

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-182017

(P2015-182017A)

(43) 公開日 平成27年10月22日 (2015. 10. 22)

(51) Int. Cl.
B01J 19/12 (2006.01)

F I
B01J 19/12

テーマコード (参考)
4G075

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2014-61131 (P2014-61131)
(22) 出願日 平成26年3月25日 (2014. 3. 25)

(出願人による申告) 平成24年度、独立行政法人科学技術振興機構、「戦略的創造研究推進事業」委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

(71) 出願人 000230582
日本化学機械製造株式会社
大阪府大阪市淀川区加島4丁目6番23号
(71) 出願人 504132272
国立大学法人京都大学
京都府京都市左京区吉田本町36番地1
(74) 代理人 100097755
弁理士 井上 勉
(72) 発明者 近田 司
大阪府大阪市淀川区加島4丁目6番23号
日本化学機械製造株式会社内
(72) 発明者 野崎 義裕
大阪府大阪市淀川区加島4丁目6番23号
日本化学機械製造株式会社内

最終頁に続く

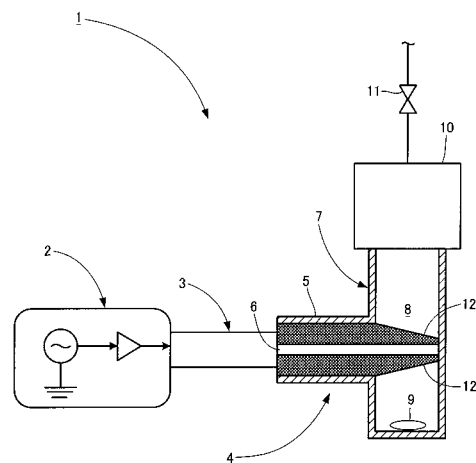
(54) 【発明の名称】 低エネルギー電磁波反応装置

(57) 【要約】

【課題】幅広い周波数帯の低エネルギー電磁波を反応原料に効果的に照射可能で、しかも反応原料の充填を容易に実施することができるとともに、耐圧性の向上や反応の効率化、安全性の向上等を図ることができる低エネルギー電磁波反応装置を提供する。

【解決手段】0.03~300GHz帯の全部または一部の帯域の周波数の低エネルギー電磁波を出力する低エネルギー電磁波周波数可変型の低エネルギー電磁波発振ユニット2と、低エネルギー電磁波発振ユニット2からの低エネルギー電磁波を伝送する低エネルギー電磁波伝送ユニット3と、反応原料充填スペース8に充填された反応原料に対し低エネルギー電磁波伝送ユニット3からの低エネルギー電磁波を照射する低エネルギー電磁波照射ユニット4とを備え、反応原料充填スペース8を、鉛直方向に延びる円柱状空間部を有する有底筒体7により形成するものとする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

低エネルギー電磁波を反応原料に照射してその反応原料を加熱反応させる低エネルギー電磁波反応装置であって、

0.03 ~ 300 GHz 帯の全部または一部の帯域の周波数の低エネルギー電磁波を出力する低エネルギー電磁波周波数可変型の低エネルギー電磁波発振ユニットと、

前記低エネルギー電磁波発振ユニットから出力された低エネルギー電磁波を伝送する低エネルギー電磁波伝送ユニットと、

反応原料を充填するための反応原料充填スペースを有し、この反応原料充填スペースに充填された反応原料に対し、前記低エネルギー電磁波伝送ユニットからの低エネルギー電磁波を照射する低エネルギー電磁波照射ユニットとを備え、

前記反応原料充填スペースを、鉛直方向に延びる円柱状空間部を有する有底筒体により形成したことを特徴とする低エネルギー電磁波反応装置。

【請求項 2】

前記低エネルギー電磁波照射ユニットは同軸構造を呈する外部導体と内部導体とを有し、該内部導体が前記反応原料充填スペースに直交布置される請求項 1 に記載の低エネルギー電磁波反応装置。

【請求項 3】

前記内部導体が、前記反応原料充填スペースに充填された反応原料に埋没する位置に布置される請求項 2 に記載の低エネルギー電磁波反応装置。

【請求項 4】

前記外部導体と内部導体との間に、インピーダンス調整ブロックが挿入される請求項 2 または 3 に記載の低エネルギー電磁波反応装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、幅広い周波数帯の低エネルギー電磁波を効果的に照射可能な低エネルギー電磁波反応装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

マイクロ波は X 線や紫外線と同様に電磁波の一種であるが、赤外線(波長 0.7 μm ~ 1 mm)よりもエネルギー準位が低く、取扱いが容易であるために、携帯電話や衛星放送の通信手段として広く利用されている。また、このマイクロ波の様な低エネルギー電磁波は、加熱作用を有するために加熱源としての利用が可能であり、例えば電子レンジは既に広く一般家庭にまで普及、使用されている。一方、工業的に低エネルギー電磁波を加熱源として利用しようとする試みも活発化しており、例えば特許文献 1 ではマイクロ波加熱を用いた真空・乾燥・濃縮装置が開示されている。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特開 2008 - 12451 号公報

【0004】

ところで、通常の加熱ではガスや重油等の直火、スチーム、抵抗加熱あるいは IH (誘導加熱) 等が加熱源として一般的に用いられる。これらの通常加熱では、何れの場合も加熱源が高温であり、この熱が伝熱によって低温の加熱対象物に伝えられることになる。この伝熱による加熱では、熱伝達係数等の制約から加熱対象物の昇温スピードには限界があり、また加熱源と加熱対象物間あるいは加熱対象物内の顕著な温度勾配発現を回避することも容易ではない。一方、低エネルギー電磁波の場合には、照射される低エネルギー電磁

10

20

30

40

50

波自身は冷たいのであるが、加熱対象物がこの低エネルギー電磁波を吸収すると、吸収したエネルギーが加熱対象物内で直接熱に変換され、速やかに発熱、昇温することになる。そのため、低エネルギー電磁波加熱では昇温速度が非常に大きく、また加熱対象物全体が一斉に発熱するので対象物内の温度が相対的に均一化し易い特徴を有している。

【0005】

このように低エネルギー電磁波加熱は、加熱原理あるいはその特性が通常加熱とは異なっており、その結果としてこれらに起因すると想定される種々の効果(例えば、反応時間の顕著な短縮や製品品質の向上等)が数多くの反応で生起することが認められている。

【0006】

エネルギー準位は低いにも拘らず、低エネルギー電磁波を加熱源とした場合には通常加熱と比較して反応時間の大幅短縮や製品品質の向上等種々の効果が期待される。しかしながら、何故このような効果が発現するのかについては、未だに明確な機構は明らかになってはいない。但し、効果の大部分は、反応場において発生するマイクロスポット的過加熱状態が担っていると予想される。即ち、低エネルギー電磁波加熱の場合には、各物質はその分子構造に基づいて加熱状況が異なるため、同じ反応系の中でも非常に加熱され易い部分と逆に加熱され難い部分とが出現する。従って、反応系全体としての平均温度は低いにもかかわらず、局所的に高温部分が発現し、この部分において反応が加速されるので従来加熱と比較して大きな効果が生まれていることが想定される。

10

【0007】

ところで、赤外線よりもエネルギー準位が低い周波数0.03~300GHz程度の低エネルギー電磁波の中で、加熱源として利用されるマイクロ波の周波数は、これまでのところほぼ2.45GHzに限定されている。このように周波数が固定されているのは、経済性すなわち2.45GHzのマイクロ波発振器(マグネトロン)が最も安価であるということが最大の理由である。更に、この価格に関しては、2.45GHzのマグネトロンは大量に生産されているので安い、という言わばニワトリと卵的な関係が成立している。言い換えれば、他の周波数の発振器についても、その生産台数が増加すれば2.45GHzの場合と同様の低価格が実現することが期待される。

20

【0008】

さて、低エネルギー電磁波を化学反応等に用いた場合の効果が基礎実験等で次々と明らかになり、これを実際に産業活用しようとする機運も益々高まっている。このような機運の中で、2.45GHzとは異なるマイクロ波周波数への関心が同時に高まっている。即ち、これまでほぼ専ら使用されてきた2.45GHzの低エネルギー電磁波の加熱特性については種々調査、検討され、その長所短所が相当程度明らかにされたことに伴い、新たに2.45GHzよりも低周波数あるいは高周波数の低エネルギー電磁波の加熱効果が予想、期待されることとなった。ところが、既に述べた通り、2.45GHz以外の周波数の発振器を備えた低エネルギー電磁波加熱反応装置を入手、使用することは、現状容易ではない。また、反応原料の充填を容易に実施することができるとともに、耐圧性の向上や反応の効率化、安全性の向上等が求められている。

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0009】

本発明は、前述のような事情に鑑みてなされたもので、幅広い周波数帯の低エネルギー電磁波を反応原料に効果的に照射可能で、しかも反応原料の充填を容易に実施することができるとともに、耐圧性の向上や反応の効率化、安全性の向上等を図ることができる低エネルギー電磁波反応装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

前記目的を達成するために、本発明による低エネルギー電磁波反応装置は、
低エネルギー電磁波を反応原料に照射してその反応原料を加熱反応させる低エネルギー電磁波反応装置であって、

50

0.03 ~ 300 GHz 帯の全部または一部の帯域の周波数の低エネルギー電磁波を出力する低エネルギー電磁波周波数可変型の低エネルギー電磁波発振ユニットと、

前記低エネルギー電磁波発振ユニットから出力された低エネルギー電磁波を伝送する低エネルギー電磁波伝送ユニットと、

反応原料を充填するための反応原料充填スペースを有し、この反応原料充填スペースに充填された反応原料に対し、前記低エネルギー電磁波伝送ユニットからの低エネルギー電磁波を照射する低エネルギー電磁波照射ユニットとを備え、

前記反応原料充填スペースを、鉛直方向に延びる円柱状空間部を有する有底筒体により形成したことを特徴とするものである。

【0011】

本発明において、前記低エネルギー電磁波照射ユニットは同軸構造を呈する外部導体と内部導体とを有し、該内部導体が前記反応原料充填スペースに直交配置されるのが好ましい(第2発明)。

【0012】

本発明において、前記内部導体が、前記反応原料充填スペースに充填された反応原料に埋没する位置に配置されるのが好ましい(第3発明)。

【0013】

本発明において、前記外部導体と内部導体との間に、インピーダンス調整ブロックが挿入されるのが好ましい(第4発明)。

【発明の効果】

【0014】

本発明においては、低エネルギー電磁波発振ユニットから出力された0.03 ~ 300 GHz 帯の全部または一部の帯域の周波数の低エネルギー電磁波が低エネルギー電磁波伝送ユニットを介して低エネルギー電磁波照射ユニットへと伝送される。低エネルギー電磁波照射ユニットにおいては、反応原料充填スペースに充填された反応原料に対し、低エネルギー電磁波伝送ユニットを介して伝送された低エネルギー電磁波が照射される。したがって、幅広い周波数帯の低エネルギー電磁波を反応原料に効果的に照射することができる。

また、反応原料充填スペースが、鉛直方向に延びる円柱状空間部を有する有底筒体により形成されるので、反応原料の充填を容易に実施できるとともに、耐圧性の向上や反応の効率化、安全性の向上等を図ることができる。

【0015】

第2発明の構成を採用することにより、幅広い周波数帯域の低エネルギー電磁波を円滑に反応原料側に伝送できるとともに、反応原料充填スペースにおける反応原料の機械的攪拌も可能となるため、反応の効率化と定量性が向上する。

【0016】

第3発明の構成を採用することにより、反応原料充填スペースに照射された低エネルギー電磁波が、効率良く反応原料に吸収されて反応性が向上する。

【0017】

第4発明の構成を採用することにより、0.03 ~ 300 GHz 帯の全部または一部の帯域の周波数の低エネルギー電磁波の照射不良を引き起こすことなく、低エネルギー電磁波を反応原料充填スペースに照射することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の一実施形態に係る低エネルギー電磁波反応装置を模式的に表す図である。

【図2】低エネルギー電磁波反応装置の性能に係る反射率のシミュレーション結果を示すグラフである。

【図3】低エネルギー電磁波反応装置の実施例の説明図である。

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

【0019】

次に、本発明による低エネルギー電磁波反応装置の具体的な実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。

【0020】

<低エネルギー電磁波反応装置の概略説明>

図1に示されるように、本実施形態に係る低エネルギー電磁波反応装置1は、低エネルギー電磁波を反応原料に照射してその反応原料を加熱反応させるものであって、低エネルギー電磁波周波数可変型の低エネルギー電磁波発振ユニット2と、低エネルギー電磁波を反応系に導くための低エネルギー電磁波伝送ユニット3と、反応原料に低エネルギー電磁波を照射する耐圧型の低エネルギー電磁波照射ユニット4とを備えて構成されている。

10

【0021】

<低エネルギー電磁波発振ユニットの説明>

低エネルギー電磁波発振ユニット2は、0.03~300GHz帯の全部または一部の帯域の周波数の低エネルギー電磁波を出力するものであって、この低エネルギー電磁波を出力するための低エネルギー電磁波発生器としては、マグネトロン、クライストロン等の発振管方式や各種半導体方式が存在するが、何れの方式を用いることも可能である。但し、出力される低エネルギー電磁波の可変周波数帯域を広く取ることが可能な半導体方式は、特に好ましい。なお、出力される低エネルギー電磁波の周波数の可変帯域は特に限定はされないが、0.5GHz程度以上の帯域幅を出力制御できることが好ましい。

この低エネルギー電磁波発振ユニット2において、可変周波数帯域の中の任意の周波数に設定制御された低エネルギー電磁波は、低エネルギー電磁波伝送ユニット3を通じて低エネルギー電磁波照射ユニット4に伝送される。

20

【0022】

<低エネルギー電磁波伝送ユニットの説明>

低エネルギー電磁波伝送ユニット3は、低エネルギー電磁波発振ユニット2から出力された低エネルギー電磁波を実質的に減衰することなく低エネルギー電磁波照射ユニット4まで伝送できることが肝要であり、そのための伝送路として導波管あるいは同軸線路が一般的である。いずれの伝送方法を用いるかは特に限定されないが、導波管の場合には物理的に伝送不可能となるカットオフ周波数が存在するために伝送できる周波数が限定されるが、同軸線路ではこの制約が無いので低エネルギー電磁波伝送ユニット3として、より好ましい。

30

【0023】

<低エネルギー電磁波照射ユニット及び反応原料充填スペースの説明>

低エネルギー電磁波照射ユニット4は、同軸構造をなして水平方向に延びる外部導体5および内部導体6と、鉛直方向に延びる円柱状空間部を有する有底筒体7とが組み合わされて構成されている。

外部導体5および内部導体6は、有底筒体7の底面から適宜上方位置にてその有底筒体7に対し直交布置されている。有底筒体7の円柱状空間部は、反応原料を充填し反応処理するための反応原料充填スペース8とされている。有底筒体7の底部内には、攪拌子9等が配設され、該攪拌子9等を用いた攪拌操作により、反応原料の周方向への偏在を抑制して反応の均一化、定量性が向上可能である。

40

なお、有底筒体7の上方開口部は、蓋体10によって着脱可能に塞がれ、蓋体10には、耐圧バルブ11が介挿された配管が反応原料充填スペース8に連通可能に接続されている。

【0024】

<インピーダンス調整ブロックの説明>

反応原料充填スペース8内に充填された反応原料に対して低エネルギー電磁波照射ユニット4からの低エネルギー電磁波を照射した場合、両者間の物性値差異等に基づく境界面での照射不良(反射率の増大)が生起し易い。そこでこの様な不都合を回避、抑制するために、急激な物性値変化を抑制するための材料および/または形状を有するインピーダンス

50

調整ブロック 1 2 を低エネルギー電磁波照射ユニット 4 における外部導体 5 と内部導体 6 との間隙にそれら導体 5, 6 と同軸をなすように布置することが好ましい。これにより、低エネルギー電磁波が円滑に反応原料側に伝送、吸収されることになり、反応原料境界面での反射波の増大等の照射不良が抑制されることになる。

なお、インピーダンス調整ブロック 1 2 の構成材料としては、例えば絶縁性材料が好適であり、その形状としては、各導体 5, 6 と同軸をなす円筒状の胴部と、この胴部の先端側に反応原料充填スペース 8 内に差し込まれる円錐状または半球状の頭部を有する形状のものが好適である。

【0025】

< 低エネルギー電磁波照射ユニットでの反応例の説明 >

低エネルギー電磁波照射ユニット 4 から照射された低エネルギー電磁波は、反応原料充填スペース 8 内の反応原料に照射されることになる。ここで実施される反応の種類は特に限定されることは無く任意である。但し、水あるいは有機溶媒等を用いた各種溶液反応、またはこれらの溶液中に固形物が混在したスラリー反応等は、特に好ましい反応例である。これらの反応においては、低エネルギー電磁波の照射によって温度が上昇すると、溶媒の蒸気圧が上昇して蒸発が活発化する。このような蒸発による溶媒の散逸を抑止するため、反応原料充填スペース 8 を構成する有底筒体 7 を含む低エネルギー電磁波照射ユニット 4 の全体を、耐圧型の気密構造とするのが好ましい。これらの耐圧即ち使用できる最高圧力は例えば 1 MPa 以上で有ることが好ましく、10 MPa であれば更に好ましい。

【0026】

反応原料充填スペース 8 への反応原料充填量は、低エネルギー電磁波照射に際しての照射不良等の不都合を抑止するために、低エネルギー電磁波照射ユニット 4 の内部導体 6 が埋没する高さ以上とすることが好ましい。原料充填高さが内部導体 6 の高さ位置よりも低くなると、照射された低エネルギー電磁波の反射率増大等の不都合が誘因され易くなり、反応効率が低下する。

【0027】

< 作用効果の説明 >

以上に述べたように構成される低エネルギー電磁波反応装置 1 においては、低エネルギー電磁波発振ユニット 2 で 0.03 ~ 300 GHz の周波数範囲の任意の低エネルギー電磁波が発生、増幅される。ここで発生された低エネルギー電磁波が低エネルギー電磁波伝送ユニット 3 を通じて低エネルギー電磁波照射ユニット 4 に伝送される。この低エネルギー電磁波照射ユニット 4 において、反応原料充填スペース 8 に充填された反応原料に対して低エネルギー電磁波が照射されることになる。ここで、インピーダンス調整ブロック 1 2 の挿入あるいは反応原料の充填高さを低エネルギー電磁波照射ユニット 4 の内部導体 6 よりも高位置に維持することによって、低エネルギー電磁波がより効果的に反応原料に照射されることになる。一方、低エネルギー電磁波照射ユニット 4 における外部導体 5 および内部導体 6 が、有底筒体 7 の底面から適宜上方位置にてその有底筒体に対し直交布置される結果、反応原料充填スペース 8 の底面での攪拌子 9 等を用いた攪拌操作が可能となり、反応の均一化、定量性が向上する。

また、反応原料充填スペース 8 が、鉛直方向に延びる円柱状空間部を有する有底筒体 7 により形成されるので、反応原料の充填を容易に実施することができるとともに、耐圧性の向上や反応の効率化、安全性の向上等を図ることができる。

【0028】

以上、本発明の低エネルギー電磁波反応装置について、一実施形態に基づいて説明したが、本発明は上記実施形態に記載した構成に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲において適宜その構成を変更することができるものである。

【実施例】

【0029】

次に、本発明による低エネルギー電磁波反応装置の具体的な実施例について、図面を参照しつつ説明する。

10

20

30

40

50

図 2 には、図 3 に示されるように内径 25 mm の有底筒体 7 における反応原料充填スペース 8 に水を 40 mm の高さ位置まで充填し、低エネルギー電磁波照射ユニット 4 における内部導体 6 と有底筒体 7 の内壁面との隙間を 2 mm として、種々の周波数の低エネルギー電磁波を照射した場合の反射率のシミュレーション結果を示すグラフが示されている。

図 2 に示されるグラフの縦軸は反射率を示しており、数値が小さいほど反射率が少なく良好であることを表す。ここで、周波数が 1.8 ~ 2.7 GHz の広帯域で反射率が 10 % (グラフ中の -10) 以下となることを示しており、本発明装置の有効性が確認できる。

【産業上の利用可能性】

【0030】

本発明の低エネルギー電磁波反応装置は、幅広い周波数帯の低エネルギー電磁波を反応原料に効果的に照射可能で、しかも反応原料の充填を容易に実施することができるとともに、耐圧性の向上や反応の効率化、安全性の向上等を図ることができるという特徴を有していることから、低エネルギー電磁波加熱による種々の化学反応等の用途に好適に用いることができる。

10

【符号の説明】

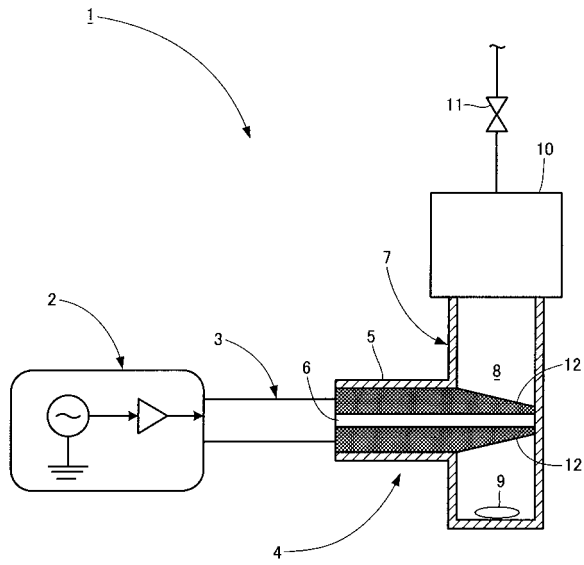
【0031】

- 1 低エネルギー電磁波反応装置
- 2 低エネルギー電磁波発振ユニット
- 3 低エネルギー電磁波伝送ユニット
- 4 低エネルギー電磁波照射ユニット
- 5 外部導体
- 6 内部導体
- 7 有底筒体
- 8 反応原料充填スペース
- 9 攪拌子
- 10 蓋体
- 11 耐圧バルブ
- 12 インピーダンス調整ブロック

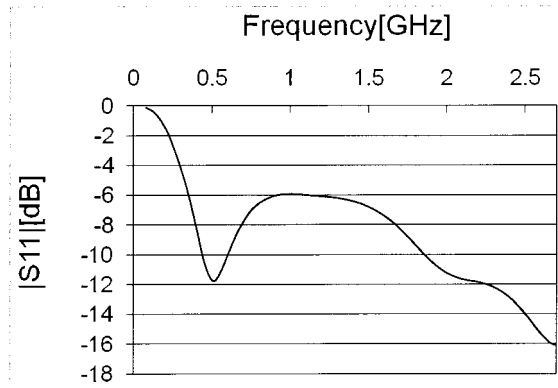
20

30

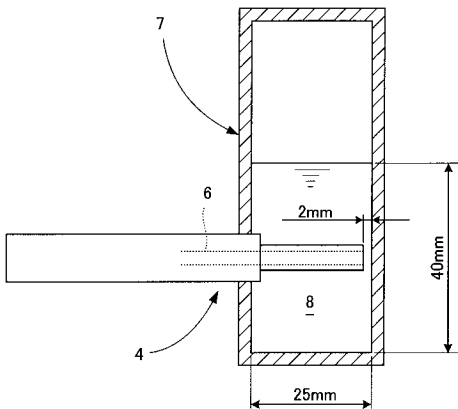
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

(72)発明者 三谷 友彦

京都府宇治市五ヶ庄 国立大学法人京都大学生存圏研究所内

(72)発明者 中島 陵

京都府宇治市五ヶ庄 国立大学法人京都大学生存圏研究所内

(72)発明者 篠原 真毅

京都府宇治市五ヶ庄 国立大学法人京都大学生存圏研究所内

(72)発明者 渡辺 隆司

京都府宇治市五ヶ庄 国立大学法人京都大学生存圏研究所内

Fターム(参考) 4G075 AA13 AA35 BA10 BB02 CA02 CA33 DA02 DA18 EA01 EB01
EB31