

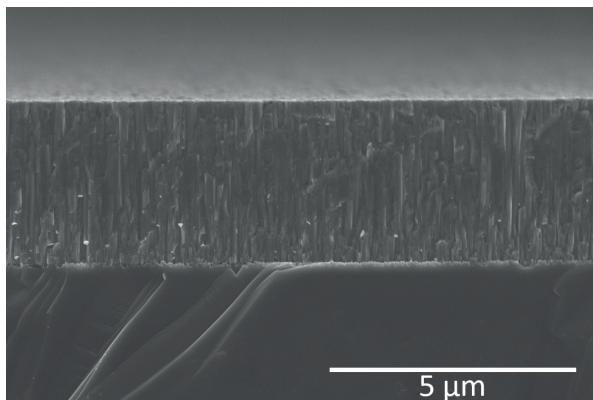


# VERSAL-HP

## Til særligt krævende spåntagning

Teknologisk Institut har udviklet en ny, slidstærk belægning kaldet Versal-HP. Fremstillingen af Versal-HP, som er en TiAlSiN-belægning, er baseret på den nyeste HiPIMS-teknologi. Ved brug af HiPIMS-teknologien opnås en meget høj ioniseringsgrad af plasmaet i belægningsprocessen (se bagsiden), hvilket resulterer i glattere, tættere og hårdere belægninger.

Belægningens indhold af silicium (Si) er ydermere medvirkende til at gøre den både hårdere og mere temperaturbestandig end traditionelle TiAlN-belægninger.



Elektronmikroskopibillede af Versal-HP-belægningen set i tværsnit. Belægningen består af titan (Ti), aluminium (Al), silicium (Si) og kvælstof (N).

Versal-HP er især velegnet til spåntagning i f.eks. støbejern, stål, rustfrit stål, titan- og nikkelbaserede legeringer, herunder forskellige Inconel-legeringer.

Versal-HP-belægningen kan desuden med fordel anvendes til spåntagning af materialer, som er særligt

vanskelige at bearbejde, herunder hærdede ståltyper og andre hårde materialer. Ved spåntagningsforsøg er der opnået forøget værktøjsstandtider på op til 60% ved spåntagning af Inconel og på op til 100% ved spåntagning af støbejern og rustfrit stål sammenlignet med TiAlN-belagte værktøjer. Versal-HP har desuden vist fremragende levetid og ydeevne med op til 40% højere skærehastighed end ved traditionelt PVD-belagte værktøjer.

### Velegnet til rustfrit stål

Versal-HP-belægningen forhindrer klæbning af f.eks. rustfrit stål og titan på værktøjsoverfladerne. Når et materiale klæber til værktøjsoverfladen, vil det være vanskeligt eller umuligt at opnå en tilfredsstillende overfladebeskaffenhed ved bearbejdning af emner i f.eks. rustfrit stål og titan.

Versal-HP-belægningens antiklæbende egenskaber gør den specielt velegnet til brug ved formgivning af rustfrit stål og andre materialer, der har tendens til at klæbe eller "overfladesvejse" til det formgivende værktøj. Versal-HP-belægningen er derfor særligt anvendelig til formgivning og stansning af emner i de tilfælde, hvor der stilles høje krav til beskaffenheden af den bearbejdede overflade på det færdige produkt.

TiAlN-familien	TiAlN-LT <sup>2</sup>	TiAlN-nano	Versal-HP
Sammensætning	Ti, Al, N	Ti, Al, N	Ti, Al, Si, N
Mikrohardhed [HV]	~2600	~3000	~3300
Procestemperatur [°C]	<150	450	450
Højeste anvendelsestemperatur [°C]	<800	<850	<1100
PVD-teknologi	Pulseret DCMS	DCMS	HiPIMS (HP)
Tykkelse [µm]	1-3	3-5	2-4

### Kontakt:

**Tribologisentret**  
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)



**TEKNOLOGISK  
INSTITUT**

# 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 target. Herved løsriver 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).

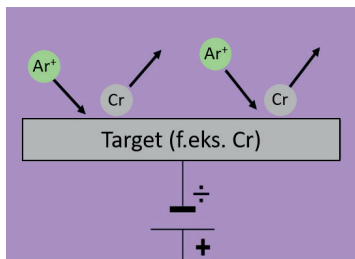


Fig. 1: Principskitse af den konventionelle proces Direct Current Magnetron Sputtering (DCMS), som er baseret på en konstant jævnspænding mellem råmaterialet (target) og plasmaet i vakuumkammeret, som omslutter de dele, der skal belægges.

## High Power Impulse Magnetron Sputtering (HiPIMS)

Ved traditionel PVD-belægning (DCMS) er effekten på target 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). Middeffekten 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 løsriver især neutrale atomer fra råmaterialet, mens HiPIMS-teknologien danner langt flere elektrisk ladede ioner.

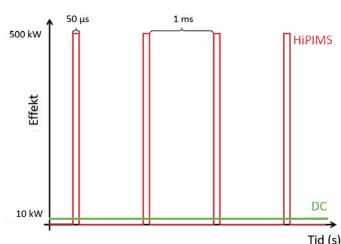


Fig. 2: Forskellen på de to processer: Den konventionelle Direct Current Magnetron Sputtering (DCMS) og den nye High Power Impulse Magnetron Sputtering (HiPIMS). I eksemplet er der omtrent samme middelenergi i HiPIMS- og DCMS-processen.

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.

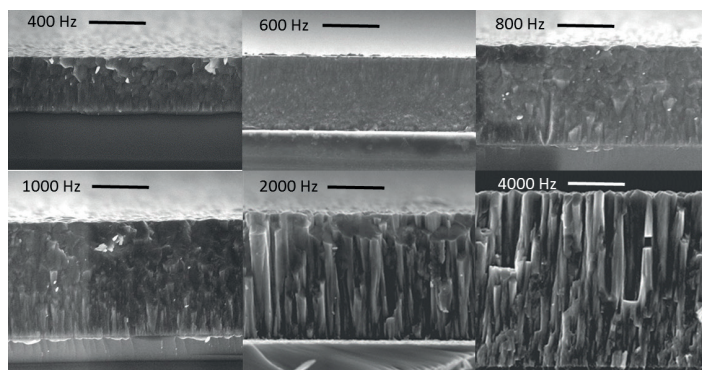


Fig. 3: Eksempel på belægninger set i tværsnit. Belægningens struktur ændres, når frekvensen af HiPIMS-pulserne øges.

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

## Kontakt:

**Tribologitentret**  
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)



**TEKNOLOGISK  
INSTITUT**