

NOTA TÉCNICA

Células fotovoltaicas de silício tipo “Cast Mono”

Introdução

Quando fala-se de células solares fotovoltaicas é importante diferenciar dois tipos de tecnologia que tem sido utilizadas no mercado durante os anos: as células com base de silício cristalino e as células de película fina (ou “thin film”). Dentre esses dois tipos de tecnologia, historicamente as células de silício cristalino tem dominado o mercado com uma quota de mercado que ultrapassa facilmente 90% do total.

As células de silício cristalino podem ser classificadas pelo tipo de cristal que formam, assim temos as células monocristalinas (mono-Si) e as células policristalinas (multi-Si). A diferença entre as duas ocorre pois os processos de fabricação são diferentes.

Atualmente existem dois processos para obter os lingotes monocristalinos: o método Czochralski (Cz) e o método “Floating Zone” (FZ). Em contrapartida, o processo para obter lingotes policristalinos segue um método similar ao de fundição.

As células monocristalinas diferenciam-se por ter uma eficiência de conversão energética superior as células policristalinas. Apesar disso, durante a história as células policristalinas tem apresentado um custo de produção inferior em relação as monocristalinas, o que tem permitido a coexistência de ambas tecnologias.

No ano de 2019 a Canadian Solar começou a utilizar comercialmente um novo tipo de células solares que são obtidas mediante um processo híbrido de fabricação: as células de silício “cast mono”. Esta técnica patenteada em 2008 permite aumentar a eficiência das células policristalinas mantendo um custo baixo de fabricação.

Processo de fabricação

Conforme indicado anteriormente, o método para obter lingotes policristalinos é semelhante a um processo de fundição. Pedacos de silício de alta pureza são colocados em um cadinho de cerâmica para serem fundidos e posteriormente esfriados sob temperaturas controladas (ver figura1).

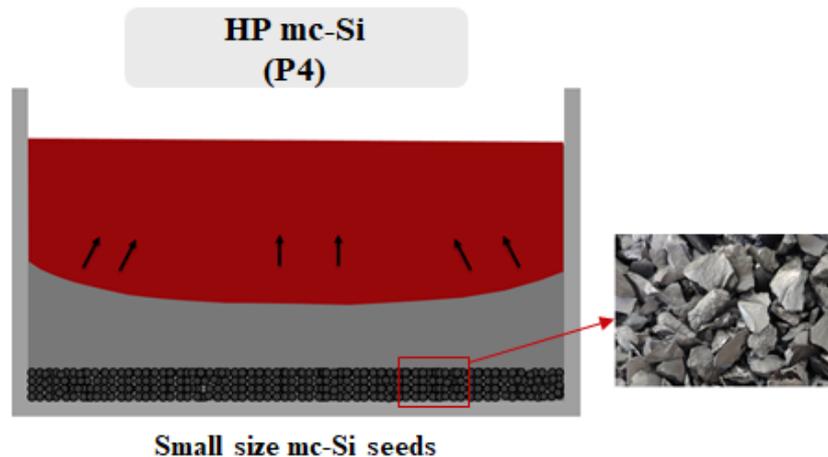


Figura 1. Processo para obtenção dos lingotes policristalinos.

Já para obter lingotes do tipo “cast mono”, na base do cadinho de cerâmica será colocada uma primeira camada com sementes monocristalinas (ver figura2).

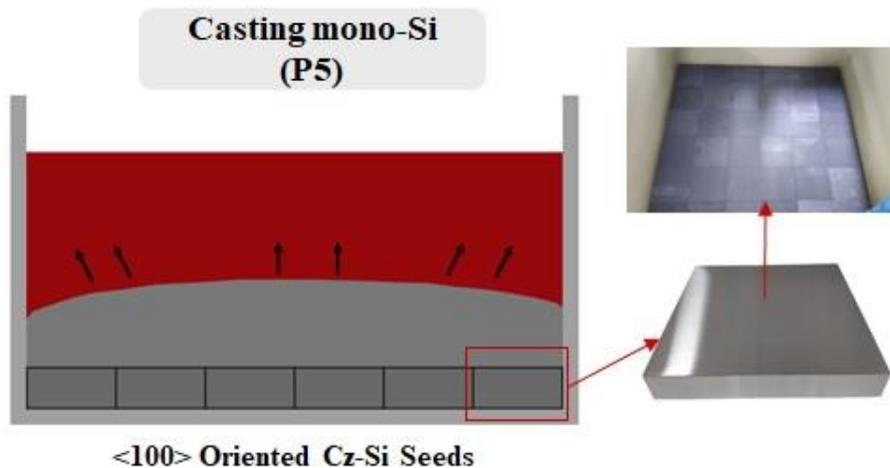


Figura 2. Diferenças entre o processo de obtenção dos lingotes policristalinos (a) e lingotes “cast mono” (b).

Durante a fase de fundição os pedaços de silício se derretem completamente e as sementes monocristalinas apenas parcialmente. Depois desta etapa, começa a fase de crescimento do cristal, onde o molde vai esfriando de forma controlada, o que permite que a orientação dos cristais seja significativamente consistente com as sementes monocristalinas localizadas na base.

Aparência estética

Apesar das sementes monocristalinas utilizadas serem de alta qualidade e pureza, o resultado deste processo de fabricação não é perfeito. As células “cast mono” possuem uma orientação monocristalina em grande parte da sua superfície (~99%), mas certas regiões podem apresentar cristais com diferentes orientações, o que é uma característica própria das células policristalinas.

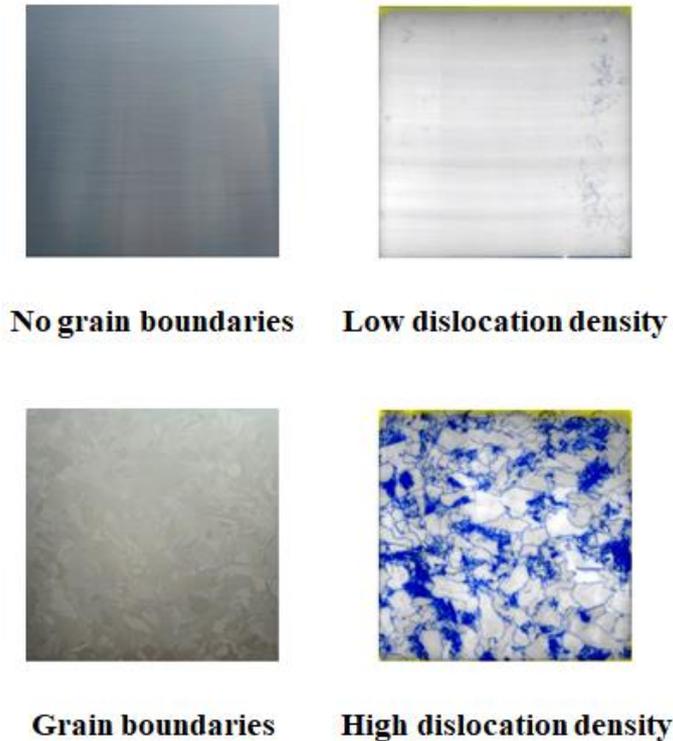
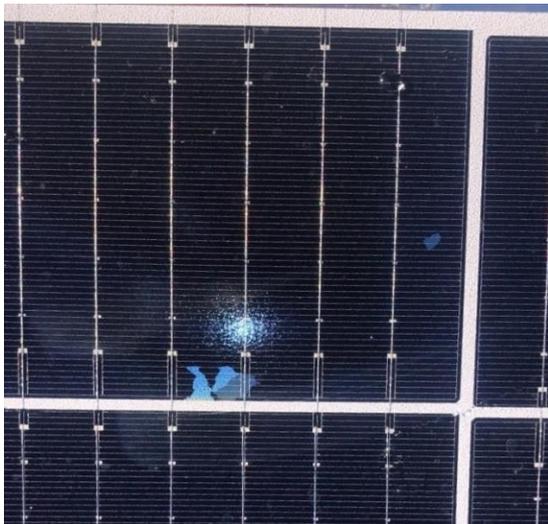
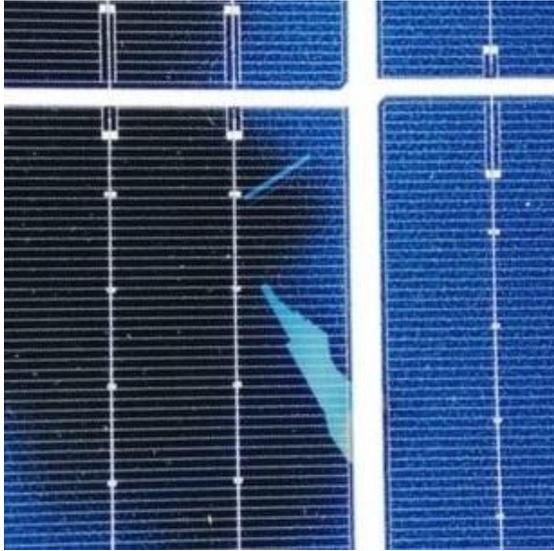


Figura 3. Na parte superior, aparência de um wafer do tipo “cast mono”. Na parte inferior, aparência de uma wafer policristalina.

A aparência estética das células “cast mono” é azul escuro, praticamente uniforme, podendo parecer preto em alguns casos (semelhante as células monocristalinas). Em alguns casos, podemos observar regiões da célula com cristais com diferentes orientações (geralmente situadas nos limites da célula).

Nas próximas imagens são apresentados alguns exemplos de células do tipo “cast mono” que mostram as características descritas:



Conclusão

As células “cast mono” apresentam uma alternativa interessante e competitiva frente a opção monocristalina. Os custos de fabricação são reduzidos e a eficiência da célula é superior a das células policristalinas padrões.

Estas células possuem uma morfologia monocristalina em grande parte da sua área, com algumas regiões que podem apresentar características policristalinas, o que lhe deu o nome informal de células “quase mono”.

A aparência visual pode causar estranheza aos profissionais do setor, pois trata-se de uma tecnologia nova a nível comercial, estas características são próprias das células “cast mono” e não são um problema de qualidade.

A garantia de fábrica do produto e a degradação máxima garantida dos módulos fotovoltaicos que utilizam células do tipo “cast mono” é igual a dos módulos com tecnologia policristalina ou monocristalina padrões.

Toni Viladot

Gerente de producto técnico

service.latam@csisolar.com

Canadian Solar Inc.– Module & System Solutions, LATAM