



**OFERTAS TECNOLÓGICAS**  
**Instituto de Estudos**  
**Avançados**  
**IEAv**

2021



**FORÇA AÉREA BRASILEIRA**  
*Asas que protegem o País*

# Sumário

- 4** Acelerômetro angular e linear opto-mecânico baseado em Grades de Bragg em fibras ópticas
- 5** Cerâmicas nano estruturadas à base de óxido niobato de estrôncio e potássio com inserção de íons cobre e de íons boro e processo otimizado de fabricação de cerâmicas nano estruturadas à base de óxido niobato de estrôncio e potássio com inserção de íons cobre e de íons boro via sinterização aditivada com óxido de cobre e óxido de boro
- 6** Cerâmicas nano estruturadas à base de óxido niobato de estrôncio e potássio com inserção de íons cobre e processo otimizado de fabricação de cerâmicas nano estruturadas à base de óxido niobato de estrôncio e potássio com inserção de íons cobre via sinterização aditivada com óxido de cobre
- 7** Dispositivo e método para a caracterização de feixes de laser de baixa e alta potência baseado no espalhamento de luz
- 8** Fibra óptica capilar com núcleo embutido
- 9** Porta-amostra coaxial hemisférico acêntrico com impedância casada e método de caracterização eletromagnética
- 10** Processo de fabricação da manta absorvedora de microondas com resina epóxi usando o aditivo  $\text{MnO}-\text{MgO}-\text{Fe}_2\text{O}_3$
- 11** Processo de fabricação de ferrita  $\text{MnO}-\text{MgO}-\text{Fe}_2\text{O}_3$
- 12** Processo de fabricação de padrões de rugosidade em carbono vítreo por laser pulsado e o padrão de rugosidade obtido a partir desse processo
- 13** Processo de obtenção de carbono vítreo monolítico a partir do pó de resina parcialmente carbonizada
- 14** Processo de obtenção de carbono vítreo, em sistema fechado de carbonização que não permite a entrada de ar atmosférico ou outro gás que independe da utilização de sistemas de vácuo ou de gases inertes
- 15** Processo de obtenção de transdutor cerâmico com ajuste de sensibilidade de sua permeabilidade magnética complexa à temperatura ambiente por meio de controle de parâmetros no processamento cerâmico
- 16** Processo de reciclagem de cavacos resultantes da usinagem de materiais e elementos porosos obtidos

- 17** Processo de texturização a laser para a preparação de superfície de trabalho de ferramentas de conformação
- 18** Processo e dispositivo para sensor óptico com transdução elétrica utilizando Redes de Bragg e fonte óptica sintonizável
- 19** Processo para desenvolvimento de compósitos cerâmicos de  $B_4C - B$ , na forma de pós e de cerâmicas, para aplicação como blindagem de radiação ionizante em aplicações aeroespaciais e terrestres
- 20** Processo para fabricação de monitor de corrente de elétrons não interceptante
- 21** Sensor de deslocamento angular a fibra óptica baseado na modulação de intensidade óptica em configuração com lente convergente e duas fibras ópticas paralelas com extremidades clivadas e alinhadas, seu método de medição e seu processo de obtenção
- 22** Turbina passiva multi fluidos com câmara de condicionamento e bocais direcionadores de fluido



## ACELERÔMETRO ANGULAR LINEAR E OPTO-MECÂNICO BASEADO EM GRADES DE BRAGG EM FIBRAS ÓPTICAS



### *Introdução*

Acelerômetros são sensores capazes de medir as acelerações às quais um veículo é submetido durante um intervalo de tempo de interesse. Há diferentes abordagens para a construção de um acelerômetro. A patente em questão utiliza-se de topologia opto-mecânica, sendo os elementos sensores baseados em Grades de Bragg em fibras ópticas.

### *A Tecnologia*

Sensor que realiza medições de aceleração em até seis eixos, sendo até três eixos lineares ortogonais e até três eixos angulares ortogonais, permitindo que um computador de bordo obtenha o apontamento e o deslocamento tridimensionais de um veículo ao longo de sua trajetória.

### *Diferencial*

- Projetado já com até seis eixos, diferentemente da concepção adotada pela indústria em que são fabricados sensores de um eixo que são posteriormente alinhados mecanicamente;
- Princípio de funcionamento baseado em Grades de Bragg em fibras ópticas, sendo de difícil interferência por dispositivos externos;
- Projeto pode ser modificado com a mudança de poucos parâmetros para atender diferentes tipos de missão; e
- Opção de medição redundante de cada um dos seis eixos.

### *Benefícios*

Versatilidade na definição dos seguintes parâmetros:

- Quantidade de eixos;
- Sensibilidade; e
- Fundo de escala.

### *Aplicações de Mercado*

- Sensoriamento inercial (monitoramento de deslocamento e apontamento de veículos como drones, carros, aeronaves, tanques, foguetes, submarinos e veículos espaciais);
- Sensoriamento vibracional (monitoramento de vibração em maquinários leves ou pesados, em linhas de transmissão de energia elétrica, entre outros); e
- Sensoriamento de plataformas de apontamento (monitoramento de apontamento balístico).

**Titular:** IEAv-Instituto de Estudos Avançados e ITA - Instituto Tecnológico da Aeronáutica.

**Status:** Patente concedida - BR 10 2012 016704 2



**CERÂMICAS NANO ESTRUTURADAS À BASE DE ÓXIDO NIOBATO DE ESTRÔNCIO E POTÁSSIO COM INSERÇÃO DE ÍONS COBRE E DE ÍONS BORO E PROCESSO OTIMIZADO DE FABRICAÇÃO DE CERÂMICAS NANO ESTRUTURADAS À BASE DE ÓXIDO NIOBATO DE ESTRÔNCIO E POTÁSSIO COM INSERÇÃO DE ÍONS COBRE E DE ÍONS BORO VIA SINTERIZAÇÃO ADITIVADA COM ÓXIDO DE COBRE E ÓXIDO DE BORO**



## *Introdução*

Trata-se de compósitos cerâmicos ferroelétricos nanoestruturados KSN -  $\text{CuO}:\text{B}_2\text{O}_3$  apresentando propriedades semicondutoras, resultando em um produto com características técnicas inovadoras. Apresenta estabilidade de temperatura e alto valor de permissividade complexa no que se refere a micro- e nanoestrutura apresentada, formando uma matriz de nanocavidades que devem operar como cavidade em Terahertz, ou filtros dicróicos, semelhantes às fibras ópticas nanoestruturadas ou, de uma forma macroscópica, como cavidade retangulares de RF e micro-ondas. O produto operará como filtro dicróico na faixa de Terahertz e produzida com material cerâmico, cuja finalidade e aplicação são inovadoras para a área de telecomunicações. Neste caso, o processo descrito é solução de baixo custo, comparado com aqueles obtidos via tecnologia de fibra óptica ou via processos fotônicos.

## *A Tecnologia*

Processamento via estado sólido, considerando controles microestrutural e de sinterização.

## *Diferencial*

- Baixo custo do processo de confecção e banda larga de frequência de processo, 1 a 6 THz.
- Capacitação laboratorial para repasse de tecnologia ao setor privado.

## *Benefícios*

- Produção de filtros e sensores semicondutores com baixo custo.

## *Aplicações de Mercado*

- Filtros e cavidades em Terahertz. Filtros dicróicos e sensores elétricos baseados na variação da permissividade elétrica complexa (<10 GHz) ou na microestrutura (entre 1 e 3 THz).

**Titulares:** IEAv-Instituto de Estudos Avançados, UNESP - Universidade Estadual Paulista e FAPESP-Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

**Status:** Patente concedida - PI 1003038-7



**CERÂMICAS NANO ESTRUTURADAS À BASE DE ÓXIDO NIOBATO DE ESTRÔNCIO E POTÁSSIO COM INSERÇÃO DE ÍONS COBRE E PROCESSO OTIMIZADO DE FABRICAÇÃO DE CERÂMICAS NANO ESTRUTURADAS À BASE DE ÓXIDO NIOBATO DE ESTRÔNCIO E POTÁSSIO COM INSERÇÃO DE ÍONS COBRE VIA SINTERIZAÇÃO ADITIVADA COM ÓXIDO DE COBRE**



## *Introdução*

Trata-se de compósitos cerâmicos ferroelétricos nanoestruturados KSN - CuO:B2O3 apresentando propriedades semicondutoras, resultando em um produto com características técnicas inovadoras. Apresenta estabilidade de temperatura e alto valor de permissividade complexa no que se refere a micro- e nanoestrutura apresentada, formando uma matriz de microcavidades que devem operar como cavidade em Terahertz, ou filtros dicróicos, semelhantes às fibras ópticas microestruturadas ou, de uma forma macroscópica, como cavidade retangulares de RF e micro-ondas. O produto operará como filtro dicróico na faixa de Terahertz e produzida com material cerâmico, cuja finalidade e aplicação são inovadoras para a área de telecomunicações. Neste caso, o processo descrito é solução de baixo custo, comparado com aqueles obtidos via tecnologia de fibra óptica ou via processos fotônicos.

## *A Tecnologia*

Processamento via estado sólido, considerando controles microestrutural e de sinterização.

## *Diferencial*

- Baixo custo do processo de confecção e banda larga de frequência de processo, 300 GHz a 6 THz.
- Capacitação laboratorial para repasse de tecnologia ao setor privado.

## *Benefícios*

- Produção de filtros e sensores semicondutores com baixo custo.

## *Aplicações de Mercado*

- Filtros e cavidades em Terahertz. Filtros dicróicos e sensores elétricos baseados na variação da permissividade elétrica complexa (<10 GHz) ou na microestrutura (> 300 GHz e < 3 THz).

**Titulares:** IEAv-Instituto de Estudos Avançados, UNESP – Universidade Estadual Paulista e FAPESP-Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

**Status:** Patente concedida – PI 1002803-0



## DISPOSITIVO E MÉTODO PARA A CARACTERIZAÇÃO DE FEIXES DE LASER DE BAIXA POTÊNCIA BASEADO NO ESPALHAMENTO DE LUZ



### *Introdução*

Em diversos setores industriais o emprego do laser como ferramenta para diversas operações está consolidado, podendo ser o mesmo, utilizado para aplicações nas áreas de medição, usinagem, localização e inúmeras operações de uso industrial, médico, metrologia, defesa e aeroespacial. A caracterização da propagação do feixe de laser é fundamental para a realização da operação pretendida. Dentre os diversos métodos de caracterizar a propagação do feixe de laser, o do espalhamento espectral apresenta inúmeras vantagens, dentre elas a simplicidade e a possibilidade de operação em tempo real.

### *A Tecnologia*

A tecnologia refere-se a um dispositivo e método para caracterização de feixes de laser de baixa e alta potência baseado no espalhamento de luz, que permite medir a qualidade do feixe de laser com uma única imagem da luz espalhada do feixe de laser, em um ou mais direções transversais. A presente invenção revela uma maneira de obter os parâmetros espaciais de feixes de laser de baixa e alta potência em tempo real, usando o efeito de espalhamento de luz. A presente invenção também permite caracterizar um único pulso de luz. Para obter o espalhamento da luz em um meio, é necessário que esse meio tenha uma quantidade suficiente de partículas que provoquem um espalhamento homogêneo da luz em todas as direções e possibilita a visualização da propagação do perfil de intensidade do feixe luz. Este meio espalhador é acondicionado em uma célula transparente, que não deforma as características do perfil de propagação do feixe de laser e observa-se, na lateral da célula, a propagação do feixe de laser espalhado. A presente invenção também inclui a presença de um sistema óptico de imagem para registrar a imagem da propagação do feixe de laser que foi espalhado. A imagem apresenta diâmetro do feixe em várias posições diferentes de sua propagação, com seus vários diâmetros, podendo ser obtido o fator de qualidade do feixe de laser.

### *Diferencial*

- Operação simples;
- Possibilidade de medição da qualidade de propagação de um feixe de laser;
- Medição em baixa e alta potência.

### *Benefícios*

- Possibilidade de medição da qualidade de propagação de um feixe de laser.

### *Aplicações de Mercado*

- Indústria de equipamentos médicos: caracterização da propagação do feixe de laser;
- Indústria metalúrgica usinagem e gravação de metais: caracterização da propagação do feixe e laser;
- Indústria de equipamentos de medição a laser: caracterização da propagação do feixe de laser;
- Defesa: caracterização da propagação do feixe de laser;
- Opto-eletrônica: caracterização da propagação do feixe de laser; e
- Indústria aeronáutica e aeroespacial: caracterização da propagação do feixe de laser.

**Titulares:** IEAv-Instituto de Estudos Avançados

**Status:** Patente concedida – PI 0605596-6



## FIBRA CAPILAR COM NÚCLEO EMBUTIDO



### *Introdução*

Uma fibra óptica é um filamento flexível e transparente, geralmente fabricado a partir de vidro ou plástico. Quando a estrutura da fibra é a de tubo oco, pode-se denominá-las de fibras capilares. As fibras são utilizadas como condutores de luz e não sofrem interferência eletromagnética, sendo particularmente utilizadas em comunicação de dados e em sensoriamento óptico. Uma fibra de cristal fotônico, ou fibra óptica microestruturada é particularmente utilizada em sensores. Neste tipo de fibra, a região da casca é composta por uma microestrutura complexa, formada por buracos de ar ordenados de forma periódica que correm por todo o comprimento da fibra. Na região central, ou núcleo, ocorre a quebra da periodicidade, ou seja, ocorre a substituição de um capilar por um bastão sólido de sílica. microestruturadas apresentam um núcleo sólido, permitindo que a luz seja guiada pela sílica, enquanto o índice de refração menor na casca.

### *A Tecnologia*

A presente tecnologia refere-se a modelo de utilidade precisamente relacionado a um projeto de fibras ópticas microestruturadas com um núcleo de material dopante, apresentando alta sensibilidade à pressão. A fibra óptica em questão compreende uma fibra capilar com núcleo embutido, sendo que o núcleo da fibra é colocado no interior da parede da fibra capilar visando aumento da sensibilidade a variações de pressão. Preferencialmente, o núcleo de material dopante é um núcleo de germânio, dada a facilidade de acesso. Tais fibras ópticas fabricadas de acordo com a geometria em questão são especialmente adaptadas para a aplicação em sensores de pressão.

### *Diferencial*

- Alta sensibilidade;
- Imunidade eletromagnética; e
- Operação

### *Benefícios*

- Muito compactas
- Leves
- Grande liberdade em relação à escolha das características de um sensor.

### *Aplicações de Mercado*

- Sensores de pressão hidrostática, temperaturas, índice de refração, deformação, curvatura.

**Titulares:** IEAv-Instituto de Estudos Avançados e UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas.

**Status:** Patente depositada - BR 20 2018 011551 6





## PORTA AMOSTRA COAXIAL HEMISFÉRICO ACÊNTRICO COM IMPEDÂNCIA CASADA E MÉTODO DE CARACTERIZAÇÃO ELETROMAGNÉTICA



### *Introdução*

Trata-se de uma técnica inovadora para caracterização das propriedades eletromagnéticas de filmes espessos. Esses filmes espessos podem ser cerâmicas ou compósitos cerâmicos. A amostra deverá cobrir a superfície plana do porta-amostras.

### *A Tecnologia*

O produto é porta-amostras coaxial hemisférico acêntrico com impedância casada.

### *Diferencial*

- Caracterização das propriedades eletromagnéticas do material via medidas de impedância. Não necessita de analisador de redes nos ensaios, podendo ser obtido com analisador de impedâncias de baixo custo.
- Robustez do produto.

### *Benefícios*

- Permite avaliar blindagens eletromagnéticas com aparato experimental de baixo custo.
- Robustez do produto.

### *Aplicações de Mercado*

- Permite avaliar blindagens eletromagnéticas.

**Titulares:** IEAv-Instituto de Estudos Avançados e ITA – Instituto Tecnológico da Aeronáutica.

**Status:** Patente depositada – BR 10 2012 025302 0



## PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE MANTA ABSORVEDORA DE MICROONDAS COM RESINA EPÓXI USANDO O ADITIVO $MnO$ - $MgO$ - $Fe_2O_3$



### *Introdução*

Trata-se de tecnologia de blindagem eletromagnética à base de compósito cerâmico.

**Titulares:** IEAv-Instituto de Estudos Avançados, IAE – Instituto de Aeronáutica e Espaço e ITA – Instituto Tecnológico da Aeronáutica.

**Status:** Patente concedida – PI 0203563-4

### *A Tecnologia*

Emprega tecnologia convencional de processo cerâmico (metalurgia do Pó) e controle rígido de microestrutura, sinterização e laminação.

### *Diferencial*

- Blindagem eletromagnética de baixo custo.
- Aplicação em Banda-X.

### *Benefícios*

- Tecnologia convencional.
- Baixo custo.
- Banda-X.

### *Aplicações de Mercado*

- Blindagem eletromagnética em Banda-X.



## PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE FERRITA $MnO-MgO-Fe_2O_3$



### *Introdução*

Devido ao avanço da tecnologia aeroespacial e com o surgimento da classe de materiais absorvedores, a classe de ferritas tem grande aplicação neste desenvolvimento.

### *A Tecnologia*

As ferritas cerâmicas destacam-se na classe de materiais ferromagnéticos pela facilidade de fabricação, custo e pelo fato de absorverem ondas eletromagnéticas, neste caso, tem-se baixas perdas devido ao forte acoplamento magnético e alta resistividade.

### *Diferencial*

- Baixo custo e alta resistência elétrica.

### *Benefícios*

- Facilidade de fabricação;
- Baixo custo;
- Absorção de ondas eletromagnéticas; e
- Baixas perdas devido ao forte acoplamento magnético e alta resistividade.

### *Aplicações de Mercado*

- Setor Aeroespacial e de defesa

**Titulares:** IEAv-Instituto de Estudos Avançados e IAE  
- Instituto de Aeronáutica e Espaço

**Status:** Patente concedida - PI 206083-3



## PROCESSO DE FABRICAÇÃO PADRÕES DE RUGOSIDADE EM CARBONO VÍTREO POR LASER PULSADO E O PADRÃO DE RUGOSIDADE OBTIDO A PARTIR DESSE PROCESSO



### *Introdução*

Para se medir a rugosidade de superfícies se emprega rugosímetros. Esse equipamento, muito comum em indústrias e laboratórios de pesquisa, precisa ser calibrado periodicamente com uma peça de rugosidade conhecida, conhecido como padrão de rugosidade.

A presente patente, relacionada com a área de metrologia dimensional, se refere a um processo de fabricação de padrões de rugosidade e aos padrões fabricados por tal processo no qual o feixe de laser é focalizado sobre a superfície de amostra de carbono vítreo monolítico. O laser superaquece a superfície, remove material e produz as ranhuras uniformes. O controle do movimento relativo entre o feixe de laser e a amostra produz, sob determinadas condições, ranhuras paralelas e uniformes.

### *A Tecnologia*

Atualmente, os padrões de rugosidade comerciais são feitos de vidro ou de metal usinados. Essa patente combina o carbono vítreo com laser pulsado para a obtenção de padrões de rugosidade periódicos, usinados a laser. Variando-se potência, velocidade, sobreposição dos pulsos do laser, se obtém superfícies com diferentes rugosidades. A superfície superaquecida do carbono vítreo reage com o oxigênio da atmosfera, formando gases voláteis e criando as ranhuras. Levando-se em conta que lasers estão ficando cada vez mais acessíveis, essa patente tem apelo comercial no setor de metrologia. O carbono vítreo é um material carbonoso obtido pela carbonização (tratamento térmico) de resina rica em carbono, como a resina furfurílica ou a fenólica. Essa patente envolve a combinação de três grandes áreas: metrologia, ciência dos materiais e óptica (lasers).

### *Diferencial*

As ranhuras produzidas em carbono vítreo são bastante uniformes porque não ocorre o fenômeno de liquefação desse material, que se transforma diretamente em gás. Esse processo tem como características a rapidez na produção, a não necessidade de uso de atmosfera especial ou vácuo, a dispensa de polimentos ou ataques químicos após a irradiação. Além disso, existe grande flexibilidade para mudar o valor da rugosidade das superfícies produzidas simplesmente alterando-se os parâmetros do laser que produz a rugosidade.

### *Benefícios*

- Preparação simples e rápida, requerendo somente laser e o carbono vítreo.
- Padrões de rugosidade quimicamente inertes gerando alta durabilidade, devido às propriedades químicas do carbono vítreo.
- Laser são ferramentas com custo decrescente, implicando num barateamento do processo proposto.

### *Aplicações de Mercado*

Padrões de rugosidade para avaliação de qualidade da superfície dos produtos do setor aeronáutico, automobilístico, odontológico, setor de próteses, indústria moveleira, indústria de tubulações, entre outros setores em que a medição de rugosidade é crucial para a qualidade final do produto produzido.

**Titular:** IEAv-Instituto de Estudos Avançados

**Status:** Patente concedida - PI 0705155-7



## PROCESSO DE OBTENÇÃO DE CARBONO VÍTREO MONOLÍTICO A PARTIR DO PÓ DE RESINA PARCIALMENTE CARBONIZADA



### *Introdução*

O carbono vítreo monolítico é um material não cristalino feito de átomos de carbono organizados em formas de fitas gráficas. Esse material tem muitas aplicações tecnológicas por ser leve, quimicamente inerte, rígido, condutor de eletricidade, biocompatível, entre outras.

O método de produção tradicional consiste na carbonização de uma resina rica em carbono como a furfurílica ou fenólica. Durante a carbonização, existe a necessidade de saída de gases voláteis do interior. Isso limita a espessura das peças a aproximadamente 7mm. Peças mais espessas geralmente trincam durante a produção. O método aqui apresentado permite que se produza peças com espessura ilimitada.

### *A Tecnologia*

As amostras desse novo método proposto usam partículas de resina - ex: furfurílica ou fenol-furfurílica - tratadas previamente em forno. Tais partículas são prensadas e as amostras são posteriormente submetidas a outro tratamento térmico. Essa patente consiste num processo para a produção tanto de peças e dispositivos de carbono vítreo monolítico, como de revestimentos em carbono vítreo obtidos a partir da resina parcialmente carbonizada, moída, prensada e depois carbonizada em forno, com atmosfera inerte ou vácuo para carbonização final.

Dessa forma, se obtém peças espessas de carbono vítreo superando o limite anterior de 7 mm. Além disso, as peças obtidas por esse método não trincam e tem melhor resistência mecânica. As peças obtidas apresentam maior porosidade que o método tradicional, mas tem como vantagem significativa a questão da espessura e superioridade das propriedades mecânicas.

### *Diferencial*

Peças de carbono vítreo obtidas a partir do uso da tecnologia do pó usando o pó de resina parcialmente carbonizada. Isso permite a produção de peças com espessura alta, acima do limite anterior de 7 mm, como ocorre com o carbono vítreo obtido pelo método tradicional. Além disso, por usar a tecnologia do pó, é possível de produzir peças com formatos bastante complexos de carbono puro.

Revestimentos de carbono vítreo também podem ser feitos com essa técnica, com cura e carbonização de mistura de pó de resina parcialmente carbonizada na faixa entre 600°C e 700°C, com ou sem ligante, com 15 ou sem umectante.

### *Benefícios*

- Baixo custo
- Rapidez de produção
- Espessura ilimitada das peças de carbono vítreo ilimitada

### *Aplicações de Mercado*

Alguns exemplos de aplicações de carbono vítreo: tubos de alta temperatura, substratos leves para espelhos espaciais, eletrodos para altíssima temperatura, matriz de compósitos para aplicação em foguetes e veículos hipersônicos, válvulas cardíacas, substratos para microscopia eletrônica de transmissão, objetos com resistência a ataque químico de ácidos.

**Titular:** IEAV-Instituto de Estudos Avançados

**Status:** Patente concedida - BR 10 2012 008326 4



**PROCESSO DE OBTENÇÃO DE CARBONO VÍTREO, EM SISTEMA FECHADO DE CARBONIZAÇÃO QUE NÃO PERMITE A ENTRADA DE AR ATMOSFÉRICO OU OUTRO GÁS, QUE INDEPENDE DA UTILIZAÇÃO DE SISTEMA DE VÁCUO OU GASES INERTES**



## *Introdução*

As indústrias aeroespacial, de materiais, automobilística e mecânica em geral requerem processos de fabricação de materiais que permitam obter, por meio de processos adequados materiais com propriedades mecânicas, físicas e químicas de peças para uso em aplicações específicas.

O objeto da presente inovação contribui com melhoria incremental a um processo já existente no mercado e já patentado, permitindo redução de custo, preservando o meio ambiente e otimizando o processo de produção. Por meio de um sistema inovador proposto pelo inventor, um avanço significativo permite reduzir custo da produção.

## *A Tecnologia*

Processo que visa aprimorar o processo existente para obtenção de carbono vítreo sem a utilização de gás inerte ou vácuo.

## *Diferencial*

- Obtenção de produtos acabados com características técnicas diferenciadas, maiores dimensões, menor custo de produção; e
- Custo reduzido.

## *Benefícios*

- Baixa massa específica;
- Elevada resistência mecânica;
- Elevada resistência à fadiga; e
- Boa resistência à corrosão.

## *Aplicações de Mercado*

- Setor Aeroespacial;
- Indústria Química;
- Indústria Metalúrgica;
- indústria Automobilística; e
- Área de Eletrodos.

**Titular:** IEAv-Instituto de Estudos Avançados

**Status:** Patente depositada – BR 10 2014 032373 2



## PROCESSO DE OBTENÇÃO DE TRANSDUTOR CERÂMICO COM AJUSTE DE SENSIBILIDADE DE SUA PERMEABILIDADE MAGNÉTICA COMPLEXA À TEMPERATURA AMBIENTE POR MEIO DE CONTROLE DE PARÂMETROS NO PROCESSO CERÂMICO



### *Introdução*

Ferritas são cerâmicas tradicionalmente conhecidas por suas diversas aplicações em componentes eletrônicos, tais como núcleos de transformadores, antenas, sensores, etc. Estes materiais, quando produzidos pelo método cerâmico tradicional, possuem custo relativamente baixo. No entanto, as propriedades eletromagnéticas das ferritas são muito sensíveis à sua microestrutura que, por sua vez, é bastante afetada pelos parâmetros utilizados na sua fabricação. Sendo assim, embora a tecnologia envolvida na fabricação destes materiais já seja bastante conhecida, novas combinações de composição e parâmetros de fabricação podem gerar resultados com novas aplicações. Neste pedido de patente, propõe-se o uso de uma ferrita com composição química e parâmetros de processamento ajustados para aplicação como transdutor magnético de temperatura, para uma dada faixa de temperaturas e operando em uma faixa de frequência específica.

### *A Tecnologia*

Sabe-se que materiais magnéticos podem ser utilizados para aplicação em sensores de temperatura com base na variação da permeabilidade magnética que estes materiais sofrem quando a temperatura é variada próximo à temperatura de Curie (TC). Assim, é importante encontrar composições e métodos de fabricação que permitam um ajuste fino de TC visando obter sensibilidade do material na faixa de temperatura desejada. Propõe-se utilizar uma ferrita do tipo Ni-Zn, com uma dada composição e fabricada sob certas condições no método cerâmico tradicional, para utilização como transdutor de temperatura na faixa de temperatura de 35-42°C. O ajuste de sensibilidade foi feito não apenas levando-se em conta TC, mas também a faixa de frequência de operação do transdutor.

### *Diferencial*

O processo proposto para fabricação e ajuste das propriedades magnéticas da ferrita Ni-Zn com a composição especificada resulta na obtenção de um transdutor de temperatura de custo relativamente baixo e com alta sensibilidade para uso em aplicações na faixa de temperatura 35-42°C, permitindo medir, por exemplo, a temperatura do corpo humano com precisão.

### *Benefícios*

- A tecnologia de produção do transdutor é dominada pela indústria nacional;
- O método de produção é relativamente simples, inclusive não requerendo o uso de atmosfera controlada na etapa de sinterização, que é feita ao ar; e
- O transdutor é aplicável em sensores de temperatura cuja tecnologia (sensores magnéticos) pode ser utilizada para medir a temperatura tanto de forma local quanto remota.

### *Aplicações de Mercado*

Por apresentar alta sensibilidade na faixa de 35-42°C, o transdutor pode ser utilizado na fabricação de sensores de temperatura magnéticos para aplicações na área médica, biológica e ambiental.

**Titular:** IEAv-Instituto de Estudos Avançados

**Status:** Patente depositada - PI 1002867-6





## PROCESSO DE RECICLAGEM DE CAVACOS RESULTANTES DA USINAGEM DE MATERIAIS E ELEMENTOS POROSOS OBTIDOS



### *Introdução*

Filtros estão presentes em várias operações industriais, desde a purificação de água até sistemas avançados de manutenção da vida no espaço. O termo "filtro" tem etimologia do latim *philtru* e do grego *phíltron*. Entende-se por filtro algo que seleciona o que passa por ele, deixando passar apenas o que não é filtrado.

No presente escopo, se considera o uso de uma malha cujo objetivo é segregar partículas maiores que a abertura do furo ou fresta. Estes filtros sólidos são muito comuns no sistema de filtração de fluidos, incluindo-se reuso e segregação sólida de efluentes.

O número e variedade dos filtros industriais a disposição no mercado, permite a concepção e operação de qualquer sistema fluidodinâmico e pneumático, com eficiência e baixa taxa de emissão de poluentes.

### *A Tecnologia*

Os filtros são materiais nobres, feitos sob medida para uma aplicação e podem ser muito caros para um determinado fim. Ademais, geram um impacto ambiental considerável, uma vez que existe uma limitação no seu tempo de uso.

Por outro lado, existe uma quantidade muito grande de cavacos disponível nas indústrias. Estes cavacos são vendidos como sucata, por uma fração do preço do material original. Ligas metálicas nobres, como aços inoxidáveis, alumínio avançados e ligas de titânio, são descartados como refugo.

O produto apresentado aqui pretende aproveitar uma quantidade de cavacos de metal, os quais serão prensados na forma de briquetes, soldados entre si e constituirão um objeto sólido poroso na forma de um elemento filtrante.

### *Diferencial*

Comparando-se o estado da arte com o escopo da invenção, a presente proposta oferece as seguintes soluções técnicas:

- Possibilidade de trabalhar diretamente sobre a sucata de cavacos, sem pré-tratamento ou sinterização;
- Possibilidade de uso em altas temperaturas, dado o tipo de material e processo de fabricação;
- Uso de soldagem a laser para unir metalurgicamente os cavacos de forma a obter um filtro sólido com as propriedades mecânicas adequadas ao uso.

### *Benefícios*

O produto apresentado aqui pretende aproveitar uma quantidade de cavacos de metal, os quais serão prensados na forma de briquetes, soldados entre si e constituirão um objeto sólido poroso na forma de um elemento filtrante.

### *Aplicações de Mercado*

Todas as operações industriais que envolvam filtração ou componentes no qual a filtração é necessária têm interesse nesta tecnologia. Alguns exemplos são: separação de polpa de minério, segregação seletiva em extração do petróleo, catalisadores, equipamentos de filtração de água, ar condicionado e máquinas de hemodiálise.

**Titular:** IEAv-Instituto de Estudos Avançados

**Status:** Patente depositada - BR 10 2018 008163 2





## PROCESSO DE TEXTURIZAÇÃO A LASER PARA A PREPARAÇÃO DE SUPERFÍCIE DE TRABALHO DE FERRAMENTAS DE CONFORMAÇÃO



### *Introdução*

A presente invenção refere-se a um processo de limpeza e de texturização a laser de superfícies em ferramentas de usinagem a fim de aumentar a aderência de filmes finos duros.

Embora camadas duras e finas tenham sido introduzidas no mercado de ferramentas nos anos 60 para combater o desgaste por difusão em metais duros, o impacto real aconteceu na última década com as ferramentas de aço rápido, particularmente com os desenvolvimentos de processos de deposição física PVD. Três camadas aplicadas pelo processo PVD têm se destacado no revestimento de ferramentas de usinagem, são elas: TiN (nitreto de titânio), TiCN (carbonitreto de titânio) e TiAlN (nitreto de titânio e alumínio). Estas camadas são caracterizadas por uma alta dureza, boa aderência, baixa porosidade e altas estabilidades química e térmica. O revestimento de TiN continua predominando no mercado, pois permite alta performance para quase todas as aplicações e a sua cor dourada permite que o desgaste seja supervisionado facilmente. Mais recentemente, um ponto que tem despertado o interesse é a possibilidade de se diminuir a quantidade de lubrificantes nas operações de conformação, explorando-se as características antiaderentes das camadas PVD de TiN.

A produção de ferramentas de usinagem revestidas por materiais duros, como o TiN depositado por PVD, apresenta dois problemas típicos:

a) Contaminações na superfície, como resíduos de fluídos de têmpera e óxidos, que fazem diminuir acentuadamente o tempo de vida das ferramentas. Os pontos onde o filme depositado não adere ao substrato devido à estas contaminações se destacam em serviço, provocando diminuição do tempo de vida da ferramenta.

b) Tensões formam-se entre a camada e o substrato como resultado do processo PVD. Numa ferramenta retificada a interface é plana e a tendência é a formação de uma trinca entre o revestimento e o metal, o que leva à um destacamento do filme.

### *A Tecnologia*

O presente processo visa a redução ou a eliminação destes problemas. Para que isto seja possível é necessário aumentar a aderência destas camadas em pontos críticos de desgaste. No presente caso pretende-se aumentar a aderência das camadas de TiN através de uma limpeza e texturização da superfície por laser. Um laser de pulsos curtos varre a superfície da ferramenta promovendo a vaporização e a refusão de uma camada microscópica na superfície do metal conferindo-lhe a limpeza e a rugosidade adequadas ao emprego do TiN.

### *Diferencial*

A invenção refere-se um processo de limpeza e texturização de superfícies de aços ferramentas a laser com auxílio de lasers Nd:YAG em regime Q-Switched. Este laser provoca uma ablação (vaporização) de uma camada microscópica na superfície do metal eliminando as contaminações ao mesmo tempo que confere uma rugosidade controlada. A camada dura aplicada sobre esta superfície da ferramenta apresenta superior aderência, aumentando o tempo de vida da peça.

Nos processos atuais, que envolvem jateamento da superfície ou ataque químico, ocorrem delaminações incontroláveis ou um grande passivo ambiental.

### *Benefícios*

- Alta produtividade;
- Baixo impacto ambiental.

### *Aplicações de Mercado*

Indústria metal-mecânica que façam uso de ferramentas de conformação.

**Titular:** IEAv-Instituto de Estudos Avançados

**Status:** Patente depositada – BR 10 2012 011453 4



## PROCESSO E DISPOSITIVO PARA SENSOR ÓPTICO COM TRANSDUÇÃO ELÉTRICA UTILIZANDO REDES DE BRAGG E FONTE ÓPTICA SINTONIZÁVEL



### *Introdução*

Sensores a fibra óptica encontram-se atualmente em destaque por estarem substituindo sensores tradicionais, em virtude de suas vantagens intrínsecas, entre as quais se podem citar custo, peso, integrabilidade, confiabilidade, tempo de resposta, precisão, faixa dinâmica, passividade e imunidade eletromagnética. Tais características tornam estes sensores de grande interesse e com vasto campo para aplicações aeronáuticas, espaciais, marítimas, construção civil, medicina e nuclear, entre outras. O fato de manter a luz sempre guiada gera ainda grande economia sobre sensores ópticos que utilizam elementos discretos em espaço livre, como espelhos.

### *A Tecnologia*

O sistema sensor utiliza um processo de transdução capaz de detectar alterações nos elementos sensores (grades de Bragg inscritas na fibra óptica), pela interrogação com o diodo laser sintonizável (variação da corrente de injeção). O sinal óptico da interrogação retorna aos detectores e a corrente gerada é normalizada e correlacionada com a corrente de injeção do laser. Desta forma, as alterações físicas da grade são determinadas a partir desta correlação, portanto no domínio elétrico.

### *Diferencial*

Sistemas sensores que utilizam fibras ópticas com grades de Bragg necessitam de um analisador de espectro ou transdutor equivalente para detectar a posição exata onde se encontra o pico de reflexão. Isto faz com que o sistema final fique caro, complexo, pesado e volumoso. Esta tecnologia permite a eliminação do espectrômetro e simplificação do processamento do sinal, resultando em conjunto sensor-interrogador altamente compacto, simples, leve, robusto e com baixo consumo de energia.

### *Benefícios*

Grande número de sensores com a inteligência do sistema deslocada do sinal detectado para o sinal emitido, tornando o sistema simples, compacto e barato. Como utiliza uma fonte laser ao invés da opção mais comum de fonte banda larga, a sensibilidade também é muito maior uma vez que esta é determinada não só pela relação sinal-ruído, mas também pela largura de faixa da fonte. Em sistemas convencionais é determinada pela resolução do analisador de espectro.

### *Aplicações de Mercado*

Sensores de pressão, temperatura ou deformação para estruturas que necessitem de grande número de sensores e/ou em lugares de difícil acesso (asas de aeronaves, barragens, pontes, etc) e/ou para aplicações em ambientes severos (usinas nucleares, foguetes, estradas de ferro, etc). A fibra óptica pode ser integrada à estrutura e cada sensor pode ser acessado individualmente. Milhares de sensores podem ser inscritos em uma única fibra óptica.

**Titular:** IEAv-Instituto de Estudos Avançados

**Status:** Patente concedida – PI 0706015-7



## PROCESSO PARA DESENVOLVIMENTO DE COMPÓSITOS CERÂMICOS DE B<sub>4</sub>C- B, NA FORMA DE PÓS E DE CERÂMICAS, PARA APLICAÇÃO COMO BLINDAGEM DE RADIAÇÃO IONIZANTE EM APLICAÇÕES AEROESPACIAIS E TERRESTRES



### *Introdução*

Na área aeroespacial um dos crescentes desafios tecnológicos consiste na proteção contra os efeitos destrutivos que a radiação ionizante de origem cósmica pode provocar nos componentes eletrônicos e optoeletrônicos instalados em satélites e aeronaves, bem como em tripulações. Estas radiações de origem cósmica são compostas por partículas ou ondas eletromagnéticas de elevadas energias e seus efeitos em circuitos eletrônicos e optoeletrônicos embarcados em aeronaves ou espaçonaves podem ocasionar falhas aleatórias ou mesmo a inutilização total dos sistemas. A redução do tamanho dos componentes eletrônicos, sua maior densidade de informação e menor tensão de operação podem contribuir para tornar estes componentes de tecnologia moderna mais susceptíveis aos efeitos da radiação ionizante, inclusive também em aplicações terrestres como por exemplo, na área nuclear ou médica. Em tripulações de aeronaves ou espaçonaves as radiações cósmicas podem também ocasionar efeitos biológicos estocásticos, aumentando significativamente o risco à saúde humana. Em todos esses cenários, uma das opções de proteção consiste na utilização de materiais de blindagem, que promovam a absorção ou atenuação da radiação incidente, reduzindo-a a níveis considerados como aceitáveis.

### *A Tecnologia*

A tecnologia apresentada tem como característica proporcionar um processo de manufatura de um material atenuador de radiação ionizante com especial eficiência para atenuação de radiação neutrônica, além de outros tipos de radiação. Neste invento, tem-se um processo inédito de fabricação e caracterização de um material cerâmico a base de carbono e boro, com variação de composições químicas, a ser utilizado nas formas de pós, cerâmicas sinterizadas, ou adicionados a tintas ou outros revestimentos.

### *Diferencial*

Elevada eficiência para absorção de nêutrons; possibilidade de aplicação na forma de cerâmicas ou na forma de pós que podem ser agregados a tintas e outros revestimentos; sua forma cerâmica proporciona durabilidade sob influência de outras condições ambientais.

### *Benefícios*

- Atenuação do nível de radiação;
- Podem ser utilizados em diferentes espessuras;
- Massa específica em média menor do que o alumínio aeronáutico.
- Podem ser utilizados na forma de pós e agregados a outros materiais como tintas, compostos ou outros materiais de revestimento.

### *Aplicações de Mercado*

- Indústria aeronáutica: material absorvedor de radiação ionizante;
- Indústria espacial: material absorvedor de radiação ionizante.
- Indústria de equipamentos médicos: material absorvedor de radiação ionizante.
- Indústria nuclear: material absorvedor de radiação ionizante.

**Titulares:** IEAv - Instituto de Estudos Avançados, INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, e IAE - Instituto de Aeronáutica e Espaço.

**Status:** Patente depositada - BR 10 2019 001778-3



## PROCESSO PARA FABRICAÇÃO DE MONITOR DE CORRENTE DE ELÉTRONS NÃO INTERCEPTANTE



### *Introdução*

Atualmente, os monitores de corrente pulsada são confeccionados no País com baixa frequência de cortes menores que 300 kHz. Esse novo produto permite a detecção de pulsos estreitos, menores que 100 ns, ou medidas de sinais senoidais na faixa de MHz. O produto permite seu acoplamento a uma linha de vácuo com o menor comprimento de inserção e isolador cerâmico para evitar o ruído de correntes reversas.

### *A Tecnologia*

Processo de fabricação de dispositivo que permite monitorar parâmetros de feixe de elétrons ou correntes elétricas do tipo senoidal ou pulsada. Ainda, dependendo de sua aplicação, os flanges de adaptação podem ser produzidos sob encomenda. Além de reduzir seu comprimento de inserção na linha de medição, ele realiza as medidas de forma não interceptante e o transdutor é blindado de corrente reversas.

### *Diferencial*

- Possibilita medidas de Pulsos de corrente de pequena largura: maior que 10 ns;
- Tempo de subida e descida de 10 ns;
- Possibilita medidas de sinais senoidais de até 10 Mhz;
- Blindado de correntes reversas;
- Pode-se empregar em linha de vácuo;
- Flanges de adaptação sob medida; e
- Menor comprimento de inserção na linha.

### *Benefícios*

- Dimensões sob encomenda;
- Menor comprimento de inserção;
- Elimina efeitos de correntes reversas;
- Pode-se empregar em linha de vácuo; e
- Medida de pulsos estreitos: até 10 ns.

### *Aplicações de Mercado*

- Controle de fornos;
- Telecomunicações;
- Detecção e controle de feixe de elétrons; e
- Controle e Automação, em geral.

**Titular:** IEAv-Instituto de Estudos Avançados

**Status:** Patente concedida – PI 9902434-9



## **SENSOR DE DESLOCAMENTO ANGULAR À FIBRA ÓPTICA BASEADO NA MODULAÇÃO DE INTENSIDADE ÓPTICA EM CONFIGURAÇÃO COM LENTE CONVERGENTE E DUAS FIBRAS ÓPTICAS PARALELAS COM EXTREMIDADES CLIVADAS E ALINHADAS, SEU MÉTODO DE MEDIÇÃO E SEU PROCESSO DE FABRICAÇÃO**



### *Introdução*

A presente tecnologia refere-se a um sensor a fibra óptica capaz de detectar deslocamento angular da ordem de microradianos e apresenta alta sensibilidade, compatibilidade com fibras ópticas, largura de banda ampla a, além disso, apresenta simplicidade de montagem e baixo custo. O sensor constitui-se por duas fibras ópticas, uma lente positiva, uma superfície reflexiva, um laser e um fotodetector. O sensor possui modelo matemático, validado experimentalmente, para determinação e simulação da curva característica estática e também para análise da influência de parâmetros geométricos em seu desempenho. O sensor foi testado em operação dinâmica para detecção de som e ultrassom e, por fim, como o detector de um sistema de inspeção não-destrutiva por ultrassom a laser. O sensor também se mostrou adequado para medições de tempo de trânsito e inspeção não destrutiva, sendo uma alternativa ao detector piezoelétrico ou ao interferométrico.

### *A Tecnologia*

A presente tecnologia refere-se a um sensor de deslocamento angular a fibra óptica baseado em modulação de intensidade óptica, capaz de detectar vibrações mecânicas em superfícies reflexivas. Este sensor pode ser utilizado para detecção de ondas mecânicas na faixa de frequência de infrassom (frequência entre 0 e 20 Hz), som (frequência entre 20 Hz e 20 kHz) e ultrassom (frequência acima de 20 kHz). Desta forma, o sensor pode ser utilizado como um microfone óptico ao se empregar uma membrana de microfone como superfície reflexiva. O sensor pode também ser utilizado para detecção de ultrassom diretamente em superfícies metálicas para realização de inspeção não destrutiva.

### *Diferencial*

- Alta sensibilidade;
- Imunidade eletromagnética;
- Operação em ambientes agressivos;
- Parte óptica do sensor não oferece limitação em frequência.

### *Benefícios*

- Baixo custo;
- Baixo peso;
- Dimensões reduzidas;
- Fabricação simples;
- Versatilidade.

### *Aplicações de Mercado*

- Microfone óptico;
- Detector de ultrassom;
- Hidrofone;
- Sensor de pressão;
- Sensor de micro deslocamento angular.

**Titulares:** IEAv - Instituto de Estudos Avançados e ITA  
- Instituto Tecnológico da Aeronáutica

**Status:** Patente concedida - BR 10 2013 012273 4





## TURBINA PASSIVA MULTI FLUIDOS COM CÂMARA DE CONDICIONAMENTO E BOCAIS DIRECIONADORES DE FLUIDO



### *Introdução*

Uma Turbina Passiva Multi Fluido (TPMF) é essencialmente uma turbina de Tesla. A turbina de Tesla foi inventada por Nicola Tesla para trabalhar com água. Esta turbina possui um eixo girante conectado a uma série de discos metálicos. A água é inserida por um bocal de tal forma que seu caminho é paralelo a superfície dos discos. Ao passar tangente a superfície dos discos, a água gera um efeito de arrasto sobre o disco forçando o mesmo a girar, e desta forma girando também o eixo. A diferença da TPMF é que o fluido não é água. No caso o fluido pode ser um gás, tal como ar, CO<sub>2</sub>, gás nobre, ou mesmo vapor d'água.

### *A Tecnologia*

Além do fato da TPMF usar como fluido de trabalho um gás, ela também possui uma câmara que homogeniza o fluxo do gás. Esta câmara possui um conjunto de furos que atuam como bocais e dirigem a vazão de gás diretamente para o espaço entre discos, evitando que o gás colida com a borda do disco e maximizando o efeito do arrasto sobre o disco. Diversos testes foram feitos com ar comprimido e conseguiu-se atingir velocidades de rotação de eixo em excesso a 60.000 RPM. Esta turbina foi desenvolvida para funcionar em tandem com uma turbina convencional, ambas, em princípio, em um ciclo Brayton. A ideia é melhorar a eficiência do ciclo Brayton. Este ciclo Brayton seria aplicado como conversor elétrico de uma micro usina nuclear espacial. A TPMF tem a característica da passividade. Alguns testes foram feitos com vapor saturado e foi mostrado que suas boas características, também, existem quando se trabalha com o vapor. Existe um estudo realizado pelo grupo da patente que mostra que neste caso a TPMF poderia ser um dispositivo passivo associado ao sistema de segurança de uma Usina Nuclear para evitar o que se está denominando de efeito Fukushima. Este fato é um bônus do desenvolvimento da TPMF.

### *Diferencial*

- Leve;
- Fácil de instalar;
- Pode ser utilizada em sistema de segurança nuclear em usinas nucleares de potência.

### *Benefícios*

- Passiva;
- Funciona melhor em situações de baixa energia do fluido;
- Aplicada em grandes usinas ajuda a mitigar o efeito Fukushima.

### *Aplicações de Mercado*

- Melhora conversão elétrica em micro sistemas nucleares que utilizam ciclos Braytons;
- Pode ser empregada em sistema passivo de segurança nuclear de usinas nucleares;
- Em tamanhos pequenos pode ser aplicada em fazendas e chácaras, e pequenas indústrias para geração de energia suplementar.

**Titular:** IEAv-Instituto de Estudos Avançados

**Status:** Patente concedida - BR 10 2013 026213 7



INSTITUTO DE ESTUDOS AVANÇADOS

Trevo Coronel Aviador José Alberto do Amarante, 1

Putim - CEP - 12.228-001

Caixa Postal 6044 - CEP - 12.228-970

São José dos Campos - SP - Brasil

Fone: (12) 3947-5360 - (12) 3947-5374 - Fax (12) 3944-1177

Assessoria de Comunicação Social: [acs.ieav@fab.mil.br](mailto:acs.ieav@fab.mil.br)

[www.ieav.cta.br](http://www.ieav.cta.br)