

## FLOWREGELING BIJ DE PRODUCTIE VAN FOTOVOLTAÏSCHE (PV) ZONNECELLEN

**Het productieproces voor fotovoltaïsche (PV) zonnecellen - cellen die zonlicht omzetten in elektriciteit - bestaat uit vele stappen zoals het reinigen en etsen van siliciumwafers, of afzetting van lagen met behulp van fysische of chemische dampdepositietechnieken (PVD/CVD).**

Machines voor de productie van fotovoltaïsche zonnecellen bestaan uit een opeenvolging van proceskamers waar de productiestappen onder gecontroleerde omstandigheden plaatsvinden, met daartussen slotkamers. Elk van deze stappen omvat de levering van gasvormige of vloeibare chemische verbindingen. Voor een bedrijf dat elke week twee tot drie van dergelijke machines bouwt, werd Bronkhorst gevraagd om massaflow-apparaten te leveren.



---

### Applicatie-eisen

Elk van de fotovoltaïsche zonnecelproductiemachines bestaat uit in totaal maximaal tien vacuüm-proceskamers, die gebruik maken van enkele tientallen massastroomregelaars voor de levering van gassen, vloeistoffen en dampen. Voor deze toepassing is het noodzakelijk dat de flowmeters precies 500 of 1000 sccm - of elke gewenste waarde - leveren, maar het is essentieel dat dit elke dag opnieuw gebeurt. Herhaalbaarheid is dus even belangrijk als nauwkeurigheid.

### Belangrijke onderwerpen

- Nauwkeurige toevoer van gassen, vloeistoffen en dampen
  - Herhaalbaarheid
  - Enkelvoudige massflowregelaars voor meerdere gassen
-

## Procesoplossing

Bronkhorst leverde massflowregelaars voor de nauwkeurige en reproduceerbare toevoer van gassen, dampen en vloeistoffen. Bronkhorst EL-FLOW Select thermische massflowregelaars worden hier gebruikt voor de gasvoorziening. In het geval van vloeistoffen worden de meeste ervan verdampt tot dampen door middel van een CEM (Controlled Evaporation & Mixing) systeem om aan het oppervlak van substraten te reageren in plasmaverbeterde chemische dampdepositie (PE-CVD) processen. Het CEM-systeem bestaat uit een (thermische of Coriolis-) vloeistofflowregelaar (bv. LIQUI-FLOW of mini CORI-FLOW), een massflowregelaar voor draaggas (bv. EL-FLOW Select) en een temperatuur gecontroleerde mixing en evaporation device.

De Bronkhorst flow devices worden hier gebruikt voor het aanbrengen van lagen op kristallijn silicium wafers in traditionele silicium-zonnecellen, maar ook voor de productie van dunne lagen als componenten van tweede generatie amorf-silicium-gebaseerde dunne-film zonnecellen op flexibele substraten.

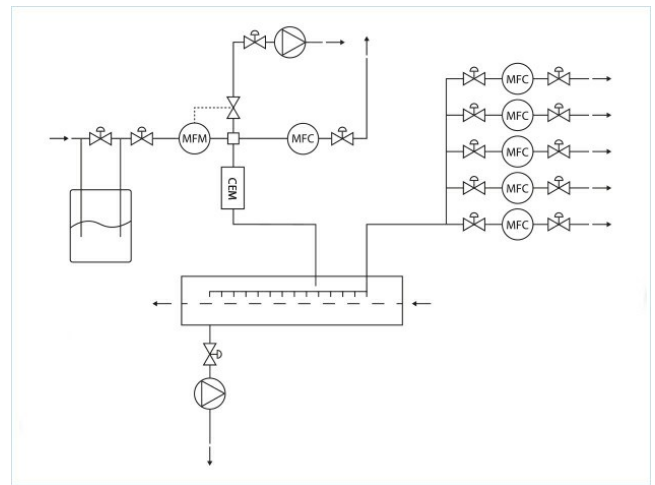
Laten we wat dieper in het proces duiken met een voorbeeld hoe we een 'p-n junction' kunnen aanbrengen op een flexibel substraat, dat een essentieel onderdeel is van de fotovoltaïsche (PV) zonnecel om zonlicht om te zetten in elektronen. Twee siliciumlagen met verschillende doteringsmiddelen moeten over elkaar worden aangebracht in aparte proceskamers. In dit geval is het procesmedium silaan ( $\text{SiH}_4$ ) en waterstof ( $\text{H}_2$ ) met een spoorgas, namelijk fosfine ( $\text{PH}_3$ ) voor de n-gedoteerde laag en diboraan ( $\text{B}_2\text{H}_6$ ) voor de p-gedoteerde laag. Om de vacuümproceskamers tussen de depositiestappen met behulp van een plasma te reinigen, wordt gasvormig  $\text{NF}_3$  toegevoegd.

Een kenmerk van de EL-FLOW Select thermische massflow apparaten is dat ze kunnen worden voorzien van meerdere (~5) kalibratiecurves voor verschillende gassen, wat het voordeel heeft dat een relatief laag aantal van deze massflowregelaars kan worden gebruikt - elk voor gassen die enigszins vergelijkbaar zijn. Dit efficiënte gebruik van apparaten leidt tot kostenreductie.

Deze apparaten zijn ook geschikt om te worden toegepast in aangrenzende toepassingsgebieden die gebruik maken van vacuümtechnologie, zoals de semiconductor industrie en voor de productie van lichtgevende diodes (LED's) voor displays en verlichting.

### Gerelateerde applicatiebeschrijving

Dunne aluminiumoxidepassivatielagen voor hoogrendementszonnecellen



Flow schema

## Aanbevolen producten



**EL-FLOW SELECT F-201CV**

Min. flow 0,16...8 mln/min  
Max. flow 0,5...25 ln/min  
Drukklasse 64 bar  
Compact design  
Hoge nauwkeurigheid en herhaalbaarheid



**CEM EVAPORATOR W-202A**

Max. 120 g/h vloeistof;  
Max. 10 lln/min gas  
Drukklasse 100 bar  
Zeer stabiele dampstroom  
Flexibele gas/vloeistofverhouding



**LIQUI-FLOW™ L13**

Min. flow 0,25 ... 5 g/h  
Max. flow 5 ... 100 g/h  
Pressure rating 100 bar  
Compact, IP40 design  
Analog, RS232 or fieldbus I/O



**MINI CORI-FLOW™ M12**

Min. flow 0,1...5 g/h  
Max. flow 2...200 g/h  
Drukklasse 200 bar  
Onafhankelijk van  
vloeistofeigenschappen  
Hoge nauwkeurigheid



**BRONKHORST NEDERLAND**

Lunet 10c

3905 NW Veenendaal

Tel. +31 (0)318 55 12 80

[info@bronkhorst.nl](mailto:info@bronkhorst.nl)