

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号
特表2005-507169
(P2005-507169A)

(43) 公表日 平成17年3月10日(2005.3.10)

(51) Int.Cl.⁷
H01L 31/042

F I
H01L 31/04

R

テーマコード (参考)
5F051

審査請求 有 予備審査請求 有 (全 77 頁)

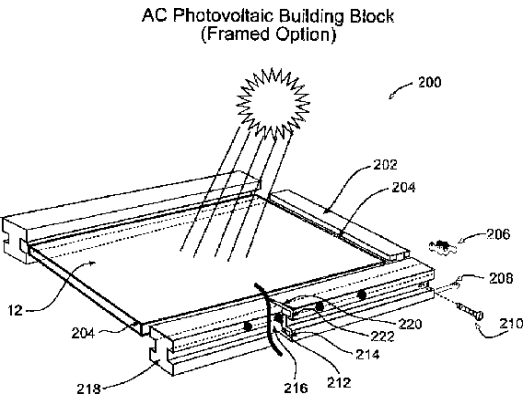
(21) 出願番号	特願2003-539079 (P2003-539079)	(71) 出願人	500233728 サンディア コーポレーション アメリカ合衆国 ニューメキシコ州 87 185-0161, アルバカーキ, メール ストップ 0161, ピー. オー. ボッ クス 5800
(86) (22) 出願日	平成14年10月25日 (2002.10.25)	(74) 代理人	100083932 弁理士 廣江 武典
(85) 翻訳文提出日	平成16年4月23日 (2004.4.23)	(74) 代理人	100121429 弁理士 宇野 健一
(86) 国際出願番号	PCT/US2002/034368	(74) 代理人	100129698 弁理士 武川 隆宣
(87) 国際公開番号	W02003/036688	(74) 代理人	100129676 弁理士 ▲高▼荒 新一
(87) 国際公開日	平成15年5月1日 (2003.5.1)		
(31) 優先権主張番号	60/335,668		
(32) 優先日	平成13年10月25日 (2001.10.25)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 交流光起電ビルディングブロック

(57) 【要約】

光起電モジュールを介して、直流の形態で電力を発生させるステップと、モジュールに取り付けられた一つ以上の電力変換及び転送ユニットを介して、直流を交流に変換して電力を輸送するステップとを含み、各ユニットがモジュールの長さ又は幅に亘って延びる単一のハウジングを備え、このハウジングがモジュールから直流を受領するための接点手段と、一つ以上の直流交流インバータと、交流バスと、一つ以上のインバータから交流を受領するための接点手段とを備える、交流光起電力生成のためのモジュラ式装置及び方法。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

モジュラ式交流光起電力生成装置であって、
直流の形態で電力を発生させる光起電モジュールと
前記モジュールに取り付けられた一つ以上の電力変換及び転送ユニットと、
を備え、
各前記ユニットが、前記モジュールの長さ又は幅に亘って延びる単一のハウジングを備え、
前記ハウジングが、
前記モジュールから直流を受領するための接点手段と、
一つ以上の直流交流インバータと、
交流バスと、
を備える装置。

10

【請求項 2】

前記バスに取り付けられ、他の前記装置に並列に相互接続することにより交流光起電アレイの形成を可能にする交流バスリンクを更に備える、請求項 1 記載の装置。

【請求項 3】

前記ハウジングが、データ通信リンクを更に備える、請求項 1 記載の装置。

【請求項 4】

前記モジュールに取り付けられると共に前記交流バスに電氣的に接続され、電気サービスパネルへの交流電力用の外部接続ポイントを提供する一つ以上の相互接続ユニットを更に備える、請求項 1 記載の装置。

20

【請求項 5】

前記ハウジングが、I 形梁形状、チャンネル形状、及び T 形梁形状から選択された形状を備える、請求項 1 記載の装置。

【請求項 6】

前記ハウジングが、前記一つ以上のインバータ及び光起電モジュール用のサージ保護器と、個々の前記装置のステータスを報告する通信ネットワークと、ディスパッチ又はその他の選択基準に関する通信ネットワークと、耐候性を提供するシールと、前記装置用の熱管理手段とのうち一つ以上を更に備える、請求項 1 記載の装置。

30

【請求項 7】

前記モジュールをフレーム化する手段と、前記装置を屋根にマウントする手段と、オープン構造マウント用の手段と、ポールマウント用の手段と、前記装置を窓壁にマウントする手段とから成るグループから選択された手段を更に備える、請求項 1 記載の装置。

【請求項 8】

外部の直流ヒューズ又は直流切断を必要としない、請求項 1 記載の装置。

【請求項 9】

請求項 1 記載のモジュラ式交流光起電力生成装置を備える交流光起電力生成システム。

【請求項 10】

複数の前記装置を備える、請求項 9 記載のシステム。

40

【請求項 11】

交流光起電力生成方法であって、
光起電モジュールを介して、直流の形態で電力を発生させるステップと、
モジュールに取り付けられた一つ以上の電力変換及び転送ユニットを介して、直流を交流に変換して電力を輸送するステップと、を備え、
各ユニットが、モジュールの長さ又は幅に亘って延びる単一のハウジングを備え、
前記ハウジングが、
モジュールから直流を受領するための接点手段と、
一つ以上の直流交流インバータと、
交流バスと、を備える

50

方法。

【請求項 1 2】

輸送するステップが、バスに取り付けられ、光起電モジュールと一つ以上の電力変換及び転送ユニットとを備える他の装置に並列に相互接続することにより交流光起電アレイの形成を可能にする交流バスリンクを利用するステップを含む、請求項 1 1 記載の方法。

【請求項 1 3】

ハウジングが備えるデータ通信リンクを介して、データを通信するステップを更に含む、請求項 1 1 記載の方法。

【請求項 1 4】

輸送するステップが、モジュールに取り付けられると共に交流バスに電氣的に接続され、電気サービスパネルへの交流電力用の外部接続ポイントを提供する一つ以上の相互接続ユニットを利用するステップを含む、請求項 1 1 記載の方法。 10

【請求項 1 5】

ハウジングが、I 形梁形状、チャンネル形状、及び T 形梁形状から選択された形状を備える、請求項 1 1 記載の方法。

【請求項 1 6】

ハウジングが、一つ以上のインバータ及び光起電モジュール用のサージ保護器と、ステータス情報を報告する通信ネットワークと、ディスパッチ又はその他の選択基準に関する通信ネットワークと、耐候性を提供するシールと、熱管理手段とのうち一つ以上を更に備える、請求項 1 1 記載の方法。 20

【請求項 1 7】

前記モジュールをフレーム化する手段と、前記装置を屋根にマウントする手段と、オープン構造マウント用の手段と、ポールマウント用の手段と、前記装置を窓壁にマウントする手段とから成るグループから選択された手段を利用するステップを更に含む、請求項 1 1 記載の方法。

【請求項 1 8】

前記方法が、外部の直流ヒューズ又は直流切断を必要としない、請求項 1 1 記載の方法。

【請求項 1 9】

モジュラ式交流光起電力生成装置であって、
直流の形態で電力を発生させる光起電モジュールと、 30
前記光起電モジュールから直流を受領する一つ以上の直流交流インバータと、
前記モジュールに取り付けられた一つ以上の電力転送ユニットと、
を備え、
各前記ユニットが、前記モジュールの長さ又は幅に亘って延びる単一のハウジングを備え、
前記ハウジングが、
前記一つ以上のインバータから交流を受領するための接点手段と、
交流バスと、を備える、
装置。

【請求項 2 0】

交流光起電力を生成する方法であって、
光起電モジュールを介して、直流の形態で電力を発生させるステップと、
直流を受領し、一つ以上の直流交流インバータを介して交流に変換するステップと、
モジュールに取り付けられた一つ以上の電力転送ユニットを介して交流電流を輸送するステップと、
を備え、
各ユニットが、モジュールの長さ又は幅に亘って延びる単一のハウジングを備え、
前記ハウジングが、
一つ以上のインバータへ直流を送給する接点手段、及び一つ以上のインバータから交流を受領するための接点手段と、 40
50

交流バスと、
を備える、
方法。

【請求項 21】

モジュラ式交流光起電力生成装置であって、
エッジを有する光起電パネルと、
前記パネルの前記エッジに取り付けられた中空構造部材と、
前記構造部材に取り付けられた直流交流インバータモジュールと、
を備える装置。

【請求項 22】

前記中空構造部材の内部に配置された交流バスと、
前記中空構造部材の内部に配置され、前記光起電パネルから前記インバータモジュールへ
直流を転送する相互接続手段と、
を更に備える、請求項 21 記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光起電システムのモジュール化に関する。（関連出願の説明）本願は、2001年10月25日提出の米国仮出願第60/335,668号「新規なAC光起電ビルディングブロックの開発」の出願の利益を主張するものであり、その明細書は出典を明記することにより本願明細書の一部とする。（政府の権利）政府は、米国エネルギー省が与えた契約第DE-AC04-94AL85000号に従って、本発明の権利を有する。本発明は、完全統合された自己内蔵型の交流（「AC」）光起電（「PV」）ビルディングブロックデバイスと、光起電の応用により真のプラグアンドプレイデバイスを形成する方法とを提供する。

【背景技術】

【0002】

以下の説明では、多数の刊行物を（複数の）著者及び刊行年別に参照しており、特定の刊行物は、最近の刊行日であるため、本発明に対する従来技術とはみなされ得ないことに留意されたい。本明細書において、こうした刊行物の説明は、より完全な背景として提示されるものであり、こうした刊行物が従来技術であることの、特許性の決定を目的とした承認として解釈されるべきではない。

【0003】

今日の光起電力システムは、一般に、単一の光起電モジュールか、或いは光起電アレイとして直列回路又は並列回路の組み合わせによって接続された多数のモジュールを備える。AC出力を生成する単一モジュールシステムの場合、光起電モジュールは、他のソース（例えば、公共の電気又は電池）からの逆給電が可能な場合に光起電モジュールを保護するためにヒューズを組み込んだジャンクションボックスを通じて、インバータ又は負荷に接続される。こうしたシステムで使用される光起電モジュールは、フレームを伴って、或いはフレームを伴わずに、構成される。フレームレスの光起電モジュールは、一般に、ラミネートと呼ばれる。多数のラミネート又はモジュールを利用する従来型システムでは、ラミネート又はモジュールは、ジャンクションボックス又はフライングリードと、耐日光性として評価され、定格電流を伝達するサイズにする必要のある外部配線とを介して相互接続される。一部の従来型光起電システム設備では、適切なサイズの固定されたコンジット内に直流（「DC」）及びAC配線が設置される必要がある。

【0004】

従来型光起電システムにおいてDC回路を相互接続する代表的な方法では、ターミナルブロックを提供する、各光起電モジュール最上部のJ-ボックスにより、モジュール回路をフライングリード導線に接続し、その後、フライングリード導線をコネクタに取り付ける。J-ボックスは、特に、コンバイナボックス又はインバータにおいて二列のモジュール

10

20

30

40

50

を並列にする場合に、モジュールを保護するための規則及び規格で求められる場合が多い。直列又は「ブロッキング」ダイオードを更に収容する。モジュールは、従来の光起電の応用で通常必要とされる（複数の）バイパスダイオードにより構築される場合が多い。

【0005】

この仕組みは、モジュールを直列で接続するのに使用される。モジュールは、合計の動作電圧が中央又はストリングインバータの最適なDC電圧ウィンドウ内に入るまで、直列で接続される。この接続は、通常、コネクタを共につなげること、或いは分散したジャンクションボックスにつなげること、モジュールに基づいて行われる。一部の設備では、設置者が確実な接続を行う上で不十分なスペースしか残らない。中央インバータは、通常、光起電モジュールの多数の列を扱うことが可能であり、光起電モジュールの多数の列は、その後、DC電力がインバータに供給される前に、ストリングコンバイナ又はボックスにおいて並列で配線される。

10

【0006】

図1は、代表的な従来のグリッド接続光起電システムを例示している。太陽電池12のモジュール又はラミネート11（それぞれバイパスダイオードを含む）のアレイ10が利用され、モジュール又はラミネートは、直列及び並列の組み合わせとなっている。このアレイは、通常、接地する必要がある。モジュール相互接続配線13（コンジットを必要とする場合がある）は、ヒューズ14（通常はモジュールのJ-ボックス内）を通じて、通常はコンバイナボックス17（更にサージ保護を収容してもよい）内のブロッキング又は直列ダイオード16に対する光起電ソース回路15（配線、及び場合によってはコンジットを必要とする）に電力を提供する。光起電出力回路18（コンジットを伴う配線）は、その後、PV出力過電流保護を伴うDC切断ボックス19に電力を伝える。

20

【0007】

次に、配線9（コンジットを伴う場合がある）が、関連するハウジング（接地事故保護を含む場合が多い）を伴うインバータ8に電力を伝え、その後、インバータ8は、AC切断、ヒューズ、及びサージ保護6にAC電力を伝え、その後、サービスパネルを起源とするAC専用分岐回路5に伝える。

【0008】

本発明のAC-PVビルディングブロックは、全てのDC配線と、ヒューズの要件と、バイパスダイオード又は直列ダイオード、J-ボックス、及び接続の必要性とを排除する。最終的なAC接続を除く全ての接続は、本発明の統合パッケージの一部となる。

30

【0009】

図2は、本発明による代表的なグリッド接続光起電システムを例示している。AC-PVビルディングブロックアレイ22は、モジュール又はラミネート24を備え、モジュール又はラミネート24のそれぞれが太陽電池26を備える。モジュールに取り付けられたパワーバー又はレール20は、それぞれ、インバータ及びACバスと、通常の通信及び保護用ハードウェアとを備える。複数の相互接続バー又はレール28は、アレイの一部に取り付けられ、複数のAC-PVビルディングブロックを並列で接続するためにリンクされ、同時に、接続の中心点を介して電力及び通信を転送する。

40

【0010】

電力は、配線25（コンジットを伴う場合がある）上でAC切断、ヒューズ、及びサージ保護23に提供され、その後、サービスパネルを起源とするAC専用分岐回路21に伝達される。本発明のAC-PVビルディングブロックは、全ての外部DCハードウェアと、従来型システムに関連する問題とを排除し、集合的なACバスを収容し、電気技術者及び電気工事請負業者によく知られているAC側の切断、配線、及び相互接続に関する要件のみを残す。更に、モジュールが直列ではなく並列で接続されるため、PVパネル／セルで見られる電圧は、決して高くない。これにより、PVパネルの接点の信頼性と、全体的な信頼性とが向上する。

【0011】

本発明のAC-PVビルディングブロックは、（1）公共電気グリッド、（2）ハイブリ

50

ッドシステムと呼ばれる場合が多いAC発電の他のソースを利用するミニグリッド、或いは(3)遠隔地の住居、通信局、非常照明、及びAC電力を必要とする多数のリモートエネルギーシステムといったオフグリッドの負荷にAC電力を供給する電気エネルギー蓄積及びインバータを通常使用するスタンドアロンの電力システム、に対してAC電力を提供する任意のサイズ及び又は形状の光起電システムにより利用することができる。

【0012】

また、本発明を組み合わせ、単一又は複数の光起電モジュールを使用する完全な光起電エネルギーシステムを形成することが可能であり、この場合、電力の相互接続、変換、保護、及び結合は、光起電モジュールの実装、取り付け、及び接合にも使用されるリストアップ済み又は承認済みの構造の内部で発生させることができる。

10

【0013】

以下の米国特許は、一般に、光起電システムにおける最新技術に関するものである：ウィリスに対する米国特許第6,219,623号、オニズカに対する米国特許第6,285,572号、メイヤに対する米国特許第6,201,180号、ブに対する米国特許第6,143,582号、ガービソンに対する米国特許第6,111,189号、ドラマに対する米国特許第6,046,400号、バロンに対する米国特許第5,742,495号、及びブに対する米国特許第5,702,963号。

【0014】

Pacific Solarでは、マイクロインバータを利用したPlug and Power及びSunEmpower Systemを製造している。しかしながら、マイクロインバータは、光起電パネルに物理的に取り付けられていない別個の構成要素である。正確には、マイクロインバータは、別個のケーブルを介して、光起電パネルに電氣的に相互接続される。更に、全ての相互接続は、DC側でも、AC側においても、ケーブルを介したものとなる。米国の電気規程(National Electrical Code(登録商標))及び関連する規則及び規格では、依然として、Pacific SolarのPlug and Power/SunEmpowerの設計において、DCヒューズ、接地事故検出/遮断、DC切断、及びDC側での接地が国際的に必要となる。更に、Plug and Power/SunEmpowerの設計の設置コストは、必要な相互接続デバイスと、別個のインバータハウジングの必要性と、J-ボックス及び又はコンバイナに必要なハウジングとによって増加する。

20

30

【0015】

Applied Power CorporationのSunSine(登録商標)300製品も、マイクロインバータを利用している。しかしながら、各パネルのマイクロインバータを隣接するパネルのマイクロインバータに接続するために、露出したケーブル配線を利用している。

【0016】

以下の参考文献もまた、光起電システムにおける最新技術に関するものである：Stevens, J., et al., 「公共事業に組み込んだ光起電システムでの非孤立化に対するアプローチの開発及び試験」, SAND2000-1939, Sandia National Laboratories, Albuquerque, NM (Aug. 2000)、光起電(PV)システムの公共事業インタフェースに関するIEEE推奨案, IEEE Standards Coordinating Committee 21 on Photovoltaics, IEEE Std. 929-2000, IEEE, New York, NY (Apr. 2000)、光起電力システムにおいて使用する静電変換器及び充電コントローラに関する安全のためのUL規格, UL1741, Underwriters Laboratories, First Edition (May 1999)、Ropp, M., et al., 「グリッド接続光起電システムにおける孤立化の防止」, 光起電の研究及び応用の進歩, John Wiley & Sons, Volume 7. Number 1 (Jan.-Feb. 1999)、Bower, W., et al., 「光起電力システム用途に関する接地事故保護デバイスの調査」, 第28回IEEE光起電専門家会議議事録, Anchorage, AK (Sep. 15-22, 2000)、Kern, G., SunSine(登録商標)300: AC光起電モジュールの製造, Ascension TechnologyによるPVMaT請負業者の最終報告, Phases I & II, NREL/SR-520-26085, Golden, CO (Mar. 1999)、Begovic, M., et al

40

50

., 「グリッド接続P Vシステムにおける孤立化防止のための標準保護継電の十分性の決定」, 光起電太陽エネルギー変換に関する第二回世界会議及び展示会議事録, Vienna, Austria (Jul. 6-10, 1998)、Kleinkauf, W., et al., 「P V電源に関するシステム技術の標準化—直列生成構成要素を伴うモジュラ構造」, 光起電太陽エネルギー変換に関する第二回世界会議及び展示会議事録, Hofburg Congress Center, Vienna Austria (Jul. 6-10, 1998)、Stern, M., et al., グリッド接続P V電力システム用途に関する低コスト統合20 kW AC太陽追跡サブアレイの開発, 公共電気グループによるP V M a T最終技術報告, NREL/SR-520-24759 (Jun. 1998)、Kern, G. A., 「米国におけるAC P Vモジュールの相互接続のガイドライン及び状態」, P Vシステムの公共事業相互接続に関するI E A P V P Sタスクワークショップ, Zurich, Switzerland (Sep. 15-16, 1997)、Russell, M., et al., Sunsine 300 ACモジュール, Ascension TechnologyによるP V M a T年次報告, NREL/SR-520-23432, Golden, CO (Aug. 1997)、Strong, S., et al., 標準化された低コストAC P Vシステムの開発: Phase I年次報告, Solar Design AssociatesによるP V M a T請負業者の報告, Solarex and Advanced Energy Systems, NREL/SR-520-23002, Golden, CO (Jul. 1997)、Odenkamp, H., et al., 「ACモジュール実装O K E 4インバータの信頼性及び加速寿命試験」, 第25回I E E E光起電専門家会議議事録, Washington, DC (May 13-17, 1996)、Bower, W., 「光起電用途での「スマートパワー」及び電力集積回路デバイスに関するサンディアのP Vプログラムの見通し」, スマートパワー/電力集積回路技術及び応用に関する第二回ワークショップ議事録, Pasadena, CA (Dec. 8-9, 1994)、Bower, W., et al., 「接地及び非接地光起電システムの分析」, 光起電エネルギー変換に関する第一回世界会議議事録, Waikoloa, HI (Dec. 5-9, 1994)、Bower, W., et al., 「光起電インバータの認証」, 光起電システムシンポジウム議事録, Albuquerque, NM (Jul. 18-20, 2001)、Martin, B., 「P V実務者認証プログラムの策定」, 2001ワークショップ研究論文, Sacramento, CA (Sep. 30, 2001)、Bower, W., et al., 「光起電インバータの認証: P Vシステム認証に向けた初期ステップ」, I E E E第29回P V専門家会議記事録, New Orleans, LA (May 21-24, 2002)、太陽光起電システム設置者の目標及びタスクの分析, アメリカ認証エネルギー実務者会技術委員会文書, www.nabc.orgにて入手可能。

【発明の開示】

【0017】

本発明は、交流光起電力生成のためのモジュラ式装置及び方法に関するものであり、光起電モジュールを介して、直流の形態で発電するステップと、モジュールに取り付けられた一つ以上の電力変換及び転送ユニットを介して直流を交流に変換し、電力を輸送するステップとを含み、各ユニットはモジュールの長さ又は幅で延びる単一のハウジングを備え、このハウジングは、モジュールから直流を受領するための接点手段と、一つ以上の直流交流インバータと、交流バスとを備える。バスに取り付けられた交流バスリンクにより、本発明による他の装置と並列に相互接続し、AC光起電アレイを形成することが可能となる。

【0018】

ハウジングに含まれるデータ通信リンクを介して、データを通信してもよい。一つ以上の相互接続ユニットをモジュールに取り付け、電気サービスパネルへの交流電力のための外部接続ポイントへと続く交流バスに電氣的に接続してもよい。ハウジングは、I形梁形状、チャンネル形状、又はT形梁形状を利用することで、物理的なモジュール性を提供する。ハウジングは、以下のいずれか又は全てを更に備えてもよい: 一つ以上のインバータ及び光起電モジュール用のサージ保護器、ステータス情報を報告する通信ネットワーク、ディスプレイ又はその他の選択基準に関する通信ネットワーク、耐候性を提供するシール、及び熱管理手段。モジュールは、フレーム式、屋根マウント式、オープン構造マウント式、ポールマウント式、或いは窓壁マウント式にしてよい。外部の直流ヒューズ又は直流切断は、必要としない。

【0019】

本発明は、更に、先ほど説明した一つ又は複数のモジュラ式交流光起電力生成装置を備える交流光起電力生成システムに関するものである。

【0020】

本発明は、更には、交流光起電力を生成するモジュラ式装置及び方法に関するものであり、光起電モジュールを介して、直流の形態で発電するステップと、直流を受領するステップ及び一つ以上の直流交流インバータを介して交流に変換するステップと、モジュールに取り付けられた一つ以上の電力転送ユニットを介して交流電流を輸送するステップとを含み、各ユニットはモジュールの長さ又は幅で延びる単一のハウジングを備え、このハウジングは、一つ以上のインバータへ直流を伝達する接点手段と、一つ以上のインバータから交流を受領するための接点手段と、交流バスとを備える。 10

【0021】

本発明は、更に、エッジを備える光起電パネルと、パネルのエッジに取り付けられた中空構造部材と、構造部材に取り付けられた直流交流インバータモジュールとを備えるモジュラ式交流光起電力生成装置に関するものである。この装置は、中空構造部材の内部に配置された交流バスと、光起電パネルからインバータモジュールへ直流を転送する、中空構造部材の内部に配置された、相互接続手段とを更に備えてもよい。

【0022】

本発明の目的、利点、及び新規の特徴と、利用可能性の更なる範囲は、添付図面と併せて以下の詳細な説明において一部記載され、また、一部は以下を検討することにより当業者には明らかとなり、或いは、本発明の実施によって学習され得よう。本発明の目的及び利点は、付記した特許請求の範囲において特に指摘した手段及び組み合わせを用いて実現且つ達成し得る。 20

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

本明細書に組み込まれてその一部を形成する添付図面は、本発明の一つ以上の実施形態を例示すると共に、説明と併せて、本発明の原理を明らかにするためのものである。この図面は、本発明の一つ以上の好適な実施形態を例示する目的のみを有し、本発明を限定するものと解釈されるべきではない。

【0024】

本発明は、完全に統合された光起電構成要素（付随する発電方法）であり、光起電性の電源として使用可能であり、AC出力のみを有する、統合型交流（「AC」）光起電（「PV」）ビルディングブロック（以降「AC PVビルディングブロック」）に関するものである。本発明は、光起電システムのほぼ全ての電氣的及び機械的要素を組み合わせ、包含し、統合する。 30

【0025】

本発明は、DC要素をAC PVビルディングブロック構造の内部に配置することで、今日の光起電システムのDC電圧に関するあらゆる考慮事項を排除する。同じ構造内において、本発明は、光起電モジュールにより生成されたDC電力を、用途の要件に応じて、AC公共電気グリッド、ミニグリッド、或いは小さなスタンドアロン及びハイブリッド電力システムに完全に適合するAC電力へ変換し、相補的なインバータ又は発電機は、適合する基準電圧を維持することができる。 40

【0026】

AC PVビルディングブロックは、AC電気出力のみを供給し、適合する電源及び負荷に接続された時のみ供給を行う。本発明は、結晶シリコンと、多結晶シリコンと、薄膜結晶シリコンと、結晶シリコン上のアモルファスシリコンと、薄膜アモルファスシリコンと、薄膜カドミウムテルル化物と、薄膜銅インジウム二セレン化物及び他の元素を使用した変異物と、結晶ガリウムヒ化物とのモジュールを含む技術を使用する既知のあらゆる光起電モジュール技術及び光起電モジュール設計に適合する。一般的に低い濃度を使用する特定のコンセントレータモジュールにも適合する。 50

【0027】

本発明は、内部DC-AC変換デバイスの設計における僅かな変化により、多数の構成に応用できる。こうした構成は、相互接続の要件に応じて、接地すること又は非接地にすることができる。出力は、相互接続の要件に応じて、単相又は三相電力にすることができる。電圧及び周波数に関する動作の範囲は、DC-AC変換デバイスの設計により選択可能となる。

【0028】

AC PVビルディングブロックは、ディスパッチ用、データロギング用、或いはAC PVビルディングブロックの動作状態又は履歴を伝達する、一方向又は双方向の通信を含む。通信は、別個の通信ケーブル（同じく構造内に含まれる）上で実行可能であり、或いは、様々な電力線搬送通信方法を利用することができる。通信は、従来型の通信ライン（例えば、電話回線）の近くに位置するユニットに対する、或いは光起電力を利用する建物又はその他の構造の内部にあるAC回路／配電パネルの近くに位置するユニットに対する、Bluetooth、GHz帯域、超広帯域、無線周波数、又はその他の手段といったワイヤレス手段により実行することもできる。

【0029】

AC PVビルディングブロックは、設置、方向性、モジュール技術、老化、破損、及び故障に関連して、無数の利点を提供する多数のモジュールの出力を並列化（合計）する性質は、内蔵された冗長性を提供し、単一のモジュールの故障又は破損は、合計出力において、一つのAC PVビルディングブロックと同等のものを減少させるのみである。同様に、樹木、煙突、通気管による影も、影響されるAC PVビルディングブロックの数のみ、出力を減少させる。出力の性質から、多数のモジュール技術を使用することが可能となり、一モジュールの老化又は劣化は、その出力のみに影響を与え、システム全体の最大出力点の追跡に関する問題を生成せず、或いは、特定のインバータが機能できなくなるレベルまでシステムの動作ウィンドウを低減させない。

【0030】

AC PVビルディングブロックの概念は、世界中の従来型光起電力システムを相互接続することに関連する以下の要素又は問題を排除する完全統合設計又はパッケージである。この設計により排除される外部又は追加構成要素及び要素には、その一部として以下が含まれる：

1. DC配線及び関連するホルダ、ケーブルトレイ、コンジット、及びその他、
2. DC切断及び関連するハウジング、
3. DCヒューズ及び関連するホルダ及びハウジング、
4. あらゆる商業タイプのDCコネクタ及びDC過電流保護、
5. DC接地事故検出及び保護回路及びデバイス、
6. DCサージ保護、
7. DCコンバイナボックス、
8. 個別のDCジャンクションボックス及びコネクタブロック、
9. 光起電モジュール又はアレイに関連する「直列又はブロッキングダイオード」、
10. 全てではないとしても、殆どの光起電モジュールバイパスダイオード、
11. 従来型光起電力システムのインバータにおいて必要となるようなインバータハウジング
12. AC公共電気グリッド又はハイブリッドマイクログリッドとの相互接続のための専用又は転用分岐回路との接続の一部として必要なものを除くAC配線、及び
13. DC配線用コンジット。

【0031】

本発明及びその構成要素により置き換えられる、或いは、これらの内部に含まれる、今日の光起電システム設計において使用される従来のハードウェアの一部には、以下が含まれる：

1. 光起電モジュール同士の配線及びコネクタ、

2. DC-AC変換（インバータ）
3. インバータのハウジング
4. 光起電モジュールマウント用のハードウェア及びフレーム
5. 光起電モジュールのAC回路上でのサージ保護、
6. DC配線及び一部のAC配線用コンジット、
7. フレーム又はレールといった機械式マウント用ハードウェア、及び
8. 多数のAC J-ボックス。

【0032】

AC PVビルディングブロックの一部として含まれる縮小化されたDC-AC変換デバイス（インバータ）は、好ましくは、以降「パワーバー」又は「パワーレール」と呼ばれる交換可能な要素の一体部分であり、「パワーバー」又は「パワーレール」は、多数のビルディングブロックを追加することが可能なACバスバーとの統合的接続も有する。「パワーバー」-「相互接続バー」及び「パワーレール」-「相互接続レール」機械的組立体は、必要な電氣的結合を維持し、二重絶縁特性を提供し、耐候性を提供する。DC-AC変換デバイスも、部分的に、或いは全体的に、交換可能である。したがって、本発明のAC PVビルディングブロックは、あらゆるタイプの光起電システムを構築可能な、基盤となるユニットにすることができる。本発明は、機械的組立体、光起電モジュールに対するDC接続、電子DC-AC変換、サージ保護、通信バス、及び配電要素としての役割を果たす完全統合マウント構造を使用する。

【0033】

代替実施形態では、マイクロインバータを、パワーバー又はパワーレールの外部に取り付けることができる。この実施形態は、インバータモジュールが容易に交換可能となり、容易に冷却できる点において、特定の利点を有する。インバータモジュールは、120Vプラグを（例えば、プロングを使用して）コンセントに差し込むのと全く同じように、パワーバー又はパワーレールに差し込むことができる。インバータモジュールは、パワーバー又はパワーレールのオプションの一体式雨よけフィンにより、パワーバー又はパワーレールの底部に取り付け、雨水がインバータに損傷を与える可能性を少なくすることもできる。

【0034】

AC PVビルディングブロックで利用されるマイクロインバータは、以下の機械的特徴を有することができる：

1. 完全に封入すること、部分的に封入すること、或いは封入されない回路基盤及び構成要素で構成することができる。

【0035】

2. ACバスに直接取り付け可能な接点タブを包含ができる。

【0036】

3. 光起電モジュールとの電氣的接続を完成させるジャンパ及び接点を包含できる。

【0037】

4. 一体化ユニットにすること、或いは、通常は、電力切り替えセクション、制御セクション、通信セクション、相互接続セクション、及びその他に区分される多数の要素で構成することができる。

【0038】

5. 熱パイプ、フィン、三次元熱伝達、放射デバイス、及び近隣のハウジングへの熱伝導といった、様々な熱管理手段を使用できる。インバータとフレームとの間での良好な絶縁体は、酸化ベリリウムであり、これはBeOが比較的良好な熱伝導体及び電気絶縁体となるためである。

【0039】

6. ハウジング内を起源とする、或いはハウジングを通じて延びる、通信デバイス又はケーブルとの電氣的接点を提供できる。

【0040】

7. パワーバー又はパワーレールの恒久的部品となるように設計できる。

【0041】

8. パワーバー又はパワーレールの交換可能部品となるように設計できる。

【0042】

9. 耐水性となるように設計できる。

【0043】

10. 耐食性となるように設計できる。

【0044】

11. 耐候性となるように設計できる。

【0045】

10

マイクロインバータは、更に、以下の電氣的又は電氣制御的特徴を有することができる。

【0046】

1. 電界キャパシタのような寿命の短い構成要素の使用を最小化できる。

【0047】

2. 誘導性エネルギー蓄積を静電エネルギー蓄積に置き換えることができる。

【0048】

3. 光起電モジュール全体又は光起電モジュールの一部の電力を変換するように設計できる。

【0049】

4. 部品を排除するために、光起電モジュールとの高い近接性等の特徴を使用するように設計できる。 20

【0050】

5. 最大出力点追跡を提供するために、温度アルゴリズム等の方法の代用として光起電モジュールとの高い近接性等の特徴を使用するように設計できる。

【0051】

6. サージ保護を含むように設計できる。

【0052】

7. 過電流保護又は切断といった機能の代用となるように設計できる。

【0053】

8. データロギング、要求側管理、ステータス報告、及びその他の通信をインタフェース 30
する、或いは提供するように設計できる。

【0054】

9. AC接続点が、電圧、周波数、及びその他の必要な特徴を示した時のみ、AC出力を提供するように設計できる。

【0055】

10. モジュール利用率及びインバータ効率といった性能パラメータをトレードオフするように設計できる。

【0056】

11. 既存の相互接続ガイドライン及び要件に適合するように設計できる。

【0057】

40

12. 並列接続又はサービスパネルに接続された同様のインバータ又は他のインバータと、並列で動作するように設計できる。

【0058】

13. 温度が事前に設定された限界に達した時に、電力の転送を制限するように、或いは折り返すように設計できる。本発明のフレーム内部での温度上昇の可能性から、高い信頼性及び長い寿命を伴う電解を使用しないキャパシタが選択される。

【0059】

AC PVビルディングブロック組立体は、あらゆるタイプ及び形状の光起電モジュールが利用可能となるような形で構築できる。本発明のその他の利点には、インバータハウジング、ジャンクションブロック、ジャンクションボックス、個別のコネクタ、サージ保護 50

、通信回路及びケーブル、コンジット、光起電モジュールマウントオプション、光起電モジュール応用オプション、及び光起電アレイ内の殆どの配線を一部として含む、個別の光起電システムにおけるシステムのバランスに関する要素の交換、代用、又は統合が含まれる。

【0060】

最終的な組立体は、共に嵌め込むこと、或いは、ネジ、ボルト、ナット、及びその他を使用して機械的に構築することが可能であり、結果として、屋上、建物統合式、ポールマウント式、又はオープン構造の光起電用途に適した環境保全型（耐候、耐湿、耐熱、耐日光性）の組立体となる。最終的な組立体は、機械的に堅牢であり、広範なマウント又は締め付けオプションにより取り付け、その後、必要なネジ及び留め具により取り付けて、機械及び電氣的な規則又は規格に準拠させる。 10

【0061】

このAC PVビルディングブロックは、容易な実務者、設計者、及び設置者認証要件への道を開き、光起電技術の規則に準拠した設置及び建物との統合を優れた形で保証する。最終的な組立体は、いくつかの欧州の国々で使用される、或いは今日の多くの電気製品において行われているような、二重絶縁要件を満たすように構築できる。AC PVビルディングブロックのDCシステムは、今日の従来型光起電システムのように、接地しないこと又は接地すること（但し、接地構成ではDC側の利点の一部が失われる場合がある）が可能である。非接地構成の利点として、比較的敏感なインバータ電子機器を、近隣の落雷により発生する迷走電流から保護できる。 20

【0062】

図3乃至図11は、本発明のAC PVビルディングブロックを応用できる最も一般的な電氣的構成のブロック図を示している。AC PVビルディングブロックの出力電圧及び周波数は、国の規格と、それぞれにおいて説明される接続とに応じて、異なるものにしてよい。

【0063】

図3は、AC PVビルディングブロック30を使用し得る住宅用途での相互接続に関する最も一般的な応用を示している。米国において、大部分の住居施設では、単相240V、60Hzの電力が配線されている。この240Vは、二相電力と呼ばれるものを提供するために、更にセンタータップされる。殆どの家庭用回路は、米国において120V（国ごとに異なる）であり、センタータップの両側に接続され、可能な限り負荷のバランスを取る。電気衣服乾燥機又は電気オーブンといった高出力回路は、240Vを受領するように配線される。このAC PVビルディングブロックは、家屋内の中性線に接続されることになる一端子が接地された状態において、120V又は他の任意の単相電圧で電力を提供する。 30

【0064】

「パワーバー」、「相互接続バー」、「パワーレール」、又は「相互接続レール」上で使用される時、全ての露出金属部52は、米国の電気規程及び該当する国際設置規則の要件に応じて、機器接地回路50に接続される。専用分岐回路32は、通常、この用途でAC PVビルディングブロック又は多数のAC PVビルディングブロックを接続できる場所である。これも、米国の電気規程の要件となる。他の国でも、通常は、同様の分岐回路が必要だが、一部の国では、相互接続されるAC PVビルディングブロックの総数の出力が回路に指定された限界を超えない場合、既存の回路との接続が可能である。追加的な構成要素は、メインバス36、分岐38、及び本線40を備えるサービスエントランスパネル34と、負荷又はその他のAC PVビルディングブロックへの出力42と、メータ44と、配電トランス46と、AC公共電気グリッド48とである。 40

【0065】

図4は、AC PVビルディングブロック30を使用し得る住宅用途での相互接続に関する別の一般的な応用を示している。このAC PVビルディングブロックは、両方の端子が非接地の状態において、240V又は他の任意の単相電圧で電力を提供する。 50

【0066】

図5は、他のスタンドアロン電源と共にAC PVビルディングブロックを使用し得る住宅用途での代表的な応用を示している。この構成（通常は小さなキャビンで使用される）は、AC PVビルディングブロックによって補足し得る接地ソースからの単相電力を引き込む。電気衣服乾燥機又は電気オーブンといった高出力回路は、通常240Vを受領するように配線されるが、このオプションは、この構成では利用できない。このAC PVビルディングブロックは、一端子が非接地の状態において、120V又は他の任意の供給単相電圧で電力を提供する。この構成は、他の負荷への出力54と、スタンドアロンインバータ又はその他のAC電源56の回転ソースと、従来型PVモジュール又はPVアレイ58と、コントローラ60と、蓄電池62とを含む。

10

【0067】

図6は、他のスタンドアロン電源（通常はインバータ）と共にAC PVビルディングブロックを使用し得る住宅用途での代表的な応用を示している。この構成（通常は小さなキャビンで使用される）は、AC PVビルディングブロックによって補足し得る接地ソースからの単相電力を引き込む。このAC PVビルディングブロックは、両端子が非接地の状態において、120V又は他の任意の供給単相接地電圧、或いは二相電圧で、電力を提供する。同期インバータ66、68は、この構成で求められる配電及び不平衡電流を提供する。この構成は、専用の220V分岐回路64を提供する。

【0068】

図7は、公共電気系統がミニグリッド又はハイブリッドシステム72として分類される住宅用途での最も一般的な応用と、AC PVビルディングブロックを使用し得る相互接続とを示している。このAC PVビルディングブロックは、家屋内の中性線に接続されることになる一端子が接地された状態において、120V又は他の任意の単相電圧で電力を提供する。メータ70は、オプションである。

20

【0069】

図8は、AC PVビルディングブロックを使用し得る住宅及び商業システムでの一般的な応用での相互接続を示している。世界中で、大部分の商業及び工業施設は、三相電力により配線されている。電圧は、電力要件及び国に応じて変化する。殆どの三相家庭用回路は、米国外のものである（国によって異なる）。このAC PVビルディングブロックは、任意のライン・中性線間又はライン間電圧（電圧一致のために適切なトランスを使用する人が多い）を提供する。AC PVビルディングブロックの出力は、接地しても、接地しなくてもよい。

30

【0070】

図8は、ライン・中性線間電圧が十分に低く、直接接続が可能となるケースを示している。更に高い電圧では、表示のように整合トランス74、74'、74''が必要となる（プライム符号又は二重プライム符号を伴う他の参照符号は、その他の点において、プライム符号のない対応する参照符号のものと同一である構成要素を示す）。この構成は、以下の構成要素を含む：三相AC公共電気グリッド76、三相「Y」配電78、三相サービスイントランスパネル80、及び三相メータ88。

【0071】

図9は、三相AC PVビルディングブロックを使用し得る住宅及び商業システムでの一般的な応用に関する相互接続を示している。このAC PVビルディングブロックは、任意のライン・中性線間又はライン間電圧で（電圧一致のための適切なトランスを使用して）三相電力を提供する。AC PVビルディングブロックの出力は、接地しても、接地しなくてもよい。図9は、ライン・中性線間電圧が十分に低く、直接接続が可能となるケースを示している。更に高い電圧では、専用分岐回路上の整合トランスが必要となる。追加的な構成要素は、三相AC PVビルディングブロック82、専用又は転用三相分岐回路84、三相分岐86、三相配電トランス90、及び「Y字」又は「デルタ」トランス92である。

40

【0072】

50

図10は、AC PVビルディングブロックの相互接続が小さなステップダウントランスを介して電柱において行われる公共電気用途での一般的な応用を示している。有益な応用は、負荷プロフィールにほぼ一致する分散発電が長距離又はストレス送電線上でのラインのサポートを提供する場合に発生する。このAC PVビルディングブロックは、両方の端子が非接地の状態又は一端子が接地された状態において、単相又は三相電圧で電力を提供する。図10は、非接地の構成を示している。追加的な構成要素は、ポールマウント式分岐回路94、ヒューズ及びコントロール96、ステップダウントランス98、L1バス100、L2バス102、及び切断104である。

【0073】

図11は、広告板を夜間に点灯するが、光起電力を収集するのに便利な構造を提供する応用を例示している。既にグリッドに接続されている広告板は、日中の時間帯にはAC PVビルディングブロックを介して光起電力を公共電気に方向付け、夜間には広告板を公共電気グリッドにより供給される電力によって点灯し得る場合の接続方法となる。追加的な構成要素は、広告板照明106及び配電盤108である。

【0074】

図12を参照すると、本発明のフレーム式AC PVビルディングブロック200は、好ましくは、完全に封入された、完全統合型光起電力システムである。全てのDC回路及び構成要素は、パッケージに封入される。追加として、エネルギーを収集し、相互接続分岐回路へのルートを定めることに関連するAC回路、アレイ相互接続、及びサージ保護も、封入され、AC PVビルディングブロックからの出力を開始させる基準として機能する適合AC電源にシステムが接続されるまで、消費者及び設置者にとって全く安全なものとなる。

【0075】

同じ構造は、ディスパッチ、データ取得、及びAC PVビルディングブロック状態に関する通信も収容する。「パワーバー」又は「パワーレール」の「相互接続バー」又は「相互接続レール」のフレーム部材又はレール部材のいずれかは、仕上げアタッチメント又は相互接続アタッチメントにより、終点として終端処理することができる。この組立体は、トラック照明に類似しており、設置及び保守が同様に簡単である。「パワーバー」又は「相互接続バー」のフレーム部材は、多数のAC PVビルディングブロックを完全な組立体にする相互接続を提供するために、同様の封入構造（表示なし）を介して相互接続することができる。フレーム式の実施形態は、光起電モジュール12と、相互接続バー202と、シール204と、ACバスリンク／接続／ジャンパ206と、接地ネジ208（必要な場合）と、接合ネジ210（必要な場合）と、サージ保護付きACバス212と、通信ケーブル又は光ファイバリンク214と、インバータ216（様々なサイズにしてよい）と、パワーバー218と、クラディング220（耐日光性）と、オプションの絶縁材料222とを備える。

【0076】

図13は、AC PVビルディングブロックの屋根マウント式実施形態300を例示している。「パワーバー」の本体は、構造的な全体性を維持し、全ての必須要素を収容すると同時に、対応に対する最大の露出が可能となるように準備される。「インバータ」は、「パワーバー」内部に収容され、「光起電モジュール」によって生成された電力のDC-AC変換と、光起電システムの相互接続を規定する様々な規格で求められる電圧範囲、出力電流制限、及び非孤立化といった必要な相互接続保護及び動作制限とを提供する。

【0077】

ACバスは、「パワーバー」が全体として交換可能要素であるか、或いはインバータを交換可能構成要素にすることが意図されているかに応じて、様々な取り付け方法でインバータに取り付けられる。いくつかのバージョンが開発中である「挿入接点」は、熱膨張／収縮の柔軟性を提供するように設計された「モジュール／インバータジャンパ」を介して、光起電モジュールとの電氣的接続を形成する。「光起電モジュール」を「パワーバー」に接続する形態は、半田付け、ボルト締め、及び溶接によって全ての接続を恒久的にするた

めのものとなる。

【0078】

これにより、「パワーバー」の現場での交換は、実行可能な修復方法となる。「パワーバー」及び「相互接続バー」は、耐候性金属、或いは耐候性及び耐日光性の非伝導体材料により構成されるクラッド材料を使用して構築してもよい。いずれの設計においても、二重絶縁設計が提供され、この場合、危険な電圧が人間に接触可能となる前に、二つの障壁を突破する必要がある状態となる。金属又は伝導性クラディングが使用される時、「パワーバー」及び「相互接続バー」は、図13において接地ネジ及び又は接合ネジによって表示するように、安全のための接地及び接合維持の方法を提供する必要がある。追加的な構成要素は、モジュール接点302（挿入接点及び又はインバータジャンパを備えてもよい）と、オプションのモジュールマウント304とである。 10

【0079】

「ACバスリンク」は、電氣的接続及びジャンパを提供し、好ましくは30年以上の電氣的連続性を維持し、熱膨張及び収縮を補う十分な柔軟性を有する。「ACバスリンク」は、光起電設備の特色である様々な屋外環境に関連する腐食に対する耐性を有する必要がある。「ACバスリンク」は、更に、通信リンクを含んでもよい。「通信ケーブル」は、伝導体又は光ファイバ材料にしてよい。次のAC PVビルディングブロック、或いは建物の相互接続とのリンクは、「ACバスリンク」の一部にしてもよく、或いは別個のリンクにしてもよい。

【0080】

「相互接続バー」は、システムのレイアウトに応じて、使用してもよく、使用しなくてもよい。使用する時、その主要な目的は、AC PVビルディングブロックの列の一方の側からの電力及び通信を、他方の側に転送すること、或いは、全てのAC電力を接続の中心点に運ぶヘッダを提供することである。「パワーバー」又は「パワーレール」の「相互接続バー」又は「相互接続レール」のフレーム部材又はレール部材のいずれかは、仕上げアタッチメント又は相互接続アタッチメントにより、終点として終端処理することができる。「パワーバー」又は「相互接続バー」のフレーム部材は、多数のAC PVビルディングブロックを完全な組立体にする相互接続を提供するために、同様の封入構造を介して相互接続することができる。 20

【0081】

図14は、光起電モジュールが窓ガラス又はその他の壁の構造及び材料に置き換わる窓壁用途400での代表的な仕組みを例示している。光起電モジュールは、不透明又は半透明にしてよい。AC PVビルディングブロックは、家屋及び高層建築物の従来のムリオンに置き換わる建物一体化部材を提供する。AC PVビルディングブロックによって提供されるムリオンは、光起電システムのAC伝導体のルートを定めるコンジットの役割を果たすことについてリストアップ及び承認されることになる。リストアップされたムリオンは、システムの配線及び機器の接地に関するリストアップ済み又は承認済みの方法を使用するための規則及び規格の要件を保証する。 30

【0082】

「パワーバー」の本体は、建物の規則で求められる構造部材を提供しつつ、電力の変換と安全性とに関する全ての必須要素を収容すると同時に、太陽への露出を最大にするように準備される。「インバータ」は、「パワーバー」内部に収容され、「光起電モジュール」によって生成された電力のDC-AC変換と、光起電システムの相互接続を規定する様々な規格で求められる電圧範囲、出力電流制限、及び非孤立化といった必要な相互接続保護及び動作制限とを提供する。ACバスは、「パワーバー」が全体として交換可能要素であるか、或いはインバータを交換可能構成要素にすることが意図されているかに応じて、様々な取り付け方法でインバータに取り付けられる。 40

【0083】

いくつかのバージョンが開発中である「挿入接点」は、熱膨張／収縮の柔軟性を提供するように設計された「モジュール／インバータジャンパ」を介して、光起電モジュールとの 50

電氣的接続を形成する。「光起電モジュール」を「パワーバー」に接続する形態は、半田付け、ボルト締め、及び溶接によって全ての接続を恒久的にするためのものとなる。これにより、「パワーバー」の現場での交換は、実行可能な修復方法となる。「パワーバー」及び「相互接続バー」は、耐候性金属、或いは耐候性及び耐日光性の非伝導体材料により構成されるクラッド材料を使用して構築してもよい。いずれの設計においても、二重絶縁設計が提供され、この場合、危険な電圧が人間に接触可能となる前に、二つの障壁を突破する必要がある状態となる。金属又は伝導性クラディングが使用される時、「パワーバー」及び「相互接続バー」は、図15において接地ネジ及び又は接合ネジによって表示するように、安全のための接地及び接合維持の方法を提供する必要がある。

【0084】

10

「相互接続バー」は、システムのレイアウトに応じて、使用してもよく、使用しなくてもよい。使用する時、その主要な目的は、AC PVビルディングブロックの列の一方の側からの電力及び通信を、他方の側に転送すること、或いは、全てのAC電力を接続の中心点に運ぶヘッダを提供することである。「パワーバー」又は「相互接続バー」のフレーム部材のいずれかは、仕上げアタッチメント又は相互接続アタッチメントにより、終点として終端処理することができる。「パワーバー」又は「相互接続バー」のフレーム部材は、多数のAC PVビルディングブロックを完全な組立体にする相互接続を提供するために、同様の封入構造を介して相互接続することができる。

【0085】

20

図15は、別のマウントのオプションに関するAC PVビルディングブロックの「レールマウント」バージョン500を例示している。「パワーレール」502及び「相互接続レール」504の全ての要素は、「パワーバー」及び「相互接続バー」と同様である。主要な違いは、レールが光起電モジュール又はラミネートの裏面に取り付けられることであり、これにより、小さな屋根面積又は効率の低い光起電モジュール技術に関して、光起電モジュールの優れたパッキングが可能となる。「レールマウント」バージョンは、電柱での直接的な接地又は広告板での接地及びその他、或いは、駐車場の日よけ構造、会議場、及びその他に関して、屋根マウントが実用的でないために使用し得るような自立式「地面マウント接地」に適合化し得るラック上でのAC PVビルディングブロックのマウントに関するオプションを提供する。

【0086】

30

「パワーレール」又は「相互接続レール」のレール部材のいずれかは、仕上げアタッチメント又は相互接続アタッチメントにより、終点として終端処理することができる。「パワーレール」又は「相互接続レール」のレール部材は、多数のAC PVビルディングブロックを完全な組立体にする相互接続を提供するために、同様の封入構造を介して相互接続することができる。

【0087】

図16は、上面破断図において、この構造をパワーバー218及び相互接続バー202と共に表示しており、この構造はAC PVビルディングブロック又は負荷への最終接続に接続する開口部203を伴っている。

【0088】

40

フレーム部材の一実施形態は、特に薄膜アモルファスPVシートに関して、PVパネル接合部でガラス間接合を随意的に作り出すガラスのハウジングを形成することである。フレーム部材には、内部に収容する物品の移動を防止するために、発泡体材料を充填してもよい。現在市販される標準的なPVパネルでは、電気接点の位置の修正のみが必要となる。現在のパネルにおいて、こうした接点は、パネルのエッジから遠く離れて配置されているが、本発明において、こうした接点は、好ましくは、パネルのエッジ近く、或いはパネルのエッジ上に存在する。

【0089】

まとめると、本発明は、以下を含む形式において有益である：

1. フレーム式又は非フレーム式にできる結晶又は薄膜光－電気エネルギー変換技術及び構

50

築方法のいずれかを利用し、部材又はレール部材及び関連電気接続及びリンクの相互接続に対するアクセスを提供し、適合する相互接続回路にAC電力のみを提供する任意の形状である、完全統合型光起電のモジュール。

【0090】

2. 全ての内部DC接続と、AC変換（インバータ）と、AC電力バスと、通信リンクと、サージ保護と、オプションの過電流保護と、次のモジュールフレーム又はレール或いはAC負荷及び回路への接続に関する最終ジャンクションボックスに対する必要な全てのリンクとを収容及び包含することにも使用される部材を形成するために、伝導性、絶縁性、又は積層部材のいずれかにより構築された、「パワーバー」又は「パワーレール」のフレーム部材又はレール部材。

10

【0091】

3. インバータが封入されるかどうかに関係なく、DC-ACインバータの全ての集合的な電気回路と、プリント基板と、構成要素とを収容するように設計された、「パワーバー」又は「パワーレール」のフレーム部材又はレール部材。

【0092】

4. ACエネルギーのみを、適合するAC電源に接続された時のみ生成する完全な光起電アレイに、光起電モジュールを電氣的及び機械的に相互接続する形で、「相互接続バー」又は「相互接続レール」及び又は「パワーバー」又は「パワーレール」に結合された、「パワーバー」又は「パワーレール」のフレーム部材又はレール部材。

【0093】

5. DC-ACインバータに関連する電力電子機器に関する必要なヒートシンク及び熱管理を提供するように設計された、「パワーバー」又は「パワーレール」のフレーム部材又はレール部材。

20

【0094】

6. インバータ又はサージ保護の故障の際に、非破壊的に光起電モジュールから取り外される、或いは開放して修復が可能となるように設計された、「パワーバー」又は「パワーレール」のフレーム部材又はレール部材。

【0095】

7. インバータ又はサージ保護の故障の際に、修復のための選択肢として、非破壊的に光起電モジュールから取り外されるように設計された、「パワーバー」又は「パワーレール」のフレーム部材又はレール部材。

30

【0096】

8. 光起電モジュールのエッジに取り付けることが可能で、同時に、挿入接点、ジャンパ、又は専用リンクを通じた、モジュールからインバータへのDC電気接続を提供する、「パワーバー」又は「パワーレール」の「相互接続バー」又は「相互接続レール」。

【0097】

9. 光起電モジュール又は光起電アレイを備えるモジュールの集合のための機械的マウント部材として使用され得るオプションのクランプ、フィッティング、マウンティング、スナップ、及びその他を伴う、「パワーバー」又は「パワーレール」の「相互接続バー」又は「相互接続レール」のフレーム部材又はレール部材。

40

【0098】

10. 「パワーバー」又は「パワーレール」のフレーム部材又はレール部材を光起電モジュールの両側で接着又はシーリングするオプションの接着剤及び又はシーリング材料を包含又は使用し得る、「パワーバー」又は「パワーレール」の「相互接続バー」又は「相互接続レール」のフレーム部材又はレール部材。

【0099】

11. 電気AC電力バス、通信ケーブル又は光学リンク、ACサージ保護デバイス、及びDC-ACを共に収容し、同時に、専用ACバスリンクを介して、安価かつ堅牢なACバス相互接続を提供する電気コンジットとしてリストアップ、認証、又は承認され得る形で構築される、「パワーバー」又は「パワーレール」の「相互接続バー」又は「相互接続レ

50

ール」のフレーム部材又はレール部材。

【0100】

12. 積層金属部を使用して構築する時、障害のある条件又は電圧を加えられた条件の下で、接触し得る人間への電気ショックのリスクを排除するために必要な接地及び接合を提供する、「パワーバー」又は「パワーレール」の「相互接続バー」又は「相互接続レール」のフレーム部材又はレール部材。

【0101】

13. 金属クラディングが構造に使用されている場合でも「二重絶縁」電気デバイスとしての資格を有し、更に非接地光起電システムを運用するための要件を満たす様な形で、適切な絶縁材料を使用して構築されるように設計された、「パワーバー」又は「パワーレール」の「相互接続バー」又は「相互接続レール」のフレーム部材又はレール部材。 10

【0102】

14. 傾斜屋根及び平屋根用の屋根上マウントシステム、建物正面マウントシステム、建物一体化システム、窓壁システム、天窓、建築システム、及びポールマウントシステムを一部として含む、あらゆるタイプの光起電設備に対応する、「パワーバー」又は「パワーレール」のフレーム部材又はレール部材、及び様々な設計、構造、及び形状の適合する「相互接続バー」。

【0103】

15. 光起電モジュールに取り付けられ、雨又は吹き付ける水による水分の侵入から光起電モジュールのエッジを保護するシールを容易にするように設計された、「パワーバー」又は「パワーレール」の「相互接続バー」又は「相互接続レール」のフレーム部材又はレール部材。 20

【0104】

16. 光起電モジュールに取り付けられ、雨と、吹き付ける水と、海岸の空気によって運ばれる塩或いは工場用地近くで見られる硫黄又は腐食性の煙といった汚染物のような腐食性材料とからDC相互接続点及び材料を保護するシールを容易にするように設計された、「パワーバー」又は「パワーレール」の「相互接続バー」又は「相互接続レール」のフレーム部材又はレール部材。

【0105】

17. 光起電モジュールのフレーム化を完成させるように設計され、「パワーバー」又は「パワーレール」と同様の形で構築された、「相互接続バー」又は「相互接続レール」のフレーム部材又はレール部材。ACビルディングブロックの再構成のため、或いは屋根の修復を容易にするために、非破壊的に取り外すことも可能である。 30

【0106】

18. AC PVビルディングブロックの列の間で、必要なAC電力及び通信の相互接続を提供する、「相互接続バー」又は「相互接続レール」のフレーム部材又はレール部材。

【0107】

19. モジュール全体で、モジュールの次の列に対する電力及び通信リンクを提供する、或いは最終相互接続部材又はボックスの配置に関するAC電力の集合を可能にする、「相互接続バー」又は「相互接続レール」のフレーム部材又はレール部材。 40

【0108】

20. 「パワーバー」又は「パワーレール」の「相互接続バー」又は「相互接続レール」のフレーム部材又はレール部材のいずれかは、仕上げアタッチメント又は相互接続アタッチメントにより、終点として終端処理することができる。

【0109】

21. 「パワーバー」又は「パワーレール」の「相互接続バー」又は「相互接続レール」のフレーム部材又はレール部材は、多数のAC PVビルディングブロックを完全な組立体にする相互接続を提供するために、同様の封入構造を介して相互接続することができる。

【0110】

以上、好適な実施形態を特に参照して本発明を詳細に説明してきたが、他の実施形態も同様の結果を達成し得る。本発明の変更及び変形は、当業者にとって自明であり、付記した特許請求の範囲にはこうした全ての変形及び等価物が包含される。上で参照した全ての参考文献、出願、特許、及び刊行物の開示内容全体は、出典を明記することにより本願明細書の一部とする。

【図面の簡単な説明】

【0111】

【図1】 代表的な従来のグリッド接続光起電システムのブロック図

【図2】 本発明による、代表的なグリッド接続光起電システムのブロック図

【図3】 一相接地出力が使用される住宅用途での本発明の使用に関する相互接続図

10

【図4】 一相非接地出力が使用される住宅用途での本発明の使用に関する相互接続図

【図5】 スタンドアロンインバータからの単相が、一相接地サービスを介して、住宅に全ての電力を提供する、住宅用途での本発明の使用に関する相互接続図

【図6】 一对のスタンドアロンインバータからの二相が、センタータップサービスを介して、住宅に電力を提供する、住宅用途での本発明の使用に関する相互接続図

【図7】 スタンドアロンインバータからの電力が、一相接地サービスを介して、住宅に電力を提供する、住宅ハイブリッド用途での本発明の使用に関する相互接続図

【図8】 多数のインバータが、三相配電の単一相にそれぞれ接続される、商業又は住宅用途での本発明の使用に関する相互接続図

【図9】 単一の三相インバータが三相配電に接続される、商業又は住宅用途での本発明の使用に関する相互接続図

20

【図10】 本発明のAC PVビルディングブロックが、小さなステップダウントランスを介して、配電線に直接結合される、ポールマウント式公共電気用途での本発明の使用に関する相互接続図

【図11】 本発明のAC PVビルディングブロックが、広告板サービスに直接結合される、広告板マウント式公共電気双方向用途での本発明の使用に関する相互接続図

【図12】 本発明のフレーム式AC PVビルディングブロックの斜視図

【図13】 本発明の屋根マウント式AC PVビルディングブロックの側面破断図

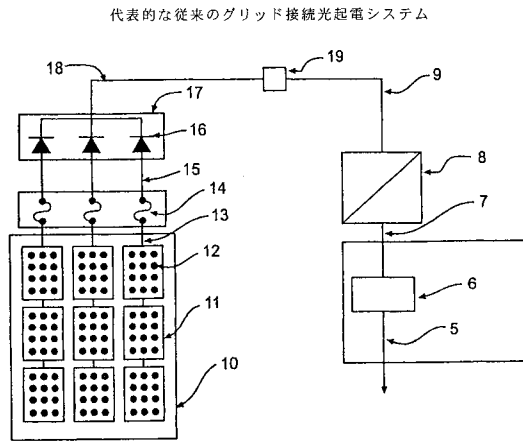
【図14】 本発明の窓壁式AC PVビルディングブロックの側面破断図

【図15】 屋上、地面マウント式、又はポールマウント式用途のための本発明のレールマウント式AC PVビルディングブロックの斜視図

30

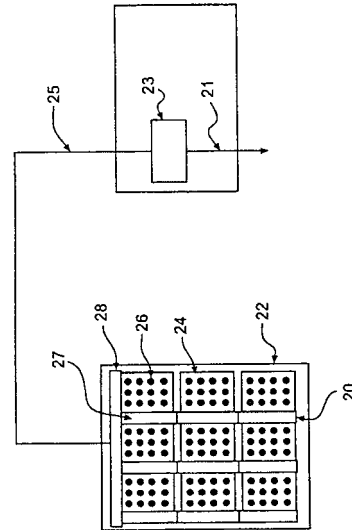
【図16】 「パワーバー」及び「相互接続バー」を利用した代表的なAC PVビルディングブロックレイアウトの上面破断図

【図 1】

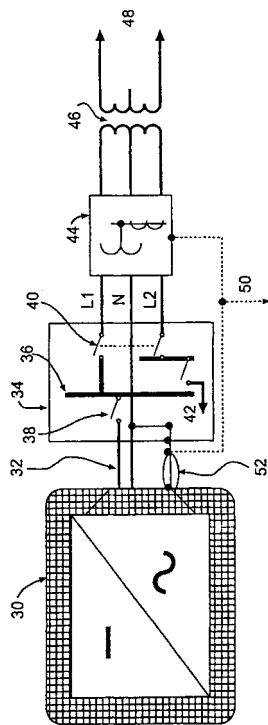


【図 2】

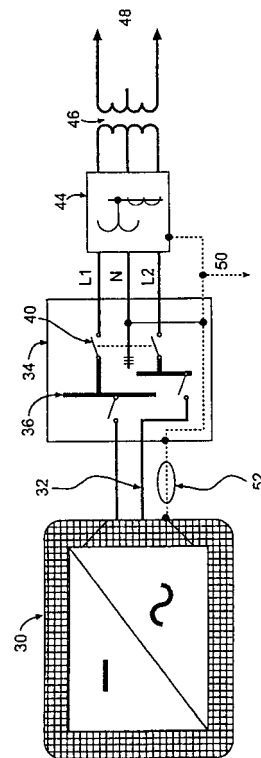
代表的な AC-PVビルディングブロックのグリッド接続光起電システム



【図 3】

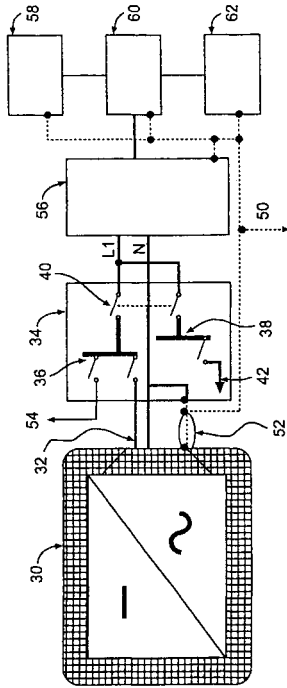
供給されるライン電圧及び周波数で一相接地出力を使用する、基本的な住宅用の公共電気
双方向構成に関する AC-PVビルディングブロックの電気的相互接続

【図 4】

供給されるライン電圧及び周波数で一相非接地出力を使用する、基本的な住宅用の公共電
気双方向構成に関する AC-PVビルディングブロックの電気的相互接続

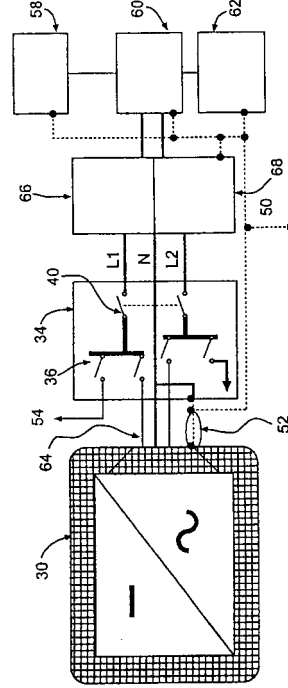
【図 5】

蓄電池を伴うスタンドアロンインバータからの一相出力及び単相基準を使用する、基本的な住宅用スタンドアロン構成に関するAC PVビルディングブロックの相互接続



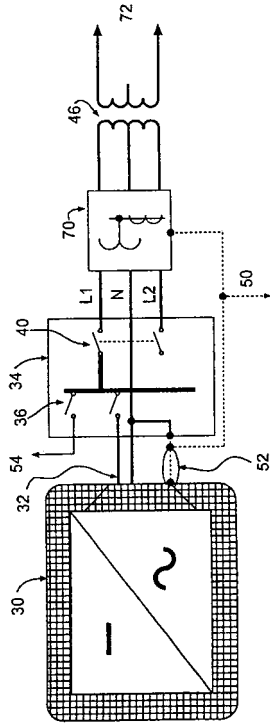
【図 6】

蓄電池を伴う二つのスタンドアロンインバータからの二相出力及び二相基準を使用する、基本的な住宅用スタンドアロン構成に関するAC PVビルディングブロックの相互接続



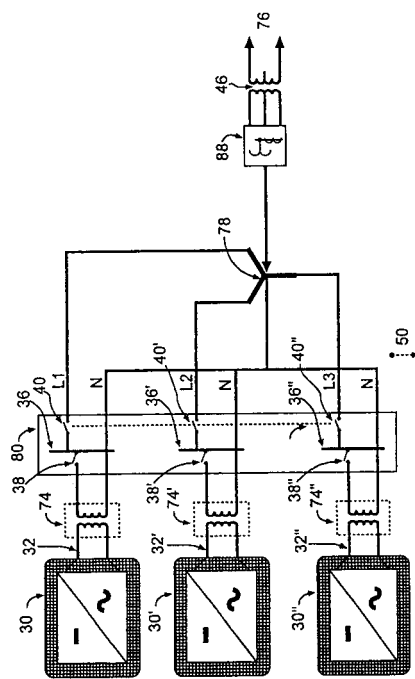
【図 7】

一相接地出力を使用する住宅用ハイブリッド/ミニグリッド構成のAC PVビルディングブロック構成



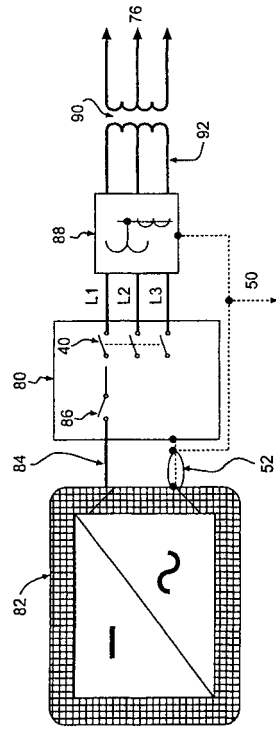
【図 8】

多数の単相AC PVビルディングブロックと電圧一致のためのトランスオプシオンとを使用する、三相の商業用又は住宅用の公共電気双方向構成のAC PVビルディングブロック構成



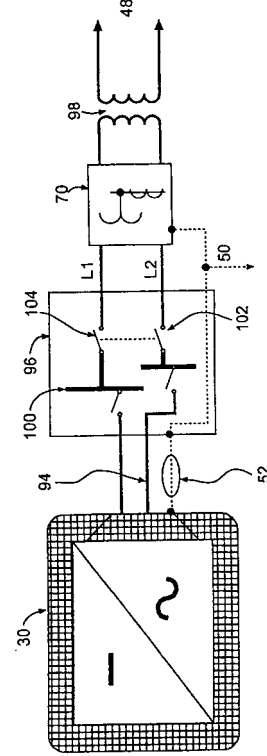
【図 9】

三相 A C P Vビルディングブロックを使用する商業／住宅用の公共電気双方向用途に関する三相 A C P Vビルディングブロック構成



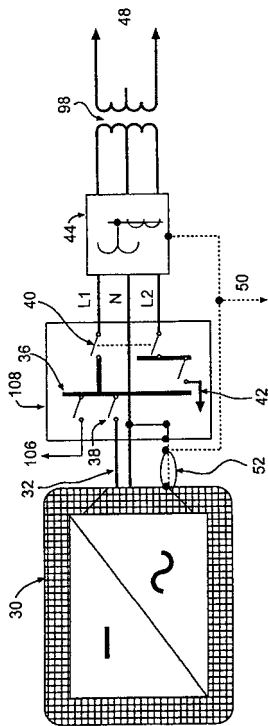
【図 10】

供給されるライン電圧及び周波数で一相接地又は非接地出力を使用するポールマウント式公共電気双方向用途に関する A C P Vビルディングブロックの電氣的相互接続



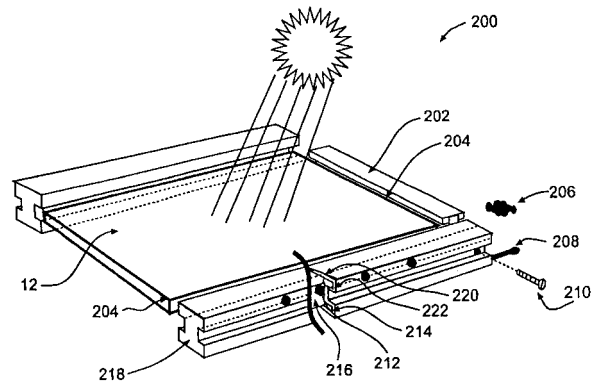
【図 11】

供給されるライン電圧及び周波数で一相接地出力を使用する広告板用公共電気双方向用途に関する A C P Vビルディングブロックの電氣的相互接続

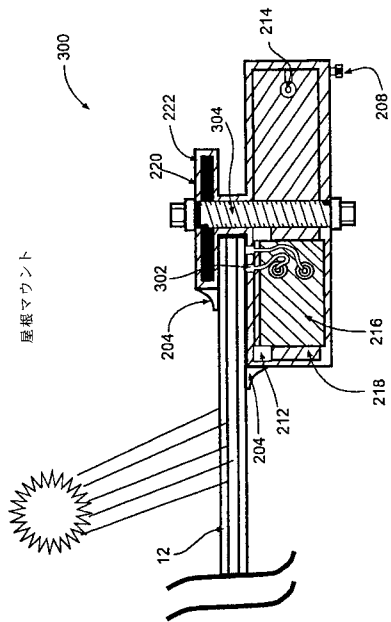


【図 12】

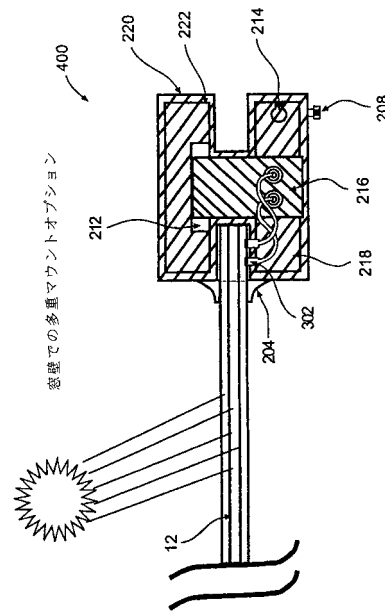
A C光起電ビルディングブロック
(フレーム式オプション)



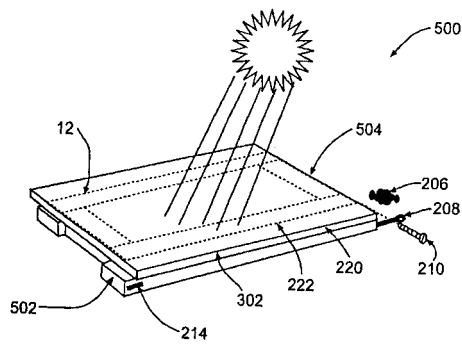
【図 13】



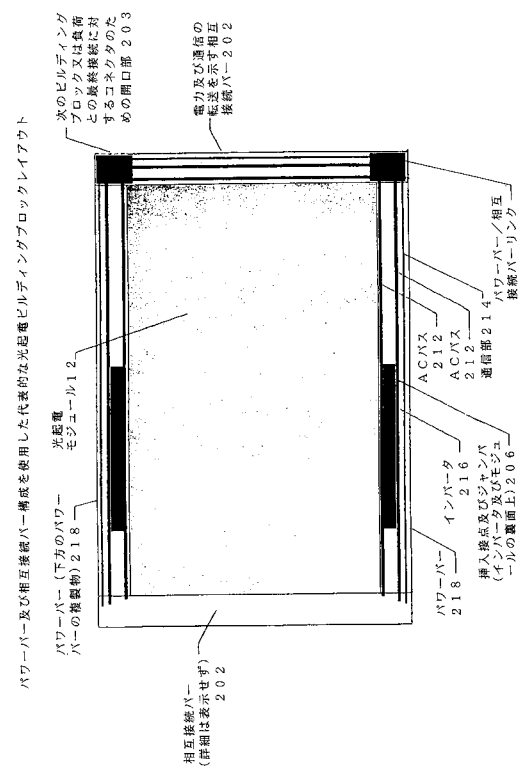
【図 14】



【図 15】

AC 光起電ビルディングブロック
(レールオプション)

【図 16】



【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
1 May 2003 (01.05.2003)

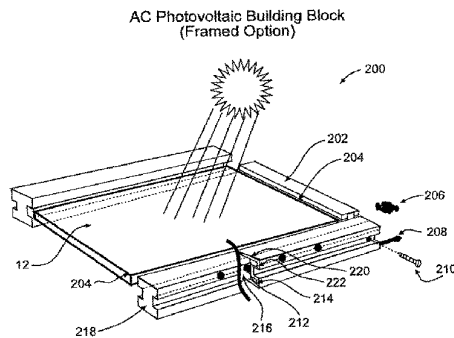
PCT

(10) International Publication Number
WO 03/036688 A2

- (51) International Patent Classification⁷: **H01L** 97111 (US), **RUBY, Douglas, S.** [US/US]; 9637 Messervy Avenue, Northeast, Albuquerque, NM 87109 (US).
- (21) International Application Number: PCT/US02/34368
- (22) International Filing Date: 25 October 2002 (25.10.2002)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data: 60/335,668 25 October 2001 (25.10.2001) US
- (71) Applicant (for all designated States except US): **SANDIA CORPORATION** [US/US]; Post Office Box 5800, Mail Stop 0161, Albuquerque, NM 87185-0161 (US).
- (72) Inventors; and
(73) Inventors/Applicants (for US only): **BOWER, Ward, Isaac** [US/US]; 13108 Hidden Valley Road, Northeast, Albuquerque, NM 87111 (US). **THOMAS, Michael, G.** [US/US]; 10521 Arville Northeast, Albuquerque, NM 87111 (US).
- (74) Agent: **MYERS, Jeffrey, D.**; Peacock, Myers & Adams, P.C., Post Office Box 26927, Albuquerque, NM 87125-6927 (US).
- (81) Designated States (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EG, ES, FI, GB, GD, GU, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PI, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) Designated States (regional): ARIPO patent (GI, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, UG, ZM, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI patent (BF, BI, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Continued on next page]

(54) Title: ALTERNATING CURRENT PHOTOVOLTAIC BUILDING BLOCK



(57) Abstract: A modular apparatus for and method of alternating current photovoltaic power generation comprising: via a photovoltaic module, generating power in the form of direct current; and converting direct current to alternating current and exporting power via one or more power conversion and transfer units attached to the module, each unit comprising a unitary housing extending a length or width of the module, which housing comprises: contact means for receiving direct current from the module; one or more direct current-to-alternating current inverters; an alternating current bus; and contact means for receiving alternating current from the one or more inverters.

WO 03/036688 A2

WO 03/036688 A2 **Declaration under Rule 4.17:**

— of inventorship (Rule 4.17(iv)) for US only

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

Published:

— without international search report and to be republished upon receipt of that report

WO 03/036688

PCT/US02/34368

-1-

ALTERNATING CURRENT PHOTOVOLTAIC BUILDING BLOCK

5

CROSS-REFERENCE TO RELATED APPLICATIONS

This application claims the benefit of the filing of U.S. Provisional Patent Application Serial No. 60/335,668, entitled "Developing a New 'AC Photovoltaic Building Block'", filed on October 25, 2001, and the specification thereof is incorporated herein by reference.

10

GOVERNMENT RIGHTS

The Government has rights to this invention pursuant to Contract No. DE-AC04-94AL85000 awarded by the U.S. Department of Energy.

15

BACKGROUND OF THE INVENTION**Field of the Invention (Technical Field):**

The present invention relates to modularization of photovoltaic systems. The invention provides a fully integrated and self-contained alternating current ("AC") photovoltaic ("PV") Building Block device and method that allows photovoltaic applications to become true plug-and-play devices.

20

Background Art:

Note that the following discussion refers to a number of publications by author(s) and year of publication, and that due to recent publication dates certain publications are not to be considered as prior art vis-a-vis the present invention. Discussion of such publications herein is given for more complete background and is not to be construed as an admission that such publications are prior art for patentability determination purposes.

25

Today's photovoltaic power systems are generally comprised of a single photovoltaic module or multiple modules that are connected by combinations of series and parallel circuits as a

30

WO 03/036688

PCT/US02/34368

-2-

photovoltaic array. In the case of a single module system producing AC power output, the photovoltaic module is connected to the inverter or load through a junction box that incorporates a fuse to protect the photovoltaic module if backfeeding from other sources (e.g., a power utility or a battery) is possible. The photovoltaic modules used in these systems are configured either with a frame or without a frame. Frameless photovoltaic modules are generally referred to as a laminate. For conventional systems that utilize multiple laminates or modules, the laminates or modules are interconnected via junction boxes or flying leads and external wiring that must be rated sunlight resistant and sized to carry the rated currents. Some conventional photovoltaic system installations require that the direct current ("DC") and AC wiring be installed in properly sized and anchored conduit.

A typical method of interconnecting the DC circuits in a conventional photovoltaic system is to have a J-box at the top of each photovoltaic module that provides the terminal block to connect the module circuit to flying-lead conductors that are then fitted with a connector. The J-box also houses the series or "blocking" diode often required by codes and standards to protect the module, especially if more than two strings of modules are paralleled at the combiner box or at the inverter. The module is often constructed with a bypass diode(s) that is(are) usually required for conventional photovoltaic applications. This arrangement is used to connect modules in series. Modules are connected in series until the summed operating voltage is within the optimum DC voltage window of the central or string inverter. The connections are typically made under the modules by plugging connectors together or at distributed junction boxes. Some installations leave insufficient space to allow the installer to make the connections reliably. The central inverter can generally handle multiple strings of photovoltaic modules that are then wired in parallel in a string-combiner assembly or box before DC power is fed to the inverter.

Figure 1 illustrates a typical conventional grid-connected photovoltaic system. An array of modules or laminates (each includes bypass diodes) of solar cells is employed, the modules or laminates being in series and parallel combinations. The array is typically required to be grounded. Module interconnect wiring (sometimes requiring conduit) provides power through fuses (typically in module J-boxes) to photovoltaic source circuits (requires wiring

WO 03/036688

PCT/US02/34368

-3-

and sometimes conduit) to blocking or series diodes **16** typically in combiner box **17** (which may also house surge protection). Photovoltaic output circuit **18** (wiring with conduit) then passes power on to DC disconnect box **19** with PV output overcurrent protection. Wiring **9** (sometimes with conduit) then passes power on to inverter **8** with associated housing (often including ground fault protection), which then passes AC power to AC disconnects, fuses, and surge protection **6** and then on to an AC dedicated branch circuit **5** originating at the service panel.

The AC PV Building Block of the present invention eliminates all DC wiring, the requirement for the fuse, the need for bypass diodes or series diodes, the J-box, and connections. All connections except the final AC connections are part of the integrated package of the invention.

Figure 2 illustrates a typical grid-connected photovoltaic system according to the invention. AC PV Building Block array **22** comprises modules or laminates **24**, each comprising solar cells **26**. Power bars or rails **20** attached to the modules each comprise an inverter and AC bus, as well as typically communications and protection hardware. A plurality of interconnect bars or rails **28** are attached to a portion of the array and linked to connect a plurality of AC PV Building Blocks in parallel while transferring power and communications via a central point of connection. Power is provided over wiring **25** (sometimes with conduit) to AC disconnects, fuses, and surge protection **23**, and then on to AC dedicated branch circuit **21** originating at the service panel. The AC PV Building Block of the invention eliminates all of the external DC hardware and issues associated with conventional systems and houses the collective AC bus, leaving requirements only for the AC-side disconnects, wiring and interconnects that are very familiar to electricians and electrical contractors. Furthermore, voltages seen by the PV panels/cells never gets to be high because the modules are connected in parallel rather than series. This improves reliability of the PV panel contacts and overall reliability.

The AC PV Building Block of the invention can be employed with any size and/or shape of photovoltaic system that provides AC power to: (1) the utility grid; (2) mini-grids utilizing other sources of AC electrical generation often referred to hybrid systems; or (3) stand-alone power systems that typically use electrical energy storage and an inverter to supply AC power to off-grid

WO 03/036688

PCT/US02/34368

-4-

loads such as remote residences, communications stations, emergency lighting and the multitude of remote energy systems requiring AC power.

5 Additionally, the invention can be combined to form complete photovoltaic energy systems that use a single or multiple photovoltaic modules where the entire power interconnection, conversion, protection and combining can take place within a listed or certified structure that also is used to mount, attach and join photovoltaic modules.

The following U.S. patents relate generally to the state of the art in photovoltaic systems:

10 U.S. Patent No. 6,219,623, to Wills; U.S. Patent No. 6,285,572, to Onizuka; U.S. Patent No. 6,201,180, to Meyer; U.S. Patent No. 6,143,582, to Vu; U.S. Patent No. 6,111,189, to Garvison; U.S. Patent No. 6,046,400, to Drummer; U.S. Patent No. 5,742,495, to Barone; and U.S. Patent No. 5,702,963, to Vu.

15 Pacific Solar manufactures Plug and Power and SunEmpower Systems that employ a micro-inverter. However, the micro-inverter is a separate component that is not physically attached to the photovoltaic panel. Rather, the micro-inverter is electrically interconnected via separate cables to the photovoltaic panel. Furthermore, all interconnects are via cables for the DC-side and also the AC side. The National Electrical Code® in the United States and related
20 codes and standards internationally still require DC fuses, ground-fault detection/interruption, DC disconnects and grounding of the DC side with the Plug and Power / SunEmpower design of Pacific Solar. Further, the installation costs for the Plug and Power / SunEmpower design are increased by the required interconnect devices, the need for a separate inverter housing, and the housing required for J-boxes and/or combiners.

25 The SunSine® 300 product of Applied Power Corporation also employs a micro-inverter. However, exposed cabling is employed to connect each panel's micro-inverter to adjacent panels' micro-inverters.

WO 03/036688

PCT/US02/34368

-5-

The following references additionally relate to the state of the art in photovoltaic systems:

- Stevens, J., et al., "Development and Testing of an Approach to Anti-islanding in Utility-
Interconnected Photovoltaic Systems", SAND2000-1939, Sandia National Laboratories,
Albuquerque, NM (Aug. 2000); *IEEE Recommended Practice for Utility Interface of Photovoltaic*
5 *(PV) Systems*, IEEE Standards Coordinating Committee 21 on Photovoltaics, IEEE Std. 929-2000,
IEEE, New York, NY (Apr. 2000); *UL Standard for Safety for Static Converters and Charge*
Controllers for Use in Photovoltaic Power Systems, UL1741, Underwriters Laboratories, First
Edition (May 1999); Ropp, M., et al., "Prevention of Islanding in Grid-connected Photovoltaic
Systems," *Progress in Photovoltaics Research and Applications*, John Wiley & Sons, Volume 7,
10 Number 1 (Jan.-Feb. 1999); Bower, W., et al., "Investigation of Ground-Fault Protection Devices
for Photovoltaic Power Systems Applications," *Proceedings of the 28th IEEE Photovoltaic*
Specialist Conference, Anchorage, AK (Sep. 15-22, 2000); Kern, G., SunSine™300: Manufacture
of an AC Photovoltaic Module, A PVMaT Contractors Final Report by Ascension Technology,
Phases I & II, NREL/SR-520-26085, Golden, CO (Mar. 1999); Begovic, M., et al., "Determining
15 the Sufficiency of Standard Protective Relaying for Islanding Prevention in Grid-Connected PV
Systems," *Proceedings of the 2nd World Conference and Exhibition on Photovoltaic Solar Energy*
Conversion, Hofburg Congress Center, Vienna, Austria (Jul. 6-10, 1998); Kleinkauf, W., et al.,
"Standardization of Systems Technology for PV Power Supply - Modular Structures With Series
Produced Components," *Proceedings of the 2nd World Conference and Exhibition on Photovoltaic*
20 *Solar Energy Conversion*, Hofburg Congress Center, Vienna, Austria (Jul. 6-10, 1998); Stern, M.,
et al., Development of a Low-cost, Integrated 20-kW AC Solar Tracking Sub-Array for Grid-
connected PV Power System Applications, A PVMaT Final Technical Report by Utility Power
Group, NREL/SR-520-24759 (Jun. 1998); Kern, G.A., "Interconnect Guidelines and Status of AC
PV Modules in the United States," *Proceedings of the IEA PVPS Task V Workshop on Utility*
25 *Interconnection of PV Systems*, Zurich, Switzerland (Sep. 15-16, 1997); Russell, M., et al.,
SunSine300 AC Module, A PVMaT Annual Report by Ascension Technology, NREL/SR-520-
23432, Golden, CO (Aug. 1997); Strong, S., et al., Development of Standardized Low-Cost AC PV
Systems: Phase I Annual Report, A PVMaT Contractors Report by Solar Design Associates,
Solarex and Advanced Energy Systems, NREL/SR-520-23002, Golden, CO (Jun. 1997);
30 Odenkamp, H., et al., "Reliability and Accelerated Life Tests of the AC Module-mounted OKE4

WO 03/036688

PCT/US02/34368

-6-

- Inverter," *Proceedings of the 25th IEEE Photovoltaic Specialists Conference*, Washington, DC (May 13-17, 1996); Bower, W., "Sandia's PV Program Perspectives on "Smart Power" and Power Integrated Circuit Devices for Photovoltaic Applications," *Proceedings of 2nd Workshop on Smart Power/Power Integrated Circuit Technology and Applications*, Pasadena, CA (Dec. 8-9, 1994);
- 5 Bower, W., et al., "Analysis of Grounded and Ungrounded Photovoltaic Systems," *Proceedings of the 1st World Conference on Photovoltaic Energy Conversion*, Waikoloa, HI (Dec. 5-9, 1994);
- Bower, W., et al., "Certification of Photovoltaic Inverters," *Proceedings of the Photovoltaics Systems Symposium*, Albuquerque, NM (Jul. 18-20, 2001); Martin, B., "Developing a PV Practitioner Certification Program", 2001 Workshop Paper, Sacramento, CA (Sep. 30, 2001);
- 10 Bower, W., et al., "Certification Of Photovoltaic Inverters: The Initial Step Toward PV System Certification," *Proceedings of the IEEE 29th PV Specialist Conference*, New Orleans, LA (May 21-24, 2002); Objectives and Task Analysis for the Solar Photovoltaic System Installer, North American Board of Certified Energy Practitioners' Technical Committee Document, available at www.nabcep.org.

15

SUMMARY OF THE INVENTION (DISCLOSURE OF THE INVENTION)

- The present invention is of a modular apparatus for and method of alternating current photovoltaic power generation, comprising: via a photovoltaic module, generating power in the form of direct current; and converting direct current to alternating current and exporting power via
- 20 one or more power conversion and transfer units attached to the module, each unit comprising a unitary housing extending a length or width of the module, which housing comprises: contact means for receiving direct current from the module; one or more direct current-to-alternating current inverters; and an alternating current bus. An alternating current bus link attached to the bus permits parallel interconnection to other apparatuses according to the invention to form an AC
- 25 photovoltaic array. Data may be communicated via a data communications link comprised by the housing. One or more interconnect units may be attached to the module and electrically connected to the alternating current bus to an external connection point for the alternating current power to an electrical service panel. The housing provides physical modularity by employing an I-beam shape, a channel shape, or a T-beam shape. The housing may additionally comprise any or
- 30 all of the following: a surge protector for the one or more inverters and photovoltaic module, a

WO 03/036688

PCT/US02/34368

-7-

communications network that reports status information, a communications network for dispatching or other selection criteria, seals to provide weather resistance, and thermal management means.

The module may be framed, roof mounted, open structure mounted, pole mounted, or window wall mounted. No external direct current fuses or direct current disconnects are needed.

5

The invention is also of an alternating current photovoltaic power generation system comprising one or a plurality of the modular alternating current photovoltaic power generation apparatuses just described.

10

The invention is additionally of a modular apparatus and method for generating alternating current photovoltaic power, comprising: via a photovoltaic module, generating power in the form of direct current; receiving the direct current and converting to alternating current via one or more direct current-to-alternating current inverters; and exporting the alternating current via one or more power transfer units attached to the module, each unit comprising a unitary housing extending a length or width of the module, which housing comprises: contact means for delivering direct current to the one or more inverters and contact means for receiving alternating current from the one or more inverters; and an alternating current bus.

15

The invention is further of a modular photovoltaic power generation apparatus comprising: a photovoltaic panel comprising an edge; a hollow structural member attached to the edge of the panel; and a direct current-to-alternating current inverter module attached to the structural member. The apparatus may further comprise an alternating current bus disposed inside of the hollow structural member and interconnect means, disposed inside of the hollow structural member, for transferring direct current from the photovoltaic panel to the inverter module.

20

Objects, advantages and novel features, and further scope of applicability of the present invention will be set forth in part in the detailed description to follow, taken in conjunction with the accompanying drawings, and in part will become apparent to those skilled in the art upon examination of the following, or may be learned by practice of the invention. The objects and

25

WO 03/036688

PCT/US02/34368

-8-

advantages of the invention may be realized and attained by means of the instrumentalities and combinations particularly pointed out in the appended claims.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

- 5 The accompanying drawings, which are incorporated into and form a part of the specification, illustrate one or more embodiments of the present invention and, together with the description, serve to explain the principles of the invention. The drawings are only for the purpose of illustrating one or more preferred embodiments of the invention and are not to be construed as limiting the invention. In the drawings:
- 10 Fig. 1 is a block diagram of a typical conventional grid-connected photovoltaic system;
- Fig. 2 is a block diagram of a typical grid-connected photovoltaic system of the invention;
- 15 Fig. 3 is an interconnect diagram for use of the present invention in a residential application where one phase grounded output is used;
- Fig. 4 is an interconnect diagram for use of the present invention in a residential application where one phase ungrounded output is used;
- 20 Fig. 5 is an interconnect diagram for use of the present invention in a residential application where a single-phase from a stand-alone inverter provides all power to the residence via one phase grounded service;
- 25 Fig. 6 is an interconnect diagram for use of the present invention in a residential application where two-phases from a pair of stand-alone inverters provides power to the residence via center-tapped service;

WO 03/036688

PCT/US02/34368

-9-

Fig. 7 is an interconnect diagram for use of the present invention in a residential hybrid application where power from a stand-alone inverter provides power to the residence via single-phase grounded service;

5 Fig. 8 is an interconnect diagram for use of the present invention in a commercial or residential application where multiple inverters are each connected to a single phase of the three-phase distribution;

10 Fig. 9 is an interconnect diagram for use of the present invention in a commercial or residential application where a single three-phase inverter is connected to the three-phase distribution;

15 Fig. 10 is an interconnect diagram for use of the present invention in a pole-mounted utility application where the AC PV building block of the invention is coupled directly to the distribution line via a small step-down transformer;

20 Fig. 11 is an interconnect diagram for use of the present invention in a billboard-mounted utility-interactive application where the AC PV building block of the invention is coupled directly to the billboard service;

Fig. 12 is a perspective view of the framed AC PV building block of the invention;

Fig. 13 is a side cutaway view of the roof mounted AC PV building block of the invention;

25 Fig. 14 is a side cutaway view of the window wall AC PV building block of the invention;

Fig. 15 is a perspective view of the rail mount AC PV Building Block of the invention for rooftop, ground-mount, or pole-mount applications; and

WO 03/036688

PCT/US02/34368

-10-

Fig. 16 is a top cutaway view of a typical AC PV Building Block layout employing a "Power Bar" and "Interconnect Bar".

DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

5 (BEST MODES FOR CARRYING OUT THE INVENTION)

The present invention is of an integrated Alternating Current ("AC") Photovoltaic ("PV") Building Block (hereafter "AC PV Building Block") that is a fully integrated photovoltaic component (a concomitant power generation method) that can be used as a photovoltaic power source and that has only AC power out. It can be used alone or in an array. The invention combines,
10 contains, and integrates almost all of the electrical and mechanical elements of a photovoltaic system. An exception is the final branch circuit and its associated hardware.

The invention eliminates all of the DC voltage concerns of today's photovoltaic systems by placing the DC elements within the AC PV Building Block structures. Within the same structures
15 the present invention provides conversion of the DC power produced by the photovoltaic module to AC power that is fully compatible with AC utility grids, mini-grids, or small stand-alone and hybrid power systems, as required by the application, where a complementary inverter or generator can maintain a compatible reference voltage.

The AC PV Building Block supplies only AC electrical power and then only when connected to compatible electrical sources and loads. The invention is compatible with all known photovoltaic module technologies and photovoltaic module designs that use technologies including crystalline silicon, multi-crystalline silicon, thin-film crystalline silicon, amorphous silicon on crystalline silicon,
20 thin-film amorphous silicon, thin-film cadmium-telluride, thin-film copper-indium-diselenide and its variations using other elements, and crystalline gallium-arsenide modules. Certain concentrator modules using generally low concentration are also compatible.

The invention can be applied in a multitude of configurations with slight changes in the design of the internal DC-AC conversion device. The configurations can be grounded or
30 ungrounded as required by the interconnection. The output can be single- or three-phase power

WO 03/036688

PCT/US02/34368

-11-

as required by the interconnection. The ranges of operation for voltage and frequency are selectable with the design of the DC-AC conversion device.

The AC PV Building Block can include one-way or two-way communications for dispatch, data logging or for conveying the status of the AC PV Building Block operation or history. The communications can be made on separate communications cables (also contained within the structures) or can utilize various power-line-carrier methods of communication. Communications can also be done by wireless means such as via Bluetooth, GHz band, ultra wide band, radio-frequency, or like means to a unit located closer to more conventional communication lines (e.g., telephone lines) or a unit located close to the AC circuit/distribution panel inside the building or other structure employing the photovoltaic power.

The AC PV Building Block offers numerous advantages related to installation, orientation, module technologies, aging, shadowing, breakage, and failures. The nature of paralleling (summing) the output of multiple modules provides built-in redundancy where failure or breakage of a single module only reduces the total output by the equivalent of one AC PV Building Block. Similarly, shadowing by trees, chimneys, and vent pipes reduces the output only by the number of AC PV Building Blocks affected. The nature of the outputs allows multiple module technologies to be used and aging or degradation of one module affects only its output and does not create maximum power point tracking problems for the entire system or reduce operating windows of the system to a level where a central inverter no longer can function.

The AC PV Building Block concept is a fully integrated design and package that eliminates the following elements or issues associated with interconnecting conventional photovoltaic power systems worldwide. External or add-on components and elements eliminated by the design include but are not limited to:

1. DC wiring and associated holders, cable trays, conduit and the like;
2. DC disconnects and associated housings;
3. DC fusing and associated holders and housings;

WO 03/036688

PCT/US02/34368

-12-

4. DC connectors and DC overcurrent protection of all commercial types;
5. DC ground-fault detection and protection circuits and devices;
6. DC surge protection;
7. DC combiner boxes;
- 5 8. Individual DC junction boxes and connector blocks;
9. "Series or blocking diodes" associated with the photovoltaic modules or array;
10. Most, if not all photovoltaic module bypass diodes;
11. Inverter housings as required by inverters in conventional photovoltaic power systems;
12. AC wiring, except that needed as part of the connection to the branch circuit dedicated
- 10 or delegated for interconnection to the AC utility grid or hybrid micro grid; and
13. Conduit for DC wiring.

Some of the conventional hardware used in today's photovoltaic system designs that are replaced by or contained within the invention and its components include:

- 15 1. Photovoltaic module-to-module wiring and connectors;
2. DC to AC Conversion (Inverter);
3. Inverter housing;
4. Photovoltaic module mounting hardware and frames;
- 20 5. Surge Protection on the AC circuits at the photovoltaic module;
6. Conduit for DC and some AC wiring;
7. Mechanical mounting hardware such as frames or rails; and
8. Multiple AC J-boxes.
- 25 The miniaturized DC to AC conversion device (inverter) included as part of the AC PV Building Block is preferably an integral part of a replaceable element hereafter called the "Power Bar" or "Power Rail" that also has integrated connections to an AC bus bar through which multiple building blocks can be added. The "Power Bar" to "Interconnect Bar" and "Power Rail" to "Interconnect Rail" mechanical assembly maintains required electrical bonding, provides double
- 30 insulation properties, and provides weather resistance. The DC-AC conversion device can also be

WO 03/036688

PCT/US02/34368

-13-

replaceable in part or in total. The AC PV Building Block of the invention can thus be a fundamental unit on which all types of photovoltaic systems can be constructed. The invention uses a fully integrated mounting structure that serves as a mechanical assembly, as the DC connection to the photovoltaic modules, as the electronic DC to AC conversion, as surge
5 protection, as communications bus, and as power distribution element.

In an alternative embodiment, the micro-inverter can be mounted to the outside of the Power Bar or Power Rail. This embodiment has certain advantages in that the inverter module is more easily replaceable and can be more easily cooled. The inverter module can be plugged into
10 the Power Bar or Power Rail, just as one would plug a 120 V plug into an outlet (e.g., using prongs). It can also be mounted on the bottom of the Power Bar or Power Rail, with optional integral drip fins on the Power Bar or Power Rail, so that rain water is less likely to damage the inverter.

15 The micro-inverter employed with the AC PV Building Block can have the following mechanical features:

1. It can be wholly encapsulated, partially encapsulated or consist of circuit boards and components with no encapsulation.
- 20 2. It can include contact tabs that can be directly attached to the AC Bus.
3. It can include jumpers and contact to complete electrical connections to the photovoltaic module.
4. It can be a unitized unit or can be constructed of multiple elements typically divided into power switching sections, control sections, communication sections, interconnect sections and the
25 like.
5. It can use a variety of thermal management means such as heat pipes, fins, three-dimensional heat transfer, radiating devices and conduction of heat to nearby housings. A good electrical insulator between the inverter and frame is beryllium oxide, because BeO is a relatively good thermal conductor and electrical insulator.

WO 03/036688

PCT/US02/34368

-14-

6. It can provide electrical contact to communications devices or cables originating within or running through the housing.

7. It can be designed to be a permanent part of the Power Bar or Power Rail.

8. It can be designed to be a replaceable part of the Power Bar or Power Rail.

5 9. It can be designed to be water resistant.

10. It can be designed to be corrosion resistant.

11. It can be designed to be weather resistant.

The micro-inverter can also have the following electrical or electrical control features:

10

1. It can minimize the use of short-lived components such as electrolytic capacitors.

2. It can substitute inductive energy storage for electrostatic energy storage.

3. It can be designed to convert power for the entire photovoltaic module or a portion of the photovoltaic module.

15

4. It can be designed to use features such as close proximity to the photovoltaic module to eliminate parts.

5. It can be designed to use features such as close proximity to the photovoltaic module to substitute methods such as temperature algorithms to provide maximum power point tracking.

6. It can be designed to include surge protection.

20

7. It can be designed to substitute for functions such as overcurrent protection or disconnects.

8. It can be designed to interface with or provide communications such as data logging, demand side management, status reporting and the like.

25

9. It can be designed to provide AC output only when the ac point of connection exhibits the required characteristics such as voltage, frequency and the like.

10. It can be designed to trade-off performance parameters such as module utilization and inverter efficiency.

11. It can be designed to be compatible with existing interconnect guidelines and requirements

WO 03/036688

PCT/US02/34368

-15-

12. It can be designed to operate in parallel with similar or other inverters connected in parallel or to the service panel.

13. It can be designed to limit or fold-back power transfer when temperatures reach preset limits. Elevated temperature possibilities inside the frame of the invention result in a preference for
5 electrolytic-less capacitors with high reliability and long lifetimes.

The AC PV Building Block assembly can be constructed in a manner such that all types and shapes of photovoltaic modules and can be utilized. Other advantages of the invention include the replacement of, substitution of, or integration of individual photovoltaic system balance-
10 of-system elements including but not limited to inverter housings, junction blocks, junction boxes, individual connectors, surge protection, communication circuits and cables, conduit, photovoltaic module mounting options, photovoltaic module application options, and most wiring within the photovoltaic array.

15 The final assembly can snap together or can be mechanically constructed using screws, bolts, nuts and the like, resulting in an environmentally sound (weather, humidity, thermal and sunlight resistant) assembly suitable for rooftop, building integrated, pole mount, or open structure photovoltaic applications. The final assembly can be mechanically robust and fitted with a wide variety of mounting or fastening options and then fitted with the necessary screws and fasteners
20 for mechanical and electrical code or standards compliance. The AC PV Building Block paves the way to ease practitioner, designer and installer certification requirements and better guarantees code compliant installations and building integration of photovoltaic technologies. The final assembly can be constructed to meet double-insulated requirements used in several European countries or as many appliances do today. The AC PV Building Block DC system can be
25 ungrounded or grounded (but could lose some of its DC-side advantages in the grounded configuration) as conventional photovoltaic systems are today. An advantage of the ungrounded configuration is that this protects the relatively sensitive inverter electronics from stray currents induced by nearby lightning strikes.

WO 03/036688

PCT/US02/34368

-16-

Figures 3 through Figure 11 show block diagrams of the most common electrical configurations in which the AC PV Building Block of the invention can be applied. The output voltage and frequency of the AC PV Building Block may be different depending upon the country standards and the connections as described in each.

5

Figure 3 shows the most common application for residential applications interconnections where the AC PV Building Block 30 may be used. In the United States, the majority of the residential dwellings are wired with single-phase 240V, 60Hz power. The 240V is further center-tapped to provide what is referred to as two-phase power. Most household circuits are 120V in the United States (varies with country) and are connected on either side of the center tap to balance the load as best possible. The high power circuits such as electric clothes dryer or ovens are wired to receive 240V. The AC PV Building Block here provides power at 120V or any other single-phase voltage with one terminal grounded that is intended to be connected to the neutral conductor in the house.

15

All exposed metal parts 52 when used on the "Power Bar", "Interconnect Bar", "Power Rail" or "Interconnect Bar" are connected to the equipment ground circuit 50 as required by the National Electrical Code in the US and applicable international installation codes. A dedicated branch circuit 32 is where the AC PV Building Block, or multiple AC PV Building Blocks, are typically allowed to be connected for this application. This is also a requirement of the National Electrical Code in the United States. Other countries typically require a similar dedicated circuit but some countries allow connection to existing circuits if the outputs of the total number of the interconnected AC PV Building Blocks do not exceed a specified limit for the circuit. Additional components are service entrance panel 34, comprising main bus 36, branch 38, and mains 40, output 42 to loads or other AC PV Building Blocks, meter 44, distribution transformer 46, and AC utility grid 48.

20

25

Figure 4 shows another common application for residential applications interconnections where the AC PV Building Block may be used. The AC PV Building Block here provides power at 240V or any other single-phase voltage with both terminals ungrounded.

30

WO 03/036688

PCT/US02/34368

-17-

Figure 5 shows a typical application for residential applications where the AC PV Building Block may be used in conjunction with other stand-alone power sources. This configuration (typically used in small cabins) draws single-phase power from a grounded source that may be supplemented by the AC PV Building Blocks. The high power circuits such as electric clothes dryer or ovens are typically wired to receive 240V, but this option is not available in this configuration. The AC PV Building Block here provides power at 120V or any other supplied single-phase voltage with one terminal ungrounded. This configuration includes output 54 to other loads, stand-alone inverter or other rotating source of AC power 56, conventional PV modules or PV array 58, controller 60, and battery storage 62.

Figure 6 shows a typical application for residential applications where the AC PV Building Block may be used in conjunction with other stand-alone power sources (typically inverters). This configuration (typically used in small cabins) draws single-phase power from a grounded source that may be supplemented by the AC PV Building Blocks. The AC PV Building Block here provides power at 120V or any other supplied single-phase, grounded voltage or at the two-phase voltage with both terminals ungrounded. The synchronized inverters 66,68 provide the distribution and unbalance currents required by this configuration. This configuration provides a dedicated 220V branch circuit 64.

Figure 7 shows the most common application for a residential application where the utility is classified as a mini-grid or a hybrid system 72 and the interconnections where the AC PV Building Block may be used. The AC PV Building Block here provides power at 120V or any other single-phase voltage with one terminal grounded that is intended to be connected to the neutral conductor in the house. Meter 70 is optional.

Figure 8 shows the interconnections for a common application for residential and commercial systems where the AC PV Building Block may be used. Throughout the world, the majority of the commercial and industrial sites are wired with three-phase power. The voltages vary depending upon the power required and the countries. Most three-phase household circuits

WO 03/036688

PCT/US02/34368

-18-

are found outside the United States (varies with country). The AC PV Building Block here provides power at any line-to-neutral or line-to-line voltage (often using appropriate transformers for voltage match). The AC PV Building Block output may be grounded or ungrounded. Figure 8 shows the case where the line-to-neutral voltage is low enough to allow direct connection. Higher voltage would require a matching transformer **74,74',74"** option as shown (other reference numeral with prime or double prime show components otherwise identical to those with corresponding reference numeral without prime). This configuration includes components as follows: three-phase AC utility grid **76**, three-phase "Y" distribution **78**, three-phase service entrance panel **80**, and three-phase meter **88**.

Figure 9 shows the interconnections for a common application for residential and commercial systems where a three-phase AC PV Building Block may be used. The AC PV Building Block here provides three-phase power at any line to neutral or line-to-line voltage (using appropriate transformers for voltage match). The AC PV Building Block output may be grounded or ungrounded. Figure 9 shows the case where the line-to-neutral voltage is low enough to allow direct connection. Higher voltage would require a matching transformer on the dedicated branch circuit. Additional components are three-phase AC PV Building Block **82**, dedicated or delegated three-phase branch circuit **84**, three-phase branch **86**, three-phase distribution transformer **90**, and "Wye" or "Delta" secondary transformer **92**.

Figure 10 shows a common application for utility applications where the AC PV Building Block interconnections are made at the power pole via a small step-down transformer. A beneficial application occurs where distributed generation that nearly match load profiles can provide line support on long or stress feeders. The AC PV Building Block here provides power at single- or three-phase voltage with both terminals ungrounded or with one terminal grounded. Figure 10 shows the ungrounded configuration. Additional components are pole mounted branch circuit **94**, fusing and controls **96**, step-down transformer **98**, L1 bus **100**, L2 bus **102**, and disconnect **104**.

WO 03/036688

PCT/US02/34368

-19-

Figure 11 illustrates an application where billboards are lighted at night but offer a convenient structure for collecting photovoltaic power. The billboard that is already grid-connected is a connection method where the photovoltaic power may be directed to the utility during daylight hours via an AC PV Building Block and the billboard lighted during the night with power supplied by the utility grid. Additional components are billboard lighting **106** and distribution panel **108**.

Referring to Figure 12, the framed AC PV Building Block **200** of the invention is preferably a completely enclosed, fully integrated photovoltaic power system. All of the DC circuitry and components are enclosed by the package. Additionally, the AC circuitry, array interconnects, and surge protection associated with collecting the energy and routing it to the interconnecting branch circuit are also enclosed and completely safe to consumers and installers until the system is connected to a compatible AC power source that acts as a reference for triggering output from the AC PV Building Block. The same structure also houses communications for dispatching, data acquisition, and AC PV Building Block status. Any of the "Power Bars" or "Power Rails" "Interconnect Bars" or "Interconnect Rails" frame members or rail members can be terminated as an end point with finished attachments or interconnect attachments. The assembly is analogous to track lighting, and is as simple to install and maintain. The "Power Bar" or "Interconnect Bar" frame member can be interconnected via a similar enclosed structure (not shown) to provide for interconnecting multiple AC PV Building Blocks into a completed assembly. The framed embodiment comprises photovoltaic module **12**, interconnect bar **202**, seals **204**, AC bus link / connections / jumper **206**, grounding screw **208** (if required), bonding screw **210** (if required), AC bus with surge protection **212**, communications cable or fiber optic link **214**, inverter **216** (may be of varying size), Power Bar **218**, cladding **220** (sunlight resistant), and optional insulating material **222**.

Figure 13 illustrates a roof mount embodiment **300** of the AC PV Building Block. The Body of the "Power Bar" is arranged to allow maximum exposure to the sun while maintaining structural integrity and housing all of the essential elements. The "Inverter" is housed within the "Power Bar" and provides the DC to AC conversion of power produced by the "Photovoltaic Module" as well as required interconnect protection and operating limits such as voltage range, output current limits

WO 03/036688

PCT/US02/34368

-20-

and anti-islanding required by a variety of standards governing the interconnect of photovoltaic systems. The AC Bus is attached to the inverter via various attachment methods depending upon whether the "Power Bar" in total is the replaceable element or if the inverter is intended to be a replaceable component. "Insertion Contacts" with several versions being developed make the electrical connection to the photovoltaic module via "Module/Inverter Jumpers" designed to provide for thermal expansion/contraction flexibility. A mode of connecting the "Photovoltaic Module" to the "Power Bar" would be to make all connections permanent by soldering, bolting or welding. This makes field replacement of the "Power Bar" a viable repair method. The "Power Bar" and "Interconnect Bar" may be constructed using cladding material consisting of weather resistant metal or weather and sunlight resistant non-conductor material. Either design provides for a double insulated design where two barriers must be broken before dangerous voltages would be accessible to people. When metallic or conductive cladding is used, the "Power Bar" and "Interconnect Bar" must provide for methods of grounding and maintaining bonding for safety as shown by the grounding screw and/or bonding screw in Figure 13. Additional components are module contacts **302** (which may comprise insertion contacts and/or inverter jumpers) and optional module mount **304**.

The "AC Bus Link" provides electrical connections and jumpers and preferably maintains electrical continuity for 30 years or more and is flexible enough to account for thermal expansion and contraction. The "AC Bus Link" must resist corrosion associated with the variety of outdoor environments typical of photovoltaic installations. The "AC Bus Link" may also include the communications link. The "Communications Cable" may be a conductor or a fiber-optic material. Its link to the next AC PV Building Block or to the building interconnection may be part of the "AC Bus Link" or be a separate link.

The "Interconnect Bar" may or may not be used depending upon the system layout. When used, its primary purpose is to transfer power and communications from one side of a string of AC PV Building Blocks to the other or to provide a header to bring all AC power to a central point of connection. Any of the "Power Bars" or "Power Rails" "Interconnect Bars" or "Interconnect Rails" frame members or rail members can be terminated as an end point with finished attachments or

WO 03/036688

PCT/US02/34368

-21-

interconnect attachments. The "Power Bar" or "Interconnect Bar" frame member can be interconnected via a similar enclosed structure to provide for interconnecting multiple AC PV Building Blocks into a completed assembly.

- 5 Figure 14 illustrates a typical arrangement for a window wall application 400 where the photovoltaic module replaces the windowpane or other wall structures and materials. The photovoltaic module may be opaque or semitransparent. The AC PV Building Block provides the building integration member that replaces traditional mullions in homes and high-rise buildings. The mullion provided by the AC PV Building Block would be listed and approved to serve as
- 10 conduit for routing the AC conductors of the photovoltaic system and would simplify building integrated photovoltaic applications. The listed mullion would assure code and standard requirements to use listed or certified methods for the system wiring and equipment grounding.

- The Body of the "Power Bar" is arranged to provide structural members required by building
- 15 codes and to still maximize exposure to the sun while housing all of the essential elements for power conversion and safety. The "Inverter" is housed within the "Power Bar" and provides the DC to AC conversion of power produced by the "Photovoltaic Module" as well as required interconnect protection and operating limits such as voltage range, output current limits and anti-islanding required by a variety of standards governing the interconnect of photovoltaic systems. The AC
- 20 Bus is attached to the inverter via various attachment methods depending upon whether the "Power Bar" in total is the replaceable element or if the inverter is intended to be a replaceable component. "Insertion Contacts" with several versions being developed make the electrical connection to the photovoltaic module via "Module/Inverter Jumpers" designed to provide for thermal expansion/contraction flexibility. A mode of connecting the "Photovoltaic Module" to the
- 25 "Power Bar" would be to make all connections permanent by soldering, bolting or welding. This would make field replacement of the "Power Bar" a viable repair method. The "Power Bar" and "Interconnect Bar" may be constructed using cladding material consisting of weather resistant metal or weather and sunlight resistant non-conductor material. Either design provides for a double insulated design where two barriers must be broken before dangerous voltages would be
- 30 accessible to people. When metallic or conductive cladding is used, the "Power Bar" and

WO 03/036688

PCT/US02/34368

-22-

"Interconnect Bar" must provide for methods of grounding and maintaining bonding for safety as shown by the grounding screw and/or bonding screw in Figure 15.

The "Interconnect Bar" may or may not be used depending upon the system layout. When used, its primary purpose is to transfer power and communications from one side of a string of AC PV Building Blocks to the other or to provide a header to bring all AC power to a central point of connection. Any of the "Power Bars" or "Interconnect Bars" frame members can be terminated as an end point with finished attachments or interconnect attachments. The "Power Bar" or "Interconnect Bar" frame member can be interconnected via a similar enclosed structure to provide for interconnecting multiple AC PV Building Blocks into a completed assembly.

Figure 15 illustrates the "Rail Mount" version 500 of the AC PV Building Block that allows for another option for mounting. All of the elements of the "Power Rail" 502 and "Interconnect Rail" 504 are similar to the "Power Bar", and "Interconnect Bar". The primary difference is the rails are attached to the underside of the photovoltaic modules or laminates allowing for better packing of the photovoltaic modules for small roof areas or for less efficient photovoltaic module technologies. The "Rail Mount" version provides options for mount the AC PV Building Block on racks that may be adapted to direct power pole installations or billboard installations and the like or freestanding "ground mount installations" such as may be used because roof mount is impractical, for parking shade structures, meeting pavilions and the like.

Any of the "Power Rails" or "Interconnect Rails" rail members can be terminated as an end point with finished attachments or interconnect attachments. The "Power Rail" or "Interconnect Rail" rail member can be interconnected via a similar enclosed structure to provide for interconnecting multiple AC PV Building Blocks into a completed assembly.

Figure 16 shows in top cutaway view this configuration with dual Power Bars 218 and interconnect bars 202, one with opening 203 for connections to a next AC PV Building Block or final connection to loads.

30

WO 03/036688

PCT/US02/34368

-23-

One embodiment of the frame members is to form their housings of glass, optionally making a glass-to-glass bond at the PV panel junction, especially for thin-film amorphous PV sheets. The frame members may also be filled with a foam material to prevent shifting of items contained therein. Standard PV panels now commercially available today only require modification
5 of the location of the electrical contacts. Present panels have these located far from the edge of the panel, whereas with the present invention they are preferably close to the edge or on the edge of the panel.

To summarize, the present invention is useful in formats including the following:

10

1. A fully integrated photovoltaic module utilizing any of the crystalline or thin-film light-to-electrical energy conversion technologies and construction methods that can be framed or unframed, of any shape that provides access to interconnecting the members or rail members and the associated electrical connections and links and that provides only AC power to compatible
15 interconnection circuits.

2. A "Power Bar" or "Power Rail" frame member or rail member, constructed of either conducting, insulating, or laminated materials to form a member that is also used to house and contain all internal DC connections, AC conversion (inverter), an AC power bus, a communication
20 links, surge protection, optional overcurrent protection, and all necessary links to the next module frame or rail or a final junction box for connecting to the AC loads and circuit.

3. A "Power Bar" or "Power Rail" frame member or rail member designed to house all of the collective electronic circuits, printed circuit boards, and components of a DC to AC inverter
25 whether or not that inverter is encapsulated.

4. A "Power Bar" or "Power Rail" frame member or rail member that couples to "Interconnect Bars" or "Interconnect Rails" and/or other "Power Bars" or "Power Rails" in a manner that electrically and mechanically interconnects the photovoltaic modules into a complete

WO 03/036688

PCT/US02/34368

-24-

photovoltaic array that produces only AC energy and only when connected to a compatible AC power source.

5. A "Power Bar" or "Power Rail" frame member or rail member designed to provide the
5 needed heat sink and thermal management for the power electronics associated with the DC to AC inverter.

6. A "Power Bar" or "Power Rail" frame member or rail member designed to be
nondestructively removed from the photovoltaic module or opened to allow for repairs in the event
10 of inverter or surge protection failure.

7. A "Power Bar" or "Power Rail" frame member or rail member designed to be
nondestructively removed from the photovoltaic module as an option for repairs in the event of
inverter or surge protection failure.

8. A "Power Bar" or "Power Rail" "Interconnect Bar" or "Interconnect Rail" that can be
attached to the edge of a photovoltaic module while at the same time providing for the DC
electrical connection from the module to the inverter through insertion contacts, jumpers or
specialized links.

9. A "Power Bar" or "Power Rail" "Interconnect Bar" or "Interconnect Rail" frame member or
rail member with optional clamps, fittings, mountings, holes, snaps, and the like that may be used
as the mechanical mounting member for the photovoltaic module or collection of modules
comprising a photovoltaic array.

10. A "Power Bar" or "Power Rail" "Interconnect Bar" or "Interconnect Rail" frame member
or rail member that may contain or use optional adhesive and/or sealing material for adhering
and/or sealing the "Power Bar" or "Power Rail" frame member or rail member to both sides of the
photovoltaic module.

30

WO 03/036688

PCT/US02/34368

-25-

11. A "Power Bar" or "Power Rail" "Interconnect Bar" or "Interconnect Rail" frame member or rail member that is constructed in such a manner that it may be listed, certified or approved as electrical conduit to contain both the electrical AC power bus, the communications cables or optical links, AC surge protection devices and the DC to AC while at the same time providing an inexpensive while robust AC bus interconnection via a specialize AC bus link.

12. A "Power Bar" or "Power Rail" "Interconnect Bar" or "Interconnect Rail" frame member or rail member that, when constructed using a laminated metal part, provides the necessary grounding and bonding required for eliminating risk of electrical shock to persons that may come in contact with it under faulted or energized conditions.

13. A "Power Bar" or "Power Rail" "Interconnect Bar" or "Interconnect Rail" frame member or rail member designed to be constructed in such a manner and using proper insulating materials so as to qualify as a "double insulated" electrical device even if metallic cladding is used in the construction and in turn satisfy the requirements for operating an ungrounded photovoltaic system.

14. A "Power Bar" or "Power Rail" frame member or rail member and matching "Interconnect Bar" of various designs, construction and shapes to accommodate all types of photovoltaic installations including but not limited to rooftop mounting for sloped and flat roof systems, facade mounted systems, rack mounted systems, building integrated systems, window wall systems, skylights, architectural systems, and pole mounted systems.

15. A "Power Bar" or "Power Rail" "Interconnect Bar" or "Interconnect Rail" frame member or rail member designed to be attached to a photovoltaic module and to facilitate a seal to protect the edges of the photovoltaic module for moisture ingress from rain or blowing water.

16. A "Power Bar" or "Power Rail" "Interconnect Bar" or "Interconnect Rail" frame member or rail member designed to be attached to a photovoltaic module and to facilitate a seal to protect the DC interconnection points and materials from rain, blowing water and corrosive materials such

WO 03/036688

PCT/US02/34368

-26-

as salts commonly carried by the air near seashores or contaminants such as sulfurous or highly corrosive fumes found near industrial sites.

17. An "Interconnect Bar" or "Interconnect Rail" frame member or rail member designed to
5 complete the framing of the photovoltaic module and constructed in a manner similar to the "Power Bar" or "Power Rail". It could also be non-destructively removed to reconfigure the AC Building Blocks or to facilitate roof repairs.

18. An "Interconnect Bar" or "Interconnect Rail" frame member or rail member that provides
10 the necessary AC power and communications interconnects between rows of AC PV Building Blocks.

19. An "Interconnect Bar" or "Interconnect Rail" frame member or rail member that provides
power and communications links across the modules to the next row of modules or to allow for
15 collection of AC power for placement of the final interconnect member or box.

20. Any of the "Power Bars" or "Power Rails" "Interconnect Bars" or "Interconnect Rails"
frame members or rail members can be terminated as an end point with finished attachments or
interconnect attachments.

21. The "Power Bar" or "Power Rail" "Interconnect Bar" or "Interconnect Rail" frame
member or rail member can be interconnected via a similar enclosed structure to provide for
interconnecting multiple AC PV Building Blocks into a completed assembly.

25 Although the invention has been described in detail with particular reference to these
preferred embodiments, other embodiments can achieve the same results. Variations and
modifications of the present invention will be obvious to those skilled in the art and it is intended to
cover in the appended claims all such modifications and equivalents. The entire disclosures of all
references, applications, patents, and publications cited above are hereby incorporated by
30 reference.

WO 03/036688

PCT/US02/34368

-27-

What is claimed is:

1. A modular alternating current photovoltaic power generation apparatus comprising:
5 a photovoltaic module generating power in the form of direct current; and
one or more power conversion and transfer units attached to said module,
each said unit comprising a unitary housing extending a length or width of said module, which
housing comprises:
contact means for receiving direct current from said module;
10 one or more direct current-to-alternating current inverters; and
an alternating current bus.

2. The apparatus of claim 1 additionally comprising an alternating current bus link
attached to said bus and permitting parallel interconnection to other said apparatuses to form an
15 alternating current photovoltaic array.

3. The apparatus of claim 1 wherein said housing additionally comprises a data
communications link.

20 4. The apparatus of claim 1 additionally comprising one or more interconnect units
attached to said module and electrically connected to said alternating current bus and providing an
external connection point for the alternating current power to an electrical service panel.

5. The apparatus of claim 1 wherein said housing comprises a shape selected from
25 an I-beam shape, a channel shape, and a T-beam shape.

WO 03/036688

PCT/US02/34368

-28-

6. The apparatus of claim 1 wherein said housing additionally comprises one or more of a surge protector for said one or more inverters and photovoltaic module, a communications network that reports status of said individual apparatus, a communications network for dispatching or other selection criteria, seals to provide weather resistance, and thermal management means
5 for said apparatus.

7. The apparatus of claim 1 additionally comprising means selected from the group consisting of means for framing said module, means for roof mounting said apparatus, means for open structure mounting, means for pole mounting, and means for window wall mounting said
10 apparatus.

8. The apparatus of claim 1 requiring no external direct current fuses or direct current disconnects.

9. An alternating current photovoltaic power generation system comprising a modular alternating current photovoltaic power generation apparatus according claim 1.
15

10. The system of claim 9 comprising a plurality of said apparatuses.

11. A method of alternating current photovoltaic power generation, the method comprising:
20

via a photovoltaic module, generating power in the form of direct current;

and

converting direct current to alternating current and exporting power via one
25 or more power conversion and transfer units attached to the module, each unit comprising a unitary housing extending a length or width of the module, which housing comprises:

contact means for receiving direct current from the module;

one or more direct current-to-alternating current inverters; and

an alternating current bus.
30

WO 03/036688

PCT/US02/34368

-29-

12. The method of claim 11 wherein exporting comprises employing an alternating current bus link attached to the bus and permitting parallel interconnection to other apparatuses comprising a photovoltaic module and one or more power conversion and transfer units, thereby forming an alternating current photovoltaic array.
- 5 13. The method of claim 11 additionally comprising communicating data via a data communications link comprised by the housing.
14. The method of claim 11 wherein exporting comprises employing one or more interconnect units attached to the module and electrically connected to the alternating current bus and providing an external connection point for the alternating current power to an electrical service panel.
- 10 15. The method of claim 11 wherein the housing comprises a shape selected from an I-beam shape, a channel shape, and a T-beam shape.
16. The method of claim 11 wherein the housing additionally comprises one or more of a surge protector for the one or more inverters and photovoltaic module, a communications network that reports status information, a communications network for dispatching or other selection criteria, seals to provide weather resistance, and thermal management means.
- 20 17. The method of claim 11 additionally comprising employing means selected from the group consisting of means for framing the module, means for roof mounting the apparatus, means for open structure mounting, means for pole mounting, and means for window wall mounting the apparatus.
- 25 18. The method of claim 11 wherein the method requires no external direct current fuses or direct current disconnects.

WO 03/036688

PCT/US02/34368

-30-

19. A modular alternating current photovoltaic power generation apparatus comprising:
a photovoltaic module generating power in the form of direct current;
one or more direct current-to-alternating current inverters receiving direct
current from said photovoltaic module; and
5 one or more power transfer units attached to said module, each said unit
comprising a unitary housing extending a length or width of said module, which housing
comprises:
contact means for receiving alternating current from said one or
more inverters; and
10 an alternating current bus.
20. A method of generating alternating current photovoltaic power; the method
comprising the steps of:
via a photovoltaic module, generating power in the form of direct current;
15 receiving the direct current and converting to alternating current via one or
more direct current-to-alternating current inverters; and
exporting the alternating current via one or more power transfer units
attached to the module, each unit comprising a unitary housing extending a length or width of the
module, which housing comprises:
20 contact means for delivering direct current to the one or more
inverters and contact means for receiving alternating current from the one or more inverters; and
an alternating current bus.
21. A modular photovoltaic power generation apparatus comprising:
25 a photovoltaic panel comprising an edge;
a hollow structural member attached to said edge of said panel; and
a direct current-to-alternating current inverter module attached to said
structural member.

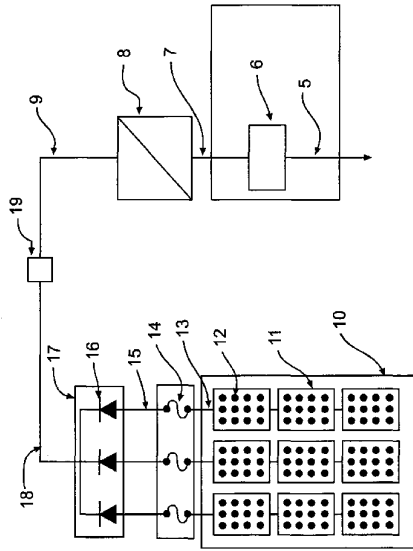
WO 03/036688

PCT/US02/34368

-31-

22. The apparatus of claim 21, further comprising:
an alternating current bus disposed inside of said hollow structural
member; and
interconnect means, disposed inside of said hollow structural member, for
5 transferring direct current from said photovoltaic panel to said inverter module.

Fig. 1



Typical AC PV Building Block Grid-Connected Photovoltaic System

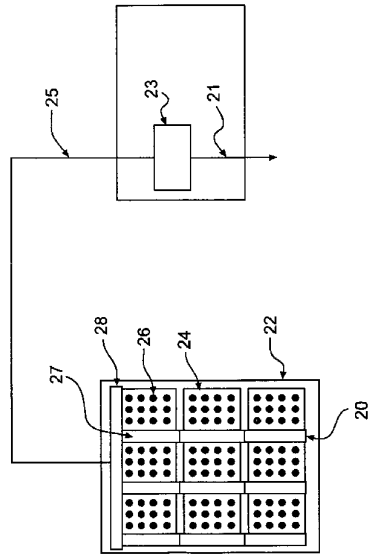


Fig. 2

WO 03/036688

3/16

PCT/US02/34368

AC PV Building Block Electrical Interconnect for the Basic Residential
Utility-Interactive Configuration Using One-Phase, Grounded Output at
Supplied Line Voltage and Frequency

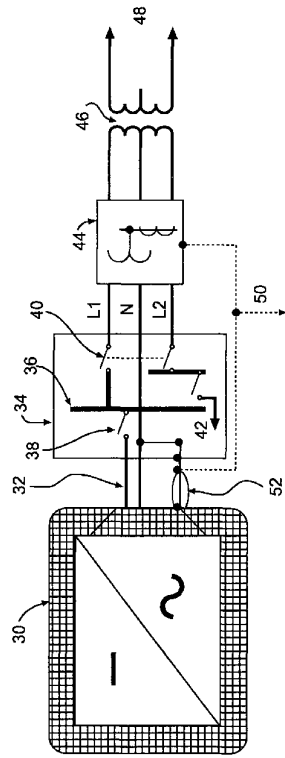


Fig. 3

AC PV Building Block Electrical Interconnect for the Basic Residential
Utility-Interactive Configuration Using One-Phase, Ungrounded Output at
Supplied Line Voltage and Frequency

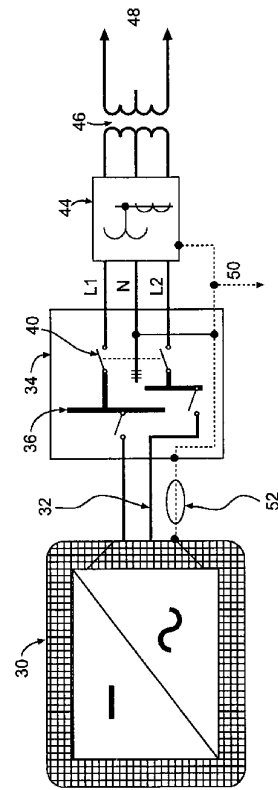


Fig. 4

AC PV Building Block Interconnect for a Basic Residential Stand-Alone Configuration Using One-Phase Output and a Single-Phase Reference from a Stand-Alone Inverter with Battery Storage

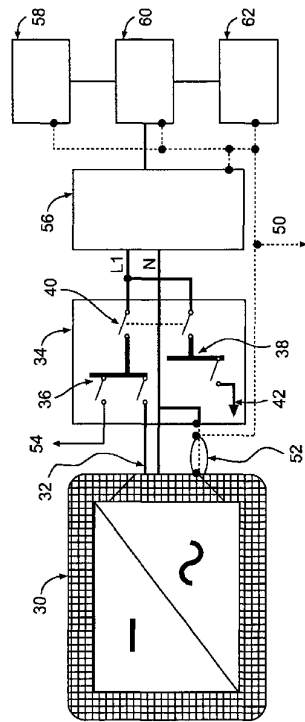


Fig. 5

AC PV Building Block Configuration for a Basic Residential Stand-Alone
Configuration Using Two-Phase Output and a Two-Phase Reference from
Two Stand-Alone Inverters with Battery Storage

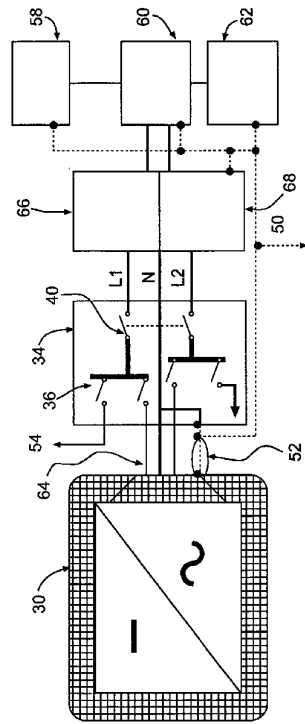


Fig. 6

SUBSTITUTE SHEET (RULE 26)



AC PV Building Block Configuration of a Three-Phase Commercial or
Residential Utility-Interactive Configuration Using Multiple Single-Phase
AC PV Building Blocks and Transformer Option for Voltage Matching

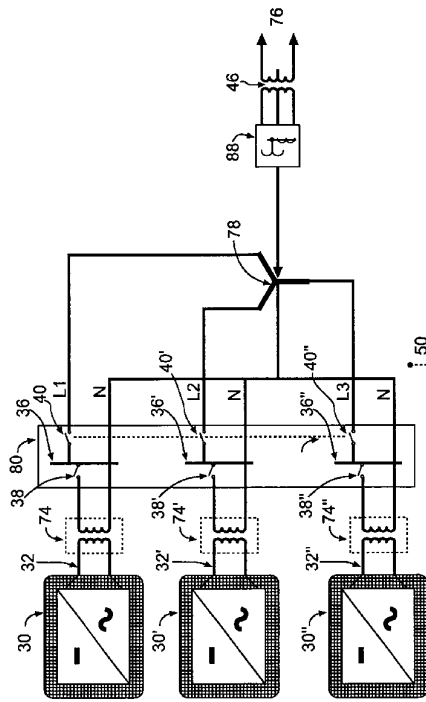


Fig. 8

Three-Phase AC PV Building Block Configuration for Commercial / Residential
Utility-Interactive Applications Using a Three-Phase AC PV Building Block

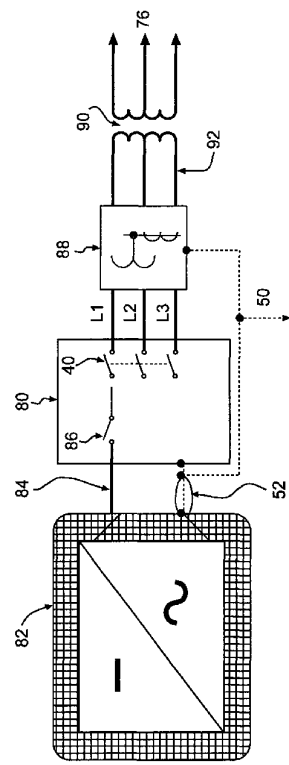


Fig. 9

Fig.10

AC PV Building Block Electrical Interconnect for a Billboard
Utility-Interactive Configuration Using One-Phase, Grounded Output
at Supplied Line Voltage and Frequency

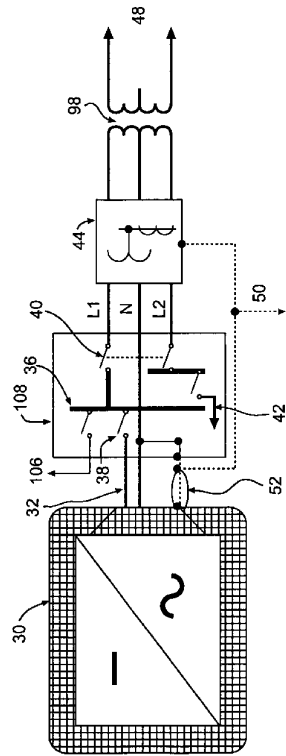


Fig. 11



Fig. 12

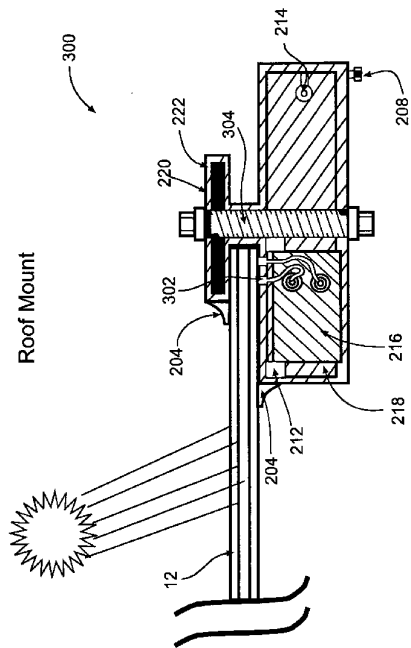


Fig. 13

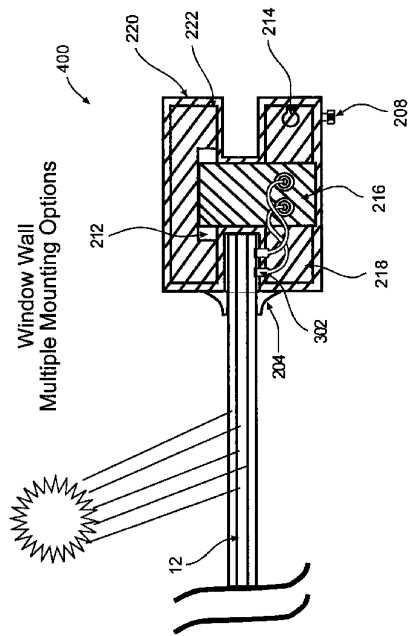


Fig. 14

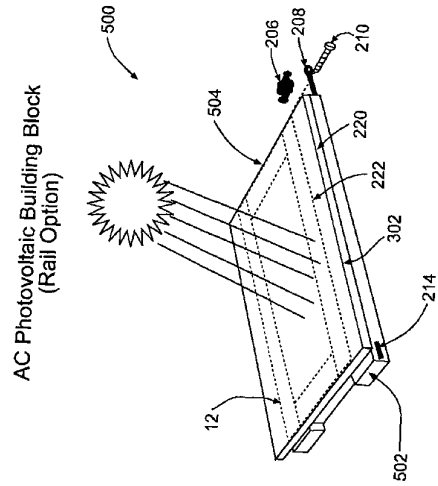


Fig. 15

WO 03/036688

16/16

PCT/US02/34368

Typical AC Photovoltaic Building Block Layout Using Power Bar and Interconnect Bar Configuration

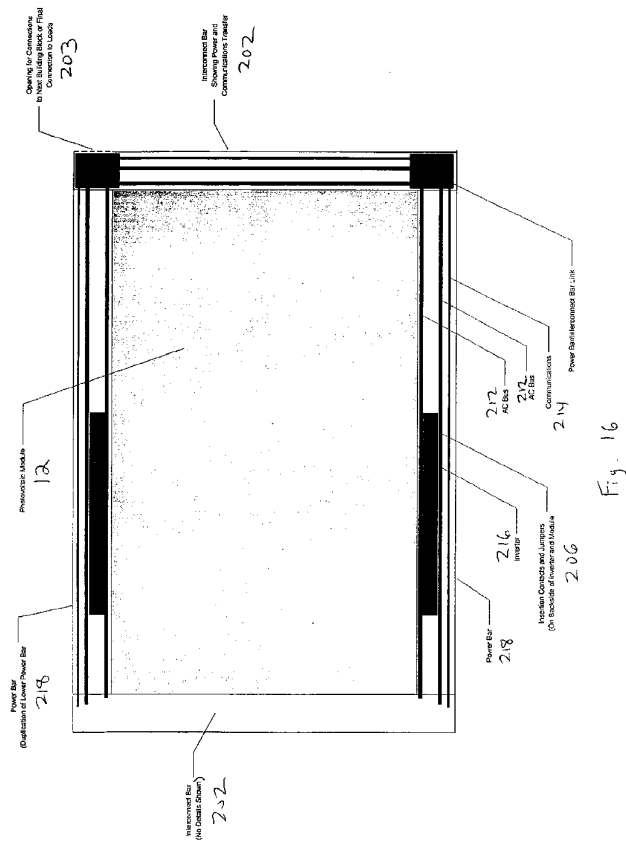


Fig. 16

【国際公開パンフレット（コレクトバージョン）】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
1 May 2003 (01.05.2003)

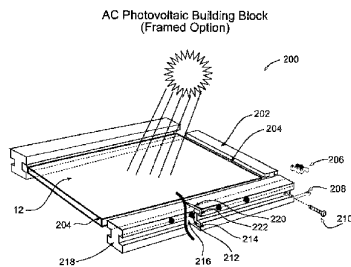
PCT

(10) International Publication Number
WO 03/036688 A3

- (51) International Patent Classification: **H01L 31/048**, 31/05 [US/US]; 10521 Arvilla, Northeast, Albuquerque, NM 97111 (US); **RUBY, Douglas, S.** [US/US]; 9637 Messervy Avenue, Northeast, Albuquerque, NM 87109 (US).
- (21) International Application Number: PCT/US02/34368
- (22) International Filing Date: 25 October 2002 (25.10.2002)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data: 60/335,668 25 October 2001 (25.10.2001) US
- (71) Applicant (for all designated States except US): **SANDIA CORPORATION** [US/US]; Post Office Box 5800, Mail Stop 0161, Albuquerque, NM 87185-0161 (US).
- (72) Inventors; and
- (75) Inventors/Applicants (for US only): **BOWER, Ward, Isaac** [US/US]; 13108 Hidden Valley Road, Northeast, Albuquerque, NM 87111 (US); **THOMAS, Michael, G.**
- (74) Agent: **MYERS, Jeffrey, D.**; Peacock, Myers & Adams, P.C., Post Office Box 26927, Albuquerque, NM 87125-6927 (US).
- (81) Designated States (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GR, GM, HN, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Continued on next page]

(54) Title: ALTERNATING CURRENT PHOTOVOLTAIC BUILDING BLOCK



(57) Abstract: A modular apparatus for and method of alternating current photovoltaic power generation comprising: via a photovoltaic module (12), generating power in the form of direct current; and converting direct current to alternating current and exporting power via one or more power conversion and transfer units attached to the module, each unit comprising a unitary housing extending a length or width of the module, which housing comprises: contact means for receiving direct current from the module; one or more direct current-to-alternating current inverters (216); an alternating current bus (212); and contact means for receiving alternating current from the one or more inverters

WO 03/036688 A3

WO 03/036688 A3

**Declaration under Rule 4.17:**

— of inventorship (Rule 4.17(iv)) for US only

(88) Date of publication of the international search report:

16 October 2003

Published:

— with international search report

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US02/34368																											
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(7) : H01L 31/048, 31/05 US CL : 136/244, 291, 293; 323/906; 363/60, 178 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																													
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 136/244, 291, 293; 323/906; 363/60, 178 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)																													
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category *</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>US 5,951,785 A (UCHIHASHI et al) 14 September 1999 (14.09.1999), Figures 11-13, and column 8, line 50 through column 9, line 36.</td> <td>1, 2, 4, 5, 7-12, 14, 15, 17-22</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 6,180,868 B1 (YOSHINO et al) 30 January 2001 (30.01.2001), column 10, lines 59-65.</td> <td>3, 6, 13, 16</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>MEINHARDT et al. 'Miniaturised low profile module integrated converter for photovoltaic applications with integrated magnetic components.' In: 14th Annual Applied Power Electronics Conference and Exposition. Dallas: IEEE, 14-18 March 1999, Vol. 1, pages 305-311, especially page 305.</td> <td>21, 22</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>YATSUKI et al. 'A novel AC power photovoltaic module system based on the impedance-admittance conversion theory.' In: 32nd Annual Power Electronics Specialists Conference. Vancouver: IEEE, 17-21 June 2001, Vol. 4, pages 2191-2196, especially page 2191.</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>US 2002/0038666 A1 (TOYOMURA et al) 04 April 2002 (04.04.2002).</td> <td>21, 22</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2002/0050290 A1 (KOBAYASHI) 02 May 2002 (02.05.2002).</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>P,A</td> <td>US 2002/0038666 A1 (TOYOMURA et al) 04 April 2002 (04.04.2002).</td> <td>1-22</td> </tr> <tr> <td>P,A</td> <td>US 2002/0050290 A1 (KOBAYASHI) 02 May 2002 (02.05.2002).</td> <td>1-22</td> </tr> </tbody> </table>			Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	US 5,951,785 A (UCHIHASHI et al) 14 September 1999 (14.09.1999), Figures 11-13, and column 8, line 50 through column 9, line 36.	1, 2, 4, 5, 7-12, 14, 15, 17-22	Y	US 6,180,868 B1 (YOSHINO et al) 30 January 2001 (30.01.2001), column 10, lines 59-65.	3, 6, 13, 16	X	MEINHARDT et al. 'Miniaturised low profile module integrated converter for photovoltaic applications with integrated magnetic components.' In: 14th Annual Applied Power Electronics Conference and Exposition. Dallas: IEEE, 14-18 March 1999, Vol. 1, pages 305-311, especially page 305.	21, 22	A	YATSUKI et al. 'A novel AC power photovoltaic module system based on the impedance-admittance conversion theory.' In: 32nd Annual Power Electronics Specialists Conference. Vancouver: IEEE, 17-21 June 2001, Vol. 4, pages 2191-2196, especially page 2191.	1-20	X	US 2002/0038666 A1 (TOYOMURA et al) 04 April 2002 (04.04.2002).	21, 22	A	US 2002/0050290 A1 (KOBAYASHI) 02 May 2002 (02.05.2002).	1-20	P,A	US 2002/0038666 A1 (TOYOMURA et al) 04 April 2002 (04.04.2002).	1-22	P,A	US 2002/0050290 A1 (KOBAYASHI) 02 May 2002 (02.05.2002).	1-22
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																											
X	US 5,951,785 A (UCHIHASHI et al) 14 September 1999 (14.09.1999), Figures 11-13, and column 8, line 50 through column 9, line 36.	1, 2, 4, 5, 7-12, 14, 15, 17-22																											
Y	US 6,180,868 B1 (YOSHINO et al) 30 January 2001 (30.01.2001), column 10, lines 59-65.	3, 6, 13, 16																											
X	MEINHARDT et al. 'Miniaturised low profile module integrated converter for photovoltaic applications with integrated magnetic components.' In: 14th Annual Applied Power Electronics Conference and Exposition. Dallas: IEEE, 14-18 March 1999, Vol. 1, pages 305-311, especially page 305.	21, 22																											
A	YATSUKI et al. 'A novel AC power photovoltaic module system based on the impedance-admittance conversion theory.' In: 32nd Annual Power Electronics Specialists Conference. Vancouver: IEEE, 17-21 June 2001, Vol. 4, pages 2191-2196, especially page 2191.	1-20																											
X	US 2002/0038666 A1 (TOYOMURA et al) 04 April 2002 (04.04.2002).	21, 22																											
A	US 2002/0050290 A1 (KOBAYASHI) 02 May 2002 (02.05.2002).	1-20																											
P,A	US 2002/0038666 A1 (TOYOMURA et al) 04 April 2002 (04.04.2002).	1-22																											
P,A	US 2002/0050290 A1 (KOBAYASHI) 02 May 2002 (02.05.2002).	1-22																											
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>* Special categories of cited documents:</th> <th>* "T" later documents published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principles or theory underlying the invention</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</td> </tr> <tr> <td>"E" earlier application or patent published on or after the international filing date</td> <td>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</td> </tr> <tr> <td>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another claim or other special reason (as specified)</td> <td>"&" document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"P" documents published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			* Special categories of cited documents:	* "T" later documents published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principles or theory underlying the invention	"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	"E" earlier application or patent published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art	"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another claim or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family	"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		"P" documents published prior to the international filing date but later than the priority date claimed																
* Special categories of cited documents:	* "T" later documents published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principles or theory underlying the invention																												
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone																												
"E" earlier application or patent published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art																												
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another claim or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family																												
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means																													
"P" documents published prior to the international filing date but later than the priority date claimed																													
Date of the actual completion of the international search: 02 May 2003 (02.05.2003)		Date of mailing of the international search report: 20 MAY 2003																											
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US Commissioner for Patents P.O. Box 1450 Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. (703)305-5230		Authorized officer Alan Diamond Telephone No. 703-308-0661																											

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		PCT/US02/34368
C. (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
T	US 2002/0179140 A1 (TOYOMURA) 05 December 2002 (05.12.2002).	1-22
T	US 2002/0186020 A1 (KONDO et al) 12 December 2002 (12.12.2002).	1-22

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NZ,OM,PH,PL,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(特許庁注：以下のものは登録商標)

B l u e t o o t h

(74)代理人 100130074

弁理士 中村 繁元

(72)発明者 ワード, アイザック, バウアー

アメリカ合衆国 8 7 1 1 1 ニューメキシコ州 アルバカーキー, ノースイースト, ヒドゥン
バレー ロード 1 3 1 0 8

(72)発明者 マイケル, ジー. トーマス

アメリカ合衆国 8 7 1 1 1 ニューメキシコ州 アルバカーキー, ノースイースト アルビラ
1 0 5 2 1

(72)発明者 ダグラス, エス. ルビー

アメリカ合衆国 8 7 1 0 9 ニューメキシコ州 アルバカーキー, ノースイースト, メッサビー
アベニュー 9 6 3 7

Fターム(参考) 5F051 BA03 JA03 JA05 JA06 JA20