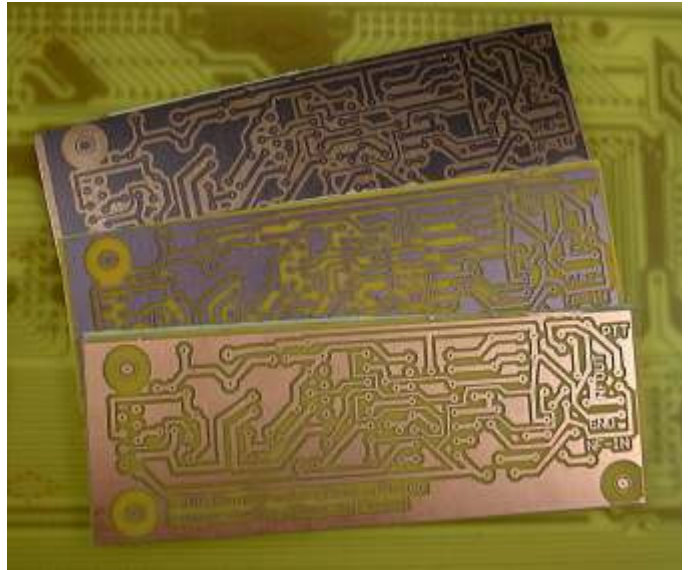


Herstellen von Platinen - eine Anleitung

Oben ist eine kupferbeschichtete, fotobelichtete und entwickelte Platine zu sehen. Die Flächen, die stehen bleiben, erscheinen nun dunkel. Die Platine in der Mitte ist bereits geätzt, enthält aber noch die Fotoschicht. Die untere Platine schließlich wurde von der Fotoschicht befreit und kann gebohrt werden.



Aus der Praxis:

Herstellen von Platinen

Das Löten auf Lochrasterplatinen eignet sich hervorragend für kleine und mittlere Bauprojekte. Wächst die Zahl der Bauelemente an, ist eine selbst hergestellte Leiterplatte aus fotobeschichtetem, kupferkaschiertem Material die bessere Wahl. Wie Sie eigene Platinen mit recht geringem Aufwand herstellen, zeigt dieser Artikel.

Die ersten Schritte

Die Erstellung eigener Platinen erfolgt in mehreren Schritten. Bei eigenen Schaltungsentwürfen wird man mit Hilfe eines ECAD-Programmes am PC ein Schaltbild zeichnen und daraus ein Platinenlayout anfertigen. Aus dem Drucker kommt schliesslich eine schwarze Vorlage auf transparenter Folie. Diese wird zum Belichten auf die fotobeschichtete Platine gelegt. Nach der Belichtung wird die Fotoschicht in einem Bad entwickelt. Dabei werden die Leiterbahnen auf dem Kupfer als schwarze Strukturen erkennbar. Anschließend verweilt die Platine solange in einem Ätzmittelbad, bis das nicht von der Fotoschicht bedeckte Kupfer von der Platine abgelöst ist. Als letzten Arbeitsschritt wird die geätzte Platine von der Fotoresistschicht befreit. Doch fangen wir ganz vorn an, also bei..

...der Ausrüstung

Zunächst benötigt man ein Gefäß, in dem man das Ätzbad anrichten, heizen und lagern kann. Dazu eignet sich ein kleines Kunststoff-"Aquarium", etwas größer als eine Europakarte (160x100mm). Im Zooladen erhält man weiterhin einen preiswerten Heizstab mit 50, besser 100 Watt Heizleistung. Dieser sollte genügend tief in das Aquarium eintauchen (im Laden ausprobieren!). Eine preiswerte Membranpumpe, um dem chemischen Prozess Sauerstoff zuführen zu können, sowie etwas Kunststoffschlauch, wie er für Aquarien zur Anwendung gelangt (ca. 2-3m), vervollständigt das benötigte Equipment. Statt des Aquariums aus Kunststoff, das oft für diese Zwecke wegen der großen Tiefe ungeeignete Maße aufweist und daher viel Ätzflüssigkeit verlangt, kann man sich bei einem Glaser einige 5-6mm-Glasscheiben zuschneiden lassen und daraus eine Ätzkuvette selbst bauen. Benutzen Sie zum Verkleben der einzelnen Glasplatten unbedingt Silikonkleber, der für Aquarien geeignet ist. Er ist etwas teurer als das übliche Silikon aus dem Sanitärfachhandel, ist dafür aber resistent gegenüber Ätzflüssigkeit. Geeignete Maße für eine Ätzkuvette sind zum Beispiel 28-30cm Breite, 20-25cm Höhe bei einer Tiefe von 3 cm. Beachten Sie, dass es sich hierbei um Innenmaße handelt, die auch für große Platinen geeignet sind! Damit die Kuvette in gefülltem Zustand genügend Standfestigkeit aufweist, wählt man eine ausreichend große Glasscheibe als Bodenplatte.



Die Ätzkuvette aus eigener Herstellung ist auch für größere Platinen geeignet

Aus dem Elektronikladen besorgt man sich Eisen-III-Chlorid, Ammoniumpersulfat oder besser Natriumpersulfat als Ätzmittel sowie eine oder mehrere einseitige, fotobeschichtete Platinen. Im Fotoladen ordert man 2 Kunststoffzangen, wie Sie im Fotolabor benutzt werden, um nicht in die Entwickler- und Ätzflüssigkeit greifen zu müssen. Was noch fehlt, ist eine geeignete UV-Lichtquelle. Zum Belichten der Platine benötigt man ein professionelles oder selbstgebautes Belichtungsgerät mit mehreren UV-Röhren kleiner Leistung -- oder eine der alten "Höhensonnen", die eventuell unbenutzt im Keller herumliegen und ein intensives, hellblaues UV-Licht abgeben.



Eine ausgemusterte Höhensonne ermöglicht die Belichtung von Platinen in weniger als 2 Minuten

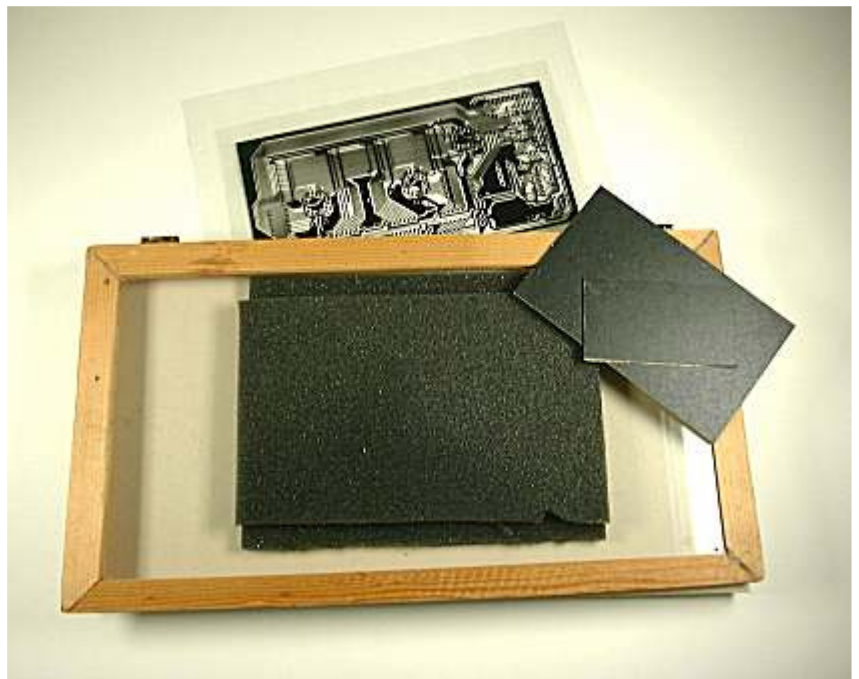
Da die älteren Höhensonnen meist mit 300-400 Watt sehr intensiv sind, sollte man keinesfalls in die eingeschaltete UV-Röhre schauen! Wie beim Bräunen mit dem Gerät ist auch für unsere Zwecke eine Schutzbrille unbedingte Pflicht, solange das Gerät in Betrieb ist!



Kommerzielle Belichtungsgeräte haben ihren Preis, ein Gesichtsbräuner tut es ebenso

Als Belichtungshilfe kann man sich einen Belichtungsrahmen bauen. Er dient dazu, die transparente Folie plan auf die Platine zu drücken. Damit sind scharfe und klare Leiterbahnen ohne Unterätzungen gewährleistet. Für den Anfang geht es aber auch mit einer glatten Fläche (Tisch, Buch) und einer dünnen Glasplatte.

Der Belichtungsrahmen besteht aus einer glatten Unterlage, etwas Schaumstoff und einer Glasscheibe



Nun fehlt nur noch etwas Entwickler für den Fotopositivlack der Platine. Dazu kann man im Elektronikladen kleine 10g-Päckchen teuer kaufen oder in der Drogerie oder Apotheke Ätznatron (Natriumhydroxid) im Kilopack beziehen. Ein Kilo reicht für sehr viele Entwicklungen und wird nicht schlecht, solange es in luftdichter Verpackung gelagert wird, da es leicht Feuchtigkeit anzieht und bald unbrauchbar wird. Es sieht aus wie weißes Granulat.

Ergiebig: Großpackung Ätzmittel für die Platine



Nachdem der Geldbeutel genug geschrumpft ist, kann es endlich losgehen:

Das Layout und die Folie

Zuerst muß ein Platinenlayout erstellt oder aus einem Buch oder Zeitschrift auf eine transparente Folie kopiert werden. Das Layout, das sich schwarz auf der Folie abhebt, muß wirklich lichtdicht sein. Um dies zu prüfen, hält man es gegen eine Lichtquelle. Falls etwas Licht durch die Leiterbahnen scheint, zieht man die betreffenden Stellen mit schwarzem Edding-Stift nach oder legt eine weitere Folie exakt auf die bisherige und fixiert diese mit transparentem Tesa-Film. Die Edding-Methode eignet sich nur für recht dicke Leiterbahnen.



Ist die transparente Folie nicht lichtdicht, klebt man zwei Folien deckungsgleich übereinander

Falls Sie ein Layout aus einer Zeitschrift oder einem Buch kopieren, sollten Sie gleich mehrere transparente Folien anfertigen, die absolut gleich kopiert wurden, da sich eine geringe Verzerrung des Fotokopierers in X- oder Y-Richtung nicht vermeiden lässt. Nur dann ist es möglich, zwei oder eventuell sogar drei Folien absolut deckungsgleich übereinander zu legen und zu fixieren. Auch bei mittelmäßigen Kopien erhält man spätestens bei drei übereinander liegenden Folien ein lichtdichtes Layout. Das sollte jedoch nur eine Notlösung sein.

Statt hochtransparenter Folie verwenden manche Experten auch das weniger durchsichtige Transparentpapier aus dem Schreibwarenhandel. Dieses nimmt im Kopierer den Toner besser an als die glatte Transparentfolie. Oft kommt man mit einer Kopie aus und ist nicht gezwungen, mehrere Folien übereinander zu legen. Das Verfahren verlangt jedoch verlängerte Belichtungszeiten.

Ein Schritt zu qualitativ sehr hochwertigen Layouts kann der Gang in ein Werbestudio oder ein Prepress-Center sein, das über einen Fotobelichter verfügt. Die resultierende Folie wird etwas teurer sein als die Kopien aus dem Copyshop, dafür weist sie einen wesentlich besseren Kontrast, hohe Lichtdichte und gute Kantenschärfe auf. Fragen Sie dort einmal, ob man Ihnen helfen kann. Auch Druckereien besitzen oft einen Fotobelichter. Insbesondere dort gelangt man eher zum Ziel, wenn man das Layout mit einem ECAD-System (Eagle o.ä.) selbst erstellt hat und es auf einer Diskette beispielsweise als EPS-Datei (Encapsulated Postscript) mitbringt. Die meisten Fotobelichter werden über einen Computer gesteuert, andererseits verfügen ECAD-Programme über entsprechende Treiber für Fotobelichter.

Vorbereitungen

Die Layoutfolie liegt auf dem Tisch, nun wird der Entwickler vorbereitet: 7g oder einen gehäuften Teelöffel in 0,8 Liter handwarmes (25-35 Grad) Wasser geben und gut rühren, damit sich das Pulver auflöst.

Das Ätzmittel wird in einem großen, verschleißbaren Glas nach Anleitung des Herstellers angesetzt. Eisen-III-Chlorid, Ammoniumpersulfat oder Natriumpersulfat setzt man bei ca. 40-50 Grad heißem Wasser an. Vorsicht: Dabei können schädliche Dämpfe entstehen. Deshalb sollte man den Raum gut lüften, die Flüssigkeit am offenen Fenster oder im Freien ansetzen. Eine gute Menge davon anschließend in das "Aquarium" oder die Ätzkuvette geben. Besser als mit Eisen-III-Chlorid ist das Arbeiten mit Ammoniumpersulfat. Das weiße Pulver ist im Wasser gelöst völlig durchsichtig und der Ätzbvorgang kann gut verfolgt werden. Je mehr Kupfer die Ätzlösung aufnimmt, desto blauer wird sie und setzt schließlich Kristalle ab. Eisen-III-Chlorid hingegen ergibt eine gelblich undurchsichtige Brühe. Umständlich: Zum Prüfen der Platine ist diese bei Eisen-III-Chlorid erst aus dem Ätzbad zu entfernen. Die beste Wahl jedoch ist Natriumpersulfat, das wie Ammoniumpersulfat als weißes Pulver geliefert wird, jedoch keine Kristalle absetzt, die nur schwer aus dem Behältnis zu entfernen sind. Mit Erschöpfung der Ätzflüssigkeit nimmt Natriumpersulfat mehr und mehr eine dunkel baue Farbe an.

Nachdem die Ätzflüssigkeit gut durchgerührt bereit steht, wird der Schlauch verlegt, der die zu ätzende Platine mit zusätzlichem Sauerstoff versorgen wird. Dazu versieht man den Schlauch am Ende mit einem dichten Propfen aus Silikon und perforiert etwa 10-20 cm des Schlauches mit einer heißen Nadel, damit Luft austreten kann. Das andere Ende des Kunststoffschlauches verbindet man mit der Membranpumpe, die noch nicht an 230 Volt angeschlossen wird.

Drehen Sie den Temperaturregler des Heizstabes auf maximale Temperatur. Nun lassen Sie den Heizstab in die Ätzflüssigkeit hinab und verbinden ihn mit 230 Volt, damit die Flüssigkeit vorgeheizt wird. Das Heizelement muß von Wasser vollständig bedeckt sein.

Das Belichten der Platine

Ziehen Sie nun die dunkle Schutzfolie von der Platine ab und positionieren sie mit dem Fotolack nach oben auf eine plane Fläche. Ohne Zeitverzug legen sie nun das Platinenlayout auf die Platine und decken beides mit einer dünnen Glasplatte ab. Verwendet man eine dicke Glasplatte, muß die Belichtungszeit verlängert werden. Prüfen Sie noch einmal, ob das Layout richtig herum und nicht etwa seitenverkehrt aufliegt. Eine eventuell vorhandene Beschriftung im Layout muß lesbar sein! Rechts und links des Layouts beschweren Sie die Glasplatte mit einigen Büchern, damit die Folie sehr dicht auf die Platine aufliegt. Nur so erreichen Sie eine gute Kantenschärfe der Leiterbahnen und vermeiden häßliche Unterätzungen, die sich bei dünnen Leiterbahnen besonders negativ auswirken.

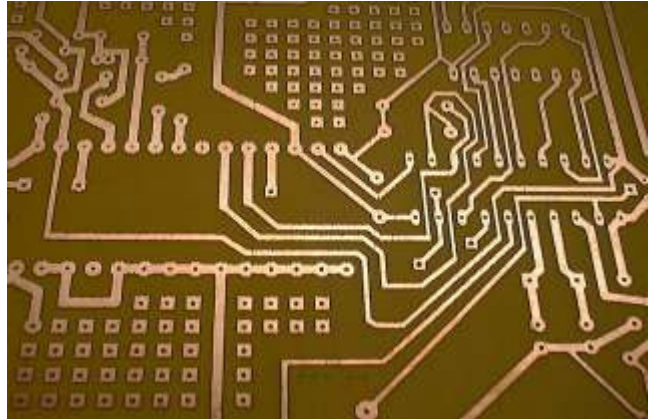
Jetzt wird das Ganze mit der Höhensonne ca. 1 Minute und 45 Sekunden belichtet, der Abstand zur Platine beträgt dabei etwa 15-20 cm. Die Höhensonne hat eine Leistung von 300 Watt, bei anderen Werten ist die Belichtungszeit durch Ausprobieren zu ermitteln. Dazu kann man kleine Platinenreste in Briefmarkengröße verwenden, die man erst mit verschiedenen Zeiten belichtet und dann entwickelt. Verwenden Sie ein kommerzielles Belichtungsgerät mit vier UV-Röhren, beträgt die Belichtungszeit in den meisten Fällen 5 Minuten. Dies gilt auch für die Gesichtsbräuner, die man gleichfalls zum Belichten der Platine benutzen kann.

Entwickeln der belichteten Platine

Der Entwicklungsvorgang mit Ätznatron dient dazu, den belichteten Teil des Fotolacks von der Platine abzulösen. Die Entwicklerflüssigkeit sollte etwa handwarm (20-25 Grad) sein. Die weißen Kügelchen haben sich im Wasser zu einer transparenten Flüssigkeit vollständig aufgelöst. Legen Sie nun die belichtete Platine in den Entwickler und bewegen sie mit Hilfe der Fotozange unentwegt im Bad. Das Layout sollte nach etwa 10 bis 20 Sekunden erkennbar werden.

Ist das Layout schon nach 1-2 Sekunden zu sehen, so ist zu lange belichtet worden. Wurde der Fotopositivlack schon nach ein paar Sekunden vollständig aufgelöst (es verbleibt kein Fotolack auf der Platine), wurde sehr stark überbelichtet. In beiden Fällen ist die Belichtungszeit entsprechend zu kürzen.

Eine korrekt belichtete Platine wird nach 2 Minuten voll entwickelt sein. Mit der Kunststoff-Fotozange nehmen Sie die Platine aus dem Entwickler, spülen sie mit Wasser gründlich ab und stellen sie auf ein Tuch zum Trocknen senkrecht auf. Die Kupferbahnen sind sehr deutlich als dunkle Zeichnung auf der kupfernen Platine erkennbar.



Fix und fertig: Platine aus eigener Herstellung

Vergleichen Sie die Farbe des Kupfers mit der einer rein kupfernen Platine. Stellen Sie fest, daß die entwickelte Platine noch einen grünlich blauen Lackschleier aufweist, legen Sie die Platine nochmals für eine Minute in die Entwicklerlösung, bis der Rest des unerwünschten Lackes abgelöst ist. Auf den blanken Kupferflächen darf kein Lackschleier verbleiben, er würde den folgenden Ätzvorgang behindern.

Ätzen der Platine

Das Ätzen dient dazu, den nicht von Fotolack bedeckten Teil der Platine von Kupfer zu befreien. Die entwickelte und getrocknete Platine legt man nun in die bereits erwärmte Ätzflüssigkeit. Der Schlauch wird unter die Platine bugsirt, damit die Luftperlen an der Platine entlang streichen. Das verkürzt die Ätzzeit enorm, da dem chemischen Vorgang ständig Sauerstoff zugeführt wird. Nun die Membranpumpe mit Spannung versorgen und das "Aquarium" oder die Kuvette abdecken, um Spritzer zu vermeiden. Hier ist besondere Vorsicht geboten: Ihre Augen sind unbedingt vor Ätzflüssigkeit zu schützen!

Ab und zu prüfen Sie den Ätzfortschritt und schauen nach, ob die Platine gleichmäßig geätzt wird. Eventuell müssen Sie die Platine um 90 oder 180 Grad drehen, um eine gleichmäßige Ätzung zu erreichen. Liegt die Platine an einer Stelle auf, kann dort das Ätzmittel nicht wirken. Der Ätzvorgang ist abgeschlossen, sobald auf der Platine keine Kupferreste zu sehen sind, die verbleibenden Leiterbahnen sind ja mit Fotolack abgedeckt und erscheinen dunkel. Die Platine sollte - bei Verwendung von Ammonium- oder Natriumpersulfat und einer Temperatur von etwa 50 Grad - nach etwa 15-30 Minuten vollständig geätzt sein. Falls die Ätzflüssigkeit kälter ist, verlängert sich der Ätzvorgang. Die geätzte Platine wird nun gründlich mit Wasser abgespült und mit einem ausgedienten Handtuch oder alten Lappen getrocknet.

Entfernen der Fotolackreste

Dies kann mit Aceton (Vorsicht, giftig!) und einem Lappen geschehen, besser ist folgender Trick: Die getrocknete, geätzte Platine ca. 2-3 Minuten mit der "Höhensonne" direkt belichten, anschließend kurz in den Fotoentwickler legen, der alle Reste des Fotolacks vollständig entfernt. Nach dem Trocknen kann die Platine gebohrt werden.

Bohren der Platine

Bohrungen für Drahtbrücken werden mit 0,6 mm gefertigt und ein ebenso dicker Silberdraht verwendet. Normale Bohrlöcher für ICs, 1/4 Watt Widerstände und dergleichen bohrt man mit 0,8 mm Durchmesser. Dickere Anschlußdrähte für die Diode 1N4001 oder Steckverbinder (z.B. Sub-D-Stecker) benötigen 1 mm Durchmesser.

Abschließende Anmerkungen

Statt des Mini-"Aquariums" aus Kunststoff oder einer Glaskuvette bietet sich auch jedes andere, von der Größe her geeignete ätzresistente Kunststoff- oder Glasgefäß an (kein Metall). Es sollte, um Spritzer zu vermeiden, einen Deckel ausweisen. Bietet es genug Bodenfläche, kann man den Luftschlauch perforieren und als Schlange über den Boden des Gefäßes führen. Den Schlauch sollte man mit Heißkleber am Boden fixieren. Dann erhält man eine prima Ätzanlage mit gleichmäßiger Sprudelwirkung. Dort legt man nun die Platine mit der Kupferseite in Richtung Luftblasen auf die Schlange aus Kunststoffschlauch. Ab und an auf gleichmäßige Ätzwirkung prüfen! Gefäß beim Ätzen abdecken.

Wichtig, bitte immer beachten: Ätzende Flüssigkeiten oder Pulver dürfen nie(!) in die Hände von Kindern gelangen! Aceton ist gefährlich, auch mit dem Ätzmittel ist vorsichtig zu hantieren. Nicht in die Ätzflüssigkeit greifen, sondern Zangen zum Bewegen der Platine im Ätzbad benutzen. Augen vor Spritzer schützen (Brille).

Verbrauchte Ätzflüssigkeit sollten Sie niemals im Abwasser entsorgen, sondern in Flaschen als Sondermüll den Profis übergeben. Erkundigen Sie sich bitte, wo Sie derartige Flüssigkeiten umweltgerecht entsorgen können, bevor (!) Sie mit dem Ätzen beginnen. Oft ist das Umweltamt, der Bauhof oder die lokale Müllentsorgung Ihr Ansprechpartner.