



Technologie der Leistungselektronik

Heft 4

Technologische Spezialausrüstungen
für die Leistungselektronik,
Zyklus II und III
(ohne Meßtechnik)

Technologie der Leistungselektronik

Allgemeingültige Arbeitsunterlage für wissenschaftlich-technische Mitarbeiter im VEB MLS

H e f t 4

Technologische Ausrüstungen für die Leistungselektronik,
Zyklus II und III (ohne Messtechnik)

Autoren:

Ing. Rudolf Pitzki
Ing Dieter Schmidt
Ing. Klaus Krüger

Herausgegeben von:

Kammer der Technik
Betriebssektion

VEB Mikroelektronik "Karl Liebknecht" Stahnsdorf

Redaktion: Kommission für Weiterbildung der KDT-BS

Umschlag: Uwe Reuter

Druck: (25a)Rg 288/51/89 0.5

Reg.-Nr.

1987

Nachdruck, auch auszugsweise nur mit Genehmigung des Herausgebers!

Alleinvertrieb: KDT-Betriebssektion im VEB MLS



<u>Inhaltsverzeichnis</u>	Seite
0. Technologische Spezialausrüstungen für die Leistungselektronik	1
1. TSA zum Vereinzeln	2
1.1. Gatterläppmaschinen	2
1.2. TSA zum Ultraschallschneiden	2
1.3. TSA zum Lappstrahlen	3
1.4. Gatter- und Hochgeschwindigkeitssägen	4
2. TSA für Oberflächenpassivierung	4
2.1. Ätz- und Spülausrüstungen	4
2.2. Trockeneinrichtungen	5
2.3. TSA zum Abdecken des pn-Überganges	6
2.3.1. Abdecken kontaktierter Elemente	6
2.3.2. Abdecken von Elementverbänden	7
3. Ausrüstungen zur Chipkontaktierung	8
3.1. Durchlauf-Kontaktierung	8
3.2. TSA zur Einzelkontaktierung	11
4. Magazinsysteme und Verkettungseinrichtungen	13
4.1. Magazinsysteme	13
4.2. Verkettungseinrichtungen	16
5. Ausrüstungen für Bauelementeverschuß	18
5.1. Allgemeines	18
5.2. Metallgehäuseverschluß	19
5.2.1. Kondensatorimpuls-Schweißeinrichtung	19
5.2.2. WIG-Schweißeinrichtung	22
5.3. Formmassenverschluß	24
5.3.1. Maschinen und Ausrüstungen zur Herstellung der Formteile	25
5.3.2. Aufbau eines Spritzpreßwerkzeuges	27
5.3.3. Anwendungsbeispiele	31
5.3.3.1. Spritzpreßwerkzeuge für axiale Bauelemente	31
5.3.3.2. Spritzpreßwerkzeuge für Trägerstreifenaufbauten	32
5.3.3.3. Arbeitsplatz für Formstoffverschluß	34
5.4. Silikon-Formmasse	35
5.4.1. Physikalische Eigenschaften im Anlieferungszustand	35
5.4.2. Physikalische Eigenschaften nach der Verarbeitung	36
6. Ausrüstungen für die Endfertigung	37

6.1.	Ausrüstungen für die galvanische Bearbeitung von Bauelementen	37
6.1.1.	Aufgaben der galvanischen Oberflächenbehandlung	37
6.1.2.	Gestellgalvanik	37
6.1.3.	Trommelgalvanik	38
6.1.4.	Vibrobotanlage	41
6.2.	Ausrüstungen für die Kennzeichnung von elektronischen Bauelementen	41
6.2.1.	Aufgaben der Kennzeichnung	41
6.2.2.	Anforderungen an die Stempelfarben	42
6.2.3.	Stempelwerk	42
6.3.	Ausrüstungen für die Verpackung von elektronischen Bauelementen	43
6.3.1.	Aufgaben der Verpackung	43
6.3.2.	Hauptsächlichste Verpackungsarten	44
6.3.3.	Gurtungsautomat	44
6.3.4.	Einzel- bzw. Palettenverpackung	46
6.4.	Endfertigungsautomat	46
6.4.1.	Allgemeine Anforderungen	46
6.4.2.	Aufbau und Wirkungsweise	47
	Literaturverzeichnis	50

0. Technologische Spezialausrüstungen für die Leistungselektronik

Mit zunehmender Einführung der Mikroelektronik als entscheidende Grundlage zur umfassenden Entwicklung und Rationalisierung der Volkswirtschaft stiegen sprunghaft die Forderungen nach hochproduktiven TSA zur qualitativen und quantitativen Absicherung der Produktion von Halbleiterbauelementen. Infolge der Entwicklung spezifischer Bauelemente-produktion, wie hochintegrierte Schaltkreise einerseits und Hochleistungsbauelemente andererseits, sind auch die Anforderungen an die TSA, insbesondere in der Bauelemente-montage sowie der Meßtechnik sehr unterschiedlich. In der Scheibenbearbeitung hingegen (Zyklus I) kann man von weitgehend gleichartigen TSA ausgehen. Daraus leitet sich ab, daß der Anteil der Eigenentwicklung und Realisierung von TSA für den Zyklus II und III wesentlich höher ist als im Zyklus I, wo die Bauelemente noch im Scheibenverband zu Hunderten gleichzeitig bearbeitet werden.

Das Streben nach immer größeren Si-Scheibendurchmessern sowie die zentrale Entwicklung und Realisierung hochproduktiver Ausrüstungen im Kombinat Mikroelektronik für den Zyklus I unterstreichen diese Aussage.

Die Aufgabe für die Entwicklungsingenieure und Konstrukteure von TSA für die Leistungselektronik besteht also vordringlich darin, den Produktionsprozeß in den Bereichen Bauelementemontage und -meßtechnik entscheidend zu rationalisieren. Dazu ist die modernste Technik einzusetzen. Bei der Steuerung von komplizierten und hochproduktiven TSA sind Kleinrechner nicht mehr wegzudenken. Die ständig steigenden Forderungen nach Erhöhung der Taktzeiten, Verbesserung der Positioniergenauigkeit von Bauteilen sowie Erhöhung der Zuverlässigkeit erfordern hoch entwickelte Steuerungs- und Kontrollsysteme, die optimal nur noch durch rechnergestützte Maschinensteuerungen gelöst werden können. Dies gilt auch insbesondere für komplexe Fertigungslinien, wo mehrere hoch automatisierte TSA (IR) mittels Transportsystemen zu automatischen Fertigungskomplexen zusammen gefaßt sind.

Von der Lösung dieser Aufgaben wird es entscheidend abhängen, ob die hohen Anforderungen an die Leistungselektronik erfüllt werden können, die die Fertigung qualitativ hochwertiger Bauelemente zu weltmarktfähigen Preisen zum Inhalt haben.

1. TSA zum Vereinzeln

Moderne Ausrüstungen zum Vereinzeln haben im wesentlichen folgende Forderungen zu erfüllen:

- hohe Produktivität durch einen hohen Automatisierungsgrad,
- hohe Schnittgenauigkeit bei geringer Schnittbreite,
- Minimierung der Störtiefen am pn-Übergang.

Hier haben sich international TSA durchgesetzt, die nach dem Prinzip rotierender Trennscheiben arbeiten und unterschiedlichste Ausführungsvarianten verkörpern.

Bevor diese Ausrüstungen näher beschrieben werden, sind jedoch TSA zu benennen, die in der Vergangenheit häufig zur Vereinzelung zum Einsatz kamen, jedoch durch modernere Verfahren und Ausrüstungen abgelöst wurden.

1.1. Gatterläppmaschinen

Das Gatter besteht aus dünnen Stahlblechen, die entsprechend dem Schnitttraster parallel in einer Kopfplatte eingespannt sind. Die Kopfplatte ist in einer Schlittenführung exakt aufgenommen und führt, z. B. über einen Kurbeltrieb, eine hin- und hergehende Bewegung aus. Unter Zuführung von Läppmittel und definiertem Druck des Gatters auf die Si-Scheibe erfolgt das Zerteilen der Scheibe zunächst in Streifen und nach Drehung der aufgeklebten Scheibe um 90° in quadratische Elemente.

In einer weiteren Ausführung besteht das Gatter aus dünnen Stahldrähten, die parallel über Rollen gespannt sind und wegen ihrer eigenen Abnutzung ständig umlaufen.

1.2. TSA zum Ultraschallschneiden

Das Vereinzelungswerkzeug besteht aus einem US-Schneidstempel, welcher in seiner Stirnfläche mit Bohrungen versehen ist, die der Form und der geometrischen Anordnung der Elemente auf der Si-Scheibe entsprechen. Der Schneidestempel wird durch einen Generator in US-Schwingungen versetzt, definiert auf die Si-Scheibe gedrückt und trägt so unter Zufuhr von Läppflüssigkeit das Silizium um die zu vereinzelnden Elemente ab.

1.3. TSA zum Läppstrahlen

Aus einer Hartmetalldüse (Bohrungsdurchmesser 0,3 bis 0,5 mm) strömt mit hoher Geschwindigkeit ein Läppmittel-Luftgemisch aus, welches auf die Oberfläche der zu vereinzelnden Si-Scheibe trifft und diese durchstrahlt. Durch Bewegen der Si-Scheibe unter der Strahldüse oder umgekehrt können unterschiedliche, jedoch vorzugsweise quadratische Elemente ausgeschnitten werden. Die Funktion der Ausrüstung ist der schematischen

Darstellung in Abb. 1.3. zu entnehmen. Durch Anordnung mehrerer Düsen in einem Düsenhalter können Multischnitte ausgeführt werden.

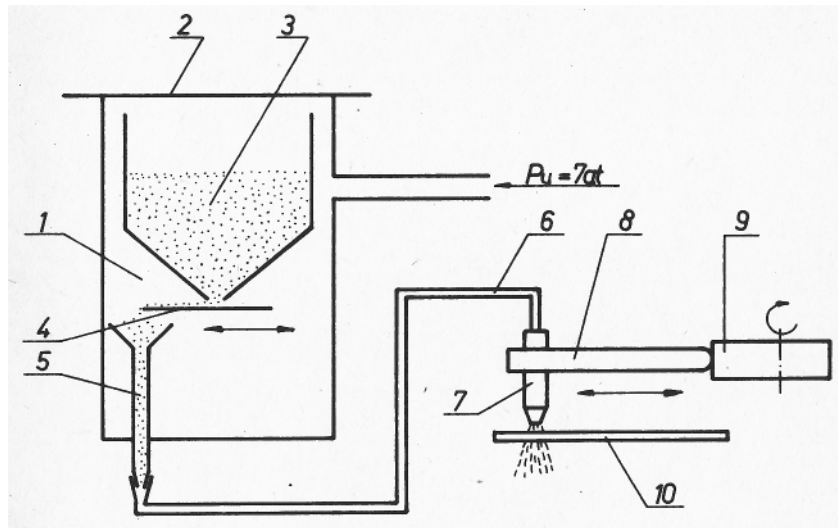


Abb. 1.3. Prinzipskizze einer Lappstrahlanlage

1 Druckbehälter, 2 Verschußdeckel, 3 Lappmittel, 4 Schwingblech, 5 Austrittsrohr, 6 PVC-Schlauch, 7 Strahldüse, 8 Düsenhalter mit Translationsbewegung, 9 Kurvenscheibe, 10 Si-Scheibe

1.4. Gatter- und Hochgeschwindigkeitssägen

Diese TSA verkörpern international den derzeitigen Stand der Vereinzelungstechnik in Bezug auf die Qualität der vereinzelt Chips, der Produktivität sowie des Automatisierungsgrades. Obwohl bei den TSA das Prinzip der Vereinzelung mittels rotierender Trennscheiben zugrunde liegt, unterscheiden sie sich jedoch bezüglich ihres Aufbaues und ihres Automatisierungsgrades erheblich.

Der Aufbau und die Funktion dieser TSA ist im Lehrbrief 3 unter Pkt. 4 ausführlich beschrieben. Daher soll an dieser Stelle nur auf einige konstruktionsspezifische Details eingegangen werden.

Der Grundaufbau besteht, ähnlich vergleichbaren Werkzeugmaschinen, aus einem massiven Gestell, welches das Hauptspindellager sowie den Werkstücktisch aufnimmt. Die Hauptspindel ist luftgelagert und wird über einen Spezialkeilriemen angetrieben. Damit wird ein nahezu schwingungsfreier Lauf der Hauptspindel bei Drehzahlen bis zu 30000 U/min erreicht. Alle Schrittfolgen des gesamten Trennvorganges sind rechnergesteuert, wodurch eine hohe Arbeitsgenauigkeit und Produktivität gewährleistet ist. Die Entwicklung, Konstruktion und

Herstellung dieser TSA erfordert hohe Spezialkenntnisse und kann daher nur in Betrieben mit entsprechenden Erfahrungen erfolgen.

2. TSA zur Oberflächenpassivierung

2.1. Ätz- und Spülausrüstungen

Ätz- und Spülausrüstungen zur Passivierung von pn-Übergängen gehören zur Gruppe der Chemie- oder Naßarbeitsplätze. Sie bestehen aus mehreren Arbeitsgefäßen, die in einer Chemiebox oder in einem anderen boxähnlichen Gehäuse entsprechend den technologischen Forderungen angeordnet sind. Die für den Ätzvorgang benötigten Säuren (HNO_3 und HF) bzw. Laugen (KOH oder NaOH) erfordern in jedem Fall eine Absaugung der über den Arbeitsgefäßen entstehenden Dämpfe.

Ist zusätzlich die Zuführung staubarmer Luft erforderlich, werden als Grundausrüstung Chemie-Laminarboxen mit vertikaler Luftströmung eingesetzt und in deren Tischplatte die Arbeitsgefäße eingelassen. Die Absaugung erfolgt durch die perforierte Tischplatte, wobei im Bedarfsfall zusätzliche lokale Absaugungen an den Gefäßen installiert sind.

In diesen Ausrüstungen werden Tauchätzverfahren an vereinzelt Elementen, Elementverbänden oder an vorgesägten Scheiben (z. B. bei der Glaspassivierung) ausgeführt. Für großflächige Elemente (d ca. 20 mm) können auch Strahlätzeinrichtungen zum Einsatz kommen. Dabei ist das gesockelte Element auf einer rotierenden Aufnahme angeordnet, und die Ätz- und Spülflüssigkeit wird unter Druck mittels Strahldüsen, die peripher um das Element angeordnet sind, auf den pn-Übergang gebracht. Der Ätz- und Spülablauf ist programmgesteuert.

Für alle im Innenraum der Box verwendeten Bauteile kommen nur Materialien in Betracht, die den jeweilig eingesetzten Chemikalien gegenüber resistent sind, bzw. die das hoch gereinigte und entionisierte Wasser (10 - 15 MOcm) in den Spülgefäßen und deren Zuleitungen nicht verunreinigen, z. B. rost- und säurebeständiger Stahl, Nickel (Ni), Titan (Ti), Polyäthylen (PE), Polypropylen (PP) und Quarzglas. Die Beschränkung des Materialeinsatzes erschwert die Automatisierung derartiger Ausrüstungen infolge erhöhter Störanfälligkeit, so daß vornehmlich manuell zu bedienende Arbeitsplätze zum Einsatz kommen.

2.2. Trockeneinrichtungen

Das Trocknen der geätzten und gespülten Elemente erfolgt vorwiegend in handelsüblichen Trockenschränken. In speziellen Fällen finden Schutzgas- bzw. Vakuumtrockenschleusen Anwendung, z. B. wenn der empfindliche pn-Übergang vor Sauerstoff geschützt werden soll. Werden nach dem Spülen der Elemente zur Wasserverdrängung explosive Flüssigkeiten, wie z. B. Alkohol, verwendet, so sind die Trockeneinrichtungen entsprechend explosionsgeschützt zu gestalten.

In jedem Fall sind jedoch zusätzliche Temperatur-Überwachungseinrichtungen zu installieren, die bei Ausfall der Temperaturregelung eine Überhitzung ausschließen.

2.3. TSA zum Abdecken den pn-Überganges

Die Ausrüstungen zum Abdecken unterscheiden sich grundsätzlich entsprechend dem angewendeten Verfahren und dem zu bearbeitenden Bauelement. Resultierend daraus ist auch der Automatisierungsgrad unterschiedlich. Im Folgenden werden TSA zur Verarbeitung von organischen Abdeckstoffen beschrieben. Ausrüstungen für die Glaspassivierung sind im Heft 2, Abschnitt 4.1. dargestellt.

2.3.1. Abdecken kontaktierter Elemente

Die TSA für diesen Verfahrenskomplex reichen von einfachen Handarbeitsplätzen, wo teilweise unter Schutzgas das Auftragen des Silikongummis manuell erfolgt, bis zu hoch automatisierten Ausrüstungen, z. B. beim Abdecken von Minidioden, welche im Folgenden beschrieben werden.

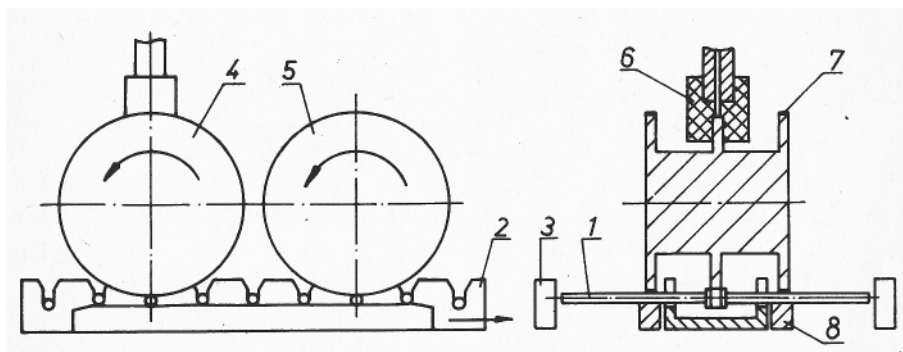


Abb. 2.3.1. Prinzip eines Abdeckautomaten für Minidioden

1 kontaktiertes BE, 2 Magazin, 3 Zentrierschienen, 4 Abdeckrolle,
5 Lackausgleichsrolle, 6 Lackspender, 7 Gummibelag, 8 Laufschienen

Die Magazine werden mit den BE auf ein Transportband aufgelegt und unter der Abdeckrolle hindurchgeführt. Zuvor werden sie mittels Zentrierschienen mittig ausgerichtet. Durch Berührung des BE mit dem Gummibelag der Abdeckrolle wird dieses ebenfalls in Rotation versetzt, wobei der Abdecklack definiert von der Rolle auf den pn-Übergang des Elementes übertragen wird. (Siehe Abb. 2.3.1.)

Die Gleichmäßigkeit der Lackübertragung wird durch die Lackausgleichrolle gewährleistet, die der Abdeckrolle folgt. Die Lackzuführung erfolgt aus einem Lackspender, der über ein Rohr mit dem unter Überdruck stehenden Vorratsbehälter verbunden ist. Diese Variante der Lackübertragung ist vorzugsweise für Abdecklacke mit geringer Topfzeit geeignet, da die Lack führenden Wege kurz und deren Teile leicht zu reinigen sind.

Bei einer anderen Ausführung wird der Abdecklack durch eine spezielle Düse direkt auf die rotierenden Bauelemente übertragen. Dabei fehlt bei der Abdeckrolle der Lack übertragende Mittelflansch mit dem Lackspender und die Lackdüse ist mittig unter der Rolle direkt über den rotierenden Bauelementen angeordnet. Diese Ausführung erfordert Abdecklacke mit Topfzeiten von mehreren Stunden und besonderen Aushärtebedingungen. Die Magazine mit den BE werden anschließend automatisch in einen Magazinbehälter transportiert. Der gesamte Vorgang ist programmgesteuert und wird mittels Sensoren überwacht.

Die Schichtleistung einer derartigen TSA beträgt bis zu 300T BE/Schicht und erfordert für die Bedienung 2-3 Arbeitskräfte.

2.3.2. Abdecken von Elementverbänden

Dieses Verfahren ist im Lehrbrief 3 unter Pkt. 4.2. ausführlich beschrieben, so daß es an dieser Stelle nicht mehr behandelt wird. Die hierfür erforderlichen TSA sind in ihrem Aufbau und in ihrer Funktion relativ unkompliziert und bieten wenig Ansatzpunkte zur komplexen Automatisierung.

3. Ausrüstungen zur Chipkontaktierung

3.1. Durchlauf-Kontaktieranlagen

Diese TSA ist derzeit für die Chipkontaktierung mittels Weichlot die produktivste Ausrüstung und findet daher breite Anwendung. Ihre Nachteile bestehen darin, daß eine große Anzahl komplizierter Kontaktiermagazine benötigt wird, mit dem Betrieb der Anlage ein

großer Bedarf an teuren Schutzgasen (N_2 , H_2) verbunden ist und die Chips einer extremen Temperaturbelastung ausgesetzt sind. In der Abb. 3.1. ist der grundsätzliche Aufbau und die Wirkungsweise einer Durchlauf-Kontaktieranlage dargestellt.

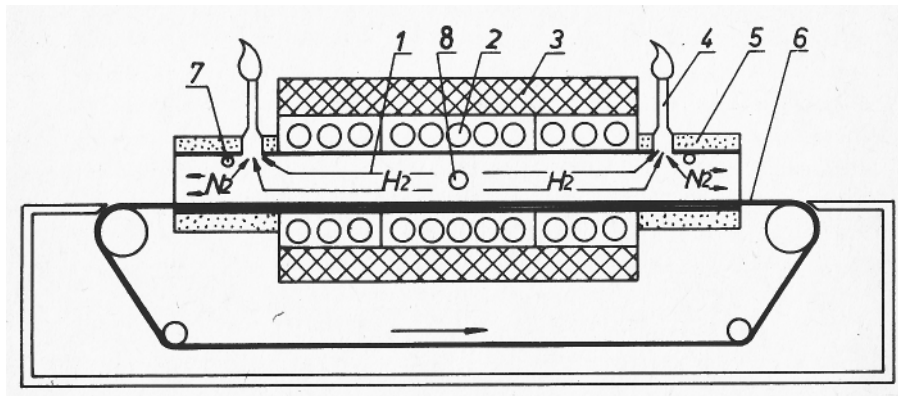


Abb. 3.1. Durchlauf-Kontaktieranlage

1 Ofenkammer, 2 Heizung, 3 Isolierung, 4 H_2 -Fackel, 5 wassergekühlter Einlauftunnel, 6 Transportkette, 7 N_2 -Dusche, 8 H_2 -Einlaß

Die im Kontaktiermagazin angeordneten Bauteile (Sockel, Lot, Chip) werden auf das Transportband aufgesetzt und durchlaufen die Ofenkammer bei einem vorgegebenen Temperatur-Zeitprofil. Zur optimalen Einstellung des Temperaturprofils besteht die Heizung aus mehreren, getrennt regelbaren Heizzonen. Diese Einstellung kann nur unter Betriebsbedingungen (voll bestückte Ofenkammer, normale Transportkettengeschwindigkeit, erforderliche Schutzgasmenge) mittels durchlaufendem Thermoelement vorgenommen werden. Der Wasserstoff tritt in Ofenmitte in die Kammer ein, verteilt sich zu den Ein- und Auslaßöffnungen und verläßt die Ofenkammer durch eine Abfackeleinrichtung, wo er kontrolliert abgebrannt wird. Gewährleistet wird dieser Vorgang durch eine Stickstoffschleuse, die das unkontrollierte Austreten des H_2 aus der Ein- bzw. Austrittsöffnung unterbindet und gleichzeitig das Eindringen von Sauerstoff in die Ofenkammer verhindert. Der Ein- und Auslauftunnel, der gasdicht an die Ofenkammer angeflanscht ist, besteht aus einem Doppelmantel und ist wassergekühlt.

Beim Betrieb dieser TSA mit Wasserstoff (es ist auch reiner Stickstoffbetrieb möglich) sind umfangreiche Sicherheitseinrichtungen erforderlich, um Wasserstoffexplosionen auszuschließen. Dazu gehören Dauerzündeinrichtungen über der H_2 -Fackel und Sicherheits-schaltungen der Schutzgasversorgung bei Stromausfall, H_2 -Ausfall oder N_2 -Ausfall.

In der Abb. 3.1.2. ist der Rohrleitungsplan für eine Sicherheitseinrichtung für eine mit H_2 betriebene Durchlauf-Kontaktieranlage schematisch dargestellt. Diese Sicherheitseinrichtung hat folgende Funktion:

Das Elektromagnetventil Y1 ist so geschaltet, daß es unter Spannung den H₂-Weg zum Ofen freigibt. Y2 erfüllt die gleiche Funktion für die Spülung der Schleusen mit N₂.

Die erforderlichen Drücke der Versorgungsleitungen (Hausleitung) werden von den Kontaktmanometern P1 und P2 überprüft. Fällt der H₂-Druck ab, so wird über den Schaltkontakt von P1 das Ventil Y1 auf den N₂-Weg umgeschaltet und die Ofenkammer wird mit N₂ gespült. Fällt zusätzlich der N₂-Druck ab, wird mittels P2 Y2 geschlossen und Y3 durch Spannungsabschaltung geöffnet.

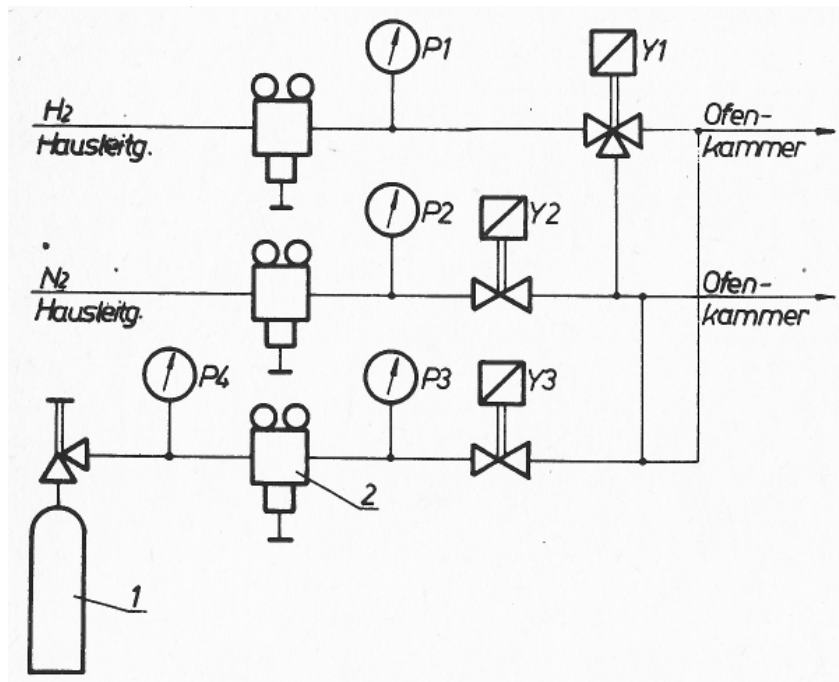


Abb. 3.1.2. Rohrleitungsplan einer Sicherheitseinrichtung

1 N₂-Sicherheitsflasche, 2 Druckminderer, Y1 2/3-Wegeventil für H₂ und N₂ (elektromagnetisch), Y2 Elektromagnetventil für N₂, Y3 Elektromagnetventil für N₂ (stromlos geöffnet), P1 Kontaktmanometer für H₂, P2 Kontaktmanometer für N₂, P3 Manometer für N₂, P4 Kontaktmanometer für N₂

Gleichzeitig wird die Ofenheizung abgeschaltet und Ofenkammer und Schleusen mittels N₂ aus der Sicherheitsflasche gespült. Die gleiche Betriebsart stellt sich bei Stromausfall ein oder wenn nur N₂ ausfällt.

Das Manometer P3 dient der Kontrolle des eingestellten Leitungsdruckes, indem das Kontaktmanometer P4 den Druck und damit den N₂-Vorrat in der Sicherheitsflasche anzeigt. Die Kontakteinrichtung von P4 sichert, daß die gesamte Anlage nur in Betrieb genommen werden kann, wenn ein Mindestdruck angezeigt wird.

3.2. TSA zur Einzelkontaktierung

Bestimmte Verfahren lassen eine Chipkontaktierung im Durchlaufofen nicht zu, so daß eine Einzelkontaktierung erfolgen muß. Die konstruktive Ausführung der dazu erforderlichen Ausrüstungen kann sehr vielfältig sein und richtet sich nach dem zu realisierenden Kontaktierverfahren, den durchzusetzenden Stückzahlen und nach dem zu kontaktierenden Bauelement. In jedem Fall ist bei der Chipkontaktierung mittels Weichlot bei Leistungsbaulementen eine Schutzgasatmosphäre erforderlich, die in den meisten Fällen das Arbeiten im Schutzgaskasten zur Folge hat. Da an die Qualität des Schutzgases (vorzugsweise Reinststickstoff) hohe Anforderungen bezüglich des Restsauerstoff- und Restfeuchtigkeitsgehaltes sowie der Staubbefreiheit gestellt werden, ist eine sorgfältige konstruktive Lösung der Ein- und Austrittsschleusen für Bauelemente und Bauteile erforderlich.

Bei Handarbeitsplätzen mit geringem Durchsatz finden hierfür standardisierte Schutzgaskästen mit manuell zu bedienenden Schleusen Verwendung. Die Chipkontaktierung wird ebenfalls manuell mittels spezieller temperaturgeregelter Heizplatten im Schutzgaskasten ausgeführt. Der Bauteil- und Bauelementetransport erfolgt in Magazinen und wird von Hand manipuliert. Moderne bedienarme TSA zur Einzel-Chipkontaktierung mit hoher Produktionskapazität verlangen konstruktive Lösungen mit hohem Automatisierungsgrad bei Anwendung modernster Handhabe- und Steuerungstechnik. Die Abb. 3.2. zeigt die schematische Darstellung einer automatisierten TSA für Bauelemente im TO3-Gehäuse.

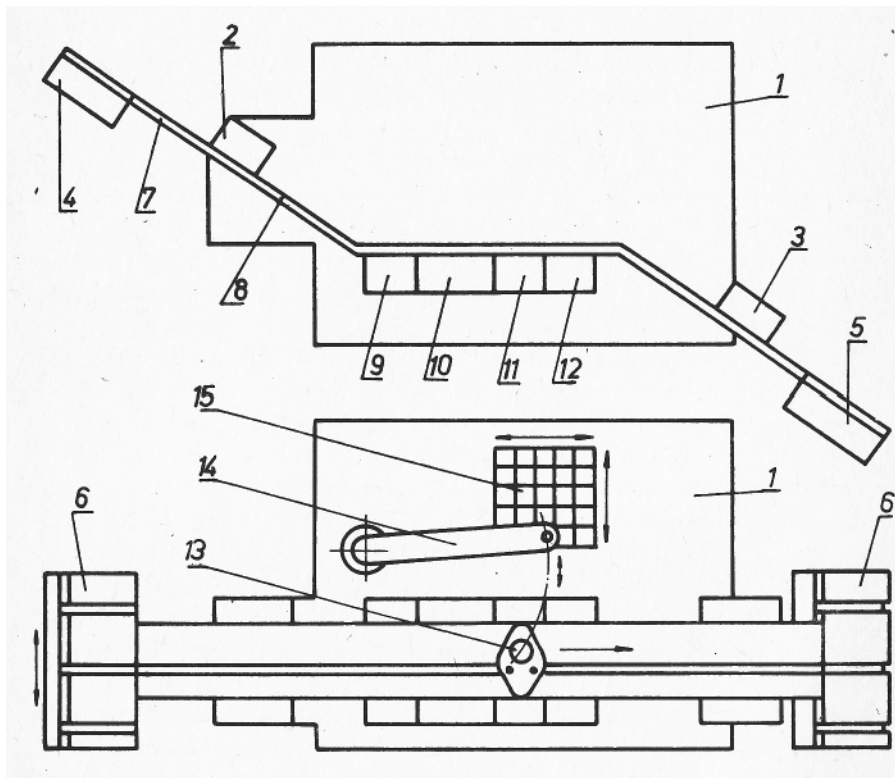


Abb. 3.2. Schematische Darstellung einer automatisierten TSA zur Einzelkontaktierung von BE im TO3-Gehäuse

1 Schutzgaskasten, 2 Eintrittsschleuse 3 Austrittsschleuse, 4 Entmagaziniervorrichtung, 5 Magaziniervorrichtung, 6 Sockelmagazin, 7 Transportschiene, 8 Vorratsstrecke, 9 Transportvorrichtung, 10 Vorheizplatte, 11 Kontaktierheizplatte, 12 Abkühlplatte, 13 BE-Sockel, 14 Umsetzeinrichtung, 15 Elementmagazin

Diese Ausrüstung arbeitet weitgehend bedienarm, d. h., die Arbeitskraft führt nur noch visuelle Kontrollen durch, greift bei Havarien ein und bestückt die Ausrüstung mit Sockel- bzw. Elementmagazinen. Die gesamte Steuerung erfolgt automatisch, wobei zunehmend der Einsatz von Mikrorechnern vorgesehen wird. Die Installation eines umfassenden Kontrollsystems in die Prozeßsteuerung ist von großer Wichtigkeit. Bei der dargestellten TSA sind z. B. folgende Parameter und Zustände mittels Sensoren und Meßgeräten zu erfassen, auszuwerten und rückwirkend auf den gesamten Steuermechanismus zu übertragen:

- Funktion der Entmagaziniervorrichtung,
- Sockelvorrat im Sockelmagazin und in der Transportschiene,
- Funktion der Eintrittsschleuse (Vereinzelung),
- Sockelvorrat auf der Vorheizplatte,
- genaue Sockelposition auf der Kontaktierheizplatte,
- Einhaltung der Kontaktiertemperatur,
- exakte Elementumsetzung, Lagegenauigkeit,
- Elementevorrat im Elementmagazin,
- Funktion des Kreuztisches zur Magazinentleerung,
- Füllstand des Sockelmagazins am Ausgang.

Dies sind nur die wichtigsten Funktionskontrollen und zum Teil schon in Komplexe zusammengefaßt.

Mit einer derartigen TSA können Taktzeiten von 5 - 8 s bei einer Positioniergenauigkeit des Elementes auf dem Sockel von 0,1 – 0,3 mm erreicht werden. Derartig hoch entwickelte und damit teure Ausrüstungen können nur im Fertigungsprozeß eingesetzt werden, wenn die zu produzierenden Stückzahlen einen 3-schichtigen Einsatz (mindestens 2-schichtig) gewährleisten und damit eine möglichst kurze Rückflußdauer (max. 2 - 3 Jahre) gesichert ist.

4. Magazinsysteme und Verkettungseinrichtungen

Magazine und Verkettungseinrichtungen dienen der technologischen Verknüpfung einzelner TSA. Als Transportmittel zwischen 2 TSA (oder Arbeitsplätzen) kommt immer nur eines von beiden Systemen zur Anwendung.

4.1. Magazinsysteme

Sie beinhalten bei größeren Fertigungslinien komplexe Lösungen für die Gruppenbearbeitung von Bauteilen, für den Transport sowie für die Zwischen- und Endlagerung von Bauteilen und Bauelementen. Nur im Ausnahmefall finden einzelne Spezialmagazine Anwendung, die mit anderen Magazinen oder Vorrichtungen nicht kompatibel sind.

Komplexe Systeme haben sich zwei Hauptforderungen unterzuordnen:

- Schaffung der technisch-technologischen Voraussetzungen zur Realisierung eines Bearbeitungsschrittes,
- Erfüllung der Forderungen nach ökonomischen Transport-, Umschlag- und Lagerprozessen (TUL).

Diese beiden Faktoren beeinflussen, neben der Produktivität der eingesetzten TSA, entscheidend die Gesamtproduktivität einer Fertigungsfließreihe. Die Realisierbarkeit dieser Forderungen setzt jedoch die Beachtung bestimmter Prinzipien, schon bei der konstruktiven und verfahrenstechnischen Entwicklung von Bauelementen (Finalerzeugnissen) im Hinblick auf eine spätere Serien- oder Massenfertigung, voraus.

Als Beispiel sollen genannt werden:

- Vereinheitlichung von Außenkonturen und -abmessungen an Gehäusen und Bauteilen sowie Schaffung von maßlich fixierten Bezugspunkten zum Zwecke der eindeutigen Positionierung.
- Festlegung von Montagetoleranzen, die mit vertretbarem technischem Aufwand realisierbar sind.

Eine optimale Lösung eines komplexen Magazinsystems liegt dann vor, wenn bei der Serien- oder Massenfertigung eines Bauelementes oder einer BE-Familie keine manuelle Handhabung von Bauteilen oder Bauelementen erforderlich ist.

Bei der Konstruktion von Magazinen sind folgende Gesichtspunkte unbedingt zu beachten:

- Für welchen Einsatzzweck ist das Magazin vorgesehen?
- Welche Stückzahlen werden gefordert?
- Aus welchem Material kann das Magazin gefertigt werden?

- Welche Anschlußmaße zu anderen Magazinen, Umsetzvorrichtungen oder TSA sind zu beachten?
- Existieren bereits ähnliche Magazine und ist eine Vereinheitlichung möglich?
- Welches Fertigungsverfahren für die Magazine ist anzuwenden?
- Wie ist die Oberfläche der Magazine zu gestalten?
- Welchen Medien und Temperaturen soll das Magazin ausgesetzt werden?

Aus der Kenntnis dieser Fragen ist eine Optimalvariante abzuleiten, die bei Erfüllung aller Einsatzforderungen eine ökonomische Fertigung der Magazine bei zweckmäßigem Materialeinsatz ermöglicht. Dabei ist grundsätzlich eine Standardisierung anzustreben, die zu hohen Stückzahlen bei wenigen Varianten führt. Damit lassen sich bei der Herstellung der Magazine moderne und rationelle Fertigungsverfahren anwenden, die zu einem niedrigen Stückpreis und gleichbleibend guter Qualität führen, wie z. B. das Spritzgießen von Kunststoffen.

Ein Ausführungsbeispiel eines spritzgegossenen Magazins aus Kunststoff zeigt die Abb. 4.1.1.

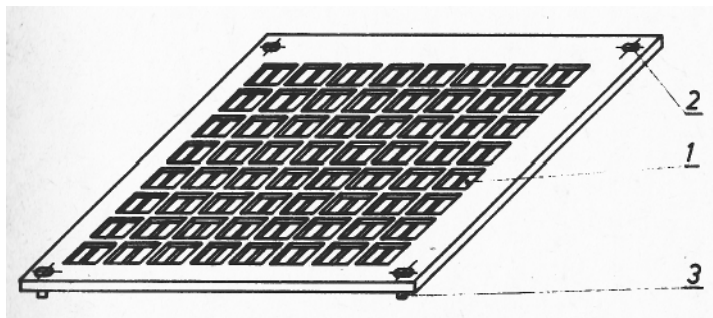


Abb. 4.1.1. Chipmagazin

1 Tasche zur Chipaufnahme, 2 Arretierungsaufnahme beim Stapeln, 3 Arretierungsfuß

Dieses Magazin dient dem Transport und der Lagerung von Chips und kann in eine automatisierte Bestückungs- bzw. Umsetzvorrichtung eingesetzt werden. Aufgrund der Toleranzforderungen bei den Anschlußmaßen und bei den Taschen für die Chipaufnahme sowie der erforderlichen Stückzahlen wurde dieses Magazin als Plastformteil ausgelegt.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel ist in der Abb. 4.1.2. dargestellt. Die hohen Stückzahlen sowie die Toleranzforderungen bezüglich des Körperprofils rechtfertigten den Einsatz eines Sonderprofils. Die Querschlitze zur Aufnahme der Bauelemente werden mittels eines Schnittwerkzeuges hergestellt.

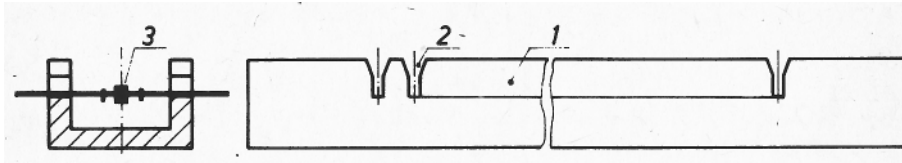


Abb. 4.1.2. Verlackmagazin für Dioden

1 Magazinkörper als Sonderprofil, 2 Querschlitz zur BE-Aufnahme, 3 eingelegtes BE

4.2. Verkettungseinrichtungen

Bei der Projektierung moderner hochproduktiver Fertigungsfließreihen für die Großserien- oder Massenfertigung ist die Verkettung mehrerer TSA untereinander oder mehrerer Bearbeitungs-, Montage- oder Prüfarbeitsgänge zu einer TSA nicht mehr wegzudenken.

Auch die Verbindung von Handarbeitsplätzen, insbesondere bei der Montage, erfolgt durch Transportbänder oder -ketten und findet schon seit vielen Jahrzehnten Anwendung.

Für die Serien- und Massenfertigung von Halbleiterbauelementen, die vor allem in den Montageprozessen (Zyklus II) auf eine durchgängige automatisierte Produktion orientiert, ist eine möglichst umfassende Verkettung der TSA untereinander anzustreben. Damit wird der Arbeitskräftebedarf optimal minimiert, der oft hohe Bedarf an Transport- und Lagermagazinen entfällt und damit auch die erforderliche Lagerfläche.

Der Einsatz einer durchgängigen Verkettung von TSA setzt jedoch entscheidende Prämissen voraus. Die zu verkettenden TSA müssen technisch so ausgereift sein, daß ihre Störanfälligkeit gegen Null geht. Die Taktzeiten der TSA müssen gleich sein oder sich verdoppeln oder halbieren lassen. Ist dies aus technischen Gründen nicht möglich, muß mit Zwischenspeichern gearbeitet werden, deren Füllstand mittels Sensoren überwacht wird, um damit die Arbeitszyklen der Nachfolgeausrüstung zu steuern.

Verkettungseinrichtungen finden vornehmlich in Form von Gleitschienen, Transportketten, Transporträdern oder Transportriemen Anwendung. In jedem Fall ist ein komplexes System von automatischen Kontrollstationen vorzusehen (induktiv, optisch oder elektromechanisch), die jede Abweichung sofort erfassen und auf die Steuerung des Gesamtsystems rückwirken. Bei der Projektierung und Konstruktion derart verketteter Ausrüstungen zu hoch automatisierten Fertigungsfließreihen ist daher eine umfassende konzeptionelle Vorbereitung erforderlich. Mit Hilfe von Funktions-Zeitdiagrammen und simulierten Arbeitsabläufen sind alle denkbaren Störungen zu erfassen, die im Produktionsdurchlauf der Fertigungsfließreihe auftreten und zu einer Havarie oder Qualitätsminderung des zu bearbeitenden Teiles führen könnten. Diese möglichen Störungen sind mittels geeigneter Prüf- bzw.

Kontrollsensoren zu erfassen, auszuwerten und auf das Steuersystem zurückzuführen.
Derartige vollautomatische Steuersysteme sind vornehmlich rechnergestützt zu projektieren.

5. Ausrüstungen für Bauelementeverschuß

5.1. Allgemeines

Was bewirkt der Bauelementeverschuß?

Nach der BE-Montage ist die Funktionsfähigkeit des Bauelementes grundsätzlich hergestellt. Der Chip befindet sich mittels Lötverbindung auf dem Sockel oder zwischen 2 Anschlußelektroden und alle erforderlichen elektrischen Verbindungen vom Chip zu den Anschlußstellen des Bauelementes sind verbunden. Weiterhin ist der Chip mittels geeigneter Passivierungsverfahren gegen Umwelteinflüsse geschützt. Diese Chippassivierung ist jedoch nicht ausreichend, um den klimatischen und mechanischen Belastungen im Einsatz standzuhalten. Darum ist es erforderlich, die gesamte Anordnung des Chipaufbaues durch ein Gehäuse zu verschließen, damit den Chipaufbau hermetisch abzukapseln und den benötigten Schutz gegen mechanische Belastungen zu erreichen. Hierbei unterscheidet man metallische Gehäuse (siehe Abb. 5.1.1.) und Kunststoffumhüllungen (siehe Abb. 5.1.2.), die grundsätzlich andere Verschußtechnologien und -ausrüstungen erfordern.

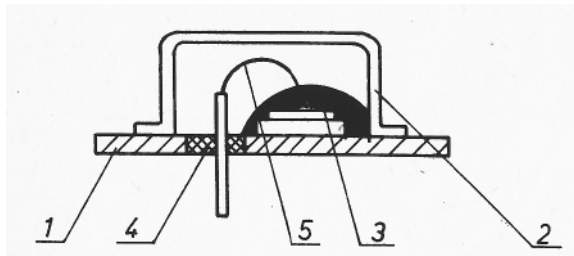


Abb. 5.1.1. Metallverschuß eines Hochspannungstransistors

1 Sockel, 2 Kappe, 3 Chip mit Passivierung, 4 Glasdurchführung, 5 Verbindungsdraht

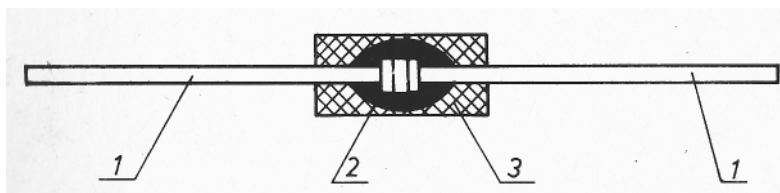


Abb. 5.1.2. Kunststoffverschuß einer Diode

1 Anschlußdraht, 2 Element, 3 Kunststoffhülle

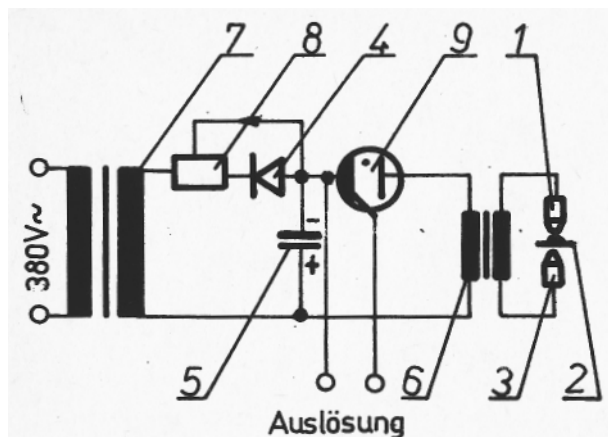
5.2. Metallgehäuseverschluß

Beim Metallgehäuseverschluß werden mittels Schmelz- oder Widerstandsschweißverfahren Gehäuseteile. z. B. Sockel und Kappe, dicht miteinander verbunden. In Abhängigkeit von der Schweißnahtlänge kommen unterschiedliche Verfahren zur Anwendung.

Beim Kunststoffverschluß werden die zu schützenden Aufbauten in entsprechenden formgebenden Verschlußeinrichtungen mit Kunststoff umhüllt. Beim Kunststoffverschluß lassen sich gegenüber dem Metallgehäuseverschluß gleichzeitig mehrere Verschlüsse durchführen.

5.2.1. Kondensatorimpuls-Schweißeinrichtung

Beim Metallgehäuseverschluß lassen sich die einzelnen Arbeitsgänge gut mechanisieren und durch eine entsprechende Handhabetechnik realisieren.



5.2.1. Kondensatorimpuls-Schweißeinrichtung als Grundausrüstung

1 obere Schweißelektrode. 2 Schweißgut (Sockel und Kappe), 3 untere Schweißelektrode, 4 Gleichrichter, 5 Kondensator, 6 Impulstransformator

In einer Ultrapulsschweißmaschine sind die notwendigen Zusatzeinrichtungen zum automatischen Ablauf des Verschlusses installiert. Mit dieser Technik wird erreicht, daß das Gehäuseunterteil (Sockel mit Glasdurchführung) und die Kappe in kürzester Zeit ohne große Erwärmung vakuumdicht verschlossen wird. Im Folgenden wird die Funktionsweise einer teilautomatisierten Ausrüstung beschrieben, wie sie z. B. beim Verschluß von BE in TO 3-, A 301- oder A 401-Gehäusen zur Anwendung kommt.

Die gereinigten Kappen werden mittels Initiator kontrolliert, ob eine Kappe zur Ablage kam. Die gereinigten Kappen werden mittels Rotationsförderer und Zuführschiene mit Vereinzelung einer der Schweißelektroden zugeführt. Im nächsten Schritt, der Elektroden-teller hat sich um 45° gedreht, wird mittels Initiator kontrolliert, ob eine Kappe zur Ablage

kam. Im 3. Schritt werden die vormontierten Sockel lagenrichtig auf die zwei Stifte abgelegt (siehe Abb. 5.2.2.).

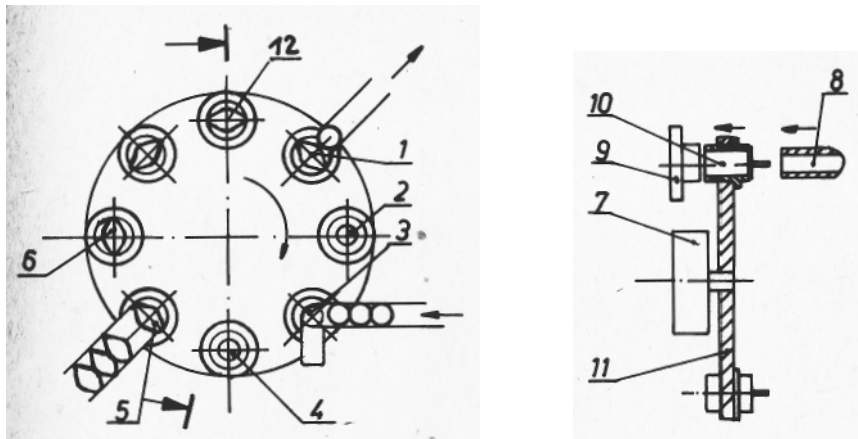


Abb. 5.2.2. Schweißplatz einer mechanisierten Ultraimpulsschweißmaschine

1 Entnahme des geschweißten Bauelements, 2 Überprüfung der Entnahme, 3 Kappenzuführung, 4 Überprüfung der eingelegten Kappe, 5 Sockelzuführung, 6 Überprüfung der Sockelzuführung, 7 Schaltantrieb, 8 Oberelektrode, 9 Unterelektrode (siehe Abb. 5.2.3.), 10 Schweißelektrode, 11 Elektrodenteller, 12 Schweißposition

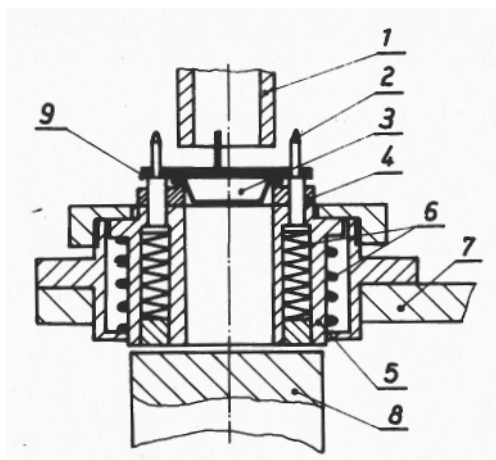


Abb. 5.2.3. Gestaltung der Schweißelektrode einer Ultraimpulsschweißmaschine

1 Oberelektrode, 2 Stift (Sockelaufnahme), 3 Kappe (Haelement), 4 Schweißelektrode, 5 Schweißelektroden Grundkörper, 6 Federn, 7 Elektrodenteller, 8 Unterelektrode, 9 Sockel (Bauelement)

Die Lagerichtigkeit der Sockel wird durch entsprechende Transportmagazine garantiert, die automatisch entleert werden. Im 4. Schritt erfolgt eine Kontrolle des richtig abgelegten Sockels. Danach ist ein Leertakt zur eventuellen manuellen Korrektur des falsch eingelegten Sockels vorgesehen. Im 7. Schritt erfolgt das Ultraimpulsschweißen. Die Oberelektrode wird hydraulisch durch die Schweißmaschine bei fehlerfreier Zuführung und Ablage der Sockel

und Kappen gesteuert nach unten bewegt. Dabei wird der auf den Stiften ruhende Sockel zur Kappe bewegt und die Schweißelektrode zur Unterelektrode gepreßt. Ist der Schweißimpuls ausgelöst, wird in 1 - 15 ms die erforderliche Schweißenergie von einem Kondensator bzw. einer Kondensatorenbatterie ($C > 1000\mu\text{F}$) entnommen. Der dabei fließende Schweißstrom liegt in der Größenordnung von 100 kA bei einer Schweißenergie von etwa 5000Ws. Die Oberelektrode fährt in Ausgangsstellung zurück. Der nächste Schaltschritt fördert das geschweißte Bauelement zur Entnahmestelle, wo es ausgeworfen wird. Eine gereinigte Stickstoffatmosphäre um die gesamte Verschlußstelle, durch einen Schutzgaskasten realisiert, bleibt bei einem vakuumdichten Verschluß auch im Bauelement erhalten.

5.2.2. WIG-Schweißeinrichtung

Die Schweißanlage für Randschweißung findet Anwendung beim Verschluß von Scheibengehäusen. Der Verschluß erfolgt durch Wolfram-Inertgas-Schweißen (WIG).

Dabei werden die zu verschweißenden Gehäuseteile (Ober- und Unterteil) zusammengefügt und mittels Lichtbogen ohne Zusatzwerkstoff miteinander verschweißt. Als Schutzgas findet Argon Verwendung, welches die Lichtbogen erzeugende Wolframelektrode umströmt und den Luftsauerstoff von der Schmelze fernhält. Durch die Inert-Schutzgasumgebung werden metallurgische Reaktionen, wie Metalloxydation, vermieden. Um den Schweißvorgang automatisch ablaufen zu lassen, ist die Schweißgleichspannung mit einer HF-Spannung überlagert. Der Brenner mit Wolframelektrode ist zu der als Bördelnaht gestalteten Schweißstelle so eingerichtet, daß sich der zum Schweißen notwendige Abstand einstellt.

Beim Auslösen des Schweißvorganges wird das Magnetventil für die Argonzufuhr geöffnet, der pneumatische Niederhalter sorgt für eine einwandfreie Schweißstelle und die Gleichspannungsschweißstromquelle mit dem HF-Zündgerät wird eingeschaltet.

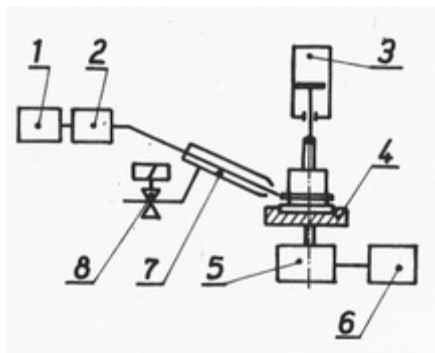


Abb. 5.2.4. Schweißausrüstung für Randschweißung

1 regelbare Gleichspannungsschweißquelle, 2 Hochfrequenz-Überlagerungseinrichtung,
 3 pneumatischer Niederhalter (zum Zusammenhalten der Bauelementeeinzelteile),
 4 steuerbare, drehbare, wassergekühlte Schweißaufnahme, 5 Getriebe, 6 Motor,
 7 Brenner mit Wolframelektrode, 8 Magnetventil zur Schutzgasregulierung (Argon)

Eine Stickstoffdusche in der Bauelementeaufnahme sorgt vor und während des Schweißvorganges für eine entsprechende Atmosphäre. Zwischen der Wolframelektrode und der Schweißstelle entlädt sich die HF-Spannung, die Gasstrecke wird ionisiert und der Lichtbogen zündet. In diesem Moment wird die HF-Spannung abgeschaltet und die geschwindigkeitsmäßig gesteuerte Drehung der wassergekühlten Schweißaufnahme beginnt. Bei 365° Drehwinkel wird der Schweißstrom unterbrochen. Die Drehung der Aufnahme hört auf. Um einige Sekunden verzögert, wird die Argonzufuhr unterbrochen. Ähnliche Verfahren kommen beim Verschluß von Durchführungen zur Anwendung.

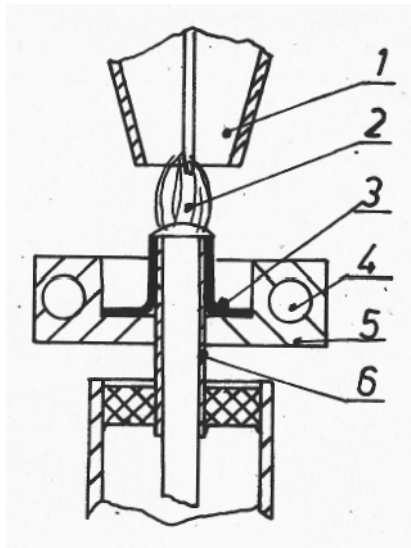


Abb. 5.2.5. Verschweißen von Glasdurchführungen

1 WIG-Schweißbrenner mit Wolframelektrode, 2 Lichtbogen mit Argon umhüllt,
 3 Lötflamme des Bauelemente, 4 Wasser zum Kühlen, 5 Schweißteilaufnahme (Zange),
 6 FeNi-Durchführungsröhrchen mit Anschlußelektrode (Cu)

5.3. Formmassenverschluß

In den vergangenen Jahren hat sich die Umhüllung mit duroplastischen Formmassen bei Bauelementen der Mikroelektronik als günstiges Verfahren der Gehäuseherstellung durchgesetzt. Als Silikon-Formmassen haben sich die Typen NC 6960, NC 6961 und NC 6962 auch bei Leistungsbaulementen bewährt. Durch diese Art der Verkappung war es

erst möglich, die Trägerstreifentechnik anzuwenden. Auch lassen sich einzelne Bauelemente im DO 13- bzw. im DO 15-Gehäuse auf diese Weise herstellen.

5.3.1. Maschinen und Ausrüstungen zur Herstellung der Formteile (verschlossene Bauelemente)

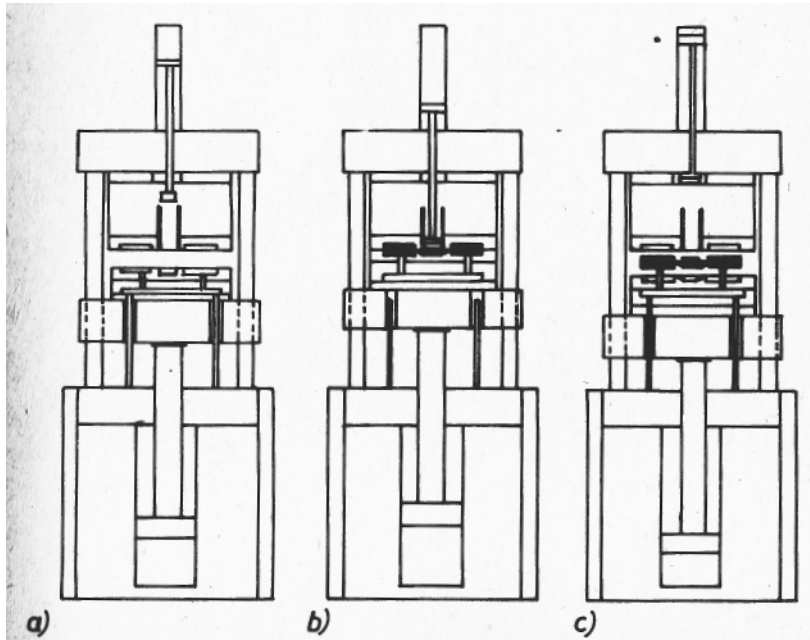


Abb. 5.3.1. a) Werkzeug schließen und Schließkraft erzeugen
b) die Formmasse in Tablettenform in den Spritzzylinder des Werkzeuges eingeben und anschließend Spritzpressen
c) Ausdrücken des Formteiles mit Anguß

Für die rationelle Herstellung von Leistungsbaulementen, also die Umhüllung von Bauelementenaufbauten mit Duroplast hat sich die Spritzpreßtechnik gegenüber der Formpreßtechnik als günstig erwiesen. Beim Formpressen wird der Formstoff (Preßmasse) lose oder tablettiert in das geöffnete Werkzeug gegeben. Danach wird die Presse geschlossen. Unter Druck und Wärme entsteht das Preßteil nach Aushärtung der Duroplaste. Anschließend öffnet das Werkzeug.

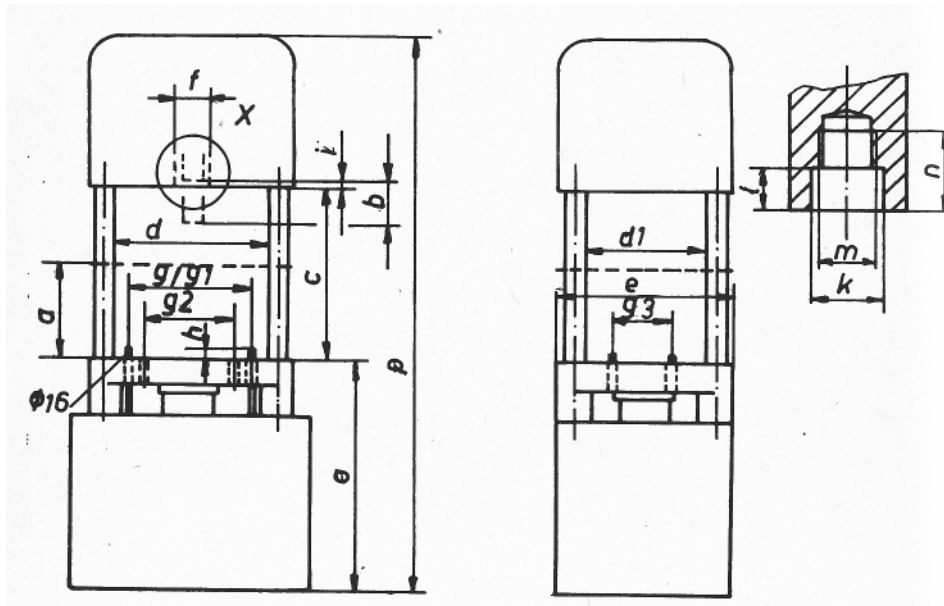


Abb. 5.3.2. Transfer Molding Pressen

Technische Daten			Tvp	VSRO 50	VSRO 125	VSKO 200
max. Schließkraft	kN			500	1250	2000
max. Spritzkraft	kN			25/120	42/200	80/380
max. Schließhub	a	mm		250	320	400
max. Spritzkolbenhub	b	mm		225	250	320
Einbauhöhe	c	mm		660	710	920
Aufspannfläche	d/e	mm		560/560	710/710	800/800
Durchgang	d/d1	mm		560/400	710/480	800/520
Bohrung	D H7	mm		80	80	100
Auswerferabstand	g/g1	mm		445/495	445/495	445/495
	g2/g3	mm		280/170	-/170	-/170
Auswerferhub	h	mm		0-63	0-80	0-140
Spritzkolbenabstand	i	mm		63,5	63,5	63,5
Spritzkolbenzentr.	k/1	mm		24/10	30/10	45/12
Spritzkolbenbefestigungsgewinde	m/n	mm		M20x1,5/33	M28x1,5/40	M42x1,5/78
Tischhöhe	mm			990	1060	1110
Gesamthöhe	mm			2600	2950	3450

Das Preßteil wird durch Ausdrücker aus dem formgebenden Hohlraum gehoben und kann entnommen werden. Dieses Verfahren findet aufgrund der großen Gratbildung an den Formteilen (ungünstige Preßmassenverteilung) keine Anwendung.

Für das Spritzpressen wird in der Regel von tablettierter Preßmasse ausgegangen. Im

geschlossenen Zustand des Werkzeuges werden die Formstofftabletten in den Kolbenraum eingegeben. Danach erfolgt der eigentliche Spritzpreßvorgang durch den Kolben von oben wirkend. In dieser Stellung härtet die Preßmasse. Nachfolgend öffnet die Presse das Werkzeug und die fertigen Teile werden ausgedrückt und können entnommen werden.

5.3.2. Aufbau eines Spritzpreßwerkzeugen

Ausgehend von den technischen Daten der Presse und dem Verwendungszweck des Spritzpreßwerkzeuges (Muster- oder Serienfertigung) haben sich in der letzten Zeit einige Grundgestellkonstruktionen als Grundstandard beim Bauelementeverschuß gegenüber den Stammwerkzeugen nach TGL 160 - 251 herausgebildet.

Folgende Baugrößen sind als Werkstandard festgelegt:

328 x 458, 458 x 388, 276 x 596, 340 x 660, 340 x 750, 450 x 660, 450 x 750.

In diesen Grundgestellen können entsprechend dem Verwendungszweck die aktiven Teile mit einem Ausdrucksystem eingebaut werden. Die Wahl des richtigen Werkstoffes und die thermische Vor- und Nachbehandlung (Härte, Alterung, Oberflächenbeschichtung) sind von ausschlaggebender Bedeutung für die Funktion und Verschleißfestigkeit des Werkzeuges. So werden z. B. die formgebenden Einsätze, Verteilerplatten, Aufnahmen, Abschlußplatten und Einlagen aus dem Werkzeugstahl 90MnV8 gefertigt. Die gehärteten Teile ($HRC\ 60 \pm 2$) werden vor ihrer endgültigen Fertigstellung zur Vermeidung von unterschiedlich großen und im unzulässigen Bereich auftretenden bleibenden Längenänderungen infolge Dauerbetriebes thermisch behandelt.

1. Thermische Dauerbehandlung im Ofen, Temperatur $230\ ^\circ C \pm 5\ K$, Zeitdauer mindestens 100 Std.,
2. Thermische Wechselbehandlung im Anschluß an Punkt 1
Erwärmen auf $230\ ^\circ C \pm K$, natürliches Abkühlen auf Raumtemperatur,
wieder erwärmen, abkühlen usw., Mindestgesamtheit aller thermischen Zyklen:
50 Std.

Für den Spritzkolben und Zylinder kommen die Stahlmarke 210Cr46 zum Einsatz. Durch den hohen Chromanteil ist ein zusätzliches Hartverchromen wie bei den anderen formbildenden Konturen, Kanälen, Rennern, Verteilern und Anschnitten nicht notwendig. Alle anderen Teile entsprechen den üblichen im Formenbau zur Anwendung kommenden Werkstoffmarken. Spritzpreßwerkzeuge für die Duroplastverarbeitung müssen wesentlich stabiler als

Thermoplastwerkzeuge ausgeführt werden. Schon eine geringe Durchbiegung läßt eine Platine (großer flash) entstehen. Um dies zu vermeiden, sind zusätzliche Stützen und entsprechende Plattenabmessungen im Formenunter- und -oberteil vorgesehen. Da die zur Fixierung der Gestalt des Formteils notwendige chemische Reaktion (Härtung) bei einer Temperatur von 160 °C bis 200 °C abläuft, sind die Spritzgußwerkzeuge beheizt. Es ist eine Wärmeisolierung gegenüber der Presse vorgesehen. Bei der Verarbeitung von Duroplasten spielt die Formteilordnung in Bezug auf Materialökonomie eine wichtige Rolle.

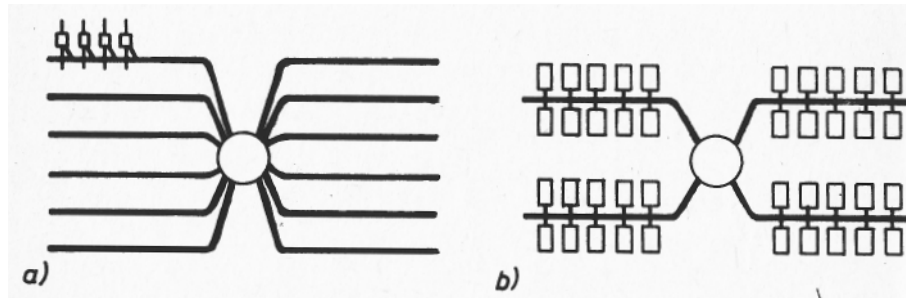


Abb. 5.3.3. Formteilordnung

a) axiale Bauelemente im DO 13- bzw. DO 15-Gehäuse (Werkzeugunterteile)

b) TO 220-Gehäuse

Der im Angußsystem erstarrte Formstoff kann wegen der Aushärtung nicht analog den Thermoplasten wieder verwendet werden. Deshalb ist die Wahl kürzester Angießkanäle (Renner) notwendig, um den Formmassenverlust zu reduzieren. Er sollte 10 - 15 % zur Masse des Formteils nicht überschreiten. Das wird beim Bauelementeverschuß noch nicht erreicht.

Zur Herstellung qualitativer Formteile und einer optimalen Aushärtung ist bei der Auswahl der Formteilordnung die Möglichkeit einer sachgemäßen Unterbringung von Heizpatronen zur gleichmäßigen Temperierung der einzelnen Formnester unbedingt mit zu bedenken.

Eine Temperaturregelung des Werkzeugober- und -unterteile garantiert eine gleichbleibende Temperatur. Das Angießen der Formnester erfolgt hauptsächlich mit Linienanschnitt (Formteilanguß), wobei rechteckige Formteile immer mit stirnseitigen Anschnitten zu versehen sind. Zu große Angießkanäle bedeuten höheren Formmassenverlust, garantieren aber andererseits einen harmonisch ablaufenden Spritzvorgang. Es ist deshalb ein ausgewogenes Verhältnis von Angußkanalquerschnitt zum Formteilvervolumen anzustreben. Die durch die Praxis ermittelten günstigsten Abmessungen sind in Abb. 5.3.4. dargestellt.

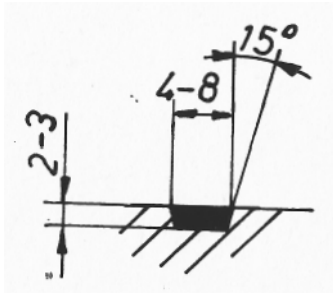


Abb. 5.3.4. Angießkanalabmessungen

Im gesamten Angießsystem sind scharfe Ecken und Abknickungen zu vermeiden. Die Größe des Anschnittquerschnitts bei einer Anschnitttiefe von 0,2 bis 0,4 mm ist im Verhältnis zum Formteilvervolumen zu wählen.

$$\text{Teilvolumen } V_F [\text{cm}^3] * 0,8 = \text{Anschnittquerschnitt } A [\text{mm}^2]$$

Die Anschnittbreite ist entsprechend der Formteilgröße so breit wie möglich zu wählen. Breite Anschnitte bewirken:

1. geringen Einspritzdruck,
2. geringere Füllstofforientierung,
3. geringen Verschleiß, dadurch höhere Standzeit des Angießsystems,
4. geringere Belastung der empfindlichen Bauelementeaufbauten.

Für eine rasche und einwandfreie Formfüllung ist es notwendig, daß die in dem formbildenden Hohlraum und in den Angießkanälen befindliche Luft und die während der Formfüllung freiwerdenden Dämpfe der Duroplastmasse ohne größeren Widerstand entweichen können. Dies wird ermöglicht durch Entlüftungsnuten 3 bis 5 x 0,025 bis 0,035mm in der Teilungsfläche des Werkzeugunterteils im Endbereich der Formfüllung.

In der Regel ist das gegenüber der Anspritzstelle und am Ende des Angießkanals 1.

Beim Bauelementeverschuß werden nur Einlegeteile (Bauelementeträgerstreifen, Einzelaufbauten) mit Formstoff umhüllt. Dabei treten besondere Probleme beim Einlegen in die Form und beim Abdichten der Einlegeteile (Drähte, Blechstreifen, Einsätze) auf.

Bei großen Bauelementeverschußwerkzeugen haben die Einlegerahmen, welche beim Preßspritzen zwischen den Formhälften bleiben, beachtliche Abmaße. Um die Rahmen noch zu handhaben, kommen in der Praxis harte Aluminiumsorten zur Anwendung. Damit treten Ausdehnungsunterschiede zwischen Form, Rahmen und Einlegeteilen auf, die durch konstruktive Maßnahmen in der Form ausgeglichen werden, daß alle Teile annähernd die gleiche Temperatur haben.

5.3.3. Anwendungsbeispiele

5.3.3.1 Spritzpreßwerkzeug für axiale Bauelemente

Funktionsbeschreibung:

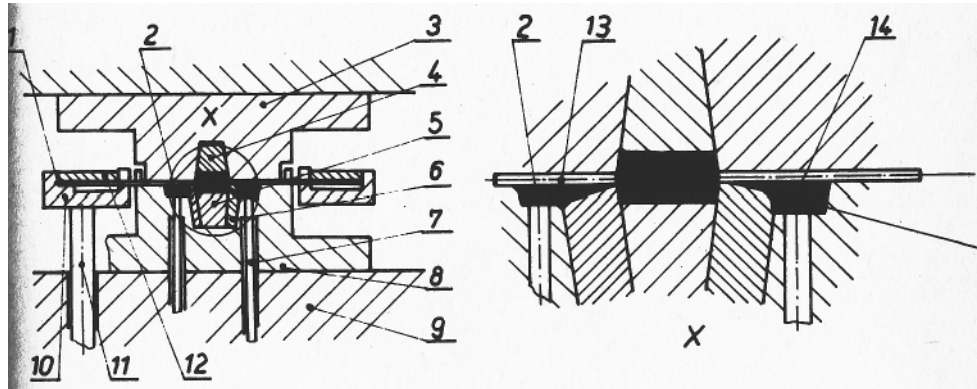


Abb. 5.3.5. Aktive Teile eines Spritzpreßwerkzeuges für axiale Bauelemente

1 Anschlag für Bauelement, 2 Entlüftungskanal, 3 oberer Grundkörper, 4 obere Formeinlage, 5 untere Formeinlage, 6 Anschnittleiste, 7 Drückstift, 8 unterer Grundkörper, 9 beheizte Grundplatte, 10 Einlegerahmen (Unterteil), 11 Druckstift für Einlegerahmen, 12 Einlegerahmenoberteil, 13 Anschlußdraht, 14 Angußkanal mit Anschnitt

Das Werkzeug ist geöffnet und in Einlegeposition gefahren. Der vorgewärmte und mit Bauelementeaufbauten bestückte Einlegerahmen wird positioniert in das Werkzeugunterteil gelegt. Der richtige und vollständige Sitz der eingelegten Teile ist zu kontrollieren.

Das Werkzeug wird geschlossen und entsprechend der Formschließkraft zugehalten.

Gleichzeitig wird die tablettierte Duroformmasse durch Einlegen in einen HF-Generator als Dielektrikum auf ca. 80 - 90 °C vorgewärmt, entnommen und in den Hohlraum des Spritzzylinders gegeben. Danach erfolgt ein gleichmäßiger Preßdruck von 5 - 20 MPa. Nach Ablauf der Preßzeit von 2 - 4 Minuten ist der Härtevorgang abgeschlossen. Der Kolben fährt in Ausgangsstellung zurück. Das Werkzeugunterteil bewegt sich, bis die Drückstifte ca. 3 - 4 mm betätigt wurden. Der Einlegerahmen kann mit den fertigen Bauelementen entnommen werden.

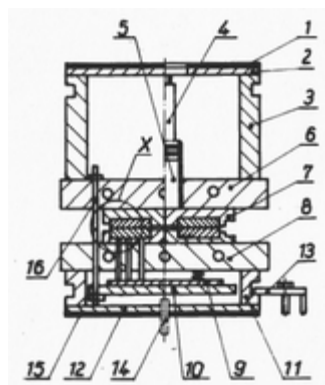


Abb. 5.3.6- Spritzpreßwerkzeug ohne Einlegerahmen

1 Isolierplatte, 2 Deckplatte, 3 Stützen, 4 Spritzkolben, 5 Spritzzylinder,
 6 beheizte Grundplatte (oben), 7 Grundkörper für aktive Einlagen,
 8 beheizte Grundplatte (unten), 9 Druckstifthalteplatte, 10 Druckplatte, 11 Stützen,
 12 Grundplatte, 13 Spanneisen, 14 Auswerfer der Spritzpreßmaschine, 15 Isolierplatte,
 16 Druckstifte für die Zurückbewegung des Auswerfersystems

5.3.3.2. Spritzpreßwerkzeug für Trägerstreifen

Bei Trägerstreifenaufbauten erfolgt die Abdichtung der Duroformmasse über kleine Stege zwischen den Anschlüssen. Die Entfernung dieser Stege und die Vereinzelung der Bauelemente erfolgt durch Schneidwerkzeuge.

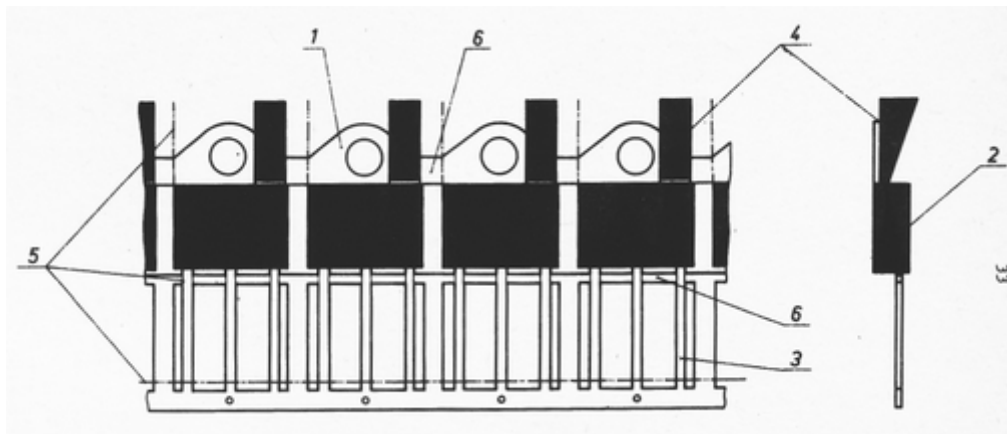


Abb. 5.3.7. Teil eines Trägerstreifens mit Duroplastgehäuse TO 220

1 Kühlblech, 2 Duroplastgehäuse. 3 Anschluß, 4 Anschnitt, 5 Trennstellen, 6 Dichtstege

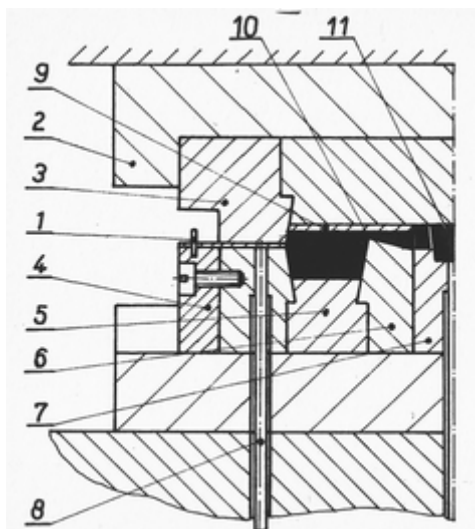


Abb. 5.3.8. Aktive Teile eines Spritzpreßwerkzeuges für Trägerstreifen (TO 220)

1 Einhängestift für Trägerstreifen, 2 Grundkörper, 3 Einlage, 4 Einsatz für Einhängestift,
 5 Formeinlage, 6 Anschnittleiste, 7 Kanalleiste, 8 Drückstift, 9 Trägerstreifen, 10 Anschnitt,
 11 Kanal

5.3.3.3. Arbeitsplatz für Formstoffverschluß

Um die in der Presse eingebauten Formen optimal zu nutzen, ist der Arbeitsplatz entsprechend dem technologischen Ablauf gestaltet. Zwei Einlegerahmen lassen einen kontinuierlichen Arbeitsfluß zu.

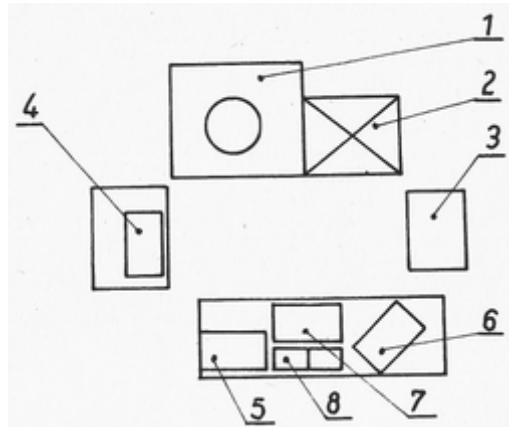


Abb. 5.3.9. Verschlußarbeitsplatz

1 Presse, 2 Hydraulikaggregat für die Presse, 3 HF-Vorwärmgenerator, 4 Ausdrückvorrichtung zum Entfernen der Angüsse, 5 Wärmeplatte für Einlegerahmen, 6 erhöhte Ablage, 7 Ablagekipplatte, 8 Arbeitstisch mit Transportbehälter

5.4. Silikon-Formmassen

Silikon-Formmassen sind wärmehärtbare Werkstoffe auf der Basis polymerer siliziumorganischer Harze. Infolge ihres chemischen Aufbaus weisen sie eine Reihe bemerkenswerter Eigenschaften auf, die sie unter den Duroplasten eine besondere Stellung einnehmen lassen.

5.4.1. Physikalische Eigenschaften in Anlieferungszustand

	Dimension	NC 6960	NC 6961	NC 6962
Füllstoffe	-	Quarzmehl, Glasfasern	Quarzmehl, Glasfasern	Quarzmehl, Glasfasern
Farbe	-	grau	grau	schwarz
Schüttdichte	kg*m ³	800-1100	800-1100	800-1100
Verdichtungsfaktor	ohne	2	2	2
Lagerzeit max. 23 C	Tag	30	30	30
Lagerzeit max. 5 C	Monat	4	4	4
optimale Lagerung	°C	-18	-18	-18
Lieferform	ohne	körnig, pulvrig	körnig, pulvrig	körnig, pulvrig

5.4.2. Physikalische Eigenschaften nach der Verarbeitung

	Dimension	Prüfvorschrift	NC 6960	NC 6961	NC 6962
Rohdichte	kg*m ³	TGL 14075		1850-1960	
Biegefestigkeit	MPa	TGL 14067	60- 80	60- 80	70- 90
Biege-E- Modul	GPa	TGL 14067	8- 13	8- 13	8- 13
Druckfestigkeit	MPa	TGL 14069	70-100	70-100	80-120
Zugfestigkeit	MPa	TGL 14070	15- 22	15- 23	16- 24
Schlagbiegefestigkeit	kJ*m ²	TGL 14068	2- 4	2- 4	2- 4
Temperaturbeständig- keit nach Martens	°C	TGL 14071	260	260	260

6. Ausrüstungen für die Endfertigung

6.1. Ausrüstungen zur galvanischen Bearbeitung von Bauelementen

6.1.1. Aufgaben der galvanischen Oberflächenbehandlung

Um die Lötbarkeit der Bauelementanschlüsse zu gewährleisten, ist eine Zinnschicht erforderlich. Da es nicht möglich ist, in der Massenfertigung die Verzinnung gezielt vorzunehmen, wird bei den Bauelementen im Kunststoffgehäuse der Anschlußkontakt und bei den Bauelementen im Metallgehäuse das gesamte Bauteil mit einer Zinnschicht überzogen. Neben der besseren Lötbarkeit wird durch die galvanisch abgeschiedene Schicht ein Korrosionsschutz erreicht.

Weitere Forderungen müssen zur Erzielung einer ansprechenden Oberfläche erfüllt werden. Die gute Haftung und einwandfreie Lesbarkeit der Kennzeichnung muß gegeben sein.

Ziel der galvanischen Bearbeitung soll es sein, möglichst definierbare Schichtdicken gleichmäßig (ca. 6 ... 12µm) mit rationellen Verfahren, ohne daß eine Beschädigung der Bauelemente auftritt, zu erreichen.

In der Praxis haben sich hierfür zwei Möglichkeiten bewährt, die beide darauf beruhen, mit Hilfe des elektrischen Stromes in einem Elektrolyten Metall abzuscheiden.

6.1.2. Gestellgalvanik

Für große Bauelemente, die hauptsächlich aus Gründen des Korrosionsschutzes bearbeitet werden müssen, hängt jedes Teil möglichst frei in einem Gestellrahmen bzw. mehrere Teile in einem Rahmen. Dabei muß die Aufhängung elektrisch leitend erfolgen. Zur Erreichung einer gut haftenden galvanischen Oberfläche sind vorbereitende Bearbeitungsschritte zur Reinigung erforderlich. In der Regel sind die Anlagen so aufgebaut, daß die einzelnen Bäder in der Reihenfolge des technologischen Ablaufes aufgestellt sind und die bestückten Gestellrahmen von Hand oder durch eine Transporteinrichtung in die einzelnen Bearbeitungsstufen gebracht werden.

Da während des galvanischen Prozesses das Material auf allen elektrisch leitenden Teilen abgeschieden wird, sind alle Oberflächen, die nicht beschichtet werden sollen mit einer isolierenden Abdeckung zu versehen.

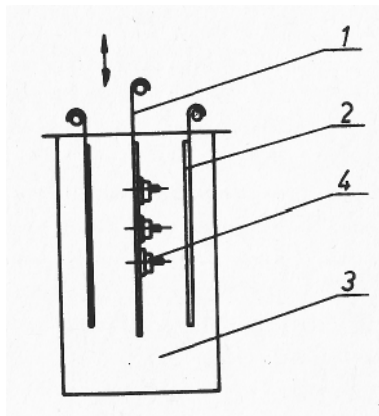


Abb. 6.1.1. Gestellbad

1 Gestellrahmen (Katode), 2 Spenderelektrode (Anode), 3 Elektrolyt, 4 Galvanisiergut

6.1.3. Trommelgalvanik

Dieses Verfahren hat wegen seiner Effektivität die führende Rolle bei der Bearbeitung von elektronischen Bauelementen. Es beruht auf dem gleichen Grundprinzip der galvanischen Oberflächenveredelung, jedoch werden hier die zu bearbeitenden Teile als Schüttgut in den Arbeitsprozeß gegeben. Das hat ferner den Vorteil, daß eine automatische Beschickung und Entleerung der Aufnahmetrommel möglich ist.

Bei diesem Verfahren stellt die Galvaniktrommel das Kernstück der Ausrüstung dar.

Ein meist 6- oder 8-eckiger Hohlkörper ist drehbar in einem Rahmen gelagert. Der Trommelkörper ist an der Mantelfläche oder an der Stirnseite mit einer verschließbaren Öffnung versehen, durch die das Bearbeitungsgut eingegeben werden kann. Die Wände

der Trommel sind mit Öffnungen versehen, die so gestaltet werden, daß einerseits das Bearbeitungsgut nicht herausfallen oder sich verhaken kann, ansonsten aber ein Flüssigkeitsaustausch zwischen dem Elektrolyten des Bades und des Trommelraumes möglich ist.

Um einen Stromfluß über die zu bearbeitenden Bauteile zu erreichen, sind an der Innenseite der Trommel Katodenkontakte angebracht, die elektrisch leitend den Stromfluß ermöglichen. Die gesamte Trommel ist ansonsten aus Werkstoffen hergestellt, die elektrisch isolierend und beständig gegen die chemischen Einflüsse der Bearbeitungsflüssigkeiten sind. Die Form der Kontakte richtet sich nach der Gestaltung der Trommel und den äußeren Abmessungen der Bauteile. Die gebräuchlichste Form sind Leistenkontakte, daneben existieren Knopfkontakte, Stirnkontakte, Ringkontakte, Scheibenkontakte usw.

Während des Arbeitsablaufes in den einzelnen Bearbeitungsbädern dreht sich die Trommel mit ca. 10 Umdrehungen pro Minute. Um die Öffnungen in der Trommelwand den speziellen Einsatzbedingungen anzupassen, werden in die Trommelwand auswechselbare Siebstopfen eingesetzt, die in ihrer Gestalt und Perforation auf das Arbeitsgut abgestimmt sind und bei Verschleiß gewechselt werden können.

Gegenüber der Gestellgalvanik ist ein höherer konstruktiver Aufwand erforderlich. Das gesamte Trommelaggregat (Trommel, Halterung, Antrieb) muß den mechanischen, thermischen, chemischen und elektrischen Beanspruchungen genügen.

Dabei stellt die Baugruppe der Stromzuführung hohe Anforderungen an die konstruktive Gestaltung und bauliche Ausführung. Die Aufgabe besteht darin, den Galvanisierstrom von ca. 5 V und 100 A den Katodenkontakten zuzuführen, die sich gemeinsam mit dem Trommelkörper bewegen. Die stromführenden und -übertragenden Teile müssen dabei flüssigkeitsdicht gegenüber dem Elektrolytbad mit seinen chemischen und thermischen Beanspruchungen angeordnet sein.

Eine bewährte konstruktive Lösung besteht darin, den Haltearm des Trommelkörpers als stromführendes Bauteil zu nutzen, das über einen Schleifringkontakt und Verteilerstern den Strom auf die Katoden überträgt. Diese gesamte Anordnung ist durch einen elastischen Faltenbalg abgedichtet, der über den stromführenden Haltearm der Galvaniktrommel fest mit dem Trommelkörper verbunden ist und sich mit diesem mitdreht. Die Nachteile der Trommelanlage bestehen darin, daß empfindliche zu galvanisierende Teile durch die Relativbewegung beschädigt bzw. deformiert werden. Die für die verschiedenen galvanischen Prozeßschritte erforderlichen Bäder stellen einen hohen apparativen Aufwand dar. Bei dem Durchfahren

der einzelnen Bäder muß die Flüssigkeitsmitnahme (Verschleppung) durch den Trommelkörper vermieden werden, weil sich dadurch der Reinheitsgrad der Elektrolytbäder und damit die Galvanikqualität unkontrolliert verändern kann.

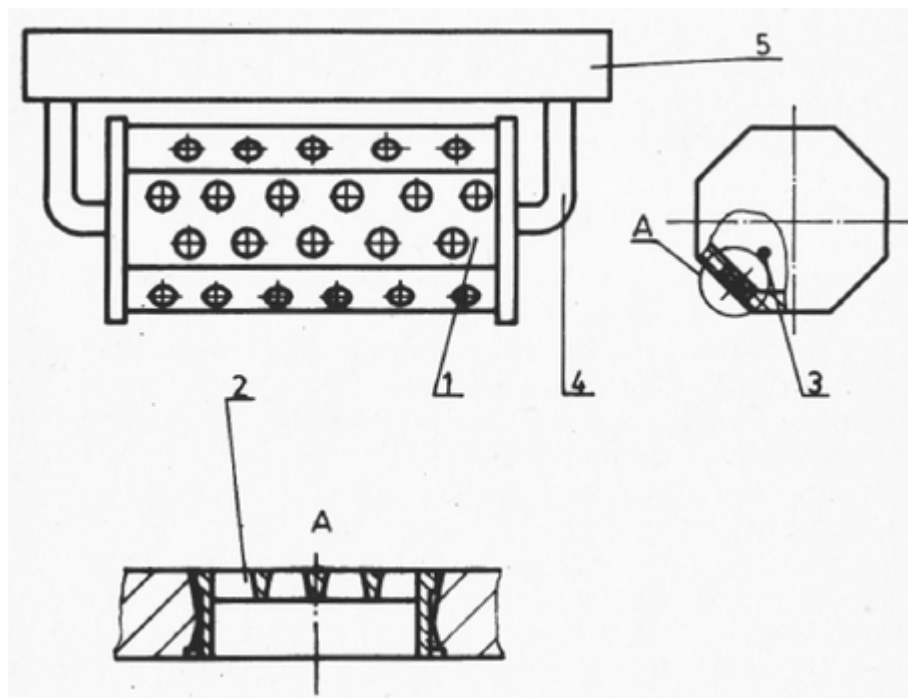


Abb. 6.1.2. Galvaniktrommel

1 Trommelkörper, 2 Siebstopfen, 3 Katodenkontakt, 4 Halterung (Stromzuführung),
5 Aufhängung

6.1.4. Vibrobotanlage

Für kleine empfindliche Galvanisierteile hat sich ein Verfahren bewährt, das die geschilderten Nachteile der Trommelgalvanik vermeidet. Das Arbeitsgut befindet sich in einem senkrecht stehenden runden Arbeitsbehälter, der über eine Achse in Vibration versetzt wird. Diese Schwingbewegung transportiert das Galvanikgut über eine spiralförmig ansteigende Bahn, von der es wieder auf den Behälterboden zurückfällt. Damit wird die erforderliche Relativbewegung der zu galvanisierenden Teile erzeugt. Der Arbeitsbehälter ist mit Siebstopfen zum Austausch der Badflüssigkeit bestückt. Der Galvanikstrom wird über Knopfkontakte, die bündig in dem Behälterboden sitzen, zugeführt. Ein integriertes Pumpen- und Düsensystem führt automatisch nach einem vorgegebenen Programm die verschiedenen Medien zu, wie sie für den Prozeßablauf erforderlich sind. In einem entsprechenden Behältersystem werden die Medien bereitgestellt. Die Programmsteuerung läßt eine kurzfristige Umstellung auf die verschiedensten Verfahrensschritte zu.

6.2. Ausrüstungen für die Kennzeichnung von elektronischen Bauelementen

6.2.1. Aufgaben der Kennzeichnung

Mit der Kennzeichnung der Bauelemente soll in erster Linie dem Anwender eine Information für den zielgerichteten Einsatz der Bauteile gegeben werden. Neben Typ- bzw. Klassenkennzeichnung ist für Dioden die Angabe der Polarität von Bedeutung. Nach dieser Grundinformation gehören zu einer standardgerechten Kennzeichnung der Hinweis auf den Hersteller sowie das Herstelldatum in direkter oder verschlüsselter Form.

Aus Sicht des Herstellers sind dazu Verfahren einzusetzen, die neben einer guten Lesbarkeit eine rationelle Fertigung ermöglichen bei ausreichender Abriebfestigkeit des Stempelbildes.

6.2.2. Anforderungen an die Stempelfarben

Abgesehen von der Kennzeichnung für Minderstückzahlen im Stempelverfahren von Hand, erfolgt die rationelle Kennzeichnung im Druckverfahren. Die handelsüblichen Blechdruckfarben sind wegen ihrer langen Trockenzeit von mindestens 15 Minuten bei einer Temperatur von +150 °C für eine rationelle Fertigung ungeeignet, außerdem kann die Temperaturbelastung sich ungünstig auf die Stabilität der Bauelemente auswirken.

Günstiger ist der Einsatz von Thermofixierfarben, die bei einer Temperatur von +60 °C sofort aushärten. Hiermit läßt sich eine effektive Kennzeichnung durchführen, wobei mit verschiedenen Farbtönen ein breites Spektrum erfaßt werden kann.

6.2.3. Stempelwerk

Die Ausrüstungen zur Kennzeichnung sind grundsätzlich so aufgebaut, daß die Bauelemente einzeln beschriftet werden. Die Zuführung erfolgt dabei von Hand oder über Transporteinrichtungen (z. B. Vibrationsförderer).

Die Stempelinrichtungen arbeiten nach folgendem Prinzip:

In einem mit Druckfarbe gefüllten Kasten rotiert eine Stahlwalze, die dabei von der Farbe benetzt wird. Ein Abstreifer bewirkt, daß nur eine dünne gleichmäßige Farbschicht auf der Walzenoberfläche verbleibt. Diese Farbe wird während der Drehbewegung auf ein mit gleicher Umfangsgeschwindigkeit laufendes Gummirad durch Berührungskontakt übertragen. Von diesem Rad wird die Farbe nach dem

gleichen Prinzip auf Stempeltypen, die in einer rotierenden Aufnahme angeordnet sind, weitergegeben. Diese mit Farbe benetzten Typen geben ihr Stempelbild an ein weiteres Gummirad ab. Von diesem Rad wird das Stempelbild auf jeweils ein Bauelement übertragen.

Je nach Form der Bauelemente gibt es zwei verschiedene Übertragungsmöglichkeiten:

- Rotationssymmetrische Bauteile werden mit geringer Geschwindigkeit an dem Stempelbildrad vorbeigeführt. Die Bauteile werden durch dieses Rad in Drehung versetzt und dabei erfolgt die Stempelbildübertragung auf die Mantelfläche der zu kennzeichnenden Teile.
- Die anderen Bauelemente, die keine rotationssymmetrische Gestalt haben, werden durch ein Fördersystem so an dem Stempelbildrad vorbeigeführt, daß kein Bewegungsunterschied auftritt und damit eine einwandfreie Übertragung erfolgen kann.

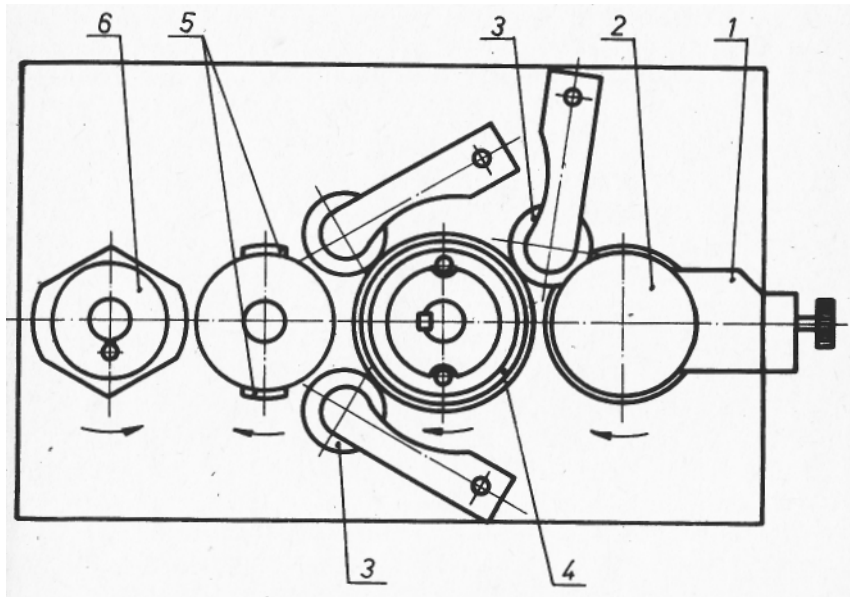


Abb. 6.2. Druckwerk

1 Farbkasten, 2 Farbbrolle, 3 Übertragerrolle, 4 Verteilerwalze, 5 Stempeltypen, 6 Stempelrolle

6.3. Ausrüstungen für die Verpackung von elektronischen Bauelementen

6.3.1. Aufgaben der Verpackung

Die Bauelemente liegen nach Verlassen des Fertigungsprozesses als Schüttgut vor. Für den Versand der Erzeugnisse an den Kunden ist eine Verpackung erforderlich. Unter

Berücksichtigung der Abmessungen der zu verpackenden Teile müssen durch die Verpackung folgende Aufgaben erfüllt werden:

- Aufnahme bestimmter Stückzahlen
- Schutz vor Beschädigung, Verunreinigung
- effektive Lagermöglichkeit (stapelfähig)
- Weitergabe von Informationen an den Empfänger
- direkte Weiterverarbeitungsmöglichkeit.

6.3.2. Hauptsächlichste Verpackungsarten

Schüttgut -

Die einfachste Art der Verpackung, die jedoch nur einen Teil der genannten Anforderungen erfüllt, ist die Weitergabe der Bauelemente an den Kunden als Schüttgut in entsprechenden Behältnissen, wie Karton, Tüte, Beutel. Damit entstehen zwar beim Hersteller die geringsten Kosten, bei dem Anwender wird der Weiterverarbeitungsaufwand entsprechend höher. Volkswirtschaftlich betrachtet ist dieser Weg nicht zu vertreten und sollte nur bei kleinen Stückzahlen angewendet werden.

Gurtung -

Bei diesem Verfahren, das hauptsächlich für Bauelemente kleiner Abmessung mit Drahtanschluß geeignet ist und alle Anforderungen an die Verpackung erfüllt, werden die Bauteile an den Drahtenden auf ein elastisches selbstklebendes Trägermaterial aufgebracht. Die hierfür erforderlichen Ausrüstungen sind so konzipiert, daß die zu gurtenden Bauteile mehrere Arbeitsschritte durchlaufen müssen.

6.3.3. Gurtungsautomat

Die wichtigsten Baugruppen eines Gurtungsautomaten sind:

- Vibrationskreisförderer
- Drahttrichteinheit
- Meßklammer
- Bauelementwendestation
- Gurteinheit.

Durch Leitbleche sind die einzelnen Stationen zur Weiterführung der Bauelemente miteinander verbunden. Der Arbeitsablauf ist so, daß die Bauteile in den Förderer geschüttet werden. Aus dem Förderer gelangen die Teile lagegeordnet über eine entsprechend gestaltete Zuführbahn, an der Bauelemente mit stark verbogenen Anschlußdrähten ausgesondert werden, in die Drahrtrichteinheit. Mit dem Drahrtrichter werden durch rotierende Richtwalzen die Anschlußdrähte der zu bearbeitenden Bauelemente gerichtet. Damit ist die Voraussetzung für eine exakte elektrische Messung gegeben. Außerdem ermöglichen die gerichteten Anschlüsse eine genaue Lage im Gurt als Erfordernis für eine problemlose Weiterverarbeitung beim Anwender. In der anschließenden Meßklammer wird die Lage der Bauelemente im Hinblick auf ihre Polarität geprüft und das ausgewertete Meßergebnis als Information an die nachfolgende Bauelementewendestation weitergegeben.

In dieser Station wird die Lage des Bauelementes während des Falles so beeinflußt, daß es entweder unverändert weitergeleitet oder in der Fallbewegung um 180° gewendet wird. Damit verlassen alle Teile die Wendestation mit definierter Polaritätslage als Voraussetzung für eine exakte Vergurtung, die in der anschließenden Gurteinheit erfolgt.

Hier werden die Bauelemente in definierten Abständen aufgenommen und an beiden Anschlußenden von jeweils einem oben- und untenliegenden selbstklebenden Papierstreifen in ihrer Lage fixiert. In dieser Gurteinheit besteht die Möglichkeit, durch farbliche Markierungen auf dem Gurtstreifen, die z. B. eine bestimmte Stückzahl symbolisieren, dem Anwender zusätzliche Informationen zu geben.

Weiterhin besteht die Möglichkeit, die gegurteten Bauelemente auf eine Transportspule aufzuwickeln, die eine direkte Weiterverarbeitung gewährleistet.

Die Konzeption dieses Gurtautomaten setzt die Eingabe von bereits gekennzeichneten Bauelementen voraus. Aus der Tatsache heraus, daß die Bauteile zu den einzelnen Baugruppen nicht zwangsweise, sondern durch ihre Schwerkraft bewegt werden, liegt die erreichbare Taktzeit bei ca. 0,5 Sekunden. Durch Kontrollstationen (Lichtschranken) an den Verbindungsfallstrecken wird der Bewegungsablauf der zu transportierenden Bauteile überwacht und eventuelle Störungen der Bedienkraft signalisiert.

6.3.4. Einzel- bzw. Palettenverpackung

Für Bauelemente größerer Abmessung, die meist in kleineren Stückzahlen produziert werden, erfolgt die Verpackung von Hand. Dabei werden die Bauteile einzeln in Schachteln oder Paletten verpackt. Von dem Behälter wird hauptsächlich hierbei eine Schutzfunktion übernommen. Je nach Abmessung der Bauteile und der zu verpackenden Stückzahlen lassen sich die Handarbeitsgänge mechanisieren, um z. B. eine definierte Anzahl von Bauelementen gleichzeitig in einen Verpackungsbehälter umzusetzen.

6.4. Endfertigungsautomat

6.4.1. Allgemeine Anforderungen

In dem Bestreben, die Fertigung zu rationalisieren, Arbeitsgänge zusammenzulegen und damit Arbeitskräfte einzusparen, sind Automaten entstanden, die diesen Forderungen entsprechen.

Speziell für Bauelemente, die in großen Stückzahlen gefertigt werden, ist ein entsprechend hoher anlagentechnischer Aufwand berechtigt.

Der Endfertigungsautomat stellt in der Diodenfertigung einen Ausrüstungskomplex dar, der in seiner Zusammenlegung zahlreicher Arbeitsgänge einen wesentlichen Beitrag zur Rationalisierung und Arbeitskräfteeinsparung leistet.

Grundsätzlich stellt ein verkettetes Maschinensystem höhere Anforderungen an die einzelnen Baugruppen hinsichtlich Funktionssicherheit, da bei Ausfall einer Baugruppe der gesamte Automat nicht betriebsfähig ist. Außerdem ist von den zu bearbeitenden Bauteilen eine automatengerechte Formgebung bei Einhaltung definierter Fertigungstoleranzen zu verlangen.

6.4.2. Aufbau und Wirkungsweise

Hauptgruppen:

- Vibrationsförderer
- Drahttrichteinheit
- Polungsmeßklammer
- Wendestation
- Kontrollmeßklammer einschließlich Kontrollmesser
- Sortierstation

- Stempelwerk
- Transportstrecke
- Trockenofen
- Gurteinheit mit Übergabestation

Die Arbeitsfolge ist so daß durch die Bedienkraft des Automaten Bauelemente, die bereits vorher auf einem Endmeßautomaten bezüglich ihrer Klassenverteilung gemessen wurden, in den Vibrationsförderer eingegeben werden. Die weiteren Schritte laufen dann automatisch ab. Im Förderer werden die Bauelemente so vorsortiert, daß sie lageorientiert in Längsrichtung den Förderer verlassen und über eine Ablaufstrecke in den Drahrichter fallen. Nach dem Richten der Anschlußdrähte bieten die Bauelemente günstige Bedingungen für die nachfolgenden Arbeitsschritte. In der Polungsmeßklammer, die sich unmittelbar an den Drahrichter anschließt, wird die Polungslage der Bauteile gemessen. Entsprechend dem Meßergebnis wird die Wendestation angesteuert. Dabei fällt das Bauteil entweder ungehindert durch, oder mit Verstellung der Führungshebel an der Wendestation erfolgt während der Fallbewegung eine Drehung um 180°.

Zur Kontrolle der richtigen Lage und der Typenklasse wird in einer nachgeschalteten Meßklammer eine weitere Messung durchgeführt. Entsprechend dem Meßergebnis verbleibt das Bauelement zur weiteren Bearbeitung im Automaten oder wird als Ausschuß über eine Sortierstation in einen Sammelbehälter geleitet. Im anschließenden Stempelwerk erfolgt die Kennzeichnung der Bauelemente mit dem Schriftbild. Da die vorherige Messung die Richtigkeit der zugehörigen Typenklasse bestätigt hat und das Stempelwerk nur eine fest vorgegebene Kennzeichnung übertragen kann, ist die eindeutige Zuordnung gewährleistet. Nach dem Verlassen des Druckwerkes gelangen die Bauelemente auf eine Transportkette, die mit entsprechenden Mitnehmern versehen, die Teile in definierter Lage weiterführt. Dabei werden sie durch einen Trockenofen bewegt, um die Stempelfarbe zu trocknen und das Schriftbild damit wischfest zu machen. Nach dem Verlassen des Ofens können die Bauteile entweder als Schüttgut die Transportkette verlassen oder werden weitergeführt und gelangen in eine Gurtstation. Hier werden sie in definierten Abständen an den Drahtenden zwischen selbstklebenden Papierstreifen eingebettet und verlassen so den Automaten.

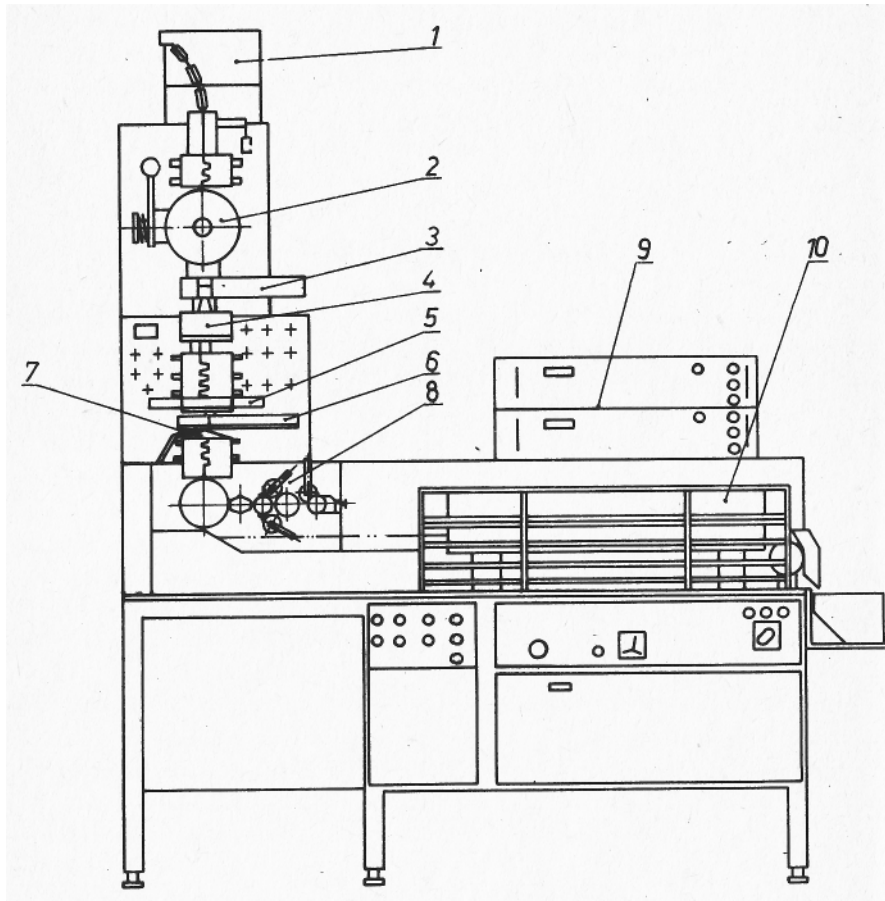


Abb. 6.4. Endfertigungsautomat

1 Vibrationsförderer, 2 Drahtrichtereinheit, 3 Polungsmeßklammer, 4 Wendestation,
 5 Vereinzelung, 6 Kontrollmeßklammer, 7 Sortierstation, 8 Druckwerk, 9 Kontrollmesser,
 10 Trockenofen

Literaturverzeichnis

/1/ Trepte: Plastwerkzeuge, VEB Verlag Technik Berlin

/2/ Prospekt: Nünchritzer Silikone, Silikon-Formmassen, VEB Chemiewerk Nünchritz

Bisher sind in der Schriftenreihe folgende Hefte erschienen:

Heft 1 - Technologie der Leistungselektronik Zyklus I

spezielle Merkmale der Si-Leistungsbau-elemente-Technologie, verschiedene Grundtechnologien, Hauptverfahrensabschnitte, Probleme der Einheitstechnologie, Kontrollmessung Zyklus I

Heft 2 - Technologische Spezialausrüstungen für Zyklus I

TSA zur naßchemischen Bearbeitung, TSA zur Herstellung von pn-Übergängen, TSA zur Metallisierung, TSA zur Fotolithografie, TSA zur mechanischen Oberflächenbearbeitung, Reine Räume

Heft 3 - Technologie der Leistungselektronik Zyklus II

Aufgaben des Zyklus II, Darstellung der angewendeten Grundtechnologien, Gehäuse für leistungselektronische Bauelemente, technologische Hauptschritte (Vereinzeln, Passivieren, Kontaktieren, Zweitabdeckung, Verschluß), Weiterentwicklung

Heft 4 - Technologische Spezialausrüstungen für Zyklus II und III

TSA zum Vereinzeln, TSA zur Oberflächenpassivierung (ohne Glaspassivierung), Ausrüstungen zur Chipkontaktierung, Ausrüstungen für Bauelementeverschuß, Ausrüstungen für die Endfertigung (ohne Meßtechnik), einschließlich Verpackung

Heft 5 - Meßtechnik für leistungselektronische Bauelemente

(Transistoren und Gleichrichterioden) Aufgaben der Meßtechnik, Standardisierung, Kennwerte und Meßverfahren, Prüftechnologie und Qualitätssicherung, meßtechnische Geräte und Ausrüstungen

Heft 6 - Überwachung des Produktionsprozesses

Produktionsprozeß als Teil des betrieblichen erweiterten Reproduktionsprozesses, Qualität und Qualitätssicherungssystem, Prozeßkontrolle und -analyse, mathematisch-statistische Grundlagen, statistische Hilfsmittel, Prozeßinformationen, Weiterentwicklung zur rechnergestützten Produktion