



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA ECONOMIA
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL**

RELATÓRIO DE EXAME TÉCNICO

N.º do Pedido: BR102016027167-3 **N.º de Depósito PCT:**
Data de Depósito: 21/11/2016
Prioridade Unionista: -
Depositante: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (BRMG);
FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE MINAS
GERAIS - FAPEMIG (BRMG)
Inventor: ALISSON RONIERI CADORE; LEONARDO CRISTIANO CAMPOS;
RODRIGO GRIBEL LACERDA
Título: “Método de detecção seletiva de hidrogênio e uso”

PARECER

Além das petições indicadas no quadro 1 abaixo, também considerou-se a seguinte documentação:

Exigência Preliminar 6.21 - RPI N°2618 de 09 de março de 2021;

Dec.neg.acesso ao pat.gen.nac.- Pet. 21/11/2016 870160068703;

Requerimento de exame – Protocolo 800190426691 - 12/11/2019 (10 reivindicação(ões)).

A Requerente apresentou modificações no pedido em resposta à Exigência Preliminar 6.21 emitida. Estas modificações encontram-se no Quadro 1 junto com as demais documentações analisadas neste segundo exame técnico do pedido. Os esclarecimentos e argumentos apresentados pelo depositante mediante a citada petição também foram considerados no presente exame.

Os documentos citados no relatório descritivo do pedido em questão foram considerados e consultados durante a redação do presente parecer. Este exame foi realizado em ambiente digital considerando-se as seguintes petições:

Quadro 1 – Páginas do pedido examinadas			
Elemento	Páginas	n.º da Petição	Data
Relatório Descritivo	1-17	870160068703	21/11/2016
Quadro Reivindicatório	1-2	870210046486	24/05/2021
Desenhos	1-3	870160068703	21/11/2016
Resumo	1	870160068703	21/11/2016

Quadro 2 – Considerações referentes aos Artigos 10, 18, 22 e 32 da Lei n.º 9.279 de 14 de maio de 1996 – LPI		
Artigos da LPI	Sim	Não

A matéria enquadra-se no art. 10 da LPI (não se considera invenção)		x
A matéria enquadra-se no art. 18 da LPI (não é patenteável)		x
O pedido apresenta Unidade de Invenção (art. 22 da LPI)	x	
O pedido está de acordo com disposto no art. 32 da LPI	x	

Comentários/Justificativas

Quadro 3 – Considerações referentes aos Artigos 24 e 25 da LPI		
Artigos da LPI	Sim	Não
O relatório descritivo está de acordo com disposto no art. 24 da LPI	x	
O quadro reivindicatório está de acordo com disposto no art. 25 da LPI		x

Comentários/Justificativas

A reivindicação 1 não atende ao disposto no Art. 25 da LPI e na Instrução Normativa nº 30/2013 – Art. 4º (IV), pois a matéria pleiteada, “substrato” & “contatos metálicos”, é muito ampla e não está (completamente) fundamentada no relatório descritivo do pedido (contrariando o art. 4 da LPI). Ao longo do texto do presente pedido, não foram observadas a elaboração e/ou a concretização da matéria que pretende proteger com uma quantidade significativa de “substrato” & “contatos metálicos”. Não é evidente, para um técnico no assunto, que esta abundância de elementos possa ser considerada como equivalentes previsíveis. O objeto reivindicado em um pedido de patente deve estar suficientemente descrito nos seus documentos para que permita sua reprodução por um técnico no assunto. Deste modo, os “substrato(s)” & “contato(s) metálico(s)” que não foram suficientemente descritos, no depósito inicial ou na resposta da requerente ao primeiro exame, devem ser removidos, sendo então restringida a Reivindicação em questão, para que o privilégio sobre o presente pedido possa ser concedido, definindo de forma clara e precisa o objeto a que se destina a proteção, segundo o Artigo 25 da LPI.

Quadro 4 – Documentos citados no parecer		
Código	Documento	Data de publicação
D1	US 2006/0213251	28/09/2006
D2	Uddin, M. A. (2015). Graphene Based Heterojunctions for Nano-Electronic and Sensing Applications. (Doctoral dissertation). https://scholarcommons.sc.edu/etd/3137	2015
D3	F. SCHEDIN; A. K. GEIM; S. V. MOROZOV; E. W. HILL; P. BLAKE; M. I. KATSNELSON; K. S. NOVOSELOV. Detection of individual gas molecules adsorbed on graphene. Nature materials VOL 6 SEPTEMBER 2007. www.nature.com/naturematerials . p.652-655.	2007
D4	Antonio Di Bartolomeo. Graphene Schottky diodes: An experimental review of the rectifying graphene/semiconductor heterojunction, Physics Reports Volume 606, 8 January 2016, Pages 1-58.	2016

Quadro 5 - Análise dos Requisitos de Patenteabilidade (Arts. 8.º, 11, 13 e 15 da LPI)		
Requisito de Patenteabilidade	Cumprimento	Reivindicações
Aplicação Industrial	Sim	1-8
	Não	-
Novidade	Sim	1-8
	Não	-
Atividade Inventiva	Sim	1-8
	Não	-

Comentários/Justificativas

Com base no atual quadro reivindicatório e nas informações apresentadas, informa-se à requerente que foram consideradas válidas as observações trazidas a respeito da novidade e atividade inventiva. A partir das considerações apresentadas pela requerente em sua manifestação, o exame do atual quadro reivindicatório e o re-exame dos documentos indicados no quadro 4 deste parecer, avalia-se que os citados documentos do estado da técnica D1 a D4 não apresentam-se mais como impeditivos ao recebimento de privilégio patentário do presente pedido de patente de invenção.

Dentre as questões apresentadas pela requerente em sua manifestação e que foram responsáveis pela presente opinião, citam-se:

Com relação aos documentos citados no relatório de busca, a Requerente afirma que os mesmos não adiantam a matéria do pedido de patente em análise, tendo em vista que não é possível para um técnico no assunto deduzir, a partir de um ou mais documentos combinados, um método de detecção seletiva de hidrogênio a partir do uso da heterojunção em dispositivos à base de grafeno, e seu respectivo uso para detecção de vazamentos, medição ou controle da concentração do gás em processos de síntese de amônia, metanol, hidratação de hidrocarbonetos, dessulfurização do petróleo, processo de derretimento do alumínio, monitoramento da poluição ambiental, em processos para produção de H₂ como combustível, estações de reabastecimentos e em veículos baseados em células de combustíveis. Os sensores de BR102016027167-3 são fabricados a partir da deposição de grafeno em uma superfície isolante ou condutora e adição de dois contatos metálicos elétricos. O mecanismo de detecção ocorre por meio da heterojunção

formada entre o metal e o grafeno, criando uma junção do tipo pn no grafeno.

Essa interface metal e grafeno propicia o alojamento do H₂ e a inversão da heterojunção (junção pn), que resulta em uma modificação na condução eletrônica possibilitando a detecção do gás. Assim, as anterioridades apontadas no presente parecer não comprometem a novidade nem a atividade inventiva da matéria pleiteada, na conforme argumentado a seguir.

O documento D1 descreve um método para detecção de hidrogênio por meio de um sensor que deve compreender nanotubos de carbono, cuja espessura deve ser entre 4 e 60 nm, e uma camada de metal ultrafina, que dever possuir entre 0,5 e 10 nm. O mecanismo de detecção descrito consiste no aumento da resistência elétrica do sensor, a partir da exposição do mesmo ao gás H₂. Vale ressaltar que o documento de patente D1 não descreve utilizações para o sensor em questão. O documento D2 reporta que a funcionalização da superfície inteira do grafeno com uma camada fina, de 1 a 3 nm, de metais nobres como a platina e o paládio gera regiões de nucleação dos metais mencionados, pois não forma um filme completo, levando a uma transferência de carga entre o grafeno e os hidretos metálicos formados após a adsorção de hidrogênio. Ou seja, o H₂ ao entrar em contato com grafeno funcionalizado com as regiões de nucleação dos metais, se liga aos metais, formando hidretos metálicos, e, nesse fenômeno, há uma transferência de carga que pode ser detectável. Ainda, o documento reporta o emprego de diodos do tipo Schottky, em que um dos eletrodos é composto por um material semiconductor, silício, e o outro eletrodo metálico é ligado então ao canal de grafeno que é funcionalizado com Pt ou Pd, como uma alternativa mais eficiente para detecção de H₂. O documento D3 descreve um sensor à base de grafeno, no qual o grafeno é ligado a ouro e titânio e disposto em plasma de oxigênio de modo a estarem configuradas como barras de Hall. No artigo, o sensor é empregado para detecção de moléculas gasosas de NH₃, NO₂, H₂O e CO. O documento D4 reporta a utilização de grafeno em diodos Schottky e sua aplicação para detecção de compostos químicos como anisol, benzeno, clorobenzeno, nitrobenzeno, amônia e dióxido de nitrogênio. O pedido de patente em análise, BR102016027167-3, se diferencia das

tecnologias reportadas nos documentos D4 e D2, as quais utilizam diodos do tipo Schottky, que se diferenciam fundamentalmente dos sensores de junção pn em grafeno utilizados em BR102016027167-3. Os sensores de junção pn, diferentemente dos diodos Schottky, não apresentam retificação de correntes e têm um comportamento sempre ôhmico. Esse comportamento deriva-se das propriedades quânticas formadas em uma junção entre grafeno e um metal. A formação de uma barreira Schottky, por outro lado, necessariamente envolve uma junção entre o grafeno e um semiconductor. Assim, os diodos de Schottky exibem características de condução diferentes quando comparados ao comportamento elétrico de uma junção pn no grafeno, o que confere ao sensor de BR102016027167-3 mecanismos diferentes de detecção. O diodo do tipo Schottky, em D4, é utilizado na detecção de anisol, benzeno, clorobenzeno, nitrobenzeno, amônia e dióxido de nitrogênio. Em D2, os diodos do tipo Schottky e, também, diodos comuns foram utilizados para detecção de H₂, mas, para isso, foi necessária a funcionalização do grafeno com platina ou paládio, o que não é descrito no pedido de patente BR102016027167-3. A detecção de H₂ descrita na patente BR102016027167-3 é seletiva unicamente ao gás H₂.

O mecanismo de detecção descrito em D1 se difere consideravelmente do pedido de patente BR102016027167-3, já que em D1 é descrita a utilização de nanotubos de carbono, preferivelmente de uma única camada, com espessura entre 4 e 60 nm, expostos a camadas de metal ultra finas, com espessuras entre 0,5 e 10 nm. Tais metais interagem com o H₂ e modificam a resistência elétrica do filme de nanotubos de carbono. No pedido BR102016027167-3, são utilizados transistores de efeito de campo construídos com grafenos contatados por metais, o grafeno pode advir de óxido de grafeno reduzido, ou grafenos de uma, duas ou poucas camadas, e dispostos sobre um substrato semiconductor ou isolante, selecionado do grupo contendo vidro, quartzo, óxidos, silício, germânio e outros materiais semelhantes, e um contato metálico elétrico de qualquer espessura, podendo estar oxidado e podendo ser disposto no dispositivo em qualquer configuração e quantidade, tanto na forma de duas pontas, quatro pontas ou interdigitada. No processo de detecção descrito no pedido

BR102016027167-3, a resistência do grafeno não se altera diante da exposição ao H₂, contudo a resistência das junções pn ôhmicas que se formam entre o grafeno e os contatos têm seus valores alterados de acordo com a concentração de H₂. Nesse pedido de patente, inclusive, o dispositivo construído precisa de geometria invasiva cuja resistência de contato tem influência sobre a resistência do dispositivo. O documento D3 se difere em sua aplicação para detecção dos gases NH₃, NO₂, H₂O e CO, bem como na montagem do sensor, que consiste em grafeno ligado a ouro e titânio e disposto em plasma de oxigênio de modo a estarem configuradas como barras de Hall, enquanto o pedido de patente BR102016027167-3 se restringe à detecção de H₂, e como exposto anteriormente, apresenta um sensor de diferente arquitetura. A patente BR102016027167-3 se diferencia do documento D3, pois destaca que a detecção das moléculas de H₂ ocorre apenas em sensores confeccionados nas geometrias invasivas, tanto na forma de duas e quatro pontas ou interdigitadas, enquanto os dispositivos de grafeno fabricados e medidos eletricamente na configuração de barra Hall são ineficazes na detecção de H₂. Diante do exposto, os documentos D1 a D4 diferem substancialmente do pedido de patente em análise, e mesmo em conjunto não antecipariam a tecnologia em análise, devido aos diferentes mecanismos de detecção.

Apesar de não encontrarem-se mais documentos do estado da técnica impeditivos ao recebimento do privilégio desejado, o presente pedido ainda não se encontra em condições de receber a proteção pretendida, visto apresentar problemas referentes ao artigo 25 da LPI e à Instrução Normativa nº 30/2013.

Como já informado no Quadro 3 anterior, a reivindicação 1 não atende ao disposto no Art. 25 da LPI e na Instrução Normativa nº 30/2013 – Art. 4º (IV), pois a matéria pleiteada, “substrato” & “contatos metálicos”, é muito ampla e não está (completamente) fundamentada no relatório descritivo do pedido (contrariando o art. 4 da LPI). Ao longo do texto do presente pedido, não foram observadas a elaboração e/ou a concretização da matéria que pretende proteger com uma quantidade significativa de “substrato” & “contatos metálicos”. Não é evidente, para um técnico no assunto, que esta abundância de elementos possa ser considerada como equivalentes previsíveis. O objeto reivindicado em um pedido de patente deve estar suficientemente descrito nos seus documentos para que permita sua reprodução por um técnico no assunto. Deste modo, os “substrato(s)” & “contato(s) metálico(s)” que não foram

suficientemente descritos, no depósito inicial ou na resposta da requerente ao primeiro exame, devem ser removidos, sendo então restringida a Reivindicação em questão, para que o privilégio sobre o presente pedido possa ser concedido, definindo de forma clara e precisa o objeto a que se destina a proteção, segundo o Artigo 25 da LPI. Considera-se que o conteúdo mínimo que deveria estar presente na citada reivindicação independente 1 deveria ser aquele descrito nas reivindicações 4 e 6.

Desta forma, irregularidades foram identificadas. De modo a tornar o presente pedido passível de patenteabilidade, as mesmas deverão ser sanadas como apresentado a seguir:

- a) Inserir o conteúdo da(s) reivindicação(ões) 4 e 6 na reivindicação 1.

Conclusão

O depositante deve responder a(s) exigência(s) formulada(s) neste parecer em até 90 (noventa) dias, a partir da data de publicação na RPI, de acordo com o Art. 36 da LPI.

Informamos que por meio da Resolução PR nº 62/2013 foi instituído o Sistema Eletrônico de Gestão da Propriedade Industrial e-INPI e com ele o sistema e-Patentes/Depósito e que as petições de resposta ou manifestação ao exame podem ser apresentadas eletronicamente, via e-Patentes.

A título informativo, em caso da requerente submeter em sua manifestação um novo quadro reivindicatório modificado para exame, informa-se que o mesmo somente pode ser aceito se as alterações efetuadas limitarem-se à matéria inicialmente revelada. O conteúdo do novo quadro reivindicatório não deve modificar substancialmente o escopo de proteção e deve atender ao objetivo de melhor esclarecer ou definir a matéria objeto de proteção, distinguindo-a do estado da técnica, não configurando acréscimo de matéria reivindicada, contrariando o disposto no artigo 32 da Lei nº 9.279/96 (LPI) segundo o entendimento da Resolução PR nº 093/2013 (Diretrizes sobre a aplicabilidade do disposto no artigo 32 da Lei 9279/96 nos pedidos de patentes, no âmbito do INPI).

Publique(m)-se a(s) exigência(s) técnica(s) (6.1)

Rio de Janeiro, 01 de setembro de 2021.

Adailson da Silva Santos
Pesquisador/ Mat. Nº 2335762
DIRPA / CGPAT III/DIPEQ
Deleg. Comp. - Port. INPI/DIRPA Nº
002/11