

# HiPIMS

Peter Klein

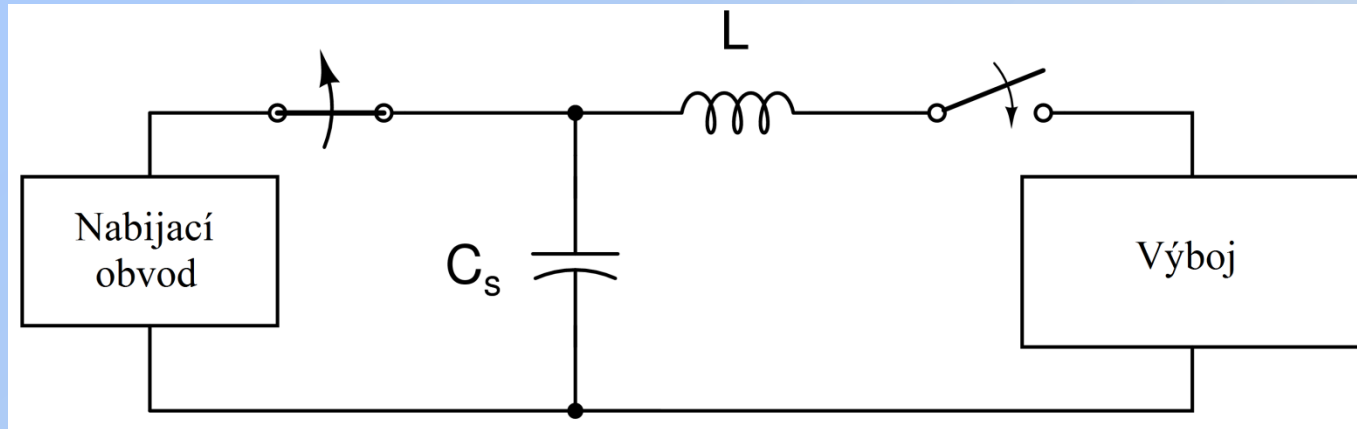
# HiPIMS - High Power Impulse Magnetron Sputtering

- Tlecí výboj je budený krátkými ( $\mu\text{s}$ ) velmi intenzívnými pulzmi

## Charakteristiky:

- Vysoká elektrónová hustota ( DC- $10^{16}$  HiPIMS- $10^{18} \text{ m}^{-3}$ )
- Vysoký iónový tok
- Podobná štruktúra vrstiev ako oblúkový výboj

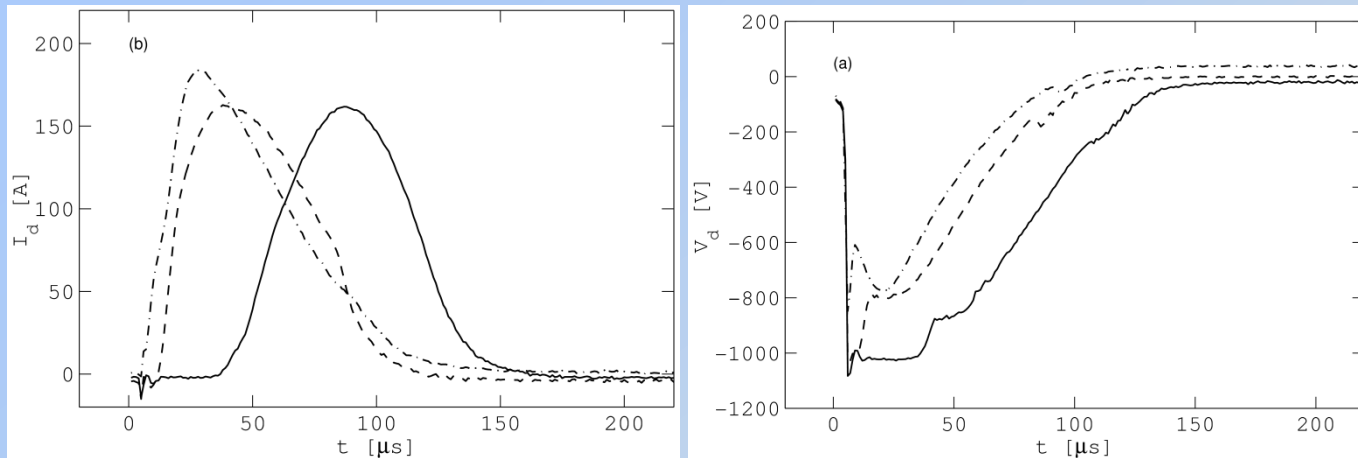
# HiPIMS - generácia pulzu



Typické parametre HiPIMS:

- Katódové napätie 500-2000 V
- Hustota prúdu 3-4 A/cm<sup>2</sup>
- Hustota energie 1-3 kW/cm<sup>2</sup>
- frekvencia 50 – 500 Hz
- pracovný cyklus 0.5 – 5 %

# HiPIMS - generácia pulzu



0,5 mTorr (plná), 2 mTorr (čiarkovaná) and 20 mTorr (bodko-  
čiarkovaná)

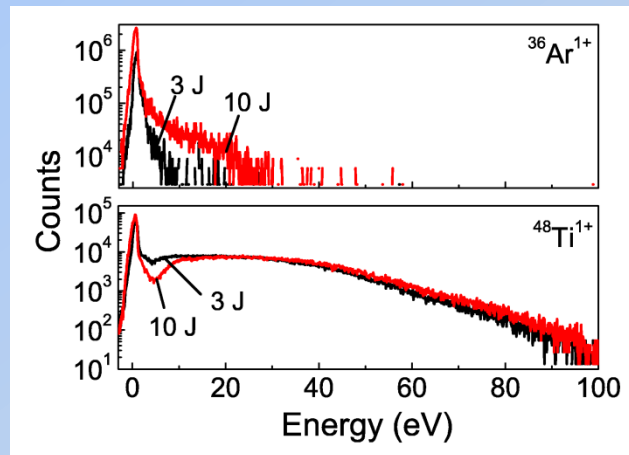
Tvar pulzu v závisí od viacerých parametrov:

Celkovej záťaže výboja

Druhu plynu a jeho tlaku

# HiPIMS – iónový tok

Literatúra uvádza rôzne hodnoty stupňa ionizácie, najtypickejšie pre Ti HiPIMS: 90% (Bohlmark 2005) (DC 1%)



Iónová energetická distribučná funkcia pre 3 mTorr a energiu v pulze 3 J a 10 J

# HiPIMS – depozičná rýchlosť

HiPIMS proces má nižšiu depozičnú rýchlosť v porovnaní s DC

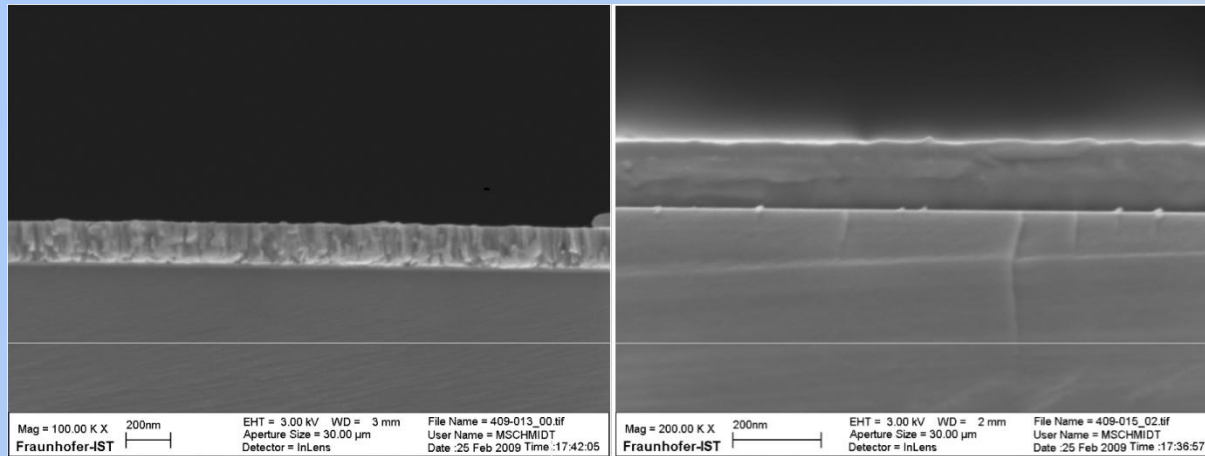
- Cu a Ti dvojnásobne nižšia (Bugaev , 1996)
- TiO<sub>2</sub> z Ti 4 – 7 krát nižšia depozičná rýchlosť (Davis, 2004)
- AlO<sub>x</sub> z Al 3 - 4 krát nižšia depozičná rýchlosť (Sproul, 2004)

Jedno z vysvetlení je, že odprášený materiál je ionizovaný blízko terča, preto časť z nich je pritiahnutá späť na terč.

Zníženie depozičnej rýchlosti je preto najvýraznejšie pre materiály s nízkym sebaodprašovacím ziskom

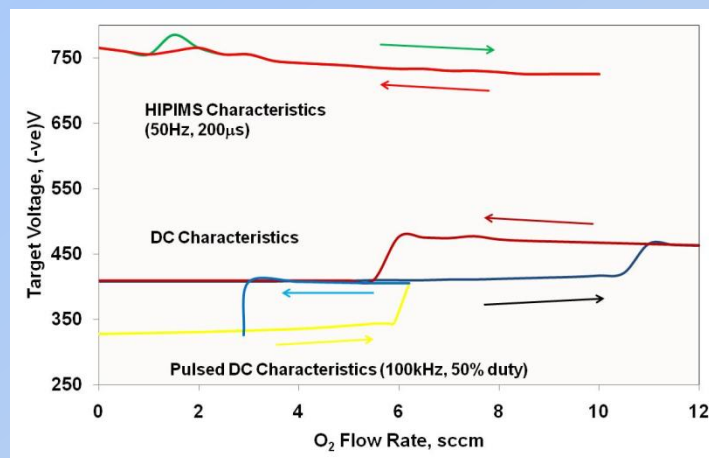
So znižujúcim magnetickým poľom sa zväčšuje depozičná rýchlosť

# HiPIMS – vrstvy



- Vrstvy mají sklovitú štruktúru
- Lepší pomer tvrdosti a Youngovho modulu: DC-25GPa:460 GPa  
HiPIMS-30GPa:370GPa

# HiPIMS – reaktívne naprašovanie



Niektoré zdroje tvrdia, že HiPIMS eliminuje hysterézne správanie, ale nie vždy závisí to podobne ako u DC naprašovania od eróznej zóny a čerpacej rýchlosti vývevy.



# HiPIMS



Melec SIPP2000USB

2x5 kW DC pulsed units:

Max voltage 1000 V

Max current 10A

HiPIMS maximum prúdu (bez oblúkov)

175 A pri 1 kW pri Ti terči

# HiPIMS- zhrnutie

- Tvar HiPIMS pulzu je závislý od tlaku a druhu plynu
- Tento spôsob vytvárania tenkých vrstiev sa vyznačuje vysokou hustotou elektrónov a iónov
- Depozičná rýchlosť je však nižšia
- Vytvorené vrstvy majú sklovitý charakter
- Môže silne ovplyvniť reaktívny proces

Ďakujem za vašu pozornosť

Peter Klein