



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

(11) PI 0614344-0 B1

(22) Data do Depósito: 07/08/2006

(45) Data de Concessão: 25/07/2017



(54) Título: MÉTODO PARA REMOVER SO₂ DE UMA CORRENTE DE GÁS DE COMBUSTÃO
COMPREENDENDO SO₂

(51) Int.Cl.: B01D 53/50

(30) Prioridade Unionista: 18/08/2005 US 11/208432

(73) Titular(es): SOLVAY CHEMICALS INC.

(72) Inventor(es): JOHN MAZIUK, JR.

“MÉTODO PARA REMOVER SO₂ DE UMA CORRENTE DE GÁS DE COMBUSTÃO COMPREENDENDO SO₂”

[0001] A presente invenção refere-se à purificação de gases e, mais particularmente, a um método de purificar os gases de combustão que contêm gases nocivos, tais como SO₂.

[0002] Injeção de sorvente seco (DSI) tem sido usada com uma variedade de sorventes para remover SO_x e outros gases do gás de combustão. Entretanto, o DSI foi tipicamente produzido no passado em temperaturas muito mais baixas do que 204,4°C (400 °F) porque o material do equipamento, tal como meio de filtro de manga (baghouse media), não pode suportar temperaturas mais elevadas. Adicionalmente, muitos materiais sorventes sinterizam-se ou fundem-se em temperaturas próximas a ou maiores do que 204,4°C, o que os tornam menos eficazes na remoção de gases. Os produtos de reação de muitos materiais sorventes também aderem ao equipamento e dutos em temperaturas mais elevadas, o que requer freqüente limpeza do equipamento de processamento. Para operar nestas mais baixas temperaturas, os gases de combustão devem com freqüência ser esfriados antes de o sorvente ser injetado. Esta é uma etapa de processamento extra indesejável.

[0003] Assim, há necessidade de um método de injeção de sorvente que seja eficaz na remoção dos gases SO_x em elevadas temperaturas.

[0004] Em um aspecto, é provido um método para remover SO₂ de uma corrente de gás de combustão incluindo SO₂. O método inclui fornecer uma fonte de trona e injetar o trona dentro da corrente de gás de combustão. A temperatura do gás de combustão é entre 315,6°C (600°F) e 482,2°C (900 °F). O trona é mantido em contato com o gás de combustão por um tempo suficiente para reagir uma parte do trona com uma parte do SO₂, para reduzir a concentração de SO₂ na corrente de gás de combustão.

[0005] Em outro aspecto, é fornecido um sistema para a remoção de SO₂ de uma corrente de gás de combustão incluindo SO₂. O sistema inclui uma fonte de trona e uma corrente de gás de combustão. O sistema também inclui um injetor para

injetar o trona dentro da corrente de gás de combustão. A temperatura do gás de combustão é entre cerca de 315,6°C (600°F) e 482,2°C (900 °F). O sistema também inclui uma área para manter o trona em contato com o gás de combustão por um tempo suficiente para reagir uma parte do trona com uma parte do SO₂, para reduzir a concentração de SO₂ na corrente de gás de combustão.

[0006] Os parágrafos precedentes foram fornecidos como introdução geral e não se destinam a limitar o escopo das seguintes reivindicações. As formas de realização presentemente preferidas, junto com outras vantagens, serão melhor entendidas por referência à seguinte descrição detalhada, tomada em conjunto com os desenhos anexos.

[0007] A Fig. 1 é um esquemático de uma forma de realização de um sistema de dessulfurização de gás de combustão.

[0008] A Fig. 2 é um gráfico mostrando a % de remoção de SO₂, em função da relação estequiométrica normalizada (NSR) para trona e bicarbonato de sódio.

[0009] A Fig. 3 é um gráfico mostrando a % remoção de SO₂, em função da temperatura do gás de combustão (em°C) para uma concretização de um sistema de dessulfurização de gás de combustão.

[0010] A Fig. 4 mostra uma placa perfurada de um precipitador eletrostático, após operação em uma forma de realização de um sistema de dessulfurização de gás de combustão empregando trona.

[0011] A Fig. 5 mostra uma placa perfurada de um precipitador eletrostático, após operação em uma forma de realização de um sistema de dessulfurização de gás de combustão empregando bicarbonato de sódio.

[0012] A invenção é descrita com referência aos desenhos em que elementos semelhantes são referidos por numerais semelhantes. A relação e funcionamento dos vários elementos desta invenção são melhor entendidos pela seguinte descrição detalhada. Entretanto, as formas de realização desta invenção como descritas abaixo são somente como exemplo e a invenção não é limitada às formas de realização ilustradas nos desenhos.

[0013] Injeção de sorvente seco (DSI) tem sido usada como uma alternativa de

baixo custo para um sistema de purificação seca ou úmida, para a remoção de SO₂. No processo DSI, o sorvente é armazenado e injetado seco dentro do duto de combustão, onde ele reage com o gás ácido. A presente invenção fornece um método para remover SO₂ de uma corrente de gás de combustão compreendendo SO₂, preferivelmente pela injeção de um sorvente, tal como trona, dentro de uma corrente de gás de combustão, para reagir com SO₂. O trona é um mineral que contém cerca de 85 – 95 % de sesquicarbonato de sódio (Na₂CO₃· NaHCO₃· 2H₂O). Um vasto depósito de trona mineral é encontrado no sudoeste de Wyoming, próximo ao Green River. Como aqui usado, o termo “trona” inclui outras fontes de sesquicarbonato de sódio. As formas de realização em que a fonte de sesquicarbonato é trona minerada são entretanto preferidas. A expressão “gás de combustão” inclui o gás de exaustão de qualquer espécie de processo de combustão, incluindo hulha, óleo, gás natural, matéria prima de vidro etc.). O gás de combustão tipicamente inclui SO₂ juntamente com outros gases ácidos, tais como HCl, SO₃ e NO_x.

[0014] Um esquemático do processo é mostrado na Fig. 1. O forno ou combustor 10 é alimentado com uma fonte de combustível 12, tal como hulha, e com ar 14 para queimar a fonte de combustível 12. Do combustor 10, os gases de combustão são conduzidos para um trocador de calor ou um aquecedor de ar 40. A saída do trocador de calor ou aquecedor de ar 40 é conectada a um dispositivo de acumulação de particulado 50. O dispositivo de acumulação de particulado 50 remove as partículas produzidas durante o processo de combustão, tais como cinzas muito finas, do gás de combustão antes de serem conduzidas para a chaminé de gás 60 para ventilação. O dispositivo de acumulação de particulado 50 pode ser um precipitador eletrostático (ESP). Outros tipos de dispositivos de acumulação de particulado, tal como um filtro de manga, podem também ser usados para remoção de sólidos. O filtro de manga contém filtros para separar as partículas produzidas durante o processo de combustão do gás de combustão. Por causa do tamanho de partícula relativamente pequeno usado no processo, o trona pode atuar como um pré-revestimento no meio do filtro de manga.

[0015] O sistema de remoção de SO_2 inclui uma fonte de trona 30. O trona 30 preferivelmente tem um tamanho médio de partícula entre cerca de 10 microns e cerca de 40 microns, muitíssimo preferivelmente entre cerca de 24 microns e cerca de 28 microns. O trona é preferivelmente em uma forma granular seca. Uma fonte de trona adequada é trona T-200[®], que é um produto de minério trona mecanicamente refinado, disponível na Solvay Chemicals, Green River, WY. O trona T-200[®] contém cerca de 97,5 % de sesquicarbonato de sódio e tem um tamanho médio de partícula de cerca de 24 – 28 microns. O sistema de remoção de SO_2 pode também incluir um pulverizador de moinho de bolas 32, ou outro tipo de moinho, para diminuir e/ou de outro modo controlar o tamanho da partícula de trona no local.

[0016] O trona é transportado da fonte de trona 30 para o injetor 20. O trona pode ser transportado pneumaticamente ou por qualquer outro método adequado. O trona pode ser facilmente aerado para transferência pneumática. O aparelho para injetar o trona ou sesquicarbonato de sódio é esquematicamente ilustrado na Fig. 1. O aparelho de injeção de Trona 20 introduz o trona dentro da seção do duto de gás de combustão 42, que é disposta em uma posição a montante da entrada do filtro de manga e a montante do trocador de calor 40, se um trocador de calor ou pré-aquecedor estiver presente. O sistema de injeção de trona é preferivelmente projetado para maximizar o contato do trona com o SO_x na corrente de gás de combustão. Qualquer tipo de aparelho de injeção conhecido na arte pode ser usado para introduzir o trona dentro do duto de gás. Por exemplo, a injeção pode ser realizada diretamente por um edutor acionado por ar comprimido.

[0017] O processo não requer equipamento ou vaso reator de lama se o trona for armazenado e injetado seco dentro do duto de combustível 42, onde ele reage com o gás ácido. Entretanto, o processo pode também ser usado com umidificação do gás de combustão ou injeção úmida do trona. Adicionalmente, os particulados podem ser coletados úmidos através de um vaso purificador úmido existente, caso o processo seja usado para limpeza de rebarbas de neblina ácida.

[0018] A temperatura do gás de combustão varia com o local do sistema de injeção e pode também variar um tanto com o tempo durante a operação. A

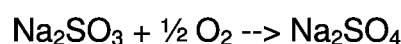
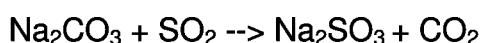
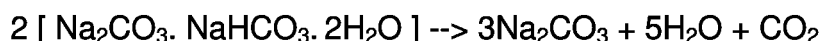
temperatura do gás de combustão, onde o trona é injetado, é entre cerca de 315,6°C (600°F) e 482,2°C (900 °F). O trona é mantido em contato com o gás de combustão por um tempo suficiente para reagir uma parte do trona com uma parte do SO₂, para reduzir a concentração do SO₂ na corrente de gás de combustão. A temperatura do gás de combustão é preferivelmente maior do que cerca de 332,2°C (630 °F) e muitíssimo preferivelmente maior do que 371,1°C (700 °F). A temperatura do gás de combustão é preferivelmente menor do que 426,6°C (800 °F) e, muitíssimo preferivelmente, menor do que cerca de 398,9°C (750 °F). A temperatura do gás de combustão é muitíssimo preferivelmente entre cerca de 371,1°C (700 °F) e cerca de 398,9°C (750 °F).

[0019] O processo pode também ser variado para controlar a temperatura do gás de combustão. Por exemplo, a temperatura do gás de combustão a montante do trona pode ser ajustada para obter-se a desejada temperatura do gás de combustão onde o trona é injetado. Adicionalmente, o ar ambiente pode ser introduzido dentro da corrente de gás de combustão e a temperatura do gás de combustão monitorada onde o trona é injetado. Outros métodos possíveis de controlar a temperatura do gás de combustão inclui utilizar trocas de calor e/ou refrigeradores a ar. O processo pode também variar o local de injeção de trona ou incluir múltiplos locais para injeção do trona.

[0020] Para a obtenção da dessulfurização, o trona é preferivelmente injetado em uma taxa com respeito à vazão do SO₂, para fornecer uma relação estequiométrica normalizada (NSR) de sódio para enxofre de entre cerca de 1,0 e 1,5. A NSR é uma medida da quantidade de reagente injetado em relação à quantidade teoricamente requerida. A NSR expressa a quantidade estequiométrica do sorvente requerido para reagir com todo o gás ácido. Por exemplo, uma NSR de 1,0 significaria que bastante material foi injetado para teoricamente produzir 100 por cento de remoção do SO₂ no gás de combustão de entrada; uma NSR de 0,5 teoricamente produziria 50 por cento de remoção de SO₂. A neutralização do SO₂ requer dois moles de sódio por um mole de SO₂ presente.

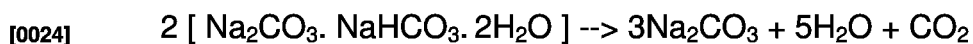
[0021] Diferente do bicarbonato de sódio, o trona não se funde a elevadas

temperaturas. Mais exatamente, o sesquicarbonato de sódio sofre rápida calcinação do bicarbonato de sódio contido para carbonato de sódio quando aquecido a ou acima de 135°C. Acredita-se que a decomposição “semelhante a pipoca” cria uma grande e reativa superfície, ao trazer o carbonato de sódio não reagido para a superfície das partículas para neutralização do SO₂. O subproduto da reação é sulfato de sódio e é coletado com cinza muito fina. A reação química do trona com o SO₂ é representada abaixo:



[0022] Os produtos de reação sólidos do trona e o SO₂ (principalmente sulfato de sódio) e carbonato de sódio não reagido podem ser coletados em um precipitador eletrostático, ou outro dispositivo de acumulação de particulados. A dessulfurização total é preferivelmente de pelo menos cerca de 70%, mais preferivelmente pelo menos cerca de 80% e muitíssimo preferivelmente de pelo menos cerca de 90%.

[0023] Em uma forma de realização, a corrente de gás de combustão compreende ainda SO₃. O trona é mantido em contato com o gás de combustão por um tempo suficiente para reagir uma parte do trona com uma parte do SO₃, para reduzir a concentração do SO₃ na corrente de gás de combustão. O SO₃ é tipicamente mais reativo com o sorvente do que o SO₂, de forma que o trona removeria o SO₃ primeiro. A reação química do trona com o SO₃ é representada abaixo:



[0026] O sistema de injeção de trona pode também ser combinado com outros sistemas de remoção de SO_x, tais como bicarbonato de sódio, cal, calcário etc., a fim de aumentar o desempenho ou remover os gases nocivos adicionais, tais como HCl, NO_x e similares.

EXEMPLOS

[0027] Um estudo foi realizado em uma planta de vidro comercial em Verona,

CA, utilizando-se um precipitador eletrostático (ESP) lateral quente e nenhum filtro de manga. O gás natural foi usado como uma fonte de combustível e a fonte de enxofre foi de matérias primas de vidro. A concentração de SO_2 no gás de combustão foi de 800 ppm. O trona usado foi T-200[®] da Solvay Chemicals. O trona foi injetado no duto utilizando-se um ventilador de ar comprimido e alimentador de câmara compressão. As vazões de trona foram medidas calibrando-se as rpm da câmara de compressão com a perda de peso de trona no depósito de armazenagem de trona. As taxas de alimentação de trona variaram de 50 a 211 libras/h (22,7 a 95,80 kg/h).

[0028] EXEMPLO 1

[0029] O trona foi injetado dentro do gás de combustão em uma temperatura de 399°C em valores NSR de 1,0, 1,2 e 1,4. A Fig. 2 mostra a % de remoção de SO_2 em função da relação estequiométrica normalizada (NSR) para trona. Por estes testes pode ser visto que trona produziu taxas de remoção de SO_2 em torno de 80% em uma NSR de 1,2. A Fig. 4 mostra uma placa perfurada de um ESP na planta de vidro, após operação do sistema de remoção de SO_2 por cinco meses empregando trona. Pode ser visto que a placa é relativamente livre de acúmulo de sólidos.

[0030] EXEMPLO 2

[0031] Como um exemplo comparativo, bicarbonato de sódio foi injetado sob as mesmas condições que no Exemplo 1 em uma NSR de 1,2. O resultado é mostrado na Fig. 2. A % de remoção de SO_2 de 72% foi significativamente menor do que aquela do trona nas mesmas temperatura e NSR. A Fig. 5 mostra uma placa perfurada de um ESP da planta de vidro após operação do sistema de remoção de SO_2 empregando bicarbonato de sódio. Pode ser visto que a placa acúmulo de sólidos significativos.

[0032] EXEMPLO 3

[0033] Trona foi injetado dentro de gás de combustão em um NSR de 1,5, em uma faixa de temperatura de 398,9°C (750 °F) a 429,4 °C (805 °F). A Fig. 3 mostra a % de remoção de SO_2 em função da temperatura do gás de combustão. Por estes testes pode ser visto que trona produziu taxas de remoção de SO_2 de até 91 % e foi

eficaz em uma larga faixa de elevadas temperaturas.

[0034] Pelos experimentos acima pode ser visto que trona foi mais eficaz do que o bicarbonato de sódio na remoção do SO_2 de uma corrente de gás de combustão em elevadas temperaturas. Assim, o sistema pode usar menor material sorvente do que um sistema de bicarbonato de sódio para obter a mesma redução de enxofre. Adicionalmente, pode ser visto que trona tinha bom desempenho em uma larga faixa de elevadas temperaturas. Finalmente, o sistema de remoção de SO_2 empregando trona teve muito menos acúmulo de sólidos nas placas perfuradas do ESP do que um sistema empregando bicarbonato de sódio.

[0035] As formas de realização descritas acima e mostradas aqui são ilustrativas e não restritivas. O escopo da invenção é indicado pelas reivindicações em vez de pela descrição precedente e desenhos anexos. A invenção pode ser personificada em outras formas específicas sem desvio do espírito da invenção. Desta maneira, estas e quaisquer outras mudanças que se situem dentro do escopo das reivindicações são destinadas a serem abrangidas por ele.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para remover SO₂ de uma corrente de gás de combustão compreendendo SO₂, caracterizado pelo fato de compreender:

- fornecer uma fonte de trona;
- injetar o trona dentro da corrente de gás de combustão, em que a temperatura do gás de combustão é entre 315,6°C (600 °F) e 482,2°C (900 °F); e
- manter o trona em contato com o gás de combustão por um tempo suficiente para reagir uma parte do trona com uma parte do SO₂, para reduzir a concentração de SO₂ na corrente de gás de combustão.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o tamanho médio de partícula do trona ser menor do que 40 microns.

3. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o tamanho médio de partícula do trona ser entre 10 microns e 40 microns.

4. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o tamanho médio de partícula do trona ser entre 24 microns e 28 microns.

5. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a temperatura do gás de combustão ser maior do que 332,2 °C (630 °F).

6. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a temperatura do gás de combustão ser maior do que 371,1 °C (700 °F).

7. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a temperatura do gás de combustão ser menor do que 426,7 °C (800 °F).

8. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a temperatura do gás de combustão ser menor do que 398,9 °C (750 °F).

9. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a temperatura do gás de combustão ser 371,1 °C (700 °F) e 398,9 °C (750 °F).

10. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o trona ser injetado em uma taxa com respeito à vazão do SO₂ para prover uma relação estequiométrica normalizada de sódio para enxofre entre 1,0 e 1,5.

11. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o trona ser injetado como um material seco.

12. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender ainda moer o trona a um tamanho médio de partícula desejado em um local próximo à corrente de gás de combustão.

13. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender ainda acumular um produto de reação do trona e do SO_2 em um precipitador eletrostático.

14. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a corrente de gás de combustão compreender ainda SO_3 , compreendendo ainda manter o trona em contato com o gás de combustão por um tempo suficiente para reagir uma parte do trona com uma parte do SO_3 , para reduzir a concentração do SO_3 na corrente de gás de combustão.

15. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender ainda ajustar a temperatura do gás de combustão a montante do trona, para obter a desejada temperatura do gás de combustão em que o trona é injetado.

16. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o ajuste compreender ainda introduzir ar ambiente dentro da corrente de gás de combustão e monitorar a temperatura do gás de combustão em que o trona é injetado.

17. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o ajuste compreender ainda controlar o fluxo de um material através de um trocador de calor em comunicação com o gás de combustão.

Fig. 1

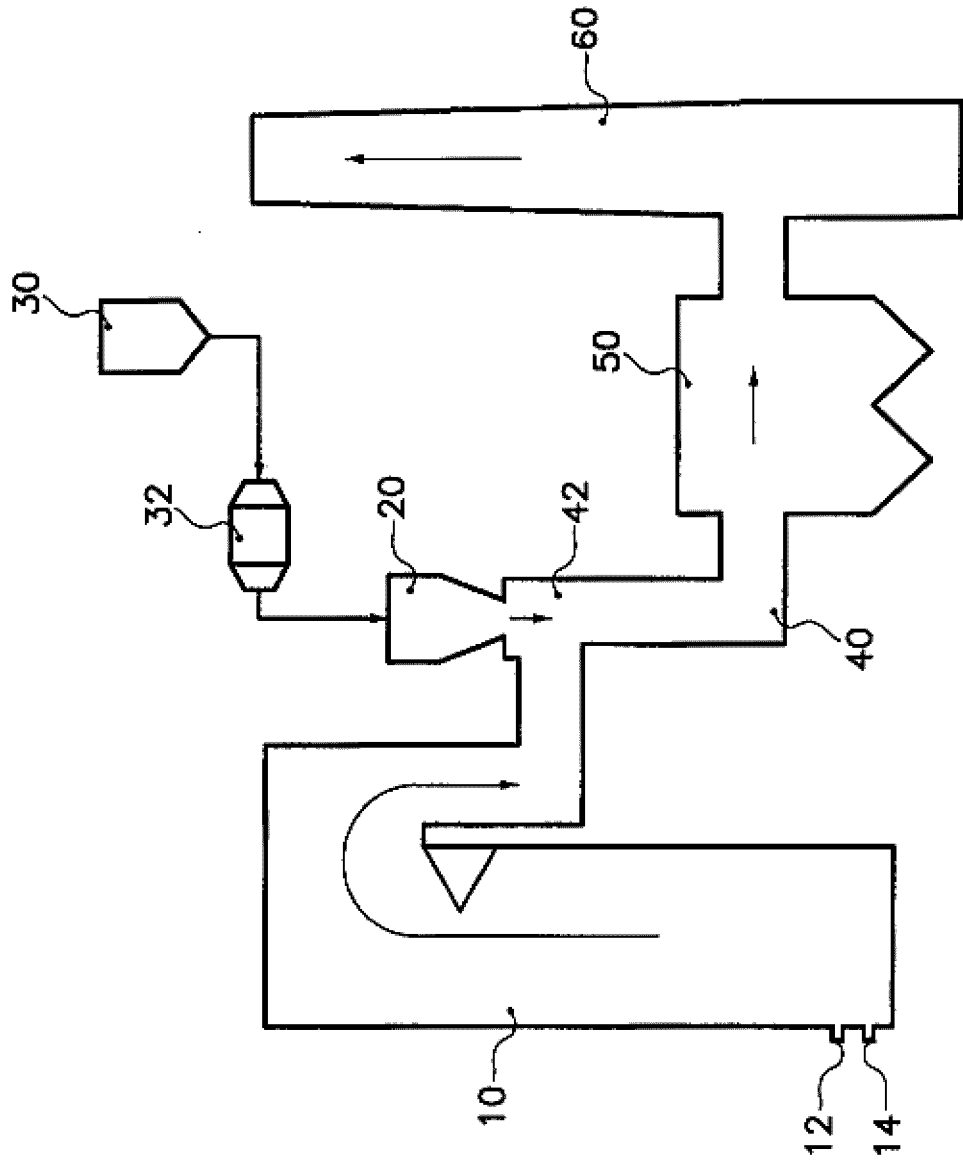


Fig. 2

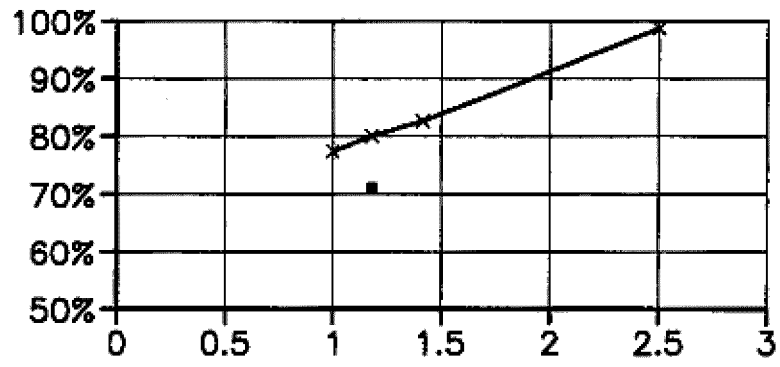


Fig. 3

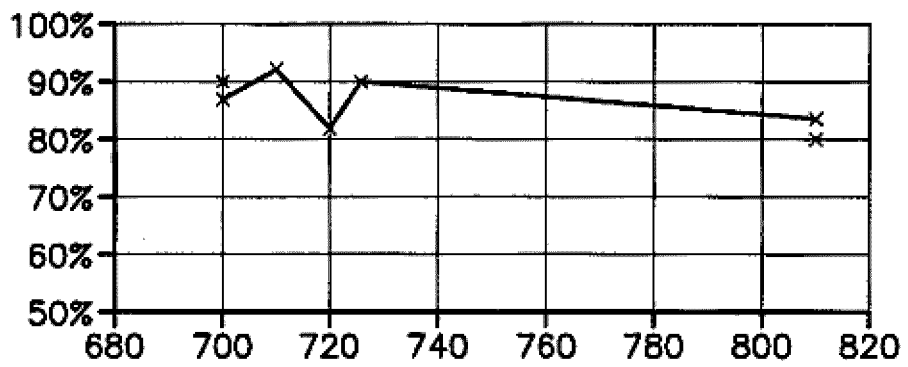


FIG. 4

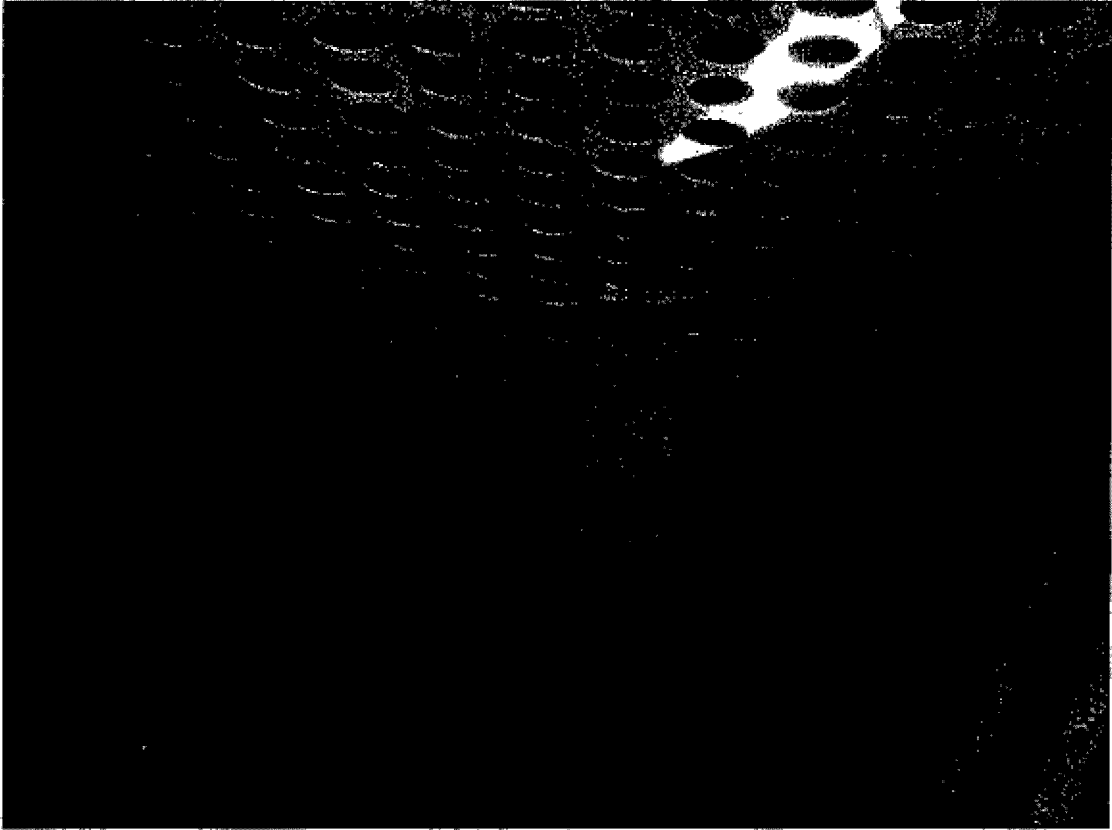


FIG. 5

