

# Bundelmanipulatie met glasvezels bij laserlassen\*

Dr. C.J. Nonhof en ing. G.J.A.M. Notenboom; Centrum voor Fabricagetechnieken (C.F.T.), Nederlandse Philips Bedrijven BV, Eindhoven

In het Centrum voor Fabricagetechnieken (CFT) te Eindhoven is een methode voor bundelmanipulatie bij laserlassen ontwikkeld, waarbij de laserbundel van de laser naar het werkstuk geleid wordt door glasvezels. Voor we wat uitgebreider ingaan op deze nieuwe methode, zullen we nu eerst het weerstand-puntlassen vergelijken met het laser-puntlassen en vervolgens iets zeggen over de conventionele methode voor bundelmanipulatie.

Voor het, in grote aantallen, aan elkaar bevestigen van lichte metalen onderdelen wordt veel gebruik gemaakt van het weerstand-puntlassen [1]. Bij deze methode worden de onderdelen door twee, min of meer puntvormige elektroden, opeen gedrukt, waarna het materiaal door stroomdoorgang wordt verhit. Door de grotere overgangswaerstand is de verhitting het sterkst daar waar de te lassen delen elkaar raken: het metaal smelt, en na afkoeling ontstaat een sterke las.

Een nadeel van het puntlassen is dat er, door de vrij grote drukkrachten, vervorming kan optreden van de onderdelen. Vooral bij lichte onderdelen die met grote nauwkeurigheid aan elkaar moeten worden bevestigd, kan dit tot complicaties leiden. Dit is bijvoorbeeld het geval bij het monteren van elektronenkanonnen voor kleurentelevisiebeeldbuizen of koppen voor bandopneemapparatuur.

Een lasmethode die dit nadeel niet heeft is het laserpuntlassen. Bij deze methode wordt de verhitting van het materiaal teweeg gebracht door een gefocuseerde laserbundel (we komen hier later op terug).

Het laserlassen heeft ten opzichte van het weerstandlassen een aantal voordelen.

- De te lassen onderdelen worden bij het lassen niet samengedrukt en vervormen daardoor dus ook niet.
- De voor slijtage gevoelige laselektroden ontbreken, zodat men doorgaans veel minder onderhoud hoeft te plegen en aldus de machinestilstand kan beperken. (Met laselektroden kan men ca. 5000 verbindingen maken voordat zij moeten worden vervangen; een laserpuntlasinstallatie kan zonder onderhoud ca.  $10^6$  verbindingen maken).
- De las kwaliteit is beter dan bij weerstandlassen.

- De laserbundel kan plaatsen bereiken die voor laselektroden niet toegankelijk zijn.
- De te lassen materialen behoeven niet elektrisch geleidend te zijn.

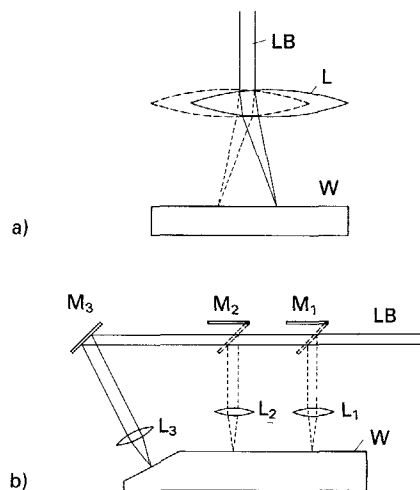
Het laserlassen heeft echter als nadelen dat de investeringskosten hoog zijn, en dat de onderdelen nauwkeurig ten opzichte van elkaar en ten opzichte van de laserbundel moeten worden gepositioneerd.

Voor het laser-puntlassen gebruikt men veelal een Nd:YAG-laser, die een golflengte heeft van  $1,06 \mu\text{m}$ . De uittrekkende bundel bestaat uit lichtpulsen waarvan men de energie-inhoud, pulsduur en herhalingsfrequentie kan regelen. Men gebruikt veelal pulsen met een duur van 3 tot 10 ms en een herhalingsfrequentie tot 100 Hz. De energie-inhoud van een puls bedraagt 2 tot 15 J.

Voor een efficiënte massafabricage is het van groot belang hoe de laserbundel naar de lasplaats wordt gestuurd. De eenvoudigste oplossing is schematisch weergegeven in figuur 1a. De laserbundel wordt hier door een lens direct op het werkstuk gefocuseerd. Een kleine verplaatsing van het focus (het laspunt) kan men bereiken door de lens loodrecht ten opzichte van de bundel te verschuiven; deze mogelijkheid is gestippeld in figuur 1a aangegeven. Wil men meer dan één las per onderdeel maken, dan heeft men verschillende mogelijkheden. Men kan het werkstuk na iedere las zodanig verplaatsen dat een volgende las gemaakt kan worden. Dit leidt echter al gauw tot een gecompliceerde opstelling - men heeft immers voor de verplaatsing zes vrijheidsgraden. Bovendien is het gedurig verplaatsen van het werkstuk nogal tijdrovend. Een andere oplossing is het installeren van evenveel lasers als er lassen per werkstuk gemaakt moeten worden. Dit vereist echter zeer hoge investeringen. Een ander nadeel van deze beide

mogelijke oplossingen is, dat de opstellingen niet snel aangepast kunnen worden aan een ander produkt.

Een andere oplossing is het zodanig manipuleren met de laserbundel dat verscheidene lasplaatsen op het werkstuk met één laserbundel bereikt kunnen worden. Men kan hierbij denken aan allerlei combinaties van wegklapbare of halfdoorlatende spiegels; zie figuur 1b. Ook dit soort opstellingen kan echter niet snel worden aangepast aan een nieuw produkt.



Figuur 1 Het focuseren van de laserbundel op het werkstuk.

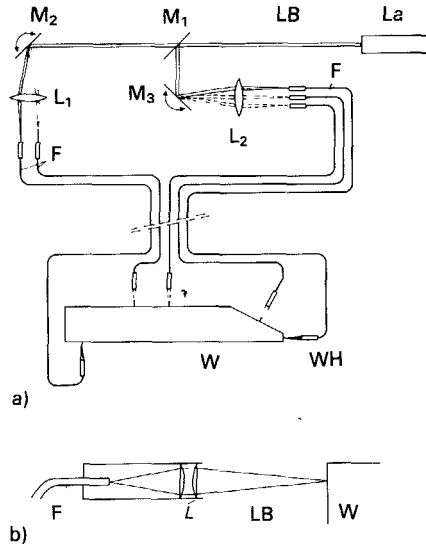
a) Het eenvoudigste geval. LB laserbundel L lens. W werkstuk. Een kleine verplaatsing van het focus is te bereiken door de lens te verplaatsen (gestippeld)

b) Voorbeeld van het maken van meer dan één las op hetzelfde werkstuk.  $M_{1,3}$  spiegels, al dan niet wegklapbaar. Overige aanduidingen als bij (a). Het aanpassen van de opstelling aan een werkstuk met een andere vorm is echter niet zo eenvoudig.

\* Dit artikel is eerder geplaatst in Philips Technisch Tijdschrift 42, nr 8/9, 271-273, nov 1985.

In het CFT wordt nu gewerkt aan een betere oplossing waarbij gebruik wordt gemaakt van glasvezels. Met behulp van numeriek bestuurd spiegels en enkele lenzen wordt de laserbundel verdeeld en gefocuseerd op een aantal glasvezels; zie figuur 2a. Deze glasvezels bestaan uit een kern van kwartsglas (met een diameter van 600  $\mu\text{m}$ ) met daaromheen een mantel met een lagere brekingsindex en een kunststof bescherm laag.

De laserbundel kan zich door de kern voortplanten door volledige reflectie aan de mantel. Met deze glasvezels kan de laserbundel zonder noemenswaardige verliezen over grote afstanden (tot ca. 100 m) getransporteerd worden. Aan het uiteinde van elke glasvezel bevindt zich een "laskop" met een lens die de uit de glasvezel tredende laserbundel op het werkstuk focuseert; zie figuur 2b. De totale optische verliezen bedragen ongeveer 15%; hierbij komt 8% voor rekening van de in- en uitkoppelverliezen van de glasvezel (tweemaal de glas/lucht-overgang). De resterende 7% verlies is te wijten aan ongewenste reflecties en absorptie aan de overige optische componenten. Door de bescheiden afmetingen van de las-



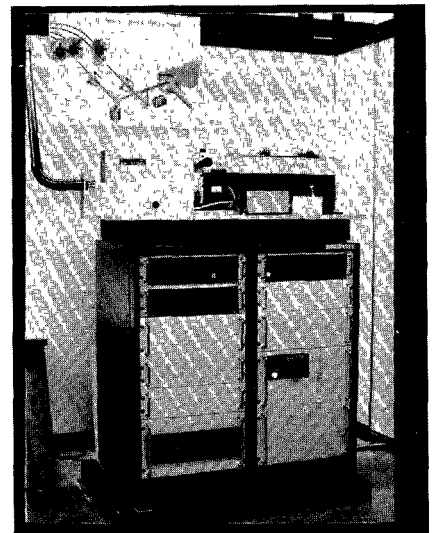
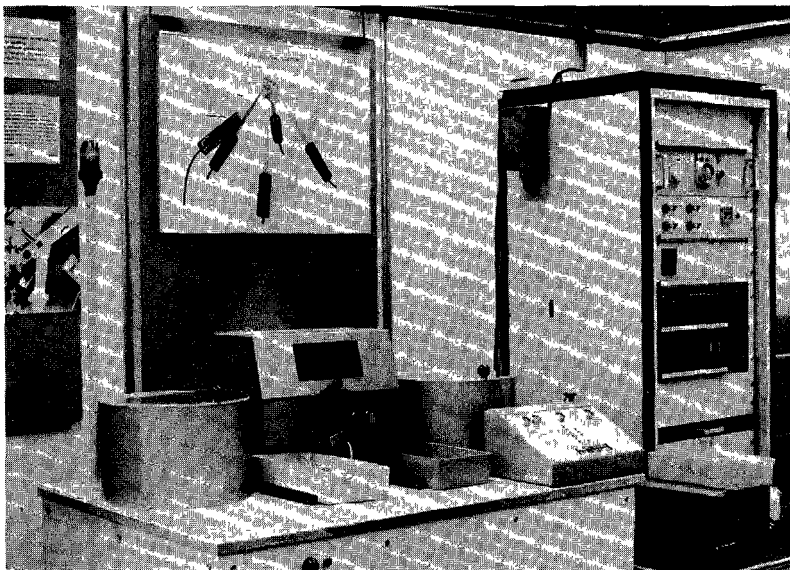
Figuur 2 a) Schematische voorstelling van bundelmanipulatie met glasvezels. La Nd-YAG-laser.  $M_1$  halfdoorlatende spiegel.  $M_2, M_3$  numeriek bestuurd spiegels, met (in het getekende geval) resp. 2 en 3 verschillende standen  $L_1, L_2$  lenzen die de gesplitste laserbundel focuseren op de glasvezels. F, WH aan de glasvezels bevestigde laskoppen, die de laserbundel focuseren op het werkstuk W. Door de buigzaamheid van de glasvezels is het werkstuk eenvoudig van alle kanten te bereiken.

b) Schematische voorstelling van de laskop. De uit de glasvezels F tredende laserbundel LB wordt door een tweetal lenzen L gecollimeerd en gefocuseerd op het werkstuk W

kop (lengte ca. 150 mm, diameter ca. 25 mm) en door de lengte en buigzaamheid van de glasvezels ontstaat een zeer veelzijdige opstelling die snel eenvoudig aangepast kan worden aan nieuwe produkten.

Figuur 3 laat een industriële uitvoering van het apparaat zien, die nu is opgesteld in de Philips-vestiging in Sittard.

Op de rechterfoto zien we onder andere een grote witte "doos" waarin de laserbundel wordt gesplitst en verdeeld over de glasvezels, die verder lopen door de zwarte buis links op de foto. Op de linkerfoto zien we in het midden van de tafel de ongeveer rechthoekige afscherming waarbinnen zich het eigenlijke laser-puntlassen afspeelt.



Figuur 3 Industriële uitvoering van een laser-puntlasapparaat. Op de rechter foto zien we een grote kast voor voeding en koeling van de laser, die rechts boven op de kast staat. Links van de laser bevindt zich een grote witte "doos", waarin de laserbundel wordt gesplitst en gefocuseerd op de glasvezels, die verder lopen door de zwarte buis links op de foto. Op de linker foto zien we rechts een kast met de besturingselektronica van het systeem. Midden op de tafel staat de ongeveer rechthoekige, lichtdichte afscherming waarbinnen het lassen plaatsvindt. De cilinders aan weerszijden van deze afscherming bevatten het toevoermecanisme en de werkvoorraad van de te lassen onderdelen.