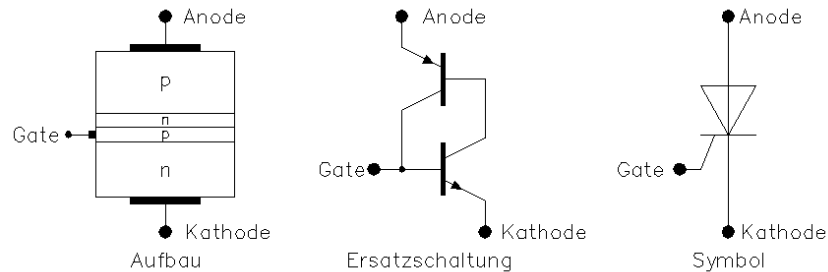


Leistungs Halbleiter Bauelemente

Eine Reihe von Halbleiter Bauelementen sind speziell für hohe Leistungen ausgelegt. Die nötigen hohen Stromdichten werden von folgenden Bauelementen erreicht:

Thyristor und Triac:



Jede Folge npnp von 4 Schichten kann als Thyristor arbeiten. Die Ersatzschaltung aus 2 Bipolartransistoren zeigt, wie der Stromfluß sich bei der Ansteuerung des Gates aufschaukelt. Der Thyristor ist DAS Bauelement für hohe Ströme und Spannungen. Er hat die Eigenschaft, bei kleinem Gatestrom zu zünden und danach bei fließendem Laststrom ohne Gatestrom gezündet zu bleiben.

Triacs bestehen aus 2 antiparallelen Thyristoren mit gemeinsamem Gateanschluß. GTO (Gate Turn Off) Thyristoren haben ein sehr sorgfältig bemessenes Produkt der Stromverstärkungen der beiden Transistoren nur wenig über 1. So kann mit einem Ableitstrom von ca. 30% des fließenden Stroms der Thyristor mit dem Gate gelöscht werden.

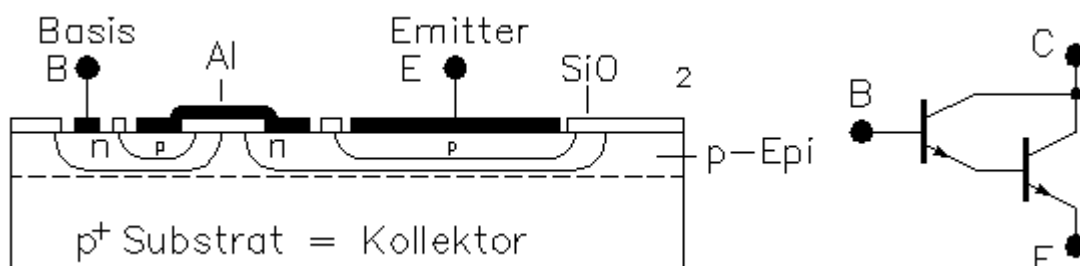
Als bipolares Bauelement ist der Thyristor durch 2. Durchbruch gefährdet, der beim Einschalten hoher Ströme erfolgen kann. Einige speziell beim Thyristor vorkommende Daten sind:

Die kritische Stromanstiegsgeschwindigkeit di/dt Der gezündete Bereich muß sich über den ganzen stromtragenden Querschnitt ausgebreitet haben, bevor der volle Laststrom fließen darf. Nur so bleibt die Stromdichte unter ihrem kritischen Wert.

Der Haltestrom: Der Strom, bei dem der Thyristor noch sicher gezündet bleibt.

Die kritische Spannungsanstiegsgeschwindigkeit dU/dt : Bei sehr raschem Spannungsanstieg kann die Zündung kapazitiv „über Kopf“ ausgelöst werden. Das muß unbedingt vermieden werden, weil hier die Zündung an einer undefinierten Stelle erfolgen kann, von wo aus ihre Ausbreitung womöglich zu lange dauert.

Darlington:

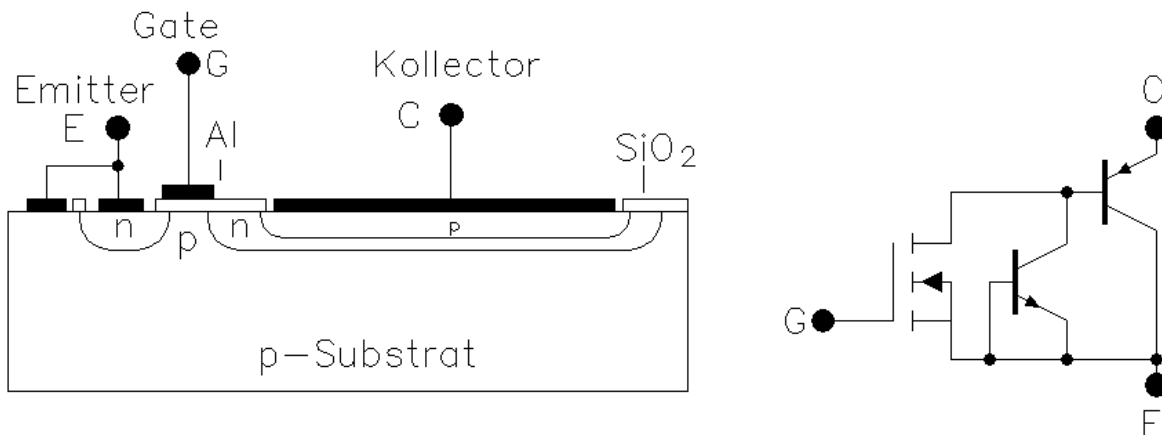


Grundtatsachen siehe PE. Diese Kaskadierung von 2 Transistoren erreicht sehr hohe Stromdichten, hat aber eine relativ hohe Sättigungsspannung. Sie ist gleich der Summe von U_{BEsat} des Hochstromtransistors und U_{CEsat} des Steuertransistors. Dieser Wert liegt leider deutlich über 1 V. Trotz der hohen Stromverstärkung fließt ein kleiner Basisstrom. Er schmälert den Wirkungsgrad, da man bei der Dimensionierung immer etwas Sicherheit zugeben muß.

Der normale Darlington besteht aus 2 npn-Transistoren (linkes Bild). Nimmt man als ersten Transistor einen pnp-Typ, so verhält sich die ganze Anordnung wie ein pnp-Transistor und wird zum Ersatz von Leistungs-pnp's eingesetzt.

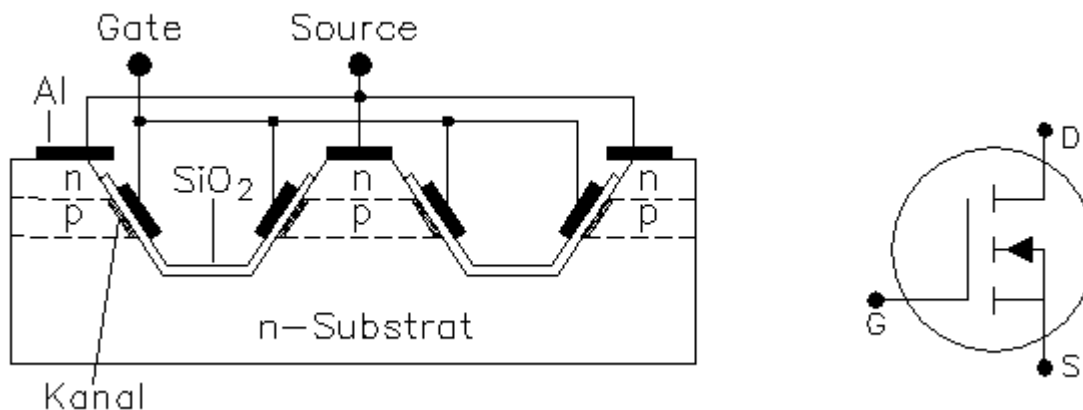
Trotz ihrer Einschränkungen werden Darlingtons wegen ihres günstigen Preises gerne eingesetzt.

IGBT Insulated Gate Base Transistor:



Der IGBT ist ein Darlington mit einem MOSFET als Steuertransistor. In der Regel steuert ein n-Kanal MOSFET einen pnp-Hochstromtransistor an. Die kleine Sättigungsspannung des MOSFET und seine leistungslose Ansteuerung ergeben eine bei höheren Sperrspannungen konkurrenzlose Kombination.

Power MOSFETs:



Durch geschickte Anordnung erzielt man sehr große Kanalquerschnitte und damit kleine Einschaltwiderstände R_{Dson} bis in den $m\Omega$ -Bereich. Die Schaltzeiten, besonders beim Ausschalten sind extrem kurz, da FETs nur mit Majoritätsträgern arbeiten. Die Zunahme des Kanalwiderstands bei Erwärmung schützt MOS-Bauelemente vor dem 2. Durchbruch. Ein Power MOSFET darf im Rahmen der Wärmekapazität des Chips und der Strombelastbarkeit der Kontaktierdrähte kurzzeitig stark überlastet werden.

- Leider bestehen 2 Probleme: Die Gate-Kapazität liegt im nF-Bereich und erfordert zum raschen Schalten hohe Umladeströme. Bei hohen Schaltfrequenzen entsteht in der Treiberstufe beachtliche Verlustleistungen. Weiterhin muß für höhere Sperrspannungen die Kanallänge proportional erhöht werden. Dies führt zur Überlegenheit von IGBTs ab ca. 200 V Sperrspannung.