

Testování ohebnosti flexibilních elektronických prvků a systémů

Jan Skřivan

Katedra technologií a měření
Fakulta elektrotechnická
Západočeská univerzita v Plzni
jskrivan@ket.zcu.cz

Flexibility Testing of Flexible Electronic Components and Systems

Abstract – This paper is focused on the design and realization of a bend test for flexible electronics. The proposed test method is then verified on the device. For this purpose, samples have been designed and implemented with SMD components connected by three different conductive adhesives. The results of the samples that are measured by four point method are then compared.

Keywords – Flexible electronics, flexible substrate, bend test

I. ÚVOD

V elektronice se dnes převážně používají rigidní substráty. Flexibilní elektronické systémy však nabízejí vyšší mechanickou odolnost než rigidní. Také jsou dobře tvarovatelné a dosahují mnohem menších rozměrů, z čehož vyplývá široká potenciální možnost využití. Flexibilní elektronika je relativně novým trendem v oboru elektroniky, proto nejsou v současné době zavedeny žádné testovací metody zabývající se mechanickou odolností flexibilních substrátů, obzvlášť pokud na substrátech nejsou součástky pájeny, ale lepeny vodivými lepidly. Na flexibilních substrátech vlivem ohybu mohou vznikat různé typy defektů jako například mikroskopické praskliny na vodivých cestách či odlupování vodivých cest. V případě lepených součástek pak může dojít k poškození lepeného spoje.

Z těchto důvodů se nedají flexibilní elektronické systémy testovat stejně jako rigidní, a proto je potřeba vytvořit testovací zařízení, které by dokázalo dostatečně otestovat dané vlastnosti nových flexibilních elektronických systémů.

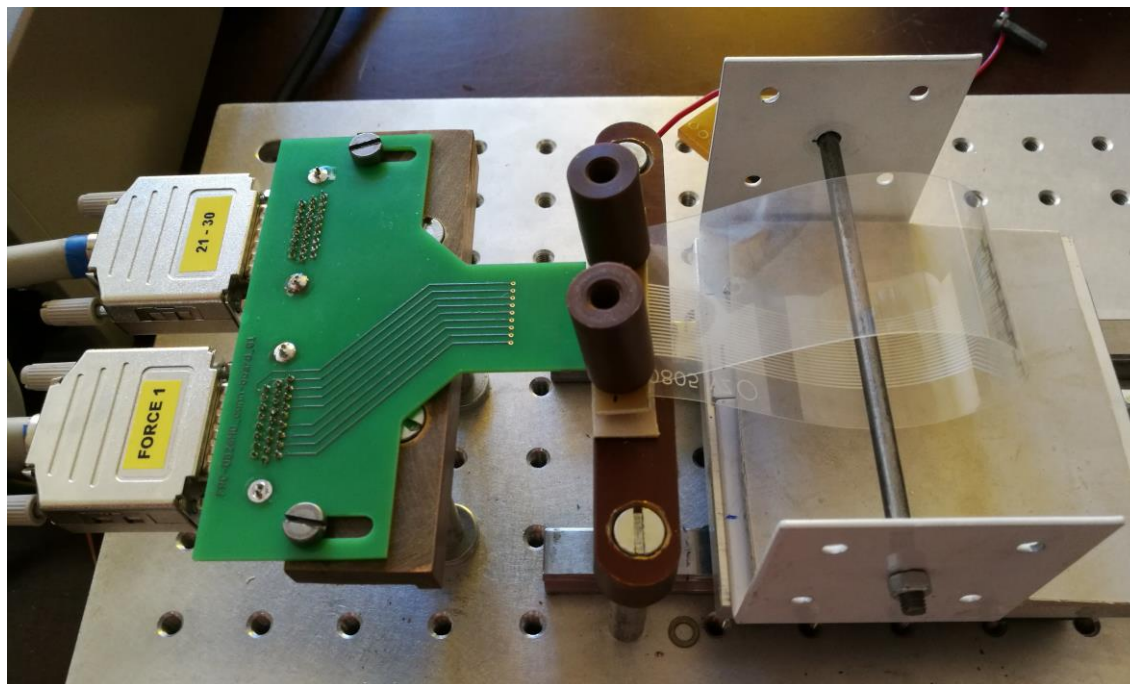
II. EXPERIMENT

Pro ověření funkčnosti testovacího zařízení bylo potřeba na něm provést experiment. Aby bylo možné experiment na testovacím zařízení uskutečnit bylo potřeba vytvořit vzorky, které byly ohýbány na různě širokých válcích. V tomto článku jsou pak diskutována naměřená data na dvou typech vzorků.

A. Součásti testovacího zařízení

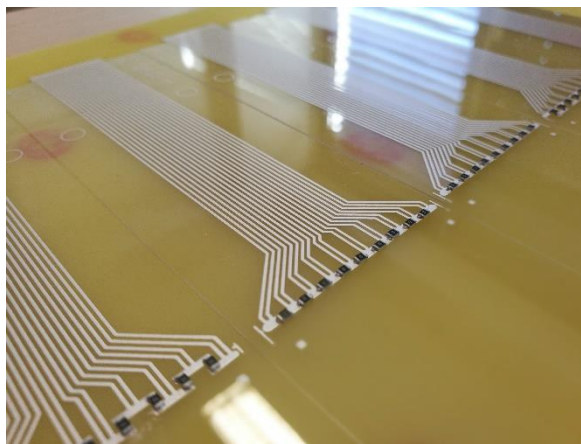
Testovací zařízení se skládá z krokového motoru a pohyblivé části na které jsou umístěny úchyty pro válec. Dále se skládá ze dvou podpůrných konstrukcí. Na jedné z podpůrných konstrukcí je připevněna propojovací deska, která slouží k propojení měřených vzorků s multimetrem. Na druhé podpůrné konstrukci je připevněn měřený vzorek.

V případě úchytů válečků se jedná se o dva železné úhlové držáky, které jsou přichyceny pomocí šroubů k pohyblivé části testovacího zařízení. Do úchytů se přichycovaly válečky o průměrech 40 mm, 30 mm, 25 mm, 20 mm, 15 mm, 10 mm a 5 mm.



B. Návrh a výroba vzorků

Pro testování byl vybrán substrát Melinex 506 s tloušťkou 175 μm . Tento substrát je vyroben z polyesteru, který je průhledný a velice pružný. Povrch je velmi hladký a obě strany substrátu jsou upraveny pro lepší přilnavost vodivých lepidel a většinu inkoustů a nátěrů [1]. Na tento substrát byla nanесena jedna vrstva pasty na bázi stříbra typu PE-AG530. Jedná se o vysoce flexibilní vodivou pastu s velice dobrou přilnavostí především na polyesterové, polyamidové a na většinu textilních substrátů [2].

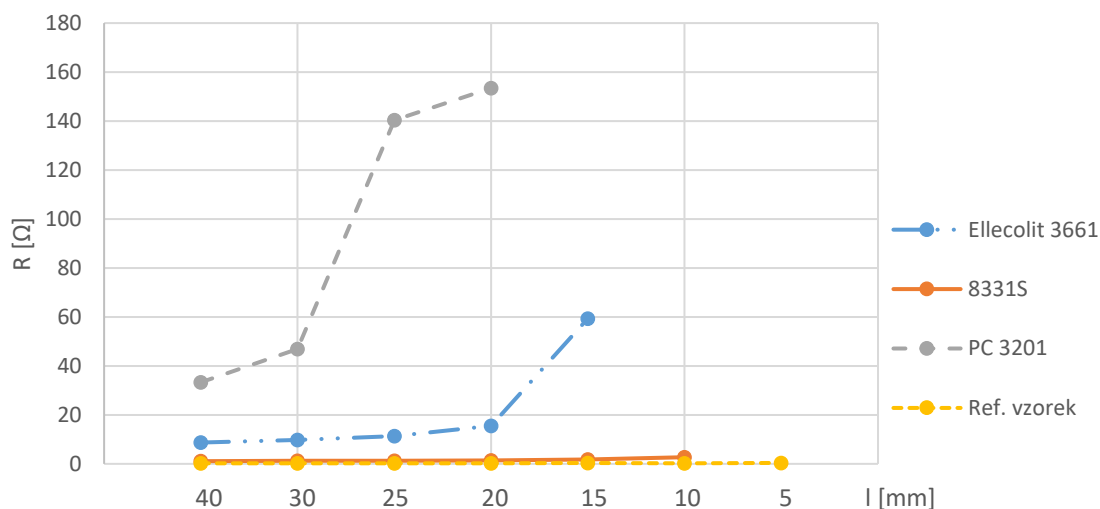


Obrázek 1. Vzorky osazené rezistory

Na vzorky poté byly uchyceny SMD rezistory s nulovou hodnotou odporu. Umístovány byly ve vertikální a horizontální poloze. Rezistory byly lepeny třemi typy vodivých adheziv a to Elecolit 3661 od společnosti Panacol, PC 3201 od společnosti Heraeus a 8331S od společnosti MG Chemicals.

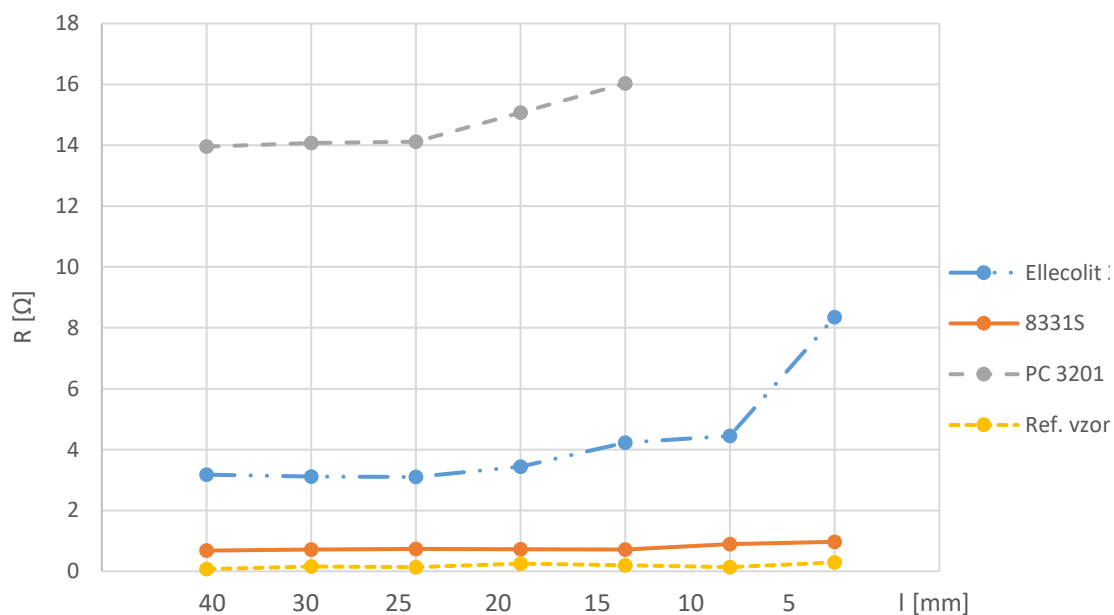
C. Výsledky experimentu

Porucha během testování byla vyhodnocována na základě měření elektrického odporu. Poruchovost jednotlivých lepidel při testování vzorků v ohybu se značně lišila. Hlavně při testování vzorků s rezistory umístěnými vertikálně a horizontálně jsou značně rozličné výsledky poruchovosti. U vzorků s horizontálně umístěnými rezistory docházelo ke značnému nárůstu odporu již na válci o průměru 20 mm. U vzorků s vertikálně umístěnými rezistory se tento nárůst projevoval až na válci o průměru 15 mm. Se snižujícím se průměrem ohybu se na všech vzorcích zvyšoval i celkový odpor vodivého



Obrázek II. Průběh ohýbání vzorků s rezistory v horizontální poloze

spoje. U obou typů vzorků dosáhlo nejlepších výsledků vodivé lepidlo 8331S, které mělo hodnoty blízké referenčnímu vzorku. U vodivého lepidla Ellecolit 3661 bylo zjištěno nedokonalé vytvrzení, proto dosahovalo vysokých hodnot odporu již v počátku měření.



Obrázek III. Průběh ohýbání vzorků s rezistory ve vertikální poloze

III. ZÁVĚR

Článek popisuje testovací zařízení využívané pro testování flexibilní elektroniky v ohybu. Díky výsledkům z testovacího zařízení je schopné zjistit přibližně, jak velký ohyb je vzorek schopen snést tak, aby na lepeném spoji testované flexibilní elektroniky nedošlo k nárůstu odporu či přerušení spoje. Podle výsledků prezentovaných na obrázcích II a III je patrné, že rezistory umístěné ve vertikální poloze vydržely mnohem větší ohyb než vzorky s rezistory umístěnými ve vertikální poloze. Nejhorších výsledků v testování dosáhlo vodivé lepidlo PC 3201, u kterého ale bylo zjištěno nedokonalé vytvrzení materiálu. I přesto je pozitivním zjištěním, že díky testovacímu zařízení bylo možné tuto poruchu rozpoznat. Hlavní nevýhodou vytvořeného testovacího zařízení je však jeho relativně složitá obsluha, která by se v budoucnu mohla mnohonásobně zjednodušit.

PODĚKOVÁNÍ

Tento článek vznikl za podpory interního projektu na podporu studentských vědeckých konferencí SVK-2017-008 a projektu SGS-2015-020 "Technologické a materiálové systémy v elektrotechnice".

LITERATURA

- [1] Malinex 506. *HIFI Industrial film* [online]. Dostupné z: <http://www.hififilm.com/product/melinex-506/>
- [2] PE AG-530. *Applied Ink Solutions* [online]. Dostupné z: <http://www.appliedinksolutions.com/silver-inks/ag-530-silver-conductive-ink.html>