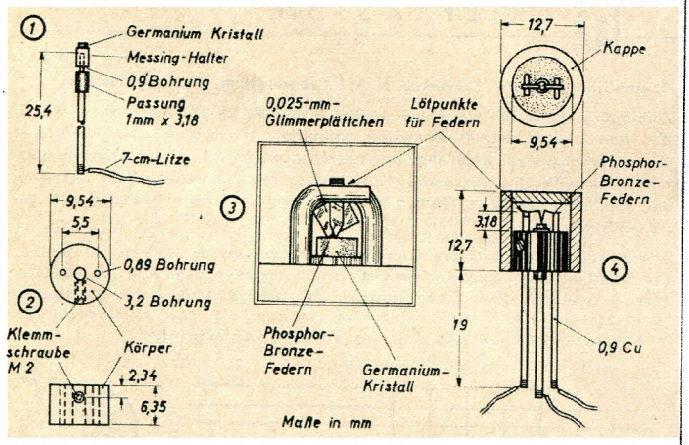
Selbstgebaute Transistoren

In der englischen Zeitschrift „Wireless World" vom Januar 1954 wird auf Seite 20 eine Anregung zur Selbstherstellung von Transistoren gegeben. Als Ausgangsmaterial dienten ältere Germaniumdioden der englischen Typen CG 1-C und CG 4-C (hohe Sperrspannung). Es eignen sich nicht alle Dioden; insbesondere sind die heute gefertigten Ausführungen für diesen Zweck weniger brauchbar. Für eine gute Transistorfunktion ist das Phänomen der „Loch"-Speicherung entscheidend, das bei Dioden möglichst unterdrückt wird, weil es die Gleichrichterwirkung bei höheren Frequenzen verschlechtert.

Nach dem vorsichtigen Zerlegen einer solchen Diode erhält man den meistens auf einem Messingklötzchen aufgelöteten Germaniumkristall. In diesen Halter wird nach Abb. 1 ein Loch (0,9 mm ⌀ und 0,15 mm tief) eingebohrt und dort ein 2½ cm langer und 0,9 mm starker Cu-Draht eingelötet. Hierbei darf das Germanium nicht mit den Fingern oder einem Werkzeug berührt werden, damit die Oberfläche des Kristalls sauber bleibt. Gleichfalls sind sämtliche Lötarbeiten schnell und möglichst mit Lötzinn auszuführen, das schon bei niedriger Temperatur fließt, damit der Kristall nicht allzusehr erhitzt wird und dadurch seine Eigenschaften ändert. Die Kontaktspitzen für Emitter und Kollektor sind aus 0,13 mm starkem Federdraht (Phosphorbronze) anzufertigen. Man braucht zwei etwa 1 cm lange Stücke, die je an einem Ende auf etwa 0,05 mm Stärke flachgehämmert werden. Mit einem Abziehstein sind nun die breiteren Enden V-förmig spitz zu schleifen. Mit einem Taschenmikroskop (20 ... 30fache Vergrößerung) kann man sich davon überzeugen, daß die Spitzen (60°) sauber und scharf sind (Spitzenradius < 0,01 mm).

Als Montagekörper läßt sich ein Isolierstück benutzen, das nach Abb. 2 mit Bohrungen versehen wird. Mit der seitlichen 2-mm-Klemmschraube kann der Germaniumhalter verdrehbar festgehalten werden. Durch die beiden symmetrischen Bohrungen sind die stramm passenden Haltedrähte für die Kontaktfedern zu stecken. Nach dem Einführen der Drähte biegt man sie nach Abb. 3 in einer Höhe von rd. 3 mm um.

Die dort anzulötenden Federn sollen einen Winkel von etwas mehr als 90° bilden und so gebogen sein, wie es aus Abb. 4 hervorgeht. Die Justierung ist (evtl. mit Lehre) so vorzunehmen, daß beide Spitzen (von der Seite gesehen) genau hintereinander stehen und am Kontaktpunkt einen Abstand von 0,05 mm voneinander haben. Zur Sicherheit läßt sich dann noch ein 0,02 mm starkes und etwa 2×4 mm großes Glimmerblättchen zwischen beide Federn schieben, das etwa 0,2 mm oberhalb der Kontaktspitzen befestigt wird.
Beim Einführen des Kristallhalters sind die Horizontalteile der Kontaktfedern zu beobachten. Berührt der Kristall die Federspitzen, dann soll der Kontaktdruck durch Nachschieben des Kristallhalters noch so weit erhöht werden, bis die Federn etwa 0,2 mm hochgedrückt werden. Richtiger Sitz der Federn



ist wieder mit dem Taschenmikroskop zu überprüfen. Transistorwirkungen erreicht man mit Kontaktabständen von 0,01 ... 0,001 mm, wobei 0,005 mm etwa ein Optimum sind.

Bei der ersten elektrischen Prüfung ist zunächst mit einem Ohmmeter zu prüfen, ob dieser Aufbau eine brauchbare Doppeldiode darstellt. Zwischen beiden Kontaktfahnen (Kristall bleibt frei) soll der unformierte Emitter-Kollektor-Widerstand in der Größenordnung von 1 MOhm liegen. Jede einzelne Strecke mißt man anschließend jeweils mit positiver und negativer Polarität an den Elektroden gegen die Basis. Positives Potential ergibt Emitter-Charakteristik mit Widerständen unter 1000 Ω und negatives Potential Kollektor-Charakteristik mit über 100 kΩ, meistens bis 1 MΩ.

Prüft man anschließend auf Transistorfunktion, so schaltet man das Ohmmeter zwischen Kristall und — mit negativer Klemme — an eine Kontaktfeder (Kollektor), während eine 4,5-V-Taschenbatterie in Serie mit einem 5-kOhm-Widerstand mit positiver Klemme an die andere Feder für Emitterwirkung und Basis anzuschließen ist. Hierbei soll der Kollektorwiderstand etwa auf $^1/_{10}$ des vorher gemessenen Wertes abfallen. Jeder Rückgang des Kollektorwiderstandes deutet auf Transistorfunktion.

Zum Schluß ist dieses Bauelement noch zu formieren, damit eine nutzbare Stromverstärkung erreicht wird. Bei angeschlossener Emittervorspannung wird im Kollektorkreis ein Kondensator von 1000 pF ... 0,1 μF nacheinander mit langsam steigenden Spannungen entladen. Man beginnt diesen Vorgang mit Spannungen von rd. 80 V und erhöht diese dann in Stufen von je 20 V bis auf etwa 300 V, wobei der Kapazitätswert nach jedem Ladezyklus vergrößert wird. Die Formierung ist beendet, wenn bei angelegter Emittervorspannung der Kollektorwiderstand unter 1,5 kΩ bzw. bei 0 V Emitterspannung unter 10 kΩ gefallen ist (laufende Kontrolle mit dem Ohmmeter). Als Daten der selbsthergestellten Transistoren gelten etwa folgende Werte: Kollektorspannung —30 V, Kollektorstrom —10 mA, Kollektorverlustleistung 50 mW.