

EU Flexicoat: Combineren met PVD (Physical Vapor Deposition)

Cor Schrauwen, Arjan Hovestad, TNO;
Arjan de Bruin, KCBI

TNO | Kennis voor zaken




Gaat dit te snel?

- 6 Flexicoat posters
- Artikelen in Oppervlaktetechnieken
- Boekje
 - Hard copy via TNO of KCBI
 - Download van www.Flexicoat.org
- Cor.schrauwen@tno.nl



2 Combineren met Physical Vapor Deposition Dag OT, 2 december 2010

Agenda

- Oppervlaktetechnologie
- Kennis en innovatie
- EU project Flexicoat
- PVD voor de traditionele OT-industrie
- Best practices (posters) uit EU Flexicoat:
 - PVD start layer,
 - Powder Topcoat,
 - Color on demand,
 - Electroplated base,
 - Polymer base for PVD,
 - PVD prototype
- Aanbod voor kennistransfer

EU-Projekt Flexicoat, EC KP6
• COLL-CT-2006-030409




3 Combineren met Physical Vapor Deposition Dag OT, 2 december 2010

Basis

Oppervlaktetechnologie


- Eigenschappen toevoegen aan de ondergrond (die die nog niet heeft)
- Combinaties maken
- Meerdere oplossingsroutes

Deklagen

- zorgen voor toegevoegde waarde
- presteren, producten (kunnen) falen.
- Voldoen aan de specificatie is een systeemeigenschap.

4 Combineren met Physical Vapor Deposition Dag OT, 2 december 2010

Kennisopbouw, -transfer en valorisatie



Kernvragen waar kennis nodig is

- research: principiële mogelijkheden?
- technologie: eigenschappen en procesvensters?
- product: specificaties?
- productie: economisch aantal producten per jaar?



- Bedrijven verzilveren investering in kennis en innovatie
- Demonstrator → innovatief product

5 Combineren met Physical Vapor Deposition Dag OT, 2 december 2010

Agenda


- Oppervlaktetechnologie
- Kennis en innovatie
- EU project Flexicoat
- PVD voor de traditionele OT-industrie
- Best practices (posters) uit EU Flexicoat:
 - PVD start layer,
 - Powder Topcoat,
 - Color on demand,
 - Electroplated base,
 - Polymer base for PVD,
 - PVD prototype
- Aanbod voor kennistransfer

EU-Projekt Flexicoat, EC KP6
• COLL-CT-2006-030409

6 Combineren met Physical Vapor Deposition Dag OT, 2 december 2010

EU COLL Flexicoat



Business idee **research** technologie **product** productie business

- PVD voor traditionele coatingindustrie
- Kennisopbouw
- Kennisverspreiding
- 2007 – 2010
- EU-project Flexicoat, EC KP6 COLL-CT-2006-030409

IAGs:

- KP.OT/KCBI (NL), UITS (F), Ecometal (I), Herramax (ES)

SMEs:

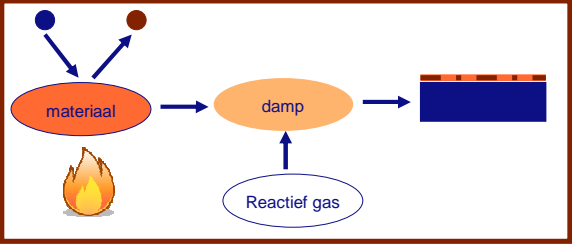
- Dekracoat (NL), Grip-on (ES), Embega (ES)

RTDs:

- Tekniker (ES), TNO (NL), LSBU (UK)

7 Combineren met Physical Vapor Deposition Dag OT, 2 december 2010

PVD in een notendop



- PVD: d.m.v. fysische processen (verhitten, bombardement) onder gecontroleerde omstandigheden damp genereren en laten condenseren (atoom voor atoom) op het halffabricaat

8 Combineren met Physical Vapor Deposition Dag OT, 2 december 2010

Waar wordt zoal PVD ingezet?

- Optische coatings op glazen ruiten, glas en kunststoffen
- Harde, slijtvaste lagen op metalen gereedschappen en componenten
- Coatings met lage wrijving op metaal en rubber
- Gas- en waterbarrières voor verpakkingen
- Reflectoren en spiegels op metaal, kunststof en glas
- Geleidende lagen voor elektromagnetische afscherming op kunststof
- Solar (PV, thermisch, condensator)
- Flexibele elektronica
- Verfraaien; luxe uiterlijk op metaal, kunststof, glas, textiel en papier
-


9 Combineren met Physical Vapor Deposition Dag OT, 2 december 2010

Toepassen van PVD

- PVD voor traditionele coatingindustrie
- Goed idee, maar waarom gebeurt het eigenlijk niet?
 - Technische redenen (eigenschappen, laagdikte)
 - Economische redenen (duur)
 - Culturele redenen
- Resultaten EU Flexicoat
 - Redenen zijn geen obstakels
 - Verstandig gebruik maken van (traditionele) voor- en nabehandelingen
 - Kennis is aanwezig
 - Eigen sommen tellen, voor de hele keten
 - Onbekend maakt ombemind

10 Combineren met Physical Vapor Deposition Dag OT, 2 december 2010

Agenda



- Oppervlaktetechnologie
- Kennis en innovatie
- EU project Flexicoat
- PVD voor de traditionele OT-industrie
- Best practices (posters) uit EU Flexicoat:
 - PVD start layer,
 - Powder Topcoat,
 - Color on demand,
 - Electroplated base,
 - Polymer base for PVD,
 - PVD prototype
- Aanbod voor kennisoverdracht

EU-Project Flexicoat, EC KP6
COLL-CT-2006-030409

11 Combineren met Physical Vapor Deposition Dag OT, 2 december 2010

PVD startlaag voor galvanie



PVD Startlaag

- Doel
 - Hechtende PVD startlaag voor galvanie
 - Kunststof en heterogene metalen substraten
 - Vermijd chemische voorbehandelingen
- Demonstrators
 - Ovenhandvatten, Auto-onderdelen en Spray caps
 - 200 nm PVD koper (25 nm genoeg)
 - 10 µm elektrochemisch koper
- Resultaten
 - Zelfde hechting als galvanisch
 - Fraai uiterlijk
 - Kunststof en metalen substraten
 - Geen schade door PVD

Poster

12 Combineren met Physical Vapor Deposition Dag OT, 2 december 2010

PVD Startlaag Uitwerking PVD start voor galvanische finish

- **Combineer:**
 - PVD start op niet-geleidend en heterogeen oppervlak
 - Galvanische dikte / glanzende metaallaag
- **Vermijd:**
 - Uitgebreide en gevoelige voorbehandelchemie (etsen, activeren, stroomloze depositie)
 - Thermische schade door dikke PVD-laag (meer dan 1 – 5 µm)



PVD Startlaagdikte

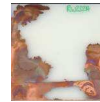
PVD Startlaag

Dikte kritisch voor snelle PVD depositie

- Tijd
- Thermische belasting

ABS test plaatjes

- 5 – 50 nm koper PVD
- 10 µm galvanisch koper zuur



5 nm



10 nm



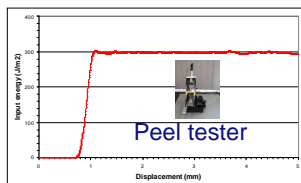
25 nm



Vergelijking van hechting

PVD Startlaag

- ABS test plaatjes
 - 80 nm koper PVD
 - 10 µm koper zuur galvanisch



- Met PVD startlaag
 - 1: $298 \pm 2 \text{ J/m}^2$
 - 2: $339 \pm 5 \text{ J/m}^2$
- Volledig natchemisch
 - 1: $309 \pm 3 \text{ J/m}^2$
 - 2: $299 \pm 2 \text{ J/m}^2$



Goede hechting, wat is dat?

Vraagstukken

- Hechting wordt gemeten door kapot maken, wat betekent dat?
- Is chemische hechting voldoende?

Conclusies

- Een goede hechting wordt bereikt door:
 - Adhesie: (chemische) bindingen aan de grensvlakken
 - Cohesie: (chemische) bindingen in de lagen
 - Energieopname in de stapeling: mechanische mogelijkheden (vervormen, absorberen, opnemen van Energie)
- Optimaliseren van hechting (praktische hechting) neemt alle aspecten mee, en niet alleen de hechting aan de grensvlakken (thermodynamische hechting).

Surface 2010 theater, donderdag 14 september 2010
Goede hechting, wat is dat?, C. Schrauwen
www.vom.nl



PVD Startlaag Demonstrator: Plastic Spuitdoppen

- PE en PP spuitgietdelen
- PVD Start laag
 - 200 nm Cu
 - DC Magnetron
 - Vacuümboog verdampen
 - 10 µm galvanisch glans Cu
- 3 µm primer op PP voor hechting
- Goede hechting
- Mooi uiterlijk



PVD Startlaag Demonstrator Ovenhandvatten

- PVD startlaag
- Meloplas spuitgietdeel:
 - 200nm DC Magnetron Cu
 - 10 µm galvanisch glans Cu
- Aluminium 6063-T6 buis
 - 200nm DC Magnetron Cu
 - 10 µm galvanisch glans Cu
- Zelfde uiterlijk kunststof en aluminium deel !



PVD Startlaag

Conclusies PVD startlaag

- Niet-geleidende of heterogene substraten
- Met kennis van zaken (IOP-OT IOT01008, M2i-projecten)
- Vanaf 25 nm Cu voldoende voor stroomvoerende aangroei
- Uiterlijk en hechting als gebruikelijke startlagen

- Uitvoeringsvoorstellen voor producten (demonstrators) en productie ("PVD-bad")

19 Combineren met Physical Vapor Deposition
Dag OT, 2 december 2010

Poeder Topcoat

Poeder Topcoat voor PVD

- Doel
 - Aantrekkelijk metaaluitend
 - Voorkomen van vlekken en smeren
 - Weerstand tegen krassen
- Demonstrators
 - Ovenhandvatten en Spray caps
 - 200 nm Cu, Ti of Cr PVD finish
 - 10 µm UV-cured lak
- Resultaten
 - Goede bescherming tegen vlekken en smeren
 - Hoogglans
 - Goede hechting

20 Combineren met Physical Vapor Deposition
Dag OT, 2 december 2010

Verbeteren begrip

- 70 – 80 µm poeder top coatings (polyester, acrylaat)
 - Voor hoge glans en lage ruwheid

- PVD titaan met topcoat onbeschermd

21 Combineren met Physical Vapor Deposition
Dag OT, 2 december 2010

Color on demand met PVD

- Doel
 - Nieuwe kleuren
 - Stabiele, reflecterende metallische kleuren
 - Combineer vacuümboog (arc) met standaard gassen
- Demonstrators
 - Medische gereedschappen
 - onderscheiden op basis van kleur
 - Vacuümboogverdampd ZrCN, TiAlN en CrN films
- Resultaten
 - Homogene kleuren
 - Aantrekkelijk uiterlijk
 - Breed palet aan kleuren

22 Combineren met Physical Vapor Deposition
Dag OT, 2 december 2010

Electroplated base voor PVD

- Doel
 - Electroplated onderdelen met PVD finish
 - Meer kleuren
 - Meerwaarde door functionaliteit
- Demonstrators
 - 10 µm stroomloos Ni, 7-9 gew% P coating (0 of 1h @ 370°C)
 - Hengsels, handvatten, emblemen
 - 300 nm decoratieve coating
 - Handgereedschappen (38MnB5 / QST500[®] staal)
 - 300 nm decoratieve coating
 - > 1 µm functionele coating
- Resultaten
 - Breed palet aan kleuren
 - Verbeterde weerstand tegen slijtage
 - Verbeterde weerstand tegen corrosie

23 Combineren met Physical Vapor Deposition
Dag OT, 2 december 2010

Poederbasis voor PVD

- Doel
 - Decoratief metallisch uiterlijk
 - Corrosiebescherming
 - Glad zonder polijsten
- Demonstrators
 - Ovenhandvatten
 - 100 µm Epoxy poedercoating
 - 200 nm Cu, Ti, of Zr-C-N PVD finish
- Resultaten
 - Goede corrosiebescherming
 - Hoge glans
 - Goede hechting

24 Combineren met Physical Vapor Deposition
Dag OT, 2 december 2010

Poeder basis


Uitwerking Poederbasis voor PVD

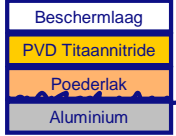
Gewenst: Hoogglans messing/metaal look

- Vervaardigen aluminium giet-, extrusie- of stansdeel
- Poederlakken als voorbehandeling
- PVD-deklaag (kleur, glans)

Voordelen

- Uitwisseling polijst - coatingkosten
- Corrosiebescherming door poederbasis
- Dunne PVD deklaag
- Zonodig: Topcoat (Poeder)






25 Combineren met Physical Vapor Deposition Dag OT, 2 december 2010

Poeder basis

Experimentele Details

- Substraat:** Aluminium plaatjes, 3 mm dik.
- Organische Basislaag:** Epoxy, 60 μm , elektrostatisch verneveld, oven gestookt.
- PVD deklagen:** Metaal (Ti, Zr).
- PVD deklaag:** 0.5 μm dik
- Opdamproces:** (a) Vacuümboogverdampen (b) DC Magnetron sputteren

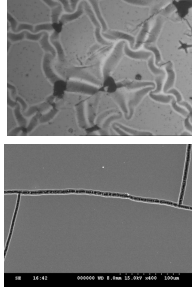


26 Combineren met Physical Vapor Deposition Dag OT, 2 december 2010

Poeder basis

Defecten in PVD Ti deklagen

- Vacuümboogverdampen laat defecten zien als gevolg van drukspanning
- DC magnetron sputteren laat defecten zien als gevolg van trekspanningen



27 Combineren met Physical Vapor Deposition Dag OT, 2 december 2010

Poeder basis

Defectmechanisme in PVD lagen

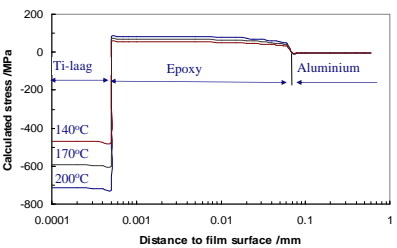
- Titaan en epoxy verschillen sterk, juist in de thermische uitzettingscoëfficiënt
- Drijvende kracht bij defectvorming is het grote verschil in thermische uitzettingscoëfficiënt tijdens het afkoelen na het PVD proces
- Modelberekeningen voorspellen en geven waarden aan voor de restspanningen
- Het model heeft 3 lagen: Titaan deklaag op een poederbasislaag op een aluminium Substraat

28 Combineren met Physical Vapor Deposition Dag OT, 2 december 2010

Poeder basis

Spanningsberekening over Ti-Epoxy-Al

- Ti staat onder Drukspanning (geringe uitzettingscoëfficiënt)
- Ti Drukspanning neemt toe met PVD procestemperatuur, in versterkte mate met vacuümboogverdampen

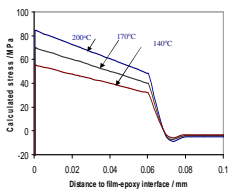


29 Combineren met Physical Vapor Deposition Dag OT, 2 december 2010

Poeder basis

Spanning over de epoxy-laag bij verschillende PVD procestemperaturen

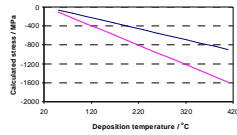
- Epoxy-basis staat onder trekspanning
- Trekspanning neemt toe met procestemperatuur
- De hoogste spanning wordt bereikt aan het titaan-epoxy grensvlak



30 Combineren met Physical Vapor Deposition Dag OT, 2 december 2010

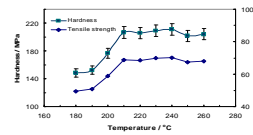
Poeder basis Epoxy-basis vergroot de spanning in PVD laag

- Spanning in Ti laag direct op Al (blauwe Lijn) en op epoxy-basis op Al (rode Lijn)
- Epoxy-basis verdubbelt de Drukspanning in de Ti laag



Poeder basis Voorkomen defecten

- Lagere temperatuur PVD proces vermindert spanningsopbouw
- Maar, verhogen hardheid van epoxy tussenlaag is ook mogelijk.
- Stoekproeven laten zien dat de hardheid en sterkte van de epoxy-basis aanmerkelijk hoger wordt bij een hogere temperatuur door een hogere mate van vernetting

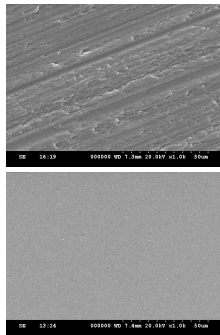


Poeder basis Titaan PVD Deklaag: bovenaanzicht

Oppervlakterutheid R_a (μm)

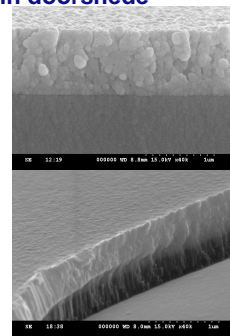
- Substraat onbehandeld: **0.40**
- Substraat met Ti (boven): **0.36**
- Substraat/ Epoxy/Ti (onder): **0.08**

- Dit laat zien:
 - Geen defecten
 - Goede vergladding
 - Hoogglans



Poeder basis Ti en Zr PVD deklagen in doorsnede

- Titaan op epoxy
- Zirkoon op epoxy

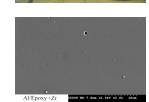


Poeder basis Conclusies Powder base

- Defecten in PVD deklagen ontstaan door de spanningen tussen substraat, epoxy en PVD laag als gevolg van verschillen in thermische uitzettingscoëfficiënten
- Defecten worden vermeden door controle van de temperaturen bij uitstoken, PVD proces en de hardheid van de epoxy tussenlaag
- Epoxy- of Poederbasislagen leveren een glad, hoogglanzend PVD oppervlak.
- Artikel in Oppervlaktetechnieken (Mei 2010) en 18NDVak (Dresden, 2010)

PVD prototype

- Doel
 - PVD geschikt maken voor MKB
 - Low cost PVD proces
 - Ontwerp en bouw van een snel en flexibel prototype
- Technische specificaties
 - Decoratieve coating in 90 seconden
 - Substraat temperatuur 0 - 150 °C
 - Vacuümboogverdampen of sputtertechnologie
- Resultaten
 - Coaten van of polymeer, plastic, metalen en electroplated stukken
 - PVD start laag voor galvanie
 - Breed palet aan metallische kleuren



Poster

L	A	B
60-66	11-62	8-81
52-59	14-25	14-58
39-45	0-11	19-28
50-57	1-65	39-51
79-93	0-15	5-22
49-56	0-70	-4-08
81-90	1-62	-5-10
34-42	-12-15	-26-67



Agenda

- Oppervlaktetechnologie
 - Kennis en innovatie
 - EU project Flexicoat
 - PVD voor de traditionele OT-industrie
 - Best practices (posters) uit EU Flexicoat:
 - PVD start layer,
 - Powder Topcoat,
 - Color on demand,
 - Electroplated base,
 - Polymer base for PVD,
 - PVD prototype
 - Aanbod voor kennistransfer
- EU-Projekt Flexicoat, EC KP6
 • COLL-CT-2006-030409



Kennisopbouw, -transfer en valorisatie



- Kennis voor zaken
- research: LSBU, TNO
 - technologie: TNO, Tekniker, LSBU
 - product demonstrators: EU Flexicoat partners
 - productie: Tekniker, TNO
- Welke bedrijven verzilveren deze investering in kennis?
 - Demonstrator → innovatief product

Aanbod Kennistransfer naar bedrijvencluster



- Project voor minimaal 5 MKB
 - Kennistransfer van kennispartner naar bedrijven
 - Duur 6 – 9 maanden
 - Minimale clusterbijdrage 10% project kosten (in cash)
 - Eigen bedrijfsinspanning noodzakelijk
- Cluster:
 - Producteigenaren
 - Traditionele coatingindustrie
 - PVD coaters
 - Toeleveranciers
- Innovatie is topsport!
 Trainen en team?*

Met dank aan:

- Bedrijven en organisaties
- Projectmedewerkers
- U allen voor uw aandacht



Ging dit te snel?

- 6 Flexicoat posters
- Artikelen in Oppervlaktetechnieken
- Boekje
 - Hard copy via TNO of KCBI
 - Download van www.Flexicoat.org
- Cor.schrauwen@tno.nl

