Hyperspectrale beeldvorming voor kwaliteitsbewaking van coatingproces

02 november 2021, 01:00

Frank Van den Broek

In een recente octrooiaanvraag van ArcelorMittal wordt hyperspectrale beeldvorming toegepast voor de kwaliteitsbewaking van een coatingproces waarbij een polymeercoating op een metalen substraat wordt aangebracht.

Het aanbrengen van een pet- of pvc-coating op een stalen plaat verbetert onder meer de corrosiebestendigheid, chemische bestendigheid en reinigbaarheid en maakt het materiaal geschikt voor agressieve, vochtige omgevingen of contact met voeding. Polymeercoatingfilms worden gewoonlijk gelamineerd op het metalen substraat, opgewarmd en nadien snel afgekoeld. Snelle koeling remt de vorming van een kristallijne fase in het polymeer af, waardoor het deels amorf blijft. De mate van kristalliniteit bepaalt in grote mate de eigenschappen van de coating, en is dus een essentiële kwaliteitsparameter.

Meting kristalliniteit van polymeercoating

In een octrooiaanvraag (WO2020/128687 A1 van 25/6/2020) beschrijft ArcelorMittal hoe hyperspectrale beeldvorming wordt ingezet voor een nauwkeurigere en volledigere meting van de kristalliniteit van een polymeercoating. Bestaande methodes op basis van Raman-spectroscopie of infraroodspectroscopie schieten te kort omdat ze de kristalliniteit in slechts één enkel punt over de breedte van het substraat meten. De afstand waarmee deze punten in de lengterichting uiteen liggen is afhankelijk van de snelheid waarmee het substraat onder de meetopstelling passeert en de acquisitietijd van de gebruikte methode, die voor Raman-spectroscopie kan oplopen tot meerdere seconden. Met hyperspectrale beeldvorming is het mogelijk om de kristalliniteit van de coating over de volledige breedte van het substraat op te meten aan een hoge acquisitiesnelheid. Een bijkomende tekortkoming van Raman-spectroscopie is de krachtige lichtbron die de coating lokaal kan opwarmen en aantasten door de vorming van de kristallijne fase te bevorderen.

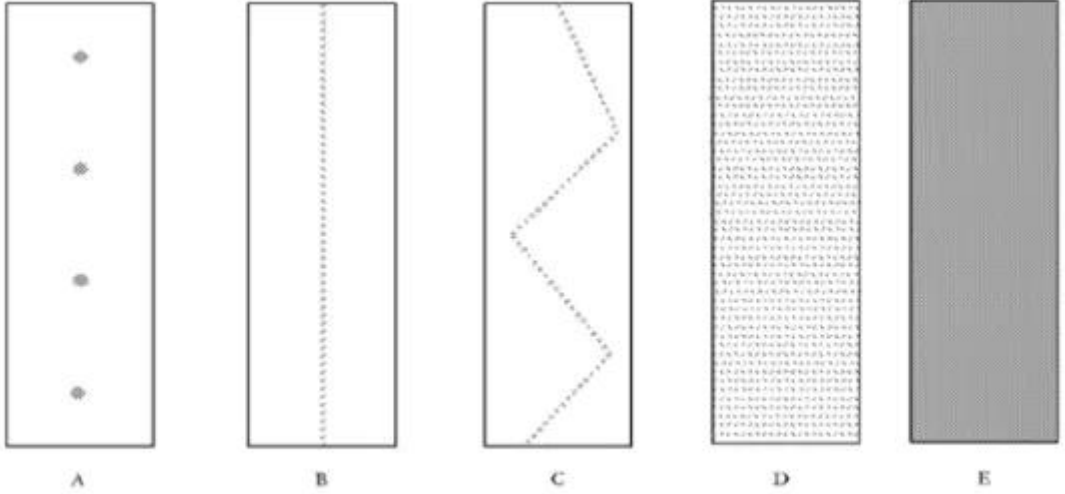

FIGURE 1

Figuur 1 (bron: WO2020/128687 A1) illustreert de afstand tussen twee opeenvolgende meetpunten.

- A: Raman-spectroscopie, lange acquisitietijd
- B en C: infraroodspectroscopie

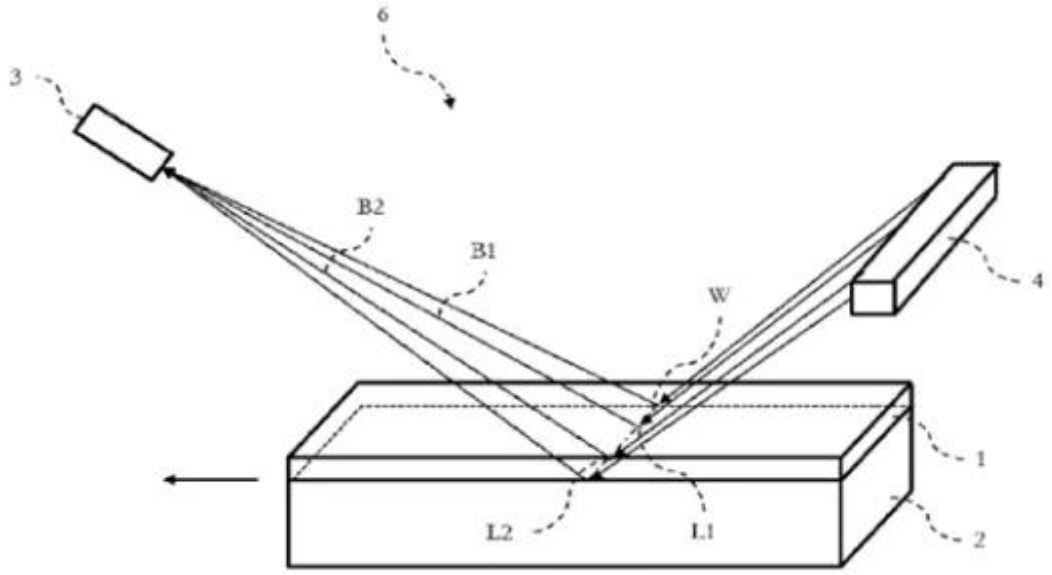

FIGURE 2

Figuur 2 (bron: WO2020/128687 A1) toont een meetopstelling op basis van hyperspectrale beeldvorming, waarmee het substraat dat onder de opstelling passeert over de volledige breedte in beeld wordt gebracht en dus de kwaliteit van de coating over het hele oppervlak wordt gemonitord.

- 1: coating
- 2: metalen substraat
- 3: hyperspectraalcamera
- 4: polychromatische lichtbron

De methode waarmee ArcelorMittal de kristalliniteit van de coating bepaalt, bestaat erin twee specifieke (groepen van) golflengtes te identificeren: een eerste golflengte waarvoor de gemeten intensiteit niet afhankelijk is van de kristalliniteit van de coating, en een tweede golflengte waarvoor de gemeten intensiteit sterk afhankelijk is van de kristalliniteit. Figuur 3 (bron: WO2020/128687 A1) geeft de intensiteitscurves in functie van de golflengte weer voor twee verschillende coatings, de ene 100% kristallijn (volle lijn) en de andere 100% amorf (onderbroken lijn). Uit de spectra blijkt dat

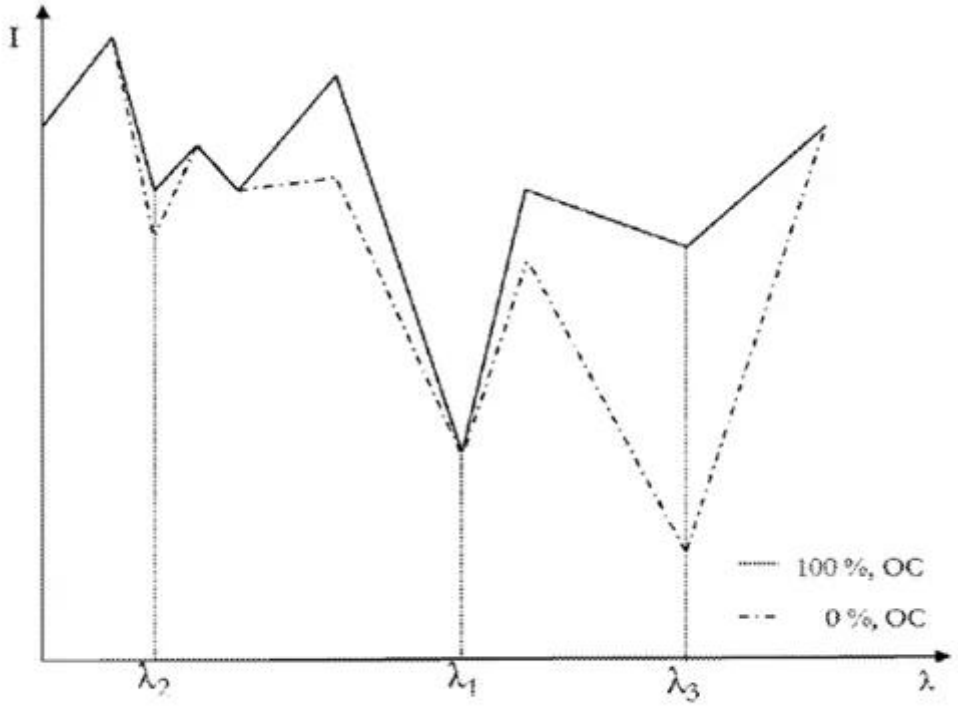

Figure 3

Een meting in een industriële omgeving gebeurt zelden in optimale omstandigheden en moet robuust zijn voor veranderingen in lichtinval, luchtvochtigheid en vibraties. Door te werken met een ratio tussen intensiteiten op twee verschillende golflengtes, waarvan één ongevoelig is voor de kristalliniteit, wordt de impact van externe omstandigheden op het meetresultaat geminimaliseerd. Figuur 6 (bron: WO2020/128687 A1) toont hoe de verhouding van de gemeten intensiteiten voor golflengtes lambda3 en lambda1 een maat is voor de kristalliniteit van de coating.

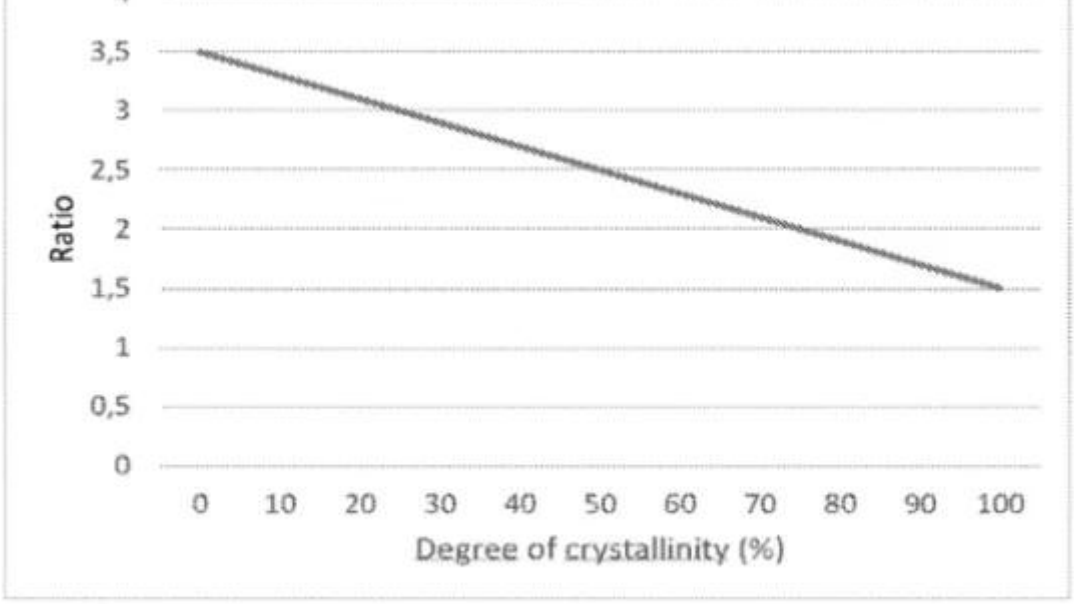

Figure 6

Belang van infrarood en meethoek

Voor de kristalliniteitsmeting van een pet-coating maakt ArcelorMittal in haar octrooiaanvraag gebruik van een infraroodlichtbron (700 nm tot 0,1 mm), en stelt vast dat vooral golflengtes tussen 10,3 tot 10,7 µm sterk gevoelig zijn voor variaties in kristalliniteit. Golflengtes tussen 9,5 en 9,7 µm daarentegen blijken hiervoor nagenoeg ongevoelig te zijn en kunnen dus een referentie vormen om de meting robuust te maken voor de meetomstandigheden.

Tenslotte stelt ArcelorMittal ook vast dat de hoek waarmee de hyperspectraalcamera op het metalen substraat is gericht, een belangrijke rol speelt voor een correcte meting. Hoe schuiner de hyperspectraalcamera op het metalen substraat is gericht, des te langer de weg is die de lichtstraal aflegt door de coating, waardoor intensiteitsverschillen beter meetbaar worden. Anderzijds worden metingen met een te schuin opgestelde camera gevoelig voor trillingen in het substraat. Een opstelling onder een hoek van 45° blijkt een goed compromis voor het bekomen van een goed meetbaar intensiteitsverschil met een beperkte invloed van vibraties.

Wilt u meer weten over de mogelijkheden van hyperspectrale beeldvorming voor uw toepassing? Sirris kan u ondersteunen bij een studie naar de haalbaarheid van een visie-oplossing op basis van hyperspectrale beeldvorming.

Bron

WO2020/128687 A1 (ArcelorMittal, 25/06/2020): Measure of the degree of crystallinity of a polymer coating on a metal substrate

De Octrooicel van Sirris wordt gesteund door de FOD Economie

Auteurs

Frank Van den Broek