



Fa. Bungard bietet Ihnen für Ihren Modellbau Basismaterial aus Neusilber oder Messing. Neusilber liefern wir im Format 280 x 1000 und in den Stärken 0,1 mm, 0,15 mm, 0,2 mm, 0,3 mm. Messing liefern wir ebenso im Format 500 x 1000 und in den Stärken 0,2mm, 0,3mm, 0,5mm.

Beide Materialien sind beidseitig positiv mit einem hochauflösenden Fotolack eigener Rezeptur ca. 5µm stark beschichtet.

Auf Anfrage beschichten wir die Bleche auch mit einem Negativ-Laminat. Die Verarbeitung von negativ beschichteten Platten wird hier nicht behandelt.

Um optimale Ergebnisse bei der Herstellung Ihrer Formätzteile zu erzielen, beachten Sie bitte die folgenden Hinweise.

1 Arbeitsmittel

Sie benötigen:

Arbeitsraum mit Gelblicht oder gedämpftem Tageslicht
Belichtungsgerät (z. B. Bungard [Hellas](#))
Entwicklerschale
Ätzmaschine (z. B. Bungard [Jet. Splash](#), [Splash-Center](#) oder [DL 500](#))
1 Liter Wasser (20°C)
1 Beutel Spezialentwickler
Wasser zum Spülen
Papiertücher zum Trocknen der Platten
2 Filmvorlagen

2 Sicherheitshinweise

Tragen Sie beim Umgang mit Chemikalien bitte stets Schutzausrüstung wie Handschuhe und Augenschutz. Vermeiden Sie den Kontakt der Chemikalien mit Haut, Augen und Schleimhäuten. Verschmutzte Kleidung sofort wechseln. Bewahren Sie die Chemikalien außerhalb der Reichweite von Kindern auf. Bei Verschlucken von Entwicklerlösung konsultieren Sie sofort einen Arzt unter Hinweis auf 1%ige Lauge.



Schutzhandschuhe



Dichtschließende Schutzbrille

Unseren Spezialentwickler erhalten Sie in versiegelten Beuteln mit Aufreißkerbe. Lösen Sie stets den ganzen Inhalt eines Beutels in je 1 Liter Wasser. Lassen Sie angebrochene Tüten keinesfalls offen liegen. Die fertige Lösung kann in einem verschlossenen, deutlich gekennzeichneten Behälter aus Glas, PE oder PVC aufbewahrt werden.

Sicherheitshinweise zum Umgang mit Ätzmittel erfragen Sie bitte beim jeweiligen Lieferanten. Auf Anfrage senden wir Ihnen gerne Sicherheitsdatenblätter zu allen Chemikalien, die Sie von uns beziehen.

3 Erstellen der Vorlage

Die Filmvorlage sollte kontrastreich und gut deckend sein. Das beste Ergebnis erzielen Sie, wenn Sie den Entwurf am Computer zeichnen und mit unserem Laserplotter Filmstar auf eine durchsichtige Fotofolie plotten. Alternativ können Sie auch mit einem hochauflösenden Tintenstrahl oder Laserdrucker arbeiten.

Achten Sie darauf, dass die mit dem Layout versehene Seite der Folie auf der Platte zu liegen kommt. Sie verringern dadurch die Hinterstrahlung beim Belichten. Ggf. müssen Sie dafür bei normalen Druckern das Layout spiegeln. Sollte Ihre Vorlage aus dem Laserdrucker nicht ausreichend Kontrast aufweisen, können Sie die Vorlage mit unserem **Blackout Spray** nacharbeiten.

4 Ansatz des Entwicklers

Setzen Sie den Entwickler wie folgt an:

Einen Beutel Spezialentwickler lösen Sie in einem Liter Wasser (ca. 20°C) unter Rühren vollständig auf. Die frische Entwicklerlösung können Sie in einem geschlossenen, ausreichend gekennzeichneten Gefäß bevorraten. Ein Liter Entwickler ist ausreichend für ca. 0.5 m² Basismaterial.

Beachten Sie zu Ihrer Sicherheit bitte die Sicherheitshinweise.

5 Belichten

Da Formätzteile in der Regel von beiden Seiten geätzt wird, muss auch das Layout auf beiden Seiten passgenau übereinstimmen.

Dazu gibt es 2 Möglichkeiten:

Die etwas einfachere besteht darin, ihre beiden Layout-Seiten durch eine Tasche zu verbinden. Dazu stellen Sie zuerst einen Winkel in der Stärke und auch in Länge und Breite Ihres späteren Formätzteils her und befestigen auf der Unterseite das Layout für die Unterseite und auf der Oberseite das Layout für die Oberseite. Achten Sie darauf, dass die bedruckte Seite auf der Platte zu liegen kommt, dass die Layouts nicht verdreht liegen und dass Ober- und Unterseite genau passend zueinander liegen.

Für die 2. Möglichkeit müssen Sie auf Ihre Layouts Passmarken drucken/plotten, die am besten außerhalb des eigentlichen Designs liegen. heften Sie dann z. B. Das obere Layout auf die Platte und bohren Sie dann mit einer Präzisionsbohrmaschine (z. B. Bungard **Variodrill**) durch die Passmarken. Jetzt haben Sie auf beiden Seiten Referenzlöcher, an denen Sie mit Stiften passgenau das Layout für Ober- und Unterseite auf der Platte fixieren können.

Der Fotolack reproduziert positiv. Er hat seine maximale spektrale Empfindlichkeit bei ca. 400 nm. Die Belichtungsdauer hängt von der Anzahl, der Leistung und dem Spektrum der verwendeten Lichtquellen und deren Abstand zur Platte ab. Sie beträgt bei unserem Belichtungsgerät **HELLAS** oder einer Hg-Hochdrucklampe (2kW, Abstand 1 m) ca. 120s.

Die belichteten Partien der Platte zeigen einen Farbumschlag von Gelbgrün nach Blaugrün. Überbelichtung ist bei gutem Filmmaterial unkritisch, Unterbelichtung erschwert oder verhindert hingegen ein einwandfreies Entwickeln der Platte! Sie erkennen Unterbelichtung auch an einem braun-rötlichen Farbumschlag im Entwickler.

Die optimale Belichtungszeit können Sie wie folgt ermitteln:

Entfernen Sie einen schmalen Streifen der Schutzfolie von der Platte. Legen Sie die Vorlage auf und belichten Sie die Platte z.B. 20 Sekunden lang. Entfernen Sie einen weiteren Streifen Folie und wiederholen Sie den Vorgang n-mal. Auf diese Weise erhalten Sie eine Platine, deren letzte Stufe 20 Sekunden, deren erste Stufe jedoch $n \times 20$ Sekunden belichtet wurde. Lässt sich nun z.B. die 5. Stufe in weniger als 1 Minute einwandfrei ausentwickeln, so beträgt die minimale Belichtungszeit auf Ihrem Gerät $5 \times 20 = 100$ Sekunden. Einen Sicherheitsspielraum von 1 Stufe hinzugerechnet, ergibt das ein Optimum bei 120 Sekunden.

6 Entwickeln

Füllen Sie die saubere Schale so weit mit frischem Entwickler, dass die Platten gerade bedeckt werden. Lassen Sie die belichtete Platte in die Schale gleiten. Achten Sie bei doppelseitigen Platten darauf, dass diese auf der Unterseite gleichmäßig benetzt und nicht durch Schmutzpartikel mechanisch beschädigt werden.

Sofort nach dem Eintauchen in den Entwickler zeigt sich ein deutlicher Kontrast von belichteten und unbelichteten Partien der Platte. Unterstützen Sie den Entwicklungsvorgang, indem Sie die Platte in der Schale leicht auf und ab bewegen. Bitte reiben Sie nicht mit irgendwelchen Hilfsmitteln über die Platte, da dies zu Beschädigungen führen könnte.

Wenn sich kein Resist mehr ablöst und die Kupferflächen metallisch blank erscheinen, ist die Platte fertig entwickelt. Dies dauert normalerweise weniger als 60 Sekunden. Die unbelichtete Fotoschicht ist gegen die Entwicklerlösung mehr als 5 Minuten beständig. Die Gefahr einer Beschädigung durch zu langes Entwickeln ist also minimal. Natürlich beziehen sich die oben genannten Zeiten auf die korrekte Verwendung unseres Spezialentwicklers.

Nach dem Entwickeln spülen Sie die Platte bitte gründlich unter fließendem, kalten Wasser. Die Entwicklerlösung verliert mit der Zeit und fortschreitender Sättigung ihre Wirkung. Verbrauchte Lösung behindert den Entwicklungsvorgang erheblich. Bereits benutzter Entwickler soll nicht zu frischer Lösung zurück gegossen werden. Nehmen Sie daher nur jeweils so viel Entwickler, wie Sie für den Job benötigen, und erneuern Sie den Inhalt der Schale spätestens, wenn Sie die Platine nicht mehr in der Flüssigkeit erkennen können.

Bessere Ergebnisse erzielen Sie mit unseren Sprühätzanlagen ([Jet 34d](#), [Splash](#) oder [DL 500](#)), da hier immer frische Entwicklerlösung auf die Platine gesprüht wird. Statt des Ätzmittels füllen Sie einfach Entwicklerlösung in die Maschine. Ggf. sollte ein Entschäumer ergänzt werden, um die Schaumentwicklung beim Sprühen zu verringern.

7 Ätzen

Die Fotoschicht ist gegen alle üblichen sauren Ätzmedien resistent. Auch alkalisches Ätzen ist möglich, sofern ein pH-Wert von 9,5 nicht überschritten und die Platte zuvor nicht mehr dem ungedämpften Tageslicht ausgesetzt wird.

Das Auflösungsvermögen der Fotoschicht liegt im Bereich weniger Mikrometer. Bei einer Kupferauflage von $35 \mu\text{m}$ kann jedoch aufgrund der unvermeidlichen Unterätzung eine Strukturbreite von ca. $70 \mu\text{m}$ kaum unterschritten werden.

Besonderen Einfluss auf das Ätzergebnis haben natürlich das Ätzmittel und die Art der Ätzmaschine. Ein schnelles Ätzen ergibt auch immer ein besseres Ergebnis mit feinerer Linienauflösung. Das Sprühätzverfahren mit seinem schnellen Medienaustausch und der Energie des Strahls, der senkrecht auf die Oberfläche trifft, erhöht gleichermaßen die Geschwindigkeit und die Präzision des Ergebnisses. Wir empfehlen für Formätzteile eine beidseitig ätzende Maschine, da die Unterätzung im Falle einer einseitigen Maschine sich gravierender auswirkt.

So erzielt z.B. unsere [Splash](#) bei frischem, warmem Eisen(III)-Chlorid eine Ätzleistung von $25 \mu\text{m} / \text{Minute}$, was für $150 \mu\text{m}$ Neusilber eine Ätzdauer von ca. 3 Minuten bedeutet (beidseitiges Ätzen, 3-mal $25 \mu\text{m}!$) bei einer Strukturauflösung besser als $100 \mu\text{m}$.

Die Verwendung von Natrium- oder Ammoniumpersulfat ist hingegen in keiner Ätzmaschine mehr zeitgemäß und nach dem Sonderabfallvermeidungsgebot sogar unzulässig. Nachdem Ätzen sollten Sie die Platten gründlich spülen und mit Papiertüchern oder Druckluft trocknen.

8 Strippen

Nach dem Ätzen kann die Fotoschicht auf dem Formätzteil verbleiben. Sie ist lötlbar.

Wollen Sie die Platte aber z.B. chemisch verzinnen oder später mit einem Schutzlack versehen oder farbig lackieren, so muss der Fotolack entfernt werden. Dazu können Aceton oder Spiritus verwendet werden.

Eine weitere, besonders schonende und wirtschaftliche Möglichkeit ist, die Platte erneut ganz zu belichten und nochmals (in schon gebrauchtem Entwickler) zu entwickeln.

Die Tatsache, dass der Fotolack mehrfach belichtet und entwickelt werden kann, lässt sich auch zum selektiven Ätzen verwenden, wenn Sie z.B. einen Teil Ihres Modells durchätzen, auf einen anderen Teil aber nur Konturen aufbringen wollen.

9 Entsorgung

Bei dem Entwickler für fotobeschichtete Platten handelt es sich nicht um fotografischen Entwickler. Er enthält keine Schwer- oder Edelmetalle. Charakteristisches Merkmal ist, wie auch beim vergleichbaren Abwasser aus Geschirrspülmaschinen, der Gehalt an Lauge.

Nach unserer unverbindlichen Kenntnis des geltenden Rechts ist es daher gestattet, kleine Mengen verbrauchter Entwicklerlösung durch Einleitung in die öffentliche Kanalisation zu entsorgen, insofern der pH-Wert 8.5 nicht überschreitet.

Die Entsorgungsrichtlinien sind länderspezifisch. Erfragen Sie daher verbindliche Auskünfte und die in Ihrem Bundesland gültige Rechtslage beim zuständigen Amt für Abfallwirtschaft. Dieses ist Ihnen auch zur Auskunft verpflichtet, wer für die Entsorgung des gebrauchten Ätzmittels zugelassen ist.

10 Fehlerursachen

Belichtung

Zu kurze Belichtungsdauer führt dazu, dass die Fotoschicht nicht vollständig ausentwickelt werden kann. Man erkennt dies an einem rötlich-braunen Farbumschlag der belichteten Bildpartien im Entwickler, die sich dann auch nur sehr schwer entfernen lassen und das Ätzen behindern oder gar unmöglich machen.

Bei zu langer Belichtung und schlecht deckenden Vorlagen erkennt man nach dem Ätzen Unterbrechungen oder den Verlust feiner Linien. Trotzdem ist es besser, eher zu lang als zu kurz zu belichten. Als Hilfe bei schlecht deckenden Vorlagen ist es möglich, knapp zu belichten und mit stärkerem, z.B. doppelt so starkem, Entwickler zu arbeiten. Mit etwas Erfahrung kann man so mit unserem Material selbst von Fotokopien aus weißem Papier noch brauchbare Platinen machen. Sie können Deckung und Kontrast auch mit unserem Blackout Spray erhöhen.

Wenn Sie Ihr Layout mit dem Laserdrucker ausgeben, benutzen Sie statt Polyesterfolie besser Transparentpapier. Das Bild verzerrt weniger und der Toner deckt besser.

Ein kompletter Bildverlust kann entstehen, wenn die Platte nicht Schicht auf Schicht mit der Vorlage belichtet wurde oder der Kontakt Film-Platte nicht ausreichend war.

Entwickeln

Entscheidenden Einfluss haben hierbei die richtige Konzentration und die Temperatur des Entwicklers. Allerdings ist der Verarbeitungsspielraum bei unserem Fotolack so hoch, dass das Entwickeln zu den eher seltenen Fehlerquellen zählt. Zu niedrige Temperatur, zu geringe Konzentration und verbrauchter Entwickler verzögern den Vorgang. Bei zu hoher Temperatur bzw. Konzentration treten Unterbrechungen und Löcher im Formätzteil auf. Ein schlechtes Ergebnis erhalten Sie auch, wenn Luftblasen zwischen der Unterseite und der Schale eingeschlossen waren.

Ätzen

Beim Ätzen mit sauren Ätzmedien auftretende Fehler sind meist schon in den vorausgegangenen Arbeitsschritten entstanden. So ist ein rautenförmiges Muster auf den Freiflächen der Platte z.B. meist ein Indiz für zu kurze Belichtung. Für weitere Details zur Ätztechnik befragen Sie bitte den Hersteller ihrer Ätzmaschine.

11 Copyright

Technische Änderung vorbehalten.

©1989-2008 Bungard Elektronik GmbH & Co. KG