

(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2018-509129

(P2018-509129A)

(43) 公表日 平成30年3月29日(2018.3.29)

(51) Int.Cl.

HO2M 7/12 (2006.01)

F 1

HO2M 7/12

テーマコード(参考)

A 5H006

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2017-548152 (P2017-548152)
 (86) (22) 出願日 平成28年3月8日 (2016.3.8)
 (85) 翻訳文提出日 平成29年9月12日 (2017.9.12)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2016/021350
 (87) 國際公開番号 WO2016/148981
 (87) 國際公開日 平成28年9月22日 (2016.9.22)
 (31) 優先権主張番号 14/661,468
 (32) 優先日 平成27年3月18日 (2015.3.18)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 505005049
 スリーエム イノベイティブ プロパティ
 ズ カンパニー
 アメリカ合衆国、ミネソタ州 55133
 -3427, セントポール, ポストオ
 フィス ボックス 33427, スリーエ
 ム センター
 (74) 代理人 100110803
 弁理士 赤澤 太朗
 (74) 代理人 100135909
 弁理士 野村 和歌子
 (74) 代理人 100133042
 弁理士 佃 誠玄
 (74) 代理人 100157185
 弁理士 吉野 亮平

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電力制限機能を備えた誘導型電力ハーベスター

(57) 【要約】

電力ハーベスターは、電流導体に誘導結合されるように構成された変流器、及び負荷に電力を送達するための回路を有する。変圧器コアは、交互配置部分において互いに接合され、かつ互いから分離可能な2つのセクションを有し、変圧器を電流導体のまわりに設置することを可能にする。回路は、変圧器に結合された整流器、及び整流器と負荷との間に直列に結合されたトランジスタを含む。トランジスタは、整流器から出力電流を受け、負荷に電力を供給する。抵抗器がトランジスタ及び負荷に結合され、トランジスタ及び抵抗器は、広範囲の導体の線電流に対して負荷への電力を制限することを可能にする。

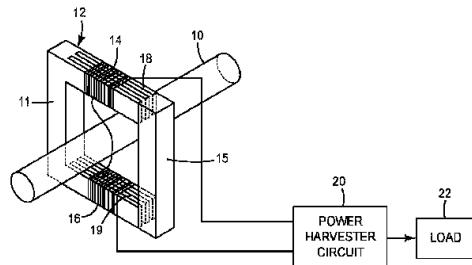


FIG. 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

コア及び前記コアのまわりのコイルを有する変圧器であって、前記コアが交互配置部分を有し、前記変圧器が電流導体に誘導結合されるように構成された、変圧器と、

前記コイルに結合された整流器と、

前記整流器と負荷との間に直列に結合されたトランジスタであって、前記整流器から出力電流を受け、前記負荷に電力を供給するトランジスタと、

前記トランジスタ及び前記負荷に結合された抵抗器とを含み、

前記トランジスタ及び抵抗器が、前記電流導体内の特定範囲の電流に対して前記負荷への前記電力を制限することを可能にする、電力ハーベスタ。

10

【請求項 2】

前記整流器がダイオードブリッジを含む、請求項 1 に記載の電力ハーベスタ。

【請求項 3】

前記トランジスタがデプレーション型トランジスタを含む、請求項 1 に記載の電力ハーベスタ。

【請求項 4】

前記抵抗器が、前記トランジスタと前記負荷との間に直列に結合された、請求項 1 に記載の電力ハーベスタ。

【請求項 5】

前記負荷が並列キャパシタを含んでいる、請求項 1 に記載の電力ハーベスタ。

【請求項 6】

前記負荷が並列ツェナーダイオードを含んでいる、請求項 1 に記載の電力ハーベスタ。

【請求項 7】

前記抵抗器が前記負荷と並列に結合された、請求項 1 に記載の電力ハーベスタ。

【請求項 8】

前記コアが第 1 のセクション及び第 2 のセクションを含み、前記第 1 のセクションが前記交互配置部分において前記第 2 のセクションから分離可能である、請求項 1 に記載の電力ハーベスタ。

【請求項 9】

コアが積層鋼板を含む、請求項 1 に記載の電力ハーベスタ。

20

【請求項 10】

前記コイルが前記交互配置部分のまわりに位置する、請求項 1 に記載の電力ハーベスタ

。

【請求項 11】

前記交互配置部分が矩形の突出部からなる、請求項 1 に記載の電力ハーベスタ。

【請求項 12】

電流導体に誘導結合されるように構成され、コア及び前記コアのまわりのコイルを有する変圧器であって、前記コアが、第 1 及び第 2 のセクション、第 1 及び第 2 の交互配置部分を有し、前記第 1 のセクションが、前記第 1 及び第 2 の交互配置部分において前記第 2 のセクションから分離可能である、変圧器と、

40

前記コイルに結合された整流器と、

前記整流器と負荷との間に直列に結合されたトランジスタであって、前記整流器から出力電流を受け、前記負荷に電力を供給するトランジスタと、

前記トランジスタ及び前記負荷に結合された抵抗器とを含み、

前記トランジスタ及び抵抗器が、前記電流導体内の特定範囲の電流に対して前記負荷への前記電力を制限することを可能にする、電力ハーベスタ。

【請求項 13】

前記整流器がダイオードブリッジを含む、請求項 12 に記載の電力ハーベスタ。

【請求項 14】

前記トランジスタがデプレーション型トランジスタを含む、請求項 12 に記載の電力ハ-

50

ベスタ。

【請求項 1 5】

前記抵抗器が、前記トランジスタと前記負荷との間に直列に結合された、請求項 1 2 に記載の電力ハーベスタ。

【請求項 1 6】

前記抵抗器が前記負荷と並列に結合された、請求項 1 2 に記載の電力ハーベスタ。

【請求項 1 7】

前記負荷が並列キャパシタを含んでいる、請求項 1 2 に記載の電力ハーベスタ。

【請求項 1 8】

前記負荷が並列ツェナーダイオードを含んでいる、請求項 1 2 に記載の電力ハーベスタ 10。

【請求項 1 9】

コアが積層鋼板を含む、請求項 1 2 に記載の電力ハーベスタ。

【請求項 2 0】

前記コイルが、前記コアの第 1 の部分のまわりの絶縁されたワイヤからなる第 1 のコイルと、前記第 1 の部分の反対側の前記コアの第 2 の部分のまわりの絶縁されたワイヤからなる第 2 のコイルとを含み、前記第 1 のコイルが前記第 2 のコイルと直列に結合された、請求項 1 2 に記載の電力ハーベスタ。

【請求項 2 1】

前記第 1 のコイルが前記第 1 の交互配置部分のまわりに位置し、前記第 2 のコイルが前記第 2 の交互配置部分のまわりに位置する、請求項 2 0 に記載の電力ハーベスタ 20。

【請求項 2 2】

前記第 1 及び第 2 のセクションがそれぞれ、U 字形部分及び I 字形部分からなる、請求項 1 2 に記載の電力ハーベスタ。

【請求項 2 3】

前記第 1 及び第 2 の交互配置部分がそれぞれ、矩形の突出部からなる、請求項 1 2 に記載の電力ハーベスタ。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0 0 0 1】

電力ハーベスタは、電力送電網監視設備のきわめて重要な構成要素である。電力送電網の監視は、送電網の信頼性を高め、停電及び故障に関連する責任を低減するために、電力業界によってますます推し進められている。送電網監視のためのセンサ及び関連する設備に電力を供給するために、電力ハーベスタを用いて既存の電力系統のインフラストラクチャから電気を発生させることができる。

【0 0 0 2】

電力ハーベスタは、電気出力の誘導変圧を用いる。誘導変圧器は、マックスウェル方程式によって記述される電磁現象を利用する。最も一般的な実装形態は、比較的安定した効率、したがって入力電力と出力電力の一定の比を有する変圧器を含む。その場合、送達される入力（1 次）電力は、要求される（2 次）電力に自動的に結合され、この一定の比はワットからメガワットに及ぶことがある。

【0 0 0 3】

それに応じて、改善された電力ハーベスタ、特に広範囲の 1 次線電流に対して比較的安定した電力出力を供給するものが求められている。

【発明の概要】

【0 0 0 4】

本発明に係る電力ハーベスタは、交互配置部分を備えたコア、及びコアのまわりのコイルを有する変圧器を含み、変圧器は、電流導体に誘導結合されるように構成される。整流器がコイルに結合され、トランジスタが整流器と負荷との間に直列に結合される。トランジスタは、整流器から出力電流を受け、負荷に電力を供給する。抵抗器がトランジスタ及

30

40

50

び負荷に結合され、トランジスタ及び抵抗器は、電流導体内の特定範囲の電流に対して負荷への電力を制限することを可能にする。

【図面の簡単な説明】

【0005】

添付図面は、本明細書に組み込まれ、本明細書の一部をなし、記載と共に本発明の利点及び原理を説明する。

【図1】電力ハーベスタのブロック図である。

【図2】電流検出の場合に電力ハーベスタを実装するための回路図である。

【図3】電圧検出の場合に電力ハーベスタを実装するための回路図である。

【図4】電力ハーベスタ用の変圧器の側面図である。

10

【図5】組み立てられた変圧器の平面図である。

【図6】分解された変圧器の平面図である。

【図7】U字形部分及びI字形部分からなるときの分解された変圧器コアの斜視図である。

。

【図8】電力ハーベスタの例示的な実装形態に対する出力電力のグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0006】

送電網の性能の監視は、停電及び破局的故障の障害を低減するために、電力業界によつてますます望まれている。送電網から集められたデータの処理及び通信には、こうしたデバイス1つにつき10ワット程度の少量の電力が必要である。この電力量は、通電導体から誘導的に得られることが最も好都合である。

20

【0007】

本発明の実施形態は、約50～1000アンペア又は更に1000アンペア超まで変化する可能性がある大きい範囲の1次導体電流にわたって変圧される、たとえば約10ワットのある程度安定した2次電力を必要とする課題に対処する。電力ハーベスタ回路は、こうした大きい電流の範囲に対して比較的一定の電力送達を維持する。変圧は、低い線電流では効率的にすべきであり、線電流が高くなると次第に効率が低くなるべきである。更なる態様は、必要とされる不可欠な回路電力ができるだけ一定のままであるように、高い線電流では補助負荷への電力転換を含む。たとえばハーベスタ回路によって電力供給される構成要素に応じて、他の量の比較的安定した出力電力を発生させることができる。

30

【0008】

図1は、電力ハーベスタのブロック図である。電力ハーベスタは、変圧器12と、負荷22に電力を供給する電力ハーベスタ回路20とを含む。変圧器12は、1次線導体10のまわりに位置し、1次線導体10に誘導結合される。変圧器12は、第1のセクション11及び第2のセクション15からなるコアを含む。コアは、互いに直列に結合された第1のコイル14及び第2のコイル16を含む。コイル14及び16は、コアの一部のまわりに巻きつけられた、銅線などの絶縁された電気導体を用いて実装することができる。セクション11及び15は、第1の交互配置部分18及び第2の交互配置部分19において互いに接合される。電力ハーベスタ回路20は、コイル14及び16に電気的に結合され、コイルから電流を受け、比較的一定の電力を負荷22へ送達する。

40

【0009】

図2及び図3は、電流検出及び電圧検出の2つの構成に電力ハーベスタ回路20を実装するための回路図である。図2及び図3に示すように、回路20は、ダイオードブリッジ24として実装され、変圧器12と並列に結合された整流器を含む。変圧器12は、線電流 I_{line} を有する1次線導体10に誘導結合される。デプレーション型トランジスタ26は、ダイオードブリッジ24に結合され、ダイオードブリッジ24から電流信号 I_d を受けるドレイン端子と、負荷22に電力を供給するソース端子と、可変抵抗器（電位差計） R_p に結合されたゲート端子とを有する。図2の電流検出構成では、トランジスタ26のソース端子は検出抵抗器 R_s 及び負荷22と直列に結合され、可変抵抗器 R_p は検出抵抗器 R_s と並列に結合される。図3の電圧検出構成では、トランジスタ26のソース端子

50

は負荷 2 2 と直列に結合され、可変抵抗器 R_p は負荷 2 2 と並列に結合される。電力ハーベスタ回路 2 0 は、広範囲の線電流 I_{line} にわたって負荷 2 2 への電力出力を制限することを可能にするために、変圧器コア（セクション 1 1 及び 1 5）を飽和させるように構成される。また、電力ハーベスタのこの特定の構成によって、1 次電流導体から電力を得るための比較的低コストの解決策を提供することができる。

【0010】

トランジスタ 2 6 は、デブレーション型の N チャネル MOSFET を用いて簡単に実装することができる。始動時及び低い線電流 I_{line} において、電力ハーベスタが常にある程度の電力を供給するように、デブレーション型 MOSFET は通常、典型的には 0.1 未満のきわめて小さいドレイン - ソースチャネル抵抗と導通している。線電流 I_{line} が大きくなると、トランジスタ 2 6 の対応するゲート - ソース電圧 V_{gs} が高まるによって、ドレイン - ソースチャネル抵抗が高まり、負荷に送達される電力を制限する。この場合、検出抵抗器 $R_s = 1.5$ 、電位差計 $R_p = 10k$ である。負荷は、ハーベスタ回路によって電力供給を受けることが可能な任意の構成要素とすることができます。負荷デバイスの例としては、スマートグリッド監視用のセンサが挙げられる。負荷は、負荷に対する電圧リップルを低減するために、たとえば 5 mF の並列キャパシタを含むこともできる。たとえば過剰な高い線電流の障害事象の間、負荷電圧をクランプするために、負荷は、たとえば 15 V の高ワット数の並列ツェナーダイオードを更に含むことができる。

10

【0011】

図 1 の斜視図に示すように、変圧器 1 2 は、セクション 1 1 及び 1 5 の交互配置による改善されたコアを有する。特にこの交互配置により、互いに接合されたときのセクション 1 1 と 1 5 の間の空気間隙による、望ましくない磁気抵抗の増大が減じられる。長さ 1 及びコアの相対透磁率 μ_r の磁束通路に空気間隙 g が生成されるとき、磁気抵抗に M が乗じられることを示すことができる。

20

【数 1】

$$M = 1 + (\mu_r - 1) \frac{2g}{l}$$

【0012】

たとえば、長さ $l = 0.5$ メートル、相対透磁率 $\mu_r = 5000$ の連続するコアに、 $g = 50 \mu m$ の小さい空気間隙が生成されるとき、磁気抵抗は 2 倍になる。磁気抵抗が増大すると、低い線電流における電力送達機能が低下する。以下に記載する交互配置は磁気抵抗を低下させ、低い線電流における電力送達機能を高める。

30

【0013】

図 4 は、電力ハーベスタ用の変圧器 1 2 の側面図である。図 5 及び図 6 はそれぞれ、組み立てられたとき及び分解されたときの変圧器 1 2 の平面図である。セクション 1 1 は、交互配置部分 1 8 及び 1 9 を介してセクション 1 5 と結合される。図 5 及び図 6 に示すように、交互配置部分 1 8 はセクション 1 1 及び 1 5 上のリーフパッケージを含む。特に、セクション 1 1 上の突出部 3 0 が、セクション 1 5 上の突出部 3 1 と交互配置される。交互配置部分 1 9 は、交互配置部分 1 8 と同じ又は同様の形で構成することができる。交互配置部分は、5 ~ 7 個のリーフパッケージを有することが好ましく、図 4 ~ 6 に示す例は 5 個のリーフパッケージを有している。変圧器コアは、2 つの交互配置部分を有する代わりに、1 つの交互配置部分、及び平坦な境界面などの別の交互配置されない部分を有することもできる。交互配置部分 1 8 及び 1 9 は、矩形の突出部を有するように示されているが、テーパ状の突出部など他の構成を有することもできる。そうした交互配置では、コアに沿って延びる仮想の閉じた流線が、垂直なコア - 間隙の境界面を横断しなくてよいことになる。その代わりに、流線は、リーフパック間の非垂直な境界面を横断して流れることができる。実質的な効果は、交互配置されない場合と比べて磁気抵抗が低くなることがある。

40

【0014】

50

図7は、U字形部分及びI字形部分からなるときの分解された変圧器コアの斜視図である。この例示的な実装形態は、突出部30及び31を提供するためにU字形部分を用い、U字形部分同士を間隔をおいて配置するためにI字形部分32及び33を用いており、その結果、突出部30及び31は、交互配置部分のためのリーフパケットを形成することができる。U字形部分及びI字形部分のそれぞれを、1枚のみの材料シート、又は積層されたり、若しくは一緒に保持された複数枚のシートから構成することができる。

【0015】

セクション11は、交互配置部分18及び19によってセクション15から分離可能であり、たとえば変圧器12を現場で1次線導体のまわりに組み立てることが可能になる。変圧器コアは、たとえば高透磁率の変圧器用鋼の積層シートを用いて実装することができる。変圧器12は、U字形部分及びI字形部分を有するように示されているが、他の構成も可能である。10W、12Vの場合の変圧器の特定の一実施形態は、50/50/5の組み合わせを有するが、これは、5つの副積層物を伴う50ターン及び50シートの14ミル厚の鋼を意味し、約 8 cm^2 の変圧器コアの断面積をもたらす。

10

【0016】

電力ハーベスタの例示的な実装形態では、図8に示すように、特定の線電流に対して所望の電力レベルが得られるように、電位差計 R_p を調整した。送達された負荷電力が大きい線電流の範囲にわたって10Wに近いことから、電力制限がはっきりと見られる。変圧器から直接届く総電力は、線電流の増加と共に常に増加するが、負荷電力では、高い線電流に対して若干の電力低下が見られる。この低下は、線電流が高くなると(50/60Hzの)1サイクルの間にコアが飽和している時間の割合が増加するため、コアが線形に動作する時間が短くなることに起因する。

20

【図1】

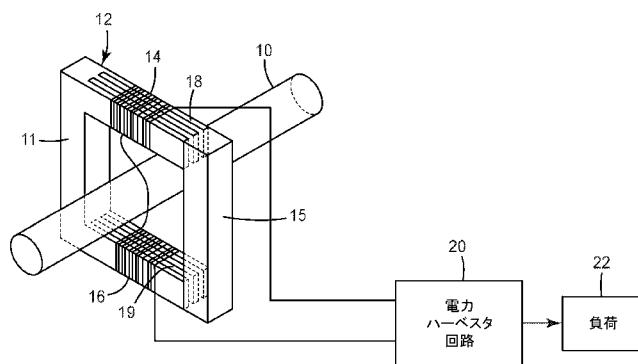


FIG. 1

【図2】

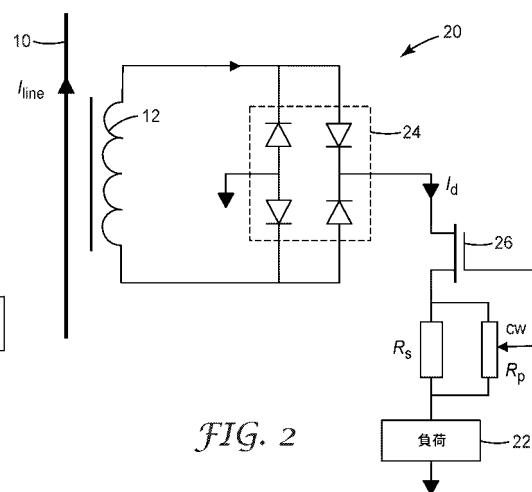
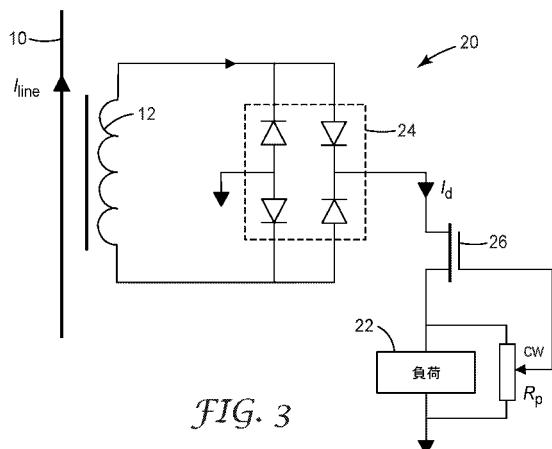


FIG. 2

【図3】



【図5】

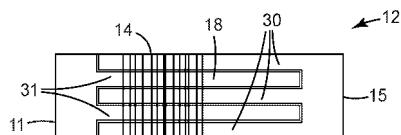


FIG. 5

【図6】

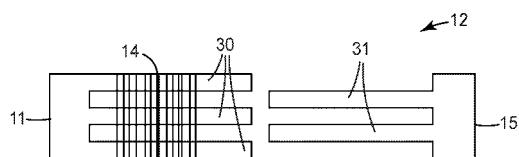


FIG. 6

【図4】

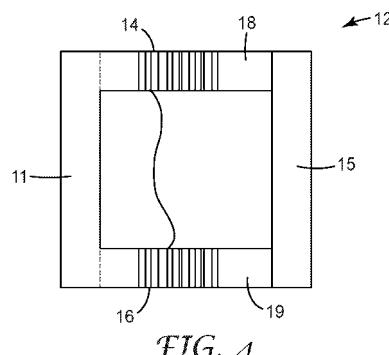


FIG. 4

【図7】

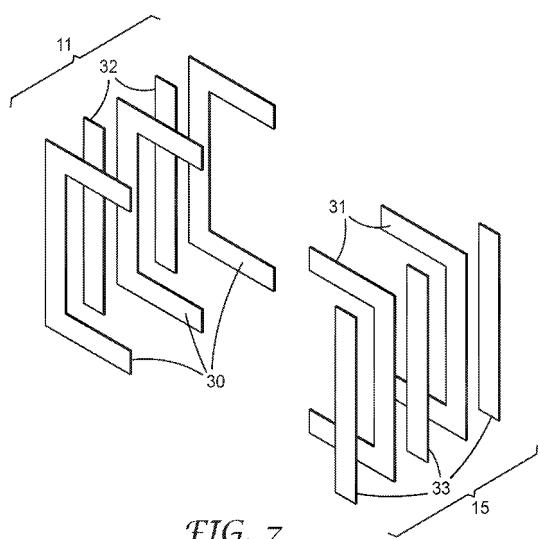


FIG. 7

【図8】

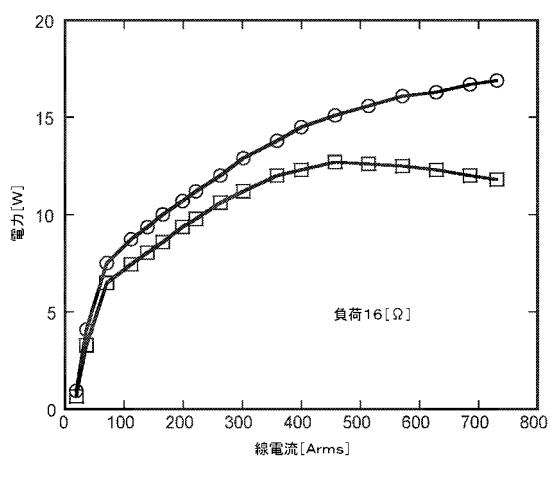


FIG. 8

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2016/021350
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H02N 11/00(2006.01)i, H02J 50/10(2016.01)i		
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) H02N 11/00; H02M 3/335; A61N 1/378; H02M 7/217; H01F 17/06; H01F 27/24; H02M 7/12; H01L 41/00; H02J 50/10		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & keywords: harvester, transformer, rectifier, transistor, resistor, core, interleave		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 4048605 A (SAMUEL C. MCCOLLUM) 13 September 1977 See column 3, lines 28-59, claim 1, and figure 2.	1-23
Y	US 2013-0301304 A1 (SATOSHI MURAKAMI et al.) 14 November 2013 See paragraphs 21, 40-49, claim 1, and figure 6.	1-23
A	US 2013-0170264 A1 (DEEPAKRAJ M. DIVAN et al.) 04 July 2013 See paragraphs 28-29, 40, claim 1, and figure 2.	1-23
A	WO 2007-121265 A1 (FERRO SOLUTIONS, INC. et al.) 25 October 2007 See paragraph 70, and figure 6.	1-23
A	US 2014-0071722 A1 (AGENCY FOR SCIENCE, TECHNOLOGY AND RESEARCH) 13 March 2014 See paragraphs 36-48, claim 1, and figures 1-2.	1-23
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
<p>* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "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 "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 "&" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 08 June 2016 (08.06.2016)	Date of mailing of the international search report 09 June 2016 (09.06.2016)	
Name and mailing address of the ISA/KR International Application Division Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon, 35208, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578	Authorized officer  PARK, Hye Lyun Telephone No. +82-42-481-3463	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.	
PCT/US2016/021350	

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4048605 A	13/09/1977	None	
US 2013-0301304 A1	14/11/2013	CN 103339844 A DE 112011104839 T5 US 9065341 B2 WO 2012-105112 A1	02/10/2013 07/11/2013 23/06/2015 09/08/2012
US 2013-0170264 A1	04/07/2013	US 8953349 B2 WO 2012-015942 A1	10/02/2015 02/02/2012
WO 2007-121265 A1	25/10/2007	EP 2011165 A1 US 2007-0282378 A1 US 2008-0211491 A1 US 2010-0253089 A1 US 7808236 B1 US 7952349 B2	07/01/2009 06/12/2007 04/09/2008 07/10/2010 05/10/2010 31/05/2011
US 2014-0071722 A1	13/03/2014	None	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,R0,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,D0,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,JP,KE,KG,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US

(72)発明者 ヴオス , マーティン , ジェイ .

アメリカ合衆国 , ミネソタ州 55133-3427 , セント ポール , ポスト オフィス ボックス 33427 , スリーエム センター

F ターム(参考) 5H006 AA04 CA02 CA07 CB01 DB01 DC02 DC05 HA09