



VÆRD AT VIDE OM...

## 05 IONIMPLANTERING

Ionimplantering er en unik overfladebehandlingsmetode, hvor Tribologiccenteret har været en af pionererne inden for udvikling af den industrielle anvendelse til tribologiske formål. Vi har siden 1987 med stor succes udført ionimplantering på et meget stort antal produktionsværktøjer og andre dele for både danske og udenlandske kunder. Tribologiccenteret er blandt de internationalt førende inden for området.

### Den usynlige styrke

Ved ionimplantering omleveres emnets overflade. Ved hjælp af en ionaccelerator skydes ioner med stor hastighed ind i emnets overflade. Ionerne trænger ind i overfladen og omleverer den. Overfladen bliver derved mere modstandsdygtig over for slid, rivninger og korrosion. Der er altså ikke tale om en belægning, som ved PVD- eller PCVD-behandling og der er derfor ingen risiko for afskalning, ligesom overfladens finish ikke ændres ved ionimplantering. Behandling sker i temperaturområdet fra ca. 50 °C til ca. 200 °C, så der er normalt heller ingen fare for deformationer, kast eller anløbning af hærdede ståldele.

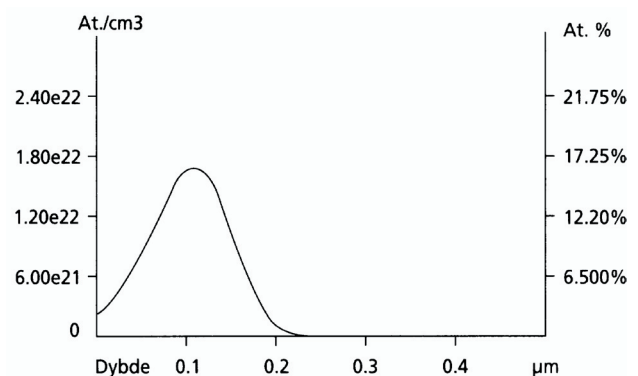
Ved kollisionen mellem ionerne og emneoverfladen reflekteres en del af ionerne, mens de fleste trænger ind i den yderste del af overfladen. Typisk er indtrængningsdybden 0,1 - 0,5 µm. Introduktion af fremmede ioner i materialet ændrer emneoverfladens fysiske og kemiske egenskaber, og dette er afgørende for de opnåede egenskaber af overfladen. Følgende procesparametre har indvirkning på de egenskaber, overfladelaget får efter behandlingen:

- Grundmateriale
- Ionetype
- Ionenergi
- Iondosis

I princippet kan processen forløbe med et hvilket som helst ioniseret medie, men de hyppigst an-

vendte stoffer hos Tribologiccenteret er kvælstof (**N-PLUS**), krom (**Kromox**) samt den tørsmørende kombinationsproces **IBAD-DLC**. Implantering af kvælstof medfører en relativ høj slidstyrke, mens krom styrker korrosionsegenskaberne.

Ionenergien er et mål for ionernes hastighed, hvilket har betydning for de opnåelige indskydningsdybder i et givet materiale, mens iondosis er et mål for mængden af indskudte ioner. De accelererede ioner opnår energier på 50 - 200 keV, hvilket svarer til hastigheder i størrelsesordenen 1000 - 2000 km/s. De store hastigheder gør det, som tidligere nævnt, muligt at opnå indskydningsdybder på op til 0,5 µm. I figuren er vist et eksempel på sammenhængen mellem koncentration og indskydningsdybde ved kvælstofimplantering i materialet W.Nr. 1.2379 (Sverker 21, K110).



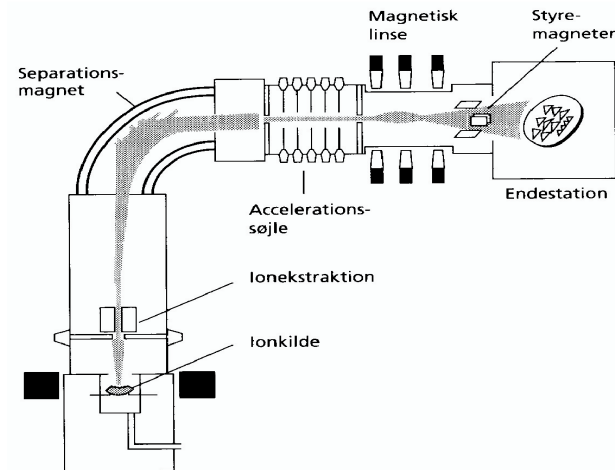
Under nedbremsningen afgiver ionerne deres kinetiske energi som varme, hvilket kan medføre et behov for køling af emnerne. På Tribologiccenterets anlæg er der monteret vandkøling på emneholderen i vakuumkammeret, hvilket gør det muligt at holde temperaturen på under 200 °C. Dette betyder, at processen kan betegnes som en lavtemperaturproces. I sjældne tilfælde skal der dog tages specielle hensyn, f.eks. når man behandler kuglelejestål, som ofte vil være anløbet ved ca. 150 °C. I sådanne tilfælde kan man



VÆRD AT VIDE OM...

## 05 IONIMPLANTERING

styre processen så en anløbning undgås. Processen udføres ved hjælp af en ionaccelerator,



om skitseret nedenfor:

I ionkilden ioniseres de atomer eller molekyler, der ønskes implanteret, hvorefter de trækkes ud af ionkilden ved hjælp af et højspændingsfelt, som sørger for, at ionerne accelereres ud af kilden og videre imod et magnetisk filter. Det magnetiske filter består af en separationsmagnet, der filtrerer ionstrålen for uønskede ioner. Dette sker ved at magnetfeltet indstilles, så der lige netop sker en 90° afbøjning af den ønskede iontype, mens de øvrige ioner enten afbøjes mere eller mindre, afhængig af deres masse og elektriske ladning.

Fra separationsmagneten sendes ionstrålen videre til en accelerationsøjle, som har til formål yderligere at accelerere ionerne til den ønskede energi (hastighed). Ved hjælp af et magnetisk linsesystem og nogle styremagneter rettes ionstrålen mod de områder af emnet, som skal behandles.

For at undgå nedbremsning, spredning og neutralisering af ionerne under deres vej gennem acceleratoren foregår processen ved kraftigt vakuum (ned til  $10^{-4}$  Pa).

### Egenskaber ved ionimplantering

En væsentlig fordel ved ionimplantering er muligheden for selektiv overfladebehandling. Dette kan gøres ganske præcist, da ionstrålen kan fokuseres og

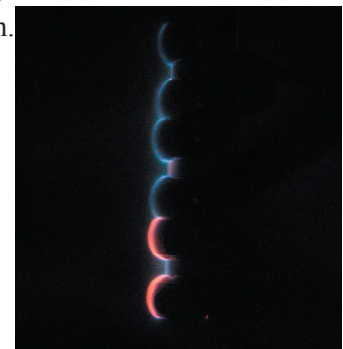
scannes hen over nærmere definerede områder.

Dette gør dels at man kan nøjes med at ændre egenskaber på de områder, hvor man har behovet, mens resten af overfladen beholder de oprindelige egenskaber. Det gør også, at processen i mange tilfælde er relativt billig, fordi man kun behøver at behandle små områder for at opnå den ønskede gevinst.

Da ionimplantering udføres ved hjælp af en ionstråle er processen en sigtelinieproces: Dette betyder, at den overflade, som ønskes behandlet, skal kunne rammes af ionstrålen under en vinkel på mellem 90° og 45° for at opnå den ønskede effekt. Man kan derfor ikke behandle indersiden af huller i større dybde end deres lysningsdiameter.

Da det behandlede lag er en integreret del af overfladen opstår der aldrig problemer med manglende vedhæftning. Dette er eksempelvis af afgørende betydning ved **N-PLUS** behandling til slidbeskyttelse af knogleledsimplantater i koboltkrom (CoCr) eller titanlegeringer, som bruges til hofter, knæ o.lign.

Ionimplantering af knæ-implantater



Desuden ændres overfladeruheden ikke, hvilket betyder, at et poleret emne ikke skal poleres efter overfladebehandling. Den uændrede overfladefinish betyder ydermere, at der ikke sker nogen form for makroskopiske målændringer. Dette gør ionimplantering velegnet til præcisionsværktøjer og højglanspolerede emner, som f.eks. sprøjtestøbeforme og stanseværktøj til tyndplade.