

Pájení horkým vzduchem

Philipp Prinz, DL2AM

Moderní součástky – hlavně ty , které se používají v mikrovlnné technice jsou již tak malé, že konvenční metody pájení se dostávají na hranici jejich možností. Za pomoci horkého vzduchu však můžete být pánem situace..

Neustále jsem žádán o rady při lepení diod v oblasti mikrovln. Objevují se případy, kdy majáky nebo směšovače nefungují dobře, což jsem si všiml i já sám. Co je příčinou se mi do dneška nepodařilo zjistit, přesto, že jsem postavil pět stejných majáků pro 122 GHz s diodami MA4E1310 a jejichž výsledkem jsou rozdílné výsledky. Ty jsou v rozsahu od 400uW až do 1,5 mW v výkonu. Všechny diody byly přilepeny dvousložkovým vodivým lepidlem s obsahem stříbra. Myslím, že velkou roli hraje přizpůsobení jednotlivých stupňů na sebe, protože na diodách MA4E1310 to zjevně neleží. S nimi jsem provedl velký počet pokusů.

Adapter pro horkovzdušný přístroj

Hledal jsem nyní jiný způsob, jak provést připojení. Obstaral jsem si horkovzdušný přístroj, který je schopný dodávat vzduch o teplotě 100 až 480°C s nastavitelným průtokem až na 23 l/min.

Jako první věc jsem si postavil adapter s ohnutou trubičkou průměru 2,6 mm (obr.2). Tuto trubičku jsem připájel stříbrem na adapter. Jako trubička se nabízel plášť semirigidu UT141. Nyní jsem mohl provést první pokusy. Při nastavení teploty na 300°C jsem na výstupu adapteru dosáhl teploty cca 160°C. Podle datových listů vydrží diody teplotu 180°C po dobu dvanácti vteřin bez poškození – to je docela dost.

K dispozici jsou pasty s podílem stříbra a různými teplotami tavení. Milan, OK2IMH, mi obstaral několik takových past, za což mu touto cestou děkuji

AG.SN.BI s teplotou tavení 142 °C

Jako první jsem zkusil pastu s teplotou tavení 142°C s označením AgSnBi. **(obr.3)**. Počáteční pokusy na desce plošných spojů s defektní diodou byly hned velmi povzbuzující.

Položil jsem desku spojů pro směšovač 76 GHz pod mikroskop a pomocí ostré jehly jsem nanesl pastu na obě plošky pro diodu. V tavidle jsou vidět hodně malé kuličky cínu. Ty je možno dopravit na příslušné místo na DPS pomocí jehly. Potom na místo pomocí ostré pinzety položíte diodu MA4E1310 a jehlou ji lehce dotlačíte do pasty. Teplotu jsem nastavil na 300°C, což je na výstupu adapteru již zmíněných 160°C. Je třeba chvíli počkat, aby se teplota na výstupu stabilizovala.

Proud vzduchu jsem nastavil na minimum. Nyní jsem držel trysku nad diodou a tato po cca 3 vteřinách „sedla“, kuličky cínu se spojily do jedné masy. Dioda byla mechanicky stabilní (koheze) a proud vzduchu s ní vůbec nepohnul.

Dioda se vyrovná

Pod mikroskopem je velice pěkně vidět, jak se dioda přitáhne k 50 ohm vedení a vyrovná se (*tzv. samostředící efekt, známý v SMT výrobě – pzn. překladatele*). To byl první pokus.

Změřil jsem proud diodou a byl stejný jako při lepení vodivým stříbrným lepidlem (obr.4) jako další pokus jsem zkusil ten samý druh (typ) diody připájet ve vyfrézovaném hliníkovém tělese na DPS pro 76GHz (deska č. 45, DB6NT). Udivilo mě, že to nejde a byl jsem tím překvapený. Teplo prostě nestačilo na zapájení, pasta se netavila. Zkusil jsem zvýšit teplotu na 250°C a ani takto to nebylo možné. Po chvíli přemýšlení jsem jednoznačně určil příčinu. Tím, že velmi tenká DPS byla vlepena do hliníkového tělesa, došlo k tak velkému odebrání tepla tímto tělesem, že nebylo pastu možno přetavit..Zjistil jsem, že pro DPS na 122 GHz (č. DPS 47). To bylo ještě výraznější, protože je na ní poměrně velká zemní plocha, která pro pájení musí být přehřátá. Hliníkové těleso jsem nechtěl nahřívát.

Jak to půjde dál s horkým vzduchem ? Bylo to opravdu jen tím horkým vzduchem ?

Správný postup

Po delším přemýšlení mě napadlo, že je ještě jedna možnost. Nejdříve diodu připájem na DPS a tu pak vlepím do hliníkového tělesa. Ihned jsem zkusil tento krok a doufal, že dioda při vlepování DPS do tělesa zůstane, i přes přitlačení měkkou silikonovou gumou, v pořádku.

Diodu musíme před vlepením DPS do tělesa otestovat, zda je funkční. Současně musí být DPS v místě diody velmi rovinná abychom předešli mechanickému napětí..také použitá silikonová guma musí být velmi měkká a eventuálně dopředu nahřátá. Také musí tato guma mít po stranách dvě drážky, aby výpary z dvousložkového lepidla měly kudy „odejít“. Pokud by byl plátek silikonové gumy příliš těsně vložený, mohou výpary z lepidla odcházet jen přes vlnovod. To vede k bílým silikonovým pozůstatkům ve vlnovodu. Přímáčknutí silikonové gumy na DPS by také nemělo být přehnaně silné, aby nedošlo k poškození diody. (obr.5)

Čtyři majáky pro 76 GHz

Postavil jsem pro 76 GHz touto technikou čtyři majáky s diodami MA46H146, tzn. připájel jsem je horkým vzduchem a dosáhl pokaždé přes 10mW vř výkonu bez doplnění dolaďovacích praporků.

Tuto metodu jsem použil i pro 122 GHz. Šlo to stejně dobře, jen je třeba dát pozor na to, abyste měděnou plochu napřed poněkud ohřáli a teprve potom trysku umístili nad diodu a tuto připájeli.

Před nanesením pájecí pasty na plošky by tyto měly být zbaveny oxidů, umožní to lepší a rychlejší pájení.

Problém se statickou elektřinou se při této metodě nijak neprojeví.

Samozřejmě je možné tuto metodu použít i k pájení dalších součástek jako FET, SMD a dalších mikrovlnných součástek. Stejně dobře je tak možno připájet „bondovací“ vodiče, což jsem také vyzkoušel.

Od firmy SERENZA je jedné velmi malý zesilovač s označením SGL0163. Lze jej použít od 50 MHz do 1,3 GHz, přitom jeho šumové číslo je 1dB na 144 MHz. Čip zesilovače má rozměry jen 2x2 mm a má šest vývodů. Tuto součástku je možno velmi snadno pájet horkým vzduchem, ostatní součástky (obr.6) samozřejmě také. Použil jsem opět pájecí pastu SnAgBi s teplotou tavení 142°C. Za pomoci hlavové lupy je to lehce uskutečnitelné. (obr. 7)

Deklarované parametry jsou téměř dosažitelné, viz. www.sirenza.com, resp. dnes už www.rfmd.com

(pozn. Překl. : [děkuji Milanovi, OM1ATT, za upozornění a doplnění](#)).

Pro úzkopásmové aplikace je možné na vstupu i výstupu použít helix filtry. Při použití takového filtru na vstupu se zhorší odstup šumu o průchozí útlum filtru. DPS je z 0,5 mm silného materiálu FR4. Vyrobil ji pro mě Werner, DK5TZ, za což mu děkuji.

Vytvrzování stříbrného lepidla

K těmto pokusům mě podnítil telefonát o vodivém lepidle se stříbrem s Dr. Michaelem Kohla, DL1YMK. Ten mi řekl, že lepidlo teprve po vytvrzení dosáhne své plné vodivosti (stříbrné částičky se teprve tím přiblíží k sobě). Mimo to mi řekl i to, že pájka s podílkem stříbra je lépe vodivá než vytvrzené stříbrné lepidlo.

Chtěl bych m.j. dát na vědomí, že jsem před dva a půl měsícem provedl úspěšné pokusy s vysíláním a příjmem na 410 GHz. Jako maják (CW vysílač) jsem použil jeden násobič,

který při 12,454 GHz $\times 3 = 37,363$ GHz dával 110mW výkonu a to celé $\times 11$ dá 411 GHz.

Jako DPS násobiče jsem použil DPS č. 43 a vlnovod jsem umístil do ohniska paraboly.

Pro přijímač jsem použil dvojí směřování : 411 GHz vyděleno 5 = 82,2 GHz – 2,32 GHz první mf (transvertor DB6NT pro 2,3 GHz) = 79,88 GHz, toto děleno 2 = 39,94 GHz a ještě jednou

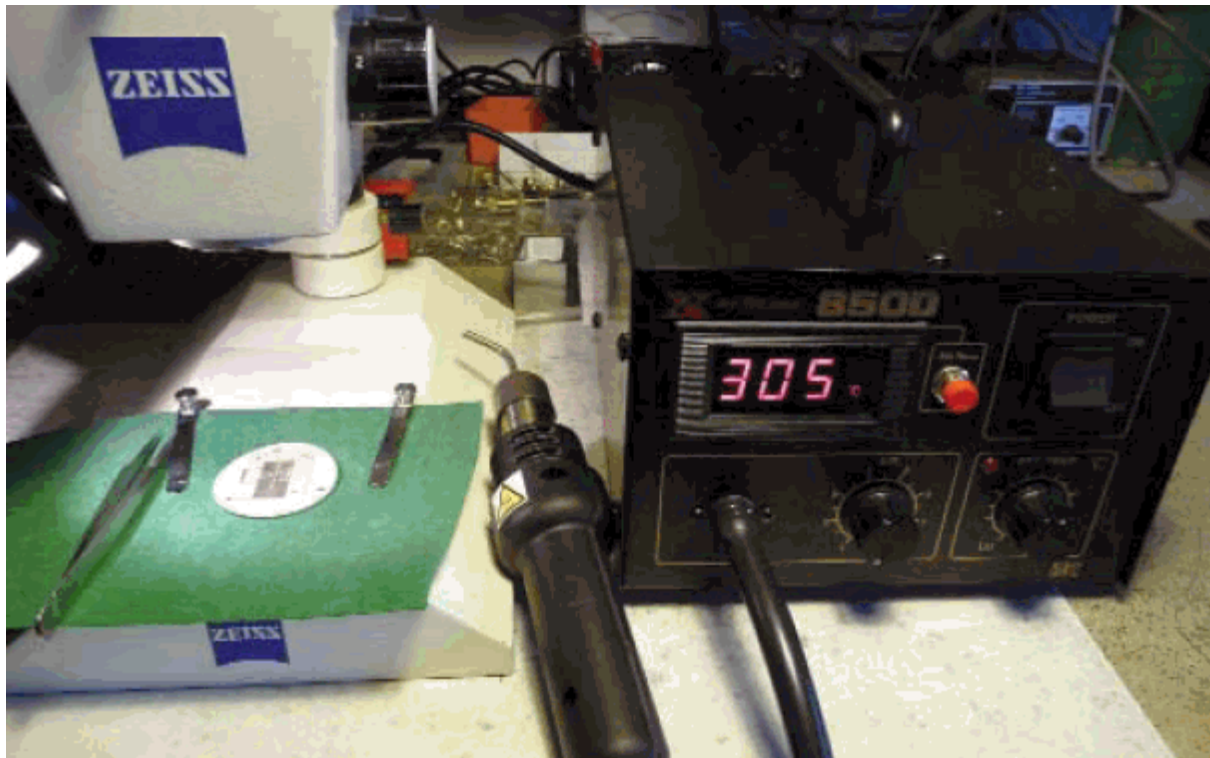
děleno 96x = 138,680 MHz. Jako DPS pro 82 GHz jsem vzal DPS č. 42, pro 411 GHz DPS č. 43 – vše šlo velmi dobře.

Zjistil jsem také, že se vlna 411 GHz může velmi dobře šířit vlnovodem průměru 0,9 mm.

Abych si prokázal, zda použitá vysoká mf je dobře použitelná i pro nižší frekvence, budu provádět další pokusy.. Jestli to tak zůstane i pro 411 GHz je také potřeba objasnit.

Z mého pohledu je třeba ještě mnohé objasnit.

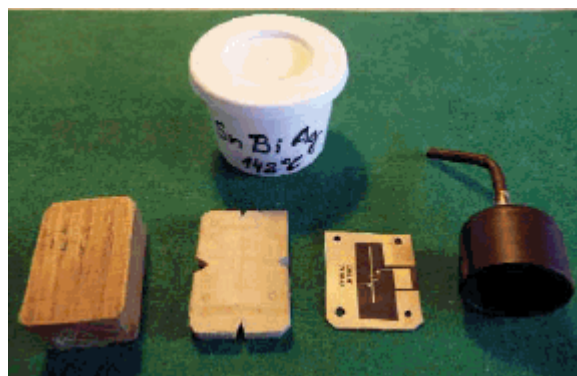
Jak opět zjišťuji, je v oblasti mikrovln stále ještě potřeba mnoho věcí udělat..



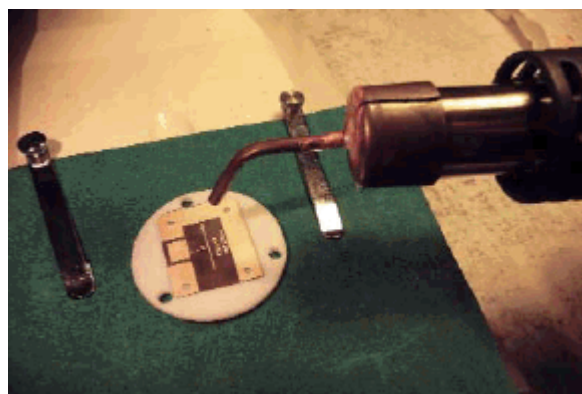
Obr. 1 – zařízení pro pájení horkým vzduchem



Obr. 2 – Adapter vlastní výroby pro pájení



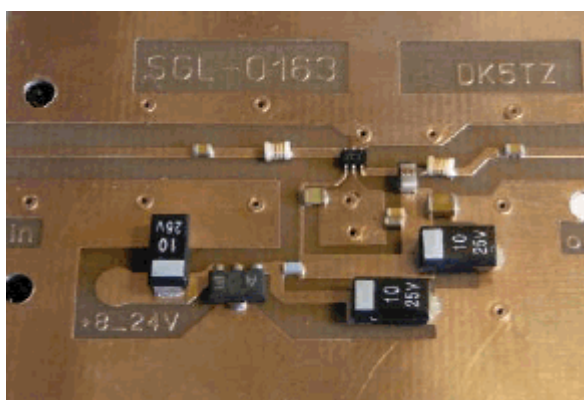
Obr. 3 – pájecí pasta SnBiAg s teplotou tavení 142°C



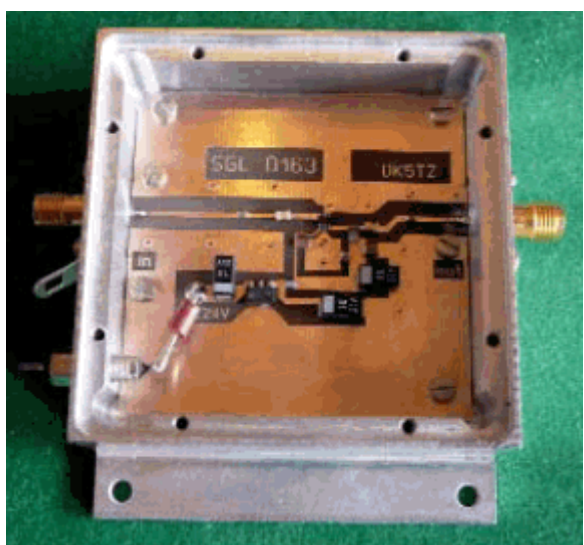
Obr. 4 První pokusy s pájením flip chip diody



Obr. 5 Silikonový plátek se zářezy



Obr.6 – Osazená DPS širokopásmového zesilovače



Obr. 7 – zesilovač v hliníkovém pouzdře