

Lasery włóknowe zrewolucjonizowały rynek w wielu obszarach przemysłowych ponad 15 lat temu. W firmie IPG opracowano nowy laser tego typu emitujący wiązkę promieniowania laserowego w trybie impulsowym, o czasie trwania impulsu w zakresie pikosekund. Otwiera to nowy rozdział w dziedzinie laserów o ultrakrótkich impulsach, tzw. laserów UKP (niem. Ultrakurzpuls laser).



Rys. 1. Nowy laser YLPP typu UKP; parametry: czas impulsu 2-3 pikosekundy, energia impulsu rzędu 25 μ J, moc średnia 50 W

Lasery włóknowe sprawdziły się już w zastosowaniach przemysłowych. Lasery włóknowe wysokiej mocy zapewniają wysoką jakość wiązki promieniowania (wiązka emitowana w modzie zbliżonym do podstawowego - przyp. tłum.) w szerokim zakresie regulacji mocy. Duża moc optyczna, niezawodność i wszechstronność zastosowań tych laserów decydują o wielu instalacjach urządzeń tego rodzaju. Tylko w przemyśle zainstalowano ich ponad 100.000. Stanowi to też przesłankę zainteresowania inżynierów firmy IPG laserami włóknowymi w aspekcie rozwoju technologii laserów o ultrakrótkim czasie impulsu (lasery UKP) i opracowania ich konstrukcji przydatnej do zastosowań przemysłowych.

Obecnie instalowane urządzenia wyposażone w lasery UKP charakteryzują się w większości złożonym systemem transmisji wiązki promieniowania w oparciu o tzw. optykę swobodną. Ponieważ w systemach tego rodzaju nie występują elementy światłowodowe, możliwa jest transmisja wiązki promieniowania w postaci impulsów o dużej energii. Niedostatkami tych systemów jest natomiast złożona konstrukcja oraz wrażliwość na zanieczyszczenia i rozkalibrowanie układu. W systemie transmisji za pomocą optyki swobodnej wiązka promieniowania laserowego prowadzona jest do głowicy procesowej w maszynie lub do innych modułów za pomocą wielu elementów optycznych.

Lasery o ultrakrótkim czasie trwania impulsu (UKP) do zastosowań przemysłowych

Pracownicy pionu rozwojowego firmy IPG poświęcili sporo czasu na wykonanie laserów typu UKP, bazujących na konstrukcji laserów włóknowych, odpowiednich dla przemysłu. System organizacji firmy IPG, oparty o integrację pionową, umożliwił opracowanie i wykonanie specjalnych modułów laserowych bezpośrednio w siedzibie firmy. Główny

nacisk położono na konstrukcję światłowodu procesowego (włókna) ze względu na nowe wymagania wynikające z transmisji impulsu o dużej energii i krótkim czasie trwania, a zatem impulsu o dużej mocy szczytowej, rzędu kilku megawatów. W tym przypadku firma IPG mogła skorzystać ze swych dotychczasowych doświadczeń związanych z produkcją laserów o mocy 10 kW, emitujących wiązkę promieniowania o modzie podstawowym, które do tej pory wykazują szereg zalet w zastosowaniach przemysłowych. Światłowód procesowy został zoptymalizowany pod kątem aplikacji znakowania „w locie” (poruszających się przedmiotów).

Lekka i kompaktowa zewnętrzna głowica procesowa

Zewnętrzna głowica procesowa lasera typu YLPP ma bardzo zwartą budowę, o wymiarach 216 x 70 x 65 mm, i niewielką masę - zaledwie 1,5 kg. Cały system jest bardzo trwały, odporny na zmienne warunki otoczenia. Pierwsze uruchomienie (tzw. zimny start, rozruch) trwa krócej niż jedną minutę. Czas ponownego uruchomienia nie przekracza nawet kilku sekund. Nowy laser typu UKP - YLPP-25-3-50-R firmy IPG powinien zatem wyznaczać nowy trend ze względu na niewielkie rozmiary, trwałość i wszechstronność zastosowań.



Rys. 2. Zewnętrzna głowica procesowa lasera YLPP

Niezwykle krótka ekspozycja i jej zastosowanie

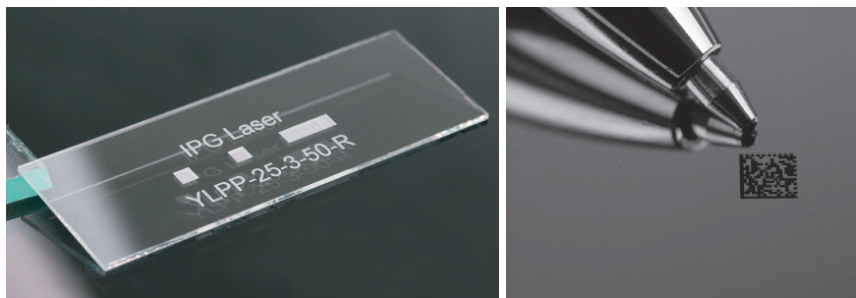
Lasery YLPP emituje wiązkę promieniowania laserowego w trybie impulsowym o czasie trwania impulsu od dwóch do trzech pikosekund i energii impulsu rzędu 25 μ J. Oznacza to, że w tak krótkim czasie zostaje dostarczony impuls wiązki promieniowania o mocy szczytowej przekraczającej 10 MW. Oddziaływanie na materiał jest na tyle krótkie, że przy ekstremalnie wysokiej mocy szczytowej impulsu dochodzi raczej do odparowania materiału niż do jego stopienia. Ze względu na niewielką strefę wpływu ciepła występuje w tym przypadku tzw. zimna ablacja. Efekt ten pojawia się na ogół w przypadku każdego materiału, co czyni narzędzie w postaci lasera UKP narzędziem uniwersalnym w aplikacjach usuwania warstw wierzchnich materiału. Za pomocą ultrakrótkich impulsów wiązki promieniowania laserowego poddawane obróbce mogą być różnorodne gatunki szkła.

Duże znaczenie ma możliwość wytworzenia rys na powierzchni szkła stanowiących położenie przełomu, a także cięcie szkieł wyświetlaczy czy też obróbka ogniw słonecznych. Intensywnie rozwijającym się obszarem jest wolne od pęknięć znakowanie lub grawerowanie szkła. Absorpcja promieniowania w zakresie bliskiej podczerwieni o długo-

ści fali około 1 μm przez materiał transparentny jest możliwa dzięki procesom nieliniowym. Decydujący jest w tym przypadku mechanizm absorpcji wielofotonowej, który zachodzi w wyniku wysokiej w impulsie pikosekundowym czasowej i przestrzennej gęstości fotonów.

Charakterystycznym obszarem zastosowania znakowania laserowego jest znakowanie za pomocą laserów UKP. Obecnie trudno jest wskazać przedmioty z życia codziennego, które nie byłyby znakowane laserowo - począwszy od smartfonów aż do samochodów. Sam znak może być bezpośrednio widoczny lub tylko ukryty w produkcji. Znakowanie obejmuje logo firmowe, nadanie indywidualnych cech wyrobu oraz praktycznie wykorzystywane obiekty, jak numery seryjne względnie kody data-matrix. W wymienionych przypadkach znajdują zastosowanie lasery krótkoimpulsowe, o czasie trwania impulsu w zakresie nanosekund. Lasery te mają od dawna ustabilizowaną pozycję na rynku. Nie oznacza to jednak, że pod względem niezawodności i kosztów są niezastąpione. W odniesieniu do wielu wyrobów występują wymagania znakowania, które mogą spełnić tylko lasery UKP. Szczególny przypadek stanowią oznaczenia wyrobów medycznych, np. narzędzi chirurgicznych. Są one z reguły wytwarzane ze stali szlachetnych i wymagają do identyfikacji kontrastowego oznakowania o barwie czarnej. Kontrast nie może przy tym zostać osłabiony w wyniku długotrwałego użytkowania czy też nieustannej dezynfekcji. Dowolne oddziaływanie termiczne może prowadzić do nieskutecznego (wrażliwego na uszkodzenia) znakowania laserowego, w wyniku czego staje się ono bezużyteczne.

Próby sztucznego starzenia, przeprowadzane w ramach tzw. testów korozyjnych ujawniają, że za pomocą lasera UKP można uzyskać na stalach szlachetnych trwałe oznakowanie o barwie czarnej. Laser UKP umożliwia bardzo precyzyjne modyfikowanie, np. znakowanie lub strukturyzowanie różnorodnych materiałów, jak metale, półprzewodniki, polimery oraz ceramika.



Rys. 3. Obróbka za pomocą lasera YLPP-25-3-50-R; strona lewa - obróbka i znakowanie szkła; strona prawa - znakowanie o barwie czarnej na stalach szlachetnych; źródło: IPG Laser

Prosta integracja z innymi urządzeniami - kluczem do silnej penetracji rynku przez lasery o ultrakrótkim czasie trwania impulsu

Celem jest ustalenie na rynku laserów o ultrakrótkim czasie trwania impulsu (lasery UKP) znaczącej pozycji lasera YLPP-25-3-50-R jako lasera włóknowego, ze względu na jego wyróżniające właściwości. Z uwagi na niewielkie koszty urządzeń wyposażonych w laser tego rodzaju mogą też zostać określone nowe obszary zastosowań, względnie istniejące obszary mogą zostać dokładniej przeanalizowane i rozszerzone.

Od dłuższego czasu lasery typu UKP innych producentów znajdują zastosowanie w różnorodnych obszarach, np. w zakresie dokładnej obróbki materiałów kruchych i wolnego od zadziórów (gratu) strukturyzowania narzędzi. Lasery YLPP bazują na sprawdzonej technologii włóknowej. Sprzyja to łatwej integracji z istniejącymi urządzeniami, standaryzowanymi interfejsami oraz niezawodnej obsłudze. A zatem, obawy ze strony przemysłu odnośnie instalacji tego rodzaju laserów powinny ulegać osłabieniu przy jednoczesnym rozszerzeniu obszaru zastosowania tych urządzeń.

Podsumowanie

Laser YLPP-25-3-50-R firmy IPG jest urządzeniem przeznaczonym do zastosowań przemysłowych, wyróżniającym się całkowicie nowymi możliwościami. Charakteryzuje się zwartą i trwałą konstrukcją sprzyjającą integracji z innymi urządzeniami. Zewnętrzna głowica procesowa lasera YLPP o wymiarach 216x70x65 mm i masie zaledwie 1,5 kg wykazuje niezwykle kompaktową budowę. Pierwsze wdrożenia przemysłowe urządzenia okazały się skuteczne. Ze względu na bardzo krótki czas impulsu emitowanej wiązki promieniowania otwierają się nowe możliwości w zakresie



Rys. 4. Laser pikosekundowy zintegrowany z głowicą skanującą

laserowej obróbki materiałów, szczególnie w przypadku precyzyjnej obróbki metali, półprzewodników, polimerów, ceramiki i szkła.

Perspektywy

Czas obróbki laserowej odgrywa istotną rolę także w tych aplikacjach, w których stosowany jest laser UKP. Efektywna minimalizacja tego czasu wymaga zwiększenia częstotliwości impulsów wiązki promieniowania laserowego, a zatem większej mocy średniej impulsu. Szybsze przemieszczanie wiązki promieniowania laserowego o takich parametrach (w procesie znakowania lub grawerowania - przyp. tłum.) zapewnia obecnie wielokątowa technika skanowania (wiązka laserowa w głowicy skanującej nie jest odchylana przez zwierciadła typu „galvo”, a przez zwierciadła wielopłaszczyznowe lub rozmieszczone na planie wielokąta, co umożliwia zwiększenie prędkości skanowania kilkadziesiąt razy - przyp. tłum.) Następne generacje laserów typoszeregu YLPP powinny zatem osiągać moc rzędu kilkuset watów.

www.ipgphotonics.com