

Voor- en nadelen van Electro Chemical Machining

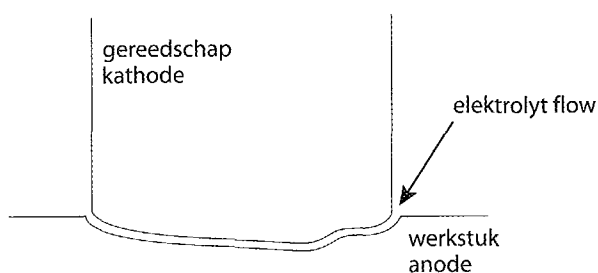
Elektrochemisch bewerken van materialen (Electro Chemical Machining of ECM) is een relatief nieuwe methode voor materiaalverwijdering. Op de TU/e is onderzoek gedaan naar de haalbaarheid en het nut van deze methode, naar aanleiding waarvan een complete ECM machine is ontworpen en vervaardigd.

• *mw. ing. J.J.A. Zeebregts Msc¹* •

Electro chemical machining is gebaseerd op het principe van het anodisch oplossen van metalen en heeft een aantal voordelen ten opzichte van andere bewerkingsmethoden. Een gereedschap (de kathode), de voedingsrichting daarvan en een elektrolyt zorgen ervoor dat het gereedschap als het ware afgedrukt wordt in het werkstuk (de anode). Het hele proces is als bewerkingsmethode enigszins te vergelijken met zmkvonken, waarbij een elektrode ook in het werkstuk wordt 'afgedrukt'.

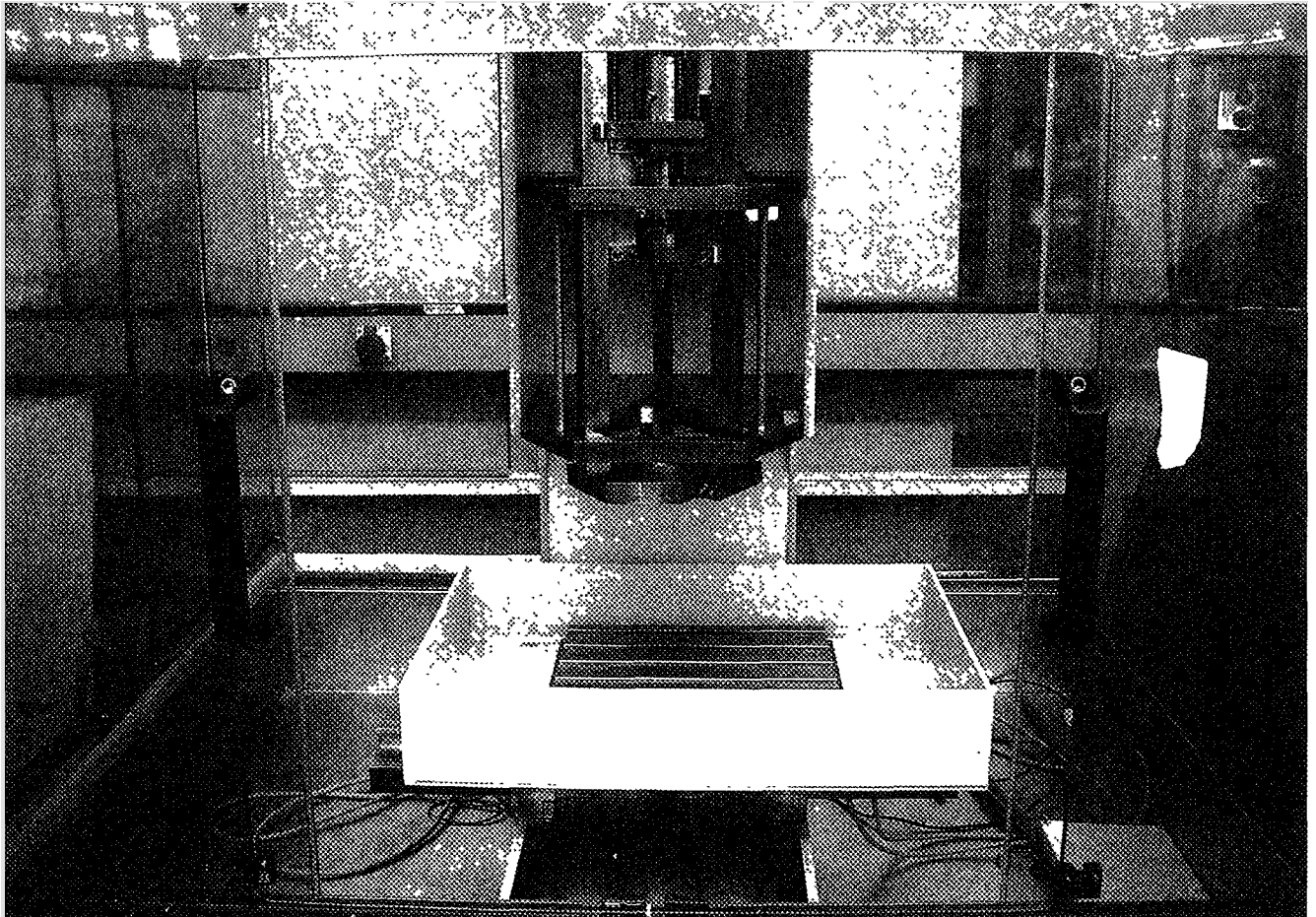
Om nauwkeurigheid en snelle materiaalafname te realiseren, wordt meestal gewerkt met hoge stroomdichtheden in de orde van $10 - 100 \text{ A/cm}^2$ bij een relatief lage spanning, meestal tussen de $8 - 30 \text{ Volt}$. De bewerkingspleet tussen het werkstuk en het gereedschap wordt constant gehouden

($< 0,1 \text{ mm}$) door het gereedschap in de bewerkingsrichting te bewegen met een voeding, die varieert tussen de 0.1 en 20



Afbeelding 1.

¹ Technische Universiteit Eindhoven (TU/e)



Afbeelding 2

mm/min. De bewerkingsnelheid hangt af van de oplosbaarheid van de materialen (die chemisch bepaald is). Afvalstoffen, zoals het opgeloste materiaal, de bij het proces ontwikkelde gassen en warmte, worden afgevoerd door het elektrolyt. Het elektrolyt wordt met hoge snelheid door de bewerkingspleet gepompt.

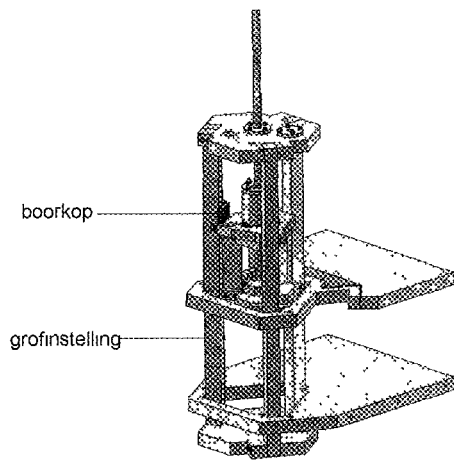
Het verspaand volume is niet afhankelijk van de hardheid, taaiheid of andere mechanische eigenschappen van het materiaal, maar van de chemische bestendigheid.

De gereedschapsslijtage is nihil en er is geen mechanisch contact tussen het gereedschap en het werkstuk. Deze manier van bewerken is daardoor bij uitstek geschikt voor bijvoorbeeld dunwandige en/of extreem harde materialen of materialen die bij andere verspanende technieken gemakkelijk oppervlaktescheuren kunnen krijgen

In voorkomende gevallen kan het ECM-proces het aantal bewerkingen aan een werkstuk drastisch beperken omdat

het gereedschap eenvoudig in het oppervlak wordt gekoepied, zodat heel gemakkelijk (en braamvrij) ingewikkelde vormen in werkstukken kunnen worden gezonken. ECM is in principe niet gevoelig voor oppervlakteonzuiverheden. De kwaliteit van het bewerkte oppervlak is vaak veel beter dan dat van eenzelfde werkstuk dat met andere verspanende technieken is gemaakt. Omdat het materiaal oplost, levert de bewerking geen oppervlaktetensionen op en is er ook geen sprake van een zogenoemde 'witte laag' die vaak na zinkvonken aanwezig is.

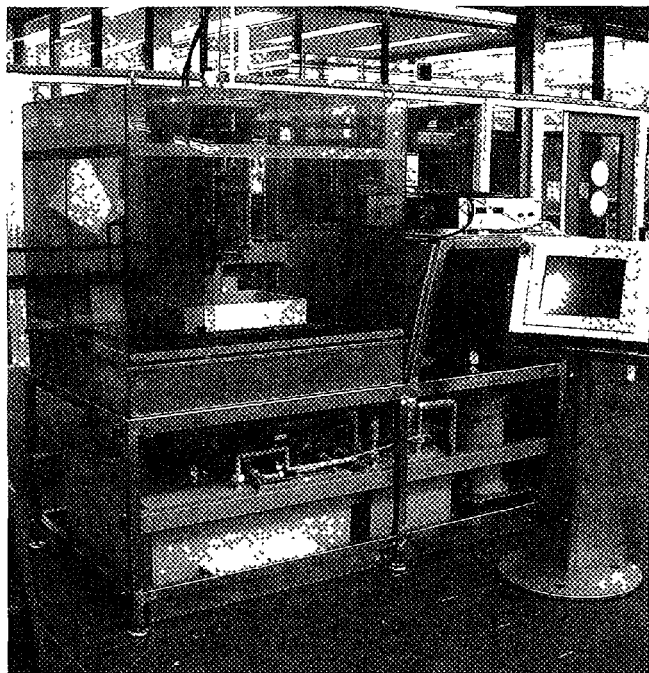
Wie nu denkt dat ECM de bewerkingsmethode bij uitstek is, heeft het toch mis. Er kleven zeker nadelen aan het proces. Werkstukken vervaardigen met hoge nauwkeurigheid is erg moeilijk omdat het ECM-proces bijna niet te beperken is tot de te bewerken zone. Er zijn onderzoeken gedaan naar het anodisch oplossen van materialen waarbij het plaatselijk aanpassen van de vorm van de kathode, om de nauwkeurigheid van het proces te verhogen, een punt van aandacht is geweest.



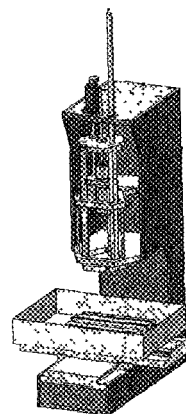
Afbeelding 3

Een ander nadeel van dit proces is de belasting voor het milieu; het elektrolyt met de daarin opgeloste metalen, moet sowieso op een milieuvriendelijke manier worden afgebroken of geregenereerd.

Bij de Gemeenschappelijk Technische Dienst van de Technische Universiteit Eindhoven is onderzoek gedaan naar de haalbaarheid en het nut van het electro-chemisch bewerken van materialen, naar aanleiding waarvan een complete ECM machine is ontworpen en vervaardigd.



Afbeelding 5



Afbeelding 4

De voordelen van ECM ten opzichte van het zinkvonken liggen vooral op het vlak van de gunstige lengte-/diameter verhouding van de te boren gaten. De machine is specifiek ontworpen voor het boren van kleine gaten (tot $\text{\O} 5\text{mm}$) met een maximale slag van 200 mm diep.

Het anodisch oplossen van metalen is moeilijk te beperken tot de werkstukken alleen. Bij de materiaalkeuze van het ontwerp van de machine is daarmee rekening gehouden. De gehele machine is opgebouwd uit titaan en glasvezel-versterkte kunststof. Het metaal titaan wordt bij het ECM-proces vaak toegepast als kathodemateriaal omdat het resistent is tegen de anodische reactie.

Het ontwerp van de machine is gebaseerd op het statisch bepaald construeren. De hoofdgedachte hierachter is dat een lichaam geheel bepaald vastligt ten opzichte van een ander lichaam als de 6 graden van vrijheid zijn vastgelegd. Als het lichaam statisch overbepaald is vastgelegd (1 van de 6 graden is bijvoorbeeld tweemaal vastgelegd), dan zijn invloeden van onder andere montage en of thermische spanningen niet meer te beheersen. Dit leidt tot verminderde nauwkeurigheid van de constructie.

De boorbeweging is onderverdeeld in een grofinstelling en een boorbeweging in dezelfde richting waarbij de boorkop door de grofinstelling heen beweegt.

De elektrolytcirculatie is een geheel gesloten circuit dat in de machine is geïntegreerd. De hele machine is omkast en aangesloten op een afzuiginstallatie, waardoor de omgeving geen nadelige invloeden ondervindt van het elektrolyt.