INFORME DE VIGILÀNCIA TECNOLÒGICA

I DE MERCAT

Energia solar

INNVALLES

TERRITORI INNOVADOR PER CRÉIXER

Amb el suport de:

Unió Europea
Fons Europeu
de Desenvolupament Regional

Generalitat de Catalunya
Departament
de la Presidència

Diputació
Barcelona

UAB
Universitat Autònoma
de Barcelona
Consell Social

Informe de vigilància tecnològica i de mercat

Energia solar

Autors
Martin Nicolas Buffa Dunat,
Oficina de Valorització i Patents de la Universitat Autònoma de Barcelona

CC BY SA

A l'ecosistema de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) es troben grups capdavanters i amb àmplia experiència en tecnologies CLEANTECH que treballen de forma col·laborativa els diferents reptes empresarials. El procés inclou des de les etapes d'empatització (Design Thinking, Focus Groups, Stakeholders, etc.) fins a les de prototipat i comprovació (Laboratoris d'idees, plantes pilot, etc.).

La UAB proporciona els mecanismes per a la resolució de reptes d'innovació mitjançant l'Observatori d'Intel·ligència Competitiva. L'Observatori ofereix una plataforma única de vigilància personalitzada per conèixer les noves tendències socials, tecnològiques i de mercat. Aquesta operació, inclosa dins el projecte ININValles, és una eina per dissenyar estratègies empresarials innovadores i sostenibles, que repercuteixen en el desenvolupament econòmic i social del territori.

ININVALLES
TERRITORI INNOVADOR PER CRÉIXER

PROJECTE D'ESPECIALITZACIÓ I COMPETITIVITAT TERRITORIAL (PECT)

Ctra. de Barcelona, 208 B, 08205, Sabadell (Barcelona)
93 745 31 61
info@ininvalles.cat

Entitat coordinadora:

Ajuntament de Sabadell

Entitats sòcies:

FUNDIT Fundació per l'ESDi
UAB Universitat Autònoma de Barcelona
Parc Taulí Hospital Universitari
Ajuntament de Sant Quirze del Vallès
Ajuntament de Castellar del Vallès
Ajuntament de Barberà del Vallès

Amb el suport de:

Unió Europea Fons Europeu de Desenvolupament Regional
Generalitat de Catalunya Departament de la Presidència
Diputació Barcelona
UAB Universitat Autònoma de Barcelona Consell Social

Introducció

S'anomena energia solar a qualsevol tipus d'energia generada pel sol. El potencial de l'energia solar és enorme, ja que la Terra rep cada dia en forma d'energia solar unes 200.000 vegades la capacitat total diària de generació d'electricitat del món[2]. Malauradament, l'elevat cost de la recol·lecció, la conversió i l'emmagatzematge encara limita la seva explotació a molts llocs.

Les aplicacions més comuns de l'energia solar són (a) capturar l'energia solar i convertir-la en energia tèrmica i (b) convertir directament la radiació solar en electricitat mitjançant alguna tecnologia d'aprofitament. En aquest sentit, hi ha dues tecnologies principals per generar energia elèctrica o energia calorífica: per una banda apareixen les **cèl·lules i panells fotovoltaics** (energia fotovoltaica: PV), i per l'altra es pot utilitzar la tecnologia d'**energia solar concentrada** (CSP).

ENERGIA FOTOVOLTAICA

L'energia fotovoltaica és una tecnologia que va ser descoberta el 1839 pel físic francès Alexandre-Edmond Becquerel[1]. Aquest científic va descobrir que quan col·locava clorur de plata en una solució àcida i l'exposava a la llum solar, els elèctrodes de platí adherits generaven un corrent elèctric. Aquest procés de generar electricitat directament a partir de la radiació solar s'anomena efecte fotovoltaic. Avui dia, l'energia fotovoltaica és probablement la manera més familiar d'aprofitar l'energia solar.

Els panells fotovoltaics generalment involucren una col·lecció de dotzenes o fins i tot centenars de cèl·lules solars. Cada cel·la solar conté un semiconductor, generalment fet de silici. Quan el semiconductor absorbeix la llum solar, allibera electrons. Un camp elèctric dirigeix aquests electrons en un corrent elèctric, que flueix en un sentit. Els contactes de metall a la part superior i inferior d'una cel·la solar dirigeixen aquest corrent a un objecte extern[1]. L'objecte extern pot ser tan petit com una calculadora solar o tan gran com una central elèctrica. S'han construït centrals fotovoltaiques a tot el món. Les estacions més grans són als Estats Units, Índia i Xina. Aquestes centrals elèctriques emeten centenars de megawatts d'electricitat.

Una de les principals limitacions de la tecnologia és que l'eficiència energètica de la majoria de les cel·les fotovoltaiques actuals és només del 15 al 20 per cent i, atès que la intensitat de la radiació solar és baixa, calen equipaments grans i costosos per produir energia[1]. Les cel·les de perovskita han estat sota investigació i desenvolupament i diverses empreses estan passant ara de l'escala pilot a la producció completa[2]. Si bé l'eficiència màxima actual de l'energia solar fotovoltaica és del 20% al 22%, la combinació de silici i perovskita va aconseguir una eficiència del 28% al 2020.

ENERGIA SOLAR CONCENTRADA

Un altre tipus de tecnologia solar activa és l'energia solar concentrada (CSP). Aquesta tecnologia utilitza lents i miralls per enfocar (concentrar) la llum solar d'una àrea gran en una àrea molt més petita. Aquesta intensa radiació escalfa un fluid, que alhora genera electricitat o alimenta un altre procés de generació[1]. En dissenys antics de torres d'energia solar, la llum solar concentrada escalfava un recipient d'aigua, que produïa vapor per posteriorment accionar una turbina. Més recentment, algunes torres d'energia solar utilitzen sodi líquid, que té una major capacitat calorífica i reté la calor durant més temps. Això significa que el fluid no només arriba a temperatures de 500 a 1000°C, sinó que pot continuar bullint aigua i generant energia en absència de sol.

Els dos dissenys més utilitzats actualment són les centrals de col·lectors parabòlics i els sistemes de receptor central o torre de potència[3]. Tots dos poden incloure un sistema d'emmagatzematge de calor, que permet la generació d'electricitat a la tarda i la nit.

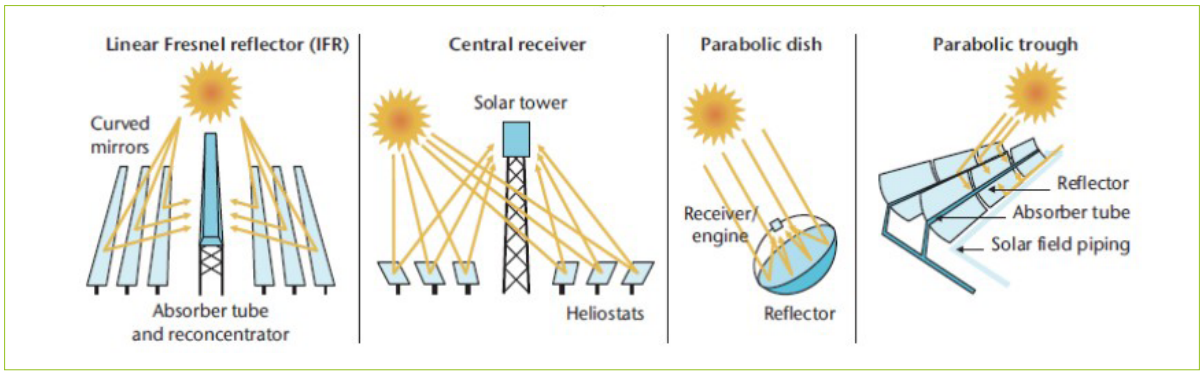


Fig. 1. Tipus de centrals amb tecnologia d'Energia Solar Concentrada

Les plantes d'energia solar concentrada es van desenvolupar per primera vegada a la dècada de 1980. La instal·lació més gran del món és una sèrie de plantes al desert de Mojave a Califòrnia. Aquest sistema de generació d'Energia Solar genera més de 650 GW hora d'electricitat cada any[1]. S'han desenvolupat altres plantes grans i eficaces a Espanya i l'Índia.

Un gran avantatge de l'ús de l'energia solar és que és un recurs renovable. A més, un cop construït i engegat l'equip de tecnologia solar aquest no necessita combustible per funcionar, no emet gasos d'efecte hivernacle ni materials tòxics a l'ambient. El principal impediment per a ús estès és el preu de l'equipament requerit. A més, la llum solar ha de ser abundant i constant perquè l'energia solar sigui una opció eficient. Així mateix, a la majoria dels llocs de la Terra la variabilitat de la llum solar en dificulta la implementació com a única font d'energia.

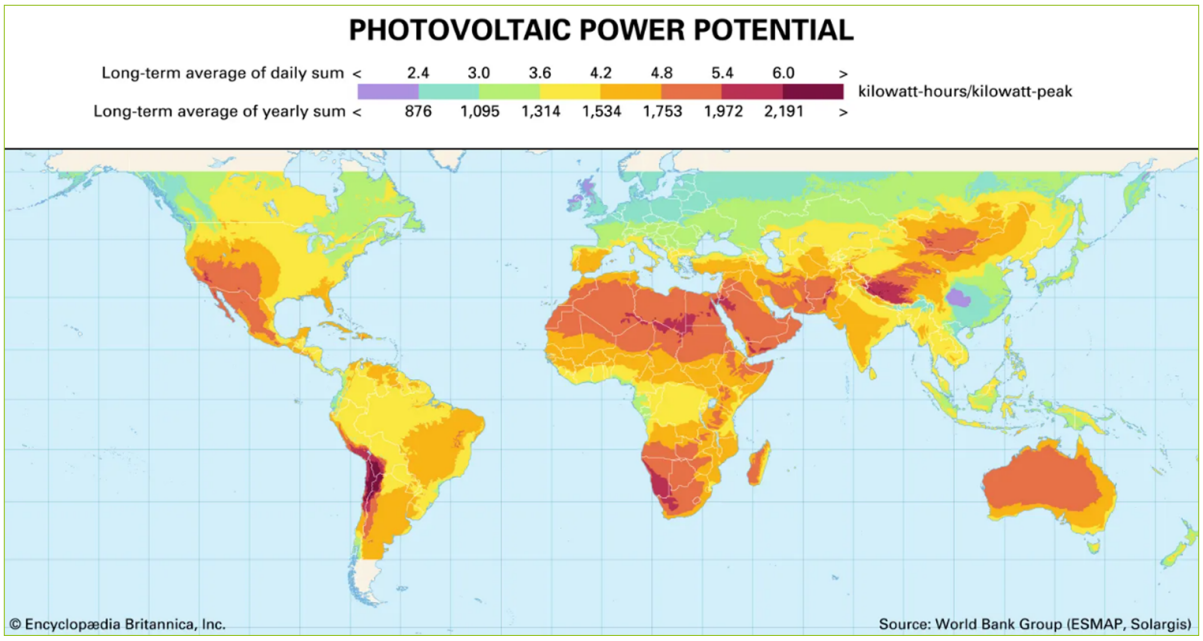


Fig. 2. Potencial fotovoltaic als diferents països del món

L'energia solar també s'utilitza en petita escala per a fins diferents dels descrits anteriorment. En alguns països, per exemple, s'utilitza l'energia solar per produir sal a partir de l'aigua de mar per evaporació[4]. De manera similar, les unitats de dessalinització que funcionen amb energia solar transformen l'aigua salada en aigua potable en convertir l'energia del sol en calor, directament o indirectament, per impulsar el procés de dessalinització[4]. A menor escala, l'energia del sol també es pot aprofitar per cuinar aliments en forns solars. Els forns solars solen concentrar la llum solar des d'una àrea àmplia fins a un punt central on un recipient de superfície negra converteix la llum solar en calor. Aquests forns solen ser portàtils i no requereixen altres ensums de combustible.

La tecnologia solar pot utilitzar-se també per a la producció neta i renovable d'**hidrogen com a font d'energia alternativa**[4]. El procediment divideix l'aigua en hidrogen i oxigen, sense deixar pràcticament cap contaminant. No obstant això, encara es necessita millorar l'eficiència i la rendibilitat d'aquesta tecnologia per a l'ús industrial. Segons Frost and Sullivan[2], la producció d'hidrogen verd mitjançant energia solar fotovoltaica és una oferta d'inversió excel·lent que inclou nombrosos beneficis ambientals. En aquest sentit, països com Unió dels Emirats Àrabs, l'Índia, el Regne Unit, els Estats Units i Austràlia, estan realitzant importants inversions per explorar oportunitats de producció, tant per a ús domèstic com per a exportacions, d'energia renovable mitjançant l'ús d'hidrogen com a mitjà d'emmagatzematge.

Anàlisi tecnològic del mercat

MIDA I PERSPECTIVES DEL MERCAT

El mercat mundial d'energia solar es va valorar en U$S 52,5 bn el 2018 i es projecta que arribi a U$S 223,3 bn per al 2026, creixent a una CAGR del 20,5% del 2019 al 2026 (5). En relació amb la capacitat instal·lada d'energia solar global, aquesta va ser de 728 GW el 2020, i s'estima que arribi als 1645 GW el 2027, registrant una CAGR del voltant del 13,78% durant el període 2022-2027 (6). S'espera que la tecnologia solar fotovoltaica (PV) mostri els creixements de capacitat anual més grans per a les energies renovables, molt per sobre de l'eòlica i la hidroelèctrica, durant els propers cinc anys[6]. En aquest sentit, segons l'informe Global Solar Photovoltaic Growth Opportunities de Frost & Sullivan[2], l'electricitat PV passarà de tenir una capacitat instal·lada de 885.10 GW el 2021 a 2,995.55 GW pel 2030. De la mateixa manera, el valor de mercat passarà de U$S 135.26 bn a U$S 249.23 bn en el mateix període de temps. És important destacar que gairebé un 20% de la capacitat instal·lada de la energia PV es troba a la UE[7].

En contraposició, la energia elèctrica termosolar mostra una projecció molt més discreta. La capacitat mundial de les centrals elèctriques termosolars a finals del 2019 va ser d'aproximadament 5,6 GW. Això correspon a 83 plantes operatives a 11 països[3].

El sector mundial d'energia solar involucra actualment aproximadament 48 000 empreses i dona feina a més de 3 milions de persones. Hondures és el país amb la major proporció d'electricitat generada amb energia solar fotovoltaica amb més del 13%. Diversos països de la UE també van ser líders en termes de penetració de l'energia fotovoltaica al mercat de l'electricitat el 2018, en particular Itàlia (8,3 %), Grècia (7,3 %) i Alemanya (7,2 %)[7].

La inversió global anual en energia solar va ser de 141,1 Bn U$S el 2018[7]. Això és un 22% menys que el 2017, però en general ha estat creixent amb una CAGR mitjana de 20% des del 2004. Les raons de la caiguda del 2018 es relacionen tant amb menors costos de capital per als sistemes fotovoltaics com amb una disminució de les instal·lacions fotovoltaiques a la Xina en comparació del 2017.

En relació amb la penetració del mercat, la generació d'electricitat fotovoltaica a les últimes dues dècades ha passat de ser un petit niche de mercat a proporcionar al voltant de 600 TWh d'electricitat el 2018 (aproximadament el 2,5 % de la producció mundial d'electricitat). La potència acumulada de les plantes fotovoltaiques instal·lades va augmentar a 518 GW a finals de 2018, dels quals 117 GW (23%) es troben a la UE[7].

Els sistemes fotovoltaics a gran escala poden produir electricitat a preus competitius a molts llocs de la UE. En aquest sentit l'informe Photovoltaics Technology Market Report 2018 de la agencia europea Low Carbon Energy Observatory[7] recull preus de generació d'entre 50 EUR/MWh a Espanya i 78 EUR/MWh al Regne Unit. Com a comparació, el valor de referència per a l'energia eòlica terrestre oscil·la entre 35 EUR/MWh a Suècia i 84 EUR/MWh a Croàcia, mentre que el cost de producció d'energia a través de centrals elèctriques de gas o carbó de nova construcció oscil·la entre 71 i 115 EUR/MWh a Alemanya.

Les plantes d'energia solar concentrada (CSP) generen electricitat en convertir l'energia solar en calor, que després es fa servir per generar electricitat en un bloc d'energia tèrmica. Quan es combina amb un sistema d'emmagatzematge tèrmic pot proporcionar electricitat gestionable i renovable durant tot el dia.

La capacitat mundial de les centrals elèctriques CSP a finals del 2019 va ser d'aproximadament 5,6 GW, fet que va representar una penetració de menys de l'1% al mercat elèctric global. Això correspon a 83 plantes operatives a 11 països[3].

Si bé Espanya i els EUA són els líders tradicionals en desplegament d'energia solar concentrada (CSP), els darrers desenvolupaments s'estan produint en altres llocs, com la Xina, l'Orient Mitjà, el Marroc, Sud-àfrica i Xile. També hi ha hagut un moviment cap a plantes més grans, >100 MW, que faciliten les economies d'escala. A nivell mundial, es preveu un paper modest d'aquesta tecnologia a llarg termini. Un escenari ambiciós pronostica que per al 2050 arribarà als 633 GW d'energia generada (amb una contribució del 3,7 % de la generació d'electricitat global).

DRIVERS DEL MERCAT I RESTRICCIONS

El creixement del mercat de l'energia solar està impulsat per l'augment de la contaminació ambiental i la provisió d'incentius governamentals i rebaixes d'impostos per instal·lar panells solars. A més, la disminució de la petjada hídrica associada amb els sistemes d'energia solar ha impulsat la seva demanda en els sectors de generació d'energia. La demanda de cel·les solars ha cobrat gran impuls a causa de l'augment de les instal·lacions als sostres, seguit de l'augment de les aplicacions al sector de l'arquitectura. A més, s'espera que la demanda de cilindres parabòlics i torres d'energia solar a la generació d'electricitat impulsi la demanda de sistemes d'energia solar concentrada[5]. Segons l'informe Global Solar Photovoltaic Growth Opportunities de Frost & Sullivan[2], les reduccions de costos dels dispositius solars PV i els avenços en les tecnologies d'emmagatzematge fan que l'energia solar sigui una proposta atractiva. Tots els avenços tecnològics, com els sistemes seguidors i els panells bifacials, han portat a millores de l'eficiència de producció.

En relació amb les restriccions, l'adopció de la tecnologia solar fotovoltaica es veu afectada marginalment per factors com ara la confiança del mercat, la producció industrial en general i la competitivitat (costos dels equipaments, instal·lació i manteniment)[5]. A més, les condicions climàtiques i les latituds geogràfiques restringeixen el creixement del mercat de l'energia solar, especialment a les regions propenses a nevades i pluges. Els problemes d'integració de la xarxa elèctrica relacionats amb l'estabilitat del voltatge i la freqüència i la qualitat de l'energia creen desafiaments per a l'aprofitament solar. Es pensa també que la producció d'equips i els problemes ambientals del final de la vida útil dels panells d'energia fotovoltaica en restringeixin el creixement[2].

SEGMENTS DEL MERCAT PER TECNOLOGIA

En relació amb el tipus de tecnologia solar, l'energia fotovoltaica basada en oblees de silici cristal·lí és la tecnologia dominant del mercat, amb una participació de més del 95 % el 2018 (que correspon a més de 400 milions de mòduls individuals)[7]. Altres productes comercials inclouen tecnologies de pel·lícula delgada, en les que les capes de material actiu d'unes poques micres d'espessor es dipositen sobre substrats de vidre o metall, i també l'energia fotovoltaica de concentració, que usa lents per enfocar la llum en les cèl·lules petites.

Així, l'augment de les aplicacions fotovoltaiques ha impulsat la demanda de cel·les de primera generació, que inclouen cel·les de silici monocristal·lí i policristal·lí (que han tingut una gran demanda, especialment per a aplicacions residencials)[5]. S'espera que el segment de cèl·lules de tercera generació mostri una alta taxa de creixement a causa de l'R+D en curs i l'augment de l'eficiència dels panells solars.

SEGMENTS DE MERCAT PER REGIÓ

En els darrers anys Àsia-Pacífic ha estat el principal mercat per a les instal·lacions d'energia solar. El 2020, aquesta regió va mostrar una participació de mercat d'aproximadament el 58% de la capacitat instal·lada d'energia solar mundial. La Xina és un contribuent important al creixement del mercat de l'energia solar a Àsia-Pacífic i a tot el món. Així, el 2020 la Xina i va aportar una capacitat instal·lada addicional d'uns 48,2 GW d'energia solar al total mundial[6].

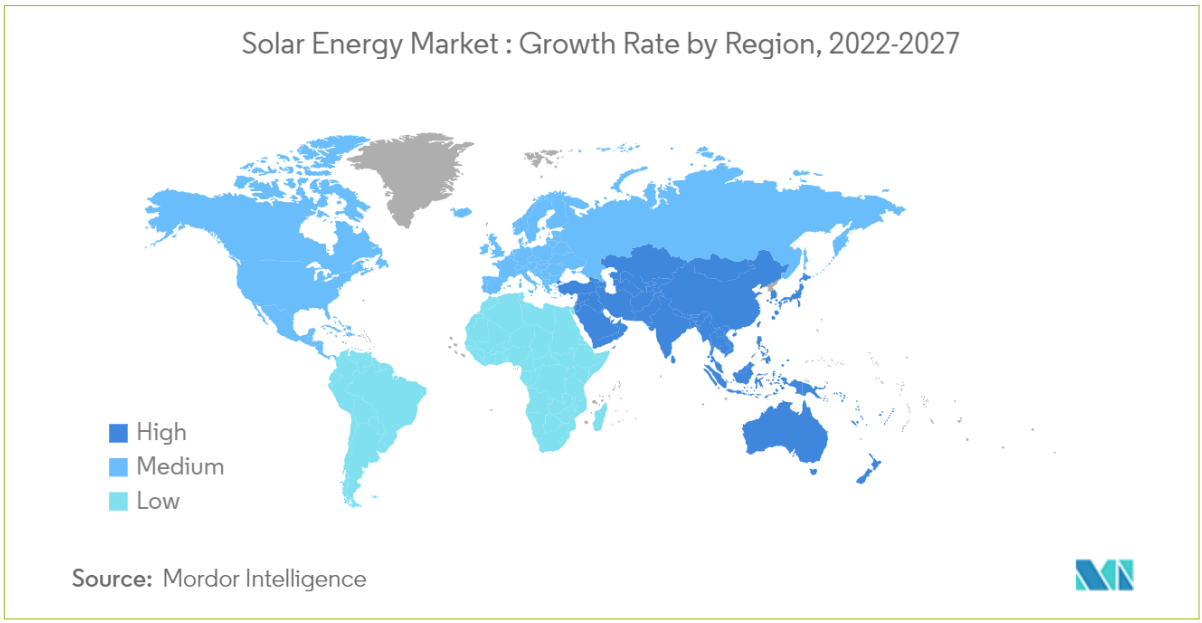


Fig. 3 Creixement del mercat de l'energia solar per regió[6]

La Xina i el Japó han augmentat significativament la producció de tecnologies solars a causa de les regulacions a les tarifes governamentals, i la fusió i adquisició de fabricants locals[5]. Amèrica del Nord i Europa s'han centrat molt en investigacions per maximitzar el potencial solar. Orient Mitjà i Àfrica també han guanyat impuls a causa de l'augment de les aplicacions de l'energia solar per generar energia, agricultura i arquitectura. Segon Frost & Sullivan[2], el creixement planejat de la capacitat instal·lada d'energia solar fotovoltaica fins al 2030 estarà liderat per països com la Xina, els Estats Units i l'índia.

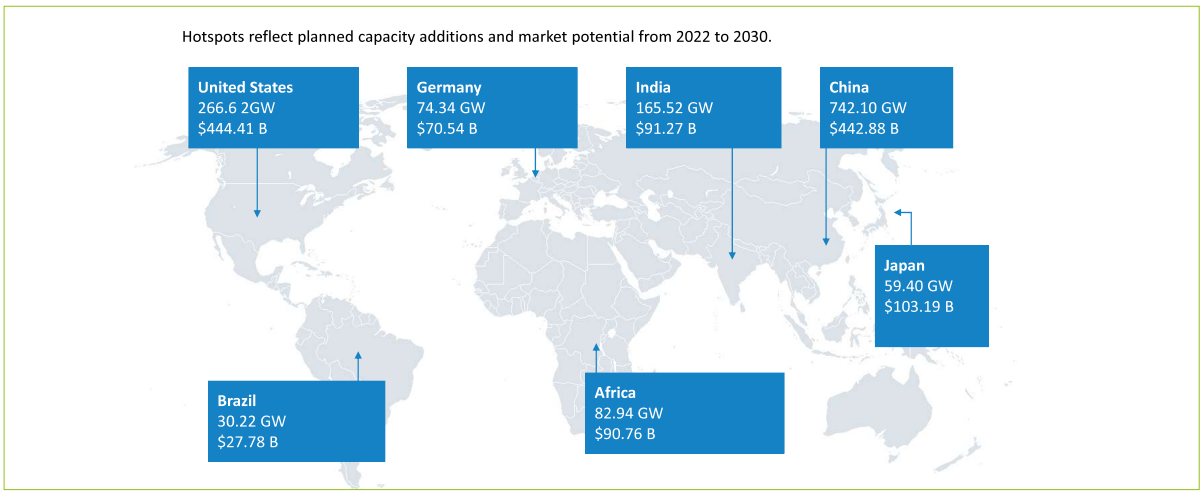


Fig. 4 Punts d'interès global del mercat solar fotovoltaic[2]

En relació amb les centrals elèctriques termosolars Espanya i els EUA són els líders tradicionals en desplegament d'aquesta tecnologia, però els darrers desenvolupaments s'estan produint en altres llocs, com la Xina, l'Orient Mitjà, el Marroc, Sud-àfrica i Xile. També hi ha hagut un moviment cap a plantes més grans, >100 MW, que faciliten les economies d'escala. A nivell mundial, es preveu un paper modest d'aquesta tecnologia a llarg termini. Un escenari ambiciós pronostica que per al 2050 arribarà als 633 GW d'energia generada (amb una contribució del 3,7 % de la generació d'electricitat global).

El sector de l'energia fotovoltaica involucra actualment aproximadament 48 000 empreses a tot el món i dona feina a més de 3 milions de persones. Hondures és el país amb la major proporció d'electricitat generada amb energia solar fotovoltaica amb més del 13% del total. Diversos països de la UE també van ser líders en termes de penetració de l'energia fotovoltaica al mercat de l'electricitat el 2018, en particular Itàlia (8,3 %), Grècia (7,3 %) i Alemanya (7,2 %)[7].

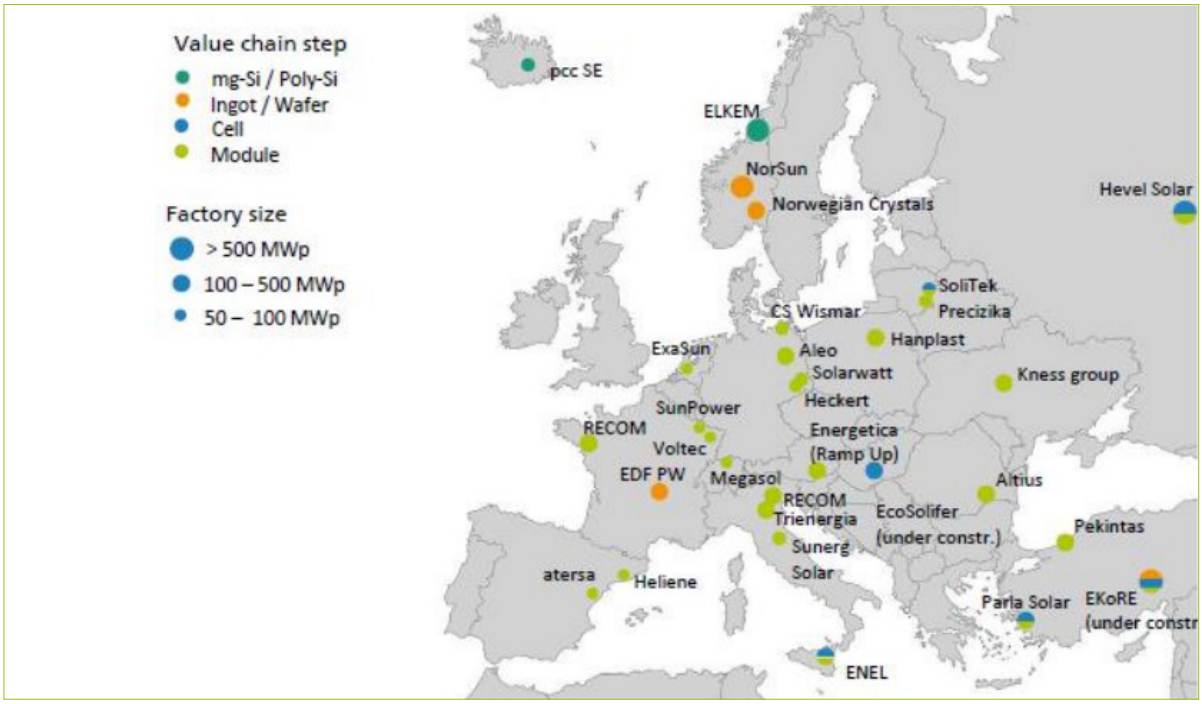


Fig. 5 Fabricants europeus del sector elèctric PV[7].

PRINCIPALS PLAYERS

La indústria fotovoltaica ha crescut ràpidament d'un grup d'empreses i jugadors clau a un negoci global. El mercat de l'energia solar està molt fragmentat i comprèn una àmplia cadena de valor, des de les matèries primeres fins a la producció de dispositius, la instal·lació, el funcionament i el reciclatge del sistema[7]. Segons Frost & Sullivan[2], la cadena de valor del sector elèctric PV es pot segmentar en: (a) fabricants de cèl·lules solars fotovoltaiques, (b) empreses elaboradores de mòduls solars fotovoltaics, (c) fabricants d'equips Inversors elèctrics i (d) empreses de servei. Al primer grup es destaquen les empreses Tongwei, Aiko, Runergy, Espai Solar, Shanxi Lu'an; al segon: Longi, Trina Solar, JA Solar; al tercer Huawei, SunGrow, SMA, i finalment al quart trobem les empreses: Nova Source, Sterling & Wilson.

Altres actors importants del mercat global de l'energia solar inclouen empreses com Canadian Solar, Inc., Sunpower Corporation, i TATA Power Solar Systems LTD[6 5].

Anàlisis de patents

La informació aportada en aquesta secció fa referència a l'estudi realitzat sobre una mostra de **780.957 sol·licituds de patents** en l'àmbit de l'energia solar (tèrmica i PV). les quals van generar **439.333 patents concedides** i s'agrupen en **406.945 famílies de patents**.

406.945
família de patents

Nombre total de famílies en aquest conjunt de resultats

439.333
patents concedides

Nombre total de patents concedides en aquest conjunt de resultats

780.957
sol·licituds

Nombre total de sol·licituds en aquest conjunt de resultats

1.077.785
publicacions

Nombre total de publicacions en aquest conjunt de resultats

4.521.946
citacions rebudes

Nombre total de citacions rebudes

5.745.1727
citacions fetes

Nombre total de citacions fetes

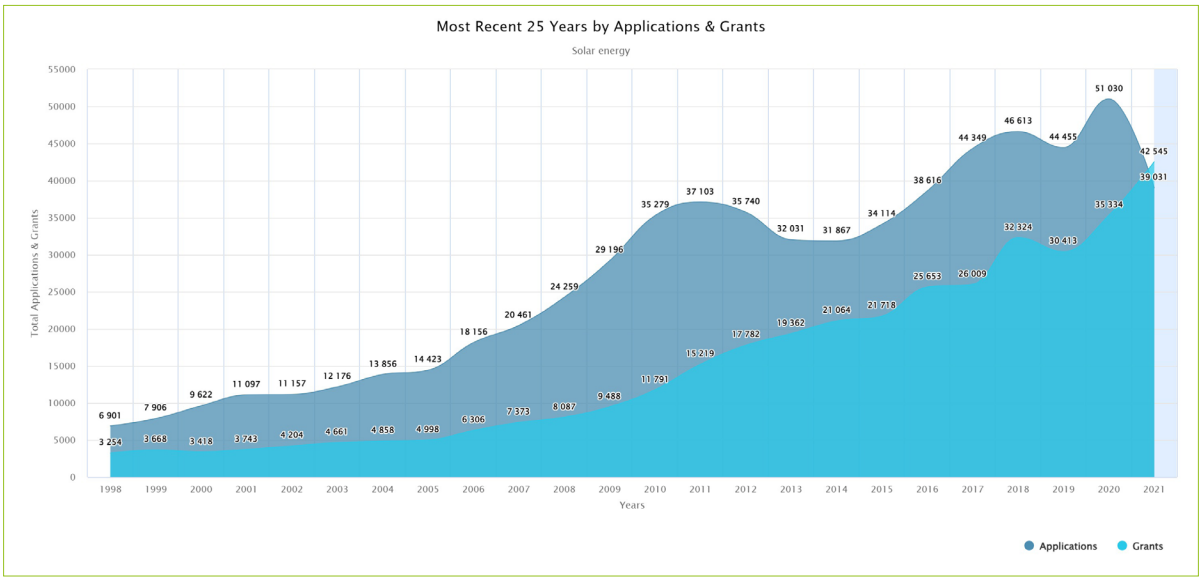
Per a l'obtenció de la mostra d'aquest informe únicament s'ha considerat la inclusió d'índexs de l'International Patent Classification (IPC) de la World Intellectual Property Organization (WIPO). Específicament, es van explorar els següents:

- F24S: SOLAR HEAT COLLECTORS
- H02S: GENERATION OF ELECTRIC POWER BY CONVERSION OF INFRA-RED RADIATION, VISIBLE LIGHT OR ULTRAVIOLET LIGHT, e.g. USING PHOTOVOLTAIC [PV] MODULES
- DEVICES ADAPTED FOR THE CONVERSION OF RADIATION ENERGY INTO ELECTRICAL ENERGY
  - H01L 27/142: Energy conversion devices,
  - H01L 31/00: Semiconductor devices sensitive to infra-red radiation, light,...
  - H01L 31/078: including different types of potential barriers provided for in two or more of groups
  - H01G 9/20: Light-sensitive devices
  - H02S 10/00: PV power plants
- ASSEMBLIES OF A PLURALITY OF SOLAR CELLS
  - H01L 25/00: Assemblies consisting of a plurality of individual semiconductor or other solid state devices
  - 25/03: all the devices being of a type provided for in the same subgroup...
  - 25/16: he devices being of types provided for in two or more different main groups of groups
  - 25/18: the devices being of types provided for in two or more different subgroups...
  - 31/042: PV modules or arrays of single PV cells (supporting structures for PV modules...
- SILICON; SINGLE-CRYSTAL GROWTH
  - C01B 33/02: Silicon
  - C23C 14/14: Metallic material, boron or silicon
  - 16/24: Deposition of silicon only
  - C30B 29/06: Silicon

- G05F 1/67: REGULATING TO THE MAXIMUM POWER AVAILABLE FROM SOLAR CELLS,
- H02J 7/35: CHARGING BATTERIES, with light sensitive cells,
- DYE-SENSITISED SOLAR CELLS (DSSC)
  - H01G 9/20: Light-sensitive devices
  - H01M 14/00: Electrochemical current or voltage generators not provided for in groups.
- HYBRID SOLAR THERMAL-PV SYSTEMS
  - H01L 31/0525: including means to utilise heat energy directly associated with the PV cell
  - H02S 40/44: Means to utilise heat energy
- PRODUCING MECHANICAL POWER FROM SOLAR ENERGY
  - F03G 6/00: Devices for producing mechanical power from solar energy
  - F03G 6/06: with solar energy concentrating means
- ROOF COVERING ASPECTS OF ENERGY COLLECTING DEVICES
  - E04D 13/00: Special arrangements or devices in connection with roof coverings
  - E04D 13/18: Roof covering aspects of energy collecting devices
- STEAM GENERATION USING SOLAR HEAT
  - F22B 1/00: Methods of steam generation characterised by form of heating method
  - F24V 30/00: Apparatus or devices using heat produced by exothermal chemical reactions other than by combustion
- F24S 23/00: SOLAR CONCENTRATORS

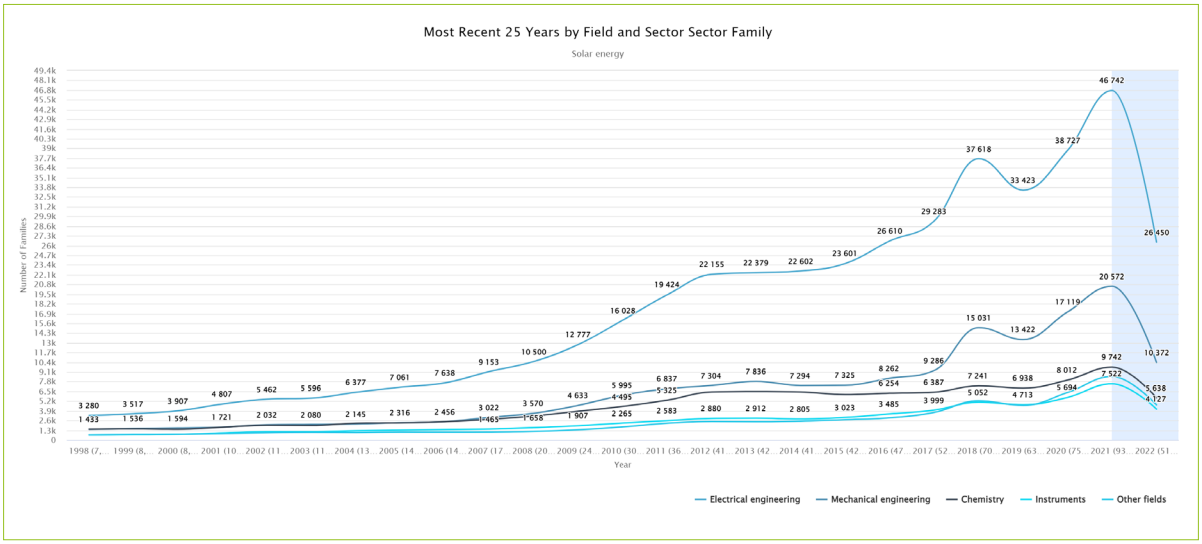
EVOLUCIÓ PATENTS SOL·LICITADES I CONCEDIDES

L'anàlisi de patents sol·licitades i concedides permet apreciar una clara tendència de creixement fins l'actualitat. El numero total de sol·licituds va passar gairebé set mil a més de cinquanta mil per any. També resulta rellevant constatar que el numero de patents concedides va créixer gradualment al llarg dels anys, demostrant un patró d'innovacions continuistes. El percentatge de patentes concedides és molt alt, al voltant del 70% els últims anys de l'estudi.



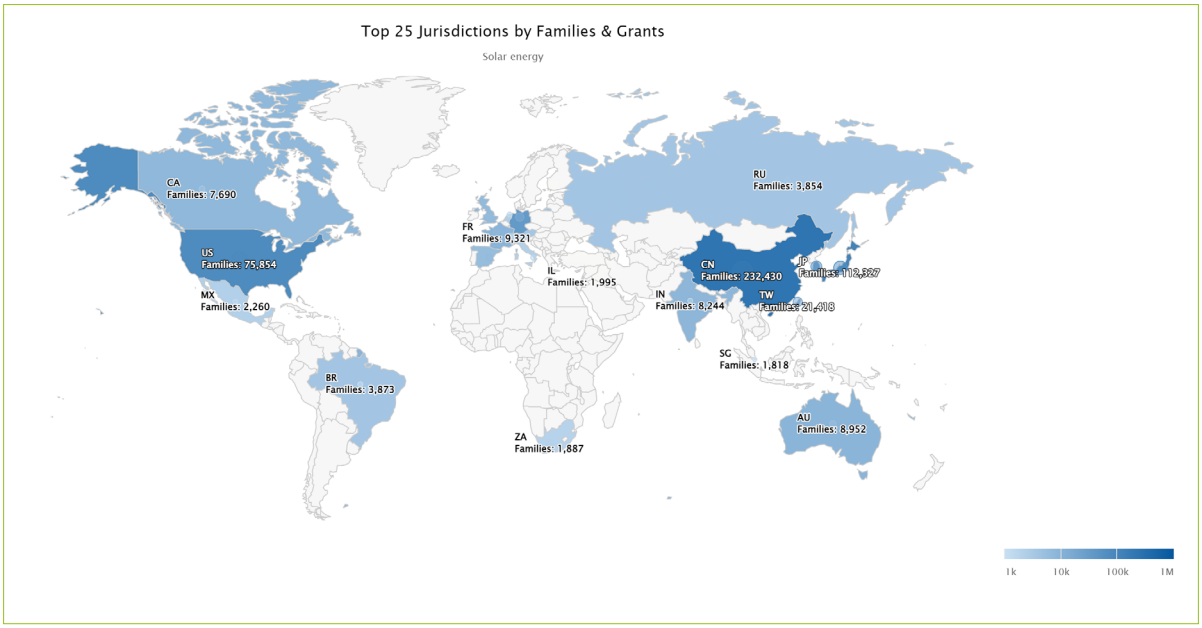
SECTOR TECNOLÒGIC DE LES PATENTS SOL·LICITADES

En els darrers vint-i-cinc anys, les tecnologies més actives en patents sol·licitades en aquest àmbit pertanyen, sobretot, als camps següents: Enginyeria Elèctrica, Enginyeria Mecànica, Química, Instruments i altres camps.

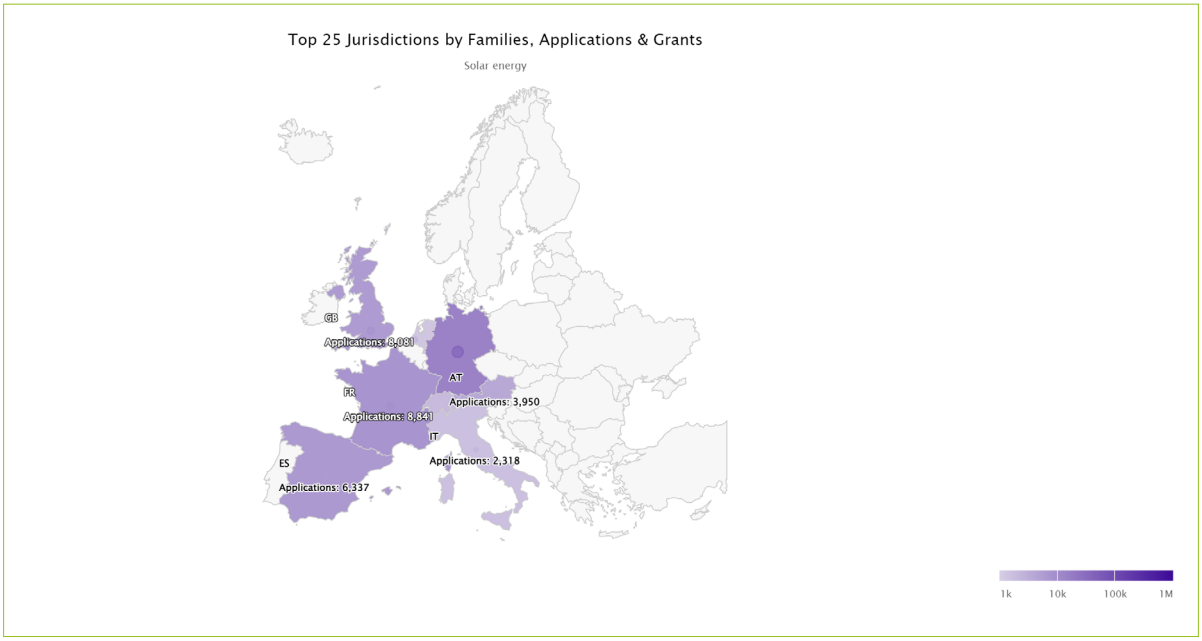


LOCALITZACIÓ TERRITORIAL DE PATENTS

A nivell global, sobre aquest tòpic, les oficines regionals que els darrers 25 anys han encapçalat la demanda de sol·licituds de patents són les de Xina (per molt ampli marge), Japó, Estats Units, Corea i Alemanya.

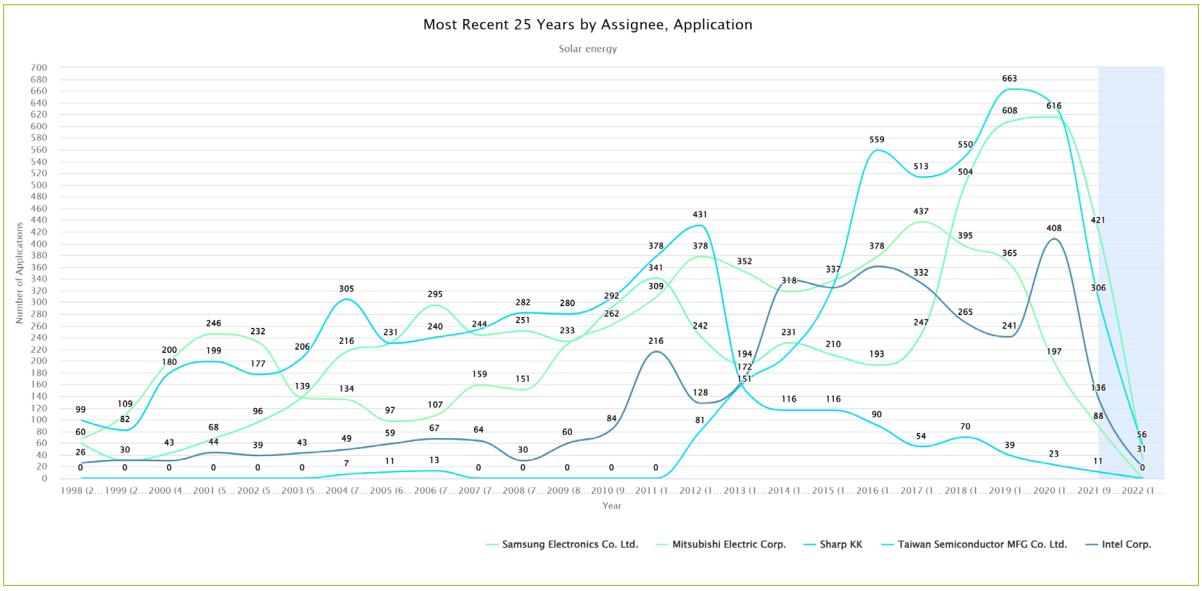


En aquesta família de patents la Unió Europea mostra la sisena posició mundial amb 16.941 patents concedides. Dins de la Unió Europea, els països amb més sol·licituds de patents són Alemanya, França, Gran Bretanya, Espanya i Àustria.

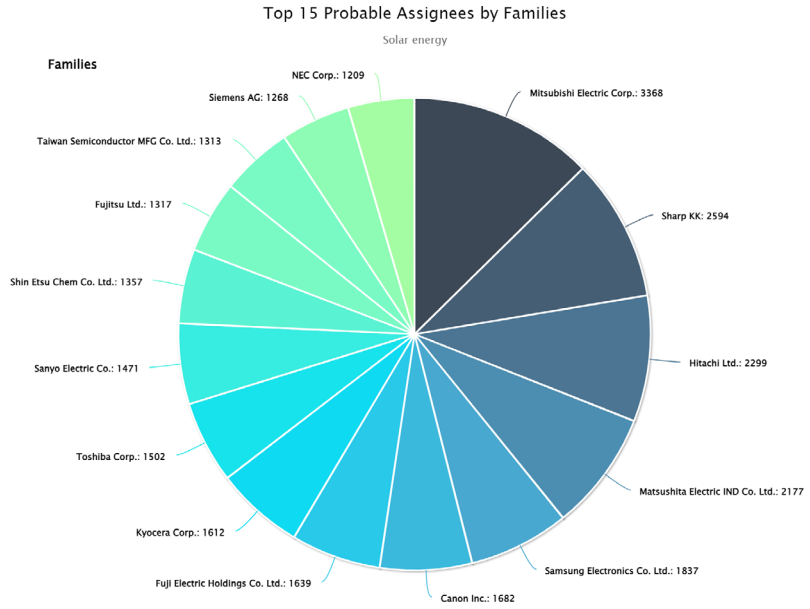


SOL·LICITANTS DE PATENTS MÉS ACTIUS

En el següent gràfic mostra les organitzacions més actives en sol·licitants de patents dels últims vint-i-cinc anys, així com els períodes temporals en els que s'han concentrat aquestes sol·licituds.
Per la seva activitat destaquen, entre d'altres, Samsung Electronics Co Ltd, Mitsubishi Electric Corp., Sharp KK, Taiwan Semiconductor MFG Co Ltd., e Intel Corp.



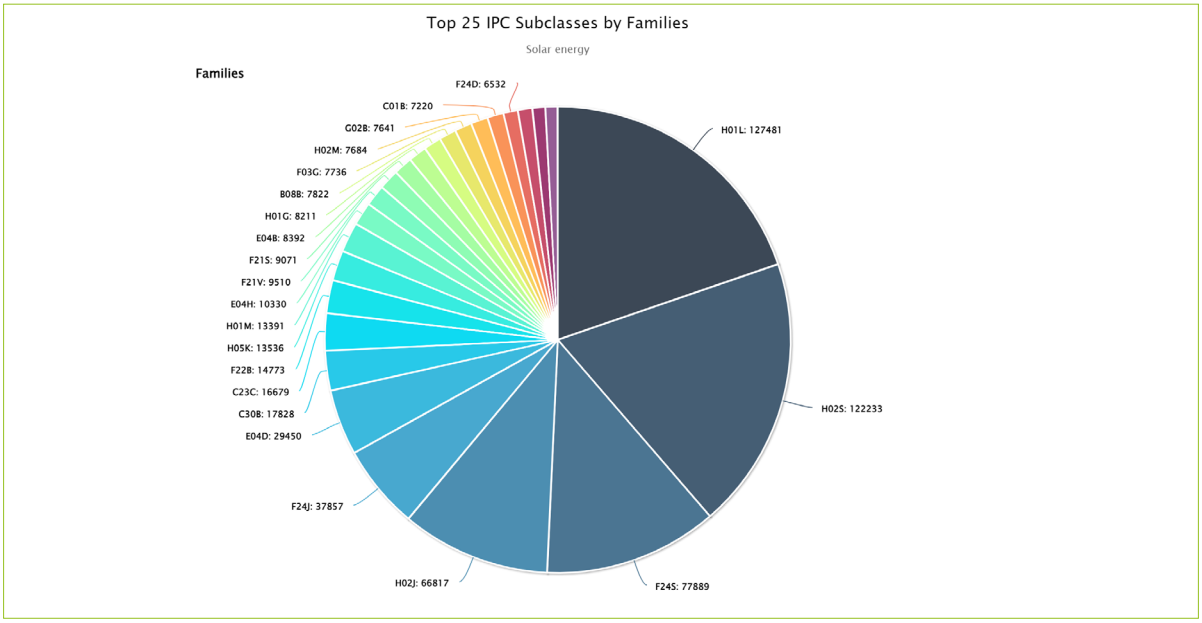
Al següent gràfic es pot observar les organitzacions més actives (empreses, institucions o persones) com a sol·licitants de patents (cessionaris). S'especifica el volum global d'operacions tramitades per cadascuna en els darrers 25 anys.



PARAULES CLAU ATRIBUÏDES A LES PATENTS EN AQUEST CAMP

Les principals paraules clau més atribuïdes a les sol·licituds de patents en el camp en estudi, són les següents:

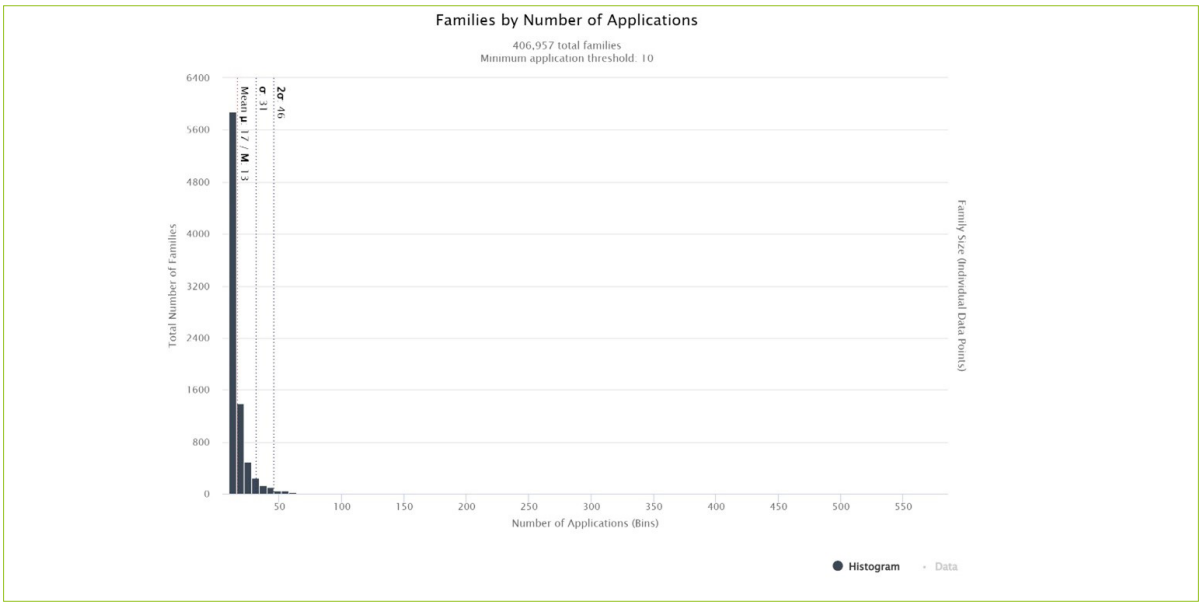
El gràfic següent mostra les patents agrupades segon la Classificació Internacional de Patents (IPC). D'acord amb aquesta classificació es pot observar que més del 60% de les patents s'agrupen a les categories H01L: Semiconductor Devices, H02S: Generation Of Electric Power By Conversion Of Infra-Red Radiation, Visible Light Or Ultraviolet Light, E.G. Using Photovoltaic [Pv] Modules, F24S: Solar Heat Collectors, H02J: Circuit Arrangements Or Systems For Supplying Or Distributing Electric Power.



PATENTS MÉS DESTACADES

L'anàlisi de patents permet seleccionar algunes patents que es destaquen per haver estat sol·licitades a un gran numero de països, o també pel seu elevat numero de cites. Aquests paràmetres són indicadors claus de la importància relativa de la patent, a l'àmbit del present estudi.

L'anàlisi de patents per numero de sol·licituds va mostrar que **32 famílies de patents**, sobre una mostra de **780.957 sol·licituds de patents** sol, van ser sol·licitades en més de 58 països.



D'aquest conjunt de 32 famílies de patents es poden destacar les següents:

Family number: 43982493 (US2011100436 AA)

Title: PHOTOVOLTAIC DEVICE AND METHOD

Abstract: The present invention is premised upon an improved photovoltaic device ("PVD") and method of use, more particularly to an improved photovoltaic device with an integral locator and electrical terminal mechanism for transferring current to or from the improved photovoltaic device and the use as a system.

Probable Assignee: DOW GLOBAL TECHNOLOGIES LLC

Designated states: AT; BE; BG; CH; CY; CZ; DE; DK; EE; ES; FI; FR; GB; GR; HR; HU; IE; IS; IT; LI; LT; LU; LV; MC; MK; MT; NL; NO; PL; PT; RO; SE; SI; SK; TR; AL; BA; RS; AE; AG; AM; AO; AU; AZ; BB; BF; BH; BJ; BR; BW; BY; BZ; CA; CF; CG; CI; CM; CN; CO; CR; CU; DM; DO; DZ; EC; EG; GA; GD; GE; GH; GM; GN; GQ; GT; GW; HN; ID; IL; IN; JP; KE; KG; KM; KN; KP; KR; KZ; LA; LC; LK; LR; LS; LY; MA; MD; ME; MG; ML; MN; MR; MW; MX; MY; MZ; NA; NE; NG; NI; NZ; OM; PG; PH; RU; SC; SD; SG; SL; SM; SN; ST; SV; SY; SZ; TD; TG; TJ; TM; TN; TT; TZ; UA; UG; US; UZ; VC; VN; ZA; ZM; ZW

Family number: 46546837 (US2010199974 AA)

Title: SOLAR RECEIVER PANELS

Abstract: A boiler for a solar receiver includes a plurality of boiler panels arranged side by side with each other so that the panels form a boiler wall section. Piping fluidly connects the plurality of boiler panels together to route a working fluid through the boiler wall section from an inlet of the boiler wall section to an outlet of the boiler wall section. The piping and boiler panels are configured and adapted to route the working fluid through each of the boiler panels in a common direction.

Probable Assignee: BABCOCK POWER SERVICES INC

Designated states: AE; AG; AL; AM; AO; AT; AU; AZ; BA; BB; BE; BF; BG; BH; BJ; BR; BW; BY; BZ; CA; CF; CG; CH; CI; CL; CM; CN; CO; CR; CU; CY; CZ; DE; DK; DM; DO; DZ; EC; EE; EG; ES; FI; FR; GA; GB; GD; GE; GH; GM; GN; GQ; GR; GT; GW; HN; HR; HU; ID; IE; IL; IN; IS; IT; JP; KE; KG; KM; KN; KP; KR; KZ; LA; LC; LK; LR; LS; LT; LU; LV; LY; MA; MC; MD; ME; MG; MK; ML; MN; MR; MT; MW; MX; MY; MZ; NA; NE; NG; NI; NL; NO; NZ; OM; PE; PG; PH; PL; PT; RO; RS; RU; SC; SD; SE; SG; SI; SK; SL; SM; SN; ST; SV; SY; SZ; TD; TG; TH; TJ; TM; TN; TR; TT; TZ; UA; UG; US; UZ; VC; VN; ZA; ZM; ZW; QA; RW.

Family number: 42981399 (US2009077804 AA)

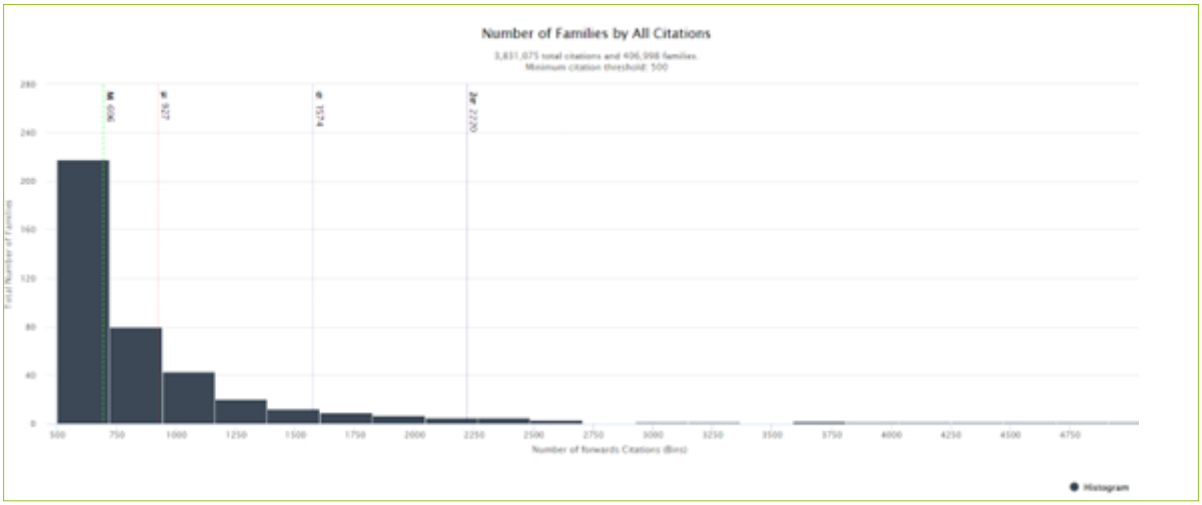
Title: PRODUCTION LINE MODULE FOR FORMING MULTIPLE SIZED PHOTOVOLTAIC DEVICES

Abstract: The present invention generally relates to a sectioning module positioned within an automated solar cell device fabrication system. The solar cell device fabrication system is adapted to receive a single large substrate and form multiple silicon thin film solar cell devices from the single large substrate.

Probable Assignee: APPLIED MATERIALS INC.

Designated states: AL; AT; BA; BE; BG; CH; CY; CZ; DE; DK; EE; ES; FI; FR; GB; GR; HR; HU; IE; IS; IT; LI; LT; LU; LV; MC; MK; MT; NL; NO; PL; PT; RO; RS; SE; SI; SK; TR; AE; AG; AM; AO; AU; AZ; BB; BF; BH; BJ; BR; BW; BY; BZ; CA; CF; CG; CI; CM; CN; CO; CR; CU; DM; DO; DZ; EC; EG; GA; GD; GE; GH; GM; GN; GQ; GT; GW; HN; ID; IL; IN; JP; KE; KG; KM; KN; KP; KR; KZ; LA; LC; LK; LR; LS; LY; MA; MD; ME; MG; ML; MN; MR; MW; MX; MY; MZ; NA; NE; NG; NI; NZ; OM; PG; PH; RU; SC; SD; SG; SL; SM; SN; ST; SV; SY; SZ; TD; TG; TJ; TM; TN; TT; TZ; UA; UG; US; UZ; VC; VN; ZA; ZM; ZW; CL; PE; TH.

En relació al numero de cites per patent, es van obtenir 61 famílies de patents, sobre una mostra de **780.957 sol·licituds de patents** (406.998 famílies totals), que tenen **més de 1.000 cites cadascuna**.



D'aquest conjunt de 61 famílies de patents es poden destacar les següents:

Family number: 32274765 (US2005211998 AA). **1218 forward citations**

Title: LIGHT ACTIVE SHEET MATERIAL

Abstract: Device structures for sheets of light active material. A first substrate has a transparent first conductive layer. A pattern of light active semiconductor elements are fixed to the first substrate. The light active semiconductor elements have an n-side and a p-side. Each light active semiconductor element has either of the n-side or the p-side in electrical communication with the transparent conductive layer. A second substrate has a second conductive layer. An adhesive secures the second substrate to the first substrate so that the other of said n-side or said p-side of each said light active semiconductor element is in electrical communication with the second conductive layer. Thus forming a solid-state light active device.

Probable Assignee: ARTICULATED TECHNOLOGIES LLC

Family number: 32610224 (US2002171078 AA) **1142 forward citations**

Title: METAL-OXIDE ELECTRON TUNNELING DEVICE FOR SOLAR ENERGY CONVERSION

Abstract: The electron tunneling device includes first and second non-insulating layers spaced apart such that a given voltage can be provided therebetween. The device also includes an arrangement disposed between the non-insulating layers and configured to serve as a transport of electrons between the non-insulating layers. This arrangement includes a first layer of an amorphous material such that using only the first layer of amorphous material in the arrangement would result in a given value of a parameter in the transport of electrons, with respect to the given voltage. The arrangement further includes a second layer of material, which is configured to cooperate with the first layer of amorphous material such that the transport of electrons includes, at least in part, transport by tunneling, and such that the parameter, with respect to the given voltage, is increased above the given value of the parameter.

Probable Assignee: TECHNOLOGY CORP UNIV.

Family number: 28468880 (US2003070368 AA) **1050 forward citations**

Title: SOLAR MODULE MOUNTING METHOD AND CLIP

Abstract: A solar collector array is formed of a plurality of solar panels mounted on a frame made of support beams which may be sheet metal channel members. A butyl tape or other glazing material is applied between the back laminate of the solar panel and the beam. Clips are used to clamp the panels to the support beams. The clips have an upper portion that is generally T-shaped in profile, and a retainer in the form of a channel nut or bar, with a threaded hole that receives a bolt or similar threaded fastener. The retainer biases against the inwardly directed flanges of the channel support beam. Electrical wires and mechanical fasteners are concealed within the support beams.

Probable Assignee: SUNPOWER CORP

Casos d'innovació i perfils de les start-ups

Alguns projectes i empreses innovadores destacades al sector de l'energia solar són:

THIN-FILM FLEXIBLE SOLAR CELLS

SOLACTRON INC., US

CHALLENGES

Copper indium gallium selenide (CIGS) solar cells are among the best performing cells in terms of efficiency. CIGS has higher efficiency than silicon and cadmium telluride (CdTe) cells. CdTe cells are among the most cost-efficient cells, but cadmium is toxic, which restrains CdTe adoption.

CIGS solar cells manufacturing is a complicated process. Therefore, they have high manufacturing costs and low scalability. Despite achieving higher efficiency than the other two leading competing technologies, these challenges are the main barriers to CIGS adoption in the solar market.

INSTITUTE & TECHNOLOGY OVERVIEW

Solactron has developed a proprietary technology to produce CIGS cells cost-effectively. The conventional two-step CIGS manufacturing process involves first depositing copper, indium, and gallium in the rough form without a desirable crystal structure. The second step adds selenium and sulfur and recrystallizes the deposited layer to a desirable final form. Solactron uses a single-step process that deposits all four materials in CIGS at once in their final desirable crystal form. This technology allows simpler and, in turn, more scalable manufacturing process.

Solactron's CIGS solar cell panels are monolithically integrated solar modules on a glass substrate.

TECHNOLOGY PROFILE & READINESS LEVEL

Solactron's CIGS manufacturing technology is in the research phase. The cells are not yet commercially proven in terms of performance and economic viability

Therefore, Frost & Sullivan assesses Solactron's TRL to be 6.

1 2 3 4 5 ▶6 7 8 9

GROWTH OPPORTUNITIES ACROSS INDUSTRIES/APPLICATIONS

CIGS' high efficiency and low thickness and the technology's low manufacturing cost make Solactron's CIGS widely applicable.

- CIGS cells achieve higher efficiency than CdTe and silicon cells and do not use any toxic material. They are also much thinner than currently used multi-crystalline silicon cells, making them more versatile.
- Solactron's manufacturing process achieves a much lower CIGS manufacturing cost than the conventional method and can potentially make the CIGS cells commercially available with prices comparable to silicon solar cells. Therefore, Solactron's CIGS cells have the potential to become a technology of choice in the solar cell market.

Renewable Power Generation

Low — Medium — High

BENEFITS

Solactron's CIGS manufacturing process is easily scalable and controllable. Solactron's one-step manufacturing process achieves uniform material composition and high material utilization. The processing time for Solactron CIGS cell is 90% less than the conventional process. Further, Solactron CIGS cells can achieve 25% of efficiency, as opposed to 23.25% efficiency achievable by conventional CIGS cells manufacturing process. CdTe and silicon solar cells have efficiency of 22.1% and 21.9% respectively.

Fig. 16.Cèl·lules solars de pel·lícula fina[8]

FLOATING PHOTOVOLTAIC SYSTEMS OFFERING HIGHER ENERGY YIELD

OCEAN SUN, NORWAY

Challenges

Floating solar photovoltaic (PV)-based renewable power generation has several benefits and has very high growth potential to be deployed in large-scale in many countries having access to oceans and water bodies.

However, floating solar PV systems has several challenges during their installation process. This includes challenges related to anchoring in the same place during various water level variations and during extreme weather conditions, such as high winds and strong waves. This is a laborious process and also results in high maintenance expenditure.

Institute and Technology Overview

- Ocean Sun, a Norway-based company specializes in the design, development, and installation of ring floating solar PV solutions, which can be easily mounted on thin hydro-elastic membranes.
- Continuous experiments carried out under rough waves and extreme weather conditions ensure that these floating systems are highly operational with minimal maintenance expenditures and ultimately deliver the most optimum levelized cost of energy (LCOE) in the renewable energy generation industry.

Technology Profile and Technology Readiness Level

- The company's patented thin polymer membranes are being used to float the PV modules, which operate even at very high wind speeds of around 270 km/minute.
- The company has successfully commercialized OS-75 and OS-50 floating modules and in 2021 it has commercialized a 2 MWp capacity facility in Albania.

1 2 3 4 5 6 7 8 ➔9

Growth Opportunities Across Industries/ Applications

- Each ring floater occupies an area of approximately 0.44 hectares and the operators can easily perform in-situ maintenance due to their patented mounting system. The company's systems have also been tested in tropical water bodies and have been extremely resistant to bio-fouling.
- The company's solutions are also being tested for floating solar-based desalination and other power-to-X applications. These systems will soon be commercialized in large-scale in Scandinavian countries in the near future.

Floating solar energy generation

Low — Medium — High

Benefits

The floating systems have a longer life-time of around 20 years and have direct water cooling systems that result in 10% higher energy yield as compared to terrestrial mounted PV systems.

Fig. 17. Sistema fotovoltaic flotant que ofereix un major rendiment energètic [8]

CONCENTRATED SOLAR-BASED THERMAL TECHNOLOGY

BRIGHTSOURCE ENERGY, US

BrightSource Energy	
Product/ Technology	Solar Energy
Type of Ownership	Private
Year Founded	2004
Headquarters	San Francisco Bay Area, West Coast, US
Key Markets	Global
Investment Stage	N/A
Total Funding	$840.3 million
Frost Radar	Not profiled

BRIGHTSOURCE TECHNOLOGY'S FOCUS & VISION

- BrightSource designs, develops, and deploys concentrated solar thermal plants. It utilizes concentrated solar technology for steam generation, which can be used in the power industry.
- BrightSource has extensive experience in power generation. Collectively, BrightSource's staff has experience in installing more than 20 GW of wind, solar, and conventional power plants.
- The company's vision is to develop and advance technologies to harness the sun's energy to meet the world's clean energy needs. The company is currently building a 100 MW concentrated solar plant in Dubai.

TECHNOLOGY ATTRIBUTES

Integration of Renewable and Conventional Power Generation
BrightSource's concentrated solar thermal system uses proprietary optimization software and control system to produce high pressure and high temperature steam. This steam can be used in conventional steam turbine-based power plants to produce renewable energy.

Innovative Energy Storage System
BrightSource's technology is based on concentrated solar panes which first convert the solar energy to thermal energy. This thermal energy is utilized to generate power. Therefore, for energy storage, BrightSource uses cost-effective thermal energy storage plants than electrical energy storage to ensure that electricity and energy are available even during the night.

Fig. 18. Sistema de tecnologia solar tèrmica concentrada [9]

CHLORINE-DOPED PEROVSKITE SOLAR CELL FOR ENHANCED OPERATIONAL EFFICIENCY AND STABILITY

OKINAWA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY, JAPAN

Challenges

Solar power is one of the most significant renewable routes toward sustainability. However, challenges such as efficiency and costs remain.

Perovskite solar cells have the potential to be more efficient and cost-effective than traditional solar cells. However, currently, perovskite solar cells face issues with efficiency, scale-up, and stability, which delay commercialization of perovskite solar cells.

Researchers at the Okinawa Institute of Science and Technology (OIST), Japan, have developed a way to use chlorine to stabilize solar cells at the atomic scale.

Technology Profile

- Researchers at OIST have identified that the use of dopants with a perovskite crystal layer can significantly boost the stability and efficiency of the solar device.
- The idea is to use chlorine as the dopant to increase the lifespan of perovskite solar cells and to enhance the overall energy conversion efficiency of the solar cell. Further, the researchers used scanning tunneling microscopy to image the surface of the perovskite layer with chlorine.

Technology Readiness Level

The developed perovskite material has theoretically proven to exhibit substantial stability and energy conversion efficiency. However, a prototype level demonstration is yet to be made.

Future Work

The next step of the researchers at OIST is to manufacture a complete solar cell by using the developed perovskite layer doped with chlorine to exhibit a working prototype of the innovation.

Growth Opportunities Across Industries/ Applications

High efficiency and highly stale perovskite cell to convert solar energy to electricity

- The developed perovskite solar cell doped with chlorine presents a growth opportunity for researchers as well as industry participants. The innovation exhibits the potential of using dopants to increase mechanical and electrical properties of a solar cell to make it more cost-effective and more efficient.

Solar Cell Manufacturers

Low — Medium — High

Fig. 19. Cèl·lula solar de perovskita per millorar l'eficiència operativa [9]

PAY-AS-YOU-GO SMART SOLAR POWER GENERATORS

AZURI TECHNOLOGY, UK

Azuri Technologies	
Product/ Technology	Solar Power Generations
Type of Ownership	Private
Year Founded	2012
Headquarters	Cambridge, UK
Key Markets	Sub-Saharan Africa
Investment Stage	N/A
Total Funding	$53.5 Million
Frost Radar	Not profiled

AZURI TECHNOLOGY'S FOCUS & VISION

- UK-based Azuri Technology provides artificial intelligence (AI)-based smart solar panels on a pay-as-you-go basis. The company is primarily focused on the sub-Saharan market where majority of the population lives without access to the central electricity grid.
- Company's solar power suite is designed to provide electricity for the customers who live away from the main grid.
- Company's vision is to facilitate each of its consumers with access to the digital economy irrespective of where they live.

TECHNOLOGY ATTRIBUTES

Analysis of Power-Usage Patterns
Azuri Technology's solar panels are equipped with the company's proprietary HomeSmart Technology that can monitor and analyze the typical usage patterns of individual consumers. This analysis is further used to efficiently manage the energy output according to customer needs. HomeSmart is based on a machine learning (ML) algorithm.

Adaption to Climatic Conditions
HomeSmart monitors the surrounding climatic conditions. Hence, during cloudy conditions, when sunlight is insufficient, HomeSmart alters the energy output to ensure that its consumers get continuous access to electricity without any interruptions.

Fig. 20. Generadors d'energia solar intel·ligents de pagament [9]

FLEXIBLE AND LIGHTWEIGHT THIN FILM SOLAR CELLS

MIASOLÉ, *US*

Challenges

- Conventional solar cells are rigid and heavy. They require huge spaces and large amounts of energy during transportation and racking for installation.
- They are also heavy and hence require reinforcements for supporting their weight if they are installed on the roof.
- Due to their rigid and brittle nature, conventional cells can easily shatter during transportation and installation. They can also develop cracks during their operation. The above characteristics add to the cost of transportation and installation of conventional solar cells.

Technology Profile

MiaSolé produces lightweight, flexible, and powerful solar cells. These cells can find applications in solar power plants as well as small smart equipment.

These cells have other significant qualities–they are relatively more durable than conventional solar cells due to their flexibility. Additionally, the solar cells have smaller thickness of 2-3 mm compared to 40-50 mm thick conventional cells making them extremely lightweight.

Due to their lightweight and flexible nature, MiaSolé's products find a wider range of applications, such as for generating electricity for small boats, rooftops of trucks and busses to support Heating, Ventilation & Air-conditioning (HVAC) equipment, and car ports.

Technology Readiness Level

MiaSolé's technology for solar cell manufacturing is scalable. The company's products are commercial and find wider range of applications than conventional solar cells.

Therefore, MiaSolé's TRL is 9.

1 2 3 4 5 6 7 8 ▶ 9

Benefits

MiaSolé's solar cells can curve around any object and are lightweight. Therefore, these cells can be installed for rooftop applications even in the most difficult locations.

The flexibility, lightweight small thickness and durable nature of thin film solar cells results in reduction in transportation costs as well as significantly reduces the wastage due to breakage.

Growth Opportunities Across Industries/Applications

Global shift toward renewable energy has resulted in solar becoming a common power source in residential and commercial sectors.

- With declining cost, rooftop solar has become one of the major sources for commercial and residential buildings. Rooftop solar significantly reduces the dependence on the national grid and hence, the power source becomes insulated from transmission and main power generation source failures.
- MiaSolé's solar cells have a major advancement compared to conventional solar system and are expected to become mainstream rooftop solar type in the near future. Hence, MiaSolé has significant growth opportunity in the rooftop solar space in terms of expanding the rooftop solar market as well as substituting the conventional rooftop solar technology.

Fig. 21. Cèl·lules solars de pel·lícula fina flexibles i lleugeres [9]

SPIRIT ENERGY

Powering change

Founded in 2010 · 0118 951 4490 · info@spiritenergy.co.uk

Search... | Our brochure | Request a quote

Commercial | Homeowners | By Technology | Service Area | Case Studies | Knowledge Bank | About Us | Our Blogs

How Does Solar PV Work?
Export Tariffs
Solar Panel Installation Guide
Installation Costs
Solar PV vs Solar Thermal
Lifetime Cost of Solar Energy
Solar FAQs

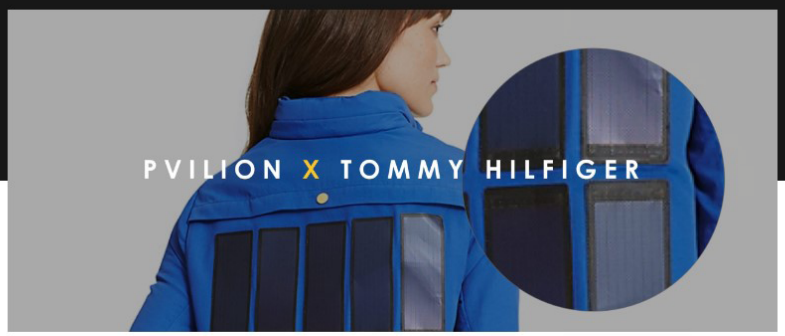
Panels and Monitoring Systems

Solar Panel Efficiency
Best Solar Panels
SunPower Solar Panels

What is BIPV?

Building integrated photovoltaics (BIPV) are essentially **solar building materials**. For example, they are specially constructed roofs, tiles, windows or facades that also generate electricity from the sun.

partnerships



PARTNERSHIPS

Tommy Hilfiger Solar Clothing

Pvilion has partnered with Tommy Hilfiger to design and produce a Solar Powered Jacket exclusively for the 2014 holiday season. The product features removable solar panels that provide energy to power electronic devices such as mobile phones and tablets. These specialty jackets will be available in select *Tommy Hilfiger* stores across Europe, North America, Latin America and Asia, and online at *tommy.com* as of November 1, 2014.

partnerships

PARTNERSHIPS

Davis Tent and Awnings: Escape and go off grid

Solar Powered Awning Kits – 2021 Product Spec Sheet Download

A camping adventure is a great way to disconnect from the day-to-day grind while connecting with the great outdoors. Still, access to some basic appliances can make a camping trip so much more comfortable. With Pvilion Solar-Powered Awnings now a part of the Davis Tents and Awnings eco-friendly product line offerings, there is no excuse to not be comfortable when camping.

RatedPower

Using excess renewables to produce green hydrogen

Almost all hydrogen produced, which amounts to around 70 million tons each year, is currently supplied from fossil fuels, accounting for around 6% of the world's natural gas consumption and 2% of coal demand. But given falling costs for renewable generation, building electrolyzers to produce hydrogen from solar and wind power offers a clean, low-cost option, even after the cost of transporting the hydrogen to end-users is taken into account.

Producing 70 million tons of electrolytic hydrogen would require 3,600TWh of electricity, which amounts to more than the combined annual power production of the European Union, **according** to the International Energy Agency.

But today there is untapped potential in renewable capacity, as some solar and wind power is lost to constraints in transmission and distribution grids. To maintain stability, some grid operators have had to cap the amount of renewable energy that is sent to overloaded transmission lines. During windy and sunny days, renewable energy is sold at unprofitably low prices and some generators are even forced offline to balance the system.

For example, Northern Ireland and the Republic of Ireland set a target to generate 40% of electricity from renewables by 2020, but the grid has struggled with **stability**, resulting in some wind and solar output being wasted.

endesa

The place where bees, crops and photovoltaic panels coexist

The "agrivoltaica" is a circular economy initiative which generates shared value with the community allowing it to recover land used in the construction of solar plants for agricultural use, which promotes the sustainable development of these local communities.

RatedPower

Viticulture Agrivoltaics in France by Sun'Agri

The **plant** was set up in the wine-growing area in Piolenc, in Hérault, as part of a program to test how agrivoltaics perform in specific crop cultures. For the pilot program, 600m² out of 1,000m² of vines planted were covered by their dynamic agrivoltaic system.

Bibliografia

1. Andrew Turgeon, Elizabeth Morse. Solar Energy. [En línia] National Geographic Society, 20 / 5 / 2022. [Data: 1 / 6 / 2022.] https://education.nationalgeographic.org/resource/solar-energy.

2. Frost & Sullivan. Global Solar Photovoltaic Growth Opportunities. Santa Clara : s.n., 2022. MG6D-27.

3. Taylor, N. Solar Thermal Electricity Technology Development Report 2020. Low Carbon Energy Observatory. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2020. EUR 30501.

4. Ashok, S. Solar energy. [En línia] 22 / 10 / 2021. [Data: 1 / 6 / 2022.] https://www.britannica.com/science/solar-energy.

5. Shruti Hariharan, Eswara Prasad. Solar Energy Market. Global Opportunity Analysis and Industry Forecast 2019-2026. [En línia] Allied Market Research, Oct / 2019.

6. Mordor intelligence. SOLAR ENERGY MARKET - GROWTH, TRENDS, COVID-19 IMPACT, AND FORECASTS (2022 - 2027. [En línia] 2021.

7. N. Taylor, A. Jäger-Waldau. Photovoltaics Technology Market Report 2018. Low Carbon Energy Observatory. Luxemburg : Publications Office of the European Union, 2019. EUR 29935.

8. Frost & Sullivan. GROWTH OPPORTUNITIES IN TIDAL POWER GENERATION, ENERGY MANAGEMENT SYSTEMS, THIN-FILM SOLAR CELLS, AND SUSTAINABLE LOW-CARBON FUELS. . Santa Clara : s.n., 2021. D961-TV.

Informe de vigilància tecnològica i de mercat

ININVALLES

TERRITORI INNOVADOR PER CRÉIXER

www.ininvalles.cat