

República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) PI 0715744-4 A2



* B R P I 0 7 1 5 7 4 4 A 2 *

(22) Data de Depósito: 13/08/2007

(43) Data da Publicação: 16/07/2013
(RPI 2219)

(51) Int.Cl.:

H01F 27/34

H01B 3/20

(54) Título: MÉTODO DE REMOÇÃO DE COMPOSTOS ENXOFRE INDESEJADOS DO ÓLEO ISOLANTE DE UM EQUIPAMENTO ELÉTRICO

(30) Prioridade Unionista: 25/08/2006 SE 0601744-6, 28/05/2007 SE 0701284-2

(73) Titular(es): ABB Research Ltd.

(72) Inventor(es): Karin Gustafsson, Robert Leandersson

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigbler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT SE2007050548 de 13/08/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/024061 de 28/02/2008

(57) Resumo: MÉTODO DE REMOÇÃO DE COMPOSTOS ENXOFRE INDESEJADOS DO ÓLEO ISOLANTE DE UM EQUIPAMENTO ELÉTRICO. A presente invenção refere-se a um método de tratar depósitos de sulfeto de cobre em materiais e superfícies que estão em contato com óleo isolante elétrico no interior de um equipamento elétrico. Os depósitos de sulfeto de cobre em materiais e superfícies são submetidos a tratamento com um composto de iodo causando uma reação de substituição com o sulfeto de cobre.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**MÉTODO DE REMOÇÃO DE COMPOSTOS ENXOFRE INDESEJADOS DO ÓLEO ISOLANTE DE UM EQUIPAMENTO ELÉTRICO**".

ÁREA TÉCNICA

5 A presente invenção refere-se a um método de tratar depósitos de sulfeto de cobre presentes em camadas isolantes elétricas em um equipamento elétrico.

ANTECEDENTES NA TÉCNICA

10 Os óleos isolantes são usados em um grande número de diferentes equipamentos no campo da transmissão de energia elétrica e geração de energia elétrica, por exemplo, transformadores de potência, transformadores de distribuição, comutadores de derivação, equipamento de manobra e reatores.

15 Esses óleos isolantes elétricos muitas vezes contêm traços de compostos enxofre reativos, que podem reagir com cobre, formando sulfeto de cobre (Cu_2S). O sulfeto de cobre é insolúvel em óleo e pode formar depósitos nas superfícies e materiais em contato com os óleos isolantes elétricos dentro do equipamento elétrico. O sulfeto de cobre é um semicondutor e a formação de um depósito semicondutor em superfícies e materiais no equipamento elétrico pode degradar ou interromper a operação do equipamento.

20 Se o sulfeto de cobre semicondutor é depositado no material de isolamento (usualmente material de celulose, por exemplo, papel) usado para cobrir os condutores de cobre no equipamento elétrico, isso pode levar a uma degradação nas propriedades de isolamento do material isolante que poderia levar a correntes de fuga ou curtos-circuitos. Os depósitos de sulfeto de cobre semicondutor em superfícies de materiais isolantes sólidos (tal como madeira, cerâmica, e papelão) dentro do equipamento elétrico podem também criar problemas similares.

25 Se o sulfeto de cobre semicondutor é depositado no material de isolamento (usualmente material de celulose, por exemplo, papel) usado para cobrir os condutores de cobre no equipamento elétrico, isso pode levar a uma degradação nas propriedades de isolamento do material isolante que poderia levar a correntes de fuga ou curtos-circuitos. Os depósitos de sulfeto de cobre semicondutor em superfícies de materiais isolantes sólidos (tal como madeira, cerâmica, e papelão) dentro do equipamento elétrico podem também criar problemas similares.

30 Os depósitos de sulfeto de cobre semicondutor em superfícies de condutores podem criar problemas, especialmente se os depósitos forem formados nas superfícies do conector.

No simpósio CIGRE 2005 em Moscou "Corrosão de óleo e de

posição de Cu_2S em Transformadores de Energia"; Bengtsson et al. descreve os resultados de análise de falha e uma reprodução em laboratório dos depósitos de sulfeto de cobre Cu_2S em superfícies e materiais nos transformadores de potência.

5 WO2005115082 intitulado "Método para remover enxofre reativo de óleo isolante" descreve um método para remover compostos que contêm enxofre de óleo isolante através da exposição do óleo a pelo menos um material de limpeza de enxofre e expondo o óleo a pelo menos um absorvente polar.

10 O método em WO2005115082 foi desenvolvido para tratar o óleo isolante elétrico, removendo os compostos contendo enxofre no óleo no exterior do equipamento elétrico que impede adicionais deposições de sulfeto de cobre em materiais e superfícies dentro do equipamento elétrico. Até esta data não existe sugestão de como tratar o sulfeto de cobre que já foi
15 depositado em superfícies e materiais no interior do equipamento elétrico. Atualmente, a única solução para remoção das deposições de sulfeto de cobre no papel isolante usado para cobrir condutores de cobre é remover o papel velho e substituí-lo por um novo papel isolante.

20 JP200131108 descreve como os compostos enxofre em óleos isolantes elétricos podem ser removidos antes do uso em um equipamento elétrico pela armazenagem do óleo em um reservatório contendo cobre ou ligas de cobre. Os compostos enxofre no óleo reagem com o cobre e são, por conseguinte, capturados e removidos do óleo antes do uso no equipamento elétrico.

25 SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Uma modalidade da presente invenção é fornecer um método por meio do qual os depósitos de sulfeto de cobre em semicondutores em materiais e superfícies no interior de um equipamento elétrico são tratados com um composto halogênico no óleo.

30 Um objetivo de uma modalidade preferida da presente invenção é fornecer um método por meio do qual os depósitos de sulfeto de cobre em materiais e superfícies no interior do equipamento elétrico são tratados.

Um ou mais objetivos da invenção é alcançado por meio do método inicialmente definido, caracterizado pelo fato de que um composto de iodo causa uma reação dos ditos depósitos de sulfeto de cobre em materiais e superfícies no interior do equipamento elétrico. O sulfeto de cobre é um
5 semicondutor e a formação de um depósito semicondutor no material isolante pode levar a uma degradação das propriedades isolantes do material isolante e do sistema de óleo o que poderia levar a curtos-circuitos no equipamento elétrico. Esses curtos-circuitos podem ser impedidos pela remoção do sulfeto de cobre do material isolante ou pela transformação do sulfeto de
10 cobre em compostos com menor condutividade.

De acordo com uma modalidade, o dito composto de iodo compreende iodo em forma elementar (I_2), de acordo com uma outra modalidade o dito composto de iodo compreende iodeto de hidrogênio (HI) e de acordo com uma outra modalidade o dito composto de iodo compreende iodeto de
15 alquila (R-I). Uma modalidade da presente invenção é que o composto do iodo é adicionado ao óleo isolante elétrico.

De acordo com uma modalidade da invenção o iodo é adicionado ao óleo isolante elétrico remanescente no equipamento elétrico como uma solução-estoque.
20

De acordo com uma modalidade da invenção o iodo é adicionado pela dissolução de cristais de iodo no óleo isolante elétrico no equipamento elétrico.

De acordo com uma modalidade da invenção o iodo é adicionado pela dissolução de cristais de iodo no óleo isolante elétrico no exterior do
25 equipamento elétrico.

De acordo com uma modalidade da invenção os materiais que são para serem tratados no interior do equipamento elétrico compreendem qualquer do grupo de: papel, papelão, madeira e outros materiais isolantes sólidos/fibrosos em contato com o óleo isolante elétrico.
30

De acordo com uma modalidade da invenção as superfícies que devem ser tratadas no interior do equipamento elétrico compreendem qualquer um do grupo de: condutores isolados, condutores expostos, núcleo

magnético e outras superfícies sólidas em contato com o óleo isolante elétrico.

De acordo com uma modalidade da invenção é fornecido um método que adicionalmente compreende a etapa do iodo ser adicionado na forma de vapor de iodo.

De acordo com uma modalidade da invenção é fornecido um método em que uma quantidade substancial de um óleo isolante elétrico, normalmente presente no dito equipamento elétrico, é removida e o dito iodo é adicionado na forma de vapor de iodo.

De acordo com uma modalidade da invenção é fornecido um método que, adicionalmente compreendendo a etapa do tratamento com o agente químico, é executado em uma atmosfera controlada. A atmosfera é controlada por parâmetros de controle tais como: umidade, temperatura, teor de ozônio, nitrogênio e teor de oxigênio.

De acordo com uma modalidade da invenção é fornecido um método que, adicionalmente compreende a etapa de aquecer os condutores no equipamento elétrico por uma corrente que flui através dos condutores durante o tratamento.

De acordo com uma modalidade da invenção é fornecido um método que adicionalmente compreende a etapa de subsequente ao tratamento com composto de iodo, ser executado um segundo tratamento com um agente oxidante. Em uma modalidade o agente oxidante compreende ozônio (O_3), em uma outra modalidade o agente oxidante compreende dióxido de cloro (ClO_2), ainda em uma outra modalidade o agente oxidante compreende ácido peróxido ($R-O_3H$).

De acordo com uma modalidade da invenção é fornecido um método que adicionalmente compreende a etapa de subsequente ao tratamento com composto de iodo, ser executado um segundo tratamento com um agente de construção complexo. Em uma modalidade o agente de construção complexo compreende um composto de amina dibásico orgânico ($H_2N-R-NH_2$).

De acordo com uma modalidade da invenção o agente oxidante

no segundo tratamento compreende uma mistura de oxigênio e nitrogênio que é adicionado à atmosfera controlada.

De acordo com uma modalidade da invenção, um composto de cobre, formado como um resultado do sulfeto de cobre sendo tratado com o dito agente, é deixado permanecer no enrolamento do transformador, e que o transformador é reenchido com óleo de transformador.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Os desenhos constituem uma parte desse relatório descritivo e incluem modalidades exemplares para a invenção, que podem ser incorporadas em várias formas. É para ser entendido que em alguns casos, vários aspectos da invenção podem ser mostrados exagerados ou ampliados para facilitar um entendimento da invenção.

A figura 1 é um fluxograma de uma modalidade da invenção.

A figura 2 é um fluxograma de uma outra modalidade da invenção.

A figura 3 ilustra um diagrama do processo esquemático de um método da invenção.

A figura 4 ilustra um diagrama do processo esquemático de um método da invenção.

A figura 5 é uma vista do sistema esquemático de uma modalidade da presente invenção.

A figura 6 é uma vista do sistema esquemático de uma outra modalidade da presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES

São fornecidas aqui descrições detalhadas da modalidade preferida. É para ser entendido, no entanto, que a presente invenção pode ser incorporada em várias formas. Por isso, os detalhes específicos descritos aqui não são para serem interpretados como limitantes, mas de preferência como uma base para as reivindicações e como uma base representativa para ensinar alguém versado na técnica a empregar a presente invenção virtualmente em qualquer sistema, estrutura ou maneira apropriadamente detalhado.

A figura 1 mostra um diagrama do processo esquemático do método. No bloco 30 o equipamento elétrico e o óleo isolante elétrico são preparados para o tratamento. O composto de iodo no bloco 31 é alimentado no equipamento elétrico e misturado com óleo isolante elétrico no interior do equipamento. No bloco 32 ocorre a reação de substituição (tratamento) do sulfeto de cobre em materiais e superfícies no interior do equipamento elétrico. A reação transforma o sulfeto de cobre semicondutor em materiais e superfícies no interior do equipamento elétrico principalmente para compostos de cobre não condutores. No bloco 33 o excesso ou composto de iodo não-reagido é removido.

A figura 2 mostra um diagrama do processo esquemático de um método. No bloco 1 o equipamento elétrico é colocado off-line. No bloco 2 a temperatura do óleo no equipamento elétrico é ajustada à temperatura ótima para a reação ocorrer. Da armazenagem do composto de iodo (que pode ser iodo (I_2), iodeto de hidrogênio (HI), iodeto de alquila (R-I)) no bloco 6. O composto de iodo é adicionado ao óleo isolante elétrico no equipamento elétrico e a reação ocorre no interior do equipamento elétrico no bloco 4. O excesso de composto de iodo que está deixando o equipamento elétrico durante a reação é protegido no bloco 7.

No bloco 5 está a segunda etapa de tratamento opcional que pode ser um tratamento com um agente oxidante tal como ozônio, dióxido de cloro ou um ácido peróxido. A segunda etapa de tratamento opcional no bloco 5 pode também ser uma reação entre o sulfeto de cobre tratado e um agente de construção complexo tal como um composto de amina dibásico orgânico, com a fórmula química geral $H_2N-R-NH_2$, ou um composto orgânico com pelo menos dois grupos funcionais de ácido orgânico, com a fórmula química geral $HOOC-R-COOH$. No bloco 8 o tratamento é completado e o equipamento elétrico, enchido com óleo isolante elétrico, pode ser colocado em operação outra vez.

A figura 3 ilustra um fluxograma de uma modalidade da invenção. Nesse fluxograma o óleo isolante elétrico permanece no interior do equipamento elétrico 20 e o tratamento pode começar. Um dispositivo de ar-

mazenagem de composto de iodo 21 supre o composto de iodo para ocorrer a reação. O composto de iodo é alimentado 25 no ciclo de circulação 28 da atmosfera no equipamento elétrico 20 e a atmosfera no equipamento é controlada (com respeito a parâmetros tais como; umidade, temperatura, teor de nitrogênio e de oxigênio).

5 A atmosfera com o vapor de iodo no interior do equipamento elétrico 20, que é para ser tratada, tem que ser bem misturada. Essa mistura assiste à difusão do iodo em materiais e superfícies no interior do equipamento elétrico para assegurar que a taxa de reação seja suficiente. No fluxograma é mostrada uma possibilidade de misturar a atmosfera como um ciclo de circulação 28 com uma bomba 23. O iodo não-reagido e excesso de atmosfera é removido 26 e alimentado para uma armadilha fria 22 que remove o vapor de iodo. A corrente que está deixando a armadilha fria 22 contém somente a atmosfera em excesso 27.

15 A figura 4 ilustra um fluxograma de uma modalidade da invenção. Nesse fluxograma uma quantidade substancial do óleo permanece no equipamento elétrico 10 e o tratamento pode iniciar. Uma solução-estoque de composto de iodo 11 é usada para adicionar o composto de iodo exigido para que a reação ocorra. A solução-estoque de composto de iodo é alimentada 15 para o equipamento elétrico 10 em que ela mistura com o óleo remanescente. A atmosfera sobre o óleo isolante elétrico é controlada (com respeito a parâmetros tais como: umidade, temperatura, teor de nitrogênio e oxigênio).

25 O óleo de isolamento elétrico e a solução-estoque de iodo no equipamento elétrico 10 têm que ser misturados para assistir à difusão do iodo nos materiais e superfícies no interior do equipamento elétrico para assegurar que a taxa de reação seja suficiente. No fluxograma uma possibilidade de misturar o óleo é mostrada como um misturador interno 14 dentro do equipamento elétrico 10. O composto de iodo não-reagido evapora e o excesso de atmosfera é removido 16 e alimentado para a unidade de tratamento, por exemplo, uma armadilha fria 12 que remove o vapor do composto de iodo. A corrente que está deixando a armadilha fria 12 contém somente o

excesso de atmosfera 17.

Uma outra maneira de adicionar o iodo ao óleo isolante elétrico é por adição de cristais de iodo diretamente ao óleo. Ainda uma outra maneira seria bombear o óleo em um ciclo de circulação 28 (figura 3) e passar o óleo
5 através de um leito de cristais de iodo e alimentar o óleo rico de iodo de volta para o equipamento.

A figura 5 é uma vista do sistema esquemático de uma modalidade da presente invenção. O equipamento elétrico 40 é enchido com óleo isolante elétrico para proteção elétrica e transferência de calor. De diferentes
10 fontes 41, 45 são adicionados agentes químicos ao óleo isolante. Os agentes químicos podem ser na forma de agente concentrado ou na forma de agentes dissolvidos em óleo isolante elétrico. Da fonte de composto de iodo 41 sobre uma linha de alimentação 42 para o equipamento elétrico 40, o composto de iodo é adicionado ao óleo. Algum óleo tem que ser removido,
15 por uma linha de descarga 43 para um reservatório de armazenagem 44, antes do agente, na forma de agentes dissolvidos no óleo isolante elétrico ser adicionado ao equipamento elétrico 40, para impedir transbordamento.

Da fonte do agente de construção complexo 45, o agente é também alimentado no equipamento elétrico 40 que é enchido com o óleo iso-
20 lante elétrico. A adição do agente de construção complexo pode ser executada depois do agente de substituição (composto de iodo) ter sido adicionado e reagido com o sulfeto de cobre em materiais e superfícies no interior do equipamento elétrico. A adição do agente de construção complexo pode ser executada ao mesmo tempo conforme um agente de substituição é adicio-
25 nado. O agente de construção complexo é adicionado na forma de agente dissolvido em óleo isolante elétrico. Algum óleo tem que ser removido, por uma linha de descarga 43 para um reservatório de armazenagem 44, antes do agente de construção complexo, na forma de agentes dissolvidos em ó-
leo isolante elétrico ser adicionado ao equipamento elétrico 40, para impedir
30 transbordamento.

A figura 6 é uma vista do sistema esquemático de uma outra modalidade da presente invenção. Parte do óleo isolante elétrico é tirado 53

do equipamento elétrico 50 para dentro de um reservatório de armazenagem 51. Nesse reservatório de armazenagem o agente é adicionado ao óleo extraído em forma concentrada, por exemplo, em forma líquida ou como cristais. O óleo com a quantidade certa de agentes é alimentado de volta 52 para o equipamento elétrico 50. Em uma modalidade o agente de substituição é iodo e então o iodo é adicionado ao reservatório de armazenagem 51 como cristais de iodo que dissolve lentamente no óleo isolante elétrico. O óleo no reservatório de armazenagem 51 pode ser mexido ou agitado e/ou aquecido para acelerar a dissolução de cristais de iodo. Similarmente o agente de construção complexo pode ser adicionado para puxar óleo na forma de cristais ou solução-estoque. O óleo no reservatório de armazenagem 51 é então mexido ou agitado e/ou aquecido para gerar uma solução do agente uniforme e então alimentado de volta para o equipamento elétrico 50.

Uma modalidade da presente invenção ensina que o composto de iodo é adicionado primeiro e então permitido reagir com sulfeto de cobre em materiais e superfícies no interior do equipamento elétrico por algum tempo. Quando a reação entre o composto de iodo e o sulfeto de cobre em materiais e superfícies no equipamento elétrico 50 está acabada, o agente de construção complexo é adicionado ao óleo que é alimentado para o equipamento elétrico 50.

Uma outra modalidade da presente invenção ensina que o composto de iodo é adicionado primeiro e então permitido reagir com sulfeto de cobre em materiais e superfícies no interior do equipamento elétrico por algum tempo. Quando a reação entre o composto de iodo e o sulfeto de cobre em materiais e superfícies no equipamento elétrico 50 está acabada, um agente oxidante é adicionado ao óleo que é alimentado para o equipamento elétrico 50.

Uma outra modalidade da presente invenção ensina que o composto de iodo e o agente de construção complexo são adicionados ao óleo no reservatório de armazenagem 51 ao mesmo tempo e então alimentados para o equipamento elétrico 50.

Embora a invenção tenha sido descrita em conexão com uma

modalidade preferida, não é pretendido limitar o escopo da invenção para a forma particular estabelecida, mas ao contrário, é pretendido cobrir tais alternativas, modificações e equivalentes como pode ser incluído dentro do espírito e escopo da invenção como definido pelas reivindicações em anexo.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de tratar depósitos de sulfeto de cobre em materiais e superfícies que estão em contato com o óleo isolante elétrico no interior do equipamento elétrico, caracterizado pelo fato de que ditos depósitos de sulfeto de cobre em materiais e superfícies são submetidos a tratamento com um composto iodo adicionado ao óleo isolante elétrico no equipamento elétrico e causando uma reação de substituição com o sulfeto de cobre, o método adicionalmente compreende a etapa de oxidar os produtos de reação da reação de substituição com um agente oxidante e o agente oxidante compreende um composto da lista de oxigênio, ozônio, dióxido de cloro, um ácido peróxido que é adicionado ao óleo isolante elétrico.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito composto iodo é iodo (I_2).

3. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito composto iodo é iodeto de hidrogênio (HI).

4. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito composto iodo é iodeto de alquila (R-I).

5. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o dito iodo é adicionado ao óleo isolante elétrico no equipamento elétrico como uma solução-estoque.

6. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o dito iodo é adicionado por dissolução de cristais de iodo no óleo isolante elétrico no equipamento elétrico.

7. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o dito iodo é adicionado por dissolução de cristais de iodo no óleo isolante elétrico no exterior do equipamento elétrico.

8. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, compreendendo adicionalmente a etapa de ligar os produtos de reação da reação de substituição com um agente de construção complexo.

9. Método de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o dito agente de construção complexo é um composto amina dibásico orgânico que é adicionado ao óleo isolante elétrico.

10. Sistema para tratar depósitos de sulfeto de cobre em materiais e superfícies no interior de um equipamento elétrico, caracterizado pelo fato de que o dito sistema compreende dispositivos para introduzir um composto iodo no óleo isolante elétrico no dito equipamento elétrico e o equipamento elétrico é adaptado para distribuir o composto iodo no interior do dito equipamento elétrico, o dito sistema também compreende dispositivos de armazenagem de agente oxidante e dispositivo para introduzir o agente oxidante no óleo isolante elétrico no dito equipamento elétrico e o dito agente oxidante compreende um composto da lista de oxigênio, ozônio, dióxido de cloro, um ácido peróxido.

11. Sistema de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o dito composto iodo compreende iodo, iodeto de hidrogênio ou iodeto alquídic.

12. Sistema de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o dito equipamento elétrico compreende dispositivos para receber o dito composto iodo.

13. Sistema de acordo com qualquer uma das reivindicações 10 a 12, caracterizado pelo fato de que o dito sistema compreende dispositivos de armazenagem do agente de construção complexo e dispositivos para introduzir o agente de construção complexo no óleo isolante elétrico, no dito equipamento elétrico.

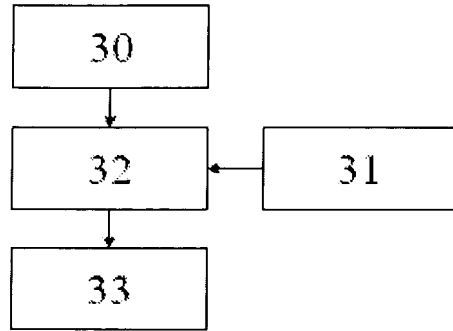


Fig 1

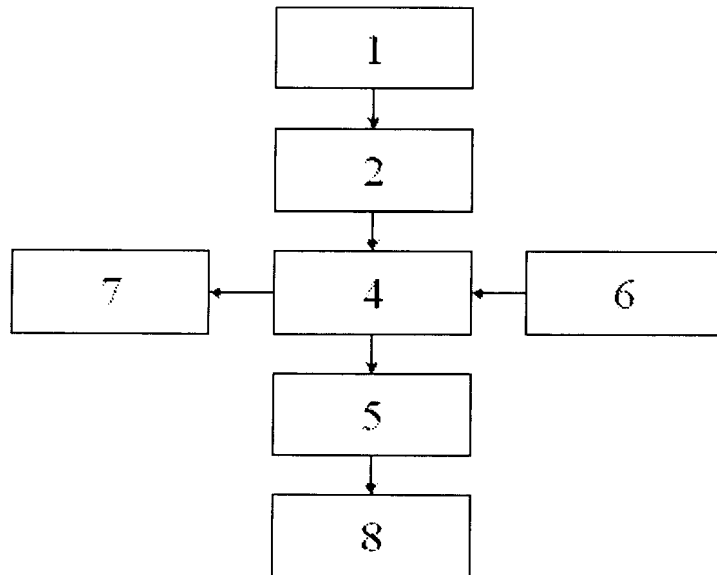


Fig 2

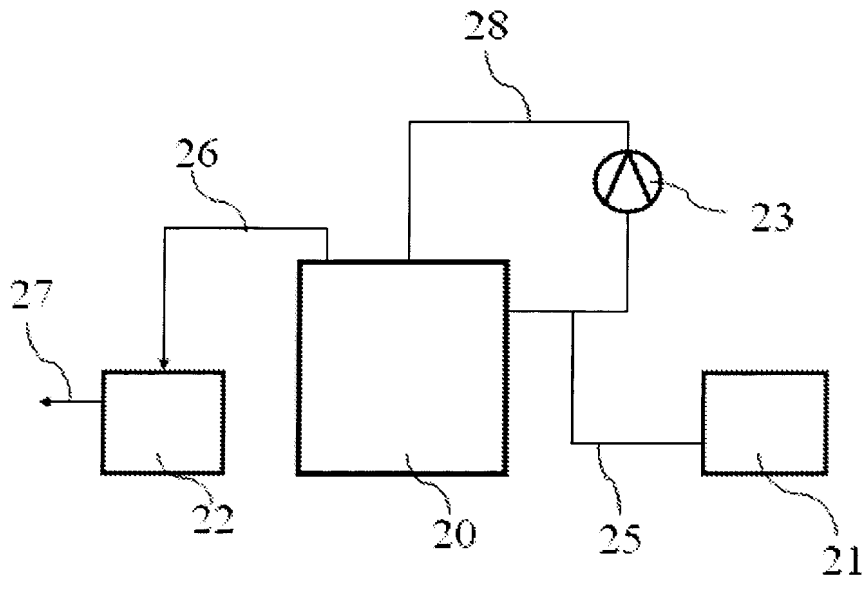


Fig 3

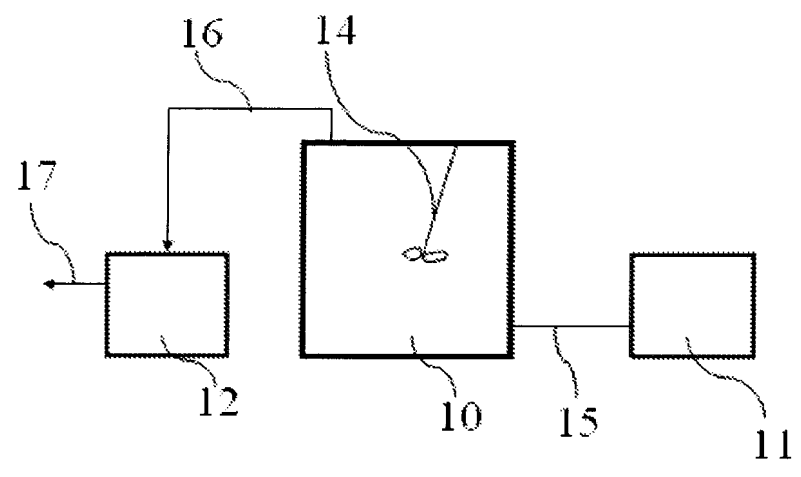


Fig 4

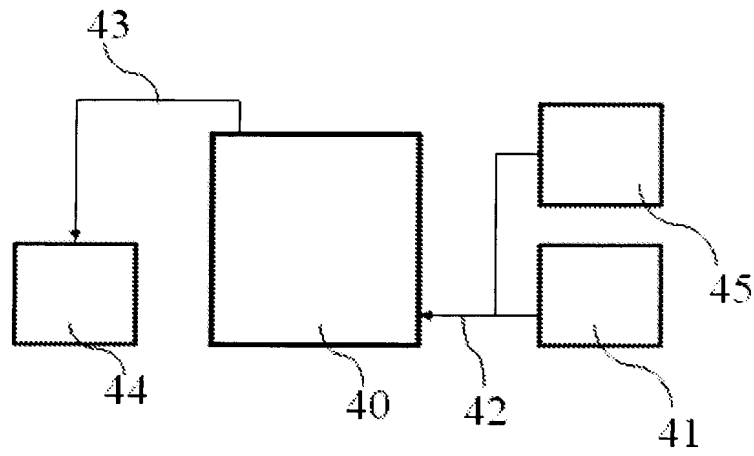


Fig 5

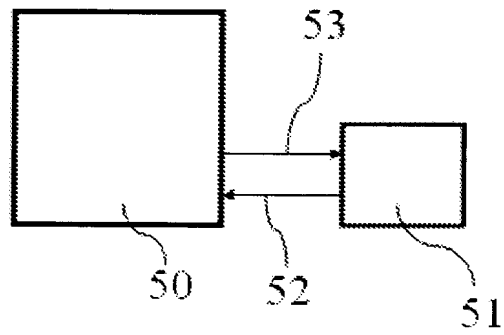


Fig 6

RESUMO

Patente de Invenção: "**MÉTODO DE REMOÇÃO DE COMPOSTOS ENXOFRE INDESEJADOS DO ÓLEO ISOLANTE DE UM EQUIPAMENTO ELÉTRICO**".

5 A presente invenção refere-se a um método de tratar depósitos de sulfeto de cobre em materiais e superfícies que estão em contato com óleo isolante elétrico no interior de um equipamento elétrico. Os depósitos de sulfeto de cobre em materiais e superfícies são submetidos a tratamento com um composto de iodo causando uma reação de substituição com o sul-

10 feto de cobre.