



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

(21) **PI 1010322-8 A2**

(22) Data de Depósito: 18/10/2010  
(43) Data da Publicação: 18/12/2012  
(RPI 2189)



(51) *Int.Cl.:*  
G01V 3/08  
H03K 17/95

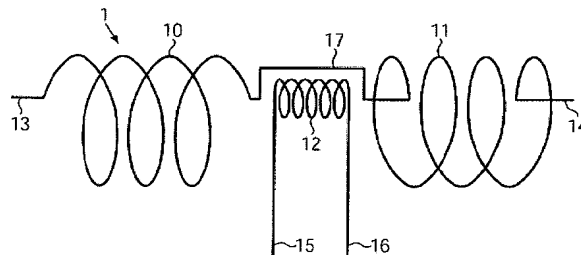
(54) **Título:** DISPOSITIVO E MÉTODO PARA A DETECÇÃO DE OBJETOS ELETRICAMENTE CONDUTORES

(30) **Prioridade Unionista:** 19/10/2009 DE 102009049821.4

(73) **Titular(es):** ICONROLS, K.S.

(72) **Inventor(es):** RALF PHILLIP SCHMIDT

(57) **Resumo:** DISPOSITIVO E MÉTODO PARA A DETECÇÃO DE OBJETOS ELETRICAMENTE CONDUTORES. A invenção refere-se a um dispositivo para a detecção de objetos eletricamente condutores com: uma primeira e uma segunda bobinas, as quais podem produzir, simultaneamente, campos magnéticos com polaridades opostas, uma terceira bobina, que é arranjada na região dos campos magnéticos opostos, e um meio eletrônico, o qual, durante e/ou depois que a alimentação da primeira e da segunda bobinas com um pulso de corrente, obtém uma tensão induzida na terceira bobina, ou que, durante a alimentação da terceira bobina com um pulso de corrente, obtém uma tensão induzida na primeira e na segunda bobinas, de modo que um objeto eletricamente condutor produz um sinal detectável na tensão induzida obtida quando presente no alcance de um dos campos magnéticos, em que o pulso de corrente compreende uma elevação em forma de degraus e/ou uma queda em forma de degraus, tal como, por exemplo, na forma de um pulso retangular.



DISPOSITIVO E MÉTODO PARA A DETECÇÃO DE OBJETOS  
ELETRICAMENTE CONDUTORES

A presente invenção está relacionada a um método e dispositivo para detecção de objetos condutores de  
5 eletricidade.

Um sensor de proximidade por indução é conhecido a partir da patente DE 41 02 542 A1. Este sensor de proximidade por indução contém um oscilador que gera um campo magnético alternado, e que altera seu estado oscilatório quando um  
10 dispositivo de disparo penetra o campo magnético, o qual é usado por um circuito de avaliação para obter um sinal de comutação para a atuação de um interruptor de carga. A mudança mensurável no estado oscilatório depende tanto das características típicas do material quanto do dispositivo de  
15 disparo e sua distância e posição em relação ao interruptor. Estes interruptores reagem, desse modo, de forma relativamente não específica a vários materiais e, essencialmente, apenas à distância entre o dispositivo de disparo e o interruptor.

20 A partir da patente DE 39 34 593 C2 um sensor é conhecido, no qual um sinal triangular é aplicado à bobina primária de modo que, de acordo com a lei de indução, um sinal retangular com a frequência do sinal triangular é produzido na saída da bobina secundária. Esta variante é  
25 usada para projetar um sensor que fornece um sinal seguro. Isto é obtido através do aumento e queda contínuos de acordo com o sinal triangular.

Além disso, a partir da patente EP 0 936 741 A1 é conhecido um sensor de proximidade por indução, o qual  
30 utiliza uma bobina única, a qual, por meio de um pulso de corrente transmitido, gera uma tensão de indução no corpo a ser comparado, o que provoca uma corrente no corpo, cuja queda depois do final do pulso de corrente induz uma tensão

na bobina, que pode ser processada de forma adequada. Os pulsos de corrente transmitidos ficam compreendidos na faixa entre 100  $\mu$ s e 200  $\mu$ s. Com este método a mesma bobina é utilizada tanto para produzir uma corrente parasita quanto para adquirir a corrente parasita em queda. Um gabinete metálico para esse sensor não deve ser ferromagnético e deve apresentar uma resistência elétrica específica relativamente alta.

O objetivo da invenção consiste na apresentação de um dispositivo e um método com o qual particularidades específicas do objeto a ser comparado, tais como, por exemplo, as propriedades do material e a composição do material ou o tamanho do objeto possam ser detectadas, de preferência (essencialmente), independentemente da distância entre o dispositivo e o objeto.

Este objetivo é alcançado com um dispositivo de acordo com a reivindicação 1 e um método de acordo com a reivindicação 12. As realizações preferidas são descritas nas reivindicações dependentes.

O dispositivo tem três bobinas, das quais duas podem ser utilizadas para produzir campos magnéticos e uma para a detecção de uma tensão, ou vice-versa, uma para produzir um campo magnético e duas para a detecção de uma tensão de indução. Além disso, o dispositivo tem um meio eletrônico, que adquire uma tensão de indução (especialmente) durante e/ou após o fornecimento de um pulso de corrente para a bobina produzindo o campo magnético. Se um objeto condutor de eletricidade estiver localizado ao alcance do campo magnético, ele produz um sinal detectável da tensão de indução adquirida. Dependendo das propriedades do material e do tamanho do objeto detectado, a tensão de indução adquirida pode apresentar características específicas. A partir daí, é

possível tirar conclusões sobre o material do objeto, a composição do material do objeto e/ou o tamanho do objeto.

A primeira e segunda bobinas podem ser enroladas em sentidos opostos ou no mesmo sentido. As duas bobinas podem ser separadas espacialmente uma da outra. Ao conectar essas bobinas apropriadamente, podem ser produzidos campos magnéticos com polaridades opostas. A primeira e segunda bobinas podem ser conectadas em série. Entretanto, elas também podem ser alimentadas (uma independente da outra) a partir de uma fonte de corrente.

Em ambos os lados do sistema de bobinas (que compreende a primeira, a segunda e a terceira bobinas) os objetos condutores de eletricidade produzem formas de sinal com sinais opostos, para que os mesmos efeitos em ambos os lados se anulem.

O pulso de corrente tem, preferivelmente, um aumento da forma de degrau e/ou uma queda em formato de degrau, tal como, por exemplo, um pulso retangular. Em uma realização preferida, o pulso de corrente tem a forma de um pulso retangular, e uma duração entre 0,1 ns e 1 ms, tal como aproximadamente entre 1  $\mu$ s e 50  $\mu$ s. Quanto mais curto é o pulso de corrente ou mais curto o aumento e/ou a queda, maior a frequência do espectro de excitação para as correntes de Foucault. Através de porções com diferentes frequências, escalas de tamanhos diferentes do objeto podem, particularmente ser diferenciadas, bem como as propriedades de materiais específicas de frequência e, portanto, é possível tirar conclusões sobre a composição do objeto condutor de eletricidade. O tempo de aumento, no qual, por exemplo, 90% do valor máximo da corrente (do aumento de formato escalonado) podem ser obtidos e/ou o tempo de queda no qual a corrente cai a partir do valor inicial até 10% da

queda de formato escalonado, pode ser menor do que 0,2 ou 0,1  $\mu$ s.

O efeito indutivo produzido na terceira bobina pela primeira e segunda bobinas ou o efeito indutivo produzido pela terceira bobina na primeira e segunda bobinas se anulam entre si, pelo menos parcialmente. De preferência, isso ocorre em pelo menos 90% ou 99% dos casos. O efeito de compensação pode ser tal que, com a ausência do objeto condutor de eletricidade a ser detectado, a tensão de indução obtida é essencialmente nula. Isso leva a uma maior sensibilidade do dispositivo de detecção, pois cada presença de um objeto condutor de eletricidade produz uma tensão de indução diferente de zero ou uma tensão de indução que difere de uma tensão de referência.

Se a tensão de indução produzida na primeira e na segunda bobinas for adquirida, então essas duas bobinas são preferivelmente conectadas de forma que suas tensões de indução se compensem mutuamente, pelo menos parcialmente, preferencialmente em pelo menos 90% ou 99%, com o que preferencialmente a compensação ocorre de tal forma que, com a ausência de um objeto condutor de eletricidade a ser detectado, a soma das duas tensões de indução seja essencialmente zero.

De preferência, a variação da tensão de indução produzida é comparado em vários momentos (aquisição dependente do tempo), durante e/ou após o pulso de corrente. Assim, para cada pulso de corrente, por exemplo, mais ou menos cinco, mais ou menos dez ou mais ou menos cem medições podem ser adquiridas.

Em um caso particular, um, dois, três ou mais pontos máximos e/ou mínimos e/ou pontos de inversão e/ou intersecções com o eixo (pontos característicos) da tensão de indução adquirida são determinados no curso comparado

dependente do tempo da tensão de indução. Como critério para a avaliação da detecção de um objeto condutor de eletricidade, o intervalo de tempo entre o máximo e/ou mínimo e/ou ponto de inversão e/ou intersecção com o eixo pode ser  
5 determinado, por exemplo. Estes sinais têm a vantagem de serem essencialmente independentes da distância entre o dispositivo e o objeto condutor de eletricidade a ser detectado.

O nível de sinal é diferente a diferentes  
10 distâncias, mas às vezes, por exemplo, entre o máximo/mínimo e zero são (essencialmente) independentes da distância. Além disso, vários pontos característicos podem ser determinados por um pulso de corrente, tal como um máximo e um mínimo ou vários máximos ou vários mínimos ou ainda vários intersecções  
15 com o eixo. Aqui, vários intervalos de tempo entre vários (neste caso, pelo menos três) pontos característicos dessa natureza podem ser determinados e/ou os tempos entre o início do pulso de corrente e os diversos pontos característicos.

Além disso, a duração desde o início de um pulso de  
20 corrente até ser atingido um máximo/mínimo ou um valor de intersecção com o eixo ou ainda um ponto de inversão pode ser empregada para caracterizar o objeto condutor de eletricidade detectado.

Além disso, a diferenciação entre objetos pequenos  
25 e grandes é possível com critérios dessa natureza. Por exemplo, partículas de metal produzidas por respingos de solda podem ser diferenciadas de grandes objetos condutores de eletricidade, tais como, por exemplo, placas de metal, a fim de detectar um mau funcionamento dos sensores, ou  
30 deposição de sujeira sobre os mesmos.

Além disso, ou, alternativamente, às características temporalmente determinadas desta natureza, outras características, tais como, por exemplo, os valores

absolutos para um máximo/mínimo ou ponto de inversão podem ser empregadas.

Na região da primeira ou da segunda bobinas, um, dois ou mais objetos condutores metálicos podem ser  
5 considerados partes que constituem o dispositivo. Com estes objetos/este objeto, é possível produzir o equilíbrio da tensão de indução e/ou também a especificação de um objeto de referência. Para equilibrar a tensão de indução produzida, por exemplo, um parafuso ou pino pode ser empregado, o qual  
10 se projeta com maior ou menor amplitude na faixa de um campo magnético e, assim, por exemplo, pode ser usado para a anulação da tensão de indução produzida. Para a anulação, o parafuso ou pino pode ser ajustado até que um sinal desejado (por exemplo, um sinal balanceado em zero) é produzido. De  
15 preferência, para obter o equilíbrio ou a anulação, nenhum objeto condutor de eletricidade a ser detectado deverá estar presente. Com a presença de um contorno condutor de eletricidade interferente (tal como, por exemplo, devido às peças metálicas de uma máquina, construída em / sobre o  
20 sensor) a influência do contorno de interferência metálica pode ser reduzida ou totalmente eliminada. Desta forma, os sensores com o mesmo tipo de construção podem ser fabricados para diferentes finalidades de aplicação (componentes instalados), que podem, no entanto, ser equilibrados em zero  
25 de acordo com a aplicação ou de acordo com o contorno de interferência.

Além disso, com um objeto desta natureza um objeto de referência pode ser criado, de modo que, com a presença de um objeto condutor de eletricidade idêntico, ou muito  
30 semelhante, a ser detectado, um sinal nulo é produzido. Isto é, por exemplo, particularmente vantajoso na detecção de determinadas moedas. Somente quando o objeto condutor de eletricidade a ser detectado é mais ou menos idêntico ao

objeto de referência especificado que a aplicação do pulso de corrente produz um sinal nulo ou um sinal predeterminado e, se o objeto condutor de eletricidade a ser detectado for diferente do objeto de referência, um sinal diferente de zero ou um sinal que diverge do sinal predeterminado é produzido, o qual pode ser adequadamente avaliado, a fim de discriminar objetos condutores de eletricidade a serem detectados, particularmente moedas. Neste contexto, a indução de tensão produzida pode ser adquirida em vários momentos ou apenas em um determinado momento após a aplicação ou desativação do pulso de corrente.

Se um objeto de referência for provido como parte integrante do dispositivo, então o equilíbrio ou a anulação pode ocorrer através de um parafuso, pino ou um objeto apropriado para que o equilíbrio possa ocorrer, contanto que um objeto condutor de eletricidade a ser detectado esteja presente, o qual é idêntico ao objeto de referência e é disposto na posição de teste para os objetos a serem detectados posteriormente.

Ao invés de uma moeda, outros objetos condutores de eletricidade também podem ser comparados com os objetos de referência. Trata-se, por exemplo, de objetos que estão sujeitos à abrasão ou desgaste e seu grau de abrasão ou desgaste deve ser comparado. Para isso, um objeto não tenha sofrido abrasão ou desgaste deve ser comparado a um objeto a ser examinado. Por exemplo, capas de eletrodos, que são encaixadas nos eletrodos de equipamentos de solda e são limpos de tempos em tempos, por exemplo, por raspagem, por meio do que eles são desgastados, podem ser medidos e ter o seu grau de desgaste determinado.

Para influenciar a tensão de indução produzida, uma ou várias outras bobinas adicionais podem ser providas, as quais podem ser usadas, por exemplo, para produzir uma

anulação. As bobinas podem ser conectadas à primeira e/ou à segunda bobina em série ou paralelo ou conectadas separadamente, por exemplo, a uma fonte de corrente, ou colocadas em curto-circuito através de uma resistência ou um  
5 circuito.

A terceira bobina também pode ser dividida em duas partes, por meio do que a terceira bobina compreende então duas partes da bobina, das quais, por exemplo, uma será designada à primeira bobina e a outra à segunda bobina. Aqui,  
10 as duas partes da bobina podem ser enroladas juntas em um núcleo de bobina, ou também cada qual em um núcleo de bobina individual. As duas partes da bobina são conectadas, por exemplo, em série. A terceira bobina também pode, no entanto, ser composta como uma peça única, ou seja, por exemplo,  
15 enrolada em um núcleo de bobina.

De preferência, o dispositivo compreende uma parte de gabinete de metal ou um gabinete totalmente de metal. Assim, é possível utilizar o sensor também em ambientes com uma atmosfera ambiente agressiva, tal como, por exemplo,  
20 vapores ácidos ou alcalinos.

A parte de gabinete de metal ou o gabinete totalmente de metal podem ser produzidos a partir de qualquer aço inoxidável ou metal não-ferroso. A detecção é também possível através de aço inoxidável ou de metais não-ferrosos,  
25 com o que não há nenhuma restrição, por exemplo, a metais com alta resistência ôhmica. A face frontal do sensor, isto é, a superfície voltada para o objeto a ser detectado, ou a sua posição de detecção, pode ser produzida a partir de aço inoxidável ou de metal não-ferroso. A detecção de objetos  
30 condutores de eletricidade também é possível através de materiais desta natureza. Contudo, dependendo da aplicação, um ou outro metal pode ser preferido como gabinete (parte), com o que a seleção do metal pode depender do tipo de

detecção e também das condições ambientais do sensor (gases ou líquidos circundantes, temperatura, pressão, etc.).

O dispositivo pode ser formado particularmente como um sensor de proximidade ou para a detecção de diversos materiais, para a detecção de moedas ou para a detecção do nível de abrasão ou desgaste em objetos. Como um sensor de proximidade, o dispositivo pode ser instalado subjacente à superfície, pois os sinais detectados independem da distância do sensor. A instalação subjacente à superfície facilita uma boa proteção do dispositivo contra danos.

Assim, de acordo com a invenção, pode ser provido um dispositivo, por exemplo, tal como uma máquina, que compreende um dispositivo para a detecção de objetos condutores de eletricidade, que é instalado subjacente à superfície.

Com o método para a detecção de objetos condutores de eletricidade, um pulso de corrente é aplicado a uma primeira e uma segunda bobinas, as quais produzem campos magnéticos de polaridades opostas, por meio do que a tensão de indução produzida na terceira bobina é adquirida.

Ao invés disso, também é possível aplicar um pulso de corrente na terceira bobina e adquirir a tensão de indução na primeira e segunda bobinas. A tensão de indução é adquirida, de preferência, em uma faixa de tempo durante e/ou após a aplicação do pulso de corrente para a detecção do objeto condutor de eletricidade. O pulso de corrente compreende um aumento de degrau ou uma queda de formato de degrau, tal como, por exemplo, em formato de um pulso retangular.

Realizações particulares da invenção são explicadas com base nas figuras anexas. A seguir são ilustradas:

Figura 1 - vários métodos de conexão da primeira, segunda e terceira bobinas;

Figura 2 - os campos magnéticos produzidos;

Figura 3 - um diagrama esquemático do dispositivo;

Figura 4 - sinais de corrente e tensão;

5        Figura 5 - uma ilustração esquemática dos campos magnéticos na presença de um objeto condutor de eletricidade;

Figura 6 - uma variante preferida do dispositivo em uma ilustração esquemática; e

10        Figuras 7a, 7b - um modo alternativo de construção do dispositivo.

A Figura 1 ilustra esquematicamente um dispositivo 1 para detecção de um objeto condutor de eletricidade. Uma primeira bobina 10 e uma segunda bobina 11 são ilustradas, as  
15        quais são conectadas em série por meio da conexão 17. As duas bobinas são enroladas em sentido contrário de forma que uma corrente, que flui do terminal 13 ao terminal 14, produz um campo magnético orientado para a direita e um campo magnético orientado para a esquerda.

20        Na região compreendida entre as bobinas 10 e 11, uma outra bobina 12 é posicionada, com a qual uma tensão de indução produzida pode ser adquirida. Esta tensão pode ser canalizada entre os terminais 15 e 16.

A bobina de 12 é aqui disposta em uma região que é  
25        permeada pelos campos magnéticos que podem ser produzidos pelas bobinas 10 e 11.

Na Figura 1b é mostrada uma variante na qual as bobinas 10 e 11 são enroladas na mesma direção, mas devido a uma conexão 18 diferente, a corrente flui em sentidos  
30        diferentes (opostos) nas duas bobinas, de modo que campos magnéticos também são aqui produzidos com polaridades opostas quando uma corrente flui do terminal 13 ao terminal 14. As bobinas podem ser conectadas a uma fonte de energia

independentemente uma da outra. Então, aqui, elas não são conectadas em série.

O número de voltas mostrado nas Figuras 1a e 1b é apenas mostrado esquematicamente. De preferência, os números de voltas nas bobinas 10 e 11 são idênticos ou não diferem em mais do que 5% ou 1%. No entanto, variantes também podem ser providas nas quais os números de voltas diferem em até 50% ou 80%. O efeito sobre os sinais gerados pode ser estabilizado por compensação eletrônica adequada ou por anulação apropriada.

Ao invés de aplicar uma corrente aos terminais 13 e 14, uma corrente para produzir um campo magnético pode ser aplicada aos terminais 15 e 16 da bobina 12. Neste caso, uma tensão de indução pode ser canalizada entre os terminais 13 e 14. Para o caso do campo magnético da bobina 12, que pode se propagar sem restrições e simetricamente, a tensão de indução que surge nos terminais 13 e 14 é nula, devido aos enrolamentos no sentido oposto na Figura 1a ou ao circuito conectado ao contrário mostrado na Figura 1b.

As tensões de indução produzidas nas bobinas 10 e 11 também podem ser adquiridas independentemente uma da outra. Aqui, as conexões 17 ou 18 são omitidas e as tensões de indução das duas bobinas são canalizadas separadamente para cada bobina. Os respectivos terminais das duas bobinas podem ser alimentados por um circuito diferencial, que fornece ou amplifica o diferencial das tensões de indução como um sinal de saída, tal como, por exemplo, na forma de um amplificador diferencial.

A figura 2 mostra o dispositivo 1 seccionado. A bobina 12 é posicionada entre as bobinas 10 e 11. Na Figura 2, o campo magnético 20 produzido pela bobina 10 é ilustrado, bem como o campo magnético 21 produzido pela bobina 11, quando a corrente passa através dessas bobinas.

Como se pode observar na Figura 2, os campos magnéticos dessas duas bobinas se opõem um ao outro de modo que, quando esses campos magnéticos são produzidos sem outras influências, é na bobina 12 é obtida uma tensão de indução  
5 cuja soma é zero.

A estrutura de um dispositivo 1 é ilustrada esquematicamente na Figura 3. Além das bobinas 10, 11 e 12, um meio eletrônico 25 é mostrado, o qual fornece corrente às bobinas com os terminais correspondentes 28 ou pode canalizar  
10 as tensões de indução correspondentes.

O meio eletrônico 25 pode ser conectado aos terminais externos 26 e 27. Estes terminais podem ser usados, por exemplo, para o fornecimento de energia ao dispositivo 1 ou do meio eletrônico 25, ou para a emissão de um sinal de  
15 medição.

As bobinas 10, 11 e 12 podem ser enroladas em um núcleo de bobina que é não-magnético ou também de material magnetismo brando, tal como, por exemplo, um núcleo de ferrite.

Exemplos de sinais de corrente e tensão são  
20 ilustrados na Figura 4. Na Figura 4a um pulso retangular de corrente é mostrado, no qual durante o tempo T1 flui uma corrente de uma intensidade específica. Esta corrente flui, por exemplo, entre os terminais 13 e 14 do arranjo de bobinas nas Figuras 1a e 1b ou também entre os terminais 15 e 16 das  
25 Figuras 1a e 1b.

Contanto que nenhum objeto condutor de eletricidade a ser detectado esteja presente, uma tensão de indução mensurável pode surgir, tal como ilustrado na Figura 4b, ou  
30 seja, um sinal nulo constante que não é influenciado pelo pulso de corrente.

Com a presença de um objeto condutor de eletricidade surge uma tensão de indução, tal como ilustrado

na Figura 4c, como um exemplo. Durante o pulso de corrente no tempo  $T_1$ , a tensão induzida  $U$  medida apresenta um perfil temporal característico. Este perfil pode, por exemplo, ser avaliado pela determinação do valor máximo  $M$  e de intersecção com o eixo  $N$  ou ainda outros pontos característicos, tais como o ponto de inversão ou aspectos semelhantes. Por exemplo, para caracterizar este perfil o período  $\Delta t$  pode ser determinado, o que resulta no intervalo de tempo entre o valor máximo  $M$  e o valor de intersecção com o eixo  $N$ , ou seja,  $\Delta t = t_N - t_M$ . Além disso, o tempo do início do pulso de corrente até o ponto de inversão pode ser usado para caracterizar o perfil.

A tensão de indução também pode apresentar um valor mínimo ao invés de um valor máximo, com o que, por exemplo,  $\Delta t$  é fornecido como o intervalo de tempo entre o mínimo e uma intersecção com o eixo.

Além da determinação de  $\Delta t$ , tal como mostrado na Figura 4c, o tempo da aplicação do pulso de corrente até a obtenção do valor máximo  $M$  também pode ser determinado, ou outros tempos característicos.

Além disso, o valor absoluto no ponto máximo da tensão  $U$  pode ser considerado para a avaliação da tensão de indução.

Também é possível determinar a tensão de indução em um determinado momento após o início do pulso de corrente ou em vários momentos, e a partir dos valores absolutos da tensão de indução ou do sinal emitido em vários tempos é possível tirar conclusões sobre as características do objeto condutor de eletricidade 30.

Na Figura 5 é mostrado que o campo magnético 31 da bobina 11 pode ser influenciado pela presença de um corpo condutor de eletricidade 30 a ser detectado. Conforme ilustrado na Figura 5, a seta 32 é maior do que a seta 31. A

seta 32 representa o campo magnético produzido pela bobina 10. Devido às diferentes influências dos campos magnéticos 32 e 31 pelas bobinas 10 e 11, a simetria é quebrada, resultando na produção de uma tensão de indução na bobina 12. A tensão  
5 de indução produzida na bobina 12 exhibe características típicas (particularmente sinais temporais característicos), que fornecem informações sobre a condição do objeto 30.

Conforme já mencionado anteriormente, ao invés da produção dos campos magnéticos pelas bobinas 10 e 11, o campo  
10 magnético também pode ser produzido pela bobina 12, com o que esse campo magnético acaba ficando assimétrico, devido à presença do objeto 30, de modo que na bobina 11 é produzida uma tensão de indução diferente daquela da bobina 10, a qual, com a conexão apropriada (vide as Figuras 1a e 1b), não  
15 conduz à completa compensação ou cancelamento das duas tensões de indução, mas, ao invés disso, a uma tensão de indução diferente de zero.

Na Figura 6, o dispositivo 1 para a detecção de um objeto condutor de eletricidade é ilustrado, por meio do que  
20 um objeto de referência 35 é provido à esquerda do arranjo de bobinas. Se um objeto condutor eletricamente idêntico 36 ou um quase do mesmo tipo for posicionado na extremidade direita do sistema de bobinas, então, com a aplicação de um pulso de corrente nas bobinas 10 e 11, é produzida uma tensão de  
25 indução pela bobina 12 que é igual a zero. Se, contudo, um tipo diferente de objeto condutor de eletricidade, tal como, por exemplo, aquele que é ilustrado pela linha tracejada 37, for colocado contra o arranjo de bobinas, uma tensão de indução diferente de zero é produzida, o que indica que o  
30 objeto condutor de eletricidade a ser detectado não é idêntico ou semelhante ao objeto condutor de eletricidade 35.

Por todo o relatório descritivo de um objeto condutor de eletricidade 35 de referência, um objeto condutor

de eletricidade 36 a ser examinado pode ser comparado para uma grande variedade de características no que diz respeito ao objeto de referência. Cada desvio na composição do material, tamanho, etc., leva a uma tensão de indução diferente de zero. Com diferenças nos objetos 35 e 36, também podem ocorrer sinais temporais característicos na tensão de indução. A tensão de indução também pode apresentar valores máximos e/ou mínimos e/ou intersecções com o eixo ou pontos de inversão, que podem ser detectados e avaliados para quantificar a diferença entre os dois objetos. Aqui, ambos os intervalos de tempo entre os valores máximos e/ou mínimos e/ou intersecções com o eixo e/ou pontos de inversão e/ou valores de tensão nestes pontos podem ser avaliados. Além disso, o tempo de ocorrência de um valor máximo/mínimo / intersecção com o eixo / ponto de inversão pode ser avaliado a partir da aplicação do pulso de corrente.

Se os dois objetos, 35 e 36 forem idênticos e arrançados simetricamente em relação ao arranjo de bobinas e se as bobinas 35 forem idênticas e arrançadas simetricamente, então, com a aplicação de um pulso de corrente de mesma amplitude a ambas as bobinas, um sinal temporal constante igual a zero é obtido. Qualquer desvio a partir disso indica que há uma diferença entre os dois objetos. Ao invés de produzir um sinal nulo, o arranjo de bobinas ou o suprimento de corrente das bobinas pode ser tal que mesmo com objetos idênticos 35 e 36, um nível estável temporal da tensão de indução é produzido, o qual é diferente de zero (referência). Qualquer desvio adicional de uma referência dessa natureza em uma tensão de indução adquirida então indica, no entanto, uma diferença entre os objetos.

Através da comparação de dois objetos de 35 e 36 é possível verificar a falsificação de moedas, bem como determinar o grau de abrasão ou desgaste em objetos usados ou

desgastados. Assim, por exemplo, o grau de desgaste das soldas das capas dos eletrodos também pode ser examinado.

Conforme mencionado anteriormente, um processo de medição pode ser executado, no qual uma corrente é aplicada à bobina 12 e determinada a tensão de indução que surge nas bobinas 10 e 11.

As Figuras 7a e 7b ilustram um método alternativo de construção para o dispositivo para a detecção de objetos condutores de eletricidade, onde a bobina 11 é provida dentro da bobina 10 e a bobina 12 é arranjada entre as bobinas 10 e 11. As várias bobinas estão aqui arranjadas uma atrás da outra em uma direção radialmente para fora. Neste contexto, a segunda e terceira bobinas podem ser providas total ou parcialmente dentro da região espacial circundada pela primeira bobina. A Figura 7a mostra um corte através do arranjo de bobinas ilustrado na Figura 7b em uma vista plana.

Além disso, nesta configuração, a detecção de objetos condutores de eletricidade é possível com os mesmos métodos de diferenciação.

Em todas as figuras, as bobinas 10, 11 e 12 também podem ser redondas ou anguladas, de modo que um enrolamento, por exemplo, pode ter formato circular, quadrado ou retangular.

REIVINDICAÇÕES

1. DISPOSITIVO PARA A DETECÇÃO DE OBJETOS ELETRICAMENTE CONDUTORES, caracterizado pelo fato de compreender:

5           uma primeira e uma segunda bobinas (10, 11), as quais podem produzir campos magnéticos (20, 21) simultaneamente com polaridades opostas, e

          uma terceira bobina (12), a qual é arranjada na região dos campos magnéticos opostos, e

10           um meio eletrônico (25) que, durante e/ou depois da alimentação da primeira e da segunda bobinas (10, 11) com um pulso de corrente, obtém uma tensão induzida na terceira bobina (12), ou obtém uma tensão induzida na primeira e na segunda bobinas (10, 11) durante a alimentação da terceira  
15 bobina (12) com um pulso de corrente,

          de modo que um objeto eletricamente condutor (30), quando presente no alcance de um dos campos magnéticos, produz um sinal detectável na tensão induzida obtida,

          em que o pulso de corrente compreende uma elevação  
20 na forma de degrau e/ou uma queda na forma de degrau, tal como, por exemplo, na forma de um pulso retangular.

2. DISPOSITIVO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a primeira e a segunda bobinas são enroladas em direções opostas ou na mesma direção.

25           3. DISPOSITIVO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que o pulso de corrente tem a forma de um pulso retangular com uma duração entre 0,1 ns e 1 ms, tal como entre aproximadamente 1  $\mu$ s e 50  $\mu$ s.

30           4. DISPOSITIVO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que os efeitos da indução produzidos na terceira bobina pela primeira e segunda bobinas se compensam pelo menos

parcialmente, preferivelmente em pelo menos 90% ou 99%, por meio do que, preferivelmente, a soma das tensões induzidas é essencialmente igual a zero quando o objeto eletricamente condutor (30) a ser detectado não está presente, ou as  
5 tensões induzidas produzidas pela terceira bobina (12) na primeira e na segunda bobinas (10, 11) são obtidas de maneira tal que as duas tensões induzidas se compensam mutuamente, pelo menos parcialmente, de preferência em até 90% ou 99%, em que preferivelmente a soma das duas tensões induzidas é  
10 essencialmente igual a zero quando o objeto eletricamente condutor a ser detectado (30) não está presente.

5. DISPOSITIVO, de acordo com uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que o meio eletrônico (25) é formado de maneira tal que a excursão do  
15 valor da tensão induzida produzida é obtido em vários momentos.

6. DISPOSITIVO, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o meio eletrônico (25) é concebido de maneira tal que é determinado o instante, no  
20 tempo de um limiar máximo (M) e/ou mínimo e/ou nulo (N) e/ou um instante de inversão da tensão induzida produzida em que, preferivelmente, o intervalo de tempo ( $\Delta t$ ) é determinado entre um limiar máximo, ou mínimo, e nulo, ou entre o início do pulso de corrente e um limiar máximo ou mínimo ou nulo.

25 7. DISPOSITIVO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que na região da primeira ou da segunda bobina (10, 11) é dado um objeto condutor metálico (35) como parte constituinte do dispositivo, com o qual, por exemplo, o equilíbrio da tensão  
30 induzida produzida é possível ou a especificação de um objeto de referência (35), ou a influência de um contorno de interferência, podem ser reduzidas ou equilibradas em zero.

8. DISPOSITIVO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que são dadas uma ou várias bobinas adicionais, as quais podem ter influência na tensão induzida produzida.

5 9. DISPOSITIVO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que o dispositivo compreende uma peça de revestimento de metal ou um revestimento de metal integral (29), em que o revestimento de metal integral (29) engloba, pelo menos, a primeira, a  
10 segunda e a terceira bobinas e, possivelmente, parte do meio eletrônico (25) ou o meio eletrônico completo (25), em que a peça metálica de revestimento ou o revestimento metálico integral compreendem metal não-ferroso ou aço inoxidável, ou são manufaturados a partir destes.

15 10. DISPOSITIVO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de que o dispositivo é concebido como um interruptor de proximidade ou como um dispositivo para a detecção de vários materiais, como um dispositivo de detecção de moedas ou como um dispositivo  
20 para obter um nível de abrasão ou desgaste.

11. MÉTODO PARA A DETECÇÃO DE OBJETOS ELETRICAMENTE CONDUTORES, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

- aplicação de um pulso de corrente em uma primeira  
25 e uma segunda bobinas (de 10, de 11), em que estas bobinas produzem campos magnéticos (20, 21) com polaridades opostas, e a obtenção de uma tensão induzida produzida desse modo em uma terceira bobina (12), ou

- aplicação de um pulso de corrente a uma terceira  
30 bobina (12) e a obtenção da tensão induzida produzida desse modo em uma primeira e uma segunda bobinas (10, 11), e

- avaliação da tensão induzida obtida em uma faixa de tempo durante a aplicação do pulso de corrente para a detecção do objeto eletricamente condutor (30),

em que o pulso de corrente compreende uma elevação  
5 na forma de degraus e/ou uma queda na forma de degraus, tal  
como, por exemplo, na forma de um pulso retangular.

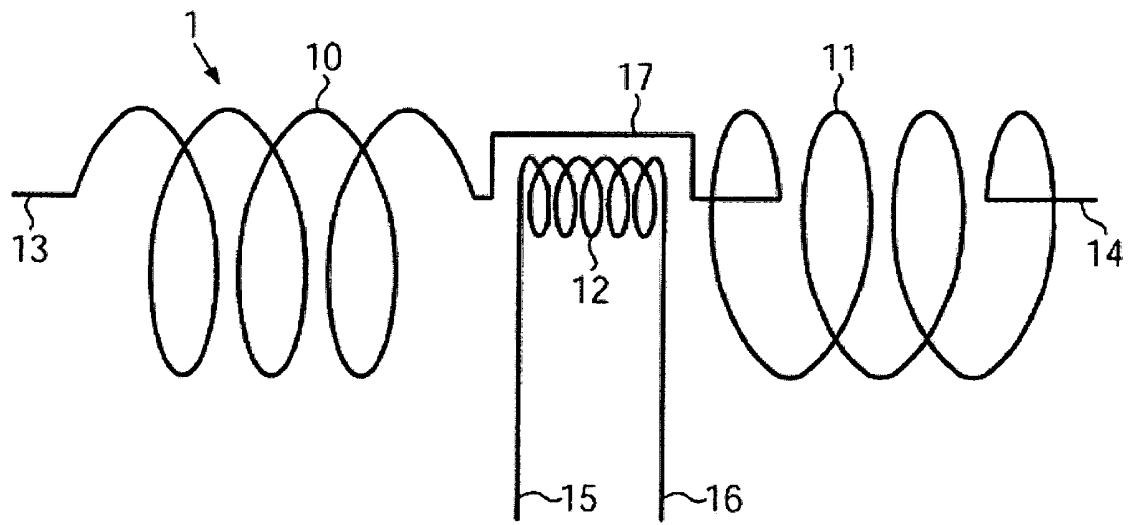


FIG. 1a

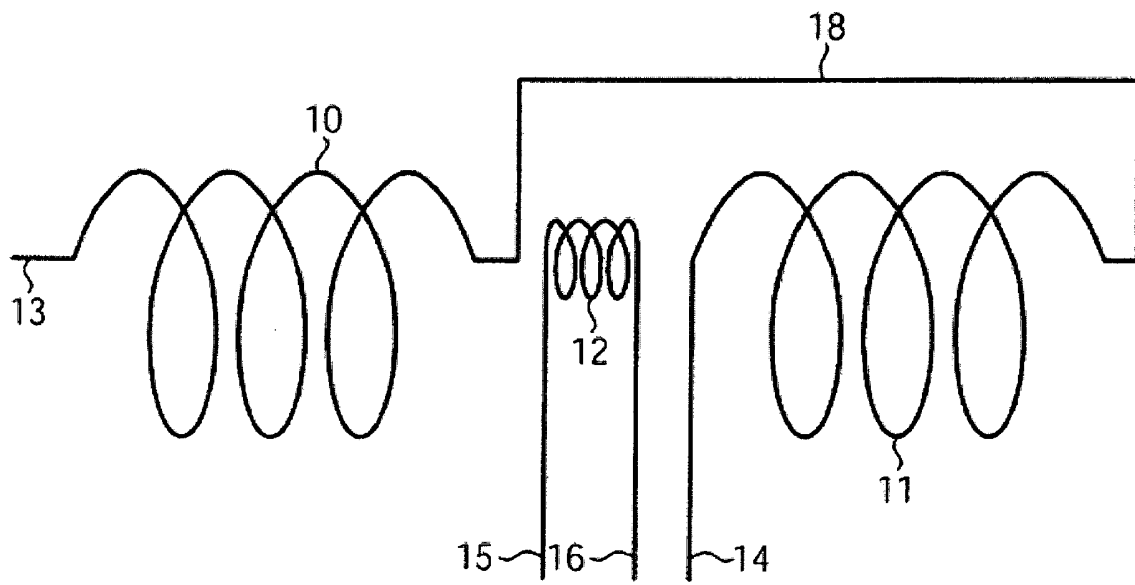
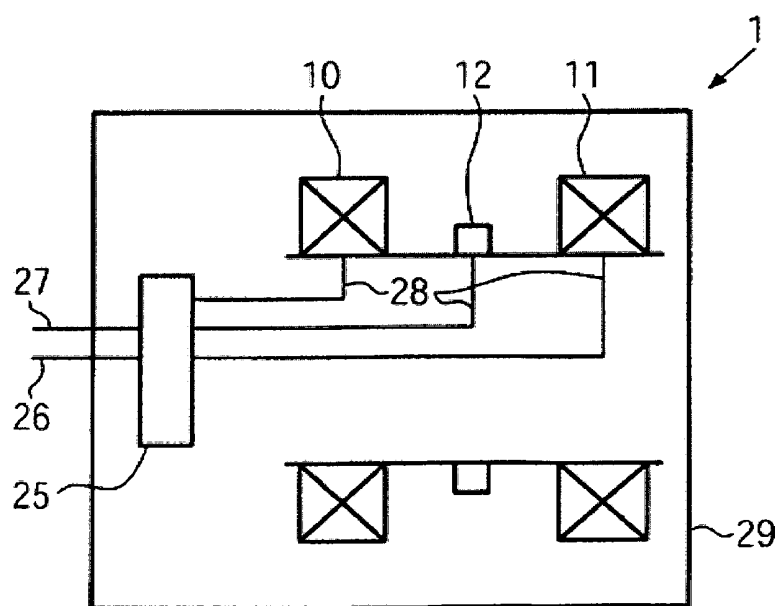
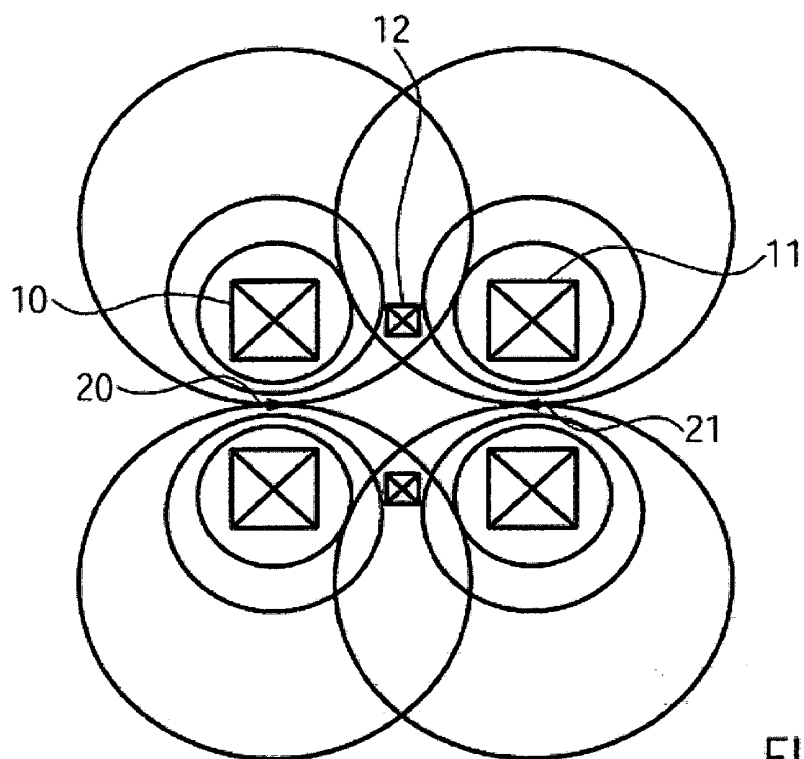
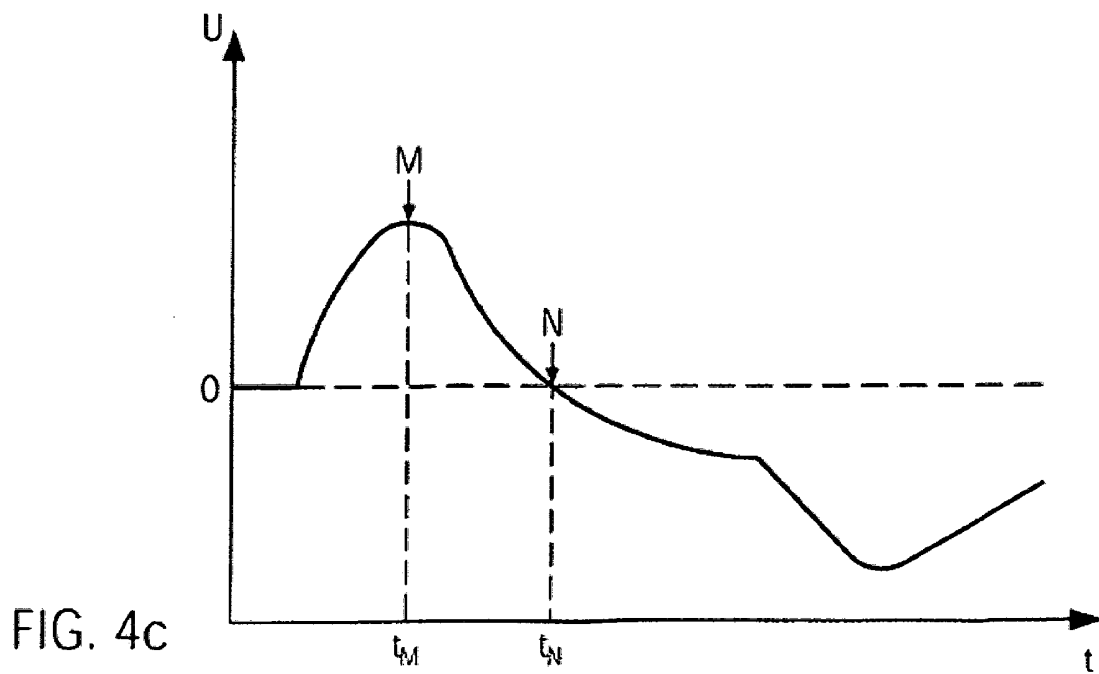
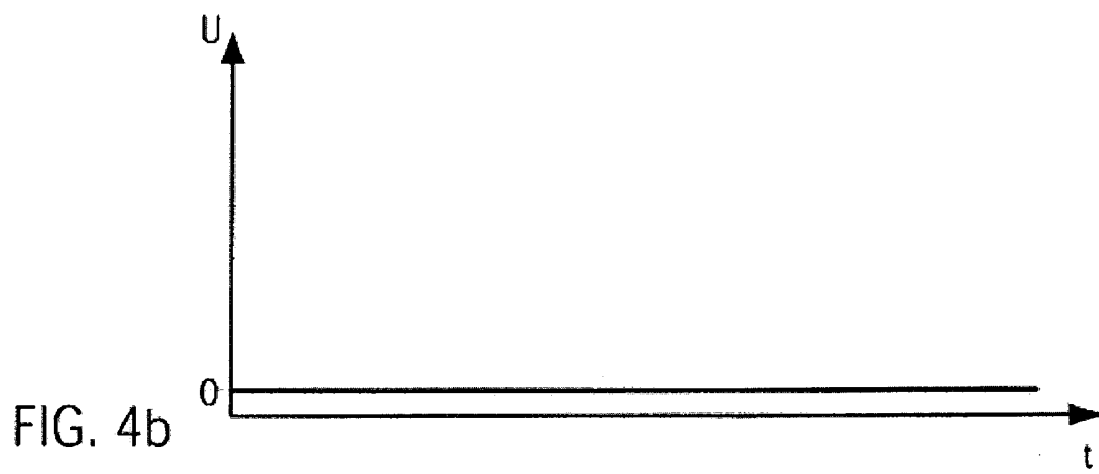
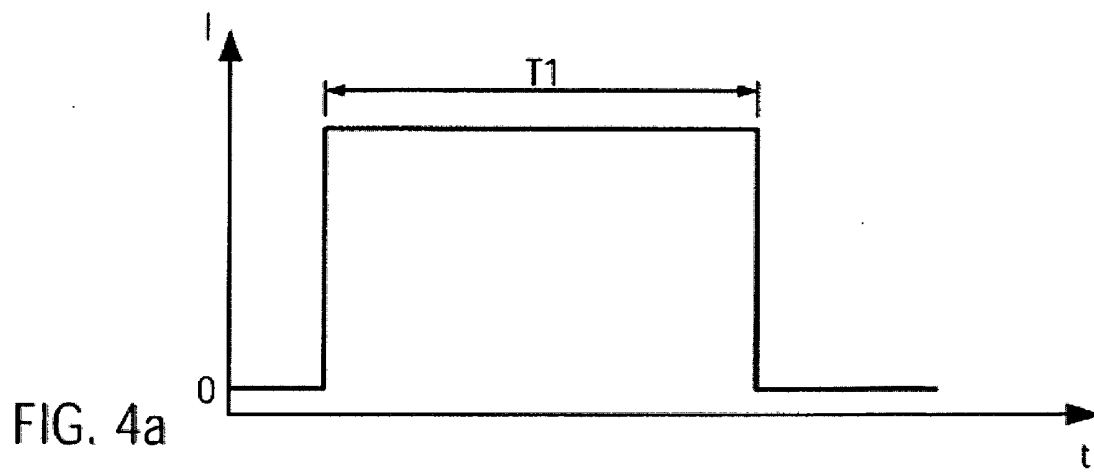


FIG. 1b

2/5



3/5



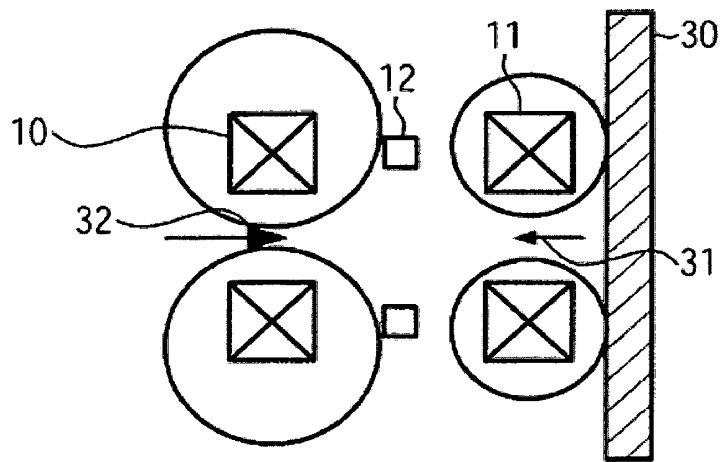


FIG. 5

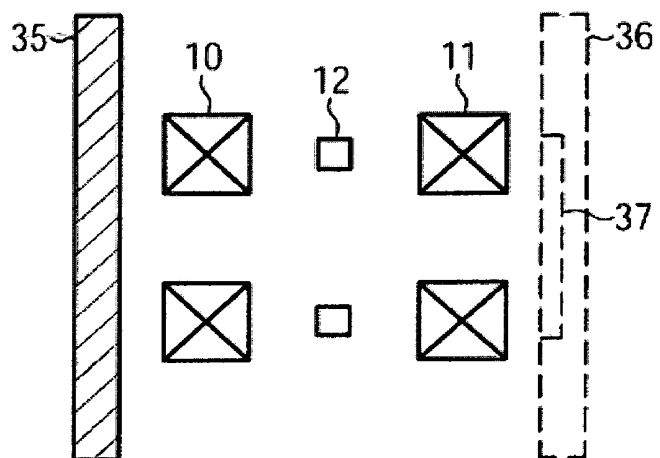


FIG. 6

5/5

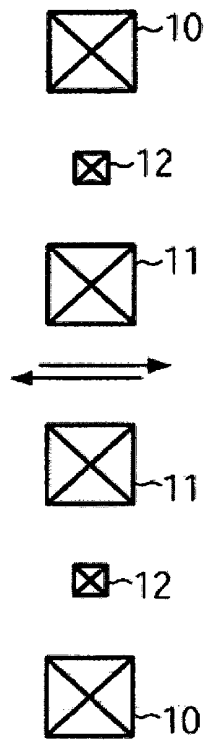


FIG. 7a

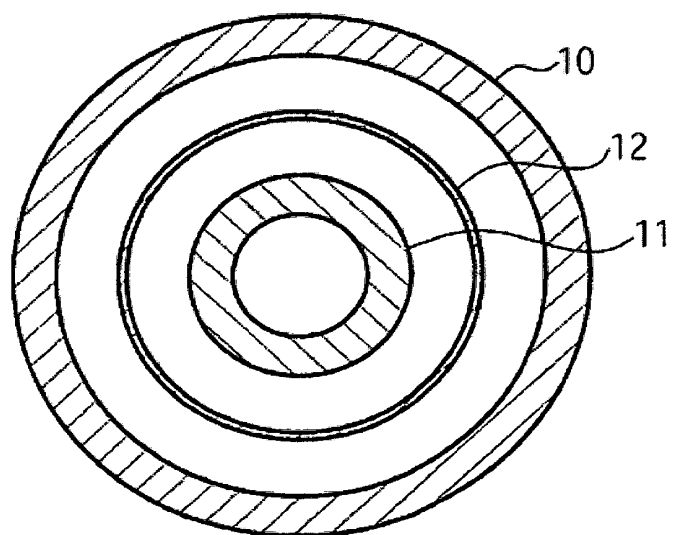


FIG. 7b

RESUMODISPOSITIVO E MÉTODO PARA A DETECÇÃO DE OBJETOS  
ELETRICAMENTE CONDUTORES

A invenção refere-se a um dispositivo para a  
5 detecção de objetos eletricamente condutores com:

uma primeira e uma segunda bobinas, as quais podem  
produzir, simultaneamente, campos magnéticos com polaridades  
opostas, uma terceira bobina, que é arranjada na região dos  
campos magnéticos opostos, e um meio eletrônico, o qual,  
10 durante e/ou depois que a alimentação da primeira e da  
segunda bobinas com um pulso de corrente, obtém uma tensão  
induzida na terceira bobina, ou que, durante a alimentação da  
terceira bobina com um pulso de corrente, obtém uma tensão  
induzida na primeira e na segunda bobinas, de modo que um  
15 objeto eletricamente condutor produz um sinal detectável na  
tensão induzida obtida quando presente no alcance de um dos  
campos magnéticos, em que o pulso de corrente compreende uma  
elevação em forma de degraus e/ou uma queda em forma de  
degraus, tal como, por exemplo, na forma de um pulso  
20 retangular.