



ΦΩΣ LASER : 50 ΧΡΟΝΙΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΚΗΣ ΔΡΑΣΗΣ

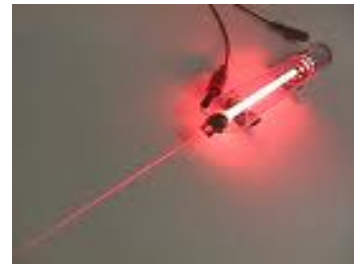
A. ΑΡΑΒΑΝΤΙΝΟΣ

Καθ. Φυσικής

Εισαγωγή

Το 2010 θεωρείται το έτος που γιορτάζονται παγκόσμια τα πενήντα (50) χρόνια από την δημιουργία της πρώτης δέσμης laser. Πράγματι, το 1960 και συγκεκριμένα στις 16 Μαΐου της χρονιάς αυτής ο ερευνητής των Εργαστηρίων Hughes (Καλιφόρνια USA), Φυσικός Theodore Maiman χρησιμοποιώντας ένα κύλινδρο από συνθετικό ρουμπίνι (ρουβίδιο), μήκους 2cm και διαμέτρου 1cm με κατάλληλα επαργυρωμένες τις δυο βάσεις του κατόρθωσε να θέσει σε λειτουργία την ενεργή κοιλότητα συντονισμού Fabry – Perot και έτσι να δημιουργήσει μια κόκκινη ($\lambda = 694.3\text{nm}$) φωτεινή δέσμη. Αυτό ήταν το πρώτο laser, μάλιστα η λυχνία που ο Theodore Maiman χρησιμοποίησε προκειμένου να παρέχει στο σύστημα την απαραίτητη προς τούτο ενέργεια ήταν μια απλή, συνηθισμένη λάμπα από κοινό, φωτογραφικό φλας.

Θα πρέπει όμως εδώ απαραίτητα να αναφερθεί ότι η δημιουργία της δέσμης laser δεν ήταν το τυχαίο αποτέλεσμα μιας πειραματικής προσπάθειας ενός επίμονου ερευνητή. Πίσω από το γεγονός της δημιουργίας της συγκεκριμένης δέσμης είχε προηγηθεί σκληρή, διαχρονική προσπάθεια από πλήθος επιφανών επιστημόνων. Μάλιστα, μερικοί από τους οποίους βραβεύθηκαν και με Νόμπελ για αυτή τους την ενασχόληση. Εκτός από τα ονόματα των Theodore Maiman, Charles Fabry και Alfred Perot που ήδη μνημονεύτηκαν θα ήταν σημαντική παράληψη η μη αναφορά στους : Max Planck, Albert Einstein, Charles H. Townes και Arthur Schawlow που με την επιστημονική συνεισφορά τους (θεωρητική ή και πειραματική) συμμετείχαν ουσιαστικά στην ανακάλυψη του laser.



Σήμερα, πενήντα χρόνια μετά, δεν υπάρχει περιοχή της επιστήμης ή ακόμη και της τεχνολογίας που να μην έχει επηρεαστεί άμεσα ή έστω έμμεσα από την συγκεκριμένη ανακάλυψη. Εκπαίδευση, επικοινωνίες, απεικόνιση, φασματοσκοπία, χειρουργική είναι μερικοί μόνο από τους διαφορετικούς τομείς όπου η δέσμη laser όχι μόνο εισήλθε δυναμικά αλλά και άλλαξε ουσιαστικά τα δεδομένα που μέχρι τότε επικρατούσαν.

Χαρακτηριστικά των laser

Η ονομασία laser προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων της φράσης : Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation που στα Ελληνικά σημαίνει : Ενίσχυση φωτός από εξαναγκασμένη εκπομπή ακτινοβολίας. Χωρίς να ασχοληθούμε εδώ με τις λεπτομέρειες του μηχανισμού που δημιουργεί το συγκεκριμένο φως θα αναφερθούμε περιληπτικά στα ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά που φαίνεται αυτό να διαθέτει. Τα χαρακτηριστικά που θεωρούνται κοινά για κάθε κατηγορίας laser είναι τα εξής : μονοχρωματικότητα, συμφωνία, κατευθυντικότητα και ένταση.

Μονοχρωματικότητα : Το φως που εκπέμπει μια συσκευή laser είναι σχεδόν μονοχρωματικό, χαρακτηρίζεται δηλαδή αυτό από μια συγκεκριμένη τιμή μήκους κύματος. Αν και σήμερα γνωρίζουμε ότι κανένα φως δεν μπορεί να είναι απόλυτα μονοχρωματικό το laser είναι πρακτικά το μόνο φως που μπορεί να υπάρξει στο εργαστήριο και παράλληλα να προσεγγίζει περισσότερο το θεωρητικό αυτό όριο. Έχει υπολογιστεί ότι το φως από laser He-Ne είναι εκατομμύρια φορές πιο μονοχρωματικό από το φως μιας λάμπας εκκένωσης ίδιας σχεδόν απόχρωσης. Έτσι, το εύρος ζώνης για το εκπεμπόμενο μήκος κύματος συνήθως είναι 0.01nm ή ακόμη και μικρότερο.

Συμφωνία : Πρόκειται για μια ιδιότητα που έχει να κάνει με τον βαθμό συσχέτισης των φάσεων που δημιουργούνται στο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο στις διάφορες περιοχές του χώρου αλλά και σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Υπάρχει δηλαδή αντίστοιχα η χωρική αλλά και η χρονική συμφωνία. Οι δέσμες laser εμφανίζουν και εδώ τις καλλίτερες δυνατές επιδόσεις, για παράδειγμα το laser He - Ne έχει χρονική συμφωνία μερικά msec και αντίστοιχη χωρική μερικές εκατοντάδες μέτρα. Οι αντίστοιχες τιμές για το φως από μια συμβατική λάμπα νατρίου (Na) είναι : χρόνος 10^{-11} sec και μήκος συμφωνίας ένα μικρό μόνο κλάσμα του cm.

Κατευθυντικότητα : Πρόκειται για την πιο χαρακτηριστική ίσως ιδιότητα του φωτός ενός laser. Πράγματι αρκεί να δει κάποιος την πολύ στενή δέσμη ενός laser να ταξιδεύει ευθύγραμμα στον χώρο για να εντυπωσιαστεί μοναδικά. Η κατευθυντικότητα χαρακτηρίζει το πόσο «ανοίγει» η δέσμη (δηλαδή μεγαλώνει η διάμετρος του κυκλικού ίχνους της) καθώς η δέσμη αυτή απομακρύνεται από την συσκευή της δημιουργίας της.

Ένταση ή Λαμπρότητα : Η δέσμη ενός laser (ακόμη και του πιο συνηθισμένου) έχει πολύ μεγάλη ένταση. Λόγω της πολύ μεγάλης παραλληλίας τους οι ακτίνες laser όταν συγκλίνουν από ένα π.χ. διαθλαστικό φακό μπορεί να συγκεντρωθούν στο χώρο σε μια σχεδόν σημειακή εστία. Έτσι, η ένταση του φωτός σε εκείνη την μικροσκοπική περιοχή μπορεί να γίνει ιδιαίτερα μεγάλη. Αυτός εξάλλου είναι και ο λόγος σύμφωνα με τον οποίο δεν πρέπει η δέσμη ισχυρού laser να εισχωρήσει (κατά λάθος) στην οφθαλμική κοιλότητα. Υπάρχει μεγάλος κίνδυνος να προκληθεί βλάβη στον αμφιβληστροειδή ή οποία μάλιστα ενδέχεται να είναι και μη αναστρέψιμη.

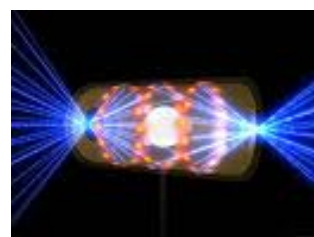
Πενήντα (50) εφαρμογές της δέσμης των Laser

Στην συνέχεια παρουσιάζονται σχεδόν επιγραμματικά πενήντα (50) διαφορετικές, σχεδόν ανεξάρτητες εφαρμογές των laser. Η επιλογή του αριθμητικού αυτού πλήθους προφανώς και δεν είναι τυχαία, αποφασίστηκε να είναι πενήντα στο μέτρο που τόσα ακριβώς είναι και τα έτη που μας χωρίζουν από την χρονιά όπου για πρώτη φορά το φως αυτό με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του δημιουργήθηκε στο εργαστήριο. Η σειρά αναφοράς των συγκεκριμένων εφαρμογών δεν έχει επίσης κάποια λογική ταξινόμησης ή ακόμη και κατηγοριοποίησης. Στην ουσία γίνεται σχεδόν τυχαία θέλοντας έτσι emphaticά να δείξει σε πόσους διαφορετικούς τομείς στην επιστήμη ή και σε περιπτώσεις της καθημερινής μας ζωής συμμετέχει με επιτυχία το laser. Βέβαια μερικές από τις περιληπτικές αναφορές των εφαρμογών αυτών δύσκολα θα γίνουν απόλυτα κατανοητές από τον αμήτο αναγνώστη ενώ άλλες πάλι εύκολα θα του θυμίσουν μια εφαρμογή με την οποία έρχεται καθημερινά σε επαφή αλλά που ίσως δεν γνώριζε ότι στηρίζεται ουσιαστικά στην δράση ενός laser. Ωστόσο σκοπός εδώ δεν είναι η απόλυτα σχολαστική, επιστημονική κάλυψη της κάθε εφαρμογής όσο η συνειδητοποίηση του μεγάλου πλήθους των προβλημάτων που έρχεται να καλύψει η χαρακτηριστική αυτή δέσμη που φέτος γιορτάζονται παγκόσμια τα πενήνταχρονα γενέθλια της. Εξ άλλου η σχολαστική αναφορά των λεπτομερειών σε αρκετές από τις εφαρμογές που ακολουθούν θα σήμαινε ένα εκτενές, πολυσέλιδο κείμενο που θα μπορούσε να αποτελέσει μάλιστα και από μόνο του το περιεχόμενο ενός βιβλίου με συναφή, σχετικό τίτλο.

1. Οι συσκευές laser βρίσκονται σε κάθε σύγχρονο εργαστήριο οπτικής προκειμένου να χρησιμοποιηθούν σε ερευνητικές ή ακόμη και εκπαιδευτικές εφαρμογές π.χ. δημιουργία εικόνων συμβολής στην ορατή περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.
2. Δέσμες από ισχυρά στρατιωτικά laser μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αναχαίτιση – καταστολή εχθρικού στόχου, π.χ. επιτιθέμενος πύραυλος, ή ακόμη και μικρός σχετικά κομήτης σε απειλητική τροχιά σύγκρουσης με την γη.
3. Πολύχρωμες δέσμες από laser σε περίτεχνους σχηματισμούς στο νυκτερινό ουράνιο θόλο σε εορταστικές εκδηλώσεις ή ακόμη και μεγάλα αθλητικά, καλλιτεχνικά γεγονότα.



4. Καθαρισμοί μνημείων από επιφανειακές διαστρώσεις σε μεταλλικές επιφάνειες, πετρώματα. Οι καθαρισμοί αυτοί θεωρούνται μη καταστροφικοί εφ' όσον πραγματοποιούνται χωρίς την παραμικρή μηχανική επαφή.
5. Ευθυγραμμίσεις, χαράξεις δρόμων προς κατασκευήν, γεφυρών ή και υπόγειων σπηράγγων σε τοπογραφικές μελέτες που απαιτούν απόλυτη ακρίβεια.
6. Επεμβάσεις (αναίμακτες) για την απομάκρυνση του καταρράκτη στον ανθρώπινο οφθαλμό.
7. Ταχύτατη η συγκόλληση με ισχυρή δέσμη Laser σε μεταλλικές επιφάνειες μεγάλων διαστάσεων.
8. Αναίμακτη συγκόλληση στην οφθαλμολογία σε περιπτώσεις τραυματισμού και αποκόλλησης αμφιβληστροειδή από τον χοριοειδή χιτώνα.
9. Ανίχνευση αλλά και καταμέτρηση ρύπων (π.χ. καυσαέρια) με την βοήθεια της δέσμης laser. Η δέσμη σκεδάζεται (σε πίσω κυρίως γωνίες) με προβλέψιμο, αναγνωρίσιμο τρόπο από τα μόρια συγκεκριμένων ρύπων.
10. Κόβει με ακρίβεια υφάσματα ρούχων ή και δέρματα υποδημάτων σε αντίστοιχες βιοτεχνίες, επιχειρήσεις. Η συγκεκριμένη αυτή διαδικασία αυξάνει τους ρυθμούς παραγωγής και την εν γένει απόδοση.
11. Τα laser βοηθούν στην ταχύτατη αναγνώριση δακτυλικών αποτυπωμάτων από μεγάλο πλήθος σχεδόν πανομοιότυπων δειγμάτων.
12. Συμμετέχουν στην ρομποτική π.χ. βλήματα που με την βοήθεια δεσμών laser (εκπομπή αλλά και αποδοχή ανακλώμενης) ενημερώνονται συνεχώς και έτσι κατευθύνονται με επιτυχία στον τελικό στόχο τους. Το σχεδόν αυτόματο, καθοδηγούμενο παρκάρισμα των σύγχρονων αυτοκινήτων ανήκει επίσης στην συγκεκριμένη εφαρμογή.
13. Δημιουργία ολογραφικών πορτραίτων με την βοήθεια παλμικών laser βραχύτατης διάρκειας. Λόγω της συγκεκριμένης κατηγορίας αυτών των laser ο φωτισμός του προσώπου δεν ενέχει κανένα κίνδυνο για τους οφθαλμούς του ολογραφηθέντος προσώπου.
14. Πραγματοποιούνται σύγχρονες έρευνες βιολογικής φύσεως σε τεχνικές χειρισμού μακρομορίων με την δημιουργία της λεγόμενης «οπτικής λαβίδας».
15. Ακτίνες laser φωτίζουν αραιούς ατμούς στοιχείων και από την ένταση της δημιουργούμενης σκέδασης μελετώνται διάφορες χημικές αλληλεπιδράσεις (π.χ. συμπεριφορά των δυνάμεων Van der Waals).
16. Λιθοτριψία σε απρόσιτες περιοχές ανθρώπινων οργάνων π.χ. νεφρά. Η ακτινοβολία laser ακολουθεί την οπτική ίνα στο εσωτερικό του ανθρώπινου σώματος. Έτσι, εντοπίζεται το ανεπιθύμητο, ξένο σώμα και στη συνέχεια πραγματοποιείται ο «βομβαρδισμός» και η καταστροφή του.
17. Διάφορες κατηγορίες laser βοηθούν σε θέματα αισθητικής αποκατάστασης όπως : επούλωση τραυμάτων, εγκαύματα, ευρυαγγείες μικρής έκτασης ή και δερματικά έλκη.
18. Στην φυσικοθεραπεία τα laser βρίσκουν σήμερα ευρύτατη εφαρμογή σε συνηθισμένα προβλήματα οσφυαλγίας, ισχιαλγίας.
19. Εκτυπωτές laser στους οποίους η δέσμη κατάλληλα καθοδηγούμενη προσπίπτει σε ένα περιστρεφόμενο τύμπανο από φωτοαγωγίμο υλικό το οποίο και ενεργοποιεί.
20. Διακοσμητικές μικρο δημιουργίες από φυσαλίδες στο εσωτερικό κρυστάλλου για κατασκευή διάφορων πολύπλοκων σχημάτων σε πολύ μικρό όγκο. Πρόκειται για ενδιαφέρουσες, τρισδιάστατες κατασκευές μερικές από τις οποίες έχουν σημαντική καλλιτεχνική αξία.
21. Στο μικροσκόπιο ατομικών δυνάμεων η δέσμη laser χρησιμοποιείται προκειμένου να γίνει (δυναμικά) η ανίχνευση της εκτροπής οπτικής δέσμης. Πρόκειται για σύστημα ευαίσθητο σε μετατοπίσεις της τάξεως των $\sim 10\mu\text{m}$.
22. Διασταυρούμενες δέσμες laser σε σημειακή περιοχή του χώρου προβλέπεται να προκαλέσουν σε μικρά σφαιρίδια υδρογόνου συνθήκες για την έναρξη της αντίδρασης της



- θερμοπυρηνικής σύντηξης. Πρόκειται για μια πολλά υποσχόμενη διαδικασία παραγωγής «καθαρής» ενέργειας.
23. Δημιουργία ολογραμμάτων επίδειξης, πρόκειται για τρισδιάστατες απεικονίσεις αντικειμένων σε δισδιάστατες επιφάνειες ολογραφικών φιλμ.
 24. Τεχνικές ολογραφικής συμβολομετρίας με δέσμες laser σε πλήθος εφαρμογών όπως μελέτες για αντοχή υλικών, παραμορφώσεις ή και προσδιορισμοί των ευπαθών περιοχών σε ένα προς μελέτη δοκίμιο.
 25. Οπτική σύμφωνη τομογραφία (OCT, Optical Coherence Tomography) πρόκειται για το οπτικό ανάλογο του υπερηχογραφήματος όπου παλμός από laser προσπίπτει και ενώ διαπερνά με επιτυχία τον ιστό αλληλεπιδρά μόνο με το περιεχόμενό του. Στη συνέχεια καταμετράται το σχετικό σήμα της ανάκλασης του εσωτερικού του.
 26. Περιορισμός σε αιμορραγίες αγγείων σε περιπτώσεις ανθρώπινου αμφιβληστροειδή.
 27. Αξιόπιστη διάτρηση και των πιο σκληρών υλικών (π.χ. ασάλι). Ο όρος της αξιοπιστίας περιγράφει το γεγονός ότι το σχήμα του ανοίγματος που εν προκειμένω δημιουργεί η δέσμη laser είναι απόλυτα ελεγχόμενο χωρίς την παραμικρή ανωμαλία στα όριά του.
 28. Ακριβές και ταχύτατο κόψιμο σε παχύ στρώμα μετάλλων με στενή δέσμη από ισχυρά laser, πρόκειται κυρίως για laser διοξειδίου του άνθρακα (CO₂).
 29. Ανώδυνοι καυτηριασμοί σε διάφορες δερματικές παθήσεις.
 30. Στην οφθαλμολογία γίνεται σήμερα «σμίλευση» του κερατοειδή για διόρθωση διάφορων αμετρωπιών, π.χ. διόρθωση μυωπίας πολλών βαθμών.
 31. Τηλεφωνία μέσω οπτικής ίνας και δέσμης laser. Τα σύγχρονα τηλεφωνικά κέντρα συνδέονται μεταξύ τους με οπτικές ίνες μέσω των οποίων η δέσμη laser μεταφέρει την σχετική πληροφορία. Το πλήθος των τηλεφωνικών συνδιαλέξεων είναι τώρα ασύγκριτα μεγαλύτερο από το αντίστοιχο που προσέφερε η συμβατική, καλωδιακή σύνδεση με τα χάλκινα σύρματα.
 32. Δέσμες laser αξιοποιούνται σε γεωμετρικές συστοιχίες προκειμένου να οριοθετήσουν ένα χώρο που θεωρείται υψίστης ασφαλείας, π.χ. πυρηνικός αντιδραστήρας, αίθουσες συσκέψεων, μουσειακοί χώροι με μοναδικά, πολύτιμα εκθέματα κλπ. Ο ανεπιθύμητος επισκέπτης που θα «διακόψει» την συνέχεια της δέσμης - επιτήρησης θα γίνει αμέσως αντιληπτός από την υπηρεσία ασφαλείας.
 33. Τοπογραφικές μελέτες, σχεδόν άμεσος υπολογισμός αποστάσεων, χωροταξικοί υπολογισμοί σε πολύ μεγάλες αποστάσεις π.χ. σε ανωμαλίες του εδάφους στη σεληνιακή επιφάνεια για ασφαλείς μελλοντικές προσσεληνώσεις.
 34. Δέσμες laser για σύνθετη επεξεργασία ολοκληρωμένων κυκλωμάτων στην ίδια ακριβώς μικροσκοπική περιοχή ενός τσιπ.
 35. Επισκόπηση αλλά και καταγραφή των αέριων μαζών σε στρώματα ατμόσφαιρας μεσαίου ή και μεγάλου ύψους για διάφορους μετεωρολογικούς ή και κλιματολογικούς σκοπούς.
 36. Δημιουργία πλάσματος από δέσμη laser σε μικρή επιφάνεια άγνωστου δείγματος. Με την ανάλυση των οπτικών φασμάτων εκπομπής προσδιορίζεται όχι μόνο το είδος αλλά και η ποσότητα των χημικών στοιχείων στο μελετώμενο δείγμα. Πρόκειται για την τεχνική LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy).
 37. Ταχύτατη (αλλά και αξιόπιστη) η ανάγνωση των bar codes σε αναρίθμητο πλήθος καταναλωτικών προϊόντων π.χ. ταμεία πληρωμής εμπορικών πολυκαταστημάτων.
 38. Δέσμη laser αξιοποιείται προκειμένου να γίνει η κατάλληλη χάραξη ηλεκτρικών κυκλωμάτων σε κεραμικές επιφάνειες μικρού σχετικά εμβαδού.
 39. Συσκευές ήχου, εικόνας (CD ή και DVD) «διαβάζονται» (ήδη εδώ και χρόνια) από δέσμη laser. Η εγγραφή δεν «καταπονείται» σε αυτούς τους δίσκους - ακτίνες στο μέτρο που δεν υπάρχει η παραμικρή μηχανική επαφή μαζί τους.



40. Το φως από δέσμη laser αξιοποιείται προκειμένου να επιβραδύνει διεγερμένα άτομα που βρίσκονται σε αντίθεση με αυτό κίνηση και έτσι τα άτομα αυτά μελετώνται καλλίτερα κατά την διαδικασία της αποδιέγερσης τους.
41. Ισχυρά laser τροφοδοτούν ενεργειακά, από το έδαφος, πτητικές συσκευές τις οποίες και διατηρούν σε πτήση. Τέτοιες συσκευές μπορεί να είναι μικρά αεροπλάνα δοκιμαστικής σχεδίασης ή ακόμη και δορυφόροι που πετούν σε χαμηλό σχετικά ύψος.
42. Η επιφανειακή επεξεργασία του νήματος πυράκτωσης σε συμβατικές φωτιστικές λάμπες με παλμικό laser αυξάνει σημαντικά την απόδοσή τους καθώς και τον προσδόκιμο χρόνο ζωής τους.
43. Με τα laser (και σε συνδυασμό μάλιστα με την οπτική ίνα) η χωρητικότητα της πληροφορίας που διαχειρίζεται ένας σύγχρονος οικιακός καταναλωτής αυξήθηκε σημαντικά.
44. Στη μετρολογία οι διαστάσεις που μετρώνται με την δέσμη laser έχουν την καλλίτερη δυνατή ακρίβεια. Για παράδειγμα στην σύγχρονη αυτοκινητοβιομηχανία η διάσταση του μήκους των διαφόρων εξαρτημάτων ενός αυτοκινήτου καταμετράται πλέον με ακρίβεια μm.
45. Με ισχυρές δέσμες φωτός από laser προσδιορίζεται η οριζοντίωση επίπεδης επιφάνειας. Η διαδικασία αυτή βοηθάει πολύ σε οικοδομικές εργασίες προκειμένου να βρεθούν μικρές περιοχές σε κατακόρυφους τοίχους που ανήκουν στο ίδιο π.χ. οριζόντιο επίπεδο.
46. Με τα παλμικά laser και την ολογραφία κίνησης πραγματοποιούνται η μελέτη της ροής αερίων ή και ο συστηματικός έλεγχος διαρροών σε ρευστά με συνεχή, δυναμικό τρόπο.
47. Πραγματοποίηση, μελέτη της τοπογραφίας του ανθρώπινου κερατοειδή σε περιπτώσεις π.χ. προληπτικού ελέγχου της συμπεριφοράς του ή ακόμη και κατά το δοκιμαστικό στάδιο της εφαρμογής κατάλληλων φακών επαφής.
48. Με τα laser έγινε δυνατόν να δημιουργηθούν τα ολογραφικά οπτικά στοιχεία όπως για παράδειγμα οι «έξυπνες οθόνες» δυναμικής λειτουργίας πολλαπλής ανάγνωσης. Στις οθόνες αυτές το περιεχόμενο που κάθε φορά αποκαλύπτεται στην ίδια επιφάνεια εξαρτάται από την γωνία υπό την οποία γίνεται η σχετική παρατήρηση.
49. Μέτρηση των δυναμικών μεταβολών του κρυσταλλοειδή (π.χ. αλλαγή καμπυλότητας) στον ανθρώπινο οφθαλμό κατά την διαδικασία της όρασης.
50. Με τα χειρουργικά laser οι μυϊκοί ιστοί τέμνονται σχετικά εύκολα μέσω θέρμανσης με ταυτόχρονη εξάτμιση του νερού που περιέχεται στο κυτταρικό υλικό. Μεγάλο πλεονέκτημα είναι ότι με αυτό το «νυστέρι laser» ενώ γίνεται η σχετική τομή πραγματοποιείται ταυτόχρονα και φωτοπηξία με αποτέλεσμα να μειώνεται σημαντικά η απώλεια αίματος στο όριο της τομής π.χ. εφαρμογές μικροχειρουργικής.

Από όλα τα προηγούμενα γίνεται κατανοητό ότι το laser είναι ίσως η πιο χαρακτηριστική περίπτωση της σύγχρονης τεχνολογίας όπου η αναφορά και μόνο των εφαρμογών της θεωρείται παρελθόν μπροστά στις νέες, εντελώς καινούργιες που επέρχονται με καταγιστικό ρυθμό. Ο μοναδικός ίσως περιορισμός ώστε τα laser να εφαρμόζονται στο σύνολο της επιστήμης και τις τεχνολογίας φαίνεται να είναι η ανθρώπινη περιέργεια και επινοητικότητα.

Παρ' όλα αυτά και στην περίπτωση που κάποιος υποχρεωτικά θα ήθελε πολύ γενικά να ταξινομήσει τις εν λόγω εφαρμογές εύκολα θα μπορούσε να διακρίνει δυο κυρίως μεγάλες κατηγορίες να κυριαρχούν : Κατηγορία Εφαρμογών 1 (laser και αλληλεπιδράσεις) και Κατηγορία Εφαρμογών 2 (laser και πληροφορία). Στην μεν πρώτη τα laser αλληλεπιδρούν με την ύλη και προκαλούν επιθυμητές αλλαγές μόνιμες ή και παροδικές ενώ αντίστοιχα στην δεύτερη τα laser χρησιμοποιούνται προκειμένου να ανιχνεύσουν, διατηρήσουν, αποστείλουν ή και επεξεργαστούν τεράστιες ποσότητες χρήσιμης, κατά τεκμήριο, πληροφορίας. Εάν μάλιστα προσπαθήσει κανείς να ομαδοποιήσει έτσι τις προηγούμενες πενήντα εφαρμογές θα διαπιστώσει ότι η αναλογία της κατηγορίας 1 προς την κατηγορία 2 είναι περίπου 60:40. Είναι προφανές ότι ο συσχετισμός αυτός δεν σημαίνει απαραίτητα κάτι στο μέτρο που όπως προαναφέρθηκε τα εν λόγω δεδομένα μεταβάλλονται πάρα πολύ σύντομα.

Επίλογος

Είναι γεγονός ότι για την δέσμη laser η αρχική, επιπόλαια διαπίστωση μερικών επιστημόνων ήταν ότι επρόκειτο για «την λύση σε ένα πρόβλημα που δεν είχε ακόμη διατυπωθεί». Η περίοδος βέβαια των πέντε δεκαετιών που μεσολάβησε απέδειξε ότι η δέσμη αυτή όχι μόνο έδωσε ικανοποιητικές απαντήσεις σε πλήθος από προϋπάρχοντα προβλήματα αλλά βοήθησε σημαντικά στο να περιγραφούν εντελώς νέοι προβληματισμοί σε διαφορετικούς ερευνητικούς τομείς. Έτσι, τα laser στα χρόνια που πέρασαν διέψευσαν κατηγορηματικά τις αρχικές, υποτιμητικές προβλέψεις που τα ήθελαν σαν σχεδόν άχρηστα υποπροϊόντα μιας τυπικής ερευνητικής δραστηριότητας. Οι δέσμες laser συμμετέχουν σήμερα ουσιαστικά σε σχεδόν όλους τους αναπτυσσόμενους τομείς της σύγχρονης τεχνολογίας.

Με αφορμή λοιπόν τα γενέθλια των πενήντα χρόνων (1960 – 2010) από την δημιουργία του πρώτου laser έγινε εδώ συνοπτική αναφορά στις μέχρι σήμερα χαρακτηριστικές εφαρμογές του. Δημιουργήθηκε δηλαδή η εικονική γενέθλια τούρτα με τα πενήντα χαρακτηριστικά «κεράκια», μόνο που τώρα το κάθε τέτοιο ιδεατό «κεράκι» δεν είναι τίποτε άλλο παρά μια δεδομένη, υλοποιήσιμη εφαρμογή της συγκεκριμένης δέσμης. Έγινε επίσης φανερό ότι από εδώ και εμπρός για κάθε έτος που προστίθεται οι αντίστοιχες εφαρμογές laser προβλέπεται να είναι πολύ περισσότερες από μια. Αποτέλεσμα της προηγούμενης διαπίστωσης είναι ότι στα μελλοντικά, αντίστοιχα «επετειακά» κείμενα η δυσκολία θα είναι όχι να βρεθούν οι τότε ισάριθμες εφαρμογές των laser αλλά ποιες από αυτές θα προκριθούν ως οι πιο χαρακτηριστικές προκειμένου να παρουσιαστούν σε νέο ενδεικτικό κατάλογο.