



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΟΠΤΙΚΗΣ & ΟΠΤΟΜΕΤΡΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επιστρώσεις οφθαλμικών φακών και σύγχρονες εξελίξεις.

Σπουδάστριες:

Τσάνι Αϊντα

Κερπάτσι Αρτεμίσια

Επιβλέπων καθηγητής:

κ. Κουτσοθεοδωρής Θεόδωρος

Αίγιο, 2015

ΠΡΟΛΟΓΟΣ-ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρακάτω εργασία εκπονήθηκε στο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδος (Παράρτημα Αιγίου) στο Τμήμα Οπτικής και Οπτομετρίας. Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι να εντοπίσει όλες τις επιστρώσεις των οφθαλμικών φακών ,που ήδη γνωρίζουμε αλλά, και οποιεσδήποτε νέες εξελίξεις υπάρχουν πάνω σε αυτές. Ακόμη, στόχος της εργασίας αυτής είναι η συγκέντρωση σχετικών στοιχείων και περιγραφών για την επεξήγηση της διαδικασίας εφαρμογής αυτών στους οφθαλμικούς φακούς. Φυσικά, η προσφορά της πραγματοποίησης της μελέτης αυτού του θέματος δεν είναι μόνο σε προσωπικό επίπεδο αλλά αφορά και την επιστήμη και την κοινωνία.

Θα θέλαμε λοιπόν στα πλαίσια της πτυχιακής μας εργασίας να ευχαριστήσουμε τον επιβλέποντα καθηγητή μας και εμπνευστή του θέματος της εργασίας μας κύριο Κουτσοθεοδωρή Θεόδωρος (οπτικός-οπτομέτρης, επιστημονικός συνεργάτης του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδος) για την άμεση ανταπόκριση σε όλα μας τα προβλήματα καθώς και για την εξαιρετική καθοδήγηση πάνω στην αναζήτηση πληροφοριών για την έγκαιρη εκπόνηση της εργασίας. Επίσης, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον πρόεδρο το τμήματος μας κύριο Δροσόπουλο καθώς και τη γραμματεία του τμήματος για την υποστήριξή τους. Ακόμη, ευχαριστούμε ιδιαίτερω τα μέλη της επιτροπής που θα παρακολουθήσουν την παρουσίαση της εργασίας μας καθώς και το ευρύ κοινό. Θα ήταν μεγάλη μας παράλειψη εάν δεν ευχαριστούσαμε θερμά τις εταιρίες που μας βοήθησαν να πραγματοποιήσουμε κάποια πειράματα, μας έστειλαν πληροφορίες και φακούς και μας φιλοξένησαν στα εργαστήριά τους προκειμένου να δούμε από κοντά και να βιντεοσκοπήσουμε τη διαδικασία. Ευχαριστούμε προσωπικά τον κύριο Καραμούζη, τον κύριο Μπαράκο, τον κύριο Παπαιωάννου και τον κύριο Κόκκοτα για τις πηγές πληροφοριών. Τέλος θα θέλαμε να εκφράσουμε τις πιο θερμές μας ευχαριστίες στις οικογένειες και τους φίλους-συμφοιτητές μας για όλη την υπομονή και την στήριξή τους.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρακάτω εργασία αφορά στις επιστρώσεις των οφθαλμικών φακών και τις σύγχρονες εξελίξεις γύρω από αυτές. Κύριος στόχος αυτής της εργασίας είναι η λεπτομερής αναφορά και περιγραφή των επιστρώσεων και της διαδικασίας που αυτές εφαρμόζονται στους φακούς, αλλά και η παρουσίαση οποιασδήποτε νέας εξέλιξης. Πιο συγκεκριμένα, στα πρώτα κεφάλαια της εργασίας γίνεται αναφορά στο φαινόμενο της συμβολής του φωτός και εν συνεχεία ξεκινά η αναφορά στα είδη των επιστρώσεων. Γίνεται, δηλαδή, περιγραφή κάθε επίστρωσης χωριστά συμπεριλαμβάνοντας ενδιαφέρουσες και χρήσιμες πληροφορίες για την κάθε μια από αυτές. Καθώς προχωρά η εργασία γίνεται λεπτομερής παρουσίαση του τρόπου εφαρμογής των επιστρώσεων στο εργαστήριο όπως καταγράφηκε με βιντεοκάμερα. Ο τρόπος εφαρμογής της συγκεκριμένης επίστρωσης δεν αντιπροσωπεύει όλες τις επιστρώσεις ξεχωριστά διότι πρόκειται για μία πολυστρωματική επίστρωση που συμπεριλαμβάνει όλες τις υπόλοιπες και έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται ως επι το πλείστο. Στη συνέχεια, αναφέρονται κάποιες νέες γενιές επιστρώσεων για τις οποίες λίγα πράγματα μπορούν να ειπωθούν όσον αφορά την εφαρμογή τους στην οπτική και αυτές είναι οι επιστρώσεις λεπτών υμενίων. Παρόλα αυτά γίνεται και για αυτές μια αρκετά ικανοποιητική αναφορά. Ακόμη, ότι πιο σύγχρονο στο χώρο των επιστρώσεων είναι η επίστρωση που μπλοκάρει το μπλε φως το οποίο εμείς προσλαμβάνουμε σε καθημερινή βάση ακατάπαυστα, δεν θα μπορούσε λοιπόν να μην γίνει μια ικανοποιητική αναφορά και σε αυτή την επίστρωση. Τέλος, για την καλύτερη επεξήγηση και κατανόηση των διαφορών μεταξύ ενός παλιάς τεχνολογίας επιστρωμένου φακού και ενός καινούριας τεχνολογίας, πραγματοποιήθηκε ένα πείραμα. Δυστυχώς τα στοιχεία που μπορούν να δοθούν στο κοινό από τις εταιρείες είναι πολύ περιορισμένα και αυτός είναι ο μόνος λόγος που δεν υπάρχει αρκετά εκτενής περιγραφή του θέματος.

ABSTRACT

The following work concerns information about the coatings of the ophthalmic lenses and the modern developments around them. The main purpose of this work is the detailed report and a description of the process that coatings are applied to the lenses, and the presentation of any new developments. More specifically, in the first chapters of the work we have a reference to the phenomenon of interference of light and how that happens and then starts a reference to the types of coatings. The work provides a description of each layer separately including interesting and useful information for each one of them. As work progresses a detailed presentation of how the coatings in the laboratory as recorded by camcorder. The manner of this coating does not represent all the layers separately because it is a multilayer coating that includes all the others and has been in use mostly. Then some new generations of coatings are referred, for which little can be said with regard to their application in optics this coatings are called thin films. Nevertheless it becomes for them a satisfactory report. Furthermore, most modern in the field of coatings is the coating that blocks blue light which we recruit daily unceasingly, could therefore not be a good reference in this coating. Finally, for better explanation and understanding of the differences between an old technology coated lens and a brand new technology, we conducted an experiment. Unfortunately the information given to the public by companies is very limited and this is the only reason that there is not quite extensive description of the subject.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο	3
ΙΣΤΟΡΙΚΑ	3
ΣΥΜΒΟΛΗ ΦΩΤΟΣ	3
Προυποθέσεις	4
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΕΣ ΟΦΘΑΛΜΙΚΩΝ ΦΑΚΩΝ	4
Επεξεργασίες σκλήρυνσης- γενικές πληροφορίες	4
ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΙΣ	5
Γενικές πληροφορίες	5
Αντιανακλαστική επίστρωση.....	7
Γιατί αντιανακλαστικές επιστρώσεις?.....	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο	10
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΑΝΤΙΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΩΝ	10
ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΡΩΣΗ (MIRROR COATING)	15
ΥΔΡΟΦΟΒΗ ΚΑΙ ΛΙΠΟΦΟΒΗ ΕΠΙΣΤΡΩΣΗ.....	15
ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ UV	16
ΑΝΤΙΧΑΡΑΚΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΡΩΣΗ	17
Πώς λειτουργούν οι αντιχαρακτικές επιστρώσεις?.....	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο	20
ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟΙ ΦΑΚΟΙ	20
ΦΙΜΕ ΦΑΚΟΙ:ΟΡΓΑΝΙΚΟΙ.....	20
ΦΙΜΕ ΦΑΚΟΙ: ΚΡΥΣΤΑΛΛΑ.....	20
ΕΠΙΣΤΡΩΜΕΝΟΙ ΟΡΓΑΝΙΚΟΙ ΦΑΚΟΙ.....	20
ΕΠΙΣΤΡΩΜΕΝΟΙ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΝΟΙ ΦΑΚΟΙ	21
ΣΗΜΕΙΩΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΩΝ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ:.....	21
ΝΕΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΟΡΓΑΝΙΚΟΥΣ ΦΑΚΟΥΣ	22
ΑΝΤΙΑΜΑΥΡΩΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΙΣ.....	22
Πώς μπορεί να αντιμετωπιστεί αυτό το μειονέκτημα;	22
ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο	24

ΕΠΙΤΡΩΣΕΙΣ ΛΕΠΤΩΝ ΥΜΕΝΙΩΝ (THIN FILM COATINGS).....	24
ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΛΕΠΤΩΝ ΥΜΕΝΙΩΝ ΥΠΟ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΕΝΟΥ.....	25
Μέθοδοι φυσικής απόθεσης ατμών(Physical Vapor Deposition-PVD)	25
Χημική Απόθεση Ατμών (Chemical Vapor Deposition – CVD)	25
ΛΕΠΤΑ ΥΜΕΝΙΑ ΚΑΙ ΟΠΤΙΚΗ.....	26
ΑΝΤΙΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΟΡΑΤΟ ΚΑΙ ΤΟ ΥΠΕΡΥΘΡΟ.....	27
ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΙΣ “ΚΑΘΡΕΦΤΗΣ” ΥΨΗΛΗΣ ΑΝΑΚΛΑΣΗΣ.....	27
ΠΟΛΥΣΤΡΩΜΑΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΙΣ ΥΨΗΛΗΣ ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	28
ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΑ ΛΕΠΤΩΝ ΥΜΕΝΙΩΝ	28
Η ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΛΕΠΤΩΝ ΥΜΕΝΙΩΝ	29
ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΞΑΤΜΙΣΗ	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο	32
ΜΠΛΕ ΦΩΣ	32
Τί είναι όμως το μπλε φως;.....	33
Γιατί θα πρέπει να ανησυχούμε για την έκθεσή μας στο μπλε φως?	33
ΓΙΑΤΙ ΟΙ ΦΑΚΟΙ ΜΕ ΕΠΙΣΤΡΩΣΗ ΦΑΙΝΟΝΤΑΙ ΜΠΛΕ (ΜΩΒ Ή ΟΤΙΔΗΠΟΤΕ ΑΛΛΟ)	
.....	35
Τι χρώμα θα έχει η επίστρωση?	37
Έτσι, εαν οι φακοί είναι μωβ, δεν θα έχουν οι φωτογραφίες μου μια μωβ απόχρωση;	
.....	38
Έτσι, ποια είναι η διαφορά μεταξύ της “μονής” και της “πολλαπλής” επικάλυψης;	38
Έτσι, αν δω τις αντανάκλασεις με πολλαπλά χρώματα σε ένα φακό, αυτό δεν	
σημαίνει ότι είναι multi-coated;	39
Ένα τελευταίο, άσχετο ερώτημα: Μήπως η επίστρωση κάνει ένα φακό "διορθωμένο	
χρωματικά";	39
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	40
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ	41

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το θέμα που θα αναλυθεί στην παρακάτω εργασία είναι οι επιστρώσεις των οφθαλμικών φακών και οι σύγχρονες εξελίξεις πάνω σε αυτές. Η αλήθεια είναι πως λόγω της συνεχούς εξέλιξης της ανθρωπότητας οι καθημερινές μας ανάγκες διαφοροποιούνται συνεχώς. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να δημιουργούνται όλο και πιο πολλές τεχνολογικές απαιτήσεις. Όσον αφορά λοιπόν στο κομμάτι της οπτικής οι καινοτομίες βρίσκονται σε ένα εξαιρετικά καλό επίπεδο. Πιο συγκεκριμένα, όπως γνωρίζουμε ένα πάρα πολύ μεγάλο ποσοστό των ανθρώπων στην εποχή μας φορούν ή χρειάζεται να φορέσουν γυαλιά οράσεως. Η ανάγκη για διόρθωση των προβλημάτων αυτών των ανθρώπων με τον καλύτερο δυνατό τρόπο έχει οδηγήσει ,ειδικά τα τελευταία χρόνια, στην παραγωγή εξαιρετικής ποιότητας φακών.

Ένα τεράστιο ποσοστό της μεγάλης εξέλιξης στον τομέα αυτό καταλαμβάνουν και οι επιστρώσεις. Η τεχνολογία των επιστρώσεων υπάρχει εδώ και αρκετά χρόνια στις ζωές μας κάνοντάς τες με ένα τρόπο ευκολότερες. Αυτό συμβαίνει διότι με την εφαρμογή αυτών στους φακούς των γυαλιών μας γλυτώνουμε από διάφορα ενοχλητικά- επιβλαβή για τους οφθαλμούς μας φαινόμενα. Με την εφαρμογή των επιστρώσεων στους φακούς μας κερδίζουμε καλύτερα οπτικά και αισθητικά αποτελέσματα και αυτό γιατί μετά από συγκεκριμένες επιστρώσεις ο φακός γίνεται πιο ανθεκτικός σε γρατζουνιές, "αποφεύγει" τη σκόνη και το νερό, καθαρίζει ευκολότερα και φυσικά μειώνονται οι πλέον ενοχλητικές αντανακλάσεις του φωτός.

Όπως γίνεται κατανοητό από τα παραπάνω οι επιστρώσεις των οφθαλμικών φακών και οι εξελίξεις που αφορούν σε αυτές είναι ένα θέμα το οποίο δεν θα μπορούσε να μην αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι στην επιστήμη της οπτικής και οπτομετρίας. Φυσικά, το πιο ενδιαφέρον κομμάτι πέρα από τα προτερήματα των επιστρώσεων είναι η διαδικασία με την οποία αυτές εφαρμόζονται στους φακούς αλλά και οτιδήποτε πιο σύγχρονο γνωρίζουμε για αυτές. Στη συγκεκριμένη εργασία αρχικά γίνονται αναφορές στις επιστρώσεις στη συνέχεια στη διαδικασία εφαρμογής τους στους φακούς και τέλος στις πιο σύγχρονες επιστρώσεις που ξέρουμε.

Για να μπορέσει να γίνει μια μελέτη για αυτές τις επιστρώσεις αλλά και για όλα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω χρειάστηκαν πολλές αναζητήσεις και διάφοροι τύποι πηγών για πληροφορίες. Για την ακρίβεια χρειάστηκε να βρεθούν και να μεταφραστούν ξενόγλωσσα άρθρα και βιβλία καθώς οι πληροφορίες στα ελληνικά είναι ανεπαρκής. Ακόμη χρειάστηκε άμεση επικοινωνία με πολλές από τις εταιρείες που προμηθεύουν με επιστρωμένους φακούς τα περισσότερα οπτικά καταστήματα και οπτομετρικά εργαστήρια της χώρας. Εκτός από πληροφορίες για την ποικιλία των επιστρώσεων που υπάρχει σήμερα έγινε αναζήτηση του τρόπου εφαρμογής τους και καταγράφηκε λεπτομερώς σε μορφή βίντεο και στη συνέχεια έγινε περιγραφή.

Ένα από τα πιο ενδιαφέροντα κομμάτια της παρακάτω εργασίας είναι η ενασχόληση της με τις πιο καινούριες μορφές επιστροφών που έχουν να κάνουν με μια εξαιρετικά προηγμένη τεχνολογία. Τα λεπτά υμένια και οι επιστροφές κατά του μπλε φωτός είναι ότι πιο σύγχρονο στον τομέα των επιστροφών, με βάση την μελέτη που έγινε για την εκπόνηση της παρακάτω εργασίας.

Οι μέθοδοι που επιλέχθηκαν για να γίνει η αναζήτηση των πληροφοριών κρίθηκαν οι πλέον κατάλληλες καθώς ήταν αντικειμενικές και σαφείς. Με στόχο την κατανόηση της πραγματικής χρησιμότητας και αναγκαιότητας των επιστροφών στην όρασή μας, θεωρήθηκε απαραίτητη η διεξαγωγή ενός πειράματος. Για την επίτευξη αυτού χρειαστήκαμε τη βοήθεια διάφορων εταιριών για τους επιστρωμένους φακούς και τα απαραίτητα μηχανήματα.

Σε μεγαλύτερο βαθμό σε χώρες του εξωτερικού αλλά και εντός της Ελλάδος οι διάφοροι οργανισμοί, ακαδημίες και εργαστήρια οπτικών και οπτομετρών ,με τη βοήθεια και άλλων αρμόδιων, βρίσκονται σε συνεχή αναζήτηση για νέες, καλύτερες τεχνικές ανάπτυξης και εφαρμογής επιστροφών που θα κάνουν ακόμη καλύτερη την ποιότητα της όρασής μας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΙΣΤΟΡΙΚΑ

Οι επιστρώσεις φυσικού δείκτη ανακαλύφθηκαν από τον λόρδο Rayleigh το 1886. Ο Harold Dennis Taylor της εταιρείας Cooke ανέπτυξε μια χημική μέθοδο για την παραγωγή αυτών των επιστρώσεων το 1904.

Επιστρώσεις που βασίζονται στην παρεμβολή εφευρέθηκαν και αναπτύχθηκαν το 1935 από τον Alexander Smakula, ο οποίος εργαζόταν για την εταιρεία οπτικών Carl Zeiss. Οι αντιανακλαστικές επιστρώσεις ήταν μια γερμανική στρατιωτική μυστική εργασία μέχρι τα πρώιμα στάδια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου. Η Katharine Burr Blodgett και ο Langmuir Irving ανέπτυξαν οργανικές αντιανακλαστικές επιστρώσεις στα τέλη του 1930.

Η απλούστερη μορφή αντιανακλαστικής επίστρωσης ανακαλύφθηκε από τον λόρδο Rayleigh το 1886. Οι φακοί που ήταν διαθέσιμοι εκείνη την εποχή έτειναν να αναπτύσσουν μια αμαύρωση στην επιφάνειά τους με το χρόνο, λόγω των χημικών αντιδράσεων με το περιβάλλον. Ο Rayleigh δοκίμασε κάποια παλιά, λίγο αμαυρωμένα κομμάτια γυαλιού, και βρήκε προς έκπληξή του ότι μεταδίδεται περισσότερο φως από τα νέα, καθαρά κομμάτια. Η αμαύρωση αντικαθιστά τη διεπαφή αέρα-γυαλιού με δύο διασυνδέσεις: μια διεπαφή αέρα-αμαύρωσης και μια διεπαφή αμαύρωσης-γυαλιού. Επειδή η αμαύρωση έχει έναν δείκτη διάθλασης μεταξύ εκείνων του γυαλιού και του αέρα, κάθε μία από αυτές τις διασυνδέσεις εμφανίζει μικρότερη ανάκλαση από τη διεπαφή αέρα-γυαλιού. Στην πραγματικότητα, το σύνολο των δύο ανακλάσεων είναι μικρότερο από εκείνο της "γυμνής" διεπαφής αέρα-γυαλιού, δεδομένου ότι για σχεδόν φυσιολογική συχνότητα η ανακλαστικότητα είναι ανάλογη με το τετράγωνο της διαφοράς του δείκτη διάθλασης.

ΣΥΜΒΟΛΗ ΦΩΤΟΣ

Η συμβολή λαμβάνει χώρα όταν δυο φωτεινά κύματα προερχόμενα από την ίδια πηγή (φωτεινή) ενώνονται. Οι καλύτερες συνθήκες για συμβολή συμβαίνουν όταν το φως είναι μονοχρωματικό δηλαδή μια στενή ζώνη από μήκη κύματος. Επίσης όμως συμβολή είναι δυνατόν να επιτευχθεί με λευκό φως κάτω από άριστες συνθήκες.

Συμβολή φωτεινών κυμάτων είναι η αλληλεπίδραση δυο ή περισσότερων φωτεινών κυμάτων από την οποία προκύπτει φωτεινή ένταση διαφορετική από το άθροισμα των φωτεινών εντάσεων των επιμέρους κυμάτων.

Αυτή η συνύπαρξη όμως από μόνη της δεν αρκεί για να υπάρξουν φαινόμενα συμβολής, πρέπει να υπάρχουν και κάποιοι προϋποθέσεις.

Προϋποθέσεις

1. Για να μην μηδενίζεται ο παράγοντας συμβολής πρέπει να υπάρχουν τουλάχιστον δυο μη μηδενικής έντασης συμβάλλουσες δέσμες. Με μια μόνο δέσμη δεν μπορούμε να έχουμε συμβολή.

2. Πρέπει να έχουμε μη ορθογώνια πολωμένα κύματα.

3. Πρέπει η διαφορά φάσης να μην μεταβάλλεται τυχαία. Ιδανικά θα θέλαμε να είναι σταθερή και γιατί όχι ίση με μηδέν σε κάθε σημείο του χώρου, κάθε χρονική στιγμή.

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΕΣ ΟΦΘΑΛΜΙΚΩΝ ΦΑΚΩΝ

Ένα ζευγάρι γυαλιά είναι ένας συνδυασμός δύο φακών σε ένα “μηχάνημα” που τους κρατά μπροστά από τους οφθαλμούς. Είναι μια από τις πιο χρήσιμες εφευρέσεις στην ανθρωπότητα. Όταν ένα ζευγάρι γυαλιά είναι σωστά φτιαγμένα για τον άνθρωπο που τα φοράει, μπορούν να του προφέρουν καθαρή και άνετη όραση για ανάγνωση, γραφή ή και οποιαδήποτε άλλη δραστηριότητα. Παρά την συνεχή εξέλιξη στον τομέα της διαθλαστικής χειρουργικής, σχεδόν ο μισός πληθυσμός φοράει γυαλιά οράσεως. Αυτό σημαίνει μια αγορά οπτικών πάνω από 13 δισεκατομμύρια δολάρια. Τα οφθαλμικά γυαλιά υπάρχουν σε μια τεράστια ποικιλία σκελετών και φακών για να ταιριάζουν σε όλα τα γούστα. Τα σύγχρονα υλικά κατασκευής των οφθαλμικών φακών επέτρεψαν την κατασκευή λεπτότερων και ελαφρότερων φακών με διάφορες επιστρώσεις που καλυτερεύουν την όραση και την εμφάνιση του διοπτροφόρου.

Επεξεργασίες σκλήρυνσης- γενικές πληροφορίες

Ένα αρνητικό σημείο των οργανικών υλικών είναι η ευαισθησία τους στη χάραξη. Αυτό είναι ένα σημαντικό μειονέκτημα, που όμως έχει σχεδόν εκλείψει λόγω των σύγχρονων επεξεργασιών, οι οποίες παρέχουν στον οργανικό φακό σημαντικού βαθμού σκλήρυνση.

Η διαδικασία της σκλήρυνσης συνίσταται στην επάλειψη της επιφάνειας του φακού με ένα βερνίκι. Αυτό έχει άριστες οπτικές και φυσικές ιδιότητες. Επιτρέπει την μετάδοση του φωτός, ενώ διαθέτει σημαντική αντοχή απέναντι στη χάραξη. Έτσι προστατεύει τον φακό που βρίσκεται από κάτω. Παρόλη τη σημαντική αύξηση της σκλήρυνσης του οργανικού φακού, αυτή δεν φτάνει στα επίπεδα του κρυστάλλινου. Για να γίνει κάτι τέτοιο, αναπτύχθηκε πρόσφατα μια νέα τεχνική. Αυτή συνίσταται στην τοποθέτηση ενός κρυσταλλικού μικρο-στρώματος πάνω από το βερνίκι. Αυτό γίνεται με τη βοήθεια εξελιγμένων τεχνολογικών μεθόδων, ώστε να ενσωματωθεί το κρυσταλλικό στρώμα με τρόπο που να είναι άθραυστο και να διατηρεί ελαστικότητα. Έτσι στην ουσία δημιουργείται ένας υβριδικός φακός που συνδυάζει τα θετικά των οργανικών και των κρυστάλλινων φακών. Έχει δηλαδή παρόμοια αντοχή με αυτή του κρυστάλλου στη

χάραξη, ενώ διατηρεί την αντοχή του οργανικού στο σπάσιμο και ταυτόχρονα έχει μικρό βάρος.

ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΙΣ

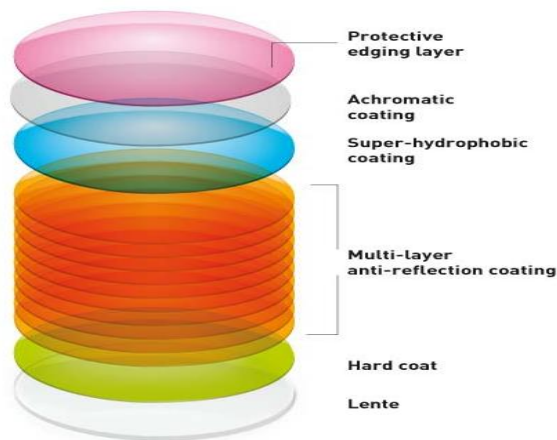
Γενικές πληροφορίες

Καθώς το φως προσπίπτει στην πρόσθια επιφάνεια του φακού, ένα μέρος του ανακλάται προς τα πίσω. Το ίδιο συμβαίνει και στην οπίσθια επιφάνεια (αν και σε μικρότερο βαθμό). Το αποτέλεσμα είναι ένα μέρος του φωτός να μην εισέρχεται τελικά στο μάτι, ενώ ο οφθαλμικός φακός δημιουργεί στην πρόσθια επιφάνειά του εμφανείς αντανakλάσεις (γυαλίζει). Αυτό μας δημιουργεί προβλήματα οπτικά και αισθητικά.

Τα οπτικά προβλήματα έχουν να κάνουν με την απώλεια μέρους της οπτικής πληροφορίας (που σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού ενδεχομένως να είναι σημαντική), κυρίως όμως έχουν να κάνουν με την απώλεια ευκρίνειας, ιδιαίτερα σε συνθήκες ανομοιόμορφου φωτισμού. Σε τέτοιες συνθήκες, (αντικείμενα που αντανακλούν φως, φώτα τη νύχτα κτλ.) τα αντικείμενα φαίνονται ομιχλώδη και δεν παρέχεται καθαρή όραση σε όλο το οπτικό πεδίο. Τα αισθητικά προβλήματα έχουν να κάνουν με τις αντιαισθητικές αντανakλάσεις που φαίνονται μπροστά από τα μάτια.

Για την επίλυση αυτών των προβλημάτων, χρησιμοποιούμε τις αντί-ανακλαστικές επιστρώσεις. Αυτές είναι πολύ λεπτά στρώματα που αποτίθενται πάνω στις επιφάνειες του φακού. Εκμεταλλεύονται τα φαινόμενα συμβολής του φωτός και έτσι περιορίζουν σημαντικά το ποσοστό του ανακλώμενου φωτός.

Οι σύγχρονες επιστρώσεις επιτυγχάνουν οπτική διαπερατότητα της τάξης του 99% (δηλαδή δημιουργούν μόνο 1% αντανakλάσεις). Αυτή είναι μια σημαντική βελτίωση, αν αναλογιστούμε ότι ο ανεπίστρωτος φακός δημιουργεί αντανakλάσεις από 8% έως 19% (ανάλογα με τον δείκτη διάθλασης). Οι αντί-ανακλαστικές επιστρώσεις, δημιουργούν ένα αρνητικό φαινόμενο: οι υπολειπόμενες αντανakλάσεις είναι έγχρωμες. Δηλαδή το λευκό φως ανακλάται σε μικρό ποσοστό, αλλά οι αντανakλάσεις του δεν είναι λευκές. Έχουν ένα χρώμα, το οποίο μπορεί να είναι διαφορετικό ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής της επίστρωσης. Τα χρώματα που συναντώνται συχνότερα είναι το μωβ και το πράσινο, σε διάφορες αποχρώσεις. Η έρευνα και η τεχνολογία έχουν δημιουργήσει πλέον νέας γενιάς επιστρώσεις, οι οποίες δεν εμφανίζουν έγχρωμες αντανakλάσεις, αλλά λευκές. Όμως σε αυτή την περίπτωση πρέπει να γίνει ένας συμβιβασμός στην οπτική διαπερατότητα, καθώς αυτές οι επιστρώσεις δεν φθάνουν στο 99%, αλλά στο 96% διαπερατότητα. Αυτό σημαίνει ότι μπορούμε να διαλέξουμε μια επίστρωση με λιγότερες αντανakλάσεις, οι οποίες θα είναι όμως έγχρωμες ή μια επίστρωση με περισσότερες αντανakλάσεις, η οποία όμως θα είναι αισθητικά καλύτερη λόγω των αχρωματικών αντανakλάσεων.



Εικόνα 1.1: Ανάλυση επίστρωσης πολλαπλών στρωμάτων

Μεταξύ των καθημερινών "εχθρών" που αντιμετωπίζει ένας φακός, οι ζημιές που προκαλούνται από την τριβή των διαφόρων αντικειμένων και από τα σωματίδια σκόνης που "γδέρνουν" το φακό καθώς τον σκουπίζουμε είναι σίγουρα από τις χειρότερες. Αυτό ισχύει για όλους τους φακούς είτε είναι από γυαλί είτε από πλαστικό, αν και οι φακοί από γυαλί θεωρούνται γενικά πολύ πιο ανθεκτικοί στις γρατσουνιές από τους πλαστικούς.

Μια προκαταρκτική παρατήρηση των γδαρμένων πλαστικών φακών συνάγεται ότι τα δύο φαινόμενα που συμβαίνουν:

1. τριβή με το τρίψιμο των λεπτών σωματιδίων η οποία ευθύνεται για τις γρατσουνιές, οι οποίες είναι πρακτικά αόρατες στο χρήστη.
2. "Ξύσιμο" από μεγάλα σωματίδια προκαλούν ορατή διάσπαση η οποία είναι μια πηγή δυσφορίας.

Παρόλα αυτά, φυσική ανάλυση των φαινομένων τριβής και ξυσίματος αποκαλύπτει πιο περίπλοκους μηχανισμούς που διέπονται από τις μηχανικές ιδιότητες της σκληρότητας και της παραμόρφωσης.

Ένα πρόβλημα που συναντάται συχνά είναι η καταστροφή (σπάσιμο) των επιστρώσεων πάνω σε ένα φακό. Αυτό είναι ένα εντυπωσιακό συμβάν, αφού θολώνει όλη σχεδόν η επιφάνεια του φακού. Πρακτικά μέσα από φακό με σπασμένη επίστρωση δεν μπορεί να δει κανείς φυσιολογικά και τότε ο φακός χρειάζεται αντικατάσταση. Το φαινόμενο των σπασμένων επιστρώσεων δεν αποτελεί χαρακτηριστικό γνώρισμα ή αδύνατο σημείο των επιστρώσεων γενικά. Αντίθετα οφείλεται σε κακή κατασκευή της επίστρωσης. Αυτό συμβαίνει για το λόγο που θα περιγράψουμε παρακάτω: Οι επιστρώσεις αποτίθενται επάνω στο βερνίκι σκλήρυνσης. Κάθε υλικό από το οποίο

κατασκευάζεται ένας φακός χρειάζεται ειδικό βερνίκι σκλήρυνσης, έτσι ώστε φακός και βερνίκι να διαστέλλονται και να συστέλλονται μαζί. Αν ο κατασκευαστής χρησιμοποιήσει διαφορετικό βερνίκι (για οικονομικούς κυρίως λόγους), τότε το βερνίκι διαστέλλεται και συστέλλεται διαφορετικά από τον οφθαλμικό φακό. Έτσι, όταν ο φακός μεταφερθεί απότομα από το κρύο στη ζέση, το βερνίκι και οι επιστρώσεις αποκολλώνται από τον φακό. Γι' αυτό πολλές φορές, κακής κατασκευής επιστρώσεις σπάνε όταν θερμανθούν έντονα στο αερόθερμο, όταν ανοίξουμε τον φούρνο, όταν μπούμε από το πολύ κρύο σε πολύ θερμό δωμάτιο κτλ.

Αντιανακλαστική επίστρωση

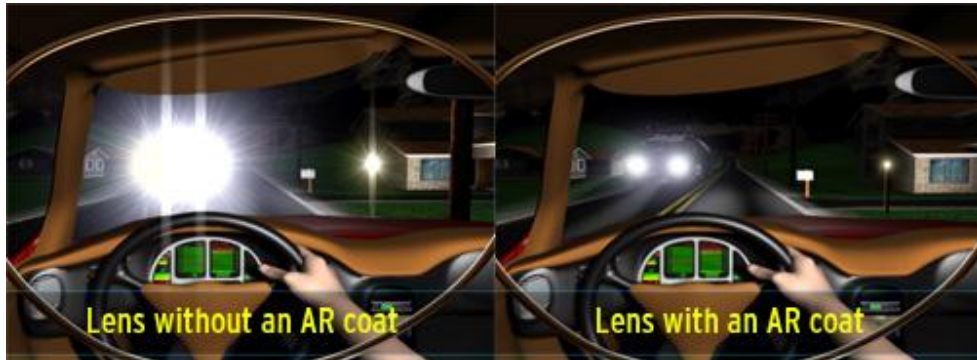
Οποιασδήποτε φακός μπορεί να δεχθεί επίστρωση ώστε να μην είναι ορατές οι αντανάκλασεις του φωτός στις επιφάνειες του. Τέτοιες επιστρώσεις βοηθούν στη μείωση τόσο των εσωτερικών όσο και των εξωτερικών αντανάκλασεων με αποτέλεσμα μια αύξηση της τάξεως του 8% στη μετάδοση του φωτός. Τις τελευταίες δεκαετίες η ποιότητα και η αποτελεσματικότητα των αντι-ανακλαστικών επιστρώσεων έχει βελτιωθεί σημαντικά. Πριν όχι και τόσο πολύ καιρό, η τυπική αντι-ανακλαστική επίστρωση δημιουργήθηκε εφαρμόζοντας μια μόνο στρώση φθοριούχου μαγνησίου στη μπροστινή ή/και στην πίσω επιφάνεια του φακού. Τότε όπως και τώρα οι αντι-ανακλαστικές επιστρώσεις λειτουργούν με βάση τη φυσική αρχή των παρεμβολών του μήκους κύματος. Για υψηλότερη αποδοτικότητα το πάχος της επίστρωσης θα πρέπει να είναι το ένα τέταρτο του μήκους κύματος, αλλά από τη στιγμή που το ορατό φως έχει πολλές τιμές για το μήκος κύματος, οι νεότερες αντι-ανακλαστικές επιστρώσεις έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να μετακινούν μόνο τα μήκη κύματος στην κεντρική περιοχή του φάσματος (κίτρινο-πράσινο).

Σήμερα, οι αντι-ανακλαστικές επιστρώσεις περιέχονται σε πέντε ή περισσότερες επιστρώσεις από μεταλλικά οξειδία όπου κάθε επίστρωση είναι σχεδιασμένη να εξαλείφει ένα διαφορετικό μήκος κύματος στο φάσμα του ορατού φωτός.

Οι φακοί των διάφορων εταιριών, με επιστρώσεις, απεικονίζουν διαφορετική εναπομείνουσα απόχρωση ανάλογα με το πιά χημική φόρμουλα χρησιμοποιεί κάθε μια από αυτές.

Οι αντι-ανακλαστικές επιστρώσεις του χθες ήταν διάσημες για την εμφάνιση των δακτυλικών αποτυπωμάτων και άλλων ατελειών στην καθαρότητα, δηλαδή, λόγω του ότι το γράσο και το νερό κολλάνε στη μικροσκοπική επιφάνεια των επιστρώσεων. Τώρα με την εμφάνιση της υδροφοβικής επίστρωσης, τέτοιες προσκολλήσεις είναι μειωμένες ή δεν υπάρχουν καθόλου και το γράσο και το νερό απωθούνται από την επιφάνεια. Ένα άλλο παρελθοντικό πρόβλημα με τις αντι-ανακλαστικές επιστρώσεις ήταν ότι αυτές υστερούσαν σε αντοχή όταν εφαρμόζονταν στους οργανικούς φακούς οι οποίοι συγκριτικά με τους κρυστάλλινους είναι πιο ελαφριοί, πορώδεις και ευαίσθητοι σε υψηλές θερμοκρασίες. Σήμερα ένα συμβατό σκληρό υπόστρωμα εφαρμόζεται αρχικά και στη συνέχεια βομβαρδίζεται με μικρά σωματίδια που προετοιμάζουν την επιφάνεια

για την αντι-ανακλαστική επίστρωση, διευκολύνοντας ένα εξαιρετικό δεσμό της αντι-ανακλαστικής επίστρωσης με το φακό.



Εικόνα 1.2: Φακός χωρίς (αριστερά) και με (δεξιά) αντιανακλαστική επίστρωση.

Ιδανικά, ο δείκτης διάθλασης της επίστρωσης πρέπει να είναι ίσος σχεδόν με αυτόν του φακού στον οποίο εφαρμόζεται. Με την υπεροχή των διάφορων υλικών των οφθαλμικών φακών που είναι σήμερα διαθέσιμα, δημιουργείται ένα πρόβλημα με τις "one-coat-fits-all" (μια επίστρωση ταιριάζει για όλες) μεθόδους επεξεργασίας φακών. Επι του παρόντος οι κατασκευαστές φακών δουλεύουν μαζί με τα εργαστήρια αντι-ανακλαστικών επιστρώσεων (α.α.ε.) ώστε να δημιουργήσουν προσαρμοσμένες επεξεργασίες που επιτρέπουν ένα τελικό προϊόν καλύτερης ποιότητας και αντοχής.

Γιατί αντιανακλαστικές επιστρώσεις?

Οι παράπλευρες επιδράσεις λόγω της αντανάκλασης του φωτός και στις δύο επιφάνειες του φακού είναι ποικίλες και καλά γνωστές.

Η πιο ορατή από αυτές είναι η το φαινόμενο του καθρέπτη που παρατηρείται από κάποιον που κοιτάζει ένα διοπτροφόρο : οι ανακλάσεις φωτός σε μη επικαλυμμένους φακούς καθιστούν αδύνατο να δει τα μάτια του άλλου ατόμου, και θεωρούνται ενοχλητικές και μη ελκυστικές. Ωστόσο, η επίδραση αυτή είναι αμελητέα σε σύγκριση με τα πραγματικά οπτικά μειονεκτήματα που έχουν οι παράπλευρες επιδράσεις για το διοπτροφόρο.



Εικόνα 1.3 : Αντιανακλαστικές επιστρώσεις- Φαινόμενο καθρέπτη

Κλινικό σημείο:

Η εμφάνιση σχεδόν όλων των οφθαλμικών φακών μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά με την επίστρωσή τους. Οι υψηλοί αρνητικοί φακοί γίνονται αποδεκτοί εμφανισιακά όχι μόνο διότι η α.α.ε. μετακινεί μερικές από τις αντανάκλασεις των επιφανειών των λαμπρών αντικειμένων αλλά και επειδή βοηθά στη μείωση όρασης “δακτυλίου” γύρω από τις άκρες του φακού, πράγμα που είναι αποτέλεσμα εσωτερικών αντανάκλασεων. Επίσης η οπτική απόδοση είναι βελτιωμένη. Στους υψηλούς θετικούς φακούς η επίστρωση μειώνει το “τούλι φάντασμα” ή τον αναδιπλασιασμό των εικόνων που σημειώνονται από ορισμένους χρήστες. Με όλους τους φακούς οι ενοχλητικές αντανάκλασεις πολλαπλών εικόνων που προκαλούνται από επερχόμενες προβολές, ελαττώνονται.

Κάποιες εταιρείες προσφέρουν νέες και βελτιωμένες α.α.ε. είτε μόνες τους είτε ως μέρος πολλαπλών επιστρώσεων που περιλαμβάνουν και άλλες επιθυμητές ιδιότητες. Οι α.α.ε. χρησιμοποιούνται πάρα πολύ σπάνια αν σκεφτούμε τα κοσμητικά και λειτουργικά τους προτερήματα. Είναι πάντα διαθέσιμες για οποιονδήποτε φακό και σε λογικά κόστη και προτείνονται ανεπιφύλακτα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΑΝΤΙΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΩΝ

Η εφαρμογή της αντιανακλαστικής επίστρωσης σε οφθαλμικούς φακούς είναι μια άκρως τεχνική διαδικασία που περιλαμβάνει (κενή) τεχνολογία εναπόθεσης (vacuum deposition technology). Το πρώτο βήμα στην διαδικασία είναι ο σχολαστικός καθαρισμός του φακού και η ανίχνευση οποιαδήποτε ορατού ή μικροσκοπικού επιφανειακού ελαττώματος. Ακόμη και μια μικροσκοπική μουτζούρα, ή γρατζουνιά στο φακό κατά τη διάρκεια της διαδικασίας μπορεί να προκαλέσει μια ελαττωματική α.α.ε.

Τυπικά μια παραγωγική σειρά περιλαμβάνει εκτενή καθαρισμό του φακού με οινόπνευμα. Στη συνέχεια οι προκαθορισμένοι φακοί τοποθετούνται σε μια ράγα προκειμένου να ακολουθήσουν πολλαπλά πλυσίματα και λουτρά ξεπλυσίματος, συμπεριλαμβανόμενων και των καθαρισμών με υπερήχους ώστε να απομακρυνθούν οποιαδήποτε ίχνη ρύπων της επιφάνειας.



Εικόνα 2.1: Διαδικασία καθαρισμού των φακών στα έξι διαδοχικά λουτρά

Πιο αναλυτικά, το πρώτο από τα έξι λουτρά που περνάνε οι φακοί αποτελείται από ένα χημικό (καυστική ποτάσα), το οποίο λειτουργεί με υπέρυχους, που κάνει μικροκαθαρισμό και "χαράσει" ελάχιστα το φακό για να επιτευχθεί η αρτιότερη εφαρμογή των επιστρώσεων στα επόμενα στάδια. Η θερμοκρασία που ενδείκνυται είναι

45 βαθμοί κελσίου. Στη συνέχεια οι φακοί μπαίνουν στο δεύτερο πλυντήριο το οποίο αποτελείται από απιονισμένο νερό, όπου και απομακρύνεται το χημικό από το πρώτο πλυντήριο. Το απιονισμένο νερό σε όλα τα λουτρά βρίσκεται σε θερμοκρασία ίση με αυτή του νερού της βρύσης. Στο τρίτο πλυντήριο που εισάγονται οι φακοί υπάρχει νερό με σαπούνι όπου οι φακοί καθαρίζονται εκτενέστερα. Στη συνέχεια μπαίνουν σε ένα τέταρτο πλυντήριο με απιονισμένο νερό, όπως και το πέμπτο, με τη διαφορά ότι στο πέμπτο πλυντήριο ο χρόνος εξόδου των φακών είναι μεγαλύτερος έτσι ώστε να κατέβει η στάθμη του νερού πιο αργά και να μην μείνουν τυχόν λεκέδες από υπολείμματα νερού. Αυτό ακολουθείται από ξήρανση με αέρα και θέρμανση των φακών σε ειδικούς κλιβάνους, για να αφαιρεθούν περαιτέρω ανεπιθύμητα υγρά ή αέρια από την επιφάνεια του φακού. Τέλος, οι φακοί εμβαπτίζονται σε ένα αντιχαρακτικό βερνίκι το οποίο εφαρμόζεται σε όλους τους οργανικούς φακούς είτε είναι οράσεως είτε ηλίου. Η στάθμη του βερνικιού κατεβαίνει με πολύ συγκεκριμένη ταχύτητα καθώς βγαίνουν οι φακοί (20 δευτερόλεπτα) προκειμένου να είναι ομοιόμορφο το αποτέλεσμα. Αυτό συμβάλει στην καλύτερη εφαρμογή των επιστρώσεων. Για να στεγνώσει αυτό το βερνίκι οι φακοί εισάγονται στον ειδικό κεραμικό κλίβανο. Τα κρύσταλλα δεν εισάγονται στο βερνίκι αφού από μόνα τους έχουν αντιχαρακτικές ιδιότητες.



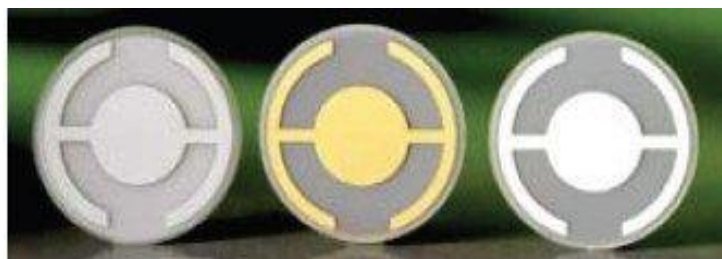
Εικόνα 2.2: Εμβάπτιση φακών στο αντιχαρακτικό βερνίκι

Σε αυτό το στάδιο οι οργανικοί φακοί περνούν από ποιοτικό έλεγχο για να ανιχνευθούν τυχόν ατέλειες και στη συνέχεια εισάγονται σε ειδικό φούρνο (διαφορετικό για φακούς οράσεως και ηλίου) για περίπου δύο ώρες. Οι κρυστάλλινοι φακοί παραμένουν για περισσότερη ώρα για να στεγνώσουν καλά και να φύγει το εγκλωβισμένο νερό από τους πόρους. Σε περίπτωση που ένας φακός δεν περάσει τον ποιοτικό έλεγχο τότε “ξεβάφεται” (σε πλυντήριο με καυστική ποτάσα) και επαναχρησιμοποιείται.



Εικόνα 2.3: Ψήσιμο φακών σε ειδικό φούρνο

Στη συνέχεια, οι φακοί καθαρίζονται με αντιστατικό αέρα, περνούν από επιπλέον ποιοτικό έλεγχο με ειδική λάμπα και μπαίνουν σε ειδική μεταλλική ομπρέλα με δαχτυλίδια έτσι ώστε να κρατώνται ασφαλώς αλλά με σχεδόν όλες τις επιφάνειες του φακού να εκτίθενται έτσι ώστε να μπορούν να εφαρμοστούν οι επιστρώσεις. Θα πρέπει όλες οι θήκες της ομπρέλας να έχουν φακό έτσι ώστε τα αέρια που απελευθερώνονται να μην επεμβαίνουν στην επίστρωση των επιφανειών του φακού και στην καλή λειτουργία του μηχανήματος. Η ομπρέλα ύστερα μπαίνει στο θάλαμο επικάλυψης. Η πόρτα του θαλάμου σφραγίζεται και ο αέρας αντλείται έξω από τον θάλαμο για να δημιουργήσει ένα κενό. Ενώ η ομπρέλα με τους φακούς περιστρέφεται στο θάλαμο επικάλυψης, μια πηγή ισχύος εντός της μηχανής εστιάζει μια δέσμη ηλεκτρονίων σε ένα μικρό χωνευτήριο που περιέχει μια σειρά μεταλλικών οξειδίων σε χωριστά διαμερίσματα. Όταν τα υλικά επικάλυψης βομβαρδίζονται από ηλεκτρόνια αυτά εξατμίζονται εντός του θαλάμου επιστρώσεων και προσκολλώνται στις επιφάνειες των φακών δημιουργώντας ένα ομοιόμορφο και μικροσκοπικά λεπτό οπτικό στρώμα πάνω στο φακό. Για να επιτευχθεί το επιθυμητό πάχος των στρωμάτων αυτών τοποθετούμε στο μηχάνημα ένα gold coated crystal.



Εικόνα 2.4: Gold coated crystal



Εικόνα 2.5: Ομπρέλα με οφθαλμικούς φακούς

Η επικάλυψη παρασκευάζεται από χημικές ενώσεις που περιέχουν φθοριούχες ή υδρογονανθρακούχες αλυσίδες. Για παράδειγμα, αυτές μπορεί να αποτελούνται από φθοριωμένες πολυσιλαζάνες, οι οποίες έχουν σχετικά πολύπλοκη μοριακή δομή. Αυτές οι ενώσεις έχουν ρίζες οι οποίες δρουν ως " άγκιστρα " εξασφαλίζοντας πολύ καλή προσκόλληση στο διοξείδιο του πυριτίου, το εξώτατο στρώμα της αντιανακλαστικής επικάλυψης. Επιπλέον, αυτές οι ενώσεις διαθέτουν ρίζες πλούσιες σε φθόριο, οι οποίες εκδηλώνουν ισχυρή χημική άπωση νερού και γράσων. Αυτές οι επικαλύψεις μπορούν να εφαρμοστούν με δύο διαφορετικούς τρόπους:

- Από την " επικάλυψη με εμβάπτιση ", χρησιμοποιώντας μια παρόμοια διαδικασία με εκείνη που περιγράφηκε για τις αντιχαρακτικές επιστρώσεις, αν και είναι πολύ ελαφρύτερη σε αυτή την περίπτωση
- Με εξάτμιση υπό κενό χρησιμοποιώντας ένα χωνευτήριο-θερμάστρα, το οποίο τοποθετείται στον θάλαμο κενού που χρησιμοποιείται για την αντιανακλαστική επίστρωση. Η εφαρμογή αυτής της επιπλέον στρώσης με εξάτμιση εκτελείται αμέσως μετά την εξάτμιση της τελευταίας στρώσης της στοίβας της αντιανακλαστικής επίστρωσης.



Εικόνα 2.6: Χωνευτήριο με μεταλλικά οξείδια

Σημειώσεις:

1. καυστική ποτάσα: Το υδροξείδιο του καλίου, ή καυστική ποτάσα είναι μια ισχυρή βάση με χημικό τύπο KOH . Σχηματίζει λευκούς κρυστάλλους με πυκνότητα $2,12\text{g/cm}^3$. Τήκεται στους $380\text{ }^\circ\text{C}$. Διαλύεται στο νερό πολύ εύκολα (97g σε 100ml νερού στους $0\text{ }^\circ\text{C}$ και 112g σε 100ml νερό στους $20\text{ }^\circ\text{C}$) ελευθερώνοντας σημαντικό ποσό θερμότητας. Το υδροξείδιο του καλίου παράγεται στο εμπόριο σε μορφή θολής στερεής μάζας, που περιέχει 90 με 92% KOH (και αντιπροσωπεύει μίγμα $\text{KOH} + \text{KOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$).
2. απιονισμένο νερό: Είναι το νερό από το οποίο έχουν αφαιρεθεί τα ιοντα(αλατα). Ο απιονισμός του νερού γίνεται μέσω ηλεκτρικά φορτισμένων ρητινών, οι οποίες έλκουν και διασπών τα άλατα απομακρύνοντας τα από το νερό. Παρόλο που οι περισσότερες ακαθαρσίες στο νερό είναι μεταλλικά άλατα, το απιονισμένο νερό είναι σχετικά καθαρό, περιέχει όμως βακτήρια και ιούς τα οποία δεν έχουν ηλεκτρικό φορτίο και δεν μπορούν να αφαιρεθούν. Το απιονισμένο νερό χρησιμοποιείται στον επιστημονικό και βιομηχανικό τομέα.
3. Η φόρμουλα για το σαπούνι που χρησιμοποιεί η κάθε εταιρεία παραμένει απόρρητη για το ευρύ κοινό.
4. Το δωμάτιο στο οποίο βρίσκονται τα μηχανήματα και γίνεται η προετοιμασία των φακών για επίστρωση θα πρέπει να είναι αποστειρωμένο και να έχει συγκεκριμένη θερμοκρασία (χαμηλή).
5. Τα λουτρά στα οποία καθαρίζονται οι φακοί θα πρέπει να βρίσκονται σε συγκεκριμένες θερμοκρασίες ειδάλλως κινδυνεύουν να σπάσουν. Πιο συγκεκριμένα, η καυστική ποτάσα όπως προαναφέρθηκε θα πρέπει να βρίσκεται στους 45 βαθμούς κελσίου. Το απιονισμένο νερό στα δυο πρώτα πλυντήρια θα πρέπει να έχει νερό βρύσης ενώ το τελευταίο θα πρέπει να βρίσκεται στους 54 βαθμούς κελσίου.
6. Ο χρόνος παραμονής των φακών στο κάθε λουτρό είναι 4 λεπτά εκτός από το τελευταίο που διαρκεί 7 λεπτά.

ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΡΩΣΗ (MIRROR COATING)

Μια ανακλαστική επίστρωση μπορεί να εφαρμοστεί στη μπροστινή επιφάνεια ενός φακού με μια κενή διαδικασία δίνοντας στο φακό τις ίδιες ιδιότητες με έναν μονόδρομο καθρέπτη (one-way mirror). Το υψηλό ποσοστό του φωτός που ανακλάται προφανώς μειώνει το ποσοστό που μένει να μεταδοθεί. Οι ανακλαστικές επιστρώσεις συχνά εφαρμόζονται σε βαμμένους φακούς για να προσφέρουν καλύτερη προστασία από το έντονο φως του ήλιου πράγμα που τις κάνει ιδιαίτερα δημοφιλείς για τα αθλήματα ύδατος και χιονιού, όπου ασυνήθιστα έντονη αντλία συχνά εμφανίζεται. Όμως πιο συχνά φοριούνται απλώς για κοσμητικούς λόγους.



Εικόνα 2.7: Ανάλυση ανακλαστικής επίστρωσης

ΥΔΡΟΦΟΒΗ ΚΑΙ ΛΙΠΟΦΟΒΗ ΕΠΙΣΤΡΩΣΗ

Ταυτόχρονα με τις αντί-ανακλαστικές επιστρώσεις μπορούν να αποτεθούν στο φακό επιπλέον επιστρώσεις που βελτιώνουν τα φυσικά του χαρακτηριστικά. Αυτές οι επιστρώσεις προσφέρουν υδρόφοβη και λιπόφοβη συμπεριφορά στον οφθαλμικό φακό. Έτσι, ο φακός δεν λερωίνεται εύκολα από υγρές και λιπαρές αποθέσεις (νερά, δαχτυλιές κτλ). Ένα πρόβλημα των επιστρώσεων είναι ότι κατά τον καθαρισμό των γυαλιών, φορτίζονται αρνητικά. Έτσι προσελκύουν τα θετικά φορτισμένα σωματίδια που βρίσκονται στον αέρα. Πρακτικά, λερωνονται ευκολότερα με σκόνη σε σχέση με τους ανεπίστρωτους φακούς. Αυτό το πρόβλημα έχει πλέον αντιμετωπιστεί, αφού μπορεί να προστεθεί μια επιπλέον επίστρωση η οποία προσδίδει αντί-στατικές ιδιότητες στον

φακό. Έτσι ο φακός δεν φορτίζεται και συνεπώς η σκόνη δεν επικάθεται σ' αυτόν. Συμπερασματικά οι σύγχρονες επιστρώσεις μπορούν να προσφέρουν αντί-ανακλαστικά, υδρόφοβα, λιπόφοβα και αντί-στατικά χαρακτηριστικά στους οφθαλμικούς φακούς, ενώ πλέον μπορούν να κατασκευαστούν έτσι ώστε να μη δημιουργούν έγχρωμες αντανάκλασεις.



Without Hydrophobic & EMR Treatment



With Hydrophobic & EMR Treatment

Εικόνα 2.8: Φακοί με και χωρίς υδροφοβή και λιπόφοβη επίστρωση

Η υδρόφοβη τεχνολογία επιτρέπει στο νερό να τρέξει φακούς χωρίς να αφήνει ανεπιθύμητες κηλίδες νερού.

Η ελαιόφοβη τεχνολογία (EMR) μειώνει τους ανεπιθύμητους λεκέδες και τα αποτυπώματα κάνοντας τους φακούς να καθαρίζουν και να διατηρούνται καθαροί εύκολα. Οι υδρόφοβες και ελαιόφοβες ιδιότητες επίσης αυξάνουν δραματικά την αντοχή στις γρατζουνιές μιας αντιανακλαστικής επίστρωσης.

ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ UV

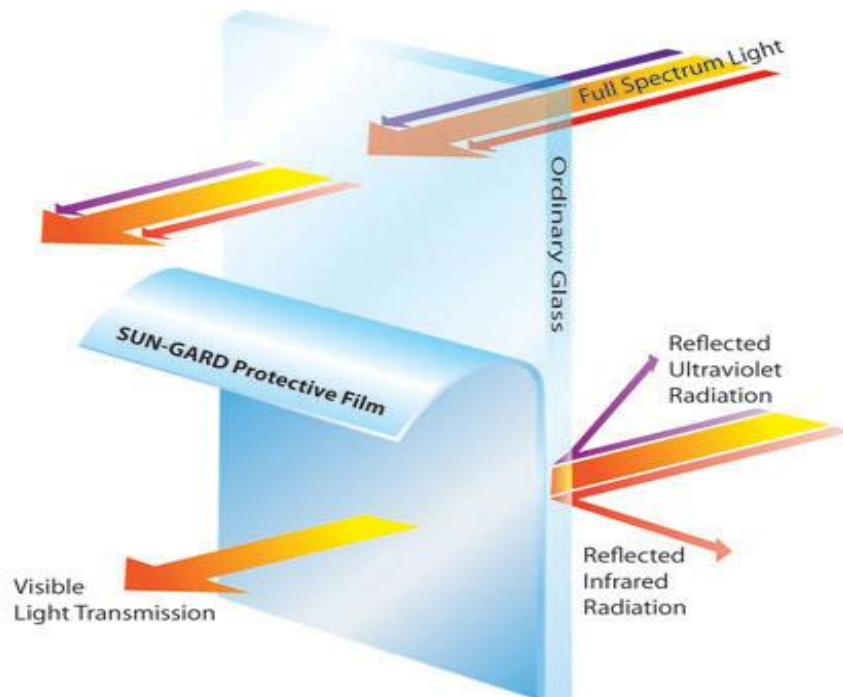
UVC: Αυτές οι ακτίνες φιλτράρονται από το στρώμα του όζοντος μας που περιβάλλει τη γη, έτσι δεν είναι κάτι που μας απασχολεί.

UVB: Αυτές οι ακτίνες είναι υπεύθυνες για τα ηλιακά εγκαύματα.

UVA: Αυτές οι ακτίνες είναι ίσως οι πιο επιβλαβείς, προκαλώντας χρόνιες βλάβες στον οφθαλμό, ειδικά χαμηλή έκθεση για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Όταν επιλέγεται αυτή η πρόσθετη επικάλυψη τότε οι οφθαλμοί έχουν τη μέγιστη προστασία την οποία χρειάζονται.

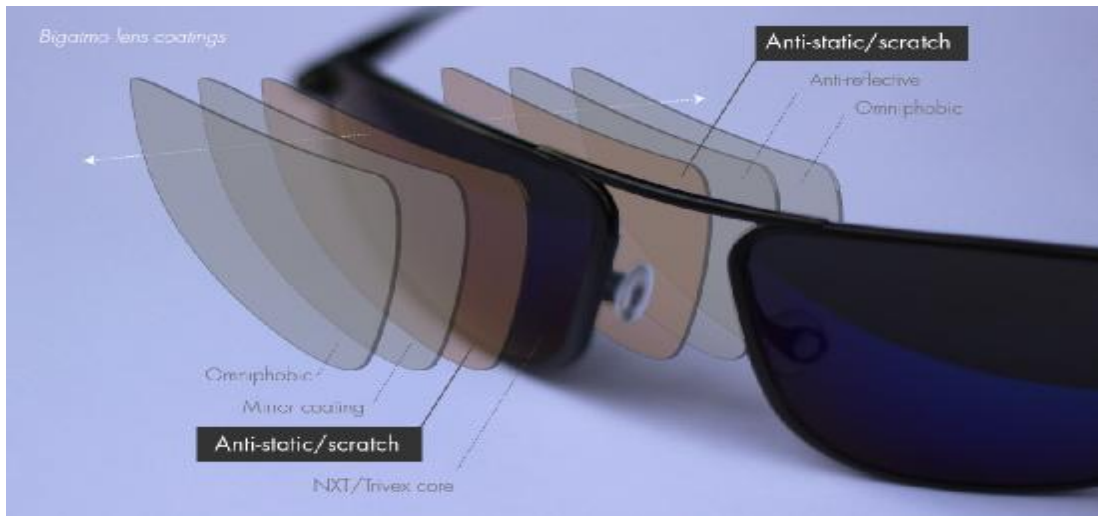
* Όλοι οι φακοί, με την εξαίρεση των 1,5 και 1,56 δείκτη διάθλασης, έχουν 100% προστασία UV.



Εικόνα 2.9: Επεξήγηση επίστρωσης για προστασία από τη UV ακτινοβολία

ΑΝΤΙΧΑΡΑΚΤΙΚΗ ΕΠΙΣΤΡΩΣΗ

Δυστυχώς, δεν υπάρχει υλικό για τους φακούς το οποίο δεν θα χαράζεται. Για να γίνει θα πρέπει να είναι κατασκευασμένοι οι φακοί από στερεά διαμάντια, ωστόσο, προσθέτοντας μια ανθεκτική στις γρατσουνιές επίστρωση παρατείνεται η διάρκεια ζωής του φακού εμποδίζοντας τις μικρές γρατσουνιές που συμβαίνουν μέσα από καθημερινή χρήση και καθαρισμό.



Εικόνα 2.10: Ανάλυση αντιχαρακτικής επίστρωσης

Οι πλαστικοί φακοί είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι, όπως προαναφέρθηκε, στη χάραξη και για αυτό φθείρονται γρήγορα. Με την κατάλληλη επεξεργασία της επιφάνειάς τους μπορεί να αυξηθεί η αντοχή τους στη χάραξη. Η τελική επίστρωση για την επαύξηση της αντοχής των φακών στη φθορά είναι στην ουσία ένα πολύ λεπτό στρώμα από DLC (diamond-like carbon) που δημιουργείται μέσω μιας διαδικασίας ιονισμού στην εξωτερική επιφάνεια των γυαλιών. Το στρώμα αυτό ανθίσταται στη φυσιολογική φθορά που εμφανίζουν συνήθως οι φακοί των γυαλιών, προστατεύοντας τις υπόλοιπες υπερευαίσθητες επιστρώσεις. Άριστης ποιότητας επίστρωση η οποία προσδίδει αυξημένη αντοχή κατά της χάραξης σε όλους τους δείκτες διάθλασης. Ο φακός διατηρεί τις οπτικές του ιδιότητες για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα εξαιτίας της έλλειψης γδαρσιμάτων. Προσφέρει προστασία από την τριβή και τις βαθιές χαράξεις.

Πώς λειτουργούν οι αντιχαρακτικές επιστρώσεις?

Η αρχή της αντιχαρακτικής επίστρωσης

Η πρώτη γενιά των επιστρώσεων (1970) βασίστηκε αποκλειστικά στην έννοια της σκληρότητας: οι πλαστικοί φακοί χαράσσονται εύκολα, λόγω της απαλότητας του υλικού τους, ενώ οι φακοί από γυαλί είναι σχεδόν "μη χαράξιμοι" επειδή είναι σκληροί. Ως εκ τούτου, η αρχή για την αύξηση της αντοχής στην τριβή του φακού αποτελούνταν από την εφαρμογή μιας επικάλυψης ορυκτού στην επιφάνεια του πολυμερούς με εξάτμιση υπό κενό. Η επίστρωση ήταν από οξείδιο του πυριτίου, και η διαδικασία συνήθως αναφέρεται ως "quartzing".

Από το 1975 η λεπτομερέστερη ανάλυση της συμπεριφοράς των υλικών αποκάλυψε ενδότερα στη σχέση μεταξύ της " σκληρότητας " και της " παραμόρφωσης ". Την ίδια ώρα η πρόοδος στην χημεία επέτρεψε σκληρότερα πλαστικά υλικά ικανά να ακολουθούν τις παραμορφώσεις χωρίς θραύση στην επιφάνεια τους. Αυτό οδήγησε στην παραγωγή του σκληρού βερνικιού - πολυσιλοξανίου ή ακρυλικών ενώσεων που εφαρμόζονται στην υγρή φάση: αυτή η δεύτερη γενιά των επικαλύψεων εξακολουθεί να χρησιμοποιείται ευρέως και σήμερα.

Τέλος, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως το ειδικό πρόβλημα που προκαλείται από φακούς με αντιανακλαστική επίστρωση οδήγησε σε μια νέα γενιά σκληρών στρωμάτων. Η λύση σε αυτή την περίπτωση αποτελείται από την αντιστάθμιση για τη διαφορά μεταξύ των μηχανικών ιδιοτήτων των πολυμερών και των λεπτών στρωμάτων της αντιανακλαστικής επίστρωσης, παρεμβάλλοντας μεταξύ αυτών των δύο ουσιών μια δομή που χαρακτηρίζεται από μια ενδιάμεση συμπεριφορά. Μια νέα γενιά νανοσύνθετων βερνικιών εμφανίστηκε στις αρχές της δεκαετίας του ενενήντα και απέδειξε ότι είναι σε θέση να εκπληρώσουν τα καθήκοντα αυτά. Πράγματι, η νέα δομή τους πρόσφερε μια καλή μηχανική μετάβαση - ένα είδος απορρόφησης δονήσεων μεταξύ της σκληρής, εύθραυστης αντι-ανακλαστικής επίστρωσης, και του ευέλικτου, παραμορφώσιμου πολυμερούς.

Επιπλέον, οι νέες μορφές των ορυκτών στρωμάτων σκλήρυνσης έχουν εισαχθεί στην αγορά: βασίζονται στην εξάτμιση ενώσεων πυριτίου σε κενό. Καθώς η μηχανική συμπεριφορά τους είναι παρόμοια με του γυαλιού, εξακολουθούν να παραμένουν εύθραυστα όταν υποβάλλονται σε ισχυρά φορτία.



Εικόνα 2.11: Φακοί με και χωρίς επιστρώσεις

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟΙ ΦΑΚΟΙ

Όλα τα είδη απορροφητικών φακών μειώνουν την ποσότητα φωτός που φτάνει στον αμφιβληστροειδή. Βρίσκονται διαθέσιμοι στην αγορά σε τεράστια ποικιλία χρωμάτων και αποχρώσεων δημιουργούμενων από διάφορες ουσίες προστιθέμενες σε ή καλύπτοντας το υλικό των φακών. Όπως και με τους καθαρούς (clear lenses) οι οργανικοί φακοί έχουν καταλάβει το 95% των απορροφητικών φακών της αγοράς.

ΦΙΜΕ ΦΑΚΟΙ:ΟΡΓΑΝΙΚΟΙ

Οι οργανικοί φακοί μπορούν να γίνουν απορροφητικοί (με χρώση του υλικού) βάφοντας το υλικό. Η πιο γνωστή μέθοδος είναι να εισάγεται η βαφή αφού έχει σχηματιστεί ο φακός, εμβαπτίζοντας το καθαρό φακό σε ένα διάλυμα με το επιθυμητό χρώμα. Το πόσο σκούρο είναι εξαρτάται από το πόση ώρα θα παραμείνει ο φακός μέσα στη βαφή. Οι οργανικοί φακοί καλής ποιότητας μπορούν να βαφθούν σε μία ομοιόμορφη πυκνότητα, ανεξάρτητα από τη δύναμη και το πάχος του φακού. Η απόχρωση δεν θα είναι πιο ανοιχτόχρωμη στις λεπτότερες περιοχές και πιο σκούρα στις πιο παχιές ζώνες αφού χρησιμοποιείται υλικό εμποτισμένο με χρώμα(color-empregnated material). Σε περίπτωση που αργότερα κάποια απόχρωση αποδειχθεί δυσάρεστη τότε ο φακός μπορεί να λευκανθεί και να ξαναβαφτεί από την αρχή. Μια λιγότερο διαδεδομένη μέθοδος είναι να εισάγουμε τη βαφή στο πλαστικό πριν σχηματιστεί ο φακός.

ΦΙΜΕ ΦΑΚΟΙ: ΚΡΥΣΤΑΛΛΑ

Στην κατασκευή των βαμμένων απορροφητικών κρυστάλλινων φακών, διάφορα χημικά εισάγονται μέσα στο αρχικό γυάλινο μείγμα. Αυτά απορροφούν επιλεγμένα κομμάτια του φάσματος και προσδίδουν χρώμα στο γυαλί. Λόγω του ότι το υλικό του φακού εμποτίζεται με την έγχρωμη ουσία, η ένταση του χρώματος του φακού θα ποικίλει ανάλογα με το πάχος του φακού. Αυτή η έλλειψη της χρωματικής ομοιομορφίας θα είναι φανερή σε ένα λιωμένο διλπεστικάκό (fused bifocal), αφού το τμήμα δεν είναι χρωματισμένο καθόλου.

ΕΠΙΣΤΡΩΜΕΝΟΙ ΟΡΓΑΝΙΚΟΙ ΦΑΚΟΙ

Σε αντίθεση με τους χημικά επεξεργασμένους φακούς στους οποίους η χρωματική πυκνότητα ποικίλει από το πάχος του φακού,, ένας επιστρωμένος φακός έχει

μια ομοιόμορφη χρωματική εμφάνιση. Ένας φακός μπορεί να έχει μια βαθμιδωτή επίστρωση με ένα πιο βαθύ χρώμα στο πάνω μέρος σαν ένα βαμμένο μπαρμπρίζ αυτοκινήτου. Αυτά μπορεί να είναι άκρως κατάλληλα για αυτούς που περνούν πολύ χρόνο εκτός σπιτιού. Λόγω του ότι οι οργανικοί φακοί τείνουν να χαράσσονται πολύ πιο εύκολα από τα κρύσταλλα οι κατασκευαστές έχουν ξεκινήσει διεργασίες για την επίστρωση τους για περισσότερη επιφανειακή ανθεκτικότητα.

Αυτές οι επιστρώσεις χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

1. Σκληρές επιστρώσεις, ανθεκτικές στις τραχύτητες
2. Ολισθηρές επιστρώσεις, που βοηθούν στην απώθηση των διάφορων πραγμάτων
3. Ανθεκτικές επιστρώσεις, που αναπηδούν πίσω μετά απο επαφή με αποξεστικά

Αν και δεν κατασκευάστηκαν για να είναι αντιανακλαστικές, οι οργανικοί φακοί αν επιστρωθούν θα παρουσιάσουν μια αύξηση στις αντιανακλαστικές ιδιότητες και στη μετάδοση συγκριτικά με έναν ανεπίστρωτο φακό. Έτσι ένας ανεπίστρωτος οργανικός φακός που μεταδίδει 93% του προσπίπτοντος φωτός θα μεταδίδει σχεδόν 96% μετά την επίστρωσή του. Λόγω του ότι η επίστρωση είναι προστατευτική για την επιφάνεια του φακού, φακοί που έχουν επιστρωθεί με χρωματική επίστρωση δεν μπορούν να λευκανθούν και να ξαναβαφτούν. Ένας αριθμός από φακούς υψηλής απόδοσης έχουν κατασκευαστεί με επιστρώσεις ανθεκτικές στις γρατζουνιές με πιο εμφανές το πολυκαρβονικό το οποίο χαράσσεται πολύ πιο εύκολα από όλα.

ΕΠΙΣΤΡΩΜΕΝΟΙ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΝΟΙ ΦΑΚΟΙ

Οι καμπύλες μετάδοσης για τους φακούς με χρωματική επίστρωση είναι γενικότερα περισσότερες και από το βαμμένο κρύσταλλο αλλά και από το βαμμένο οργανικό. Επιπροσθέτως οι επιστρωμένοι φακοί τείνουν να απορροφούν μεγαλύτερα μήκη κύματος προς την υπέρυθρη περιοχή σε περίπου ίδια αναλογία με το ορατό φάσμα. Ένα πιθανό μειονέκτημα με τους επιστρωμένους φακούς είναι ότι είναι ευάλωτοι στις γρατζουνιές και πρέπει να συντηρούνται με τρόπο παρόμοιο με αυτό που χρησιμοποιείται για τους ανεπίστρωτους φακούς. Μπορούν να προστατευθούν μερικώς με την εφαρμογή μιας πιο σκληρής στρώσης από καθαρό φθοριούχο μαγνήσιο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί πάνω από οποιονδήποτε τύπο χρωματικής επίστρωσης.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΩΝ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ:

Για λόγους ασφαλείας όλα τα χημικά βαμμένα (εμβαπτισμένα) κρύσταλλα μπορούν να σκληρυνθούν θερμικά ωστόσο αυτή η διαδικασία μειώνει τη μετάδοση φωτός. Οι επιστρωμένοι φακοί από την άλλη πρέπει να σκληραίνονται χημικά με τη μέθοδο μεταφοράς ιόντων. Παρόλα αυτά θα πρέπει να αναγνωρίσουμε ότι δεν έχει

σημασία πως ένα κρυστάλλινος φακός κατασκευάζεται αφού δεν μπορεί ποτέ να γίνει τόσο ασφαλής όσο ένας φακός φτιαγμένος από πολυκαρβονικό.

ΝΕΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΟΡΓΑΝΙΚΟΥΣ ΦΑΚΟΥΣ

Η πρόοδος στη δεκαετία του ενενήντα στον κλάδο των ηλεκτρονικών, στην περιοχή του βομβαρδισμού με δέσμη ιόντων, επέτρεψε σε κύκλους παραγωγής αντι-ανακλαστικών επιστρώσεων να ενσωματώσουν πρόσθετες εργασίες που αναμένεται να βελτιώσουν την προσκόλληση των λεπτών υμενίων (μεταξύ των μεμβρανών και του υποστρώματος), να αυξήσουν την πυκνότητά τους, και να τροποποιήσουν το δείκτη διάθλασης τους. Για παράδειγμα, οι εργασίες αυτές αποτελούνται από βελτιστοποίηση των ιδιοτήτων της επιφάνειας του φακού από τον " βομβαρδισμό ιόντων " - που κάπως μοιάζει με τη χρήση της υψηλής πίεσης σωλήνων που καθαρίζουμε ένα τοίχο - λίγο πριν από την ανάληψη της αντιανακλαστικής επίστρωσης . Μια άλλη λειτουργία συνίσταται, η οποία περιλαμβάνει μια διαδικασία "συσκευασίας " του λεπτού στρώματος με βαρέα ιόντα, ενώ εφαρμόζεται, για να αυξηθεί η πυκνότητά του.

Αυτές οι λειτουργίες εκτελούνται με ένα όπλο ιόντων τοποθετημένο στο θάλαμο κενού - ιόντα είναι σωματίδια που αποτελούνται από άτομα του αερίου από το οποίο έχει εξαχθεί ένα ηλεκτρόνιο.

Σε ένα άλλο επίπεδο, δηλαδή της χημείας των υλικών, η πρόοδος στην κατασκευή των υπερκαθαρών μεταλλικών ενώσεων καθιστά δυνατό να επεξεργαστούν στοίβες με καλύτερη αντοχή στη χημική διάβρωση και το θερμικό σοκ.

ΑΝΤΙΑΜΑΥΡΩΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΙΣ

Πολυστρωματικές αντιανακλαστικές επιστρώσεις μπορούν εύκολα να λερωθούν: για παράδειγμα, μια λιπαρή κηλίδα σχηματίζει ένα πρόσθετο στρώμα που παρεμβαίνει στην απόδοση των αντιανακλαστικών στρωμάτων.

Πώς μπορεί να αντιμετωπιστεί αυτό το μειονέκτημα;

Η ανάλυση της μικροσκοπικής δομής των λεπτών στρωμάτων δείχνει ότι είναι σχετικά πορώδη (στην μικροσκοπική κλίμακα): είναι επομένως δυνατόν για λιπαρούς ρύπους και ακαθαρσίες που αποτίθενται επί του επικαλυμμένου φακού και να γίνονται "κρούστα" στην πορώδη επιφάνεια του εξωτερικού στρώματος, γεγονός που καθιστά δύσκολο να καθαρίσουμε το φακό. Ως εκ τούτου, οι ερευνητές έχουν εφαρμόσει τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή των ενώσεων στη βιομηχανία των ηλεκτρονικών. Αυτές οι τεχνικές συνιστούν την επικάλυψη της επιφάνειας με ένα επιπλέον στρώμα, δίνοντας υδρόφοβες και λιπόφοβες ιδιότητες στο φακό. Κατά

συνέπεια, η προσκόλληση της ελαιώδους ύλης και του νερού μειώνεται σημαντικά. Αυτή η επίστρωση είναι πάρα πολύ λεπτή και δεν έχει καμία επίδραση στην αντιανακλαστική απόδοση.

ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ

Μία από τις πιο σημαντικές τάσεις στην αγορά του οφθαλμικού φακού στο τέλος του 20ου αιώνα είναι η σταδιακή και αναπόφευκτη υποκατάσταση των κρυστάλλινων φακών από πλαστικούς φακούς. Αυτό έχει επιταχύνει την έρευνα για τη βελτίωση των επιδόσεων της ήδη μεγάλης οικογένειας των πλαστικών υλικών. Ειδικότερα, εντυπωσιακή πρόοδος έχει σημειωθεί σε πολυμερή με μέσο δείκτη διάθλασης ($n < 1,56$) και με υψηλό δείκτη διάθλασης ($n > 1.56$): αυτή επιτρέπει μείωση στο πάχος του φακού, καθιστώντας τον αισθητικά πιο ευχάριστο. Κατά συνέπεια, όλοι οι πλαστικοί φακοί που γίνονται με αυτά τα υλικά πρέπει να προστατεύονται με μία ανθεκτική στην τριβή επίστρωση. Ως εκ τούτου, μπορούμε εύλογα να αναμείνουμε ταχεία πρόοδο και σε αυτόν τον τομέα!

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΕΠΙΤΡΩΣΕΙΣ ΛΕΠΤΩΝ ΥΜΕΝΙΩΝ (THIN FILM COATINGS)

Τα λεπτά υμένια είναι σχετικά καινούργια υλικά που παρουσιάζουν μεγάλο τεχνολογικό ενδιαφέρον. Για να δημιουργηθεί ένα λεπτό υμένιο χρησιμοποιείται μια βάση (π.χ. γυαλί) πάνω στην οποία γίνεται μια επίστρωση ή μερικές επιστρώσεις υλικών. Το πάχος των επιστρώσεων είναι από μερικά νανόμετρα έως και μερικά μικρόμετρα. Γενικά οι διάφοροι τύποι των λεπτών υμενίων βρίσκουν εφαρμογές στην Ιατρική (φάρμακα, βιοαισθητήρες), στην Ενέργεια (μπαταρίες, φωτοβολταϊκά), ακόμα και στην Μηχανική (εργαλεία, τμήματα μηχανών). Μια ιδιαίτερη κατηγορία λεπτών υμενίων είναι αυτά που παρουσιάζουν ηλεκτροχρωμικές, θερμοχρωμικές ή φωτοχρωμικές ιδιότητες. Τα υμένια αυτά ερευνώνται από τους επιστήμονες για εφαρμογή, μεταξύ άλλων, στα «έξυπνα παράθυρα» και στους βιοαισθητήρες.

Λεπτό υμένιο ονομάζουμε την μικροδομή που δημιουργείται από τα ατομικά στρώματα ενός υλικού-εναποθέτη πάνω στην επιφάνεια ενός στερεού (bulk) υλικού όπου η μία διάστασή του είναι τάξεις μμεγέθους μικρότερη από τις άλλες δύο. Τα λεπτά υμένια έχουν ιδιότητες που είναι διαφορετικές από αυτές των στερεών υλικών και των επιφανειών. Οι διαφοροποιήσεις αυτές είναι ιδιαίτερα σημαντικές όταν τα πάχη τους είναι πολύ μικρά ή στα πρώτα στάδια ανάπτυξής τους. Αυτές οι διαφορές οφείλονται κυρίως στη μικροδομική συγκρότηση και συσσωμάτωση που λαμβάνει χώρα κατά τη διάρκεια του μετασχηματισμού των ελευθέρων ατόμων μιας αέριας φάσης απευθείας σε στερεά φάση. Στις περισσότερες τεχνικές εναπόθεσης, τα λεπτά υμένια εναποτίθενται στην επιφάνεια ενός υλικού σε θερμοκρασίες πολύ μικρότερες από το μισό της θερμοκρασίας τήξης του αντίστοιχου bulk υλικού ενώ η ανάπτυξη λαμβάνει χώρα κάτω από συνθήκες πολύ μακριά από τη θερμοδυναμική ισορροπία. Αυτές ακριβώς οι συνθήκες είναι υπεύθυνες για το σχηματισμό διαφόρων μετασταθών φάσεων, άμορφων και νανοδομικών υλικών (nanostructure materials).

Η Τεχνολογία των Λεπτών Υμενίων έχει γίνει το μέσο και το κατάλληλο εργαλείο για τη παραγωγή νέων προηγμένων υλικών και συστημάτων που παρουσιάζουν νέες, άγνωστες μέχρι σήμερα ιδιότητες και συμπεριφορές, αλλά και σε πολλές περιπτώσεις δίνουν τη δυνατότητα να αναδειχθούν και να παρατηρηθούν νέα φαινόμενα. Αυτές οι νέες ιδιότητες και χαρακτηριστικά με τη σειρά τους, καθιστούν τα λεπτά υμένια ιδανικά για ένα πλήθος επιστημονικών και τεχνολογικών εφαρμογών.

Μερικοί από τους τομείς που βρίσκουν εφαρμογές τα λεπτά υμένια είναι οι εξής:

- Μικροηλεκτρονική
- Υπολογιστές
- Τηλεπικοινωνίες
- Αισθητήρες (sensors)

- Οπτοηλεκτρονική
 - Οπτική (ανακλαστικές, αντί-ανακλαστικές επικαλύψεις, απορροφητικές επικαλύψεις, κτλ).
 - Επιφανειακή κατεργασία-προστασία υλικών (surface engineering-materials protection)
 - Χημικώς ενεργά υλικά (καταλυτικές επικαλύψεις, corrosion resistant coatings, κτλ.)

Επίσης η τεχνολογία των λεπτών υμενίων χρησιμοποιείται εκτενώς και σε εφαρμογές μεγάλης κλίμακας, όπως στις:

- συσκευασία τροφίμων (food packaging),
- κατασκευή επίπεδων οθονών (flat panel displays)
- Γυάλινες κατασκευές (glass buildings)
- Διακόσμηση (decoration) κ.τ.λ

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΛΕΠΤΩΝ ΥΜΕΝΙΩΝ ΥΠΟ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΕΝΟΥ

Οι μέθοδοι διακρίνονται σε δύο είδη, σε μεθόδους φυσικής απόθεσης ατμών (physical vapor deposition – PVD) και σε μεθόδους χημικής απόθεσης ατμών (chemical vapor deposition – CVD). Η κυριότερη διαφορά ανάμεσα σε αυτές τις δυο μεθόδους βρίσκεται στο γεγονός ότι κατά την PVD δεν συμβαίνουν χημικές αντιδράσεις στην αέρια φάση και στην επιφάνεια του υποστρώματος. Σήμερα, με την εξέλιξη της τεχνολογίας δεν είναι πάντα προφανής η καταλληλότερη μέθοδος ανάπτυξης υμενίων και οι παραπάνω μέθοδοι είναι ανταγωνιστικές είτε συναγωνιστικές μεταξύ τους.

Μέθοδοι φυσικής απόθεσης ατμών(Physical Vapor Deposition-PVD)

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι να πραγματοποιήσει κανείς PVD. Οι κυριότερες από αυτές, που θα περιγραφούν παρακάτω, είναι η θερμική εξάτμιση, η εξάτμιση με δέσμη ηλεκτρονίων, η απόθεση με τη βοήθεια ιοντικού βομβαρδισμού του στόχου και η απόθεση με τη βοήθεια παλμικού Laser.

Χημική Απόθεση Ατμών (Chemical Vapor Deposition – CVD)

Η χημική απόθεση ατμών είναι η μέθοδος εκείνη κατά την οποία οι ατμοί από ένα υλικό υψηλής χημικής δραστηριότητας αντιδρούν με άλλα αέρια που εισάγονται στο

θάλαμο ανάπτυξης υμενίων, σχηματίζοντας έτσι μόρια μιας ένωσης που επικάθονται στο υπόστρωμά και δημιουργούν σιγά – σιγά ένα λεπτό υμένιο. Διαφέρει έτσι από τη μέθοδο PVD όπου το υλικό του στόχου μεταφέρεται είτε μέσω ατμών είτε μέσω εξοστρακιζομένων μορίων (sputtering) κατευθείαν στο υπόστρωμα. Επειδή οι CVD μέθοδοι δεν χρειάζονται απαραίτητα κενό ή μεγάλη ηλεκτρική ισχύ, είναι προγενέστερες των μεθόδων PVD. Έναν ολόκληρο αιώνα πριν οι μέθοδοι CVD χρησιμοποιούνταν στην επίστρωση βολφραμίου πάνω σε νήματα γραφίτη για να επιμηκύνουν έτσι τη ζωή λυχνιών. Στις μέρες μας CVD μέθοδοι υψηλών θερμοκρασιών παράγουν λεπτά υμένια στην τεχνολογία των ηλεκτρονικών, επιστρώσεις σε κοπτικά εργαλεία, ακόμα και εξαρτήματα των μηχανών των ρουκετών/πυραύλων και των πυρηνικών αντιδραστήρων. Ειδικότερα η ανάγκη για υψηλής ποιότητας επιταξιακά μονοκρυσταλλικά υμένια πυριτίου ή και ημιαγωγικών ενώσεων στην τεχνολογία των ηλεκτρονικών, μαζί με την ανάγκη για ταυτόχρονη παρασκευή παθητικών και μονωτικών στρωμάτων, έχει γίνει ο οδηγός της ανάπτυξης πολλών νέων μεθόδων CVD.

ΛΕΠΤΑ ΥΜΕΝΙΑ ΚΑΙ ΟΠΤΙΚΗ

Οι αντιανακλαστικές επιστρώσεις ήταν ο κύριος στόχος ενός μεγάλου μέρους του πρώιμου έργου στην οπτική thin-film. Από όλες τις πιθανές εφαρμογές, οι αντιανακλαστικές επιστρώσεις είχαν τη μεγαλύτερη επίδραση στην τεχνική οπτική, ακόμα και σήμερα, σε μεγάλο όγκο παραγωγής, που εξακολουθούν να υπερβαίνουν όλα τα άλλα είδη επικάλυψης. Σε ορισμένες εφαρμογές, οι αντιανακλαστικές επιστρώσεις απλά απαιτούνται για τη μείωση της επιφανειακής αντανάκλασης. Σε ορισμένες εφαρμογές, όχι μόνον πρέπει να μειωθεί η επιφανειακή αντανάκλαση, αλλά η πρέπει επίσης να αυξηθεί η διαπερατότητα. Τα γυάλινα στοιχεία σε ένα καθαρό φακό να έχουν διαπερατότητα μόνο 96% ανά ανεπεξέργαστη επιφάνεια, ενώ τα συστατικά πυριτόλιθο μπορεί να έχουν μια επιφανειακή διαπερατότητα έως και 90%.

Η καθαρή διαπερατότητα ακόμη και ενός μέτριου αριθμού μη επεξεργασμένων στοιχείων στη σειρά μπορεί να είναι αρκετά χαμηλή. Επιπλέον, μέρος του φωτός που αντανάκλαται στις διάφορες επιφάνειες φτάνει τελικά το εστιακό επίπεδο, όπου εμφανίζεται ως φάντασμα ή ως έντονο φως τούλι, μειώνοντας έτσι την αντίθεση των εικόνων. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τους φακούς zoom που χρησιμοποιούνται στην τηλεόραση ή τη φωτογραφική μηχανή, όπου μπορεί να περιλαμβάνονται 20 ή περισσότερα στοιχεία, και που μπορεί να είναι άχρηστα χωρίς την αντιανακλαστική επίστρωση.

Οι αντιανακλαστικές επιστρώσεις μπορεί να ποικίλλουν από μια μονό επίστρωση που έχει σχεδόν μηδενική ανάκλαση σε ένα μόνο μήκος κύματος, έως και ένα πολυστρωματικό σύστημα που να αποτελείται από πάνω από 12 επιστρώσεις, έχοντας σχεδόν μηδενική ανάκλαση σε μια σειρά από διάφορες οκτάβες. Το είδος που θα χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε συγκεκριμένη εφαρμογή θα εξαρτηθεί από μια ποικιλία παραγόντων, συμπεριλαμβανομένου του υλικού υποστρώματος, την περιοχή μήκους

κύματος, η απαιτούμενη απόδοση, και το κόστος. Στην ορατή περιοχή το καθαρό γυαλί, το οποίο έχει ένα δείκτη διάθλασης περίπου 1,52, χρησιμοποιείται πιο συχνά.

Όπως θα δούμε, αυτό μπορεί να αποτελεί ένα πολύ διαφορετικό πρόβλημα στα υπέρυθρα υλικά, τα οποία μπορεί να έχουν πολύ υψηλότερους δείκτες διάθλασης. Είναι λοιπόν βολικό να χωρίσουμε το τι ακολουθεί τις αντανάκλαστικές επιστρώσεις για υποστρώματα με χαμηλό δείκτη διάθλασης και τι αυτά για τα υποστρώματα με υψηλό δείκτη διάθλασης. Δεδομένου ότι, από την άποψη του σχεδιασμού, τα οι αντανάκλαστικές επιστρώσεις για υποστρώματα με υψηλό δείκτης διάθλασης είναι πιο απλές, ξεκινάμε από αυτές. Δεν υπάρχει συστηματική μέθοδος για τον σχεδιασμό των αντανάκλαστικών επιστρώσεων. Στις περισσότερες περιπτώσεις, τα υλικά που χρησιμοποιούνται θεωρούνται απολύτως διαφανή.

Οι πρώτες αντανάκλαστικές επιστρώσεις ήταν σε γυαλί για χρήση στην περιοχή του ορατού φάσματος. Όπως θα καταστεί εμφανές αργότερα, μία μόνο επικάλυψη αντανάκλαστική επίστρωσης σε γυαλί, για το κέντρο της ορατής περιοχής, έχει μια ξεχωριστή χροιά ματζέντα όταν εξετάστηκε οπτικά σε ανάκλαση.

ΑΝΤΙΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΟΡΑΤΟ ΚΑΙ ΤΟ ΥΠΕΡΥΘΡΟ

Υπάρχουν συχνές απαιτήσεις για επιστρώσεις που καλύπτουν την ορατή περιοχή και μειώνουν την ανάκλαση σε ένα υπέρυθρο μήκος κύματος που αντιστοιχεί σε μία γραμμή λέιζερ. Τέτοιες επιστρώσεις απαιτούνται σε όργανα-πράξεις που το ορατό φως και το φως λέιζερ μοιράζονται κοινά στοιχεία, όπως χειρουργικά εργαλεία, συσκευές τοπογραφίας, και όμοια. Υπάρχουν πάρα πολλά σχέδια για τέτοιου τύπου επιστρώσεις και οι κατασκευαστές σπάνια τα δημοσιεύουν.

Ο σχεδιασμός είναι μια διαδικασία δοκιμής και λάθους, και συχνά η τελική πράξη είναι η αντικατάσταση των δύσκολα προσιτών δεικτών διάθλασης από συμμετρικούς συνδυασμούς υλικών με καλύτερη συμπεριφορά και να καθαρίσει το σχέδιο ώστε να ληφθεί υπόψη η διασπορά των οπτικών σταθερών πραγματικών υλικών. Στην ενότητα αυτή, θεωρούμε βασική τη διαδικασία σχεδιασμού μόνο παραμελώντας τη διασπορά και στις περισσότερες περιπτώσεις, διατηρώντας το δείκτη διάθλασης σε ιδανικές τιμές. Υποθέτουμε ότι το υπόστρωμα είναι πάντοτε γυαλί με δείκτη διάθλασης 1,52 και συνήθως το μέσο είναι αέρας με δείκτη διάθλασης 1,0.

ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΙΣ “ΚΑΘΡΕΦΤΗΣ” ΥΨΗΛΗΣ ΑΝΑΚΛΑΣΗΣ

Σχεδόν εξίσου σημαντικά όσο τα εξαρτήματα οπτικής μετάδοσης είναι εκείνα των οποίων η λειτουργία είναι να αντανάκλουν ένα μεγάλο μέρος του προσπίπτοντος φωτός. Στην συντριπτική πλειονότητα των περιπτώσεων, η μόνη απαίτηση είναι ότι η κατοπτρική αντανάκλαση θα πρέπει να είναι τόσο υψηλή όσο είναι δυνατό, αν και, όπως

θα δούμε, υπάρχουν εξειδικευμένες εφαρμογές όπου όχι μόνο πρέπει η ανάκλαση να είναι υψηλή, αλλά και η απορρόφηση πρέπει να είναι εξαιρετικά χαμηλή. Για κάτοπτρα σε οπτικά όργανα, απλά μεταλλικά στρώματα δίνουν συνήθως επαρκή απόδοση και αυτά θα πρέπει να εξεταστούν πρώτα. Για ορισμένες εφαρμογές όπου η ανάκλαση πρέπει να είναι υψηλότερη από ό, τι μπορεί να επιτευχθεί με απλά μεταλλικά στρώματα, η ανάκλαση τους μπορεί να ενισχυθεί με την προσθήκη επιπλέον διηλεκτρικών στιβάδων.

ΠΟΛΥΣΤΡΩΜΑΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΙΣ ΥΨΗΛΗΣ ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Οι μεταλλικές ανακλαστικές επιστρώσεις, ‘υποφέρουν’ από μια σημαντική μείωση απορρόφησης που δυστυχώς επιτρέπει ακόμη έν υψηλό επίπεδο επίδοσης στα περισσότερα απλά συστήματα. Υπάρχουν εφαρμογές όπου η απορρόφηση στις μεταλλικές στρώσεις είναι πολύ υψηλή και η αντανάκλαση πολύ χαμηλή. Αυτό συμπεριλαμβάνει και τα συμβολόμετρα πολλαπλής δέσμης και τα αντιχεία όπου ο μεγάλος αριθμός των επιτυχών αντανάκλασεων μεγεθύνει τις επιδράσεις της απορρόφησης αλλά και τα συστήματα υψηλής ενέργειας όπου η ενέργεια που απορροφάται μπορεί να είναι επαρκής να καταστρέψει ή να προκαλέσει ζημιά στην επίστρωση. Ένας τρόπος για να αυξήσουμε την αντανάκλαση μιας αδιαφανούς επίστρωσης, όπως έχουμε δει, είναι να την ενισχύσουμε προσθέτοντας διηλεκτρικές στρώσεις. Αυτό μειώνει την απορρόφηση αλλά η μετάδοση παραμένει αποτελεσματική.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΑ ΛΕΠΤΩΝ ΥΜΕΝΙΩΝ

Σε αυτό το κεφάλαιο, θα ασχοληθούμε εν συντομία με τη θεμελιώδη διαδικασία, οι μηχανές που χρησιμοποιούνται για την εναπόθεση λεπτού φιλμ, και θα συζητήσουμε ορισμένες πτυχές των ιδιοτήτων των thin-film υλικών. Μεγάλο μέρος αυτού του κεφαλαίου ασχολείται με τις ιδιότητες των υλικών, τους τρόπους μέτρησής των, και μερικά παραδείγματα των αποτελεσμάτων των μετρήσεων των σημαντικών παραμέτρων. Πιθανώς οι πιο σημαντικές ιδιότητες από την άποψη των λεπτών φιλμ δίνονται στον ακόλουθο πίνακα, αν και η σειρά δεν είναι σχετικής σημασίας, διότι διαφέρει από τη μία εφαρμογή στην άλλη.

1. Οπτικές ιδιότητες όπως ο δείκτης διάθλασης και η περιοχή διαφάνειας
2. Η μέθοδος που πρέπει να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή του υλικού σε μορφή λεπτού υμενίου
3. Μηχανικές ιδιότητες των λεπτών υμενίων, όπως σκληρότητα ή αντοχή στην τριβή, και το μέγεθος των τυχόν ενσωματωμένων καταπονήσεων
4. Χημικές ιδιότητες όπως διαλυτότητα και αντοχή στην προσβολή από την ατμόσφαιρα, και συμβατότητα με άλλα υλικά

5. Τοξικότητα

6. Τιμή και διαθεσιμότητα

7. Άλλες ιδιότητες που μπορεί να είναι σημαντικές σε συγκεκριμένες εφαρμογές, για παράδειγμα, την ηλεκτρική αγωγιμότητα ή διηλεκτρική σταθερά δεν είναι πάνω στην οποία θα σχολιάσω περαιτέρω εδώ. Όσον αφορά το θέμα της τιμής και διαθεσιμότητας λίγα μπορούν να ειπωθούν.

Η κατάσταση αλλάζει όλη την ώρα. Ας σημειωθεί, ωστόσο, ότι η τιμή είναι δευτερεύουσας σημασίας για την καταλληλότητα. Το κόστος μιας αποτυχημένης παρτίδας επιστρώσεων είναι πολύ μεγάλο σε σχέση με τις τιμές των πρώτων υλών. Πολλές εταιρείες είναι σε θέση να προσφέρουν ένα ευρύ φάσμα υλικών εντελώς έτοιμων για παραγωγή thin-film, μαζί με όλες τις απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με τις τεχνικές που πρέπει να χρησιμοποιηθούν.

Η ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΛΕΠΤΩΝ ΥΜΕΝΙΩΝ

Υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός των διεργασιών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν και χρησιμοποιούνται για την εναπόθεση των οπτικών επικαλύψεων. Η συνηθέστερη λαμβάνει χώρα υπό κενό και μπορεί να ταξινομηθεί ως φυσική εναπόθεση ατμού (μερικές φορές με τα αρχικά PVD).

Σε αυτές τις διαδικασίες, η λεπτή μεμβράνη συμπυκνώνει άμεσα στην στερεά φάση από τον ατμό. Η λέξη «φυσική» ως διακριτή από «χημική» δεν συνεπάγεται την πλήρη απουσία των χημικών παραμέτρων στο σχηματισμό της ταινίας. Χημικές αντιδράσεις, στην πραγματικότητα εμπλέκονται, αλλά ο όρος χημική εναπόθεση ατμών (μερικές φορές με τα αρχικά CVD) προορίζεται για μια οικογένεια τεχνικών όπου το αυξανόμενο φιλμ σχηματίζεται από μια χημική αντίδραση μεταξύ των προδρόμων ώστε η αυξανόμενη ταινία διαφέρει σημαντικά ως προς τη σύνθεση και ιδιότητες από τις πρώτες ύλες.

Οι διαδικασίες φυσικής εναπόθεσης ατμού μπορούν να ταξινομηθούν με διάφορους τρόπους, αλλά οι πιο χρήσιμες ταξινομήσεις για τους σκοπούς μας είναι αυτές με βάση τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του ατμού και αυτές με βάση την ενέργεια που εμπλέκεται στην εναπόθεση και ανάπτυξη των ταινιών. Η θερμική εξάτμιση ή εξάτμιση κενού έχει υπάρξει για χρόνια η κύρια φυσική διεργασία εναπόθεσης ατμών και λόγω της απλότητάς της, της ευελιξίας της, του σχετικά χαμηλού κόστους και λόγω του τεράστιου αριθμού των υφιστάμενων συστημάτων απόθεσης, είναι πιθανό να συνεχίσει έτσι για κάποιο σημαντικό διάστημα.

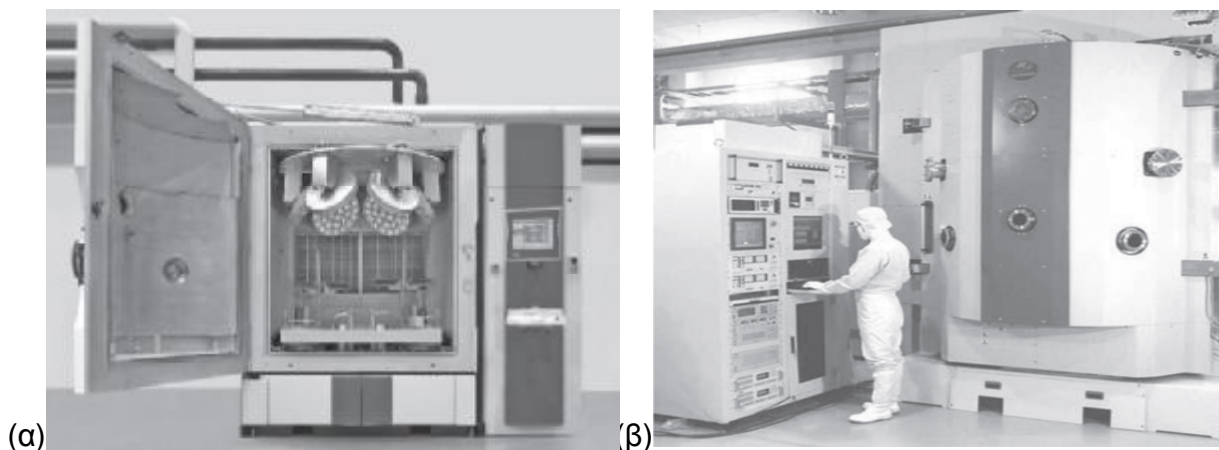
Η χημική εναπόθεση ατμών είναι συμπληρωματική της φυσικής εναπόθεσης ατμών. Η φυσική εναπόθεση ατμού είναι μια εξαιρετικά ευέλικτη διαδικασία όσον αφορά τα υλικά, το σχήμα του υποστρώματος, και του τύπου επιστρώσεως. Η χημική εναπόθεση ατμών είναι κάπως λιγότερο ευέλικτη και αυτό γιατί ο αντιδραστήρας, όπου η αντίδραση

και η απόθεση λαμβάνει χώρα, συνήθως πρέπει να σχεδιάζεται, ή τουλάχιστον να τροποποιείται, ώστε να ταιριάζει στο συγκεκριμένο προϊόν.

ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΞΑΤΜΙΣΗ

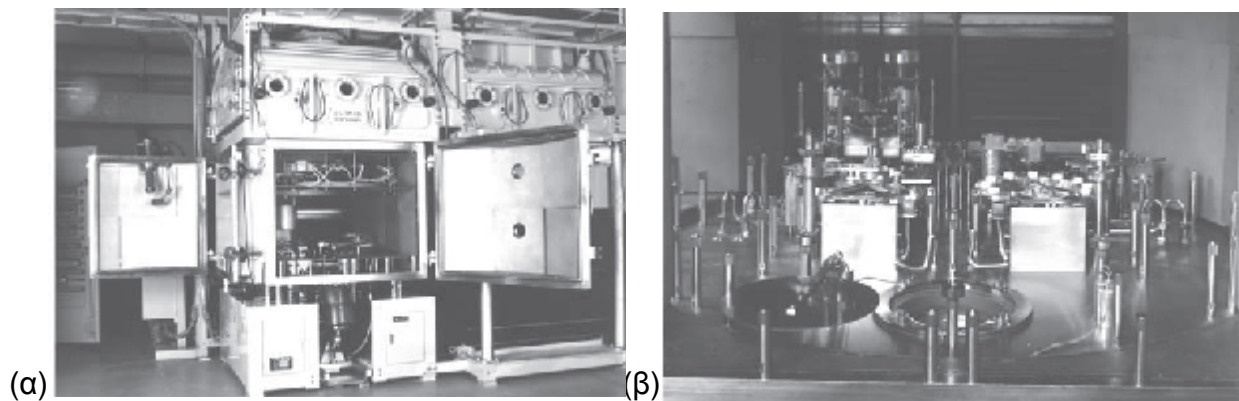
Στην θερμική εξάτμιση, ο ατμός παράγεται απλώς με θέρμανση του υλικού, (γνωστό ως εξατμιζόμενο). Λόγω της μειωμένης πίεσεως εντός του θαλάμου (ο ατμός που εκπέμπεται από ένα ακόμη ρεύμα) τα μόρια φαίνεται να ταξιδεύουν σε ευθείες γραμμές έτσι ώστε οποιαδήποτε μεταβολή στο πάχος του φιλμ που σχηματίζεται είναι ομαλή και εξαρτάται κυρίως από τη θέση και τον προσανατολισμό του υποστρώματος σε σχέση με την πηγή ατμού. Οι ιδιότητες της ταινίας είναι σε γενικές γραμμές παρόμοιες με εκείνες του χύδην υλικού, αν και όπως θα δούμε, υπάρχουν σημαντικές διαφορές στην λεπτομερή μικροδομή. Προφυλάξεις που πρέπει να ληφθούν για να εξασφαλιστεί η καλή ποιότητα φιλμ περιλαμβάνουν σχολαστική καθαριότητα της επιφάνειας του υποστρώματος, σχεδόν κανονική πρόσπτωση του ρεύματος ατμού, θέρμανση του υποστρώματος σε θερμοκρασίες 200-300 ° C (ή ακόμη και υψηλότερη, ανάλογα με το υλικό) πριν την έναρξη της εναπόθεσης. Η εξάτμιση διεξάγεται σε ένα σφραγισμένο θάλαμο που έχει εκκενωθεί σε πίεση συνήθως της τάξεως 10-5 mbar (10 - 3 Pa).

Η πλήρης μηχανή αποτελείται από τον θάλαμο μαζί με τις απαραίτητες αντλίες, μετρητές πίεσης, τροφοδοτικά για την παροχή της ενέργειας που χρειάζεται για να λιώσει το υλικό , εξοπλισμός παρακολούθησης για τη μέτρηση του πάχους λεπτής μεμβράνης κατά τη διάρκεια της διαδικασίας.



Εικόνα 4.1 (α) (β) λεπτού υμενίου μηχανήματα επίστρωσης

Θα δούμε ότι μια ισχυρή τεχνική για τη βελτίωση της ποιότητας της επίστρωσης σε θερμική εξάτμιση είναι αυτή που είναι γνωστή ως εναπόθεση υποβοηθούμενη από ιόντα. Αυτή αποτελείται από θερμική εξάτμιση συνοδευόμενη από βομβαρδισμό του αναπτυσσόμενου φιλμ από ενεργητικά ιόντα για να το συμπιέσει με την παρορμητική δράση της μεταφοράς ορμής. Οι μηχανές της Εικόνας 4.1 και 4.2 ενσωματώνουν κατάλληλες πηγές για την παραγωγή αυτών των ενεργητικών ιόντων. Για την εξάτμιση του υλικού, αυτό θα πρέπει να περιέχεται σε κάποιο είδος του χωνευτηρίου και πρέπει να θερμανθεί μέχρι να λειώσει με επαρκώς υψηλή πίεση ατμών, εκτός αν εξαχνούνται. Υπάρχει ένας αριθμός από τρόπους για την επίτευξη αυτού. Η απλούστερη μέθοδος είναι να κάνουν χρήση του σε κάψα των πυρίμαχων μετάλλων που λειτουργεί επίσης.



Εικόνα 4.2: (α) Ο θάλαμος επικάλυψης (β) Το εσωτερικό του θαλάμου επικάλυψης

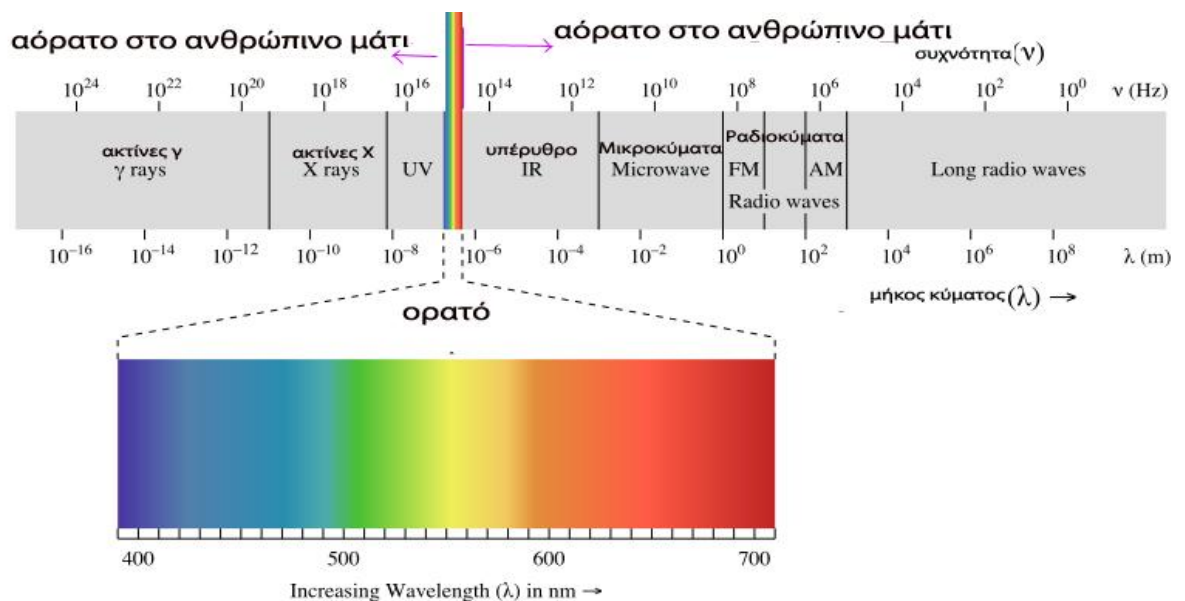
Τα χωνευτήρια έχουν επίμηκες σχήμα με επίπεδες επιφάνειες επαφής και στα δύο άκρα και συνήθως αναφέρονται ως “βάρκες”. Ηλεκτρόδια εντός της μηχανής, τα οποία είναι μονωμένα από τη δομή, δρουν ως δύο ακροδέκτες και στηρίγματα. Η αντίσταση των βαρκών είναι χαμηλή, και υψηλά ρεύματα αρκετές εκατοντάδες αμπέρ σε χαμηλές τάσεις, απαιτούνται για να τις θερμάνει. Σημαντική ενέργεια χρησιμοποιείται που θερμάνει τα πάντα, συμπεριλαμβανομένων των ηλεκτροδίων, και, κυρίως μπορεί να προστατεύσει τους δακτυλίους στεγανοποίησης, τα ηλεκτρόδια είναι συνήθως υδρόψυκτα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΜΠΛΕ ΦΩΣ

Το φως αποτελείται από ηλεκτρομαγνητικά σωματίδια που ταξιδεύουν στα κύματα. Αυτά τα κύματα εκπέμπουν ενέργεια, και κυμαίνονται σε μήκος και αντοχή. Όσο μικρότερο είναι το μήκος κύματος, τόσο μεγαλύτερη είναι η ενέργεια. Το μήκος των κυμάτων μετράται σε νανόμετρα (nm), με 1 νανόμετρο να ισούται με 1 δισεκατομμυριοστό του μέτρου. Κάθε μήκος κύματος αντιπροσωπεύεται από ένα διαφορετικό χρώμα, και ομαδοποιούνται στις ακόλουθες κατηγορίες: ακτίνες γάμμα, ακτίνες X, υπεριώδης (UV) ακτίνες, ορατό φως, υπέρυθρο φως, και ραδιοκύματα. Μαζί αυτά τα μήκη κύματος συνθέτουν το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα.

Ωστόσο, το ανθρώπινο μάτι είναι ευαίσθητο σε ένα μόνο μέρος αυτού του φάσματος: στο ορατό φως. Το ορατό φως είναι το τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος που βλέπουμε ως χρώματα: μοβ, λουλακί, μπλε, πράσινο, κίτρινο, πορτοκαλί και κόκκινο. Το μπλέ φως έχει πολύ μικρό μήκος κύματος, και έτσι παράγει μια μεγαλύτερη ποσότητα ενέργειας. Μελέτες δείχνουν ότι, με τον καιρό, η έκθεση στο μπλε άκρο του φάσματος φωτός θα μπορούσε να προκαλέσει σοβαρές μακροπρόθεσμες βλάβες στα μάτια μας.



Εικόνα 5.1: Ορατό φάσμα- μπλέ φως

Η αλήθεια είναι πως ο κόσμος που ζούμε είναι πλέον ψηφιακός. Για δουλειά αλλά και για διασκέδαση στις μέρες μας χρησιμοποιούμε διάφορα είδη οθονών όπως αυτές των φορητών υπολογιστών, των ταμπλετών, των κινητών τηλεφώνων, των τηλεοράσεων, των συσκευών LED και πολλών παρομοίων. Ως εκ τούτου λοιπόν όλο και περισσότεροι άνθρωποι παραπονιούνται για τεταμένα και στεγνά μάτια, θολή όραση, πονοκεφάλους, κούραση, όπως και για πόνους στον αυχένα και τους ώμους.

Τί είναι όμως το μπλε φως;

Το μπλε φως είναι μέρος του ορατού φάσματος του φωτός το οποίο συνορεύει με την αόρατη υπεριώδη ακτινοβολία. Το πιο κοντινό κομμάτι του μπλε φωτός στην υπεριώδη ακτινοβολία είναι το μπλε-μωβ φως ενώ το πιο μακρινό το μπλε-γαλάζιο. Δεν είναι όμως και οι δυο διαβαθμίσεις (συχνότητες) το ίδιο ωφέλιμες για τον άνθρωπο.

Το μπλε-μωβ φως είναι έντονα διαπεραστικό και είναι επικίνδυνο για την υγεία των ματιών. Μπορεί να βλάψει τον αμφιβληστροειδή χιτώνα και να δημιουργήσει μακροπρόθεσμα μόνιμες βλάβες στο οπτικό σύστημα όπως η εκφύλιση της ωχράς κηλίδας (HEQ), μια από τις πιο ανερχόμενες ασθένειες στο δυτικό κόσμο.

Σε αντίθεση το μπλε-γαλάζιο φως είναι ευεργετικό και βοηθά στο ευ ζείν και στη σωστή ρύθμιση του ανθρώπινου οργανισμού. Είναι απαραίτητο για σωστή χρωματική απόδοση των εικόνων γύρω μας ενώ παράλληλα λειτουργεί σαν μια μέθοδο φωτοθεραπείας αφού ρυθμίζει το βιολογικό ρολόι μας και τον ρυθμό της λειτουργίας του ύπνου. Τέλος, ενεργοποιεί και εξασκεί τα αντανακλαστικά της συστολής και διαστολής της κόρης των ματιών με αποτέλεσμα να εισέρχεται στο μάτι η σωστή ποσότητα φωτισμού κάθε φορά.

Γιατί θα πρέπει να ανησυχούμε για την έκθεσή μας στο μπλε φως?

Τα μήκη κύματος του μπλε φωτός είναι μεταξύ των μικρότερων, από τα υψηλής ενέργειας μήκη κύματος στο ορατό φάσμα φωτός. Επειδή είναι μικρότερα, αυτά τα "Μπλε" ή Υψηλής Ενέργειας Ορατά μήκη κύματος τρεμοπαίζουν πιο εύκολα από ό,τι, ασθενέστερα μήκη κύματος. Αυτό το είδος "τρέμουλου" δημιουργεί ένα έντονο φως που μπορεί να μειώσει την οπτική αντίθεση και επηρεάζει την ευκρίνεια και την καθαρότητα.

Αυτό το "τρέμουλο" και η λάμψη μπορεί να είναι ένας από τους λόγους για την καταπόνηση των ματιών, τους πονοκεφάλους, τη σωματική και ψυχική κόπωση που προκαλείται από πολλές ώρες μπροστά από μια οθόνη υπολογιστή ή άλλης ηλεκτρονικής συσκευής.

Φυσικά φίλτρα των ματιών μας δεν μας παρέχουν επαρκή προστασία ενάντια στις μπλε ακτίνες φωτός από τον ήλιο, πόσο μάλλον του μπλε φωτός που προέρχεται

από αυτές τις συσκευές ή του μπλε φωτός που εκπέμπεται από το φθορίζον φως σωλήνων. Η παρατεταμένη έκθεση στο μπλε φως μπορεί να προκαλέσει βλάβη στον αμφιβληστροειδή και συμβάλλουν με στην ηλικιακή εκφύλιση της ωχράς κηλίδας, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια της όρασης.

Για αυτό τι λόγο διάφορες εταιρείες έχουν δημιουργήσει επιστρώσεις που βοηθούν στο να εμποδίζουν το υψηλό ενεργειακό φάσμα του μπλε φωτός που εκπέμπουν οι ψηφιακές οθόνες και το τεχνητό φως που εκπέμπουν τα LED. Ανακουφίζουν τα μάτια του διοπτροφόρου αισθητά και ενισχύουν την οπτική του άνεση.

Η επίστρωση προσφέρει:

- 1.Βελτιωμένη όραση υψηλής αντίθεσης.
- 2.Λιγότερες λάμπεις λόγω της μείωσης του μπλέ φωτός που διαχέεται.
- 3.Πιο χαλαρή όραση που προστατεύει τα κουρασμένα μάτια.
- 4.Εξαιρετικά χαρακτηριστικά απόδοσης λόγω των προηγούμενων επιστρώσεων, της μείωσης των αντανακλάσεων και των αντιστατικών ιδιοτήτων.



Εικόνα 5.2: Τρόποι έκθεσης στο μπλέ φως

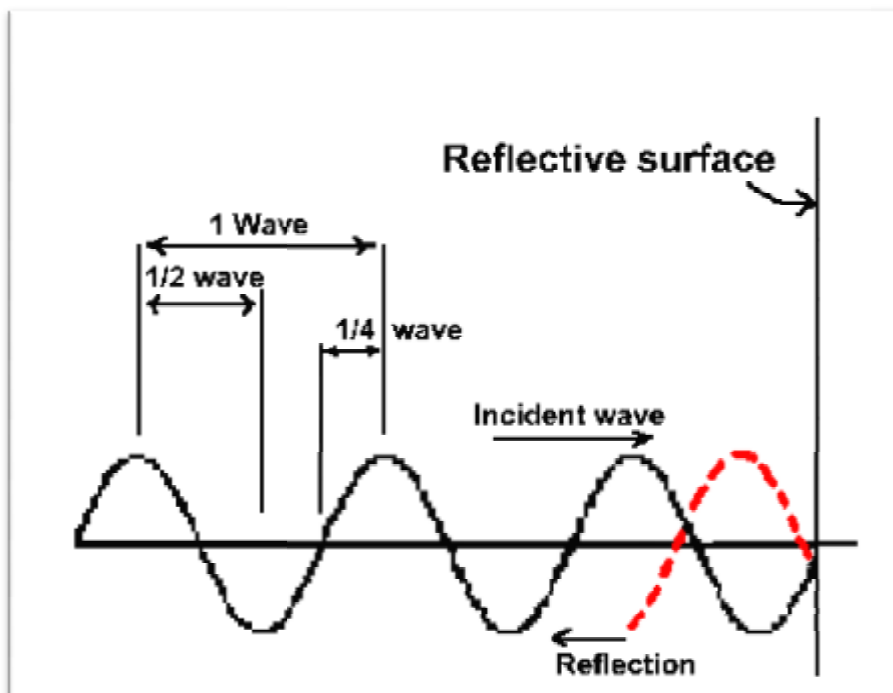
Η πρόληψη από τις βλαβερές ακτίνες είναι το πρώτο μέτρο άμυνας για την καταπολέμηση των όλο και συχνότερα εμφανιζόμενων παθήσεων, της ωχράς κηλίδας και του καταρράκτη. Το μπλε φως μας επηρεάζει καθημερινά καθώς βρίσκεται παντού στη φύση αλλά και στο LED φωτισμό, τις οθόνες και τα smartphones. Υπολογίζεται πως ο αριθμός των ανθρώπων που πάσχουν από αυτές τις παθήσεις σήμερα ανέρχεται στα 350 εκατομμύρια και ενδέχεται να διπλασιαστεί μέσα στα επόμενα 30 χρόνια, λόγω της μεγαλύτερης έκθεσης στον ήλιο, την αύξηση του προσδόκιμου ζωής αλλά και της συχνότερης χρήσης ηλεκτρονικών συσκευών.

ΓΙΑΤΙ ΟΙ ΦΑΚΟΙ ΜΕ ΕΠΙΣΤΡΩΣΗ ΦΑΙΝΟΝΤΑΙ ΜΠΛΕ (ΜΩΒ Ή ΟΤΙΔΗΠΟΤΕ ΑΛΛΟ)

Κατ' αρχάς, ας βγάλουμε την πιο προφανή παρανόηση έξω από το δρόμο : Η επίστρωση του φακού δεν έχει χρώμα. Είναι ένα υδατο-διαφάνες υλικό σε όλο το ορατό φάσμα. Έχει μόνο 2 χαρακτηριστικά που το κάνουν να φαίνεται έγχρωμο: (1) Δείκτης διάθλασης, και (2) Πάχος.

Για να καταλάβουμε γιατί φακοί με επίστρωση φαίνονται χρωματισμένοι, πρέπει να καταλάβουμε ποια είναι η επικάλυψη και για πιο λόγο είναι εκεί, και πώς λειτουργεί. Ο σκοπός της επικάλυψης ενός φακού είναι να μειώσει τις αντανάκλασεις από την επιφάνειά του. Φως αντανακλάται από την επιφάνεια του γυαλιού, επειδή ο δείκτης διάθλασης του γυαλιού είναι διαφορετικός από εκείνον του αέρα, και η αντανάκλαση σχηματίζεται σε αυτή τη διασύνδεση των διαφόρων δεικτών διάθλασης

Φως (για το σκοπό αυτής της συζήτησης σε κάθε συντελεστή) συμπεριφέρεται ως κύμα: όταν ένα φως κύμα χτυπά την επιφάνεια του γυαλιού, ένα μέρος αναπηδά μακριά ως αντανάκλαση - η ανακλώμενη ακτίνα εξακολουθεί να έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με το κύμα όπως η προσπίπτουσα ακτίνα, μόλις κινείται προς την αντίθετη κατεύθυνση.

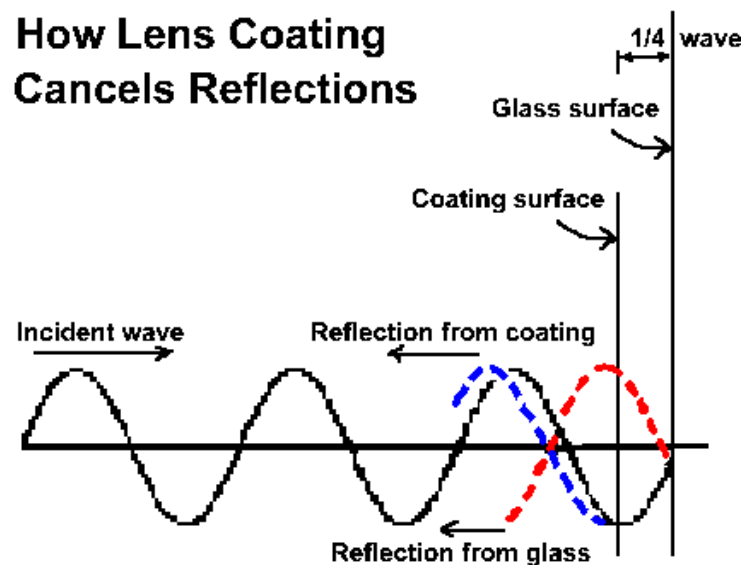


Εικόνα 5.3 Αντανάκλαση από την επιφάνεια γυαλιού (η αντανάκλαση εμφανίζεται με κόκκινο)

Αυτή η αντανάκλαση δεν έχει κανένα προφανές χρώμα, αντανακλά όλα τα μήκη κύματος εξίσου και έχει μια γκρι ή ασημί εμφάνιση.

Επειδή η αντανάκλαση είναι ένα κύμα, όμως, έχει ένα σημαντικό χαρακτηριστικό: μπορεί να ακυρωθεί από ένα άλλο κύμα, εάν αυτό το άλλο κύμα μπορεί να έχει ίση συχνότητα, κατεύθυνση, μέγεθος και αντίθετη φάση. Στο παραπάνω σκίτσο, βλέπουμε ότι ένα δεύτερο κύμα σε απόσταση $1/2$ του μήκους κύματος εκτός φάσης θα έχει το υψηλότερο σημείο του ευθυγραμμιζόμενο με το χαμηλότερο σημείο του κύματός μας: εάν αυτό μπορέσει να συμβεί, τα 2 κύματα θα αλληλοεξουδετερώνονται.

Αποδεικνύεται ότι μπορούμε να το κάνουμε να συμβεί αυτό. Αυτό που πρέπει να κάνουμε είναι να δημιουργήσουμε μια δεύτερη αντανάκλαση, σε μια ελαφρώς διαφορετική θέση από την επιφάνεια του γυαλιού που δημιούργησε το πρώτο. Προκειμένου να τοποθετηθούν οι 2 αντανάκλασεις ακριβώς στο $1/2$ του μήκους κύματος, οι 2 ανακλαστικές επιφάνειες πρέπει να απέχουν μεταξύ τους $1/4$ του μήκους κύματος: στο $1/4$ του μήκους κύματος του προσπίπτοντος κύματος προστίθεται $1/4$ του μήκους κύματος για την αντανάκλαση του έρχεται πίσω έξω = ένα δεύτερο μήκος κύματος. Για το λόγο αυτό, οι αντι-ανακλαστικές επιστρώσεις μερικές φορές αναφέρονται ως επιστρώσεις "Quarter Wave".



Εικόνα 5.4: Αντανάκλαση από την επιφάνεια της επιστρώσης (η αντανάκλαση εμφανίζεται με μπλέ)

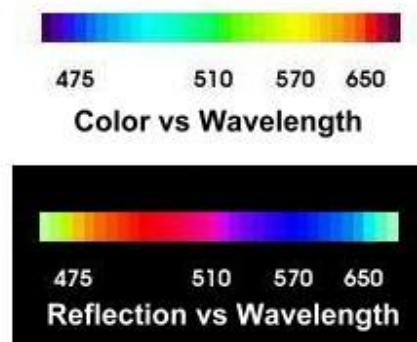
η αντανάκλαση κύματος από μια επιστρωμένη γυάλινη επιφάνεια, με αντανάκλασεις από γυαλί και επικάλυψη ακυρώνοντας το ένα το άλλο (η αντανάκλαση από το γυαλί φαίνεται με κόκκινο, η αντανάκλαση από επικάλυψη εμφανίζεται σε μπλε χρώμα)

Θυμόμαστε, όμως, ότι η αντανάκλαση συμβαίνει όταν υπάρχει μια διαφορά στο δείκτη διάθλασης από το ένα υλικό στο άλλο. Έτσι, δεν θα λειτουργήσει ένα

οποιοδήποτε υλικό επικάλυψης· εάν η επικάλυψη έχει τον ίδιο δείκτη διάθλασης όπως το γυαλί (περίπου 1,6), δεν θα υπάρξει "κόκκινη" αντανάκλαση, μόνο η μπλε - και δεν θα υπάρξει αντι-ανακλαστική δράση, ο φακός θα συμπεριφέρεται ακριβώς σαν να ήταν μη επικαλυμμένος. Ομοίως, αν η επίστρωση είχε τον δείκτη διάθλασης του αέρα (1,0), δεν θα υπήρχε «μπλε» αντανάκλαση και ο φακός θα φαίνεται σαν να μη είναι επικαλυμμένος. Για να κάνετε τις κόκκινες και τις μπλε αντανάκλασεις ίσες, έτσι ώστε να μπορούν να ακυρώσουν η μία την άλλη, ο δείκτης διάθλασης της επικάλυψης πρέπει να είναι περίπου στα μισά του δρόμου μεταξύ εκείνου του γυαλιού και του αέρα, έτσι ώστε η διαφορά σε κάθε διασύνδεση να είναι ίση. Το τέλειο ενιαίο υλικό επικάλυψης θα έπρεπε επομένως να έχει ένα δείκτη διάθλασης περίπου 1,3. Το υλικό που χρησιμοποιείται συνήθως για το σκοπό αυτό, Φθόριο Μαγνησίου, έχει ένα δείκτη διάθλασης περίπου 1,37 - δεν είναι κακός συμβιβασμός, θεωρώντας ότι προσφέρει αντοχή και άλλες επιθυμητές ιδιότητες.

Τι χρώμα θα έχει η επίστρωση?

Όπως μπορείτε να δείτε στο διάγραμμα παραπάνω, για κάθε δεδομένο μήκος κύματος θα πρέπει να είναι δυνατό να εξασφαλισθεί σχεδόν 100% ακύρωση αντανάκλασης μέσω της εφαρμογής ενός κύματος πάχους 1/4 του στρώματος Φθόριου Μαγνησίου στην επιφάνεια του γυαλιού. Αλλά το τέχνασμα είναι, 1/4 σε τι μήκος κύματος; Το φως δεν είναι όλο σε ένα μήκος κύματος, υπάρχει ένα διαφορετικό μήκος κύματος για κάθε χρώμα από 400nm (ιώδες) έως 700nm (κόκκινο). Κανένα πάχος της επίστρωσης δεν μπορεί να είναι το 1/4 του μήκους κύματος από όλα αυτά, έτσι ο σχεδιαστής έχει να επιλέξει. Συνήθως, επιλέγουν ένα μήκος κύματος που είναι κοντά στο κέντρο του ορατού φάσματος, έτσι ώστε τα ευεργετικά αποτελέσματα της επικάλυψης να είναι όσο πιο ομοιόμορφα κατανομημένα στο ορατό φάσμα είναι δυνατόν. Το ορατό φάσμα είναι 400-700nm, το μήκος κύματος που επιλέγεται γενικά ως στόχος ήταν στη περιοχή των 550 nm, ή ακριβώς στο κέντρο.



Εικόνα 5.7:(επάνω) Μήκος κύματος vs χρώμα -(κάτω) Μήκος κύματος vs χρώμα αντανάκλασης

Όπως μπορείτε να δείτε στην κορυφή του παραπάνω διαγράμματος, το μαθηματικό κέντρο του ορατού φάσματος, 550 nm, αντιστοιχεί σε ένα χρώμα στο κίτρινο-πράσινο φάσμα. Μία επίστρωση πάχους 137.5nm (550 διαιρούμενο με 4) θα μπορούσε να εξαλείψει σχεδόν οποιοσδήποτε αντανάκλασης αυτού του χρώματος από την επιφάνεια του φακού. Θα μείωνε επίσης τις αντανάκλασεις από άλλα μήκη κύματος, αλλά η αποτελεσματικότητα της δράσης της θα γίνει σταδιακά μικρότερη καθώς το μήκος κύματος αποκλίνει από τα 550. Το καθαρό αποτέλεσμα είναι ότι επιτυγχάνεται ο συνολικός στόχος της καταστολής των αντανάκλασεων, αλλά δεν έχει επιτευχθεί εξίσου για όλα τα χρώματα. Το βλέπουμε αυτό όταν εξετάζουμε τις αντανάκλασεις από την επικαλυμμένη επιφάνεια του γυαλιού: δεν υπάρχει καθόλου αντανάκλωμένο πράσινο φως, αλλά υπάρχουν αντανάκλασεις από τα άλλα χρώματα. Το συνολικό αποτέλεσμα είναι αυτό της αντανάκλασης στο συμπλήρωμα του στοχευμένου χρώματος. Αυτά τα συμπληρώματα που φαίνονται στο κάτω γράφημα στο παραπάνω σχήμα - τα 550nm αντιστοιχούν σε ένα χρώμα μπλε-ιώδες, ακριβώς αυτό που βλέπουμε σε έναν επικαλυμμένο φακό.

Έτσι, εάν οι φακοί είναι μωβ, δεν θα έχουν οι φωτογραφίες μου μια μωβ απόχρωση;

Όχι, στην πραγματικότητα, θα έχουν μια ελαφρά κίτρινο-πράσινη απόχρωση - το πρόσθετο φως που δεν αντανάκλαται περνάει μέσα από την ταινία, και υπάρχει λίγο περισσότερο από το 550nm κίτρινο-πράσινο από ό, τι υπάρχει από τα άλλα χρώματα. Αλλά δεν είναι πάρα πολύ - το γυαλί αντανάκλα μόνο το 4% του φωτός από κάθε επιφάνεια, και η επίστρωση έχει κάποια επίδραση σε όλα τα μήκη κύματος - έτσι υπάρχει ίσως ένα δυο τοις εκατό(2%) επιπλέον πράσινο φως που φτάνει στο φιλμ. Για τους περισσότερους σε μια κανονική φωτογραφία, αυτό δεν είναι αρκετό για να γίνει αισθητό στις φωτογραφίες. Ωστόσο, ορισμένοι κατασκευαστές φακών ανησυχούσαν γι 'αυτό, και έκαναν κάτι για να μειώσουν τον κίνδυνο των αποχρωματισμένων φωτογραφιών.

Έτσι, ποια είναι η διαφορά μεταξύ της "μονής" και της "πολλαπλής" επικάλυψης;

Το Multicoating είναι σημαντικά πιο αποτελεσματικό, πιο αργό και πιο ακριβό για να επιτευχθεί, από μια ενιαία επίστρωση, αλλά οι αρχές και η βασική διαδικασία είναι η ίδια. Μια ενιαία επίστρωση πρέπει να έχει δείκτη διάθλασης περίπου το μισό από εκείνο ανάμεσα στο γυαλί και τον αέρα, και χρειάστηκαν αρκετά χρόνια για να βρεθεί ένα κατάλληλο υλικό σε φθοριούχο μαγνήσιο. Για την εφαρμογή πολλαπλών επικαλύψεων με παρόμοια αποτελέσματα, θα πρέπει να είναι από υλικά με μια ακόμα εξέλιξη της δεικτών διάθλασης, που υπολογίζεται ώστε να αντιστοιχεί στον αριθμό των στρωμάτων που είναι επιθυμητό. Για παράδειγμα, εάν θέλετε να εφαρμόσετε 5 στρώματα, θα

χρειαστείτε 5 διαφορετικά υλικά με δείκτες περίπου 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 και 1.5 για να καλύπτουν την περιοχή μεταξύ του αέρα (1.0) και του γυαλιού (1.6). Από εδώ και στο εξής, η διαδικασία είναι η ίδια όπως με την ενιαία επίστρωση, εκτός από το ότι κάθε στρώμα κατασκευάζεται με ένα ελαφρώς διαφορετικό πάχος από τα άλλα, με επιλεγμένα πάχη για να αντιστοιχούν σε διάφορα διαφορετικά μήκη κύματος εντός του ορατού φάσματος, έτσι ώστε η κατασταλτική δράση δεν ισχύει μόνο στο κέντρο 550nm, αλλά σε όλο το φάσμα. Ένας multi-coated φακός δεν φαίνεται τόσο έντονα χρωματισμένος όσο ένας ενιαία επικαλυμμένος φακός. Αυτό οφείλεται στη σχεδίαση: ο σκοπός της επικάλυψης είναι να καταστείλει τις αντανάκλασεις, και ο σκοπός της πολυ-επικάλυψης είναι η καταστολή όλων των αντανάκλασεων.

Έτσι, αν δω τις αντανάκλασεις με πολλαπλά χρώματα σε ένα φακό, αυτό δεν σημαίνει ότι είναι multi-coated;

Όχι απαραίτητα. Ένας multi-coated φακός μπορεί να παρουσιάσει πολύχρωμες αντανάκλασεις, αλλά αυτό συμβαίνει και με μονής επικάλυψης φακούς. Ο τρόπος για να ξεχωρίσουμε έναν multi-coated φακό από ένα μονοστρωματικό φακό είναι να συγκρίνουμε τη φωτεινότητα των αντανάκλασεων και όχι το χρώμα τους: ο φακός με τις φωτεινότερες αντανάκλασεις θα είναι η μονοστρωματική επικάλυψη.

Ένα τελευταίο, άσχετο ερώτημα: Μήπως η επίστρωση κάνει ένα φακό "διόρθωμένο χρωματικά";

Όχι. Η διόρθωση χρωμάτων είναι μια συνάρτηση του σχεδιασμού του οπτικού φακού, και δεν επηρεάζεται κατά κανένα τρόπο από την επικάλυψη. Διόρθωση χρώματος είναι η ιδιότητα ενός φακού που προκαλεί όλα τα χρώματα για να επικεντρωθούν στο ίδιο σημείο, και πραγματοποιείται σε διάφορους βαθμούς τόσο με και χωρίς την επικάλυψη φακών. Είναι σημαντικό τόσο για τις έγχρωμες όσο και για τις ασπρόμαυρες φωτογραφίες, όπως μια έγχρωμη με κακή διόρθωση, ο φακός με διόρθωση δεν θα καταστήσει κριτικά ευκρινείς τις εικόνες σε μαύρο και άσπρο - αλλά είναι πιο ορατή σε έγχρωμη εικόνα, γιατί η κακή διόρθωση χρώματος μπορεί να δει με τη μορφή της κόκκινα και μπλε κρόσσια σε άσπρες / μαύρες διασυνδέσεις στην έγχρωμη εικόνα.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι έρευνες αγοράς που πραγματοποιούνται σε διάφορες χώρες δείχνουν σαφώς το ενδιαφέρον για τους φακούς με τις " όλες σε μια " επιστρώσεις ή "ολοκληρωμένες επιστρώσεις": οι φακοί αυτοί ανταποκρίνονται καλύτερα στις προσδοκίες του χρήστη, καθώς προσφέρουν πολλαπλά πλεονεκτήματα χωρίς να δημιουργείται η δύσκολη ερώτηση των διαφόρων επιλογών.

Οι αντιανακλαστικές επιστρώσεις αναγνωρίζονται από τους καταναλωτές ως προσδιοριστικού παράγοντα για την άνεση και την εμφάνιση. Παρομοίως, οι αντιαμυρωτικές επιστρώσεις έχουν επιφέρει μια δραματική βελτίωση στον καθαρισμό των επικαλυμμένων φακών, ακόμα και αν απαιτείται περαιτέρω έρευνα για να αποκλειστεί οριστικά αυτό το πρόβλημα. Τέλος, η αύξηση του μεριδίου αγοράς για φακούς υψηλού δείκτη υποδηλώνει σημαντική μελλοντική ανάπτυξη στον τομέα των αντιχαρακτικών επιστρώσεων.

Αυτές οι ανάγκες μας επιτρέπουν να συμπεράνουμε ότι οι επικαλύψεις έχουν ένα λαμπρό μέλλον. Γίνονται με πλήρη δικαιώματα στα συστατικά του φακού, και η επιτυχία τους έχει αποδειχθεί σε όλο τον κόσμο. Παρά το γεγονός ότι η χρήση τους ποικίλει από τη μία χώρα στην άλλη, υπάρχει σαφής συνολική ανάκαμψη. Ως εκ τούτου, οι επιστρώσεις του φακού δεσμεύονται να αναλάβουν έναν συνεχώς αυξανόμενο σημαντικό ρόλο στη γενική οικονομία των οφθαλμικών φακών.

Καλό θα ήταν να γνωρίζουμε ότι οι επιστρώσεις των φακών έχουν "ημερομηνία λήξης". Αυτό σημαίνει πως ένας επιστρωμένος φακός έχει μέγιστη διάρκεια ζωής τέσσερα με πέντε χρόνια, αυτό όμως εξαρτάται αποκλειστικά από τον τρόπο χρήσης του διοπτροφόρου και την ποιότητα των επιπτώσεων που έχουν επιλέξει.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ

Δαμανάκης, Α. (1999) Διάθλαση, βασικές αρχές και τεχνική. 2. Αθήνα: ιατρικές εκδόσεις Λίτσας.

Κουτσοθεοδωρής, Θ. Σημειώσεις Τεχνολογίας Οφθαλμικών Φακών.

Πληροφορίες Εταιριών (Amvis, Essilor, Nikon, Unilens)

Απιονισμένο νερό. <http://curiousrat.blogspot.gr/2012/03/distilled-water.html>

Ανάπτυξη λεπτών υμενίων NiO με τη μέθοδο της παλμικής εναπόθεσης με laser (PLD) και χαρακτηρισμός τους. http://www.laser-applications.eu/attachments/File/education/Stamataki_MSc_thesis.pdf

Παρασκευή μεταλλικών νανοκρυσταλλικών υμενίων με τη μέθοδο sputtering. http://www.lhtm.des.upatras.gr/lhtm/images/CVs_Docs/diploma_thesis_A.pdf

Τεχνολογία λεπτών υμενίων. <http://nn.physics.auth.gr/pms/tft.htm>

Macleod, H. A. Thin Film Optical Filters. 4. Arizona USA: CRC press.

Milder, B. & Rubin, L. M. (2004) The fine art of prescribing glasses without making a spectacle of yourself. 3. Gainesville Florida: Triad Publishing Company.

Essilor Academy. (1997) Ophthalmic Optics Files: Coatings. 145. Paris France: Essilor International

Anti-Reflective Coating. <http://www.selectspecs.com/info/lens-coating/History>. https://en.wikipedia.org/wiki/Anti-reflective_coating

What is blue light?. <http://www.bluelightexposed.com/#bluelightexposed>

Why do coated lenses look purple? http://rick_oleson.tripod.com/index-166.html