



\*PI 04141849\*

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**  
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR  
**INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL**

## CARTA PATENTE Nº PI 0414184-9

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: PI 0414184-9

(22) Data do Depósito: 20/07/2004

(43) Data da Publicação do Pedido: 24/03/2005

(51) Classificação Internacional: B05D 1/40; B05D 5/00; B05D 7/04; B29D 11/00; G02B 3/00; B05D 3/06; B29C 35/08; B29C 59/04; G02B 5/04

(52) Classificação CPC: B05D 1/40; B05D 5/00; B05D 7/04; B29D 11/00278; G02B 3/00; B05D 2252/10; B05D 3/067; B29C 2035/0827; B29C 59/046; G02B 5/045

(30) Prioridade Unionista: 09/09/2003 US 10/658,730

(54) Título: ARTIGO MICRO-REPLICADO E MÉTODO PARA FABRICÁ-LO

(73) Titular: 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY, Sociedade Americana. Endereço: 3M Center, Saint Paul, Minnesota 55133-3427, Estados Unidos da América (US).

(72) Inventor: VINCENT W. KING; JOHN S. HUIZINGA; WILLIAM V. DOWER; DAVID W. KUHN; GREGORY F. KING; JOHN T. STRAND; THOMAS B. HUNTER (FALECIDO); JAMES N. DOBBS; DANIEL H. CARLSON; LARRY D. HUMLICEK

Prazo de Validade: 10 (dez) anos contados a partir de 09/06/2015, observadas as condições legais.

Expedida em: 9 de Junho de 2015.

Assinado digitalmente por:

**Júlio César Castelo Branco Reis Moreira**  
Diretor de Patentes

## “ARTIGO MICRO-REPLICADO E MÉTODO PARA FABRICÁ-LO”

### Campo

A divulgação diz respeito no geral à moldagem contínua de material sobre uma folha contínua, e mais especificamente à moldagem de artigos tendo um alto grau de registro entre os padrões moldados nos lados opostos da folha contínua.

### Fundamentos

Na fabricação de muitos artigos, da impressão de jornal à fabricação de dispositivos eletrônicos sofisticados e dispositivos óticos, é necessário aplicar algum material que esteja pelo menos temporariamente na forma líquida aos lados opostos de um substrato. É freqüentemente o caso em que o material aplicado ao substrato é aplicado em um padrão pré determinado; no caso por exemplo, de impressão, a tinta é aplicada no padrão de letras e imagens. É comum em tais casos haver pelo menos uma exigência mínima quanto ao registro entre os padrões em lados opostos do substrato.

Quando o substrato é um artigo separado tal como uma placa de circuito, os aplicadores de um padrão podem usualmente contar com uma borda para ajudar na obtenção de registro. Mas quando o substrato é uma folha contínua e não é possível contar com uma borda do substrato para recorrer periodicamente na manutenção do registro, o problema se torna um pouco mais difícil. Ainda, mesmo no caso da folhas contínuas, quando a exigência quanto a registro não é grave, por exemplo, um desvio fora do registro perfeito de mais do que 100 microns é tolerável, expedientes mecânicos são conhecidos para controlar a aplicação de material naquele grau. A técnica da impressão está repleta com dispositivos capazes de atingir um tal padrão.

Entretanto, em alguns produtos tendo padrões em lados opostos de um substrato, um registro muito mais preciso entre os padrões é requerido. Em um tal caso, se a folha contínua não está em movimento

contínuo, aparelhos são conhecidos que podem aplicar material em um tal padrão. E se a folha contínua está em movimento contínuo, se é tolerável, como por exemplo, em alguns tipos de circuitos flexíveis, para recompor os rolos de padronização dentro de 100 microns, ou mesmo 5 microns, do registro perfeito uma vez por revolução dos rolos de padronização, a técnica  
5 ainda fornece diretrizes a respeito de como proceder.

Entretanto, por exemplo, em artigos óticos tais como películas de realce de brilho, é requerido que os padrões no polímero oticamente transparente aplicado aos lados opostos de um substrato não estejam fora de registro em não mais do que uma tolerância muito pequena em qualquer ponto  
10 na rotação da máquina. Até aqui, a técnica está silenciosa a respeito de como moldar uma superfície padronizada em lados opostos de uma folha contínua que esteja em movimento contínuo de modo que os padrões sejam mantidos continuamente, ao invés de intermitentemente, em registro dentro de 100  
15 microns.

### **Sumário**

Um aspecto da presente divulgação está direcionada a um artigo microreplicado. O artigo microreplicado inclui um substrato flexível tendo primeira e segunda superfícies opostas, um primeiro padrão  
20 microreplicado revestido em uma primeira superfície, e um segundo padrão microreplicado revestido na segunda superfície. Os padrões microreplicados, primeiro e segundo são registrados para melhor do que cerca de 100 microns, e preferivelmente são registrados dentro de cerca de 75 microns, e mais preferivelmente dentro de cerca de 50 microns, e o mais preferivelmente  
25 dentro cerca de 10 microns. Em uma outra forma de realização, os padrões, primeiro e segundo, cooperam para formar uma pluralidade de lentes lenticulares.

Um outro aspecto da presente divulgação está direcionado a um método de fabricar uma lente microreplicada. O método inclui fornecer

um substrato, na forma de folha contínua, tendo primeira e segunda superfícies opostas e passar o substrato através de um aparelho de moldagem para formar uma pluralidade de aspectos de lente. Os aspectos de lente são compreendidos de uma primeira estrutura padronizada microreplicada em uma primeira superfície e uma segunda estrutura padronizada microreplicada na segunda superfície.

### **Definições**

No contexto desta divulgação, “registro,” significa o posicionamento de estruturas em um local de composição em relação à borda de uma folha contínua e às outras estruturas no lado oposto da mesma folha contínua.

No contexto desta divulgação, “folha contínua” significa uma folha de material tendo uma dimensão fixa em uma direção e um comprimento pré determinado ou indeterminado na direção ortogonal.

No contexto desta divulgação, “registro contínuo”, significa que em todos os tempos durante a rotação do primeiro e segundo rolos padronizados o grau de registro entre as estruturas nos rolos é melhor do que um limite especificado.

No contexto desta divulgação, “microreplicada” ou “microreplicação” significa a produção de uma superfície microestruturada através de um processo onde os aspectos da superfície estruturada retêm uma fidelidade de aspecto individual durante a fabricação, de produto para produto, que varia não mais do que cerca de 100 micrômetros.

### **Breve Descrição dos Desenhos**

Nas diversas figuras do desenho anexo, partes iguais portam numerais de referência iguais, e:

A FIG. 1 ilustra uma vista em perspectiva de uma forma de realização exemplar de um sistema incluindo um sistema de acordo com a presente divulgação;

A FIG. 2 ilustra uma vista de perto de uma porção do sistema da FIG. 1 de acordo com a presente divulgação;

A FIG. 3 ilustra uma outra vista em perspectiva do sistema da FIG. 1 de acordo com a presente divulgação;

5 A FIG. 4 ilustra uma vista esquemática de uma forma de realização exemplar de um aparelho de moldagem de acordo com a presente divulgação;

A FIG. 5 ilustra uma vista de perto de uma seção do aparelho de moldagem da FIG. 4 de acordo com a presente divulgação;

10 A FIG. 6 ilustra uma vista esquemática de uma forma de realização exemplar de um arranjo de montagem de rolo de acordo com a presente divulgação;

A FIG. 7 ilustra uma vista esquemática de uma forma de realização exemplar de um arranjo de montagem para um par de rolos padronizados de acordo com a presente divulgação;

15 A FIG. 8 ilustra uma vista esquemática de uma forma de realização exemplar de um motor e arranjo de rolo de acordo com a presente divulgação;

A FIG. 9 ilustra uma vista esquemática de uma forma de realização exemplar de um meio para controlar o registro entre os rolos de acordo com a presente divulgação;

A FIG. 10 ilustra uma vista esquemática de uma forma de realização exemplar de um arranjo de controle de rolo de acordo com a presente divulgação;

25 A FIG. 11 ilustra um diagrama de bloco de uma forma de realização exemplar de um método e aparelho para controlar o registro de acordo com a presente divulgação;

A FIG. 12 ilustra uma vista transversal de um artigo fabricado de acordo com a presente divulgação.

### **Descrição Detalhada**

No geral, a invenção da presente divulgação está direcionada a um substrato flexível revestido com estruturas padronizadas microreplicadas em cada lado. Os artigos microreplicados são registrados em relação um ao outro em um alto grau de precisão. Preferivelmente, as estruturas nos lados opostos cooperam para dar as qualidades de artigo ótico como desejado, e mais preferivelmente, as estruturas são uma pluralidade de aspectos de lente.

#### **Exemplo #1 - Artigo Microreplicado**

Referindo-se à FIG. 12, é ilustrada uma forma de realização exemplar de um artigo microreplicado de dois lados 1200. O artigo 1200 inclui uma substrato em folha contínua 1210 tendo superfícies, primeira e segunda, opostas 1220, 1230. As superfícies, primeira e segunda 1220, 1230 incluem as estruturas microreplicadas primeira e segunda 1225, 1235, respectivamente. A primeira estrutura microreplicada 1225 inclui uma pluralidade de aspectos arqueados 1226, que na forma de realização mostrada são lentes cilíndricas com um diâmetro efetivo de cerca de 142 microns. A segunda estrutura microreplicada 1235 inclui uma pluralidade de aspectos prismáticos em dente de serra ou piramidais 1236.

Na forma de realização exemplar mostrada, os aspectos primeiro e segundo 1226, 1236 têm o mesmo passo ou período de repetição P, por exemplo, o período do primeiro aspecto é de cerca de 150 microns, e o período de repetição do segundo aspecto é o mesmo. Tipicamente, a relação do período dos aspectos primeiro e segundo é uma relação numérica inteira (ou a inversa), embora outras combinações sejam permissíveis. Os aspectos mostrados são de comprimento indefinido em uma direção descendente em relação à folha contínua.

Na forma de realização exemplar mostrada, os aspectos microreplicados opostos 1226, 1236 cooperam para formar uma pluralidade de aspectos de lente 1240. Na forma de realização exemplar mostrada, os

aspectos de lente 1240 são lentes lenticulares. Visto que o desempenho de cada aspecto de lente 1240 é uma função do alinhamento dos aspectos opostos 1229, 1239 que formam cada lente, o alinhamento ou registro de precisão dos aspectos de lente é preferível.

5                   Opcionalmente, o artigo 1200 também inclui as áreas de superposição primeira e segunda 1227, 1237. A área de superposição é definida como o material entre as superfícies de substrato 1220, 1230 e o fundo de cada aspecto respectivo, isto é, os vales 1228, 1238. Tipicamente, a primeira área de superposição 1228 está a pelo menos cerca de 10 microns no  
10 lado da lente e a segunda área de superposição 1238 está a cerca de pelo menos cerca de 25 microns do lado de prisma. A área de superposição ajuda nos aspectos tendo boa aderência à folha contínua e também ajuda na fidelidade de replicação.

                  O artigo 1200 descrito acima foi fabricado usando um aparelho  
15 e método para produzir estruturas microreplicadas precisamente alinhadas nas superfícies opostas da folha contínua, o aparelho e métodos que são descritos em detalhes abaixo. A forma de realização produzida pelos Requerentes foi fabricada usando uma folha contínua fabricada de tereftalato de polietileno (PET), 0,0049 polegadas de espessura. Outros materiais de folha contínua  
20 podem ser usados, por exemplo, policarbonato.

                  A primeira estrutura microreplicada foi fabricada em um primeiro rolo padronizado pela moldagem e cura de um líquido curável sobre o primeiro lado da folha contínua. O primeiro líquido curável foi uma solução de resina de acrilato sensível à luz incluindo photomer 6010, disponível da  
25 Cognis Corp., Cincinnati, Ohio; SR385 acrilato de tetraidrofurfurila e SR238 (70/15/15 %) diacrilato de 1,6-hexanodiol, ambos disponíveis da Satomer Co., Expon, Pensilvânia; Canforquinona, disponível da Hanford Research Inc., Stratford, Connecticut; e Benzoato de Etil-4-dimetilamino (0,75/ 0,5 %), disponível da Aldrich Chemical Co., Milwaukee, Wisconsin. A segunda

estrutura microreplicada foi fabricada em um segundo rolo padronizado pela moldagem e cura de um líquido curável sobre o segundo lado da folha contínua. O segundo líquido curável usado foi o mesmo como o primeiro líquido curável.

5                   Depois que cada estrutura respectiva foi moldada em um padrão, cada padrão respectivo foi externamente curado usando uma fonte de luz de cura incluindo uma fonte de luz ultravioleta. Um rolo de descamação foi depois usado para remover o artigo microreplicado do segundo rolo padronizado. Opcionalmente, um agente de liberação ou revestimento pode  
10 ser usado para ajudar na remoção das estruturas padronizadas das ferramentas padronizadas.

Os ajustes de processo usados para criar o artigo descrito acima são como segue. Uma velocidade de folha contínua de cerca de 1,0 pé por minuto com uma tração de folha contínua dentro e fora do aparelho de  
15 moldagem de cerca de 2,0 libras força foi usada. Uma relação de puxada do rolo de descamação de cerca de 5 % foi usada para puxar a folha contínua para fora da segunda ferramenta padronizada. Uma pressão de estreitamento de cerca de 4,0 libras força foi usada. O estreitamento entre os rolos padronizados, primeiro e segundo foi de cerca de 0,010 polegada (0,25 mm).  
20 A resina foi fornecida à primeira superfície da folha contínua usando um aparelho de revestimento gotejador e a resina foi fornecida à segunda superfície a uma razão de cerca de 1,35 ml/min, usando uma bomba de seringa.

A cura da primeira estrutura microreplicada foi realizada com  
25 uma Lâmpada de Arco de Mercúrio Oriel 200-500 W na potência máxima e um Fostec DCR II na potência máxima, com todos os componentes montados sequencialmente. A cura da segunda estrutura microreplicada foi realizada com uma Fonte de Luz UV de Energia Espectral, um Fostec DCR II na potência máxima e um RSLI Inc. Light Pump 150 MHS, com todos os



componentes montados seqüencialmente.

O primeiro rolo padronizado incluiu uma série de imagens negativas para formar lentes cilíndricas com um diâmetro de 142 microns em passo de 150 microns. O segundo rolo padronizado incluiu uma série de  
5 imagens negativas para formar uma pluralidade de prismas simétricos com ângulo de 60 graus compreendido em passo de 150 microns.

No geral, a invenção da presente divulgação pode ser feita por um sistema e método, a seguir divulgado, para produzir estruturas microreplicadas de dois lados com registro de lado para lado melhor do que  
10 cerca de 100 microns, e preferivelmente melhor do que 50 microns, e mais preferivelmente menor do que 25 microns, e o mais preferivelmente menor do que 5 microns. O sistema no geral inclui uma primeira montagem padronizada e uma segunda montagem padronizada. Cada montagem respectiva cria um padrão microreplicado em uma superfície respectiva de uma folha contínua  
15 tendo uma primeira e uma segunda superfície. Um primeiro padrão é criado no primeiro lado da folha contínua e um segundo padrão é criado na segunda superfície da folha contínua.

Cada montagem padronizada inclui meios para aplicar um revestimento, um membro de padronização e um membro de cura.  
20 Tipicamente, as montagens de padronização incluem rolos padronizados e uma estrutura de suporte para manter e acionar cada rolo. Os meios de revestimento da primeira montagem padronizada dispensa um primeiro material de revestimento curável sobre uma primeira superfície da folha contínua.

25 Os meios revestimento da segunda montagem padronizada dispensa um segundo material de revestimento curável sobre uma segunda superfície da folha contínua, em que a segunda superfície é oposta à primeira superfície. Tipicamente, os materiais de revestimento primeiro e segundo são da mesma composição.

Depois que o primeiro material de revestimento é colocado na folha contínua, a folha contínua passa sobre um primeiro membro padronizado, em que um padrão é criado no primeiro material de revestimento. O primeiro material de revestimento é depois curado ou  
5 esfriado para formar o primeiro padrão. Subseqüentemente, depois que o segundo material de revestimento é colocado na folha contínua, a folha contínua passa sobre um segundo membro padronizado, em que um padrão é criado no segundo material de revestimento. O segundo material de revestimento é depois curado para formar o segundo padrão. Tipicamente,  
10 cada membro padronizado é uma ferramenta microreplicada e cada ferramenta tipicamente tem um membro de cura dedicado para curar o material. Entretanto, é possível ter um único membro de cura que cure tanto o primeiro quanto o segundo materiais padronizados. Também, é possível colocar os revestimentos sobre as ferramentas padronizadas.

15 O sistema também inclui meios de rotacionar o primeiro e segundo rolos padronizados tal que seus padrões sejam transferidos aos lados opostos da folha contínua enquanto a mesma estiver em movimento contínuo, e os ditos padrões são mantidos em registro contínuo nos ditos lados opostos da folha contínua para melhor do que cerca de 100 microns.

20 Uma vantagem da presente invenção é que uma folha contínua tendo uma estrutura microreplicada em cada superfície oposta da folha contínua pode ser fabricada tendo-se a estrutura microreplicada em cada lado da folha contínua continuamente formada enquanto se mantém as estruturas microreplicadas nos lados opostos registrados no geral dentro de 100 microns  
25 entre si, e tipicamente dentro de 50 microns, e mais tipicamente dentro de 20 microns, e o mais tipicamente dentro de 5 microns.

Referindo-se agora às FIGS. 1 e 2, uma forma de realização exemplar de um sistema 110 incluindo aparelho de moldagem 120 de acordo com a presente divulgação é ilustrada. No aparelho de moldagem

representado 120, uma folha contínua 122 é fornecida ao aparelho de moldagem 120 a partir de um carretel desenrolado principal (não mostrado). A natureza exata da folha contínua 122 pode variar amplamente, dependendo do produto que é produzido. Entretanto, quando o aparelho de moldagem 120  
5 é usado para a fabricação de artigos óticos é usualmente conveniente para a folha contínua 122 ser translúcida ou transparente, para permitir a cura através da folha contínua 122. A folha contínua 122 é direcionada ao redor de vários rolos 126 no aparelho de moldagem 120.

O controle de tração preciso da folha contínua 122 é requerido  
10 para se obter os melhores resultados que a invenção é capaz, de modo que a folha contínua 122 seja direcionada sobre um dispositivo sensor de tração (não mostrado). Em situações onde é desejável usar uma folha contínua de revestimento para proteger a folha contínua 122, a folha contínua de revestimento é tipicamente separada no carretel desenrolado e direcionada a  
15 um carretel de enrolamento da folha contínua de revestimento (não mostrado). A folha contínua 122 é tipicamente direcionada por intermédio de um rolo esticador a um rolo dançarino para o controle da tração de precisão. Os rolos esticadores direcionam a folha contínua 122 a uma posição entre os rolos de estreitamento 154 e a primeira cabeça de revestimento 156.

20 Na forma de realização representada, a primeira cabeça de revestimento 156 é uma cabeça de revestimento de matriz. Entretanto, outros métodos de revestimento podem ser adaptados ao aparelho, como uma pessoa de habilidade comum na técnica avaliará. A folha contínua 122 depois passa entre os rolos de estreitamento 154 e primeiro rolo padronizado 160. O  
25 primeiro rolo padronizado 160 tem uma superfície padronizada 162, e quando a folha contínua 122 passa entre o rolo de estreitamento 154 e o primeiro rolo padronizado 160 o material dispensado sobre a folha contínua 122 pela primeira cabeça de revestimento 156 é formada em um negativo da superfície padronizada 162.

Enquanto a folha contínua 122 está em contato com o primeiro rolo padronizado 160, o material é dispensado da segunda cabeça de revestimento 164 sobre a outra superfície da folha contínua 122. Em paralelo com o debate acima com respeito à primeira cabeça de revestimento 156, a  
5 segunda cabeça de revestimento 164 também é um arranjo de revestimento de matriz incluindo uma segunda extrusora (não mostrada) e uma segunda matriz de revestimento (não mostrada). Em algumas formas de realização, o material dispensado pela primeira cabeça de revestimento 156 é uma composição incluindo um precursor polimérico e intencionado a ser curado até um  
10 polímero sólido com a aplicação de radiação ultravioleta.

O material que foi dispensado sobre a folha contínua 122 pela segunda cabeça de revestimento 164 é depois levada em contato com o segundo rolo padronizado 174 com uma segunda superfície padronizada 176. Em paralelo com o debate acima, em algumas formas de realização, o  
15 material dispensado pela segunda cabeça de revestimento 164 é uma composição incluindo um precursor polimérico e intencionado a ser curado até um polímero sólido com a aplicação de radiação ultravioleta.

Neste ponto, a folha contínua 122 teve um padrão aplicado a ambos os lados. Um rolo de descamação 182 pode estar presente para ajudar  
20 na remoção da folha contínua 122 do segundo rolo padronizado 174. Tipicamente, a tração da folha contínua dentro e fora do aparelho de moldagem é quase constante.

A folha contínua 122 tendo um padrão microreplicada dos dois lados é depois direcionada a um carretel de enrolamento (não mostrado) por  
25 intermédio de vários rolos esticadores. Se uma película de intercalação é desejada para proteger a folha contínua 122, a mesma é tipicamente fornecida de um carretel desenrolado secundário (não mostrado) e a folha contínua e a película de intercalação são enroladas juntas no carretel de enrolamento em uma tração apropriada.

Referindo-se às FIGS. 1 e 3, os rolos padronizados primeiro e segundo são ligados às montagens de motor primeira e segunda 210, 220, respectivamente. O suporte para as montagens de motor 210, 220 é realizado montando-se as montagens em uma estrutura 230, direta ou indiretamente. As  
5 montagens de motor 210, 220 são ligadas à estrutura usando arranjos de montagem de precisão. Na forma de realização exemplar mostrada, a primeira montagem de motor 210 é montada de modo fixo à estrutura 230. A segunda montagem de motor 220, que é colocada na posição quando a folha contínua 122 é passada através do aparelho de moldagem 120, precisa ser posicionada  
10 repetidamente e é portanto móvel, tanto na direção transversal quanto na da máquina. O arranjo de motor móvel 220 é preferivelmente ligado às correções lineares 222 para ajudar no posicionamento preciso repetido, for exemplo, quando da mudança entre padrões nos rolos. O segundo arranjo de motor 220 também inclui um segundo arranjo de montagem 225 no lado  
15 traseiro da estrutura 230 para posicionar o segundo rolo padronizado 174 lado a lado em relação ao primeiro rolo padronizado 160. O segundo arranjo de montagem 225 preferivelmente inclui correções lineares 223 que permitem o posicionamento preciso nas direções transversais e da máquina.

Referindo-se à FIG. 6, um arranjo de montagem de motor é  
20 ilustrado. Um motor 633 para acionar uma ferramenta ou rolo padronizados 662 é montado na estrutura da máquina 650 e conectados através de um acoplamento 640 a um eixo rotativo 601 do rolo padronizado 662. O motor 633 é ligado a um codificador primário 630. Um codificador secundário 651 é ligado à ferramenta para fornecer controle de registro angular preciso do rolo padronizado 662. Os codificadores primário 630 e secundário 651 cooperam  
25 para fornecer controle do rolo padronizado 662 para mantê-lo no registro com um segundo rolo padronizado, como será ainda descrito a seguir.

Na forma de realização exemplar mostrada, o diâmetro do rolo ferramenta 662 é tipicamente menor do que o diâmetro do seu motor 633.

Para acomodar este arranjo, as duas montagens de rolo ferramenta 610, 710 são instaladas como imagens espelho de modo a serem capazes de conduzir os dois rolos ferramenta 662, 762 juntos como mostrado na FIG. 7. Referindo-se também à FIG. 1, o primeiro arranjo de motor é tipicamente acoplado de modo fixo à estrutura e o segundo arranjo de motor é posicionado usando 5 corredeiras lineares de qualidade ótica móveis.

A redução ou eliminação da ressonância do eixo é importante visto que esta é uma fonte de erro de registro permitindo o controle posicional padrão dentro dos limites especificados. Usando um acoplador 640 entre o 10 motor 633 e o eixo 650 que seja maior do que especifica os programas de dimensionamento geral também reduzirão a ressonância de eixo causada pelos acoplamentos mais flexíveis. As montagens de mancal 660 estão localizados em vários locais para fornecer suporte rotacional para o arranjo do motor.

15 Referindo-se à FIG. 4, uma forma de realização exemplar de um aparelho de moldagem 420 para produzir uma folha contínua de dois lados 422 com estruturas microreplicadas registradas em superfícies opostas é ilustrada. A montagem inclui primeiro e segundo meios de revestimento 456, 464, um rolo de estreitamento 454, e primeiro e segundo rolos padronizados 20 460, 474. A folha contínua 422 é apresentada ao primeiro meio de revestimento 456, neste exemplo uma primeira matriz de extrusão 456. A primeira matriz 456 dispensa um primeiro revestimento de camada líquida curável 470 sobre a folha contínua 422. O primeiro revestimento 470 é prensado no primeiro rolo padronizado 460 por meio de um rolo de estreitamento 454, tipicamente um rolo coberto de borracha. Enquanto no 25 primeiro rolo padronizado 460, o revestimento é curado usando uma fonte de cura externa 480, por exemplo, uma lâmpada, de luz de comprimento de onda adequado, tipicamente uma luz ultravioleta.

Uma segunda camada de líquido curável 481 é revestida sobre

o lado oposto da folha contínua 422 usando uma segunda matriz de extrusão lateral 464. A segunda camada 481 é prensada no segundo rolo de ferramenta padronizado 474 e o processo de cura repetido para a segunda camada de revestimento 481. O registro dos dois padrões de revestimento é obtido mantendo-se os rolos de ferramenta 460, 474 em uma relação angular precisa entre si, como será descrito a seguir.

Referindo-se à FIG. 5, uma vista de perto de uma porção de primeiro e segundo rolos padronizados 560, 574 é ilustrada. O primeiro rolo padronizado 560 tem um primeiro padrão 562 para formar uma superfície microreplicada. O segundo rolo padrão 574 tem um segundo padrão microreplicado 576.

Na forma de realização exemplar mostrada, o primeiro e segundo padrões 562, 576 são do mesmo padrão, embora os padrões possam ser diferentes. Conforme uma folha contínua 522 passa sobre o primeiro rolo 560, um primeiro líquido curável (não mostrado) sobre uma primeira superfície 524 é curado por uma fonte de luz de cura 525 próximo a uma primeira região 526 no primeiro rolo padronizado 560. Uma primeira estrutura padronizada microreplicada 590 é formada sobre o primeiro lado 524 da folha contínua 522 depois que o líquido é curado. A primeira estrutura padronizada 590 é um negativo do padrão 562 sobre o primeiro rolo padronizado 560. Depois que a primeira estrutura padronizada 590 é formada, um segundo líquido curável 581 é dispensado sobre uma segunda superfície 527 da folha contínua 522. Para garantir que o segundo líquido 581 não seja curado prematuramente, o segundo líquido 581 é isolado da primeira luz de cura 525, tipicamente por uma localização da primeira luz de cura 525 de modo que ela não incida sobre o segundo líquido 581. Alternativamente, os meios de proteção 592 podem ser colocados entre a primeira luz de cura 525 e o segundo líquido 581. Também, as fontes de cura podem estar localizadas dentro dos seus respectivos rolos padronizados onde é impraticável ou difícil

de curar através da folha contínua.

Depois que a primeira estrutura padronizada 590 é formada, a folha contínua 522 continua ao longo do primeiro rolo 560 até que ele entre na região de estreitamento 575 entre o primeiro e segundo rolos padronizados 560, 574. O segundo líquido 581 então segura o segundo padrão 576 no segundo rolo padronizado e é formado em uma segunda estrutura microreplicada, que é depois curada por uma segunda luz de cura 535. Conforme a folha contínua 522 passa no estreitamento 575 entre o primeiro e segundo rolos padronizados 560, 574, o primeiro estruturado padronizado 590, que é agora substancialmente curado e ligado à folha contínua 522, restringe a folha contínua 522 de deslizar enquanto a folha contínua 522 começa a se move para dentro do estreitamento 575 e em torno do segundo rolo padronizado 574. Isto remove o estiramento e deslizamento da folha contínua como uma fonte de erro de registro entre as estruturas padronizadas primeira e segunda formadas na folha contínua.

Sustentando-se a folha contínua 522 no primeiro rolo padronizado 560 enquanto o segundo líquido 581 entra em contato com o segundo rolo padronizado 574, o grau de registro entre as estruturas microreplicadas primeira e segunda 590, 593 formadas em lados opostos 524, 527 da folha contínua 522 torna-se uma função de controlar a relação posicional entre as superfícies dos rolos padronizados primeiro e segundo 560, 574. O enrolamento em S da folha contínua em torno dos rolos padronizados primeiro e segundo 560, 574 e entre o estreitamento 575 formado pelos rolos minimiza os efeitos de tração, mudanças na tração da folha contínua, temperatura, microdeslizamentos causados pela mecânica de estreitar uma folha contínua, e controle posicional lateral. Tipicamente, o enrolamento em S mantém a folha contínua 522 em contato com cada rolo em um ângulo de enrolamento de 180 graus, embora os ângulos de enrolamento possam ser maiores ou menores dependendo das exigências particulares.



Para aumentar o grau de registro entre os padrões formados em superfícies opostas de uma folha contínua, é preferido ter uma variação de passo de frequência baixa em torno do diâmetro médio de cada rolo. Tipicamente, os rolos padronizados são do mesmo diâmetro médio, embora  
5 isto não seja requerido. Está dentro da habilidade e conhecimento de uma pessoa tendo habilidade comum na técnica selecionar o rolo apropriado para qualquer aplicação particular.

#### Exemplo #2 - Aparelho para Fabricar Artigo Microreplicado de Dois Lados

10 Porque os tamanhos de aspectos nas estruturas microreplicadas em ambas as superfícies de uma folha contínua são desejados estar dentro de registro fino entre si, os rolos padronizados precisam ser controlados com um grau alto de precisão. O registro transversal à folha contínua dentro dos limites aqui descritos pode ser realizado aplicando-se as técnicas usadas no  
15 controle do registro na direção da máquina, como descrito a seguir. O controle de registro na direção da máquina é requerido, que antes não foi obtido em folhas contínuas microreplicadas nos dois lados. Por exemplo, para se obter cerca de 10 microns de colocação de aspecto de extremidade à extremidade em um rolo padronizado de 10 polegadas (254 mm) de circunferência, cada  
20 rolo deve ser mantido dentro de uma precisão rotacional de  $\pm 32$  arco-segundos por revolução. O controle de registro torna-se mais difícil conforme a velocidade que a folha contínua se move através do sistema é aumentada.

Foi construído e demonstrado um sistema tendo rolos padronizados circulares de 10 polegadas (254 mm) que pode criar uma folha  
25 contínua tendo aspectos padronizados em superfícies opostas da folha contínua que são registrados dentro de 2,5 microns. Na leitura desta divulgação e aplicando os princípios aqui divulgados, uma pessoa de habilidade comum na técnica avaliará como realizar o grau de registro para outras superfícies microreplicadas.

Referindo-se à FIG. 8, uma vista esquemática de um arranjo de motor 800 usado no sistema do Requerente é ilustrado. O arranjo de motor inclui um motor 810 incluindo um codificador primário 830 e um eixo de acionamento 820. O eixo de acionamento 820 é ligado a um eixo de acionamento 840 de rolo padronizado 860 através de um acoplamento 825. Um codificador secundário ou de carga 850 é ligado ao eixo de acionamento 840. Usando dois codificadores no arranjo de motor descrito permite que a posição do rolo padronizado seja medida mais precisamente pela localização do dispositivo de medição (codificador) 850 próximo ao rolo padronizado 860, reduzindo assim ou eliminando os efeitos de perturbações de torque quando o arranjo de motor 800 está operando.

Referindo-se à FIG. 9, uma vista esquemática do arranjo de motor da FIG. 8, é ilustrado como ligado aos componentes de controle. No aparelho de exemplo mostrado nas FIGS. 1 e 3, um ajuste similar pode controlar cada arranjo de motor 210 e 220.

O arranjo de motor 900 comunica-se com um arranjo de controle 965 para permitir o controle com precisão do rolo padronizado 960. O arranjo de controle 965 inclui um módulo de acionamento 966 e um módulo de programa 975. O módulo de programa 975 comunica-se com o módulo de acionamento 966 por intermédio de uma linha 977, por exemplo, uma rede de fibra SERCOS. O módulo de programa 975 é usado para os parâmetros de entrada, tais como pontos de ajuste, ao módulo de acionamento 966. O módulo de acionamento 966 recebe 480 volts de entrada, potência de 3 fases 915, a retifica para CC, e a distribui por intermédio de uma conexão de energia 973 para controlar o motor 910. O codificador de motor 912 alimenta um sinal de posição para controlar o módulo 966. O codificador secundário 950 no rolo padronizado 960 também alimenta um sinal de posição de volta para o módulo de acionamento 966 por intermédio da linha 971. O módulo de acionamento 966 usa os sinais de codificador para posicionar precisamente o

rolo padronizado 960. O planejamento de controle para se obter o grau de registro é descrito em detalhes abaixo.

Nas formas de realização exemplares mostradas, cada rolo padronizado é controlado por um arranjo de controle dedicado. Os arranjos de controle dedicados cooperam para controlar o registro entre o primeiro e o segundo rolos padronizados. Cada módulo de acionamento comunica-se com a sua respectiva montagem de motor e a controla.

Várias opções são disponíveis para co-coordenar os dois eixos tais como as configurações do tipo mestre/escravo e paralelo, que foi usado no sistema do Requerente.

O arranjo de controle no sistema construído e demonstrado pelos Requerentes incluem o seguinte. Para acionar cada um dos rolos padronizados, um motor de torque de alto desempenho, baixo engate com uma retroalimentação de codificador senoidal de alta resolução (512 ciclos senoidais x 4096 interpolações de acionamento > > 2 milhões de partes por revolução) foi usada, modelo MHD090B-035-NGO-UN, disponível da Bosch-Rexroth (Indramat). Também o sistema incluiu motores síncronos, modelo MHD090B-035-NGO-UN, disponível da Bosch-Rexroth (Indramat), mas outros tipos, tais como motores de indução também podem ser usados. Cada motor foi diretamente ligado (sem caixa de câmbio ou redução mecânica) através de um acoplamento de fole extremamente duro, modelo BK5-300, disponível da R/W Corporation. Os planejamentos de acoplamento alternados podem ser usados, mas o tipo fole no geral combina dureza enquanto fornece alta precisão rotacional. Cada acoplamento foi dimensionado de modo que um acoplamento substancialmente maior foi selecionado do que as especificações dos fabricantes típicas recomendariam. Adicionalmente, flanges de folga zero ou cubos de travamento do tipo compressivo entre os acoplamentos e os eixos são preferidos. Cada eixo de rolo foi ligado a um codificador através de um codificador lateral de carga de

eixo oco, modelo RON255C, disponível da Heidenhain Corp., Schaumburg, IL. A seleção de codificador deve ter a mais alta precisão e resolução possíveis, tipicamente mais do que 32 arco-segundo de precisão. No projeto dos Requerentes, 18000 ciclos senoidais por revolução foram utilizados, que em conjunção com os 4096 bits de interpolação de acionamento de resolução resultou em excesso de 50 milhões de partes por revolução de revolução dando uma resolução substancialmente mais alta do que a precisão. O codificador lateral de carga teve uma precisão de  $\pm 2$  arco-segundo; o desvio máximo nas unidades liberadas foi menor do que  $\pm 1$  arco-segundo.

10 Preferivelmente, cada eixo é planejado para ser tão grande no diâmetro quanto possível e tão curto quanto possível para maximizar a dureza, resultando na frequência ressonante mais alta possível.

O alinhamento de precisão de todos os componentes rotacionais é desejado para garantir erro de registro mínimo devido a esta fonte de erro de registro. Uma pessoa de habilidade comum na técnica reconhecerá que existem vários modos para reduzir o erro de registro devido ao alinhamento dos componentes rotacionais.

A estratégia de controle para cada eixo é implementada como segue:

20 Referindo-se à FIG. 11, na posição idêntica ao sistema dos Requerentes comandos de referência foram apresentados a cada eixo simultaneamente através de uma rede de fibra SERCOS a uma taxa de atualização de 2 ms. Cada eixo interpola a referência posicional com uma chave cúbica, na taxa de atualização do circuito fechado posicional de intervalos de 250 microssegundos. O método de interpolação não é crítico, visto que a velocidade constante resulta em uma constante simples vezes o curso de intervalo de tempo. A resolução é crítica para eliminar quaisquer erros de arredondamento ou representação numérica. A inversão do eixo também deve ser tratada. É crítico que cada ciclo de controle de eixo seja

sincronizado na taxa de execução do circuito fechado de corrente (intervalos de 62 microssegundos).

O curso de topo 1151 é a seção avançada alimentada de controle. A estratégia de controle inclui um circuito fechado posicional 1110, um circuito fechado de velocidade 1120, e um circuito fechado de corrente 1130. A referência posicional 1111 é diferenciada, uma vez para gerar os limites avançados alimentados de velocidade 1152 e uma segunda vez para gerar o limite avançado alimentado de aceleração 1155. O curso avançado alimentado 1151 ajuda o desempenho durante as mudanças de velocidade de linha e correção das dinâmicas.

O comando posicional 1111 é subtraído da posição de corrente 1114, gerando um sinal de erro 1116. O erro 1116 é aplicado a um controlador proporcional 1115, gerando a referência de comando da velocidade 1117. A retroalimentação da velocidade 1167 é subtraída do comando 1117 para gerar o sinal de erro de velocidade 1123, que é depois aplicado a um controlador PID. A retroalimentação da velocidade 1167 é gerada pela diferenciação do sinal posicional codificador do motor 1126. Devido aos limites de diferenciação e resolução numérica, um filtro de Butterworth de passagem baixa 1124 é aplicado para remover componentes de ruído de alta frequência do sinal de erro 1123. Um filtro de faixa de parada estreito (encaixe) 1129 é aplicado no centro da frequência ressonante motor-rolô. Isto permite que ganhos substancialmente mais altos sejam aplicados ao controlador de velocidade 1120. A resolução aumentada do codificador do motor também melhoraria o desempenho. A localização exata dos filtros no diagrama de controle não é crítica; o curso avançado ou reverso são aceitáveis, embora os parâmetro de sintonia sejam dependentes da localização.

Um controlador PID também pode ser usado no circuito fechado posicional, mas o retardo de fase adicional do integrador torna a

estabilização mais difícil. O circuito fechado de corrente é um controlador PI tradicional; os ganhos são estabelecidos pelos parâmetros do motor. O circuito fechado de corrente de largura de faixa mais alta possível permitirá o desempenho ideal. Também, ondulação de torque mínimo é desejado.

5                   A minimização de perturbações externas é importante para se obter o registro máximo. Isto inclui a construção do motor e a comutação do circuito fechado de corrente como anteriormente debatido, mas a minimização de perturbações mecânicas também é importante. Os exemplos incluem o controle da tração extremamente suave na extração da entrada e saída da folha  
10 contínua, movimento de mancal e selo uniforme, minimização dos distúrbios de tração da retirada da folha contínua do rolo, rolo de estreitamento de borracha uniforme. No planeamento corrente, um terceiro eixo engrenado aos rolos de ferramenta é fornecido como um rolo puxador para ajudar na remoção da estrutura curada da ferramenta.

15                   O material de folha contínua pode ser qualquer material adequado no qual um estrutura padronizada microreplicada pode ser criada. Os exemplos de materiais de folha contínua são tereftalato de polietileno, metacrilato de polimetila ou policarbonato. A folha contínua também pode ser de camada múltipla. Visto que o líquido é tipicamente curado por uma fonte  
20 de cura no lado oposto àquele no qual a estrutura padronizado é criada, o material de folha contínua deve ser pelo menos parcialmente translúcido para a fonte de cura usada. Os exemplos de fontes de energia de cura são radiação infravermelha, radiação ultravioleta, radiação de luz visível, microonda, ou feixe e. Uma pessoa de habilidade comum na técnica avaliará que outras  
25 fontes de cura podem ser usadas, e a seleção de uma combinação de material de folha contínua /fonte de cura particulares dependerá do artigo particular (tendo estruturas microreplicadas em registro) a ser criado.

Uma alternativa para curar o líquido através da folha contínua seria usar uma cura reativa de duas partes, por exemplo, um epóxi, que seria

útil para as folhas contínuas que são difíceis de curar através, tal como folha contínua metálica ou folhas contínuas tendo uma camada metálica. A cura pode ser realizada pela mistura na linha de componentes ou catalisadores pulverizáveis em uma porção do rolo padronizado, que curaria o líquido para  
5 formar a estrutura microreplicada quando o revestimento e o catalisador entrassem em contato.

O líquido a partir do qual as estruturas microreplicadas são criadas é tipicamente um material fotopolimerizável curável, tal como acrilatos curáveis pela luz UV. Uma pessoa de habilidade comum na técnica  
10 avaliará que outros materiais de revestimento podem ser usados e a seleção de um material dependerá das características particulares desejadas para as estruturas microreplicadas. Similarmente, o método de cura particular utilizado está dentro da habilidade e conhecimento de uma pessoa de habilidade comum na técnica. Os exemplos de métodos de cura são cura  
15 reativa, cura térmica ou cura por radiação.

Os exemplos de meios de revestimento que são úteis para liberar e controlar o líquido para a folha contínua são, por exemplo, revestimento por matriz ou faca, ligado a qualquer bomba adequada tal como uma bomba de seringa ou peristáltica. Uma pessoa de habilidade comum na  
20 técnica avaliará que outros meios de revestimento podem ser usados, e a seleção de um meio particular dependerá das características particulares do líquido a ser liberado à folha contínua.

Várias modificações e alterações da presente invenção estarão evidentes àqueles habilitados na técnica sem divergir do escopo e espírito  
25 desta invenção, e deve ser entendido que esta invenção não é limitada às formas de realização ilustrativas aqui apresentadas.

## REIVINDICAÇÕES

1. Artigo microreplicado, caracterizado pelo fato de que compreende:

um substrato flexível tendo primeira e segunda superfícies opostas;

um primeiro padrão microreplicado revestido em uma primeira superfície, em que o primeiro padrão revestido compreende um primeiro líquido curado; e

um segundo padrão microreplicado revestido na segunda superfície, em que o segundo padrão revestido compreende um segundo líquido curado, adicionalmente em que os primeiro e segundo padrões são registrados dentro de 5 microns em uma direção transversal à folha contínua.

2. Artigo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o primeiro padrão microreplicado inclui uma pluralidade de lentes cilíndricas.

3. Artigo de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o segundo padrão microreplicado inclui uma pluralidade de prismas simétricos.

4. Artigo de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que os primeiro e segundo padrões microreplicados cooperam para formar uma pluralidade de lentes lenticulares.

5. Artigo de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que as lentes têm um passo de 150 microns em uma direção transversal à folha contínua.

6. Artigo de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o material de substrato é tereftalato de polietileno.

7. Método para fabricar um artigo microreplicado como definido na reivindicação 1 incluindo um substrato de folha contínua tendo primeira e segunda superfícies opostas, caracterizado pelo fato de que



compreende:

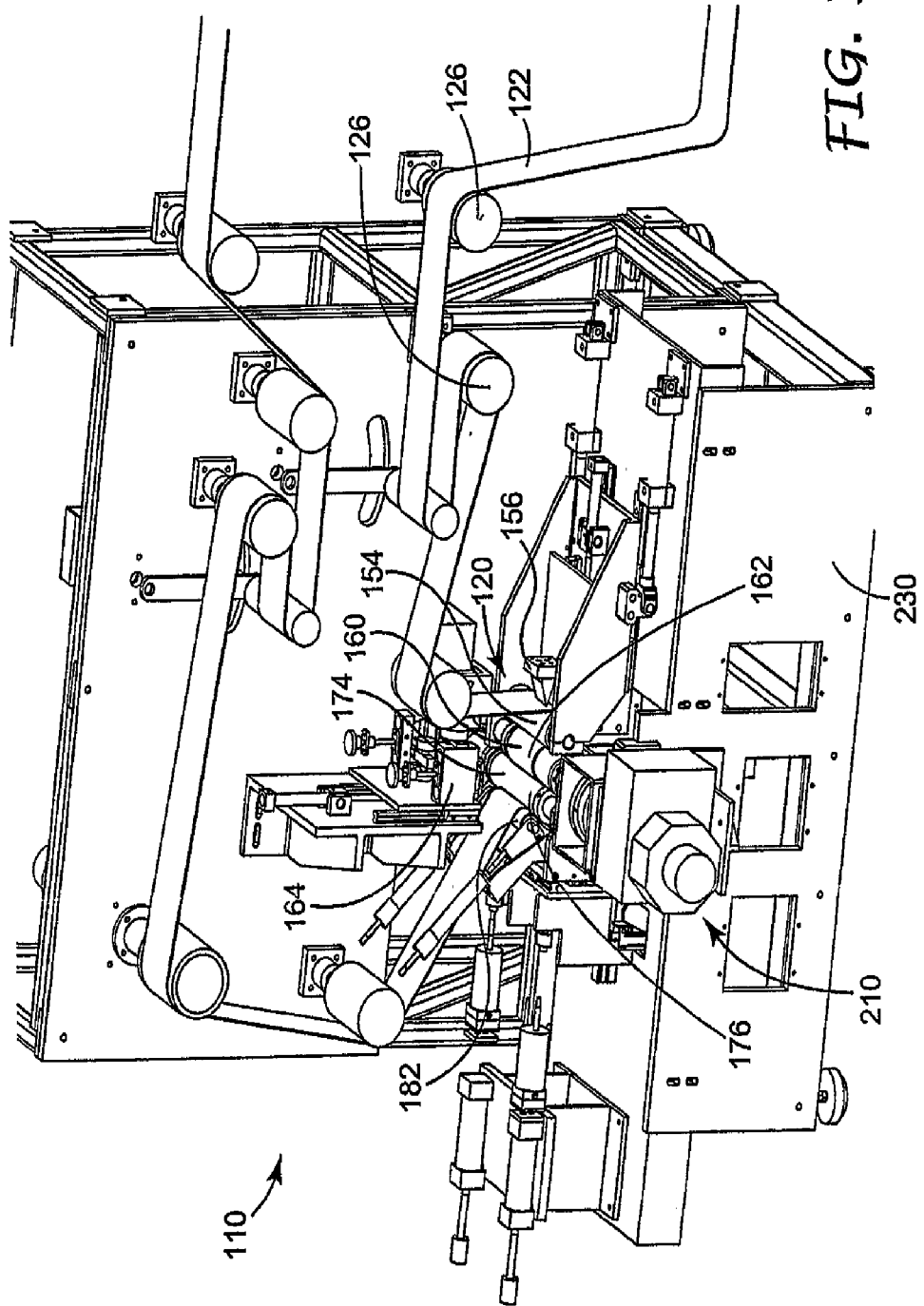
passar a folha contínua através de um aparelho de moldagem;  
revestir um primeiro líquido em uma primeira superfície;  
contatar o primeiro líquido com um primeiro rolo padronizado;  
5 curar o primeiro líquido para criar o primeiro padrão

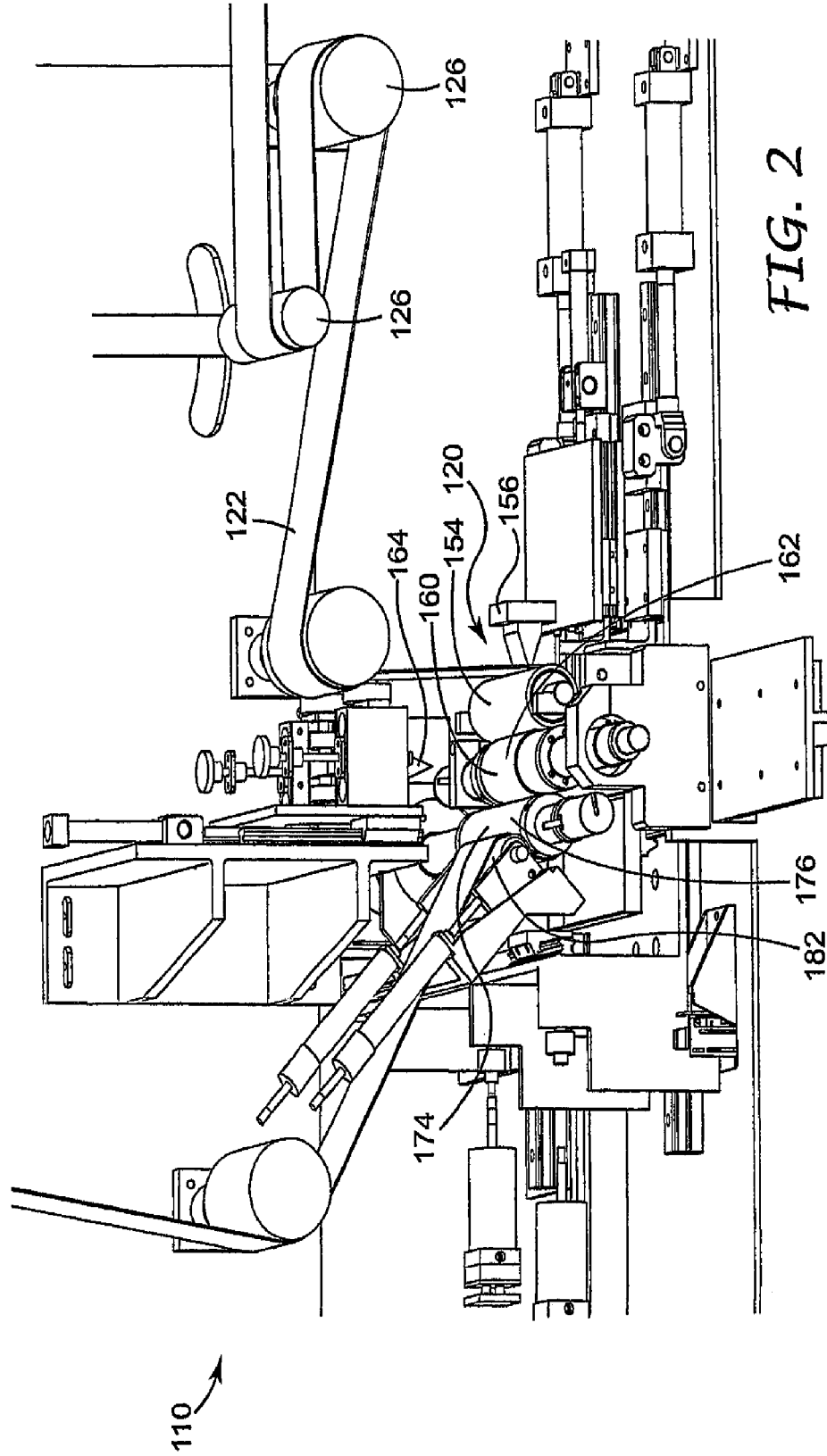
microreplicado;

revestir um segundo líquido sobre a segunda superfície;

contatar o segundo líquido com um segundo rolo padronizado  
enquanto o primeiro padrão microreplicado está em contato com o primeiro  
10 rolo padronizado; e

curar o segundo líquido para criar o segundo padrão  
microreplicado, em que os primeiro e segundo padrões são registrados dentro  
de 5 microns em uma direção transversal à folha contínua.





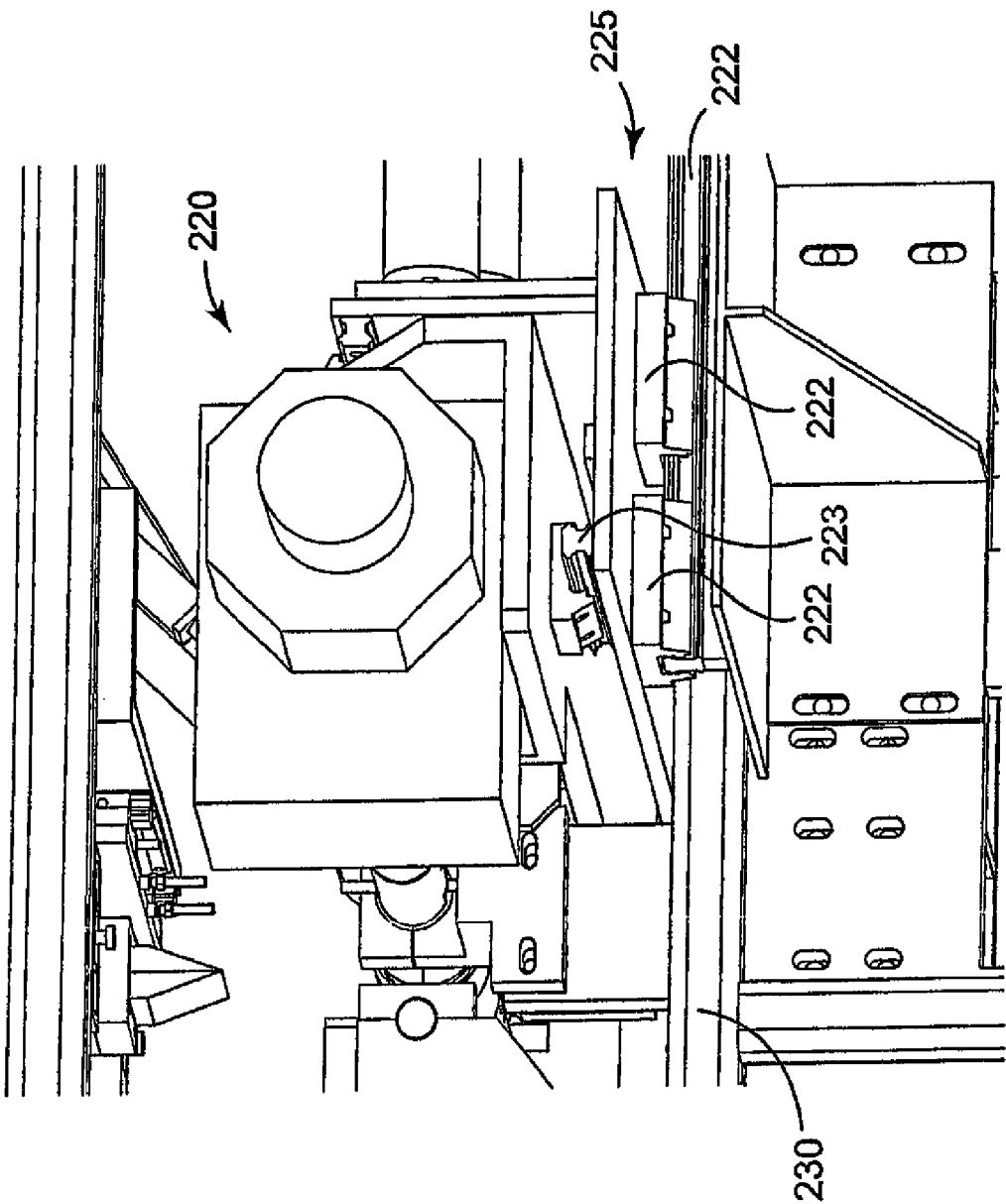


FIG. 3

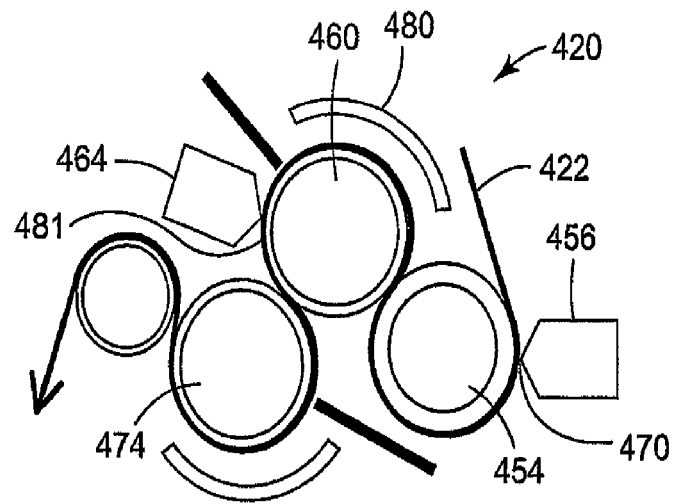


FIG. 4

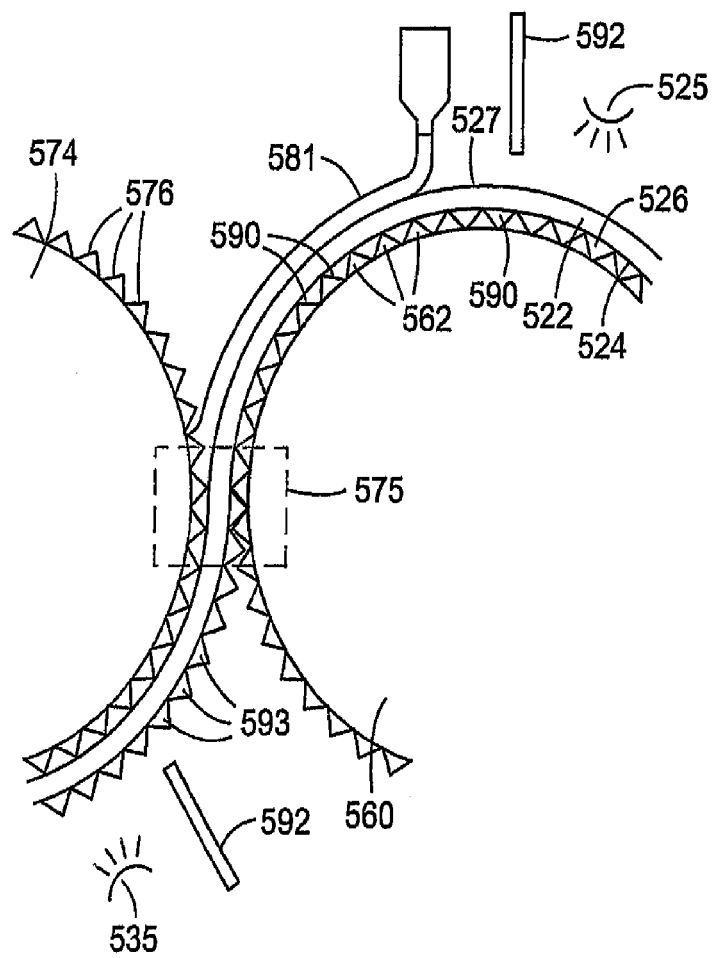
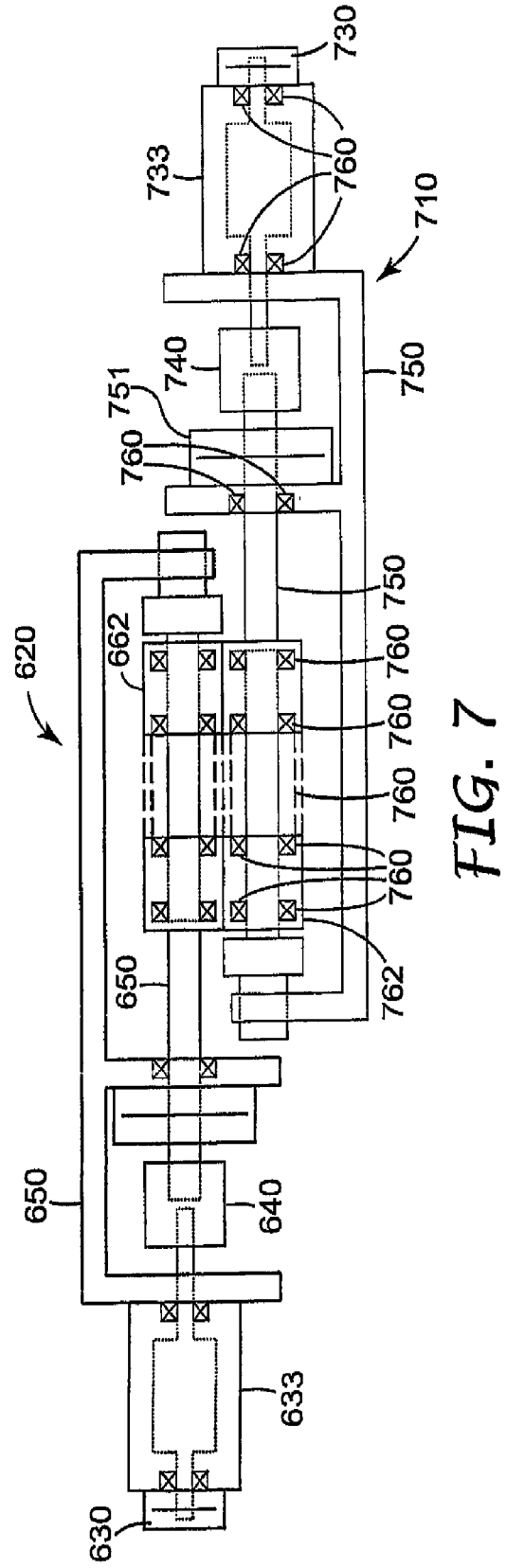
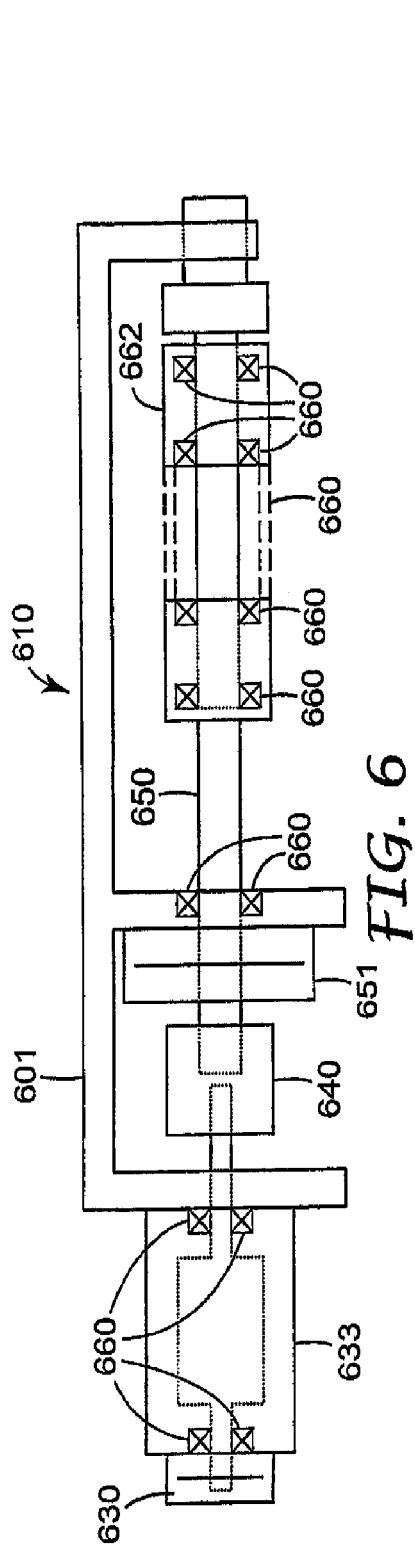
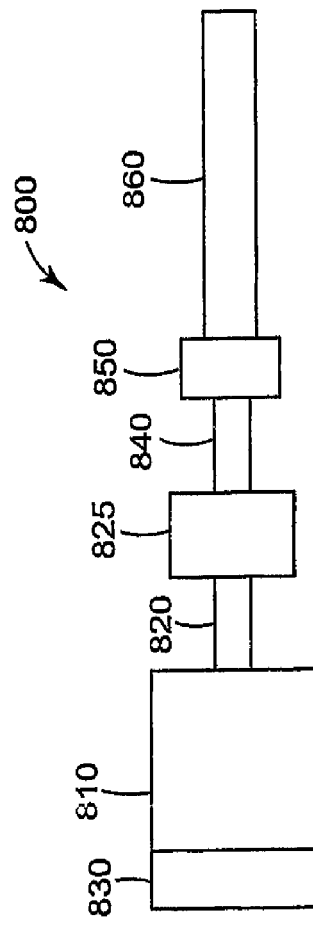
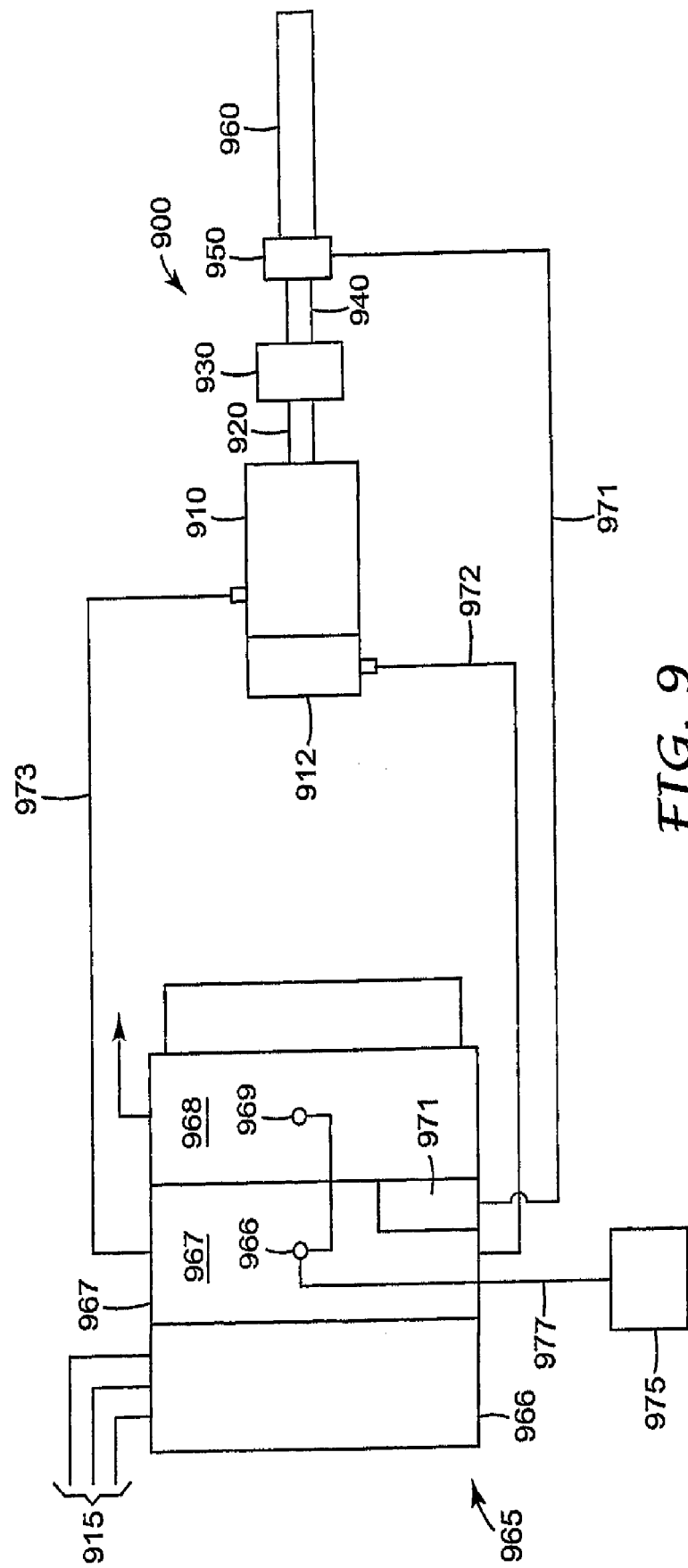


FIG. 5



*FIG. 8*





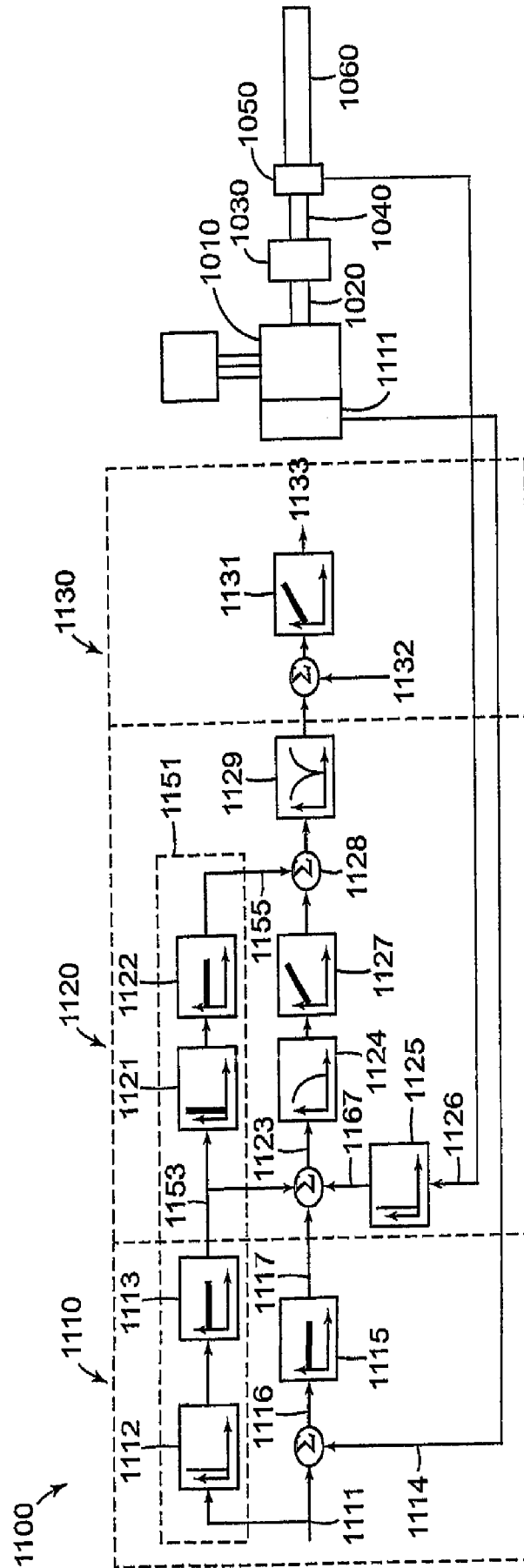


FIG. 10

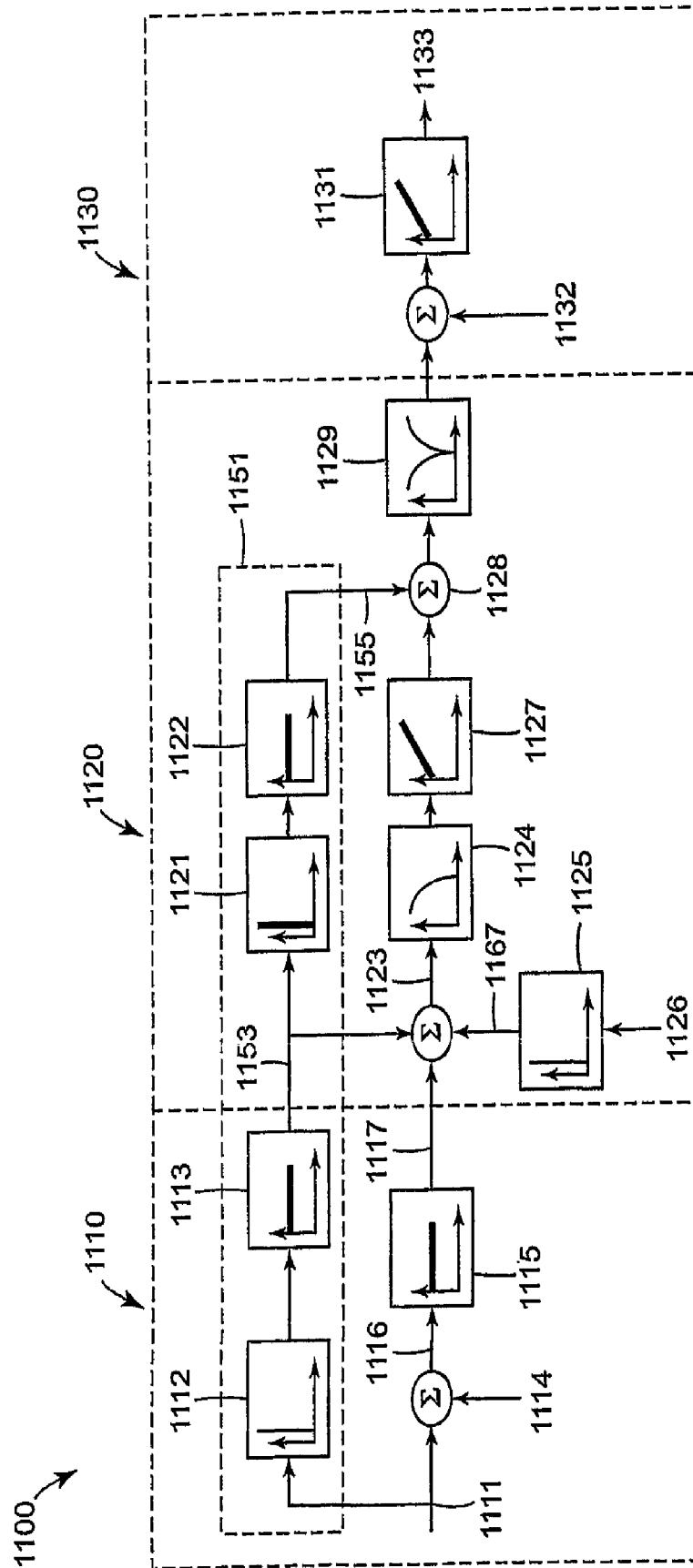


FIG. 11

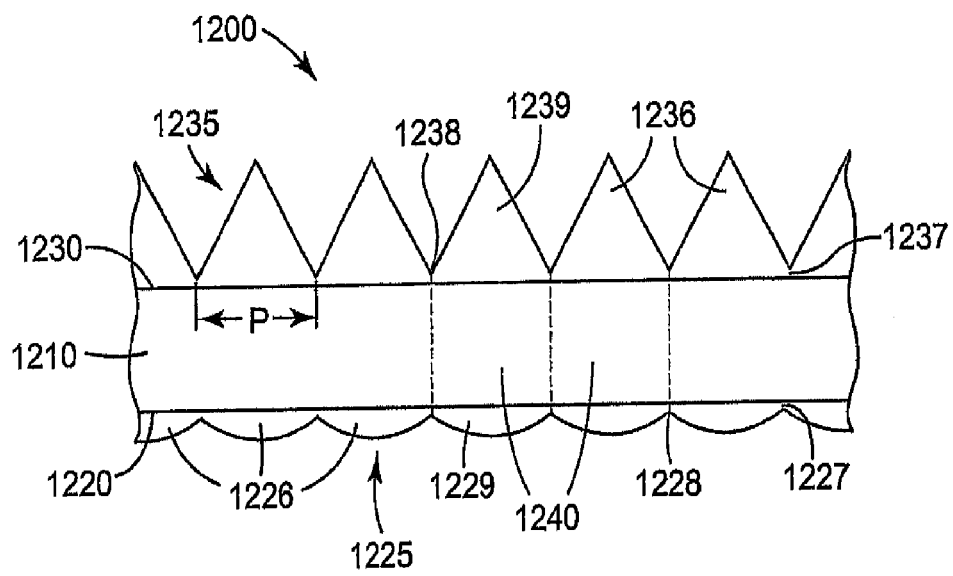


FIG. 12

RESUMO**“ARTIGO MICRO-REPLICADO E MÉTODO PARA FABRICÁ-LO”**

Um artigo microreplicado é divulgado. O artigo inclui uma folha contínua incluindo primeira e segunda superfícies opostas. A primeira superfície inclui uma primeira estrutura microreplicada tendo uma pluralidade de primeiros aspectos. A segunda superfície inclui uma segunda estrutura microreplicada tendo uma pluralidade de aspectos secundários. Os aspectos opostos correspondentes cooperam para formar um aspecto de lente.