

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6121644号
(P6121644)

(45) 発行日 平成29年4月26日 (2017. 4. 26)

(24) 登録日 平成29年4月7日 (2017. 4. 7)

(51) Int. Cl.

F I

H O 2 J 50/05 (2016. 01)

H O 2 J 50/05

H O 2 J 7/00 (2006. 01)

H O 2 J 7/00 3 O 1 D

H O 1 M 10/44 (2006. 01)

H O 1 M 10/44 Q

H O 1 M 10/44 A

請求項の数 6 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2011-192382 (P2011-192382)
 (22) 出願日 平成23年9月5日 (2011. 9. 5)
 (65) 公開番号 特開2012-85514 (P2012-85514A)
 (43) 公開日 平成24年4月26日 (2012. 4. 26)
 審査請求日 平成26年9月3日 (2014. 9. 3)
 (31) 優先権主張番号 特願2010-203874 (P2010-203874)
 (32) 優先日 平成22年9月13日 (2010. 9. 13)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

前置審査

(73) 特許権者 000153878
 株式会社半導体エネルギー研究所
 神奈川県厚木市長谷398番地
 (72) 発明者 鎌田 康一郎
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内
 審査官 緑川 隆

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 受電機器及び無線給電システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

酸化物半導体膜を用いた第1の電極、バッテリー、及び充電制御回路を有する受電機器であって、

前記第1の電極と、送電機器が有する第2の電極との間に発生する電界に基づいて生成された電圧によって、前記バッテリーが充電され、

前記充電制御回路から前記第1の電極に正の直流電圧が印加されることによって、前記バッテリーの充電が停止されることを特徴とする受電機器。

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記酸化物半導体膜のナトリウム濃度は、 $5 \times 10^{16} \text{ atoms / cm}^3$ 以下であることを特徴とする受電機器。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 において、

前記酸化物半導体膜の水素濃度は、 $5 \times 10^{19} \text{ atoms / cm}^3$ 以下であることを特徴とする受電機器。

【請求項 4】

容量結合方式の無線給電システムであって、

酸化物半導体膜を用いた第1の電極、バッテリー、及び充電制御回路を有する受電機器と、第2の電極を有する送電機器と、を有し、

10

20

前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間に発生する電界に基づいて生成された電圧によって、前記バッテリーが充電され、

前記充電制御回路から前記第 1 の電極に正の直流電圧が印加されることによって、前記バッテリーの充電が停止されることを特徴とする無線給電システム。

【請求項 5】

請求項 4 において、

前記酸化物半導体膜のナトリウム濃度は、 $5 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^3$ 以下であることを特徴とする無線給電システム。

【請求項 6】

請求項 4 または請求項 5 において、

前記酸化物半導体膜の水素濃度は、 $5 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 以下であることを特徴とする無線給電システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

技術分野は、容量結合方式を利用した受電機器、及び容量結合方式の無線給電システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、電気を原動力とする電子デバイスは、携帯電話、ノート型のパーソナルコンピュータなどのモバイル機器に代表されるように、携帯して利用することが多い。また、環境面においてもクリーンで安全であるとの観点から、電気を原動力とした自転車や自動車などの移動手段が開発されている。

【0003】

このように外出先などの移動先で、または移動しながら用いる電子デバイスや移動手段においては、各戸に配電されている商用電源から常に有線で電力を供給することは困難である。よって、携帯用電子デバイスや移動手段は、あらかじめ商用電源から電力を充電したバッテリーを搭載し、当該バッテリーから電力を供給することによって動作している。

【0004】

よって、電子デバイスの動作時間はバッテリーの蓄電量によって制限され、連続して長時間利用するには、利用者は、予備のバッテリーを用意するか、移動先においてバッテリーを再充電できる商用電源を探す必要があった。そのため、商用電源のない場合でもバッテリーへの給電が行えるように、非接触方式による給電システムが提案されている。

【0005】

非接触方式による給電システムとして、電磁誘導方式、電磁波送信方式、電磁場共鳴方式、電界結合方式、などがある。

【0006】

電磁誘導方式とは、隣接するコイルのうち一方のコイルに電流を流すことにより発生する磁束を媒介して、他方のコイルに起電力を発生させる方式である。電磁波送信方式とは、供給電力を電磁波に変換し、アンテナを介してマイクロ波などで送信する方式である。そして、電磁場共鳴方式は、電磁波の共鳴現象を利用する方式である。

【0007】

また、電界結合方式は、容量結合方式とも呼ばれ、送電側の機器と受電側の機器のそれぞれに電極を設け、電極間に発生する電界を利用して電力を伝送する方式である。電界結合方式は、高い伝送効率を有し、受電側の機器の配置位置に比較的大きなマージンを持つ点で注目されている。

【0008】

電界結合方式の給電システムとして、例えば、特許文献 1 には、誘電性物質を介して電気を搬送する装置が開示されている。特許文献 1 に開示されている装置では、図 5 に示すように、高圧高周波発生器 501 は、一方の端子が受動電極 502 に連結され、他方の端

10

20

30

40

50

子が能動電極 503 (「発生電極」ともいう。)に連結されている。能動電極 503 は受動電極 502 よりもサイズが小さい。また、能動電極 503 は、エネルギーが集中する強い場のゾーン 504 を生成する。

【0009】

高圧高周波電荷 505 は、一方では電極 506 (「起電電極」ともいう。)に連結され、他方では電極 507 (「受動電極」ともいう。)に連結されている。電極 506 は、強い場のゾーン 504 に配置されている。

【0010】

また、電界結合方式の給電システムでは、高周波ノイズによって、受電機器又は送電機器の静電破壊や誤動作を引き起こすことがある。高周波ノイズとしては、例えば、静電気放電 (ESD: Electrostatic discharge) や、大気中に存在する電磁波などが挙げられる。

10

【0011】

そこで、高周波ノイズの影響を抑える手法の一つとして、給電システムの受電機器又は送電機器に、高周波ノイズを遮断するためのフィルタを設けることがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0012】

【特許文献 1】特表 2009 - 531009 号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

高周波ノイズを遮断するためのフィルタを給電システムの受電機器に設けると、フィルタの分だけ受電機器が厚くなり、大型化してしまう。

【0014】

本発明の一態様では、ノイズの影響を受けにくく、小型化された受電機器と、送電機器と、を用いた電界結合方式の無線給電システムを提供することを課題とする。または、本発明の他の一態様では、電界を利用して無線給電を行う、ノイズの影響を受けにくく、小型化された受電機器を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

30

【0015】

本発明の一態様は、酸化物半導体膜を用いた第 1 の電極、及びバッテリーを有する受電機器と、第 2 の電極を有する送電機器と、を有し、第 1 の電極と第 2 の電極との間に発生する電界に基づいて生成された電圧によって、バッテリーが充電される容量結合方式の無線給電システムである。また、本発明の他の一態様は、酸化物半導体膜を用いた第 1 の電極、及びバッテリーを有し、第 1 の電極と、送電機器が有する第 2 の電極との間に発生する電界に基づいて生成された電圧によって、バッテリーが充電される受電機器である。

【0016】

また、本発明の他の一態様は、酸化物半導体膜を用いた第 1 の電極、バッテリー、及び充電制御回路を有する受電機器と、第 2 の電極を有する送電機器と、を有し、第 1 の電極と第 2 の電極との間に発生する電界に基づいて生成された電圧によって、バッテリーが充電され、充電制御回路から第 1 の電極に正の直流電圧が印加されることによって、バッテリーの充電が停止される容量結合方式の無線給電システムである。また、本発明の他の一態様は、酸化物半導体膜を用いた第 1 の電極、バッテリー、及び充電制御回路を有し、第 1 の電極と、送電機器が有する第 2 の電極との間に発生する電界に基づいて生成された電圧によって、バッテリーが充電され、充電制御回路から第 1 の電極に正の直流電圧が印加されることによって、バッテリーの充電が停止される受電機器である。

40

【0017】

また、酸化物半導体膜のナトリウム濃度は、 $5 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^3$ 以下であることが好ましい。

50

【 0 0 1 8 】

また、酸化物半導体膜の水素濃度は、 $5 \times 10^{19} \text{ atoms / cm}^3$ 以下であることが好ましい。

【 0 0 1 9 】

また、バッテリーとして、リチウム電池、ニッケル水素電池、ニカド電池、有機ラジカル電池、鉛蓄電池、空気二次電池、ニッケル亜鉛電池、銀亜鉛電池、又はコンデンサを用いてもよい。

【 0 0 2 0 】

また、受電機器が、携帯電話、携帯情報端末、カメラ、コンピュータ、画像再生装置、ＩＣカード、又はＩＣタグに設けられていてもよい。

10

【 0 0 2 1 】

また、送電機器が、充電シートに設けられていてもよい。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 2 】

本発明の一態様によって、ノイズの影響を受けにくく、小型化された受電機器と、送電機器と、を用いた電界結合方式の無線給電システムを提供することができる。また、本発明の他の態様によって、電界を利用して無線給電を行う、ノイズの影響を受けにくく、小型化された受電機器を提供することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 3 】

20

【 図 1 】 電界結合方式の無線給電システムの構成の一例を説明するための図。

【 図 2 】 電界結合方式の無線給電システムの構成の一例を説明するための図。

【 図 3 】 受電機器を有する電子機器の一例を説明するための図。

【 図 4 】 送電機器を有する電子機器の一例を説明するための図。

【 図 5 】 電界結合方式の無線給電システムの構成の一例を説明するための図。

【 図 6 】 容量値の周波数特性を測定した結果を説明するための図。

【 図 7 】 $C - V$ 特性を測定した結果を説明するための図。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 4 】

本発明を説明するための実施の形態の一例について、図面を参照して以下に説明する。但し、本発明は以下の説明に限定されず、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは、当業者であれば容易に理解される。従って、本発明は、以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではないものとする。なお、図面を参照するにあたり、異なる図面間において、同じものを指し示す符号を共通して用いる場合がある。また、異なる図面間において、同様のものを指し示す際には同じハッチパターンを使用し、符号を付さない場合がある。

30

【 0 0 2 5 】

なお、各実施の形態の内容を互いに適宜組み合わせることができる。また、各実施の形態の内容を互いに適宜置き換えることができる。

【 0 0 2 6 】

40

(実施の形態 1)

本実施の形態では、電界結合方式の無線給電システムについて、図 1 を参照して説明する。

【 0 0 2 7 】

電界結合方式の無線給電システムは、受電側の電極と送電側の電極とを近接させることで電極間に電界を発生させ、当該電界を利用して電力の供給を非接触で行う。ここで、電極間には容量が発生するため、電界結合方式は容量結合方式とも呼ばれている。

【 0 0 2 8 】

図 1 に、電界結合方式の無線給電システムの構成の一例を示す。図 1 の無線給電システムでは、受電機器 10 に送電機器 20 から電力が供給される。

50

【0029】

受電機器10は、受電側電極102、電力変換部104、充電回路106、電源回路108、負荷110、バッテリー112、及び配線114を有する。送電機器20は、送電側電極202、発振器204、及び配線206を有する。また、図1において、受電側電極102と送電側電極202の間で発生する電界の集中する領域を領域150と示す。

【0030】

受電側電極102として、酸化物半導体膜を用いる。

【0031】

酸化物半導体膜に用いる酸化物半導体は、少なくともIn、Ga、Sn及びZnから選ばれた一種以上の元素を含有する。

10

【0032】

例えば、四元系金属の酸化物であるIn-Sn-Ga-Zn系酸化物、In-Hf-Ga-Zn系酸化物、In-Al-Ga-Zn系酸化物、In-Sn-Al-Zn系酸化物、In-Sn-Hf-Zn系酸化物、In-Hf-Al-Zn系酸化物や、三元系金属の酸化物であるIn-Ga-Zn系酸化物、In-Sn-Zn系酸化物、In-Al-Zn系酸化物、Sn-Ga-Zn系酸化物、Al-Ga-Zn系酸化物、Sn-Al-Zn系酸化物、In-Hf-Zn系酸化物、In-La-Zn系酸化物、In-Ce-Zn系酸化物、In-Pr-Zn系酸化物、In-Nd-Zn系酸化物、In-Sm-Zn系酸化物、In-Eu-Zn系酸化物、In-Gd-Zn系酸化物、In-Tb-Zn系酸化物、In-Dy-Zn系酸化物、In-Ho-Zn系酸化物、In-Er-Zn系酸化物、In-Tm-Zn系酸化物、In-Yb-Zn系酸化物、In-Lu-Zn系酸化物や、二元系金属の酸化物であるIn-Zn系酸化物、Sn-Zn系酸化物、Al-Zn系酸化物、Zn-Mg系酸化物、Sn-Mg系酸化物、In-Mg系酸化物や、In-Ga系酸化物や、酸化インジウム、酸化スズ、酸化亜鉛などを用いることができる。また、上記酸化物にInとGaとSnとZn以外の元素、例えばSiO₂を含ませてもよい。

20

【0033】

酸化物半導体膜は、水素などの不純物が十分に除去され且つ十分な酸素が供給されたものである。具体的には、酸化物半導体膜の水素濃度は、 $5 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 以下、好ましくは $5 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以下、さらに好ましくは $5 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ 以下とする。

30

【0034】

このように、水素濃度が十分に低減され且つ十分な酸素の供給されることにより、酸素欠乏に起因するエネルギーギャップ中の欠陥準位が低減された酸化物半導体膜では、キャリア濃度が、 $1 \times 10^{12} / \text{cm}^3$ 未満、好ましくは $1 \times 10^{11} / \text{cm}^3$ 未満、さらに好ましくは $1.45 \times 10^{10} / \text{cm}^3$ 未満となる。このような酸化物半導体膜は、i型化（真性化）または実質的にi型化されている。

【0035】

また、酸化物半導体膜のナトリウム濃度は、 $5 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^3$ 以下、好ましくは $1 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^3$ 以下、さらに好ましくは $1 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ 以下とする。また、酸化物半導体膜のリチウム濃度は、 $5 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ 以下、好ましくは $1 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ 以下とする。また、酸化物半導体膜のカリウム濃度は、 $5 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ 以下、好ましくは $1 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ 以下とする。

40

【0036】

リチウム、ナトリウム、アルカリ金属及びアルカリ土類金属は、酸化物半導体にとっては悪性の不純物であり、少ない方がよい。特に、ナトリウムは、酸化物半導体に接する絶縁膜が酸化物であった場合、その中に拡散し、ナトリウムイオン(Na⁺)となる。また、酸化物半導体内において、金属と酸素の結合を分断し、あるいは結合中に割り込む。したがって、酸化物半導体膜中の水素濃度が $5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下、特に $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下である場合には、ナトリウム濃度、リチウム濃度、及びカリウム濃度を上記

50

の値にすることが好ましい。

【0037】

なお、上述の酸化物半導体膜の水素濃度、ナトリウム濃度、リチウム濃度、及びカリウム濃度は、二次イオン質量分析法（SIMS：Secondary Ion Mass Spectroscopy）で測定されるものである。

【0038】

受電側電極102として酸化物半導体膜を用いることにより、受電側電極102をローパスフィルタ（LPF：Low Pass Filter）として機能させることができる。よって、受電側電極102によって、ノイズ、または大気中に存在する電磁波から、受電機器10を保護することができるため、受電機器10の静電破壊や誤動作などを防止することができる。

10

【0039】

このように、受電側電極102が高周波を遮断するための機能を有する。よって、高周波ノイズを遮断するためのフィルタを設ける必要がない。したがって、フィルタを設ける場合と比較して受電機器10を薄くし、小型化することができる。

【0040】

例えば、送電機器20において静電気放電（ESD）が発生し、受電機器10に対するノイズになることがある。ここで、酸化物半導体膜を用いた受電側電極102によって、静電気放電から受電機器10を保護することができるため、受電機器10の静電破壊や誤動作などを防止することができる。

20

【0041】

また、大気中に存在する電磁波として、受電機器10の周辺に配置された電子機器から発生した信号に含まれる高周波成分などがある。ここで、酸化物半導体膜を用いた受電側電極102によって、当該電子機器から発生した信号から受電機器10を保護することができるため、受電機器10の静電破壊や誤動作などを防止することができる。

【0042】

なお、In-Ga-Zn系酸化物、In-Sn系酸化物、In-Sn-Zn系酸化物、In-Al-Zn系酸化物、Sn-Ga-Zn系酸化物、Al-Ga-Zn系酸化物、Sn-Al-Zn系酸化物、In-Zn系酸化物、Sn-Zn系酸化物、Al-Zn系酸化物、酸化インジウム、酸化スズ、酸化亜鉛などの酸化物を材料として用いることにより、透明な酸化物半導体膜を得ることができる。

30

【0043】

そして、透明な酸化物半導体膜を受電側電極102として用いることにより、受電機器10の充電形態の幅を広げることができる。例えば、電界結合方式の無線給電システムを用いた電子機器の表示部に、受電機器10の受電側電極102を設けることができる。この場合、電子機器の表示部を送電機器側に近接させることによって、電子機器の充電を行うことができる。

【0044】

電力変換部104は、領域150に基づく交流電圧から直流電圧を生成する。電力変換部104として、例えば、整流回路を用いる。

40

【0045】

充電回路106は、電力変換部104が生成した直流電圧によってバッテリー112を充電する。また、充電回路106から電源回路108に直流電圧が供給される。

【0046】

電源回路108は、充電回路106から供給された直流電圧を用いて、負荷110の駆動に必要な各種電圧を生成し、当該電圧を負荷110に供給する。例えば、電力変換部104が生成した直流電圧が一定になるように調節して高電源電位V_{dd}を生成し、当該高電源電位V_{dd}を負荷110に供給する。なお、充電回路106から十分な電力の供給が受けられない場合は、バッテリー112から電力が供給されることによって、高電源電位V_{dd}を生成してもよい。

50

【 0 0 4 7 】

負荷 1 1 0 は、電源回路 1 0 8 から供給される高電源電位 V_{dd} を用いて動作する、各種機能を有する回路で構成されている。

【 0 0 4 8 】

なお、負荷 1 1 0 の構成は受電機器 1 0 を有する電子機器の種類によって異なる。例えば、携帯電話やカメラなどにおいては、ロジック回路、増幅回路、メモリコントローラなどが負荷 1 1 0 に相当する。また、ICカードやICタグなどにおいては、高周波回路及びロジック回路などが負荷 1 1 0 に相当する。

【 0 0 4 9 】

バッテリー 1 1 2 には、繰り返し充放電可能な電池を用いることができる。バッテリー 1 1 2 は、電力変換部 1 0 4 が生成した直流電圧が供給されることによって充電が行われ、電源回路 1 0 8 を介してバッテリー 1 1 2 に充電された電力を負荷 1 1 0 に供給することによって放電が行われる。

10

【 0 0 5 0 】

バッテリー 1 1 2 として、例えば、シート状に形成された電池を用いることができる。具体的には、リチウム電池が挙げられる。リチウム電池の中でも、ゲル状電解質を用いるリチウムポリマー電池、リチウムイオン電池、リチウム 2 次電池などを用いると、装置の小型化を図ることができる。その他にも、ニッケル水素電池、ニカド電池、有機ラジカル電池、鉛蓄電池、空気二次電池、ニッケル亜鉛電池、銀亜鉛電池などの、充放電可能な電池を用いてもよい。またコンデンサを用いてもよく、コンデンサとしては、積層セラミックコンデンサ、電気二重層コンデンサが挙げられる。

20

【 0 0 5 1 】

送電側電極 2 0 2 には、電極として機能する材料を用いることができる。例えば、インジウム錫酸化物 (ITO: Indium Tin Oxide)、インジウム亜鉛酸化物、酸化亜鉛 (ZnO)、及び酸化錫 (SnO_2) などの透明な材料を用いることができる。または、アルミニウム (Al)、クロム (Cr)、銅 (Cu)、タンタル (Ta)、チタン (Ti)、モリブデン (Mo)、及びタングステン (W) などの金属、またはこれらを含む合金などを用いることができる。

【 0 0 5 2 】

なお、送電側電極 2 0 2 を、薄膜を用いるなどによってフレキシブルな電極にすると、送電機器 2 0 を湾曲したものに設置して使用するなどして応用範囲を広げることができ、また、送電側電極 2 0 2 の取り扱いが容易になる。

30

【 0 0 5 3 】

また、電極として機能する材料として、インジウム錫酸化物 (ITO: Indium Tin Oxide)、酸化珪素を含むインジウム錫酸化物 (ITSO)、酸化インジウム酸化亜鉛 (IZO: Indium Zinc Oxide) などの材料を用いることで、送電側電極 2 0 2 を透明電極にすることができる。

【 0 0 5 4 】

なお、送電側電極 2 0 2 の面積は、受電側電極 1 0 2 の面積よりも大きいことが好ましい。送電側電極 2 0 2 の面積を大きくすることにより、送電機器 2 0 の充電可能領域を広げることができるため、送電機器 2 0 に対する受電機器 1 0 の位置自由度を向上させることができる。

40

【 0 0 5 5 】

ここで、位置自由度とは、送電機器 2 0 から離れる方向 (Z 方向) の自由度ではなく、送電機器 2 0 の送電側電極 2 0 2 上 (XY 平面) での受電機器 1 0 の配置自由度を指す。

【 0 0 5 6 】

電磁誘導方式の給電システムや電磁場共鳴方式の給電システムでは、電力の供給を確実にを行うために、送信側機器と受信側機器とで位置合わせを厳密に行う必要がある。一方、これらの給電システムと比較して、電界結合方式の給電システムでは、受電機器 1 0 が、送電機器 2 0 の充電可能領域 (送電側電極 2 0 2 上などの、送電側電極 2 0 2 と近接する

50

位置)に配置されていればよい。ため、厳密な位置合わせを行わなくてもよい。よって、受電機器10の充電を容易に行うことができる。

【0057】

また、送電側電極202の面積を大きくすることにより、1つの送電機器20に対して複数の受電機器10を対応させることができるため、1つの送電機器20を用いて複数の受電機器10を同時に充電することができる。

【0058】

発振器204は、交流電圧を生成する。発振器204として、例えば交流電源を用いる。また、送電側電極202と発振器204との間に、発振器204が生成した信号を増幅するための増幅器を設けてもよい。

【0059】

配線114及び配線206にはそれぞれ、低電源電位 V_{ss} が供給される。なお、低電源電位 V_{ss} は、高電源電位 V_{dd} に対して $V_{ss} < V_{dd}$ の関係を満たす。低電源電位として、例えばGND、0Vなどに設定することができる。

【0060】

なお、図1に示す無線給電システムの構成では、構成要素を機能ごとに分類し、互いに独立したブロックとして示しているが、実際の構成要素は機能ごとに完全に切り分けることが困難であり、一つの構成要素が複数の機能に係わることにより、給電システムとして動作することがある。

【0061】

以上のように、本実施の形態で説明した電界結合方式の無線給電システムでは、受電側電極102として酸化物半導体膜を用いることにより、受電側電極102をローパスフィルタ(LPF)として機能させることができる。そのため、受電側電極102によって、ノイズ、または大気中に存在する電磁波から、受電機器10を保護することができるため、受電機器10の静電破壊や誤動作などを防止することができる。

【0062】

また、受電側電極102がローパスフィルタ(LPF)として機能するため、高周波ノイズを遮断するためのフィルタを設ける必要がない。したがって、フィルタを設ける場合と比較して受電機器10を薄くし、小型化することができる。

【0063】

(実施の形態2)

本実施の形態では、電界結合方式の無線給電システムについて、図2を参照して説明する。

【0064】

図2に、電界結合方式の無線給電システムの構成の一例を示す。図2の無線給電システムの受電機器12は、図1の無線給電システムの受電機器10に充電制御回路120を設けたものに相当する。

【0065】

充電制御回路120は、バッテリー112の充電・非充電を制御する。なお、本明細書において充電を停止することを非充電という。

【0066】

ここで、受電側電極102として用いる酸化物半導体膜は、正の直流電圧を印加することによって絶縁体として機能する膜になる。よって、充電制御回路120から受電側電極102に正の直流電圧を印加することにより、バッテリー112の充電を停止することができる。なお、正の直流電圧とは、送電側電極202に印加される交流電圧の中心電位を基準として、正の電位を有する直流電圧を指す。

【0067】

そして、バッテリー112を充電する場合は、当該正の直流電圧の印加を停止することにより、酸化物半導体膜を導体として機能する膜にする。そして、受電側電極102と送電側電極202との間で電界を形成することによって、受電機器10に送電機器20から

10

20

30

40

50

電力を供給することにより、バッテリー 112 の充電を行うことができる。

【0068】

このように、酸化物半導体膜を用いた受電側電極 102 に対する正の直流電圧の印加の有無により、受電機器 12 の充電・非充電の制御を容易に行うことができる。

【0069】

また、バッテリー 112 の充電を行う必要がない場合、充電制御回路 120 によって、受電側電極 102 に用いられている酸化物半導体膜を絶縁体として機能する膜にすることにより、バッテリー 112 に充電された電力の漏洩を防止することができる。

【0070】

また、充電制御回路 120 は、バッテリー 112 の充電状況を監視する機能を有していてもよい。例えば、充電制御回路 120 は、バッテリーの電圧値をモニタリングすることができる。

10

【0071】

そして、バッテリー 112 の電圧値が所定の値を下回っている場合、充電制御回路 120 はバッテリー 112 の充電を行う。また、バッテリー 112 の電圧値が所定の値以上である場合、充電制御回路 120 はバッテリー 112 の充電を停止する。

【0072】

このように、バッテリー 112 の充電状況に応じて、充電制御回路 120 を用いてバッテリー 112 の充電・非充電を制御することによって、バッテリー 112 の充電を行う際に過充電となるのを防ぐことができる。

20

【0073】

また、1つの送電機器 20 に対して複数の受電機器 12 を対応させる場合、1つの送電機器 20 を用いて複数の受電機器 12 を同時に充電することができる。ここで、複数の受電機器 12 のうち、充電の必要がない受電機器に対して、個別に充電を停止させることもできる。よって、充電の必要がある受電機器に対して、効率的に給電を行うことができる。

【0074】

以上のように、本実施の形態で説明した電界結合方式の無線給電システムでは、酸化物半導体膜を用いた受電側電極 102 に正の直流電圧を印加することによって、酸化物半導体膜を絶縁体として機能する膜にして、バッテリー 112 への充電を停止することができる。そのため、バッテリー 112 への充電・非充電を容易に制御することができる。

30

【0075】

(実施の形態 3)

本実施の形態では、実施の形態 1 及び実施の形態 2 で説明した電界結合方式の無線給電システムに用いられる、受電機器を有する電子機器及び送電機器を有する電子機器について、図 3 (A) ~ 図 3 (F)、及び図 4 を参照して説明する。

【0076】

受電機器を有する電子機器として、携帯電話、携帯情報端末 (携帯型コンピュータ、携帯型ゲーム機、及び電子書籍など)、カメラ (デジタルビデオカメラ、及びデジタルカメラなど)、コンピュータ、記録媒体を備えた画像再生装置 (具体的には、DVD (Digital Versatile Disc) などの記録媒体を再生し、その画像を表示する表示部を備えた装置)、IC カード、IC タグなどが挙げられる。受電機器を有する電子機器の一例を、図 3 (A) ~ 図 3 (F) を参照して説明する。

40

【0077】

図 3 (A) 及び図 3 (B) は、携帯電話 652 の一例である。なお、図 3 (B) は図 3 (A) の裏側を示す図である。携帯電話 652 は、本体 611、音声出力部 612、音声入力部 613、表示部 614、操作キー 615、アンテナ 616、電極 617 などで構成される。また、本体 611 にはバッテリーが内蔵されている。

【0078】

音声出力部 612、音声入力部 613、表示部 614、及び操作キー 615 などの電子

50

部品が、実施の形態 1 及び実施の形態 2 で説明した受電機器が有する負荷に対応する。また、電極 6 1 7 が、受電機器が有する受電側電極に対応する。

【 0 0 7 9 】

そして、送電側電極を有する送電機器に携帯電話 6 5 2 を近接させることによって、電極 6 1 7 と送電側電極との間に電界を発生させ、送電機器から携帯電話 6 5 2 に電力を供給することができる。ここで、電極 6 1 7 として酸化物半導体膜を用いることにより、ノイズの影響を受けにくく、小型化された携帯電話 6 5 2 を得ることができる。

【 0 0 8 0 】

図 3 (C) 及び図 3 (D) は、携帯型コンピュータ 6 5 4 (「 ノート型コンピュータ 」 ともいう。) の一例である。なお、図 3 (D) は図 3 (C) の裏側を示す図である。携帯型コンピュータ 6 5 4 は、本体 6 2 1、筐体 6 2 2、表示部 6 2 3、キーボード 6 2 4、外部接続ポート 6 2 5、ポインティングデバイス 6 2 6、電極 6 2 7 など構成される。また、本体 6 2 1 にはバッテリーが内蔵されている。

10

【 0 0 8 1 】

表示部 6 2 3、キーボード 6 2 4、外部接続ポート 6 2 5、及びポインティングデバイス 6 2 6 などの電子部品が、実施の形態 1 及び実施の形態 2 で説明した受電機器が有する負荷に対応する。また、電極 6 2 7 が、受電機器が有する受電側電極に対応する。

【 0 0 8 2 】

そして、送電側電極を有する送電機器に携帯型コンピュータ 6 5 4 を近接させることによって、電極 6 2 7 と送電側電極との間に電界を発生させ、送電機器から携帯型コンピュータ 6 5 4 に電力を供給することができる。ここで、電極 6 2 7 として酸化物半導体膜を用いることにより、ノイズの影響を受けにくく、小型化された携帯型コンピュータ 6 5 4 を得ることができる。

20

【 0 0 8 3 】

なお、図 3 (D) において、電極 6 2 7 を本体 6 2 1 に設けることによって、携帯型コンピュータ 6 5 4 を充電しながら操作することができる。または、電極 6 2 7 を筐体 6 2 2 に設けてもよい。

【 0 0 8 4 】

図 3 (E) 及び図 3 (F) は、デジタルカメラ 6 5 6 の一例である。なお、図 3 (F) は図 3 (E) の裏側を示す図である。デジタルカメラ 6 5 6 は、筐体 6 3 1、表示部 6 3 2、レンズ 6 3 3、操作キー 6 3 4、操作キー 6 3 5、電極 6 3 6 など構成される。また、筐体 6 3 1 にはバッテリーが内蔵されている。

30

【 0 0 8 5 】

なお、デジタルカメラ 6 5 6 にアンテナなどを設け、アンテナで映像信号や音声信号などの信号を受信することにより、表示部 6 3 2 をテレビ受像機などの表示媒体として機能させてもよい。

【 0 0 8 6 】

表示部 6 3 2、操作キー 6 3 4、及び操作キー 6 3 5 などの電子部品が、実施の形態 1 及び実施の形態 2 で説明した受電機器が有する負荷に対応する。また、電極 6 3 6 が、受電機器が有する受電側電極に対応する。

40

【 0 0 8 7 】

そして、送電側電極を有する送電機器にデジタルカメラ 6 5 6 を近接させることによって、電極 6 3 6 と送電側電極との間に電界を発生させ、送電機器からデジタルカメラ 6 5 6 に電力を供給することができる。ここで、電極 6 3 6 として酸化物半導体膜を用いることにより、ノイズの影響を受けにくく、小型化されたデジタルカメラ 6 5 6 を得ることができる。

【 0 0 8 8 】

次に、送電機器を有する電子機器の一例を、図 4 を参照して説明する。送電機器を有する電子機器として、例えば、充電シート及びテーブルクロスなどのシート状のものが挙げられる。その他にも、テーブル及び棚などの家具、床及び壁などの建物の一部に、送電機

50

器を組み込んでよい。

【 0 0 8 9 】

図 4 は、充電シート 6 5 0 を用いて、受電機器を有する電子機器を充電する状態を示す。充電シート 6 5 0 には、実施の形態 1 及び実施の形態 2 で説明した送電機器が組み込まれている。

【 0 0 9 0 】

また、図 4 では、受電機器を有する電子機器として、携帯電話 6 5 2、携帯型コンピュータ 6 5 4、及びデジタルカメラ 6 5 6 を示す。なお、携帯電話 6 5 2 などは、受電機器を有する電子機器の一例であって、これに限定されない。

【 0 0 9 1 】

携帯電話 6 5 2、携帯型コンピュータ 6 5 4、及びデジタルカメラ 6 5 6 は、充電シート 6 5 0 の上に配置することによって、同時に充電を行うことができる。なお、受電機器を有する電子機器の全てが、常に同時に充電が行われている必要はない。例えば、実施の形態 2 で説明したように、複数の受電機器を有する電子機器のそれぞれが、充電制御回路によって充電・非充電が制御されており、充電シート 6 5 0 上に配置された複数の受電機器を有する電子機器の中に充電を行わないものがあってもよい。

【 0 0 9 2 】

充電シート 6 5 0 の全面に送電側電極を設けた場合、充電シート 6 5 0 の少なくとも一部と受電機器を有する電子機器の受電側電極とが近接することにより、充電シート 6 5 0 から受電機器を有する電子機器に電力を供給することができる。例えば、図 4 の携帯型コンピュータ 6 5 4 に設けられた電極 6 2 7 と、充電シート 6 5 0 とが近接することにより、充電シート 6 5 0 から携帯型コンピュータ 6 5 4 に電力が供給される。

【 0 0 9 3 】

このように、充電シート 6 5 0 の全面に送電側電極を設けることにより、受電機器を有する電子機器の充電を行う際は、受電側電極が充電シート 6 5 0 に近接すればよい。よって、受電機器を有する電子機器の充電シート 6 5 0 に対する位置自由度を大きくすることができる。例えば、図 4 に示すように、電極 6 2 7 が充電シート 6 5 0 の上に配置されていればよく、携帯型コンピュータ 6 5 4 の全てが充電シート 6 5 0 の上に配置される必要はない。

【 0 0 9 4 】

なお、充電シート 6 5 0 の全面に送電側電極を設けるのではなく、充電シート 6 5 0 の少なくとも一つの任意の領域に送電側電極を設ける構成としてもよい。この場合、当該任意の領域と受電機器を有する電子機器の受電側電極とが近接するように、受電機器を有する電子機器を配置することによって、充電シート 6 5 0 から受電機器を有する電子機器に電力を供給することができる。

【 0 0 9 5 】

このように、充電シート 6 5 0 の任意の領域に送電側電極を設けることにより、充電シート 6 5 0 から受電機器を有する電子機器に効率よく電力を供給することができる。また、送電側電極の面積を減らすことができるため、充電シート 6 5 0 の消費電力を低減することができる。

【実施例 1】

【 0 0 9 6 】

本実施例では、評価用素子（「TEG」ともいう。）を用いて、容量値の周波数特性及び C - V 特性を測定した結果について、図 6（A）～図 7（B）を参照して説明する。

【 0 0 9 7 】

評価用素子として、TEG - 1 及び TEG - 2 を用いた。

【 0 0 9 8 】

TEG - 1 は、上記実施の形態で説明した無線給電システムに対応する。TEG - 1 として、ゲート電極上にゲート絶縁膜を介して酸化物半導体層を形成した。TEG - 1 においては、ゲート電極及び酸化物半導体層によって、容量が構成される。そして、酸化物半

10

20

30

40

50

導体層に接する金属層を形成した。

【0099】

TEG-1は、ゲート電極として厚さが100nmのタングステン(W)層、ゲート絶縁膜として厚さ100nmの酸化窒化シリコン膜を用いた。また、酸化物半導体層として、厚さが25nm、面積が1000 μm ×1000 μm の酸化亜鉛からなる酸化物(IGZO: Indium Gallium Zinc Oxide)膜を用いた。また、金属層はチタン(Ti)層上にアルミニウム(Al)層を設けた積層構造を用いた。

【0100】

TEG-2は、TEG-1に対する比較用として作製したものである。TEG-2として、ゲート電極上にゲート絶縁膜を介して半導体層を形成し、半導体層上に金属層を形成した。TEG-2においては、ゲート電極、半導体層、及び金属層によって、容量が構成される。

10

【0101】

TEG-2は、ゲート電極として厚さが100nmのタングステン(W)層、ゲート絶縁膜として厚さ300nmの酸化窒化シリコン膜を用いた。また、半導体層は、厚さが25nmの微結晶半導体膜を成膜した後、表面付近の領域に一導電型を付与する不純物元素としてリン(P)を添加することで形成した。半導体層の面積は1000 μm ×1000 μm とした。また、金属層はチタン(Ti)層上にアルミニウム(Al)層を設けた積層構造を用いた。

20

【0102】

<容量値の周波数特性>

容量値の周波数特性の評価方法として、TEG-1及びTEG-2に印加する交流電圧の周波数 f (単位はHz)を60Hz~1MHzの間で変化させたときの、容量 C (単位はpF)を測定した。ここで、測定条件として、TEG-1及びTEG-2の金属層に印加する直流電圧を-30V~5Vの間で変化させた。

【0103】

容量値の周波数特性を測定した結果を以下に説明する。図6(A)はTEG-1の測定結果、図6(B)はTEG-2の測定結果である。

【0104】

図6(A)に示すように、TEG-1では、周波数 f が一定の値を超えると、容量 C が低下した。そして、周波数 f が1MHzの高周波数になると、TEG-1が容量としての機能を殆ど果たさなくなることが確認された。

30

【0105】

なお、周波数 f は、ゲート電極に印加する直流電圧の大きさに依存することが確認された。図6(A)では、TEG-1が容量として機能するためには、直流電圧が-5V以下であることが必要であると考えられた。なお、TEGが容量として機能するために必要な直流電圧の値は、酸化物半導体層の特性に依存するものである。

【0106】

一方、図6(B)に示すように、TEG-2では、周波数 f が1MHzの高周波数になっても容量として機能することが確認された。

40

【0107】

以上により、上記実施の形態で説明した無線給電システムに対応するTEG-1は、印加する交流電圧の周波数が高周波になると容量として機能しなくなることが確認された。これより、電極として酸化物半導体層を用いたことによって、当該酸化物半導体層が高周波を遮断するローパスフィルタ(LPF)として機能することが確認された。

【0108】

<C-V特性>

C-V特性の評価方法として、TEG-1及びTEG-2のゲート電極に印加する直流電圧 V (単位はV)を-20V~20Vの間で変化させたときの、容量 C (単位はpF)を測定した。ここで、測定条件として、TEG-1及びTEG-2に印加する交流電圧の

50

周波数を 60 Hz ~ 1 MHz の間で変化させた。

【0109】

C - V 特性を測定した結果を以下に説明する。図 7 (A) は TEG - 1 の測定結果、図 7 (B) は TEG - 2 の測定結果である。

【0110】

図 7 (A) に示すように、TEG - 1 では、ゲート電極に正の直流電圧を印加すると、容量としての機能を有さない素子になることが確認された。これは、正の直流電圧を印加することにより、電極として用いている酸化物半導体層に蓄積されたキャリアが消失し、酸化物半導体層が絶縁体として機能する膜になるためであると考えられた。

【0111】

一方、図 7 (B) に示すように、TEG - 2 では、正の直流電圧を印加しても、容量として機能することが確認された。

【0112】

以上により、上記実施の形態で説明した無線給電システムに対応する TEG - 1 は、正の直流電圧を印加すると容量として機能しなくなることが確認された。これより、電極として酸化物半導体層を用いたことによって、直流電圧を印加することで当該酸化物半導体層を絶縁体として機能する膜にすることができることが確認された。

【符号の説明】

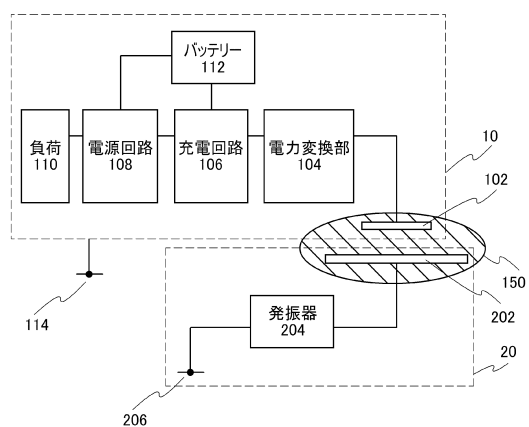
【0113】

10	受電機器	20
12	受電機器	
20	送電機器	
102	受電側電極	
104	電力変換部	
106	充電回路	
108	電源回路	
110	負荷	
112	バッテリー	
114	配線	
120	充電制御回路	30
150	領域	
202	送電側電極	
204	発振器	
206	配線	
501	高圧高周波発生器	
502	受動電極	
503	能動電極	
504	ゾーン	
505	高圧高周波電荷	
506	電極	40
507	電極	
611	本体	
612	音声出力部	
613	音声入力部	
614	表示部	
615	操作キー	
616	アンテナ	
617	電極	
621	本体	
622	筐体	50

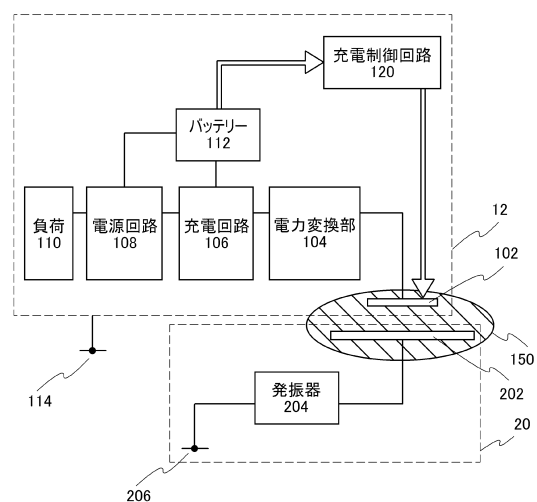
- | | |
|-------|-------------|
| 6 2 3 | 表示部 |
| 6 2 4 | キーボード |
| 6 2 5 | 外部接続ポート |
| 6 2 6 | ポインティングデバイス |
| 6 2 7 | 電極 |
| 6 3 1 | 筐体 |
| 6 3 2 | 表示部 |
| 6 3 3 | レンズ |
| 6 3 4 | 操作キー |
| 6 3 5 | 操作キー |
| 6 3 6 | 電極 |
| 6 5 0 | 充電シート |
| 6 5 2 | 携帯電話 |
| 6 5 4 | 携帯型コンピュータ |
| 6 5 6 | デジタルカメラ |

10

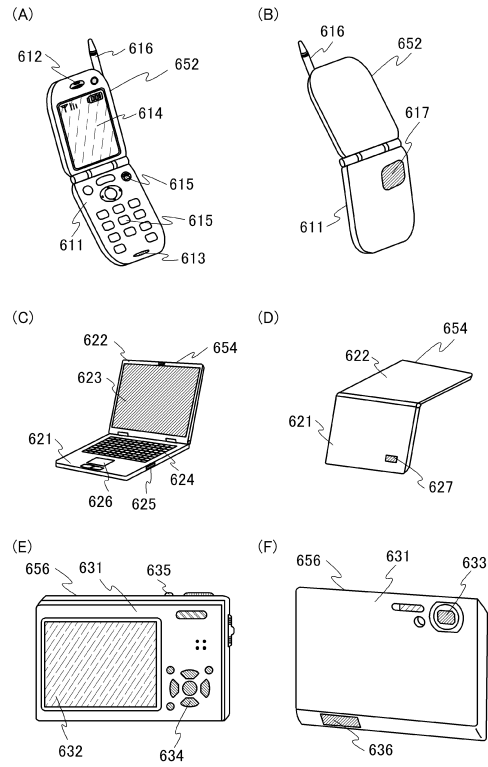
【圖 1】



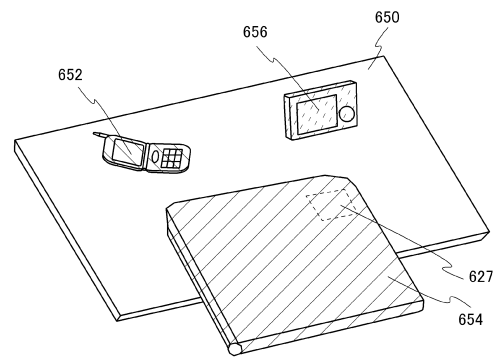
【圖 2】



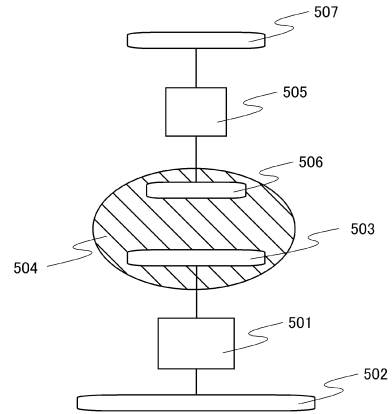
【図 3】



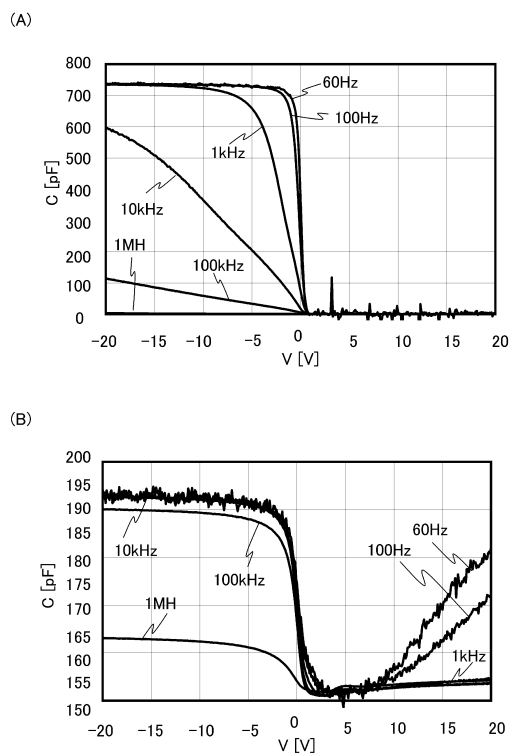
【図 4】



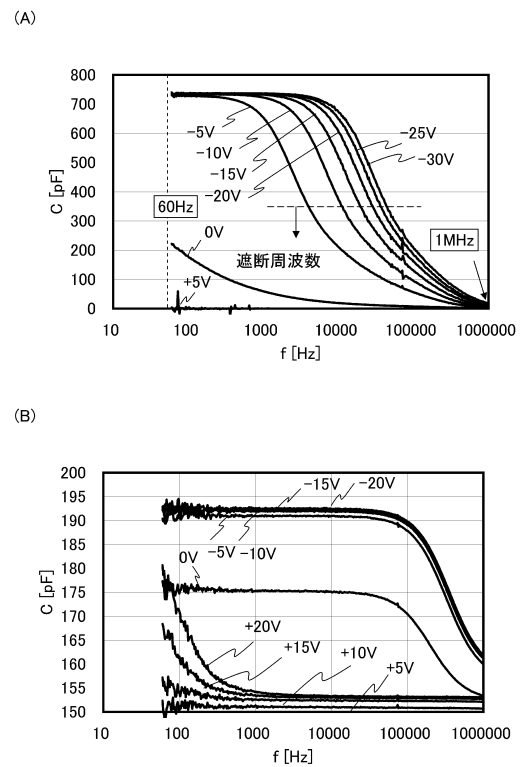
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平08-214405(JP,A)
特開2007-272203(JP,A)
特開2012-029548(JP,A)
米国特許出願公開第2009/0206675(US,A1)
特開2010-041042(JP,A)
特表2009-531009(JP,A)
前川慎光, iPad向けを目下開発中、村田が電界結合方式のワイヤレス給電を事業化(後編), EE Times Japan, アイティメディア株式会社, 2010年 7月 5日, URL, <http://eetimes.jp/ee/articles/1007/05/news094.html>

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 50/00 - 50/90
H02J 7/00
H01M 10/44