s výkonovými rezistormi (5 kusov) je dimenzovaná na výkon 200 W. Snímanie teploty je zabezpečené snímačom DS18B20 s jednovodičovou zbernicou (Obr. 3).



a) rozmiestnenie výkonových rezistorov na výhrevných doskách

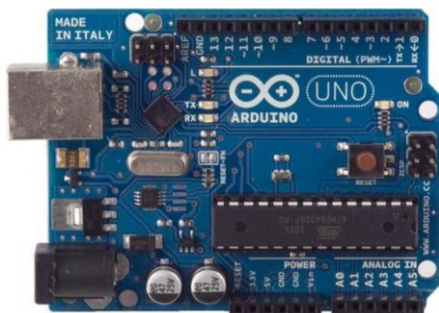
b) umiestnenie snímača teploty na výhrevnej doske

Obr. 3. Výhrevné teleso [5]

B. Riadenie teploty

Pre riadenie teploty je použitá platforma Arduino UNO (Obr. 4). Digitálne piny 2 až 5 a 11 až 12 sú použité pre komunikáciu s displejom, pin 7 je použitý pre vypínač dosky 1, pin 8 je použitý pre vypínač dosky 2, piny 9 a 10 sú použité pre generovanie PWM pre dva výkonové meniče dosiek, pin 13 je použitý pre dátovú zbernicu snímača teploty. Analógový pin A0 je použitý pre nastavenie teploty pomocou potenciometra. Pre napájanie modulu Arduina je použitý malý spínaný zdroj Mini-360 s výstupným napätím 7 V.

Samotná regulácia teploty je založená na porovnávaní teploty výhrevných dosiek a požadovanej teploty (max. 100 °C) nastavenej potenciometrom. Ak je rozdiel týchto teplôt v rozmedzí 0 až 20 °C, tak signál PWM pre budiče tranzistorov má nastavenú odpovedajúcu hodnotu striedy. Pre rozdiel väčší ako 20 °C pracujú výkonové meniče so striedou 1.



Obr. 4. Vývojový modul Arduino UNO [5]

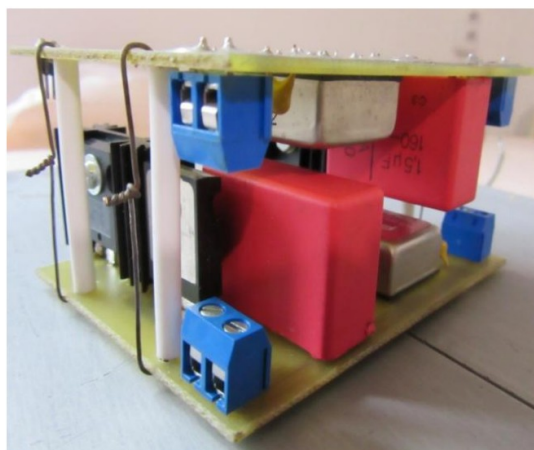
C. Výkonový menič

Ako napájací zdroj pre vyhrievanú podložku bol zvolený jednosmerný laboratórny zdroj. Pre riadenie výkonu dodávaného do jednotlivých výhrevných dosiek bol navrhnutý priamy jednosmerný menič. Každá z dosiek má vlastný jednosmerný menič s parametrami uvedenými v Tabuľke 1.

TABUĽKA I PARAMETRE VÝKONOVÉHO MENIČA

Parameter	Hodnota	Jednotka
Napájacie napätie	30	V
Spínacia frekvencia	20	kHz
Výkon	200	W
Výstupný prúd	15	A

Pre spínač priameho jednosmerného meniča bol zvolený tranzistor MOSFET IRFP4568, ako nulová dióda bola použitá dióda HFA16TA60. Pre budenie tranzistora bol použitý budič IR2183, ktorý je napájaný spínaným zdrojom TRACO typu TEN 8-2423WI. Obidva výkonové meniče sú spojené do jedného modulu znázorneného na Obr. 5.



Obr. 5. Výkonové meniče výhrevných dosiek [5]

D. Celkové zapojenie výhrevnej podložky

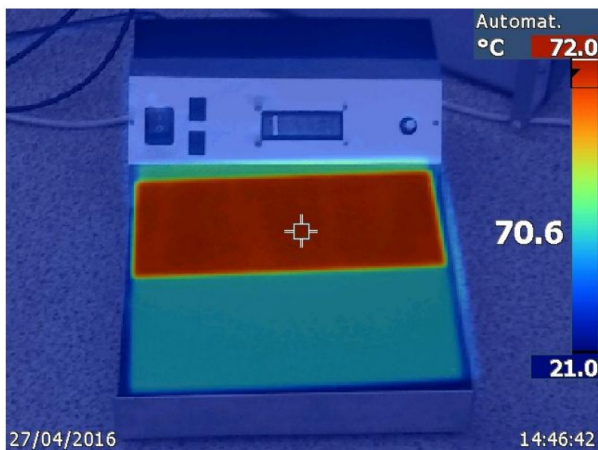
Celkové zapojenie výhrevnej podložky je znázornené na Obr. 6. Samotné výhrevné dosky boli zafarbené čiernou farbou hlavne kvôli zjednodušeniu merania rozloženia teploty pomocou termokamery, nakoľko leštený hliník má príliš malú emisivitu a jeho povrch odráža infračervené žiarenie okolitých tepelných zdrojov.



Obr. 6. Vyhrievaná podložka na predohrev dosiek plošných spojov [5]

III. OVERENÍ ČINNOSTI VÝHREVENJ PODLOŽKY

Správná činnost výhrevnej podložky bola overená meraním pomocou termokamery. Tým sa zistila okrem samotnej povrchovej teploty výhrevných dosiek aj rovnomernosť jej rozloženia. Termosnímka pri nastavení teploty hornej výhrevnej dosky na 73 °C je znázornená na Obr. 7. Emisivita povrchu bola v termokamere nastavená na 0,95. Snímka na Obr. 7 ukazuje rovnomerné rozloženie teploty na výhrevnej doske bez vzniku horúcich miest. Takáto podložka je vhodná na predohrev dosiek plošných spojov s hliníkovým jadrom.



Obr. 7. Termosnímka výhrevnej podložky pri nastavení teploty na 73 °C [5]

IV. ZÁVER

Článok opisuje problematiku spájkovania na dosky plošných spojov s hliníkovým jadrom. Ako riešenie problému odvodu tepla z miesta spájkovania do jadra dosky plošných spojov v prípade spájkovania pomocou mikrosopájkovačky je navrhnutý predohrev dosky plošných spojov. Pre vytváranie tepla výhrevnej podložky je zvolený odporový ohrev, pre ktorý je navrhnutý výkonový menič, výhrevná doska a riadenie. Čin-

nosť celého zariadenia je overená meraním pomocou termokamery. Na výhrevnej podložke nevznikajú horúce miesta. Rovnomerné rozloženie teploty zabezpečí rovnomerné zohriatie spájkovanej dosky plošných spojov. Presná regulácia teploty zabezpečí ochranu citlivých polovodičových súčiastok pred zničením nekontrolovaným prehriatím.

POĎAKOVANIE

Túto prácu podporila Vedecká grantová agentúra Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky a Slovenskej akadémie vied grantom VEGA 1/0464/15. Práca bola podporená projektom FEI-2015-3.

POUŽITÁ LITERATÚRA

- [1] J. Šimka, „Plošné spoje na hliníkové podložce“, 2010
- [2] <http://laserpointerforums.com/attachments/f67/37115d1332052710-new-boost-driver-ims-pcb-ims.jpg>
- [3] http://www.ledsunlimited.co.nz/sites/default/files/imagecache/product_full/Star%20LED_0.jpg
- [4] LEITON, „Printed Circuit Boards With Aluminium Core or Carrier Leiton-Alu“, [Online], <http://www.leiton.de/pcb-alu-3.html>
- [5] J. Dulin, „Vyhrievaná podložka pre spájkovanie hliníkových DPS“, diplomová práca, TU Košice, 2016



M. Pástor titul PhD. získal na Technickej univerzite v Košiciach v odbore silnoprúdová elektrotechnika v roku 2014. V súčasnosti pôsobí ako odborný asistent na Katedre elektrotechniky a mechatroniky so zameraním na výkonovú elektroniku.

J. Dulin absolvoval Technickú univerzitu v Košiciach, kde v roku 2016 získal na Katedre elektrotechniky a mechatroniky titul Ing. V súčasnosti pracuje vo firme UNIPRO Automation.