

# TiBto-HP

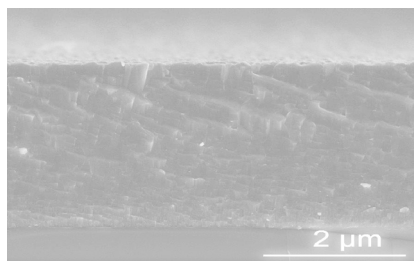
## Noget helt særligt til aluminium og titan

Tribologicientret har udviklet en ny PVD-belægning bestående af det keramiske materiale titandiborid ( $TiB_2$ ). Belægningen har fået navnet TiBto-HP, hvor HP refererer til, at belægningen er baseret på den nyeste HiPIMS-teknologi (se bagsiden). Ved brug af HiPIMS-teknologien opnås en meget høj ioniseringsgrad af plasmaet under belægningsprocessen, hvilket resulterer i en glattere, tættere, hårdere og mere defektfri belægning sammenlignet med en traditional PVD-belægning. TiBto-HP-belægningen er med sin hårdhed på ca. 3800 HV Tribologicientrets hidtil hårdeste belægning.



Værktøjer belagt med TiBto-HP belægning.

Anvendelsen af HiPIMS-metoden gør det muligt at opnå denne imponerende hårdhed samtidig med, at belægningens indre spændinger holdes på et lavt niveau.



Elektronmikroskopibillede af et tværsnit af den finkornede TiBto-HP-belægning. Den meget tætte og finkornede struktur skyldes brugen af HiPIMS teknikken (se bagsiden).

TiBto-HP-belægningen har en ekstremt høj slidstyrke, hvilket skyldes kombinationen af dens høje hårdhed, dens evne til at modstå oxidation ved forholdsvis høje temperaturer (op til 1000 °C) samt dens kemiske stabilitet. Den mest bemærkelsesværdige egenskab ved TiBto-HP er dog, at belægningen har en meget lav affinitet til klæbende metaller. Denne egenskab gør TiBto-HP særdeles velegnet til bearbejdning af materialer, som ikke er baseret på jern.

Ved fræsning i f.eks. aluminium- og titanlegeringer kan der ved brug af belægningen således opnås en bedre spånkontrol samtidig med, at løseægddannelse som følge af klæbning

af f.eks. aluminium på spånfladerne undgås. TiBto-HP-belægningen er ligeledes velegnet til knive samt stanse- og bukkeværktøjer, der skal bearbejde aluminium eller tilsvarende klæbende materialer.

Værktøjer fremstillet af alle typer af hårdmetal er egnede til belægning med TiBto-HP. Desuden er alle typer af værktøjsstål med en hårdhed på mere end ca. 60 HRC og med en anløbningstemperatur på mere end ca. 500 °C anvendelige som grundmaterialer.

Egenskaber af TiBto-HP-belægning	
Hårdhed [HV]	~3800
Procestemp. [°C]	450
Anvendelsestemp. [°C]	<1000
Velegnet til bearbejdning af	Ikke-jernbaserede metaller, f.eks. - aluminiumslegeringer - titanlegeringer - kobberlegeringer - magnesiumlegeringer Herudover kan TiBto-HP bruges til bearbejdning af meget slidende materialer som f.eks. fiberkompositter.

### For mere information, kontakt

Tribologicientret  
Kongsvang Allé 29  
8000 Aarhus C

Tlf. 72 20 15 99  
Mail: [tribo@teknologisk.dk](mailto:tribo@teknologisk.dk)  
[www.teknologisk.dk/tribo](http://www.teknologisk.dk/tribo)





# HiPIMS - EN NYHED INDEN FOR INDUSTRIEL FREMSTILLING AF OVERFLADEBELÆGNINGER

## Traditionel PVD-belægning

PVD-belægninger kan fremstilles med flere forskellige metoder. Hidtil har Tribologitentret for det meste brugt den såkaldte Magnetron Sputter-teknik (MS) baseret på jævnstrøm (DC). Derfor kaldes denne metode også for DCMS. Ved en DCMS belægningsproces skabes der i et vakuumkammer en elektrisk spændingsforskel mellem et plasma og det råmateriale (f.eks. krom eller titan), som bruges til at danne den færdige belægning. Da råmaterialet (target) pålægges en negativ elektrisk spænding, vil positive ioner fra plasmaet (f.eks.  $Ar^+$ ) accelereres mod targetet. Herved løsriveres atomer fra targetmaterialet som dampe. Det fordampede materiale fortættes herefter på de overflader, som skal belægges, og der dannes en PVD-belægning. Hvis plasmaet også indeholder en reaktiv gas, som f.eks. kvælstof ( $N_2$ ), vil denne reagere med det fordampede materiale, og der dannes en belægning af f.eks. kromnitrid ( $CrN$ ) eller titannitrid ( $TiN$ ).

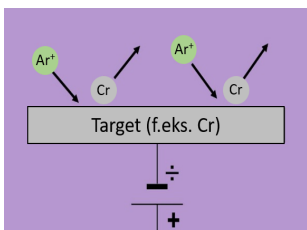


Fig. 1: Principskitse af den konventionelle proces Direct Current Magnetron Sputtering (DCMS), som er baseret på en konstant jævnspænding mellem råmaterialet (target) og plasmaet i vakuumkammeret, som omslutter de dele, der skal belægges.

## High Power Impulse Magnetron Sputtering (HiPIMS)

Ved traditionel PVD-belægning (DCMS) er effekten på targetet typisk væsentligt mindre end  $25 \text{ W/cm}^2$ . I de nye HiPIMS-processer anvendes imidlertid langt højere effekter, som til gengæld afsættes i meget korte pulser (se Fig. 2). Middeleffekten er omtrent den samme i DCMS- og HiPIMS-processerne, men de korte, intense strømpulser i HiPIMS-processerne giver en markant anderledes sammensætning af plasmaet. Ved DCMS-teknikken løsriveres især neutrale atomer fra råmaterialet, mens HiPIMS-teknologien danner langt flere elektrisk ladede ioner.

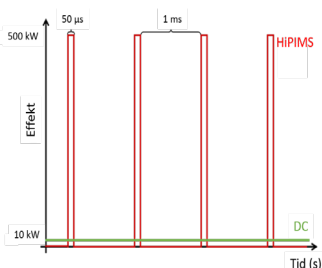


Fig. 2: Forskellen på de to processer: Den konventionelle Direct Current Magnetron Sputtering (DCMS) og den nye High Power Impulse Magnetron Sputtering (HiPIMS). I eksemplet er der omtrent samme middelenergi i HiPIMS- og DCMS-processen.

Den højere ioniseringsgrad ved HiPIMS-processer gør det muligt at fremstille overfladebelægninger med helt andre strukturer og med enestående mekaniske egenskaber.

Ved at ændre på pulslængderne og/eller pauserne mellem pulserne (frekvensen) og dermed energien pr. puls kan der udvikles belægninger med helt nye egenskaber som f.eks. øget tæthed, øget hårdhed og reducerede indre spændinger. Figur 3 viser et eksempel på, hvordan belægningens struktur kan varieres ved at ændre HiPIMS-pulserne.

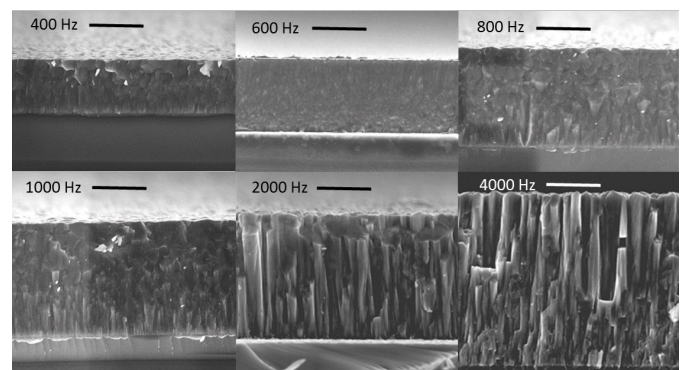


Fig. 3: Eksempel på belægninger set i tværsnit. Belægningens struktur ændres, når frekvensen af HiPIMS-pulserne øges.

I Tribologitentrets nye serie af HiPIMS-belægninger har vi især optimeret efter at udvikle belægninger, der er hårdere, tættere og mere glatte. Dette har indtil videre resulteret i belægningerne CrN-HP, Versal-HP og TiBto-HP.

Tabellen nedenfor opsummerer forskellene på DCMS og HiPIMS.

Egenskab	DCMS	HiPIMS
Antal elektrisk ladede metalpartikler i deponeringsprocessen	Meget lavt, f.eks. ~3% for krom	Meget højt, f.eks. >70% for krom
Tæthed af belægningen	Tæt	Meget tæt
Antal defekter i belægningen	Få	Meget få
Hårdhed af belægning	Hård	Hårdere
Jævn dækning af kanter	God	Bedre