

ELECTROLYTES FOR THE ELECTROCHEMICAL SUPERCAPACITORS

Michal PŘIKRYL, Master Degree Programme (5)
Dept. of Microelectronics, FEEC, BUT
E-mail: xprikr13@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Ing. Marie Sedlaříková

ABSTRACT

This work deals with problems of electrochemical supercapacitors and materials used for their production. The working principle, characteristics and using supercapacitors are described in the theoretic part. Experimental part is deal with disposition liquid electrolyte created from different solvent. Next I evaluate advantages and disadvantages these electrolytes and solvent pursuant to measuring their characteristics, mainly their capacity. All measuring are made on my created samples of electrolytes.

1 ÚVOD

Superkondenzátory jsou elektrotechnické součástky s velmi velkou kapacitou. Klasické kondenzátory dosahují kapacit řádově v mikrofaradech. U superkondenzátorů jsou dosahovány kapacity až několik tisíc faradů. Bohužel při poměrně nízkých napětích do 2,5 V. Tyto součástky mají pro své vlastnosti (rychlé nabytí/vybití při velkém počtu cyklů a již zmíněnou velkou kapacitu) velké uplatnění v dnešním průmyslovém světě. Dají se používat jako záložní systémy elektrické energie, při startech automobilů nebo jako srdce při výrobě zařízení na využití rekuperované energie.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 SPECIFICKÉ VLASTNOSTI SUPERKONDENZÁTORU

Charakteristickou vlastností této součástky je vysoká hodnota kapacity na jednotku objemu a hmotnosti, ale současně také velmi malé provozní napětí na jeden kondenzátor, typicky 2,5 V trvale a 2,7 V špičkově. Je vhodný pro krátkodobou dodávku velkých proudů a velmi rychlé nabíjení. Vhodné využití superkondenzátorů je v oblasti elektrických pohonů vozidel (elektromobily).

2.2 ROZPOUŠTĚDLA PRO PŘÍPRAVU ELEKTROLYTŮ

Při přípravě kapalných elektrolytů je nejprve nutné rozpustit perchloráty alkalických solí (LiClO_4 , $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$, $\text{Cd}(\text{ClO}_4)_2$ a další) ve vhodném organickém rozpouštědle přiměřených vlastností. Takové rozpouštědlo musí být především aprotické, což znamená, že jeho molekula neobsahuje žádný „kyselý“, tj. reaktivní atom vodíku. Aprotické rozpouštědlo nesmí vyměňovat H, ale může jej obsahovat chemicky vázaný ve své molekule. Aprotické rozpouštědlo není schopno poskytnout ani přijmout proton. Dále musí mít dostatečně vysokou relativní permitivitu, vysokou tepelnou stálost a chemickou odolnost.

3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

3.1 VÝROBA KAPALNÉHO ELEKTROLYTU

Připravil jsem pět vzorků kapalných elektrolytů s různými rozpouštědly (propylenkarbonát ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$), dimethylformamid ($\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}$), dimethylsulfoxid ($\text{C}_2\text{H}_6\text{OS}$), γ -butyrolakton ($(\text{CH}_2)_3\text{OCO}$), 1,2-Dimethoxyethan ($\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_2$)). Ve všech případech se jednalo o $0,5 \text{ mol.l}^{-1}$ roztok rozpouštědla s LiClO_4 .

3.2 VÝROBA ELEKTROD

Abych zajistil stejné vlastnosti elektrod pro více měření různých elektrolytů vyrobil jsem zároveň víc kusů stejných elektrod. Předem jsem si připravil potřebný počet kusů síťky a na ty jsem potom nanesl elektrodovou hmotu. Jako „nultý typ“ elektrodové hmoty označuji elektrody vyrobené ze složek: expandovaný grafit (0,25 g) + kypřidlo - hydrogen uhličitán amonný – NH_4HCO_3 (3,02 g) + pojidlo – sokrat (0,62 g).

Při měření v některých elektrolytech (s dimethylformamidem) jsem došel k závažnému zjištění: při použití sokratu jako pojidla se elektrodová směs chová nestabilně. Téměř ihned po ponoření do elektrolytu se začne rozpadat a oddělovat od síťky, na které byla nanesená.

Proto jsem musel vytvořit další vzorky elektrod. Označuji je jako „první typ“. Ty jsem vyráběl stejně jako předešlé, akorát jsem jako pojidlo použil teflonovou emulzi. Takto vyrobené elektrody se vyznačovaly velmi dobrou stálostí ve všech typech rozpouštědel. Problém u těchto elektrod byla nedostatečná kapacita. Ta dosáhla pouze do 6 faradů na gram elektrodové hmoty.

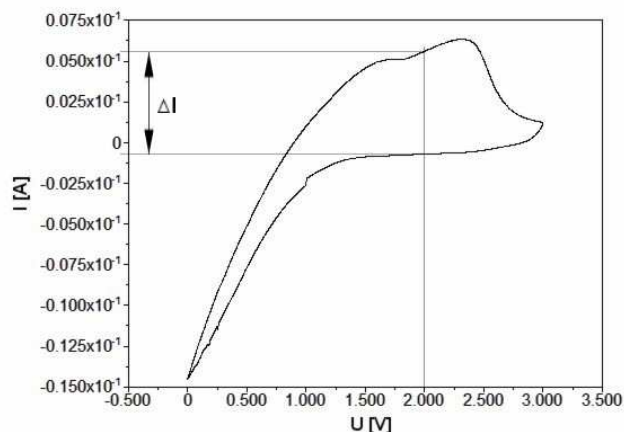
Proto jsem vyrobil další skupinu elektrod, „druhý typ“, úplně novým způsobem - teflonováním grafitu. Tato výroba elektrodové hmoty spočívá ve vaření expandovaného grafitu s vodou a isopropylalkoholem a následném přidání teflonové emulze v množství 4 % z váhy grafitu. Tuto hmotu jsem nanesl na síťku, zabalil do alobalu a protáhnul lisovacím zařízením. Tak jsem docílil homogenní vrstvy po celé ploše nanesené elektrodové hmoty.

3.3 VLASTNÍ MĚŘENÍ KAPACITY

Pro měření kapacity byl použit přístroj AUTOLAB PGSTAT12 společně s programem GPES. Kapacitu naměřených vzorků jsem zjistil pomocí metody cyklické voltametrie. Na kondenzátor přivádíme napětí trojúhelníkového průběhu a měříme dodávaný a odebíraný proud. Výsledná kapacita vzorku:

$$C = \frac{1}{2} \frac{\Delta I}{v} \quad (1)$$

kde C [F] je kapacita, ΔI [A] je rozdíl dodávaného a odebíraného proudu a v [V/s] je rychlost změny napětí (strmost) ve voltech za sekundu.



Obr. 1: Cyklická voltametrie pro vzorek: elektrolyt dimethylformamid + druhý typ elektrody. Výsledná kapacita 28 F/g, což byl můj nejlepší výsledek v kapalných elektrolytech.

Použité rozpouštědlo	Typ elektrody - první	Typ elektrody - druhý
dimethylformamid (DMF)	1,0	28,7
dimethylsulfoxid (DMS)	5,2	20,0
propylenkarbonát (PPC)	1,6	15,2
Dimethoxyetan	1,3	9,9
Gamabutyrolakton	0,4	2,0

Tab. 1: Výsledné naměřené hodnoty kapacit

4 ZÁVĚR

Jak je vidět z tabulky 1 nejvyšší kapacity bylo dosaženo v elektrolytu vyrobeného z rozpouštědla dimethylformamidu při použití elektrody „druhý typ“. S elektrodou „první typ“ bylo dosaženo nejlepšího výsledku při použití rozpouštědla dimethylsulfoxidu. To by mohlo znamenat, že toto rozpouštědlo je vhodné pro elektrodové hmoty, které jsou příliš „přetučené“. I u této varianty můžeme očekávat uplatnění. Například při potřebě velké spolehlivosti a stálosti elektrodových hmot s tolerancí nižší kapacity.

LITERATURA

- [1] Vondrák, J. Sedlaříková, M. a kol.: Elektrochemické kondenzátory v praxi; Sdělovací technika; 2002
- [2] Kněžínek, J.: Výběr rozpouštědel pro superkondenzátory, VUT Brno 2004