

njihove površine. Cilj je da se dobije čista površina, bez oštećenja. To se postiže hemijskim nagrizanjem bilo u kiseloj ili alkalnoj sredini. Pri tome se teži da se sva oštećenja nastala pri sečenju izglađe, čime se smanjuje verovatnoća da će lija kasnije naprse; odnosno, smanjuje se škart i povećava trajnost čelije. Obrada u kiselinama (npr. 4% HNO_3 , 20% CH_3COOH , 16% HF) daje dobre rezultate, ali je skupa. Alkalna obrada (npr. zagrejani NaOH jačine 30%) takođe je dobra, a jeftinija je oko deset puta i, sem toga, ne pričinjava ekološke probleme, ali se pri sečenju mora voditi računa o orientaciji kristala (zahteva orijentaciju pločice $<100>$). Da bi se odstranilo zagadenje metalima, pločice se ispiraju u razblaženom rastvoru HCl ili HNO_3 .

Hemijskim putem se takođe može da postigne hraptost površine („tekstura“), koja poboljšava stepen apsorpcije svetlosti. Takva površina sačinjena je od bezbroj sitnih piramidalastih izbočina dimenzije oko jedan mikrometar. Ona, u stvari, ima ulogu antirefleksionog sloja, koji se na nju može i posebno naneti. Hrapavost se najčešće postiže obradom površine u hidrazin-hidratu.

Obrazovanje P-N spoja. Pri dopingovanju pločice radi stvaranja P-N spoja mora se voditi računa da se ne smanji vek manjinskih nosilaca u početnom materijalu, kao i većinskih nosilaca u sloju obrazovanom dopingovanjem. Ovo drugo se postiže tako što se nivo dopingovanja ograničava na nižu vrednost. Moguće je koristiti nekoliko tehniki:

- difuziju iz gasne faze na $850 - 950^\circ\text{C}$; ovo je najčešće korišćen postupak, ali nedostaci su mu u tome što je dopingovan sloj neravnomeran ako je tanak i što se sa zadnje strane takođe obrazuje dopingovan sloj, koji se mora odstraniti;
- difuziju iz čvrstog stanja, koje se pre zagrevanja nanosi samo na prednju površnu pločice; nanošenje se može izvesti na više načina (hemijskom depozicijom pare, centrifugalnim putem, prskanjem ili sito-štampom); izgleda da najviše obećava sito-štampa, koja se može automatizovati i ne zahteva skupu opremu;

- jonsku implantaciju, koja spada u najnovije tehnike; ona omogućuje izvanrednu kontrolu debljine sloja i stepena dopingovanja, ali se kristal, zbog oštećenja u jonskom bombardovanju, mora odgrijati, pri čemu se koristi laserski ili elektronski snop; ukoliko mu se dovoljno snizi cena, ovaj postupak će biti veoma privlačan za industriju zbog mogućnosti dobre kontrole i automatizacije;
- epitaksijalni porast dopingovanog sloja na uzorku metalurškog silicijuma, a ovaj je jeftin, tako da kompenzira višu cenu samog postupka epitaksiranja.

Priprema zadnje strane. Pošto se za potpunu apsorpciju solarnog spektra zahteva debljina silicijuma od oko $200 \mu\text{m}$, nameće se problem prikupljanja strujnih nosilaca proizvedenih blizu zadnje strane pločice, koja je udaljena od p-n spoja. To se postiže uspostavljanjem slabog unutrašnjeg polja uz zadnju stranu, koje goni nosioce ka barijeri. Polje se uspostavlja tako što se sloj na zadnjoj površini dopinguje jače nego osnovni sloj. Na primer, ako je osnovni materijal p-tipa, onda će zadnja površina biti bogatije dopingovan p-tipom (on se tada obeležava s P^+), pa se dobija čelija tipa $\text{n}^+ \text{pp}^+$, koja se naziva BSF-čelija (čelija s poljem uz zadnju površinu). Kao najpraktičniji način da se to postigne na materijalu p-tipa pokazalo se legiranje aluminijumskog sloja, koji se može naneti naparavanjem ili sito-štampom.

Metализација kontaktata. Da bismo iskoristili najveći deo električne energije proizvedene u čeliji, moramo da uspostavimo dobre omske kontakte s površinama čelije i postignemo mali serijski otpor, uz dobro prijanjanje i mogućnost zavarivanja („letovanja“) priključaka. Najčešće korišćeni metodi su:

- naparavanje slojeva Al/Ag ili $\text{Ti}/\text{Pd}/\text{Ag}$ u vakuumu; ovaj proces je tehnološki veoma razvijen, ali je rasipan i skup, a koristi i skupe materijale;
- neelektročno nanošenje nikla kroz masku metodom „fotorezista“; najozbiljniji problem u ovom postupku jeste oksidacija površne pločice, koja onemogućuje dobro prijanjanje nikla i dovodi do prevelikog kontaktognog otpora; to