

# THE METHOD FOR MEASURING THE CURRENT DENSITY OF THE SHAPED RAY OF THE ELECTRON BEAM LITHOGRAPH BS600

Tomáš NOVÁK, Master Degree Programme (5)  
Dept. of Microelectronics, FEEC, BUT  
E-mail: xnovak49@stud.feec.vutbr.cz

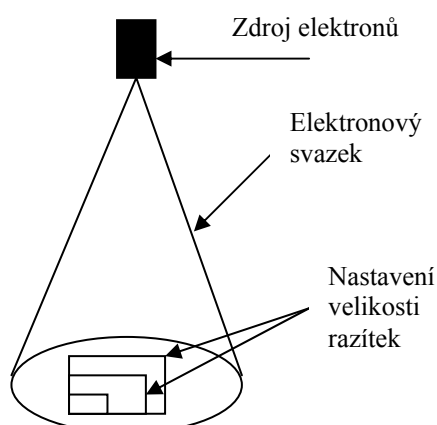
Supervised by: Dr. Vladimír Kolařík

## ABSTRACT

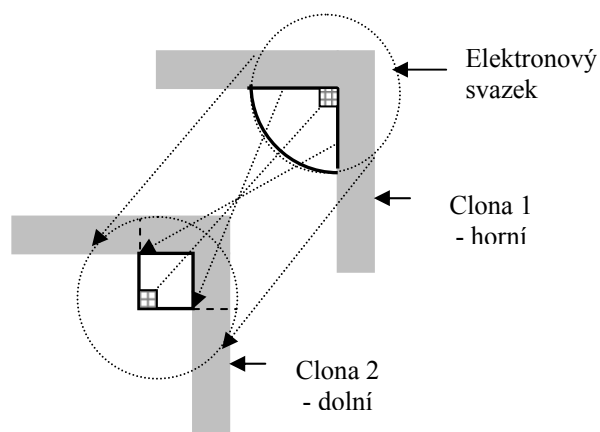
In this article is a presentation of the method for measuring the current density of the shaped ray of the electron beam lithograph BS600 in the individual segments of the ray using the mode REM. A comparison is made with the original measurement in the Faradays cage.

## 1 ÚVOD

Tato práce se snaží nastínit metodu měření proudové hustoty v jednotlivých elementech elektronového svazku. Nehomogennita svazku je permanentním problémem pro kvalitní expozici a je nutné vybrat část svazku (Obr.1), který má v jednotlivých elementech konstantní proudovou hustotu.



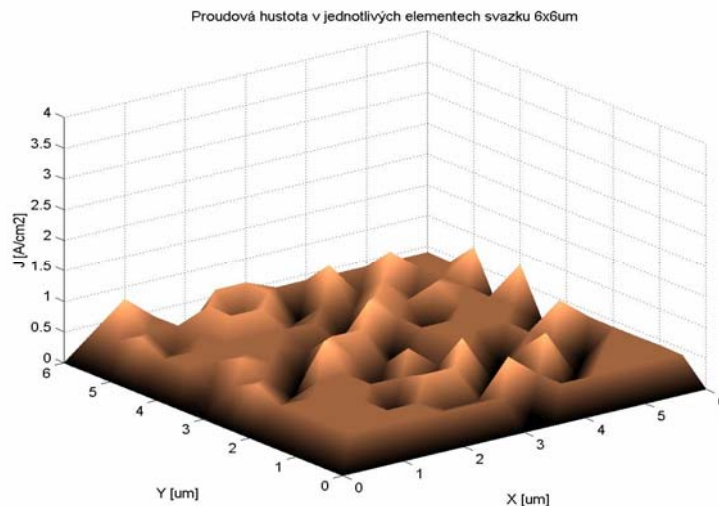
Obr. 1: Elektronový svazek



Obr. 2: Část optické soustavy určená k tvarování svazku

## 2 MĚŘENÍ PROUDŮ, PROTÉKAJÍCÍCH JEDNOTLIVÝMI PLOŠNÝMI ELEMENTY RAZÍTKA.

V optické soustavě se nachází dvě fixní clony ve tvaru L (Obr. 2). Mezi clonami jsou tvarovací destičky, které elektrostaticky vychylují svazek v osách X,Y a tím mění jeho rozměry za druhou clonou. Ve středu stolu se nachází otvor. Pod stolem je umístěna Faradayova klec, do které prochází přes otvor různě tvarovaný elektronový svazek. Můžeme tedy změřit pikoampérmetrem, který je součástí aparatury, proud pro různá nastavení elektronového svazku (razítka). Různým nastavením razítek lze zobrazit nehomogenita svazku (Obr.3).



Obr. 3: Zobrazení nehomogenity elektronového svazku

## 3 MĚŘENÍ PROUDOVÉ HUSTOTY V REŽIMU REM

Oproti předchozí metodě EXPO metoda REM (Litograf v režimu Rastrovací Elektronový Mikroskop) umožňuje rychlejším a efektivnějším způsobem měřit proudovou hustotu. Je založena na postupném snímání obrázků detektorem SE (sekundárně odražených elektronů) mimo expoziční substrát (na rámečku) a následném určení odstínů šedi od 0-255 programem MATLAB.

Měřením bylo zjištěno, že proud se lineárně mění s odstínem šedi. Pro přesné přiřazení proudu k odstínu šedi, se využilo metody EXPO, kdy se pro různá nastavení razítka měřil proud Faradayovou klecí a následně zjišťovala hodnota odstínu šedi mimo expoziční substrát. Každému ostínu odpovídá přesná hodnota proudu v pA.

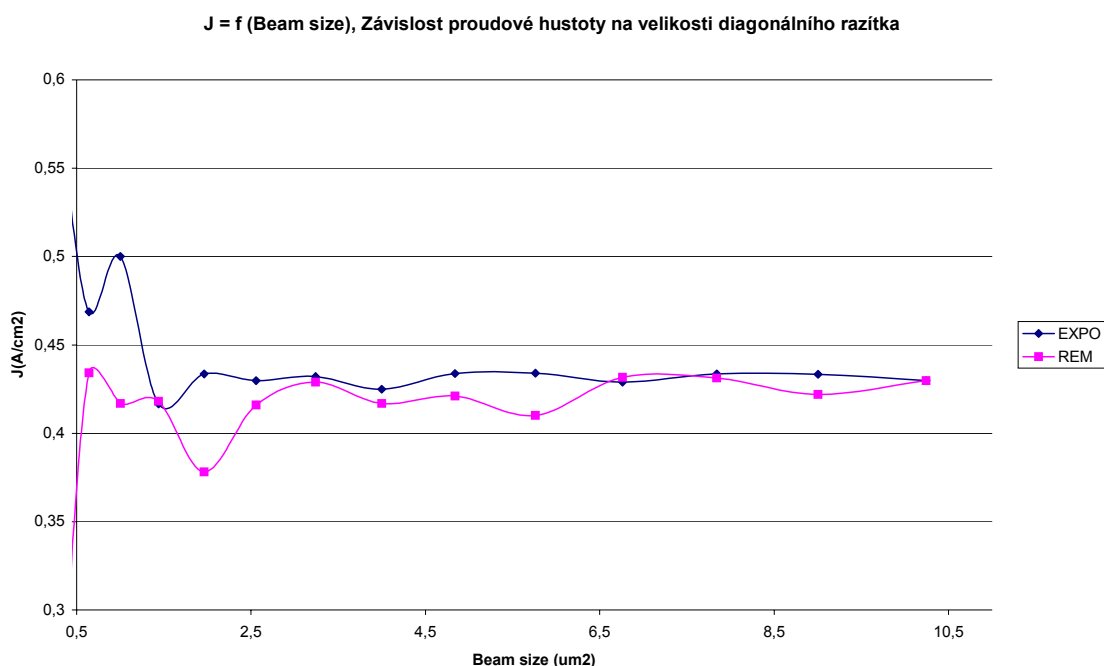
### 3.1 POUŽITÍ PROGRAMU REM-EXPO

- Pomocí dávkového souboru lze nasnímat programem REM-EXPO jednotlivé snímky o určité světlosti pro dané velikosti razítek.
- Dávkový soubor ukládá obrázky pro různá nastavení razítek.

- Program matlab vypočítá z obrázku střední hodnotu. Tento postup se opakuje pro každý obrázek a hodnoty ukládá do matice
- Z hodnot odstínů šedi, které získáme pomocí programu matlab, můžeme vyhodnotit jednotlivé proudové hustoty (J) pro dané velikosti razítek. Momentálně lze v režimu REM nastavovat jen razítka ve tvaru čtverce.

## 4 ZÁVĚR

Metoda REM proti metodě EXPO umožňuje rychlejší získávání vstupních dat. Rozlišovací schopnost je od 0-255, proto je možno detailně popsat nehomogenitu svazku. Obr. 4 znázorňuje závislost proudové hustoty na velikosti diagonálního razítka, což znamená, že se měřila všechna razítka ve tvaru čtverce.



**Obr. 4:** *Výsledky měření diagonálních razítek za použití obou metod*

Tento příspěvek vznikl v rámci výzkumného záměru MSM 262200012.

## LITERATURA

- [1] Ústav přístrojové techniky AVČR, Brno: Elektronový litograf BS 600 a jeho technologické aplikace [Zpravodaj ÚPT Brno]. 1988