

MICROSCOPIC ANALYSIS OF THE CHIPS

Dominik Malčík

Master Degree Programme (2), FIT BUT

E-mail: xmalci00@stud.fit.vutbr.cz

Supervised by: Martin Drahanický

E-mail: drahan@fit.vutbr.cz

Abstract: Nowadays many different types of chips are used virtually everywhere in the real world. Sometimes, it is necessary that a certain chip meets specific security requirements. For this reason it is essential to examine various properties of chips; one of those can be, for example, a chip security with respect to its physical structure. This paper provides description of the chip decapsulation process. The presented process can be used to obtain bare chips for further analysis.

Keywords: Microscope, chip, chip package, leadframe, decapsulation, bare chip, analysis of chips

1 ÚVOD

Trendem současné doby je neustálé zvyšování koncentrace rozličných elektronických systémů. Tyto už nyní nacházíme bez nadsázky ve všech oblastech lidského počínání a jelikož je třeba v jistých situacích zachovat určitou úroveň diskrétnosti, jsme nuceni neustále vyvíjet nové mechanismy vedoucí k zajištění požadovaných vlastností. Tyto nové mechanismy musíme pochopitelně podrobit různým analýzám, které nám zaručí splnění zadaných požadavků.

Tato práce pokrývá první fázi procesu bezpečnostní analýzy čipů. Konkrétně získání čipu z desky plošného spoje, rozpouzdření a ukázkou snímku čipu.

2 ZÍSKÁNÍ ČIPU K ANALÝZE

Pokud vynecháme nejpriznivější možnou situaci, kdy obdržíme již obnažený čip určený k analýze, je třeba v mnohých případech čip nejprve získat z desky plošného spoje.

2.1 ODPÁJENÍ ČIPU

V případě, že máme k dispozici celou desku plošného spoje, sejmeme čip s pomocí páječky, resp. mikropáječky nebo horkovzdušné pistole. Obecně postupujeme tak, že se snažíme rozehrát pájku zajišťující spojení vnějších vodičů pouzdra čipu s deskou plošného spoje a následně použitím vhodného nástroje (pinzeta, nůž s tenkou čepelí) čip odtlačujeme od desky, čímž postupně přerušujeme jednotlivá spojení. Některé typy pouzder (např. BGA - vnější vodiče jsou v podobě kulovitých útvarů uschovány na spodní straně pouzdra čipu, není tedy možné se k nim pohodlně dostat s hrotem páječky) nejsme schopni sejmout s pomocí páječky, nýbrž jen s použitím horkovzdušné pistole.

2.2 PŘÍPRAVA ČIPU PŘED VLASTNÍM ROZPOUZDŘENÍM

Před samotnou procedurou rozpouzdření je vhodné čip, resp. vnější vývody pouzdra čipu připájet k měděným pocínovaným páskům (my jsme použili odpadní materiál z elektromontáže), které slouží jako držátka čipů v kyselinové lázni a usnadňují nám tak manipulaci s jednotlivými čipy, navíc nám téměř zaručí, že se čip v lázni jako celek nerozpadne na dílčí části. Také je možné provést označení pásků vhodným způsobem tak, abychom byli schopni čipy i po rozpouzdření identifikovat, je-li třeba.

3 ROZPOUZDŘENÍ – ODLEPTÁNÍ POUZDŘICÍ HMOTY

V tomto článku se zaměříme na plastová pouzdra, jejichž výskyt je majoritní v běžně dostupných počítačových komponentách. K realizaci samotného rozpouzdření je nutná návštěva chemické laboratoře a pochopitelně také dodržení jistých bezpečnostních pravidel.

3.1 ZÁKLADNÍ NUTNÉ VYBAVENÍ POUŽITÉ K ROZLEPTÁNÍ POUZDŘICÍCH HMOT

Kyselina sírová – H_2SO_4 (koncentrace 96% a více); kyselina dusičná dýmavá – HNO_3 (koncentrace 96% a více); aceton – C_3H_6O ; demineralizovaná voda (případně i destilovaná; nebo v krajním případě i obyčejná voda z kohoutku); ultrazvuková pračka; vařič; digestoř; kádinky (ideálně nejméně 3-4 kusy); pinzeta; filtrační papír; ochranné pomůcky (plášť, rukavice, brýle, ...).

3.2 PŘÍPRAVA PRACOVNÍHO MÍSTĚ

Připravíme si dvě kádinky s kyselinovým roztokem – jednu využijeme k „hrubému“ rozpouštění, při němž se zbavíme většiny pouzřicí hmoty, tento roztok se nám ale brzy znehodnotí a zabarví od rozpouštěných hmot, proto drobné pozůstatky nežádoucích hmot z čipu odstraníme v druhé kádince, v níž můžeme proces sledovat a správně vyhodnotit délku pobytu čipu v lázni. Dále si připravíme kádinku s acetonem a kádinku s demineralizovanou vodou – obě tyto kapaliny slouží k oprání čipu vytaženého z kyselinové lázně v pořadí, v jakém byly jmenovány. Vařič umístíme tak, aby digestoř spolehlivě zvládala odvádět výpary z roztoků. Na vařič umístíme pouze roztoky s kyselinou, ostatní akce se odehrávají mimo vařič za běžné pokojové teploty. Přichystáme rovněž ultrazvukovou pračku a filtrační papír.

3.3 POSTUP ROZLEPTÁNÍ POUZDRA

Nejdříve pouzdro rozpustíme v kyselinové lázni (poměry kyselin a doporučené teploty takto přípravných roztoků jsou uvedeny níže), vizuálně kontrolujeme stav rozpouzdření. Zdá-li se nám součástka zbavena pouzřicích hmot, opláchneme ji v acetonu. Nakonec opereme v tekoucí demineralizované vodě a vložíme do kádinky s čistou demineralizovanou vodou, celou kádinku umístíme do ultrazvukové pračky na dobu cca jedné minuty. V případě zjištění nedostatečného rozleptání pouzdra opakujeme předchozí kroky, jinak čip osušíme, uložíme na bezpečné místo a ukončíme proces.

3.4 POMĚRY KYSELIN

Poměr je vždy vyjádřen v pořadí kyselina dýmavá dusičná : kyselina sírová (v závorkách je uvedena doporučená pracovní teplota roztoku)

- **5 : 1 - 3 : 1 (cca 90-94 °C)** – zachování kontaktovacích vodičů z leadframe k čipu
- **2 : 1 - 1 : 1 (cca 90-94 °C)** – rychlejší, levnější a agresivnější rozpouzdření
- **0 : 1 (cca 270 °C)** – pro rozpouzdření velmi odolných hmot

3.5 DALŠÍ MOŽNÉ METODY ROZPOUZDŘENÍ

Výše uvedená metoda je nejvhodnější pro naše potřeby, nicméně může nastat situace, která vyžaduje jiný postup, nebo kombinaci různých přístupů k této proceduře. Jenom v rychlosti si dovolím nastínit další dva prakticky využívané postupy.

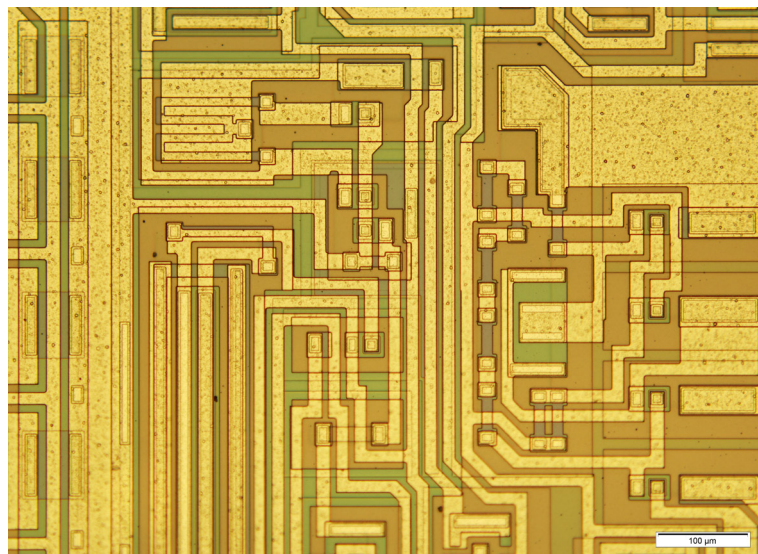
Rozleptání konkrétní části pouzdra S použitím kapátka a stejného kyselinového roztoku jako v postupu zmíněném výše se cíleně aplikují drobné kapky kyseliny přesně na místo, které je určeno

k rozleptání, tím jsme schopni rozpouzdřit jen zvolenou část pouzdra. Tato metoda je velmi zdlouhavá a relativně náročná na zručnost laboranta.

Rozpouzdřování broušením Pouzdřicí hmotu je rovněž možno odstranit broušením na vhodném brusném zařízení. Výhodou je rychlost úbytku pouzdřicí hmoty, naopak velkou nevýhodou může být riziko poškození čipu. Tuto metodu je tedy vhodné použít tam, kde se čip nachází zapuštěn hlouběji v pouzdřicí hmotě s tím, že víme, do jaké hloubky si můžeme dovolit brousit. Pouzdřicí hmotu v těsné blízkosti čipu odstraníme odleptáním.

4 SNÍMEK ČIPU

Díky postupu uvedenému v tomto článku je možné následně získat snímky, jež nám budou sloužit k vlastní analýze. Obrázek 1 ukazuje výřez ze snímku modelového čipu získaný na Fakultě informačních technologií VUT v Brně s použitím mikroskopu OLYMPUS BX61.



Obrázek 1: Ukázka jednoho dílčího snímku ze sady snímků konkrétního rozpouzdřeného čipu.

5 ZÁVĚR

Prozatím se nám v rámci VUT nepodařilo zcela dokončit proces rozpouzdřování čipů v praxi, jelikož stále čekáme na dodání potřebných chemikálií. Nicméně je k dispozici desítka obnažených čipů získaných uvedenou metodou při školení rozpouzdřování v laboratoři ONSEMI v Rožnově pod Radhoštěm. Tyto čipy jsou již nasnímány, ovšem vzhledem k tomu, že snímání bylo provedeno v době, kdy byla mikroskopická laboratoř na FIT VUT fakticky ve zkušebním provozu, proběhne snímání pravděpodobně ještě jednou s použitím nového software a nastavení (např. Nomarského hranol).

Po přečtení tohoto článku by měl být čtenář schopen získat obnažené čipy potřebné k další analýze. Byť je text velmi stručný, obsahuje všechny podstatné informace nutné k praktickému využití uvedeného postupu. Vlastní analýza čipů bude předmětem mého dalšího bádání, věřím tedy, že tento článek není zdaleka posledním z oblasti analýzy bezpečnosti čipů.

REFERENCE

[1] Blackwell, G.: The Electronic Packaging Handbook, CRC Press 1999, ISBN 978-0849385919