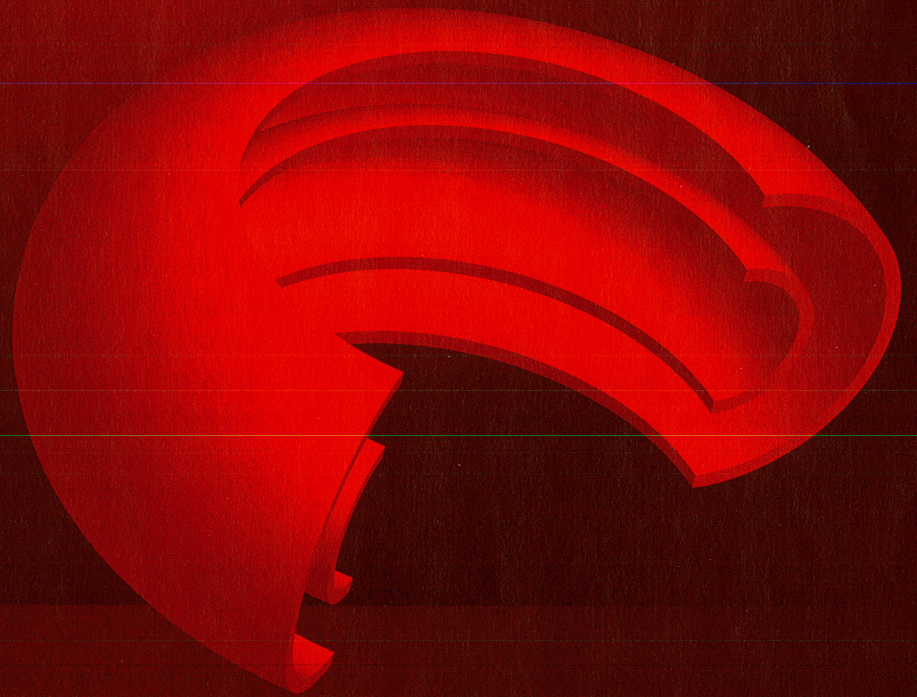


Ritstjórnarspjall	4
Sólarhlöð	6
BEST	12
IEEE	14
Tengsl sérkenna og sveifluviddar í fasasiu	16
Formaður VIR	22
Ferðasaga 2007	24
Um rafsegulsvið og háspennulínur	28
Ísmar	34
Rafval - AMX hússtjórnarkerfi	38
Rafval - Ljósastýrikerfi	39
Innovit	40
IAESTE	42



raflost 2008

# Sólarhlöð



Um höfundinn:

Jón Tómas Guðmundsson lauk prófi í rafmagnsverkfræði og M.S. prófi í eðlisfræði frá Háskóla Íslands og Ph.D. prófi í kjarnorkuverkfræði frá Kaliforníuháskóla í Berkeley. Hann er nú prófessor í rafmagns- og tölvuverkfræði við verkfræðideild Háskóla Íslands.

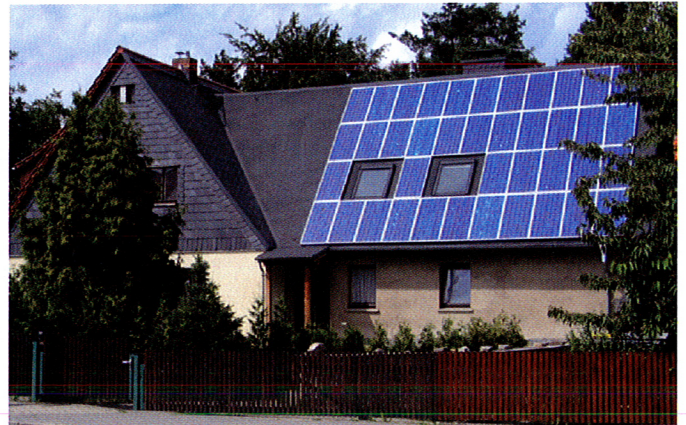
raflost 2008

## 1. Inngangur

Sólarhlöð hafa náð verulegri útbreiðslu sem afgangur af fjarlægum stöðum t.d. til að knýja fjarskipta- og veðurstöðvar og gervitungl. En mest af þeim sólarhlöðum sem framleidd eru í dag eru notuð í stórsæa raforkuframleiðslu í orkuverum eða utan á byggingum, eins og sjá má á mynd 1. Sólarhlöð eru framleidd úr hálfleiðurum, einkum kísli, sem getur verið einkristallaður, fjölkristallaður eða myndlaus. Þau eru einnig framleidd úr þunnum kísilhúðum, eða húðum úr CdTe eða CuInSe<sub>2</sub> (CIGS). Aukin nýtni fæst með samsettum III-V hálfleiðurum og lægri framleiðslukostnaður næst með hálfleiðandi fjölliðum. Þó svo að mikill vöxtur hafi verið í notkun einkristallaðs kísils hefur mestur vöxtur verið í notkun fjölkristallaðs kísils undanfarin ár. Yfir 90% sólarhlaða eru úr kísli, 38% allra sólarhlaða eru úr einkristölluðum kísli, 49% úr fjölkristölluðum kísli og 4% úr myndlausum kísilhúðum [1]. Enn er kostnaður við framleiðslu á einkristölluðum og fjölkristölluðum kísli fjórfalt of hár til að rafmagnsframleiðsla með sólarorku sé samkeppnisfær við aðra raforkuframleiðslu.

## 2. Grunnuppbygging sólarhlaða

Í sinni einföldustu mynd er sólarhlað einfaldlega tvístur, samskeyti p- og n-leiðandi hálfleiðara, sem sólarljós skín á og hefur raftengi við ytri rás. Mynd 2 sýnir uppbyggingu sólarhlaðs. Ljóseindir sólarljóssins koma inn á hlaðið um framhliðina, sem oftast er þakin andspeglandi lagi og stundum hjúpuð gleri. Ljóseind af orku sem er hærri en sem nemur orkugeil hálfleiðarans myndar rafeinda-holu par. Víkjandi berarnir sveima að berasnauða bili p-n-skeytanna og er sópað yfir það af snertimætti skeytanna. Þetta leiðir til framspennu í hlaðinu og afl flyst til ytra álags sem væri tengt því. Gæta



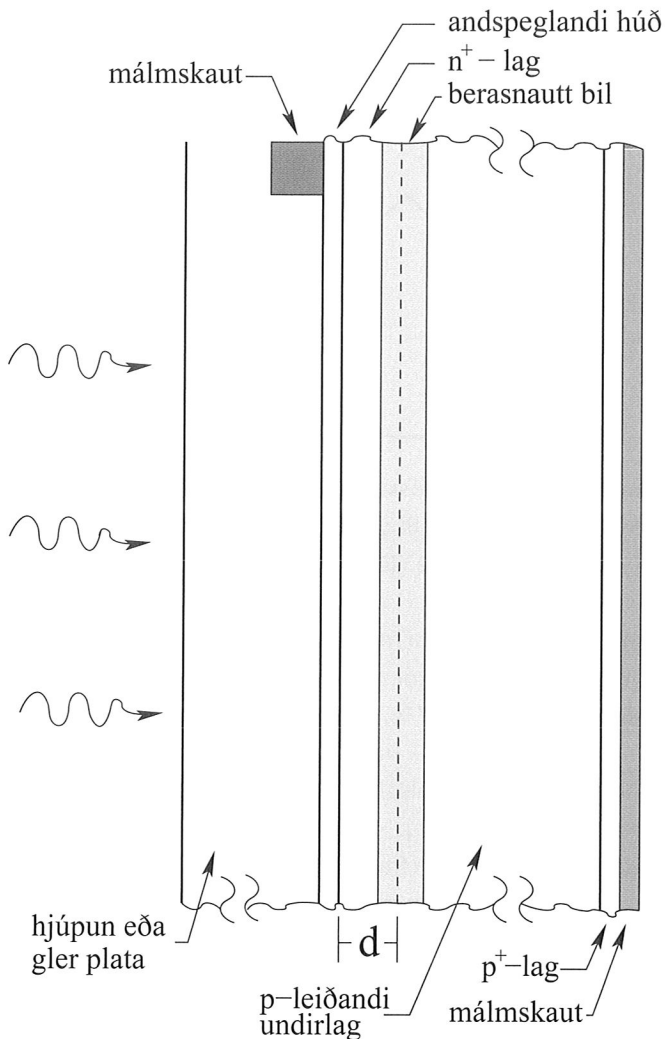
**Mynd 1.** Mest af framleiddum sólarhlöðum fara í raforkuframleiðslu í orkuverum eða utan á byggingum. Hér hefur sólarhlöðum verið komið fyrir á þaki íbúðarhúss í úthverfi Dresden í Þýskalandi.

verður þess að holur sem myndast nærri yfirborðinu nái að sveima að skeytunum áður en þær sameinast rafeindum. Þannig verður sveimlengd víkjandi bera í n-leiðandi laginu að vera nægilega löng til holan nái yfir samskeytin. Einnig verður þykkt p-leiðandi undirlagsins að vera þannig að rafeindir nái að skeytunum áður en þær sameinast holum.

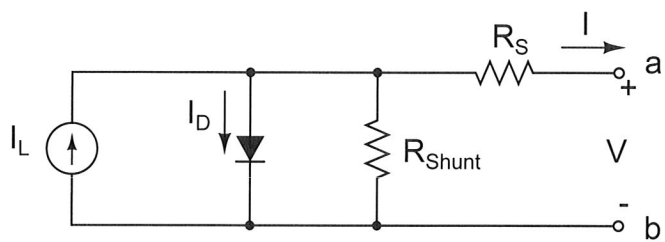
### 2.1. Jafngildisrás sólarhlaðs

Rafeiginleikum sólarhlaðs má lýsa með einfaldri jafngildisrás eins og sýnd er á mynd 3 [2]. Sambandi straums og spennu við pólana a og b, er lýst með straum-spennu kennilínunni fyrir sólarhlað

$$I = I_L - I_D - \frac{V + IR_S}{R_{Shunt}} \quad (1)$$



**Mynd 2.** Uppbygging sólarhlaðs úr einkristölluðum kísli. Byrjað er með skífu úr bór-íbættum p-leiðandi kísli. Fosfór er sveimað inn í skífuna til að fá fram n-leiðandi lag og mynda p-n-skeyti. Málmsnertur úr silfri eru gerðar á n-leiðandi yfirborðið og ál snertur eru tengdar í p-leiðandi undirlagið. Andspeglandi húð (oftast úr  $\text{TiO}_2$  eða kísilnítírið) er húðað á yfirborðið.



**Mynd 3.** Jafngildisrás sólarhlaðs.  $I_L$  er straumurinn sem sólarljósið örvar.

eða

$$I = I_L - I_0 \left[ \exp \left\{ \frac{q(V + IR_S)}{nkT} \right\} - 1 \right] - \frac{V + IR_S}{R_{\text{Shunt}}} \quad (2)$$

þar sem  $I_L$  er straumurinn sem sólarljósið örvar,  $I_0$  er straumur um kjörtvist,  $I_0$  er mettnarstraumur tvists,  $T$  er hitastig,  $k$  er fasti Boltzmann og  $n$  er gæðastuðull tvists. Straumspennu

kennilína sólarhlaðs er sýnd á mynd 4. Í kjörtilfellinu er  $R_S = 0$ ,  $n = 1$  og  $R_{\text{shunt}} = \infty$ , sem sýnt er með heilli línu á mynd 4. Á myndinni er einnig sýnd, með brotinni línu, straumspennukennilína sólarhlaðs þegar  $R_S = 5 \Omega$ ,  $n = 1$  og  $R_{\text{shunt}} = 1 \Omega$ .

## 2.2. Afl og nýtni

Við sjáum á mynd 4 að mesta afl út af sólarhlaðinu afmarkar ferhyrning undir  $I - V$ -ferlinum. Þetta gerist þegar spennan er  $V_{\text{mP}}$  og straumurinn er  $I_{\text{mP}}$ , sem merkt eru á mynd 4. Hlutfall flatarmáls ferhyrningsins og margfeldi tómgangsspennu  $V_{\text{OC}}$  og skammhlaupsstraums rásarinnar  $I_{\text{SC}}$  er skilgreind sem fyllistuðull

$$FF = \frac{V_{\text{mP}} I_{\text{mP}}}{V_{\text{OC}} I_{\text{SC}}} \quad (3)$$

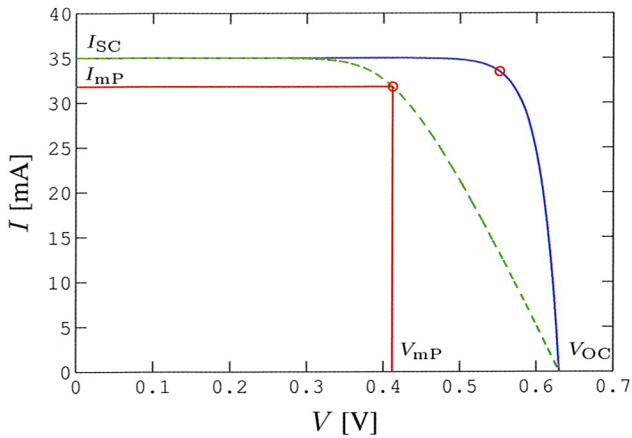
og er mælikvarði sem notaður er á gæði sólarhlaða. Aflnýtni hlaðsins er þá

$$\eta = \frac{V_{\text{OC}} I_{\text{SC}} FF}{P_{\text{inc}}} \quad (4)$$

þar sem  $P_{\text{inc}}$  er sólaraflið sem fellur á hlaðið. Þannig að til að hámarka nýtni sólarhlaðs þarf að hámarka margfeldið  $V_{\text{OC}} I_{\text{SC}} FF$ . Þegar rásin er opin rennur enginn straumur útaf skautum sólarhlaðsins og spennan á milli skautanna a og b er tómgangsspenna rásarinnar,  $V_{\text{OC}}$ . Það þýðir að öll rafeinda-holu þör, sem mynduð eru, verða að sameinast í sólarhlaðinu. Við sjáum út frá jöfnu (2) að fyrir kjörsólarhlöð er tómgangsspennan

$$V_{\text{OC}} = \frac{kT}{q} \ln \left( \frac{I_L}{I_0} + 1 \right) \quad (5)$$

þ.a. til að auka tómgangsspennuna  $V_{\text{OC}}$  þarf að auka strauminn sem sólarljósið örvar,  $I_L$ , eða draga úr mettnarstraumnum,  $I_0$ . Almennit má auka  $I_0$  með því að lengja líftíma víkjandi bera í bol hálfleiðarans. Þegar skammhleypt er milli póla a og b rennur skammhlaupsstraumurinn,  $I_{\text{SC}}$ , út af pólum a. Þar sem skammhlaupsstraumurinn  $I_{\text{SC}}$  er í réttu hlutfalli við styrk sólarljóssins og tómgangsspennan  $V_{\text{OC}} \propto \ln(I_L)$  þá eykst margfeldið  $I_{\text{SC}} V_{\text{OC}}$  hratt með auknum styrk sólarljóssins. Straumurinn sem er framkallaður ræðst af stærð svæðisins sem lýst er á en gjarnan er skammhlaupsstraumurinn  $I_{\text{SC}}$  á bilinu 10 – 100 mA fyrir yfirborðsflatarmál 1  $\text{cm}^2$ . Með því að tengja saman mörg slík hlöð má fá umtalsvert afl. Fyllistuðullinn FF fellur hratt þegar raðtengda útgangsviðnámið  $R_S$  stækkar. Þetta má sjá á mynd 4 þegar borin er saman ferill fyrir kjörtól með  $R_S = 0$  og ferillinn fyrir  $R_S = 5 \Omega$ . Táknið  $\circ$  á ferlunum sýnir mesta fánlegt afl til álags.



**Mynd 4.** Straum-spennu kennilína sólarrafhlaðs. Heila línan sýnir straum-spennu kennilínu kjörtóls. Brotna línan sýnir straum-spennu kennilínu tólsmeð  $R_s = 5$  og  $R_{shunt} = 1$  M $\Omega$ . Ferhyrningurinn afmarkast af mesta afli sem ná má út úr sólarhlaðinu og er merkt með o.

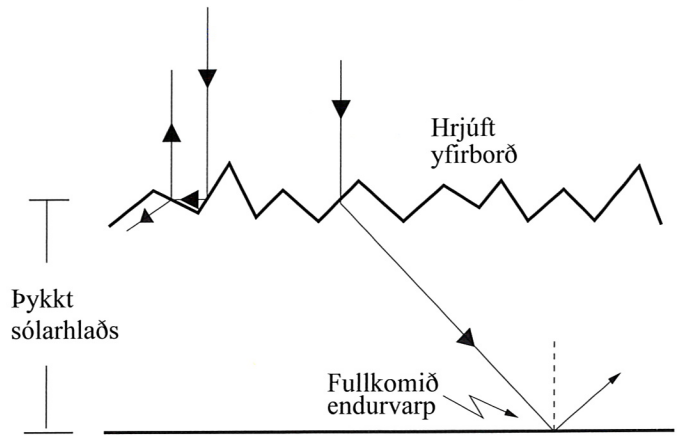
### 2.3. Hremming ljóss

Til að hámarka skammhlaupsstrauminn  $I_{sc}$  þarf að lágmarka speglun frá yfirborði hlaðsins, lágmarka skugga vegna málmtenngja á yfirborðinu, hámarka fjölda rafeinda-holu para, sem myndast vegna ljóseinda, sem berast inn í hlaðið. Með efnafræðilegum aðferðum má auka hrjúfleika framhliðar sólarhlaðsins til að valda ljósbroti, eins og sjá má á mynd 5. Með þessu má auka lengd geislaleiðar verulega án þess að auka vegalengdina sem víkjandi hleðsluberar sveima áður en þeim er safnað. Önnur yfirborð sólarhlaðsins eru meðhöndluð þannig að ljóseindum sé speglað frá þeim. Þannig má hremma ljósið innan hlaðsins og framleiða má mun þynnri sólarhlöð.

Ljóseindir með orku sem er lægri en orkugeil hálfleiðarans fara um hann án þess að mynda rafeindaholu par og tapast þar með. Ljóseindir af orku rétt ofan við orkugeil hálfleiðarans nýtast best við umbreytingu í raforku þegar þær mynda rafeinda-holu pör. Þær ljóseindir sem hafa orku sem er all verulega hærri en orkugeil hálfleiðarans tapa þeirri orku, sem umfram er, til grindar hálfleiðarans sem varma.

### 3. Gerðir sólarhlaða

Sólarhlöð voru framan af nær eingöngu framleidd úr einkristölluðum kísli, en aðrar gerðir hafa verið þróaðar til að lækka framleiðslukostnað (fjölkrystallaður kísill, myndlaus kísill, CdTe) eða til að auka nýtni (III-V hálfleiðarar) [1, 2]. Allir þessir hálfleiðarar hafa orkugeil á bilinu 1.1 – 1.7 eV, sem er heppileg orkugeil fyrir umbreytingu sólarljóss í rafstraum með einnar samskeyta tvítt. Kísill hefur marga kosti umfram samsetta hálfleiðara eins og GaAs, sér í lagi hvað varðar framleiðslutækni. Hann er umtalsvert ódýrari, hægt er að rækta stórar skífur, hægt er að nota SiO<sub>2</sub> sem einangrara og hreyfanleiki hola er hár. En III-V hálfleiðarar hafa eftir sem áður yfirburðar eðliseiginleika eins og beina orkugeila og



**Mynd 5.** Hremming ljóss í sólarhlaði. Hrjúfleiki framhliðar sólarhlaðsins er aukinn til að valda ljósbroti innkomandi ljóss. Það speglast síðan inn á við af öðrum yfirborðum.

háan ísogsstuðul. Hæsta mæld nýtni helstu gerða sólarhlaða eru listuð í töflu 1. Nýtni sólarhlaða úr einkristölluðum kísli hefur mælst allt að 24.7 %, en sólarhlöð úr myndlausum kísli, sem eru mun ódýrari í framleiðslu, hafa umtalsvert minni nýtni, < 10 %. Nýtni fjölsólarhlaða úr III-V hálfleiðurum, sem samanstanda af þremur p- og n-samskeytum, hefur mælst allt að 32 %, en þau eru dýr í framleiðslu. Sólarhlöð úr hálfleiðandi fjölliðum hafa ennþá umtalsvert lægri nýtni eða um 5%.

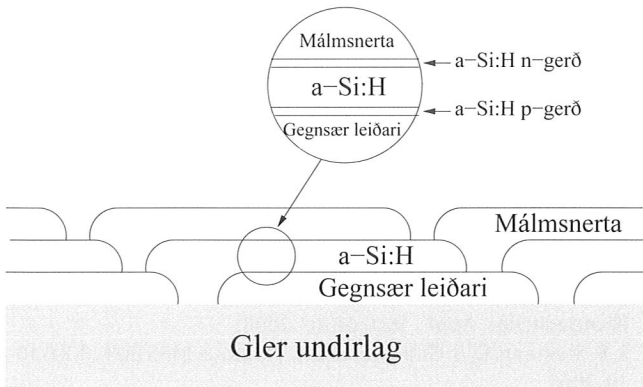
**Tafla 1.** Hæsta mæld nýtni, tómgangsspenna, skammhlaupsstraumur og fyllistuðull fyrir ýmsar gerðir sólarhlaða undir AM1.5 rófi (1000 W/m<sup>2</sup>). Frá Green et al. [[3]].

Byggingarefni	nýtni %	V <sub>oc</sub> [V]	J <sub>sc</sub> [mA/cm <sup>2</sup> ]	FF
Kísill				
Si (einkristallur)	24.7 ± 0.5	0.706	42.2	82.8
Si (fjölkrystallur)	20.3 ± 0.5	0.664	37.7	80.9
Si (myndlaus)	9.5 ± 0.3	0.859	17.5	63.0
III-V				
GaAs (einkristallur)	25.1 ± 0.8	1.022	28.2	87.1
InP (einkristallur)	21.9 ± 0.7	0.878	29.3	85.4
Fjölsólarhlöð				
GaN/P/GaAs/Ge	32.0 ± 1.5	2.622	14.37	85.0
Þunnar húðir				
CIGS	18.8 ± 0.6	0.703	34.0	78.7
CdTe	16.5 ± 0.5	0.845	25.9	75.5
Fjölliður				
Hálfleiðandi fjölliður	5.15 ± 0.3	0.876	9.40	62.5

#### 3.1. Sólarhlöð úr kísli

Til að framleiða sólarhlað úr einkristölluðum kísli er hleifur af (oftast bór-íþættum) kísli dregin upp úr bráð með Czochralski aðferðinni. Þegar fjölkrystallaður kísill er framleiddur fyrir

sólarhlöð er bræddum kísli helt í ker og hann látinn kólna og storkna. Þetta er nú ráðandi aðferð við framleiðslu sólarhlaða úr kísli. Kostirnir við að nota fjölkristallaðan kísil eru margir, ódýrari framleiðsla, meiri framleiðni, framleiðslan er ónæmari fyrir gæðum kísilsins og pakka má hlöðunum þéttar þar sem þau eru ferkönntuð. Kísill hefur óbeina orkugeil, sem hefur í för með sér lágan ísogsstuðul. Þetta veldur því að skifurnar þurfa að vera í það minnsta 200  $\mu\text{m}$  þykkar til að gleypa sem mest af innkomandi ljósinu. Samskeyti n- og p-leiðandi hálfleiðara erumynduð með því að sveima fosfór nokkra tugir  $\mu\text{m}$  inn í



**Mynd 6.** Dæmigerð uppbygging sólarhlaðs úr þunnum húðum myndlauss kísils. Myndlaus kísill er lélegur leiðari svo að ræktað er lag af leiðandi gegnsæu tin oxíði á milli gler undirlagsins og kísilhúðarinnar.

skífuna. Málmsnertur úr silfur hlaupi eru síðan skrifaðar ofan á hlaðið á n-leiðandi yfirborðið eða silfursnertur eru grafnar í yfirborð hlaðsins með rásaprentunartækni. Málmsnertur (gjarnan úr áli) eru tengdar í p-leiðandi undirlagið. Andspeglandi húð (oftast úr  $\text{TiO}_2$  eða kísilnitríð) er húðað á yfirborðið til að fullkomna hlaðið. Dæmigerð uppbygging sólarhlaðs úr einkristölluðum kísli er sýnd á mynd 2.

### 3.2. Sólarhlöð úr þunnum húðum

Með því að rækta þunnar hálfleiðandi húðir má skerða þykkt hálfleiðarans úr 300 – 500  $\mu\text{m}$  í um 0.2 – 5.0  $\mu\text{m}$ . Þunnar húðir eru þá gjarnan ræktaðar með aðferðum sem leyfa ræktun yfir stóran flöt með tiltölulega ódýrum hætti. Algengustu þunn húðar sólarhlöðin eru úr vetnisíbættum myndlausum kísli (a-Si:H) og er þau gjarnan að finna í smáum raftækjum eins og úrum og reiknivélum. Hægt er að rækta myndlausar kísilhúðir við lág hitastig og þar af leiðandi er hægt að nota ódýrt undirlag eins gler eins og sjá má á mynd 6. Vetnisíbættur myndlaus kísill hefur orkugeil 1.7 eV og ísogsstuðul  $10^5 \text{ cm}^{-1}$  fyrir ljóseindir með orku sem er hærrí en orkugeilin. Þetta þýðir að aðeins nokkrir  $\mu\text{m}$  eru nægjanlegir til að gleypa ljósið, sem dregur úr efnisþörf og þar með framleiðslukostnaði [1].

Sólarhlöð hafa einnig verið þróuð úr þunnum húðum, sem ekki krefjast kísilskífu sem undirlags. Með því má skera verulega niður framleiðslukostnað. Þessi hlöð eru byggð á CdS/CdTe, Cu(In,Ga)Se<sub>2</sub> (CIGS) og a-Si/a-SiGe fjölsamskeytum [4]. Þau eru

framleidd með spættun, eða ræktun úr rafgasefnablöndum og þær má byggja á gler eða fjölkristölluð álóxið undirlög [1, 5].

### 3.3. Sólarhlöð úr samsettum hálfleiðurum

III-V hálfleiðarar eins og GaAs, InP og GaSb hafa beina orkugeil, háan ljósisogsstuðul og heppilegan líftíma og hreyfanleika víkjandi bera. Þetta eru þess vegna mjög ákjósanleg efni til framleiða sólarhlöð með afbragðs nýtni. Þeir III-V hálfleiðarar sem mest eru notaðir í sólarhlöð með einum samskeytum eru GaAs og InP. Vegna hás framleiðslukostnaðar hafa III-V hálfleiðarar ekki þótt fýsilegir í einnar samskeyta hlöð til notkunar á jörðu niðri. Rannsóknir á III-V hálfleiðurum í sólarhlöð hafa fyrst og fremst verið til notkunar í geimnum vegna hárrar nýtni og viðnámsþrótti gagnvart geislun. Einnig er mögulegt að raða saman mörgum samskeytumhálfleiðara með mismunandi orkugeil til að auka nýtni og mynda fjölsólarhlöð [6]. Raða má saman 2 – 3 samskeytum sem ræktuð eru hvert ofan á annað með lagvexti. Hæsta orkugeilin er efst, þar sem sólarljósið kæmi inn, og sú lægsta neðst. Uppbygging fjölsólarhlaðs með 3 samskeytum er sýnd á mynd 7. Orkugeilar skeytanna eru valdar þannig að nýtni sé há mörkuð. Þá verða grindarfastar mismunandi laga að standast á. Þetta er mögulegt með samsettum III-V hálfleiðurum eins og AlGaAs, InGaAs og AlInGaP, sem ræktuð eru á Ge.

	andspeglandi húð fram snerta
p-AllnP gluggi	
p-InGaP eimir	InGap (1.9 eV orkugeil) efstu skeyti
p-InGaP beinir	
n-AllnP	
p <sup>+</sup> -AlGaAs/n <sup>+</sup> -LnGaP	smugskeyti
n-InGaAs eimir	
p-InGaAs beinir	
n-InGap	InGaAs (1.4 eV orkugeil) miðju skeyti
p <sup>+</sup> -GaAs/n <sup>+</sup> -GaAs	
InGaAs þófi	
n-leiðandi Ge	Ge (0.7 eV orkugeil) neðstu skeyti
p-leiðandi Ge undirlag	
	baksnerta

**Mynd 7.** Uppbygging fjölsólarhlaðs með þremur samskeytum. Efst eru skeyti úr InGaP með 1.9 eV orkugeil, þá skeyti InGaAs með 1.4 eV orkugeil og neðst skeyti úr Ge með 0.7 eV orkugeil.

### 3.4. Sólarhlöð úr fjölliðum

Til að lækka framleiðslukostnað sólarhlaða er stefnt að því að rækta þau í stórum húðurum, svipað og þegar dagblöð eru prentuð. Sér í lagi eru væntingar til þess að hægt verði að framleiða sólarhlöð úr hálfleiðandi fjölliðum á þennan hátt [7, 8]. Við framleiðslu mætti þá leysa fjölliðurnar upp í algengum leysiefnum og prenta þær eins og blek. Nýtni þessara sólarhlaða er enn fremur lítil eða hæst um 5 % eins og sjá má í töflu 1. Hreyfanleiki hleðslubera í hálfleiðandi fjölliðum er verulega minni (getur munað nokkrum stærðarþrepum) en í kristölluðum hálfleiðurum, sem hefur áhrif á nýtni þessara sólarhlaða. Fjölliður hafa tiltölulega háan ísogsstuðul ljóss (venjulega  $\geq 10^5 \text{ cm}^{-1}$ ), sem þýðir mikið ísog, jafnvel í tólum sem eru innan við 100 nm þykk [7]. Sólarhlað má framkalla úr fjölliðu með því að koma henni fyrir á milli tveggja málmleiðandi skauta eins og indín-tin-oxíð (ITO) og áls, en í raun og veru virka sólarhlöð úr einni hálfleiðandi fjölliðu ekki vel. Betra er að mynda samskeyti tveggja hálfleiðandi fjölliða. Þykkt fjölliðunar verður að vera í það minnsta 100 nm til að gleypa nægilega mikið ljós. Þetta þýðir að örveindirnar, þar rafeindir og holu, sem myndast, ná ekki að sveima um svo þykka húð að samskeytum, þar sem þær hrörna venjulega innan 6 nm þegar þær sveima í fjölliðum [8]. Til að leysa þetta er rafgjafa og rafþega fjölliðum blandað saman um húðina þannig að samskeyti verði sem víðast, og að líkur aukist á að örveind myndist nærri samskeytum. Samskeytin liggja þá á

við og dreif fjölliðurnar. Þessi aðferð er enn á rannsóknarstigi og mörgum spurningum enn ósvarað um virkni og notagildi hennar [8].

### 4. Lokaorð

Gefið hefur verið yfirlit yfir uppbyggingu og mismunandi gerðir sólarhlaða. Kísil sólarhlöð eru ráðandi og verða það um sinn. Sólarhlöð úr samsettum III-V hálfleiðurum eru í stöðugri þróun og fjölsólarhlöð hafa góða nýtni en þau eru dýr í framleiðslu og krefjast flókinnar framleiðslutækni. Sólarhlöð úr hálfleiðandi fjölliðum gefa vonir um að hægt sé að framleiða ódýr sólarhlöð með prenttækni en nýtni þeirra er fremur lítil.

#### Heimildir

- [1] R.W.Miles, G. Zoppia, and I. Forbes. *Materials Today*, 10(11):20–27, 2007.
- [2] R. J. Schwartz. *Proceedings of the IEEE*, 81(3):355–364, 1993.
- [3] M. A. Green, K. Emery, Y. Hishikawa, and W. Warta. *Prog. Photovolt: Res. Appl.*, 16(1):61–67, 2008.
- [4] S. E. Shaheen, D. S. Ginley, and G. E. Jabbour. *MRS Bull.*, 30(1):10–19, 2005.
- [5] R. A. Mickelsen, W. S. Chen, Y. R. Hsiao, and V. E. Lowe. *IEEE Trans. Elect. Dev.*, 31(5):542–546, 1984.
- [6] M. Bosi and C. Pelosi. *Prog. Photovolt: Res. Appl.*, 15(1):51–68, 2007.
- [7] H. Hoppe and N. S. Sariciftci. *J. Mater. Res.*, 19(7):1924–1945, 2004.
- [8] M. D. McGehee and M. A. Topinka. *Nat. Mater.*, 5(9):675 – 676, 2006.



## LÍFEYRISSJÓÐUR VERKFRÆÐINGA

Engjateigi 9 105 Reykjavík Sími 568 8504 Fax 568 8834 Tölvupóstur [lifsverk@lifsverk.is](mailto:lifsverk@lifsverk.is)

HEIM

SENDU OKKUR LÍNU

Fréttir

Um sjóðinn

- Aðild
- Hlutverk
- ▶ [www.lifsverk.is](http://www.lifsverk.is)
- Fjárfestingar

Réttindi

Séreignardeild

Greiðsla iðgjalda

Lán og veðflutningar

Lög og reglur

Sjóðsfélagavefur

Námsskeið

Reiknivélar

Ársreikningar

Fréttabréf

# ▶ www.lifsverk.is

- Lífeyrissjóður verkfræðinga er opinn verkfræðingum og öðru háskólamenntuðu fólki með 90 eininga BSc-próf eða hærri gráðu
- Samtryggingardeild og Séreignardeild
- Aldurstengd réttindaöflun
- Hagnaði úthlutað til aukningar réttinda sjóðfélaga
- Sjóðfélagar kjósa stjórn
- Sjóðfélagalán með 3,5% vöxtum

HEIM

UPP

© Spuni