

RF-ENERGIE: OPSCHUDDING IN DE INDUSTRIËLE VERWARMINGSMARKT

Halfgeleidertechnologie biedt innovatieve mogelijkheden om bijvoorbeeld te koken of industrieel te verwarmen met rf. Bruco Integrated Circuits deelt zijn ervaringen.

Victor Torres

Miguel Hernández Bertó

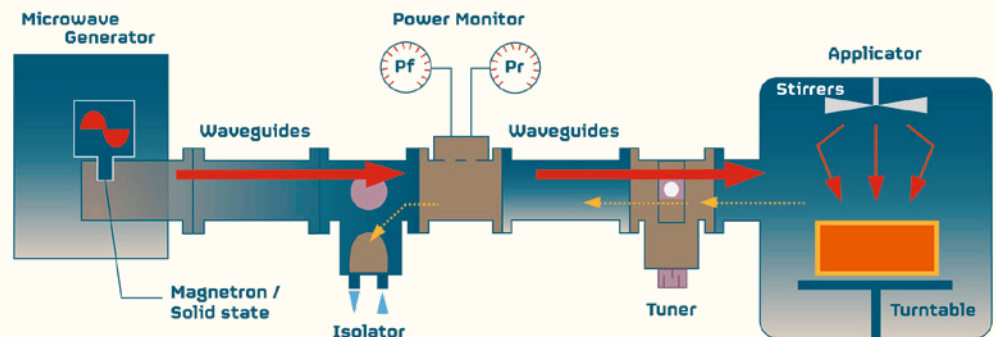
Erik Moddejonge

Martijn Brethouwer

Verwarming met microgolven is een bekend proces waarbij elektromagnetische energie in een materiaal wordt omgezet in warmte. Dit proces gebruikt verschillende ism-frequentiebanden (*industrial, scientific* en *medical*): 27 MHz, 41 MHz, 433 MHz, 915 MHz, 2,4 GHz en 5,8 GHz. Afhankelijk van het volume van het materiaal, de penetratiediepte en de lokale beschikbaarheid van frequenties wordt de meest gunstige band gekozen. De economisch meest verantwoorde en meest gebruikte is 2,4 GHz. In die band vinden we wereldwijd veel industriële en commerciële toepassingen, bijvoorbeeld huishoudelijke magnetronovens.

Bij conventionele convectieverwarming gaat de warmte van molecuul naar molecuul van buiten naar binnen. Mogelijk gevolg is oververhitting aan de buitenkant van het materiaal. Bij verwarming met microgolven is er continu interactie tussen de microgolven en de materiaaldipolen (het water). Hierdoor warmt het materiaal gelijkmatig op, in plaats van voornamelijk aan de buitenkant.

Andere grote voordelen van microgolven zijn de snelle warmteoverdracht, de mogelijkheid tot selectieve verwarming en de compactheid van de apparatuur. Uiteraard is het hele proces vrij van verbrandingsproducten. Groot nadeel is het niet te onderschatten gevaar van microgolfstraling. Voor de ontwikkeling en



het gebruik van de apparatuur gelden daarom strikte regels.

Generator en applicator

Een microgolfsysteem bestaat uit twee hoofdonderdelen: de microgolfgenerator en de applicator. De applicator is het compartiment waar het materiaal wordt verwarmd door blootstelling aan intense microgolven en waar eventueel additionele procesmethodieken zoals stoom en hete lucht zijn toe te dienen. Bij dit compartiment houdt de keten doorgaans op. Vanwege de complexe eisen die de verschillende toepassingen stellen, is de applicator vaak ook het onderdeel waar de expertise en het

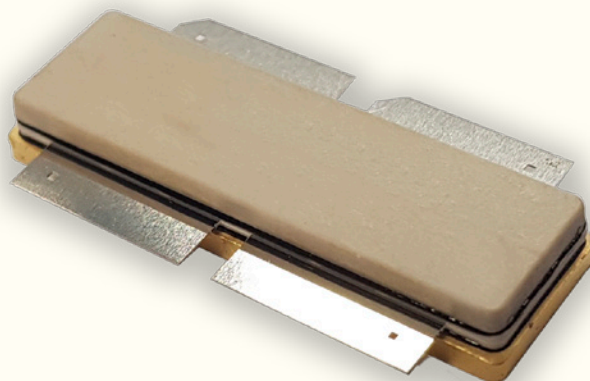
intellectueel eigendom van de toeleverancier het verschil maken.

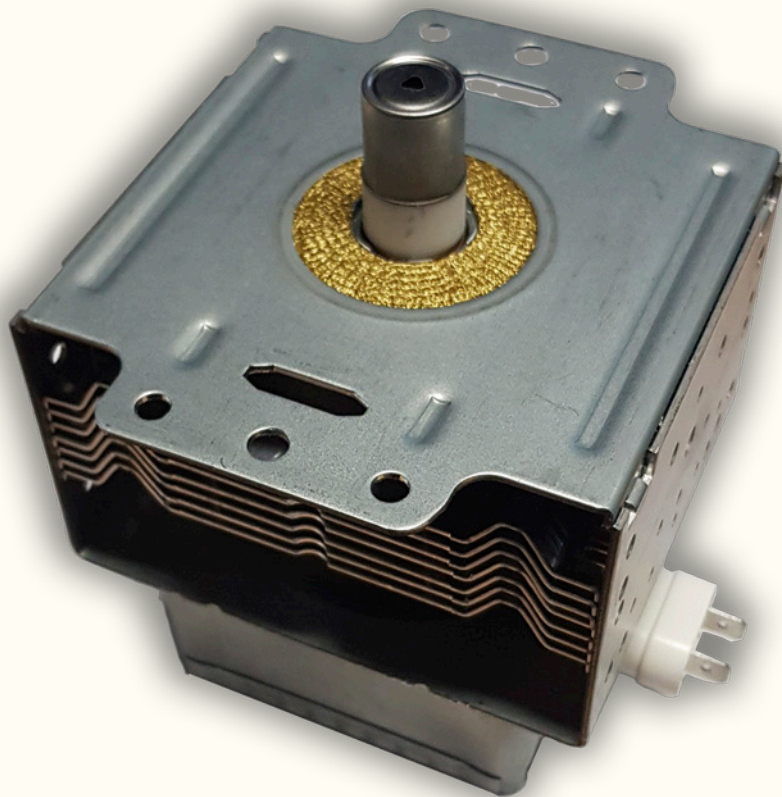
Tussen de generator en de applicator vinden we meestal nog een isolator en een tuner. De isolator voorkomt dat de generator defect raakt door gereflecteerde microgolfenergie vanuit het compartiment. De tuner zorgt voor een zo efficiënt mogelijke energieoverdracht tussen generator en applicator. De afstemming van dit element gaat geheel automatisch.

Als generator wordt traditioneel een magnetronbuis gebruikt: een krachtige vacuümbuis die zelf als microgolfoscillator functioneert. In de uit verschillende keramische en metalen componenten opgebouwde buis wordt een resonerend elektromagnetisch veld opgewekt met een vaste frequentie. Het opgewekte hoge vermogen wordt vervolgens naar de uitgang geleid. In het algemeen kunnen vacuümbuizen overvloedige hoeveelheden energie genereren in een relatief kleine fysieke ruimte.

Het modernere alternatief is om microgolven te versterken met halfgeleiders: een hele serie transistoren wordt parallel geschakeld en hun

Het modernere alternatief is om microgolven te versterken met halfgeleiders.





outputs worden gebundeld in één netwerk om hogere vermogensniveaus te bereiken. De resultaten hangen af van de eigenschappen van de transistoren en van de efficiëntie waarmee de bronnen worden gecombineerd. De karakteristieken van de gebruikte transistortechnologie, zoals de defectdichtheid, de draaggolfmobiliteit en de warmtegeleiding, bepalen de werkfrequentie en het te bereiken vermogen. Voor elk materiaal geldt als vuistregel dat het outputvermogen van een transistor omgekeerd evenredig is met het kwadraat van de werkfrequentie.

Voors en tegens

Beide opties voor de microgolfgenerator hebben hun voors en tegens. Magnetronbuizen hebben de voordelen van elektronentransport in een vacuüm: breedbandig, efficiënt, stralingshard en thermisch robuust. Ze genieten de voorkeur voor toepassingen die zowel een hogere frequentie als een hoger vermogen vereisen.

Halfgeleider technologie heeft als belangrijke voordelen een grotere betrouwbaarheid en een betere efficiëntie en bandbreedte bij lagere frequenties en vermogens. Daarnaast

Als microgolfgenerator wordt traditioneel een magnetronbuis gebruikt.

bieden halfgeleiderversterkers betere mogelijkheden om fase, frequentie en vermogen te sturen. Dit geeft een betere systeemefficiëntie bij specifieke verwarmingsprocessen, waardoor het toepassingsgebied van halfgeleider technologie langzaam groeit.

Voor actieve microgolffcomponenten verschuift de voorkeur geleidelijk van magnetronbuizen naar halfgeleideroplossingen. Dit komt mede door de nieuwe ontwikkelingen op geïntegreerd circuit- en componentniveau. In de broadcast-industrie zien we het gebruik van vacuümbuizen bijvoorbeeld jaar na jaar afnemen en steeds meer zenders overgaan naar halfgeleiders.

In industriële toepassingen met zeer hoge vermogens en hoge fre-

quenties zijn er echter nog steeds mogelijkheden voor vacuümbuizen. De enorme hoeveelheid benodigde energie is alleen te genereren in een goedkope en ruimtebesparende buis. Bij een alternatieve oplossing met halfgeleiders zouden er een heleboel kleine versterkermodule moeten worden gecombineerd, wat leidt tot een onbetaalbare oplossing.

Grote doorbraak

De wereld van de microgolferwarming staat aan de vooravond van een grote doorbraak. Nu halfgeleiders net zo veel vermogen kunnen leveren als de traditionele magnetronbuizen, is energie op een veel beter controleerbare manier over te dragen. Dat biedt gebruikers innovatieve mogelijkheden om bijvoorbeeld te koken of industrieel te verwarmen met rf.

Er komen steeds meer zeer goede halfgeleiderproducten op de markt waarmee fase, frequentie en vermogen nauwkeurig zijn te controleren. Toeleveranciers zoals Bruco werken aan nieuwe mogelijkheden om de isolator en de powermonitor te integreren in de generator en om de tuner overbodig te maken. Hierdoor wordt het systeem veel efficiënter, compacter en betrouwbaarder dan met de gangbare magnetronbuizen.

Er is echter geen universele oplossing voor alle toepassingen; er is nog steeds ruimte voor zowel de magnetronbuis als de halfgeleider. Bij de keuze voor een technologie en de ontwikkeling van een oplossing spelen vele factoren een rol. Kritieke factor is een goed begrip van de specifieke vereisten van de toepassing. Alleen gekwalificeerde professionals kunnen de beste oplossing bieden.

Victor Torres is businessdevelopmentmanager bij Bruco Integrated Circuits. Miguel Hernández Bertó en Erik Moddejonge werken als applicatie-engineer voor rf-energie bij het ingenieursbedrijf. Martijn Brethouwer ontwerpt er vermogensversterkers voor telecomtoepassingen.

Redactie Nieke Roos



Benelux RF Conference

28 november spreekt Martijn Brethouwer van Bruco Integrated Circuits op de Benelux RF Conference over nieuwe toepassingen van rf-energie.

beneluxrf.com