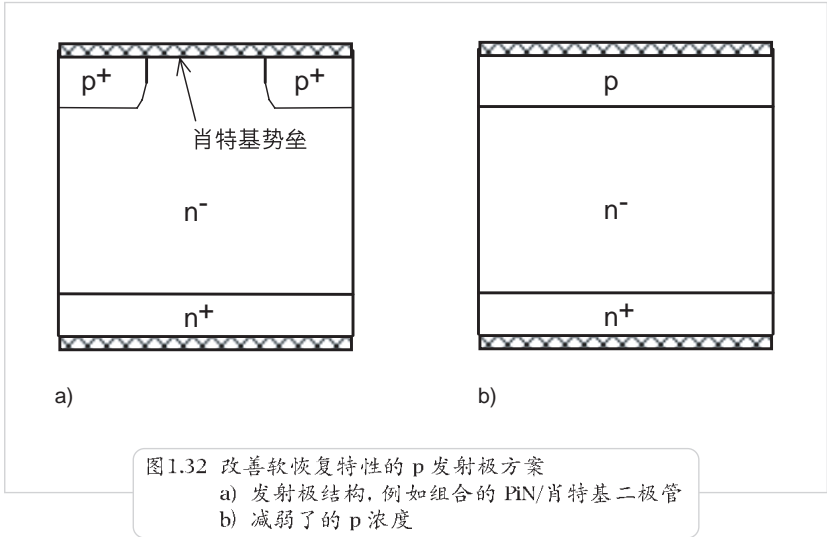


## 1.3.4 具有优化恢复特性的现代二极管

### 1.3.4.1 发射极方案

在通常的 pin 二极管中, pn 结的载流子过盈现象强于  $nn^+$  结 (图 1.30)。发射极方案即在于颠倒这一分布: 使  $nn^+$  结区的过盈程度强于 pn 结。这可以通过降低 p 发射极的注入浓度来实现。



存在着一系列的发射极结构，它们的作用均可达到此效应。一个例子是组合的 PIN/肖特基二极管，它由一系列的  $p^+$  区和肖特基区域所组成（图 1.32a）[290]。还有一批类似的结构，多由扩散而形成的  $p$  区和  $n$  区结构组成。

然而，采用肖特基区域或类似的结构，其优点仅限于耐压小于 600V 时。当截止电压超过 1000V 时，电阻部分的电压降将越来越突出。所以剩下的方法是减小  $p$  区的注入区域。类似于发射极方案的效果还可以通过连续降低整块  $p$  区的浓度来实现（图 1.32b）。但时至今日，这些方案并没有完全达到人们对它的期望值。

仍有新的研究遵循这一方法，用降低发射极浓度的方法来改善恢复特性 [132]、[291]。更进一步的改善则可以通过降低渗透深度来达到。

然而当换流速率  $dI/dt$  大于  $1000A/\mu s$  时，通过降低  $p$  浓度而得到的二极管不再具备足够的动态坚固性。图 1.33 显示了 16 批共 25642 个续流二极管的损坏率的统计。损坏现象为在二极管主动区域上出现了一个小孔，这意味着结构的纤维化。

统计表明，低浓度、因而高  $p$  区电阻（图 1.33， $160\Omega/squ$ ）的二极管有着比提高了浓度的二极管（图 1.33， $60\Omega/squ$ ）更高的损坏率。但从另一方面来说，后者的开关特性要软一些。这意味着，在此技术中对二极管的软开关特性与动态坚固性的要求相互矛盾。而且，即使采用不那么软的开关特性，也不能使损坏现象得到完全的消除。为避免在实际应用中出现损坏，所有模块均需要用一个准实用的直流斩波器线路在满负荷条件下进行测试。

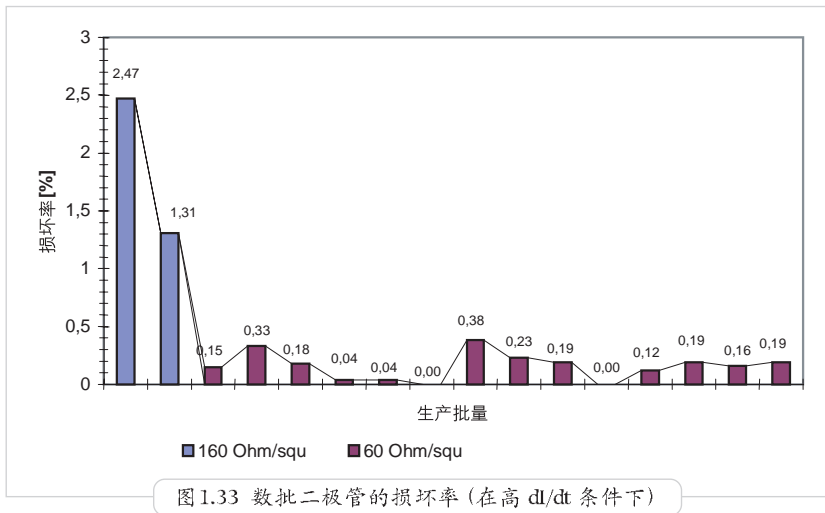


图 1.33 数批二极管的损坏率 (在高  $di/dt$  条件下)

图 1.33 所示的损坏率可以通过优化而降低。但它是否可以完全避免，仍是一个未知数。

因此，在快速开关的续流二极管领域内，SEMIKRON 不再继续跟踪发射极方案。