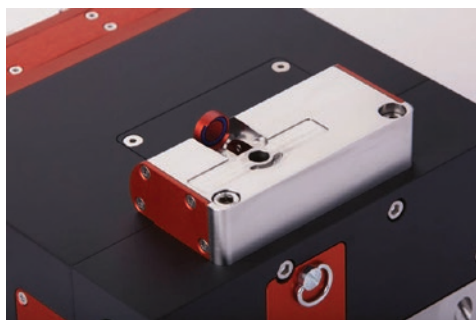


## » Kvalitetno zavarivanje sa zelenim i plavim laserima

Neprekidno praćenje kvalitete zraka omogućilo je primjenu zelenih i plavih lasera u brojnim aplikacijama. Zeleni i plavi laseri nude brojne mogućnosti, pogotovo na području zavarivanja bakra. Kako industrijska primjena mora biti pouzdana, potrebno je neprekidno pratiti kvalitetu laserske zrake.

Za izvedbu e-mobilnosti potrebne su učinkovite baterija i snažna infrastruktura u vozilima, što nije izvedivo bez primjene bakra. No zavarivanje infracrvenim (IR) laserima može biti presporo, može potrošiti previše energije i može čak uzrokovati probleme s kvalitetom zavara. Unatoč tome, laser je često izabran alat za automatiziran proizvodni proces, jer zahtijeva kratko vrijeme pogona i visoku pouzdanost, posebice za sigurno i kvalitetno spajanje aluminija i bakra te njihovih legura.



» SLIKA 1. Ulazni otvor u mjerni sustav zrake s otvorenom zaklopkom.

Problem kod IR-lasera je, da bakar apsorbira samo približno 5 % IR-zračenja laserske zrake, stoga je za početak postupka zavarivanja potrebna dovoljno velika količina laserske energije. Taljevina zavara apsorbira više IR-energije nego li bakar i njegove legure u čvrstom stanju. Taj višak energije u rastaljenom zavaru može uzrokovati deformacije i smanjivanje kvalitete i funkcionalnosti komponenata.

Svjetlost u zelenom i plavom području neželjeni metali apsorbiraju do 20 puta učinkovitije nego IR-zračenje, stoga taljenje zahtijeva bitno manje energije. To nudi odgovarajuće procesne okvire za kontrolirano zavarivanje tankih listova ili folija.

Zeleni laseri s odgovarajućom snagom, potrebnom za industrijsku primjenu, obično su IR-laseri, frekvencijski udvostručeni, s valnim duljinama između 512 nm i 532 nm. Njihov nedostatak je, da su u usporedbi s IR-verzijama manje učinkoviti, tijekom proizvodnih procesa mogu gubiti snagu te zahtijevaju skupo hlađenje i kompleksne optičke postavke.

Plavi laseri nemaju takva ograničenja. Galij nitrid (GaN) i indij galij nitrid (InGaN) su poluvodički materijali, koji sami emitiraju plavo svjetlo, no svega nekoliko vata po diodi. Međutim, industrija je za postizanje izlaza i kilovatnom području s plavim laserima razvila više koncepata. Ovdje su opisana dva.

U zajedničkom istraživačkom projektu BlauLas, Osram i Laserline su razvili laserske pločice, koje objedinjuju više odvojenih lasera u samo jednu komponentu. Takve pločice se zatim slažu jedna na drugu, a time se povećava snaga tih sustava.

Nuburu objedinjuje pojedinačne odašiljače, koji imaju dulji vijek

trajanja od pločica, čiji je vijek trajanja obično dovoljno dug za industrijsku primjenu. Pojedinačni odašiljači imaju višu kvalitetu zrake. Međutim, trenutna plavi laseri zbog svoje konstrukcije odašilju snagu između 1,5 i 2 kW, pri čemu je kvaliteta zrake manja od kvalitete zelenih lasera.

Bez obzira na slaganje pločica ili povezivanje pojedinih dionica, praćenje kvalitete zrake je prilično komplicirano. Činjenica je, da postojeće sustave za praćenje kvalitete zrake IR-lasera i dalje nije moguće primjenjivati za zelene i plave lasere, bez da ih se prethodno ne mijenja.



» SLIKA 2. FPM sa svojim gotovo 10 kg je uobičajeni senzor na području brzog određivanja snage lasera i dimenzija zrake.

### Pouzdana praćenje parametara zavarivanja

I početno idealna laserska zraka se na putu prema procesnoj točki mijenja zbog utjecaja ogledala za usmjeravanje, vodilica zrake, fokusiranja itd. Kako bi se osiguralo kvalitetno zavarivanje, parametri kao što su snaga zrake, njen promjer i položaj fokusa, moraju uvijek biti poznati tijekom čitavog proizvodnog procesa. Redovita provjera tih parametara bitno smanjuje proizvodne troškove i štedi vrijeme u usporedbi s nerazornim ispitivanjima zavarenih spojeva.

Neke tvrtke su nastojale udovoljiti tom zahtjevu. PRIMES GmbH (Pfungstadt, Njemačka) sa svojim alatom FocusParameterMonitor (FPM) može istodobno odrediti snagu, položaj te dimenziju zrake i distribuciju u širokom području gustoće snage od 1 kW/cm<sup>2</sup> do 50 MW/cm<sup>2</sup>. S raspoloživim sučeljima sabirnice polja, moguće je takav mjerni uređaj uključiti i proizvodne mreže i pojednostavniti prijenos mjerenih podataka.

Alternativni pristup je primjenu sustava za mehaničko skeniranje. Zbog različitih unutrašnjih detektora, može se primjenjivati u raznim okruženjima, što omogućuje mjerenje IR zelenih i plavih laserskih zraka u blizini.

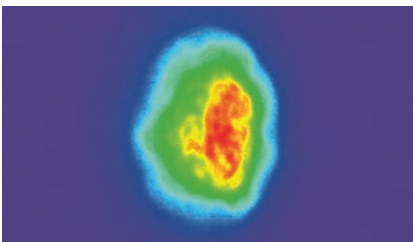
Kontrolu zraka moguće je izvesti i sa sustavima, koji primjenjuju Rayleighovo raspršenje. Međutim, pri tome nije moguće definirati distribuciju zrake. Pored toga je ograničen na vrlo visoke gustoće snage i valnu duljinu od 980 do 1080 nm, s minimalnom gustoćom snage 2 MW/cm<sup>2</sup>. Upravo stoga brojne procese nije moguće pratiti.

Uz raspoloživost zelenih i plavih lasera sa zadovoljavajućom snagom za industrijsku primjenu, revidirana je optomehanička konstrukcija mjernih uređaja, a unutrašnja optika je prilagođena valnoj duljini.

### Robustan i kompaktan mjerni sustav

Na ulazu zrake pouzdanog mjernog uređaja nalaze se električna zaklopka (vidi slike 1 i 2) i zaštitno staklo, koji služe za zaštitu instrumenta od kontaminacije. Laserska zraka ulazi u uređaj preko ogledala za usmjeravanje i dijeli se na zraku za mjerenje snage laserske zrake i zraku za određivanje profila zrake i geometrijskih dimenzija.

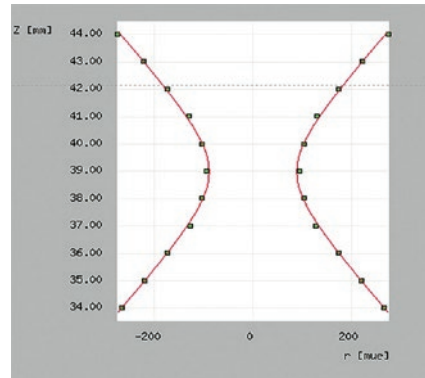
CCD senzor analizira razdiobu gustoće snage (vidi slike 3 i 4) i položaj zrake. Tijekom postupka mjerenja lasersku glavu za fokusiranje pomaknuti u odgovarajući mjerni položaj i nakon mjerenja vratiti natrag. Nakon tog postupka glava za fokusiranje opet djeluje normalno. Koliko često se izvode mjerenja, definira korisnik na osnovi podataka u upravljačkom sustavu.



» SLIKA 3. Razdiobu gustoće snage i položaj zrake moguće je izmjeriti sa CCD senzorom.

Tijekom praćenja laserske zrake potrebno je voditi računa, da laserska zraka obično nije okrugla, a njene dimenzije idu u smjeru

x i y. Za integraciju sustava u proizvodnu liniju, primjenjivo je vrijeme mjerenja od približno pet sekundi, kako bi se osiguralo snimanje pune zrake. Standardno mjerenje položaja i širenja zrake zahtijeva snimanje razdiobe gustoće snage na različitim položajima u smjeru širenja. Za učinkovito djelovanje nužna je pouzdana veza osi robota s mjernim uređajem.



» SLIKA 4. Važne parametre snage lasera, dimenzije fokusa pri širenju zrake i položaj zrake sada možemo mjeriti s pomoću zelenog i plavog lasera.

Tvrtke rado imaju kompaktne mjerne sustave za praćenje stanja, koje je moguće implementirati s pomoću plug-and-play instalacije. Važno je i to, da je sustav neposredno ugrađen u sustav vođenja procesa preko odgovarajućeg sučelja sabirnice polja i da može u vrlo kratkom vremenu prenijeti čitave serije podataka.

U tradicionalnim područjima valnih duljina, sustavi za dijagnostiku zraka su se iskazali, a sada ih je potrebno prilagoditi i na zelene i plave lasere.

» [www.industrial-lasers.com](http://www.industrial-lasers.com)

# MOTOMAN GP4

## Neuhvatljivo brz ustrajno precizan



Polumjer dohvata: 550 mm

Nosivost: 4 kg

Ponovljiva točnost:  $\pm 0.01$  mm

Zaštita: IP67

# YASKAWA