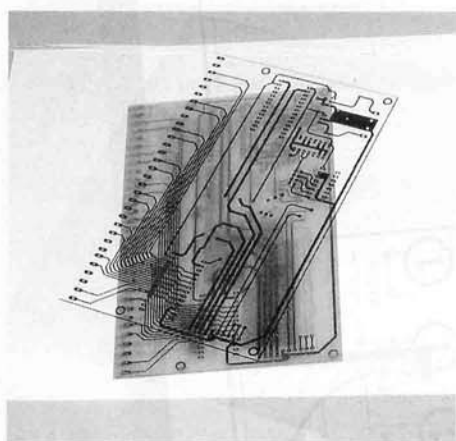


Φτιάξτε τις δίκες σας πλάκέτες

μερικές χρήσιμες συμβουλές για την κατασκευή πλάκετών

Michael Moge

Με την βοήθεια των σύγχρονων προγραμμάτων σχεδίασης πλάκετών -πολλά από τα οποία μάστιχα διατίθενται δωρεάν-, μπορεί κανείς να κατασκευάσει πλάκέτες υψηλής ποιότητας είτε πρόκειται για μαζική παραγωγή ή για πειραματική χρήση. Δυστυχώς όμως, η άνετη σχεδίαση στον υπολογιστή ακολουθείται υποχρεωτικά από την διαδικασία χάραξης του κυκλώματος επάνω στην πλάκα του τυπωμένου.



Ύπαρξη των χημικών αποτελεί και αυτή πρόβλημα και οποιοσδήποτε θέλει να χαράξει πλάκέτες χωρίς να δηλητηριαστεί, καλό είναι να γνωρίζει με τι έχει να κάνει. Η χρήση των χημικών κατά κανόνα απαιτεί καλή γνώση και ιδιαίτερη προσοχή.

Η διαφάνεια

Καλής ποιότητας διαφάνειες και με αρκετά πυκνή εκτύπωση σχεδίου κυκλώματος, είναι δυνατόν να παραχθούν με την βοήθεια ενός εκτυπωτή ψεκασμού. Τα φύλλα διαφανειών π.χ. (διαφάνειες ink-jet OH 3), έχουν αποδειχθεί πολύ καλά. Διαθέτουν λεπτή επίστρωση και χάρη στο φύλλο υποστήριξης που τα συνοδεύει, η τροφοδοσία στον εκτυπωτή γίνεται με ακρίβεια και χωρίς κανένα πρόβλημα. Η τοποθέτηση της διαφάνειας στον τροφοδότη του εκτυπωτή (όπως για παράδειγμα Epson Stylous Color 660, ή Canon S450), πρέπει να γίνει με ιδιαίτερη προσοχή φροντίζοντας ώστε η εμπρός πλευρά με την κόλα να τοποθετείται ακριβώς μπροστά στον οδηγό τροφοδοσίας και η παλαιή πλευρά της διαφάνειας να εφάπτεται στον παλιό οδηγό του εκτυπωτή.

Μόλις γίνει η εκτύπωση, η διαφάνεια θα

πρέπει να στεγνώσει με την βοήθεια ενός στεγνωτήρα μαλλιών (σεσουάρ) και στην συνέχεια να ξανατυπωθεί (δύο διαδοχικές εκτυπώσεις είναι συνήθως αρκετές). Στο σημείο αυτό χρειάζεται λίγο υπομονή, δεδομένου ότι είναι σημαντικό εξασφαλιστεί το καλό στέγνωμα της διαφάνειας πριν αυτή οδηγηθεί εκ νέου στον εκτυπωτή. Εάν η τοποθέτηση της διαφάνειας στον εκτυπωτή γίνει προσεκτικά, είναι δυνατή η επιτυχής υπέρθεση διάδρομων με πλάτος μέχρι και 0,2 mm. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται μία εκτύπωση στην οποία το μαύρο είναι βαθύ και αρκετά αδιαφανές. Αφού στεγνώσει πλήρως μετά από 24 ώρες, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την έκθεση της πλάκετας.

Οι διαφάνειες από άλλους κατασκευαστές παρουσιάζουν τραχιά επικάλυψη και δεν είναι δυνατόν να οδηγηθούν με ακρίβεια στον εκτυπωτή επειδή τσαλακώνονται ή επειδή δεν έχουν στην πίσω ένα φύλλο προστασίας.

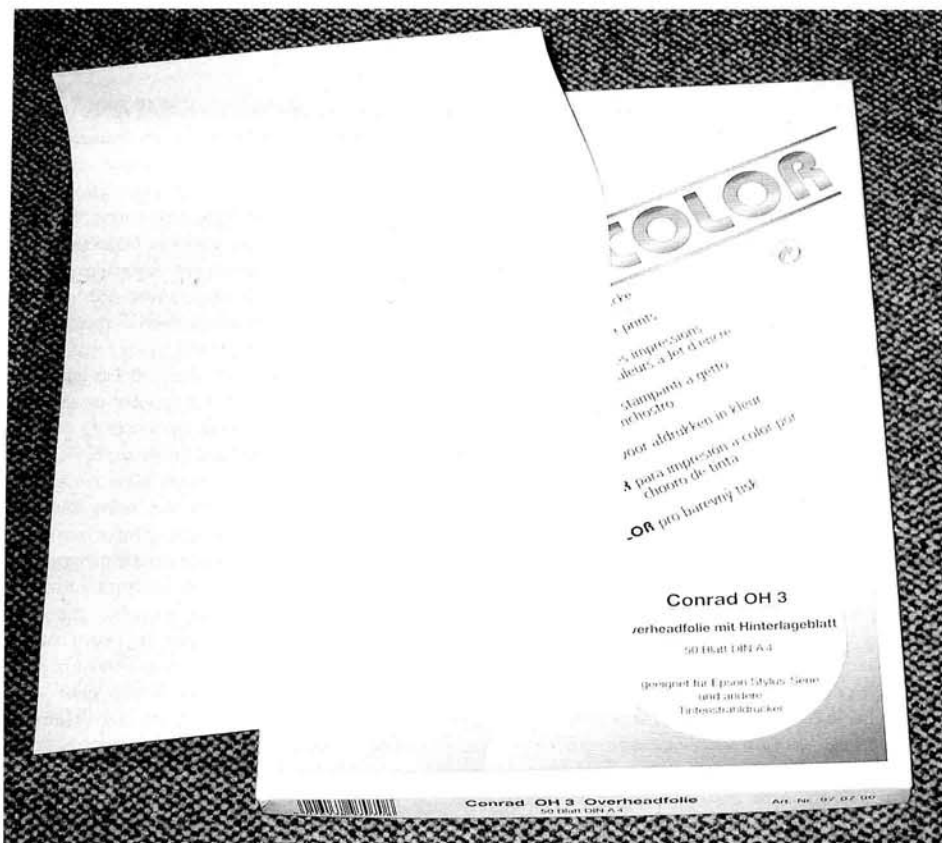
Έκθεση και εμφάνιση

Για την έκθεση της πλάκετας, μία παλιά λάμπα για μαύρισμα σαν από ηλιακό φως (ατμών υδραργύρου, 1000 Watt) είναι ό,τι πρέπει. Ο υπογράφων το άρθρο πέτυχε ικα-

Επιλογές εκτυπωτή

Χαρτί:	γυαλιστερή διαφάνεια φωτογραφικής ποιότητας (όχι διαφάνεια εκτυπωτή ψεκασμού!)
Χρώμα:	μαύρο
Επιλογές χρήστη:	υψηλή ανάλυση (720 dpi), καθόλου διαδικασία 'halftone', φωτεινότητα -25 %, αντίθεση +25 %

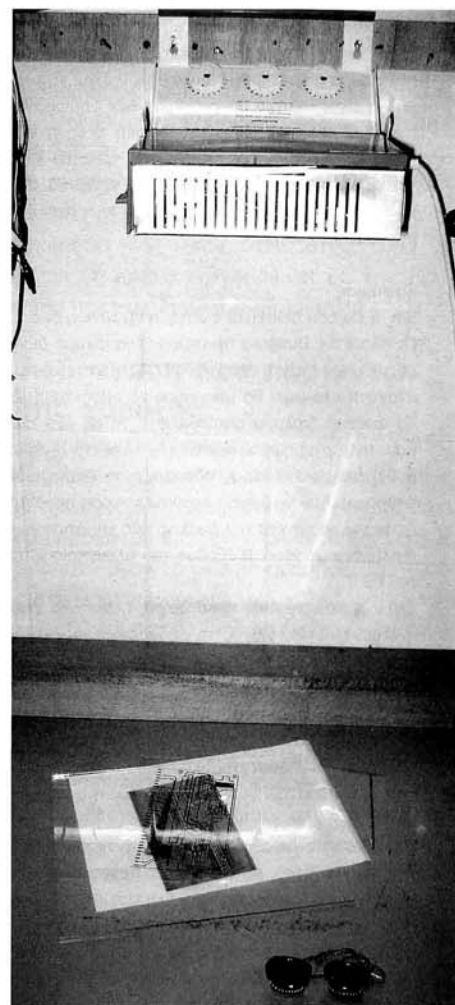
Στα καταστήματα των ηλεκτρονικών, υπάρχει διαθέσιμη μία μεγάλη ποικιλία από κιτ χάραξης πλάκετών, που όμως όλα είναι αρκετά 'τσουχτερά' από άποψη τιμής, ενώ μερικά απ'αυτά είναι και αρκετά δύσκολα στην χρήση. Οι δυσκολίες ξεκινούν από την δημιουργία της διαφάνειας. Δεδομένου ότι ακόμη και οι ακριβές διαφάνειες προβολής που τυπώνονται σε κάποιο εκτυπωτή laser ή σε φωτοτυπικό δεν είναι αρκετά αδιαφανής, για την έκθεση της πλάκετας χρειάζεται συνήθως η υπέρθεση δύο ίδιων διαφανειών. Από την άλλη πλευρά, η αντιγραφή του σχεδίου της πλάκετας σε ειδική διαφάνεια απαιτεί την ύπαρξη ενός μικρού μεν αλλά πλήρως εξοπλισμένου φωτογραφικού σκοτεινού θαλάμου. Η χάραξη με χλωριούχο σίδηρο ή θειικό αμμώνιο προϋποθέτει αρκετή υπομονή, ανακατωσούρα και την εκ των προτέρων αποδοχή ότι μερικές πλάκέτες θα πάνε για πέταμα. Η



Σχήμα 1. Η κατάλληλη διαφάνεια έχει λεπτή επιφανειακή δομή, δεν τσαλακώνει και έχει στην πίσω πλευρά ένα φύλλο προστασίας

νοποιητικά αποτελέσματα με χρόνο έκθεσης λίγο μικρότερο από ένα λεπτό και απόσταση 50 περίπου εκατοστών από την πλακέτα, έχοντας τοποθετήσει επάνω στο φιλμ ένα κομμάτι τζαμιού για να το σταθεροποιεί. Ο βέλτιστος χρόνος έκθεσης εξαρτάται από την πηγή του φωτός, τον τύπο της μάσκας που χρησι-

μοποιείται καθώς και την ποιότητα του υλικού της επίστρωσης. Είναι κατά συνέπεια λογικό πριν προχωρήσετε στην κανονική έκθεση της πλακέτας, να επιχειρήσετε μία δοκιμαστική εμφάνιση ενός μικρού κομματιού πλακέτας το οποίο θα έχετε προηγουμένως εκθέσει σε λωρίδες βαθμιαία μεταβαλλόμε-



Σχήμα 2. Η διαδικασία έκθεσης με την βοήθεια ενός συνηθισμένου λαμπτήρα ηλιακού φωτός για μαύρισμα.

Συμβουλές από χώρους συζητήσεων του διαδικτύου

Τα σχόλια που ακολουθούν αποτελούν προϊόν μετάφρασης και επεξεργασίας από ένα δικτυακό χώρο συζητήσεων της www.batronix.com στα Γερμανικά. Το συγκεκριμένο κείμενο περιλαμβάνει χρήσιμες συμβουλές και προτάσεις για την κατασκευή πλακετών από ιδιώτες. Μέσα στην σελίδα ανταλλαγής ιδεών αλλά και σε άλλες σελίδες του δικτυακού χώρου της batronix περιγράφεται ολόκληρη η διαδικασία κατασκευής πλακετών, από την αγορά των χημικών μέχρι το τρύπημα της πλακέτας.

Έκθεση

Η υπεριώδης ακτινοβολία όπως αυτή για τις συσκευές διαγραφής μνημών EEPROM είναι άχρηστη! Οι συσκευές για μαύρισμα (με λαμπτήρα) είναι μια χαρά. Χρησιμοποιήστε ένα μαύρο υπόστρωμα, μία (διπλής όψης) διαφάνεια τοποθετημένη πάνω στο υλικό για πλακέτες, με ένα κομμάτι τζάμι από πάνω της (ένα κομμάτι κρύσταλλο είναι ακόμη καλύτερο, δεδομένου ότι επιτρέπει καλύτερη διέλευση των υπεριωδών ακτίνων), και αφήστε την συσκευή του μαυρίσματος να φωτίσει την πλακέτα για δύο περίπου λεπτά.

Προτιμάτε να εκθέτετε τις πλακέτες μας χρησιμοποιώντας φωτισμό UV-A, το οποίο σημαίνει μήκος κύματος τουλάχιστον 400 nm. Ο φωτισμός UV-B δεν χρησιμοποιείται ποτέ σε επαγγελματικό εξοπλισμό έκθεσης πλακετών. Το τύπο του φωτισμού μπορείτε να τον προσδιορίσετε από την ετικέτα που υπάρχει επάνω στους λαμπτήρες φθορισμού. Για παράδειγμα ο τύπος TL 20 W 05 είναι επαρκής. Μία συστοιχία από έξι τέτοιους λαμπτήρες (120 W) εξασφαλίζει για τις

πλακέτες μας ελάχιστο χρόνο έκθεσης δύο λεπτών. Εξ ίσου επαρκείς είναι και οι λαμπτήρες τύπου XX yy W 08 ή 09. Τα δύο τελευταία ψηφία (π.χ. '05', '08' ή '09') προσδιορίζουν το μήκος κύματος. Οι τύποι 08 και 09 χρησιμοποιούνται σε συσκευές τεχνητού μαυρίσματος.

Για να υπάρχει ομοιόμορφος φωτισμός της πλακέτας, η απόσταση μεταξύ των λαμπτήρων θα πρέπει να είναι περίπου ίδια με αυτή μεταξύ των λαμπτήρων και της πλακέτας, διαφορετικά θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν ανακλαστήρες. Οι λαμπτήρες τύπου 'Nitrohot' είναι και αυτοί κατάλληλοι, αλλά χρειάζεται αρχικά κάποιος χρόνος προθέρμανσης ο οποίος κυμαίνεται στα 15 περίπου λεπτά. Ο χρόνος έκθεσης επίσης που οι εν λόγω λαμπτήρες απαιτούν για τις πλακέτες μας είναι μάλλον μεγάλος (επτά λεπτά ή και παραπάνω), και όσο μεγαλύτερος είναι ο χρόνος έκθεσης τόσο μεγαλύτερες είναι και οι αποκλίσεις από τις προδιαγραφές μας (για να μιλήσουμε με ποσοστά, 10 % των δύο λεπτών, είναι διαφορετικό από το 10 % των επτά λεπτών!). Οι προβολείς που χρησιμοποιούνται για τον φωτισμό εργοταξίων κ.λπ. παρουσιάζουν εντυπωσιακές ισχύς, αλλά η θερμότητα που αναπτύσσεται επάνω στην μάσκα ενδέχεται να δημιουργήσει προβλήματα.

Το πλεονέκτημα των σημειακών πηγών, είναι ότι δίνουν την δυνατότητα σχεδίασης στενότερων χάλκινων διαδρόμων ή διαχωριστικών. Η καλύτερη σημειακή πηγή είναι ο ήλιος, αλλά εδώ το πρόβλημα είναι ο καιρός. Την περίοδο του Μαΐου για παράδειγμα, μία έκθεση με χοντρό τζάμι (που εξασφαλίζει καλύτερη επαφή της μάσκας) διάρκειας 5 λεπτών, δίνει άριστα αποτελέσματα (και δεν κοστίζει και τίποτε). Το πρόβλημα όμως είναι ότι εάν βρέχει, θα πρέπει να περιμένετε πότε θα καθαρίσει ο καιρός. Για το κλίμα της Ελλάδας δεν αποτελεί

αυτο και μεγάλα προβλήματα

Όσον αφορά τον χρόνο έκθεσης, καλύτερα να είναι μεγαλύτερος από τον απαιτούμενο παρά μικρότερος (τουλάχιστον όταν τα υλικά είναι καλής ποιότητας). Όταν η μάσκα είναι καλή, η υπερ-έκθεση δεν δημιουργεί κανένα πρόβλημα. Μία άλλη εξυπνη διαδικασία είναι η δοκιμαστική έκθεση σε λωρίδες, όπου η (μαύρη) μάσκα μετακινείται κάθε X δευτερόλεπτα. Κατά μία λωρίδα η λωρίδα n που θα έχει εμφανιστεί πλήρως μετά από 40 s (το πολύ 60 s), δίνει τον απαιτούμενο (ελάχιστο) χρόνο έκθεσης της πλακέτας $t = n \times X$ (τον χρόνο αυτό κρατήστε γιατί συνήθως παραμένει σταθερός).

Εμφάνιση

Εάν η έκθεση δεν είναι σωστή, η εμφάνιση δύσκολα θα δώσει σωστά αποτελέσματα. Οι πλακέτες Bungard προτιμούν ένα ισχυρό διάλυμα εμφάνισης (10-30 gr καυστικό νάτριο ανά λίτρο), αλλά ΠΡΟΣΟΧΗ διατηρήστε το σε θερμοκρασία δωματίου (μία σταγόνα στο μάτι θα μπορούσε να αποδειχθεί ιδιαίτερα επικίνδυνη).

Το φρέσκο διάλυμα αποθηκεύστε το σε ένα παλιό πλαστικό δοχείο (για μεγάλες ποσότητες, χρησιμοποιήστε την ίδια συγκέντρωση και κλείστε σφιχτά το πώμα, δεδομένου ότι ο αέρας αδυνατεί να το διάλυμα λόγω απορρόφησης διοξειδίου του άνθρακα). Από το δοχείο λαμβάνετε τόση ποσότητα διαλύματος, όση ακριβώς χρειάζεται για να κάνετε την δουλειά σας και ότι περισσεύει το ρίχνετε στην αποχέτευση διαλυμένο με νερό. Η έξοδος του πλυντηρίου πιάνων περιλαμβάνει ένα τοις εκατό NaOH!

Όταν η έκθεση είναι πολύ μικρή, πάνω στο χαλκό θα παραμείνει ένα λεπτό φιλμ φωτοευαίσθητου υλικού το οποίο δεν έχει εκτεθεί επαρκώς και το οποίο κατά την διάρκεια της εμφάνισης παίρνει ένα χρώμα μεταξύ κόκκινου-καφέ και βιολετί. Το συγκεκριμένο φιλμ εμποδίζει συνήθως το υγρό της διάβρωσης να ενεργήσει επάνω στον χαλκό. Δοκιμαστικά, αφού ολοκληρωθεί η εμφάνιση μπορείτε να ξεπλύνετε την πλακέτα και να την βουτήξετε στο διάλυμα της χάραξης. Στα σημεία που έχει γίνει εμφάνιση του προστατευτικού φιλμ ο χαλκός θα πρέπει να αλλάξει αμέσως χρώμα. Εάν δεν παρατηρήσετε κάτι τέτοιο, η χρονική διάρκεια της έκθεσης ήταν πολύ μικρή!

Ένας τρόπος διόρθωσης του προβλήματος είναι να ξεπλυθεί πάλι η πλακέτα σε τρεχούμενο νερό, να στεγνώσει προσεκτικά κατά προτίμηση με πεπιεσμένο αέρα (για να προστατέψουμε την συσκευή έκθεσης), και στην συνέχεια να επαν-εκτεθεί ολόκληρη η πλακέτα για 20 τα εκατό του αρχικού χρόνου έκθεσης. Εμφανίστε την ξανά και δοκιμάστε εκ νέου να την χαράξετε. Η όλη διαδικασία δείχνει ενδεχομένως πολύ περίπλοκη, αλλά ποιος θέλει να πετάξει μία ακριβή πλακέτα;

Η ιδέα του όλου εγχειρήματος έγκειται στο ότι 80 τα εκατό του αρχικού φωτοευαίσθητου υλικού (το οποίο είναι αρκετό για την χάραξη) θα παραμείνει επάνω στον χαλκό της πλακέτας, ενώ η λεπτή στρώση που παραμένει στα σημεία που θέλουμε να διαβρωθούν θα αφαιρεθεί και η πλακέτα μας θα σωθεί!

Επί τη ευκαιρία να αναφέρουμε ότι οι πλακέτες μας είναι δυνατόν να εκτεθούν κατ'επανάληψη. Το χαρακτηριστικό μάλιστα αυτό μπορείτε να εκμεταλλευτείτε για να δημιουργήσετε ένα είδος μάσκας ή/και διάταξης των εξαρτημάτων, στην πίσω πλευρά της πλακέτας.

Και για όσους γνωρίζουν τι σημαίνει 'απολαβή αντίθεσης' (contrast gain), να σημειώσουμε ότι κάτω από ιδανικές συνθήκες οι πλακέτες μας είναι δυνατόν να εκτεθούν και να εμφανιστούν χρησιμοποιώντας ένα φωτοαντίγραφο ή ακόμη και ένα κοινό χαρτί σημειώσεων. Στην περίπτωση αυτή, ο χρόνος έκθεσης θα πρέπει να είναι σχετικά μικρός και το διάλυμα της εμφάνισης θα πρέπει να έχει διπλάσια ισχύ από

το κανονικό. Πέρα από αυτό βέβαια υπάρχουν και άλλες δυνατότητες.

Χάραξη

Τα προβλήματα στην χάραξη πηγάζουν συνήθως από την έκθεση και σε σπάνιες περιπτώσεις από την εμφάνιση. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να δηλώσουμε ότι θετικά άλατα νατρίου ή αμμωνίου απαγορεύονται ρητά λόγω των κανόνων διάθεσης των επικίνδυνων αποβλήτων. Η αποτελεσματικότητα που παρουσιάζουν στην διάβρωση είναι πολύ μικρή, διασπώνται μόνο που τα κοιτάει κανείς και όσον αφορά τις επιδόσεις τους όσον αφορά το πλάτος των χάλκινων διαδρόμων είναι καταστροφικές. Επί πλέον, διάθεση τους μετά την χρήση έχει δεκαπλάσιο κόστος σε σχέση με τα διαλύματα χλωριούχου οξέως. Ο μόνος λόγος που χρησιμοποιούνται είναι ότι δεν αφρίζουν (ενώ ο χλωριούχος οξείδος κάνει αφρό), οπότε είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν σε ρηχές λεκάνες.

Χρόνος χάραξης: τουλάχιστον 90 s για χαλκό 35-μm όταν το διάλυμα είναι φρέσκο, σε θερμοκρασία 45 °C και χρησιμοποιείται διάταξη χάραξης με ψεκασμό του διαλύματος. Μέγιστος χρόνος χάραξης: 180 s, μετά την οποία το διάλυμα πρέπει να αντικατασταθεί, δεδομένου ότι θα περιλαμβάνει πέντε φορές περισσότερο χαλκό απ' ό,τι θετικό νάτριο (NaPS). Σε κάθε περίπτωση, λόγω του χαλκού που έχει διαβρωθεί θα περιλαμβάνονται τουλάχιστον 80 τοις εκατό λιγότερα επικίνδυνα υπολείμματα. Και στο σημείο αυτό ο χλωριούχος οξείδος υπερέχει, δεδομένου ότι είναι σε θέση να διαβρώσει πέντε με δέκα φορές περισσότερο χαλκό ανά λίτρο σε σχέση με το NaPS, ενώ δίνει την δυνατότητα επίτευξης πάχους διαδρόμων μέχρι 0,1 mm, όλα αυτά στο ένα δέκατο του χρόνου (εφ' όσον χρησιμοποιείται τεχνική ψεκασμού). Δεν ανοίγει επίσης τρύπες στα ρούχα σας και με την βοήθεια ενός διαλυτικού (RX3) μπορείτε να αφαιρέσετε οποιοδήποτε λεκέ. Υπάρχει ένα μόνον διαβρωτικό το οποίο είναι ακόμη πιο αποδοτικό, αλλά λόγω κανόνων ασφαλείας η χρήση του προορίζεται αποκλειστικά για επαγγελματίες: πρόκειται για το διάλυμα χλωριούχου χαλκού (σε μορφή διαλύματος με νερό) μαζί με λίγο υδροχλωρικό οξύ και ακόμη λιγότερο υπεροξειδίου του υδρογόνου. Όχι όμως για οικιακή χρήση!

Σε καμία περίπτωση μην αποθηκεύετε ένα μερικώς χρησιμοποιημένο διάλυμα ανοικτό! Το NaOH έλκει την ατμοσφαιρική υγρασία σαν μαγνήτης και δημιουργεί μία ιδιαίτερα επικίνδυνη αλοιφή από την οποία μπορείτε να χάσετε ακόμη και την όραση σας. Φροντίστε λοιπόν να προμηθευτείτε τα υλικά της εμφάνισης σε ειδικές συσκευασίες για ένα λίτρο νερό. Το διάλυμα που προκύπτει το αποθηκεύετε σε ένα σφραγισμένο δοχείο. Εναλλακτικά, μπορείτε να αγοράσετε ένα κουτί των 250 g απ' όπου θα παίρνετε κάθε φορά την απαραίτητη ποσότητα με ένα δοσομέτρηση, φροντίζοντας πάντα να σφραγίζετε το περιεχόμενο.

Σύμφωνα με τους κανονισμούς ασφαλείας, ο καθαρός χλωριούχος χαλκός (σε κόκκους ή σε κρυστάλλους) είναι λιγότερο επικίνδυνος σε σχέση με το NaOH. Δεν θέλω να γενικολογώ, αλλά τολμώ να πω ότι ένα υδατικό διάλυμα εμφάνισης στην καθορισμένη συγκέντρωση, είναι σχετικά αβλαβές (δείτε το παράδειγμα του πλυντηρίου πιάνων). Έχετε ποτέ διαβάσει προσεκτικά τις προειδοποιήσεις που υπάρχουν πάνω στα απορρυπαντικά των πλυντηρίων; Ποιος χρησιμοποιεί το διάλυμα εμφάνισης SENO 4007 το οποίο είναι και φιλικό προς το περιβάλλον; Γνωρίζετε επίσης ότι ο χλωριούχος οξείδος χρησιμοποιείται σε μεγάλα ποσά στην επεξεργασία του πόσιμου νερού (και βέβαια δεν υπάρχει χαλκός εκεί πέρα);

Dieter Bungard

Τεχνική υποστήριξη - Bungard Electronic - www.bungard.de

von χρόνου έκθεσης.

Για να επιτύχετε βαθμιαία έκθεση, μπορείτε να καλύψετε την πλακέτα με ένα χαρτόνι το οποίο θα μετακινείτε κάθε 15 δευτερόλεπτα την στιγμή που εκθέτετε την πλακέτα στο φως. Αφού λοιπόν στην συνέχεια εμφανιστεί και χαραχθεί την πλακέτα, είναι δυνατός ο με σαφήνεια προσδιορισμός του χρόνου έκθεσης ο οποίος δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα. Λόγω της υπερϊώδους ακτινοβολίας, καλό είναι κατά την διάρκεια της έκθεσης να φοράτε γυαλιά (ή να μην κοιτάτε κατ'ευθείαν την λάμπα)!

Το μπάνιο της εμφάνισης μπορείτε εύκολα να το ετοιμάσετε οι ίδιοι. Το απαραίτητο καυστικό νάτριο (NaOH) είναι δυνατόν να το προμηθευτείτε από κάποιο κατάστημα που

εμπορεύεται χημικά, με κόστος μερικά Ευρώ το κιλό! Στην συνέχεια διαλύετε 2 gr NaOH σε 0,4 λίτρα χλιαρού νερού και το μπάνιο είναι έτοιμο. Η εμφάνιση γίνεται σε θερμοκρασία δωματίου, ενώ το φωτοευαίσθητο υλικό της επικάλυψης θα δώσει ένα μπλε-πράσινο χρώμα στο μπάνιο.

Χάραξη

Για την διαδικασία της χάραξης, τα καλύτερα αποτελέσματα επιτυγχάνονται πάντα με την παλιά και δοκιμασμένη επεξεργασία χλωριούχου χαλκού, όπου η πλακέτα εμβαπτίζεται σε ένα διάλυμα υδροχλωρικού οξέως και υπερ-οξειδίου του υδρογόνου. Παρότι βέβαια η συγκεκριμένη διαδικασία χρησιμοποιείται για μαζική βιομηχανική παραγωγή, στην περίπτω-

ση οικιακής εφαρμογής χρειάζεται προσοχή διότι ενέχει αρκετούς κινδύνους. Η εργασία με οξέα και αλκάλια απαιτεί οπωσδήποτε την χρήση προστατευτικών γαντιών.

Για το συγκεκριμένο μάλιστα θέμα, καλό είναι να μελετήσετε τα σχόλια με τίτλο 'ή σοφία των πλακετών', του Dieter Bungard (δείτε το αντίστοιχο κείμενο).

Για την χάραξη πέντε πλακετών μεγέθους περίπου 'Eurocard', αρκεί ένα διάλυμα 340 ml υδροχλωρικού οξέως 6 % και 160 ml υπεροξειδίου του υδρογόνου 15 %. Ο χρόνος χάραξης (δηλ. διάβρωσης του χαλκού) είναι περίπου 10-15 λεπτά, σε θερμοκρασία δωματίου.

Το υδροχλωρικό οξύ πουλιέται σε φαρμακεία, καταστήματα με χημικά και μαγαζιά με

Η χημεία με λίγα λόγια

Η κύρια αντίδραση είναι:

$H_2O_2 \rightarrow H_2O + O$ (επιταχύνεται με την παρουσία χαλκού)

$Cu + O \rightarrow CuO$

$CuO + 2 HCl \rightarrow CuCl_2 + H_2O$

Ενδεχόμενες δευτερεύουσες αντιδράσεις είναι:

$2 H_2O_2 \rightarrow 2 H_2O + O_2$

$2 HCl + H_2O_2 \rightarrow 2 H_2O + Cl_2$

$H_2O_2 + Cl_2 \rightarrow 2 HCl + O_2$

οικοδομικά υλικά (οι σοβατζήδες το χρησιμοποιούν για να αφαιρέσουν τον ασβέστη από τον τοίχο). Το υπεροξειδίο του υδρογόνου διατίθεται και αυτό σε φαρμακεία και καταστήματα με χημικά, αλλά μπορεί κανείς να το βρει και σε κομμωτήρια.

Μεταξύ του διαλύματος εμφάνισης και του διαλύματος χάραξης, η πλακέτα πρέπει να ξεπλυθεί πολύ καλά κάτω από τρεχούμενο νερό. Την στιγμή που η εμφανισμένη πλακέτα εμβαπτίζεται στο διάλυμα χάραξης, οι προς διάβρωση περιοχές γίνονται αμέσως κόκκινες, ενώ πάνω στην παραμένονσα προστατευτική επιφάνεια (δηλ. το κύκλωμα) αναπτύσσονται φυσαλίδες. Καθ' όλη την χρονική διάρκεια της χάραξης, η πλακέτα πρέπει να μετακινείται ομαλά μέσα στο διάλυμα και δεν χρειάζεται καθόλου επί πλέον αέρα (φύσημα),

δεδομένου ότι θα προκαλέσει πρόωρη αποσύνθεση του υπεροξειδίου του υδρογόνου. Η θέρμανση επίσης του διαλύματος όχι μόνον δεν είναι απαραίτητη αλλά ούτε και βοηθάει.

Το διάλυμα της χάραξης θα πάρει στην συνέχεια ένα ελαφρό πράσινο-μπλε χρώμα (λόγω του χλωριούχου χαλκού), αλλά δεν πρόκειται να εμφανίσει ίζημα. Στην περίπτωση όπου ο ρυθμός διάβρωσης του χαλκού πέσει, είναι δυνατή η ανανέωση του μπάνιου με την προσθήκη υπεροξειδίου του υδρογόνου, ενώ εάν οι προηγούμενα κόκκινες περιοχές αρχίσουν αν ασπρίζουν, είναι δυνατή η ενίσχυση του διαλύματος -για λίγο- με την προσθήκη υδροχλωρικού οξέως.

Αφού ολοκληρωθεί η χάραξη η πλακέτα πρέπει και πάλι να ξεπλυθεί καλά κάτω από τρεχούμενο νερό, αλλά αυτή τη φορά το νερό δεν πρέπει να φεύγει κανονικά προς την αποχέτευση. Θα πρέπει να μαζεύεται σε κάποιο δοχείο, για να αποσυρθεί στην συνέχεια με τις σωστές διαδικασίες. Το προστατευτικό στρώμα που έχει παραμείνει στην πλακέτα επάνω στους χάλκινους διαδρόμους, μπορεί να αφαιρεθεί με αιθυλικό άλας οξικού οξέως, οινόπνευμα (αιθυλική αλκοόλη) (λίγο πιο αδύνατη), ή ακετόνη (ασετόν). Ένας ακόμη πιο απλός τρόπος είναι να το ξύσει κανείς με την βοήθεια μιας χάλκινης βούρτσας.

Η διαδικασία της χάραξης παράγει χλωριούχο χαλκό και νερό, μαζί με την απελευθέρωση οξυγόνου και μικρής ποσότητας χλωρίου. Η πρωτεύουσα αντίδραση είναι η αποσύνθεση του υπεροξειδίου του υδρογόνου. Ένα 'εξασθενημένο' διάλυμα μπορεί να αναγεννηθεί με την προσθήκη υπεροξειδίου του υδρογόνου (H_2O_2) 20 %, ή υδροχλωρικού οξέως (HCl) 20 %. Η χρήση χημικών σε μεγαλύτερη συ-

γκέντρωση ενδείκνυται μόνον για ειδικούς και όχι για ερασιτέχνες.

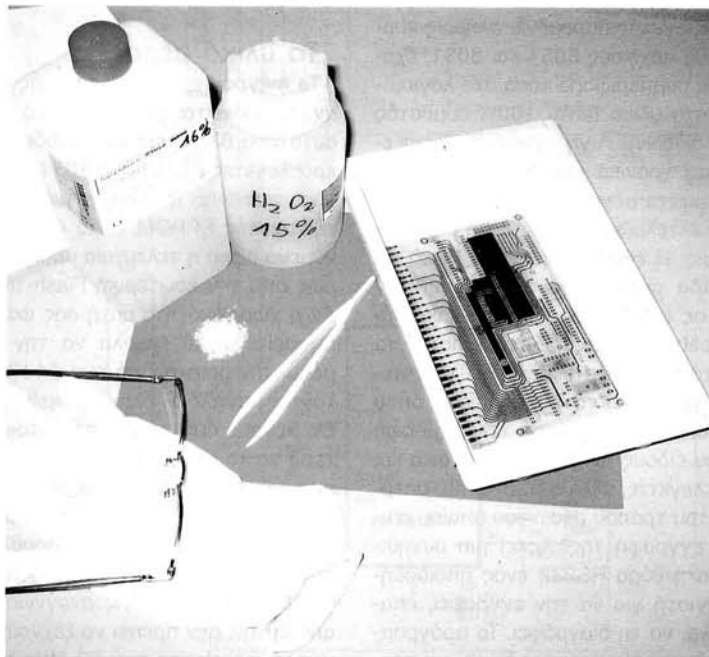
Ένα διάλυμα το οποίο μπορεί να ξαναχρησιμοποιηθεί, είναι δυνατόν να αποθηκευτεί σε ένα δοχείο με το καπάκι όχι τελείως κλειστό (δεδομένου ότι το υπεροξειδίο του υδρογόνου αποσυντίθεται σε νερό παράγοντας παράλληλα οξυγόνο). Όταν έλθει η ώρα επαναχρησιμοποίησης του διαλύματος, αυτό θα πρέπει να επαν-ενεργοποιηθεί με την προσθήκη υπεροξειδίου του υδρογόνου.

Αοθήκευση των προϊόντων της χάραξης

Το χρησιμοποιημένο μπάνιο πρέπει να αφεθεί μερικές ημέρες για να εξατμιστεί. Όπως και προηγούμενα αναφέραμε, το υπεροξειδίο του υδρογόνου διασπάται σε νερό και οξυγόνο, οπότε όταν το μπάνιο ηρεμήσει, θα περιλαμβάνει μόνον χλωριούχο χαλκό, υδροχλωρικό οξύ και νερό. Το συγκεκριμένο διάλυμα δεν δημιουργεί ιζήματα, οπότε είναι δυνατόν να συλλεχθεί σε οποιοδήποτε πλαστικό δοχείο και να παραδοθεί στους αντίστοιχους χώρους συγκέντρωσης και διαχείρισης χημικών προϊόντων. Η εξουδετέρωση του οξέως με υδροξειδίο του νατρίου (αλισίβα) δεν ενδείκνυται, δεδομένου ότι είναι αρκετά επικίνδυνη. Η επεξεργασία αυτή παράγει αλατισμένο νερό, ίζημα χαλκού και διάφορα αέρια. Λόγω όμως της βιαιότητας που παρατηρείται κατά την αντίδραση, μία τέτοια διαδικασία διάθεσης των προϊόντων καλό είναι να αφήνεται για τους ειδικούς.

Παρά το γεγονός ότι τα χημικά που περιγράφονται παραπάνω χρησιμοποιούνται σε μη επικίνδυνες συγκεντρώσεις, χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή διότι ακόμη και η διάλυση των οξέων μπορεί να προκαλέσει ζημιά. Εννοείται βέβαια ότι κανείς δεν επιτρέπεται να πει από αυτά τα διαλύματα, ενώ κατά την διάρκεια της εργασίας πρέπει να φοράτε προστατευτικά γυαλιά και γάντια. Οι τυχόν πιτσιλιές στο δέρμα ή τα ρούχα ξεπλένονται εύκολα, οι πιτσιλιές όμως στα μάτια είναι άλλη ιστορία. Κατά την διάρκεια της χάραξης παράγεται οξυγόνο και μικρές ποσότητες χλωρίου. Είναι σαφές ότι κατά την διάρκεια της συγκεκριμένης εργασίας, δεν επιτρέπεται να τρώτε, πίνετε ή καπνίζετε, ενώ πρέπει να εξασφαλίσετε και τον κατάλληλο εξαερισμό (το άνοιγμα του παραθύρου είναι μία καλή αρχή).

Τα καλύτερα αποτελέσματα επιτυγχάνονται χρησιμοποιώντας υλικά πλακετών της Bungalow. Παρότι οι συγκεκριμένες πλακέτες είναι πιο ακριβές από τις ανώνυμες, μάλλον τα αξίζουν τα λεφτά τους. Για λεπτοδουλιές είναι ότι καλύτερο, αλλά εάν πρόκειται να φτιάξετε μια πιο απλή πλακέτα, είναι σίγουρο ότι μπορείτε να χρησιμοποιήσετε και άλλα προϊόντα. 020099-1



Σχήμα 3. Εξοπλισμός για χάραξη.