

Lézer fényforrások kutatása és alkalmazása Magyarországon

A kvantumelektronika a lézerek és alkalmazásukkal foglalkozó tudományág. A kutatások megindulását ezen a területen Magyarországon 1963. december 6-ra tehetjük, ekkor lépett működésbe a Központi Fizikai Kutató Intézet optikai laboratóriumában az első infravörös fényt sugárzó He-Ne gázlézer. Érdemes megemlíteni azon kutatók nevét, akik ebben az új korszakot megindító munkában részt vettek: Bakos József, Csillag László, Kántor Károly és Varga Péter. A KFKI-ban azután folytatódott a lézerek létrehozása, hamarosan újabb kísérleti berendezések készültek el: egy impulzusüzemű rubin alapanyagú szilárd test lézer és egy vörös látható fényt sugárzó He-Ne lézer. A lézer mint új eszköz hamarosan tovább lépett, a Magyar Optikai Művekben a KFKI-ben nyert tapasztalatok segítségével először infravörös, majd látható fényt sugárzó kísérleti He-Ne lézer épült meg. A lézerek felélesztették és komoly alkalmazási lehetőségeket hoztak az addig csak elvi érdekességként nyilvántartott holográfiai fényképezési technikában. Az első hologram-fénykép Magyarországon 1967-ben készült a kvantumelektronikai kutatásokat megkezdő KFKI optikai laboratóriumában.

A lézerek kutatása és alkalmazása ma aránylag széles körben folyik Magyarországon. A tudományos problémák vizsgálata és az alapvető lézerfejlesztési munkák egyik fő bázisa a KFKI, de a lézerek alkalmazását célzó vizsgálatok már sok helyen megindultak. Ezen cikk keretében áttekintést adunk a különböző helyeken folyó munkák jellegéről és főbb eredményeiről.

A Szegedi József Attila Tudományegyetemen ma folyó kvantumelektronikai vizsgálatok magja az ott korábban folytatott lumineszcencia kutatások voltak. Ennek a továbbfejlődéseként azután áttértek a folyadék lézerek tudományos és gyakorlati problémáinak vizsgálatára. Részletesen analizálták impulzusüzemű folyadéklézerek különböző tulajdonságait, majd kifejlesztésre került egy N_2 gázlézer, elsősorban folyadéklézerek gerjesztésének céljára. Ez a N_2 lézer, a kísérleti laboratóriumi lézer szintjét túlhaladva, továbbfejlesztésre került és több példányát más helyeken is alkalmazták.

Az Egyesült Izzó Kutató Intézete 1974-ben kapcsolódott be a lézervizsgálatokba. A lézertechnika alapját KFKI-is tapasztalatok felhasználásával több kísérleti He-Ne lézer megépítésén tanulták meg, majd megindultak egy nagy teljesítményű folyamatos üzemű CO_2 gázlézer fejlesztési munkái. A cél ezen lézertípusnak a korszerű gyári technológiában való alkalmazása.

A MOM-ban kezdődtek meg a KFKI után — mint már említettük — leghamarabb a lézeres fejlesztőkutatások. Több He-Ne lézer típust hoztak létre, amelyeket különböző helyeken használtak. A MOM He-Ne lézerét alkalmazták a budapesti metró építésénél az alagútfúró pajzsnak a kívánt fúrési irányba való tartásánál. A MOM kutatólaboratóriumában más lézertípusok is készültek laboratóriumi kivitel

szinten: CO_2 lézer, N_2 lézer és ezzel gerjesztett folyadéklézer. Legújabbán pedig a KFKI tapasztalatai segítségével egy folyamatos üzemű kék fényt sugárzó He-Cd fémgőzlézer készült el.

A lézer konkrét ipari alkalmazást is talált már Magyarországon. A REMIX-gyárban ellenállások trimmelésére üzemszerűen használják a KFKI-ban kidolgozott NdYAG szilárdtest lézert. A Híradástechnikai Ipari Kutató Intézetben ellenállástrimmelés kísérleteket folytatnak lézerrel.

A Budapesti Műszaki Egyetemen több területen folyik lézerek alkalmazásával kapcsolatos munka. TV-képátvitelt valósítottak meg laboratóriumi körülmények között He-Ne lézer segítségével. Vizsgálatok folynak elektrooptikai kristályok előállítására és tulajdonságaik megállapítására. Erőteljes munka kezdődött az impulzus holográfia területén.

A Műszaki Fizikai Kutató Intézetben szilárd testek egyes jellemzőinek mérése folyik lézer fényforrások felhasználásával. A Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézetben számítógép-kijelzésnél használható sornyomatató berendezés fejlesztésén dolgoznak, amelyben lézert alkalmaznak.

A lézerfény különleges tulajdonságai az oktatásban kiválóan alkalmazhatók. Példaként megemlítjük az Eötvös Loránd Tudományegyetemet és az Egri Ho Si Minh Pedagógiai Főiskolát, akik a KFKI-ban készített He-Ne lézereket használják oktatási célokra.

A II. Számú Sebészeti Klinikán igen érdekes kísérletek folynak a lézerfénynek a gyógyításban való felhasználásában. Azt a jelenséget vizsgálják itt, hogy bizonyos nem gyógyuló sebek lézerfényvel történő besugárzás hatására részlegesen javulnak, vagy az esetek bizonyos hányadában teljesen begyógyulnak. A lézerfény hatásmechanizmusa nem ismert még ennél a jelenségnél.

A KFKI egyik fő bázisa a kvantumelektronikai kutatásoknak. A továbbiakban az itt folyó munkát ismertetjük. A KFKI-ban mutatták ki először a nemlineáris fotoeffektus létezését nagy teljesítményű rubin lézer alkalmazásával. Ismert jelenség a fotoeffektus, ahol ha a fény kvantumenergiája kisebb, mint egy fémben az elektronok kilépési munkája, akkor a fotoeffektus révén elektronok a fémből nem tudnak kilépni.

Ez a törvény azonban extrém nagy fényintenzitásoknál ebben a formában már nem érvényes, a lézerekkel elérhető teljesítményeknél ilyen kvantumenergia feltétel mellett is vannak kilépő elektronok és az elektronáram a beeső fényintenzitásnak nemlineáris függvénye lesz. Hasonló jelenség a gázok nemlineáris fotoionizációja, ezen a területen is részletes kísérleti vizsgálatok történtek. Itt kiderült, hogy a lézer intenzív elektromágneses tere eltolja az atomi energianívókat és az eredmények értelmezésénél ezt is figyelembe kell venni.

A legújabb kísérleteknél az impulzusüzemű szilárdtest lézerek fényét fókuszálva úgynevezett „lézerplazmá”-t állítanak elő. Kiderült, hogy ebből rönt-

gensugárzás lép ki, amelynek intenzitása a plazma elektromos térbe való helyezésénél nagymértékben megnő. Jelenleg ezen jelenség tulajdonságainak vizsgálata folyik, nem kizárt, hogy ezen effektus alapja lehet egy röntgen lézerek.

A gázlézerek területén jelentős eredmény volt 1969-ben az első európai He-Cd fémgőzlézer megépítése. Ezt követte később az üreges katódú gázkisülés, mint gerjesztési formának az alkalmazása. Ennek segítségével sikerült létrehozni He-Kr nemesgáz keverékkel a spektrum kék tartományában folyamatosarsugárzó lézert. A He-Ne-Cu katódporlasztással működő Cü ion lézer felfedezésének érdeme szintén a KFKI gázlézercsoportjáté. Ez a lézer lett az alapja az USA-ban megvalósított 2500 Å ultraibolya hullámhosszon sugárzó gázlézereknek.

A jelenlegi kutatás témája a nagy feszültségű üreges katódon alapuló lézerek vizsgálata, ezen új típusú lézerrendszer létrehozása szintén KFKI-eredmény.

Nagy teljesítményű folytonos CO₂ gázlézerekkel anyagmegmunkálási kísérletek folynak elsősorban olyan céllal, hogy tisztázódjon az ipari feladat lézerekkel megoldható-e vagy sem, és ha igen, érdemes-e a lézeres megoldást használni. Ilyen kísérletek során például kiderült, hogy kvarc anyagú üvegcsöveket igen jól és pontosan lehet vágni CO₂ lézerekkel.

Hasonló anyagmegmunkálási célokra történt Nd üveg- és NdYAG-lézerek kifejlesztése. A távlati cél az, hogy ezek a lézerek az őket kiszolgáló segédberendezésekkel együtt egy teljes „anyagmegmunkáló kísérleti laboratórium”-má álljanak össze.

A lézereknek és a holográfiának a számítástechnika területén való alkalmazására is folyik kutatás. A cél

itt nem elsősorban optikai elven működő memória azonnali létrehozása, hanem olyan tudományos és technikai kérdések vizsgálata, amelyek megoldása szükséges egy ilyen berendezés létrehozásához. Külön érdekesek azok a holográfiái kísérletek, ahol az optikai úton történő alakfelismerést vizsgálták.

Bizonyos mágneses kristályokban a doménfalak mozgásának vizsgálatára N₂ lézert alkalmazó „gyorsfényképező” berendezés készült, amellyel már néhány érdekes eredmény született. Elkezdődött a lézerek kémiai alkalmazása is. A lézer fényforrását használják folyadékkristályok tulajdonságának mérésére. A lézert a lézeralkatrészek ellenőrzésére szolgáló berendezésekben is használják már, például a He-Ne lézertűkrök fényvisszaverő-képességét He-Ne lézerefényforrás segítségével igen nagy pontossággal mérik.

Cikkünkben nem törekedhettünk teljességre úgy, hogy minden egyes magyar vonatkozású lézeres alkalmazásról beszámoljunk. Az elmondottakból világosan látszik, hogy Magyarországon kialakult a kvantumelektronikát kutató és alkalmazó bázis. Ebben jelentős szerepet játszott az OMFB erkölcsi és anyagi támogatása, amely az alkalmazások területén az utóbbi években a fejlődés meghatározójává vált. Meg kell említenünk a Szovjetunió segítségét is, gyümölcsöző kapcsolat a tudományos kutatásban a nemlineáris effektusok vizsgálata és a folyadéklézerek területén alakult ki. A lézerek kutatása és alkalmazása Magyarországon várhatóan tovább fejlődik és újabb tudományos eredményeknek és ipari alkalmazásoknak lehetünk tanúi.

Jánossy Mihály
KFKI