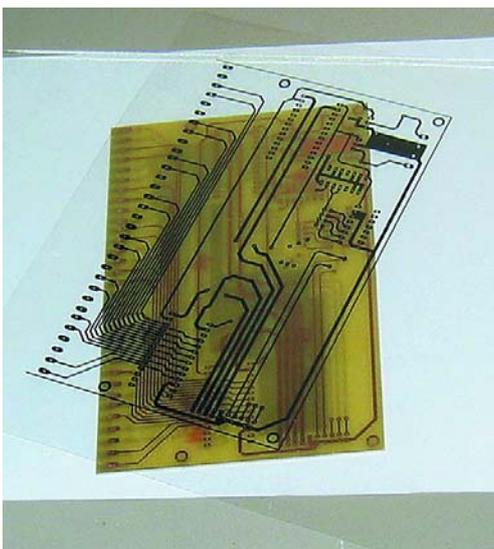


Leiterbahnen & Co.

Tipps zur Platinenherstellung

Von Michael Möge

Mit modernen, zum Teil sogar kostenfreien Layoutprogrammen lassen sich wunderschöne Platinenlayouts für den Hausgebrauch, Kleinserien oder Versuchsaufbauten erstellen. Doch ist die saubere Arbeit am PC beendet, folgt das unangenehme Platinenätzen.



Der Elektronikfachhandel bietet Ätzensets und Zubehör in großer Vielfalt an, alles nicht ganz billig und gelegentlich etwas umständlich in der Handhabung. Das beginnt bei der Layoutfolie: Selbst teure OverHeadProjektions-Folien aus Fotokopierern und Laserdruckern sind nicht lichtdicht genug, man muss mindestens zwei identische Folien zum Belichten aufeinander legen. Ein Umkopieren auf Planfilm erfordert ein kleines Fotolabor. Ätzen mit Eisen-III-Chlorid oder Ammoniumpersulfat heißt, sich in Geduld zu üben, Wärmeplatten, viel Schmutz und einigen Ausschuss zu akzeptieren. Problematisch wird es bei der Entsorgung. Und wer gute Ätzergebnisse erzielen und keine Vergiftungen riskieren möchte, sollte schon wissen, was er denn da macht. Chemikalien erfordern überlegtes Handeln.

Kontaktfolie

Mit einem Tintenstrahldrucker lassen sich gute und lichtdichte Folien erstellen. Sehr gut bewährt haben sich Folien von Conrad (Ink-Jet Folie OH 3). Sie weisen eine sehr feine Beschichtung auf und werden durch das angeklebte Hinterlageblatt vom Drucker exakt eingezogen. Die Folie wird mit Hinterlageblatt in den Papierschatz des Druckers gelegt (zum Beispiel eines Epson Stylus Color 660 oder Canon S450). Dabei ist besonders sorgfältig zu prüfen, ob die Folie vollständig am vorderen Einzuganschlag mit der Klebekante UND am festen Seitenanschlag anliegt. Nach dem Druck wird die Folie mit dem Föhn getrocknet und dann ein zweites mal bedruckt. Zwei Druckdurchgänge sind in der Regel ausreichend. Wichtig ist die ausreichende Trocknung zwischen den Druckdurchgängen. Etwas Geduld ist schon erforderlich. Bei sorgfältigem Einlegen der Folie sind so selbst Leiterbahnbreiten von 0,2 mm deckungsgleich zu erstellen. Der Ausdruck ist jetzt tiefschwarz und

hinreichend lichtdicht. Nach einer Trockenphase von 24 Stunden kann belichtet werden. Folien anderer Hersteller besitzen eine zu grobe Beschichtung oder gestatten wegen starker Verwindungen der Folie keinen exakten Einzug oder besitzen kein Hinterlageblatt.

Belichten und Entwickeln

Für die Belichtung eignet sich eine alte Höhensonne (1000-W-HG-Strahler). Bei etwa 50 cm Abstand und Abdeckung der zu belichtenden Platine mit einer Glasscheibe hat der Autor mit einer knappen Minute Belichtungszeit gute Ergebnisse erzielt. Die optimale Belichtungszeit ist abhängig von der Lichtquelle, Art der Vorlage und der Qualität des Basismaterials. So sollte einmal eine Probeplatine geätzt werden: Man nehme eine Leerplatine und belichte sie „streifenweise“. Sie wird mit einer Pappe abgedeckt, die man dann alle 15 Sekunden ein Stückchen von der Platine schiebt. Nach dem Ätzvorgang kann man die günstigste Belichtungszeit feststel-

Druckereinstellung

Papier	Photo Quality Glossy Film (nicht Ink-Jet Folie !)
Farbe	schwarz
Benutzerdefinierte Einstellung	fein 720dpi, kein Halbtonverfahren, -25% Helligkeit, +25% Kontrast.



Bild 1. Feine Oberflächenstruktur, verwindungsfrei und mit Hinterlageblatt: eine geeignete Overheadfolie.

len. Wegen der UV-Strahlung sollte man eine Schutzbrille tragen (oder nicht ins Licht schauen)! Das Entwicklerbad kann man leicht selbst herstellen. In der Drogerie

besorgt man sich Natriumhydroxyd (Ätznatron NaOH) für ein paar Euro pro Kilogramm. Für das Entwicklerbad werden 2 g NaOH in 0,4 l Wasser gelöst (handwarm). Entwickelt



Bild 2. Belichtungsvorgang mit der guten alten Höhensonne.

Profi-Tipps im Platinen-Chat

Der Beitrag des Experten, seines Zeichens einer der beiden Geschäftsführer des bekannten Leiterplatten-Spezialisten Bungard Elektronik, entstammt dem Diskussions-Forum bei www.batronix.com (Themenbereich „Allgemeine Elektronik“, Thema „Ätzen von Leiterplatten“) und fasst viele Hinweise und Tipps für die Erstellung von Platinen durch Hobbyelektroniker zusammen. Schauen Sie auch einmal dieses Forum an: Es behandelt den gesamten Vorgang der Platinenherstellung, vom Chemikalienkauf bis zum Bohren. Weitere Beiträge sind auch bei eagle.userchat.ger und eagle.support.ger zu finden (<http://news.cadsoft.de/forum.htm>).

D. Bungard

Hi, ich muss mich mal räuspern, nachdem ich weiß, wo ihr Hobby-Platinos alle steckt. Ziemlich viel von dem, was ihr schreibt, ist echt super, aber zwei drei Sachen sollte ich vielleicht mal erwähnen. Zum Thema Platinen:

1. Belichten:

UV-C aus Eprom-Löschern geht nicht!!!. Gesichtsbräuner (mit

Röhren) sind einwandfrei. Schwarze Unterlage, (doppelseitige) Film (-tasche) mit zwei Streifen Platinenmaterial als Anschlag, Glasscheibe oben drauf (am besten Kristall-Glas vom Glaser wegen besserer UV-Durchlässigkeit), Gesichtsbräuner auf die Platte, und ab für ca. 2 min.

Unsere Platinen belichten bei superaktinischem bzw. UV-A Licht, d.h. die Wellenlänge ist ≥ 400 nm. UV-B ist in den Platinen-Belichtungsgeräten der "Profis" NIE enthalten. Die Lichtfarbe erkennt man an den Bezeichnungen auf den Leuchtstoffröhren. Gut sind z. B. TL 20 W 05. 6 Stück davon pro Seite = 120 W ergeben eine garantierte Mindestbelichtungszeit von 2 min. für unsere Platinen (= unser Gerät Hellas, Abstand je 10 cm, s.u.) Genauso gut sind Röhren des Typs XX yy W 08 oder 09. Die letzten beiden Stellen der Bez. 05, 08, 09 stehen für die Wellenlänge. 08 und 09 sind in (Gesichts-) Bräunern drin (Philips, Baumarkt, mech. Timer inkl.).

Ach so, noch eins: Damit es überall auf der Platine gleich hell ist, sollte der Abstand der Röhren zueinander und zur Platine ziemlich gleich, bzw. durch Reflektoren gegeben sein! Nitraphot-Lampen sind ok, brauchen aber Warmlaufzeit - erst nach 15 Minuten oder so haben sie die optimale Lichtausbeute. Die Belichtungszeit für unsere Platinen ist auch bei 50 cm Abstand arg lang, 7 min und mehr. Und je länger die Grund-Belichtungszeit, desto größer sind auch die möglichen Abweichungen von unserer Vorgabe: 10 % auf 7 min ist halt absolut gesehen anders als unser "Normwert"

werden kann bei Raumtemperatur. Der Fotolack färbt die Lösung blaugrün.

Ätzen

Beste Ergebnisse verspricht immer noch das altbewährte Kupferchlorid-Verfahren mit Salzsäure und Wasserstoffperoxyd.

(Dieses Verfahren wird zwar bei der industriellen Massenfertigung verwendet - ist aber bei Heimwendungen in puncto Sicherheit bedenklich. Bei Arbeiten mit Säuren und Laugen ist stets eine geeignete Säureschutzbrille zu tragen. Lesen Sie dazu auch die Meinung

des „Platinengurus“ Dietmar Bungard im Kasten, – *Anm. der Red.*) Für ein Ätzbad für ungefähr fünf Europakarten wird eine Lösung von 340 ml 6-prozentiger Salzsäure mit 160 ml 15-prozentigem Wasserstoffperoxyd (auch Wasserstoffsperoxyd genannt) angesetzt. Geätzt wird bei

von 10 % auf 2 min!). Baustrahler überzeugen durch pure Leistung, aber: die Hitzeentwicklung in der Vorlage und Platine kann Probleme machen.

Vorteil punktförmiger Lichtquellen: feinere Leiterbahnen und -Abstände sind möglich. Der beste Punktstrahler, aber wegen Wetter schwierig: die Sonne. 5 min im Mai, Platine und Vorlage unter schwerem, guten Kontakt gebendem Glas, geht super (und kostet fast nix). Aber wehe es regnet... oder Du machst die Platine im nächsten November (das nur zum Thema Preise...)

Lieber zu lang als zu kurz belichten, jedenfalls bei den guten Platinen. Zu langes Belichten schadet bei guter Vorlage nicht. Auch ein guter Tipp, könnte von mir sein, Stufenbelichtung mit streifenweise Abziehen der Schutzfolie und Belichten jedes Streifens n für X Sekunden. Der Streifen n, der nach maximal 60 s, optimal 40 s frei entwickelt ist, plus 1 Stufe für den Film, ergibt die (Mindest-) Belichtungszeit n·X (Zeit merken, bleibt ziemlich konstant).

Entwickeln:

Was beim Belichten verbeutelt wurde, kann der Entwickler nur mit Not retten. Bungard Platinen lieben starken Entwickler, 13 bis 30 g NaOH per Liter, aber bitte wegen der Sicherheit nur bei Raumtemperatur. (Spritzer der heißen Lösung = Augenlicht ???) Frischen Entwickler in einem alten Kanister aus Plastik bevorraten (größere Menge: gleiche Konzentration, Behälter gut verschlossen halten, an der Luft wird er schlapp wegen Kohlendioxid-Aufnahme. Nur so viel nehmen, wie für den Job benötigt wird, nach Gebrauch unter Verdünnung mit Wasser ableiten. 1%-ige NaOH ist wie das, was aus dem Geschirrspüler hinten rauskommt! Wenn das Belichten zu kurz war, bleibt auf dem Kupfer eine Schicht von nicht vollständig belichtetem Fotolack. Sieht manchmal aus wie die Struktur des Glasgewebes, beim Entwickeln zeigt sich dort - mit Absicht! - ein rot-brauner bis violetter Farbumschlag. Dieser versperrt den Zugang des Ätzmittels zum Kupfer. Test: Platine nach dem Entwickeln und Spülen mit klarem Wasser kurz in das Ätzmittel eintauchen. Das Kupfer auf den entwickelten Stellen der Platine muss sich sofort verfärben. Wenn nicht, wurde zu kurz belichtet!

Rettende Abhilfe: Die Platine mit Leitungswasser spülen, vorsichtig, aber gründlich (wg. Belichtungsgerät) trocknen, am besten mit (Druck-) Luft, noch mal ganzflächig (der Film passt halt kaum wieder drauf) mit 20% der ursprünglichen Zeit belichten. Noch mal entwickeln, dann Test wiederholen. Dieser Vorgang hört sich kompliziert an, aber wer will denn schon die wertvolle Platine wegwerfen...

Der Effekt: Der Fotolack, der oben von den Leiterbahnen abgelöst wird, hinterlässt ca. 80 % der ursprünglichen Lackschicht, und das reicht für das Ätzen, aber die Sperrschicht auf dem Grund der Platine ist dann weg - Platine gerettet!

Übrigens, unsere Platinen sind immer mehrfach belichtbar! Dieses Feature kann man sogar bis hin zur Realisation einer Art Lötstop und/oder Bestückungsdruck der Rückseite missbrauchen. Übrigens, für Leute, die das Wort Kontrastteilheit kennen: Man kann unsere Platinen im besten Fall mit Fotokopien auf Schreibmaschinenpapier belichten und entwickeln: Belichtungszeit (angemessen) kurz, Entwickler doppelt so stark, weitere Tricks möglich. Das nur nochmal zum Thema "Deckkraft der Filmvorlage".

Ätzen:

Was beim Ätzen nicht klappt, hat seine Ursache beim Belichten, oder selten beim Entwickeln, siehe oben. ABER, bitte noch mal genau zuhören: Was ich hier ganz deutlich sagen muss: Natrium- oder Ammoniumpersulfat gehören wegen der Vorgaben der Umweltgesetze, Sondermüll zu vermeiden, VERBOTEN. Das Zeug ätzt extrem schlecht, zersetzt sich schon beim Zusehen geschweige denn beim Benutzen, und rein von der darstellbaren Leiterbahnbreite ist es eine Katastrophe!

Die Kosten der Entsorgung liegen etwa 10 mal so hoch wie bei wie Eisen-III-Chlorid, FeCl₃. Warum gibt es APS bzw. NaPS? Weil es im Gegensatz zu FeCl₃ bei Luftenblasung nicht schäumt und daher in Aquarium ähnlichen Küvetten verwendbar ist.

Mindestens 90 s Ätzzeit für 35 µm Kupfer bei 45°C warmer, halbwegs frischer Lösung in einer SPRÜH-Ätzmaschine. Maximale Ätzzeit: 180 s, dann soll das Eisenchlorid gewechselt werden, es enthält dann maximal ca. 5 mal so viel Kupfer wie NaPS. Immerhin max. 80% weniger, ausschließlich durch das geätzte Kupfer (aber nicht durch das Ätzmittel selbst) bedingter Sondermüll!!! Noch mal im Klartext: Das Eisenchlorid nimmt 5 bis 10 mal mehr Kupfer pro Liter auf als das NaPS. Dabei ätzt es im Sprühverfahren Konturen bis besser als 0.1 mm in einem 10-tel der Zeit. Und es frisst keine Löcher in die Klamotten. Gegen die braunen "Rost"-Flecken hilft unser Fleckentferner RX3.

Es gibt nur ein Ätzmittel, das noch besser wirkt, aber das ist nur für Profis, wegen der Sicherheit für den Benutzer: Kupferchlorid als Mischung von viel Wasser, etwas Salzsäure und noch weniger Wasserstoffperoxyd. Nichts für Home User!!!

Niemals angebrochene Beutel offen lagern! Das NaOH zieht Luftfeuchtigkeit an wie ein Magnet, bildet damit einen super-aggressiven Brei, der bei Kontakt zum Verlust des Augenlichts führen kann. Also: Spezialentwickler für I I Wasser kaufen, in einem Liter Wasser lösen und Flüssigkeit geschlossen aufbewahren, oder 250 g-Dosen kaufen und nach Bedarf mit dem Messlöffel ansetzen, und diese PEINLICHST genau unter Verschluss halten.

KLARTEXT: Im reinen Zustand, Granulat bzw. Perlen, ist Eisenchlorid laut Sicherheitsdaten weniger gefährlich für Ihr Leib und Wohl als NaOH. Ich muss hier aber sehr genau differenzieren, aber eines darf ich noch sagen: Im bestimmungsgemäß gelösten Zustand in Wasser ist der Entwickler eher harmlos, siehe Beispiel Geschirrspüler. Wer hat schon mal die Warnhinweise auf den Tabs für die Geschirrspülmaschine genau gelesen? Oder wer nimmt alternativ den schonenden Entwickler SENO 4007? Und wer wusste schon, dass FeCl₃ in großem Stil zur Trinkwasser-Aufbereitung verwendet wird? Da ist dann aber halt kein Kupfer dabei!!!

So, bin müde vom Wiederholen meiner Hausaufgaben, Näheres gerne bei Interesse, und soweit es meine Zeit erlaubt. Ich hoffe, ich konnte Ihnen etwas Neues vermitteln.

mfg

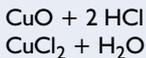
Dietmar Bungard

Tech. Support Bungard Elektronik Internet: www.bungard.de

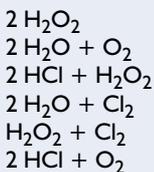
Spezielle Fragen bitte per E-Mail an support@bungard.de Sorry, antworte darauf nur nach "Auftragslage".

Kleine Chemie

Die Hauptreaktionen:



Die möglichen Nebenreaktionen:



Zimmertemperatur in etwa 10...15 Minuten. Die Salzsäure wird in Apotheken, Drogerien oder in 10-l-Gebinden in Baumärkten verkauft (Maurer verwenden sie zum Entfernen von Kalkresten auf Mauern). Das Wasserstoffperoxyd ist ebenfalls in der Apotheke, in Drogerien oder beim Friseur zu bekommen. Zwischen dem Entwicklerbad und dem Ätzbad Platine und Kunststoff-Pinzette gut unter fließendem Wasser abwa-

schen.

Wird die entwickelte Platine in die Ätzlösung gelegt, färben sich die abzuätzenden Teile sofort deutlich rot. Auf den Lackflächen bilden sich kleine Blasen. Die Platine sollte während der ganzen Ätzdauer in der Lösung leicht bewegt werden. Es darf keine Luft eingeblasen werden, da das Wasserstoffperoxyd vorzeitig zerfallen würde. Ein Aufheizen des Bades ist nicht notwendig und auch nicht förderlich. Die Ätzlösung färbt sich leicht blaugrünlich (Kupferchlorid), bildet aber keinen Schlamm. Sollte die Ätzleistung nachlassen, kann mit etwas Wasserstoffperoxyd die Lösung wieder aktiviert werden. Verfärben sich die vorher roten Kupferflächen deutlich weißlich, ist mit etwas Salzsäure das Bad für einige Zeit noch zu retten.

Nach dem Ätzen wird die Platine wieder unter fließendem Wasser gut abgewaschen (wobei das Spülwasser nicht durch den Gulli gekippt werden darf, sondern ebenfalls aufgefangen und entsorgt werden muss) und der restliche Fotolack mit Essigsäure-Ethylester (Ethylacetat), Universalverdünnung (schnell und billig), Spiritus (etwas langsamer), Aceton (sehr gründlich) abgewischt oder noch viel einfacher mit einem Topfputzling entfernt wird.

Beim Ätzen entstehen Kupferchlorid

und Wasser. Dabei gast Sauerstoff und in geringen Mengen auch Chlor aus. In erster Linie wird Wasserstoffperoxyd umgesetzt. Das Regenerieren "alter" Ätzlösungen gelingt gut mit 20-prozentigem Wasserstoffperoxyd (H_2O_2) oder 20-prozentiger Salzsäure (HCl). Bei abgemagerten Chemikalien sind die Erfolge geringer. Konzentrierte Chemikalien sollten nur von Fachleuten verwendet werden.

Ein noch gebrauchsfähiges Bad kann in einer Flasche gelagert werden, die nicht fest verschließt (Wasserstoffperoxyd zersetzt sich zu Wasser und ausgasendem Sauerstoff). Bei einer Weiterverwendung muss das Bad wieder mit Wasserstoffperoxyd aktiviert werden.

Entsorgung

Ein verbrauchtes Ätzbad sollte man einige Tage ausgasen lassen. Wasserstoffperoxyd zerfällt zu Wasser und Sauerstoff. Es enthält dann nur noch Kupferchlorid, Salzsäure und Wasser. Diese Lösung bildet keinen Schlamm und flockt nicht aus, kann also problemlos in einem Plastikkanister gesammelt werden. Ein Kupferchlorid-Salzsäuregemisch kann als reine Chemikalie in Sondermüll-Annahmestellen abgegeben werden. Nicht empfehlenswert, weil nicht ungefährlich, ist eine Neutralisation mit Natronlauge. Dabei entstehen Salzwasser, Kupferschlamm und diverse Gase. Wegen der sehr heftigen Reaktion sollte eine solche Entsorgung gelerntem Chemikern vorbehalten bleiben.

Die angegebenen Chemikalien werden zwar in einer wenig gefährlichen Konzentration verwendet, doch auch schwache Säuren können schaden. Dass niemand diese Lösungen trinken wird, ist wohl selbstverständlich. Sicherheitshalber **müssen** Schutzbrille und Handschuhe getragen werden. Spritzer auf der Haut und der Kleidung kann man leicht abwaschen, Spritzer in die Augen können das Augenlicht kosten! Bei der Arbeit werden in geringen Mengen Sauerstoff und auch Chlor frei. Es sollte selbstverständlich sein, dass man bei solchen Arbeiten nicht isst, nicht trinkt und nicht raucht. Für entsprechende Belüftung, geöffnetes Fenster ist schon hilfreich, sollte gesorgt werden.

Beste Ergebnisse lassen sich mit Platinmaterial der Firma Bungard erzielen. Diese Platinen sind zwar etwas teurer als Noname-Produkte, aber auch ihren Preis wert. Bei sehr feinen Strukturen sind sie ein Muss, bei größeren Platinen geht es auch mit anderen Fabrikaten.

(020099)rg

Literatur:

Ätzen und Umwelt,
Elektor Mai und Juni 1999



Bild 3. Ätzendes Zubehör.