

(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2004-156865

(P2004-156865A)

(43) 公開日 平成16年6月3日(2004.6.3)

(51) Int. Cl.⁷

F27B 3/28
F23G 5/50
F27B 3/08
F27D 11/08
F27D 21/00

F I

F27B 3/28 ZAB
F23G 5/50 F
F23G 5/50 L
F27B 3/08
F27D 11/08 G

テーマコード(参考)

3K061
3K062
3K084
4K045
4K056

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-324023(P2002-324023)

(22) 出願日 平成14年11月7日(2002.11.7)

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社
東京都港区港南二丁目16番5号

(74) 代理人 100083024

弁理士 高橋 昌久

(74) 代理人 100103986

弁理士 花田 久丸

(72) 発明者 安部 正孝

横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1 三菱重工業株式会社横浜研究所内

(72) 発明者 井上 敬太

横浜市中区錦町12番地 三菱重工業株式会社横浜製作所内

Fターム(参考) 3K061 NB02 NB30

3K062 AB03 AC03 BA02 CA08 CB06

最終頁に続く

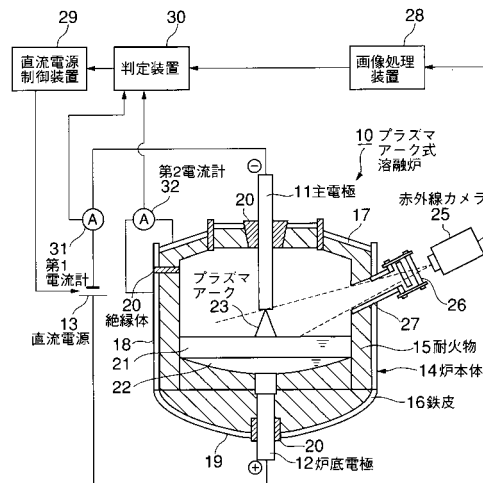
(54) 【発明の名称】 プラズマアーク式溶融炉の運転制御装置及びその方法

(57) 【要約】

【課題】 プラズマアーク式溶融炉の迷走電流の発生を確実に把握することができ、またこれに基づき好適な状態で運転可能であるプラズマアーク式溶融炉の運転制御装置及びその方法を提供する。

【解決手段】 耐火物で形成された炉内壁を鉄皮で被覆した炉本体を有し、該炉本体に対向して挿入した電極間にプラズマアークを発生させるプラズマアーク式溶融炉10の運転制御装置において、前記主電極11と炉底電極12の間の電流値を計測する第1電流計31と、炉外より透過窓を介して炉内のプラズマアーク生成部を撮像する赤外線カメラ25と、該赤外線カメラにより撮像された画像からプラズマアーク状態を解析する画像処理装置28と、からなるプラズマアーク検知手段と、前記電流計測手段で計測された電流値と前記プラズマアーク検知手段で検知されたプラズマアーク状態から溶融炉に発生する迷走電流の有無を判定する判定手段30とを備えた構成とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

絶縁性耐火物で形成された炉内壁を鉄皮で被覆した炉本体を有し、該炉本体に対向して挿入した主電極及び炉底電極間にプラズマアークを発生させて炉内を高温に保持してなるプラズマアーク式溶融炉の運転制御装置において、

前記主電極と炉底電極の間の電流値を計測する電流計測手段と、

炉外より透過窓を介して炉内のプラズマアーク生成部を撮像する赤外線カメラと、該赤外線カメラにより撮像された画像からプラズマアーク状態を解析する画像処理装置と、からなるプラズマアーク検知手段と、を備え、

前記電流計測手段で計測された電流値と前記プラズマアーク検知手段で得られたプラズマアーク状態解析結果から溶融炉に発生する迷走電流の有無を判定することを特徴とするプラズマアーク式溶融炉の運転制御装置。

10

【請求項 2】

前記判定された迷走電流の有無に基づき、溶融炉への電力供給を制御する制御手段を備えたことを特徴とする請求項 1 記載のプラズマアーク式溶融炉の運転制御装置。

【請求項 3】

前記電極間を絶縁するごとく炉壁に配設した絶縁体を挟み、前記鉄皮の炉蓋側と炉底側間の漏洩電流を検知する第 2 の電流計測手段を設け、迷走電流の二重検知構造としたことを特徴とする請求項 1 記載のプラズマアーク式溶融炉の運転制御装置。

【請求項 4】

絶縁性耐火物で形成された炉内壁を鉄皮で被覆した炉本体を有し、該炉本体に対向して挿入した主電極及び炉底電極間にプラズマアークを発生させて炉内を高温に保持してなるプラズマアーク式溶融炉の運転制御方法において、

前記主電極と炉底電極の間の電流値を計測するとともに、

炉外に設置された赤外線カメラにより前記プラズマアーク発生部を撮像し、該撮像された画像からプラズマアーク状態を解析し、

前記電流値及びプラズマアーク状態の解析結果に基づき溶融炉に発生する迷走電流の有無を判定することを特徴とするプラズマアーク式溶融炉の運転制御方法。

20

【請求項 5】

前記計測された電流値が定常運転可能な閾値以上であり、かつ前記プラズマアークの解析結果が異常を示した場合に、溶融炉に迷走電流の発生有りと判定し溶融炉への電力供給を停止するように制御することを特徴とする請求項 4 記載のプラズマアーク式溶融炉の運転制御方法。

30

【請求項 6】

前記電極間を絶縁するように炉壁に配設した絶縁体を挟み、前記鉄皮の炉蓋側と炉底側間の漏洩電流を検知する第 2 の電流計測手段を設け、前記鉄皮の絶縁状態に基づく許容限界電流値より大である電流値が前記第 2 の電流計測手段にて所定時間以上検知された場合には溶融炉に供給する電力を停止し、許容限界電流値より小である場合には請求項 4 記載の迷走電流の有無の判定を行うことを特徴とする請求項 4 記載のプラズマアーク式溶融炉の運転制御方法。

40

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、炉本体に対向して挿入した主電極と炉底電極との間に発生させたプラズマアークにより炉内を高温に保持してなるプラズマアーク式溶融炉に関し、特にプラズマアーク式溶融炉に発生する迷走電流を検知して運転制御を行う装置及びその方法に関する。

【0002】**【従来の技術】**

近年、廃棄物を焼却処理した後の焼却灰等を溶融処理するための炉としてプラズマアーク式溶融炉が広く用いられている。プラズマアーク式溶融炉は、廃棄物の減容化、無害化に

50

有効で、さらに溶融後のスラグの再利用化が可能であることから最も有用な廃棄物処理装置の一つとして挙げられる。

プラズマアーク式溶融炉の一例を図3に示す。図に示されるようにプラズマアーク式溶融炉50は、その炉内側を絶縁性を有する耐火材51で形成された側壁52、炉底54及び炉蓋53で形成され、炉外側を鉄皮55で被覆された炉本体と、前記炉蓋53及び炉底54に絶縁スリーブ56を介して挿入された主電極58及び炉底電極59と、を主要構成としている。

【0003】

かかる構成のプラズマアーク式溶融炉50は、一般的に環状黒鉛電極が用いられることが多く、炉内にプラズマアーク生成ガスを供給しながら電極間に電圧を印加してプラズマアークを生成し被溶融物を溶融処理する。炉内温度は1000以上に維持され、炉底部には被溶融物が溶融したスラグ層とメタル層とからなる出滓物が層状に形成される。

10

かかる溶融炉では炉内が高温に維持されるため、被溶融物として焼却灰等のように被溶融物中に比較的融点が高い塩類が含有されている場合には、塩類がガス中に揮散して炉内壁に付着する。このように付着した塩化カリウムや塩化ナトリウム等の付着物は導電率が高く、炉壁が絶縁不良をおこして迷走電流が発生する恐れがある。

【0004】

迷走電流の炉内導通経路は少なくとも2通り考えられる。炉内導通経路として、炉内壁耐火物に塩類が浸透して絶縁性が劣化した場合に、主電極58から耐火物を経て鉄皮55を通過して炉底電極59へ抜ける経路、及び炉内に塩類等からなる付着物が堆積した場合に、

20

主電極58から炉内壁の付着物を通過して炉底電極59へ抜ける経路がある。このような迷走電流が発生すると、炉内を適性温度に維持することができず被処理物の溶融状態が悪化し溶融炉が正常に稼動しなくなり、また炉壁に必要な以上の負荷がかかるため損傷が著しくなるという問題が生じる。

【0005】

そこで、図3に示す特開2000-18552公報(特許文献1)では、主電極58と炉底電極59を絶縁する環状の絶縁材57を設け、該絶縁材を挟んで両電極間の電流又は電圧を計測する電流計60等の計測手段を設けている。これにより、絶縁不良による迷走電流を監視可能としている。

また、特開平6-331278号公報(特許文献2)では、炉底電極と絶縁物で隔離された炉底鉄皮間の電圧を測定し、かつ炉底電極から接地用抵抗体に流れる電流を測定して、これらの測定値に基づき炉底電極部の異常電圧を判定することにより、迷走電流による炉鉄皮の損傷を未然に防ぐ構成としている。

30

【0006】

【特許文献1】

特開2000-18552公報

【特許文献2】

特開平6-331278号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

40

しかしながら、これらの従来技術のように鉄皮の電流又は電圧を計測して迷走電流を監視する方法、若しくは炉底鉄皮の異常電圧を検出して迷走電流を検知する方法は非常に有効な方法であるが、前記したように、炉鉄皮を通る導通経路以外で発生する迷走電流を検知することは不可能であり、溶融炉に発生する迷走電流を完全に把握することはできない。そこで、本発明はかかる従来技術の問題に鑑み、プラズマアーク式溶融炉における迷走電流の発生を確実に把握することができるとともに、これに基づき溶融炉を好適な状態で運転可能であるプラズマアーク式溶融炉の運転制御装置及びその方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

50

そこで、本発明はかかる課題を解決するために、
絶縁性耐火物で形成された炉内壁を鉄皮で被覆した炉本体を有し、該炉本体に対向して挿入した主電極及び炉底電極間にプラズマアークを発生させて炉内を高温に保持してなるプラズマアーク式溶融炉の運転制御装置において、
前記主電極と炉底電極の間の電流値を計測する電流計測手段と、
炉外より透過窓を介して炉内のプラズマアーク生成部を撮像する赤外線カメラと、該赤外線カメラにより撮像された画像からプラズマアーク状態を解析する画像処理装置と、からなるプラズマアーク検知手段と、を備え、
前記電流計測手段で計測された電流値と前記プラズマアーク検知手段で得られたプラズマアーク状態解析結果から溶融炉に発生する迷走電流の有無を判定することを特徴とする。

10

【0009】

溶融炉内に発生したプラズマアークは固有の放射率を有しており、この放射率と温度に応じて赤外線放射量が異なる。そこで前記プラズマアーク検知手段は、前記赤外線カメラで撮像した赤外線画像信号を前記画像処理装置に取り込み、該画像処理装置により赤外線画像信号から赤外線放射量を輝度値とした濃淡画像を生成し、この画像データに基づきプラズマアーク形状、温度分布等のプラズマアーク状態を解析する構成とする。

【0010】

かかる装置を用いた好適な制御方法としては、
絶縁性耐火物で形成された炉内壁を鉄皮で被覆した炉本体を有し、該炉本体に対向して挿入した主電極及び炉底電極間にプラズマアークを発生させて炉内を高温に保持してなるプラズマアーク式溶融炉の運転制御方法において、
前記主電極と炉底電極の間の電流値を計測するとともに、
炉外に設置された赤外線カメラにより前記プラズマアーク発生部を撮像し、該撮像された画像からプラズマアーク状態を解析し、
前記電流値及びプラズマアーク状態の解析結果に基づき溶融炉に発生する迷走電流の有無を判定することを特徴とする。

20

【0011】

このように、前記解析結果と前記電極間電流値に基づき迷走電流の有無を判定しているため、従来のように鉄皮に流れる迷走電流のみでなく、経路が不明な電流も確実に検出することが可能となる。また、プラズマアークを画像認識する際に赤外線カメラを利用しているため、炉内が煤塵雰囲気で可視不能であってもプラズマアークを正確に識別することができる。
また、前記プラズマアークの解析結果に加えて電極間電流値からも判断しているため、電極の不具合等の別の要因によるプラズマアーク異常と明確に区別することができ、迷走電流の発生を正確に把握することができる。

30

【0012】

さらに、前記プラズマアーク式溶融炉の運転制御装置が、前記判定された迷走電流の有無に基づき、溶融炉への電力供給を制御する制御手段を備えた構成であることが好ましい。これによれば、迷走電流が発生した状態で溶融炉の運転を続行することがないため、溶融炉に必要な以上の負荷をかけることなく、また被処理物の溶融状態を好適に維持することができる。

40

【0013】

また、前記電極間を絶縁するごとく炉壁に配設した絶縁体を挟み、前記鉄皮の炉蓋側と炉底側間の漏洩電流を検知する第2の電流計測手段を設け、迷走電流の二重検知構造としたことを特徴とする。

このように、電極間電流値とプラズマアーク解析結果に基づく迷走電流の検知手段と、前記鉄皮の漏洩電流検知手段とからなる二重検知構造とすることで、溶融炉に発生する迷走電流を確実に検出できるとともに、迷走電流発生箇所が把握し易くなる。

【0014】

さらに、前記制御装置を利用した方法として、前記計測された電流値が定常運転可能な閾

50

値以上であり、かつ前記プラズマアークの解析結果が異常を示した場合に、溶融炉に迷走電流の発生有りと判定し溶融炉への電力供給を停止するように制御することが好ましい。また、前記電極間を絶縁するように炉壁に配設した絶縁体を挟み、前記鉄皮の炉蓋側と炉底側間の漏洩電流を検知する第2の電流計測手段を設け、前記鉄皮の絶縁状態に基づく許容限界電流値より大である電流値が前記第2の電流計測手段にて所定時間以上検知された場合には溶融炉に供給する電力を停止し、許容限界電流値より小である場合には請求項4記載の迷走電流の有無の判定を行うと良い。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の好適な実施例を例示的に詳しく説明する。但しこの実施例に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は特に特定の記載がない限りは、この発明の範囲をそれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例に過ぎない。図1は本実施形態に係るプラズマアーク式溶融炉の運転制御装置の全体構成図、図2は本発明の実施形態に係る運転制御方法のフロー図である。

10

【0016】

図1に示されるように、本実施形態に係るプラズマアーク式溶融炉10は、絶縁性耐火物15で形成された炉蓋17、炉側壁18及び炉底19を鉄皮16で包皮した炉本体14と、前記炉蓋17に絶縁体20を介在させて挿入した主電極11と、前記炉底19に配設された炉底電極12と、を主要構成とし、直流電源13により主電極11と炉底電極12との間に直流電圧を印加し、プラズマアーク23を発生させて溶融炉内に投入された焼却灰等の被溶融物を溶融、スラグ化する。溶融された被処理物により溶融炉底部にスラグ層21及びメタル層22が形成されている。

20

【0017】

前記プラズマアーク23にて生成されたプラズマアーク高温ガス流により溶融状態となった被溶融物には低融点の塩類が多量に含まれており、これらは蒸気となって揮散し、炉内壁へ付着、浸透する。

炉本体14の大部分は、例えば珪石レンガ、アルミナ系キャストブル等の絶縁性耐火物で形成されているが、前記塩類等の揮発物の付着により絶縁不良が生じたり、該揮発物の浸透により絶縁性が低下したりする。これらを原因として誘発される迷走電流を防止するために、耐火物15に環状絶縁体20を配設している。

30

【0018】

また、本実施形態では、前記主電極11と炉底電極12との間に、直流電源13と直列に第1電流計31を接続している。該第1電流計31はプラズマアークを生成するために炉内へ供給される電力の電流値を測定する機能を有し、該測定された電流値は後述する迷走電流判定装置30に伝達される。

さらに、前記炉側壁18の上方に貫通孔27を設け、該貫通孔27を封止するように透過窓26を設けている。透過窓26は赤外線透過可能な材質で形成され、炉外から該透過窓26を介してプラズマアーク生成部を撮像可能な位置に赤外線カメラ25を設置する。この赤外線カメラ25の波長は3 μ m以上のものを使用できるが、8 μ m以上のものが好ましい。

40

さらにまた、前記赤外線カメラ25には画像処理装置28が接続され、該赤外線カメラ25で撮像された画像データが伝送される。

【0019】

前記溶融炉内に発生したプラズマアーク23は固有の放射率を有しており、この放射率と温度に応じて赤外線放射量が異なる。前記赤外線カメラ25では撮像した赤外線画像信号を前記画像処理装置28に取り込み、該画像処理装置28により赤外線画像信号から赤外線放射量を輝度値とした濃淡画像を生成し、この画像データに基づきプラズマアーク形状、温度分布等のプラズマアーク状態を解析する。

このとき、前記赤外線カメラ25の取り付け角度と主電極位置を割出すことによりプラズマアーク長等のプラズマアーク形状を解析することが可能で、これよりプラズマアークの

50

生成状態を正確に把握することができる。

【0020】

また、炉壁に介在する絶縁体20を挟み、前記鉄皮16の炉蓋側 - 炉底側間の電流を測定する第2電流計32を配設する。該第2電流計32により鉄皮16に流れる漏洩電流値を計測し、前記判定装置30に伝達する。

さらに、前記第1電流計31、画像処理装置28及び第2電流計32に接続され、該第1電流計31よりの電極間電流値、画像処理装置28よりのプラズマ状態解析結果、及び第2電流計32よりの鉄皮電流値から迷走電流の有無を判定する迷走電流判定手段30を設ける。

そして、前記判定手段30の判定結果に基づき、直流電源制御装置29にて直流電源13を制御する。 10

【0021】

図2を用いてかかる運転制御装置を使用した制御方法のフローの一例を説明する。本実施形態のプラズマアーク式溶融炉10に電力を供給して炉内を高温に保持し定常運転を行い(S1)、所定時間間隔を以って前記第2電流計32で鉄皮電流を計測する(S2)。このとき、計測された電流値が、漏洩電流が認められる許容電流値以上である場合、鉄皮に迷走電流の存在が認められ運転を停止してメンテナンスを行う。一方、許容電流値以下である場合、前記第1電流計31で主電極11 - 炉底電極12間電流を計測する(S4)。

【0022】

プラズマアークが正常に発生して通常運転が可能な電流値である閾値を予め設定しておき、前記計測された電流値と閾値を比較し(S5)、閾値より小である場合には、電極に正常に電流が流れていないとして溶融炉の運転を停止してメンテナンスを行い、一方閾値より大である場合には、画像処理装置28でプラズマアークの解析を行う(S6)。そして、解析によりプラズマアークが切れた等のプラズマアーク異常が所定時間以上認められたときには、経路不明の迷走電流が発生したと判定され直流電源制御装置29により炉内への電力供給を停止する。尚、前記プラズマアーク異常が認められない場合には、定常運転を続行する。 20

このように本実施形態では、鉄皮間電流値に基づいた迷走電流検知手段と、プラズマアーク状態の解析結果及び電極間電流に基づいた迷走電流検知手段の二重検知構造とすることにより、従来では検知不可能であった迷走電流を検知することが可能となる。 30

【0023】

【発明の効果】

以上記載のごとく本発明によれば、前記解析結果と前記電極間電流値に基づき迷走電流の有無を判定するため、従来のように鉄皮に流れる迷走電流のみでなく、経路が不明な電流も確実に検出することが可能となる。また、プラズマアークを画像認識する際に赤外線カメラを利用しているため、炉内が煤塵雰囲気でも可視不能であってもプラズマアークを正確に識別することができる。

また、前記プラズマアークの解析結果に加えて電極間電流値からも判断しているため、電極の不具合等の別の要因によるプラズマアーク異常と明確に区別することができ、迷走電流の発生を正確に把握することができる。 40

さらに、電極間電流値とプラズマアーク解析結果に基づく迷走電流の検知手段と、前記鉄皮間の漏洩電流検知手段とからなる二重検知構造とすることで、溶融炉に発生する迷走電流を確実に検出できるとともに、迷走電流発生箇所が把握し易くなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施形態に係るプラズマアーク式溶融炉の運転制御装置の全体構成図である。

【図2】本発明の実施形態に係る運転制御方法のフロー図である。

【図3】従来の迷走電流防止装置を配設した溶融炉の概略断面図である。

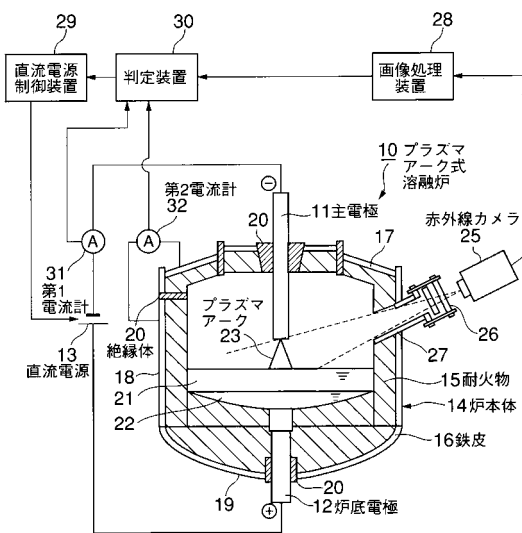
【符号の説明】

10 プラズマアーク式溶融炉

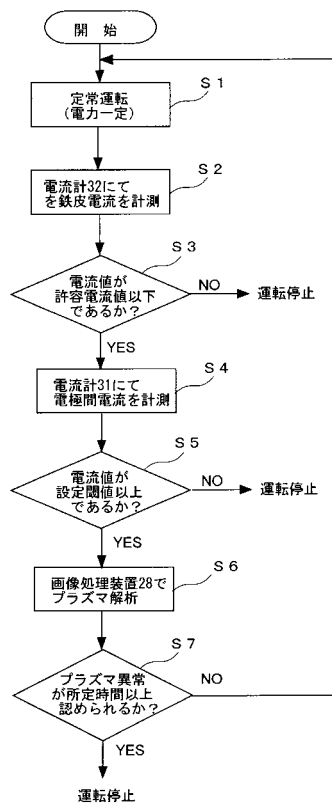
11 主電極

- 1 2 炉底電極
- 1 3 直流電源
- 1 5 耐火物
- 1 6 鉄皮
- 2 0 絶縁体
- 2 3 プラズマアーク
- 2 5 赤外線カメラ
- 2 6 透過窓
- 2 7 貫通孔
- 2 8 画像処理装置
- 2 9 直流電源制御装置
- 3 0 迷走電流判定装置
- 3 1 第1電流計
- 3 2 第2電流計

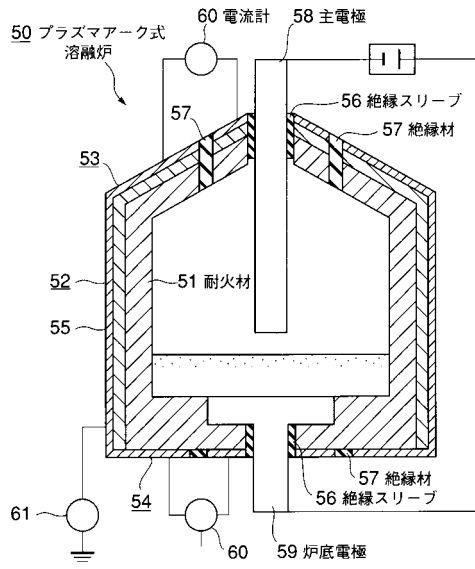
【図1】



【図2】



【 図 3 】



フロントページの続き

| (51)Int.Cl. ⁷ | F I | | テーマコード(参考) |
|--------------------------|---------------|---|------------|
| H 0 5 B 7/148 | F 2 7 D 21/00 | A | 4 K 0 6 3 |
| H 0 5 B 7/18 | H 0 5 B 7/148 | D | |
| // F 2 3 J 1/00 | H 0 5 B 7/18 | E | |
| | F 2 3 J 1/00 | B | |

Fターム(参考) 3K084 AA02 AA07 BA01 BB02 BB05 BD02
4K045 AA04 BA07 RB02
4K056 AA05 BA02 BB08 CA20 FA04 FA11 FA24
4K063 AA04 BA13 CA01 CA05 FA56 FA78