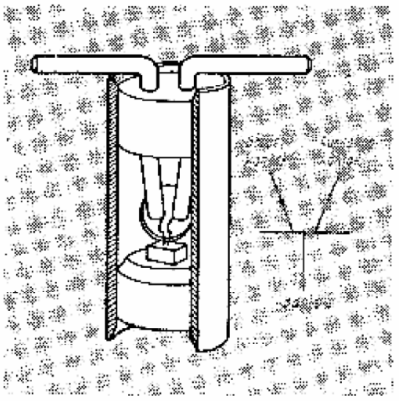
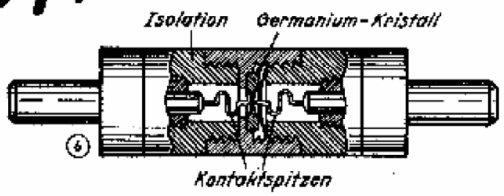


①

Von der Type A zum Koaxial-Transistor



⑥

Transistor A

Im Laufe des vergangenen Jahres wurden die ersten Mitteilungen über den von Bell Telephone Laboratories Inc. entwickelten Transistor veröffentlicht*). Diese neuen Bauelemente der Funktechnik scheinen berufen zu sein, die bisher übliche Schaltungstechnik umzustürzen. Ob sie einmal in der Lage sein werden, die Röhren vollkommen zu verdrängen, kann im Augenblick noch nicht vorhergesagt werden. Immerhin sind ihre Eigenschaften nach den bisher bekanntgewordenen Meldungen so, daß sie ohne Zweifel in Zukunft für viele Zwecke einen vollwertigen Röhrenersatz darstellen.

Inzwischen wurde eine als Typ A bekanntgewordene Ausführung entwickelt, die in einem Zylinder von weniger als 12 mm Länge und 4 mm Durchmesser den Germanium-Kristall und die beiden Kontakte enthält. Für den als „emittor" bezeichneten Kontakt wird die Bezeichnung „Steuerkontakt" und für den als „collector" bezeichneten Kontakt die Bezeichnung „Ausgangskontakt" vorgeschlagen. Die mit dem Halbleiter verbundene Grundplatte (Basis) ist mit der äußeren metallischen Hülle verbunden, die beiden Kontakte sind als Drähte isoliert herausgeführt (Abb. 1). Für Schaltbilder wird von Bell das in Abb. 1 rechts gezeichnete Symbol vorgeschlagen, bei dem der Steuerkontakt mit einem Pfeil versehen ist.

Für die Anwendungen des Transistors arbeitet man zweckmäßig, ähnlich wie bei Röhren, mit Kennlinienfeldern.

Für konstanten Strom durch eine der beiden Elektroden als Parameter stellt man die an der anderen Elektrode auftretende Spannung als Funktion des sie durchfließenden Stromes dar. Als Spannungsnullpunkt gilt dabei die Basis, auf die sämtliche Spannungsangaben bezogen werden (vgl. damit die Spannungsangaben bei der Röhre: Bezugspunkt ist dort die Katode).

Für jeden Transistor ergeben sich damit vier Kennlinienfelder (Abb. 2 ... 5).

Für den Transistor A werden folgende vorläufigen Werte angegeben:

Grenzwerte:

Max. Spannung an Ausgangskontakt	— 70 V
Max. Belastung des Ausgangskontakts	0,2 W

Betriebswerte:

Steuerkontakt:	
Strom	0,6 mA
Spannung	0,7 V
Ausgangskontakt:	
Strom	— 2 mA
Spannung	— 40 V

Koaxial-Transistor

Die Arbeiten der Bell an der Weiterentwicklung des Transistors haben gezeigt, daß die Verstärkerwirkung auch dann erhalten bleibt, wenn die beiden Elektroden (Steuer- und Ausgangskontakt) auf verschiedenen Seiten des Germanium - Kristalls liegen. Der Kristall selbst braucht dann nur noch aus einem winzigen Stückchen Germanium zu bestehen, an dem sich die beiden Kontakte in einem Abstand von nur wenigen hundertstel Millimetern gegenüberliegen.

Im Rahmen der zahlreichen Versuchsreihen war schon zeitig die Vermutung aufgetaucht, daß die Stromleitung zwischen den beiden Elektroden durch den Kristall hindurch und nicht entlang der Oberfläche erfolgt. Die Verstärkerwirkung mußte demnach unabhängig von der Oberfläche sein und im Innern des Kristalls ihren Sitz haben. War diese Vermutung richtig, dann mußte es auch möglich sein, den Transistor in rotationssymmetrischer Form zu bauen. Die neue Konstruktion hat dabei den besonderen Vorteil, daß Steuer- und Ausgangselektroden sehr gut gegeneinander abgeschirmt werden können.

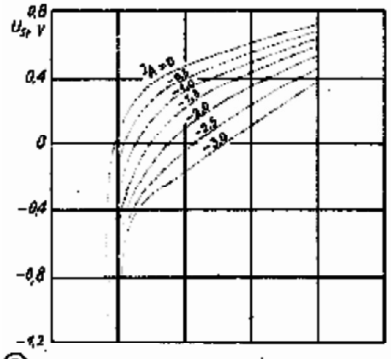
Bei dem neuen Koaxial-Transistor wird eine Germaniumscheibe von etwa 3,5 mm Durchmesser und 50 μ Dicke aus einer Germaniumplatte herausgeschnitten und mit Spezialwerkzeugen werden an zwei gegenüberliegenden Stellen zwei Vertiefungen geläppt. Der so vorbereitete Kristall wird von einer Fassung aufgenommen und durch Federn gehalten. Der in der Schaltung normalerweise auf Nullpotential liegende Kristall bildet gleichzeitig die elektrostatische Abschirmung zwischen Steuer- und Ausgangselektrode; alle drei Teile — Steuerelektrode, Kristall und Ausgangselektrode — werden in einem metallischen Rohr axial angebracht (Abb. 6).

Die Entwicklung des Transistors, Typ A, hatte gezeigt, daß für die Arbeiten mit größeren Stromstärken hochglanzpolierte Kristallflächen günstig sind. Bei der Montage ergaben sich jedoch häufig Schwierigkeiten, indem die beiden Elektroden seitwärts abrutschten, da sie nicht genau senkrecht auf der Oberfläche befestigt werden konnten. Beim neuen Koaxial-Transistor fallen diese Schwierigkeiten weg, da wegen der Anordnung der Elektroden auf verschiedenen Seiten eine senkrechte Auflage möglich ist.

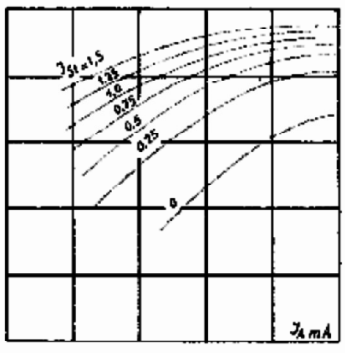
Die Kennlinien dieses neuen Typs sind mit denen des Typs A vergleichbar.

Zusammengefaßt ergeben sich also für die neue Ausführung nachstehende Vorteile: größere Stabilität der Elektroden, elektrostatische Abschirmung zwischen Eingangs- und Ausgangsseite und vereinfachter Zusammenbau, weil nicht mehr zwei Kontakte in einem Abstand von wenigen hundertstel Millimetern nebeneinander stehen. Gewisse Herstellungstoleranzen müssen auch bei der neuen Ausführung noch in Kauf genommen werden, jedoch läßt sich eine wesentlich größere Betriebssicherheit erreichen.

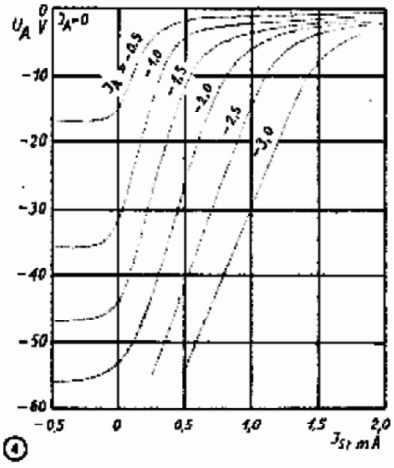
—th



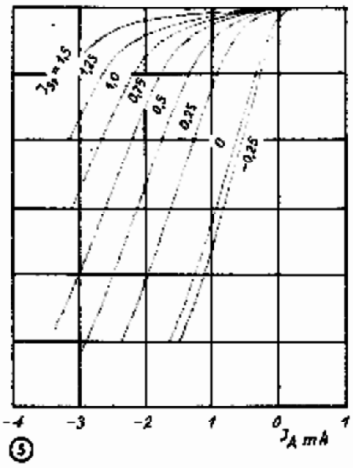
②



③



④



⑤

*) S. a. FUNK-TECHNIK Bd. 3 (1948), H. 24, S. 616 und 617.